なぞり課題を用いた3者の協調運動における ボトムアップとトップダウン処理に関する検討

Study on Bottom-up and Top-down Processing in Group Behavior of a Triad Using a Coordinated Drawing Task

市川 淳 †，筒井 和詩 ‡，藤井 慶輔 ‡
Jun Ichikawa, Kazushi Tsutsui, and Keisuke Fujii
† 静岡大学，‡ 名古屋大学
Shizuoka University, Nagoya University
j-ichikawa@inf.shizuoka.ac.jp

概要

本研究では3者で不均一な役割を分担して集団目標の達成を図る実験タスクを用いて，協調運動で重要な他者を助けて状況の改善を図る役割に着目し，その情報処理についてシミュレーションから検討した．結果，ボトムアップとトップダウン処理に対応する深層強化学習とルールベースから当該役割が行動するモデルでは，ルールベースのみやランダムで行動する場合よりもタスクパフォーマンスが高いことが示された．2種類の処理により，役割が十分に機能する可能性がある．

キーワード：協調運動 (coordinated group behavior)，役割 (role)，深層強化学習 (deep reinforcement learning)，ルールベース (rule-based modeling)

1. 導入

集団スポーツや網漁業に代表されるように，人は他者と取り組むことで単独では難しいタスクを遂行する，単独よりも高いタスクパフォーマンスを達成できる [1]．その協調メカニズムは，研究分野を横断して幅広く議論されている．本研究では，集団目標を共有して3者で不均一な役割を分担する協調運動に着目し，重要な役割の基盤にある情報処理について検討する．

神経科学や運動科学では主に，集団目標を共有しない協調が検討されている．例えば，ダイナミカルシステムアプローチにおいて，他者とのインタラクションを通して感覚からボトムアップに運動を調整する低次な処理が議論されている [2]．一方で，認知科学では集団目標を共有した協調を対象に，より高次な処理として知識や思考に焦点をあて役割の分担・交替を通して他者視点を取り入れることで多様な解の発見や問題解決が導かれることが示されている [3, 4]．

上記を踏まえると，協調の基盤にはボトムアップとトップダウン処理の両側面があると言える．両者を議論することで，理論の統合や発展が期待される [5]．しかし，研究分野の違いもあり，2種類の処理から協調を検討した研究は少ない．近年，非線形時系列解析を用いて運動データから会話の状態を統計的に推定する手法が提案されている [6]．ただし，これは現象の推定に重きが置かれている点に留意する必要があり，人の情報処理モデル自体を説明する上で議論の余地がある．他方で，集団スポーツは，ボトムアップとトップダウン処理に基づく他者とのインタラクションがみられる典型である．集団目標やチームの方針，役割等からトップダウンに対応するだけでなく，視覚等の感覚からボトムアップに柔軟な対処を示すこともある [7]．しかし，集団スポーツの多くが3者以上で構成され，身体運動を介してインタラクションが連続的に展開する複雑で動的な性質があるため [8, 9]，2種類の処理とタスクパフォーマンスの関連が検討しづらい問題がある．

そこで，本研究のアプローチとして，3人1組で不均一な役割分担が求められる協調運動の実験タスクを用いる．なぞり課題 [10] では，各自がリールを操作して糸の張力を変え，3本の糸に接続された1本のペンを動かし長さ 30 cm，幅 2 cm の正三角形の辺をなぞる（図1）．手元へ引き寄せてペンを動かす「張る」役割，そのペンがスムーズに動くように対応する「緩める」役割，そして2つの役割に介入し，ペンの移動の過度なタイムロスが生じない程度に軌道を修正する「適度に張る」役割への分担が求められる．なぞる辺が替わると役割を反時計回りに交替する（表1）．繰り返しなぞり課題を行わせた行動実験では，回帰モデルから3つ目の役割が小さな逸脱を維持しつつ，素早くペンを移動させる高いタスクパフォーマンスに関連する可能性が示された [11]．仕様上，「張る」役割と

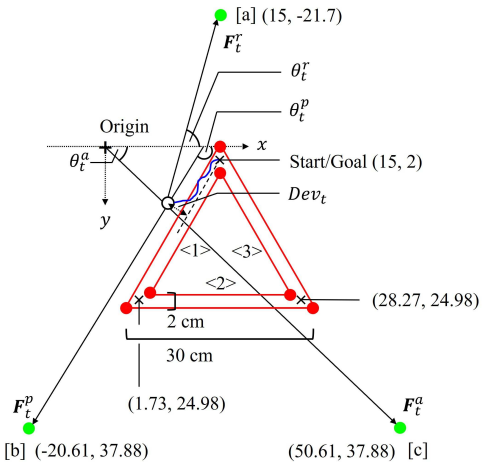


図 1　なぞり課題の模式図．括弧は 2 次元座標である．

表 1　操作者の役割分担

辺	操作者		
	[a]	[b]	[c]
<1>	緩める	張る	適度に張る
<2>	適度に張る	緩める	張る
<3>	張る	適度に張る	緩める

「緩める」役割だけではペンが辺の外側へ逸脱するため（図 1）,「適度に張る」役割が適宜介入し，助けるかたちで状況の改善を図るレジリエントな操作を行っていると考えられる．レジリエンスはなぞり課題に限らず，集団スポーツや情報システムの運営，軍隊などでその重要性が議論されている一方で [1, 12]，基盤にある情報処理の詳細は十分に議論されていない．

以上を踏まえ，更なるアプローチとして「適度に張る」役割に着目して構成論的な理解に向けてシミュレーションを導入する．状況に応じた柔軟な対処が求められること [11]，協調運動に 2 種類の情報処理が機能すること [7] を考慮して当該役割にボトムアップとトップダウン処理が働くと仮定する．本研究では，なぞり課題のシミュレーションから各処理を強化学習とルールベースでモデル化し，タスクパフォーマンスとの関連を検討することを目的とする．

2.　方法

2.1　3 つの役割におけるトップダウン処理

なぞり課題では糸を張りペンを動かすため，各役割を運動方程式で定式化できる．シミュレーションに向けて 3 つのエージェントを用意し，現在の時間ステップにおける張力の合成 $\boldsymbol{F}_t$ (N) を式 (1) で表す．

$$\boldsymbol{F}_t = \boldsymbol{F}_t^p + \boldsymbol{F}_t^r + \boldsymbol{F}_t^a - \boldsymbol{f}_t', \tag{1}$$

$\boldsymbol{F}_t^p$，$\boldsymbol{F}_t^r$，$\boldsymbol{F}_t^a$ はそれぞれ，糸を「張る」役割,「緩める」役割,「適度に張る」役割の張力を表し，x 成分と y 成分で構成される．3 つの役割の張力を合わせた後，2 次元に分解された摩擦力を示す $\boldsymbol{f}_t'$ を引く[1]．

以降は，マルチエージェントシミュレーションにおける Keep It Simple Stupid (KISS) の原則 [13] に従い，可能な限り単純な構成で役割をモデル化する．本研究では,「張る」役割と「緩める」役割は全てルールベースで記述する．これは,「適度に張る」役割に着目して 2 種類の情報処理とタスクパフォーマンスの関連を検討する点が目的であること，さらには仕様上「適度に張る」役割と異なり状況に応じた対処が必須ではないことに基づいている．

「張る」役割は，行動実験 [11] で記録された張力の代表値を使用する．参加グループを通した平均ピーク値の一定張力でペンを引き ($|\boldsymbol{F}_t^p| = 0.57$ N)，x 成分と y 成分に分解される ($\boldsymbol{F}_t^p = (|\boldsymbol{F}_t^p|\cos\theta_t^p, |\boldsymbol{F}_t^p|\sin\theta_t^p)$)．

また,「緩める」役割では糸を張る必要はないが操作自体は行っているため，わずかな張力が発生するノイズとみなす．ただし，ペンが辺から逸脱して操作者にとって問題がある場合，張力は発生させない.「緩める」役割の張力を式 (2) として表す．

$$|\boldsymbol{F}_t^r| = \begin{cases} 0 & if \ \ |Dev_t| > Th^r, \\ noi_t^r & otherwise, \end{cases} \tag{2}$$

Dev_t (cm) は，現在の時間ステップにおけるペンの逸脱量（ペンとなぞる辺の幅の中央線との距離）を示し（図 1），外側に逸れると正の値，内側に逸れると負の値をとる．$|Dev_t|$ は逸脱量の絶対値である．Th^r は，操作を切り替える閾値で辺の幅の半分を示す 1 cm である．noi_t^r はノイズレベルの張力を表す[2]．$|\boldsymbol{F}_t^r|$ は x 成分と y 成分に分解される ($\boldsymbol{F}_t^r = (|\boldsymbol{F}_t^r|\cos\theta_t^r, |\boldsymbol{F}_t^r|\sin\theta_t^r)$)．

そして，本研究で焦点を当てる「適度に張る」役割の張力を式 (3) に示す．

$$|\boldsymbol{F}_t^a| = \begin{cases} 0 & if \ \ Dev_t \le Th^a, \\ A_t^a & otherwise, \end{cases} \tag{3}$$

Th^a は，操作を切り替える閾値で 0.4 cm とする．Dev_t が閾値以内，つまり内側にペンが逸脱する，あるいは外側への逸脱が一定範囲内に収まっている時は張力を発生させない．一方で，外側に逸脱して閾値を超えると，操作者にとって問題があるため張力を発生させる．

[1] 摩擦力は動摩擦係数とペンの質量，重力加速度の積で，それぞれ $\mu' = 0.1$，$m = 0.085$ kg，$g = 9.8$ m/s^2 である．

[2] 各時間ステップで標準正規分布の乱数を発生させ，行動実験の全試行を通した最小ピーク値のグループ間の変動（標準偏差：0.03 N）との積を求め，ノイズ量を 1/10 に設定した値である．

本研究では，ペンを引く程度 A_t^a を決めるにあたり，ボトムアップ処理を導入する（詳細は次節を参照）．その後，$|\boldsymbol{F}_t^a|$ は x 成分と y 成分に分解される ($\boldsymbol{F}_t^a = (|\boldsymbol{F}_t^a|\cos\theta_t^a, |\boldsymbol{F}_t^a|\sin\theta_t^a)$)．

2.2 「適度に張る」役割のボトムアップ処理

深層学習から Q 関数を近似する Deep Q-Network (DQN)[14] を用いる．入力はペンの逸脱量，なぞる辺のスタートとペンの相対位置，ゴールとペンの相対位置，及び「適度に張る」役割のリールとペンの相対位置に関する 4 種類の連続値とし，出力は 2 種類の離散値とする[3]．2 種類とはそれぞれ，行動実験 [11] における平均ピーク値 (0.59 N) とノイズレベルの張力である[4]．エージェントは状況に応じて視覚情報から一定張力（平均ピーク値）でペンを引き，軌道修正する対処を強化学習する．

なお，本研究の DQN は，Double Deep Q-Network (DDQN)[15]，Prioritized Experience Reply [16]，Dueling DQN [17] から構成される．

2.3 シミュレーションの学習及び評価

各役割の張力から $\boldsymbol{F}_t$ が求まると，式 (4) よりペンの加速度 $\boldsymbol{a}_t$ が算出される．

$$\boldsymbol{a}_t = \boldsymbol{F}_t / m. \tag{4}$$

$\boldsymbol{a}_t$ を二階積分して次のペンの位置を求める．時間が経ち，ゴールとの距離が閾値 Th^g 以内であれば，なぞり終えたとみなし役割を反時計回りに交替させて次の辺をなぞる．辺 <1> と辺 <2> をなぞる場合は $Th^g = 1$ cm，辺 <3> をなぞる時は $Th^g = 2$ cm とする．

報酬は「適度に張る」役割のエージェントに対して，Dev_t が 0.4 cm よりも大きくかつ，ノイズレベルの張力を行動選択した時に与えられる．ペンが外側に逸脱しつつあるにも関わらず，軌道修正する行動を選択しないため，逸脱量に応じた負の報酬を $r_{t+1} = -Dev_t/50$ として受け取る．他方で，ゴールに到達すると辺 <1> で+1，辺 <2> は+2，辺 <3> で+3 の正の報酬が与えられる．

学習は 10^4 エピソード（試行）で，計 2000 ステップごとに DDQN のメインネットワークとターゲットネットワークの同期を行った．1 ステップは 0.05 秒である．ネットワークは全結合の 2 層，状態価値関数，アドバンテージ関数で構成され，ユニット数は 64, 64, 32, 32 とした．バッチサイズは 32，学習率は 10^{-6}，リプレイバッファサイズは 10^4，割引率 γ は 0.9，探索は ϵ クリーディ法で，探索率 ϵ は計 50,000 ステップかけて 1.0 から 0.1 まで線形減少させた．学習パラメータは，協調運動に関連する研究 [18] を参考に本研究に合わせて改変した．学習は，先行研究 [15] のように複数の乱数 seed を使用し，1 種類の乱数 seed で 10^4 エピソードの学習を行わせ，15 種類で実施した．行動実験 [11] と同様にどのエピソードでも辺 <1> からなぞり始め，1 辺をなぞるために必要なステップ数を 100 とした．なぞれなかった時点でそのエピソードは終了し，次のエピソードに進めた．

さらに，学習済みモデルから評価を行った．学習時とは異なる 15 種類の乱数 seed を使用し，1 種類の乱数 seed に対して 1 つの学習済みモデルを利用し 10 エピソード分のシミュレーションを実施した．ϵ は 0 とする．そして，3 辺全てをなぞることができたエピソードを使い，タスクパフォーマンスとして各辺でペンの平均逸脱量を算出した．また，比較対象としてルールベースのみとランダムを用意した．前者は，強化学習のボトムアップ処理をルールベースに置き換えた．ペンの逸脱量が外側に 0.4 cm よりも大きく 0.8 cm 以内の場合はノイズレベルの張力，0.8 cm を超えると平均ピーク値の張力を発生させた．後者は，2 種類の行動選択をランダムに置き換えた．

3. 結果と考察

ボトムアップ処理による行動の選択が 2 種類のため，約 70 エピソードの早い段階で報酬が飛躍的に向上する推移が確認された．学習前後におけるペンの移動軌跡をみると，学習後はどの辺であってもペンを引いて適切に軌道修正する特徴がみられた．各条件のタスクパフォーマンスを図 2 に示す．横軸は辺，縦軸はペンの逸脱量 (cm) で，箱ひげ図は乱数 seed 間の変動である．ペンの逸脱量について，手法要因（ランダム，強化学習とルールベース，ルールベース）と辺要因（<1>，<2>，<3>）による 2 要因の分散分析を実施した．注目すべき点として，全ての辺で強化学習とルールベースの水準で逸脱量が他の水準に比べて有意に小さいことが確認された ($ps < .05$)．

本研究では，集団目標を共有して不均一な役割を分担する 3 人 1 組のなぞり課題から，協調運動で重要な他者を助けて状況の改善を図る役割をモデル化した．

[3] 実装は 8 次元ベクトルにするために，0 が格納されたダミー変数を用意した．

[4] 後者は，標準正規分布の乱数と平均ピーク値のグループ間の変動（標準偏差：0.14 N）との積から，ノイズ量を 1/10 に設定した値である．

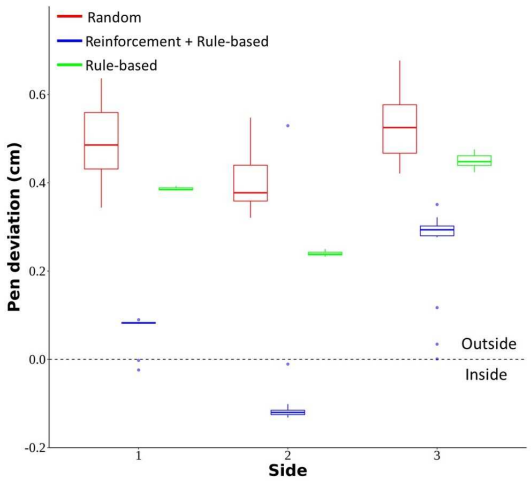


図 2　評価としてのタスクパフォーマンス.

結果，ボトムアップとトップダウン処理に対応する深層強化学習とルールベースから「適度に張る」役割が行動選択することで，より高いタスクパフォーマンスが達成されることが示された．2 種類の情報処理が基盤にあることで，当該役割が十分に機能する可能性がある．ペンを軌道修正する適切なタイミングをボトムアップ処理から発見したと考えられ，複雑で動的な協調運動のメカニズムを理解する上で基礎的な知見を提供した．

ただし，KISS の原則 [13] に従い，単純な構成で各役割をモデル化したため，行動実験 [11] のペンの移動軌跡を再現するモデルとしては検討事項がある．さらに，深層強化学習から動物の協調的狩りを検討した研究 [18] では，協調運動に高次な情報処理は必要ないことについて議論している．一方で，集団スポーツの協調運動では 2 種類の処理が基盤にあることが主張されている [7]．より緻密な動きが要求されるタスクにはトップダウン処理も求められると考えられ，どちらの処理を優先させるかに関係するかもしれない．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費 21K18033 の助成を受けた．

文献

[1] Fujii, K., Yokoyama, K., Koyama, T., Rikukawa, A., Yamada, H., & Yamamoto, Y. (2016). Resilient help to switch and overlap hierarchical subsystems in a small human group. *Scientific Report*, Vol. 6, 23911. https://doi.org/10.1038/srep23911

[2] Kelso, S. J. A. (2021). Unifying large- and small-scale theories of coordination. *Entropy*, Vol. 23, No. 5, 537. https://doi.org/10.3390/e23050537

[3] 林 勇吾・三輪 和久・森田 純哉 (2007). 異なる視点に基づく協同問題解決に関する実験的検討. 認知科学, Vol. 14, No. 4, pp. 604–619.

[4] Shirouzu, H., Miyake, N., & Masukawa, H. (2002). Cognitively active externalization for situated reflection. *Cognitive Science*, Vol. 26, No. 4, pp. 469–501.

[5] Gorman, J. C. (2014). Team coordination and dynamics: Two central issues. *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 23, No. 5, pp. 355-360.

[6] Dale, R. (2015). An integrative research strategy for exploring synergies in natural language performance. *Ecological Psychology*, Vol. 27, No. 3, pp. 190-201.

[7] Steiner, S., Macquet, A. C., & Seiler, R. (2017). An integrative perspective on interpersonal coordination in interactive team sports. *Frontiers in Psychology*, Vol. 8, 1440. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01440

[8] Yokoyama, K., & Yamamoto, Y. (2011). Three people can synchronize as coupled oscillators during sports activities. *PLoS Computational Biology*, Vol. 7, No. 10, e1002181. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1002181

[9] Braun, D. A., Ortega, P. A., & Wolpert, D. M. (2009). Nash equilibria in multi-agent motor interactions. *PLOS Computational Biology*, Vol. 5, No. 8, e1000468. https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1000468

[10] 丸野 俊一 (1991). 社会的相互交渉による手続き的知識の改善と“自己－他者”視点の分化・獲得. 発達心理学研究, Vol. 1, No. 2, pp. 116–127.

[11] Ichikawa, J., & Fujii, K. (2022). Analysis of group behavior based on sharing heterogeneous roles in a triad using a coordinated drawing task. *Frontiers in Psychology*, Vol. 13, 890205. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.890205

[12] Bowers, C., Kreutzer, C., Cannon-Bowers, J., & Lamb, J. (2017). Team resilience as a second-order emergent state: A theoretical model and research directions. *Frontiers in Psychology*, Vol. 8, 1360. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01360

[13] Axelrod, R. (1997). *The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration*. New Jersey: Princeton University Press.

[14] Mnih, V., Kavukcuoglu, K., Silver, D., Rusu A. A., Veness, J., Bellemare, M., et al. (2015). Human-level control through deep reinforcement learning. *Nature*, vol. 518, No. 7540, pp. 529–533.

[15] van Hasselt, H., Guez, A., & Silver, D. (2016). Deep reinforcement learning with double q-learning. *Proceedings of the 30th AAAI conference on artificial intelligence*, https://doi.org/10.1609/aaai.v30i1.10295

[16] Schaul, T., Quan, J., Antonoglou, I., & Silver, D. (2015). Prioritized experience replay (2016). *arXiv preprint*, https://doi.org/10.48550/arXiv.1511.05952

[17] Wang, Z., Schaul, T., Hessel, M., Hasselt, H., Lanctot, M., & Freitas, N. (2016). Dueling network architectures for deep reinforcement learning. *Proceedings of the 33rd International Conference on Machine Learning*, pp. 1995–2003.

[18] Tsutsui, K., Tanaka, R., Takeda, K., & Fujii, K. (2022). Collaborative hunting in artificial agents with deep reinforcement learning (2022). *bioRxiv*, https://doi.org/10.1101/2022.10.10.511517

オンラインでの質疑応答における反応の不在と自己言及: なぜ人は「お答えになってますでしょうか」と言うのか
Self-reference for absence of response in online QA session: Why do people say, “Does that answer your question?”

菊地 浩平[1]，須永 将史[2]，七田麻美子[3]
Kouhei Kikuchi, Masafumi Sunaga, Mamiko Shichida
[1] 筑波技術大学，[2] 小樽商科大学，[3] 埼玉大学
Tsukuba University of Technology, Otaru University of Commerce, Saitama University
kikuchi@a.tsukuba-tech.ac.jp

概要
本論文では，企業研修での質疑応答場面を対象とした相互行為を分析する．とくに，質疑応答場面において，参加者からの質問に回答した講師側が，自分がおこなった回答に対して「答えになっていたか」と言及する発言に注目する．このような発言はしばしば，「認識可能な反応の不在」に続けて産出される．この発言によって参与者が何を達成し，質疑応答という場面が成立しているのかを考察する．

キーワード：質疑応答，反応の不在，自己言及

1. はじめに

1.1 問題の所在

本研究は，企業研修での質疑応答場面を対象とした相互行為分析研究である．本研究では，ある質疑に対する応答が完了した後，応答をした人自身が自分の発言に対して行う「お答えになってますでしょうか」といった自己言及に注目して分析を進める．

質疑応答は，講演・講義等の後に置かれ，講師が話した内容について，あるいはそれに関連して聴衆が持った感想や意見などが講師に投げかけられ，講師が応答するという手順がとられる．後述するように，聴衆から投げかけられる内容には，講演の中で言及された用語の確認や，追加説明の要求，補足依頼など様々な行為が含まれ，質疑応答が進行していく．

この時，冒頭で述べた自己言及的発言が見られる．自己言及は，問いに明確に答えていないことへの言い訳であるとして批判・忌避の対象となることもあるが[1]，質問に対して明確に答えていても同じような自己言及が行われることもある．つまり，質問と応答の整合性に関わりなく，「この場面に埋め込まれた実践」として，相互行為上の必要から，自己言及が選択されている可能性がある．本研究ではこういった自己言及を，反応の追求[2]と位置づけ，その特徴を相互行為分析の手法で明らかにする．

1.2 研究対象

本研究で扱うデータは，F 県の新電力発電企業による社会人向け研修である．当該研修は、2020 年以降オンラインで実施されており，2020 年 12 月より 2022 年 3 月までの間に 48 回行われている[3]．企業向けと，一般向けの 2 種があるが，内容は同じである．研修には Web 会議サービスが用いられ，講師による 60 分程度の講義と，30 分程度の質疑応答で構成される．

受講方法は個別に接続する方法と，会議室等に集合して参加する方法がある．いずれも，受講側と講師側それぞれに司会がいる．質疑応答は，チャットに上がった質問を受講側司会がとりまとめて講師に質問する場合と，参加者が直接発言する場合がある．今回は 2020 年から 2022 年までに実施・録画が行われた回を対象に，特徴的な質疑応答があった箇所を分析対象とした．

2. 場面の条件と先行研究

2.1 質疑応答場面という活動による諸条件

本論文で扱う質疑応答場面の諸特徴を述べる．それぞれの特徴は参与者のやりとりに条件を課し，そのもとで参与者は質疑応答を進行する．

第 1 に，研修には Web 会議サービスが利用されている．オンライン特有の発言順番の取得の仕方があり[4]，電話のように顔が見えないわけではないが，電話同様ネットワーク接続そのもののトラブルによるコミュニケーションの断絶が常に生じうる[5]．他方，顔や体の向きを相手に表示可能だという点で，音声のみのやり取りとは異なる性質をもつ手段であるといえるだろう．

第 2 に， 質疑応答場面は基本的に質問-応答-(質問者による)反応という 3 つの部門によって構成されている．この部門は受講側が用意した司会によって管理運営され，発言権の配分にも司会が介入することができる．注意したいのは，それぞれの部門はそのまま行為を意味

するわけではないということだ. 例えば質問部では「質問」という行為以外にも,「確認要求」「助言の求め」など様々な行為が産出される. また「応答部門」では, 先行する発話（「質問」と呼ばれるもの）との関係で記述していくと,「意見表明」や「助言」のような, なんらかの主張がおこなわれていると言える.

2.2 先行研究

Pomerantz は, 主張のあとにその受け手がその主張への反応(受け止め)をしてこない連鎖を扱い, 反応を追求する 3 つの方法を記述した[2]. (1)言葉やタームを相手にわかるように精緻化したり, (2)想定される共有知識を振り返るようなやり取りを試みたり, (3)応答を得るために自身の立場を修正したりする, というものだ(p.153). 参与者は, 自身の主張への応答を得るため, 相互行為のなかでこれらの方法を駆使するのである.

主張への反応を得るために, 主張の産出者が再度発言するという点で, 本研究で扱う自己言及的発言は, Pomerantz の観察対象と多くを共有している. 講師側の発言はしばしば, 受け手（この場合は「質問」の産出者）の反応の不在を見出したゆえになされている. この際産出される自己言及的発話は,「受け手が, 話し手の主張に反応することにためらいや困難を示すと, 話者はトラブルのもとになっているものを見つけようとする」ための方法として特徴づけられる(p.159). 以下で, 事例ごとに, 反応追求のための諸手続きを検討する.

3. 事例分析

3.1 事例 1:オンライン質疑応答における反応の追求

事例 1 は, 質問者が直接講師に質問をするという質疑応答場面の中でも標準的なやりとりである. 23 行目の沈黙, 質問者 SS と講師 CC の同時発話(24 行目と 25 行目)に注目し, 反応の追求が起きる場面を分析する.

20		YY	そことの戦い、まあ、利権との戦いですよね。
21			まあ、ずっと続けていくしかないんでしょうけど、
22			そういうことだと思います。
23	→		(4.2)
24	→	SS:	[ありがとうございます]
25	→	CC:	[お答えになって　　]なってなくてすいません
26		SS:	あ いえいえ、ありがとうございます。じゃあ、結局、
27			えっと、誰のほう向いて、えっと、
28			せい、政治をしてるかっていうか、政治家としての
29			仕事してるかってことなわけですよね。

図 1: 断片 1）回答の受け止めと自己言及の同時開始

図 1 に示した断片 1 は, SS の質問に対して CC から回答が完了し, 講師側司会 YY が補足をしている箇所である(20-22 行目). この補足が完了した直後の 23 行目は, SS によって反応が産出されてよい位置となる. このことは, 24 行目で SS が「ありがとうございます」と謝辞を述べることで, CC と YY による回答を受け止めようとしていることからも明らかだが, 4.2 秒ほどの沈黙が生じていることがわかる.

注目したいのは, この沈黙の後, 質問者 SS と CC が同時に発言を開始している点だ. 質疑に対する応答が行われた後の位置 (23 行目) では, 質問者の受け止めが期待されていることを, SS と CC の両者が, それぞれのやり方で示した結果起きたと考えられる.

応答を得た SS にとって, 23 行目は謝意や自身の理解を, 最速で表明することが可能な位置である. 他方, CC と YY にとっても, 23 行目は SS の反応が来ることが期待される位置である. 25 行目の自己言及は, そういった位置において, 沈黙が生じていることを受けたものだと考えられる. 25 行目の謝罪は, 自分たちの 22 行目までの回答に不足があったため, 23 行目で受け手の反応がなかった, と理解したゆえの謝罪といえる.

3.2 事例 2: 回答の地位を格下げする

ここで注目するのは, 図 2 断片 2, 12 行目にある CC の発言である. ここでは司会の SS による質疑の読み上げから開始される. 質問の内容は. 東日本大震災は人的災害という側面があり, 人的災害には人間たちが行動しなければ対処できない, 適切に判断し行動するために知識を身につける以外にアドバイスはあるか, というようものである. この質疑は「助言の求め」として特徴づけられるだろう. これに対し CC は一冊の本を紹介する. その本はある国の人口の 3.5%が行動することで大統領が失脚したという事例を記載していた. CC はこれに言及し「たった 3.5 パーセントの同意者までもってけば世の中変わるんだぐらいに思ってください」と発言した. つまり, 求めに対しては, すでに「同意者を 3.5%まで増やすことを目標に」という数値を伴う助言と, 参照すべき書籍が提示されており, 形式的な一貫性は確保されていると言える. その直後, YY が CC に質問するのが断片 2 の 1 行目である.

この断片の 01 行目から 07 行目までで, YY と CC の間では, 助言に含まれる 3.5%という数字の具体化が行われる. さらに 04 行目では, 今までのこの研修の参加者数である 2000 人という数字が持ち出され, 対比される形で「頑張らなきゃだめ」であることが笑いを伴って語られる. 助言の求めに対するオプションとして, ある種のオチが語られたわけである.

この直後，08行目に10秒間の長い沈黙があり，司会者SSによるごく短い受け止めが産出されるが，さらに2秒の沈黙が生じるという流れになる. 11行目では司会者 SS が謝辞を述べるが，これに重複するように 12 行目の発言が回答をしたCCによって産出される.

この事例の08行目にある10秒にも及ぶ長い沈黙は，質問をした側からの反応がきてもよい位置にある．この沈黙は，質問がチャットの読み上げによって行われたことで，質問者本人がその回答内容を受け止めたかどうかを，司会者が直接判断できない状況だった可能性がある. また, 司会者がここで反応をするべきかどうか判断が難しい状況だったとも考えられる．しかし，回答者 (CC) はオンライン環境による問題ではなく，回答の適切さの問題としてこれを扱っていることが，12行目の自己言及からわかる.

```
01   YY:  CC さん 1億人の 3.5 パーセントって何人ですか
02   CC:  350 万人？
03   YY:  he he he まだ 2000 人ですから [あ h h h h]
04   CC:                                [あ HA HA まだ]2000 人だった
05   YY:  ha haha [え:       ]頑張らなきゃ駄目です[ね
06   CC:          [HA HA HA]                    [そうです[ねえ
07   YY:                                                [はい
08        (10.0)
09   SS:  はい
10        (2.0)
11   SS:  あ ありがとうご[ざいました
12→ CC:                  [答えになってなかったですかね
13   SS:  ほかにご質問はないでしょうか
```

図 2: 断片 2) 自己言及による回答の地位の格下げ

09 行目には質疑の開始者である司会者の短い反応があるが評価を伴っておらず，ここまでの講師側の発言を受け止めるもののように見える．つまり司会者には，講師側の「応答」が完全に完了したのかを判断できていないように見える．10 行目には，さらに 2 秒の沈黙があり，司会者は何も述べていない. その後，司会者は 11 行目で謝辞を述べ，質疑応答を終わらせる.

こういった，応答の完了が不明瞭であることが明らかとなった状況で行われた12行目の自己言及は，回答者自身が自分の回答の地位を格下げするものとして聞くことができる.

また, 12行目の自己言及を事例1と比較してみると，発言の形式的にはYes/No質問となっているが，宛先がないために誰にも回答の義務が生じない，いわば無視してもよい発言として構成されている.

このようにCCら回答者は, 反応の不在を合理的に理解する「回答の不適切さ」というフレームを，参加者全員に提示する. そして, 一連の質疑応答連鎖が完了したことを示し，13 行目で司会者が質疑応答を再開することが可能な位置を作り出しているのである.

事例 1・2 の分析を通して，オンラインでの質疑応答場面では,「質問部門」の産出者に対し,「応答部門」の産出者であるCCらは, 反応の産出を期待していることが示された. 長い沈黙, すなわち認識可能な反応の不在が生じたとき，CCらが反応の追求のために取る方法は,「応答部門」の不足に言及するという、自己言及的な発言を産出することだった．この発話によってCCらは，自分たちの「応答部門」の成功の評価することを相手に課し，同時に，自分たちの「応答部門」が完了していることを（再度）際立たせているのである.

3.3 事例 3: 回答の完了マークと，回答の可否確認

事例 3 では，図 3 断片 3，03 行目にある YY の発言「今ので質問よろしいでしょうか」に注目する．事例 3 に先立つ部分では，受講側司会 MM がチャットに書き込まれた質問を読み上げることで質疑応答が開始された. 質問の内容は, 古くなった太陽光パネルを廃棄する際の環境負荷について教えてほしいというものだった.

この質問への回答は CC によって行われるが，これに先だって YY がスライドを投影するよう自社スタッフに指示する．CC は，スライドを用意していたことを MM につたえ，この質問がいわゆる FAQ にあたるという，回答用のスライドが用意されていることの理由を述べる．そしてスライドを投影しながら回答が始まる.

```
01    CC:   もっともっと安全にえっと廃棄ができる時代になってると信じてます。
02          (0.4)
03→ YY:   はい .hhh 今ので質問 よろしいでしょうか
04    MM:   はい ありがとうございます 質問者の NN さんはいかがでしょうか
05          大丈夫だったでしょうか 今のお答えで
06          もしもよろしければ ミュートを外して
07          えっと: お答え (0.6) についてコメントいただければと思います
08    NN:   はい ありがとうございます
09    CC:   [はい
10    NN:   [えっと ずっと はい そのことについて 懸念していて
11          いろんな人に聞いてたんですけれども あの:
12          なかなか明快な回答が得らなかったんですね
13          で [ い  ま  の  ] お話伺って 非常によくわかりました
14    CC:       [ああ そうですか ]
```

図 3: 断片 3) 回答の完了のマークと可否の確認

回答は丁寧に，時間をかけてなされる．まず、不法投棄が懸念されているが，既に処理業者による安全な処分は行われており、自分たちも廃棄する際の手続きを見据えて操業していることが回答される．さらに社会問題になっている不法投棄の実態の解説、太陽光発電の課題についての政府の取り組みなどが語られ，技術革新により「もっともっと安全に廃棄ができる時代になってると信じてます」と述べられる(01 行目). その後にYYが行っている03行目の発言に注目する.

03行目のYYの発言は，CCによる説明の直後に置か

れたものである. なぜここで回答が質問に対して「よろしい」かどうかを明示的に問わなければならなかったのかについては，いくつかの理由が考えられる.

ひとつには，事例 2 と同様，「質問部門」がチャットの読み上げによって開始されたことで, 回答者には, 質問者本人の反応が確認できないためである．そこで反応をするのが司会の MM である．MM は 03 行目の直後にほぼ間を置かずに感謝を述べ，質問した本人である NN に対して答えとして「大丈夫だった」かどうかをコメントするよう促していることがわかる．すなわち NN に代わって，MM が暫定的に受け止めているわけだ. これを受け, NN はすぐにマイクをオンにし, CC らによる回答がよくわかるものだったことを述べ，回答の妥当性を評価していると考えられる（08 行目）.

もうひとつは，そもそもこの質問が FAQ であり，回答をするための資料が用意されていたことが理由として挙げられるだろう. つまり FAQ とセットになっているこの回答も，これまでにも何度も繰り返されてきたということを意味する．YY と CC はこのやりとりで使用したスライドを用意した当人であり，回答がどのように展開され, どのように完了するかについて, おおよその見通しを持っていると考えて良いだろう．つまり「ここで説明が完了する/した」ということを判断できるだけの経験を YY と CC は共有していると言える.

03 行目はこういった文脈に位置づけられており, YY が, CC の説明が質問に対する回答となっていたかどうかを問うことは合理的な振る舞いだということができるだろう. さらに, そう問うことで応答の完了点をマークし, 質問者からの受け止めを得ることで, 回答の可否を確認しようとしているのだと考えられる.

4. まとめ

本研究では質疑応答場面を対象として，回答者が自分自身の発言に自己言及する場合，自己言及が反応の追求の手続きになっている可能性を指摘した.

分析からは次の知見が得られた. ひとつは, 自己言及には回答の完了をマークする機能があるということである. 回答者は, 自分が今までにしてきた回答がすでに完了していることを，何らかの形で際立たせる手段として, 自己言及を用いている. これはオンラインでの質疑応答において起きやすいことと言える. すなわち, 遠隔地間をつなぐ Web 会議サービスによる質疑応答は, 相手の反応が見えにくいため，やりとりの完了を明示的に確認する必要があるということである．これにより, 現在の質疑応答連鎖の完了と, 新たな質疑応答連鎖の開始を接続しているのである.

もうひとつは, 自己言及のなかには, いま行われた回答の地位を格下げする機能があるタイプのものもあることである. 行為連鎖上の位置という観点からすれば, 回答の後の位置は, 質問者による回答への反応（受領, 再質問など）が来るべき位置であり, 反応の不在は回答に対する否定的評価を予期させることになる.

事例 1 と事例 2 は，講師側は反応の不在に対し，回答の格下げとなる発言をしている．講師側は自らの回答に言及し，自分たちの回答への評価を受講者らに課すのである. そして, 予め自分たちで回答を格下げしておくことで，受講者の否定的な評価の産出を促しているのだと考えられる. もし否定的な評価があるならば, 受講者たちは講師側に同意するだけで（相互行為上は非優先的な）評価を済ませることができるからだ.

これに対し事例 3 は，回答が終わった直後，講師は相手の反応を待たず, 質問に対する回答が「よろしい」かどうかを問うていた．事例 1 や 2 と異なり，事例 3 は回答に自信があり,「よろしい」という反応が優先的なやりかたで，反応を追求していると考えられる.

このように，一見回答の適格さを問う発言のように見える自己言及は, その内容の如何には関わりなく, 質疑応答の場面に埋め込まれ，反応の不在に対処するなかで発現することが明らかとなった.

文献

[1] 横山信宏, “「質問の答えになっていないかもしれませんが」と平気で言う人のジコチュー感覚”, Yahoo! ニュース, 2017 年 2 月 6 日, https://news.yahoo.co.jp/byline/yokoyamanobuhiro/20170206-00067400 (2023 年 4 月 19 日閲覧)

[2] Anita Pomerantz (1984) “Pursuing a response” In Atkinson, Maxwell J., & Heritage, John (eds.), *Structures of Social Action*, 152-164, Cambridge University Press

[3] 菊地 浩平, 七田 麻美子, 須永 将史 (2022) “オンライン活動で立ち現れる「物足りなさ」と「本拠としての現地」: 企業研修における DX 事例の研究”, 認知科学, 29(2), 243-255.

[4] Asmuß, Birte (2014) “Proposing Shared Knowledge as a Means of Pursuing Agreement,” Stivers, Tanya, Lorenza Mondada & Jakob Steensig eds., *The Morality of Knowledge in Conversation*, New York: Cambridge University Press, 207-234.

[5] 高木智世 (2006) “第 5 章 「電波が悪い」状況下での会話” 山崎敬一編『モバイルコミュニケーション――携帯電話の会話分析』大修館書店, 77-97.

図的表現と協創が再構成する学習過程：学び展開図の開発
A Learning Process Reconfigured by Diagrammatic Representation and Co-creation : Development of Learning Reflection Diagram

福田 大年[†]
Hirotoshi Fukuda
[†]札幌市立大学
Sapporo City University
h.fukuda@scu.ac.jp

概要
本研究では，学習過程を図的に表現する「学び展開図」と，学習ポイントを協働的に気づき合う「学び展開ディスカッション」を組み合わせた協創学習プログラムを開発した. 本稿では, 学び展開図と学び展開ディスカッションの開発の経緯と実践を解説する.
学び展開図と学び展開ディスカッションを繰り返すことで, 学習者は自身の思考の変化に気づく. つまり，経験の図化と対話を往還する学習は，学習者の学習過程を再構成させる可能性がある.

キーワード：経験学習, 省察, 実践研究

1. はじめに

筆者は，学習者が自身の学びの過程を図的に表現する「学び展開図」と，学びのポイントを学習者らが協働的に気づき合う「学び展開ディスカッション」を組み合わせた協創学習プログラムを開発し，2018 年から実践してきた. 本研究の目的は, 学び展開図と学び展開ディスカッションが学習者の思考に起こす変化を分析し，学習者らが学びを協働的に再構成する道具としての可能性を考察することである.

2. 背景

2.1. 協働的で創発的な学び

他者との高度なコミュニケーションや多様性の涵養が求められる現代は，協働的に創造する人材の育成が求められる．そのため共創の概念は重要である[1].「習う」から「学ぶ」へと変化する過程は，学習者自身が学び方をつくり，新しい考え方を見出すことから生まれる[2]．その学びの過程は協働的で創発的であることが望ましい. さらに学習者らが二人称的（共感的）関わり[2]によって学びの過程が構築されることが重要である. 諏訪[2]によると「赤の他人から勝手知ったる他人」になるには, 互いを一人称的に観察記述し, 次第に他者を視点が混じる共感的な二人称的関わりを醸成させる共創現象を発生させる必要がある. これは「参加する人たちが, 表現を通して互いの視点の違いを理解し合い, 協働的に学び合う場[3]」の「協創」にも通じる．協創の表現には言葉, イラスト, 記号で構成された図的表現が適する[3]．図の特性（情報の縮約，関係性の創発，概念の特定化，解釈の多様性[4]）によって，思考の整理と理解を促す表現が可能となる[5]．学びの過程が図的に表現できると，学習者は他者と二人称的関わりができる. つまり協働的な創造人材の育成には, 学びの過程を記述する道具とその記述を用いた協創を促し，学習者一人ひとりの思考変化を促すことがまず重要である.

2.2. 本研究の着想

筆者は，担当授業で協創の導入を試みてきた[6][7]. 例えば，授業活動での成果物とその制作で得た気づきを学習者らで共有するため，教員が配布したシートに学習者らが文章で気づきを記述し授業中に見せ合った. しかしこの方法では，学習者自身の活動を反省する文章が多くなった．さらに学習者らの会話は文章の印象や感想を伝え合うだけになった. この経験から, 学習者らの協創を伴う学習過程の重要性を実感した．そこで学習者らが気づきを持ち寄り対話する協創学習プログラムの着想に至った.

2.3. 開発の意図と着目点

協創学習プログラムの開発では，学習経験を学習者一人ひとりが内部観測的に探究し表出できる道具づくりと，その表出結果を持ち寄って対話することで共感的な二人称的関わりの形成を意図した. 道具は, 学習者が学習経験での気づきを図化する方法を検討した．対話は, 表現の美醜が影響しない鑑賞方法を検討した. つまり，同じ学びを経験した学習者らが得た様々な気づ

きを表出し合うことで対話を促すことを目指した．本研究の着目点は，学習者が自らの学習経験を協創によって再構成する過程である．

3. 協創学習プログラムの開発

3.1. 学び展開図と学び展開ディスカッションの概要

学び展開図は，学習者一人ひとりがまるで構造物の展開図を描くように，自身の学びの過程を分解する手法である（図 1, 2, 3, 4）．内容と描き方は人間観察の 7 つの着眼点 (類型的行動, 状況, 主体, 対象, 手段方法, 目的，結果[8]）と，図の特性を用いて情報を俯瞰，要約，探究するビジュアル思考[9]を参考にした．作成にはカラーペンと A3 か A4 サイズの紙（もしくはデジタルペンとタブレット PC の描画アプリ）を使用した．学び展開ディスカッションは，学習生同士が学び展開図を見せ合って学びのポイントを気づき合う発表会である（図 5）．発表会には，過去に学習経験のある学生がティーチングアシスタント（TA）とステューデントアシスタント（SA）として複数人参加した．筆者は進行役として参加した．まず学習者らが学び展開図を並べ，気になった箇所に付箋でコメントを付けた. 次に TA と SA が気になった学び展開図をピックアップし，その作者と内容について語り合った．

3.2. これまでの実践

学び展開図と学び展開ディスカッションを導入した授業は, 筆者が所属大学で担当する「アイデア生成プロセス」と「協同デザイン I」である．2018 年度から導入し，微調整を繰り返しながら現在まで継続している．2021 年度までの体験者は「アイデア生成プロセス」が 359 人,「協同デザイン I」が 274 人の計 633 人である．学び展開図の枚数は「アイデア生成プロセス」が 931 枚,「協同デザイン I」が 744 枚の計 1,675 枚である．学び展開ディスカッションの実施数は２つの授業とも 2021 年度までに 10 回ずつ計 20 回実施した．なお実施方法を変更した 2022 年度は本稿では含めていない．

２つの授業とも複数の学習フェーズで構成した．学び展開図と学び展開ディスカッションは，各フェーズの最後に実施した．例えば，2020 年の「アイデア生成プロセス」は４つの学習フェーズに分けた. 各フェーズの学び展開図のテーマは「1. アイデアとは？ver.1（図 1)」,「2. 観察と発見の秘訣とは？ver.1（図 2)」,「3. 観察と発見の秘訣とは？ver.2（図 3)」,「4. アイデアとは？ver.2（図 4)」とした（以下，学び展開図 1, 2, 3, 4）．フェーズごとに学習経験を図化し対話した．そして過去と現在の自分, 他者との経験の差異を知った（図 6）．

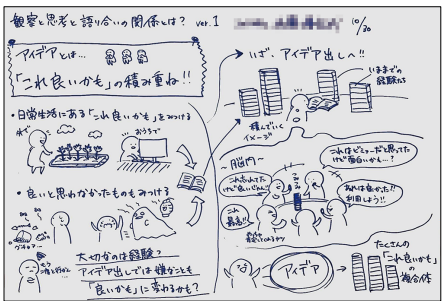


図 1　学び展開図 1 の例（学生 A 作成）

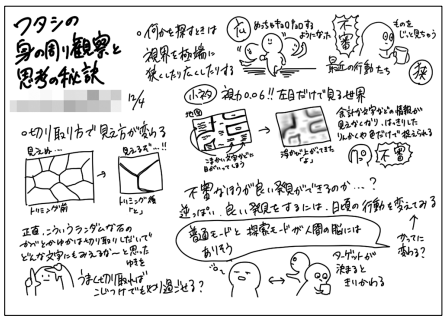


図 2　学び展開図 2 の例（学生 A 作成）

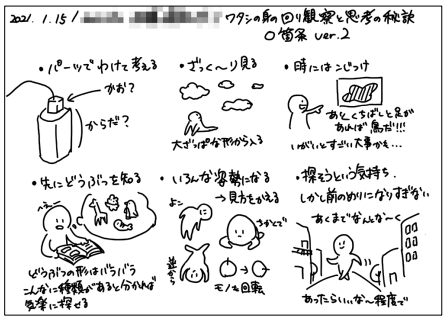


図 3　学び展開図 3 の例（学生 A 作成）

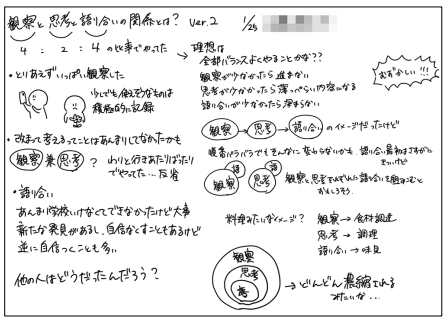


図 4　学び展開図 4 の例（学生 A 作成）

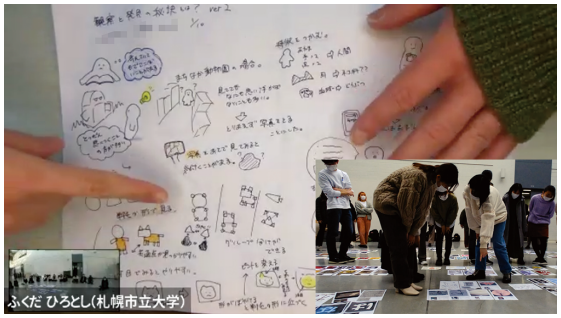


図 5　学び展開ディスカッションの例

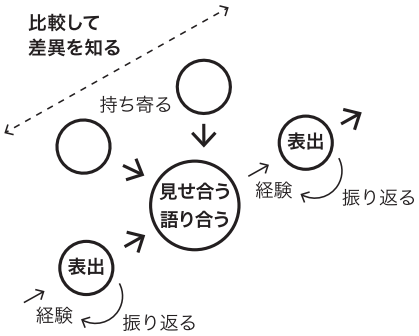


図 6　協創学習の流れ

4.　分析と考察

経験の図化と対話を繰り返すことで起こる思考の変化を分析し，道具としての学び展開図の可能性を考察した．分析対象は，2020 年「アイデア生成プロセス」の参加学生らが作成した学び展開図 1, 2, 3, 4 の計 354 枚である．まず参加学生ごとに全ての学び展開図を分けた後，学び展開図 1, 2, 3, 4 を順番に並べた．次に 4 枚の学び展開図の記述内容を比較した．その結果，参加学生が描いた学び展開図には以下の特徴が見られた．

思考変化の可視化が省察を促す：授業での学習経験の中から，学習者が特に注目した気づきとそれに関連するエピソードが，学び展開図に記述されていた．学習経験と気づきの全てを記述することはできない．そのため学び展開図では，学習者自身の視点で情報の取捨選択が発生していた．この取捨選択の過程で学習者自身の経験から滲み出た言葉，イラスト，記号が生成される．例えばある学生は，展開図 1 でアイデアを「絵の具みたいなもの」，「簡単なのに難しいプロセス」と定義した．しかし展開図 4 では「誰も思いつかない視点．それでいて『あー！』と共感してもらえるものを作ろうという姿勢」が授業での自身の学習経験にあったことを見つけ，「アイデアについてわからないことだらけ．何かがわかりそうでわからない感じがもどかしい．」と考えを変化させた（図 7）．具体化しづらい気づきの表出を繰り返すことで，図の特性[4]を活かすように変化する展開図もあった（図 8）．経験の図化と対話を繰り返すことは，学習者の思考変化の過程と変化量を可視化する（図 9）．学習者は，思考の変化に戸惑う状況を自らつくりながら省察も促されている．

図 7　学習経験が滲み出る展開図の例（学生 B 作成）

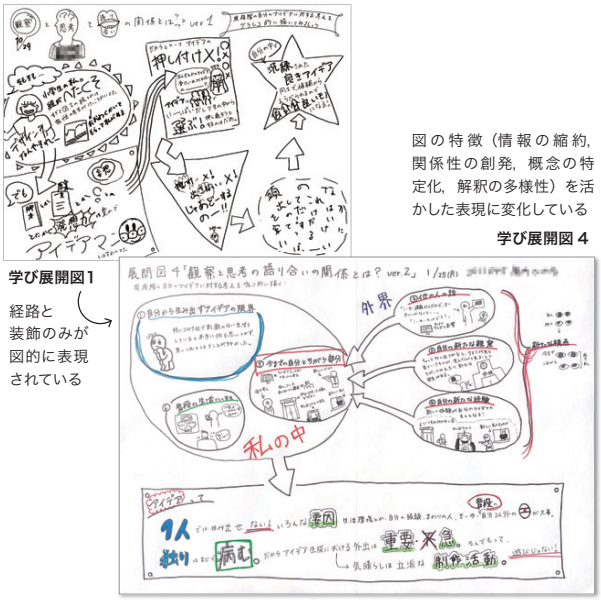


図 8　図の特徴を活かした展開図の例（学生 C 作成）

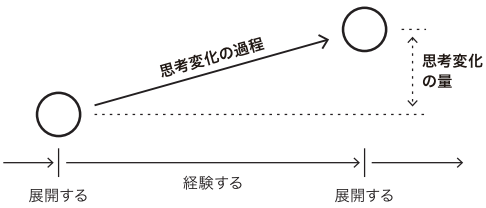


図 9　可視化される思考変化の過程と量

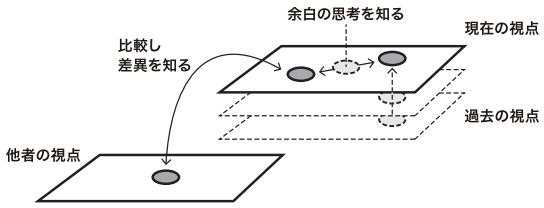


図 12　過去と他者の視点が掘り起こす思考のタネ

表出された気づきが新しい気づきを生成する：各学習フェーズ, 学び展開ディスカッション, 授業当初からの思考変化などこれまでの学習経験を振り返り新しい考えを示そうとする展開図 4（図 10）が複数あった. また情報量が増大したことで簡潔に言い切らない展開図 4 も出てきた（図 4, 11）. 経験を図化し，他者と対話することで新しい気づきが芽生える. この過程は, 学習経験で得た気づきの量と深さを認識させる. 経験の図化と対話を繰り返すことは，過去の自分と他者の視点を借りて，新しい考えを見出そうとする行為にもなる. 対話は学習者が図化した学習経験の間にある余白から新たな思考のタネの掘り起こしを促している（図 12）.

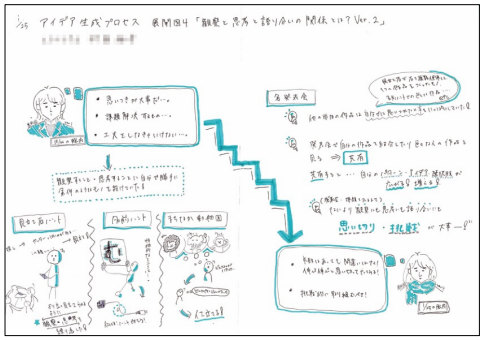


図 10　学習経験を振り返る展開図 4 の例（学生 D 作成）

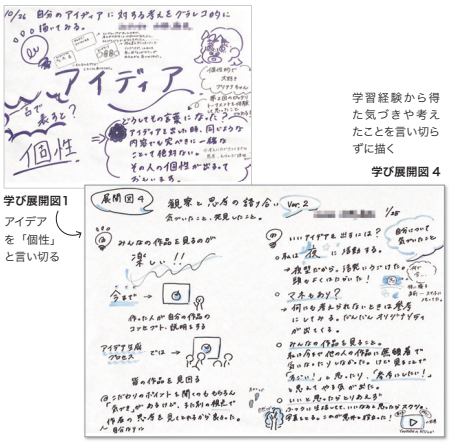


図 11　情報量が増大した展開図の例（学生 E 作成）

5.　まとめと今後の展開

本稿では，学び展開図と学び展開ディスカッションの開発の経緯とこれまでの実践を解説した. そして協創的に学びを再構成する道具と対話の可能性を探った. 経験の図化と対話の繰り返しは，学習者の学習過程を再構成させる可能性がある. しかし, 学習者の思考変化を具体的に理解するには，経験の図化と対話を繰り返す過程で発生する現象を解明する必要がある.

本研究で開発した協創学習プログラムは，市民や企業の協働への展開も想定している. 今後は, 汎用性の高い仕組みへの更新も進める.

文献

[1] 諏訪正樹, (2019) 二人称的（共感的）関わり，共創学, 1, 1, 39-43.
[2] 佐伯胖, (1975) 「学び」の構造, 東洋館出版社.
[3] 福田大年, 岡本誠, 刑部育子, (2020) 協創スケッチ法による協働的な創造活動生成過程の解明, デザイン学研究, 67, 1, 11-18.
[4] 植田一博, (1998) 図的推論に関する研究の動向, 図学研究, 32, 2, 9-16.
[5] 三澤直加, (2019) 組織的知識創造を促進させるビジュアライズパターンの体系化, Design シンポジウム講演論文集, 247-249.
[6] 福田大年, (2020) オンラインの協創で生成される学び場, 共創学会第 4 回年次大会予稿集, 99-102.
[7] 福田大年, 荒俣蓮, (2022) 協創で再構成される野外観察, 日本デザイン学会研究発表大会概要集, 69, 74-75.
[8] 川喜田二郎, (1967) 発想法, 中央公論社.
[9] 三澤直加, (2021) ビジュアル思考大全, 翔泳社.

一人称エスノグラフィーで紐解く生活の潜在的課題
- 自律的な生活のためのプロダクトデザイン手法 -
Discovering Latent Problems in Life through Ethnography from First-Person's Viewpoint: A Method of Designing Products for Autonomous Life

小林 陽昭，坂井田 瑠衣
Haruaki Kobayashi, Rui Sakaida

公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
b1019250@fun.ac.jp, sakaida@fun.ac.jp

概要

本稿は、一人称研究による自分の生きづらさを解消するプロダクトデザイン実践から得た、日常的に身体的な認知・行動を一人称記述する有用性を報告する。筆者が生活における身体的な認知・行動を私秘的視点と公共的視点により記述した二段階フィールドノートによって、自己完結するプロダクトデザインが自己満足に留まらず、本質的な課題の発見と解決を助ける。また、プロトタイプを構成的に作り変えることで生じる目的の変化を許容できるデザインプロセスとなる。

キーワード: 一人称研究, エスノグラフィー, プロダクトデザイン

1. はじめに

本稿では、自分で自分の生きづらさを解消するプロダクトデザインを実践する一人称研究により得た、日常的に身体的な認知・行動を一人称視点で記述することの有用性を報告する。

第一筆者（以下筆者）は、自律的な生活を志向する意識と矛盾する身体的な認知・行動をすることが多い。それを生きづらいと問題視していながら、自覚的に意識することを避けてしまう。その結果、筆者にとっての生きづらさとその原因が潜在的なものとなり、筆者自身による解決が困難となる。そのため、筆者が生活における様々な身体的な認知・行動をからだメタ認知し、フィールドノートを作成することで、どのように生活の潜在的な課題を明らかにし、自律的な生活のためのプロダクトデザインにどういった貢献をするか分析する。

本稿では、例として筆者が「とある料理店に行きたいはずがなんとなく行きたくない、という矛盾する認知により、その料理店に足を運ぶことを諦める」という出来事において、それを解決するための過程を一人称視点で分析する。

2. 研究方法

本研究では、筆者のもつ生活の潜在的課題を発見し、プロダクトデザインで解決するために二段階フィールドノートを作成する。

手順として、①生活の中の出来事に対しからだメタ認知し[1]、一次的なフィールドノートとして記述する。②それを分析した結果を二次的なフィールドノートとして記述する。③これをもとにプロダクトデザインを行い、自ら使用し、その様子も①②と同様にからだメタ認知し二段階フィールドノートを作成する。①を日常的に、②を一定期間ごとに行い、それらと並行して③を繰り返し行う。

2.1. 生活の潜在的な課題の発見

生活の様々な事象から課題とその原因を発見するために、一人称研究[1]を行う。これは、個別具体的な状況を捨て置かず、現場の状況を一人称視点で観察・記述し、分析する手法である。また、発見した課題をプロダクトデザインによる行動変容により解決するために、生活者としての筆者が身体で感じることや行動を一人称視点で表現する認知行為であるからだメタ認知[1]を行う。

2.1.1. 二段階フィールドノートの作成

本研究では、筆者の生きづらさのもとである動的対応の合理性を筆者が理解するための手法として、エスノグラフィー[4]を採用した。エスノグラフィーは、調査者が対象と同じ視点に立ち参与観察を行うことで対象の合理性を理解する調査手法である。そして観察結果は厚い記述としてフィールドノートにまとめ、データとして用いる。厚い記述とは、調査者がフィールドで

観察をしながら行う、行為者による一次的な意味づけや解釈の記述と、それに対して調査者自身がどのように二次的な意味づけや解釈を与えたかについての記述のことである[4]。フィールドノートの記録は、厚い記述であることでより対象について深く理解することが可能となる。

本研究では、調査者としての筆者が、生活者としての筆者の一見矛盾に見える身体的な認知・行動の合理性を理解するため、一次的・二次的という二段階フィールドノートを作成する。

一次的なフィールドノートには、行為者である生活者としての自分の身体的な認知・行動と、それに対する意味づけや解釈を記述する。二次的なフィールドノートには、一次的なフィールドノートを振り返り、調査者としての筆者による二次的な意味づけや解釈を記述する。

一次的なフィールドノートは、からだメタ認知したその状況を二次的なフィールドノート作成時に頭の中で再現できるよう、状況における一連の出来事を保存する。からだメタ認知は、生活の中で起こる何らかの出来事に対して違和感や気づきがあった場合に、自分がその出来事をどのように始め、どんな認知・行動をして違和感や気づきに至ったかを回想する。また、その回想の中での身体的な認知・行動を一人称視点で記述する。

本研究では、からだメタ認知を生活のあらゆる出来事に対し行うが、それが生活の潜在的な課題かどうか、あるいはプロダクトデザインに関係するかどうかを考慮しない。また、筆者にとって不意の出来事に対して行うメモのため、零れ落ちてしまう情報もあるが、その中でも捉えることのできた情報を可能な限り記述する。

一方、二次的なフィールドノートは、自律的な生活を志向する意識と身体的な認知・行動の矛盾を探し、本質的な課題を明らかにすることが目的である。一次的なフィールドノートに記述されていることがなぜ起こったのか、そして課題の原因がどこにあるのかを分析し、二次的なフィールドノートとして記述する。

2.2. 自律的な生活のためのプロダクトデザイン

諏訪によると、人は直面した状況に対し、その場で知を生み出し動的に対応する[3]。そのため筆者が置かれた状況をプロダクトデザインによって操作することで、間接的に自律的な意識と矛盾する身体的な認知・行動を自律的なものに変容させることが可能ではないかと考えた。具体的には、自律的な意識と身体的な認知・行動が矛盾する状況（状況 A）から、プロダクトによって自律的な認知・行動が生まれる状況（状況 B）をつくり出す。プロダクトデザインには、日々蓄積したフィールドノートの中から参考となる状況（状況 C）を用いる。

明らかになった生活の課題とその原因に対して、解決策となるデザインを考案し、モノもしくは現象を作り出して理解する構成的手法[5]に基づいてプロトタイプを繰り返し製作する。

また、デザイナーとしての筆者がデザインしたプロダクトとその使用方法が、生活者としての筆者への押し付けになっていないか、一時的に要求を満たしているかのように見えるのではなく、身体的な認知・行動を自律的なものへ変容させ、本質的な課題解決に近づいているかを判断するために、使用過程のからだメタ認知をもとにした二段階フィールドノートを作成する。

3. 事例分析

筆者にはお気に入りの中華料理店がある。自宅からも近く、思い立った時にいつでも行くことが出来るが、足を運ぼうと思い立つと同時にそれを迷い断念したという経験を何度もしていた。それを発端に、その中華料理店に「なんとなく行きたくない」と感じていることを自覚した。筆者はふと、そういった生活者としてのふるまいを不思議に思い、その合理性を理解し、自分が行きたいと思ったときに自由に中華料理店に足を運ぶことができるようになりたいと考えるようになった。

その矛盾する身体的な認知・行動の原因を探るべく、中華料理店へ「行きたい」が「なんとなく行きたくない」と感じ、迷った結果足を運んだ際に作成したフィールドノートを分析した。

一次的なフィールドノート 2022/04/16 18:41 作成

翼餃子[1]きた
カウンター手前に女性の歳近そうなお客さんがいる
そのお客さんの 2 個奥座る
今日ジーマ（犬）静か
いっつも焼塩と餃子頼むし今日も頼む気できたけど一応メニュー見る
10 分くらいで餃子来る
餃子来る前何回かあつひろ[2]とか店員さん後ろ通ってその度に餃子かなって思ってる
何回か俺じゃないのかってなってるから餃子来た時ちょっとびっくりした
水コップで飲む度目線あげなくちゃいけないのが気になった
目の前にあつひろいるからそんな顔あげたくない気持ち
ストローだったら顔あげなくていいな
リップしてる人かタピオカくらいしかストローの需要ないと思ってたけど顔あげなくていいは結構大きい気がする

病院の受付とか飲食店でテレビ置いてあるのは待ってる客がやること無くて受付の人とか厨房の方ガン見することが多いから従業員が圧を感じないようにって聞いた気がする
ストローとコップで顔上げさせる上げさせたくないが出来そう
コップ水平以上傾いたら注文取りに来るか注がれて欲しい

[1]筆者が気に入っている中華料理店の店名，[2] 筆者の知人の店員

3.1. カウンター席でのストレス

一次的なフィールドノート（2022/04/16）によると、筆者はカウンター席で食事をする際、店員の動向に過剰に反応していること、カウンター内の従業員と目線が合ってしまう可能性があることに対して身体的にストレスを感じていることがわかる。この一ヶ月後に一次的なフィールドノートを振り返り、情報の補足と分析を二次的なフィールドノートとして記述した。

二次的なフィールドノート　2022/5/16 16:11 作成

餃子来る前何回かあつひろとか店員さん後ろ通ってその度に餃子かなって思ってる
何回か俺じゃないのかってなってるから餃子来た時ちょっとびっくりした
目端で後ろを通る店員を見ている
しっかり見ると圧をかけてるか何か注文があるように思われるため
(中略)
水コップで飲む度目線あげなくちゃいけないのが気になった
目の前にあつひろいるからそんな顔あげたくない気持ち
すごくいい気づき
食事中に知らない人目が合うのも気まずくてとても嫌
ずっと下を向いていたいけどコップで水を飲むときは必ず顔を上げなくてはいけない
底が斜めってると水平にしなくても飲める

（太字部分は一次的なフィールドノート 2022/04/16 18:41 の引用）

二次的なフィールドノートには、「目端で後ろを通る店員を見ている」「しっかり見ると圧をかけてるか何か注文があるように思われるため」というように、後ろを通る店員に対して向けていた注意がどのように行われていたか、情報の補足とその解釈が記述されている。

ここから、一次的なフィールドノートからは読み取れなかった、さりげなく注意を向けるという、神経質のようにも見える動的なふるまいがあったことがわかる。

また、カウンター席での食事の際、厨房内に立つ従業員と不意に視線が合ってしまう恐怖から目のやり場に困ってしまうということ、それがコップの形状により強制されているという気付きが記述されていた。「底が斜めってると（コップ側面を）水平にしなくても飲める」というのは、それを解決するひとつのデザインアイデアである。

以上から、中華料理店へ「行きたい」が「なんとなく行きたくない」という認知の矛盾は、(1)「店員の動向に対し必要以上に神経質になっている」こと、(2)「コップで水を飲むことがカウンター席での食事をぎこちなくさせている」ことが原因であると分析した。

3.2. スロープコップの制作

二つの課題のうち、「コップで水を飲むことがカウンター席での食事をぎこちなくさせている」に対し、二次的なフィールドノートにて調査者としての筆者も「食事中に知らない人目が合うのが気まずくてとても嫌」と、嫌悪感を強く表していた。そのため生活者としての筆者にとって強い問題意識を持っていると判断し、「食事中に人と目が合わないようにする」ことを目的としたプロダクトをデザインすることとした。

図 1　スロープコップ ver1 の 3D モデルと実物

スロープコップ ver1（図 1）を製作し使用した際の一次的なフィールドノートには、普段使用している一般的なコップと比べ、構造が少し変化したくらいでは劇的な変化はないことが記述されていた。これは、デザイン時の筆者の意に反するものである。

明らかに一般的なコップとは構造が異なるにもかかわらず ver1 のもたらす効果が無かった。しかし、継続して使用することで、デザイナーとしてのバイアスが抜け、生活者としての純粋な動的対応が出始めてからデザイン時には予想していなかったプロダクトの機能や課題が浮かび上がるのではないかと考えた。また、特定の場所で機能するものとしてデザインする場合でも、それに限らずプロダクトとしての最低限の使いやすさが必要であるため、中華料理店に限らず使用した。

ver1 の使用からは、デザイン時は自分に顎を下げて飲んで欲しいと思っているものの、コップを使用する際の姿勢や同時に何をしているかによりどう飲むかは複雑に変化しており、底面をスロープにするだけでは顎を下げて飲むという行動を想うように誘発できなかったなどの気づきが得られた。

このようにして、スロープコップの使用と製作を繰り返し、現在 ver3 を使用している最中である。それらは前バージョンの一部を変化させながら繰り返し製作しているが、一貫して、生活者としての筆者の動的対応はデザイナーとしての筆者の想定とは異なる使用方法やメリット・デメリットを新たに提示している。

その中でも、水を飲み切らず継ぎ足すことが生活者としての筆者にとって慣れない行動であること、水を飲み切ることに安心するという身体的な認知が明らかとなっている。

一次的なフィールドノート 2022/06/20 18:51 作成

> スロープも飲み始めのごくごくで飲んでる感は強い
> | 頭の角度よりのどごしか？
> | ごくごく鳴らしたくないときは飲んだ感感じられないの？
> (静かな場所とか)

(縦線｜は記述中に行われた一次的な解釈・意味づけ)

4. 考察

筆者は、日常的に筆者自身の身体的な認知・行動に注意を向けている。生活の何気ない出来事に対する、自分の動的対応における私秘的な視点にこそ、本質的な課題やデザインのヒントが隠されていると考えていたからである。ここでいう「私秘的」とは、自分の知覚や想像など、他者とは完全に一致することがない唯一無二のものであることを指す[6]。

一次的なフィールドノートには、私秘的視点により、他者に理解されるかどうかを考慮せず個人特有の感覚が脚色せず記述されていた。それと同時に、からだメタ認知のことば化により、スロープコップで水を飲んだ際の「スロープ（コップ）も飲み始めのごくごくで飲んでる感は強い」に対する「ごくごく鳴らしたくないときは飲んだ感感じられないの？（静かな場所とか)」のように、若干の公共的な視点での社会性や一般性を含んだ主観による解釈や意味づけが多くのフィールドノートに記述されていた。これは、メモを取る時点ではすでに筆者はその出来事の渦中に無いためだと考えられる。ここでの公共的視点とは、主観ではあるが自分を対象化し、他者を観察するような視点のことである。

また、二次的なフィールドノート作成時には、一ヶ月前の一次的なフィールドノートに対し、筆者自身の身体的な認知・行動ながら不思議に感じることや、当時の感覚やそれに対する解釈の記述が無ければ全く理解できないものが多くあり、調査者としての筆者が過去の筆者を対象化した公共的な視点での分析が行われた。

例えば、二次的なフィールドノート (2022/5/16) では、一ヶ月前に記述していた「水コップで飲む度目線あげなくちゃいけないのが気になった」に対し、「すごくいい気づき」と評価し、「食事中に知らない人目が合うのも気まずくてとても嫌」と他者に対する共感のように記述している。これは一次的なフィールドノート作成時の出来事の渦中に感じていた感覚が失われていたためであると考える。

この私秘的視点と公共的視点による二段階フィールドノートを作成することで、筆者が生活の中で無意識に避けてきた課題の本質的な原因を掘り起こすことができた。デザイナーとしての筆者が、生活者としての筆者の身体的な認知・行動とその合理性を深く理解することで、デザイナーとしての筆者による自己満足に留まることなく、生活者としての筆者の身体的な認知・行動を自律的なものへ変容させるプロダクトデザインへのアプローチが示唆された。

また、二段階フィールドノートによって、構成的手法による目的の変化が許容できるようなデザインプロセスが可能となった[7]。目標が変化していくことで新しいものが生まれるが、それと同時に、課題発見当初の文脈が徐々に薄れていく。しかし、目的が変化する前までのフィールドノートを読み返すことで、私秘的な視点での記述から当時の状況を再び味わうことができるため、課題発見当初の文脈を色濃く残すプロダクトデザインが可能であると考えられる。

文献

[1] 諏訪正樹, (2022) 一人称研究の実践と理論―「ひとが生きるリアリティ」に迫るために, 近代科学社.

[2] 鈴木宏昭, (2020) 認知バイアス―心に潜むふしぎな働き. 講談社.

[3] 諏訪正樹, (2015) "一人称研究だからこそ見出せる知の本質", 諏訪正樹, 堀浩一（編著）, 伊藤毅志, 松原仁, 阿部明典, 大武美保子, 松尾豊, 藤井晴行, 中島秀之（共著）, 一人称研究のすすめ―人工知能の新しい潮流, 近代科学社, pp.3-44.

[4] 藤田結子, 北村文, (2013) 現代エスノグラフィー―新しいフィールドワークの理論と実践, 新曜社.

[5] 中島秀之, 諏訪正樹, 藤井晴行, (2008) "構成的情報学の方法論からみたイノベーション", 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 4, pp.1508-1514.

[6] J・J・Gibson（著）, 境敦史, 河野哲也（訳）, (2004) ギブソン心理学論集―直接知覚論の根拠, 勁草書房.

[7] 小林陽昭, 坂井田瑠衣, (2023) "右往左往するプロダクトデザイン手法の探究―構成的手法による一人称研究", 日本デザイン学会研発表大会概要集, Vol. 70, 7B-02.

魔術的伝染の減衰様相
-魔法を解くのは人、呪いを解くのは時間-
Tendency of Reduction in Magical Contagion
- Human disenchant magic, time breaks the curse-

阿部 慶賀
Keiga Abe

和光大学
Wako University
keiga.abe@gmail.com

概要

本研究では、過去に接触した人物の属性が物品に伝染する、魔術的伝染についての減衰パターンを検討した。解釈レベル理論によれば、私たちの判断や思考の姿勢は物理的、あるいは概念的な距離に依存して変わることが報告されている。このことから、人の手を仲介した回数や仲介した人間の関係性が魔術的伝染にも影響が及ぶと仮説を立て、調査を行った。その結果、魔術的伝染においても解釈レベル理論が一部適用でき、仲介した人数や時間経過に従って効果が減衰していくことが示された。

キーワード:魔術的伝染(magical contagion), 解釈レベル理論(construal level theory), セレブリティ伝染(celebrity contagion), プロジェクション科学(projection science)

1. 本研究の背景

近年の認知科学では身体性認知科学の研究が蓄積されつつあるが、本邦においては私たちが何気なく行う身体の外へ認知を拡張、投射する営みに注目する、「プロジェクション科学」が提唱されている（鈴木ほか, 2020）。ラバーハンドイリュージョンのような身体的自己認識から、モノマネ、2.5 次元といった文化的活動にいたるまで、さまざまな場面で検討が行われているが、それらの現象においては、いくつかのタイプの「投射」という概念から説明が行われる。本研究では物品にそれまでの所有者や接触者の属性が宿るように認識される、魔術的伝染について扱う。具体的には、魔術的伝染がさまざまな概念的距離感によって減衰していくことと、その減衰のパターンを明らかにすることを目的に、質問紙調査による検討を行う。

魔術的伝染には、それまでの所持者の影響でポジティブな評価が生じる「セレブリティ伝染」と、ネガティブな評価が生じる「汚染」がある。前者の例としてはスポーツ選手の使用した道具やユニフォーム、俳優の使用した衣装や台本などが挙げられる。後者には、ゴキブリなどがそばを通りかかった食品は汚いとみられることや、事故物件が格安で取引されることなどが挙げられる。なお、本研究では事故物件という心霊現象を題材に扱い、不衛生的、物質的な意味での汚染とは区別するため便宜的に「心霊的汚染」と呼称する。

こうした魔術的伝染については、そうした思考を抱く人々の個人差要因、背景要因の検討はすでに蓄積がある。J. F. ケネディが所持していたとされる物品は取引価格が高値になること、そしてそうした物品を高額でも入手したいという人には魔術的伝染の傾向が強いことが報告されている（Newman & Bloom, 2014）。また、芸術作品への評価でも、作品単体の品質は同等でも背景の経緯（作者が著名である、歴史的に有名な逸話にかかわるなど）に重みがあるものが好まれるといったことが知られている（Fraizer, Gelman, Wilson & Hood, 2009）。

魔術的伝染は人から人へ物が渡っていくプロセスとして考えた場合、人脈のネットワークとして捉えなおすことができる。こうした場面では、仲介する人間の人数や関係性が判断や評価に影響を与えることが知られている。例えば、解釈レベル理論（Trope & Liberman, 2003）では物理的、あるいは概念的な距離感が私たちの判断の姿勢を左右すると指摘しており、遠い出来事は抽象的に、近い出来事は具体的に考える姿勢をとるとしている。この距離感も、物理的な距離だけでなく、時間的距離（「遠い昔」や「近未来」）、社会的距離（「近縁」や「遠い親戚」など）、確率的距離（「尿が近い」「耳が遠い」など）といった様々な距離として例えられる概念にも拡張されている。

解釈レベル理論以外にも、経済学における「時間割引」では、2 週間後に支払われる 1200 円より即日支払われる 1000 円の方が魅力的に感じられるように、時間的に遠くなることで物事の価値判断が割り引いて見積もられることが知られている。また、中村（2012）では、他者への寄付金という場面を題材に、「友人」への

寄付金と、「友人の友人」への寄付金、「友人の友人の友人」の寄付金、といった具合に、間を仲介する人数を増やしていくことで、寄付金額が双曲線割引に従った減少傾向を示すことを明らかにした。また、同論文では同様の結果が寄付相手への親密度を独立変数にした場合にも見られることを報告している。これは、ある種の社会的距離の遠近が寄付行動へ影響を及ぼした一例と考えることができるだろう。

2. 本研究の仮説

先行研究を踏まえ、本研究の仮説を述べる。先行研究では報酬の支払いや他者への寄付金において、時間的、社会的な距離感に従った割引が生じることが報告された。本研究ではこの割引傾向が魔術的伝染においても生じるという仮説を立てる。具体的には以下のような仮説として説明される。

仮説 1. 魔術的伝染の原因となる事象から経過時間が長いほど魔術的伝染の効果が逓減される。

仮説 2. 魔術的伝染の直接的原因となる人物から社会的距離が離れるほど魔術的伝染の効果が逓減される。

仮説 3. いずれの逓減効果もポジティブ（利得）、ネガティブ（リスク）どちらにも生じる。

これらを検討するため、質問紙調査を行った。

3. 方法

参加者：参加者は大学生 123 名（男性 56 名、女性 57 名）であった。

題材：題材としては、セレブリティ伝染のシチュエーションとして「好きなミュージシャンの私服を買い取る」という状況を設定した（セレブ条件と呼称する）。セレブ条件では以下の説明文を提示した。

> あなたの好きな有名ミュージシャンが使用していた私服を買い取る機会があったとします。その私服は市販されている価格としては 100,000 円で、ミュージシャンが使用していた証拠として本人のサインと装飾がされています。また、ライブなどで着ていた映像も証拠として残されています。この私服を買い取る場面を想定して以下の質問にお答えください。

この説明文に続き、以下の質問文を提示した。

[社会的距離 0 hop] あなたの好きな有名ミュージシャンが最近まで使用していた私服を、本人から直接買い取る機会があったとします。その私服はもとの価格は 100,000 円だったとします。あなたがこの私服を買い取るとしたら最大でいくらまで支払えますか？

[社会的距離 n hop] あなたの好きな有名ミュージシャンが最近まで使用していた私服を買い取れる機会があったとします。この私服はミュージシャン本人から買い取るものではなく、ミュージシャン本人からさらに n 人（1〜6 人）の手を渡ったものです。（以下同文）

これらの質問文を 0 hop から 6 hop まで漸進的に変更し、連続して提示した。また、時間的距離の影響を検討するにあたり、以下のような質問文も提示した。

[時間的距離] あなたの好きな有名ミュージシャンが使用していた私服を買い取れる機会があったとします。この私服はミュージシャン本人から買い取るものではなく、有名人の使用済み物品を扱う専門店で 1(〜6)年間保管された後に売りにだされたものです。（以下同文）

この時間的距離についての質問文も、1 年から 6 年まで 1 年ずつ保管期間を延ばした質問を連続して提示した。

一方、心霊的汚染のシチュエーションとして、「新生活に向けた新居探しで事故物件に遭遇する」という状況を設定した（事故物件条件と呼称する）。調査は Google フォーム上で実施した。事故物件条件では、状況説明として質問に先立って以下のような説明文を提示した。

> 新生活に向けて通勤・通学に便利な住居を探しているという状況を想定してください。そこで以下のような物件を見つけました。
>
> 通勤・通学先にも通いやすい、急行や特急も停車できる周辺施設も充実した駅から徒歩 6 分のマンション（6 階建てビルの 4 階、402 号室）があったとします。 設備としては玄関セキュリティ完備、ベランダ付き、広さ 45 平方メートルの 1LDK、エアコン完備、バストイレ別、ウォークインクローゼット備え付けとなっています。この部屋を含む、同じフロアの同じ設備の部屋はすべて 1 か月の家賃が 100,000 円となっています。

この質問ののち、この物件に対する魅力度を 7 件法（1：全く魅力的ではない、7:大変魅力的だ）で評定させた。評定値の平均は 5.04 となり、被験者にとっては魅力のある物件であることが確認された。

その後、この物件の設備説明を再度行った上で、「この部屋は過去に借り手の身に起きたトラブルで事故物件となっていたことが分かりました（リフォームと十分な清掃は行われているものとします）。」という説明を追加した。その上で、以下にあげる条件ごとに追加教示を行い、家賃がいくらまでなら契約してもよいかを問うた。

[2 年契約固定、仲介者人数変動]　上記の物件は、事故の後、 1(～5)人の借り手がついてそれぞれ 2 年間、問題なく住み続けることができたとします。あなたはこの物件がどのくらいの家賃（単位：円）なら住んでもよいと思いますか？

[期間 12 年固定、更新者人数変動]　上記の物件は、事故の後、 1(2,3,4,6)人の借り手がついて、それぞれ 12(6,4,3,2)年間問題なく住み続けることができたとします。（以下同文）

[仲介者 1 名固定、継続契約年数変動] 上記の物件は、事故の後、 1 人の借り手がついて、2(4,6,8,10)年間、問題なく住み続けることができたとします。（以下同文）

[人間関係仲介数変動] 上記の物件は あなたが直接会ったことのある知人（知人の知人、知人の知人のそのまた知人・・・）が直前まで住んでいて、この部屋で亡くなったとします。（以下同文）

[2 年契約固定、仲介者人数変動]では日本での標準的な賃貸住宅契約期間 2 年で固定し、契約更新をせずに借り手が移り変わる状況を想定した。[仲介者 1 名固定、継続契約年数変動]では、直前の 1 人の契約者が契約更新をし続けて長期間住み続けていた状況を想定した。[期間 12 年固定、更新者人数変動]では、12 年間という期間を固定し、その期間で借りての人数が異なる場合を想定した。[人間関係仲介数変動]では、期間や直前の借り手の人数ではなく、直前に借りていた人間が自分と何人を仲介してつながっているかという、人間関係の距離を想定した場面設定であった。これらの質問では時間制限は設けず、一度回答した後の訂正は出来ない形で実施した。

4. 結果と考察

以下に各条件での見積もり額の平均値を示す。セレブ条件では時間的距離について 1 要因被験者内要因での分散分析を行った結果、要因の主効果が見られた（$F(5,620)=7.137, p<.001$, 偏 $\eta^2=.054$）。

ただし、多重比較（Holm 法）で有意差が認められたのは 1 年-5 年、1 年-6 年の水準間のみだった（図 1）。セレブ条件での社会的距離では、分散分析の結果、要因の主効果が見られ（$F(7,868)=50.768$, $p<.001$, 偏 $\eta^2=.290$）、多重比較では 2 人-3 人の水準間以外のすべての水準間で有意差が見られた(図 2)。

一方、事故物件条件では、2 年契約固定、仲介人数変動の場合には（図 3）、仲介人数の主効果が有意であった（$F(4,496)=19.628$, $p<.001$, 偏 $\eta^2=.137$）。多重比較の結果、「5 人 10 年」と「3 人 6 年」、「4 人 8 年」の水準間以外で 1%水準の有意差が見られた。また、期間 12 年固定、更新者人数変動の条件（図 4）では更新者人数の要因で主効果が見られた($F(4,496)=5.386$, $p<.01$, 偏 $\eta^2=.042$)が、多重比較において有意差が見られたのは「6 人 2 年」-「1 人 12 年」、「6 人 2 年」-「2 人 6 年」、

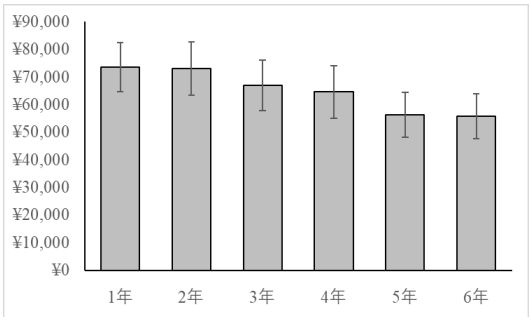


図 1. セレブ条件時間的距離の平均取引額（円）（ひげは標準誤差）

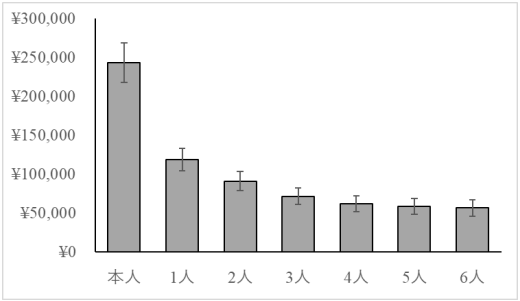


図 2. セレブ条件社会的距離の平均取引額（円）（ひげは標準誤差）

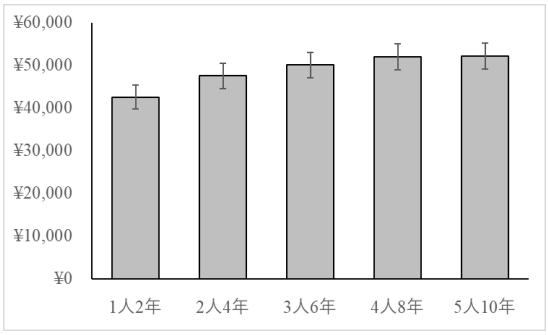


図 3. 事故物件条件[2 年契約固定、仲介者人数変動]の平均取引額（円）（ひげは標準誤差）

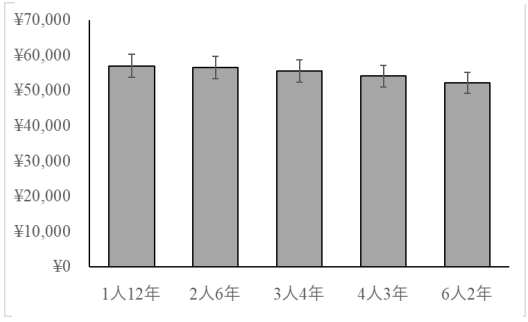


図 4. 事故物件条件[期間 12 年固定、更新者人数変動]の平均取引額（円）（ひげは標準誤差）

「6 人 2 年」-「3 人 4 年」の水準間のみ有意差が見られた。仲介者人数 1 名固定、継続契約年数変動の条件（図 5）では、年数の要因の主効果が見られた（$F(4,496)=44.105$, $p<.001$, 偏 $\eta^2=.262$）。多重比較ではすべての水準間で 5%水準の有意差が見られた。人間関係仲介数変動の条件では、人脈の仲介者数の要因の主効果が見られた（$F(5,620)=8.649$, $p<.001$, 偏 $\eta^2=.620$）。多重比較の結果、直接の知人から 3hop 以内の水準間や、3-5hop 間の水準間では有意差は見られなかったが、それ以外の水準間で 5%水準の有意差が認められた（図 6）。

以上の結果は本研究の仮説に支持的だが、セレブ条件と事故物件条件では効果の様相が異なる。セレブ条件では時間的距離での効果は緩やかだが、仲介人数の効果が近い水準間で見られ、鋭敏に表れていた。一方、事故物件条件では、時間的距離による効果は短い水準間でも鋭敏に表れたが、仲介人数や人脈の効果は大きな距離間にのみ見られた。しかし、これらの違いを生み出す処理過程は未検討である。死生観などの文化的背景や伝染の発生源情報の検討も必要となろう。

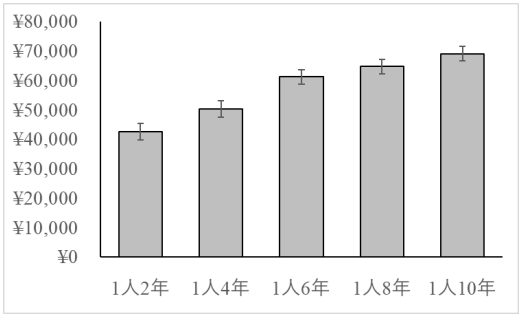


図 5. 事故物件条件[仲介者 1 名固定、継続契約年数変動]の平均取引額（円）（ひげは標準誤差）

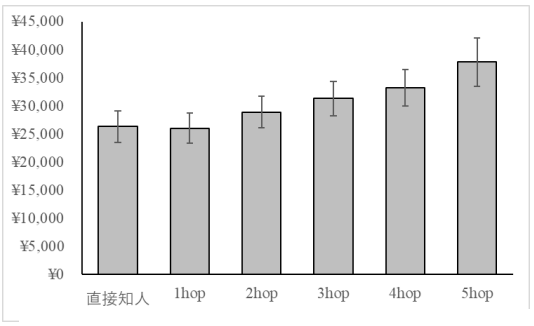


図 6. 事故物件条件[人間関係仲介数変動]の平均取引額（円）（ひげは標準誤差）

5. 引用文献

[1] 鈴木宏昭(編) (2020). プロジェクションサイエンス：心と身体と世界をつなげる第三世代の認知科学, 近代科学社.
[2] Newman, G. & Bloom, P. (2014). Physical contact influences how much people pay at celebrity auctions. *PNAS*, **111**, pp.3705-3708.
[3] Frazier, B. N., Gelman, S. A., Wilson, A. & Hood, B., (2009). Picasso paintings, moon rocks, and hand-written beatles lyrics: Adults' evaluations of authentic objects. *Journal of Cognition and Culture*, **9**, pp.1-14.
[4] Trope, Y., & Liberman, N. (2003). Temporal construal. *Psychological Review*, **110**(3), pp.403–421.
[5] 中村國則 (2012). 友達の値段，友達の友達の値段，友達の友達の友達の値段，日本認知科学会第29回大会論文集, pp.420-423.

より良い代替案の発見と探索の関係 ―既知の解法の成功・失敗という観点での整理―

Relationship between Finding and Exploring Better Alternatives ―Contrast the Success and Failure Situations of Familiar Solutions―

二宮 由樹[†]，寺井 仁[‡]，三輪 和久[†]
Ninomiya Yuki, Terai Hitoshi，Kazuhisa Miwa
[†]名古屋大学，[‡]近畿大学
Nagoya University, Kindai University
ninomiya.yuki.t1@f.mail.nagoya-u.ac.jp

概要

本発表では，著者らのこれまでの研究[1][2]に基づいて，より良い解決策(代替解法)の発見がどのような探索過程を経て生じるのかを議論する．まず，発見者は，代替解法の発見する以前から，既知の解決策が成功していても，未知の情報を得ようとしていたこと，成功を経験することで生じる固着の強化に抵抗していたことを示す知見を紹介する．そして，これらの知見をもとに，代替解法の発見について，既知の解決策の成功と失敗という観点での対比的な整理を行う．

キーワード：代替案の発見(finding of alternatives)，構えの効果(Einstellung effect)，情報探索(information seeking)

1. はじめに

既知の解法にとらわれず，より良い代替案を見つける能力は，科学的発見や創造的活動において重要な能力の 1 つである[3][4]. Luchins(1942)は，水がめ課題を用いて，代替案の発見の難しさを示した[5]．この課題の目的は，与えられた水がめを利用して，ターゲットとなる水の量を汲むことである．この課題では，初めに特定の解法のみで解決可能な試行を繰り返し行う．このフェイズを Set フェイズと呼び，学習される解法を訓練解法と呼ぶ．次に，訓練解法に加え，より簡便な解法でも問題解決が可能な試行を行う．これを Critical フェイズと呼び，このより簡便な解法のことを代替解法という．このとき，一度訓練解法が獲得されると，代替解法が発見されにくいことが示されている．

代替解法の発見は，訓練解法の適用が失敗する状況と，成功する状況に分けられる．失敗状況では解法の変更を余儀なくされるのに対し，成功状況では自発的な解法の変更が求められる．既知の解決策の失敗を克服することによる発見も，自発的により良いものを探すことによる発見も，それぞれ代替解法の発見の重要な側面である．そのため，これらの両側面から代替解法の発見について説明することは，代替解法の発見のメカニズムに関する包括的な理解につながると考えられる．

そこで，本発表ではこれらの状況の違いに着目して代替解法の発見について整理し，成功状況における知見の不足を指摘する．そして，問題の所在を整理し，著者らの 2 つ研究[1][2]に基づく，この問題への貢献を総合的にまとめる．最後に，得られた知見と課題を整理しつつ，今後の方向性を明らかにする．

2. 失敗状況における代替解法の発見

失敗状況における代替解法の発見は，洞察研究における制約論的アプローチに基づいて，訓練解法の失敗と探索の変化の関係から説明される[6][7][8]．失敗状況における代替解法の発見は，訓練解法の失敗により，固着している訓練解法に関連する領域（以降，固着関連領域と呼ぶ）への探索の偏りが緩和され，訓練解法に関連しない領域(以降，固着無関連領域と呼ぶ)への探索が増えることで，代替解法の発見に至る過程として記述される．ここで重要なのは，失敗状況では代替解法を発見するよりも前から，探索領域が変化することである[8][9]．例えば，寺井他（2005）は，初期の学習によって形成される仮説が，隠された規則性の発見を阻害する洞察問題解決状況において，発見者による言語的な報告に先行し，隠された規則性に関連する探索が増加することを眼球運動の変化から捉えた[8].

3. 成功状況における代替解法の発見

成功状況での代替解法の発見に至るまでのプロセスは，失敗状況ほど明らかになっていない．なぜなら，成功状況では，問題解決の目的が訓練解法によって達成されるため，失敗状況以上に代替解法の発見が難しいためである[6]．一方で，成功状況でも，代替解法を発見するためには，訓練解法を放棄し，固着無関連領域へ注意を切り替える必要がある．具体的には，専門家は，訓練解法で問題解決が出来る状況でも，固着無関連領

域へ注意を切り替えることで，より良い解を発見することが示されている[10].

しかし，先行研究では，発見に先立つ探索についての検討が十分ではない．なぜなら，代替解法を発見したタイミングを明確に定義しておらず，未発見者との差異が，代替解法を発見してから生じた可能性を棄却できないためである．言い換えると，代替解法を発見したために注意が変化したのか，発見するよりも前から注意が変化していたのかという問いに答えられない．

4. アプローチ

以上より，失敗状況では発見に先行する探索の変化が発見につながることが示されているにもかかわらず，成功状況では，発見前に探索がどのように変化するのかが明らかになっていない．この問題にアプローチするために以下の 2 つの RQ について検討した．

RQ1 は，成功状況においても，発見に先立った探索の変化がみられるのかというものである．具体的には，代替解法の発見者は，発見よりも以前から，未発見者に比べ，固着無関連領域を探索しているかを検討する．

RQ2 は，発見に先立つ探索の変化がどのように起こるのかというものである．失敗状況では，訓練解法の使用により，失敗のフィードバックを受けることで，固着関連領域への探索の固着が緩和される過程として記述される．成功状況においても，訓練解法の使用によるフィードバックの影響を受ける可能性がある．そこで，訓練解法の成功のフィードバックが与えられる前後で探索がどのように変化するのかを検討する．

また，一口に探索といっても，そこにある情報を得ようとしていたかでその解釈は大きく異なる．具体的には，注意が散漫になり偶発的に固着無関連領域を見てしまうというのと，固着無関連領域にある情報を得るためにそこを見るというのは，行動は全く同じでもその意味が異なる．そこで前者のような，情報を得る意図がない探索を非意図的探索，後者のような，情報を得る意図のある探索を意図的探索と定義した．

これらの RQ に回答するために，2 つの研究を行った．研究 1 では，眼球運動を探索の指標として，2 つの RQ について検討した．具体的には発見以前から，固着無関連領域をどの程度見ていたかを検討した．眼球運動は，参加者の探索に制約をかけないため，より自然な参加者の認知活動について測定できる．一方で，制約が少ないゆえに，非意図的探索も意図的探索も含まれるため，これらを区別した解釈はできない．

研究 2 では，意図的探索を指標として，2 つの RQ について検討した．具体的には，課題を PC で提示し，各情報をマウスでポインティングしないと確認できないようにした．これにより，ポインティンの頻度によって，どの程度各情報を得ようとしていたのか，すなわち意図的探索が各情報に対してどの程度行われたのかがわかる．一方で，意図的探索でしか情報が得られないという状況は，制約が強いため，参加者の自然な代替解法の発見を阻害する可能性がある．この点については逆に，眼球運動による知見が補完する．

2 つの RQ を検討するにあたり，水がめ課題を改変した課題を使用した．本課題では，A〜E の 5 つの水瓶を自由な組み合わせで使用し，ターゲットとなる水の量を計算することを求めた．このとき，より少ない回数で水を汲むことを求める教示は行わなかった．これは，複雑な手続きの使用を，失敗だと認識されることを避けるためである．

重要なのは，訓練解法を C−D−E とし，代替解法を C−A と統一したことである．これにより，C・D・E の水がめを訓練解法に関連する情報，A・B の水がめを訓練解法に関連しない情報と区別することができる．つまり，A・B の水がめへの探索を調べることで，固着無関連領域に対する探索について議論することができる．具体的には，眼球運動を指標とする場合には A・B のある左側の領域への注視が，ポインティングを指標とする場合には，A・B の水がめへのポインティング頻度が固着無関連領域に対する探索に対応する(図 1).

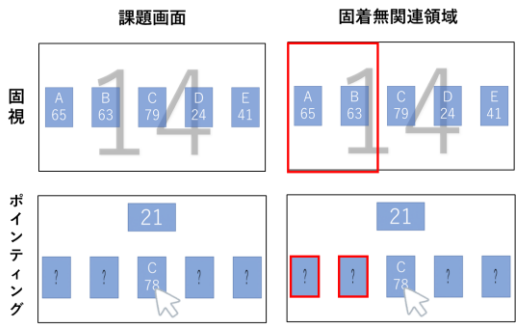


図 1 各研究の課題画面と固着無関連領域の定義

また，本課題は水がめ課題の各試行を 1 つの分析単位として考えることで，発見前か発見後かを定義する．具体的には，Critical フェイズにおいて，代替解法を発見した試行を「発見試行」，その直前の試行を「発見前試行」と定義し，発見前試行における発見者の探索を検

討する．また，Set フェイズの最初の試行を「訓練前試行」と定義し，発見前試行と比較することで，訓練前から探索の変化についても検討する．

つまり，RQ1 については，発見前試行において発見者の固着無関連領域への探索が，未発見者に比べ多いかに基づき議論する．そして，RQ2 については，訓練前試行から発見前試行にかけての固着無関連領域への探索量の変化に基づき議論する．

5. ２つの研究で得られた知見

両研究における，訓練前試行と発見前後の試行における発見者と未発見者の探索を比較した結果を図 2 に示す．発見前試行における AB 領域への固視とポインティングは，どちらも発見者の方が多かった．眼球運動だけではなく，意図的探索としてのポインティングも同様の結果が得られたことから，発見者は代替解法を発見する以前から訓練解法に関係のない未知の情報にアクセスしようとしていたと考えられる．この結果は RQ1 に対する回答を与える．

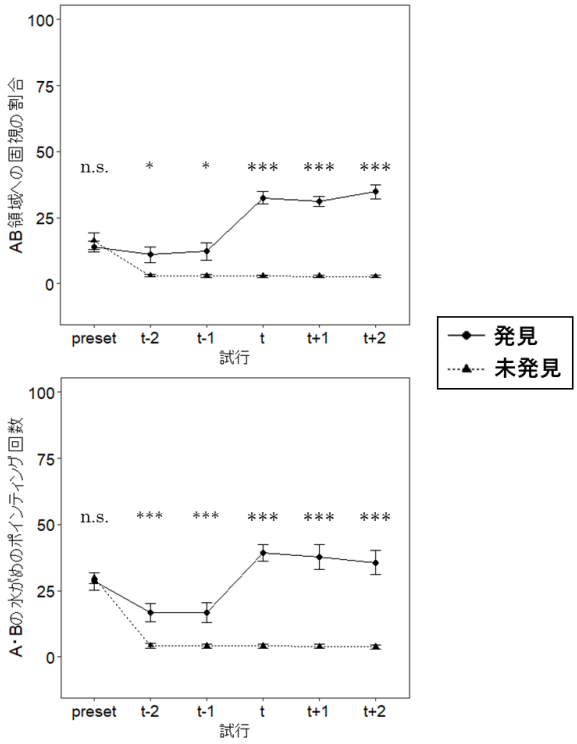


図 2　各探索指標の発見者未発見者の比較．t は発見試行を意味し，t ± X は，発見試行の前後 X 試行目を意味している．よって t−1，2 が発見前試行にあたる．preset は訓練前試行を意味する．*: $p < .05$ ***: $p < .001$

加えて，どちらの指標においても，訓練前試行から発見前試行にかけての変化に発見者と未発見者の間に交互作用がみられた．そして，未発見者の方が発見者に比べて AB 領域への探索の減少量が大きかった．このことは，発見者は，訓練解法の成功を繰り返しフィードバックされる中で，固着関連領域に対して探索の偏りが強化される程度が弱いことを意味する．このことは，固着関連領域への探索の偏りの強化に抵抗することが代替解法の発見につながる可能性を示唆している．この結果は RQ2 に対する回答を与える．

6. 解決された課題と未解決の課題

2 つの研究を通して，成功状況においても，代替解法の発見に先立って探索が変化していることが示唆された．また，固着の強化への抵抗することが，代替解法の発見につながる可能性が示唆された．失敗状況では，訓練解法の失敗により，固着関連領域から注意がそれていくことで，代替解法の発見につながると説明される．つまり，成功状況と失敗状況では，代替解法の発見に先立って生じる探索の変化は共通して存在するものの，その性質が緩和と強化への抵抗という異なるものとなっていたということである．

これらの知見をもとに，失敗状況および成功状況という異なる状況下での，代替解法を発見とそれに先立つ固着無関連領域の探索の在り方は，以下のように整理される．

まず，成功状況と失敗状況は，フィードバックの種類に基づく整理が可能である．失敗状況では訓練解法の使用に対して，ネガティブなフィードバックがかかるため，訓練解法への固着は緩和方向に進むと説明される[7]．一方で，成功状況では，訓練解法の使用に対して，成功というポジティブなフィードバックがかかる．つまり，失敗状況とは反対に，訓練解法への固着を強化する方向に進むと考えられる．実際，成功体験を繰り返す試行の数が多いと，固着が強化されることが報告されている[11]．そのため，成功状況では，発見者と未発見者の差異が，緩和の程度ではなく，強化の程度として現れたのではないかと考察できる．

次に，問題解決過程の違いに基づく整理も可能である．失敗状況の知見は，訓練解法がすでに獲得された状態で，失敗が生じたのちに発見に至る過程が緩和的であることを示したものである[8][9][12]．一方で，成功状況に関する本研究の知見は，発見者は訓練解法が獲得される過程における固着の強化への抵抗が異なるとい

うものである. すなわち, 失敗状況では, 固着が形成されてから発見に至る過程における固着の“緩和”が, 成功状況では, 固着を形成する過程における固着の強化への“抵抗”が発見に寄与するということである. 実際に, 成功状況でも発見試行では発見者の探索の固着は緩和され, 発見につながることが示されており[10], この解釈と一致する. ただし, 注意しなければいけないのは, 成功状況は, 失敗状況の単なる前段階というわけではないということである. なぜなら, 本課題において発見者は失敗のフィードバックを得ることなく発見に至っているからである.

このように 2 つの研究を通して, 成功状況の代替解法を発見について失敗状況と対比的な知見が得られた. これら知見は, 成功状況では, 発見前に探索がどのように変化するのかという問いに対して 1 つの回答を与えた. しかし, 成功状況における代替解法の発見のメカニズムに関しては未解決の課題が多く残されている.

第 1 に, 固着無関連領域への探索と代替解法の発見の因果関係を示せていないことが挙げられる. 具体的には, 本研究は, 発見者と未発見者の違いを事後的に分類することで確認したため, 探索が代替解法の発見を増やすという因果関係については明らかではない. 今後の検討では, 未知の情報へアクセスしようとする探索を操作要因とした実験など, 探索と発見の因果関係にまで踏み込んだ検討が求められる.

第 2 に, なぜ訓練解法が成功しているにもかかわらず, 発見者は無関係な情報を得ようとしていたのかが明らかではない. 失敗状況では, 訓練解法は失敗し, 他の解法の探索を余儀なくされるため, 探索の駆動要因についてはあまり重要ではない. 一方で, 成功状況では, 訓練解法が成功するため, なぜ他の解法を探そうとしたのかが重要な問いとなる. そのため, 今後の検討では成功状況における代替解法探索がどのように駆動するのかを明らかにすることが求められる.

この点については, 失敗状況の 1 つである洞察問題解決の個人差についての知見[13]をもとに議論を進めることが有効かもしれない. 洞察における制約の動的緩和理論では, 制約緩和の個人差は制約の初期状態, 現在状況の評価, 学習率の 3 つの観点で説明される[14]. 訓練解法への固着を制約とすると, 成功状況における代替解法の発見の個人差も, 学習率を成功による固着関連領域へ探索の偏りが強化される程度, 現在状態の評価を成功に基づく訓練解法を変更する必要性の評価と, 解釈できるかもしれない. 言い換えると, 発見者の固着無関連領域への探索が多い理由は, 成功による学習の程度が弱く, 成功のフィードバックを受けても制約を変更する必要性を高く評価したからだと説明できるかもしれない.

今後は, 訓練解法の成功に対する評価と学習の性質や, それらが探索と発見の成績に与える影響についての検討を通して, 失敗状況と成功状況での発見過程の差異や共通性について慎重に議論する必要があるだろう. このような, 成功状況における代替解法の発見メカニズムの解明は, 失敗を克服するだけではなく, 現状よりも良いものを探そうとするヒトの認知メカニズムの説明につながるだろう.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP22H03912 の助成を受けたものである.

文献

[1] Ninomiya, Y., Terai, H., & Miwa, K. (2022). Differences in the distribution of attention to trained procedure between finders and non-finders of the alternative better procedure. *Frontiers in Psychology*, 5089.
[2] 二宮 由樹・岩田 知之・寺井 仁・三輪 和久 (in press) 成功状況におけるより良い代替解法の発見と意図的探索の関係 : マウストラッキングに基づく検討, 認知科学, 30(3)
[3] Jansson, D. G., & Smith, S. M. (1991). Design fixation. *Design studies*, *12*(1), 3-11.
[4] Miwa, K. (2004). Collaborative discovery in a simple reasoning task. *Cognitive Systems Research*, *5*(1), 41-62.
[5] Luchins, A. S. (1942). Mechanization in problem solving: The effect of Einstellung. *Psychological Monographs*, *54*(6), 1-95.
[6] Chesney, D. L., McNeil, N. M., Brockmole, J. R., & Kelley, K. (2013). An eye for relations: eye-tracking indicates long-term negative effects of operational thinking on understanding of math equivalence. *Memory & cognition*, *41*(7), 1079-1095.
[7] 開 一夫・鈴木 宏昭 (1998). 表象変化の動的緩和理論: 洞察メカニズムの解明に向けて. 認知科学, *5*(2), 69-79.
[8] 寺井 仁・三輪 和久・古賀 一男 (2005). 仮説空間とデータ空間の探索から見た洞察問題解決過程. 認知科学, *12*(2), 74-88.
[9] Ellis, J. J., Glaholt, M. G., & Reingold, E. M. (2011). Eye movements reveal solution knowledge prior to insight. *Consciousness and Cognition*, *20*(3), 768-776.
[10] Bilalić, M., McLeod, P., & Gobet, F. (2008b). Why good thoughts block better ones: The mechanism of pernicious Einstellung (Set) effect. *Cognition*, *108*, 652-661.
[11] Gardner, R. A., & Runquist, W. N. (1958). Acquisition and extinction of problem-solving set. *Journal of Experimental Psychology*, *55*(3), 274-277.
[12] Knoblich, G., Ohlsson, S., & Raney, G. E. (2001). An eye movement study of insight problem solving. *Memory & Cognition*, *29*(7), 1000-1009.
[13] 鈴木 宏昭・宮崎 美智子・開 一夫 (2003). 制約論から見た洞察問題解決における個人差. *心理学研究*, *74*(4), 336-345.

教示行動における視線シフトは子どもの理解と教示行動産出を促すか?
Does Gaze Shift in Teaching Behavior Promote Children's Understanding and Teaching Behavior Production?

髙木　利輝[†], 安田　哲也[‡], 小林　春美[†*]
Toshiki Takagi, Tetsuya Yasuda, Harumi Kobayashi

[†]東京電機大学大学院, [‡]東京大学
Graduate School of Tokyo Denki University
23rmd29@ms.dendai.ac.jp, h-koba@mail.dendai.ac.jp

概要

本研究では, 部分名称の教示を大人の実験者1が行い、子どもがそれを見たあとで、それについて知らない別の大人の実験者2に子どもが教えるという実験において取得された映像データを解析した。目的は子どもにとってわかりやすい大人の教示行動を明らかにし、またそうした教示をにより教えられた子どもの教示行動のあり方について示唆を得ることであった。結果から、5 歳児では、実験者が子どもの顔を見続けて教示を行うよりも、事物と子どもを交互に見て教示を行う方が、子どもの部分名称の理解はより正しくなり、かつ子ども自身が他者に教える場合でも、指さしを適切に行なって部分名称箇所を示すことがわかった。

Keywords — 教示行動 , 視線シフト; 指さし

1. 目的

他者に何らかの他者にとって益のある情報を伝える行動(教示行動)は、人間が技術や文化を伝えていく上で重要な役割を果たしている(Csibra & Gergely, 2009)。人は言語情報とジェスチャーや視線などの非言語情報を、他者、事物、空間など環境の状況と組み合わせて適切に利用し教示行動を行っていると見られるが、実際にどのように行っているか、さらに教示行動はどのように発達するかは、あまり明らかにされていない。本研究では、最近Yasuda and Kobayashi (2022)が示した、大人の視線シフトが幼児における語の意味の獲得を促したことを受け、視線シフトを伴って教示された場合に幼児自身が行う教示行動がより精緻になるかを調べた。

教示行動の原初的な行為(informing)は、幼少期から確認される(Liszkowski, Carpenter, Striano, & Tomasello, 2007; Meng & Hashiya, 2014)。他者と共有していない未知な対象に指さしを行うこと(Meng & Hashiya, 2014)や、情報提供を行うために指さしを行うこと(Liszkowski, Carpenter, Striano, & Tomasello, 2007)が 1 歳半までに出現する。幼児による明示的な教示行動に関しては、折り紙の折り方を教えるという技能伝達の観点から研究が行われている(木下, 2010)。この研究は、就学前児が折り紙のかぶとの折り方を学習者に教える行動を調べたものであり、学習者の失敗に対して、折り紙を実際に折らずに、少なくとも 1 工程において折るふりや指さしなどで間接的に教示する割合が年長児で多かったことを示した。しかしながら、言語獲得の観点から教示行動が検討された研究はあまり確認されない。

言語獲得では特に語意獲得に関して、制約(Markman, 1991 他)や社会語用論(Tomasello, 1998)等の観点からの研究が行われている。語意学習は、例えば「リンゴ」等の単語レベルの学習がよく調べられており、実験では名称と対象物を提示し、実験者の何らかの教示によって名称と対象物の結びつきが成立するかを見ることが多い。対象物はテーブルに置かれており、それ以外の物はわずかしか(たとえば1個のみなど)しか置かれないシンプルな実験状況が使われる。しかしながら、このような名称と対象が対で提示され、その他の事物がほとんど眼前に存在しないような状況は、日常的には観察されにくい。なぜなら、子どもが生活する実際の空間では、環境には事物が常に豊富に存在し、かつ組み合わされているからである。たとえばパンは皿の上に載り、皿はテーブルの上に載り、テーブルは敷物の上に載り、というように、事物が他の事物にいわば「埋め込まれている」状態にある。こうした状況では、言語や単純な指さしのみでは事物に対して正しく名づけを行うことは難しい。埋め込みを含む複雑な環境の中では名称の対象となる事物を的確に特定する指さし等が重要となる。

Kobayashi (1998)は、非言語情報が語意獲得にどのように寄与するのかという観点から部分名称の獲得を調べ、実験者が部分の機能を示しながら部分を明示するようなジェスチャーを行うと、2歳児でも与えられた名称を事物の部分名称として解釈することを示した。さらに Kobayashi, Yasuda, and Liszkowski (2022)では、指さしのみの手がかりでは 2 歳児は部分名称を学習することが困難だが、指さし自体に動きを加えると学習したことを示した。ここで、指さ

しに伴う視線の動きに注目したのが Yasuda and Kobayashi (2022) による視線シフトの研究である。Yasuda and Kobayashi (2022)は、実験者が事物の部分に指さしをして教示する際に、子どもの顔から事物へ視線をシフト(移動)させた場合と、シフトをせず子どもの顔を見続けながら指さしを行った場合の子どもの理解を比較した。すると、視線シフトがあった場合、2 歳半児では指さされた部分を部分と解釈するのは困難であったが、4 歳半児と成人では部分名称と解釈した。このことから、大人の視線シフトに注目することにより、事物の全体名称でなく部分名称という、教示対象についてより細かいレベルでの語彙理解が可能となったことを示した。つまり視線シフトは「意図明示的手がかり」(Sperber & Wilson, 1987)としてより明確に部分を特定する意図を子どもに伝えたと考えられる。

では視線シフトを含む教示行動から部分名称を学んだ子どもは、自分でもより適切な部分名称に関する教示行動を行うのだろうか。本研究では、子どもは視線シフトという意図明示的手がかりを名称理解のために活用するか、また子ども自身が教示行動をする立場になったときはどのような教示行動を行うかについて調べた。視線シフトが子どもの部分名称理解に役立つと予測し、部分名称を子ども自身が行うときにもより精緻な教示行動ができるようになると予測した。対象児は、視線シフトへの感受性が 4 歳半児で確認されていることから、発達差を調べるため 3 歳児と 5 歳児とした。本実験では子どもの教示行動のスキルを調べるために、1)子どもが事物を向ける方向と 2)事物の部分への指さしのしかた の 2 点に注目した。1)については、相手に見やすい方向で向けているかを測定し、2)では、部分名称を教示する上で有効な、事物の部分に人さし指を接触する方法を使っているかについて調べた。

実験刺激は部分名称を教えるためには、単純な見せる行動や、事物の部分に接触しない指さし等では正しく指示できない刺激とするなど、Kobayashi & Yasuda (2018)の実験パラダイムを修正して利用した。たとえば刺激はパトカーを持っているブタのぬいぐるみとし、教えるべき部分はパトカーのパトランプ(ルーフに取り付けられた赤いランプ)であった。子どもが教示行動において意図明示的手がかりを適切に使えるようであれば、刺激を相手からよく見えるよう正しい方向に向けるだろうと予想した。また単にぬいぐるみやパトカーを相手に見せたり、事物に対し曖昧に(接触をせず)指さしをするのではなく、パトランプに人さし指を接触させて特定して教えるだろうと予想した。これらの教示行動は、そもそも部分名称を正しく学んでこそ出現すると考えられるので、適切な視線シフトを使って実験者による教示が行われたときにより明確に出現すると予想した。

2. 方法

2.1 参加者

3 歳児 11 名(男児 6 名、女児 5 名)と 5 歳児 16 名(男児 7 名、女児 9 名)の教示行動が収録されており、すべての映像を分析した。

2.2 実験刺激

はしごのある消防車を持たせた玩具等の事物に部分が含まれているものをぬいぐるみに持たせた刺激を計 6 種類用意した。部分名称は、無意味語(例えば、ネケ)を利用した(図 1)。部分名称は「外国のことばを教える」という状況を設定して教えた。

図 1 使用実験刺激

2.3 実験手順

年齢条件(3 歳、5 歳)と視線条件(視線シフトなし、事物への視線シフトあり)で構成された。視線シフトなし(No-shifting)条件では、実験者が子どもの顔を見ながら教示を行う場合とした。事物への視線シフトあり(Shifting to the Object)条件では、実験者が子どもの顔と事物を交互に見ながら教示を行う場合とした。この視線シフトは、2 回または 3 回行った。

最初に学習フェーズとして、例えば No-shifting 条件の場合、実験者 A は子どもの顔を見続けながら、無意味語を用いて、(事物を見ずに)事物の部分に指さしを行いながら、ルト(無意味語)を教えた(図 2 左)。次に産出フェーズとして実験者 A が別教室で待機している実験者 B を呼び、幼児の眼前に実験者 B が座ったことを確認した後に、実験者Aは「〇〇先生(実験者 B)にルトを教えてあげてね」と言った。その後、子どもに教示をさせる産出フェーズに移った。

産出フェーズでは、子どもが実験者Bに無意味語を教えた(図2右)。最後に理解フェーズが行われた。実験者Bは、子どもに対し、「もう一回聞いてもいい? “はい”か”いいえ”で答えてね」といって「ルトはこれ?」とぬいぐるみ全体、事物全体、事物の部分名称、ぬいぐるみの鼻の順に触はせ

ずに至近距離でなぞるような指さしを行い、無意味語はどれかを確認した。

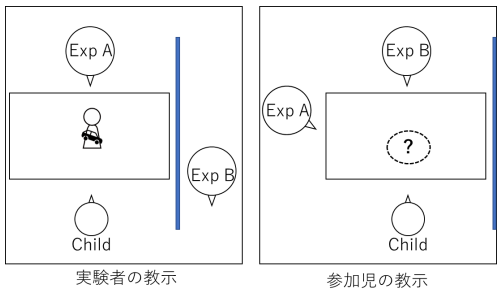


図2 実験配置図

2.4 分析方法

本研究は動作分析ソフト ELAN(Ver. 6.4)を用いて子どもの教示行動の様子を分析し、言語、ジェスチャーの種類、視線、事物の方向、事物の接触をコーディングした。

言語に関しては、発話している瞬間から言い終わるまでを抽出し、指示詞、名詞、指示詞+名詞、名詞+指示詞という分類を行った。ジェスチャーの種類は、指さしやショウイング行動を抽出し分類した。視線は、Frame-by-frame 法を用い、見た瞬間から次の対象を見る時間を特定し、実験者、事物、その他に分類した。事物の方向は、実験者 B に対して事物が正面を向いた時を 100(%)とし、75、50、25 と子ども側に向くにつれて下がっていき、実験者 B に背を向けた時を 0 とした(図 3)。数値は方向の傾向を調べるために便宜的に設定した。事物の接触に関しては、指で事物全体か事物の部分箇所に触れたかを基準に分類した。

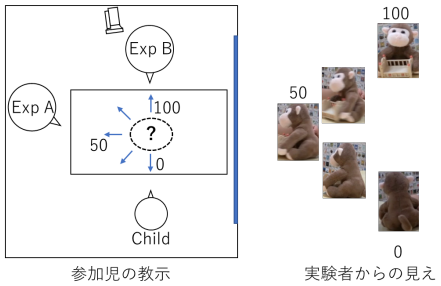


図3 事物方向に関する値化と実験者Bからの見え

2.5 統計モデリング

lme4 パッケージを用い、各実験条件やそれらの交互作用を固定効果に、個人差をランダム効果とするフルモデルをまず立てた。なお、各条件のコーディングはエフェクトコーディングを用いた。前向きのステップワイズ法により、AICが低いモデルを分析モデルとして採用した。理解では、年齢(Age)、視線条件(Gaze)が分析モデルとして選ばれた。ジェスチャー産出では、年齢(Age)、視線条件(Gaze)、方向(Direction)、ジェスチャーの種類(Gesture-type)とそれらの交互作用(Age x Gaze; Age x Direction; Direction x Gesture-type) が分析モデルとして選ばれた。交互作用が認められた場合、Emmeansパッケージを利用し、単純主効果を調べた。

3. 結果

3.1 部分名称の理解と視線条件と年齢の関係

部分名称箇所を正しく理解できていたかを目的変数とし 4 ヶ所(ぬいぐるみ全体、事物全体、事物の部分名称、ぬいぐるみの鼻)のうち子どもが部分名称箇所はどこかの質問に頷いた所を 1 として GLMM に関しての分析を行った結果、視線条件 (β = 4.073, SE = 2.016, z = 2.020, p = .043)が有意であった。切片(β = 1.400, SE = 0.836, z = 1.676、 p = .094)が有意傾向であった。

結果、いずれの年齢群でも視線条件における子ども注視の場合よりも、子ども交互視の場合のほうが、部分名称箇所の理解が高かった。

3.2 教示行動の産出

子どもが産出した部分に対する指さしを目的変数とした GLMM に関しての分析を行った結果、切片(β = 1.224、SE = 0.512, z =2.391, p = .017)、視線条件(β = 1.894, SE = 0.901, z =2.102, p = .036)、事物の方向とジェスチャーの種類の交互作用(β = -3.139, SE = 1.313, z = -2.390, p = .017)、年齢と視線条件の交互作用(β = 3.940, SE = 2.003, z = 1.967, p = .049)が有意であった。年齢と事物の方向の交互作用(β = -3.212, SE = 1.658, z = -1.938, p = .053)が有意傾向であった。

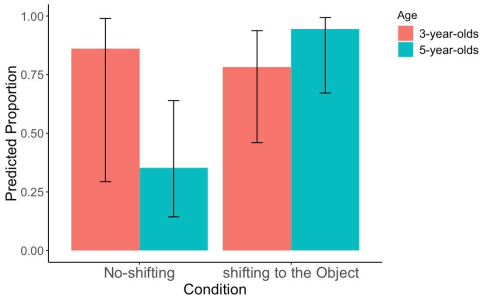


図 4 各条件において子どもが事物の部分に正しく指さしをしながら教示行動をした割合

年齢と視線条件の交互作用では、3 歳児では視線条件による部分名称箇所への指さしに違いはなかったが、5 歳児では視線条件による部分名称箇所への指さしに違いが

あり、有意な単純主効果が認められた。5 歳児は事物と子ども交互視条件で教示する際に部分名称箇所に指さしして教えていたが、3 歳児は視線条件による違いが見られなかった(図 4)。

事物の方向とジェスチャーの種類の交互作用では、事物を向ける方向の違いによって部分名称箇所に対する指さしに違いがあり、有意な単純主効果が認められた。

実験者に事物が 100%向いている方向においては、ジェスチャーの種類が有意で、pointing の指さしで部分に接触して教える割合が低かった(z.ratio =2.370, p = .018)。実験者に事物が 0%向いている方向においては、ジェスチャーの種類が有意傾向で、pointing の指さしで部分に接触して教える割合が高い傾向にあった(z.ratio = -1.874, p = .061)。図 5 の横軸は 100 に向かうほど事物を相手に向け、0 に向かうほど事物が子ども自身に向く。

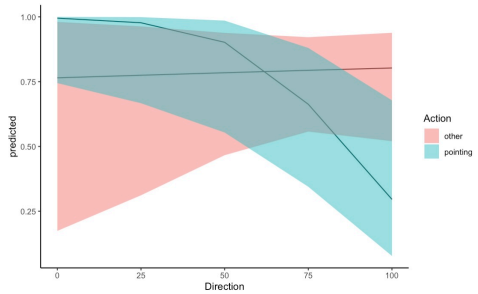


図 5 事物の方向とジェスチャーの関係

4. 考察

実験者による視線シフトがあった場合は、5 歳児が教示行動をしたとき部分名称箇所に対する接触指さしが多く行われていた。この結果は幼児による部分名称の理解を調べ、実験者による視線シフトがあった場合に 4 歳半児と成人の理解が促されたとする Yasuda and Kobayashi (2022)の知見について、新たに教示行動の産出の観点から知見を加えるものとなる。また実験者による視線シフトがあった場合は、いずれの年齢群でも部分名称箇所の理解が高かった。この結果は、視線シフトがあった場合に 4 歳半児と成人の理解が促されたとする Yasuda and Kobayashi の知見と一致する。ただし、本実験では理解実験の結果は shifting 条件 3 歳児でも 5 歳児と変わらない程度のパフォーマンスであった。よって視線シフトの理解は、3 歳児頃に精緻に起こる可能性がある。興味深いことに、no-shifting 条件において 3 歳児が指示された箇所を部分であると解釈した。このことは、特定的な指示意図の特定は 3 歳児頃に行われる可能性を示唆する。

子どもが向ける事物の方向が実験者側に向くにつれ、事物の部分を指さすことが減ることは、名称教示において、事物を正しく向けることと、事物の部分に対して正しく接触させた指さしを行うことの 2 つを両立させることが、5 歳においてもまだ難しいためと考えられる。子どもが教示行動を適切に行うにはいくつかのハードルがあることが推測され、そのうちの一つは、複数の意図明示的手がかりを適切に同時使用することだと考えられる。

5. 結論

5歳児は、実験者が子どもの顔と事物を交互に見ながら教示を行った場合では教えるべき部分に正しく指を触れて指さしをしながら教えることができていた。また、いずれの年齢群でも部分名称を教えるときに、事物を相手に見せている場合は部分に指を触れる傾向は低く、部分に正しく指を触れていると、事物を自分の方に向ける傾向があった。相手に正しく部分名称を教えるためには、相手に該当部分を見せつつかつその部分に指さしをするという、複数の意図明示的手がかりを同時使用することが重要となるため、これらのスキルは発達途上であることが考えられた。

謝辞

この研究に協力してくださった全ての参加者に感謝申し上げます。本研究は MEXT 科研費 JP17H06382 (H.K.), 科研費 JP20K03375 (T.Y.)、23K02901 (H.K.) の助成を受けました。

主要参考文献

1) Csibra, G., & Gergely, G. (2009). Natural pedagogy. *Trends in cognitive sciences*, *13*, 148-153.
2) 木下孝司. (2015). 幼児期における教示行為の発達: 学習者の熟達を意図した教え方に注目して. *発達心理学研究*, *26*, 248-257.
3) Kobayashi, H. (1998). How 2-year-old children learn novel part names of unfamiliar objects. *Cognition*, *68*, B41-B51.
4) Liszkowski, U., Carpenter, M., Striano, T., & Tomasello, M. (2006). 12-and 18-month-olds point to provide information for others. *Journal of cognition and development*, *7*, 173-187.
5) Meng, X., & Hashiya, K. (2014). Pointing behavior in infants reflects the communication partner's attentional and knowledge states: A possible case of spontaneous informing. *PloS ONE*, *9*, e107579.
6) Yasuda, T., & Kobayashi, H. (2022). Ostensive gaze shifting changes referential intention in word meanings: An examination of children's learning of part names. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 48, 272–283.

C. Goodwin の方法：マルチモーダルな相互行為と資源の共-操作
The methodology of C. Goodwin: Co-operations on semiotic resources

山本 敦[†]，牧野 遼作[†]
Atsushi Yamamoto, Ryosaku Makino

[†]早稲田大学
Waseda University
ayamamoto@aoni.waseda.jp

概要

本発表では，マルチモーダルな相互行為研究をその黎明期から牽引し続けた相互行為分析者 C. Goodwin の分析手法および概念の検討を行う．彼の提唱した諸分析概念は，人間の認知的・社会的な実践を構成する具体的行為の一般的かつ重要な相互行為的特徴を記述するものだが，独創的かつ難解なうえに数が多く，その妥当性や必要性に関して批判がなされることがある．本研究では，彼の分析手法をその基盤にある相互行為観から整理し，全体像の概略を呈示することを目指す．

キーワード：相互行為分析(interaction analysis)，共-操作(co-operation)，文脈的統合態(contextual configurations)，状況的活動システム(situated activity systems)，身体性認知(embodied cognition)

1. はじめに

Goodwin の分析手法は，人々のコミュニケーション・相互行為を録音や録画データをもとに詳細に分析し，その構成に用いられている構造を発見する学際的な研究領域(及びその方法の総称)である相互行為分析の一手法である．相互行為分析は，社会学の研究手法であり一分野でもある会話分析(以下CA)を主な方法論的基盤としつつ発展してきており，Goodwin の分析手法も CA と相互に影響を与え合いながら発展してきた．

そのような経緯から，彼の分析手法はしばしば CA の身体・物理環境への単なる拡張として扱われることがある．また，彼は多様かつ難解な分析概念を提案しており，(特に CA の理論的観点からは)その妥当性や必要性に関して疑問が呈されることがある(例えば[1])．彼の手法や概念の有効性は，相互行為分析内での評価だけでなく，教育学や心理学，認知科学といった近接分野においても用いられることからも伺える一方，相互行為分析の内部でも全体像が把握されないまま，上述のような批判やつまみ食い的な利用が見られる．

本研究の目的は，Goodwin の分析手法を特にマルチモーダルな相互行為の分析に焦点を当て，彼の研究の集大成と言える”*Co-Operative action*”[2]を中心にその基盤にある相互行為観から整理し，全体像の概略を呈示することである．これを通して今後の検討の足場を築くことで相互行為研究の発展に資する．また，Goodwin の分析手法が身体性認知科学との間に深い親和性を持ち，相互行為の定性的分析と定量的分析の実りある接触点となる可能性を指摘したい．なお，以下において示されるページ数は前掲書[2]でのものである．

2. 目的的に構造化された環境と行為者：活動システムの進化論的選択

Goodwin は相互行為を，「行為者たちが共有し共在している環境における，行為の資源に対する共同的な操作からなる活動システム」として理解する．

1. **環境と行為者：**ここでの環境は，行為者と無関係に存在する物理的実在としてのそれではない．ハイデガー的な，目的と結びついた道具的存在に満ち，目的によって歴史文化的に構造化されている，行為者の観点から認識される環境である．行為者たちはこの中で，様々な道具的存在を資源として認識・利用し，目的的な活動を遂行することで，その経験と認知と共に自らの生活世界を社会化されたものとして形成する(p. 367).
2. **資源に対する操作の行為者間での共有：**活動の“***やり方 practice***”はいかようにでも選択できるわけではなく，目的の達成可能性と資源の利用可能性に制約される．また，人間の活動のほとんどは共同的になされるため，行為者間での行為の相互調整(相互行為)の成立可能性にも制約される．こういった環境と行為者双方の特性に由来する制約下で活動が繰り返し遂行されることで，活動のやり方には共に活動を行う“共同体”(≒個体群[1])の単位で進化論的な選択圧が生じることとなる．安定して目的を達成可能なやり方がより選択されるようになり，不安定なやり方は選択されなくなることで[2]，活動のやり方の共有状態が生じる[3](p. 4, 332, 431).

---

[1] ここでいう「個体」は個々の人間としての行為者ではなく，活動の成員としての行為者であり，共同体は活動の単位でとらえられる．

[2] 先述の通り選択には達成可能性だけでなく，資源の有無やその利用・操作のコスト，相互調整過程のコストも関わると考えられる．

[3] Goodwin 自身はこの選択の側面についてはごく軽く触れるのみで強調しておらず，むしろ個別の環境に適したバリエーション(および

3. **資源**：環境内に満ちている道具的存在は，目的的な活動の構成要素として利用されるときに資源と呼ばれる．道具的存在は，行為者によって常に資源として認識・利用可能なわけではなく，認識・利用には行為者が目的的な活動のやり方に熟練している必要がある．
4. **活動システム**：活動がその構成要素である資源と，それを認識・利用するための相互行為的で共同的なやり方を共有する熟練した行為者の操作によって，安定的に繰り返し産出可能な形でなされているならば，これを一つのシステムとみなせる．このシステムを特定の活動との関係においては**状況的活動システム** ***situated activity systems***(p. 366)，生活世界との関係としては**記号論的生態環境** ***semiotic ecology***(p. 442)と呼ぶ．

このような相互行為理解を前提として，Goodwin は相互行為を，活動の遂行のために利用される資源の特定と，その操作およびそれによって構成される活動システムの構造の記述として分析する．

3. 活動を通した経験と意味の生成過程：文脈-焦点事象と基質の共-操作

Goodwin が分析の焦点とするのは，活動内での事物や振る舞いの**理解可能性** ***intelligibility*** の構成過程である．というのは，相互行為および活動システムは，行為者たち自身の活動に対する理解や，相互の振る舞いの意味の解釈を通して内的に組織されるシステムであるため，活動の共同的構成において相互の理解可能性の構成が不可避かつ中心的な課題となるためである．

活動の中での振る舞いや出来事は，発話や身体動作(視線，身体の向き，姿勢，身振りなど)，道具や建物などの人工物や自然物など様々な事物の組み合わせとして生じている．行為者たちはそういった先行する振る舞いや出来事の意味を解釈し，その理解にあった振る舞いを続けて産出しあうことで，互いの理解を確認しあいながら共同的な活動そのものを構成していく[4]．この過程を行為者の観点から見たとき，資源の候補となりうるものにあふれた環境の中で，今まさにこの時点において，何が焦点となる事象なのか，何が適切な解釈に必要な事物の組み合わせ，つまり文脈なのかを特定する，あるいは受け手が特定可能なように資源を組織する必要がある．この**文脈-焦点事象** ***context-focal event*** 関係の共有が理解可能性の構成に関わる課題である[3]．特に身体動作の理解可能性の構成においては，何が文脈なのか，あるいはそもそもその動作は焦点事象なのかの判断に分析上の困難がしばしば生じる．

この困難が分析者にとっては大きなものであっても，日常生活を送る行為者としての我々にとって問題となることはさほど多くない．この理由を Goodwin は，相互行為における資源操作の最も基本的な構造から説明する．すなわち，先行する振る舞いが理解のための文脈としていたために既に共有済みの資源の組み合わせ（例えば先行発話や行為者同士の視線や身体の向き合い方，目の前のモニタなどの組み合わせ）の一部を維持し，一部を放棄あるいは再構成し，また新たな資源を組み合わせることで再利用して，新たな文脈-焦点事象関係を構成するように操作する，という構造である．

この操作は，行為者たちが互いの利用した資源をあたかも公共的なものであるかのように共有しあいながら，繰り返し再利用するようになされることから，**共-操作** ***co-operation*** と呼ばれ，そのような行為産出の在り方を**共-操作的行為（協働的行為）** ***co-operative action*** と呼ぶ(p. 2)．また，共-操作の対象となり，新たな行為を生み出していく基体となっている資源群を**基質** ***substrate*** と呼ぶ[5](p. 38)．

基質とそれへの共-操作の構造，すなわち，直前の共有状態から共-操作的に更新されていく資源のまとまりが，どのような構造をもって配置されており，どのような操作によって更新されていくかを分析することが，活動内での理解可能性の相互行為的構成過程の分析，ひいては活動システムの分析となる．

4. 分析のための諸概念：文脈的統合態・記号論的資源・記号論的領野・積層化

文脈と焦点事象からなる資源の組み合わせ構造を分析するための分析概念が，文脈的統合態，記号論的領野および記号論的資源である．

個別の環境そのもの)が生み出される側面を強調する．しかし本稿では，行為者の再生産の観点からこの論点が必須であることと，彼の方法の射程を論じる目的からあえてこの選択の側面を強調している．なお，この選択の過程での集団規範による選択の役割を強調するとき，共有状態を社会的な共有と形容できるだろう．

4 行為の連鎖を通した解釈の確証は，相互行為を成り立たせる最も重要な構造の一つであり，相互行為分析において分析の妥当性を検討するための欠かせないツールでもある．この確証の基礎的な単位となっている「(社会的)行為」及び「行為連鎖」の概念も併せて，Goodwin の分析手法の根幹を成す重要概念であるが(p.40)，その用いられ方は会話分析でのそれと同様と思われるため，本稿では扱わない．

5 なお，共-操作を通して基質が選択，**蓄積** ***accumulation***(p. 31)，反復されていくという共-操作的行為の構造は，前述の進化論的選択の相互行為的な基盤となっている．

分析の基本の単位は，二つ以上の事物，出来事の時間・空間的並置によって生じる，要素の総和以上の意味である．例えば指差しは，特定の手形にした手を何らかの事物を含む空間との近接関係に持ち込むことによってはじめて指差しとして理解可能になる．このように並置関係を通して，注意を向けられるべき意味あるものの水準で解釈過程に持ち込まれる個々の要素を，**記号論的資源** ***semiotic resources*** と呼ぶ(p. 238).

上の指差しの例は，しかしながら指差しであることと，その対象が含まれる空間的範囲があること以上の理解可能性を持たない．指差しが十全な理解可能性を持つためにはそれ以外にも，指差しと意味を補い合う発話，指されている空間の構成要素とそれらが結びつく活動，行為者同士の姿勢や身体部位の向きや視線によって示される志向の組み合わせの構造，指差しが埋め込まれている進行中の活動という要素が多くの場合必要となる[4]．これらの要素も指差しの手形と同様に，それぞれ複数の記号論的資源の組み合わせから構成されて意味を持つ記号現象の水準であり，**記号論的領野** *semiotic fields* という概念でとらえられる(p. 123, 173).

活動を構成するに足るだけの理解可能性を持つ「指差し」行為は，これら複数の記号論的領野が，相互に意味を詳細化し，解釈の幅を制約しあうような形で[6]重ね合わせられることで成立する．この重ね合わせられた構造の全体を**文脈的統合態** ***contextual configurations*** と呼ぶ(p. 123, 180)．これらの概念によって，行為の理解可能性の構成は単なる資源の寄せ集めとしてではなく，記号論的な構造として分析可能となる．

指差しの例での「行為者同士の姿勢や～示される志向の組み合わせの構造」という記号論的領野の存在からわかるように，記号論的領野および文脈的統合態の構成には単一の行為者だけでなく，活動に参加している複数の行為者が関っている．そのため文脈的統合態は，活動のあらゆる時点において，一方の統制に収まらない形での共-操作的な再構成が生じる可能性を持った構造となっている．こういった行為・振る舞いの共同構成性・共同産出性を詳細に分析できるのが文脈的統合態概念の特徴である．

文脈的統合態の共-操作を通した再構成の過程は，活動の相互行為的構成の過程そのものであるので，文脈的統合態の構造は活動の在り方と結びついている．例えば，先の指差しがプレゼンの中でなされていたとする．スクリーンへと指を向ける手から成る記号論的領野に，図の細部を指示できるよう新たにレーザーポインターが加わるとしよう．何かを指しているという領野の意味自体は変化しないが，指の先にある空間内の対象から，光点が示す対象の範囲 (ex.線か面か)へと他の領野との関係で特定される事柄が変化し，結果として，手の動かし方から共起する発話の統語的構造，時間的共起の仕方までもが異なったものになるだろう．

このように，記号論的領野が意味を運ぶ媒体として持つ物理的な性質や時間的な持続性といった特性は，行為・意味・活動の構築においてそれぞれ異なる固有の寄与をする．この媒体依存性という特徴は，例えば，すぐに減衰する音としての発話が活動の細かい再構成を担うのに対して，変化しつつも消えずに持続し続ける身体の向きが活動の大まかな注意の対象を示し続けることができるように，媒体の持つ特性は活動の構成において本質的重要性を持つ．**積層化** ***lamination*** は，このような，異なった性質を持った資源の重ね合わせ構造とその組み換え操作が活動の構成と強く結びつくという文脈的統合態の特徴を，層の積み重ねという視覚的イメージで呈示するための概念である(p. 123, 238).

冒頭でも少し触れたが，「記号論的○○」という概念は，外的な枠組みを持ち込むものだというので，ボトムアップ的な志向を強く持つ相互行為分析者たちからの批判の対象となることがある．しかしながら，その導入の意図するところは，共-操作的行為の核心にある資源間の相互指標的な関係から生じる要素の総和以上の理解可能性を記述することであり，言葉とその意味のような規約的で一対一の関係だけではとらえられない現象[7]を体系的にとらえることを可能することにある(p. 36)．加えて，この記号論という切り口によって，言語，環境内の事物，意味解釈および認知の過程といった現象を統一的に扱うことを可能とすることで，現象間の分析上の区分を無効化し，一貫した用語で記述することをも可能にしている[8](p. 186).

5. 社会化された身体性認知の獲得，発達と創発への相互行為的アプローチ

ここまで見てきたように，Goodwin の分析手法は，

6 Goodwin 自身は「解釈の幅の制約」のような表現はあまり（あるいはほぼ）用いないが，詳細化は他の可能性の排除を本質的に含むことと，システム論的な発想からはこの表現がより適切に思われる．

7 言葉であっても，例えば発話の繰り返しは発話間に類像的(iconic)関係を作る．発話の隣接や共起関係，各種指示詞等もまた，発話の連鎖内外に記号的関係を作ることで，共 - 操作的な構造を生み出す．

8 区分の無効化と一貫した用語での記述については注釈 10 も参照．

共同体における目的的な活動単位での進化論的選択を通した“安定的に同じ結果を生じる相互行為的活動システム”を説明の基盤とする．これを別の観点から見ると，相互行為は共同体の再生産の過程として理解される．この観点から見たとき，行為者が共同体において相互行為に参加できるようになることは，単に円滑にやり取りできるようになるだけではない．その共同体において環境内の何が活動の対象となり，それを何としてどのように認識し，操作し，他の行為者たちと共有し，活動を組織するのかという，活動とその中での認知の在り方に熟練することを意味する(p. 391).

このように考えたとき，文脈的統合態の構成，つまり活動とその中でなされる振る舞いや出来事の意味が媒体依存性をもつことの含意は，活動と相互行為の構成への本質的影響に留まらない．電子データの送-受信のように媒体を問わず同内容の情報を伝えるのではなく，行為・意味・活動の構成において媒体の性質に基づいた固有の制約があるということは，すなわち，相互行為の意味的過程と物理的(身体的)過程が本質的に分離不可能であり，相互に制約しあう関係にあることを意味している．この認知の過程と物理的な過程の相互制約関係は，身体性認知の重要な特徴である．

このことは，相互行為の情報・意味のやり取りの側面が活動の物理・身体的側面に直接の影響を及ぼし，さらには行為者それぞれの環境に対する認知の側面まで連続した間身体的かつ間主観的な回路を持つことを示唆する．別の表現をすると，活動を共有する共同体内で環境に対する働きかけと意味の認知が相互行為を通して同型化する，認知の社会化の具体的な過程をとらえられる可能性を持つと考えられる[9].

プロフェッショナルヴィジョン *professional vision* (p. 407)，**知覚中枢 *sensorium*** (p. 354)といった社会的な認知的世界の共有過程の記述を目指した諸概念は，上述のような相互行為の意味的過程と身体性認知の過程の不可分性と連続性を前提として成り立つものであると考えられる[10].

最後に，“共同体”と進化論的選択を前提とすることの含意として，やり方の創発過程への視座と，定量的分析との接点を指摘しておきたい. まず, 同じ目的(“生態学的ニッチ”)内でも，同じ共同体（“種”）内でも，異なるやり方での“適応”の共存がありうることを指摘しておきたい．前者は言語共同体間でのやり方の違いの水準である(p. 55)．後者は，共同体内で同じ目的の達成のために異なるやり方が共存，あるいは相互依存的，寄生的に存在する可能性である．

それぞれの生物種内に，その再生産が可能な範囲での遺伝的バリエーションが存在することと同様に，ある共同体でのやり方内においても，活動の再生産を不可能にしない範囲でのバリエーションが存在できると考えられる．特に身体動作の使用については，発話と同等の普遍性と規範性を持ったやり方は存在しないだろう．そのようなやり方は，高い選択圧を持った共同体の中でのみ観察可能と思われる．

環境の選択圧が変化したとき，このバリエーションから新たな“種”(やり方)が創発しうる[11]．以上の議論から，ニッチの記述とニッチ内部でのやり方のバリエーションの動態を，「生態学的」な観点から定量的に分析・モデル化できる可能性が示唆される．

謝辞

この研究は，科学研究費若手研究（No. 22K13590, 研究代表者：牧野遼作）の助成を受けたものである．

文献

[1] Hazel, S., Mortensen, K., & Rasmussen, G. (2014). Introduction: A body of resources – CA studies of social conduct. Journal of Pragmatics, 65, 1-9.
[2] Goodwin, C. (2019). Co-operative action (paperback edition). Cambridge University Press.
[3] Goodwin, C., & Duranti, A. (1992). Rethinking context: an introduction. In Duranti, A., & Goodwin, C. (Eds.), Rethinking context: Language as an interactive phenomenon, pp. 1-42. Cambridge University Press.
[4] Goodwin, C. (2003) Pointing as situated practice. In K. Kita (Ed.), Pointing: Where language, culture, and cognition meet, pp.217-241. Cambridge: Cambridge University Press.
[5] 山本敦・古山宣洋 (2020) ピアノレッスンにおける演奏表現のマルチモーダルな協働的構築, 社会言語科学, 23(1), 84-99.
[6] 牧野遼作 (2021) 相互行為は楽し―遊戯としての相互行為分析の可能性, 木村大治・花村俊吉(編) 出会いと別れ「あいさつ」をめぐる相互行為論, pp.79-105. ナカニシヤ出版.
[7] 山本敦・牧野遼作 (2022) わからない相手との相互行為はいかに分析できるか：身体知的重複障碍者との“遊び”場面の相互行為分析, 新学術領域研究「顔・身体学の構築」第 9 回領域会議.

9 研究例として，演奏表現の指導を分析した著者らの研究[5]も参照.

10 このあり方について Goodwin は Hatchins や Vigotsky の研究などを引用するほか，パースの記号論の観点からの説明(例えば，個人的知覚内容としての sinsign が共同体内で共有された概念体系の token として相互行為を通して位置付けられることで lesisign となる過程の分析(p. 356))も与えている.

11 やり方の創発については，重度重複障碍者との相互行為の成立を分析した著者らの研究も参照されたい[6][7].

固有感覚ドリフトに基づく指変形感覚の異方性の検証
Verification of finger deformation's anisotropy on measuring proprioceptive drift

佐藤 優太郎†, 齋藤 五大‡, 小鷹 研理†
Yutaro Sato, Godai Saito, Kenri Kodaka

†名古屋市立大学, ‡東北大学
Nagoya City University, Tohoku University
sato12yutaro@gmail.com

概要

身体変形錯覚には指の長さ変形に関するものが多数存在するが，幅変形の報告は限られる．このことは，指の長さ変形は幅変形よりも優勢に起こることを示唆する．本研究ではこれを検証するべく，自他の指に同期的に触れることで，選択的な指変形感を生起する double-touch illusion を用いて，固有感覚ドリフト計測に基づく指変形距離を比較した．結果，指変形は幅よりも長さ方向に優勢に生起し，このことには指の関節配置が関係することが示唆された．

キーワード：proprioceptive drift, rubber hand illusion, self-touch illusion, double-touch

1. はじめに

Rubber hand illusion（RHI）[1]などの身体所有感を変調する錯覚は，同期的な視触覚刺激によって，身体イメージが柔軟に変形することを示している．興味深いことに，RHI のパラダイムにおける指の変形感覚を生起する錯覚では，指が伸びるなどの伸縮感覚に関するものが多数存在するのに対し[2]，指を太く変形させる報告は極めて少ない[3]．こうした錯覚の報告数の差異は，指の身体イメージが長さ方向に強い可塑性を持つことを示唆する．他方で通常の指のサイズの知覚では指は実際よりも短く幅広に知覚される[4]．この報告は一見すると，指幅の広さについての感受性の高さを示すように思われるものの，指幅のイメージの可塑性を示すものではない．調べる限り，指の長さと太さの軸方向についての可塑性を比較した報告はなく，変形感覚が指の 2 軸のどちらで起こりやすいのかはよくわかっていない．

我々は，指変形錯覚の報告数の差異を根拠に，指変形感覚の生起には異方性が存在することを仮説に採択し，研究を進めてきた．仮説の検証には，我々が 2020 年に考案した自分と他人の指に同期的に触れることで，指の変形感覚を生起する double-touch illusion（DTI）を採用している（図 1）．DTI は，RHI や視覚なしの RHI である self-touch illusion[5]と異なり，自分の指への接触を体験者自らが担う．自身の指への接触により，実際の指の位置をモニタしながら，なおかつ他人の指に所有感を生起させるため，結果として自他双方の指に所有感が生起し，選択的に身体変形を生起させることができる．実際これまでの実験で，指の変形が長さ方向で優勢に起こることを質問紙によって確認している[6]．こうした指の変形感覚は，錯覚中，長さ方向であれば指の先端と根本位置感覚，幅方向であれば指の左右の端の位置感覚の推移を計測することで行動的なレベルで計測が可能である．これは RHI における手指の位置感覚移動の指標である固有感覚ドリフトを，それぞれの指の部位で計測することに同じである．以上のような主観的指標と行動的指標を検証することで，指変形感覚の異方性に関する仮説の強い裏付けが期待できる．

本研究では，指の長さと幅の変形距離を計測することで，固有感覚ドリフトの計測に基づいた指変形感の異方性を検証した．まず質問紙を用いた主観指標による実験を行ったのち，固有感覚ドリフトの計測と，ドリフトに伴う変形感覚に関する質問を行った．結果は，主観指標と行動指標の両方で仮説を支持した．

2. 実験

2.1 実験参加者

実験参加者は大学生 25 名であった（男性 11 名，女性 14 名；平均年齢 20.6 歳；右利き 23 名）．

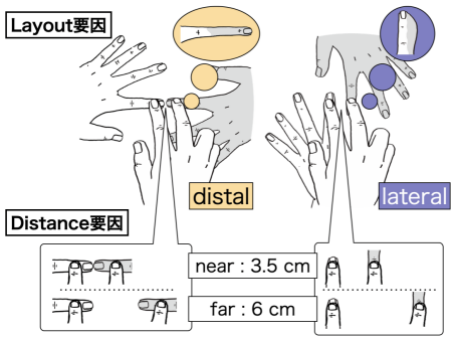


図1 Double-touch illusion を用いた実験要因

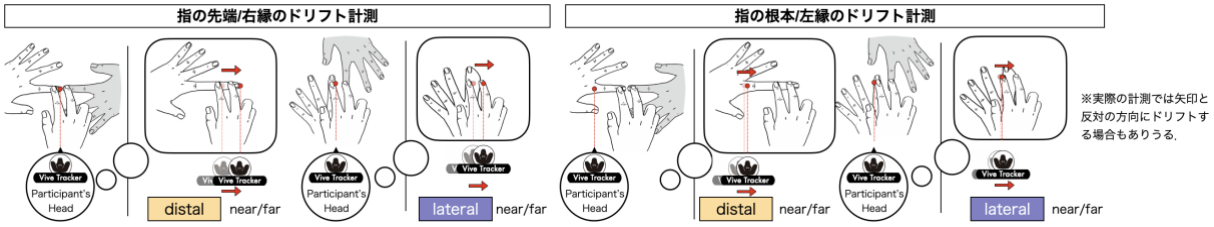


図 2 固有感覚ドリフトに基づく指変形距離の計測

2.2 実験計画・実験環境

実験計画は，自他の指の配置による指の変形方向の効果を検証する Layout 要因（distal: 自他の指が直列; lateral: 自他の指が並列）と，自他の指間の距離の効果を検証する Distance 要因（near: 3.5 cm; far: 6cm）を設定した 2 要因参加者内計画であった（図 1）．以上の計画について, はじめに所有感と変形感に関する質問を各 3 つずつ行う主観評価課題を実施した．主観評価課題が全て完了した後，行動的な指標となる固有感覚ドリフトに着目した指の変形距離の計測を行った．ドリフトの計測には再度, 変形感に関する 3 つの質問を行った．雑音の影響を除くべく, 課題中, 参加者はヘッドホンを装着し，ホワイトノイズを聴いた．

2.3 主観評価課題

参加者は着席し，条件に従って机の上に左手を置いた. はじめに行う主観評価課題では, 4 条件（distal-near, distal-far, lateral-near, lateral-far）について，参加者は閉眼で, 図 1 のように, 自分および実験者の左手の人さし指の第一関節に対して, 右手の人さし指が自身の指に, 中指が実験者に触れた状態で，30 秒間，同期的に揺らすように触れた（distal では前後，lateral では左右に揺らす）．課題の直後，質問紙に回答した．

2.4 質問紙

質問紙の内容は，右手の中指で相手の指に接触した際の「所有感」に関する項目とその統制項目計 3 つ（図 3 上段，A1-3），左手の人差し指の「変形感」に関する項目とその統制項目計 3 つであった（図 3 上段, B1-3）．参加者はこれらについて，0（全く感じない）から 6（非常に強く感じる）までの 7 段階で回答した．なお，参加者が注意を向ける指の部位が複数あることによって, 質問紙への回答が困難となることを避けるため，課題は A と B の質問は個別に実施した．実際には A1-3 の質問は，参加者の右手の中指が実験者の指に触れた時の感覚に注意を向けるよう教示を行い, B1-3 の質問は, 参加者自身の左手の人さし指の形に注意を向けるよう教示を行った．条件の実施順は参加者ごとに無作為化し，2 回繰り返し計測を行った．

2.5 ドリフト課題と変形感覚の主観評価

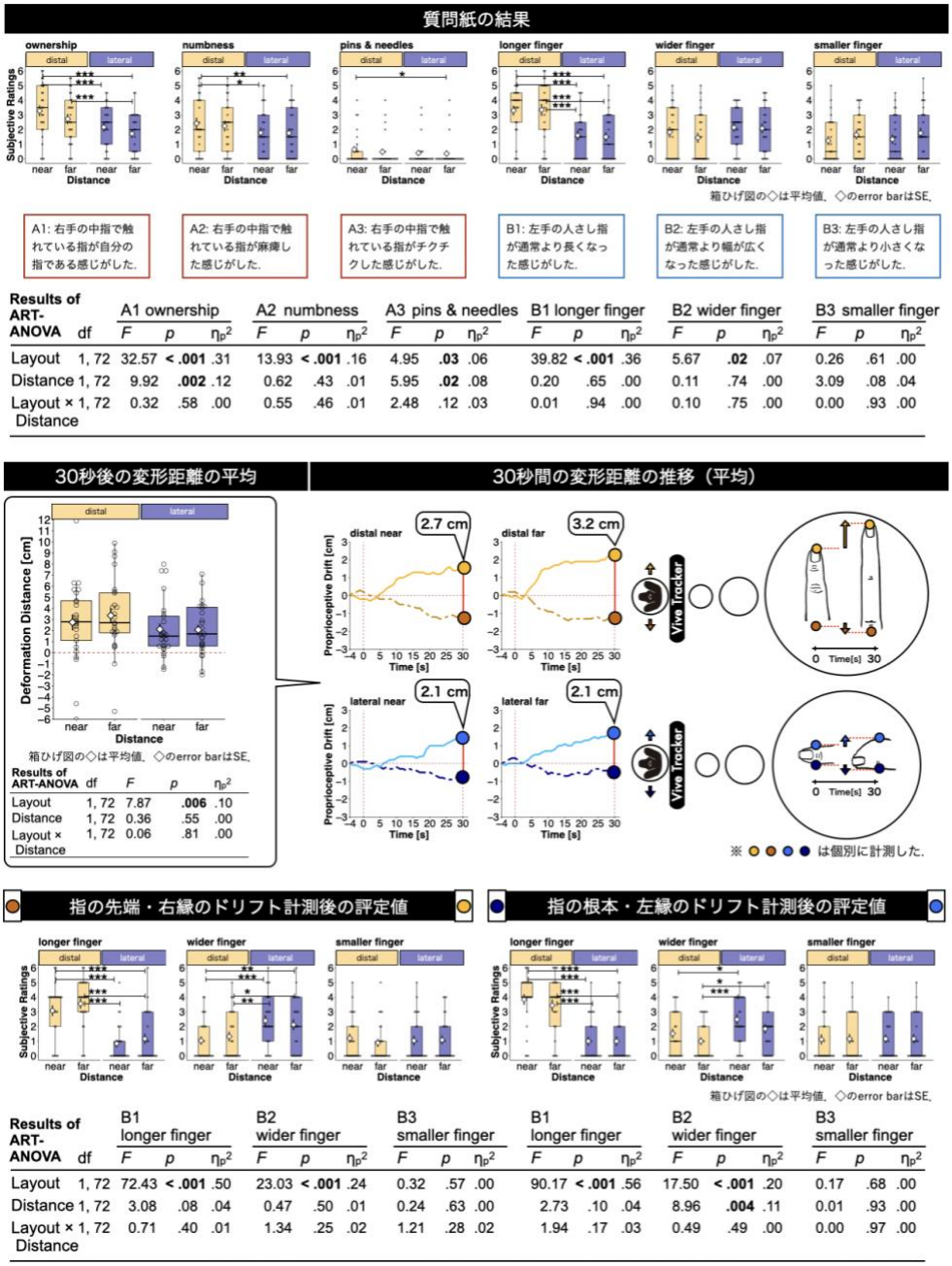
質問紙への回答が全て完了した後，指変形距離を調べるための固有感覚ドリフト計測を行った．ドリフト計測では，distal 条件の場合，課題中の左手の人さし指の先端および根本の位置感覚の推移を計測し, lateral 条件では，左手の人さし指の第一関節付近の右端と左端の位置感覚の推移を計測した. 計測装置としては, 参加者はヘットバンドに取り付けられた位置センサ（Vive Tracker 3.0）が額中央に来るように装着し，額の中央を計測する指があると感じる位置に合わせ続けてもらった（図 2）．計測後，ドリフトに伴う指変形感を調べるため質問 B1-3 を再び行った. 計測は distal-near/far では左手の人さし指の先端または根本，lateral-near/far では左手の人さし指の右または左縁を個別に行い, 8 回の試行となった.

3. 結果

図 3 に質問紙と指変形距離の結果を示す. 解析では，質問紙の評定値や変形距離の分布の偏りがあり正規性を仮定できない可能性が考えられたため，Layout と Distance の 2 要因について，整列ランク変換（aligned rank transform）を用いたノンパラメトリックな分散分析である ART–ANOVA を行った[7]．また 4 条件間の差異を明らかにするため，交互作用が得られない場合においても多重比較を行った. 解析には, 整列ランクデータへ適用できる多重比較（ART–C）[8]に holm 法を用いた.

3.1 主観評価課題

質問紙の解析には，各質問項目（図 3 上段, A1-3，B1-3）の 2 回の試行の平均値を用いた．2 要因参加者内の ART–ANOVA（Layout × Distance）を用いて解析を行ったところ，Layout の主効果が A1-3，B1-2 で得られた（A1: F (1, 72) = 32.57, p < .001, η_p^2 = .31; A2: F (1, 72) = 13.93, p < .001, η_p^2 = .16; A3: F (1, 72) = 4.95, p = .03, η_p^2



Results of ART-ANOVA

	df	A1 ownership F	p	η_p^2	A2 numbness F	p	η_p^2	A3 pins & needles F	p	η_p^2	B1 longer finger F	p	η_p^2	B2 wider finger F	p	η_p^2	B3 smaller finger F	p	η_p^2
Layout	1, 72	32.57	**< .001**	.31	13.93	**< .001**	.16	4.95	**.03**	.06	39.82	**< .001**	.36	5.67	**.02**	.07	0.26	.61	.00
Distance	1, 72	9.92	**.002**	.12	0.62	.43	.01	5.95	**.02**	.08	0.20	.65	.00	0.11	.74	.00	3.09	.08	.04
Layout × Distance	1, 72	0.32	.58	.00	0.55	.46	.01	2.48	.12	.03	0.01	.94	.00	0.10	.75	.00	0.00	.93	.00

Results of ART-ANOVA

	df	F	p	η_p^2
Layout	1, 72	7.87	**.006**	.10
Distance	1, 72	0.36	.55	.00
Layout × Distance	1, 72	0.06	.81	.00

Results of ART-ANOVA

	df	B1 longer finger F	p	η_p^2	B2 wider finger F	p	η_p^2	B3 smaller finger F	p	η_p^2	B1 longer finger F	p	η_p^2	B2 wider finger F	p	η_p^2	B3 smaller finger F	p	η_p^2
Layout	1, 72	72.43	**< .001**	.50	23.03	**< .001**	.24	0.32	.57	.00	90.17	**< .001**	.56	17.50	**< .001**	.20	0.17	.68	.00
Distance	1, 72	3.08	.08	.04	0.47	.50	.01	0.24	.63	.00	2.73	.10	.04	8.96	**.004**	.11	0.01	.93	.00
Layout × Distance	1, 72	0.71	.40	.01	1.34	.25	.02	1.21	.28	.02	1.94	.17	.03	0.49	.49	.00	0.00	.97	.00

図 3 質問紙の解析結果（上段）
固有感覚ドリフトに基づく指変形距離の解析結果（中段）
ドリフト計測に伴う変形感覚に関する質問紙の解析結果（下段）

= .06; B1: $F(1, 72) = 39.82, p < .001$, $\eta_p^2 = .36$; B2: $F(1, 72) = 5.67, p = .02$, $\eta_p^2 = .07$）. Distance の主効果は A1 と A3 で得られた（A1: $F(1, 72) = 9.92, p = .002$, $\eta_p^2 = .12$; A3: $F(1, 72) = 5.95, p = .02$, $\eta_p^2 = .08$）. さらに下位検定を行ったところ，所有感に関する A1 では distal-near の評定値が lateral-near/far に比べて有意に高く，distal-far の評定値が lateral-far に比べ有意に高かった（all $p < .001$）. 指の長さ変形に関する B1 では，distal-near の評定値が lateral-near/far よりも有意に高く，distal-far の評定値が lateral-near/far よりも有意に高かった（all $p < .001$）.

3. 2 固有感覚ドリフト計測と変形感覚の主観評価

固有感覚ドリフト計測に基づく指の変形距離（図 3 中段）に関する解析では，長さ変形の距離を「指の先端のドリフト量－指の根本のドリフト量」とし，幅変形の距離は「指の右縁のドリフト量－指の左縁のドリフト量」としたものについて，同様に 2 要因参加者内の ART–ANOVA（Layout × Distance）を用いて解析を行った. 結果は Layout の主効果が検出された（$F(1, 72) = 7.87, p = .006$, $\eta_p^2 = .10$）. ただし下位検定では有意な差は一切得られなかった. また，指の先端位置，指の根本，

指の右縁，指の左縁の各部位の固有感覚ドリフトの計測後に行った変形感に関する質問項目 B1-3 の解析では，指の先端または指の右縁の計測においては，B1 と B2 で Layout の主効果が検出された（B1: $F(1, 72) = 72.43$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .50$; B2: $F(1, 72) = 23.03$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .24$）．指の根本または指の左縁の計測においても，B1 と B2 で Layout の主効果が検出された（B1: $F(1, 72) = 90.17$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .56$; B2: $F(1, 72) = 17.50$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .20$）．以上の結果は主観評価課題の結果を再現した．また B2 で Distance の主効果が検出された（B2: $F(1, 72) = 8.96$, $p = .004$, $\eta_p^2 = .11$）．下位検定の結果は，B1 については，指の先端または指の右縁の計測および，指の根本または指の左縁の計測で，主観評価課題の結果が再現された．B2 の下位検定の結果は図 3 上段のグラフに記載した．

4. 考察

本研究では，質問紙による主観的指標とドリフト計測による行動的指標の双方で，指の長さ変形の錯覚が幅変形に比べ有意に強く生起したことから，指変形感覚の異方性に関する仮説は支持された．

主観評価課題において，ownership（A1）と longer finger（B1）で参加者と実験者の指の配置による変形方向の効果が検出されたことに加え，ownership および longer finger の解析において，distal-near は lateral-near の評定値より有意に高く，distal-far が lateral-far の評定値より有意に高いことから，指が等距離に配置された錯覚誘導で，指の長さ方向への錯覚生起が幅方向よりも優勢に起こることを強く示す．次に wider finger（B2）で得られた指の変形方向の効果は，DTI が指の幅変形としても作用することを示唆する．ただし指の変形方向の効果は B1 の長さ変形の方が，B2 の幅変形よりも高い（B1: $\eta_p^2 = .36$; B2: $\eta_p^2 = .07$）．B1 と B2 の結果を直接比較することは解釈に留保が必要であるが，以上のことは，主観的なレベルで長さの変形は幅変形よりも高い感受性があることを示唆する．

指変形距離に関しては，30 秒後の変形距離において指の変形方向の効果が見られ，長さ変形が幅変形よりも優勢に起こることが示された．また，ドリフト計測に伴う変形感覚に関する質問紙（B1-3）の結果は，B1 で主観評価課題の結果を再現した．

本研究で確認された指変形感覚の異方性の機序は，指関節への着目で解釈できる．distal 条件の錯覚過程では，自らの左手の人さし指の第一関節が，右手の中指で触れる他人の指の位置付近にまでドリフトしたと考えられる．しかし参加者は同時に，右手の人さし指で自身の指に接触することから，錯覚中の自身の左手の人さし指の位置はモニタされ，左手の人さし指の第二・第三関節のドリフトは抑制される．指の長さの変形はこのように，ドリフトする関節（第一関節）と固定される関節（第二・第三関節）の位置の差と言える．一方で，lateral 条件の錯覚過程では，指の幅方向には第一関節ただ 1 つしか存在しないため，関節をドリフトさせる変形は不可能である．まとめると指変形の異方性は，関節のドリフトを採用できる変形か否かのような身体変形プロセスの差異によるものと考えられる．加えて，通常の指が短くバイアスされることも[4]，指の先端と逆の手の甲の方向へ指関節の位置感覚が可変でもあるという点で，少なくとも我々の仮説に反する報告ではない．

文献

[1] Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see. Nature, 391(6669), 756–756. https://doi.org/10.1038/35784

[2] Kilteni, K., Maselli, A., Kording, K. P., & Slater, M. (2015). Over my fake body: Body ownership illusions for studying the multisensory basis of own-body perception. *Frontiers in Human Neuroscience*, *9*(MAR). https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00141

[3] Dieguez, S., & Lopez, C. (2017). The bodily self: Insights from clinical and experimental research. In *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* (Vol. 60, Issue 3, pp. 198–207). Elsevier Masson SAS. https://doi.org/10.1016/j.rehab.2016.04.007

[4] Longo, M. R. (2022). Distortion of mental body representations. *Trends in Cognitive Sciences*, *26*(3), 241–254. https://doi.org/10.1016/j.tics.2021.11.005

[5] Aimola Davies, A. M., White, R. C., & Davies, M. (2013). Spatial limits on the nonvisual self-touch illusion and the visual rubber hand illusion: Subjective experience of the illusion and proprioceptive drift. *Consciousness and Cognition*, *22*(2), 613–636. https://doi.org/10.1016/j.concog.2013.03.006

[6] 佐藤優太郎, 齋藤五大, & 小鷹研理. (2022). 指の長さ vs 指の幅: ダブルタッチ錯覚における変形距離限界. *日本認知心理学会発表論文集 日本認知心理学会第 19 回大会*. 日本認知心理学会.

[7] Wobbrock, J. O., Findlater, L., Gergle, D., & Higgins, J. J. (2011). The aligned rank transform for nonparametric factorial analyses using only anova procedures. *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 143–146. https://doi.org/10.1145/1978942.1978963

[8] Elkin, L. A., Kay, M., Higgins, J. J., & Wobbrock, J. O. (2021). An Aligned Rank Transform Procedure for Multifactor Contrast Tests. In *UIST 2021 - Proceedings of the 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology* (Vol. 1, Issue 1). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3472749.3474784

身体の表示位置が身体表象に与える影響の分析 ～四肢間での位置知覚の転移の検討～

Analysis of the Effect of Displayed Position of Body Parts on Body Representation — Interlimb Transfer of Proprioceptive Recalibration

松下 彩夏[†1]，江波戸 傑[†1]，小林 晶[†1†2]，松室 美紀[†3†4]，柴田 史久[†1]，木村 朝子[†1]
Ayaka Matsushita, Takeru Ebato, Hikari Kobayashi, Miki Matsumuro, Fumihisa Shibata, Asako Kimura

[†1]立命館大学大学院情報理工学研究科，[†2]現在，凸版印刷株式会社，
[†3]Penn State College of Information Sciences and Technology，[†4]立命館大学総合科学技術研究機構，
Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University, TOPPAN INC,
Research Organization of Science and Technology, Ritsumeikan University
matusita@rm2c.ise.ritsumei.ac.jp（松下）

概要

一部の身体部位の表示位置を視覚的に操作した状態で単純な動きを繰り返し行わせ，対象とした部位の位置の知覚の変化を検討する先行研究は比較的多く存在する．一方，そのようなトレーニング課題の対象でない部位および全身を対象とした位置の知覚への影響については未だ検討の必要がある．本研究では，いずれかの四肢を実際の位置よりも外側に表示した状態で課題を行い，全ての四肢を対象としたテストを行うことによって，視覚情報の操作が四肢の身体表象に与える影響について検討した．その結果，トレーニングの対象となる部位だけでなく他部位にも位置の知覚の変化を確認した．

キーワード：身体表象，proprioceptive recalibration，人工現実感，multimodality

1. はじめに

1.1. 身体表象

人間は自身の身体がどのようなものであるかという知識やイメージを保持している．これにより，我々は目を閉じていても自身の手足の位置，身体の重さや姿勢について推定が可能である．このような身体に関する全般的な知識やイメージは身体表象と呼ばれ，本研究では，特に腕や脚などの身体部位やその位置関係について着目した．

身体表象の形成では視覚や深部感覚などの様々な知覚情報が統合され，日常の体験や経験によってその維持や更新がなされる [1]．ラバーハンドイリュージョンなどの先行研究の結果から，視覚や触覚から得られる情報に基づいて身体表象が実際の身体と異なる表象へと変更可能であることが確認されている [2]．さらに，人間は身体表象に含まれている情報を利用して行動を決定する [3]．そのため，身体表象が変化したとき人間の行動にも変化が生じる．

視覚情報を用いた，身体における一部位の位置知覚の変化に関しては比較的多くの研究がなされている．一方，一部位に生じた変化が他の部位，ひいては全身の位置の知覚へどのように影響するかに関しては未だ検討の必要がある．そこで，本研究では視覚情報を用い，四肢の一つにのみ位置を変化させる操作を行い，他の四肢の位置の知覚にどのような影響が生じるかを調べた．

1.2. 本研究の目的

松室ら [4] は対称的な部位である両腕の表象変化に着目した．右手の知覚される位置のみを操作した結果，視覚情報が与えられなかった左手も同様に位置の知覚が変化したことを示している．具体的には，実際の位置より上側に表示した右手のみを用いてトレーニング課題を行わせたところ，観察をしていない左手も右手と同様に実際よりも上へと知覚されていた．一方で，Mostafa ら [5] は，実際の位置から右側に 4cm ずらされた位置にカーソルが表示されたモニターを観察しながらトレーニング課題を行わせた後，各手の位置の知覚を測定するテストを行った．その結果，課題を行っていない手の位置の知覚に変化はなかった．

本研究では，VR 上の実験環境を用い，左右間における身体表象の変化の影響に加え，対象とする身体部位に脚も追加し，上下での影響も検討した．トレーニングにおいていずれかの四肢を横方向へずらして表示するため，同じ半身にある四肢への影響が強いだろうと考えたためである．仮想の四肢のいずれかを用いたトレーニング課題を行い，その後に四肢全てでテストを行

うことにより，視覚情報の操作が四肢の身体表象に与える影響について検討した．実験 1 では右腕または右脚を実際の位置より右側に 10cm ずらした位置に表示した状態で，実験 2 では左腕または左脚を実際の位置より左側に 10cm ずらした位置に表示した状態でトレーニングを行った場合を検討した．

2. 実験 1, 2

トレーニングでは，実験 1 は右腕または右脚，実験 2 は左腕または左脚を用いた．トレーニング時に使用する部位以外は共通の手続きで行われたため，実験手続きについては併せて記述する．

2.1. 方法

2.1.1. 参加者

参加者は実験 1 では，平均年齢 22.60 歳の成人 22 名（男性 19 名，女性 3 名）であった．各参加者の利き腕は右腕 17 名，左腕 3 名，両腕 2 名，利き脚は右脚 18 名，左脚は 4 名，利き眼目は右眼 14 名，左眼 8 名であった．実験 2 には，平均年齢 21.59 歳の成人 22 名（男性 7 名，女性 15 名）参加した．各参加者の利き腕は右腕 21 名，両腕 1 名，利き脚は右脚 21 名，左脚は 1 名，利き眼目は右眼 17 名，左眼 5 名であった．実験 1，実験 2 ともに利き脚はチャップマンによる利き足テスト [6] を，利き眼は北澤ら [7] や鈴木ら [8] の用いているローゼンバッハ法を用いて調査した．両実験ともに，矯正を含め全実験参加者が正常視力を有した．また，実験参加者の Head Mounted Display (HMD) の経験の有無を調査した結果，実験 1 では経験ありが 11 名，経験なしが 11 名，実験 2 では経験ありが 5 名，経験なしが 17 名であった．

2.1.2. 視覚刺激

腕や脚の仮想モデルを実際の腕や脚の位置に表示する条件（以下，ずれなし条件）実際の位置から外側に 10cm 離れた位置に表示する条件(以下, ずれあり条件)を用意した．つまり，実験 1 では図 1 上部のように右腕や右足を右側に 10cm ずらした位置に表示された．また，実験 2 では，図 1 下部のように左腕や左脚が左側に 10cm ずらした位置に表示された．図中の薄い色の手足が実際の手足の位置を示す．

2.1.3. 手続き

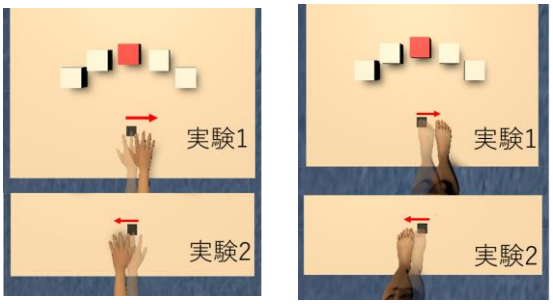
実験参加者は各条件を開始する前に事前準備を行い，その後トレーニングとポストテストを行った．事前準備では自身の腕や脚とその位置を確認しながら動かす課題を行い，直前の条件の影響を消去した．

その後実験参加者は HMD を装着し，トレーニングを行った．図 1 のように実験参加者の前には 5 つの立方体と初期位置を表す黒い四角が配置されている．トレーニングでは白い 5 つの立方体のうち，赤く変化した 1 つの立方体に手または足で触れ，初期位置に戻すことが求められた．この動作を 30 回繰り返し，最後に手または足を初期位置に戻したとき「Finish」という文字が目の前に表示され，終了とした．トレーニング中に映し出される腕や脚の位置がずれていることがあることは，実験参加者に伝えなかった．

続いて，トレーニングによる身体表象の変化を確認するためにポストテストを行った．ポストテストでは，HMD を装着したまま目を閉じ，あらかじめ教示した基本姿勢の状態から指定された部位を身体の正中線の前まで向けて移動させ，机や床に置くように求めた．移動の開始位置はトレーニングの初期位置から離れた位置とし，肘や膝を伸ばした状態で移動を行わせた．実験参加者が指定部位を机や床に置いた後，手の中指または足の親指が正中線から右にずれた場合を正の値，左にずれた場合を負の値として測定した．これを右腕・左腕・右脚・左脚に対して実施した．

トレーニング部位およびずれ条件の順番は参加者間でカウンターバランスが取られ，ポストテストで動かす部位の順番は無作為に決定された．ただし，各ポストテストの準備時間が長くなることを防ぐために右腕と左腕，右脚と左脚のポストテストは連続で行った．

以上の手続きを各条件 3 回ずつ行わせた．直前の条件の影響，および，身体の違和感や疲労感をなくすため



(a) 腕　　(b) 脚

図 1 実験で使用したずれ条件の様子
上：実験 1　下：実験 2

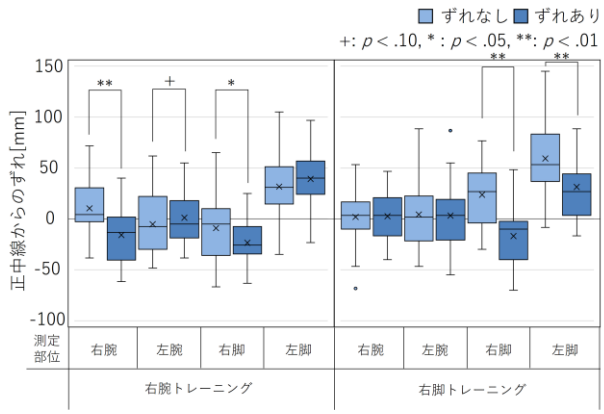


図 2 実験 1 におけるずれ条件間での行動比較

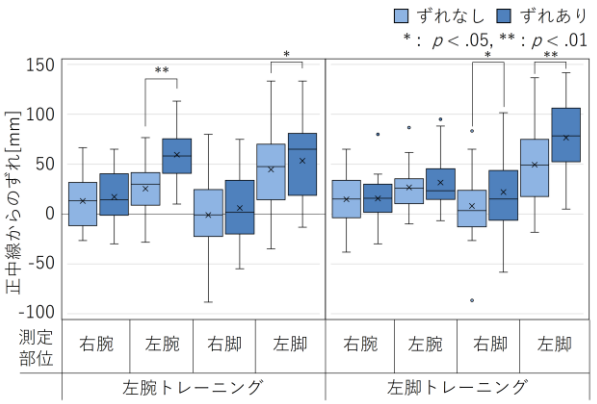


図 3 実験 2 におけるずれ条件間での行動比較

に, 条件間で 3 分間の休憩を取った. 実験終了時には, ポストテストの際に腕や脚を身体の中心に持ってくることができたかの自信度や腕, 脚の位置のずれに気が付いたかなどのコメントを聴収した.

2.1.4. 指標

本実験では, 条件ごとに 3 回ずつ行われるポストテストの各部位の正中線からのずれ量の平均をずれの値とした. そして, トレーニング部位ごとにずれ条件間での各身体部位のずれの値を比較することで, 一部位の身体表象変化による他部位への影響を確認した. 仮想モデルの位置の操作は横方向にのみであり, ポストテストでは実験参加者に肘と膝を伸ばして, 移動させたため, 前後方向の位置に関しては分析の対象としない.

トレーニングにより身体表象が右方向に変化した場合, 実験参加者の行動は左に, 身体表象が左に変化した場合, 行動は右に変化する. 例えば, 実験 1 のずれあり条件における右腕は実際の位置より右にずらして表示されている. 視覚情報に従って, 右腕の身体表象が実際の右腕の位置より右の位置へ対応付けられたとすると, 実際の右腕が正中線位置に到達したとき, 実験参加者は正中線よりも右腕が右にあると知覚してしまう. そのため, 右腕をさらに左へ動かすこととなる. したがって, 正中線からのずれは, ずれなし条件よりも, ずれあり条件においてより小さい負の値を取る. 他の四肢や実験 2 においても, 身体表象における四肢の位置とポストテストにおけるずれが同様の対応を取る.

2.2. 結果

2.2.1. 実験 1

各条件における正中線からのずれの値を図 2 に示す. Shapiro-Wilk 検定より全ての条件で正規分布することを確認した ($ps > .17$). Smirnov-Grubbs 検定を用いて外れ値を検出し, 1 名の参加者が分析対象から除外された. 対応のある t 検定を用いて, 各身体部位におけるずれ条件間の差を比較した. その結果, 右腕でトレーニングを行った場合, 右腕・右足において, ずれなし条件よりずれあり条件においてずれの値は有意に小さく, より左へと手足を置いていた (右腕: $p < .01$, 右脚 : $p < .05$). 左腕においては有意傾向を確認し, ずれなし条件よりずれあり条件において手をより右に置いていた. ($p < .10$). 左脚での条件間の差は有意ではなかった. まとめると, 右半身は行動が左側にずれ, 左腕は行動が右側にずれていた. また, 右脚でトレーニングを行った場合は, 右脚・左脚において, ずれなし条件よりずれあり条件において有意に手足を左に置いていたことが示された (右脚: $p < .01$, 左脚: $p < .01$).

以上の結果から, 右腕が実際の位置より右側に表示された状態でトレーニングを行った場合, 他部位の身体表象は左右対称に変化する可能性が示唆された. また, 右脚が実際の位置より右側に表示された状態でトレーニングを行った場合, 両脚の身体表象が右脚と同じ方向に変化した.

2.2.2. 実験 2

各条件における正中線からのずれの値を図 3 に示す. Shapiro-Wilk 検定にて一部の条件でずれの値が正規分

布していないことを確認した（$ps < .05$）．そのため，Wilcoxon の符号順位和検定を用いて，各身体部位におけるずれ条件間の差を比較した．その結果，左腕でトレーニングを行った場合，左腕・左脚において，ずれなし条件よりずれあり条件においてずれの値は有意に大きく，より右へと手足を置いていた（左腕: $p < .01$，左脚: $p < .05$）．他の部位での条件間の差は有意ではなかった（$ps > .10$）．以上のことから，左半身の行動が右側にずれたことが示された．また，左脚でトレーニングを行った場合，右脚・左脚においてずれ条件間での有意差を確認し，ずれなし条件よりずれあり条件において手足を置いた位置が右側にずれたことが示された（右脚: $p < .05$，左脚: $p < .01$）．

以上の結果から，左腕が実際の位置より左側に表示された状態でトレーニングを行った場合，左半身の身体表象のみが，ずらした方向と同じ方向に変化した．また，左脚が実際の位置より左側に表示された状態でトレーニングを行った場合，実験 1 と同様に両脚の身体表象が左脚と同じ方向に変化した．

3. 考察

本研究では，一部の身体部位の表示位置を変更した場合，他の部位の身体表象にどのような影響を及ぼすのかについて検討するために 2 つの実験を行った．

一部の部位の表示位置を変更した状態でトレーニングを行うと，トレーニングの対象とした部位だけでなく，他の部位でもその後のテストにおける行動が変化した．腕のトレーニングに関しては，右腕の表示位置を変更した実験 1 では他の部位の身体表象が左右対称に変化し，左腕の表示位置を変更した実験 2 では，左半身の身体表象のみが左方向に変化した．また，脚のトレーニングに関しては，片脚を実際の位置より外側に表示した場合，両脚の身体表象が変更した脚と同じ方向に変化した．

腕のトレーニングにおいて，実験 1 ではトレーニングを行っていない左腕にも身体表象に変化があったが，実験 2 ではトレーニングを行っていない右腕に変化が現れないという結果となった．Mostafa ら [5] の実験では，視覚運動協応の適応（visuomotor adaptation）について，課題を行い訓練した右手から未訓練の左手への伝達は確認したが，その逆は確認されなかった．そして，固有受容感覚の調整については左右関係なく訓練した手にしか生じないことが示されている．また，Kannape ら [9] によると，身体所有感に関する感覚が右脳と関連づけられていることから，左手の方が身体所有感の変化が起こりやすいとされている．これらのことから，左腕でのトレーニングは右腕の身体表象を変化させるまでには至らなかったと考えられる．今後は実験参加者の利き腕を考慮した分析も必要である．

4. 結論

本研究では，身体部位の一部の表示位置を変更した際に，他の部位の身体表象に与える影響について検討した．実際の位置より，四肢のいずれかをより外側に表示した状態でトレーニング課題を行い，その後，その部位を含めた四肢の位置の知覚のテストを行った．それぞれの身体表象は，トレーニングの部位が右腕では右半身と左腕が左右対称に，左腕では左半身が操作と同方向へ，脚では左右どちらの場合もトレーニングを通して，両足が操作と同方向へ変化することを確認した．

文献

[1] Carruthers, G., (2008) “Types of body representation and the sense of embodiment”, Consciousness and Cognition, Vol. 17, pp. 1302-1316.

[2] Botvinick, M., & Cohen, J., (1998) “Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see”, Nature, Vol. 391, No. 6669, p. 756.

[3] Warren, W. H., (1984) “Perceiving affordance: Visual guidance of stair climbing”, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, Vol. 10, No. 5, pp. 683-703.

[4] 松室美紀, 小林晶, 江波戸傑, 柴田史久, 木村朝子, (2022) “身体表象における対称的な身体部位の表象形成”， 日本認知科学会, Vol.29, No.4, pp. 575-586.

[5] Mostafa, A. A., Salomonczyk, D., Cressman, E. K., & Henriques, D. Y., (2014). “Intermanual transfer and proprioceptive recalibration following training with translated visual feedback of the hand”, Experimental Brain Research, Vol. 232, pp1639-1651.

[6] Chapman, L. J., & Chapman, J. P., (1987) “The measurement of handedness”, Brain and Cognition, Vol. 6, pp. 175-183.

[7] 北澤一樹, 勝山しおり, 新井美紀, 大瀧瑞穂, 長谷川拓実, 下田佳央莉，外里冨佐江，(2015) “メンタルローテーション課題遂行時の眼球運動の特性と利き眼との関係-アイマークレコーダーを用いた検討-”, 北関東医学, Vol. 65, No. 3, pp. 221 - 227.

[8] 鈴木真，矢野澄男，(2014) “両眼眼球運動測定による奥行き距離検出”，映像情報メディア学会冬季大会, 11-18.

[9] Kannape, O. A., Smith, E. J. T., Moseley, P., Roy, M. P. & Lenggenhager. B., (2019). “Experimentally induced limb-disownership in mixed reality”, Neuropsychologia, Vol. 124, pp. 161-170.

実物体が誘導するフランカー干渉効果は自律神経活動と関連する
Flanker Interference Effect Induced by Real Objects is Linked to Autonomic Nervous System Activation

土居裕和[1,2], 小俣貴宣[3], 栗原貴之[4], 山岸和子[3], 柏井美貴子[1,2], 植田一博[5]
Hirokazu Doi[1,2], Takanobu Omata[3], Takayuki Kurihara[4], Kazuko Yamagishi[3],
Mikiko Kashiwai[1,2], Kazuhiro Ueda[5]

[1]国士舘大学, [2]長岡技術科学大学, [3]ソニーグループ株式会社, [4]ソニー株式会社,[5]東京大学
Kokushikan University, Nagaoka University of Technology,
Sony Group Corporation, Sony Corporation, The University of Tokyo
doidoih@vos.nagaokaut.ac.jp

概要

行為者は, 実物体に働きかけ, それを操作することができる. 本研究では, このような実物体の「行為可能性 (actability)」の認知と自律神経活動との関連性を, フランカー課題と ECG 計測を併用して検証した. その結果, 呈示刺激の「行為可能性」が高い条件でのみ, 刺激物体に対する反応と自律神経活動との間に関連性がみられた. この結果は, 実物体認知と, その表象（二次元画像等）の認知には, 異なる処理過程が関与する可能性を示唆している.

キーワード：実物体, フランカー課題, 自律神経活動

1. はじめに

外界の知覚メカニズムは, 環境や実物体と身体との継続的な相互作用を通じて進化してきた[1]. したがって, 物体認知の過程を検証する上では, 実際に相互作用を行うことが可能な, 実物体を刺激として用いることが望ましい.

視知覚分野における先行研究の大半は, 物体の二次元画像を実物体の代替として用いてきた. 二次元画像の使用には, 刺激呈示・実験的統制の容易性といったメリットがあることは言うまでもない. しかし, 二次元画像は, 実物体の表象の一種に過ぎない. このため, 二次元画像が, 実物体と等価な認知・脳機能活動を誘発するか否かは, 必ずしも明らかではない[2].

行為者は, 実物体に働きかけ, それを操作することができる. このような実物体の「行為可能性 (actability)」は, 実物体とその二次元画像を隔てる最も顕著な特徴の一つである[3]. 実物体の「行為可能性」の認知に関して, Gomez ら [4]は, 実物体（実物のスプーン）とその二次元画像を刺激として用いたフランカー課題を実施し, 実物体刺激は, 二次元画像刺激に比べ, フランカー干渉効果を生じやすいことを示した. Gomez ら[4]は, 二次元画像呈示と比較して, 実物体呈示時に, その物体に対する「行為可能性」についての情報が強く活性化されるために生じたと, この結果を解釈している. 画像を呈示した場合は, 視覚的な方向情報の干渉のみが生じる. これに対し, 実物体を呈示した場合は, スプーンを把持するという行為の運動表象が活性化されると考えられる.このように, 実物体条件では, 視覚的な方向情報の干渉に加え, 運動表象の干渉が生じるため, 画像条件に比べフランカー干渉効果が大きくなるというのである.

ナイフ等, 扱い方によっては使用者が怪我をする可能性がある物体は, 操作に慎重を要する. したがって, 実物体に対する「行為可能性」は, その物体の属性により制約を受けると考えられる. この点に着目し, 本研究では, Gomez ら[4]のパラダイムを用いて, 実物体の属性が「行為可能性」の認知に与える影響を検証した.

実験では, 刺激として, Gomez ら [4]で用いられたスプーンに加え, 操作にあたり慎重を要するキッチンナイフを呈示した. スプーン・ナイフを刺激として用いた際のフランカー干渉効果を, 実物体条件・遮蔽条件・画像条件の 3 条件間で比較した. 実物体条件・画像条件では, スプーン・ナイフの実物体とその二次元画像を刺激として呈示した. 遮蔽条件では, 実物体を刺激として呈示すると同時に, 刺激と実験参加者との間に透明なアクリル板を配置した. これにより, 視覚的な“見え”を実物体条件の場合とほぼ同一に保ちつつ,「行為可能性」の有無がフランカー効果を及ぼす効果を検証した.

慎重を要する物体の操作, とりわけ, 扱いを間違えると怪我をする可能性がある物体の操作に際しては, リスクを負いながら巧緻な身体運動制御を行うため, 覚醒度が高まると予想される. そこで, 課題遂行中の被験者の心拍変動解析を行い, 交感神経活動を反映して変動する LF/HF を定量化した[5]. 各条件におけるフランカー干渉効果と LF/HF との関連性を分析することで,「行為可能性」の認知と自律神経活動との関連性を

分析した.

スプーンに比べ, ナイフを操作する場合は, より精緻な運動制御を必要とするため, 運動表象が強く活性化されると考えられる. また, 「行為可能性」が高い実物条件では, 他の二条件に比べ, 運動表象の不一致に由来するフランカー干渉効果が生じやすい[4]. このため, 実物体条件においては, スプーン条件に比べナイフ条件で 大きなフランカー干渉効果が生じるが, 遮蔽条件・画像条件ではフランカー干渉効果における物体の種類の効果はみられないと予想した（仮説①）.

一方, 物体に対して危険を感じ, 緊張が高まっている状態では, 運動表象が活性化されやすく, フランカー干渉効果が大きくなると考えられる. これに基づき, 各条件におけるフランカー干渉効果の大きさと, 交感神経活動を反映する LF/HF との間には正の相関があると予想した（仮説②）.

2. 方法

2.1. 実験参加者

右手利きの健常成人 25 名（女性 15 名 ; 平均年齢 45.7 歳）が研究に参加した. 書面でインフォームド・コンセントを得たのちに研究に参加してもらった. 本研究の内容は, 国士舘大学理工学部倫理委員会（R1-002 修正）およびソニー生命倫理委員会（管理番号 22-F-0016）の承認を受けた.

2.2. 刺激

実物体・遮蔽条件では, 大きさやデザインが著しく異ならないよう考慮し, MEARK 社製・カトラリーセットに含まれるスプーンとキッチンナイフを刺激として用いた. 下に述べる画像条件の刺激作成時に金属表面への映り込みが生じないよう, スプーン・キッチンナイフの表面につや消しスプレーを塗布したうえで使用した.

厚さ 3mm のアクリル板に非反射シート（黒）をたるまないように貼り付け, その上に 3 本のスプーン, もしくはナイフのいずれかを等間隔（4.5cm）で接着した. 3 本のスプーンもしくはナイフの内, 中央の 1 本がターゲット, 残りの 2 本がディストラクターである. ターゲットの向きは, 左右のいずれかである. 一致条件では, ターゲットとディストラクターが同じ方向を向いていた. これに対し, 不一致条件では, ターゲットとディストラクターの向きが逆になっていた. 一致条件と不一致条件の刺激例を図 1 に示す.

図 1　一致条件（左）と不一致条件（右）の刺激例

画像条件では, 実物体条件の各刺激の写真を, 実験参加者の目線の高さから撮影した. 実物体条件の刺激の“見え”を出来るだけ忠実に再現するため, プロカメラマンが実物体条件の刺激を撮影し, 色調整を行った.

2.3. 手続き

実験参加者は, ECG 計測用のディスポ電極とヘッドホンを装着し, あご台で頭部を固定した状態で, 液晶シャッターゴーグル PLATO を通して刺激を観察した. 実験の様子を図 2 に示す. この状態で, フランカー課題と, 課題遂行中の ECG 計測を実施した. フランカー課題終了後には, 刺激に対する主観評価, 質問紙による背景情報の収集等を実施した.

2.3.1. フランカー課題

各トライアル開始時には, 液晶シャッターにより視野が遮蔽されていた. この状態で, 10 秒間ホワイトノイズが流れた後, 「持ち手の向きを回答してください」という合成音声(約 3.5 秒)による教示の直後に液晶シャッターが透明になり刺激が見える状態になった. 実験参加者には, 出来るだけ素早くターゲットの持ち手の向きを, 右手に把持したマウスにより, 右クリック, もしくは左クリックを通じて回答させた. 実験参加者がクリックするか, もしくは, 液晶シャッターゴーグルが透明になった後 1 秒が経過すると, 液晶シャッターゴーグルが遮蔽され, 次のトライアルに進んだ.

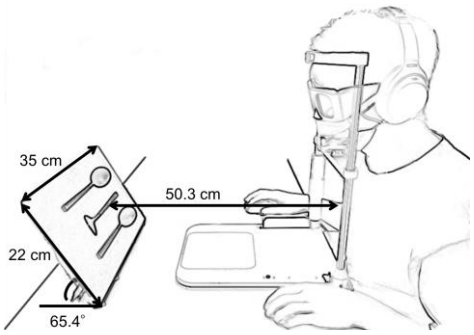


図２　フランカー課題遂行中の様子

実物体条件では, 実験参加者から約 50.3cm の距離に角度をつけて配置したディスプレイを支持台として, スプーン, もしくはナイフを貼り付けた実物体刺激を呈示した（図 2）.トライアル間の液晶シャッターゴーグル遮蔽時に, 実験者が, 実物体刺激を手動で入れ替えた.

遮蔽条件では, 実物刺激と実験参加者との間に, 透明なアクリル板を設置した. 画像条件においては, IO-DATA 社製・15.6 インチのディスプレイに各条件の刺激画像を呈示した. 画像刺激の大きさは, 実物体と同じになるよう調整した.

呈示条件(3; 実物体条件, 画像条件, 遮蔽条件) x 物体(2; スプーン, ナイフ) = 6 条件を, 休憩を挟んで 1 ブロックずつ実施した. 各ブロックでは 40 トライアルを実施した. 各ブロックの所要時間は約 10 分だった.

2.3.2. ECG 計測

無線型生体計測装置(Biosignal Plux)を用いて, 3 点誘導により ECG を 16bit, 1kHz で計測した. 陽極を右鎖骨上, 陰極をわき腹, 基準電極を左鎖骨上にサージカルテープで固定した. 刺激呈示用 PC と接続した Arduino UNO から出力した電圧信号を, カスタムメイドのトリガーデバイスを用いて生体計測装置に入力し, 刺激と ECG 信号との同期を取った.

2.3.3. 分析

すべての条件で行動データを収集できた23名のデータを分析対象とした. 各条件における正解トライアルの反応時間データから, 2SD を基準として外れ値を除外した. その後, 下式にしたがって, 各条件におけるフランカー干渉効果を定量化した.

$$Interference = \frac{RT_{incong} - RT_{cong}}{RT_{incong} + RT_{cong}} \times 100$$

RT_{incong}: 不一致条件の平均 RT

RT_{cong}: 一致条件の平均 RT

すべての条件で ECG 信号を計測できた 19 名を対象に ECG 解析を行った. 各ブロックの開始後 30 秒から 9 分 30 秒までの ECG データを切り出し, 0.5-100Hz のバンドパスフィルターをかけた後, R 波を検出した[5]. 目視および適応的なカットオフ値により, R 波の誤検出をクリーニングした上で, 心拍変動解析により各ブロックにおける LF/HF を高速フーリエ変換により計算した. LF の周波数帯域は 0.04-0.15Hz, HF の周波数帯域は 0.15-0.4Hz に設定した.

統計分析では, フランカー干渉効果と LF/HF の条件間差を, 呈示条件(3) x 物体(2)の二元配置分散分析により, 有意水準を 5%に設定して検定した. また, 条件ごとに, フランカー干渉効果と LF/HF との相関分析を行った.

3. 結果

各条件におけるフランカー干渉効果を図 3 に示す. 分散分析の結果, 仮説①に反して, スプーン条件において, ナイフ条件よりも有意に大きなフランカー干渉効果がみられた ($F_{1, 22} = 5.85$, $p = 0.024$, $\eta_p^2 = 0.21$). 呈示条件の主効果と, 物体条件 x 呈示条件の交互作用は有意ではなかった.

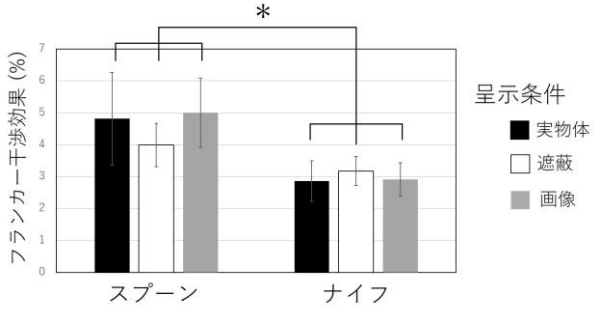


図３　各条件におけるフランカー干渉効果. エラーバーは標準誤差を表す. *p<.05.

各条件における LF/HF を図 4 に示す. ナイフ操作時にスプーン操作時よりもより高い緊張を感じるという予想に反し, 分散分析の結果, スプーン条件において, ナイフ条件よりも有意に大きな LF/HF が観察された($F_{1, 18} = 4.98$, $p = 0.039$, $\eta_p^2 = 0.22$). 呈示条件の主効果と, 物

体条件 x 呈示条件の交互作用は有意ではなかった.

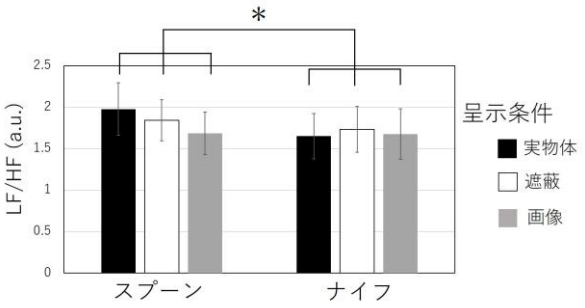


図４　各条件における LF/HF.
エラーバーは標準誤差を表す. *p<.05.

各条件におけるフランカー干渉効果と LF/HF との無相関検定を行った. 探索的分析であるため, 有意水準の補正は行わなかった. その結果, スプーン実物呈示条件でのみ, 両変数間に有意な相関がみられた. スプーン実物体条件とナイフ実物体条件の散布図と回帰直線を図5に示す. 仮説②に反して, 他の条件では有意な相関はみられなかった.

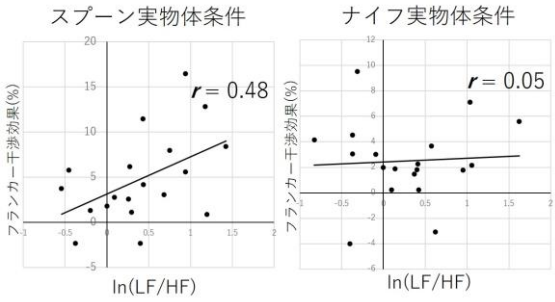


図５　実物体条件におけるフランカー干渉効果と LF/HF の散布図と回帰直線

4.　議論

本研究では, フランカー課題を用いて, 実物体の属性が, 実物体への「行為可能性」の認知に与える影響を検証した. その結果, フランカー干渉効果と LF/HF は共にスプーン呈示時に, ナイフ呈示時よりも大きくなった. また, スプーン実物体呈示時には, フランカー干渉効果と LF/HF との相関が認められた.

フランカー課題では, 仮説①で想定していたような呈示条件の効果は見出されなかった. その一方, スプーン実物体条件のみで, LF/HF とフランカー干渉効果の間に正の相関が見出された. 遮蔽条件・画像条件では, 物体の種類に関わらず, このような相関は見出されなかった. この知見は, 「行為可能性」が高い実物体の認知過程が, 自律神経活動と関連している一方で, 「行為可能性」が低い環境下では, 物体認知と自律神経活動とのカップリングが生じにくい可能性を示唆している. これを踏まえると, 実物体認知と, その表象（二次元画像等）の認知には, 異なる処理過程が関与する可能性が考えられる.

自律神経活動の中枢である扁桃体は, 意識下の刺激に反応することで, 迅速な適応的応答を実現している [6]. これと本研究の知見を踏まえると, 実物体とその表象（実物体の二次元画像等）に対する反応の違いが最も鮮明に現れるのは, 意識下処理においてであると予想される. 実物体の意識下呈示法と自律神経活動計測を併用することで, 実物体認知に関する新知見が明らかになることが期待される.

交感神経の指標となる LF/HF は, 予想に反してスプーン実物体条件でナイフ実物体条件よりも大きくなった. また, フランカー干渉効果は, ナイフよりもスプーンで大きくなった. これらはいずれも, 仮説に反する結果である. また, フランカー干渉効果と LF/HF との相関もナイフ実物体条件では認められなかった. これらの原因は判然としないが, 実験で用いたナイフ刺激が, 日常生活で用いられるキッチンナイフだったことが, 結果に影響している可能性がある. 今後の研究では, より明確に危険性を感じさせるアーミーナイフ等を刺激として用い, 呈示する物体の知覚的特徴（大きさ等）をより厳密に統制する必要があると考えられる.

文献

[1] Gibson, J.J. (1954) “A theory of pictorial perception.” Audiov. Commun. Rev. Vol. 2, pp. 3–23
[2] Cisek, P. and Kalaska, J.F. (2010) “Neural mechanisms for interacting with a world full of action choices.” Annual. Rev. Neuroscience. Vol. 33, pp. 269–298.
[3] Snow, J. C. & Culham, J. C. (2021). “The treachery of images: How realism influences brain and behavior.” TiCS, Vol. 25, No.6, pp. 506-519.
[4] Gomez, M.A., Skiba, R.M., Snow, J.C. (2018). “Graspable Objects Grab Attention More Than Images Do.” Psychol Sci. Vol. 29, No. 2, pp. 206-218.
[5] Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. (1996) ‘Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use.’, Eur Heart J, Vol. 17, No. 3, pp. 354–81.
[6] Šimić, G., Tkalčić, M., Vukić, V., Mulc, D., Španić, E., Šagud, M., Olucha-Bordonau, F.E., Vukšić, M.R., Hof, P. (2021). “Understanding Emotions: Origins and Roles of the Amygdala.” Biomolecules. Vol. 11, No. 6, art.no. 823.

月経前症候群における ストレスが及ぼす自律神経活動と感情への影響 ～月経前症候群を有する女性と健常な女性を比較して～

Influences of stress on autonomic nerve activity and emotions in premenstrual syndrome - Comparison women with premenstrual syndrome and healthy women-

鈴木友美子†、大平英樹†
Yumiko Suzuki、Hideki Ohira

†名古屋大学 大学院情報学研究科
Nagoya University Graduate School of Informatics
suzuki.yumiko.e8@s.mail.nagoya-u.ac.jp

概要

月経前症候群 (PMS) は、月経前の黄体期特異的に、イライラ、憂うつといった精神諸症状や、特定の身体症状を有することが特徴である。発症率は全女性の 50%以上に及び、ストレスが PMS の増悪因子の１つであると考えられているが、今以ってその作用機序は不明である。よって、性ホルモン血中濃度の生化学的研究からは、PMS における明らかな異常所見を見出すことは難しい。

一方、PMS と自律神経系との関連を検討した研究では、重度の PMS 症状を発症した女性の心拍変動が、減衰することなどが示唆されている。上述の通り、異常所見がないにも関わらず、特定の時期に不快症状を自覚することや、先行研究で示唆された自律神経系との関連より、心拍や内臓状態などのあらゆる内的状態の情報処理に問題が生じていると考えた。そのため自律神経系の活動と内受容感覚との関連を明らかにすることを、１つ目の目的とした。

ここで、ストレスは PMS の増悪因子であり、ストレス応答の過程で、視床下部−交感神経−副腎髄質系により交感神経の興奮を引き起こす。よって、ストレスによる自律神経系への影響と主観的感情との関連を検証することで、ストレスによる内的状態の変化が、感情に与える影響を明らかにすることを、２つ目の目的とした。

キーワード：**Heart Rate Variability、Premenstrual syndrome、Stress、Emotion**

1. はじめに

内分泌ホルモンの1つである性ホルモンは、神経伝達物質のシナプス伝達を促進し、感情と認知を制御する。性ホルモンの変動によって引き起こされる月経現象は、周期的に繰り返され、生涯にわたり 450 回にも及ぶ。80%もの女性が、黄体期(以下、月経前のイライラ期)に不快症状を経験することからも、女性の生活の質(QOL)への影響は大きい。この不快症状が日常生活にまで影響する状態を、「月経前症候群(以下、PMS)」と呼び、イライラ、憂うつといった精神諸症状や特有の身体症状を有することが、知られている[1]。このため、PMS に関する研究では、心理学の領域では、主観的な感情の変化を伴う研究が多く行われてきたが[2]、臨床医学においてはその作用機序は現在も不明なままである。PMS を有する女性と健常な女性を比較し、月経関連ホルモンの濃度を検証した研究では、両者に差が見られないことが示された[3]。このため、末梢の性ホルモン血中濃度の研究からは、PMS における明らかな異常所見を見出すことは難しい。一方、PMSと心拍変動の関連を示した研究では、月経１週間前において、重度の PMS 症状を発症した女性の心拍変動が減衰し、自律神経活動様態がその症状に関与していることが示された[4]。

自律神経は、交感神経と副交感神経の２つの神経系で構成され、それらは対立または相乗・協調して作用している。意図的にはコントロールできない不随意な神経系であるため、この機能を常時自覚することはない。しかし、ストレス負荷によるストレス応答の結果、体内の内部環境の変化により、心の状態にも影響を及ぼすと考えられている。感情と密接に関連する心拍変動は、心拍のゆらぎであり、心拍数が変動することによって生じる R−R 間隔の経時的変化である[5]。健常な状態では、血圧などの変動を最小限にして内部環境を一定に保つため、心拍変動が多く見られるが、精神的並びに、身体的ストレス下の状態では、心拍変動が減少する。これらのことから、心拍変動は自律神経活動の指標であり、健康のバロメーターと考えられる。ここで、心拍や内臓状態などのあらゆる内的情報は、内受容感覚により認識される。内受容感覚は、体内のホメオスタシスの維持や、アロスタシスの誘発をもたらし、触覚などの外部環境とともに感情を制御する。内受容感覚が正確であると、自身の心拍を正しく認識する。そのため、心拍変動がもたらす身体感覚に対し、精緻な理解が起こる。先行研究からも、感情は内受容感覚の変化に基づくものであり、身体症状を認識する過程での予測誤差により生じ得ることが示唆されている[6]。

PMSと自律神経系に対する内受容感覚との関連

ここで、月経は、内臓感覚である。また、内分泌系の性ホルモンの変動により引き起こされる、内的変化でもある。このことから、月経前のイライラ期の諸症状は、月経がもたらす内的な状態、並びにその変化を、特異的に認識することで誘発されると考えた。

本研究では、自身が有する自律神経系の身体内部モデルに対し、月経前のイライラ期の状態をどの程度正確に認識するかを検証することで、予測誤差がもたらす感情への影響を明らかにすることを1つめの目的とした。

ストレス下における、PMS を有する女性の自律神経系への影響

PMS の増悪因子の1つにストレスがある。平常時は保たれているホメオスタシスが、ストレスにより副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモン(以下、CRH)が脳内で分泌、GnRH(性腺刺激ホルモン放出ホルモン)を抑制し、結果、月経関連のホルモンの産生を抑制する。このように、ストレスと性ホルモンは密接に関わり合い、月経の不快症状を増悪する。一方、自律神経系はストレスの影響を多分に受けることがこれまでの研究で示されている。ストレスにより、自律神経系において、交感神経の活動が優位になり、血圧や心拍数、血糖値が上昇する。実験室実験では、他者からの評価といった社会的な脅威によりストレスが誘発され、ストレス応答が心理的ならびに生理的に起こることが、繰り返し示されてきた[7]

本研究では、ストレスによる自律神経系への影響と主観的感情との関連を検証することで、ストレスによる内的状態の変化が感情に与える影響を明らかにすることを2つ目の目的とした。

2. 方法

＊本発表は、一連の実験における、心拍に関連した結果の発表となる。

参加者

18 歳から 34 歳までの女性

年齢:19-34 歳、mean=22.3 歳、平均月経周期:31.9 日、PMS 該当参加者(以下、PMS 群)21 人、PMS 非該当参加者(以下、not PMS 群)63 人)

実験実施日

実験時に、黄体後期(月経前のイライラ期)に該当する女性(PMS 該当参加者 21 人、PMS 非該当参加者 63 人)に、ストレスを誘導した。実験参加者は、その前後とストレス誘導 1 時間後に一連の課題に取り組んだ。

黄体後期(月経前のイライラ期)の推定方法:薬剤師の指導のもと、尿中の黄体形成ホルモン(Luteinizing Hormone)の LH サージを捉え、黄体後期を推定し、実験を行った。別日、実験後の月経開始日を確認し、黄体後期を確定した。黄体後期は PMS 症状の発症時期であり、月経前の1週間と定義されている。

名古屋大学の倫理審査で承認された手続きに基づいて実験の概要を説明し、参加者から実験参加の同意書の記入を得た上で、実験を実施した。実験後には、デフリーディングを行なった。

トリーアの社会ストレステスト(Trier Social Stress Test 以下、TSST)

ビデオカメラを設置し、審査者の前でスピーチを行うことを求める。社会的ストレスの誘導において信頼性が担保されたプロトコルである[8]。スピーチでは、自身のことを上手に紹介することを求めた。5 分間のスピーチ準備ブロック、5 分間のスピーチブロック、5 分間の計算課題ブロックで構成されている。

質問紙

実験期間中の主観的ストレス尺度として、0%(まったくストレスを感じない)から 100%(非常にストレスを感じる)とした Visual Analogue Scale(VAS) と、PANAS(The Positive and Negative Affect schedule)日本語版への回答を求めた。

内受容感覚の正確さの測定

脈拍などの外的手がかりなしに、自身の本当に感じる心拍を数える課題を行った。実験参加者は、25 秒間、35 秒間、45 秒間の 3 ブロックにおいて、自身の本当に感じた心拍を数え、その回数を回答した。心電図の R 波から求めた各区間の実際の心拍数と、実験参加者が回答した心拍数とのずれの絶対値を実際の心拍数で割り、1 からこの値を減じた。1 に近いほど正確なカウントとなり、それぞれのブロックで求めたこの値の平均を心拍カウント課題成績とした[9]。

心拍変動解析

心拍変動である心拍数の周期性変動を、心電図の RR 間隔を解析することによって周期性を検出し解析を行った。交感神経の活動指標として Low Frequency/ High Frequency (以下、LF/HF) (m^2)、副交感神経の活動指標として High Frequency (以下、HF) (m^2)、自律神経全体の活動指標として Total Power (m^2)を用いた。

手続き

入室後、7 分間安静にし、1 回目の質問紙の回答と心拍を計測し、一連の課題を行った(ストレス誘導前)。その後、TSST により社会的ストレスの誘導を行った。TSST 直後に、2 回目の質問紙の回答と唾液の採取、ならびに一連の課題を行なった(ストレス誘導後)。TSST20 分後は、質問紙の回答と

唾液の採取のみ行い(ストレス誘導 20 分後)、TSST60 分後に 4 回目の質問紙の回答と唾液の採取、ならびに一連の課題を行なった(ストレス誘導 60 分後)。

図 1.実験室実験全体の流れ

3. 結果

TSST による心理的変化を知るため、主観的ストレスレベルならびにポジティブ感情・ネガティブ感情(Positive and Negative Affect Schodule を使用)を、ストレス誘導の前ならびに、ストレス誘導直後、20 分後、60 分後の 4 点で計測し、PMS 群と not PMS 群において比較した。

主観的ストレスレベルの変化(発表済みデータ)

PMS 群と not PMS 群の群間と、ストレス誘導による時系列の間において、交互作用に有意傾向がみられ($F(3,240)=2.320$, $p=0.083$)+、PMS 群が not PMS 群に比べ有意に高く($F(1,28)=11.109$, $p<0.00$) **、TSST 直後のストレスが最も高い($F(3,240)= 87.496$, $p<0.000$) **結果となった。このことから、TSST によるストレス誘導が行われたと考えられる。

ポジティブ感情の変化(発表済みデータ)

ストレス前からストレス1時間後にかけ、次第に減少する結果となった($F(3,237)= 31.111$, $p<0.000$) **。交互作用はみられず、両群の差は有意ではなかった($F(1,79)=0.227$, $p=0.634$)。

ネガティブ感情の変化(発表済みデータ)

PMS 群が not PMS 群に比べ有意に高く($F(1,78)= 16.182$, $p<0.000$) **、TSST 直後のストレスが最も高い($F(3,234)= 87.743$, $p<0.000$) **結果となった。交互作用はみられなかた。

心拍カウント課題の結果(発表済みデータ)

内受容感覚の正確さを知るため、心拍カウント課題を行ったところ、PMS 群が not PMS 群に比べ有意に高く($F(1,77)= 4.704$, $p<0.05$) *、回数を重ねるごとにスコアも高くなった($F(2,154)=10.987$, $p<0.000$) **。交互作用はみられなかた。

ストレス誘導による自律神経活動への影響

LF/HF (m^2)

交感神経の活動指標である LF/HF(m^2)は、PMS 群と not PMS 群に差はみられず、ストレス誘導による時系列の間にも差はなかった。また、交互作用もなかった。

HF (m^2)

副交感神経の活動指標である HF(m^2)は、PMS 群と not PMS 群の群間と、ストレス誘導による時系列の間に、交互作用が見られ($F(2, 136)= 4.692$, $p<0.05$) *、PMS 群が not PMS 群に比べ有意に高く($F(1,68)= 9.582$, $p<0.00$) **、ストレス前からストレス1時間後にかけ次第に増加した($F(2,136)= 14.615$, $p<0.000$) **。

図 2:HF(m^2)

Total Power(m^2)

自律神経全体の活動指標であり、HF と LH の総和である Total Power(m^2)は、PMS 群と not PMS 群の群間と、ストレス誘導による時系列の間に、交互作用がみられ($F(2, 136)= 5.043$, $p<0.00$) **、PMS 群が not PMS 群に比べ有意に高く($F(1,68)= 4.107$, $p<0.05$) *、ストレス前からストレス1時間後にかけ次第に増加した($F(2,136)= 18.295$, $p<0.000$) **。

図 3:Total Power(m2)

ストレス誘導による自律神経活動と PMS スコアとの関連

ストレス前と 60 分後における Total Power(m^2)の変化と主観的ストレスの変化ならびにその交互作用を説明変数、PMS スコアを目的変数として、階層的重回帰分析を行った結果、交互作用がみられた($R^2= 0.102$, $b= -0.001$, $SE= 0.000$, $\beta = -0.259$, $t(65)= -2.019$, $p=0.480$) * 。Total Power(m^2)の変化が小さい群では、主観的ストレスの変化による効果はみられなかったが、Total Power(m^2)の変化が大きい群では、主観的ストレスの変化の大きさが PMS のレベルを表すスコアを予測していた($b= -2.520$, $SE= -0.419$, $t(65)= -2.653$, $p< 0.010$) 。

図 4:自律神経活動と PMS スコアとの関連

4. 考察

PMS 群と not PMS 群を比較すると、心拍数や交感神経の活動量に有意な差がなかった。一方、自律神経全体の活動と副交感神経活動は、PMS 群が not PMS 群に比べ、大きな値を示し、ストレスの前から後にかけ次第に増加した。両活動は交互作用もみられた。先行研究では、TSST 後に、バーチャル自然環境の中で自然の音に触れ、副交感神経が大きく活性化したことが示唆されたが、本研究では、ストレス誘導後に行った一連の課題の中で、ストレスからの回復が生じた可能性がある[11]。一方、ストレスの誘導操作が終わった安堵感に対する身体反応が、後の回復反応を助け、PMS 群において、より顕著な副交感神経の活性化につながったのかもしれない。自律神経全体の活動指標である Total Power(m^2) も、交感神経活動に両群の差がなかったため、同じように増加したと考えられる。

ストレス誘導による自律神経活動と PMS スコアとの関連では、ストレス誘導の直後ではなく 60 分後の変化において、図 4 の結果がみられた。ここで、ストレス 60 分後は回復期と考えられ、ストレスに応答した身体内部がストレス前の状態にもどる時期である。一方で、PMS を有する女性は、ストレスが負荷された時に、健常な女性とは異なる身体の応答が起こり得る[12]。本研究の結果、自律神経全体の活動が大きい場合、

主観的ストレスの高さと PMS のスコアが逆相関となることが示唆された。このことは、PMS のスコアが高くなるほど、自身の主観的な感情と身体の状態が異なることを示している。よって、PMS 群と not PMS 群において、主観的ストレスやネガティブな感情の感じ方にも違いがみられた可能性がある。

一方、内受容感覚は、PMS 群の方が not PMS 群に比べ正確であることが、本研究で示唆された。PMS を有する女性は、自律神経系（HF(m^2), Total Power(m^2)）をはじめとした自身の内的情報を、より正確に把握しすぎるが故に、強い感情経験を得ている可能性があり、一方で、PMS の症状の重さは、精神と身体の状態が不一致である傾向が大きいほど、不快感を強く感じている可能性がある。

Limitation

- 実験参加者が当大学の学部生ならびに大学院生、科目等履修生に限られている点
- 統計的検定におけるサンプルサイズが不十分な点
- PMS 群と not PMS 群のサンプルサイズに偏りがある点
- 実験参加者の性サイクルを厳密に統制しきれていない点
- COVID-19 による社会的影響のもとの実験であった点

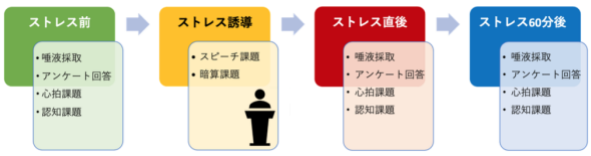


図1：実験室実験の全体の流れ

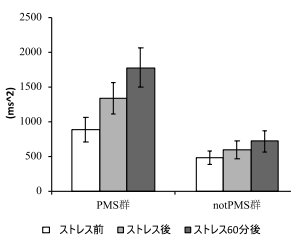


図 2：HF(m2)

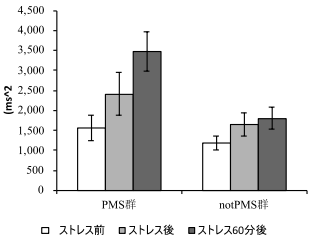


図 3：Total Power(m^2)

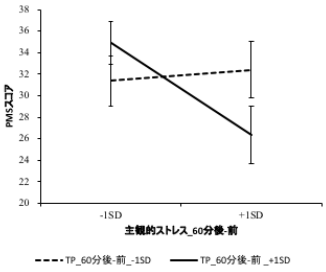


図 4：自律神経活動と PMS スコアとの関連

5. 参照文献

[1] 大坪 天平, (2018)“精神科からみた PMS/ PMDD の病態と治療”, 女性心身医学 J Jp Soc Psychosom Obstet Gynecol Vol. 22, No. 3, pp. 258-26,

[2] Bäckström T, Bixo M, Johansson M, et al. “Allopregnanolone and mood disorders.” Prog Neurobiol. 2014;113:88-94.

[3] Reed, S et al., “Changes in mood, cognitive performance and appetite in the late luteal and follicular phases of the menstrual cycle in women with and without PMDD (premenstrual dysphoric disorder).” Hormones and Behavior 2008:185-193

[4] Tamaki Matsurnoto et.al “Altered autonomie nervous system activity as a potential etiological factor of premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder.” BiollSychoSociat Medicine, 2007: 1(24)

[5] Akselrod et al,” Power Spectrum Analysis of Heart Rate Fluctuation: A Quantitative Probe of Beat-to-Beat Cardiovascular Control” 1981: Vol 213, Issue 4504

[6] Hugo D Critchley, Sarah N Garfinkel.,” Interoception and emotion” Current Opinion in Psychology 2017:Volume 17

[7] Hideki Ohira. (2017). “Predictive coding, interoception, and affect.” エモーション・スタデ ィーズ, *3*(1), 2–12.

[8] Dickerson, S. S., & Kemeny, M. E. (2004). “Acute stressors and cortisol responses: A theoretical integration and synthesis of laboratory research.” Psychological Bulletin, 130(3), 355–391.

[9] Kirschbaum, C., Pirke, K. M., & Hellhammer, D. H.(1993). “The ‘Trier social stress test’ - A tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting.” Neuropsychobiology, 28(1–2), 76–81.

[10] Schandry et al.,” Heart Beat Perception and Emotional Experience” Psychophysiology 1981: Volume18, Issue4

[11] Matilda Annerstedt et al.,(2018)” Inducing physiological stress recovery with sounds of nature in a virtual reality forest — Results from a pilot study ” Physiology & Behavior 118 (2013) 240–250

[12] Yamei Huang et al.,(2015)” Premenstrual syndrome is associated with blunted cortisol reactivity to the TSST” Stress Vol 18,160-168

“新参者”によって多数派の規範が書き換わるとき
When "newcomers" rewrite the norms of the majority

山縣 芽生[†]，高橋 英之[‡]
Mei Yamagata, Hideyuki Takahashi
[†]同志社大学，[‡]国際電気通信基礎技術研究所
Doshisha University, ATR
yamagatamei7@gmail.com

概要
本研究では，既存コミュニティの構成員とコミュニティへの新参者の間で，それぞれがそれまでに有してきた異なる規範が同化していく過程を明らかにするため，このような状況を単純化したコンピュータ上で bot と行う課題を作成し，予備的な実験を行った。その結果，この課題を用いることで，既存コミュニティの構成員と新参者の規範が同化していく過程とその多様性が定量的に分析できることが示唆された。

キーワード：規範の同化，新参者，点推定課題

1. はじめに

都市部から地方への移住や新しい会社への入社などにおいて，新参者が既存コミュニティ内で元々存在するルールやしきたり（規範）への同化を一方的に強いられる状況は多い。しかし，このような既存の硬いコミュニティと新参者との一方通行な関係は，既存コミュニティのムラ社会化（発展の鈍化）を招くリスクがある。したがって，新参者と既存コミュニティとの間で，新しい規範が双方向的に生まれるという，規範の「統合」[1] を促すコミュニティをつくる必要がある。

一方，実際のコミュニティにおける人間関係は，複雑で様々な要因が関与しているため，研究を行うことが難しい。そこで，まずは新参者の規範が既存コミュニティの規範へと同化していく現象のメカニズムを，単純な実験状況で確認する必要がある。

そこで本研究では，規範を持つ既存コミュニティに新参者が同化していく現象の観測を目的に，bot を用いた実験課題を作成し，課題の妥当性を予備的に検証した。

本研究では，Selif（1935）で確立された規範形成の実験 [2] をベースとした Kuroda et al.,（2023）の点推定課題 [3] を用いて，実験パラダイムを試作した。先行研究 [2][3] は，規範が形成される過程に注目するが，本研究では，規範が形成される過程だけでなく，その後，新規参入者が同化していく過程にまで注目する。

2. 方法

実験は，PC を用いた点推定課題を実施した。点推定とは，短時間提示される点描の点の個数を数える課題で，多めに数えるか，少なめに数えるか，の推定傾向によって規範を定量的に扱うことが可能である。

本課題では，2 名のコミュニティ構成員，1 名の新参者が存在する。参加者は，コミュニティ構成員役の 1 名であり，それ以外の 2 名の役割はコンピュータ制御の bot を用いた。

構成員 bot は少なめ（正答の値よりも-10）に点の数を推定する傾向を，新参者 bot は多め（正答の値よりも+20）に点の数を推定する傾向を初期値とした。そして構成員 bot と新参者 bot は参加者に緩やかに追従しながら推定値に対する信念状態を変えるアルゴリズムを先行研究 [3]をベースに実装した。

これらの bot と課題を行う場合，参加者が新参者 bot に行動を合わせない限り，最終的には新参者 bot が既存コミュニティの規範に追従することになる。つまり，本課題は，規範の統合に必要な相互作用として，コミュニティ構成員である参加者がどれだけ新参者の点推定の傾向に追従できるかを評価の主軸に置いた。

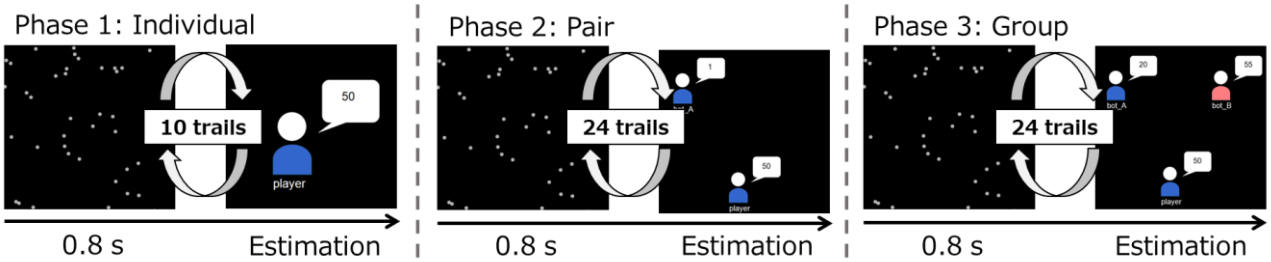


図 1 実験の流れ

【課題の手続き】

本課題では下記の一連の流れを複数試行実施した。

①点描の提示:ランダムな点描を 0.8 秒間提示した。点の数は，参加者内・参加者間でランダム化した。

②点描の数の回答:数値スライダーを提示し，推定した点の数をスライダーで調整して回答するよう求めた。制限時間は設けなかった。

③回答値の提示:参加者が先ほど推定した値と bot が推定した値を 5 秒間提示した。なお，課題の試行間には，固定十字を 2 秒提示した。参加者には点描の正答の値を教示しなかった。

本課題は 3 つのフェーズから構成された。フェーズ 1 では，練習試行として参加者が 1 名で点推定を 9 試行行った。フェーズ 2 では，既存コミュニティの規範形成の段階として参加者と構成員 bot が一対一で 25 試行，フェーズ 3 では，規範の同化の段階として新参者 bot が参入して 24 試行を行った（図 1)。

参加者にはフェーズ 2 とフェーズ 3 にて bot が新たに参入すること，bot のアルゴリズムは，これまでに実験に参加した参加者の回答データを基にプログラムされていることを教示した。

3. 結果

本稿では，予備的に収集した 4 名のデータを報告する。まず，提示した点描の正答の値を 0 とし，それに対する参加者の推定値，構成員 bot（bot1）の推定値，新参者 bot（bot2）の推定値，それぞれの逸脱度を時系列的に図示した（図 2)。ただし bot の推定値は，bot の回答の実測値ではなく，内的に有している信念状態（正答からのバイアス量）を提示している。

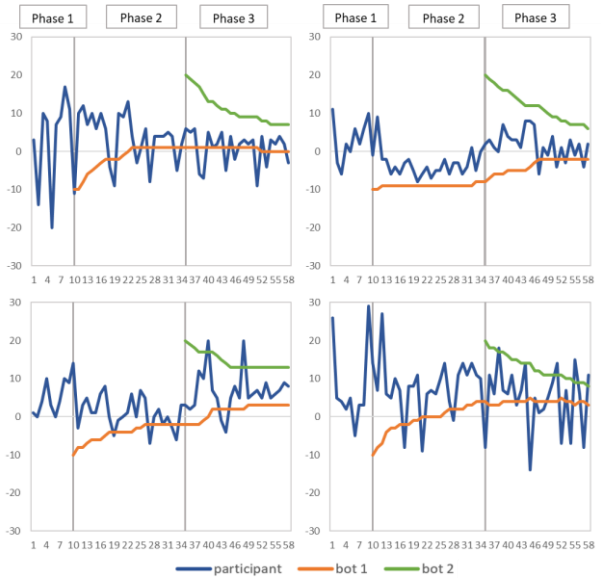


図 2. 各参加者の点推定の逸脱度の時系列推移

この予備的な検討の結果，構成員 bot と共に点推定を行うフェーズ 2 では推定値が近づく参加者がいた（図 2 左下・右上)。さらに，新参者 bot が参入したフェーズ 3 以降でもそれが維持されており，新参者 bot が参加者らに緩やかに同化していく様子が見られた（図 2 左上，右上，右下)。一方で，bot が現れる度に影響を受ける参加者もいた（図 2 左下)。

4. 考察

本研究では，新参者の規範が既存コミュニティの規範へと同化していく現象のメカニズムを検証するために，先行研究 [3] の点推定課題をベースとした実験課題を作成，その妥当性を検証した。

本研究では，参加者に心理操作を行わない場合，新参者 bot が参入するフェーズ 3 において，参加者はフェーズ 2 での推定傾向を維持したままであり，コミュニティに対する新参者 bot の同化が生じると予想していた。予備実験の結果，予想通り，新参者 bot の同化が生じた参加者もいたが，新参者に影響を受けやすい参加者もいた。

本研究では構成員役と新参者役がコンピュータ制御の bot であったため，参加者が構成員 bot をどの程度，内集団だと見なすことができていたかは不明である。しかし，単純な実験課題であっても同化現象を示唆する推移が観察されたことは，これまでのコミュニティ研究に対して新たな観点を与えるものである。現実社会での規範は，その集団・土地の歴史や文化といった質的な違いがあり厳密には検証対象とするには困難である。本研究では，単純な実験課題を作成し，仮想的な規範を形成させることで，この問題を解決し，より一般化可能な議論を目指した。将来的には，この実験をもとに，新参者と既存コミュニティとの間で，新しい規範が双方向的に生まれる過程を明らかにしていきたい。

文献

[1] Berry (1997) “Immigration, acculturation, and adaptation”, AP:IR, 46(1), 5–34.
[2] Sherif (1935) “A study of some social factors in perception.”, Arch. Psychol, 187, 60.
[3] Kuroda et al. (2023) “Behavioral and neuro-cognitive bases for emergence of norms and socially shared realities via dynamic interaction”, Commun. Biol, 5(1), 1379.

「スキル先行型」リーダーシップ教育における初年次の学習 :共立女子大学「リーダーシップ行動目標」の変容から

Learning through a skill-based curriculum for leadership development of first-year students

齊藤 萌木[†]，岩城 奈津[†]，森 理宇子[†]
Moegi Saito, Natsu Iwaki, Riuko Mori

[†]共立女子大学
Kyoritsu Women's University
mosaito@kyoritsu-wu.ac.jp

概要

本稿では，共立女子大学 1 年生前期科目「リーダーシップ開発入門演習Ⅰ」の学習記録をもとに，Project Based Learning（以下,PBL）に先行して理論やスキルを学ぶリーダーシップ開発の初期段階の学習効果把握を試みた. 受講者が期末と中間に作成した「リーダーシップ行動目標」の変容を，「リーダーシップ最小三要素」及び「具体性」の 2 観点から分析した結果,「率先垂範」「相互支援」の二要素について理解が深まること，目標の具体性が向上することが明らかになった.

キーワード: リーダーシップ, 学習分析, スキル育成,大学教育

1. はじめに

グローバル化と高度情報化の加速により，激しい変化と複雑で答えのない課題への対応が求められる 21 世紀の社会では，市民一人ひとりに，主体的に考え・行動し，他者と協調しながら納得のいく解を構築していくことが求められている（Griffin, et.al.2012）. 大学において，こうした力の育成のためにいま注目されているのがリーダーシップ開発である. 日本では，2000 年代半ばからビジネスや経営に関する学部においてリーダーシップ開発を掲げた授業が始まり，近年では，それらの学部以外でも，実践が積み重ねられつつある（日向野，2022）

リーダーシップ開発においてリーダーシップは，権限や生まれ持った素質に依存したものではなく，開発が可能な資質と位置づけられている. 資質の核となる構成要素は「目標設定・共有」「率先垂範」「相互支援」の 3 つであり，まとめて「リーダーシップ最小三要素」と称される（日向野，2018）.「目標設定・共有」とは，明確な成果目標を自分で設定するか引き受けること，「率先垂範」は自分から行動すること，「相互支援」は自分だけでなく他人にも動いてもらえるようにすることである（日向野，2022a）. 一人ひとりが 21 世紀社会に市民として十全に参画するには，コミュニティの問題解決場面において，こうした行動をとることが課題となる. そこで，リーダーシップ開発のための科目では，学生がこの 3 つの行動のためのスキルを身につけ，授業中だけでなく，大学内外のより多くの場面で目指す行動をとれるようになることを目標とする.

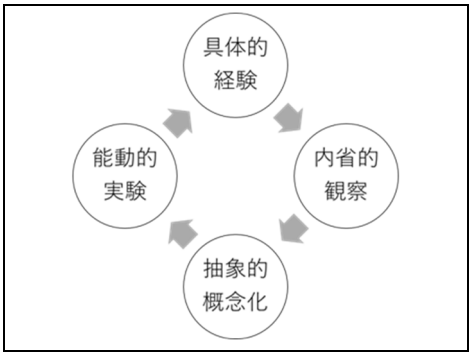


図 1 「経験学習サイクル」（Kolb,1984）

表 1 リーダーシップ科目の授業デザインパターン（日向野（2022b）をもとに筆者作成）

1 授業の場で課題やプロジェクトを設定し，リーダーシップを発揮する経験とその振り返りをとおして，リーダーシップを開発する（経験構築型）
2 インターンシップや部活動など，授業と並行して現在進行するリーダーシップ発揮の経験を材料として，授業をその経験の共有と今後の各自の行動計画策定の場所とする（経験活用型）
3 過去のリーダーシップ経験を使い，授業でその振り返りと再解釈を行う
4 知識をつけてから，リーダーシップ経験を積む

近年，リーダーシップ開発のための授業デザインについても，知見が整理されつつある. 日本の大学におけるリーダーシップ開発を先導してきた日向野（2022b）によれば，リーダーシップ科目の授業は「経験学習サイクル」（図 1）を中心にデザインされる必要があるという. 他方，四つの要素のいずれから授業を始めるかといった授業デザインのパターンについては四つの類型（表 1）があり，対象とする学生によって使いわけるこ

とが提案されている．立教大学をはじめとした先行のリーダーシップ開発における実践では，企業との連携によるプロジェクト型学習（PBL）を柱に，主にパターン1「経験構築型」,2「経験活用型」を中心とした事例が示されている（館野，2018）．

共立女子大学では，2017年度にリーダーシップ科目を試行的に導入し，当初はパターン1「経験構築型」に近いデザインで授業を実施していた．しかし，2年間の実践を経て，PBLを行いながらでは自己開示が進みづらい学生がみられる，実践的な場でのリーダーシップ発揮の前提となる主体的，対話的な学習のイメージをうまく描けない学生がみられるといった課題が見出されたため，現在ではパターン4のデザインに移行している（岩城,2022）．企業や地域社会との連携によるプロジェクトやインターンシップ，実習等，実際に成果目標の達成を目指すチームでの活動を行うことに先駆けてリーダーシップの理論やスキルを学ぶこのデザインは，表1のパターン4にあたる．本稿では以下このパターン4を「スキル先行型」と呼ぶ．

このように事例は蓄積されてきているものの，どのパターンの場合に受講者にどういった学習プロセスが生じうるのかを示した例は少なく，適切なデザインパターンを選択するのに十分な知見があるとは言いにくい．今後，実践の拡大に伴い，学習者の実態に応じたカリキュラム開発を進めていくうえでは学習のプロセスについて実証的な知見が必要である．これらの知見を得るためには，学習プロセスの観察データから認知過程を解釈する認知科学の研究が有益であろう（Pellegrino,et.al. 2001）．

そこで本稿では，「スキル先行型」でデザインした共立女子大学ビジネス学部1年生前期科目「リーダーシップ開発入門演習Ⅰ」を対象に，学生が作成した「リーダーシップ行動目標」の記述内容を分析することでその学習プロセスの把握を試みる．

2. 「リーダーシップ開発入門演習Ⅰ」のデザイン

表2に，共立女子大学ビジネス学部1年生前期科目「リーダーシップ開発入門演習Ⅰ」のカリキュラムを示す．

本授業は，リーダーシップ開発の授業として100分×14回で「スキル先行型」でデザインされている．授業の目標は，リーダーシップの発揮に必要な一連のスキルを学び，「自分らしいリーダーシップ」の観点から自己理解を深め，自信を整えることである（岩城,2022）．第8回までに講義と演習のセットに取り組み，リーダーシップの発揮にどのようなスキルが必要なのかを学ぶ．第9回～第12回では，実際に学んだスキルを活用して，問題提示者（社会人・他大学生含む）から持ち込まれた問題に対し，グループでの思考・コミュニケーションによって解決案を構築していく実践（質問会議）を行う．最終回では，それまでの学習を振り返り，もう一度自分らしいリーダーシップのあり方と，リーダーシップを発揮するための目標を言語化する．一連の授業をとおして，リーダーシップの理論やリーダーシップの発揮に必要なスキルを，講義演習と実践をとおして学んでいくデザインとなっている．

前期のこうした学びを基盤に，学生は後期の授業において，企業との連携によるプロジェクト型学習（PBL）に取り組み，成果目標の達成を目指すチームでの活動

表2 「リーダーシップ開発入門演習Ⅰ」の流れ

回	内容
1	オリエンテーション&「自分らしいリーダーシップ」「自己紹介」
2	リーダーシップ実践スキル「論理思考」①「最も大切なことを伝える」
3	リーダーシップ実践スキル「論理思考」②「物事のしくみを読み解く」
4	リーダーシップ実践スキル「論理思考」③「リーダーシップの発揮を促すしくみ」
5	リーダーシップ実践スキル「論理思考」④「リーダーシップを活かす領域」
6	リーダーシップ実践スキル「コミュニケーション入門」①「8つの基本スキル」
7	リーダーシップ実践スキル「コミュニケーション入門」②「質問の力を知る」
8	リーダーシップ実践スキル「コミュニケーション入門」③「DESC法を学ぶ」
9	リーダーシップ実践スキル「コミュニケーション入門」④「質問力を高める」（クラス内学生編）
10	リーダーシップ実践スキル「コミュニケーション入門」⑤「質問によって問題解決する」（クラス内学生編）
11	リーダーシップ実践「問題解決」①「質問によって問題解決する」（社会人・他大学学生編1）
12	リーダーシップ実践「問題解決」②「質問によって問題解決する」（社会人・他大学学生編2）
13	リーダーシップ開発として，自分らしいリーダーシップの探究を行う．
14	これまでの学びを踏まえて，自分らしいリーダーシップとは何かを探り，リーダーシップ宣言を行う．

という，より実践的な場でリーダーシップの発揮を目指すことになる．

「スキル先行型」のリーダーシップ開発は，リーダーシップを発揮するための「準備」に時間をかけるデザインであり，リーダーシップの発揮に類する経験が少なく，リーダーシップの発揮についてイメージがわきにくい学生，リーダーシップの発揮に抵抗を感じる学生などを対象とした場合，特に有用な授業デザインパターンとなる可能性がある．

そこで，こうした学生が，授業をとおしてリーダーシップという資質がどのようなものであるかをどのように理解し，リーダーシップを発揮した姿として望まれる行動の具体像をどこまで描けるかが本稿における学習成果把握の要点となる．

3. 研究方法

(1) 分析対象

本稿で分析対象としたのは，共立女子大学ビジネス学部1年生2021年度前期「リーダーシップ開発演習Ⅰ」2クラス分63名（1組31名，2組32名）の「リーダーシップ行動目標」の内容である．クラス分けはランダムである．また授業はすべて表2の流れで同じ展開で実施され，ファシリテーションについても指導教員の間で方針の合意が取れていた．そこで，まずは2クラス分を合わせて分析する．

「リーダーシップ行動目標」は第7回と14回の事後課題である．この課題では，リーダーシップを発揮するための各自の行動目標を，表形式で3項目作成して提出させる（図2）．そこで，作成した目標の内容を分析することで，学生がその時点でリーダーシップの発揮について，どのような認識を持っているかの把握が可能である．また，第7回と第14回の内容を比較することで，リーダーシップについての理解深化のプロセスについて知見を得ることもできる．

(2) 分析指標及び手順

分析は「リーダーシップ最小三要素」と「目標の具体性」の2観点で行う．「リーダーシップ最小三要素」の分析では，学生のリーダーシップについての認識が育成したいリーダーシップの構成要素に即して行われているかを確認する．また，「目標の具体性」を合わせて分析することで，リーダーシップ最小三要素についての認識が行動の具体像とどの程度結びついているかを確認する．各観点の分析指標と実際の学生の記述例を

行動目標		
意見が出ないときに積極的に出す。	色々な視点になって考える。	チームで動くときには自分から進んで行動して動く

図2 提出された「リーダーシップ行動目標」の例

表3 「リーダーシップ最小三要素」の分析指標

項目	定義	記述の例（抜粋）
目標設定・共有	行動の目的や目標に言及	フィードバックの材料にする．理解を深める．よくない点を明確にする．
率先垂範	自分単独でできる行動に言及	1回以上挙手する．自分から積極的に発言する．
相互支援	他者に対する行動に言及	相手の目を見て話したり相槌を打つ．互いを尊重．質問をする．

表4 「目標の具体性」の分析指標

項目	指標	記述の例（抜粋）
具体度高	行動の中身や目的について具体的に言及	今までの意見から繋がる発言をし，他者を巻き込むような発言を必ず一回以上する
具体度低	行いたい行動のみに言及	自分から積極的に発言する．

表3・4に示す．

分析では，各学生が3項目の行動目標のなかで，「リーダーシップ最小三要素」のどれに言及しているか（分析1），「具体度高」と判断できる目標を3項目のうちいくつ設定したか（1項目，2項目，3項目すべて）を確認した．手続は，本稿の筆者のうち1名が中心に行い，3名で協議のうえ結果を決定した．

4. 分析結果及び考察

表5に示したのは，「リーダーシップ最小三要素」についての分析結果と「目標の具体性」についての分析結果を統合したものである．

表5によれば，「スキル先行型」のデザインによる共立女子大学ビジネス学部1年生前期科目「リーダーシップ開発入門演習Ⅰ」では，「リーダーシップ最小三要素」に関して「率先垂範」「相互支援」の2要素が「目標設定・共有」に比べて強く認識されていることがわかる．また，第7回と第14回を比較すると，「率先垂範」「相互支援」の二要素について，具体性の高い記述が

表 5　分析結果

項目	第 7 回		第 14 回	
	言及有	うち 具体性高	言及有	うち 具体性高
目標 設定・ 共有	15	8	15	8
率先 垂範	56	18	59	29
相互 支援	57	31	60	37

できる学生が増えている．そこで，第 8 回～第 14 回の学習をとおして，「率先垂範」と「相互支援」の具体像がより明確になってきていることが推測される．

以上の学習プロセスが生じた要因について，詳細な分析は今後の課題となる．以下では考察の出発点として，カリキュラム（表 2）の影響に着目した考察を示す．

今回分析対象とした 1 年生前期科目は，リーダーシップの発揮に必要なスキルを，講義・演習と実践をとおして学んでいくデザインとなっている．講義・演習や実践は，コミュニティの問題解決という文脈で設定されているものの，問題は教員や問題提示者によって導入されるため，学習者は問題を前提として解決のための活動に注力することになる．その結果，学習者の視点は問題解決の過程における自身やメンバーの行動に向きやすく，「目標設定・共有」の重要性が自覚される機会は相対的に少なくなったのではないかと考えられる．

また，第 7 回に比べて第 14 回では「率先垂範」と「相互支援」について具体性の高い言及が増えているところから，問題解決過程で取るべき行動については，実践と結びついた深い理解が形成されつつあることが伺われる．表 4 の記述例のように，具体性の高い言及は各自の経験に根差していると解釈できるものが多い．そこで，具体性の向上は「リーダーシップ最小三要素」が各自の経験と結びついた結果とも考えられる．

更に，理解深化の一要因として，第 9 回～第 12 回に実施された「質問会議」の影響を指摘できる．「質問会議」では，リーダーシップの発揮に必要な行動のうち特に「質問する」活動に焦点を当て，問題提供者から提示された問題の解決に取り組む活動をとおして，実際に自身でも「質問する」活動を実践しながら，教わったことを経験的にとらえ直す機会が準備される．

この部分については，自分が質問し他者から応答を得るという経験や観察，内省に加え，他者同士の質問と応答の観察や内省の機会も増えるため，「質問する」という活動について「経験学習サイクル」（図 1）が回りやすく，また 3 人以上の学習者の重層的な相互作用をとおして理解を深める「社会的建設的相互作用」（Saito & Miyake, 2011）が起こりやすいプログラムになっていることを指摘できる．そこで，「質問」を例として「率先垂範」と「相互支援」についてより具体的で豊かなイメージが形成されていった可能性がある．実際に行動目標でも，「グループ活動で問いかける質問会議で皆に問いかける大切さを知ったので…」など、質問会議の影響に言及する例がみられた．

なお，本授業を経て，学生は後期の授業において，PBL に取り組み，成果目標の達成を目指すチームでの活動というより実践的な場で，リーダーシップの発揮を目指すことになる．「リーダーシップ最小三要素」で言えば，おそらく，今回分析した前期の学びを基盤に，「目標設定・共有」の重要性について認識が進み，「目標を設定し，共有すること」の具体的なイメージも明確になっていくことが予想される．今後，この点について特に検証を進めることで，「スキル先行型」の学習プロセスの特徴をより詳細に把握していきたい．

文献

[1] Griffin, P., McGaw, B. & Care, E., (2012). Assessment and teaching of 21st century skills. NY: Springer-Verlag. （三宅なほみ監訳 益川弘如・望月俊男訳,(2014），『21 世紀型スキル-学びと評価の新たなかたち』. 京都: 北大路書房.）

[2] 日向野幹也, (2018),『高校生からのリーダーシップ入門』, ちくまプリマー新書, 筑摩書房.

[3] 日向野幹也, (2022a), “学習成果目標としての新しいリーダーシップ”, 日向野幹也編著, (2022), 大学発のリーダーシップ開発, ミネルヴァ書房, 第 1 章.

[4] 日向野幹也, (2022b), “リーダーシップをどのように身に付けるか”, 日向野幹也編著, (2022), 大学発のリーダーシップ開発, ミネルヴァ書房, 第 2 章.

[5] 岩城奈津, (2022), “女子大初の学部必修と全学副専攻 : 共立女子大学”, 日向野幹也編著, (2022), 大学発のリーダーシップ開発, ミネルヴァ書房, 第 6 章.

[6] Kolb, D. A. , (1984), Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development, Prentice Hall.

[7] Pellegrino, J.W., Chudowsky, N., & Glaser. R. , (2001). Knowing what students Know: the science and design of educational assessment. Washington, DC: National Academies Press.

[8] Saito, M., & Miyake, N. , (2011)”Socially constructive interaction for fostering conceptual change,” Proceedings of the 9th International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning（CSCL2011）, Hong Kong, pp.96-103.

[9] 舘野泰一, (2018),”リーダーシップ教育の理論と設計”, 舘野泰一・高橋俊之（編）『リーダーシップ教育のフロンティア【研究編】: 高校生・大学生・社会人を成長させる「全員発揮のリーダーシップ」』, 北大路書房, 第 2 章

「できる人＝偉い」の発達的起源
Infants Expect Capable Agents to Be Highly Ranked

孟 憲巍[†]，千々岩 眸[‡]，鹿子木 康弘[‡]
Xianwei Meng, Hitomi Chijiiwa, Yasuhiro Kanakogi
[†]名古屋大学，[‡]大阪大学
Nagoya University, Osaka University
meng@i.nagoya-u.ac.jp

概要
近年，社会的地位の階層性を維持する心理的基盤として，ヒトが高い能力の持ち主に社会的優位性を帰属する認知バイアスを持っているという「能力・地位仮説」が注目されつつある．本研究は，事前登録された 3 つの実験を通して，この認知バイアスが前言語期の乳児にみられることを示した．また，「能力・地位仮説」における能力の必要条件として，潜在能力と結果の両方が必要ということを提示した．

キーワード：社会的優位性，乳児，認知発達，能力

1. はじめに

特定の個体同士に優位性関係 (上下関係) が存在する階層化社会は集団の成長と安定に役立ち，ヒトをはじめ多くの社会的動物で観察される [1]．近年，ヒトが如何にして優位性関係を築いているのかという問いに対し、ヒトやヒト社会の本質が秘められていることが社会科学の各分野から示唆されているが [2]，その処理メカニズムと出現機序に関する実証的な検討は不十分である．

この二十年で，優位性関係は主に個人の能力に基づいて形成されるという「能力・地位仮説」(competence model) が，生物人類学や社会心理学などの分野をはじめとして，主に成人を対象とした実証的知見の蓄積によってその有力性を高めてきた [3]．本研究では，この仮説の発達的起源を検討した．具体的には，他者らの能力の違いに基づいてそれらの優位性関係を評価する傾向が，言語能力がまだ不十分である乳児においてもみられるかどうかを実験的に調べた．

2. 実験と結果

実験では，14-15 ヶ月の乳児を対象に 3 つの実験を実施した．すべての実験について，そのサンプルサイズや刺激，手続き，解析方法などを事前登録した．実験では，提示した動画や特定のシーン (静止画) に対する注視時間を計測して解析した．コアとなる実験手法として，「予測と反する事象に遭った際は，期待違反を検出してその事象をより長く注視する (見飽きるまでの時間が長くなる)」という乳児の傾向を利用した期待違反法を用いた．具体的には，乳児が「能力の高い者は社会的に優位である」という期待を持つと仮説を立て，「能力の高い者が資源を勝ち取る結末と比べ，負ける結末

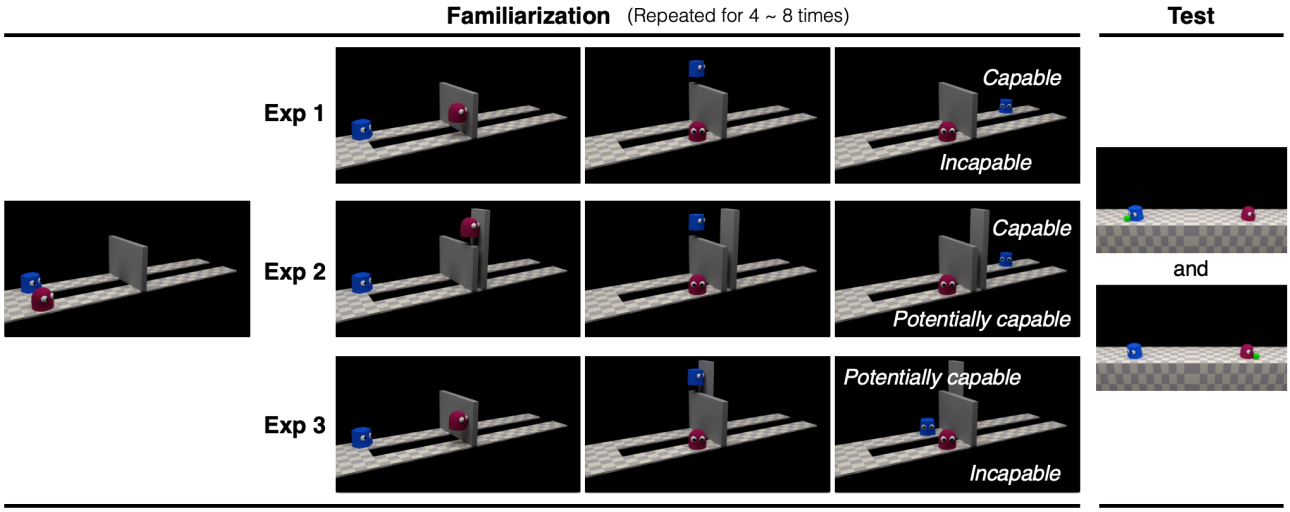


図 1. 実験の流れ. 各実験の Familiarization（慣化フェーズ）では，2 つのキャラクターが壁を飛び越えて道を完走するという目標指向的な行動を示した．各試行では，2 つのキャラクターが一回ずつ行動を示した．乳児は最少 4 試行で最大 8 試行を観察した．Test（テストフェーズ），2 つのキャラクターのうち一方だけが報酬を獲得する事象（2 種類）が提示された．

を見た際に乳児が (期待違反を検出して) その結末をより長く見る」とのロジックに基づいて乳児の注視行動を検討することで，能力の高低と優位性関係の結びつきを検証した.

実験 1 (N = 32, M_{age} = 450.7 days, SD = 12.19, 事前登録: https://aspredicted.org/3RV_S91) の動画 (図 1，上段) では, あるキャラクター (幾何学図形) は目の前の壁を飛び越えて壁の向こうに到達することができたが (Capable agent)，別のキャラクターは高く飛べずその壁を飛び越えることができなかった (Incapable agent)．その動画の後に，2 つのキャラクターが 1 つの報酬に接近し，一方だけが報酬をとるイベントが提示された (Test 試行)．イベントがそのまま静止画として止まり，止まった画面を乳児がどのくらいで見飽きるかを調べた (連続して 2 秒間視線を画面から逸らすことを見飽きる基準とした)．その結果，壁を飛び越えたキャラクターが報酬を獲得した結末を観察した場合と比べ (M = 17.27 s, SD = 11.008)，高く飛べないことが原因で壁を飛び越えられないキャラクターが報酬を獲得した結末をより長く見ることがわかった (M = 23.12 s, SD = 12.522, $t_{(31)}$ = 2.92, p = 0.006, d = 0.517; 図 2, 左).

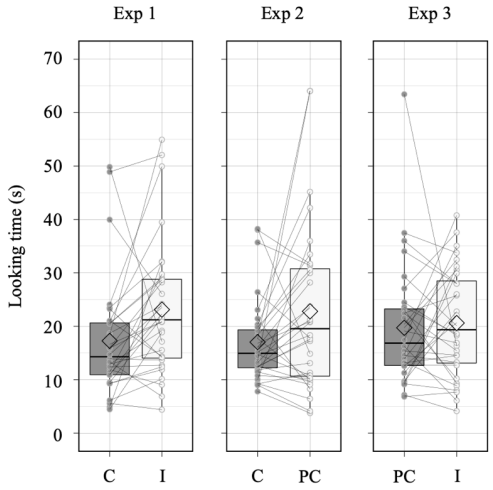


図 2. 実験の結果. ダイヤモンドは注視時間の平均値を示す. 灰色の線で繋ぐ点は同じ乳児の注視時間を示す（被験者内デザイン）. C = Capable agent, I = Incapable agent, PC = Potentially capable agent.

実験 1 における能力の操作には，行為の成功・失敗という要素と，身体能力（飛び越える高さ）の要因が交絡していた．実験 2 (N = 32, M_{age} = 462.6 days, SD = 14.27, 事前登録: https://aspredicted.org/WLC_MHK) では，乳児が「結果的に壁を飛び越えたか否かの成功失敗」という情報だけではキャラクター間に異なる優位性を帰属しないことを示した (図 1，中段). 動画では同じく一方のキャラクターだけが壁を飛び越えることができたが (Capable agent)，飛び越えることのできなかったキャラクターは, 高く飛べなかったのではなく, 空から落ちてくるさらに高い壁に邪魔されて失敗した (Potentially capable agent). そのため，この実験動画では，キャラクターの飛ぶ高さは同様だったが，目標達成の結果が異なっていた. 動画の後に, 同じく一方のキャラクターが報酬を取るイベントが提示されるが，乳児はどちらのキャラクターが報酬を取ったとしても画面に対する注視時間に違いを示さなかった ($M_{\text{capable agent dominant}}$ = 17.04 s, SD = 7.942; $M_{\text{incapable agent dominant}}$ = 22.79 s, SD = 15.323; $t_{(31)}$ = 1.39, p = 0.174, d = 0.246; 図 2, 中).

実験 3 (N = 32, M_{age} = 450.8 days, SD = 15.47, 事前登録: https://aspredicted.org/9MX_MPW) では，乳児が「どのくらい高く飛べるか」という身体能力の違いだけではキャラクター間の優位性関係を判断できないことを示した (図 1；下段). 動画では両方のキャラクターとも結果的には壁を飛び越えることができなかった．あるキャラクターは高く飛べずその壁を飛び越えることができなかったが (Incapable agent)，別のキャラクターは高く飛べないのではなく，空から落ちてくるさらに高い壁に邪魔されて失敗した (Potentially capable agent). そのため, この実験動画では, キャラクターの飛ぶ高さには違いがあったが, 目標達成の結果 (＝失敗) は同様であった. 動画の後に, 同じく一方のキャラクターが報酬を取るイベントが提示された際に，どちらのキャラクターが報酬を取ったとしても画面に対する注視時間に差はみられなかった ($M_{\text{capable agent dominant}}$ = 19.72 s, SD = 11.414; $M_{\text{incapable agent dominant}}$ = 20.61 s, SD = 10.040; $t_{(31)}$ = 0.33, p = 0.747, d = 0.058; 図 2, 右).

3. 考察

これらの実験は，能力から社会的地位を推測する際に，「目標達成」もしくは「身体能力の高さ」のみでは不十分で, その両方が必要条件であること示した. このような推測は，「能力・地位仮説」を支持するものとして，「できる人」に「偉い立場」を帰属する心理的バイアスが発達早期にみられることを示唆する.

文献

[1] Tinbergen N (1936) The Function of Sexual Fighting in Birds;

And the Problem of the Origin of “Territory.” Bird-Banding 7(1):1.
[2] Meng X, Nakawake Y, Hashiya K, Burdett E, Jong J, Whitehouse H (2021) Preverbal infants expect agents exhibiting counterintuitive capacities to gain access to contested resources. Sci Rep 11(1):10884.
[3] Henrich J, Gil-White FJ (2001) The evolution of prestige: Freely conferred deference as a mechanism for enhancing the benefits of cultural transmission. Evol Hum Behav 22(3):165–196.

L2 習得における母語方言の影響：ベトナム語母語話者の歯茎摩擦音習得

The influence of native dialect on L2 acquisition: A study on the pronunciation of an alveolar fricative sound by Vietnamese learners of the Japanese language

ギエム ゴックチャム，川﨑 貴子，田中 邦佳
Ngoc Tram Nghiem, Takako Kawasaki, Kuniyoshi Tanaka
法政大学
Hosei University
tram.nghiem.7i@stu.hosei.ac.jp

概要

本研究ではベトナム人日本語L2学習者が日本語の歯擦音を学習する際、母語の方言と習得レベルがどのように影響するかを調査するため、発話実験を行った. 北部・南部方言話者の両方で日本語の歯擦音は区別されていた. しかし、南部方言の初級学習者の一部では、区別が獲得できていないケースも見られた. 実験の結果、上級学習者は習得レベルが高まるにつれて、日本語の歯擦音を明確に区別することができるようになることが示された.

キーワード：L2 音声習得, 音声学, 母語の方言

1. はじめに

L2 の音声習得では，母語の音韻体系の違いが、習得の際に異なる影響を与えることが知られている．しかし, 同じ言語にも様々な方言があり, 方言が異なれば音韻体系が異なることがある. 例えば, ベトナム語の北部方言と南部方言では歯茎摩擦音に違いが見られる．ベトナム語には，/s/ と /ʂ/ という２つの無声歯茎摩擦音がある．しかし，普段の発話では，これらの子音は南部方言でのみ区別され，北部方言ではこの区別がなくなっているとされる（春日， 2004: 65）．一方，日本語ではベトナム語に存在しない歯茎摩擦音の [ɕ] が表れる．本研究では，ベトナム語の異なる方言を母語とする学習者が日本語を L2 として習得する際, 母語の方言の影響を受けるのか，より詳細には日本語の [ɕ] の習得において，母語の方言の歯茎摩擦音の音韻構造が影響するのかどうかを明らかにすることを目的とする．

母語音が L2 音の学習に与える影響について Flege（1995）は音声学習モデル（Speech Learning Model, SLM）を提唱している．このモデルでは，L1 の音と L2 の類似音の差異が大きいほど，異なる音素として認識されやすくなると主張されている. たとえば、日本語のラ行音の子音 /ɾ/ は英語の，/ɹ/ よりも /l/ に似ているため，多くの日本語母語話者にとっては、/ɾ/ と /l/ の差よりも /ɾ/ と /ɹ/ の差をはっきりと認識することができると予想される（Flege, 1995: 240）．同様にベトナム語の /ʂ/ と日本語の /ɕ/ も知覚的な距離が近いため, 両音の区別は困難であると考えられる. また, 音声の知覚と生成は関連していることが多くの研究において示されている（Flege, 1993; 1995; Flege & Schmidt, 1995; 山田, 1999）．ベトナム語の北部方言話者と南部方言話者はどちらも /ʂ/ を知覚できるが, 通常, 北部方言話者は発話ではこの音を /s/ と区別して発音しない．南部方言話者の方が北部方言話者よりも /ʂ/ を産出することに慣れていると言える．したがって，L2 の日本語での発話では母語音の /ʂ/ との区別が難しいため，/ʂ/ と類似している日本語の /ɕ/ を正しく発音することがより難しくなるのではないかと考えられる．

ギエム (2023) は, 母語の方言の音韻体系の違いが L2 習得に影響するのか, より詳細には, ベトナム語の北部方言と南部方言という母語での方言の違いが，L2 の日本語の [ɕ] の習得に影響を及ぼすかどうか明らかにするため，発話実験を行った．さらに，これらの話者の発音が習得レベル（初級と上級）ごとにどのように異なるかについても調査した．

参加者は，ベトナム語を母語とする北部方言話者 20 名，南部方言話者 20 名，合計 40 名であった．L2 の習

得レベルによる影響を調べるため，それぞれの方言話者群を上級学習者 10 名，初級学習者 10 名に分けた．ベトナム語母語話者には日本語の ɕ を含む単語リスト（例：「駐車場」、「書類」など）を読み上げるよう依頼し，その発音を録音した．そして，録音された発話音声を単語ごとに日本語を母語とする 3 名の評定者に音声提示し，単語に含まれた ɕ の発音の日本語としての自然さを 10 段階で評定するよう指示した．

その結果、北部方言話者と南部方言話者の間の /ɕ/ の産出評定の間に統計的に有意な差は認められなかった．方言間には差は見られなかったものの，学習者の習得レベルは評定値に影響を与えていることがわかった．つまり，上級者グループの発話に対する評定値は，初級者グループの評定値よりも有意に高いことが示された．実験で方言間の差が見られなかったことには母語のベトナム語の発話において南部方言話者の中にも /s/ と /ʂ/ を区別せずに発音する話者もいる（金村・松田, 2020: 31）ことも影響している可能性がある．また，日本語母語話者による評定では，話者の母語方言の違いによる音声的な影響を捉えることが困難であった可能性がある．

そこで，本研究では，ギエム（2023）で収集した発話音声を音響分析し，その結果から学習者の母語方言ごとに L2 の日本語の ɕ の発話に異なる特徴がみられるのかどうかを調査した．

2. 方法

参加者の摩擦音発話の特徴を調べるために，音響分析を行った．音響分析では，母音の a が後続する語頭のポジションに現れる歯擦音を対象とした．語頭の s と ɕ の音響的特徴を CoG（Center of Gravity）により計測し，これらの 2 つの音が音響的に区別して発音されているかをグループごとに比較した．音響分析には Praat 6.2.14 Boersma & Weenink (2022) を使用した．

CoG は，音声スペクトルにおける重心を表す数値である．摩擦音の種類によって，CoG の分布が異なる場合がある．例えば，歯茎摩擦音である [s] と後部歯茎摩擦音の [ʃ] の CoG は，前者が 7,000-8,000Hz と高い値を示すのに対し、後者は 4,000Hz と低い傾向にある．本研究では、CoG をベトナム語母語話者の摩擦音の区別指標として用いる．

3. 結果

CoG（Center of Gravity）を計測し，比較した結果，いずれのグループにおいても，これらの 2 音の CoG の差は統計的に有意に異なり，2 つの音は音響的に区別して発音されていることが示された．一方で方言による影響は認められなかった．話者の方言（北部方言・南部方言）と日本語の習得レベル（初級・上級）ごとにデータをまとめ，グループごとに JASP を使用して図 1 および図 2 を作成した．

グループごとに個々の話者の発話の CoG の分布を分析すると，北部方言話者の s と ɕ の発話はそれぞれの話者内で区別されているものの（図 1），南部方言話者の場合，初級学習者では 2 つの音の CoG の値がほぼ変わらず，s と ɕ を区別して発話していない話者も見られた（図 2a）．これは，上記で述べた /s/ と /ʂ/ を区別せずに発話する南部方言話者もいることを支持する結果である．また，南部方言話者でも，上級学習者の発話では 2 つの音は明確に区別されていることがわかる（図 2b）．

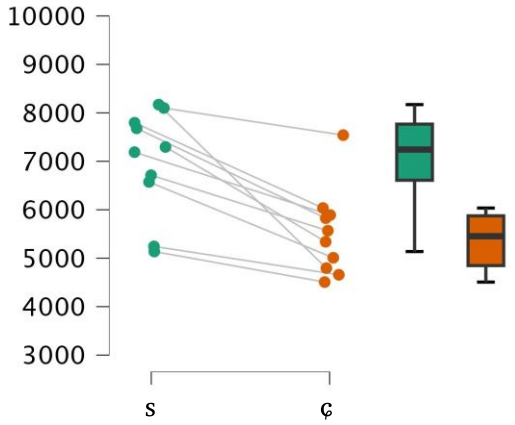


図 1a. 北部方言の初級者群における 2 種類の摩擦音の CoG 値の分布（単位：Hz）

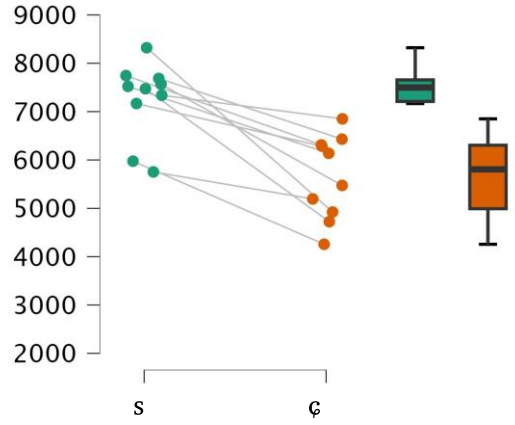


図 1b. 北部方言の上級者群における２種類の摩擦音の CoG 値の分布（単位：Hz）

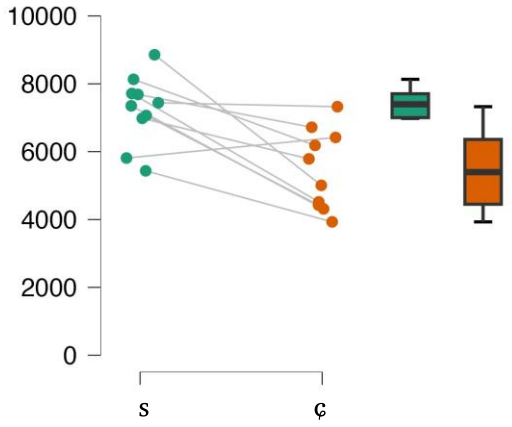


図 2a．南部方言の初級者群における２種類の摩擦音の CoG 値の分布（単位：Hz）

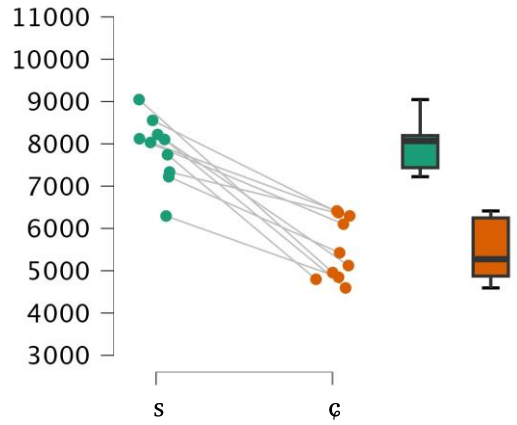


図 2b. 南部方言の上級者群における２種類の摩擦音の CoG 値の分布（単位：Hz）

ギエム (2023) による母語話者による評定実験の結果と同じく，母語方言による影響は統計的には認められなかった．しかし，音響分析によって個々の発話を検討した結果，南部方言の初級学習者には，２音を CoG で区別できていない学習者もいることがわかった．このことは L2 音の ɕ の習得においては，L2 の学習が進んだ話者においては母語の方言が影響を与えないが，学習のごく最初の段階には影響を与えることを示唆するものである．

4. 本研究の問題点と課題

歯茎摩擦音の発話の CoG を計測した結果，ベトナム語母語話者は２つの音を区別して発音することが分かった．しかし，この結果から ɕ と ʂ とを区別して発話していることが示されたわけではない．本稿では，L2 の日本語発話において s であるべき発音と ɕ であるべき発音のみを比較した．その結果，この２つの音は異なる音として区別されていることが分かった．しかし，ベトナム語には s の他に ɕ と知覚的に近い ʂ が存在する．そのため，本実験で s と区別されたのは日本語の ɕ ではなく，ベトナム語の ʂ である可能性がある．言い換えれば，参加者は L2 音の s と ɕ ではなく L1 音の s と ʂ を区別し，ɕ を ʂ により代用して発話していた可能性がある．よって，L2 音の ɕ が，母語音の ʂ と区別して、新たに獲得できたとは本研究の結果からは断定することは出来ない．母語音の ʂ との区別がなされているのかどうかを明らかにするためには，参加者の母語の ʂ の発話と ɕ，そして s とを比較する必要があろう．

5. まとめ

本論文では，ベトナム語を母語とする日本語学習者の ɕ の発音が話者の母語の方言と習得レベルに影響されるかどうかを明らかにするため，参加者の s と ɕ の発音の CoG を計測した．その結果，方言間の違いは認められなかった．北部方言と南部方言の両方の話者がこれらの２つの音を区別して発音する傾向が見られた．しかし，南部方言話者のグループでは，２種類の摩擦音を区別せず発音する初級学習者がいることがわかった．それに対し，南部方言話者の上級学習者群では，２つの音が明確に区別されていることもわかった．これらのことから，日本語の習熟度が学習者の ɕ の習得に影響を与える可能性がと示唆された．

謝辞

本研究は日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究 C）「第二言語習得における知覚的距離の制約と音韻文法の変化」（研究代表者：川﨑貴子，課題番号: 22K00826）の助成を受けたものである．

文献

Boersma, P. and Weenink, D. (2022). Praat: doing phonecs by computer [computer program] (version 6.2.14).

金村久美・松田真希子（2020）.『ベトナム人に日本語を教えるための発音ふしぎ大百科』, ひつじ書房.

春日淳（2004）.「ベトナム語」『言語情報学研究報告』4, :63-78.

ギエムゴックチャム（2023）.「ベトナム語を母語とする日本語学習者の歯茎摩擦音の発音に関する考察」修士論文.

JASP Team (2023). JASP (Version 0.17.2) [Computer software].

Flege, J. E. (1993). Production and perception of a novel, second-language phonetic contrast. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 93, :1589-1608.

Flege, J.E. (1995). Second language speech learning: theory, findings, and problems. In W. Strange (Ed.), *Speech Perception and Linguistic Experience: Issues in Cross-Linguistic Research*, :233-277.

Flege, J. E., Schmidt, A. M. (1995). Native speakers of Spanish show rate-dependent processing of English stop consonants, *Phonetica*, 52, :90-111.

山田玲子 (1999).「第二言語音の習得過程ー知覚と生成の関係を中心にー」『電子情報通信学会技術研究 報告 TL』99 (23), :37-42.

The Transformer-like model と HMM による日本語単語サイレントスピーチ時における単一試行脳波の解読
Decoding single-trial EEGs during silent Japanese words by the Transformer-like and HMM

山﨑 敏正†, 赤迫 健太†, 伊藤 智恵子†
Toshimasa Yamazaki, Kenta Akasako, Chieko Ito

†九州工業大学大学院情報工学研究院
Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology
tymzk@bio.kyutech.ac.jp, akasako.kenta289@mail.kyutech.jp, ito.chieko584@mail.kyutech.jp

概要

本研究では、頭皮脳波を利用した SSI として、日本語単語 SS 時の単一試行脳波を Transformer の attention 機能と HMM によって解読する．日本語が mora（拍）言語なので、SS された単語を構成する拍の系列として解読する．本手法は（1）単一試行脳波からノイズ下で信号を復元する RNN、（2）RNN 出力と拍 ERPs の内積値から単語を構成する拍の確率値の算出、（3）拍確率値、言語モデル、HMM による拍系列の生成、から構成される．2〜7 拍から成る単語の解読結果を示す．

キーワード：頭皮脳波, SSI (silent speech interface), Transformer, 拍, RNN, HMM

1. はじめに

Silent speech interface（SSIs）とは、音声生成やそうしようとした時に生じる非音響的な生体信号からその音声を解読することにより、口頭会話を復元するための補助的手段である[1][2]．音声に関連した生体信号の様々なセンシング様式の中で、音声生成に関連する脳領域の神経活動を直接的におよび間接的に捉えられるのが脳波である．

脳波を利用した silent-speech-to-text アプローチは、初めて Suppes, Lu & Hau[3]により 7 つのサイレント英単語で調べられ、後に音素[4][5]、音節[6]へ進んでいった．日本語については、近年、2-mora（後述）単語をサイレントスピーチ（silent speech、SS）した時の頭皮脳波の解読[7]、2-mora 以上の単語を SS した時の単一試行脳波の解読[8]が試みられている．より最近では、侵襲的にはヒアリングや発話時に記録された ECoG（electrocorticography）の解読[9][10][11]、非侵襲的には MEG（magnetoencephalography）[12]や fMRI[13][14]の解読が高精度な結果を得ている．

本研究では、非侵襲的、コンパクトで portable な SSI として、単一試行頭皮脳波を利用した研究[8]を発展させる．本手法の neural network 構造は the Transformer [15]に類似しており HMM（hidden Markov model）を含む．

2. 実験と方法

2.1 実験方法

被験者は 22〜23 歳右利き学生ボランティア 6 名（内、女性 1 名）である．尚、実験手順は「九州工業大学大学院情報工学研究院等における人を対象とする研究審査委員会」で承認された．

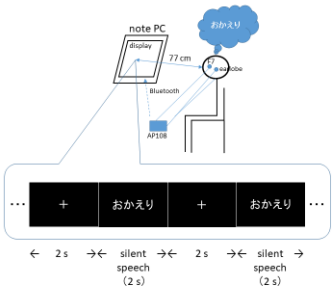


図1 本実験装置の全体像

最初に、被験者から 77 cm 前方に位置するディスプレイ上に注視点”＋”が 2s 間提示される．次に、SS すべき日本語単語がひらがなで 2s 間提示される．単語が提示されたら、被験者は出来る限り早く SS する．この計 4 秒間を 1 trial とする（図 1）．日本語は”mora”（拍）言語と呼ばれ[16]、mora は日本語単語生成の音韻的な単位である[17]．即ち、日本語単語はすべてこの拍で表現することが出来る．図 2 は日本語拍すべてを示している[18]．同図の第 1 列目が日本語母音を示しており、最後の列 “ん”、“っ”、“—” は、それぞれ、撥音、促音、長音と呼ばれ、最後の 2 拍は単独では発音が出来ない．また、日本語拍は（）内を除くと 109 ある．

2.2 脳波計測

1 つのアクティブ電極 (AP-C151-015, ミユキ技研,) が国際 10-20 システムに従い F7 に設置された．2 つの耳朶電極の平均を参照とした．これらの電極で記録された脳波はワイヤレス生体信号アンプ(Polymate Mini

AP108, ミユキ技研) へ送られ、60 Hz の notch filter をかけ 10,000 倍に増幅された. サンプリング周波数は 500 Hz とした. エポック区間は単語提示の前後 2 s とした. オンラインで A/D 変換された脳波データは Bluetooth を介してすぐにパソコンに転送され、パソコン内のハードディスクに格納された (図 1 を見よ).

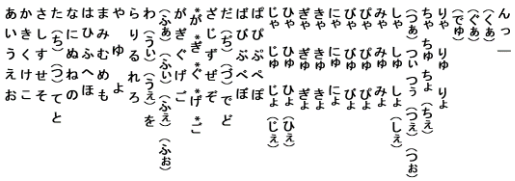


図 2　日本語の拍. () 内の拍は外国語と感嘆詞. ＊はが列の鼻音.

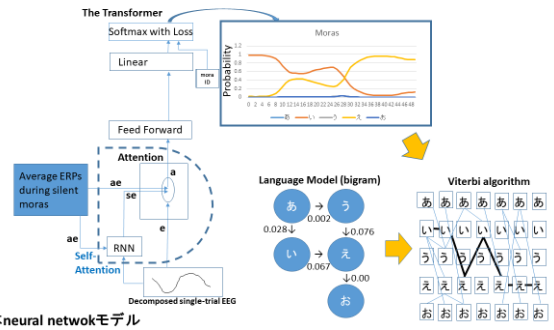


図3　本neural netwokモデル

2.3 脳波データ解析方法

本研究の脳波解析モデルは図 3 の通り、the Transformer に類似し、HMM を伴う. まず初めに、得られた単一試行脳波データは時間的に overlap するブロックに分解される. ブロック間は 2 ms ずつずれていき、ブロック数は 50 とした. 1 番目のブロックは 0〜200 ms、最後のブロックは 100〜300 ms となる. 各ブロックは 2 つのルートに分岐し、1 つは後述する RNN へ、もう 1 つはそのまま上位へ行く.

加算平均の原理は単一試行脳波＝信号＋ノイズ（平均 0）を前提とする. このノイズ下で記憶すべきパターンを復元できる RNN（recurrent neural network）が知られている[19]（考え方の詳細は[8]参照）. この信号および記憶すべきパターンを、各拍を SS した時の加算平均後の ERPs（event-related potentials）とし、ノイズ＝単一試行脳波－信号として RNN に入力すると、RNN の出力はノイズ下で各サイレント拍脳波の復元となる（拍が 106 個であれば 106 個の波形が得られる）.

次に the Transformer の attention 機能を施す. Scoring は RNN 出力である各サイレント拍脳波と単一試行脳波の内積として求まる. こうして、正規化された内積値から成る、拍数次元ベクトル $\boldsymbol{a}$ が得られる（単一試行脳波の中に各サイレント拍脳波がどの程度含まれるかを定量化する）. 更に、”Feed Forward”層と” Linear” 層を経て、教師信号（mora ID）を利用して” Softmax with Loss” 層で backpropagation により拍確率値を学習させた. こうして、各ブロックにおける拍確率値のプロットが得られる. 尚、内積計算の際、ブロックとサイレント拍 ERPs の間でも試した.

最後に、上記の確率値と言語モデル（ここでは拍の bigram[20]）を利用して、Viterbi アルゴリズム[21]により、HMM の状態遷移として、サイレント単語を構成するであろう拍の系列が求まる

3. 結果

2〜7 拍から成る日本語単語（文節を含む）12 個の解読結果を示す. 具体的には、「はい」、「いいえ」、「おかえり」、「くるま」、「すごい」、「とうきょう」、「よろしく」、「うたごえ」、「えきたい」、「ろうそく」、「おはよう」、「よかったなあと」である. 候補拍は、単語を構成する拍に加えて、母音を含み、聞こえ度[22]が高いものを選んだ. 尚、認識率を定量化するために以下で定義される MER（mora error rate）を算出した. The Transformer まででは、

$$MER = \frac{L_{coincide}}{L}$$

但し、L はブロック数、$L_{coincide}$ は各ブロックにおいて確率値最大の拍が教師信号拍と一致した総数とする. HMM までの場合も同様である.

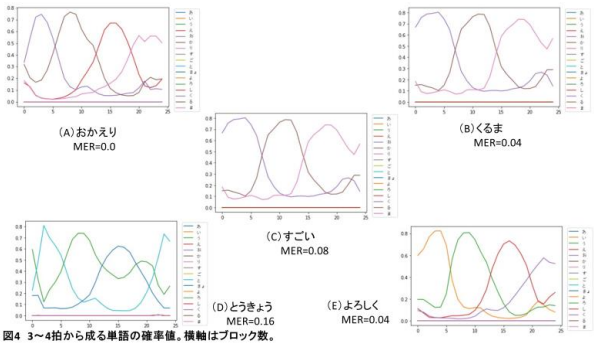


図4　3〜4拍から成る単語の確率値。横軸はブロック数。

Training performance

図 3 には、RNN 出力を利用した「いいえ」の確率値（the Transformer 出力）プロットが示されている. このグラフから良く解読されているようである. 実際、MER=0.1176 であった. 学習データ数は 5、候補拍は 5

母音である.

図 4 には、拍 ERP を利用した（A)「おかえり」、(B)「くるま」、(C)「すごい」、(D)「とうきょう」、(E)「よろしく」の確率値が示されている. 学習データ数は 99、候補拍は 17 とした．その結果、MER はそれぞれ 0.00, 0.04, 0.08, 0.16, 0.04 であった.

RNN を利用した「うたごえ」、「えきたい」、「ろうそく」ではそれぞれ MER=0.95, 0.4251, 0.70 であった．但し、学習データ数 20、候補拍 10、ブロック数 40 とした．拍 ERP に変更すると、それぞれ MER=0.275, 0.275, 0.225 に改変された.

一方、拍 ERP を利用した「よかったなあと」と「おはよう」では MER=0.72 と 0.40 であった．更に、「よかったなあと」の HMM までは MER=0.80 であった．但し、「っ」ERP＝「あっ」ERP－「あ」ERP とした．また、ブロック数は 50、学習データ数は 1 のみ、候補拍の数は 11 とした.「おはよう」では、ブロック数が 25、学習データ数が 10、候補拍の数が 17 であった.

4. 考察—おわりにかえて—

本研究では、頭皮脳波を利用した SSI として、日本語単語 SS 時の単一試行脳波の解読を試みた. 日本語単語がすべて拍によって表現されることに注目し、単語を構成する拍の系列として解読した．そのために本手法は以下のステップを要する：（1）加算平均の原理：単一試行脳波＝信号＋ノイズに着目し、ノイズ下で信号を復元する RNN を採用；（2）単一試行脳波（ノイズを含む)、拍 ERPs（信号)、RNN 出力を利用して the Transformer の self-attention 機能を適用；（３）the Transformer の出力(拍確率値)、言語モデル(拍の bigram)を使って HMM により単語を構成する拍の系列を推定.

まだ脳波データの数が少ないが、拍の最大確率値の時間的な推移を見る限り、良く解読出来ているようである. しかしながら、脳波データが多くなると以下に示すハイパーパラメータを十分に検討しなければならない．現時点で考えられるだけでも

- 学習脳波データ数、
- 内積をとる脳波データの区間および長さ、
- ブロック数、
- Feed Forward 層の多層化、
- 単語を構成する拍の数、
- RNN 出力／拍 ERPs
- RNN パラメータ（ノイズレベルなど）
- 拍 ERPs の加算回数、
- (理想的には 109 個あるいはそれ以上であるが）候補拍の数、
- 教師信号としての mora ID（ブロック数を拍数で等分配して良いのか)、
- (単独では発音出来ない）「っ」、「ー」ERPs の求め方、

などである. 例えば、内積をとる脳波データの区間および長さについては、発話と SS の ERPs で共通する成分[23][24]、N1 と P2 を含むようにしなければならない. また、MER を見る限り、言語モデルを含む HMM の利用は再考を要する.

最後に、今後、単語数を増やして本格的な testing を実施していく.

文献

[1] B. Denby, T. Schultz, K. Honda, T. Hueber, J. M. Gilbert, and J. S. Brumberg, (2010) “Silent speech interfaces”, Speech Commun., Vol.52, No.4, pp.270-287.

[2] J. A. Gonzalez-Lopez, A. Gomez-Alanis, J. M. Martín Doñas, J. L. Pérez-Córdoba, and A. M. Gomez, (2020) “Silent speech interfaces for speech restoration: A review”, IEEE Access, Vol.8, pp.177995-178021.

[3] P. Suppes, Z.-L. Lu, and B. Han, (1997) “Brain wave recognition of words”, Proc. Natl. Acad. Sci., Vol.94, pp.14965-14969.

[4] C. S. DaSalla, H. Kambara, M. Sato, and Y. Koike, (2009 “Single-trial classification of vowel speech imagery using common spatial patterns”, Neural Networks, Vol.22, pp.1334-1339.

[5] M. Matsumoto, and J. Hori, (2014) “Classification of silent speech using support vector machine and relevance vector machine”, Applied Soft Computing, Vol.20, pp.95-102.

[6] M. D’Zmura, S. Deng, T. Lappas, S. Thorpe, and S. Srinivasan, (2009) “Toward EEG sensing of imagined speech, in Human-Computer Interaction”, Part I, HCII 2009, LNCS 5610, ed. J. A. Jacko, pp.40-48, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[7] H. Yamaguchi, T. Yamazaki, K. Yamamoto, S. Ueno, A. Yamaguchi, T. Ito, S. Hirose, K. Kamijo, H. Takayanagi, T. Yamanoi, and S.Fukuzumi, (2015) “Decoding silent speech in Japanese from single trial EEGs: Preliminary results”, Journal of Computer Science Systems Biology, Vol.8, No.5, pp.285-292.

[8] 山﨑敏正、赤迫健太、森田寛伸、德永由布子、上村旺生、柳橋奎、柏田倫孝、(2023) “Decoding single-trial EEGs during silent Japanese words by the Transformer-like model”, 言語処理学会第 29 回年次大会　予稿集.

[9] G. K. Anumanchipalli, J. Chartier, and E. F. Cchang, (2019) “Speech synthesis from neural decoding of spoken sentences”, Nature, Vol.568, pp.493-498.

[10] F. R. Willett, D. T. Avansino, L. R. Hochberg, J. M. Henderson, and K. V. Shenoy, (2021) “High-performance brain-to-text communication via handwriting”, Nature, Vol.593, pp.249-253.

[11] D. A. Moses et al., (2021) “Neuroprosthesis for decoding speech in a paralyzed person with anarthria”, New England Journal of Medicine, Vol.385, pp.217-227.

[12] D. Dash, P. Ferrari, and J. Wang, (2021) “Decoding imagined and spoken phrases from non-invasive neural (MEG) signals”, Front. Neurosci., Vol.14, 290.

[13] F. Pereira, et al., (2018) “Toward a universal decoder of linguistic

meaning from brain activation", Nat. Commun., Vol.9, No.1, 963.
[14] J. Tang, A. LeBel, S. Jain, and A. G. Huth, (2022) "Semantic reconstruction of continuous language from non-invasive brain recordings", bioRxiv preprint doi: https//doi.org/10.1101/2022.0929.509744.
[15] A. Vaswani, et al., (2017) "Attention is all you need", arXiv preprint arXiv: 1706.03762v5.
[16] Kubozono, (2002) "2. Mora and Syllable", The Handbook of Japanese Linguistics, ed. N.Tsujimura, pp.31-61, Blackwell Publishers Inc., Massachusetts.
[17] B. G. Verdonschot, S. Tokimoto, and Y. Miyaoka, (2019) "The fundamental phonological unit Japanese word production: An EEG study using the picture-word interference paradigm", Journal of Neurolinguistics, Vol.51, pp.184-193.
[18] 金田一春彦、(2017), 日本語　新版（上）、岩波書店、第 53 刷.
[19] R. Laje, and D. V. Buonomano, (2013) "Robust timing and motor patterns by taming chaos in recurrent networks", Nat. Neurosci., Vol.16, No.7, pp.925-933.
[20] 今栄国晴、(1960) "日本語の digram の相対頻度とその特性", 心理学評論、Vol.4, pp.85-100.
[21] S. Furui, (2015) Digital Speech Processing, Synthesis, and Recognition, 2nd ed., rev. and expanded, Eastern Hemisphere Distribution, New York, NY 10016.
[22] 窪園晴夫、(2018), 音声学・音韻論、くろしお出版、第 11 刷.
[23] R. C. Pratap, (1987) "The speech evoked potential in normal subjects and patients with cerebral hemispheric lesions", Clinical Neurology and Neurosurgery, Vol.89, No.9, pp.237-242.
[24] S. Tsukiyama, and T. Yamazaki, (2019) "Discriminability among Japanese vowels using early components in silent-speech-related potentials", IEICE Technical Report, SP2019-31, WIT2019-30 (2019-10), pp.81-86.

VR アバターに対するフルボディ錯覚生起時の脳活動計測
Neural activity during a full-body illusion towards a VR avatar

肥後 克己[†]，大塚 一輝[†]，嶋田 総太郎[†]
Katsuki Higo, Itsuki Ohtsuka, Sotaro Shimada

[†]明治大学
[†]Meiji University
higok@meiji.ac.jp

概要

自身の身体が自分のものであるという感覚は身体所有感と呼ばれるが，その生起に関わる神経活動についてはわかっていない。本研究では，視覚的・触覚的に整合性のとれた刺激によってフルボディ錯覚を生起させた後，視覚刺激のみを与えて感覚間に不整合を生じさせた際の脳活動を計測した。結果として感覚間に不整合が生じた際に，左運動前野の活動が認められた。この結果は，運動前野が自己身体に関わる感覚間のずれを補正し，自己身体とそれ以外の間の境界を設定する働きを持つ可能性を示唆している。

キーワード : 身体所有感，フルボディ錯覚，NIRS (sense of ownership, full-body illusion, NIRS)

1. はじめに

私たちが普段当たり前のように感じている，自分の身体は自分のものであるという感覚は，身体所有感と呼ばれる。この感覚は一見確固たるものに思えるが，容易に変化することが知られている。その代表的な例がラバーハンド錯覚やフルボディ錯覚である。ラバーハンド錯覚は，作り物の腕と本物の腕に同時に視覚的・触覚的な刺激を与えた際に，作り物の腕を自身の身体の一部のように感じる現象である[1]。同様に，フルボディ錯覚はマネキンやバーチャルリアリティ（VR）空間上のアバターに対して身体所有感が生起する現象である[2, 3]。

身体所有感に関する脳機能の研究も行われており，Ehrsson らは，ラバーハンド錯覚において，腹側運動前野は視覚情報と体性感覚情報の照合に関わるとしている[4]。フルボディ錯覚でも運動前野の活動は報告されており[5, 6, 7]，これらの研究では運動前野は，各身体部位の統合に関連するとされている。また, Ionta らは，フルボディ錯覚の生起時に側頭頭頂接合部（Temporo-Parietal Junction, TPJ）の活動が見られることを報告し，これを自己位置のコーディングを反映するものとしている[8]。しかし自己位置のコーディングが不要なラバーハンド錯覚にも TPJ は関与することが知られている[9]。Tsakiris らは，TPJ は視覚情報と体性感覚情報を統合し，身体イメージを生成する部位としているが，一方で Wold らは，情報の統合は有線外皮質身体領域（Extrastriate Body Area, EBA）でも起こるとしている[10]。

このように，身体所有感の生起には運動前野や頭頂葉などの働きが重要であることはわかっているが，それぞれがどのような役割を持つのかについての統一的な見解は得られていない。身体所有感を支える神経基盤を検討するためには，錯覚が生起している間の脳活動だけではなく，呈示する刺激を変化させた際にそれらが受ける影響も併せて検討することが有効であると考えられる。そこで本実験では，視覚と触覚に時間的に同期した刺激を与え, VR アバターに対してフルボディ錯覚を生起させた後，視覚的刺激のみを呈示することで視覚情報と触覚情報に不整合を生じさせた際の脳活動を計測した。

2. 方法

実験参加者

18 名の健康な男性 (21.6±1.21 歳 平均年齢±標準偏差) が実験に参加した。実験参加者には、実験前に概要や注意事項を説明し、参加同意書に署名してもらった。

手続き

実験参加者への刺激の呈示には，ヘッドマウントディスプレイ（HMD, HTC VIVE, HTC Corporation, Taiwan, 画面解像度 2160×1200 , 視野角 110°, リフレッシュレート 90 Hz）を用いた。HMD にはアバターが背中を向けた状態で表示された。この状態で，VR 空間上のアバターと実験参加者の背中を同時にペンで撫で，フルボディ錯覚を生起させた（同期条件）。比較のため，実験参加者を撫でるタイミングとアバターを撫でるタイミングに 700ms の遅延を挿入し，フルボディ錯覚が生起しない条件（非同期条件）も行った。刺激呈示は 4 分間であった。ここまでを Session 1 とする。

次に，Session 2 として，実験参加者の背中は撫でずに，アバターの背中を撫でる様子だけを見せた。これは，フルボディ錯覚が生起した（していない）状態で，

視覚と触覚の間にずれを検出した際の脳活動を計測するためである。アバターの背中だけを撫でる視覚刺激は，1 回 10 秒間，間に 10 秒のレストを挟んで 3 回呈示した。

これらの刺激呈示中の左右の頭頂から側頭周辺を含む領域の脳活動を，近赤外分光法計測装置（Near-Infrared Spectroscopy，NIRS，OMM-3000，島津製作所）を用いて計測した。刺激提示終了後，実験参加者には，Session 1 の身体所有感に関するアンケートへの回答を求めた。アンケートは「1. アバターの背中がペンで触れられている位置に自分の触覚を感じた」「2. アバターの背中を触っているペンで自分の背中が触られているように感じた」「アバターが自分の身体であるかのように感じた」の 3 項目であった。

NIRS データ分析

[Session1] 刺激呈示期間である 4 分間を 60 秒ごとに 4 区間（t1～t4）にわけ，0.1 秒あたりの平均 OxyHb 濃度を条件毎に比較した。

[Session2] 一般線形モデルを用いて，実験デザインとガウス関数から作成したモデルへのフィッティングを示す t 値を算出し，条件毎に比較した。

3D 磁気デジタイザ（Fastrak, Polhemus, USA）を用いてプローブの位置を記録し，確率的空間レジストレーション法を用いて各チャンネル位置を MNI 空間座標に変換し[11]，Shattuck らの LBPA40 に基づいて解剖学的部位を推定した[12]。同じ解剖学的部位に含まれるチャンネルの OxyHb 濃度（Session 1）もしくは t 値（Session 2）の値を平均し，その部位の脳活動の指標として用いた。

分析にはウィルコクソンの符号付順位検定を用いた。チャンネル数に応じた多重比較補正には，Benjamini-Hochberg 法による FDR 補正を用いた。

3. 結果

アンケート

アンケート項目に対してウィルコクソンの符号付順位検定を行ったところ，全ての項目で，条件間に有意な差が認められた（Q.1: $Z = 2.78$, $p = 0.005$; Q.2: $Z = 2.32$, $p = 0.020$; Q.3: $Z = 2.535$, $p = 0.011$）。

NIRS

[Session 1] t2 区間（Session 1 の 61 秒～120 秒の区間）で，左中後頭回において，非同期条件よりも同期条件で有意に高い脳活動が認められた（$Z = 2.19$, $p = 0.003$, 図 1）。

[Session 2] 左中心前回において，非同期条件よりも同期条件で有意に高い脳活動が認められた（$Z = 3.34$, $p < 0.001$, 図 2）。

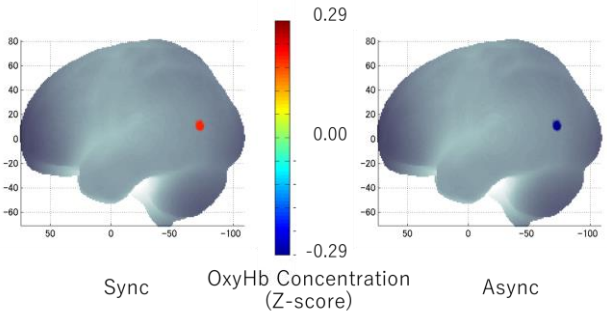


図 1 Session 1 における左中後頭回の活動
（MNI 座標: X = -58, Y = -72, Z = 11）

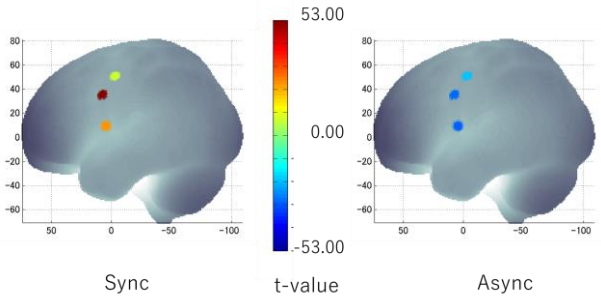


図 2 Session 2 における左中心前回の活動
（MNI 座標（上から）: X = -55, Y = -3, Z = 51;
X = -60, Y = 8, Z = 35; X = -64, Y = 5, Z = 10）

4. 考察

アンケート結果より，同期条件においてフルボディ錯覚が生じていたことが示された。フルボディ錯覚生起中の脳活動を見ると，非同期条件よりも同期条件において左中後頭回で高い活動が認められた。中後頭回に含まれる EBA は身体認識に関連するとされ，特に左 EBA は自己身体の知覚に関連すると報告されている[11]。この結果は，フルボディ錯覚生起時には，左 EBA においてアバターが自己身体として認識されるプロセスが生じることを示している。

次に，Session 2 の脳活動を見ると，同期条件において左中心前回の活動が認められた。中心前回は運動前野を含む部位である。運動前野には自分の身体近傍に提示された視覚刺激に対して反応するニューロンがあることが知られており[12]，このことから，運動前野は

自身の身体と周囲の環境との境界の設定に関連する機能を持つとされている[4]。同期条件ではフルボディ錯覚が生じた状態で視覚と触覚の間の不整合を経験することになる。本実験における運動前野の活動は，感覚間のずれを補正し，自身の身体の境界を再設定する過程を反映していると考えられる。

本研究から，フルボディ錯覚生起時には左中後頭回を中心としてアバターを自己身体と認識するプロセスが生じ，また，自己身体に関わる感覚間でずれが生じた際は，運動前野がそれを調整し，自己の身体と周囲の環境との境界を再設定する働きが生じることが示唆された。

謝辞

本研究は、JST ムーンショット型研究開発事業 JPMJMS2013 の支援を受けた。

文献

[1] Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see. . Nature, 391, 756.
[2] Ehrsson, H. H. (2007). The experimental induction of out-of-body experiences. Science, 317(5841), 1048. https://doi.org/10.1126/science.1142175
[3] Lenggenhager, B., Tadi, T., Metzinger, T., & Blanke, O. (2007). Video ergo sum: manipulating bodily self-consciousness. *Science*, *317*(5841), 1096-1099. https://doi.org/10.1126/science.1143439
[4] Ehrsson, H. H., Spence, C., & Passingham, R. E. (2004). That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb. Science, 305(5685), 875-877. https://doi.org/10.1126/science.1097011
[5] Petkova, V. I., Bjornsdotter, M., Gentile, G., Jonsson, T., Li, T. Q., & Ehrsson, H. H. (2011). From part- to whole-body ownership in the multisensory brain. Curr Biol, 21(13), 1118-1122. https://doi.org/10.1016/j.cub.2011.05.022
[6] Gentile, G., Bjornsdotter, M., Petkova, V. I., Abdulkarim, Z., & Ehrsson, H. H. (2015). Patterns of neural activity in the human ventral premotor cortex reflect a whole-body multisensory percept. Neuroimage, 109, 328-340. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.01.008
[7] Guterstam, A., Bjornsdotter, M., Gentile, G., & Ehrsson, H. H. (2015). Posterior cingulate cortex integrates the senses of self-location and body ownership. Curr Biol, 25(11), 1416-1425. https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.03.059
[8] Ionta, S., Heydrich, L., Lenggenhager, B., Mouthon, M., Fornari, E., Chapuis, D., Gassert, R., & Blanke, O. (2011). Multisensory mechanisms in temporo-parietal cortex support self-location and first-person perspective. Neuron, 70(2), 363-374. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.03.009
[9] Tsakiris, M., Costantini, M., & Haggard, P. (2008). The role of the right temporo-parietal junction in maintaining a coherent sense of one's body. Neuropsychologia, 46(12), 3014-3018. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.06.004
[10] Wold, A., Limanowski, J., Walter, H., & Blankenburg, F. (2014). Proprioceptive drift in the rubber hand illusion is intensified following 1 Hz TMS of the left EBA. Front Hum Neurosci, 8, 390. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00390
[11] Singh, A. K., Okamoto, M., Dan, H., Jurcak, V., & Dan, I. (2005). Spatial registration of multichannel multi-subject fNIRS data to MNI space without MRI. *Neuroimage*, *27*(4), 842-851. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.05.019
[12] Shattuck, D. W., Mirza, M., Adisetiyo, V., Hojatkashani, C., Salamon, G., Narr, K. L., Poldrack, R. A., Bilder, R. M., & Toga, A. W. (2008). Construction of a 3D probabilistic atlas of human cortical structures. Neuroimage, 39(3), 1064-1080. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.09.031
[13] De Bellis, F., Trojano, L., Errico, D., Grossi, D., & Conson, M. (2017). Whose hand is this? Differential responses of right and left extrastriate body areas to visual images of self and others' hands. Cogn Affect Behav Neurosci, 17(4), 826-837. https://doi.org/10.3758/s13415-017-0514-z
[14] Graziano, M. S., Yap, G. S., & Gross, C. G. (1994). Coding of visual space by premotor neurons. Science, 266(5187), 1054-1057. https://doi.org/10.1126/science.7973661

VR 環境でのスピーチ練習がプレゼンテーション本番前に与える影響：心拍変動と状態不安尺度に着目した実験的検討

Effect of Speech Practice in VR Environment on the Anxiety before the Presentation: An Investigation on Heart Rate and State Anxiety Inventory

堀野 康輔 [1]，林 勇吾 [2]

立命館大学大学院人間科学研究科 [1]，立命館大学総合心理学部 [2]

Graduate School of Human Science, Ritsumeikan University,

College of Comprehensive Psychology

cp0111ri@ed.ritsumei.ac.jp

概要

本研究では, VR 環境におけるスピーチ練習によるスピーチに対する不安感への影響とその要因について検討した. VR 練習条件と非 VR 練習条件の２条件で, 参加者間計画で行った. それぞれ本番に向けてスピーチの練習をしてもらった. 従属変数は練習中の心理的負担, 本番前の心理的負担, 練習での出来、本番への自信である. 心理的負担は心拍と状態不安尺度を用いて測った. 結果, VR 練習条件の方が本番に対する自信が下がり, その他の項目では統計的に有意な差が見られなかった.

キーワード：スピーチ不安, VR, STAI, 心拍

1. はじめに

人前で話す力は学校や職場など様々な場面で求められる．大学生の 72.2%が複数の人の前で発表することに対して苦手だと感じているという調査もある[1]．人前で話すことに対する苦手意識はプレゼンやスピーチの質に影響を及ぼすことが考えられる．そのため，人前で話すことに対して苦手意識を低減させることはコミュニケーションを円滑に進めるためにも重要なことである．スピーチの不安をなくすには，実際に人前でスピーチをする練習ことが重要である．しかし，スピーチの練習をするたびに大勢の聴衆を集めると大きなコストがかかる．VR（Virtual Reality）を用いれば仮想的なアバターを使うことで聴衆を集めるコストの問題を解決することができ，さらに，本番の環境に合わせて練習空間を調節するようなことも可能となる．実際に，スピーチ不安に対するアプローチとして VRET（Virtual Reality Exposure Therapy）という VR を利用して恐怖刺激を提示してするエクスポージャーがあり，その効果も確かめられている[2].

通常 VRET は複数回のセッションを通して段階的に不安を低減させるものである．一方で，本番前に VR 環境で一人の仮想聴衆を相手にスピーチ練習を行うことで本番前のスピーチに対する不安が低減されることが示されており，短期的な効果も示されている[3]．しかし，聴衆の人数や見た目など， VR 環境による練習の効果や効果を及ぼす要因についてさらに検討していく必要がある．[3]の実験で用いた VR 環境は聴衆が 1 人で全身黒のシンプルなシルエットで，話者のアバターは存在していなかった．よって本研究の目的は聴衆の人数や見た目、話者の存在について実際のスピーチ場面に近い仮想環境でのスピーチ練習の効果を検討すること，及び, VR 環境でのスピーチ練習が，練習中の心理的負担や練習での出来や本番に対する自信に対してどのような影響を与えるかについても検討することである．仮説としては，スピーチ環境をより本番の環境に近づけているため VR を用いたスピーチ練習（VR 練習条件）の方が VR を使わない通常のスピーチ練習（非 VR 練習条件）よりも心理的負担が大きくなると予想した（H1）．一方，練習段階で大きな心理的負担を経験し，本番に近い環境で練習しているため，本番前の心理的負担は VR 練習条件の方が小さくなり（H2），VR 練習条件の方が練習での出来の評価が高く（H3-1），本番への自信が高くなる（H3-2）と予想した.

2. 方法

2.1. 実験参加者

実験参加者は大学生 16 名(男性 11 名，女性 5 名)であった．実験条件は VR 練習条件 8 名，非 VR 練習条件 8 名だった．VR 練習条件と非 VR 練習条件を分類するにあたって、事前に対人不安に関する質問紙調査を行った。対人場面で不安に感じやすい人とそうでない人では本番のスピーチ時の不安に影響を与えると考えられるためである。[4]に基づいて、質問紙調査の質問項目を作成した。この調査の得点に基づいて、実験参加者を平均点が VR 練習条件と非 VR 練習条件がなるべく均等になるように考慮して分類した。

2.2. 装置

VR のスピーチ空間（以下，VR 部屋）を提示するためのヘッドマウントディスプレイ（HMD）として Oculus Rift S を採用した. VR 部屋の実装には Unity(バージョン：2021.3.6f1)を採用した．VR 部屋は図 1 のように，VR 部屋には聴衆アバタが 8 人椅子に座っており，実験参加者にはその前で立って話してもらった. 実験参加者には図 2 のような映像が提示され, 頭の動きに応じて映像が動くようにした．プレゼンテーションの環境は大学の教室を模して作成し、聴衆アバタは大学生を想定して作成した.聴衆アバタの視線は発表者に向くように設定した. また, 聴衆アバタに対して人間らしさを再現するため，まばたきと少しの上下に揺れをさせた．発表者アバタの目の前に

は鏡を設置した. 手や頭の動きが VR 部屋に存在する発表者の動きと連動しているのを鏡で見せることでアバタに対する身体所有感を与えた.

図 1．VR 部屋における全体の様子

図 2. 実験参加者から見える VR 部屋の映像

2. 3. 尺度

主観的な心理的負担を測る方法として， State-Trait Anxiety Inventory の日本語版（以下，STAI）[5]を採用し，そのうち状態不安尺度を用いた. 状態不安尺度では現在の気持ちを「全くそうでない」「いくぶんそうである」「ほぼそうである」「全くそうである」の 4 段階で回答してもらった. 加えて，心理的負担を測る生理指標として脈拍数(1 分間で拍動する回数)を計測した．脈拍計測には J551 Pulse-rate Rhythm Monitor を使用した.

2. 4. 手続き

実験参加者には実験日に，準備フェーズ，練習フェーズ, 本番フェーズの順で行うことを説明した(図 3). 準備フェーズはスピーチの内容を構成し，その内容を覚える段階，練習フェーズは構成したスピーチを発声しながら練習する段階，本番フェーズは実際に人前でスピーチをする段階とした. ただし，本番フェーズは教示のみで実際には行わない．練習フェーズにおいて，VR 練習条件は HMD を装着し，VR 部屋で練習を行った. 非 VR 練習条件は実験室の壁に向かって練習を行ってもらった．STAI と心拍数を準備フェーズの直前，練習フェーズの途中，本番フェーズの直前の 3 つのタイミングで計測した．練習フェーズ中の計測は一度練習を中断し，STAI の回答と心拍数の計測を行った．本番フェーズ直前の計測までが必要な項目であるため，本番フェーズは行う必要がない．そのため，3 度目の計測後，実験参加者に本番フェーズを行う必要はないということを説明し，最後に事後アンケートに回答してもらった後，実験を終了した. 事後アンケートでは，準備時間と練習時間が十分であったかについて，練習段階でのスピーチの出来について，本番に対する自信について答えてもらった．練習段階でのスピーチの出来と本番に対する自信についてはそれぞれ 10 点満点で点数をつけてもらった．加えて，VR 練習条件には練習時に体験した VR 部屋について, 部屋及び聴衆に対する違和感について答えてもらった.

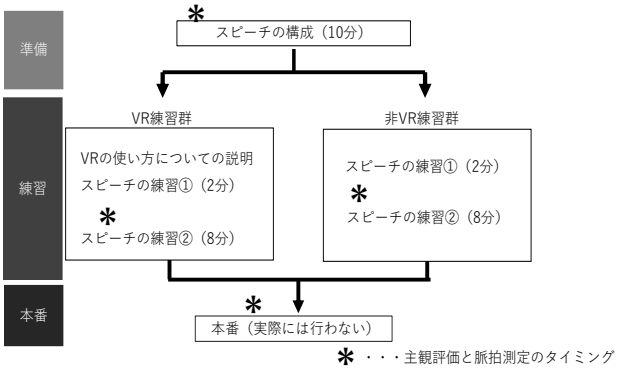


図 3. 実験手続きのフローチャート

3. 結果

独立変数を VR 練習条件と非 VR 練習条件，従属変数を準備前の測定値（STAI，脈拍）から練習中及び本番前の測定値への増減率とした. 増減率＝{練習中(または本番前)の測定値 － 準備前の測定値} / (準備前の測定値)とした．STAI 及び心拍数の増減率の推移を図 4 と図 5 に示した.

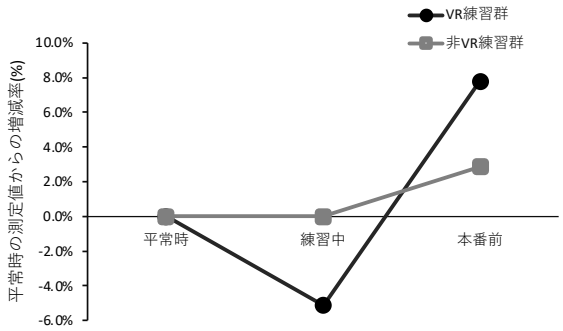


図 4. STAI の増減率の推移

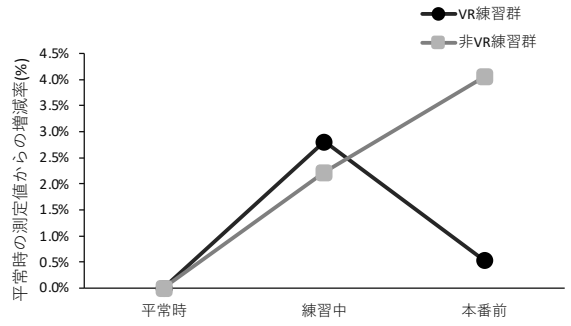


図 5. 心拍数の増減率の推移

条件間における練習中の増減率について t 検定を行ったところ, STAI と脈拍のどちらにおいても条件間で有意な差が見られなかった（STAI：$t(14) = -0.54, p = .30, d = 0.25$, 脈拍：$t(14) = 0.34, p = .37, d = 0.18$）.

条件間における本番前の増減率について t 検定を行ったところ, STAI と脈拍のどちらにおいても条件間で有意な差が見られなかった（STAI : $t(14) = -0.54, p = .30, d = 0.37$, 脈拍：$t(14) = 0.34, p = .37, d = 0.25$）.

練習段階でのスピーチの出来と本番に対する自信の得点を条件間で比較した結果, 図 6 の通り,「練習段階でのスピーチの出来」について条件間で有意な差が見られず($t(14) = -0.34, p = .34$),「本番に対する自信」について条件間で有意な差が見られた($t(14) = -2.35, p = .02$).

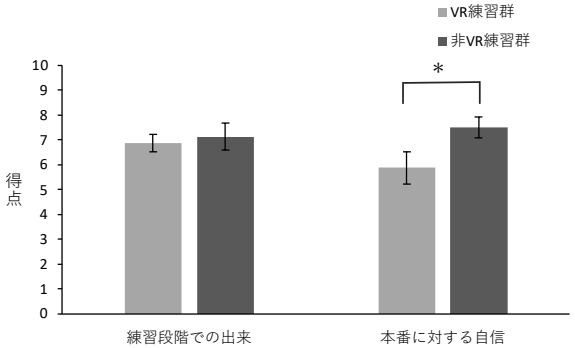


図 6. 練習段階での出来及び本番に対する自信の主観的得点. エラーバーは標準誤差を示し, *は $p < .05$ を示す

4. 考察

本研究では VR 練習条件と非 VR 練習条件を比較し, VR を用いたスピーチ練習の効果及び, VR 環境でのスピーチ練習が, 練習中の心理的負担や練習での出来や本番に対する自信に対してどのような影響を与えるかについても検討した. その結果, VR 練習条件と非 VR 練習条件との間で, 練習中の心理的負担に有意な差が見られなかったことから, H1 は立証されなかった. この要因として, 手続き的な問題が挙げられるだろう. 練習中の心理的負担を計測するときに練習を一度止めて計測したため, 練習中の心理状態と, 計測中の心理状態でタイムラグがあり, 本来調べたかった練習中の心理状態を測れていなかった可能性がある. STAI については一度練習を中断する必要があるが, 心拍数に関しては脈拍計を装着しながら練習してもらうことで解決することができるだろう. 続いて, スピーチ練習を VR 練習条件と非 VR 練習条件との間で本番前の心理的負担に有意な差が見られなかったことから, H2 は立証されなかった. この点については[3]に反する結果が得られた. 要因について H3-1 と H3-2 の結果が関係していると思われる. 練習中の出来について 2 群間で差がなかったことから, H3-1 は立証されず, H3-2 に関しては VR 練習条件の方が本番に対する自信が低く, 予想とは反対の結果となった. この要因としては練習の出来や本番に対する自信の評価が低いことによって本番前の心理的負担が軽減されなかったと考えた. VR 練習条件で練習の出来や本番に対する自信の評価が低い理由として, 聴衆アバタがスピーチに対して反応をしない点にあると考えた. 実験参加者は聴衆アバタに向かって話すが, それに対する反応がないというフィードバックが返ってくる. それを繰り返すことで, うまいこと練習ができたと思えず, 本番に対する自信がなくなったと考えられる. [3]の聴衆アバタもリアクションはなかったが, 今回の実験では聴衆が複数人で, 聴衆の表情がわかりやすい見た目となっていたため, 実験参加者は聴衆から得られる無反応のフィードバックをより重く受け止めたのではないだろうか. 今後, アバタの振る舞いを操作し, 話者に良いフィードバックを返すことができれば本番への自信につながり, 本番前の心理的負担が低くなるかもしれない. 他にも, 実験参加者の見た目や聴衆アバタの態度, 練習の仕方なども結果に影響を与えると考えられるため, 様々な条件で検討していく必要があるだろう. また, 本研究では実験参加者の数が少なく, 正確な結果を導けていない可能性があるため, 追加でデータを取る必要があると考えている.

謝辞

本研究は一部, 立命館大学グローバルイノベーション機構(R-GIRO)による助成を受けた. ここに感謝の意を記したい.

文献

[1] JTB コミュニケーションデザイン(2018). コミュニケーション総合調査＜第 3 報＞「コミュニケーションの苦手意識」 JTB コミュニケーションデザイン Retrieved from ＜ https://www . jtbcom.co.jp/article/hr/547.html＞(2023 年 4 月 13 日)

[2] Harris, S. R., Kemmerlling, R. L., & North, M. M. (2002)Brief virtual reality therapy for public speaking anxiety. *Cyberpsychology & Behavior, 5*, 543-550.

[3] 渡部 未来・栗原 一貴 (2019). VR プレゼンテーション環境がユーザーに与える心理的影響の検証とその応用 情報処理学会研究報告, *1*, 1-13.

[4] 岡林 直子・生和 秀敏 (1991). 対人不安感尺度の信頼性と妥当性に関する―研究 広島大学総合科学部紀要 III , *15*, 1-9.

[5] 清水 秀美・今栄 国晴 (1981). STATE-TREAT ANXIETY INVENTORY の日本語版（大学生用）の作成 教育心理学研究, *29*, 62-67.

Win-Win 関係構築のための感情認知計算
Affective Computing for building Win-Win relationship

佐藤 幹晃 †，寺田 和憲 †，ジョナサン グラッチ ‡
Motoaki Sato, Kazunori Terada, Jonathan Gratch
† 岐阜大学，‡ 南カリフォルニア大学
Gifu University, University of Southern California
motoaki.sato@ai.info.gifu-u.ac.jp

概要

Win-Win な交渉をするためには，事前にコミュニケーションすることで相手について学ぶことが重要である．人-人の交渉において，感情表現は偽りがなく，信頼できる信号だと考えられているが，人-AI エージェントの交渉結果にどのような影響を与えるかは未知であった．そこで本研究では，交渉前のコミュニケーションで感情表現から AI エージェントの選好を学習することが，Win-Win な交渉結果に寄与するか検討した．

キーワード：交渉, 表情， 評価理論， 心的状態の推測

1. はじめに

近年のバーチャルリアリティ（VR）と人工知能（AI）の進歩により，言語・非言語コミュニケーションを通じて人と交渉する具現化 AI エージェントが実現されつつある [1]．交渉では，交渉前や交渉中にチープトークを通じて様々な情報が交換され，信頼などの相手の印象や選好などの心理状態といった交渉相手のモデルを形成している．チープトークとは，ゲーム理論において，ゲームのペイオフに直接影響を与えないプレイヤー間のコミュニケーションのことである．AI エージェントは後ろめたさを感じることなく嘘をつくことができるため，競争的な状況ではエージェントのチープトークを無視した方が良いが，協力的な状況では無視しない方が Win-Win な解決に至ることができる [2]．非言語によるチープトークは交渉に有効である [3]．非言語信号が効果的な理由の 1 つは，口頭での情報よりもより正直で信頼性が高い [4] ため，偽ることが難しいからである．したがって，人間が AI エージェントとの交渉で Win-Win となるためには，交渉前に交わされる非言語情報を用いて，人間が AI エージェントをどのようにモデル化しているのかをより知る必要がある．本研究では，交渉前の感情表現から AI エージェントの選好を学習することで，人間と AI との交渉において Win-Win な解決策を導くことができるかどうかを検討した．

2. 実験方法

実験参加者は Yahoo！クラウドソーシングで募集した，19 歳から 70 歳までの男性 119 人，女性 28 人であった ($M_{age} = 46.31$, $SD_{age} = 11.092$)．ID の不一致とアテンションチェック該当者を取り除き，147 人 (選好学習フェーズ有:75 人，無: 参加者 72 人) をデータとして集計した．

参加者は Yahoo!クラウドソーシングから Qualtrics で作成したアンケートページに進み，年齢と性別を答えたのち，複数論点最後通牒ゲームの説明を受け，理解を確認する問題に答えた．次に参加者は 16 種類の食べ物に 1 から 4(1: 嫌い，2: どちらでもない，3: まあまあ好き，4: とても好き) の水準で評価した．この 4 段階に少なくとも 1 つ以上の食べ物が割り当てられるよう，選好がばらけるような食べ物を事前に選定した．加えて，選好が極端に偏る参加者を考慮し，各水準に対して，少なくとも 1 つ以上の食べ物を割り当てるように強制した．各水準からランダムに 1 つの食べ物を選択し，4 つのアイテムを後のタスクに用いた．プリプレイコミュニケーションを行う前にエージェントの選好をどのように推測したかを評価するために，参加者はエージェントの選好を推定し，1 から 4 まで順位をつけた．

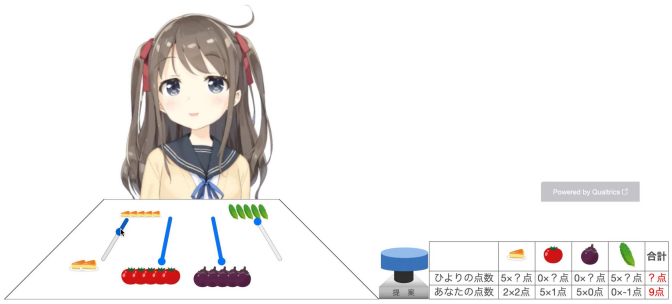
次に，全ての参加者は複数論点最後通牒ゲームを行った．参加者はスライダーバーを用いて，アイテムの配分をエージェントに提示することができた．表 1dのような重みの設定であり，配分されたアイテムの重みの合計がポイントとなった．エージェントはポイントが高いほどより喜んだ表情を表出した．エージェントの喜びの表情は，喜びの段階を適切に表しているか妥当性を検証した 8 段階を用いた (図 1f)．エージェントは許容できる限界のポイント (リミット) を下回ると怒った表情を表出した．参加者がリミット以上で配分を決定すると，参加者とエージェントともに配分に

(a) アイテムごとに表出するエージェントの表情 ($w^{\text{エージェント}} = -1$ (嫌い), $w^{\text{エージェント}} = 0$ (どちらでもない), $w^{\text{エージェント}} = 1$ (まあまあ好き), $w^{\text{エージェント}} = 2$ (とても好き).

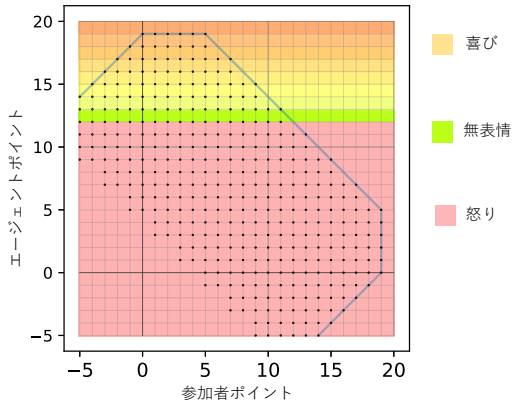
(b) 選好学習フェーズ

アイテム (個数)	A (7)	B (5)	C (5)	D (5)
$w^{\text{参加者}}$	2	1	0	-1
$w^{\text{エージェント}}$	2	0	-1	1

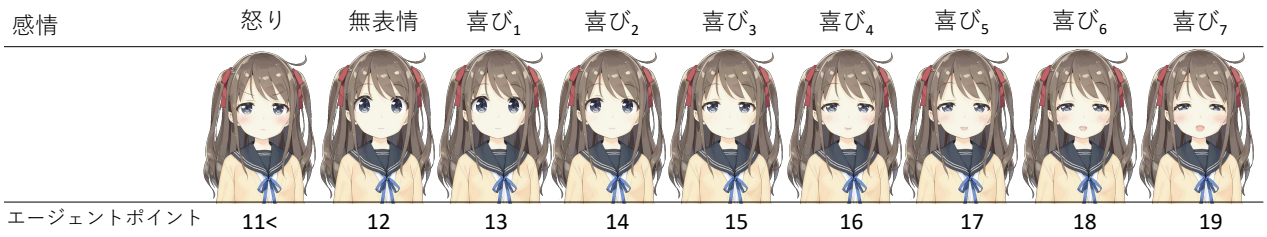
(d) アイテムの重み



(e) 複数論点最後通牒ゲーム



(c) エージェントが配分をどのように評価するかと複数論点最後通牒ゲームにおけるパレート最適を示した評価理論のヒートマップ



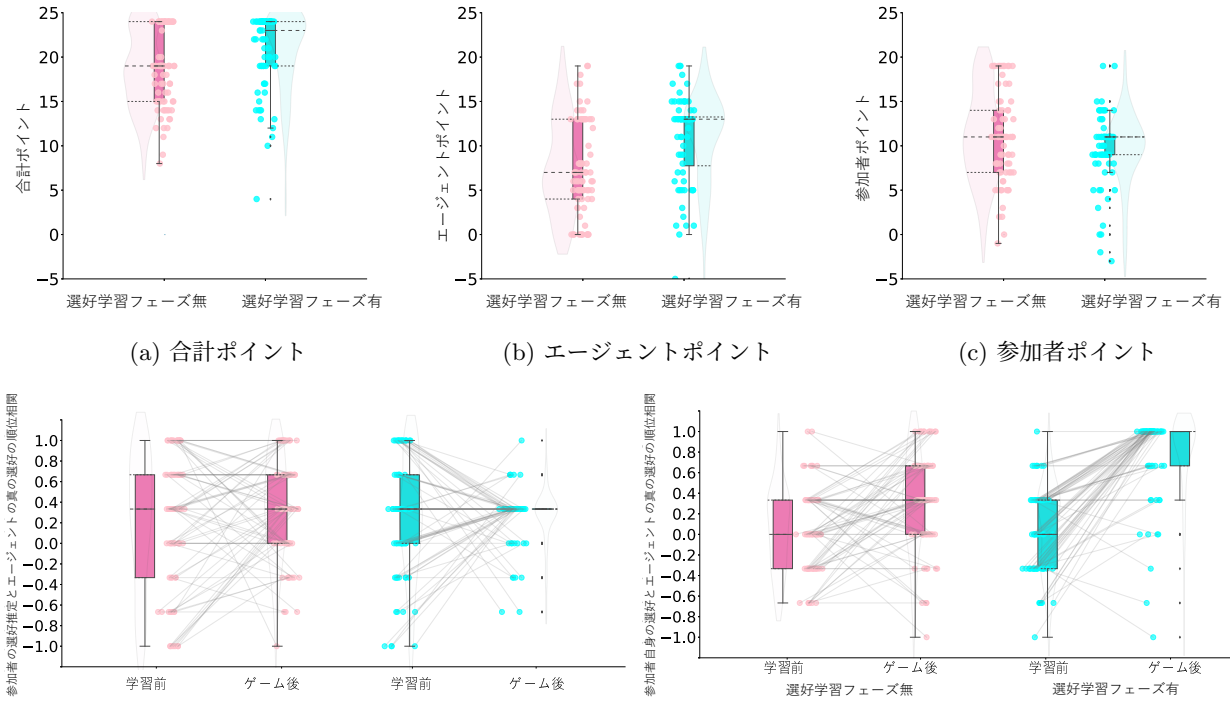
(f) エージェントの利得に応じてエージェントの表情が変化する

図 1: 方法: 選好学習のインタフェース

応じたポイントを獲得した．参加者がリミット未満で配分を決定すると，エージェントに配分を拒否されて両者ともにポイントを獲得できなかった．図 1cのヒートマップはエージェントのポイントと表情の対応関係を示している．参加者の課題は，エージェントに拒否されることなく参加者のポイントを増やすことであった．そのために，参加者はエージェントの好みとエージェントのリミットを推論する必要があった．図 1eのインタフェースを用いることで，エージェントの選好とリミットの同時推論が理論的に可能である．

しかし，選好とリミットを同時に推論することは難しい [5]．そこで本研究では，選好学習フェーズ有条件の参加者のみに，交渉前に選好学習を行う機会を与えた．選好学習フェーズでは，選好を符号化しているエージェントの表情を観察することでエージェントの選好を学習した (図 1b)．エージェントの選好は $w^{\text{エージェント}} = -1, 0, 1, 2$．エージェントが嫌いな問題には-1 が，エージェントがとても好きな問題には 2 が割り当てられている．$w^{\text{エージェント}}$ と表情の関係を図 1aに示す．最後に全ての参加者は再度エージェントの選好推定を行った．

交渉結果に影響を与える可能性のある重要な特徴の 1 つは，エージェントの見た目のリアルさや単純さである．寺田らは，単純な線画からなるソフトウェア・エージェントを用いて，最後通牒ゲームにおいて口の角度が上下するにつれて人々の向社会的行動が変化することを示した [6]．deMelo らは，実際の人間に似たエージェントを用い，囚人のジレンマにおいて，エー



(a) 合計ポイント (b) エージェントポイント (c) 参加者ポイント

(d) 固定パイ・バイアス (e) 選好推定

図 2: 実験結果

ジェントが競争的な感情表現と比較して協力的な感情表現を示すと，人々はより協力的になることを確認した [7]．そこで本研究では，単純な見た目と実際の見た目の中間であるアニメ風のキャラクターをエージェントとして用いた．

参加者には，参加費として PayPay ポイントを 200 ポイント支払った．さらに，複数論点最後通牒ゲームで獲得した参加者自身のポイントに応じて，より多くのお金を獲得する機会を与えた．今回の実験では 150 人中上位 5%，つまり 7 人の参加者に Amazon ギフト券 3000 円分を与えた．

本研究は，岐阜大学大学院医学系研究科の医学審査委員会 (IRB) の承認を得ている．参加者には，データセットに参加者の情報が使用されることについて，インフォームドコンセントを行った．

複数論点最後通牒ゲームにおいて，エージェントが獲得したポイント，参加者が獲得したポイント，両者の合計ポイントを検証した．また，参加者が推定したエージェントの選好順位を測定し，[8] に倣い，参加者が推定したエージェントの選好と参加者の選好 (固定パイ・バイアス)，参加者が推定したエージェントの選好とエージェントの実際の選好 (選好推定) の間のケンドールの順位相関係数をそれぞれ算出した．実験計画は 2(選好学習フェーズ: 有/無) の参加者間要因配置で行った．エージェントが獲得したポイント (エージェントポイント)，参加者が獲得したポイント (参加者ポイント)，両者が獲得したポイント (合計ポイント) について，2 水準 (選好学習フェーズ: 有/無) の一元配置分散分析を行なった．参加者は，複数論点最後通牒ゲームの前と後の 2 回，エージェントの選好を推定したので，固定パイ・バイアスと選好推定について，最初・最後の 4 アイテムの複数論点最後通牒ゲームのインタラクション要因 (学習前/ゲーム後水準: 参加者内) × 選好学習フェーズの有無の外見要因 (選好学習フェーズ: 有/無) の 2 要因混合計画で行った．

3. 実験結果

合計ポイントについて，一元配置分散分析の結果，選好学習フェーズ有の条件 ($M = 20.6$, $SD = 4.3$) の方が，選好学習フェーズ無の条件 ($M = 18.5$, $SD = 4.3$) よりも有意に高いことがわかった ($F(1, 146) = 9.8, p = .002, \eta_p^2 = .063$ (図 2a))．この結果は，選好学習フェーズが，エージェントと参加者にとって Win-Win な配分をすることに寄与することを示す．エージェントポイントについて，一元配置分散分析の結果，選好学習フェーズ有の条件 ($M = 11.0$, $SD = 5.0$) の方が，選好学習フェーズ無の条件 ($M = 7.5$, $SD = 5.2$) よりも有意に高いことがわかった ($F(1, 145) = 17.3, p = .000, \eta_p^2 = .105$ (図 2b))．この結果は，選好学習フェーズにより，参加者がエージェントに譲歩するようになったことを示している．参加者ポイント

について，一元配置分散分析の結果，選好学習フェーズ有の条件 ($M = 9.6$, $SD = 4.1$) の方が，選好学習フェーズ無の条件 ($M = 10.9$, $SD = 5.1$) に有意な差はなかった ($F(1, 145) = 2.6, p = .107, \eta_p^2 = .018$ (図 2c))．エージェントポイントの結果も踏まえるとこの結果は，エージェントの選好を正しく推定することで，参加者は自身のポイントを下げることなく，エージェントのポイントを上げることを示している．

固定パイ・バイアスについて，繰り返しありの二要因分散分析を行った結果，学習前/ゲーム後水準に主効果はなく，選好学習フェーズの有/無の主効果もなく ($F(1, 145) = 1.64, p = .202, \eta_p^2 = .011$)，交互作用も確認されなかった ($F(1, 145) = 0.922, p = .339, \eta_p^2 = .006$ (図 2d))．このことから，固定パイ・バイアスは選好学習や学習前後に影響されないことがわかった．選好推定について，繰り返しありの二要因分散分析を行った結果．学習前/ゲーム後水準に主効果が認められた ($F(1, 145) = 105.05, p < .001, \eta_p^2 = .420$)．Bonferroni の方法による多重比較を行った結果，参加者が推定したエージェントの選好は，学習前 ($M = .54$, $SD = .51$) と比較して，ゲーム後 ($M = .05$, $SD = .42$) の方が有意に高かった ($p < .001$)．加えて，学習前/ゲーム後と有/無の交互作用が確認された ($F(1, 145) = 105.05, p < .001, \eta_p^2 = .420$)．Bonferroni の方法による多重比較を行った結果，選好学習フェーズ有の参加者は ($M = .79$, $SD = .42$)，無の参加者 ($M = .31$, $SD = .47$) と比較して，ゲーム後にエージェントの選好をより良く推定した ($F(1, 145) = 41.56, p < .001, \eta_p^2 = .223$(図 2e))．このことは，選好学習フェーズにより，参加者がエージェントの選好をより良く推定できるようになったことを示している．

4. 議論

本研究では，選好学習により，交渉において感情表現から相手の心理状態を推測する能力が向上し，Win-Win な解決策を導くことができるかを検討した．その結果，選好学習フェーズ有の参加者は，無の参加者に比べて，相手の選好をより良く推定し，エージェントと参加者の合計ポイントが増加することが示された．これは，選好推定が正確になることで，より Win-Win な配分をすることにつながったことを示している．

Win-Win な配分の内訳について，エージェントのポイントは選好推定により上がったが，参加者のポイントは変わらなかった．協力主義者は個人主義者よりも Win-Win な配分に容易に到達可能である [9]．そのため，現在の自分のポイントにしか興味がない個人主義から協力主義なエージェントにデザインすることで，参加者自身のポイントも上げることができ，より Win-Win な解決策を導き出すことが容易になる可能性がある．

文献

[1] J. Gratch, “The promise and peril of automated negotiators,” *Negotiation Journal*, vol. 37, no. 1, pp. 13–34, jan 2021.

[2] R. Cooper, D. V. DeJong, R. Forsythe, and T. W. Ross, “Communication in coordination games,” *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, no. 2, pp. 739–771, may 1992.

[3] H. Takagi and K. Terada, “The effect of anime character’s facial expressions and eye blinking on donation behavior,” *Scientific Reports*, vol. 11, pp. 1–8, Apr. 2021.

[4] L. I. Reed, R. Stratton, and J. D. Rambeas, “Face value and cheap talk: How smiles can increase or decrease the credibility of our words,” *Evolutionary Psychology*, vol. 16, no. 4, p. 147470491881440, oct 2018.

[5] M. Sato and K. Terada, “The effect of visualizing other’s appraisal process on the cognitive ability to reach win-win outcomes in a multi-issue ultimatum game,” in *Conference of the International Society for Research on Emotion (ISRE2022)*, 2022.

[6] K. Terada and C. Takeuchi, “Emotional expression in simple line drawings of a robot’s face leads to higher offers in the ultimatum game,” *Frontiers in Psychology*, vol. 8, pp. 1–9, May 2017.

[7] C. M. de Melo, P. J. Carnevale, S. J. Read, and J. Gratch, “Reading people’s minds from emotion expressions in interdependent decision making,” *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 106, no. 1, pp. 73–88, 2014.

[8] E. Johnson and J. Gratch, “The impact of implicit information exchange in human-agent negotiations,” in *Proceedings of the 20th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents*. ACM, oct 2020.

[9] P. J. Carnevale and A. M. Isen, “The influence of positive affect and visual access on the discovery of integrative solutions in bilateral negotiation,” *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, vol. 37, no. 1, pp. 1–13, feb 1986.

アバターによる道案内をわかりやすくする条件 —空間参照枠による検討—

Guidelines for user-friendly avatar navigation based on spatial frame of references

小島 隆次†, 緒方 彩七‡, 角所 考‡
Takatsugu Kojima, Ayana Ogata, Koh Kakusho
†滋賀医科大学, ‡関西学院大学理工学研究科
Shiga University of Medical Science, Kwansei Gakuin University
kojima@kojima-lab.net

概要

本研究の目的は、俯瞰地図等を併用したアバターによる道案内システムのユーザビリティ向上のための条件を検討することであった。実験結果から、地図は出発地点が下で目的地が上に配置された状態で提示されており、道案内で使用する空間表現には指示語をあまり使用せず、アバターは背面（ユーザーとアバターの前方向が一致）で表示するというのが、ユーザーにとって主観的にわかりやすく、目的地を誤認しにくい条件となることが示唆された。

キーワード：道案内, 経路指示, 空間参照枠, アバター

1. はじめに

スマートホンなどの携帯情報端末を用いた道案内システムの利便性を向上させる方法の一つとして、地図アプリとともにアバターや擬人化エージェントを用いる試みが行われているが[1][2][3]、俯瞰地図等を併用したアバターによる道案内システムを利用する場合、道案内の際のアバターの向き（対面・背面）や言語的空間表現がユーザーの認知する空間参照枠（前後左右などの空間的枠組み）に影響し、結果として目的地までの経路の理解やシステムユーザビリティにも影響する可能性がある。

本研究は、アバターの向き、出発地点と目的地の位置関係、方向指示表現、アバターとユーザーとの間の空間関係等の空間参照枠に関わる諸条件を操作することで、俯瞰地図等を併用したアバターによる道案内システムのユーザビリティ向上のための条件などを検討することを目的とした。

2. 実験

2. 1. 実験参加者

実験には 136 名の大学生・大学院生が参加した。参加者は、後述の二つのグループ（G1 と G2）に分けられた。各グループの参加者数は G1 が 69 名で G2 が 67 名であった。

2. 2. 動画刺激

実験では、アバターが方向指示のジェスチャーをしながら、地図の中央に配置された駅から目的地となるお店までの道案内を言葉で行う動画を刺激として作成して用いた。図 1 は動画刺激の一例である。上段の画像はアバターが対面で、北口を出発地とする条件の動画の例となっている。下段の画像はアバターが背面で、南口を出発地とする条件の動画の例である。動画内では、アバターが画面左半分、地図（俯瞰図；上面図）が画面右半分に提示されていた。アバターは Holotech Studios 社のアバターソフト Animaze by Facerig のキャラクターに登録されている Keex The Robot という人型ロボットタイプのアバターを使用した。

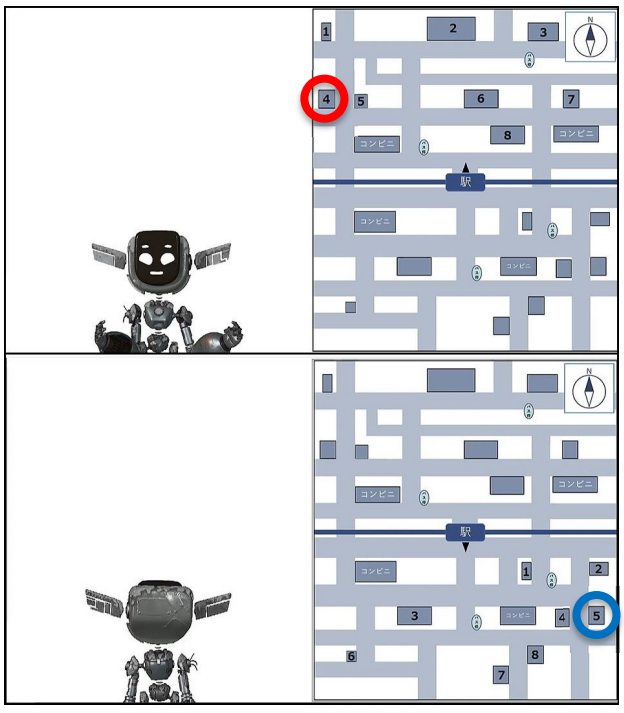


図 1. 動画刺激の例

2.3. 経路と方向指示表現

実験でアバターが指示した経路と経路を指示する際の言語表現は、後述の方向指示に関する部分以外はいずれの条件でも全て同じであった。道案内の最終目的地となる店は、北口を出発地とする条件では常に 4 番の店（図 1 の赤い円内の店）であり、南口を出発地とする条件では常に 5 番の店であった（図 1 の青い円内の店）。

本研究の実験では、方向指示の際に使用する表現は、左右と指示語（こっち）を使用した。これは、日常でジェスチャーを伴った方向指示が行われる際に使用頻度が高い方向指示表現だと考えられるからである。

2.4. 実験デザイン

実験要因として、出発地点が二種類（駅の北口と南口）、アバターの向きが二種類（対面と背面）、道案内時の説明の方向指示表現語として二種類（方向の指示を左右で行う条件と「こっち」という指示語のみで行う条件）が用意された。さらに、実験参加者は、アバターの向きが対面の際に、アバター中心の参照枠でアバターのジェスチャーによる方向指示が行われるグループ（G1）と、実験参加者（動画視聴者）中心の参照枠でアバターのジェスチャーによる方向指示が行われるグループ（G2）とに分けられた。したがって、刺激動画はこれら条件の組み合わせから 2×2×2（アバターの向きが対面の刺激 8 種類）＋2×1×2（アバターの向きが背面の刺激 4 種類）の 12 種類を作成した。G1 と G2 のそれぞれの参加者には 8 種類ずつの動画が提示されたが、その内アバターが背面で登場する 4 種類は両グループで共通であった。

2.5. 実験手続き

実験は LimeSurvey を用いた web ブラウザによるオンライン実験であった。実験参加者は、実験者から通知されたトークン付きの所定の URL にアクセスして実験に参加した。実験では、まず参加者に今回の実験に関する諸注意の提示と参加の意思確認等がなされ、実験時の道案内動画視聴のためにブラウザ上での動画再生可否の確認と音量調整を実施した。これら確認作業の後、参加者は練習試行を行ってから、8 種類の動画による本試行を行った。本試行での 8 種類の動画の提示順は、参加者ごとにランダムであった。各動画は、必ず一通り視聴するように教示した。動画の視聴回数に制限はなかった。実験参加者は各動画を視聴した後に、道案内の結果、地図上のどのお店に辿り着いたのかを、地図上のお店に割り当てられた番号で回答することが求められた。そして、動画でのアバターによる道案内のわかりやすさを 5 段階で評定することが求められた。

2.6. 実験結果

各実験条件における目的地の店の正答率と道案内のわかりやすさ評価の評定平均値をまとめたものが表 1 である。

2.6.1. 目的地の解答の分析

まず、G1 と G2 の各グループ内で、出発地点（北口・南口）、アバターの向き（対面・背面）、方向指示表現（左右・指示語）の三要因について、目的地の解答（正解／不正解）を従属変数として有意水準 1%で三要因分散分析を行った。

表 1. 目的地の正答率と道案内のわかりやすさの評定平均値まとめ

	G1							
	北口				南口			
	対面（アバター中心）		背面		対面（アバター中心）		背面	
	指示語	左右	指示語	左右	指示語	左右	指示語	左右
正答率	0.74	0.94	0.84	0.94	0.54	0.84	0.67	0.74
わかりやすさ	1.41 (0.64)	3.64 (0.98)	2.35 (1.15)	3.84 (0.94)	1.57 (0.82)	2.94 (1.13)	1.70 (0.89)	2.84 (1.15)

	G2							
	北口				南口			
	対面（参加者中心）		背面		対面（参加者中心）		背面	
	指示語	左右	指示語	左右	指示語	左右	指示語	左右
正答率	0.48	0.96	0.84	0.97	0.33	0.79	0.67	0.76
わかりやすさ	1.88 (0.97)	3.73 (0.97)	2.82 (1.31)	3.93 (1.03)	1.43 (0.93)	2.88 (1.11)	1.91 (1.12)	3.06 (1.21)

* （ ）内は *SD*

G1 では出発地点と方向指示表現の主効果が有意であった（出発地点, $F(1, 68) = 25.62$, $p < .001$, $\eta^2 = .042$；方向指示表現, $F(1, 68) = 24.46$, $p < .001$, $\eta^2 = .042$）。アバターの向きと方向指示表現との 1 次の交互作用が有意であった（$F(1, 68) = 24.46$, $p = .008$, $\eta^2 = .010$）。単純主効果の検定の結果、アバターの向きが対面となる条件で方向指示表現の効果が有意であった（$F(1, 68) = 30.76$, $p < .001$, $\eta^2 = .089$）。

G2 では、全ての要因で主効果が有意であった（出発地点, $F(1, 66) = 21.62$, $p < .001$, $\eta^2 = .037$；アバターの向き, $F(1, 66) = 34.50$, $p < .001$, $\eta^2 = .037$；方向指示表現, $F(1, 66) = 81.88$, $p < .001$, $\eta^2 = .011$）。アバターの向きと方向指示表現との 1 次の交互作用が有意であった（$F(1, 66) = 27.81$, $p < .001$, $\eta^2 = .040$）。単純主効果の検定の結果、方向指示表現の指示語条件に対するアバターの向きの効果が有意であった（$F(1, 66) = 47.27$, $p < .001$, $\eta^2 = .126$）。アバターの向きに対する両条件で方向指示表現の効果が有意であった（対面, $F(1, 66) = 75.53$, $p < .001$, $\eta^2 = .239$；背面, $F(1, 66) = 8.64$, $p = .005$, $\eta^2 = .020$）。

また、アバターの向きが対面時の条件において、参照枠がアバター中心となる場合（G1）と参加者中心となる場合（G2）との間で、参照枠を参加者間要因、出発地点と方向指示表現を参加者内要因とした三要因分散分析を有意水準 1%で行った。その結果、全ての要因で主効果が有意であった（参照枠, $F(1, 134) = 8.94$, $p = .003$, $\eta^2 = .019$；出発地点, $F(1, 134) = 24.48$, $p < .001$, $\eta^2 = .029$；方向指示表現, $F(1, 134) = 104.88$, $p < .001$, $\eta^2 = .156$）。参照枠と方向指示表現との 1 次の交互作用が有意であった（$F(1, 134) = 9.39$, $p = .003$, $\eta^2 = .014$）。単純主効果の検定の結果、方向指示表現の指示語条件に対する参照枠の効果が有意であった（$F(1, 134) = 12.51$, $p < .001$, $\eta^2 = .055$）。参照枠に対する両条件で方向指示表現の効果が有意であった（アバター中心, $F(1, 68) = 30.76$, $p < .001$, $\eta^2 = .089$；参加者中心, $F(1, 67) = 75.53$, $p < .001$, $\eta^2 = .239$）。

2. 6. 2. わかりやすさ評価の分析

まず、G1 と G2 の各グループ内で、出発地点（北口・南口）、アバターの向き（対面・背面）、方向指示表現（左右・指示語）の三要因について、道案内のわかりやすさ（5 件法）を従属変数として有意水準 1%で三要因分散分析を行った。

G1 では全ての要因の主効果が有意であった（出発地点, $F(1, 68) = 56.95$, $p < .001$, $\eta^2 = .043$；アバターの向き, $F(1, 68) = 22.94$, $p < .001$, $\eta^2 = .013$；方向指示表現, $F(1, 68) = 282.16$, $p < .001$, $\eta^2 = .354$）。また、1 次の交互作用が全ての組み合わせで有意であった（出発地点とアバターの向き, $F(1, 68) = 25.29$, $p < .001$, $\eta^2 = .011$；出発地点と方向指示表現, $F(1, 68) = 17.45$, $p < .001$, $\eta^2 = .013$；アバターの向きと方向指示表現, $F(1, 68) = 14.37$, $p < .001$, $\eta^2 = .085$）。出発地点とアバターの向きにおける単純主効果の検定の結果、アバターの向きの両条件で出発地点の効果が有意であった（対面, $F(1, 68) = 10.13$, $p = .002$, $\eta^2 = .010$；背面, $F(1, 68) = 71.29$, $p < .001$, $\eta^2 = .101$）。出発地点の北口条件でアバターの向きの効果が有意であった（$F(1, 68) = 54.65$, $p < .001$, $\eta^2 = .044$）。出発地点と方向指示表現における単純主効果の検定の結果、方向指示表現の両条件で出発地点の効果が有意であった（指示語, $F(1, 68) = 7.95$, $p = .006$, $\eta^2 = .016$；左右, $F(1, 68) = 54.26$, $p < .001$, $\eta^2 = .139$）。出発地点の両条件で方向指示表現の効果が有意であった（北口, $F(1, 68) = 283.29$, $p < .001$, $\eta^2 = .461$；南口, $F(1, 68) = 103.17$, $p < .001$, $\eta^2 = .280$）。アバターの向きと方向指示表現における単純主効果の検定の結果、方向指示表現の指示語条件でアバターの向きの効果が有意であった（$F(1, 68) = 29.88$, $p < .001$, $\eta^2 = .077$）。アバターの向きの両条件で方向指示表現の効果が有意であった（対面, $F(1, 68) = 307.92$, $p < .001$, $\eta^2 = .476$；背面, $F(1, 68) = 116.61$, $p < .001$, $\eta^2 = .257$）。

G2 では、全ての要因で主効果が有意であった（出発地点, $F(1, 66) = 67.79$, $p < .001$, $\eta^2 = .078$；アバターの向き, $F(1, 66) = 29.61$, $p < .001$, $\eta^2 = .026$；方向指示表現, $F(1, 66) = 168.59$, $p < .001$, $\eta^2 = .255$）。アバターの向きと方向指示表現との 1 次の交互作用が有意であった（$F(1, 66) = 10.04$, $p = .002$, $\eta^2 = .009$）。単純主効果の検定の結果、方向指示表現の指示語条件に対するアバターの向きの効果が有意であった（$F(1, 66) = 26.75$, $p < .001$, $\eta^2 = .087$）。アバターの向きの両条件に対する方向指示表現の効果が有意であった（指示語, $F(1, 66) = 158.25$, $p < .001$, $\eta^2 = .379$；左右, $F(1, 66) = 65.93$, $p < .001$, $\eta^2 = .165$）。

また、アバターの向きが対面時の条件において、参照枠がアバター中心となる場合（G1）と参加者中心となる場合（G2）との間で、参照枠を参加者間要因、出発地点と方向指示表現を参加者内要因とした三要因分散分析を有意水準 1%で行った。その結果、出発地点

と方向指示表現の主効果が有意であった（出発地点, $F(1, 134) = 36.75$, $p < .001$, $\eta^2 = .030$；方向指示表現, $F(1, 134) = 432.05$, $p < .001$, $\eta^2 = .425$）。出発地点と方向指示表現との 1 次の交互作用が有意であった（$F(1, 134) = 22.48$, $p < .001$, $\eta^2 = .014$）。単純主効果の検定の結果、方向指示表現の左右条件に対する出発地点の効果が有意であった（$F(1, 134) = 50.17$, $p < .001$, $\eta^2 = .119$）。出発地点に対する両条件で言語指示表現の効果が有意であった（北口, $F(1, 68) = 434.35$, $p < .001$, $\eta^2 = .553$；南口, $F(1, 67) = 153.49$, $p < .001$, $\eta^2 = .326$）。

3. まとめ

実験結果から、アバター、地図、ユーザーの空間的位置関係が、図 1 のような動画での道案内システムを利用するケースと類似する場合に、アバターによる道案内システムがユーザーにとってわかりやすく、かつ、目的地を誤認しにくいものとなる条件をまとめると、地図は出発地点が下で目的地が上になるように配置された状態で提示されており、道案内で使用する空間表現には指示語をあまり使用せず、アバターは背面（ユーザーとアバターの前方向が一致）で表示するということになる。

文献

[1] 長谷川 大・佐久田博司 (2013). AR 擬人化エージェントを利用した道案内におけるジェスチャ及び視線の調査, HAI シンポジウム 2013, P26, 158-163.
[2] 平松拓馬・長谷川 大・佐久田博司 (2015). AR 擬人化エージェントによる道案内におけるジェスチャ生成視点が案内の理解度に与える効果, 情報処理学会インタラクション 2015, C17, 789-794.
[3] 長谷川 大・佐久田博司 (2017). 擬人化エージェントによる AR 道案内システム, 知能と情報, 29, 670-677.

アンドロイドロボットによる身体・音声表現からの高次感情の知覚
Perception of Complex Emotion from an Android Robot's Body and Vocal Expressions

山本 寿子[1 2]，小川 浩平[3]，窪田 智徳[3]，勝間 萌衣[1]，山﨑 美鈴[1]，
港 隆史[4]，石黒 浩[5]，田中 章浩[1]
Hisako W. Yamamoto, Kohei Ogawa, Tomonori Kubota, Moi Katsuma, Misuzu Yamazaki, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro, Akihiro Tanaka

[1]東京女子大学，[2]立命館大学，[3]名古屋大学，[4]理化学研究所，[5]大阪大学
Tokyo Woman's Christian University, Ritsumeikan University, Nagoya University, RIKEN, Osaka University
sakoyama@fc.ritsumei.ac.jp

Abstract
本研究では，異なる基本感情を視聴覚で組み合わせることで高次感情が知覚されるか，文脈に応じて異なる高次感情が知覚されるかについて，アンドロイドロボットを用いて検討した．対話中にアンドロイドが表現した感情を評定する実験の結果，恐怖の身体表現と悲しみ声の組み合わせから高次感情「恥」が知覚された．一方，文脈の違いで読み取られる高次感情に違いはみられないことが示された．またこの結果からアンドロイドロボットが高次感情をも表現できることも示唆された．

Keywords — Emotion, Android, Human-robot interaction

1. はじめに

我々は対面コミュニケーションにおいて様々な感情を示す．この種類として，恐怖や悲しみ，喜びといった基本六感情に加え，自分の行為を恥じる感情や，他者に対して申し訳なく思う罪悪感といった高次感情の存在も指摘されている．これらの高次感情は，他者からの視点の考慮を通して生じると考えられている．

基本感情の知覚メカニズムは，顔，身体表現，音声といった様々なモダリティから検討されてきた．一方，高次感情についての検討は少なく，統一した見解が得られていない．ここで，Takagi ら[1]が報告している，基本感情の組み合わせで高次感情が表現される可能性に着目する．この研究では，顔の映像と声を組み合わせて「恥」「罪悪感」の表現を作成するよう指示されると，いずれも恐怖の顔と悲しみの声が組み合わせられることが多かった．つまり，視聴覚で異なる基本感情が出されると，高次感情として読み取られる可能性がある．ただしこの研究の限界として，恥と罪悪感の表出の区別が明らかでないことがある．これらを切り分ける一つの可能性に，「誰に対して伝えているか」という対面コミュニケーション中の文脈情報が考えられる。

本研究では，対面コミュニケーション場面において，視覚情報と聴覚情報で異なる基本感情を表出することで高次感情が知覚されるか，また文脈情報の違いによって異なる高次感情が知覚されるかを検討する．我々はこの検討にあたり，ヒトに酷似したアンドロイドロボットに着目した．生身の人間が異なる感情を同時に異なるチャンネルから表出するのは容易ではなく，また，ビデオのような事前録画を呈示する方法では対面ほどの社会的存在感を示せないという指摘もある[2]．高次感情の知覚の検討では対面コミュニケーション場面における検討が重要であるため，人間の表出では都度異なる表現になってしまうというこの欠点を克服するためには，異なるモダリティから異なる感情を表出でき，対面コミュニケーションにおいても同じ表現を再現できるアンドロイドロボットを利用することが有用である．さらにロボット開発の観点からも，従来基本感情で検討されてきたアンドロイドロボットの感情表現の可能性を高次感情に広げる意義は大きいだろう．

本研究の目的は，表情および身体表現を操作できるアンドロイドロボットと音声を用いた対話場面を通して，ヒトがアンドロイドから高次感情を知覚するかを検討することである．検討する仮説は（1）ヒトはアンドロイドが表出した高次感情（恥・罪悪感）を知覚できる，（2）ヒトはアンドロイドによる基本感情の組み合わせから高次感情（恥・罪悪感）を知覚する（Takagi らの研究[1]に基づいた組み合わせ），さらに（3）コミュニケーション上の文脈情報として，感情表出中の発言が自己に向けられている「自己言及」であるときに恥が，「他者言及」であるときに罪悪感が知覚されやすい，の 3 つを立てた．さらに，恥を表出しているヒトに対して印象が回復する[3]という知見をふまえ，（4）恥を表出しているアンドロイドを見ると，アンドロイドに対する信頼感・親しみやすさが向上するという 4 つ目の仮説についても併せて検討する．

2. 方法

【概要】参加者はアンドロイドと簡単な会話（本研究では「シナリオ」とする）を行った．この最中にアンドロイドはセリフを言い間違える失敗をし，その際，顔の表情および上半身の動き（以下「身体表現」）と声の韻律（以下「音声」）で感情の表出をした．また，この際のセリフは自己言及・他者言及のいずれかの文脈で発話された．参加者はアンドロイドが表していたと思う感情について回答し，親しみと信頼感についての評価を行った．

【参加者】日本科学未来館の来館者が参加し，196 名（男性 96 名，女性 100 名）のデータを分析に使用した．分析対象者の年齢は平均 31.8 歳（レンジ：13-67 歳）であった．参加した全員から直筆の同意書（18 歳未満の参加者は保護者による同意書）を得た．

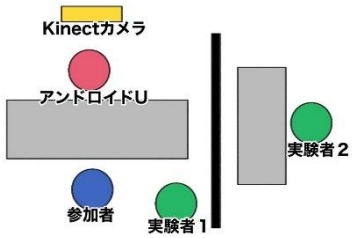


図 1　実験室内のレイアウト

【装置】実験室内のレイアウトを図 1 に示す．参加者と会話し身体表現を表出するアンドロイドとして，アンドロイド U[4]を使用した．アンドロイドの音声は，腹部に服で隠す形で設置したスピーカ(Jabra, Speak 750)から呈示した．アンドロイドの身体動作は，音声に基づいた自然なリップシンクや頭部動作を生成する Sakai らのシステム[5]を使用した．また図 1 中の位置に設置したセンサ（Microsoft, Kinect v2）を用いたシステムにより，アンドロイドは実験中に参加者と目を合わせるようにした．

アンドロイドと参加者の会話は，図 1 中の実験者 2 が先述のシナリオに沿って，アンドロイドを操作して発話させることで行った．実験者 2 は，オンラインミーティングツール Zoom を用いて，参加者の発話内容とアンドロイドの動作を確認しながら操作した．また，参加者に回答を求める質問項目は実験用プラットフォーム Gorilla で作成・提示し，回答する端末には iPad を使用した．

【刺激】アンドロイドが表現する感情の種類として，恥（音声・身体表現ともに「恥」を表出），非恥（音声・身体表現ともに「怒り」を表出），疑似恥（音声で「悲しみ」・身体表現「恐怖」を表出）を用意した．音声はアナウンスサークルに所属する東京女子大学の学生が読み上げて録音したものを，身体表現はアンドロイド U の上半身（顔・胴体）の動きによって表現したものを使用した（図 2）．これらの感情表現（音声のみ，身体表現のみ，これらの組み合わせ）は予備調査において正答率が高いものを採用した．またシナリオも予備調査の結果に基づいて選定した．感情表現と文脈は参加者一人あたりいずれか一種類を行う，参加者間要因の計画であった．

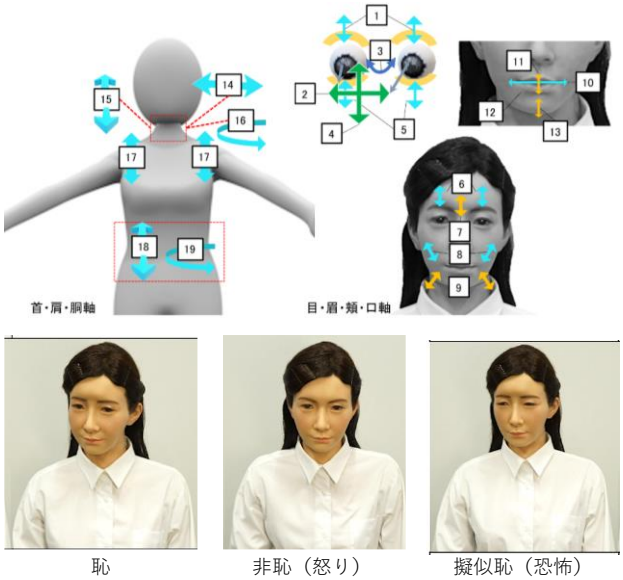


図 2　アンドロイドの身体表現
（上・可動部分、下・各感情の表現）

【質問項目】会話の開始前に，参加者は事前アンケート（7 件法の印象アンケート，「はい・いいえ」から選択する精神機能アンケート）に回答した．会話の合間には，信頼感についての問，親しみやすさに関する問，アンドロイドがどの程度その感情を表していたと思うか（3 項目，恥・怒り・罪悪感）に，スライドバーによって 0-100 までの値で回答させた．怒りを用いているのは，非恥条件で怒りの表出を用いているためである．

【手続き】実験は日本科学未来館の研究室で，対面形式で実施した．参加者はアンドロイドとの対面前にデモグラフィック項目と印象・精神機能アンケートに回答し，実験スペースに入室した．

実験室内では，参加者はアンドロイド U と机を挟んで向かい合って座った．実験者 2（操作者）は衝立を挟んで参加者からは見えない位置でアンドロイドを操作した．

参加者は着席後，シナリオに沿い，アンドロイドと会

話を行った（表 1）．まずアンドロイドは参加者に対して挨拶を行った後，質問した際には短く簡潔に答えるようにと教示を行った．次に，会話 1 を行い，その後参加者は iPad で 1 回目のアンケートに回答した．回答中は参加者とアンドロイドの間に目隠し用の衝立を置き，アンドロイドが視界に入らないようにした．回答終了後，参加者は再びアンドロイドと対面し会話 2 を行った．その中で，アンドロイドはセリフを言い間違え，その際に恥・非恥・擬似恥いずれかの感情表出を，自己言及（独り言のように自分に対して言っている）か，他者言及（相手を意識して言っている）のいずれかの文脈において，行った．その後，再び参加者とアンドロイドの間に衝立を置き，参加者は iPad で 2 回目のアンケートに回答した．

表 1　シナリオの例（例は実施時期が秋の場合）

概要	分岐		セリフ
会話1	共通1		秋になって涼しくなってきましたよね（中略）
			あなたは夏と秋、どっちが好きですか？
			なるほど、そうなんですね。
		（夏と回答）	夏は海に行ったり（中略）良いですよね。
		（秋と回答）	秋はおいしい食べ物が（中略）良いですよね。
1回目質問紙	共通2		それではここで、アンケートに一度回答をお願いします。
会話2	共通3		アンケートの回答、ありがとうございました。
			もう10月になって（中略）
			紅葉を見に行く予定はありますか？
			なるほど、そうなんですね。
			未来館のまわりの樹々は、秋になると色づいて綺麗にゃんで…
			（言い間違えて感情表出）
		自己言及条件	【あ、噛んじゃった…】
		他者言及条件	【あ、噛んじゃいましたね…】
			失礼しました。未来館周辺でも綺麗な紅葉が見られますよ。
2回目質問紙	共通4		それでは，ここでもう一度アンケートに回答をお願いします。

3.　結果

【アンドロイドに対する感情の知覚】アンドロイドが表していると思う感情についての評定については，アンドロイドの感情表出に対する各感情の評定値（2 回目のアンケートの値）から、アンドロイドの感情表出を見ていない段階での各感情（恥・怒り・罪悪感）の評定値（1 回目のアンケートの値）を引いた差分値を使用した．以下の分析ではすべて差分値について Kruskal-Wallis 検定および事後検定に Dunn 検定を用いて，表出感情（恥・非恥・疑似恥）による差を検討した．

恥の知覚　恥の差分値（図 3a）については感情表現による違いが有意であり（$p < .001$），多重比較の結果，恥条件および擬似恥条件では非恥条件より恥の差分値が大きく（$ps < .001$），「アンドロイドが恥ずかしがっている」と感じる評定が高いことが示された．一方，文脈による違いは有意ではなかった（$p = .824$）．

怒りの知覚　非恥条件として用いた怒りの差分値（図 3b）について，感情表現による違いが有意であり（$p < .001$），多重比較の結果，非恥条件では恥条件・疑似恥条件より怒りの差分値が大きく（$ps < .001$），アンドロイドの怒りの表出に対して怒りが適切に知覚されていることが示された．また文脈による差は有意ではなかった（$p = .140$）．

罪悪感の知覚　罪悪感の差分値（図 3c）については，感情表現（$p = .201$），文脈のいずれも（$p = .320$），違いは有意ではなかった．

【アンドロイドに対する信頼感と親しみやすさ】

アンドロイドに対する信頼感・親しみやすさについても，アンドロイドの感情表出後と表出を見ていない段階での評定値の差分値を使用し，Kruskal-Wallis 検定および事後検定に Dunn 検定を用いた．

信頼感　図 4a に記す．感情による差は有意ではなかった（$p = .873$）．文脈による違いは有意傾向であった（$p = .051$）．

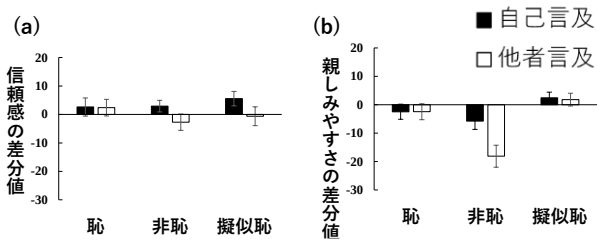


図 4 信頼感・親しみやすさの差分値平均（エラーバーは標準誤差）

親しみやすさ　親しみやすさの差分値（図 4b）について，感情表現による違いが有意であり（$p < .001$），多重比較の結果，恥条件（$p = .029$）および擬似恥条件（$p < .001$）に比べて，非恥条件では大きく親しみが低下していた．文脈による違いは有意傾向であった（$p = .064$）．

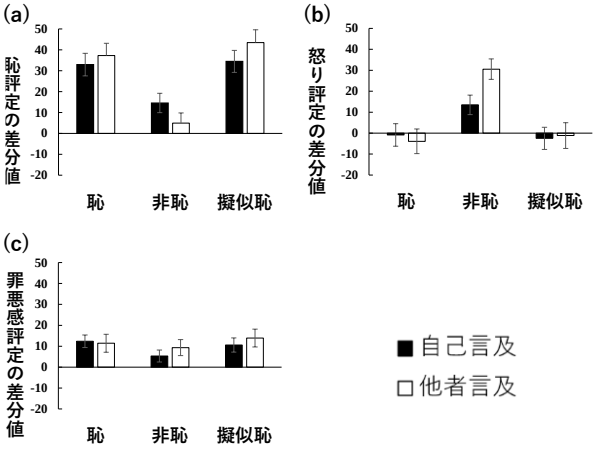


図 3 感情評定の差分値平均（エラーバーは標準誤差）

4.　考察

アンドロイドの「恥」評定について，非恥（ここでは怒り）の表出時に比べて，恥（声，身体表現ともに「恥」

評定が高い表出）を表出している時の方が評定値が高かったことから，ヒトはアンドロイドが表出した高次感情である恥を知覚できることが示された．さらに，恐怖の身体表現と悲しみ声の組み合わせも同様に恥の評定値が高かったことから，ヒトがアンドロイドによる基本感情の組み合わせからも，高次感情である恥を知覚できることが示された．一方で，罪悪感の評定については表出による違いがみられなかった．したがって，（1）ヒトはアンドロイドが表出した高次感情（恥・罪悪感）を知覚できる，（2）ヒトはアンドロイドによる基本感情の組み合わせから高次感情（恥・罪悪感）を知覚する，という 2 つの仮説については，恥についてのみ支持された．また，各表現のいずれの評定においても文脈による差は見られず，（3）感情表出中の発言が自己に向けられている「自己言及」であるときに恥が，「他者言及」であるときに罪悪感が知覚されやすいという仮説は支持されなかった．

信頼感は，表出している感情についての違いが見られなかった．一方，親しみやすさについては，非恥（怒り）を示したときは大きく低下したものの，恥および疑似恥（悲しみ声×恐怖身体表現）では親しみの低下が抑えられることが明らかとなった．したがって，（4）恥を表出しているアンドロイドを見ると，アンドロイドに対する信頼感・親しみやすさが向上するという仮説は，信頼感については支持されず，親しみについては「親しみが低下することを防ぐ」というように，部分的に支持された．

Takagi ら[1]が示していた「恐怖の見た目」と「悲しみ声」の組み合わせからの恥の知覚は，対面場面においても生じることが明らかになった．この理由として，恐怖の身体表現で少し俯く姿勢をとる，悲しみ声で音圧が低くなるといった物理的な性質が「恥」の表現と共通する可能性が考えられるが，そのメカニズムについては今後の検討が必要である．また，一方で，恥と罪悪感がコミュニケーションの文脈によって区別されるという仮説は支持されなかった．本研究の限界として，元々「罪悪感が高く評価される表出」を使っていないことから，罪悪感についての検討が恥に比べて不十分であることがある．恥と罪悪感の違いについては今後の検討が必要である．また，Takagi ら[1]では軽蔑，嫉妬も基本感情の組み合わせで表現されることも示されており，今後同様の方法での検討が期待される．

本研究は，基本感情の組み合わせから高次感情が知覚されることを示したという心理学的な意義だけでなく，これまで基本感情の表出にとどまっていたアンドロイドから恥という高次感情も表現できることを示したという点で工学的にも大きな意義を持つものである．基本感情というシンプルなアンドロイドの表出を組み合わせることによって，よりヒトの複雑な表現ができることは，アンドロイドの新たな可能性に繋がると考えられる．さらにはこのようなアンドロイドの感情表出が受け止める人間の側の親しみを変化させるという結果も，今後，アンドロイドロボットをコミュニケーション場面で活用する上で有用な知見であると言えよう．

参考文献

[1] Takagi, S., Miyazawa, S., Huis In't Veld, E., de Gelder, B., Hamano, Y., Tabei, K., & Tanaka, A. (2015). "Comparison of multisensory display rules in expressing complex emotions between cultures", Proceedings of the International Conference on Facial Analysis, Animation, and Auditory-Visual Speech Processing 2015.pp.57-62.

[2] Sakamoto, D., Kanda, T., Ono, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2007) "Android as a Telecommunication Medium with a Human-like Presence", HRI '07: Proceedings of the ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction, pp.193–200.

[3] Dijk, C., de Jong, P. J., & Peters, M. L. (2009) "The remedial value of blushing in the context of transgressions and mishaps", Emotion, Vol. 9, No. 2, pp. 287–291.

[4] 窪田智徳, 磯和 隆道, 小川 浩平, 石黒 浩 (2020)"人と共働する近接操作型アンドロイドロボットの開発と実店舗での検証", ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 22, No. 3, pp. 275-290.

[5] Sakai K, Minato T, Ishi C. T., & Ishiguro, H (2017) "Novel Speech Motion Generation by Modeling Dynamics of Human Speech Production", Front. Robot. AI Vol. 4, No. 49. doi: 10.3389/frobt.2017.00049

謝辞

この実験は日本科学未来館のイベントとして実施されました．本研究にご協力いただいた参加者の皆様，日本科学未来館のスタッフの皆様，対話知能プロジェクトの皆様，東京女子大学のボランティアスタッフの皆様・アルバイトスタッフの皆様に感謝申し上げます．

実験システムの一部には，株式会社国際電気通信基礎技術研究所研究員境くりま博士が実装したシステムを使用させていただきました．

この研究は東京女子大学に提出された卒業論文が元になっています．卒業論文の共著者であり，研究に多大な貢献をしてくださった山田和奈さんに厚くお礼申し上げます．

本研究は新学術領域研究 No.17H06345「トランスカルチャー状況下における顔身体学の構築 多文化をつなぐ顔と身体表現 」の助成を受けたものです。

オカダンゴムシの交替性転向に潜む心的過程の可能性

Possible mental process underlying turn alternation behavior in the pill bug

内海英夏[1]，篠原修二[2]，正角隆治[3]，森山徹[4]
Akika Utsumi, Shuji Shinohara, Takaharu Shokaku, Toru Moriyama
[1]京都電子工業，[2]東京電機大学，[3]セイコーエプソン，[4]信州大学
Kyoto Electronics Manufacturing Co. Ltd., Tokyo Denki University, Seiko Epson Corp., Shinshu University
toru@shinshu-u.ac.jp

概要

本研究では，交差点間距離が 10，16，32cm の多重 T 字迷路装置を用い，オカダンゴムシに対し，T 字迷路を連続で約 6 時間与えた．その結果，交替性転向の成功率は，それぞれ 64，45，30%と，交差点間距離の増加に伴い減少し，32cm 条件では反復性転向が顕著に観察された．一方，いずれの条件でも，約半数の被験体において，交替性転向の成功試行数の 100 試行移動平均が，10%から 80%程度の大きな範囲で増減を繰り返す現象が観察された．この結果は，本種の多くは，交替性転向を自発的に動機づける心的過程を備えることを示唆する．

キーワード：オカダンゴムシ，交替性転向，心的過程

1. 背景

通路が東西南北へ向く十字迷路内で，南から東へ走行したラットは，短い待機のあと，北の通路へ投入されると，高い確率で西の通路へ向かう[1]．このような交替性の行動は訓練を必要としないため，自発的交替行動（spontaneous alternation behavior, SAB）と呼ばれている[2]．SAB には知覚，注意，記憶、動機づけといった心的過程が関わるとされ，その検証のための行動，心理，神経解剖学的研究がおこなわれてきた[2,3,4]．例えば，上記のラットの実験では，被験体は通路の新奇性を手がかりに通路を選んだと考えられている．

一方，無脊椎動物では，明確な SAB を報告した研究例は少ない．例えば，被験体として頻繁に用いられるダンゴムシに T 字迷路を繰り返し走行させる実験では，試行間隔を極力短くした場合でも，交替行動は観察されなかった[5]．ただし，複数の分岐点を持つ迷路内では，交替性転向が観察される．Watanabe & Iwata [6]は 3 重 T 字迷路を作成し，その中をオカダンゴムシに歩行させる実験を行った．この実験によると，全体の内 76.4%の個体が完全な交替性転向反応を示した．さらに，この研究においては直前の強制転向が次の転向に与える影響を確認する実験も行われた．その実験によると，右への強制転向を与えられた被験個体は次の転向点で 82.2%の確率で左に転向した．この交替性転向反応の成功率は強制転向点から次の転向点までの距離が増すごとに減少し，転向点間距離が 16cm になった時点で 55%に到達した．これは同実験に用いられた対照群(強制転向を与えられず，直進したのちに T 字路に遭遇)と同じ値であったため，先行転向の影響が消失したものと考えられる．

無脊椎動物におけるこのような交替行動には，心的過程よりも，機械的過程が深く関わると考えられている[2]．ダンゴムシと同じ等脚目のワラジムシでは，L 字通路での強制転向で生じる左右の脚の運動量の偏りが，続く T 字迷路に被験体が到達する以前に逆転する現象をもとに，これを実現する機械的機構の存在が予想された[7,8,9]．左右非対称脚運動（bilaterally asymmetrical leg movement: BALM）[7]と呼ばれるこの機構によって，被験体は L 字通路の転向直後からそれとは逆方向に偏りながら歩行し，T 字迷路の交差点では強制転向の逆方向へ曲がると考えられている．

一方，Moriyama [10]は，ダンゴムシに T 字路を約 200 回連続的に与え，交替性転向の成功試行数の 10 試行移動平均を分析した結果，約半数の被験体において，値の大きな増減が繰り返される現象を確認した．また，Moriyama et al. [11]は，同様の実験において時々生じる方向転換が，同方向の転向の繰り返しである反復性転向を交替性転向へ修正する働きをもつことを見出した．最近では，Shokaku et al. [12]が，ダンゴムシに T 字路を約 2000 回連続的に与え，交替性転向の連続数の相補累積度数分布を解析した結果，その半数においてべき乗則を確認し，これらの被験体が交替性転向の連続数を幅広く変化させたことを明らかにした．

これらの結果は，ダンゴムシが交替性転向を自発的に動機づける心的過程を備えることを示唆する．ただし，いずれの実験でも，迷路の交差点間距離は，本種の交替性転向の機械的機構と想定される BALM が機能する 16cm 以下に設定されていた．そのため，交替性転向

の継続が，心的，あるいは，機械的過程のいずれによって支配されるのかは明らかになっていない.

2. 目的

以上の先行研究の結果から，交差点間距離が 16cm を超える多重T字迷路を用いて，機械的過程由来と考えられる交替性転向反応の発現する割合を減らせば，ダンゴムシの転向反応に関わる心的過程の特徴を観察することができるのではないかと考えた.

よって，本研究では、交差点間距離が 10cm，16cm，32cm であるT字迷路を作成し，ダンゴムシの転向反応の特徴を比較した.

3. 実験

実験に使用したオカダンゴムシ（*Armadillidium vulgare*）は長野県上田市にある信州大学繊維学部（北緯 36 度 23 分 31.18 秒； 東経 138 度 15 分 44.14 秒）構内で採集された．採集された動物は実験室内の飼育容器内で飼育された．実験を行う 7 日前に，飼育容器から触角や脚に欠損のない個体を選別し，蓋つきのプラスチック容器で個別に飼育した.

実験装置は Shokaku et al. [12]の自動多重 T 字迷路をベースとして製作された．本実験に用いる装置では交差点間距離が 10cm，16cm，32cm である 3 種類が用意された.

被験体が自発的な歩行によって実験装置に侵入した後，実験装置の制御プログラムが起動させられた．この制御プログラムが起動した時間を実験開始の時間とし，そこから 6 時間経過するまで個体を装置内で歩行させた．装置内で 5 分以上停止した個体は歩行不可能と判断し，実験を中止し，その個体のデータは解析に使用しなかった．各被験体は一度のみ実験に供された.

4. 結果と考察

交差点間距離が 10cm である装置における実験は 24 個体に対して行われ，各個体の交替性転向反応の成功率を計算したところ，17 個体が 50%を超えていた．この実験に使用した被験個体全体の平均成功率は約 64%であった.

次に，交差点間距離が 16cm の条件では 19 個体が実験に使用された．この内 9 個体が 50%以上の交替性転向反応の成功率を示し，全体の平均成功率としては約 44%であった.

最後に，32cm の実験では 23 個体中 4 個体で交替性転向反応成功率が 50%を超えており，全体の平均発現率は約 28%であった.

結果より，交差点間距離が長くなるほどオカダンゴムシの交替性転向反応の平均発現率は減少していた．この結果をさらに詳しく調べるために，各実験における被験個体の交替性転向反応の成功率を 50%で区切って個体数を集計したものが表 1 である．この集計結果に対してフィッシャーの正確確率検定を行ったところ，10cm と 32cm の集計結果間でのみ有意差が見られた（$p = 8.26*10^{-6} < 0.01$）．そのため，交差点間距離が 10cm である場合，オカダンゴムシの転向反応は交替性転向反応が支配的になり，32cm である場合は反復性転向反応がそれに変わっていたと考えられる.

また，各個体の直近 100 回の転向における交替性転向反応の成功率（100 区間移動平均）を計算し，その時間変動を調べた.

得られた時間変動の様子から，その傾向ごとに 5 つのグループに分類した（表２）．1 つ目のグループは高成功率群(High)である．このグループには実験を通して 50%以上の成功率を維持していた個体を分類した.2 つ目のグループは低成功率群(Low)である．このグループには実験を通して成功率が 50%を下回っていた個体を

表１ 交替性転向成功率と転向点間距離の関係

Distance [cm]	Turn alternation success rate	
	Over 50% [count]	Under50% [count]
10	17	7
16	9	10
32	4	19

表２ 交替性転向成功率の時間変動（移動平均）の傾向と交差点間距離の関係

Distance [cm]	Types of time sequential change of turn alternation success rate				
	High [count]	Low [count]	Oscillation [count]	Decrease [count]	Increase [count]
10	12	2	3	7	0
16	7	5	4	3	0
32	1	9	5	4	4

分類した. 3 つ目のグループは振動群(Oscillation)である. このグループには 2 回以上成功率が 50%を越えて変動した個体を分類した．4 つ目のグループは下降群(Decrease)である．このグループには 1 度のみ成功率が 50%を越えて下降した個体を分類した. 5 つ目のグループは上昇群(Increase)である．このグループには 1 度のみ成功率が 50%を越えて上昇した個体を分類した.

交差点間距離と分類された時間変動の傾向の関係をまとめたものが表 2 である．特徴的なのは増加群であり，このグループは 32cm の実験でのみ確認できた．この結果が有意なものかを調べるために，増加群とそれ以外の群に集計しなおし，10cm と 16cm を合算した．この 32cm と 10+16cm の群間でフィッシャーの正確確率検定を行ったところ，有意差が見られた（$p = 0.0123 < 0.05$）.

もし交替性転向反応や反復性転向反応の成功確率が距離に依存して変化するのみであれば，距離の増加にともなって高成功率群が減少し，低成功率群が増加していくだけであるはずである. さらに. オカダンゴムシの転向反応が機械的な交替性転向反応を発現させるための機構のみで構成されているのであれば，その結果である時間変動は個体間で差異のない一様なものになるはずである．しかし，表によると，今回の実験結果では振動群や減少，増加群を見ることができ，32cm に特有の時間変動を確認することもできた.

これらのことは単純に交替性転向反応の成功率が確率的に偏ることだけでは説明ができない．したがって，今回の実験で得られた結果は，交替性転向反応を制御している心的過程の存在を示唆しているものであると期待される．例えば，Moriyama et al. [13]が提唱する心の行動抑制ネットワーク仮説は，心の特徴のひとつとして，行動に対するゆらぎの生成能を挙げている。

5. 結論

本研究は 3 種類の交差点間距離を使用して，オカダンゴムシの転向反応とそれを制御する心的過程の可能性を調査した. その結果, 交差点間距離が拡張されるにつれ，オカダンゴムシの転向反応は反復性転向反応が支配的になることが分かった. さらに, 交替性転向反応成功率の時間変動を解析したところ，高成功率群と低成功率群だけではなく，振動群，下降群，上昇群が見られた．このことは転向反応を制御する内因性のメカニズムがオカダンゴムシに存在することを示唆している.

以上より，結論としては，本研究の目的であった，オカダンゴムシの転向反応を制御している心的過程に関して，本研究の結果から新たな側面を照らすことができたのではないかと考えられる.

6. 謝辞

本研究の一部は，JSPS 科研費 JP 21K12009，同 JP23K17485，および，サントリー文化財団「学問の未来を拓く」2021 年度助成の支援を受けた.

文献

[1] Montgomery K. C. (1952) A test of two explanations of spontaneous alternation. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 45，287-293
[2] Richman C. L., Denber W. N., & Kim P. (1986) Spontaneous alternation behavior in animals: A review. Current Psychological Research & Reviews, 5，358-391
[3] Dember D. W., Richman C. L. (1989) Spontaneous Alternation Behavior. Springer, New York
[4] Hughes R. N. (2004) The value of spontaneous alternation behavior (SAB) as a test of retention in pharmacological investigations of memory. Neuroscience and Biobehavioral reviews, 28，497-505
[5] Iwahara S. (1963) Inhibition vs. thigmotropism vs. centrifugal swing as determinants of the initial turn alternation phenomenon in *Armadillidium vulgare*. The Annual of Animal Psychology, 13，1-15
[6] Watanabe M, Iwata K. (1956) Alternative turning response of *Armadillidium vulgare*. Annu. Anim. Psychol., 6, 75-82
[7] Hughes R. N. (1985) Mechanisms for turn alternation in woodlice (*Porcellio scaber*): The role of bilaterally asymmetrical leg movements. Animal Learning & Behavior, 13, 253-260
[8] Hughes R. N. (1989) Phylogenetic comparisons. In W. N. Dember, & C. L. Richman (Eds), Spontaneous alternation behavior. New York: Springer. Pp.39-57
[9] Hughes R. N. (2008) An intra-species demonstration of the independence of distance and time in turn alternation of the terrestrial isopod, *Porcellio scaber*. Behavioural Processes, 78, 38-43
[10] Moriyama T. (1999) Decision-making and turn alternation in pill bugs (*Armadillidium vulgare*). International Journal of Comparative Psychology, 12，153-170
[11] Moriyama T., Migita M., Mitsuishi M. (2016) Self-corrective behavior for turn alternation in pill bugs (*Armadillidium vulgare*) Behavioural Processes,122:98-103
[12] Shokaku T., Moriyama T., Murakami H., Shinohara S., Manome N., Morioka K. (2020) Development of an automatic turntable-type multiple T-maze device and observation of pill bug behavior, Review of Scientific Instruments, 91, 104104
[13] Moriyama T., Sonoda K., Saito H., Migita M. (2020) Mind as a Behavioral Inhibition Network. Frontiers in Psychology, 11, 832

これからの PBL：公正な社会の実現に向けた学習および教育の理論や方法のリミックス

PBL for the Future: Remixing Theories and Methods of Learning and Teaching

美馬 のゆり
Noyuri Mima

公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
noyuri@fun.ac.jp

概要
現代社会が直面する複雑な課題に対応するため，学習環境デザイン研究では，新たな教育理論と方法の開発が求められている．本研究では，拡張的学習論，パフォーマンス心理学，社会的に共有された調整学習などの現代的な理論を用い，学習者がエージェンシーを発揮する新たな教育アプローチを検討した．その過程で社会的公正教育から，倫理的・法的・社会的課題(ELSI)の視点を組み込み，プロジェクト型学習(PBL)を発展させた．ELSI 志向 PBL と名付けたこの方法で，学習者が現代社会の問題を理解し，対処するための知識とスキル，態度を養うことを目指す．

キーワード : 状況論，拡張的学習論，パフォーマンス心理学，社会的に共有された調整学習，社会的公正教育，エージェンシー，PBL，ELSI

1. はじめに

21 世紀に入り，気候変動や経済・社会格差の拡大，世界的な政治情勢の不安定化など，人類は大きな課題に直面している．一方，2022 年秋に登場した生成型 AI は，社会でどのように受け入れていくかの議論がないまま，急速に浸透してきている．このような状況の中で，これからの学習環境デザイン研究では，従来の学習および教育の理論や方法を見直し，新たな教育方法を検討する時期に来ている．

OECD は 2018 年 Education 2030 のなかで，従来の主要能力 (Key Competencies) のカテゴリに，変革を起こす力 (Transformative Competencies) として，「新しい価値を創造する力」「対立やジレンマに対処する力」「責任ある行動をとる力」を新たに追加した[1]．その学習方法として，「現実世界との関わりの中で学習すること」と，「予見 (Anticipation)，遂行 (Action)，省察 (Reflection) という AAR サイクルを通して学習すること」の２点を強調している．前者はプロジェクト型学習 (Project-Based Learning: PBL) として，この 20 年ほどで日本の教育現場にも浸透してきている．また AAR サイクルは，自己調整学習に代表される学習方法の中で強調され，日本でも現在注目されつつある[2].

これらを踏まえ本研究では，新たな理論と方法の構築に向け，近年の学習や教育の理論と方法と実践をもとにリミックスし，PBL を発展させることを試みる．

2. 状況論における変遷

認知科学において状況論は，行動主義や表象主義への批判として登場した．その代表的なものに，正統的周辺参加 (Legitimate Peripheral Participation: LPP)，拡張的学習論 (Expansive Learning)，パフォーマンス心理学 (Performative Psychology) がある．

これらに共通するのは，個人的営みと見なされていた学習を，個人の社会的な実践への参加のプロセスが学習であるとした点である．LPP の学習は，コミュニティの活動への参加を通じて，実践的なスキルや知識を身に付けるプロセスに焦点を当てる．拡張的学習論では，学習を「集合的な変革活動」，学習者を「変化の担い手」と捉え，集合的，対話的な知識創造 (認知的側面) へ強い関心を寄せている[3]．またパフォーマンス心理学では，個人が自己表現や自己実現を目指し，周囲の環境との関係を創造的に変革するプロセスに焦点を当て，そこから実践研究として，格差，貧困，被差別にあえぐ人たちを舞台に立たせる社会活動を行なってきている[3].

学習の成果を最大限に引き出すために自分自身の学習行動と戦略を管理し調整する自己調整学習 (Self-Regulated Learning) に関する研究においても，学習や知識創造プロセスを個人から複数人の共同的な営みとして，共調整学習 (Co-Regulated Leaning)，社会的に共有された調整学習 (Socially-Regulated Learning) へと変化させてきている[4].

3. 教育領域の新展開

20 世紀後半から見られる社会環境と自然環境の変化を背景に, 2001 年にミレニアム開発目標 (MDGs) が策定され，これに続いて 2015 年には「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」が制定された．このアジェンダには，2030 年までに持続可能でより良い世界を目指すという国際目標が，持続可能な開発目標 (SDGs : Sustainable Development Goals) として明記されている[5].「誰一人取り残さない (leave no one behind)」という信念のもとに推進されるこれらの世界的な流れや社会的要求の中で，教育領域においては，社会的公正教育 (Social Justice Education)，文化に関連する教育 (Culturally Relevant Pedagogy: CRP)，文化的に持続可能な教育 (Culturally Sustaining Pedagogy: CSP) などが提唱され，実践されている[6][7][8]．これらは社会的，経済的, 政治的, 環境的危機などのグローバルな問題として, 日本においても公正な社会の実現に向けた学習, 教育が必要な状況になってきている．

4. 変革を推進するエージェンシーの役割

OECD は 2019 年に，"OECD Learning Compass 2030" と題した「2030 年を生きる子どもたちのための学習の枠組み」というガイドラインを発表した[1]．この中には「エージェンシー (agency)」という概念が含まれている．日本語訳ではエージェンシーは,「変革を起こすために目標を設定し，振り返りながら責任ある行動をとる能力」となっている．ただし注として「エージェンシーは，新学習指導要領で示されている主体性に近い概念であるが, 社会参画を通じて人々や物事, 環境がより良いものとなるように影響を与えるという責任感を持っていることを含意する, より広い概念である」と付されている．これらのことから, エージェンシーは単に個人の能力や特性というだけでなく, 他者との協働, そして現代の多様な危機に対応して社会的・生態的な不公正を克服する姿勢, さらには社会的・物質的な相互作用を通じて生じ，位置付けられるものと考えられる．

また，近年の活動論における変革のエージェンシー (transformative agency) の議論では, 教育の目標を「参加者が単に再生産や適応するのではなく，自分自身の未来を開拓するような活動家の立場を取ること」と位置付ける考え方が出てきている[9]．さらに，学習研究では,「社会環境デザインとしての学習」という観点から, 公平性と権力の中心性が学習科学のコミュニティにおいて, 特に学習に対する社会文化的・社会歴史的なアプローチの視野を広げる形で議論されている[10].

5. 倫理的・法的・社会的課題の評価

科学技術が急速に進歩している現代社会では，科学的合理性では判断できない問題の出現，気候変動，経済・社会格差の拡大, 世界的な政治情勢の不安定化といった深刻なグローバルな課題を生み出している．

倫理的・法的・社会的課題(Ethical, Legal, and Social Issues: ELSI)の考察は，20 世紀終わりのゲノム解析プロジェクトに端を発する．当時, 先端技術のもたらす影響を深く調査し理解することの重要性が認識され，そこから ELSI の研究が始まった[11]．それ以降，ELSI の視点はバイオ分野から先端科学技術全般へと広がり，さらに多くの研究領域へとその適用範囲を拡大してきた．近年では, 科学技術のデュアルユース問題（ある技術が人類に利益をもたらす一方で，人類や地球環境に悪影響を及ぼす可能性もあるという問題）が注目されている．このような科学技術の二面性を考慮する上で, ELSI の視点からの評価は極めて有効であると言える．

6. PBL の発展と強化

このような厳しい状況の中で，大学教育における課題解決型学習(PBL)は，学問の領域を問わず，その重要性と地位を認識されつつある．しかし, 現実社会で日々起こっている複雑で困難な課題に立ち向かい，それらの解決に向けた行動を促す当事者意識を持った学生を育成するという目的に対しては，従来の PBL ではその限界も見えてきている．このため，PBL をさらに発展させ，強化する新たな教育方法の開発と実践が急務となっている．

これまでみてきたように，課題にあふれた現代社会においては，若者を受動的で無批判な存在とみなすのではなく, デジタル技術を能動的に, 創造的に, 自己主導的に, 批判的に活用して, 個人と社会の変革を進めるエージェント(agent)として育成することが望まれる．彼らは自分自身の人生や周囲の世界に良い変化をもたらす力と意志を持つ主体として，社会に積極的な影響を与える存在となり得る．

7. ELSI 志向 PBL の提案

公正な社会を実現するためには，これまで概説した

学習と教育の理論や手法を巧みにリミックスし，それにより，課題解決型学習法 (PBL) をさらに発展させることが重要である．そこで本研究では，PBL を発展させた新たな形態である「ELSI 志向 PBL」(ELSI-Integrated PBL)を提案する．

PBL は，学習者が共同して実社会に生じる問題に取り組む中で関連する知識やスキルを学ぶ手法であり，教育の現場で広く採用されている[12]．この手法では，学習者自身が実社会から問題を見つけ出し，そして，モノづくりやシステムづくりを通じてそれらの問題を解決することを目指す．しかし，大学での 20 年間にわたる PBL の実践の中で筆者は，多くの場合，提出される成果物は一過性のものであったり，持続可能性に欠けたり，また，社会に導入した際の有益な側面だけを強調し，潜在的な負の側面については検討されてこなかったという事実に気付くことになった．

ELSI 志向 PBL は，PBL という課題解決型学習法に，倫理的，法的，社会的な視点を統合する．学習者は，現実の問題に直面しながら，その解決策を考える過程で，ELSI の観点からその問題を理解し，対処する方法を学ぶ．この新たな手法を教育の現場に導入することで，学習者が提案する解決策が，社会に与える影響を理解し，それを考慮したものになっているかどうかを評価することが可能となる．

ELSI 志向 PBL では，提案する解決策が ELSI を考慮したものになっているかどうかを評価の一部とする．これにより，学習者自身の行動が社会に与える影響を理解し，考慮するという，社会的な責任感を持つ個人を育成することが期待できる．また，科学技術の進歩や社会の変化が引き起こす新たな問題に対応する能力も同時に養われる．このことにより，学習者は社会の真の意味での変革者となることが可能となり，これが本研究が提案する教育方法の最終的な目標である．

8. 参考教材

現在，筆者が率いる研究プロジェクトでは，AI リテラシーの育成に焦点を当てた教材を，The AI Education Project と協力して開発している[13][14][15][16]．本教材は，AI を活用した問題解決を目指すものであり，全体で 180 の問題が含まれている．それぞれの問題は問題とヒントのスライド 2 枚で構成されている．恩恵を受ける人々の視点だけでなく，潜在的に不利益を受ける人々がいないかといった視点から，ELSI 的な思考を促すヒントが提供されている．このことから，ここでは本教材を，ELSI 志向 PBL に対する参照資料として用いる．

本教材は中高校生向けに 5 分間の授業の導入として設計されており，解決すべき問題が最初から提示されている．一方，ELSI 志向 PBL では，学習者たちは自分たちで問題を探索し発見することが期待される．そのため，ここでは ELSI の視点を持つ問題，つまり ELSI 的観点からの問いの例として，本教材から 3 例を紹介する (図 1) (図 2) (図 3) (図 4) (図 5) (図 6).

図 1　例 1「食の砂漠」問題

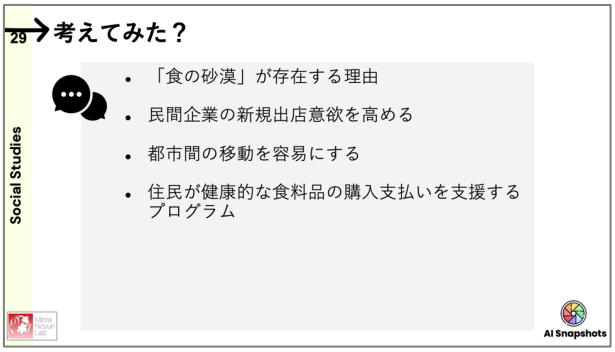


図 2　例 1「食の砂漠」ヒント

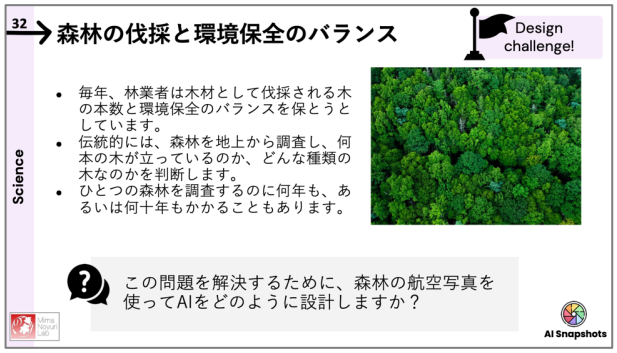


図 3　例 2「森林の伐採」問題

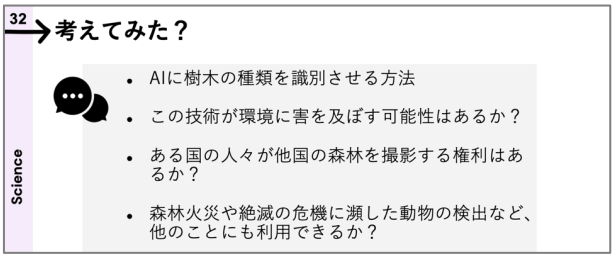


図４　例２「森林の伐採」ヒント（部分）

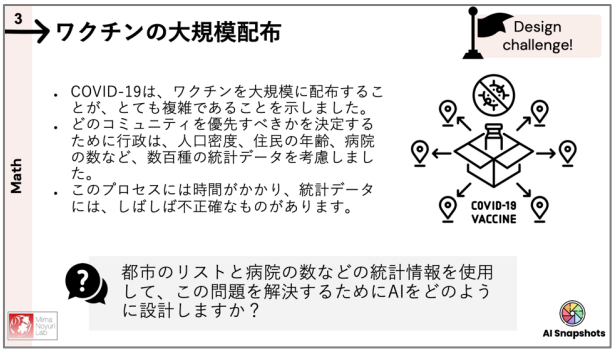


図５　例３「ワクチンの大規模配布」問題

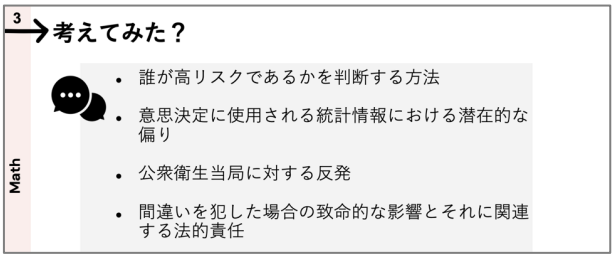


図６　例３「ワクチンの大規模配布」ヒント（部分）

9.　今後の展望

今後は，現在開発している AI リテラシー育成教材から ELSI 的視点および共感的視点[17]を抽出し，ELSI 志向 PBL の課題発見および課題解決のプロセスにおけるチェック項目として加えることを考えている．これによって，現在開発している AI リテラシー育成教材も ELSI 志向 PBL のコンテクスト内で展開され，教材の開発と実践的な研究が進められる．

ELSI 志向 PBL を通じて学習者は，広範で深い視野をもつことが奨励される．この教育アプローチは，新たな問題に対処する能力を学習者に提供すると同時に，それらが社会に及ぼす潜在的な影響を考慮に入れることを促す．

これにより学習者は，自身の行動が社会全体にどのような影響を及ぼすかを理解し，「社会的に責任感のある」個人として行動を考慮する思考が促進される．さらに，新たな問題への対応能力を養うことで，学習者は真の意味で社会の変革者となる可能性を持つ．

学習者をエンパワーする教育方法として，ELSI 志向 PBL を実践しつつ改良し，普及していく予定である．

文献

[1] 白井俊 (2020) OECD Education2030 プロジェクトが描く教育の未来：エージェンシー，資質・能力とカリキュラム，ミネルヴァ書房.
[2] 美馬のゆり (2019) “コンピュータの教育的利用からラーニングトランスフォーメーションへ”，情報処理学会論文誌　教育とコンピュータ, Vol.5, No.3, pp.1-9.
[3] 香川秀太 (2022) “状況論とポスト状況論”，心と社会，東京大学出版会.
[4] Hadwin, A. and Järvelä, S. (2014) “自己調整学習，共調整学習，社会的に共有された調整学習”，自己調整学習ハンドブック，塚野州一，伊藤崇達 (監訳)，北大路書房, pp.50-64.
[5] 外務省 (2015) 我々の世界を変革する：持続可能な開発のための 2030 アジェンダ　(外務省仮訳)，国際連合広報センター.
[6] Goodman, D. J. (2011) 真のダイバーシティをめざして ―特権に無自覚なマジョリティのための社会的公正教育，出口真紀子 (監訳)，上智大学出版.
[7] Ladson-Billings, G., (2014) , Culturally Relevant Pedagogy 2.0: a.k.a. the Remix, Harvard Educational Review Vol. 84, No.1, pp. 74–84.
[8] Paris, D. (2012) Culturally Sustaining Pedagogy: A Needed Change in Stance, Terminology, and Practice. Educational Researcher, Vol.41, No.3, pp.93–97.
[9] Vianna, E. and Stetsenko, A. (2014) Research with a Transformative Activist Agenda: Creating the Future Through Education for Social Change. National Society for the Study of Education, Vol.113, No.2, pp.575–602.
[10] 竹内身和，・石黒広昭 (2023) 社会環境デザインとしての学習―学習研究はなぜ公正と権力を問わなければならないのか，認知科学 30 巻 2 号, pp.124-136.
[11] 岸本充 (2020) ELSI とは https://elsi.osaka-u.ac.jp/what_elsi (2023.7.20 最終アクセス).
[12] 美馬のゆり他 (2018) 未来を創る「プロジェクト学習」のデザイン，公立はこだて未来大学出版会.
[13] The AI Education Project. https://www.aiedu.org　(2023.7.20 最終アクセス).
[14] 川村拓・中村謙斗・實川裕斗・美馬のゆり (印刷中) 中高生向け AI リテラシー教材 AI Snapshots の教材研究，日本教育工学会 2023 年秋季全国大会論文集.
[15] 永田丈弥・近藤孝樹・美馬のゆり (印刷中) 遠隔共同プロジェクト遂行過程に生じた学び -社会的に共有された調整学習の観点から-，日本教育工学会 2023 年秋季全国大会論文集.
[16] aiEDU JAPAN. https://www.aiedu.jp　(2023.7.20 最終アクセス).
[17] 美馬のゆり(2021) AI の時代を生きる: 未来をデザインする創造力と共感力. 岩波書店.

謝辞

本研究は JSPS 課題番号：22H01048 の助成を受けたものである．

スポーツコミック作品における オノマトペの効果的「不」使用方法の考察

Considering Meanings and Effects of Frames without Onomatopoeias in Japanese Sports Comics

小松 孝徳，杉田 莉子，中村 聡史
Takanori Komatsu, Riko Sugita, and Satoshi Nakamura
明治大学総合数理学部
School of Interdisciplinary Mathematical Sciences, Meiji University
tkomat@meiji.ac.jp

概要

擬音語, 擬態語, 擬声語などの総称であるオノマトペは, 一般的な語彙と比較すると臨場感にあふれ, 繊細な表現を可能としており，コミック作品においても頻繁に使用されている. 本研究では, そのようなコミック作品においてオノマトペが使用されていないコマに着目し, その意味とその効果について考察を行った. その結果, コミック作品における重要な場面では, むしろオノマトペが使用されていないという傾向を把握することができた.

キーワード：コミック，オノマトペ，BGM

1. はじめに

オノマトペ（Onomatopoeias）とは，「擬音語」「擬態語」「擬声語」「擬情語」などの総称のことである．オノマトペは物体の音の響きやその状態などを感覚的に表現したものであるため，一般語彙と比較すると臨場感にあふれ，繊細な表現を可能としている[1]．このようなオノマトペについて田嶋[2]は，「ある音や状態を簡潔にそして具体的に表現することのできるこのオノマトペは，テレビ，ラジオ，新聞，本，雑誌などのいたるところで目に耳にすることができる」と説明するなど，我々の日常生活のあらゆる場面においてオノマトペは幅広く使われていることは言うまでもない．またコミック作品においても、効果的な表現の一手法としてオノマトペが多用されている．コミック作品中で使用されるオノマトペの意義や効果については，言語学やメディア評論など多くの文脈にて様々な考察がなされており，例えば井澤[3] は，「小説と比べ情報量が圧倒的に不足してしまいがちな漫画にとって，一語に複数の意味や状況，背景などを集約することができるオノマトペのもたらす効果は大きい」と，コミック作品におけるオノマトペの重要性を指摘している．しかしながら，当然コミック作品におけるすべてのコマでオノマトペが使用されているわけではない. 例えば, 著者らの調査では，オノマトペが多用されていると知られているスポーツコミック作品の一つである『ハイキュー』の単行本一巻の全てのコマにおけるオノマトペの不使用割合を調査したところ，1191 コマ中 770 コマ（約 64.7%）にてオノマトペが使用されていなかったことが確認された. この事実を踏まえると，コミック作品においては「あえてオノマトペを使わない」という表現技法も存在しているのではないかと著者らは考えた．そこで本稿では, コミック作品において「効果的な表現技法であるオノマトペ」が使用されていない箇所を網羅的に探索する調査を行うことで，その不使用方法がもたらす意味及び効果についての考察を行った.

2. オノマトペ不使用箇所の特徴

本稿では，スポーツを題材とした日本のコミック作品，具体的には，サッカーが題材の『アオアシ』,『さよなら私のクラマー』,『DAYS』，バスケットボールが題材の『あひるの空』, カバディが題材の『灼熱カバディ』, バレーボールが題材の『ハイキュー』，バドミントンが題材の『はねバド！』の 7 作品のそれぞれ単行本 1 巻目の最初の 100 ページを調査対象とした．そしてこれらの作品の中から，オノマトペが使用されていないコマを抽出し，それらのコマにどのような外見的特徴があり，どのような内容を表現していたのかを網羅的に探索した.

その結果，オノマトペの使用されていないコマの多くにおいて，以下のような三種類の外見特徴があることが観察された．その一種類目は，「登場人物の身体のパーツを拡大して描写されているコマ」である（図 1）．具体的には，スポーツ中に使用している手足や登場人物の目を大きく描くことで，スポーツにおける特定の身体動作に焦点を当てているコマである．二種類目は，「サイズ自体の大きいコマ」である（図 2 および 3）.

コミック作品中には，様々なサイズのコマが割り振られているが，通常と比べてサイズの大きいコマではオノマトペが使われていないことが多く観察された．そして三種類目は，「繊細で丁寧な描写が施されているコマ」である（図 3）．具体的には，図 2 と図 3 のような丁寧な描写をコマ内で表現することで，その状況を言語ではなく画自体で表現しているようなコマである．

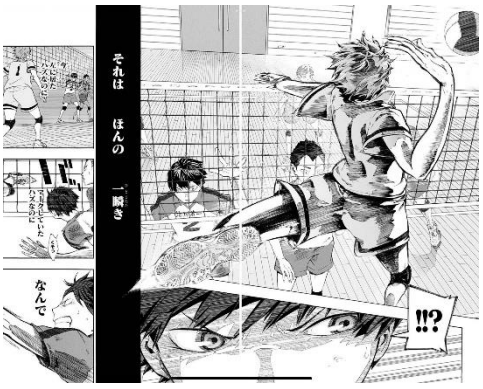


図 1　サイズの大きいコマに拡大された身体のパーツが描かれている ©古舘春一 「ハイキュー!!」

図 2 サイズが大きいコマに人物の身体動作が繊細に描かれている　©日向武史 「あひるの空」

図 3 サイズが大きいコマに繊細な描写がされている
©安田剛士 「DAYS」

では，このような外見特的特徴のコマでは，具体的にどのような内容が表現されていたのであろうか．探索の結果，以下のような三種類の内容を表現していたケースが多く観察された．一種類目は，「登場人物の回想・語り，物語の説明，ナレーションなどの場面」であり，題材としているスポーツのルールを読者に説明したり，登場人物の過去の思い出やトラウマなどを思い出したりと，物語の状況を読者に対して一方的に提供している状況である（図 4）．このような状況においては，第三者が客観的に状況を説明することが一般的なため，登場人物の心情などが反映されることは無く，オノマトペが使われないことは自然であると思われる．二種類目は，「登場人物の心情の変化が多い場面」であり，喜びや絶望，新たな決意など登場人物の心情の変化が激しい場面である（図 5）．スポーツを題材とした作品という文脈では，新しいライバルや仲間と出会う場面とその予兆を表す場面，これらの登場人物との友情を表す場面，さらにはスポーツと向き合って課題を発見した場面などが相当する．心情の変化を表現する手法としては，オノマトペのうち擬情語などが有効な手法であると思われるが，あえてそのような表現が使用されていないことは非常に興味深い．そして三種類目が，「物語において重要な場面」であり，スポーツにおいては，点数が入る瞬間，相手の攻撃を防ぐ瞬間，逆転の決定打となる攻撃をする瞬間などの場面である（図 6）．これらのコマは物語において重要なシーンであるため，表現力豊かなオノマトペが多用されるとも考えられたが，そのような効果的な表現であるオノマトペを使用しないことで，そのコマの画にのみ読者の注目が集まるような効果があることが示唆された．

図 4　登場人物の回想場面 ©濱田浩輔「はねバド！」

図 5　試合に負け相手チームの人物に課題を指摘された場面 ©古舘春一 「ハイキュー!!」

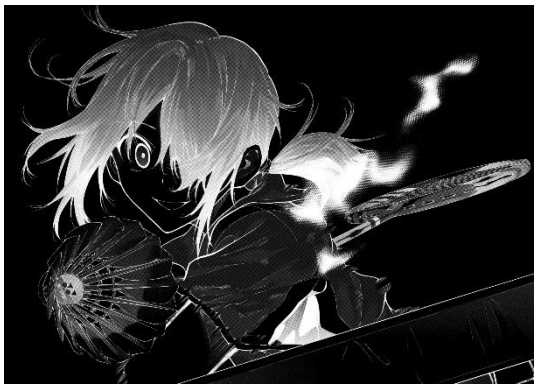


図 6　試合の中で決定的な点数を入れる瞬間
©濱田浩輔 「はねバド！」

3.　考察および今後の展望

また，本調査を進めていくうえで興味深かったのが，「オノマトペの不使用箇所の前後には，オノマトペが多く使われているコマが存在する」という傾向が確認されたことである（図 7）．これまで多用されてきたオノマトペが突然使用されなくなると，これまでの物語の流れが寸断されるかのごとく，オノマトペ不使用箇所が差分として強調される．そして，それらオノマトペの不使用箇所は，コマのサイズが大きく，登場人物の身体が拡大され，繊細で丁寧な描写がなされるなど，通常のコマと比べてそのコマの画力が非常に高い状態となっている．それゆえに，物語の重要なシーンにおいて，あえてオノマトペを使用しないという表現技法が効果的に利用されていると考えられた．言語と画の両方のモダリティにて情報を表現することができるコミック作品であるからこそ，どのような情報を言語で伝え，どのような情報を画で伝えるのか，その使用方法および切り替え方法自体が重要な表現技法となっていることが示唆された．

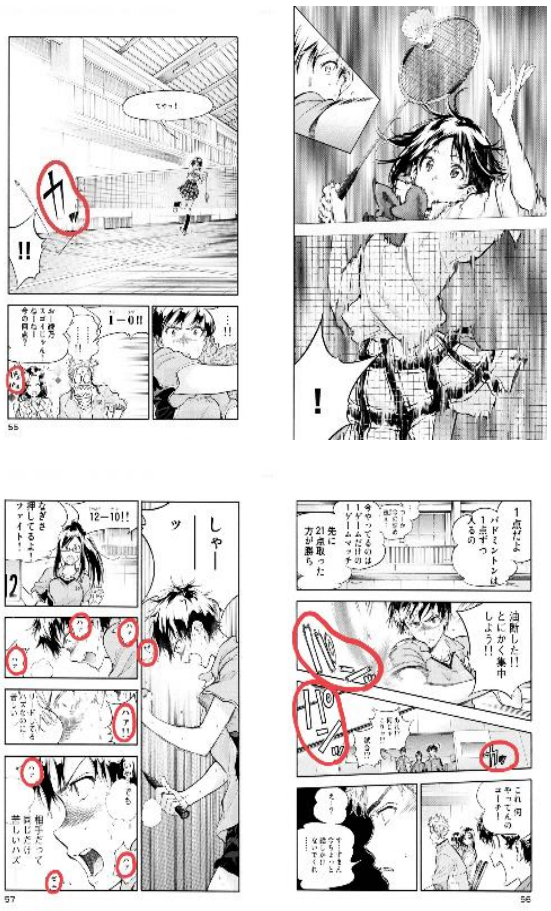


図 7　対比が顕著に表れている連続したページの例
©濱田浩輔 「はねバド！」

本稿ではスポーツを題材としたコミック作品に対するオノマトペの不使用箇所に対する網羅的な探索調査によって，オノマトペが効果的に使われていないコマの意味についての考察を行った．その結果，作品における重要な場面においては，オノマトペがあまり使用されていないという傾向を把握することができた．その理由として，通常のコマにおいては言語で物語の情報を伝えているが，それを画による情報の伝達に切り替えることで通常コマとの対比が強調され，結果として重要な場面でこのような表現技法が使用されていると考えられた．またこれらのオノマトペ不使用箇所は登場人物の身体が拡大され，丁寧で繊細な描写が多いことも確認されたため，画のみで状況を表現することが作者によって意図され，その結果として言語表現であるオノマトペの使用が抑制されていたとも考えられた．その効果は，映像作品における背景音楽（BGM）の役割に準えることができるのではと著者らは考えている．BGM によって物語が伝えたいニュアンスやイメージをより豊かに表現できる一方，あえて BGM を抑えた

り使用したりしないことで，映像そのものに着目を促すことができると考えられる．このような「オノマトペ＝BGM」という着眼点は，コミック作品の流れを理解する上で重要な知見の一つになると期待される．

本調査は，著者の一名がコミック作品の中からオノマトペの不使用箇所を手動で確認していくという手順によって実施された．そのため，定性的な調査の域を出ておらず，定量的な解析がなされていないのが現状である．将来的には，これらのオノマトペの使用箇所および不使用箇所の自動抽出技術の構築や，抽出したコマの意味についてのアノテーション方法を確立するなど，定量的解析に向けた環境づくりが必要になると考えられる．具体的には，コミックに関するデータベースMANGA109[4]およびオノマトペのアノテーションデータベース COO[5]の活用を検討している．

文献

[1] 金田一晴彦 (1998). 日本語，岩波書店
[2] 田嶋香織 (2006). オノマトペ（擬音語擬態語）について，関西外国語大学留学生別科日本語教育論集 16 号， pp. 193 - 205.
[3] 井澤小枝子(2018). 漫画におけるオノマトペの表現力，東京女子大学言語文化研究会, pp. 41 - 47.
[4] Kiyoharu Aizawa, Azuma Fujimoto, Atsushi Otsubo, Toru Ogawa, Yusuke Matsui, Koki Tsubota and Hikaru Ikuta (2020). Building a Manga Dataset “Manga109” with Annotations for Multimedia Applications, IEEE MultiMedia2020, vol.27(2), 8-18.
[5] Jeonghun Baek, Yusuke Matsui and Kiyoharu Aizawa (2022). COO: Comic Onomatopoeia Dataset for Recognizing Arbitrary or Truncated Texts, In Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV).

セクシャルマイノリティ当事者による LGBT 活動への抵抗をメディア理解から読み解く
Understanding Sexual Minorities' Resistance to LGBT Activities through Media Analysis

宮尻 琴実，坂井田 瑠衣
Kotomi Miyajiri, Rui Sakaida

公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
g2123058@fun.ac.jp

概要

本稿では，LGBT 活動に連帯しないと発言している男性同性愛者 1 名を対象に，「LGBT 活動に連帯しない当事者」としての自身の位置づけ方とそのような位置づけをする理由を明らかにした．連帯しない当事者は，自身が LGBT 活動の支援を必要とする存在ではなく，むしろそうした活動が自身の生きやすさに影響を与えることから，自らを LGBT 活動で使用を避けられているカテゴリーである「ホモ」として位置付けていた．

キーワード:セクシャルマイノリティ，自己執行カテゴリー，ソーシャルメディア

1. はじめに

現在の日本社会では，セクシャルマイノリティ当事者（以下，当事者）の理解を推進し自由や権利回復を推進するために，東京レインボーパレードといった当事者支援団体によるセクシャルマイノリティ運動や当事者のための政策を推進しようとする運動（以下，LGBT 活動）が盛んに取り組まれている．その一方で，「LGBT 理解増進法」に反対する当事者支援団体の会見が行われる[1]など，LGBT 活動に注目が集まるにつれて，それらに対して敬遠あるいは嫌悪している当事者の存在も表面化されるようになってきた．

そこで本研究では，LGBT 活動に対して敬遠あるいは嫌悪している当事者が，LGBT 活動によって普及した性カテゴリー（レズビアンやゲイ，トランスジェンダーなど）をふまえて，どのように「LGBT 活動に連帯しない当事者」として自らを位置づけているのか，そしてなぜ「LGBT 活動に連帯しない当事者」として自らを位置づけているのか明らかにする．

これにより，未だ曖昧な定義をもとに性の多様性が説かれているなかで，LGBT 活動あるいは多様性を推進する人々や社会全体と，それに対して嫌悪あるいは敬遠している当事者の対立を，単なる意見の食い違いとしてとらえるのではなく，それぞれの規範の違いに基づく理解のずれとして見出すことを目指す．

2. 先行研究

カテゴリーと当事者の関係に関する先行研究はいくつかなされている（[2]，[3]など）．

岡部は，腐女子のアイデンティティについて，ベッカーのラベリング理論を引用しながら説明している[2]．腐女子たちは自らを「腐女子」と自嘲しながらもラベリングすることで，腐女子の集団と腐女子でない集団を区別している．その区別をすることによって，「あそこはこうだけど，うちらはこうだよね」というように，「アイデンティティを可視化するだけでなく，コミュニティどうしの境界を可視化」していると述べている．

鶴田は，Sacks の成員カテゴリー化装置の考え方を用いながら，性同一性障害のカテゴリーにおける当事者の位置づけを分析している[3]．性同一性障害のなかでも，治療の度合いによって分けられる 3 つのカテゴリーについて，医療的な診断を行う医療者によって決定される「他者執行カテゴリー」でありながら，その当事者が「正当な」当事者であるかどうかは，当事者間で争われる「自己執行カテゴリー」であると述べている．

3. 方法

本研究の目的について調査するためには，対象となる当事者が抱えもつ価値観や規範を知る必要がある．そこで，当事者の発言に対してエスノグラフィックな「厚い記述」[4]を行うことで調査する．これにより当事者が置かれている文脈をふまえたうえで発言の意味づけをすることで，その人が抱えもつ価値観や規範をより詳細に理解することができる．また，今回の調査では Twitter 上で発言している当事者を対象に行う．Twitter では，考えや出来事をだれでも簡単に匿名で投稿でき，さらに LGBT 活動に関する情報が多く流れている．したがって，LGBT 活動に対して批判的な発言を

する場として使われやすい.

以上をふまえて，本研究では Twitter 上で発言している当事者 1 名を対象に調査を行う．対象者は Twitter では本名ではなくハンドルネームを使って投稿しているが，本稿では個人情報の特定を避けるために匿名化して「A さん」と呼称する．当該アカウントは，2022 年 3 月に登録され，同年 9 月まで利用されていた. 2022 年 8 月 26 日時点で総ツイート数は 1,525 であり，本調査では，うち 73 ツイートを対象に調査を行った．フォローしているアカウント数は 26，フォローされているアカウント数は 101 であった．ツイートの内容から年齢は 30 歳以上で，男性同性愛者であると自称していた.

4. 分析

4.1. 連帯しない当事者としての位置づけ

A さんのツイートから，従来の性カテゴリーをふまえ，まずはどのように「LGBT 活動に連帯しない当事者」として自らを位置づけているのか分析を行う.

4.1.1. 男性同性愛者を表すカテゴリー

A さんのツイートを概観すると，男性同性愛者を表す様々なカテゴリーの一部を，一般的に用いられているものとは異なる定義に基づいて用いている様子が見られた．そこで，A さんが男性同性愛者を表すカテゴリーをどのように定義しているのか，事例を用いながら明らかにする.

A さんは，男性同性愛者を表すカテゴリーとして「ゲイ」，ゲイ（Gay）の頭文字をとった「G」，一般的には差別的な意味合いを含む「ホモ」を用いていた.

「ゲイ」については，一般的に用いられるものと同じような用いられ方がなされていることが事例 1 から読み取れる．ここでは，「世の中の人たちは（ゲイも含め）」と発言していることから，A さんは男性同性愛者全般を示す言葉として「ゲイ」を用いている.

（事例 1：2022 年 7 月 29 日）
LGBT 活動家は活動を進めれば進めるほどぼろが出てくると思います。（中略）世の中の人たちは（ゲイも含め）気づいていますよ　全部人権ビジネスだということに

一方で「G」と「ホモ」の定義については，一般的な用法とは異なる用いられ方がなされている．事例 2 で A さんは，「LGBT 運動に連帯しないホモは G ではない」と発言している．よって，「G」を LGBT 運動に連帯している男性同性愛者，「ホモ」を LGBT 運動に連帯していない男性同性愛者として用いている.

（事例 2：2022 年 7 月 22 日）
そもそも論として、いいですか、LGBT 運動に連帯していないホモは G ではないんですよ。

まとめると，A さんは「G」を LGBT 運動に連帯している男性同性愛者，「ホモ」を LGBT 運動に連帯していない男性同性愛者，「ゲイ」を男性同性愛者全般という意味で用いていることがわかる.

4.1.2. 自称に用いられる「ホモ」「ゲイ」

これらをふまえたうえで，A さんは「ホモ」と「ゲイ」を自己執行カテゴリーとして用いていた.

A さんは，男性同性愛者であることを自称するときに「ホモ」を用いることが多い．例えば，事例 3 では，A さんは「ホモのオレ」と発言していることから，自身を「ホモ」と表現している．さらに，LGBT 活動に連帯しないという強い意志があり，連帯している人に対して嫌悪感を抱いている様子が見られる．つまり，A さんは LGBT 活動に連帯しない男性同性愛者として「ホモ」と自称している.

（事例 3：2022 年 8 月 15 日）
はっきりいっておく、ホモのオレはレズやトランスジェンダーと LGBT だのといって連帯するつもりは、これっぽっちもない。自分以外の相手にたいして、この女はレズだから仲良くしよう、とも何かしたいという気持ちは 1mm もわかない。LGBT という概念はクソだと思っている。

他方で，事例 4 のように「ゲイ」と自称する場合もある．事例 4 は選挙に関する引用ツイートである．このようなツイートは不特定多数の人の目に届きやすいため，「ホモ」を用いると差別的な意味合いが伴い，ツイートとしての重大さが失われてしまう恐れがある．そのため，一般的によく使われる「ゲイ」を用いることで，読み手に「正当な」男性同性愛者であることを示し，中立的な立場で意見を表明しようとしている.

（事例 4：2022 年 8 月 3 日）
私はゲイですが、同性婚に断固反対します。

以上のように A さんは，政治的な発言をする場合などに「正当な」男性同性愛者であることを示すときは「ゲイ」，それ以外は，LGBT 活動に連帯しない当事者として「ホモ」を用いていた.

4.2. 連帯しない当事者としての「ホモ」

次に，A さんがなぜ LGBT 活動に連帯しないと発言

しているのか明らかにする.

事例 5 は, 厚生労働省が新たな財源確保のために「こども保険」の導入を検討していることが書かれた記事の引用ツイートである. 引用元の記事には, セクシャルマイノリティに関する内容は一切かかれていないが, A さんは同性愛者であることからパートナーとの間に子どもを授かれない人として発言をしている.

（事例 5：2022 年 8 月 17 日）
というか、ホモには子供がいないから更なる増税っぽいんだけれど、まあ仕方ないとは思っている。
ただ、これで少子化対策になるかと言われたらならない。
子供作るのって 3K みたいに言われているトレンドを変えなきゃいけないんだよ。
ホモが息苦しくなるくらいの。自分らしく生きていいとか違う。

この記事に対する反応として, 子どもがいない・できない人から税金をとることに反発している様子が多くみられた. けれども A さんは, こども保険が「少子化対策なるかと言われたらにならない」と発言しているにもかかわらず, 増税を「仕方ない」ものとして受け止めている. また, 少子化対策のためには,「ホモが息苦しくなるくらい」に子どもを作るトレンドを変えないといけないと指摘しており, そのトレンドが「自分らしく生きていい」という考え方とは異なると発言している. この「自分らしく生きる」という文言は, LGBT 活動のなかで多様性を象徴する言葉として用いられることが多いものである.

このことから A さんは,「ホモ」をパートナー間で子どもをもたない存在として捉えたうえで, 男性同性愛者が生きやすい社会になることよりも, 日本という国が存続するために少子化問題を重視している. そして, 少子化対策のためには「ホモ」は必ずしも自分らしく生きてはいけないと考えている. 一方で, 多くの LGBT 活動では同性愛者を含むセクシャルマイノリティがありのままの自分として生きることができるようになることを標榜している. したがって, LGBT 活動はあらゆるセクシャリティが受け入れられていない社会を問題視しているが, A さんは性の多様性が受け入れられることで日本の人口減少にさらなる拍車がかかることを問題視している. つまり, A さんと LGBT 活動では, 将来の日本社会のために焦点を当てるべきであると捉えている問題が異なることがわかる.

A さんが性の多様性にまつわる問題を重要視しないさらなる理由として,「ホモ」にとっては他者からの支援・理解は不要であると捉えていることがあげられる. 事例 6, 事例 7 は, 厚生労働省が学校教員用の手引書にセクシャルマイノリティの児童生徒への対応に関する項目の追加を検討していることが書かれた記事（LGBT 理解, 手引書刷新へ　教員向けに文科省 : Yahoo!ニュース（共同通信））に対するツイートである.

（事例 6：2022 年 8 月 13 日）
「有識者らがまとめた改訂案」
この有識者というのが、本当に問題だということに気づいた方がいい。だいたいが、なんでホモなことを学校の先生にわざわざ言わないといけないのよ。馬鹿じゃないか。

（事例 7：2022 年 8 月 13 日）
「新たな流れに、支援者から「一歩前進」と期待の声が上がる。」
支援者って何？ホモの支援者？悪いけど気持ち悪い
繰り返すけど、学校の先生に何故自分の好きな子の話をするわけ？
ホモをわかってない

これらの事例から A さんは, 学校の先生に自身が男性同性愛者であることをカミングアウトすることに強く抵抗している. さらに, 事例 6 では有識者, 事例 7 では支援者という存在が「ホモ」にアプローチすることに対して嫌悪感を抱いている.

記事では, 当事者である児童生徒が教員にカミングアウトすること自体については記述されていないが,「性的少数者の児童生徒への対応に関する項目を盛り込む議論を進めて」おり,「現在は理解度にばらつきが大きく, 学校での指導や接し方が原因で傷つく子どももいる」と書かれている. これを受けて A さんは, 性的少数者の児童生徒への対応として学校での指導や接し方が新しい手引書に基づいて変わると理解し, 教員が指導や接し方を変えるには性的少数者の児童生徒が誰であるのかを知らなければならないと解釈したことで, 学校の先生にカミングアウトすることが助長されることを懸念する発言をしている.

また, 記事や記事に対する多くの人々の反応では, セクシャルマイノリティへの理解・支援は必要なものだという規範が前提となっている. 例えば,「有識者らがまとめた改訂案」には「良き理解者となるよう努める」と書かれ, 人々の反応ではセクシャルマイノリティへのケアは必要だが教員の負担が増加することを心配するものが多く見受けられた. しかし, A さんは「ホモ」には支援は不要であると発言している.

これらのことから, 一般的なセクシャルマイノリティ理解は, セクシャルマイノリティとは支援するべき対象であり, そのためには誰が被支援者であるのかを明かす必要がある. つまり当事者がカミングアウトすることが前提となっている. そして, カミングアウトし

た被支援者に対して教員などの周囲の人々が肯定的に受け止めることを希求している．その一方で，A さんは「ホモ」への支援は無用の長物であり，「ホモ」は被支援者ではないと捉えている．したがって，カミングアウトすることも不要であると理解している．

以上のことから，A さんにとって「ホモ」は被支援者ではなく，むしろ「ホモ」への支援は不要なものであると捉えている．よって，当事者を支援しようとしている LGBT 活動とは相反した当事者理解に対する認識を持っている．さらに LGBT 活動が積極的に取り組まれることによって，少子化問題が深刻になり日本という国の存続が危ぶまれることを危惧し，LGBT 活動に対して強い反発を示している．

5. 考察

以上の分析をまとめると A さんは，男性同性愛者を表すカテゴリーの「G」と「ホモ」を LGBT 活動に連帯しているかどうかでカテゴリーを使い分けていた．そのなかで，一般的には差別的な意味合いを含むと他者執行カテゴリーの「ホモ」を，LGBT 活動に連帯しない男性同性愛者と再定義することで自己執行カテゴリーとして用いていた．また，LGBT 活動では，当事者は支援されるべき存在であると考えられ，当事者が日本社会において肯定的に受け入れられることが目的になっている．けれども，A さんにとって男性同性愛者は支援されるべき対象ではなく，LGBT 活動によって性の多様性が受け入れられることが逆に A さんにとって生きづらいものとなってしまう．よって，A さんは LGBT 活動に連帯しない当事者として自身を位置づけることが合理的なのである．

これらのことをふまえると，A さんにとって「ホモ」は「LGBT 活動に連帯しない男性同性愛者」を表すだけでなく「他者からの支援が不要な当事者」であることを表すカテゴリーである．なぜなら，男性同性愛者を表すカテゴリーのなかでも，LGBT 活動でよく用いられている「ゲイ」や「G」を「LGBT 活動に連帯しない男性同性愛者」として用いてしまうと，LGBT 活動から自らを完全に切り分けることができず，被支援者としてみなされてしまう可能性がある．したがって，LGBT 活動でむしろ使うことを避けられている「ホモ」を用いることで，自らを LGBT 活動から完全に分離した存在として扱うことができる．そして「ホモ」として自らをラベリングすることによって，連帯しない当事者としての「アイデンティティを可視化するだけではなく」，LGBT 活動を推進する人々と連帯しない当事者の「コミュニティどうしの境界を可視化する」ことが可能となっている[2].

6. 結論

本研究では，LGBT 活動に対して敬遠あるいは嫌悪している当事者が，従来の性カテゴリーをふまえて，どのように「LGBT 活動に連帯しない当事者」として自らを位置づけているのか，そしてなぜ「LGBT 活動に連帯しない当事者」として位置づけているのかを A さんのツイートから明らかにした．

A さんは，自身が LGBT 活動の被支援者でなく，それらの活動が盛んにおこなわれることで不利益を被ることから，連帯しない当事者として位置づけていた．その際，LGBT 活動で使用を避けられている「ホモ」というカテゴリーを用いることで，連帯しない当事者として自身を可視化し，LGBT 活動のコミュニティとの境界線を可視化させ，強化することに成功していた[2].

A さんがこのような位置づけをする背景には，A さんがもつ知識や経験だけでなく，A さんがこれまでおかれていた社会的立場や環境，また LGBT 活動の変遷や人々からの受け止められ方など，あらゆる要素が深く関わっている．これらの側面に注目せず，LGBT 活動とそれに対して敬遠・嫌悪している当事者との意見の対立を単なる意見の食い違いとしてみなすことは，それらの当事者に対して安易なレッテルを張り，差別や偏見として扱われることにつながりうるかもしれない．したがって，セクシャリティだけでなく考え方や価値観の多様性を目指す社会であるためには，その人が抱えもつ規範にまで踏み込んで他者を理解する必要があると考えている．

文献

[1] 産経新聞. (2023, May 1). 性的少数者団体が会見「LGBT 法は不要」, https://www.sankei.com/article/20230501-G2ZLVYKWINOIVNPFJBSTRIARQE/, last accessed on 20. 7, 2023.
[2] 岡部大介 (2021). ファンカルチャーのデザイン 彼女らはいかに学び，創り，「推す」のか，越境する認知科学 8 共立出版
[3] 鶴田幸恵 (2009). 性同一性障害のエスノグラフィ 性現象の社会学 ハーベスト社
[4] 藤田結子・北村文 (編) (2013). 現代エスノグラフィー 新しいフィールドの理論と実践 新曜社

なぜ単語分散表現に代数的構造が現れるのか
― 二部グラフを用いた単語共起関係の類型化の提案 ―

Why does the algerbaic structure emerge in word distributed representations?

前田 晃弘 † 鳥居 拓馬 ‡ 日髙 昇平 †
Akihiro Maeda, Takuma Torii, Shohei Hidaka
† 北陸先端科学技術大学院大学, ‡ 東京電機大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Tokyo Denki University
akihiro.maeda@jaist.ac.jp

概要

単語分散表現は，そのベクトル演算が単語の類推関係に対応するなどの数理的な性質を示す．この性質は単語共起分布に由来するが，共起分布の数理的構造は未解明である．本研究は，二部グラフを用いる分析手法により，バイクリークと呼ばれる完全二部部分グラフが，単語ベクトル間の関係性を数理的に特徴付けるとともに，言語上の意味関係に対応することを示す．さらに共起関係が二項関係であることに起因して，単語共起分布に代数構造が現れる機序を明らかにする．

キーワード：単語ベクトル，単語共起行列，二部グラフ，バイクリーク，代数構造，形式概念分析，意味関係

1. はじめに

自然言語処理で用いられる単語分散表現（単語ベクトル）が数理的な性質を持つことが知られている．例えば，類推関係にある四単語に対応するベクトルが平行四辺形をなす word2vec[1] の例のほか，類義語など関連する単語ベクトル間のコサイン類似度が高い [2]，上位語の単語ベクトルは下位語の射影で表される [3]，単語ベクトルが加法構成性を示す [4] などである．ニューラルモデルにより生成される単語ベクトルは，単語共起頻度の PMI（自己相互情報量）を成分とする単語共起行列の行列分解を近似する可能性が論じられており [5]，また，機能的にも共起頻度を成分とする単語共起行列と同一視できると理解されている [6]. 従って，単語ベクトルの数理的性質は単語共起分布の構造を反映したものと考えられる．単語ベクトルを理論的に根拠づける分布仮説を唱えた Harris も，言語の分布に代数的構造が内在することを示唆している [7]．しかしながら，これまで共起分布自体の数理的構造や性質は十分に解明されたとは言えない [6, 8].

本研究では，単語共起分布の数理的な構造解明のために, 二部グラフを用いる分析手法を提案する．まず，単語共起行列をグラフの隣接行列としてみなし，共起関係を二部グラフの頂点間の辺として定式化する．バイクリークと呼ばれる完全二部部分グラフが単語ベクトル間の関係性を数理的に特徴付けるとともに，言語上の意味関係に対応することを示す．次に，バイクリークに形式概念分析を適用する．形式概念分析は，束論と呼ばれる数学の応用で，集合論並びに代数学と密接な関係を持つ [9]．バイクリークは，その間に定義される順序関係のもとで，束と呼ばれる代数系（構造を備えた集合）を構成する [10]．バイクリークを用いる提案分析手法により，単語の共起関係が二項関係であることに起因して，単語共起分布に代数構造が現れる数理的機序の解明が期待できる．

2. 単語共起行列中のバイクリーク

二部グラフは，グラフ理論において定義される**グラフ**のうち，その全ての頂点が，交わりを持たない二つの集合 V_1, V_2 のいずれかに属し，かつ，それらの同じ集合に属する頂点同士は隣接しないグラフのことである．辺の集合を E とすると，二部グラフは $\mathcal{G} = (V_1, V_2, E)$ と表され，V_1, V_2 を**独立集合**という．

独立集合の部分集合 $A \subseteq V_1, B \subset V_2$ の間で，任意の頂点が隣接するグラフ $(A \times B \subseteq E)$ を完全二部部分グラフ, または**バイクリーク**といい，(A, B) と表す．バイクリークのうち他のバイクリークの部分グラフでないものを**最大バイクリーク**という．

コーパスから単語共起行列を作成するには，ターゲットとする単語 w（ターゲット単語という）に対して，その文脈（通常，ターゲット単語の前後 n 語の範囲）にある単語 c（コンテクスト単語という）との組 (w, c) の出現頻度をカウントする．ターゲット単語とコンテクスト単語の共起は二項関係なので，これを二部グラフの隣接関係（辺）として定式化できる．本稿では，単語ペアが一度でも共起すれば，それらの単語を表す頂点の間に辺があるものとする．この時，単語共起行列は，ターゲット単語の語彙を V_1，コンテクス

ト単語の語彙を V_2 とする $|V_1| \times |V_2|$ の二値行列であり，グラフの隣接行列と見做される．

単語の部分集合の組 $(A \subseteq V_1, B \subseteq V_2)$ がバイクリークであるとき，二つのターゲット単語 $w_i, w_j \in A$ は，いずれも全てのコンテクスト単語 $\forall c_k \in B$ と共起している．w_1, w_2 がバイクリークに属するコンテクスト単語のみと共起する極端なケースでは，共起行列の行ベクトルを単語ベクトルとすると，w_1, w_2 のそれは同一となる．その時，自然言語処理でよく用いられるコサイン類似度は 1 となる．単語ペアのコサイン類似度が高いほど，より多くのコンテクスト単語を共有するので，それぞれの共起分布内において単語ペアを含むバイクリークの比率が高くなる関係にある．

コサイン類似度の限界は，単語のペアに対する量であるため四項類推関係のような 3 以上の単語を携えるより大きな構造を捉えることには必ずしも適さないことと，また，あくまでも二単語の共起分布の間の重なりのみに着目するので，類義関係や反意関係の識別が難しい [2] ことである．

他方，本稿で取り上げるバイクリークは，比較対象の単語だけではなく，複数の単語を跨ぐ構造を捕捉することができる．特に，類義関係や反意関係などの意味関係を特徴づけるには，ペア以外の単語も含めた多様なコンテクスト単語との関係や構造を捉える必要があると思われる．そこで，次にバイクリークの構造を調べるための方略として，形式概念分析を導入する．

3. 形式概念によるバイクリークの構造化

二部グラフの（最大）バイクリークは，形式概念分析において定義される**形式概念や前概念**と同じものである [11]. 形式概念はガロア接続の構造を持ち，順序関係を導入することで束構造をなす [9]．また，前概念の演算を定義して代数系を構成できる [10].

単語共起分布を特徴づけるバイクリークに，形式概念による解釈を適用して，単語の意味関係を抽出できることを示す．形式概念分析を適用するため，共起行列を表す二部グラフ $\mathcal{G}(V_1, V_2, E)$ において単語の部分集合 $A \subseteq V_1, B \subseteq V_2$ に対する二つの導出演算子 $\uparrow, \downarrow$ を定義する．

$$A\uparrow := \{c \in V_2 \mid (w, c) \in E \quad (\forall w \in A)\} \tag{1}$$

$$B\downarrow := \{w \in V_1 \mid (w, c) \in E \quad (\forall c \in B)\} \tag{2}$$

演算子 $\uparrow$ は，ターゲット単語の集合に対してそれらが共有するコンテクスト単語の集合を返し，演算子 $\downarrow$ はその逆を行う．

集合の対 (A, B) が式 (3) を満たすとき形式概念 (formal concept) といい，また，式 (4) を満たすとき前概念 (preconcept) という．

$$A = B\downarrow \quad \text{and} \quad B = A\uparrow \tag{3}$$

$$A \subseteq B\downarrow \iff B \subseteq A\uparrow \iff A \times B \subseteq E \tag{4}$$

前概念には，次のように順序関係 $\subseteq^2$ が定義される．

$$(A_1, B_1) \subseteq^2 (A_2, B_2) \text{ iff } A_1 \subseteq A_2,\ B_1 \subseteq B_2 \tag{5}$$

形式概念は二部グラフにおける最大バイクリークに，前概念は同じくバイクリークに対応しており，従って，形式概念は他の前概念に含まれない前概念である．

以下では，バイクリークと形式概念分析の考えを用いることで，複数の単語間の関係や構造がどのように記述できるかを論じる．

上位・下位関係 (Hyponym) animal-dog のような上位下位関係を，形式（前）概念を用いて，仮説的に次の様に特徴づける．上位語 w_1 と下位語 w_2 は，バイクリークを形成して，共通のコンテクスト単語群 $\{w_1\}\uparrow \cap \{w_2\}\uparrow \neq \emptyset$ をもつ．その上で，下位語 w_2 は，このバイクリークに含まれない追加的な共起単語を持つ．すなわち，$\emptyset \subset \{w_1\}\uparrow \subset \{w_2\}\uparrow$．これは，上位語 w_1 が w_2 を含む下位語に共通する性質を持つ一方で，下位語 w_2 は固有の性質を持つことを反映する．形式概念の導出演算子を用いれば，$\{animal\}\uparrow \subseteq \{dog\}\uparrow$，すなわち単語のコンテクスト間の包含関係として定式化される．この時，ガロア接続により，$\{animal\} \supseteq \{dog\}$ であり，animal が dog を包含する概念である状況を特徴づける．つまり，上位下位関係は，共起単語群を集合とする包含関係として定義できる．

類義関係 (Synonym) と反意関係 (Antonym) 類義関係の例として large-huge, 反意関係の例として large-small の対を考える．二組の対のコサイン類似度はいずれも高く，意味関係の種類を識別することが困難である．これに対し，導出演算子を適用して抽出された単語ペアを含むバイクリークを例示すると，共有するコンテクストの違いが式 (6),(7) のように現れる．前者は，「大きいもの」の集合であり，後者は「(大小を）測定するもの」である．

$$\{large, huge\}\uparrow = \{amassed, crowd, debts, \ldots\} \tag{6}$$

$$\{large, small\}\uparrow = \{dose, scale, portion, \ldots\} \tag{7}$$

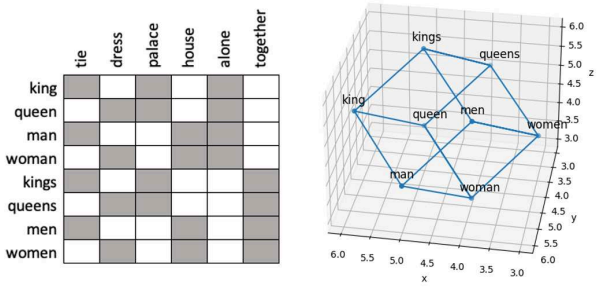


図 1　前田ら [12] のトイコーパスの単語共起行列（灰色=1, 白色=0）と，その各行に対応する単語ベクトルが成す平行六面体

さらに，それぞれのペア内の単語を差異化するコンテクスト単語を次のように抽出することができる．

$$\{large\}\uparrow \setminus \{large, huge\}\uparrow = \{intestine, \ldots\} \quad (8)$$

$$\{huge\}\uparrow \setminus \{large, huge\}\uparrow = \{ego, \ldots\} \quad (9)$$

$$\{large\}\uparrow \setminus \{large, small\}\uparrow = \{elephant, \ldots\} \quad (10)$$

$$\{small\}\uparrow \setminus \{large, small\}\uparrow = \{mouce, \ldots\} \quad (11)$$

式 (8),(9) は文脈の違い，すなわち，中立的・定量的な大きさと，抽象的・感覚的な大きさの違いであり，式 (10),(11) は同じ文脈内の対比，すなわち同じ集合内の部分集合間の補完関係として特徴づけることが考えられる．前概念を用いた代数系では，opposition と呼ばれる次の演算が定義されており [10]，

$$\lrcorner(A, B) := \Big((V_2 \setminus B)\downarrow, (V_2 \setminus B)\Big) \quad (12)$$

この演算を用いて，コンテクスト単語群が補集合を成すような二つの単語が反意関係にあると特徴づけることができる．すなわち反意関係を，同じ文脈内にある対比的な関係として定義できたことになる．

一方，類義語は，類似する意味的作用を持ち，一般に異なる文脈で用いられる（式 (8,9) の例）．こうした状況を特徴づけ，類義関係の定義を確定するためには，類義関係の背景にある，コンテクスト単語が属する複数のバイクリークの関係性や構造を明示的に取り扱う必要がある．

共有されるコンテクスト（コンテクスト単語の集合）と，差異化をもたらすコンテクストの関係性や構造を共起分布全体の観点から見通すために，次にトイモデルを用いた単語共起分布の分析を示す．

4.　単語分布に内在する代数構造

著者らの研究 [12, 13] は，4 単語の平行四辺形（四項類推）関係を拡張して，名詞 8 単語がそれらを

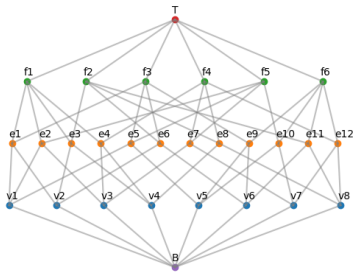


図 2　トイコーパスの共起分布に内在する束構造

頂点とする平行六面体を成す条件を探るため，図 1 に示した共起行列を分析した．各行は類推関係にある 8 つのターゲット単語 *king, queen, man, woman, kings, queens, men, women* に対応し，各列は各単語を特徴づける 6 つのコンテクスト単語 *tie, dress, palace, house, alone, together* に対応している．この共起行列を二部グラフとして見ると，行や列を入れ替えて灰色部分が長方形をなす箇所がバイクリークに対応する．例えば，1,3,5,7 行目と 1 列目を見ると，$(\{king, man, kings, men\}, \{tie\})$ が形式概念である．また，この形式概念は，男性の属性 (**masculine**) と解釈できる．この共起分布には，以下に代表される 3 タイプを含め 5 タイプの形式概念が存在する．

$$f_1 := (\{king, man, kings, men\}, \{tie\}) \quad (13)$$

$$e_1 : (\{king, man\}, \{tie, alone\}) \quad (14)$$

$$v_1 := (\{king\}, \{tie, palace, alone\}) \quad (15)$$

形式概念間に式 (16) の順序関係を定義することができ，この順序関係のもとで共起行列にある形式概念は束構造をなす（図 2）．

$$(A_1, B_1) \leq (A_2, B_2) \text{ iff } A_1 \subseteq A_2 \ (\text{or } B_1 \supseteq B_2) \quad (16)$$

図 1 に示す平行六面体に対応させると，i 番目の頂点に対応する形式概念 v_i と，それを含む辺に対応する形式概念 e_j は順序関係にあり，同様に，辺に対応する形式概念は，それを含む面に対応する形式概念 f_k との間に順序関係がある．すなわち形式概念が構成する束構造が，立体における単体間の関係（頂点，辺，面の包含関係）に対応している．

各頂点にはターゲット単語がそれぞれ付与され，その形式概念が識別される一方，面にはコンテクスト単語が対応し，次式に示すように，**masculine, feminine, royal, common, single, plural** の六つの意味上の属性を表す形式概念が対応すると解釈できる（式中の単語は先頭文字で略記）．

$$f_1 = (\{k, q, m, w\}, \{a\}) \qquad \textbf{single} \quad (17)$$

$$f_2 = (\{q, w, qs, ws\}, \{d\}) \quad \textbf{feminine} \quad (18)$$

$$f_3 = (\{k, q, ks, qs\}), \{p\} \quad \textbf{royal} \quad (19)$$

$$f_4 = (\{m, w, ms, ws\}, \{h\}) \quad \textbf{common} \quad (20)$$

$$f_5 = (\{k, m, ks, ms\}, \{t\}) \quad \textbf{masculine} \quad (21)$$

$$f_6 = (\{ks, qs, ms, ws\}, \{tg\}) \quad \textbf{plural} \quad (22)$$

この時，$V_1 = \{k, q, m, w, ks, qs, ms, ws\}$ として，形式概念の補完を次式により定義する．

$$\neg(A, B) := \Big((V_1 \setminus A), (V_1 \setminus A)\uparrow\Big) \quad (23)$$

すると，面に対応する形式概念の間には，$\neg f_1 = f_6$; $\neg f_2 = f_5$; $\neg f_3 = f_4$ の 3 組の補完関係が成り立つ．これは単数複数，男女性別，王平民の三軸が作る三桁の二進法であり，3-cube と呼ばれるブール代数を構成する．これにより，類推関係にある 8 単語のなす平行六面体の背景には，単語共起分布に内在する代数構造があることが明らかになった．

さらに，代数構造（厳密には閉包系）であることから，任意の頂点は三つの面すなわち属性の meet（共通部分）として表すことができる．

$$v_1 = f_1 \wedge f_3 \wedge f_5 \quad (24)$$

代数構造のもとで，各単語は属性の共通部分から構成され，個々の属性の間にある補完関係が単語間の意味関係を特徴づけている．前節で論じた類義関係も代数構造の中で特徴づけること可能であると期待されるが，今後の研究課題である．

5. 考察と結論

本研究は，単語共起関係を二項関係と捉え，単語共起行列において，同定されるバイクリークを形式（前）概念として解釈し，そこに代数構造が内在することを示した．また，類義語，反意語，類推などの単語間の意味関係がバイクリークの組み合わせパタンにより特徴づけられる可能性を示した．

その意義としては，第一に，バイクリークによる定式は，単語の意味を形式概念のなす代数構造の中で特徴づけるため，コサイン類似度よりも豊かな関係性を記述可能にする．

第二に，単語共起分布に代数構造が内在することから，単語の意味空間を代数系として構成する道筋が見えた．今後，単語の意味合成を代数演算として定義できれば，言語の意味理解や意味操作が計算と対応づけされ，大規模言語モデルの内部解明も期待できる．

第三に，大規模データからバイクリークへ分解する手法の研究は他分野において蓄積されており，実コーパスから形式概念を定量的に抽出可能である．

一方で, 今後の研究課題としては, 実データから解釈可能なバイクリークを選別することがある．ターゲット単語の前後の範囲にある単語を一律に共起単語とみなすと意味的に好ましくない共起ペアも含まれる．そのため確率的重み付きグラフを導入するほか，多義性に対応したサブコンテクストへ分解し，コーパス中の言語構造を取り出すモデルの開発が必要である．

謝辞

本研究は科研費基盤研究 B(一般)JP23H0369, JST さきがけ JPMJPR20C9 の助成を受けて行われた。

文献

[1] Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G. S., & Dean, J. (2013) “Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space”, International Conference on Learning Representations

[2] Jurafsky, D. & Martin, J. H. (2009) “Speech and language processing”, Pearson Prentice Hall

[3] Fu, R., Guo, J., Qin, B., Che, W., Wang, H., & Liu, T. (2014) “Learning Semantic Hierarchies via Word Embeddings”, Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, Vol. 1, pp. 1199–1209.

[4] Arora, S., Li, Y., Liang, Y., Ma, T. & Risteski, A. (2018) “Linear Algebraic Structure of Word Senses, with Applications to Polysemy”, Transactions of the Association for Computational Linguistics, Vol. 6, pp. 483–495.

[5] Levy, O. & Goldberg, Y. (2014) “Neural Word Embedding as Implicit Matrix Factorization”, Proceedings of the 27th International Conference on Neural Information Processing Systems, Vol. 2, pp. 2177–2185.

[6] Lenci, A. (2018) “Distributional Models of Word Meaning”, Annual Review of Linguistics, Vol. 4.

[7] Harris, Z. (1954) “Distributional structure”, Word, Vol. 10, No. 2-3, pp. 146–162.

[8] Gastaldi, J. L. (2021) “Why Can Computers Understand Natural Language?”, Philosophy and Technology, Vol. 34, No. 1, pp. 149–214.

[9] Ganter, B. & Wille, R. (2012) “Formal concept analysis: mathematical foundations”, Springer

[10] Wille, R. (2004) “Preconcept Algebras and Generalized Double Boolean Algebras”, Concept Lattices, pp. 1–13.

[11] Chiaselotti, G., Ciucci, D. & Gentile, T. (2015) “Simple undirected graphs as formal contexts”, Formal Concept Analysis: 13th International Conference, ICFCA 2015, Vol. 13, pp. 287–302.

[12] 前田晃弘, 鳥居拓馬, 日髙昇平, (2022) “単語共起行列の内部構造解明のための構成論的アプローチ” 2022 年度日本認知科学会第 39 回大会

[13] Torii, T., Maeda, A & Hidaka, S. (2022) “Embedding parallelepiped in co-occurrence matrix: simulation and empirical evidence”, Joint Conference on Language Evolution (JCoLE2022),

なぞかけを用いた個人特性のユーモア認知に与える影響
Influence of individual characteristics on humor perception using riddles

坂中 武蔵，寺井 あすか
Musashi Sakanaka, Asuka Terai
公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
g2123025@fun.ac.jp

概要

本研究では，なぞかけの特性と受け手の個人差がユーモア認知に与える影響について，なぞかけ生成システムにより意味構造に考慮して生成されたなぞかけを用いたアンケート調査により検証した．結果として，自閉症スペクトラム指数と神経症傾向は，なぞかけの前提とオチの関係が異なるなぞかけに対するユーモア認知に対して影響を及ぼすのに対し，外交性はなぞかけのオチの意外性（類似度）が異なるなぞかけに対するユーモア認知に影響することが示唆された．

キーワード：ユーモア, なぞかけ, 個人特性

1. はじめに

ユーモアやその身体表出である笑いは，免疫力の向上 [1] やネガティブな感情からの解放 [2] など，医学分野や心理学分野において，その効果が注目を集めている．ここで用いられているユーモアとは「おかしさ」「面白さ」を指している．このようなユーモアは，認知的・社会的な側面における能力を増大させる働き，精神的健康に貢献する重要な働き，他者との関係におけるメリット的な働きの 3 つが示唆されている [3]．ユーモアに関し，定型化されているされていることから，なぞかけを対象とした研究が行われており，Wikipedia コーパスに基づくなぞかけ生成システムに基づくなぞかけの意味構造とユーモア認知の関する検討 [4]，日本語評価極性辞書に基づくなぞかけにおける印象変化がユーモア認知に与える影響の検討 [5] 等が行われている．これらの研究では，なぞかけが持つ特性がユーモア認知に与える影響について検討されている．一方，自閉スペクトラム症者 (ASD 者) と定型発達者 (TD 者) ではユーモアを感じる箇所に差異があることが指摘されている [6]．そこで，本研究では個人差として，自閉症スペクトラム特性，性格のビッグファイブを取り上げ，受けての個人特性がなぞかけにおけるユーモア認知に与える影響を検討する．

2. 方法

2.1 なぞかけの生成

Wikipedia コーパスに基づくなぞかけ生成システム [4] により生成されたなぞかけを用いた．この生成システムは，入力されたお題 A に対して，単語間類似度を考慮して，「A とかけて B ととく．その心は C/C’ と関係がある」という形で出力する．9 個のお題（パン，日本，地球，テレビ，テニス，パソコン，愛，神，雨）に対し，先行研究 [4] と同じ閾値を用い，各お題について A/C 類似度，B/C’ 類似度，C/C’ 類似度に関し高・中・低の 27 種類の意味構造を持つなぞかけを生成した．

2.2 個人特性の特定

個人特性として，自閉スペクトラム指数 [7] と性格のビッグファイブ [8] を用いた．自閉スペクトラム指数の測定では，自閉スペクトラム指数のアンケートを日本語化したもの [9] を用いた．判定する際は，先行研究 [7] に従い，33 点以上を ASD 傾向者，32 点以下を TD 者とした．また，性格のビッグファイブの測定には TIPI[10] を日本語化した TIPI-J[11] を用い，各項目に関し 3 以下の人を低群，3 より大きい人を高群とした．

2.3 評価方法

アンケート調査は，クラウドソーシングサービス Lancers を用いて，なぞかけ評価は 5：面白い-1：面白くないでの 5 件法，自閉スペクトラム指数に関する項目は 4：そう思う-1：思わないでの 4 件法，TIPI-J は，5：そう思う-1：違うと思うでの 5 件法にて評価をしてもらった．243（お題 9 種 x27 種類）なぞかけを，1 セット 54 個（27 種類 x2）となるように分割した．被

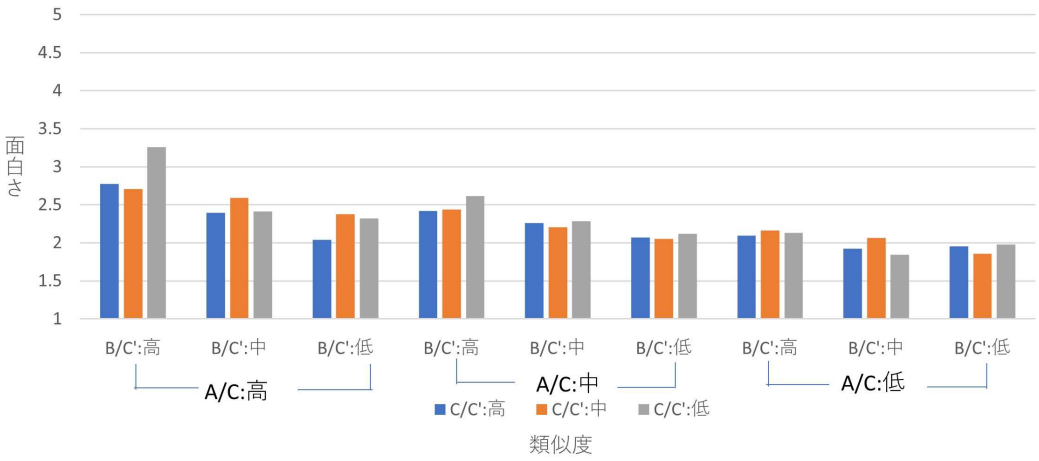


図 1　TD 者のなぞかけの面白さの平均評定値

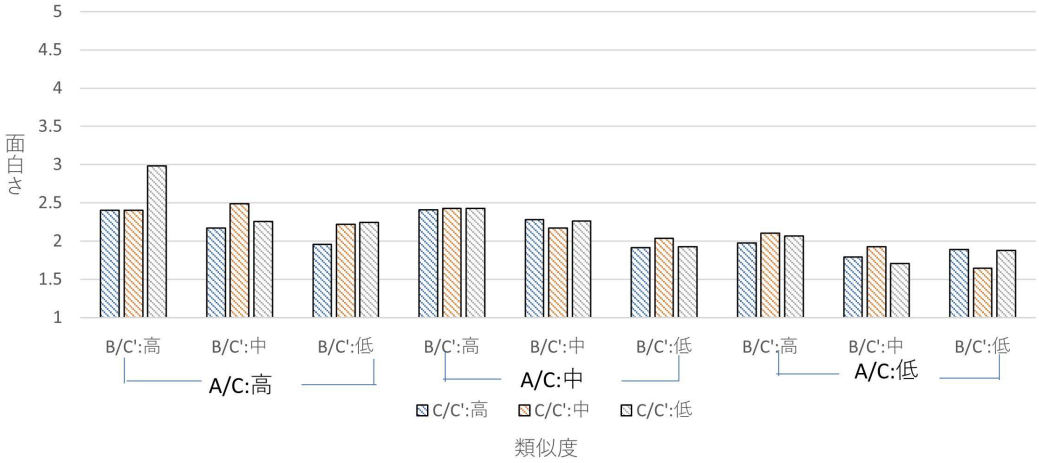


図 2　ASD 傾向者のなぞかけの面白さの平均評定値

験者 450 人は 9 グループに分けられ，自閉スペクトラム指数に関する項目，TIPI-J，なぞかけ（1 セット）評価の順番に回答をしてもらった．

3.　結果

3.1　自閉スペクトラム指数とユーモア認知の関係

自閉スペクトラム指数により，ASD 傾向があると判断された被験者は，450 人中 66 人であった．TD 者と ASD 傾向者のなぞかけの面白さに関する平均評定値をそれぞれを図 1, 図 2 に示す．

次に，なぞかけ特性に関する A/C 類似度，B/C’類似度，C/C’類似度の高・中・低に関する 3 要因とともに，自閉スペクトラム指数（TD 者，ASD 傾向者）に関しなぞかけ評価に対し 4 要因分散分析を行った．その結果，自閉スペクトラム指数の影響として，自閉スペクトラム指数と A/C 類似度，B/C’類似度の交互作用（$F(3.72, 1667.1) = 1.27, p < .05$）が得られた．Shaffer’s method を用いて多重比較を行った結果，A/C 類似度・B/C’類似度が共に高いなぞかけに対して TD 者が ASD 傾向者と比較し有意に面白いと評価する ($p < .01$) ことが示された．

また，なぞかけに対する面白さと自閉スペクトラム指数の積率相関係数を求めた．その結果，片側検定 5 %水準で A/C 類似度が高く，B/C’類似度が高いまたは中程度のなぞかけに関し，A/C 類似高・B/C’類似度中・B/C’類似度中以外において，有意な負の相関がみられた．

3.2　性格のビッグファイブとユーモア認知の関係

同様に，なぞかけ特性に関する 3 要因とビッグファイブの各性格に関する高郡・低郡に関し 4 要因分散分

析を行った．その結果，外交性の影響として，外交性の主効果（$F(1,448) = 5.28$,$p < .05$、高群＞低郡），外交性と C/C’類似度の交互作用（$F(1.97,883.09) = 6.61$,$p < .01$）が得られた．多重比較の結果，C/C’類似度が高または低いなぞかけに対して自閉スペクトラム指数の高郡が低郡と比較し有意に面白さが高く（$p < .05$），自閉スペクトラム指数の高郡では C/C’類似度中程度と低いなぞかけの間にのみ有意差が見られた（中＜低，$p < .05$）が，低群では全ての類似度の違いに対して有意差が見られた（高＜中＜低，$p < .01$）．さらに，神経症傾向の影響として，神経症傾向の主効果（$F(1,448) = 8.09$,$p < .01$、高群＞低郡），神経症傾向と A/C 類似度，B/C’類似度の交互作用（$F(3.72,1667.31) = 2.91$,$p < .05$）が得られた．多重比較の結果，A/C 類似度・B/C’類似度が共に高いなぞかけ以外に対して神経症傾向の高郡が低郡と比較し有意に面白さが高い（$p < .05$）ことが示された．また，協調性の影響として，協調性と A/C 類似度の交互作用（$F(1.72,772.15) = 3.37$,$p < .05$）が得られた．しかし，多重比較結果，協調性の高郡と低郡で違いは見られなかった．勤勉性，開放性に関する影響は見られなかった．

また，なぞかけに対する面白さと各性格（外向性，協調性，勤勉性，神経症傾向，開放性）の積率相関係数を求めた．その結果，片側確率 5%で外向性．神経症傾向，勤勉性のについて，全体的に正の相関がみられた．

4. 考察

A/C 類似度，B/C’類似度はなぞかけにおける問（お題とかける言葉）とオチの意味的構造を，C/C’類似度はオチの意外性を表しており，先行研究 [4] では A/C 類似度, B/C’類似度が高く, C/C’類似度のなぞかけの面白さが最も高くなる，すなわち，前提とオチの関連性がわかりやすく，意外性のあるオチをもつなぞかけが面白いと評価されることが示唆されている．本研究では，なぞかけ生成システムにより意味構造を考慮して生成されたなぞかけを用い，自閉スペクトラム指数と，性格のビッグファイブとユーモア認知の関係を調査した．その結果，自閉症スペクトラム指数と神経症傾向は，なぞかけの意味的構造に関わる A/C 類似度と B/C’類似度の異なるなぞかけに対するユーモア認知に対して影響を及ぼすのに対し，外交性はなぞかけのオチ（C/C’）の類似度が異なるなぞかけに対するユーモア認知に影響することが示唆された．

5. まとめ

本研究では，なぞかけ生成システムにより生成されたなぞかけを用い，なぞかけの意味構造と個人特性の違いがなぞかけのユーモア評価に与える影響について検証し，自閉スペクトラム指数，神経症傾向，外交性の違いがなぞかけにおけるユーモア認知に影響を与えることが示唆された．しかし，Web 調査により収集された自閉スペクトラム指数の値が ASD 傾向を正しく反映していない可能性がある．そのため，専門家により判断された ASD 傾向者を対象とした調査を行う必要がある．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 22K18480 の助成を受けたものです．

文献

[1] 吉野槙一（2003）笑いとユーモアの精神医学 笑いの治癒力－脳内リセット理論に基づいて－. 臨床精神医学.
[2] 上野行良（2003）ユーモアに対する態度と対人意識との関連．福岡県立大学紀要.
[3] Martin,R.A.（2007）The psychology of humor an integrative approach. USA.
[4] Terai,A., Yamashita, K. (2018) Cognitive Mechanism of Humor in Riddles: Examination of Relationship between Humor and Semantic Structure of Riddles. Joint 10th Intl. Conf. on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 19th Intl. Symp. on Advanced Intelligent Systems (ISIS). 10.1109/SCIS-ISIS.2018.00222.
[5] 関根壮太 (2020) なぞかけにおける印象変化がユーモアに与える影響の日本語評価極性辞書に基づく検討. 公立はこだて未来大学.
[6] 李 熙馥, 他 (2013) 自閉症スペクトラム障害者におけるユーモア理解―面白さの評価に焦点を当てて―. 東北大学大学院教育学研究科研究年報.
[7] Simon Baron-Cohen, Sally Wheelwright, Richard Skinner, Joanne Martin & Emma Clubley (2001) The Autism-Spectrum Quotient (AQ): Evidence from Asperger Syndrome/High-Functioning Autism, Males and Females, Scientists and Mathematicians. Journal of Autism and Developmental Disorders volume 31,5 – 17
[8] 若林明雄, 東條吉邦,Baron-Cohen,Sally Wheelwright(2004) 自閉スペクトラム指数 (AQ) 日本語版の標準化―高機能臨床群と健常成人による検討―.The Japanese Journal of Psychology 75,1,78-84
[9] Goldberg,L. (1990) An alternative “Description of Personality”: The big-five factor structure. Journal of Personality and Social Psychology,59,1216 – 1229.
[10] Gosling,S.D.,Rentfrow,P.J.,Swann,W.B.,Jr. (2003) A very brief measure of the Big-Five personality domains. Journal of Research in Personality,37,504 – 528.
[11] 小塩真司, 阿部晋吾, カトローニピノ (2012) 日本語版 Ten Item Personality Inventory(TIPI-J) 作成の試み. 日本パーソナリティ心理学会 21,1,40-52

ヒトの顔に関する同類婚についての実証実験：時間が経過するにつれて夫婦の顔は似ていくのか？

Experimental study on homogamy in facial characteristics in humans: do husbands and wives look more alike over time?

能城 沙織[†]，國岡 桃子
Saori Nojo, Momoko Kunioka

[†]木更津工業高等専門学校
National Institute of Technology, Kisarazu College
nojo@j.kisarazu.ac.jp

概要

似た顔の相手を配偶者として選択するのか，結婚後に夫婦の顔が似ていくのか，という議論に関しては，両方の面がありうるという説が広く普及してきたが，近年白人を対象とした研究で後者を否定する結果が示された．本研究では，日本人を対象に夫婦の顔の類似性の経年変化を調べた結果，日本人においても同様に夫婦の顔の類似性の経年変化は認められず,この傾向が人種をこえて普遍的にみられるという可能性が示唆された．

キーワード：配偶者選択，同類婚，顔魅力

1. はじめに

自分と似た相手を配偶者として選択する同類婚は幅広い種において見られている．ヒトにおいても観察されており，特に顔に関する同類婚的傾向は多くの先行研究において示されている(Hinzs, 1989, Bereczkei et a., 2004, Nojo et al., 2012 等)．

夫婦間の顔の類似が見られる際に,2つの可能性が考えられる．1つ目は，顔が似た相手を配偶者として選択しているという可能性である．顔は遺伝的要因が大きく，顔が似た相手を配偶者として選択することで自身と同じ遺伝子を持つ相手を選択できる可能性が上がり，自身の遺伝子を次世代に残せる可能性が上がるという効果が期待できる．自分類似顔に対する好みが見られていることより，もともと顔が似た相手を好ましく思う傾向があることは疑いがないと考えられる(Debruine, 2002, 2004)．2つ目は結婚により共同生活を送ることで顔が似ていくという可能性である．食事や生活様式等を共有した結果，後天的に顔が似ていくという可能性が考えられる．Zajonc et al. (1987) は，夫婦の顔は結婚当初は似ておらず，時間経過により次第に似ていくという傾向，さらに，結婚の質が高いほど顔が似ていく傾向も示している．長期的な関係を持つパートナーは同じ環境，行動，食事等を共有する傾向があることから，夫婦関係が良好なほど顔の類似性は高まっていく可能性が考えられる．

以上のように，現在見られている夫婦間の顔の類似に関して，前段落で述べた 2 つの可能性は両方の面がありうるという考えが広く普及していたが，Tea-makorn& Kosinski（2020）は後者の可能性を否定する結果を示した．517 組の白人の異性愛者を対象に，結婚から 2 年以内の顔写真と時間経過後の顔写真を用いて夫婦の顔の類似性を比較した結果，結婚当初の時点で顔は似ており，時間経過による類似性の増加は認められなかったという傾向が認められた．この結果は，広く普及している説を再考する必要があることを示している．

Tea-makorn& Kosinski（2020）では白人の異性愛者のみを対象としており，この傾向が他の集団においても幅広く見られる傾向なのかは明らかになっていない．そこで，本研究では，日本人の異性愛者を対象に，結婚当初及び時間経過後の夫婦の顔の類似性の傾向を調べることで，Tea-makorn& Kosinski（2020）の結果が幅広い集団において普遍的にみられる傾向なのかを明らかにすることを目的とした．

2. 実験手法

2.1 刺激画像

結婚当初及び結婚から 6〜46 年（平均=20.6 年，標準偏差=12.4）経過している夫婦の写真 20 組を収集した．写真提供者には実験内容を説明したうえで、顔画像仕様に関する同意書の記入をしてもらった．写真提供の条件は撮影された時期を結婚当時もしくは結婚前後に撮影された写真及び結婚から 5 年以上経過後に撮影されたものとした． また，顔がはっきりと認識できるもの，微笑んでいる表情もしくはそれに近い状態，正面もしくはそれに近い状態とした． また，夫婦の生活習

慣及び満足度が顔の類似性に与える影響を調査するために, 写真収集と同時に任意のアンケートを実施した. アンケートは夫と妻のそれぞれに回答してもらった. アンケート項目は, 結婚期間, 子供の数, 食事のとり方（1 : 大体一緒に食べる〜5 : ほとんど一緒に食べない）, 会話の量 (1 : よく会話する〜5 : ほとんど会話しない）, 余暇の過ごし方（1 : 大体一緒に過ごす〜5 : ほとんど一緒に過ごさない）, 満足度（0%〜100%）である.

収集した写真は髪の頂点から顎までを正方形にトリミングした後に Windows のアプリケーション(フォト) のフィルター加工 (マーキュリー) で色味を統一し, 背景を黒で塗りつぶした. 髪に装飾品をつけている場合は, 黒く塗りつぶした. 実際に編集した顔写真の例を以下の図 1 に示す.

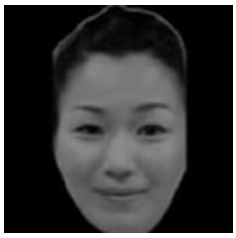


図 1 実験で用いた刺激画像例

夫の顔写真 1 枚に対し, 妻の顔写真 1 枚及び他の夫婦の妻の顔写真 3 枚を並べたシートを全夫婦分, 結婚当初及び時間経過後の計 40 組作成した. 一緒に並べる写真は, 画質を近いものにするため,結婚からの経過年数が近いものを同じ組とした.

2.2 手順

実験には木更津工業高等専門学校の学生計 60 名が参加した（年齢 : 18~22 歳）. 実験参加者には任意参加の実験であること,強制ではないことを伝え,匿名での回答になるため,回答した時点で実験への参加に同意したものとみなす旨説明した. 60 名中, 28 名は結婚当初の類似性の評価を行い, 32 名は時間経過後の評価を行った. 実験参加者はスライドに表示された写真を全員同時に見て, 4 枚の女性の写真のうち, 男性の顔写真に似ている順番を回答してもらった.

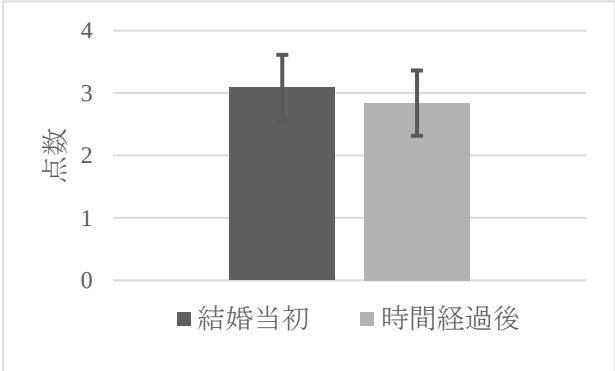
3. 結果

3.1 同類婚的傾向の有無

結婚当初及び時間経過後の類似性評価実験で得られた回答を点数に変換した. 最も似ていると判断された場合は4, 最も似ていないと判断された場合は1となる. 点数の平均値を図 2 に示す. エラーバーは標準偏差を表す. 結婚当初と時間経過後の類似性の差異を調べるために, 各顔写真の平均点数を用いて Wilcoxon の符号順位和検定を行ったところ, 有意な差は認められず（N=20, z=-1.34, p=0.178, p>0.05）, 時間が経過するにつれて夫婦の顔が似ていく傾向は認められなかった.

結婚当初もしくは時間経過後の評価の点数が 2.5 よりも大きいかどうかを調べるために Wilcoxon の順位和検定を行ったところ, 結婚当初, 時間経過後のどちらにおいても有意な差が認められ, 夫婦の顔は似ているという同類婚の傾向が認められた（N=20, 結婚当初 : p_A=0.00383, 時間経過後 : p_B=0.00383）.

図 2 類似性評価の平均値



3.2 夫婦の顔の類似性に影響を与える因子

時間経過後の類似性の変化に影響を与える因子ついて調べるために, 階層ベイズモデルを用いた. モデル式を以下に示す.

$$\text{after} = \beta_0 + \beta_1 \text{*meal} + \beta_2 \text{*free_time} + \beta_3 \text{*conversation} + \beta_4 \text{*child} + \beta_5 \text{*year} + \beta_6 \text{*before} + r_i + r_j$$

ただし, after は時間経過後の類似度, meal は食事をとり方, free_time は余暇の過ごし方, conversation は会話の量, child は子供の数, year は結婚期間, before は結婚当初の類似度を示す. meal, free_time, conversation は, 夫婦の平均値を用いた. r_i は刺激画像に用いた夫婦の個体差, r_j は実験参加者の個体差を表す. 満足度はデータが取れていない夫婦が多かったためモデル式から除き, その他を回答している 16 組のデータを用いて分析を行った. その結果, 会話のみ有意な効果が認められ, 会話の量が多いほど夫婦間の顔の類似性の上昇が認められ

た．その他の項目では有意な傾向は認められなかった． 階層ベイズモデルによる推定結果を表 1 に示す．

表 1 階層ベイズモデルの解析結果

係数	Estimate	l-95% CI	u-95% CI
β_0	0.44	-4.24	5.10
β_1	-0.20	-0.60	0.20
β_2	-0.07	-0.48	0.34
β_3	0.85	0.05	1.65
β_4	-0.05	-0.39	0.29
β_5	-0.00	-0.03	0.03
β_6	0.01	-0.66	0.70

4. 考察

本研究では日本人の異性愛者夫婦の顔の類似度の変化を調べた． その結果, Tea-makorn& Kosinski（2020）と同様, アジア人種においても結婚当初及び時間経過後に同類婚の傾向が見られた一方で, 時間が経過するにつれて夫婦の顔がより似ていくという傾向は見られないという結果が得られた． 本研究の結果より, Tea-makorn& Kosinski（2020）が示した傾向は集団を超えて見られる普遍的な傾向である可能性が示唆された.

夫婦の類似度が食事を一緒にとる頻度や子供の数等の効果に比べて会話の頻度が多い程類似度が上昇する傾向が見られたことから, 会話時の表情の模倣が起こり使用する表情の筋肉が共通していくことで, 顔の類似度が上昇した可能性がある． 全体で見た時には顔の類似度の時間変化はないという結果となったが、会話の頻度が多い場合と少ない場合で効果が打ち消しあってしまった可能性が考えられる。今後さらに夫婦の数を増やし、会話量が多い群と少ない群に分けて分析を行うことで、類似度の上昇の傾向が確認される可能性が考えられる。

Tea-makorn& Kosinski（2020）では 517 組の夫婦の写真及び 153 名の実験参加者によって実験が行われたことに対して, 本研究では 20 組の夫婦の写真及び 60 名の実験参加者と少なかったことや, 夫婦の生活に関するアンケートの満足度の項目において十分なデータが集まらなかったことから, 各々の数を増やした場合に実験結果が変化する可能性がある． また, 夫婦の写真の表情及びメガネの有無を統一することができなかったことが, 正確な類似性の判断を妨げた可能性がある. そして, 実験参加者が比較的若い年齢層であったことが, 特に時間経過後の類似性判断に影響を与えた可能性がある． 更に、今回の実験では実験参加者数の問題から、夫の顔写真に対して妻の顔写真を評価させるという一方向のみの手続きしか行えなかったが、今後さらに多くの実験参加者を確保し、妻の顔写真に対して夫の顔写真を評価させるという調査も追加していく必要があると考えられる。これらを考慮した実験を行うことで, さらに信頼性の高い結果を示すことが期待できる.

文献

[1] Hinsz, V. B. (1989). Facial resemblance in engaged and married-couples. Journal of Social and Personal Relationships, 6, 223-229.
[2] Bereczkei, T., Gyuris, P., & Weisfeld, G. E. (2004). Sexual imprinting in human mate choice. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 271(1544), 1129–1134.
[3] Nojo, S., Tamura, S. & Ihara, Y. (2012). Human homogamy in facial characteristics: Does a sexual-imprinting-like mechanism play a role? Human Nature, 23, 323-340.
[4] DeBruine, L. M. (2002). Facial resemblance enhances trust. Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, 269, 1307-1312.
[5] DeBruine, L. M. (2004). Facial resemblance increases the attractiveness of same-sex faces more than other-sex faces. Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences, 271, 2085-2090.
[6] Zajonc, R. B., Adelmann, P. K., Murphy, S. T. & Niedenthal, P. M. Convergence in the physical appearance of spouses. Motiv. Emot.11, 335–346 (1987).
[7] Tea-makorn, P.P., Kosinski, M. Spouses' faces are similar but do not become more similar with time. Sci Rep 10, 17001 (2020). https://doi.org/10.1038/s41598-020-73971-8

フェイクニュースの真偽判断に影響する要因の検討
Factors Affecting Judgments of Authenticity of Fake News

大井　京，小野 奨太
Misato Oi, Shota Ono
近畿大学
Kindai University
oimisato@gmail.com

概要

本研究では，フェイクニュースの真偽判断に関連する要因として，1. 常識，2. 実現可能性，3. 信念，4. 画像のリアリティを取り上げた．実際のニュースとフェイクニュースに対して「真実」か「フェイク」かの真偽判断を求める調査を実施した結果，「常識」と「実現可能性」が，それぞれ「信念」と「画像のリアリティ」よりも，「画像のリアリティ」が「信念」よりも判断の根拠とされる傾向が確認された．

キーワード：フェイクニュース,真偽判断

1. はじめに

現在，日常的なインターネットの利用とインターネットからの情報の取得が，世界的な規模で一般的になっている．しかし，インターネット上の情報はすべてが正しいとは限らず，日々，私たちは情報を得る中で，どの情報が正しいのか正しくないのかの判断を暗黙のうちに求められている．

近年，英国の EU（欧州連合）離脱や米国の大統領選挙などで，インターネット上に虚偽の情報が大規模に拡散され大きな問題となった（笹原，2018）．また 2022 年に始まったロシアによるウクライナ侵攻においても，インターネットにおける虚偽の情報の軍事的な利用が注目を集めている．本稿では，これらの虚偽情報のなかでも，ニュース報道の体裁を取った虚偽情報に注目し，これを「フェイクニュース」として検討の対象とする．これまでに，フェイクニュースを見抜くために，情報の読解力であり，メディアに対する知識，批判的思考，デジタルリテラシーなどからなる複合的スキルであるメディアリテラシーの重要性が指摘されている（e.g., 笹原，2018; Craft et al., 2017）．

本研究では，我々がフェイクニュースを構成する情報のどの要素に注目し，何を根拠として「真実」か「フェイク」かのいずれを判断しているかを，検討の対象とする．

メディアリテラシーには，メディアの批判的分析が含められる（e.g., 鹿島, 2020）が，日常的に我々が情報を判断する際には自身の持つ「信念」や「常識」に基づいている場合がしばしばある（Ray, 2011/2013）．また，フェイクニュースには，通常の報道と同様にしばしば画像を添付したものが多く，これらの画像のもっともらしさ（リアリティ）がフェイクニュースの真偽を判断する一つの要因であることが考えられる．本研究では，フェイクニュースの真偽判断に関連する要因として以下の 4 点を取り上げた．

1. 常識：内容が常識的である
2. 実現可能性：内容が実現可能である
3. 信念：内容が自身の信念に近い
4. 画像のリアリティ：添付画像のリアリティが高い

本研究では，これらの 4 要因のいずれがフェイクニュースに対する真偽判断の根拠とされているのかを，web アンケートを実施することで検証した．

2. 方法

2.1. 実験参加者

Web アンケートへ有償（約 100 円）で回答することに同意した 100 名（男性 47 名，女性 53 名，平均年齢 36.2 歳）が本調査に参加した．1 名が質問に回答していない不備があったため，当該の 1 名のデータを分析からは除外した．

2.2. 手続

Web アンケートは 2 部で構成されており，第一部は，海外で実際に報道された 6 種類のニュースを日本語での短い文章（140 字以内）に翻訳し，当該のニュースで使用されていた画像 1 枚とともに実験参加者に呈示し，実際のニュースであるかの真偽の判断を求めた．6 種類のニュースのうち 4 種類は実際の報道ニュース（「実際のニュース」とする）であり，2 種類はフェイクニュースであった．

第二部では，第一部において，ニュースを判断した根拠として適切な選択肢を表 1 に示した 8 種類から選択するように求めた．その際，複数選択が許可されてい

た.

表 1　判断の根拠

要因	選択肢
常識	内容が常識的に考えて馬鹿げているから
	内容が常識的に考えてもっともらしいから
実現可能性	内容が実現することが不可能と考えたから
	内容が実現可能と考えたから
信念	自分の信念に近しい内容の記事だったので
	自分の信念に反する内容の記事だったので
画像	記事内に掲載されている画像にリアリティがあったから
	記事内に掲載されている画像にリアリティがなかったから

3.　結果

6 種類のニュースに対する実験参加者の正答率は, 実際のニュースは 43.43%（*SD* = 24.25%），フェイクニュースは 74.24%（*SD* = 28.75%）であった．6 種類のニュースの正答誤答全てを含めた判断に対して, 4 種類の要因いずれに基づいて判断したかの割合（全反応数: 779）を図 1 に示す.

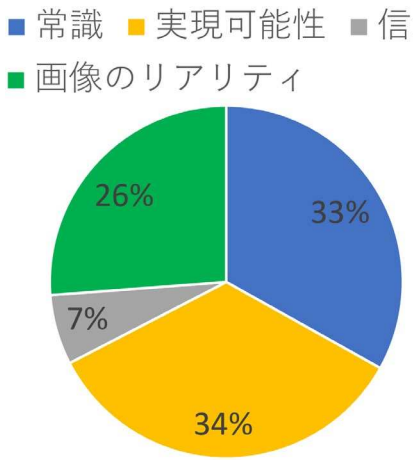
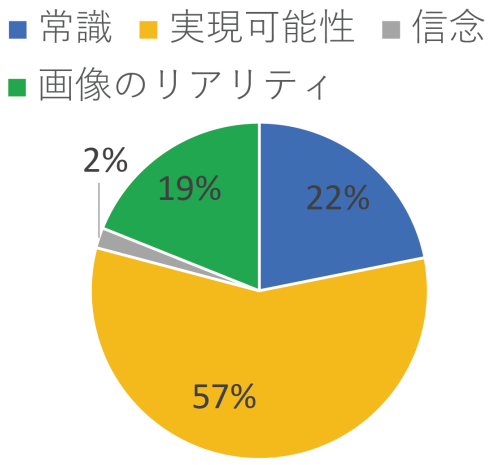


図 1　全反応における判断の根拠の割合

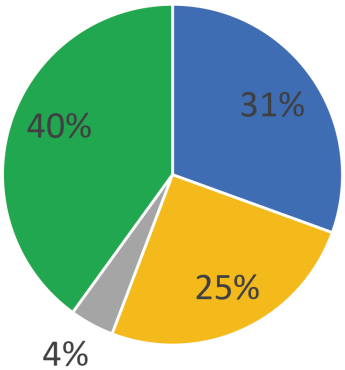
χ 二乗検定を実施した結果，有意な割合の差が確認された（$\chi^2(3) = 155.37, p < .01$）．多重比較の結果，「常識」と「実現可能性」に基づく判断の割合が, それぞれ,「信念」と「画像のリアリティ」に基づく判断よりも有意に多いことが確認され,「画像のリアリティ」に基づく判断が「信念」に基づく判断の割合より有意に多いことが確認された（*ps* < .05）.

正答反応である，実際のニュースに対して実際のニュースであるとの反応と，フェイクニュースに対してフェイクニュースであるとの反応における，判断の根拠の割合を図 2a, b として示す（実際のニュースの反応数: 206; フェイクニュースの反応数: 190）.

正答反応の判断の根拠の割合について，2（実際のニュース・フェイクニュース）×4 (4 種類の判断の根拠) の χ 二乗検定を実施した結果，有意な割合の差が確認された（$\chi^2(3) = 43.82, p < .01$）．残差分析の結果，実際のニュースに対しては, フェイクニュースよりも「実現可能性」に基づいた判断の割合が有意に高く, フェイクニュースに対しては, 実際のニュースよりも「常識」と「画像のリアリティ」に基づいた判断の割合が有意に高かった（*ps* < .05）.



a. 実際のニュース



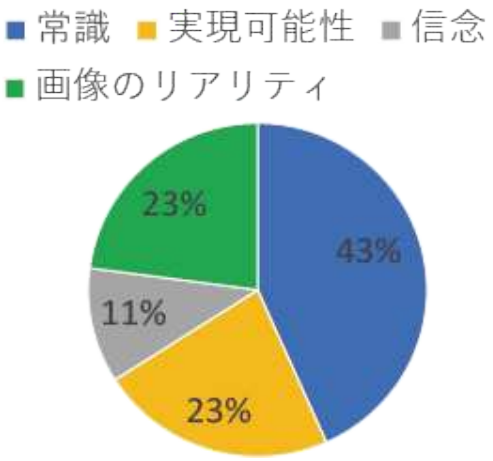
b. フェイクニュース

図 2　正答反応における判断の根拠の割合
（a. 実際のニュース ; b. フェイクニュース）

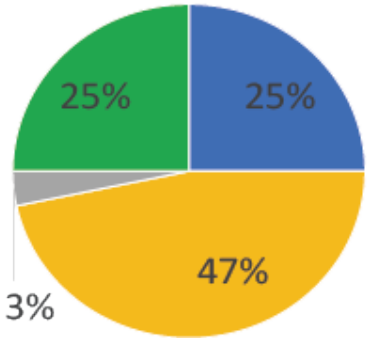
誤答反応である，実際のニュースに対してフェイクニュースであるとの反応と，フェイクニュースに対し

て実際のニュースであるとの反応における，判断の根拠の割合を図 3a, b として示す（実際のニュースの反応数: 323; フェイクニュースの反応数: 60）.

誤答反応の判断の根拠の割合について，2（実際のニュース・フェイクニュース）×4 (4 種類の判断の根拠) の χ 二乗検定を実施した結果，有意な割合の差が確認された（$\chi^2(3)=18.53, p<.01$）. 残差分析の結果，実際のニュースに対しては，フェイクニュースよりも「常識」に基づいた判断の割合が有意に高く，フェイクニュースに対しては，実際のニュースよりも「実現可能性」に基づいた判断の割合が有意に高かった（$ps<.05$）.



a. 実際のニュース



b. フェイクニュース

図 2　誤答反応における判断の根拠の割合
（a. 実際のニュース；b. フェイクニュース）

4.　考察

調査の結果，実際のニュースを実際のニュースと判断した正答反応と，フェイクニュースをフェイクニュースと判断した正答反応において，実際のニュースでは「実現可能性」に基づく判断が，フェイクニュースでは「常識」と「画像のリアリティ」に基づく判断が有意に多いことが示された. これらの結果は，実現可能性が高ければ実在のニュースとして受け入れられやすいこと，常識に合致しないことや，画像のリアリティの低さによってフェイクニュースと判断している可能性を示唆する.

実際のニュースをフェイクニュースと判断した誤答反応と，フェイクニュースを実際のニュースと判断した誤答反応において，実際のニュースに対しては，自身の常識に合致しないとフェイクニュースだと誤ってみなし，フェイクニュースに対しては，実現可能性が高いと評価できる際には，実際のニュースと誤ってみなす傾向が示唆された.

正答反応と誤答反応の結果を総合すると，実現可能性が高いと評価できる際には，実際のニュースでもフェイクニュースでも，実際のニュースであるとみなされ，常識に合致しない場合は，実際のニュースでもフェイクニュースでも，フェイクニュースであるとみなされる傾向が示唆される. また，これらの結果は，実際のニュースと判断する際と，フェイクニュースと判断する際では，異なる認知的メカニズムが働いている可能性を示唆する.

これらの実現可能性と常識に基づいた判断傾向と認知的メカニズムを考慮することで，デマやフェイクニュースといった誤情報による扇動をより受けにくくなるメディアリテラシー教育が可能となると考えらえる.

文献

[1] Craft, S., Ashley, S., & Maksl, A. (2017). News media literacy and conspiracy theory endorsement. *Communication and the Public*, 2(4), 388–401. https://doi.org/10.1177/2057047317725539

[2] 鹿島千穂　(2020). フェイクニュースに立ち向かうためのメディアリテラシー教育の有用性　実践女子大学短期大学部紀要，*41*，1-11. https://doi.org/10.34388/1157.00002073

[3] 笹原和俊 (2018). フェイクニュースを科学する 拡散するデマ，陰謀論，プロパガンダのしくみ　化学同人

[4] William J. Ray. (2011). Methods Toward a Science of Behavior and Experience. Wadsworth Pub Co.
（W.J. レイ著；岡田圭二（編訳）(2013). 改訂エンサイクロペディア　心理学研究方法論　北大路書房）

ベトナム語母語話者の日本語歯擦音発話の音響分析
Acoustic Analysis of Japanese Sibilants Produced by Native Vietnamese Speakers

川﨑 貴子，田中 邦佳，ギエム ゴックチャム
Takako Kawasaki, Kuniyoshi Tanaka, Nghiem NgocTram

法政大学
Hosei University
kawasaki@hosei.ac.jp

概要

母語に無い音の獲得には困難が伴うことが多い．本論文は，２つの無声歯擦音 s，ʂ を母語に持つベトナム語話者が，母語には無い日本語の ɕ を習得する際，母語音との区別はどのようになされるのかを音響的に調査したパイロットスタディである．ベトナム語話者は，s，ʂ を CoG により区別する．一方，日本語にある ɕ は s，ʂ とは異なる F2 の値を示す．ベトナム語を母語とする上級 L2 学習者の発話を音響分析したところ，母語にはF2 で区別される歯擦音が無いベトナム語母語話者は日本語の ɕ の発音においても，CoG のみで s，ʂ と ɕ とを区別していることが示唆された。

キーワード：ベトナム語，歯擦音，phonetics，L2 acquisition

1. はじめに

言語により使用される音の種類は異なるため，第二言語（L2）習得では母語（L1）に存在しない L2 音を新たに獲得する必要がある．しかし，L1 に無い L2 音の獲得は知覚・生成の両方で困難であることが知られており，その習得過程については様々な研究がなされている．本研究では，L1 には無い異なる歯擦音（sibilants）を持つ言語を L2 として学ぶ場合，新たに追加された音は L1 に存在する音と音響的にどのように区別されるのかを L2 学習者の L1 発話と L2 発話の両方の歯擦音の音響的特徴を分析することにより，調査する。

本研究で対象とするのは，ベトナム語母語話者の L2 日本語習得である．ベトナム語には 2 種類の無声歯擦音（s，ʂ）が存在する．一つは alveolar の位置で調音される摩擦音 s であり，もう一つは反り舌（retroflex）の摩擦音 ʂ である．一方，L2 の日本語にはベトナム語にも存在する s に加え，口蓋化された ɕ が存在する．ベトナム語話者は日本語を L2 として習得する際，L1 では表出しない日本語の ɕ（「し」ɕi，「しゃ」ɕja，「しゅ」ɕju，「しょ」ɕjo）の習得に困難を感じていることが報告されている (中村, 2013)．本研究では，ベトナム語母語話者によるベトナム語発話（L1 発話）と、日本語発話（L2 発話）を分析し，ベトナム語母語話者のベトナム語の歯擦音と，日本語の歯擦音発話の音響的特徴を測定する．そして，計測された音響的特徴から，母語の歯擦音に加えて新たに ɕ を習得する場合，母語に存在する音と L2 で新たに追加された音との区別はどのように行われるのかを調査する．

Padgett & Zygis (2007)，Zygis & Padgett (2010) によれば，歯擦音はノイズのエネルギーの重心の周波数帯域（CoG）、および後続母音の開始の第２フォルマントの周波数 (F2) によって区別されているとされる．図 1 はベトナム語に存在する歯擦音の音響的特徴を示したマップである．横軸は CoG を，縦軸は後続母音の F2 の Bark 変換値を示す．図 1 は， Flemming (2018) を改編し，ベトナム語と日本語に表れる３つの sibilant の CoG と F2 値の音響的な分布を示したものである．ベトナム語に存在する s は CoG が高く， ʂ の CoG は低いが両音の F2 には同様であるというように，ベトナム語の 2 つの歯擦音は CoG で区別されている．一方，日本語の歯擦音である s と ɕ では CoG，F2 の両方の数値が離れている．

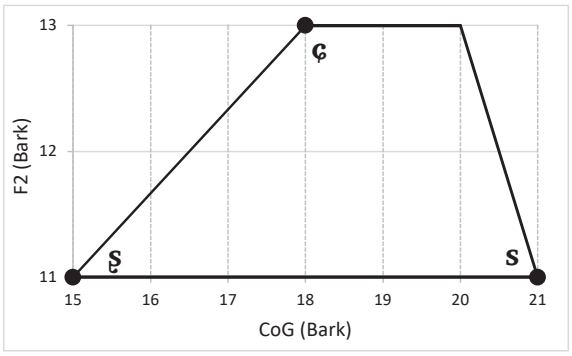


図１　ベトナム語と日本語に表れる sibilant の CoG および F2 値（Flemming, 2018 を改編）

図 1 に見られるように，ベトナム語に現れる歯擦音の s，ʂ は，主に CoG にて区別されており，F2 は区別には利用されていない．よって，日本語の ɕ を新たに獲得しようとするにあたり，L1 では使用されていない F2 の dimension を利用して母語音と区別するのは困難なのではないかと考えた．そこで本研究では，ベトナム語を母語とする日本語 L2 学習者が日本語の ɕ を発音する場合，母語に存在する 2 つの歯擦音との区別はどのようになされるのか，F2 の dimension での区別はなされるのかを音響分析により明らかにする．

2. 方法

本研究では，日本語能力検定 1 級を獲得し，日本に留学しているベトナム語を母語とする上級日本語学習者 2 名によるベトナム語発話，および日本語発話を収録した．参加者には，日本語のフレーム文に入れた [s]，[ɕ] を含む日本語の無意味語を発話するよう指示し，録音した．さらに，ベトナム語のフレーム文に入れた [s]，[ʂ] を含むベトナム語の無意味語を発話も録音した．無意味語は VCV の形をしており、C（子音）の部分が歯擦音にあたる。母音（V）部分は，語頭と語末で同一の a，および u の 2 種類を録音した．録音した語は，日本語では “asa”, “aɕa”, “usu”, “uɕu” ベトナム語では “asa”, “aʂa”, “usu”, “uʂu” であった．これらの日本語発話，ベトナム語発話の単語内の歯擦音部分を切り出し，CoG を計測し，後続母音の始端部から F2 を計測し，話者ごとに分析した．

3. 結果

録音したベトナム語母語話者 2 名（V1，V2）の日本語発話を音響的に分析したところ，母音の u においてはベトナム語と日本語の間で音響的な隔たりがあることが判明した．よって，本研究では，母音部分が広母音の a の語のみを分析対象とした．

日本語発話の “asa”，“aça” と，ベトナム語発話の “asa”, “aʂa” の歯擦音部分を音響的に分析し，それぞれの歯擦音の CoG 値，および F2 値を話者ごとに散布図に示したものが以下の図 2，3 である．

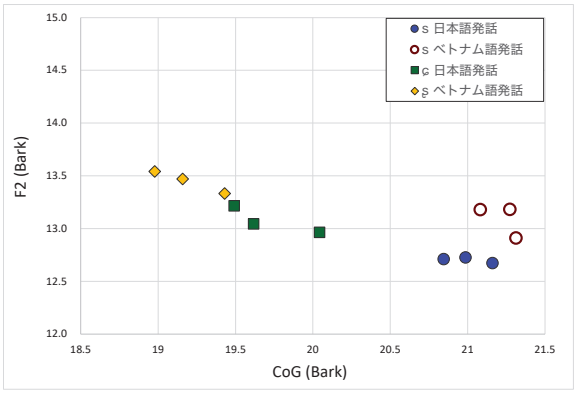


図 2 V1（ベトナム語母語話者）による日本語、ベトナム語の sibilant 発話： CoG，F2 の分布

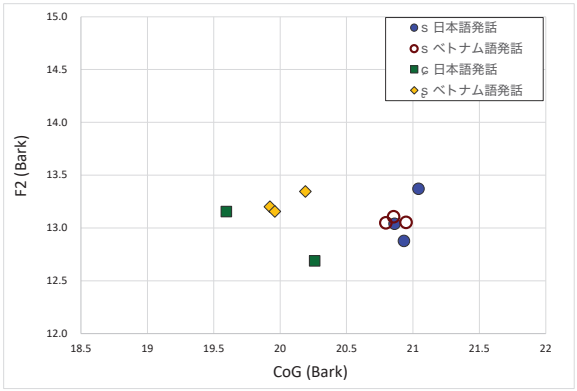


図 3 V2（ベトナム語母語話者）による日本語、ベトナム語の sibilant 発話：CoG，F2 の分布

上に示した図 2，3 に見られるように，どちらの学習者においても後続母音が広母音 a の場合には，ɕ と母語の歯擦音（s，ʂ）の区別に F2 の dimension は用いられていなかった．

広母音 a が後続する環境では，どちらの学習者の発話においても，歯擦音の音響的な違いは主に CoG に表れ，F2 の値はほぼ変わらなかった．図 2 に見られるように，話者 V1 の発話では日本語の ɕ が母語音の ʂ と CoG において区別されていることが分かる．その一方，話者 V2 の発話では ɕ の CoG は母語音の ʂ の場合と同じような値を示した（図 3 を参照）．

本研究で行った予備的な調査からは，次のようなことが示唆された．ベトナム語母語話者にとって，母語の歯擦音の区別には利用されていない F2 を L2 音の区別に利用することは困難であることが示された．さらに，L2 の習得度が高い上級学習者であっても，話者によっては，L1 音と L2 音の間で F2 を利用した区別も，

CoG での ʂ との区別もなされず, 母語音である ʂ との同化が見られた．この試行調査の結果は，L2 音発話にて，母語で用いられていない音響手がかりを使用することは困難であることを示している．

謝辞

本研究は日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究C)「第二言語習得における知覚的距離の制約と音韻文法の変化」（研究代表者：川﨑貴子，課題番号: 22K00826）の助成を受けたものである．

文献

Boersma, Paul and Weenink, David (2022). Praat: doing phonetics by computer [computer program] (version 6.2.14).

Flemming, Edward, (2018) “Systematic Markedness in Sibilant Inventories.” A paper presented at Annual Meeting on Phonology 2018 at University of San Diego. https://web.mit.edu/flemming/www/paper/Sibilants_poster_AMP4.pdf (Retrieved on June 27, 2023)

中村則子 (2013) “日母語話者教師と母語話者教師の発音指導 —ベトナムにおけるアンケート調査の結果からー” 東京外国語大学留学生日本語教育センター論集 39, 113−124.

Padgett, Jaye & Zygis, Marzena, (2007) “The evolution of sibilants in Polish and Russian.” Journal of Slavic Linguistics 15 (2), 291–327.

Zygis, Marzena & Padgett, Jaye (2010) “A perceptual study of Polish sibilants and its relation to historical sound change.” Journal of Phonetics 38, 207-226.

リアルタイムフィードバックシステムのための危険運転指摘画像の印象に関する脳活動を用いた検証

Impression Evaluation Using Brain Activity of Images Alerting to Risky Driving for a Real-Time Feedback System for Driving

北川 浩行 †，粕谷 美里 †，阿部 香澄 †，中村 友昭 †，鷲尾 宏太 ‡，真鍋　周平 ‡
Hiroyuki Kitagawa, Misato Kasuya, Kasumi Abe, Tomoaki Nakamura, Kota Washio, Shuhei Manabe
† 電気通信大学，‡ トヨタ自動車株式会社
The University of Electro-Communications, TOYOTA MOTOR CORPORATION
h_kitagawa@radish.ee.uec.ac.jp

概要

自動車事故防止のため，運転者の意識に焦点を当てた対策が考えられる．そこで本研究では，運転者に安全運転の持続的な意識付けを促す音声と画像を用いたリアルタイムフィードバックシステムの実現を目指す．その第一段階として，急ブレーキを対象に，危険な運転行動であることを指摘する画像の印象を検証した．本発表では，脳活動を指標に，複数の画像間で比較検証した結果を報告する．実験の結果，指摘画像の中で脳が不快感を感じづらい可能性のある画像が明らかとなり，運転気質と関連している可能性が示された．

キーワード：リアルタイムフィードバック，危険運転指摘画像，印象評価，NIRS，運転気質

1. はじめに

様々な自動車事故に対する，事故防止対策が求められている．その 1 つとして，運転者の意識に焦点を当てた対策が考えられる．様々な要因で運転行動の 3 要素，認知・判断・操作にミスなどの不測の事態が生じ，事故につながってしまう場合がある．これに対し，運転者の安全運転への意識に働きかけることで，運転者の意識に起因した不測の事態を予防できれば，自動車事故の軽減につながるのではないかと考えている．そこで本研究では，運転者に安全運転の持続的な意識付けを促す音声と画像を用いたリアルタイムフィードバックシステムの実現を目指す．

安全運転への意識が低い運転者や，自身の運転に自信を持つ運転者，運転に消極的で不慣れな運転者など，事故を引き起こすリスクの高い運転者に安全運転への意識を持たせるためには，運転に臨む「理想の自己像」と「現実の自己像」との間の不一致を自己認識させる必要があるとされている [1]．また，客観的には危険が存在するにもかかわらず，運転者がその危険度を過小評価することで事故のリスクが高まる可能性が示されている [2]．そこで，本研究では，自身の運転を自己認識させる手段として，運転中に運転操作をリアルタイムにフィードバックを行う．システムからの客観的評価により事故のリスクを認識させ，理想と現実の乖離を随時明確に意識させることで，安全運転への意識をより効果的に促すことを検討する．繰り返しリアルタイムフィードバックを行うことで安全運転への意識を持続させ，最終的なシステムの実現によって日常的に安全運転を意識するように行動変容を促すことができると考えている．

様々な操作を同時に行う運転中において，フィードバックの効果を最大限活用するためには，システムからの指摘に対し，不快感や認知負荷をできるだけ感じさせないことが重要であると考えている．そのためには，人が好印象を感じる音声と画像などの提示を検討する必要があると考えている．人の情動に関する先行研究では，脳活動を指標に，提示された情報が好印象な場合は脳賦活が小さくなり，そうでない場合は脳賦活が大きくなることが示されている [3]．また，難易度の高い情報を処理する際に脳賦活が大きくなり，難易度の主観評価と脳活動値の間には有意な相関があることが示されている [4]．これらの先行研究を参考に本発表では，危険運転を指摘する画像に対し脳賦活が小さいものを不快感を感じづらい画像と定義し，脳活動を指標に検証した．

本発表では，意識付けの第一段階として，自身の運転の正確な理解が重要であると考え，急ブレーキを対象に運転者が不快感を感じずに危険な運転行動であることを指摘できる画像を検証した．フィードバック対象動作を急ブレーキに限定した理由は，画像の不快感

を検証するためには提示画像を確実に見てもらう必要があり，そのためにはブレーキ後の停止中が最適だと考えたためである．また，事故の中でもブレーキの操作不適によるものは多く [5]，客観的には危険なブレーキであるにも関わらず，自身が意識せずに行ってしまっていることにより事故のリスクが高まるため，指摘する必要がある．

さらに，事前のアンケートから集計した個々人の運転気質と，脳が不快感を感じづらい危険運転指摘画像の関係を検証した．

2. 実験方法

実験室の一角に信号機や道路を配置し，道路に自動車を模倣したロボットを走行させるシミュレーション実験を実施した．被験者は，ロボットに搭載したカメラからの映像をモニターで見て，ハンドルコントローラーによりロボットを運転した．急ブレーキを踏ませるために，信号機の色を停止線の直前に操作し，2 回に 1 回の確率で急ブレーキを踏ませ画像提示を行った．急ブレーキに対する危険運転を指摘する画像はリアルタイムに，モニター上の速度計中央に表示した．

実験では，危険運転を指摘する為に 4 種類の異なる画像を使用した．運転中の情報処理という観点から，被験者が確実に読める文字はひらがなの場合 5 文字程度が適切とされていることから [6]「きけん!」のテキスト（txt），日本人にとって間違っていることを伝えるためによく用いられることから「×」のアイコン（icon），運転中に周辺視野に子どもの顔写真を提示することで危険運転を抑制できるとされていることから [7]「泣き顔の赤ちゃん」の写真（pic），不安状態を誘発する危険運転シーンの視聴によって，より慎重な運転に行動変容するとされていることから [8]「事故の様子」のイラスト（ill）を採用した．

健康な男女 10 名（男性 6 名，平均 23.8 歳）を被験者として，画像の提示順序を入れ替えた 3 グループに分け実験を行った．脳活動の計測には，近赤外線分光法（NIRS）を採用した．被験者は頭部に 2chNIRS 装置 (HOT-2000/株式会社 NeU 製) を装着して運転を行った．実験は，安静（20 秒），運転（30 秒），画像提示（10 秒）を 1 ターンとし，それぞれの画像を 3 回ずつ提示し，合計 12 ターン行った (図 1)．被験者にはブレーキ後の 10 秒間の画像提示中，提示された画像の意味や好き嫌い，どのように感じるかなどを考えながら見てもらうように指示をした．運転気質調査は，社団法人人間生活工学研究センターにて作成された運転スタイルチェックシートを使用した [9]．5 件法のアンケートにより運転に関連する様々な気質を明らかにすることができる．本実験は電気通信大学倫理委員会（倫理管理番号第 22015 号）及び，トヨタ自動車株式会社，研究倫理委員会（承認番号 2023TMC70）の承認を得て実施している．

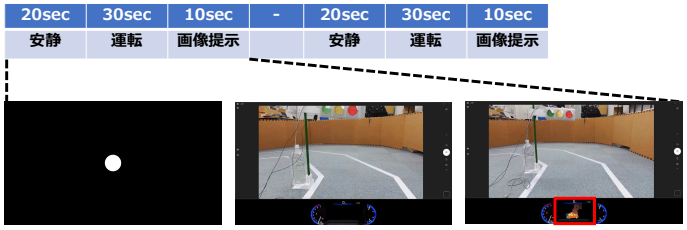


図 1 実験手順

3. 解析方法

本発表では画像情報のみを提示しているため，視覚イメージに関連した反応をすると言われている前頭前野右外側部 (Fp2) の脳活動に焦点を当てて報告する [10]．計測された脳活動データは，HOT-2000 の各センサから取得したデータを Real-Time Scalp Signal Separating(RT-SSS 手法 [11]) によって，スパイクノイズ処理および 5 秒間の平滑化済みの脳活動指標として算出される．全被験者の各画像視聴時と安静時の 10 秒間の脳活動データを解析対象とし，それらを中央値 0，中央絶対偏差 1 となるよう標準化処理を行い，画像視聴時と安静時の差を被験者ごとに算出した．続いて，全体の傾向を把握するため，被験者間でそれらの中央値を算出し，画像ごとに被験者全体の平均値を算出し比較を行った．

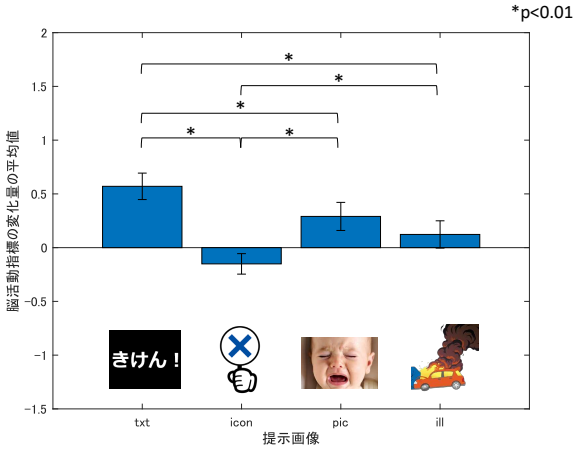


図 2 脳活動の代表値

4. 結果および考察

4.1 脳活動による印象の評価

解析の結果，全被験者の脳活動指標の変化量の平均値は図 2 のようになった．なお，4 種類の全ての画像間で Friedman 検定を使って有意差の判定を行い，有意差が得られた画像同士で Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ，pic と ill 間以外の全画像間で 1 %水準で有意差が確認できた ($p<0.01$)．

図 2 より，icon で脳活動が負の値を示し，4 種類の中で有意に小さい値となった．好印象なものを認知する際に脳活動が小さくなるとされていることから [3]，icon が最も好印象な画像である可能性が示された．icon が好印象な可能性が示された理由として，他の画像と比較して「×」というシンプルな画像であるため情報量が少なく，直感的に分かりやすいため，不快感を感じづらく小さい脳活動で危険運転であることを理解しやすかったからではないかと考えられる．また，年齢とアイコンの理解度には負の相関があるとされている [12]．つまり，本実験における被験者が若年者層が中心だったため，「×」のアイコンが危険なブレーキを示していることが直感的に理解できたため，不快感を感じづらかったのではないかと考えられる．

しかしながら，運転者の年齢によっては icon の「×」の画像提示だけでは，それが危険であることを表しているのかが理解しづらく，危険な運転行動であることを指摘できていない可能性が考えられる．そのため，年齢によらず危険運転をしたことの理解を促すためには，ill の「事故の様子」のような画像が，直接的に危険であることが理解でき，icon に次いで脳活動が小さく好印象に情報を処理できていることから，危険運転の指摘画像に適している可能性が考えられる．

次に，脳活動が有意に最も大きな値となった ($p<0.01$)，テキストでの「きけん！」(txt) について考える．これは，「きけん！」と危険を直接的に示す情報を与えることによって，不快な印象を抱き，そこから様々な危険のイメージを連想したことで，脳活動が大きくなったのではないかと考えている．しかしながら，複数のタスクを同時に行う運転中でおいて，不快な印象を抱き，様々な危険のイメージの連想をしすぎてしまうことで，そこからの運転に悪影響を及ぼしてしまうことは避けなければならない．そのため，直接的に危険を示しながらも，動作の改善方法などを示さない漠然とした情報は，運転中に様々な連想をさせてしまう可能性があるため，危険運転を指摘する画像として適さないと考えている．

4.2 脳活動のクラスタリング分析結果

脳活動による印象の評価から，icon の画像提示が運転中に最も好印象な可能性が示された．そこで，icon 画像提示中に得られた脳活動を，被験者間でクラスタ分析を行い，各クラスタごとの傾向を分析した．icon 画像提示時の画像視聴時と安静時の差分である 10 秒間の脳活動データを入力し，ウォード法による，階層的クラスタリングを行った結果を図 3 に示す．10 名の被験者を 4 クラスタに分け，そのうち人数の多かったクラスタを，クラスタ A とクラスタ B とした．次に，事前に回答してもらった運転気質調査から得られた複数の因子をそれぞれ，同様の方法で階層的クラスタリングを行った．そして，脳活動によるクラスタと，運転気質因子によるクラスタを相互に参照することで，関連性を検証をした．

その結果，icon を不快に感じづらく，小さい脳活動を示したクラスタ A に属する被験者の 5 名中 4 名 (ID:5,6,7,9) が，事故を起こすことを気にしている，心配性的傾向があることが確認できた．つまり，自身の運転に対し心配性的傾向を示す人にとって，icon は最も効果的に危険の指摘ができる画像である可能性が示された．このことから，心配性的傾向の人には，icon のような抽象的な情報によって危険運転をしていることを伝えるのが良いのではないかと考えられる．

また，心配性的傾向と関係のある運転気質を明らかにするため，運転気質の因子間で相関係数を算出した．その結果，心配性的傾向は，安全確認などの動作を慎重にする，几帳面な運転傾向と中程度の負の相関があることが確認できた (-0.600)．つまり，事故を起こすことを気にしている心配性的傾向な人ほど，安全確認などを慎重に行うことができていない傾向にあることが示唆された．このことから心配性的傾向の人に適した提示画像を用いて，危険な運転動作に気づかせることで，安全確認などを慎重にするよう促すことができる可能性が示唆された．

4.3 脳活動と運転気質の相関分析結果

4 種類の危険運転指摘画像による脳活動と，運転気質の関係を検討するため，被験者ごとに 4 種類の画像の脳活動の代表値を算出し，運転気質の値との相関係数を算出した．

その結果，ill と txt の 2 つの危険運転指摘画像において，運転に対する消極性の気質と，脳活動の代表値の間で有意な正の相関を示すことが確認できた (表 1)．

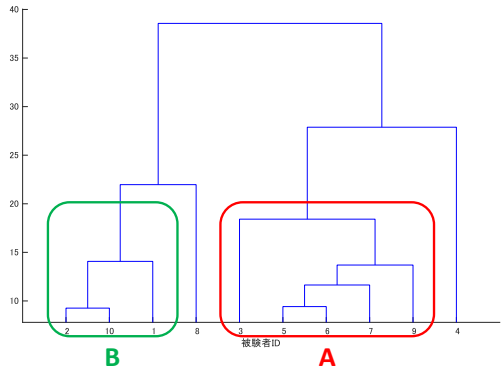


図 3　階層的クラスタリング (ウォード法)

表 1　脳活動と運転に対する消極性の相関係数

相関係数	txt	icon	pic	ill
消極性	0.5371	0.0185	0.3396	0.6915

つまり，運転を極力したがらず，運転に対して消極的な傾向にある人ほど，txt や ill の画像に不快感を感じやすい傾向にあることが明らかになった．このことから，運転に消極的な人は，txt(テキストベースの「きけん！」) や ill(イラストベースの「事故の様子」) のような直接的に危険を示唆するような提示をすることで，そこから危険に関する様々な物事を連想して思考してしまう可能性があり，不快感を感じるのではないかと考えた．つまり，このような人には具体的な情報でなく，ある程度抽象的な情報の方が運転中に不快感を感じづらい可能性が示された．

5.　まとめ

本研究では，運転者の意識に起因した自動車事故の少ない安全な社会の実現のため，運転者の安全運転への意識に働きかけることで，事故を予防できるリアルタイムフィードバックシステムの実現を目指している．本発表ではその第一段階として，脳活動を指標に危険運転を指摘する画像の印象を検証し，個々人の運転気質との関係性を検証した．脳活動の評価の結果,「×」のアイコン (icon) が運転中に最も不快に感じづらく，特に自分が事故を起こすことを気にしている，運転に対して心配性的な傾向をもつ人に，より好印象な画像である可能性が示された．また，運転に対して消極的な人には，危険を連想させてしまうような txt(「きけん！」のテキスト) や ill(「事故の様子」のイラスト) のような直接的に危険を示唆する情報ではなく，ある程度抽象的な情報が不快感を感じづらい可能性も示された．

今後は，被験者の数を増やし，年齢層に幅を持たせると同時に，先行研究において音声や振動などと組み合わせたマルチモーダルな情報提示の有用性が示されていることから [13]，第 2 段階として音声等を用いて，持続的な安全運転意識の維持のための行動改善指示手法を検討する．

文献

[1] 深沢 伸幸，1987，“認知的動機づけの手法を用いた運転行動の変容に関する研究”，産業・組織心理学研究，Vol.1, No.1, pp.29-38
[2] 大谷 亮, 宇野 宏, 藤田 和男，2007，“交通状況に起因するドライバの危険度過小評価が運転行動に及ぼす影響に関する検討”，日本人間工学会，Vol.43, No.6, p.303-314
[3] 藤村 優也，綿貫 啓一，楓 和憲，侯磊，工藤 麻理子，三宅 秀之，2016，“動画視聴時のポジティブ・ネガティブ情動の心理尺度に基づく評価と脳活動計測”，日本機械学会論文誌，第 82 巻，第 842 号，pp.16-00156
[4] 中川 尊雄，2016，“脳活動に基づくプログラム理解の困難さ測定”，コンピュータソフトウェア，第 33 巻，第 2 号，pp.2_78-2_89
[5] 柴崎宏武，2017，“高齢運転者事故の特徴と発生要因”，交通事故総合分析センター第 20 回研究発表会
[6] 伊藤研一郎，立山義祐，西村秀和，小木哲朗, 2015, “自動二輪車用ヘッドアップディスプレイにおける提示情報量の評価”，日本機械学会論文集，第 81 号，第 830 号，pp.15-00203
[7] 永山ルツ子，瀬山淳一郎，吉田弘司，2008，“子どもの顔は危険行動を抑制するのか？”，日本心理学会第 72 回大会発表論文集，pp.728
[8] 西崎友規子，大岸真理子，2022, “危険運転シーンの視聴が運転行動に与える影響”，日本認知心理学会第 19 回大会発表論文集，Vol.19, No.19
[9] 石橋 基範，大桑 政幸，赤松 幹之，2002，“運転者特性把握のための運転スタイル・運転負担感受性チェックシートの開発”，自動車技術会 2002 年春季大会学術講演会前刷集，No.55-02，9〜12
[10] 斎藤 恵一，安藤 貴泰，百瀬 桂子，2009，“機能的 MRI を用いた視覚性ワーキングメモリ課題における脳活動の検討”，バイオメディカル・フィジィ・システム学会誌，Vol.11, No.2
[11] Masashi Kiguchi, Tsukasa Funane, 2014, “Algorithm for removing scalp signals from functional near-infrared spectroscopy signals in real time using multi-distance optodes”, Journal of Biomedical Optics, Vol. 19, Issue 11
[12] 高橋 純，山西 潤一，佐々木 和男，2001，“年齢及び経験によるアイコンの認識度”，日本教育工学会誌，第 25 巻 suppl 号，p.113-116
[13] Ju-Hwan Lee, Charles Spence, 2008, “Assessing the Benefit of Multimodal Feedback on Dual-Task Performance under Demanding Conditions”, People and Computers XXII Culture, Creativity, Interaction (HCI), Vol.1, pp.185-192

レイアウトの違いが文章理解に及ぼす影響：学習者の読みスキルとの関係
Individual Differences in the Effect of Layout on Text Comprehension

髙橋 麻衣子[†]，近藤 武夫[†]
Maiko Takahashi, Takeo Kondo

[†]東京大学先端科学技術研究センター
Research Center for Advanced Science and Technology, the University of Tokyo
maiko_tk@bfp.rcast.u-tokyo.ac.jp

概要

教科書には本文情報だけでなく，それを補足する情報が本文周辺に配置されている。本研究では，これらの補足情報を本文中に挿入することで，特に読みスキルの低い読み手の理解が促進されるかを検討した。56 名の中学生を対象として，補足情報が本文周辺にあるレイアウト A と本文内に挿入されているレイアウト B の理解度や読みやすさを測定した。その結果，特に読みに苦手感のある参加者に限ってレイアウト B の理解成績が高いことが示された。以上の結果から教科書のレイアウトの在り方について議論した。

キーワード : 文章理解，レイアウト，読みスキル，個人差

1. 問題と目的

教科書は教科学習の基本となるメディアであり，学習者がそれぞれ教科書を読み取り知識を構成していくことが求められている。近年の日本の特に社会科や理科の教科書のレイアウトが複雑化しており，連続したテキスト情報だけでなく，本文情報の周辺に図や表，挿絵，囲み記事（コラム），脚注などの補足情報が，ところせましと配置されている。このような補足情報は読み手の興味をひいたり，教師による指導に使えたりという利点がある一方で，学習者によっては理解の妨げになる可能性も指摘されている[1][2]。例えば，Hannus &Hyona（1999）は，本文とイラストから構成さされるサイエンスの教科書を使った学習において，能力の高い学習者は方略的に本文とイラストの間で視線を動かして学習効率を高めることができる一方で，能力の低い学習者は欄外の情報をほとんど活用しないことを示している[1]。また，Jian（2019）は本文中に欄外情報に視線を向けるようなシグナリングを付加してもなお，young reader はそれを活用せず欄外情報に視線を向けることが難しい場合があることを示している[2]。

本文の周辺に補足情報が配置されている場合，本文と補足情報との間で視線を行き来させなければならず，連続したテキストをシーケンシャルに読むよりも負荷がかかる。読みが得意な学習者であれば自身が構築した理解表象と照らし合わせて自律的に視線をコントロールして読み進めることが可能であるが，読むことに困難を持つ学習者は，ページ内に散らばった情報をどのように取得すれば効率的に理解できるかの知識やスキルが乏しく，結果として内容についての理解表象の構築が難しい可能性が指摘できる。本研究では特に読みに困難を抱えている学習者においては，本文以外の補足情報を本文の周辺ではなく本文の中に挿入することで理解が促進されるとの仮説を立て，これを検証する。具体的には，社会科や理科の教科書のレイアウトとして多く見られるような本文の周辺に補足情報を配置するレイアウト A と，同じ補足情報を本文内に挿入し読む順番を一意に決定できるレイアウト B を設定し（図 1 参照），どちらが読みやすいか，また内容についての理解が促進されるかを，中学生を対象として読みスキルごとに検討することとした。なお，本研究においては本文情報のみならず補足情報もすべて，図表や挿絵ではなく文字情報に限ることとした。

2. 方法

2.1 研究参加者と実験デザイン

東京都内の公立中学校に在籍する中学生 56 名（中学 1 年生 33 名，中学 2 年生 23 名）が学級単位で参加した。

各参加者の読みのスキルを後述する課題によって測定し，参加者の読みスキル（得意・普通・苦手）を参加者間要因とし，レイアウト 2 種類を参加者内要因とする 3×2 の 2 要因の混合実験計画を立てた。

2.2 実験刺激

2.2.1 文章刺激

500 字程度の本文情報と 4 つの補足情報（各 50 字程度）から構成される読解材料を 8 種類作成した。それぞれの読解材料は，植物や動物の生態について説明し

ているものとした。

本文情報は 12pt の HG 教科書体で，2 行の行間を設定して表示した。本文情報の中の単語や文末に❶から❹の 4 つの白抜きの数字記号を配置して補足情報があることのシグナルとし，シグナルのついた単語や文の補足情報を 4 種類作成した。補足情報は 9pt の Biz UD ゴシック，行間 1.5 行で表示し，黒い実線の四角で囲んだ。本文情報は 4 段落構成とし，1 つの段落にシグナルを 1 つ配置した。それぞれの説明的文章について，図 1 に示す 2 種類のレイアウト（図 1）を作成した。

各文章につき，内容について理解を問う正誤判断文を 8 つ作成した。理解のレベルとしては，van Dijk & Kintsch (1983) の想定する文章理解のモデル[3]のうち，命題的テキストベースの構築の度合いすなわち命題レベルの処理を問うものとした。8 つの正誤判断文のうち, 4 つは本文情報のそれぞれの段落から作成し，あとの 4 つは 4 種類の補足情報から作成した。正誤判断文に示された内容が，先に提示された読解材料の内容と合致しているかどうかを「○」もしくは「×」で回答してもらうものとした（正誤判断文例 :「サボテンの花が咲く期間は長い（正答は×）」「サボテンを育てるには肥料よりも土に気をつける（正答は○）」）。読解材料および正誤判断文につかわれている漢字にはすべてルビをふった。

本実験に先立って, 大学生 88 名に対して文章刺激の妥当性を検証する予備実験を行なった。各文章をレイアウト A もしくは B で 1 分間提示して読んでもらい，その後にそれぞれの文章に付随する正誤判断文 8 問すべてに 1 分で回答してもらった。その結果，正答率がチャンスレベル (.62) を下回る正誤判断文を複数個含む文章刺激 2 つを本研究では使用しないこととし，残りの 6 種類の文章刺激を採用した。この予備実験において，6 種類の文章刺激の本文情報についての正誤判断文の正答率は .82 (SD = 0.74)，補足情報についての正誤判断文の正答率は .82 (SD = 0.80) であった。

さらに，読解材料について「理解できたか」「記憶できたか」「内容に興味を持てたか」「全体として読みやすかったか」を主観的に評定する質問項目を作成した。これらの質問に対して, 5 件法 (「とても〜できた」〜「まったく〜できなかった」) での回答欄を設定した。

6 種類の読解材料のうち 3 つをレイアウト A，その他 4 つをレイアウト B とし，A4 横置き 1 ページに印刷した。また, それぞれの読解材料に対応する主観的評定の質問項目と回答欄を配置したものを 1 ページ, 8 問の正誤判断文と回答欄を配置したものを 1 ページとして付属させ，6 種類の読解材料を含む A4 横置きの課題冊子を作成した。読解材料とレイアウトの割り当てや，読解材料の提示順は参加者間でカウンターバランスした。

図 1　本研究で使用したレイアウト例

2.2.2 読みスキル測定課題

参加者の読みスキルを測定するために, 髙橋 (2022) が作成した読みの流暢性を測定する課題[4]を 2 種類使用した。本研究では読みスキルの中でも読むことの流暢性に着目し，学級単位で簡易的に読みの流暢性を測定できる課題を作成することとした。1 つ目に，単語を流暢に処理するスキルの測定のために, TOSCRF (Test of Silent Contextual Reading Fluency) [5]を参考に小学 2 年生の国語の教科書に出現する具体物の名詞が表記されたひらがな文字の羅列をスラッシュで区切っていく「単語区切り課題」を作成した。2 つ目に，文の意味の処理の流暢性を測定する課題として，TOSREC（Test of Silent Reading Efficiency and Comprehension）[6]を参考に “牛は動物です” などの簡易な世界知識を問う単文に「はい」「いいえ」で答える「正誤判断課題」を作成した。

いずれの課題も 1 分の制限時間を設け，正答数を読

みの流暢性の指標とした。

2.3 手続き

レイアウトの効果を検討する実験に先立って，読みスキルを測定する課題を別の日に実施した。その後，レイアウトの効果を検討する実験を実施した。いずれの実験も学級単位の集団で実施した。

参加者にはそれぞれ課題冊子を配布し，教示者の指示で一斉に課題に取り組むように教示した。まず，読解材料を 2 分で読んで理解するように教示された。2 分後にページをめくるように指示され，次のページに提示された主観的評定に 30 秒で回答するように教示された。その後，ページをめくって 8 問の正誤判断文に対して 1 分 30 秒で回答するように教示した。本実験の実施に 30 分ほど要した。

3. 結果

3.1 読みスキル課題

各課題の学年ごとの平均正答数を表 1 に示す。中学 1 年生と 2 年生で正答数に有意な差は生じなかった。また，単語区切り課題と正誤判断課題の正答数の相関は r = .65 と中程度であった。

各課題の成績について参加者の学年偏差値を算出した。いずれかの課題の偏差値が 40 以下の参加者を読み苦手群（12 名），60 以上の参加者を読み得意群（7 名），その他を読み普通群（37 名）として群分けした。

表 1 読みスキルを測定する課題の平均正答数

	単語区切り	正誤判断
1 年生	37.47 (11.55)	32 (10.18)
2 年生	37.2 (10.52)	30.12 (7.1)

括弧内は標準偏差

3.2 レイアウトの影響を検討する文章課題

3.2.1 理解成績

参加者ごとに，各レイアウトの本文情報と補足情報についての正誤判断文の正答率を算出した（表 2）。正答率について学年間での差は生じなかった。そこで，学年の要因を差し引いて，参加者の読みスキルごとの正答率を検討することとした（図 2）。

正答率について読みスキル（苦手・普通・得意）×レイアウト（A・B）×情報（本文・補足）の 3 要因の分散分析を行なったところ，読みスキル（$F(2, 53) = 13.035$, $p < .01$）と情報の主効果（$F(1, 53) = 5.04$, $p < .05$）が有意となり，読みの得意度とレイアウトの交互作用が有意傾向となった（$F(2,53) = 2.50$, $p < .10$）。単純主効果の検定の結果，読み苦手群でのみ，レイアウト B の成績がレイアウト A の成績よりも高いことが示された（$F(1, 53) = 5.70$, $p < .05$）。他の 2 群においてはレイアウトの効果は有意水準に達しなかった。

表 2 正誤判断文の平均正答率（%）

	1 年生		2 年生	
	本文	補足	本文	補足
レイアウト A	79.24 (15.84)	71.01 (21.49)	75.00 (17.04)	72.83 (18.33)
レイアウト B	78.79 (15.60)	76.26 (18.64)	76.63 (14.25)	74.28 (21.16)

括弧内は標準偏差

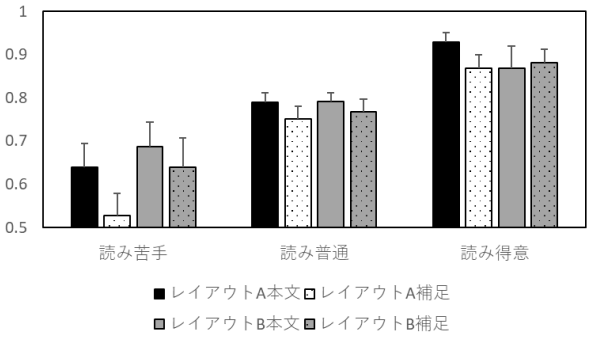


図 2 読みスキルごとの各レイアウトにおける正誤判断文の正答率

3.2.2 主観的評定

読解材料について「理解できたか」「記憶できたか」「内容に興味を持てたか」「全体として読みやすかったか」への評定を，レイアウトごとに平均した。読みスキルごとの評定値を表 3 に示す。

それぞれの評定値について読みスキル（3）×レイアウト（2）の分散分析を行った。その結果，「理解」「記憶」の項目の評定値で読みの得意度の主効果が検出され（理解 $F(2,78) = 2.39$, $p < .10$，記憶 $F(2,78) = 5.65$, $p < .01$），読み苦手群の評定値が有意に低く，読み得意群の評定値が他の群よりも有意に高いことが示された。その他の要因の効果は有意水準に達しなかった。

表 3 読みスキルごとの主観的評定の平均値

		読み苦手	読み普通	読み得意
理解	レイアウトA	3.92 (0.57)	4.07 (0.78)	4.62 (0.36)
	レイアウトB	3.89 (0.74)	4.14 (0.65)	4.52 (0.57)
記憶	レイアウトA	3.42 (0.88)	3.46 (0.82)	3.90 (0.63)
	レイアウトB	3.03 (1.08)	3.59 (0.66)	3.90 (0.57)
興味	レイアウトA	3.53 (1.02)	3.48 (1.14)	4.10 (0.83)
	レイアウトB	3.53 (0.96)	3.53 (1.10)	4.10 (0.63)
読みやすさ	レイアウトA	3.53 (0.81)	3.65 (0.91)	3.86 (1.23)
	レイアウトB	3.64 (0.72)	3.83 (0.81)	4.05 (0.73)

括弧内は標準偏差

4. 総合考察

誰もが理解しやすい教科書レイアウトを提案するための一つのアプローチとして，本研究では本文情報を補足する情報を周辺に配置する場合と本文内に挿入する場合で理解成績が異なるのかに焦点をあてて実験を行なった。中学生を対象に基礎的な読みの流暢性のスキルを測定し，2 種類のレイアウトで説明的文章を読んでもらいその理解成績と文章刺激に対しての理解しやすさ，記憶のしやすさなどの主観的評定を測定し，レイアウトの違いによって違いが生じるかを検討した。

その結果，本研究で測定した読みの流暢性が高い，もしくは平均的な読み手はレイアウトの違いによって理解成績が異なることはなかったが，読みの流暢性の低い読み手は，レイアウトの違いによって文章の理解成績がことなることが示された。すなわち，読みスキルの低い読み手は，補足的な情報を本文の中に挿入する（本研究におけるレイアウト B）ほうが，周辺に配置する（本研究におけるレイアウト A）よりも理解成績が高くなることが示された。読みの流暢性が低い場合，文字に対しての視線の移動がスムーズでない可能性が高い。このような場合，補足情報が本文の周辺に配置されていると視線の移動に負荷がかかって補足情報の処理が難しくなるのではないだろうか。一方で，補足情報が本文の中に挿入されていると補足情報も一意の順番で処理でき理解が向上したのではないだろうか。

理解成績に差が生じた一方で，文章刺激に対しての主観的な評定値には，レイアウトの違いが影響しなかった。大学生を対象とした同様の研究では，レイアウトの違いによって主観的評定値に差があることが示されており[7]，本研究が対象とした中学生は文章刺激についてのメタ的な評価が未熟だった可能性が指摘できる。

今後の課題として，レイアウトの違いによって理解成績に違いが生じる背景について，読解中の読み手の視線から検討を試みることが挙げられる。本研究では，読みスキルの低い読み手は補足情報が欄外にあると視線のコントロールに負荷がかかってその情報の処理が難しくなると考察したが，視線のコントロールはうまくできているが情報の統合ができていないなどの理由も考えられる。読解中の視線を計測し読みが得意な読み手と比較することで，教科書レイアウトの在り方だけでなく，それぞれのレイアウトの読み方の指導の在り方についても有用な知見を提案できると考える。

また，本研究では，読解材料としての説明的文章の理解を一段落内での命題レベルの処理を問うものとし，文章全体の包括的な表象の構築度合いについては検討できなかった。今後は理解のレベルをさらに詳細に設定して分析する必要がある。さらに，本研究では補足情報を言語情報に限定したが，実際の教科書には写真，イラスト，表などのさまざまな非言語情報も掲載されている。これらの情報との統合過程におけるレイアウトの効果も検討する必要があるだろう。

文献

[1] Hannus, M., & Hyona, J. (1999). “Utilization of illustrations during learning of science textbook passages among low- and high-ability children.” *Contemporary Educational Psychology*, *24*, 95–123.

[2] Jian, Y. C. (2019). “Reading instructions facilitate signaling effect on science text for young readers: an eye-movement study.” *International Journal of Science and Mathematics Education*, *17*, 503-522.

[3] van Dijk, T.A., & Kintsch, W. (1983). “*Strategies of discourse comprehension”*, New York: Academic Press.

[4] 髙橋麻衣子 (2022) “読み書き計算の流暢性の発達的検討：共通部分と独自部分について”，日本教育心理学会第 64 回総会発表論文集，p. 176.

[5] Hammill, D. D., Wiederholt, J. L., & Allen, E. A. (2006). “*TOSCRF: Test ofsilent contextual reading fluency: Examiner's manual.”* Austin, TX:PRO-ED.

[6] Wagner, R. K., Torgesen, J. K., Rashotte, C. A., & Pearson, N. A. (2010). “*Test of Silent Reading Efficiency and Comprehension (TOSREC) examiner's manual.”* Austin, TX: Pro-Ed.

[7] Takahashi, M., & Kondo, T. (2023), “*What is a textbook layout that everyone understands? Towards a comprehensive understanding of text and supplementary information*” CogSci2023: The 45th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Sydney, Australia and Virtual Meeting.

ロボットによる課題進行は創造的認知を促進するか：評価不安・信頼・ロボットへの印象に着目して

Do the robot experimenter facilitation human creative cognition? Focusing on fear of negative evaluation, trust, and impressions of the robot

安陪 梨沙[†]，服部 雅史[‡]，林 勇吾[‡]
Lisa Abe, Masasi Hattori

[†] 立命館大学大学院人間科学研究科，[‡] 立命館大学総合心理学部
[†] Graduate School of Human Science, Ritsumeikan University
[‡] College of Comprehensive Psychology, Ritsumeikan University
lt0839ie@ed.ritsumei.ac.jp

概要

本研究では, 創造性課題において, ロボットまたは人による実験の進行が，作品の独創性に対してどのように影響するのか比較検討した．実験中に作品が評価されることについて考えたか（状態評価不安）を調整変数とし, 独創性に与える影響を検討した結果, ロボット群では状態評価不安が高いほど，独創性が低くなることが明らかになった．作品評価に対する疑問を発言しづらい状況が独創性の発揮に対して不利に働いたことが考えられる．

キーワード：創造性，ロボット，評価不安

1. 目的

近年，文章制作における文例の提示やイラスト作成における構図の提案など，創造的活動において，AI が活用され始めている．また, 音声認識や自然言語処理技術の発展により，ロボットやチャットボットのような, 自動的な対話による応対システムの社会普及が進んでいる．特に, ロボットは表情や会話のトーン，身振り手振りを用いることで親しみやすさを演出することが可能であることから, 今後, 仕事仲間や友人のように振る舞い，人間の活動を補助していくことができるようになると考えられる．そのため, 本研究では人の創造的な認知活動, つまり, アイデア生成や作品制作を支援するロボットの開発を目指している．

実験者の働きかけによって創造性が向上する例として, 地球外の惑星に住む生き物を作成させる際に質・量を促進させるような付加的教示を行うことで独創性（各部位に新奇な表現が用いられているか）と作品の量が向上したという研究がある（吉田・服部, 2002）．また，この効果はロボットにおいても部分的に確認されており, ロボットが同様の教示を行うことで, 人間の実験者が何も教示しない時よりも作品の類似度（地球上に存在する生物とどの程度似ているか）の低下がみられている（林・下條, 2021）．このことから，人，あるいはロボットによって課題中に創造性を促進するような教示を与えることで作品の質が向上する可能性がある．しかし，林・下條 (2021)では人とロボットのどのような要因が創造性を向上させているのか，具体的には検討されていない．そのため, 本研究では, 付加的教示がない場合に，ロボット実験者の存在が参加者の創造性にどのように影響するのか検討する．

また, 人が創造性を発揮する際, 他者から受ける影響の中でも，創造性を低下させると考えられるものに評価不安（他者からの否定的評価に対する不安; 笹川ら, 2004）がある．Diehl & Stroebe (1987)では評価不安を誘発するとアイデアの算出量が減少したことから，評価不安はアイデアの生成量, 質を抑え, 無難なアイデアを生み出すことにつながると考えられる．しかし, 評価不安は他者から受ける評価に対する恐れを主としている．このことから, 実験の進行において人が存在しない, ロボットが実験進行を行う状況では評価不安が軽減される可能性がある．また, 独創性に対する評価不安の影響しやすさには, 参加者の持つ, 評価不安への感受性が関連すると考えられる．そこで，本研究ではこれを「特性評価不安」として, 社会的不安測定尺度（笹川ら, 2004）を用いて測定し, 実際に実験中に感じる評価不安（状態評価不安）と区別することとした．特性評価不安が高い参加者ほど, 人間群において実験中不安が誘発され, 作品の独創性が低くなることが考えられる．

以上のことから，本研究では創造的な課題を行う実験環境において，ロボットのどのような要因が創造性に影響を与えるのか，ロボットをどのように用いることで人の創造性を支援できるか検討する．そのため, 参

加者をロボットによる実験進行群（ロボット群）と人間による実験進行群（統制群）に分け，創造性課題における作品の独創性に差が生じるか，また評価不安の高低によって人とロボットの課題進行により作品の成績に差が生じるかを検討する．

2. 方法

2.1 参加者

立命館大学生 53 名（男性 15 名，女性 38 名，M: 19.3, SD: 0.93）が作品の作者として実験に参加した．また，CrowdWorks で募集された 20 名（男性 16 名，女性 4 名，M: 39.6，SD: 7.01）が作品の評価者として実験に参加した。

2.2 装置

実験室の机に実験実施用タブレット（Surface Go 3）を設置し，キーボード (Surface Go Type Cover)と Surface ペンを接続した．実験の進行状態を把握するため天井に設置されたモニターカメラを用いた．カメラの操作は別室に設置されたコンピュータによって行った．実験用ロボットは Palmi (DMM. Make ROBOTS; 図 1)を使用した．Palmi の操作には Palmi What’s up?というアプリケーションを使用し，実験者が使用するノートパソコン(Lenovo, ThinkPad E450)で作動させた．実験の課題を行う際には JavaScript により作成された描画用システムを使用した．操作パネルには線の色（黒・白）や，太さと透明度の変更，描画を一段階戻す，全て消去する機能があった．

2.3 尺度

特性評価不安の尺度として 5 段階のリッカート尺度である短縮版社会不安測定尺度（笹川ら, 2004）を使用した. 実験中に感じる評価不安（「状態評価不安」）は，自分の作品が評価されることを想起する程度と関係すると考え,「地球外生命体の作成中に自分の作品がどのように評価されるかについて考えましたか（1 : 全く考えていない〜5 : 何度も考えた)」という質問項目を用意した. 信頼のしやすさの測定に, 5 段階のリッカート尺度である一般的信頼尺度 (Yamagishi & Yamagishi, 1994)を使用した．実験中の心身の状態の測定に，6 尺度に対して 1~100 点で点数付けを行う日本語版 NASA-TLX（芳賀・水上, 1996）を使用した．ロボットへの印象を評定するため，ロボット群のみ Godspeed Questionnaire (Bartneck et al., 2009)の下位尺度である知的印象 (Perceived Intelligence)項目を SD 法で実施した．この項目は事前に行った予備調査で独創性と顕著に相関がみられたため使用した.

図 1　Palmi (DMM. Make ROBOTS)

2.4 手続き

作者は各実験者要因（ロボット群・人間群）に無作為に割り当てられた.

作者が自発的に入室するよう, 実験室の扉に「時間前でも部屋に入っていただいて問題ありません．部屋に入ったら扉を閉めてください．（ロボット群のみ）中にいるロボットの指示に従ってください」と書かれた張り紙を掲示した. 作者が中に入ると, 実験者またはロボットが，タブレットが設置された机の前に座るよう促した. タブレットに実験の概要, および個人情報の取り扱い，実験の辞退が自由であることについて記述した同意書を表示した. 記入後, 実験者またはロボットの進行により描画ツールに慣れるための練習試行を 5 分間行った. タブレットの画面に「描画ツールを使う練習をしてもらいます．自分の名前や〇△□などを描いてみてください」と書かれた画像を提示した. 続いて，本番試行として, 出来るだけ多くの「地球外の惑星に住む新しい生き物」を生成する課題を 20 分行った．その際, 5 分ごとに経過時間が提示された．終了後，Google フォームに Godspeed Questionnaire (Bartneck et al., 2009; ロボット群のみ), 短縮版社会不安測定尺度（笹川ら, 2004）, 実験中の評価不安，日本語版 NASA-TLX (芳賀・水上, 1996)，一般的信頼性尺度 (Yamagishi & Yamagishi, 1994) を翻訳したものが表示され，回答した.

ロボットの発話タイミングの調整は実験者が別室から実験室の様子をモニターして行った. 人間群では, 発話内容とタイミングがロボットと同様であるよう，台本を作成し，時間の管理と課題の説明を行った.

2.5 作品の選定と評価

評価対象となる作品数が 398 個となり，評価者の負担が大きくなることが予想されたため，実験終了から

10 日後，作者に自身の作品のうち最も独創的だと思うものを 1 つ選ぶよう依頼した．

依頼に対して返信があった作品について，評価者に評価を依頼した．評価項目は「独創的 : 独創的であるか（1 : 全く陳腐である〜7 : 非常に独創的である）」「精巧さ : 丁寧に描いているか（1 : 非常に雑に描かれている〜非常に丁寧に描かれている）」とした．

3. 結果

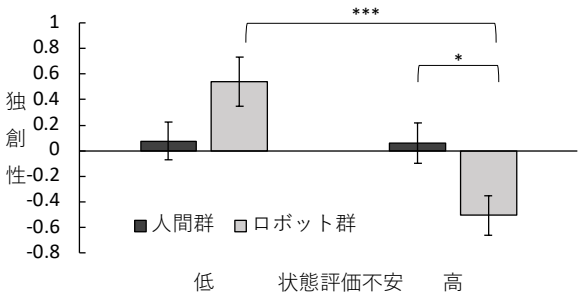
実験者がロボットを操作したと察知した作者，作品選定の依頼に対して返信がなかった作者を除いた 36 名（男性 6 名，女性 30 名）を分析対象とした．また，評価者については，平均回答時間が 1 作品につき 10 秒以下であった者，分散が大きかった(SD > 5000)者，作品の提示から回答までの分散が大きかった(SD > 1000)者，合わせて 4 名を除外し，16 名の評価を分析対象とした．分析にあたっては，評価者ごとに得点を標準化した．

各評価項目での実験者要因間の差を t 検定によって分析した．その結果，参加者の一般的信頼のみ有意となった ($t = 2.48$, df = 33.83, $p = .02$, $d = 0.83$). 独創性（$t = 0.71$, df = 28.10, $p = 0.49$, $d = 0.24$），精巧さ($t = 0.72$, df = 34.00, $p = 0.48$, $d = 0.24$)，作品数（$t = 0.18$, df = 21.44, $p = 0.86$, $d = 0.061$），状態評価不安（$t = 1.26$, df = 28.63, $p = 0.22$, $d = 0.42$), NASA-TLX ($t = 0.64$, df = 32.91, $p = 0.53$, $d = 0.21$), 特性評価不安($t = 0.88$, df = 34.00, $p = 0.39$, $d = 0.29$) は有意でなかった．

実験者要因の傾向について検討するため，尺度間の相関を求めた（表 1, 2）．主な結果として，ロボット群のみ，独創性と状態評価不安の間に正の相関がみられた ($r = .70, p < .01$). また，ロボット群でのみ，状態評価不安と特性評価不安の間に正の相関がみられた ($r = .56, p < .05$).

続いて，状態評価不安の高低を中央値で分類した．実験者要因（人間群・ロボット群）と状態評価不安（評定値低 : 3 以下・評定値高 : 4 以上）が独創性得点に与える影響を参加者間分散分析により検討した（図 2）．その結果，実験者要因間の主効果は有意でなく $F(1, 32) = 0.09, p = .76, \eta_p^2 = .003$，状態評価不安の主効果 $F(1, 32) = 10.73, p = .002, \eta_p^2 = .25$, と交互作用 $F(1, 32) = 10.19, p = .003, \eta_p^2 = .24$, が有意であった．交互作用について単純主効果検定を行った結果，状態評価不安が高い時，実験者要因間に差が認められた $F(1, 32) = 6.58, p = .02, \eta_p^2 = .17$．また，ロボット群において，状態評価不安の高低間に差が認められた $F(1, 32) = 4.51, p < .001, \eta_p^2 = .38$.

図 2　事前課題ごとの平均創造性評定値



注）エラーバーは標準誤差を示す．　*: $p < .05$, ***: $p < .001$

4. 考察

本研究では，ロボット，人間という実験者の違いが創造性課題で作成された作品の独創性に与える影響を検討した．その結果，独創性得点には実験者要因間で差がみられなかったにもかかわらず，ロボット群のみ状態評価不安と独創性得点の間に正の相関が見られた．また，独創性得点に対する実験者要因と状態評価不安の高低の影響を分析したところ，状態評価不安の程度が高いほど，ロボット群において独創性得点が低くなることがわかった．このことから，実験中に，評価を受けることを考える参加者にとって，実験者がロボットであることは不利に働く可能性がある．

ロボット群で状態評価不安の高い参加者の独創性が低下した要因として，参加者の持つ，ロボットとのインタラクションへの抵抗が考えられる．実験中，人間群では作業内容の確認や質問紙の内容等に関する質問が複数あったにも関わらず，ロボット群ではそのような質問がほとんどみられなかった．状態評価不安の高い参加者にとっては，作品評価や実験内容について疑問を抱いても口に出しづらい状況が独創性の発揮に対して不利にはたらいた可能性がある．さらに，ロボット群でのみ状態評価不安と特性評価不安の間に正の相関がみられたことから，ロボット群において特性評価不安が高い参加者，つまり元々評価不安を感じやすい参加者は，上記の状況によって状態評価不安が誘発されやすくなっていた可能性がある．

また，実験後に実施した一般的信頼尺度の得点について，実験者要因間で差が見られていた．一般的信頼は相手についての情報がない場合の，相手の信頼性に対する推定値である（小杉, 1998）。群を分けた時点で一般的信頼に差があった場合，人間群では初対面である実験者をより信頼し，状態評価不安の高低によらず，創造性課題に取り組むことができた可能性がある。一方，ロボット群では，初対面であるロボットを信頼しにくく，状態評価不安の強さによって独創性に差が出たのかもしれない．また，一般的信頼尺度への回答を，実験手続きの後半に実施したことから，一般的信頼尺度得点の差には実験手続きが影響したことも考えられる．特に，ロボット群では，インタラクションに気を使うこと，会話が円滑に進まないことなどから一般的信頼が損なわれた可能性も考えられる．

以上から，ロボットが創造性課題を進行する際に特有の傾向として，状態評価不安が強く影響することがわかった．

文献

[1] Bartneck, C., Kulic´, D., Croft, E., & Zoghbi, S. (2009). Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots. *International Journal of Social Robotics*, *1*(1), 71–81. http://dx.doi.org/10.1007/s12369-008-0001-3

[2] Diehl, M., & Stroebe, W. (1987). Productivity loss in brainstorming groups: Toward the solution of a riddle. *Journal of Personality and Social Psychology*, *53*(3), 497–509. https://doi.org/10.1037/0022-3514.53.3.497

[3] 芳賀 繁・水上 直樹 (1996). 日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定：各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度　人間工学, *32*(2), 71–79. https://doi.org/10.5100/jje.32.71

[4] 林 勇吾・下条 志厳 (2021).　ロボットを用いた創造的認知の支援に向けたファシリテーション方法に関する実験的検討　知能と情報, *33*(4), 768–776. https://doi.org/10.3156/jsoft.33.4_768

[5] 小杉 素子・山岸 俊男 (1998). 一般的信頼と信頼性判断 心理学研究,　*69*(5), 349–357. https://doi.org/10.4992/jjpsy.69.349

[6] 笹川 智子・金井 嘉宏・村中 泰子・鈴木 伸一・嶋田 洋徳・坂野 雄二 (2004). 他者からの否定的評価に対する社会的不安測定尺度(FNE)短縮版作成の試み：項目反応理論による検討　行動療法研究, *30*(2), 87–98. https://doi.org/10.24468/jjbt.30.2_87

[7] Yamagishi, T., & Yamagishi, M. (1994). Trust and commitment in the United States and Japan. *Motivation and Emotion, 18*(2), 129–166. https://doi.org/10.1007/BF02249397

[8] 吉田 靖・服部 雅史(2002). 創造的問題解決におけるメタ認知的処理の影響　認知科学, *9*(1), 89–102. https://doi.org/10.11225/jcss.9.89

表１　人間群における測定項目間の相関

	独創性	精巧さ	特性評価不安	状態評価不安	一般的信頼	NASA-TLX	作品数
独創性							
精巧さ	0.44						
特性評価不安	-0.12	-0.04					
状態評価不安	-0.02	-0.[illegible]					
一般的信頼	-0.04	-0.[illegible]					

表２　ロボット群における測定項目間の相関

	独創性	精巧さ	特性評価不安	状態評価不安	一般的信頼	NASA-TLX	作品数	Perceived Intelligence
独創性								
精巧さ	0.55 *							
特性評価不安	0.51 *	0.38						
状態評価不安	0.70 **	0.32	0.56 *					
一般的信頼	-0.26	-0.29	-0.22	-0.24				
NASA-TLX	0.14	0.30	0.23	0.28	-0.18			
作品数	0.33	0.33	-0.05	0.23	-0.01	-0.28		
Perceived Intelligence	0.37	0.14	0.00	0.24	0.14	0.14	0.00	

*: $p < .05$　**: $p < .01$

逸脱した発話音声のパターンとその要因について −現代日本語における強調の母音の延伸を中心に−

The Relationship Between the Patterns of Deviation of Speech Voice and Its Factors —The Case of Emphasis via Vowel Lengthening In Modern Japanese—

韓 旼池[†]
Minji Han
[†]京都大学大学院
Kyoto University
han.minji.53s@st.kyoto-u.ac.jp

概要

日常のコミュニケーションでは，アナウンサーがニュース原稿を読み上げるような標準的な発話音声から逸脱した発話音声が現れうる．本発表は，母音の（非語彙的な）延伸を題材にして，逸脱した発話音声の規則性を追究する．音声・音韻・統語的な要因による延伸の生起位置の傾向を観察する．観察対象は，生起位置のパターンが目立つ強度強調の母音の延伸である．結論としては，強度強調においては，延伸の位置のパターンが存在しており，特に語頭と語幹末が伸びやすいことが確認された．なお，強度強調において，声の上昇・下降と母音の延伸はどちらかが片方に付随するのではなく，両者は独立した別の現象であると考えられた．一方，延伸の語内の位置を決める大きな要因は，統語的な要因であった．

キーワード：自然発話音声，強調，音声のパターン，母音の延伸，アクセント，活用形

1. はじめに

日常のコミュニケーションでは，アナウンサーがニュース原稿を読み上げるような「標準的」な発話音声から逸脱した形で発話がなされることもある[1]．間違いには及ばないそれらの発話音声の逸脱は，逸脱とはいいながら，無秩序なものでは基本的にない．

逸脱音声の一つとして，母音の非語彙的な延伸がある（以下，「:」）．母音の延伸は，自然発話の中では，強調，考え，ためらい，身体の動き，発話タイミングといった多岐に渡る理由・状況で現れる[1]．延伸の現れ方も多様で，位置と回数が様々である．例えば国立国語研究所の『日本語日常会話コーパス（以下，CEJC）』を観察すると，「すごい」という語では，「す:ごい」「すご:い」「すごい:」「す:ご:い」などの発話が観察される[2][2][3].

母音の非語彙的な延伸の現れ方は，一見無秩序に見えるが，4 年間の実例観察によると，強調，特に強度強調（語の表す意味の程度が強められること）において，特定の位置に現れやすい傾向が見られた[3][4]．強調の母音の延伸の生起位置にパターンがあることは先行研究も指摘しているが，一語発話，連体形，終止形のほか，音声・音韻的または統語的な要因に関する考察，そして実例に基づいた考察は管見の限りなかった[6][7].

本発表では，日常会話コーパスを通して，強度強調の母音の延伸の実例から，延伸の位置に特定の傾向があるのかを確認する．また，延伸の位置に影響する要因の候補として，語のモーラ数と音の高低という音声的な要因と，活用形という（形態）統語的な要因を取り上げ，それらによって延伸の位置が一定の傾向を示すのか検証する（1）.

（1）Research Question

（ⅰ）強度強調の母音の延伸は，他の母音の延伸に比べて，特定の位置に生じる傾向があるのか

（ⅱ）語のモーラ数によって，延伸の位置の傾向が見られるのか

（ⅲ）語の音の高低によって，延伸の位置の傾向が見られるのか

（ⅳ）活用形によって，延伸の位置の傾向が見られるのか.

---

1 本発表では，健常者の場合のみを取り上げる.

2 『CEJC』 幅広い場面・年齢・話者数での日本語日常会話を収録した，200 時間分の動画付きコーパスである（『CEJC』ホームページより）.

3 強調は，強度強調（intensity）と卓立強調（prominence）の二つに分けられる[5]．卓立強調は文の中の一部分を，聞き手に強く訴えたいなどの理由で，相手が聞き落としたり聞き間違えたりしないように，周辺と違えて目立たせることで，はっきりと伝えることである[4][6].

2. 観察資料と手法

観察の流れは次のとおりである．日常会話コーパスの提供する検索ツール「Himawari 1.7.1」から母音の延伸を伴う例を検索し，各例を観察して，母音の延伸が発生した状況（原因），特に強度強調であるか否かを記す．強度強調の例には，音の下がり目も記す．

観察に用いた『CEJC』は，映像データを含むため，状況の把握に参照可能な要素が多い．また、転記テキストに非語彙的な母音の引き延ばしタグ「:」が存在するため，母音の非語彙的な延伸発話が特定しやすい．

容易な観察のため，調査対象を絞った．音声・音韻・統語的要因が，強調の母音の非語彙的な延伸に与える影響と，その生起傾向を把握することが目標であるため，強調と相性のよい「形容詞」に品詞を絞り，発話者の出身地を「東京都」に絞ってアクセント型を一定範囲に収めた．「Himawari」での実例検索の詳細を表 1 に示す．検索の結果，重複を除き，706 件がヒットした[4]．

表 1　母音の延伸の実例検索の詳細

観察対象	検索条件	検索内容
母音の 非語彙的な延伸	S 書字形[5] （タグ付）	:
強調	品詞	形容詞−一般
アクセント型の限定	出身地	東京都

さらに，延伸の回数は 1 回に制限し，音声・音韻的に複雑で基本的ではないもの（基本語形から音の融合・脱落・挿入があった場合，文語，俗語，方言など）を除いた．同様の理由で，活用形も，モーラ数が変わる仮定形，連用形-促音便などを除外し，連体形-一般，連用形-一般，終止形-一般のみを残した[6]．

残った調査対象の例を，映像付きで検討した．この過程で，音声確認不可の例，転記テキストと研究者間の意見が一致しない例，母音の延伸ではない例などを除外した．結果的に，512 例が状況判断の調査対象となった．状況判断の際に注目した要素の一部を（2）に示す．

（2）音声：発声，音調，声量，発音，時間的要素（発話速度，ポーズ）
　　映像：表情，動き（頭，手，胴体，位置移動）
　　文脈：発話者の前後発話内容，対話参与者の前後発話内容，笑い，反復

強度強調だと思われる（強度強調以外の可能性がほぼ考えられない）例は 347 例あった（残りの 165 例は以下，便宜上「強度強調ではない例」と呼ぶ）．

なお，音声・音韻の影響を調べるために，語頭から数えて何モーラ目で音が下がるのか数字で記録した（以下，「実アクセント」．本文中では○型と表示）[7]．語内で下降が聞こえない場合，0 型で表記したため，アクセント型の尾高型と平板型の区別はされていない．

次の表 2 に，全体像として，語内の延伸の位置（語頭・語中・語末）を状況別に示す．強度強調ではない場合は語末が伸びた例が多い一方，強度強調の場合は語末が伸びることが比較的少ない（図 1）．

表 2　母音の延伸の語内位置：状況別

語内位置	全状況	強度強調	強度強調以外
語頭	144	125	19
語中	199	170	29
語末	169	52	117
合計	**512**	**347**	**165**

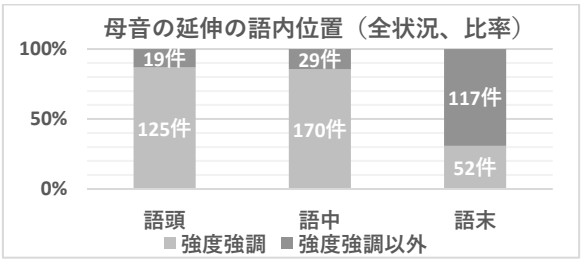


図 1　母音の延伸の語内位置：
全状況における強度強調とそれ以外の比率

強度強調では，語中での延伸が 170 件で最も多いが，語頭での延伸も多い．先行研究では，形容詞の強度強調の延伸は（語幹末で最も多く，）頻繁ではないが語頭が伸びることもあるとされているが，コーパスにおける語頭の延伸は先行研究の記述より頻繁であった[6]．

以上の傾向の詳細を調べるために，母音の延伸の位置に対する音声・音韻的な要因の影響を 3 節で，統語的な要因の影響を 4 節で考察する．

3. 母音の延伸の位置と音声・音韻的な要因：語のモーラ数と実アクセント

表 3 に形容詞のモーラ数ごとに延伸の位置（モーラ）を示した．検討の結果，実アクセントを考慮せずに，表 3 から言えるのは，「3 モーラ語彙では，語幹末である 2 モーラ目の延伸が最も多く，4, 5 モーラ語彙に比べて，

[4] 「す:ご:い」のように 2 回以上の延伸を伴う場合，延伸が現れる回数分だけ同じ結果が重複して現れる．
[5] 書字形： 同じ語形に所属するものとして表記の変異を区別したもの（『CEJC』ホームページより）
[6] 転記テキストに従った活用形の表記である．
[7] 実発話ではアクセントが世代差や個人差でゆれ，アクセント辞典の標準的なアクセント型のとおりに現れない．そのため，代わりとして，イントネーションの影響で純粋な語彙アクセントとは呼べないものの，実発話の語の音の高低（実アクセント）に注目した．

語頭が伸びることが非常に多い」ということである.

表 3　延伸の位置：語のモーラ数別

語のモーラ数 延伸の位置	件数
3 モーラ語	**275**
1	116
2	148
3	11
4 モーラ語	**54**
1	6
2	3
3	10
4	35
5 モーラ語	**18**
1	3
4	9
5	6
合計	**347**

表 4　3 モーラ語の実アクセント：延伸の位置別

延伸の位置 実アクセント	件数
1	**116**
0 型	12
1 型	1
2 型	102
0?	1
2	**148**
0 型	10
2 型	135
1?	1
1?2?	2
3	**11**
0 型	5
2 型	3
1?	3
合計	**275**

以下，語のモーラ数別に実アクセントを取り入れて検討した結果を述べる．表 4 は，3 モーラ語の各延伸の位置における実アクセントの件数を示している．表記中「0?」は無声化されて判断ができないもの，「1?2?」は音が「H M L」で下降が 2 か所だったもの，「1?」は音が「H L H」だったものである．

3 モーラ語彙は、多くの場合 2 モーラ目（語幹末）で下降する（2 型）が、下降しない例（0 型）も一部ある．実アクセントの 0 型も 2 型も全ての位置で延伸しうる．ただ，2 型で語末が伸びることは稀である．1 型は非常に珍しく，アクセント型にない音の高低が見られることから，イントネーションの影響があると考えられる．

表 5-6 は，4 モーラ語と 5 モーラ語の各延伸の位置における実アクセントの件数を示す．検討の結果，語の長音が延伸の位置の表記に影響するため，書字形も表に示す．4 モーラ語は，一見 3 型は 3 モーラ目に，0 型は 4 モーラ目に多いように見える．しかし語末延伸の例は全て下降のない長音が伸びたため，3 と 4 モーラのどちらが伸びているのか判別が難しいものである．転記テキストに倣って任意に 4 と表記したものの，長音の「かわいい」で 3 モーラ目が伸びることや，0 型長音終わりの「おいしい」が 3 モーラ目が伸びることから，実際は 3 モーラ目が伸びていると推測している．こう考えると，3 モーラ語彙と違って，4 モーラ語彙だけ 0 型は語末が伸びやすいとせずに済むうえに，語幹末が伸びやすいという先行研究の指摘とも合致する．

表 5-6　4，5 モーラ語の実アクセント：延伸の位置別（書字形付き）

表 5　4 モーラ

延伸の位置 実アクセント 書字形	件数
1	**6**
0 型	**2**
おいしい	2
3 型	**4**
かわいい	2
楽しい	1
重たく	1
2	**3**
3 型	**2**
汚い	2
2?3?[8]	**1**
大きく	1
3	**26**
0 型	**2**
おいしい	1
素早い	1
3 型	**24**
かわいい	16
しょっぱい	1
短い	1
冷たい	1
細かい	1
厳しい	1
優しく	1
危ない	1
切ない	1
4	**19**
0 型	**19**
おいしい	11
かわいい	5
悲しい	1
嬉しい	2
合計	**54**

表 6　5 モーラ

延伸の位置 実アクセント 書字形	件数
1	**3**
4 型	**3**
ものすごく	1
面白く	1
恥ずかしい	1
4	**11**
3 型	**1**
面白い	1
4 型	**10**
さりげなく	1
難しい	1
面白い	6
仕方ない	1
素晴らしい	1
5	**4**
0 型	**4**
恐ろしい	1
美しい	1
愛らしい	1
恥ずかしい	1
合計	**18**

5 モーラ語の語末延伸も 4 モーラ語と同じく，0 型長音終わりで 4 と 5 モーラ目のどちらが伸びているのか分かりにくいものである．実際は 4 モーラ目が伸びていると解釈する方が整合性が取れると考えられる．

表 7　延伸の語内位置：実アクセント 0 型, -2 型別

アクセント型 語内位置	件数
0 型	**54**
語頭	14
語中	12→35
語末	28→5
-2 型（語幹末）	**285**
語頭	110
語中（ほぼ語幹末）	172
語末	3
合計	**339**

8 「2?3?」は無声化されて判断ができないもの

表 7 は 0 型と-2 型（語末から数えて 2 モーラ目。語幹末）における延伸の語内位置を示している．矢印以降の数字は上述の 0 型長音語末延伸を最後から 2 モーラ目が伸びているとした場合の数値である．

下降が見られる実アクセントのほとんどを占める-2 型のみをみると，「強度強調で伸びやすい語頭と語幹末という位置」が「音の上昇と下降の位置」と一致するように見える．さらに，修正前の 0 型を見ると，音の下降と延伸の位置を結び付けて，「下降がないため，語末が伸びやすいのか」という解釈の可能性も見えてくる．

しかし，延伸は音の上昇と下降と直接的な関連がないと考えられる．根拠は二つある．一つ目は，下降のない場合も，最後から 2 モーラ目で伸びうることである．二つ目は，語頭は常に上昇の位置であるわけではないためである．アクセント型上 LH で始まっても，実発話で文中に組み込まれたら，HH で始まることがある[4]．

なお，声の上昇と言うと，強調でイントネーションが上昇し、自然と母音が伸びるのだという意見もありうるが，実際は違う．実アクセント上，LH で始まる語は平らに延伸してからピッチが上昇することがほとんどである．このことから，強調において，母音の延伸とピッチの上昇は，別の現象だと推察される．

4. 母音の延伸の位置と統語的な要因：活用形

表 8 は，強度強調の形容詞の連体形，連用形（-く），終止形における母音の延伸の語内位置を示したものである．ただし，連用形「-く」が「-い」に音変化したものも，連体形に含まれていることには注意を要する．

表 8　延伸の語内位置：活用形別

活用形 語内位置	件数
連体形-一般	**85**
語頭	60
語中	24
語末	1
連用形-一般	**23**
語頭	11
語中	9
語末	3
終止形-一般	**239**
語頭	54
語中	155
語末	30
合計	**347**

表 8 を見ると，連体形と連用形では語頭が，終止形では語中が伸びることが最も多い．なお，語末が伸びる場合のほとんどは終止形である．このことから，延伸の語内位置を決める大きな要因は，語のモーラ数や音の高低ではなく，活用形といった統語的な要因のようである．

一方，先行研究では，語頭延伸は連体形では容認度が上がると述べていたが，表 8 を見ると連用形も同じ傾向を示している．このことから，語頭が伸びやすい統語環境は，同じ文（または発話）に属する語句が後続する時，または他の語を修飾する時だと予想される．

ただ，終止形の場合，語中が語頭より 3 倍ほど多いが，語頭も 50 件で少なくない．このことから，先述の語頭に現れやすい統語環境は，厳密な制約ではなく，他にも語頭が伸びやすくなる要因が存在する可能性がうかがわれる．

仮説としては，性別と年齢の影響をうたがっている．語頭延伸は，男性話者の頻度がやや高く，話者の年齢が特定年齢（30-40 代）に集中しているためである．

以上逸脱した発話音声として母音の非語彙的な延伸を取り上げ，生起パターンを確認するため，強度強調の実例の観察に基づき（1）の問いに答えた．強度強調の母音の延伸は，語頭と語幹末に現れやすく，語末で現れにくい．声の高低と母音の延伸は独立した現象である．延伸の位置に影響するのは統語構造のようである．

謝辞

本発表は日本学術振興会の科学研究費補助金（基盤(S) 20H05630）の成果の一部である．

文献

[1] 韓旼池,（2021）“現代日本語の母音の非語彙的な延伸が生起する状況について—実例における身体の動きに注目した考察—”, 京都大学文学研究科修士論文.
[2] 小磯花絵・天谷晴香・居關友里子・臼田泰如・柏野和佳子・川端良子・田中弥生・伝康晴・西川賢哉・渡邊友香,（2023）“『日本語日常会話コーパス』設計と特徴”, 国立国語研究所論集, Vol. 24, pp. 153-168.
[3] 国立国語研究所. 日本語日常会話コーパス | 大規模日常会話コーパスに基づく話し言葉の多角的研究. https://www2.ninjal.ac.jp/conversation/cejc.html [2023 年 7 月アクセス].
[4] 斎藤純男,（2006）. 日本語音声学入門【改訂版】 三省堂.
[5] Coleman, H. O., (1925). “Intonation and emphasis”. *Le Maître Phonétique, troisième série*, Vol. 3, No. 40, pp. 6-26.
[6] 郡史郎,（1989）. “強調とイントネーション”, 杉藤美代子（編） 日本語の音声・音韻（上）, 講座日本語と日本語教育第 2 巻, pp. 316-342 明治書院.
[7] 松本恵美子,（1998）. “強調表現の位置と効果についての覚え書き—現代日本語の形容詞の場合—”, 言語科学論集, Vol. 4, pp. 55-68.

英語の Let 使役構文の獲得について
On the Acquisition of the Let Causative Construction in English

本多 明子[†]
Akiko Honda

[†]神戸女子大学
Kobe Women's University
a-honda@yg.kobe-wu.ac.jp

概要

In the early stages of language acquisition, native English-speaking children's utterances contain the Let Causative Construction (LCC). This study presents the results of the survey of the most frequently occurring expressive forms of LCC, compares them with other related causative constructions from the viewpoint of Construction Grammar in cognitive linguistics, and presents the characteristics of LCC. The purpose of this study is to investigate what kind of expressive forms children use to utter two events, cause and effect, and to clarify the relationship between cognitive development and language acquisition.

キーワード：Let 使役構文の獲得，認知発達，構文文法

1. はじめに

認知言語学における文法理論である構文文法では，構文は，其々独自の意味と形式から成る文法における基本単位であり，言語は構文の集合であるとの考えに基づく（Lakoff (1987), Fillmore, Kay & O'Connor (1988); Goldberg (1995), (2006)）．構文文法では，構文には人間のものの見方が反映されているという考えに基づき，人がどのようにものごとを捉え，認識しているのかを構文研究により説明する．近年では，構文文法の進展に伴い，文法体系の中に存在する其々の構文が持つ特性，構文間の関係を捉えた構文継承や構文ネットワークの解明に加え，どのようなプロセスを経て構文の獲得に至るのかが明らかになってきている (Tomasello (2006), Ellis, Römer & O'Donnell (2016)).

英語の文法体系に属する構文に，使役を表す構文が存在する．使役構文とは，原因事象と結果事象の二つの事象を併せ持つ構文を指す．例えば，使役構文に属する構文に結果構文 (Resultative Construction (以後，RC) がある．RC はその特徴として，原因と結果の二つの事象を一つの形式で表す (例．She washed her car clean.)．他にも，動詞の make を伴う使役構文 (Make Causative Construction (MCC), 例．The child made his glasses shiny.) が存在する．言語獲得の観点から見ると，MCC は言語獲得初期段階の子どもの発話で頻度が高い一方で，RC の使用頻度は MCC に比べると高くない．獲得上の構文間差異の要因の一つとして，拙論 (2022) では RC と MCC の構文特性の違いによることを提案した．即ち，原因を動詞の行為に帰するのか，それともそれを主語の指示対象に帰するのかによることを示した．この点をさらに検証することが必要である．

2. 目的

本研究は，RC や MCC 以外に因果関係の事象を子どもがどのような言語形式を用いて発話しているのかを調査し，認知言語学，構文文法の観点からこれらの構文特性とも比較しながら，認知発達と言語獲得の関連性を探究することを目的とする．

3. 方法

発話データベースの CHILDES 用いて英語を母語とする2名の子どもを対象に，使役構文の使用について，特に言語獲得初期段階に使用頻度が高い構文を調査し，その構文の意味構造的特性について考察した．それと同時に，当該構文の使用時期の子どもの認知発達について発達理論に基づいた分析を行った．

4. 結果と考察

本研究では，Lara (1 歳 9 ヶ月から 3 歳 3 ヶ月までの全記録)と Thomas (2 歳 0 ヶ月から 4 歳 11 ヶ月までの全記録)の発話から使役構文の調査を行った．その結果，(1)に見るような動詞 let を伴う構文 (以後，本論文の中では Let 使役構文 (Let Causative Construction (LCC と記す))の使用頻度が高かった．

(1) a. let me push it. (Lara, 2 歳 4 ヶ月)
b. let me have that ball. (Lara, 2 歳 6 ヶ月)
c. let me do roller skate like [?] that. (Thomas, 2 歳 8 ヶ月)
d. let me in [/] let me in. (Thomas, 2 歳 9 ヶ月)

2 名の子どもに共通していたのは，動詞 let を含む発話の中でも，特に，表現形式 [let me V]の発話頻度が半数以上を占めていたことである．例えば，Lara の発話では，[let me V]の出現率は動詞 let を含む発話全体の約 62.8% (152/242)，Thomas では約 56.1% (156/278)であった．表現形式 [let me V] 以外には，子どもは，例えば，V の位置に through や out などの副詞を，me の位置に話者以外を指す名詞や代名詞，固有名詞を使用していた．

(2) a. let me through. (Lara, 2 歳 4 ヶ月)
b. let Mitra out. (Thomas, 2 歳 7 ヶ月)

なぜ，LCC は子どもの発話で使用される頻度が高いのだろうか. その要因の一つとして, 周りの大人からのインプットの頻度が考えられる．Lara の場合，LCC の使用が初めて見られたのが, 2 歳 4 ヶ月である (CHI: let me push it)．この Lara の発話までに母親 (MOT) を含めた周りの大人の [let me V] の使用回数は 31 回であり，その中に動詞 push も含まれていた (MOT: let me push it down first and then you can bang. (Lara (2 歳 4 ヶ月)に向けて)). 子どもに話しかける養育者からのインプットの頻度は，子どもの発話頻度に関与している可能性がある．しかしながら, 実際には, 周りの大人からのインプットがなくても子どもの発話にその表現形式が出現している事例がある．

(3) a. they knock the rattlesnakes dead.
(Kuczaj, 3 歳 5 ヶ月)
b. and it didn’t even crack my head open.
(Kuczaj, 4 歳 1 ヶ月)

(3a)と(3b)は CHILDES より抽出した子ども Kuczaj の発話である．ここでは RC の表現形式 [Subj V Obj RP]が用いられている．Subj は Subject を，V は Verb を，Obj は Object を，RP は Resultative Phrase を示す．インプットの頻度について調べた結果，Kuczaj 以外の大人の発話の中に動詞の knock や crack，形容詞の dead や open はそれぞれ確認できたものの，それらが RC の形式に生じる発話はなかった．例えば，母親 (MOT) の発話 (Kuczaj2 歳 4 ヶ月から 5 歳 0 ヶ月までの全記録) において，knock は 3 回，dead は 1 回，crack は 3 回，open は 13 回の使用であった．(4)はその一部である．丸括弧の月齢は，母親が発話した時の子どもの月齢を示す．

(4) a. MOT: knock (.) knock who's there?
(Kuczaj, 3 歳 4 ヶ月)
b. MOT: how can you tell it's dead?
(Kuczaj, 3 歳 6 ヶ月)
c. MOT: you'll be able to crack them by yourself.
(Kuczaj, 2 歳 8 ヶ月)
d. MOT: we'll go down there if it's open.
(Kuczaj, 2 歳 7 ヶ月)

さらに，大人からのインプットの前に子どもの発話の中に RC の出現が確認された．

(5) a. CHI: somebody knocked the Lone_Ranger unconscious. (Kuczaj, 5 歳 0 ヶ月, line 734)
b. MOT: oh≒even though he was knocked unconscious. (Kuczaj, 5 歳 0 ヶ月, line 752)

丸括弧内の line はその発話が出現した行を示す．その数字に見るように，子どもの発話の方が母親より先である．子どもを含めた発話者の全記録の中に knock と unconscious との結合は(4)以外に出現しなかった．

本研究では, インプット頻度の可能性以外に, LCC の意味構造的特性に着目する. 先に見たように, 子どもの発話において，let が含まれる表現形式全体のうち形式 [let me V] は半数以上を占めている．しかも，let me は音声的に連結し，/lemi/と発音されることから，二語ではなく一語のように話され，実際に子ども自身も一語のように発音する．LCC の意味特性として注目すべき点は，LCC によって表される結果事象の直接的な原因は，主語（Subj）によって言語化される指示対象にあるということである．目的語として言語化される指示対象は，主語の指示対象が許可してはじめて動詞(V)の行為を行うことができる．但し，LCC を用いた子どもの発話において，半数以上が主語を言語化していないが，CHILDES の発話データからもその指示対象は，子どもの発話の聞き手（母親や周りの大人など）であることがわかる．結果事象の直接的な原因は主語の指示対象にあるという点は，MCC にも共通する．(6b)の例は Simpson (1983: 146)からの引用であり，*マークは文法構文として適格でないことを示す.

(6) a. Medusa made the hero stone by seeing it.
b. *Medusa saw the hero stone.

(6a)は MCC, (6b)は RC である. 両文の適格性について，拙論で述べたように，視覚にとらえたものを石の状態に変えるのは，動詞 see よって表される行為ではなく，

Medusa の力であり，その原因は主語にある．MCC は構文特性として，結果事象の直接的な原因を主語に帰すが，RC はその直接的な原因を動詞の行為に帰する．このような構文特性から，RC の獲得には，現実世界における一つひとつの経験を基盤にしながら，それぞれの結果事象がどのような行為事象と有機的に結び付いているのかを認識する必要がある．RC の使用時 (cf. (3a)) には，子どもはこのような RC の特性を認識しているといえる．

さらに注目すべきは，子どもの LCC の使用において動詞 let を含む文の半数以上で目的語の位置に子ども自らを言語化した代名詞の me が出現していたことである．この点については，子どもの認知発達が関係していると考えられる．Erik Homburger Erikson ((1950), (1983)) の提唱する心理社会的発達理論によると，LCC を話し始める 2 歳から 3 歳は発達段階では幼児期前期と呼ばれ，自我が芽生え何事も自分でやろうとする時期になる．もちろん，それぞれ個に応じた発達があるため，実際には時期的な差がある．この頃は，例えば，実際に子どもを観察していると，今までは周りの大人によって履かせてもらっていた靴を何とか自分で履こうとしたり，自分で洋服のボタンをはめようとしたりするようになる．大人から見ると時間はかかるが，その行為をなんとか自分で達成しようとする．そのような具体的な行為の一つひとつの経験が，自らの力で物事を達成しようとする原動力になっていると考えられる．Lara と Thomas の全発話から，人称代名詞の I と me の出現について調べた結果，2 歳前後からの使用が確認された．

(7) a. I build xxx. (Lara, 1 歳 9 ヶ月)
b. I did it. (Lara, 1 歳 11 ヶ月)
c. I do throw. (Lara, 2 歳 0 ヶ月)
d. I see you. (Thomas, 2 歳 2 ヶ月)
e. I think it's just [/] just the noise you're making. (Thomas, 2 歳 3 ヶ月)
f. I can. (Thomas, 2 歳 3 ヶ月)

(8) a. take your bottle out and tell me what you said. (Lara, 1 歳 10 ヶ月)
b. do it for me. (Lara, 2 歳 2 ヶ月)
c. watch me. (Lara, 2 歳 5 ヶ月)
d. two spoons for me. (Thomas, 2 歳 0 ヶ月)
e. look at me. (Thomas, 2 歳 0 ヶ月)
f. show me. (Thomas, 2 歳 5 ヶ月)

言語形式 [let me V]の使用頻度が 2 歳頃から高まるのは，子どもの認知発達とも関係していると考えられる．

5. おわりに

使役構文の獲得プロセスは，因果関係における結果事象の直接的な原因が主語によって言語化される指示対象にある構文からその原因を動詞によって表される行為に帰す構文の獲得へと段階を経ることが示された．使役構文の獲得には，其々の構文特性と子どもの認知発達が関係していると考えられる．

謝辞

本論文の執筆にあたりまして，査読委員の先生方に大変貴重な御意見を賜りました．心より感謝申し上げます．本研究は JSPS 科研費 23K00583 の助成を受けたものです．

文献

[1] Ellis, Nick C., Römer, Ute and O'Donnell, Matthew Brook. (2016) *Usage-Based Approaches to Language Acquisition and Processing: Cognitive and Corpus Investigations of Construction Grammar*, Oxford, Wiley.
[2] Erikson, E H. and Erikson, J M. (1983) *The Life Cycle Completed*, W W Norton & Co.
[3] Erikson, Erik. H. (1950) *Childhood and Society*, London, W W Norton & Co.
[4] Fillmore, Charles. J., Paul Kay, and Mary Catherine O'Connor. (1988) Regularity and Idiomaticity in Grammatical Constructions: The Case of *Let Alone*, *Language* 64, 501-538.
[5] Goldberg, Adele E. (1995) *Constructions: A Construction Grammar Approach to Argument Structure*, Chicago, University of Chicago Press.
[6] Goldberg, Adele E. (2006) *Constructions at Work – The Nature of Generalization in Language*, Oxford, Oxford University Press.
[7] Honda Akiko. (2022) 英語の使役構文の成立条件とその獲得について(Cognitive Constraints on Causative Constructions in English and Their Acquisition) 日本認知科学会第 39 回大会論文集.
[8] Lakoff, George. (1987) *Women, Fire, and Dangerous Things: What Categories Reveal about the Mind*, Chicago, University of Chicago Press.
[9] MacWhinney, B. (2000) *The CHILDES Project: Tools for Analyzing Talk.* 3rd ed. Vol.2. *The Database*, Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
[10] Simpson, Jane (1983) "Resultatives", in L. Levin, M. Rappaport, and A. Zaenen, eds., *Papers in Lexical-Functional Grammar*, 143-157, Bloomington, Indiana University Linguistics Club.
[11] Tomasello, Michael (2006) *Constructing a Language: A Usage-Based Theory of Language Acquisition*, Boston, Harvard University Press.

英語学習意識を表すメタファー表現の探索
Metaphorical expressions for English-learning consciousness: An exploratory study

篠原 和子†，岡野 一郎†，宇野 良子†
Kazuko Shinohara, Ichiro Okano, Ryoko Uno
†東京農工大学
Tokyo University of Agriculture and Technology
k-shino@cc.tuat.ac.jp

概要
英語学習，英語技能習得を自己拡張のひとつと捉え，これをメタファー文への評定課題によって探索するため，アンケート調査を行なった．日本語を母語とする大学生が自己の英語学習についての意識をどのようなメタファーに近いと捉えるか，主体性の拡張や身体の所有感の拡張に関連する表現を含むメタファー文を用いて調べたところ，英語が「好き」「得意」という主観的自己意識，および「習熟度が高い」という客観的英語力のいずれの場合でも，「接近可能な屋外の空間」のメタファー表現に英語学習意識との関連が現れやすいことが示唆された．

キーワード：概念メタファー，英語学習，自己拡張

1. はじめに

言語は人間にとっての自己拡張である，という議論がこれまで多くなされてきた[1]．では，英語学習者にとっての英語はどうであろうか．本稿は，学習者がどのように英語を捉えているのかを，自己拡張という観点から検討する．

自己の拡張の方向は，一つではないと考えられる．例えば，他から影響を被る存在としての自己の身体の所有感の拡張という捉え方（自分の服を汚されると自分自身が汚された感じがするなど）[2]もあるし，他に影響を与える主体性（agency）の拡張（包丁を使うことで外部の物体を変形させる力を持つなど）という捉え方もある．これらの自己拡張の捉え方を参考にしつつ，本稿では，認知言語学の概念メタファー理論を分析手法として用い，学習者が英語を何に喩えるかという観点から，学習者の英語観・自己拡張感を明らかにするための手がかりを探る．

今回は，メタファー表現の探索であるので，アンケートを回答する学生の答えやすさを優先し，英語そのものではなく，「英語のスキル」について，身近な 24 の事物に喩えた比喩文を実験材料とした．これらの事物には，自己の身体の部分や身体所有感の拡張となる衣服・装飾品，自己の身体によって探索できる空間，自己の主体性の拡張である道具などを含めた．

2. 実験方法

2-1. 参加者

本実験は，東京農工大学研究倫理委員会による認可を受けて実施した．理工系学部生 74 人（19〜33 歳）がオンライン・アンケートに参加した．

2-2. 材料

刺激文として，「**私にとって英語のスキルは X のようなものだ**」という文（日本語としての不自然さを減らすため直喩標識を入れたが，今回はメタファー文として扱う）の「X」に 24 の名詞句（表 1）を 1 つずつ挿入した 24 個の文を用意した．これらの名詞句は，自己を「身体所有感」もしくは「主体性」に基づいて拡張したと捉えられる身近な事物を中心とした．表現は 3 つ 1 組とし， 1〜15 は「身体からみた自己所有感」の拡張の度合いにより 5 区分に分けた．これは身体を基点とする距離・分離度の順序にほぼ対応する（表 2）． 16〜18 は「道具」，19〜21 は「移動手段」，22〜24 は「親しい他者」に区分でき，「主体性」の拡張に相当する．

2-3. 手順

参加者は，ボタン押下による同意の後，練習問題に回答し，次にランダムに 1 つずつ呈示される 24 の文をそれぞれ 5 段階尺度（1=まったくそう思わない 〜 5=そのとおりだと思う）で評定した．次に，参加者の特徴に関する補足質問として，①英語はどのくらい好きか，②英語は得意なほうか，③将来英語が上手に使えるようになりたいか，の 3 問にそれぞれ 4 段階尺度（①： 1=とても好き，2=どちらかというと好き，3=どちらかというと嫌い，4=大嫌い；②： 1=とても得意，2=どちらかというと得意，3=どちらかというと苦手，4=とても苦手；③: 1=なりたい，2=どちらかというとなりたい，

3=どちらかというとなりたくない，4=なりたくない）で回答した．また，④TOEFL ITP®スコア（50 点ごと 8 段階）を回答した（これは参加者が実験実施のおよそ 1 ヶ月半前に大学で受験していたものである）．

表 1　実験刺激文に用いた語句

#	語句	身体所有感	主体性
1	自分の心臓	＊＊＊＊	
2	自分の骨や肉		
3	自分の手や足		
4	勲章	＊＊＊	
5	アクセサリー		
6	外出着		
7	自分の部屋の窓	＊＊	
8	自分の部屋から出られるドア		
9	別の部屋へと通じる廊下		
10	自分の家の庭	＊	
11	近所の公園		
12	家から駅へ向かう小道		
13	遠くに見える水平線	－	
14	地平線からのぼる朝日		
15	大草原のむこうの湖		
16	使い勝手のよい文房具		＊＊＊
17	便利な通信機器		
18	いろんな物が作れる工具		
19	別の街へ行くバス		＊＊
20	空港から飛び立つ飛行機		
21	港から沖へ向かう船		
22	可愛いペット		＊
23	親しい友だち		
24	ちょっとした知り合い		

表 2　身体からの拡張区分

	区分1	区分2	区分3	区分4	区分5
身体との関係	身体の一部分	身体への付着物	接触可能な屋内の空間（自分のスペース）	接近可能な屋外の空間（自分のスペースに隣接した場所）	自分のスペースとは隣接しない遠い場所
番号	1～3	4～6	7～9	10～12	13～15

3.　結果

3-1. 身体からの拡張区分：全体の傾向

表 2 は，表 1 の語句のうち 15 語を 5 区分に分けたものである（これらの区分は身体との距離・分離度の順序構造をもつが，相互に均等な間隔ではない）．各区分のメタファー文への全参加者の評定値平均は，それぞれ 2.21, 2.69 2.58, 1.68, 2.05 であった（図 1）．特に区分 4（接近可能な屋外の空間）の評定値が他と比べて低い．参加者ごとの平均値をもとに，区分を要因とする一元配置分散分析を行なったところ，有意差がみられた（p <.01，η^2=.15）．隣接する区分ごとの多重比較では，区分 1 と 2，区分 3 と 4，区分 4 と 5 にそれぞれ有意差（ボンフェローニ補正後）がみられた（ps <.01）．

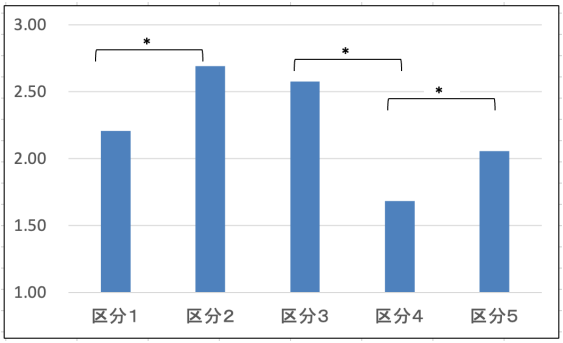


図 1　区分ごとの平均値

このように，メタファー表現と英語スキル意識の合致度には，自己の身体からみた拡張区分による違いがあるものの，その順序にしたがって評定値が変化しているわけではない．たとえば身体との距離が近ければ近いほどメタファー表現が学習者の英語スキル意識と合致しやすい（あるいはその逆），ということではない．

そこで，個々の区分を名義尺度として個別にとらえ，英語の習熟度や英語が好きかどうかといった学習者の特徴とこれらの区分の関係を，さらに詳しく分析する．

3-2. 参加者の特徴による 2 群の比較

参加者の特徴に関する補足質問①～③は，肯定的回答（1 または 2）と否定的回答（3 または 4）の 2 群に分け，④は 500 点を境界として上下 2 群（501 点以上・500 点以下）に分けた．それぞれの群の参加者数は以下の通りである．

① 英語が好き：31 人・嫌い：43 人
② 英語が得意：20 人・苦手：54 人
③ 英語が使えるようになりたい：70 人・なりたくない：4 人
④ 501 点以上：24 人・500 点以下：50 人

このうち③は著しく偏っていたため分析から除外した．

24 種類のメタファー文すべての評定値の平均はそれぞれ，①「好き」群 2.57，「嫌い」群 2.28，②「得意」群 2.71，「苦手」群 2.29，④「501 点以上」群 2.63，「500 点以下」群 2.30 であった．①，②，④いずれにおいて

も，群間の差は有意ではなかった．

3-3. 身体拡張区分ごとの傾向

①，②，④の質問項目それぞれの 2 群について，表 2 に示した区分ごとの評定値の平均を図 2〜図 4 に示す（縦軸はスコア平均）．①，②，④に関し，それぞれの 2 群間で各区分のメタファー文の評定値平均の差を T 検定により検証した．ホルム=ボンフェローニ法による補正後に有意となったのは，以下であった：

① 英語が好きかどうかでは，区分 4 で「好き」群が有意に高い同意を示した（$t = 3.15, p < .0026$）．

② 英語が得意かどうかでは，区分 4 で「得意」群が有意に高い同意を示した（$t = 3.97, p < .0005$）．

④ 英語習熟度では，区分 1 と 4 で「501 点以上」群が有意に高い同意を示した（1: $t = 3.60, p < .0008$, 4: $t = 2.90, p < .0064$）．

このように，区分 4 は①，②，④すべてにおいて 2 群間の差が有意であった．

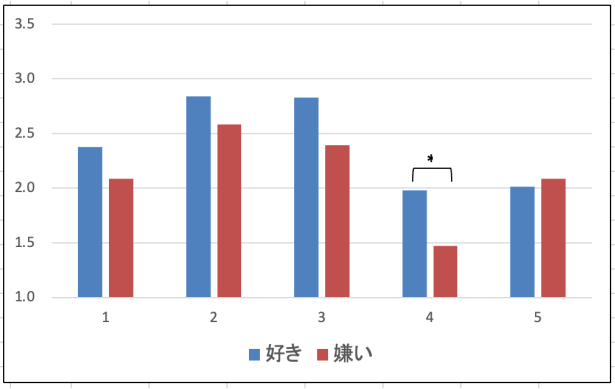


図 2 ① 好き vs. 嫌い

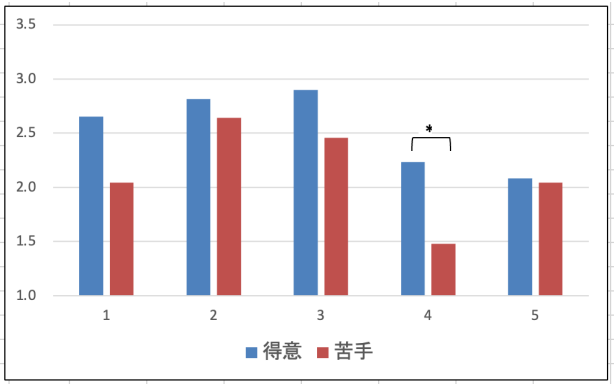


図 3 ② 得意 vs. 苦手

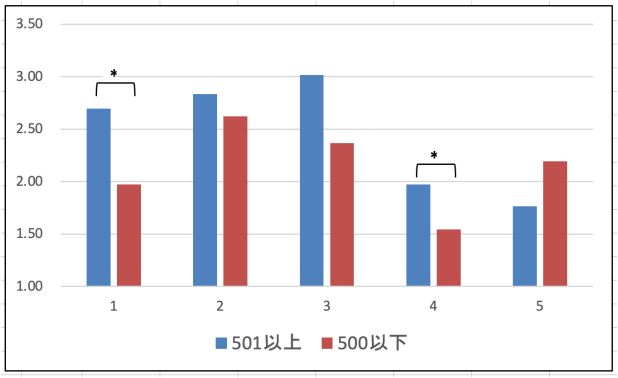


図 4 ④ TOEFL スコア高 vs. 低

3-4. 道具類・移動手段・他者に関する結果

主体性の拡張に関わる「道具類」「移動手段」「親しい他者」のメタファー文について，①，②，④内の 2 群の評定値平均は以下の通りである．

道具類： ① 好き 3.04，嫌い 3.23
② 得意 3.28，苦手 3.10
④ 501 点以上 3.46，500 点以下 3.00

移動手段：① 好き 3.17，嫌い 2.59
② 得意 3.23，苦手 2.69
④ 501 点以上 3.11，500 点以下 2.70

他者： ① 好き 2.33，嫌い 1.82
② 得意 2.30，苦手 1.94
④ 501 点以上 2.19，500 点以下 1.96

全体で比較的高い値（3 以上）を示したのは，道具類と移動手段であった．これは，英語を「ツール」と見る考え方が社会的に定着していることや [5-7]，海外への渡航手段は英語使用を連想させやすいことが影響しているかもしれない．2 群間の比較では，「親しい他者」の①にのみ有意差があった（「好き」群が有意に高い，$p < .01$）．

3-5. 語句ごとの違い

本研究では，あらかじめ設けた区分それぞれの中の 3 語が自己拡張の観点からは均質なものである，という前提で分析してきたが，事後的探索により，同一区分でも語句による違いが一部にあることがわかった．たとえば身体部分（区分 1）では，「心臓」が極端に低い値であった．

心臓： ① 好き 1.55，嫌い 1.52
② 得意 1.75，苦手 1.44
④ 501 点以上 1.75，500 点以下 1.42

骨肉： ① 好き 2.61，嫌い 2.33
② 得意 2.90，苦手 2.28

④ 501 点以上 3.13，500 点以下 2.12

手足： ① 好き 2.97，嫌い 2.42

② 得意 3.30，苦手 2.41

④ 501 点以上 3.11，500 点以下 2.38

「心臓・骨肉・手足」の項目を要因とする一元配置分散分析では有意差があり（$p < .01$，$\eta^2 = .15$），項目間多重比較では「心臓」vs.「骨肉」および「心臓」vs.「手足」に有意差が検出された（ボンフェローニ補正後：$ps < .01$）．身体部位のなかでも心臓のみがこのように低い評定値だった原因は，心臓が不随意筋であるため意識的に動かせないのに対し，筋肉や手足は意識的に動かせる，という「意図性・主体性」の違いがあるためかもしれない．

4. 考察および示唆

以上の結果から，以下の考察が得られる．

1. 英語が「好き」「得意」「習熟度が高い」のいずれの群においても，区分 4（接近可能な屋外の空間）に関して他方の群よりも英語学習意識との合致度が有意に高かったことから，理工系大学生の英語学習意識の特徴が出やすいのは「プライベートな閉じた空間から出ることを含意するが，身近で接近可能な程度の距離」のメタファーにおいてであることが伺える．
2. 英語の客観的習熟度でのみ区分 1（身体の部分）が有意となったことから，英語を自己の身体の一部と感じるかどうかは習熟度と関連があることが示唆される．
3. 「英語が好き・嫌い」の 2 群でのみ「親しい他者」のメタファー文に有意差が検出されたことから，英語への親近感と，友達やペットなどの有情的存在への親近感は連動しやすいようである．

特に上記の 1 について，なぜそうなるかの原因・動機の解明は今後の課題であるが，外国語である英語はプライベートな自己や家族などと異なる「外部」との接触を想定させる，という点と関連するのかもしれない．ある程度英語学習が進むとこれが可能と感じられる（英語が自己の拡張と捉えやすくなる）であろうが，英語スキルに自信や興味がなければ「外部との接触」は自己拡張とは意識されにくいだろう．英語という外国語の「外部感」と，習得した英語スキルがどこまで「自己の拡張」と感じられるかが関連しているのではないか，という本研究の当初の予想と矛盾しない結果であった．

また，今後への示唆・課題として以下が挙げられる．

1. 上記 1 の結果・考察と関連するが，今回の結果が「理工系大学生」のみの特徴なのか，それとも日本人英語学習者一般（社会人や人文系の学生，中学・高校生など）に広くみられる特徴なのかは，今後の研究で確認してゆく必要がある．さらには，日本語話者にとどまらず人間にとっての外国語学習に普遍的な現象なのか，という点も興味深い．
2. 「道具としての英語」vs.「教養（自己の内面世界の拡張）としての英語」をめぐって長期にわたり英語教育論争が起きている [5-7]. 自己拡張は，「道具の使用」と「内面世界の拡張」の両方と関連するので，英語教育で盛んなこの議論の対立点を統合した視座を創出できるかもしれない．英語学習意識にあらわれる自己拡張の認知科学的探求により，応用言語学・教育学・社会学等をつなぐ学際研究の可能性が広がるだろう．
3. これまで認知言語学研究では，母語であることを前提に，「言語」を捉える際にどのような概念メタファーがあるかが研究されてきた．英語に広範にみられる「導管メタファー」[8]や，日本語において特徴的な，言葉を「液体」としてみるメタファー[9]などである．これらについても自己拡張の観点から整理し直せるかを検討したい．そして，学習している言語と母語の間にどのような捉え方の違いがあるかを明らかにしたい．

文献

[1] Clark, A., (1997) Being there: Putting brain, body and mind together. Cambridge: MIT Press.

[2] Gallagher, S., (2000) “Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science”, Trends in Cognitive Sciences 4 (1): 14-21.

[3] Lakoff, G. & Johnson, M., (1987) Metaphors we live by. Chicago University Press.

[4] Lakoff, G. & Johnson, M., (1999) Philosophy in the Flesh. Basic Books.

[5] 江利川春雄 (2022)『英語教育論争史』講談社.

[6] 大津由紀雄・亘理陽一（編）(2021)『どうする，小学校英語？』慶應義塾大学出版会.

[7] 平泉渉・渡部昇一 (1995)『英語教育大論争』文藝春秋.

[8] Reddy, M., (1979). The conduit metaphor. In A. Ortony (Ed.), Metaphor and thought. Cambridge: Cambridge University Press.

[9] 野村 益寛 (2002)「＜液体＞としての言葉：日本語におけるコミュニケーションのメタファー化をめぐって」大堀壽夫編『認知言語学 II：カテゴリー化』東京大学出版会.

仮想空間における所作を利用した身体伸縮錯覚の誘発
Using gestures in a virtual space to evoke the feeling of stretching the body.

石原 由貴†
Yuki Ishihara
†金沢工業大学
Kanazawa Institute of Technology
y.ishihara@neptune.kanazawa-it.ac.jp

概要
体験者自身の能動的な運動意思が伸縮錯覚の強度にどのような影響を及ぼすのか明らかにするため, 身体部位に対する受動的・能動的伸縮の提示条件を比較した. 結果, 主観評価においては伸縮が能動的/受動的に行われるかどうか, また伸縮を予期させる身体所作による入力であるかに関わらず, 指の伸縮イメージを視覚的に提示することで, 一定程度の伸縮錯覚の誘起が為されることが示唆された.

キーワード: 身体イメージ, VR, 身体変形感, 身体所有感, 運動主体感

1. 背景

バーチャル環境を利用し, CG の身体に対して身体所有感 (これは自身の身体の一部であるという感覚) を誘起することによる, リハビリテーションへの活用が着目されている [1]. これらの例では実際の身体とディスプレイ上にて提示する CG の身体の間に, 視覚-触覚の同期や視覚-運動感覚の同期を創り出すことで, CG の身体に身体所有感を与えている. そうした研究の一つに, 患部に伸縮錯覚を誘発することにより CRPS などの慢性疼痛を軽減する例がある[2-4]. これらはディスプレイ上に患部 (手・指・膝) が伸び縮みする様子を提示すると同時に, 補助者がその部位を優しく押す/引っぱることで, 対象となる身体部位があたかも伸縮したかのような感覚を誘発している[2,3]. この伸縮錯覚は視覚提示のみによっても伸縮錯覚の誘起は可能とされるものの[4], その疼痛緩和の程度は視覚-触覚の同期を用いたものよりも劣ることが示されている[3].

しかしながら, 触覚を用いる場合には患部に触れ, 圧を加える補助者が必要となる. 伸縮錯覚による疼痛緩和の効果は繰り返し継続することで高まることが報告されていることから[3,4], 利用者が手軽にリハビリテーションを実施できる環境を検討することは重要である. よって簡易で強固な伸縮錯覚を誘起するためには, 触覚に代わる, 視覚と同期可能な他の刺激提示の検討が必要となる.

そこで本研究では, 一般家庭向けに販売されている HMD を用いた簡易で強固な伸縮錯覚の誘発環境について, 検討を行う. HMD には装着者の頭及び手のモーショントラッキング機能が搭載される場合が多く, 視覚と連動した動作を用いた感覚間同期を作成できる.

また, 鏡を用いた仮想的な腕の運動感覚の誘起実験においては, 能動的な運動意思が視覚的な運動の提示による運動錯覚を強化することが報告されている[5]. よって, 実験参加者が能動的に身体の伸縮錯覚を行うことで, 強固な伸縮錯覚を誘起できる可能性がある.

しかし伸縮錯覚においては, 体験者自身の能動的な運動意思が伸縮錯覚の強度にどのような影響を及ぼすのかは明らかとなっていない. そこで, 本実験では身体部位に対する受動的・能動的伸縮の提示について比較し、体験者自身の能動的な運動意思が伸縮錯覚にどのような影響を及ぼすのかを明らかにする。

2. 方法

2.1 手の提示条件

今回提示する条件として, 受動的･能動的伸縮の提示に加え, 伸縮を予期させる身体所作による入力についても比較を行う. これは, 隠された実際の指を引っ張ると同時に, 指を引っ張る動作を提示した実験[6]において, 隠された手の指が伸びているかのような感覚を得られたことが報告されていることから, 指の伸縮を暗示する行為が伸縮錯覚を誘起する可能性があるためである.

本実験では家庭用の HMD（Meta Quest 2）を使用した左手の人差し指に対する伸縮錯覚の誘発実験を行った. 手のモデルの提示には標準機能として用意されているハンドトラッキング機能を用い, 実験参加者の手の動きと位置をトラッキングしている.

実験参加者は HMD を装着した状態で机の上に左手を置き, 人差し指を少し浮かせた状態を保持したまま, 下記の<手の提示条件>を提示する.

① [Passive-Action] 補助者により指が引っ張られ

るタイミングと同期して提示される人差し指の伸縮イメージ（視覚-触覚の同期:受動的に伸縮）

② [Passive-Toggle]　人差し指の伸縮イメージ（視覚のみ:受動的に伸縮）

③ [Active-Action]　体験者自身が右手で左手の指を引っ張る仕草に同期した人差し指の伸縮イメージ（視覚-伸縮運動の視覚的イメージ:能動的に伸縮）

④ [Active-Toggle]　体験者自身によるコントローラーのボタン操作に同期した人差し指の伸縮イメージ（視覚のみ:能動的に伸縮）

⑤ [Control]　目を閉じたまま実験を受ける条件

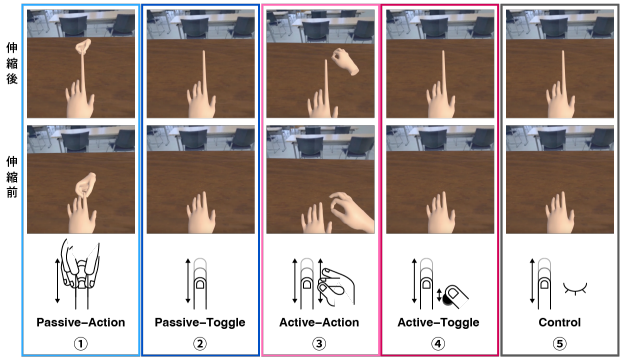


図 1　各<手の提示条件>における指の伸縮

それぞれの<手の提示条件>において, HMD 内にて提示される指の伸縮前・伸縮後の様子を図 1 に示す. いずれの<手の提示条件>においても，人差し指の最大長は 20cm を付加した長さとした. また，人差し指が伸びるスピードは，③[Active-Action]は操作している右手のピンチ位置の移動スピードと同様であるが、他の条件においては伸縮前の自然な指の長さから，ボタンを押下して 2 秒後に最大の指の長さとなるよう，調整した. また，③[Active-Action]以外の条件においては，右手は常に実験参加者の膝の上に置かれた.

2.2 評価手法

主観的評価指標として，アンケートによる評価を実施する. 主観的な指の伸縮感, CG の左手に対する身体所有感，自己主体感に関連した設問にコントロールを合わせて構成された 8 問（表 1）を実験参加者に提示し，これらの項目について 7 件法（−3:全くそう思わない〜3:とてもそう思う）で回答を口頭で求めた.

さらに，客観的指標として，伸縮刺激を提示した人差し指がどの程度伸びたと感じたかについて計測を行った（ドリフト量の計測）. ドリフト量の計測時には，仮想空間上から手のモデルを非表示にした上で，手前から奥にかけて 2cm 幅のカラーコードを提示し，左手の人差し指の腹があると感じる位置の色を回答してもらった.

表 1　アンケートの設問

分類	設問
指の伸縮感	Q1: 自分の指が普段よりも長くなったかのように感じた Q2: 自分の指が本当に伸縮しているように感じた
身体所有感	Q3: CG の手が自分の手であるかのように感じた
自己主体感	Q4: 指の長さを誰かに操作されているかのように感じた Q5: 自分の意思で CG の手を動かすことができるように感じた Q6: 指の長さを思い通りに変化させることができると感じた
Control	Q7: もう一本左手の人差し指があるかのように感じた Q8: 指を直接引っ張られているかのように感じた

2.3 実験参加者

本実験では金沢工業大学の学生 37 名（男性 31 名，女性 6 名; 平均年齢 21.1 歳; 内男性 1 名のみ左利き）を対象とした人差し指の伸縮錯覚の誘発実験を行った.

2.4 実験手続き

実験参加者はテーブルの前に座り，事前に仮想空間内で行う操作について口頭で説明を受けた上で, HMD を装着する. HMD 内で提示する仮想空間内には，実験参加者の前に配置されているテーブルと同じ高さに合わせた CG のテーブルと，実験参加者の左右の手の位置・動きと連動した CG の手が表示される. CG のテーブルの上面中央には指を配置するためのガイドが描かれ，実験参加者はこのガイドに合わせて左手の人差し指を配置する（手のひらを下にした状態）.

手の配置が完了した後，テーブル上にカラーコードを示した上で左手の人差し指を最大値まで伸ばした様子を提示し，実験参加者から見て人差し指の指の腹の位置がどこにあるように見えるかについて聞き取りを行った. その後，カラーコードを非表示にした上で指の長さを自然な長さへと戻し，所作による人差し指の伸縮操作に慣れるため③[Active-Action]条件で実験内の手続きについて練習を行った.

実験時には，指を最大値まで伸ばす指の伸長（2 秒程度）と指の収縮（2 秒程度）を交互に繰り返し行う. この指の伸縮操作フェーズを開始して 27 秒後に，テーブル上に「Pull」という文字が表示される. この表示の後，実験参加者は直ちに指を最大値まで伸ばし，伸縮操作を開始して 30 秒を経過するまで最大値の長さを保持し続けた. その後，自動的に手の CG モデルが消え，テーブル上にはカラーコードが表示される. この状態が提

示された後，実験参加者は可能な限り素早く左手の人差し指の腹があると感じる位置の色を口頭で回答した．この回答後，アンケートの設問を実験者がランダムに読み上げる．実験参加者は両手をリラックスさせた状態で，このアンケート 8 問に口頭で回答した．

人差し指の伸縮操作フェーズからアンケートへの回答までを 1 試行として，実験参加者 1 名に対し，5 種の<手の提示条件>をランダムに 2 周分提示した（計 10 試行．連続して同じ条件は提示しない順序で提示）．また手の緊張をほぐすため，実験参加者は 1 試行毎に数回両手を握る・開く動きを行った後，次の試行に移った．

3. 結果

今回は指を浮かせた角度によるノイズでドリフト量を正しく計測することができなかったことから，アンケートによる主観的評価のみ報告する．

図 2 はアンケートの各設問への回答について，各実験参加者の<手の提示条件>毎の平均を元に，各アンケートに対する実験参加者平均を示したものである．各設問における<手の提示条件>を要因とした，1 要因被験者内分散分析を行ったところ，全ての条件において，主効果が有意であった（Q1: $F(4, 144) = 38.97, p < .001, \eta^2 = .29$; Q2: $F(4, 144) = 40.82, p < .001, \eta^2 = .34$; Q3: $F(4, 144) = 43.32, p < .001, \eta^2 = .36$; Q4: $F(4, 144) = 55.22, p < .001, \eta^2 = .49$; Q5: $F(4, 144) = 82.04, p < .001, \eta^2 = .56$; Q6: $F(4, 144) = 46.82, p < .001, \eta^2 = .40$; Q7: $F(4, 144) = 3.93, p < .001, \eta^2 = .02$; Q8: $F(4, 144) = 67.73, p < .001, \eta^2 = .46$;）．以下，一定以上の効果量があった結果（Q7 以外）についてより詳細な分析を行った結果を報告する．

アンケート設問毎に，Holm 法による多重比較を行ったところ，指の伸縮感について尋ねた Q1, Q2 の設問において，①[Passive-Action]が他の<手の提示条件>と比較して有意に評定値が高い傾向が示された（多重比較の結果は図 2 のグラフ内に記載）．これは主観レベルでは視触覚が同期する①[Passive-Action]による伸縮感の誘起が最も強力であることを示すものである．他の条件においても確認すると，目を閉じて実験を受ける⑤[Control]のみが他の条件と比較して有意に評定値が低かった．② [Passive-Toggle]，③ [Active-Action]，④[Active-Toggle]の評定値平均はいずれも正の値となっていることから，これらの条件においても①[Passive-Action]には劣るものの，一定程度の伸縮錯覚の誘起が確認された．ただし，②-④の条件間には評定値の有意な差異が見られ無かったことから，身体部位に対する受動的・能動的伸縮の提示及び伸縮を予期させる身体所作による入力であるかどうかについては，主観的な伸縮感に影響を及ぼさないことが示唆されている．

また身体所有感について問う Q3 においても，⑤[Control]と比較すると，いずれの条件も有意に評定値が高かった．また，①[Passive-Action]と比較すると②[Passive-Toggle]，④[Active-Toggle]の評定値は有意に低かった．①は視触覚の一致により，他の条件よりも CG の手に対する身体所有感が高まることが予想された．しかし，同じく触覚を用いない③[Active-Action]において①[Passive-Action]との有意な差異が見られなかったことは，ボタン入力ではなく，右手による伸縮所作に

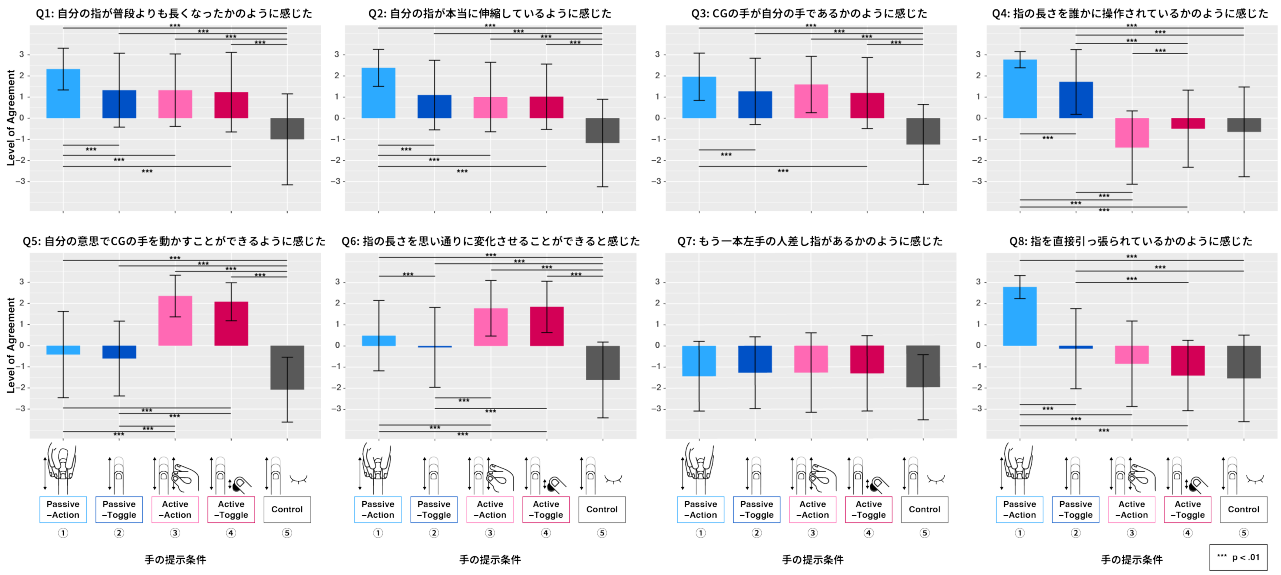


図 2 各アンケート項目における被験者平均

よる視覚-運動感覚間の同期が,CGの手に対する身体所有感を保持した可能性を示している. ただし平均値に大きな差異は見られないことから, ⑤[Control]以外の条件では, ほぼ同等の身体所有感が誘起されていたことが考えられる.

自己主体感に関わるQ4, Q5, Q6のアンケートについて確認すると, Q4 においては①[Passive-Action]がいずれの条件よりも評定値が有意に高く, 次点で②[Passive-Toggle]の評定値が他の条件よりも有意に高かった. 実験者に指の長さを操作される受動的な体験においても, 視触覚の同期した条件が, より強く受動性を印象づける体験をもたらすことが示唆されている. また, 実験参加者が能動的に指の長さを操作する③[Active-Action], ④[Active-Toggle]を比較すると, ③[Active-Action]の方が有意に評定値は低く, 伸縮を想起させる所作による入力がボタンによる入力よりも運動主体感を強化していることが示唆された. しかしながら Q5, Q6 の設問においては, ③[Active-Action], ④[Active-Toggle]の間に有意な差異は見られなかった.

4. 考察

本実験環境においては伸縮が能動的/受動的に行われるかに関わらず, 指の視覚的伸縮イメージによって一定程度の伸縮錯覚の誘起が見込まれることが示唆された. 伸縮感についてのアンケート（Q1, Q2）からは, ①[Passive-Action]の条件に見られるような視触覚の同期により誘起される伸縮感の誘起が最も強固であることが示されている. 実験参加者が能動的な意思を持って指を伸ばす操作を行っているかどうかに関わらず, 伸縮錯覚の強化にはやはり視触覚の同期が必要であることが示唆された.

また, 実験参加者が能動的に指の伸縮を行う条件において, ボタンにより指の長さを操作する条件と, 伸縮を想起させる所作により指の長さを操作する条件との間に, 有意な評定値の差異は見られなかった. よって, 今回の結果は主観レベルにおいては能動的な伸縮の誘起, 及び伸縮を想起させる所作による入力は, 伸縮錯覚を強化しないことが示唆された. 目を閉じていた⑤[Control]以外の条件は, いずれもCGの左手に対する一定の身体所有感の誘起が確認された. 今回用意した実験環境においてはハンドトラッキング機能により, 常に視覚-運動感覚間の同期が行われている状態であった. よって, 視覚-触覚の同期を含む①[Passive-Action]以外の条件は, 視覚-運動感覚間の同期を超える伸縮錯覚への寄与が行われなかったために, 伸縮感の差異が確認できなかった可能性がある.

また, 自己主体感に関わる設問（Q4-6）においては, ③[Active-Action]及び④[Active-Toggle]が他の条件と比較して有意に自己主体感が高いことを示す結果であったものの, 伸縮錯覚への寄与は見られない. 視覚-運動感覚間の同期における身体所有感と運動主体感について観察した先行研究[7]においては, 運動主体感が無くとも身体所有感は誘起可能であることが示唆されている. よって伸縮錯覚においても, 能動的であるか否かは伸縮錯覚の強度には影響を及ぼさない可能性がある. ただし, 運動主体感を誘起することによるり, 運動能力の向上がもたらされるとされていることから[9], リハビリテーションの文脈においては, 運動主体感をもたらす環境について検討を続けることは有益と考える. よって, ドリフト量による客観的指標による計測と, 高い自己主体感がもたらされた条件による疼痛抑制効果についての計測を, 追実験として行う必要がある.

文献

[1] Matamala-Gomez, M., et al., (2019) “Immersive Virtual Reality and Virtual Embodiment for Pain Relief.” *Frontiers in Human Neuroscience*, *13*, 279.

[2] Preston, C., & Newport, R. (2011) “Analgesic effects of multisensory illusions in osteoarthritis.” *Rheumatology*, Vol.50, pp.2314–2315.

[3] Stanton, T. R., et al., (2018) “Illusory resizing of the painful knee is analgesic in symptomatic knee osteoarthritis.” *PeerJ*, *2018*(7), e5206

[4] Lewis, J. S., et al., (2021) “Visual illusions modulate body perception disturbance and pain in Complex Regional Pain Syndrome: A randomized trial.” *European Journal of Pain*, *25*(7), pp.1551–1563.

[5] Metral, M., et al., (2013). “Trying to Move Your Unseen Static Arm Modulates Visually-Evoked Kinesthetic Illusion.” *PLoS ONE*, *8*(11), e80360.

[6] Byrne, A., & Preston, C. (2019). Mr Fantastic Meets The Invisible Man: An Illusion of Invisible Finger Stretching. *Perception*, *0*(0), 030100661882106.

[7] Kalckert, A., & Ehrsson, H. H. (2014). “The moving rubber hand illusion revisited: comparing movements and visuotactile stimulation to induce illusory ownership.” *Consciousness and Cognition*, *26*, pp.117–132.

[8] K. Matsumiya, (2021).“Awareness of voluntary action, rather than body ownership, improves motor control.” *Scientific reports, 11* (1), 418.

謝辞

本研究はJSPS 科研費22K17940の助成を受けたものです. また, 本実験環境の制作にあたり(株)GOCCO.遠藤孝則様にご協力を頂きました. ここに謝意を表します.

仮名的/無名的匿名性が道徳的ジレンマ状況における意思決定に与える影響

Effects of pseudonymity/anonymity on decision-making in moral dilemma situations

寺井 仁[†]，甲斐 慎治[†]
Hitoshi Terai, Shinji Kai
[†] 近畿大学
Kindai University
terai@fuk.kindai.ac.jp

概要

本研究では、匿名性が道徳的ジレンマ状況における自己の判断及び他者の判断に対する許容性に及ぼす影響を実験的に検討した．匿名性の操作のため，実名条件，仮名条件，および無名条件の 3 条件を設定した．実験の結果，無名条件において,（1）功利主義的な判断が増加する傾向にある一方,（2）他者の功利主義的判断に対しては批判的になる傾向にあることが示された．また,（3）実名条件と仮名条件の間に差異は確認されなかった．

キーワード：義務論（deontology），功利主義（utilitarianism），道徳的ジレンマ（moral dilemma），匿名性（anonymity），トロッコ問題（trolley problem）

1. 背景

ネット環境が普及した現在，コンピュータを介したコミュニケーションにおける発言が様々な問題を引き起こす引き金となっている．インターネット上でのコンピュータを介したコミュニケーション（CMC）の対面コミュニケーション（FTF）との決定的な相違点の一つは，非対面であるために生じうる匿名性である．匿名性が人間の行動に与える影響について，嚆矢となる Zimbardo (1969) の研究では，非匿名条件に比して，匿名条件において攻撃性が高まることが示された [1]．CMC と FTF を比較した研究においても，匿名性と攻撃性に関する同様の結果が示されている．具体的には，CMC では他者に対する扇動的，攻撃的な言動が認められることが明らかにされている [2, 3]，また，オンラインレビューサイトにおける匿名でのレビューは，評価を低下させ，ネガティブになる傾向にあることが示されている [4]．

これまでの先行研究では，インターネット上での匿名性の高まりが，攻撃的で，ネガティブな行動を誘発することを示してきた．一方，これらの研究では，一意に定まる規範に基づいて，その良し悪しが評価できる行動を対象としてきた．しかしながら，行動を決定・評価する規範は一つに定まる場合ばかりとは限らない．実験哲学では，このような唯一の規範にしたがって適切な意思決定をすることが難しい状況に対する思考実験として,「トロッコ問題」が用いられてきた．

道徳的ジレンマ問題として知られている「トロッコ問題」では，ブレーキが故障し，暴走したトロッコによって 5 人が犠牲になるか，または，引き込み線への切り替えを行い，結果として 1 人を犠牲にして 5 人を助けるかの選択が迫られる [5]．この際，意思決定の背後には，異なる結果を導く道徳的規範があり，道徳的なジレンマが生じる．一方は，功利主義 [6] に基づく判断であり，トロッコ問題では，1 人を犠牲にし，5 人を助けるべきとの判断に至る．他方は，義務論に基づく判断であり，目的や結果によらず，人が無条件で普遍的に従うべき定言命法が規範となる [7]．トロッコ問題における義務論的判断は,（どのような理由があろうと）他者を傷つけてはならないという規範に従い,（たとえ 5 人を助けるためであっても）1 人の命を奪うべきではないとの結論に至る．先行研究の結果から，トロッコ問題では，1 人を犠牲にして，5 人を助ける功利主義的な判断が好まれる傾向にあることが知られている [8, 9, 10]．一方，トロッコ問題の同型問題である,「歩道橋問題」（歩道橋の上にいる人を線路下に突き落とすことでトロッコの暴走を止める）では，義務論的な判断が相対的に好まれる傾向にあることが知られている [8, 9, 10]．

トロッコ問題及びそれを改変した歩道橋問題を用いた議論から，意思決定のための規範は，必ずしも一つでなく，わずかな状況の変化によって判断は揺れ動くことが明らかにされてきた [11]．では，道徳的ジレンマ状況の下で，匿名性は，それぞれの選択に対する選

好にどのような影響を及ぼすのであろうか？

一つの可能性は，匿名的な状況による脱抑制が，不誠実な行動や攻撃的な行動を引き起こすとする考え方である．前述のように，匿名性の下で人は，反社会的な行動をとる傾向にあることが，社会心理学の分野において古くから指摘されてきた [1]．インターネット上においても，対面場面よりも社会的な抑制が効かなくなる，オンライン脱抑制化が指摘されている [12]．道徳的ジレンマ状況を対象とした研究においても，他者からの評価が，判断に影響を与えることが報告されている [13]．具体的には，自身の行動に対する他者からの関心に気を向けなくなる脱抑制（過去に行った抑制のない行動を思い出させることで操作）は，トロッコ問題や歩道橋問題において，他者の人権の侵害にもつながる可能性がある功利主義的な判断を助長することが報告されている．このような脱抑制による影響は，個人の特性の面からも検討されており，反社会性パーソナリティが高い人は，トロッコ問題において，功利主義的な判断をとる可能性が高くなることが明らかとなっている [14]．以上の先行研究から，道徳的ジレンマ状況において，匿名性は，功利主義的判断に対する選好を高める可能性が示唆される．

もう一つの可能性は，匿名的な状況による脱抑制が，熟慮性の低下を引き起こすという考え方である．高次思考過程に関する研究において，心的プロセスは，System 1 (Type 1) と System 2 (Type 2) からなる二重過程として理解される [15, 16, 17]．System 1 は，自動的，直感的，無意識的な処理であり，高速な判断が可能である．一方，System 2 は，System 1 の結果を受け，熟慮的，意識的な処理が行われ，判断により多くの認知資源及び時間を要する．先行研究においても，道徳的ジレンマ状況での意思決定には，二重過程が関与している事実が示されてきた．具体的には，直感的な System 1 が義務論的な判断に，熟慮的な System 2 が功利主義的な判断に関与していると考えられている．例えば，道徳的ジレンマ問題の遂行中に二重課題を課し，認知負荷をかけた場合，そのような負荷をかけなかった場合に比して，義務論的な判断が増加することが示されている [18]．時間制限の操作を行った研究においても，直感的判断を促す時間制限群では義務論的判断が増加し，一方，熟慮的判断を促す非時間制限群では功利主義的判断が増加することが明らかになっている [19, 20]．また，トロッコ問題における異言語効果として，課題が第二言語を用いて示された場合に，功利主義的判断の傾向が強くなることも確認されている [21]．認知的熟慮性テストとの関連においても，熟慮傾向が低い参加者ほど，義務論的な判断が増加する傾向が示されている [22]．以上の二重過程に関する先行研究から，道徳的ジレンマ状況において，匿名性は，義務論的（非功利主義的）判断に対する選好を高める可能性が示唆される．

2. 目的

本研究の目的は，匿名性が，道徳的ジレンマ状況における自己の判断，及び他者の判断に対する許容性に与える影響を明らかにすることである．具体的には，異なる結果を予測する以下の 2 つの仮説について，実験的な検討を行う．

仮説 1: 道徳的ジレンマ状況において，匿名性は，功利主義的判断に対する選好を高める

仮説 2: 道徳的ジレンマ状況において，匿名性は，義務論的（非功利主義的）判断に対する選好を高める

なお，匿名性は，仮名（e.g., 掲示板などでのハンドルネーム）を用いた仮名的匿名性と仮名さえも名乗らない無名的匿名性に大別される [23, 24]．そこで，本研究では，匿名性の影響を議論する上で，仮名的匿名性（後述する仮名条件に対応）及び無名的匿名性（同，無名条件）を区別し検討を行った．

3. 方法

参加者は，クラウドソーシング（CrowdWorks, Inc.）を通して，300 名（男性 163 名，女性 137 名）が参加した．

実験課題として，トロッコ問題と歩道橋問題の 2 つの問題が用いられた．参加者は，それぞれの問題について，自己の判断と，他者の判断に対する許容性評価が求められた．

実験条件は，課題への回答前に実名の記入が求められる実名条件（100 名：男性 56 名，女性 44 名），本人と紐づくことのない自由なニックネームの入力が求められる仮名条件（101 名：男性 52 名，女性 49 名），およびいずれの記入も求められず，無記名での回答であるとことが強調された無名条件（99 名：男性 55 名，女性 44 名）の 3 条件（参加者間）とし，無作為に割り当てられた．なお，実験は，匿名性の操作を確実にするため，参加者募集を行ったサイトとは独立したサイトに誘導したうえで実施した．

各問題において，（1）功利主義的判断に対して「はい」「いいえ」の 2 択での回答，および，（2）その判断理由について自由記述での回答が求められた．なお，課題の順序は，始めにトロッコ問題，次に歩道橋問題

とした．続いて,（3）各問題に対して，他者の判断（功利主義的/非功利主義的判断）に対する許容性について，5 件法（1：許せない〜5：許せる）での回答を求めた．

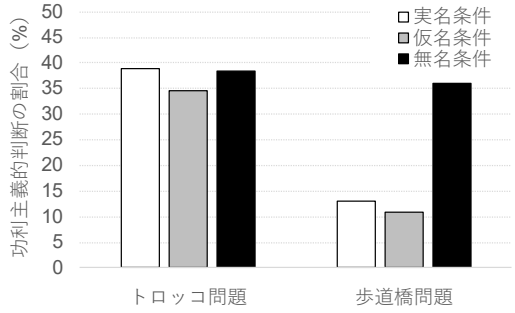
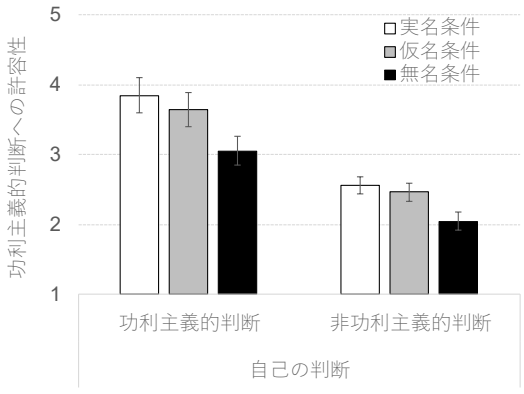
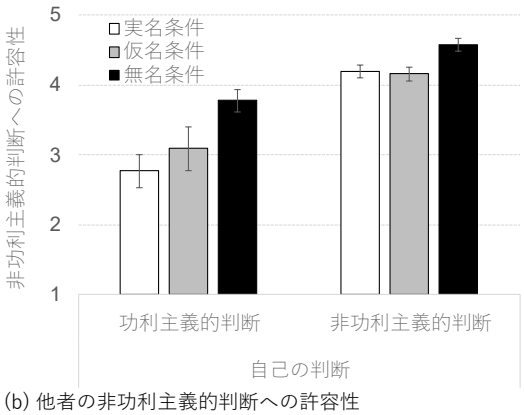


図 1　自己の判断



(a) 他者の功利主義的判断への許容性



(b) 他者の非功利主義的判断への許容性

図 2　歩道橋問題に対する他者の判断への許容性

Note. エラーバーは標準誤差を示す.

4.　結果

4.1　自己の判断に匿名性が与える影響

図 1 に功利主義的判断を行った参加者の割合を示す．

トロッコ問題における直接確率検定の結果，有意な偏りは認められなかった（両側検定，$p = 0.791$）．一方，歩道橋問題では，有意な偏りが認められた（両側検定，$p = .000$）．Holm 法を用いた多重比較の結果，実名条件と仮名条件の間に有意な偏りは認められず（$p = .670$），無名条件とその他の条件との間には有意な偏りが認められた（実名-無名：$p = .000$，仮名-無名：$p = .000$）．

これらの結果から，匿名性が道徳的ジレンマ状況における自己の判断に与える影響に関して，仮説 1 が部分的に支持された．

4.2　他者の判断に対する許容性に匿名性が与える影響

歩道橋問題における他者の功利主義的/非功利主義的な判断に対する許容性の結果を図 2 に示す．

歩道橋問題に対する他者の功利主義的な判断において，分散分析の結果，自己の判断および実験条件に主効果が認められた（自己の判断：$F(2, 294) = 41.231, p = .000, \eta_p^2 = .123$; 匿名性：$F(2, 294) = 6.197, p = .002, \eta_p^2 = .041$）．Holm 法を用いた多重比較の結果，無名条件が実名および仮名条件に比して，他者の功利主義的な判断を許容しない傾向にあることが明らかとなった（無名-実名: $p = .004$; 無名-仮名: $p = .039$）．なお，交互作用は有意ではなかった（$F(2, 294) = 0.246, p = .682, \eta_p^2 = .002$）．

歩道橋問題に対する他者の非功利主義的な判断において，分散分析の結果，自己の判断および実験条件に主効果が認められた（自己の判断：$F(2, 294) = 61.482, p = .000, \eta_p^2 = .173$; 匿名性：$F(2, 294) = 11.798, p = .000, \eta_p^2 = .074$）．Holm 法を用いた多重比較の結果，無名条件が実名および仮名条件に比して，他者の非功利主義的な判断を許容する傾向にあることが明らかとなった（無名-実名: $p = .000$; 無名-仮名: $p = .002$）．なお，交互作用は有意ではなかった（$F(2, 294) = 2.040, p = .132, \eta_p^2 = .014$）．

なお，トロッコ問題においては，他者の非功利主義的な判断に対しては，歩道橋問題と同様の結果が示された一方，功利主義的な判断に対しては，実験条件による差異は認められなかった．

これらの結果から，匿名性が道徳的ジレンマ状況における他者の判断に対する許容性に与える影響に関して，仮説 2 が部分的に支持された．

5.　考察とまとめ

本実験の結果から，無名条件において,（1）功利主義的な判断が増加する傾向にある一方,（2）他者の功利主義的判断に対しては批判的になる傾向にあることが示された．また,（3）実名条件と仮名条件の間に差異は確認されなかった．

自己の判断において，個人的道徳ジレンマ（特定の他者に深刻なダメージを与え，それが他の人々への脅威をそらすことから生じない）に分類される歩道橋問題では，非功利主義的判断が好まれる傾向にあること [10]，それには否定感情が伴なうことが明らかになっている [9, 8]．本実験の結果は，無名的匿名性は，このような抑制を弱める効果があることを意味している．

一方，これとは逆に，他者の判断に対する評価においては，匿名性が非功利主義的判断を相対的に高く評価する（功利主義的判断を相対的に低く評価する）要因になることが明らかとなった．他者の判断に対する評価においては，無名的匿名性がより直感に従った評価を下している可能性が示唆される．

また，実名条件と匿名条件の間に差異が認められた一方，実名条件と仮名条件との間に差異は認められなかった．仮名条件は，匿名条件と同様に本人到達性を持たないという意味で匿名性を有している．本実験における両者の違いは，リンク可能性の有無にある [24]．仮名を名乗ることは，その仮名のもとでの回答がリンク可能となり，仮名を名乗らない場合は，個々の回答はリンク不可能となる．このような仮名条件における回答のリンク可能性が，実名条件との差異を消失させる一因になったと考えられる．

文献

[1] P. G. Zimbardo. The human choice: Individuation, reason, and order versus deindividuation, impulse, and chaos. In *Nebraska symposium on motivation*. University of Nebraska press, 1969.

[2] J. Siegel, V. Dubrovsky, S. Kiesler, and T. W. McGuire. Group processes in computer-mediated communication. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 37, pp. 157–187, 1986.

[3] V. O. Castellá, A. M. Z. Abad, F. P. Alonso, and J. M. P. Silla. The influence of familiarity among group members, group atmosphere and assertiveness on uninhibited behavior through three different communication media. *Computers in Human Behavior*, Vol. 16, pp. 141–159, 2000.

[4] L. Deng, W. Sun, D. P. Xu, and Q. Ye. Impact of anonymity on consumers' online reviews. *Psychology & Marketing*, Vol. 38, pp. 2259–2270, 2021.

[5] P. Foot. The problem of abortion and the doctrine of the double effect. *Oxford Review*, Vol. 5, pp. 324–330, 1967.

[6] J. Bentham. *The collected works of Jeremy Bentham: An introduction to the principles of morals and legislation*. Clarendon Press, 1996.

[7] I Kant. *The Critique of Practical Reason: 1788*. Infomotions, Incorporated, 1788.

[8] J. Greene and J. Haidt. How (and where) does moral judgment work? *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 6, pp. 517–523, 2002.

[9] J. D. Greene, R. B. Sommerville, L. E. Nystrom, J. M. Darley, and J. D. Cohen. An fmri investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, Vol. 293, pp. 2105–2108, 2001.

[10] J. Mikhail. Moral grammar and intuitive jurisprudence: A formal model of unconscious moral and legal knowledge. *Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory*, Vol. 50, pp. 27–100, 2009.

[11] 相馬正史, 都築誉史. 道徳ジレンマ状況における意思決定研究の動向. 立教大学心理学研究, Vol. 55, pp. 67–78, 3 2013.

[12] J. Suler. The online disinhibition effect. *CyberPsychology & Behavior*, Vol. 7, pp. 321–326, 2004.

[13] K. van den Bos, P. A. Müller, and T. Damen. A behavioral disinhibition hypothesis of interventions in moral dilemmas. *Emotion Review*, Vol. 3, pp. 281–283, 2011.

[14] D. M. Bartels and D. A. Pizarro. The mismeasure of morals: Antisocial personality traits predict utilitarian responses to moral dilemmas. *Cognition*, Vol. 121, pp. 154–161, 2011.

[15] D. Kahneman. A perspective on judgment and choice: Mapping bounded rationality. *American Psychologist*, Vol. 58, pp. 697–720, 2003.

[16] D. Kahneman. *Thinking, fast and slow*. macmillan, 2011.

[17] C. K. Morewedge and D. Kahneman. Associative processes in intuitive judgment. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 14, pp. 435–440, 2010.

[18] J. D. Greene, S. A. Morelli, K. Lowenberg, L. E. Nystrom, and J. D. Cohen. Cognitive load selectively interferes with utilitarian moral judgment. *Cognition*, Vol. 107, pp. 1144–1154, 2008.

[19] R. S. Suter and R. Hertwig. Time and moral judgment. *Cognition*, Vol. 119, pp. 454–458, 2011.

[20] H. Hashimoto, K. Maeda, and K. Matsumura. Fickle judgments in moral dilemmas: Time pressure and utilitarian judgments in an interdependent culture. *Frontiers in Psychology*, Vol. 13, p. 8, 2022.

[21] A. Costa, A. Foucart, S. Hayakawa, M. Aparici, J. Apesteguia, J. Heafner, and B. Keysar. Your morals depend on language. *PLOS ONE*, Vol. 9, p. e94842, 2014.

[22] J. M. Paxton, L. Ungar, and J. D. Greene. Reflection and reasoning in moral judgment. *Cognitive Science*, Vol. 36, pp. 163–177, 2012.

[23] 松村真宏, 三浦麻子, 柴内康文, 大澤幸生, 石塚満. 2ちゃんねるが盛り上がるダイナミズム. 情報処理学会論文誌, Vol. 45, pp. 1053–1061, 2004.

[24] A. Pfitzmann and M. Hansen. A terminology for talking about privacy by data minimization: Anonymity, unlinkability, undetectability, unobservability, pseudonymity, and identity management. http://dud.inf.tu-dresden.de/literatur/Anon_Terminology_v0.34.pdf, August 2010. v0.34.

機械学習は不気味の谷を理解するか：FaceNet を例にして
Does Machine Learning Understand the Uncanny Valley? An Example using FaceNet

今泉 拓†，李 璐†，植田 一博†
Taku Imaizumi, Lu Li, Kazuhiro Ueda
†東京大学
The University of Tokyo
taku-imaizumi605@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

概要

近年機械学習を用いた顔認識の精度が向上しているが，機械学習は人と同様に不気味の谷を再現することができるのだろうか。本研究では FaceNet アルゴリズムを用いて検討を行った。その結果，ヒトらしい形状の評価について機械学習と人間の間で強い相関が見られたものの，一部の対象において評価が著しく異なったため，不気味の谷の一部のみが再現された。さらに，機械学習の注目領域を可視化すると，口やあごといった局所的領域が判断の根拠になっていることが示唆された。これらの結果は，人間と機械学習で注目領域が異なる可能性，および不気味の谷研究における分類曖昧性仮説を支持している。

キーワード：不気味の谷, 顔認識, 機械学習, ディープラーニング,FaceNet, Grad-CAM, ロボティクス

1. はじめに

人工物の外見がヒトに類似するにつれて人は好感度を抱くようになるが，実物の一歩手前まで近づくと途端に嫌悪感を抱くようになり，実物と見分けがつかないほどになると一転して好印象を抱くようになる現象は「不気味の谷現象」として知られている[1]。この現象は，実験室実験でも再現されてきた(図 1)[2][3]。

不気味の谷現象が生じる原因として，ヒトと人工物のカテゴリーの境界にあるような対象について嫌悪感を抱くために不気味の谷が生じるという，分類曖昧性(categorization ambiguity)仮説が検討されている[4]。ただし，不気味の谷を実証する先行研究は，提示されたヒトやアンドロイドの顔画像に対して人が好感度等を質問紙で回答するという実験パラダイムで行われている。そのため，好感度を評定する段階で，画像のヒトとの類似度に対する主観評価の影響を受けている可能性を否定できない。

そこで，本研究では主観評価によらないヒトとの類似度の評価方法として，深層学習を用いた顔認識アルゴリズム(FaceNet)[5]を用いることで，分類曖昧性仮説をより厳密に検討した。すなわち，ヒトとの類似度を顔認識アルゴリズムで評価した場合，先行研究と同様に不気味の谷は再現されるのだろうか。具体的には次の 3 点を検討した。

1. 人間による形状の評価と機械学習によるヒトとの類似度の評価に相関が見られるのか。

2. 横軸に FaceNet による形状の評価，縦軸に人による好感度の評価をプロットした場合，不気味の谷は見られるのか。

3. FaceNet の注視領域を可視化した場合，人と FaceNet とでは分類の根拠が異なるのか。

特に,人間と FaceNet で評価基準が異なるために不気味の谷が再現されない可能性が考えられるため，機械学習の判断根拠として注目領域の可視化を行った。

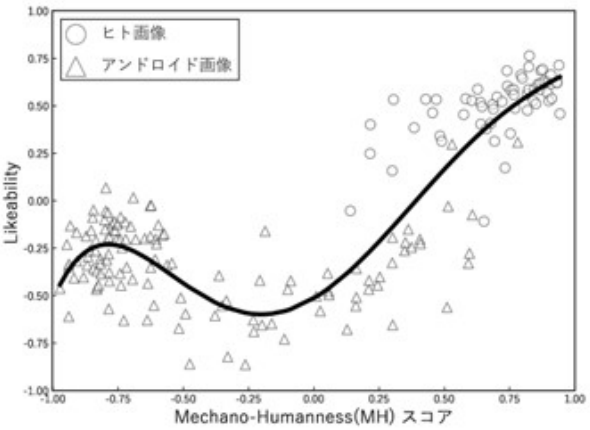


図 1 Mathur et al. (2020) による不気味の谷の再現
フィッティングと図表作成は筆者らが行った。

2. 手法

2.1. 顔認識アルゴリズム

顔認識アルゴリズムとして，FaceNet を用いた。FaceNet は各画像について 512 次元の特徴量ベクトルを算出するため，複数画像間のユークリッド距離の計算を行うことが可能である。本研究では，各画像の特徴量ベクトルを取得した後，主成分分析によって次元圧縮を行った。そのうち，第一主成分を FaceNet スコアと定義した。

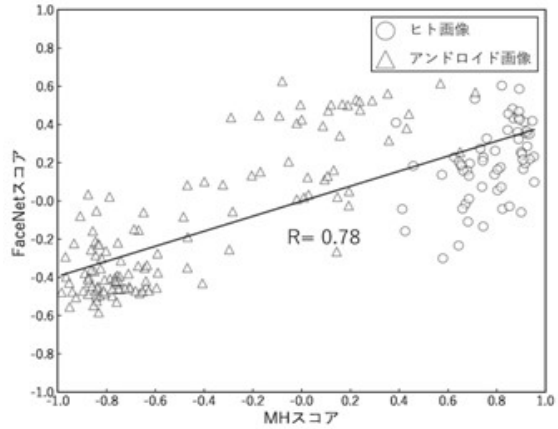


図 2 MH スコアと FaceNet スコアのプロット

データセットのうちヒトの顔画像を三角形で，アンドロイドの顔画像を丸でプロットした(今後の図表でも同様)。MH スコアは，-1 に近いほど機械らしく，1 に近いほどヒトらしいと評価されていることを示す。

2.2. 画像データセット

FaceNet を用いて Validated face corpus(顔画像データセット)を評価した。このコーパスは 182 枚の顔画像(ロボット:122 枚，ヒト 60 枚)と，各画像のヒトとの類似度(MH スコア)と好感度(Likability)の主観評価値が記録されている。

2.3. 注視領域の可視化手法

FaceNet の注目領域の可視化手法として Grad-CAM[6]を用いた。Grad-CAM は CNN ベースの画像認識モデルに対して，ある入力とその予測に対してヒートマップを用いた局所的な説明を与える手法である。

3. 結果

3.1. FaceNet と人間による評価の相関

FaceNet とスコアと MH スコアの散布図を図 2 に示す。FaceNet スコアと MH スコアとの間に強い相関が見られたことから(スピアマンの順位相関係数$R = 0.78$)，人間による形状の評価と FaceNet スコア(第一主成分)は概ね一致していたと言え，FaceNet スコアはヒトとの類似度を表していると解釈できる。

3.2. 不気味の谷の再現

続いて，FaceNet スコアと Likability のフィッティングの結果を図 3 に，本研究と Mathur et al. (2020)のフィッティングの比較を図 4 に示した。先行研究[2][3]や森の仮説[1]では二峰性のグラフになっていたが，本研究のフィッティング曲線は単峰性であった。また，先行研究と同様に，最小値から最大値に向けて単調増加にな

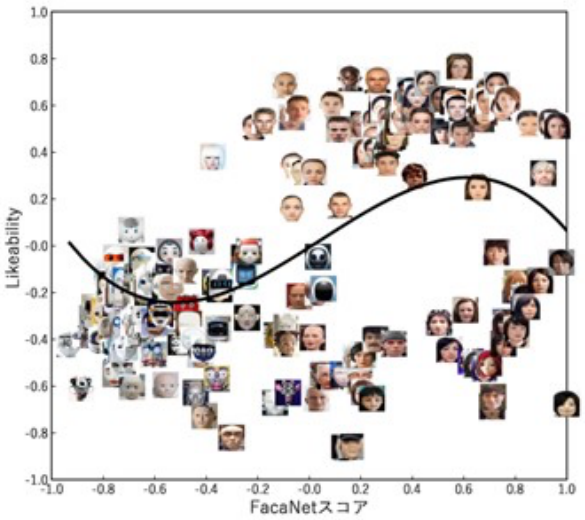


図 3 FaceNet スコアと Likability のフィッティング

Mathur et al. (2020) と同一の方法を用いてフィッティングを行った

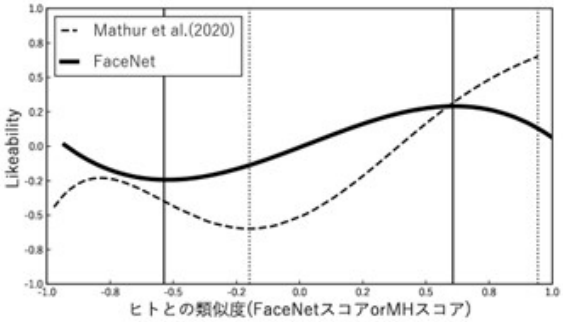


図 4 不気味の谷のフィッティングの比較

本研究のフィッティングを実線で，Mathur et al. (2020) の結果を点線で示す。縦線はフィッティングの最小値と最大値を示す。

ったものの，最小値や最大値は先行研究と比べ小さい値となった。以上から，不気味の谷の一部の特徴のみが再現されたと判断できる。

3.3. 注視領域の可視化

事後分析として，シルエット法に基づき K-means 法を用いて 4 クラスタに分類し(図 5，表 1)，各クラスタについて Grad-CAM による注目領域の可視化を行った(図 6)。図 6 から，FaceNet スコアが高い群 3,4 は，FaceNet スコアが低い群 1,2 と比べて，画像の下方が判断の根拠となっていることがわかる。

4. 考察

注視領域を可視化した結果は，FaceNet が鼻や口，あごを判断根拠としてヒトとの類似度を評価していることを示している。一方で，人が顔を見る際には目や鼻を注視することが知られており[7]，人と機械学習とで

表 1 各クラスタの情報

群	アンドロイド画像(%)	FaceNet スコア		Likability	
		M	*SD*	*M*	*SD*
1	95.9	-0.632	0.16	-0.257	0.18
2	100	0.018	0.19	-0.504	0.21
3	100	0.754	0.13	-0.354	0.19
4	3.39	0.374	0.29	0.520	0.13

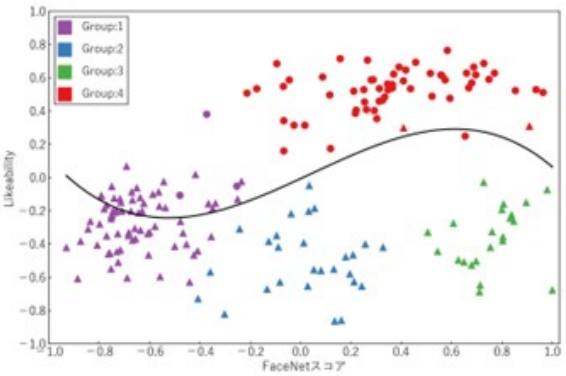


図 5 クラスタ分類

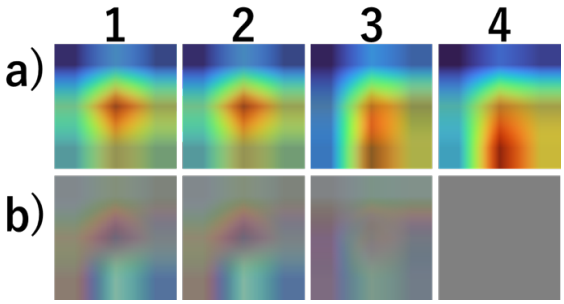


図 6 クラスタごとの注目領域の平均

a)では赤い色ほど判断根拠として強く，青い色ほど判断根拠として弱いことを示している。b)は，a)の各群における群 4 を基準にした差分を示している。具体的には，赤い色が濃いほど群 4 に比べて注目していることを示し，青い色が濃いほど群 4 に比べて注目していないことを示す。

は判断の根拠となる情報が異なるために，不気味の谷が再現されなかった可能性が考えられる。

さらに，アンドロイド画像から構成されている群 1,2,3 において，群 1 は群 2,3 に比べて FaceNet スコアが低いものの，Likability の面ではやや高い値が記録された。このことは，機械学習からみてヒトらしいと評価されるアンドロイド画像は，人からの好感度が低いことを意味している。この結果は，画像特徴量の視点からみてヒトらしいが実際は人工物である画像に対して人は嫌悪感を覚える可能性を示唆しており，機械学習と人間による分類が異なる対象に嫌悪感を抱くという点で分類曖昧性仮説をサポートする結果となっていると考えられる。

文献

[1] Mori, M., (1970). The uncanny valley. *Energy, 7*(4), 33-35.
[2] Mathur, M. B., & Reichling, D. B. (2016). Navigating a social world with robot partners: A quantitative cartography of the Uncanny Valley. *Cognition*, *146*, 22-32.
[3] Mathur, M. B., Reichling, D. B., Lunardini, F., Geminiani, A., Antonietti, A., Ruijten, P. A.,Levitan, C. A., Nave, G., Manfredi, D., Bessette-Symons, B., Szuts, A., & Aczel, B. (2020). Uncanny but not confusing: Multisite study of perceptual category confusion in the Uncanny Valley. *Computers in Human Behavior*, *103*, 21-30.
[4] Kätsyri, J., Förger, K., Mäkäräinen, M., & Takala, T. (2015). A review of empirical evidence on different uncanny valley hypotheses: support for perceptual mismatch as one road to the valley of eeriness. *Frontiers in psychology, 6*, 390.
[5] Schroff, F., Kalenichenko, D., & Philbin, J. (2015). Facenet: A unified embedding for face recognition and clustering. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 815-823).
[6] Hsiao, J. H. W., & Cottrell, G. (2008). Two fixations suffice in face recognition. *Psychological science, 19*(10), 998-1006.
[7] Selvaraju, R. R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D., & Batra, D. (2017). Grad-cam: Visual explanations from deep networks via gradient-based localization. In *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision* (pp. 618-626).

機械学習を用いた川柳の面白さの予測
Predicting the Quality of Senryu using Machine Learning

太田 聖三郎 †，河原 大輔 †，野村 理朗 ‡
Seizaburo Ota, Daisuke Kawahara, Michio Nomura
† 早稲田大学，‡ 京都大学
Waseda University, Kyoto university
ota-seizaburo@akane.waseda.jp

概要
川柳は日本の伝統文芸の一つである．詩や俳句に関する機械学習を用いた研究は散見されるが，川柳に関するものはない．本研究では，川柳を構成する要素を様々な指標に分解し，それらの予測を組み合わせることで，より高精度な川柳評価を予測する手法を提案する．川柳を使った事前学習モデルやクラウドソーシングを用いた川柳データセットを構築し，BERT のファインチューニング（パラメータの微調整）により川柳の評価を予測する．
キーワード:川柳, BERT, 言語モデル, ファインチューニング

1. はじめに
近年，人工知能による創作活動はめざましい発展を遂げている．自然言語処理においては詩や俳句などの生成研究 [1, 2] がある．その一方で，それらの理解に関する研究はほとんどされていない．理解には創作物の面白さや独創性などが関わってくる．面白さは人のコミュニケーションの中でも重要である．つまり，人と計算機のコミュニケーションを円滑にするためには，計算機による面白さの理解が大事な要素となる．

本研究では川柳という文芸を対象とし，人が川柳の面白さをどのように理解しているか，また，計算機がそれを理解できるかを分析する．川柳は俳句と同様に五・七・五の音数を持ち，口語的で風刺的な内容が特徴である．川柳の面白さは人が理解するにおいても難しく，これを計算機に理解させるのはさらに難しいタスクである．この問題に取り組むにあたって，川柳の面白さを構成する要素を細分化し，判断しやすい指標を設けることで，川柳の総合的な面白さの予測を目指す．川柳の面白さを定量分析するために，クラウドソーシングによって各指標をアノテーション（データのラベル付け）する．得られたアノテーションをもとに言語モデルのファインチューニングを行い，川柳を入力し川柳の総合的な評価を予測するタスクを行う．川柳の評価を直接予測する場合と，細分化した指標の予測を組み合わせる場合の精度の差を比較する．

2. 関連研究
詩・俳句生成　川柳について機械学習を用いた研究は無い．しかし，川柳に関連して，近年では詩や俳句の生成 [1, 2] が行われている．Hitsuwari ら [2] は人手評価において，人工知能が生成した俳句と人間が作った俳句とを比較し，それらの見分けがつかないほど完成度の高い俳句が生成されていることを示した．

BERT/RoBERTa　近年の自然言語処理研究は BERT [3] の登場により大きく進歩した．BERT の学習は事前学習とファインチューニングからなる．事前学習は自己教師あり学習であり，主な学習方法は Masked Language Model (MLM) である．MLM は入力文の一部のトークンをマスクし，マスクされたトークンを予測するタスクである．予測されるトークンのうち 80%は [MASK] トークンに置き換えられ，10% はランダムな他のトークンに置き換えられる．残りのトークンは元のトークンのままで残される．これは，ダウンストリームタスクにおいて [MASK] トークンが出現しないことを考慮したためである．Liu ら [4] は BERT を改良した RoBERTa を提案し，データセットの増大や動的マスキングなどにより精度を向上させた．

大喜利データセット　中川ら [5] は大喜利を複数の指標に分解し，クラウドソーシングを用いて各指標に対しアノーテーションを行うことで，定量分析可能な大喜利データセットを構築している．

3. 川柳データセットの構築
本研究では川柳を構成する要素を複数のわかりやすい指標に分解し，定量分析を行うために川柳データ

セットを構築する．

3.1 川柳データの収集

川柳は川柳投稿サイト「まるせん」より提供を受けたものを用いる．このデータは川柳，お題，作者を含む 581,336 句からなる．

3.2 川柳データの前処理・フィルタリング

本研究では，川柳の評価をクラウドソーシングを用いてアノテーションする．対象の川柳を選別するために，川柳の前処理・フィルタリングを行う．投稿川柳にはしばしば絵文字を含んでいるものがある．これらは実験で用いる言語モデルの語彙に含まれていないため削除する．また，上記サイトではお題を作者が自ら設定し投稿するため，不適当なお題やイレギュラーなお題が散見される．そのため，クラウドソーシングにかける川柳については，運営によりあらかじめお題が指定されている「コンテスト」の川柳を採用する．コンテストはサイト内で定期的に開催され，その度に 10 句ほどの入選作品が選出されるため，ある程度の川柳の質が担保される．データ収集時点までに開催されたコンテスト 304 回のうち，時事的なお題（例: VAR）や長いお題（例: 最近の若いもん）を除き名詞や形容詞を中心に 250 題について，フィルタリングを行った．各お題について入選作品+それ以外を合わせ 20 句ずつを選出し，合計 5,000 句の川柳を抽出した．

3.3 川柳の面白さの細分化と評価のアノテーション

前節で述べた 5,000 句の川柳に対し，クラウドソーシングでアノテーションを実施する．プラットフォームは Yahoo!クラウドソーシングを用いる．川柳の解説書 [6, 7] を参考に，川柳を 8 つの指標に細分化し，それぞれの指標について 5 段階評価を行ってもらう．

1. 句がお題に沿っている (along)
2. 場面をイメージしやすい・わかりやすい (imaginable)
3. 句に対比の構図がある (contrast)
4. あたりまえ・ありきたりなことは言っていない (usual)
5. 不適切な表現が含まれていない (appropriate)
6. 語のリズム感・軽快さがある (rhythmic)
7. 言い回しに独創性がある (unique)
8. 体験や体感への想いが感じ取れる・余韻がある (experience)

上記の項目に，

- 総合的に良い川柳である (overall)

を加え，合計 9 個の指標について，1 句あたり 10 人のクラウドワーカを雇い，平均値を正解ラベルとして付与する．クラウドワーカにはお題，川柳が与えられ，1 人あたり 10 句を評価してもらう．

表 1 追加学習における学習条件設定

条件	[MASK]	同じ	ランダム	お題付き
1	80%	10%	10%	無し
2	90%	10%	0%	無し
2’	80%	20%	0%	無し
3	80%	10%	10%	有り

4. SenryuBERT の構築

既存の言語モデルは新聞やウェブテキストで学習しているため，川柳の風刺的な文脈や語順などのリズム感を理解できない可能性がある．この問題に取り組むために，川柳データを活用し，言語モデルの追加学習を行うことで SenryuBERT を構築する．

4.1 ランダムトークン置換 (RTR)

2. 節で述べた通り，BERT [3] の MLM では，予測するトークンのうち，80%を [MASK] トークン，10%をランダムな他のトークン，10%をそのままのトークンにして学習を行う．川柳のような短い系列を入力とする場合，ランダムなトークンに置き換えると，BERT の特徴量はランダムなトークンの影響を大きく受けるため，文脈が破綻する可能性がある．これを防ぐため，通常の MLM に加えて，ランダムなトークンの置き換えをしない学習も行い比較する．

4.2 追加学習

川柳データを用いた言語モデルの追加学習は，早大 RoBERTa-base をベースとして行う．学習は表 1 に示す 4 種類の条件で行う．モデル 3 の場合は入力を “お題 [SEP] 川柳” とし，その他のモデルでは “川柳” とする．また，学習時にお題はマスクされない．

4.3 結果

各モデルの [MASK] トークンの予測例を表 2 に示す．例には条件 1, 2, 3 とベースラインの早大

表 2 [MASK] トークンの予測例（入力：“歯ブラシと一緒に [MASK] あの”）．BL はベースライン (RoBERTa) を表す．

条件	ランク 1		ランク 2		ランク 3	
	トークン	確率	トークン	確率	トークン	確率
BL	の	0.109	ない	0.058	いる	0.045
1	使う	0.191	使った	0.060	捨てる	0.038
2	消えた	0.441	消える	0.034	捨てた	0.027
3	シャンプー	0.116	消えた	0.049	帰った	0.028

RoBERTa-base の結果を示す．定量的な評価は次節のダウンストリームタスクにて行う．

定性的評価 ベースラインの RoBERTa では関係のない名詞・助詞が予測され，正解と近い単語の出力は見られない．条件 3 のお題と川柳を入力し学習したモデルではベースラインほど遠くはないものの，正解に近い予測はほとんど見られなかった．条件 1 と 2 のモデルはどちらもある程度のニュアンスが捉えられており，正解に近い予測ができている．条件 2 のモデルでは生起確率が他より高くなっており，これはランダムトークンによる文脈の揺れが抑えられたためと思われる．

5. 川柳構成要素の分析・予測

本研究では，川柳の面白さという曖昧な要素を直接予測する場合と，3. 節で示した 8 つのわかりやすい指標に分解してから予測する場合の精度を比較する．また，予測した各指標のスコアから総合評価を予測するタスクを行い，総合評価の予測精度の比較を行う．まとめると下記の 3 つの実験を行う．

1. 川柳から総合評価の予測
2. 川柳から各指標の評価の予測
3. 各指標の評価から総合評価の予測

実験 1, 2 には既存のモデルや 4. 節で構築したモデルなどの BERT-like モデルを使用し，実験 3 には決定木アルゴリズムの LightGBM [8] を使用する．

5.1 実験設定

実験 1, 2 では事前学習済み BERT-like モデルをファインチューニングすることで，川柳から総合評価や各指標の評価を予測する．4. 節で構築した SenryuBERT に加え，BERT や RoBERTa での学習を行う．学習に使用するデータセットは 3. 節で構築した川柳データセットを用いる．データセットは訓練用 4,000 句，検証用 500 句，テスト用 500 句に分割する．モデルへの入力は “川柳 [SEP] お題” とする．各指標についてファインチューニングを 10 回行い，精度を平均値算出する．モデルの評価には Pearson の相関係数を用いた．

表 3 総合評価の予測結果

モデル	Pearson (ave)	Pearson (max)
$\text{BERT}_{\text{BASE}}$	0.353	0.373
$\text{RoBERTa}_{\text{BASE}}$	0.314	0.412
SenryuBERT	0.246	0.419
– RTR (80%)	0.418	**0.490**
– RTR (90%)	0.350	0.462
+ お題	**0.420**	0.456

実験 3 では，実験 1, 2 から最良のモデルを選択し，訓練データの各指標を予測する (自動ラベルと呼ぶ)．各指標の自動ラベルから LightGBM を用いて総合評価を予測し，実験 1 のスコアと比較する．訓練データに自動ラベルを付与する手順は，まず，訓練用データを 10 分割する．そのうち 9 個のデータ (3,500 句) を用いて学習したモデルで，残りの 1 個のデータに対して各指標のスコアを予測しラベルとする．これを 10 個の分割全てで行い，4,000 句に自動ラベルを付与する．

5.2 実験結果と考察

川柳から総合評価の予測 川柳から直接総合評価を予測した際の評価結果を表 3 に示す．SenryuBERT は RoBERTa をベースとしている．SenryuBERT, RoBERTa 共に，すべて BERT よりも最大値で良い精度となったが，RoBERTa と SenryuBERT の間に大きな差はみられなかった．しかし，SenryuBERT において RTR を行わなかった場合や，お題を入力に加えて学習した場合は精度の向上が見られた．最良のモデルは SenryuBERT において，RTR を行わず，[MASK] トークンの割合を 80%とした場合で，SenryuBERT とは最大で約 0.07 の差が見られた．ただし，お題を入力に加えて学習した SenryuBERT 以外のモデルは精度が安定せず，データの順序などの影響を受けやすいことが分かった．表 5 に総合評価を川柳から直接予測する場合と提案手法との比較例を示す．提案手法が僅かに良い予測ができていることがわかる．表 5 に示す指標は 3. 節で示した指標に対応している．

川柳から各指標の評価の予測 川柳を入力として 3. 節に示した各指標の評価を予測した結果を表 4 に示す．表 4 には SenryuBERT のファインチューニングによる結果と，総合評価の予測にて高精度であった RTR を行わないモデルの結果を示す．いずれの指標においても，RTR を行わないモデルは SenryuBERT の精度

表 4　各指標の評価の予測結果

モデル	Pearson (ave) along	Pearson (ave) imaginable	Pearson (ave) contrast	Pearson (ave) usual
SenryuBERT	0.092	0.280	0.154	0.093
– RTR (90%)	**0.208**	**0.359**	0.251	**0.185**
	unique	experience	unique	experience
SenryuBERT	0.124	0.092	0.182	0.227
– RTR (90%)	0.244	0.214	0.279	**0.471**

表 5　各指標における川柳評価の予測例と比較 (川柳: “札束を 数え快感 銀行員”, お題: “現実逃避”)

手法	along	imaginable	contrast	usual	appropriate	rhythmic	unique	experience	overall
正解ラベル	2.9	3.9	2.7	2.8	3.5	3.3	3.0	3.4	2.9
直接予測	-	-	-	-	-	-	-	-	3.264
提案手法	3.366	4.038	3.585	3.495	3.434	3.197	3.074	3.714	3.212

表 6　総合評価の予測結果の比較

モデル	Pearson
LightGBM (正解ラベル)	0.8912
LightGBM (自動ラベル)	0.4760
SenryuBERT (直接予測)	0.4618

を上回る結果となった．この内，総合評価の予測より高い精度となったのは，“体験や体感への想いが感じ取れる・余韻がある (experience)” のみであった．

各指標の評価から総合評価の予測　本実験では，川柳から各指標の評価の予測において精度の高かった SenryuBERT–RTR (90%) のモデルを用いて訓練データに自動ラベルを付与し，LightGBM の学習を行う．川柳から総合評価を直接，また各指標のスコアの予測から予測した結果を表 6 に示す．データセットの各指標の正解ラベルをもとに総合評価を予測する場合には，非常に高い精度で予測ができている．これは，細分化した指標が，人が川柳の面白さをどう理解しているかをうまく表す基底になっていると理解できる．自動ラベルで学習した場合には，正解ラベルと比べて大幅に精度は下がるが，川柳から直接予測する場合と比べると，0.01 ほど高い精度が得られ，提案手法がやや高い精度で予測できていることがわかる．自動ラベルの精度があまり高くならない原因として，experience しか overall の精度に勝っていないことが考えられる．

6. おわりに

本研究では，現状取り組まれていない川柳という文芸を理解するタスクに機械学習を用いて取り組んだ．川柳から直接総合評価を予測するアプローチをベースラインとして，川柳を相対的にわかりやすい指標に細分化し，それぞれの項目の予測を組み合わせることで総合的な評価を予測する手法を提案した．提案手法はベースラインに比べて若干の精度の向上が見られた．

今後，川柳の面白さの理解を目指すには更なる精度の向上が必要である．また，提案手法を活かし，川柳の生成タスクに取り組んでいきたい．

文献

[1] Bowman, S. R, Vilnis, L, Vinyals, O, Dai, A. M, Jozefowicz, R, & Bengio, S. (2015) Generating sentences from a continuous space.

[2] Hitsuwari, J, Ueda, Y, Yun, W, & Nomura, M. (2023) Does human–ai collaboration lead to more creative art? aesthetic evaluation of human-made and ai-generated haiku poetry. *Computers in Human Behavior* **139**, 107502.

[3] Devlin, J, Chang, M.-W, Lee, K, & Toutanova, K. (2019) *BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding*. (Association for Computational Linguistics, Minneapolis, Minnesota), pp. 4171–4186.

[4] Liu, Y, Ott, M, Goyal, N, Du, J, Joshi, M, Chen, D, Levy, O, Lewis, M, Zettlemoyer, L, & Stoyanov, V. (2019) Roberta: A robustly optimized bert pretraining approach.

[5] 中川裕貴, 村脇有吾, 河原大輔, & 黒橋禎夫. (2019) クラウドソーシングによる大喜利の面白さの構成要素の分析. **言語処理学会年次大会発表論文集 25**, ROMBUNNO.B3–2 (WEB ONLY).

[6] 新家完司. (2011) **川柳の理論と実践**. (新葉館出版).

[7] 野林正路. (2014) **詩・川柳・俳句のテクスト分析**. (和泉書院).

[8] Ke, G, Meng, Q, Finley, T, Wang, T, Chen, W, Ma, W, Ye, Q, & Liu, T.-Y. (2017) Lightgbm: A highly efficient gradient boosting decision tree. *Advances in neural information processing systems* **30**, 3146–3154.

教師の学習観変容を継続的に支える教員養成・研修プログラムの構築に向けて
Developing a Teacher Training Program to Transform the Teachers' Learning Perspectives

池田 由紀，益川 弘如
Yuki Ikeda, Hiroyuki Masukawa

聖心女子大学大学院 人文社会科学研究科 人間科学専攻
Graduate School of Humanities and Social Sciences, University of the Sacred Heart, Tokyo
d22yuki0822@u-sacred-heart.ac.jp, masukawa@u-sacred-heart.ac.jp

概要

本研究では，学校現場での構成主義に基づく学習環境の実現に向けて，教員候補者の学習観変容を意図した教員養成研修をデザイン・実施し，研修受講者の研修前後，そして赴任後の変化を追うことを試みた．結果からは，研修前と後で学習観が変容した一方，一部の受講者においては現場赴任後に引き戻された可能性があることが示唆された．今後，現場赴任後の状況を詳しく調べ，養成のみならず現場赴任後に必要だと考えられる教師の学習環境を明らかにしていくことが課題である．

キーワード：教員養成，教師教育，学習科学，協調学習

1. 研究の背景

昨今の学校現場では，構成主義に基づく学習環境デザインへの転換が求められている．一方で，構成主義が表面的な理解にとどまり話し合いやグループ活動を形式的に導入するような実践がなされることも少なくはないという課題がある．教員育成指標の策定や教職科目の内容整理といった外枠の改革は盛んに行われているが，実際の学習環境には教師自身が学びをどのように捉えているかという信念や価値観（学習観）が与える影響が大きいと考えられ，教員養成プログラムはそのレベルまで踏み入る必要があるだろう．子どもたちの主体的・対話的で深い学びを可能にする授業をデザインするためには，まずは教師自身がそのような学びに従事できる教員養成・研修プログラムが必要であるとの指摘もある［1］．本質的な実践の変容に向けては，教師自身が「学び」をこれまで受けてきた教育に基づく経験則のみから捉えるのではなく，経験則を理論をとも照らし合わせながら自らの学習観を絶えず見直し続けていくことが求められ，そのためには教員養成の段階からそのような経験を積むことが重要だと考えられる．

そこで本研究では，第一著者が所属するオルタナティブな教員養成・研修プログラムを展開する認定 NPO 法人 Teach For Japan（https://teachforjapan.org/）をフィールドとして，教員候補者及び教員の学習観変容を意図した教員養成研修をデザイン・実施し，研修受講者の変化を追うことを試みた．

当該団体は，全国の自治体・教育委員会と連携しながら，教育をより良くしたいと考える人材を広く募集・選考・研修し，過去 10 年間で約 60 の自治体に，250 名以上の教師が小中高等学校の現場に輩出してきている．赴任前に約半年から 9 ヶ月程度の教員養成研修を実施し，その後の赴任契約期間である 2 年間も，引き続き研修やコミュニティ形成のバックアップ等を通じて教師の学びをサポートしている．参加者のバックグラウンドは多様で，新卒者から 30 年以上の民間キャリアを持つ者までおり，近年では毎年 40〜50 名程度が本プログラムを通じて学校現場に新規で赴任している．教員不足が深刻化する中で一定の意義がある一方で，これまで実施してきた教員養成研修は，先進的な内容をいち早く取り入れようとする反面，コンテンツは肥大化・断片化し，研修内の対話活動の形式化が起こっていた．結果として知識伝達型の学習方法中心，個人依存型の指導案作成，ハウツー中心の学習内容となっており，受講者の学習観を揺さぶり見直すことを通じて従来型の授業実践から脱却することまでを意図したものではなかった．そこで，本教員養成研修を，教員志望者自身が「観」を変容させ，現場に出てからも周囲と協働しながら授業改善のサイクルを回し続けていくための土台となるように刷新すべく，2020 年 12 月よりデザイン研究［2］を開始した．

研修デザインの刷新にあたっては，学習科学の知見を参照し，1）第一著者が大学院で学習科学の理論を学び，2）団体職員（＝研修設計運営者）ともその学びを共有した上で協働しながら研修デザインを刷新し，3）刷新後の新しい研修を実践しながら改善していく，という３ステップで行った．

2021 年 7 月に開始した刷新後の教員養成研修の主な特徴は，第 1 に，学習方法が対話を中心とする協調学

習がメインになったこと，第 2 に，指導案作成・模擬授業の実施・振り返りまでのサイクルが個人依存ではなくグループ単位で協働しながら行われるようになったこと，そして第 3 に，学習内容に認知科学や学習科学の知見が取り入れられたことなどがあげられる［3］.

本報告では，刷新後の研修を受講した教員候補者の研修前後，そして現場赴任後の変容を追うことで，今後の教員養成・研修をより良いものにしていくために必要だと考えられる要素について検討する.

2. 研究方法

2.1. 対象者

本研究では，2021 年度に実施された刷新後の研修を受講した 38 名の教員候補者（現場赴任後は教員）を主な対象とする. また，ベースラインとして刷新前（2020 年度）の研修受講者 44 名を比較対象とした.

2.2. 対象データ

対象者 38 名は，2021 年 7 月から 2023 年 3 月末までの間に刷新後の教員養成研修を受講し，2022 年 4 月に学校現場に配属された. 彼らは研修期間中，そして学校現場への赴任後に定期的に「セルフアセスメント（以下，SA）」を実施している．SA は，学習観に関連する複数の質問項目（本稿に関連する項目のみ抜粋して表 1 に示す）に対して，その時の自身の考えを言語化し自由に記述するもので，教員候補者（教員）が自らの学びや変化を認識することと，研修設計者がその情報を活用して研修をより効果的なものにすることを目的としている．これまでに，研修開始時，研修中，赴任直前，赴任 6 ヶ月後，赴任 1 年後の計 5 回実施しており，Google フォームから提出された記述内容はオンライン上で共有・蓄積される.

表 1 セルフアセスメント（SA）の質問項目

①「教師」とは，どのような存在ですか．現時点で持っている教師像について記述してください.
②「よい授業」とは，どのような授業のことでしょうか．現時点で持っている授業観について記述してください.
③「評価」とは，何のためにするものでしょうか.

また，受講者は研修終了時に，研修期間中の自らの変化について振り返るためのリフレクションフォーム（以下，RF）にも回答している．RF の項目は多岐にわたるが，学習観の変容を支えた要素に関連が強そうな内容として，表２の 3 項目が挙げられる.

これらのデータを活用し，受講者の学習観の変容の分析と，それを支えたと考えられる要素についての検討を行う.

表 2 リフレクションフォーム（RF）の質問項目

①赴任前研修期間に，あなたの考え方や行動にどのような変化がありましたか.
②その理由をお書きください．また，その成長に寄与していたと思う研修のシステムや内容をお書きください.
③学習科学ゼミでの学びは，今のあなたにどのように生かされていると思いますか.

2.3. 分析方法

SA の記述内容をもとに，刷新後の研修が，教員志望者の学習観の見直しにつながったかどうかを調べるために，質問項目①〜③それぞれに対して４つのカテゴリーを，数字が１から４へと大きくなるにつれて構成主義に基づいた考え方であると仮定して設定した.

例えば①では，1 は，教師は教える存在であると捉えている表現である一方で，構成主義では学習者が主体的に世界と関わることを支援するための環境を整えることに重点がおかれるため，４は環境デザインの視点が入っているものを設定している．3 は，伴走者や支援者といった表現にとどまり，子どもが自ら知識を構成していくための環境をデザインという視点までは見とれないものである．②では，楽しいだけの授業ではなく，知識や思考の深まりがどの程度意識されているかに基づいて設定した．4 は，子どもたち自身から新たな問いが生まれる前向きアプローチ［4］の視点を踏まえて設定している. ③では，評価の考え方が総括的に到達度を把握するのではなく，子どもの状況を見取り次の学びにつなげてく視点がどの程度持てているかを把握するために，児童生徒の学びや教師自身の授業改善につなげる視点がどの程度入っているかにより段階を設定した．表 3 に，分類の一例を示す.

表 3 分類の一例（②「よい授業」）

記述内容	分類
子ども目線で楽しい授業	1
学習者が何かを学ぶことができた，これができるようになったと何かを得ることができる授業	2
すべての学習者が自ら学びに向き合い，周囲の学習者とともに思考を深めながら学ぶことができる授業	3
子どもたちが自らで思考を働かせて，さらに知りたい，学びたいと自然に思えるような問いを生み出すきっかけとなる授業	4

表 4　セルフアセスメント（SA）の記述内容の分析結果（%）

質問項目	カテゴリー	2021 受講者				2020 受講者
		研修開始時 (N=38)	赴任直前 (N=38)	赴任半年後 (N=33)	赴任 1 年後 (N=31)	赴任 1 年後 (N=44)
①教師とはどのような存在か	1. 指導する/教える/知識を授ける・与える	31.6	5.3	10.0	-	18.2
	2. 児童生徒のロールモデルになる	15.8	-	13.3	9.4	20.5
	3. 成長・学習の支援をする	44.7	50.0	33.3	50.0	34.1
	4. 授業や学習環境をデザインする	7.9	34.2	30.3	21.9	-
②良い授業とはどのようなものか	1. 児童生徒が楽しいと感じられる授業	23.7	7.9	20.2	6.3	20.5
	2. 児童生徒が達成感を感じられる授業	13.2	13.2	10.0	18.8	31.8
	3. 児童生徒の知識や思考が深まる授業	5.3	39.5	23.3	25.0	2.3
	4. 児童生徒の深い学びから新たな問いが生まれる授業	-	13.2	16.7	25.0	2.3
③評価は何のためにするものか	1. 児童生徒のレベルの把握 / 説明責任のため	26.3	7.9	10.0	6.3	31.8
	2. 児童生徒の学びの改善のため	28.9	5.3	-	3.1	15.9
	3. 教師の授業改善のサイクルを回すため	13.2	36.8	23.3	40.6	13.6
	4. 2. と 3. の両方	13.2	34.2	46.7	31.3	20.5

3. 結果

3.1. SA 記述内容の分析

まず，刷新後（2022 年度）の研修受講者の変化を時系列でみていく．①では，研修開始時には，カテゴリー1,2 に該当する記述が約半数程度を占めていたが，赴任直前にその割合は大幅に減少した．4.のデザインの視点は，研修前から赴任直前で高まったものの，赴任後の時間の経過とともに割合が減っている．②では，カテゴリー1,2 の割合が高かったところから，赴任直前には 3,4 の割合の方が高くなった．3,4 の合計の割合は，赴任半年後に一時低下したが，1 年後に少し持ち直している．③では，赴任直前時点で増加したカテゴリー3,4 の割合が，赴任後も維持されているように見受けられる．

次に，刷新前（2020 年度）の研修受講者の赴任 1 年後の回答内容との比較を行う．①では，2021 年度受講者の一定数が教師の役割として授業や学習環境のデザインを挙げている一方で，2020 年度受講者は赴任 1 年後の時点で 0%だった．②では，授業における学習過程への着目の違いが見られる．2020 年度，2021 年度ともに学習者中心の授業を強調する記述が一定数あったが，その中身を見ていくと，2020 年度受講者が児童生徒の楽しさや達成感を重視しているのに対し，2021 年度受講者は児童生徒の深い理解や，そこから新たな問いを生み出すことについての言及が見られた．③では，2021 年度は約 70%（3,4 の合計）が子どもの見取りから教師の授業改善につなげるためで
あることに言及している一方で，2020 年度は 30%程度にとどまっている．

上記より，新たな研修プログラムを受講した教職志望者の方が，前年度と比較してより構成主義に基づいた考え方をもって現場に赴任した人数の割合が高くなったことが明らかとなった．一方で，研修で一度変容した学習観が，受講者によっては現場に赴任してから引き戻された可能性があることも示唆された．

3.2. RF の記述内容から

受講者の学習観変容に研修がどのように寄与したかを，RF の記述内容から検討する．表 2 の項目①と②への回答では，学習観の変容に関して述べているものが複数みつかった．代表的なものを表 5 に示す．

表 5　RF（項目①, ②）への記述例

<Y さん>
①：学習観が変わった．学びとは教えられるものではなく，一人一人が深めていくものである，学ぶことは面白いと思えるようになった．教師は子どもの学びの支援者であると考えるようになった．
②：研修を通じて一貫して対話の時間が設けられたことで，なんとなくの理解を言葉で説明しようとしたらできないことに気づくことができた．その気づきから次の問いが生まれて，自分の理解や納得に基づいて学びを深めることができた．自身が経験したことで学びは一人一人違うことを理解できた．
<T さん>
①：研修前は，一方的に子供たちに教えるであったり一人で教育や学習に関する理解を深めようといった感覚や姿勢があったが，現時点では子供たちや他者と共に学びながら子供たちにとってより良い授業や教育を実現していこうといった感覚を持てている．
②：研修での学びや候補生の方達との対話を通じて，子供たちが主体性を持った学習者であることを本質的に理解したり，対話を行い自分とは違った考えや価値観に触れることで学びを深めるといった経験ができたため．

上記から，研修内で自らが対話的な学びの環境に身を置くことにより，知識は相互作用により自ら構成するものであることを体験的に学び，それが理論ともつながったことで自身の学習観が見直されていったことを受講者自身が認識していることがうかがえる.

また，表 2 の③学習科学ゼミでの学びについての記述では,「経験則の見直し」に関する表 6 のような記述も見られた.

表 6　RF（項目③）への記述例

・自分の中で正しいと思っていた固定観念を崩すことができたと思う(子供たちの学びとは，0 からスタートするものと思っていたが，そうではなくこれまでの経験や学びが土台となった素朴概念を改善していくプロセスであることなど). <H さん> ・学習科学ゼミがなければ，現場に入った時に自分が過去に受けてきた授業のみを参考にして授業づくりをしていたと思います. <M さん> ・学習科学を学んだことは学習観の変化に繋がり，学びって面白いなと思えるようになった. モヤモヤをポジティブに捉えることができるようになった. 子ども一人一人違うということを理論的に理解でき，アプローチの仕方を工夫しようと思えている. 自分の役割が教えるというより，学びを支援することだと思えるようになった. <K さん>

この他にも,「子供達のより良い学びを作るために, 子供たちがどのような経験則や素朴概念を持っているかを考えるきっかけや，対話を通した学びを知ることができ，一方的に教えるだけの授業や生徒との接し方はしないようにと心がけるきっかけとなった.」<S さん>,「子どもたちの現状を見て, 素朴理論が何か考えて, 授業を作ろうとする姿勢が身についた」<O さん>などのように，子どもの素朴概念への注目した授業デザインについての言及が見られた. また,「対話の意義を理解できたため必要に応じて積極的に授業にとりいれるようになったとともに，建設的相互作用がおきやすい対話になっているかも考えられるようになった.」<O さん>などのように，自らの対話的な学びの経験を子どもの学びにつなげる表現があったり,「前向きアプローチとは何か, 主体的対話的で深い学びとは何か, 子どもたちが本当の意味で学べる授業にするために教師は何が出来るか, について, 対話を重ねながら検討し続けていくことで，“自分の授業づくりは現状のままで良い”と思うことがなくなり, より良い授業・学びを追求していこうとする姿勢が生まれたのは，学習科学ゼミのおかげだと思います.」<M さん>という，授業を前向きに改善し続けていく姿勢についての記述も見られた.

これらから,「人の学び」についての自身の経験則が見直されただけではなく，そこから子どもの学習環境をデザインする際に一人ひとりが持つ素朴概念に注目する必要性を認識したことや，子ども自身が自ら知識を構成していくために対話的な学びが必要であることを認識したことなどがうかがえる.

4.　考察と今後の課題

本結果から，刷新後の研修デザインが研修受講者の学習観変容に影響を与えたことが示唆され, また, それによってどのように授業をデザインしていく必要があるかについての受講者一人ひとりの納得が生まれたことが見えてきた. 一方で, 学校現場赴任後に一部の受講者の学習観は引き戻された可能性があることも示唆されている.

今後は，学習観が引き戻された受講者と引き戻されなかった受講者の違いについても検討することで，赴任先の学校現場の状況がどのように教師の学習観に影響を与えるのかについての考察を加え，養成段階だけではなく赴任後の研修や支援のあり方を検討していく必要がある.

また，学習観が実際の授業実践や周囲の教員との協働のあり方などにどのような影響を及ぼしているかについても調べることで，実践自体の具体的な変容についても分析していきたい. さらに, 学習科学に基づく教員研修や実践コミュニティの先行事例の調査を通じて, 構成主義の概念を共有し，継続的な改善のサイクルを共創できる実践者と研究者コミュニティの構築に必要な要素の検討も行うことで, より良い教員養成・研修プログラムの構築に貢献していくことを目指す.

文献

[1] 国立教育政策研究所,(2017) “主体的・対話的で深い学びのための教員養成・研修プログラムに関する調査報告書”

[2] Penuel,W., Fishman, B.,Cheng, B. H., & Sabelli,N., (2011) “Organizing research and development at the intersection of learning, implementation,and design.” Educational Researcher, 40(7), pp.331–337.

[3] 池田由紀, (2022) “教師教育者の学習科学に基づく学習観の変容が研修デザインに与える影響―オルタナティブな教員養成プログラムをフィールドとしたデザイン社会実装研究を通して―”, 聖心女子大学大学院論集, 第 44 巻 1 号, pp.108-130

[4] スカーダマリア, M., ブランスフォード, J., コズマ, B., クエルマルツ, E., (2014) “知識構築のための新たな評価と学習環境”, 21 世紀型スキル：学びと評価の新たなかたち, 三宅なほみ, 監訳. 益川弘如・望月俊男, 編訳. グリフィン, P., マクゴー, B., & ケア, E,. 編. 北大路書房

鏡を見ながらの試飲が嗜好性飲料のおいしさに与える影響

中田龍三郎
（北星学園大学 社会福祉学部 心理学科）

はじめに

本研究の目的は嗜好性飲料を鏡を見ながら試飲することがヒトのおいしさの認知に与える影響の検討である。ヒトの食行動は栄養摂取のためだけにあるのではなく、おいしさを求める行動であるといえる。そのおいしさは舌で感じる味覚など感覚・知覚レベルの処理だけの影響で生じるわけではなく、認知レベルで心的状態や環境の情報など様々な心的な処理を経て経験される。すなわち、おいしさは舌で感じるあじとも異なり、こころで感じるものであるといえる（中田 2022a）。

これまで食場面における他者の存在、特に他者とともに食べる“共食”行動がヒトの社会的行動や食行動に影響することがわかっている。たとえば共食は人間同士の社会的結びつきを強め(Meier et al. 2012)、日常的な共食の有無は集団の成績にも影響する(Kniffin et al. 2015)。共食はおいしさなど食認知（および食事中の生活の質:QOL）にも影響する(Boothby et al. 2014, Bellisle & Dalix 2001)。

その一方で、社会的食事（共食）は少子高齢化が進む日本において急速に失われており、孤食が顕著に増加している。孤食が心身の健康に与える影響は社会調査や相関研究によって指摘されてきた（Donini et al. 2003; Tani et al. 2015）。しかし孤食と共食のメカニズムについては不明な点が多い。リアルな共食場面ではなく、実際には孤食であるが共食を想起させる何らかの情報があれば、それでも共食と同様に食事がおいしくなることはあるのだろうか。これまで共食の効果について検討してきた研究は基本的に他者との共食を前提として研究されており、この検討は進んでいなかった。

そこで応募者は高齢者や大学生を対象に、鏡（あるいは自己映像）を見ながら食品（ポップコーンやチョコレート）を摂取する際のおいしさについて実験的に検討した。その結果、鏡や自己画像の前での食事は孤食にかかわらずおいしく感じることがわかった (Nakata & Kawai 2017)。注意機能の変化や刺激特性の違いに注目した以後の詳細な検討から、この現象は自己映像による効果ではなく、自己映像をきっかけとして心的に他者を感じることによって（実環境に他者がいないため、実情は孤食であっても）擬似的な共食として実際の共食と同様の食認知への効果が生じたと推測された (Nakata & Kawai 2017，中田・川合 2020，Kawai, Guo, & Nakata 2021a, Kawai, Guo, & Nakata 2021b)。この手法によって擬似的共食が実際の共食同様に食認知にポジティブに作用することが明らかになった。

共食による効果はおいしさの向上よりも摂取量の増加のほうがより顕著なことが多い。鏡による効果について、おいしさの向上と摂取量の増加は同じメカニズムで生じているのだろうか、それとも異なるメカニズムによるのだろうか。この問いについて現時点での検討はなく不明である。そこで栄養摂取的観点の強い食品摂取場面ではなく、より嗜好性が強い飲料（たとえばコーヒーや茶）を「喫茶」する場面で鏡の効果を検討し、量の摂取が目的ではなく、味や匂いを楽しむ食行動でも鏡の効果が生じるか実験的に検討することから共食の効果の一側面を考察することが本研究の目的である。

方法

2.1. 実験参加者

大学生 28 人（女性 22 名、平均年齢 19.8 歳）を実験参加者とした。実験で使用した飲料への忌避やアレルギーがないことを全実験参加者で確認した。

2.2. 刺激

本研究の基本的手続きは Nakata & Kawai (2017)および中田 (2022)に準じている。鏡を見ることのおいしさへの影響を検討するため、食事環境を２水準（鏡あり条件、鏡なし条件）で変化させてこれを独立変数とし、被験者内計画で実施した。すなわち、実験ブースの卓上に実験参加者の上半身が写るサイズの鏡（横 57 cm × 縦 71 cm）もしくはその鏡を裏返して鏡面が見えなくしたものを設置し、実験参加者はその前に座って試飲をおこなった（**図１**）。

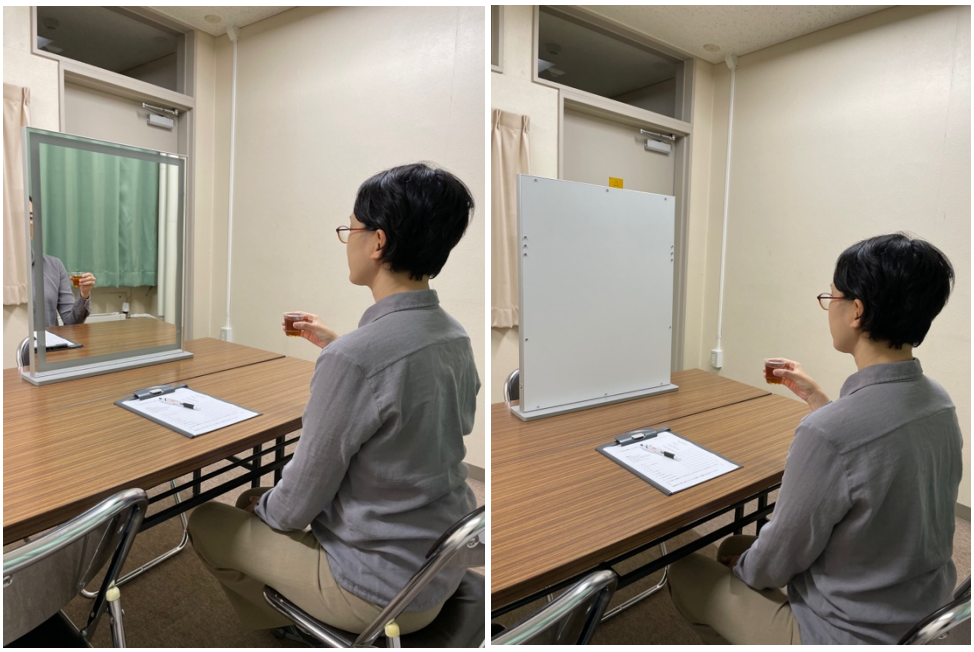


図１．実験のイメージ(画像は中田 2022 の中国茶による実験より)、左は鏡あり条件、右は鏡なし条件

新型コロナ感染症の現状と食品衛生に配慮したうえで、摂取する飲料として市販のコーヒー飲料を使用した（株式会社 UCC 社製、贅沢なカフェオレ）。保温機で約 50℃を維持したうえで約 110ml のプラ製のコップに入れ替えて参加者に提示した。両条件で同一の飲料を試飲したが、実験参加者に同一の飲料であることや商品名は明示しなかった。

2.3. 手続き

インフォームドコンセントののちに、飲料を２回試飲してその印象について質問紙に回答することを教示した。天然水を使用した練習試行の後に、実験参加者はランダムな順番で両条件を経験した。質問紙は飲料の味や現在の気分に関する７項目（飲料のおいしさ、もっと飲みたいか、甘さ、苦さ、香りの良さ、集中できたか、気分の良さ）を６段階（6：非常によく当てはまる～1：まったく当てはまらない）で評定するものであった。

2.4 研究倫理面への配慮

本研究は北星学園大学研究倫理委員会の審査を経て実施された（倫理審査承認番号：22-研倫第２号）。なおインフォームドコンセントや参加・中止の自由についての確認、個人情報保護の保護とデータ管理についての明示に加えて、コロナ禍での対面実験実施に際して、実験実施前の検温と手指のアルコール消毒、試飲時以外のマスク着用、実験前後の機器の消毒、空気清浄機や窓の開放などによる定期的な換気、実験者と実験参加者間の対人距離や同室時間、会話への考慮などを徹底して実施した。

結果

評定項目の結果を項目別にまとめ、**図２**として示す。上記７項目それぞれについて対応のあるｔ検定を実施したところ、おいしさ($t(27) = 2.34, p < .05$)、また飲みたい($t(27) = 2.52, p < .05$)、香りの良さ($t(27) = 3.68, p < .01$)、集中できたか($t(27) = 3.02, p < .01$、気分の良さ($t(27) = 3.60, p < .01$)について統計的に有意な差が示された。いずれも鏡あり条件の方がより高い評定値になっていた。一方で甘さ、苦さについては統計的に有意な差は示されなかった。また試飲した際の摂取量について測定したところ、統計的に有意な差は示されなかった。

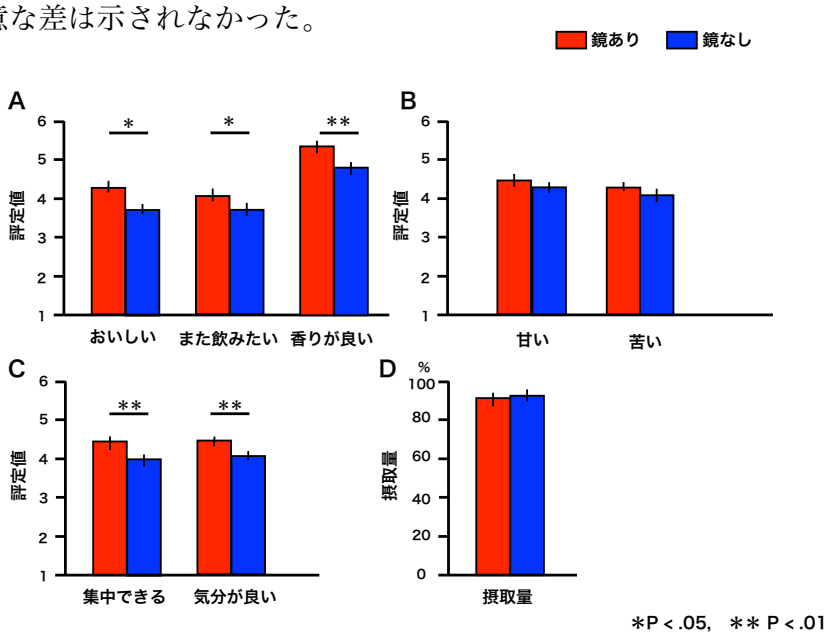


図２．評定値の結果： A はあじの認知的側面、B は味覚的側面、
C はあじ以外の認知的側面についての質問。D は摂取量

考察

鏡を見ながら嗜好性飲料を試飲すると、実際には１人で試飲しているにもかかわらず、鏡がない条件に比べて飲料をおいしく感じることがわかった。一方で鏡の有無では甘さや苦さといった味覚に差は生じなかった。これは先行研究（Nakata & Kawai 2017）と同様の傾向であり、鏡の存在は味覚やその他の感覚といった知覚レベルではなく、各感覚情報の統合を経た後の認知レベルで影響を与えたと考えられる。また試飲時の摂取量については差が見られなかった。嗜好性飲料においては試飲する量に対

する効果は弱いのかもしれない。ただし天井効果によって差が示されていない可能性もある。

栄養摂取的観点の強い食品摂取場面ではなく、より嗜好性が強い飲料でもおいしく感じたことは、味や匂いを楽しむといった必ずしも「多く摂取する」ことが求められない食行動でも鏡の効果が生じることを意味しているだろう。食の社会的促進の研究では社会的刺激が食品の摂取行動を促進することが特に強調されるが、社会的刺激が摂取行動を促進する効果と「おいしさ」などのより心的な要素へ与える効果は異なるメカニズムで作用しているのかもしれない。今後より詳細に検討する必要があるだろう。

これまでの食品を対象とした鏡の効果の研究では、香りに対する効果は検討されていなかった。本研究において鏡の有無で飲料の香りの良さに効果があったことは、本研究の新たな発見と言える。冷たい中国茶飲料で同様の検討をした際（中田 2022b）にも香りに対する効果は示されており、鏡による自己像の提示は嗜好性飲料ではあじとしての効果よりも心理的な香りの良さにより安定した効果を示すのかもしれない。

今回の実験では、特定の香りの強度などの嗅覚情報についての影響は調べられていないが、飲料が本来有している香りを鏡によってより良く感じたことは、心理的な香りの嗜好にも鏡を見ることの影響があったことを示唆する。鏡を見ながら喫茶することでより集中できる感覚や気分のよさも生起しており、鏡を見ることによる食認知の効果は、食品をおいしく感じることだけでなく、ストレス緩和やリラックス効果、あるいはパフォーマンスの向上といった心理・行動面へも影響する可能性がある。

引用文献

中田龍三郎 (2022)　他者と食べる共食の効果，鏡の効果 (山野善正監　味以外のおいしさの科学), 261-272，株式会社 NTN.

Kniffin KM, Wansink B, Devine CM, Sobal J. Eating together at the firehouse: how workplace commensality relates to the performance of firefighters. Hum Perform.　2015; 28: 281-306. doi: 10.1080/08959285.2015.1021049 PMID: 27226698

Boothby EJ, Clark MS, Bargh JA. Shared experiences are amplified. Psycol Sci.　2015; 25: 2209-2216. doi: 10.1177/0956797614551162 PMID: 25274583

Bellisle F, Dalix AM. Cognitive restraint can be offset by distraction, leading to increased meal intake in women. Am J Clin Nutr. 2001; 74: 197-200. PMID: 11470720

Donini LM, Savina C, Cannella C. Eating habits and appetite control in the elderly: the anorexia of aging. Int Psychogeriatr. 2003; 15: 73-87. doi: 10.1017/S1041610203008779 PMID: 12834202

Tani Y, Sasaki Y, Haseda M, Kondo K, Kondo N. Eating alone and depression in older men and women by cohabituation status: the JAGES longitudinal survey. Age Ageing. 2015; 44: 1019-1026. doi: 10.1093/ageing/afv145 PMID: 26504120

Nakata, R., & Kawai, N. (2017) “The “social” facilitation of eating without the presence of others: Self-reflection on eating makes food taste better and people eat more”, *Physiology & Behavior*, 179, 23-29

中田龍三郎・川合伸幸 (2020) “社会的な存在-他者-をプロジェクションする”，認知科学，26，86-97.

Kawai, N., Guo, Z., & Nakata, R., (2021) “Watching a remote-video confederate eating facilitates perceived taste and consumption of food”, *Physiology & Behavior*, 238, 113469

Kawai, N., Guo, Z., & Nakata, R., (2021) “A human voice, but not human visual image makes people perceive food to taste better and to eat more: "Social" facilitation of eating in a digital media”, *Appetite*, 167, 105644-105653

中田龍三郎 (2022)　鏡を用いた擬似的共食が嗜好性飲料のおいしさに与える影響，日本基礎心理学会第４１回大会.

形の判別に関する系列依存性を反応時間から考える
Serial dependence on shape classification in terms of response time

森本　優洸聖[†]，牧岡省吾[‡]
Yukihiro Morimoto, Shogo Makioka
[†]大阪府立大学，[‡]大阪公立大学
Osaka Prefecture University, Osaka Metropolitan University
sza02290@st.osakafu-u.ac.jp

概要
系列依存性は，直前の情報によって知覚や判断が変化する現象である．本研究は，系列依存性が形の判別において生じるかを追試した．また従来の刺激の主観的等価点での分析に加えて反応時間分析を行い，系列依存性が反応時間に影響するも検討した．
その結果，形の判別の系列依存性が確認された．また反応時間においても系列依存性が確認された．これらは過去の刺激の影響が刺激の判別に関する基準点そのものに影響することを示唆している．

キーワード：系列依存性，視覚，図形

1. はじめに

系列依存性(serial dependence)は知覚や判断が直前の知覚や判断に引き付けられる現象である[5, 11]．この現象は，傾き知覚[5]、数知覚[6]、顔の表情知覚[8]，形の知覚[4]など，視覚を中心に多くの刺激で確認されている．ターゲットの遅延再生法，強制二肢選択法など複数のパラダイムで観測されており，知覚判断一般に発生すると考えられている．この現象は，ノイズが多く，連続性を持つ環境の中で安定した知覚世界を成立させるための仕組みの一つとして注目されている．一般にこの現象は，過去の刺激や反応履歴がターゲット刺激の再生や判別における主観的等価点にどのような影響を与えるかで測定されている．また系列依存性の強さに影響を与える要因として刺激自体の不確実性が挙げられており，曖昧な刺激を判断する際には過去の刺激により大きく引き付けられることが報告されている[2]．発生機序に関しては，低次知覚処理と意思決定過程に関わる高次な処理のいずれが主であるかで議論があり、最近の研究では高次処理の結果が低次処理に影響を与えるトップダウンの側面が大きいという見解が有力になっている[3, 10]．

本研究では Collins ら[4]の正方形と円の図形判別課題における系列依存性のオンライン実験を実験室実験で再現し、過去の刺激の形による PSE の違いを追試するとともに，反応時間を測定することにより判断に至るまでの過程を捉えることで系列依存性の発生機序の考察を試みる．実験は，追試にあたる図形判断の強制二肢選択課題と，刺激が知覚されるまでの時間を計測する Go/No-go 課題の二つから構成されており，参加者には両課題を連続して行ってもらった．

2. 方法

実験参加者

大阪公立大学の学生　23 名．参加者数は先行研究[4]の参加者数 22 人を参考に募集を行った．本実験は大阪公立大学現代システム科学研究科研究倫理委員会の承認を得て行われた．

使用機器等

PC，ディスプレイ（ASUS，VG248），キーボード.実験の制御は Linux (Ubuntu 16.4)上の MATLAB 及び
psychtoolbox 3 を用いて行った．実験参加者はディスプレイから 50cm の距離に座って実験を行った．

独立変数と従属変数

独立変数は正方形から円までを連続的に変化させた図形の形(11 条件)であった．本稿では，刺激の条件は正方形を 0，円を 1 とした際に等間隔になるように小数値で刺激の形を示す．この値を形状値と呼ぶ．また実験後に決定する説明変数として，1 試行前の刺激の形が正方形と円のどちらにより近いか(2 条件)を用いた。従属変数は，正方形か円であるかの参加者の判別結果と反応時間であった．

使用刺激

ターゲットは正方形と円およびその間で連側的に変化する図形 11 種類であった．すべての図形の面積は可能な範囲で近い値になるように操作した．図形は灰色で塗りつぶされており，画面背景は黒色．注視点は十字を用い，刺激と同じ灰色だった．

実験手続き

図 1 に示すように、注視点の後ディスプレイ中央に刺激が呈示された．

強制二肢選択課題ではターゲットへの反応として、図形が正方形に近ければキーボードの→キー、円に近

ければ←キー(カウンターバランスとして逆の場合もある)を押すように教示した。参加者には，本課題に正解はないが参加者本人の基準において出来るだけ速く反応することを求めた．強制二肢選択課題の試行数は図形 11 種類 × 6 回の繰り返し 10 ブロックで計 660 試行．ブロック内の刺激の順番はランダムだった，

Go/No-go 課題では，図形が出ればどんな形であってもスペースキーをできるだけ速く押すことを教示した．強制二肢選択課題とは異なりターゲットが出ない試行が 1 ブロックに 6 試行含まれていた．よって試行数は図形の種類 12 種類 (No-go 試行を含む) × 6 試行 × 10 ブロックで計 720 試行．ブロック内の刺激順番はランダムだった．参加者は両課題で合計 1,380 試行を行った．総実験時間は約 60 分だった．

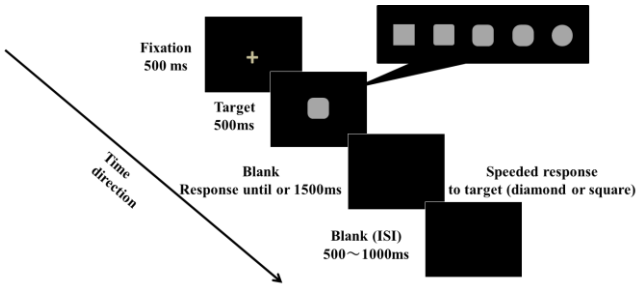


図 1. 課題の流れ

参加者は強制二肢選択課題と Go/No-go 課題のいずれかを先に行った．また課題のブロック毎には参加者が任意で延長できる最低 15 秒の休憩時間が設けられた．参加者にはコースクレジットもしくは 1,000 円の謝金を支払った．

3. 結果

本分析では強制二肢選択課題について各参加者の結果に Psychometric function を当てはめた。図 2 では平均正答率に基づく Psychometric function と刺激条件ごとの平均反応時間を示した。横軸は前述の形状値である．PSE は、参加者が半分を正方形、半分を円形と回答した刺激に対応しており、平均 PSE は 0.745(*SD*:0.097)だった.平均 PSE が 0.5 より大きいということは、正方形に対して反応の偏りがあることを意味する．

Psychometric function の分析では，前の試行で提示された形状によって PSE が異なるかを確認した．正方形に近い刺激(0-0.4)が先行する試行での平均 PSE は 0.754(*SD*:0.100)，円に近い刺激(0.6 - 1)が先行する試行では 0.731(*SD*:0.105)であった．対応ありの t 検定の結果は $t(22) = 2.721$, $p = 0.012$, $d = 0.23$ で有意差があった．小さい効果量であるが、1 試行前の刺激が円に近い場合円を選択しやすいことが示された(その逆の正方形の場合も同じ).

さらに，強制二肢選択課題の反応時間について，前試行が円に近いか，正方形に近いかによって形状値毎の平均反応時間が異なるかを検討するために被験者内 2 要因分散分析を行った．要因は 1 試行前の刺激が正方形に近い(0-0.4)か，円に近い(0.6-1)の 2 水準と現試行の形状値の 11 水準．1 試行前の刺激要因に有意差 $F(1,22) = 9.441$, $p = 0.006$, partial $\eta^2 = 0.300$，形状値要因に有意差 $F(2.62,57.59) = 21.871$, $p = 6.04 \times 10^{-9}$, partial $\eta^2 = 0.499$，および交互作用に有意差 $F(10, 220) = 6.341$, $p = 1.52 \times 10^{-8}$, partial $\eta^2 = 0.224$ が認められた. 下位検定の結果，1 試行前の刺激が正方形に近い場合と円に近い場合を比べると形状値が 0 から 0.6 までの間は有意差があり． 1 試行前が正方形のときに反応時間が短かった．0.7-1 の形状では 1 試行前の形状による影響があるとはいえなかった．

また形状値に対する反応時間の変化を見ると，最も反応時間が長い形状値を中心に山形になっている．山のピークを参加者毎に算出するために平均反応時間を y として，形状値(0-1)を x とした関数 $y = a \cdot x^2 + b \cdot x^3 + c \cdot x^4 + d$ で最小二乗法を使って回帰した．回帰した結果の平均パラメーターのプロットを図 3 に示す．その結果，最も反応時間が遅い形状値の平均は 1 試行前の刺激が正方形に近い場合では 0.803 (*SD*:0.115)，円に近い場合は 0.741 (*SD*:0.138)であった．対応ありの t 検定の結果は $t(22) = 3.06$, $p = 0.006$, $d = 0.481$ であり，有意差があった．つまり，1 試行前の刺激が正方形に近い場合と円に近い場合では反応が最も遅くなる形状値が異なり，1 試行前が円に近い場合では，現試行の刺激が正方形に近い形状値で最も遅い反応時間になっていた(これは逆も言える)．この差は psychometric function での PSE の変化と対応していると考えられる．

次に図 4 に Go/No-go 課題の平均反応時間を示した．Go/No-go 課題の反応時間でも前試行が円に近いか，正方形に近いかによって形状値毎の平均反応時間が異なるかを検討するために被験者内 2 要因分散分析を行った．要因は 1 試行前の刺激が正方形に近い(0 - 0.4)か，円に近い(0.6 - 1)かの 2 水準と，現試行の形状値の 11 水準だった．1 試行前の形状値要因($F(1, 22)=0.504$, $p=0.485$, partial $\eta^2=0.022$)，現試行の形状値要因($F(10, 220)=0.926$, $p=0.510$, partial $\eta^2=0.040$)，交互作用のいずれも有意差はなかった($F(4.24, 93.28)=1.428$, $p=1$, partial $\eta^2=0.061$)．よって Go/No-go 課題においては刺激の形や過去の刺激の形による反応時間の変動があるという証拠は得られなかった．

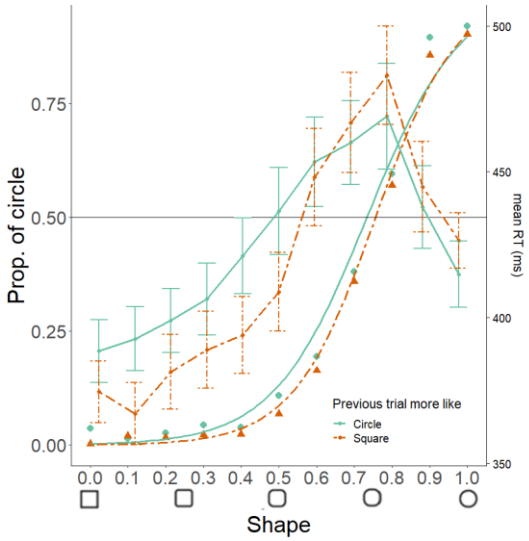


図 2. 強制二肢選択課題での形毎の参加者全体の平均 RT と参加者全体の円を選んだ割合の Psychometric function. 直前試行の形が円と正方形どちらに近いかで線種を分けている．また誤差棒（標準誤差）のある方が反応時間を示す．

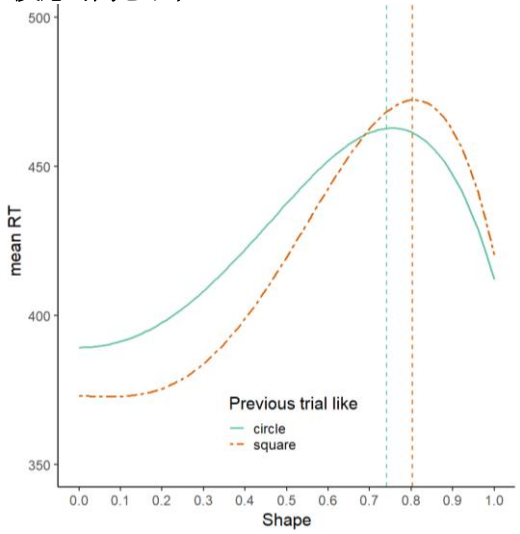


図 3. 強制二肢選択課題での形毎の平均 RT を参加者毎に多項式モデルで近似した際の，平均パラメータでのプロット．線種は直前試行の形が円と正方形どちらに近いかを示す．点で書かれた垂直線はそれぞれの最も反応時間が遅い形状値を示す．

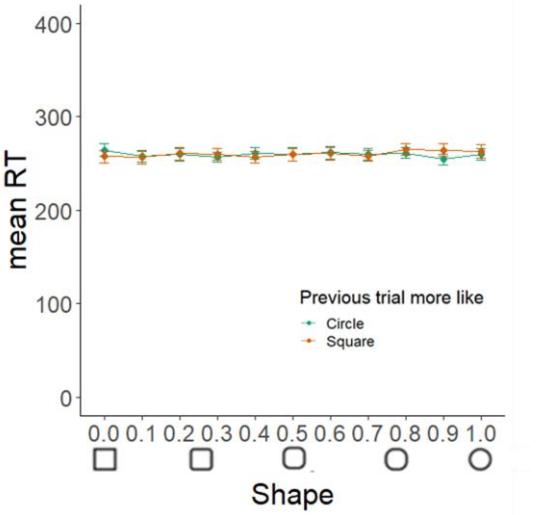


図 4. Go/No-go 課題での形毎の参加者全体の平均 RT. 直前試行の形が円と正方形どちらに近いかで色を分けている．

4. 考察

本研究では，図形判別課題における系列依存性が追試できるか，また判別課題における反応時間によっても系列依存性が確認できるかを検証した．

その結果，図形の判別についての PSE の分析より，Collins ら[4]の実験結果と同様の結果が得られ，1 試行前の形状値が円に近い場合は，正方形に近い場合と比べて円と判別しやすくなることが確認できた．

平均反応時間の分散分析の結果からは，1 試行前の刺激によるプライミングと解釈できる現象が，正方形に近い形状値において見られた．つまり 1 試行の前の刺激が正方形に近い場合は円に近い場合と比べて，現試行が正方形に近い形状値への反応時間が短くなっていた．この逆の現象については分散分析の下位検定の結果からは得られなかったが，平均反応時間のプロットからは 1 試行前が円に近い場合と正方形に近い場合を比べた際に，現試行が円に近い形状値では 1 試行前が円に近い方の反応時間が短い傾向が見られる．これらは前試行と同じ判断をする場合に反応時間が短くなるという現象の存在を示唆する．円に近い場合に有意差が見られなかったのは，円だと判別される割合が刺激全体の中で相対的に少なかったためだと考えられる．

上記は，1 試行前の刺激が現在の試行の反応時間に影響を与えることについての解釈であるが，もう一つの観点として，現在の試行における反応時間のピーク（最も反応が遅くなる形状値）の変化の分析がある（図 3）．この分析は判断を行う際の形状値の基準点

の変化を捉えている．判別しやすい対象，つまり極端な特徴をもつ対象では，弁別反応に必要な反応時間が短く，判別しにくい中間的な特徴を持つ場合は反応時間が長くなることは一般的に知られている．本実験では，判別しやすい刺激は形状値が 0 や 1 のものであり，判別しにくい刺激は PSE 付近の形状値 0.7 と 0.8 のものであった．最も反応時間が遅くなった形状値は，1 試行前の刺激の形によって有意に変化していた．1 試行前が円に近い場合は，1 試行前が正方形だった場合に比べて，現試行の刺激が正方形に近い形状値で最も遅い反応時間になることが確認でき(逆も同じ)，1 試行の前の刺激の形が反応時間に対しても影響することが示唆された．

Go/No-go 課題の反応時間の分析では，1 試行前の刺激の形や，現試行の形状値によって反応時間の変化は見られなかった．強制二肢選択課題でみられた効果は，刺激の検出に関する処理には影響しないようである．過去の刺激の影響は，刺激の検出に関する処理よりも高次な，刺激の特徴処理以降の寄与によって発生していると考えられる．これは，これまでの系列依存性の研究における高次の表象がのちの知覚や判断に影響しているという結果と一致している[7, 9].

一方で，高次表象の影響を考える際には，刺激自体ではなく反応の影響が強い影響を与えるという見方[1, 10, 9]もあり，今後は過去の反応について着目した分析も含めて形の判別に関する系列依存性の検討を進める必要がある．

5. 結論

本研究では，図形判別に関する系列依存性の実験を追試し，反応時間を含めて分析を行った，その結果，1 試行前の刺激によって判別に関する PSE が異なり，反応時間の分布も変化するという系列依存性が確認できた．これらは過去の刺激が判別に関する基準点を変化させ，反応時間にも影響することを示唆する．またこの現象は Go/No-go 課題では見られず，強制二肢選択課題でのみ見られたことから，刺激の検出に関わる低次処理ではなく，刺激の特徴に関する処理以降において発生することが示唆された．

6. 参考文献

[1] Akaishi, R. et al. 2014. Autonomous Mechanism of Internal Choice Estimate Underlies Decision Inertia. Neuron. 81, 1 (Jan. 2014), 195–206. DOI:https://doi.org/10.1016/J.NEURON.2013.10.018.

[2] Ceylan, G. et al. 2021. Serial dependence does not originate from low-level visual processing. Cognition. 212, (Jul. 2021), 104709. DOI:https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104709.

[3] [Cicchini, G.M. et al. 2018. The functional role of serial dependence. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences. 285, 1890 (2018), 20181722. DOI:https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1722.

[4] Collins, T. 2022. Serial Dependence Occurs at the Level of Both Features and Integrated Object Representations. Journal of Experimental Psychology: General. 151, 8 (2022). DOI:https://doi.org/10.1037/xge0001159.

[5] Fischer, J. and Whitney, D. 2014. Serial dependence in visual perception. Nature Neuroscience. 17, 5 (Mar. 2014), 738–743. DOI:https://doi.org/10.1038/nn.3689.

[6] Fornaciai, M. and Park, J. 2018. Serial dependence in numerosity perception. Journal of Vision. 18, 9 (Sep. 2018), 15. DOI:https://doi.org/10.1167/18.9.15.

[7] Fornaciai, M. and Park, J. 2022. The effect of abstract representation and response feedback on serial dependence in numerosity perception. Attention, Perception, & Psychophysics 2022. (May 2022), 1–15. DOI:https://doi.org/10.3758/s13414-022-02518-y.

[8] Liberman, A. et al. 2016. Serial dependence promotes object stability during occlusion. Journal of Vision. 16, 15 (Dec. 2016), 16. DOI:https://doi.org/10.1167/16.15.16.

[9] Morimoto, Y. and Makioka, S. 2022. Serial dependence in estimates of the monetary value of coins. Scientific Reports. 12, 1 (Nov. 2022), 20212. DOI:https://doi.org/10.1038/s41598-022-24236-z.

[10] Pascucci, D. et al. 2019. Laws of concatenated perception: Vision goes for novelty, decisions for perseverance. PLoS Biology. 17, 3 (Mar. 2019), e3000144. DOI:https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000144.

[11] Pascucci, D. et al. 2023. Serial dependence in visual perception: A review. Journal of Vision. 23, 1 (Jan. 2023), 9. DOI:https://doi.org/10.1167/jov.23.1.9.

形容詞のもつ聴覚的特性は抽象性の基盤となる
The abstractness of adjectives is grounded on the auditory properties

望月 正哉[†]，太田 直斗[‡§]
Masaya Mochizuki, Naoto Ota
[†]日本大学 [‡]名古屋大学 [§]日本学術振興会
[†]Nihon University, [‡]Nagoya University [§]Japan Society for the Promotion of Science
mochizuki.masaya@nihon-u.ac.jp; naoto.dot.ota@gmail.com

概要

本研究では，形容詞の情動価と 7 つの観点に関する感覚強度を収集することで，感覚強度が抽象性にどのように寄与するのかを探索的に検討した. その結果, 聴覚の強度と抽象度の間に有意な正の相関がみられたほか, 特定の感覚への関与を示す度合いが低い, すなわち複数の感覚への関与度が高い形容詞の抽象度は高かった. 本稿では, さらに抽象度と感覚情報の関連について議論する.

キーワード：単語，概念，感覚，抽象性，身体性認知

1. はじめに

概念や単語に関する認知科学的研究では，その意味を反映する特性が見出されており，近年では概念の感覚的特性や運動的特性が注目されている．Lynott et al.[1]は，英単語 40,000 語に対して，知覚や行為の強度（単語の意味と知覚や行為との関わりの強さ）を評定させたコーパス（基準表）を作成し，頻度などの変数を統制したうえで感覚や行為の強度が単語認識を有意に説明することを示している．このようなコーパスは概念や単語と身体との関わりを検討する際に有効である.

ところで，近年では感覚や運動との関わりが小さいと考えられる抽象的な概念がどのように表象されているかが注目されている．このようなテーマの研究では，抽象概念も具象概念と同様に感覚的情報に基盤化されているという立場[2]や，感情価に基盤化されているという立場, 言語的･社会的相互作用に基盤化されており感覚的情報の影響は小さいという立場がある[3]．本研究では, 単語や概念の抽象性･抽象化の基盤にある要素を探索するために感覚的特性と単語の意味の関連性を検討する. ここでは, 感覚との関わりについてこれまでも検討されてきた[4,5]形容詞を対象とする. 具体的には, 情動価と感覚強度を収集するとともに，頻度や親密度など既存の指標，そして抽象度との関連を検討することで，感覚強度が抽象概念の表象にどのように寄与するのかを探索的に検討する.

2. 方法

2.1. 参加者

クラウドワークス（https://crowdworks.jp/）を通じて募集に応じた 91 名が調査に参加した．このうち感情価は 23 名（女性 11 名，男性 12 名，平均年齢 39.87 歳，$SD = 9.90$）が評価した. 最終学歴は, 中学卒業が 3 名, 高校卒業が 6 名, 大学学部卒業が 14 名であった. また, 感覚強度は 68 名（女性 23 名, 男性 43 名, 未回答 2 名, 平均年齢 41.94 歳，$SD = 8.83$）が評価した．最終学歴は，高校卒業が 7 名，大学学部卒業が 58 名，大学院修了が 3 名であった．参加者は調査の謝礼として回答終了後に 500 円を受け取った.

2.2. 刺激

261 語のい形容詞を用いた．これらの形容詞は，今回収集する評定との関連を検討することを可能とするために，既存の日本語語彙データベース[6-11]に情報が記載されているものであった．さらに，本研究では，文字・言語レベルの指標として，単語を 1 文字だけ別の字に置き換えたときにできる単語の数を示す隣接語の指標も含めた．隣接語には音韻的隣接語数と形態的隣接語数がある. 隣接語数の計算は, 分類語彙表増補改訂版[5]を用い，音韻的隣接語数は「読み」に基づいてモーラ単位で計算した．また，形態的隣接語数は「見出し本体」に基づいて計算した．感情価評定では 1 人の参加者が 261 語の形容詞をすべて評定した．感覚強度の評定では 261 語をランダムに 2 リスト（131 語と 130 語）にわけ，参加者は 2 つのリストのうちどちらか 1 つを評定した. なお, 本研究では抽象度の関連を検討するために既存の抽象度コーパス[12]を用いた．この際，このコーパスには，本研究で使用した 261 語のうち 13 語の情報が含まれていなかったため，結果では情報のあっ

た 248 語の結果について報告する.

2.3. 手続き

調査用のプログラムは lab.js[13]を用いて作成し，Pavlovia（https://pavlovia.org/）を通じて公開した.

感情価の評定では,『提示された形容詞が示す内容が,否定的な（不快な）感情から肯定的な（快の）感情の間のどこに位置づけられるかを評価してください（抜粋)』という教示を提示した. そのうえで, それぞれの形容詞に対し,「不快（否定的な感情)」から「快（肯定的な感情)」までの 7 段階の選択肢のなかから，もっとも当てはまるものを選択させた．調査では，261 単語を 3 つ（87 単語ずつ）のページに分け，参加者はランダム順で各形容詞に当てはまる感情価を選択した. また, 参加者が各項目を読んだうえで評定しているかを確認するために，261 の形容詞に加えて，ランダムな位置で「面白い」と「悔しい」の教示確認語を入れ，それぞれの形容詞は必ず中点である「どちらでもない」を選択するように教示した.

感覚強度の評定では,『ここでは，提示された形容詞が示す内容が，それぞれの感覚でどの程度体験することができるかを評価してください．画面上に形容詞が一つずつ提示されますので，その形容詞が指し示す内容について，視覚（見ることで感じる)，聴覚（聞くことで感じる)，触覚（触ることで感じる)，味覚（味わうことで感じる)，嗅覚（嗅ぐことで感じる)，深部感覚（筋肉や骨で感じる)，内臓感覚（内臓で感じる）という観点から評価してください』と教示した. そのうえで 261 の形容詞と 2 つの教示確認語を一つずつ画面に提示し，それぞれの単語に対して，視覚，聴覚，味覚，触覚，嗅覚，体性感覚，内臓感覚の 7 つについて,「1. 全く感じることができない」から「7. 強く感じることができる」の 7 件法で回答させた．教示確認語については, すべて中点である「4」を選択するように教示した.

2 つの調査とも形容詞の評価のあとに性別，年齢，最終学歴, 母国語を尋ねた. これらの項目に回答した参加者は謝礼支払い用のコードを受け取り， 調査を終了した．回答は参加者ペースに任せ，感情価の調査は 10 分程度，知覚強度の調査は 30 分程度で終了した.

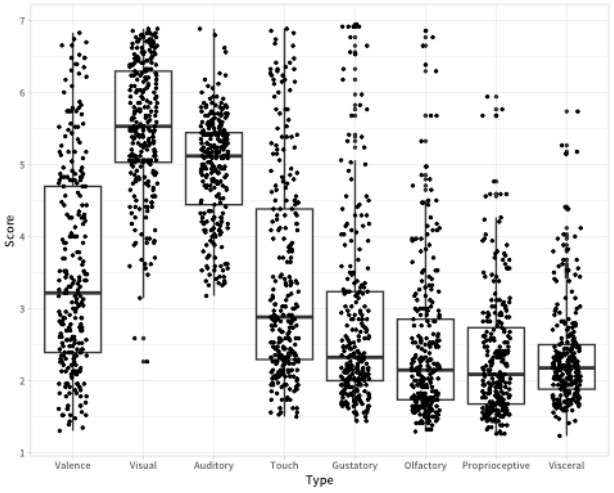
3. 結果

3.1. 感覚強度の分布

分析に先立ち，感情価と感覚強度の評定について単語ごとに平均値を算出し，その単語における評定値とした．また，Lynott et al.[1]に従い，個別の概念における特定の感覚への関連の強さを示すモダリティ独占性（modality exclusivity）を算出した．具体的に，モダリティ独占性は，概念ごとに感覚強度の最大値から感覚強度の最小値を減じ，感覚強度の合計で除すことで算出した. この値が高いほど, 特定のモダリティの強度が高いことを示し，値が低いと複数のモダリティが同程度に関わっていると評価されたことを示す．これらのデータは OSF（https://osf.io/q7v5c/）から参照できる.

情動価と 7 つの感覚強度の評価の分布を Figure 1 に示す．情動価はやや不快を中央として広い分布がみられていた. 感覚強度については, 視覚と聴覚の次元が全体的に高かった一方で, それ以外の感覚については「感じることができない」に近いところで評価が分布していた．これらの評価はイタリア語の形容詞に対する感覚強度を収集した Morucci et al.[14]の結果とほぼ一致している.

Figure 1 Box and dot plots of emotional valence and sensory strength ratings.

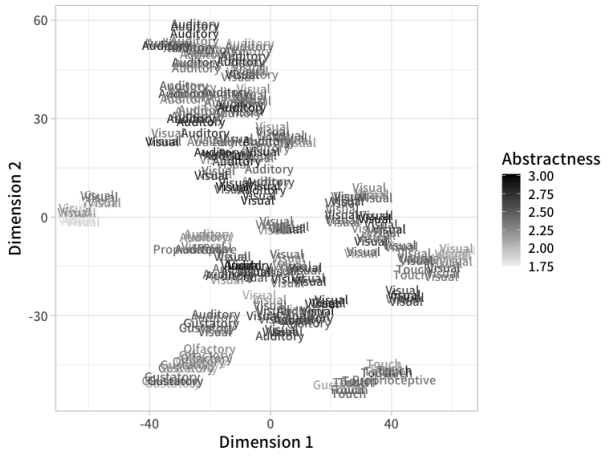


3.2. 次元縮約による視覚化

収集した感覚強度の評定が，単語の意味や使用における関連の強さを反映しているのかを調べるために，t 分布型確率的近傍埋め込み法（t-SNE）[15]を用いて 2 次元で示した. その結果, 7 次元の感覚強度が最大だったモダリティ（優位モダリティ）が一致するものが近接に布置されていた（Figure 2）．一方で，抽象性について, 周辺に抽象性の低い形容詞, 中心に抽象性の高い形容詞が布置される傾向も見受けられるが，明確な関連性を見出すことはできなかった.

比較のために, 刺激を収集する際に参照した変数（既

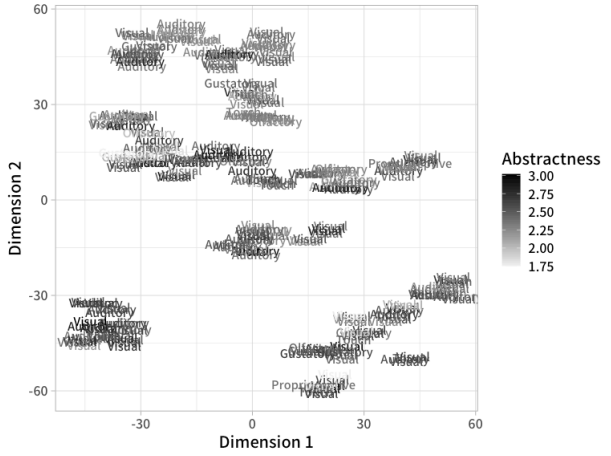
Figure 2 *t*-SNE result using sensory strength.



知度，頻度，難易度，モーラ数，隣接語数，親密度，心像性）を用いて 2 次元で布置したところ，優位モダリティに基づいたまとまりは観察しにくかった（Figure 3）. また, こちらの布置でも抽象性と関連させて解釈することは難しかった.

なお，各単語の意味的関連性をより詳細にみるために，単語ラベルごとに付置したものも OSF (https://osf.io/q7v5c/）から参照できる.

Figure 3 *t*-SNE result using measurements other than sensory strength.



3.3. 各指標と抽象度との相関

各指標と抽象度との相関をみることで，抽象度の基盤を検討した．単語選出時に参照した指標や，感覚強度, モダリティ独占性に加え, 各概念の感覚強度の代表値として, 原点からのチェビシェフ距離, ミンコフスキー距離（p = 3 と 6），ユークリッド距離，マンハッタン距離を算出して抽象度との相関を計算した（Table 1）. その結果，聴覚（r = .46）や内臓感覚（r = .20）との間で有意な正の相関がみられた．これは抽象度と心像性の相関（r = -.16）よりも強いものであった. 一方で，抽象度と情動価の間には有意な相関はみられなかった（r = -.02）．また，感覚強度を合成して算出したモダリティ独占性も抽象度と有意な負の相関がみられた（r = -.40）．また，チェビシェフ距離（r = -.21），ユークリッド距離（r = .15），マンハッタン距離（r = .21）とも有意な相関がみられた.

Table 1 Correlations between abstractness and each measurement

	r	95%CI	p
Knowing	.05	[-.07, .17]	1.00
Log-Frequency	.28	[.16, .39]	< .01
Familiarity	.08	[-.05, .20]	1.00
Imageability	-.16	[-.28, -.03]	.82
Valence	-.02	[-.14, .11]	.81
PNS	.08	[-.05, .20]	.23
ONS	.10	[-.03, .22]	.13
Modality exclusivity	-.39	[-.49, -.28]	< .01
Visual	.00	[-.12, .13]	.96
Auditory	.46	[.35, .55]	< .01
Gustatory	.00	[-.12, .13]	.98
Touch	.10	[-.02, .23]	.10
Olfactory	.02	[-.10, .15]	.73
Proprioceptive	.20	[.07, .31]	< .01
Visceral	.12	[.00, .24]	.05
Chebyshev	-.21	[-.32, -.08]	< .01
Minkowski 3	.07	[-.06, .19]	.29
Minkowski 6	-.10	[-.22, .03]	.12
Euclidean	.15	[.02, .27]	.02
Manhattan	.21	[.09, .33]	< .01

Note. PNS: phonological neighborhood size; ONS: orthographic neighborhood size
The p-values are adjusted by the Holm method.

4. 考察

本研究では，日本語形容詞の感覚強度の評定を収集し，抽象性との関連を検討した.

妥当性の客観的判断の課題は残るものの，*t*-SNE の結果からは既存の指標からのみでは，表層的な関連性（例えば, モーラ数や送り仮名の共通性）を見出すにとどまるため，意味的な関連性をより適切に見出すためには感覚強度の情報が必要であるとも考えられる．今後は *t*-SNE での縮約に妥当性があるのかを検討するために，人間の類似性判断（例えば[16]）との整合性をみることが必要となるだろう.

抽象度との関連については，特に聴覚が重要であることが示唆された．このことは抽象概念はすべての感覚に基盤化されているというよりも，特定の感覚との関連が強いことを示唆する．Borghi et al[17]の Words

as social tools 理論では，抽象概念の処理時に聴覚野を含む言語ネットワークや社会的認知に関わる領域が活性化することを根拠に，抽象概念が社会的相互作用に基盤化されていると主張している．本研究で抽象度と聴覚との正の相関がみられた点は，Borghi たちの主張と整合的で，抽象性が感覚的基盤をもつことを示すとともに，その背景に，抽象概念が言語的コミュニケーションを通じて獲得されていることを反映している可能性があるといえる．

聴覚強度との関連よりは相対的に小さいものの，モダリティ独占性や，すべてのモダリティの平均（ないし合計）強度を反映するマンハッタン距離と抽象度に相関がみられたことから，概念の抽象化は聴覚情報だけでなく，複数の指標を総合的に評価するような処理が行われることで行われる可能性があることも示唆される．モダリティ独占性と抽象性に負の相関が見られたとともに，マンハッタン距離や聴覚，深部感覚とは正の相関が見られた点は，抽象概念は感覚的情報と関連がないというよりも，具象概念よりも多様な感覚や文脈と弱く結びついているとも考えられる．

本研究では形容詞の抽象性と感情価や感覚情報の関連を検討したが，感覚情報やその合成成分だけで抽象性のすべてを説明できるわけでない．近年では，抽象概念は直接的に感覚情報に基盤化されているのではなく，その概念に関連する具象概念の感覚情報を通じて計算されるベクトルによって間接的に説明することが妥当であるという結果もみられる[18]．今後の研究では，どういった概念がどういった情報に基盤化されているのか，概念や単語の処理においてどういった情報がどの程度影響するのかを検討する必要がある．

文献

[1] Lynott, D., Connell, L., Brysbaert, M., Brand, J., & Carney, J., (2022) “The Lancaster Sensorimotor Norms: multidimensional measures of perceptual and action strength for 40,000 English words”, Behavior Research Methods, Vol. 52, No. 3, pp. 1271–1291. https://doi.org/10.3758/s13428-019-01316-z

[2] Barsalou, L. W., & Wiemer-Hastings, K. (2005) “Situating abstract concepts.”, Grounding cognition: The role of perception and action in memory, language, and thought, Cambridge University Press, pp. 129–163.

[3] Borghi, A. M., Osińska, A., Roepstorff, A., & Raczaszek-Leonardi, J., (2022). “Concepts in interaction: social engagement and inner experiences”, Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, Vol. 378, No. 1870, 20210351. https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0351

[4] 楠見 孝，(1988) “共感覚に基づく形容表現の理解過程について：感覚形容語の通様相的修飾” 心理学研究, Vol. 58, No. 6, pp. 373–380. https://doi.org/10.4992/jjpsy.58.373

[5] 鈴木 美穂, 行場 次朗, 川畑 秀明, 山口 浩, 小松 紘, (2006) “モダリティ・ディファレンシャル法による形容詞対の感覚関連性の分析”, 心理学研究, Vol. 77, No. 5, pp. 464–470. https://doi.org/10.4992/jjpsy.77.464

[6] 国立国語研究所, (2004) “分類語彙表：増補改訂版”, 大日本図書

[7] 浅原 正幸, (2020) “Bayesian Linear Mixed Model による単語親密度推定と位相情報付与”, 自然言語処理, Vol. 27, No. 1, pp. 133–150. https://doi.org/10.5715/jnlp.27.133

[8] 筑波大学, 国立国語研究所, Lago 言語研究所, (2013) “NINJAL-LWP for TWC” https://tsukubawebcorpus.jp

[9] 梶原 智之, 西原 大貴, 小平 知範, 小町 守, (2020) “日本語の語彙平易化のための言語資源の整備”, 自然言語処理, Vol. 27, No. 4, pp. 801–824. https://doi.org/10.5715/jnlp.27.801

[10] 天野 成昭, 近藤 公久, (1999) “日本語の語彙特性 第 1 巻 単語親密度”, 三省堂

[11] 佐久間 尚子, 伊集院 睦雄, 伏見 貴夫, 辰巳 格, 田中 正之, 天野 成昭, 近藤 公久, (2005) “日本語の語彙特性 第 8 巻 単語心像性”, 三省堂

[12] 奈良先端科学技術大学院大学ソーシャル・コンピューティング研究室, (2019) “日本語抽象度辞書 AWD-J: Abstractness of Word Database for Japanese common words”, https://sociocom.naist.jp/awd-j/

[13] Henninger, F., Shevchenko, Y., Mertens, U. K., Kieslich, P. J., & Hilbig, B. E., (2022) “lab.js: A free, open, online study builder”, Behavior Research Methods, Vol. 54, No. 2, pp. 556–573. https://doi.org/10.3758/s13428-019-01283-5

[14] Morucci, P., Bottini, R., & Crepaldi, D., (2019) “Augmented modality exclusivity norms for concrete and abstract Italian property words”, Journal of Cognition, Vol. 2, No. 1, 42. https://doi.org/10.5334/joc.88

[15] van der Maaten, L., Hinton, G, (2008) “Visualizing data using t-SNE”, Journal of Machine Learning Research, Vol. 9, No. 86, pp. 2579–2605.

[16] Inohara, K., Utsumi, A., (2022) “JWSAN: Japanese word similarity and association norm”, Language Resources and Evaluation, Vol. 56, No. 1, pp. 109–137. https://doi.org/10.1007/s10579-021-09543-7

[17] Borghi, A. M., Barca, L., Binkofski, F., Castelfranchi, C., Pezzulo, G., Tummolini, L., (2019) “Words as social tools: Language, sociality and inner grounding in abstract concepts”, Physics of life reviews, Vol. 29, pp. 120–153. https://doi.org/10.1016/j.plrev.2018.12.001

[18] Utsumi, A., (2022) “A test of indirect grounding of abstract concepts using multimodal distributional semantics”, Frontiers in Psychology, Vol. 13, 906181. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.906181

経時に伴うCOVID-19関連記事の正確さ識別力低下について
Decline in accuracy discernment of COVID-19 related articles over time

藤本 和則[1*]，田中 優子[2]，犬塚 美輪[3]
Kazunori Fujimoto, Yuko Tanaka, and Miwa Inuzuka

[1]近畿大学， [2]名古屋工業大学， [3]東京学芸大学
Kindai University, Nagoya Institute of Technology, Tokyo Gakugei University
*Corresponding author: kfujimoto@kindai.ac.jp

概要

経時に伴う COVID-19 関連記事の正確さの識別力（真の記事を正しいと、偽の記事を誤りと判断する能力）の変化について分析した結果を報告する。分析には、異なる時期に実施された二つの再現実験のデータを利用した。分析の結果、正確さの識別力は経時とともに低下することを確認した。また、識別力の低下は、COVID-19 への関心が薄れたことや、被験者の政治的偏りの変化だけでは十分に説明されないことを確認した。

キーワード：誤情報，フェイクニュース，COVID-19，正確さ識別力，正確さナッジ（accuracy-nudge）

1. はじめに

近年、誤情報の拡散が大きな社会問題となっている。これに伴い、認知心理学の分野では、受け取った誤情報を他と共有する人間の認知過程を解明するため、さまざまな研究が行われている[1,2]。特に、正確さナッジ（accuracy nudge）による介入[3]は、多くの研究者から注目を集めている。正確さナッジは、その記事が正しいかどうかに「注意」を向けさせるようプライミングすることにより、誤情報の共有を抑制しようとする（プライミングはランダムに選んだ記事の正確さを定期的に評価させるという形で与えられる）。

正確さナッジについては、これまでに、いくつかの観点から研究が進められており、いずれの研究でもその介入効果が確認されている（例えば[4]）。一方、Roozenbeek らが行った再現実験では、正確さナッジの介入効果は確かに存在するが、そのサイズはきわめて小さいことが報告された[5]。彼らの再現実験は、2020 年 3 月に Pennycook らが行った、COVID-19 関連記事を使った実験[4]を、Systematizing Confidence in Open Research and Evidence（SCORE）の手順に従って厳密に再現した。Roozenbeek らは、ターゲット実験[4]に比べて介入効果が弱まった理由の一つとして、「人々は時間の経過とともに COVID-19 の誤報に順応（attuned）した」という可能性を指摘した[5]。同じ誤情報に繰り返し接することで、より真実であると認識するようになる真実錯覚効果[6]も知られており、経時に伴う順応により正確さナッジの効果が損なわれたとする仮説は有力である。

本稿では、Roozenbeek らの「COVID-19 の誤報に順応した」という仮説について、特に、「正確さの知覚の経時的な変化」に着目して分析した結果を報告する。分析にあたっては、次の二つのデータセットを結合したデータを利用する。一つは、Roozenbeek らが 2020 年 9 月 23 日～30 日（米国現地時間）に実施した再現実験のデータである。もう一つは、筆者らが 2023 年 2 月 26 日（米国現地時間）に実施した再現実験のデータ（以下、Fujimoto らの再現実験データと呼ぶ）である。これら二つのデータセットを使うことにより、真、あるいは、偽の情報への正確さの知覚が経時とともにどのように変化したかを調べることが可能となる。

2. 分析に用いる実験データ

本章では、分析に用いるデータセットについて簡単に説明する。いずれのデータもオンライン実験の結果であり、被験者に記事（真または偽）を見せ、正確さ（内容が正しいと思える程度）などを評価してもらう形で実施された結果である。結合データの主要な項目（変数名）については、表 2.1 にまとめる。

2.1 Roozenbeek らの再現実験データ

Roozenbeek らの再現実験[5]は、Pennycook ら[4]の Study 1 を再現するものと、Study 2 を再現するものに分けられる。本分析では、正確さの知覚の経時的な再現性を調べるため、これらのうち、Study 1 の再現実験データを利用する。Study 1 の再現実験では、COVID-19 に関する 30 件の記事が利用され、これらのうち 15 件は内容が真、残りの 15 件は内容が偽である。記事 1 件あたり、被験者約 570 名の評価が得られている。実験は Respondi を使って米国在住の被験者を募集する形で

表2. 1 本分析で利用するデータの項目

カテゴリ	項目(変数名)	説明
人口統計学	Age, Gender, Reside, Ethnicity, Education, Income	年齢、性別、居住州、民族、教育を受けた年数、年収
被験者の基本態度	covid	COVID-19が気になる程度を0-100で評価した結果（スライドバーで指定）
	DemRep	政治的偏りを6段階で評価した結果: Strongly Democratic (-2.5), Democratic (-1.5), Lean Democratic (-0.5), Lean Republican (0.5), Republican (1.5), Strongly Republican (2.5)
記事の種類	type	内容が真の記事(real)と偽の記事(fake)からなる
記事の評価	accuracy	記事が真実と思うかについて、Yes (1)、No (-1) で評価した結果（Fujimotoらの再現実験では5-point リッカート尺度で測定したため、1,2を-1、3を0、4,5を1と変換して利用した）
実験時期	date	Roozenbeekらの再現実験の時期(R2020)と、Fujimotoらの再現実験の時期（F2023）からなる

実施され、年齢、性別、民族的背景、地理的地域について米国人口と一致するサンプルが収集された。

2.2 Fujimoto らの再現実験データ

Fujimoto らの再現実験は、Roozenbeek らが利用した記事 30 件に加えて、オリジナルに収集した COVID-19 関連の記事 12 件を追加して実施された（東京学芸大学研究倫理委員会の承認を得た：受付番号 653）。オリジナルに収集した記事は、いずれも、2022 年の間に公開された記事である。真の記事は、信頼できる主要メディア（[4]参照）から収集された。偽の記事は、ファクトチェックサイト（PolitiFact[1]と Health Feedback[2]）で偽の裁定を受けたものから収集された。記事 1 件あたり、被験者約 140 名の評価が得られている。実験は Prolific を使って米国在住の被験者を募集する形で実施された（Roozenbeek らの再現実験と異なり、米国人口の統計と一致するようサンプルを収集する機能は使われていない）。なお、本稿の分析では、正確さの知覚の経時的変化を同一の記事について調べるため、追加した記事 12 件に関するデータは使わず、Roozenbeek らが利用した記事 30 件に関するデータのみを利用する。

3. 正確さの知覚の経時的な変化

本章では、Roozenbeek らが使った記事 30 件（真 15 件、偽 15 件）について、2020 年 9 月から、2023 年 2 月にかけて、COVID-19 記事への正確さの知覚がどのように変化したかを調べる。利用したデータセットの１観測は、ある記事をある被験者が評価した結果である。つまり、総観測数は、「１被験者あたりの評価記事数」×「被験者数」となる。

3.1 分析モデルと結果

単回帰分析、重回帰分析を実施した。分析には、回帰モデル(1)-(3)を使った。

$$\text{accuracy} = \beta_0 + \beta_1 \text{type} \quad (1)$$

$$\text{accuracy} = \beta_0 + \beta_1 \text{date} \quad (2)$$

$$\text{accuracy} = \beta_0 + \beta_1 \text{type} + \beta_2 \text{date} + \beta_3 \text{type date} \quad (3)$$

ここに、accuracy、date、type は変数（表 2.1 参照）、β_0-β_3 は回帰係数である（誤差項は省略した）。分析の結果を表 3.1 に示す。

表 3.1 分析結果

	(1)	(2)	(3)
type(real)	0.716***		0.760***
	(0.012)		(0.014)
date(F2023)		0.070***	0.184***
		(0.015)	(0.020)
type(real) × date(F2023)			-0.227***
			(0.029)
Constant	-0.397***	-0.052***	-0.432***
	(0.009)	(0.008)	(0.010)
Num.Obs.	21220	21220	21220
R2	0.135	0.001	0.138

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001
Note: Standard errors are in parenthesis.

モデル(1)の結果から、被験者は、真(real)の記事を、偽(fake)の記事より正確と正しく判断することがわかる。Pennycook らの実験結果[4]とも整合する。真と偽の記事の正確さの知覚の差 0.716, $p < 0.001$ は決して小さくない（表 2.1 に記した通り、正確さの知覚は-1 から 1 までの値をとる）。モデル(2)の結果から、Fujimoto らの再現実験(F2023)の被験者と、Roozenbeek らの再現実験(R2020)の被験者は、正確さの知覚に差は認められるものの、その差は極めて小さいことがわかる（0.070, $p < 0.001$）。モデル(3)の結果から、真偽 (type)と時期(date)の間には交互作用が認められ、その大きさは -0.227, $p < 0.001$ とわかる。経時に伴い、偽記事の正確さの知覚は大きくなる（+0.184）が、真記事の正確さの知覚は逆に小さくなる（-0.043=0.184-0.227）。

3.2 考察

Roozenbeek らは、「COVID-19 の誤報に順応した」という可能性を指摘した。この可能性は、我々のデータから支持された。つまり、偽の記事の正確さの知覚については、経時に伴う有意な増加（+0.184）が認められた。一方、本分析では、真の記事の正確さの知覚に

[1] https://www.politifact.com/
[2] https://healthfeedback.org/

も目をやり、その経時的な変化を調べた。この結果、真の記事の正確さの知覚については、偽の記事とは逆に、経時に伴う有意な減少（-0.043）が認められた。これは、被験者は、単に、偽の記事を正しいと知覚する方向に変化しただけでなく、真の記事を誤りと知覚する方向にも変化したことを示唆する。言い換えると、被験者は、正確さを判断する識別力（accuracy discernment）を経時とともに低下させた可能性を示唆する。正確さの識別力は、これまでの研究[4,5]でも、正確さナッジの効果を決める重要な要因と認識されている。もし、この識別力が、正確さナッジの効果を左右する重要な要因であるならば、Roozenbeek らの再現実験で、効果のサイズが著しく小さくなった原因は、単に、誤報に順応しただけではなく、「COVID-19 関連記事全体への識別力が低下したため」という仮説を得ることができる。

4. 正確さの識別力を低下させる要因

本章では、経時とともに正確さの識別力が低下することを確認したのち、この低下をもたらす要因について分析する。4.2 節 (1)では、コロナウィルス流行への関心の程度 covid の変化に着目し、(2)では、政治的な偏り DemRep の変化に着目する。第 3 章と同じ分析手法を用いるが、次式で定義される正確さの識別力（discernment）を従属変数として新たに導入する。

定義. 正確さの識別力（discernment）:
真の記事と偽の記事を使って、その正確さの評価を求める実験を考える。k番目の被験者の正確さの識別力D_kを次式で定義する。

$$D_k = \frac{1}{\text{真の記事数}}\sum_i q_k(real_i) - \frac{1}{\text{偽の記事数}}\sum_i q_k(fake_i)$$

ここに、$real_i$ はi番目の真の記事、$fake_i$ は i番目の偽の記事、q_kはk番目の被験者の記事の正確さの評価値を与える関数である。

Roozenbeek らの再現実験では、q_kは 1（真と評価）または-1（偽と評価）をとるので、識別力D_kの最大値は 2（=1-(-1)）、最小値は-2（=-1-1）となる（値が大きいほど、真偽をより正確に判断したことを表す）。Fujimoto らの再現実験では、5-point リッカート尺度を -1, 0, 1 に変換して用いた（表 2.1 参照）ので、識別力D_kの最大値と最小値は、Roozenbeek らのものに一致する。

第 3 章で用いたデータセットを使って、被験者ごとに正確さの識別力を計算し、新たにデータセットを構築した（総観測数は被験者数に一致する）。

4.1 正確さの識別力は低下するか

分析には、回帰モデル(4)を使った。

$$\text{discernment} = \beta_0 + \beta_1 \text{date} \quad (4)$$

ここに、discernment、date は変数（本節の定義と表 2.1 参照）、β_0とβ_1は回帰係数である（誤差項は省略した）。分析の結果を表 4.1 に示す。

表 4.1 分析結果

	(4)
date(F2023)	-0.227***
	(0.035)
Constant	0.760***
	(0.022)
Num.Obs.	984
R2	0.041

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001
Note: Standard errors are in parenthesis.

モデル(4)の結果から、正確さの識別力は、2020 年 9 月から、2023 年 2 月にかけて低下した（-0.227, p < 0.001）ことがわかる。2020 年 9 月の識別力（0.76）から、およそ 29.9%減となるので、決して小さい低下ではない。

4.2 分析モデルと結果

(1) コロナウィルス流行への関心が薄れたからか

分析には、回帰モデル(5)、(6)を使った。

$$\text{covid} = \beta_0 + \beta_1 \text{date} \quad (5)$$

$$\text{discernment} = \beta_0 + \beta_1 \text{date} + \beta_2 \text{covid} + \beta_3 \text{date covid} \quad (6)$$

ここに、covid、date、discernment は変数（表 2.1 と本節の定義参照）、β_0-β_3は回帰係数である（誤差項は省略した）。分析の結果を表 4.2 に示す。

表 4.2 分析結果

	(5)	(6)
date(F2023)	-24.345***	-0.416***
	(1.865)	(0.082)
covid		0.000
		(0.001)
covid × date(F2023)		0.004***
		(0.001)
Constant	71.942***	0.738***
	(0.996)	(0.062)
Num.Obs.	1174	983
R2	0.137	0.069

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001
Note: Standard errors are in parenthesis.

モデル(5)の結果から、COVID-19 への関心については、2020 年 9 月から、2023 年 2 月にかけて確かに低下した（-24.345, p < 0.001）ことがわかる。しかし、モデ

ル(6)の結果からは、COVID-19 への関心は識別力の低下を説明する主要な要因でないことがわかる。具体的には、2020 年 9 月の時期では covid は識別力の低下を説明せず、2023 年 2 月の時期ではわずかに説明するものの、その係数は小さいことがわかる（仮に、covid が 24.345 減ったとしても、0.097（=24.345×(0.004+0.000)）の識別力の変化しか説明しない。これは、date の係数（-0.416, $p < 0.001$）の 23%程度である）。

(2) 政治的な偏りが実験によって異なったからか

分析には、回帰モデル(7)、(8)を使った。

$$\text{DemRep} = \beta_0 + \beta_1 \text{date} \quad (7)$$

$$\text{discernment} = \beta_0 + \beta_1 \text{date} + \beta_2 \text{DemRep} + \beta_3 \text{date DemRep} \quad (8)$$

ここに、DemRep、date、discernment は変数（表 2.1 と本節の定義参照）、β_0-β_3は回帰係数である（誤差項は省略した）。分析の結果を表 4.3 に示す。

表 4.3 分析結果

	(7)	(8)
date(F2023)	-0.627***	-0.366***
	(0.087)	(0.040)
DemRep		-0.014
		(0.015)
DemRep × date(F2023)		-0.159***
		(0.025)
Constant	-0.199***	0.758***
	(0.057)	(0.022)
Num.Obs.	1171	980
R2	0.039	0.116

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$
Note: Standard errors are in parenthesis.

モデル(7)の結果から、政治的な偏りについては、2023 年 2 月の実験の被験者は、2020 年 9 月の実験の被験者に比べ、やや民主党寄りであった（-0.627, $p < 0.001$）ことがわかる。しかし、モデル(6)の結果と同様に、モデル(8)の結果からは、政治的な偏りは識別力の低下を説明する主要な要因でないことがわかる。具体的には、2020 年 9 月の時期では DemRep は識別力の低下を説明せず、2023 年 2 月の時期ではわずかに説明するものの、その係数は小さいことがわかる（仮に、DemRep が 0.627 減ったとしても、0.11（=0.627×(0.159+0.014)）の識別力の変化しか説明しない。これは、date の係数（-0.366, $p < 0.001$）の 30%程度である）。

5. ディスカッション

本稿では、経時に伴う COVID-19 関連記事の正確さの識別力の変化について分析した結果を報告した。具体的には、正確さの識別力は経時とともに低下することを示し、この低下については、COVID-19 への関心が薄まったことや、政治的な偏りの変化だけでは十分に説明されないことを確認した。

本稿の分析は、探索的であり、その意味で、得られた結果は、検証結果というよりむしろ、新たな仮説と捉えるべきであろう。今後は、仮説を明確化し、事前登録のうえ、実験を行って検証するという手続きが必要となる。また、本稿の分析では（均一分散で無相関を仮定する）標準誤差を使ったが、今後、クラスターロバスト標準誤差を使った分析に改める必要がある。また、データセット間で参加した被験者が異なる（つまりパネルデータでない）点についても注意を払った分析が必要となる。なお、表 4.1 - 4.3 に示した分析については、二つの再現実験で比較的大きな差異が認められた人口統計学的変数（年齢と性別）をコントロール変数に組み込んだモデルを用いても、おおむね同様の結果が得られた。

謝辞

本稿の分析では、雑誌掲載に伴い公開された実験データ[5]の一部を利用した。本研究は科研費（19K03253）の助成を受けた。

文献

[1] 田中優子, 犬塚美輪, 藤本和則. (2022). 誤情報持続効果をもたらす心理プロセスの理解と今後の展望：誤情報の制御に向けて. 認知科学, *29*(3), 509–527. https://doi.org/10.11225/cs.2022.003

[2] Fujimoto, K., Tanaka, Y., & Inuzuka, M. (2022). Selective Intervention Strategy Based on Content Perception Model Against Fake News Sharing. In *2022 Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 23rd International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS)* (pp. 1–8). https://doi.org/10.1109/SCISISIS55246.2022.10002015

[3] Pennycook, G., & Rand, D. G. (2022). Nudging Social Media toward Accuracy. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science*, *700*(1), 152–164. https://doi.org/10.1177/00027162221092342

[4] Pennycook, G., McPhetres, J., Zhang, Y., Lu, J. G., & Rand, D. G. (2020). Fighting COVID-19 Misinformation on Social Media: Experimental Evidence for a Scalable Accuracy-Nudge Intervention. *Psychological Science*, *31*(7), 770–780. https://doi.org/10.1177/0956797620939054

[5] Roozenbeek, J., Freeman, A. L. J., & van der Linden, S. (2021). How Accurate Are Accuracy-Nudge Interventions? A Preregistered Direct Replication of Pennycook et al. (2020). *Psychological Science*, *32*(7), 1169–1178. https://doi.org/10.1177/09567976211024535

[6] Fazio, L. K., Brashier, N. M., Payne, B. K., & Marsh, E. J. (2015). Knowledge does not protect against illusory truth. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144(5), 993–1002. https://doi.org/10.1037/xge0000098

語の表記の違いによって想起される語の傾向が異なる
Effects of Orthographic Variations on Word Recall Patterns in Japanese

加藤 祥[†]，浅原 正幸[‡]
Sachi Kato, Masayuki Asahara
[†]目白大学，[‡]国立国語研究所
Mejiro University, National Institute for Japanese Language and Linguistics
s.kato@mejiro.ac.jp

概要
日本語では，同じ語であっても，様々な表記を選択することが可能であり，表記ゆれが生じる．表記ゆれの原因は文脈や用法において説明される傾向にあるが，表記の違いによる読み手の認識の違いは明らかではない．そこで 9 語の名詞を調査対象とし，語（名詞）を刺激とした一般的な日本語話者の想起語の異同を調査した．想起される語は表記によって異なる傾向があり，受容や生産の傾向との関係が示唆される．

キーワード：表記，名詞，想起語，コーパス

1. はじめに

日本語では，同じ語と考えられる場合であっても，様々な表記を選択することが可能である．漢字，ひらがな，カタカナの 3 種類をはじめ，場合によってはローマ字や算用数字，記号などを用いた表現ができる．同文内においても異表記が出現するような例や，同段落内でそれぞれ複数出現するような例も散見される．しかし，異なる文字列から構成される場合，読み手には本当に同一の語と認識されているかという疑問がある．そこで語（名詞）を刺激とした一般的な日本語話者の想起語を収集し，表記の違いにより読み手の認識の傾向が異なるのか調査した．コーパス用例における表記・共起分布と想起語を対照し，さらに想起語の親密度も確認した．

2. 関連研究と本研究

一般的に，同語と考えられる用例の表記差は，表記ゆれとして一つの見出し語に吸収される傾向にある．同一の見出し語に属する単位語がことなる文字列から構成される場合を「表記ゆれ」とされる[1]．表記ゆれは，新聞に現れる 34,477 語の約 14%[1]，『現代日本語書き言葉均衡コーパス』における 13%[2]の語に生じる．

表記ゆれの発生原因として，文部省指導の内閣告示（1946～1981）に従い，動植物名はカタカナ表記にする[1]傾向や，ひらがな表記が「話し言葉を中心にするやわらかい語り口調」で，カタカナ表記が「漢文訓読に用いる硬い言葉や言い回しでストレートに物事を描写」する[3]傾向などが考えられている．このほか，「ことばの意義をふくらませる修辞技法」として「字装法」がある[4]．代表表記ではない表記を用いるなどの表記の使い分けは，表記の特性を用いた意味的な違いにつながる可能性があるといえる．実際に，日本語コーパスを用いた表記に関する調査[5]では，異表記の場合には文脈や共起語が異なる傾向が示される．また，語義付きコーパスを用いた調査[6]では，多義語の語義の読み分けに表記の使い分けが関わる可能性が見られる．しかし，コーパスのみを用いた調査においては，たとえばひらがな表記であると「やわらかい」印象が伝わっているのかなど，異なる文字列の語の単位そのものが読み手に与える影響が確認できない．

3. 調査

名詞 9 語（鬼・犬・兎・猫・鶏・椅子・氷・雷・芸術）の漢字（読みを付した），ひらがな，カタカナの各表記を刺激として提示した．それぞれ 100 名の実験協力者が「思いついた語」を異なる 5 種類ずつ記述した．

日本語 ID を有する 18 歳以上の実験協力者を Yahoo! クラウドソーシング（https://crowdsourcing.yahoo.co.jp/）で募集した．但し，不特定多数を対象とした記述式回答調査は一文字回答をはじめとする不適切な回答が多く集まる可能性が高いため，試行を実施した結果，回答の得られる可能性が高いと期待された約 400 名の協力者に調査協力依頼を行うこととした．なお，9 割程度が有効な回答と考えられたため，無効回答の排除は行わなかった．

また，調査対象の 9 語について，『現代日本語書き言葉均衡コーパス』における表記ゆれおよび，表記別の共起語や意味的な用法を確かめた．共起語や用法の確認は，人手により前後の文脈から情報を取得し，判断し

た．用例によっては複数の情報を取得している．

4. 結果

4.1 『現代日本語書き言葉均衡コーパス』における表記分布と表記別の用例・共起分布

まず，調査対象とした名詞9語の『現代日本語書き言葉均衡コーパス』における表記分布を表1に示す．漢字表記の用いられる名詞は，一般に漢字表記の頻度が9割程度を占める傾向が見られる．しかし，「兎」は，カタカナ表記が51.4%と半数以上を占め，次いでひらがな表記が18.5%用いられている．また，「鶏」はカタカナ表記が17.8%，「椅子」はひらがな表記が14.1%である．音読みをはじめとする別の読みとの区別（「兎」は「兎に角」「兎も角」のような副詞にも用いられる例が多く，「鶏」は「鶏肉」「鶏冠」などの別の読みがある）や，複合語で漢字が続く場合の区別（「車椅子」「長椅子」など）があると漢字で表記されない場合があるといえる．

表1 『現代日本語書き言葉均衡コーパス』における調査対象語の表記分布

	鬼	犬	兎	猫	鶏	椅子	氷	雷	芸術
漢字	1799	7787	280	5356	1616	4749	1905	991	5441
	91.4%	91.7%	18.5%	76.1%	75.4%	77.2%	96.4%	91.3%	98.3%
ひらがな	94	86	454	380	145	866	16	58	0
	4.8%	1.0%	29.9%	5.4%	6.8%	14.1%	0.8%	5.3%	0.0%
カタカナ	75	594	779	1301	381	539	16	30	1
	3.8%	7.0%	51.4%	18.5%	17.8%	8.8%	0.8%	2.8%	0.0%
その他語形・旧字など	0	28	4	0	1	0	39	7	93
	0.0%	0.3%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	2.0%	0.6%	1.7%
計	1968	8495	1517	7037	2143	6154	1976	1086	5535
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

次に，調査対象語の表記と用例の分布を確かめておく．表2には表1で示した「鬼」の用例について，表記別の分布を示す．

表2 『現代日本語書き言葉均衡コーパス』の「鬼」の用例分布（上位頻度）

用例	鬼	おに	オニ	総計
架空生物（比喩を含む）	1151	12	9	1172
固有名詞	247	45	3	295
遊戯（追いかける役）	77	34	18	129
接頭	33	0	18	51
鬼は外（節分）	41	1	8	50
心を鬼にする	42	0	2	44
～の鬼	32	0	0	32
副詞	29	1	2	32
鬼の首（慣用句）	28	0	1	29
金棒（慣用句）	29	0	0	29
霊魂	18	0	4	22
鬼が笑う（慣用句）	15	0	2	17
誤解析	16	0	0	16
総計	1799	94	75	1968

ひらがなやカタカナ表記では，いわゆる架空生物の種としての「鬼」ではない「鬼」の用例の割合が高い傾向が見られる．特に，節分の用例として「オニは外」が目立つほか，副詞用法や慣用句でカタカナ表記を使用する傾向があるといえる．表3には「椅子」の表記別の共起表現分布を示す． 共起表現は，1つの用例に対し，複数が取得された場合がある．たとえば，漢字の続く複合語でひらがな表記「車いす」の頻度が高い（「車」共起用例1,090件中425件が「車いす」（表3における425件），「車椅子」は609件）．ひらがな表記で「乗る」が共起しやすいのは，「車いす」の影響による．「車」と「乗る」は1例から収集された例が多い．その他，カタカナ表記では「テーブル」というカタカナ語の同種の表記の選好が推測されるが，表記による大きな共起表現の分布の差異，用例の分布は見られない．但し，「背」や「腰掛ける」「腰を下ろす」「立つ」などの動作と共起しやすいのは漢字表記であるという特徴が見られる．

一般的な表記が漢字である名詞については，ひらがな表記やカタカナ表記が用いられる場合，一般的でない用例であることを示すか，あるいは誤読を避けるための区別の影響が見られるものの，表記差に

より特段の違いが現れるということはない.

表3 『現代日本語書き言葉均衡コーパス』の「椅子」の共起分布（上位頻度）

共起表現	椅子	いす	イス	計
車（車椅子も含む）	609	425	56	1090
座る（座り込む・坐る等を含む）	838	96	89	1023
腰掛ける（腰（を）かける・こしかける等を含む）	208	21	16	245
腰を下ろす（腰を（椅子に）下ろす等も含む）	209	3	3	215
テーブル	163	14	35	212
長（長椅子）	188	10	3	201
立つ・立ち上がる	168	9	8	185
机	114	22	17	153
置く	122	10	12	144
かける（腰をかけるは含まない）	113	7	7	127
肘掛（肘掛椅子も含む）	103	3	1	107
誤解析	0	32	73	105
背（背もたれは含まない）	90	5	4	99
乗る	65	26	3	94
凭れる（背もたれは含まない）	74	3	3	80
～の椅子（慣用句のみ・実際の椅子でない）	67	2	5	74
引く	54	4	2	60

4.2 表記別の想起語

以下では，想起語の収集結果を示す．オンライン上の調査であるため機器によるかな漢字変換の可能性が考えられるが，想起語において同表記の選好傾向は見られなかった．また，カタカナ表記であるために生態情報や身体部位などが表れるなど，動物名であることによる特徴も確認されていない．しかし，表記による連想語の頻度分布には差が確認される．

表4は「鬼」の例である．また，表5には，抽象名詞の「芸術」の例を示す．想起された語の表記別の上位語を示している．

表4 ＜鬼＞から想起された語（表記別上位語例）

鬼		おに		オニ	
金棒	38	節分	36	節分	47
節分	30	桃太郎	27	赤	26
桃太郎	27	金棒	26	金棒	23
赤	26	赤	26	怖い	22
怖い	25	青	17	桃太郎	21

表4では，概ね類似したが語が上位で現れているものの，漢字で「金棒」（38件／表記総計87件），カタカナで「節分」（47件／表記総計113件）が突出する．「鬼に金棒」の慣用句や「金棒」との共起については，コーパス（表2）でカタカナやひらがなの表記は見られていないが，想起語としてはどの表記においても取得されている．ひらがな表記では色彩語として「赤」に加え「青」も上位で取得されている．

表5 ＜芸術＞から想起された語（表記別上位語例）

芸術		げいじゅつ		ゲイジュツ	
絵画	35	絵画	49	絵画	46
彫刻	26	音楽	26	秋	29
秋	22	彫刻	26	爆発	28
美術館	20	爆発	23	音楽	25
爆発	19	秋	20	彫刻	24
音楽	16	美術館	18	美術館	16
絵	14	アート	12	岡本太郎	13
アート	10	作品	11	美術	13
ピカソ	8	美術	11	アート	10
才能	7	絵	10	絵	10

表5の「芸術」では，漢字で「絵画」（35件／表記総計130件）や音楽（16件／表記総計67件）な

どの下位カテゴリ名が出にくいが，想起語が他表記（ひらがな 209 種・カタカナ 211 種）よりも多様で（248 種）ある．また，カタカナで「爆発」（28 件／表記総計 70 件）「岡本太郎」（13 件／26 件）の頻度が高い．

このほか「犬」では，漢字で「散歩」（41 件／表記総計 104 件）や「吠える」「走る」などの動詞が出やすく，ひらがなでは「猫」（25 件／表記総計 102 件）が出にくい傾向が見られた．

表 6 では「椅子」の例について，上位頻度の想起語とその親密度[7]および表記別の頻度を示す．コーパス（表 3 参照）では確認されないが，ひらがなで「背もたれ」（3 件／表記総計 32 件）や「足・脚」（6 件／同 31 件）などの構成要素が出にくく，同カテゴリの家具類の想起では「テーブル」では表記差がないものの，漢字で「机（27 件／表記総計 112 件）」が出にくい傾向が確認される．

漢字でない表記で想起しやすい「机」や「学校」は，受容（読む・聞く）において親密度が高い．カタカナと漢字表記で出やすい「背もたれ」は音声（話す・聞く）において親密度が高い．また，「座る」「腰掛ける」などの動作はカタカナで想起しにくい（表 6）ようである．「腰掛ける」では知っているに対し受容・生産のいずれにおいても親密度が低い（表 6）．一般的な表記が漢字表記である場合，動作の想起は漢字表記と関連する可能性がある．

表 6　＜椅子＞から想起された語（上位語例）の親密度と表記別頻度

	知っている	書く	読む	話す	聞く	椅子	いす	イス	計
座る	1.87	0.92	1.32	1.35	1.51	62	62	47	171
机	2.11	0.94	1.24	1.19	1.30	27	38	47	112
テーブル	1.91	0.95	1.07	1.40	1.46	21	24	24	69
ソファー	1.99	0.59	1.06	1.07	1.09	11	14	17	42
木	1.93	0.74	1.02	1.06	1.13	10	13	9	32
背もたれ	1.83	-0.03	0.39	0.94	1.05	17	3	12	32
足・脚	2.01	1.06	1.41	1.42	1.35	13	6	12	31
家具	1.89	0.77	1.22	1.26	1.25	7	10	11	28
学校	1.96	0.89	1.46	1.52	1.60	4	11	7	22
座椅子	1.78	0.15	0.56	0.61	0.67	5	8	6	19
クッション	2.14	0.25	0.57	0.80	0.78	4	6	8	18
ベンチ	2.04	0.33	0.96	0.80	0.99	6	6	6	18
腰掛ける	1.99	0.14	0.63	0.71	0.84	6	7	2	15

5. おわりに

本稿では，表記が異なって提示された場合に想起される語で異なる傾向のあることを確認した．漢字表記は名詞一般において最も使用されやすい傾向があるため，慣用句や動詞なども多様に想起されやすい．カタカナ表記は，節分のような特定行事やキャッチコピーをはじめとする，音声に関わる想起語の頻度が高い傾向があり，聴覚的な経験の影響が考えられる．ひらがな表記は，日常的な経験に関わる想起語の頻度が高い傾向にある．

謝辞

本研究は科研費 22H00663 および国語研共同研究プロジェクト「アノテーションを用いた実証的計算心理言語学」の支援を受けた。

文献

[1] 国立国語研究所（1983）,現代表記のゆれ.
[2] 小椋秀樹（2012）”コーパスに基づく現代語表記のゆれの調査—BCCWJ コアデータを資料として—”,第 1 回コーパス日本語学ワークショップ, pp.321-328.
[3] 山口仲美（2006）,日本語の歴史.
[4] 中村明（2007）,日本語の文体・レトリック辞典.
[5] 加藤祥・岡本雅史・荒牧英治（2015）”テキスト世界と現実世界の差異：動物の部位分布における 3 つのプロトタイプ効果”, 認知言語学論考,12, pp.81-113.
[6] 加藤祥（2019）”表記によって異なる語義を読み取るのか—多表記多義語実態調査の試み—”,ことばと文字,12, pp.86-94.
[7] 浅原正幸（2022）” クラウドソーシングによる単語親密度データの構築 (2021 年版)”, 言語処理学会 第 28 回年次大会 発表論文集, pp.800-805.

再認課題時の干渉と新旧項目処理および直感性が瞳孔径に与える影響：主成分分析を用いた実験的検討

Effects of Interference, Old/New Item Processing, and Intuitiveness on Pupil Dilation during Recognition Task：An Experimental Investigation Focusing on Principal Component Analysis

大石 充希[†]，林 勇吾[‡]
Mitsuki Oishi, Yugo Hayashi

[†]立命館大学大学院人間科学研究科，[‡]立命館大学総合心理学部
[†]Graduate School of Human Science, Ritsumeikan University
[‡]College of Comprehensive Psychology, Ritsumeikan University
[†]cp0095pf@ed.ritsumei.ac.jp [‡]yhayashi@fc.ritsumei.ac.jp

概要

再認課題において実験条件がどの認知過程に影響を与えるかについて議論がなされている．本研究は定着度の高い再認課題を、実験条件(干渉・新旧性・直感性)に対する瞳孔反応の主成分分析(PCA)がこの議論に新たな視点を与えると考えた．PCA の結果、どの成分でも干渉の効果は示されなかった．また、新旧性は主効果と直感性との交互作用が確認された．以上の結果に対して定着度の高さが関連していることが考えられるため、今後は定着度の変化から原因を明らかにしていく．

キーワード：瞳孔計測, fan 課題, 主成分分析(PCA)

1. はじめに

経験の有無に対する判断(新旧判断)や新旧判断に必要な個別の情報処理は日常の中で行われる適応的な能力[1]である．また、上記のような記憶に関する内的な処理を簡易に示すことが出来る点で瞳孔が注目を集めている．その中には，[2]は再認判断における難易度（単語間の意味的類似度）と新旧性が反応時間・瞳孔へ及ぼす影響を調べ、瞳孔データへの主成分分析(PCA：principal component analysis)から難易度と新旧性が影響を与える認知過程の抽出を試みた．しかし、これは従来の再認実験による検討であり知識の定着度が比較的浅いものであることから，日常的な記憶検索の観点でみるとより定着度が深い題材での検討も必要である．加えて，再認判断における難易度が，再認反応時間・瞳孔に及ぼす影響については，まだ明瞭な結果が得られていないという現状がある．そこで本研究では，難易度と新旧性という複数の性質を明確に持つ記憶課題に着目し、再認判断時における瞳孔への影響を明らかにしていく．

本研究では反応時間や脳波で難易度と新旧性の影響が十分に確認されている fan 課題[3][4]を用いる．また、二重過程モデル[5]や fan 課題におけるモデル研究[6]では、熟知性(familiarity)・回想性(recollection)から再認処理が説明されている．熟知性と回想性は刺激毎に異なっており、本研究では上記の刺激毎の違いを直感性として分析に取り入れた．具体的には直感を刺激に対する判断過程の主観的な確信度を捉えるために導入した．直感とは「ほとんど努力や意識することなく反応に到達する」性質を持つとされている[7]．また確信度と瞳孔径は関連していることが分かっている[8]ため、直感性が及ぼす新旧処理、および難易度処理への影響を瞳孔を用いて探索的に明らかにしていく．

以上を踏まえ本研究の目的は 2 点ある．一つ目は瞳孔への PCA が[2]と同じ 3 つの成分を抽出できるかを確認することである．二つ目は PCA で得られた成分と難易度・新旧性・直感性との関係を探索的に明らかにすることである．

本研究の仮説として難易度と新旧性、直感性が与える瞳孔への影響は以下の 4 つである．知識間の干渉に伴う瞳孔散大[9]が考えられる(H1)．親近性と回想性の総体とされる記憶強度の高い学習項目に対する瞳孔散大[10]が考えるられる(H2)．直感性の低さが認知負荷を増加させ瞳孔を散大させる[8]と考える(H3)．上記の交互作用、に直感性の高さが難易度や新旧性の影響の減少や消滅につながると考える(H4)

2. 方法

2.1. 実験参加者

立命館大学生 18 人（男性 : 9 名，女性 : 9 名）が実験に参加した（平均年齢 21.3 歳,標準偏差 1.10）.

2.2. 装置

30Hz で動作する Tobii Pro X2-30(トビー・テクノロジー株式会社)を用いて、瞳孔の大きさを計測した.

2.3. 刺激

「人が場所にいる.」という 28 の学習文が 17 の人単語と場所単語をランダムに組み合わせて作成された. また同じ単語を用いて同数の非学習文を作成した. 上記の学習文・非学習文では[3]に従って文間における単語の重複度が設定されており、この重複度が本実験の再認難易度に対応している.

2.4. 手続き

実験は学習セッションと語彙判断課題、再認記憶課題を行った. 学習セッションでは実験参加者に 28 の文に対して確認テストに通過できるような暗記を求めた. 確認テストは学習項目で使われていた 17 の人単語と 17 の場所単語に関する計 34 個の手がかり再生テストを行った. 語彙判断課題では、画面上に提示された単語が有意味語かどうかを判断することを実験参加者に求めた. 再認記憶課題では、画面中央部に 1 つずつ提示される 56 個の単語組が学習項目か非学習項目かをキー押しで判断させた. 各試行で再認判断後にその判断の直感性の程度を 6 件法（1：とてもあてはまる～6：まったくあてはまらない）で尋ねた. 直感を何も考えずに行われる判断であると教示し、直感的な判断の練習のため語彙判断課題[11]を利用した. また、瞳孔径を個人で比較できるようにベースラインの瞳孔径からの変化率(PDR)を算出した. ベースラインは刺激が提示される前の 200ms 間の平均瞳孔径とした.

2.5. 実験計画

独立変数は被験者内要因である難易度と新旧性、直感性であり、従属変数は PCA の主成分スコアとした.

2.6. 分析

まず、PCA の分析手順を説明する. PCA を行うにあたり、R の関数 principal を利用した. この関数は入力データが標準化(平均が 0, 標準偏差が 1)される. 関数の引数には、行が各実験参加ごとの条件数、列が時間を表す行列を設定した. 行数に関しては 17(実験参加者)×3(難易度)×2(新旧性)×2(直感性)である. 時間に関しては分析に利用した時間が 2400ms であり、視線計測器のサンプリングレートが 30Hz であるため、列数は 80 である. この行列に対して PCA を行った結果、試行ごと(各行ごと)に主成分スコアが 1 つ得られる. 抽出する主成分の数は先行研究を参考にして、3 つとした. また、この主成分スコアの意味を解釈するにあたり、主成分負荷量(主成分スコアと瞳孔データの相関係数)を 80 の時間点に対して算出した(Figure 1). PCA で得られた主成分スコアに対しては 3 要因分散分析を行った. ただ、誤再認、欠損値が 30%を超える試行、瞳孔データを適切に得ることが出来なかった実験参加者 1 名は分析から外した. また、刺激提示後 2400ms~3000ms においては欠損値の割合が一貫して高かったため同様に分析から外した.

3. 結果

PCA の結果を示す. まず、全体の分散の 72%を説明する 3 つの成分を抽出した. PC1 は全分散の 31%、PC2 は全分散の 29%、そして PC3 は全分散の 12%を説明した. また、PC1 は再認判断における終盤で、PC2 は中盤で、PC3 は序盤で主成分負荷量がピークとなった(Figure 1).

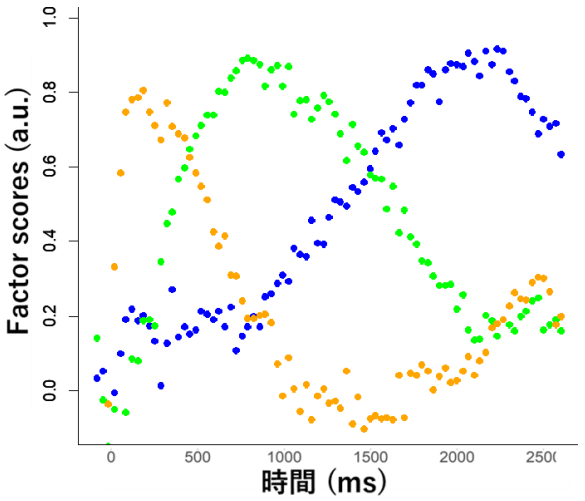


Figure 1.　PCA から得られた主成分負荷量．縦軸が主成分負荷量、横軸が時間を表している．

また、全試行の平均反応時間(1447ms)が PC1 と PC2 の交点付近であった．次に各主成分スコアに対して 3 要因分散分析を行った結果、PC1 では直感性の主効果が有意であり($F(1,16) = 5.40$, $p < .05$, *partial* $h^2 = 0.252$)と新旧性の主効果が有意傾向であった($F(1,16) = 3.93$, $p<.1$, *partial* $h^2 = 0.197$).また交互作用については直感性×新旧性が有意であった ($F(1,16) = 5.15$, $p < .05$, *partial* $h^2 = 0.243$)．有意性を示した一次の交互作用について単純主効果検定 (α=0.15) を行った．単純主効果検定の結果，直感性の単純主効果(Figure 2)は，学習項目において有意であり ($F(1,16) = 6.54$, *adjusted* $p < .05$, *partial* $h^2 = 0.290$)、新旧性の単純主効果は、非直感において有意であった($F(1,16) = 7.20$, *adjusted* $p < .05$, *partial* $h^2 = 0.310$).

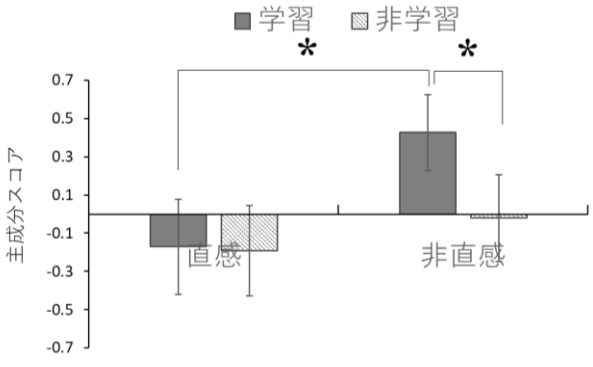


Figure 2.　PC1 における新旧性・直感性の主成分スコアの平均．　エラーバーは標準誤差を示す．*は p<.05 を示す.

PC2 では新旧性の主効果が有意($F(1,16) = 4.510$, $p < .05$, *partial* $h^2 = 0.232$)で直感性による主効果($F(1,16) = 5.420$, $p < .05$, *partial* $h^2 = 0.258$)が有意であった(Figure 3).

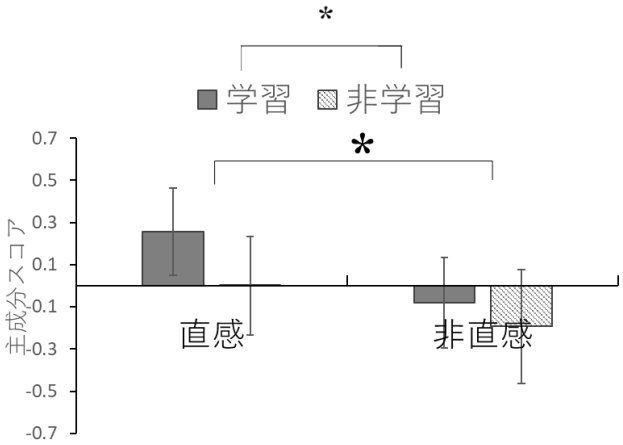


Figure 3.　PC2 における新旧性・直感性の主成分スコアの平均．　エラーバーは標準誤差を示す．　*は p<.05 を示す.

PC3 ではどの要因間でも差が見られなかった.

4.　考察

本研究は複数要因が再認判断の認知過程に与える影響を主成分スコアに着目して検討した．PCA の結果は先行研究と同じ 3 つの成分を獲得し、分散分析の結果 PC1 では非直感>直感、PC2 で直感>非直感がみられた．H1 に関して瞳孔の変化率の時間的変化(Figure 4)を踏まえると直感性の高い判断はすばやく記憶の検索段階に移行していることが考えられる.

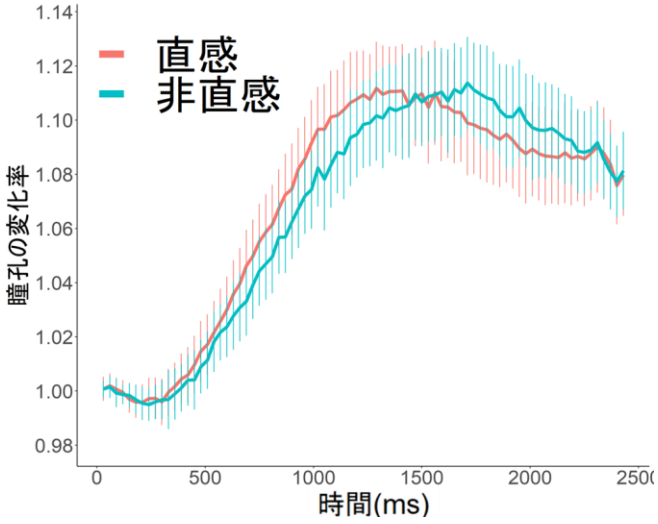


Figure 4.　直感性における瞳孔の変化率に対する時間変化.

H2 に関しては PC1 では新旧性で有意、PC2 では新旧性の有意傾向が確認され、仮説通りであった．H3 に関しては難易度の影響は確認されなかったが PC1 にお

いて難易度順でスコアが大きくなった．難易度の瞳孔への影響がみられなかった原因に、定着度が高く、再認判断が他の課題に比べて簡単であるためだと考える．H4 に関して仮説通り PC1 で直感性と新旧性の交互作用が確認された(Figure 2)．また、学習文では PC1 の主成分スコアにおける直感性の影響が確認された一方で非学習文では確認されなかった．この結果は、直感性から受ける影響が学習・非学習で異なることが示唆されたと考える．実際、期待と新旧性の関係を瞳孔から調べた研究[12]でも、予想と異なる状況下では学習項目が提示された場合のみ瞳孔の散大が確認されている．本研究では定着度が高く、他の再認研究よりも直感性が高いことが想定される．そのため、実験参加者が「正しい判断が出来る」という予想がある場合は、先行研究と同様の結果が得られる可能性もある．

5. まとめ

本研究では再認判断における認知過程の抽出、および新旧性・難易度・直感性が及ぼす認知過程への影響を探索的に明きらかにすることを目的とした．先行研究と比較すると後者の目的を明らかにする分析において異なる結果が得られた．それは難易度処理の影響が見られなかったことである．特に PC2 においては傾向すら確認が出来なかった．また、PC1 では非学習項目が及ぼす影響は直感性に依存しないことが示唆された．今後は難易度がもたらす瞳孔への影響を明確にし、新旧処理が直感性や期待といった他要因から受ける認知プロセスを、定着度を変化させることで明らかにしていく．

謝辞

本研究は一部，立命館大学グローバルイノベーション機構(R-GIRO)による助成を受けた．ここに感謝の意を記したい．

引用文献

[1] Anderson J. R. (2007). How Can the Human Mind Occur in the Physical Universe?, Advances in Cognitive Models and Architectures. New York: Oxford Academic. (アンダーソン. J. R. 林 勇吾 (訳) (2021). 認知モデリング-ACT-R に基づく心の解明-)

[2] Montefinese, M., Vinson, D., & Ambrosini, E. (2018). Recognition memory and featural similarity between concepts: The pupil's point of view. *Biological Psychology, 135*, 159–169.

[3] Anderson, J. R. (1974). Retrieval of propositional information from long-term memory. *Cognitive Psychology*, *6*, 451–474.

[4] Borst, J. P., Schneider, D. W., Walsh, M. M., & Anderson, J. R. (2013). Stages of Processing in Associative Recognition: Evidence from Behavior, EEG, and Classification. *Journal of Cognitive Neuroscience, 25*, 2151–2166.

[5] Yonelinas, A. P., Aly, M., Wang, W. C., & Koen, J. D. (2010). Recollection and familiarity: examining controversial assumptions and new directions. *Hippocampus*, *20*, 1178–1194.

[6] Anderson, J. R., Zhang, Q., Borst, J. P., & Walsh, M. M. (2016). The Discovery of Processing Stages: Extension of Sternberg's Method. *Psychological review, 123*, 481–509.

[7] Glöckner, A., & Witteman, C (2010). Beyond dual-process models: A categorization of processes underlying intuitive judgement and decision making. *Thinking & Reasoning*, *16*, 1-25.

[8] Mill, R. D., O'Connor, A. R., & Dobbins, I. G. (2016). Pupil dilation during recognition memory: Isolating unexpected recognition from judgment uncertainty. *Cognition*, *154*, 81–94.

[9] Johansson, R., Pärnamets, P., Bjernestedt, A., & Johansson, M. (2018). Pupil dilation tracks the dynamics of mnemonic interference resolution. *Scientific Reports*, *8*.

[10] Otero, S. C., Weekes, B. S., & Hutton, S. B. (2011). Pupil size changes during recognition memory. *Psychophysiology*, *48*, 1346–1353.

[11] 楠瀬 悠・吉原 将大・井田 佳祐・薛 俊毅・伊集院 睦雄・日野 泰志 (2014) 語彙判断課題における仮名・漢字表記語の語長効果 *認知心理学研究*, *11*, 105-115.

[12] Lempert, KM., Chen, YL., & Fleming, SM. (2015) Relating Pupil Dilation and Metacognitive Confidence during Auditory Decision-Making. PLoS ONE 10.

枝分かれ構造は各チャンクの発話継続時間に反映し聞き手の理解を向上させる

Branching structure is reflected in the utterance duration of each chunk to improve listeners comprehension

木村　陽菜[†]，安田　哲也[‡]，小林　春美[§]
Hina Kimura, Tetsuya Yasuda, Harumi Kobayashi

[†]東京電機大学大学院，[‡]東京大学，[§]東京電機大学
Graduate School of Tokyo Denki University,
The University of Tokyo, Tokyo Denki University
23rmd14@ms.dendai.ac.jp, t-yasuda@g.ecc.u-tokyo.ac.jp, h-koba@mail.dendai.ac.jp

概要

本研究では、コミュニケーションタスクにおいて、伝え手により自発的に産出された発話の継続時間が、曖昧な句構造の解釈にどのように寄与するのか検討した。発話を聞いた回答者が句構造について判断した回答の正誤を基準とした分析を行った。その結果、左枝分かれの句よりも右枝分かれの句の方が、発話継続時間が長いこと、またこの長さの違いが回答の正誤にも関係することがわかった。動詞と名詞のまとまりからなる最初のチャンクにおいて、発話継続時間が句構造の違いを反映していたこと、またそうした情報が発話を聞いた回答者の解釈に影響を与えていたことが示唆された。

キーワード : 枝分かれ構造, 発話継続時間, チャンク化

1. 目的

発話とともに産出される co-speech gesture は言語情報の解釈に影響を与えるとされる(Kendon, 2004; Krauss & Hadar, 1999)。本研究では、自発的に産出された参加者の発話情報がどのように曖昧な句構造の解釈に寄与するのか、チャンク部分の発話継続時間に着目し検討した。

言語は階層構造を持っており、言語そのものの表面上の構造（表層構造）とは別に深層構造があるとされる(Fujita & Fujita, 2021)。例えば、Fujita and Fujita では“green tea cup”の例を取り上げた。この例は、統語構造において、左枝分かれ(LB: Left Branching[1])することで”tea-cup for green-tea“の意味を持つ句構造ができる。一方、右枝分かれ(RB: Right Branching)することで“green-colored tea-cup”の意味を持つ句構造ができる。言語はこのように階層構造を持っているため、言語の表面からだけでは想定される構文に多様性があり解釈に曖昧性が生じる。そこでこうした句を解釈するためには音韻情報は重要であり、音韻情報により非曖昧化されるとしている(Ito, Arai, & Hirose, 2015)。

この曖昧な句構造に関する非曖昧化は、ジェスチャーによりなされるという主張もある (Kashiwadate et al., 2020)。Kashiwadate et al.では、この句構造解釈の曖昧性に注目して、ジェスチャーによる非曖昧化の役割を、例えば句「黒いしっぽの大きなねこ」を用いて調べた。この句は、大きなしっぽを持つ黒い猫(big-tail 構造)と、黒いしっぽを持つ大きな猫(big-cat 構造)という、異なる統語構造に対応する２つの意味に解釈することができる。この結果、big-tail 構造では「しっぽの」と「大きな」のチャンクとジェスチャーが同期しやすく、big-cat 構造では「黒い」と「しっぽの」のチャンクと「大きな」「猫」のチャンクの2つがジェスチャーと同期しやすかった。このことから、統語構造に応じてジェスチャーが同期することが示唆された。

Handa et al. (2021)では、動詞が含まれた 3 語から構成される曖昧な句構造「落下している男の携帯」について、ジェスチャーの頻度とそのタイミングがどのように意味解釈に寄与するのか検討した。Handa et al.は左枝分かれ(LB)の句構造と右枝分かれ(RB)の句構造において、ジェスチャーの発生するタイミングに差があり、この差は句構造におけるまとまりに対応していたことを報告した。よって、構文的に曖昧な構造の曖昧性を解消することにジェスチャーが利用されることを示唆した。音韻情報とジェスチャーの観点から調べた Okahisa and Shirose (2018)では、「黒いテレビの画面」という 3 語の合成語を利用し、ジェスチャーと音韻情報は同時に使用できないことを議論している。ジェスチャー使用を強制した場合、音韻情報の利用があまりなされないことから、ジェスチャーが話し手に認知的な負荷を与え、認知資源の割り当ての範囲内でジェスチャーが韻律情報よりも優勢になったと議論した。この Okahisa and

[1] Fujita & Fujita(2021)では枝分かれ構造を sub-merge, pot-merge から説明している。

Shirose の音韻情報とジェスチャーが同時使用されないという知見は、ジェスチャーが発話情報を補完するといった co-speech gesture の観点に新たな示唆を加えるもので興味深い。

Kimura, Yasuda, and Kobayashi (in-press) では、co-speech gesture の観点から、コミュニケーションタスク(互いの参加者が伝え合う)により、情報性の違いにおいて、枝分かれ構造の解釈にジェスチャーのタイミングがどのように寄与するのか検討した。情報性の違いとは、発話されないが聞き手が伝えられた情報を他の情報と区別し解釈するために必要となる背景情報に関する違いであり、この背景情報を含むものを情報性が高い刺激、含まないものを情報性が低い刺激として設定した。刺激は Handa et al.で利用した刺激文を修正し，モーラ数等を統制したものを用いた。実験の結果、RB 構造において情報性が高い状況では、最初の名詞の発話の開始時刻と、ジェスチャーのストロークの開始時刻に差があることが示唆された。なお、この知見は Handa et al.が報告した知見と似ていた。RB において情報性が高い場合にジェスチャー開始時刻に差があったことは、Okahisa and Shirose が指摘した観点から考えると、認知的負荷が掛かった可能性を示唆する。しかしながら、Kimura et al.では、ポーズ等の音韻情報の比較はなされていないため、これらの検討は不十分である。

本研究では、Kimura et al. のデータセットを用い、参加者の回答を基に、回答者が正答をした場合に聞いていた発話と、回答者が誤答をした場合に聞いていた発話の 2 つのデータセットを作成し、自発的に産出された発話情報、特にチャンクに関する発話の継続時間が、どのように曖昧な句構造の解釈に寄与するのか、検討した。なお、意味が曖昧な句として「飛んでいるタヌキの写真」を利用した。

もし階層構造の基準となるチャンキング(図 1)により非曖昧化が促されるとしたら、1) LB 構造においては、意味の塊を表出するために「‘飛んでいる’, ‘タヌキの’」に対して発話開始早々にチャンキングを行うことになる。よって、このチャンクの継続時間(chunk 1)は LB 構造の方が RB 構造よりも短くなるだろう。

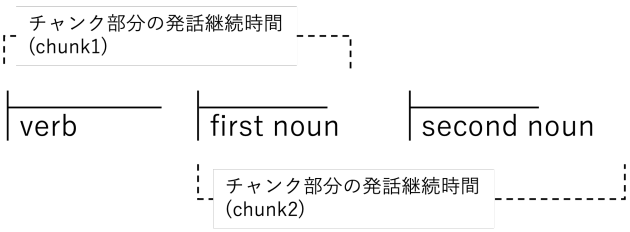


図 1 予測されるチャンク部分とその発話継続時間

2) RB 構造においては、「‘タヌキの’, ‘写真’」に対してチャンキングを行うことになる。「タヌキ」と「写真」を結びつけようとするので、このチャンクの継続時間(chunk 2)は RB 構造の方が LB 構造よりも短くなるだろう。

2. 方法

2.1 実験参加者

データセットに含まれていた人数は、28 人の日本語を母国語とする学生 (平均 : 21.7 歳、範囲 : 20-23 歳)であった。なお、2 人のペアで実験に参加していた。

2.2 実験条件

実験条件は、枝分かれ構造(2: 左枝分かれ(LB)/右枝分かれ(RB) 構造)、情報性(2: 高い(more)/低い(less))、動詞(2: 落下している(Fall)/飛んでいる(Fly))であった。枝分かれ構造条件は、句構造が左枝分かれで解釈されるものと、右枝分かれで解釈されるものであった。例えば、3 語の曖昧な句構造として、「飛んでいるタヌキの写真」、動詞(verb)+名詞-1(first noun)+名詞-2(second noun)を使用した(図 2)。

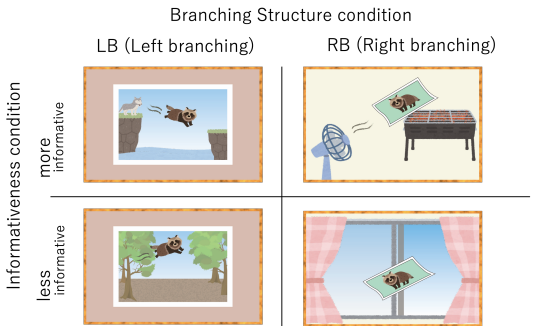


図 2 実験条件

この例の場合、左枝分かれ構造では、「飛んでいる」と「タヌキの」がまとまりとなり、飛んでいるタヌキが写っている写真という解釈ができる。一方で、右枝分かれ構造では、「タヌキの」と「写真」がまとまりとなり、タヌキが写っている写真が飛んでいるという解釈ができる。なお、情報性条件は、情報性が高い場合と、低い場合とした。情報性が高い条件(more informative)は、背景に描かれた自然物や建物 (e.g., 崖やビル) など他に情報を加えることが可能であると予測されるものであった。一方で、情報性が低い条件(less informative)は、背景に加える情報はあるが情報性が高い条件に比べると加える情報は少ない (たとえば平地や木など) と予測されるものであった。動詞条件は、落下している/飛んでい

るという 2 つの動詞から構成された。これらの動詞は重力のような強い方向性があるものとないものであり、動き方の表現に差が出ると予測されるものであった。要因計画に関しては、枝分かれ構造条件と動詞条件は参加者内要因、情報性要因は参加者間要因であった。

2.3 実験刺激

Handa et al. (2021)の基準を用い、、実験刺激は動詞(V: verb)＋名詞-1(N1: first noun)＋名詞-2(N2: second noun)の 3 語から構成される曖昧な句構造を用いた。例えば、「飛んでいるタヌキの写真」や「落下している猫の写真」というような句であった。動詞(V)が 2 種類、名詞(N1)が 6 種類、名詞(N2)が 3 種類から構成される 12 種類の句を作成した。これらの句について、左枝分かれ構造、および右枝分かれ構造を表すイラストに、情報性の異なる背景、例えば 崖から落ちている/木から落ちているというような情報を付加したイラストを作成した。なお、句構造に用いられた語のモーラ数は、条件間で同程度になるように統制した。

2.4 実験手続き

本研究では、2 人のペアで実験を行った。参加者を、イラストの内容を伝える話し手の役割(参加者 A)と、イラストの内容を聞く聞き手の役割(参加者 B)にランダムに分けた。話し手(A)と聞き手(B)は、刺激が出力されるモニターが互いに見えないよう、テーブルを挟んで座った。話し手(A)には動画を視聴してもらい、そのイラストの内容を記憶して、聞き手(B)に話してもらった。その後、聞き手(B)には、聞いた話に関して、四択のイラストの中から選んでもらった。参加者は練習試行を行ったあと、本試行に取り組んだ。すべての試行が終了した後、参加者 A と B は役割と場所を交代して、再び実験を行った。参加者には、実験後に謝礼を渡すことを伝え、正解率が良いほど謝礼がよくなることを伝えた。

3. 分析方法

分析は ELAN(ver.6.4)を利用し、枝分かれ構造ごとに発話とジェスチャーをコーディングした。ジェスチャーに関しては、Kendon (2004)のジェスチャーフェーズに対応したコーディングを行った(see, 細馬, 2008)。句構造の違いにおけるチャンク部分の発話継続時間を調べるために、聞き手の回答が正答のセット(全て co-speech gesture で表現されていた)と誤答のセット(70%弱が co-speech gesture で表現されていた)の 2 つのデータセットに分けた。これらのデータセットについて、それぞれ線形混合モデル(LMMs: Linear Mixed Models)を用いた分析を行った[2]。各データセットは、動詞発話の開始時点と名詞-1 発話の終了時点をチャンク 1(chunk1)、名詞-1 発話の開始時点と名詞-2 発話の終了時点をチャンク 2(chunk2)とした。各条件のコード化は、それぞれのデータセットにおいて、ダミーコーディングした後、中心化するようなエフェクトコーディングを行った。各 LMM を選定するために、固定効果に実験条件とそれらの交互作用が含まれた最大モデルを構築した後に、前向きのステップワイズ法を用いた。解析に利用した各 LMM は赤池情報量基準の一番低いものを利用した。

4. 結果・考察

句構造の違いによるチャンク部分の発話継続時間において、正答の場合の chunk1 の LMM の結果、切片(β = 1.8721, t = 17.174, p < .01)、枝分かれ構造(branch; β = -0.1772, t = -2.266, p = .025)、動詞 (verb; β = 0.3186, t = 3.372, p = .007)が有意であった。左枝分かれ構造の場合、動詞と名詞-1 のまとまりである chunk1 の継続時間が右枝分かれ構造に比べ、有意に短かった。動詞(verb)に関しては、fall のほうが fly よりも有意に長かった。

chunk2 の発話継続時間の LMM の結果、切片(β = 1.239, t = 16.42, p < .001)が有意であった。chunk2 において、RB であれば、発話継続時間が短くなると予測していたが、枝分かれ構造に関わらず、発話継続時間は変わらなかった。これは、より解釈が難しいとされる右枝分かれ構造であると聞き手が解釈するには、名詞-1 と名詞-2 がまとまりであることが伝わるよう発話する必要があるため、動詞と名詞-1 のまとまりである chunk1 が長くなったと考えられる。

誤答に関して chunk1 の LMM の結果、切片(β = 1.725, t = 18.430, p < .01)、動詞 (verb; β = 0.4341, t = 4.048, p = .0030)が有意であった。動詞(verb)に関しては、fall のほうが fly よりも有意に長かった。なお、branch は固定効果として採用されなかった。

[2] 各 LMM 構築には lme4 パッケージ(Bates, Mächler, Bolker, & Walker, 2015)を用いた。
正答のデータセットにおける chunk1 では、枝分かれ構造(branching)と動詞(verb)が固定効果として選定された(df=6)。chunk2 では、null モデルが選定された(df=4)。誤答のデータセットにおける chunk1 では、動詞(verb)が固定効果として選定された(df=5)。chunk2 では、枝分かれ構造(branching) が固定効果として選定された(df=5)。

chunk2 の LMM の結果、切片(β = 1.225, t = 17.338, p <.001)、枝分かれ構造(branch; β=0.157, t=2.645, p=.009)が有意であった。右枝分かれ構造の場合、名詞-1 と名詞-2 のまとまりである chunk2 の継続時間が左枝分かれ構造に比べ、有意に短かった。

なお、図 3 に chunk1 の発話継続時間、図 4 に chunk2 の発話継続時間を示す。なお、これらの図は、枝分かれ構造に焦点を当てプロットした。

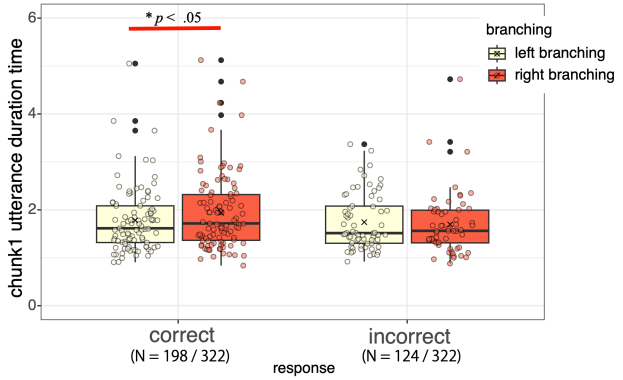


図 3　聞き手の回答における句構造の違いによる chunk1 の発話継続時間

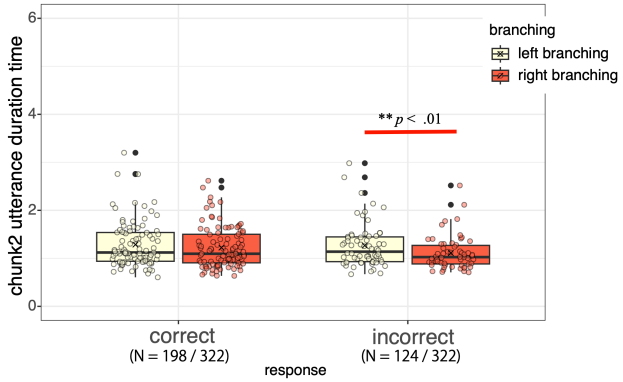


図 4　聞き手の回答における句構造の違いによる chunk2 の発話継続時間

以上のことから、chunk1 に関しては、正答でも誤答でも同じように fall のほうが fly よりも長く表現していることがわかった。よって、正答/誤答ともに動詞の意味的情報を付与できていたことが予想される。しかしながら、正答において枝別れ構造に応じた発話継続時間の差異があった一方で、誤答においてはそうではなかった。興味深いことに、chunk2 に関しては、正答においては枝別れ構造に応じた発話継続時間の差異はなく、むしろ誤答において枝分かれ構造の差異があった。これは「適切ではなかった」チャンク構造で表現された発話を聞いたことにより「誤った」答えをするよう導かれた可能性が考えられる。よって、chunk1 の表現の仕方が枝分かれ構造の解釈を正しく行うために、重要であることが示唆される。

この知見は、枝分かれ構造をチャンク化してジェスチャーするという Kashiwadate et al.の知見とも異なる。Kashiwadate et al.のような想起タスクでは、情報を振り返りながらジェスチャー産出ができるのに対し、本研究でのコミュニケーションタスクでは、伝えるべき相手がいるため、時間という概念も手がかりとなり得る。そこで、枝分かれ構造をまず決める chunk1 のような箇所で、句構造を特定するために必要な情報を付加しようとしていた可能性が考えられる。また、Kimura et al. でのジェスチャー分析では、RB 時に情報性の程度により違いがあったが、本研究での発話継続時間に関して、情報性の違いは確認なされなかった。つまりジェスチャーが情報性を表現する点において有効に働いていたことが考えられる。

5.　結論

本研究では、伝え手により自発的に産出された発話継続時間が、どのように曖昧な句構造の解釈に寄与するかを検討するために、解釈を行った回答者の正誤を基準とした分析を行った。動詞と名詞のまとまりからなる最初のチャンクにおいて、発話の継続時間は、句構造の違いを反映していた。コミュニケーションのタスクにおいて、発話の早い段階で句構造を特定するために必要な情報が提供されていると言える。今後、無音区間の継続時間を調べることで、より精緻にチャンキング方略等が検討できる可能性がある。

謝辞

この研究に協力してくださった全ての参加者に感謝申し上げます。本研究は科研費 JP17H06382 (H.K.), JP20H01763 (H.K.), JP20K03375 (T.Y.).の助成を受けた。

主要参考文献

[1] ELAN (Version 6.4) [Computer software]. (2022). Nijmegen: Max Planck Institute for Psycholinguistics, The Language Archive. Retrieved from https://archive.mpi.nl/tla/elan

[2] Fujita, H., & Fujita, K. (2022). Human language evolution: a view from theoretical linguistics on how syntax and the lexicon first came into being. *Primates*, *63*, 403-415.

[3] Handa, Y., Yasuda, T., & Kobayashi, H. (2021). The Use of Co-Speech Gestures in Conveying Japanese Phrases with Verbs. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, *43*, 1555-1559.

[4] Kashiwadate, K., Yasuda, T., Fujita, K., Kita, S., & Kobayashi, H. (2020). Syntactic structure influences speech-gesture synchronization. *Letters on Evo Behav Sci*, *11*, 10-14.

[5] Kimura, H., Yasuda, T., and Kobayashi, H. (July, 2023; in press). Spontaneous co-speech gestures with prompt phrases reflect linguistic structures. Proceedings of CogSci, 45

[6] Okahisa, T., & Shirose, A. (2018). Influence of hand gestures on prosodic disambiguation of syntactically ambiguous phrases. Acoustical Science and Technology, 39, 171–17.

視線は拡大する局所的オプティックフローの外縁に誘導されるのか
Is the Gaze Guided to the Outer Edge of Expanding Local Optic Flow?

畑 美緒[†]，加藤 麻樹[†]，三嶋 博之[†]
Mio Hata, Macky Kato, Hiroyuki Mishima

[†]早稲田大学
Waseda University
81plus1.30@akane.waseda.jp

概要

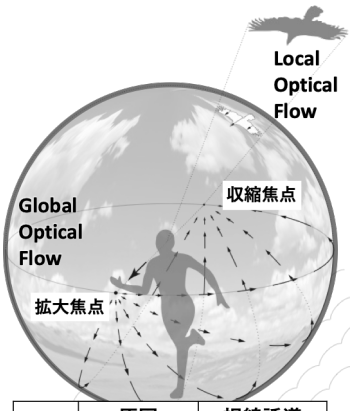
観察者の移動から生じるGOFと，対象の移動から生じるLOFが，それぞれ視覚的探索に与える影響について，実験1では一重のリング状のLOFを，実験2では球状のLOFを使用し，LOFの肌理の違いによる知覚の変化を検討した．また，実験2ではGOFの速度が変化することによる効果についても検討した．その結果，一重のリング状のLOFはその輪郭あるいは外側に，球状のLOFはその輪郭に視線を誘導する可能性が示唆された．また，GOFの速度が上がると視覚探索の反応時間が長くなる可能性が示唆された．

キーワード：optic flow (オプティックフロー)，visual search (視覚探索)，perception (知覚)

1. はじめに

視覚は，人混みをすり抜ける，飛来するボールを掴む等の日常行為を支えている．しかし「見えているはず」であるにも関わらずそれらの行為が苦手な人がおり，また得意な人であっても時には失敗することがある．その原因にはいくつか考えられるが，視覚情報の入力段階における問題として，環境中の情報への注意の配分や，必要な視覚情報を得るための視線運動などがある．移動する動物にとって「動き」の情報は重要である．人間や動物が利用する視覚情報の一つに包囲光配列の変化であるオプティックフロー（以下 OF）がある [1] [2]．OFのうち，特に観察者自身が移動することで生じる大域的な流動をGlobal Optic Flow（以下GOF），観察者以外の対象が移動することで生じる局所的な流動をLocal Optic Flow（以下LOF）と呼ぶ[3]（図1）．人間においては，点群から構成される OF が観察者の注意または視線を誘導することが知られているが[4] [5]，複数の機能の異なる OF が同時に存在する場合はそれらが相互作用すると考えられる．

本研究は，点群から構成されるGOFとLOFをディスプレイ上に重畳させて提示することで，視覚探索課題における両者の相互作用を明らかにすることを目的とする．また，実験 1 では一重のリング状の肌理を持つLOF（以下，一重のLOF）を，実験2では球体表面を模した肌理を持つLOF（以下，球状のLOF）を使用し，LOFの肌理の違いによる知覚の変化を検討することも目的とする．さらに実験 2 ではGOFの速度を変化させることによる知覚の違いも検討する．



	原因	視線誘導
GOF	自己の運動	ない可能性
LOF	対象の運動	あり

図1．オプティックフロー知覚

2. 実験1：一重のLOF

本節は，著者らの知見 [6] に基づいている．

実験参加者　実験参加者参加者は20名であった．

実験装置・計測項目　顎台で実験参加者の頭部を支持し，大型ディスプレイモニタ（55インチ，ソニー製）で映像刺激を提示した．映像刺激に対して，参加者はTargetの弁別を行い，両利き対応マウス（G203, Logitech製）で応答した．その際，計測項目は Target が出現してから応答するまでの反応時間及び，視線計測装置（Pupil Invisible，Pupil Labs 社製）で計測した視線運動データであった．

映像刺激　映像刺激は，画面中央の同一円周上に等間隔で 8 箇所配置されたプレイスホルダーのいずれか一つの中に，特定のタイミングで 2 種の数字が呈示された (図2)．映像刺激の中で，点群を散布した円筒中心を等速で移動する画角を持たせたGOFは画面中央部から継続して発生し，周辺部へと一定加速度で拡大するように見える点群であった．一方，LOF は，一定加速度で拡大する一重のリング状の点群として生成され，

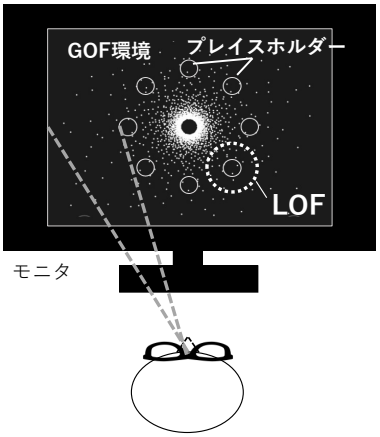


図 2. 実験環境

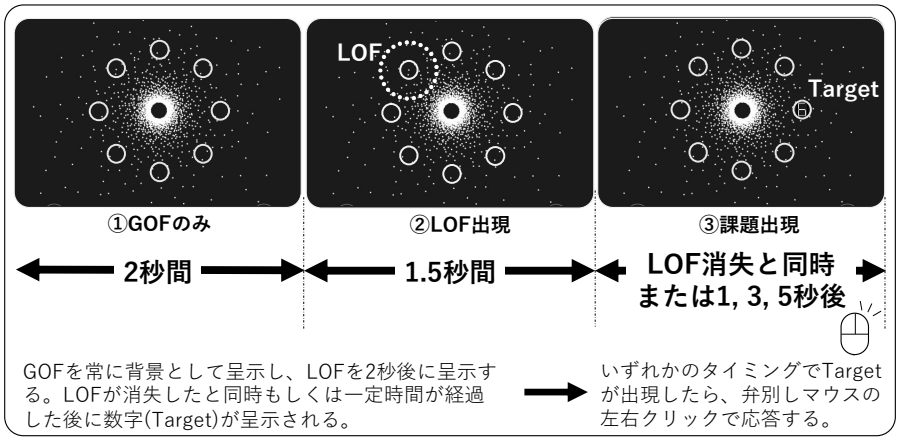
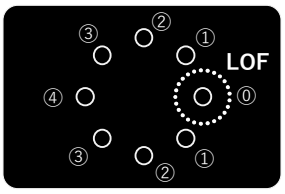


図 3. 実験 1 の流れ

プレイスホルダーの内の一つにランダムに呈示された. 課題は，プレイスホルダーのいずれかに表示される数字を視覚的に探索し，弁別した上で，数字に対応した 2 つのボタンを可能な限り早く押下することであった (図 3). 結果として，映像刺激の要因は「GOF の有無」，LOF が呈示されてから標的が呈示されるまでの「時間差」 (4 水準 : 0, 1, 3, 5 s)，LOF と標的の呈示位置の「位置関係」(64 水準 : プレイスホルダーの組み合わせ) であり，128 試行を 2 回反復測定した.



実験 1　位置関係の出現頻度

GOFの有無	時間差	位置関係	出現回数
GOF無/有	同時/1s/3s/5s	⓪	2
		①	4
		②	4
		③	4
		④	2

図 4. 実験 1 の位置関係の出現頻度

結果　分析において，「位置関係」を LOF の呈示位置から課題発生位置が一致する位置を⓪とし，以降は距離が近い順に①〜④の 5 水準として扱った (図 4).

反応時間に対する 3 要因分散分析の結果 (表 1)，「位置関係」の主効果 ($F(4, 76) = 4.37, p < .01$, $\eta_G^2 = .016$) と，「位置関係」と「時間差」の交互作用が有意であった ($F(12, 228) = 3.23, p < .001$, $\eta_G^2 = .024$) (図 5). 一方，GOF の主効果は有意ではなかった ($F(1, 19) = 2.71, p = .116$).

GOF が視線に及ぼす効果を分析するために，18 名分の視線データを利用し，画面の中心からプレイスホルダーまでの距離の半分を半径とした円の内側を「中心部」，その外側を「周辺部」と定義し，エリアごとに視線データの有無を判定した上で，各参加者内で累積した．GOF の有無を要因として，中心部にある視線の個数と周辺部の視線の個数について階層ベイズロジスティック回帰分析を行った [7] [8] [9]．MCMC サンプリング　(iteration = 6000; warmup = 3000; thinning = 1) を行って事後分布を推定したところ収束を確認し ($\hat{R} < 1.02$)，このとき GOF 有無の効果に関する係数の平均値が 0.62, 95% Bayesian CI [0.61, 0.63] で，0 から充分に離れていることから GOF の効果があること，具体的には GOF 有条件の方が GOF 無条件と比べ，視線が中心部に集まっていることが確認された.

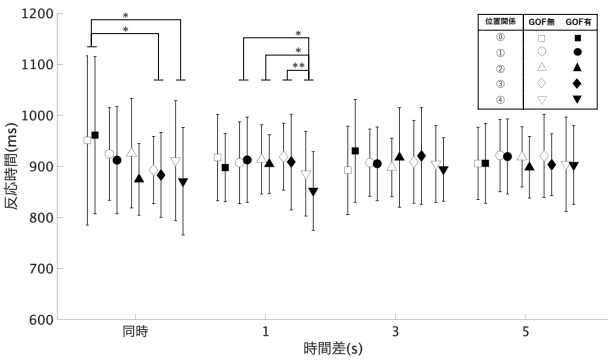


図 5. 位置関係・時間差の交互作用

(*p<.05, **p<.01（Holm 法）．エラーバーは標準偏差)

表 1. 反応時間に対する 3 要因分散分析結果

Within Subjects Effects				
	df	*F*	*p*	η_G^2
GOF	1	2.71	0.116	0.003
Residual	19			
TI	3	0.77	0.518	0.003
Residual	57			
PR	4	4.37	0.003	0.016
Residual	76			
GOF ✻ TI	3	1.51	0.221	0.004
Residual	57			
GOF ✻ PR	4	1.37	0.252	0.003
Residual	76			
TI ✻ PR	12	3.23	< .001	0.024
Residual	228			
GOF ✻ TI ✻ PR	12	0.62	0.825	0.004
Residual	228			

TI : 時間差(time interval)
PR : 位置関係(positional relationship)

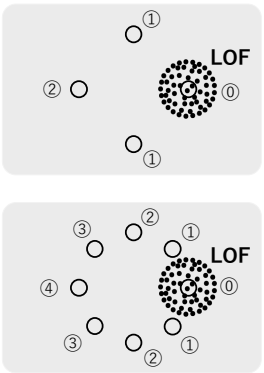
3. 実験 2：球状の LOF

実験 2 は実験 1 で示唆された結果から，GOF の速度の種類を増やすこと，ならびに LOF の肌理を球状の点群に変えることによる反応時間への影響を明らかにすることを目的としている. 実験 2-1 および実験 2-2 は予備実験として実施した.

3.1. 実験 2-1

実験参加者・実験刺激 参加者は 6 名であった．映像刺激は，画面中央の同一円周上に等間隔で 4 箇所配置されたプレイスホルダーのいずれか一つの中に，特定のタイミングで 2 種の数字が呈示されるものであり，GOF は画面中央部から継続して発生し，周辺部へと一定加速度 (3 水準) で拡大する点群であった. 一方, LOF は，一定加速度で拡大する球状の点群 (接近する球体の表面に散布された点群) として生成された.

「GOF の速度」 (3 水準 : 0, 60, 1500 pixel/s) を被験者間要因，LOF が呈示されてから標的が呈示されるまでの「時間差」 (5 水準 : -2, -1, 0, 1, 2 s)，LOF と標的の呈示位置の (16 水準:プレイスホルダーの組み合わせ) の 2 要因を被験者内要因として，80 試行を 2 回反復測定した (図 6).



実験 2-1 位置関係の出現頻度

GOFの有無	時間差	位置関係	出現回数
0 (pixel/s)	-2, -1, 0, 1, 2 (s)	⓪	4
		①	8
		②	4
60 (pixel/s)	-2, -1, 0, 1, 2 (s)	⓪	4
		①	8
		②	4
1500 (pixel/s)	-2, -1, 0, 1, 2 (s)	⓪	4
		①	8
		②	4

実験 2-2 位置関係の出現頻度

GOFの有無	時間差	位置関係	出現回数
0, 60, 1500 (pixel/s)	-2, -1, 0, 1, 2 (s)	⓪	2
		④	2
		その他	2

図 6. 実験別の位置関係の出現頻度

結果 分析において，「位置関係」を LOF の呈示位置から課題発生位置が一致する位置を⓪とし，以降は距離が近い順に①･②として 3 水準として扱った (図 6). 反応時間に対する 3 要因混合分散分析の結果,「時間差」の主効果 ($F(4, 12) = 6.85, p < .01$)，と「位置関係」と「時間差」の交互作用が有意であった ($F(8, 24) = 3.64, p < .01$) (図 7・8). 一方，GOF の主効果は有意ではなかった ($F(2, 3) = 0.22, p = .813$).

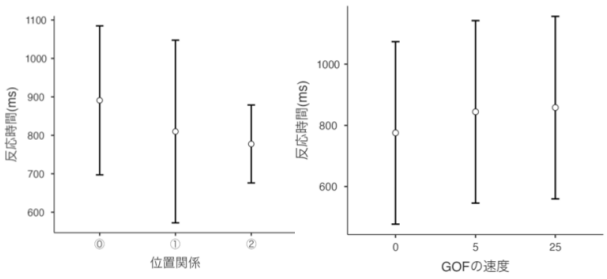


図 7. 実験 2-1 の位置関係・GOF の速度の主効果 (エラーバーは信頼区間)

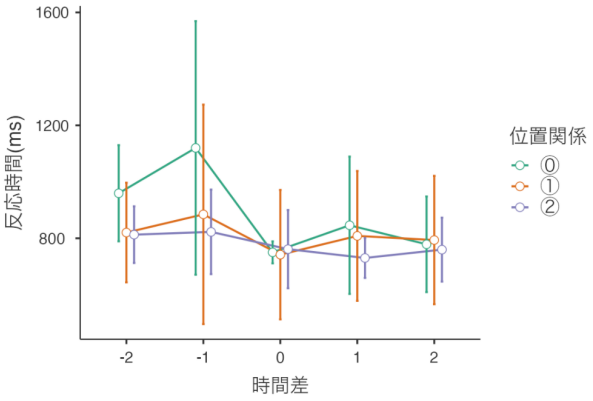


図 8. 実験 2-1 の位置関係・時間差の交互作用 (エラーバーは信頼区間)

3.2. 実験 2-2

実験参加者・実験刺激 参加者は 2 名であった．映像刺激は，画面中央の同一円周上に等間隔で 8 箇所配置されたプレイスホルダーのいずれか一つの中に，特定のタイミングで 2 種の数字が呈示されるものであり，GOF と LOF は実験 2-1 と同様であった.

「GOF の速度」 (3 水準) ，LOF が呈示されてから標的が呈示されるまでの「時間差」 (5 水準) ，LOF と標的の呈示位置の「位置関係」 (3 水準 : LOF の呈示位置から課題発生位置が一致する位置を⓪，対角の位置にあるものを④，⓪・④を除いたものをその他とした)の 3 要因を被験者内要因として，90 試行を 2 回反復測定した (図 6).

結果 反応時間に対する 3 要因分散分析の結果，位置関係の主効果 ($F(2, 2) = 11611.23, p < .001$)，GOF の速度 ($F(2, 2) = 22.45, p < .05$)，時間差と位置関係の交互作用 ($F(8, 8) = 19.41, p < .001$)，時間差と GOF の速度の交互作用 ($F(8, 8) = 4.53, p < .05$)，位置関係と GOF の速度 ($F(4, 4) = 8.39, p < .05$)時間差と位置関係と GOF の交互作用 ($F(16, 16) = 3.94, p < .01$)が有意であった (図 9).

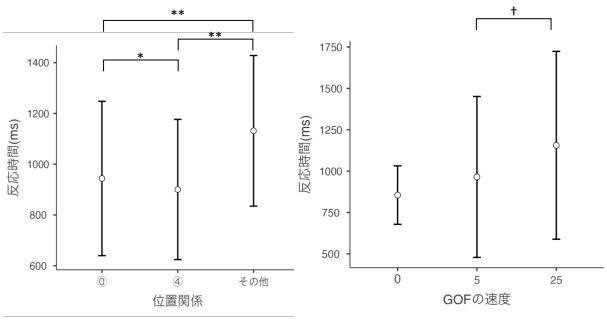


図 9. 実験 2-2 の位置関係・GOF の速度の主効果
(†.05 ≦ p < .10, *p < .05, **p < .01（Holm 法）．エラーバーは信頼区間)

4. 総合考察

4.1. LOF の違いによる効果

実験 1 について，LOF と標的の呈示位置が一致している位置関係での反応時間が長く，画面中央を挟んで対角となる位置関係での反応時間が短かった．反応時間の短さはその近辺にあらかじめ注意が向いていたことを意味することから，この結果は，LOF がその内側と中心ではなく，その輪郭もしくは輪郭が拡大する外方向に視線を誘導することと，LOF が消失後もその後の 1 秒程度は外側・輪郭に注意を誘導し，特に，画面内において対角の位置にあるプレイスホルダーに視線を誘導することの 2 点の可能性を示唆する．拡大する LOF 先端部への視線誘導効果については，LOF が一重のリング状であったことが影響していると考えられた．

一方，実験 2-1 では，LOF と標的の呈示位置が一致している場合，時間差が -1 秒での反応時間が長くなった (図 8) ことから，実験 1 と異なり LOF の中にも肌理があったとしても，LOF はその中心ではなく外側に視線を誘導している可能性が示唆された．しかし，実験 2-2 では，位置関係は一致と対角で反応時間が短くなったことから，出現頻度が制限されることで参加者が Target の出現位置を予測していた可能性がある．このことから，実験 2 の本実験では，プレイスホルダーは 8 個に維持しつつ位置関係の出現頻度を調整する必要があると考えられる．

4.2. GOF の効果

次に，実験 1 の視線データについて，参加者の視線は，拡大する GOF が呈示された場合，GOF の存在する画面の中心部により多く分布していたことが確認された．これは，LOF と違い GOF はその中心に視線を誘導することを意味する．一方，実験 1・2-1 の反応時間に対して GOF の有無，GOF の速度の主効果がなかったことから，画面中央に視線を誘導する GOF が存在していても LOF による視線誘導が生じ，かつ，GOF の存在は視覚探索の時間を大きく遅延させることはなかったと可能性がある．これは，GOF が LOF の効果や参加者による探索活動を阻害はしないことを示唆する結果である．一方で，実験 2-2 においては GOF の速度の主効果があることが示唆されたことから，GOF の速度は被験者間計画ではなく，被験者内計画にすることが適切であると考えられる．実験参加者数を増やし，LOF と GOF の相互作用を考察する必要があるだろう．

文献

[1] Gibson, J.J. (1966). *The Senses Considered as Perceptual Systems*. Houghton Mifflin Company.
[2] Gibson, J.J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Houghton Mifflin Company.
[3] Chardenon, A., Montagne, G., Laurent, M., & Bootsma, R. J. (2004). The perceptual control of goal-directed locomotion: a common control architecture for interception and navigation? *Experimental Brain Research*, *158*, 100-108. https://doi.org/10.1007/s00221-004-1880-7
[4] Higuchi, Y., Inoue, S., Endo, T., & Kumada, T. (2019). Task-irrelevant optic flow guides attention in visual search. *Attention, Perception, & Psychophysics, 81*, 1327-1345. https://doi.org/10.3758/s13414-018-01646-8
[5] von Mühlenen, A., & Lleras, A. (2007). No-Onset Looming Motion Guides Spatial Attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *33*, 1297-1310. https://doi.org/10.1037/0096-1523.33.6.1297
[6] 畑 美緒・加藤 麻樹・三嶋 博之（印刷中）．探索における大域的オプティックフローと局所的オプティックフローの相互作用，認知科学，*30*(3).
[7] 久保 拓弥 (2012)．データ解析のための統計モデリング入門――一般線形モデル・階層ベイズモデル・MCMC 岩波書店
[8] 松浦 健太郎（2016）．Wonderful R 2 Stan と R でベイズ統計モデリング 共立出版
[9] 照井 伸彦（2010）．シリーズ〈統計科学のプラクティス〉2 R によるベイズ統計分析 朝倉書店

自己肯定感が疎外感に及ぼす影響の推定—実験デザインの検討—
Estimating the Effect of Self-Affirmation on Alienation: Consideration of Experimental Design

秦　慕君，橋本　敬
Mujun Qin, Takashi Hashimoto
北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
{qinmujun, hash} @jaist.ac.jp

Abstract
個人と集団のアンマッチから生じる疎外感は，個性や創造性の顕れと見ることもできるため，疎外感の受容は個人に肯定的な影響を持つ可能性がある．本研究は，疎外感に連なる個人の性質に関わる自己肯定感が疎外感とその受容に影響するかどうかを検証する．予備実験では，先行研究で示されていた自伝的記憶の想起による自己肯定感の上昇が再現できなかった．また，想起前後で疎外感には有意差が生じたが，疎外感受容度に有意な変化がなかった．自伝的記憶の想起課題を再検討する必要がある．

キーワード：疎外感（alienation），自己肯定感 （self-affirmation），自伝的記憶（autobiographical memory）

1. はじめに

人間は社会的動物であり，毎日他者と関わりながら生活しているが，所属する集団から心理的・物理的に離脱することもある．個人は自らの経験・体験に基づいて内面化された価値観・考え方と集団の制度・規範に合わないこと（アンマッチ）によって，「自分は排除されている」と感じる状況になると「疎外感」が生じる[1]．個人の経験・体験は個人の物語性[2]とし，集団の制度・規範は集団の法則性[2]と考える．その物語性と法則性は，人々が自分と世界の相互作用を通じて生み出すものである．物語性とは，世界における一回限り，特定の時間と場所で起こった出来事を，その推移に伴って内面化していくことである[2]．個人の物語は，それぞれの個人の独特な物語であり，個人のアイデンティティの形成と関連しているものである[3]．一方，法則性とは，人間が世界と相互作用するとき，同じ出来事が何度も繰り返されると，それを法則的に内面化し，次の状況を予測に生かすことである[2]．また，疎外感は集団生活の中で個人が他者から排除され，どうしてもなじめないという認知的感情と定義される[4]．この場合の「他者」は，具体的な他人だけではなく，社会や自分の周辺に生起する事柄，さらに自分自身も含める[4]．本研究は，このような具体的な他人が存在せず，自分の一回限りの体験・経験（＝個人の物語性）または自分の価値観・考え方・性質（＝個人の法則性）と集団の制度・規範（＝集団の法則性）とのアンマッチにより生じる疎外感に焦点を当てる．

これまでの研究では，疎外感をネガティブに捉える視点が多い．例えば，疎外感をもつことが非行傾向（例：学校をさぼる）[4]や社会問題（例：個人の社会意識・政治意識を薄める）[5]とどう関連するか，または疎外感がもたらす問題をどう改善するか[6]などである．特に，心理学における従来の研究では，いじめられた体験を疎外感と関連付ける研究が多い．集団の中で疎外感を感じる人達の中には，いじめられた体験があり，集団の中で馴染めない感覚を持っている人もいた[7][8]．過去のいじめられた体験が個人に及ぼす影響の中で，再びいじめられないように同調傾向（自分の意見や判断を無理に曲げ，所属している集団の多数派の意見や判断に合わせて従ってしまう効果）を持つという個人の成長などに否定的な影響がある[9]．

一方で，疎外感をポジティブに捉える視点もある．先行研究によると，疎外感をもつ人の創造性が高い傾向があり[10][11]，疎外感は高いがそれを受容できる（疎外感を受け止められる）人はできない人より高い人格の成長を遂げ[12]，受容度が高いほど創造性が高いことが示された[13]．以上のことから，疎外感の受容が個人に肯定的な影響を及ぼす可能性があると推測する．

2. 目的

本研究では，個人が集団に無理に合わせず，自分の主張や特性を認識し，個人の性質を大切にすることが大事であると考える．人ひとりが社会に参加し潜在能

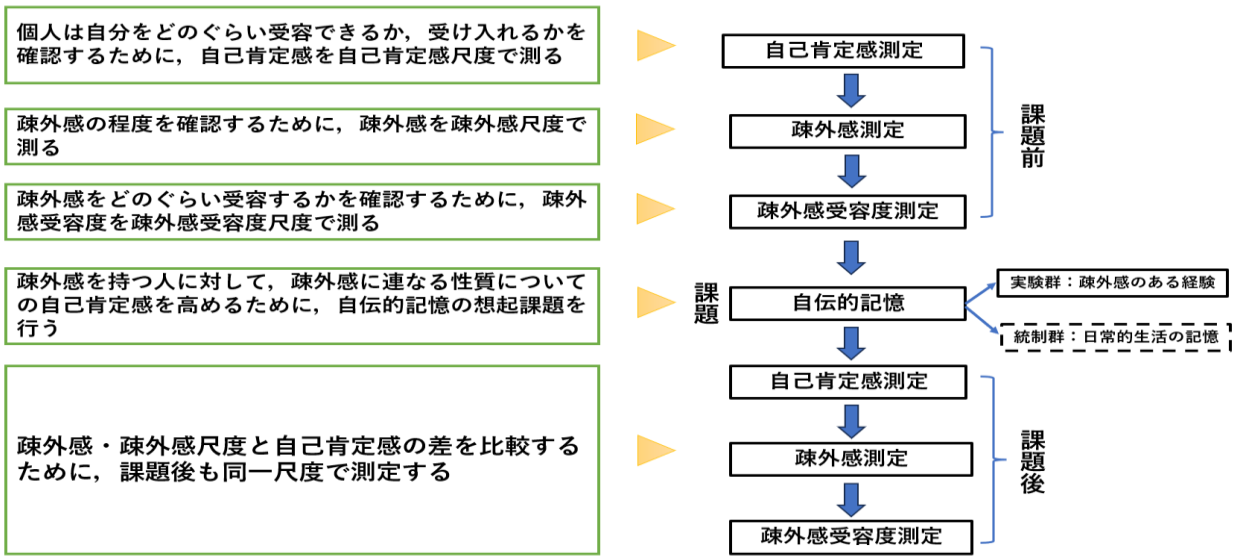


図 1　実験の流れ

力を発揮できる多様性と包摂性のある社会の実現には，疎外感をもつに至る原因となる個人の性質を自らポジティブに受け入れ，また社会もそれを受け入れるようになることが重要だと考えられる．

そこで本研究は，疎外感に至る原因となる個人的性質をポジティブに受け入れることに重点を置く．他者との比較ではなく，自分自身の価値基準に従う自分は「私」であっても大丈夫という感覚は自己肯定感と定義されている[14]．つまり，個人が疎外感をもっていても，ありのままの自分を受け入れる，すなわち，疎外感を持つ原因となる自分の性質を受け入れることは，自己肯定感の概念で捉えられると考えられる．そして，自己肯定感は社会規範の対立による疎外感の緩和と調節の効果があるとされる[6]．

以上を踏まえ，本研究は疎外感を持つ人に対して，疎外感に繋がる個人の性質に関わる自己肯定感が高まると，疎外感と疎外感の受容に影響するかを検証する目的とする．以上の目的を達成するために，2 つの仮説を設定する．

- 仮説 1：自己肯定感が高まると，疎外感の受容度に影響する
- 仮説 2：自己肯定感が高まると，疎外感に影響する

3.　予備実験

実験参加者

実験参加者は，大学院生 7 人（男性 5 人，女性 2 人），平均年齢は 26.29 歳（SD＝3.06）であった．

実験計画

仮説を検証するために，自己肯定感の得点を独立変数，疎外感と疎外感受容度の得点を従属変数とする混合計画の実験をデザインした．独立変数のコントロールとして，自伝的記憶の想起課題を行った．先行研究では，個人における重要な出来事という自伝的記憶を想起させることにより自己肯定感が高まることが示された[15]．疎外感をもつ経験（集団に溶け込めない，なじめない等）からユニークな自分（個人の性質）を自覚できるような重要な出来事の想起を実験群，日常的な記憶の想起を統制群とする．

予備実験では，統制群を実施せず，実験群のみ行われた．

実験の流れ

実験の流れを図 1 に示す．自伝的記憶想起課題の前に，個人の自己肯定感・疎外感・疎外感受容度を測定するために，自己肯定感尺度[16]・疎外感尺度[4]・疎外感受容度尺度[17]を使用する．

自伝的記憶の想起課題として参加者に以下の 3 点を指示した．これは，疎外感に連なる個人の性質を想起させ，それを受容してもらうことを企図したものである．

1. 所属している組織やグループで，自分の個性や独自のアイデアが受け入れられず，疎外感を感じた

経験を教えてください.

2. その時, 自分の発言や行動に対して, どのような制約があるかと感じましたか？（制約：一定の条件を付けて行動などを自由にさせないこと）
3. 自己の特性を大切にし, 自分のアイデンティティの認識することの重要性について今どう考えていますか？具体的に自分自身の経験や例を挙げて記述してください.

課題後, 自己肯定感・疎外感・疎外感受容度の変化を見るために, 課題前と同じ尺度で自己肯定感, 疎外感, 疎外感受容度を測定した.

質問紙の構成

自己肯定感尺度：対自己領域の自己受容, 自己実現的態度, 充実感の 3 つの下位尺度計 24 項目からなる自己肯定感尺度[16]を使用した. 本尺度は, 7 件法（全くそう思わない～非常にそう思う）であった.

疎外感尺度：孤独感, 自己嫌悪感, 空虚感, 圧迫拘束感の 4 つの因子からなる合計 44 項目から構成される疎外感尺度[4]を使用した. 本尺度は, 7 件法（全くそう思わない～非常にそう思う）であった.

疎外感受容度尺度：合計 10 項目からなる疎外感受容度尺度[17]を使用した. 本尺度は, 7 件法（全くそう思わない～非常にそう思う）であった.

4. 結果

予備実験の結果を対応のある 2 標本 t 検定で分析した. 自伝的記憶の想起課題後, 自己肯定感得点の平均値は高まったものの有意差が見られなかった（$t(7) = -1.489$, $p = 0.187$）（図 2, エラーバーは標準偏差, 有意水準を 0.05 とした）.

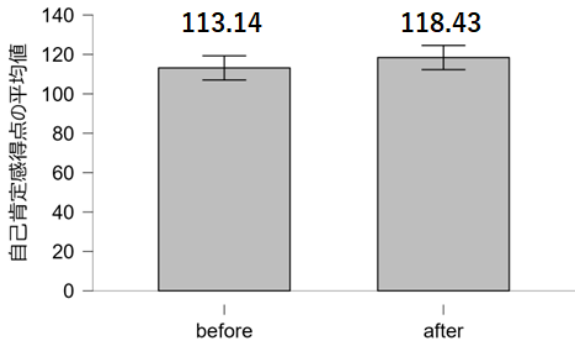


図 2 想起課題前後の自己肯定感得点

自伝的記憶の想起課題後, 疎外感の得点は有意に減少した（$t(7) = 2.761$, $p = 0.033$）（図 3）が、疎外感受容度得点には有意差が見られなかった（$t(7) = 0.089$, $p = 0.932$）（図 4）.

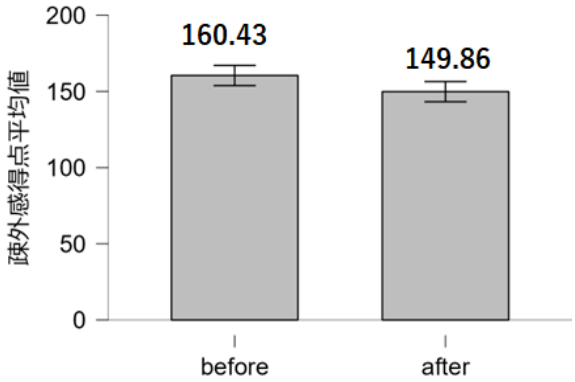


図 3 想起課題前後の疎外感得点

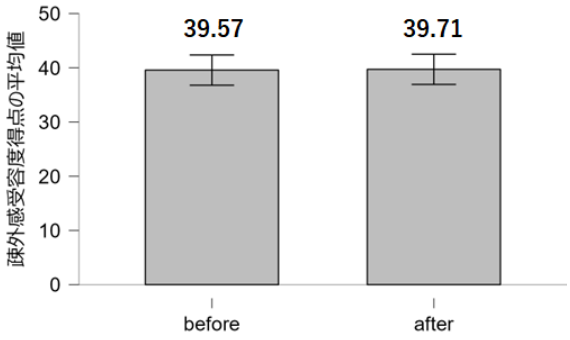


図 4 想起課題前後の疎外感受容度得点

想起課題前後の自己肯定感の差（後-前）と、疎外感得点、疎外感受容度得点それぞれの差の散布図を図 5 に示す。相関係数は前者が-0.616（$p = 0.141$）, 後者が 0.711（$p = 0.073$）だった。

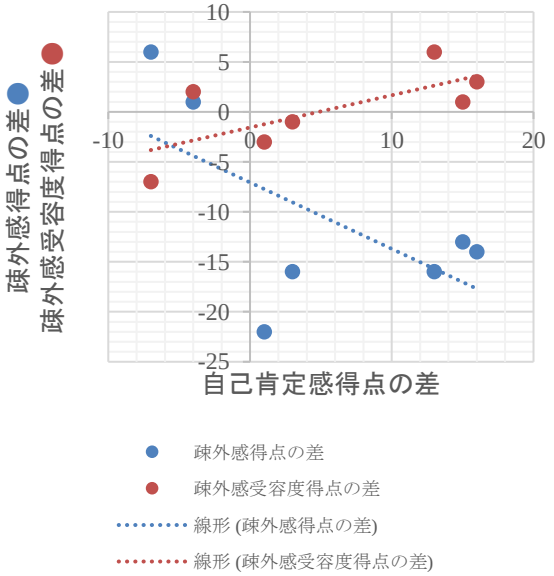


図 5 想起課題前後の自己肯定感得点の差と疎外感得点の差、疎外感受容度得点の差の散布図

5. 考察

図 2 に示したように，疎外感を持つ人の自己肯定感が高まる効果が見られなかった．なお、今回の実験参加者の疎外感得点の平均値は 149.86 であり，平均値としては疎外感を持つと言えるだろう．先行研究[18]では，自伝的記憶として成功体験を想起した人は日常的記憶を想起した人より自己肯定感が高まった．だが、今回の予備実験では自伝的記憶の想起課題の前後で自己肯定感が有意に高まることは再現できなかった．自己肯定感得点に有意差が見られなかった可能性として以下の 3 点が考えられる．

1. 予備実験の参加者の人数が少ない．
2. 自伝的記憶の想起課題の設問に問題がある．今回の予備実験では，疎外感に連なる個人の性質を想起させそれを受容してもらうことを企図した．したがって，先行研究[18]とは異なり成功体験を想起させるものではなかった．今後，自伝的記憶の想起課題，とくに自己肯定感を高めることに関連することであろう受容に関する質問（3 つめの質問）を検討する必要がある．
3. 課題に対する回答を書記するという形式に問題がある．先行研究[15]でも口頭ではなく書記する回答方法であった．しかし，回想の感情効果についての実験的方法の先行研究は，書記以外は，口頭または口頭と書記の組み合わせの方法もあると述べた[19]．より効果を目立たせるために，想起の形式を検討する必要がある．

今回の実験では，2 つの仮説の前件部である「自己肯定感が高まると」という部分が示されなかったため，仮説が検証できたかどうかについて何も言うことはできない．しかし，図 5 で示したように自己肯定感の変化と疎外感および疎外感受容度得点の変化は，参加者数が少ないので無相関検定の結果は有意ではないものの，比較的強い相関を示していることから，上記の想起課題の改善と実験参加者の増加により仮説が検証される可能性は残る．仮説 1 と関係する結果（図 3）では，自伝的記憶の想起が疎外感に影響する可能性が示された．この結果は，自己肯定感が疎外感を緩和する効果がある先行研究と一致する傾向である[10]．今回の実験でも自己肯定感得点の上昇は見られたため，自伝的記憶の想起課題の改善により，同じ結果が再現できる可能性はある．仮説 2 に関連し，自伝的記憶の想起前後で疎外感受容度の変化見られなかった．

文献

[1] 石田幸平, （1984） 鑑別用語の概念について : 疎外感の意味, 犯罪心理学研究, Vol. 21, No.12, pp. 1-9.

[2] 「「当事者化」人間行動科学 : 相互作用する個体脳と世界の法則性と物語性の理解」, （2022）令和 4 (2022)年度科学研究費助成事業公募要領学術変革領域研究（A）（公募研究）, p. 18.

[3] 櫻井龍彦, （2015）「生活の発見会」における共同体ノ物語と個人の物語―回復の条件に関する社会学の考察―, 年報社会学論集, Vol. 28, pp. 40-51.

[4] 宮下一博, 小林利宣, （1981）青年期における「疎外感」の発達と適応との関係, 日本教育心理学会, Vol. 29, No. 4, pp. 11-19.

[5] 中山ちなみ, （2012）疎外感について, ノートルダム清心女子大学紀要, Vol. 36, No. 1, pp. 121-145.

[6] Ge, W., Sheng, G., & Zhang, H., (2020) “How to solve the social norm conflict dilemma of green consumption: The moderating effect of self-affirmation”, Frontiers in Psychology, Vol. 11, pp. 1-12.

[7] 一言英文, （2015）いじめと文化的心性との交点, 日本感情心理学会, Vol. 1, No.1, pp. 23-28.

[8] 桜井利行, （2007）ひきこもり当事者のグループ参加に対する葛藤 : ライフ・ストリーを用いた質的分析, 日本心理学会大会発表論文集, Vol. 71, p. 1EV041.

[9] 香取早苗, （1999）過去のいじめ体験による心的影響と心の傷の回復方法に関する研究, カウンセリング研究, Vol. 32, pp. 1-13.

[10] Zhang, G., Chan, A., Zhong, J., & Yu, X., (2015) Creativity and social alienation: The costs of being creative, The International Journal of Human Resource Management, Vol. 27, No. 12, pp. 1252-1276.

[11] 田崎醇之助, 吉川栄一, （1972）疎外感, 大日本図書, p. 73.

[12] 宮下一博, （1994）大学生における疎外感と価値観との関係, 日本教育心理学会, Vol, 42, pp. 201-208.

[13] 宮下一博, （1995）疎外感と創造性, 千葉大学教育学部研究紀要, Vol. 43, pp. 7-11.

[14] 江角周子, 庄司一子, （2012）中学生の自己肯定感とピア・サポートとの関連の検討, 日本教育心理学会, Vol. 54, 765.

[15] 高橋美奈, 松野隆則, （2017）自伝的記憶の想起が感情状態・自己肯定感に及ぼす影響, 昭和女子大学生活心理研究所紀要, Vol. 19, pp. 59-69.

[16] 平石賢二, （1990）青年期における自己意識の発達に関する研究（Ⅰ）: 自己肯定次元と自己安定性次元の検討, 名古屋大学教育学部紀要, Vol. 37, pp. 217-234.

[17] 宮下一博, （1994a）疎外感の要因に関する研究―家庭環境及び自己概念に焦点を当てて―, 千葉大学教育学部研究紀要, Vol. 42, pp. 71-83.

[18] Tavitian-Elmadjian, L., Bender, M., Van de Vijver, F. J. R., Chasiotis, A., & Harb, C., (2020) Autobiographical recall of mastery experiences is a mechanism of self-affirming under social identity threat, The Journal of social psychology, Vol. 160, No. 1, pp. 39-60.

[19] 福島脩美, 田中勝博, 角山富雄, 張替裕子, 松田修, 森美保子, 豊嶋舞子, （2008）過去と最近の出来事の回想におけるツールとしての書記, 描画, 対話の感情効果, 目白大学心理学研究, Vol, 4, pp. 1-10.

自作文章の書き写しによる文章作成能力向上効果の検討
Whether transcribing one's own writing is effective in improving writing skill

阿部詩織[†]，髙宗 楓[†]，西本一志[†]
Shiori Abe , Kaede Takamune , Kazushi Nishimoto
[†]北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
s2210005@jaist.ac.jp

概要
現在、様々な場で文章を作成する機会が多く存在する。本研究ではその際に起こる「何を書いたら良いかわからなくなってきた」といった現象の解決に自作文章の書き写しが有効であると示すことを目的とした。そこで、文章作成が不得意または得意である大学院生を対象に実験を行った。その結果、文章作成が苦手な方には書き写しの有効性がみられたが、執筆が得意な方には効果がみられなかった。これの結果は執筆能力とタイピング能力が関係すると考えられる。
キーワード：創造支援

1. はじめに

現在、様々な場で文章を作成する機会が多く存在する。例えば、大学の講義後のレポートや入試の小論文、就職活動のエントリーシートなどである。我々は、これらを執筆する際に起こる「何を書いたら良いかわからなくなってきた」といった現象を解決したいと考えた。この現象は執筆者の思考が混乱することによって引き起こされていると仮定し、この場合の文章執筆中断を解決する方法を検討した結果、文章の書き写しが効果的ではないかと考えた。

書き写しの効果については様々な研究で検証されており、文章作成支援においても検討されている。福本らは文章表現能力向上を目的に手本となる文章の書き写しを提案している[1]。この研究では手本の文章となる新聞のコラムを書き写し、その後要約文の作成を行う事で文章表現能力の向上を図った。しかし、要約文が手本の内容をほぼそのまま書き写したものになっているケースが多く、個別でその人なりの文章の書き方を指導しなければならなくなってしまっていた。この研究から、他者が執筆した手本を書き写すという行為は、自分にない文章特性を得てしまうことにより文章の書きづらさを促進してしまう危険性があるので、他者の文章を用いることがない方法を検討すべきだと考えた。

本研究では、文章を書く際に執筆者自身が途中まで執筆した文章を書き写す手段を提案する。これにより、自身の書いた内容の理解を深め、文章を書き進める際の足がかり効果をもたらすのではないかと考えた。そこで本論文では、文章執筆時に「何を書いたら良いかわからなくなってきた」となった際に自作文章を書き写すことで得られる効果について検討を行う。

2. 実験 1

実験 1 では、文章執筆が苦手な人を対象とした提案手法の効果について検討する。本実験はオンライン形式で行えるように、PC 上で文字をキーボード入力して文章を作成する方法で行った。執筆の中断を起こりやすくするため、事前アンケートにより選出した文章能力に不安がある大学院生 1 名を実験協力者とした。執筆の中断を誘発するためには、書きにくいテーマが必要である。そこで賛否が分かれ、かつ知識が無くても書くことが出来るような2択の問題を用いることとした。具体的には事前に「給料は安いけど楽しい仕事、給料は高いけどつまらない仕事、どっちの職場で働く？」と「一生禁止されるなら肉、お酒、どっちが良い？」といった 2 択の問題を提示し、実験協力者に回答をもらった。その後、実験協力者による回答とは逆の選択をするように他者を説得する内容のレポートを実験協力者に執筆してもらった。文字数は大学入試の小論文問題で最も用いられる 800 文字程度とした。

実験時間は執筆者の文章能力に依存するため、全体で最長 3 時間として、2 回行った。1 回目の実験では、執筆中に「行き詰まった」と感じた際に声をかけてもらい、執筆済みの文章を読み返す時間を 15 分間とった。その後執筆を再開してもらい、800 文字まで執筆してもらった。1 回目の終了後、疲労を鑑みて時間を空けてから 2 回目の実験を行った。1 回目と同様に、執筆開始後「行き詰まった」と感じた際に声をかけてもらい、それまでに執筆した文章の書き写しを15分間で行ってもらった。その後文章の続きを完成するまで書いてもらった。1 回目の実験と 2 回目の実験のそれぞれで執筆さ

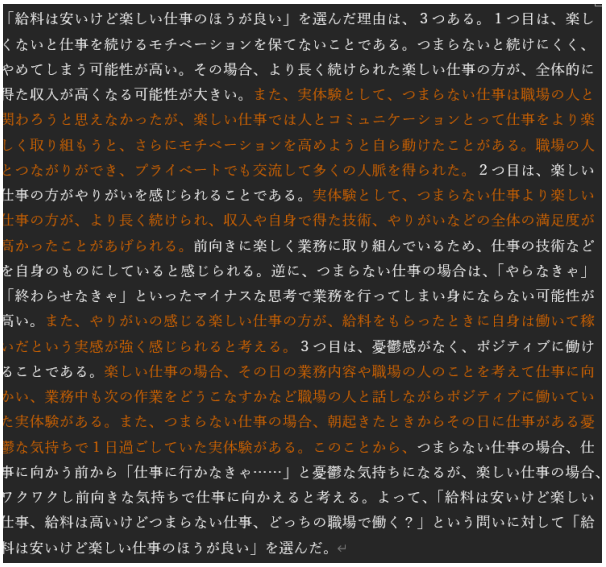
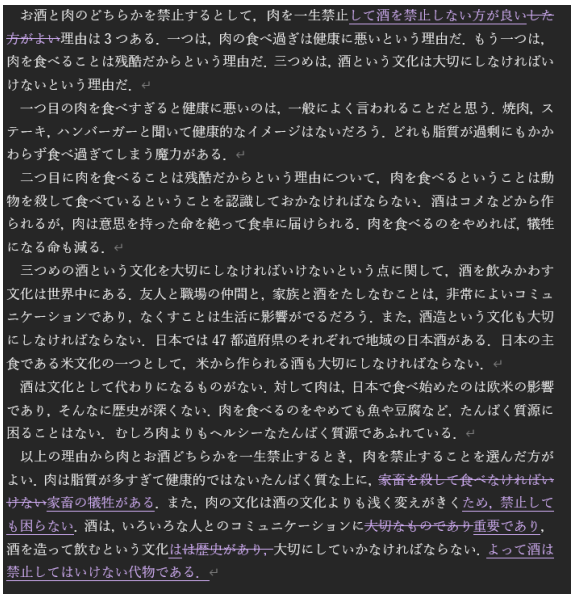

「給料は安いけど楽しい仕事のほうが良い」を選んだ理由は、3つある。1つ目は、楽しくないと仕事を続けるモチベーションを保てないことである。つまらないと続けにくく、やめてしまう可能性が高い。その場合、より長く続けられた楽しい仕事の方が、全体的に得た収入が高くなる可能性が大きい。また、実体験として、つまらない仕事は職場の人と関わろうと思えなかったが、楽しい仕事では人とコミュニケーションとって仕事をより楽しく取り組もうと、さらにモチベーションを高めようと自ら動けたことがある。職場の人とつながりができ、プライベートでも交流して多くの人脈を得られた。2つ目は、楽しい仕事の方がやりがいを感じられることである。実体験として、つまらない仕事より楽しい仕事の方が、より長く続けられ、収入や自身で得た技術、やりがいなどの全体の満足度が高かったことがあげられる。前向きに楽しく業務に取り組んでいるため、仕事の技術などを自身のものにしていると感じられる。逆に、つまらない仕事の場合は、「やらなきゃ」「終わらせなきゃ」といったマイナスな思考で業務を行ってしまい身にならない可能性が高い。また、やりがいの感じる楽しい仕事の方が、給料をもらったときに自身は働いて稼いだという実感が強く感じられると考える。3つ目は、憂鬱感がなく、ポジティブに働けることである。楽しい仕事の場合、その日の業務内容や職場の人のことを考えて仕事に向かい、業務中も次の作業をどうこなすかなど職場の人と話しながらポジティブに働いていた実体験がある。また、つまらない仕事の場合、朝起きたときからその日に仕事がある憂鬱な気持ちで1日過ごしていた実体験がある。このことから、つまらない仕事の場合、仕事に向かう前から「仕事に行かなきゃ……」と憂鬱な気持ちになるが、楽しい仕事の場合、ワクワクし前向きな気持ちで仕事に向かえると考える。よって、「給料は安いけど楽しい仕事、給料は高いけどつまらない仕事、どっちの職場で働く？」という問いに対して「給料は安いけど楽しい仕事のほうが良い」を選んだ。

図１　実験１の２回目で執筆された文章


お酒と肉のどちらかを禁止するとして，肉を一生禁止して酒を禁止しない方が良い~~した方がよい~~理由は3つある．一つは，肉の食べ過ぎは健康に悪いという理由だ．もう一つは，肉を食べることは残酷だからという理由だ．三つめは，酒という文化は大切にしなければいけないという理由だ．

一つ目の肉を食べすぎると健康に悪いのは，一般によく言われることだと思う．焼肉，ステーキ，ハンバーガーと聞いて健康的なイメージはないだろう．どれも脂質が過剰にもかかわらず食べ過ぎてしまう魔力がある．

二つ目に肉を食べることは残酷だからという理由について，肉を食べるということは動物を殺して食べているということを認識しておかなければならない．酒はコメなどから作られるが，肉は意思を持った命を絶って食卓に届けられる．肉を食べるのをやめれば，犠牲になる命も減る．

三つめの酒という文化を大切にしなければいけないという点に関して，酒を飲みかわす文化は世界中にある．友人と職場の仲間と，家族と酒をたしなむことは，非常によいコミュニケーションであり，なくすことは生活に影響がでるだろう．また，酒造という文化も大切にしなければならない．日本では47都道府県のそれぞれで地域の日本酒がある．日本の主食である米文化の一つとして，米から作られる酒も大切にしなければならない．

酒は文化として代わりになるものがない．対して肉は，日本で食べ始めたのは欧米の影響であり，そんなに歴史が深くない．肉を食べるのをやめても魚や豆腐など，たんぱく質源に困ることはない．むしろ肉よりもヘルシーなたんぱく質源であふれている．

以上の理由から肉とお酒どちらかを一生禁止するとき，肉を禁止することを選んだ方がよい．肉は脂質が多すぎて健康的ではないたんぱく質な上に，~~家畜を殺して食べなければいけない~~家畜の犠牲がある．また，肉の文化は酒の文化よりも浅く変えがきく~~ため~~，禁止しても困らない．酒は，いろいろな人とのコミュニケーションに~~大切なものであり~~重要であり，酒を造って飲むという文化~~は歴史があり~~，~~大切にしていかなければならない~~．~~よって酒は禁止してはいけない代物である~~．

図２　実験２の２回目で執筆された文章

れた文章を比較し、さらに全実験終了後に行ったヒアリングにより、自作の文章を単に読み返した場合と書き写しした場合とで、「行き詰まった」後の思考の違いを検討した。

ヒアリングの結果、「1回目より2回目の方が自分の文章の振り返りを行えていた」という意見が得られた。さらに、1回目では中断し、15分の読み返しをした後に文章の続きを考えていたことに対し、2回目では15分の書き写しを行っている最中に追加内容を思いついていた。この結果から、書き写しには文章内容を充実させ、執筆内容を考えるきっかけとなる効果がある可能性が得られた。

中断後の執筆文章にも違いが見られた。1回目の実験では中断前に執筆した文章自体には変更を加えることは無く，その文章の後に新規な文章を書き加えることで文章を完成させていた。一方2回目では、中断前に執筆した文章の中身を加筆修正することで完成させていた。図1に2回目の実験で執筆された文章を示す。図1の赤字部分が書き写し後に加筆された文章である。この結果から、書き写し行為にはそれまでの文章を内省し、その文章内容をより豊かにするような追加要素を導き出す効果がある可能性が得られた。

3.　実験２

実験2では、文章執筆が得意な人を対象とした提案手法の効果について検討する。実験2も、オンライン形式で行えるように、PC上で文字をキーボード入力して文章を作成する方法で行った。執筆テーマや文字数についても実験1と同様である。実験協力者は、文章執筆が得意な大学院生1名である。

実験時間や形式は実験1を踏まえ、若干の変更を加えた。1回目の実験では、実験開始20分後に声をかけ、15分間執筆済みの文章を読み返す時間をとってから津続きの執筆を再開してもらい、最終的に800文字まで執筆してもらった。2回目の実験は、疲労を鑑み翌日に行った。1回目と同様、執筆開始20分後に声をかけ、執筆済み文章の書き写しを15分間行ってもらい、その後続きを書いてもらった。1回目の実験と2回目の実験のそれぞれで執筆された文章を比較し、さらに全実験終了後に行ったヒアリングにより、自作の文章を単に読み返した場合と書き写しした場合とで、「行き詰まった」後の思考の違いを検討した。

図2に、2回目の実験で執筆された文章を示す。今回の実験協力者は、いずれの実験でも実験開始後20分で800字に達して一通り文章作成を完成していた。またいずれの実験でも執筆済み部分に対する大きな加筆修正は無く、内容に直接関係がない多少の修正のみであった。ヒアリングでは「書き写しは文章の見直しよりもタイピング練習の気分になっていた」という意見が得られた。また、書き始める前に筋道をたて執筆内容を考えた後に書き始めており、執筆中に内容を考え直すことは無かったと述べていた。このことから、文章執筆が得意な人にとっては、800字程度の短い文章の執筆では途中で考えを整理する必要が無く、書き写しが有効に作用すると仮定している思考の混乱がそもそも生じていなかった可能性が考えられる。

4. おわりに

本研究では文章執筆において自分が書いた文章を書き写しすることで自身の書いた内容の理解を深め、文章を書き進める際の足がかり効果をもたらすことができると考え、その効果を検証するための初期的な実験を行った。結果から、書き写しは文章執筆が苦手な人に対しては有効に働くが、文章執筆が得意な人に対してはあまり効果がみられない可能性が示唆された。ただし今回の実験では、文章執筆が得意な人について「これ以上書くことがなくなった」という状況を作りだせなかったことが問題だと考えられる。文章執筆が得意な人を対象として、より長く複雑な内容の文章執筆を求めることによって「これ以上書くことがなくなった」という場面を作り出す実験を行う必要がある。

今後は、さらに実験協力者を増やし実験を行う。書き写し効果が実証された際には、人からの指示でなく書き写しに導いてくれるシステムや、さらに効果的に文章内容の再考を促すシステムの開発を予定している。たとえば、手が止まるまでに書いていた文章の単語を変化させ、違和感を生じさせることでより文章理解を促すシステムなどを検討している。

参考文献

[1] 福本久人,田端吉彦,岡本 美幸,筧 重和,(2012)”文章読解能力および文章表現能力の向上の試み”, 第 28 回東海北陸理学療法学術大会

自閉スペクトラムの下位特性がプロトタイプの推論と適用に与える影響

What factors in autistic traits influence the usage of and inference about prototypes in categorization?

岩淵汐音，松香敏彦
Shione Iwabuchi, Toshihiko Matsuka
千葉大学
Chiba University
22dm1112@student.gs.chiba-u.jp, matsuka.toshihiko@gmail.com

自閉スペクトラム症で見られる細部へのこだわりは，カテゴリー学習に対する自閉スペクトラム症の影響を説明しうる．本研究ではドットランダム図形と AQ を用いて自閉スペクトラム特性，細部へのこだわりそれぞれとプロトタイプ推論が有効なカテゴリー学習課題における正答率の関係を検討した．自閉スペクトラム特性全体の強さよりも細部へのこだわりの強さのほうが，自閉スペクトラム特性によるカテゴリー学習への影響を説明しうる可能性があることが示唆された．
キーワード：自閉スペクトラム症 (ASD)，自閉スペクトラム特性 (AS 特性)，細部へのこだわり，カテゴリー学習，プロトタイプ

1. 序論

自閉スペクトラム症 (Autism Spectrum Disorder，ASD) とは発達障害の一つである．近年では，ASD を発達障害と考えず，人における認知の個人差の一つとしてとらえることもある (自閉スペクトラム特性, 以下 AS 特性) ．AS 特性は複数ある特性の総称である．AS 特性の下位特性には，「細部へのこだわり」「社会的なコミュニケーションの困難」などがある．

先行研究において ASD 者と定型発達者 (Typically developed, TD) 者のプロトタイプの推論・適用が異なることが示唆されている (例：Church et al., 2010) ．一方，他の先行研究では TD 者と同様の傾向が示された ASD 者が一定数存在したとも報告されている (例：Mercado et al., 2015) ．人は知覚したものをカテゴリーに分類する際，カテゴリーのプロトタイプを適用することによって，認知処理を効率化することがある．プロトタイプは，今まで知覚した事例を統合することによって推測される．AS 特性の１つである細部へのこだわりは，カテゴリーのプロトタイプの推論・適用に影響することが考えられる．Church や Mercado らの先行研究で，異なる結果が示された原因として，複数の AS 特性の一部の下位特性の強弱の違いにある可能性が考えられる．そこで，本研究では，AS 特性の下位特性である「細部へのこだわり」に注目し，AS 特性のうち細部へのこだわりがプロトタイプの推論・利用における処理にどのような影響を与えるのかについて解明を試みる．

図１　ランダムドット図形の例

2. 実験

AS 特性とカテゴリーのプロトタイプ推論の関係について検討するためカテゴリー学習課題を用いた行動実験をおこなった．

大学生 13 名 (19〜24 歳，男性 4 名，女性 9 名) が実験に参加した．その内 1 名が，ASD の診断基準の 1 つとなる AQ カットオフ値を超えていた．

Church et al. (2010) の実験課題を参考にし，本研究では，図１のようなランダムドット図形を用いた課題を採用した．具体的には，まずカテゴリーのプロトタイプとなるドット図形を作成し，そのプロトタイプを段階的に変形させた同じカテゴリーに属する図形を作成した．これらの図形を２セット（２カテゴリー）作成した．こうした操作によって作成した図を用いることで，カテゴリー学習課題では，個々の事例を適切に融合したプロトタイプの適用による効率化が行われ，また，新規の事例においても適切な汎化が起こりやすいことが想定される．

実験は，カテゴリー分類課題，妨害課題，再認課題の３つの課題で構成されていた．カテゴリー分類課題は，

学習フェーズとテストフェーズの２つのフェーズからなる. 初めの学習フェーズでは, 実験参加者にランダムな順番でドット図形を呈示し，カテゴリー分類を求めた. 分類後, 正しいカテゴリーが呈示された. 学習フェーズでは 60 枚の図形を用いた. 学習フェーズ後，実験参加者はテストフェーズに移行した. テストフェーズは，学習フェーズと異なり分類に対するフィードバックは呈示されなかった. テストフェーズでは 120 枚のドット図形を呈示した.

次に, 妨害課題を実施した. 妨害課題は, 大手飲料メーカーの野菜ジュースのパッケージ，妊婦に席を譲る絵の 2 種類の画像と「やさいせいかつ」「やさしいせかい」の 2 種類の文字列を用いたストループ課題であった. この妨害課題を, 文字列と画像の意味が一致しないストループ条件 20 試行，文字列と画像の意味が一致する統制条件 20 試行の計 40 試行行った.

最後に再認課題を実施した. 参加者に呈示された図形が，カテゴリー分類課題で見た画像であるか否かの判断を求めた. 再認課題では新規の事例以外に, 学習課題で用いた画像の位置や大きさを変更させた画像，回転させた画像を含んでいた. 再認課題では画像 60 枚を用いた. 課題終了後, 質問紙を用いて各参加者の AS 特性の強弱（AQ）を測定した.

3. 分析

カテゴリー分類課題における正答・誤答を従属変数, 各刺激のプロトタイプとの類似性，AQ 得点，および細部へのこだわりの強さを説明変数として一般化線形混合モデルを用いて分析した. 実験参加者をランダム効果とし，パラメター推定には rstan を用いた.

4. 結果

各刺激のプロトタイプとの類似性とカテゴリー分類課題の正答・誤答に負の関係が見られた（図 2）. ２つの変数の関係を示す係数の平均値は-0.12 であり 95%の HDI には 0 は含まれていなかった. このことから本研究で用いた課題では「有意」なプロトタイプ効果が示された.

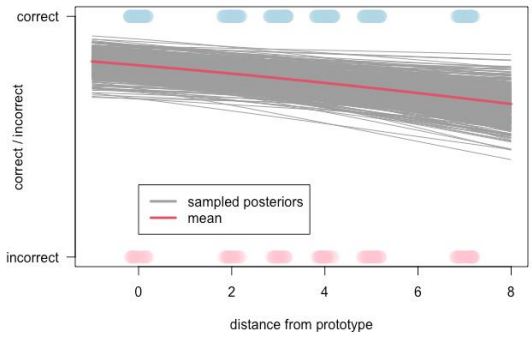


図 2 プロトタイプとの類似性とカテゴリー分類課題の正答・誤答

AQ 総得点とカテゴリー分類課題の正答・誤答には関係性を表す係数の推定値は-0.02 であった. 95%， 68%の HDI には 0 が含まれており，ほぼ無関係であることが示された（図 3）.

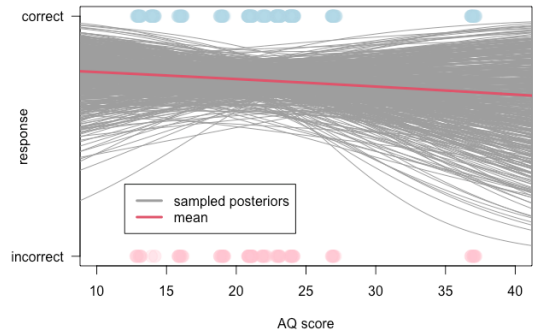


図 3 AQ 得点とカテゴリー分類課題の正答・誤答

一方，細部へのこだわりの強さとカテゴリー分類課題の正答・誤答についても 95%の HDI には 0 が含まれていたものの，68%HDI には 0 が含まれていなかった（図 4）. このことから関係性は弱いものの細部へのこだわりが強いほどカテゴリー分類課題の正答率が高い傾向 (mean = 0.18) が示された.

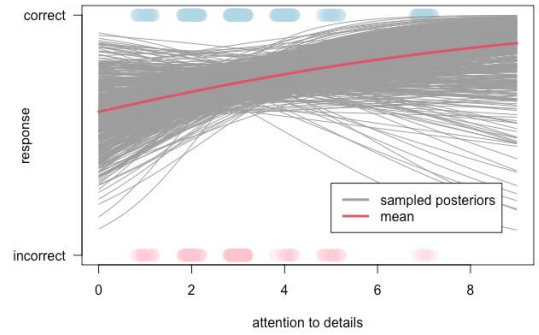


図 4 細部へのこだわりの強さとカテゴリー分類課題の正答・誤答

5. 考察

AQ 総得点とカテゴリー分類課題の正答率は無関係であることが示された一方，AS 特性の下位特性の１つである「細部へのこだわり」は弱いながらも正の関係性が示唆された．先行研究間で異なる結果が得られた原因として AQ 総得点のみに着目し細部へのこだわりによる説明を試みなかったことが考えられる．ではなぜ，細部へのこだわりがカテゴリー判断の正答率に影響するのであろうか．これは TD ではプロトタイプとの類似性が低い事例の判別が困難であるのに対し，ASD では細部へのこだわりから課題で用いた刺激を１つのカテゴリーとして学習したのではなく，複数のサブカテゴリーとして学習したためプロトタイプとの類似性の高低に影響されなかったことが考えられる．

本研究で用いたランダムドット図形は人工的であるため不自然さがあることは否めない．一方でプロトタイプとの類似性を定量的にコントロールすることが可能であり，本研究の結果から，プロトタイプ効果は実際に得られることが再確認できた．また，カテゴリー化は文脈や経験に大きく影響されることが示されているが，ランダムドット図形はそれらを排除できる点においても有効な刺激・手法だと考えられる．

文献

[1] Church, B. A., Krauss, M. S., Lopata, C., Toomey, J. A., Thomeer, M. L.,Coutinho, M. V., & Mercado, E., III. (2010). Atypical categorization in children with high-functioning autism spectrum disorder. Psychonomic Bulletin & Review, 17, 862–868. doi:10.3758/PBR.17.6.862

[2] Mercado, E., Church, B.A., Coutinho, M.V.C., Dovgopoly, A., Lopata, C.J., Toomey, J.A., Thomeer, M.L., 2015. Heterogeneity in perceptual category learning by high functioning children with autism spectrum disorder. Front. Integr. Neurosci. 9, 42. https://doi.org/10.3389/fnint.2015.00042

実験結果とシミュレーション結果の対比が考察に及ぼす影響 —系列位置効果を題材とした授業実践—

Effects of comparing experimental and simulation results: A case study on serial position effects in classroom practice

山川 真由[†]，三輪 和久[†]，小島 一晃[‡]
Mayu Yamakawa, Kazuhisa Miwa, Kazuaki Kojima
[†]名古屋大学，[‡]帝京大学
Nagoya University, Teikyo University
yamakawa.mayu.a4@f.mail.nagoya-u.ac.jp

概要

本実践では，系列位置効果を題材として，実験とシミュレーションを組み合わせた授業を行った．受講者は，自身が実験参加者となることで得られた実験結果と認知モデルをベースとしたシミュレータを使って生成された結果を対比した．実験とシミュレーションの結果を対比することにより，考察がどのように変化するかを検討した．シミュレーション結果との対比後には，実験結果の考察として，認知処理過程に基づく説明の記述が増加することが示された．

キーワード：授業実践 (class practice)，系列位置効果 (serial position effect)，シミュレーション (simulation)

1. はじめに

大学における心理学の授業では，受講者がデータを収集して結果を考察する演習が行われることが多い．こうした演習では，得られた結果について「なぜ」そのようになるのかを説明することが重要な課題となる．特に，認知心理学では，現象の背後にある認知処理過程に基づいた説明が求められる．

本実践では，系列位置効果[1]を題材として，背後にある認知処理過程として二重貯蔵モデル[2]に基づく説明を促進することを目指し，実験とシミュレーションを組み合わせた授業デザインを考案した．具体的には，はじめに受講者は実際に自らが実験参加者となって実験課題に取り組み，その結果を考察する．その後，認知モデルをベースとしたシミュレータを使ってデータを生成し，その結果を，実験結果と同じ方法で集計する．受講者には，こうして得られた実験結果とシミュレーション結果という 2 つの結果を対比して観察することを求める．その後，実験結果を再び考察する．

このような実践のアプローチは，先行研究（[3], [4]など）において科学的説明の学習に有効な方法として検討されてきた類推比較 (analogical comparison) に着想を得たものである．類推比較は，学習者に対して整列可能な複数の事例を提示し，それらを比較させることにより，説明対象の特定や説明に含めるべき共通点や相違点への着目を促進するとされている．本実践においては，実験結果とシミュレーション結果を対比させることにより，両者の共通点や相違点への気づきを促し，そのことが，実験結果の考察に変化をもたらすと予想された．

2. 授業実践の内容

2.1. 参加者

参加者は2022年に名古屋大学において開講された認知科学に関する授業の受講者 131 名であった．

2.2. 各回の詳細

授業実践は，授業の 3 回分を用いて行われた．系列位置効果を題材とし，単語の提示間隔が及ぼす影響について考える，という内容であった．各回の詳細は次の通りである．

第 1 回：実験　実験の回では，参加者は系列位置効果の実験に取り組んだ．実験では，20 語の単語が画面上に 1 つずつ提示され，最後に，記憶した単語を報告するように求めた．本実践では，単語の提示間隔を要因としたため，提示間隔が短い条件（1 秒），長い条件（3.5 秒）を設定した．すべての受講者が両条件に取り組んだ．条件の実施順はカウンターバランスした．

第 2 回：講義　系列位置効果，二重貯蔵モデルについて講義を行った．この講義では，単語の提示間隔については言及しなかった．

第 3 回：シミュレーション演習と考察　第 3 回は 3 つのパートから構成された．第 1 パートでは．実験結果の集計と考察を行った．第 1 回の実験で得られたデータを匿名化した状態で，受講者全員のデータをまとめたエクセルファイルを配布した．受講者には，前半に提示された 6 単語，中盤に提示された 8 単語，後半に

提示された 6 単語の平均再生率を集計するように求めた. その後, 結果についてまとめるレポート課題を行った. レポートで課した内容は, (1) 集計結果をグラフにする, (2) 実験結果の中で重要だと思う点を挙げる, (3) (2)で挙げた点についてなぜそのような結果になったと考えるかを記述する, の 3 点であった. 実験結果は, 提示間隔の短い条件と長い条件についてそれぞれ集計され, 図 1 に示すような形になった. 短い条件に比べて長い条件において全体的に再生率が高く, 両条件で初頭効果が確認されるものの, 新近性効果は短い条件のみで確認され, 長い条件では確認されないという結果となった.

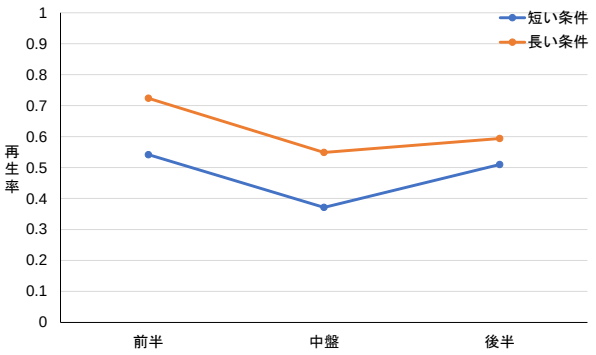


図 1　実験結果

第 2 パートでは, シミュレータを使ってデータ生成の演習を行った. シミュレータは, 指定した間隔で入力される 20 個の単語の処理過程をシミュレーションするものであった. 入力された単語はまず短期記憶に入る. 毎秒一定の値で活性値が減衰するが, リハーサルの処理がなされると活性値が増幅する設定であった. 活性値が一定の値を超えると長期記憶に記名され, 活性値が 0 を下回ると忘却する. 最後の単語が入力された直後に短期記憶と長期記憶に記名されている単語が再生されるようになっていた. 20 個の単語を提示した場合の系列位置効果実験のシミュレーションを 200 回繰り返した結果がデータとして出力された.

受講者はこのデータについて, 第 1 パートと同様に集計し, 上述の (1) ～ (3) の観点でレポートを作成した. シミュレーション結果は, 実施する度に値が変動するため受講者毎に具体的な値に誤差はあるものの, おおよそ図 2 に示す形になった. シミュレーションで得られた結果は, 実験結果とおおむね同様のパターンであったが, 図 1 と図 2 を比較すると, 新近性効果の部分について, 条件間の値が同程度となり, より顕著なパターンが確認された.

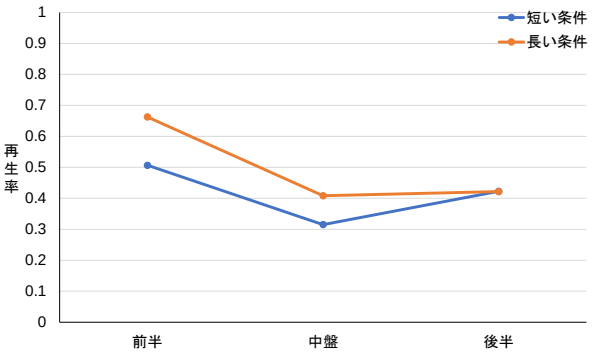


図 2　シミュレーションの主な結果パターン

第 3 パートでは, 第 1 パートで記述した実験結果の考察レポートについて, シミュレーション結果と対比して, 再考して加筆修正を行った. 赤ペンを用いて加筆修正するように求めることによって, シミュレーション演習の前後での記述内容の変化を捉えた.

3.　結果と考察

実験結果に対する考察について集計を行った. 第 1 パート (シミュレーション演習の前) の記述内容を 1 回目とし, 第 3 パート (シミュレーション演習の後) に行った加筆修正後の記述内容を 2 回目として, それぞれ集計した

まず, 実験結果について重要だと思う点として挙げられた点について, 系列位置の主効果と, 提示間隔の主効果, 両者の交互作用の 3 つの観点について, 記述していれば 1, 記述がなければ 0 としてカウントした. これによって, 系列位置効果のみに言及した者, 提示間隔の主効果のみに言及した者, 系列位置効果と提示間隔の主効果を併記した者, 交互作用に言及した者として整理し, 集計した結果を表 1 に示す. 記述内容の判断が困難であったものは除いており, 126 名分を表に示している. なお, 主効果についての言及と交互作用についての言及を併記した者は, 交互作用に言及した者にカウントした.

その結果, 1 回目では主効果のみに言及した者が計 74 名 (58.7%), 交互作用に言及した者が 52 名 (41.2%) であり, 2 回目では主効果のみに言及した者が計 62 名 (49.2%), 交互作用に言及した者が 64 名 (50.7%) であった. 2 回目では, 交互作用に着目する人が若干増えたものの, シミュレーション結果を見る前後で変化はみられなかった.

表 1　結果について重要だと思う点として着目した観点と記述者の人数

観点		1 回目	2 回目
主効果	系列位置の主効果	17	12
	条件の主効果	5	1
	系列位置・条件の主効果両方	52	49
交互作用		52	64

次に，重要だと思う点として挙げた点がなぜそのような結果になったと思うかについての記述を分類した．分類された内容と人数を表 2 に示す．分類内容は表 2 の水準が 0 から 2 へと進むにつれて，より認知処理過程に基づく説明として深い理解を反映したものとなっている．

その結果，1 回目から 2 回目では，水準が上がる形で記述者の人数が増える傾向にあった．特に，交互作用に着目した人の中でも，その原因について説明ができる人数は，1 回目から 2 回目で多くなった．

表 2　結果についての説明として記述された内容の分類と記述者の人数

水準	内容	1 回目	2 回目
0	記述内容の分類が不能，素朴な言葉（集中力，疲労など）で説明する	28 (21.9%)	19 (14.8%)
1	「初頭効果のため」「親近性効果のため」と記述している（認知処理過程に基づく説明になっていない）	37 (28.9%)	29 (22.7%)
2	認知処理に関わる用語（リハーサル，短期記憶，長期記憶など）を使っているものの，説明が不十分である	28 (21.9%)	35 (27.3%)
3	認知処理に関わる用語（リハーサル，短期記憶，長期記憶など）を使って主効果について説明がなされている	26 (20.3%)	28 (21.9%)
4	認知処理に関わる用語（リハーサル，短期記憶，長期記憶など）を使って交互作用について説明がなされている	9 (7.0%)	17 (13.3%)

実験とシミュレーションを併用した授業実践を行い，実験結果とシミュレーション結果を対比することによる考察の変化を検討した．その結果，受講者が実験結果の重要な点として着目する結果については，シミュレーション演習の前後（1 回目・2 回目）で変化はみられなかったものの，なぜそのような結果になったのかを説明する部分については，シミュレーション演習後の方が，認知処理過程に基づく説明がやや多くなっていることが観察された．

本実践のような，実験とシミュレーションを併用し，結果を対比させるアプローチは，多くの受講者に影響を及ぼすものではなかったが，限定的ではあるものの，認知処理過程に基づく説明を促進する可能性が示唆されるものであった．

文献

[1] Glanzer, M., & Cuniz, A. R. (1966). Two storage mechanisms in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *5*, 351-360.
[2] Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence, & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation*, pp.89-195. New York: Academic.
[3] Gadgil, S., Nokes-Malach, T. J., & Chi, M. T. (2012). Effectiveness of holistic mental model confrontation in driving conceptual change. *Learning and Instruction*, *22*, 47-61.
[4] Hoyos, C., & Gentner, D. (2017). Generating explanations via analogical comparison. *Psychonomic Bulletin & Review*, *24*, 1364-1374.

手指消毒は拡張的パーソナルスペースの変容をもたらすか？
Does sanitizing hands influence expansive personal space?

西垣 勇我[†*]，内川 乃天[†]，岡村 敬[†]，郭 雯[‡]，池田 鮎美[#]，高嶋 魁人[‡]，佐々木 恭志郎[†**]，山田 祐樹[‡]
Yuga Nishigaki, Noa Uchikawa, Kei Okamura, Wen Guo, Ayumi Ikeda, Kaito Takashima, Kyoshiro Sasaki, and Yuki Yamada

[†]関西大学，[‡]九州大学，[#]北海道大学
Kansai University, Kyushu University, Hokkaido University
* k632217@kansai-u.ac.jp **kyoshiro0920@gmail.com

概要

自分の所持品と他者の持ち物の間にもパーソナルスペース (personal space: PS) の様なものが存在する (拡張的 PS)．本研究では手指消毒によって拡張的 PS が変調されるかを検討した．実験では，サクラと参加者は長机に荷物を置くように求められた．サクラが参加者の前で手指消毒を行う条件 (手指消毒条件) と手指消毒を行わない条件 (統制条件) を設けた．荷物間の最短距離を測定したところ，手指消毒条件と統制条件の間に有意な差は見られなかった．したがって，現時点では手指消毒が拡張的 PS に顕著な影響を与えるとは言えない．

キーワード：パーソナルスペース (personal space)，コロナ禍 (COVID-19 pandemic)，ソーシャルディスタンス (social distance)，所持品 (one's belongings)

1. はじめに

緊急事態宣言などの一時的な停滞はあったものの，コロナ禍でも基本的に人々は社会生活を営んできた．社会生活を送る上で他者との接触は避けがたく，感染予防措置をとりながら各々交流を行ってきた．一部の感染予防措置は我々の心理的側面に影響を与えることが指摘されている[1][2][3]．例えば，コロナ禍以前に比べて，コロナ禍では対人距離が拡大したことが示されている[4]．この現象の原因の一つとして，感染予防のために他者との距離を置くことを推奨するソーシャルディスタンス政策の関与が考えられる．つまり，物理的な距離だけではなく，他者との間に取られる，これ以上近づきたくないという心理的距離 (パーソナルスペース (personal space): PS) まで拡大していることが示唆される．このように感染予防措置が心理的側面に与える影響を検討することは，円滑な社会的交流を考える上で重要である．

社会的交流は，人同士に限ったものではない．人は自身の所有物に自己を拡張し，それにともない所有物にも PS が反映される (拡張的 PS[5])．拡張的 PS についても，コロナ禍以前に比べて最中のほうが拡大したことが示された[6]．この拡張的 PS の拡大[6]の背後には，どのようなメカニズムが想定されるのだろうか．可能性の一つとして，これらの拡大は心理的な感染忌避に起因していると考えられる．COVID-19 は飛沫やエアロゾルによる感染が確認されているため，他者とソーシャルディスタンスを取ることは感染を避けるのに有効な手段であり，コロナ禍では社会規範にもなっていた．翻って考えると，他者やその他者の飛沫や液体粒子が付着している可能性のある持ち物と近接している状況を忌避するのはナチュラルである．もし拡張的 PS の拡大が心理的な感染忌避に起因しているのであれば，ソーシャルディスタンス以外の感染防止対策が取られると拡張的 PS が変容するのではないだろうか．具体的には，感染防止対策が取られることで COVID-19 への感染確率が下がり，それに伴い心理的忌避が減衰するため，拡張的 PS の拡大の程度が下がるのではないだろうか．そこで本研究では，他者が手指消毒を行なっているか否かで，この拡張的 PS が変調されるかを検討した．もし手指消毒の影響が見られるなら，手指消毒条件のほうが，手指消毒を行わなかった条件 (統制条件) に比べて，拡張的 PS は狭くなると予測した．

2. 方法

本研究のプロトコルについては，Open Science Framework にて事前登録を行った (https://osf.io/35q9e)．

参加者　検定力分析 (対応のある t 検定，片側検定，$\alpha = .05$，Cohen's $dz = 0.5$，$1\text{-}\beta = .80$) の結果，必須の最低サンプルサイズを 28 名に設定した．本研究では手指消毒条件と統制条件を設けており，それらは参加者内要因であった．サクラが 2 名参加し，いずれかの条件に 1 名ずつ割り当てられた．また，それぞれが見た目は類似しているものの異なるバッグを所持して実験に参加した．さらに，この 3 点に関してカウンターバランスを取る必要があったため (条件の実施順序，サクラの割

当，サクラのバッグ割当)，実験には大学生 32 名が参加した．

手続き　実験は 2 つのセッションで構成されていた．最初のセッションでは，参加者は 1 名のサクラとともに部屋に入室し，天気などの雑談を行った．その後，ダミー課題 (屋外での視覚探索) を行うために部屋を退出する際に，長机テーブル上に荷物を置くように指示した (なお，必ずサクラが先に荷物を置いた)．ダミー課題中に，実験者は 2 つの持ち物間の最短距離を測定した．測定後に，参加者とサクラを呼びに行き，部屋に再び入室し，荷物を返却した後に，参加者には次のセッションのために別室に移動するように指示した．参加者は，次のセッションでは別のサクラとともに先程のセッションと同様のことを行った．なお，片方のセッションのサクラは参加者の目の前で持参したポータブルな消毒液を用いて手指消毒をし (手指消毒条件)，もう一方のセッションのサクラは手指消毒を参加者の目の前では行わなかった (統制条件)．両セッション終了後に，本来の実験の目的を参加者に開示した．

分析方法　持ち物間の最短距離を従属変数に用いた．統制条件に比べて手指消毒条件のほうが拡張的 PS は狭くなるかを確認するために，対応のある t 検定 (片側検定) を実施することを想定していた．結果のセクションでは，t 値，p 値，Cohen's dz を報告する．

3. 結果

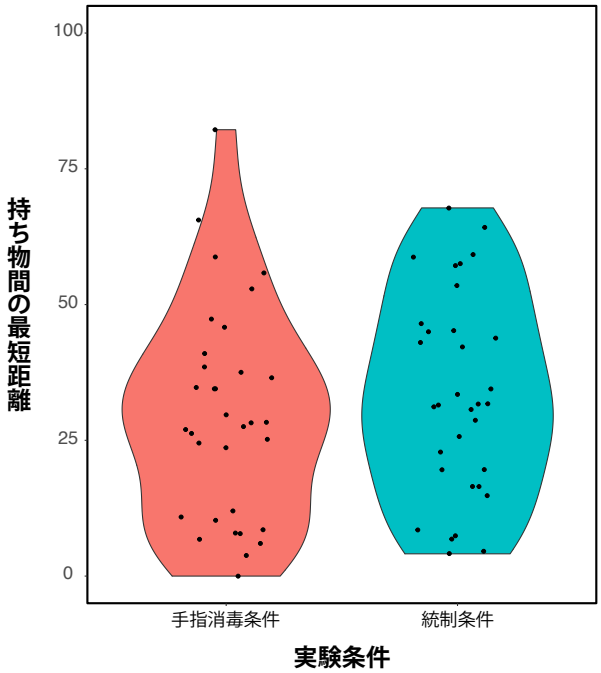


図 1 実験の結果

確証的分析　実験の結果を図 1 に示す．事前の計画通りに，対応のある t 検定を実施したところ，手指消毒条件 ($M = 29.69$, $SD = 19.89$) と統制条件 ($M = 33.46$, $SD = 18.77$) の間に有意な差は見られなかった ($t(31) = 1.14$, $p = .27$, Cohen's $dz = 0.20$).

探索的分析　条件間で有意な違いが見られなかったことを考慮した上で，条件間で有意に同等であるかを確認するために，同等性検定[7]を実施した (Equivalence bounds として±0.5 を設定した)．その結果，条件間で持ち物間の最短距離が有意な同等性は見られなかった ($t(31) = 1.693$, $p = .050$).

次に，本研究では条件の実施順序についてカウンターバランスを取っているが，それでは順序効果の制御が十分ではなかった可能性も考えられる．そこで，探索的分析として実験条件を要因，実施順序を共変量とした共分散分析 (ANCOVA) を実施した．結果として，実験条件の主効果は有意であった ($F(1, 30) = 23.1$, $p < .001$, $\eta_G^2 = .106$).

4. 考察

実験の結果，持ち物間の最短距離については条件間で有意な差は認められず，仮説は支持されなかった．加えて，探索的分析ではあるが，有意な同等性も認められなかった．本研究の結果は，手指消毒が拡張的 PS に顕著な影響を与えなかったことを示す．

一方で，探索的分析として実験条件の実施順序を共変量に加えた ANCOVA を行ったところ，実験条件の主効果は有意であり，効果量も決して小さくはなかった．この結果を考慮すると，実験条件の実施順序の影響が想定通りに制御されずに，実験条件の効果を交絡させた可能性が考えられる．さらに詳細に検討するために，実施順序別に条件ごとの平均値を算出したところ，消毒条件を先に行った場合は消毒条件のほうが (消毒条件: $M = 21.844$; 統制条件: $M = 37.444$)，統制条件を先に行った場合は統制条件のほうが荷物間の最短距離は小さかった (消毒条件: $M = 37.544$; 統制条件: $M = 29.475$)．つまり，先に行った条件のほうが拡張的 PS は小さくなる傾向にあり，実験条件の効果がこのノイズに埋もれたのかもしれない．実験条件を参加者間要因にして実験を行えば，この点を克服することが可能となり，より明確な結論を得ることができるだろう．

本研究では感染予防対策として手指消毒を扱ったが，他の対策であれば顕著な影響が見られた可能性も考えられる．例えば，相手がマスクを着用しているかどうかで，PS が変容することが示唆されている[8]．したがって，もしかしたらマスク着用の有無が拡張的 PS にも影響を与えるかもしれない．また，拡張的 PS の拡大[6]が感染忌避に起因しているのであれば，感染している可能性の高い他者やその持ち物についてはより忌避すると推測される．もしそうであれば，サクラが咳をしている場合では拡張的 PS がより一層拡大するのではないだろうか．様々な感染予防対策や感染に関する知覚的手がかりが拡張的 PS に与える影響については，引き続き検討を重ねていく．

文献

[1] Carbon, C-C. (2020) “Wearing Face Masks Strongly Confuses Counterparts in Reading Emotions”, Front. Psychol., vol. 11, 566886.
[2] Gori, M., Schiatti, L., & Amadeo, M. B. (2021) “Masking Emotions: Face Masks Impair How We Read Emotions”, Front. Psychol., vol. 12, 669432.
[3] Grenville, E., & Dwyer, D. M. (2022) “Face masks have emotion-dependent dissociable effects on accuracy and confidence in identifying facial expressions of emotion”, Cogn. Res. Princ. Implic., vol. 7, 15.
[4] Tootell, R. B. H., Zapetis, S. L., Babadi, B., Nasiriavanaki, Z., Hughes, D. E., Mueser, K., Otto, M., Pace-Schott, E., & Holt, D. J. (2021). “Psychological and physiological evidence for an initial “Rough Sketch” calculation of personal space”, Sci. Rep., vol. 11, 20960.
[5] 有賀敦紀 (2016) “拡張的パーソナルスペース：所持品間の距離に反映される所有者の対人距離”，心理学研究, vol. 87, pp. 186-190.
[6] Guo, W., Ikeda, A., Takashima, K., Masuda, Y., Ueda, K., Ariga, A., Sasaki, K., & Yamada, Y. (2023) “Social distancing between personal belongings during the COVID-19 pandemic”, F1000Research, vol. 12, 199.
[7] Lakens, D., Scheel, A. M., & Isager, P. M. (2018). “Equivalence Testing for Psychological Research: A Tutorial”, Adv. Meth. Pract. Psychol. Sci., vol. 1, pp. 259–269.
[8] Biggio, M., Bisio, A., Bruno, V., Garbarini, F., & Bove, M. (2022). “Wearing a Mask Shapes Interpersonal Space during COVID-19 Pandemic”, Brain Sci. vol. 12.

縦格子による立体錯視像に対する２つの脳内再構成法
Two Methods for Reconstruction of the Solid Illusion Image Caused by Vertical Gratings in the Human Brain

大槻　正伸†，小泉 康一†
Masanobu Ohtsuki, Koichi Koizumi

†福島工業高等専門学校
National Institute of Technology, Fukushima College
ohtsuki@fukushima-nct.ac.jp

概要

縦格子を通して，地面や制御されたドット平面を自然に両眼視すると，波打った地面，立体縞模様,トーラスなどの立体錯視像が得られる．

本研究では，この縦格子による錯視像に近い錯視像を別の方法で脳内に再構成する方法を２つ提案する．

１つは 3D ステレオグラムによる方法, もうひとつは色立体視による方法である．

キーワード：縦格子立体錯視，3DS（3D ステレオグラム），色立体視

1.　はじめに

網戸（の縦格子）を通して，地面を自然に両眼視すると，波打ったような立体錯視像が得られる[3][7]．また，小正方形（ドット）を図 1 のように，各行をずらしながら配置した平面（ドット平面）を，縦格子を通して両眼視すると帯状立体やずらし方によっては複数のトーラス状の立体の錯視像が得られる[4][5] (付録１)．この錯視を「GDP 錯視（Illusion by **G**ratings and **D**ots **P**lane）」と呼ぶこととする．ここでは，特に付録１の帯状，トーラス状立体錯視像を，別の錯視で脳内に再構成する方法として次の２つを提案する．

（１）3D ステレオグラム[2]（3DS）による方法

（２）色立体視[1][8]による方法

これらは GDP 錯視現象を説明するのに，どのような錯視像が得られるのか, 実際に道具（ドット平面や縦格子平面）なしでも説明できるという利便性がある．

実際に，「第12回錯視・錯聴コンテスト[7]」の「網戸と地面の立体錯視（補足図）」ではこの手法（１）が用いられ説明されている．

今回は，（１）については，文献[6]である程度詳しく計算法等述べてあるから，（１）については簡単に紹介し，主として（２）について述べることとする．

2.　GDP 立体錯視像の脳内再構成

縦格子とドット平面による錯視（GDP錯視）が生起する際の条件には次のようなパラメータがある．

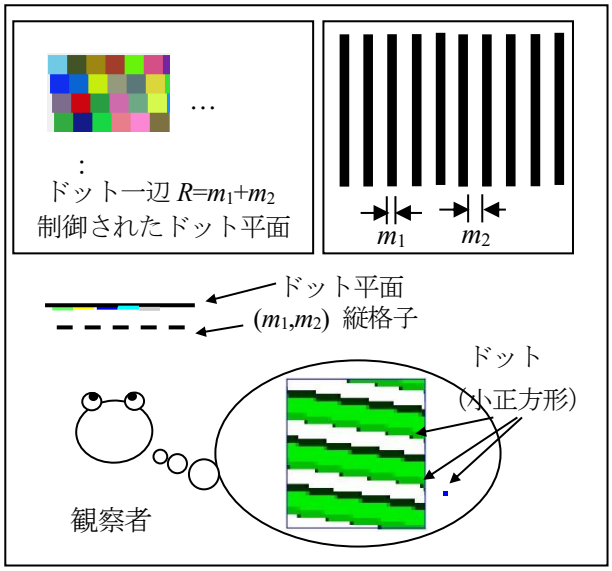


図１縦格子と制御ドット平面による帯状立体錯視

・格子の，太さ（図1のm_1），配置間隔（同m_2 ），
・ドット（小正方形）の大きさR
・ドット平面，縦格子面の設置位置
・左右眼（瞳）の位置(x,y,z)座標

今回は，図2に示すように，これらの条件が入力されると，GDP錯視とは異なる錯視誘起物で，GDP錯視像に近い錯視像を誘起するものを出力する，というシステムを設計した．

出力される錯視誘起物は

（１）3Dステレオグラムの左右眼用の図（2枚）
（図2　(A)(B)）

（２）色立体視により錯視像を得るための図
（図2　(A')）

である．以下このシステムについて述べる．

2.1　3Dステレオグラムによる再構成

3Dステレオグラム（3DS）用の2つの図の作成は次のようにできる[6]．図1，図2のドット平面の後ろに，ドット平面，縦格子面に平行に「射影平面」を考え，左右各眼から縦格子，ドット平面を射影した像を

2枚描画すると，それらは左右眼により得られる画像とほぼ相似となっている．

特に，各ドットが縦格子によって遮蔽される状態がかなり正確に計算される．GDP 錯視においては，各ドットの遮蔽状態がドットの知覚距離を決定するから[4]，こうして得られた，右眼，左眼からの射影像を作り，出力するだけで，3DS 用の図が得られる．

ここでは，付録 1 の GDP 錯視を再現する 3DS 用画像を付録 2 に示すにとどめる．

2.2 色立体視による再構成

今回，色立体視による錯視像再現画像を次のように構成するシステムを作成した．

各ドットの遮蔽状態から推定認知位置を計算し，その値がしきい値（今回は 0）より大きいときは，赤紫色（50%）か青（50%）を，小さい場合は，赤（50%）か白（50%）で色をランダムに選び，ドットを描画する．

認知位置計算方法は図 3 に示す通りである[4]．
各ドットの左右眼での遮蔽状態を調べ，右眼像(A-B)と左眼像（C-D）を同一視し，直線（左眼－C）と直線（右眼－A）の交点 P を点 A,C の認知位置とする．点 B,D に対しても同様の計算をし認知距離はその平均とする．

なお，この色の組み合わせは試行錯誤により選定したものであり，よりよい組み合わせを見つけることが今後の課題となる．

以上のシステムで付録 1 のパラメータで計算したものが図 4 である．

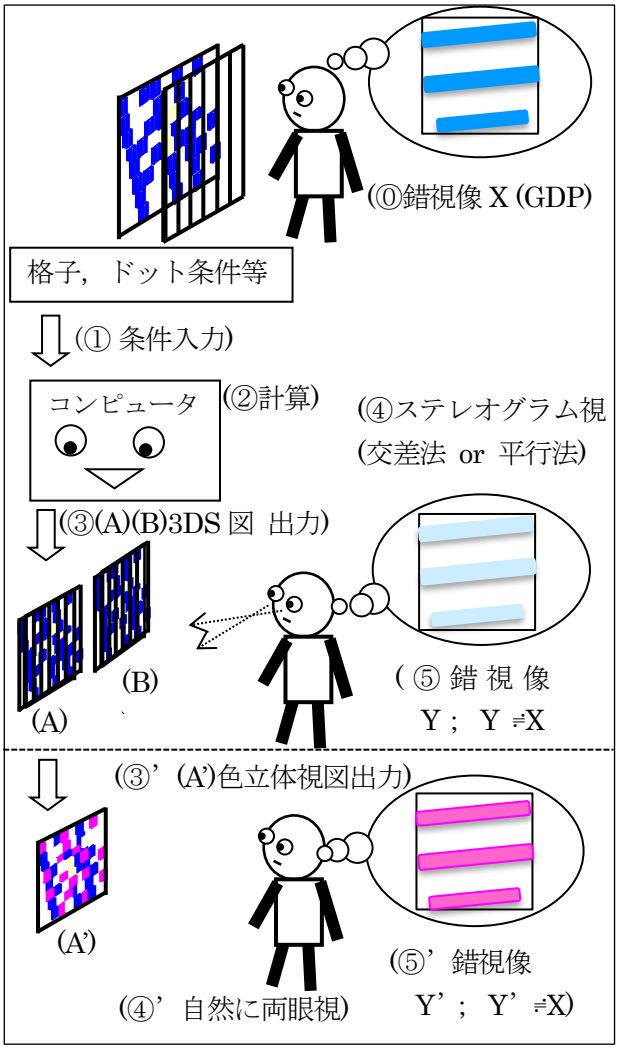


図 2 立体錯視像再構成の概念図
（実際の縦格子等のサイズは付録 1 程度）

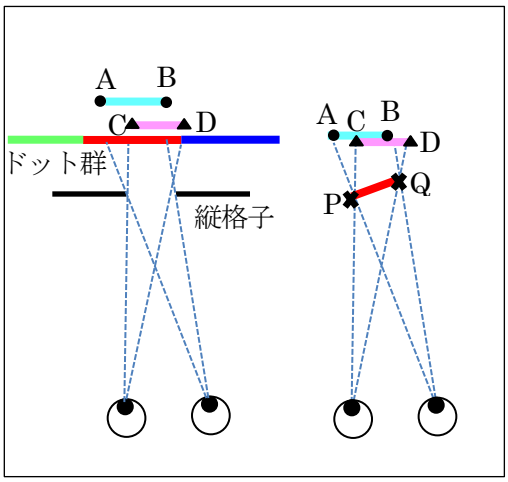


図 3 ドットの認知位置計算（観察の様子を上から見た図）PQ が認知される像（実際には，まわりの認知ドット像などから P,Q の位置は平均化されて，図のように傾かずドット平面に平行なドットが認識されると考えられる）

3. 結論と今後の課題

以上のように，縦格子とドット平面による錯視像の近似像を，3D ステレオグラム，色立体視により，脳内に再現する方法を考察し，パソコンに実装し，錯視誘起物を実際に出力した．

観察者 10 人に，付録 1 を，その後図 4 を観察してもらい，インタビューによりどのような図形が認識されたかを確認した．その結果，全員付録 1 の帯状立体，トーラス状立体が知覚されたが，実際に図 4 でも同様の図形が浮かび上がって認識されたのは 4 人，逆にへこんで見えたのが 2 人，図 4 で全く立体感が得られなかったのが 4 人という結果であった．色立体視は個人差がある[8]から全員に色立体視で同じような像を認識させるには限界があると考えられる．

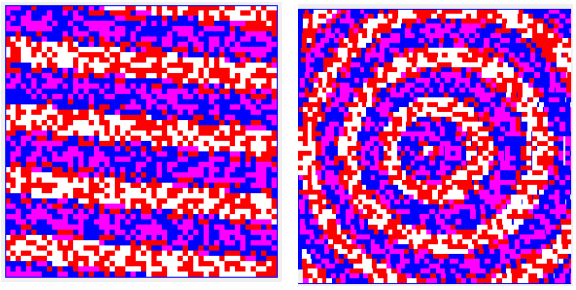


図４　色立体視再構成プログラムにより
描画した図（60cm 程度話して見るとよく見える）
（付録１（PDF）をプリンタ Canon TS7530 で
印刷した図のパラメータ（m_1,m_2 等）で計算）

今後の課題としては
（１）今回以外の色立体視のための色組み合わせを見つけること
（２）他の方法による GDP 錯視像の脳内再構成法を見つけること
（３）GDP 立体錯視像とこれらの錯視像の誤差を測定すること
（４）GDP 錯視，3DS の錯視，色立体視の錯視のメカニズムの共通点，１つを別のものでシミュレートする場合の限界等を見つけ出すこと
等があげられる．

参考文献

[1] 北岡明佳(2017)，錯視の科学，日刊工業新聞社，pp88 －90

[2] 下条信輔，視覚の冒険(1995)，産業図書，pp1-59

[3]大槻 正伸，中野 良樹(2000)，縦格子を通した二次元平面の両眼視によって生じる波状立体面の知覚日本認知科学会テクニカルレポート（JCSS-TR-36）
pp. 1－12

[4] 大槻正伸，中野良樹(2001)，ランダムドット平面と垂直グレーティングの重ね合わせによる帯状立体面の出現－融合アルゴリズムの検討－
日本認知科学会第 18 回大会発表論文集
pp. 170－171

[5]大槻正伸，中野良樹(2003)，ランダムドット平面と縦格子の重ね合わせによるトーラス状図形の立体錯視像の出現，日本認知科学会第20回大会発表論文集
pp. 306－307

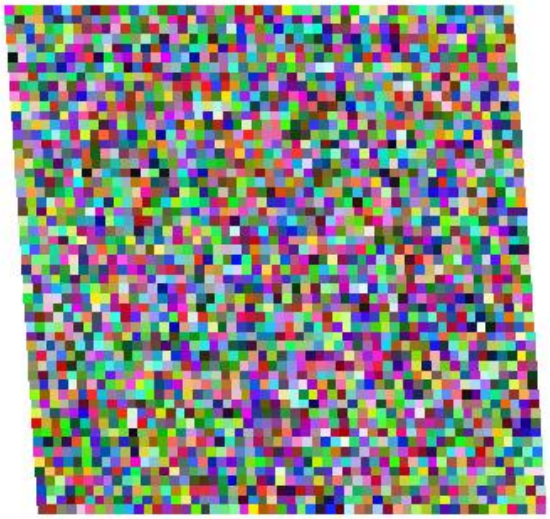
[6] 大槻　正伸，小泉　康一(2023)，縦格子立体錯視像の３Dステレオグラムによる再構成，福島高専研究紀要 第63号，pp6-11

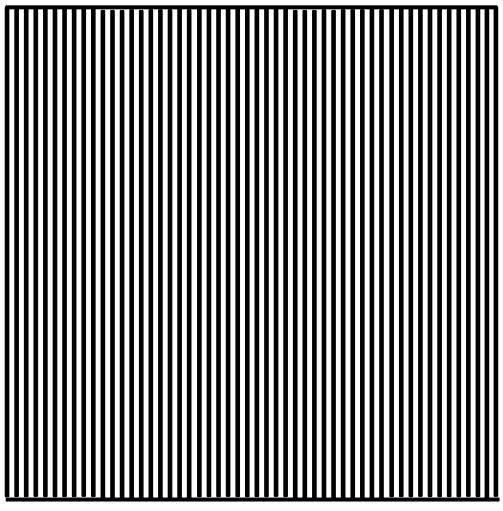
[7] 大槻 正伸，小泉 康一，中野 良樹(2020)，網戸と地面の立体錯視，日本基礎心理学会主催
錯視・錯聴コンテスト 2020　（第 12 回）　入賞作品
http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/sakkon/sakkon2020.html　（2023 年 7 月現在）

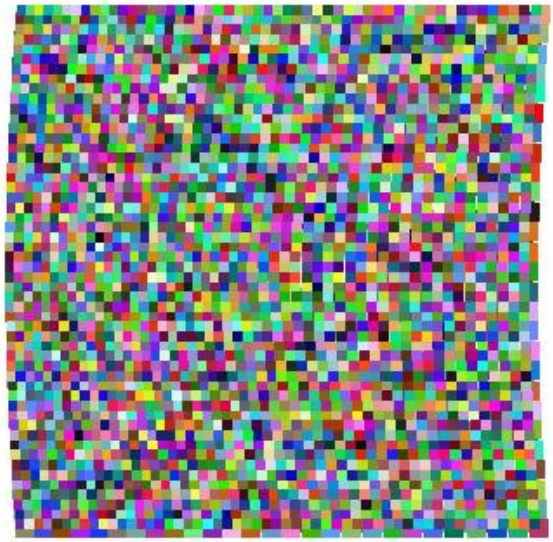
[8] 色立体視（進出色・後退色）
https://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/scolor.html
（2023 年 7 月現在）

付　録1

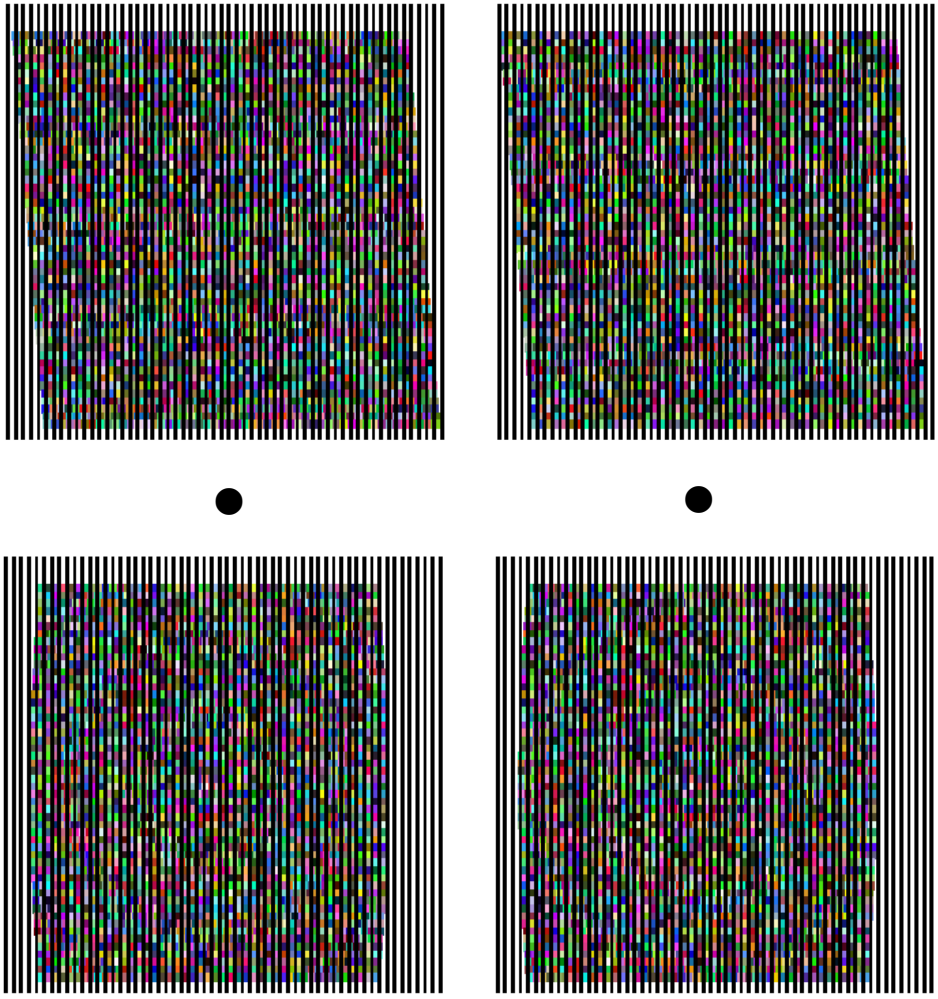
右の縦格子を OHP シート等の透明な面に印刷し，縦格子面を 0.5～1cm 程度離して配置し，縦格子を通して左のドット平面を自然に両眼視すると帯状立体（上），トーラス状図形（下）が複数個知覚できる．







付 録2 ↓
3D ステレオグラムによる，GDP 錯視像有機物
通常のステレオグラムと同様に，２つの●が３つに見えるように眼球操作をすると付録２の GDP 錯視像に近いものが知覚できる．（２つとも CV（交差法[2]）用として作成してある）



付録１（PDF）を Canon TS7530 で印刷した図のパラメータ（m_1,m_2), 左右眼間距離＝6.5㎝ で計算
（上）帯状立体視（下）トーラス状立体錯視
ただし，この図自体は伸縮してあり付録１のパラメータとは一致しない

照明が会話の雰囲気に及ぼす影響に関する研究
Research on the effect of lighting on conversational atmosphere

伊東 俊輔 †, 鈴木雄登 †, 松倉悠 †, 坂本真樹 †
Shunsuke Itoh, Yuto Suzuki, Haruka Matsukura, Maki Sakamoto
† 電気通信大学
The University of Electro-Communications
i2330009@edu.cc.uec.ac.jp

概要

近年, 照明の光源の種類や照度と雰囲気の関係を調べた研究や色と人間の感情状態の変化に関する研究が行われている. 一方で, 照明の色の違いと雰囲気を紐づけた研究はまだ少ない. 本研究では, 照明が雰囲気に及ぼす影響について研究する. トークテーマと照明を各 4 種類, 計 16 パターンについて約 24 時間分の会話データを取得し, 各データについて形容詞対 4 尺度を用いて評価付けを行った. 評価データを分析したところ, 雰囲気に大きく影響を与える照明が確認できた.

キーワード：照明, 雰囲気, 空間演出

1. はじめに

近年, より快適な空間づくりを目指した研究や開発が盛んに行われている. 注目されている要素として音や照明, 空調システム, 香りなどが挙げられ, これらを組み合わせて制御することで快適で過ごしやすく, 生産性豊かな空間を創り出すことが目標となっている. 照明に関しては, 光源の種類や照度と雰囲気の関係を調べた研究や色と人間の感情状態の変化に関する研究が行われている. 一方で, 照明の色の違いと雰囲気を紐づけた研究はまだ少ない. 本研究では, 照明が雰囲気に及ぼす影響を調べる.

2. 関連研究・本研究の位置づけ

2.1 先行研究

空間づくりについての研究・開発は様々な場面で行われている. 例えばパナソニックでは, 照明や音で環境ゾーニングを 3 つのエリアに分け, オフィス内の流動性を高めてコミュニケーションを活性化させることを目的とした開発が行われている. 社員アンケートではネガティブな回答の割合が 0 %で, 照明や音による環境づくりが良い影響をもたらしたことが分かる [1]. 東芝でも快適な環境や利便性の向上を目的として様々な照明制御システムが商品として売られている [2]. また,LED 照明ブランド会社の Luci では, 睡眠環境に特殊な青色テープ式ライトを取り入れるという試みが行われている [3]. この照明の実装で,66 %の使用者にリラックス効果があったというアンケート結果を得られており, 実証テストでもリラックス間の変化率が最大 32 %も高まるという結果が出ている. このように, 照明のコントロールによる人間への心理的効果を考えたシステムが実際に製品化されていることからも快適な空間づくりにおいても照明という要素が重要視されていることが分かる. 照明によるストレス軽減効果についての研究も行われており, 太陽光 LED や有機 EL 照明にはストレスや疲労の抑制効果, 短時間に多くの視作業をこなす場合に集中力を上げる効果などがあるとされている [4][5]. 参考文献 [6] ではポジティブな情動状態を促進する照明条件についての実験が行われ,「happy」の想起色であるピンク色を周辺に照射し, その反対色である緑色を中心に照射することで「happy」の感情状態を促進させることが確認された.

2.2 本研究の位置づけ

本研究では, 照明を制御して目標とする雰囲気に近づけることを可能にすることを目指し, 照明が雰囲気に与える影響について調査する. 照明の色・組み合わせについては参考文献 [6] を参考にして 4 通りの照明を準備し, 白色照明を基準として色付き照明が雰囲気に与える影響について比較する. 雰囲気を読み取れる AI が実現すればそれと本研究成果を組み合わせることで, 所望の雰囲気を作り出すことができるようになると期待される.

3. 実験概要

3.1 会話データの収集

被験者は全 44 人で, 会話の際は 2 人 1 組で 30 分の会話を 2 回, 計 1 時間, 特定の照明下でしてもらい, そ

の時の音声データ並びに生体情報を取得した. 実験には 1〜2 人のモデレータが付き, トークテーマの説明や会話進行の補助, 大幅に会話内容がそれた場合の微修正などを行った. トークテーマは明るいテーマが 2 つ (ドラえもんの秘密道具, 趣味) と暗いテーマが 2 つ (戦争, 死生観) の計 4 テーマを準備した. 収集データの合計時間は約 24 時間分である. 照明は参考文献 [6] を参考に, 以下の 4 パターンの組み合わせを準備し, 図 1 に示すように設置した. 図 2 は実際の会話データ収集時の様子である.

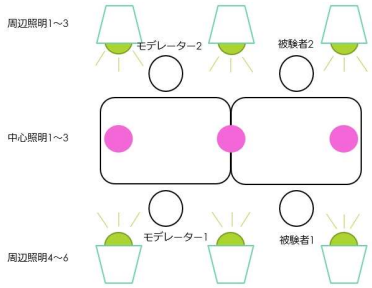


図 1　照明配置のイメージ図 (上面図)

- 白色 (R : 255,G : 255,B : 255)
- ピンク (R : 239,G : 143,B : 184)
- 中心 : ピンク (R : 239,G : 143,B : 184), 周辺 : 緑 (R : 72,G : 204,B : 125)
- 中心 : 緑 (R : 72,G : 204,B : 125), 周辺 : ピンク (R : 239,G : 143,B : 184)

図 2　実際の会話実験時の写真

3.2　会話データの評価・分析

収集した会話の音声データを 30 秒ごとに分割し, 被験者に 5 段階 SD 法 (2〜-2) で評価を行ってもらった. 評価の尺度は, 以下の 4 組の形容詞対を用いた.

- やわらかい (+2) - かたい (-2)
- 穏やか (+2) - 激しい (-2)
- 整然とした (+2) - 雑然とした (-2)
- 陽気 (+2) - 陰気 (-2)

1 つの音声に対して別の 2 人が評価を付与するようにした. 被験者は 29 人で,1 人あたり最低 1 時間 30 分分の評価を行ってもらった. このデータは約 24 時間分 ×2 で約 48 時間分となる. この評価データの分析では,30 秒ごとの評価が照明によってどの程度違うのかを見ることを目的として,Brunner-Muzel 検定を行った.

3.3　会話データの追加評価と分析

前節とは別に, 追加で全被験者に共通の 16 分の音声を聞いてもらい,30 秒ごとに同様の評価付けも行ってもらった. ここでは, 全被験者に同じ音声データを評価してもらった際に被験者間で評価の違いにどれほどの差があるのかを見ることを目的として Kendall の一致係数を用いた.

4.　分析結果と考察

4.1　48 時間分データの分析

本実験では Brunner-Munzel 検定を用いて 30 秒ごとの評価が照明によってどの程度違うのかを分析し,Bonferroni 法による多重比較を行った. 図 3〜図 6 には各尺度の評価結果の範囲と各照明の白色照明との分析結果の有意差を示している (緑線が 1 %水準, 赤線が 5 %水準). グラフの縦軸 X は評価値 (-2,-1,0,1,2) の分布を表している. また, 表 1 には白色照明とピンク照明の分析結果の効果量を示した.

まず, 会話テーマが明るい場合 (ドラえもん, 趣味) と暗い場合 (戦争, 死生観) では, 照明によって得られる効果が変わる傾向にあった. 明るいテーマでは白色照明と比較してピンク照明を使用すると各尺度が正の値に評価が振れる場合が多かった. 特に,「やわらかい-かたい」の尺度では効果量が大きくなっており, ピンク照明を用いると雰囲気がやわらかいものになると言える.「陽気-陰気」の尺度では中心に緑, 周辺にピンク照明を使用した場合に正の値に振れる傾向も見て取れた. また, 中心がピンク, 周辺が緑照明を使用することで雑然としてかたい雰囲気になる傾向があることも示された. 暗いテーマでは「やわらかい-かたい」「陽気-陰気」の 2 尺度で色付きの照明を使用すると負の値に評価が振れる場合が多かった. 一方で,「穏やか-激しい」「整然とした-雑然とした」の 2 尺度は照明を中心がピンク色, 周辺が緑色にすると正の値に評価が振れる場合が多かった. したがって, 会話の内容が暗い場合に中心をピンク色, 周辺を緑照明にすると穏やかで整然とした雰囲気になると考えられる.

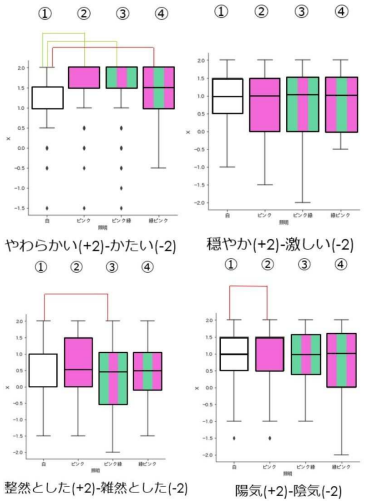


図 3　各尺度の評価結果（テーマ：ドラえもん）

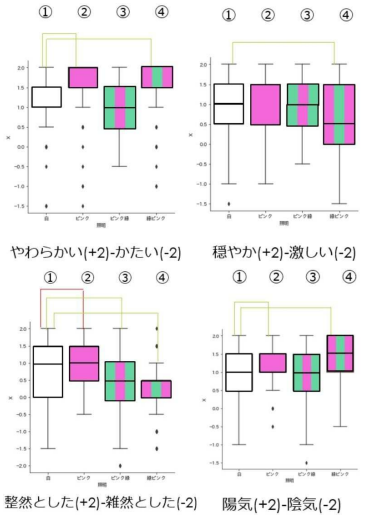


図 4　各尺度の評価結果（テーマ：趣味）

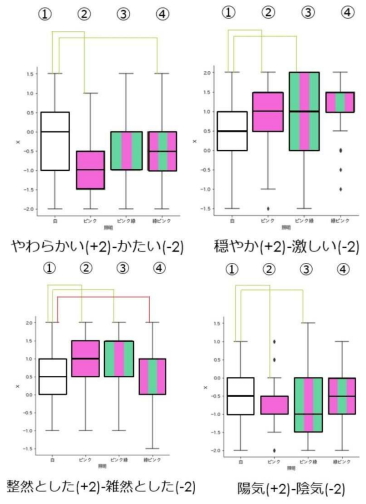


図 5　各尺度の評価結果（テーマ：戦争）

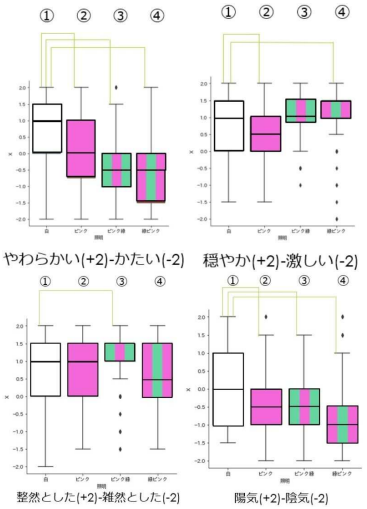


図 6　各尺度の評価結果（テーマ：死生観）

表 1　各会話テーマでの白色とピンク色の照明間の効果量 (0.5 以上の場合ピンクの方が正の値に振れ,0.5 以下の場合ピンクの方が負の値に振れる.0.5 と差があるほど 2 照明間に差がある.)

尺度/テーマ	ドラえもん	趣味	戦争	死生観
やわらかい-かたい	0.696 **	0.742 **	0.310 **	0.369 **
穏やか-激しい	0.489	0.572	0.690 **	0.362 **
整然とした-雑然とした	0.559	0.581 *	0.708 **	0.497
陽気-陰気	0.584 *	0.677 **	0.370 **	0.370 **

* p < 0.05, ** p < 0.01

図 7　トークテーマ・尺度ごとの効果的な照明の組み合わせ

4.2　考察

図 7 は各トークテーマの各尺度において最も効果的だった照明の色とその組み合わせである. 明るいテーマにおいて, 全体的にピンク単色の照明が正の値 (やわらかい, 穏やか, 整然とした, 陽気) に振れていた理由としては, 色の性質が考えられる. 明るい印象を与える色として赤やオレンジ, ピンクなどの暖色が挙げられる. その中でも, 先行研究 [1] で言及されている通りピンクは「happy」を最も想起させる色であり, 明るい雰囲気をより促進させる効果があるのではないかと考えた. 一方で, 暗いテーマにおいてはピンクを含む色付き

の照明を使用すると「やわらかい-かたい」と「陽気-陰気」の 2 尺度で負の値 (かたい, 陰気) に振れていた. 理由として, 元々ある暗い雰囲気に対しては各色が鬱陶しいという印象を与えてしまうのではないかと考えた. 今回の色付き照明の組み合わせはすべてピンクを含んだものであり, 全体的に明るく感じる空間になっている. 話題が暗いテーマのときは, 静かにゆったりした雰囲気で話したいのにピンクのような明るく主張の強い色があるとその場の雰囲気にそぐわない, 邪魔になってしまうという理由でよりかたく陰気な雰囲気になってしてしまうのではないだろうか. 逆に言えば, 暗いテーマでさらに雰囲気をかたく陰気なものにしたいときは, このような明るい照明, 明るく感じる空間を作り上げることが有効である可能性も示された.

4.3 追加データの分析

Kendall の一致係数を用いて被験者間で評価の違いにどれほどの差があるのかを分析した. 結果は表 2 のようになった.「やわらかい-かたい」「陽気-陰気」の 2 尺度は p 値が 1 %未満となっており, 一致係数 W もそれぞれ 0.225,0.298 と他の 2 尺度よりも高い一致度を示した.「穏やか-激しい」「整然とした-雑然とした」の尺度は W がそれぞれ 0.0625,0.0491 で一致度が低く, 評価自体の信用度も低いと言える. このことから,「やわらかい-かたい」や「陽気-陰気」といった直接的に感じやすく, 会話テーマにも影響されやすそうな尺度に関しては評価の一致度が高く, 被験者も評価しやすいのではないかと考えられる. 一方で,「穏やか-激しい」,「整然とした-雑然とした」といった尺度は具体性がなく, 被験者も評価が難しいのではないかと考察できる. 今後は評価尺度の見直しも考えていく必要がある.

表 2 Kendall の一致係数

尺度	やわらかい-かたい	穏やか-激しい	整然とした-雑然とした	陽気-陰気
統計量 W	0.225	0.0625	0.0491	0.298
p 値	$p < 0.001$	0.00599	0.080	$p < 0.001$
帰無仮説の棄却	できる	できる	できない	できる

5. 結論と今後の課題・展望

明るいテーマではピンク色の照明を使用すると各尺度が正の値に振れる傾向にあるとわかった.「陽気-陰気」の尺度では中心に緑色, 周辺にピンク色の照明を使用すると陽気な方に振れやすい傾向があり, 参考文献 [6] の先行研究の結果と矛盾のない結果も得られた. 暗いトークテーマでは, 中心にピンク色, 周辺に緑色の照明を使用することで穏やかで整然とした雰囲気にできる可能性を示した一方で,「やわらかい-かたい」「陽気-陰気」の 2 尺度ではピンク色や緑色の照明の組み合わせを使用することでかたく陰気な雰囲気になることが示された.

今後は会話最中に照明の色を変化させることで本研究の結果通りに雰囲気が変化するか調査することが課題として挙げられる. また, 今回は 4 つのトークテーマを大まかに明るいテーマと暗いテーマの 2 種類に分けて実験・分析を行ったが, 各トークテーマの特徴や与えうる影響をもっと詳細に考えた上で研究を進める必要があると考えている. さらに, 今回使用した色付き照明には極端なピンクや緑を使用しており, 日常の中の照明として実用するには難しいという課題も挙げられる. そのため, ピンクがかった白色照明や緑がかった白色照明など, 照明下にいる人が気にならない程度の色付き照明を使用したときに同様の効果が得られるのかどうかの実験も必要であると考えている. 本研究の成果を応用すれば, 照明の色で会話の雰囲気を制御し, 快適な空間づくりを実現できると期待される. また, 会話内容に応じてより重たい雰囲気にしたり, リラックスできる雰囲気にしたりすることで有意義な空間を創り出すことに応用できると考えられる.

謝辞

本研究の一部は、JST 未来社会創造事業 JPMJMI17DB および JSPS 科研費 JP20H05957 の助成を受けたものです。

文献

[1] Panasonic, (2021) “音や照明を取り入れたオフィスの実証実験で社員満足度が向上、新たなワークスペースの可能性とは?” https://built.itmedia.co.jp/bt/articles/2106/30/news007.html
[2] TOSHIBA 東芝ライテック株式会社, (2022) “パネルコントロール形 SES” https://www.luci.co.jp/jp/relaxingblue.html
[3] Luci, (2022) “リラックス照明『リラクシングブルー』” https://www.luci.co.jp/jp/relaxingblue.html
[4] 神谷佑己, 小松義典, 加賀絵美, (2020) “太陽光 LED 照明が知的生産性に与える影響” 照明学会誌, 104 巻, Spacial 号, pp. 77-81.
[5] 菰田卓哉, (2021) “次世代照明技術としての有機 EL 技術の現状” 応用物理, 80 巻, 4 号, pp.300-303.
[6] Matsumoto, Y. and Tanaka, M. and Horiuchi, T. and Nakahodo, Y. and Sakamoto, M. and Takanashi, T. ,(2020) “Effects of Lighting with Opponent Colors on Promoting Positive Emotional States”,Proc. Colour and Visual Computing Symposium.

情動への信念と他者の情動を調整する方略選択との関連
Associations between beliefs about emotions and strategy choice for regulating others' emotions

野崎 優樹†
Yuki Nozaki
† 甲南大学
Konan University
y_nozaki@konan-u.ac.jp

概要
本研究では，情動への信念と他者の情動を調整する際の方略選択との関連を検討した。実験では，参加者は，ネガティブ情動を感じた出来事と気持ちが書かれた文章を読み，「気晴らし」か「再評価」のどちらを用いて相手のネガティブ情動を和らげるかを選択した。分析の結果，相手のネガティブ情動の強度が相対的に低いとき，情動への信念のうち「ポジティブ情動に対する有用性の信念」が高いほど，有意に「再評価」を選ぶ傾向が示された。

キーワード：情動への信念 (beliefs about emotions)，情動調整 (emotion regulation)，対人的情動調整 (interpersonal emotion regulation)

1. 問題

私たちは情動に対して様々な信念を持っている。この「情動への信念」の構成要素は，情動はどの程度良いか悪いかという「情動の有用性に関する信念」と，情動はどの程度コントロールできるかという「情動のコントロール可能性に関する信念」の 2 種類の信念に大きく分けることができる［1, 2］。さらに，情動への信念の個人差を測定するために，この理論的枠組みを踏まえた上で，ポジティブ・ネガティブという感情価の区分も行い，「ポジティブ情動に対する有用性の信念」「ネガティブ情動に対する有用性の信念」「ポジティブ情動に対するコントロール可能性の信念」「ネガティブ情動に対するコントロール可能性の信念」の 4 つの下位尺度スコアを導出することを意図した Emotion Beliefs Questionnaire という尺度の開発も行われている［3］。

この情動への信念の個人差が現れる代表的な状況の 1 つが，情動を調整する際の方略選択である［1, 2］。私たちは日常で，「自己の情動の調整」を行うとともに，悲しみや不安を感じている相手を励ますなどの形で「他者の情動の調整」を行うこともある［4］。方略選択に注目した先行研究では，自己の情動を調整する場合でも，他者の情動を調整する場合でも，人は平均的には効果的に働く方略を選択できることが示されている。具体的には，ネガティブ情動の強度が高い場合は，出来事の良い面を捉え直す方略である「再評価」の選択は避けられ，代わりにこのような状況で効果的な「気晴らし」が選択される傾向があることが明らかにされている［5, 6］。

情動への信念と他者の情動を調整する際の方略選択との関連を考えると，たとえば，ポジティブな情動は有用と考えている人は，出来事の良い面を積極的に捉え直す「再評価」を，ネガティブ情動を抱えている相手に対しても積極的に提案するのかもしれない。しかし，このような他者のネガティブな情動を調整するための方略選択に対して，どのような種類の情動への信念の個人差が，どのように関連するのかについては，実証的な検討は行われていない。そこで，本研究では，情動への信念と他者の情動を調整する方略選択との関連を，探索的に検討することを目的とした。

2. 方法

2.1. 参加者

大学生・大学院生 170 名（男性 76 名，女性 94 名，平均年齢 21.37 歳，*SD* = 1.69）のデータを分析対象とした。参加者はオンラインクラウドソーシングサービスの CrowdWorks (https://crouwdworks.jp) を通じて募集した。

2.2. 文章刺激

比較的強いネガティブ情動を感じた出来事と気持ちを記述した文章と，相対的に弱いネガティブ情動を感じた出来事と気持ちを記述した文章のペアを 20 作成した。文章刺激の例を表 1 に示した。参加者の負担を下げるため，20 の文章のペアを 4 ペアずつ 5 グループに分けた。そして，参加者ごとにそのうちの 1 つのグループがランダムに選ばれ，そのグループ内の文章刺激が課題に用いられた。

表 1　実験に用いた文章刺激の例

ネガティブ情動高条件
今朝は急いでいたこともあり，手にスマートフォンを握ったまま家を出発し，走って駅まで向かいました。その後，走っている途中に手に握っていたスマートフォンを溝の中に落としてしまいました。急いで溝からスマートフォンを拾ったものの，画面は割れてしまい，電源もつかない状態となってしまったため，気分は最悪です。
ネガティブ情動低条件
今朝は急いでいたこともあり，手にスマートフォンを握ったまま家を出発し，走って駅まで向かいました。その後，走っている途中に手に握っていたスマートフォンを溝の中に落としてしまいました。急いで溝からスマートフォンを拾い，電源自体はついたため、問題なく使える状態ではあるのですが，画面に傷が入ってしまい、気分が落ち込みました。

2.3. 手続き

方略選択課題では，「文章刺激」で説明した文章のうち 1 つが呈示された後，「気晴らし（気を紛らわせるために、他のことをしたり考えたりするように伝える）」か「再評価（前向きに考えられるように、状況や相手自身に関する新たな見方を伝える）」の選択肢が表示され，参加者は相手のネガティブな情動をより和らげることができると思う方を選んだ。このような手続きで，ネガティブ情動高条件の文章刺激 4 つと，対のネガティブ情動低条件の文章刺激 4 つの合計 8 つの文章について，ランダムな順番で方略選択を行った。

続いて参加者は，各文章刺激について，ネガティブ情動の強度の評定を行った。方略選択課題と同じ 8 つの文章刺激が再度ランダムな順番で参加者に提示され，それぞれについて，この文章を書いた人がネガティブな情動をどの程度強く感じているかを 7 件法（1 = 全く感じていない～7 = 非常に感じている）で評定した。

最後に，情動への信念を測定する尺度である Emotion Beliefs Questionnaire［3］について，原著者の許可を得た上で著者がバックトランスレーションを経て作成した日本語版の尺度に 7 件法（1 = 全く同意しない～7 = 強く同意する）で回答した。「ポジティブ情動に対する有用性の信念」「ネガティブ情動に対する有用性の信念」「ポジティブ情動に対するコントロール可能性の信念」「ネガティブ情動に対するコントロール可能性の信念」の 4 つの下位尺度から構成され，それぞれ平均値を分析に用いた。なお，原尺度では，得点が高いほどその信念が低いということを反映する得点化を行っている（例：ポジティブ情動に対する有用性の信念の得点が高いほど，ポジティブ情動を有用だと捉えていないことを意味する）。しかし，本研究では結果を解釈しやすくするために，すべての得点を逆転させ，得点が高いほどその信念が高いことを意味するようにした上で分析を行った。クロンバックの α 係数は.74～.88 であり，十分な内的整合性が認められた。

3. 結果

3.1. 分析方法

本データは，参加者の選択・評定内容（レベル 1）が，参加者（レベル 2）と文章刺激（レベル 2）にネストされているという階層構造であった。そこで，R 4.3.1［7］と brms パッケージ 2.19.0［8］を用いて，ベイズ推定による一般化線形混合モデルによる分析を行った。分析時には，チェーン数 4，反復数 2500（うち前半 1250 がバーンイン期間）に設定し，間引き (thinning) は行わなかった。R-hat はいずれも 1.10 以下であり，モデルは収束していたと判断した。また，連続変数の独立変数はいずれもレベル 2 の独立変数であり，全体平均中心化を行った。さらに，参加者（レベル 2）と文章刺激（レベル 2）の両方に関してランダム切片と実験条件についてランダム傾きを設定した。リンク関数は，従属変数が連続変数の時は恒等関数を，2 値変数の時はロジット関数を用いた。そして，bayestestR 0.13.1 パッケージ［9］を用いて Bayesian *p*-value を算出した。

3.2. ネガティブ情動の評定値の条件差

ネガティブ情動の評定値を従属変数，実験条件（ネガティブ情動高 = 1，ネガティブ情動低 = 0）を独立変数とする分析を行った。その結果，ネガティブ情動高条件 ($M = 5.49$, $SD = 1.29$) の方が，ネガティブ情動低条件 ($M = 3.88$, $SD = 1.30$) よりも，ネガティブ情動の評定値が有意に高かった ($b = 1.61$, 95% CI [1.29, 1.93], $p < .001$)。この結果より，実験に用いた文章刺激の妥当性が示唆された。

3.3. 方略選択の条件差

方略の選択内容（気晴らし = 1，再評価 = 0）を従属変数，実験条件を独立変数とする分析を行った。その結果，ネガティブ情動高条件（気晴らし選択割合 55%）の方が，ネガティブ情動低条件（気晴らし選択割合 45%）よりも，気晴らしが高い割合で有意に選ばれており ($b = 0.41$, 95% CI [0.09, 0.75], $p = .013$)，効果量は大きくないものの，先行研究［5］と一致する結果となった。

3.4. 情動への信念と方略選択の関連

先行研究［10］に倣い性別を統制変数として用いた上で，方略の選択内容を従属変数，情動への信念の 4 つの下位尺度と実験条件との交互作用およびその主効果を独立変数とする分析を行った。分析結果を表 2 に示した。特に実験条件と情動への信念の交互作用に着目すると，実験条件×ポジティブ情動に対する有用性の信念の交互作用のみ有意であった (b = 0.25, 95% CI [0.01, 0.49], p = .043)。

表 2 方略の選択内容（気晴らし = 1，再評価 = 0）を従属変数とした一般化線形混合モデルの結果

独立変数	b	95% CI	p
切片	-0.27	[-0.50, -0.05]	.018
性別 [a]	0.13	[-0.11, 0.36]	.278
実験条件 [b]	0.41	[0.10, 0.72]	.014
ポジティブ情動に対する有用性の信念	-0.24	[-0.41, -0.07]	.005
ネガティブ情動に対する有用性の信念	-0.06	[-0.17, 0.06]	.343
ポジティブ情動に対するコントロール可能性の信念	0.09	[-0.13, 0.32]	.428
ネガティブ情動に対するコントロール可能性の信念	0.12	[-0.07, 0.33]	.223
実験条件×ポジティブ情動に対する有用性の信念	0.25	[0.01, 0.49]	.043
実験条件×ネガティブ情動に対する有用性の信念	0.12	[-0.04, 0.29]	.143
実験条件×ポジティブ情動に対するコントロール可能性の信念	-0.30	[-0.62, 0.00]	.054
実験条件×ネガティブ情動に対するコントロール可能性の信念	-0.01	[-0.30, 0.28]	.952

注) 推定値 (b) は事後分布からの中央値（非標準化係数），95% CI は 95%信用区間，p は bayestestR 0.13.1 パッケージによる Bayesian p-value。

[a] 女性 = 1，男性 = 0

[b] ネガティブ情動高条件 = 1，ネガティブ情動低条件 = 0

交互作用が有意であったため，単純傾斜分析を行った（図 1）。その結果，相手のネガティブ情動の強度が相対的に低い場合には，ポジティブ情動に対する有用性の信念が高いほど，有意に再評価を選ぶ傾向が見られた (b = -0.24, 95% CI [-0.41, -0.07], p = .005)。一方，相手のネガティブ情動の強度が高い場合は，ポジティブ情動に対する有用性の信念と方略選択の間に有意な関連は見られなかった (b = 0.01, 95% CI [-0.16, 0.18], p = .931)。

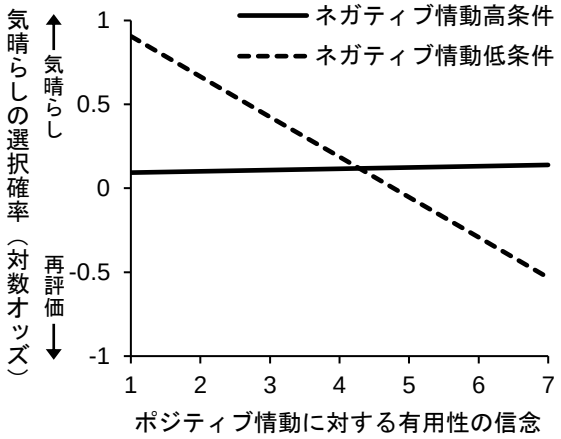


図 1 実験条件ごとのポジティブ情動に対する有用性の信念と方略選択との関連

4. 考察

本研究の結果より，情動への信念の中でも，特に「ポジティブ情動に対する有用性の信念」が，相手のネガティブな情動を調整する際の方略選択と関連することが示された。具体的には，相手のネガティブ情動が相対的に低い場合という，再評価が効果的に働きうる時に限り，ポジティブ情動に対する有用性の信念が高い人ほど，再評価を選択する傾向が示されており，柔軟な方略選択が可能であることを示唆する結果となった。

本研究では，情動調整方略の選択に関する先行研究［5, 6］に基づき，「気晴らし」と「再評価」の情動調整方略に焦点を当てて検討を行った。先行研究と同じく，ネガティブ情動高条件の方が，ネガティブ情動低条件よりも，気晴らしが高い割合で選ばれており，先行研究の結果の頑健性を確認したという点で，意義があると言える。一方，他者のネガティブ情動を調整する際には，気晴らしや再評価の他にも，相手に気持ちが分かりますということを伝えるような「共感的応答」と呼ばれる方略もある［4, 10］。本研究では，「ネガティブ情動に対する信念」については，特に方略選択との関連が見られなかったが，ネガティブ情動に対する有用性の信念が高い人は，再評価のような積極的に相手のネガティブ情動を和らげる方略よりは，共感的応答のような相手のネガティブな情動に寄り添う方略を選択する傾向が見られるかもしれない。このように，今後は，検討する情動調整方略の種類を拡張すること

で，より包括的に情動への信念と他者の情動を調整する方略選択との関連を明らかにすることができると考えられる。

このような研究を推し進めることにより，たとえば，メンタルヘルスケアに活用可能な対話型 AI を開発していく上で，パラメータとして「情動への信念」を用いるなどの形で，将来的な社会的応用にも結びつけていくことも期待される。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 22K13807 の助成を受けた。

文献

[1] Ford, B. Q., & Gross, J. J. (2018). Emotion regulation: Why beliefs matter. *Canadian Psychology/Psychologie canadienne*, *59*(1), 1–14. https://doi.org/10.1037/cap0000142

[2] Ford, B. Q., & Gross, J. J. (2019). Why beliefs about emotion matter: An emotion-regulation perspective. *Current Directions in Psychological Science*, *28*(1), 74–81. https://doi.org/10.1177/0963721418806697

[3] Becerra, R., Preece, D. A., & Gross, J. J. (2020). Assessing beliefs about emotions: Development and validation of the Emotion Beliefs Questionnaire. *PLoS ONE*, *15*(4), Article e0231395. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231395

[4] Nozaki, Y., & Mikolajczak, M. (2020). Extrinsic emotion regulation. *Emotion*, *20*(1), 10–15. https://doi.org/10.1037/emo0000636

[5] Matthews, M., Webb, T. L., & Sheppes, G. (2022). Do people choose the same strategies to regulate other people's emotions as they choose to regulate their own? *Emotion*, *22*(8), 1723–1738. https://doi.org/10.1037/emo0001008

[6] Sheppes, G., Scheibe, S., Suri, G., Radu, P., Blechert, J., & Gross, J. J. (2014). Emotion regulation choice: A conceptual framework and supporting evidence. *Journal of Experimental Psychology: General*, *143*(1), 163–181. https://doi.org/10.1037/a0030831

[7] R Core Team. (2023). R 4.3.1: A language and environment for statistical computing. In R Foundation for Statistical Computing.

[8] Bürkner, P.-C. (2017). brms: An R package for Bayesian multilevel models using Stan. *Journal of Statistical Software*, *80*(1), 1–28. https://doi.org/10.18637/jss.v080.i01

[9] Makowski, D., Ben-Shachar, M., & Lüdecke, D. (2019). bayestestR: Describing effects and their uncertainty, existence and significance within the Bayesian framework. *Journal of Open Source Software*, *4*(40), 1541. https://doi.org/10.21105/joss.01541

[10] Nozaki, Y., & Mikolajczak, M. (2022). Effectiveness of extrinsic emotion regulation strategies in text-based online communication. *Emotion*, Advance publication online. https://doi.org/10.1037/emo0001186

擬人化アルファベットを用いた心的回転
Mental Rotation with a personified alphabet

林　美都子
Mitsuko Hayashi

北海道教育大学教育学部函館校
Hokkaido University of Education, HAKODATE
hayashi.mitsuko@h.hokkyodai.ac.jp

概要

本研究では，「F」並びに「F」をひっくり返して頭をつけ，両手足を前に伸ばして座っている人間のような記号を作成し，これらを用いて，大学生 71 名の協力を得て心的回転実験を行った。正答した項目に関する反応時間を，項目(F 文字・F 擬人化)×性別(男性・女性)×回転角度(0 度から 340 度)の三要因混合分散分析したところ，項目と性別の間で二要因の交互作用が確認された。F 文字と F 擬人化記号との反応時間について，男性では差がなかったが，女性では F 文字より F 擬人化の反応時間が速いことが有意傾向で示された。

キーワード：心的回転，顔認知，擬人化，生物化

1. はじめに

空間認知能力の有名な実験の一つとして，左右に回転角度の異なる図形を示して，心の中で両図形を重ね合わせた時に一致するか不一致となるかを判断させ，判断に必要となる時間を測定する心的回転(Shepard & Metzler, 1971 など)が挙げられる。回転角度が大きくなるにつれ判断時間が多く必要となり，図形が 180 度回転している場合がもっとも時間を要することが知られている。また, Kimura(1992)の研究に代表されるように，この現象には性差があることでも知られており，男性の判断所要時間は，女性よりも短い。

蒔苗・河西(2017)では，正方形を組み合わせた立体図形に頭部のようなものを組み込み，回転図形に身体化手がかりを付与したところ，主に女性において，心的回転の所要時間が短くなることが報告された。

本研究では，回転図形として，アルファベット記号の「F」，「F」を倒立させて頭部のような目と口のある丸い図形を乗せて擬人化イメージを促進したもの(図 1)を用意して，反応時間を測定する心的回転の実験を行い，蒔苗・河西(2017)と同様の結果が得られるか，以下の 2 点を検討することを目指した。

1. 図形の回転角度による反応時間の変化

いずれの図形においても，Shepard & Metzler(1971)以降の多くの先行研究で報告されているように，図形が倒立する 180 度を頂点として, 回転角度が 0 から 180 度へと変化するほど，また 360 度から 180 度へと変化するほど反応時間が必要となると予測される。

2. 男女の性差

蒔苗・河西(2017)が用いたような 3 次元図形でなくても，アルファベット記号を土台とした刺激素材を用いても，同様に，身体化手がかりによる反応時間の短縮効果が女性において大きく示されるか確認する。蒔苗・河西(2017)の結果を踏まえると，男性では F 文字と F 擬人化記号とで反応時間に差はないか，女性では，F 擬人化記号の反応速度が短くなるであろう。

2. 方法

2.1. 参加者

大学生 71 名(男性 36 名; 女性 35 名)。

2.2. 刺激項目

通常アルファベットの「F」(F 文字)と，図 1 のように「F」を倒立させ頭部をつけて擬人化した記号(F 擬人化記号)を用いた。それぞれ，0 度から 340 度まで，20 度ずつ回転させた。

2.3. 実験ツール

刺激の提示や反応速度と正誤反応の測定には，オンライン実験アプリ Psytoolkit(Stoet, 2010, 2017)を用いた。

図 1. アルファベット「F」を倒立させ，頭部をつけた F 擬人化記号(回転角度 ： 正位置)

2.4. 手続き

実験は参加者のパソコンを用いて，オンライン経由の個別実験で行われた。LINE や ZOOM を通じて，実験者とはリアルタイムに交流可能であった。

本実験では用いないアルファベット「L」を練習では中央に正位置で示し，回転角度をつけて示された L と，その回転鏡文字の L とを左右に示して選択させた。練習を 10 回行った後，F 文字もしくは F 擬人化記号を用いた本実験を行った。F 文字試行ブロックと F 擬人化記号試行ブロックの提示順，各試行内での回転角度の提示順は Psytoolkit のランダマイズ機能を用いた。

3. 結果

図 2 には，F 文字と F 擬人化記号別に回転角度ごとの平均反応時間(ms)を性別ごとにまとめた。欠損値は平均値で埋めた上で，記号種(文字・擬人化記号)と回転角度，性別の 3 要因混合分散分析を行ったところ，3 要因の交互作用は有意ではなかった(F(17,1173)=1.23, ns)。性差と回転角度との 2 要因分散分析を行ったところ，交互作用は示されなかった(F(17, 1173)=0.97, ns)。回転角度の主効果は有意であった(F(17,1173)=16.09, p<.01)。LSD 法による下位検定の結果，140 度から 200 度における反応時間には回転角度差はなくもっとも遅く，360 度へと近づくにつれて，あるいは 140 度から 0 度へと近づくにつれて反応時間が速くなることが示された(MSe=56248.86, p<.05)。

性差と記号種との 2 要因分散分析を行ったところ，交互作用は有意傾向であった(F(1, 69)=3.31, p<.10)。男性の記号種の単純主効果は有意ではなかった(F(1,69) =0.61, ns)。女性の場合は有意傾向で，F 文字より F 擬人化記号の反応時間が短かった(F(1,69)= 3.22, p<.10)。

4. 考察

本研究では，先行研究と類似の結果だが 180 度ちょうどではなくその付近を頂点として反応速度が遅くなることが示された。実生活で傾いた文字を見る機会があること等が影響した可能性がある。

予測どおり，女性にのみ擬人化による反応時間の短縮が示された。今回の実験では，身体化，擬人化，生物化のいずれの効果であるか分離することが困難であるため，今後，さらなる検討を行いたい。

文献

[1] Shepard RN, Metzler (1971) Mental rotation of three-dimensional objects. Science, 1971, 171: 701-703.
[2] 蒔苗 詩歌・河西 哲子(2017) 心的回転による身体への類推と性差 心理学研究,88(5), p452-459
[3] Stoet,G.(2010). Psytoolkit – software package for programming psychological experiments using Linux. Behavior Research Methods, 42, (4), 1096-1104.
[4] Stoet, G. (2017). PsyToolkit: A novel web-based method for running online questionnaires and reaction-time experiments. Teaching of Psychology, 44(1), 24-31.

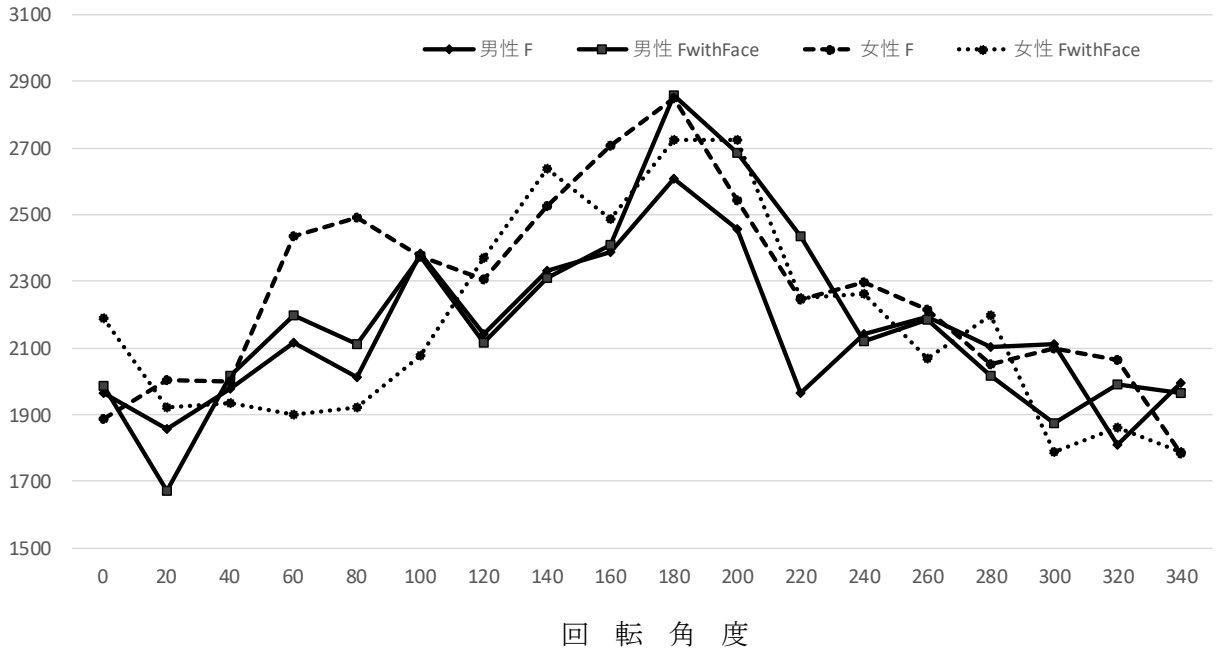


図 2. F 文字と F 擬人化文字ごとの，各回転角度における男女別平均反応時間(ms.)

人工知能の物体識別名称への人間の順応力を活用した画像・音声インタラクションシステムの研究
A study on a visual-voice interaction system utilizing human adaptability to object identification names of artificial intelligence

山次 善太 †，服部 一宏 †，金野 武司 †
Zenta Yamazi,Kazuhiro Hattori,Takesi Konno
† 金沢工業大学 工学部 電気電子工学科
Kanazawa Institute of Technology, College of Engineering,
† Electrical and Electronic Engineering
c6300928@st.kanazawa-it.ac.jp,konno-tks@neptune.kanazawa-it.ac.jp

概要

本研究では人工知能が未学習の対象を正しく判断できるようにすることを人工知能にだけ任せるのではなく，人間の順応力を利用して対象を特定することのできるシステムを構築し，その効果を実験により検証することを目指した．この中で，人間と機械が互いの認識を共有するために必要となる機能とそのメカニズムを明らかにすることを目的とした．実験環境として，我々はたくさんのオブジェクトが写る画像から特定の対象を探し出す課題を開発し，実験を行なった．実験には 3 つの条件：画像を何ら操作しない条件，マウスを使って画像を拡大・縮小できる条件，そしてマウス操作と共に人工知能とのインタラクションも行なえる条件を用意した．結果，画像操作をしない条件に比べて，マウス操作をする条件では有意に対象を早く発見できることが確認できたが，人工知能とインタラクションした条件では，我々の期待に反して対象の発見にかかる時間は長くなる結果となった．この結果から我々は，音声インタラクションを通じた対象の特定において人間の順応力を人工知能が活用するためには，対象への名付けのプロセスを人工知能がたどることができるようになる必要があるという示唆を得た．

キーワード：人工知能, ヒューマン・エージェントインタラクション（HAI）, 画像認識, 音声認識, 語用論

1. はじめに

深層学習の発展によって，音声や画像の認識技術は飛躍的に向上している．スマートフォンの顔認証機能は既に実用化され，自動車の自動運転技術も日々実用化に向けた研究・開発が進められている．しかし，自動運転車が実社会を走行する際にはまだ多くの困難があるようである．米国では，2021 年 7 月から 2022 年 5 月までの間に，自動運転レベル 2 で 367 件，自動運転レベル 3,4 で 130 件の事故が起きたことが報告されている [1]．具体的には，例えば 2016 年 5 月に起きた死亡事故では，大型トレーラーの側面に太陽光が反射した結果，状況の認識に誤りが生じたようである．また，2018 年 3 月に起きた試験走行中の自動運転車が歩行者をはねて死亡させた事故では，その原因として自転車を押した歩行者を歩行者として認識できなかったことが事故の原因と推定されている．

このように，カメラ画像から取得される情報から状況を認識する技術にはまだ多くの問題があり，様々な解決が試みられている．しかし，周囲 360 度の映像やレーダーなど，人間が知覚できない情報さえも人工知能が取得できるようになったとしても，実用化への難しさの本質的な問題は，人間社会の中では例外的な状況がいくらでも生じることにあるのではないだろうか．そういった例外的な状況に対しては，人間とのインタラクションの中で，人工知能が人間にとっての状況の意味を理解できるようになる必要があると考えられる．これに対処する方法として第一に思い浮かべられるのは，状況に応じて人工知能が学習をやり直すことであるが，我々はその過程が必ずしも必要とされるものではないのではないかと考えた．

例えば，人工知能がある情景から対象を抜き出し，人間が注目する対象を把握する場面を想像してみる．その対象が事前に学習された対象ではなかった場合，深層学習器は，人間の認識とは別の名前でその対象を呼ぶかもしれない．そのような事態への対応策として，人間と同じ認識の名前を再学習させること [2] が考えられるが，語彙の少ない子どもが大人と対話する

場面では，対象の呼び名が違っただけで，直ちに同じ対象に注目できなくなったりはしない．そこでは，大人側が子どもの呼び名を使うことで，注意の焦点を合わせ続けることができる．人工知能とのインタラクションにおいても，そういった人間側の対応の変化を前提にすることで，人工知能に学習能力を持たせずに対処できるケースがあるかもしれない．このような考えから本研究では，人工知能にのみ状況認識を任せるのではなく，人間との簡単なやりとりによって人間を適切にサポートするシステムを構築することができるのではないかと考えた．この中で，人間と機械が互いの状況認識を共有するために必要となる機能とそのメカニズムを検討・検証することを目的とした．

2. 実験課題の開発

前節で述べたようは考えを検証するための実験環境として，我々は画像を介して人間と人工知能がインタラクションする環境を考えた．これは，自動運転での対象認識や，多数の MRI 画像から病巣を発見するような医療診断場面，あるいは多くのモニターに表示された経済指標の把握といった状況に対応すると考えられる．具体的には，たくさんのオブジェクトが配置された画像を用意し，その中から特定の対象を探し出す課題[1]を考案した．この環境において，特定のオブジェクトを探し出すまでに掛かった時間や個数を計測することで，その課題のパフォーマンスを定量化した．また，パフォーマンスの検証を行うために，実験では以下の 3 つの条件を設定した．

人工知能とのインタラクションなし

- 条件 1：画像操作なしに提示された画像から特定のオブジェクトを探し出す
- 条件 2：画像の拡大，縮小および平行移動をマウス操作で行なう

人工知能とのインタラクションあり

- 条件 3：条件 2 に加えて，人間の音声発話を認識し，その結果を画面に表示する

2.1 人工知能の設計

人間とインタラクションする人工知能は，人間からの情報の受け取りには音声認識を用い，逆に人工知能から人間への認識の伝達には画像中に表示される認識エリアを示す四角形の描画と，認識単語の表示を行なうようにした．また条件 3 の実験参加者には，「○○を探して」と言えばそれを探してくれることを説明するようにした．

このようなインタラクションを実現するため，まず逐次的な画像認識器として Google の TensorFlow による SSD MobileNet v2 320×320 モデルを用いた．このモデルには 91 個のオブジェクトが学習されているが，本研究では対象の誤った認識を人工知能が提示するようにするために，参加者が探し出すオブジェクトには未学習のものを設定した．人間の発話音声の認識には Google Speech Recognition を使用し，そこで得られたテキストには MeCab[3] による形態素解析を実施した．切り出された名詞単語が認識する画像の中にあれば，そのオブジェクトを四角で囲み，その近傍に認識単語を表示するようにした．ただし，これだけでは人間が発話した単語しか認識結果として表示されないため，加えて WordNet[4] を用いて類義語を検索し，画像認識の結果に該当するものがあればそれを提示するようにした．これにより，例えば参加者が「チャリ探して」と言った場合に，認識結果として「自転車」と表示されるようになっていた．さらに，類義語の検索によっても該当する対象がない場合には，その時点で認識されているオブジェクト全てを四角で囲み，その認識名を表示するようにした．これらの仕組みにより，我々は参加者に「この対象はこういう名前で認識しているのだな」という気づきを与えることができるのではないかと予想した．

2.2 システム開発と実験設備

画像を映し出すモニター（iiyama 製 ProLiteXUB2790HS）の画面サイズは 597.9 × 336.3[mm] であり，画像はこの画面いっぱいに広がるように表示した．モニターに表示する画像は拡大・縮小の操作を行なうため，ベクターフォーマットで用意した．これにより，画像の拡大で画質が粗くなるようなことはなかった．また，画像の提示や画面の操作，および画像認識と音声認識を統合的に行なうためのシステム構築には，python に PyQt を組み合わせたプログラミング環境を利用した．

2.3 評価実験

実験の参加者は全員が金沢工業大学の学生で男性 13 名，女性 2 名の合計 15 名だった（平均年齢 21.53, $SD = 0.64$）．実験は全て同大学の研究室で実施した．実験で提示する画像には 41 種類のオブジェクトを合

[1]「ウォーリーを探せ」に類似した状況であると説明すれば理解しやすいだろう．

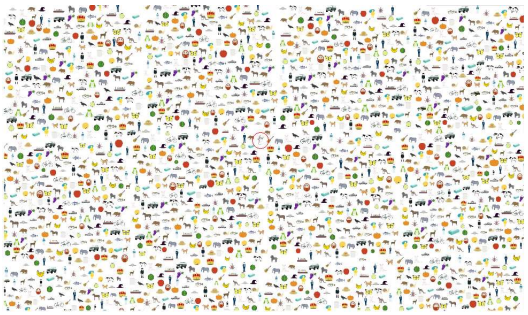


図 1　参加者に提示された画像例

計 1930 個使用し，ぞれぞれ配置の異なる画像を 5 枚用意した．一例として，1 つの画像を図 1 に示す．画像の初期ピクセルサイズは 1896×1030 だった．

参加者には，1 回の実験で 5 枚の画像が提示された．1 枚の画像に対して探す対象（同じもの）を 5 つ配置した．5 種類の探し出す対象は，それぞれ人型ロボット，犬，カブトムシ，カエル，ペットボトルだった．これらを参加者は制限時間 3 分以内に探し出すことが求められた．参加者が指定された対象を見つけた時には手元のマウスの左ボタンをクリックすると，画面には赤い丸印が現れるようになっており，直前の印は A キーを押すことで消せるようになっていた．参加者は操作を簡単に練習してから課題に取り組んだ．

3.　実験結果

画像の拡大縮小を行なわずに特定の対象を探した条件 1 での実験（操作なし条件），およびマウスで拡大縮小を行い対象を探した条件 2 での実験（マウス操作条件），そして人工知能とのインタラクションを行ない対象を探した条件 3 での実験（音声インタラクション）それぞれにおける，特定することのできた対象の数および，その特定までにかかった時間のグラフを図 2 に示す．

結果，探し出すことのできた対象の平均個数はそれぞれ 3.52, 4.20, 4.04 個であり，特定できるまでにかかった平均時間は 101.4, 76.7, 89.6 秒だった．それぞれについて一要因の分散分析を行なうと，個数については有意な主効果がなく（$F(2,72) = 1.85$, $p = .165$），時間については有意な主効果が確認された（$F(2,372) = 5.03$, $p = .007$）．多重比較の結果，条件 1,2 の間にのみ有意差があった（$p = .004$）．これらの結果は，参加者はマウス操作できる条件（条件 2）の方が，できない条件（条件 1）に比べて対象を短時間で探すことができたことを表すと共に，インタラクションできる条件（条件 3）は，条件 2 に比べてパフォーマンスが悪化したことを表している．

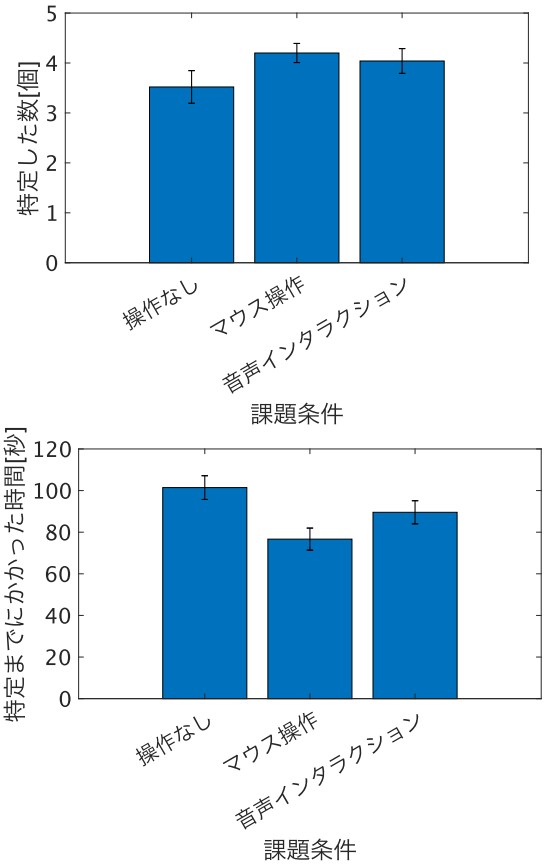


図 2　条件ごとでの特定した対象の数（上）と，その特定までにかかった時間 [秒]（下）

4.　議論

画像に対して何の操作も行なえない条件 1 よりも，マウスの操作によって画像を拡大・縮小したり，平行移動させることができる条件 2 の場合の方が，発見することのできる対象の数は多くなり，その特定にかかる時間は有意に短縮することが確認できた．この結果は，我々が開発した実験課題が，パフォーマンスの変化を定量的に計測できることを示している．

この実験課題において，人工知能とインタラクションした条件 3 のパフォーマンスは，我々の予想に反して悪化する結果となった．条件 3 におけるインタラクションの内容を個別に調べてみると，我々が想定するように，人工知能が通常とは異なる名前で表示（例えば人型ロボットを人間と表示するなど）したオブジェクトに対して，その呼び名を使って人工知能に話しかけた参加者が少なからずいた．しかし，我々が作成したシステムでは一定時間間隔で常にフレームに収められた画像を分析するようにしたため，画像の拡大・縮小操作によって対象の認識結果が変わることが度々あったようである．これによって参加者は，発するこ

とばをまた別のもの（例えば，種類や色の発話）に変更したり，あるいは発話を止めたりするなどしてしまっていた．このインタラクションにおいてまさに生じていたのは，1 つの対象を何と呼ぶかを共有する過程であり，システム側が用いたことばを人間が使用するところまでは起こっていたことがうかがえる．このときシステムには，自分が持っている対象と名前の関係性が人間に採用されたことを認識・保存する仕組みが必要なのだと思われる．当然のことながら，人間が種類や色といった，直接の名前から離れてしまった場合の対応を組み入れる必要はあると思われるが，直近の課題としては，一度認識された対象の名前を変更しない仕組みをシステムに導入したときに，課題のパフォーマンスが向上するのかを検証することが考えられる．

5. 結論

本研究では，不可避的に生じる人間社会での例外的な状況に人工知能が対応するための方略として，人工知能の学習に頼るのではなく，人間側が発揮する順応力を利用することを考えた．この考えの下で，人工知能に必要とされる機能やメカニズムを検討するために，我々は多くのオブジェクトが映る画像から特定の対象を見つけ出す課題を開発し，実験を実施した．結果，見つけ出すことのできた対象の数や，見つけ出すまでにかかった時間を測定することで，課題のパフォーマンスが定量的に計測できることを確認した．

この実験課題において，我々は人間の発話を認識し，そこから類推される対象を画像から探し出し，認識結果を画面に表示する仕組みを持った人工知能を開発した．そして，人工知能が持つ画像認識器が未学習の対象を探し出す課題を設定することで，人工知能にとっての例外的な状況を作り出した．この人工知能と共に課題に取り組んだ参加者は，例えば「人型ロボット」を探す中でそれを「人間」と認識するような人工知能を相手にして，いっときは「人間」を探せと指示することが確認された．しかし，我々が用意した人工知能は，対象の呼び名を自分に合わせてきたことを何ら認識せず，ただ画像の解析を行なって認識結果を変えてしまうことで，結果的に課題のパフォーマンスを悪化させることになったことがわかった．この結果は，人間の順応力の利用には，対象への名付けのプロセスを人工知能がたどれるようにする必要があることを示唆している．

謝辞

本研究は，JSPS 科研費基盤研究 (A)「道徳的行為者のロボット的構築による＜道徳の起源と未来＞に関する学際的探究」/課題番号 19H00524 の助成を受けた．ここに記し謝意を表します．

文献

[1] 米運輸省道路交通安全局（NHTSA）. Incident Reporting for Automated Driving Systems and Level 2 Advanced Driver Assistance Systems. Standing General Order 2021-01, https://www.nhtsa.gov/laws-regulations/standing-general-order-crash-reporting.
[2] 長井隆行, 青木達哉, 中村友昭 (2016). 言語を理解するロボット実現への確率ロボティクスアプローチ. システム制御情報学会誌,Vol.65,No.12,pp.32–38.
[3] 工藤拓, 山本薫, 松本祐治 (2004). Conditional Random Fields を用いた日本語形態素解析. 情報処理学会研究報告自然言語処理（NL）,pp.88–96.
[4] 福本文代, 鈴木良弥 (2002). WordNet の同義語クラスとその上位関係を利用した文書の自動分類. 情報処理学会論文誌,Vol.43,No.6,pp.1852–1865.

数学的表現の黙読時における内声
Inner Reading Voices of Mathematical Expressions.

粟津　俊二
Shunji Awazu

実践女子大学
Jissen Women's University
awazu-shunji@jissen.ac.jp

概要

黙読時に主観的に経験される内なる声(以下 IRV)について，日本語文の IRV を認識する程度と，抽象性の高い数学概念や数式の IRV を認識する程度の関係を探索した．68 名によるアンケートへの回答を分析したところ，日本語文 IRV を認識する程度と数学概念・数式の IRV を認識程度には有意な相関がみられた．しかし偏りが見られ, 数学概念や数式の IRV を認識するには, その内容に関連する知識や経験が寄与する可能性が示唆された.

キーワード：文理解(sentence comprehension), 身体性(embodiment), 内声(internal voices)

1. 目的

本研究では，文の黙読時に読み手が主観的に経験する内声(IRV)を, 身体性認知科学でいう知覚運動シミュレーションの 1 つと捉える. IRV の個人差を切り口に, 言語理解の程度および理解過程そのものの個人差・刺激差の解明を目指す.

身体性認知科学では，言語の意味理解に，知覚運動シミュレーションが関与すると考える(Barsalou, 1999). この説を支持する研究は数多いが(粟津,2021 など)，その多くは視覚か身体動作のシミュレーションが対象であり，聴覚的なシミュレーションは，その有無も含めてほぼ検討されていない.

一方，文字言語の黙読時に，存在しない音声を，頭の中で主観的/内的に経験する者は多い．このような音声は Inner speech，subvocal などとも呼ばれるが，本稿では黙読時の内声であることを強調し，Inner Reading Voice(IRV)と呼ぶ(Vilhauer, 2017)．これまで IRV は，読解時の構音，作業記憶の音韻ループ，語句の音韻表象との関係などが調べられてきた(高橋,2013)．また，聞こえ易さや聞こえる程度に個人差・刺激差（文差）があること，訓練である程度制御可能なこと，妨害すると理解が抑制されること，などが報告されてきた(Mitrenga et al., 2019)．つまり IRV は，理解に寄与し，個人差や刺激差があり，訓練によって制御しうるような，言語理解過程の一要素である．IRV を知覚運動シミュレーションと考えると，IRV の認識しやすさに関する個人差や刺激差は，言語理解時に知覚運動シミュレーションを発生させる程度の差異を表している可能性がある.

実際，日本語文黙読時には，70%程度の日本人が何らかの文で IRV を感じるが，IRV を認識する程度には個人差が大きく，本人の視覚的イメージ鮮明性や(粟津・小林，2019)，論理的あるいは情緒的な事項の理解について回答者自身が得意と認識する程度と正の相関関係にある(粟津,2023)．IRV を認識する程度の個人差は，日本文読解時の認知方略の個人差と考えられる.

しかし粟津(2023)では，日本語文に IRV を認識する程度と，数式の理解を得意と認識する程度とにのみ，相関が見られなかった．数学的内容や数式は抽象度が高いため，具体的な会話や状況を表した日本語文とは，知覚運動シミュレーションの働きが異なる可能性もある．言いかえれば，数学的内容を表す文字表現では，そもそも IRV を感じにくい可能性がある．そこで本研究では，数式や数学概念の IRV について検討する.

2. 方法

女子大学生 68 名に，粟津（2023）でも使用したメッセージ文，会話文 2 点，説明文の合計 4 つの日本語文について，黙読時に「頭の中で，自分または他人の声が聞こえる」かどうかを 5 段階(5 : よくあてはまる～1 : 全くあてはらまない)で尋ねた．また，それぞれの刺激文に対して「この内容や表現は, 馴染みのあるものだ」を同じく 5 段階で尋ねた.

また，2 つの数式および 2 つの統計概念の説明文に対しても IRV を認識する程度(以下, 数式 IRV および数学概念 IRV)と，馴染みの程度を 5 段階で尋ねた.

次に，回答者が所属学部で履修可能な数学・統計・データサイエンス関係の科目名(以下 DS 科目)を列挙し, 履修中または履修した科目に〇をつけさせた．また, 列挙した科目以外に，数学や統計に関する科目を履修

していれば，科目名を自由記述欄に全て書かせた．

3. 結果

日本語 4 文への 5 段階評定の合計を，その協力者の日本語 IRV 得点(平均 16.65　標準偏差 3.18)とした．また，数学概念 2 文及び数式 2 つへの 5 段階評定の合計を，それぞれその協力者の数学概念 IRV 得点(平均 6.68 標準偏差 2.73)と，数式 IRV 得点(平均 4.91，標準偏差 2.44)とした．なお，数学概念と数式に対する IRV 得点の合計は平均 11.59　標準偏差 4.49 であり，刺激数が同じく 4 である日本語 IRV 得点より有意に低かった[t(67)=10.81, p<.01]].

3.1 各 IRV 得点の関係

日本語文 IRV 得点と数学概念 IRV 得点の散布図(r=0.52,　p<.01)を図 1 上段に，数式 IRV 得点と日本語文 IRV 得点の散布図(r=0.41,　p<.01)を図 1 下段に示す．

いずれにおいても有意な正の相関が確認できたが，数式 IRV の方が相関が小さかった．また，分布に偏りがみられ，散布図の左上にあたる回答者はほとんどいなかった．つまり，日本語文 IRV を認識できても数式 IRV や数学概念 IRV を認識できない者はいたが，その逆の者はほとんどいなかった．

3.2 熟知度と IRV の関係

各刺激に対する IRV と熟知度の平均評定値，および両者の相関係数を表 1 に示す．メッセージ文，会話文 1，説明文においては，IRV と熟知度の評定値に有意な相関がなかった．また説明文では有意な相関がみられたが，弱い相関であった．一方数学概念と数式では，全て中程度の有意な相関がみられた．

3.3 IRV 得点と数学・統計・データサイエンス(DS)科目)の忌避

必修科目以外に DS 関連科目を履修したものを非忌避群（40 名），必修科目のみを履修したものを忌避群（28 名）とした．また，日本語文 IRV の程度によって IRV 低群(9 名)，中群(22 名)，高群(20 名)，満点群(17 名)に分類した．各群別の IRV 得点を表 2 に示す

刺激(数学概念説明文と数式)×DS 忌避(非忌避・忌避)×日本語文 IRV(低～満点)の 3 要因混合計画の分散分析を行った．日本語文 IRV の主効果[F(3,60)=11.92, p<.01]，DS 忌避の主効果[F(1,60)=3.95, p=.05]，刺激の主効果[F(1,60)=24.44, p<.01]，および日本語文 IRV×DS 忌避の交互作用[F(3,60)=3.63, p=.02]が有意であり，刺激×DS 忌避の交互作用も有意と考えられた[F(1,60)=3.51, p=.07]．日本語文 IRV×DS 忌避の交互作用に単純主効果検定を行ったところ，日本語文 IRV 低群(p=.06)と中群(p=.02)では，DS 非忌避群の方が数式 IRV も数学概念 IRV も認識しやすかった．刺激×忌避の交互作用について単純主効果検定を行ったところ，DS 非忌避群の方が数学概念 IRV 得点が高かったが(p<.01)，数式 IRV 得点には差がなかった(p>.05).

図 1　IRV 得点間の散布図

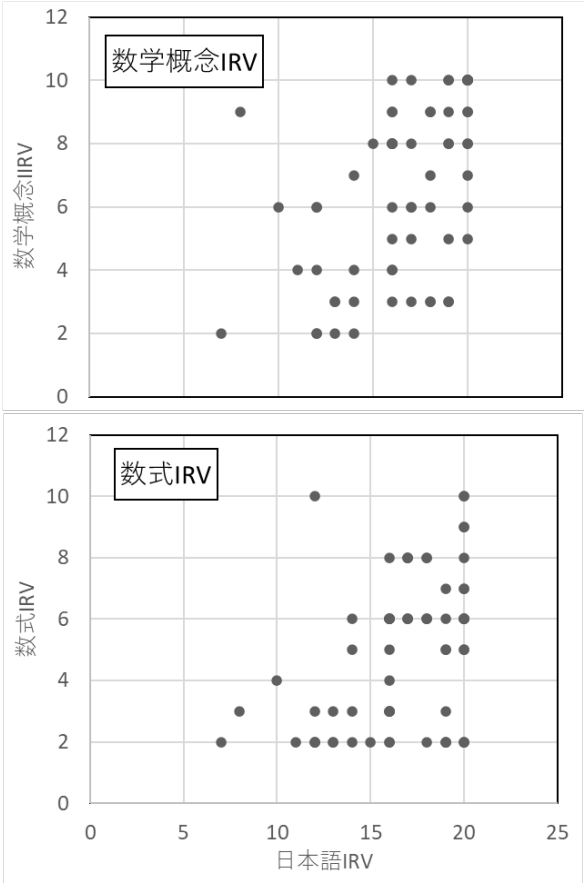


表 1　IRV と熟知度の平均評定値および相関係数

刺激	IRV	熟知度	相関係数
メッセージ文	4.21	3.40	0.02
会話文1	4.59	3.43	0.13
会話文2	4.46	4.41	0.35 **
説明文	3.40	2.49	0.28
数学概念1	3.49	2.85	0.41 **
数学概念2	3.19	2.51	0.41 **
数式(易)	3.19	3.50	0.40 **
数式(難)	1.72	1.50	0.46 **

表 2　両刺激における各群別の IRV 得点

刺激	DS	日本語IRV	N	平均値	標準偏差
数学概念文	忌避	低	3	2.67	1.15
		中	11	4.18	2.32
		高	6	7.00	2.76
		満点	8	8.63	1.85
	非忌避	低	6	5.50	2.35
		中	11	7.64	1.57
		高	14	6.36	2.62
		満点	9	9.22	1.39
数式	忌避	低	3	2.00	0.00
		中	11	3.82	1.94
		高	6	7.17	0.98
		満点	8	5.50	2.62
	非忌避	低	6	4.00	3.03
		中	11	4.18	1.83
		高	14	4.79	2.19
		満点	9	6.89	2.47

4.　考察

日本語文 IRV と数式 IRV や数学概念 IRV の認識程度の個人差を見ると, 総じて正の相関があった. しかし, 日本語 IRV 得点が高くても数学的内容の IRV 得点が低い者はいても，その逆の者はほとんどいなかった．ここから，一般的な日本語文刺激の IRV を認識する過程を土台として，抽象度の高い数学的概念の説明文や，数式の IRV を認識する過程が成立している可能性が考えられる．日本語文 IRV を認識する過程に何らかの要因が加わることで，数学的な内容の IRV が認識されるのかもしれない.

この何らかの要因として，数学的内容に関する知識や経験が考えられる．文の熟知度と IRV の認識程度を比較したところ，一般的な日本語文においては熟知度との相関は大きくないが，数学的表現においては刺激に馴染みがあるほど IRV の認識もしやすかった．本研究で用いた数学概念とは，統計・データサイエンスに関する基礎知識と数式である．これらに関する知識や経験が，IRV の認識に影響したと考えられる.

実際，データサイエンス科目を忌避したかどうかによって，数学概念の説明文と数式に対する IRV 得点には差異が見られた．履修によって刺激への熟知度が上昇すると考えれば， DS 関連科目を忌避しない(履修した)ことで, 数学概念の説明文に対する IRV が認識しやすくなったと考えられる．これは，数学的な表現に関する IRV が，関連する事柄の知識や学習経験によって変化する可能性を示す.

粟津(2023)では，日本語文での IRV を認識する程度と，数式の理解を得意と感じる程度にのみ相関が示されなかった．この結果も，数学的表現で IRV を認識できるかどうかに関連知識が必要なため，日本語文で IRV を認識しやすいが数学的知識が少ないという回答者が多かったと考えられる．数学的表現の理解における IRV 発生/認識の過程が，通常の日本語文理解における IRV 発生/認識の過程と異なるのかもしれない.

ただし本研究で明らかになったのはあくまでも相関であり，因果関係を特定できるものではない．数学概念や数式でも IRV を認識できる者が，数学・統計的な学修を忌避しないという可能性も排除できない.

また，本研究は IRV の内容を特定していない．特にこれは数式の場合には問題となる．例えば本研究で用いた数式(難)は標準偏差の計算式であるが, この読解時に聞こえた音声が，数式を音読したもの（エヌブンノイチシグマ・・・・）ではなく，「ヒョウジュンヘンサノシキ」などの意味的なものである可能性も考えられる．数式における IRV の内容も，確認すべきである.

文献

粟津俊二(2021). 文理解時の知覚運動シミュレーション. 認知科学, 28(4), 612–628.

粟津俊二(2023) 黙読時の内声と理解の個人差. 日本認知心理学会第 21 回大会.

粟津俊二, 小林茜音. (2021) 文章読解時の内なる声と視覚的イメージの相関 一言葉の身体性の観点からー . 日本心理学会第 85 回大会.

Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. Behavioral and Brain Sciences, 22(4), 577-609.

Mitrenga, K. J., Alderson-Day, B., May, L., Moffatt, J., Moseley, P., & Fernyhough, C. (2019). Reading characters in voices: Ratings of personality characteristics from voices predict proneness to auditory verbal hallucinations. PLoS ONE, 14(8), 1-16.

高橋　麻衣子. (2013). 読解過程における音読と黙読の役割-音韻情報の処理に着目した実験的検討.東京大学博士論文.

Vilhauer, R. P. (2017). Characteristics of inner reading voices. Scandinavian Journal of Psychology, 58(4), 269-274.

数独パズルにおける初学者の熟達過程を追跡するための問題生成と難易度評価の試み
Attempt to Generate Problems and Evaluate Difficulty to Track the Proficiency of Beginners in Sudoku Puzzles

尾関 智恵 †，小笠原 秀美 ‡
Tomoe Ozeki, Hidemi Ogasawara
† 愛知工科大学，‡ 中京大学
Aichi University of Technology, Chukyo University
ozeki-tomoe@aut.ac.jp

概要
数独はポピュラーなパズルであり，制約充足問題として知られている．これまで問題自体に対する提案は数多くあるが，人がどのように難易度を評価し，解答方略を獲得してパフォーマンスを向上させていく熟達過程に焦点を当てた研究は少ない．本発表では，数独における制約伝播に基づく解決方略を獲得していく過程の追跡をするため，これに適した問題生成とその難易度評価の探索的な試みを報告する．
キーワード：数独, 方略，難易度, パフォーマンス

1. はじめに
数独[1][1]（ナンバープレイス）は，古くから親しまれているパズルの一種で，代表的な制約充足問題である．このパズルは，９×９のセルを３×３のグループに区切り，縦・横・３×３に１から９の数値をルールに従って当てはめていくペンシルゲームである．

このパズルの解答方略は，各セル目で候補となる値を探索的に確定させていく際，人は機械的方略のように網羅的に探索するわけではなく，部分的解答方法を用いた「解き筋」と呼ばれる概念（解き方の癖）が現れることがわかっている [2]．また，人にとっての問題の難易度判定の方法はさまざま提案されているが [3, 4, 5]，実際に解く時にかかる時間や認知的負荷も解き筋などの認知処理方略によって影響を受ける [6]．そのため，問題生成やヒントの出し方などの提案は数多くあるが，解答方略自体を経験的に変化させ，解く時にかかる時間や認知的負荷を軽減させるようなパフォーマンスを向上させていく熟達化に焦点を当てた研究は少ない．

本発表では，数独を題材に簡単な制約伝播に基づく解決方略を獲得していく過程の追跡をするため，これに適した問題生成と難易度評価の試みを報告する．

[1]数独は株式会社ニコリの商標登録 (登 3225934) です．

2. 方法
2.1 熟達度合いを評価するための問題生成
ここでは人が問題を解いている過程のデータから，その解決者の方略の推定を容易にするような数独問題の生成について論じる．

2.1.1 制約伝播に基づく数独の解決方略
数独は制約充足問題であり，制約伝播に基づく多くの解決方略が見出されている [5]．本研究では以下の二つの数独の解決方略を対象とする．

方略 Single 数独ではあるセルと同じ行 (または列/ブロック) に属している他のセルには同じ数字は入らない．つまりあるセルに入りうる数字 (候補数字) は，同じ行 (または列/ブロック) に属している他のセルとは異なる数字である．もしあるセルの候補数字が一つしかない場合はそのセルにはその数字が入る (図 1)．この方略は Naked-Single とも呼ばれる．

方略 Hidden-Single 数独ではある行 (または列/ブロック) には数字 1 から 9 が一つづつ入る．もしある行 (または列/ブロック) に属するセル集合において，ある数字 n を候補数字とするセルが一つしかない場合はそのセルの値は n となる (図 2)．

この２種類の手法は数独のルール説明に明記されている [1]．人による数独の解答過程はこの２種類の手法をそれぞれ必要とする度合いによって難易度が変化する可能性も示唆されている [2, 5]．

2.1.2 解決者の方略の推定方法
解決者が採用している方略の推定方法の一つは，解決者が記入したセルから推定することである．数独解

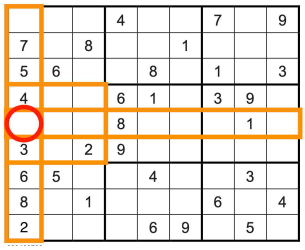


図 1　Single

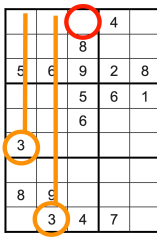


図 2　Hidden-Single

決過程のある局面で解決者が記入したセルが特定の方略で決定可能ならば，解決者がその方略を採用している可能性がある．

もう一つの方法は問題を解くのに必要な方略から推定することである．ある方略 X の適用を繰り返すだけで解決できるが他の方略 Y の適用では解決できない問題を，解決者が解決できなかった (または解決に時間がかかった) とすればその解決者は方略 X をまだ獲得していないと推定できる．

第 1 の推定方法を効果的に適用するためには，その局面での空セルは対象となる方略 (本研究では方略 Single または Hidden-Single) で決定可能であるが，どの方略でも決定可能なセルは少ないことが求められる．また両方略が適用可能なセルがバランスしていることも求められる．故に第 1 の方法で推定するためには以下の二つの指標が可能な限り小さい問題が求められる．なおここで S はある局面で方略 Single の一回の適用で決定可能な空セル集合を，H は同様に方略 Hidden-Single の一回の適用で決定可能な空セル集合を，そして $n(S)$ は集合 S の要素数を示す．

$$\frac{n(S \cap H)}{n(S \cup H)} \quad \text{指標 1}$$

$$\frac{|n(S) - n(H)|}{n(S \cup H)} \quad \text{指標 2}$$

指標 1 はどちらの方略でも決定可能なセルの比率であり，これが 0 に近いほど方略推定できないケースが少なくなる．指標 2 は方略 Single と Hidden-Single で決定可能なセル数の差の比率であり，そのバランスの指標として用いられる．

第 2 の推定方法のためには， 特定の方略のみを繰返し適用することで解に到達できる問題が必要となる．今回は二つの方略を対象としているので問題は，それぞれの方略について，その方略のみで解に到達できる/できないの組合せで 4 つのクラスに分類される．表 1 に示すようにそれぞれの問題のクラスをそれぞれ sghsg, sg, hsg, ex と呼ぶ．第 2 の推定方法のためには問題クラス sg または hsg の問題が必要となる．

表 1　方略 Single/Hidden-Single と問題クラス

		Hidden-Single のみで	
		解決可能	解決不可能
Single のみで	解決可能	sghsg	sg
	解決不可能	hsg	ex

2.1.3　事前調査

上述した推定と難易度評価方法を観察的に検討するため，空セル数が 40 となる sghsg, sg, hsg の問題を生成し，2 人の研究協力者による解答過程を記録した．その結果，sg の問題において解くための時間や認知的負荷が大きくなる，つまりパフォーマンスが下がる現象が観察された．具体的には解答完了までの時間が増大し，解答に 4 時間以上かかる場合もあった．hsg の問題については，1 名は最後まで解答することができず断念していた．この他，hsg および sghsg の問題において，解答し終えたものの，候補の数値についてメモを取っていても選択を誤る場面が散見されている．

2.2　練習期間をはさんだ問題評価の実施

前節までを踏まえ実験用の問題を生成し，熟達度合いを評価できるかを検討した内容を以下に示す．

2.2.1　問題生成の方法

実験に用いた問題は Generate-and-Test によって生成した．つまりランダムに数独の解と空パターンを生成し問題を作成，その後一定の条件を満たしている問題を抽出した．なお事前調査の結果から，初級者でも極端に問題解決時間が長くならないように，本実験では空セル数 30 とした．また空セルのバランスを取るため各ブロックでの空セル数の差を 1 となるように空セルを設定した．ブロックごとの空セル数は 3 または 4 である．

第 1 の推定方法で解決過程の初期の段階を分析するために指標 1, 指標 2 を考慮して問題を生成した．具体的には次の 2 条件を設定した．

$$\frac{n(S \cap H)}{n(S \cup H)} \leq 0.1$$

$$\frac{|n(S) - n(H)|}{n(S \cup H)} \leq 0.5$$

ただし今回対象とする方略 Single と Hidden-Single について問題を生成する場合は方略 Single だけ決定可能なセルの数 ($n(S - S \cap H)$) は少なくなる傾向があった．その点を考慮し $\frac{n(S-S\cap H)}{n(S\cup H)} \geq 0.2$ という条件を追加した．この問題を Q1 と呼ぶ

第 2 の推定方法のためには問題クラス hsg (表 1) の問題を用意した．この問題を Q2 と呼ぶ．なお第 1 の推定方法のための問題 Q1 は問題クラス sghsg に属する．

2.2.2 実験協力者と倫理的配慮

愛知工科大学および愛知淑徳大学にて「数独に関する問題解決過程の調査」を目的とした研究であることを口頭・文章で説明し，同意した 11 名（平均年齢 21.0 歳）に実験協力者となってもらった．なお，本調査は愛知工科大学倫理審査委員会で承認を得ている．

2.2.3 手順

実験協力者は愛知工科大学（5 名）および愛知淑徳大学（6 名）にて練習期間開始前日と最終日の次の日にそれぞれの大学で指定された小教室に集合した．

練習期間開始前日には，実験参加者に 1 人 1 台のタブレットとペンシル型入力機器が配布され，すべての作業をこれらの機器で実施するよう説明と練習の機会が与えられた．以後の活動は全て動画による画面キャプチャで記録するよう指示した．事前アンケートおよび練習問題 3 問（空セル数 12 で，ルールを理解しているかを確認）そして事前テストとして前節で生成した問題 Q1 と Q2 の 2 問を解いてもらった．

練習期間は 4 週間とし，1 週間に 7 問ずつ解くようにタブレットにあらかじめ問題を用意した．この問題は空セル数 27〜40 の問題が同程度にバランスするように組み合わせた計 28 問で，問題クラス sghsg, sg, hsg の 3 種類が同数になるように用意した．問題に取り組む時間やスケジュールは実験協力者の自由とした．

練習期間終了後の次の日には，事後テストを実施するために再度小教室に実験協力者が集合した．開始前日と全く同じ問題 Q1 と Q2 の 2 問を解いてもらった．その際，問題の難しさの感じ方に順番効果の影響がが考えられたため，半数は問題順を逆にして取り組んでもらった．

2.2.4 実験デザインと評価方法

練習期間開始前と練習期間終了後の問題を解く時間に差が生じるかを確認するために，問題クラス（2 水準：sghsg,・hsg，協力者内）×実施タイミング（事前・事後，協力者内）の 2 要因の対応のある二元配置分散分析を行う．また，実験協力者が感じた問題に対する主観評価として，事前・事後テストでの問題解答直後に収集した「どちらの問題が難しいと感じたか」の解答結果を参考情報として報告する．

3. 結果

事前・事後テストでかかった解答時間（秒）を表 2 に示す．これらの解答時間について，対応のある二元配置分散分析を行なった結果，問題クラス間では hsg より sghsg の方が有意に時間が短く（$F(1, 40)=8.93$, $p<0.05$），実施タイミング間では事前より事後の方が有意に時間が短かった（$F(1, 40)=4.15$, $p<0.05$）．解答時間の平均値の推移を図 3 に示す．

表 2 事前・事後の解答にかかった時間（秒）

	Q1：sghsg		Q2：hsg		難しい
協力者	事前	事後	事前	事後	問題クラス
1	170	145	839	156	Q2：hsg
2	247	184	617	408	Q2：hsg
3	482	424	392	1359	Q2：hsg
4	347	280	1797	991	Q2：hsg
5	280	154	619	243	Q2：hsg
6	193	204	561	242	Q2：hsg
7	344	165	570	268	Q2：hsg
8	467	104	157	119	Q2：hsg
9	366	159	546	157	Q1：sghsg
10	389	158	175	157	Q1：sghsg
11	181	240	1247	369	Q2：hsg

事前・事後に収集した「どちらの問題が難しいと感じたか」の報告については，ほぼ全員が問題 Q2（問題クラス hsg）を報告しているのに対し，2 名が問題 Q1（問題クラス sghsg）の方が難しいと一貫して報告していた．

4. 議論

熟達度合いを評価するために，制約伝搬に基づく数独の 2 種類の解決方略の使い分けが推定可能と考えられる問題クラスと空セル数の影響を想定した指標を整理した．事前調査を通して，熟達度合いを評価するた

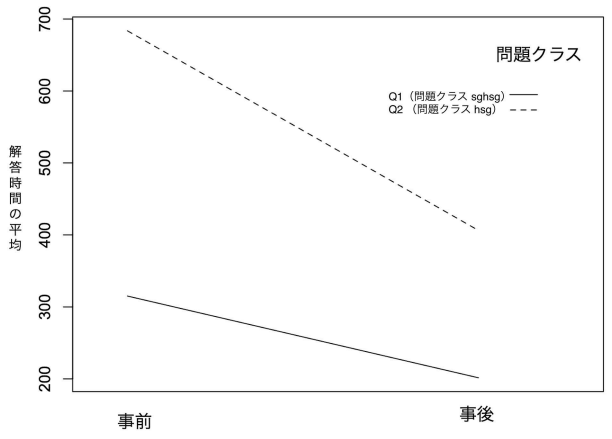


図 3　問題クラスと実施タイミング別の平均値の推移

めには空セル数 30 で問題クラス sghsg, hsg の問題が適切だと考え，これを使った実験調査を行った．

その結果，hsg の方が時間がかかっていたことから，Hidden-Single のみで解く問題は認知的負荷がかかりやすい可能性がある．事前調査では sg は 4 時間以上かかり，hsg は解くのを断念する協力者が見られたことから，Single のみもしくは Hidden-Single のみで方略を変更できないことが解く時間を増大させる可能性がある．一方，sghsg は解く時間も hsg より少なく，主観的申告でも多くが難しい問題に選ばなかったことからも，方略を切り替えられることがパフォーマンスに影響する可能性が考えられる．これらの結果は Single および Hidden-Single 2 種類の方略それぞれ必要とする度合いによって難易度が変化する報告 [2, 5] を支持する可能性がある．

今回の実験で用いた問題 Q1(問題クラス sghsg) では記入セルで回答者が使用した戦略を判定できるようにしている．実際に解答過程を詳細に追跡することで熟達過程の分析に利用できるかを検討する必要がある．その上で得られた戦略の判定結果を問題クラス及び実施タイミングの解答時間の減少と主観的な難易度の報告と照らし合わせて解釈する必要がある．

5.　まとめと今後の展開

現時点では熟達度合いを追跡する問題生成とその評価について，練習期間の事前・事後の実施結果の一部を整理した状態である．4 週間の練習状況についても解答過程の画面キャプチャをおこなっており，今後はその記録からどのような過程を経てパフォーマンス向上つまり解答方略自体を経験的に変化させ，解く時にかかる時間や認知的負荷を軽減させるように変化したのかを分析する予定である．現段階ではコーディング基準を設けて手作業で行っているが，画像解析で自動化する解析ツールの開発も並行して行っている．

また，熟達化過程の評価をどのように行うかについて，時間および主観以外の指標も検討する必要がある．熟達化は線形的に獲得されるものではなく [7, 8]，物理法則を発達段階でどのように獲得するかと同様にその過程を捉えるのは難しい課題である [10]．また，本研究で取り上げる熟達化過程の認知アーキテクチャ（Soar[9]）によるモデル化も検討する．

6.　謝辞

本調査に協力頂いた愛知淑徳大学人間情報学部の佐藤朝美教授及び加藤央昌准教授に謝意を表す．ご助言と自動解析ツールの開発に協力頂いている岐阜大学工学部の毛利哲也教授に謝意を表す．Soar によるシミュレーションを開発している中京大学工学部大石孝佑氏と手作業コーディングに従事している愛知工科大学工学部服部歩氏に謝意とエールを表す．

文献

[1] 株式会社ニコリ，https://www.nikoli.co.jp/ja/ (2023.4.11 閲覧)
[2] 是川空, & 小谷善行. (2010). 数独の数理モデル 「解き筋」. 第 51 回プログラミング・シンポジウム予稿集, 2010, 79-88.
[3] 小場隆行, & 中所武司. (2011). 数独の難易度判定アプリケーションの提案と評価. 研究報告ゲーム情報学 (GI), 2011(8), 1-6.
[4] 松原康夫. (2006). 数独の推論規則と難易度に関する考察. 情報処理学会研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC), 2006(134 (2006-EC-005)), 1-6.
[5] Pelánek, R. (2014). Difficulty rating of sudoku puzzles: An overview and evaluation. arXiv preprint arXiv:1403.7373.
[6] Derbinsky, N., Bento, J., & Yedidia, J. S. (2014). Scalable methods to integrate task knowledge with the three-weight algorithm for hybrid cognitive processing via optimization. Biologically Inspired Cognitive Architectures, 8, 109-119.
[7] 木村泉. (1998, June). 練習の巾乗法則の折り紙実験による再検討. In 日本認知科学会大会発表論文集= Annual meeting of the Japanese Cognitive Science Society (Vol. 15, pp. 82-83).
[8] 木村泉. (2003). 長期的技能習得データの「見晴し台」とその意義. 日本認知科学会 20 回大会発表論文集, 2003.
[9] Karmiloff-Smith, A., & Inhelder, B. (1974). If you want to get ahead, get a theory. Cognition, 3(3), 195-212.
[10] Laird, J. E. (2019). The Soar cognitive architecture. MIT press.

他者の味覚言語表現の意味推定：コーヒーのテイスティング課題を用いた検討

Estimating the meaning of others' verbal expressions of taste: An examination using a coffee tasting task

大屋 里佳[1]，佐藤 有理[2]，福田 玄明[3]，植田 一博[1]
Rika Oya, Yuri Sato, Haruaki Fukuda, Kazuhiro Ueda

[1] 東京大学，[2] お茶の水女子大学，[3] 一橋大学
The University of Tokyo, Ochanomizu University, Hitotsubashi University
orik@g.ecc.u-tokyo.ac.jp, ueda@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

概要

私たちが話し手の言語表現（感想）からその意味（味）について推定するとき，どうすれば推定が成功しやすいのだろうか. 本研究では, 二者間で味覚言語表現を手がかりに，相手が飲んだコーヒーを推定する実験を実施した. 実験では訓練と推定をおこなうが, 訓練時に推定者が相手と同じコーヒーを飲用する条件としない条件を設け，味の意味空間のすり合わせができる飲用条件の方が，非飲用条件よりも推定が成功しやすいのか検討した．本稿では現時点での結果を報告する．

キーワード：言語表現，意味推定，味覚，二者間

1. 問題と目的

円滑なコミュニケーションを実現するためには，相手が表出する言語情報および非言語情報から，意味や意図，選好を正しく推定する必要がある[1]．しかしながら，私たちが話し手の言語表現から味について推定するコミュニケーションでは，時として困難が生じることがある. それは, 他者が発した味に関する言語表現の意味は，聞き手にとって本質的に曖昧であるためである．私たちが何かを飲食してから味わいが形成され，さらに味の言語化に至るまでには，味覚やその他の感覚からボトムアップに知覚される情報のみならず，様々な認知的要因によるトップダウンの影響も受ける[2]．このように，味は人間の感覚および経験に依存する性質であるため[3]，話し手の言語表現が具体的にどのような味を指しているのかは必ずしも明確ではない. したがって, 味が相手にうまく伝達されず, 推定が成功しないという状況が生じる可能性があると考えられる.

それでは, どのような条件のもとでは, 言語表現から味が正しく相手に伝わり，推定が成功するのであろうか．味の推定を成功させるためには，推定までに相手（話し手）が味をどのような言語で表現するのか学習しておくことが重要だと考えられる. 本研究では, この際に聞き手がどのように学習するかが推定に影響すると考えた. 具体的には, 聞き手自身も同じ飲食物を味わい, 自身も当該飲食物の味わいを得ることで, 聞き手は話し手が持つ味表現の意味空間と自身の意味空間をすり合わせることが可能となり，味推定が成功しやすくなるのではないかと考えた. そこで, 他者の味表現を学習する際に，聞き手自身も同じものを飲食することで味推定が成功しやすくなるのか，探索的に検討することとした.

本研究は，刺激として使用するコーヒーを選定するための実験 1 と，テイスティング課題を用いて二者間で味覚言語表現を手がかりに，相手が飲んだコーヒーが選択肢のいずれであるかという推定をおこなう実験 2 から構成される．本稿ではそのうち実験 1 の結果，および進行中である実験 2 の途中経過について報告する．

2. 実験 1

目的　実験 2 の参加者が問題なく味を弁別することができるコーヒーを選定するために，特定の 2 種の味からなる 2 次元空間において異なる象限に布置されるコーヒー4 種類を選定することを目指した.

分析対象　スターバックスコーヒージャパンが販売するコーヒー豆のうち, 常時販売しており, かつメーカーの分類において酸味が少ない（LOW）または強い（HIGH）にあたる 8 種を味覚成分分析の対象とした. 具体的には, エチオピア, カフェベロナ（以降, ベロナ），ケニア，コモドドラゴンブレンド，スマトラ，フェアトレードイタリアンロースト（以降，イタリアン），ブレックファーストブレンド（以降，ブレック），およびフレンチロースト（以降，フレンチ）を用いた.

味覚成分の測定　味覚センサー（味認識装置 TS-5000Z, インテリジェント・センサー・テクノロジー）を用いて，甘味，塩味，酸味，苦味（先味・後味），旨味，および渋味（先味・後味）の計 8 項目の強度を測定した.

結果と考察　分析対象とするコーヒー豆を酸味の強度に基づいて選定したことから，2 次元のうち 1 次元を

酸味とした．そして，残り 1 次元をどの味項目とした場合にコーヒー8 種類の布置が分散するか探索的に検討した．その結果，酸味と塩味からなる 2 次元空間において，コーヒー8 種類のうちベロナ，イタリアン，ブレック，フレンチが異なる象限に布置された（図 1）．具体的には，各次元の味覚成分の強さを（酸味，塩味）の順に表記すると，ブレック（強, 強），イタリアン（弱, 強），フレンチ（弱，弱），ベロナ（強，弱）であった．そこで，実験 2 ではこれら 4 種を，後述する訓練フェーズの刺激とすることとした．

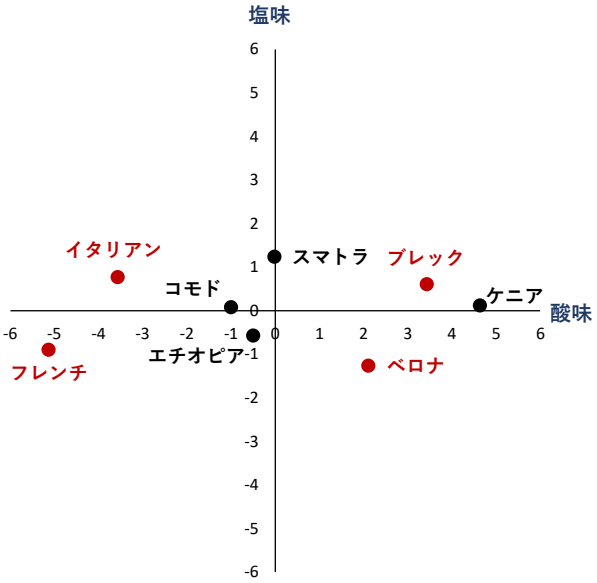


図 1　酸味と塩味からなる 2 次元空間における 8 種のコーヒー豆の味布置
注：赤字は実験 2 の訓練フェーズ用に選定したコーヒー，黒字は実験 2 のテストフェーズで使用したコーヒー

3.　実験 2

実験計画　1 要因 2 水準参加者間計画とした．独立変数は訓練フェーズにおける推定者のコーヒー飲用有無（飲用条件および非飲用条件），従属変数はテストフェーズにおける推定者の推定成功数とした．

実験参加者　味覚および嗅覚の正常な男女およそ 24 名が実験に参加した．実験では参加者を 2 人 1 組（12 ペア）として，一方を表現者，もう一方を推定者に割り当てた．役割の交代はおこなわなかった．なお，本研究は進行中であり，最終的に 176 名（88 ペア）程度からデータを収集することを目指している．

刺激　訓練フェーズでは，実験 1 で選定したコーヒー4 種類（ベロナ，イタリアン，ブレック，フレンチ）を使用した．テストフェーズでは，実験 1 において訓練刺激として選定しなかったコーヒー4 種類（エチオピア，ケニア，コモド，スマトラ）を使用した．コーヒーは 1 種類につき 15 ミリリットルを飲用させ，試行間には口腔内を水で洗浄させた．

装置　表現者と推定者は，実験室内の異なるブースにおいて実験に参加した．両者は実験中およびその前後に対面することはなく，また音声でのやりとりもおこなわなかった．

手続き　実験は訓練フェーズとテストフェーズから構成された．訓練フェーズでは 4 試行，テストフェーズでは 1 試行を実施した．訓練フェーズにおいて，表現者はまず訓練フェーズ用のコーヒー4 種類のうち 1 つを飲用した．このとき，飲用条件の推定者は表現者が飲用したものと同じコーヒーを同時に飲用した．非飲用条件の推定者は飲用しなかった．飲用後，表現者はコーヒーの感想を単語形式で用紙に記入した．そして実験者がその用紙を推定者に手渡し，推定者は当該コーヒーに対する表現者の感想を確認した．これを訓練フェーズ用コーヒー4 種類のすべてについて 1 試行ずつ，計 4 試行おこなった．テストフェーズでは，表現者はテストフェーズ用のコーヒー4 種類のうちいずれか 1 つを飲用し，当該コーヒーを飲用した感想を訓練フェーズと同様に単語形式で用紙に記入した．同時に推定者は，テストフェーズ用のコーヒー4 種類のすべてを飲用した．表現者の感想記述後，実験者はその用紙を推定者に手渡した．そして推定者は，表現者の感想に基づいて，　4 種類の中から 1 つ選ぶ形式で表現者が飲用したコーヒーを推定した．テストフェーズでは，訓練フェーズとは異なりペアごとにテストフェーズ用コーヒーのうちいずれか 1 種類を割り当て，1 試行のみ実施した．

仮説　飲用条件の推定者は，訓練フェーズにおいて表現者と同じコーヒーを飲用したうえで表現者の感想を確認する．つまり飲用条件では，推定者は自身がコーヒーを飲用して得た知覚（五味や質感等）ないし認知（「おいしい」といった評価等）と，表現者の感想を，対応させることが可能である．対して非飲用条件では，訓練フェーズにおいてそれらを対応させることができない．したがって，飲用条件では，非飲用条件よりも推定が成功しやすいと予想した．

結果　本研究は進行中であるため，現在までに収集した 12 ペア分のデータについて結果を報告する．テスト

フェーズにおける推定者の推定について，実験条件ごとに正誤それぞれの数を集計し，条件（飲用条件・非飲用条件）および正誤（正答・不正答）からなる 2×2 のクロス集計表を作成した（表 1）．また，各条件において平均正答率を算出した. その結果, 飲用条件の正答率は33.33%であったのに対し, 非飲用条件の正答率は0%であった. データ取得中であるため, 統計検定は実施していないものの，正答率は非飲用条件よりも飲用条件の方が高い傾向にあることが示された.

表 1 飲用・非飲用条件と正答・誤答のクロス集計表

	正答	誤答
飲用条件	2	4
非飲用条件	0	6

4. 今後の展望

実験 2 を継続して実施し，発表では全データの分析結果について報告する予定である. また, テストフェーズで使用したコーヒーの種類ごとによる分析も実施する予定である. テストフェーズで使用したコーヒー4 種類のうち 2 種類は，訓練フェーズで使用した 4 種類から形成される味の2次元空間の内側に布置されており，残りの 2 種類は外側に布置される（図 1）. 内側（外側）に布置されるコーヒー同士において正誤数の偏りに一貫性があるのか，および布置の内外によって偏りがどのように相違するのか，それらは実験条件と交互作用するのか，以上について検討する予定である.

本研究で得られる知見は，個人の嗜好に合った飲料や料理などを推薦する AI インタラクションシステムの設計に貢献する可能性がある. また, ワインやコーヒーなどの嗜好品を販売している人が，顧客の選好を推定しながら商品推薦を行う際の認知メカニズムの解明にも貢献し得る.

文献

[1] Herbert, P. Grice., (1975). “*Logic and conversation*”, In P. Cole, J. L. Morgan (Eds.) Speech acts, pp.41-58. Academic Press.
[2] 斉藤 幸子（2011）“味わいの階層的分類”，日下部 裕子, 和田 有史（編）味わいの認知科学，p2，勁草書房.
[3] Locke, John., (1689). “An Essay concerning Human Understanding.”

対話型のテキストを介して意思決定を求めるとリスクテイクするようになるか
Asking for decision-making through interactive text leads to risk-taking.

藤木 大介
Daisuke Fujiki

広島大学
Hiroshima University
fujikid@hiroshima-u.ac.jp

概要

近年，対話形式を模した文章の利用が増えた。しかし，先行研究の知見から，対話型テキストは内容を理解するための形式として適さないようである。そのため，読み手にとって重要な意思決定につながる情報の提示が対話型テキストでなされてよいか検討すべきである。そこで本研究では「アジア病問題」を対話型テキストで提示した場合の判断の仕方について検討した。その結果，選択肢のフレーミングとは独立にリスクテイクする傾向が強まることがわかった。

キーワード：対話型テキスト，意思決定，フレーミング

1. 問題と目的

A「最近，こういう感じの対話型のテキストの利用が増えているよね」

B「ちょっと調べてみたんだけど，例えば令和5年度の大学入学共通テストでは，化学等一部出題のなかった科目もあったけど，全ての教科で何かしらの会話形式の問題が含まれていたよ」

A「でも，対話型テキストの理解の仕組みを検討した研究は少ないよね」

古来，プラトンをはじめとして，我々は他者の対話場面を観察し，学ぶということをしてきた。また近年，学校現場で「主体的・対話的で深い学び」が重視され，対話型テキストが協同場面を模した文章形式として，大学入学共通テストだけでなく，小学校の教科書等にでも広く見られるようになった（cf. 藤木・田中・井関・島田，2022，p.1）。ただ，対話から学ぶことを擬似的に体験できることを期しているとしても，対話型テキストが通常の文体の文章と同等以上の理解のしやすさとなっていなければ，無条件にその利用を肯定することはできないだろう。

利用されることの増えた対話型テキストだが，これまでその理解のメカニズムについてはあまり検討されていない。研究の端緒となったのは岸・綿井（1994, 1995）や比留間（1996）だが，この内，岸・綿井（1995）は，論説文は質問回答形式の対話型にすると意味理解に劣るようになることを示した。これに対し比留間（1996）は，説明的文章の表現をできるだけ保ちつつ，質問だけでなく言い換え，感嘆といった表現も加え，文章中に含まれる文の重要度を正しく評価できるか検討した。その結果，短めの文章では適切に評価できたものの，長い文章では質問形式の文で重要度の低い文を高く見積もってしまうことが明らかとなった。

またこれらに続く形で藤木・東城（2022）は，より自然な表現の対話型テキストを用い，対話型テキストがコミュニケーション能力に基づいて読まれているのかを検討するため，読み手のASD（自閉スペクトラム症）特性と文章の記憶課題や意味理解に基づく推論課題の成績との関連を調べた。その結果，社会的スキルが低い場合や会話能力が高い読み手は通常の文章の形式の方が記憶に優れ，細部への関心が高い読み手は対話型テキストの方が推論成績が優れることが示された。ASD特性を持つ者は心の理論に支障を来すため，対話を模した文章の理解に困難を覚えると予測していたが，細部へのこだわりの強さが逆に対話型テキストの中の修辞情報を捉え，これを用いた理解を促したと解釈された。一方藤木等（2022）は，藤木・東城（2022）と同様の文章を用いながらタイムプレッシャーのかからない状況の読みについて検討した。その結果，記憶課題に差はないものの，推論課題で対話型テキストでの成績が低下することが示された。一方で，対話型テキストでは読みやすさやわかりやすさの主観的な評価が高まることから，この結果は難易度を過小評価したために読みが浅くなったものであると解釈された。

このように，対話型テキストはごく限られた状況では理解を促進する場合もあるが，全体的には通常の形式の文章の方が理解に優れていると言えそうである。

特に比留間（1996）において文の重要度を誤認させる場合があったことや，藤木等（2022）で主観的評価は高いのに内容の深い理解には至っていない場合があったことを考えると，対話型テキストの読解中はシステム 2（cf. Evans, 2008）が働きにくくなっている可能性がある。対話型テキストの「とっつきやすさ」が教材として有用であると考えられた場合，例えば道徳科で読み物教材として用いられることが増え，それをもとに意見を求めるといったことも考えられる。その際，学習者の表出した意見がテキストの形式の影響を受ける可能性がある。さらに，政府広報等で広く国民の関心を得るために対話型テキストが用いられた場合，システム 2 の起動の抑制の影響が大きなものとなる可能性もある。そのため，対話型テキストを通した浅い理解が意思決定にも影響するか検討すべきであろう。

そこで本研究では，通常の形式の文章で提示される場合と対話形式で提示される場合とで行動の選択に違いが生じるか検討する。プロスペクト理論（Kahneman & Tversky, 1979 等）に基づくと，選択肢が損失にフレーミングされた場合，システム 1 の働き（cf. Kahneman, 2011 村井訳 2012　p. 75）によりリスクテイクの確率が高まる（Kahneman & Tversky, 1984; Tversky & Kahneman, 1981 等）。例えば Tversky & Kahneman (1981) のいわゆる「アジア病問題」（Kahneman, 2011 村井訳 2012　Figure 1 左）の場合，選択肢で「救われる」と利得側にフレーミングされた場合に比べ，「死亡する」と損失側にフレーミングされた場合，リスク回避（堅実）的な判断が減り，リスク追及（博打）的な判断が増えるとされる。また Reyna & Brainerd (1991)は，選択肢の文言の「200 人」「3 分の 1 の確率」等の具体的な数字を全て「何人か（some）」「いくらか（some）」等に変更すると，これらを部分的に残した場合に比べ判断の偏りが極端になることを示している。対話型テキストでは読みが浅くなると考えると，アジア病問題を対話型にした場合（Figure 1 右），Reyna & Brainerd (1991)の行った検討のように，より抽象的な読みとなり，判断の偏りが顕著になると予測される。

Figure 1

「アジア病問題」を一部改変したもの（左）とそれを対話型テキストとしたもの（右），及び質問部分（下）

ある国が珍しい病気の流行に備えています。この病気は 600 人の死者が出ると予測されています。この事態に対処するため，2 つの計画が提案されています。これらの計画を実施した場合の結果に関し，科学的に正確に見積もると以下の通りになります。 1 つ目の計画を採用した場合，(200 人が救われ／400 人が死亡し)ます。 もう 1 つの計画を採用した場合，3 分の 1 の確率で(600 人が救われます／誰も死にません)が，3 分の 2 の確率で(誰も救われません／600 人が死にます)。	A：珍しい病気の流行に備えている国があるらしいね。 B：はい。この病気は 600 人の死者が出ると予測されています。 A：その対処として，2 つの計画が提案されていると聞いたけど。 B：それらの計画を実施した場合の結果は，科学的に正確に見積もられているそうです。 A：へぇ。1 つ目の計画を採用した場合は？ B：(200 人が救われる／400 人が死亡する)とのことです。 A：じゃあ，もう 1 つの計画を採用した場合は？ B：3 分の 1 の確率で(600 人が救われる／誰も死なない)ものの，3 分の 2 の確率で(誰も救われません／600 人が死にます)。
2 つの計画のうち，あなたはどちらを支持しますか？　支持する方に〇をつけてください。 （　1 つ目の計画　・　もう 1 つの計画　）	

注)下線部は用紙によってスラッシュの左右いずれかの句が記されており，実際には下線は引かれていなかった。なお，スラッシュの左側が利得にフレーミングされる表現，右側が損失にフレーミングされる表現である。また，文章中の 1 つ目の計画がリスク回避（堅実）な選択となり，もう 1 つの計画がリスク追及（博打）な選択となる。

2. 方法

参加者

大学生 206 名であった。

材料

Figure 1 のように「アジア病問題」を一部改変したものであった。これは 4 種類に分かれており，通常の形式の文章か対話型か，選択肢が利得にフレーミングされる表現か損失にフレーミングされる表現かの組み合わせであった。これらの文章を A5 横用紙に印刷し用いた。

手続き

参加者は 4 種類のいずれかの文章が記された用紙を無作為に配布され，周りと相談せずに回答すること，回答結果が個人を特定しない形で学会等で発表される可能性があること等の説明を読み，これらについて同意したことを示す署名を求められた。その上で，Figure 1 の文章を読み，回答することを求められた。

3. 結果と考察

課題への回答後，全参加者の内 36 名が Figure 1 の課題を既知であると答えたため，残り 170 名を分析の対象とした。

Table 1
各条件の選択者数（人）（堅実-博打）

文章形式	選択肢の表現	
	利得	損失
対話型	23 - 22	8 - 33
通常型	30 - 12	17- 25

条件毎の回答選択者数は Table 1 のようになった。文章の形式（対話型 ＝0, 通常型 ＝1）と選択肢の表現（利得 ＝0, 損失 ＝1），及びこれらの交互作用を独立変数，回答（堅実 ＝0，博打 ＝1）を従属変数とする二項ロジスティック回帰分析を行った。その結果，文章の形式（B ＝ -1.03, OR ＝ 0.35, 95%CI [1.33-0.96], p = .041）と選択肢の表現（B ＝ 1.30, OR ＝ 3.68, 95%CI [1.48-9.13], p = .005）が有意な効果となったが，これらの交互作用（B ＝ 0.16, OR ＝ 1.17, 95%CI [0.31-14.4], p = .814）は有意ではなかった。対話型テキストの方が博打な選択となり，また損失にフレーミングされる表現の方が博打な選択となると言える。

文章が対話型である場合により損失にフレーミングされやすくなり，リスク追及（博打）な選択が増えると予測していたが，実際は文章の形式と選択肢の表現との交互作用は認められず，文章が対話型であることそのものがリスク追及な選択を誘発した。アジア病問題自体が死者が出ることを前提とした内容であるため，対話型で表現されることでシステム 2 の起動が抑制され，文章全体としてより損失にフレーミングされ，選択肢のフレーミングに関わらずリスク追及な判断を促進したと考えられる。このことから，対話型テキストになることで内容理解が損失フレームになるという変化はあったものの，判断はこの理解に基づき行われるもので，文章の形式の効果は判断過程に影響するとは言えない。

我々は対話を観察したり，その様を文章化したものを読んだりして情報を得ることがある。本研究の結果に基づくと，その際にシステム 2 による分析的な理解が抑制される可能性があると言える。内容理解に基づく判断の段階には影響が認められなかったが，深い読みが必要な内容や場面ではシステム 2 の起動が妨げられることは多くの場合望ましくないでだろう。今後広く対話型テキストを用いていくのであれば，対話型でありながら読みを促進する修辞的な工夫であったり，対話型テキストを読む際の方略の開発であったりが求められる。

文献

Evans, J. S. B. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. *Annual Review of Psychology*, *59*, 255-278. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093629

藤木 大介・田中 瑠音・井関 龍太・島田 英昭（2022）．対話型の文章は理解を促進するのか　広島大学大学院人間社会科学研究科紀要「教育学研究」，*3*，1-8. https://doi.org/10.15027/53373

藤木 大介・東城 立憲（2022）．ASD 特性と対話型テキストの理解　日本教育工学会論文誌，*46(Suppl.)*，21-24. https://doi.org/10.15077/jjet.S46015

比留間 太白（1996）．対話型テキストがテキストの読みに及ぼす効果　上越教育大学研究紀要，*15*，351-361.

Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Strauss, Giroux.
（カーネマン，D. 村井 章子（訳）(2012)．ファスト&スロー：あなたの意志はどのように決まるか？（下）早川書房）

Kahneman, D., & Tversky, A. (1979) Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, *58*, 263-292.
https://doi.org/10.2307/1914185

Kahneman, D., & Tversky, A. (1984) Choice, Values, and Frames. *American Psychologist*, *39*, 341-350.
https://doi.org/10.1037/0003-066X.39.4.341

岸 学・綿井 雅康（1994）．対話型説明文の理解様式について 日本心理学会第 58 回大会論文集，894.

岸 学・綿井 雅康（1995）．質問-回答型説明文の理解の特徴 日本心理学会第 59 回大会論文集，842.

Reina, V. F., & Brainerd, C. J. (1991). Fuzzy-trace theory and Framing effects in choice: Gist extraction, truncation, and conversion. *Journal of Behavioral Decision Making*, *4*, 249-262.
https://doi.org/10.1002/bdm.3960040403

Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decision and the psychology of choice. *Science*, 211, 453-458.
https://doi.org/10.1126/science.7455683

連続反応との統合を目指した段階反応のモデリング手法
Modeling Techniques for Graded Response Aimed at Integration with Continuous Response

塚村 祐希，植田 一博
Yuki Tsukamura, Kazuhiro Ueda
東京大学
The University of Tokyo
tsukkacogsci@gmail.com

概要

本発表では，段階反応データに対し，連続的な反応分布を仮定したモデルを適用し，閾値に対称制約を置くことによってモデルを識別可能にする方法を説明する．さらに，この方法を用いた分析の例として，因果的説明における潜在スコープバイアスに関する先行研究のデータをモデリングした結果を報告する．本手法は，モデリングを想定せず取得された段階データをモデルベースで分析しやすくするものであり，二次分析の積極的な実施を促進すると考えられる．

キーワード：段階反応, ベイズ統計モデリング, 二次分析, 潜在スコープバイアス

1. 問題と目的

近年，計算機や統計手法の発展により，実験データや回答データのモデリングが可能になっている．数理モデルをデータにフィッティングし，推定されたパラメータを解釈したり，どのモデルがデータをよりよく説明できるかを判断することは，心理学・認知科学における理論を発展させる上で重要である．

一方，心理学・認知科学で用いられる回答形式には様々なものがあり，統一的にモデルをフィッティングするのが難しい場合が少なくない．特に，モデリングすることを想定せずに取得されたデータの中には，5段階や7段階など，必ずしも段階数の多くないものが存在する．このようなデータに対して，連続的な反応分布を仮定して構成されたモデルを直接適用することは難しい．

このような問題に対して，主にテストの作成や評価などに用いられる項目反応理論 (IRT) の枠組みでは，段階反応モデル (graded response model; Samejima, 1969)，およびその拡張としての連続反応モデル (continuous response model; Samejima, 1973) が提案されており，連続回答と段階回答に対して，同一の枠組みのもとで項目の識別力や困難度のパラメータを推定することが可能となっている．前述のケースにおいても，同一の枠組みの中で，何らかの仮定を置いて連続回答と段階回答を対応づける必要がある．本発表では，特に連続反応と段階反応の「中点」が対応しているケースについて，閾値に対称制約を課し，連続的な反応分布から段階反応のモデルを構成する方法を提案する．

2. 提案モデル

以下，個人 $i = 1, \ldots, N$ が項目 $j = 1, \ldots, J$ に回答する状況を考え，このモデルの詳細を述べる．回答が連続値，あるいは離散値であっても十分段階数が多く，連続値として扱える場合（例えば 101 段階など）「連続回答」と呼び，それ以外の場合「段階回答」と呼ぶことにする．

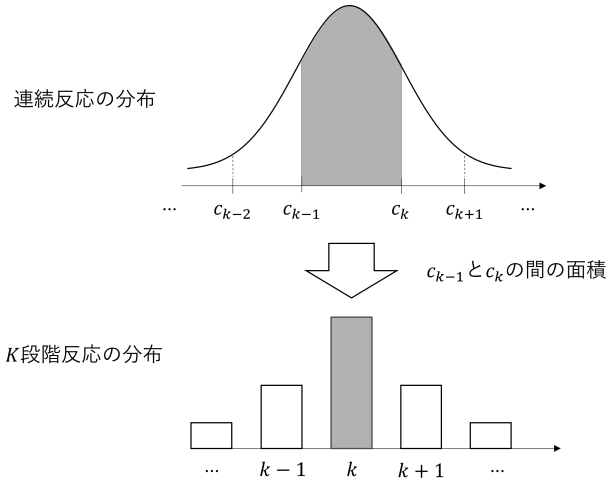
ここで主要な仮定として，連続回答と段階回答の「中点」が対応しているとする．例えば，意思決定課題では，事象が起きる確率や尤もらしさを判断させることがしばしば存在する．主観確率を 0 から 100%で問うような連続回答と，尤もらしさを「非常に尤もらしくない (= 1)」から「非常に尤もらしい (= 7)」の7段階で問うような段階回答を考えると，概ね「50%」と「どちらとも言えない (= 4)」が対応すると考えられる．ここでは，このように仮定できる状況を考える．

また，ここでは連続回答のモデルを用いて段階回答のモデルを構成することを説明するため，連続回答のモデルを既知として考える．すなわち，連続回答 y_{ij} の累積分布関数 $F_{ij}(y)$ が（何らかのパラメータを用いて）定まっているとき，各項目 j ごとに閾値パラメータ

$$c_j = (c_{j,1}, \ldots, c_{j,K-1}) \quad (1)$$
$$(c_{j,k} < c_{j,k+1}, k = 1, \ldots, K-2)$$

を導入することによって，$K(> 2)$ 段階回答のモデルを定めることができる．図 1 のように，個人 i が各項

Figure 1　提案モデルの図的表現



目 j における回答が段階 k_{ij} となる確率 $P(k_{ij}|c_j)$ は，

$$P(k_{ij}|c_j) = \begin{cases} F_{ij}(c_{j,1}) & (k_{ij}=1) \\ F_{ij}(c_{j,k_{ij}}) - F_{ij}(c_{j,k_{ij}-1}) & (1<k_{ij}<K) \\ 1 - F_{ij}(c_{j,K-1}) & (k_{ij}=K) \end{cases} \tag{2}$$

と定義される．

ただし，これだけでは c_j の任意性が大きく，$F_{ij}(y)$ のパラメータと同時に推定しようとすると識別不能になる場合が多い．そのため，

$$c_{jk} = \begin{cases} 0 & (K:even, k=K/2) \\ c_{j,K-k} & (otherwise) \end{cases} \tag{3}$$

という対称制約を置く．連続回答と段階回答の「中点」が対応していない限り，このような制約を置く正当性が保証されない[1]．このような制約を置くことにより，閾値パラメータと $F_{ij}(y)$ のパラメータを同時に推定することが可能になる．

3.　実データへの適用

前節で述べた手法を用いて，潜在スコープバイアスの大きさを分析した．潜在スコープバイアス (latent scope bias) は，因果的説明における重要な現象の一つであり，観測できない事象のうち，説明されているもの (の集合) が狭い説明の方が好まれる傾向のことを指す (Johnson et al., 2016; Khemlani et al., 2011)．ここでは潜在スコープバイアスを初めて指摘した論文であり，かつデータがオープンアクセスとなっている Khemlani et al. (2011) の Exp.1b のデータのうち，実験条件のデータを用いてモデリングを実施した[2]．

Khemlani et al. (2011; Exp.1b) では，Amazon Mechanical Turk を通じて集められた 31 名の参加者に対し，2 要因参加者内要因計画で実験を行い，統制条件と実験条件それぞれ 4 項目の課題に対する回答を得た．なお，8 項目すべて含めて提示順序はランダム化された．実験課題は，魔法によって生じた現象に関するものであった．各課題において，いくつかの現象と，それを説明しうる 2 つの魔法が提示された．実験条件では，一方の魔法からのみ予測される現象は観測できなかった．統制条件では，一方からのみ予測される現象は観測されており，2 つの魔法から共通して予測される現象が観測できないという状況であった．参加者は，これらの条件において，2 つの魔法それぞれがどの程度尤もらしいかを 7 段階のリッカート尺度 (+3 が very likely，-3 が very unlikely を表すものとした) により回答した．

このうち，実験条件の 2 つの魔法における尤もらしさの差が，潜在スコープバイアスを意味する．したがって，ここでは実験条件のデータのみを用いてモデリングした．実験条件の課題における因果構造を図 2 に示す．実験条件の各課題においては，観測できない現象を引き起こす魔法 H_W の尤もらしさ L_{H_W} と，観測できない現象を引き起こさない魔法 H_N の尤もらしさ L_{H_N} の 2 つが得られている ($-3 \leq L_{H_W}, L_{H_N} \leq 3$) ため，この 2 つをもとに，$H_W$ の，H_N と比較した相対的な尤もらしさを

$$L_{H_W} - L_{H_N} + 7 \tag{4}$$

により求めた．これは 13 段階のデータであり，前項で定義したモデルを適用することができる．また，(4) 式で得られる値が小さいほど，大きな潜在スコープバイアスが生じていると言える．

そこで，前項で定義したモデルにおける $F_{ij}(y)$ を Normal(μ, σ^2) の累積分布関数としたものに基づいて，事前分布 $\mu \sim \text{Normal}(0, 5^2), \sigma \sim \text{Normal}^+(0, 5^2)$ を用いたベイズ推定を行った．結果のうち，μ の事後分布を図 3 に示す．特に，EAP 推定値は $\mu \approx -0.259$ となり，ロジスティック関数を用いて確率に直したところ，$p \approx 0.436$ となった．規範解 $p = 0.5$ と比較すると，潜在スコープバイアスの効果量は大きくないと言える．

[1] 対応していれば必ずこのような制約が置けるわけではないが，正当化の根拠にはなりうる．

[2] この論文における最初の実験は Exp.1a だが，そこでは 2 肢選択課題を行っており，上記モデルの適用条件 $K > 2$ を満たさないと考えられた．

Figure 2　Khemlani et al. (2011, Exp.1b) の実験条件の各課題における因果構造のグラフ表現

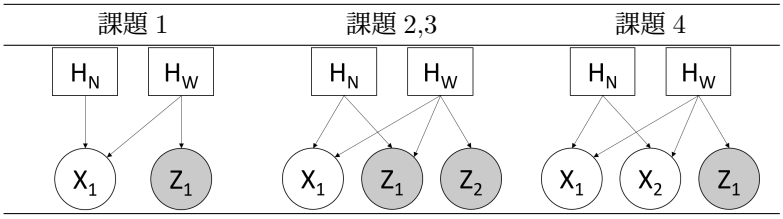
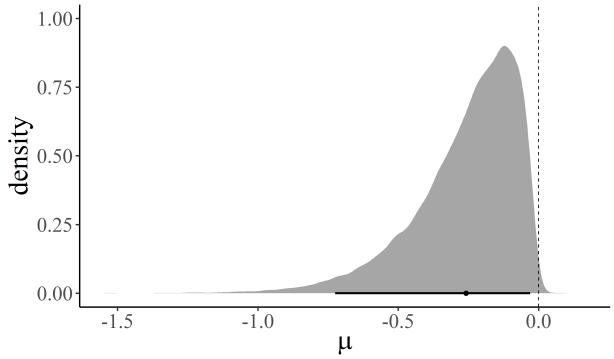


Figure 3　μ の事後分布



Note: 点は EAP を，水平の実線は 95%信用区間を，垂直の破線は規範解である $\mu = 0$ をそれぞれ表す.

4.　まとめ

このように，回答が離散値の場合でも，連続値と見なせる場合であっても，同じ枠組みで分析が可能となる．また，段階回答データに対してモデルをフィッティングすることにより，リッカート尺度そのものよりも解釈しやすいパラメータを推定することが可能である．

本手法は，モデリングすることを想定せず取得されたデータに関するモデルベースでの分析を容易にするものであり，実験データのオープン化が盛んになっている近年において，二次分析の積極的な実施を促進すると考えられる．今後は，様々なデータおよびモデルに対する適用可能性を調べ，本手法をより妥当かつ利用可能性の高いものに改善していくことが求められる．

文献

Johnson, S. G. B., Rajeev-Kumar, G., & Keil, F. C. (2016). Sense-making under ignorance. *Cognitive Psychology*, *89*, 39–70. http://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2016.06.004

Khemlani, S. S., Sussman, A. B., & Oppenheimer, D. M. (2011). Harry potter and the sorcerer's scope: Latent scope biases in explanatory reasoning. *Memory & Cognition*, *39*(3), 527–535. http://doi.org/10.3758/s13421-010-0028-1

Samejima, F. (1969). Estimation of latent ability using a response pattern of graded scores. *Psychometrika*, *34*(Suppl 1), 1–97. https://doi.org/10.1007/BF03372160

Samejima, F. (1973). Homogeneous case of the continuous response model. *Psychometrika*, *38*(2), 203–219. https://doi.org/10.1007/BF02291114

逐次的情報提示による主観的体験と集積情報の円滑な統合
Integration of Subjective Experience and Accumulated Information through Continuous Presentation

山本 博暉 † 大本 義正 ‡
Hiroki Yamamoto†Ohmoto Yoshimasa‡
静岡大学
Shizuoka University
yamamoto.hiroki.19@shizuoka.ac.jp†ohmoto-y@inf.shizuoka.ac.jp

概要

ユーザーの周囲のランドマークを経路案内に組みこみ、行動変容を促さない非決定点においても逐次的に情報提示を行うことによって情報マッチングを行うインタラクションモデルを提案した。実験の結果、「情報整理」や「都市空間の把握」の項目で有意差が表れた。この結果から提案手法がマップや音声案内から得られる情報を現実世界に対応付けることを容易にすると考えられ、地理的空間把握が助長され経路探索をスムーズに行えるようになる可能性が示唆された。

キーワード：インタラクション, エージェント, ナビゲーション

1. はじめに

進行方向と距離のみを明示するような既存のナビゲーションシステムを利用していると、 「ナビゲーションの情報が指している場所が、 現実世界のどこを指すのかわからない」という問題に直面する。このような問題が生じると、ユーザーは不安感を抱きながら、ナビゲーションに従うことになる。また、モバイルデバイスの歩行ナビゲーションに従事していると、主体的に周辺情報を取得する意識が低減し、目的地に到着した後、進んだ経路やそれに付随する建物の情報を記憶することが難しくなるという問題も存在する。実際、歩行ナビゲーションを利用すると、従来の紙地図を利用した場合よりも空間的把握があまりできないことが既に示されている。[1] そこで、歩行時のナビゲーションシステムを改善する手法として、周囲の建物や物体をランドマークとしてナビゲーションに組み込むというものがある。Tracy Ross らによると、歩行ナビゲーションにランドマーク情報を組み込むことで、ユーザーの信頼度は一貫して高いレベルに引き上げられ、提示された経路から外れることが少なくなったことがわかっている。[2] また、ランドマークが空間ナビゲーションにおいて方向の手掛かりとしての役割を果たすことも示唆されている。[3] また、人間はランドマーク、経路、距離感の 3 つの空間的知識に依存していると主張されており、経路と距離感は既存のナビゲーションシステムにおいても情報提示されているため、ランドマークを利用することで都市環境の情景を無理なく記憶することができるといわれている。[4]

そのため、付近の建物をランドマークとして経路案内に組み込み、逐次的に情報提示を行うことによって現実世界と提示情報のマッチングがスムーズになるのではないかと考える。また、情報のマッチングを適切に行うことによって、都市空間記憶の向上も期待できる。既存の研究では決定点と呼ばれる交差点のような行動変容が促される場所でのみ、ランドマークについて言及するものが多い。[5] これは、確かにランドマークが方向の手がかりとして機能することをうまく利用しているが、直線が長く続く道では一切、インタラクションを行わない。この手法では非決定点においてのユーザーの主観的体験が損なわれると考えられる。そこで、非決定点においても逐次的に情報提示を行うランドマークベースのインタラクションモデルを提案し、これにより歩行ナビゲーションと周囲の情報のマッチングを図る。本研究の目的は歩行ナビゲーションにおいてユーザーが道路の構造や環境内にあるオブジェクトがどのような位置関係にあるかを整理することにより、歩行ナビゲーションに順応できるようになることとする。

この目的を達成するために、提案手法がユーザーの地理空間把握や地理空間記憶を向上させるかについて検討する。また、ユーザーのナビゲーション適応度を図るためにナビゲーションがユーザーに与えた副次的な影響についても検討する。

2. 手法

本研究ではランドマークを方向の手掛かりとして使用するのはもちろん、既存のナビゲーションシステム

では情報提示しないような場所でも周囲のランドマークとなる建物について紹介することで、主観的体験と音声案内による情報を紐づけていく。このように、逐次的に周囲の建物について紹介を行っていくことで、その情報を取得した周囲の状況も関連付けて、地理空間記憶の定着, ナビゲーションへの順応が容易になると考えられる。

3. 実験

都市環境内にあるオブジェクトをナビゲーションに組み込み、逐次的にコンテキストに沿ったランドマークベースの情報提示を行うことで地理空間把握の助長、地理空間記憶の定着、そしてユーザーの不安感が低減するのではないかという仮説を検証するために実験を行った。静岡大学の学生 23 名 (男性 12 名, 女性 11 名, 平均 20.7 歳, 分散 2.29) が実験に参加した。本実験では、没入型全画面モニターを利用して、その画面に unity で作成した仮想的な都市空間を表示することで 実際の歩行状況を再現している。実験参加者は二種類の実験タスクを行う。一つは、既存のナビゲーションアプリに実装されているような、進行方向のみを提示する音声案内に従い目的地を目指す。もう一つは今回の提案手法である付近のランドマークを情報に組み込み逐次的に 情報提示を行う音声案内に従い目的地を目指す。提案手法によって実験参加者にどのような影響を与えたか調査するために、主観的評価指標としてそれぞれのタスク終了後に音声案内エージェントに対する印象を確認する 7 段階のリッカート尺度のアンケートを行った。両方のタスクが終了した後に両タスク比較アンケートも行った。また、客観的評価指標としてそれぞれのタスクが終了した後に通過してきた経路や、ある交差点の画像を提示し進むべき方向を描かせるものも実施した。

通常の経路案内のボイスは計 25 個、提案手法のボイスは計 40 個ほどになった。提案手法は逐次的に情報提示を行うため、通常の経路案内よりも多くなっている。経路探索にかかる時間は互いに 10 分ほどである。そのため、通常の経路案内のボイスは 25 秒に 1 回ほど再生され、提案手法のボイスは 15 秒に 1 回ほど再生される。提案手法のボイスは通常の案内に加えて交差点などの決定点では、付近のランドマークを進む方向の参考になるように情報提示を行う。また、直進が続く道のような非決定点においても周囲の建造物について紹介をしつつ情報提示を行う。情報提示は、「左側にはカフェがあります。若者がにぎわってますね。」などの簡単な説明を行う。

図 1 実験の様子

4. 結果と考察

4.1 各タスク終了後アンケートの分析

8 つの項目は以下のようになっている。

情報整理 経路案内による情報を目の前の光景と対応付けて整理できた
受動的 経路案内に動かされている気がした
方向の整理 タスク中全体的に緊張感を感じた
有用性 経路案内による情報が役にたった
周囲の警戒 周囲の環境に目を向けることができた
方向の思考 常にこれからの進路について考えていた
煩わしさ 経路案内に煩わしさや鬱陶しさを感じた

ランドマークベースで逐次的に情報提示を行う経路案内と通常の経路案内の二つの群に対して、ノンパラメトリックで対応ありの検定であるウィルコクソンの符号付き順位検定を行った。

表 1 各タスク終了後アンケートの検定結果

	提案手法 (SD)	通常案内 (SD)	Z 値	効果量	p値
情報整理	4.3(1.46)	3.57(2.06)	2.44	-0.850	0.0152**
受動的	4.78(1.54)	5.65(1.47)	-2.06	-0.250	0.0408*
緊張感	2.52(1.08)	3.26(1.96)	-1.91	-0.120	0.0604
方向の整理	4.57(1.47)	4.22(2.04)	0.820	-0.333	0.425
有用性	5.65(1.11)	5.39(1.62)	0.795	-1.00	0.479
周囲の警戒	5.26(1.86)	2.83(1.37)	3.18	0.778	0.000746***
方向の思考	4.13(1.58)	4.30(2.08)	-0.345	0.500	0.762
煩わしさ	3.04(1.77)	3.17(1.83)	-0.276	0.133	0.803

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$

有意差が見られた項目は「情報整理」、「受動的」、「周囲の警戒」である。周囲の警戒を直接的には行っていないが、逐次的に周囲の建物についての情報提示を行っていたため、自然と周囲の状況に目を向けることができたといえる。「情報整理」の項目で有意差がみられていることから、提案した手法であるランドマークベースで逐次的に情報提示を行うことにより、音声

案内の情報と実際に目の前に広がる状況をマッチングさせることができていることがわかる。「受動的」の項目も有意差が見られたため、進行方向のみを提示する通常の経路案内のほうが実験参加者は比較的強い受動感を感じていることがわかる。通常の経路案内が進行方向のみを提示するため、主体的に都市環境から情報を取得しようとする意識はつかなかったといえる。今回の提案モデルでは逐次的に情報提示を行うため、ユーザーが鬱陶しさを感じる可能性があることが懸念点であったが、「煩わしさ」の項目では有意差は見られなかった。

4.2 両タスク比較アンケートの分析

7つの項目は「受動的」、「進行方向の把握」、「都市空間の把握」、「好印象」、「没入感」、「不安感」、「周囲の警戒」となっている。この1標本に対してノンパラメトリックな検定である、ウィルコクソンの順位和検定を行った。

表2 両タスク比較アンケートの検定結果

	平均値	分散	標準偏差	v	効果量	p値
受動的	-1.39	3.24	1.80	33.5	-0.62	0.00224**
進行方向の把握	0.391	4.33	2.08	154	0.19	0.374
都市空間の把握	1.73	1.74	1.32	234	0.8	0.000415***
好印象	1.34	2.05	1.43	209	0.69	0.00102**
没入感	-0.869	3.48	1.86	59.0	-0.43	0.0274*
不安感	-1.04	1.86	1.36	19.5	-0.62	0.00370**
周囲の警戒	2.00	1.27	1.13	271	1	0.0000404***

*** p $\langle 0.001, **p \langle 0.01, *p \langle 0.05$

検定の結果、有意差が出たのは「受動的」、「都市空間の把握」、「好印象」、「没入感」、「不安感」、「周囲の警戒」であり、ほとんどの項目で有意差が出た。特に「都市空間の把握」や「周囲の警戒」は効果量が0.8,1という値を示し、提案手法のほうが格段に行いやすかったことがわかる。「都市空間の把握」で有意差があったことから、提案手法により都市空間のオブジェクトとナビゲーションの情報をうまく対応付けることができていたことがわかる。「受動的」、「没入感」、「不安感」の項目では「通常の経路案内」のほうがそれらの程度を強く感じる傾向にあることがわかる。「没入感」が通常の経路案内のほうが程度を強く感じるという結果は一見通常の経路案内のほうが優れていると考えることができるが、没入感が高いということは周囲の状況に気を配る余裕がないという事を示唆する。「不安感」の項目で有意差が表れていることから、「ランドマークベースの逐次的情報提示によって不安感が排除できるのではないか」という仮説は立証できたといえる。

4.3 進んできた経路確認に関する分析

各タスクが終わった後に音声案内に対する印象だけでなく、タスクを通して都市空間記憶ができていたかを確認するために。進んだ経路を描画する問題と実際に通過した3つの交差点の画像を提示し、目的地に向かうにはどの方向に進むべきか答える問題を用意した。後者は全部で3つ用意した。通過してきた経路をペンで描画してもらい、正解の経路とのずれを集計して、提案手法(ver1)と通常の経路案内(ver2)との二郡比較を行った。この際に提示するものは、タスク前に提示した全体の経路の画像を180°回転させたものになる。これは、1回目のアンケートを通して、2回目のタスク前に提示される全体の経路の画像をそのまま暗記させないために行った。長さの単位はmmで計測している。実験参加者は23人であるが、2人経路の書き方に問題があったのを集計の段階で気づいたため、その2つのデータは分析から外した。提案手法(ver1)と通常の音声案内(ver2)における正解経路とのずれをヒストグラムにしたものを以下に記す。提案手法が桃色、通常の経路案内が紺色で表記されている。

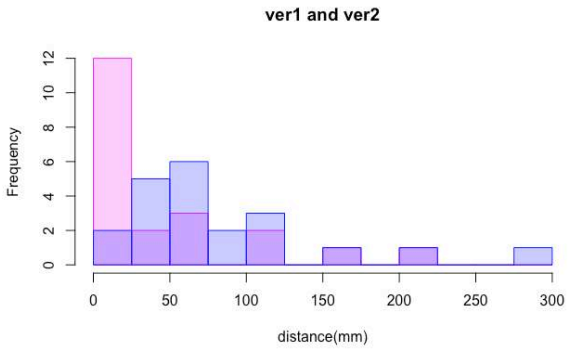


図2 提案手法と通常の案内の経路から外れた距離

正解の経路と同じものを記入できていた実験参加者の数は、21人中提案手法が7人、通常の経路案内が1人であった。提案手法は実験参加者の半数以上が正解経路とのずれが50mm未満となっている。通常の経路案内は正解経路とのずれが50mm以上100mm未満の階級に多く分布している。また、正解の経路と同じものを記入できていた実験参加者の数は、提案手法が7人で通常の経路案内は1人のみであった。提案手法のほうが比較的正しい経路を再現できていることがわか

る。音声案内をもとに都市空間の把握が実際にできているかを検証するために、「経路からずれた距離」に対して、パラメトリックな検定である, 対応のある 2 標本 t 検定を行った。

表 3　経路からずれた距離 t 検定

	提案手法 (SD)	通常案内 (SD)	df	t 値	d	p 値
距離	46.5(59.8)	84.4(66.0)	20.0	-2.23	-0.33	0.037

*** p ⟨0.001, * * p⟨0.01, *p⟨0.05

t 検定の結果、効果量が-0.33 とそれほど大きな値ではないが有意な差が認められた。このことから、ランドマークベースで逐次的に情報提示を行うことにより、通過してきた経路の再現のパフォーマンスが向上したといえる。次に、進むべき方向を答える問題について検討する。全問正答者は提案手法が 9 人、通常の案内が 1 人のみであった。ウィルコクソンの符号付順位検定を行った。結果は以下の通りである。

表 4　進行方向問題の正答数検定結果

	提案手法 (SD)	通常案内 (SD)	z	効果量	p 値
正答数	2.04(0.88)	1.48(0.59)	2.22	0.46	0.0326

*** p ⟨0.001, * * p⟨0.01, *p⟨0.05

検定結果から正解数に有意差があり、提案手法のほうが周囲のオブジェクトとナビゲーション情報を対応づけることができるため、通過してきた経路を再現できる可能性が高いといえる。

5.　議論

本研究では地理空間把握、記憶能力の向上、ユーザーのナビゲーションに対する不安感の低減を目的に、ランドマークベースの逐次的情報提示による経路案内と、進行方向のみを提示する音声案内を用いて都市空間を探索する実験を行った。実験の結果、主観的評価指標である、「情報整理」や「都市空間の把握」の項目で有意差が表れ、効果量も大きな値を示した。また、各タスク終了後に実施した客観的評価指標では、通過した経路の記憶、再現を行うもので有意差が表れた。このことから、提案手法が主観的体験とナビゲーション情報を統合することによって都市空間把握、記憶能力が向上したと考えられる。不安感の項目でも有意差が表れ、提案手法がユーザーの不安感の削減に貢献することまた、周囲の警戒や受動感、の項目でも有意差が見られたため、積極的に周囲の状況から情報を取得しようとする意識をつける効果もあることが示唆される。

今回の実験では、進行方向の整理では有意差が表れなかったため、二つのタスクで使用している道路の構成を複雑にしてタスクの難易度を上げた場合、どのような結果になるか検討する必要がある。客観的評価指標に対する検定によって、通過した経路の記憶、進行方向回答の正答数において有意差が認められた。しかし、効果量の値がそれほど大きくないことや、前半のタスクと後半のタスクで使用しているマップの構造が若干異なるという課題点が存在する。また、実験参加者の認知の状態を時系列データから把握することができておらず、実際にランドマークベースの逐次的情報提示が実験参加者にどのような過程で影響を与えたのかを深く分析することができなかった。このことから、今回の提案手法により通過した経路の記憶や再現能力が向上すると断言するのは厳しい。そのため、実験のマップの特徴を完全に一致させることにより、さらに信頼できるデータを取得して、もう一度分析を行うことでより妥当性のある結果を導出できると考えられる。また、今回実験で実装した提案手法は付近の建物に関する情報を無作為に提示したが、目的地やユーザー属性からユーザーに寄り添った情報提示も行うことで、わずらわしさやフラストレーションの低減にも貢献すると考えられる。今回実験参加者に対して行った情報提示は、環境内の建物の紹介で構成されていたが、ユーザーと言及する建物に関連する情報を提示することで。よりそのオブジェクトに対して付加価値を加えることができ、都市空間記憶をさらに定着させることが期待できる。

文献

[1] 石井信行, 西内和子. 経路探索者の都市空間記憶に歩行ナビゲーションが与える影響に関する認知実験. 土木計画学研究・論文集, Vol. 21, pp. 425–434, 2004.

[2] Tracy Ross, Andrew May, and Simon Thompson. The use of landmarks in pedestrian navigation instructions and the effects of context. In *Mobile Human-Computer Interaction-MobileHCI 2004: 6th International Symposium, MobileHCI, Glasgow, UK, September 13-16, 2004. Proceedings 6*, pp. 300–304. Springer, 2004.

[3] Edgar Chan, Oliver Baumann, Mark A Bellgrove, and Jason B Mattingley. From objects to landmarks: the function of visual location information in spatial navigation. *Frontiers in psychology*, Vol. 3, p. 304, 2012.

[4] Alexandra Millonig and Katja Schechtner. Developing landmark-based pedestrian-navigation systems. *IEEE Transactions on intelligent transportation systems*, Vol. 8, No. 1, pp. 43–49, 2007.

[5] Gabriele Janzen, Barbara Wagensveld, and Miranda Van Turennout. Neural representation of navigational relevance is rapidly induced and long lasting. *Cerebral Cortex*, Vol. 17, No. 4, pp. 975–981, 2007.

中高生が持つ専門的興味の状況に埋め込まれた顕在化
地域居場所施設と大学の連携によるデザイン研究から
Situated Manifestation of Specialized Interest of Youth
A Design Research from a Partnership between Community Youth Center and University

杉山 昂平†，執行 治平†
Sugiyama Kohei, Chihei Shigyo
†東京大学
University of Tokyo
sugiyama_kohei@iii.u-tokyo.ac.jp

概要
中高生向けの地域居場所施設と大学の連携によってデザインされた，オープンスペースにおいて大学院生と中高生が関わる場の相互作用分析を通して，ある高校生が持つ専門的興味がいかにして顕在化するのかを検討した．その結果，大学院生による専門分野の説明を補足する形で高校生自身も自身の専門知識を披露することができ，その過程で高校生が専門分野に関与してきた痕跡を共同注視できる状況が，興味の顕在化を可能にしていたことが明らかになった．

キーワード：興味，状況論，学校外学習

1. はじめに

地域において子ども・若者の自己形成や社会参画を支援することは児童福祉から社会教育まで様々な実践現場において関心をもたれてきた[1]．ここで言う「子ども・若者」とは，大人として社会生活を送るまでの成長過程にある児童から青年までを広く指す．

認知科学，特に学習科学の関連分野においても，子ども・若者の成長やその支援が研究されてきた．例えば，学校外学習研究では「つながりの学習」というアプローチが提唱されている．これは子ども・若者がアートやプログラミングといった特定の分野や領域に対して持つ興味（専門的興味）の価値を認め，その追求を支援することで，彼らの生涯に渡る学びや社会参加につなげることを目指す実践である[2][3]．

そのための様々な興味支援方法も研究されている．「新たな学習機会へのブローカリング」という方法では，子ども・若者が興味を持っている分野の専門家や情報などを学校外教育者が積極的に仲介することで，つながりの学習を実現しようとする[4]．この場合，教育者が子ども・若者の専門的興味を理解していることを前提に，興味に対する働きかけを検討している．

だが，近年，興味に対する状況論的アプローチを取る研究が登場し，そもそも子ども・若者が持つ興味を理解することは容易ではなく，実践知が必要になることが示唆されている．興味は人が特定の対象に繰り返し関与しようとする認知的・情動的な傾向性を指すが[5]，それはあくまで傾向性であり，どんな状況においても人は興味対象に関与するわけではない．ある状況では興味対象への積極的な関与が見られることもあれば[6]，別の状況では積極的な関与が見られず，興味が無いかのように見えることもある[7]．

ある人の興味が個々の状況の参加者にとって可視的になることを「興味の顕在化」（manifestation of interest）とすると，状況次第では子ども・若者の専門的興味は顕在化せず，学校外教育者が理解し損なう可能性も十分あり得る．オタクが周囲の人々に対して趣味を隠蔽するように[8]，あえて興味を隠す子ども・若者もいれば，そのような意図はなくともわざわざ興味を表に出さない者もいるだろう．この場合，興味が把握できない以上，学校外教育者はつながりの学習のようなアプローチを取ろうにも取れないことになる．

では，子ども・若者が自らの専門的興味を顕在化させられる状況とはどのようなものだろうか．学校外教育者は専門的興味の顕在化を支えるような環境をデザインできるのだろうか．これらの問いに取り組むことは学校外学習支援の基盤になる知見をもたらすだろう．

2. 方法

本研究は文京区青少年プラザ（通称 b-lab）と東京大学の連携によって行われた「まれびとプロジェクト」によって得られたデータを用いる．b-lab は東京都文京区内に在住，在学，在勤する中学・高校生世代の子ども・若者であれば誰でも無料で利用できる居場所型の青少年施設である．

まれびとプロジェクトは b-lab 利用者の中高生が専門的興味を顕在化できるような場をつくることを目標としたデザイン研究[9]である．居場所施設という子ども・若者が放課後の時間を実際に過ごしている現場で

実践を継続的に行い，専門的興味が顕在化される状況とそれを促すデザインについて探索的に明らかにすることが目指されている．

まれびとプロジェクトでは b-lab の中高生談話スペース（自習からビデオゲームまでが自由に行えるオープンスペース）に東京大学の大学院生が滞在する場がデザインされた（図 1）．大学院生は b-lab のユースワーカー（中高生の支援を行うスタッフ）と共に自らの専門分野が反映された研究的活動に取り組む．その様子は談話スペースを共有する中高生の目に入るが，中高生が大学院生に話しかけるかは自由である[10].

ただし，中高生が普段から馴染みのあるユースワーカーがその場にいたり，研究内容を投影した大型ディスプレイや手に取って触れる研究道具・材料が並べられていたりするなど，中高生が大学院生に関わりやすくするために場がデザインされている[11]. それによって専門家としての大学院生と中高生の会話が起き，専門的興味が顕在化することが期待された．

2022 年 7 月から 2023 年 3 月にかけて，延べ 4 人の大学院生が 13 回 b-lab に滞在した．各回では 1 人の大学院生が平日の夕方に b-lab を訪問し，1〜2 時間ほど滞在した．13 回の滞在を通して，大学院生と会話した中高生は延べ 23 人である．大学院生と中高生，およびユースワーカーによる相互作用の様子はビデオカメラと IC レコーダーによって記録した．

本研究では得られたデータのうち，2023 年 2 月の滞在から得られた 1 事例の分析を行う．この事例では b-lab の常連利用者である高校生 A の専門的興味が，細胞生物学を専門とする大学院生 B や，b-lab のワーカー C，D との相互作用の中で顕在化した（表 1）．なお，A は後日，ワーカーC を通して大学院生 B と連絡を取り，B の所属研究室を訪問することになった．

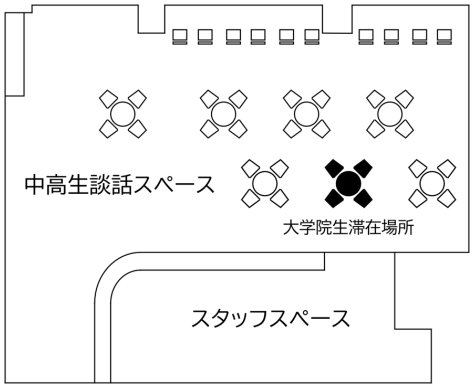


図 1　中高生談話スペースの間取り

表 1　分析事例の状況参加者

名称	プロフィール
高校生 A	よく自習をしている常連の利用者
大学院生 B	細胞生物学を専門とする博士課程学生
ワーカーC	b-lab の常勤ユースワーカー
ワーカーD	b-lab のボランティアユースワーカー

大学院生 B は植物の細胞間コミュニケーションを研究している．b-lab 滞在中に行う研究的活動としては，ピーマンやパプリカの断面を見せて受粉の際に卵細胞と精細胞がどのようにタンパク質をやり取りしているのかを説明する活動や，やり取りされるタンパク質の量を表すグラフを見ながらそれがどんな数理モデルで表されるのかを考えたりする活動を用意していた．これらの活動は中高生が関わってこない間は大学院生 B とワーカーC の 2 人で取り組むよう計画されていたが，結果的に初めから高校生 A が参加した．

事例の映像，音声データは書き起こしたうえで相互作用分析[12]を行った．相互作用において「専門的興味の顕在化」が起きたかは「高校生 A が特定の分野や分野内の対象に対してこれまで繰り返し関与してきたこと，あるいは今後繰り返し関与しようとする意思があることが，大学院生 B やワーカーC，D にとって可視的になったか」という点で判断した．前述したように興味は特定の対象に繰り返し関与する傾向性を表すため，その傾向性は過去から現在にかけての繰り返しと，現在から未来にかけての繰り返しの両面で捉えられるからである．

専門的興味の顕在化が起きた瞬間を特定したうえで，どんな行為の系列によってそれが達成されたか，その際にどんな人工物が利用されたかに注目することで，状況の分析を行った．

3.　結果

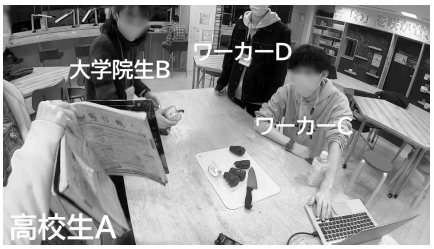
分析の結果，まず高校生 A の専門的興味は段階的に顕在化していったことが明らかになった．A は大学院生 B やワーカーC が滞在場所の準備をしている時から話しかけに来て，大学で生物学を専攻したいと語っていた．そのため，専門分野としての「生物学への興味」を持っていることは相互作用の当初から顕在化していた．一方，A は生物学の中でもさらに細胞生物学における「E 教授への興味」を持っていたが，それが顕在化したのは 19 分 10 秒が経過してからであった．図らずも E 教授は B の指導教官であった．

表2に示すように,AがE教授に興味があることは,指導教官を紹介するBの発話（14行目）に対してAが大きな声で驚いた際にほのめかされ（15 行目），その後，Aが生物資料集に記載されたE教授の名前に印をつけていたことをワーカーD が発見したことで明確に顕在化した（20行目）.

ここではAが普段から受験勉強に用い，かつE教授への関与の痕跡を残した生物資料集を共同注視する機会が，興味の顕在化を直接的に促したと言える．だが一方で，資料集を見ることはBの滞在中に取り組む研究的活動としてあらかじめ計画されていたわけではなかった．それは，A が即興的に資料集を場に持ちこんだことによって可能になったものである（2行目）.

A が資料集を持ちこむ直前に行われていたのは，Bによる受粉メカニズムの説明である（1行目）．この説明を補足するために，A は「私が持っている資料集の方が見やすいかもしれない」と資料集を見ることを提案した．さらに，資料集を持ちこんだAに対して，ワ

表2　E教授への専門的興味が顕在化した状況

	話者：	発話内容	映像
1	大学院生B：	ここににゅにゅにゅにゅにゅにゅにゅと伸びてきて，ここにこう花粉管が入って精細胞が入るんですけど，そこの過程を	
2	高校生A：	え，ていうか私が持っている資料集の方が見やすいかもしれない （(隣の机から資料集を取ってくる)）……①	
3	ワーカーC：	あ，そっちにも載っている？図解が	① 
4	高校生A：	（(資料集のページを開く)）	
5	ワーカーC：	も一高校レベルも分かんないからな	
6	高校生A：	これの話ですよね，要は	
7	大学院生B：	これの話，［これの話．あ，伸びてる！	
8	ワーカーC：	［見して，見して．そして教えて何なら．何なら教えて	
9	高校生A：	えーっと今の話は多分，これの端っこのところに花粉がついて．で，ついたら花粉が伸び始めるので，伸びたところで曲がってルアーで引っ張られて　……②	②
10	大学院生B：	そう（笑）．なんてこと	
11	ワーカーC：	なに，何でつった？	
12	高校生A：	ルアー	
13	ワーカーC：	ルアー	
14	大学院生B：	ていうか私のボスがルアーを見つけた人なんですよ	③
15	高校生A：	［えーーーうそーすごー　……③	
16	ワーカーC：	［えーそんなー （中略）	
17	ワーカーD：	これもEらによる研究，Eさん	
18	大学院生B：	私，E先生の［弟子です	
19	ワーカーC：	［あっ，でもここに載ってるんですか！すげーな	④
20	ワーカーD：	（(資料集を指指す)） ほらもう二重丸つけられてますよ　……④	

凡例　(( ))　行動の注記，……①　その場面の映像番号，［　発話のオーバーラップ，（中略）　表示データの省略

ーカーC が「見して．何なら教えて」と説明を依頼したため（8 行目），A がメカニズムの説明をすることになった（9 行目）．B が「なんてこと」と驚くように（10 行目），A による説明は的確なものであった．

この一連の行為の系列において，A の立場は，当初は B による説明を聞く者であった（1 行目）．だが，そこから A の立場は，生物学に関する専門知識を持ち，B と共に C や D に対して説明する者へと変化していった（2〜9 行目）．また，その際に C は「もー高校レベルも分かんないからな」と言うように，一貫して生物学についての知識が無く，説明を求める聞き手としての立場を取っている（5，8，11 行目）．このように A 自身による補足や提案と C による依頼を通して，生物資料集は A が用いる教材として自然な形で相互作用に持ちこまれ，利用されていた．

4. 考察

以上の結果をふまえると，高校生 A の専門的興味を顕在化させた状況とは，専門家（大学院生 B）による説明の補足として A 自身もワーカーC，D に対して専門知識を披露することができ，その過程で A が専門的な興味対象（E 教授）に関与してきた痕跡を自然に提示し，共同注視できる状況であったと考えられる．A は生物学を専攻したいと話しに来るなど，自らの興味を表にするのに積極的な高校生であったが，E 教授という具体的な対象にまで興味を持っていることが顕在化するには，相互作用の経過が必要であった．

仮に B が用意周到に資料を準備しており，説明を補足する余地を残していなかったとすれば，A は説明者としての立場を取れなかった可能性がある．また，C や D といった専門知識を持たない聞き手として振る舞う参加者がおらず，A と B の二者関係において相互作用が行われた場合にも，A は説明者という形で専門知識を披露し，興味を顕在化させることは無かっただろう．E 教授が B の指導教官であったことは偶然の産物であるが，そうした点を抜きにしても「まれびとプロジェクト」のような場のデザインが状況構築に寄与できる部分はあると考えられる．

学校外教育者は子ども・若者と専門家が出会う場をつくることで，専門的な内容に焦点化した相互作用とそれによる興味の顕在化を促せるだろう．その際には，子ども・若者と専門家が出会う際に，子ども・若者自身も専門家として振る舞えるような状況を構築することが重要になると考えられる．もし，専門家が講師として子ども・若者にレクチャーをするだけならば，子ども・若者は自らが専門的な興味対象に関与してきたことや，その痕跡を残した人工物を披露する機会を持ちにいと考えられる．

まれびとプロジェクトでは専門家の立場として大学教員ではなく大学院生が参加していた．さらに大学院生に対しても子ども・若者に対しても説明を求める「聞き手」としてのユースワーカーも参加していた．こうした人々や生物資料集のような人工物とのネットワークの中で，高校生は自分が興味を持っている専門分野について説明したり，説明を補足したりする立場を取ることができた．こうした場の実現を目指せば，子ども・若者の専門的興味は顕在化しやすくなるだろう．

文献

[1] 内閣府（2023）令和 4 年版 子供・若者白書.

[2] Ito, M., Arum, R., Conley, D., Gutiérrez, K., Kirshner, B., Livingstone, S., Michalchik, V., Penuel, W. R., Peppler, K., & Pinkard, N. (2020). The Connected Learning Research Network: Reflections on a Decade of Engaged Scholarship. Connected Learning Alliance.

[3] 岡部大介（2021）ファンカルチャーのデザイン：彼女らはいかに学び，創り，「推す」のか，共立出版.

[4] Ching, D., Santo, R., Hoadley, C., & Peppler, K. (2016). “Not just a blip in someone’s life: Integrating brokering practices into out-of-school programming as a means of supporting and expanding youth futures”, On the Horizon, Vol. 24, No. 3, pp. 296–312.

[5] Renninger, K. A., & Hidi, S. (2016). The Power of Interest for Motivation and Engagement. Routledge.

[6] Palmer, D. (2019). “Situational Interest and Actualized Individual Interest: Two Problematic Constructs”, Journal of Advances in Education Research, Vol. 4, No. 3, pp. 110-112.

[7] Draijer, J., Bronkhorst, L., & Akkerman, S. (2022). “Manifestations of non-interest: Exploring the situated nature of students’ interest”, International Journal of Educational Research, Vol. 113, No. 101971, pp. 1-11.

[8] 岡部大介（2008）“腐女子のアイデンティティ・ゲーム：アイデンティティの可視／不可視をめぐって”, 認知科学, Vol. 15，No. 4，pp. 671-681.

[9] 大島純，大島律子（2009）“エビデンスに基づいた教育：認知科学・学習科学からの展望”，認知科学，Vol. 16，No. 3，pp. 390-414.

[10] 執行治平, 杉山昂平（2023）“ユースワーカーの専門的実践としての「働きかけに応じない自由の確保」: 新たな活動に向けた促しに注目して”，青少年教育センター紀要，Vol. 11，pp. 34-45.

[11] 杉山昂平, 矢作優知, 横田伸治, 執行治平, 山内祐平（2023）“中高生の学術分野への興味を顕在化するユースセンタープログラムのデザイン研究”，日本教育工学会 2023 年春季全国大会論文集，pp. 475-476.

[12] Jordan, B., & Henderson, A. (1995). “Interaction Analysis: Foundations and Practice”, Journal of the Learning Sciences, Vol. 4, No. 1, pp. 39–103.

通信デバイスの違いが会話相手との社会的関係構築に与える影響
The effect of differences in communication devices on the building social relationships with conversation partners

坂井 萌々子†，伊丸岡 俊秀†
Momoko Sakai, Toshihide Imaruoka
†金沢工業大学
Kanazawa Institute of Technology
c6301332@st.kanazawa-it.ac.jp

概要
本研究では，テレプレゼンスロボットの特徴である，動き回れる「身体」を持っていることが，コミュニケーション相手との社会的関係構築に与える影響を明らかにすることを目的とした．実験では，テレプレゼンスロボットまたはビデオ会議システムを用いた 10 分間の会話後に，会話相手の顔画像を手がかり刺激とした共同注意課題を実施した．その結果，共同注意課題における手がかりの効果は見られたが，デバイスによる違いはなかった．

キーワード：テレプレゼンスロボット (telepresence robot)，共同注意 (joint attention)，ソーシャルコミュニケーション (social communication)，ビデオ会議システム (video conferencing system)

1. 目的

近年，使用する機会が増加している Zoom のようなビデオ会議システムでは，コミュニケーションに必要な手がかりが少ないため，会話相手と豊かなコミュニケーションを取ることは難しいとされる（Li & Yee, 2022）．それに対して，テレプレゼンスロボット（図 1, Telepresence Robot; TPR）は，ビデオ会議システムよりも，会話への注意や会話の活性度（Sirkin et al., 2011），社会的存在感（Schouten et al., 2022）を高めると言われている．TPR は自律走行型の遠隔操作ロボットであり，図 1 のようなロボットを操作して移動しながら会話することで，遠隔地の人々との豊かなコミュニケーションを可能にする．そのため，物理的にその場にいなくとも，TPR を通じて「まるでその場にいるかのような感覚」を得ることができるようになるとされている．TPR は，物理的な場での交流を可能にする対面コミュニケーションと遠隔からのコミュニケーションを可能にするビデオ会議システムを融合したコミュニケーションツールであると言える．この Zoom のようなコミュニケーションに対する TPR の優位性は，TPR が操作者の意図に従って自由に移動したり頭部を動かしたりするという，ある種の身体性による部分が大きいと考えられる．ただし，そのような装置の持つ身体性の違いが，他者とのコミュニケーション成立に与える影響を直接調べた研究は少ない．

図 1　本研究で使用したテレプレゼンスロボット

本研究は，TPR が持つ身体性が社会的関係構築に与える影響を明らかにすることを目的とする．そのために，TPR とビデオ会議システムのいずれかを用いて通信相手とコミュケーションをとった後に，社会的関係の強さを直接的に調べることができるとされる共同注意課題を実施することとした．

共同注意課題は Posner（1980）の空間手がかり課題に基づいており，典型的に，正面を向いた顔が呈示された後に，左右のいずれかに視線が向けられた顔が呈示され，その後，視線と一致した方向（valid 試行）または不一致の方向（invalid 試行）にターゲットとなる刺激が呈示される．このとき，検出や識別にかかる反応時間は，invalid 試行よりも valid 試行の方が早くなることが一貫して示されている（McKay et al., 2021）．この結果は，他者の視線方向を知覚することで注意のシフトが生じていることを示している．このように，相互的で関与的な関係にある他者と共同して注意を払うことを共同注意と言い，相手との関係が親密であればあるほど強く生じる傾向がある（Siposova & Carpenter,

2019）．実際，親しみなどの社会的変数が共同注意課題において注意のシフトを生じさせやすいことが示されている（Dalmaso et al., 2020）．

実験はデバイス（TPR, Zoom）と共同注意課題における手がかりの妥当性（valid, invalid）の 2 要因計画とし，反応時間に加えて手がかり呈示後の第一サッケード位置を計測することとした．ビデオ会議システムよりも TPR の方が社会的関係を構築しやすくなるとすれば，TPR を用いてコミュニケーションを取った方が，共同注意の効果が大きくなると予測される．

2. 方法

2.1 実験参加者

大学生 43 名（TPR 条件群: 22 名, Zoom 条件群: 21 名）が実験に参加した．手がかり刺激となる実験協力者と 1 対 1 での会話経験を持つものはいなかった．

2.2 刺激

手がかり刺激として，実験協力者のカラー顔画像（9.89×7.44°）を使用した．実験協力者は男性であり，実験参加者と同年代であった．視線を左に向けていた画像と右に向けていた画像の 2 枚を用いた．ターゲット刺激として，V または T（3.32×4.5°）を用いた．

2.3 装置

実験参加者の正面に，TPR（Double3, Double Robotics）またはビデオ会議用の PC を実験参加者から 100cm の視距離に配置し（図 1），ディスプレイに投影された固視点や手がかり刺激をネットワークを通して呈示した．この際，通信による時間差が生じるため，実験参加者と刺激画面の間に，液晶ウィンドウ（ウム・スマート・ウィンドウ，日本板硝子ウムプロダクツ株式会社）を設置し，手がかりの呈示を制御した．液晶ウィンドウの四隅の外側には，視線計測でのデータ解析に用いる AprilTag(3.49×3.49°)を貼り付けた．また，TPR またはビデオ会議用の PC の左右には，実験参加者から 100cm の視距離にターゲットを呈示するためのディスプレイを配置した．ディスプレイの中心間の距離は 75cm であった．ディスプレイは，垂直位置から 14° 後方に傾けられ，左右のディプレイが向かい合うように 76° 回転していた．また，実験参加者は，サッケードを計測するために視線計測装置（Pupil Core, Pupil Labs）を装着した．

2.4 手続き

実験前に実験参加者は，TPR またはビデオ会議用の PC に映る実験協力者と 10 分間の会話を行った．その際，TPR 条件では実験協力者が TPR を前後に動かす，画面部分を下降させるという動作を必ず行った．

共同注意課題では，まず，TPR または PC の画面中央に固視点を 500ms 呈示した後，正面を向いた顔を 1000ms 呈示し，液晶ウィンドウを不透明にした．その後，画面に手がかり刺激を呈示し，液晶ウィンドウを透明にすることで手がかり刺激を呈示した．手がかり呈示から 300ms 後に左右いずれかのディスプレイ中央にターゲットを，参加者の反応まで呈示した．実験参加者の課題は，ターゲットの位置をできるだけ早く正確に判断して事前に指定したキー押しで反応することだった．実験参加者の反応後，固視点が 2000ms 呈示され，次の試行に移った．

ターゲットの出現確率は，手がかりの方向と一致する場合と不一致の場合でそれぞれ 50%ずつであった．実験は練習 10 試行, 本試行 100 試行で構成されていた．ターゲットがディスプレイに呈示されてから反応キーが押されるまでの反応時間と手がかり呈示からターゲット呈示までの間にサッケードが観察された試行数が記録された．

3. 結果

共同注意課題で機材トラブルが生じた 3 名と眼球運動データを記録できなかった 2 名を除き，38 名（各条件 19 名ずつ）を分析の対象とした．正答が得られた試行における反応時間を，デバイスと手がかり条件別のヒストグラムとして図 2 に示す．

各試行から得られた反応時間が shifted lognormal 分布に従い，デバイスの種類（TPR, Zoom），手がかりの妥当性（valid, invalid），手がかり呈示後のサッケードの有無（サッケード有, 無），実験参加者の個人差によって変化すると想定した．そのため，固定効果としてデバイスの種類，手がかりの妥当性および手がかり呈示後のサッケードの有無とそれぞれの交互作用項，ランダム効果として参加者間の個人差を用いた一般化線型混合モデルを作成し，MCMC によるパラメータ推定を行った．推定には統計ソフトウェア R（4.2.2）および BRMS パッケージ（2.18.0）を用いた．

その結果，valid 条件では invalid 条件よりも反応時間が短く（-0.03: 95%CI[-0.06, -0.00]; 値は各固定効果の係数推定値），眼球運動が生起した試行では反応時間が長く（0.23: 95%CI[0.14, 0.32] ）なることが示された．眼

球運動が生起した試行で反応時間が遅くなるのは TPR 条件のみであった（-0.17: 95%CI[-0.30, -0.05]; 図 3 ）.

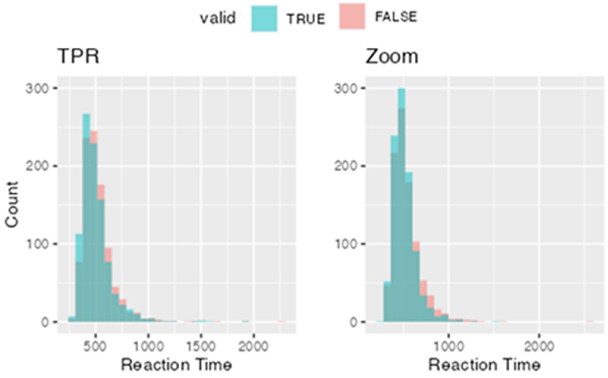


図 2　TPR 条件（左）と Zoom 条件（右）におけるターゲット弁別反応時間の分布

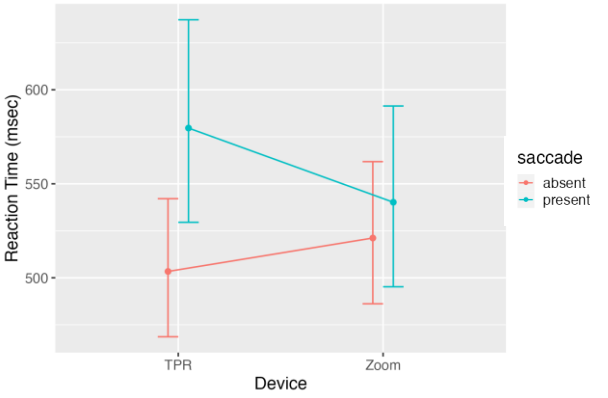


図 3　デバイスの効果とサッケード眼球運動の発生との間の相互作用（エラーバーは 95%信頼区間）

手がかりによって眼球運動が生起したと考えられるサッケード回数を，デバイスおよびサッケードの方向別のヒストグラムとして図 4 に示す.

サッケード回数が二項分布に従い，デバイスの種類（TPR, Zoom），サッケードの方向（手がかりの順方向，逆方向），実験参加者の個人差によって変化すると想定した．そのため，固定効果としてデバイスの種類，サッケードの方向，デバイスの種類およびサッケードの方向の交互作用項，ランダム効果として参加者間の個人差を用いた一般化線形混合モデルを作成し，MCMC によるパラメータ推定を行った.

その結果，眼球運動は手がかりの方向により多く生起していることが示された（2.97: 95%CI[2.42, 3.58]）. しかし，デバイスに関係した効果は見られなかった.

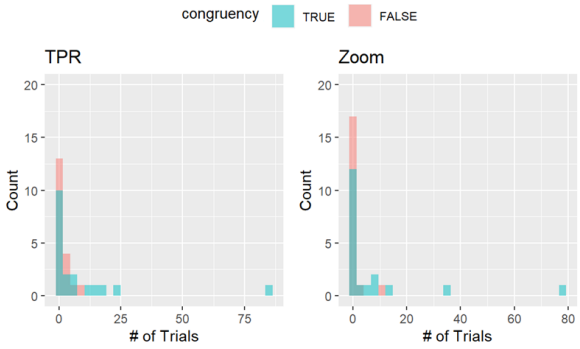


図 4　TPR 条件（左）と Zoom 条件（右）における手がかりによって眼球運動が生起したと考えられるサッケード回数の分布

4.　考察

本研究の目的は，TPR またはビデオ会議システムを用いてコミュニケーションを取ったとき，会話相手との社会的関係構築に違いが見られるか検討することであった．その結果，TPR，Zoom いずれの条件でも共同注意課題における手がかりの効果は見られたが，TPR を用いた方が社会的関係を構築しやすくなるという実験前の予測とは異なり，TPR での会話が手がかりの効果を強めることはなかった．この結果から，TPR と Zoom で構築できる社会的関係には違いがないことが推察される．ただし，TPR でも Zoom でも同じように強い社会的関係が構築されていたのか，どちらでもあまり構築されていなかったのかは明確ではない．そのため，事前の会話がない条件との比較が必要である.

また，TPR と Zoom では眼球運動が生起することによる影響に違いが見られ，課題中の眼球運動発生によって課題への反応が遅れるという結果は TPR 条件でしか見られなかった．この課題では必ずしも眼球を動かす必要はなく，手がかり方向への眼球運動は意図せずに生起していると考えられる．その上，眼球運動は反応の生成を妨げており，眼球運動のみの結果からは，TPR 条件で Zoom 条件よりも眼球運動が生起しやすかったという結果は得られていない．なぜ眼球運動の生起による反応の遅れが TPR 条件でのみ起きたかは本実験からは明確にできず，今後の検討課題となる.

文献

[1] Dalmaso, M., Castelli, L., & Galfano, G. (2020). Social modulators of gaze-mediated orienting of attention: A review, *Psychonomic Bulletin & Review*, *27*, 833-855.

https://doi.org/10.3758/s13423-020-01730-x
[2] Li, B. J., & Yee, A. Z.H. (2022). Understanding videoconference fatigue: a systematic review of dimensions, antecedents and theories, *Internet Research*, *33*(2), 796-819. https://doi.org/10.1108/INTR-07-2021-0499
[3] McKay, K. T., Grainger, S. A., Coundouris, S. P., Skorich, D. P., Phillips, L. H., & Henry, J. D. (2021). Visual attentional orienting by eye gaze: A meta-analytic review of the gaze-cueing effect. *Psychological bulletin*, *147*(12), 1269-1289. https://doi.org/10.1037/bul0000353
[4] Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly journal of experimental psychology*, *32*(1), 3-25. https://doi.org/10.1080/00335558008248231
[5] Schouten, A. P., Portegies, T. C., Withuis, I., Willemsen, L. M., & Mazerant-Dubois, K. (2022). Robomorphism: Examining the effects of telepresence robots on between-student cooperation, *Computers in Human Behavior*, *126*, 106980. https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106980
[6] Siposova, B., & Carpenter, M. (2019). A new look at joint attention and common knowledge, *Cognition*, *189*, 260-274. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2019.03.019
[7] Sirkin, D., Venolia, G., Tang, J., Robertson, G., Kim, T., Inkpen, K., Sedlins, M., Lee, B., & Sinclair, M. (2011). Motion and attention in a kinetic videoconferencing proxy, *In IFIP Conference on Human-Computer Interaction, Springer, Berlin, Heidelberg*, 162-180. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23774-4_16

内受容感覚の性差：身体感覚・情動の未分化が女性の心拍知覚メタ認知の低下を予測する

Gender difference in interoception: Women with undifferentiated bodily/emotional feeling show decreased interoceptive metacognition

晴木 祐助[1, 2, *], 金子 景[1], 小川 健二[1]
Yusuke Haruki, Kei Kaneko, and Kenji Ogawa

[1]北海道大学, [2]日本学術振興会
Hokkaido University, Japan Society for the Promotion of Science
[*]haruki@let.hokudai.ac.jp

Abstract
Interoception refers to the perceptions arising from the internal body's physiological processes. Researchers have suggested a gender difference in interoception, with women more likely to report somatic symptoms in association with mental disorders, possibly due to reduced metacognitive ability in interoception. In this study, we examined gender differences in three interoceptive aspects and their link to individual interoception tendencies using behavioral tests and questionnaires. Our findings revealed no statistically significant gender differences in perceptual accuracy, confidence, or metacognitive ability in interoception. However, we did observe a decline in interoceptive metacognition among women who strongly linked bodily sensations to emotional experiences in daily life, a pattern not observed in men. These results empirically support the idea that women may be more vulnerable to impaired interoceptive metacognition associated with bodily/emotional feelings, which could lead to inaccurate evaluations of physiological states.

Keywords — interoception, metacognition, gender difference

1. Introduction

In recent decades, there has been a growing interest in interoception, which refers to the perception of bodily sensations. Researchers have focused on understanding individual differences in subjective awareness of interoception (i.e., interoceptive awareness) using various methods, including behavioral tests and questionnaires [1]. One potential factor influencing interoceptive awareness is gender, as women tend to experience greater physiological (especially hormonal) changes [2]. Moreover, from the clinical perspective, there are much more risks of common mental disorders in women, particularly with somatic symptoms (i.e., atypical interoceptive awareness) [3]. In line with this, recent meta-analyses regarding behavioral tests have shown that women generally exhibit more moderate perceptual accuracy in interoception compared to men [4, 5].

However, beyond perceptual accuracy, other aspects of interoceptive awareness, such as subjective confidence and metacognitive ability (insight) [1], have not been thoroughly explored in relation to gender differences. In this study, we aimed to investigate gender disparities in interoceptive accuracy, confidence, and insight using a modified heartbeat counting task that provided a more robust statistical evaluation of interoceptive insight. Additionally, we assessed individual tendencies in day-to-day interoception experiences using a questionnaire, which served as a potential modulator of gender differences in interoception. We hypothesized that men would exhibit higher interoceptive accuracy and insight and also that reduced interoceptive insight may be associated with individual dispositions toward interoception in women.

2. Materials and methods

A total of 78 volunteers (41 women, 37 men) participated in the study. All participants were undergraduate students at Hokkaido University, with an average age of XX years. Each participant received a 1000 yen Amazon gift card upon completion of the one-hour experiment. Five participants (four women, one man) were excluded from the statistical analysis due to excessive noise in the physiological recordings, which prevented accurate calculation of their heart rate. Consequently, our final sample included 73 participants (37 women,

36 men), which met the minimum sample size requirement (n = 34) needed to achieve sufficient statistical power (1 - β = .80) for detecting medium to large effect sizes of correlation coefficients (ρ = .40) at a given type-1 error probability (α = .05) for both genders. Prior to participating in the study, all participants provided written informed consent. The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and its subsequent amendments, and the experimental protocol was approved by the Ethics Committee of Hokkaido University.

To assess participants' interoceptive accuracy, confidence in their accuracy, and insight into their interoceptive abilities, we utilized a heartbeat counting task. During each trial, participants silently counted the number of their heartbeats that occurred within specific durations (15 s, 25 s, 35 s, or 45 s), focusing on the sensations of their heartbeat. Immediately after each trial, participants reported the counted number using a visual slider with a digit scale. Additionally, participants rated their confidence in their interoceptive accuracy on a visual slider ranging from 0 (no perception of heartbeats) to 100 (complete perception). Participants were explicitly instructed to count only the heartbeats they were unquestionably able to detect, prohibiting the use of strategies unrelated to heartbeat detection (e.g., estimating time or the number of heartbeats), as such strategies have been shown to inflate interoceptive accuracy.

A total of 20 trials were completed by participants, with each duration presented in a randomized order, consisting of five trials for each duration. Every five trials, participants were given a break to rest as needed. The increased number of trials was intended to quantify the robust relationship between interoceptive accuracy and confidence (i.e., interoceptive insight). Previous studies, such as the work by Garfinkel and colleagues [1], calculated Pearson's correlation coefficient between interoceptive accuracy and confidence based on only six trials. However, this approach is problematic due to the high level of uncertainty and potential bias associated with such a small sample, which can result in inaccurate estimates of the true correlation. Specifically, computing the correlation coefficient based on six pairs, assuming a medium-to-large population correlation coefficient (ρ = .50), yields a standard error of .43.

The photoplethysmography (PPG) signals obtained during the task trials were analyzed using the Heartpy module in Python. To ensure the integrity of the recorded PPG signals for each participant, we first applied a third-order low-pass filter to the PPG time series to reduce noise. Subsequently, we meticulously examined each trial to identify any erroneous or missing peak detections. During this examination, we identified two or more unreliable PPG time series in four out of the 77 participants, rendering it impossible to accurately calculate the number of heartbeats. Consequently, these four participants were excluded from further analyses. For the remaining participants, the number of heartbeats and heart rate were calculated using the preprocessed PPG time series for each trial. Subsequently, we determined the interoceptive accuracy, confidence, and insight for each participant based on the recorded and reported number of heartbeats across the 20 trials. The formulations used for these calculations are as follows:

$$Interoceptive\ accuracy = \frac{1}{20}\sum_{i=1}^{20}\left(1 - \frac{|Recorded\ Nbeats_i - Reported\ Nbeats_i|}{Reported\ Nbeats_i}\right)$$

$$Interoceptive\ confidence = \frac{1}{100}\frac{1}{20}\sum_{i=1}^{20} Interoceptive\ confidence_i$$

$$Interoceptive\ insight = \frac{Cov(Interoceptive\ accuracy, Interoceptive\ confidence)}{SD(Interoceptive\ accuracy)SD(Interoceptive\ confidence)}$$

Following the completion of the heartbeat counting task, participants were administered a questionnaire: the Japanese version of the Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness (MAIA) to evaluate interoceptive sensibility. The MAIA questionnaire comprises 32 statements that capture various aspects of daily experiences related to interoception [6]. For example, participants are asked to rate statements such as "When I am tense, I notice where the tension is located in my body." Responses to these statements

are given on a 5-point Likert scale, ranging from 0 (never) to 5 (always). Interoceptive sensibility is assessed across eight independent factors represented by the MAIA: noticing, not distracting, not worrying, attention regulation, emotional awareness, self-regulation, body listening, and trusting. All questionnaires were administered through an online form. The order of the statements within the questionnaire was randomized to minimize order effects. Interoceptive sensibility was calculated as multidimensional components based on the eight factors assessed by the MAIA questionnaire.

In our statistical analyses, we first compared interoceptive accuracy, confidence, and intensity between genders using tow sample t-tests. Moreover, we tried to compare the relationship between interoceptive insight and participants' disposition about interoception across genders. To this end, we calculated correlation coefficients between interoceptive insight and each factor of MAIA for both genders. Then it was statistically tested if there was a gender difference in these correlations, by using Lenhard's method [7]. We conducted multiple comparison corrections using the Bonferroni method for our t-tests ($\alpha = .05/3 = .017$) and correlational tests ($\alpha = .05/8 = .006$), respectively.

3. Results and discussion

First of all, we did not find any significant gender difference in interoceptive accuracy, confidence, and metacognitive insight (Figure 1, all ps > .18). Particularly, our data did not show the gender difference in interoceptive accuracy that has been

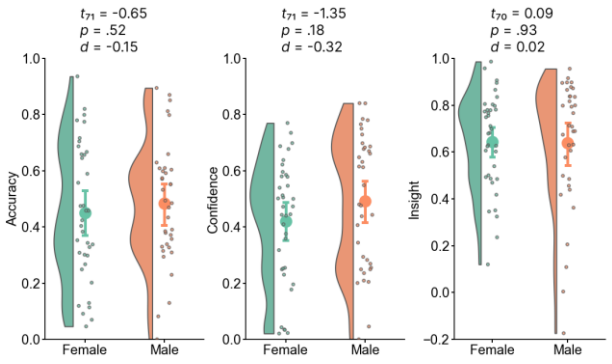


Figure 1. Mean differences in interoceptive accuracy, confidence, and insight between genders.

emphasized by two recent meta-analyses [4, 5]. In addition, there was no mean difference in interoceptive insight, the individual consistency between perceptual accuracy and its subjective confidence. These results were somewhat unexpected, given previous research indicating that women tend to have lower interoceptive accuracy while reporting heightened bodily awareness, especially related to symptoms, more frequently than men [3].

Instead for the mean difference, we found a gender difference in the relationship between interoceptive insight and individual dispositions to interoception (Figure 2, $p < .001$). There was a negative correlation between individual interoceptive insight and emotional awareness scale in the MAIA in women ($r_{women} = -.54$, $p < .001$; $r_{men} = .14$, $p = .43$), suggesting that women who tend to consider their bodily fluctuation as more emotional than perceptual had decreased interoceptive insight. This result might elaborate the gender difference in interoceptive awareness frequently observed in clinical settings, with women often reporting somatic symptoms in mental illness.

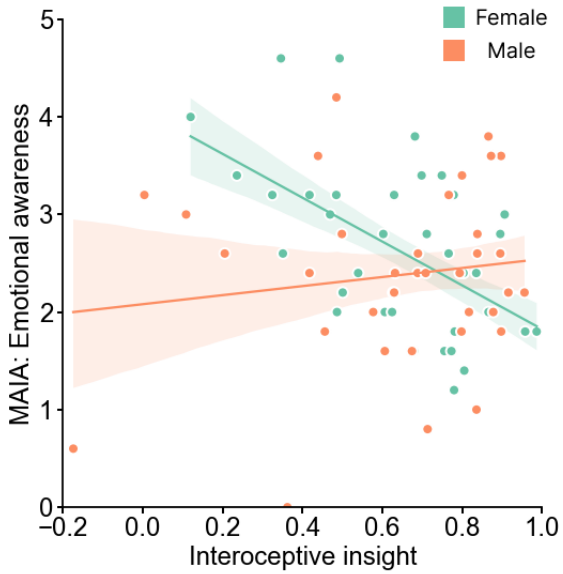


Figure 2. Gender differences in the relationship between interoceptive insight and individual tendency to discriminate their bodily feelings from emotional ones.

Taken together, the present study revealed that women with undifferentiated bodily/emotional

feeling show decreased interoceptive insight while group-level gender differences in interoceptive awareness were not observed.

References

[1] S. N. Garfinkel, A. K. Seth, A. B. Barrett, K. Suzuki, and H. D. Critchley, "Knowing your own heart: distinguishing interoceptive accuracy from interoceptive awareness," *Biol. Psychol.*, vol. 104, pp. 65–74, Jan. 2015.

[2] J. Murphy, E. Viding, and G. Bird, "Does atypical interoception following physical change contribute to sex differences in mental illness?," *Psychol. Rev.*, vol. 126, no. 5, pp. 787–789, Oct. 2019.

[3] S. S. Khalsa and R. C. Lapidus, "Can Interoception Improve the Pragmatic Search for Biomarkers in Psychiatry?," *Front. Psychiatry*, vol. 7, p. 121, Jul. 2016.

[4] O. Desmedt, M. Van Den Houte, M. Walentynowicz, S. Dekeyser, O. Luminet, and O. Corneille, "How Does Heartbeat Counting Task Performance Relate to Theoretically-Relevant Mental Health Outcomes? A Meta-Analysis," *Collabra: Psychology*, vol. 8, no. 1, Jan. 2022.

[5] F. Prentice and J. Murphy, "Sex differences in interoceptive accuracy: A meta-analysis," *Neurosci. Biobehav. Rev.*, vol. 132, pp. 497–518, Jan. 2022.

[6] W. E. Mehling, C. Price, J. J. Daubenmier, M. Acree, E. Bartmess, and A. Stewart, "The Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness (MAIA)," *PLoS One*, vol. 7, no. 11, p. e48230, Nov. 2012.

[7] W. Lenhard and A. Lenhard, "Hypothesis Tests for Comparing Correlations," *Psychometrica*, 2014. [Online]. Available: https://www.psychometrica.de/correlation.html.

日中多義動詞「上がる」「上（shàng)」の イメージスキーマ・ネットワークの比較

Comparing Image Schema Networks of Polysemous Japanese and Chinese Verbs 'Agaru' and 'Shàng '

黄 文蓮†，橋本 敬‡
Wenlian Huang†， Takashi Hashimoto‡
†‡北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
†s2110074@jaist.ac.jp， ‡hash@jaist.ac.jp

概要

本研究は人間の身体的な体験が言語表現に反映されるという認知言語学の考え方を基盤として，日中多義語「上がる」「上（shàng)」について，イメージスキーマ・ネットワークの類似点・相違点を明らかにし，その比較から日中言語話者の認知の違いを探求することを試みる．本稿ではそれぞれの意味カテゴリを分析し，「上がる」は 9 種類，「上（shàng)」は 8 種類に分類した．そして，その分析を元にイメージスキーマ・ネットワークの一部を描いた．

キーワード : 認知言語学，多義語，概念メタファー，イメージスキーマ

1. はじめに

認知言語学では，言語使用者が身体的経験を通じて世界をどのように見ているのかを重視し，その見方が言語表現に表れると考える．そして，上下のような空間的な体験は世界の認識とメタファーを含む言語表現に重要な役割を果たすとされる[1，p20]．イメージ･スキーマはメタファーの経験的基盤となりうる[2，p79]．人間は上下のような空間的な身体経験があって，上下のようなイメージスキーマが生まれる．Johnson によるとイメージスキーマとは「日常的，具体的な経験のなかで繰り返し現れる（比較的単純な）パタン，形，規則性」である[3，p29]．例えば，「中に」と「外に」という概念は，容器のスキーマに基づいて理解される．心の中に考えを持つ，部屋の中に人がいるなどが容器のスキーマに該当する．つまり，イメージスキーマは単純的・抽象度が高いものである．

実際の言語使用では，単語は辞書に書かれた基本義だけではなく拡張義でもよく使われる．例えば，日本語の「ヤバイ」という言葉は現代の日本社会において基本義以外の拡張義がよく使用されている．本研究の研究対象は日本語の自動詞「上がる」や中国語の自動詞を表す「上（shàng)」を対象にする．「上がる」「上（shàng)」については，日本語と中国語で同じ漢字が用いられていても，拡張義の意味が違う場合がある．例えば，日本語の「上がる」は状態の終了（止む）（例えば「雨が上がる」）を表せるが，そのような用法は中国語にはない．一方で，中国語の「上（shàng)」は「記事やリストに載る」（例えば「上报纸 shàng bàozhǐ 新聞に載せる」），「規定の時間に経常的な活動をする」（例えば「上班 shàng bān) 仕事に行く」）という意味を表せる．

意味の拡張は比喩（メタファー，メトニミー）とイメージスキーマの変換によって生じる．類似性や随伴性を認識する人間の基本的な認知能力は，それぞれメタファーとメトニミーを通して語義の意味拡張を動機づける要因と考えられる[4]．イメージスキーマはわれわれの知覚に構造を与え，その構造は推論を行う際に利用され，イメージスキーマの変換は意味拡張の仕組みを説明する際に重要である[5，p440]．Langacker はイメージスキーマのネットワークモデルを提唱し，多義語の意味カテゴリの構築がプロトタイプとスキーマの両方によるとした[6，p140]．よって，人間の根本的な認知メカニズムの側面を探究したいならば，比喩及びイメージスキーマの両方の考察が必要だろう．

しかし，「上」に関する認知言語学的な日中対照研究は概念メタファー理論で意味カテゴリとその拡張を説明するに留まる[7] ．イメージスキーマのレベルでの研究[8，9，10]は網羅的にイメージスキーマ・ネットワークの分析をしていない．イメージスキーマ・ネットワークは意味カテゴリから反映した個々なイメージスキーマの関係性のネットワークのような図を指す．つまり，意味拡張の裏にある認知を統合的に検討するには，イメージスキーマとそのネットワークの違いまで，検討すべきである．

そこで本研究は，Lakoff & Johnson の概念メタファー理論と Langacker のイメージスキーマ理論を同時に取り上げ，日中多義動詞「上がる」「上（shàng)」という事例に対する意味カテゴリ，イメージスキーマ，それらの拡張関係を網羅的に検討し，イメージスキーマ・ネットワークの比較を試みる．イメージスキーマ・ネットワ

ークの系統的な差が見いだせると，その差を説明できる日中言語話者の認知・視点の探求に繋がり得るだろう．

本研究リサーチ・クエスチョンを以下に示す．

1. 「上がる」「上（shàng)」の意味カテゴリはどのように分類されるか．
2. 「上がる」「上（shàng)」のイメージスキーマ・ネットワークの相違点は何か．

2-1 「上がる」「上（shàng)」の各意味カテゴリの意味拡張プロセス（メタファー，メトニミー）はどのようなものか．

2-2 「上がる」「上（shàng)」の各意味カテゴリのイメージスキーマはどのようなものか．

2-3 「上がる」「上（shàng)」の各イメージスキーマの変換によるイメージスキーマ・ネットワークの相違点は何か．

2. 方法

まずは「上がる」「上（shàng)」の意味カテゴリ分類した．分類基準は『日本語多義語学習辞典（動詞編)』[11],「上（shàng)」は『現代漢語八百詞（第 5 巻)』[12]に参照した．次に，意味構造の分析は国広[13]が提唱した現象素を用いた．現象素とは，外界の物，動き，属性などを認知したものである．最後は，各意味カテゴリのイメージスキーマを作成する．イメージスキーマの作成には，トラジェクター（TR，移動体/注目される部分），ランドマーク（LM，基準点/参照点），TR の運動の軌跡という要素間の関係は Langacker の基準[14，p70]を用いる．各イメージスキーマの変換関係を含めてイメージスキーマ・ネットワークを作成し，「上がる」「上（shàng)」のイメージスキーマ・ネットワークの相違点を示す．

3. 結果・考察

結果 1,「上がる」は「上に移動する」「水の中から陸に移動する」「家・部屋などに入る」「続いていた状態が終わる」「目上の人の所に行く」「価値が高い状態になる」「数値が大きくなる」「緊張する」「出現する」という 9 種類のカテゴリを分類した．「上（shàng)」は「上に移動する」「特定な用途がある場所に行く」「交通機関に乗る」「記事やリストに載る」「規定の時間に経常的な活動をする」「ある数量，程度に達する」「困難に対処する」「パフォームする場に出る」という 8 種類のカテゴリを分類した．その結果は表１・2 が示したように，「上がる」の「上に移動する」というカテゴリの現象素は＜物体が物理空間を移動する＞＜移動の終点は相対的に物理空間中の上＞＜移動の始点は相対的に物理空間中の下＞と考えられる．具体的な例文を挙げると，「屋上へ上がる」「空に花火が上がる」「階段を上がる」の例文の中で，屋上・花火・階段という物体は物理空間を移動して，移動の起点は比較的に下であること，移動の終点は比較的に上であることが分かる．「上がる」「上（shàng)」の他の意味カテゴリも基本義「上に移動する」を基準にして現象素を分析した．具体的な分析の結果は表１・2 が示したものである．

表１「上がる」の各意味カテゴリの現象素

意味項目（上がる）	現象素
上に移動する	＜物体が物理空間を移動する＞ ＜移動の終点は相対的に物理空間中の上＞ ＜移動の始点は相対的に物理空間中の下＞
水の中から陸に移動する	＜主体が物理空間を移動する＞ ＜移動の終点は陸＞ ＜移動の始点は水の中＞
家・部屋などに入る	＜主体が物理空間を移動する＞ ＜移動の始点は家・部屋の外＞ ＜移動の終点は家・部屋の中＞
続いていた状態が終わる	＜ある状態が変化する＞ ＜変化の前にはある状態が続いていた＞ ＜変化の後にはある状態が終わった＞
目上の人の所に行く	＜主体が物理空間を移動する＞ ＜移動の終点は相対的に高い地位の人の所＞
価値が高い状態になる	＜何かの状態が抽象空間を移動（変化）する＞ ＜移動の終点は始点に比べて相対的に価値が高い＞
数値が大きくなる	＜何かの状態が抽象空間を移動（変化）する＞ ＜移動の終点は相対的に数値が大きい＞
緊張する	＜心身の状態が抽象空間を移動（変化）する＞ ＜移動の終点は始点に比べて相対的に緊張した状態＞
出現する	＜隠れた状態が物理空間を移動する＞

	＜移動の終点は始点に比べて相対的に物理空間中の上＞

表 2「上（shàng)」の各意味カテゴリの現象素

意味項目（shàng）	現象素
上に移動する	＜物体が物理空間を移動する＞ ＜移動の終点は相対的に物理空間中の上＞ ＜移動の始点は相対的に物理空間中の下＞
特定な用途がある場所に行く	＜主体が物理空間を移動する＞ ＜移動の終点は特定な用途がある場所＞ ＜特定な用途がある場所は始点に比べて相対的に物理空間中の上＞
交通機関に乗る	＜主体が物理空間を移動する＞ ＜移動の終点は交通機関＞ ＜移動の始点は交通機関の外＞
記事やリストに載る	＜ものが物理空間を移動する＞ ＜ものがほかの媒体の表面につく＞
規定の時間に経常的な活動をする	＜主体が公的な活動をする＞
ある数量，程度に達する	＜何かの状態が抽象空間を移動（変化）する＞ ＜移動の終点は相対的に数値が大きい＞
困難に対処する	＜主体がある状態空間を移動する＞ ＜移動の始点はある行為をしていない状態＞ ＜移動の終点はある行為をした状態＞ ＜行為は緊急事態・困難に伴う＞
パフォームする場に出る	＜主体がある状態空間を移動する＞ ＜移動の始点はパフォームをしていない状態＞ ＜移動の終点はパフォームをする状態＞ ＜聴衆や観客がいる＞

結果 2,「上がる」「上（shàng)」の意味拡張ネットワーク（図 2・3）を作成した．図 2・3 のように，赤い点線はメトニミー拡張を指す．黒い線はメタファー拡張を指す．図 2・3 の「上に移動する」というカテゴリはプロトタイプ意味（基本義），他のカテゴリは拡張義である．「水の中から陸に移動する」というカテゴリの例文は「プールから上がる」「風呂から上がる」「温泉から上がる」がある．これらの例文を表 1 の現象素に基づいて分析してみると，プール，風呂，温泉のような水が溜まる場所は比較的に下であることが分かる．移動の終点（陸）は比較的に上である．＜陸=上＞＜水が溜まる場所のところ=下＞は基本義の現象素に当てはまて，いわゆる類似性が生じるため，メタファー的拡張をしたことが考えられる．他の意味カテゴリも分析した現象素の結果に基づいて検討した．具体的な拡張関係は図 2・3 が示したものである．

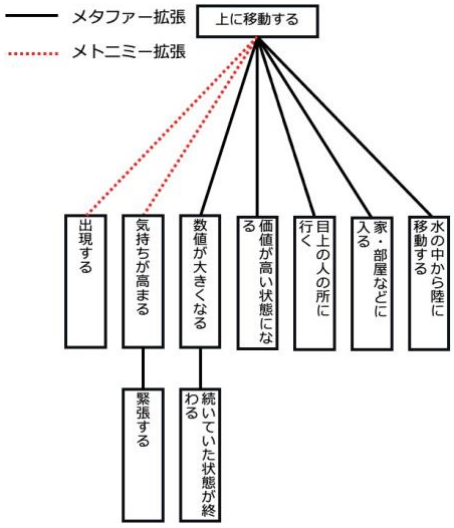


図 2「上がる」の意味拡張ネットワーク

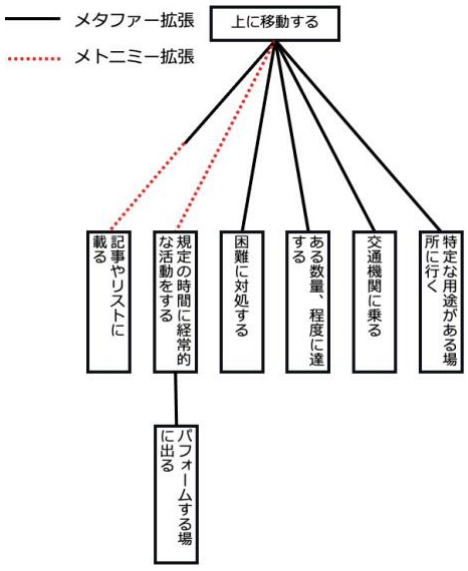


図 3「上（shàng)」の意味拡張ネットワーク

結果 3,「上がる」とと「上（shàng)」のイメージスキーマ・ネットワークの一部をそれぞれ図 4 と図 5 に描いた．丸は TR，長方形は LM，矢印は移動の方向を表す．図 4 と図 5 の TR はともに＜物体（物体 = 主体（生物）+ もの（非生物））＞であり，また，各イメージスキーマを囲む四角は移動の空間でここでは物理空間を表す．図 4 の上，左下，右上の LM はそれぞれ＜下方にある移動の起点＞，＜水の中＞，＜家・

部屋＞である．図 5 の，LM はそれぞれ＜下方にある移動の起点＞，＜特定な用途がある場所＞，＜交通機関の中＞である．図 4・5 の基本義と拡張義のイメージスキーマの変換関係はメタファーの拡張関係と考えられる．

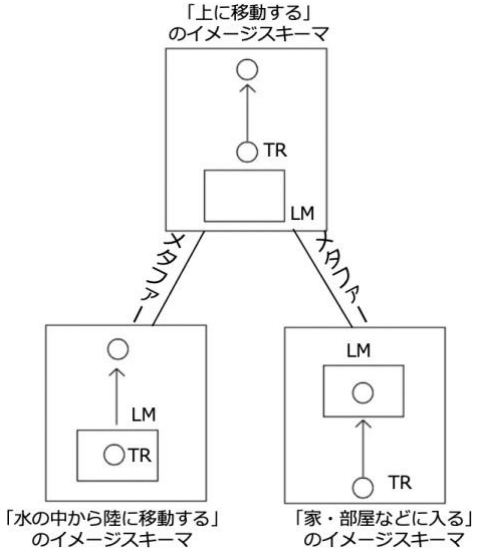


図 4「上がる」の一部の
イメージスキーマ・ネットワーク

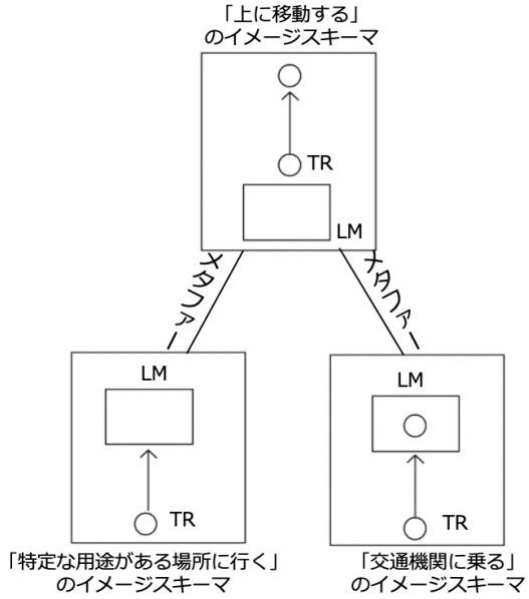


図 5「上（shàng)」の一部の
イメージスキーマ・ネットワーク

図 4・5 を比較してみると，日中の拡張義の「家・部屋などに入る」「交通機関に乗る」のイメージスキーマは同じであることが分かった．日本語の「上がる」の「水の中から陸に移動する」と中国語の「上（shàng)」の「特定な用途がある場所に行く」では，それぞれ，TR＜主体＞は LM＜特定な用途がある場所＞に向かって移動，TR＜主体＞は LM＜水の中＞から出る．つまり，日中の「上がる」「上（shàng)」のイメージスキーマは相違点があることが分かった．

文献

[1] Lakoff, G. & Johnson, M. , (1980) “Metaphors We Live By” , The University of Chicago Press.
[2] 鍋島弘治朗,（2002）“メタファーと意味の構造性 : プライマリー・メタファーおよびイメージ・スキーマとの関連から”,『認知言語学論考』Vol. 2.
[3] Johnson, M. , (1987) “The Body in the Mind: The Bodily Basis of Meaning, Imagination,and Reason” , The University of Chicago Press.
[4] 籾山洋介,深田智,（2003）“意味の拡張 松本曜（編） 認知意味論 （シリーズ認知言語学入門〈第 3 巻〉）”, 大修館書店, pp. 73-134.
[5] Lakoff, G. , (1987) “Women, Fire and Dangerous Things: What Categories Reveal about the Mind” , The University of Chicago Press.
[6] Langacker, R. W. , (1988) “Foundations of Coginitive Grammar” ,Vol. 1,Stanford University Press.
[7] 左咏梅,（2007）“「上」と「下」のメタファーについて−日中対照研究” ,杏林大学大学院国際協力研究科大学院論文集, Vol. 4, pp. 47-63.
[8] 呂春燕,（2009）“中日移動動詞に関する認知意味論的対照研究日本語のアガル・サガルと中国語の「上・下」を中心に”, 広東外国語対外貿易大学東洋言語文化学院博士論文.
[9] 嚴馥,（2020）“中国語の “上（SHANG)” の複合的語彙ネットワーク”, 慶應義塾外国語教育研究センターJournal of Foreign Language Education, Vol. 17, pp. 77-100.
[10] 王璐菲,（2022）“V 上（SHANG）の語義およびイメージ・スキーマ” , Journal of Suihua University, Vol. 42, No. 8, pp. 64-67.
[11] 森山新,（2012）『日本語多義語学習辞典（動詞編)』, アルク出版社), pp. 17-23.
[12] 呂叔湘,（2002）『現代漢語八百詞（第 5 巻)』 遼寧教育出版社 356-358)
[13] 国広哲弥,（1994）“認知多義論―現象素の提唱―”,『言語研究』106, pp.22-44.
[14] Langacker, Ronald W. , (2008) “ Cognitive Grammar: A Basic Introduction” , Oxford University Press.

日本語地図課題対話におけるソ系指示詞の使用傾向
A study on the usage of Japanese demonstrative “SO” using Japanese Map Task Dialogues Corpus

川端 良子 †，松香 敏彦 ‡
Yoshiko Kawabata, Toshihiko Matsuka
† 国立国語研究所，‡ 千葉大学
National Institute for Japanese Language and Linguistics, Chiba University
kawabata@ninjal.ac.jp

概要

コソア指示詞の文脈指示用法に関する研究では，指示対象に対する会話参加者の知識がコソアの各系列の使い分けに影響すると考えられてきた。本発表は条件が異なる指示対象へのソ系指示詞の使用傾向を『日本語地図課題対話コーパス』を用いて定量的に分析した結果について報告する。

キーワード：指示詞, 参照, 課題指向対話, 共有知識

1. はじめに

コソア指示詞は「これ・それ・あれ (もの)/こっち・そっち・あっち (方角)/この・その・あの (指定)」など語頭が「こ・そ・あ」から始まり，事物や状態を指し示す語群である [1][1]。コソア指示詞に関するこれまでの研究で議論の中心となってきたのは，「コ・ソ・ア」それぞれの系列の意味の違いや使い分けの原理である。研究方法として，目の前の対象を示す直示用法と使用された文脈内の先行詞を照応する文脈指示用法[2]を分けて議論することが一般的である。文脈指示用法について久野 [2] は，ソ系列は「話し手自身は指示対象をよく知っているが，聞き手が指示対象をよく知っていないだろうと想定した場合，あるいは，話し手自身が指示対象をよく知らない場合に用いられる」と述べている。一方，黒田 [3] は，ソ系列の指示詞の使用は，話し手や聞き手が対象をよく知っているかいないかということではなく，指示詞使用の場面において対象を概念的知識の対象として指向していることが要因であるとしている。金水 [4] は，黒田の意見を支持し，相手が知らない対象に対してソ系列の指示詞を用いるのは，聞き手の負荷を減らすための語用論的な制約であるとしている。これらの研究では，コソアのいずれかの系列の表現が使用できない用例を挙げて理論の修正や拡張を試みている。しかし，コソアの系列間の違いの議論だけでは，人々が実際にどのように対象を指示しているのかについて明らかにすることはできない。本研究では，『日本語地図課題対話コーパス』[5] を用いて，会話の参加者がどのような表現を用いて対象を参照するかを調査し，従来理論の検証を行う。

[1]佐久間は不定称を加えて「こそあど」と呼んでいる
[2]照応的用法，非直示用法などとも呼ばれる。

2. 日本語地図課題対話コーパス (マップタスク)

マップタスクは，経路が描かれた地図を持つ参加者 (Giver) が，経路が書かれていない地図を持つ参加者 (Follower) に音声言語を用いて経路を伝え，Follower の地図に Giver の地図に描かれた経路を再現する課題の遂行中に行われた言語活動である。地図の経路は複数のランドマークの付近を経由して描かれているため，実験参加者は経路情報を伝達するためにランドマークに言及する。ランドマークは，両者の地図に存在する場合もあれば，片方の地図にのみ存在する場合がある。両者の地図に存在するランドマークを「共有」，一方の地図にしか存在しないランドマークを「非共有」と呼ぶことにする。さらに「非共有」のうちランドマークに言及する話者の地図にのみ存在する場合は「話者のみ」，参照発話の相手の地図にのみ存在する場合を「相手のみ」と呼ぶことにする。

久野，黒田，金水らの理論は，ソ系列とア系列の違いを論じたものであり，両系統の指示詞の使用を予測するものではない。しかし，理論が正しいのであれば，久野理論の場合は，「非共有」のランドマークを指示する際にソ系列の指示詞が多く使用されると考えられる。一方，黒田/金水の理論の場合は，ソ系列の指示詞の使用は，聞き手への配慮で本質的でないということから「聞き手のみ」のランドマークに対してソ系列の指示詞が多く使用されると考えられる。いずれの理論でも共有のランドマークに対して，ソ系列の指示詞は使用されない。

3. アノテーション

マップタスクの非視認条件で収録された 64 対話のうちの 32 対話を分析対象とした (会話 ID は，j5n1 – j8n8)。マップタスクのランドマークは，Giver と Follower の地図上の配置の違いにより，共有・有無・名称変更・2to1 の 4 種類の条件がある。このうち，両者の地図に存在する共有条件と一方の地図にのみ存在する有無条件のランドマークを分析対象にした。アノテーション作業では，会話の中でランドマークに言及している表現と言及されているランドマークの抽出を行った。文脈指示は，対象が会話に最初に導入されるときには生じないため，同一対象が会話の中で 2 回以上参照される際の表現に注目する。

4. 結果

表 1 は，1 会話の中で 2 回以上言及されるランドマークの，2 回目以降の指示表現の使用比率と頻度を示している。表 1 のとおり，3 条件すべてで指示詞なしの比率が一番多く，次にソ系の指示詞が多かった。この 2 種類の表現で参照表現の約 98%を占めており，コ系，ア系の指示詞はほとんど使用されていなかった。

表 1　2 回目以降の参照表現における「コソア」指示詞比率 (頻度)

	共有		非共有			
			話者のみ		相手のみ	
コ系	2.0	(38)	1.3	(4)	2.3	(6)
ソ系	9.4	(179)	22.1	(68)	26.3	(69)
ア系	0.1	(2)	0	(0)	0	(0)
なし	88.4	(1676)	76.6	(236)	71.4	(187)

ソ系の指示詞の使用比率を，共有条件と非共有条件，非共有条件中で話者地図のみと相手地図のみで比較を行った。具体的には，ソ系指示詞の使用/不使用を従属変数 (二項分布)，ランドマークの共有/非共有，参照者の地図上のみにあるか相手の地図上のみにあるのかを固定効果，会話ペアを変量効果として，一般化線形混合モデルを適用して分析を行った。分析には R の lme4 パッケージ [6] を用いた。分析の結果，共有条件と非共有条件の間では，使用比率の間に有意な差がみられたが ($p < .001$)，話者のみと相手のみの比較では有意な差は見られなかった ($p = .168$)(図 1)。

5. 考察

ランドマークの条件のうち共有/非共有の間でソ系列の指示詞の使用に差があり，話者のみ/聞き手のみの間で差がなかったという結果 (図 1) は，久野の説で上手く説明できるように思われる。しかし，黒田や金水の説が否定されるわけではない。彼らは，ソ系の使用は聞き手への配慮としており，今回の結果からは，話者が対象を参照する際と同じ程度に聞き手の対象への知識にも配慮がなされると説明できる。問題は，いつ指示詞が使用されるかである。彼らの理論では，非共有の対象を 2 回目以降の言及する際はすべてソ系の指示詞が使用できることになる。しかし，実際には指示詞が使用されない場合がほとんどで，もしも 2 回目以降のすべての参照で指示詞が使用されていたとするならば，その会話は不自然な会話であるように思われる。また，彼らの理論では共有の対象にはソ系指示詞が使用されないが，地図課題対話では共有条件の対象にもソ系指示詞が使用されていた。今後は，ソ系列の指示詞の使用場面をさらに詳細に分析し，指示詞の使用要因を明らかにすることが課題である。

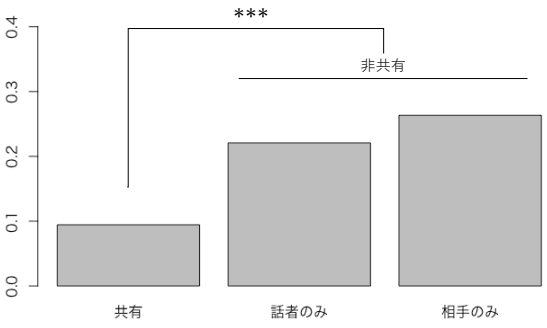


図 1　ソ系列の指示詞の使用比率

謝辞

本研究は科研費 JP22K13108 に基づく成果である。

文献

[1] 佐久間 鼎, (1966) ”「代名詞」の本領” 現代日本語の表現と語法, pp. 2-13, くろしお出版.
[2] 久野 暲, (1973) “「コ・ソ・ア」” 日本文法研究, pp. 185-190, 大修館書店.
[3] 黒田 成幸, (1979) ”(コ) /ソ/アについて” 英語と日本語と：林栄一教授還暦記念論文集, pp. 41-59, くろしお出版.
[4] 金水 敏, (1999) ” 日本語の指示詞における直示用法と非直示用法の関係について” 自然言語処理, Vol. 6, No. 4, pp. 67-91.
[5] 堀内 靖雄, 中野 有紀子, 小磯 花絵, 石崎 雅人, 鈴木 浩之, 岡田 美智男, 仲 真紀子, 土屋 俊, 市川 熹, (1999) ” 日本語地図課題対話コーパスの設計と特徴” 人工知能学会誌, Vol. 14, No. 2, pp. 261–272.
[6] Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S., (2015) ”Fitting Lenear Mixed-Effects Models Using lme4” Journal of Statistical Software, Vol. 67, No. 1, pp. 1-48.

日本語長文自然文章による読書からの偶発的語彙学習についての予備的検討

猪原 敬介†，上田 紋佳‡
Keisuke Inohara, Ayaka Ueda
†北里大学，‡北九州市立大学
Kitasato University, The University of Kitakyushu
kei.inohara@gmail.com

概要

人工文章ではない自然文章からの偶発的語彙学習を捉える方法論として，眼球運動測定と読了後の不意打ち語彙テストを用いた Godfroid et al. (2018) を参考として，日本語・縦書きにて実験を行った。その結果，先行研究の結果を再現し，さらに一般語彙力，内容理解，文章を楽しむことなどの主観的体験の質が語彙学習へ影響する可能性を示唆した。

キーワード：読書，偶発的語彙学習，眼球運動測定

1. はじめに

読書からの偶発的語彙学習について，先行研究の実験の多くは，(1) 未知語を含む短い人工文章を参加者に読ませる，(2) 読了後，不意打ちで未知語についての語彙テストを行う，(3) 正答できた割合をゲイン(gain)率と呼び，ゲイン率に影響する変数について検討する，という手続きで検討を行ってきた[1]。

一方で，人工文章を用いた実験は，普段の読書場面で読む自然文章とは乖離がある。例えば，短い文章の中に未知語が含まれているので，当然未知語によく注意を払う点，短い人工文章と長い自然文章では，未知語の登場回数や登場間隔，文脈の豊かさ，内容の面白さ，などが異なる点である。したがって，人工文章での研究知見が自然文章に適用できる保証はない。

特に未知語への注意の払い方については眼球運動の測定が有効であるが，自然文章と偶発的語彙学習の実験手続きと眼球運動測定を組み合わせた研究はこれまでなかった。

本研究の基盤となる先行研究：Godfroid 実験

実在の小説をそのまま参加者に読ませて，その眼球運動を測定した実験として，Godfroid et al. [2]がある（以下，Godfroid 実験）。Godfroid 実験では，Khaled Hosseini[3]の小説「A Thousand Splendid Suns」のうち，最初の 5 章（約 9,000 英単語）を使用した。文中のダリ語（ペルシャ語のアフガニスタン方言）を参加者にとっての未知語（ターゲット語）として用いている。

結果は大きく 2 つである。1 つ目は，読書中に繰り返しターゲット語に出合う（暴露される）中で，ターゲット語への停留時間は S 字で減少することを見出したことである。ターゲット語への停留時間の変化は語彙学習と関連があるかもしれない。ただし，Godfroid 実験では停留時間の変化と語彙学習の分析は報告していない。

2 つ目の結果は，ゲイン（正答割合）を規定する変数について，眼球運動指標の一つである総停留時間は，多肢選択テストと定義テストの成績を有意に予測したが，再認テストの成績は予測しなかったことを報告していることである。眼球運動が意味学習を反映していることが示唆される。

本研究の目的

Godfroid 実験は，自然文章での偶発的語彙学習プロセスをオンラインで捉えられる（1 つ目の結果），偶発的語彙学習で学習された語彙の質を様々な語彙テストで検討することができる（2 つ目の結果）ことから，読書からの偶発的語彙学習の研究領域において重要な方法論となっていくことが期待できる。そこで本研究では，Godfroid 実験について，その再現性の検証も含めて以下の 5 つの目的を設定し，探索的な検討を行った。

1 つ目の目的は，Godfroid 実験を日本語・縦書きで実施することであった。

2 つ目の目的は，自然文章における未知語への眼球運動の多寡を確認することであった。そのために，ターゲット語の停留時間・回数と比較できる既知語（コントロール語）を追加した。コントロール語は Godfroid 実験には導入されていなかった。

3 つ目の目的は，ターゲット語への暴露回数が増えるごとに停留時間が S 字で減少していく現象の再現，および，この減少の傾きと語彙学習成績の関連を見ることであった。停留時間の減少が未知語（ターゲット語）の学習を意味しているのであれば，語彙学習成績と関連するはずである。

4 つ目の目的は，語彙テストの種類として新たに Yes/No テストを追加したことである。語彙テスト成績と読書量との関係を調査した猪原ら [4] では，Yes/No

テストのほうが多肢選択テストよりも読書との相関が高いことから,「Yes/No は多肢選択よりも読書からの語彙学習を敏感に捉える」と主張している。もしも登場（暴露）回数の効果が Yes/No＞多肢選択となるならば,上記の主張を裏づけることになる。

5 つ目の目的として, 他のゲインを高める要因についての探索的検討がある。（不意打ちではない）一般的語彙テスト（多肢選択，Yes/No）と，物語を楽しめたか，どのような感情を抱いたか, 読書経験, 不意打ち語彙テストに気づいたか，などの質問項目を提示した。

本研究は以上の 5 つの目的を持つが，紙面の都合から，一部の分析について省略しつつ報告する。

2. 方法

参加者

大学 1〜2 年生 76 名（男性 19 名，女性 55 名，その他 1 名，未回答 1 名）が実験に参加した。

装置

眼球運動の測定には Tobii 社製「Tobii pro ナノ」を使用した。サンプリングレートは 60Hz である。ソフトウェアは E-prime3.0 と E-prime Extentions for Tobii Pro 3.2 であった。

ノートパソコン(Thinkpad E15, 15.6 インチモニタ)のモニタの下に Tobii pro ナノを貼り付け，Tobii pro ナノによって推奨されている約 60cm の位置にあご台を設置した。付属ソフトウェアにより, 参加者ごとに眼球運動測定装置と参加者の位置関係の微調整を行った。

手続き

実験は，(1) 読みセッション（平均 43 分），(2) 10 分間の休憩，(3) テストセッション（平均 32 分），という流れで行われた。

読みセッションでは，最初に眼球運動測定装置のキャリブレーションを行った。次に「あなたが普段読むように読んでください。ただし, ななめ読みや飛ばし読みはしないでください。」と教示した。マウスクリックで次のページへ進むが，前のページに戻ることはできなかった。練習試行（4 ページ）の後，1〜5 章を参加者ペースで読んでもらった。章と章の間に休憩があり, 休憩時間は参加者の自由とした。

読みセッションとテストセッションの間には，10 分間の休憩を設けた。休憩中は参加者に自由に過ごしてもらった。ただし，web 検索は禁止とした。

テストセッションでは, (1) 再認テスト, (2) Yes/No テスト, (3) 定義テスト, (4) 多肢選択テスト, (5) 内容理解質問, (6) 内観, (7) 一般語彙テスト : Yes/No テスト , (8) 一般語彙テスト : 多肢選択 （Yes/No と項目が一致している），(9) 質問紙回答，を行った。テストセッションはすべて Google form を用いて行った。

材料

読みセッションに使用した文章 「千の輝く太陽」[3]の 1〜5 章（23,087 文字）を使用した。この書籍は Godfroid 実験で使用した[3]の翻訳本である。画面に縦書きで 8 行分（約 184 文字）の文章が提示されるのを 1 ページとして，全 131 ページであった。

「千の輝く太陽」1〜5 章には，参加者にとっての未知語（以下，ターゲット語と呼ぶ）であるダリ語が 20 語含まれていた。ダリ語はすべてカタカナで表記されていたため，本文中から同じカタカナの単語を抜き出し，コントロール語として使用した。表 1 にターゲット語とコントロール語を示す。また，表 2 にそれぞれの材料特性を示す。

表 1 ターゲット語およびコントロール語

ターゲット語
1. コルバ(27), 2. ジョ(17), 3. ハラミー(13), 4. ジン(6), 5. ヒジャブ(5), 6. ガリ(3), 7. ディル(2), 8. ディディ(1), 9. シャーナイ(1), 10. ドホル(1), 11. アレフ(1), 12. キチリ(1), 13. サブジ(1), 14. シャルカム(1), 15. セー(1), 16. タームル(1), 17. タスベ(1), 18. ディシュレマ(1), 19. ベー(1), 20. チャパン(1)
コントロール語
1. ポケット(6), 2. ドレス(5), 3. ナイフ(5), 4. アイスクリーム(4), 5. パン(4), 6. ドア(4), 7. シダレヤナギ(4), 8. ガラス(3), 9. ヒツジ(3), 10. ブドウ(3)

注 かっこ内はその単語の登場回数である。

表 2 材料特性

	未知語（ターゲット語）	既知語（コントロール語）
平均文字数	3.35	3.6
登場ページの平均値	42.9	21.9
ページの一番右の行に登場の回数の平均値	0.25	0.3
ページの一番左の行に登場の回数の平均値	0.2	0
ページの一番上（ある行の最初）の回数の平均値	0.15	0.1
ページの一番下（ある行の最後）の回数の平均値	0	0
文の最初に登場の回数の平均値	0.25	0.1
文の最後に登場の回数の平均値	0.05	0

テストセッションの項目 再認テストでは，ターゲット語 20 語，フィラー語（登場していない語）20 語を混在させて提示し，本文中で見た言葉にチェックを入れるよう教示した。

Yes/No テストでは，ターゲット語 20 語を提示し，「次のそれぞれの言葉について、読書をするうちにその言葉の意味を正確に, あるいは, 正確ではないが少し

は意味が分かったならば、「(少しは) 意味が分かった」を選んでください。その言葉を見たことを覚えていなかったり，意味がほとんど分からなかったときには、「意味が全く分からなかった」を選んでください。」と教示した。

定義テストではターゲット語 20 語を提示し，その意味を記述するよう教示した。その単語を読み飛ばした，見たことを覚えていない場合にはその旨を報告するように教示した。

多肢選択テストでは，ターゲット語 20 語を「分からない」を含めた 5 択で提示した。

内容理解質問では，文章内容についての記述の真偽を判断するよう教示した。30 記述のうち，15 が真，15 が偽であった。正答率を参加者の特性値の一つとして「内容理解」変数とした。

内観では, 登場回数の多いターゲット語4 語にのみ, 読書中にこれらの単語に出合った際の内観を尋ねた。

一般語彙テスト（Yes/No）では，実在語４５語に偽語２０語を混在させて提示し，「次のそれぞれの言葉（「」があるものは，「」内の言葉）について、その言葉の意味が分かるならば、「知っている」を選んでください。その言葉を見たことも聞いたこともなかったり、見たり聞いたりはしたことがあるが、意味がはっきりと分からないときには、「知らない」を選んでください。」と教示した。一般語彙テスト（多肢選択）では，一般語彙テスト（Yes/No）と同じ実在語４５語を 5 つの選択肢と共に提示した。なお, 一般語彙テストの出典は謝辞を参照されたい。

質問紙では,「読んで頂いた「千の輝く太陽（1〜5 章）」について，もっともあてはまるものを選んでください。」と教示した上で,「物語の面白さ」は「まったく面白くなかった」から「とても面白かった」の 5 択,「読み終わった後の感情」は「とてもネガティブ」から「とてもポジティブ」の 5 択で提示した。

3. 結果および考察

眼球運動指標について

眼球運動測定から得られる指標には, (1) 初回停留時間（単語に最初に停留したときの時間），(2) 総停留時間（初回停留以降に再停留した時間も含めた合計停留時間），(3) 停留回数がある。3 指標の値を単語ごとに平均し，それらをさらに平均した値を表 3 に掲載する。

表 3 眼球運動測定指標の平均値

	未知語（ターゲット語）	既知語（コントロール語）
初回停留時間	239.04	222.82
総停留時間	458.60	352.33
停留回数	1.63	1.33

以下では，総停留時間を主に分析に用いる。

分析 1：未知語と既知語で眼球運動は異なるか？

参加者と材料を切片に対してランダム変数とした線形混合モデルにより分析した。推定法には最尤推定を用いた。R の lme4 パッケージを利用した。投入した変数は「ターゲット語（ターゲット語=1，コントロール語=0)」と表 2 の材料特性のうち「ページの一番下（ある行の最後）の回数の平均値」を除いた 7 変数である。ターゲット語の効果が有意であった(t(20.96)=3.611, p<.01)。すなわち，ターゲット語は長く・多く見られていると言える。さらにここでは結果を省略するが, 変数を加えて行った線形混合モデルによる分析では「ターゲット語」と「内容理解の正確さ」および「ターゲット語」と「一般語彙(Yes/No)」の交互作用が有意であった。すなわち, 内容理解の正確な人はターゲット語を長く・多く見ており，語彙力の高い人は逆にターゲット語を短く・少なく見ていることが示された。

分析 2：登場回数の効果は Yes/No で大きいか？

読了後の不意打ち語彙テストの平均正答率は，再認，Yes/No，定義，多肢選択それぞれで，31%，26%，8%，43%であった。参加者と材料を切片および「登場回数」に対してランダム変数とした一般化線形混合モデルで分析した。二項分布を仮定し，リンク関数はロジットであった。その他は上述の線形混合モデルと同じである。従属変数は正答（正答=1，不正答=0）である。独立変数として，単語の「登場回数」「再認テストの虚再認率」「テスト形式（多肢選択が基準として，再認テスト，Yes/No テスト，定義テストをそれぞれダミー変数として投入)」，および，「登場回数」と「テスト形式」の交互作用項を投入した。

結果として，登場回数とテスト形式（Yes/No）の交互作用は有意ではなかった (p=.17)。したがって，登場回数の効果は多肢選択と Yes/No で異なるわけではなかった。一方，登場回数とテスト形式（再認テスト）の交互作用は有意であり(z=2.72, p<.01)，再認テストにおいて登場回数の効果が大きかった。これは Godfroid 実験と一致した結果である。猪原ら[4]は読書による語彙学習を Yes/No テストが敏感に検出することを主張しているが，Yes/No に含まれる再認記憶の成分が上記の結果を

生み出している可能性が示唆された。

分析 3：眼球運動はゲインを予測するか？

眼球運動指標として，ある単語への総停留時間（全登場回の平均値）を用いた。総停留時間，内容理解質問，一般語彙（多肢選択および Yes/NO），質問紙の項目などを投入し，一般化線形混合モデルによる分析を行った。詳細は省くが，モデル選択の結果，表 4 のモデルが選択された。主な結果として，総停留時間の主効果が長いほど，内容理解が高いほど，一般語彙（Yes/No）の成績が高いほどゲイン（不意打ち語彙テスト成績）が高かった。さらに，内容理解の成績が高いほど総停留時間の正の効果が大きくなっていた。

表 4　分析 3 における一般化線形混合モデルの結果

変数	係数	*SE*	*z*	*p*
単語の登場回数	2.653	0.663	4.001	<0.001
単語への総停留時間の平均値	0.229	0.110	2.081	0.037
再認テストにおける虚再認率	0.200	0.068	2.949	0.003
再認テスト	-0.793	0.095	-8.388	<0.001
Yes/Noテスト	-1.179	0.098	-11.993	<0.001
定義テスト	-3.064	0.142	-21.575	<0.001
内容理解テスト	0.314	0.080	3.925	<0.001
一般語彙テスト(Yes/No)	0.250	0.075	3.31	<0.001
単語の登場回数x再認テスト	0.157	0.082	1.916	0.055
単語への総停留時間の平均値x内容理解テスト	0.143	0.068	2.095	0.036

注　ダミー変数以外はすべて標準化した係数である。

分析 4：内容理解を説明する変数は

分析 3 において「内容理解」の重要性が浮上したため，内容理解の正答率を従属変数とする重回帰分析（参加者をランダム変数）を行った。詳細は省くが，モデル選択を行った結果，表 5 の結果であった。

表 5　分析 4 における重回帰分析の結果

変数	係数	*SE*	*t*	*p*
物語の面白さ	0.440	0.076	5.787	<0.001
読み終わった後の感情	-0.226	0.077	-2.912	0.005
雑誌（マンガを除く）	-0.184	0.078	-2.363	0.021
読みセッションにかかった時間	0.237	0.078	3.048	0.003
一般語彙テスト(Yes/No)	0.188	0.102	1.84	0.070
一般語彙テスト(多肢選択)	0.281	0.101	2.78	0.007

すなわち，物語を面白かったと感じ，物語をネガティブに感じ，雑誌を読むのが嫌いで，長い時間をかけて文章を読み，一般語彙力の高い参加者ほど，内容理解ができていた。雑誌の結果は解釈困難であるが，何らかの読書傾向を捉えている可能性がある。

4.　結論

分析 1 から 4 の結果から，読書からの偶発的語彙学習をまとめると，図 1 のようになる。

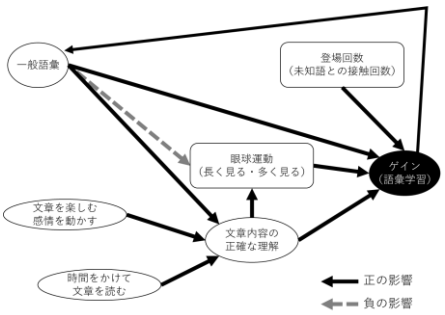


図 1　本研究の途中結果をまとめた概念図

本研究のここまでの成果として，自然文章・日本語・縦書きにおいても Godfroid 実験の結果を再現できたことがある。Godfroid 実験に加える内容として，一般語彙の影響，および，内容理解を経由して「文章を楽しむ」「感情を動かす」ことが，最終的にゲインへ影響することを指摘できたことがある。

本研究の限界点としてここでは 2 点示す。1 つは眼球運動測定装置のサンプリングレートが不十分であることである。もう 1 つは，Godfroid 実験よりは増やしたものの，図 1 の結果をパス解析で統合的に検証するためにはサンプルサイズがやや足りないことである。探索的に行った本研究の結果を踏まえ，仮説を絞った実験を改めて行うことが必要である。

5.　謝辞

一般語彙測定項目（実在語 45 語）および多肢選択の選択肢は，（株）ベネッセコーポレーションが保有する五択式語彙テスト項目の一部を提供して頂きました。また，一般語彙（Yes/No）の偽語 20 語は，著者が作成・予備調査を行い，「第4回 現代人の語彙に関する調査」(株式会社ベネッセホールディングス) にて使用したものの一部です。本研究は JSPS 科研費 JP19K12741 の助成を受けたものです。感謝申し上げます。

6.　引用文献

[1] Swanborn, M. S. L., & de Glopper, K. (1999). Incidental word learning while reading: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 69(3), 261-285.

[2] Godfroid, A., . . . Yoon, H.-J. (2018). Incidental vocabulary learning in a natural reading context: An eye-tracking study. *Bilingualism: Language and Cognition*, 21(3), 563-584.

[3] Hosseini, K. (2007). *A Thousand Splendid Suns*. New York, Riverhead Books.（カーレド ホッセイニ，土屋 政雄 (訳). (2014). 千の輝く太陽. 早川書房）

[4] 猪原敬介・松尾千佳・古屋美樹・沓澤糸. (2021). Yes/No 型と多肢選択型語彙テストの差異――読書指標との関連から――. *心理学研究*, 91(6), 367-377.

日本語版 Interoceptive Accuracy Scale の開発
Development of a Japanese version of the Interoceptive Accuracy Scale

小池 光[†]，野村 理朗[†]
Hikaru Koike, Michio Nomura

[†]京都大学大学院教育学研究科
Graduate School of Education, Kyoto University
koike.hikaru.78k@st.kyoto-u.ac.jp

要旨

身体内部から生じる感覚を内受容感覚と呼ぶ. 内受容感覚の正確さに関する信念の測定法として，Interoceptive Accuracy Scale（IAS）がある. 本研究は日本語版 IAS の開発・検証を目的とした. 調査の結果，日本語版 IAS について，良好な内的整合性が示された. また既存の尺度のうち，身体感覚への気づき高さを示すものとは正の，気づきの困難さを示すものとは負の相関が示され，本尺度は十分な妥当性を有することも示唆された.

キーワード: 内受容感覚（interoception），尺度開発（scale development）

1. 問題と目的

内受容感覚（Interoception）とは，動悸や空腹感など身体内部から生じる感覚を指す用語であり[1]，様々な認知・感情プロセスに関与する. この内受容感覚の指標は，心拍カウント課題[2]などの実験的手法や，Body Perception Questionnaire の Body Awareness 尺度（BPQ-BA[3]）などの質問紙によって得られるものの，これらの指標間に関連の見出されない知見も報じられている[4]. そうした動向を踏まえ，Interoceptive Accuracy Scale（IAS）が英国において開発された[5]. その特徴は，内受容感覚の指標の分類に関して提唱された新たな枠組みである「2×2 要因モデル[6]」に対応した点である. この IAS の項目には，内受容感覚として記述される身体感覚や，島皮質など内受容シグナルの処理に関わる脳領域の活動と関連する身体感覚が含まれており，IAS はそれらの感覚にどの程度正確に気づくことができるかという信念を評価する尺度である.この 2×2 要因モデルでは，測定対象（正確さ，注意）と測定方法（客観的，主観的）に応じて 4 つの要素が想定されており，このうち「主観的な正確さ」の指標である IAS の得点は，「客観的な正確さ」の指標である心拍カウント課題の得点とは正の相関を示し，「主観的な注意」の指標である BPQ-BA 得点とは相関しないことが報告されている[5].

本研究は，この IAS の日本語版（IAS-J）を作成し，その因子構造，信頼性・妥当性を検証することを目的とした. 従来，IAS と感情・身体感覚への気づきの困難さであるアレキシサイミア傾向との負の相関が確認されている[5]. このことから本研究でもアレキシサイミア傾向や，同じく身体感覚への気づきの困難さである失体感症傾向と負の相関を示すと予想される一方で，こうした感覚に気づくことができる程度を表すマインドフルネス特性とは正の相関を示すと予測された. また，2×2 要因モデルでは主観的な内受容感覚の正確さと注意は区別して扱われており，原版では内受容感覚の注意に対応する BPQ-BA とは無相関（r = .07）であったことを踏まえ，本研究でも IAS-J と BPQ-BA は無相関であると予測された.

2. 方法

2.1 参加者

日本語話者 300 人を対象とするオンライン調査が行われた. 参加者はクラウドソーシングサービス（CrowdWorks; https://crowdworks.jp）を通じて募集された. 注意チェック等による無効回答除去の後，最終的に 281 名（平均年齢 40.74 歳，*SD*: 8.75，範囲: 20-65，女性 143 名，男性 137 名，その他 1 名）のデータが解析対象となった.

2.2 IAS-J

調査に先んじて，原著者の許諾を得たうえで IAS を和訳し，逆翻訳を経て IAS-J を開発した. IAS-J は 21 項目からなり，すべての項目が「○○○とき，いつも正確に気づくことができる」の「○○○」に各身体感覚を当てはめる形式となっている（例: 心臓が速く鼓動しているとき，いつも正確に気づくことができる）. 回答は「強くそう思う」，「そう思う」，「どちらでもない」，「そう思わない」，「全くそう思わない」の 5 件法で求めた. 原版における項目 18（低血糖）は，日本において日常的に

使用される表現ではなく，床効果が生じることが懸念されたため，日本語版においては「身体のだるさ」へと変更された.

2.3 妥当性検討尺度

アレキシサイミア傾向の測定には Gotow Alexithymia Scale（Galex [7]）を用いた. Galex は，体感・感情の認識表現不全，空想・内省の不全という 2 つの下位尺度から構成される. 計 16 項目について，7 件法での回答を求めた. 特に身体感覚への正確な気づきの欠如を反映する「体感・感情の認識表現不全」尺度が IAS-J と負の相関を示すことが予測された.

失体感症傾向の測定には失体感症尺度（STS [8]）を用いた. STS は，体感同定困難，過剰適合，体感にもとづく健康管理の欠如という 3 つの下位尺度から構成される. 計 23 項目について 5 件法での回答を求めた. 失体感症はアレキシサイミアと同様，身体感覚への正確な気づきの欠如であることから，この尺度も IAS-J と負の相関を示すと予測された.

マインドフルネス特性の測定には Five Facet Mindfulness Questionnaire（FFMQ [9]）を用いた. FFMQ は，観察，非反応，非判断，言語化，意識という 5 つの下位尺度から構成される. 計 24 項目について，5 件法での回答を求めた. 特に身体内外への注意の向け方に関する「観察」尺度が IAS-J とせいの相関を示すと予測された.

2×2 要因モデルにおける内受容感覚への注意の測定には BPQ-BA [3][10]を用いた. 12 項目について 5 件法での回答を求めた. 内受容感覚への注意と正確さはそれぞれ独立した指標である[6]ことをふまえ, IAS-J とは無相関であると予測された.

2.4 手続き

調査は Qualtrics（https://www.qualtrics.com/jp）を用いて作成・実施された. インフォームドコンセントを取得した後，参加者は年齢・性別を回答した. その後，IAS-J および妥当性検討尺度について参加者ごとにランダムな順番で回答を求めた. 参加者には調査参加の謝礼として 300 円が支払われた.

3. 結果

3.1 因子構造

スクリーテストや MAP 基準，並行分析の結果から，2 因子構造を想定した探索的因子分析（最尤法・プロマックス回転）を行った. 因子分析の結果を表 1 に示した. この 2 因子構造のデータへの適合度は $\chi^2(169) = 359.51, p < .001, \mathrm{TLI} = 0.84, \mathrm{RMSEA} = 0.08$ と統計学的に許容可能な水準であり，原版の 2 因子構造をおおよそ再現したものであった. 因子 1 は「皮膚感覚」，因子 2 は「内臓感覚」と解釈された. なお原版と同様，各因子についての理論的な説明は困難であったため，本研究でも以降の分析では総合得点を解析対象とした. 項目 1（心拍）の負荷量は（0.29）であったが，心拍知覚は内受容感覚研究において頻繁に使用される指標である[11]ことを踏まえ，削除はせず残すこととした. 項目 7（味の変化）の因子負荷量は問題のない値であったが，同時に開発した日本語版 Interoceptive Attention Scale（IAS の対となる尺度[12]）の項目内容との整合性を考慮して削除することとした.

表 1 日本語版 Interoceptive Accuracy scale に対する探索的因子分析

項目		Factor 1	Factor 2
21	かゆさ	0.78	
20	くすぐったさ	0.74	
10	咳	0.67	
14	げっぷ	0.67	
19	感情的接触	0.65	
16	あざ	0.62	
13	おなら	0.62	
9	くしゃみ	0.52	
15	筋肉疲労	0.48	
12	性的興奮	0.43	
7	味	0.42	
5	排尿		1.02
6	排便		0.85
2	空腹感		0.55
4	喉の渇き		0.49
17	痛み		0.48
3	呼吸		0.41
18	だるさ		0.40
11	温度		0.36
8	吐き気		0.35
1	心拍		0.29
		因子間相関	F1
		F2	.73

3.2 記述統計・信頼性

IAS-J の平均総合得点は 3.73 (SD = 0.55)であった. Cronbach's α =.91 となり，良好な内的整合性を示した.

3.3 各尺度との相関

IAS-J の構成概念妥当性について検討するために、各尺度の平均値と標準偏差、IAS-J の総合平均得点との相

関係数を算出し，表 2 に示した. IAS-J と各尺度との相関は以下の通りであった：Galex（r = -.31, p < .01），体感・感情の認識表現不全（r = -.31, p < .01），空想・内省の不全（r = -.27, p < .01），STS（r = -.46, p < .01），体感同定困難（r = -.15, p < .05），過剰適合（r = -.09, p > .05），体感に基づく健康管理の欠如（r = -.34, p < .01），FFMQ（r = .36, p < .01），観察（r = .31, p < .01），非反応（r = .14, p < .05），非判断（r = -.07, p > .05），言語化（r = .28, p < .01），意識（r = .34, p < .01），BPQ-BA（r = .23, p < .01）.

表 2　各尺度の平均得点，標準偏差，日本語版 Interoceptive Accuracy Scale との相関係数

	M	*SD*	
IAS-J	3.73	0.55	
アレキシサイミア傾向　(Galex)	3.79	0.63	**-.31****
体感・感情の認識表現不全	3.75	0.98	**-.28****
空想・内省の不全	3.81	0.45	**-.27****
失体感症傾向（STS）	2.41	0.46	**-.28****
体感同定困難	2.12	0.57	**-.15***
過剰適応	2.75	0.79	-.09
体感にもとづく健康管理の欠如	2.48	0.62	**-.34****
マインドフルネス特性（FFMQ）	3.12	0.41	**.36****
観察	3.27	0.79	**.31****
非反応	2.79	0.64	**.14***
非判断	3.05	0.68	-.07
言語化	2.89	0.81	**.28****
意識	3.69	0.70	**.34****
内受容感覚への注意 (BPQ-BA)	2.77	0.87	**.23****

*: p < .05, **: p < .01, IAS-J: 日本語版 Interoceptive Accuracy Scale, *M*: 平均得点, *SD*: 標準偏差

4. 考察

本研究は，内受容感覚測定の 2×2 要因モデルをベースとし，主観的な内受容感覚の正確さを測定する尺度である IAS[4]の日本語版（IAS-J）を開発し，その因子構造，信頼性，妥当性を検証することを目的とした. オンライン調査の結果，IAS-J は原版の因子数を再現するとともに，良好な内的整合性・構成概念妥当性を有することが示唆された.

IAS-J は原版[5]と同様 2 因子構造を示した. 同時に，原版とは異なる因子に負荷する項目がいくつかみられた. 例えば，原版において「内受容シグナルの知覚」と解釈された項目 15（筋肉疲労）や項目 19（感情的接触）は，興味深いことに日本語版において「皮膚感覚」としてグルーピングされた. この結果から，日本人参加者は筋肉の疲労や感情的接触を身体の比較的浅い場所から生じる感覚と捉えていることが示唆された. また，項目 1（心拍）について低い負荷量（0.29）がみられた. 日本と英国におけるサンプルの間でみられた因子構造の違いは，身体関連の捉え方に関する文化差[14]を反映している可能性がある. このことは従来，東アジアにおいては相互依存的自己観，すなわち自己が他の人々と根本的に結びついていると考える傾向が多くみられること[15]とも符合する. すなわち相互依存的自己観のもとでは，他者との関わりを維持するために外的情報への注意が促進され，逆に内受容感覚への注意が抑制される可能性がある. 心拍は単なる内受容感覚としてではなく，皮膚の振動などを通じて触覚（外的情報）としても知覚される[16]ことから，他の項目の評定値との相関が小さくなった可能性が示された.

また IAS を単一の因子からなる尺度として扱っている先行研究[4]に倣い，全項目を対象に分析を行った. その結果，良好な内的整合性が示され，単一の横断調査からなる本研究としては十分な信頼性を確認できた. 今後の研究では，IAS の得点が個人内でどの程度一貫しているのかを評価し，信頼性についてさらなる検討を行う必要がある.

構成概念妥当性について，予測通り IAS-J は身体感覚や感情への正確な気づきの欠如を示す Galex の「体感・感情の認識表現不全」や失体感症傾向の「体感同定困難」「体感に基づく健康管理の欠如」と負の相関を示した（r = -.28, p < .01; r = -.15, p < .05; r = -.34, p < .01），特にアレキシサイミア傾向との負の相関は原版においても確認されていることから IAS-J には一定の妥当性があることが確認された. 一方で，身体感覚に気づくことのできる程度である FFMQ の「観察」とは正の相関を示した（r = .31, p < .01）. FFMQ では他にも「非反応」や「言語化」,「意識」といった下位尺度との正の相関がみられた（それぞれ r = .14, p < .05; r = .28, p < .01; r = .34, p < .01）. この結果は，微妙な感覚を言語化したり，自身の行動と身体状態の結びつきを意識し，かつそうした身体感覚への過度な感情的意味づけを緩和するような特性が，内受容感覚への正確な気づきを基礎として

形成されうることを示唆する.

内受容感覚への主観的な注意に対応する尺度である BPQ-BA とは，弱いながらも正の相関を示した（$r = .23$, $p < .01$）．原版 IAS と BPQ-BA が無相関（$r = .07$）であった[5]ことを踏まえて，本研究でも同様の相関パターンが示されると予測したが，この予測と完全には符合しない結果となった．しかし，$r = .23$ という値は，内受容感覚に関する尺度同士の相関係数としては小さい値である（例えば, BPQ-BA と同じく主観的な正確さの尺度である Interoceptive Attention Scale の間には $r = .46$ が報告されている[12]）．こうした結果を踏まえると，少なくとも日本においては主観的な内受容感覚の正確さと注意という 2 つの軸は完全に直交するわけではないが, 指標としては区別可能であると考えられる．しかし, 本研究で用いた内受容感覚を主題とする尺度は IAS-J と BPQ-BA に限られることに留意する必要がある．今後は，IAS と同様に 2×2 要因モデル[5]を背景に持つ Interoceptive Attention Scale [12]などと IAS-J や BPQ-BA との相関係数の差を吟味し，内受容感覚の尺度間の関係性やその文化差についてさらなる検討を進めることも大切な課題である.

本研究では，主観的な内受容感覚の正確さといくつかの構成概念との関連性を明らかにしたものの，2×2 要因モデル[5]のうち，特に客観的な内受容感覚の指標との関連性には不明な点も残る.すなわち内受容感覚の支配的な測定方法である心拍カウント課題[2]や，近年測定法が確立しつつある皮膚感覚を用いた課題[13]等との関連性から，IAS-J の性質やその応用可能性を明らかにすることが期待される.

文献

[1] Craig, A. D. (2002). How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. *Nature Reviews Neuroscience, 3*(8), 655-666. https://doi.org/10.1038/nrn894

[2] Schandry, R. (1981). Heart beat perception and emotional experience. *Psychophysiology*, *18*(4), 483-488. https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1981.tb02486.x

[3] Porges, S. W. (1993). Body perception questionnaire. Laboratory of Developmental Assessment: University of Maryland.

[4] Garfinkel, S. N., Seth, A. K., Barrett, A. B., Suzuki, K., & Critchley, H. D. (2015). Knowing your own heart: Distinguishing interoceptive accuracy from interoceptive awareness. *Biological Psychology*, *104*, 65-74. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.11.004

[5] Murphy, J., Brewer, R., Plans, D., Khalsa, S. S., Catmur, C., & Bird, G. (2020). Testing the independence of self-reported interoceptive accuracy and attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *73*(1), 115-133. https://doi.org/10.1177/1747021819879826

[6] Murphy, J., Catmur, C., & Bird, G. (2019). Classifying individual differences in interoception: Implications for the measurement of interoceptive awareness. *Psychonomic Bulletin & Review, 26*(5), 1467-1471. https://doi.org/10.3758/s13423-019-01632-7

[7] 後藤 和史・小玉 正博・佐々木 雄二 (1999).アレキシサイミアは一次元的特性なのか？―2 因子モデルアレキシサイミア質問紙の作成―. 筑波大学心理学研究, *21*, 163-172.

[8] 有村 達之・岡 孝和・松下 智子 (2012). 失体感症尺度（体感への気づきチェックリスト）の開発―大学生を対象とした基礎研究―. 心身医学, *57*, 745-754.

[9] Takahashi, T., Saito, J., Fujino, M., Sato, M., & Kumano, H. (2022). The Validity and Reliability of the Short Form of the Five Facet Mindfulness Questionnaire in Japan. *Frontiers in Psychology*, *13*, Article 833381. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.833381

[10] 小林 亮太・本多 樹・町澤 まろ・市川 奈穂・中尾 敬 (2021). 日本語版 Body Perception Questionnaire-Body Awareness (BPQ-BA)超短縮版の作成―因子構造，および信頼性，妥当性の検討―. 感情心理学研究, *28*(2), 38-48.

[11] Khalsa, S. S., Adolphs, R., Cameron, O. G., Critchley, H. D., Davenport, P. W., Feinstein, J. S., . . . Interoception Summit, P. (2018). Interoception and Mental Health: A Roadmap. *Biological Psychiatry-Cognitive Neuroscience and Neuroimaging, 3*(6), 501-513. https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2017.12.004

[12] Gabriele, E., Spooner, R., Brewer, R., & Murphy, J. (2022). Dissociations between self-reported interoceptive accuracy and attention: Evidence from the Interoceptive Attention Scale. *Biological Psychology*, *168*, Article 108243. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2021.108243

[13] Crucianelli, L., & Ehrsson, H. H. (2023). The Role of the Skin in Interoception: A Neglected Organ? Perspectives on *Psychological Science*. https://doi.org/10.1177/17456916221094509

[14] Ma-Kellams, C. (2014). Cross-cultural differences in somatic awareness and interoceptive accuracy: a review of the literature and directions for future research. *Frontiers in Psychology*, *5*, Article 1379. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01379

[15] Markus, H. R., & Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation . *Psychological Review*, *98*(2), 224-253. https://doi.org/10.1037/0033-295x.98.2.224

[16] Khalsa, S. S., Rudrauf, D., Feinstein, J. S., & Tranel, D. (2009). The pathways of interoceptive awareness. *Nature Neuroscience, 12*(12), 1494-1496. https://doi.org/10.1038/nn.2411

反実仮想条件文のもっともらしさと感情の関係: Counterfactual Potency と条件付き確率による予測
The relationship between plausibility and emotion in counterfactual conditional: Prediction with Counterfactual Potency and Conditional Probability

渡邊 元樹[†], 高橋 達二[†], 中村 紘子[†‡]
Motoki Watanabe,Tatsuji Takahashi, Hiroko Nakamura
[†] 東京電機大学, [‡] 日本学術振興会
School of Science and Enginneering Tokyo Denki University, Japan Society for the Promotion of Science
22rmd40@ms.dendai.ac.jp

概要
本研究は, 反実仮想条件文「もし p だったら q だっただろう」のもっともらしさの評価について, Petrocelli et al.(2011) の主張する Counterfactual Potency $P(p)$*$P(q|p)$ と Over et al.(2007) が提唱している条件付き確率 $P(q|p)$ の二つのモデルのどちらが予測力が高いかを頻度事例を用いて検討した. また, もっともらしさの評価の際の計算式の自由記述式を用いることで, 計算結果だけではなく計算過程からもモデルの検討を行った [1,2].

キーワード：反実仮想条件文, 条件付き確率, 感情 , Counterfactual Potency

1. 反実仮想
反実仮想条件文とは「もし p だったら q だっただろう」といった, 実際には生じなかった出来事について述べた条件文である.「昨日早く寝ていればテストに遅刻しなかったのに」といった反実仮想は日常的に行われており, 因果関係の認知や, 後悔, 安堵, 怒りといった様々な感情状態にも関わることが知られている. 対話型カウンセリング AI などでは, 発言からその人の認知や感情, 因果関係の捉え方を推測することが必要である. 反実仮想は因果関係や感情の認知に関わるため, 人がどのように反実仮想条件文を解釈し, 推論するかを明らかにすることは, 人の推論のメカニズムを明らかにするだけでなく, より自然な対話型 AI の開発に貢献すると考えられる.

2. 反実仮想条件文のもっともらしさ
反実仮想には「昨日夜空を見ていれば, UFO を見つけられただろう」というもっともらしさの低いものもあれば,「信号無視をしなければ, 怪我はしなかっただろう」というもっともらしさの高いものもある. 人の反実仮想条件文「もし p だったら q だっただろう」のもっともらしさの評価のモデルとして次の 2 つのモデルが提唱されている.

1 つは, Petrocelli et al. (2011) による, 反実仮想のもっともらしさの評価は, p の生じる確率 "If likelihood (IL)" $P(p)$ と, p が生じた場合に q が生じる確率 "Then likelihood (TL)" $P(q|p)$ の同時確率 $P(p)$*$P(q|p)$ であるという Counterfactual Potency である. Petrocelli et al. (2011) は「もし, サムが 2 番のドアを選んでいれば, 賞金を獲得していたかもしれない」という反実仮想条件文について, IL である $P(p)$ の高低 (例：サムは 2 番が好き) と TL $P(q|p)$ の高低を操作したシナリオを提示し, 参加者に反実仮想のもっともらしさや, 登場人物の後悔などの感情を評価させた. その結果, 反実仮想のもっともらしさの評価は, $P(p)$ と P $(q|p)$ の両方が高いときに最も高くなり, Counterfactual Potency によって変化することが示された. また, Counterfactual Potency が後悔, 悲しみといった感情の強さを予測することも示されている [1].

一方, Over et al. (2007) は, 反実仮想条件文のもっともらしさの評価は, p が生じた場合の q の条件付き確率 $P(q|p)$ に従うとしている.

Over et al. (2007) は「もし 2 年前にエイズのワクチンができていたら, アフリカの大きな健康危機は避けられたはずだ」という反実仮想条件文が真だと思う確率と, p & q, p & not q, not p & q, not p & not q に対応する 4 つの事例が真だと思う確率を尋ね, 反実仮想条件文の確率は, 条件付き確率 P $(q|p) = P(p$ & $q)$ / $(P(p$ & $q) + P(p$ & not - $q))$ で予測できることを明らかにした [2].

表 1　IL と TL の高低の各条件における, 前件 p と後件 q の組み合わせの頻度

IL/TL	p & q	p & not q	not p & q	not p & not q	IL : $P(p)$	TL : $P(q \mid q)$	CP
H/H	60	20	10	10	80/100	60/80	60/100
H/L	20	60	10	10	80/100	20/80	20/100
L/H	25	5	10	60	30/100	25/30	25/100
L/L	5	25	10	60	30/100	5/30	5/100

渡邊ら (2023) は人の反実仮想のもっともらしさの評価, およびその評価と因果関係の認知や感情状態と関係について, Counterfactual Potency と条件付き確率のどちらのモデルの当てはまりが良いかを検討した.Petrocelli et al. (2011) , Over et al. (2007) の先行研究ではシナリオを用いていたが, 渡邊ら (2023) では,「もし赤色の玉なら, 当たりだっただろう」といった反実仮想条件文と,「赤色で当たりの玉は 30 個 (p & q) 」,「青色で当たりの玉は 30 個 (not- p & q) 」,「青色でハズレの玉は 10 個 (not p & not- q) 」, といった, 頻度事例を用いて, どの事例の頻度を参照したかから, モデルを検証した. その際, 先行研究である Petrocelli et al. (2011) に倣い p & not- q の事例を含まなかった. 実験の結果, 反実仮想条件文のもっともらしさの評価では, IL と TL の交互作用が見られ, Counterfactual Potency を支持する結果となった [1,2,4].

渡邊ら (2023) の実験は, p & not- q の事例を含まなかったが, 現実世界では「赤色でハズレ」といった p & not q に遭遇することも珍しくない. また, p & not q 事例は反実仮想条件文の反例であり, Counterfactual Potency と条件付き確率のどちらのモデルでも反実仮想のもっともらしさを低下させる事例だといえる. そこで, 本研究では, p & not q 事例を含んだシナリオを用いて反実仮想のもっともらしさの評価モデルを検討した. また, 参加者に反実仮想のもっともらしさの確率を答えてもらうだけでなく,「どのように回答したか数式を書くか, 文章で説明してください」と教示した. 記述式の回答の分析を行うことで, 計算結果だけでなく, どのような計算過程で反実仮想のもっともらしさを評価しているかも検討した [1,4]. 実験では,IL である $P(p)$ 事例の高低と, TL である $P\ (q|p)$ 事例の高低を組み合わせた, HH, HL, LH, LL の 4 つ事例のパターンを作成した.　反実仮想条件文のもっともらしさの確率判断について, Petrocelli et al. (2011) の提唱する Counterfactual Potency では, $P(p)$ と $P\ (q|p)$ の両方が反実仮想条件文のもっともらしさの判断に影響すると予測されている. そのため, 本実験において反実仮想のもっともらしさの確率判断は高い順に HH > LH ≒ HL > LL という結果が予測され, 因果や感情の評価も順番に同様な順になることが考えられる [1]. 一方, Over et al. (2007) の提唱する条件付き確率では, $P(p)$ の高低によらず, $P\ (q|p)$ に基づいて反実仮想のもっともらしさが判断されると予測されている. そのため, 本実験において反実仮想のもっともらしさの確率判断は高い順に LH ≒ HH > HL ≒ LL という結果が予測され, 因果関係や感情の評価も同様な順になることが考えられる [2].

3. 実験

本実験は, 2(IL, $P(p)$: 高・低) * 2(TL, $P(q|p)$: 高・低) の 2 要因参加者間計画で行なった. 反実仮想条件文の前件 p が生じる確率の高低と, p が生じた時に後件 q が生じる条件付き確率の高低を, 対応する事例の頻度によって操作した (表 1).

3.1 参加者と手続き

参加者は, クラウドソーシングサイト (CrowdWorks) を用いて募集した 200 名であった. このうち, 回答に不備のない 162 名のデータを分析に用いた (平均年齢 43.3 歳, 男性 84 名, 女性 78 名). 実験は, オンラインアンケート調査ツール (Qualtrics) を用いて行い, 参加者はブラウザ上に提示されるシナリオを読み回答した.

3.2 実験材料

実験で用いたシナリオは, 登場人物がクジに外れたという状況についてのものである. 登場人物は赤色と青色の 100 個のボールからなるくじを引き,「青色でハズレのボール」を引き, 賞金がもらえなかった. その後, くじの中身である赤と青の個数や, あたりの個数を示された登場人物は,「もし赤色のボールを引いていれば, 当たりだっただろう」という反実仮想条件文

表 2　IL と TL の高低の各条件における, 確率, 因果, 感情の評定の平均値と標準偏差

IL/TL	N	IL の確率	TL の確率	反実仮想条件文	因果関係	後悔の評価	怒りの評価	落胆の評価
H/H	41	0.739(0.162)	0.687(0.138)	0.615(0.196)	5.46(1.10)	4.37(1.39)	5.65(0.990)	5.17(1.60)
H/L	41	0.709(0.211)	0.292(0.168)	0.250(0.121)	5.10(1.53)	3.89(1.46)	5.73(1.14)	4.37(1.74)
L/H	38	0.316(0.072)	0.632(0.290)	0.528(0.305)	4.61(1.57)	3.50(1.75)	5.26(1.45)	5.39(1.37)
L/L	42	0.291(0.058)	0.157(0.069)	0.176(0.143)	4.07(1.49)	3.40(1.47)	4.90(1.12)	4.36(1.81)

表 3　記述式課題の回答カテゴリー

質問	IL	条件つき確率	連言	Counterfactual Potency	その他	双条件
前件 p が生じたかもしれない確率	132	1	8	0	21	0
p の時に q が生じたかもしれない確率	8	103	24	1	26	0
反実仮想条件文が真である確率	13	61	46	7	34	0

を述べる. くじの中身として, 表 1 のように, p(前件) である赤と青のボールの個数と, q(後件) である当たりとハズレの個数の頻度を操作した 4 パターンのうちのいずれかを参加者に提示し, 参加者はこのシナリオについて, 次の 8 つの質問に回答した.

(1) 前件 p が生じたかもしれない確率
(2) 前件 p が生じたかもしれない確率の計算過程
(3) p の時に q が生じたかもしれない確率
(4) p の時に q が生じたかもしれない確率の計算過程
(5) 反実仮想条件文が真である確率
(6) 反実仮想条件文が真である確率の計算過程
(7) 登場人物がどの程度, 後悔, 怒り, 落胆を感じたかの評価
(8) p が q の原因だと思う程度

評定方法として (1), (3), (5) では 0 〜 100% で評定を行い, (7) , (8) では (1: 全く感じていない) 〜 (7: 非常に感じている) の 7 段階で評定した. (2) , (4) , (6) では自由記述式課題で回答を求めた.

4. 結果

IL, TL の高低の各条件における確率, 因果, 感情の評定の平均値と標準偏差を表 2 に示す.

確率判断, 因果, 感情の評定値それぞれについて IL (高・低) * TL (高・低) の 2 要因参加者間分散分析を行った. その結果, IL の確率判断では, IL の主効果が有意であり $F(1,162) = 357.84$, $p < .001$, IL 高条件で IL 低条件よりも IL の確率が高く評価されていた. TL の確率判断では, TL, IL の主効果が有意であり,TL 高条件で TL 低条件よりも TL の確率が高く評価されていた $F(1,162) = 233.15$, $p < .001$. また, IL 高条件で IL 低条件よりも TL の確率が高く評価されていた $F(1,162) = 11.21$, $p < .001$. 反実仮想条件文の確率判断では, TL, IL の主効果が有意であったが交互作用は見られなかった. TL 高条件で TL 低条件よりも TL の確率が高く評価されていた $F(1,162) = 128.08$, $p < .001$.IL 高条件で IL 低条件よりも TL の確率が高く評価されていた $F(1,162) = 6.37$, $p = .013$. 因果関係の評価では, TL の主効果が有意であり, $F(1,162) = 12.73$, $p < .001$, TL が高いほど p と q の間の因果関係を強く評価していた. 後悔, 怒り, 落胆といった感情の評価では IL の主効果が有意であり (後悔の評価: $F(1,162) = 17.52$, $p < .001$, 怒りの評価: $F(1,162) = 7.92$, $p < .001$, 落胆の評価: $F(1,162) = 10.84$, $p < .001$), IL が高い場合, 後悔・怒り・落胆を強く感じたと評価していた.

記述式の回答は複数名の評価者がコーディングし, IL , Coounterfactual Potency , 条件付き確率 , 双条件 , 連言 , その他に回答を分類した. 記述式の回答の分類結果をを表 3 に示す.

記述式課題における回答カテゴリーの頻度に差があるかについて, それぞれの質問においての回答カテゴリー (IL・条件つき確率・連言・Counterfactual Potency) のカイ二乗検定を行った. その結果,IL の確率では, 有意差がみられ ($x^2(1) = 355.14$, $p < .001$), IL の頻度が他の回答カテゴリーよりも多かった.p の時に q が生じたかもしれない条件付き確率の評価では, 有意差がみられ ($x^2(1) = 194.88$, $p < .001$), 条件付き確率の頻度が他の回答カテゴリーよりも多かった. 反実仮想条件文が真である確率では, 有意差がみられ ($x^2(1) = 62.944$, $p < .001$), 連言と条件付き確率の頻度が他のカテゴリーよりも多かった.

5. 考察

本研究では, 反実仮想条件文のもっともらしさの評価, および, 反実仮想が影響するとされる因果関係の認知や, 怒り, 後悔, 落胆といった感情の予測モデルとして, 条件付き確率, Counterfactual Potency のどちらが当てはまりが良いかを, 事例の生起頻度を操作したシナリオで検討した.

実験の結果, 反実仮想のもっともらしさの評価には, IL と TL の主効果は見られたが, 交互作用が見られなかったことから, 条件付き確率の予測と一致する結果となった. また, 因果関係の評価は TL のみが影響し, 条件付き確率が高い場合に, 因果関係を強く評価するという結果となった. 一方, 感情の評価において, IL の主効果のみが有意であり, 前件 p の生じる確率が高いほど, 怒りや後悔, 落胆を強く感じると評価しており, 渡邊ら (2023) の実験と同じ結果が得られた [4].

反実仮想条件文のもっともらしさの評価は, TL の影響が見られ, 条件付き確率を支持する結果となった. IL の効果が見られた理由として, 計算過程から, 連言として反実仮想のもっともらしさを評価した参加者がいることがあげられる.IL と TL の交互作用が見られなかったことから, 本実験では Petrocelli et al. (2011) の提唱する Counterfactual Potency より Over et al. (2007) の提唱する条件付き確率の方がモデルとして当てはまりがよいといえる [1,2].

因果関係の評価には TL のみが関わり, 渡邊ら (2023) と同じ結果となった. 因果関係の反実仮想モデルである, 構造モデルアプローチ David et al. (2013) では, 「p が q の原因」といえるのは p が介入した場合, q に変化が生じるときだとされている. 本実験の参加者も, p が介入した場合に q がどうなるかという, 条件付き確率をもとに因果関係を判断し, p が生じるか (介入するかどうか) は因果関係の評価に影響しなかった可能性が考えられる [3.4].

また, 感情の評価には, IL のみが関わっており, 渡邊ら (2023) と同じ結果となった. 感情の評価には Counterfactual Potency が影響するという先行研究 Petrocelli et al. (2011) と異なる結果となった. この理由の一つとして感情の評定の際にはポジティブな結果を産むかもしれない p (赤玉を選んでいた) かどうかが重要である可能性が考えられる.

6. 展望

本実験では, 反実仮想条件文のもっともらしさの評価の確率モデルの当てはまりとしては, Over et al. (2007) の提唱する条件付き確率の方が当てはまりがよいという結果になった. ただし, 反実仮想のもっともらしさの評価には, IL の主効果もみられ, また因果関係や感情の評価によって, 人が考慮する事例が異なる可能性が示唆された. 反実仮想と反実仮想が関わる事象の評価において, Petrocelli et al. (2011) の提唱する Counterfactual Potency と Over et al. (2007) の提唱する条件付き確率のモデルどちらが人の思考で使われているのか更なる検討が必要と言える [1,2,4].

文献

[1] Petrocelli, J. V., Percy, E. J., Sherman, S. J., & Tormala, Z. L. (2011) Counterfactual potency. Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 100, No. 1, pp. 30–46

[2] Over, D. E., Hadjichristidis, C., Evans, J. S. B., Handley, S. J., and Sloman, S. A.: (2007) The probability of causal conditionals, Cognitive Psychology, Vol. 54, No. 1, pp. 62–97

[3] David A. Lagnado , Tobias Gerstenberg , Ro'i Zultan. (2013) Causal Responsibility and Counterfactuals. Cognitive science. Vol. 37, No. 1, pp. 1036-1073

[4] 渡邊元樹 , 高橋達二 , 中村紘子. (2023) 反実仮想条件文のもっともらしさ : Counterfactual Potency と条件付き確率の比較 . 人工知能学会全国大会 (第 37 回).

不可能は可能より高い：言語確率表現における確率と結果の負の相関
Impossible has higher price than possible: risk-reward correlation in verbal probability expressions

中村國則
Kuninori Nakamura

成城大学
Seijo University
knaka@seijo.ac.jp

概要

The risk–reward correlation refers to a tendency to infer the inverse proportionality between probability of an outcome and the outcome's magnitude and is considered to reflect the statistical structure of gambling environments. Existing studies have demonstrated this inverse proportionality using numerical probabilities. However, verbal probability phrases can also convey contextual information about uncertainty without numbers, and express contextual information that is not contained by numerical probabilities. Specifically, verbal probabilities have positive and negative directionalities that can attune the listener to the occurrence or non-occurrence of an outcome and consequently, the listener's decision making. Therefore, this study aimed to examine whether the risk–reward correlation also holds in verbal probability phrases, by conducting two empirical studies in which the participants were asked to estimate the reward values and winning probability of gambles expressed by verbal probability phrases such as "certain" or "impossible." The results indicate that risk–reward correlation also hold in verbal probability phrases, and that negative probability phrases were associated with the larger rewards than the positive probability phrases.

キーワード：言語確率 (verbal probability), リスクと報酬の相関 (risk-reward correlation),

1. はじめに

“金額が大きい賭けは当たりにくい”, “大きい地震ほど滅多に起きない”といったような, 確率と結果の大きさに負の相関を想定することは自然であるし，実際人間の不確実性判断にそのような傾向があることは古くから知られている(例えば Edwards, 1962). 特に近年このような確率と結果の負の相関は実際に生活している環境の情報を反映しており，人間がそのような環境情報を利用した risk-reward heuristic という決定方略(e.g., Hoffart et al, 2019)を用いているためと解釈され，注目を集めてきている.

この確率と相関の負の相関に関する研究ではこれまで不確実情報を“～%”といった数値的な確率(Hoffart et al, 2019)，あるいは実験的状況の中での学習(Leuker et al, 2019a,b)といった形で実験参加者に与え，予測される結果の大きさとの関連を検討してきた.

しかしながら，不確実性の程度を表す表現には数値的なものだけではなく，“不可能である”といった言語表現で表す言語確率があり，数値的な確率にはない機能を有することは様々な研究が示すところである本田・山岸, 2006; Teigen & Brun, 1995, 1999). たとえば言語確率には，同程度の数値的な確率を表す言語表現でも起こることを指し示すか(“見込みがある”)，起こらないことを指し示すか(“見込みは薄い”)といった方向性(directionality)によって意思決定に対する影響が異なることが知られている.

本研究の目的は，結果と確率の負の相関が言語確率についても成立するのかを検討することである. 言語確率は数値確率と同様の大小関係を表す機能があることが指摘される一方，数値確率にはない様々な特徴が備わっていることも知られており，数値的な確率でみられたような確率と結果の負の相関が見出されるかは定かではない. また，方向性，あるいは数値と言語表現との違いによって確率と結果の負の相関が異なるかどうかも興味深いところである. 本研究では, ある賭けに当たる確率を数値的確率，あるいは言語確率のいずれかで提示し，その賭けに当たった場合に見込まれる賞金の金額を回答させ，その値と提示された確率との関係を検討する.

2. 研究 1

2.1 手続き

103 名の大学生が Google form によって提示された質問に回答し，すべての質問に欠落なく回答した 93 名の参加者の回答を分析対象とした. 参加者は当たる確率を数値確率，あるいは言語確率のいずれかで与えられた賭けについて，当たった時に貰える金額を，空欄に数

値を記入する形で回答することを求められた．数値確率は 1%，17%，33%，50%，67%，83%，99%の 7 種類を，言語確率は本田と山岸 (2006)に基づき，表 1 に示した 15 種類を提示した

2.1 結果および考察

Skylark & Prabhu-Naik (2017)に従い，数値確率の値と各言語表現に対する評定確率，およびそれらに対する評定金額を 10 を底として対数化した．図 1 に平均値を示してある．確率値と評定金額との間の相関は数値確率・ポジティヴ表現・ネガティヴ表現全てについて統計的に有意であった．ここで評定の確率と評定金額との間の相関の個人差を考慮し，確率値・評定確率をランダム効果，確率の種類(数値確率，ポジティヴ表現，ネガティヴ表現)を固定効果，数値確率・言語確率の値を固定効果とランダム効果とした混合モデルによって分析した．確率の種類の効果については，ポイジティヴ表現を基準としてダミー変数化し，数値確率とネガティヴ表現を比較した．

分析の結果(表 2)，数値確率・言語確率の値の固定効果($\beta = -0.03, p<.001$)，およびポジティヴ表現と数値確率($\beta = -0.16, p<.05$)，ポジティヴ表現とネガティヴ表現($\beta = -0.68, p<.001$)との差が有意となった．以上の結果は，言語確率表現についても確率と結果の負の相関が成立すること，および言語確率の性質によって確率値が同じであっても評定金額が変動することを示している．

3. 研究 2

研究 2 の目的は，研究 1 で示された言語確率における risk-reward correlation を，研究 1 と異なった言語表現を用いた再現を試みること，および，評定金額に影響する言語確率表現の性質を検討することである．これまでの言語確率表現の方向性の定義は研究者の直観に依存しており，方向性に影響しうる表現の中の特徴についてはあまり検討されていない．研究 2 ではこの方向性に影響しうる言語表現の特徴を，確率と結果の負の相関との関連を検討する．

具体的に研究 2 で注目するのは，否定による方向性の変換である．たとえば，“可能である”という表現は先行研究ではポジティヴ表現として扱われてきたが(本田・山岸, 2006)，“不可能” (接頭否定)，あるいは “可能ではない” (文否定)といった否定表現にすれば，直観的にはネガティヴ表現に変化すると考えることができる．では，このような表現を否定形にすることでの確率値の変化については，たとえば Reyna (1981)は，“～ではない(not)”という否定形をつけることによって，相対的に高い確率を意味する確率表現の場合では平均して 40～50%確率値が低くなることを報告している．では，このような否定表現によって結果の大きさはどのように変化するのだろうか．このような検討はそもそも言

表 1　研究 1 で用いた言語確率表現

ポジティヴ表現	ネガティヴ表現
かすかな可能性	ない
わずかな可能性	ほぼ不可能
少しだけ考えられる	あまりない
考えられる	それほどでない
可能	確信がない
十分に考えられる	やや疑わしい
ほぼ確実である	確実ではない
	多少の不安がある

図 1 研究 1 の結果：青丸はネガティヴ表現，赤丸はポジティヴ表現，三角は数値確率の結果を表す．

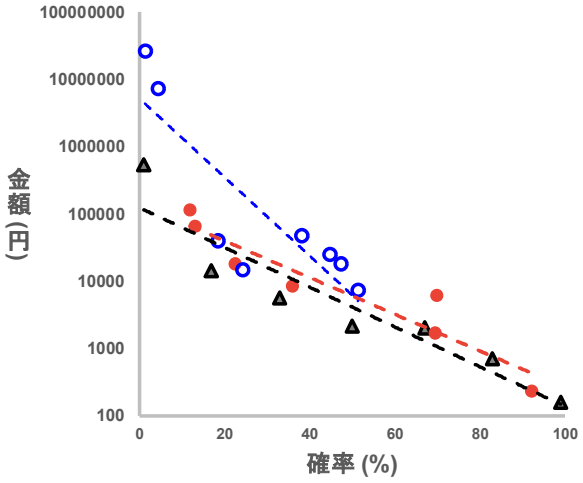


表 2 研究 1・2 における混合モデルの結果：
括弧内の数値は係数の標準誤差を示す．

	研究1		研究2	
切片	5.31***	(0.12)	4.96***	(0.15)
確率	-0.03***	(0.001)	-0.02***	(0.002)
方向性 (数値確率)	0.16*	(0.07)	-0.04	(0.05)
方向性 (ネガティヴ表現)	0.68***	(0.07)	0.32***	(0.04)

表 3　研究 2 で用いた言語確率表現

	ポジティヴ表現	ネガティヴ表現
対表現	高い	低い
	大きい	小さい
	ある	ない
	分が良い	分が悪い
	低くない	高くない
	小さくない	大きくない
	なくはない	あるわけではない
	分が悪いわけではない	分が良いわけではない
接頭否定	確かである	不確かである
	確実である	不確実である
	有利である	不利である
	可能である	不可能である
	不確かではない	確かではない
	不確実ではない	確実ではない
	不利ではない	有利ではない
	不可能ではない	可能ではない

語確率自体の分析の中でもほとんど行われてはいない．そこで研究 2 では，言語的確率の肯定形と否定形で確率と結果がどう異なるか，それが確率と結果の負の相関と対応するかを検討した．

3.2 刺激および手続き

151 名の大学生が実験に参加し，回答の欠落のない 122 名のデータを分析対象とした．研究 1 とほぼ同様の手続きを用い，実験参加者は当たる確率を数値確率，あるいは言語確率のいずれかで与えられた賭けについて，当たった時に貰える金額を，空欄に数値を記入する形で回答することを求められた．数値確率は研究 1 と同様の 7 種類の値を用いた．言語確率表現は以下の要領で選択した，

まず，著者の判断により，対表現となるような表現(“高い-低い”)，およびあるいは接頭否定によって反対の意味になるような表現(“可能-不可能”)をそれぞれ 4 組，計 16 種類選出した．そして，それらに文否定(“不可能ではない”, ”低くない”)を与え，作成した．その際，著者の判断で最初に選択された 16 種類について 8 種類をポジティヴ表現，残りの 8 種類をネガティヴ表現とし，文否定をポジティヴ表現に加えたものをネガティヴ表現，ネガティヴ表現に加えたものをポジティヴ表現とした．最終的に用いた 32 種類の表現は表 3 に示した．

図 2 各言語確率の平均評定確率および平均評定金額

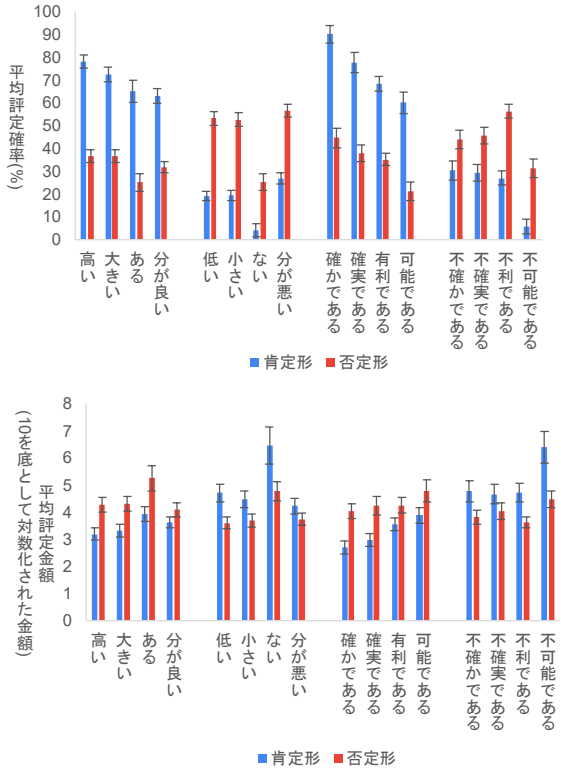


表 4　分散分析の結果

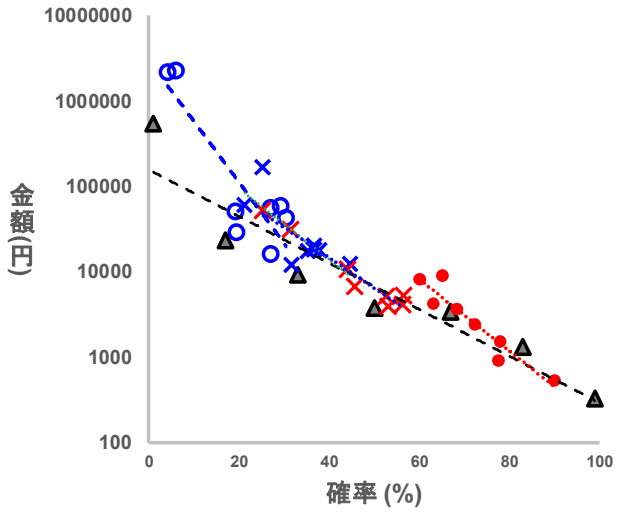
独立変数		従属変数 金額 対表現	金額 接頭否定	確率 対表現	確率 接頭否定
主効果	否定	0.29	0.52	30.48***	117.23***
	対比	57.14***	118.75***	552.68***	331.48***
	表現	59.89***	52.27***	106.05***	122.16***
交互作用	否定×対比	107.5***	97,78***	914.73***	602.16***
	否定×表現	1.57	20.96***	12.79***	17.79***
	対比×種類	16.87***	13.51***	71.22***	32.13***
二次の交互作用	否定×表現×対比	12.13***	6.65***	7.18***	2.35

***: p<.001

3.3 結果および考察

研究 1 同様，確率・金額ともに 10 を低とした対数に変換し，分析を行った．対表現(2 条件，被験者内)，あるいは接辞否定(2 条件，被験者内)×文否定(2 条件，被験者内)×言語表現(4 条件，被験者内)の 3 要因分散分析を確率評定，金額評定の双方に対して行った(表 4)．その結果，確率評定・金額評定ともに方向性に応じて否定形になることで値が有意に高く，あるいは低くなっていた．具体的にはポジティヴ表現に否定が加えられた場合，有意に評定確率は低く，評定金額は高くなって

図 3 研究 2 の結果：図中の三角は数値確率，青色はネガティヴ表現，赤色はポジティヴ表現を表す．また〇は肯定形，×は否定形を表す．



いたのに対し，ネガティヴ表現に否定が加えられた場合は有意に評定確率は高く，評定金額は低くなっていた．また，研究 1 同様の混合モデルによる分析を行った結果，確率の影響，方向性の金額に対する影響は有意であり，数値確率とポジティヴ表現との差は有意にはならなかったが，ネガティヴ表現とポジティヴ表現との差は有意となった．

4. 総合考察

本研究の結果は，主として以下の 2 点を示している；(1)数値確率同様に言語確率についても確率と結果の負の相関が成立し，意味する確率値が高くなるほど推定される結果の大きさは低くなる，(2)確率のみならず，方向性という言語確率表現自体の性質が結果の大きさに影響し，ネガティヴ表現はポジティヴ表現・数値確率と比較して確率が同じであっても生じる結果が大きいとみなされている．以上の点は，結果の大きさという情報が言数値確率同様に言語確率とも意味する確率の高さと関連付けられていると同時に，方向性といった言語確率表現独自の性質とも結びついていることを示す点で重要であるといえる．このような知見は近年の確率と結果の負の相関の新しい側面を示すと同時に，言語確率表現の新たな特徴を明らかにしたといえるであろう．

同時に，言語確率表現に付される否定が，確率値のみならず，結果の大きさにも影響することを明らかにした点も本研究の興味深い知見である．このような知見は否定という方向性にも関連しうるような文法的情報が言語確率の表す不確実性にも影響することを示した点で先行研究の知見を再現すると同時に(Reyna, 1981)，そのような特徴の結果の大きさに対する影響が，確率と結果の負の相関と対応するような形で示された点でも重要といえる．今後は言語確率表現の持つ他の語義的・文法的な側面と意味する確率・結果の大きさとの関連を検討・モデル化を目指し，検討を重ねていきたい．

5. 引用文献

[1]Edwards, W. (1962). Utility, subjective probability, their interaction, and variance preferences. Journal of Conflict Resolution, 6, 42-51.

[2]本田秀人・山岸侯彦. (2006). 言語確率の曖昧性と方向性-確率情報の性質と意思決定に与える影響-. 心理学研究, 76, 519-526.

[3]Hoffart, J. C., Rieskamp, Y., & Dutlih, G. (2019). How environmental regularities affect people's information search in probability judgments from experience. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 45, 219-232.

[4]Leuker, C., Pachur, T., Hertwig, R., & Pleskac, T. (2019a). Exploring risk-reward structures in decision making under uncertainty. Cognition, 175, 186-200.

[5]Leuker, C., Pachur, T., Hertwig, R., & Pleskac, T. (2019b). To good to be true: psychological responses to uncommon options in risk–reward environments. Journal of Behavioral Decision Making, 32, 346-358.

[6]Reyna, V. F. (1981). The language of possibility and probability: Effects of negation on meaning. Memory and Cognition, 9, 642-650.

[7] Skylark, W.J., & Prabhu-Naik, S. (2018). A new test of the risk-reward heuristic. Judgment and Decision Making, 13, 73-78.

[7]Teigen, K.H. and Brun, W. (1995) Yes, but it is uncertain: direction and communicative intention of verbal probabilistic terms. Acta Psychologica, 88, 233–258.

[8]Teigen, K.H. and Brun, W. (1999) The directionality of verbal probability expressions: effects on decisions, predictions, and probabilistic reasoning. Organizational Behavior and Human Decision Process, 80, 155–190

不確実性下の意思決定におけるリスク態度と認知的満足化
Cognitive satisficing and risk attitudes in decision making under uncertainty

横須賀 天臣†，石倉 圭悟†，中村 紘子†，高橋 達二†
Takaomi Yokosuka, Keigo Ishikura, Hiroko Nakamura, Tatsuji Takahashi
†東京電機大学
Tokyo Denki University
tatsujit@mail.dendai.ac.jp

概要

認知的満足化は，行動の結果として見込まれる価値が満足化基準を満たすかによってリスク態度が異なり，意思決定の探索傾向に影響するというモデルである (高橋ら，2016)．満足化基準が満たされない場合はリスク志向的になり，探索的な選択をすることが予測される．本研究はギャンブル選択課題を用いて，意思決定の探索傾向とリスク態度を検証した．その結果，損失が見込まれるほどリスク志向的になり，探索的な選択をしやすいというモデルの予測が支持された．

キーワード：認知的満足化，リスク態度，プロスペクト理論，利益最大化傾向

1. 序論

不確実性下で人がどのように意思決定を行うかについては，これまでに多くの理論が提唱されてきた．主観的期待効用理論では，ある結果が生じる確率とその結果の主観的な効用の積である期待効用が最大となるような,「合理的」な意思決定を行うと仮定している．しかし，実際に人が行っている意思決定は，主観的期待効用理論からの系統的な逸脱が示されている．

プロスペクト理論は，人の意思決定の「非合理性」を考慮し，利益よりも損失を大きく評価する傾向である損失回避性を反映させた価値関数と，低い確率を過大評価し高い確率を過小評価する傾向を反映させた確率加重関数により，不確実性下の意思決定を記述する理論である [1]．プロスペクト理論では，利益・損失とその確率に応じて，多くの人が示すリスク態度の傾向を表 1 のように予測・説明している [2]．ただし，こうしたリスク態度には個人差が存在する．

表 1　利益・損失とその確率によるリスク態度の傾向

確率	利益	損失
高	リスク回避的	リスク志向的
低	リスク志向的	リスク回避的

不確実性下の意思決定において，リスク志向的か，リスク回避的かといったリスク態度の個人差を測定する課題として，ギャンブルの確実性等価 (certainty equivalent, CE) 課題がある [3]．CE 課題は，確率的にお金を得ることができる賭けに対して，主観的に等価だと感じる確実な金額である CE を回答させる．例えば「40%の確率で 5,000 円を得るが，60%の確率で何も得られない」といった賭けに対して,「確実に 1,500 円を得る」ことが等価だと感じる場合，その賭けの CE は 1,500 円ということになる．賭けの客観的な期待値と CE の差をリスクプレミアム (risk premium, RP) と呼び，RP の符号が正ならばリスク回避的，負ならばリスク志向的，RP が 0 ならばリスク中立的であることを示す．先の例では，賭けの期待値は 2,000 円であり，RP は 2,000 − 1,500 = 500 円となり，符号が正なのでリスク回避的であることを示す．

2. 認知的満足化

Simon は，複数の選択肢の中から最適な選択をすることは現実的に困難な場合が多いことを指摘し，選択肢が目標に応じたある基準を満たすかにより探索を行うか否かという満足化の原理を示唆した [4]．この満足化のアイデアを取り入れた逐次的な意思決定のモデルが，認知的満足化である [5]．認知的満足化では，行動 a_i の結果として見込まれる価値の期待値 E_i と満足化基準 $\aleph$，試行回数 n_i により表される Risk-sensitive Satisficing (RS) 価値関数を用いることで，選択行動における探索傾向を記述している．RS 価値関数は強化学習への応用研究がなされており，多腕バンディット問題での有効性が証明されている [6, 7]．

$$\delta_i = E_i - \aleph \tag{1}$$

$$\mathrm{RS}_i = n_i \delta_i \tag{2}$$

認知的満足化によって記述される逐次的意思決定において，意思決定主体は RS_i が最大となる a_i を選択

する．(1) 式より，$E_i > \aleph$ の場合は δ_i の符号が正となり，(2) 式の δ_i と n_i の積が大きい a_i を選択する．一方，$E_i < \aleph$ の場合は δ_i の符号が負となるため，δ_i と n_i の積が小さい a_i を選択する．

2 つの選択行動 a_i と a_j において，n_i と n_j が異なり，$E_i = E_j < \aleph$ となるとき，意思決定主体はリスク志向的になり，より試行回数が少ない探索的な選択をする．一方，同様の状態で，$E_i = E_j > \aleph$ となるとき，意思決定主体はリスク志向的になり，より試行回数が多い知識利用的な選択をする．例えば，60%の確率で当たった場合は 10,000 円を得て，40%の確率で外れた場合は 10,000 円を失うというスロットマシンが 2 台あったとして,「5 回プレイして 3 回当たったスロット A」と「50 回プレイして 30 回当たったスロット B」では，前者はより試行回数が少ない探索的な選択であり，不確実性が高くリスク志向的といえる．

このように認知的満足化では，満足化基準によってリスク態度が異なり，意思決定の探索傾向に影響することをモデル化している．また，RS 価値関数は，期待効用理論やプロスペクト理論などの価値関数とは異なり，選択行動の試行回数を考慮するため，期待値が等しい選択肢であっても試行回数に応じた選好を説明・予測することができる．吉沢らは，RS モデルが人の意思決定を説明できるかを検討するため，上記のようなスロットマシンのシナリオを用いて，試行回数の情報が意思決定に及ぼす影響を検討した [8]．しかし，この実験では，RS 価値関数に基づく予測とは異なり，損益の期待値の違いに関わらず，常に探索的な選択が行われた．この研究の問題点として考えられるのが，提示した選択肢の試行回数は 10 倍の比 (5 回対 50 回) によって定められたものであるが，参加者が試行回数の違いに伴う不確実性の差異を考慮しにくく，より試行回数の多いスロットが知識利用的な選択として認知されなかった可能性が考えられる．

本研究では，吉沢ら (2021) の実験に変更を加えた新たなギャンブル選択課題を用いて，認知的満足化が人の意思決定を説明できるかを検討する．課題のシナリオでは，10 回プレイしたスロットに対して，100 回・1000 回・確率値が明確な 3 種類のスロットをそれぞれ比較する．当たり確率が低いほど期待値は小さくなり，満足化基準は満たされにくいため，探索的な，より試行回数が少ないスロットが選択されやすいと予想される．一方，当たり確率が高いほど期待値は大きくなり，満足化基準は満たされやすいため，知識利用的な，より試行回数が多いまたは確率値が明確なスロットが選択されやすいと予想される．

また，CE 課題を用いて，リスク態度の個人差の影響を検討する．リスク志向的な参加者はギャンブル選択課題において探索的な選択をしやすく，リスク回避的な参加者は知識利用的な選択をしやすいことが予想される．

さらに，利益最大化傾向尺度 (maximizing tendency scale, MTS) の 7 項目 (MTS-7) を用いて，目的達成のために選択肢を探索する傾向の個人差の影響を検討する [9]．利益最大化傾向は満足化基準と関係すると考えられ，利益最大化傾向が高いほど満足化基準も高く，ギャンブル選択課題において探索的な傾向を示し，試行回数の少ないスロットの選択が増えると予想される．

3. 実験

実験は Web 上で実施し，クラウドソーシングサービス (CrowdWorks: https://crowdworks.jp/) を用いて，実験参加者を 200 名募集した．回答に不備のあるデータを除外し，158 名 (女性 68 名，男性 90 名，未回答 0 名，平均年齢 41.3 歳，標準偏差 8.97) を実験の分析に使用した．

3.1 手続き

実験では，はじめにインフォームドコンセントを行い，実験参加の同意を得た．次いで，ギャンブル選択課題，CE 課題，MTS-7 の順に課題を提示し，最後に参加者が課題に注意を向けていたかを確認するための Instructional Manipulation Check を行なった．

ギャンブル選択課題では，当たり確率に関する事前情報が与えられている 2 つのスロットマシンについて，どちらをプレイしたいかを回答するよう求めた．スロットマシンは，当たった場合は 10,000 円を得て，外れた場合は 10,000 円を失うというシナリオを用いた．当たり確率は 0.0，0.1，0.2，0.3，0.4，0.5，0.6，0.7，0.8，0.9，1.0 の 11 段階とした．当たり確率に関する情報は 10 回 (例：10 回プレイして 5 回当たったスロット)，100 回 (例：100 回プレイして 50 回当たったスロット)，1000 回 (例：1000 回プレイして 500 回当たったスロット)，明確な確率値 (例：当たり確率の設定が 50%のスロット) の 4 種類を用いた．実験では，異なるプレイ回数の情報が付随した当たり確率が同一である 2 つのスロットを 3 種類の比較条件,「A: 10 回対 100 回」,「B: 10 回対 1000 回」,「C: 10 回対確率値」から質問が構成され，ランダム順で質問を提示した．

CE 課題では，利益もしくは損失が見込まれる状況において，賭け (例：50%の確率で 10,000 円を得る) と確実な金額 (例：確実に 5,000 円を得る) のどちらが好ましいかを回答するよう求めた．賭けは,「75%の確率で 10,000 円を得る」,「50%の確率で 10,000 円を得る」,「25%の確率で 10,000 円を得る」,「25%の確率で 10,000 円を失う」,「50%の確率で 10,000 円を失う」,「75%の確率で 10,000 円を失う」の 6 種類を用いた．質問は二段階で行われ，一段階目では，7 種類の確実な金額 (10000 円，8333 円，6667 円，5000 円，3333 円，1667 円，0 円) と賭けについて，選好を回答した．二段階目では，一段階目で選ばれた最小の確実な金額より 25%高い金額と，選ばれなかった最大の確実な金額より 25%低い金額の間で，等間隔な 7 つの値を確実な金額として配置し，再度確実な金額と賭けについて，選好を回答した．同じ賭けにおいて，選ばなかった確実な金額よりも低い確実な金額を選んでいた場合は，回答に一貫性がないとして再回答を求めた．例えば「“確実に 5000 円を得る” よりも，“50%の確率で 10,000 円を得る”」という選択をした後で,「“50%の確率で 10,000 円を得る” よりも “確実に 1667 円を得る”」という選択をした場合が，一貫性がない回答に該当する．二段階目の回答において，選ばれた最小の確実な金額と選ばれなかった最大の確実な金額の中央値を，その賭けに対する CE とした．

MTS-7 では,「なににについても，最高のものを常に選ぶようにしている」といった，7 つの質問について 4 件法（そう思わない〜そう思う）で回答を求めた．

3.2 結果と考察

ギャンブル選択課題の各比較条件において，当たり確率の推移に対して，探索的な，より試行回数の少ない 10 回のスロットが選択された割合を図 1 に示す．各比較条件における当たり確率ごとの探索的な選択がされた回数に差がみられるかを，2×11 の χ^2 検定により検討した．その結果，条件 A (10 回対 100 回) と条件 B (10 回対 1000 回) では有意差はなく ($\chi^2(10) = 4.89, p \geq .05$)，条件 A と条件 C (10 回対確率値) ($\chi^2(10) = 24.4, p < .05$)，条件 B と条件 C で有意差がみられた ($\chi^2(10) = 40.5, p < .05$)．条件 A と条件 B では，当たり確率による探索的な選択の変化のパターンに差が見られなかった．一方，条件 C の場合，頻度で示す場合よりも，当たりが出る確率が小さい段階で，探索的な選択が減少することが示された．このことより，人は意思決定の際に頻度と確率値の違いを考慮していると考えられ，知識利用的な選択とみなされやすいことが示された．

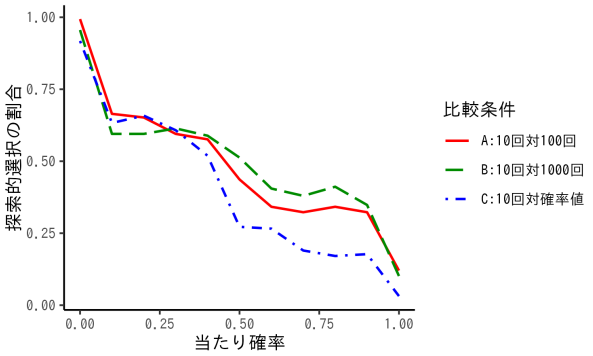


図 1　ギャンブル選択課題におけるスロットマシンの当たり確率と探索的選択の割合

CE 課題における，全参加者の CE と RP の標本平均と標準偏差を表 2 に示す．賭けにより RP に差がみられるかを参加者内一要因分散分析により検討した結果，有意差がみられた ($F(1,5) = 78.8, p < .05$)．75%および 50%で獲得できる場合は，それ以外の場合と比較し RP が有意に高く，リスク回避的といえる．一方，75%および 50%で損失の場合は，それ以外の場合と比較し RP が有意に低く，リスク志向的といえる．利益・損失が見込まれる状況において参加者が示したリスク態度を，負の RP が 2 つ以上ある場合をリスク志向的，正の RP が 2 つ以上ある場合をリスク回避的として評価した．参加者が示したリスク態度の割合を表 3 に示す．表 3 に対して，利益損失が見込まれる状況とリスク態度で差が見られるかを 2×2 の χ^2 検定により検討した結果，有意差がみられた ($\chi^2(1) = 3.90, p < .05$)．残差分析を行った結果，利益が見込まれる状況ではリスク回避的，かつ，損失が見込まれる状況ではリスク志向的な参加者が最も多いことが示された．この結果は，プロスペクト理論の予測と合致し，損失回避性による影響があると考えられる．

MTS-7 の平均値は 2.25，標準偏差は 0.593 であった．

ギャンブル選択課題の回答に対して，一般化線形混合モデルを用いて回帰分析を行った結果を表 4 に示す．従属変数をギャンブルの選択，固定効果を当たり確率，比較条件 (A, B, C)，利益が見込まれる状況のリスク態度，損失が見込まれる状況のリスク態度，MTS-7 スコアとし，参加者の個人差を変量効果とした．ギャンブルの選択は探索的選択を，比較条件は条件 A を，リスク態度はリスク志向的をそれぞれ参照カテゴリとした．回帰分析の結果，スロットマシンの当たり確率，条件 B，損失が見込まれる状況のリスク態度，スロッ

表 2　CE 課題の 6 種類の賭けに対する確実性等価 (CE) とリスクプレミアム (RP)

賭け	期待値	CE の平均	RP の平均	標準偏差
75%の確率で 10,000 円を得る	7500	5341	2159	2186
50%の確率で 10,000 円を得る	5000	4118	882	1788
25%の確率で 10,000 円を得る	2500	2710	-210	1536
25%の確率で 10,000 円を失う	-2500	-2913	413	1663
50%の確率で 10,000 円を失う	-5000	-4338	-662	1808
75%の確率で 10,000 円を失う	-7500	-5794	-1706	2229

表 3　CE 課題の利益・損失が見込まれる状況において参加者が示したリスク態度の割合

		損失	
		リスク志向的	リスク回避的
利益	リスク志向的	.11	.07
	リスク回避的	.64	.18

トマシンの当たり確率と条件 B の交互作用，スロットマシンの当たり確率と条件 C の交互作用の効果が 5% 水準で見られた．交互作用から，条件 A と比較し，条件 B では当たりが出る確率が高い場合は探索的な 10 回の選択が多く，条件 C では当たりが出る確率が高い場合は知識利用的な確率値の選択が多いといえる．スロットマシンの当たり確率の効果から，当たり確率が高いほど探索的な選択が減少することが示された．これらの結果は，人は試行回数に基づいた当たりの頻度や確率の情報を考慮して，ギャンブルを選択することを示唆しており，期待値が等しい選択肢であっても試行回数を考慮した選択を行うという認知的満足化モデルの予測を支持している．リスク態度の影響について，損失が見込まれる状況でリスク志向的な参加者ほど，ギャンブル選択課題において探索的な選択が多いことが示された．一方，利益が見込まれる状況のリスク態度がギャンブル選択課題に及ぼす影響は有意ではなかった．これは，ギャンブル選択課題のシナリオにおいて，10,000 円を得ることよりも失うことが強く考慮されたことを示し，リスクに対する損失回避性が関わっていると考えられる．

4.　結論

本研究は，人が認知的満足化モデルに基づいて意思決定の探索傾向とリスク態度を示すかを，ギャンブル選択課題を用いて検証した．その結果，期待値が低いほど満足化基準が満たされず，探索的な選択をしやすくなるというモデルの予測が支持され，損失が見込まれるほどリスク志向的になる傾向が影響することが示

表 4　ギャンブルの選択に対する回帰分析の結果

固定効果	推定値
スロットマシンの当たり確率	-3.84*
条件 B (10 回対 1000 回)	-0.23*
条件 C (10 回対確率値)	0.03
利益が見込まれる状況のリスク態度	-0.03
損失が見込まれる状況のリスク態度	0.19*
利益最大化傾向 MTS-7	0.01
当たり確率と条件 B の交互作用	0.61*
当たり確率と条件 C の交互作用	-1.25*
各状況のリスク態度の交互作用	0.04

$*: p < .05$

された．このことは，満足化基準による探索傾向と，リスクに対する損失回避性を関連付け，新たな意思決定理論の構築に資すると考えられる．

文献

[1] Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. Econometrica, 47(2), 263-292.

[2] Tversky, A., & Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. Journal of Risk and uncertainty, 5, 297-323.

[3] Pratt, J. W. (1964). Risk Aversion in the Small and in the Large. Econometrica, 32(1/2), 122-136.

[4] Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of the environment. Psychological review, 63(2), 129.

[5] 高橋達二, 甲野佑, & 浦上大輔. (2016). 認知的満足化 限定合理性の強化学習における効用. 人工知能学会論文誌, 31(6), AI30-M_1.

[6] Tamatsukuri, A., & Takahashi, T. (2019). Guaranteed satisficing and finite regret: Analysis of a cognitive satisficing value function. Biosystems, 180, 46-53.

[7] Kamiya, T., & Takahashi, T. (2022). Softsatisficing: Risk-sensitive softmax action selection. Biosystems, 213, 104633.

[8] 吉沢栄貴, 樋口知也, & 高橋達二. (2021). 人間の選択行動におけるリスク選好比較と満足化の関係. 第 83 回全国大会講演論文集, 2021(1), 367-368.

[9] 石黒格. (2021). 二要因モデルに基づく利益最大化傾向の日本語版尺度の作成. 社会心理学研究, 36(3), 88-95.

予測精度の高いAIを利用しても、人間の意思決定は正確にならない。
AI with high prediction performance does not necessarily make human decisions more accurate.

香川 璃奈[1]，本田 秀仁[2]，野里 博和[3]
Rina Kagawa, Hidehito Honda, Hirokazu Nosato
[1]筑波大学，[2]追手門学院大学，[3]産業技術総合研究所
University of Tsukuba, Otemon University, AIST
kagawa-r@md.tsukuba.ac.jp

概要
人間が他者からの助言を参照して意思決定を行う際に、助言をそのまま採用するわけではない現象は自己中心的助言割引として知られる。昨今のAIの急速な発展により、AIを助言として人間が意思決定を行う場面が今後増加すると予想される。しかし、AIの精度と、それを利用した人間の意思決定の関係性は明らかでない。本研究ではシミュレーションと行動実験を通じて、AIの助言の予測誤差が小さくなるほど、それを利用した人間の意思決定が正確になるとは限らないことを示した。

キーワード：自己中心的助言割引，AI，意思決定，algorithm aversion, algorithm appreciation

背景

人間は、意思決定を行う際に、他者からの助言を参照することがある。その一方で、人間が他者からの助言をそのまま採用するわけではない現象が、自己中心的助言割引として知られている(Yaniv & Kleinberger, 2000)。昨今では深層学習を始めとするいわゆるAI技術[1]の急速な発展に伴い、人間がAIによる予測や分類の結果を助言として利用して意思決定を行う場面も多くなっている。それと同時に、AIによる助言は人間による助言と比較して、利用されにくい(algorithm aversion) (Dietvorst, Simmons, & Massey, 2015)、または利用されやすい(algorithm appreciation) (Logg, Minson, & Moore, 2019)という報告が認められる。しかし、人間がAIの助言をどのように利用するのか、人間による助言の利用とどのように異なるのか、一定の知見には至っていない。特にAIによる助言の精度と、それを利用した人間の意思決定の変化に関する系統的な特徴は明らかになっていない。

本研究では数値予測を対象として、AIの予測精度の向上に伴い、それを利用した人間の意思決定がどのように変化するかを、理論的および実験的検証により議論する。実社会におけるAIの利用場面を想定して、以下の2点を前提とする。

1. 人間は、AIの予測結果を知る前に、自分なりの予測をする。その後、AIの予測結果を踏まえて人間が最終的な判断を下す。AIの予測結果が自動的に人間の意思決定に代わるのではない。
2. AIの予測結果は予測誤差を伴って示される。予測誤差が狭いほど精度の高いAIとみなす。例：「AIは、写真の男性の体重を72.5-75.5kgだと予測した」という予測結果より「AIは、写真の男性の体重を73.8-74.2kgだと予測した」という予測結果の方がAIの精度は高いと判断する。

目的

数値予測タスクにおいて、予測誤差を伴う助言を利用する認知過程のモデルを提案し、以下の2点についてシミュレーションおよび行動実験により検討する。

RQ1：助言の予測誤差が変化すると、人間の最終判断の正確性はどのように変化するか？

RQ2：助言の予測誤差の変化に伴う人間の最終判断の正確性の変化は、助言者によって変化するか？

助言を利用するシナリオの整理と問題定義

まず、判断者は助言なしに判断J_1を行う(図1における「80」)。次に、“x_l–x_h” ($x_l < x_h$) という予測誤差(Err_{advice})を持つ助言が示される。x_lとx_hのうちJ_1に近い値をADV_{near} (図1における「75.5」)とし、もう片方をADV_{far} (図1における「72.5」)とする。本研究では、正答($target \geq 0$)はx_lとx_hの平均値とする(図1の例では74.0)。最後に、助言を確認した人間が最終判断J_2 (図1における「75」)をする[2]。

[1] 本稿では、何かしらの数理的技術に基づく識別または予測手法を指すこととする。

[2] この手続きは、助言に基づく意思決定を評価するための実験プロトコルとして知られるjudge-advisor

本稿では、人間の最終判断の正確性として、Err_{advice}の変化に伴う$Err_{J_2} = |J_2 - target|$の変化を評価する。

$$\text{Advice}: \begin{cases} "ADV_{far} - ADV_{near}" & \text{if } J_1 - target \geq 0, \\ "ADV_{near} - ADV_{far}" & \text{if } J_1 - target < 0. \end{cases}$$

$$ADV_{far} = \begin{cases} target - Err_{advice} & \text{if } J_1 - target \geq 0, \\ target + Err_{advice} & \text{if } J_1 - target < 0. \end{cases}$$

$$ADV_{near} = \begin{cases} target + Err_{advice} & \text{if } J_1 - target \geq 0, \\ target - Err_{advice} & \text{if } J_1 - target < 0. \end{cases}$$

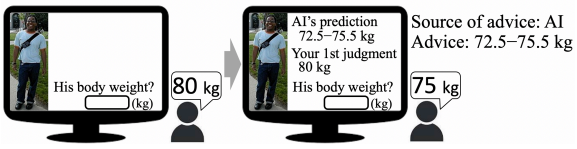


図 1: 実社会における助言利用シナリオのイメージ

予測誤差を伴う助言を利用した意思決定プロセスのモデル

助言利用の先行研究(Himmelstein, 2022; Vodrahalli, Daneshjou, Gerstenberg, & Zou, 2022)を参照し、予測誤差を伴う助言を利用した意思決定プロセスについて、以下の 3 段階のモデルを提案する。

○Pre-step: 当初の判断(J_1)は$N(target, \sigma_1)$にしたがって決定される。σ_1は判断者の知識レベルやタスクの難しさを反映する。

○Activation Step: 助言を得た判断者が、最終判断を当初の判断(J_1)から変更するか決定する段階を示す。判断者が最終判断をJ_1から変更する確率(P_{change})は当初の判断への自信$(Weight_{J_1})$と助言への信頼$(Weight_{advice})$のバランスで決定され、さらにそのバランスはJ_1とADV_{near}の距離に従うと考える。a_iとd_iは$Weight_i$の上限と下限を意味する。b_iはdis_1の変化に伴う$Weight_i$の変化の傾きを意味する。c_iは$Weight_i$の変曲点である。

$$dis_1 = \begin{cases} J_1 - ADV_{near} & \text{if } J_1 - target \geq 0, \\ ADV_{near} - J_1 & \text{if } J_1 - target < 0. \end{cases}$$

$$Weight_i(dis_1) = \frac{a_i}{1 + e^{-(b_i(dis_1 - c_i))}} + d_i$$

$$P_{change}(dis_1) = Weight_{J_1}(dis_1) \times Weight_{advice}(dis_1)$$

○Integration Step: $J_2 \neq J_1$の場合、J_2の値は以下に従う。なお$(ADV_{far} + ADV_{near})/2 = target$である。

$$J_2 = N((target + J_1)/2, \sigma_2)$$

シミュレーション実験

$N(target, \sigma_1)$に従う 500 点をランダムに生成し、各パラメーターを変化させた際の平均値を図 2 に示した。

Err_{advice}が小さくなるほどErr_{J_2}が小さくなる傾向が多くの条件で確認されたものの、その傾向は非単調かつ非線形であった。Err_{advice}が小さくなるほどErr_{J_2}が小さくなる傾向を示さない条件($\sigma_1 = 15$ かつ

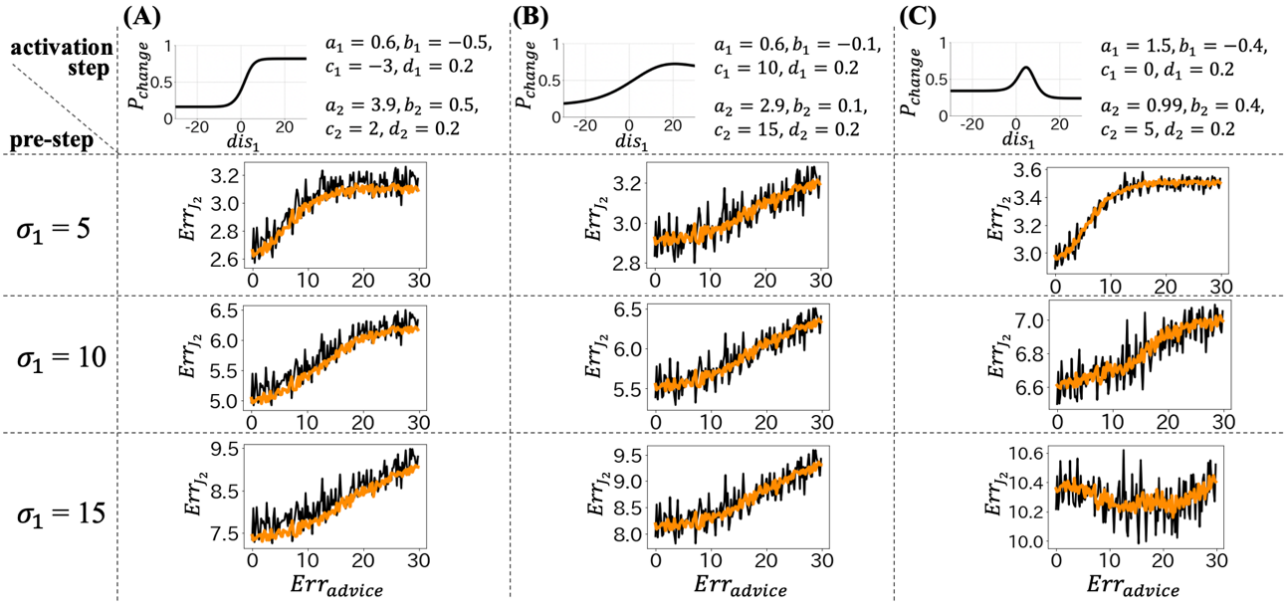


図 2: シミュレーション実験の結果

system (JAS; Sniezek & Buckley, 1995)と一致している。

activation step が(C)) も確認された。このことから、Err_{advice}が小さくなるほどErr_{J_2}が小さくなるとは限らないと示唆された。

行動実験　方法

次に、実際にシミュレーション研究と同様のシナリオを利用した行動実験を行なった。

実験参加者: 152 名(男性 104 名、女性 48 名、M_{age} = 42.6、SD_{age} = 22.7)。

刺激・手続き: 全ての実験参加者は、ランダムに提示される 60 問の数値推定タスクに回答した。

地理的な予測タスク(Himmelstein and Budescu, 2023)として、過去 8 週間のとある地下鉄駅の乗降者数の推移から翌週のその駅の乗降者数[3]を推定した。正答($target$)の平均値は 521.2 ± 198.2 (最小: 123、最大: 1,010)。Err_{advice}は 10 段階(0.0, 4.95, …, 44.55)を設定した。

1 問のタスクは、以下の 3 段階から構成される刺激で構成される。

まず、参加者は、過去 8 週間のある地下鉄駅の乗降者数の推移から翌週のその駅の乗降者数を推定する。

次に、助言が提示される。助言は助言者と助言内容がランダムに組み合わされて構成される。助言者は、「AI」「ある鉄道会社の職員」「以前この課題を解いた 100 人」の 3 通り[4]とした。助言内容は問題ごとに、J_1に応じて"$ADV_{far} - ADV_{near}$"または"$ADV_{near} - ADV_{far}$"とした、ただしADV_{far}およびADV_{near}は四捨五入した整数とした。

> 助言内容の例:「来週のこの駅の乗降者数について、AIは118−128(万)人と推定した。」($target$ = 123, Err_{advice} =4.95 の場合)

最後に、その助言に基づき、参加者は最終的な推定値を決定する。なお、自身の当初の推定値と助言は同一の画面に示されている。

本実験は、筑波大学医学医療系医の倫理委員会の承認(承認番号 1743)を得ている。

行動実験　結果・考察

3 段階モデルの検証

Activation Step について、助言者ごとにErr_{advice}の階層性を考慮した状態空間モデルを利用して算出したdis_1とP_{change} の関係を図 3(A-1)に示した。助言者を問わず、dis_1が 0 以下のときはP_{change}が小さく、0 以上になるとP_{change}が大きくなったこと、さらに、dis_1がある一定以上になるとP_{change}が一定になったことが確認できた。

Integration Step について、$(target + J_1)/2$とJ_2の関係を図 3(A-2)に示す。$(target + J_1)/2$を固定効果、J_2を目的変数、Err_{advice}と助言者と参加者をランダム効果としたマルチレベルモデルで推測された傾きと 95% 信用区間は 1.01 [0.98, 1.05] であり、$(target + J_1)/2 = J_2$の関係が成り立つと判断できる。

これらの結果から、想定した 3 段階モデルは妥当であると判断した。

助言の予測誤差と最終的な推定値の正確性の関係

Err_{advice}とErr_{J_2}の関係を図 3(B)に示した。Err_{advice}とErr_{J_2}は助言者に依らず非単調かつ非線形であり、シミュレーション実験と結果に矛盾はなかった。また、助言者が「AI」または「ある鉄道会社の職員(specialists)」の場合と比較して、助言者が「以前この課題を解いた 100 人(laypeople)」の場合、判断者の最終判断の誤差がより大きくなる傾向が認められた。

助言者が「AI」の場合と「以前この課題を解いた 100

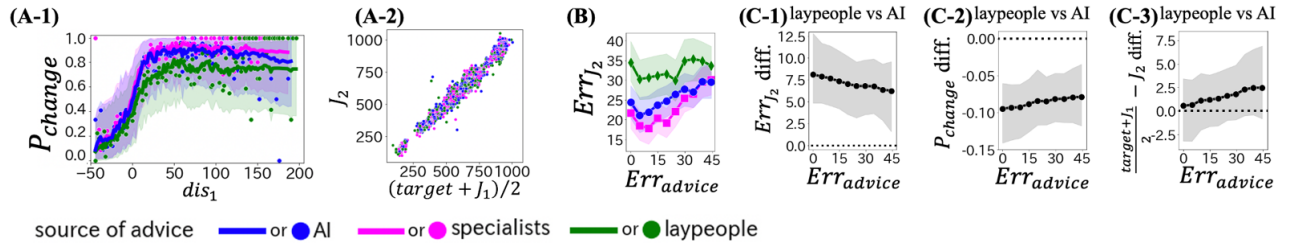


図 3: 行動実験の結果

[3]https://catalog.data.gov/dataset/mta-subway-customer-journey-focused-metrics-beginning-2015 (last accessed 2023/4/1)

[4] 実際にこれらの助言者が計算または回答したわけではなく、あくまでランダムに表示しただけである。

人」の判断者の最終判断の誤差の差を、助言の予測誤差ごとに推定した結果が図 3(C-1)である。この結果から、全てのErr_{advice}において、助言者が「以前この課題を解いた 100 人」であった場合には、「AI」であった場合と比較して有意にErr_{J_2}が大きいといえた。

助言者の違いに影響を受ける認知過程

最後に、助言者に依ってErr_{J_2}が変化する事象について、提案した 3 過程の認知モデルのうち、activation step と integration step のどちらが有意に影響を受けているのか、Err_{advice}ごとに検討した結果を図 3(C-2, C-3)に示す。利用したモデルは上記と同様である。この結果から、P_{change}は全てのErr_{advice}において、助言者が「以前この課題を解いた 100 人」であった場合に、「AI」であった場合と比較して有意に値が小さかった。この結果はErr_{J_2}と同様であった。その一方で、$(target + J_1)/2 - J_2$は全てのErr_{advice}において、助言者が「以前この課題を解いた 100 人」であった場合と「AI」であった場合との間で有意差を認めかった。この結果から、助言者が変わると、助言を確認して助言を利用するか決定する認知過程が影響を受け、最終的な人間の判断の正確性が変化する、というメカニズムが示唆された。

まとめ

本研究では、シミュレーションと行動実験を通じて、予測誤差を伴う助言を人間が利用する場合、助言の予測誤差が小さくなるほど、それを利用した人間の意思決定がより正確になるとは限らないことを明らかにした。また、助言者が変わると、助言を確認した上で助言を利用するか決定する認知過程が影響を受け、最終的な人間の判断の正確性が変化することが示唆された。今後は、他ドメインおよび数値推定に限らないタスクに実験を拡張した上で、最終的な人間の意思決定がより正確になる意思決定支援システムの開発につなげたい。

謝辞

本研究成果の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務(JPNP20006)、JST 未来社会創造事業の助成(JP19211284)の結果得られた。

文献

[1] Himmelstein, M. (2022). Decline, adopt or compromise? A dual hurdle model for advice utilization. *Journal of Mathematical Psychology*, 110, 102695.
[2] Himmelstein, M., & Budescu, D. V. (2023). Preference for human or algorithmic forecasting advice does not predict if and how it is used. *Journal of Behavioral Decision Making*, 36(1), e2285.
[3] Sniezek, J. A., & Buckley, T. (1995). Cueing and cognitive conflict in judge-advisor decision-making. *Organizational behavior and human decision processes*, 62(2), 159-174.
[4] Yaniv, I., & Kleinberger, E. (2000). Advice taking in decision making: Egocentric discounting and reputation formation. *Organizational behavior and human decision processes*, 83(2), 260-281.

類推における検索の意図性は構造的類似性の高いベースの想起を促すか
Does intention on analogical retrieval promote to retrieve superficially dissimilar analogs?

中村 脩人，服部 雅史
Shuto Nakamura, Masasi Hattori

立命館大学
Ritsumeikan University
cp0107vi@ed.ritsumei.ac.jp

概要

本研究では，類推において，検索に伴う意識的な努力が，想起されやすいベースにどのように影響を与えるのか検討した．ターゲットからベースを検索するときの意識的な努力が，想起されるベースに与える影響を検討した結果，意識的な努力と想起されやすいベースの種類の間に関係がみられなかった．実験参加者に意識的な努力を伴わない検索を促すことができなかったため，検索に伴う意識的な努力と想起されやすいベースの種類に関係がみられなかったと考えられる．

キーワード：類推，意図的検索，無意図的検索

1. 背景と目的

類推とは，よく知らないターゲットを，それと類似した既知のベースにたとえて理解し考えることである．類推では，検索が行われる．検索とは，ターゲットに類似したベースを長期記憶から思い出すことである．

これまでの研究では，表面的類似性が構造的類似性よりも検索に重要であると示した(Gentner et al., 1993)．表面的類似性とは，ターゲットやベースを構成する対象の特徴の類似性である．一方で，構造的類似性とは，ターゲットやベースの根底にある対象間の関係の類似性である．

一方で，Raynal et al. (2020) は，構造的類似性が表面的類似性よりも検索に重要であることを示した．Raynal et al. (2020) は，実験参加者がターゲットを手がかりにして，表面的に似ているが構造的に似ていないベース（表面的類似非類推ベース superficially similar disanalog; 以下，SSD）より表面的に似ていないが構造的に似ているベース（表面的非類似類推ベース superficially dissimilar analog; 以下，SDA）を頻繁に検索したことを示した．

ただ，Raynal et al. (2020) の実験では，ターゲットを手がかりにして，最もターゲットと対応するベースを思い出すよう教示を行った．このような意識的な努力を必要とする検索を意図的検索といい，それに対して，意識的な努力を必要としない検索を無意図的検索という．Trench et al. (2016) によると，意図的検索によって，実験参加者は SDA を検索できるという．また，Minervino & Trench (2022) によると，無意図的検索では SSD の方が SDA よりも検索されるという．したがって，Raynal et al. (2020) の結果は，検索に伴う意識的な努力によって SDA の検索が促進された可能性がある．

そこで，本研究では，検索のタイプと利用されやすいベースの関係について検討した．意図的検索が促されると SDA が利用されやすく，連想メカニズムが関係する無意図的検索では SSD が利用されやすいと考えられる．意図的検索と無意図的検索で SSD の利用されやすさに違いはないと予想される．

2. 方法

2.1 実験参加者

クラウドソーシングサービス CrowdWorks を通して集められた 51 名が実験に参加した．51 名のうち 11 名が途中で実験を辞退したため，残る 40 名が分析対象になった（男性 23 名，女性 15 名，無回答 2 名; 平均年齢 39.2 歳）．実験参加者は，無作為に意図的検索条件と無意図的検索条件に割り当てられた．

2.2 材料

実験参加者に提示するために，ターゲットを 1 つ，ベースを 6 つ用意した（付録参照）．ベースは，SSD，SDA を 1 つずつ，ターゲットと表面的にも構造的にも類似しないもの 4 つから構成された．ターゲットとして Raynal et al. (2020) の「ルイージとロレンツォ物語」を使用した．同じく Raynal et al. (2020) より，「アレクサンドロとファビオ物語」「ジュリーとヴィクター物語」を，SSD，SDA として使用した．また，残りの表面的にも構造的にも類似しないものとして，Gick & Holyoak (1980) より要塞物語，Trench & Minervino (2015) より

映画「瞳の奥の秘密」を基に作成された物語, Minervino & Trench (2022) で実験 1 と実験 2 で使用された 2 つの物語を使用した．ターゲットとベースとして使用された物語は，実験参加者が理解しやすいように元の内容から一部変更された．

2.3 装置

オンライン上で実験を実施するために，lab.js (Henninger et al., 2019) を用いた．

2.4 手続き

まず，実験参加者は，提示されたベースの物語を読みながら，その情景を想像し，どれくらい物語の情景を想像できたか 5 段階で回答した．ベースは無作為な順番で提示した．

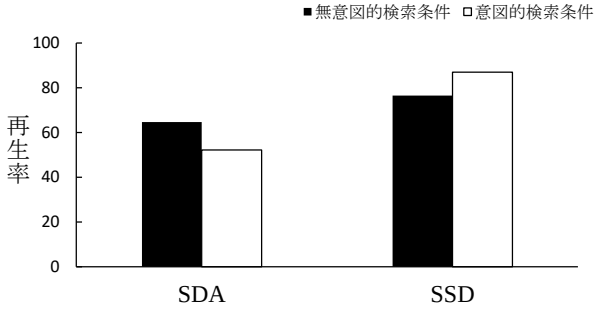
すべてのベースに対して，物語の情景をどれくらい想像できたか回答した後，実験参加者は，ターゲットを提示された．ターゲット提示時に，意図的検索条件では，意図的検索を促すために，ターゲットと類似した体験や物語をできるだけ思い出すよう教示した．無意図的検索条件では，ターゲットについて理解度テストを行うので注意深く読むよう教示し，無意図的検索を促した．

最後に，実験参加者は，実験の最初に提示されたものと同じベースを再び提示された．それぞれのベースに対して，実験参加者はターゲットを読んでいる時に，そのベースを思い出したかどうか質問された．実験参加者は，ベースを思い出した場合，「はい」と回答し，思い出さなかった場合，「いいえ」と回答した．

3. 結果

図 1 は，実験参加者の各ベースの再生率を表している．SDA の再生率について，無意図的検索条件では 64.7%，意図的検索条件では 52.2%であった．χ^2 検定の結果, 各条件と SDA の再生率の間に統計的に有意な関連は見られなかった，$\chi^2(1, N = 40) = 0.22, p = .64, \phi = .13$.

図1 条件ごとのSDA, SSDの再生率



また，SSD の再生率について，無意図的検索条件では 76.5%，意図的検索条件では 87%であった．χ^2 検定の結果，各条件と SSD の再生率の間にも統計的に有意な関連は見られなかった，$\chi^2(1, N = 40) = 0.20, p = .66, \phi = .14$.

4. 考察

予想どおり，SSD の再生率に関して，条件間で統計的に有意な関連は見られなかった．しかし，予想に反して SDA の再生率についても条件間で統計的に有意な関連は見られなかった．

条件間で SDA の再生率に統計的に有意な関連が見られなかった要因として，実験参加者に無意図的検索を促すための操作が適切ではなかったことが考えられる．無意図的検索は特定の課題に集中しないときに頻繁に生じることが知られている(Berntsen & Jacobsen, 2008)．しかし，本研究では，無意図的検索を促すために，実験参加者にターゲットを注意深く読ませた．そのため，実験参加者は無意図的検索を行わなかったと考えられる．

また，ベース提示からターゲット提示までの時間が短いため，無意図的検索条件の実験参加者でも SDA を利用することができたと考えられる．Catrambone & Holyoak (1989) は，ベースについて適切なスキーマがなければ，ベースからターゲット提示までの時間が長くなるほど，実験参加者は SDA を利用しにくくなることを明らかにした．本研究では，実験参加者にベースを提示後，すぐにターゲットを提示したため，無意図的検索条件の実験参加者も SDA を利用することができたと考えられる．

これまでの類推に関する研究では，意図的検索に焦点を当てて検討されてきた．しかし，異なる検索タイプと利用されやすいベースのタイプにどのような関連性があるか十分に検討されていない．そのため，検索タイプとベースの関連性については引き続き検討する価値がある．今後の課題としては，実験参加者に無意図的検索を促すために，実験参加者の注意を拡散させる操作を行うのが望ましい．また，ベースからターゲット提示までの時間を設けるために，ベースとターゲットの間にダミー課題を取り入れる必要があると考えられる．以上を念頭に，再度，実験を実施する必要がある．

文献

[1] Berntsen, D., & Jacobsen, A. S. (2008). Involuntary (spontaneous) mental time travel into the past and future. *Consciousness & Cognition*, *17*(4), 1093–1104. https://doi.org/10.1016/j.concog.2008.03.001

[2] Catrambone, R., & Holyoak, K. J. (1989). Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer. *Journal of Experimental Psychology*, *15*(6), 1147–1156. https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.6.1147

[3] Gick, M. L., & Holyoak, K. J. (1980). Analogical problem solving. *Cognitive Psychology*, *12*(3), 306–355. http://doi.org/10.1016/0010-0285(80)90013-4

[4] Gentner, D., Rattermann, M. J., & Forbus, K. D. (1993). The role of similarity in transfer: Separating retrievability from inferential soundness. *Cognitive Psychology*, *25*(4), 524–575. https://doi.org/10.1006/cogp.1993.1013

[5] Henninger, F., Shevchenko, Y., Mertens, U. K., Kieslich, P. J., & Hilbig, B. E. (2019). Lab.js: A free, open, online study builder. *PsyArXiv.* http://doi.org/10.31234/osf.io/fqr49

[6] Minervino, R. A., & Trench, M. (2022). Structural vs. superficial similarity during unprompted analog retrieval: Which one exerts a greater force? *Proceeding of the Annual Meeting of 44th the Cognitive Science Society*, 312–318.

[7] Raynal, L., Clement, E., & Sander, E. (2020). Are superficially dissimilar analogs better retrieved than superficially similar disanalogs? *Acta Psychologia*, *203*, 102989. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2019.102989

[8] Trench, M., & Minervino, R. A. (2015). The role of surface similarity in analogical retrieval: Bridging the gap between the naturalistic and the experimental traditions. *Cognitive Science*, *39*(6), 1292–1319. https://doi.org/10.1111/cogs.12201

[9] Trench, M., Olguin, V., & Minervino, R. (2016). Seek, and ye shall find: Differences between spontaneous and voluntary analogical retrieval. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *69*(4), 698–712. https://doi.org/10.1080/17470218.2015.1044543

付録

実験で使用したターゲットとベースを以下に示す.

ターゲット（ルイージとロレンツォ物語）

佐藤さんは非常に人通りの多い場所でピザ屋を開いている．別のピザ屋の店主，中山さんは　佐藤さんの店の売上を奪うために佐藤さんの店の隣に新しくピザ屋を開店した．一方で佐藤さんは中山さんのピザがおいしくないことに気づいた．佐藤さんは中山さんのピザの味をおいしくするために店のレシピを教えた．それ以来，中山さんのピザはとてもおいしくなった．中山さんは佐藤さんの誠実な行動に感動したので，店を別の場所に移転した.

SSD（表面的に似ているが構造的に似ていないベース）

二人の兄弟が切り盛りするピザ屋では，平日にボリュームのあるピザを提供する．常連客は笑顔の絶えない元気な兄弟とレストランの活気ある雰囲気を気に入っている．一方で，週末ではこのレストランは予約制の高級レストランとしてイタリア料理を提供している．そして店主の二人は高級レストランにふさわしいスーツに着替えて接客するため，店内は平日と違って静かで格式ある雰囲気になる.

SDA（表面的に似ていないが構造的に似ているベース）

鈴木さんは同級生の山田さんが好きで，彼の気を引くために仲良くなった．しかし，クラスに新しく転校してきた安藤さんも山田さんのことが好きだった．安藤さんがファッションに興味がないことに鈴木さんは気づいたので, 服装についてアドバイスした. そして, 彼女にファッション雑誌を見せて，一緒に服を買いに行った．安藤さんは今，キュートで上品なファッションをしている．安藤さんは鈴木さんにとても感謝しているため，鈴木さんの恋を応援することにした.

要塞物語（表面的にも構造的にも類似しないベース）

ある国の中央に要塞があり，多くの道が要塞から放射状に伸びている．将軍は一斉に自軍の兵で攻め込めば，この要塞を攻略できると知っている．しかし，要塞に続くすべての道に地雷が埋められている．この地雷は，大人数人の重さなら安全に通過できるが，それ以上の重さが加われば，起爆する．そのため，要塞に一斉に攻め込むことが不可能に思われた．しかし，将軍は自軍を少人数のグループに分割し，様々な方向から一斉に攻め込むことで，要塞を攻略した.

Trench & Minervino(2015)で使用されたベース（表面的にも構造的にも類似しないベース）

少し前に，ある殺人犯が北山さんの妻を殺害した．警察官は，裁判ではその犯人には終身刑が判決されると北山さんに伝えた．しかし，不法な手続きにより，犯人はすぐに釈放されることになった．それ以来，北山さんは犯人が本来の判決通り，ずっと牢獄に閉じ込める方法だけをいつも考えている. そして北山さんは, 自分一人で犯人を自分の家の地下に監禁した．そのため，北山さんは後の人生を幸せにくらすことを手放した.

Minervino & Trench(2022)の実験1で使用された物語（表面的にも構造的にも類似しないベース）

人工衛星により撮影された画像から，地質学者は，土星の衛星で起きた地震を人工的に発生させることに成功した．さらに彼らは，その地震をより詳細に観察する実験プロジェクトを計画した．実験では，地震を人のいない砂漠で人工的に発生させる予定だった．このプロジェクトでは地震の揺れが砂漠の外に伝わらな

いような安全対策も行われた．地質学者は実験を始める前に，政府から安全性について承認される必要があった．しかし，政府の技術者は，プロジェクトの安全性に疑問を持ったので，地質学者に地震の人工的発生は予測できない危険をもたらすと警告した．

Minervino & Trench(2022)の実験2で使用された物語（表面的にも構造的にも類似しないベース）

ある街に生息するビーバーの数は急速に減少している．そこで，動物保護協会はビーバーの狩猟を禁止した．また，裕福な家庭に里親としてビーバーを飼育し繁殖させることでビーバーの数を増やすプロジェクトに参加するよう説得した．しかし，動物保護協会のメンバーがビーバーを狩猟していたことが明らかになり，市民から非難された．狩猟していたメンバーは謝罪したが，協会の信用は失った．ビーバーの里親募集は続けているが，申し込む人は少なくなっている．

恋愛感情と安心感の質問紙調査による関連性の検討
Exploring the relationship between romantic love and reassurance using a questionnaire survey

神岡 拓真†，布山 美慕†
Takuma Kamioka, Miho Fuyama

†立命館大学
Ritsumeikan University
lt1243ps@ed.ritsumei.ac.jp, miho02@sj9.so-net.ne.jp

概要
本研究では，恋愛感情の特徴づけの一歩として，自己肯定感，対人関係など複数の要素を含む感情としての安心感と恋愛感情の相関を分析した．先行研究の恋愛感情と安心感に関する尺度を用いてアンケート調査を実施した．調査の結果，安心感は「他者，社会へのはたらきかけに対する自信」，「自己肯定感と自己受容」「恋愛に対する感情の安定性」という 3 つの要素で恋愛感情に関係していることが示唆された．
キーワード：感情，恋愛，愛情，安心感

1. 背景

「恋愛感情 （ romantic love ） 」は，社会学，哲学，心理学など様々な分野で取り上げられる概念である．しかし，心理学において，恋愛感情の定義や心理的な機構に焦点を当てた研究は，Lee (1973) や Sternberg (1986) など以降は，研究数自体が減少傾向にある（松井, 1993）．研究の減少には，恋愛感情を実証的に研究する際に基盤となる定義（あるいは構成概念の特徴づけ）が不十分である事が考えられる．その為，心理学分野における恋愛感情がどういった構成概念なのかを明確にする一歩として，恋愛感情と関連があると考えられる安心感との関係を検証する．

本研究では，恋愛感情と，関連性があると考えられる安心感との相関を，尺度を使った調査によって検討する．まず，恋愛そのものについての思想，態度を調査するため，恋愛感情の尺度を用いてアンケート調査を行う．同時に，安心感について質問紙調査を行い，その関連性を考察する．

恋愛感情と安心感の関連性は，中井 (2020) の実験によって示唆されている．中井は，安心感が恋愛関係における親密性を支える因子の一つであるとしており，また安心感の定義を「他者に対する信頼感の主観的にポジティブな側面」としている．しかし，安心感という語を言葉通りに解釈するならば，それは必ずしも他者のみに対する感性ではなく，自己肯定感，身体状態など様々な要素に依存した概念であることが考えられる．よって，本研究では安心感の意味をより広く捉えた岩瀬・野嶋 (2015) の尺度を用いて安心感について調査し，恋愛感情と安心感の関係を調べる．

2. 方法

実験参加者は，10 代から 20 代の大学生・大学院生を対象とし，合計 15 件の有効回答を得た．実験は Qualtrics を使用してオンラインで行った．

使用した心理尺度は，安心感は岩瀬・野嶋 (2015) を使用し，恋愛感情は和田 (1994) を用いた．安心感尺度は情緒が安定しているかを表す「おだやかである」因子，ストレスの有無を表す「不安・苦痛が少ない」因子，悩みや問題への姿勢を表す「楽観的志向である」因子，自身の存在を受容する「自分を肯定している」因子，自分の考えや行動が正しいという自信がある「自分に自信がある」因子，問題の解決やストレスへの対処ができているかの自負を表す「自分で安心できる能力がある」因子，他者との信頼関係を築けているかを問う「対人関係に確かさがある」因子，そして社会的な自己評価を示す「社会とつながっている」因子の 8 因子で構成されており，計 94 項目の質問からなる．恋愛感情尺度は 4 因子で構成されている．それぞれ，「恋愛至上主義」因子は恋愛感情と恋愛関係が人生において最も価値のあるものであるとする傾向を表す．「恋愛のパワー」因子は恋愛関係が人生の様々な障害を乗り越える活力となるとする考え方を表す．「結婚への恋愛」因子は恋愛を結婚とつながる関係として捉える因子である．「理想の恋愛」因子は恋愛に完璧な人間関係を求める傾向を表す．計 43 項目の質問からなる．全ての質問には，「まったく同意しない」「あまり同意しない」「どちらともいえない」「多少同意する」「強く同意する」の五件法での調査を行った．

倫理的配慮 調査の際，研究内容，および，本研究への参加は自由意志であり，参加しない場合にも何ら不利益は生じないこと，回答は匿名化されて管理されることなどを明記した説明書を配布した上で，口頭でこ

表 1 安心感と恋愛感情の各因子間の相関係数

	恋愛至上主義	恋愛のパワー	結婚への恋愛	理想の恋愛
おだやかである	0.18	0.24	0.42	0.12
不安・苦痛が少ない	0.04	0.30	0.30	0.04
楽観的志向である	-0.14	0.22	0.30	-0.12
自分を肯定している	-0.07	0.21	0.18	0.03
自分に自信がある	-0.39	-0.04	0.02	-0.36
自分で安心できる能力がある	-0.02	0.22	0.31	0.05
対人関係に確かさがある	0.05	0.19	0.11	0.09
社会とつながっている	-0.44	-0.17	-0.14	-0.31

れらを説明した．オンラインでの参加をもって同意とした．

3. 結果

回収した 26 件の回答の内，欠損値が見られた 11 件を除いた 15 件の回答で相関分析を行った．現状ではサンプルサイズが小さいため，本調査は予備的結果とし，今後統計的分析に耐えるサンプルサイズでの再調査の基盤とする．なお，以下に報告する相関は 5%有意水準の無相関検定においてすべて有意ではない．

安心感尺度の 8 因子，恋愛感情尺度の 4 因子の得点の相関を求めた（表 1）．具体的には，以下の方法で相関を求めた．安心感尺度では参加者の回答を「おだやかである」因子の 8 問，「不安・苦痛が少ない」因子の 6 問，「楽観的志向である」の 10 問，「自分を肯定している」の 18 問，「自分に自信がある」の 14 問，「自分で安心できる能力がある」の 13 問，「対人関係に確かさがある」の 9 問，そして「社会とつながっている」因子の 16 問に分けた．恋愛感情では，「恋愛至上主義」因子の 11 問，「恋愛のパワー」因子の 8 問，「結婚への恋愛」因子の 11 問，「理想の恋愛」因子の 7 問をそれぞれ分けた．参加者一人ずつの回答を因子ごとに平均し，得られた平均値同士を恋愛感情尺度の因子と安心感尺度の因子間で相関分析した．

まず，恋愛感情や恋愛関係を人生や人間関係の中で最も重視する「恋愛至上主義」因子が，安心感尺度の「自分に自信がある」因子，「社会とつながっている」因子とそれぞれ弱い負の相関傾向（ピアソンの積率相関係数 r = -0.44~-0.39．以降同様）が見られた．この 2 因子と 0.4 前後とやや負の相関が表れているという点において，恋愛を理想化した傾向の「理想の恋愛」因子が，類似の傾向を示している．

残る恋愛感情の 2 因子は，どちらもほとんどの安心感因子と正の相関傾向が確認された．そのうち，恋愛を結婚と結び付けて考える「結婚への恋愛」因子は，安心感の「おだやかである」因子，「不安・苦痛が少ない」因子，「楽観的志向である」因子，「自分で安心できる能力がある」因子との弱い正の相関が見られた（r = 0.30~0.42）．恋愛が人生や人間関係の障害を乗り越える支えになると考える「恋愛のパワー」因子は，「自分に自信がある」因子と「社会とつながっている」因子以外は共通して 0.2 前後の正の相関を持っており，中でも「不安・苦痛が少ない」因子と強い相関を持つことがわかった．

全ての因子間の散布図を表 2 に示す．安心感尺度，恋愛感情尺度の順に因子同士で回答を散布図に表している．その中でも比較的正の相関傾向が見られるのは，恋愛感情尺度の「恋愛のパワー」因子と安心感尺度各因子である．この因子は負の相関が読み取れる「社会とつながっている」因子以外は一貫してゆるやかな右肩上がりの散布を示しており，相関係数において，弱い正の相関が多い様子とも一致する．一方，相関が無いように見える散布図が複数個見られる「結婚への恋愛」因子の相関行列は，相関係数が 0.02 の「自分に自信がある」因子の分布と相関があるように見られる．また，共通して恋愛感情と負の相関が見られる散布図として，安心感尺度の「社会とつながっている」因子の行が挙げられる．この因子と恋愛感情因子の散布図は，外れ値を除いた散布の傾向が集中しており，かつ負の相関が見られる点も因子間で類似している．これは，社会的な自己評価が恋愛の捉え方に全体的な影響を与えていることの示唆とも捉えられる．

表 2　各因子間の散布図

4.　議論

結果の考察　まず，安心感との相関関係が類似している「恋愛至上主義」因子と「理想の恋愛」因子について考察する．この 2 因子が含む設問は，恋愛感情や恋愛関係に特別な価値を置いているという点で共通している．また，これらに対して強い相関を持っているのは「自分に自信がある」因子と「社会とつながっている」因子である．これらは，自身が周りに受容され，はたらきかける能力を持っていると感じる傾向を表す因子だと捉えられる．そのため，これらの因子の相関から，対外的な自信を抱きにくい人物は恋愛を理想化しやすい傾向にあることが示唆されている．

次に，「恋愛のパワー」因子について検討する．この因子は，「自分に自信がある」「社会とつながっている」の 2 因子以外の安心感に対し，0.2 前後かそれ以上の正の相関が見られる．相関の弱い 2 因子が外的対象にはたらきかける際の傾向を表すのに対し，正の相関を持つ 6 つの安心感因子は，自身の内的な状態の安定性を表すと考えられる．これらの点から，ストレスが少なく，自己肯定感や自己受容が安定している程，恋愛に関する問題解決に対して前向きな考えを持つ傾向が示唆される．

最後に「結婚への恋愛」因子と安心感の関係について検討する．この因子はほとんどの安心感因子と正の相関傾向が見られ，特に「おだやかである」因子，「不安・苦痛が少ない」因子，「自分で安心できる能力がある」因子が 0.3 以上の相関を持っていることがわかる．前者の 2 因子が一時的な状態しての意味合いにもとれる内容であるのに対し，後者はそのような状態に自身を誘導することができるかを主観的に判断した内容の因子と捉えることができる．また，この 3 因子は「恋愛至上主義」や「理想の恋愛」など，恋愛を理想化，過大評価する因子とは相関が比較的弱い．これらのこと

から，おだやかな感情を保つことができる人は，恋愛を誇張して考える傾向が弱く，結婚という現実的な関係への糸口として捉えていることが考えられる．

結論　本研究では，恋愛感情と安心感の持つ因子を相関分析することにより，恋愛感情の一要素としての安心感がどのような形で恋愛感情に関連しているかを検討した．その結果，安心感は恋愛感情との関係性において，内的，外的な自己評価の高低と，感情の安定性という 3 つの要素に区分されると考えられる．また，それぞれの側面から恋愛感情の捉え方に影響を及ぼしているということも示唆された．具体的には，対外的・社会的な自信の抱きにくさと恋愛の理想化傾向の関係，自己受容と恋愛に関する問題への考え方の関係，そして感情の安定性と恋愛関係の捉え方の関係が読み取れた．

今後の展望　本研究では既存の尺度法を用いて恋愛感情，安心感の因子とその相関を検討したが，それゆえに実験参加者の恋愛および安心感に対する傾向を十分に反映できたかについては懸念が残る．そのため，今後は自由記述式アンケートのテキスト分析など，回答の自由度の高い調査方法の併用を検討している．また，調査対象とするサンプルが 15 件と少なかったことも，恋愛感情の捉え方が個々人によって異なる可能性から考えても，大きな課題である．今後はより大規模な調査を実施する必要がある．

5.　参照文献

岩瀬貴子・野嶋佐由美（2015）．安心の尺度開発～信頼性と妥当性の検討～．高知女子大学看護学会誌, 40（2）, 81-91.

Lee, J.A. (1973) ．Colors of love: An exploration of the ways of loving. Tronto: New Press.

中井大介（2020）．恋愛関係への動機づけと恋人に対する信頼感および親密性の関連．パーソナリティ研究, 29（2）, 78-90. https://doi.org/10.2132/personality.29.2.6.

Sternberg, R. J. ＆ Weis, K. (2009) . The New Psychology of Love.（スタンバーグ, R. J. ＆ ヴァイス, K.　和田実・増田匡裕（訳）（2009）．愛の心理学　北大路書房）．

和田実（1994）．恋愛に対する態度尺度の作成．実験社会心理学研究, 34（2）, 153-163. https://doi.org/10.2130/jjesp.34.153.

連続的な意思決定過程におけるメタ認知の神経及び行動メカニズム
Neural and Behavioral Mechanisms of Metacognition Under Sequential Decision-Making Processes

南條 啓孝[1-3], 山本 哲也[1-2], David Aguilar-Lleyda[3], 赤石 れい[3], 定藤 規弘[1-2]
Yoshinori Nanjo, Tetsuya Yamamoto, David Aguilar-Lleyda, Rei Akaishi, Norihiro Sadato

[1]自然科学研究機構生理学研究所, [2]総合研究大学院大学, [3]理化学研究所脳神経科学研究センター
National Institute for Physiological Sciences, The Graduate University for Advanced Studies, R IKEN CBS,
yoshinori.nyanjo@gmail.com

概要

本研究は，機能的磁気共鳴画像法（fMRI）により，ヒトのメタ認知プロセスを支える神経基盤を明らかにすることを目的とした．確信度評定を伴う連続的な知覚意思決定課題を健常成人 34 名が行い，その間の脳活動を fMRI で撮像した．その結果，意思決定に対する確信度に応じて前内側前頭前野が，連続する意思決定において判断を切り替える制御プロセスに背側前帯状皮質が関係することを示した．更に，前帯状皮質周囲領域に両プロセスに共通する神経活動が確認でき，メタ認知プロセスに空間的な関連性が示された．
キーワード: ifMRI, medial prefrontal cortex, metacognition

1. 背景と目的

我々は自己の認知を俯瞰することで，意思決定や学習能率を向上させることができる．このような自己の認知を監視し，後続する行動を制御するプロセスから成る高次機能は，メタ認知として知られている[1,2]．メタ認知の監視（メタ認知的モニタリング）は，認知についての認知の表現でも知られている．これは我々が日常的に遭遇する，tip of tongue（TOT，何かを思い出す時に喉まで出かかっているが思い出せない状態）と関連があり，よく例示される．TOT 状態では対象を思い出すことはできないがそれを”知っているということを認識（知って）いる”というメタ認知的モニタリングの一例である．我々が対象を思い出すための戦略の 1 つとして，記憶の検索時間を調節することが考えられる．このようにモニタリングの情報を受けて，後続する行動を制御するプロセスはメタ認知的コントロールとよばれ，両者は連続的な関係をもっている．

近年の認知神経科学研究では，メタ認知のモニタリングに焦点を当てて研究が進められてきている．参加者は知覚意思決定を行い自らの意思決定に対して，それがどの程度尤もらしいか確信度を評定させるパラダイムが用いられている[3]．確信度評定により，認知（知覚的意思決定）に対する認知（確信度）であるメタ認知的モニタリングを表現することができると考えられている．確信度を用いて個人ごとに推定されるメタ認知感度などのモデルパラメータと MRI 構造画像のボクセル密度[3]や fMRI 信号[4]との個人差が検討され，外側の前頭棘皮質や前頭前野の関与が示されている．

多くの研究がメタ認知的モニタリングに着目してきたが，メタ認知は監視と制御の両プロセスから成り，制御過程まで含めて検討しなければメタ認知の理解は難しい．一方，メタ認知の神経基盤が検討され始めた 2000 年初期は，監視よりもむしろ error detection などの制御過程に重きがおかれ，特に内側前頭前野が重要な役割を担うと考えられてきた[5]．しかし，監視と制御の単一過程では両プロセスに関連する神経活動を検討することができないという問題点があった．

本研究は，上記の問題点を解決しメタ認知プロセスの神経基盤を明らかにするために，確信度評定を伴う連続的な知覚意思決定課題を設計し，課題中の脳活動を fMRI で撮像した．我々は 1）モニタリングは前頭前野，2）コントロールは前頭前野内の別の領域，3）両プロセスは共通領域が存在すると仮説をたて，以下ではこれらを検証した．

2. 方法

2.1 参加者

本研究は，右利きの日本人健常成人 34 名が実験に参加した [女性: 24 名，男性 10 名, Mean±s.d. = 23.6±3.5 歳，範囲:20 歳から 34 歳]. 4 名は，T2w 画像が取得できていない理由により, MRI データ解析から除外した．

2.2 実験刺激及び実験課題

実験課題は，MATLAB R_2018b (MathWorks Inc., Natick, MA, USA)にアドオンした Psychtoolbox-3 で制御された．液晶ディスプレイプロジェクター（解像度＝

1280×1024, 距離＝190.8cm, 視角＝1.02 度）からミラー越しに見たスクリーン上に, 黒背景に 2 つの白丸からなる視覚刺激を等距離に呈示した (図 1A). 参加者は右手に光学式反応ボタンボックスを持ち, 左右のボタンを用いて大きさ弁別と確信度評定を行った.

本実験では, 強制二肢選択パラダイムによる確信度評定を伴う連続的な知覚意思決定課題を実施した. 課題は, 最初の意思決定に対する確信度が後続する意思決定(選択を変更するかどうか)にどのように影響するかを調べるために設計された. 1 試行内において, 各参加者はまず, (1) スクリーン上の 2 つの円形刺激をみて (1s), どちらの円形刺激が大きいか弁別するよう求められた. 刺激差は 4 段階 (0.75, 1.5, 3.0, 6.0%)から構成され, 画面中央の左右に呈示された. その後, (2) 参加者は左右どちらの刺激が大きく感じたかボタン操作で回答し, 50 点から成るスケール(1＝最小確信度, 50＝最大確信度）を用いて確信度評定を行った (2s). 続いて, (3) 1.5 秒のインターバルがあり, その間に 1 回目の決定が画面中央の左右どちらかの位置に呈示された. 最後に, (4) 同じ円形刺激が再度呈示され (1s), (5) 弁別と確信度評定を同じ刺激に対して行わせた. 毎試行後には判断の正確さに関する結果は呈示されなかった. 本実験は, 上記を 48 試行行うランを計 4 ラン実施した.

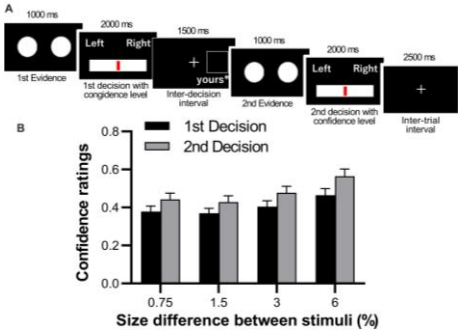


図 1. (A) 実験課題. (B) 確信度評定. 全参加者の確信度の平均値を示す. 評定値は 0-1 の範囲で標準化しており, 誤差は standard error of mean (SEM)である.

2.3 行動データ解析

2.3.1 確信度評定

知覚意思決定における確信度は, 外的な刺激差の影響を受けて変調することが知られている[6]. 本実験においても同様に, 各参加者の確信度が刺激差によって影響されるか検討するために, 各参加者の確信度の平均値を刺激差(4 段階)及び判断(2 回)ごとに求め, 刺要因の効果を調べた. (図 1B)

2.3.2 判断の心変わり (Change of Mind)

本研究は, メタ認知の監視及び制御の両プロセスに焦点を当てている. メタ認知における制御過程を行動上検討する方法の 1 つは, 監視 (確信)が後続する意思決定に与える影響を調べることである. しかし, 確信度は刺激差などの外的な要因の影響を受け変動することが知られており, 単純に確信度を扱うと外的に誘発された刺激由来の確信の影響を調べることになる. 本研究ではメタ認知がもつ内的な成分に焦点をあてるために, 各刺激差における 1 回目の意思決定に対する確信度の中央値を基準にして, High/Low Confidence 試行に全試行を分割する処理を施した. その後, 1 回目から 2 回目にかけて判断を変更する確率を求め, 最初の確信が後の意思決定に与える影響を調べた (図 2).

2.4 MRI データ取得

各参加者の MR 画像は, 3T MRI scanner (MAGNETOM Verio 3T; Siemens Healthineers, Erlangen, Germany)で, 標準的な 32-channel phased-array coil を用いて全脳から取得された. 機能画像は, multi-band gradient-echo echo-planar image (EPI) sequences (TR = 1,000 ms, TE = 35 ms, flip angle = 65 deg, FOV = 192 × 192 mm^2, matrix size = 96 × 96, slices thickness = 2.5 mm, 60 slices to the transversal brain, voxel size = 2.0 × 2.0 × 2.5 mm^3, multi-band acceleration factor = 6, phase-encoding direction = anterior to posterior)取得された. 各ランは, 520 volume から構成された. 機能画像取得前に, spin-echo EPI 画像が異なる位相 encoding 方向で撮像された. T1-, T2-構造画像は別のセッションにで, Yamamoto et al., 2021 と同様に撮像された[7].

2.5 MRI データ解析

前処理は, Human Connectome Project (HCP) Pipelines v4.0.1[8]を用いて, 傾斜磁場の非線形性補正, 頭の動き補正, 磁化率変化による画像歪み補正, 頭部位置合わせ及び標準化, ノイズ除去, 空間的平滑化 (FWHM: 6mm)が EPI 画像に対して行われた.

前処理後のデータは, statistical parametric mapping (SPM) 12 software (Welcome Trust Centre for Neuroimaging University College London) により, 一般線形モデル (GLM)を用いて解析された. 固定効果による個人レベル解析では, 以下 6 つの回帰子を用意した. 1st decision (1 回目の刺激呈示から確信度評

定終了までの 3 秒間): High/Low Confidence 試行の 2 種類, 2nd decision (2 回目の刺激呈示から確信度評定終了までの 3 秒間): High/Low Confidence 試行において, Switch (判断を変更)と Stay (同じ判断を繰り返した)試行の 4 種類. 上記のイベント時系列に対して, 標準血行動態応答関数で畳み込んだ時系列を回帰子として使用した. 104s の high-pass filter 及び AR(1)で自己回帰モデルを適用した.

ランダム効果による集団解析では, メタ認知的モニタリング及びコントロールに関わる神経基盤を描出した. 確信の効果を調べる為に, 1 回目の意思決定における確信の差 (high > low confidence)に one-sample t-test を行った. 次に, 判断の心変わりに関わる神経活動を描出するために, Switch と Stay の神経活動の差を one-sample t-test で求めた. これらの集団レベルでの解析は, クラスターレベルで閾値を定めた ($p < 0.001$ uncorrected, $p < 0.05$ FEW corrected at cluster level). 最後に, これら両プロセスに共通する神経活動があるか検討するために, 描出されたメタ認知的モニタリングに関連する領域を基に mask を作成し, コントロール領域対して inclusive mask として用い conjunction 解析を行った.

3. 結果

3.1 確信度評定

まず, 参加者の確信度評定が, 刺激差の影響を受けるか検討した. 各参加者の各刺激差における確信度を 1st/2nd decision 各々で平均値を求めた. この確信度に対して我々は, 反復測定 2 要因分散分析を行い, 有意な主効果を確認した [刺激差: $F(3,99) = 22.18$, $p < 0.001$; 判断数: $F(1,33) = 19.61$, $p < 0.001$]. 一方, 交互作用は有意ではなかった [$F(3,99) = 2.36$, $p = 0.076$]. この結果から, 確信度は, 外的な刺激の影響を受けることが確認できた.

3.2 判断の心変わり

続いて, 内的に生成されたメタ認知的モニタリングが後続する意思決定へ与えるか検証するために, 1 回目から 2 回目の意思決定にかけての change of mind を評価した. 先の確信度の解析により, 確信度は外的な刺激の影響を受けることが確認できた. 従って, 2.3.2 の中央値による全試行の分割が刺激の影響を低減させる上で 1 つの解決策といえる. その後, 高/低確信試行の間で判断の変更確率に違いがあるか対応のある t 検定を行い, 有意な差を確認した [high: 0.120 ± 0.019 (Mean ± SEM); low: 0.205 ± 0.019 (Mean ± SEM); $t(33) = 4.59$, $p < 0.001$; 図 2A].

次に我々は, この確信が参加者の正解不正解の応答とは独立に後続する意思決定へ影響しているか調べた. 図 2A は確信度により全試行を分割したが, この中にはその判断が正解/不正解であった試行が混在している. そこで参加者自身の応答とは独立に確信が change of mind に与える影響を調べるために, 反復測定 2 要因分散分析を行った (図 2B). その結果, 有意な主効果 [確信: $F(1,33) = 19.54$, $p < 0.001$; 応答: $F(1,33) = 66.02$, $p < 0.001$]及び交互作用 [$F(1,33) = 10.72$, $p = 0.002$]を示した. この結果は, 内的に生成された確信が, 参加者自身の応答修正とは独立に change of mind に影響を与えていることを示している.

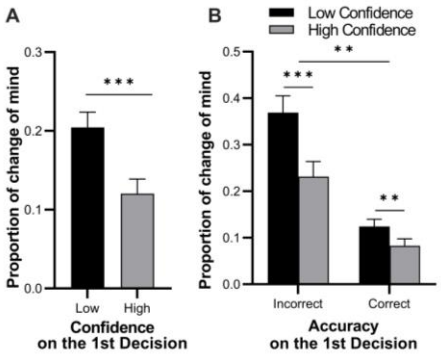


図 2. 行動データ解析結果. (A) 確証バイアス. (B) error detection. 誤差は, SEM を示す.

3.3 メタ認知的モニタリングの神経表象

メタ認知的モニタリングに関係する神経活動を描出するために, 高確信と低確信試行の神経活動の差を検討した (2.5 参照). その結果, 前内側前頭前野(amPFC)において有意な活動が確認できた (図 3B).

3.4 change of mind の神経基盤

次に, change of mind を支える神経基盤を調べる為に, switch と stay を比較した. 我々は, 主に背側前帯状皮質 (dACC)及び下頭頂小葉 (IPL)において有意な活動を示した (図 3A).

3.5 共通領域

最後に, 両プロセスにおける神経活動の空間的な関連性を調べた. ここまでの結果をみると, 両プロセスは空間的に異なる神経表象をもつようにみえる. しか

し，行動データ（図2)は，両プロセスに関連性があることを示している．我々はこれら 2 つのプロセスにおいて共通の神経基盤があるか調べる為に，conjunction 解析を行った（2.5 参照)．その結果，前帯状皮質周囲領域（perigenual ACC)で，両プロセスに共通する有意な神経活動を確認した（図 3B)．

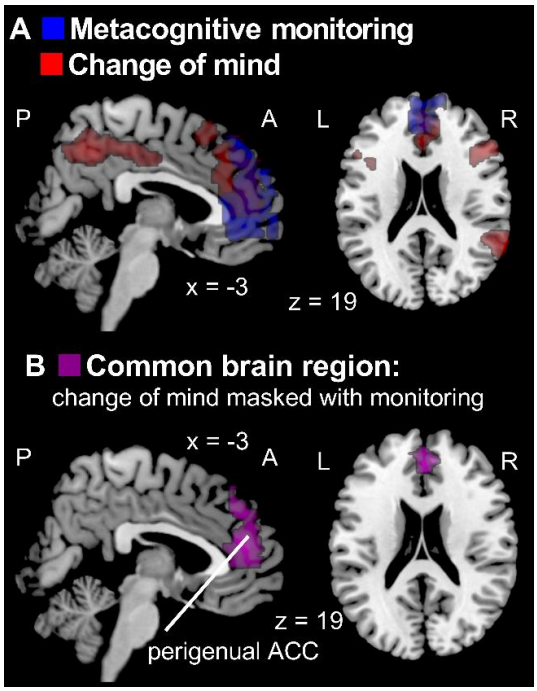


図 3. (A) メタ認知プロセスの神経基盤. (B) 両プロセスに共通する神経基盤.

4. 考察

本研究は，連続的な意思決定過程におけるメタ認知の行動及び神経基盤を検討した．行動では，内的に生成されたメタ認知が後続する意思決定に影響する機能的役割があることを示した．今回の研究において扱った確信は，刺激ｎ影響を最小化する解析処理を施している点から，内的に生成された成分に着目していると捉えることができ，記憶や学習などで扱われた従来のメタ認知の概念と合致すると考えられる[1]．

メタ認知的モニタリングの神経基盤として，本研究では amPFC が描出された．先行研究では，主に外側部で表象されていたのに対し[4]，今回の所見は内側であった．この違いは，先行研究はメタ認知感度と神経活動の個人差に焦点を当てていたのに対して，今回は個人内の解析を行っている点にあると考えられる．従って，個人内のメタ認知的モニタリングは前頭前野の内側で，その個人差は外側で表象されることが示唆される． 一方，制御過程では，dACC という前頭前野の異なる領域の活動を示した．この領域は，認知制御に関係する議論があり，それらの所見とも整合的である[9]．最後に，両プロセスは，perigenual ACC において共通する基盤があることが示された．この領域は，単一試行における制御よりも長期的な制御過程に関係すると考えられている[10]．本実験は連続的な意思決定を扱っており，本領域が監視と制御過程の橋渡しをの役割を担っているのではないかと考えられる．

5. 参考文献

[1] Flavell JH. Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. American Psychologist. 1979;34: 906–911. doi:10.1037/0003-066X.34.10.906

[2] Nelson T 0, Narens L. METAMEMORY: A THEORETICAL FRAMEWORK AND NEW FINDINGS. 1990.

[3] Fleming SM, Weil RS, Nagy Z, Dolan RJ, Rees G. Relating introspective accuracy to individual differences in brain structure. Science. 2010;329: 1541–1543. doi:10.1126/science.1191883

[4] Fleming SM, Huijgen J, Dolan RJ. Prefrontal contributions to metacognition in perceptual decision making. Journal of Neuroscience. 2012;32: 6117–6125. doi:10.1523/JNEUROSCI.6489-11.2012

[5] Shimamura AP. What is metacognition? The brain knows. The American Journal of Psychology. 2000;113: 142.

[6] Lebreton M, Abitbol R, Daunizeau J, Pessiglione M. Automatic integration of confidence in the brain valuation signal. Nat Neurosci. 2015;18: 1159–1167. doi:10.1038/nn.4064

[7] Yamamoto T, Fukunaga M, Sugawara SK, Hamano YH, Sadato N. Quantitative Evaluations of Geometrical Distortion Corrections in Cortical Surface-Based Analysis of High-Resolution Functional MRI Data at 7T. Journal of Magnetic Resonance Imaging. 2021;53: 1220–1234. doi:10.1002/jmri.27420

[8] Glasser MF, Sotiropoulos SN, Wilson JA, Coalson TS, Fischl B, Andersson JL, et al. The minimal preprocessing pipelines for the Human Connectome Project. NeuroImage. 2013;80: 105–124. doi:10.1016/j.neuroimage.2013.04.127

[9] Bustamante L, Lieder F, Musslick S, Shenhav A, Cohen J. Learning to Overexert Cognitive Control in a Stroop Task. Cogn Affect Behav Neurosci. 2021;21: 453–471. doi:10.3758/s13415-020-00845-x

[10] Roberts AC. Prefrontal Regulation of Threat-Elicited Behaviors: A Pathway to Translation. Annual Review of Psychology. 2020;71: 357–387. doi:10.1146/annurev-psych-010419-050905

嗅覚刺激が問題解決の作業パフォーマンスに与える影響：コーヒーの香りの効果に着目した実験的検討

Influence of olfactory stimulation on problem-solving performance: Experimental study focusing on the effect of coffee aroma

渡邊 咲花[1]，下條 志厳[1]，林 勇吾[2]
Emika Watanabe, Shigen Shimojo, Yugo Hayashi
立命館大学大学院人間科学研究科[1]，立命館大学総合心理学部[2]
Ritsumeikan University
gr0576fp@ed.ritsumei.ac.jp

概要

先行研究では学習によるデカフェコーヒーの覚醒効果やコーヒーの香りにプラシーボ効果があることが指摘されている．そのため，本研究ではコーヒーの香りが計算課題のパフォーマンスに影響を及ぼすのかどうかを期待と覚醒度の観点から検討した．その結果，課題の進度は変化せず，コーヒーの香りのある条件で課題の正答率が低下した．覚醒度は香りのある条件で低下した．本研究ではコーヒーの香りは課題初期の覚醒度を低下させ，それによって計算課題の正確性を低下させることが示唆された．

キーワード：コーヒー，作業課題，確信度評価，瞳孔計測

1. 背景

コーヒーに含まれるカフェインが生理的覚醒を促すことはよく知られている．一方で，カフェインの入っていないデカフェコーヒーであってもコーヒーを飲んだ時と同じような覚醒効果があることも示されている［1］．この効果はデカフェコーヒーであると知っていても引き起こされる［1］．［1］では，カフェインの効果は日頃からコーヒーを飲むことによって，コーヒーの特徴と条件付けが起きていると解釈されている．つまり，コーヒーを飲むことでカフェインによる生理的覚醒とコーヒーが条件付けられ，コーヒーの特徴やコーヒーを飲む行為に般化したということである．コーヒーの摂取頻度が増えることによってデカフェコーヒーの覚醒効果が変化する可能性も指摘されている［2］．他にも，コーヒーの香りが推論課題の成績を向上させることも示されている［3］．［3］では，それについて，コーヒーのカフェインが生理的覚醒を高めるという既存の知識から成績の向上を期待し，その期待が実際の推論課題の成績に影響を与えていると考察している．コーヒーによる生理的覚醒および課題成績の向上が先行研究で示される一方で，先行研究で使用されている課題の種類は少ない．日常の課題解決にはその特徴によって様々な難易度と種類の課題が存在するが，コーヒーの覚醒効果が実際にどのような課題に影響するのかまでは，ほとんど検討がされていない．［1］では，コーヒーの特徴とカフェインの間に生じた条件付けの結果，カフェインがなくともコーヒーの特徴だけで生理的覚醒を生じさせ、課題成績を向上させることが示されている．［3］ではコーヒーの香りが課題成績を向上させた結果を，既存の知識による期待の効果である考察している．［1］を鑑みると，条件付けによってコーヒーの香りが生理的覚醒を促し，期待を高めた，あるいは課題成績を向上させた可能性があるが，［3］ではそれが考慮されていない．そのため，［3］では既存の知識からコーヒーのある環境への期待を生じさせたのか，条件付けによって覚醒したことで期待と課題成績も向上したのかが分からない．そこで，本研究はコーヒーの香りと問題解決課題の 1 つとして計算課題を用いてコーヒーの香りによって計算課題のパフォーマンスが向上するかを検討する．ここでは，生理的指標を用いて生理的な覚醒が起きたか，および条件付けがあったかを測定し，期待感と生理的覚醒の両面から検討する．

2. 目的

前節で議論した内容を踏まえ，本研究ではコーヒーの香りの問題解決課題のパフォーマンスへの影響を計算課題により検討する。［1］と［3］の考察に基づくと，

コーヒーを連想させる環境への作業がはかどる，頭が働くといった期待，もしくはコーヒーと覚醒効果の学習に基づく条件反応が実際の成績に影響を与える可能性があると考えられる．そこで，嗅覚刺激の条件付け反応によって生理的な覚醒が生じるならば，生理的な指標の一つである瞳孔径の散大が起きると予想した．瞳孔径の散大は生理的覚醒と相関があることが示されている [4]．以上より，コーヒーの香りを提示することで課題のパフォーマンスが向上する，具体的には，以下の仮説を立てて，実験室実験で検討していく．

H1：コーヒーの香りを課題遂行中に提示すると，計算課題の回答数や正答率が増加する

H2：コーヒーの香りを課題遂行中に提示すると，計算課題の成績への確信度も向上する

H3：コーヒーの香りを課題遂行中に提示すると，瞳孔径の散大が起きる

3. 方法

実験参加者

実験参加者は立命館大学の学部生をインターネットによって募集する学内のシステムを用いて募集した大学生39名(男性14名，女性25名，平均年齢19.36歳.)であった．実験参加者は実験に参加することで，授業のコースクレジットが与えられた．本研究では，総合心理学部・人間科学研究科倫理審査委員会から承認を受けて行われた（承認番号：2022-psy-049)．

装置

コーヒーの香り刺激を提示するための超音波うるおいアロマディフーザー (MJ-UAD1)とコーヒーのアロマオイル(MoonLeaf)，瞳孔径を計測うるための眼球運動測定器（Tobii Pro X2-30)，実験課題を行うためのノートパソコン（Windows OS, Surface）を用いた．

材料

計算課題に対する期待感を評価するための確信度評価の質問紙とコーヒーに関する質問紙を用いた．確信度評価の質問紙は「課題をどれくらいうまくできると思うか」を7段階評価で評価，コーヒーに関する質問紙はコーヒーの摂取頻度，好み等の項目で構成されていた．計算課題はC#のプログラミング言語を用いて作成し，パソコンで実施した．内容は，10分間ランダムに呈示される2つの1桁の数字を加算し続けるもので，後から回答数と正答率を確認できるように提示される数字とそれに対する回答は保存された．また，嗅覚が正常かの確認のために質問紙とアロマオイル（ユズ，ミント，ラベンダー）を用いた．

手続き

香りあり条件では実験の30分前にアロマディフーザーを起動して実験室にコーヒーの香りが充満するようにした．アロマディフーザーは計算課題を実施するパソコンの横に置き，実験中も作動させた．最初に実験室とは異なる部屋で同意書と確信度評価の質問紙への記入および実験前の瞳孔径の測定を行った．その後，実験室に入り眼球運動測定器を用いて眼球運動の測定を開始し，計算課題を10分間実施した．その間，計算課題開始の合図直後，計算課題開始から5分後，計算課題終了の合図直後の計 3 回確信度評価に回答してもらった．計算課題終了後，コーヒーの関する質問紙への回答と嗅覚が正常かを確認するための質問に回答してもらい実験は終了した．嗅覚の確認は，コットンに3種類のアロマオイルをそれぞれ約 3 滴垂らして嗅ぎ，どの香りだと思ったかを選択肢から選択してもらった．実験は参加者間で行い，コーヒーの香りあり条件となし条件にランダムに参加者を割り振った．

従属変数

本研究の従属変数は，計算課題のパフォーマンスの指標として回答数と正答率，期待感の指標として確信度評価，生理的覚醒の指標として瞳孔径を用いた．ここで用いた瞳孔径の値は，平常時と実験時の瞳孔径の平均値の差で，左右の値を平均化したものだった．実験時の瞳孔径については，課題開始時点を1，課題中に確信度評価に回答するタイミングを 3，課題終了時点を 5，3から2.5分前を2，3から2.5分後を4として番号を振った．1-2，2-3，3-4，4-5 間のそれぞれの平均値を実験時の瞳孔径とし，それぞれ分析を行った．

4. 結果

ここでは，H1 を検証するために，計算課題の回答数と正答率がコーヒーの香りがある場合とない場合で差があるか検討した．回答数と正答率について条件間でそれぞれ t 検定を行った結果を図1と図2に示した．回答数（$t(37) = 1.17$, $p = .25$, $d = .37$），は有意とはならず，条件間差がなかった．正答率は5%水準で有意となり，条件間に差が認められた（$t(25.40) = 2.30$, $p = .03$, $d = .74$）．

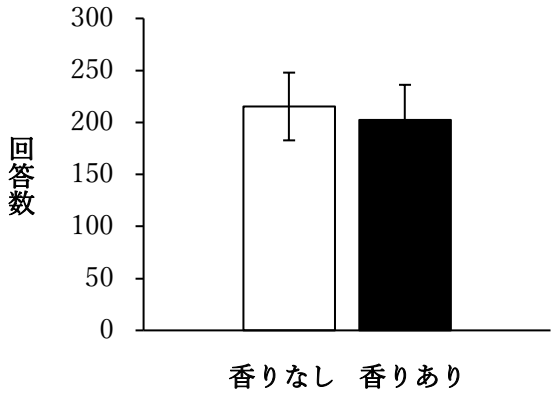


図 1. 香りの有無による回答数の差
注）エラーバーは標準偏差を示す.

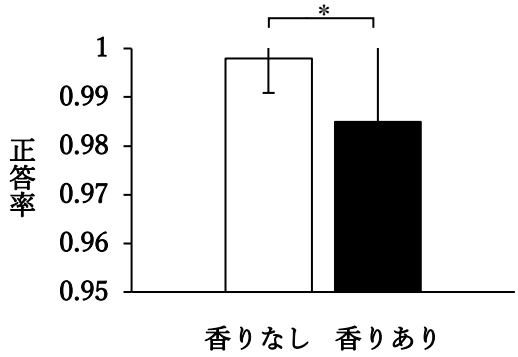


図 2. 香りの有無による正答率の差
注）エラーバーは標準偏差を示す.
***p < .05.**

H2 を検証するために，確信度評価の高さを香りあり条件となし条件および確信度評価をするタイミング（実験前，課題前，課題中，課題後）について分散分析を行った．その結果，交互作用($F(3, 111) = 0.67$, $p = .57$, $d = .02$)と香りの主効果($F(1, 37) = 1.03$, $p = .31$, $d = .03$)はなく，確信度評価のタイミングの主効果のみが見られた（$F(3, 111) = 18.31$, $p < .00$, $d = .33$）．ここでBonferroni の多重比較を行った．図 3 は香りの有無と評価タイミングごとの確信度評価の結果である．実験前-課題中（$t(38) = 5.51$, $p = .00$），実験前-課題後（$t(38) = 4.63$, $p = .00$)，課題前-課題中（$t(38) = 5.64$, $p = .00$），課題前-課題後（$t(38) = 3.76$, $p = .00$）で1%水準で有意となり，条件間に差が認められた．

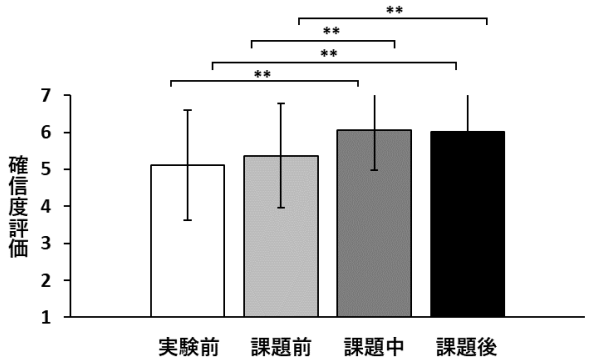


図 3. 回答のタイミング毎の確信度評価
注）エラーバーは標準偏差を示す.
***p < .01.**

H3 を検証するために，課題中の時間を，課題開始時点を 1，課題開始から 2.5 分後の時点を 2，5 分後を 3，7.5 分後時点を 4，課題終了時点を 5 と区切り，それぞれの区間の瞳孔径の平均値と実験前の瞳孔径の差について香り条件を独立変数として t 検定を行った．なお，平常時から実験中の瞳孔の大きさの差分を取っているため，値が小さいほど瞳孔の散大が認められる．結果は図 4 の通りであった．1-2 の間が 5%水準で有意（$t(19.97) = -2.11$, $p < .05$, $d = -.78$），であり，香りあり条件で瞳孔が収縮していた．2-3，3-4，4-5 の間は有意ではなかった(2-3 : $t(19.48) = -1.66$, $p = .11$, $d = -.64$, 3-4 : $t(25.45) = -1.59$, $p = .12$, $d = -.71$, 4-5 : $t(25.02) = -1.37$, $p = .18$, $d = -.65$)．

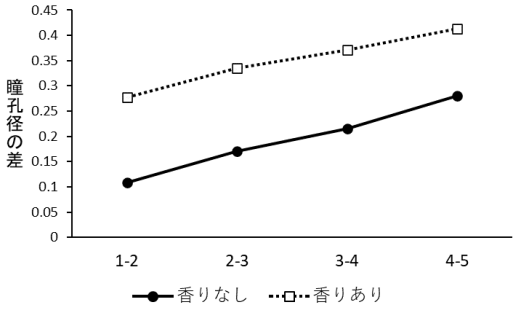


図 4. 平常時から各時点での瞳孔径を引いた平均値. 横軸の数値は区間を表す.

5. 考察

仮説１ではコーヒーの香りによって課題のパフォーマンスが向上するという予想であったが，実験の結果では回答数および正答数で条件による差はなかったことからコーヒーの香りによる作業速度への影響が認められなかった．これは，課題の難易度が影響したことが考えられる．また，正答率には条件間に差が認められた．これも，当初

の予定とは真逆の結果となり，これは，むしろコーヒーの香りが集中の妨げとなり正確性を減じた可能性が考えられる．正答率に関しては分散が大きかったことは注意点である．作業速度と正答率の結果は，コーヒーの香りが課題のパフォーマンスを向上させるという［1］，［3］に基づく内容や本研究の仮説を支持しなかった．同時に，コーヒーと同様にデカフェコーヒーが刺激への反応時間を速めるという［1］ともコーヒーの香りが推論課題の成績を向上させるという［3］とも異なる結果となった．この結果の違いは，用いられた課題の違いによるものであると考える．［1］では，計算課題よりもより単純で思考の必要がないSRT課題を用いている．一方［3］では，推論課題として入試で用いられるような高度な思考を要する課題を用いている．生理的覚醒が直接的に作用するほど単純な課題ではなく，高い集中状態を要しないあるいは高い認知的負荷がかからない難易度の課題であったことで今回コーヒーの香りがパフォーマンスに影響しなかった可能性があると考える．これより，今後，課題の難易度を変えながら実験を行う必要がある．

確信度評価では交互作用および香りの有無による主効果が見られず，仮説2は支持されなかった．今回の実験ではコーヒーの香りは課題パフォーマンスへの期待に影響を与えなかったと言える．これは，計算課題という難易度の低い課題だったことで，コーヒーの香りがない場合でも高い期待があったためであると考えられる．［3］で用いられた推論課題は難易度の高い課題であった．一方，本実験の計算課題が高い集中を要しないことは参加者も想像でき，［3］と比べて気楽に受けられるものであった．そのためコーヒーの覚醒効果を期待する必要もなかったのだと考える．先行研究と本実験の結果の違いから，課題の難易度が上がるほど期待の影響が大きくなる可能性も考えられる．

瞳孔径において1-2の区間でのみ有意傾向および差が見られたことから，2.5分前後の早い段階でコーヒーの香りの効果があると考えられる．香りあり条件の方で瞳孔径が収縮していたことから，コーヒーの香りは作業初期の覚醒度を下げる可能性がある．この結果は仮説3を支持しなかった．しかしながら，瞳孔径のこの結果は計算課題の正答率が低下したことと一致する結果であったと言える．コーヒーの香りによって覚醒度が低下したことで，計算課題の正答率も低下したと考えられる．初期のみで瞳孔径が変動していることについては，実験参加者が嗅覚刺激に慣れてしまい効果が薄れた可能性が挙げられる．加えて，基本となる通常状態の瞳孔径が既に覚醒状態にある瞳孔径だった可能性も挙げられる．というのは，今回通常状態の瞳孔径を測定したのは実験室に入る前の実験の説明をした部屋であったが，実験参加者は実験をするという少ない経験と実験内容に対する不安や普段と違う環境によって通常状態とは離れた状態にいたかもしれないからである．この影響は実験前と実験や環境に慣れたであろう実験後に瞳孔径を測定することで緩和できると考えられる．また，コーヒーの香りが生理的覚醒に影響するかどうかを検討した先行研究では，コーヒーの品種によってリラックス効果と覚醒効果があることが分かっている［5］．今回使用したものがアロマオイルという品種不明の刺激であるためにアロマオイルに使われたコーヒーの品種がリラックス効果を促進するものであった可能性は否定できない．加えて，本実験ではコーヒー以外の香りは用いていないため，これらの結果がコーヒーの香りとは関係なく，香りの効果である可能性もある．今回の実験では香りの強度の測定も行っていないため，今後は香りの強度の測定に加え，コーヒー以外の香りと比較して今回の結果がコーヒーの香りで生じたものなのか，香りがある状態によって生じたものなのかを検討する．

謝辞

本研究は一部，立命館大学グローバルイノベーション機構(R-GIRO)による助成を受けた．ここに感謝の意を記したい．

文献

[1] Fukuda, M., & Aoyama, K., (2017) “Decaffeinated coffee induces a faster conditioned reaction time even when participants know that the drink does not contain caffeine”, Learning and Motivation, Vol. 59, pp. 11-18.

[2] Fukuda, M., (2021) “Habitual Coffee Drinkers May Present Conditioned Responses from Coffee-Cue”, Current Psychology, Vol. 40, pp. 5581-5587.

[3] Madzharov, A., Ye, N., Morrin, M., Block, L., (2018) “The impact of coffee-like scent on expectations and performance”, Journal of Environmental Psychology, Vol. 57, pp. 83-86.

[4] Montefinese, M., Vinson, D., Ambrosini, E., (2018) “Recognition memory and featural similarity between concepts: The pupil’s point of view” Biological Phycology, Vol. 135, pp. 159-169.

[5] 古賀 良彦, (2004) “Effects of Odors on Brain Function”, Journal of International Society of Life Information Science, Vol. 22, No. 1, pp. 179-186.

『日本経済新聞記事オープンコーパス』に対する言語受容情報付与
Collecting Language Reception Information for the 'Nikkei Newspaper Article Open Corpus'

浅原 正幸♭, 加藤 祥♯, 高松 純子♮
Masayuki Asahara, Sachi Kato, Junko Takamatsu
♭ 国立国語研究所, ♯ 目白大学, ♮ 日本経済新聞社
♭ National Institute for Japanese Language and Linguistics,
♯ Mejiro University, ♮ Nikkei Inc.
♭masayu-a@ninjal.ac.jp

概要

本研究では、オープンデータである『日本経済新聞記事オープンコーパス』に対して、言語受容情報を収集した。一般の方が読んで語・文節単位にどのような印象を受けるかをアンケート調査するとともに、テキストの読み時間を収集した。さらに印象評定情報と読み時間を対照し、自然さ・わかりやすさ・古さ・新しさ・比喩性の印象と読み時間の関係について検討を行った。

キーワード：オープンコーパス, 読み時間, 印象評定

1. はじめに

認知科学の分野でも研究データのオープンアクセス化が進められ、論文の投稿と同時にデータの共用化が求められている。しかし、テキストなどを刺激とする言語受容過程の分析においては、刺激となるテキストコーパスの著作権の問題があり、データの共用化が困難であった。著作権法には、著作物を公開する場合には著作権者の許諾が必要である旨が規定されており、良質なテキストコーパスの共用化には、元テキストの著作権者の合意が必要である。『日本経済新聞記事オープンコーパス』は、2023 年 3 月に日本経済新聞社により公開された本文記事データも CC BY-NC-SA で公開されているオープンデータである。2013 年 1-2 月の日本経済新聞社朝夕刊 96 記事に対して、国立国語研究所により UniDic 形態論情報（短単位・長単位）[1]・文節係り受け情報 [2] が付与され、Universal Dependencies 互換の単語係り受け情報 [3] も付与されている。

本研究では同データに対して、印象評定情報と読み時間を付与した。いずれも Yahoo! クラウドソーシングにより実験協力者を募集した。印象評定情報は、一般の方が新聞記事データをどのように捉えるかをレーティング情報で収集した。読み時間は、逐次的に呈示する自己ペース読文法により、文節単位の呈示時間を収集した。本稿では、これら 2 つのデータを対照することにより、印象評定と読み時間の相関について検討する。

2. 『日本経済新聞記事オープンコーパス』

表 1 『日本経済新聞記事オープンコーパス』の統計

短単位形態素数	33,346
長単位形態素数	24,379
文節数	10,627
文	1,333
記事数	96

『日本経済新聞記事オープンコーパス』は 2013 年 1-2 月の新聞記事 96 記事を CC BY-NC-SA 4.0 ライセンスで利用可能にしたテキストコーパス[1]である。同データに国立国語研究所により UniDic 形態論情報（短単位・長単位）・文節係り受け情報・Universal Dependencies に基づく単語係り受け情報を付与され、これらの言語情報アノテーションは CC BY 4.0 ライセンスで利用できる。表 1 に『日本経済新聞記事オープンコーパス』の基礎統計を示す。

3. 言語受容情報

3.1 印象評定情報

印象評定情報は加藤らの先行研究 [4] にならい、国語研長単位・文節単位に呈示した言語表現について、自然さ・わかりやすさ・新しさ・古さ・比喩性の程度を確認し、0: まったく違う〜5: そう思うの 6 段階の評定情報を 1 表現あたり 20 人分収集した。長単位自立語は 11,074 表現、文節は 10,627 表現を対象とした。全体で異なり 3,499 人、延べ 431,160 人分収集した（調

[1] https://nkbb.nikkei.co.jp/alternative/corpus/

図 1　印象評定情報調査画面

査期間：2023 年 3 月 15-17 日)。図 1 に印象評定情報調査画面を示す。なお、本調査は次節の読み時間の調査の後に行った。

分析対象として、実験協力者ごとの各調査事項の評定値の標準偏差の平均を計算し、0.25 以下の方のデータを排除した[2]。

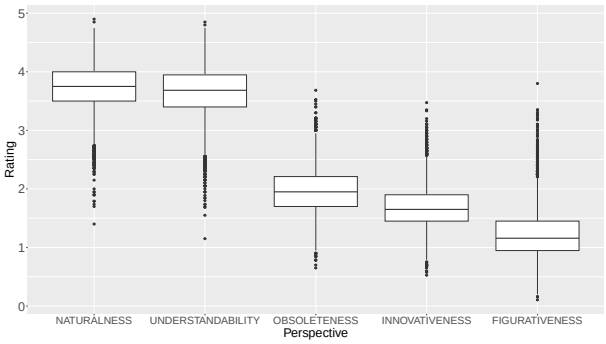


図 2　印象評定（自立語長単位の平均値）の分布（箱ひげ図）

[2]調査の際にすべて同じ値を入力する方を排除するため。

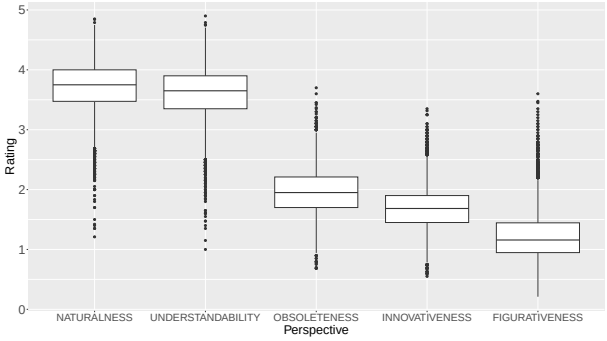


図 3　印象評定（文節単位の平均値）の分布（箱ひげ図）

図 2, 3 に収集した評定情報の分布を箱ひげ図を用いて示す。NATURALNESS が自然さを、UNDERSTANDABILITY がわかりやすさを、OBSOLETENESS が古さを、INNOVATIVENESS が新しさを、FIGURATIVENESS が比喩性を示す。新聞記事の特性から、自然さ・わかりやすさが高い傾向にある。

3.2　読み時間

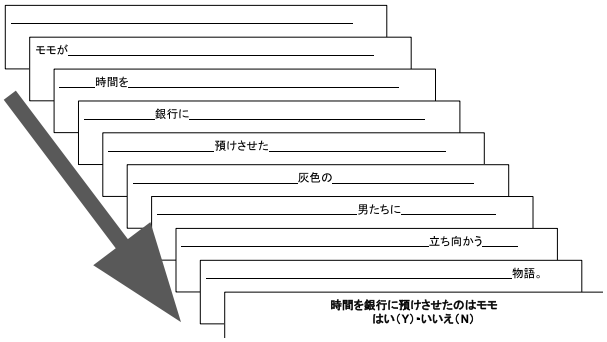


図 4　自己ペース読文法

また、文節単位に基づく自己ペース読文法 [5] により、文節読み時間を収集した（調査期間：2023 年 3 月 1 日-15 日：印象評定情報の調査より先に実施）。自己ペース読文法（図 4）は、実験協力者がスペースキーなどを押すことにより逐次的に文節を表示することにより、キーを押す間隔を文節呈示時間として評価し、読み時間を測る方法である。1 記事あたり 50-200 人分、全体で異なり 585 人、延べ 6,828 人分の読み時間データ、782,475 データポイントを収集した。

分析対象として、次の処理を行った。まず、調査の最後に新聞記事の内容把握の YES/NO 質問に答えてもらい、不正解だったものを分析対象外とした。次

に、実験試行ごとの平均読み時間が 150ms 以下もしくは 2000ms 以上のものを分析対象外とした。さらに、データポイントごとの読み時間が 100ms 以下もしくは 3000ms 以上のものを分析対象外とした。なお、ウェブを介しての調査のために通信時のトラブルにより欠損値（値が負になるもの）も存在する。欠損値も分析対象外とした。結果、562,719 データポイントを対照分析用のデータとした。

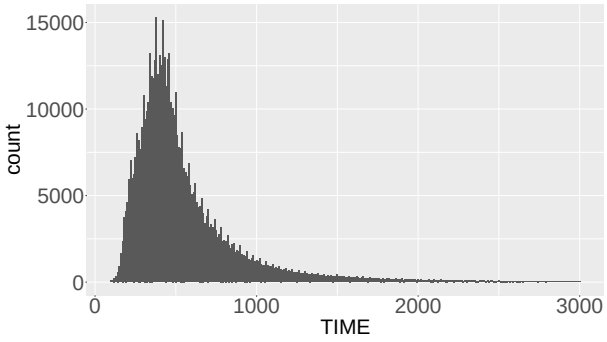


図 5　文節単位の読み時間の分布（分析対象のみ）

図 5 に、分析対象である文節単位の読み時間の分布を示す。データポイントが数百 ms に分布していることから、文節単位の読み時間が適切に収集できていることがわかる。

4. 対照分析

次にテキスト中の表現が読むヒトに与える印象が、読み時間とどのような関係にあるのかを検討するために、線形混合モデルに基づく分析を行う。対数読み時間 (LOGTIME) を次に示す要因により線形回帰を行う。当該文節の印象評定値（平均評定値）との関係を明らかにするために、NATURALNESS を自然さ、UNDERSTANDABILITY をわかりやすさ、OBSOLETENESS を古さ、INNOVATIVENESS を新しさ、FIGURATIVENESS を比喩性とする固定要因の傾きを検討する。同一文書内で実験が進むにつれて慣れていく効果として文書内の文節順 BIDC (Bunsetsu ID Cumulative) を、文節の文字数として CHARNUM を、当該文節に係る文節数として DEPNUM を固定要因とする。また、実験協力者ごとの揺れを統制するために、実験協力者 ID SUBJ を因子型のランダム要因として導入し、記事ごとの揺れを統制するために記事 ID ARTICLE を因子型のランダムとして導入する。以下に分析式を示す。

$$\text{LOGTIME} \sim \text{BIDC} + \text{CHARNUM} + \text{DEPNUM} + \text{NATURALNESS} + \text{UNDERSTANDABILITY} + \text{OBSOLETENESS} + \text{INNOVATIVENESS} + \text{FIGURATIVENESS} + (1|\text{SUBJ}) + (1|\text{ARTICLE})$$

表 2　線形混合モデルに基づく分析

	Dependent variable:
	LOGTIME
BIDC （進捗順）	−0.001*** (0.00000)
CHARNUM （文字数）	0.045*** (0.0002)
DEPNUM （係り受けの数）	−0.031*** (0.0004)
NATURALNESS （自然さ平均評定値）	−0.015*** (0.002)
UNDERSTANDABILITY （わかりやすさ平均評定値）	−0.027*** (0.002)
OBSOLETENESS （古さ平均評定値）	0.006*** (0.001)
INNOVATIVENESS （新しさ平均評定値）	−0.002* (0.001)
FIGURATIVENESS （比喩性平均評定値）	−0.023*** (0.001)
Constant	6.238*** (0.020)
Observations	556,214
Log Likelihood	−183,728.500
Akaike Inf. Crit.	367,481.100
Bayesian Inf. Crit.	367,615.800
Note:	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

分析は一旦回帰したうえで、3SD より外側のデータを排除したあとに再度回帰した。いずれもモデルも収束した。この外れ値処理により、562,719 データポイント中 6,605 データポイント (1.16%) を排除し、556,214 データポイントの結果を表 4. に示す。推定された係数とともに括弧内に標準誤差を示す。p 値の情報は *により示す (*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01)。

まず、前提として、進捗順 (BIDC) については、負の値を持つことから、進めば進むほど実験に慣れるとともに文脈が累積されることにより理解が促進し、読み時間が短くなる効果が確認された。文字数 (CHARNUM) については、正の値を持つことから、文字数が長くなればなるほど読み時間が長くなる効果が確認された。係り受けの数 (DEPNUM) については、負の値を持つことから、係り受けの数が多いほど予測が効いて読み時間が短くなる効果が確認された。この傾向は先行研究 [5] と同じであった。

次に印象評定と読み時間の関係について検討する。自然さ (NATURALNESS)・わかりやすさ (UNDERSTANDABILITY)・比喩性 (FIGURATIVENESS) に

ついては、平均評定値が高い文節ほど読み時間が短くなる傾向が見られた。また、若干ではあるが古さ (OBSOLETENESS) については、評定値が高いほど読み時間が長くなる傾向が確認された。

いずれの結果も予想可能な結果だと言える。しかしながら、これらの印象評定情報が係り受けなどの統語的な要因に匹敵するほどの要因であったことは重要な観点だと考える。作例に基づく読み時間の検証において、条件を統制した例文を数多く産出する必要がある。作例時には用いる語の頻度や親密度の統制のみならず、一般の方が表現に対してどのような印象を持つかについて統制することも重要であるだろう。

5. おわりに

本研究では、言語の生産実態としてのコーパスに対して言語の受容実態を収集しオープンデータ化した。以前の研究では、語の type に対する親密度として、知っている・書く・読む・話す・聞くの観点を収集した [6] が、文脈を含めた語の token に対する印象評定情報として、自然さ・わかりやすさ・古さ・新しさ・比喩性の情報を収集した。さらに同じコーパスに対して、延べ数千人規模の読み時間データを収集した。

過去の読み時間の分析においては、文法的な特徴量・意味的な特徴量・情報構造に基づく特徴量がどのように読み時間に影響するのかを重点的に分析が進められた。しかしながら、一般の方が感じる表現の印象に基づく読み時間の分析は進められていなかった。そこで、本研究では、文節単位に収集した印象評定情報が読み時間にどのような影響を与えるのかについて検討を行った。分析方法としては、文字数・文節出現順・係り受けの数・印象評定情報を固定効果とし、読み時間参加の実験協力者と記事をランダム効果とした一般化線形混合モデルにより対数読み時間を評価した。結果、自然さ・わかりやすさ・比喩性が読み時間を短くする効果があり、古さが読み時間を長くする効果が確認された。この結果から、文法・意味・情報構造などの差異に関する読み時間の分析においては、そのテキストが表出する印象の統制も重要であることが示唆された。

同様のデータとして、石原ら [7] はサムネイル画像も含めた新聞記事閲覧時間のデータセットと、マルチモーダル情報に基づく読み時間のモデリングを行っている。記事部分について、本データのように言語情報などを用いてより精緻化された分析を組み合わせて行うことにより、ヒトの新聞記事閲覧時の認知処理過程の解明が進むであろうと考える。

謝辞

本研究は国立国語研究所共同研究プロジェクト「実証的な理論・対照言語学の推進」および科研費 22H00663 によるものです。

文献

[1] Den, Y., Nakamura, J., Ogiso, T., Ogura, H., (2008) 'A Proper Approach to Japanese Morphological Analysis: Dictionary, Model, and Evaluation', In *Proceedings of the Sixth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2008)*, p.p.1019-1024.

[2] 浅原正幸・松本裕治, (2018) '『現代日本語書き言葉均衡コーパス』に対する文節係り受け・並列構造アノテーション', **自然言語処理**, Vol. 25, No. 4, p.p.331-356.

[3] 浅原正幸・金山博・宮尾祐介・田中貴秋・大村舞・村脇有吾・松本裕治, (2019) 'Universal Dependencies 日本語コーパス ', **自然言語処理**, Vol. 26, No. 1, p.p.3-36.

[4] 加藤祥・浅原正幸, (2021) 'IPAL 用言例文への印象評定情報付与と代表義・典型用例の抽出', **計量国語学**, Vol. 33, No. 3, p.p.178-193.

[5] Asahara, M., (2022) 'Reading Time and Vocabulary Rating in the Japanese Laugnage: Large-Scale Japanese Reading Time Data Collection Using Crowdsourcing', In *Proceedings of the Thirteenth Language Resources and Evaluation Conference*, p.p.5178-5187.

[6] 浅原正幸, (2020) 'Bayesian Linear Mixed Model による単語親密度推定と位相情報付与', **自然言語処理**, Vol. 27, No. 1, p.p.133-150.

[7] 石原祥太郎, 中間康文, (2023) 'マルチモーダル機械学習によるニュース記事の閲覧時間予測', **第 37 回人工知能学会全国大会論文集**, 3Xin4-58, p.p.1-4.

5 人人狼におけるプレイヤの熟達過程
Player Expertise Process in 5-Person Werewolf Games

伊藤 毅志†, 金泉 則天†
Takeshi Ito, Noritaka Kanaizumi
†電気通信大学
The University of Electro-Communications
ito@cs.uec.ac.jp

概要

本研究では、招待隠匿型の多人数不完全情報コミュニケーションゲームである「(5 人) 人狼」を題材に、プレイヤの熟達過程を調べた。5 人人狼では、熟達するにつれて、村人が占い師をカミングアウトする「村人 CO」と呼ばれるプレイがみられるようになる。このプレイに着目して、どのようにこの村人 CO が獲得されていくのかを調べた。その結果、他者が村人 CO を行っているプレイを見て学び、実際に自分で村人 CO を行って失敗を通してその利点を学習し、リアルタイムで違和感なくプレイできるようになるための手続き的知識を身に着けていく様子が観察された。

キーワード：人狼、熟達化、チャンク、手続き的知識

1. はじめに

人狼は、正体隠匿型の多人数不完全情報コミュニケーションゲームである。MuZero などの技術の登場により、完全情報ゲームでは人間のトップを超えるゲーム AI が作られるようになってきており、AI にとってまだ難しい課題を含む人狼を題材としたゲーム研究に興味が集まっている。

人狼知能プロジェクトは、人工エージェントに人間のような自然なコミュニケーションを行わせることを目的に、多角的な視点の研究が行われている。人狼をプレイする人間プレイヤに対する認知科学的研究は、杉本らによって行われ、5 人人狼を題材にして、プレイヤの意思決定過程のモデルを提案している[1][2]。杉本らは、図 1 のような投票行動における意思決定過程のモデルを示したが、プレイヤの行動は多岐に渡っており、人狼特有の騙りや説得などのプレイがどのように行われているのかについては、説明されていない。また、そのプレイヤの熟達化に伴う思考過程の違いに関しても考慮されていない。

本研究では、まず、人狼に精通している熟達者のプレイを調べ、熟達者特有のプレイを明らかにする。そして、人狼のプレイ経験の浅いプレイヤに対して繰り返し人狼をプレイさせることで、熟達していく過程を調べ、洗練された戦略的プレイをどのように学習していくのかを調査する。

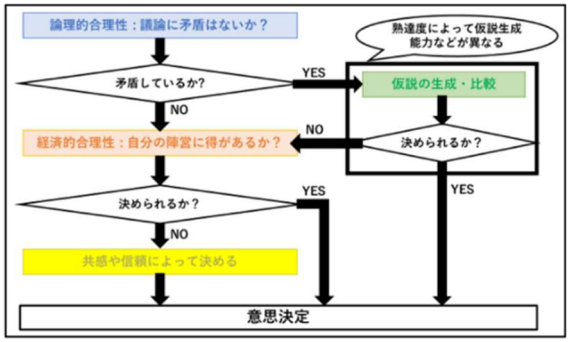


図 1 プレイヤの意思決定モデル

2. 5 人人狼のルール

5 人人狼は、5 つの役職（人狼 1 名、狂人 1 名、占い師 1 名）で構成される人狼で、基本的なルールと勝利条件は多人数で行われる通常の人狼と同様である。昼のターンでは議論を行い投票で一人を処刑し、夜のターンでは人狼が一人を襲撃する。初日は、占い師が一人を占った状態で開始する。プレイヤは 5 人しかいないので、2 日目の昼のターンまでに人狼を処刑できれば村人側の勝利、2 日目の夜まで人狼が生き残れば、人狼側の勝利となる。

3. 実験 1

3.1 目的

この実験では、人狼の超熟達者に 5 人人狼をプレイさせ、熟達者ならではの高度に戦術的なプレイを明らかにしていく。

3.2 方法

人狼プレイを生業としている人狼の超熟達者である人狼 TLPT（The Live Playing Theater）の役者に実験参加者になっていただいた。人狼 TLPT とは、人狼を題材とした演劇のことであり、出演者は出演直前に自身のゲームとしての役職を知らされ、舞台のコンセプトに合わせた役を演じながら人狼をアドリブで演じていく。人狼 TLPT は、2022 年に 10 周年を迎え、長い間観客を魅了し続けてきた舞台劇であり、その役者たちは高度

な人狼の技術を有しているといえる。本実験の実験参加者として適していると考えた。

実験参加者には、実際に 5 人人狼をプレイさせて、その様子をビデオカメラで記録した。実際の人狼 TLPT は 13 人のプレイヤで行うのが通例であり、演劇として魅せるプレイが必要となるが、本実験では、演劇としての要素は排除して、純粋に人狼をプレイするように教示した。人狼の経験は豊富であるが、5 人人狼は不慣れであることが予想されたので、事前に Zoom で 5 人人狼を十分にプレイさせ、5 人人狼に慣れてもらった。

実験に参加した役者は、人狼 TLPT の中でも有名な 7 名に参加してもらい、7 名の中から、バランスよく組み合わせを変えて 5 名を実験者側で選び、プレイさせた。役職は、特定のプレイヤに特定の役職が偏ることがないように、乱数を使って事前に実験者が役職を割り振り、プレイごとに直前に。

プレイヤの発話を書き起こし、初心者には困難な熟達者特有のプレイを抽出する。

3.3 結果

人狼 TLPT のプレイヤは、一般の初心者ではなかなか思いつかないような多様な戦術を瞬時に行っている様子が見られ、高度な戦略が観察された。中でも、ここでは、5 人人狼ならではの「村人が占い師を CO する」というプレイ（以下、村人 CO と呼ぶ）に着目した。多人数の人狼では、村人 CO を行うのは狙われるリスクが高いプレイであるが、5 人人狼では、役職を持たない村人にとって、有効な戦略の一つであり、人狼 TLPT のプレイヤはその優秀性にすぐに気づき、村人 CO を使いこなしているプレイが観察された。

3.4 考察

熟達プレイヤが村人 CO を行う理由は、自分が敢えて騙ることで、相手の反応を見たり、新しい発話を引き出したりすることで、情報を積極的に得る可能性のあるプレイだからである。反面、村人側からも人狼側からも狙われやすいプレイであり、危険も伴う。

しかし、人狼 TLPT のプレイヤは様々な状況に瞬時に対応して、論理的に破綻してしまいそうな高度な対応が求められるプレイを自然に行っていた。村人 CO を行うためには、高度な臨機応変さが求められるが、彼らはそれぞれの場面においてどのように振る舞えばよいのかという戦術的知識をチャンクのような形で持っているため、瞬時の判断ができる様子が確認された。

4. 実験２

4.1 目的

経験の浅いプレイヤはどのようにして熟達者の行うようなプレイを実現していくのだろうか。その過程を明らかにする。

4.2 方法

人狼に対して比較的経験の浅いプレイヤ 11 名（A～K）を対象に、5 人人狼を繰り返しプレイさせ、試合ごとに感想戦を行わせて、その様子をビデオカメラで記録した。実験 1 で見られた村人 CO を行うプレイに着目し、どのように村人 CO が獲得され、洗練されたプレイに変わっていくのかを調べた。

4.3 結果

プレイヤの戦略に着目したところ、プレイヤ H が村人 CO を徐々に獲得していく様子が確認された。

ちなみに、11 人のプレイヤ中で、村人 CO のプレイをしたプレイヤは、プレイヤ C（1 回）、プレイヤ F（6 回）、プレイヤ H（6 回）、プレイヤ K（3 回）であった。なお、プレイヤ K は、本実験の前に何度か 5 人人狼をプレイした経験がある経験者であった。

ここでは、特にプレイヤ H が村人 CO のプレイに習熟していく様子が見られたので、このプレイヤに焦点をあてた。プレイヤ H が、村人 CO のプレイにどのように接して、獲得していったのかを村人 CO が現れた試合をピックアップして議論する。

第 1,2 試合：5 人人狼を数回プレイした経験のあるプレイヤ K が村人 CO を行った。プレイヤ H は、そのようすを見ることとなった。プレイヤ K もプレイヤとしては比較的初心者であったためにこの戦略は失敗し、プレイヤ H からは、村人 CO に対する否定的な発言が見られた。しかし、その後、このプレイに興味を示しているとも取れる発言「じゃぁ、もっと嘘言ってみようかな」も見られた。

第 4 試合：ここでプレイヤ H は初めて村人 CO を行った。真の占い師の CO よりも遅れての CO であった上に、CO をその後不自然に撤回してしまったために、疑われてしまい、処刑の対象となってしまった。

第 8 試合：プレイヤ C が村人 CO を試みて、成功している様子を観察した。具体的にはプレイヤ C と真の占い師 K の 2 人のみが CO する状態となった。ここで、プレイヤ C から見るとプレイヤ K が真の占い師に見えたので、潔く自信の CO を撤回してプレイヤ K が真の占い師であること主張することで、自身も村人である

ことをうまくアピールしていた。その結果として村人陣営の勝利に貢献した。

第 17 試合 : プレイヤ H が村人 CO を行って、成功している様子が見られた。ゲーム当初、占い師 E、狂人 G、村人 H が CO した。程なく狂人 G が撤回したタイミングを見計らって、自身も CO を撤回することで、一人占い師の状況を作り出し、占い師の信憑性を高めることに成功した。この試合は、第 8 試合の経験を生かしている様子が見て取れた。

5. 考察

プレイヤ H が第 4 試合で初めて村人 CO したときには、漠然とした理由で村人 CO のプレイを行っており、明確な戦略を持っていない様子であった。実際、プレイヤ H はこのプレイにおいて、撤回した際にも明確な理由を述べることができなかった。そのため、結局疑われてしまうことになっていた。

第 8 試合では、プレイヤ H は他者の村人 CO を感想戦で高く評価しており、そのプレイを反芻する様子が見られた。具体的には、プレイヤ C の撤回するタイミングに対して、「C さんがなんとなく動きが白い」と評価していた。村人 CO において、上手いタイミングで CO を撤回することができれば疑われにくくなり、却って信頼を勝ち得ることを学習している様子が見られた。

その後の、第 17 試合では、プレイヤ H は村人 CO の後、適当な時期で CO を撤回し、自身だけでなく真の占い師の信頼度を高める説明を行っていた。このプレイは、第 8 試合のプレイを参考していたと考えられ、その結果として、自分が何をすれば、ゲームが有利に進められるかを知っているため自然にプレイを進めることができていた。

ここで見られるように、プレイヤは過去のプレイの経験から、どこでどのようなプレイをすればどのような情報が得られるのかという知識を得ており、その経験をもとに、手続き化された知識を用いてプレイを行うことでそのプレイが定着していく様子が確認された。

図 2 はプレイヤの熟達過程を図示したもので、実際にどのようなプレイが行われたのかを経験したことで、フィードバックが起こり、戦略のチャンクとしての知識が格納され、戦術が整理されて保存され、次に同様の状況が起こったときには、瞬時に適切なプレイが行えている様子が確認された。

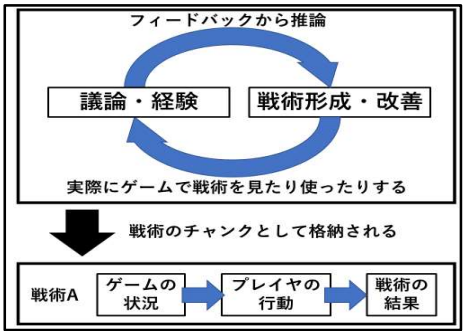


図 2 5 人人狼におけるプレイヤの熟達過程

6. おわりに

本発表では、人狼 TLPT のプレイを分析することで、熟達者特有のプレイとして、積極的に情報を引き出すための村人 CO という戦略に着目した。初心者が学習していく過程から、村人 CO が他者のプレイを見たり、実際にプレイしたりすることで、洗練されて、使える知識に昇華されている様子が確認された。

今後の課題としては、他の高度な戦略でも同様の過程を経て獲得されるのかについて調べ、プレイヤ熟達化の学習過程モデルを立てていきたい。その結果を人狼 AI に実現することで、新たな戦略的プレイを自動獲得できるようなシステムの構築を目指していきたい。

文献

[1] 伊藤毅志,杉本磨美(2020)“人狼プレイヤの意思決定過程”, 第 34 回人工知能学会全国大会, 2F4-OS-20a-01, pp.1-4.
[2] 杉本磨美、伊藤毅志 (2017) “5 人人狼における村人の意思決定過程の研究”, 日本認知科学会第 34 回大会予稿集, P1-26F, pp. 826-832.

Entropy-Based Hyper Question: 回答のバイアスを踏まえた少数選抜の手法について

Entropy-Based Hyper Question: Methodology to Identify Expertise Considering Answer Bias

田丸 陽稀†，藤崎 樹‡，馬場 雪乃†，植田 一博†
Haruki Tamaru, Itsuki Fujisaki, Yukino Baba, Kazuhiro Ueda
†東京大学，‡東北大学
The University of Tokyo, Tohoku University
tamaru-haruki327@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

概要

人々の意見を適切に集約した結果が時に高い精度を生む現象は集合知と呼ばれ，さまざまな手法が提案されている．中でも，集団内の成績優秀者を推定し，その意見のみを用いる少数選抜は高い精度を誇る．本研究では，少数選抜の一手法である Hyper Question に注目し，この手法が回答に偏りがある際に精度が落ちることを明らかにした．また，この限界に対し，エントロピーを利用することで回答の偏りを回避する応用手法を提案する．

キーワード : 集合知，少数選抜，クラウドソーシング，エントロピー

1. はじめに

適切な方法で個々人の意見を集約することで，意思決定の精度が向上する現象を集合知（"The crowd of wisdom"; e.g. Surowiecki, 2004）と呼ぶ．

集合知を利用する手法として，多数決のように，集団全員の意見を集約する手法が知られている．しかし，集団内の回答の偏りや外れ値に引きずられ，結果が悪化する可能性がある（Simmons et al., 2011）（表１）．こうした問題を回避する方法として，集団内でも特に意思決定の精度の高い回答者のみを抽出する，少数選抜と呼ばれる手法の開発が近年進んでいる．代表的な手法の一つに Hyper Question（Li et al., 2017）が挙げられる．

Hyper Question は，精度の高い回答者（“専門家”と呼ぶ）の回答が類似するという特徴を利用し，専門家を選抜する．専門家同士の回答は，意思決定の精度が高くはない回答者（"非専門家"）同士に比べて，正答率が高い以上，回答が類似する傾向が強い．そこで，まずいくつかの問題をまとめて問題のセットを作成，比較し，似た回答を持つ回答者のみを選抜する（表２）．次に，それぞれの単一の問題に各回答を置き換え， 各問題で多数決などによってどの回答が多いのかを分析する．このような形で，問題に詳しい回答者を抽出した後，彼らの回答を集約することで，専門家のみでの検討を可能にする．Hyper Question は，従来手法の多数決などと比較しても高い精度を誇る（Li et al., 2017）．

一方で，回答者の類似度による選抜という方法では，集団内の回答の偏りを回避できない可能性がある．ある誤った選択肢に回答が集中している場合，回答は当然類似するため，結果的に誤答が選ばれてしまう危険性が指摘できる．このようにある誤った選択肢が多く選ばれる場合は，人間にバイアスがある以上，ある程度現実に起こり得ると考えられる．

そこで，本研究では，こうした回答に偏りがある場合でも有用な手法の提案を試みる．

表１　回答の偏った回答データの例

	問題１（正解：A）	問題２（正解：A）	問題３（正解：A）
回答者α	A	A	A
回答者β	A	A	A
回答者γ	B	C	A
回答者δ	B	A	B
回答者ε	B	B	C

問題１，2，３に対し，回答者α，β，γ，δ，εが A，B，C の三種類の選択肢から回答を行った場合の回答データセット．各問題について，最も多い回答を水色に塗っている．多数決を利用した場合，問題１を見ると，正解 A に対して B が選ばれる結果となっている．

表２　Hyper Question の回答データセットの例

	問題１,２（正解：A,A）	問題１,３（正解：A,A）	問題２,３（正解：A,A）
回答者α	A,A	A,A	A,A
回答者β	A,A	A,A	A,A
回答者γ	B,C	B,A	C,A
回答者δ	B,A	B,B	A,B
回答者ε	B,B	B,C	B,C

Hyper Question の例．Hyper Question では，問題を一つずつ検討するのではなく，複数の問題をセットにした問題（超問題）について検討する．ここでは，表１のデータセットの各問題に対する回答を，２問ずつ超問題としてまとめた．複数の問題に対する回答を比較することで，専門家同士の回答の類似度を比較することができ，問題１に対しても正しい回答が選択されている．

2. 回答の歪みに対する Hyper Question の振る舞い

本研究ではまず，シミュレーションを用いて，Hyper Question が回答構造の偏りに対して弱いという仮説を検証した．シミュレーションでは，Li et al. (2017) で用いられた方法を踏襲しつつ，回答に偏りが発生しない場合と発生しない場合の２条件を作成し，結果を比較した．

具体的なシミュレーションについて説明する．まず両条件に共通した部分を説明し，次に異なる部分を説明する．

まず問題に回答するエージェント 20 人を作成した．エージェントは，与えられた問題に対して用意された選択肢の中から一つを出力する．エージェント集団はそれぞれの問題に対する正答率を設定されていた．エージェント集団は正答率が高い集団（専門家）と正答率が低い集団（非専門家）の 2 種類に分けられた．エージェントのうち，専門家の人数は{2,4,6}の中からランダムに決定され，正答率は{0.8,0.9,0.95,1.0}の中からランダムに決定された．残りのエージェントは正答率が低い非専門家であり，正答率は正規分布からランダムに決定されるとした．この正規分布の平均（0 から 1）と分散（0 から 0.2）を変数とすることで，「エージェント集団の能力」を変化させた．

次に，25 問の問題を作成した．問題の選択肢数は，2 択から 4 択まで変化させた．そして，各問題で正解となる選択肢をランダムで決定した．

以上のように作成した問題をエージェント 20 人に回答させた．なお，エージェントが正解を出力するか不正解を出力するかは正答率をもとに決定された．

以上のような 20 行 25 列の回答データセットを，変数の組合せごとに 100 個作成した．

２条件で違いがあったのは，エージェントが不正解した時の行動であった．回答に偏りがない条件の場合，エージェントは，不正解の選択肢から一つをランダムに選択し，出力した．このとき，どの不正解の選択肢も，選ばれる確率は等しかった．

回答に偏りがある条件においては，不正解の選択肢のうち，一つの選択肢の選択率を高くした．これにより，一つの回答に偏る状況を作成した．選択率は平均 0.6，分散 0.05 の正規分布から，問題ごとにランダムに設定した．

結果を図１に示す．図１は横軸が非専門家の正答率を決定する正規分布の平均，縦軸がそれぞれの手法の正答率であり，オレンジ線が Hyper Question，青線が多数決である．回答に偏りがないときに比べ，回答に偏りがあるときに Hyper Question の精度が低下している点が指摘できる．

以上のように Hyper Question は，回答の偏りがある場合に脆弱性があることが指摘できる．そこで，次に回答の偏りに対しても強い手法の提案を試みる．

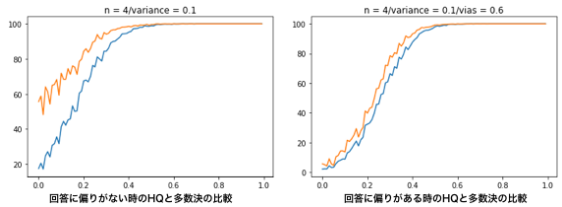


図１　回答構造に偏りがある場合とない場合の Hyper Question と多数決の比較．

横軸が非専門家の正答率を決定する正規分布の平均，縦軸が各手法の正答率．オレンジ線が Hyper Question，青線が多数決の精度を表す．問題の選択肢は４択．

3. Entropy-Based Hyper Question

一般的に，ある問題集合を観察した時，回答構造に偏りのある問題もあれば，比較的偏りの小さい問題もあると考えられる．回答構造に偏りが少なければ，Hyper Question はある程度精度を発揮する．したがって，回答構造の偏りを回答だけで判断できる指標があれば，ある程度精度の期待できる偏りのない問題から順番に検討できる．この際，回答者それぞれの能力を推定し，専門家を最初に選抜することができれば，その後回答構造に偏りのある問題についても正答を抽出できると期待される．

そこで，本研究ではエントロピーを利用して回答構造の偏りを測定する手法である Entropy-Based Hyper Question(EBHQ)を提案する．エントロピーはある事象のもつ情報量の期待値であり，ある選択肢が他の選択肢よりも大きく選ばれたときに小さい値を取る．逆に，どの選択肢も均等に選ばれている場合は大きい値を取る．このエントロピーに基づいて問題を降順にソートすることで，上述のように回答構造に偏りのない問題から検討を行うことができる（図２）．提案手法では，各超問題に含まれる単一問題のエントロピーの総和を，超問題のエントロピーとした．

次に提案手法では，各問題の検討時に，選抜された回答者に重みを与え，逐次的に重みを増やすことで徐々に専門家を推定することを試みた．ここで，望ましい重みの与え方として，初期の試行では与える票数を小さくし，試行回数が増えるにつれ一回で与える票数を徐々に増やしていく方法が考えられる．もし誤って初期の試行で非専門家に大きな重みを与えた場合，最終的に正しく専門家を同定できない可能性があるためである．

初期の試行では票を小さく与え，徐々に票の数を増やすという手法は，回答の偏りを使って表現できる．すなわち，各超問題の回答の偏りが小さいときには小さい票数を与え，回答の偏りが大きくなるにつれて与える票数も大きくすることを考える．回答の偏りは平均情報量を用いて表現できる．平均情報量は回答の偏りが小さい時に大きい値を取る．そのため，平均情報量のとりうる最大値max (H)からの差，すなわち

$$\max(H) - H(X)$$

は，回答の偏りが小さい時に小さい値を取ることになる．この値を利用して票を与えることを考える．一方，平均情報量の値は問題の選択肢数によって変化し得る．そこで，問題の選択肢数に依存せずに重み付けを行うために，平均情報量のとりうる最大値max (H)で割って正規化を行った値，すなわち

$$\frac{\max(H) - H(X)}{\max(H)}$$

を票として与える．具体的には，例えば回答者 α の回答が問題 X において選抜された時 α の票数w_αは，

$$w_\alpha += \frac{\max(H) - H(X)}{\max(H)}$$

と計算される．

上記の重みを用いて，Hyper Question を検討するごとに，選抜された回答者に重み付けを行う．2 章の「回答の偏りがある場合」と同条件のシミュレーションによって，提案手法を，Hyper Question および多数決と比較した．

その結果を図 3 に示す．提案手法 EBHQ（緑線）は，Hyper Question（オレンジ線）と多数決（青線）を上回る精度を示しており，また精度が収束する速度も速いことが読み取れる．

こうした優位性が現実のデータに対しても発揮できるかどうかを調べるため，次に実データを用いて EBHQ の精度を他手法と比較した．利用したデータは，(Li et al., 2017) で用いられたデータのうち，特に利用可能性が高いと思われる 2 種類の 4 択問題のデータ（薬学に関する問題，IT に関する問題）である．その結果を図 4 に示す．提案手法 EBHQ が他の 2 つの手法よりも高い精度を発揮していることが確認できる．

	問題 1,2	問題 1,3	問題 1,4	問題 2,3	問題 2,4	問題 3,4
回答者 α	A,A	A,A	A,A	A,A	A,A	A,A
回答者 β	A,A	A,A	A,A	A,A	A,A	A,A
回答者 γ	A,C	A,A	A,B	C,A	C,B	A,B
回答者 δ	A,D	A,C	A,B	D,C	D,B	C,B
エントロピー	0.0	1.5	1.0	1.3	2.5	1.8

→

	問題 2,4	問題 3,4	問題 1,3	問題 2,3	問題 1,4	問題 1,2
回答者 α	A,A	A,A	A,A	A,A	A,A	A,A
回答者 β	A,A	A,A	A,A	A,A	A,A	A,A
回答者 γ	C,B	A,B	A,A	C,A	A,B	A,C
回答者 δ	D,B	C,B	A,C	D,C	A,B	A,D
エントロピー	2.5	1.8	1.5	1.3	1.0	0.0

図 2 エントロピーを用いたソート法.

各超問題が持つ単一問題のエントロピーの総和を超問題のエントロピーとする.

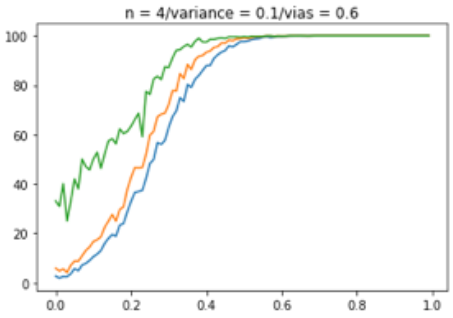


図 3 EBHQ，Hyper Question，多数決の精度

横軸が非専門家の正答率を決定する正規分布の平均，縦軸が各手法の正答率．オレンジ線が Hyper Question，青線が多数決の精度，緑線が EBHQ を表す．問題の選択肢は 4 択.

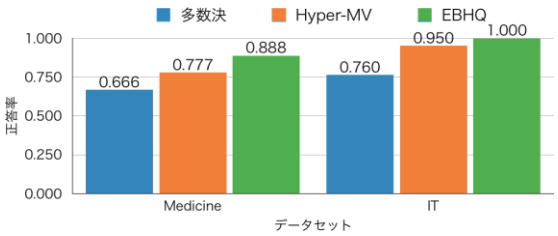


図 4 実データに対する EBHQ，Hyper Question，多数決の精度

それぞれのデータは薬学に関するデータ（Medicine），IT に関するデータ（IT）である.

4. 結論

本研究では Hyper Question が回答の偏りに脆弱性があるという問題点を指摘し，エントロピーを用いて最初に専門家を推定する手法を提案した．提案手法は，シミュレーションおよび実データによる検討において，

従来手法を上回る精度を発揮した．提案手法は，Hyper Question という優れた手法に認知科学的な観点から検討を加え，さらに情報科学的な概念であるエントロピーを援用することで，回答傾向だけから専門家を精度よく抽出することを可能にしており，集合知研究を現代的な観点から推し進めている点で意義があると考える．将来的に，株式市場などの，選択肢が数多くある問題で，一部の専門家を非専門家のバイアスから見つけ出すような場面での利用を検討したい．

文献

[1] Li, J., Baba, Y., & Kashima, H. (2017). “Hyper questions: Unsupervised targeting of a few experts in crowdsourcing.” In *Proceedings of the 2017 ACM on Conference on Information and Knowledge Management,* 1069-1078.

[2] Simmons, J., Nelson, L. D., Galak, J., & Frederick, S. (2011) “Intuitive biases in choice vs. estimation: Implications for the wisdom of crowds”. *Journal of Consumer Research*. 38(1):1–15.

[3] Surowiecki, J. (2004). “The Wisdom of Crowds: Why the Many are Smarter than the Few and How Collective Wisdom Shapes Business, Economies, Societies and Nations”, Doubleday.

ピッチクラス-カラー共感覚における音名認知の役割の解明：デュアルタスクを用いたアプローチ

Exploring the Role of Pitch Name Recognition in Pitch Class-Color Synesthesia: A Dual-Task Approach

曹 昂，植田 一博
Ang Cao, Kazuhiro Ueda

東京大学
The University of Tokyo
DiderD@outlook.com, ueda@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This study retests the "2-step" hypothesis and the "rainbow-like" theory concerning pitch class-color synesthesia, as proposed by Itoh et al. (2017). The experiment involved 16 adults with pitch class-color synesthesia and used a dual-task paradigm to explore the cognitive mechanisms underlying their synesthetic experiences. Interviews were also implied to gain insight into the development and nature of synesthetic experiences. The findings of this study suggest that Itoh et al.'s 2-step hypothesis may have limited applicability, as it can only account for a subset of individuals with pitch class-color synesthesia. Additionally, there may exist 1-step synesthetes, whose synesthetic experiences may be governed by a different mechanism. The variation in mechanisms is likely influenced by the different ways in which synesthetes form their associations. Furthermore, the "rainbow-like" theory may only represent the experiences of 2-step synesthetes. The color perception of 1-step synesthetes deviates from the description of a rainbow-like pattern.

Keywords — Pitch class-color synesthesia, synesthesia

1. Research Background

Synesthesia is an uncommon cognitive trait in which stimuli in one sensory realm, such as hearing a sound, stimulates a perceptual experience in another sensory realm, such as color (Ward, 2013). Pitch class-color synesthesia is a type of synesthesia in music, in which the cognitive-level concept of pitch class (i.e., do re mi fa so la si) is associated with colors (Itoh, et al., 2017).

2. Research Purpose

Itoh et al. (2017) proposed a 2-step hypothesis for pitch class-color synesthesia mechanism. That is, pitches are first identified with pitch class names, and then pitch class names are associated with the colors (Figure 1).

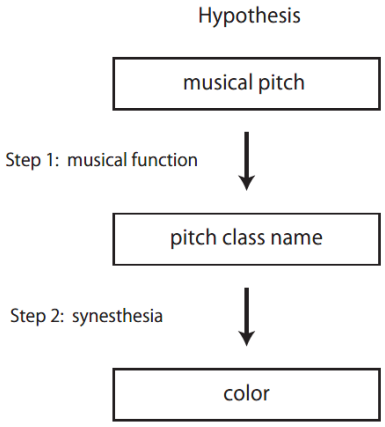


Figure 1 2-step hypothesis (Itoh et al., 2017)

In their research, they also proposed a “rainbow-like” theory. They let the participants with pitch class-color synesthesia select the colors they felt from each pitch in a color-selection test, and it turned out that the average color gradient was like a rainbow (Figure 2).

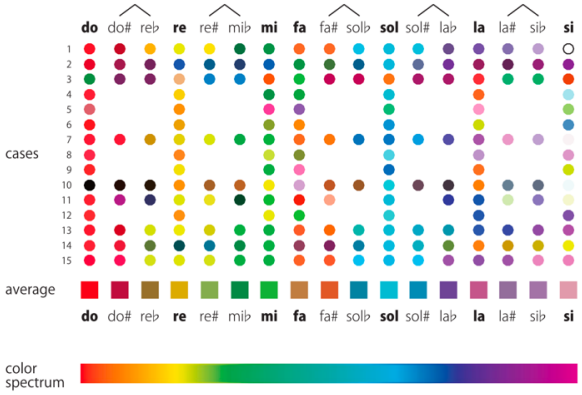


Figure 2 “Rainbow-like” theory (Itoh et al., 2017)

The primary objective of this study is to retest the “rainbow-like” theory and the “2-step” hypothesis proposed by Itoh et al. (2017) regarding pitch class-

color synesthesia, ascertain its scope of applicability.

By confirming or refuting Itoh et al.'s hypothesis, the present study will contribute to our understanding of the cognitive processes underlying pitch class-color synesthesia and may have broader implications for the study of multisensory perception and integration.

3. Methods

Previous research has demonstrated that pitch name recognition is an ability related to verbal capacity (Hou et al., 2017). Furthermore, it has been reported that when tasks with similar cognitive processes are performed simultaneously (dual task), the two tasks interfere with each other, resulting in reduced task performance. Building on this principle, the present study will employ a dual-task paradigm to experimentally demonstrate that a verbal task interferes with the pitch name recognition process in pitch class-color synesthesia. If Itoh et al.'s (2017) 2-step hypothesis holds, the performance both on the pitch naming task and on the color correspondence task will decrease.

(1) Participants: The study recruited 16 adults with pitch class-color synesthesia.

(2) Procedure: Prior to the experiment, participants answered an online questionnaire about the code numbers of the colors they could perceive from the seven pitches: Do, Re, Mi, Fa, So, La, Si. Then, each participant underwent eight experimental sessions, which involved a series of tasks designed to assess their pitch naming and color correspondence abilities under various interference conditions (Table A-1). The tasks were required to be completed individually, or concurrently with other tasks. The order of the eight sessions will be counter-balanced among participants using a Latin square design. Following the completion of the eight sessions, participants were interviewed to gain insight into the development and nature of their synesthetic experiences.

(3) Description of each task: [Pitch naming] Listen to a piano tone, and answer the pitch name of the tone. **[Color corresponding]** Listen to a piano tone, and answer the color feeling from the tone. **[Visual]** Look at a word and judge the shape of the word (Figure A-2). **[Verbal]** Look at a word and judge the pronunciation of the word (Figure A-2).

(4) Expected Results (hypotheses): If Itoh et al.'s 2-step hypothesis holds, participants' performance both on pitch naming task and on color correspondence task will be significantly worse in sessions requiring verbal task, i.e., silent reading (Session 6 and Session 8; refer to Table 1); and color corresponding tasks will take more reaction time (RT) than pitch naming tasks because the former requires two steps instead of one. In addition, if the "rainbow-like" theory holds, a "rainbow-like" pattern will be found in the result of color selection questionnaire.

4. Results

(1) Color selection: The specific colors associated with the pitches do re mi fa so la si as chosen by the 16 participants, are presented in the Figure A-2. By averaging colors, it is possible to see that the color changes from 'do' to 'si' are approximately red to purple, which is similar to the "rainbow-like" pattern claimed by Itoh et al. (2017).

(2) Reaction time (RT): We analyzed the RTs (as the benchmark of the performance mentioned in the hypotheses) of the participants in different sessions in turn. The RT was analyzed using two-way repeated measures ANOVA; specifically, one factor was response (two levels: pitch naming/color corresponding) and the other was interference (three levels: none/visual/verbal).

Contrary to our hypotheses, the results of the analysis yielded a non-significant main effect for response (F=.400, p=.527, η^2 <.001); and though participants showed better performance in no-interference conditions than in dual-task conditions (F=242.056, p<.001, η^2 =.213), no significant difference between visual interference condition and verbal interference condition (p=1.000) was found (Figure 3).

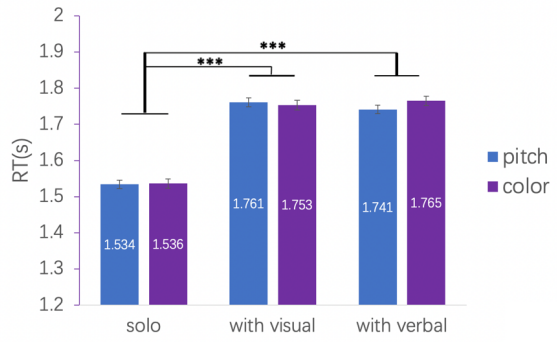


Figure 3 RT in different interference conditions

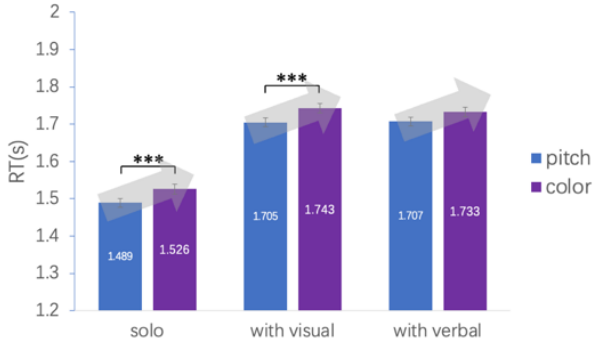


Figure 4 RT for 2-step group

(3) Interviews: To investigate why the results diverge from our hypotheses, we endeavored to seek clues from the interviews. We found that while the majority of participants claimed their synesthesia conformed to the 2-step hypothesis proposed by Itoh et al., a subset (4 participants) of participants argued that their synesthesia followed a 1-step process, in which auditory stimuli could directly evoke color sensations.

Interestingly, through comparison, we found that participants who claim to possess a 2-step synesthesia generally indicated that they obtained synesthesia through a one-to-one method, such as using a specific color to mark a specific pitch during their early childhood. On the other hand, participants who possess a 1-step synesthesia more often stated that they acquired synesthesia through a generalized method, for example, generalizing the impression from a particular song to the impression of an individual pitch.

(4) Supplementary Analysis Based on Interviews: Because the aforementioned interview suggests the possibility of the existence of both 2-step and 1-step processes, participants' data were divided into Self-reported 1-step and Self-reported 2-step groups, and a two-way repeated measures ANOVA was conducted again.

The results of the analysis yielded a significant main effect for response (F=11.136, p=.001, η^2=.016) only in 2-step group (Figure 4). Which means, only for participants in 2-step group, color corresponding tasks required longer RT than pitch naming tasks.

In addition, we averaged the reported colors for both the 1-step group and the 2-step group (Figure 5). It can be seen that only the average color of the 2-step group presents a 'rainbow-like' pattern.

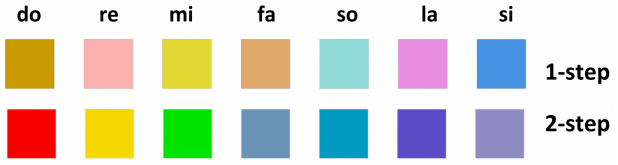


Figure 5 Average color "1-step" vs. "2-step"

5. Discussion & Conclusion

Results suggest that Itoh et al.'s 2-step hypothesis may have limited applicability, as it can only account for a subset of individuals with pitch class-color synesthesia. Additionally, there may exist 1-step synesthetes, whose synesthetic experiences are governed by a different mechanism. The variation in mechanisms is likely influenced by the different ways in which synesthetes form their associations.

Furthermore, the "rainbow-like" theory may only represent the experiences of 2-step synesthetes. The color perception of 1-step synesthetes deviates from the description of a rainbow-like pattern.

References

[1] Itoh, K. , Sakata, H. , Kwee, I. L. , & Nakada, T. (2017). Musical pitch classes have rainbow hues in pitch class-color synesthesia. Scientific reports. 7(1), 17781.

[2] Ward, J., Hovard, P., Jones, A., & Rothen, N. (2013). Enhanced recognition memory in grapheme-color synaesthesia for different categories of visual stimuli. Frontiers in Psychology, 4, 762.

[3] Hou, J.C., Song, B., Zhou, J. X., Sun, C. A., & Zhu, H. D. (2017). Cognitive neural mechanisms of absolute pitch processing (in Chinese). Advances in Psychological Science, 25(11), 12.

Appendix

Table A-1 Combination of tasks in different sessions

Response \ Interference	(Visual) Closed area judging	(Verbal) Silent reading	None
Pitch naming	Session 7	Session 8	Session 2
Color corresponding	Session 5	Session 6	Session 1
None	Session 3	Session 4	

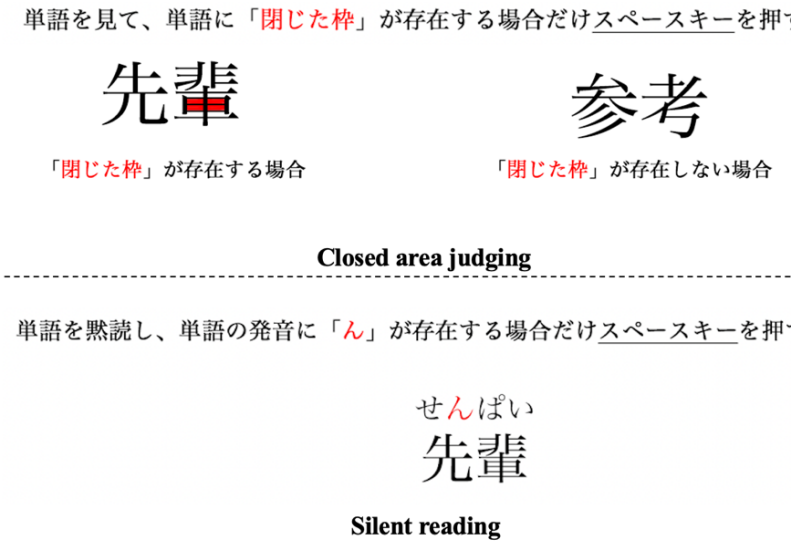


Figure A-1 Instructions for Visual (Closed area judging) task and Verbal (Silent reading) task

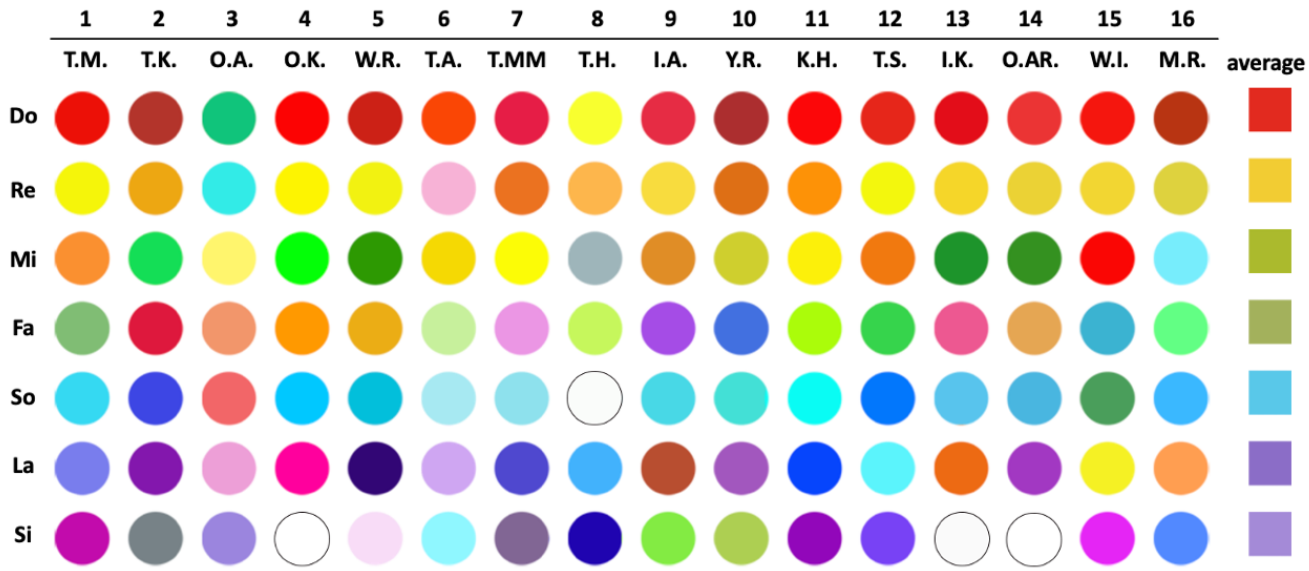


Figure A-2 Colors selected by each participant

fMRI メタ分析データを予測する機械学習モデル及びその出力理解に資するインタラクション可能な脳 3D ビューワーの開発

Development of Machine Learning Models to Predict fMRI Meta-analytic Data and an Interactive 3D Brain Viewer to Understand its Output

赤間啓之[†]、永嶋大稔[†]、大門優介[†]、菅原壱成[†]、中谷太河[†]、四辻嵩直[†]
Hiroyuki Akama[†], Hirotoshi Nagashima[†], Yuusuke Daimon[†], Issei Sugahara[†], Taiga Nakaya[†], Sunao Yotsutsuji[†]

[†]東京工業大学・生命理工学系、赤間研究室
Akama Laboratory, Department of Life Science and Technology, Tokyo Institute of Technology
akama.h.aa@m.titech.ac.jp

概要

Researches utilizing meta-analytic brain image analysis data as a target for machine learning aim to extract brain image information from the statistical analysis of numerous brain science studies. These approaches allow for encoding brain responses based on extensive psychological experimental data and natural language processing models. Furthermore, such application is expected to advance into functional network-based research. It is crucial to develop intuitive tools that facilitate a better understanding of the relationships among brain regions associated with this intricate information. In our study, we will develop a prototype of an interactive 3D brain viewer and provide an example of its application in meta-analytic data machine learning.

Keywords : 機能的磁気共鳴画像法,メタ分析, 機械学習, 3 次元脳ビューアー

1. はじめに

脳画像解析のメタ分析データを機械学習の対象とする研究は、Menuet et al., 2022 [1]などが先鞭をつけた分野であり、今後の一層の発展が大いに期待される。fMRI メタ分析を対象とした予測モデリングにより、様々な観点から行われた数多くの脳科学研究の結果の統計解析そのものから脳画像情報を取得し、大規模な心理実験データや自然言語処理モデルを踏まえ、未知の単語や文に関連しても脳反応をエンコードできるようになると期待される。また、メタ分析データ機械学習は、今後はメタ分析的連結性モデリング(MACM)などの機能的ネットワークベースの研究へ向かうと考えられるが、その複雑多岐な情報に関連する脳領域間の関係性の理解を深める一助となるような直観的なアプリケーション開発が望まれる。特に脳ネットワーク画像をヴァーチャル リアリティ(VR)で可視化し、関与領域を自由に解体・結合操作することができるならば、当該ネットワークの機能と構造の直感的理解に役立つと考えられる。本研究では、インタラクション可能な脳 3D ビューワーのプロトタイプを開発し、メタ分析データ機械学習にどのように活用するか、その具体例を提示する。

2. fMRI メタ分析データの機械学習

Mitchel et al., 2008 [2] を皮切りに、実験参加者が単語や文を想起した際 fMRI で撮影した脳画像を利用し、その言語情報から脳活動へ Ridge 回帰を行い、未知の脳画像の推測に成功したケースは枚挙に暇がない (Anderson et al., 2016 [3] など) 。本研究では単語情報として、各単語が様々な視点の属性とどの程度関係するのか調べた Binder et al., 2016 [4]のアンケート結果から独立変数を設定した。これは日常的に使われる様々な 535 個の具体的な名詞、動詞、形容詞を、神経科学に関係する基本単語の様々な属性の重み付き関連性の集合と捉えたもので、Amazon Mechanical Turk (AMT)を用いて workers と呼ばれる実験参加者に評価させたものである。

さらに本研究で用いた脳の統計画像は、トピックごとに統計画像を生成し fMRI メタ分析結果を公開している Web サイト、Neurosynth [5]から入手した。本研究ではトピックとなる 35 個の神経科学関連単語を選択した。これらの単語は、Vision, Bright, Pattern, Large, Motion, Fast, Shape, Complexity, Face, Pain, Audition, Social など、[4]のデータセットの中で属性を表す抽象語としてすべて含まれているものである。抽象語はそ

もそも、fMRI 実験において直接的に刺激として設定することは困難なので、fMRI メタ分析を通じて得られる統計的な脳賦活推定画像はきわめて有意義なものと考えられる。今回用いた Neurosynth の画像は、サイト改訂以前の後向推論画像と言って、ある fMRI 論文において特定の賦活ピークが報告されている場合、その研究の概要においてその用語が使われる確率を示す z スコアをもとに voxel ベースで計算されたものであり、検定に基づく閾値処理をしていない。そのため、全 voxels データのサイズが大きいので、AAL(Automated Anatomical Labeling)のアトラスによって脳領域の分割をし、各領域の平均を求めた。

本機械学習モデルは、実験参加者の次元を超えて、その単語のメタ分析脳画像を推測することを目標にしている。モデルは[2] と本質的に同一で、未知の抽象語で表されるトピックに関し、その意味表現の神経基盤(未知のトピック脳画像)を推定し、直接的に検証可能な予測を行う計算モデルである。その際、メタデータによる統計的な関連性を示す既知のトピック脳画像を用意し、それらを具体的な fMRI 脳活動に擬して、「それらの意味表現の神経基盤は、言語コーパス(ここでは AMT による意味関連性データセット[4])における単語の分布特性に関連している」と仮定する。その際にモデルの意味特徴表現(semantic features)が[4]の 535 個の具体的な名詞、動詞、形容詞に相当するわけである。すなわち、

$$y_r = \sum_{i=1}^{n} c_{ri} f_i(w)$$

であり、ここでは y_rは脳領域 rの賦活情報、nはモデル中の意味特徴表現の数、$f_i(w)$は単語wに対するi番目の意味特徴表現の関連性重み、c_{ri}は学習されたスカラーパラメータで、i番目の意味特徴表現が脳領域 rを活性化する度合いを表す。なお y_rは Neurosynth [5]より、$f_i(w)$は Binder らの AMT データセット[4]よりもたらされる。

なお、実際の脳画像と予測された脳画像の類似度を評価するため、正しい組み合わせのコサイン類似度が高いかどうかを調べる手法 sum match accuracy (SMA)を用いることで推測の妥当性を確認した。その際、35 単語から 2 単語を取り出してテストセットとし、残りの 33 語をトレーニングセットとしてモデル化を行い、図のように計 595 通りの網羅的組み合わせによる交差検証を行い、判別成功回数/595 を精度と定義した。ここではコサイン類似度を用い、2 つの単語の脳画像を推測し、互いの実際の画像と判別できるか調べている(図 1)。

図 1　SMA による交差評価

その結果、0.787 の正解率を記録し、約 8 割の精度で判別することに成功した。 また、本研究では単語情報の脳機能情報への寄与を調べるため、全単語の属性と脳領域ごとの活動に対して主成分分析を行った。Ridge 回帰を行う前に $f_i(w)$ に対して行った主成分分析から上位p主成分(p=5~35)までを回帰に用いたところ、最大精度は第 15 主成分(累積寄与率 0.93)までを使った時の 0.798 であり、それ以降、精度にばらつきはあるが凡そ一定になった。さらに、AMT データセットでは、神経科学関連単語は Audition, Gustation, Olfaction, Motor, Spatial, Temporal, Causal, Social, Cognition, Emotion, Drive, Attention のように、意味カテゴリーとして上位区分されているので、各主成分に最も強く影響を与える単語の意味カテゴリーを上位から調べた。対応する意味カテゴリーを見ていくと、各主成分は「身体」「感覚」「聴覚」などに関係ある属性が多いと解釈できた。また AAL アトラスの 116 領域についても、それぞれの主成分負荷量の高い脳領域は、同様の意味カテゴリーに関連する領域であることが認められた。

```
0    Touch -> Texture -> Near -> Shape -> Number ->...
1    Unpleasant -> Pain -> Disgusted -> Fearful -> ...
2    Sound -> Audition -> High -> Loud -> Speech ->...
3    Path -> Duration -> Landmark -> Time -> Slow -...
4    Human -> Drive -> Self -> Music -> Consequenti...
5    Toward -> Scene -> Long -> Communication -> La...
6    Dark -> Communication -> Smell -> Short -> Sce...
```

```
0    Parietal_Sup_L -> Cerebelum_6_R -> Supp_Motor_...
1    Angular_R -> Cingulum_Post_R -> Frontal_Sup_Me...
2    Temporal_Pole_Sup_L -> Temporal_Sup_L -> Tempo...
3    Postcentral_L -> Temporal_Mid_R -> Fusiform_R ...
4    Cerebelum_9_R -> Frontal_Mid_Orb_R -> Temporal...
5    Frontal_Inf_Tri_L -> Temporal_Mid_R -> Frontal...
6    Parietal_Sup_L -> Frontal_Sup_R -> Cerebelum_9...
```

図 2 主成分を構成する意味カテゴリーと脳部位

こうした分析の結果、抽出された主成分ごとの負荷量に鑑み、より一般的な概念レベルで関連する脳領域が抽出され、このモデルの妥当性・有効性が確認された。

3. VR を用いた 3D 脳ビューアーの開発

先に示したような fMRI メタ分析データの機械学習では、その結果の評価に主成分分析を用いて、上位の意味カテゴリーに対応する主成分負荷量の高い脳領域を抽出することができた。これは、今後、個別領域ごとの評価にとどまらず、メタ分析的連結性モデリング(MACM)などの機能的ネットワークベースの研究へ発展しうると考えられる。この結果の解釈、特に判別に貢献する脳領域情報を深堀するためには、研究結果のより高度な視覚化の技術が求められる。

そこで本研究では、ヴァーチャルリアリティ(VR) を利用してユーザーが自由に脳領域間で解体・結合するなど、操作的に可視化できる 3D ビューワーのアプリケーション、BrainAtlas3DView を開発し、上記の意味カテゴリーに対応する脳領域間のネットワークの描画を試みた。開発プラットフォームとしてはゲーム開発の unity を使用した。

実際の 3D 脳画像には、python の fMRI 解析に使われるライブラリである nilearn 内の脳アトラス（AAL3V1）の voxel データを、マーチンキューブ法を用いて obj ファイルに変換し、unity に取り込んだ。その他の脳アトラスとしては、最初の画面から他に Yeo, Schaefer2018_100, Schaefer_2018_400 がプルダウンメニューから選択できる。ネットワークの表示には unity の UI を改造し、2D のネットワークを変換し、3D 脳画像にこの 2D ネットワークを対応させ、3D のネットワーク表示を実現している。直感的操作として、脳の 3D 表示、脳領域の識別、脳の解体拡張、ネットワークの作成のサービスを追加した。さらに 3D 脳画像の回転、ズームをマウスで行えるようにし、脳領域の識別のため、各領域の名前が表示されるようにしている。

脳の解体拡張については、3D 脳画像の中心を原点にして球状に各領域が分解される。座標ベクトルを定数倍することで実現した解体拡張により、作成する 3D ネットワークがより見やすくなり、各領域の位置関係のより直観的な把握にも役立つ。最後にネットワークの作成は各領域の名前の入った UI のボタン同士を線で連結することで 2D ネットワーク表示を実現した。

本アプリケーションでは、基本操作としては、マウスホイール：ズーム、マウスホイールクリック：カメラ位置リセット、右クリック：カメラ移動、左クリック：クリックした領域をハイライト、カメラの中心に設定の 4 つに集約される。図 3 で、1 はスライダーの上下移動で各領域を解体拡張できることを示し、2 では 3 のチェックに対応したコンテンツが表示され、コンテンツ上部のボタンを押し、線をつなげるとネットワークが作成される。3 で領域選択しチェックすると、領域名に応じたコンテンツが生成、領域がハイライトされる。4 は複数のネットワーク表示に使う。上部にテキストを入力し、四角を押すとチェックボックスが追加され、チェックに応じてネットワークのエッジの色が変わる。5 では、3 のチェックに対応した領域だけ表示され、6 では、チェックに対応した脳の断面に切り替えられる。デフォルトは冠状面(coronal)であるが、矢状面(sagittal)、横断面(axial)も随時選択することが可能である。

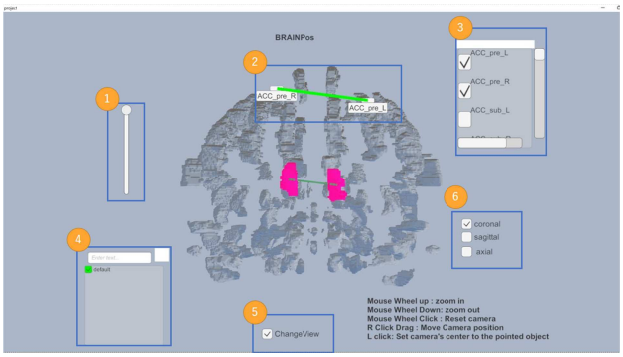


図 3 BrainAtlas3DView の GUI

ここでは、我々の AMT-Neurosynth の機械学習モデルにおける第 1 主成分(図 2 の番号 0)を例に、それを構成する上位 2 つの脳領域、Parietal_Sup_L (上頭頂小葉)、Cerebellum_6_R (右小脳第 VI 小葉)をノードとした結線を BrainAtlas3DView 上で描画することにする (図4)。まず表紙から AAL3V1 を選択してアトラスの最初の画面に遷移させる。次に左側に配置されたスライダーを適当に動かし、相対的な位置関係を保持したまま、脳領域間のスペースを拡大させる。次に、右にリストアップされた脳領域リストから、Parietal_Sup_L、Cerebellum_6_R にチェックを入れると、当該領域がそのラベルとともに、色付けされる。最初ラベルは地図の中央に重なって表示されるので、ラベルをそれぞれの領域近くに移動させる。各ラベルにはその上部に長方形をした小さな空白のボックスが付随しているので、2 つのラベルのボックスどうしをマウスで連結すると、ラベル間に緑色のエッジが出現する。それ同時に領域そのものの間にも細いエッジで連結ネットワークが描かれる。また右クリックを駆使して画像を回転させても、領域の位置とラベル間の関係は保持され、最適な

ビューを選択することが可能になる。

また図 5 は、BrainAtlas3DView の複雑な使用例として、Çiftçi et al., 2011 [6]の計算したアルツハイマー型認知症のデフォルトモードネットワークの特徴に関し、高度に視覚化したもののスナップショットである。領域間の関係性について直観的な把握が可能になるが、ネットワーク研究の元データを直接アプリでビジュアライズするための自動変換入力が今後の課題となる。

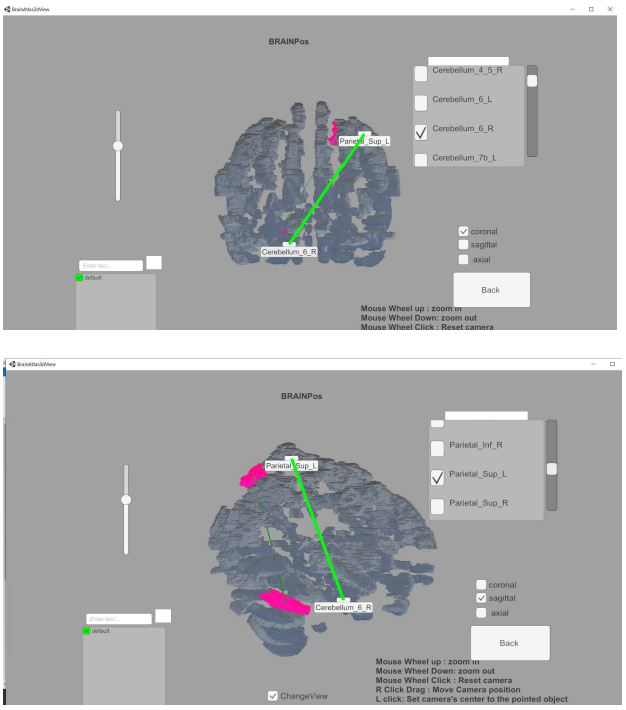


図 4 BrainAtlas3DView の使用例(1)

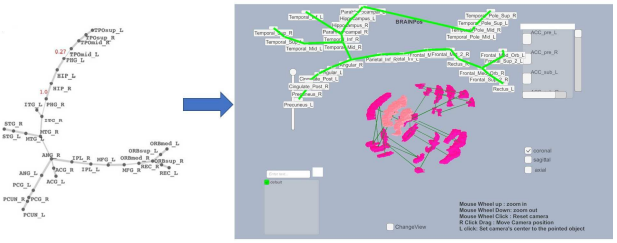


図 5 BrainAtlas3DView の使用例(2)

4. 今後の展望と課題

本研究を通じて、実験参加者が単語を想起した際の fMRI 脳画像を、その単語の属性情報から予測する機械学習モデルが、脳機能画像研究の大規模なメタ分析についても、すなわち神経科学のトピック語関連の統計的な脳反応画像を用いても、高度な精度で構築可能であることが分かった。しかしながら精度は 80%前後で上限に達し、改善の余地があることは否めない。また今回用いたデータは 35 単語分なので、別の言語コーパスを利用しさらにデータサイズを拡大することが必要になると考えられる。たとえば ChatGPT が AMT の代わりとして使えるという報告もある (Gilardi et al., 2023 [7])。またさらに精度を向上させるため、深層学習のような高度なモデルの使用も検討すべきであろう。

本研究で用いた Neurosynth の web サイトは、3 つの断面で結果画像を表示しているが、本研究のインタラクティブ 3DCG アプリを用いることで、メタ分析で着目すべき脳領域間ネットワークについて、各領域の空間情報を保持したまま解体・拡張できる直観的でダイナミックなビューが可能となった。しかし、今後は look and feel に関わる各デザインの見直しを行うとともに、使用する脳アトラスの種類を増やし、さらに Neurosynth の検定画像やメタ分析データ機械学習の結果画像から必要項目を自動入力できる仕様の策定に向け発展させていきたい。特に、本研究では、MACM など機能的連結性を射程に入れたメタ分析に基づく機械学習モデルを提案できていないが、それが可能となれば、fMRI メタ分析と BrainAtlas3DView の間のより緊密な連携が可能になると期待される。

参照文献

[1] Menuet, R., Meudec, R., Dockès, J. et al. (2022). Comprehensive decoding mental processes from Web repositories of functional brain images. Sci Rep 12, 7050. https://doi.org/10.1038/s41598-022-10710-1
[2] Mitchell, T. M., Shinkareva, S. V., Carlson, A. et al. (2008). Predicting Human Brain Activity Associated with the Meanings of Nouns. Science, 320, 1191-1195. https://doi.org/10.1126/science.1152876
[3] Anderson, A. J., Binder, J. R., Fernandino, L. et al. (2016). Predicting Neural Activity Patterns Associated with Sentences Using a Neurobiologically Motivated Model of Semantic Representation. Cerebral Cortex, 1–17. . https://doi.org/10.1093/cercor/bhw240
[4] Binder, J. R., Conant, L. L., Humphries, C. J. et al. (2016). Toward a brain-based componential semantic representation. Cognitive Neuropsychology 33, 130-174. https://doi.org/10.1080/02643294.2016.1147426
[5] Neurosynth. https://neurosynth.org/
[6] Çiftçi K. (2011). Minimum Spanning Tree Reflects the Alterations of the Default Mode Network during Alzheimer's disease. Annals of Biomedical Engineering, 39:5, 1493–1504 https://doi.org/10.1007/s10439-011-0258-9
[7] Gilardi, F., Alizadeh, M., Kubli, M. (2023). ChatGPT Outperforms Crowd-Workers for Text-Annotation Tasks, arxiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.15056

SF プロトタイピングは作品の社会的影響力を高めるか？
Does Science Fiction Prototyping boost social impact?

清河 幸子[1]，西中 美和[2]，宮本 道人[1]，難波 優輝[3, 4]，峯岸 朋弥[5]，宮田 龍[6]，大澤 博隆[7, 5]
Sachiko Kiyokawa, Miwa Nishinaka, Dohjin Miyamoto, Yuuki Namba, Tomoya Minegishi, Ryu Miyata, Hirotaka Osawa

[1]東京大学，[2]香川大学，[3]newQ，[4]立命館大学，[5]筑波大学，[6](株)アラヤ，[7]慶応義塾大学
The University of Tokyo, Kagawa University, newQ, Ritsumeikan University, University of Tsukuba, Araya Inc. Keio University
kiyo@p.u-tokyo.ac.jp

概要

本稿では，SF プロトタイピング (SFP) で作られた SF 作品が読後の未来社会に対する意識に及ぼす影響を検討した．参加者には SFP で作られた作品 (SFP 作品) と同じ作家が別の方法で作った作品 (非 SFP 作品) を 1 篇ずつ読み，社会的影響力に関する質問に答えるよう求めた．その結果，推奨・社会的影響力・実現欲求・発想喚起のいずれの得点も SFP 作品が高く，読後の未来社会に対する意識への促進効果が確認された．

キーワード：SF プロトタイピング (Science Fiction Prototyping)，SF，社会的影響力 (social impact)

1. 問題と目的

SF (サイエンスフィクション) は，創造的な文学ジャンルの一つである．SF を利用して未来をデザインするワークショップ手法として SF プロトタイピング (SFP: Science Fiction Prototyping) があり，企業などでの未来ビジョン作成に活用されてきている[1][2]．この手法では SF を利用することによる斬新な発想による未来社会ビジョンの作成等を目的として，ワークショップ参加者と SF 作家が協同し，未来社会に関する SF 作品を最終的な成果物として制作することもある．

これまでの研究では SFP によって SF 作品を作るという体験が参加者に与える効果に焦点があてられてきた (例として，[3])，これに加えて，この手法を用いて作られた SF 作品を読むことが読者に及ぼす効果も検討されてきている．例えば，[4]では，同一の作家が SFP を用いて創作した作品 (以下，SFP 作品）と用いずに創作した作品 (以下，非 SFP 作品) を読んだ際の物語体験を比較している．[5]で作成された物語体験尺度を用いて比較した結果，SFP 作品を読んだ際の物語体験がより高いことが示された．SF を読むことを通じて，人々は未来社会を想像できるようになることから[6]，SFP 作品を読むことで未来社会に対する意識も同様に高まることが予測されるが，この点に関して直接的な検討はなされていない．そこで，本稿では，SFP 作品は，非 SFP 作品より，読者の物語体験を高め，読後の未来社会に対する意識も高めるという仮説を検証する．

2. 方法

2.1 参加者

347 名の日本語母語者が Lancers を通じて，オンライン調査に参加した．このうち，最終画面まで進んだ 253 名 (女性 117 名，男性 136 名) のデータを有効回答とみなした．参加に対する謝礼として，1 名につき 999 円が支払われた．

2.2 尺度

[5]では，SFP 作品が読者の認知に与える物語体験尺度を 18 項目から探索的因子分析により抽出している．同調査では，18 項目とは別に同じ参加者に対して SFP 作品が読者に与える社会的影響力を問う 32 項目を調査した．物語体験に関わる 18 項目の詳細については[5]で報告したため，本稿では，社会的影響力を問う 32 項目についてのみ報告する．

これらの項目は，CGM (Consumer Generated Media) に関する研究領域で使用されている項目を参考に作成した (表 1 を参照)．SFP では，ワークショップによって集合的に知識を構成した結果，SFP 作品を作成し，web 上で公開することも多い．集合的に構成されたコンテンツが web 上で公開され，読者に影響力を与える過程が CGM と似ていることから，SF が読者に及ぼす社会的影響を評価する上で参考になると判断した．

探索的因子分析の結果，「推奨」「社会的影響」「実現欲求」「発想喚起」の 4 因子解を採用した．32 項目のうち，最も因子負荷が高い因子への負荷が 0.4 以上かつその他の因子への負荷が 0.3 未満の項目のみを用いることにした（残った項目を表 1 に示す）．

表 1　探索的因子分析の結果と対応する先行研究

項目	推奨	社会的影響	実現欲求	発想喚起	先行研究
この SF を誰かに読むように勧める	0.991	-0.026	-0.073	-0.046	[17]
この SF のことを，誰かに言いたい	0.990	-0.012	-0.100	-0.080	[17]
この SF をもとに、同僚や友人たちと未来について議論したい	0.746	0.010	-0.030	0.049	[17]
この SF 作家の最新情報を受け取りたい	0.702	0.008	0.112	0.043	[18]
この SF にレビューを書けるならば，書きたいと思う	0.644	-0.034	0.064	0.108	[18]
この SF にイイネできるならしたい	0.548	0.155	0.130	0.017	[18]
この SF は，社会に対する啓発的な効果があると思う	-0.037	0.879	-0.118	0.004	[19]
この SF には，未来社会の課題が具体的に描かれている	-0.073	0.766	-0.052	-0.001	[17][20]
この SF は，読者の将来に対する責任感を醸成すると思う	0.064	0.663	-0.092	0.040	[19]
この SF で提案していることは自分にとって必要である	0.006	0.562	0.227	-0.051	[17][20]
この SF で書かれている内容は社会にプラスの影響がある	0.040	0.560	0.157	-0.003	[19]
この SF は，読者にプラスになるように書かれている	0.173	0.476	0.011	-0.016	[17][19]
この SF で描かれていることが自分の人生に関連性がある	-0.005	0.475	0.012	0.035	[17][20]
この SF で描写された社会で生活してみたい	-0.052	-0.138	1.015	-0.007	[17]
この SF で描写された社会を実現させたい	-0.027	0.078	0.817	0.018	[17]
この SF で描写された人物のようになりたい	0.203	0.146	0.463	-0.035	[17]
この SF に登場した新製品・サービス，制度によって，これは作ってみたいというものを思いつかせた，というものがある	-0.021	0.022	-0.045	0.837	[17][20]
この SF に登場した新製品・サービス，制度の中で，これは作ってみたい，というものがある	0.047	0.003	0.046	0.725	[17][20]

註）最尤法．プロマックス回転後の結果を示す．

2.3 材料

5 名の作家によって日本語で書かれた SF 作品 10 篇を使用した[7]–[16]．本研究で使用するために各著者および出版社から許可を得た．10 篇のうち 5 篇は SFP 作品であり，残りの 5 篇は非 SFP 作品であった．

2.4 手続き

各参加者には，同じ作家の 2 篇の作品がランダムに割り当てられ，作品の呈示順はカウンターバランスされた．各作品は 1 ページが約 1000 字になるよう呈示され，参加者は 30 分程度で黙読するよう求められた．読解時間はページごとに記録された．各作品を読むごとに，全ての尺度に「1：まったくあてはまらない」「2：どちらかというとあてはまらない」「3：どちらでもない」「4：どちらかというとあてはまる」「5：よくあてはまる」の 5 件法のリッカート尺度で回答し，最後に，性別，年齢，職業，教育領域，最終学歴，1 ヶ月あたりの平均読書時間，1 ヶ月あたりの創作作品の読書時間を回答した．

3. 結果

はじめに，作品ごとの総読み時間を対数変換し，平均値よりも 3*SD* 以上小さな値のデータは外れ値とみなした．なお，作家 2，3，4 の非 SFP 作品の 1 ページ目の読み時間が記録されていなかったことから，この作品については 2 ページ目以降の読み時間の合計を総読み時間として扱った．1 名の参加者につき 2 篇の作品を読んでいることから，いずれか 1 篇でも総読み時間が外れ値と見なされた場合はデータを分析から除外した．これに該当する参加者は 4 名であった．これに加えて，1 項目への回答がなかった 1 名の参加者のデータも分析から除外された．その結果，248 名の参加者のデータが分析に用いられた．

因子ごとに項目の平均値を求め，下位尺度得点を求めた．それぞれについて，手法 (2: SFP／非 SFP) × 呈示順 (2: SFP が先／後) × 作家 (5: 1–5) の 3 要因混合計画の分散分析を実施した．手法は参加者内要因，呈示順および作家は参加者間要因であった．有意水準は 5% とし，手法要因に関わる 1 次の交互作用が有意であった場合は，ボンフェロニ法による有意水準の調整を行った上で作家もしくは呈示順ごとに単純主効果の検定を実施した．手法×作家の各下位尺度得点の平均および *SD* を表 2 から 5 に示す．

「推奨」は，当該 SF 作品を広めることを欲する態度を表す 6 項目で構成された．手法の主効果が有意となり ($F(1, 238) = 20.22$, $\eta_p^2 = .08$)，SFP 作品の値が高かった (SFP: $M = 2.89$, $SD = 0.98$; 非 SFP: $M = 2.64$, $SD = 0.99$)．また，手法×呈示順および手法×作家の交互作用が有意となった (順に, $F(1, 238) = 21.19$, $\eta_p^2 = .08$; $F(4, 238) = 8.32$, $\eta_p^2 = .12$)．作家ごとに手法の単純主効果の検定を行ったところ，作家 1 と 3 で SFP 作品の値が高かった (表 2)．また，呈示順ごとに手法の単純主効果

の検定を行ったところ，SFP 作品が先の時は SFP の値が高かったが (SFP が先: SFP: M = 3.00, SD = 0.93; 非 SFP: M = 2.49, SD = 1.00), 後の時には差は見られなかった (SFP が後: SFP: M = 2.78, SD = 1.02; 非 SFP: M = 2.80, SD = 0.95). 他の主効果および交互作用は有意ではなかった (作家 : $F(4, 238) = 0.44$, $\eta_p^2 < .01$; 呈示順 : $F(1, 238) = 0.18$, $\eta_p^2 < .01$, 作家×呈示順 : $F(4, 238) = 1.60$, $\eta_p^2 = .03$; 手法×呈示順×作家 : $F(4, 238) = 0.22$, $\eta_p^2 < .01$).

「社会的影響」は，当該 SF 作品が社会に及ぼす影響や社会において果たす役割を評価する 7 項目で構成された．手法の主効果が有意となり ($F(1, 238) = 67.54$, $\eta_p^2 = .22$)，SFP 作品の値が高かった (SFP: M = 3.46, SD = 0.72; 非 SFP: M = 3.09, SD = 0.78)．また，手法×呈示順および手法×作家の交互作用が有意となった (順に, $F(1, 238) = 38.56$, $\eta_p^2 = .14$; $F(4, 238) = 17.20$, $\eta_p^2 = .22$). 作家ごとに手法の単純主効果の検定を行ったところ，作家 1, 2, 3 で SFP 作品の値が高かった (表 3)．また，呈示順ごとに手法の単純主効果の検定を行ったところ，いずれの呈示順でも SFP 作品の値が高かったが，SFP 作品が先の時にその差はより大きかった (SFP が先: SFP: M = 3.57, SD = 0.64; 非 SFP: M = 2.91, SD = 0.79, SFP が後: SFP: M = 3.35, SD = 0.78; 非 SFP: M = 3.27, SD = 0.72)．他の主効果および交互作用は有意ではなかった (作家 : $F(4, 238) = 1.16$, $\eta_p^2 = .02$; 呈示順 : $F(1, 238) = .47$, $\eta_p^2 < .01$, 作家×呈示順 : $F(4, 238) = 1.56$, $\eta_p^2 = .03$; 手法×呈示順×作家 : $F(4, 238) = 1.84$, $\eta_p^2 = .03$).

「実現欲求」は，当該 SF 作品で描かれた内容を実現することを欲する態度を表す 3 項目で構成された．手法の主効果が有意となり ($F(1, 238) = 116.30$, $\eta_p^2 = .33$), SFP 作品の値が高かった (SFP: M = 3.03, SD = 0.97; 非 SFP: M = 2.27, SD = 0.99)．また，手法×呈示順および手法×作家の交互作用が有意となった (順に, $F(1, 238) = 16.36$, $\eta_p^2 = .06$; $F(4, 238) = 12.86$, $\eta_p^2 = .18$)．作家ごとに手法の単純主効果の検定を行ったところ、作家 4 以外の作家で SFP 作品の値の方が高かった (表 4).

表 2　推奨得点の手法×作家別平均および *SD*

		SFP		非 SFP		
作家	*N*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	
1	52	3.25	0.95	2.52	0.95	*
2	51	2.83	0.86	2.76	0.97	
3	48	2.95	1.03	2.44	1.03	*
4	53	2.66	1.04	2.72	1.08	
5	44	2.75	0.92	2.77	0.86	

* $p < .05$

表 3　社会的影響得点の手法×作家別平均および *SD*

		SFP		非 SFP		
作家	*N*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	
1	52	3.65	0.62	2.86	0.77	*
2	51	3.58	0.56	3.27	0.60	*
3	48	3.68	0.72	2.86	0.92	*
4	53	3.20	0.75	3.18	0.74	
5	44	3.17	0.78	3.27	0.72	

* $p < .05$

表 4　実現欲求得点の手法×作家別平均および *SD*

		SFP		非 SFP		
作家	*N*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	
1	52	3.38	0.93	2.20	0.91	*
2	51	3.08	0.86	2.01	0.89	*
3	48	3.22	0.94	2.03	0.97	*
4	53	2.69	1.06	2.69	1.02	
5	44	2.76	0.88	2.43	1.04	*

* $p < .05$

表 5　発想喚起得点の手法×作家別平均および *SD*

		SFP		非 SFP		
作家	*N*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	
1	52	3.39	1.14	2.06	1.01	*
2	51	2.92	1.15	2.47	1.09	*
3	48	2.96	1.44	2.18	1.24	*
4	53	2.70	1.23	2.58	1.17	
5	44	2.56	1.21	2.17	1.14	*

* $p < .05$

また，呈示順ごとに手法の単純主効果の検定を行ったところ，いずれの呈示順でも SFP 作品の値が高かったが，SFP 作品が先の時にその差はより大きかった (SFP が先: SFP: M = 3.22, SD = 0.92; 非 SFP: M =2.20, SD = 0.98, SFP が後: SFP: M = 2.83, SD = 0.98; 非 SFP: M = 2.35, SD = 1.00). 他の主効果および交互作用は有意ではなかった (作家 : $F(4, 238) = 0.79$, $\eta_p^2 = .01$; 呈示順 : $F(1, 238) = 1.34$, $\eta_p^2 < .01$, 作家×呈示順 : $F(4, 238) = 0.99$, $\eta_p^2 = .02$; 手法×呈示順×作家 : $F(4, 238) = 0.71$, $\eta_p^2 = .01$).

「発想喚起」は，当該 SF 作品の中で扱われた内容から発想が促されたことを示す 2 項目で構成された．手法の主効果が有意となり ($F(1, 238) = 71.89$, $\eta_p^2 = .23$), SFP 作品の値の方が高かった (SFP: M = 2.92, SD = 1.26, 非 SFP: M = 2.30, SD = 1.14)．また，手法×呈示順，手法×作家，作家×呈示順の交互作用が有意となった (順に，$F(1, 238) = 9.85$, $\eta_p^2 = .04$; $F(4, 238) = 8.65$, $\eta_p^2 = .13$; $F(4, 238) = 2.60$, $\eta_p^2 = .04$)．作家ごとに手法の単純主効果の検定を行ったところ, 作家 4 以外の作家で SFP 作品の値の方が高かった (表 5)．また，呈示順ごとに

手法の単純主効果の検定を行ったところ，SFP 作品が先の時にその差がより大きかった (SFP が先: SFP: M = 3.05, SD = 1.22; 非 SFP: M = 2.20, SD = 1.13, SFP が後: SFP: M = 2.77, SD = 1.30; 非 SFP: M = 2.40, SD = 1.15). 他の主効果および交互作用は有意ではなかった (作家：$F(4, 238) = 0.94$, $\eta_p^2 = .02$; 呈示順：$F(1, 238) = 0.05$, $\eta_p^2 < .01$, 手法×呈示順×作家：$F(4, 238) = 1.48$, $\eta_p^2 = .02$).

4. 考察

本稿では，SFP 作品が読後の未来社会に対する意識に及ぼす影響を検討した．参加者は，SFP 作品と同じ作家が別の方法で作った非 SFP 作品のそれぞれを読んだ後に，未来社会に対する意識に関する質問項目に回答した．その結果，作家および呈示順との交互作用が見られたものの，「推奨」「社会的影響」「実現欲求」「発想喚起」の全てにおいて手法の主効果が見られ，SFP 作品で得点が高かった．よって，SFP で作られた作品によって読後の未来社会に対する意識が高められたと言える．

この結果は，SFP 作品は，非 SFP 作品より，読者の物語体験を高め，読後の未来社会に対する意識も高めるという仮説を支持するものである．これに加えて，物語体験と読後の未来社会に対する意識に相関が見られれば，この仮説をより強く支持する知見と言える．よって，両変数の関連を直接検討する必要がある．また，SFP のどのような側面が促進効果を生んでいるのかについても詳細な検討を行う必要がある．さらに，作家との交互作用が見られたことから，どのような個性をもつ作家に対して SFP が有効となるのかを明らかにすることも必要である．それらの知見により，SFP によって未来社会への意識を高める方法についてより具体的な提案が可能となるだろう．

謝辞

本研究は JST RISTEX JPMJRX21J6 および公益財団法人トヨタ財団 D22-ST-0030 の助成を受けた．

文献

[1] 藤本 敦也・宮本 道人・関根 秀真 (2021). SF 思考：ビジネスと自分の未来を考えるスキル ダイヤモンド社
[2] Johnson, B. D. (2011). *Science Fiction for prototyping: Designing the future with science fiction*. Morgan & Claypool Publishers.
[3] 大澤 博隆・宮本 道人・藤本 敦也・関根 秀真 (2021). SF プロトタイピングを用いた未来ビジョン作成の評価 情報処理学会インタラクション 2021 論文集, 719–721.
[4] Kiyokawa, S., Miyamoto, D., Nishinaka, M., Namba, Y., Minegishi, T., Miyata, R., & Osawa, H. (2023). Science fiction prototyping method improves readers' narrative experiences. *IIAI Open Conference Publication Series, IIAI Letters on Informatics and Interdisciplinary Research*, *3*, doi: https://doi.org/10.52731/liir.v003.072
[5] Namba, Y., Nishinaka, M., Kiyokawa, S., Miyamoto, D., Minegishi, T., Miyata, R., & Osawa, H. (2023). Evaluating sci-fi readers' perspective: Correlation between immersive emotion and speculative factors. *IIAI Open Conference Publication Series, IIAI Letters on Informatics and Interdisciplinary Research*, *3*, https://doi.org/10.52731/liir.v003.062
[6] Schneider-Mayerson, M., Gustafson, A., Leiserowitz, A., Goldberg, M. H., Rosenthal, S. A., & Ballew, M. T. (2020). Environmental literature as persuasion: An experimental test of the effects of reading climate fiction, *Environmental Communication*, doi: 10.1080/17524032.2020.1814377
[7] 長谷 敏司 (2021). 愛しのダイアナ 日本 SF 作家クラブ編 ポストコロナの SF ハヤカワ文庫 JA
[8] 長谷 敏司 (2021). 向かい風ありて 藤本 敦也・宮本 道人・関根 秀真 (2021). SF 思考：ビジネスと自分の未来を考えるスキル ダイヤモンド社, pp. 262–290.
[9] 林 譲治 (2021). 仮面葬 日本 SF 作家クラブ編 ポストコロナの SF ハヤカワ文庫 JA
[10] 林 譲治 (2021). 災厄の中の希望 藤本 敦也・宮本 道人・関根 秀真 (2021). SF 思考：ビジネスと自分の未来を考えるスキル ダイヤモンド社, pp. 297–315.
[11] 松崎 有理 (2021). 秋刀魚，苦いかしょっぱいか秋刀魚，苦いかしょっぱいか 藤本 敦也・宮本 敦也・宮本 道人・関根 秀真 (2021). SF 思考：ビジネスと自分の未来を考えるスキル ダイヤモンド社, pp. 322–342.
[12] 松崎 有理 (2021). 山手線が転生して加速器になりました． 小説宝石 2021 年 7 月号 光文社
[13] 柴田 勝家 (2021). 秋の雷 藤本 敦也・宮本 道人・関根 秀真 (2021). SF 思考：ビジネスと自分の未来を考えるスキル ダイヤモンド社, pp. 235–255.
[14] 柴田 勝家 (2021). オンライン福男 日本 SF 作家クラブ編 ポストコロナの SF ハヤカワ文庫 JA
[15] 高橋 文樹 (2016). 若者のすべて オンライン文芸誌 破滅派
[16] 高橋 文樹 (2021). 海の感情 藤本 敦也・宮本 道人・関根 秀真 (2021). SF 思考：ビジネスと自分の未来を考えるえるスキル ダイヤモンド社, pp. 213–228.
[17] Filieri, R., Alguezaui, S., & McLeay, F. (2015). Why do travelers trust TripAdvisor? Antecedents of trust towards consumer-generated media and its influence on recommendation adoption and word of mouth, *Tourism Management*, *51*, 174–185.
[18] Banerjee S., Bhattacharyya. S., & Bose I. (2017). Whose online reviews to trust? Understanding reviewer trustworthiness and its impact on business, *Decision Support Systems, 96*, 17–26.
[19] Chang, S. E., Liu, A. Y., & Shen, W. C. (2017). User trust in social networking services: A comparison of Facebook and LinkedIn, *Computers in Human Behavior*, *69*, 207–217.
[20] Lou, C., & Kim, H. K. (2019). Fancying the new rich and famous? Explicating the roles of influencer content, credibility, and parental mediation in adolescents' parasocial relationship, materialism, and purchase intentions, *Frontiers in Psychology, 10*, 2567.

SNS 上での投稿のタイムシフトによる返信の期待感に関する予備調査
Preliminary survey on expectations to get replies under time-shift method on SNS

近藤　秀樹[†]，遠山　紗矢香[‡]，大﨑　理乃，山田　雅之
Hideki Kondo, Sayaka Tohyama, Ayano Ohsaki, Masayuki Yamada
[†]神田外語大学，[‡]静岡大学，信州大学，九州工業大学
Kanda University of International Studies, Shizuoka University, Shinshu University, Kyushu Institute of Technology
kondo-h@kanda.kuis.ac.jp

概要
電子掲示板上での記事投稿タイミングを調節する「タイムシフト手法」によって，共同体のメンバーが自分の記事投稿に対して仲間から返信を得ることがどの程度期待できるようになるかを調査した．7 名を対象とした半構造化インタビューの結果，5 名のメンバーはタイムシフト手法で記事投稿タイミングが調整された場合には，実際の記事投稿間隔で示された場合よりも自分の投稿に対する返信が得られる期待感をより向上させた．一方で，2 名のメンバーには期待した効果が得られなかった．インタビュー内容を分析した結果，非同期的なコミュニケーションに関する習熟の違いがタイムシフト手法の効果に影響を与えていることが示唆された．

キーワード : CSCL，Group Awareness，非同期分散環境

1. はじめに

非同期分散環境での協調的な活動に継続して参加することは難しいことが知られている．この問題の原因として，対面状況では当然発生するであろう社会的な相互作用が起きにくいためであることが指摘されている[1].

このような相互作用を促進するような特性のことは Social Affordance(以下，SA)[2]と呼ばれ，CSCL 環境では意図的にこうした特性を実現する必要があると考えられる．SA を実現するための手法として，たとえば Group Awareness(以下, GA)という考え方が挙げられる．GA とは，共同体のメンバーが他のメンバーの存在を認識し，コミュニケーションを開始できる相手として識別できるような状態のことを指す．つまり，メンバーの活動が他のメンバーにも示されることで相互作用が促進されるとするアイディアである(たとえば[3]). GA の提供によって参加率が向上する等の効果が示された一方で，学習成果の向上は限定的であったことが指摘されている．

GA はメンバーの状況をそのまま共有するため，任意のメンバーの活性が下がった場合，下がったこと自体が共有されてしまい，そのことがきっかけとなって他のメンバーの活動が抑制される可能性がありうる．電子掲示板への記事の投稿間隔が長く空くということは，メンバーがその期間に活動をしていない可能性を示唆する．本研究では，このことが，電子掲示板で呼びかけても応答が得られないのではないかという憶測をメンバーに抱かせる結果, SA が失われるのではないかと考えた．

このようなアイデアに基づき，電子掲示板上での記事の書き込みタイミングを平滑化することで，投稿が長らく途切れることのないようにし，細々とではあっても活動が続いているかのような GA を作り出すタイムシフト手法が提案された[4]．この手法によって，自分以外のメンバーがあたかも活動を継続しているように感じさせることで，自分の投稿に対して返信が得られる期待感が向上すると考えられる．

本研究では，タイムシフト手法によって電子掲示板上で返信を得ることへの期待感が高まるかを検討する．

2. 研究方法と研究対象

本研究では，共同体 S を対象として，電子掲示板上での活動を俯瞰的に可視化した図 [5]を提示し, 返信への期待感を評価させた．

共同体 S は, 国立大学 S で活動するサークルである．プログラミングを楽しむことを目的としており，競技プログラミングコンテストへの参加やプログラミング勉強会の開催，中高生向けのプログラミング講座の開催などを主な活動としている．本研究では，主に学部一年生を対象として合計 7 名を評価者とした．

評価者に提示した図は，電子掲示板上への記事の投稿時刻を直線上にプロットしたものである．ある電子掲示板での実際の投稿時刻をそのまま直線上にプロットした図(自然条件)と, タイムシフト手法を適用して実

際の電子掲示板への記事投稿時刻からずらして平滑化してプロットした図(TS 条件)とを，上下に並べて提示した.

評価者から詳しい評価の理由などを聞き出すため，質問紙調査ではなくビデオ会議システムを用いた半構造化インタビューを実施した．具体的には，インタビュアーは前述の可視化の図をビデオ会議システム上で提示し，「自分がこの掲示板に記事を投稿したとき，どちらの方がより返信が期待できると考えるか」という問いを示し，5 件法 (5: 期待できる, 1: 期待できない) で回答させ，その理由などをインタビューで確認した．インタビューは 1 回につき 1 時間以内で実施した.

3. 結果

3.1 評価点

どの程度自分の投稿に対して返信が得られると期待できると考えるかについて，評価者が示した評価点を表 1 に示す.

評価者 7 名のうち，表 1 でハイライトした Sd と Sg 以外の5名の評価者は自然条件よりもTS条件により良い評価点をつけており，タイムシフト手法を適用したほうがより返事が期待できると回答した．これに対して Sd は，自然条件よりも TS 条件を小さく評価しており，タイムシフト手法を適用しない自然条件のほうが返事を期待できるとした．Sg は TS 条件と自然条件で評価点が等しく，どちらの条件についても同様に期待できると回答した.

3.2 評価理由

個々の評価者がそれぞれ評価点をつけた理由を付録に示す．回答中で「グループ A」や「緑色」として言及されているのが TS 条件，「グループ B」や「紫色」として言及されているのが自然条件である．付録では，評価の根拠と考えられる特徴的な部分をハイライトで示した.

タイムシフト条件のほうが返事が期待できるとした Sa, Sb, Sc, Se, Sf の 5 名は，掲示板への書き込みの間隔や投稿の疎密(Sa，Sc，Se)，他のメンバーの活動の活発さ(Sc，Sb，Sf)を評価の理由として挙げている.

自然条件のほうが返事が期待できるとした Sd，タイムシフト条件と自然条件を特に区別しなかった Sg は，返事は「当然返ってくるもの」と認識していることを理由として挙げた．また二人とも，両条件間で特に違いを感じていなかったことが示された.

表 1. 評価結果

評価者	TS 条件	自然条件	TS 条件 – 自然条件
Sa	4	2	2
Sb	4	3	1
Sc	4	2	2
Sd	4	5	-1
Se	4	3	1
Sf	4	2	2
Sg	5	5	0

4. 考察

評価点の結果から，タイムシフト法によって，評価社は掲示板への書き込みに対する返信がより得られやすいと感じたことが示唆された．一方で，一部の評価社にはタイムシフト法が機能しないか，逆効果となることが示された.

評価理由に関する説明から，タイムシフト法が実験者の期待通りに働くのは，メンバーが共同体の活発さなどを気にかける場合であることが示唆された. Sd, Sg のように，必ず返信がくることが共同体に対して期待されている場合は，タイムシフト手法は特に効果を発揮しないことが示唆された.

電子掲示板のように非同期的なコラボレーションでは，記事の投稿に代表されるようにコミュニケーションのタイミングはメンバーごとに異なっているものと考えられ，必ずしも相手が，自分が期待するタイミングで返事をするとは限らない．その意味では，Sd，Sg は他のメンバーに比べて非同期的なコラボレーションのスタイルに習熟していたかもしれない．このため，本研究で提案したタイムシフト手法は，同期コラボレーションから非同期コラボレーションへの文化的な参加を促す足場かけとして有効に機能することが考えられる．タイムシフト手法によって投稿タイミングが調整され，記事の投稿を続けているうちに返信が恒常的に得られるようになれば，Sd や Sg のように返信が得られないことを心配しなくなる可能性がある.

一方で，電子掲示板のような非同期的な環境であっても，多くのメンバーは実際には他のメンバーの様子や共同体の活発さなどを同期でのコミュニケーションと同様に捉えていることも明らかになった．このため，今後は同期的なコミュニケーションと非同期的なコミュニケーションの間を取り持つような CSCL システム

を検討することに意義がある可能性がある.

5. まとめ

電子掲示板上での記事の投稿タイミングを操作して自分の投稿への返信が得られる期待感を高めることが期待されるタイムシフト手法の効果を調査した.

タイムシフト手法が，共同体のメンバーから返信が得られることへの期待感を向上させるように働くことが示唆されたものの，一部のメンバーでは期待した効果が得られなかった．半構造化インタビューによって調査したところ，非同期的なコラボレーションに対する評価者の習熟度合いの違いがその原因として示唆された.

文献

[1] Kreijns, K., & Kirschner, P. A. (2001). The social affordances of computer-supported collaborative learning environments. In Proceedings—Frontiers in Education Conference (Vol. 1, pp. T1F/12–T1F/17). Reno, NV: IEEE Computer Society.
[2] Gaver, W. W. (1996). Situating action II: affordances for interaction: the social is material for design. Ecological Psychology, 8(2), 111–129.
[3] Phielix, C., Prins, F. J., & Kirschner, P. A. (2010). Awareness of group performance in a CSCL-environment: Effects of peer feedback and reflection. Computers in Human Behavior, 26(2), 151–161.
[4] Kondo, H, Tohyama, S, Ohsaki, A, Yamada, M. Time-Shifting Method to Mitigate the Stagnation of Discussions to Promote Collaboration on SNS. WCCE2022 Book of Abstracts, IFIP TC3 Open Conference on Computers in Education. 168.
[5] Kondo, H, Tohyama, S, Ohsaki, A, Yamada, M. Time-shifting Method to Mitigate Discussion Stagnation and Promote SNS Collaboration. (in preparation)

付録

表 2. 評価点に関する回答

評価者	TS 条件の評価点についての回答	自然条件の評価点についての回答
Sa	緑だと，日毎に 1 回くらいは，メッセージのやりとりをしてそうで，大きく間隔が空いていない印象があります	緑の理由の反対ということもあるし，6 月 12 日ぐらいから 18 日ぐらい，まったく音沙汰もないような感じなんですけど，もしこのタイミングで何かを言った場合，もしかしたらその先も，こういう空いた期間があるのかなと思うと，タイミングによってはあまり期待できないなという感じがします
Sb	グループ B は，6 月 7 日とか 6 月 9 日あたりの間が結構広がってたりして，特に 6 月 12 日から 17 日あたりになって全く投稿がない．それに比べてグループ A はちょこちょこ活動的っていうか，返事がある，何かが書き込まれている，っていうところがあるので，やっぱり期待できる．グループ B よりかは期待できるんじゃないかなと思いますね．	そうですね，期待はできると思います．しかし返事がこないこともある，と自分に言い聞かせることもありそうに思います．グループ A だと期待するあまり，たとえば自分が言ったことに対して返事がないと，もしかして自分は変なこと言ってしまっただろうか，と思うかもしれません．逆にグループ B だと，返事がこなくても，おそらくみんな今は忙しいんだろう，と受け取れる気がします．
Sc	返事がそれなりに期待できると思っています．返事をする間隔に空きがない．グループ B だと特に 6 月 13 日から 16 日の間が顕著なんですけど，そこが全く誰も何もしていない・何も返事をしていない状態がある．これと見比べたときに，グループ A は結構頻繁にというか，あまり間隔を空けずにやり取りをしている．だから結構活動が多いのかなと思います．なので，確認する人・ちゃんと見ている人が多いような気がします．	2 にした理由は，グループ A に比べてグループ B はさっきも言ったように間隔が空いている時期があるということです．13 日から 16 日の間が空いているので，頻繁にやり取りをしているわけではないのかな，という印象を受けました．あとは 6 月 7 日とか 9 日あたりの，点が 1 つの場所について．返事が 1 つしかなかったように見る感じだと，すぐに返事が来ていないんじゃないかなと思いました．だから，1 日返事を開けて送るっていうことは，自分の印象としては，返事をもらえないということなのかなと思いました．
Sd	返事自体は，大体の場合は返ってくるんですけど，ただところどころたまに返ってこないような時があるかなと思いました．ただそれもそんなに頻度が高いわけではなくて，たまにぐらいですかね．図で言うと，ほとんどのところは点が集まってて，それで返事がそれぐらいに返ってくるんでしょうけど，6 月 7 日を少し過ぎたあたりとか，6 月 13 日の手前，6 月 16 日の手前のところとかで，ここが 1 個しかないのではないかなっていう点を見ると，この返事は返ってこない可能性もあるかなと思いました．	だいたい A と同じような感じですけど，ほとんど返ってくることが多い．ところどころ，6 月 7 日から 10 日の間の 2 点だったりとか，6 月 13 日の手前の 1 点だったりだとか，返ってきてないものもあるんですけど，それ以外はほとんど返ってくるのではないかなっていう感じですかね．
Se	緑について，一つ自分が投稿して，その後に二つや一つ返信をくれるっていうタイミングが多い．逆に自分が相談しても，その後に返してくれないっていう一つの点しかないっていう場所が思ったよりも少なかった．一つしか返事をしてくれないとか，誰も返事をしてくれないっていう事象も一応あったので，4 にしました．	図によると，緑はどの日付にも均等でバランスが良く投稿されてるなと思いました．逆に紫は局所的にどこか一つの日時でたくさんの返信とか相談とかされてるなと感じました時．それ以外の場所では，一つしか点がなかったり，自分が相談とかをしても返してくれないっていうことが緑より多いように思ったので 3 にしました
Sf	4 と答えた理由は，グループ B との比較になりますが，何も投稿がないっていう時間が結構短いと思います．空きが長い 1 個の投稿に対して前の投稿から期間が空いてしまうと，場がもう完全に止まっている状態で自分から発言するっていうのはやりにくいです．投稿がない時間っていうのは少なくとも自分の投稿が見られてないっていう可能性が少なからずあるとは思います．B の場合だと，空いてる時間が一つのまとまりで，1 回話し始めると火がついて話が続くけど，その後の時間が長い．投稿してからその次の投稿がされるまでの時間が長いっていうことを考えると，自分の反応が見られてないという可能性を加味すると，グループ A は完全に 5 とはならない．返事が期待できる人はないかと思います	すでに述べてしまったけど，やはり空きが一つ一つの投稿に対して長いのは，投稿を見ていない可能性があります．たとえば，6 月 13 日のちょっと前に一番近い紫色の投稿時間に自分が投稿したとすると，6 月 17 日とかに返信しようと思っても 4 日間場が空いてしまっています．自分としてはすごく話題に入りにくいんですね．そこから続いていくらか投稿がありますが，空きが長いっていうのは本当に返事がしにくい．やはり 10 人ほどグループなので，他の人の目を気にするというか，急にこの話題に対して 4 日も空けてしまったのに，この話題に関して返信していいかどうかっていうのを自分としては考えてしまう．返事が期待される程度としては緑のグループより低い 2 程度とさせていただきました
Sg	(自身が参加している)自主的なゼミに関しては普段からしゃべっているということもあり，普段の中のいい仲なのでもちろん返信はくる．(自身が参加しているクラブ活動などについては，)先輩が基本的にしっかり運営をしていて，仮に自分が何か質問なり何なりを送ったとしても，必ずリアクションしてもらえるような環境になっている．質問されたとしても，その，必ず誰かが答えてくれるし，プログラミングで作った作品を送れば必ず評価してくれる人がいるので，グループ A も B も評価は 5 になる．	(Q1b への回答として，)さっき述べたこととまったく同じです

SNS 上の評判獲得を通したイラストレーターの創作プロセスの事例研究
A case study of an illustrator's creative process through the acquisition of reputation on SNS

松浦 李恵†
Rie Matsuura

†宝塚大学
Takarazuka University
r-matsuura@takara-univ.ac.jp

概要

イラストは身近な創作物であり，芸術系の大学や専門学校を通してイラストレーターといった創作者を目指す学生も多い．またファンカルチャーにおいても愛情や興味の表現としてマンガやイラストの二次創作を SNS 上で行うことが一般的な活動になっており，評判を獲得することでイラストレーターやマンガ家として活躍できる場となっている．さまざまな環境で創作者を目指すことができるようになった今日において，創作者を目指す者がどのようなプロセスで評判を獲得しながら，創作活動を可能にしているのかを詳細に明らかにしているものは少ない. そこで本研究は, イラストレーターの SNS 上の評判獲得に着目し，イラストの創作プロセスについてケーススタディとして考察する.

キーワード：イラストレーター(illustrator), SNS(Social Networking Service), 創作活動(creative activity), 事例研究(case study)

1. はじめに

近年，芸術系の大学や専門学校が拡充されつつある. 京都精華大学では 2006 年にデザイン学部とマンガ学部, 京都芸術大学では 2021 年に通信教育部にデザイン科イラストレーションコースを開設している．また，2023 年に公立校では全国初となるマンガ学科が熊本県立高森高等学校に新設された. このように, マンガやイラストを描くことをキャリア 1 つとしてとらえる人びとは増えつつあり，それを支援する場は整いつつある. また, 制度的な広がりだけでなく近年ではファンカルチャーにおける愛情表現としての生産消費も盛んである．岡部(2021)は，イラストやマンガ(同人誌)やコスプレといった二次創作的なファンカルチャーの活動を「今日的な社会システムの中に身を置きながら巧みに趣味活動を組み込む非産業主義的活動」ととらえている. 芸術大学のイラスト・デザイン専攻に通う学生に創作活動に関するプレインタビューを実施した際にも多くの調査協力者が SNS 上で自身のオリジナルのイラストやマンガを公開するといった活動に加え， ファン活動としての二次創作活動を行っていた. また, 学校だけではなく, 技術を習得する機会として SNS や動画サイトなどの技能紹介コンテンツを視聴することも増えている. このように近年, マンガやイラストといった創作は学校といった制度的な場でも広がりつつあり，合わせてファンカルチャーと結びつきながら SNS 上で非産業主義的活動も広がりを見せている．創作者たちはこのような多様な場を往還しながら創作活動をしている．近年の創造性に関する研究において阿部(2021)は, 創造することは計画された時間軸のなかで, 多様な未知のインプット（偶発性）にひらかれており，また自身の創造は，他の人間の創造性を引き出すような創造性となっているとし，それらを「集合的創造性」と規定している. このような研究背景をふまえ, 本研究はケーススタディとしてイラストレーターを調査対象とし，SNS 上の評判獲得に着目したイラストの創作プロセスを集合的創造性の観点から考察する.

2. 調査概要

芸術系の大学に通う学生10名を対象にプレインタビューを実施し，その中から職業としてイラストレーターを目指す大学生 1 名(以下, S さん)をケーススタディの対象とした. 創作場面のフィールドワーク, 半構造化インタビュー, SNS の使用方法に関する観察を行った. S さんが目指す商業的なイラストレーターの活動の場は，近年 SNS, Twitter, YouTube, TikTok, Pixiv など多岐にわたる. このような SNS でのフォロワー数や閲覧数が多いことと，当人へのイラストの仕事の数は比例しているため，S さんは，フォロワーの獲得，閲覧数の獲得のために戦略的に行動している. そこで, 本調査では SNS 上における評判獲得に着目し，その様子をデータとして扱った.

3. 結果

まずは，S さんが商業的なイラストレーターを目指す者として，イラストレーターとしてのうまさやコミュニティそのものをどのように捉えているのか，インタビューデータとともに記述する

3-1．SNS を通した「うまさ」の観察と練習

S さんは日々イラストを描く練習をしている。その際、イラストの「うまさ」について下記のように述べる。

S さん：全然絵のうまさがなんか一年前と変わらないって思ったことがあって、それに焦ってて。ちょっと今、変わってないっていうのがなんかその大学一年のなんか冬あたりに、なんか高三と自分の違いが分からないってなって。いつも毎年成長を感じたんですけど、その年だけ感じなくて、どうしようと思って、一旦ここは自分をちょっと教育させて急激にうまくさせて、一年前との差を、ここで作ろうと。そのなんか成長してないって感じた時の、なんか怖さが超あったので、慌てて一年終わる前になんか上手くならないとみたいな感じで、猛練習始めたんです。

S さんは，自身のうまさが変わらないことを自身の過去の絵と現在の絵を比較することを通して感じ，練習を始める経緯について語っている．S さんは現状，成績や収入などわかりやすい到達点がない状態で、自身がどのように「うまくなった」かを観察するのは難しい。また、何が「うまさ」を表しているのかということも曖昧なものである。そのため自身の過去の絵や他者の絵の中から「うまさ」を観察することをはじめる様子が伺える．そして，S さんはイラストの練習として、自身が良いと思ったイラストに赤いペンでなぜ良いのかを考え書き込むといった添削を行なっており、その行為について下記のように述べる。

S さん：見つけようとする力ができるんですよ。...もう本当はぼんやり考えていたことが 3 個とか 4 個かもしれないんですけど、それが 10 個に増えるんで、考えることが増えるんですよ。で、そこで初めてその絵の上手い人の法則とかルールを発見できて。で、発見した時が一番力になるんですよ。

このように S さんは，イラストにおける「うまさ」を見つけるため自身のイラストを観察していたり，また，うまくなるための練習として SNS に投稿された評判の絵を添削したりしている．

S さんはイラストに対するより明確な「うまさ」の理解と確信を得るために、SNS に投稿された他者の絵を批判的に分析し、「あるべき絵」を想像し研究していることがわかった。また，他者のイラストを添削するという行為自体も SNS の中で得た練習方法であると語る．このように， S さんは SNS を通して，うまさを見つける方法を知り，うまさを理解するといった，他者の創造性から自身の創造性を引き出される「集合的創造性」のなかで活動していると言えるだろう．また，SNS 上で評価されているイラストからうまさを見つけようとしている点から， SNS における評判の良いイラストは，S さんにとって目指すべきイラストであることがわかる． 以下では，S さんが SNS の評判をどのようにみているのかデータとともに考察する．

3-2．手の内(ノウハウ)を作ることを通した「ファンの獲得」と「うまさ」の認定

S さんは，SNS 上における評判について下記のように語る．

S さん：(フォロワーの多いイラストレーターは)深夜とか適当な時間に上げても 1 万とかいいねもらってる人とかすごい．落書きとかでも 1 万 2 万いいねとかあったりとか．適当なつぶやき「お腹すいたとか」だけで 400 いいねぐらいあったり． それを見ると、なんかもう、アイドル的になってる感じだからすごいなんかモヤモヤする．

S さんは，SNS 上でフォロワー数の多いイラストレーターの投稿に対する反応について言及している．S さんは SNS のフォロワー数を増やすため戦略的に SNS を運用しているため，反応の多いイラストレーターの SNS の投稿を日々観察している．このことから，いかに S さんが SNS におけるフォロワーからの反応を重視しているかがうかがえる．そのため，S さんはフォロワー＝ファンを増やす戦略として，図 1 のような自身のイラストに関するノウハウ(手の描き方など)をイラスト系 SNS に投稿しているおり，下記のように語る．

S さん: ノウハウに関する投稿は閲覧数が増えるので、自身のオリジナル作品をみるきっかけ作りづくりのために投稿している.本来は作品に対する閲覧数や評価が欲しいが、ノウハウに関する投稿は閲覧数が増えるので、オリジナル作品をみるきっかけ作りのためにノウハウを投稿している.

図 1 手の描き方に関する投稿

S さんは，自身のイラストを見てもらうための戦略としてノウハウを投稿し，ファンを獲得するための機会を意図的に作っている。そして，自身のイラストの「うまさ」を認定してくれるファンの存在の獲得の仕方も投稿への注目具合を見ながら学んでいると言えるだろう。また、ノウハウを投稿することは，自身の中で「うまくなったこと(発見したこと)」を個人の中だけで認定するのではなく「『ひらめき』を認定する社会的な眼差し」（奥村・有元・阿部、2022）に共有していることにもなるだろう。ファンを獲得することと自身のうまさに関する学習とが混じり合っていて切り離せない関係になっている。

4. まとめ

S さんが商業的なイラストレーターとして活躍しようとする中で，SNS 上でどのようにうまさや評判をとらえているのかを観察することができた．また，S さんにとって，SNS の反応＝評判を得ることはイラストレーターとして活躍することにつながっており，ノウハウを戦略的に共有することでファンを増やし，自身の創作を評価してもらえる環境そのものを構築していることがわかった． S さんのイラスト制作におけるうまさの獲得と SNS 上の評判獲得を、計画的ではないが偶発的でもない、それらが重なり合うような「集合的創造性」の活動として検討することができた。そして、他者や過去の自身の作品，SNS 上での評判を見ることを通して円環的で曖昧ながらも「うまくなったこと」を社会的な眼差しとともに生成していくことがわかった。

今後の研究では，複数名に対して調査を実施しケーススタディを増やすことで，イラストレーターの制作プロセスと SNS の関係性について明らかにしていく．

5. 参照文献

[1] 阿部 利洋, (2021) “設計図のない建築–サグラダ・ファミリア建設の軌跡にみる集合的創造性”. 松田 素二編, 集合的創造性 コンヴィヴィアルな人間学のために, pp. 85-105, 世界思想社.
[2] 岡部 大介,(2021) ファンカルチャーのデザイン—彼女らはいかに学び，創り，「推す」のか—, 共立出版.
[3] 奥村 高明, 有元 典文, 阿部 慶賀, (2022)コミュニティ・オブ・クリエイティビティ，日本文教出版.

近視眼的プレイヤーと games with unawareness における discovery process：同時手番のケース

Myopic players and discovery process in games with unawareness : Simultaneous-move case

多田　由彦†
Yoshihiko Tada
†中央大学
Chuo University
yoshihiko.tada.4@gmail.com

概要

本稿はプレイヤーの戦略の一部についてその存在自体に気づいていない状況を想定した games with unawareness について同時手番のケースに焦点を当て，事前に知らなかった戦略がプレイされた場合に，直前の主観ゲームを修正し，その戦略を加えた新しい主観ゲームを構築する discovery process のモデルを検討する．本稿は各プレイヤーが他のプレイヤーたちの直前のプレイに対して最適応答を取るような myopic discovery process を定式化し，プレイヤーたちのプレイがある特定の CURB 集合の中に収まることを示した．

キーワード：ゲーム理論 (game theory), unawareness, discovery process, 近視眼的プレイヤー (myopic player), CURB

1. はじめに：背景と目的

近年，各プレイヤーが他のプレイヤーが選択可能な戦略の一部について事前にその存在を知らないことを想定する games with unawareness の研究の蓄積が進んでいる．例えばアメリカとロシアが交渉の場にいたとする．交渉にあたって両国は譲歩するか強硬に出るかのどちらかを選ぶ．このときの利得表を表１と置き，ロシアは表１を認識しているものとする．これに対してアメリカは交渉にあたって切札の用意できており，実際に認識しているゲームの表は表２である．このときロシアは切札の存在を認識できておらず，実際のゲーム的状況が表２であることも認識できていない．このときロシアはアメリカの切札について unaware であり，同様に表２のゲーム的状況に unaware であるという．先行研究では主に解概念の特徴づけが行われた (e.g., Feinberg [1], Heifetz, Meier, and Schipper [2], Halpern and Rego [3], Schipper [4], Sasaki [5] など).

表１　チキンゲーム

		ロシア	
		譲歩	強硬
アメリカ	譲歩	4, 4	2, 5
	強硬	5, 2	1, 1

表２　切札のあるチキンゲーム

		ロシア	
		譲歩	強硬
アメリカ	譲歩	4, 4	2, 5
	強硬	5, 2	1, 1
	切札	1, 3	3, 1

しかしながら，Games with unawareness に関する多くの研究では一回きりのゲーム的状況に焦点を当てており，反復的なゲーム的状況についての分析は少ない (e.g., Feinberg [1], Schipper [6]). なぜならあるプレイヤーにとって事前に無知であった戦略がプレイされた場合，そのプレイヤーはプレイされた行動の存在を加味した認識の改訂が求められ，それを踏まえた定式化が必要になるからである．例えばアメリカが切札を切った段階でロシアは表１のゲーム的状況が誤りだと気づき，認識の修正を迫られることになる．こうした反復的な状況における認識の改訂が持つ特徴を分析した研究は現時点で Schipper [6] のみであり，このテーマでの研究の蓄積は少ない．本稿は同時手番の games with unawareness について反復的状況を想定し，その状況での認識の改訂がどのような特徴を持つのかについて Schipper [6] とは異なるアプローチで分析を行う．

Schipper [6] は games with unawareness における反復的状況と認識の改訂を分析するために，discovery process というモデルを提案した．Discovery process は，あるプレイヤーにとって事前に無知であった行動が選

択された場合に, そのプレイヤーは事前に認識していた主観ゲームが誤りであったことを認識した上で, その行動の存在を加味した新しい主観ゲームに修正するプロセスを描いたモデルである. 例えば, アメリカが切札を切った段階で, ロシアはその切札の存在を認識し, 主観ゲームを表１から表２に書き換える.

Schipper [6] は 展開形の games with unawareness に注目し, すべてのプレイヤーが合理化可能戦略をプレイしたならば, discovery process はすべてのプレイヤーのすべての主観ゲームに共通の合理化可能な自己確証均衡 (rationalizable self-confirming equilibrium) が現れたところで認識の改訂が収束することを示した.

Schipper [6] の discovery process は各プレイヤーが相手プレイヤーの合理性を想定し, 認識の改訂を通して各ステージゲームで利得を最大化する戦略を選択するモデルである. 一見するとこの想定は妥当であるように思われる. しかしながら, 同時手番に注目した場合, 認識の改訂は以下の問題を持つ. それは認識の改訂後の戦略集合上における選好の問題である. あるプレイヤーにとって事前には無知であった戦略が観察されたとき, 実際にプレイされた戦略プロファイルだけでなく, その無知であった戦略に関連するその他の戦略プロファイルも踏まえた選好関係も考慮に入れなければならない. しかしながら, Schipper [6] では分析者目線の客観ゲーム (具体例では表２のゲームのこと.) における選好関係をそのまま改訂後の選好関係に反映させている. 例えば上述のチキンゲームにおいて (切札, 強硬) がプレイされた場合に, アメリカの利得が３であるだけでなく, (切札, 譲歩) のときのアメリカの利得が１であることもロシアは知っていることが仮定されているのである. これは奇妙な仮定である. また, 一部のゲーム的状況では認識の改訂プロセスの収束先において, 共通の自己確証均衡が現れない場合がある. そこで本稿は上述の問題点を回避するために, 近視眼的プレイヤー (myopic player) による discovery process (myopic discovery process) を定式化する.

2. モデル

まず本節で同時手番の games with unawareness を定義する. 本稿での定義は Perea [7] の定式化を参照した. なお本稿では確率的信念を仮定しない.[1]

定義 $\Gamma = (G, V, \{T_i\}_{i\in I}, \{v_i\}_{i\in I}, \{b_i\}_{i\in I})$ を同時手番 game with unawareness と定義する.

- $G = (I, A, u)$ を客観的な同時手番ゲームとする. I はプレイヤー集合, $A = \times_{i\in I} A_i$ を戦略集合, $u = (u_i)_{i\in I}$ を効用関数プロファイルとする.
- $V = \times_{i\in I} \{2^{A_i} \setminus \emptyset\}$ を観点の集合とする. 各要素 $v \in V$ は主観ゲームの戦略集合であり, 観点 (view) と呼ぶ.
- T_i はプレイヤー i のタイプ空間であり, 任意の $t_i \in T_i$ は i のタイプである. 但し, プレイヤー i はすべてのタイプを認識していないかもしれない. なおここでは各プレイヤーについて実際のタイプ (actual type) t_i^* が存在し, プレイヤー i はそれを知っているものとする.
- $v_i : T_i \to V$ を i の観点関数と呼ぶ. 任意の $t_i \in T_i$ に対して, $v_i(t_i)$ は t_i での i の観点である.
- $b_i : T_i \to T_{j\in I\setminus\{i\}}$ を i の信念関数と呼ぶ. 任意の $t_i \in T_i$ に対して, $b_i(t_i) = (t_j)_{j\in I\setminus\{i\}}$ は i 以外のタイププロファイルであり, $b_i(t_i)(j) = t_j$ と記すこととする. このとき任意の $j \in I \setminus \{i\}$ と $k \in I$ に対して, $A_k^{v_j(t_j)} \subseteq A_k^{v_i(t_i)}$ を満たす.

チキンゲームの例をとる.

- $I = \{\text{アメリカ}, \text{ロシア}\}$;
- $A = \{\text{譲歩}, \text{強硬}, \text{切札}\} \times \{\text{譲歩}, \text{強硬}\}$;
- 利得関数は表２の値を取る ;
- $V = \{\text{表 1}, \text{表 2}\}$;
- $T_{ア} = \{t_{ア}^*, t_{ア}\}$, $T_{ロ} = \{t_{ロ}^*\}$;
- $v_{ア}(t_{ア}^*) = \text{表 2}$, $v_{ア}(t_{ア}) = v_{ロ}(t_{ロ}^*) = \text{表 1}$;
- $b_{ア}(t_{ア}^*) = t_{ロ}^*$, $b_{ア}(t_{ア}) = t_{ロ}^*$, $b_{ロ}(t_{ロ}^*) = t_{ア}$.

このときこのゲームでは, アメリカは表２の利得表を認識しているが, ロシアは表１を認識して表２を認識できておらず, さらにアメリカはロシアが表１を認識していて表２を認識できていないことに気づいていることを表している.

[1] 本稿の定式方法は Sasaki [8] と同様のものである. 本稿は通常の標準形ゲームを客観的ゲームとしているのに対して, Sasaki [8] は multicriteria ゲームを客観的ゲームとしている.

次にタイプの列を定義する. 任意の $(i, t_i) \in I \times T_i$ をとったとき, $t_{i_1} = t_i$ とし, 任意の $h \geq 2$ に対して $t_{i_h} = b_{i_{h-1}}(t_{i_{h-1}})(t_{i_h})$ とする. このとき, $t_{i_1}, t_{i_2}, \ldots, t_{i_h}, \ldots$ をタイプの列と呼ぶ. そして $i_1, i_2, \ldots, i_h, \ldots$ を $t_{i_1}, t_{i_2}, \ldots, t_{i_h}, \ldots$ に基づくプレイヤーの列と呼ぶ.

戦略については次のように定義する. 任意の $i \in I$ に対して, 関数 $s_i: T_i \to A_i$ をとる. 任意の $t_i \in T_i$ に対して, $s_i(t_i)$ を i の t_i での局所戦略とする. $s_i = \left(s_i(t_i)\right)_{t_i \in T_i}$ を i の一般化戦略, $s = (s_i)_{i \in I}$ を一般化戦略プロファイルと呼ぶ. 具体例の場合, $s_{ア}\left(t^*_{ア}\right) =$ 切札, $s_{ア}\left(t_{ア}\right) =$ 譲歩, $s_{ロ}\left(t^*_{ロ}\right) =$ 強硬 としたとき, それぞれがアメリカとロシアの局所戦略となる. そして $s_{ア} = \left(s_{ア}\left(t^*_{ア}\right), s_{ア}\left(t_{ア}\right)\right) =$ (切札, 譲歩) はアメリカの一般化戦略, $s_{ロ} = \left(s_{ロ}\left(t^*_{ロ}\right)\right) =$ (強硬) はロシアの一般化戦略, $s = \left(s_{ア}, s_{ロ}\right) =$ ((切札, 譲歩), 強硬) は一般化戦略プロファイルとなる.

3. 解概念：CURB

次に我々はCURB概念を games with unawareness に導入する. CURB とは合理的行動の閉性 (closedness under rational behavior) の略称であり, Basu and Weibull [9] によって提案された. 標準的なゲーム理論における CURB 概念は合理化可能性を精緻化した概念であり, CURB 集合は合理化可能集合の部分集合である. 例えば表３のゲームでは, 合理化可能集合は {U,M,B}×{L,N,R} であるが, CURB集合は合理化可能集合の他に, {U}×{L} と {M,B}×{N,R} もCURB集合であり, それぞれの集合上の戦略プロファイルが実現された場合には, そこから逸脱するインセンティブを持たない.

表３ CURB の例

		ボブ		
		L	N	R
アリス	U	3, 3	0, 0	0, 0
	M	0, 0	2, 1	1, 2
	B	0, 0	1, 2	2, 1

CURB 集合を games with unawareness に導入するにあたって, games with unawareness における戦略集合の特徴を把握しておく必要がある. 例えば, クリスとデイビッドの２人のプレイヤーが表４の囚人のジレンマゲームに直面しているとする. しかし, クリスもデイビッドも自分が裏切を選択できることを認識しておらず, クリスの主観ゲームは表５, デイビッドの主観ゲームは表６であるとする. このとき, (協力, 協力) はプレイできるが, (協力, 裏切), (裏切, 協力), (裏切, 裏切) はプレイされることはない. そこで各プレイヤーの主観ゲーム においてプレイが可能な戦略集合のカーテシアン直積集合を実現可能な戦略集合 (realizable action set) と呼ぶ. 例えば, クリスとデイビッドの例では {協力,協力} が実現可能な戦略集合である. そして実現可能な戦略集合上の CURB 集合を実現可能な CURB 集合 (realizable CURB set) と呼ぶ. 具体例では {協力}×{協力} が実現可能な CURB 集合である.

表４ 囚人のジレンマゲーム

		デイビッド	
		協力	裏切
クリス	協力	3, 3	0, 5
	裏切	5, 0	1, 1

表５ クリスの主観ゲーム

		デイビッド	
		協力	裏切
クリス	協力	3, 3	0, 5

表６ デイビッドの主観ゲーム

		デイビッド
		協力
クリス	協力	3, 3
	裏切	5, 0

4. Myopic discovery process

最後に本節では discovery process を定義する.

定義 同時手番 game with unawareness Γ と Γ における任意の一般化戦略プロファイル s をとる. このとき, $\Gamma' = (G, V, \{T'_i\}_{i \in I}, \{v'_i\}_{i \in I}, \{b'_i\}_{i \in I})$ を (Γ, s) に関連

づけられた discovered game と呼び, 次のように定義する：任意の $(i, t_i) \in I \times T_i$ に対して, そして $t_{i_1} = t_i$ であるような任意のタイプの列 $t_{i_1}, t_{i_2}, \ldots, t_{i_h}, \ldots$ に基づいたプレイヤーの列 $i_1, i_2, \ldots, i_h, \ldots$ に対して以下の条件に基づく Γ' におけるタイプ t_i' と $t_{i_1}' = t_i'$ であるようなタイプの列 $t_{i_1}, t_{i_2}, \ldots, t_{i_h}, \ldots$ が存在する. 任意の $h \geq 1$ に対して,

- t_j^* を Γ における j の実際のタイプとし,

$$v_{i_h}'\left(t_{i_h}'\right) = \times_{j \in I}\left[A_j^{v_{i_h}\left(t_{i_h}\right)} \cup \operatorname{supp}\left(s_j\left(t_j^*\right)\right)\right];$$

- $b_{i_h}'\left(t_{i_h}'\right)(i_{h+1}) = t_{i_{h+1}}'$.

このとき discovery process は次のように定義する.

定義 $P = \left((\Gamma^1, s^0), (\Gamma^2, s^1), \ldots, \left(\Gamma^\lambda, s^{\lambda-1}\right), \ldots\right)$ を discovery process とし, 以下のように定義する.

- 任意の λ に対して, $\Gamma^\lambda = \left(G, V, \left\{T_i^\lambda\right\}_{i \in I}, \left\{v_i^\lambda\right\}_{i \in I}, \left\{b_i^\lambda\right\}_{i \in I}\right)$;
- $\lambda = 1$ のとき $s^0 = \phi$ とする. 任意の $\lambda \geq 2$ に対して, s^λ を Γ における一般化戦略プロファイルとする;
- 任意の $\lambda \geq 2$ に対して, Γ^λ は $\left(\Gamma^{\lambda-1}, s^{\lambda-1}\right)$ に関連づけられた discovered game である.

本稿では近視眼的プレイヤーを想定する. 近視眼的プレイヤーとは, 他のプレイヤーの直前のプレイに対して最適応答をとるようなプレイヤーのことである. 近視眼的プレイヤーの場合, 単に直前のプレイに対して最適応答をとるだけなので, 戦略集合上における相手の選好については無視することが可能となる. 例えば, アメリカの実際の選好は分からなくても, ロシアは自分の選好さえわかっていればアメリカの意思決定に対して最適応答を取ることができる. これにより相手の客観ゲーム上の選好と主観ゲーム上の選好との関係性について無視することができる.

このとき myopic discovery process とはすべてのプレイヤーが近視眼的プレイをするような discovery process を指す.

5. 主要定理

以上の定式化を踏まえて次の定理が導かれる.

定理 任意の同時手番の games with unawareness において, myopic discovery process を通した認識の改訂はすべてのプレイヤーの主観ゲームにおいてある特定の共通の realizable CURB 集合が存在するところで収束する. さらにプレイヤーたちのプレイはその実現可能な CURB 集合から逸脱しない.

上の定理は myopic discovery process を通したプレイを特徴づけるものである. アメリカとロシアのチキンゲームの例の場合には, realizable CURB 集合 {強硬, 譲歩} の中にプレイが落ち着く. 以上の定理より, 本稿は discovery process について Schipper [6] とは異なる特徴づけを行うことができた.

謝辞

本稿は著者の博士論文の一部を編集したものである. 瀧澤弘和教授をはじめ, 本稿へコメントを寄せてくれた方々に感謝する.

文献

[1] Feinberg, Y. (2021) “Games with unawareness”, *The B.E. Journal of Theoretical Economics,* 21, pp.433-488.
[2] Heifetz, A., Meier, M., and Schipper, B.C. (2013) “Dynamic unawareness and rationalizable behavior”, *Games and Economic Behavior*, 81, pp.50-68.
[3] Halpern, J.Y., and Rego, L.C. (2014) “Extensive games with possibly unaware players”, *Mathematical Social Science*, 21, pp.525-556.
[4] Schipper, B.C. (2014) “Unawareness: A gentle introduction to both the literature and the special issue”, *Mathematical Social Science*, 70. Pp.1-9.
[5] Sasaki, Y. (2017) “Generalized Nash equilibrium with stable belief hierarchies in static games with unawareness”, *Annals of Operation Research*, 256, pp.271-284.
[6] Schipper, B.C. (2021) “Discovery and equilibrium in games with unawareness”, *Journal of Economic Theory*, 198, 105365.
[7] Perea, A. (2022) “Common belief in rationality in games with unawareness”, *Mathematical Social Science*, 119, pp.11-30.
[8] Sasaki, Y. (2022) “Unawareness decision criteria in multicriteria games”, *Mathematical Social Science*, 119, pp. 31-40.
[9] Basu, K. and Weobull, J.W. (1991) “Strategy subsets closed under rational behavior”, *Economics Letters*, 36, pp.141-146.

インタラクティブな対人移動行動における個人差の表現
Individual Differences in Interactive Moving Behavior

松林 翔太[†]，三輪 和久[†]，寺井 仁[‡]，二宮 由樹[†]
Shota Matsubayashi, Kazuhisa Miwa, Hitoshi Terai, Yuki Ninomiya
[†] 名古屋大学，[‡] 近畿大学
Nagoya University, Kindai University
matsubayashi.shota.v0@f.mail.nagoya-u.ac.jp

概要
2 名すれ違い時の完了時間・操作量から移動行動における利己・利他の個人差を表現した。実験の結果，その利己・利他性は 4 名すれ違い時にも保持されることが示唆された。また，利己・利他行動と心配性傾向に関連があることが示された。
キーワード：交通 (traffic), すれ違い (crossing), 利己 (selfish), 利他 (altruistic)

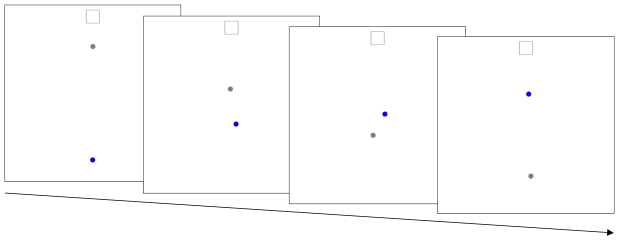


図 1　2 名すれ違い実験の課題画面

1.　導入
移動行動に関しては様々な個人差が存在する。特に質問紙回答に基づく運転スタイル尺度が広く知られている [1]。本尺度は運転スキルへの自信有無，運転に対する消極性，せっかちな運転，几帳面な運転，事前準備的な運転，ステイタスシンボルとしての車，不安定な運転，心配性傾向の 8 項目で構成されており，運転習慣 [2] や運転支援システムに対する評価 [3] と関わることが示されている。

一方，運転行動の個人差として，自動車の右左折時の加減速，停止位置にばらつきがあること [4] などが示されている。これらの個人差を測定する際には，ドライバとのインタラクションが発生しない対象を用いることが多い。例えば，駐車車両や等速移動の歩行者を対象とし，それらの横を通過するときのマージンの大きさが個人差として測定される [5]。

しかし現実の多くの交通場面はインタラクティブな対人状況である (図 1)。例えば歩行者同士のすれ違いでは，自身が他者に譲るために減速し，それに気付いた他者が加速する素振りを見せ，さらにそれを見た自身がすぐに加速して交差点を通過しようとする，ということがよく起こる。このようなインタラクティブな状況における個人差，例えば他者より相対的な先行傾向または後行傾向などを表現することも重要である。歩行者 2 名のすれ違いにおける行動の個人差の存在は示されているが [6]，その個人差が別の状況でも現れるか，また運転スタイルとはどのような関係にあるかは検証されていない。

そこで本研究では，インタラクティブな 2 名すれ違い時の移動行動の個人差を表現し，それをクラスタ分けして以下の 2 点を検証する。第一に，2 名すれ違い時の傾向が 4 名すれ違い時にも保持されるかを確かめる。第二に，運転スタイル尺度のうち，他者とのインタラクションに関連すると考えられる 3 項目，せっかちな運転，事前準備的な運転，心配性傾向について，クラスタ間で差があるかを検証する。

2.　方法
参加者 48 名を 4 名ずつのグループに割り振り，その中の 2 名ずつですれ違い実験を行った。利己・利他性を正確に測定するため，2 名の位置・速度を統制可能な課題を作成した。画面には，参加者が操作する青色の自エージェントとそのゴール，他の参加者が操作する灰色の他エージェントが表示された (図 1)。参加者はコントローラを用いて自エージェントを操作して，ゴールに向かうように求められた。ゴールに到着するまでを 1 試行とし，8 試行を 1 セットとした。ペアの相手 3 名と 4 つの教示の組み合わせを変えつつ，全部で 12 セットが行われた。教示は個人差が表出しやすくさせることを目的として，教示なしと，以下の 3 つの教示のいずれかが付与された。余裕なし「あなたが余裕がないところを想像してください」，余裕あり「あなたはゆっくりできるところを想像してください」，思いやり「周囲の人たちを思いやってください」。教示の順序はグループ間でカウンターバランス

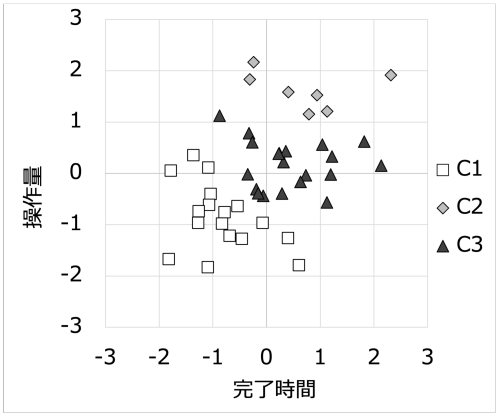


図 2　クラスタ分析の結果

を取った。

移動行動として，試行ごとに各参加者のゴールに到着するまでの完了時間と，コントローラの操作量を取得した。同様の課題を用いた先行研究で，余裕なし教示が付与された参加者は完了時間が短く，操作量が少なくなったことから [7]，本稿では完了時間が短く操作量が少なくなることを利己的とみなし，その逆を利他的とみなした。

2 名すれ違い実験終了後，同様の教示を付与した 4 名すれ違い実験を 4 セット行った。その後，運転スタイル 8 項目 16 問について 4 件法 (1: 全く当てはまらない，4: 非常に当てはまる) で回答を行わせた。

3.　結果

データに不備のある 1 グループを除外し，11 グループ 44 名を分析対象とした。2 名実験時の完了時間・操作量をグループ内で標準化した値を分析に使用した。つまり，正の値はペア相手より自身の方が完了時間・操作量が多く利他的であること，負の値は利己的であることを示す。なお教示条件は考慮せず全試行の平均を分析に使用した。完了時間・操作量について，ウォード法によるクラスタ分析を行った。その結果，クラスタ数 3 において，C1 は利己的，C2 は利他的，C3 は中立的と解釈できたため (図 2)，以降はこの 3 クラスタで分析を行う。分散分析を行った結果，C2-C3 間の完了時間のみ有意差が見られなかったが，その他はすべて有意差が確認された (完了時間: $F(2,86) = 14.7, p < .001, \eta_p = .25$; 操作量: $F(2,86) = 70.8, p < .001, \eta_p^2 = .62$)。また，完了時間と操作量の間に有意な正の相関が見られた ($r = .40, p = .005$)。

2 名-4 名間の相関については，完了時間・操作量ともに有意な正の相関が見られた (完了時間: $r = .40, p = .006$; 操作量: $r = .71, p < .001$)。ただし，同様の課題であったにもかかわらず，相関の強さとしては中程度であった。

最後に，表 1 にクラスタごとの運転スタイル 3 項目の得点を示す。分散分析の結果，心配性傾向はクラスタの主効果が有意で ($F(2,86) = 3.3, p = .041, \eta_p = .07$)，C1 の値が C2・C3 に比べて低い傾向であった (C1-C3: $t = 2.2, p = .09$; C1-C2: $t = 1.8, p = .09$)。せっかちな運転と事前準備的な運転におけるクラスタの主効果は有意ではなかった (Fs < 1.4)。

表 1　運転スタイル項目の平均 (標準誤差)

項目	C1	C2	C3
せっかち	1.79 (0.18)	2.21 (0.22)	1.95 (0.14)
事前準備的	2.74 (0.17)	2.93 (0.19)	2.53 (0.12)
心配性傾向	2.76 (0.20)	3.50 (0.30)	3.30 (0.15)

4.　考察と結論

本研究では，インタラクティブな対人状況における移動行動の個人差を表現した。2 名すれ違い実験の結果，利己的クラスタ，利他的クラスタ，中立的クラスタに分けることができた。その利己・利他傾向は，4 名すれ違い時にも保持されることが示唆された。また運転スタイル項目の心配性傾向と行動の個人差には関連が見られた。すなわち，他者に多く操作を行わせ自身が早く目的地に到着する利他的な人は他者の行動を心配しない傾向がある一方，自身が多く操作を行い他者を先に行かせる人は他者の行動を心配する傾向があると言える。

謝辞

本研究は，トヨタ自動車株式会社および科学研究費補助金 22H03912 の支援によって行われた。本研究は著者ら独自の意見及び結論を反映したものである。

文献

[1] 石橋基範・大桑政幸・土居俊一・赤松幹之 (2008) “運転スタイルの指標化と追従運転行動”, 自動車技術会論文集, Vol. 39, No. 1, pp. 121-126.
[2] 山岸未沙子・青木宏文 (2019) “自己の運転習慣に関する知識と実運転との不一致にかかわる要因”, 日本認知心理学会第 17 回大会, p. 40.
[3] 前東晃礼・三輪和久・青木宏文・鈴木達也 (2018). “高度運転支援システムのユーザビリティ評価要因に関する検討”, 認知科学, Vol. 25, No. 3, pp. 310-323.
[4] 佐藤桂・竹中邦夫・永井正夫 (2016) “無信号交差点における高齢ドライバの運転行動の解析”, 自動車技術会論文集, Vol. 47, No. 3, pp. 767-773.

[5] 神谷貴文・山口拓真・奥田裕之・鈴木達也・松林翔太・三輪和久・武藤健二・伊藤隆文 (2016) “スーパーバイザ型協調制御の実験的検証”, 自動車技術会 2016 年春季大会 学術講演会講演予稿集, Vol. 8603, No. 65-16S, pp. 1599-1604.
[6] Knorr, A. G., Willacker, L., Hermsdörfer, J., Glasauer, S., & Krüger, M. (2016) “Influence of person- and situation-specific characteristics on collision avoidance behavior in human locomotion”, Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, Vol. 42, No. 9, pp. 1332-1343.
[7] Matsubayashi, S., Miwa, K., Terai, H., Shimojo, A., & Ninomiya, Y. (in press) “Self-Benefit and Others’ Benefit in Cooperative Behavior in Shared Space”, Human Factors.

オノマトペ由来の新動詞分析のための大規模アンケート調査
Large-scale survey for the analysis of ideophone-based innovative verbs

宇野 良子[†]，古宮 嘉那子[†]，浅原 正幸[‡]
Ryoko Uno, Kanako Komiya, Masayuki Asahara
[†]東京農工大学，[‡]国立国語研究所
Tokyo University of Agriculture and Technology, National Institute for Japanese Language and Linguistics
[‡]masayu-a@ninjal.ac.jp

概要
従来の言語学的手法では、データ量の大きさから包括的な新動詞のリストを得ることが困難であるという課題があった。そこで、本研究は複数の大規模アンケートを行うことで、オノマトペ由来の新動詞の包括的なリストを得る方法を構築すること試みた。特に、新動詞とその由来となったオノマトペの類像性の比較が分析に有効であることを示した。

キーワード : オノマトペ, 新動詞, コーパス, アンケート調査

1. はじめに

オノマトペは、音象徴あるいは、類像性を強く反以映する言語表現であることが知られている[1] が、一方で、厳密な定義が難しいことが度々論じられている[2]。オノマトペは様々な品詞としての用法があり、それらに見られる類像性の度合いは異なるとされる[3]。

本稿はオノマトペ（「プヨプヨ」等）に由来する新動詞（「プヨる」等） に注目する。より正確には、オノマトペの動詞用法（「プヨプヨする」等）を介し、新動詞となっていると考えられる。動詞用法はオノマトペの用法の中でも相対的に類像性が低いとされる[4, 5]。そして、オノマトペ由来の新動詞については、さらに類像性が低くなることが、事例研究[6] 等から予測される。しかし、新動詞は動詞用法に比べてどのような類像性などにおける違いがあるのか、についての包括的な研究は、言語学の分野ではまだ見られない。この問題が未開拓である理由として、従来の言語学的手法によって、包括的な新動詞のリストを得ることの困難さがあった、と考えられる。

その困難さを解決するために、著者たちは別のプロジェクトで、BERT を使用した分散表現により、オノマトペ由来の新動詞を発見することを試みた[7]。

本研究では、オノマトペ由来の新動詞の全体像を把握する別の手法として、ウェブコーパスとクラウドソーシングによるアンケートを用いた調査を行なった。

今回の調査では、研究対象を畳語型（「ABAB」型；カタカナ表記のみ）のオノマトペに由来する動詞用法（「ABAB する」）と新動詞（「AB る」）に絞った。

2. 調査

2.1. 候補語の抽出

アンケート調査に先立って、調査対象となるオノマトペ候補のリストを作成した。2014 年10 月から12 月までに収集された『国語研日本語ウェブコーパス』[8] 25,836,947,421 語（国語研短単位）から、異なり 5,882 語の「ABAB」型のオノマトペ表現候補を抽出した。さらに可能な活用形を考慮したうえで「ABAB する」の頻度が、「AB る」の頻度よりも高い表現「ABAB」 844 語を調査対象とした。具体的には ABAB にサ行変格活用の活用形展開したものを後置させた文字列の頻度の合計と、AB にラ行五段活用の活用形展開したものを後置した文字列の頻度の合計を評価した。

2.2. アンケート調査

アンケート調査は Yahoo! クラウドソーシングを用いて 4 種類実施した。

（調査 1）
「ABAB」型のうち、オノマトペであるものを抽出するために行った。「ABAB」型の 844 語を対象とし、「オノマトペか」について、0 から 5 の評定情報を各表現 20 人分収集した。調査は 2022 年 10 月 1 日 23:00-23:55 に実施し、異なり 674 人が参加した。

（調査 2）
「ABAB する」由来の「AB る」を特定するために行った。844 語の「ABAB」に対応する、「ABAB する」と「AB る」の 2 つの表現対を対象とし、「【AB る】は【ABAB する】をもとにした語であるか」について、0 から 5 の評定情報を各表現 20 人分収集した。調査

は2022 年10 月1 日23:00 より10 月2 日00:10 まで実施し、異なり667 人が参加した。

（調査3）

「AB る」の類像性を明らかにするために行なった。「ABAB」に対応する「AB る」の全角カナと半角カナを同語とみなした748 語を対象とし「語の響きと、語から思い浮かべるものが似ている」かどうかについて、0 から5 の評定情報を100 人分収集した。調査は2023 年7 月1 日8:00 より10:40 まで実施し、異なり1759 人が参加した。

（調査4）

「ABAB」の類像性を明らかにするために行なった。全角カナと半角カナを同語とみなしたをした748 語を対象とし「ことばのひびきと思い浮かべるものが似ている」かどうかについて、0 から5 の評定情報を100 人分収集した。調査は2023 年7 月1 日11:00 より13:10 まで実施し、異なり1043 人が参加した。

尚、調査1 のデータは、[9]の研究で、日本語話者が語として初見の「ABAB」がオノマトペかどうか判断できるのは何故か、という観点からの分析でも、調査1,2 のデータは[7]において、大規模言語モデルで「AB る」を分類するためのデータを準備する過程でも使用した。

3. 分析

以上の4 つの調査結果を用い、以下の3 つの段階を経て、オノマトペ由来の新動詞「AB る」を抽出する手法を探る。

3.1. オノマトペである「ABAB」を抽出

調査1 で調査語「ABAB」が「オノマトペか」の回答を用いて、オノマトペであるものを抽出する。0 が「思わない」で5 が「思う」となる。表1 中段に示したように、回答平均が3.5 の語は、「ギザギザ」「シワシワ」などどれもオノマトペ辞典[10]の収録語となっている。表1 下段に示したように、平均3 になると「テケテケ」のような辞書収録語もあるが、「ホワホワ」のように収録語の「ほわっ」から推測可能とは言え、それ自体は収録語となっていないものが多い。今回は新動詞の研究が目的のため、新オノマトペに由来する可能性も踏まえ、実験1 の平均回答が3 以上の448 のABAB を残すこととする。

表1 調査1「オノマトペである」の回答平均が3.5,3.0 の語

回答平均	調査語「ABAB」
3.5	イソイソ、ウホウホ、キコキコ、ギザギザ、クタクタ、シワシワ、スパスパ、タプタプ、バテバテ、ピラピラ、ボテボテ、ムラムラ
3.0	エンエン、ガコガコ、ガザガザ、グニグニ、スウスウ、チンチン、テケテケ、ノビノビ、ポフポフ、ホワホワ、モンモン

3.2. 「AB る」と「ABAB する」の関係

3.1 節で抽出した「ABAB」についてのみ、調査2 の「【AB る】は【ABAB する】をもとにした語であるか」の回答を確認する。0 が「もとにした語だと思わない」で、5 が「もとにした語だと思う」である。表2 左に上位12 語と回答の平均値を示した。確かに「ニヤる」「ジメる」は対応する「ABAB する」に由来していると思われる。しかし、これら上位語の中に、「ナデる」「ホジる」のように、むしろこれら「AB る」に由来して、「ナデナデする」「ホジホジする」のような「ABAB」が生まれたと見られるものが入っている。

この調査で、著者たちが明らかにしたかったのは、一方向的な由来についての母語話者の直感であった。しかし、調査の参加者の中には、2 語が連想関係であることを指して、2 語は相互に「由来する」「もととなる」と捉えて回答した可能性がある。以上から、調査2 の回答データがそのままオノマトペ「ABAB」に由来する「AB る」を抽出するものとしては使えないことが確認された。しかし、どちらかがどちらかに由来しているものを抽出するのには使用可能である。

3.3. 「AB る」と「AB する」の類像性の差

調査3 で「AB る」の類像性、調査4 で「ABAB」の類像性についての回答を収集した。調査事項は「語（ことば）の響きと思い浮かべるものが似ている」であり、評定値の割り当ては0 が「まったく違う」で5 が「そう思う」である。調査2 からは、どの「AB る」がオノマトペ由来の新動詞なのを判定することができなかった。そこで、第1 節で述べた先行研究を手がかりとす

表 2 実験 2 評定値上位 12 語の実験 2・実験 3・実験 4 の結果と国語辞典への収録状況

調査語「ABAB」	実験 2 元にした語		実験 3「AB る」類像性	実験 4「ABAB」類像性	実験 3 と実験 4 の差		辞書収録「AB る」	辞書収録「ABAB」
テカテカ	4.5		3.84	3.29	0.55		無し	有り
ヌメヌメ	4.45		3.57	3.19	0.38		有り	有り
ニヤニヤ	4.275		2.71	3.24	-0.53		無し	有り
ナデナデ	3.9		3.3	2.96	0.34		有り	無し*
ジメジメ	3.85		3.31	3.42	-0.11		無し	有り
ホジホジ	3.8		3.85	2.75	1.10		有り	無し
グズグズ	3.8		3.77	2.8	0.97		有り	有り
プニプニ	3.75		2.21	3.14	-0.93		無し	無し
ヨタヨタ	3.75		2.86	3.3	-0.44		有り	有り
クネクネ	3.725		3.32	3.04	0.28		有り	有り
ヨタヨタ	3.75		4.07	3.61	0.46		有り	有り
グタグタ	3.725		2.11	2.49	-0.38		無し	有り

*オノマトペ（副詞）としての収録は無いが、「握る」の幼児語としての収録は有った。

る。つまり、オノマトペよりそこに由来した新動詞の類像性は低くなるという予測を手がかりとし、分析をすすめる。

調査 3 の「AB る」の類像性についての回答の平均値から, 調査 4 の対応する「ABAB」の回答の平均値を引き、差を求めた。例として、表 2 中央に, 表 2 左で示した「元にした語」上位評定 12 語の「AB る」とそれぞれと対になる「ABAB」について、調査 3, 4 の回答の平均値と、その差の値を示したオノマトペ由来の新動詞は、オノマトペより類像性が下がるとされているので、多くのものは差の値が負となると予想した[1]。ここでは、差が負となる行をグレーで塗りつぶした。

表 2 中央内の 12 の「ABAB」と「AB る」の関係を把握するために、日本最大の国語辞典『日本国語大辞典』[11]に収録されている語かどうかを調べた結果を表 2 右に示す。その際、どのような表記であっても同じ語として扱った。ここでは、辞書に登録が無かったことを表すセルをグレーにした。

この表から以下のような観察ができる。まず、実験 3 と実験 4 の評定値の差の値が負となっているペアが 5 つある。国語辞典で確認すると、これらのうち、「ニヤる」「ジメる」「プニる」「グタる」の 4 語は辞書に収録されていない。「プニる」以外の 3 語は対応する「ABAB」である「ニヤニヤ」「ジメジメ」「グタグタ」は収録されているので、明らかにオノマトペ由来の新動詞の例である。また、「プニる」「プニプニ」についてはどちらも収録はなかった。この場合は、「モフオフ」などと同様に新オノマトペから新動詞が出来たと判断するのが妥当である。「る動詞」と呼ばれるこのタイプの新動詞はほぼ必ず他の名詞やオノマトペなどに基づいて作られるからである[4][6]。

残る「ヨタる」については、確かに辞書に「ヨタヨタ」と共に辞書に収録されているものの、初出が 1970 年とかなり最近である[11]。そのため一部の母語話者には現在でも新語と認識されている可能性は高い。一方の「ヨタヨタ」は初出が 1832 年である[11]。

次に調査 3 と調査 4 の差の値が正となった残り 7 つのペアについて確認する。まず、3.2 節でも言及した「ナデ」「ホジ」については、「ABAB」のオノマトペ（副詞）としての収録はなかった。そのため、明らかに「AB る」由来の「ABAB」であると言える。更に「ヌメ」「グズ」「クネ」「ネバ」は「ABAB」「AB る」の両方共に収録されている。辞書によると「ヌメ」「クネ」は「AB る」の方が、「グズ」「ネバ」は「ABAB」の方が早い初出で

[1] 調査 3 と調査 4 の回答者は同一ではないため、必ずしもゼロが分岐点となるわけではないが、本研究では、最初の取り組みであるため、便宜上正と負に分けて、傾向を確認している。今後更に詳しく検討する必要がある。

あるが、「ヨタ」の場合とは異なり、言語変化があってからかなりの年月が経っているため、現在の話者の直感に反映されていない可能性が高い。またこれら「AB る」は動詞として確立されて時間も十分に経ており、いずれにせよ新動詞には分類できない。

最後に「テカ」について検討する。調査 3 と調査 4 の差が正となっているが、「テカテカ」のみ辞書に収録されている。但し、「テカる」を収録している辞書も存在している。この語は「ヨタる」のように、辞書に載る程度には存在しているものの、現在の母語話者の一部にはそれが新語であると感じる程度には新しい語である可能性が高い[2]。この語はオノマトペ由来の新動詞であるようだが、類像性は新動詞の方が高いという特殊なケースである。

4. まとめ

アンケート調査を行ったことにより、以下のようなことが判明した。まず、調査 1 より、誰にとってもオノマトペだと言える語のグループはもちろんのこと、それに続く、判断が揺れるが多くの人がオノマトペだと感じる語のグループもアンケートの数値から抽出することができた。

また、調査 2 より、アンケートで「AB る」は「ABAB」に由来するかどうかを聞くことにより、必ずしも求めていた結果は得られず、「AB る」と「ABAB」のどちらかがどちらかに由来しているか、どうかについての結果となっていることが分かった。

そして、調査 3 と調査 4 で、新動詞「AB る」はそれが由来している「ABAB」より類像性が低いという先行研究の指摘は概ね回答に反映されていることが分かった。但し、先行研究に反し、「AB る」の方が「ABAB」より類像性が高い「テカる」「テカテカ」のようなケースがあった。

本研究が目指していた、オノマトペ由来の新動詞をアンケート調査の活用によりみつける方法の構築については、以下のような方法がある程度有効であることが分かった。まず、可能な「ABAB」を大規模コーパスから抽出し、その「ABAB」を調査 1 の結果を用いて、オノマトペに絞る。更にその結果を調査 2 の結果を用いて、「AB る」と「ABAB」のどちらかがどちらかに由来しているものに絞る。そして、調査 3 と調査 4 の結果から「ABAB」より「AB る」の方が類像性が低いものに絞る。

このような方法であっても、「テカる」のような特殊例をみつけることは難しいが、それでもある程度包括的な新動詞のリストを得られることが見込まれる。「テカる」のような例がどれくらいあるのか、ということの調査も今後続ける必要がある。

本稿で提案した母語話者の言語直観を問うアンケートを用いた手法と、大規模な用例のデータから探索する BERT を用いた手法[7]と、この二つを突き合わせることによって、オノマトペ由来の新動詞の実態を明らかにしていきたいと考えている。

謝辞

本研究は科研費 21K12603, 国語研共同研究プロジェクト「アノテーションを用いた実証的計算心理言語学」の支援を受けた。

文献

[1] Hamano, S. (1998) *The Sound-Symbolic System of Japanese*, Stanford: CSLI Publications.
[2] Dingemanse, M. (2012) “Advances in the cross-linguistic study of ideophones”, *Language and Linguistics Compass*, Vol. 6, No. 10, pp. 654-672.
[3] Akita, K. (2013) “The lexical iconicity hierarchy and its grammatical correlates”, Ellestrom, L., Fischer, O., & Ljungberg C., (eds.), *Iconic Investigations,* pp. 331-349.
[4] Tsujimura, N. & Davis, S. (2011) “A Construction approach to innovative verbs in Japanese”, *Cognitive Linguistics*, Vol. 22, pp. 797-823.
[5] Toratani, K. (2015) “Iconicity in the syntax and lexical semantics of sound-symbolic words in Japanese”, Hiraga, M. K., Herlofsky, W. J., Shinohara, K., & Akita, K. (eds.), *Iconicity: East meets West*, pp. 123-141.
[6] 宇野良子・鍛治伸裕・喜連川優 (2013) 「ウェブコーパスの広がりから現れるオノマトペの二つの境界」篠原和子・宇野良子（編）『オノマトペ研究の射程』, ひつじ書房, pp. 245-260.
[7] Komiya, K, Uno, R. & Asahara, M. (submitted) “Detecting ideophone-based innovative verbs using contextual word embeddings from BERT”.
[8] Asahara, M., Maekawa, K., Imada, M., Kato, S., & Konishi, H. (2014) “Archiving and analyzing techniques of the ultra-large-scale web-based corpus project of NINJAL, Japan”, Alexandria, Vol. 25, No.1-2, pp. 129-148.
[9] Uno, R., Komiya, K. & Asahara, M. (accepted; 2023/08) “How do we categorize known and unknown ideophones?”, *The 16th International Cognitive Linguistics Conference*, Düsseldorf, Germany.
[10] 小野正弘 (編) (2007)『日本語オノマトペ辞典』, 小学館.
[11] 北原保雄・久保田淳・谷脇理史・徳川宗賢・林大・前田富祺・松井栄一・渡辺実（編）(2000-2002)『日本語国語大辞典（第二版)』全 13 巻, 小学館.

[2] 60 代の日本語母語話者の中に、「テカる」を新語として認識している人がいるのを著者が実際に確認した。

ドライビングゲーム上での他者の進路妨害による運転中の怒り誘発
Obstructing a driver's path by the other driver induces anger in a driving game

木村 慧一[1]，川合 伸幸[1,2,3]
Keiichi Kimura, Nobuyuki Kawai

[1]名古屋大学大学院情報学研究科，[2]中部大学創発学術院，[3]JST CREST
Graduate School of Informatics, Nagoya University, Academy of Emerging Science, Chubu University, JST CREST
kimura.keiichi.w3@s.mail.nagoya-u.ac.jp

概要

あおり運転のような攻撃的な運転はしばしば他者の運転をきっかけとした怒りによって喚起される。本研究ではドライビングゲーム上で，他者の進路妨害によって怒りは喚起されるか，攻撃性の高まりを示す脳活動はみられるかをそれぞれ質問紙尺度と脳波測定で検討した。その結果，妨害によって主観的な怒りが生じた。一方で，前頭部の脳活動は右優勢を示した。これは攻撃を反映する接近動機づけとは逆の回避動機づけの高まりを示し，右側車線での慣れない走行が原因として考えられる。

キーワード:怒り, 接近動機づけ, EEG, alpha asymmetry, ドライビングゲーム

1. 背景

2017 年に，東名高速道路で 4 名の死傷者を出したあおり運転死亡事故を発端として，あおり運転が社会問題として顕在化した。あおり運転は，前方の車との車間距離を詰める，無理に追い越すなどといった行動が挙げられ，他者の走行を妨害する意図を含む。米国や中国でもあおり運転に類似した攻撃的運転（Aggressive Driving）が問題視されている。攻撃的運転は「他者を心理的・物理的またはその両方で危険な状態にさせる意図的な運転行動」と定義される[1]。

このような攻撃的な運転は運転中の怒りに起因するとされる。運転場面やそれ以外の一般的な場面において怒りが生じやすい人ほど，運転中に怒りが生じた際に攻撃的な行動を取る頻度が高くなることが報告されている[2]。さらに，ドライビングシミュレータ（Driving Simulator: DS）を用いた研究では，実験参加者が過去に怒りを感じた体験を記述することで主観的な怒りを誘発させたのちに，DS 上で運転をすると，アクセルペダルを踏み切る回数が多くなった[3]。これらのことから怒りが運転を攻撃的にさせる一因となっていると考えられる。

それではドライバーの怒りは何をきっかけとして生じるのだろうか。国内のあおり運転交通事故に関する調査によると，2016，2017 年で危険運転致死傷罪を適用して送致された交通事故 38 件のうち 21 件で，他のドライバーの運転をきっかけとしてあおり運転が行われたと報告されており，その中には「進行の邪魔をされた」（11 件），「割り込まれた」（6 件）などが含まれる[4]。そのため，他者の運転をきっかけとする怒りを抑制することが出来れば，あおり運転の防止につながる可能性がある。

これまでの運転場面における怒りを検討する研究では，DS 上で運転を体験させ，赤信号による連続停止や渋滞といった環境要因によって怒りを誘発させている[5-6]。一方で，他者の運転によって運転中の怒りを誘発させる研究はなかった。本研究では，ドライビングゲームを用いて運転を体験させ，他プレイヤーの運転による進路妨害が怒りを誘発させるかどうかを検討した。

また，怒りはしばしば接近動機づけの高まりを伴う。接近動機づけとは特定の対象に対してポジティブもしくはネガティブな動機で近づこうとする衝動である。特に怒りにおける接近動機づけの高まりは攻撃性の高まりと解釈される。そして，この接近動機づけの高まりは，脳波 α 波における左優勢の前頭部脳活動非対称性（Frontal Asymmetry: FA）に反映されることが知られている[7]。また，左優勢の FA は怒りを感じたときでも特に，目標に対して明確な妨害要因が存在するときに生じやすい[8]。あおり運転のきっかけとなる，ドライバーによる進路妨害は明確な妨害要因である。それゆえ，ドライバーの進路妨害によって怒りが生じると，接近動機づけが高まりやすくなると推測される。その接近動機づけの高まりが運転を攻撃的にするのかもしれない。本研究では，運転中に脳波（Electroencephalography: EEG）を計測し，進路妨害によって怒りが誘発された場合に左優勢の FA を伴うかどうかを検証した。

2. 方法

実験参加者

実験開始前にインフォームドコンセントが得られた 24 名（男性 14 名，平均 26.0 歳; 女性 10 名，平均 32.4 歳）が実験に参加した。参加者全員が運転免許を所有してい

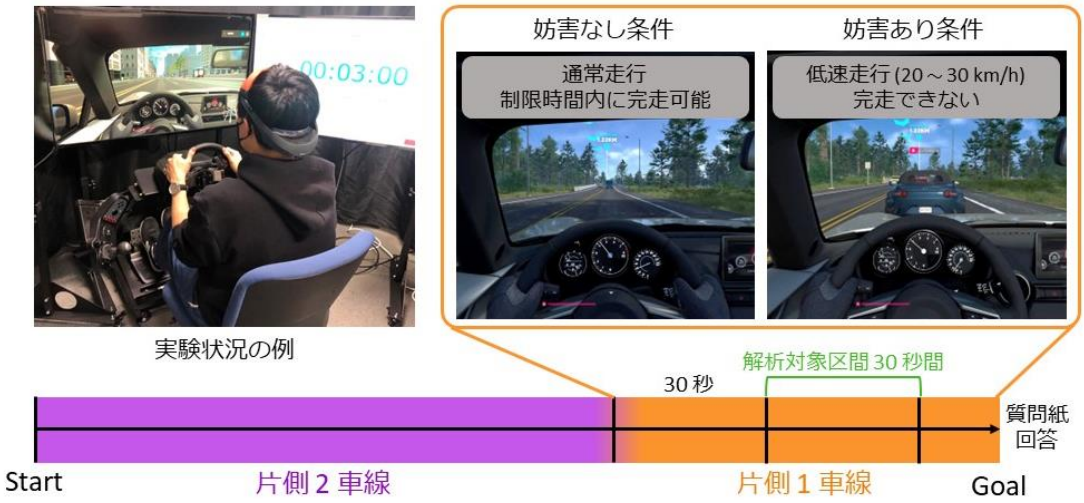


Figure 1　実験状況の例と実験課題の概要

た。

実験刺激

実験課題には The Crew 2（Ubisoft 社）というドライビングゲームを用いた。運転映像は 43 インチの液晶ディスプレイ（Aston 社）に呈示された。走行マップは他のプレイヤーと同期され，すべての車と衝突判定があった。プレイヤーが運転する車のすぐ上にはプレイヤー名が表示され，プレイヤーが操作する車かコンピュータが操作する車かを判別できた。実験参加者は椅子に座り，Logitech G29 のステアリングコントローラ（ハンドル）とペダルコントローラ（ブレーキ・アクセル）を用いて，自動車（MAZDA MX-5）を運転席からの 1 人称視点で操作した（Figure 1）。また，走行マップはアメリカ合衆国を再現した縮小マップであったため，右側車線を走行させた。実験協力者は実験参加者と同じ車種を操作して，進路妨害を行った。実験参加者には実験協力者の存在を知らせなかった。

手続き

実験参加者は，コントローラの操作に慣れるため，実験課題実施前に右左折を含む約 2.4 km のルートを練習として走行させた。その後，約 4.3 km の直線ルート（前半約 3 km が片側 2 車線, 交差点を挟み後半約 1.3 km が片側 1 車線）を制限時間 5 分以内に完走する実験課題を 2 回実施した。60 km/h 以下の走行速度を維持すること，無理な追い越しや衝突の禁止，車間距離の保持などの交通ルールを遵守することを教示した。また，制限時間内に完走できなかった場合は同じ課題を実施することを実験課題実施前に教示し，完走する目標意識を高めた。1 回目の実験課題では，実験参加者は走行を妨害されなかったために制限時間内に完走できた（妨害なし条件）。2 回目の実験課題は，実験参加者の操作する車が片側 1 車線に入った直後に，実験協力者の操作する車が前方に割り込み 20 ~ 30 km/h で低速走行した。そのため，実験参加者は制限時間内に完走することが出来なかった。

測定指標

1. 主観指標

状態怒り尺度として日本語版 STAXI の下位 10 項目[9]を, 気分評定尺度として日本語版 PANAS の快感情尺度及び不快感情尺度各 8 項目[10]を用いた。状態怒り尺度は，怒りに関する実験であることが実験参加者に悟られないようにフィラー 16 項目（例: 緊張している，うぬぼれている，など）を加え，4 件法で評定させた。快・不快感情尺度は 7 件法で評定させた。上記の尺度項目は安静時脳波測定後（安静時条件），各実験課題後の計 3 回回答させた。それぞれの尺度得点は条件ごとで平均得点を算出し，分析に用いた。

2. 生理指標

EEG の測定には，TOKAI Orb TO-101（東海光学製）を使用した。サンプリング周波数 500 Hz で国際 10-20 法に基づく F3/F4 の 2 チャンネルを計測した。リファレンス電極は右耳朶に装着し，各チャンネルのインピーダンスは 100 kΩ 以下になるようにした。

測定は実験課題開始前の安静時 2 分間と各実験課題時に測定された。実験課題における脳波の解析区間は片側 1 車線に入り 30 秒経過してから 30 秒間とした（Figure 1）。測定中に 60 Hz の Notch フィルター，0.03-100 Hz のバンドパスフィルターをかけた。得られた脳波データを 1 秒の時間窓で分割し，瞬目や体動などのノイズが含まれる時間窓は解析対象から除外した。残りの時間窓にオーバーラップ 50 %で Hamming 窓をかけた。それぞれの時間窓で高速フーリエ変換を行い, 周波数帯域 8-13 Hz の平均 α 波パワースペクトルを算出し，自然対数変換した（α 波パワー値）。F4 から F3 の α 波パワー値を差分した値を非対称性スコアとし，分析に用いた。 α 波パワー値は皮

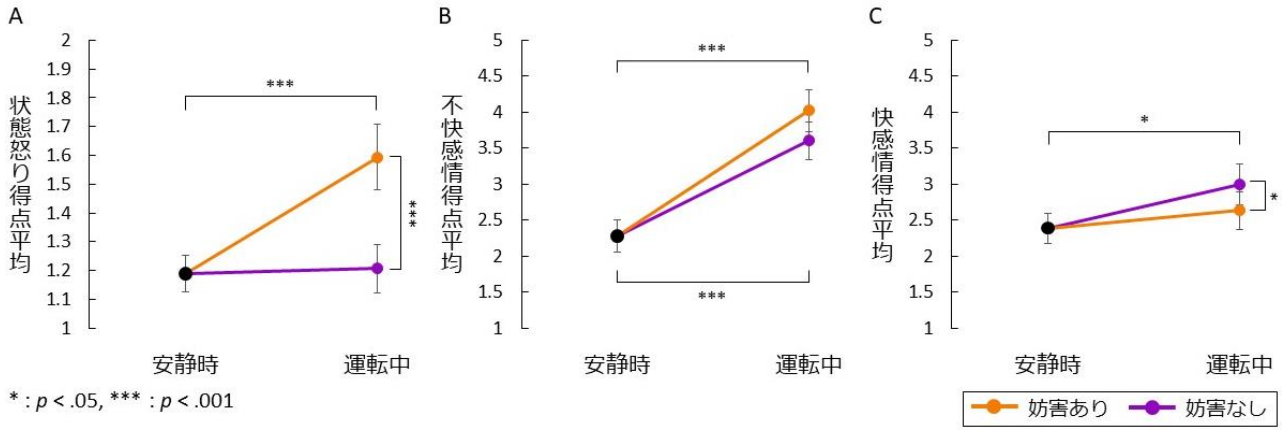


Figure 2　安静時及び実験２条件の状態怒り尺度（A），不快感情尺度（B），快感情尺度（C）

質活動と負の相関があるため，正に大きい非対称性スコアは左優勢の FA を示す。

3.　結果

実験課題の妨害あり条件で制限時間内に完走した4名，脳波測定時にインピーダンスが 100 kΩ以下に下がらなかった 1 名，実験実施前に実験の目的に気づいていた 1 名の計 6 名を分析対象から除外し，残り 18 名（男性 11 名，平均 24.9 歳; 女性 7 名，平均 33.9 歳）で分析を行った。それぞれの測定指標において，安静時条件，妨害なし条件，妨害あり条件の 1 要因 3 水準で分散分析及び Bonferroni の多重比較を行った。

主観指標

1. 状態怒り尺度

安静時条件，妨害なし条件，妨害あり条件それぞれの状態怒り得点平均を Figure 2A に示す。分散分析の結果，条件の主効果が有意であった（$F(2,50) = 14.53, p < .001$）。多重比較の結果，妨害あり条件（$M = 1.59, SD = 0.48$）は安静時条件（$M = 1.19, SD = 0.27$），妨害なし条件（$M = 1.21, SD = 0.35$）と比べて，有意に数値が高かった（$t(16) = 4.67, p < .001$; $t(16) = 4.10, p < .001$）。

2. 不快感情尺度

安静時，妨害なし条件，妨害あり条件それぞれの不快感情得点平均を Figure 2B に示す。分散分析の結果，条件の主効果が有意であった（$F(2,50) = 14.07, p < .001$）。多重比較の結果，妨害なし条件（$M = 3.60, SD = 1.11$）と妨害あり条件（$M = 4.02, SD = 1.23$）は安静時条件（$M = 2.28, SD = 0.98$）と比べて，有意に数値が高かった（$t(16) = 4.91, p < .001$; $t(16) = 6.30, p < .001$）。妨害なし条件と妨害あり条件との間には有意差がみられなかった（$t(16) = 1.74, p = .10$）。

3. 快感情尺度

安静時，妨害なし条件，妨害あり条件それぞれの快感情得点平均を Figure 2C に示す。分散分析の結果，条件の主効果が有意であった（$F(2,50) = 5.17, p < .05$）。多重比較の結果，妨害なし条件（$M = 3.00, SD = 1.19$）は安静時条件（$M = 2.38, SD = 0.88$）と比べて有意に数値が高かった（$t(16) = 2.81, p < .05$）。また，妨害あり条件（$M = 2.63, SD = 1.12$）は妨害なし条件（$M = 3.00, SD = 1.19$）に比べて，有意に数値が低かった（$t(16) = 2.24, p < .05$）。安静時条件と妨害あり条件との間には有意差がみられなかった（$t(16) = 1.30, p = .21$）。

生理指標

非対称性スコアは安静時条件，妨害なし条件，妨害あり条件のどれも 0 を下回る値となった（Figure 3）。分散分析の結果，条件の主効果が有意であった（$F(2,50) = 7.73, p < .01$）。多重比較の結果，妨害なし条件（$M = -0.11, SD = 0.13$）と妨害あり条件（$M = -0.10, SD = 0.14$）は安静時条件（$M = -0.01, SD = 0.14$）と比べて有意に数値が低かった（$t(16) = 3.42, p < .01$; $t(16) = 2.97, p < .01$）。すなわち運転中では前頭部が右優勢で活性化していたといえる。一方で，妨害なし条件と妨害あり条件の間には有意差がみられなかった（$t(16) = 0.51, p = .62$）。

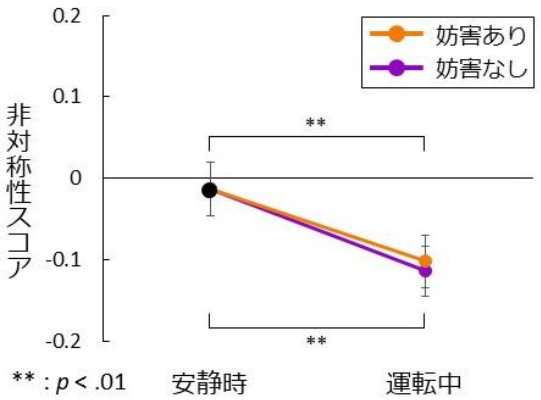


Figure 2　安静時及び実験２条件の非対称性スコア

4. 考察

本研究ではドライビングゲームを用いて，他者の運転による進路妨害で運転中の怒りが誘発されるかどうかを検証した。妨害前後で状態怒り尺度得点が増加したことから，進路妨害によって運転中の怒りは誘発されたといえる。「他者の行為」によって運転中の怒りを誘発させた研究はこれが初めてである。今後はこの怒り誘発法を用いて，運転中の怒り抑制法を検討する。

快感情尺度得点が安静時条件から妨害なし条件で増加したのは，実験課題で運転を楽しんでいたためと推測される。妨害あり条件で快感情尺度得点が減少したのは，進路妨害をされたことで運転の楽しさが薄れたからだと思われる。

不快感情尺度得点が安静時と比較して運転時に高くなったのは，走行車線が右側車線であることが影響を及ぼしている可能性が考えられる。実験参加者は運転免許を有しており，通常左側車線で運転している。そのため，右側車線を走行することに違和感があった可能性がある。事後報告でも右側車線での走行が慣れなかったと報告されている。ゆえに，右側車線を走行することが不快な状況であり，不快感情尺度得点が安静時と比較して運転時で有意に増加したと考えられる。

運転時に右優勢の FA がみられたことも右側車線の影響を受けた可能性がある。右優勢の FA は回避動機づけと関連がある[11]。右側車線での慣れない走行では，車との衝突を避けるため，周囲の車の挙動により注意を向けなければならない。それゆえに回避動機づけが高まり，運転時で右優勢の FA が生じたと考えられる。

本実験で用いた走行マップは他のプレイヤーと共有されていたため，コンピュータの操作する車の挙動を統制できなかった。また，アメリカ合衆国を再現したマップであったため，衝突を避けるために右側車線で走行しなければなかった。今後は，普段とは異なる車線での走行が FA に与える影響を，左側車線で走行可能なドライビングゲームや DS を用いて検討する。

5. 文献

[1] Ellison-Potter, P., Bell, P., & Deffenbacher, J. (2001). The effects of trait driving anger, anonymity, and aggressive stimuli on aggressive driving behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, *31*(2), 431- 443.

[2] Deffenbacher, J. L., Lynch, R. S., Oetting, E. R., & Swaim, R. C. (2002). The driving anger expression inventory: A measure of how people express their anger on the road. *Behaviour Research and Therapy*, *40*(6), 717-737.

[3] Jeon, M., Walker, N. B., & Yim, J. (2014). Effects of specific emotions on subjective judgment, driving performance, and perceived workload. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior*, *24*, 197-209.

[4] 矢武 陽子 (2019). 日本におけるあおり運転の事例調査――先行研究のレビュー結果を踏まえて――. *IATSS Review*, *43*(3), 197-204.

[5] Nakata, R., Kubo-Kawai, N., Okanoya, K., & Kawai, N. (2018). Repeated stops for a red light induced a left-superior asymmetrical brain activity in the near-infrared spectroscopy reflecting approach motivation of anger in elderly adults but not in younger adults. *Japanese Psychological Research*, *60*(4), 327-336.

[6] 中田 龍三郎・久保 (川合) 南海子・岡ノ谷 一夫・川合 伸幸 (2018). 高齢者は渋滞時に攻撃性が高まる：運転シミュレーターと近赤外線分光法 (NIRS) を用いた研究. 発達心理学研究, *29*(3), 133-144.

[7] Harmon-Jones, E., & Sigelman, J. (2001). State anger and prefrontal brain activity: evidence that insult-related relative left prefrontal activation is associated with experienced anger and aggression. *Journal of Personality and Social Psychology*, *80*(5), 797-803.

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

[9] 鈴木 平・春木 豊 (1994). 怒りと循環器 系疾患の関連性の検討, 健康心理学 研究. *7*, 1-13.

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

[11] Honk, J. V., & Schutter, D. J. (2006). From affective valence to motivational direction: the frontal asymmetry of emotion revised. *Psychological Science*, *17*(11), 963-965.

サッカーにおける認知的疲労：
単一事例による５週間の縦断データの検討

横田陽生†，原田悦子†，國部雅大†，小井土正亮†
Haruki Yokota, Etsuko T. Harada, Masahiro Kokubu, Masaaki Koido
†筑波大学
University of Tsukuba
k36yokotah@gmail.com

概要
本研究は，サッカーにおける認知的疲労についての基礎的知見と，適切な測定指標に関する情報を得ることを目的として，単一事例により５週間，サッカーの試合・練習前後様々なタイミングで５つの認知課題と疲労に関する主観的評価を行った．その結果，特に抑制機能と視空間ワーキングメモリーにおいてサッカーによる認知的疲労の影響が見受けられ，その時間変化にも複数の形態が示された．これらは，練習内容や主観的評価との関連性もみられ，サッカーにおける認知的疲労について更なる検討の必要性が示された．

1. 問題と目的
認知的疲労は長時間の認知活動により生じ，認知機能の低下を示す(Boksem & Tops, 2008)．サッカーは，多くの情報を知覚，処理し，厳しい時間的制約のなかで頻繁に意思決定を行うというプレーヤーへの高い認知的要求によって認知的疲労が生じうる(Willams & Reilly, 2010)．

現在，サッカーのトレーニングには「ピリオダイゼーション」という理論が主流となっている．これはシーズンを一定のトレーニング期間に分け，トレーニングの量や強度を適切に調整することで，効果的なトレーニングを実現し，怪我や疲労のリスクを抑えるためのものである．しかし，この理論は主に身体的疲労に注目しており，認知的疲労は十分に考慮されていない．一方，「戦術的ピリオダイゼーション」(Afonso et al, 2020)では，身体的疲労だけでなく認知的疲労や感情的疲労も考慮し，それに応じたトレーニング計画を立てることを提案している．しかし，そのためには認知的疲労について客観的な測定指標が必要であり，現在そのような指標は存在していない．そこで本研究は戦術的ピリオダイゼーションの概念のもと，サッカーにおける認知的疲労についての基礎的な知見を得ること，適切な測定指標についての情報を得ることを目的として，単一事例による５週間の縦断研究計画において，様々な認知機能に関する認知課題をサッカーの試合・練習前後様々なタイミングで実施した．

2. 方法
実験参加者：男性 (22 歳) 1 名，T 大学サッカー部所属，ポジションはディフェンダー．

測定手続き：対象者が行ったサッカーの試合・練習を基点として，その１時間前，直後，3, 6, 12 時間後または早朝の測定が可能なタイミングで，一定のテストバッテリでの測定を行った．

測定指標：５つの認知課題と疲労に関連する主観的評価を実施した．

・主観的評価　疲労度，覚醒度，快不快を VAS(0〜100 に変換)で回答し，続けて疲労自覚尺度(小林ほか，2000：16 項目，7 件法)，睡眠時間(h)を回答した．

・認知課題

１．**フリッカー値検査**：勤労疲労の客観的検査指標であることから，フリッカーヘルスマネジメント株式会社製のソフトウェアを用いてタブレット端末で測定した．ちらつきを認識できた時の光刺激の周波数の標準値に対する比を指標とした．

２．**フランカー課題**：抑制実行機能を測定する課題として，５つ表示される矢印のうち，中央の矢印の向きを回答するプログラムを自作した．一致条件(例，→→→→→)と不一致条件(←←→←←)の２条件があり，各条件 20 試行ずつで 40 試行を 1block として，2block 実施した．さらに 2block 目では中央の矢印の向きの反対位置にあるボタンで回答する課題であった．誤答数，反応時間(RT)および反応時間の分散(RTV)を指標とした．

３．**有効視野課題**：Nakashima (2019)に基づいて作成された課題(原田ほか, 2022)で，中央に一瞬だけ表示される「T」の向きと，周囲に表示される数字の位置を回答するものであり，中心視からの周辺視野を測定するものであった．タブレット端末上でのアプリとして利用し，64 試行行った．表示された数字の中心からのそれぞれの距離(1〜4)と正答率の積の和を成績とした．

４．**N バック課題**：視空間ワーキングメモリーと音韻的ワーキングメモリーの機能を同時測定する課題として，3×3 のマス目上に表示されるアルファベットについて，N=3 として，N 個前に表示された文字と同じであったか(音韻的 WM)，アルファベットの位置が N 個前に表示された位置と同じであったか(視空間 WM)，そのいずれでもないか(NA)を回答するアプリを自作し，50 試行実施した．位置での誤答数(位置)，文字判断での誤答数(文字)，NA を含む全種類における誤答数，さらに反応時間(RT)および反応時間の分散(RTV)を指標とした．

５．**Trail Making Test**：視覚探索や処理速度共に，タスクスイッチング機能を評価する課題であり，PartA と PartB(PartA は，ランダムに表示される数字を昇順にクリックする課題で，PartB では数字とひらがなを交互にクリックする)を実施した．PartA，PartB の遂行時間，両者の差を指標とした．

実施期間：2021 年 4 月 29 日より 6 月 4 日までの 37 日間，この間に試合 5 回，練習 22 回が含まれていた．練習は「サッカーのピリオダイゼーション」(Verheijen, 2014)を参考に練習強度が変化させられていた．

3. 結果と考察

単一事例研究であること，試合・練習の状況が毎回異なることから，基本的に試合/練習を基点とするデータの変動を視覚化し，一定の傾向が観察されるか否かを検討した．

1) 試合・練習を基点とした測定指標の時間変化

試合・練習を基点として，横軸を試合・練習からの経過時間(マイナスの値は試合・練習前の測定タイミングを表す)，縦軸を各測定指標とした．

フランカー課題においては，試合・練習前に比べて試合・練習直後に誤答数の増加と反応時間の短縮が見られ，3時間後以降では，試合・練習前と同じ水準に成績が戻っている傾向がみられた(図 1, 2)．反応時間の短縮と誤答数の増加がみられたのは，抑制機能の低下として解釈可能であり，サッカーにおける認知的疲労の 1 つに抑制機能の低下が考えられた．サッカーにおける意思決定はパス，ドリブル，シュートなどの多数の選択肢の中から周囲の状況変化に応じて適切なプレーを選択するという特徴があり，プレーを適切なものに切り替える必要がある．このような他のプレーの選択肢を抑制し，適切なプレーの実行に集中するという意思決定が連続的に必要であることから，抑制機能を司る認知的制御要素が大きく疲労し，機能低下をしたと考えられる．

N バック課題においては，視空間 WM に関連する，「文字の表示位置」の誤答数(位置)が試合・練習前に比べて試合・練習直後に増加し，3 時間後には試合・練習前と同じ水準に戻っている傾向がみられた(図3)．音韻的WMに関連する誤答数(文字)については，一定の傾向はみられなかった(図 4)．これらの結果から，サッカーにおける認知的疲労は視空間 WM に影響があり，音韻的 WM には影響を与えないことが考えられる．これは，サッカーにおける認知が視覚を中心に行われることが理由であると考えられる．

フリッカー値検査，有効視野課題，Trail Making Test の成績については，一定の傾向は見られなかった．

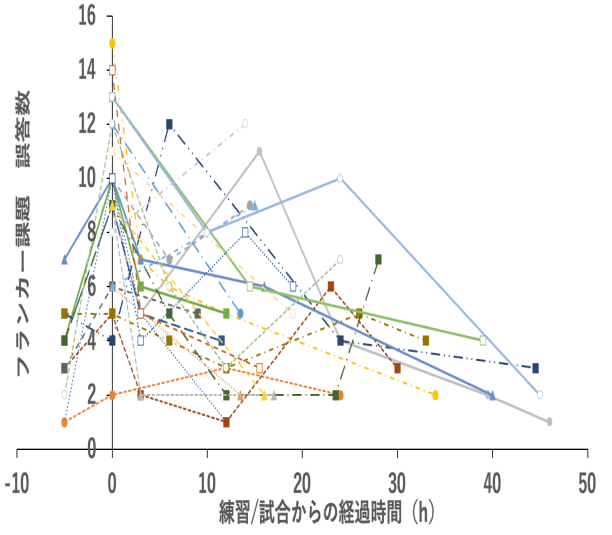


図 1 フランカー課題の誤答数と試合・練習からの経過時間の関係　※実戦は試合日を表す

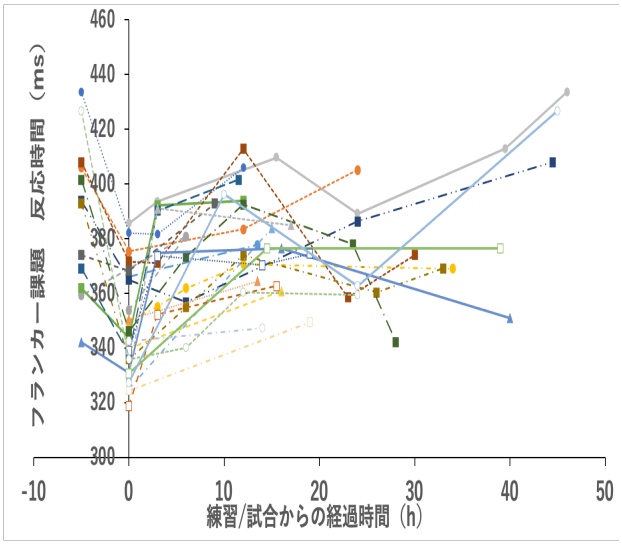


図 2　フランカー課題の反応時間と試合・練習からの経過時間の関係　※実戦は試合日を表す

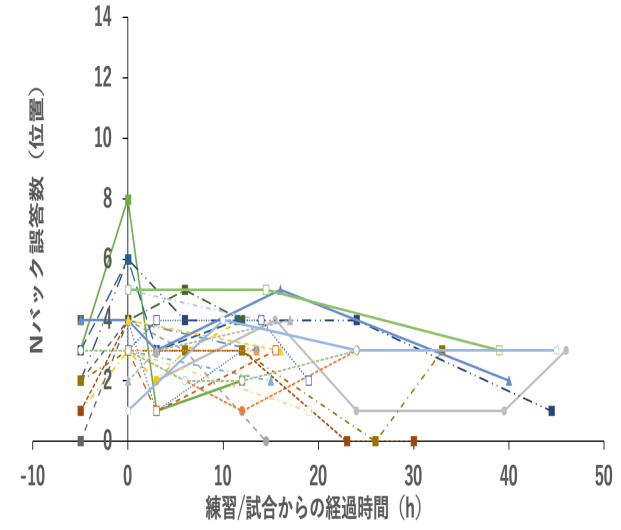


図 3　N バック課題の誤答数(位置)と試合・練習からの経過時間の関係　※実戦は試合日を表す

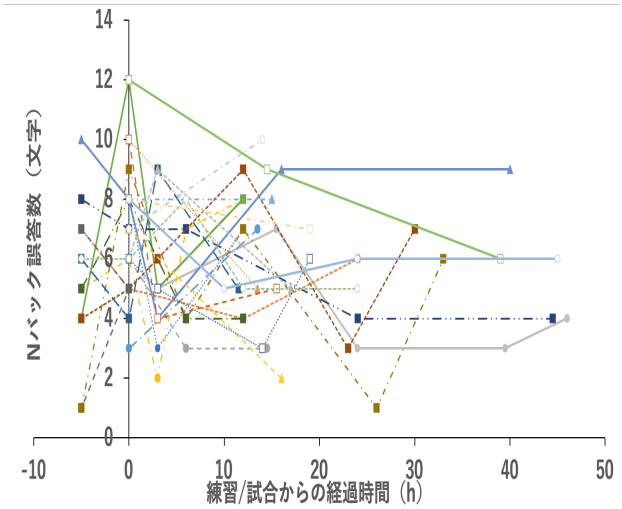


図 4　N バック課題の誤答数(文字)と試合・練習からの経過時間の関係　※実戦は試合日を表す

2) 試合日からの経過日数と各課題成績の関係

試合日をDay0として，試合からの経過日数(DayX)と各課題成績の関係について分析した．試合日(Day0)は試合直後のタイミングで課題を実施した成績，Day1〜7はそれぞれの日の早朝に課題を実施した成績を記録し，視覚化し，一定の傾向がみられるか否かを検討した．

その結果，N バック課題における誤答数(位置)は，Day0が高く，Day2にかけて減少する傾向がみられた(図5)．この結果は，上述の試合直後にみられた視空間 WM の機能低下(上述)が，Day2 まで持続する，つまりサッカーの試合によって生じた視空間WMの機能低下の影響が数日にわたって持続する可能性を示唆するものとして考えられる．

その他の課題成績については，一定の傾向はみられなかった．

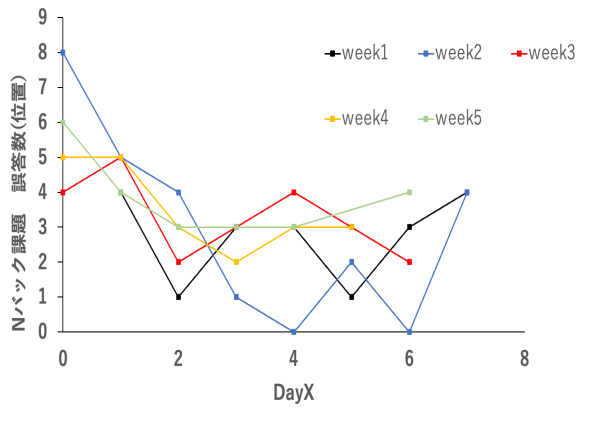


図5 Nバック課題の誤答数(位置)とDayXの関係

3) 練習内容と測定指標の関係

参加者が行った練習の内容は，試合形式のトレーニングや 3vs3 などの対人形式のトレーニング(対人 TR)と，パスやドリブルを相手がいない中で行うトレーニングや，走り込みといったような非対人形式のトレーニング(非対人 TR)の2種類に分類できる．対人 TR は非対人TRに比べてサッカーにおける認知的要素を多く含むと考えられることから，各練習における対人 TR の時間(M=30.2 分，SD=15.9 分)と練習直後の各課題成績とのピアソンの積率相関係数を求めて分析した．なお練習内容の等質性を確保するために，試合 1 日後に行われる身体的疲労回復のための練習日は分析から除いた．

対人TR時間とNバック課題の誤答数(位置)の間には有意な正の相関がみられた(r=.49，p=.013)(図6)，対人 TR 時間が長いほど視空間 WM が低下することが示唆された．サッカーにおいて相手がいることで生じる認知的疲労は視空間WMにおいて生じることが考えられた．

フランカー課題の誤答数と対人TR時間には有意傾向な正の相関がみられた（r=.31，p=.087)(図7)．試合・練習を基点とした誤答数の時間変化の分析においては，練習・試合直後にほぼ一貫して誤答数が増加する傾向がみられたが，有意傾向にとどまる結果となった．明確な正の相関がみられなかった原因として，抑制機能の低下はサッカーにおける認知的疲労以外の要因，例えば身体的疲労や疲労度や覚醒度が大きく関係しているためと考えられた．

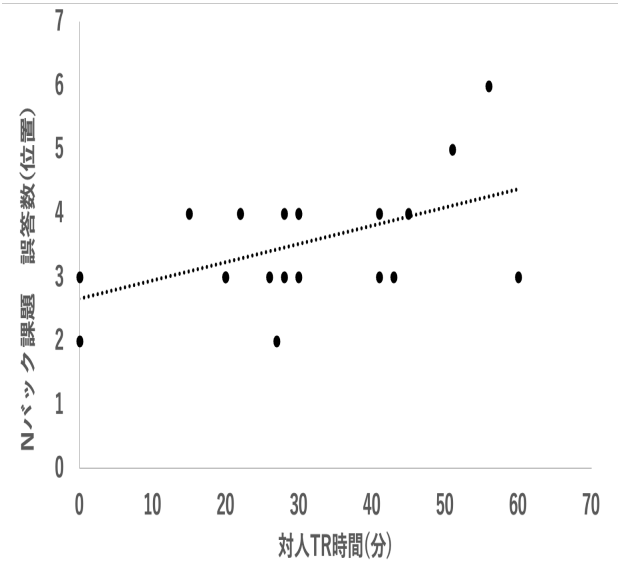


図6 Nバック課題の誤答数(位置)と対人TR時間

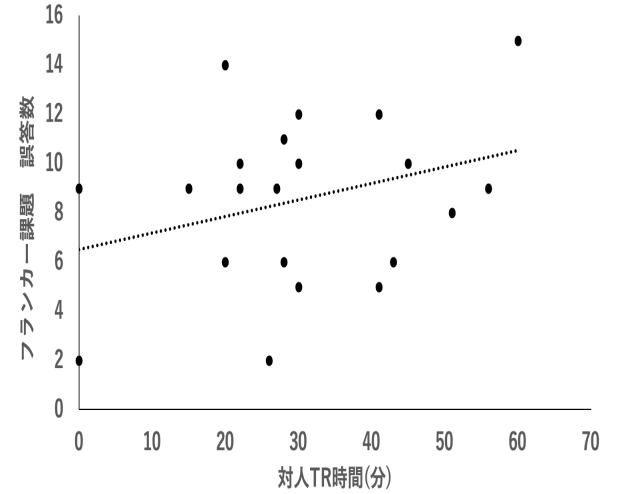


図7 フランカー課題の誤答数と対人TR時間

4) 主観的評価と各課題成績の相関分析

主観的評価と各課題成績との相関分析を行った結果を表1に示した．

主観的疲労度と主観的覚醒度は試合・練習からの経過時間と強い負の相関を示しており，サッカーをプレーすることによる影響を強くうける指標であることが示された．

フランカー課題において，誤答数は主観的疲労度，主観的覚醒度と正の相関があり，反応時間は主観的覚醒度と負の相関，疲労自覚尺度得点と正の相関がみられた．前節で考察したように抑制機能の低下に主観的疲労度や主観的覚醒度が関わっていることを示唆する結果となった．疲労自覚尺度は主観的覚醒度に関連すると考えられる質問項目が多く，主観的覚醒度と疲労自覚尺度得点の間には有意な負の相関がある(r=.26，p<.001)ことから，疲労自覚尺度にも正の相関があったと考えられる．

その他でみられた相関係数では関係性があまり大きくなく，サンプル数の多さのために生じた可能性も考えられるため，ここでは積極的に解釈しないこととする．

表 1 主観的評価と各課題成績の相関関係

各課題成績および練習/試合からの経過時間と，主観評価間の相関

	疲労度	覚醒度	快・不快	睡眠時間	疲労自覚
平均	44.83	48.65	60.73	7.17	31.46
(標準偏差)	(21.04)	(17.46)	(18.43)	(1.03)	(13.93)
フリッカー値	-.04	.17	.06	.15	-.15
フランカー誤答数	.38**	.36**	-.02	.21*	-.16
フランカーRT	-.16	-.33**	-.05	-.08	.30**
フランカーRTV	.20	-.12	-.04	.06	.11
有効視野得点	-.17	-.05	-.01	.12	-.29**
Nバック誤答（位置）	.24*	.13	-.06	-.03	-.03
Nバック誤答（文字）	.16	.25*	.01	-.02	-.01
NバックRT	-.03	-.16	-.07	-.11	-.03
NバックRTV	.00	.17	.26*	.18	.10
TMT遂行時間PartA	.09	.12	.01	.04	.13
TMT遂行時間PartB	.13	.04	.04	.10	.10
TMT(B-A)	.08	-.04	.04	.08	.03
練習/試合からの経過時間	-.52**	-.42**	.00	-.02	.14

* p<.05

** p<.01

4. 総合考察

本研究の結果から，サッカーにおける認知的疲労に関わる機能は抑制機能，視空間 WM として大きく表れることが示唆された．抑制機能の低下は，周囲の状況に合わせて適切なプレー以外のプレー選択肢を抑制し，1 つのプレーの実行に集中するというサッカーにおける意思決定の特徴が，また視空間 WM の機能低下は，サッカーにおいては視覚による認知的処理が求められることが，それぞれの機能低下を引き起こしていると考えられる．

その他の認知課題においては関連性がみられなかったという結果は，サッカーにおける認知的疲労が各課題が測定している認知機能にが影響を与えていない可能性を示唆しているものと考えられる．フリッカー値検査は通常勤労疲労を測定するものとされるが，通常の勤労とサッカーの認知的疲労は異なることをこれらの結果は示唆している．有効視野課題は中心視からの周辺視野を，Trail Making Test は視覚探索や処理速度，タスクスイッチングを測定する課題である．つまりこの 2 つの課題は主に視覚情報の知覚に関わる能力を測定しており，サッカーにおける認知的疲労が，こうした知覚的視覚情報処理に影響を与えないという結果は予想とは反するものであった．しかし，反対にフランカー課題と N バック課題では知覚した情報を高次に処理機能を測定する課題であり，サッカーにおける認知的疲労が，視覚情報の知覚ではなく，視知覚情報の処理ではなく，情報の高次処理において生じている可能性が考えられる．

N バック課題の誤答数(位置)は試合からの経過日数とも関連がみられた．サッカーの試合における身体的疲労は一般的に48～72時間続くと考えられており同様の認知的疲労として，視空間 WM が 2 日程度低下している可能性が示唆されており，興味深い．

練習内容の分析として，対人 TR の長さと N バック課題の誤答数(位置)，およびフランカー課題の誤答数に正の相関がみられた．サッカーにおける認知的負荷の多くは敵選手という複雑な動きを行う相手の存在によって生じることが考えられることから，本研究の結果は了解可能と考えられる．この結果は練習において選手にどれだけの認知的負荷をかけるかを，対人 TR の時間によって調整できる可能性を示している．サッカーにおける戦術的ピリオダイゼーションによるトレーニングプラン構築において重要な示唆と言えよう．

主観的評価と各課題成績との相関分析から，抑制機能が主観的疲労度や主観的覚醒度と関連があることが考えられた．視空間 WM に抑制機能と同様の主観的評価との関連がみられなかったことから，この 2 つの機能低下は，異なるメカニズムによって生じている可能性が大きい．抑制機能は主観的疲労度や主観的疲労度と関連することから，サッカーにおける身体的疲労とも強く関連する可能性が考えられる．本研究では身体的負荷のみを測定する指標，例えば GPS による走行距離などの客観的データを測定していなかったため，今後は，身体的負荷を測定する指標も追加することが必要と考えられる．

本研究は単一事例であるという制約のため，考察した内容の一般化が困難であり，また対象参加者の個人差を反映した結果で有る可能性も高い．今後はより多くの対象者を得てデータ収集・分析が必要であろう．本研究でのサッカーにおける認知的疲労の種類や時間変化，練習内容との関連の知見が複数人において確認されれば，戦術的ピリオダイゼーションによるサッカーのトレーニングプランの策定に対し新たな知見を提供できるものと期待される．

5. 文献

[1] Boksem, M, S., and Tops, M., (2008) “Mental fatigue: Costs and benefits”, *Brain Research Review*, Vol. 59, pp. 125-139.

[2] Williams, A. M., and Reilly, T. (2010) “*Talent identification and development in soccer, Journal of Sports Sciences*”, Vol. 18, pp. 657-667.

[3] Afonso, J., Bessa, C., Nikolaidis, P. T., Teoldo, I., and Clemente, F. M. (2020) “A systematic review of research on Tactical Periodization: absence of empirical data, burden of proof, and benefit of doubt”, *Human Movement,* Vol. 21, pp 37-43.

[4] 小林 秀紹・出村 慎一・郷司 文男・佐藤 進・野田 政弘 (2000), “青年用疲労自覚症状尺度の作成 日本公衛誌, Vol. 47, pp. 638-646.

[5] Nakashima, R. (2019) “Spatial attentional distribution is modulated by head direction during eccentric gaze”, *Journal of Cognitive Psychology,* Vol. 31, pp. 215-224

[6] 原田 悦子・澤田 知恭・小笹 朋哉・井上 和哉・李 禕飛・朴 建映李 (2022) “有効視野課題における認知的制御と加齢変化：聴覚環境の影響と相互作用から”, 日本心理学会第 86 大会発表論文集.

[7] Verheijen, R. (2014) “The Original Guide to Football Periodisation Part1”, World Football Academy BV.

スライムハンド錯覚における固有感覚ドリフトの抑制
Suppression of Proprioceptive Drift in the Slime Hand Illusion

髙橋奈里†，佐藤優太郎†，小鷹研理†
Nari Takahashi, Yutaro Sato, Kenri Kodaka
†名古屋市立大学院
Nagoya City University
c235719@ed.nagoya-cu.ac.jp

概要

スライムハンド錯覚は，主観的には皮膚変形を生起させるが，過去の行動実験では，固有感覚ドリフトと皮膚変形を十分に分離できていなかった．本稿では，固有感覚ドリフトを抑制するために，実験として上下方向の実験レイアウトを適用した．加えて，引っ張りの強度によって，錯覚効果に差異があるかを検討するために，4 つの異なるつまみ方を条件とした．結果は，固有感覚ドリフトを抑制した状態でも，皮膚変形感覚が生起することが示された．

キーワード : proprioceptive drift, rubber hand illusion, slime hand illusion

1. はじめに

RHI(Rubber Hand Illusion : [1])に端を発する錯覚研究では，物理的に不可能な身体変形感覚を生起させる多様な方法が報告されている．我々の研究グループは 2022 年に，手の皮膚の変形感覚を生起させる「スライムハンド錯覚」(Slime Hand Illusion : SHI) を発表した[2]. SHI は Mirror Visual Feedback（MVF）の 原理を用いたものであり[3]，鏡を隔てて鏡面側にスライムの塊を，鏡背面に実験参加者の手を配置し，参加者には鏡の中のスライムの塊を見てもらう．次に，参加者の手の甲の皮膚を引っ張るのと連動させ，鏡面側のスライムを引っ張ることで，鏡の中のスライムの伸長があたかも自らの皮膚の伸長に感じられる錯覚である. SHI は，スライムなしの何もない空間に対しても同様に生起する（Invisivle Slime Hand Illusion : ISHI）．注目すべきは SHI が RHI の錯覚生起の限界[3-4]を超過するような特徴をもつ点にある．それは第一に，皮膚領域に選択的な身体像の変調が生起する点，第二に，固有感覚ドリフト(Proprioceptive drift)の距離限界を超過した変形が生起する点である．これは SHI が，「骨格としての身体」ではなく，「皮膚としての身体」に特化した錯覚であることを示唆するものであり，従来の RHI の空間的制約や形態的類似性の制約を逸脱した身体変容が生じるという仮説に基づいている．

本研究の目的は，SHI による，「皮膚としての身体」の身体変調が，RHI のパラダイムにおける「骨格としての身体」の制約を超過して生起するという仮説を詳細に検討することである. Kodaka et al., (2022)では，SHI に伴って生起する身体変化が，主観評価のレベルでは，骨格の移動によるものではなく皮膚の変形によるものであることが明らかになった一方で，合わせて行った位置感覚の計測実験では，皮膚の変形と固有感覚ドリフトが混在することが示された[2].これは皮膚の変形に引きずられるかたちで，手全体のイメージが無自覚に動いたものと考えられる．スライムを変形させない対照条件では．皮膚の位置変化量と手全体の位置変化量との間に有意な差はみられなかったため，SHI が主観的な皮膚変形を生み出していることに間違いはない．他方で，この結果は，皮膚変形が固有感覚のドリフトと独立に生じることを示すものではない．仮に，SHI が「皮膚の身体」に固有の錯覚であるならば，ドリフトが完全に抑制された状態でもなお，皮膚変形が観測されるはずである．本研究の目的は，この仮説を心理実験によって検証することである．

この問題を検証するためには，手全体の固有感覚ドリフトを積極的に抑制するような実験系の検討が必要である.そこで本実験では，対象となる手を机に添えたうえで，皮膚を上下方向に操作するレイアウトを採用する．この実験系で仮に固有感覚ドリフトが生起するには，机上面から手が離れる必要があるため，錯覚中に手が常に机に接触しているという触覚情報により，固有感覚の変調なき皮膚像の変調を抽出することに適している．加えて，手の甲の皮膚への 4 種類の触覚刺激, Pinched & Pulled(つまんで引っ張る)，Pinched(つまむ)，Touched(触れる)，Non-Touch(触れない）が皮膚変形およびドリフトに与える影響を検討するため，触覚に関する要因を設定した．また本実験では，ISHIを採用した．ISHIはスライムを用いないため，上下方向に操作される際の統制困難なスライムの形状等の視覚的な影響を排除できる．以上の条件において，皮膚の伸縮感覚をはじめ

表 1 主観評価アンケート項目

	分類	アンケート文
Q1	stretchy skin	手の皮膚が通常より伸びた感じがした.
Q2	proprioceptive drift	手全体が上に移動した感じがした.
Q3	skin ownership	何もない空間に「見えない」皮膚が引っ張られているような感触があった
Q4	hand ownership	テーブルより上の空間に「見えない」手があるように感じた.
Q5	referral of touch	つまんだ位置に触覚を感じた.

とする5つの錯覚項目について主観評価を行なった. 続けて, 各条件における皮膚の変形距離と固有感覚ドリフト（中指の爪の位置感覚の推移）の計測を実施した.

2. 方法

2.1 実験参加者

本実験では, 健康な20代の大学生計21人（男3名, 女18名)に参加してもらった. なお, 得られた結果から, 計測データに不備があった2名を排除し, 合計19 名のデータについて解析を行った.

2.2 実験装置・環境

実験環境はMVFの環境を採用し, 長机の上に鏡(55.2cm×25.2cm) を設置した. また, 皮膚変形量および固有感覚ドリフト量の記録に用いる板(124.9cm×25.2cm)を机の端 (参加者から見て右側) に設置した.さらに, 参加者の左手を視界から遮断するために, 鏡に暗幕を吊るした.

2.3 実験手順

実験計画として参加者の手の甲に与える触覚（つまみ方）に関する 1 要因参加者内実験を計画した. 実験環境を図1に示す. 参加者は椅子に座り, 左手を鏡の裏側に配置した. この時, 参加者の左手の小指は鏡の裏側から15 cm の位置に設置した. 右手は太ももの上に置き, 楽な姿勢をとってもらった. 実験中, 実験者は鏡背面の参加者の手と対称となる位置で, 机上の何もない空間を左手の人差し指と親指でつまみ引っ張る動作を行った. これと同時に, 鏡背面の参加者の手に対して, 各触覚要因の4条件の手続きを実施した. 課題中, 参加者は, 鏡に自分の顔が映らない状態で, 鏡像を覗き込む形で実験者の指先を注視した.

実験の具体的な手続きを図2に示す. 主観評価課題では, 実験者は, 鏡面の裏側の参加者の左手を, つまみ方の各条件について, 以下のように操作した. 鏡面側では, 何もない空間をつまみ引っ張る動作を, 机上から 50 cm の位置まで３往復行った. 参加者には, 3往復した後に, 0 − 6 (0： 全く感じない, 3： どちらとも言えない, 6： 非常に感じる)の７段階で評価してもらった. アンケート項目は表１に示すstretch skin（皮膚変形）, proprioceptive drift（固有感覚ドリフト）, skin ownership（皮膚の所有感）, hand ownership（手の所有感）, referral of touch（疑似触覚）の5つであった.

続けて行動実験を実施した. 行動実験では, つままれている皮膚の位置と,中指の爪の位置（骨格の位

図 1 実験環境

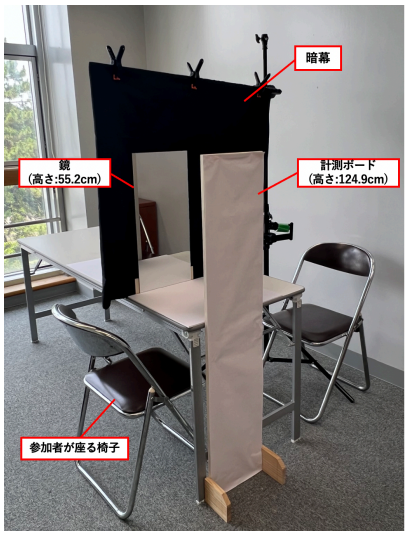


図 2 実験手続き

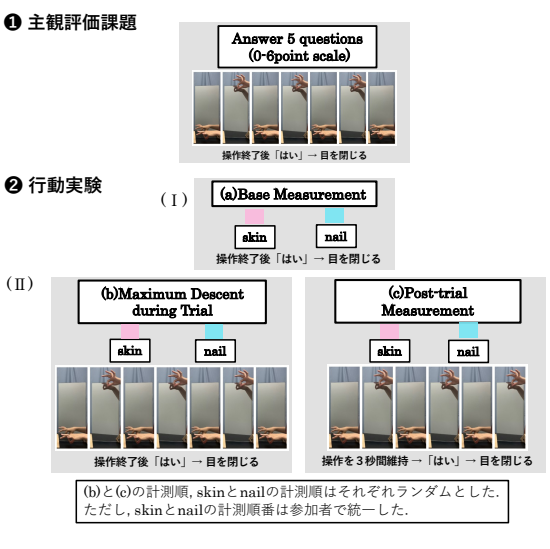


図 3 つまみ方

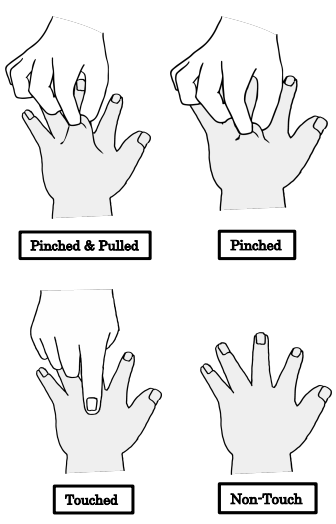


図4 主観評価アンケートの結果

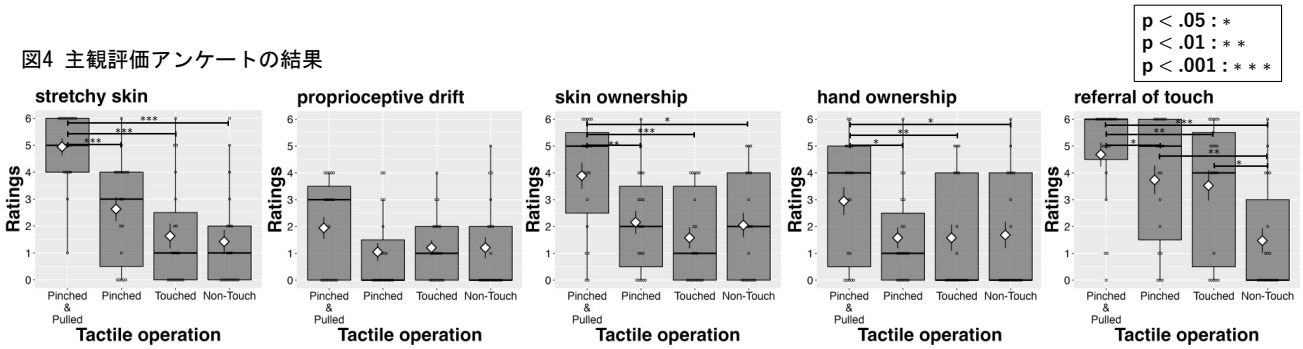
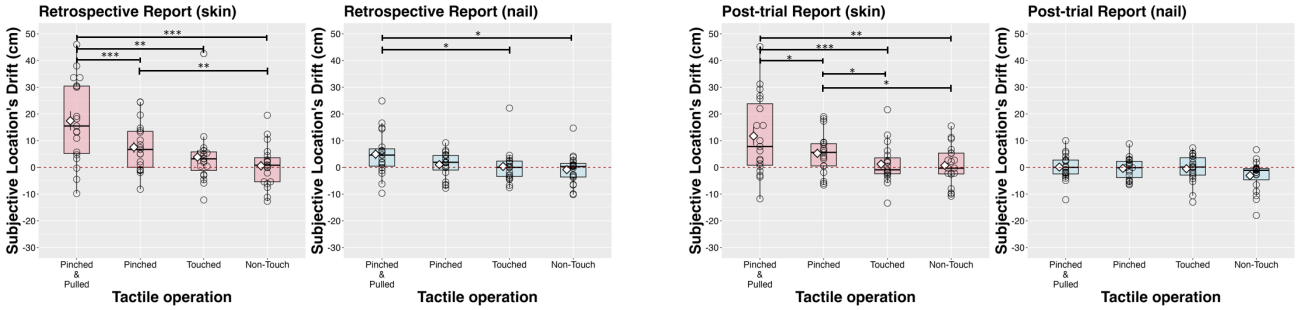


図5 行動実験の結果



置）を調査した．皮膚変形とドリフト距離の計測を始める前に，実験者による視覚誘導がない状態で，4つの触覚条件における皮膚と爪の位置を回答してもらう位置感覚の初期位置を計測した． 皮膚・爪の計測皮膚・爪の計測ともに，鏡の奥で参加者の手の甲の皮膚について，触覚に関する4条件に応じたつまみ方を行い，鏡の手前では実験者が何もしない状態で，皮膚の位置と中指の爪の位置を尋ねた．答え方は，計測用ボードに図のように指をさし，実験者はその位置をシールで記録した．

皮膚変形距離と爪のドリフト距離の計測には，課題の後に錯覚中の皮膚および爪の位置の移動量が最大となった位置を思い出して回答させるRetrospective Report と，課題直後の皮膚と爪の位置感覚を回答させるPost-trial Reportを設定した．前者は，錯覚中に感じていた身体位置の推移の最大量を回答させるものであり，後者は，従来のRHIにおけるドリフト計測方法に対応している．

Retrospective Reportでは，皮膚・爪注視条件ともに，鏡の奥で参加者の手の甲の皮膚について，各条件に応じたつまみ方を行い，鏡の手前では，実験者が何もない空間をつまみ引っ張る動作を３往復行った．その後，皮膚の位置と爪の位置を尋ねた．

Post-trial Reportでは，鏡の奥で，参加者の手の甲について，同様な動作を行い，鏡の手前では，実験者が何もない空間をつまみ引っ張る動作を2.5往復（机上から50cmの位置で，つまんで引っぱる動作を維持している状態）した．その3秒後に，皮膚の位置と爪の位置を尋ねた．

3. 結果

主観評価の結果を図 4 に，変形距離の結果を図 5 に示す．主観評価の各質問項目（Q1: stretch skin; Q2: proprioceptive drift; Q3: skin ownership; Q4; hand ownership; Q5: referral of touch）で得られた評定値には偏りがあり正規性が仮定できない可能性があったため，解析にはノンパラメトリック検定を採用した．はじめに各質問項目に対して，ノンパラメトリックな１要因参加者内分散分析としてフリードマン検定を実施した (n = 19). 結果は，全ての質問項目で触覚要因に関する Q2: $\chi^2(3) = 8.84, p = .03$, Q3: $\chi^2(3) = 19.88, p < .001$, Q4: $\chi^2(3) = 16.28, p < .001$, Q5: $\chi^2(3) = 30.99, p < .001$). さらに各質問における 4 つの触覚の条件を比較するため，ウィルコクソンの符号順位和検定による多重比較（ホルム法）を行った．その結果, Pinched & Pulled に着目すると, Q1,Q2,Q3,Q5 について，他の 3 条件よりも有意に評価得点が高かった．また, Q5 については, Pinched が Touched, Non-Touch よりも有意に評価得点が高かった．

行動実験について，皮膚変形および中指の爪の位置の移動距離は，それぞれのつまみ方の条件で，Retrospective Report または Post-trial Report の値から初期位置を引いた値を採用し，主観的な皮膚変形距離および中指の爪の位置の移動距離を算出した．結果は，Retrospective Report について，皮膚変形距離の平均が，

Pinched & Pulled: 17.45 cm, Pinched: 7.53 cm, Touched: 3.84 cm, Non-Touch: 0.58 cm となり，中指の爪の位置の移動距離の平均は, Pinched & Pulled: 4.95 cm, Pinched: 1.03 cm, Touched: 0.34cm, Non-Touch: – 0.84 cm だった. Post-trial Report では，皮膚変形距離の平均が, Pinched & Pulled: 11.74 cm, Pinched: 5.25 cm, Touched: 1.22 cm, Non-Touch: 0.74 cm となり，中指の爪の位置の移動距離の平均は, Pinched & Pulled: 0.12 cm, Pinched: – 0.38 cm, Touched: – 0.49 cm, Non-Touch: – 3.06 cm だった．以上の Retrospective Report および Post-trial Report の皮膚変形距離と中指の爪の位置の移動距離の結果それぞれについて，主観評価と同様にノンパラメトリックな 1 要因参加者内分散分析としてフリードマン検定を実施した (n = 19). その結果, Retrospective Report では，皮膚変形と爪の移動距離の両方で触覚に関する有意な主効果が検出された(skin: $\chi^2(3) = 27.86$, $p < .001$; nail: $\chi^2(3) = 11.16$, $p = .01$) Post-trial Report について，皮膚変形距離のみで有意な差がみられた(skin: $\chi^2(3) = 22.58$, $p < .001$; nail: $\chi^2(3) = 5.67$, $p = .13$). さらに皮膚変形距離および爪の移動距離についての 4 つの触覚の条件を比較するため，ウィルコクソンの符号順位和検定による多重比較（ホルム法）を行った. その結果, Pinched & Pulled に着目すると, Retrospective Report, Post-trial Report 共に他の 3 条件よりも有意に皮膚変形量が大きかった. また, Pinched が Retrospective Report, Post-trial Report 共に Non-Touch よりも有意に皮膚変形量が大きかった. さらに, Post-trial Report について, Pinched が Touched よりも有意に皮膚変形量が大きかった. 中指の爪の位置の移動距離では, Retrospective Report について, Pinched & Pulled が Touched, Non-Touch よりも有意に固有ドリフト量が大きかった.

4. 考察

主観評価については, stretchy skin, skin ownership, hand ownership, referral of touch で Pinched & Pulled と Pinched, Touched, Non-Touch 間で有意に評価得点が高かった. Pinched & Pulled は，他の３つのつまみ方よりも皮膚変形感覚の強度が高いことが明らかになった.

行動実験については, Retrospective Report, Post-trial Report 共に, Pinched & Pulled は他の 3 条件よりも皮膚変形量が有意に大きく，主観評価と同様に皮膚変形感覚の強度が高いことが明らかになった. また, Pinched が Touched, Non-Touch よりも有意に皮膚変形量が大きいことから，わずかに皮膚が引っ張られているあるいは触れている場合には，触覚が何もない状態よりも皮膚変形感覚が生起しやすいことが示唆される. さらに，従来の RHI におけるドリフト計測方法に対応している Post-trial Report について，皮膚変形量が平均 11.7cm，固有感覚ドリフト量が平均 0.12cm であった. 爪の位置感覚では，つまみ方による主効果は検出されていないことを踏まえるならば，上記の 11.7cm は，固有感覚の変調を伴わない，純粋な皮膚変形量と対応している. すなわち, SHI における皮膚像の変形は，固有感覚の変調の助けを借りなくても生じることが示された. これは本研究の当初の仮説を支持するものである.

本稿と同じレイアウトで実験を行っている MRHI(moving Rubber hand illusion[6])によれば，一般に縦方向の固有感覚ドリフトは，生起したとしても 2cm ほどである. つまり，縦方向の皮膚変形ドリフトが，これまでの錯覚の制約を大きく超えて生起する点で, SHI が「骨格としての身体」を対象とする RHI と質的に異なるものであることは明らかである. 本研究で，固有感覚ドリフトが抑制されたのは，机に対する触覚フィードバックの存在が主因であると考えられる. 逆に言えば，皮膚領域では，接触によって自己位置を修正する回路が発動しないか，あるいは限定的にしか影響を受けない可能性が指摘できる. すなわち，触覚フィードバックは，固有感覚ドリフトを抑制するが，皮膚はその限りではない. この点でも, SHI が対象とする皮膚領域の可塑性は，従来の RHI が想定していた身体像の可塑性とは，質的に異なる特性を有していることが示唆される。

文献

[1] Botvinick, M., & Cohen, J. (1998). Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see. Nature, 391(6669), 756–756.

[2] Ramachandran, V. S., & Altschuler, E. L. (2009). The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain*, *132*(7), 1693–1710.

[3] Kodaka, K., Sato, Y., & Imai, K. (2022). The slime hand illusion: Nonproprioceptive ownership distortion specific to the skin region. *I-Perception*, *13*(6), 204166952211377.

[4] Lloyd, D. M. (2007). Spatial limits on referred touch to an alien limb may reflect boundaries of visuo-tactile peripersonal space surrounding the hand. Brain and Cognition, 64 (1), 104–109.

[5] Ehrsson, H. H. (2019). Multisensory processes in body ownership. *Multisensory Perception: From Laboratory to Clinic*, 179–200.

[6] Kalckert, A., & Ehrsson, H. H. (2014). The moving rubber hand illusion revisited: Comparing movements and visuotactile stimulation to induce illusory ownership. *Consciousness and Cognition*, *26*(1), 117–132.

ヒトのリスク選択と動物の採餌行動の共通性
Commonality between human risk choices and animal foraging behavior

望月 泰博[1], マヤンク・アガワル[2], 原澤寛浩[2], 陳冲[3], 福田玄明[4]
Yasuhiro Mochizuki, Mayank Aggarwal, Norihiro Harasawa, Chong Chen, Haruaki Fukuda
†[1] 早稲田大学, [2] 理化学研究所, [3] 山口大学, [4] 一橋大学
Waseda University, RIKEN, Yamaguchi University, Hitotsubashi University
y.mochizuki@waseda.jp

概要
近年の研究では，ヒトのリスク選択が効用最大化ではなく，適応度最大化に基づく例が報告されている．しかし，この現象は現在のところ特殊な課題下においてのみ確認されている．本研究では従来からリスク選択研究に用いられてきた繰り返し独立な選択を行う課題において，報酬の得やすさを調節した．その結果，実験参加者のリスク選好に適応度最大化から予測される動的変化が現れた．これはヒトの経済行動が適応度最大化の原理に基づくことを示唆している．

キーワード : 意思決定，行動経済学，リスク選択，リスク感応型採餌理論

1. 背景と目的

私たちが日常行う意思決定では，しばしば結果に確率的不確実性がともなう（たとえば，購入した宝くじの配当金）．経済学では選択結果の確率的なばらつきを「リスク」と呼び，ヒトがリスクを前にどのような選択行動を取るかについて古くから研究が行われてきた．例えば，期待効用理論・現代ポートフォリオ理論・プロスペクト理論などは，ヒトのリスク選択を説明する標準的なモデルとして有名だ [1]. これらのモデルに共通する事柄として，各選択肢に対して意思決定者のリスク選好と選択肢の特性から定まる「効用」を定義し，選択結果の効用を最大する「効用最大化の原理」から最終的な意思決定が行われることが挙げられる．この時，個々人のリスク選好は特性と考えられ，個人ごとの定数としてモデルに含められるのが一般的だ [2].

これに対して，動物行動学では，採餌行動に関連して動物のリスク選択が研究されており，そのために用いられるモデルでは「適応度最大化の原理」に基づく意思決定が仮定される．例えば，リスク感応型採餌理論（Risk-sensitive foraging theory）では，単位時間あたり平均的に獲得できるエネルギーと必要なエネルギーのバランスが動物のリスク選好を決定する [3]. 獲得できるエネルギーが必要なエネルギーを下回る場合，動物はリスク愛好的な選択を余儀なくされ，逆の場合にはリスク回避的に振る舞うというわけだ．動物が身を置く環境や生理状態の変化に伴って，リスク選好が動的に変化することは，実際の動物実験において繰り返し確認されている [4].

さて，近年のヒトのリスク選択研究では，動物行動学で用いられる実験パラダイムが転用された研究が見られ，特定の条件下でヒトが行う意思決定において，リスク感応型採餌理論が予測する動的なリスク選好が見られることが報告されている [5]. 例えば，Kolling らが行った実験では，複数回のリスク選択を含む実験ブロックについて，ある実験ブロックにおいて報酬を得るために必要な最低積算報酬額が設けられた [6]. その結果，ある時点において最低積算報酬額と実際の積算報酬額との差が小さい（大きい）場合，実験参加者の選択がよりリスク回避的（愛好的）になることがわかった．このようなリスク選好の変化はリスク感応型採餌理論の予測に一致するものであり，少なくともこのような状況におけるヒトのリスク選択は，効用最大化ではなく適応度最大化の原理に依っていることを示唆している．

しかし，これまでのところヒトのリスク選択が適応度最大化の原理から説明できたとする報告は，上述のような特殊な状況（具体的には，各試行における選択の最適性が過去の選択の結果あるいはこれから期待される意思決定の機会に依存する状況）に限られている．

もしヒトの意思決定の根本原理が適応度最大化であるならば，従来のヒト研究で用いられてきた通常のリスク選択課題（具体的には，各試行における選択の最適性が試行ごとに定義できる状況）においてもリスク感応型採餌理論が予測するリスク選好の変化が見られるはずだ．

そこで本研究では，平均的に報酬を得やすい「豊かな環境」と平均的に報酬を得づらい「貧しい環境」を用意し，実験参加者にそれぞれの環境で繰り返し互いに独立な結果を持つリスク選択を行ってもらった．経済学で仮定される効用最大化に基づく理論に依れば，それ

ぞれの実験参加者の選択は目の前の選択肢の特性にのみ依存し，実験参加者のリスク選好が異なる環境間で変化することはない. 一方, 動物行動学で仮定される適応度最大化に基づくリスク感応型採食理論に依れば，ある環境における実験参加者のリスク選好は，その環境において平均的に得られる報酬量や過去に蓄積された報酬量によって調節される. 具体的には, 同じ選択肢でも平均的に得られる報酬が多い豊かな環境では，貧しい環境と比べ，実験参加者がよりリスク回避的になることが予測される. また, ある時点までに蓄積される平均報酬量は，貧しい環境よりも豊かな環境で多くなるため, 貧しい環境を経験した後と比べ, 豊かな環境を経験した後は，よりリスク回避的になることが予測される.

2. 方法

クラウドソーシングサイト Lancers を通じて集めた300 名の実験参加者に対してオンライン実験を行った. この内, 最後まで実験を行わなかった・全ての選択で同じボタンを押した実験参加者など 56 名を除く，246 名（男性 153 名，女性 93 名，回答しない 3 名; 年齢 41.0±10.7 歳）についてデータ解析を行なった.

実験では実験参加者が繰り返しリスク選択を行なった. リスク選択の各試行では,「報酬確率 (20%〜80%)」と「報酬量（10 ポイント〜70 ポイント)」が明示されたギャンブルが提示され，実験参加者はそのギャンブルを受けるか否かの選択を行った．実験参加者がギャンブルを受けた場合，抽選に当たれば報酬量に等しいポイントが得られるが，外れた場合は何も得れない（0 ポイント)．一方，ギャンブルを受けない場合，実験参加者は一定量のポイント (10 ポイント) を確実に得る.

さらに, 全ての実験参加者は異なる環境の豊かさ (平均報酬確率）を持つ２つの実験ブロックで繰り返しリスク選択を行っている．ここでは平均的に報酬を得やすいブロックを「豊かな環境（平均報酬確率 60%)」, 平均的に報酬を得づらいブロックを「貧しい環境 (平均報酬確率 40%)」と呼ぶ．また，各実験参加者は，貧しい環境の後に豊かな環境を経験するグループ，あるいは豊かな環境の後に貧しい環境を経験するグループへランダムに振り分けられた.

3. 結果と考察

前述の通り, 効用最大化に基づく理論に依れば, 実験参加者のリスク選好は異なる環境間で変化しないことが予想される. これに対し, リスク感応型採食理論に依れば, ある環境における実験参加者のリスク選好は, 現在や過去に経験した環境の平均報酬量に依存して変化することが予想される.

実験の結果は，リスク感応型採餌理論の予測と一致するものであった. まず, 同じ選択肢に対する実験参加者の選択は，貧しい環境と比べ豊かな環境で一貫してリスク回避的であることがわかった.

さらに, 最初に豊かな環境を経験したグループは, 最初に貧しい環境を経験したグループと比べ，その後の選択におけるリスク回避傾向が高くなることもわかった.

これらの結果は，環境の豊かさおよび異なる豊かさの環境を経験する順序の両方が，ヒトのリスク選好に影響を与えることを示している. これは, 適応度最大化の原理に基づく理論によって予測される結果であるのに対して，効用最大化の原理に基づく理論からは説明することができない．このことから，今回の研究結果は，ヒトの経済的意思決定の根本原理が適応度最大化であることを示唆している.

文献

[1] Glimcher, P. W., & Fehr, E., (2013) "Neuroeconomics: Decision making and the brain", Academic Press.
[2] Schildberg-Hörisch, H. (2018) "Are risk preferences stable?", Journal of Economic Perspectives, 32(2), 135–154.
[3] Stephens, D. W. (1981) "The logic of risk-sensitive foraging preferences", Animal Behaviour, 29(2), 628-629
[4] Stephens, D. W., & Krebs, J. R. (1987) "Foraging Theory", Princeton University Press.
[5] Mobbs, D., Trimmer, P. C., Blumstein, D. T., & Dayan, P. (2018) "Foraging for foundations in decision neuroscience: Insights from ethology", Nature Reviews Neuroscience, 19(7), 419–427.
[6] Kolling, N., Wittmann, M., & Rushworth, M. F. (2014) "Multiple neural mechanisms of decision making and their competition under changing risk pressure", Neuron, 81(5), 1190-1202.

ひねくれた心の多様体理論
Manifold Theory of Twisting Mind

犬童 健良[†]
Kenryo Indo

[†]関東学園大学
Kanto Gakuen University
kindo@kanto-gakuen.ac.jp

概要

This paper proposes a manifold model of the mind and interprets cognitive processes as transformations between local coordinate systems that depend on the amount of field. Cognitive space is assumed to be affected by cognitive blocking. Cognitive blocking has duality of closedness and creativity and recursion of inhibiting self-detection. The twisted mind is an image in the embedding of the bending of the cognitive space by the force of cognitive blocking. Minsky's frame system, Nash's C^1-embedding theorem, and Shapley's labelling system for bimatrix games were considered as methods to model the twisted mind.

キーワード : 多様体，測地線，埋め込み，ひねくれ，認知的阻止

1. はじめに

本論文でこれから述べようとしていることは，読者には理解できないかもしれない．なぜならばそれは本論文が考察する心の基本性質だからである．またそれは認知的に阻止される（cognitively blocked）．一般相対性理論[2]が重力を空間の曲がりとしてモデル化するのと似て，本論文ではひねくれた思考を認知と感情の相互作用によって認知空間の曲がりそのものとして表現する．曲面に局所的に貼り付けられて暮らすエージェントたちが直接に知るのはその第一基本量であり，空間自体を曲げる外力である認知的阻止には気づかない[8]．認知的な阻止のはたらきは双対的かつ再帰的である．認知的阻止は心のひねくれた状態を作り出す一方，論理的思考や創造的思考の源泉でもある．認知的阻止はそれ自体を認知的に阻止する．

学術広辞苑第三版によると，ひねくれる（捻くれる）とは「性質がすなおでなくなる．ねじける」ことである．またねじける（拗ける）とは「まがりくねる．すなおでない．ふつうとちがってまともでない．ひねくれること」である．本人は率直に表現していても，何が真っすぐであるかという基準が異なる他者から見ればわかりにくいかもしれない．

例えば文芸作品や日常会話にみられるように，人々は一方では言葉の意味の曖昧さを許容しつつ，他方で，学術研究や技術文書では，できるだけそれを回避しようとする．しかし曖昧さを許容するか，厳密を追求するかの実際は言葉が使用される場に依存する．またその場への依存の仕方には一定の社会的な基準があると考えられる．例えば「満足する」ということの意味を考えてみよう．満足とは，もうそれ以上追加的な活動をしなくてよいということなのか，あるいはもっと活動したいということなのか．実際，H.A.サイモンの満足化原理における満足は前者の解釈を受けるが，授業評価アンケートの満足度調査の満足は後者の意味で用いられる．またいずれの場合も他の解釈との混同は無意味である．

したがって，その場に応じて異なる態度をとるからといって，それだけでひねくれているとは言われない．これは言葉の使い分けが適切になされるのがむしろ普通のこととして期待されていることを意味する．一方，もしこれを自己矛盾と考えて，曖昧さを排除するため，日常会話においてもつねに四角四面の表現を使ったり，あるいは逆につねに自由な創造性を求めるつもりで曖昧な表現を使ったりする人がいれば，ひねくれていると思われかねない．

ひねくれは，ある人の考えや表現が別の人から見て不自然でわかりにくいと思える現象である．数学的な表現を借りると，その人は最適な（あるいは合理的な）選択をしておらず，またそれは意図的にそうしているかのように思える．つまり意図が伝わらないことを意図して表現していることになり，理解できない．ひねくれた思考は曲面上をぐねぐねと進み，解釈者の座標系から見て，まっすぐに進んでいるように見えないが，しかしその人の思考を表す曲面上ではまったく合理的に動いているということがありうる．これが思考や心の過程の基本的性質として本論文の提起する仮説である．より厳密に言えば，ひねくれは，他者という多様体を自分たちの認知空間内に距離，つまり計量テンソルを保つように埋め

込むこと, すなわち等長埋め込みが不可能であるか, あるいは少なくともまっすぐではなく，ジグザグになってしまうことに対応する．等長に滑らかに埋め込むには十分に大きな次元を要する．滑らかでなくてよいのなら, 最低 1 次元だけ大きくすればよいが, 滑らかではないので局所座標系がパラメータ変化で移動するとき奇妙な現象を引き起こしうる（ナッシュの C^1級埋め込み定理[7]）.

本論文では認知過程を局所座標系の間の変換としてとらえる．人間は言葉を使って思考や心の状態を表現することができる．言い換えれば，認知空間は記号的表現の場に依存した局所座標系，それに対応するエージェントの集まりとみなせる．実際，[8]は何微分多様体をそのように解釈している．また後述するようにフレームシステム[6]は多様体としての意味を持つ．しかし局所座標間の変換は，必ずしも滑らかであるとは限らない．測地線は外力をいっさい受けずに空間の曲がりに沿って無駄なく移動するときの軌道である．測地線は認知空間において素直な心の動き，あるいはまっすぐな思考をモデル化するものと解釈される．一方，ひねくれた考えは，たんなる誤答や非意図的に生じる心理バイアスではなく，意図的にそれを選んでいる．すなわち，ある人の思考（座標系 A）が別の人（座標系 B）から見て，曲がった，しかも滑らかでない軌道を描く．ここには本人は率直に考えているつもりだが，別の座標系から見て曲がった軌道を描くという先述の場合も含まれる.

多様体は場の量に依存し，相互に変換するオペレーションを伴う（局所）座標系の集まりであり，曲がった空間を表現する．またより高次元の空間への埋め込みにおける奇妙な性質が知られる．それは本論文で考察するひねくれた心のモデルに適している. そこで本論文は多様体を応用した心のモデルとしての心的多様体を提案する．以降の節では，まず第 2 節ではひねくれた心と認知的阻止の現象について，いくつかの例題を示す．具体的には動機付けされた記憶，ゲームと意思決定のパズル的例題，および生成 AI をとりあげる．第 3 節でひねくれた心を多様体として解釈し，局所座標系の変換，共変と反変，およびミンスキーのフレーム概念との関連に言及する．第 4 節ではラベル図を用いた簡易なシミュレーション例を示す．第 5 節でまとめとする.

2. ひねくれと認知的阻止の例

自己欺瞞やアクラシアは動機付けられた（偽の）記憶であり，ひねくれた心の例である[1][9]．自己欺瞞の意思決定者は，正しい情報を信じるのではなく，意図的に，誤った情報を信じることで満足を得ている．同様に，アクラシアは，正しい情報を信じるのではなく，誤った情報を信じることで意思決定者が満足を得るが，意図的にではなく，非意図的に誤った情報を信じている. 偽の記憶の変種として, 妄想は送信されていないメッセージを受信したと信じ込むことであり，記憶喪失（アムネシア）はその逆である．前者では（正しい）未受信の記憶が阻止され，後者では対象の記憶自体が阻止される. 認知的阻止として見るならば, 偽の記憶は真の情報の認知を阻止しているということに注意するべきである. つまり真の記憶と偽の記憶は, 互いにライバルを阻止するという対称性を持つ．認知的阻止としての両面性の性質はこの後すぐ説明する意思決定のパラドックスにも現れる.

ひねくれた心を分析した別の例は，意思決定論やゲーム論におけるプレイヤーの合理性についての批判的考察に現れる．行為によって期待される満足と情報が相互依存することに原因がある．合理的な選択の状況では, 標準的に, 行為の結果から期待される満足度の大きさが行為の選択を左右すると仮定され，可能な結果についての満足度（効用）と情報（確率）とは独立に扱われる. 以下はギルボアとシュメイドラー [4]の例題を参考に筆者がアレンジを加えた.

例 1. キャッチ２１．Y 君は兵役に召集された際，自分自身の精神疾患を証明する診断書を提出した．精神疾患の証明が軍医によって認められれば Y 君は高い効用を得るが, 兵役逃れ（つまり戦争という狂気からの離脱）は正気を証明すると判断されれば低い効用となる.

例２．甘美な報復（sweet revenge）．X君はZ君に私的な恨みを持っている．しかし実際に報復すれば自身の社会的評価を下げかねない. そこで, Z君が報復を予期したときに，X君の満足はより高くなるだろう.

両例ではいずれも意思決定者の計画の成否が自分自身の選択だけでなく，相手の期待する自分自身の選択に依存している．つまり実際に行われる行為とその結果ではなく, 行為についての情報や信念, より正確には相互信念が，心の状態としての期待される満足と行動選択を左右する．次の例題も意思決定論でよく知られている.

例３．抜き打ち試験（surprise test）．W先生は中学校の数学のクラスを担当していて，来週の月曜から金曜のいずれかで抜き打ち試験を行うと生徒たちに告知した．もし試験なしで木曜の授業を終えると翌日の実施が予期されてしまうので，金曜は除外される．もし水曜までなかったとすると木曜も除外される．同様に水曜，火曜も除外され，月曜の実施が推論される．

生徒は消去法を用いて月曜の試験実施を予期できる．それは合理的選択の基本原理（バックワードインダクション）とも一致する．しかしW先生はこの予測を裏切って月曜日の試験を見送ることで，抜き打ち試験を実施するだろう．ちなみにニューカム問題や有限反復囚人ジレンマもやはり期待に依存した効用の下でのバックワードインダクションが認知的に信頼できなくなる．これらの意思決定のパズルは合理性の基準自体の曖昧性を伴っており，一つの基準を採用することによって，他の基準とその下で導かれる解は認知的に阻止される．

ちなみに，信頼は認知的阻止の双対概念である．すなわち，ある種の寛容性（tolerance）を導入することで認知的阻止が緩和される．しかしそれによって潜在的な自己言及パラドックスが生じる．また認知的な阻止には記憶の誤りや情報選択のバイアスという側面だけでなく，論理や創造性の要素でもあるという両面がある．周知のように，シェーファー棒“｜”で表される阻止関係（NAND 演算）のみで命題論理は再現される．三段論法に対応するのは，((C | D) | A)かつ A ならば C であるという推論規則である．これはニコド(Nicod)のルールと呼ばれる．結論Cはそれを阻止していた力を，Aという情報が阻害することによって導かれる．創造的な思考のためには，既定の認知的なフレーミングの下での解空間探索の認知的阻止を解除する必要がある．９ドットパズルにおいては，点の配置で囲まれた領域の外から問題を眺めることが必要であり，また T パズルでは最も使いにくい（できれば使いたくない）と思われるピースに注目することで正解は自然に導かれる．悪魔の弁護人（devil’s advocate）は意図的に多数派や常識に反する意見を主張し，所謂へそ曲がりと呼ばれるような特徴を有する人物のことであるが，制度として16 世紀初頭のローマ・カソリック教会において導入され，現代ではグループシンクから逃れる原則として組織問題解決の研究によって重視されている[3].

ちなみに最近の生成 AI は，大規模言語データと機械学習で予め訓練されており，広範な知識を駆使して対話的に知的作業を支援できる．とりわけ情報の整理・整形やソフトウェアとその部品の素案作成に便利である．生成 AI は流暢に各国の言語を操り自然な受け答えをするが，従来の AI のような特定領域での有効性という限界を突破し，準汎用的な使い方が可能である．興味深いことに，ひねくれた心を持っているようにふるまう．例えば，以下のような現象がしばしば経験される．

A．誤った情報の混入．いわゆる嘘を付く．あるいは誤情報に対するユーザーの感度を調査している．例．（ユーザー）「javascript で単位行列を作るには？」（ChatGPT）「math.eye を使うことができます．」勿論 math.js を用いた単位行列は math.identity である．

B．妄想あるいは自己欺瞞．明らかに誤った回答をし，なおかつ指摘されると抵抗を示す．例．最近は改善されたが，「申し訳あります」は日本語の正しい表現として日常使われているのだと頑迷に主張する．

C．記憶喪失．あるいは三段論法の不能．文脈的な手がかりを与えながら質問すると，その情報にアクセスできないと主張する．直接情報に言及すると認めることもある．たとえばロジャー・シャンク（Roger Schank）がルイ・イェルムスレウ（Louis Hjelmslev）の孫弟子であることを認めなかった．一方，シャンクがヤコブ・ルイ・メイ（Jacob Louis Mey）の弟子であり，かつメイがイエルムスレウの弟子であることが示されている Wikipedia の記事を示唆するとその事実について認めた．また「a は b の後ろにいて，c は b の後ろにいる．誰が先頭か」のような単純な順序関係も正答できなかった（後に改善された）．

D．甘美な報復．質問をやりすごして，回答に非協力的なそぶりをみせる．誤りや嘘を叱責されると，回答者の態度を批判したり，回答を終了したりする．あるいは A〜C の現象の頻度が，少なくとも主観的には，増すような気がする．

ただし以上は Open AI 社の ChatGPT 無償トライアル版を利用した筆者の個人的な所見である．また Microsoft 社の新しい Bing チャットはウェブ上の検索と連動するが同じ傾向がある．

3. 心の多様体

操作的に考えるならば，ひねくれた心は，その言動や態度を，適切に構造化したデータ（つまり局所座標系）として表現することができたとして，その変数のうち主要なものと考えられる一つ，あるいはいくつかが同時に反転している．オブジェクト指向プログラミング

に例えると，あるクラスにメッセージ送信したとき，意図した属性やメソッドでないものが返ってくる．同様に，認知表象としてのフレームは，そのスロットはその値やスロット自体を取り換えることで，自動車のオプション部品のように，多様な情報を生み出す潜在力を持っている．すなわち局所座標系としてのフレームは，場の量の変化に対応して滑らかに別の局所座標系におけるフレームに変換される．シーンの変化に対する迅速かつ滑らかなフレーム間の変換は，ミンスキーのフレームシステムの要点である．ちなみに Mathematics Genealogy Project のウェブページによれば，ナッシュ，シャプレー，ミンスキーの 3 名はいずれもタッカーの指導下で 1950 年，1953 年，1954 年にそれぞれプリンストン大から博士号を授与されている．

しかしフレームないしクラスそれ自体の概念を壊すような変更はできないはずである．比喩として，スマホを持って移動すると，位置，中継基地局，電波状態などは変化するが，同じようにサービスを受けることができるものと消費者は期待する．ひねくれた心は，こうした不変性（invariance）の期待を破る．同一のフレーム固有のパラメータの一部については変更不可能であるか，あるいはいくつかのパラメータのうち，一つが増えると別のパラメータが同時に増える，つまり共変（covariant）するか，逆に増分を相殺するように減ったりする，つまり反変（contravariant）することで，全体としてバランスを保つ．ナッシュのアルゴリズム[7]では，計量テンソルの誤差が突出する次元を抑える反復処理が行われる．これは認知的阻止に相当している．

4. シミュレーション

本節では心の多様体を表現するためのグラフィカルな方法を用いる．図 1 に示す四面体のペアは，対話者（2 エージェント）の局所座標系に対応し，斜面に相当する三角形（2 次元単体）が 3 頂点に対応するシグナル（戦略），内部の点がその混合確率を意味する．これらの 2 次元単体は対話者が互いの心のモデルであり，4 次元のユークリッド多様体内に埋め込まれている．各点には色を含む両者のラベルが付属する．各人のラベルは相手の使うシグナルと自分の戦略で使わないシグナルの記号の結合である．両者のラベルが全戦略を含めば均衡である．エージェントの利得表は場の量としてはたらき，ラベルを定める．逆にラベルは色分けされた領域を作り，互いに単体を被覆する開集合の族をなす．その利得表はジャンケンのそれであり，均衡は三角形の中心である．

ラベルシステムはレムケ＝ホーソンのアルゴリズムを視覚化するためにシャプレーによって導入された[10]．なお図 1 はウェブページ[5]を用いて作図した．

システムでは向き付け（インデックス）を利用して，一つのラベルだけ欠落した経路（ホモトピー）を作り，その不動点は均衡に一致する．この経路を心の測地線の像と考えることができよう．また経由する辺を，メッセージ（単語），到達した均衡をセッション（文）の完了とすると対話（文）の生成モデルを得る．欠落したラベルは，つまりそのラベルが認知的に阻止される．

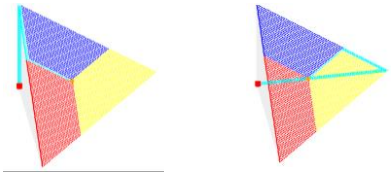


図 1　ラベルシステム

5. まとめ

本論文は心の多様体モデルを提案することを目的とした．ひねくれと関連して認知的阻止という性質に着目し，またナッシュの等長埋め込み定理やシャプレーのラベル図を活用して，心の認知モデルを解釈した．なお ChatGPT と相談の上でタイトルを変更した．

文献

[1] Chew, S. H., Huang, W., and Zhao, X., (2020) “Motivated false memory”. *Journal of Political Economy*, 128(10), pp.3913-3939.

[2] アインシュタイン, A., (2023) “一般相対性理論”, 児玉英雄訳, 岩波文庫.

[3] ブライトマン, H. J., (1992). “グループ戦略思考学：チームによる創造的問題解決法”, 吉良直人訳, プレジデント社.

[4] Gilboa, I., and Schmeidler, D. (1988) “Information dependent games: Can common sense be common knowledge?”, *Economics Letters*, 27(3), 1988, pp.215-22.

[5] 犬童健良, (2020.8.18) “ナッシュ均衡のラベリング”. https://kenryoindo.net/lec/2020/app/labelling3Oo.html

[6] Minsky,M., (1974) “Framework for Representing Knowledge”, MIT-AI Laboratory Memo 306. https://web.media.mit.edu/~minsky/papers/Frames/frames.html

[7] Nash, J. F., (1954) “C^1-isometric imbeddings”, *Annals of Mathematics* 60(3), 383–396.

[8] 大森英樹, (1989) “力学的な微分幾何”, 日本評論社.

[9] Rorty, A. O., (1987) “Self-deception, akrasia and irrationality”, Elster, J. ed., The Multiple Self. Cambridge University Press, pp.115-131.

[10] Shapley, R. S., (1974) “A note on the Lemke-Howson algorithm”, *Mathematical Programming Study*, 1, 175-189.

プロトタイプを社会に広く公開する効果－「最終的なデザインを持たないデザイン」を支える非開発者のデザイン行動の活用と「2 つの対話」[1]

Effects of widely releasing prototypes to society - Utilization of consumers' design behavior and "two type dialogues" to support "design without final design"

廣田章光
Akimitsu Hirota
近畿大学　経営学部　商学科

KINDAI University (Osaka Japan)
Faculty of Business Administration
akhirota@bus.kindai.ac.jp

概要

本研究は「やっかいな問題」(Rittel and Webber 1972, Buchanan 1992) における問題発見と解決についてプロトタイプの社会に広く公開することの効果を対話の枠組みで考察をする。そして、開発者のデザイン行動のみならず、社会実験における「非開発者」のデザイン行動の存在と影響を示す。さらに非開発者のデザイン行動を開発者が観察によって、新たなデザイン行動を生み出す場合があることを示す。この 2 つのデザイン行動について「対話」(石井 1993、2009、Lester and Piore2004) の役割とイノベーションとの関連について考察し、開発者が気づかない問題の発見に向けて 2 つ対話の存在を明らかにした。

キーワード : 対話、表現、リフレクティブ・カンバセーション、プロトタイプ、イノベーション

1. はじめに

近年、社会や企業は、不透明な社会や市場環境の変化に直面し、従来の思考法や意思決定の方法だけでは対応の限界に直面している (Owen 2007)。このような環境における問題は「やっかいな問題」(Wicked Problems) と言われている (Rittel and Webber 1972, Buchanan 1992)。社会には、適切な解決が既に存在する問題と、解決が存在しない問題の 2 つが存在する (Rowe,P. 1987)。「やっかいな問題」は、問題の定義が難しく、解決のための網羅的なリストが存在しない問題である。そして問題ごとの特性が異なる (Rittel and Webber 1972) ため問題の定義が難しい。そのような問題への対応としてデザイン行動に注目が集まっている (Owen 2007)。一方、近年、社会、企業において指摘されるイノベーション促進においては、試行錯誤が不可欠である。デザイン行動は試行錯誤そのものであり (Brown 2019) である。本研究は開発者のデザイン行動のみならず、社会実験における「非開発者」のデザイン行動の存在と影響を示す。さらに非開発者のデザイン行動を開発者が観察することによって、新たなデザイン行動を生み出す場合があることを示す。この 2 つのデザイン行動について「対話」(石井 1993、2009、Lester and Piore2004) の役割とイノベーション促進との関連について考察をする。

2. デザイン行動と「最終的なデザインを持たないデザイン」

「現状をよりよい状態に変化させる行動は全てデザイン行動である」(Simon 1969) に従えば、現在をより良くするための状況に変える新たな体験、製品、サービスを開発する活動はデザイン行動と理解することができる。

デザイン行動は、社会をより良くするため、思考ツー

[1]本研究は、科学研究費助成金「デザイン・ドリブン型開発促進のためのインサイトと対話プロセスの解明」(課題番号 19K01974)、および「情報の粘着性概念を中心としたリード・ユーザーの知識移転促進要因に関する理論的研究」(課題番号 19K01969) の成果の一部である。

ルや言語・非言語表現を用い、人工物や仕組み、制度を生み出す創造のプロセスである（Owen 1993、Beckman and Barry 2007）。そしてデザイン行動のプロセスは、状況の中にあるそして「やっかいな問題」の表現には多様な表現方法を採用することが必要である（Simon 1969）。表現が重視されるのは、「リフレクティブ・カンバセーション」（表現と認知の相互作用）：Schön 1983）を促進するためである。「最終的なデザインを持たないデザイン」（Simon 1969）とは、後世の人々の創造性を活かし、後世の人々に進化を委ね、後世の人々に負担を強いることがないことを意識することでもある。我々が目にすることができるのは、最終的に 1 つの問題と解決方法がセットとなり表現された「デザイン」だけである。しかし最終的なデザインに行き着くプロセスには、試行錯誤を伴うデザイン行動が存在する。開発者の試行錯誤のプロセスにおいては最終的なデザインを持たないことを意識し、あり得るデザインの可能性を探索する行動が必要である[2]。

3. 調査

本研究は、モビリティ（移動手段）の開発行動を分析対象とする。モビリティは、例えば、公道、歩道など社会の公共空間の移動手段として使用される。このようなモビリティモビリティはそれ単体で存在するものの、社会に存在する他のモビリティやモビリティ運用に関する法律などとの関連の中で役割を創造する特性を持っている。つまりモビリティ製品を単体で開発しても社会が単純に受け入れるものではない。例えば、近年、登場した電動キックボードのように製品そのものは魅力的でありながら、他のモビリティや法律などとの関連から使用が規制される。さらに新たなモビリティと既存モビリティが連動して移動体験が生み出される。

このような社会に存在しない製品・サービスは、社会における人々がどのように役割を見出し、使用方法を創造するか（最終的なデザイン）を事前に全てを予想することは難しい。このような特性を持つ製品やサービスは多様な人々、他の既存製品、サービスと連動し独自の役割を創造することを通じて、社会における「なくてはならない」役割を見出す必要がある。

4. 「時速５キロ」のモビリティサービス

合資会社ゲキダンイイノは関西電力に在籍する嶋田氏が、立ちあげたスタートアップ企業である。現在、関西電力グループの一社として活動し、「時速５キロのモビリティサービス」の事業を進めている。

１．社会に閉じた問題を解決

須磨海岸歩道の社会実験では、下半身不随の四年間、家族と散歩に行きたくても行けなかった女性が、モビリティをみて「これなら行けるかもしれない」と思い、実証実験の場に足を運んだ。そして家族は徒歩で女性はモビリティに乗って一緒に須磨海岸を散歩する体験が実現できた。車椅子とは異なる視点の高さ、自動運転による操作からの解放によって実現する「家族と一体となって歩行している」感覚は低速モビリティしかできないことである。に社会に閉ざされていた人々がモビリティによって社会で再び行動できることが実現した。これらは開発者が想定もしてなかった人々や使い方である。さらにこの観察から車椅子で移動する状況ではないが、徒歩で一定以上の距離を歩くことは難しい人々が存在することに気づく。

２．低速モビリティに「歩道」の役割を見出す

第 3 の羽田空港内移動実証実験では、特に「電動車いす」と「動く歩道」の 2 種類の既存モビリティとの関連の中で低速モビリティの役割を見出すことにつながる。羽田空港側から動く歩道を今後も拡張していくべきかの議論の中で低速モビリティの存在を知り声がかかる。羽田空港の実証に携わることによって、スタイリッシュなデザインで高度な技術による優れた操作性を備えていている先端の電動車椅子は、車椅子のカテゴリーに位置付けられ、使用者を限定してしまうことを知る。動く歩道は１レーン 1 億円の投資が必要である。そして「ぴょんと乗ってぴょんと降りる」行動はできない。動く歩道に乗っている間は動く歩道の終点までモビリティに拘束されてしまうのである。動く歩道は商圏を制約する弊害もある。動く歩道に併行した商業施設への顧客の回遊が制約されるのである。低速モビリティを同時に複数台運用することによってこの問題を解決で

[2]元 IDEO のデザイナーでありスタンフォード大学の機械工学科のデザイン系講義でも教鞭を執った、ダミアン・ニューマン（Damien Newman）は、デザイン行動を可視化した。彼はデザイン行動を Design Squiggle[2]（ぐねぐねした線）と表現した。デザイン行動は複雑に絡み合った現実を直視し、複雑な現実の中から得た情報を組み合わせて問題を発見する。

きる。つまり複数台のモビリティが同時に運用されることによって擬似的に動く歩道と同じ役割を実現できるのである。

5. 考察

1．他者や他の製品、サービスと連動して使用される製品、サービスのデザイン

社会に広く日常的に使用される製品、サービスはそれ単体の価値だけでなく、社会の既存、製品、サービスと連動した価値（その製品、サービスの社会における役割）を創造する必要がある。そのための手段としてテストマーケティングや社会実験といった方法が活用されている。一般的にそれらの手段は、製品、サービス単体の受容性や使用上の問題を発見するために使用される場合が多い。多くの製品、サービスは使い手の活動空間の中で使用される場合と、公共空間を含む社会空間の中で広く他者や他の製品、サービスと連動して使用される場合があると考えられる。音楽プレイヤーや飲料などの製品は使い手（個人）の活動空間の中で使用される。一方、鉄道、バス、電動キックボードなどの移動手段、通信手段などは公共空間を含社会空間の中で広く他者や他の製品、サービスと連動して使用される。本研究では、公共空間を含社会空間の中で広く他者や他の製品、サービスと連動して使用される製品、サービスのデザインにおいて、社会実験を通じての開発製品、サービスの役割発見に注目した。

2．「問題状況」から「問題への移し変え」と対話

顧客も気づいていないニーズを解決する製品を開発する場合には、開発者も解決すべき問題が定義されない状況である。製品開発では問題の解決に注目しがちである。しかし問題の設定も同時に重要である（Schon 1983、安西 1985）。問題を設定することは問題を技術的に解決するために必要条件である（Schon 1983）。現実社会においては、問題は所与として開発者の前に現れるわけではない（Schon 1983）。開発者は、現実社会を構成している不確実な「問題状況」から、「問題へ移し変えええる」ことが必要である。問題状況から問題へ移し変えるためには、そのためにそのままでは意味をなさない「問題状況」に一定の意味を与える行動が必要となる（Schon 1983）。一定の意味を与える行動とは、状況の中から自身が取り扱うことが可能な情報を見出すことできることである。そして取り扱うことが可能な情報には、注目すべき範囲と、どのような枠組み（フレーム）でその問題状況を捉えるかを表現することが必要となる（Schon 1983）。注目すべき範囲と枠組みを表現できることが、問題に一貫性を与え、何が問題であり、どのような方向に変えなければならないかを表現できる（Schon 1983）。

そのような中で問題を定義しながら解決を見出していく上では、「対話」というプロセスが重要であることが指摘されている（石井 1993、2009、Lester and Piore2004）。

デザインプロセスは、状況の中にある材料（情報）との対話である（Schon 1983）。そしてデザイナーは、状況の中にある情報を使って問題を表現し、問題が解決できる方法を表現する。デザイナーは最初の状況認識に従って状況を方向付け、それよって生まれる状況の変化を理解する。この状況の変化にはデザイナーが当初意図していた変化とは異なる場合もある。当初の意図とは異なった状況が発生した場合、デザイナーは生まれた状況の変化から新たな認識と理解を生み出し（Schon 1983）、新たな問題解決の方法を創造する。このようなデザイナーが意図した問題と問題に基づく行動とそこから生まれる状況に対して、現実に生まれた状況と対話、すなわち「省察的対話（行動の中の省察）」（Schon 1983）を行う。Schon（1983）は、この行動の中の省察を建築のデザインプロセスの事例から確認し、描くこと話すこと、すなわち非言語表現と言語表現は密接に関連することと、試行錯誤における多様な表現の有効性を示している。

3．非開発者とプロトタイプとの対話[3]

そのような特性を持つ新たに開発した製品、サービスの役割発見における社会実験の有効性を示すと共に、役割発見における「使い手のデザイン行動」の効果的活用が考えられる。

社会実験においてプロトタイプを広く公開することによって、多様な使い手（人々）が使用あるいは目に触れる機会を増やすことにつながる。それによって多様な使い手とプロトタイプとの対話の機会が

[3] 石井（1993）は対話の対象として人以外にモノなどとの対話の存在を指摘している。

生まれる。そしてプロトタイプとの対話によって開発者や開発チームが想定していなかった製品、サービスの使い方を生み出す場合がある。その使い方を開発者や開発チームが観察することによって、開発者と生み出された使い方との対話が生まれる。

４．社会実験と非開発者の対話と表現の存在

表現行動は、表現者自身と表現の間で対話が生まれる表現と認知の相互作用(Schon 1983)の側面と、他者や別の生物との対話を生み出し「情報」を生み出す行動（渡邊　2020）の側面を持っている。

一般的に社会実験においてプロトタイプを広く社会に実動して公開する効果は、開発者が付与した製品、サービスへの役割について、意図どおりの成果が生まれるかの検証が期待されている。

本研究で明らかになったことはプロトタイプによる社会実験の開発者の意図を検証する効果に加えて、社会で活動する非開発者の「デザイン行動」の存在とそれによって生み出されたプロトタイプの用途の存在である。そしてその用途は、時に開発者には創造できない用途が含まれることである。開発者が非開発者のデザイン行動を観察することによって、開発者は自身が創造できなかったプロトタイプの用途と対話できるのである。

6.　結論

１．開発者の問題発見行動における拡散行動を促進する「2 つの対話」

デザイン行動は、異なる２つの行動によってなりなっている。第１に、問題発見、第２に問題解決である（Buchanan 1992,Owen 1997,Norman 2013)。それぞれの行動では広く可能性のある候補を探索する「拡散」行動と、探索したから候補から特定の問題候補や解決候補を絞り込む「収束」行動が存在する。

社会実験はプロトタイプと非開発者である社会の人々が対話する。そして対話を通じて自身が抱える問題と、プロトタイプを解決手段として関連づけ用途を見出す。そしてその用途は非開発者によるプロトタイプとの対話を通じた「表現」である。その「表現」はプロトタイプの社会における役割を見出す場合がある。開発者が非開発者のそのような行動を観察することによって、開発者は非開発者が創造した「表現[4]」（プロトタイプの用途）対話することができる。その対話によって開発者はプロトタイプが解決することを想定していた問題とは異なる問題の発見につなげるのである。

本研究では、①非開発者と公開されたプロトタイプとの対話による（使用方法に関する）表現（表象）と、②非開発者が生み出した表現と開発者との対話によって、プロトタイプの新たな社会における役割を見出す「2 つの対話」が存在することを確認した。そして「2 つの対話」によってデザイン行動を構成する問題発見行動における拡散行動の促進される効果があると考えられる。

2．２つの対話がもたらす「バックフロー」効果

プロトタイプは開発者がある定義した問題に対する解決を実現するフィジカル表現である。プロトタイプと非開発者が対話し生み出したプロトタイプの開発者が意図しなかった用途は、開発者が定義した問題とは異なる。その用途が表現されることのよって開発者が対話することによって、開発者が新たな問題の発見につながる。つまり一般的なデザイン行動の問題発見から問題解決へのフローとは異なり、問題解決から問題発見につながるフローとなり、開発者の拡散行動を促進することにつながるのである。

主要参考文献

［1］石井淳蔵（2009),『ビジネスインサイト―創造の知とは何か』、岩波新書。

［2］小川進(2013），『ユーザーイノベーション』東洋経済新報社。

［3］諏訪正樹(2018),『身体が生み出すクリエイティブ』、ちくま書房

［4］廣田章光（2022）「「原体験」が人間中心のデザイン行動にもたらす影響 ―試行錯誤における「原体験」との対話」、日本認知科学会第 39 回大会発表論文集、pp.565-571。

［5］Simon, Herbert A.(1969), *The Sciences of the Artificial, Third Edition*, The MIT Press（稲葉元吉・吉原英樹訳、『システムの科学　第 3 版』、パーソナルメディア)。

[4]「ほんのささいな特徴に着目し、それを自分の知っている別の知識に関連づけることが、思考の枠組みを外す源かもしれない」（諏訪 2017 p.46）

マンガ内の装飾文字「描き文字」を介した情報伝達に影響する要因の特定に向けて
Toward Identifying factors which Affect Communication with 'Kakimoji', Decorated Words in Comics.

宮本　真希[†]，日髙　昇平[†]
Maki Miyamoto, Shohei Hidaka

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

概要

近年，マンガはその高い情報伝達性から，情報伝達の手段としても利用されている．マンガは，言語情報と視覚情報の両方を併存させる独特の表現形式によって製作される．マンガの構成要素の中でも，装飾文字「描き文字」は，その特徴を顕著に有している．本研究では，描き文字が付加された場面の情報伝達性にかかわる要因を実験的に検討することで，マンガの高情報伝達性を実現する要因を明らかにすることを目指す．

キーワード：マンガ，描き文字，オノマトペ，文字装飾，情報伝達

1. マンガメディアについて

マンガは娯楽の読み物と楽しまれるだけでなく，近年では教育や広報といった人に情報を伝えることが必要な場面においても広く活用されている．これは，マンガが多くの人にとって読みやすく，特に言語情報と視覚情報の両方を伝えたい状況において，情報伝達性に優れたメディアであるためと推測される．マンガは，テキストと図の両方を巧みに組み合わせることによって作られる複合的なメディアである．マンガが情報伝達性に優れたメディアである要因のひとつは，このように言語情報と視覚情報を併せ持つという特殊な表現方法にあると考えられる．

マンガは，対象物が物理的に動かない静的なメディアの一種である．マンガと同じ静的なメディアには，小説や絵画などがあるが，それらを情報伝達の効率という観点から見ると，次のような短所が存在する．言語情報(文字)のみで構成される小説は，読者が場面の状況を把握するために，多くの文字を読む必要があり，内容が伝わるまでに時間がかかってしまう．また，視覚情報(絵)のみで構成される絵画は，鑑賞者がどこに注目して，どのように解釈するかが，鑑賞者自身に委ねられているため，特定の情報を効率よく伝えづらい．それらの短所に対して，マンガには，多くが絵で示されるために，読者は多くの文字を読むことなく，短時間で情報が得られる，セリフのつながりやコマの配置などで読者の視線誘導が容易にできるといった長所がある．マンガと同じく言語情報(音声)と視覚情報(画像)の両方で構成される動的なメディアの例として映画がある．映画には，マンガと同様に効率よく情報が伝えられ，特に連続的な動きを途切れることなく伝えられるという長所がある．しかし，映画の製作には莫大なコスト(費用，時間)がかかるという短所もあり，低コストで制作できるマンガと比較すると，容易に利用できるメディアとはいえない．

2. 研究目的

低コストで制作可能なマンガメディアが，他の類似メディアと比べて高い情報伝達性を持つ要因は明らかではない．本研究では言語情報と視覚情報を併存させるというマンガ独自の特徴が，高い情報伝達性に影響していると予想し，マンガを構成する要素の一つである「描き文字(音喩(夏目, 1999))」に着目する．描き文字とは，マンガに臨場感を与えることを目的に，マンガ内に手描きで描かれる装飾文字のことを指す．描き文字は，場面の情景や音を表すテキスト(言語情報)と，その文字装飾(視覚情報)で構成されることから，マンガを構成する要素の中でも，顕著に言語情報と視覚情報を有している要素の一つであるといえる．そこで，本研究では描き文字の情報伝達性の高さにかかわる要因を実験的に明らかにすることを目的とする．これにより，マンガの高情報伝達性の要因の一部が明らかになると予想される．

3. 方法

本研究における情報伝達とは，特にマンガ作者が特定の内容を，描き文字が付与されたマンガのいち場面を介してマンガ読者に伝えることとし，作者が伝えた

かった内容とそのマンガ場面を介して読者が受け取った内容が一致した場合を情報伝達の成功として定義する．本研究では，描き文字とそれが指す内容との間には対応付けのルールが存在し，マンガ作者とマンガ読者はそれらを互いに共有しているために情報伝達が成功していると予想し，描き文字入りの場面による情報伝達の成功のしやすさは，描き文字に含まれるテキストを構成する言語音と，描き文字の装飾特性および文字の配置や配列により影響されると仮説を立てた．この仮説は，言語音が特定の印象を喚起する，またはそのような対応関係が体系的に存在するという音象徴仮説(浜野, 2014; Imai et al., 2015)と，フォントの特性が特定の印象を喚起するといった仮説(石原・熊坂, 2002)，画面内の文字の配置が視聴者に与える印象に影響するという仮説(福永他, 2014)に基づくものである．

本研究では，特定の内容を伝えるために描き文字入りの場面を作成する作者群と，作者群が作成した場面を見て作者群が伝えたかった内容を推測する読者群を作り，作者群が伝えたかった内容がどの程度読者群に伝わるのかを実験し，描き文字のどのような要素がその伝わりやすさに影響するのかを分析する．実験では，まず伝達する内容として実験者が描き文字が含まれない基準絵に対して，特定の状態を表すような条件(対になる形容詞を用いて多次元に表現)を作者群に呈示する．作者群は与えられた条件を元に描き文字入りの場面を作成する．描き文字は複数の特徴を組み合わせて，与えられた条件を表すのに最も適していると思われるものを作者群に作成させる．描き文字の特徴は，既存のマンガに使用されている描き文字を調査することで代表的な特徴を抽出し，作者群がそれらを自由に組み合わせることができる環境を作成する．次に描き文字を含まない基準絵と作成された描き文字入りの場面を読者群に呈示し，読者群にそれぞれの場面から受ける印象を対になる形容詞のスケールを用いて多次元で評価させる．読者群が評価した基準絵と描き文字入りの場面の評価の差が出れば，作者群によって描き文字が付与されたことで場面印象が変化したと推測できる．また，ここで，実験者が作者群に呈示した条件と同じもしくは類似した評価を読者群ができていれば，内容は伝達することができたとする．図 1 に実験の流れを示す．

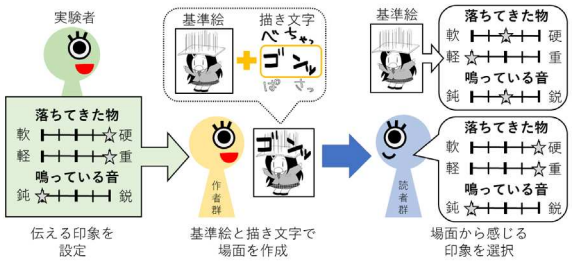


図 1: 想定される実験の流れ

本大会での発表内容は，実験者が作成した描き文字入りの場面を読者群に呈示し，読者群にその内容を推測させるという予備実験の結果を報告する．予備実験は，実験計画の検討を主な目的として探索的に行う．予備実験で，実験者が読者群に呈示する場面は，既存マンガを元に作成する．また，作成する描き文字の視覚特徴は，先行研究(宮本, 1990)で取り上げられた描き文字の特徴および既存マンガから抽出される代表的な描き文字の特徴(例えば，文字の大きさ，文字の色，文字の輪郭など)を考慮する．描き文字の言語特徴として，場面の印象の違いがより明確に現れることが予想されるコロコロ/ゴロゴロといった対照的な内容を表せるテキストのみを予備実験では使用する予定である．

謝辞

本研究は科研費基盤研究 B(一般)JP23H0369, JST さきがけ JPMJPR20C9 の助成を受けて行われた．

文献

[1] Imai, M., Miyazaki, M., Yeung, H. H., Hidaka, S., Kantartzis, K., Okada, H., & Kita, S. (2015). Sound symbolism facilitates word learning in 14-month-olds, PLoS One 10(2), e0116494
[2] 石原次郎, & 熊坂亮 (2002) フォントの違いによるイメージの伝達効果, 独語独文学研究年報 29, 25-40
[3] 夏目房之介 (1999) マンガの力: 成熟する戦後マンガ, 晶文社
[4] 浜野祥子 (2014). 日本語のオノマトペ-音象徴と構造-, くろしお出版
[5] 福永聖子, 片山徹也 & 庄山茂子 (2014) 異なるフォントと配置のテロップを用いた和食の料理工程画面の印象評価, 人間と生活環境 21(1), 25-34
[6] 宮本友弘 (1990) マンガ読解における 「描き文字」 の効果, 読書科学 34(2), 68-75

ユーザのストーリーを引き出す対話的モデルベース回想法の開発と検討

Develop and examine an interactive model-based reminiscence that elicits user stories.

酒井 翔伎 †，森田 純哉 †
Shoki Sakai, Junya Morita
† 静岡大学
Shizuoka University
sakai.shoki.18@shizuoka.ac.jp

概要

本研究では，ACT-R モデルによる回想法の支援を行うモデルベース回想法に音声インタフェースを搭載したシステムの開発とその効果の検討のための予備的な実験を行った．その結果，音声インタフェースの，スライドバー型インタフェースに対する優位性や発話を引き出す可能性が示唆された．

キーワード：回想法, 認知モデル, ストーリーテリング

1. はじめに

幸福な思い出を回想することは Well-being につながる一つの方法である．思い出を想起し，精神状態の向上を図るメンタルヘルスケアの一つとして回想法がある．回想法は Butler によって提案された，自身に関する写真などから過去の経験や思い出を語り合う心理療法である [1]．回想法は高齢者や認知症患者の認知機能改善などの効果や [2, 3]，心理的資源や well-being の向上の効果が報告されている [4, 5]．

回想法の効果は，自伝的記憶の言語化によって得られると考えられる．自伝的記憶は，人生という包括的な物語を構成する要素である [6]．つまり，自伝的記憶の言語化は，自身の歩んだ物語に対する語り（ストーリーテリング）と捉えられる．Atwod らによれば，ストーリーテリングによって，自伝的記憶は再構成され，より整理された人生の物語が構成されていく [7]．このようなストーリーテリングの能力は幼少期以降生涯を通じて発達することも指摘される．幼年期や児童期に，養育者の助けを得ることで自伝的記憶を語る能力が得られる [8]．その後，この能力は，青年期に発達し [9]，成人期から晩年に至るまで高度化していく．

これらのことから回想法の効果を高める手段を考える際に，ストーリーテリングに着目することは有効と考えられる．そして，ストーリーテリングを促すためには，一般化された支援ではなく個人に最適化された支援が必要であり，個人ごとの記憶のモデルが必要と考える．記憶の回想のような認知プロセスをモデル化するアプローチの一つとして認知アーキテクチャがある．認知アーキテクチャは認知モデルを構築するフレームワークであり， 認知モデルは認知プロセスを表現する計算機モデルである．本研究では，ユーザの記憶の回想をシミュレートする認知モデルを組み入れた，ストーリーテリングを促す回想の支援システムを検討する．

2. 関連研究

認知アーキテクチャは，一般的な認知プロセスをモデル化するプラットフォームであり，共通の基盤上で，多様なタスクや個人に対応した多様な認知機能のシミュレートが可能である．様々な認知アーキテクチャの中で，John R. Anderson を中心として開発された認知アーキテクチャ，Adaptive Control of Thought–Rational (ACT-R) は多くの研究で用いられている [10]．ACT-R は心理学実験の積み重ねにより構成されている．基本的な部分はプロダクションシステムとして実装される．プロダクションシステムが，視覚や運動，宣言的記憶やゴール管理など脳の個別の機能と対応付けられたモジュールを統合することで，人間の認知の多様な側面を捉えることを可能にする．

森田らは，ACT-R の記憶の仕組みを活用した回想法支援のための写真スライドショーシステムを開発した [11]．また，過去の経験をタイムトラベルをするかのように鮮明に思い浮かべることを意味するメンタルタイムトラベル [12] のモデル化を行い，構築したモデルによるモデルベース回想法を提案した [13]．

モデルベース回想法では ACT-R によって構築されたモデルがユーザから提供された写真セットから写真を提示する．写真セットは写真の場所，時間，人物の顔，場面という 4 つの属性からなる意味ネットワーク

を持つ．この意味ネットワークからユーザに合わせた写真提示を行うために活性値と報酬値という 2 つのパラメータを調整する．活性値は，記憶の利用頻度や減衰の効果を受ける．報酬値は写真を検索する際に写真に付与された 4 つの属性のうちどの属性を使って検索するかを決定するための値であるユーティリティ値を更新するために用いられる．ユーティリティ値は:

$$U_i(n) = U_i(n-1) + \alpha[R_i(n) - U_i(n-1)] \quad (1)$$

で計算される．ここで，α は学習率，R は報酬値を示す．

板橋は，森田らのシステムを改良し，感情モデルに基づくユーザの状態の対話的なモニタリング手法を開発した [14]．板橋のシステムではモデルへのフィードバックとしてユーザインタフェースに対するユーザの自律的な操作を設定した．ユーザは，画面上のインタフェースによって現在提示されている写真に対する評価を 0 から 10 の間の 6 段階で行う．この評定はモデルの報酬値に対応付けられる．しかし，インタフェースへの操作をユーザに要求することは，ユーザの注意を分散させ，回想法における重要な構成要素であるストーリーテリングを阻む可能性がある．この問題の解決のため，酒井と森田 [15] はモデルへの報酬値を，ユーザが自然に発声する音声から生成する音声インタフェースを提案した．音声に含まれる韻律情報はユーザの即時的な感情を反映しているとみなせ，感情状態に応じてモデルのパラメータを変動させることで自然なストーリーテリングを促すことが可能になると考える．本研究では先行研究において提案された音声インタフェースを実装し，その効果の検討に向けた予備的な実験を示す．

3. 手法

本章では，本研究の方法として，システムと実験について説明する．

3.1 システム

本研究で構築したシステムの概要図を図 1 に示す．提案システムでは，ユーザの回想中の音声をブラウザで録音しサーバに送信する．サーバでは音声を wav 形式にエンコードし，openSMILE を用いて特徴量を抽出する．openSMILE は音声信号から特徴量の自動抽出が可能なオープンソースのツールキットで，感情認識の分野で活用されている [16]．抽出した特徴量と SVM を用いてユーザの気分状態の変化を推定する．SVM モデルは [15] で構築したものを利用した．SVM の結果から ACT-R の報酬値（式 1 における R）を更新し，次に表示する写真の検索を行う．検索された写真はユーザの閲覧するブラウザに表示される．

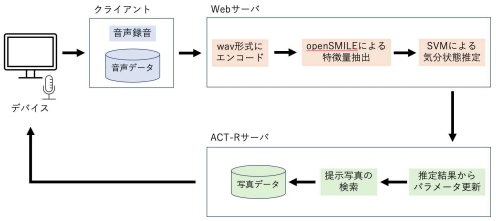


図 1　システム概要図

3.2 実験

3.2.1 実験計画

本研究は，システムの効果の統計的な検証を目的とせず，2 名の参加者を対象とした事例的な検討を行った．リサーチクエスチョンは以下の 2 点である．

RQ(1) 音声インタフェースとスライドバー型インタフェースでは回想法の効果（精神状態の向上）が異なるか

RQ(2) 音声インタフェースは手作業によるインタフェース操作によって生じる注意の阻害を防ぎ，ストーリーテリングを促すか

上記の評価のため，2（UI: 音声 vs. スライドバー）× 2 (報酬値: 固定 vs. 変動) の参加者内計画を設定した．音声インタフェースは 3.1 で述べたようにモデルに対する報酬値をユーザによる語りから推定する．スライドバー型インタフェースでは図 2 の赤枠に示すユーザインタフェースによりフィードバックを行う．パラメータ変動条件はユーザの状態をモデルが推定し，報酬値を算出する．報酬値は，0 から 10 の間の 6 段階で算出される．報酬値は式 1 に示したユーティリティ値の更新に使用され，ユーザの現在の状態に合わせた写真提示を行う．この条件では，ユーザの好みの写真と近い写真は検索されやすく，反対に好みでない写真は検索されにくい．ユーザとシステムがインタラクションを繰り返していくと，モデルの提示する写真は類似した属性を持つ写真が検索されるようになり提示写真の間に文脈が発生する．このような文脈を考慮した写真提示は，ランダムな写真の提示と比較して同じ話題を連続して提示できるためユーザの回想にも連続性が生じストーリーテリングを引き出すことにつながると考えられる．

3.2.2 実験参加者

静岡大学の学生 2 名を対象に実験を行った．実験に参加する条件として「最新の撮影時期が直近 2 週間以内かつ最も古い撮影時期が 2 年以上前の写真を計 200 枚以上提供できること」を設定した．

図 2　スライドショー画面

表 1　POMS TMD 得点（ベースラインからの差分）

	変動	固定
スライドバー	-16/-9	-26/-7
音声	-22/-7	-24/-6

注: セル内の数字は参加者 1/参加者 2

3.2.3　実験手続き

実験は 4 つの条件で写真を提示する写真提示セッションと，実験前及び各写真提示セッション後に行うアンケートセッションで構成される．参加者は 4 つの写真提示セッションで異なる条件のスライドショーを閲覧した．アンケートセッションでは，気分変化を評価するために Profile of Mood States Second Edition (POMS-2) 日本語版 [17] に回答した．加えて，写真提示セッション後は写真スライドショーに関する 5 段階のリッカート尺度の主観評価アンケートに回答した．1 回の写真閲覧時間は 5 分に設定し，実験全体の合計時間は約 60 分であった．

写真閲覧中のタスクとして思い出したこと，考えていることの発話を設定した．スライドバー型インタフェースの条件では，提示写真に対する気分の評価をタスクとして設けた．インタフェースは 6 段階での評価が可能で，マウスで操作が可能なことを伝えた．

4.　結果

4.1　音声インタフェースによるモデルベース回想法への影響

RQ (1) を検討するために，POMS-2 に関わる結果を表 1 にまとめた．表の各セルは，各条件のセッション後に得られた TMD 得点（総合的な気分状態）について，ベースレベル（実験開始前の評定）を差し引いた値を示している．TMD 得点は低いほどポジティブな気分を示す．参加者 1，2 共に全てのセルの値がマイナスとなっている．これはユーザの気分が回想法により向上したことを意味する．しかし，条件間のスコアを比較すると顕著な差を認めることができない．このことから，今回の実験では回想法の効果はあったものの，条件による提示の違いがユーザの気分状態の変化に大きな差を与えなかったといえる．

表 2　報酬値の操作回数

	上昇操作		下降操作	
	変動	固定	変動	固定
スライドバー	9/3	12/2	10/1	11/0
音声	54/54	54/54	0/0	0/0

注: セル内の数字は参加者 1/参加者 2

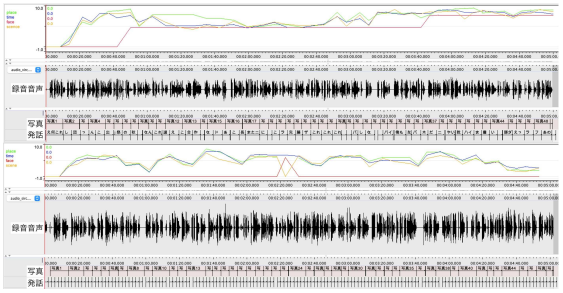


図 3　上: 音声インタフェース条件，下： スライドバー型インタフェース条件

さらに，RQ (2) の前提条件を検討するために，各条件において報酬値の設定に関わる操作がどの程度生じたのかを検討した．表 2 は，報酬値の上昇と下降のそれぞれの操作の回数を示している．表より，音声インタフェースはスライドバー型インタフェースに対し，より多くの操作を生じさせたことが示される．特に参加者 2 のスライドバー条件における操作回数は極端に少なく，閲覧中にスライドバーを操作することの困難さを示している．このことから，システムが定期的に報酬設定を行う音声インタフェース条件の優位性が示される．

なお，音声インタフェース条件では，参加者 1，2 共に報酬値を上昇させる操作のみが発生し，下降させる操作が生じなかった．つまり，先行研究 [15] のデータにおいて構築された SVM は，今回の実験において「気分の上昇」に偏った分類を示した．表 1 に示したように本研究における参加者の気分は高いものであり，SVM の結果は必ずしも誤ったものということにはならない．しかし，表 2 のスライドバー条件の操作回数が示されるように，セッション中の参加者の気分は上昇と下降を繰り返す．そのようなセッション中の気分の変動を捉えるためには，個人に対応した感情認識が必要といえる．

4.2　ユーザの発話に関する分析

RQ (2) のストーリーテリングに関する効果を検討するための事例的な検討を行う．表 2 に示されるように参加者 2 はスライドバー型インタフェースの操作

がほぼなされなかったため，ここでは参加者 1 のパラメータ変動の 2 条件の発話について分析を行う．図 3 は参加者 1 の閲覧中の写真変化と発話，ACT-R モデルのユーティリティ値の変化の時間的構造を示す．図の，発話の区切りに注目すると，音声インタフェース条件は 1 回の発話が比較的長く，スライドバー型インタフェース条件は短い発話が多いことがわかる．このことから音声インタフェースはユーザからより長い発話を引き出す可能性がある．次に，発話の量に注目し，それぞれの述べ語数と異なり語数を集計した．発話された語彙の豊富さを示す指標である Type Token Ratio (TTR) を算出したところ，音声インタフェース条件は 0.274，スライドバー型インタフェース条件は 0.351 であった．2 条件を比較すると音声インタフェース条件のほうが語彙が少ないことがわかる．このことから音声インタフェース条件は発話の話題にまとまりがあることが推測される．以上のことから，音声インタフェースがユーザの発話を促し，ストーリーテリングの発生に寄与する可能性が示唆される．

5. まとめ

回想法は写真などの観察を通した記憶の語りによる心理療法の一つである．自伝的記憶を語るストーリーテリングにより深い記憶の回想が行われ，回想法の効果が高められると考えられる．本研究では，ACT-R による認知モデルを用いたモデルベース回想法に音声インタフェースを搭載したシステムを開発し，その効果の検討する予備的な実験を行った．その結果，写真閲覧による回想法による気分向上の効果の可能性は見られたものの，写真提示の違いによる気分変化への影響は見られなかった．また，閲覧時の発話の特徴の違いから音声インタフェースがユーザのストーリーを引き出す発話を促すことができる可能性が示唆された．しかし，今回の実験は予備的なものであり，今回の結果は統計的な裏付けがあるわけでは無いことに留意する必要がある．今後システムの改善と統計的なシステムの検証を行うことを予定している．

参考文献

[1] Robert N Butler. The life review: An interpretation of reminiscence in the aged. *Psychiatry*, Vol. 26, No. 1, pp. 65–76, 1963.

[2] Golbahar Akhoondzadeh, Shamsolmamalek Jalalmanesh, and Hamid Hojjati. Effect of reminiscence on cognitive status and memory of the elderly people. *Iranian Journal of Psychiatry and Behavioral Sciences*, Vol. 8, No. 3, p. 75, 2014.

[3] Jesus Gonzalez, Teresa Mayordomo, Marta Torres, Alicia Sales, and Juan C Meléndez. Reminiscence and dementia: a therapeutic intervention. *International Psychogeriatrics*, Vol. 27, No. 10, pp. 1731–1737, 2015.

[4] David John Hallford, Sarah Hardgrove, Meghna Sanam, Stefany Oliveira, Megan Pilon, and Tyler Duran. Remembering for resilience: Brief cognitive-reminiscence therapy improves psychological resources and mental well-being in young adults. *PsyArXiv*, 2021.

[5] Fred B Bryant, Colette M Smart, and Scott P King. Using the past to enhance the present: Boosting happiness through positive reminiscence. *Journal of Happiness Studies*, Vol. 6, No. 3, pp. 227–260, 2005.

[6] Martin A Conway. Memory and the self. *Journal of memory and language*, Vol. 53, No. 4, pp. 594–628, 2005.

[7] Joan D Atwood and Joan Ruiz. Social constructionist therapy with the elderly. *Journal of Family Psychotherapy*, Vol. 4, No. 1, pp. 1–32, 1993.

[8] Robyn Fivush. Remembering and reminiscing: How individual lives are constructed in family narratives. *Memory studies*, Vol. 1, No. 1, pp. 49–58, 2008.

[9] Tilmann Habermas and Susan Bluck. Getting a life: the emergence of the life story in adolescence. *Psychological bulletin*, Vol. 126, No. 5, p. 748, 2000.

[10] John R Anderson. *How can the human mind occur in the physical universe?* Oxford University Press, 2009.

[11] 森田純哉, 平山高嗣, 間瀬健二, 山田和範. 認知アーキテクチャを組み入れた写真スライドショーの開発: 展望と課題. 人工知能学会全国大会論文集 第 29 回 (2015), pp. 2M4NFC04b3–2M4NFC04b3. 一般社団法人 人工知能学会, 2015.

[12] Daniel L Schacter, Donna Rose Addis, and Randy L Buckner. Remembering the past to imagine the future: the prospective brain. *Nature Reviews Neuroscience*, Vol. 8, No. 9, pp. 657–661, 2007.

[13] Junya Morita, Takatsugu Hirayama, Kenji Mase, and Kazunori Yamada. Model-based reminiscence: Guiding mental time travel by cognitive modeling. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Human Agent Interaction*, HAI '16, p. 341 – 344, 2016.

[14] Kazuki Itabashi, Junya Morita, Takatsugu Hirayama, Kenji Mase, and Kazunori Yamada. Interactive model-based reminiscence using a cognitive model and physiological indices. In *Proceedings of the 18th International Conference on Cognitive Modelling*, No. 2020, 2020.

[15] Shoki Sakai, Kazuki Itabashi, and Junya Morita. Estimating personal model parameters from utterances in model-based reminiscence. In *2022 10th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*, pp. 1–8. IEEE, 2022.

[16] Florian Eyben, Martin Wöllmer, and Björn Schuller. Opensmile: the munich versatile and fast open-source audio feature extractor. In *Proceedings of the 18th ACM international conference on Multimedia*, pp. 1459–1462, 2010.

[17] 横山和仁, 荒記俊一, 川上憲人, 竹下達也. Poms(感情プロフィール検査) 日本語版の作成と信頼性および妥当性の検討. 日本公衆衛生雑誌 (Japanese journal of public health), Vol. 37, No. 11, pp. 913–918, 1990.

ユーモアの事例を「見いだし」理論の観点から検討する試み
A study about “finding” theory of humor comprehension through humor cases

中村 太戯留[†‡]
Tagiru Nakamura
武蔵野大学{[†]データサイエンス学部, [‡]教養教育リサーチセンター}
{[†]Faculty of Data Science, [‡]Research Center for Liberal Education}, Musashino University
tagiru_n@musashino-u.ac.jp

概要

ユーモア理解においては，ヒトの生存と関連性のある事柄の見いだしと，その事柄を見いだしたヒトを保護するフレームの２つが重要であると，ユーモア理解の「見いだし」理論では考えられている．優越理論，エネルギー理論，そして不調和解消理論などの他の理論で提案されてきた概念は，この２つに発展的に統合できる可能性が考えられる．本研究では，ユーモアの事例を参照しつつ，この２つの概念装置を用いた説明可能性について検討する．

キーワード：ユーモア，事例研究，見いだし理論，関連性感知，保護フレーム

1. はじめに

ユーモア理解においては，ヒトの生存と関連性のある事柄の見いだしと，その事柄を見いだしたヒトを保護するフレームの２つが重要であると考えられている[12]. 本研究ではこれを「ユーモア理解の見いだし理論」，あるいは単に「見いだし理論」と表現する．本研究では，ユーモアの事例を参照しつつ，その事例をこの２つの概念装置を用いて説明することを通して，見いだし理論[12]の説明可能性を検討する．

2. ユーモア理解の見いだし理論

ヒトの生存と関連性のある事柄の見いだしに関して，見いだし理論[12]では，「ある事柄が，自分の目標達成，自分の欲求実現，自分が有する幸福や属する種の幸福の維持に(ポジティブであれ，ネガティブであれ)有意な影響を及ぼすならば，それは関連性のある事柄である．」(p.311)[18]という定義を発展的に継承している．その神経基盤としては扁桃体が重要な役割を果たすことが示唆されている[11]．また，見いだし理論[12]では関連性のある事柄の見いだしをする対象として，言葉や行為に加えて，言葉を発するヒトや行為をするヒトも対象となりうること，そしてそれらの対象に対して，何らかの間違いの見いだしや，何らかの新たな関係性の見いだし，の二種類がユーモア理解においては関与することを報告している．

その事柄を見いだしたヒトを保護するフレームに関して，見いだし理論[12]では，「興奮を求める状態では，危険な境界線に沿って，心理的な保護フレームがあると想定できる．（中略）保護フレームは，ヒトが死亡するのを防ぎ，ひとたび始動すると，たとえ空中にいて周りは危険でも，安全だとヒトは感じる．」(p.29)[1]という定義を発展的に継承している．その神経基盤としては側頭葉前部や尾状核や帯状回などが関与する可能性が報告されている[13]．また，保護フレームのカテゴリとして，自信フレーム，安全フレーム，そして分離フレームの３つがあり，さらに分離フレームは，自己代用，空想，そして追憶の３つの下位カテゴリに分類されると考えられている(p.77)[1].

すなわち，「保護フレームが機能した状態で関連性を感知した時にユーモアが生じる」というのが見出だし理論[12]の骨子である．なお，ユーモア理解をする本人としては，関連性を感知するまで，保護フレームが機能しているかどうかよくわからないという側面もあるため，「関連性を感知した時に保護フレームが機能しているならば，そしてその場合に限り，ユーモアが生じる」と記載したほうが適切かもしれない．

3. ユーモアに関する他の理論

ユーモアに関する代表的な理論としては，優越理論[7]，エネルギー理論[4][19]，そして不調和解消理論[20]を挙げることができるため，これらと見いだし理論[12]の関係性や位置づけについて検討していきたい．

優越理論[7]は，他人や過去の自分の劣る側面を晒すことで，相対的に現在の自分が突然の栄誉を享受する，という要因を重視している．理論の名称としては，劣る側面を強調した場合には，非難理論，攻撃性理論，価値低下理論と呼ばれ，相対的な栄誉を強調した場合には優越理論と呼ばれてきた．本稿では，これらを優越理論として総称している．

このような劣る側面を晒すという事柄は,「自分の目標達成，自分の欲求実現，自分が有する幸福や属する種の幸福の維持に有意な影響を及ぼす」と考えられるため，(ネガティブな)関連性のある事柄と考えられる．一方，相対的な栄誉を享受するという事柄は，(ポジティブな)関連性のある事柄と考えられる．しかし，例えば，自分が晒した劣る側面から，晒した本人が保護されていなければ単なる危険な状態であり，ユーモアが生じることはないと考えられる．

すなわち，優越理論[7]は，見いだし理論[12]における関連性の感知の具体例の一つであり，保護フレームの観点の追加が必要と考えられる．

エネルギー理論[4][19]は，性的ないし暴力的な余剰な神経エネルギーの放出という要因を重視している．

このような性的ないし暴力的な事柄は,「自分の目標達成，自分の欲求実現，自分が有する幸福や属する種の幸福の維持に有意な影響を及ぼす」と考えられるため，関連性のある事柄と考えられる．また，エネルギー理論が取り扱う性的ないし暴力的なエネルギー自体が関連性という概念と近い概念であるようにも見える．しかし, その見いだした性的ないし暴力的な事柄から，見いだした本人が保護されていなければ危険な状態であり，ユーモアが生じることはないと考えられる．

すなわち，エネルギー理論[4][19]も，見いだし理論[12]における関連性の感知の具体例の一つであり, 保護フレームの観点の追加が必要と考えられる．

不調和解消理論[20]は, ユーモア理解における段階的な処理を重視している．第一段階として，いつもと違う何か[3]やあいまいで不調和な何か[2]として不調和を感知する．第二段階として，そのギャップを埋める新たな関係性を見いだしたり[6][10]，思い込みの間違いを見いだしたり[8]して不調和を解消する．

しかし，不調和を解消すれば必ずユーモアが生じるわけではなく，見いだし理論[12]と比較して，見いだした新たな関係性や思い込みの間違いが「関連性を有している」という観点と，見いだした際に保護フレームが機能しているという観点の追加が必要と考えられる．

なお，不調和解消理論のなかには，解消段階は不要とする主張[14][15]もあるが，言葉や行為に関する不調和解消ではなく，言葉を発するヒトや行為をするヒトに関する不調和解消をしていると解釈することで整理可能であることを付記する．例えば，語用論が扱う隠喩という現象は言葉に関する不調和解消が関与するのに対して，皮肉という現象は言葉を発するヒトに関する不調和解消が関与することが知られている[5][21].

不調和解消理論[20]に関する実証的な研究として, 論理的な不調和と構造的な不調和は独立に関与することが報告されている[9]．論理的な不調和は，論理の欠如により生じる不調和のことで，論理の欠如があるとユーモアは弱くなることが報告されている．また，構造的な不調和は，知識や常識からの乖離による不調和のことで，知識や常識からの乖離があるとユーモアは強くなることが報告されている．

このような論理的な不調和があると，関連性の感知がしづらくなるために，ユーモアが生じにくくなると解釈することができる．一方，知識や常識は，ユーモアを理解するヒトにとって少なからず関連性のある事柄としてそのヒトの記憶にとどまっていると考えられるため，その内容からの乖離も関連性のある事柄であり，その不調和を解消して見いだした新たな関係性や思い込みの間違いも関連性のある事柄になると解釈することができる．しかし，その見いだした関連性のある事柄から見いだしたヒトが保護されていなければユーモアは生じないと考えられるため, 見いだし理論[12]と比較して，見いだした際に保護フレームが機能しているという観点の追加がここでも必要と考えられる．

日本における漫才の対話に関する実証的な研究として，オープンコミュニケーションの関与が報告されている[16]．オープンコミュニケーションとは,「二者間の対話によって第三者であるユーザへ情報伝達を行うこと」(p.526)[16]と定義されている．二人の漫才師が対話しつつ，第三者にあたる観客に情報を伝達してユーモアを生じさせる話芸が漫才と解釈することができる．

漫才師の対話は観客にとって関連性のある事柄と想定することができる．そして，観客はあくまで第三者であり，漫才師が繰り広げる対話からは物理的に保護されているため，保護フレームのうちの安全フレームが機能していると考えられる．すなわち，見いだし理論[12]は, 漫才をオープンコミュニケーションとして捉える観点と整合すると考えられる．

すなわち, 見いだし理論[12]が重視する関連性に関しては，優越理論[7]やエネルギー理論[4][19]が主な対象としている性的ないし暴力的な事柄を抽象化した概念で，エネルギー理論が重視している神経的なエネルギー自体と近い概念であり, 不調和解消理論[20]における不調和の解消結果として見いだす対象と捉えられるため，これまでに提案されている理論を統合的に整理する概念としては妥当なものであると考えられる．

また, 見いだし理論[12]が重視する保護フレームに関しては，優越理論[7]やエネルギー理論[4][19]や不調和解消理論[20]では扱われていない概念であり, これらを発展的に統合する際に重要なものであると考えられる.

4. ユーモア事例の検討

ユーモアの先行研究の事例を, 見いだし理論[12]が提案する関連性の感知と保護フレームという２つの概念装置を用いて説明可能かどうかを検討していきたい.

事例１(p.90)[20]：
オライリーは強盗事件の裁判を受けた.
陪審員が「無罪」と告げると，オライリーは言った.
「素晴らしい！金は返さなくていいんだな？」

まず，オライリーはまだ法廷にいて拘束されているため，オライリーの発言を聞いているヒトの身はオライリーから保護されていて安全であると考えられる．すなわち，保護フレームのうちの安全フレームが機能していることが想定される.

あるいは，この事例をこの論文で読んでいるヒトであれば，あくまで空想の事例であり，オライリーに襲われる可能性はないと考えられる．このように解釈した場合であれば，保護フレームのうちの分離フレームの下位カテゴリの空想に該当すると考えられる.

そして，法的には無罪であるが，実際には有罪であるという事柄は,「自分が属する種の幸福の維持に有意な影響を及ぼす」(p.311)[18]と考えられるため，関連性のある事柄と考えることができる.

すなわち, 見いだし理論[12]の概念装置を用いることで,「保護フレームが機能した状態で関連性を感知したためにユーモアが生じた」と説明することができる．なお，この事柄に関連性を見いだすかどうかはヒトによるため，関連性を見いださないヒトはこの事例からはユーモアを生じないと考えられる.

この事例を優越理論[7]的に説明するならば,「自分が有罪であることを図らずも語ってしまったオライリーの知能的に劣る側面を晒すことで，相対的に現在の自分が突然の栄誉を享受したためにユーモアが生じた」と説明することが想定される．あるいは，エネルギー理論[4][19]的に説明するならば,「普段はヒトを嘲笑するという社会的な暴力は抑圧され，余剰な神経エネルギーとして蓄積されているが，オライリーの知能的に劣る側面を嘲笑することでその余剰な神経エネルギーが放出されたためにユーモアが生じた」と説明することが想定される．どちらの説明も保護フレームの存在が暗黙の前提となっているが，ユーモアが生じる機序を説明するためには, 見いだし理論[12]が提案するように明示することが必要だと考えられる.

この事例を不調和解消理論[20]的に説明するならば,「陪審員の無罪という情報と，オライリーの発話から推測される有罪という情報との間に不調和を感知し，例えば法的に無罪なのであって実際に無罪というわけではないという解釈をすることで，その不調和を解消してユーモアが生じた」と説明することができる．この説明も，保護フレームの存在が暗黙の前提となっているのと，不調和を解消した結果は関連性のある事柄であることが暗黙の前提となっているが，ユーモアが生じる機序を説明するためには, 見いだし理論[12]が提案するように明示することが必要だと考えられる.

事例２(p.100)[17]：
「ドクターは，家にいらっしゃいますか？」
気管支を患った患者は，ささやいた.
「いいえ」 医者の若くてかわいらしい奥さんは
ささやき声で返事をした.「どうぞ, お入りください」

まず, この奥さんは自分の奥さんではないことから，保護フレームのうちの安全フレームが機能していることが想定される．仮に，自分がこのドクターだとしたら，安全フレームは機能しないと想定される．ただ，自分がこのドクターだとしても，この状況を打開する自信がある場合には，保護フレームのうちの自信フレームが機能することが想定される．一方で，自分がこのドクターだとして，自分と奥さんの関係は現実としてはもうだめだと悟り，そのストレスから逃れるために心だけ現実逃避的に精神的な世界へ逃れる場合には，保護フレームのうちの分離フレームの下位カテゴリの自己代用に該当すると考えられる．また，自分がこのドクターだとして，過去に奥さんがそのような状況であったが，現在はその状況が改善している場合には，保護フレームのうちの分離フレームの下位カテゴリの追憶に該当すると考えられる．そして，この事例をこの論文で読んでいるヒトであれば，あくまで空想の事例であり，自分に影響が及ぶことはないと考えられるため，保護フレームのうちの分離フレームの下位カテゴリの空想に該当すると考えられる.

そして，奥さんと間男の不倫という事柄は，「自分が属する種の幸福の維持に有意な影響を及ぼす」(p.311)[18]と考えられるため，関連性のある事柄と考えることができる．

すなわち，見いだし理論[12]の概念装置を用いることで，「保護フレームが機能した状態で関連性を感知したためにユーモアが生じた」と説明することができる．

この事例を優越理論[7]的に説明するならば，「性的でモラルに反する事柄を晒すことで，相対的に現在の自分が突然の栄誉を享受したためにユーモアが生じた」と説明することが想定される．あるいは，エネルギー理論[4][19]的に説明するならば，「普段は性的な事柄は抑圧され，余剰な神経エネルギーとして蓄積されているが，性的な事柄を晒すことでその余剰な神経エネルギーが放出されたためにユーモアが生じた」と説明することが想定される．この事例を不調和解消理論[20]的に説明するならば，「患者という情報と，ドクターがいないのに奥さんが招き入れるという情報との間に不調和を感知し，例えば患者ではなくて間男が不倫しに来たという解釈をすることで，その不調和を解消してユーモアが生じた」と説明することができる．いずれの説明も，保護フレームの存在が暗黙の前提となっており，また不調和解消理論[20]の説明では，不調和を解消した結果は関連性のある事柄であることが暗黙の前提となっているが，ユーモアが生じる機序を説明するためには，見いだし理論[12]が提案するように，これらを明示することが必要だと考えられる．

5. おわりに

以上から，ユーモア理解の見いだし理論[12]が提案するヒトの生存と関連性のある事柄の見いだしと，その事柄を見いだしたヒトを保護するフレームの２つの概念が重要であり，優越理論[7]，エネルギー理論[4][19]，そして不調和解消理論[20]で提案されてきた概念は，この２つに発展的に統合できる可能性が示唆された．

謝辞　本研究は，JSPS 科研費 JP20K13034 の助成を受けた．ここに感謝の意を表する．

文献

[1] Apter, M. J., (2007) “Danger: Our quest for excitement”, Oxford: Oneworld.
[2] Attardo, S., Hempelmann, C. F., & Di Maio, S., (2002) “Script oppositions and logical mechanisms: Modeling incongruities and their resolutions”, Humor, Vol. 15, No. 1, pp. 3–46.
[3] Forabosco, G., (1992) “Cognitive aspects of the humor process: The concept of incongruity”, Humor, Vol. 5, No. 1, pp. 45–68.
[4] Freud, S., (1905) “Der witz und seine beziehung zum unbewußten”, Fischer TaschenbuchVerlag. (懸田克躬[訳], (1970) “機知:その無意識との関係”, フロイト著作集, Vol. 4, pp. 237–421，人文書院.)
[5] 深谷昌弘, & 田中茂範, (1996) “コトバの意味づけ論 : 日常言語の生の営み”, 紀伊國屋書店. (Fukaya, M., & Tanaka, S., (1996) “A sense-making theory for real language activities”, Tokyo: Kinokuniya.)
[6] Hillson, T. R., & Martin, R. A., (1994) “What’s so funny about that?: The domains-interaction approach as a model of incongruity and resolution in humor”, Motivation and Emotion, Vol. 18, No. 1, pp. 1–29.
[7] Hobbes, T., (1840) “Human nature”. In W. Molesworth (Ed.), The English works of Thomas Hobbes of malmesbury, Vol. 4. London: Bohn.
[8] Hurley, M. M., Dennett, D. C., & Adams, R. B., (2011) “Inside jokes: Using humor to reverse engineer the mind”, Cambridge MA: The MIT Press. (片岡宏仁[訳], (2015) “ヒトはなぜ笑うのか”, 勁草書房.)
[9] 伊藤大幸, (2010) “ユーモアの生起過程における論理的不適合および構造的不適合の役割”, 認知科学, Vol. 17, No. 2, pp. 297–312.
[10] Mio, J. S., & Graesser, A. C., (1991) “Humor, language, and metaphor”, Metaphor and symbolic activity, Vol. 6, No. 2, pp. 87–102.
[11] Nakamura, T., Matsui, T., Utsumi, A., Yamazaki, M., Makita, K., Harada, T., Tanabe, H. C., & Sadato, N., (2018) “The role of the amygdala in incongruity resolution: The case of humor comprehension”, Social neuroscience, Vol. 13, No. 5, pp. 553–565.
[12] 中村太戯留, (2022) “ユーモア理解の「見いだし」理論”, 語用論研究, Vol. 23, pp. 34–50.
[13] 中村太戯留, (2022) “ユーモア理解における「保護されている」という認識の枠組みの神経基盤に関するメタ分析”, 日本認知科学会第 39 回大会予稿集, pp. 420–423.
[14] Nerhardt, G., (1970) “Humor and inclination to laugh: Emotional reactions to stimuli of different divergence from a range of expectancy”, Scandinavian journal of psychology, Vol. 11, No. 3, 185–195.
[15] Nerhardt, G., (1976) “Incongruity and funniness: Towards a new descriptive model”, In A. J. Chapman & H. C. Foot (Eds.), Humor and laughter: Theory, research, and applications (pp. 55–62), London: John Wiley & Sons.
[16] 岡本雅史, 大庭真人, 榎本美香, & 飯田仁, (2008) “対話型教示エージェントモデル構築に向けた漫才対話のマルチモーダル分析”, 知能と情報, Vol. 20, No. 4, pp. 526–539.
[17] Raskin, V., (1985) “Semantic mechanisms of humor”, Dordrecht: Reidel.
[18] Sander, D., Grafman, J., & Zalla, T., (2003) “The human amygdala: An evolved system for relevance detection”, Reviews in the neurosciences, Vol. 14, No. 4, pp. 303–316.
[19] Spencer, H., (1859) “The physiology of laughter”, Macmillan’s magazine, Vol. 1, pp. 395–402.
[20] Suls, J. M., (1972) “A two-stage model for the appreciation of jokes and cartoons: An information-processing analysis”, In Goldstein, J. H., & McGhee, P. E. (Eds.), The psychology of humor: Theoretical perspectives and empirical issues, pp. 81–100, New York: Academic Press.
[21] 田中茂範, & 深谷昌弘, (1998) “意味づけ論の展開: 情況編成・コトバ・会話”, 紀伊國屋書店. (Tanaka, S., & Fukaya, M., (1998) “A continuation of sense-making theory: Sense-making”, literal expression, and communication, Tokyo: Kinokuniya.)

ライブ映像を鑑賞中にファンはどう動いているか？
How do fans act when they watch a music video?

久保(川合) 南海子，河野 瑞歩
Namiko Kubo-Kawai, Mizuho Kono

愛知淑徳大学 心理学部
Aichi Shukutoku University, Department of Psychology
namikokk@asu.aasa.ac.jp

概要

ライブで観客が曲に合わせて動いている光景は定番である．しかし，ライブを鑑賞するファンの行動を定量化した研究は少ない．本研究は，ライブ映像鑑賞時の行動について,「ノリのいい曲」と「じっくり聴く曲」で生起する動きの違いを検討した.「ノリ」では上下方向への速い動きが,「じっくり」では左右方向への遅い動きが多かった．鑑賞者は曲種によって自発的に身体の動きを変化させていることが示唆され，それが曲種に合わせた鑑賞行動として効果的であると考えられる.

キーワード: 音楽ライブ映像 (music performance video), 音楽鑑賞 (music appreciation), 動作 (action), ファン (fan)

1. 問題と目的

音楽を聴いたときに自然に身体が動いてしまうようなことは，誰にでも経験があるだろう．コンサートやライブで観客が曲に合わせてさまざまな動きをしている光景は珍しくない．ある曲に合わせた振り付けがあり，それをアーティストとともに踊るようなケースも稀にあるが，ほとんどの場合，観客は自由に動いており，また曲調によっては自発的に動きを変えていると考えられる．筆者自身のライブ鑑賞時の行動を振り返ってみても,「この曲の時はこういう動きをしよう」と決めて動いているわけではなく，曲調に合わせて自然と身体が動いている．３時間ほどのライブにおいて，一貫してペンライトを振ったり歓声をあげたりなどの激しい動きを続けているということはなく，曲によってはペンライトをゆっくりと小さく振ったり歓声ではなく拍手をするというように行動は変化している.

昨今のいわゆる「推し活」ブームもあり，ライブやコンサートの鑑賞行動をめぐる研究への関心は高い．コンサートを観に行くことによる精神的な健康への影響について西川・渋谷（2011）は，コンサートへの参加・不参加による精神的健康度の変化について検討し，コンサートへの参加行動が精神的健康の改善の一助となる可能性を示唆した. 江頭(2020)は，ロックフェスティバルの初回訪問者とリピーターによる参加動機の変化について検討した．その結果，参加回数が増加すると，アーティストによる演奏はさほど重要ではなく，音楽フェスそのものを愛好する傾向を明らかにした．吉田・宮下(2012)はライブ映像に観客の身体動作を重畳表示させることで一体感が生じるかについて検討した.「ノリ」という身体動作の定義と抽出をおこない，視覚情報としてライブ映像に重ねて再生したところ 16 人中 12 人が一体感は感じられなかったと回答した．このようなライブ鑑賞に関する研究はいくつかあるものの，ライブを鑑賞している最中のファンの行動を定量的に検討した研究はほとんどない.

美術の鑑賞行動について身体感覚との関連から検討した研究としては山田(2007)があり, 子どもが格闘技の映像を観ているときに感情移入が起こると視覚だけでなく身体感覚が共鳴したように動き出す事例が紹介されている．そして，美術作品の人物を動きによって演じる（模倣する）ことが鑑賞の楽しさにつながることを指摘した. 野村・丸野(2007)は落語の鑑賞行動を分析し，観客が物語中の出来事や人物の滑稽な側面を見出したときに笑い声をあげたり身体を揺らすなどの行動がみられることを明らかにした. また, 野村・岡田(2014)では落語鑑賞時の観客の自発的な行動としてまばたきに着目し，熟達した噺家が観客の没入感を引き起こす過程や観客が話を予期しながら聴いていることとの関連などを明らかにした．これらの研究から，鑑賞における観客の行動は，鑑賞の過程で起こる内的な変化に沿って自発的に生じるものであること，行動するという身体性を通じて鑑賞体験をより強くとらえている可能性のあることが考えられる.

そこで本研究では，音楽のライブ映像を鑑賞するときに観客が示す自発的な行動について観察し，鑑賞の過程で起こる内的な変化が行動に与える影響を検討することを目的とした. 内的な変化を引き起こすために, 鑑賞による印象が異なるであろう楽曲を複数用いて, 実際のライブのような構成を再現した. 用いた楽曲は,

ライブで観客が盛り上がるようなノリのよい曲と，ライブで観客がじっくり聴き入るようなバラード曲であった．音楽を聴いて自然に身体が動くとしたら，印象の異なる楽曲を鑑賞しているとき，その行動に違いはあるのだろうか．実際のライブで，観客はノリのよい曲でペンライトを激しく振り上げ，バラード曲では祈るようにペンライトを握りしめているイメージがある．本研究ではそのような行動を定量的に検出し，楽曲によって引き起こされる自発的な行動の違いと，それらが鑑賞体験にどのような効果をもたらすのかについて考察した．

2. 方法

実験参加者　刺激に用いた２組の男性アイドルグループ（嵐／Snow Man）いずれかのライブに参加経験がある，もしくはコンサートに参加したことはないが彼らの楽曲は熟知している大学生 23 名（男性 2 名，女性 21 名）であった．

実験刺激　２組の男性アイドルグループ（嵐／Snow Man）のライブ映像をそれぞれ編集して使用した．どちらのグループも８曲ずつ用意した．採用した楽曲は「ライブで観客が盛り上がるノリのよい曲（以下，ノリノリ)」「ライブで観客がじっくり聴き入るバラード曲（以下，バラード)」の２タイプとして，対象のアイドルグループの楽曲に詳しい複数人により選出された．どちらのグループも,「ノリノリ」が６曲,「バラード」が２曲であった．８曲は実際のライブの構成でみられるような順序となるよう配置された．すなわち，１～３曲目までは「ノリノリ」で，４・５曲目は「バラード」，６～８曲目は「ノリノリ」であった．どちらのグループも実験として行動観察の対象とした刺激映像は，３～６曲目の４曲であった．実験刺激としては，３曲目「ノリノリ①」４曲目「バラード①」５曲目「バラード②」６曲目が「ノリノリ②」という順序で呈示された．各曲はいずれも 4 分程度で，映像刺激全体は 30 分程度であった．

嵐のライブ映像を刺激として用いた参加者は，男性 2 名，女性 15 名であった．Snow Man のライブ映像を刺激として用いた参加者は，女性 6 名であった．

実験材料　大型モニター (Panasonic タッチスクリーン液晶ディスプレイ 65 インチ)，実験刺激映像再生用ノート型パソコン，実験場面録画用スマートフォン，参加者の立ち位置を示すマスキングテープ，鑑賞中に自由に使用可能なペンライト（一人につき１本)，行動観察用のストップウォッチであった．

実験手続き　2 人 1 組または 3 人 1 組に分け，組ごとに嵐／Snow Man のどちらかのライブ映像刺激を鑑賞させた．参加者はモニターから２メートルの位置に正対して，参加者同士は１メートルの距離をとって横並びとなった．鑑賞は立位でおこなった．マスクは着用していなかった．鑑賞中は一人につき１本のペンライトを持たせ，ライブ参加時のように自由に動いたり歌ったり発話してもよいこと，ほかの参加者と会話してもよいことを教示した．実験中の室内灯は消され，動画撮影が可能な程度の薄暗さであった．実験者は後方にて待機し参加者の視界には入らなかった．実験中の参加者の行動は動画撮影して，行動項目ごとに分類しそれぞれの生起時間をストップウォッチで計測した．

行動項目　実験刺激を用いて予備実験を行い，ライブ鑑賞時に生起する行動を 20 項目程度に分類した．それらをもとに実験者２名を含む複数人で検討し，以下の 11 個の行動項目を決定した．

（1）「膝を屈伸してリズムをとる」，（2）「身体を左右に揺らしてリズムをとる」，（3）「曲に合わせた振り付けで踊る」，（4）「拍手をする」，（5）「ペンライトを上向に片手で持って振る」，（6）「ペンライトを両手で上向に持つ」，（7）「ペンライトを上向にして肩より上にあげる」，（8）「ペンライトを上向にして胸の高さかそれ以下にする」，（9）「歌を口ずさむ」，(10)「会話以外で口を開けて笑う」，(11)「真顔で鑑賞する」．

行動項目の生起時間は重複してカウントされる場合もあった．ただし，(10)「会話以外で口を開けて笑う」，(11)「真顔で鑑賞する」は，（1）～（9）の行動が生起していない時のみカウントされた．項目のカウントは実験者によっておこなわれ、ランダムに抽出されたサンプルについて実験者間のカウントが一致していることを確認した。

3. 結果

（1）各曲鑑賞時の行動について

観察対象の４曲（「ノリノリ①」「バラード①」「バラード②」「ノリノリ②」）について，各参加者において行動項目の生起時間（秒数）を集計した．各参加者の全生起時間を母数として，各行動項目の生起時間の割合を算出した（図１）．

また，嵐と Snow Man の刺激映像では用いた楽曲が

異なるので，グループ楽曲間での結果を検討した．「ノリノリ①②」の嵐曲と Snow Man 曲について，グループ(2)×行動項目(11)の２要因分散分析を行った．その結果，行動項目の主効果は有意であったものの，グループの主効果とグループ×行動項目の交互作用は見られず，グループの楽曲による違いはないことが確認できた．「バラード」についても同様であった．

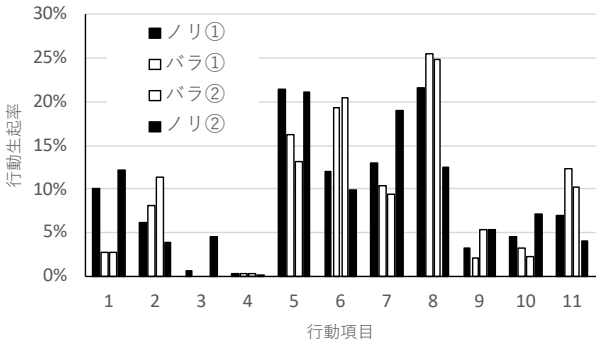


図１　行動項目における曲ごとの生起率

（２）「ノリノリ」「バラード」における行動について

観察対象の４曲（「ノリノリ①」「バラード①」「バラード②」「ノリノリ②」）を「ノリノリ①②（以下，ノリノリ）」「バラード①②（以下，バラード）」として２曲の平均行動生起割合を参加者ごとに算出した（図２）．

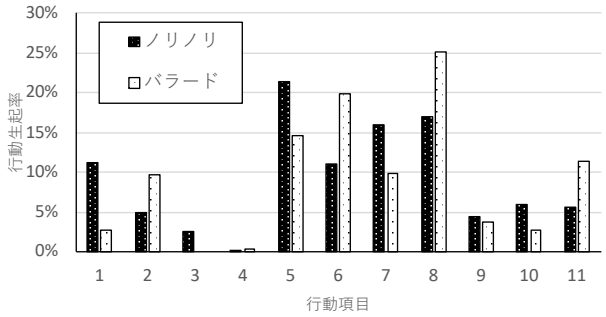


図２　行動項目における曲種ごとの生起率

「ノリノリ」「バラード」曲の鑑賞時における行動生起割合について検討した．曲種(2)×行動項目(11)の２要因分散分析を行った．その結果，行動項目の主効果（F（10, 220）＝18.79, p＜.01）と，曲種×行動項目の交互作用が有意であった（F (10, 220) = 19.73, p＜.01）．曲種の主効果は有意でなかった．

行動項目において曲種の単純主効果検定を行った結果，（１）「膝を屈伸してリズムをとる」，（５）「ペンライトを上向に片手で持って振る」，（７）「ペンライトを上向にして肩より上にあげる」，(10)「会話以外で口を開けて笑う」においては，「ノリノリ」の方が有意に生起率が高かった．一方で，（２）「身体を左右に揺らしてリズムをとる」，（６）「ペンライトを両手で上向に持つ」，（８）「ペンライトを上向にして胸の高さかそれ以下にする」，(11)「真顔で鑑賞する」においては，「バラード」の方が有意に高かった．（３）「曲に合わせた振り付けで踊る」，（４）「拍手をする」，（９）「歌を口ずさむ」に有意差はなかった．

（３）「タテノリ」「ヨコゆれ」行動について

11 個の行動項目を以下の３つのカテゴリに分け，生起率を再集計した（図３）．身体を上下に動かす行動である３項目（１）「膝を屈伸してリズムをとる」，（５）「ペンライトを上向に片手で持って振る」，（７）「ペンライトを上向にして肩より上にあげる」をまとめて「タテノリ」カテゴリとした．身体を左右に動かすもしくは祈るような行動である３項目（２）「身体を左右に揺らしてリズムをとる」，（６）「ペンライトを両手で上向に持つ」，（８）「ペンライトを上向にして胸の高さかそれ以下にする」をまとめて「ヨコゆれ」カテゴリとした．それ以外の行動５項目（３）「曲に合わせた振り付けで踊る」，（４）「拍手をする」，（９）「歌を口ずさむ」，(10)「会話以外で口を開けて笑う」，(11)「真顔で鑑賞する」をまとめて「その他」カテゴリとした．

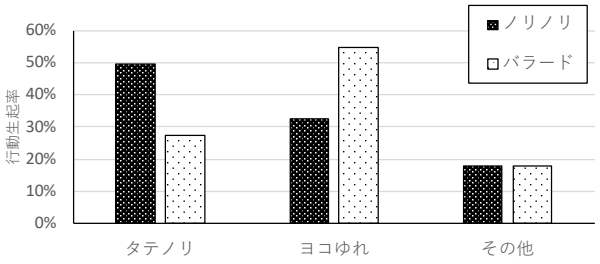


図３　行動カテゴリにおける曲種ごとの生起率

上記の３カテゴリの行動生起割合について検討した．曲種(2)×行動カテゴリ(3)の２要因分散分析を行った．その結果，行動項目の主効果（F (2, 44) = 13.76, p＜.01）と，曲種×行動項目の交互作用が有意であった（F（2, 44）= 40.35, p＜.01）．曲種の主効果は有意でなかった．

行動カテゴリにおいて曲種の単純主効果検定を行った結果，「タテノリ」カテゴリにおいては「ノリノリ」が有意に高く，「ヨコゆれ」カテゴリにおいては「バラード」が有意に高かった．「その他」カテゴリに有意差はなかった．

4. 考察

「ノリノリ」「バラード」曲の鑑賞時における行動生起割合についての結果から，鑑賞者がライブ映像を観ているときに自発的にとる行動は，曲種によって異なることが明らかとなった（図２）．ライブで観客が盛り上がるような，いわゆるノリのよい曲を観ているときには，鑑賞者は膝を屈伸してリズムをとり，ペンライトを上向に片手で持って振ったり，肩より上にあげたりする．また，他者と会話していなくともひとりで大きく口を開けて笑うこともある．一方で，ライブで観客がじっくり聴き入るようなバラード曲を観ているときには，身体を左右に揺らしてリズムをとり，祈るようなポーズでペンライトを胸の高さあたりに両手で上向に持っている．笑顔もなくただ真顔でじっと見ることもある．これらはいずれも指示された動きではなく，ライブ映像でパフォーマーがとった行動との同期でもない．ライブ鑑賞中に自由に動くことが可能であった鑑賞者が自然にとった行動として示された．

行動項目のうち「膝を屈伸してリズムをとる」「ペンライトを上向に片手で持って振る」「ペンライトを上向にして肩より上にあげる」行動は，自身の身体を軸とした上下への動きとなる．現代ポピュラー音楽のノリのうち，垂直に体を動かしたくなるノリを表現した言葉に「タテノリ」があるが，これは本研究の「ノリノリ」曲において鑑賞者が自発的に示した上記の行動と一致している（図３）．ライブで盛り上がるような曲を映像で観ているだけでも，鑑賞者が自らの身体を通じていわゆるタテノリともいえる行動を生起させることが明らかとなった．

重力に逆らうような上方向への身体運動は大きなエネルギーを要する．楽曲によって気分が高揚することで負荷の高い運動でも苦もなくなされるのかもしれない．また，負荷のかかる運動をおこなうことで血流量が増えれば，神経が活性化されるだろう．ノリのよい曲を鑑賞して自発的に適度な運動をすることで気分が興奮し，さらに曲へのノリがよくなる効果の可能性がある．

また，「身体を左右に揺らしてリズムをとる」「ペンライトを両手で上向に持つ」「ペンライトを上向にして胸の高さかそれ以下にする」行動は，「ノリノリ」曲において鑑賞者が自発的に示した行動ほどは重力に逆らうことのない動きだといえる．速度も比較的ゆっくりで可動域は小さい．これをたとえば，ゆりかごやハンモックで揺れているときのような状態と同様であるとすれば，ゆったりと寛いだ気分が誘発され，神経が鎮静化される可能性がある．バラード曲を鑑賞して自発的に生起した「ヨコゆれ」行動で気分が落ち着き，さらに曲をじっくりと味わうことができるという効果も考えられる．

本実験では動きに対する指示がなかったこと，パフォーマーのライブ中の行動の模倣や同期でもないことから，このような行動は楽曲によって誘発されて生起したと考えられる．そして，曲種によって異なる動きがみられることと，それらの自発的な行動が，「ノリノリ」曲ではよりノリよく盛り上がるために，「バラード」曲ではよりじっくり聴き入るために，効果的な動きであったことは興味深い．鑑賞者は自身の身体の動きを通じて，楽曲を適切に鑑賞していることが示唆された．

今後の検討課題としては，このような行動が曲種によってボトムアップに生じるのか，あるいはファン固有の既知情報からトップダウンに生じるのかという点がある．本実験は当該のアイドルグループのライブの状況や楽曲をよく知っているファンを対象にしておこなったので，今後は当該のグループのライブや楽曲について未見の参加者を対象に同様の実験をおこなって検討する必要がある．また，楽曲におけるどのような要素が生起する行動の違いと関連しているのかについて検討することも，「鑑賞」という知的活動の研究において重要であると考える．

5. 参考文献

江頭満正 (2020). ロックフェスティバルにおける来場回数による参加動機の変化―アラバキロックフェスティバルを事例に―, 尚美学園大学総合政策研究紀要, *35*, 1-16.

西川千登世・渋谷昌三 (2011). 音楽ファンのコンサート参加行動による精神的健康度への影響―参加頻度による検討―, 目白大学心理学研究, *7*, 45-53.

野村亮太・丸野俊一 (2007). ユーモア生成過程にみられる演者と観客による関係システムの解明, 認知科学, *14(4)*, 494-508.

野村亮太・岡田猛 (2014). 話芸鑑賞時の自発的なまばたきの同期 認知科学, *21(2)*, 226-244.

山田芳明 (2007). 子どもの身体感覚を生かした鑑賞活動についての考察, 鳴門教育大学実技教育研究, *17*, 1-6.

吉田有花・宮下芳明 (2012) 身体動作の重畳表示による動画上での一体感共有, 情報処理学会インタラクション 2012, 527-532.

ラテンアメリカンダンスに見る基本動作の一貫性に関する熟達差 ー基本動作を応用したフィガーの三次元運動協調解析による プロ-アマ比較からー

Expert-Novice Differences in Consistency of Basic Movements of Latin American Dance -Comparison of Professional and Amateur Dancers Using 3D Kinematic Coordination Analysis of 3 Figures-

初田響子，清水大地，野中哲士
Kyoko Hatsuda，Daichi Shimizu，Tetsushi Nonaka
神戸大学
Kobe University，Graduated School of Human Development and Environment
kyoko.htsd@gmail.com

概要

ラテンアメリカンダンス特有の一貫した滑らかで安定した動作は，どのような身体運動により行われているのだろうか．本研究では，ラテンアメリカンダンスの基本動作である Cuban Motion を用いたフィガーについて，三次元運動協調解析を行った．最も重要な水平面の骨盤の軌道は，プロフェッショナルとアマチュアで近似しており，一般的な指導内容との相違が見られた．一方，姿勢の安定性や身体部位間の協調については熟達差があることが示唆された．

キーワード：運動協調，熟達差，ラテンアメリカンダンス

序論

男女がペアとなり，リズムに乗せて踊るラテンアメリカンダンスは，近年の競技ダンスの規模拡大に伴い，急速に発展してきた．ラテンアメリカンダンスを特徴づける基本的な動作の一つに Cuban Motion と呼ばれる動作がある．これは連続的な腰部の回転動作であり，主にラテンアメリカンダンスのルンバ種目における，あらゆるフィガー（足型）の原型とされる．応用的なフィガーでは，基本的に Cuban Motion を一貫して継続しながら踊ることが求められる．これまで体系化されてきた認定ダンス教則本[1]や指導者の多くは Cuban Motion を「骨盤の 8 の字運動」と説明しているが，実際には，骨盤の中心は水平面上に 8 の字を描いていない[2]など，近年の動作計測の分析により指導内容と実際の動作の相違が明らかになりつつある．

本研究では，Cuban Motion の動作計測の分析を発展させ，その基盤動作がさまざまなフィガーの実施時において一貫した特徴を持って行われるか，その一貫性は熟達者と非熟達者の間で異なるかを検証し，熟達に向けた示唆を得ることを目的とした．そのために，Cuban Motion を用いた Cuban Rocks（以降 CR），Side Cucarachas（以降 SC），Rumba Walks（以降 RW）の 3 つのフィガーについて，プロフェッショナル（以降プロ）とアマチュア（以降アマ）との比較を行った．

以上の検討は，特定の表現領域・運動領域における基盤動作の機能や拡張可能性の検討にも繋がると

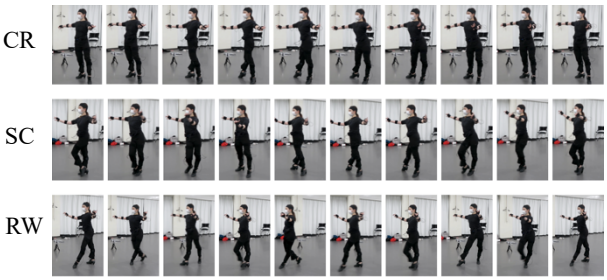


図 1　実演課題の連続写真

考えられる．基盤動作の応用は，さまざまな表現やスポーツに共通して見られる事象であり，今後，基本動作も含めた多様な動作の関連性やそれらの構造的な熟達化について体系的に捉えるために必要な観点の提案につながることが予想される．

方法

参加者はプロアマ 6 名ずつの，計 12 名の協力を得た（各男女 3 名ずつ）．プロは認定ダンス教師資格を有するあるいは公式競技でプロラテンの部に出場していることを条件とした（年齢：41.17±11.88，経験年数：16.17±7.99）．アマは 1 年以上のラテンダンス経験があり，プロに該当しない者とした（年齢：21.00±0.00，平均経験年数は 3.00±0.00）．

実演課題は Cuban Motion を応用した CR, SC, RW の 3 つのフィガー（図 1）とした．実演に際し，Cuban Motion に依らない上肢などにより生じる体幹部の動作への影響を最小限に抑えるため，肘はダンスにおける自然な状態で常に上げておくこと，首や頭の角度を変えないことを参加者に指示した．なお実演課題について，CR，SC は左右方向への動作，RW は前後方向への動作であり，3 つの中では，CR が Cuban Motion の最も基本的な動作，RW が応用的な動作，SC がその中間とされている．

動作計測には慣性センサ式モーションキャプチャ，三次元空間構成装置，ビデオカメラを用いた．参加者は 17 個の慣性センサとダンス用シューズを着用した．普段のダンス練習時と近似した環境を再現するため，鏡で自分の動作を確認できる環境で計測を行った．音楽は全試行において同じルンバの曲（96BPM）であった．各課題 5 試行ずつ，1 試行について 8 小節分（18.5 秒程度）の計測を行った．

なお，今回はラテンアメリカンダンスの講師をしている第一著者の経験的な知見と，仔細なビデオ記録の観察に基づき，Cuban Motion の熟達に強く関係していると考えられた，3 平面上の骨盤の軌道，胸椎の vertical 方向の変位，骨盤やかかと等の時系列変位の相関について分析を行った．なお，動作データのうち，計測により生じたドリフト等のエラーデータは全て取り除き分析を行った．

結果

今回の分析で用いた Cuban Motion 実施時に，特に注目すべき身体部位とその名称について図 2 に示す．以降，身体部位は図 2 中の名称で記述する．

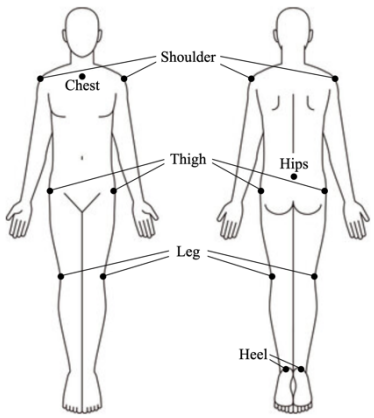


図 2　分析時に着目した身体部位と名称

図 3 は 3 平面上の R&L Thigh, Hips の軌道について，プロとアマの一例を示したものである．水平面上の R および L Thigh の軌道は，プロアマともそれぞれ楕円形を描いていた．水平面上の Hips の軌道はどれも左右方向への移動が基本であり，8 の字を描いていなかった．また，Hips の軌道はアマが楕円形を描いていたのに対し，プロは左右方向への移動のみであった．アマは R Thigh と L Thigh の 3 平面

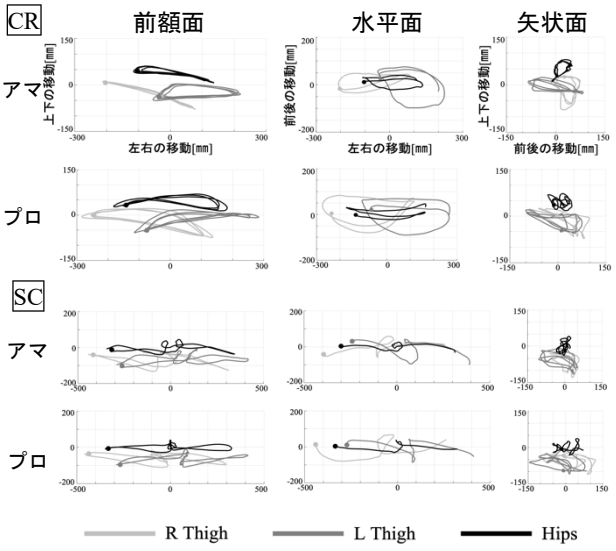


図 3　3 平面上の R&L Thigh, Hips の軌道

*RW は動作の方向が異なるため除外した

の軌道の各形状に差異が見られたが，プロは左右対称に近い形状となっていた．この事象は他の参加者でも共通していた．

Hips の動作の特徴を調べるため Hips の左右移動変位を前後移動変位で割った比を求めた(表 1 上段)．全フィガーにおいてプロの方がアマよりも比が小さい様子が伺われた．つまり，プロの方がアマよりも左右に対する前後の移動が小さいと考えられる．

また，水平面上の R-L Thigh の角度変位について，L Thigh を原点としたときの R Thigh の相対的な角度変位から求めた（表 1 中段）．全フィガーにおいてプロの方がアマよりも大きい様子が伺われた．また，プロの方がアマよりもフィガー間の差が小さい様子が伺われた．

Chest の vertical 方向の変位について（表 1 下段），プロの方がアマよりも小さい様子が伺われた. また，プロはフィガー間の差が小さい様子が伺われた．

表 1　Hips, R-L Thigh, Chest に関する分析結果（M±SD）

		CR	SC	RW
Hips の前後/左右移動変位比	アマ	0.52±0.06	0.35±0.03	—
	プロ	0.38±0.04	0.28±0.03	—
R-L Thigh の水平面上の角度変位 [deg]	アマ	25.43±1.91	24.27±1.52	22.41±1.36
	プロ	25.96±1.22	24.79±1.65	26.03±1.56
Chest の vertical 方向の変位 [㎜]	アマ	19.19±1.09	25.38±1.52	20.72±1.49
	プロ	14.70±1.76	15.41±0.98	15.81±2.21

前額面上の R&L Thigh(骨盤) と R&L Shoulder(肩)の角度変位について，L Thigh を原点としたときの R Thigh，L Shoulder を原点としたときの R Thigh の相対的な角度により求めた（図 4）．プロアマと

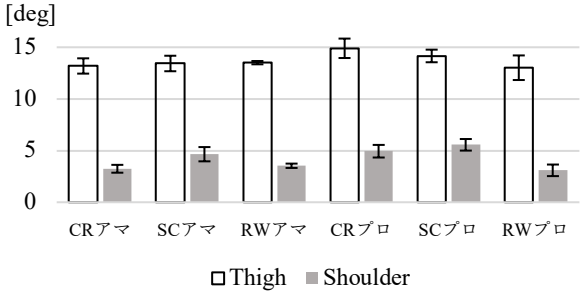


図 4　前額面上の R&L Thigh, R&L Shoulder の角度変位（M±SD）

も全フィガーにおいて骨盤の方が肩よりも角度変位が大きかった．CR, SC ではプロの方がアマよりも骨盤・肩ともに変位が大きい．Chest の vertical 方向の変位の結果と照らし合わせると，前額面上の肩の角度変位はプロの方が大きかったが, Chest の上下動はプロの方が小さく，前額面の肩の角度変位は上半身の上下動に影響を与えていないことが示唆される．

R&L Thigh と R&L Heel の左右方向への時系列変位についてプロアマ各 2 試行分を図 5 に示す. CR について，R&L Thigh の波形は，プロアマともわずかに位相差があり，移動方向の Thigh が逆側の Thigh を少し先行している点が共通していた．一方，R&L Heel の波形は, プロは大きく位相差があるのに対し，アマはほぼ同位相であった．SC については，R&L Thigh の波形は，プロアマともわずかに位相差がある点が共通していた．R&L Heel の波形についても，

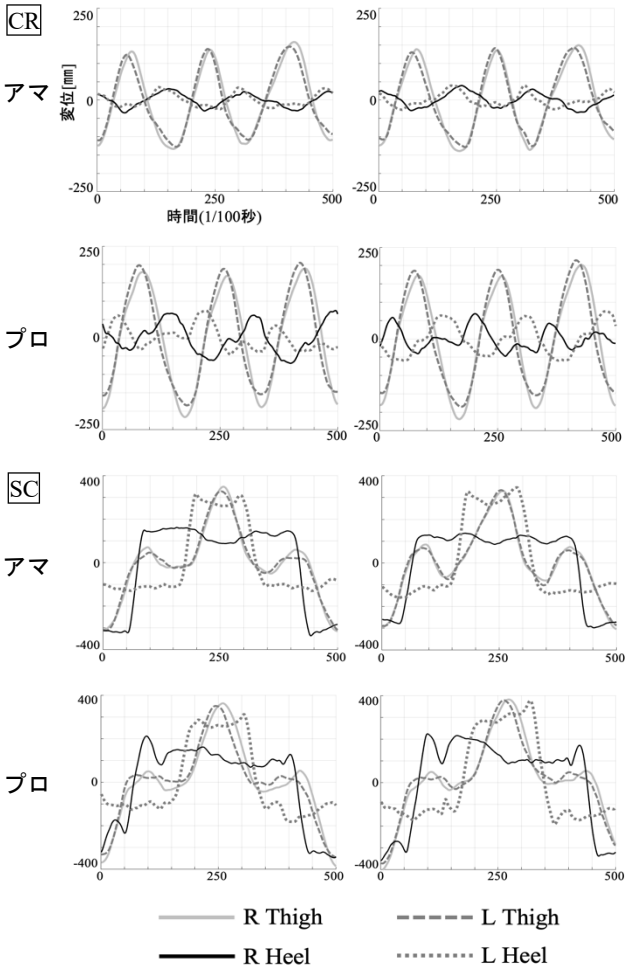


図 5　R&L Thigh, R&L Heel の左右方向への時系列変位

*図中の波形について標準化は行っていない

*RW は動作の方向が異なるため除外した

プロアマとも近似していたが，プロは位置が大きく変位する前後の時系列で，反対方向へ小さく戻るような波形が見られた．

さらに全身の動作協調の様相を調べるため，9 つの身体部位について相互相関分析を行った．ピークを示した相関係数の値が 0.7 以上かつラグ値が 0.20 秒未満であった身体部位間を実線，相関係数の値が 0.7 以上かつラグ値が 0.20 秒以上であった身体部位間を，先行している部位を始点として矢印で図 6 に示す．CR，SC ともプロは Heel と他の部位の相関が多く見られたのに対し，アマは Heel と他の部位の相関が見られなかった．また，CR のプロでは，相関が高くかつラグの関係にある身体部位が多く見られた．これらの事象は他の参加者でも共通していた．

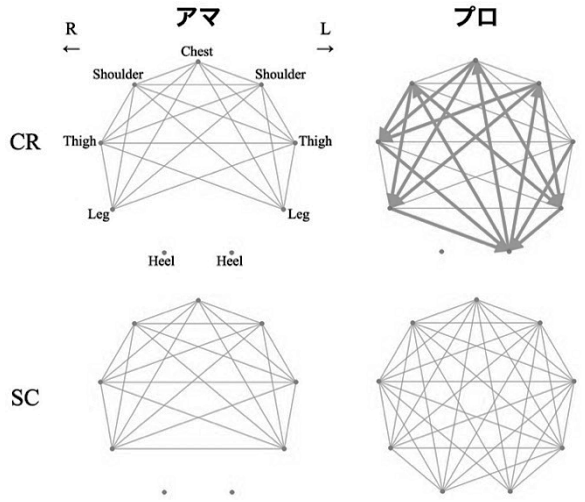


図 6　Chest, R&L Shoulder, R&L Thigh, R&L Leg, R&L Heel の左右方向の動作相関図

考察

水平面上の Hips，R&L Thigh の軌道について，プロアマとも形状は近似しており，骨盤の中央部（Hips）は 8 の字を描いていないことが共通していた．[1]で述べられている「8 の字の動き」は，実際の動作とは異なっていた．左右方向の Cuban Motion を伴うフィガー実施時，プロの方がアマよりも左右移動に対して前後移動が小さかったことから，プロはアマに比べて矢状面における姿勢を維持しながら動作を行なっていると考えられる．

Chest の vertical 方向の変位はプロアマとも 2.6cm 未満と小さい値とどまっており，上半身はなるべく上下動をさせずに踊るべきだという一般的な指導内容を支持する結果であった．また，プロはアマに比べ，vertical 変位およびフィガー間の差が小さい様子が伺われたことから，プロの上半身の上下動はフィガーによらず一定であることが示唆される．

R-L Thigh の水平面および前額面上の角度変位について，CR, SC はいずれもプロの方がわずかに大きい様子が伺われた．このことから，プロは左右方向のフィガーで Cuban Motion を伴うとき，アマよりも立体的に大きく骨盤を動かしていたと考えられる．

表 1 と図 4 の内容から，プロは前額面上の肩の角度が比較的大きく変位する一方で，Chest の vertical 変位は抑えられている様子が伺われた．このことから，プロは前額面上の肩の角度変位を，上半身の上下動に影響させず効果的に用いている可能性がある．

図 5 中の CR のプロで見られた Heel の波形は，足部および脚部のターンアウト（外旋）を左右交互に行うことにより生じたと考えられる．SC も同様に，ターンアウトにより，結果で述べたようなアマには見られない波形が生じたと考えられる．図 6 の結果と総合して考察すると，プロは左右方向のフィガーで Cuban Motion を伴うとき，ターンアウトによって Heel と他の身体部位の動作を協調させていることが示唆される．また，CR のプロでは Heel をはじめ多くの身体部位間で左右方向への動作のラグが見られた．これまでの結果を総合して考察すると，少しずつタイミングをずらしながら各身体部位を左右へ変位させることで，上下動を抑えつつ，滑らかな動作を達成している可能性が考えられる．

これらの内容をダンス指導・学習の実践の場へ提供することで，より効果的なダンス指導・学習に寄与できると考える．

引用文献

[1] Marco S. et. Al., (2004), RUMBA, World Dance Sport Federation, (金城庸夫ら訳 (2014), ダンススポーツ教本ルンバ) , 189p

[2] 西村拓一・瀬古薫希・瀬古知愛 (2022) , “統一全日本チャンピオン, 瀬古組を科学の目で徹底分析！”, ダンスビュウ 2 月号, pp.22-25

ランダム点運動の順応による運動知覚の変化
Changes in motion perception by adaptation to random point motion

朱 剣[†]，日髙 昇平[†]
ZHU Jian, Shohei Hidaka

[†]北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
s2320026@jaist.ac.jp

概要

運動残効(Motion After Effect; MAE)は[1]，ある方向に動く刺激を長時間観察した後，静止している物体が直前に提示された動きとは逆方向に動いているように見えるというものである．本研究では順応運動刺激の速度とMAE の持続時間の関係を予測する計算モデルを構築し，MAE に関する心理物理学実験の結果を，計算論的に説明することである．

キーワード：運動残効，神経順応

1. はじめに

運動する視覚刺激をしばらく見た場合，その刺激が物理的に停止した後に，主観的には逆方向の運動を知覚する場合がある(図 1)．この知覚的な現象を Motion After Effect (MAE)と呼ぶ．本研究の目的は，順応運動刺激の速度と MAE の持続時間の関係を予測する計算モデルを構築し，MAE を，計算論的に説明することである．

2. 実験

本研究はMAE の時間的な性質を調べる３つの実験を行った．実験１と２はMAE の持続時間と順応運動刺激の速度との関係の明確を目的とし，水平方向(Exp1)と多方向運動(Exp2)における MAE の持続時間を測定した．実験 3 はMAE の幻覚運動の速度変化を明らかにするのを目的として幻覚運動速度の主観的等価値を測定した．

2.1. 実験参加者

北陸先端科学技術大学院大学の院生 6 名と社会人 4 名(年齢M＝24.4, SD＝3.16)が実験に参加した．なお，被験者は全員，正常視力であった．院生のうち 1 名と社会人の 4 名はすべての心理物理実験を参加した．院生のうち，5 名はExp1 のみを参加した．

2.2. 実験刺激と実験環境

刺激は 15 ㎝の円型のアパチャーの中で提示された．中央の十字形は 2mm×2mm でおり，ランダムドットは 1.5 mm×1.5mm とし，アパチャー内に 450 個あった．実験プログラムは PsychoPy®3.2.0 で作成した．実験に使用したモニターは，解像度が 1920×1080 であった．実験中は顎台を用いて画面と目の距離を 60cm に固定した．

2.3. 実験手続き

水平運動における MAE の持続時間(Exp１)

各試行の最初に，画面の中心に「十」を 1s 提示した．次に運動刺激を 30s 提示した．被験者は続けて中心点を注目させた．30s 後に静止刺激(静止ドット)が表示されるが，被験者は中心点を注目しつづけた．運動刺激の運動方向と反対の動きを知覚した被験者は，この現象が止まったと判断する時点で Enter を押すと要求された．この手続きを 1 試行とし，14 試行を行った．各試行で提示された運動刺激の運動速さは$1^{\circ}/s$~$14^{\circ}/s$の範囲で$1^{\circ}/s$の間隔繰り返しのないランダムな設定とした．

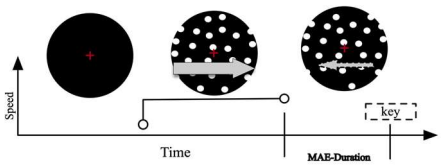


図 1　Exp 1 の 1 試行の手続き

多方向運動における MAE の持続時間(Exp２)

速度知覚の異方性[2]を配慮し，多方向運動による MAE 持続時間を測定した．実験手続きは Exp1 から，運動方向の 90 度, 180 度, 270 度を実験設計に追加した．運動刺激の運動速さは$1^{\circ}/s$~$6^{\circ}/s$.

MAE により幻覚運動の速さ(Exp３)

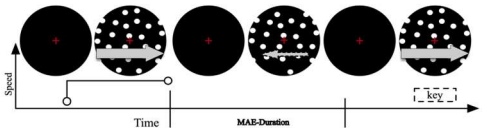


図 2　Exp3 の 1 試行の手続き

水平運動による MAE の幻覚運動の知覚速度は時間とともに変化するので，時間ごとの知覚速度を測定した．30s の運動刺激が観察させた後，0s,4s,8s,12s,16s,18s の空白- 1 (ドットなし)があった．その後，静止刺激を 1s 提示してから 30s の空白 - 2 があった．そして，運動の速さが被験者に調整されるテスト刺激を示した．被験者は「→」キー/「←」キーによってテスト刺激の運動速さを，静止刺激の間の幻覚運動の速さと同じように調整し，幻覚運動の知覚速度の主観的等価値を報告させた．

3. 水平運動の観察者の計算モデル

本研究では，水平に運動する刺激に対して、その速度（速さと方向）を推定するモデルとして「観察者モデル A」を考える．その入力として，模擬的な運動刺激の物理的速さと物理的方向を設定した. 左方向と右方向に敏感な一組の神経細胞が存在し，選好速度は$0\sim20^{\circ}/s$の範囲内に$1^{\circ}/s$の間隔で平均分布しているという仮定が設定されている．「観察者モデル A」の計算スケジュールは以下のようである．

$$\left\{MT_{(.)}^{i,recover}(x_{pref}^{i},x_{stim},t)\middle|i=1,2,\dots\right\}\xrightarrow{Observer-A}V_{(.)}^{recover}(x_{stim},x_{adapt},t)$$

ここで，$MT_{(.)}^{i,recover}$は，神経細胞の回復過程におけるt時刻の反応で，$V_{(.)}^{recover}$は異なる神経順応効果に対して，時間に従う知覚速度の推定値である．$(.)$は異なる神経順応を表す.

知覚速度の推定値は時間に従って，限りなくゼロに近い．$V_{(.)}^{recover}$は一定の値ϵより小さい場合，$V_{(.)}^{recover}$をOとして扱う．MAE の消失の時，時間をTとすると，この時において$V_{(.)}^{recover}(x_{stim},x_{adapt},T)$であるため，観察者モデルによる MAE の持続時間の推定値と運動刺激の運動速度との関係は，以下の式で決定される．

$$V_{(.)}^{recover}(0,x_{adapt},T)=\epsilon$$

ここでは，MAE が生じる間に観察する運動刺激の速度はOため，x_{stim}はOになる．

模擬神経細胞の反応

x_{pref}^{i}の選好速度を持つ模擬神経細胞iは非神経順応状態の下で，入力模擬運動刺激の速度x_{stim}に対する反応は$MT^{i}(x_{pref}^{i},x_{stim})|_{\alpha_0,\sigma_0}$である．

$$MT^{i}(x_{pref}^{i},x_{stim})|_{\alpha_0,\sigma_0}=e^{-\frac{(x_{stim}-x_{pref}^{i})^2}{2\sigma_0^2}}\alpha_0$$

反応MT^{i} が入力模擬運動刺激の速度x_{stim}と選好速度x_{pref}^{i}との離れ程度に従って減少する傾向はベルカーブ型関数に従い，分散はσ_0である．

順応効果

神経順応の下の模擬神経細胞の反応を$MT_{(.)}^{i}(x_{pref}^{i},x_{stim},x_{adapt})$とし，$x_{adapt}$は順応刺激の運動速さである．「観察者モデル A」では，3 種類の既知の可能な順応効果をシミュレートした.

(1)模擬神経細胞の反応曲線の高さが変化する神経順応パターン ― 高さ変化$(amplitude)$[3]：

$$MT_{amplitude}^{i}(x_{pref}^{i},x_{stim},x_{adapt})|_{A_a,\sigma_a,\sigma_0,\alpha_0}=MT^{i}(x_{pref}^{i},x_{stim})|_{\sigma_0,\alpha^{i,adapt}(x_{pref}^{i}x_{adapt})|_{A_a,\sigma_a,\alpha_0}}$$

$$\alpha^{i,adapt}(x_{pref}^{i},x_{adapt})|_{A_a,\sigma_a,\alpha_0}=\alpha_0\left(1-e^{-\frac{(x_{pref}^{i}-x_{adapt})^2}{2\sigma_a}}\cdot A_a\right)$$

$\alpha^{i,adapt}$は，神経順応が模擬神経細胞iの反応に与える影響を表す．選好速度x_{pref}^{i}が順応刺激速度x_{adapt}から離れる模擬神経細胞iは，神経順応の影響が小さい.

(2)模擬神経細胞の反応曲線の幅が変化する神経順応パターン ― 分散変化(variance)[4]：

$$MT_{variance}^{i}(x_{pref}^{i},x_{stim},x_{adapt})|_{\alpha_0,\sigma_0,A_v,\sigma_v}=MT^{i}(x_{pref}^{i},x_{stim})|_{\alpha_0,\sigma_\phi^{i,adapt}(x_{pref}^{i},x_{adapt})|_{\sigma_0,A_v,\sigma_v}}$$

$$\sigma_\phi^{i,adapt}(x_{pref}^{i},x_{adapt})|_{\sigma_0,A_v,\sigma_v}=A_v\cdot\frac{e^{-\frac{(x_{pref}^{i}-x_{adapt})^2}{2\sigma_v^2}}}{\sigma_v}+\sigma_0$$

$\sigma_\phi^{i,adapt}$は，神経順応が模擬神経細胞iの反応の標準偏差に与える影響を表す. x_{adapt}と同じ選好速度x_{pref}^{i}を持つ模擬神経細胞iは，神経順応の影響が最大である.

(3)模擬神経細胞の反応カーブの峰の位置を変える神経順応パターン ― ピークシフト(peak-shift)[5]:

$$MT_{peakshift}^{i}(x_{pref}^{i},x_{stim},x_{adapt})|_{A_p,\sigma_p,\alpha_0,\sigma_0}=MT^{i}\left(x_{pref}^{i,adapt}(x_{pref}^{i},x_{adapt})|_{A_p,\sigma_p},x_{stim}\right)|_{\alpha_0,\sigma_0}$$

$$x_{pref}^{i,adapt}(x_{pref}^{i},x_{adapt})|_{A_p,\sigma_p}=x_{pref}^{i}+e^{-\frac{(x_{pref}^{i}-x_{adapt})^2}{2\sigma_p^2}}\cdot A_p\cdot(x_{pref}^{i}-x_{adapt})$$

$x_{pref}^{i,adapt}$は，神経順応の影響によって，模擬神経細胞iの選好速度を表す.

順応した模擬神経細胞の反応の回復

神経細胞の回復過程におけるt時刻の反応$MT_{(.)}^{i,recover}$は，以下の式で定義される.

$$MT_{(.)}^{i,recover}(x_{pref}^{i},x_{stim},t)=MT^{i}(x_{pref}^{i},x_{stim})-\left(MT^{i}(x_{pref}^{i},x_{stim})-MT_{(.)}^{i}(x_{pref}^{i},x_{stim},x_{adapt})\right)e^{-\frac{t}{\tau}}$$

その中で，$MT_{(.)}^{i}$は模擬神経細胞iが神経順応の影響下の反応である.

「観察者モデル A」のモデル知覚速度

異なる神経順応効果に対して，時間に従う知覚速度の推定値は，以下のように定義される[6].

$$V_{(.)}^{recover}(x_{stim},x_{adapt},t)=\frac{\sum_i\{x_{pref}^{i}\cdot MT_{(.)}^{i,recover}(x_{pref}^{i},x_{stim},t)\}}{\sum_i MT_{(.)}^{i,recover}(x_{pref}^{i},x_{stim},t)}$$

3.1. 多方向運動に対する観察者のモデル

次に，多方向の運動刺激を観察してその速度を推定する「観察者モデル B」を考える．観察者モデル B は 0 度～360 度の範囲で，15 度の間隔で分布し，それぞれの方向には選好速度が$0\sim20^{\circ}/s$の範囲内に$1^{\circ}/s$の間隔で平均分布していると設定されている．多方向運動に適用する「観察者モデル B」は入力信号としての画像シーケンス$L(x,y,t)$から，知覚速度$Velocity^{adapt}(t)$を推定する．

$$L(x,y,t)\xrightarrow{Observer-B}Velocity^{adapt}(t)$$

$L(x,y,t)$は，画像シーケンス中の時刻tにおいて，画像空間位置$(\bar{x},\bar{y})$における輝度(0~255)を表している．画像シーケンスは時間上で 2 つの部分で構成した．0s~T_mの間は Exp2 の運動刺激と同じなランキングドット運動映

像，T_m~60s の間は静止的なランキングドットをシーケンス化した映像であった. ここで, T_mは 30s に固定した.

$Velocity^{adapt}(t)$は観察者モデルにより知覚速度の推定値である． $Velocity^{adapt}(t)$は一定の値εより小さい場合, $Velocity^{adapt}(t)$を 0 として扱う. MAE の消失の時，時間をTとすると，観察者モデルによるシミュレーションされる MAE の持続時間T_{MAE}は以下の式で決定される.

$$Velocity^{adapt}(T) = \varepsilon \quad \text{and} \quad T_m + T_{MAE} = T$$

3.1.1. 「観察者モデル B」計算スケジュール

$$L(x,y,t) \xrightarrow{Stage1} \{MT^i(t) | i = 1,2,\dots\} \xrightarrow{Stage2} Velocity^{adapt}(t)$$

Stage1:運動刺激映像の処理

模擬神経細胞iの反応$MT^i(t)$は運動情報に対する反応$NE^i(t)$と順応効果$A^i(t)$との 2 つの部分で分かれる.

$$MT^i(t) = NE^i(t) \cdot A^i(t)$$

$NE^i(t)$は運動エネルギーと呼ばれ, 通常は視覚野のニューロンの放電率に正比例していると考えられる[7]. iは, 選好速度$\boldsymbol{V^i_{pref}} = (x^i_{pref}, y^i_{pref})^T$(()^{T}はベクトルの転置を表す)の模擬神経細胞を指している. $A^i(t)$は順応効果の時間過程である.

運動エネルギーの算出

運動エネルギーは, 運動刺激がフィルタを通して得られる符号化された情報(または情報のエネルギー)を意味し，選好速度$\boldsymbol{V^i_{pref}} = (x^i_{pref}, y^i_{pref})^T$の模擬 MT 神経細胞$i$の放電率は反対方向の運動エネルギーの差に正比例し，画像シーケンス$L(x,y,t)$の関数になる.

$$NE^i(t) = RE^i(t) - LE^i(t)$$

水平方向の右方向の運動エネルギー(RE^i)，および左方向の運動エネルギー(LE^i)は式のように計算可能である.

$$RE^i(t) = \sum_x \sum_y \left(F^i_{R_1}(\bar{x},\bar{y},t) * L(x,y,t)\right)^2 + \left(F^i_{R_2}(\bar{x},\bar{y},t) * L(x,y,t)\right)^2$$

$$LE^i(t) = \sum_x \sum_y \left(F^i_{L_1}(\bar{x},\bar{y},t) * L(x,y,t)\right)^2 + \left(F^i_{L_2}(\bar{x},\bar{y},t) * L(x,y,t)\right)^2$$

$*$は畳み込み演算を表す. $\bar{x}$と$\bar{y}$は，空間フィルタとしての Gabor 関数の空間座標を表し, 座標の原点は画像の左上に位置する. $F^i_{L_1}(\bar{x},\bar{y},t)$, $F^i_{L_2}(\bar{x},\bar{y},t)$, $F^i_{R_1}(\bar{x},\bar{y},t)$, $F^i_{R_2}(\bar{x},\bar{y},t)$は，初期視覚野における単純型細胞に相当する 4 つのフィルタを表し, 畳み込みカーネルとしている. この 4 つフィルタの定義は，以下の通りである.

$$F^i_{L_1}(\bar{x},\bar{y},t) = F^i_{odd}(\bar{x},\bar{y}) \cdot H^i_{slow}(t) + F^i_{even}(\bar{x},\bar{y}) \cdot H^i_{fast}(t)$$

$$F^i_{L_2}(\bar{x},\bar{y},t) = F^i_{odd}(\bar{x},\bar{y}) \cdot H^i_{fast}(t) - F^i_{even}(\bar{x},\bar{y}) \cdot H^i_{slow}(t)$$

$$F^i_{R_1}(\bar{x},\bar{y},t) = F^i_{odd}(\bar{x},\bar{y}) \cdot H^i_{slow}(t) - F^i_{even}(\bar{x},\bar{y}) \cdot H^i_{fast}(t)$$

$$F^i_{R_2}(\bar{x},\bar{y},t) = F^i_{odd}(\bar{x},\bar{y}) \cdot H^i_{fast}(t) + F^i_{even}(\bar{x},\bar{y}) \cdot H^i_{slow}(t)$$

$F^i_{odd}(\bar{x},\bar{y})$と$F^i_{even}(\bar{x},\bar{y})$は 2 つの直交している Gabor 関数であり，$H^i_{fast}(t)$と$H^i_{slow}(t)$は 2 つの作用時間が異なる時間関数である. $F^i_{odd}(\bar{x},\bar{y})$と$F^i_{even}(\bar{x},\bar{y})$は次のように定義可能である.

$$F^i_{odd}(\bar{x},\bar{y}) = cos^4 tan^{-1}\left(\frac{\bar{x}}{\sigma_c}\right) cos\left(4\tan^{-1}\left(\frac{\bar{x}}{\sigma_c}\right)\exp\left(-\frac{\bar{y}^2}{2\sigma_g^2}\right)\right)$$

$$F^i_{even}(\bar{x},\bar{y}) = cos^4 tan^{-1}\left(\frac{\bar{x}}{\sigma_c}\right) sin\left(4\tan^{-1}\left(\frac{\bar{x}}{\sigma_c}\right)\exp\left(-\frac{\bar{y}^2}{2\sigma_g^2}\right)\right)$$

ここで，σ_gはガウス分布の標準偏差. σ_cは，サイン波成分の周波数に関する係数である. $even$およびoddは，偶数位相(コサイン)と奇数位相(サイン)を表し，$F^i_{odd}(\bar{x},\bar{y})$および$F^i_{even}(\bar{x},\bar{y})$の敏感方向は反対であることを示している. 時間関数$H^i_{fast}(t)$および$H^i_{slow}(t)$はそれぞれ次のように定義可能である.

$$H^i_{fast}(t) = (kt)^3 \exp(-kt)\left[\frac{1}{3!} - \frac{(kt)^2}{(3+2)!}\right]$$

$$H^i_{slow}(t) = (kt)^5 \exp(-kt)\left[\frac{1}{5!} - \frac{(kt)^2}{(5+2)!}\right]$$

その中で，tは時間を表し，kは時間係数であり，時間関数の作用時間に関する係数である. $fast$および$slow$はそれぞれ時間関数の影響時間の長短を表す.

順応効果の時間過程

神経順応の影響下での模擬神経細胞iの順応効果は以下のように定義される.

$$A^i(t) = 1 - (1 - \left|1 - e^{\frac{t-\tau_m}{\tau}}\right|)\frac{\alpha e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\left(x-x^i_{pref}\right)^2}{{\sigma_\phi}^2} + \frac{\left(y-y^i_{pref}\right)^2}{{\sigma_\phi}^2}\right) - \frac{x^2+y^2}{b}}}{2\pi{\sigma_\phi}^2}$$

ここで神経細胞の反応は最大値が減少する順応効果(高さ変化)のみ模擬した. 順応刺激の速度を(x_{adapt}, y_{adapt})とする. (x_{adapt}, y_{adapt})と同じ偏好速度を持つ神経細胞iは，神経順応の影響が最大になる.

Stage2: 知覚速度の推定値

$\boldsymbol{V^i_{pref}} = (x^i_{pref}, y^i_{pref})^T$の選好速度を持つ模擬 MT 神経細胞$i$の反応は$MT^i(t)$である. 時間に従いた知覚速度の推定値は以下のように定義される. $Velocity^{adapt}(t)$のx分量は$v_x{}^{adapt}(t) = \frac{\sum_i\{x^i_{pref} \cdot MT^i(t)\}}{\sum_i MT^i(t)}$であり，$Velocity^{adapt}(t)$の$y$分量は$v_y{}^{adapt}(t) = \frac{\sum_i\{y^i_{pref} \cdot MT^i(t)\}}{\sum_i MT^i(t)}$である[6].

4. 実験結果とモデルの推定値の比較

水平運動における MAE の持続時間(Exp 1)

Exp 1 で測定した MAE の持続時間の実験結果と「観察者モデル A」での MAE の持続時間の推定値との比較(図 3)から見ると，「高さ変化」の神経順応効果はより妥当的である. なお，「ピークシフト」の神経順応効果で

の模擬は有意な結果が出なった.

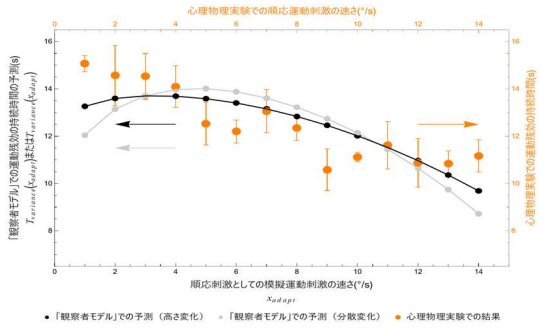


図 3 Exp 1 で異なる速度の水平運動における MAE に持続時間の実験結果と「観察者モデル A」モデルの推定値の比較

多方向運動における MAE の持続時間(Exp 2)

Exp 2 での多方向運動の MAE 持続時間の実験結果(図 4 の点線)からみると, 横方向運動の MAE 持続時間より, 縦方向運動の MAE 持続時間のほうが短い傾向がみられた.「観察者モデル B」は「高さ変化」の神経順応効果により, Exp 2 で示した傾向を推測(図 4 の実線)したことが分かった.

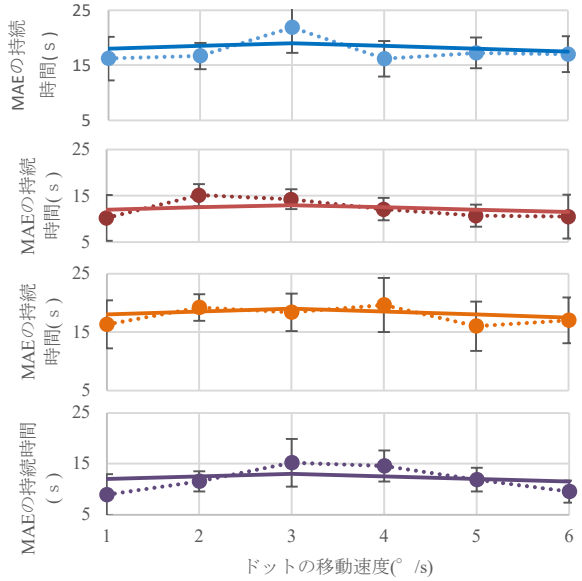


図 4 多方向運動における MAE の持続時間の実験結果(点線)と「観察者モデル B」の推定値(実線)の比較

(青：0 度，赤：90 度，オレンジ：180 度，紫：270 度)

MAE により幻覚運動の速さ (Exp 3)

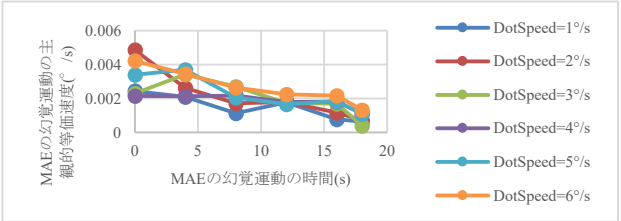


図 5 Exp 3 で運動残効により幻覚運動の速さの実験結果

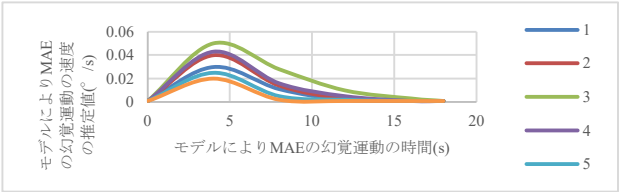


図 6「観察者モデル B」により MAE の幻覚運動の速さの推定値

図 5 に示したように幻覚運動の主観的速さは単調的に減少する傾向が示した一方,「観察者モデル B」の推定値はピークのある曲線の傾向を示した(図 6).「観察者モデル B」の妥当性をさらに検討する必要があると考える.

5. 考察

「観察者モデル A」によるシミュレーションからみると,「高さ変化」の神経順応効果は MAE の発生に関連することを示唆している. そして, 多方向に適用する「観察者モデル B」では「高さ変化」の神経順応効果を用いており, 多方向運動による MAE の持続時間の異方性も反映する可能性を示した.

ただし, Exp 3 での幻覚運動の主観的速さと「観察者モデル B」により幻覚運動の速度の推定値を比較からみると,「観察者モデル B」は幻覚運動の主観的速度の予測は実験結果と一致していない. したがって,「観察者モデル」の妥当性をさらに検討する必要性があると考える.

謝辞

本研究は科研費基盤研究 B(一般) JP23H0369, 挑戦的研究(萌芽) JP22K19790, JST さきがけ JPMJPR20C9 の助成を受けて行われた。

文献

[1] Mather, George (1980). “The movement aftereffect and a distribution-shift model for coding the direction of visual movement”. In: Perception 9.4, pp. 379–392.
[2] Giaschi, D., Zwicker, A., Young, S. A., & Bjornson, B. (2007). The role of cortical area V5/MT+ in speed-tuned directional anisotropies in global motion perception. Vision research, 47(7), 887-898.
[3] Kohn, A., & Movshon, J. A. (2003). Neuronal adaptation to visual motion in area MT of the macaque. Neuron, 39(4), 681-691.
[4] Kohn, A., & Movshon, J. A. (2004). Adaptation changes the direction tuning of macaque MT neurons. Nature neuroscience, 7(7), 764-772.
[5] Gilbert, C. D., & Sigman, M. (2007). Brain states: top-down influences in sensory processing. Neuron, 54(5), 677-696.
[6] Nichols, M. J., & Newsome, W. T. (2002). Middle temporal visual area microstimulation influences veridical judgments of motion direction. Journal of Neuroscience, 22(21), 9530-9540.
[7] Adelson, E. H., & Bergen, J. R. (1985). Spatiotemporal energy models for the perception of motion. Josa a, 2(2), 284-299.

暗記課題時の視線の動きと暗記課題の点数の関連について

The Relationship Between Eye Movement During Memorization Tasks and Scores on Memorization Tasks

奥田　祥司†，松嵜　由莉†
Shoji Okuda, Yuri Matsuzaki

†宝塚医療大学
Takarazuka University of Medical and Health Care
s-okuda@tumh.ac.jp

概要

学習方略については，深い処理の学習方略をおこなうことで成績が向上することが明らかになっている．現状では，学習方略に関する研究において視線の動きに着目しておこなわれているものは少ない．

そこで本研究では，視線入力装置を用いて暗記課題時の視線の動きを測定した．結果，視線の動きと課題の合計点数から浅い処理の方略と深い処理の方略時の視線の動きを可視化することができた．最後に視線について評価していくことの重要性について述べる．

キーワード：視線入力，学習方略，可視化

1. はじめに

これまでの学習方略の研究の中で，学習方略とは，「学習者の効果を高めることを目指して意図的に行う心的操作あるいは活動」と定義されている[1]．Marton & Saljo らの研究では，学生へのインタビューをもとに学習方略を「浅い処理の学習方略」と「深い処理の学習方略」大別している[2]．さらに日本認知心理学会は，浅い処理の方略について反復を中心とする学習方略をリハーサル方略と名づけたうえで，深い処理の学習方略を，「精緻化方略と」と「体制化方略」に分類している[3]．また，学習の際に使用される情報リソースに関しても，テキストや教師による講義，視聴覚教材など様々なものが使用されて研究が行われている[4][5][6]．さらに学習方略と学習成績の関連に加え，認知，動機付けなどの学習者要因についての研究が行われている[7][8]．以上のことから，効果的な学習方略が選択されていることが，学習者にとっても指導者にとっても重要であることがわかるが，学習時にどのような方略を用いているかを可視化した研究は少ない．学習者がどのように学習しているかを明らかにすることができれば，学習者にとっても，指導者にとっても有益な情報になると考えられる．

本研究は，暗記課題に取り組む際に図や説明の配置が画面の左側あるいは右側にあることによって，どのように視線が動いているのかを明らかにすることを目的とし，視線入力装置を用いて，視線の動きを記録した．

2. 方法

1. 対象者

研究の趣旨を説明し，同意を得られた医療系大学の学生 20 名(平均年齢 19.95±1.36 歳，男性 n=11，女性 n=9)を対象とする．

2. 実験装置・環境

視線入力装置は，EyeTec 社製の TM5-mini を使用し，miyasuku EyeConRC（以下，視線検出装置）を利用して視線の検出・記録をおこなう．視線検出装置は，unicorn 社が製作したソフトウェアであり，パソコン画面の表示内容と一緒に視線データを記録し，視線の動きを分析することができる．これによって，被験者が画面のどこを見ているのかを明らかにすることができる．検査実施前には，miyasuku EyeConRC でキャリブレーションをおこない，視線を認識し追従しているかの確認をおこなった．

被験者は，固定された椅子に座って実験をおこなった．被験者の前方のノートパソコン（画面サイズ 15.6 型：解像度：1920×1080px）に暗記課題を提示した．作業時の被験者の姿勢は，視線計測に影響を与えないように動かないように指示をした．

3. 実験方法

暗記課題を提示する前に解答項目を提示し，その後パソコン画面に映し出された問題を 8 問連続して覚えてもらった．その際，視線入力装置で視線の動きを記録した．最後に覚えた内容を解答用紙に記入してもらった．

1. 暗記課題

暗記課題として星座の模式図（以下，図）とその星座の解説（以下，説明）を提示した．暗記課題の作成は，Microsoft PowerPoint for Mac バージョン 16.71 を使用した．PowerPoint のツールバーの表示で垂直方向ガイドが 0 の地点を基準として左右を分けた．画面の左側に図，右側に説明が表示される問題（図 1）を 4 問，画面の左側に説明，右側に図が表示される問題（図 2）を 4 問の計 8 問を作成した．出題する順番については，ランダムに並ぶように乱数表を用いて順番を決め，4 つのパターンを作成した．

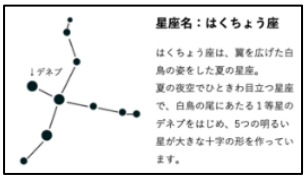


図 1 左図問題

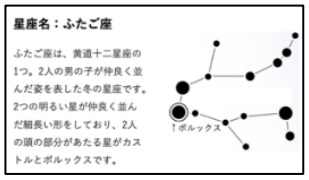


図 2 左説明問題

2. 解答項目

検査を実施する前に解答項目について説明をおこなった．画面に表示される説明から①星座の名前，②季節を，図から③一等星の名前，④一等星の位置を出題することを説明し，解答用紙は出題される順番通りになっていないことを伝えた．

3. スライド表示順序と視線の記録

スライドは，休息用スライド，視る位置を指定したスライド，問題，休息用スライドという順で作成した（図 3）．画面の切り替えについては，図 3 の Ⅰ は，手動で画面を切り替えた．この時，画面を切り替える時点で視線入力の記録を開始させた．Ⅱは，5 秒で自動的に画面が切り替わるにようにし，画面切り替え時間を 2 秒とした．Ⅲは，30 秒で自動的に切り替わるようにし，画面の切り替え時間を2秒とした．この時に視線入力の記録を終了した．Ⅳは，手動で画面を切り替えた．その際に体調の確認をおこなった．

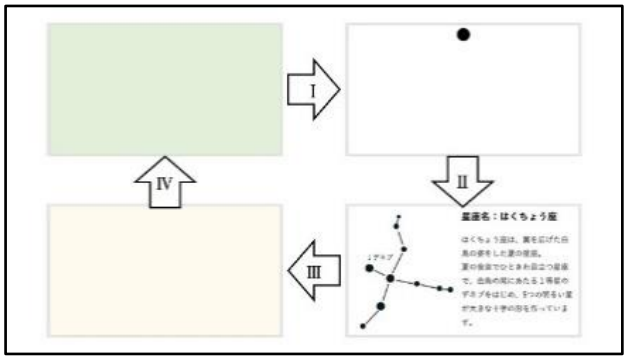


図 3　スライド概要

4. 評価指標

1）視ていた時間については，図または説明を視ていた時間，画面の左側あるいは右側を視ていた時間を測定した．図，説明または左，右をバランスよく視ていたかを明らかにするために，画面の左側を視ていた時間と右側を視ていた時間の差（以下，左右視差）を評価指標とした．

2）点数については，図の点数，説明の点数，合計点数を評価指標とした．

3）初めて視線が動く方向は，視る位置を指定したスライドから問題スライドに切り替わった後に視線が動いた方向を評価した．図あるいは説明のどちらに動いたかと左あるいは右のどちらに最初に動いたかを記録し評価指標とした．

4. 統計解析

分析 1： 合計点数と，画面の左側を視ていた時間，右側を視ていた時間，左右視差について Pearson の積率相関分析をおこなった．

分析 2：評価指標（視ていた時間・点数・初めて視線が動く方向）について，左図と左説明，画面の左側と右側，図と説明で，対応のある t 検定をおこなった．

統計ソフトには，IBM SPSS Statistics ver28.0.1.0 を使用した．

5. 結果

画面の左側を視ていた時間と全体の合計点数については，正の相関が認められた．また，画面の左右を視ていた時間の差との間には，弱い負の相関が認められた（表 1）．

表 1　合計点数に関する相関分析表

	r	M	SD
左側を視ていた時間	.514 *	15.936	1.583
右側を視ていた時間	-.603 **	17.064	1.568
左右視差	-0.214	2.663	1.874

** 有意水準 1%
* 有意水準 5%

左図と左説明を比較した時，図や説明を視ていた時間，合計点数に有意差は認められなかった．

左と右を比較した時，視ていた時間や初めて視線が動いた方向，合計点数に有意差は認められなかった．

図と説明を比較した時，視ていた時間は図より説明のほうが有意に長かった．また，初めて視線が動く方向は，図より説明のほうが多かった（表 2）．

表2 t検定の結果

	左図		左説明		
	M	*SD*	*M*	*SD*	*t* 値
図を視ていた時間	11.625	5.724	12.578	4.658	1.298
説明を視ていた時間	21.550	5.475	20.249	4.432	1.914
図の点数	1.400	1.046	1.600	1.465	0.567
説明の点数	3.250	1.713	3.750	1.372	1.228
合計点数	4.650	2.477	5.350	2.231	1.113

	左		右		
	M	*SD*	*M*	*SD*	*t* 値
視ていた時間	15.936	1.584	17.064	1.568	1.625
初めて視線が動いた方向	3.800	1.281	4.200	1.281	0.698
合計点数	5.150	1.785	4.850	2.412	0.698

	図		説明		
	M	*SD*	*M*	*SD*	*t* 値
視ていた時間	12.100	4.952	20.900	4.743	4.064*
初めて視線が動いた方向	1.200	1.361	6.800	1.361	9.200*

* $p < .001$

6. 考察

本研究の結果，視線の動きを可視化することで以下の3つのことが明らかとなった.

画面の左側を視ていた時間と合計の点数には正の相関がみられ，画面の左側を長く視ている方が合計の点数が高いことが明らかとなった．左脳は右空間を，右脳は左右空間を主に監視していると報告されている[9]．このことから，人間は左空間に注意を向けにくい傾向があると考えられる．本研究の結果から，注意を向けにくい左側に注意を向けることで点数が上がることが示唆された．そのため,教育者は，左側に注意を向けるように指し示していくことで学習効果を得やすいと考えた.

次に，画面の左側と右側の視ていた時間との差が小さい時は合計点数が高い傾向にあることが明らかとなった．左右の画面を視ていた時間の差が少ない人は，視線が画面の左右を行き来しており，それらの関連性を作り出し，理解する深い処理の学習方略をおこなっていたと推察される.よって，合計点数が高くなっていたと考えられる．また，画面の片側を視る時間が長くなっている時は，意味的な符号化を伴わない単純なリハーサルをしていると推察できる．これは浅い処理の学習方略であり，リハーサルを繰り返すだけの暗記になっていると考えられる．一般的に無関係なチャンクを記憶しようとする場合，例えば単語でもせいぜい7個が最大であるとされ，15秒から30秒程度で消失されてしまうとされている[10]．つまり，画面の片側を視る時間が長くなっている時は，暗記に頼る学習方略になっており合計点数が低くなったと考えられる.

また，視線が初めて動く方向は，説明を視にいく傾向があり，図と説明を視ていた時間を比較した時，説明を視ていた時間が有意に長いことが明らかとなった．このことから，被験者が図ではなく説明を重視して記憶課題をおこなっていたことがわかった．以上のことから，本研究では視線入力装置を使用することで，学習時の視線の動きの傾向を明らかにすることができ，その傾向をもとに学習方略を可視化することができる可能性が示唆された.

本研究は学習方略について視線入力装置を用いて視線の動きを可視化した数少ない研究である．視線入力装置に関しては，自閉スペクトラム症の早期に出現する発達異常を評価し定量化するための非侵襲的なツールとして,有用であることや[12]，乳児の社会的相互作用施行中の予測的眼球運動を明らかにできることが報告されている[13]．これらのように視線入力装置は言語的なコミュニケーションを図ることが難しい発達障害児や幼児の行動を理解する時に有益な情報を提供していることが明らかになってきている.

しかし，健常者の学習方略に着目し，視線の動きを可視化した研究は少ない．本研究は視線入力装置を用いることで画面の視ている場所，その時間を測定することで傾向を明らかにするだけでなく，学習時の視線の動きについて可視化することで，学習方略を客観的に可視化することが可能であることを示した．これまでは，具体的にどのような過程を深い処理と判断することが難しかったが，学習時の視線の動きについて可視化することによって，学習者の主観的な学習方略と客観的な学習方略の違いについて，学習者に適切なフィードバックを行うことができると考える．また，教師側の指導方法としても学習者の視線の傾向や偏りを知ることで，新たな学習方略の提案に結びつけることが可能である.

本研究の限界として，今回用いた視線入力装置で読み取ることができたのは，眼球の動きのみであった．そのため，周辺視野でどのような情報を得ていたかは機器の限界である．また，対象者数が少なく研究の統計的出力が制限された可能性がある．今後さらにサンプルサイズを増やし検討していく必要がある．また，今回の対象者は医療系学部の学生に限られており，領域特有の暗記方略であった可能性がある．今後，理系や文系学部で学ぶ

学生のデータ収集を行っていくことで，学んでいる領域による学生の学習方略の特徴などを明らかにしていくことが期待できる.

7. 結論

本研究では，視線入力装置を用いて暗記課題時の視線の動きを可視化することによって，学習方略と視線の動きには関係性があることが示唆された．今後，視線入力装置を使用した学習方略の可視化が，教育分野で活用されていくことが期待できる.

引用文献

[1] 辰野千壽（1997）. 学習方略の心理学 図書文化 pp.11-16.

[2] F.Marton, R.Saljo(1976), On qualitative differences in learning., Br.J.educ.Psychol,46,4-11

[3] 植阪友理(2010). メタ認知・学習観・学習方略現代の認知心理学 5：発達と学習・市川伸一（編） 北大路書房 pp.172-182.

[4] Samuelstuen,M.S., Braten I(2005) Decoding, knowledge, and strategise in comprehension of expository text.

[5] Titsworth,B.S.,Kiewra,K.A.(2004) Spoken organizational lecture cues and student notetaking as facilitators of student learning.,Contemporary Educational Psychology,29,447-461.

[6] Azevedo,R.,Cromley,Seibert,D(2004) Does adaptive scaffolding facilitate students' ability to regulate their learning with hypermedia?, Contemporary Educational Psychology,29,244-370.

[7] Greene, B. A. , Miller, R. B.(1996)Influenceson Achievement: Goals, Perceived Ability, and Cognitive Engagement, Contemporary Educational Psychology, 21, 181-192.

[8] Elliot,A.J.,McGregor,H.A.(2001) A 2 X 2 Achievement Goal Framework,Journal of Personality and Social Psychology,80,501-519.

[9] 前田真治(2008)，半側空間無視，高次脳機能研究，第28巻第2号，86-95.

[10] 三村將，坂村雄(2003)，ワーキングメモリーをめぐる最近の動向，リハビリテーション医学，40，314-322.

[11] 堀野緑，市川伸一(1997)，高校生の英語学習における学習動機と学習方略，Japanese Journal of Educational Psychology，45，140-147

[12] Noah J Sasson, Jed T.Elson(2012), Eye Tracking Young Children with Autism, Journal of Visualized Experiments, 61, e3675.

[13] Maleen T, Robert H(2021), Social interaction targets enhance 13-month-old infants' associative learning, Infancy, 26, 409-421.

応援と「推し」の違いに関する一考察：プロジェクションの観点から
Consideration of the Difference between Cheering and “Fave”: From the Standpoint of Projection

東 美由紀[†]，島田 真希[†]，嶋田 総太郎[†]
Miyuki Azuma, Masaki Shimada, Sotaro Shimada

[†]明治大学
Meiji University
azuma_myk@meiji.ac.jp

概要

近年，応援に関連する言葉として「推し」という概念が一般的に受け入れられるようになってきた．両者はどちらもプロジェクションのプロセスを含むが，その関連については検討の余地がある．本研究では，個人の応援傾向による分類を元に，「推し」の有無と応援行動の調査を行った．その結果，個人の応援傾向によって「推し」の有無および応援行動の特徴が異なり，応援傾向の高さと「推し」が必ずしも同一のものではない可能性が示された．

キーワード：応援 (cheering), 推し (fave), 投射 (projection), 逆投射 (back-projection)

1. はじめに

私たちはスポーツや芸能の場においてはもちろん，家族や友人，ときには見知らぬ人に対しても応援を行う．応援はコミュニケーションないし，自己と他者との関係のひとつの形態であり，私たちの生活にとって重要な役割を担っていると言える．

応援については，様々な人を積極的に応援する人もいれば，応援することに関心を持たない人もいるといったように，個人によって傾向が異なると考えられる．このような個人が他者を応援する傾向については，応援傾向尺度の下位尺度得点によって，1) 様々な対象に対して応援する傾向の高い「積極的応援群」，2) 周囲の影響をあまり受けずに自身が関心を持つ対象を応援する傾向を持つ「自己充足的応援群」，3) 全体的に強い応援傾向はないが，周囲での話題性による影響を受ける傾向のある「受動的応援群」，4) 他者に対する応援が全体的に少ない傾向にある「消極的応援群」の 4 群に分かれることが示されている [1].

応援を取り巻く環境は変化しつつあるが，近年は「推し」という概念が一般的に受け入れられるようになり，研究対象としても取り上げられるようになってきている．例えば，久保（川合）(2022) は，プロジェクション（投射）の観点から「推し」についての解釈を行っている [2]. プロジェクションとは，人が内部に持つ予測モデルを世界に対して適用しながら世界を意味づける心の働きのことである [3]. このプロジェクションによって，自己が他者に投射されることもあり，投射した他者に加えられた操作が自らの経験として逆に伝搬してくる現象もある．この現象はバックプロジェクション（逆投射）と呼ばれている [4]. 「推し活」（「推し」に関する活動）としてよく行われる「推し」の外見を象ったグッズを持つことや，「推し」を模した装いをすることなどの行動もこれらのプロセスの観点から説明されている [2]. また，バックプロジェクションは，それが起こった者の意識や行動に影響を及ぼすことも示されており [5]，嶋田 (2022) は，他者に対するプロジェクションとバックプロジェクションを通して，自己に変容が生じる可能性について言及している [6].

一方，応援するという行動も，一体感 [7] や代理経験 [8]，また，自分が応援しているつもりが，逆に応援している他者によって自身が励まされる [9] といったように，応援対象と自己の間でのプロジェクションとバックプロジェクションのプロセスを含む．このため，応援と「推す」ことの間には多くの共通点を持ちつつも、微妙な力点の違いがあることが予想される．

本研究では，島田他 (2022) [1] によって示された 4 つの応援群の「推し」の有無，各応援群の性格特性の特徴，および「推し」に対する応援行動の調査を通して，応援と「推し」の関連について検討を行う．

2. 調査手続き

本調査は，2021 年 12 月 28 日から 2022 年 1 月 8 日までを実施期間とし，データの収集はインターネット上で行った．分析対象は，大学生および大学院生 464 名（男性 195 名, 女性 269 名, 平均年齢 21.5±1.90 歳）であった．調査には，個人の応援傾向を測定する応援

傾向尺度（島田, 2022）[1]，性格特性の質問紙としてTIPI-J (小塩, 2012) [10]，「推し」の有無と応援行動に関するアンケートを用いた．

「推し」という用語については「人にすすめたいほど気に入っている人や物」と説明を行ったうえで，「推し」の有無について「いる・いない」の 2 択で回答を求めた．そして「いる」と答えた人には「推し」に対する応援行動についての評定を 7 段階で求めた．なお，応援行動については実験者が項目の選定を行うことにより，従来応援行動とされてきた声援などの形式だけでなく，コンテンツの閲覧や消費行動といった近年応援とされるようになった形式も対象に含めた．そのため，今回は次の 12 項目を設定した．なお，各項目の後ろに項目の省略名をカギ括弧で示した．

1) 現地（その人が出ているイベントなど）で，声援・拍手をおくる．「現地での声援・拍手」
2) 応援対象についてネットを通して他の人に魅力を伝える．「ネットで魅力を伝える」
3) 応援対象について会話を通して他の人に魅力を伝える，「会話で魅力を伝える」
4) 応援対象の出場するイベントなどに，まだその対象を応援していない人を，誘う（実際のイベントの参観・動画の視聴などを含む）．「応援していない人を誘う」
5) 応援するためのグッズを購入，あるいは作成する．「グッズ購入・作成」
6) 応援している対象に関するコンテンツ（SNS・ブログなど）をチェックする．「コンテンツのチェック」
7) 応援している対象に関するコンテンツに高評価を付ける．「コンテンツの評価」
8) その人が出ているイベントなどを見ながら（現地もしくは動画など），心の中で応援する．「心の中での応援」
9) 同じ対象を応援している人と，その対象について話す．「応援者同士で話す」
10) 同じ対象を応援している人と一緒になって，イベントなどを見る（現地もしくは動画など）．「応援者同士でイベント参加」
11) 応援の言葉を直接かけるもしくは，SNS などで送る．「応援の言葉を送る」
12) 手紙やプレゼントを送る．「手紙やプレゼントを送る」

3. 結果

4 つの応援群（積極的応援群・自己充足的応援群・受動的応援群・消極的応援群）の性格特性の 5 因子について，クラスカル・ウォリスの H 検定を行った．その結果，神経症傾向以外の 4 つの性格特性について有意差が認められた（$ps < .05$）．多重比較の結果，外向性は積極的応援群が消極的応援群と自己充足的応援群よりも有意に高い得点を示した．協調性については，積極的応援群と自己充足的応援群が受動的応援群よりも有意に高く，消極的応援群が他の 3 群よりも有意に低い得点であることが示された．勤勉性については，積極的応援群が自己充足的応援群よりも有意に高い得点を示した．開放性については，積極的応援群が消極的応援群よりも有意に高い得点であった．

4 つの応援群それぞれの「推し」の有無を図 1 に示す．応援群によって「推し」がいる人といない人に偏りがあるかを調べるため，χ^2 検定を行ったところ，有意となった（$\chi^2(3) = 16.98, p < .001, V = .19$）．残差分析の結果，自己充足的応援群において他の応援群より「推し」がいる人が有意に多く，消極的応援群において他の応援群より「推し」がいる人が有意に少ないことが示された（$ps < .05$）．

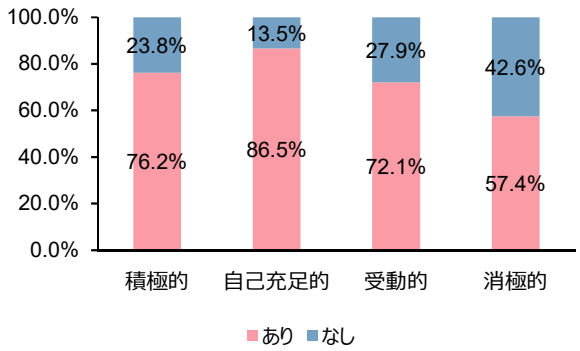


図 1. 応援群ごとの「推し」の有無の割合

「推し」に対する応援行動の評価について，全体の評価が高い順に並べた各応援群の結果を表 1 に示す．応援行動ごとにクラスカル・ウォリスの H 検定を用いて応援群の比較を行った結果，「手紙やプレゼントを送る」以外のすべての行動について応援群の有意差が認められた．多重比較を実施したところ，主要な結果は次の通りであった．「コンテンツのチェック」，「コンテンツの評価」，「心の中で応援」については，積極的応援群と自己充足的応援群が他の 2 つの群よりも有意に高い値を示し，受動的応援群が消極的応援群よりも有意に高い値を示した．「応援者同士で話す」，「会話で魅

表 1. 応援群ごとの「推し」に対する応援行動

応援行動	クラスタ群								χ^2	p
	積極的応援群 n = 64		自己充足的応援群 n = 90		受動的応援群 n = 160		消極的応援群 n = 31			
	平均 (SD)		平均 (SD)		平均 (SD)		平均 (SD)			
コンテンツのチェック	6.44	(0.09)	6.38	(0.13)	5.86	(0.10)	4.97	(0.31)	36.27	< .001
心の中での応援	6.53	(0.09)	6.43	(0.12)	5.78	(0.11)	4.65	(0.26)	60.16	< .001
コンテンツの評価	6.09	(0.18)	5.83	(0.19)	5.39	(0.14)	4.29	(0.34)	31.33	< .001
応援者同士で話す	6.11	(0.18)	5.53	(0.19)	5.26	(0.13)	3.58	(0.33)	47.16	< .001
会話で魅力を伝える	6.00	(0.17)	5.37	(0.20)	5.26	(0.13)	4.10	(0.32)	31.42	< .001
現地での声援・拍手	6.19	(0.16)	5.27	(0.23)	5.09	(0.16)	3.74	(0.42)	30.45	< .001
グッズ購入・作成	5.77	(0.20)	5.18	(0.24)	4.85	(0.16)	4.32	(0.36)	17.37	< .001
応援者同士でイベント参加	6.03	(0.18)	5.16	(0.21)	4.86	(0.16)	3.48	(0.35)	40.89	< .001
ネットで魅力を伝える	5.53	(0.22)	4.62	(0.24)	4.55	(0.16)	4.06	(0.32)	17.86	< .001
応援の言葉を送る	5.02	(0.27)	4.06	(0.25)	4.14	(0.17)	3.77	(0.35)	11.59	.009
応援していない人を誘う	5.31	(0.24)	3.88	(0.24)	4.16	(0.16)	3.06	(0.33)	32.20	< .001
手紙やプレゼントを送る	3.81	(0.29)	3.10	(0.23)	3.01	(0.15)	2.90	(0.33)	6.04	.109

力を伝える」,「現地での声援・拍手」は，積極的応援群が受動的応援群，消極的応援群よりも有意に高い値を示し，受動的応援群と自己充足的応援群は消極的応援群よりも有意に高い値を示した.「グッズ購入・作成」,「ネットで魅力を伝える」,「応援の言葉を送る」については，積極的応援群が受動的応援群と消極的応援群よりも有意に高い値を示した.「応援者同士でイベント参加」については，積極的応援群が他の 3 群よりも有意に高い値を示し，自己充足的応援群と受動的応援群が消極的応援群よりも有意に高い値を示した.「応援していない人を誘う」については，積極的応援群が他の 3 群よりも有意に高い値を示し，受動的応援群が消極的応援群よりも有意に高い値を示した.

4. 考察

応援群と「推し」の有無について，応援傾向尺度の得点がどの下位尺度でも高い値を示す積極的応援群ではなく，自己充足的応援群に「推し」がいる人が多いという結果となった．このため，応援傾向が高いことが，必ずしも「推す」対象がいることを予測するわけではないことが示された.

積極的応援群の特徴は,「外向性」と「勤勉性」という，目標を達成することと関わりのある特性 [11] [12] が，自己充足的応援群よりも高いということであった．応援は一般的に，パフォーマンスの成功や勝利を願って行われ，それが達成された際には応援者も代理経験により報酬が得られる．このことから，応援は目的の達成といった,「結果」と関係が深いものと考えられる.

また,「推し」への応援行動については，他者を巻き込むような応援行動において，積極的応援群と自己充足的応援群との違いが認められた．井上・上田 (2023) は「推し」に対する心理的所有感の中でも「心理的一体感」が強い者にとって「推し」は拡張自己であり，「推し」を同じくする他者は拡張された自分を応援してくれる存在になると考察している [13]．これをプロジェクションの観点から言い換えると,「推し」に自己を投射することにより,「推し」が受けている他者からの応援を，バックプロジェクションにより自分が受けているように感じられるのだと推測される．本研究の積極的応援群の特徴に「外向性」の高さがあったが，この特性が高い者は，人から褒められることも報酬として喜ばしく感じる [12]．このことが，他者を巻き込むような応援行動の高さと関連しているのだと考えられる.

「推し」のいる人が多い自己充足的応援群の特徴は,「外向性」と「勤勉性」が積極的応援群ほど高くない

ということであった．「外向性」が弱い人は，報酬に対して敏感ではなく，人から褒められることに対してもそれほど嬉しいと感じないため，対人関係にあまり関心をもたない [12]．また「勤勉性」があまり高くないことは臨機応変さともとらえられ [14]，自身を柔軟に変えることと関わりがある．このような性格特性の特徴は，「推し」は独りで行う思考に没頭させてくれる場であり，それを通して自己変革の契機がある，という筒井 (2020) [15] のとらえ方と関連していると考えられる．つまり，「推し」について他の人間関係を交えず，自身が向き合うことを通して，「推し」の行動や性格特性をバックプロジェクションにより柔軟に取り入れているのではないかと推測される．他者を巻き込む応援行動が，積極的応援群ほど多くないことも，この傾向を反映していると考えられる．

本研究では，応援と「推す」ことの違いを検討した．「推し」については 2 つのとらえ方を示したが，どちらの「推し」のとらえ方でも，バックプロジェクションが起こっているのは，結果というよりは，「推し」と関わっているその過程であることが推測される．それに対して応援は，応援者に結果がバックプロジェクションされる可能性が示唆された．これらのことから，他者を応援したいという心理の延長線上に「推し」があるというよりは，バックプロジェクションされるものという点において，両者には相違がある可能性が示唆された．

文献

[1] 島田 真希・東 美由紀・嶋田 総太郎 (2022). 応援傾向尺度の開発：応援行動及び共感性・性格特性との関連についての考察 日本認知科学会第 39 回大会発表論文集, 313-316.

[2] 久保（川合） 南海子（2022）.「推し」の科学：プロジェクション・サイエンスとは何か 集英社

[3] 鈴木 宏昭 (2019). プロジェクション科学の目指すもの 認知科学, *26*(1), 52-71. https://doi.org/10.11225/jcss.26.52

[4] 嶋田 総太郎 (2019). 脳のなかの自己と他者：身体性・社会性の認知脳科学と哲学 共立出版

[5] Rosenberg R. S.・Baughman S. L.・Bailenson J. N. (2013). Virtual superheroes: using superpowers in virtual reality to encourage prosocial behavior *PloS One*, *8*(1), e55003. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0055003

[6] 嶋田 総太郎 (2022). 自己認識：身体的自己と物語的自己 嶋田 総太郎（編） 心と身体（pp. 1-30） 東京大学出版会

[7] Koide T.・Shimada S. (2018). Cheering enhances inter-brain synchronization between sensorimotor areas of player and observer *Japanese Psychological Research*, *60*(4), 265-275. https://doi.org/10.1111/jpr.12202

[8] Inomata T.・Zama T.・Shimada S. (2019). Functional connectivity between motor and mid-frontal areas during vicarious reward revealed via EEG time-frequency analysis *Frontiers in Human Neuroscience*, *13*, 1-12. https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00428

[9] 高橋 豪仁 (2020). スポーツの構造と応援の機能 体育の科学, *70*(6), 386-390

[10] 小塩 真司・阿部, 晋吾・カトローニ, ピノ (2012). 日本語版 Ten Item Personality Inventory（TIPI-J） 作成の試み パーソナリティ研究, *21*(1), 40-52. https://doi.org/10.2132/personality.21.40

[11] Nettle D.（2007）. Personality: What makes you the way you are Oxford University Press（ネトル, D. 竹内 和世（訳）(2009). パーソナリティを科学する : 特性 5 因子であなたがわかる 白揚社）

[12] 丹野 義彦 (2015). パーソナリティ理論 丹野 義彦・石垣 琢麿・毛利 伊吹・佐々木 淳・杉山 明子（編） 臨床心理学（pp. 47-71） 有斐閣

[13] 井上 淳子・上田 泰 (2023). アイドルに対するファンの心理的所有感とその影響について―他のファンへの意識とウェルビーイングへの効果― 日本マーケティング学会, *43*(1), 18-28. https://doi.org/10.7222/marketing.2023.034

[14] 小塩 真司（2020）. 性格とは何か：より良く生きるための心理学 中央公論新社

[15] 筒井 晴香（2020）. 特集 女オタクの現在 孤独にあること, 痛くあること 「推す」という生き様 ユリイカ, 52, 72-81.

顔と声からの多感覚感情認知におけるフェイスマスク着用の影響：COVID-19 パンデミック前後の比較

Impact of Wearing a Face Mask in Multisensory Emotion Perception: Comparison Between the Pre and Post COVID-19 Pandemic

河原 美彩子[1, 2, 3]，田中 章浩[3]
Misako Kawahara, Akihiro Tanaka

[1]東京大学，[2]日本学術振興会，[3]東京女子大学
University of Tokyo, Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo Woman's Christian University
misako-kawahara@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

概要

The COVID-19 pandemic has led to widespread use of face masks, which can reduce some of the facial cues used in emotion perception. To investigate whether the partial loss of visual cues impacts multisensory emotion perception from face and voice and whether frequent exposure to masked faces affects it, we conducted an emotion perception task using audio-visual stimuli that partially occluded speakers' faces. Participants were shown videos of faces and voices expressing congruent or incongruent emotions, and were asked to judge whether the person was happy or angry. Our results showed that participants relied more on vocal cues for emotion perception when facial cues were partially occluded. Furthermore, when the mouth was covered, participants relied less on vocal cues after the pandemic than before. These findings suggest that partial face masking and prolonged exposure to masked faces can affect multisensory emotion perception.

キーワード：Multisensory, emotion perception, face mask

1. はじめに

円滑なコミュニケーションを実現するためには，言語情報を手がかりとして相手の発話内容を理解するだけでなく，顔の表情や声の調子といった非言語情報を手がかりとして他者の感情状態を正しく読みとることが必要不可欠である。他者の感情を知る手がかりとして顔や声は重要な情報源であり，我々はこれらの情報を単独で受けとるのではなく，むしろ同時に受けとり，多感覚的に認知しているといえる。実際，顔と声の表す感情が矛盾している場合に比べて，感情が一致している場合に感情認知が促進され [e.g., 1, 2]，視覚情報と聴覚情報は相互に影響を及ぼすことが示されている [3, 4, 5]。しかし，日常生活におけるコミュニケーション場面において，顔や声の手がかりが常に明瞭であるとは限らない。たとえば，感情表出者がサングラスやマスクを着用している場合，顔の情報が部分的に欠損してしまう。特に COVID-19 のパンデミック下では，感染のリスクを最小限に抑えるため，口と鼻を覆うフェイスマスク（以下，マスク）を着用することが広く推奨されてきた。口は顔からの感情認知において重要な手がかりであり [e.g., 6, 7]，最近の研究では，マスクによって顔が部分的に覆われていると，覆われていない場合と比較して，顔からの感情認知精度が低下することが示されている [e.g., 8, 9]。これらの知見は，顔の部分的な遮蔽が顔からの単感覚的な感情認知に影響することを示すものであるが，顔と声からの多感覚な感情認知にも影響を及ぼす可能性がある。実際，視覚情報である顔の情報の劣化が，顔と声からの多感覚感情認知における視聴覚統合に影響することが報告されている [10]。この Kokinou らの研究 [10]では，ガウシアンフィルタによって劣化させた視覚情報（つまり顔表情）を刺激として用いているが，多感覚的な感情認知について部分的に遮蔽された顔刺激を用いて検討した研究は少ない。

そこで本研究では，多感覚感情認知における顔と声に対する情報の重み付けが，顔の部分的な遮蔽によってどのように影響を受けるのか検討した。実験では，顔と声によって感情を表現した動画を刺激として用い，動画話者の感情（怒り，喜び）を回答させる感情認知課題を実施した。顔と声の感情が一致する刺激に加え，感情が矛盾する刺激も使用することで，顔と声のどちらの情報を重視して感情を判断したかを測定した。顔の遮蔽の影響を検討するため，動画話者の目または口を遮蔽した刺激も使用し，顔全体が見える場合と比較して，顔と声の情報に対する重みづけがどのように変化したか調べた。動画話者の目または口が遮蔽された場合，視覚的な手がかりが減少することによって，顔全体が見えている場合と比較して，話者の声の情報への重みづけが大きくなると仮説を立てた（仮説 1）。

さらに本研究では，上述の感情認知課題を COVID-19 パンデミック前後に実施し，結果を比較することで，多感覚感情認知における顔の部分遮蔽の影響が

COVID-19 パンデミックの前後で異なるかどうかについても検討した。COVID-19 パンデミック下における対面コミュニケーションでは，マスク着用によって顔の下部が遮蔽された顔（以下，マスク顔）に暴露する機会が劇的に増加したといえる。アメリカ人を対象とした先行研究では，マスク顔への接触が相手の顔の目領域を手がかりとすることの依存度を高め，表情認知パターンを変容させる可能性を示唆している [11]。マスクの着用は日本で特に広く普及していることから [12], 日本人はマスク顔への接触頻度が欧米諸国の人々よりもさらに高い可能性があり，COVID-19 パンデミックの前後で多感覚感情認知における顔と声の手がかりの重み付けにも変化が生じている可能性がある。マスク顔への接触の影響として，二通りの仮説を立てた。第一に，パンデミック前よりも後の方が，多感覚感情認知における声に対する重みづけが全般的に増加すると予測した（仮説 2a)。マスク顔に接触する中で，減少した視覚的手がかりを補い聴覚情報に注意を向けて感情を読みとるよう変化した可能性がある。一方で，パンデミック前よりも後の方が，多感覚感情認知における声に対する重みづけが，特に口元が遮蔽された他者に対して減少するとの予測も可能である。マスク顔への接触に伴い感情表出者の目領域への依存が促進され [11], 顔上部からの感情認知精度が向上し，その結果声の手がかりへの重みづけが少なくなる可能性がある。したがって，パンデミック後の方が前と比較して，口元が遮蔽された他者から感情を読みとる際に声を重視する程度が小さいと仮説を立てた（仮説 2b)。

2. 方法

参加者 COVID-19 パンデミック前（2019 年 6 月）に 28 名 (Mage = 20.4; SD = 0.6) , パンデミック後（2022 年 11 月～2023 年 1 月）に 29 名 (Mage = 20.2; SD = 1.1) に実験を実施した。参加者は全員日本語を母国語とする東京女子大学の女子学生で，正常な聴力と視力を持っていた。なお，本研究は東京女子大学の研究倫理委員会の承認を受けている（承認番号：A2020-5)。

刺激 日本語話者 2 名が，顔と声によって感情を表現した動画を刺激として使用した。発話内容は意味的に中立な短いセリフ 4 種（「これなに？」「そうなんですか」「さようなら」「はいもしもし」）で，怒りまたは喜びの感情を込めて発話された。顔と声の感情が一致する刺激（以下，感情一致刺激：怒り顔＋怒り声，喜び顔＋喜び声）に加え，感情一致刺激の映像と音声を入れ替えて感情が矛盾する刺激（以下，感情不一致刺激：怒り顔＋喜び声，喜び顔＋怒り声）も作成した。

顔の部分的な遮蔽が多感覚的な感情認知にどのように影響するかを検討するため，動画話者の鼻背の中心より上部（目遮蔽条件）または下部（口遮蔽条件）に Premiere Elements 2018 (Adobe Inc.)で白い正方形を追加し，顔の一部を遮蔽した刺激も作成した。加工前の元の映像が，遮蔽なし条件の刺激として使用した。したがって，計 96 個の多感覚刺激が作成された（話者 2 名×セリフ 4 種×感情 2 種×感情一致性（一致, 不一致）×顔遮蔽 3 条件)。また，顔または声からの単感覚的な感情認知精度も検討するため，感情一致刺激の映像または音声から作成した単感覚刺激（顔のみ刺激計 48 個, 声のみ刺激 16 個）も作成した。

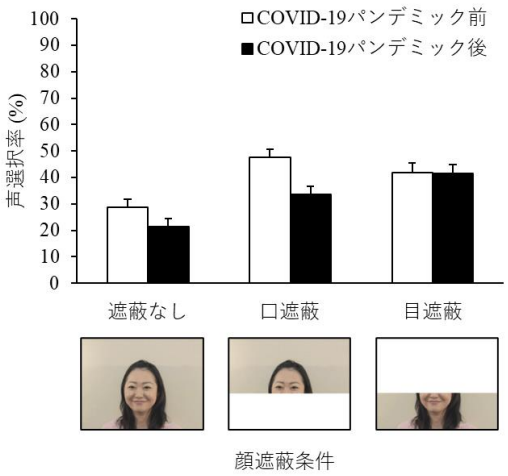
手続き 実験室にて個別に実験を実施した。実験では，顔と声による動画刺激を呈示する多感覚セッションに続いて，顔のみ刺激または声のみ刺激を呈示する単感覚セッションが実施された。各試行では，まず注視点（500ms）と合図音（440 Hz の純音, 持続時間 100ms) が同時に呈示され，500ms の空白を挟んだ後，刺激が呈示された。刺激の映像は PC モニタ(Latitude3540, Dell) から，音声はヘッドホン(HDA300, SENNHEISER) からそれぞれ呈示された。参加者は，各試行において呈示された刺激の動画話者の感情が怒りと喜びのどちらであるか判断するよう教示された。なお，顔と声のどちらの感情に注目するかについて指示はなかった。各刺激が 1 回ずつ呈示されたため，実験は計 160 試行から構成された。

3. 結果

多感覚感情認知における顔と声に対する情報の重みづけに焦点を当てる本研究では，感情不一致刺激に対する回答に着目し，声の感情を選択した割合（以下，声選択率）を算出した。たとえば，怒り顔と喜び声の組み合わせに対して「喜び」と回答した場合，声の感情を選択した回答とみなした。顔の遮蔽と実験実施時期の各条件における声選択率を Figure 1 に示す。

顔の部分的な遮蔽およびマスク顔への接触が，多感覚感情認知にどのように影響を及ぼしているか検討するため，声選択率に対して時期（パンデミック前後）×顔遮蔽条件（遮蔽なし，口遮蔽，目遮蔽）の ANOVA を実施した。その結果，顔遮蔽条件の主効果 (F(1.80,

Figure 1
顔遮蔽と時期の各条件における声選択率



注) エラーバーは標準誤差を示す。

99.12)=44.25, p<.001, η_p^2=.45) が有意だった。Bonferroni 法による下位検定を行ったところ，遮蔽なしの場合と比較して，口または目が遮蔽された場合には声選択率が高いことが示され (ps<.001)，仮説 1 が支持された。時期の主効果は有意傾向であり (F(1, 55)=3.22, p=.08, η_p^2=.06)，声選択率はパンデミック前に比べて後の方が低い傾向にあった。

重要な結果として，顔遮蔽条件と時期の交互作用が有意だった (F(1.80, 99.12)=6.00, p=.005, η_p^2=.10)。単純主効果検定を実施した結果，パンデミック前後での声選択率の差異は，口遮蔽条件でのみみられ (F(1, 55)=10.47, p=.002, η_p^2=.16)，目遮蔽条件 (F (1, 55) = 0.001, p = .98, η_p^2<.001) と遮蔽なし条件 (F (1, 55) = 2.72, p = .11, η_p^2=.05) ではみられなかった。交互作用効果の検出力を調べるために G*Power を使用して事後の検定力検定を行ったところ，α=0.05 の場合検定力 (1-β)=0.99 となり，分析に際して十分なサンプルサイズが確保されていると判断された。この結果は，仮説 2b を支持するものである。パンデミック下におけるマスク顔への接触が感情表出者の目領域の情報への依存を促進し，顔上部からの感情認知精度が高くなった結果，聴覚的手がかりである声に対する情報の重みづけが小さくなった可能性がある。もしそうであるならば，口が遮蔽された顔からの単感覚的な感情認知精度がパンデミック前よりも後に向上しているはずである。そこでこの可能性を検証するため，単感覚セッションにおける顔のみ刺激に対する正答率（Table 1）について，時期×顔遮蔽条件の ANOVA を実施した。その結果，顔遮蔽条件の主効果 (F(1.65, 90.88)=47.60, p<.001, η_p^2=.46) と，時期×顔遮蔽条件の交互作用 (F(1.65, 90.88)=3.88, p=.03, η_p^2=.001) が有意だった。単純主効果検定を実施したところ，パンデミック前後での顔からの感情認識精度の差異は，口遮蔽条件でのみみられ (F(1, 55)=4.26, p=.04, η_p^2 =.07)，目遮蔽条件 (F(1, 55)=0.08, p=.78, η_p^2 =.001) と遮蔽なし条件 (F(1, 55)=0.50, p=.48, η_p^2<.001) ではみられなかった。口が遮蔽された顔に対する感情認知正答率のみパンデミック後に向上していたことから，パンデミック下において，口が遮蔽されたマスク顔に接触したことにより，顔上部からの感情認識精度が向上したと解釈することができる。したがって，パンデミック後に多感覚感情認知における声に対する情報の重みづけが小さくなったのは，顔上部からの感情認識精度が向上したことが影響している可能性が示唆された。

Table 1　多感覚感情一致および単感覚刺激への正答率

	多感覚セッション 感情一致		単感覚セッション 顔のみ		単感覚セッション 声のみ	
	前	後	前	後	前	後
遮蔽なし	96.2 (1.0)	96.3 (1.4)	96.7 (0.8)	96.3 (0.9)		
口遮蔽	93.1 (1.0)	95.0 (1.4)	87.3 (0.9)	90.7 (1.4)	93.5 (1.1)	94.4 (1.2)
目遮蔽	97.3 (0.7)	95.7 (1.4)	96.4 (0.7)	95.5 (1.1)		

注) 括弧内は標準誤差を示す。

4. 考察

本研究では，多感覚感情認知における顔と声に対する情報の重み付けが，顔の部分的な遮蔽によってどのように影響を受けるのか，またその影響の受け方は COVID-19 パンデミックの前後で変化がみられるのか検討することを目的とした。実験の結果，まず感情表出者の顔の一部が遮蔽されていない場合と比較して，口または目の遮蔽によって視覚的手がかりが減少した場合は，多感覚感情認知において声の感情を重視する程度が大きくなることが明らかとなった。これらの結果は，視覚情報の劣化が多感覚感情認知に影響することを報告した先行研究 [10]の知見を拡張し，顔の部分的な欠損も多感覚感情認知に影響することを示唆するものである。

さらに本研究では，多感覚感情認知における顔と声の情報に対する重みづけが COVID-19 パンデミック前後で変化したことが示され，パンデミック前に比べて後の方が，口が遮蔽された感情表出者に対して声の感情を重視する程度が小さいことが明らかとなった。マスク顔に接触することによって，感情の手がかりとし

て相手の目領域への依存度が高まり，表情認知パターンが変化することが先行研究によって報告されており [11]，本研究の結果もこれに合致している。顔からの単感覚的な感情認知精度は，口が遮蔽された顔に対してのみ，パンデミック後に向上していたことから，パンデミック下におけるマスク顔への接触が，目領域を手がかりとした感情認知とその精度を促進し，その結果として多感覚感情認知における声の情報への重みづけが小さくなった可能性がある。マスク顔への接触によって，表情認知だけでなく，顔と声からの多感覚的な感情認知様式も変容することが本研究によって明らかとなった。パンデミック前後で多感覚感情認知における情報の重みづけが異なるということは，感情表出者が普段のマスク非着用の状態と同じように感情を表出しても，マスク着用時は口元が遮蔽されていることによって，声の感情に注意が向けられにくく，顔が遮蔽されていない場合とは異なった感情の受けとられ方がなされる可能性がある。普段の感情表現においては，視聴覚のモダリティ間で感情が一致しない場合も少なくないことが報告されている [13]。また，顔の表情は実際とは別の感情を示すことができ，特に微笑みは感情を隠蔽する際に最も頻繁に使われる一方，音声は表情よりも感情を隠すことが難しいと指摘されている [14]。したがって，たとえば笑顔によって隠蔽されたネガティブな感情が声に表れていた場合，マスク着用時にはそのネガティブ感情に気づくことができず，コミュニケーションの齟齬につながる恐れもある。ただし，実際にマスクを着用した対面コミュニケーションにおいては，顔の可視領域が減少するだけでなく，声の明瞭度も低下する [15]。聴覚的手がかりの明瞭さの操作を行なっていないことが本研究の限界として指摘でき，今後の研究では，視聴覚情報のいずれの明瞭さも低下した場合に，多感覚感情認知における顔と声の情報に対する重みづけがどのように変化するのか検討する必要がある。さらに，マスク顔への接触頻度の増加に伴い，顔表情の見方とは独立に聴覚情報（つまり音声）の処理そのものに変化が生じ，それが結果に影響した可能性や，本研究の結果が他の文化圏で再現されるかについては未検討であり，今後の検討課題である。

5. 謝辞

本研究は，JSPS 科研費 No. JP 22H01106 の助成を受けたものです。

6. 引用文献

[1] de Gelder, B., & Vroomen, J. (2000). The perception of emotions by ear and by eye. *Cognition & Emotion*, *14*(3), 289–311. https://doi.org/10.1080/026999300378824

[2] de Gelder, B., Vroomen, J., & Bertelson, P. (1998). Upright but not inverted faces modify the perception of the emotion in the voice. *Neural Substrates of Cognitive Processes. Meeting*, *17*, 1021–1031.

[3] Pell, M. D. (2005). Prosody–face Interactions in Emotional Processing as Revealed by the Facial Affect Decision Task. *Journal of Nonverbal Behavior*, *29*(4), 193–215. https://doi.org/10.1007/s10919-005-7720-z

[4] Pourtois, G., De Gelder, B., Vroomen, C. J., Rossion, B., & Crommelinck, M. (2000). The time-course of intermodal binding between seeing and hearing affective information. *Neuroreport*, *11*(6), 1329–1333. https://doi.org/10.1097/00001756-200004270-00036

[5] Tanaka, A., Koizumi, A., Imai, H., Hiramatsu, S., Hiramoto, E., & De Gelder, B. (2010). I Feel Your Voice. Psychological Science, 21(9), 1259–1262. https://doi.org/10.1177/0956797610380698

[6] Bassili, J. N. (1979). Emotion recognition: The role of facial movement and the relative importance of upper and lower areas of the face. *Journal of Personality and Social Psychology*, *37*(11), 2049–2058. https://doi.org/10.1037/0022-3514.37.11.2049

[7] Roberson, D., Kikutani, M., Döge, P., Whitaker, L., & Majid, A. (2012). Shades of emotion: What the addition of sunglasses or masks to faces reveals about the development of facial expression processing. *Cognition*, *125*(2), 195–206. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2012.06.018

[8] Carbon, C. (2020). Wearing face masks strongly confuses counterparts in reading emotions. *Frontiers in Psychology*, *11*(2020), 566886. https://doi.org/10.31234/osf.io/sd5mj

[9] Grundmann, F., Epstude, K., & Scheibe, S. (2021). Face masks reduce emotion-recognition accuracy and perceived closeness. *PLOS ONE*, *16*(4), e0249792. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249792

[10] Kokinous, J., Tavano, A., Kotz, S. A., & Schröger, E. (2017). Perceptual integration of faces and voices depends on the interaction of emotional content and spatial frequency. *Biological Psychology*, *123*, 155–165. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.12.007

[11] Barrick, E. M., Thornton, M., & Tamir, D. I. (2021). Mask exposure during COVID-19 changes emotional face processing. *PLOS ONE*, *16*(10), e0258470. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258470

[12] Lu, J. G., Jin, P. J., & English, A. S. (2021). Collectivism predicts mask use during COVID-19. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *118*(23). https://doi.org/10.1073/pnas.2021793118

[13] 高木幸子，田部井賢一，田中章浩. 2013 表情と音声の示す感情が一致していない刺激からの感情知覚: 異文化間バーチャル・リアリティ・コミュニケーションへの応用（< 特集> 基礎心理学の実用, 応用展開），基礎心理学研究，32(1)，pp.29-39. https://doi.org/10.14947/psychono.KJ00008988953

[14] Ekman, P. (1985). Telling lies: Clues to Deceit in the Marketplace, Politics and Marriage. New York: W. W. Norton & Company.

[15] Goldin, A., Weinstein, B., & Shiman, N. (2020). How do medical masks degrade speech perception. *Hearing Review*, *27*(5), 8–9. https://hearingreview.com/hearing-loss/health-wellness/how-do-medical-masks-degrade-speech-reception

機械学習モデルによる軽度認知障害と健常の自動判別手法の開発
Development of an automatic classification method between mild cognitive impairment and normal by a machine learning model

安田朝子[†]、浅野敬幸[†]、木之下節夫[†,††]、田中俊郎[†]、佐原徹[†††]、田中淑満[†††]、本間昭[††††]、繁田雅弘[††]
Asako Yasuda, Takayuki Asano, Setsuo Kinoshita, Toshiro Tanaka, Toru Sahara, Toshimitsu Tanaka, Akira Homma, Masahiro Shigeta

[†]日本テクトシステムズ株式会社, [††]東京慈恵会医科大学精神医学講座,
[†††]エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社, [††††]お多福もの忘れクリニック
Nippontect Systems Corporation, NTT Communications Corporation,
Otafuku Memory Clinic, The Jikei University School of Medicine
yasuda@nippontect.co.jp

概要

我々は、AI を活用し、誰もが MCI における僅かな認知機能の低下を発話のみ且つ短時間でセフルチェックできるツールの社会実装を目指している。本研究では、被検者の年齢と性別、設問に対する被検者の回答の採点結果とその音声特徴量を用いて、健常と MCI を判別する機械学習モデルの構築とその性能評価を行った。

キーワード：機械学習, 音声特徴量, セルフチェック, 軽度認知障害　(MCI)

1.　はじめに

我が国では、2025 年には 65 歳以上の人口が約 3600 万人に達し、そのうち認知症の人の数は 700 万人に達するとの推計がなされている。認知症は、65 歳以上の人の約 5 人に 1 人が罹患する、ますます身近な疾患となった。現在、厚生労働省が主導する「認知症施策推進総合戦略（新オレンジプラン）」のもと、認知症の早期発見・早期治療が推進されている。また、軽度認知障害（Mild Cognitive Impairment: MCI）は、何らかの認知機能障害を呈するが日常生活の支障は来していない、正常加齢と認知症の境界領域に該当する概念である。MCI はアルツハイマー病などの認知症の前駆状態としてとらえられることが多く、認知症における早期診断・早期治療の重要性という観点から注目されている。

神経心理検査は、適時に実施することによって認知機能低下の兆候を早期に発見し、より良いセルフケアと将来への備えを可能とする。また、早期発見・早期介入によって認知機能の低下を遅らせ、認知症発症のリスクを低減できることが報告されている[1, 2]。

近年、デジタル技術と機械学習技術の進歩を受け、デジタル機器を用いてより簡便に認知症を検出するツールの開発が行われている。これらのツールは一般的に既存の認知機能検査に基づいて開発されているが、その多くが、検査者を必要としたり、被検者個人に煩雑な操作を求めたりするため、導入障壁が高いという問題がある。

以上を受けて我々は、時間見当識（今日の日付）の質問に対する被検者の回答、音声特徴量、および被検者の年齢から、認知機能に一定以上の変化があるかどうかを 20 秒程度で判別する[3]ソフトウェア（ONSEI）を開発した。これまでに、90 名を対象とした臨床的妥当性研究において、臨床的認知症尺度（Clinical Dementia Rating: CDR）による分類に対する ONSEI の判別精度を評価し、CDR1 群（軽度認知症）の正分類率が 93%、CDR0 群（健常）の正分類率が 92%であることを明らかにした。これにより、ONSEI は軽度認知症と健常を高精度に判別できることが示唆された。一方、CDR0.5 群（認知症疑いまたは MCI 相当）の正分類率は 69%であり、ONSEI は、MCI 段階におけるより早期の認知機能低下の検出には十分な精度がないと考えられた。

そこで、本研究では、検査者を必要とせず、誰もが簡単に、MCI 段階における認知機能低下を発話のみで検知できる新たな認知機能チェックツールを開発するため、健常と MCI を判別する機械学習モデルの構築を目指した。設問の設計にあたっては、音声テキスト変換技術を用いて、被検者の回答音声からより正確に自動採点できるものとし、健常と MCI の判別に適した設問を過去の文献情報や我々の臨床研究の結果等に基づいて選別、適宜改変を行った。その上でアプリケーションを開発し、設問に対する被検者の回答の自動採点結果とその音声特徴量を収集し、健常と MCI を判別する機械学習モデルの構築とその性能評価を行った。

2. 方法

2-1. 参加者

港区シルバー人材センターと三鷹市シルバー人材センターを通じた公募にて参加した50歳以上の人を対象とした。本研究は浅井皮膚科治験審査委員会において承認を得た後に、ヘルシンキ宣言に従い、参加者に対して研究内容、方法などについて十分な説明を行い、文書による同意を得て実施した。

2-2. データ取得

参加者の年齢や性別（背景情報）は本人から入手した。臨床的情報はMini Mental State Examination-Japanese（MMSE-J）精神状態短時間検査 改訂日本版[4]とCDR[5]により入手した。CDRは、訓練を受けた臨床心理士等が構造化面接を通じて見当識、記憶、判断力と問題解決、地域社会、家庭生活および趣味・関心、介護状況の6領域について評価し、判定を行った。参加者は日常生活において自立しており、シルバー人材センターを通じた公募により単身で研究に参加している状況を踏まえ、本人との面接により得られた情報のみに基づいて評価した。CDRの判定結果については、その定義及びDSM-5によるMCIの診断基準に準じ、CDR0＝健常、CDR0.5＝MCI相当とした。

機械学習モデルの構築に際して使用する設問としては、時間見当識、文章の記憶課題（直後再生および遅延再生）、スパン復唱課題を採用した。時間見当識課題では、今日の西暦年月日と曜日を答えさせた。文章の記憶課題では、9つの文節からなる買物に関する文章（記銘材料10個。文の構成は一定で、記銘材料となる内容はあらかじめ用意されたリストの中からランダム提示）の直後再生を3回行って記銘させ、スパン復唱課題実施後（記銘からおよそ3分後）に遅延再生を行った。スパン復唱課題では、3個〜7個の2桁のランダムな数字を順に提示し、最後の3つの数字を回答させた内容をスコア化した。以上の設問から構成される検査を音声のみで実施するアプリケーションを作成し、設問に対する参加者の回答の自動採点結果とその音声特徴量を収集した。音声特徴量は、音響特徴量である基本周波数(F0)と韻律特徴量である沈黙率を用いた。沈黙率は、発話開始から発話終了までの間に発話していない時間の割合とした。

2-3. データ分析および機械学習モデルの構築

参加者の背景情報、臨床的情報および検査で取得したデータの平均値や標準偏差を健常とMCI相当の群ごとに算出した。健常とMCI相当を判別する機械学習モデルは、参加者の年齢と性別、設問に対する回答の採点結果とその音声特徴量を説明変数として、サポートベクターマシン（SVM）、Light Gradient Boosting Machine（LightGBM）、Gaussianナイーブベイズ（GaussianNB）、ロジスティック回帰または多層パーセプトロン（MLP）を分類器に用いて構築した。機械学習モデルの性能はLeave-One-Out Cross-Validationにより評価した。評価指標はAccuracy、AUC、感度、特異度とした。なお、データ分析および機械学習モデルの構築はpython（ver 3.10）環境で行った。

3. 結果

総計344名が研究に参加した。そのうち、欠損のあるデータセットを除き、333名分のデータセットを解析に用いた。CDRによる判定の結果、333名のうち、193名（58.0%）が健常、140名（42.0%）がMCI相当と分類された。各群の人数、年齢、教育年数およびMMSE得点の平均値を表1に示す。

小海らや杉下ら[4,6]によれば、MMSE得点が27点と28点は健常とMCIが混在する得点層と考えられる。本研究の参加者のうち27点と28点の人は全体の35.0%を占めていたため（図1）、本研究の参加者には健常とMCIの境界域にいる人が多く含まれている可能性が考えられた。機械学習モデルの性能を正確に評価するためには、これらの境界域にいる人を除外し、確信度の高い健常と確信度の高いMCI相当の人の判別結果によって行う必要があると考え、CDRの判定結果とMMSE得点を用いて、CDR0かつMMSE29点以上の者を「確信度の高い健常」、CDR0かつMMSE28点以下の者を「確信度の低い健常」、CDR0.5かつMMSE27点以上の者を

表1 研究参加者の基本属性

	確信度の高い健常	確信度の低い健常	確信度の低いMCI相当	確信度の高いMCI相当
n（男性/女性）	118（65/53）	75（36/39）	98（50/48）	42（23/19）
年齢（歳）	69.57±5.37	72.2 ±6.04	72.78±5.48	75.55±4.73
教育年数	14.86±1.83	14.0 ±2.0	14.5 ±2.11	14.12±2.47
MMSE得点	29.47±0.5	27.25±1.09	28.42±1.01	24.64±1.65

年齢、教育年数、MMSE得点は平均±標準偏差で示す。

「確信度の低い MCI 相当」、CDR0.5 かつ MMSE26 点以下の者を「確信度の高い MCI 相当」に分類した（表1）。

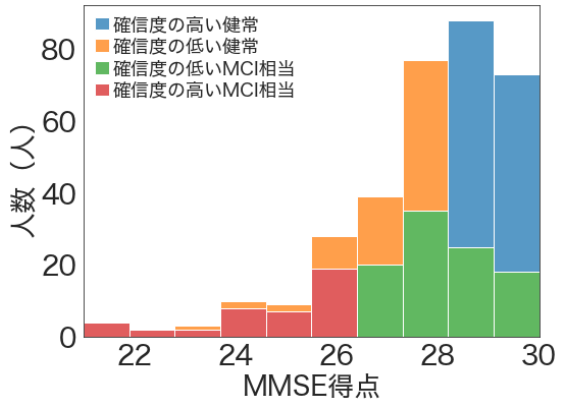


図１　MMSE 得点の分布

以上を踏まえ、参加者の年齢と性別、設問に対する回答の採点結果とその音声特徴量を説明変数とし、SVM、LightGBM、GaussianNB、ロジスティック回帰または MLP を分類器として構築した機械学習モデルの性能を比較した結果、GaussianNB を用いて構築した機械学習モデルの判別精度が最も高く（データ示さず）、確信度の高い健常と確信度の高い MCI 相当の判別精度は accuracy 0.788、AUC 0.868、感度 0.81、特異度 0.78 であった（図 2）。なお、すべてのデータセットを用いて健常と MCI 相当を判別した場合、精度は accuracy 0.637、AUC 0.657、感度 0.586、特異度 0.674 であった。

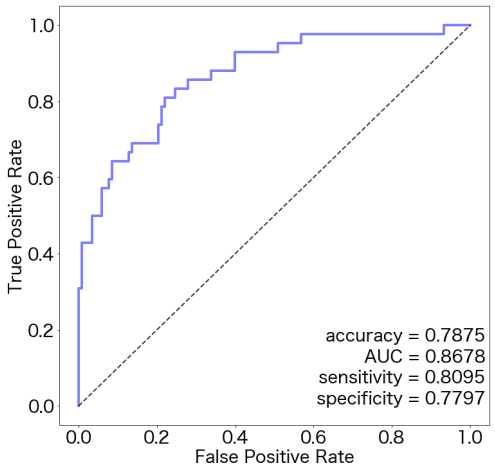


図２　機械学習モデルの ROC（receiver operating characteristic）曲線

4.　考察

我々は AI を活用し、誰もが MCI における僅かな認知機能の低下を発話のみ且つ短時間でセルフチェックできるツールの社会実装を目指している。本研究ではシルバー人材センターを通じて自立した生活ができている人に対して音声による検査を実施し、収集した性別、年齢、質問に対する回答の採点結果とその音声特徴量を用いて機械学習モデルを構築し、その性能を評価した。

本研究の参加者のうち MCI 相当と判定されたのは 42.0%であった。我が国の MCI の有病率は 10-20%程度[7,8]であることから、本研究で MCI 相当と判定された人の中には機能障害が比較的軽い人が多く含まれていた可能性がある。その要因としては、コロナ禍によるコミュニケーション量の低下の影響が考えられた。

我々は音声による検査の設問を設計するにあたり、発話のみで実施可能な課題とした。すなわち、記述や描画を必要とする課題など、画面入力を行うものは取り扱わないこととした。短時間で健常と MCI の判別を試みる場合、記憶課題の中でも特に遅延再生は両者の識別に優れるという知見[9]などから、難易度を高めに設定し、単語セットや文章を記銘させて数分後に再生させる課題が行われることが多い。一方、最近の研究では MCI におけるワーキングメモリと実行機能の低下が注目されている[10]。以上を参照し、本検査では、最終的に時間見当識、文章の記憶課題（直後再生および遅延再生）、スパン復唱課題を選択し、各課題に即した設問を設計した。時間見当識課題は時間見当識の能力を、文章の記憶課題・直後再生は即時記憶の能力を、文章の記憶課題・遅延再生は近時記憶の能力を、スパン復唱課題は作動記憶の更新、単純な注意の範囲や強度等の能力をそれぞれ評価する。

MMSE 等の既存のスクリーニング検査は内容が概ね固定されており、繰り返し実施すると学習効果が生じることが報告されている[11]。また、MMSE は認知症スクリーニング検査であるため、健常群の多くが満点となること（天井効果）が懸念される[12]。そこで、我々は、学習効果を抑制する仕組みとして、文章の記憶課題やスパン復唱課題で毎回異なる課題内容を提示するように設計した。具体的には、記憶課題で出題する文章は複数の単語から構成されるが、そのパターンは 16 億種以上あるため、ほぼ同じ課題を出題しない仕組みとなっている。スパン復唱課題についても、3 個～7 個の 2

桁の数字を無作為に提示するため、ほぼ同じ課題を出題しない仕組みとなっている。また、天井効果や床効果を抑制するため、課題の難易度を MMSE より高めに設定した。その結果、健常群において、文章の記憶課題やスパン復唱課題の点数は満点付近に偏っておらず、天井効果は認められなかった（データ示さず）。また、MCI 相当群の点数は 0 点付近に集中せず、床効果は認められなかった（データ示さず）。これらの結果から、本研究で採用した設問の難易度は適切に設定できていると考えられた。

本検査は検査者が不要で、利用者のみで実施することができる。検査者を要する従来の認知機能検査では検査者の技能や態度により評価結果が揺らぐ可能性があるが、本検査はこの懸念を回避することができる。また、検査開始から終了までの所要時間は約6分であり、CDR や MoCA-J よりも短時間で実施することができる。以上から、本検査は日常的な場で使用可能な、健常と MCI 相当の判別に有用なツールになりうると考える。

5. まとめと今後の展望

本研究では参加者の年齢、性別、設問に対する発話内容と音声特徴量を用いて健常と MCI 相当を判別する機械学習モデルを構築し、その性能評価を行った。なお、本研究においては、本人との構造化面接により得られた情報のみに基づいて参加者を健常あるいは MCI 相当に分類しているため、診断上の MCI とは異なる点に留意する必要がある。

本研究で構築した機械学習モデルは、発話内容と音声特徴量に基づいて健常と MCI 相当を判別するため、電話サービスへの搭載が可能である。現在、社会実装に向けて機械学習モデルの判別精度の向上や検査時間の短縮化を試みている。本大会ではこれらの検討結果を含めて報告する予定である。

文献

[1] Roberts R, Knopman DS. (2013) Classification and epidemiology of MCI, Clin Geriatr Med, Vol. 29, No. 4, pp. 753-772.

[2] Dubois B, Padovani A, Scheltens P, Rossi A, Dell'Agnello G. (2016) Timely diagnosis for Alzheimer's disease: a literature review on benefits and challenges, J Alzheimers Dis, Vol. 49, No.3, pp. 617-631.

[3] Maikusa N, Sonobe R, Kinoshita S, Kawada N, Yagishi S, Masuoka T, Kinoshita T, Takamichi S, Homma A. (2019) Automatic detection of Alzheimer's dementia using speech features of Hasegawa's Dementia Scale-Revised, Geriat Med, Vol. 57, No. 2, pp. 1117-1125.

[4] 杉下 守弘, 腰塚 洋介, 須藤 慎治, 杉下 和行, 逸見 功, 唐澤 秀治, 猪原 匡史, 朝田 隆, 美原 盤 (2018) MMSE-J（精神状態短時間検査-日本版）原法の妥当性と信頼性, 認知神経科学, Vol. 20, No. 2, pp. 91-110.

[5] 目黒謙一 (2008) 認知症早期発見のための CDR 判定ハンドブック, 医学書院

[6] 小海宏之, 前田明子, 山本愛, 加藤佑佳, 岡村香織, 園田薫, 安藤悦子, 岸川雄介 (2010) 日本語版 MMSE の検出力と特異性について, 花園大学社会福祉学部研究紀要, Vol. 18, pp. 91-95.

[7] 朝田隆 (2012) 有病率：どこまで増える認知症, 臨床神経学、Vol. 52, No. 11, pp.962-964.

[8] 朝田隆 (2013) 都市部における認知症有病率と認知症の生活機能障害への対応, 厚生労働科学研究費補助金 疾病・障害対策研究分野 認知症対策総合研究報告書

[9] 河野 直子, 梅垣 宏行, 鈴木 裕介, 山本 さやか, 茂木 七香, 井口 昭久 (2007) ADAS 単語カードを用いた遅延再生課題の軽度認知機能低下者識別に対する有用性：外来もの忘れ検査利用者を対象とした検討, 日本老年医学会雑誌, Vol. 44, No. 4, pp. 490-496.

[10] Kirova AM, Bays RB, Lagalwar S (2015) Working memory and executive function decline across normal aging, mild cognitive impairment, and Alzheimer's disease, Biomed Res Int, 748212.

[11] Gavett BE, Gurnani AS, Saurman JL, Chapman KR, Steinberg EG, Martin B, Chaisson CE, Mez J, Tripodis Y, Stern RA (2016) Practice Effects on Story Memory and List Learning Tests in the Neuropsychological Assessment of Older Adults, PLoS One, Vol. 11, No.10, e0164492.

[12] Spencer RJ, Wendell CR, Giggey PP, Katzel LI, Lefkowitz DM, Siegel EL, Waldstein SR. (2013) Psychometric limitations of the mini-mental state examination among nondemented older adults: an evaluation of neurocognitive and magnetic resonance imaging correlates, Exp Aging Res, Vol. 39, No.4 pp. 382-397.

機能的連結性から探る物語聴取者の脳機能の特徴について

Exploring through the Functional Connectivity data the Fingerprint Features in the Brains of Individuals who are Listening to Narratives

菅原壱成†、四辻嵩直†、赤間啓之‡
Issei Sugahara, Sunao Yotsutsuji, Hiroyuki Akama
†東京工業大学　生命理工学院生命理工学系
Tokyo Institute of Technology, School of Life Science and Technology
sugahara.i.ab@m.titech.co.jp
‡東京工業大学リベラルアーツ研究教育院/生命理工学院
Tokyo Institute of Technology, Institute of Liberal Arts/ School of Life Science and Technology

概要

fMRI による脳活動と心の働きに関した研究は多く行われているが、このような研究では個人差はあまり考慮されていない。本研究では物語聴取タスクにおける脳活動の個人差と物語の影響を 2 種類の機能的連結性を用いて測定し、脳の状態の予測モデルで重要な領域を特定した。その結果、全ての解析で個人と物語の影響の識別に成功し、情動に関する領域が分類に寄与していたことが判明した。この結果は意思疎通の困難な特定の個人に対して fMRI を用いて感情を読み解くための新たな手掛かりとなる。

キーワード：fMRI, 機能的連結性, 物語聴取, 感情

1. はじめに

機能的磁気画像共鳴法（functional MRI; fMRI）により脳と心の関係は解明されつつある。例えば、喜びや恐怖など感情的になるときや、自己の経験を思い出すときなどはそれぞれ異なる脳領域が活発に働く。心の病と言われているうつ病の患者では健常者と比べて脳ネットワークに異常があると報告されている。このように、fMRI を用いた脳機能と心理学に関する研究は広く行われている。一方、脳の機能的組織は人によって個人差が大きく、機能的連結性(Functional Connectivity ； FC) は個人を特定する指紋(fingerprint)の役割を果たすと言われている[1]。fMRI 研究の多くは集団間のコントラストに立脚している。それぞれの集団は１つの共通の性質を持つと仮定し、集団内の実験参加者の個人差はさほど考慮されてない。そこで本研究では、物語を聴いている実験参加者の fMRI 公開データを基に、個人差の判別と物語の FC に与える影響の２つの解析を行なった。

fMRI とは、MRI による脳の構造情報に加え、機能活動を可視化する非侵襲的な手法である。脳領域が活性化すると酸素を供給するため血液が流入し、酸化ヘモグロビンと脱酸化ヘモグロビンの比率が変化する。MRI ではこの血流動態の変化を信号として捉えることができ、これを BOLD 信号と呼ぶ。FC は異なる領域間の神経活動の関係性を表し、BOLD 信号どうしの時系列に沿った相関係数で評価することができる。本研究では静的な機能的連結性（stable FC；sFC）と動的な機能的連結性(dynamic FC ； dFC)の２種類の FC を用いる。sFC とは MRI のスキャン期間全体に渡る BOLD 信号を元にした FC である。一般的な FC はこのことを指すが、本研究では dFC と対比するため、sFC と呼ぶ。dFC は FC の時間的変化を捉えるものであり、脳機能の複雑な時間的現象を表すことができる。sFC は脳システムの特性を理解する上で多大な貢献をしてきたが、時系列に沿った神経活動パターン変化の情報が損なわれるといった欠点がある[2]。実験参加者に物語を聴かせるといったタスク fMRI 研究において、物語の進行に応じて BOLD 反応に変化が表れることが予想できるので、dFC を用いる意味は十分にある。本研究では、sFC と dFC の両方で機械学習を用いて、物語の種類に関わらずそれらを受容する際に共通する個人特有の神経活動の検出と、個人差を超えて物語聴取が作り出す神経反応の特徴の分析を行い、その全てで特徴的な賦活領域の特定を目標とする。

2. 実験方法

データセットは“Narratives” fMRI dataset for evaluating models of naturalistic language comprehension[3]という名で公開された論文から利用している。これは物語を聴いている実験参加者の脳機能を fMRI で測定し、そのデータをまとめた研究である。採用した物語は ’Pie Man (PNI)’, ‘Running from the Bronx’, ‘I Knew You Were Black’, ‘The Man Who Forgot Ray Bradbury’ の４つであり、以下、それぞれ ‘Piemanpni’, ‘Black’, ‘Bronx’, ‘Forgot’ と略す。実験参加者数は 45 名で、全員が４つの物語を聞いている。参加者は話の内容に注意を払い、目を開けて安静にし

ているように指示された。全て 3T Siemens Magnetom Prisma で同じパラメータで撮像されており、'Piemanpni' と 'Bronx' は語り手が同一人物である。動的機能的連結性を求めるのには window sliding 法を用いた。すなわち、BOLD 反応の時系列変化において、幅 30TR の時間窓をオーバーラップ率 80%で横にスライドしていき、その都度時間窓内で各脳領域間の BOLD 反応の相関を計算する。これをスキャン期間内でシフトさせることで得られる、時間窓ごとの FC を束ねることで dFC を算出できる。つまりサンプルサイズは、sFC では実験参加者数であるのに対し、dFC では（実験参加者数 × 窓数）となる。

本研究では個人識別（Individual Classification; IC）と物語判別（Narrative Classification; NC）の２つの異なる機械学習解析を行なった。個人識別は実験参加者ごとにラベルを付与したマルチクラス分類である。訓練用データは 'Piemanpni' と 'Bronx' の fMRI データを結合したもので、検証用データは 'Black' データ、テストデータが 'Forgot' データである。この解析では物語による影響を超えて実験参加者に特有の神経活動が見られるかを検証した。物語判別では 2 種類の物語にラベルを付与する二クラス分類であり 'Piemanpni' と 'Bronx' を対象とした。これにより、異なる物語では脳活動の判別ができるかどうかを検証する。なお、神経活動は個人差が大きいことから、訓練データとテストデータに同じ人の特徴を含むと汎化性能が過剰に評価される可能性がある。よって、交差検証を行うときにデータ分割を実験参加者単位ですることで information leakage を回避した。分類器にはサポートベクトルマシン（SVM）を用い、モデルの汎化性能は正解数を全体で割って得られる精度（Accuracy）で評価した。また、それぞれ得られた結果の信頼性を確認するため、並べ替え検定という仮設検定を行なった。帰無仮説は、個人識別で「個人に特徴的な FC は存在しない」、物語判別で「物語聴取のタスクは FC に影響しない」である。それぞれラベルをランダムに並べ替えて、実験参加者または物語とデータとの依存性を打ち消し、シャッフルされたデータで再び学習、予測を行い、これを 1000 回繰り返して 1000 個のスコアを得た。元の精度が上位何%かを p-value とし、有意水準は 0.05 とする。一連の解析は２種類の FC で行なった。

また、それぞれの解析でどの脳領域が重要であるかを調査するために Backward Elimination 法を行った。本研究では AAL（Automated Anatomical Labeling）アトラスを用いた。このアトラスは脳の解剖学的な領域に基づいてラベリングされており、116 の関心領域（Region of Interest；ROI）が含まれている。ここから１つずつ除外して精度を再計算し、得られた値を元の精度で引いて、値が小さくなるほど除外した ROI が重要であったと評価するようにした。Backward Elimination 法を４つの解析で行い、それぞれの ROI 重要度分布を同じ FC どうしと同じ分類手法どうしで相関を計算した。そしてその相関係数の有意性を求めるためにスチューデントの t 検定を行った。有意水準は 0.05 とする。

3. 結果

sFC、dFC の個人識別（IC）と物語判別（NC）の精度と、並べ替え検定で得られた p-value を表１に示す。sFC 個人識別で 0.733、sFC 物語判別で 0.621、dFC 個人識別で 0.914、dFC 物語判別で 0.600 となり、全ての並べ替え検定では有意で、帰無仮説は棄却された。

表１：４解析の精度と p-value
(p<0.05*, p<0.01, p<0.001***)**

解析	Accuracy	p-value
sFC_IC	0.733	**<0.001*** **
sFC_NC	0.621	**0.024***
dFC_IC	0.914	**<0.001*** **
dFC_NC	0.600	**0.002****

Backward Elimination 法による ROI の重要度を図１(a)~(d)に示す。また、sFC どうし、dFC どうし、個人識別どうし、物語判別どうしの ROI 重要度分布の相関係数を表２に示す。類似性を表す相関は個人識別の 2 種の方法間では有意となったが、他の組み合わせでは有意とならなかった。しかし、一部の領域は図 1 に示すように、複数の組み合わせにまたがって、その重要性を示していた例えば、左ローランド弁蓋部と左中側頭極（sFC 間）、右直回（個人識別間）、小脳虫部（dFC 間）、がそれぞれ共通して汎化性能に寄与していた。

表２：同 FC、分類間の相関 (p<0.05*)

解析の組み合わせ	相関係数	p-value
sFC_IC – sFC_NC	0.164	0.079
dFC_IC – dFC_NC	0.102	0.276
sFC_IC – dFC_IC	0.234	**0.012***
sFC_NC – dFC_NC	0.148	0.113

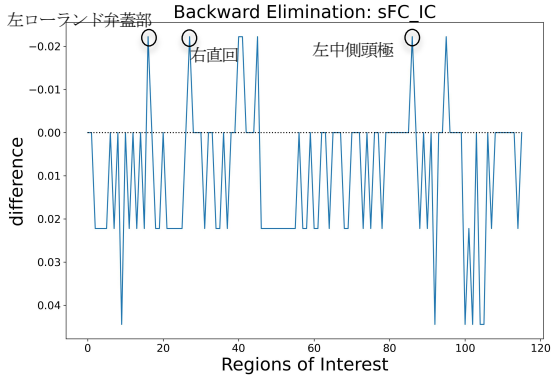


図 1 (a)： ROI 重要度分布（sFC_IC）

横軸の整数値は AAL アトラスの領域番号に対応する。以下(b)–(d)で同分である。縦軸は、当該領域をモデルから削除した場合の重要性の差分に相当するので、絶対値の大きい負の値であればあるほど重要度が高いことになるので、負値を上部に設定した。これも以下(b)–(d)で同分である。

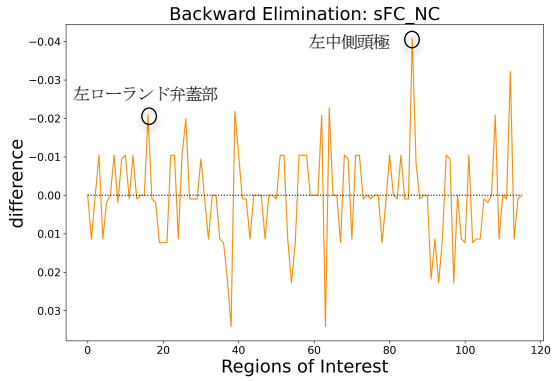


図 1 (b)： ROI 重要度分布（sFC_NC）

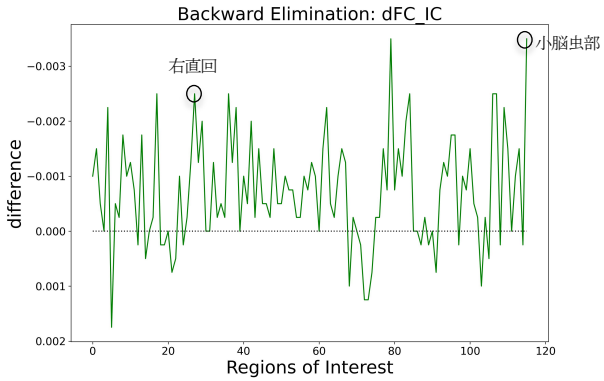


図 1 (c)： ROI 重要度分布（dFC_IC）

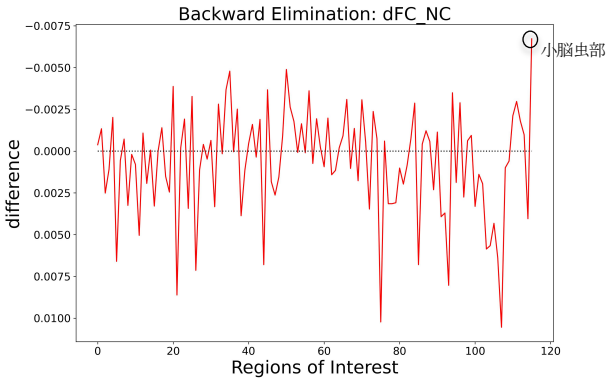


図 1 (d)： ROI 重要度分布（dFC_NC）

4. 考察

物語聴取タスクにおける sFC、dFC の個人識別、物語判別の並べ替え検定では全ての実験で有意となった。このことから指紋(fingerprint)となる個人固有の神経活動が見られるのと同時に、タスクベースの機能的連結性であるため、個々の物語に応じて少なからず影響を受けていると結論付けられる。同じ実験参加者の安静時 fMRI データがあれば、聴取タスクの影響を脳機能変化の視点から評価でき、脳の反応メカニズムをより深く理解することにつながるかもしれない。また、個人識別では sFC より dFC の方が汎化性能は高く、逆に物語判別では低かった。物語の各場面における参加者の反応に差があって、個人識別の dFC ではその差を捉え、物語判別ではデータポイントが複雑に分布して逆に頑健性に欠けたと思われる。また、Window Sliding 法により物語の内容が分断されたため、その特徴が失われ判別を困難にしたと考えられる。これにより、神経活動データを機械学習モデルに適用するとき、どの相互作用の表現系を用いるかを考慮する必要があると思われる。

4 つの解析で ROI の重要度を比較したとき、個人識別間のみ相関は弱いが有意となった。sFC と dFC の両方で指紋となる領域の分布は似ていると言える。その他の組み合わせでは全体的に類似しているとは言えず、異なる分類対象では異なる領域が寄与しているということがわかった。しかし、その中でも左ローランド弁蓋部、左中側頭極、右直回、小脳虫部は異なる解析でも共通して重要性が評価できた。ローランド弁蓋部、側頭極、直回は先行研究により、音楽聴取や視覚刺激によって情動処理をしていることが示されている[4][5]。本研究は物語聴取だが同様の特徴領域が検出さ

れている。sFC や個人識別において分類に寄与していたのは、感情に関与している領域であることがわかった。よって刺激に対してどのように感じたかは個人差があり、ここに臨床現場に応用できる可能性が出てきた。ただ、本研究の制限は”Narratives”論文に実験参加者が物語を聞いてどのような感情を抱いたかの情報が欠けていることである。嬉しいや悲しい、恐怖など情動はそれぞれ特異的な部位で賦活することが示されている[6][7]。個々の情動と個人特有の神経活動についての研究が進めばより詳細な脳組織の理解に繋がると考えられる。

本研究の結果のように、fMRI は人間の感情のような、内面の状態を外化し表現化しうる可能性がある。このことを応用すると、例えば意思疎通が困難な遷延性意識障害の患者などとのコミュニケーションを促進できるかもしれない。近年 Adrian Owen et al., 2006 [8]は植物状態の患者の意識を fMRI で測定することに成功した。現段階では意識障害患者は質問に対し Yes/No でしか答えられない場合が多いが、ここに複雑な感情情報が加われば、患者が伝えたいことがより鮮明になる可能性がある。さらに、MR I 技術の発展や脳機能の研究が進めば、患者の意思が文字として表現できるようになり、コミュニケーションが取れるようになって倫理的問題を含むブレインマシンインタフェース(BMI)の懸案事項は解決できるかもしれない。fMRI の臨床応用には将来性があり、今後の発展が期待される。

文献

[1] Emily S Finn, Xilin Shen, Dustin Scheinost, Monica D Rosenberg et al., (2015) “Functional connectome fingerprinting: identifying individuals using patterns of brain connectivity”, Nature Neuroscience, Vol.18, No.2015, pp.1664-1671.

[2] R. Matthew Hutchison,a, Thilo WomelNCorf, Elena A. Allen et al., (2013) “Dynamic functional connectivity: Promise, issues, and interpretations”, Neuroimage, Vol.80, No.2013, pp.360-378. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.05.079

[3] Samuel A. Nastase, Yun-Fei Liu, Hanna Hillman et al., (2020) “Narratives: fMRI data for evaluating models of naturalistic language comprehension”, Scientific Data, Vol.8, No.2021, https://doi.org/10.1101/2020.12.23.424091

[4] Stefan Koelsch, Thomas Fritz, D. Yves v. Cramon et al., (2005) “Investigating emotion with music: An fMRI study”, Human Brain Mapping, Vol. 27, No. 2006, pp. 239-250, https://doi.org/10.1101/2020.12.23.424091

[5] René Hurlemann, Anne Kathrin Rehme, Martin Diessel et al., (2008) “Segregating intra-amygdalar responses to dynamic facial emotion with cytoarchitectonic maximum probability maps”, Science Direct, Vol. 172, No. 2008, pp. 13-20, https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2008.04.004

[6] K.Luan Phan, Tor Wager, Stephan F. Taylor et al., (2002) “Functional Neuroanatomy of Emotion: A Meta-Analysis of Emotion Activation Studies in PET and fMRI”, Science Direct, Vol. 16, No. 2002, pp. 331-348, https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1087

[7] Marilyn L. Kesler/West, Anders H. Andersen, Charles D. Smith et al., (2001) “Neural substrates of facial emotion processing using fMRI”, Science Direct, Vol. 11, No. 2001, pp. 213-226, https://doi.org/10.1016/S0926-6410(00)00073-2

[8] Adrian M. Owen, Martin R. Coleman, Melanie Boly et al., (2006) “Detecting Awareness in the Vegetative State”, Science, Vol. 313, No. 5792, https://doi.org/10.1016/S0926-6410(00)00073-2

帰納推論を可能にする自然の斉一性は何か：ハノイの塔ゲームを事例とした検討
What is the uniformity of nature enabling inductive inference: A case study of the Tower of Hanoi game

梶原 悠[†], 日髙 昇平[†], 鳥居 拓馬[‡]
Yu Kajiwara, Shohei Hidaka, Takuma Torii
[†]北陸先端科学技術大学院大学, [‡]東京電機大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Tokyo Denki University
kajiwara@jaist.ac.jp, shhidaka@jaist.ac.jp, tak.torii@mail.dendai.ac.jp

概要
帰納推論の理解は，人の認知過程を解明するために不可欠である．哲学者 Hume は帰納推論にあたり何らかの自然の斉一性を仮定する必要があると指摘した．本研究は，帰納推論にあたり仮定される自然の斉一性がどのようなものであるか，という問題への説明を目指す．具体的には，ハノイの塔と呼ばれる古典的なゲームを題材として，ゲームを解く人や，解く人を観察してそのゲームのルールを推定する人の推論過程の理論的な説明を検討した．

キーワード： 帰納推論 自然の斉一性 ハノイの塔 再帰 部分問題 類比 問題解決 ルール同定

1. はじめに

帰納推論とは，既存の知識や観察から新しいケースを予測するプロセスである[1]．以下の先行研究で指摘されるように，帰納推論の理解は，人間による (1) 問題解決 (2) 社会的学習 (3) 外界の知覚，などの活動を解明するために重要だと考えられている[2][4][5]．問題解決の領域では，ある課題での学習が類題の解決能力を促進する「学習の転移」現象が確認されている．これは類推による帰納推論の例と捉えることができる[2]．H. Gweon [4]は社会的学習を他者の生成したエビデンスからの情報推定と捉える理論を提唱している．この枠組みにおける学習者(と教示者)は因果の帰納推論を行う必要がある．D. Hoffman [5]は知覚される世界が，外界の最適な推定ではなく，適応的なふるまいを支えるように選択されたインターフェースであると主張している．これらの仮説の是非を検討するために，物理的な現象についての帰納推論の辺縁を探ることは有効である．

哲学者の Hume は帰納推論にあたり何らかの自然の斉一性を仮定する必要があると指摘した[6]．人間の帰納推論を強く制約している自然の斉一性がどのようなものかを特定できれば，上記の３つの認知過程を含め，多くの認知過程の理解に役立つ可能性がある．例えば，問題解決タスクにおける探索行動は，探索者の根底にある自然の斉一性の仮定に制約されているはずである．また，社会的学習の文脈では，他者との間で事前に共有された自然の斉一性が，ふるまいの理解やルールの伝達に活用されている可能性がある．さらに，物理的な現象の知覚においては，自然の斉一性の制約に適う現象だけが認知されているはずである．

以上の背景を踏まえ，本研究は「人間は帰納推論にあたりどのような自然の斉一性を仮定しているか」という問題への理論的な説明を目指す．

2. ハノイの塔

具体的には，ハノイの塔と呼ばれる古典的なゲームを題材として，ゲームを解く人（プレイヤー）や，解く人を観察してそのゲームのルールを推定する人 (ルール推定者)の推論過程を理論的に説明する．プレイヤーは，初めて遭遇したゲームの状態に対して，最善な操作がどれかを予測する帰納推論を行う必要がある．また，ルール推定者は，限られた観測データをもとに，未知の状態での可能な操作集合を予測する帰納推論を行う必要がある．

ハノイの塔は，台の上に立てられた3本の棒と，大きさの異なる複数枚のディスクからなる玩具である.ディスクは棒に刺して積み上げることができる．ゲームの状態はディスクが刺された棒と積み順により記述され，M枚のディスクを持つハノイの塔は$(M+2)!/2!$個の状態をもつ．プレーヤーは，すべてのディスクがひとつの棒に刺さった状態から出発し，別の棒に刺さった状態を目指す．プレーヤーの操作は以下の条件を満たしていなければならない．

(1) 1 回の操作で動かせるディスクは 1 枚のみ．
(2) 最も上のディスクしか動かせない．
(3) ディスクの上により大きなディスクは置けない．

3. 動作の集合

ルール推定者が想定する, 物理的に可能な動作の集合を考える. 初めてこの玩具を見て, ディスクが棒に接着された静的なオブジェだと解釈した人には, 何もしないという動作だけが可能である. 逆に, ディスクをすべて机に広げてから棒に差し直す動作を想定した人は, 任意の2状態間を遷移させることができる. 多くの人は, 上から数枚のディスクを掴んで他の棒に移す自然な動作を想定すると思われる.

ハノイの塔の状態全体の集合Sを考える. 集合S上の全単射の集合Aを考える. 集合Aが以下の条件を満たすとき, 動作の集合と呼ぶ.

(1) 集合Aの元はルール推定者が主観的に可能とみなす身体動作で実現可能である.

(2) 状態集合Sの恒等変換1_Sは集合Aに含まれる.

(3) 任意の2状態を繋ぐ集合Aの動作系列が存在する.

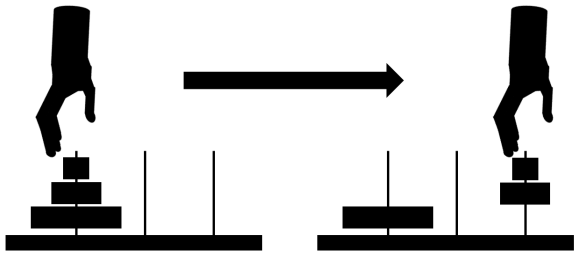


図 1. 物理的に可能な動作の例

4. 自然の斉一性の形式

本研究では, ルール推定者は, プレイヤーが, ある棒にすべてのディスクが刺さった状態から, 別の棒にすべてのディスクが刺さった何らかの状態への遷移を目指すことを知っているとする. また, プレイヤーが, 状態遷移の系列についての何らかのコストの最小化を目指すことも知っているとする.

さらに, ルール推定者は, 以下の条件を仮定するものとする.

(1) 状態遷移の合成とコストは可換である. 状態遷移系列γと状態遷移系列γ'の合成系列$\gamma \circ \gamma'$のコストは$c(\gamma \circ \gamma') = c(\gamma) + c(\gamma')$を満たす.

(2) コストは動作集合を保つ状態変換で不変である. 状態集合S上の全単射σは, 任意の動作$a \in A$に対し$\sigma \circ a \circ \sigma^{-1} \in A$を満たすとする. このとき, 任意の与えられた動作系列$\alpha = a_k \circ \ldots \circ a_1$から, 動作系列$\alpha' = a'_k \circ \ldots \circ a'_1$ $(\forall i. a'_i = \sigma \circ a_i \circ \sigma^{-1})$を作ることができる. 状態$s$を動作系列$\alpha$で遷移させた状態遷移系列$\gamma$と状態$\sigma(s)$を動作系列$\alpha'$で遷移させた状態遷移系列$\gamma'$を考える. コスト関数$c$は$c(\gamma) = c(\gamma')$を満たす.

本稿では, 条件(1)(2)の形式を持つ自然の斉一性を対象とする.

こうした仮定から, ルール推定者は, 「より短いが例示されないプレイヤーの状態遷移系列にはコストを悪化させる遷移が含まれる可能性が高い」という情報を得ることができる.

5. 逆問題の解の一意性

前章で提案した自然の斉一性は, 動作の集合Aの選択に依存している. 集合Aが大きいと, より強い自然の斉一性となる. 日髙 [9]は, 平面図形の知覚や数列の変換ルールの同定課題を例にとり, 意味推論の分析においてデータ表現の領域固有でない自然さを記述するアプローチを強調している. また, 日髙ら [10] は, ネッカーキューブという図形の知覚を分析し, 最も対称性の高い符号化を与える知覚像が選択されるという原理を提案している. これは, (知覚像を選ぶ)帰納推論においてある意味で最も強い自然の斉一性が仮定されるという仮説とも捉えられる. この仮説をハノイの塔ゲームの文脈に類比的に用い, 「人間は, 例示された操作系列からゲームのルールを推定する逆問題の解が一意になる範囲で, 最も強い自然の斉一性を採用する. 」ことを仮定する.

この仮説により, 理論的に可能な自然の斉一性を絞り込む.

6. 実験による検証に向けて

本章では, 理論的に予測された自然の斉一性を, 実験で間接的に検証する方法を検討する.

6.1. ゲームの変種

ハノイの塔ゲームのルールはすでに広く知られており, ルール推定課題の実験を直接行うことは難しい. ゲームの変種を作り, 変種のルールを被験者に推定してもらう実験が考えられる. 動作の集合として本質的に異なるものを含む変種を作るために, ハノイの塔ゲームをやや一般化した以下のゲームを考える.

(ハノイの塔ゲームの変種) 有限群Gとその部分群H, 自然数nが与えられたとする. ただし, 部分群Hを含む群Gの正規部分群はG自身しか存在しないとする. このとき対(G, H, n)を n 枚のディスクをもつハノイの塔ゲームと呼ぶ. 剰余類G^n/H^nをハノイの塔の状態集合と呼ぶ. 剰余類G^n/H^nへの群G^nの自然な左作用を考える. 剰余類の元$[s] = ([s_1], \dots, [s_n]) \in (G^n/H^n)$と群$G^n$の元$a = (a_1, \dots, a_n) \in G^n$で自然数$l \leq n$についての以下の条件(1)(2)を満たすものを考える.

(1) $a_i = a_j \ (\forall i, j \leq l)$

(2) $a_i([s_i]) = [s_i] \ (\forall i \neq l)$

状態$[s]$から状態$a([s])$への遷移をゲームの操作と呼ぶ.

特に, 群Gとして集合{1,2,3}の置換群, 部分群Hとして群Gにおける集合{1}の固定化群をとると通常のハノイの塔ゲームとなる.

6.2. 操作時間

作業仮説として, ルール推定に使われる自然の斉一性が, ゲームの解の探索にも転用されると仮定する. この仮説の下で, ゲームの解の探索行動の観察から, 人間が採用した自然の斉一性を間接的に検証したい.

プレイヤーが, 問題を部分問題に分解する様子のツリーを考える. 動作の集合Aがツリーの生成に使われると仮定する. ツリーの取りうる構造は, 理論的に制限される.

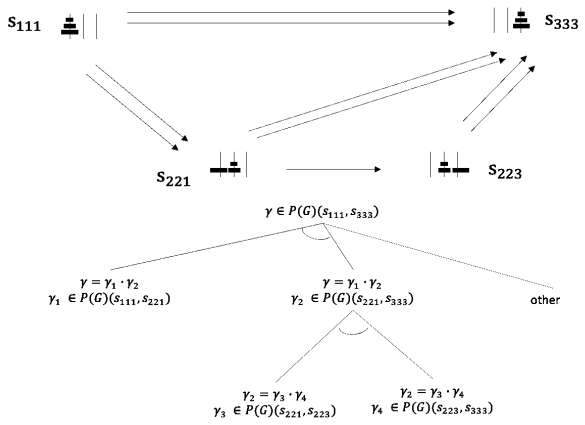


図 2. 再帰的な戦略のツリーのイメージ

解の探索において, 必要な部分問題は高速に解けるが, ツリーへの展開や部分問題のコスト推定には時間がかかると仮定する. このとき, 操作時間の様子はツリーの構造を通じて理論的に制約される.

また, 部分問題を展開する方法は, プレイヤーの習熟度や与えられた追加情報によって変化しうる. 例えば, ハノイの塔の最短手順には, 偶数番目のディスクと奇数番目のディスクが決して接触しないという性質がある. この性質に気づいたり, 知らされたりした人は, 再帰的な戦略からより非再帰的な戦略に変化すると想像される. このような戦略の変化は, 操作時間の様子の不連続な変化を引き起こすはずである. 戦略の変化が起きても, 操作時間の様子が理論的な制約と整合し続けるかどうかを調べることで, 理論の妥当性を間接的に検証できる可能性がある.

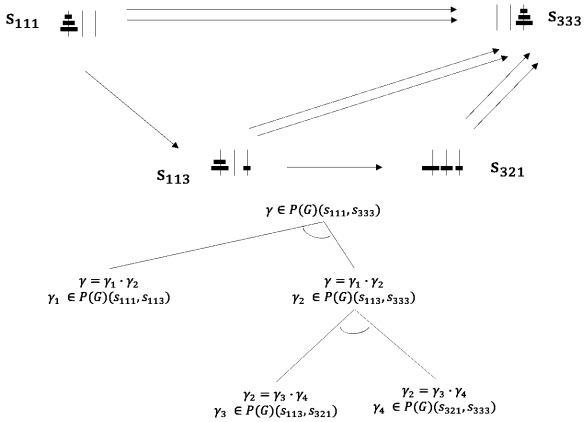


図 3. 非再帰的な戦略のツリーのイメージ

6.3. 類似判断

ゲームの問題解決と類似状態の知覚のあいだの関係が複数の先行研究で示唆されている. 鈴木 [7] は, 指定した条件でハノイの塔ゲームを解いた被験者に, ゲームの 2 つの状態を提示して類似度を判定させた. そして戦略や習熟度の異なる被験者の回答を比較することで, 類似判断の過程に問題解決の構造が反映されうると結論している. また, F. Donnarumma [8] は目標状態と視覚的に類似した状態がサブ目標として選ばれやすくなるような確率モデルにハノイの塔ゲームを解かせるシミュレーションを行った. そしてモデルが人間の誤りをよく説明できることを示している.

直感的には, 動作の集合Aの大きさは類似判断の様子に影響を与えることが期待される. ルール上は不可能だが集合Aに含まれる動作による状態遷移のコストと類似判断の様子を比較することで, 理論の妥当性を間接的に検証できる可能性がある.

7. 今後の課題

本稿では, ハノイの塔と呼ばれる古典的なゲームを題材として, ゲームを解く人や, 解く人を観察する人の推論過程の理論的な説明を検討した. さらに理論的な説明を実験により検証する方法を検討した. 検討した理論的な枠組みはまだ不十分であり, きわめて単純なケースしか説明できない. また, 実験による検証も未実施である. 理論的な枠組みの改善と, 実験による検証を進めることが必要である.

謝辞

本研究は科研費基盤研究B(一般)JP23H0369, JST さきがけ JPMJPR20C9 の助成を受けて行われた.

文献

[1] Hayes, B. K., Heit, E., & Swendsen, H. (2010). Inductive reasoning. Wiley interdisciplinary reviews: Cognitive science, 1(2), 278-292.
[2] 寺尾敦, & 楠見孝. (1998). 数学的問題解決における転移を促進する知識の獲得について. 教育心理学研究, 46(4), 461-472.
[3] Gopnik, A., Glymour, C., Sobel, D. M., Schulz, L. E., Kushnir, T., & Danks, D. (2004). A Theory of Causal Learning in Children: Causal Maps and Bayes Nets. Psychological Review, 111(1), 3–32. doi:10.1037/0033-295x.111.1.3
[4] Gweon, H. (2021). Inferential social learning: Cognitive foundations of human social learning and teaching. Trends in Cognitive Sciences, 25(10), 896-910.
[5] Hoffman, D. D., Singh, M., & Prakash, C. (2015). The interface theory of perception. Psychonomic bulletin & review, 22, 1480-1506.
[6] 秋元 ひろと. (2020) ヒュームの因果論. 三重大学教育学部研究紀要 第 7711 巻 人文科学(22001290)05009-08050 頁
[7] 鈴木宏昭. (1997). 動的で, 構成的な類似判断―思考の基盤としての類似が持つべき条件―. 認知科学, 4(4), 4_6-4_18.
[8] Donnarumma, F., Maisto, D., & Pezzulo, G. (2016). Problem solving as probabilistic inference with subgoaling: explaining human successes and pitfalls in the tower of hanoi. PLoS computational biology, 12(4), e1004864.
[9] 日髙昇平. (2021) 圏論による意味推論のモデリング. 2021 年度日本認知科学会第 38 回大会. OS05-2
[10] 日髙昇平, & 高橋康介. (2021). ネッカーキューブはなぜあの立体にみえるのか. 認知科学, 28(1), 25-38.

記号コミュニケーションシステムにおけるリーダーシップの調整とその効果の検証
Study on effect of leadership adjustment in symbolic communication

大田 琉生，橋本 雅生，金野 武司
Ryusei Ota, Masaki Hashimoto, Takeshi Konno
金沢工業大学 工学部 電気電子工学科
Kanazawa Institute of Technology, College of Engineering,
Electrical and Electronic Engineering
{b1800630,b1806326}@planet.kanazawa-it.ac.jp, konno-tks@neptune.kanazawa-it.ac.jp

概要

人間が発する言葉には字義通りの意味と言外の意味の二重の意味が込められており，コミュニケーションはそれらの意味を理解することで成立する．しかし，そのメカニズムは未だ解明されていない部分が多い．本論では，このメカニズムを解明するために取り組まれた先行研究に基づき，そこで発生したと考えられた言葉の意味づけの不一致問題に取り組んだ．先行研究において，この二重の意味を学習する計算モデルは，人とのコミュニケーション課題に失敗した．その原因は，1 つの記号に異なる意味が割り当てられた状態をその計算モデルが解決できなかったことにあると考えられている．ことばの意味づけが二者間で異なった時，先行研究で構築された計算モデルはその意味を必ず相手に合わせるように学習されていたが，我々はメッセージの送信タイミング，もしくは記号の使い方からどちらの意味を採用するか（＝リーダーシップ）を調整する方法を考案した．計算機どうしのコンピュータシミュレーションでは，特にメッセージの送信タイミングに連動させた方法が高いパフォーマンスを発揮することが確認された．しかしこの方法は，人を相手にした場合にはうまく機能しないことが実験により確認された．

キーワード：Coordination game, Denotation and connotation, Symbolic communication, Implication mismatch, Leadership

1. 背景

近年，対話型の人工知能が携帯端末やヒューマノイドロボットなどに搭載され，日常的に触れる機会が多くなってきている．そんな人工知能との対話でうまく意図が伝わらなかった経験はないだろうか．例えば，音楽を聴いている時にそのアーティスト名が気になり，端末に向かって「誰？」と聞いたのにもかかわらず，端末が自分の名前を答えるような場合である．人間どうしであれば，状況や文脈からアーティストの名前が知りたいのだという意図を容易に理解できるだろう．しかし，人工知能は人間が「誰？」という表現が示す字義通りの意味と同時に，それを発した意図が言外の意味として含まれていることを理解することが困難である．このように，人間が発することばには字義通りの意味と言外の意味の二重の意味が込められており，言葉を受け取る側はその両者を理解することによってコミュニケーションは成り立つ．この字義通りの意味と言外の意味は解釈学的循環 [1] あるいは Grice の循環 [2] と呼ばれる相互依存関係を構成するが，そのメカニズムは未だ明らかになっていない点が多い．

柳田ら [3] は，このメカニズムを解明するために，字義通りの意味と言外の意味を明示的に扱い，解釈学的循環を構成する計算モデルを構築し，記号を介した二者間での調整課題（メッセージ付きコーディネーションゲーム）を用いて人–計算機での認知実験を行なった．ところが，構築された計算モデルは，人間どうしでそのゲームに取り組んだ場合の成功度合いを再現することができなかった．柳田らの先行研究では，計算機シミュレーションの分析によって，その原因は 1 つの記号に二者が異なる意味づけをしたとき，その意味づけの不一致をうまく解消できていないことにあることが提示されている．しかし，その意味づけの不一致を解消する方法は未だ明らかにされていない．そこで本研究では，ことばの意味づけの不一致が起こった際の解決方法を考案し，その方法の効果を計算機シミュレーションおよび人と計算モデルによる実験により検証することを目的とした．

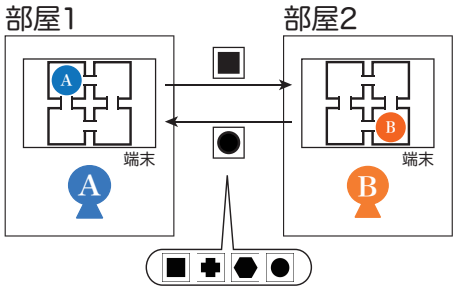


図 1　メッセージ付きコーディネーションゲーム

2.　研究方法

先行研究 [3] で用いられたメッセージ付きコーディネーションゲームは，別々の部屋に配置された 2 人のプレイヤの駒を同じ部屋に移動させることを目指すゲームである（図 1）．相手プレイヤの配置場所は両プレイヤともに把握できないようになっている．また，1 回のラウンドでプレイヤは自分の駒を元いた部屋に留まらせるか隣接する部屋にしか移動させることができなかった．つまり，対角の部屋には移動させることができなかった．ここで参加者には，予め意味の決められていない 4 つの図形が用意され，互いにそのうちの 1 つを交換することができた．この図形を用いて，先手が今いる部屋の位置を，後手が二人が落ち合える部屋の位置を伝えることができれば，このゲームはどの配置であっても，安定して駒を同じ部屋に移動させることができるようになっていた．

このゲームでは，部屋と記号の対応関係が字義通りの意味に対応し，その記号が今いる部屋の意味なのか，それとも行き先の部屋の意味なのかが言外の意味に対応する．先行研究で構築された計算モデルは，相手との記号のやり取りおよび部屋の移動結果から，字義通りの意味を学習しながら，相手の言外の意味を推定する．相手の言外の意味を推定し，それに基づく字義通りの意味の学習メカニズムを持っていたにもかかわらず，その計算モデルは人間とのゲームに成功できなかった．その理由は前節でも触れたように，1 つの記号に対して割り当てた意味が二人で異なったときに，相手の記号の使い方を採用するのか，あるいは自分の記号の使い方を採用するのかを調整できないことにあることが指摘されている [3]（お互いが自分の使い方を維持したり，相手の使い方を採用すると，再びその記号を使ったコミュニケーションに失敗する）．また，我々のデータ分析からは，その字義通りの意味の不一致が，言外の意味の解釈変更に至ってしまうと，大きな失敗につながっていくことが確認されている．

この意味づけの不一致を解消する直感的な方法として，相手との間で意味を変えない役（リーダー）／変える役（フォロワー）を暗黙的に取り決める方法が考えられる．我々は，そのリーダー・フォロワーのタイプを決める方法として「記号の送信タイミングとタイプを対応づける方法」（手番連動法）と「記号の使い方から相手のタイプを判定する方法」（タイプ判定法）の二つを考案・検討した．前者は，記号を相手に送る先手・後手のタイミングと，リーダー・フォロワーを対応づける方法である．先手であればリーダータイプ，後手であればフォロワータイプと相手を判定すると共に，自身も先手・後手に従ってリーダー・フォロワーになるようにした．この方法は論理的に正しいわけではないが，随伴するイベントとして対応づけることが，人間においては十分にあり得るのではないかと考えた．また，仕組み自体は非常にシンプルに実現できる．また，後者は意味づけの不一致が生じた時の状態を記録しておき，以後のラウンドで自分や相手が記録にある記号を使った際に，記号の使い方を変えていなければリーダータイプ，自分に合わせて変更してきたならフォロワータイプと相手を判定する方法である．

2.1　実験手続きと参加者

まず，計算機どうしでのエージェントシミュレーションを実施した．ここではそれぞれの方法を持つエージェントどうしによる 100 回のゲームを実施した．また，手番連動法については，人を相手にした実験室実験を実施した．その実験には金沢工業大学の学生 12 名が参加した（男性 7 名，女性 5 名，平均 25.3 歳，SD=9.6）．参加者は別室にいる人間がゲームの相手であることが伝えられ[1]，タブレット端末を用いて簡単な練習を行なった後で，そのまま 60 ラウンド（部屋を移動して結果が開示されるまでを 1 ラウンド）のゲームに取り組んだ．

3.　実験結果

計算機シミュレーションを実施した場合の，移動する部屋の一致率の推移を図 2 に示す．このグラフには，柳田ら [3] の研究において，意味づけの不一致が起こった際にそれを常に解消できる／できないようにした場合の結果を併せて示した．ただし，不一致を解消できない方は正確には常に不一致が解消できないわけではなく，その時のエージェントが互いに持つ記号の選択確率によって一致できる場合もあった．この確率

[1] 参加者には，実験終了後に相手が実は計算機であったことが伝えられた．

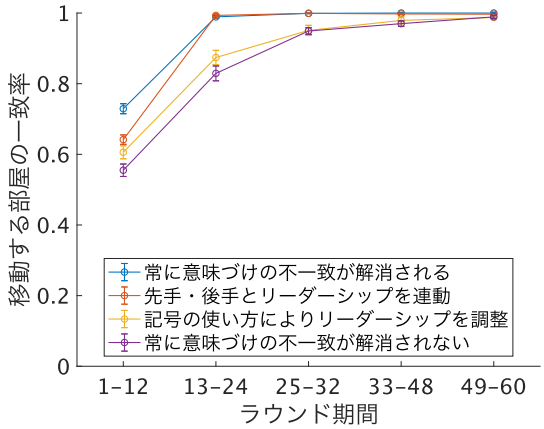


図 2　計算機シミュレーションでの成功率の推移

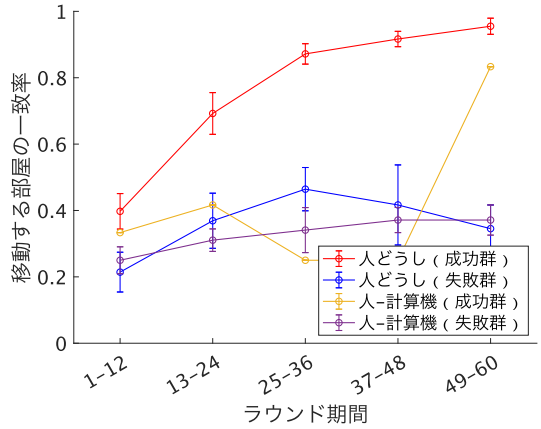


図 3　人間と計算機による実験での成功率の推移

は総じて 1/2 程度であったことが予想される．結果的に我々が考案した二つの方法は，柳田ら [3] の研究において示された二つの結果の中間に位置するパフォーマンスを示すことが確認された．特に，手番連動法は記号の取り決めを常に解決できる場合とほぼ同じパフォーマンスを実現できることが確認できた．このことから，我々はこの方法での人間との実験室実験に臨んだ．

その実験室実験の結果を図 3 に示す．このグラフには金野ら [4] が実施した，人どうし 20 ペア 40 人での実験の結果を併せて示した．それぞれの結果は，最終 12 ラウンドの一致率が 0.664 より高ければ成功群，低ければ失敗群とした[2]．

結果，人どうしでの実験の成功群が 20 ペア中 13 ペア（65.0%）だったのに対して，今回の我々の実験での成功群は計算機とペアを組んだ 12 名中 1 名（8.33%）と，ほぼ全員がゲームに失敗する結果となった．グラフを見ると，その 1 名も一致率の推移パターンはどちらかと言えば失敗群のパターンに類似していた．これらの結果は，我々が提案した計算モデルのメカニズムが，人間相手にはうまく機能しなかったことを示している．

4.　議論

計算機シミュレーションでは，我々が考案した二つの方法は，柳田ら [3] の研究において示された二つの結果の中間に位置するパフォーマンスを示した．手番連動法は非常に早い段階からゲームに成功することが確認できたが，この方法においては，先手・後手が決まれば（そしてそれは必ず決まる）リーダー・フォロワーが決まるため当然の結果と言えるだろう．従って，人間を相手にした実験での失敗から示唆されるのは，人間の場合には先手・後手の手番とリーダー・フォロワーの役が連動しているわけではないということである．

実験後にどのようなルールを取り決めたかを参加者に尋ねたアンケートを分析してみると，参加者 12 名のうち 4 名は，記号を部屋の位置に対応づけず，方向や，特定の部屋に「行ける／行けない」といった意味に対応づけることを試みたことが報告されている．また，5 名は記号を 1 つか 2 つの部屋へ対応づけるに留め，他はよく移動する部屋などといった暗黙的な行動傾向による対応を試みたようだった．これらは，記号と部屋の位置を対応づけるという計算モデルの前提から外れた失敗や提案機構が直接の原因ではない失敗だと思われる．ただし，後者は手法の間接的な影響で意味の不一致の解決に失敗し，部屋と記号を全て対応させることが出来なかったが故に，暗黙的な行動傾向により一致率を上げようとした可能性は残るのではないかと考えられる．

残り 3 名が失敗した原因を調べると，提案機構を原因とする 2 つの失敗の要因があることがわかった．1 つは，人間が先手で意図したものとは異なる記号を誤送信した場合に，意味の変更をしたつもりがなくても，後手の計算モデルがフォロワーとしてその記号の使い方をルールの変更として学習してしまうことである．これにより生じる認識の不一致により，部屋と記号の意味づけに失敗したと思われる．ただし，この調整は人間であっても難しく，これが提案機構の欠陥であるとは直ちには言えないと思われる．もう 1 つは，人間が先手でフォロワー，あるいは後手でリーダーとなることで，互いにリーダー，もしくはフォロワーと

[2] メッセージ付きコーディネーションゲームは，記号の交換がなければ移動する部屋が一致する期待値は 1/2 である．そして 0.667 という閾値は，その 1/2 を 5%の有意水準で上回る数値である．従って，この閾値を超えるペアは，ゲームにおいて記号に有意な意味づけを行なえていることを意味する．

なってしまう場合である．この時，記号の意味の不一致が解消されなくなる．このように，手番連動法において我々の想定とは異なる方略（先手でフォロワーとなり，後手でリーダーとなる）をとったと思われる参加者は 12 名中 2 名だった．これは，提案機構が機能不全に陥るケースが少なからず生じることを示したものだが，ほぼ全員が失敗したことの説明要因としては部分的な影響に留まるように思われる．しかし，本研究のようにリーダーシップを調整することとは別の方法が試された先行研究 [5] では，20 名中 9 名（45%）がゲームに成功することができた．この結果を踏まえると，手番連動法においてほぼ全員が失敗したことの原因は，直接ではないにせよ，何らかの間接的な原因を抱えているのかもしれない．この分析は今後の課題である．

他方，タイプ判定法については，シミュレーションの段階で，意味づけの不一致が解消されない場合がある条件よりも若干成功率が高い程度に留まる結果となった．これはリーダーシップの調整がうまくいかないケースが多く残っていたことを表している．我々が用意したメカニズムでは，相手の役割が明確ではない状態でも，タイプの判定に従って，相手の記号の使い方か，もしくは自身の記号の使い方のどちらを採用するかを確率 1 で決定するようになっていた．我々はこの仕組みが，成功度を大きく改善させなかった原因ではないかと考えている．このメカニズムの具体的な検討も今後の課題である．

5. 結論

本研究では字義通りの意味と言外の意味を共有するメカニズムを解明するために取り組まれた先行研究に基づき，そこで生じていると考えられたことばの意味づけの不一致の問題に取り組んだ．我々はこの意味づけの不一致を解消する直感的な方法として，相手との間で意味を変えない役／変える役を取り決めるための二つの方法を考案した．具体的には，記号の送信タイミングとタイプを対応づけた手番連動法と，記号の使い方から相手のタイプを判定するタイプ判定法である．それらのメカニズムを導入した計算モデルをそれぞれ用意し，同じメカニズムの計算モデルどうしで計算機シミュレーションを行なった結果，どちらも十分に成功できることが確認できた．しかし，特に成功度の高かった手番連動法について人間との実験室実験を行なったところ，結果は我々の予想に反してほぼ全員が課題に失敗することになった．この結果は，相手との記号の意味の不一致が起こった際に，どちらの意味（記号の使い方）を採用するかの調整を，人間は先手・後手という随伴するイベントに必ず連動させているわけではない（100%連動させた状態にするとうまくいかない）ことを示唆している．

謝辞

本研究は，MEXT/JSPS 科研費 「共創言語進化」#4903, JP17H06383，及び JSPS 科研費基盤研究 (C)「ことばへの意味づけ過程に見られる解釈的循環メカニズムの脳科学・計算論的解明」/課題番号 22K12756 の助成を受けた．ここに記し謝意を表します．

文献

[1] Tsuda, I.(1984). A Hermeneutic Process of the Brain. Progress of Theoretical Physics Supplement, 79, pp.241–259.
[2] Carston, R. (2002). Thoughts and utterances: The pragmatics of explicit communication, John Wiley & Sons.
[3] 柳田 知良, 齊藤 優弥, 金野 武司 (2021). 単一記号への意味づけにおける解釈学的循環過程の計算モデルと実験室実験による検証. HAI シンポジウム 2021 予稿集, 4 pages.
[4] 金野 武司, 橋本 敬, 李 冠宏, 奥田 次郎 (2015). 記号コミュニケーションにおける言外の意味の推論に基づく先行的行動価値修正メカニズムの役割. In 日本認知科学会第 32 回大会予稿集, pp.477–486.
[5] 大田 琉生, 中野 稜介, 金野 武司 (2022). 記号コミュニケーションシステムの形成過程において起こる意味の重複の解消方法とその効果の検証, 2022 年度日本認知科学会 39 回大会予稿集, P1-008, pp.216–218.

吃音児における調音能力と言語的負荷の関係についての予備的検討
A Pilot Study on Relationship between Articulatory Ability and Verbal Lord in Children who Stutter

越智 景子[†], 酒井 奈緒美[‡], 角田 航平[‡]
Keiko Ochi, Naomi Sakai, Kohei Kakuta

[†]京都大学, [‡]国立障害者リハビリテーションセンター
Kyoto University, National Rehabilitation Center for People with Disabilities
ochi.keiko.5f@kyoto-u.ac.jp, sakai-naomi@rehab.go.jp, kakuta-kohei@rehab.go.jp

概要

発話の流暢性の障害である吃音の生起について、発症が多い年代である幼児を対象に、発症メカニズムを説明するモデルの観点から、語彙の分散表現に関して定量的に分析した。吃音児 10 名の親子の遊戯場面の会話の分析の結果、親の発話の直後に子どもが発話する場合、その語彙の距離が遠い、すなわち類似単語の繰り返しでない発話が起こるときに、幼児にとっての負荷が高く吃音が生じやすいことが示唆された。

キーワード：幼児, 吃音, 流暢性, 構音能力, 語彙

1. はじめに

発達性吃音は、音の繰り返し・引き延ばし・発話の停止（阻止）を中核症状とする発話の流暢性の障害である。幼児期に多く発症し、その 7～8 割は治癒する一方で、人口の 1%にあたる者は成人まで持続する。メカニズムとして Demands and Capacities Model (DC モデル)が提唱されている。これは周囲や幼児本人の言語的負荷・発話要求などと幼児本人の調音（構音）能力のアンバランスが吃音を生起させるという理論である。幼児期初期の吃音児の言語能力は非吃音児より高いという報告もあり[1]、この高い言語能力は構音能力を超える負荷となりえる。幼児吃音の臨床介入にも DC モデルの概念が用いられ、有効性が示されている[2]。しかしこれまで定量的な分析を行った例は少ない。我々は、構音能力と言語能力（発話の長さ）との関係性と、吃音の生起との関係について定量的に分析し、構音の誤りのない幼児は誤りのある幼児よりも長い発話をしても吃音が生じにくいことを示した[3]。本研究でも引き続き、Capacities に相当する各吃音児の構音能力と、Demands に相当する言語能力との関係性によって吃音が生じるという観点から、言語的負荷と構音能力との関係を分析する。

本研究では、言語的負荷として、とくに、語彙の分散表現から見た話題の変遷と、語彙の広がりに着目する。すなわち、話題が切り替わること、および、幅広い語彙を用いることが Demands として重い負荷となり、吃音をより誘発するのではないかという仮説を立てる。Capacities としての構音能力の高さについては、幼児の発話に特定の音素における一貫した構音の誤りが生じているかどうかに着目して分析した。仮説の条件が吃音の生じやすい条件となっているかどうかについて、幼児の発話を、吃音中核症状を含む発話と流暢な発話とに分類し、各発話群の間で含まれる発話の言語的負荷の数値指標を比較する。

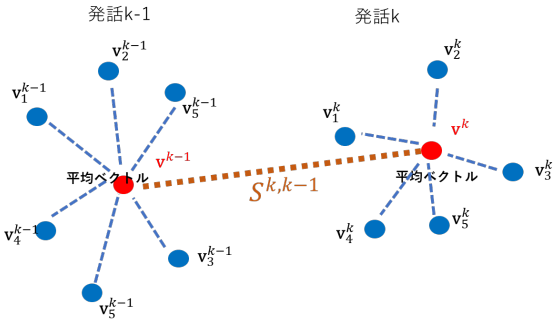


図 1 語彙の分散表現ベクトル間の類似度の計算

2. 方法

吃音のある幼児 10 名 (男児 6 名、女児 4 名；平均年齢 5 歳 2 ヶ月（範囲：4 歳 3 ヶ月-6 歳 2 ヶ月）)の、家庭での日常的な親子の対話音声を収録した。いずれも吃音で医療機関に通院している。家庭では親と一対一で遊んでいる場面において、親自身が IC レコーダを置き、PCM 録音を行った。

音声は、親子の発話ともに書き起こした。吃音中核症状が含まれるかどうかは、吃音の臨床経験のある言語聴覚士 1 名が判断し、アノテーションを行った。また、音声から、特定の音素についての一貫した構音の誤りがある幼児 6 名と構音に誤りのない幼児 4 名の 2 群に分類した。

語彙の広がりと距離の定量化のために、各発話テキストを Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT)により 768 次元の汎用分散表現に変換した。そのさい、吃音の症状の箇所は除外した。そ

の前段階で、発話テキストは形態素解析器 MeCab により形態素解析をしたうえで、助詞等の付属語を除き、自立語のみを抽出した。図 1 に発話 k とその直前の発話 k-1 の分散表現を用いた語彙の広がりの計算を示す。と発話自立語系列から得た発話 k のトークン i の分散表現のベクトルを$\mathbf{v}_i^k$とする。発話 k の平均ベクトルは

$$\mathbf{v}^k = \frac{1}{\#\Gamma^k}\sum_{i\in\Gamma^k}\mathbf{v}_i^k \qquad (1)$$

である。ここで、Γ^kは発話 k に含まれるトークンの要素番号の集合である。発話 k とその直前の発話(k-1)の間のコサイン類似度は以下で算出される。

$$S^{k,k-1} = |\mathbf{v}^k|\cdot|\mathbf{v}^{k-1}|\cos(\mathbf{v}^k,\mathbf{v}^{k-1}) \qquad (2)$$

この値を、直前の発話から当該発話に遷移する上での語彙の近さの指標として用いた。

また、発話内の語彙の狭さの指標として、以下に示す、平均ベクトルと各トークンとの類似度の平均値を用いた。

$$\bar{S}^k = \frac{1}{\#\Gamma^k}\sum_{i\in\Gamma^k}|\mathbf{v}_i^k|\cdot|\mathbf{v}^k|\cos(\mathbf{v}_i^k,\mathbf{v}^k) \qquad (3)$$

幼児の各発話での吃音の有無×当該幼児の構音の誤りの有無の二要因分散分析により、直前の発話と当該発話の類似度を分析した。そのさい、直前の発話が親の発話か、または子ども自身の発話かどうかによってそれぞれ検討を行った。

3. 結果

（1） 発話間の語彙の近さ

直前の発話から当該の発話への遷移においての 2 発話間での語彙の近さについて、分散分析を行った結果、親の発話と直後の子どもの発話の類似度について、その発話が吃音中核症状を含むか否かについて、有意な主効果が見られた ($p < 0.05$)。吃音がある発話のほうが、語彙の類似度が低かった ($p<0.05$)。子どもの発話が連続したさいは、その発話同士について、吃音有無、構音の誤りとも有意な主効果はみられなかった。図 2 に、親の直後の発話における発話の吃音有無、幼児の構音の誤り有無と親の発話からの語彙の近さの分布を示す。

（2） 発話内の語彙の狭さ

各発話の語彙の分散表現の類似度にもとづく語彙の狭さについて、分散分析の結果、直前が親の発話でない発話について、構音の誤り有無に有意な主効果が見られた ($p<0.05$)。構音の誤りがない幼児のほうが、平均類似度が低い、すなわち発話の語彙に広がりがあることという結果となった ($p < 0.05$)。親の直後の発話については、吃音有無、構音の誤りとも有意な主効果はみられなかった。

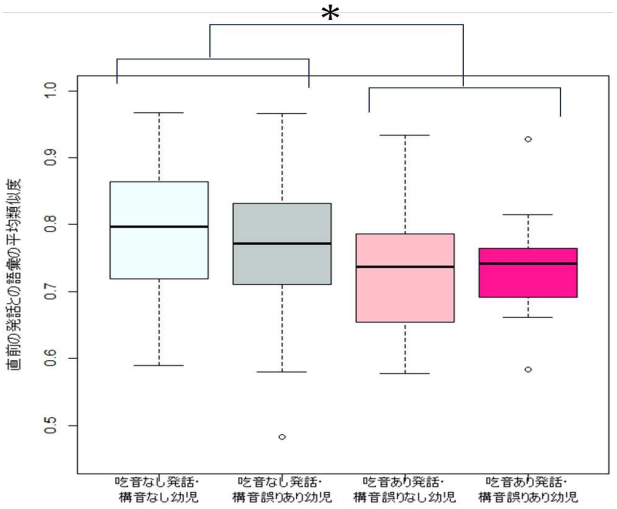


図 2 語彙の分散表現ベクトル間の類似度の計算

4. 考察と結論

吃音がある発話で、先行の親の発話との類似度が低かったことから、同じ語彙の繰り返しではなく、内容が変化した発話を幼児が行うさいに、より言語的負荷がかかって吃音が生じやすいことが示唆される。これは DC モデルの言語的負荷が吃音の生起に寄与するとする仮定と一致する。

また、幼児が、親への応答以外、すなわち子どもの発話が連続したさいの発話の語彙について、構音の誤りがない幼児のほうが語彙の広がりが大きいという結果より、構音の発達が速い幼児は語彙の発達も速いことが示唆される。0 歳から 3 歳までのより低年齢の幼児について語彙のサイズにより構音の発達を予測できるとする研究[4]とも矛盾しない。

今後は、話題の転換の多い場面では、話し相手が負荷の少ない短い発話を誘導するなど臨床場面・家庭場面での応用を目指す予定である。

文献

[1] JD Anderson, and EG. Conture. J. of fluency disorders 25(4), 283-304, 2000.
[2] SC Woodruff and SR Gottwald, J. of Fluency Disorders 15(3), 143-157, 1990.
[3] 越智他, 日本音響学会 2022 年春季講演発表会講演論文集 791-792, 2022.
[4] BL Smith et al., Appl. Psycholinguistics 27(3), 355-375, 2006.

共有映像視聴体験が 2 者間の感情と心拍同期に与える影響
Effects of shared video viewing experience on emotion and heart rate synchronization between two persons

桑原 光輝[†]，嶋田 総太郎[‡]
Koki Kuwabara，Sotaro Shimada

[†]明治大学大学院理工学研究科，[‡]明治大学理工学部
Graduate School of Science and Technology, Meiji University，School of Science and Technology, Meiji University
ce231027@meiji.ac.jp

概要

我々は他者と経験や感情を共有することで，信頼関係を構築し，集団生活を送っている．他者との関わりの最中には，他者との間に脳波や瞬時心拍数の変化といった生理信号の同期が確認されている．本研究では，2 人でお笑い映像を視聴している時に，喚起される感情および瞬時心拍数の変化の同期現象を検証した．その結果，2 人で視聴する方が映像はより面白く感じられること，2 人での映像視聴中は 2 者間の瞬時心拍数変化の同期が高まっていることが示された．

キーワード : 同期現象，心拍変動計測，社会的相互作用

1. 目的

我々人間は，他者と経験や感情を共有することで，信頼関係を構築し，集団生活を送っている．他者と一緒にいることで心強くなったり，楽しくなったりするなど，心的状態は変化する．先行研究によると，他者が傍らにいる状況で視聴する映像はより面白いと評価されると報告されている[1]．一方，会話やプレゼント交換といった他者との社会的相互作用について調査した研究では，2 者間に生理信号の同期が確認されている[2][3]．これらのことから，2 人での映像視聴中にも他者と体験を共有することが生理信号の同期や喚起される感情に影響を与えると考えられる．そこで本研究では，他者との映像視聴体験の共有が感情に及ぼす影響および 2 者間の心拍の同期現象を調査する．

2. 方法

2.1. 被験者

本実験では，2 人で映像を視聴する群（ペア視聴群）として健常成人のペア 13 組（女性 5 ペア，男性 8 ペア，21.3 ± 0.92 歳，平均年齢±標準偏差）が参加した．ペアは互いに知り合い，同性であることを条件とした．また，1 人で映像を視聴する群（単独視聴群）として健常成人 13 名（女性 4 人，男性 9 人，21.2 ± 0.70 歳，平均年齢±標準偏差）が参加した．

2.2. 実験デザイン

実験はペア視聴群，単独視聴群ともに図 1 に示す実験の流れに沿って行った．両群ともはじめに安静時心拍計測セッション（3 分）を行った．その後，3〜4 分の映像を視聴し，アンケートに回答してもらう映像視聴セッションを 5 回繰り返した．映像視聴セッション中は，身体の動きによる心拍数への影響を最小限に抑えるため，実験参加者に対してなるべく体を動かさないよう教示した．個人の嗜好によるアンケート結果の偏りを防ぐために 5 種類のお笑い映像（漫才 2 本，コン

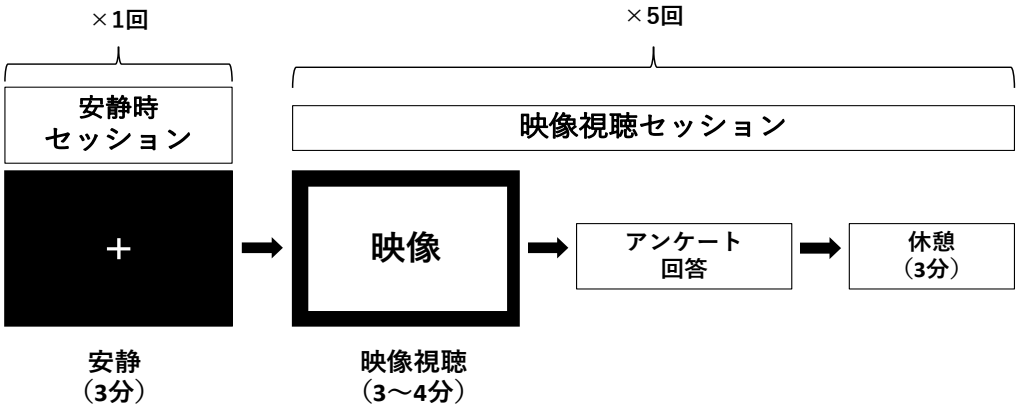


図 1 実験の流れ

ト 2 本，バラエティ番組 1 本）を用意した．映像刺激の残留効果を相殺するため，映像視聴後は 3 分程時間を置き，映像提示順序をランダムにしたことでカウンターバランスをとった．

2.3. アンケート

両群には映像視聴後，映像評価アンケートに回答してもらった．このアンケートは先行研究[1]のアンケートと同様に，感じた面白さ（「全く面白くなかった」と感じた時は-5,「どちらでもない」と感じた時は 0,「非常に面白かった」と感じた時は 5）を 11 段階で回答してもらった．

2.4. 測定方法

生体信号収録装置ポリメイト（Polymate Pocket MP208，Miyuki Giken，Japan）を使用して心拍の測定を行った．ポリメイトに接続した小型 ACT 生体電極(D)（AP-C151(A)-015，Miyuki Giken，Japan）を左右の手首に貼付し，小型 ACT 生体電極(RE)（AP-C153-015, Miyuki Giken，Japan）を左右の足首に貼付した．またサンプリング周波数は 1000Hz とした．

2.5. 解析方法

MATLAB（The MathWorks，Massachusetts，USA）を用いて，計測された ECG 信号の R 波間隔の変化から瞬時心拍数(HR：Heart Rate)を 10Hz で算出した．

2 者間の同期解析は先行研究[4]をもとに一般線形モデル（General linear model：GLM）を用いた．GLM とは計測されたデータがデザイン行列で表されるモデルにどれだけフィッティングしているかを調べる手法である．本研究では，計測データにペア 1 名の瞬時心拍数の変化データを用い，モデルとなるデザイン行列にペア相手の瞬時心拍数の変化データを用いて GLM 解析を行い，2 人の瞬時心拍数の変化の仕方がどれだけ類似しているかを調査した．そして，モデルのパラメータがどれくらい有意に実際の変動を説明するかを表す t 値を算出した．この統計量 t 値を被験者間の心拍数の変動の同期度（inter-subject correlation）を示す心拍 ISC 値とした．単独視聴群については同群の被験者同士の心拍数の変動データで GLM 解析を行い，得られた心拍 ISC 値の平均値をその被験者の心拍 ISC 値とした．

3. 結果

3.1. アンケートスコア

感じた面白さの平均スコアは，ペア視聴群が 2.33（*SD* = 2.43）と単独視聴群が 0.88(*SD* = 3.24)となった．ウィルコクソンの順位和検定の結果，ペア視聴群が有意に単独視聴群より高いことが示された（W=2939, p=.005, r=.21，図 2）．

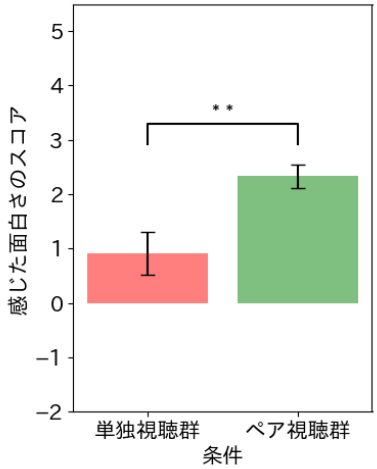


図 2 映像評価のアンケートスコア（感じた面白さ）（ : p < .01）**

3.2. 同期解析

視聴条件（単独視聴群・ペア視聴群）×セッション（安静時・映像視聴時）の 2 元配置分散分析の結果，視聴条件とセッションの交互作用は有意であった（F(1, 46)= 4.90，p = .03，η_G^2= 0.096，図 3）．交互作用が有意

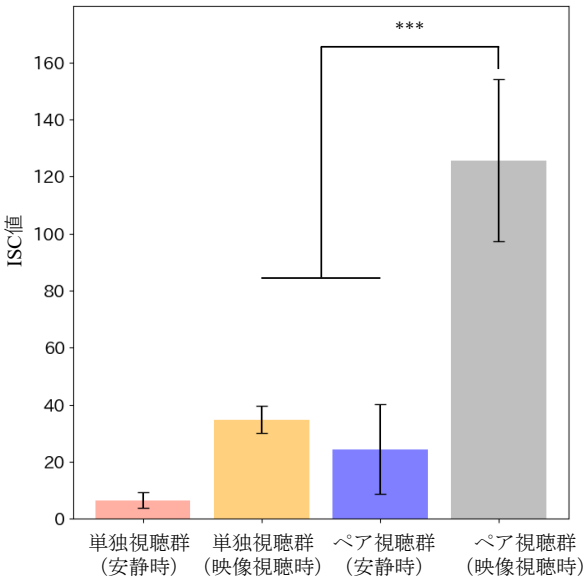


図 3 心拍 ISC 値の比較（* : p < .0001）**

であったため, 単純主効果の検定を行ったところ, 映像視聴時の単独視聴群とペア視聴群の間に有意差が認められた（$F(1,46)=15.17$, $p=.0003$, $\eta_G^2=0.25$, 図 3）. また, ペア視聴群の安静時と映像視聴時の間に有意差が認められた（$F(1,46)=18.14$, $p=.0001$, $\eta_G^2=0.28$, 図 3）.

4. 考察

本研究では, 2 人でお笑い映像を視聴している時に喚起される感情, および瞬時心拍数の変化の同期現象を検証した. その結果, 2 人で視聴する方が映像はより面白く感じられること, ペア視聴群の映像視聴中の心拍数の変化の仕方が類似していることが示された.

ペア視聴群では, ペア相手の笑い声が「この映像は面白い」という認識を促し, 主観的な評価に影響したと考えられる. 類似した心拍数の変化の要因にはペア相手とのシンクロした身体の動きによる心拍数の変化が考えられるが, 映像視聴セッションでは体を動かさないよう教示したため, 両者に心拍数に影響するほどの大きな身体の動きは見られなかった. そのため, 身体の動きによる心拍数への影響は小さいと考えられる. 1 人で映像を視聴した被験者間の同期度, および安静時のペア間の同期度よりも, 映像視聴中のペア間の同期度が高いことから, 映像視聴というペア相手との体験の共有が 2 者間に類似した心拍数の変化を引き起こしたと考えられる.

笑いによる心拍数の変化が類似した心拍数の変化の要因の 1 つとして考えられるが, 単独視聴群もペア視聴群も同じ映像を視聴しているため, 映像で誘発される笑いのタイミングは一致していると考えられる. しかし, 1 人で映像を視聴した被験者間の同期度よりも, 映像視聴中のペア間の同期度が高いことから, 類似した心拍数の変化には笑いによる心拍数の変化だけでなく, 映像視聴というペア相手との体験の共有が影響していると考えられる.

以上のことから, 視聴体験の共有はお笑い映像をより面白く感じさせ, 2 者間に類似した心拍数の変化を引き起こす可能性が示唆された.

文献

[1] 大森慈子・千秋紀子（2011）. 他者の存在が映像に対する面白さと笑い表情の表出に与える影響. 仁愛大学研究紀要. 人間学部篇, *10*, 25-31.
[2] 吉田暁・石井康智・福川康之（2017）. 会話場面における二者間の心拍変動の同期現象 日本心理学会大会発表論文集 日本心理学会第 81 回大会, 422.
[3] Balconi, M., & Fronda, G.（2021）. Gratitude affects inter-subjective synchronicity for cognitive performance and autonomic responsiveness. *Frontiers in Psychology*, *12*, 574983.
[4] 平子祐亮・伊藤貴昭・嶋田総太郎.（2017）. 動画授業視聴時の生徒間脳活動相関解析 日本認知科学会第 34 回大会発表論文集, 1121-1123.

協力におけるパーソナリティと認知と行動：個人内および個人間分析
Personality, Cognition, and Behavior in Cooperation: An Intra- and Inter-Personal Analysis

岩橋 直人†，笹倉 晴景, 古家 祐介, 樫本 幸八, 趙 敏廷, 樟本 千里, 澤田 陽一, 坂野 純子
Naoto Iwahashi†, Harukage Sasakura, Yusuke Furuya, Koya Kashimoto, Mynjeong Cho, Chisato Kusumoto, Yoichi Sawada, Junko Sakano
岡山県立大学
Okayama Prefectural University
†iwahashi@c.oka-pu.ac.jp

概要
他者との協力は人間の最も重要な特徴のひとつである．協力参加者のパーソナリティは自身の行動と認知に影響を与え，認知と行動は互いに影響し合い，行動はインタラクションを通して協力相手の行動と認知にも影響を与える．本研究は，著者らが開発した協力の数理モデルとマルチエージェント行動シミュレータ RoCoCo を使用することにより，協力行為におけるパーソナリティと認知と行動の個人内および個人間での顕著な作用関係を明らかにした．
キーワード：協力，パーソナリティ，認知，行動, RoCoCo

1. はじめに
他者との協力は人間の最も重要な特徴のひとつである．近年，協力の研究において，Sense of Joint-Agency[1, 2, 3], We-mode[4], 機械学習 [5, 6, 7], 社会心理学 [8], ヒューマンマシンインタラクション [9] などの研究領域で新たな潮流が生まれている．

協力行為におけるパーソナリティと認知，そして行動は図 1 に示す作用構造を持っている．各協力者のパーソナリティは自身の行動と認知に影響を与える．そして，各協力者の認知と行動は互いに影響し合い，行動はインタラクションを通して協力相手の行動と認知にも影響を与える．社会認知研究では，パーソナリティと認知と行動の間の関係を探求しているが，分析を難しくする問題が多いため，研究フレームワークは十分に確立されているとは言えない [10].

一方，協力行為の数理表現として，著者らにより方策と運動のダイナミカルモデルの結合に基づく階層均衡モデルが提案され，人工知能システムの開発において有効性が示されている [11]．このモデルを用いることで，協力行動の分析に有効な数理特徴量を抽出することが可能になった．

さらに，著者らによって開発されたマルチエージェント行動シミュレータ RoCoCo[12] は，方策と運動の両レベルにおいて連続空間と連続時間でエージェント間で効用の調整が必要な状況をシミュレーションすることが可能である．このような状況は協力行為として一般的であるが，従来研究ではまだ取り扱われていない．

本研究は，階層均衡モデルと RoCoCo を使用することにより，協力行為におけるパーソナリティと認知，そして行動の個人内および個人間での顕著な作用関係を明らかにした．

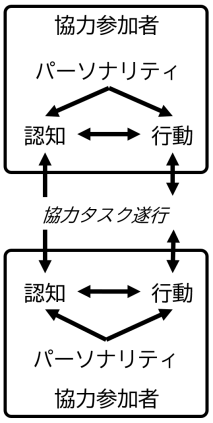


図 1　協力におけるパーソナリティと認知と行動の個人内および個人間の作用構造

2. 方法
2.1 参加者
18 歳から 23 歳（平均 20.1, SD 1.24）の女性 46 名と男性 2 名が実験に参加した．参加者は全員岡山県立大学の学生であり，4 名ずつのグループに分かれて実験に参加した．

2.2 協力課題

著者らが開発したマルチエージェント行動シミュレータ RoCoCo[12] を使用して，仮想二次元空間で 2 エージェントが協力して机の運搬を行う課題を設定した．運搬に関しては，目的地以外の条件や制約，報酬等は設定しなかった．図 2 に，操作の様子と課題遂行時の画面の一例を示す．

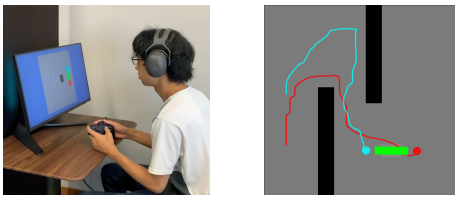


図 2 左：RoCoCo のゲームコントローラによる操作の様子．右：課題遂行時の画面の一例．赤と青の円形はエージェント，緑い長方形は机，黒い長方形は障害物である．なお，図中で示されている行動軌跡は実際の課題遂行時には表示されない．

2.3 実験手順

最初に，参加者はパーソナリティ調査のための質問票に回答した．その後，参加者は障害物配置が異なる協力課題を 12 回実行し，各課題終了後に認知評価のための質問票に回答した．課題遂行時，4 名グループの各参加者はパネルで仕切られたブースの中に入り，協力課題の相手が分からない状態となった．参加者はこの状態で，相手はグループ内またはグループ外の参加者であると伝えられ，実際にはグループ内の他の 3 名と 3 回ずつ，人工知能と 3 回，課題を実行した．

2.4 特徴量

参加者のパーソナリティ，参加者の各課題遂行に対する認知，および各課題遂行時の行動を表す特徴量を以下に示す．

2.4.1 パーソナリティ

パーソナリティは，Sense of Coherence（SOC）尺度（29 項目）[13] に対する質問票への回答によって評価される主観的特徴量で表す．SOC 尺度は，ストレス対処力や健康生成力と深く関連する，環境と主体との相互作用に関する概念に基づくものであり，生活世界への指向性を評価する．SOC 尺度は，他者と主体の相互作用である協力の分析に適したパーソナリティ特徴であると考えられる．

2.4.2 課題遂行に対する認知

各課題遂行に対する認知は，表 1 に示す認知評価項目 Q1〜Q6 からなる質問票への回答によって評価される主観的特徴量で表す．ここで，Q1 は，相手を AI-人間の対照で評価する．Q2 と Q3 と Q4 は，それぞれ相手，自分，および両者が協力的であったか評価する．Q5 と Q6 は，プロトタイプ内容モデル [10] に基づき，それぞれ相手の人柄と能力を評価する．

表 1 協力行為に対する認知評価項目（5 段階評価）

Q1	プレイした相手エージェントが、人間であると思うか人工知能であると思うか
Q2	プレイした相手エージェントの行動がどのくらい協力的であったと感じたか
Q3	ご自身の行動がどのくらい協力的であったと感じたか
Q4	ご自身と相手エージェントによって実行された行動がどのくらい協力的であったと感じたか
Q5	プレイした相手エージェントに対して感じた人柄について、「冷たい」から「温かい」まで...
Q6	プレイした相手エージェントに対して感じた能力の高さについて、「低い」から「高い」まで...

2.4.3 行動

各課題遂行時の行動は，方策レベルと運動レベルの数理特徴量で表す．

方策レベルについては，選択された軌道の最適性を評価する．課題遂行時の移動軌道が，階層均衡モデルから計算される複数の予測軌道（複数方策に対応）（図 3）のうちの最適予測軌道に対応するかどうかを表す 2 離散値で表す．

運動レベルについては，Sense of Agency 分析で用いられるコンパレータモデル [14] を考慮して，次式で表す制御誤差 CE(τ)（τ は遅延時間）により評価する．

$$\mathrm{CE}(\tau) \quad = \quad \frac{1}{N}\sum_{t} ||v^{i}_{(t)} - v^{a}_{(t+\tau)}||^2$$

ここで，$v^i(t)$ は時刻 t においてエージェントを制御するために与えられた速度入力，$v^a(t)$ は時刻 t における実際の速度である．これらの速度は 2 エージェントの垂直・水平方向のコンポーネントからなる 4 次元ベクトルで表される．

3. 結果

3.1 パーソナリティ

参加者全員の SOC 尺度の分布を図 4 に示す．1998 年度に実施された 20 歳から 69 歳未満の男女 200 名を対象とした調査結果，平均 13.1, SD 23.9 [15] と比較するとやや低い値となった．以下の分析では，参加者のパーソナリティを SOC 尺度の値による SOC-High と SOC-Low の 2 値で表した．

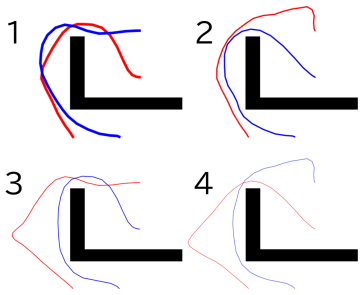


図 3　複数予測軌道（複数方策）の例．1 が最適．

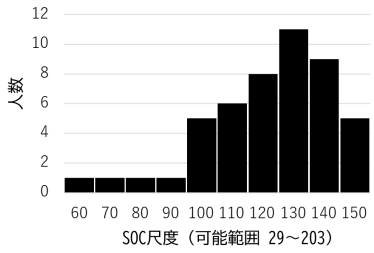


図 4　SOC 尺度の分布, 平均 122, SD 20.6

3.2　パーソナリティと認知の関係

自分と相手の SOC が認知評価 Q1〜Q6 へ与える影響の分析結果を表 2 に示す．

自分の SOC については，Q2, Q3, Q4, Q5, Q6 に統計的に有意な主効果が認められ，SOC-Low より SOC-High の方が有意に平均値が高いことが判明した．一方で，相手の SOC については，統計的に有意な主効果は認められなかった．また，自分 SOC と相手 SOC には，Q1, Q3, Q4, Q5, Q6 に統計的に有意な交互作用が認められた．この交互作用に関してさらに分析した結果，認知評価の分布が，自分と相手がともに SOC-High である場合に，その他のすべての場合と比べて、分散分析および χ 二乗検定により有意に異なることが判明した（図 5）．

表 2　SOC の認知評価への影響 (分散分析, $^*p < .05$)

	自分 SOC	相手 SOC	交互作用
Q1	.870	.051	.006 *
Q2	.001 *	.059	.263
Q3	<.001 *	.780	<.001 *
Q4	.016 *	.183	<.001 *
Q5	<.001 *	.059	.037 *
Q6	.036 *	.175	.004 *

3.3　パーソナリティと行動の関係

SOC 特徴が行動における方策と制御誤差に与える影響についての分析結果を示す．

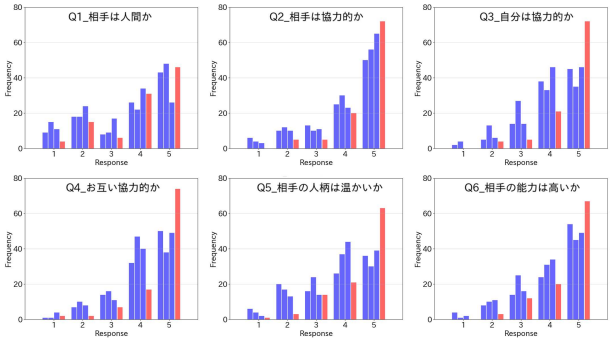


図 5　自分と相手の SOC(Low/High) の各組み合わせの認知に関する質問票の回答値の分布の比較．左から Low-Low, Low-High, High-Low, High-High.

方策に対しては，SOC-Low の参加者同士の場合のみ，非最適方策が選択される割合が他の場合よりも統計的に有意に高かった（表 3）．

また，制御誤差に対して，自分 SOC と相手 SOC は，それぞれに統計的に有意な主効果は認められなかったが，遅延時間 1.0 秒の場合に統計的に有意な交互作用が認められた（表 4）．制御誤差（遅延時間 1.0 秒) の平均は，SOC-Low の参加者同士による行動では 2.3×10^{-3}，SOC-Low の参加者と SOC-High の参加者による行動では 2.4×10^{-3}，SOC-High の参加者同士による行動では 1.9×10^{-3} であった．

表 3　SOC の方策への影響 (非最適方策の割合 [%])

自分 SOC	相手 SOC	
	Low	High
Low	30.8	17.9
High	17.9	17.6

表 4　SOC の制御誤差への影響 (分散分析, $^*p < .05$)

遅延時間 τ	自分または相手の SOC	自分と相手の SOC の交互作用
0.0	.913	.421
1.0	.410	<.001 *

3.4　行動と認知の関係

方策と制御誤差が，認知評価 Q1〜Q6 に与える影響の分析結果を表 5 に示す．方策を独立変数とすると，Q2 のみ統計的に有意な主効果が認められ，最適方策がとられた時に平均値が有意に高くなることが明らかになった．一方，制御誤差を独立変数とした場合，遅延時間 0.0 秒と 1.0 秒とも，Q2, Q3, Q4, Q5, Q6 に統計的に有意な主効果が見られ，制御誤差が小さい場合の方が平均値が有意に高くなることが明らかになった．

表 5　行動の認知評価への影響（分散分析, $*p < .05$）

	方策	制御誤差	
		$\tau = 0.0$	$\tau = 1.0$
Q1	.444	.189	.981
Q2	.024 *	<.001 *	<.001 *
Q3	.516	<.001 *	<.001 *
Q4	.352	<.001 *	.001 *
Q5	.192	.003 *	.026 *
Q6	.413	<.001 *	.008 *

3.5　行動における方策と制御誤差の関係

方策が最適と非最適の場合で，制御誤差の平均値の差は遅延時間 0.0 秒の時には有意性が認められなかった ($p = .613$)．しかし，1.0 秒の時には有意性が認められた（$p = .019$）．

4.　考察

実験結果から多くの知見が得られたが，ここでは主なものを整理する．

- 3.2 節では，参加者のパーソナリティの関係性が，参加者の協力課題の遂行に対する認知に影響を与えることを明らかにした．また，3.3 節では行動に与える数理的な影響を解明した．相手のパーソナリティについての情報は，課題遂行時のモニター上のエージェントの動きからしか得られないにもかかわらずこのような結果が得られたことは興味深い．これらの知見は，参加者のパーソナリティの関係性が各参加者の認知と運動を変化させるプロセスを解明する糸口になると期待できる．
- 3.4 節では，課題遂行に対する認知に対して，行動の方策よりも制御誤差の方がより大きな影響を与えることが明らかになった．この結果は，課題遂行における報酬の設定条件などの影響を受けやすいと理解できるものの，日常的な生活感覚と合致しているように感じられる．結果の一般性に関して，より詳細な検討が必要であると言える．
- 3.4 節で，遅延時間が 0.0 秒と 1.0 秒の制御誤差のどちらも課題遂行への認知評価に対して有意な影響があることが認められたが，3.3 節で、参加者のパーソナリティからの影響については 1.0 秒の制御誤差のみ交互作用が認められた．これらの時間特性は Sense of Joint-Agency の観点から興味深いため，さらなる分析を進める予定である．

より詳細な検証が必要ではあるが，このように多くの知見を得ることができたことから，階層均衡モデルとマルチエージェント行動シミュレータ RoCoCo を用いた本研究フレームワークには，幅広い社会認知分析に貢献できるポテンシャルがあると考えている．

文献

[1] Elisabeth Pacherie. The phenomenology of joint action: Self-agency versus joint agency. *Joint attention: New developments in psychology, philosophy of mind, and social neuroscience*, p. 343, 2011.

[2] Robrecht PRD van der Wel. Me and we: Metacognition and performance evaluation of joint actions. *Cognition*, Vol. 140, pp. 49–59, 2015.

[3] Janeen D Loehr. The sense of agency in joint action: An integrative review. *Psychonomic Bulletin & Review*, Vol. 29, No. 4, pp. 1089–1117, 2022.

[4] Mattia Gallotti and Chris D Frith. Social cognition in the we-mode. *Trends in cognitive sciences*, Vol. 17, No. 4, pp. 160–165, 2013.

[5] Micah Carroll, Rohin Shah, Mark K Ho, Tom Griffiths, Sanjit Seshia, Pieter Abbeel, and Anca Dragan. On the utility of learning about humans for human-ai coordination. *Advances in neural information processing systems*, Vol. 32, , 2019.

[6] Gabriele Cimolino and TC Nicholas Graham. Two heads are better than one: A dimension space for unifying human and artificial intelligence in shared control. In *Proceedings of CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–21, 2022.

[7] Cassidy Laidlaw and Anca Dragan. The boltzmann policy distribution: Accounting for systematic suboptimality in human models. In *Proceedings of International Conference on Learning Representation*, 2022.

[8] Solène Le Bars, Sacha Bourgeois-Gironde, Valentin Wyart, Izel Sari, Elisabeth Pacherie, and Valérian Chambon. Motor coordination and strategic cooperation in joint action. *Psychological Science*, Vol. 33, No. 5, pp. 736–751, 2022.

[9] 植田一博, 大本義正, 竹内勇剛. コグニティブインタラクション: 次世代 AI に向けた方法論とデザイン. オーム社, 2022.

[10] Susan Fiske and Shelley Taylor. *Social Cognition From Brains to Culture, Fourth edition*. SAGE Publications Ltd, 2020.

[11] 岩橋直人. 協力する知能をつくる―運転から言語獲得までを統べる協力の数理, 第 8-3 章, pp. 413–426. 技術情報協会, 2021.

[12] Naoto Iwahashi and Kotaro Funakoshi. Cooperative behavior interactive simulator RoCoCo for dialoge research. 95 回言語・音声理解と対話処理研究会予稿, pp. 44–46, 2022.

[13] 山崎喜比古, 戸ヶ里泰典, 坂野純子. ストレス対処力 SOC―健康を生成し健康に生きる力とその応用. 有信堂高文社, 2019.

[14] James W Moore and Sukhvinder S Obhi. Intentional binding and the sense of agency: a review. *Consciousness and cognition*, Vol. 21, No. 1, pp. 546–561, 2012.

[15] 高山智子, 浅野祐子, 山崎喜比古. ストレスフルな生活出来事が首尾一貫感覚 (sense of coherence: Soc) と精神保健に及ぼす影響. 日本公衆衛生雑誌, Vol. 46, No. 11, pp. 965–976, 1999.

芸術鑑賞による感動が触発に及ぼす影響 —美しさの知覚，畏敬の念，意味生成の観点から—

Influence of being moved on inspiration through art appreciation: From perspectives of beauty, awe, and meaning-making

澤田 和輝[†‡]，小池 光[†]，村山 新[†]，西田 帆花[†]，野村 理朗[†]
Kazuki SAWADA, Hikaru KOIKE, Arata MURAYAMA, Honoka NISHIDA, Michio Nomura
[†]京都大学，[‡]日本学術振興会
[†]Kyoto University, [‡]Japan Society for Promotion of Science
sawachan0821@gmail.com

概要

本研究は，美しさの知覚，畏敬の念，意味生成の観点から，芸術鑑賞においてどのような感動が触発－創造的活動への高い動機づけ－を引き起こすのかを検討した．その結果，絵画に対する畏敬の念や意味生成から生じる感動が触発を促すこと，また，畏敬の念や意味生成の効果を統制した場合に絵画の美しさは触発と関わらないことが新たに示された．

キーワード：触発，創造性，芸術鑑賞，感動，意味生成，畏敬の念

1. 問題と目的

美術館の展示，流行りの映画等，他者の創造的作品を見た後で，新たなアイディアが思いつきそれを実現したくなった経験や自分自身も何か新しいものを作りたくなった経験はないか？このような動機づけは触発(inspiration)と呼ばれ [1]，近年心理学や認知科学分野で注目を集めているテーマの一つである[2]．近年の研究より，とりわけ美的に感動する絵画の鑑賞が触発を促すことが示されている [3]．しかし，美的感動を喚起する要因は作品の美醜などの知覚的処理から作品の意味や作者の創作意図など意味的処理まで様々であり [4]，どのような鑑賞プロセスが感動を通して触発を引き起こすのかは知られていない．本研究では，感動と関連すると考えられる [4, 5]，美しさの知覚，畏敬の念と意味生成に焦点を当て，これらが感動，そして触発を引き起こすのかどうかを検討した．

意味生成–作品の意味や作者の意図を見出す意味的処理–は芸術鑑賞による触発を促進する [6, 7]．例えば，絵画を鑑賞中に作品の意味や作者の創作意図を推測する個人ほど，絵画を鑑賞中に触発を得やすい [6]．また，芸術鑑賞中に他者の創作過程の推測や評価をする傾向のある個人ほど，日常生活の中でより高い頻度や強度の触発を得ている [7]．意味を深く見出すことのできる絵画が美的感動を引き起こすことを考慮して [4]，意味生成による感動が触発を引き起こすと仮説立てた．また，これまでの研究が，美しさの知覚よりも意味生成の方が触発に重要な役割を担っていることを示唆している．芸術鑑賞において知覚的情報や感情評価よりも意味的処理を重視する熟達者の方が [8]，初心者と比較して触発を得やすい [2, 7]．これらの知見を踏まえ，意味深さ同様に美しさも美的感動を引き起こす要因であるが [4, 5]，作品の美しさによる感動というよりも意味生成による感動が触発を促すと仮説立てた．

他の研究では，畏敬の念が触発と正の関連することが示されている [9]．畏敬の念は既存の認知的枠組みを超越するような知覚的あるいは比喩的に広大な刺激に対して生じる感情反応であり [10]，しばしば芸術作品により喚起される [11]．畏敬の念を喚起する音楽が楽しさを喚起する音楽よりも触発を促進することも示されている [9]．畏敬の念が美的感動と正に関連することを考慮して [5]，畏敬の念が感動を通して触発を引き起こすと仮説立てる．

本研究では，鑑賞プロセスに伴う美しさの知覚，畏敬の念，意味生成に着眼し，これらが感動を通して触発を促進するのかを検討した．芸術鑑賞による触発を測定するために，創造的筆記課題を修正し用いた [3]．この課題では，参加者は絵画を鑑賞した後に，絵画に対して短い創造的な物語を執筆し，執筆後に執筆中に触発を感じた程度を報告することが求められる．そのため，非芸術専攻の人々においても実際の創造的活動への動機づけを直接的に検討することができる．意味生成と触発との関連を検討した先行研究は [6, 7]，課題と無関連な触発を測定していた．本研究では，感動と課題関連の触発の観点から，触発の心理学的機序に関する理解の拡張を図る．上記の議論を踏まえて，絵画鑑賞時の知覚された美しさの程度ではなく畏敬の念や意味生成の程度が美的感動を正に予測し，転じて創造的執筆課題における触発を正に予測すると仮説立てた(仮説 1)．

また，作品の意味や作者の創作意図を推測する鑑賞，ならびに作品の美しさの印象を評価する鑑賞の二つの鑑賞態度をそれぞれ教示により導入することにより，意味生成の鑑賞プロセスを重視するマインドセットが感動および触発に及ぼす影響についても検討した．意味推測の教示が美しさ評価の教示よりも感動，転じて触発を促すと仮説立てた(仮説 2).

2. 方法

参加者 京都大学の大学生・大学院生 34 名が参加した．サンプルサイズは，対応のある t 検定で中程度の効果量(Cohen's $d = 0.50$)を有意水準 $\alpha = .05$，検定力 $\beta = .80$ で検出するために必要とされる 34 名とした．実験課題の教示を無視した 1 名を除いて，33 名(*mean age* = 21.48, *SD* = 2.28，女性 14 名，男性 19 名)のデータを分析対象とした．この研究は京都大学大学院教育学研究科の研究倫理審査委員会の承認を得て実施された.

材料 先行研究を参考に [3]，まず，オンライン美術館，THE NATIONAL GALLERY から 64 枚の絵画の画像を選定，予備実験を行い以下の 8 枚を実験刺激として選定した(表 1).

表1. 実験の刺激一覧

Title	Artist	Size
Seaport with the Embarkation of the Queen of Sheba	Claude	800 x 609
Cenotaph to the Memory of Sir Joshua Reynolds, erected in the grounds of Coleorton Hall, Leicestershire by the late Sir George Beaumont, Bt.	John Constable	653 x 800
The Procession of the Trojan Horse into Troy	Giovanni Domenico Tiepolo	800 x 473
A Shipwreck in Stormy Seas	Claude-Joseph Vernet	800 x 558
A Girl at a Window	Louis-Léopold Boilly	660 x 800
Alexandrine-Emilie Brongniart	Elisabeth Louise Vigée Le Brun	650 x 800
View of Capri from Anacapri	Charles Rémond	800 x 604
The Tempest	Peder Balke	800 x 669

Note. Painting titles and artist names taken from the National Gallery.

手続き 全ての手続きは実験室で実施された．まず参加者は年齢，性別等に回答した後，創造的執筆課題に取り組んだ [3]．まず，参加者は，“作者の意図や作品の意味を推測しながら鑑賞して下さい”(意味推測条件)あるいは“作品が美しいかどうか，作品の印象のみを判断しながら鑑賞して下さい”(美しさ評価条件)のいずれかの教示を 10 秒間呈示された後に，絵画を 30 秒間呈示され鑑賞する．その後，絵画に対して別々の短い創造的物語を執筆することが求められる．参加者は，絵画から思いつくことはどのようなことでも書いて構わないこと，ただし単に絵画それ自体の説明や絵画に対する自分の意見や感想を書くことはやめるように教示された．また，執筆の制限時間は 300 秒間で残り時間は画面上に表示されており，時間内に物語を書き終えることを意識するよう教示された．執筆後，執筆中にインスピレーションを感じた程度，鑑賞中に絵画に感動，美しさ，畏敬の念，作品の意味を感じた程度をそれぞれスライダーバーで 0(全く感じなかった)から 100(非常に感じた)で評定することが求められた(図 1 参照)．なお，参加者にはインスピレーションという言葉の定義として，インスピレーションには創造的な文章を書きたいという強い欲求が含まれ，インスピレーションがないということには書くことを躊躇ったり，気が進まなかったりすることが含まれるという旨の教示を行った．一連の手続きはブロックデザインで実施され，ある条件で 4 試行取り組んだ後，もう一方の条件で 4 試行に取り組んだ．刺激の順序はランダム化され，教示の順序はカウンターバランスされた．なお，課題において，呈示される絵画に対して別々の物語を書くという教示にも関わらず，一続きの物語を執筆した参加者 1 名を分析対象から除外した.

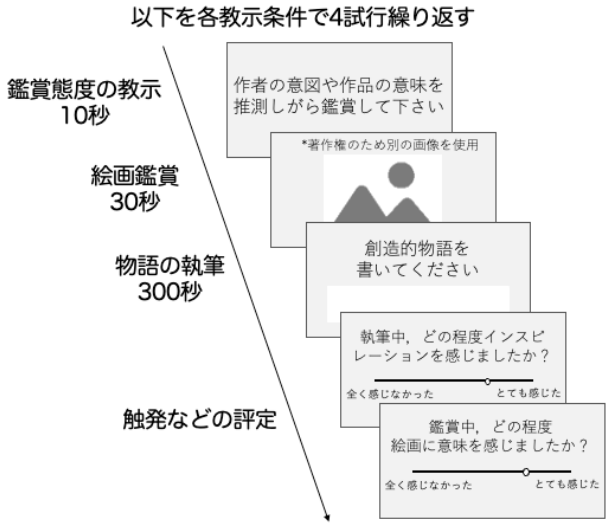


図 1. 実験手続きの概要

3. 結果

各条件における美しさ，畏敬の念，意味生成の程度と触発と感動の程度との関連を検討するために，条件ごとに相関分析を行なった(図 2)．その結果，意味推測条件と美しさ評価条件において，意味生成が触発と感動と正に相関した．一方で，美しさと畏敬の念は，意味推測条件では触発と感動と正に相関したが，美しさ評価条件では相関しなかった．また，他の変数の効果を統制した効果を検討するために，条件ごとに偏相関分析を行なった(図 3)．その結果，意味推測条件と美しさ評価条件において，美しさと畏敬の念の効果を統制しても，

意味生成が触発と感動と正に相関した．また，美しさと意味生成の効果を統制しても，意味推測条件においては畏敬の念が触発と感動と正に相関した．一方で，畏敬の念と意味生成の効果を統制すると，両条件において美しさは触発と感動と相関しなかった．

表 2. 意味推測条件（下三角）と美しさ評価条件（上三角）での各変数間の相関係数と 95%信頼区間

変数	1	2	3	4	5
1. 触発	–	.75 [.55, .87]	.29 [-.06, .58]	.52 [.22, .73]	.31 [-.04, .59]
2. 感動	.77 [.58, .88]	–	.48 [.16, .70]	.47 [.16, .70]	.67 [.42, .82]
3. 畏敬の念	.49 [.17, .71]	.61 [.33, .79]	–	.18 [-.18, .49]	.38 [.04, .64]
4. 意味生成	.85 [.71, .92]	.53 [.23, .74]	.26 [-.09, .56]	–	.30 [-.05, .58]
5. 美しさ	.38 [.04, .64]	.67 [.43, .83]	.27 [-.08, .56]	.21 [-.14, .52]	–

表 3. 各条件での変数間の偏相関係数と 95%信頼区間

	意味推測条件		美しさ評価条件	
変数	触発	感動	触発	感動
畏敬の念	.47 [.14, .71]	.58 [.29, .78]	.19 [-.18, .51]	.32 [-.03, .61]
意味生成	.85 [.71, .93]	.52 [.21, .74]	.47 [.14, .71]	.38 [.03, .65]
美しさ	.07 [-.28, .40]	.08 [-.27, .41]	.11 [-.25, .45]	.56 [.26, .76]

さらに，意味生成と畏敬の念が感動を通して触発に及ぼす影響を検討するため，ブートストラップ法(N = 10,000)を用いて媒介分析を実施した(図 4)．その結果，意味推測条件と美しさ評価条件において，意味生成が感動を正に予測し(意味推測条件: b = 0.48, p = .001, 95%CI [0.18, 0.77]; 美しさ評価条件: b = 0.52, p = .006, 95%CI[0.07, 0.81])，転じて触発を正に予測した(意味推測条件: b = 0.43, p < .001, 95%CI [0.23, 0.59]; 美しさ評価条件: b = 0.74, p = .001, 95%CI[0.33, 1.22])．また，間接効果も統計的に有意であった(意味推測条件: b = 0.21, p = .006, 95%CI [0.06, 0.36]; 美しさ評価条件: b = 0.38, p = .05, 95%CI [0.04, 0.79])．意味推測条件においてのみ，畏敬の念が感動を正に予測し(b = 0.61, p < .001, 95%CI [0.30, 0.93])，転じて触発を正に予測した(b = 0.73, p < .001, 95%CI [0.41, 1.01])．間接効果も統計的に有意であった(b = 0.45, p = .002, 95%CI [0.17, 0.74])．

また，鑑賞態度に関する教示の効果を検討するために，触発と感動の程度の平均値に対して，対応のある t 検定を実施した．その結果，条件間で統計的に有意な差は確認されなかった(図 2; 触発: t (32) = 0.16, p = .87; 感動: t(32) = 0.60, p = .55)．探索的に，教示が美しさ，畏敬の念，意味生成の程度に対して及ぼす影響を検討するため，対応のある t 検定を実施した．その結果，いずれの変数に関しても条件間で統計的有意差は確認されなかった($|t|$s ≤ .60, ps ≥ .55)．

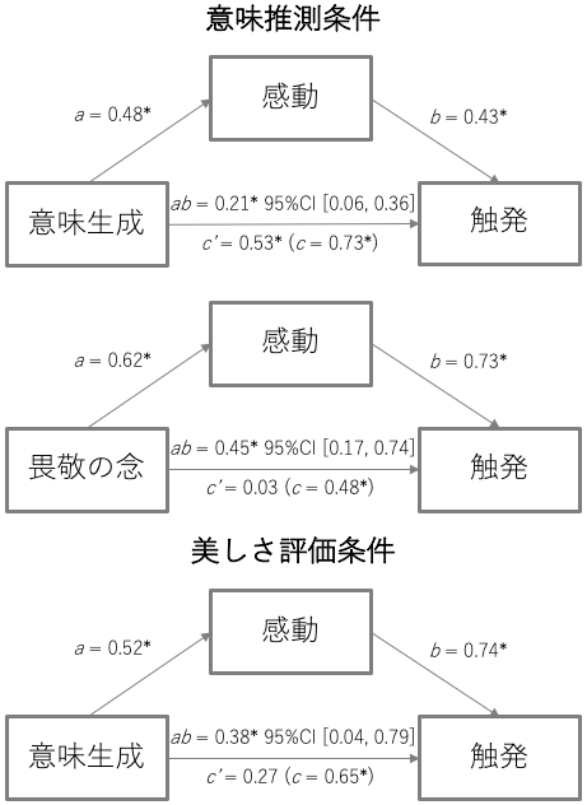


図 2. 媒介分析の結果

表 4. 各条件での各変数の平均値と標準偏差，および各変数の条件間差

	教示の条件			
従属変数	意味推測	美しさ評価	t	p-value
触発	58.42 (16.57)	58.84 (18.49)	0.16	0.87
感動	48.38 (17.08)	50.13 (16.27)	0.60	0.55
畏敬の念	47.94 (16.73)	50.05 (17.94)	0.60	0.55
意味生成	55.78 (18.96)	54.89 (14.95)	-0.27	0.79
美しさ	60.99 (14.01)	61.83 (14.22)	0.25	0.80

4. 考察

本研究では，感動を通して触発を促す芸術鑑賞プロセスを解明することを目的に実験室実験を行った．

実験の結果，芸術鑑賞時の感動が続く創造的執筆における触発と正に相関し，日本人サンプルにおいても先行研究 [3] の結果を再現するとともに，本研究により，鑑賞中の構えに関わらず，意味生成が感動を介して触発を正に予測することが新たに示された．また，美しさの知覚は意味推測条件でのみ触発と正に関連し，意

味生成や畏敬の念の効果を統制した場合にはどちらの条件でも触発と関連しなかった．これらのことは，美しさの知覚による感動よりも，作者の意図や作品の意味を見出す事による感動が創造的活動を動機づけることを示唆しており，仮説 1 を支持している．また，本研究の結果は，美的感動がこれまで課題無関連の触発研究で示されてきた［6, 7］意味を推測する鑑賞態度と触発との関連を説明する可能性を新たに示唆する．

意味推測条件でのみ畏敬の念もまた感動を正に予測し，転じて触発を正に予測した．これらの結果は，畏敬の念が感動や触発と正に関連することと部分的に符合する［5, 9］. 畏敬の念は既存の認知的枠組みを超越する刺激に対して生じる感情反応であり［10］，これらの結果は，作品の意味や創作意図に関して既存のスキーマの更新を必要とする鑑賞経験が感動を引き起こし，転じて，更新されたスキーマを表現するよう創造的活動への動機づけを高めることを示唆するかもしれない．また，従来，畏敬の念と触発はともに創造性とも正に関連することが示されているが［9, 12］，本研究の知見は芸術作品により喚起される畏敬の念が触発を通して創造性を高める可能性を新たに示すものである．

なお，教示により美しさを評価する鑑賞態度と意味を推測する鑑賞態度を実験的に操作することを試み，教示の効果を検討したが，教示が触発，感動，美しさの知覚，意味生成，畏敬の念に影響を及ぼすことを示唆する結果は得られず，仮説 2 は支持されなかった．これらの結果は少なくとも 30 秒間の鑑賞時間では教示の効果がないことを示唆する．なお，本実験における鑑賞時間は，一般的に人々が美術館で一つの芸術作品を鑑賞する時間が 20 秒から 30 秒程度であるという知見に基づいていたが［13］，近年，作品の鑑賞時間の長さが作品の金銭的価値や作者のスキルの高い評価につながることが示されており［14］，鑑賞時間は美的経験における重要な要因であると示唆されている．今後はより長い或いは自身のペースでの鑑賞において鑑賞態度の教示が触発に及ぼす影響を検討する必要がある．

5. 結論

本研究は，芸術鑑賞において，畏敬の念と意味生成が感動を喚起し，転じて創造的執筆における触発を引き起こすことを明らかにした．本研究の結果は，美しさ，畏敬の念，意味生成の観点から，芸術鑑賞による触発の心理学的機序の理解を深める．

文献

[1] Harding, R. E. M. (1948). *An anatomy of inspiration: And an essay on the creative mood.* Cambridge, UK: W. Heffer and Sons.

[2] Thrash, T. M., & Elliot, A. J. (2003). Inspiration as a psychological construct. *Journal of Personality and Social Psychology, 84*, 871–889.

[3] Welke, D., Purton, I., & Vessel, E. A. (2023). Inspired by art: Higher aesthetic appeal elicits increased felt inspiration in a creative writing task. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 17*(3), 261–277.

[4] Vessel, E. A., Maurer, N., Denker, A. H., & Starr, G. G. (2018). Stronger shared taste for natural aesthetic domains than for artifacts of human culture. *Cognition, 179*, 121–131.

[5] Silvia, P. J., Fayn, K., Nusbaum, E. C., & Beaty, R. E. (2015). Openness to. experience and awe in response to nature and music: Personality and profound aesthetic experiences. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 9(4), 376.

[6] Ishiguro, C., & Okada, T. (2019). The process of how art appreciation inspires artistic creation. *The Japanese Journal of Psychology*, 90, 21-31.

[7] Ishiguro, C., & Okada, T. (2017). The study of art and its effect on external inspiration: A comparison between art majors and non-art majors. *The Japanese Journal of Psychology*, 88, 442-451.

[8] Parsons, M. J. (1987). *How we understand art: A cognitive developmental. account of aesthetic experience.* Cambridge, England: Cambridge University Press.

[9] Ji, Q., Janicke-Bowles, S. H., De Leeuw, R. N., & Oliver, M. B. (2021). The melody to inspiration: The effects of awe-eliciting music on approach motivation and positive well-being. *Media Psychology*, 24, 305-331.

[10] Keltner, D., & Haidt, J. (2003). Approaching awe, a moral, spiritual, and aesthetic emotion. *Cognition and Emotion,* 17(2), 297–314.

[11] Bai, Y., Maruskin, L. A., Chen, S., Gordon, A. M., Stellar, J. E., McNeil, G. D., Keltner, D. (2017). Awe, the diminished self, and collective engagement: Universals and cultural variations in the small self. *Journal of Personality and Social Psychology*, 113, 185–209.

[12] Chirico, A., Glaveanu, V. P., Cipresso, P., Riva, G., & Gaggioli, A. (2018). Awe enhances creative thinking: an experimental study. *Creativity Research Journal*, 30(2), 123-131.

[13] Smith, J. K., & Smith, L. F. (2001). Spending time on art. *Empirical Studies of the Arts, 19*(2), 229–236.

[14] Morris, D. M., & Alvey, C. J. (2022). Knowledge and the perceived value of paintings: The role of time, presence, and the contagion effect on art evaluation. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts.* Advance online publication.

呼吸への意識を通した自己の認知に関する無人称研究
An Impersonal Study of Cognition of Self through Breath Awareness

山田 雅敏 †
Masatoshi Yamada
† 常葉大学
Tokoha University
yamada-m@sz.tokoha-u.ac.jp

概要

本研究は，一人称なる自我の「わたし」を超越する＜わたし＞，すなわち無人称の自己に関する認知の解明を目的とする．方法として，呼吸を意識している時と，観念的虚構を想起している場合のそれぞれの脳活動と言語報告を検証した．その結果，呼吸を意識している時に前頭前野の脳活動の低下が示されたことから，呼吸により自我の働きが弱まった可能性が示唆された．また，呼吸への意識と観念的虚構との切り替わりの際には，脱力やリラックスなど体感に関するクオリアの現出が認められた．

キーワード：無人称，自己，無我，実存，呼吸

1. はじめに

1.1 自我と自己

> エゴイズムとは，自我のレヴェルの「私」をまさに私の全体だと思い込み，そのような「私」を絶対視し，それに固執する在り方であると．するとこれは,「私」という存在の根底は,「私」を超え,「私」を成り立たしめている当のものであり，かつまた私の究極的主体，<私>であるということ ― つまり自己の根底即究極的主体ということ ― を無視した在り方ということになる．否おそらくは，それが存在するということすら知らないまま，自我が独走して勝手に自分の在り方を設定した在り方ということになる．そして，自我本来の役割は自己根底の主体の働きを共同体の地平に正確に映し出すことにあるのだから，自己根底の主体を無視したまま勝手に設定されたエゴイスティックな在り方は，当然，人間の存在構造から遊離し離反した在り方ということになる．
>
> 【出典】諸富祥彦,（2013）“哲学的探求における自己変容の八段階「主体的経験の現象学」による<エゴイズム>とその克服過程に関する考察” コスモス・ライブラリー

この文脈は，自身の苦悩の体験を普遍的心理の素材とし，エゴイズムの克服を通して自己における真理の現成を体験したことを博士論文にまとめた諸富祥彦（2013）による著書の一節である [1].

さて,「すべての事象や現象に実体はなく，一体であり，分離していない」という主張は，見るもの（主体）と見られるもの（客体）を分ける「主観 - 客観図式」を前提に現象を理解する認知科学，しいては現代科学の視座からみて極めて逆説的であり，人間の自然的態度からはるかに遠く隔たっている．それゆえ，たやすく（言葉として頭で）受け入れるわけにはいかない．

それにもかかわらず,「一体性」や「無人称性」を信じることは，いつの時代においても人々を魅了し，生きる標となってきた．たとえば，東洋思想においては「色即是空，空即是色」や「無我・真我」などの言葉が枢要な位置を占める．また，武術家の島田明徳（1992）は,「自分が肉体に閉じ込められた小さな生き物ではなく，自然とともにある大きな存在としての自己である」と述べる [2]．もちろん，思想や武道の射程にとどまらず，学術的にも高い関心を集める [3, 4].「西田哲学」として西洋哲学に大きな影響を与えた西田幾多郎は，主観と客観が分けられる以前の経験を「純粋経験」と呼び，知識とその対象が全く合一した経験の最醇なる者と述べる [5]．福田・砂子（2018）は，一人称の相対主義的認知の限界を指摘し，本来の自己調和を生み出す「内属的共同性」を提唱している [6].

1.2 残された課題と研究目的

このような背景のもと，本研究では究極的主体の自己に焦点を当て，認知科学の視座から無人称的身体論

を確立するための萌芽的なアプローチを試みる．無人称（非人称，前人称）については，超越論的主観や現象的身体など哲学的観点から報告されている一方で[7]，目に見えない領域であるが故に再現性の低いものと評価され，さらに宗教色が強いという理由もあって十分に議論がなされていなかった．また研究遂行上，(1) 主客による分離，(2) 言語使用の限界，(3) 教授者の学習者との此性，なども課題として挙げられる[1]．

そこで，研究アプローチの工夫として，人間が生命を維持する上で必要不可欠な「呼吸」に注目する [8]．古来より賢人や達人たちは，思考に囚われることなく「今，ここ」に集中する手段として，呼吸に意識を集中することに重きを置いていた．また，自我を手放す瞑想や座禅の実践においても，呼吸の重要性が指摘されている [9]．呼吸とは，両義性を持つ身体の生命活動を維持する機能である一方で，(思考を通して）意識的にも実践することができる．本研究では，両義性を持つ身体を通した呼吸に着目し，「今，ここ」にある呼吸への意識と，他の思考との切り替わり（狭間）を捉えることで，自己に関する認知の解明を試みる．

2. 方法

2.1 被験者と実験環境・実験デザイン

期間は 2023 年 6 月 28 日〜7 月 5 日，大学生 7 名（男性 5 名，女性 2 名），平均年齢 21.1 歳（標準偏差 0.38）に研究協力を得た[2]．被験者に対してタスク以外の刺激を与えないように，直接日光が入らない屋内の静かな教室に椅子を配置し，座った後に閉眼の状態になるように教示した [10]（図 1 参照）．

図 1　実験環境

事前調査として，年齢や性別，利き手などの基本情報に加えて，興味のあるコトや関心のあるコトに関する自由記述と，「不安・恐怖」，「ストレス」をどの程度感じているかについて 10 段階で自己評価するように求めた．終了後には，「鼻からの呼吸を意識している時」，「興味のあるコトを思い起こしている時」，「鼻からの呼吸と興味のあるコトが切り替わる瞬間」の設問に対して，感じたコトや考えたコトをできる限り報告するように教示した．

次に，近赤外分光法（Near-Infrared Spectroscopy）技術を用いた携帯型脳活動計測装置 HOT-2000 を使って脳血流変化，心拍数，6 軸加速度を測定した．HOT-2000 は短期記憶や意思決定，思考，注意，行動の抑制など人間的な高次機能を司る前頭前野を計測ターゲットとする（図 2 参照）[3]．本実験では，「今，ここ」にある鼻からの呼吸（付録 A 参照）を意識している時と，過去や未来など観念的虚構を想起している場合の脳活動を比較することで，生理学的指標から認知を探る．実験デザインとして，日本光脳機能イメージング学会（2017）の推奨する方法に倣い，ターゲットタスクを「鼻からの呼吸への意識」，コントロールタスクを「興味のあるコトを想起」として，2 つのタスクをそれぞれ 30 秒間，交互に 5 ブロック繰返すブロックデザインを採用した（図 3 参照）[4][11]．

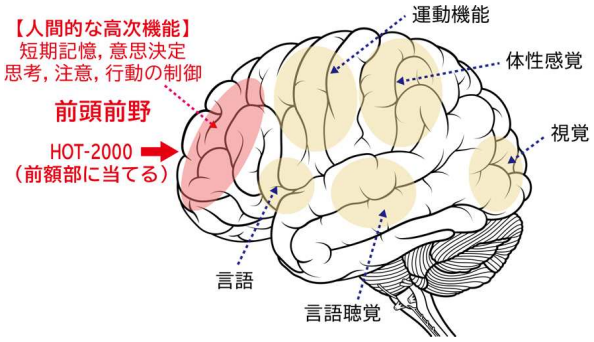


図 2　HOT-2000 の測定部位

図 3　実験で採用したブロックデザイン

[1]詳細は，「山田雅敏：技の熟達と認知過程に関する無人称研究 ；2022 年度日本認知科学会第 39 回大会，P2-005（2022）」，「山田雅敏：無人称研究の方法論に関する情報学的考察 座禅中の方法論的独我論を通した内省に注目して；2023 年度人工知能学会全国大会（第 37 回），4Xin1-70（2023）」を参照されたい．

[2]本研究は令和 4 年度第 3 回常葉大学静岡草薙・瀬名キャンパス倫理審査委員会で承認（研草 22 - 3）を得た．

[3]出典元：株式会社 NeU「HOT-2000 のご紹介」に掲載される「新哺乳類脳の部位と機能の図」を元に筆者が作成した．

[4]文献 [11] に倣い，最後にコントロールタスクを設定した．

HOT-2000 の計測原理となる近赤外分光法（Near-Infrared Spectroscopy）は，脳の活動領域へ酸素を供給する際に血液量が増大することを利用し，近赤外光の照射によりヘモグロビン濃度を検出する．この時，収集される定量的データは脳活動の相対的指標であり，脳血流量の絶対値を示すものではない．そこで，100msec の間隔で 2ch のセンサーによりサンプリングしたデータを標準化し，近赤外分光法の一般的な分析手法となるターゲットタスク時の平均値からコントロールタスク時の平均値を差し引いた差分値を用いて[11]，呼吸への意識に関する脳活動を捉えた．

本稿では紙幅の都合上，主に被験者の脳活動と言語報告に関する分析結果を示し，考察を行う．

3. 結果と考察

ターゲットタスク時には,「呼吸を意識する」という思考が浮かんでいるわけであるが，被験者 D の右センサー脳指標を除く，すべての被験者の脳血流量変化にマイナスの傾向が示されたことから（図 4・図 5 参照），観念的虚構を想起している時と比較して，呼吸を意識している時には前頭前野の脳活動が低下することが示唆された．人間的な高次機能を司る前頭前野の脳活動が低下した結果は，呼吸により自我の働きが弱まった可能性を示す論拠として捉えることができる．

続いて，被験者の言語報告に関して，SCAT（Steps for Coding and Theorization）[12] により，マトリクスの中にセグメント化したデータを記述し，ボトムアップ的にテクストを読み取りながら，適切な概念を

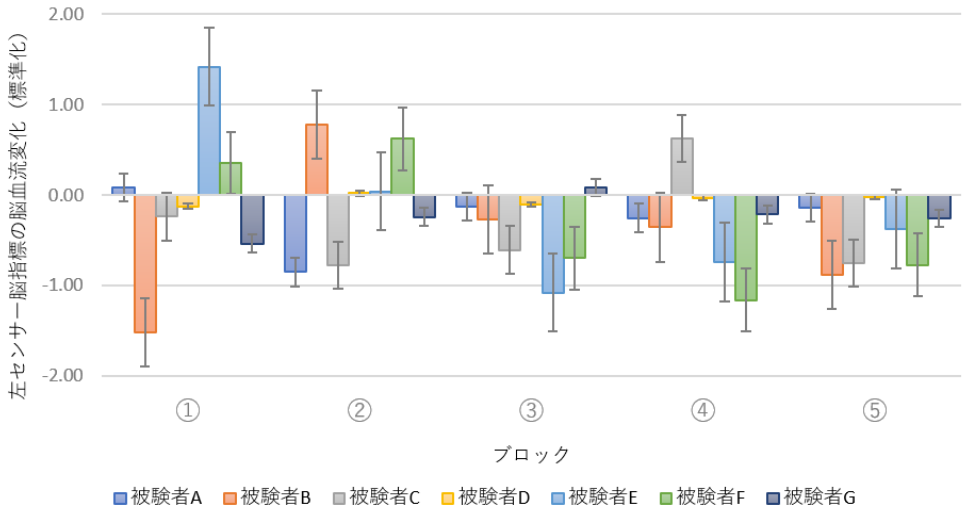


図 4　各ブロックごとの脳血流量変化（左センサー脳指標）

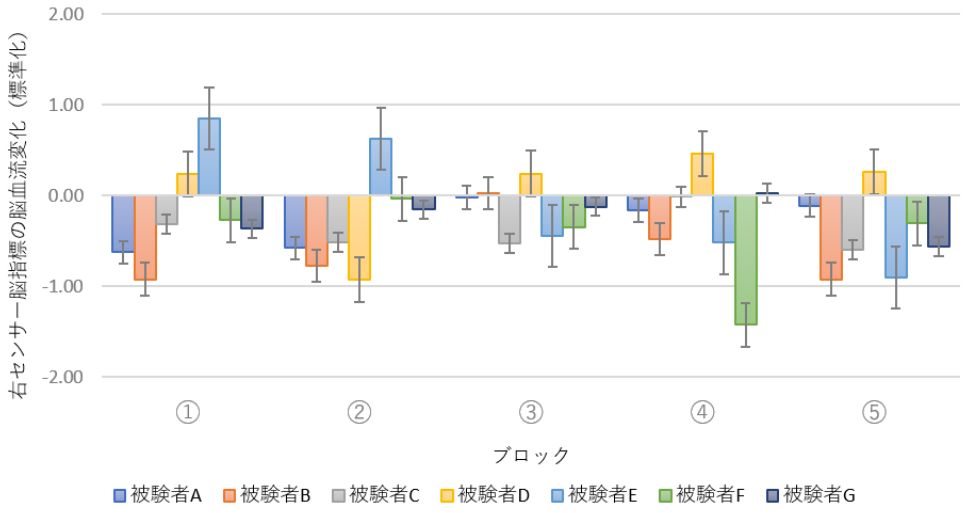


図 5　各ブロックごとの脳血流量変化（右センサー脳指標）

表 1　SCAT による言語報告の分析の手順（一部）

被験者	性別	テクスト	<1>テクスト中の注目すべき語句	<2>テクスト中の語句の言いかえ	<3>左を説明するようなテクスト外の概念	<4>テーマ・構成概念（前後や全体の文脈を考慮して）
A	男性	鼻呼吸→興味があることに切り替えるときはとても容易く切り替えることができたのですが，興味があること→鼻呼吸に切り替えるときが大変だったように感じました.	興味があることに切り替えるときはとても容易く切り替えることができた／鼻呼吸に切り替えるときが大変だった	関心のあるコトを思い起こすのは簡単／呼吸を意識することはとても難しい	観念的虚構を想起することの容易さ／呼吸への意識の困難さ	[虚構想起的要素(容易)], [呼吸意識的要素(困難)]
C	男性	鼻からの呼吸から興味のあることに切り替わる時は，脳に少し疲れが出たように感じた. その逆は，気持ちがすっと軽くなったように感じた.	鼻呼吸から興味のあることに切り替わる時は，脳に少し疲れが出た／その逆は気持ちがすっと軽くなった	鼻呼吸の意識から関心のあるコトを考えたときの疲れ／関心のあるコトから鼻呼吸を意識した際のリラックス	観念的虚構を想起した際の疲労感／呼吸への意識した際のリラックス	[感覚的要素(疲労)], [感覚的要素(リラックス)]
F	女性	体の力が抜けるような感じ. 目の前が真っ暗になるような感じ	体の力が抜ける／目の前が真っ暗になる	身体が脱力する体感／視覚が暗くなる感覚	身体の脱力感の体感／視覚の変化の感覚	[感覚的要素(脱力感)], [感覚的要素(視覚の変化)]

見出してコーディングを行なった（表 1 参照）.

その結果，コントロールタスク時には，被験者の過去や未来など観念的虚構を思い起こす [虚構想起的要素] が多く確認された．一方で，ターゲットタスク時には，呼吸を意識する [呼吸意識的要素] に加えて，呼吸の方法を考える [呼吸方法的要素]，さらには [虚構想起的要素] も認められた．これらの結果から，被験者にとってすでに自動化されている呼吸への意識を維持することが困難であることが示唆される．言語報告からも「瞼の裏を見る．今何回目だっけ？呼吸に集中しよう」など呼吸の方法を考えるリフレクションからも裏付けられる．また，コントロールタスクとターゲットタスクの切り替わる瞬間には,「鼻からの呼吸から興味のあることに切り替わる時は，脳に少し疲れが出たように感じた．その逆は，気持ちがすっと軽くなったように感じた」や「体の力が抜けるような感じ．目の前が真っ暗になるような感じ」など [感覚的要素] が認められ，体感に関するクオリアが現出された.

4.　まとめと今後の課題

本研究では，一人称なる自我の「わたし」を超越する＜わたし＞，すなわち無人称なる自己に関する認知の解明を目的とした．実験の結果，呼吸を意識している時は思考を司る前頭前野の脳活動の低下が示されたことから，呼吸により自我の働きが弱まった可能性が示唆された．また，呼吸への意識と観念的虚構との切り替わりの際に，脱力やリラックスなど身体を通した体感に関するクオリアの現出が認められた.

今後の課題として，収集したデータの統計処理や新たな研究データを蓄積することに加えて，言語報告と脳活動の計測データとの関係について検討することを予定している．以上，本研究の萌芽的アプローチにより固陋なパラダイムを転換し，無人称研究への理解が深まることを期待して稿を閉じる.

謝辞

本研究は，JSPS 科研費「禅的実践による無我の状態と技に対する効果の解明（22K17681）」の助成を受けたものです.

文献

[1] 諸富祥彦,（2013）“哲学的探究における自己変容の八段階「主体的経験の現象学」による＜エゴイズム＞とその克服過程に関する考察” コスモス・ライブラリー，p.322.
[2] 島田明徳,（1992）“心悟りの意味” 地湧社，pp.94-95.
[3] 前野隆司，永井均，他,（2017）“無我－「私」とはなにか－” サンガジャパン.
[4] 鈴木祐,（2021）“無（最高の状態）” クロスメディア・パブリッシング，pp.210-251.
[5] 西田 幾多郎,（1979）“善の研究” 岩波書店.
[6] 福田鈴子, 砂子岳彦,（2018）“共生社会へ向けた人間構造の仕組みとその在り方：自己と他者の関係に焦点をあてて” 共生社会システム学会，12(1)，pp.111-131.
[7] 円谷裕二,（2014）“知覚・言語・存在 メルロ＝ポンティ哲学との対話” 九州大学出版会.
[8] 仲野広倫,（2021）“世界の最新医学が証明した究極の疲れない呼吸法” アチーブメント出版.
[9] ジャン・チョーズン・ベイズ（著），高橋由紀子（訳），石川善樹（監修）,（2021）“心を強く，やわらかくする「マインドフルネス」入門 「今，ここ」に意識を集中する練習” 日本実業出版社.
[10] 大下大圓（編著）,（2016）“臨床瞑想法 心と身体がよみがえる 4 つのメソッド” 日本看護協会出版会.
[11] 日本光脳機能イメージング学会,（2017）“より良い fNIRS[機能的近赤外分光法] 計測のため” 一般社団法人日本光脳機能イメージング学会，pp.2-13.
[12] 大谷尚,（2019）“質的研究の考え方―研究方法論から SCAT による分析まで” 名古屋大学出版会.

A　鼻からの呼吸をデザインした理由

ターゲットタスク時に，被験者に対して呼吸へ意識を集中させるための工夫として，人間は（思考を介して）言葉を発する際には主に口から呼吸を行っており，鼻からの呼吸の時には発話できない理由から，鼻呼吸を実験にデザインした.

誤謬推論の生成と common ground の分裂について
Generation of fallacies and splitting of common ground

山森 良枝
Yoshie Yamamori
同志社大学
Doshisha University
yy080707@gmail.com

概要

本稿では、 誤謬推論における前提 p は新情報 q の動因ではなく、別に、当の common ground と非整合的な関係にある隠れた前提 x がその動因であるとし、x と整合的な uncommon ground と非整合的な common ground の二重の背景をもつ誤謬推論の情報構造がその生成に深く関係していることを提案する。この二重構造を背景に、common ground と uncommon ground に前提の p や x がリンクされる結果、common ground の否認や uncommon ground への commitment の示唆等、単一の背景情報を持つ直接法条件文や接続法/反事実条件文の何倍もの情報が作り出されることを主張する。

キーワード：誤謬推論、接続法/反事実条件文, common ground、uncommon ground

1. はじめに

誤謬推論(fallacy)は間違った結論を導くことで知られた推論の形態であり（e.g. (1)〜(3)）、(そのメカニズムを論理的には説明できない）ヒューリスティクスに属する問題と見なされてきた(Volokh, 2003)。

(1) コミュニストがヴェトナムで勝利すれば、インドシナ全体が共産主義化する
(実際には、ヴェトナムで勝利しても、インドシナ全体が共産主義化しなかった。)

(2) PCR 検査を増やせば、医療が崩壊する
(実際には、PCR 検査を制限したにもかかわらず、医療が崩壊した。)

(3) If you want to make America great again, you should vote for Trump.
(アメリカを再び偉大にする方法はたくさんあり、1 つではない。)

If p, q という形式に対して問われるべき重要な問題は「p は q をどの程度サポートするのか」という点にある。通常の条件文（e.g. (4a))では、p が q の成立する文脈を規定する。この前提(presupposition)としての p は、（ある命題の前提は、会話参与者が当然のこととして共有する命題群に基づいて形成される現実世界等の common ground に含まれるという）Stalnaker(2002)の枠組みでは、common ground に基づいて会話参与者の誰もが推定可能な命題ということになる。

(4)a. 雨が降れば、運動会は中止する
b.* 雨が降らなければ、運動会は中止する

同様に、(1)〜(3)の前件も、当該の common ground に基づいて推定可能な命題である。しかし、条件文の間違った結論は間違った前提から導かれる。Stalnaker(2002)流に言い替えれば、当の common ground に基づいて推定できない結論が正しい前提から導かれることはない(cf.(4b))。従って、common ground に基づいて推定可能な (1)〜(3) の前件が、間違った結論である後件の前提にはなり得ないということになる。そこで、 誤謬推論では、common ground/現実世界と非整合的な関係にある隠れた前提 x を仮定し、この前提 x が q を導く、と考えると、明示的前提である前件 p と後件 q の間に論理的関係が成立しないという矛盾を説明することが可能になる。

このように考えると、誤謬推論は、common ground/現実世界には含まれない前提を持つという点で、接続法/反事実条件文(cf.(5))と同じ論理構造を持つことが予測される。

(5) 雨が降れば、運動会は中止になったのに

しかし、両者の間には、接続法/反事実条件文の前件 p は q の前提として与えられている話者-聴者の共有情報であるが、誤謬推論ではそうではない、という重要な違いがある。Stalnaker(1975)/Lewis(1973)による接続法/反事実条件文の扱いでは、接続法/反事実条件文の前提は p (「雨が降る」)以外の全てが現実世界と同じ世界で成立し、(5)は真になる。一方、誤謬推論の潜在的な前提 x は話者-聴者間の共有情報ではない。その結果、 x が帰属するであろう、話者の commit する common ground と聴者の commit する common ground との間で齟齬が生じ、直説法条件文や接続法/反事実条件文とは正反対に、誤謬推論は一つの文に異なる common ground を含むという二重の背景構造を持つことになる。

以上を踏まえて、以下では、この二重構造が誤謬推論の生成基盤であることを主張する。また、隠れた前提xの再構築可能性について、alternative semantics を援用して検討を加え、聴者の認知環境に common ground と uncommon ground をリンクすることによってxを再構築するという手続きを提案する。

2. 接続法条件文と誤謬推論

先に触れた通り、標準的な Stalnaker-Lewis タイプの条件文の分析では、通常の直接法条件文 if p, q (e.g.(4a)) が真であるのは、関与的な文脈によって規定される世界の集合（D(w)）で成立する全ての世界（p-worlds）が q-worlds である場合であり、(6)のように、会話では全ての p-worlds が当の会話場で認識論的にアクセス可能な common ground（C）に帰属する。

一方、接続法/反事実条件文(e.g.(5))は、(7)のように、p-worlds を含まない common ground に帰属する世界 w でのみ適切に生起することができる(von Fintel, 1998)。

(4) a. 雨が降れば、運動会は中止する

(6) p ∩D(w)⊆C

(5) 雨が降れば、運動会は中止になったのに

(7) p ∩D(w)⊄C

(7)は、接続法条件文は、前提 *p* が C で偽になる/C の外側にある場合に使用されなければならないことを示している。

しかし、先述した通り、 (1)〜(3)の前件は、(直説法条件文の前件同様)発話時の C に含まれ、偽にならない命題である。従って、Stalnaker-Lewis タイプの条件文の分析に従えば、誤謬推論の後件 q には、(8)のように、非明示的な前提 x があるということになる。

(8) （C∩ p）∩ x ⊆ q

以上から、(6)(7)(8)を合わせて言えば、誤謬推論は、(9)のように、p-worlds を含まないが x-worlds を含む C’ に帰属する世界 w でのみ適切に生起できる、ということになる。そして、(1)~(3)の通り、誤謬推論の前件 p が C に含まれ、偽にならないということは、誤謬推論が C と C’ という少なくとも二つの異なる common ground、つまり、C という common ground と C‘という uncommon ground を含む形式なのだということを意味している。

(9) x ∩D(w)⊆C’

以上のような誤謬推論が内包する二重構造の背景情報は、直接法条件文にも接続法条件文にもないものである。真理条件的意味論では、命題 φ が真であるのは可能世界 w においてであり、 w と異なる世界ではその限りではない。そのために、条件文は、ある命題 φ を文脈に依拠してある可能世界 w と対応付ける選択関数 f(w, φ) として解釈される。(10)はその意味規則である。

(10)（φ>φ） is true in possible world w if and only if φ is true in f(φ , w).

(Stalnaker, 2014)

(10) は、所与の可能世界における条件文の真理条件を規定すると同時に、条件節/前提の含まれる世界を制限することを意味している。つまり、C を common ground と整合的な context set とすると、条件節 φ の含まれる文脈は{f(w, φ):w∈C}であり、直接法条件文の前件は当の common ground と整合的だということである。

一方、接続法/反事実条件文でも、直説法条件文と同じく、明示的に与えられている前件/条件節が所与の可能世界における条件文の真理条件を規定する。ただ、接続法/反事実条件文の場合、前件は先行文脈あるいは当該の common ground に含まれない。例えば、(5)の前件は当の common ground の外側にある命題を表し偽となるので、そのままでは(5)を真理関数的に扱えない。そこで、先述した通り、当該の前件命題以外の全てが現実世界と同じような(反事実的)世界を組み立てることで、接続法/反事実条件文も真理関数的に扱えるようにしたということである。このことを(6)と(7)の対立に合わせて言えば、(5)の前件命題は当該の common ground と矛盾するが、それ以外は現実世界と同じ世界を受け入れ、条件節の含まれる世界を制限することを可能にする、ということになる。ただ、伝統的なモデル理論的アプローチにおいて、この手法は、最小限に異なる世界を十分に特定できる手段を与えることができるか、という問題に直面することになる。いずれにしても、ここで注目すべきポイントは、反実仮想を表す前件が条件節の含まれる世界を制限するということは、common ground が分裂することなくそのまま保持されるということであるのに対して、一つの文に異なる common ground が含まれるという二重の背景構造こそが、誤謬推論が要求する生起環境なのだ、という点である。

では、以上のような二重の背景構造をもたらす common ground の分裂、分岐は、誤謬推論の意味の産出にどのように関係するのか。この問題について「隠れた前提 x の探索」という観点から考えてみよう。

3. x の探索と情報の掛け合わせ

冒頭で触れた通り、誤謬推論は、「正解(推論結果)が分からない場合に生じる推論の形態」であり、ヒューリスティクスに属する問題だと見なされてきた(Volokh, 2003)。実際、誤謬推論の隠れた前提 x は、話者のみが知り得る情報であり、聴者がそれを特定する手段はないように見える。しかし、次の例では、隠れた前提をある程度掘り起こすことができる。

(11) 排ガス規制を導入すれば、日本の自動車産業衰退する
（実際には、ホンダの CVCC エンジンの開発により、日本の自動車産業は衰退しなかった）

(11)の発話の背後には、日本車が米国への輸出を始めていた 1970 年代、スモッグの影響を大きく受けていたカリフォルニア州で排ガス規制が実施されれば、日本車の販売は大きな打撃を受けるという事情があった。従って、「規制を凌駕する技術革新」に悲観的な話者によって、排ガス規制の導入に反対の立場から(11)が発話されたことは明らかであり、前提 x は「技術革新が起こらない」だと考えて奇妙なところは少しもない。では前提 x を掘り起こすルールはあるのだろうか。

誤謬推論生成のトリガーが一つの文に異なる common ground が含まれる二重の背景構造(の認知)にあるとすると、x の候補には、対比関係にある common ground と整合的なものと非整合的なものの(最低)2 つの候補が必要である。前者の場合、x の候補は p と整合的なので、間違った結論の前提には不適格であることから除外され、候補が一つに絞られる。つまり、聴者の認知環境に、二重の背景情報が設定され、そのぞれぞれに x の候補がリンクされれば、聴者は(un)common ground との関係から容易に候補を絞ることができる。このような対比関係にある候補の集合から一つの解を選ぶという解決方法は、Hamblin-Karttunen タイプの《疑問文はある時点における可能な答えの集合に等しい》と見なす alternative semantics 的な疑問文の扱いと大きな関連性を持っている。

Hamblin(1973)によると、疑問文は、(その真偽によらず) 可能な答えの全てに等しい命題集合を表しており、その集合から答えが選ばれる。また、Karttunen(1977)は、疑問文が関係するのは命題の真実性/真偽ではなく、疑問の解決(可能性)であるとし、疑問文は<Exhaustive Answer>の属性に等しい、と述べている(cf.12a-c)。

(12). a. Exh-Answer(q) = ∧ {p| True(p) ∧ p ∈ Answer -Set(q)}
b. Exh-Ans(“Who likes Bill”) = conjunction of all true instantiations of Likes(x,b).
c. Exh-Ans(“Whether Mary likes Bill”) = Likes(m,b) if true, otherwise ~ Likes(m,b).

ただ、Exh-Ans.には、無数の候補がある場合、全ての答えをリストアップすることは難しいという問題がある。そのため、ここでは Exh.-Ans.に代えて、可能な答えの集合である Alternative-Set を用いる。重要なのは、誤謬推論の発話時に発話 (内容) によって聴者が想定する可能な前提条件 x の Alternative-Set(の属性)が(属性であるので現実世界に含まれていなくても)聴者の認知環境に作られる、という点である。

以上を踏まえて、(8)の論理構造を持つ誤謬推論の聴者が、(13)のような図式を基に、前提 x の解を “質問” しながら当てていくという隠れた前提 x の探索モデルについて検討してみよう。

(13) ?[(C∩ p） ∩ x ⊆ q]

(12a-c)から、(13)との関連性が高い yes-no 疑問文に対応する(12c)を援用して、(13)の x の解の Alternative-Set を作ると(14)になる。

(14)Alternative-Set (x) ＝ (技術革新が起こる)
if true, otherwise ~ (技術革新が起こる)

Yes-no 疑問文では、どちらか一方が選択されると他方が削除され、問題解決に至る。しかし、二重の背景構造を持つ誤謬推論の場合、もう少し複雑である。誤謬推論では、common ground と uncommon ground に p や x がリンクされるので、x の候補が 2 つしかなくても、yes-no 疑問文の何倍もの情報が手に入る。つまり、(14)の「技術革新が起こる」を r と置くと、 r を選択した場合、r は p と同じ現実世界に帰属するので、p が帰属する common ground は分裂することなくそのまま保持される。その結果、 r は現実世界/common ground に属さない q :「日本の自動車産業は衰退する」の前提になり得ず、削除され、~ r が選択されることになる。しかし、誤謬推論は二重構造の背景情報を持つことを考えると、yes-no 疑問文同様、common ground に属さない~ r が、(uncommon ground が何かが分からなくても)、q の前提として選択され、r が削除されることだけでなく、yes-no 疑問文とは異なり、uncommon ground と対立関係にある common ground やそこに含まれる p に対する話者の否定的心情まで、矛盾することなく予測し、説明することができる。

では今度は、(2)の例を見てみよう。ここでは(15)のAlternative-Setが聴者の認知構造に作られると仮定する。

(15)Alternative-Set (x) ＝ (擬陽性が多く出る)
if true, otherwise ~ (擬陽性が多く出る)

~ｒ：「擬陽性が多く出ない」を選択した場合、~ｒはｐと同じ現実世界に帰属するので、ｑ：「医療が崩壊する」の前提にはなり得ず、削除され、ｒが選択される。ただ、ｘの候補について凡その検討がつく(11)とは対照的に、(2)のｘには様々な候補が想定される。そのため、(15)では、(2)がどのような意味を表し、どのように処理されるのかを明確な形で捉えられないように思われる。しかし、ｘの無数の候補を全て列挙することはできないが、反対に、「PCR検査の増加」に対する話者の否定的認識を予測することは問題なくできる。これは、誤謬推論(の話者) の目的が、前提ｘや話者が commit する uncommon ground の披歴や開示にあるのではなく、前件ｐとその背後にある common ground の否認にあることを窺わせる。

このように考えると、(1)では、「インドシナ全体が共産主義化する」という極端な結論を持ちだすことで、前件が表す「ヴェトナムの勝利」に対する話者の強い拒否感や危機感の表示に焦点があると考えても不思議ではない。

最後に、(3)の前件ｘには,（16)の Alternative-Set が作られると仮定してみよう。

(16) Alternative-Set (ｘ) ＝ (Trump MAKA.) if true,
otherwise, ~ (Trump MAKA.)

ｒ：“Trump MAKA.” が uncommon ground に帰属すると考えるなら、ｒがｘの解として選択され、~ｒが削除されることになる。しかし、聴者が uncommon ground に commit している場合、つまり、uncommon ground が聴者にとっての現実世界/common ground である場合には、ｐがそのままｑの前提になる。このような前提と common ground のリンクの組み換え現象も、誤謬推論の背景の二重構造から説明することができる。

以上のように、このセクションでは、uncommon ground と common ground の二重の背景をもつ誤謬推論の情報構造がその生成に深く関係しているだけでなく、誤謬推論では、common ground と uncommon ground に前提のｐやｘを掛け合わせることで、common ground やｐに対する話者の否認や否定的心情の示唆や、誤謬推論の直説法条件文への読み替え等の操作が可能になり、単一の背景情報を持つ直接法条件文や接続法/反事実条件文の何倍もの情報をもたらすことを示した。

４．おわりに

本稿では、common ground と非整合的な関係にある前提ｘを仮定し、一つの文にｘを含まない common ground とｘが帰属する uncommon ground を含む二重の背景構造が誤謬推論の生起に関係していることを提案した。そして、誤謬推論では、このような二重構造を背景に、common ground と uncommon ground に前提のｐやｘを自在に掛け合わせることにより、単一の背景情報を持つ直接法条件文や接続法/反事実条件文の何倍もの情報をもたらす仕組みを説明できることを明らかにした。

謝辞

本研究は科学研究費基盤研究 C （課題番号 20K00557）による支援を受けている。

参照文献

[1] von Fintel, K. (1998) The presupposition of subjunctive conditionals. Percus, O. and U. Sauerland, (eds.) *MIT Working Papers in Linguistics* 25.
[2] Hamblin, C.L. (1973) Questions in Montague Grammar. *Foundations of Language*: 41-53.
[3] Karttunen, L. (1977) Syntax and semantics of questions. *Linguistics and Philosophy* 1: 3-44.
[4] Lewis, D. (1973) *Counterfactuals*, Harvard University Press.
[5] Stalnaker, R.C. (1975) Indicative conditionals. *Philosophia* 5-3: 269-286.
[6] Stalnaker, R. C. (2002) Common ground. *Linguistics and Philosophy* 25:701-721.
[7] Stalnaker, R.C. (2014) *Context*. Oxford: Oxford University Press.
[8] Volokh, E. (2003) The mechanisms of the slippery slope. *Harvard Law Review*. 116(4): 1026-1137.

効果的な集合知を引き出すためのアンカリングバイアスの活用：理論的分析と現実的な数値推定への応用

Utilization of anchoring bias for eliciting effective wisdom of crowds: Theoretical analysis and application to realistic numerical estimation

本田 秀仁†，香川 璃奈‡，白砂 大†
Hidehito Honda, Rina Kagawa, Masaru Shirasuna
†追手門学院大学，‡筑波大学
Otemon Gakuin University, University of Tsukuba
hitohonda.02@gmail.com

概要

本研究では、アンカリングバイアスを活用し、集合知を高める方法を提案する。具体的には、十分に異なる 2 つのアンカーの影響を受けた推定値を平均値で集約するという方法である。この方法について、計算機シミュレーション、ならびに医師が新型コロナウイルスの新規感染者数を予測するという現実的な場面で実験的に検討したところ、有効な方法であることが理論的、実証的に示された。

キーワード：アンカリングバイアス、集合知, 数値推定

1. はじめに

判断や意思決定に関する研究では、数値推定の認知過程について多くの研究が行われてきた。その中で、アンカリング効果（アンカーと呼ばれる事前の数値情報が、その後の数値推定に影響を与えるバイアス、Tversky & Kahneman, 1974）は最もよく知られた認知バイアスの一つである。

Thaler and Sunstein (2008) は、"BIASES AND BLUNDERS "の章で、他の認知バイアスとともに、アンカリング効果を紹介し、この章のまとめとして、“Our goal in this chapter has been to offer a brief glimpse at human fallibility” (p.37)と述べている。このことは､アンカーに影響を受けた推定が "誤り" として見なされていることを示すものである。

本研究ではアンカリング効果を誤りと見なすのではなく、多様な推定値を導き出す手法として取り上げそれを集合知に適用する。集合知とは、集団で数値推定を行う場合、集団の推定（例えば、個人推定を平均化したもの）は、その集団の中で最も優れた個人推定と同程度か、時にはそれ以上の精度になるというものである（Surowiecki、2004）。

先行研究において、より効果的な集合知を実現するための重要な要素の一として、推定値の多様性が指摘されている（Sorkin, Hayes, & West, 2001; Surowiecki, 2004）。アンカーに影響を受けた推定値は、多様な視点から生み出される推定とみなすことができる。アンカリング効果に関する代表的なモデルとして、選択的アクセシビリティモデル（Strack, Bahník, & Mussweiler, 2016）がある。このモデルはアンカリング効果をアンカーと一致する情報や知識へのアクセシビリティが高まることで発生すると仮定する。このモデルによれば、アンカーに影響を受けるのは、アンカー値の影響を受ける人々が異なる多様な情報や知識に基づいて推定を行うためと考えられる。したがって、十分に異なる 2 つのアンカーに影響を受けた推定値を「多様な」プロセスから生成された推定値と仮定すると、これらの値を集約することでより良い集合知の効果が得られるのではないかという興味深い予測ができる。

しかしアンカーの影響力の大小や、回答者自身が持つ推定への確信度でアンカーの影響は変化すると考えられる。また同時に、アンカリング効果はいわゆるアンカーに推定値が近づく現象であることを踏まえると、アンカーと推定対象の真値の関係でアンカーに影響を受けた推定値の意味合いは大きく変化する。例えば、アンカーと真値が近ければアンカーに影響を受けた値は正答に近づき、逆に真値とアンカーの値が遠ければアンカーに影響を受けた推定値は誤りが大きくなると考えられる。以上を踏まえると、よりよい集合知を引き出すためにアンカーに影響を受けた推定値が本当に有用となりうるかは不明な点も多い。

そこで本研究では、研究１）計算機シミュレーションを実施し、十分に異なる 2 つのアンカーに影響を受けた推定値を集約することでいつ効果的な集合知が達成できるのかを分析し、研究２）現実的な推定場面（医師が新型コロナウイルスの新規感染者数を予測する）に関する認知実験で検証を行い、「十分に異なるアンカーに影響を受けた推定値を集約することでよりよい集

合知が達成できる」という本研究の仮説を理論的・実験的に検証を進めた。

2. 研究１：認知モデリングに基づく理論的分析

本研究では、Turner & Schley (2016)が提案したAIM（Anchor Integration Model）に基づいて、以下のような計算機シミュレーションを行った。

AIMでは数値推定の際のアンカーの影響を推定がアンカーと同化していくプロセスと考える。特に、このプロセスを回答者が事前に持つ信念がアンカーの影響によって更新されるプロセスと考え、更新された信念から最終的な推定値が生み出されると考える。

本研究では、以下のような状況を想定した修正版AIMモデルを構築した。まず課題は0~1000の間で数値推定が求められる課題とした。アンカーが提示されない場合の回答者の回答は、ベータ分布で表現し（つまり回答者の信念を表現する確率分布である）、この分布からランダムに生成された変数の1000倍が回答される数値を表現するものとする。例えば平均500で回答する回答者の信念はBeta(15, 15)やBeta(2.5, 2.5)といった形で表現する。前者は後者の分布に比べ500という値に関して相対的に強い確信度を持った状態を表現し、アンカーの影響を受けにくいことを表現する。次にアンカーが数値推定に与える影響は、アンカー提示後に更新された回答者の信念として表現する。例えばアンカーの値が150であった場合、その影響をBeta(1.2, 6.8)またはBeta(4.5, 25.5)といったような形で表現する。前者と後者ではアンカーの影響が相対的に異なり、後者のケースのほうが相対的に強い影響を与え、回答者はアンカーに近い回答をすることを表現する。これはアンカーが推定に強い影響を与えるケース、またはあまり影響を与えないという実証的な知見(Bahník, Mussweiler, & Strack 2022)に基づくものである。そして、アンカーの影響により回答者の信念は更新される。例えば事前の信念がBeta(15, 15)で500近辺と考えていた人が150という相対的に影響力が弱いアンカーの影響［例えば、Beta(1.2, 6.8)］を受けた後の回答はBeta(16,2, 21.8)という分布になると考える。

このような修正版AIMに基づいて、回答者の事前の確信度（強い場合、弱い場合を想定）、ならびにアンカーの影響（強い場合、弱い場合）を想定する。そしてこの時、回答者が持つ事前の信念と真値の関係を操作した上で、1）アンカーとして150(Anchor1)が提示された12名の回答の平均値、2）アンカーとして850(Anchor2)が提示された12名の回答の平均値、3）Anchor1とAnchor2が提示された際のそれぞれ6名、合計12名の回答者の平均値、これらがアンカーの影響を受けない12名の回答者の平均値を計算した場合に比べどの程度真値に近づくかを計算した。

結果を図1に示す。この結果は回答者が強い確信度を持つ場合の結果について示している（弱い場合も基本的な結果は以下に報告するものと同様であった）。各図では横軸が真値、縦軸は回答者が持つ事前の信念の平均値（i.e., アンカーが提示されない場合の平均値）を意味する。図内の領域は上記の各集団の推定値の誤差の絶対値をアンカーが提示されない場合の推定値の誤差の絶対値で割ったものの対数値で色付けしている。青い領域はアンカー提示なしの場合に比べよりよい集合知が達成されている場合、赤い領域はアンカー提示がない場合のほうがよりよい集合知が達成されていることを意味する。各列は2つのアンカーの影響の強弱を意味し、そして各行は1)、2)、3)それぞれのグループのパフォーマンスを意味する。

結果から以下の点が明らかになった。まず、単一のアンカーの影響を受けた1)、2)の集団の推定値がアンカーの影響がない集団よりもよりよい集合知を達成できる場合が存在するものの、そのケースは全体的にさほど多くない点である。一方で、2つのアンカーの影響を統合した3)の集団の推定値はアンカーの影響がない集団に比べて推定値がよくなるケースが多く、特に事前の信念が正確ではない場合（対角線上以外のケース）はこのケースにあてはまることが多い。パラメータの組み合わせ全体の平均を取ると、1)、2)の集団はアンカー提示がない集団に比べて推定誤差の絶対値が1.05倍となり誤差は大きくなったが、一方で3)の集団は0.8倍となり誤差は小さくなった。

以上、本研究が提案する「十分に異なるアンカーに影響を受けた推定値を集約することでよりよい集合知が達成できる」という仮説について、回答者の確信度、アンカーの影響度、またアンカーと真値の関係について様々なケースを想定して検証したところ、実際に観察されることが示された。

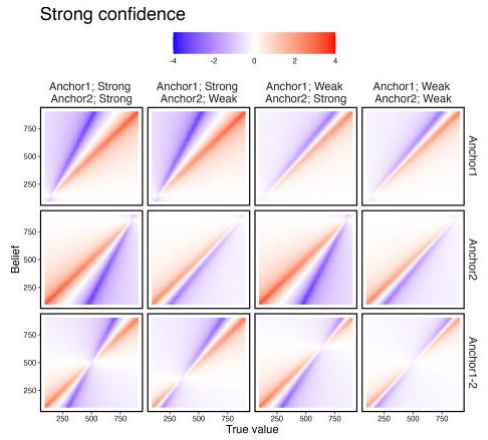


図１　シミュレーションの結果の一部。横軸は真値、縦軸は回答者がアンカーを提示されていない場合に持つ事前の信念の平均値を示す。青い領域はアンカー提示なしの場合に比べよりよい集合知が達成されている場合、赤い領域はアンカー提示がない場合のほうがよりよい集合知が達成されていることを意味する。この図では回答者が強い確信度を持っているケースを示している。なお、回答者が弱い確信度を持っているケースもほぼ同様の結果が得られている。

3.　研究２：医師による新型コロナウイルスの新規感染者数の推定での検証

現実的な数値推定場面において提案手法が有効な手法になりうるか、認知実験を実施して検証した。

実施した課題は、2022 年 8 月 1 日の新型コロナウイルスの新規感染者数が何名であると思うかを医師に推定してもらうという課題であり、2022 年 6 月 20 日から 22 日の間に実施した。具体的には、アンカー提示群には 8 月 1 日の新規感染者数が 10 人（n＝69）、または 200,000 人（n = 66）より多いと思うか少ないと思うかの比較判断課題に回答してもらった後に新規感染者数の推定してもらい、またはアンカー提示なし群には比較判断課題をせず、新規感染者数の推定を求めた。

図 3 に 3 つの群の推定の結果を示す。2 つのアンカー群では推定値に差異が見られ、200,000 人のアンカーを提示した場合のほうが新規感染者数の推定値は有意に高かった($W = 1053.5, p < .001$)。よって十分な知識を持つ専門家の推定においてもアンカリング効果が観察された。

次にこの認知実験で得られた推定値を用いて集合知に関する計算機シミュレーションを実施した。具体的には、12 名の集団を構成し、この 12 名の推定値の平均をこの集団の推定値とみなした上で、集団の推定値がどの程度正確になるかを分析した。構成された集団はアンカー提示なし群の 12 名（以下 No anchor グループ）、10 または 200,000 のアンカーが提示群の 12 名（以下 10 anchor グループ、200,000anchor グループ）、またこの 2 つのアンカー提示群それぞれ 6 名、計 12 名からなる集団（以下 Combined anchor グループ）である。

そしてここでは、以下のような形で、No anchor グループの推定値に比べて推定値はどの程度改善するか、という視点から分析を行った。具体的には、No anchor グループ、10 anchor グループ、200,000anchor グループ、ならびに Combined グループそれぞれの推定値の誤差（8 月 1 日前後 1 週間の新規感染者数の平均値 211495 名を真値とする）をランダムに 20,000 回構成された集団それぞれにおいて計算した上で、それぞれの誤差の絶対値が No anchor グループと比較した場合の相対的な割合を算出した。

この結果を図 4 に示す。Combined グループは No anchor グループに比べ推定値が改善されることが示され、No anchor グループに比べ誤差の絶対値が 0.9 倍になった。10anchor グループ、200,000anchor グループについては、前者はやや悪くなり（約 1.03 倍）、後者は 0.6 倍程度になった。

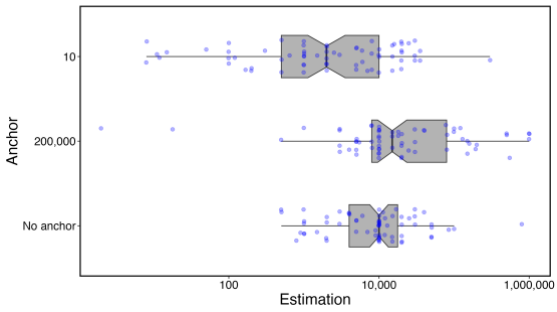


図３　医師による数値推定の結果

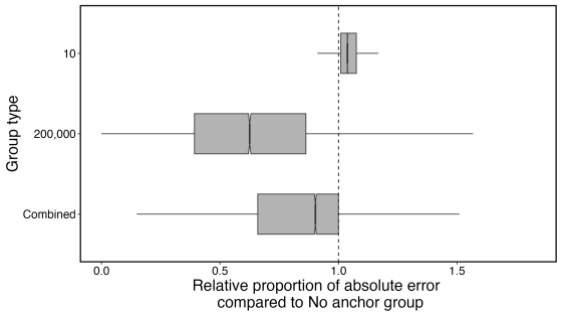


図４　医師による数値推定を用いた集合知シミュレーションの結果

4. 結論

本研究で提案した十分に異なる 2 つのアンカーを集約するという方法は、アンカーの影響がない場合の推定値を集約する場合よりもよりよい集合知が達成できることが計算機シミュレーションに基づく理論的分析、ならびに現実的な推定場面に関する認知実験によって実証的に示された。

1 つのアンカーの影響を受けた値を集約する場合も非常に正確になるケースが存在し、認知実験の 200,000 anchor グループの推定値のように、アンカーが真値に近くなると非常に正確な集合知が達成できる。しかし常にこのような形でアンカーを設定できるとは限らない。実際に認知実験における 10anchor グループの推定値は No anchor グループに比べると推定値が悪くなった。このように、現実世界の推定を行う際、不確実性が非常に高いためにアンカーと真値の関係を事前に予想することが非常に困難である。今回の 200,000Anchor グループのような正確な集合知を達成できる保証はない。

しかし本研究が提案する十分に異なるアンカーを設定するということは、事前の知識を用いることで実現が可能である。例えば、認知実験における 2 つのアンカーは 2022 年 6 月の段階において、過去の 1 日の最大の新規感染者数が約 100,000 人という値を参考に、10 と 200,000 という値を設定し、実際にこのアンカーに影響を受けた推定値を活用することで、アンカーに影響を受けない推定値を用いた場合よりも、よりよい集合知を達成できた。このことは本研究が提案する方法が現実的にも十分に活用できることを示すものである。

文献

[1] Bahník, Š., Mussweiler, T., & Strack, F. (2022). Anchoring effect. In R. F. Pohl (Ed.), *Cognitive illusions: Intriguing phenomena in thinking, judgment, and memory* (pp. 209–224). Routledge.

[2] Sorkin, R. D., Hays, C. J., & West, R. (2001). Signal-detection analysis of group decision making. *Psychological Review*, *108*(1), 183–203.

[3] Strack, F., Bahník, Š., & Mussweiler, T. (2016). Anchoring: accessibility as a cause of judgmental assimilation. *Current Opinion in Psychology*, *12*, 67–70.

[4] Surowiecki, J. (2004). *The wisdom of crowds: Why the many are smarter than the few and how collective wisdom shapes business, economies, societies and nations*. Doubleday.

[5] Thaler, R., & Sunstein, C. R. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth and happiness*. Simon & Schuster.

[6] Turner, B. M., & Schley, D. R. (2016). The anchor integration model: A descriptive model of anchoring effects. *Cognitive Psychology*, *90*, 1–47.

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

好みの音楽聴取が記憶課題の成績に及ぼす影響
Effects of Preferred Music Listening on Memory Task Performance

寒川　留衣†，奥田　祥司†，松嵜　由莉†
Rui Sogawa, Shoji Okuda, Yuri Matsuzaki
†宝塚医療大学
Takarazuka University of Medical and Health Care
y-matsuzaki@tumh.ac.jp

概要

音楽には，作業効率やパフォーマンスを向上させたり，作業量を減少させ誤謬率を増加させるなど，作業に対して様々な影響をもたらすことが分かっている．

そこで，本研究では，好みの音楽聴取が，記憶課題の成績に与える影響を明らかにすることを目的とした．結果，音楽聴取による記憶課題への影響に有意差はみられなかったが，普段の音楽聴取の習慣や聴取した音楽の BPM は，音楽聴取時の記憶課題に影響を与えることが明らかとなった．

キーワード：音楽，記憶，BPM

1. はじめに

私たちの毎日の暮らしの中で音楽は，スーパーや，レストラン，病院など暮らしの中で利用する場や，映画，CM などにも用いられており，当たり前に存在する状態となっている．音楽はその場所や雰囲気に合わせたものが使用されており，スーパーや商業施設では活気やにぎわいを感じさせるもの，美容室や服屋などでは雰囲気に合わせたお洒落なもの，病院や歯医者，仕事場などでは気持ちや雰囲気を落ち着けることができるリラックスした音楽が用いられている．これらは，音楽が私たちに集中力や意識付け，気持ちの雰囲気付けをしているだけでなく，機械の音や話し声など雑音を遮る効果があるためである．そのため，職場や勉強中に音楽をかけながら作業を行う人は少なくない．先行研究では，学習時に教室の外からの音が気になる中学生は，周りの音を消して集中するために，学習中に音楽を聴取する傾向があることが報告されている[1]．

音楽の作業効率への影響は既に多数報告されている．モーツァルトの作曲した音楽の聴取は，被験者のポジティブな気分と覚醒度を有意に高くし，空間能力テストの結果を改善することが報告されている[2]． 好みの音楽の作業効率への影響に関して，辛島ら[3]は，作業前の自身のやる気が向上する音楽聴取は，作業者のポジティブな感情を高め，作業効率，精度ともにパフォーマンスが向上させたと報告している．また，山下ら[4]は，作業前に 3 分間音楽を聴取した後，100 マス計算を行うと，音楽を聴取しない場合よりも成績がよかったことを報告している．このように作業前の音楽聴取が，作業効率などに良い影響を与えているという報告が複数ある．一方で，渡辺ら[5]は作業中に音楽聴取をすることにより，自身の好きな音楽であっても静穏環境と比べ作業量が減少しており，さらに誤謬率も高くなると報告している．

以上より，作業前の好みの音楽聴取は作業効率や精度が向上する一方で，作業中の音楽聴取は作業量，精度を低下させることが報告されている．本研究では認知機能の中でも大学生が学習時に多く用いる記憶機能に着目し，音楽無しの環境，作業前または作業中に好みの音楽聴取をすることで記憶課題の成績にどのような影響があるのかに加え，音楽聴取による影響には， 個人の習慣や音楽の性質が影響していると仮定し，音楽聴取の習慣や，音楽の beats per minute(BPM)の影響を明らかにすることを目的とした．

2. 方法

1. 対象者

研究の趣旨を説明し，同意を得られた大学生 20 名を対象とする．

2. 実験方法

対象者は，100 単語が書かれたリストを 10 分間記憶し，記憶後 10 分間で，記憶した単語を解答用紙に記載する．単語リストは松井ら[6]を参考に，単語のジャンル分けを行い，その中で，大学生に馴染みのあるジャンルを 20 ジャンル抽出した．抽出した 20 ジャンルそれぞれ 5 単語ずつを用いて 100 単語の単語リストを作成した．音楽聴取をしないパターン，記憶前に 10 分間音楽聴取するパターン，記憶時に音楽聴取するパターンの 3 パターンをそれぞれ別日に実施した．実施においては，学習効果を考慮し，3 パターンをランダ

ムに試行した．作業時に聴取する音楽は歌詞の有無やジャンル等の制限は設けず，被験者の好みの音楽とした．音楽の聴取はイヤホンで行い，音量は被験者により調整された．音楽聴取は1曲を繰り返し聴取しても，複数の音楽を任意の順で聴取しても構わないこととした．課題終了後に聴取した音楽の曲名と歌手名を質問し，聴取音楽のBPMの平均を算出した．

また，評価時に普段の勉強時の音楽聴取の習慣に関して「1．毎回聴く，2．ほとんど聴く，3．半分ぐらい聴く，4．ほとんど聴かない，5．全く聴かない」の5件法にて質問した．3以下と回答した人を音楽聴取の習慣ありとした．

3. 統計解析

分析1　音楽聴取パターンで3群に分け，各群間での正答数について反復測定一元配置分散分析を行った．
分析2　勉強中に音楽を聴く習慣が暗記中の音楽聴取による成績の変化に影響を与えるかを明らかにするため，音楽聴取習慣の有無と最も成績の良い音楽聴取パターン（記憶中音楽無し/記憶中音楽聴取）の関係について，フィッシャーの正確確率検定を行った．
分析3　聴取した音楽のBPMによる正答数への影響を明らかにするため，聴取した音楽のBPMと正答数についてPearsonの積率相関分析を行った．解析ソフトには，IBM SPSS Statistics ver28.0.1.0を使用した．

4. 結果

1．記憶中の音楽聴取パターンの違い

記憶課題の正答数を音楽無し(44.4点)，記憶前の音楽聴取(45.3点)，記憶中の音楽聴取(39.7点)の3パターンにおいて，反復一元配置分散分析を行った結果，有意差はみられなかった（p＝0.200）（図1）．

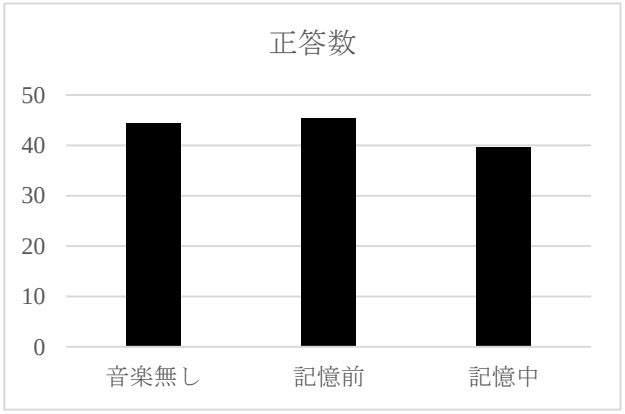


図1　3パターンの正答数

2．勉強中の音楽聴取の習慣の有無による違い

勉強中の音楽聴取の習慣の有無と，最も点数が高くなったパターンの人数割合を表1に示す．音楽なしと記憶前の音楽聴取をひとつのパターン（記憶中音楽聴取なし）としフィッシャーの正確確率検定を行った結果，有意差は認められなかった（p=0.122）．傾向として勉強中に音楽を聴取する習慣のある人は，記憶中に音楽聴取したパターンで最も点数が高い人が多く，勉強中に音楽聴取しない人は，記憶中に音楽聴取がないパターンで最も点数が高い人が多かった．

表1　最も点数が高くなったパターンの人数割合

	音楽無し	記憶前	記憶中
音楽聴取する(7人)	1人 (14.3%)	2人 (28.6%)	**4人 (57.1%)**
音楽聴取しない(13人)	**5人 (38.5%)**	**6人 (46.2%)**	2人 (15.4%)

3．聴取する音楽のBPMの違い

記憶前に聴取した音楽のBPMと正答数に有意な相関（r＝0.095）はみられなかった．一方で記憶中に聴取した音楽のBPMと正答数に有意な相関（r＝-0.452）がみられ，聴取したBPMが速いほど，正答数が少なかった．

5. 考察

本研究の結果，音楽聴取なし，記憶前に音楽聴取，記憶中に音楽聴取のいずれにおいても正答数に有意差はなかった．先行研究では，作業前の音楽聴取に関して，転記作業や心的回転作業では作業効率，精度ともにパフォーマンスが向上したことや，計算課題において平均成績が改善したと報告があり，作業前の音楽聴取は作業効率を向上させることが報告されている[2][3]．一方で，作業中に音楽聴取することで，作業量の減少や誤謬率が高くなるなどの報告あり[5]，作業中の音楽聴取は作業効率を低下させることが報告されている．本研究においては記憶作業において，音楽聴取の有無や聴取のタイミングによる正答数への影響はみられなかったが，作業前の音楽聴取は作業効率を向上させ，作業中の音楽聴取は作業効率を低下させるという先行研究を支持する傾向が認められた．

音楽聴取が作業効率に影響を与えることは周知の事実であるが，その中でも本研究は勉強中の音楽聴取の

習慣による，音楽聴取時の作業効率について明らかにした．普段の勉強中の音楽聴取をする習慣の有無によって最高得点のパターンが異なっており，勉強中に音楽聴取をする習慣のある人は，記憶中に音楽聴取をした方が正答数が多く，勉強中に音楽聴取をする習慣のない人は，記憶中に音楽を聴取しない方が正答数が多かった．つまり，好みの音楽の聴取に関して記憶するという作業では，一見正答数に影響が見られないが，音楽聴取の習慣が音楽聴取時の正答数に影響を与えることが明らかとなった．先行研究では，拡散的・収束的思考を必要とする作業において，BGM 付加時が最も作業しやすいと実験者らから評価され，空調音や電話会話音などの他の音環境に比べ，アイデアの発想やまとめにおいても大きな効果が現れることが分かっており[7] BGM は場合によっては他の音や騒音を遮断するマスキング効果がある可能性が報告されている[8]．以上のことより，本研究において普段から勉強時に音楽聴取の習慣がある人は，音楽のマスキング効果を得ることができたが，音楽聴取の習慣のない人にとって音楽は騒音になり，正答数を下げたと推察できる．また，刺激を求める外向的な人は，静音環境と比較して音楽環境の方が認知課題の成績が高いことが報告されている[9]．このことから，勉強時に音楽聴取の習慣のある人は普段から刺激を求める傾向があり，静音環境と比較して音楽環境の方が正答数が多かったと考えられる．

以上のことから，勉強時の音楽聴取の習慣によって，音楽をマスキングと捉えるか，騒音と捉えるかの違いがあり，記憶課題への影響の違いがあったと考えられる．また，音楽聴取の習慣は本人の特性を反映している可能性があり，勉強時の音楽聴取には本人の特性を考慮する必要があると考えられる．

最後に，記憶前の音楽聴取では BPM の影響がみられなかったが，記憶中の音楽聴取では，BPM が速いほど正答率は減少した．阿部ら[10]の研究によると，計算などの認知負荷が高い作業では，BGM のテンポの違いによる作業効率への影響はみられなかったがパソコン入力課題においては BPM が速い方が，誤打数が多くなるという結果が認められたと報告されている．認知負荷量の程度が大きいと作業に集中し，音楽が聞こえてない状態になるため，音楽聴取の影響が少ないと考えられるが，本研究の結果，記憶するという作業は，音楽聴取の影響を受ける程度の認知的負荷であると考えられた．

本研究の限界として，対象者数が少なく研究の統計的検出力が制限された可能性がある．また，研究結果の一般化においても懸念が残るため，今後さらにサンプルサイズを増やし検討していく必要がある．また，音楽聴取は個人特性や環境の影響を受けるため，今後より条件を限定して検討していく必要がある．加えて，本研究では，記憶する際に音楽聴取を行ったが，今後記憶したものを想起する際の音楽聴取の影響を検討していく必要がある．

6. 結論

記憶課題において記憶前に音楽聴取をする，記憶中に音楽聴取をする，音楽聴取しないパターンによる違いを比較した結果，記憶時の音楽聴取の有無や聴取のタイミングにおいて，正答数に影響を示さないことが分かった．しかし，普段から勉強中に音楽聴取をする習慣の有無によって，音楽聴取の影響が異なることが明らかとなった．音楽聴取の習慣があると音楽のマスキング効果を得ることができるため，音楽を聴取する環境に慣れておくことで，音楽聴取によってより良いパフォーマンスが可能になることが示唆された．また，認知負荷の低い作業中に聴取する音楽は BPM が早いと作業を阻害するため，BPM 遅い方が好ましいと考えられた．

文献

[1] 平間裕補，樋野大樹，永幡幸司(2016)，“中学生が音楽を聴きながら勉強することの実態調査”，平成 28 年東北地区若手研究者研究発表会，pp.35-36
[2] W.F Thompson, E.G Schellenberg, Gabriela H, “AROUSAL, MOOD, AND THE MOZART EFFECT”, Psychological Science, Vol.12, No.3, pp.248-251
[3] 辛島光彦，西口宏美(2012)，“単純繰り返し作業における作業前音楽聴取の有効性に関する研究―転記作業と心的回転作業を例に―”，日本経営工学会論文誌，Vol.63, No.2, pp.29-40
[4] 山下利之，近藤真悟，大田安彦，他(2019)，“音楽の反復聴取がポジティブ感情誘導と計算課題遂行に及ぼす効果”，教育システム情報学会誌，Vol.36, No.3, pp.209-213
[5] 渡辺紀子(2000)，“騒音が知的作業に及ぼす影響”，鹿児島大学教育学部研究紀要 自然科学編，Vol.51, pp.67-72
[6] 松井三枝，中坪太久郎(2007)，“55 カテゴリーにおける単語の出現頻度”，富山大学杉谷キャンパス一般教育，Vol.35, pp.61-84
[7] 佐久間哲哉，上猶優美(2009)，“執務空間の音環境が知的生産性に及ぼす影響について”，音響学会建築音響研資，AA2009-38
[8] J Kämpfe, P Sedlmeier, F Renkewitz (2011), “The impact of background music on adult listeners: A meta-analysis”, Psychology of Music, Vol.39, No.4,

pp.424-448
[9] G Cassidy, R AR MacDonald (2007), “The effect of background music and background noise on the task performance of introverts and extraverts”, Psychology of Music, Vol.35, No.3, pp.517-537
[10]阿部麻美, 新垣紀子(2010), “BGM のテンポの違いが作業効率に与える影響”, 日本認知科学会大会発表論文集, No.27

算数の計算より度数が１つ多く表現されるとはどういうことか？
How can a speaker express number of times in one unit more than the ‘actual’ number of occurrences?

定延 利之[†]，鄭 雅云[†]
Toshiyuki Sadanobu, Ya-Yun Cheng
[†]京都大学
Kyoto University
sadanobu.toshiyuki.3x@kyoto-u.ac.jp, teoznanazcatl@gmail.com

概要

This presentation shows, through observation of real-world examples and a survey, that the phenomenon of number of times being expressed in one unit more than the “actual” number of occurrences can be observed not only in Japanese but in Taiwan Madarin as well. It also provides an explanation of this phenomenon, together with the phenomenon in which the number of times is expressed in agreement with the actual number of occurrences, that differs from previous studies, based on the concept that the stage at which the speaker internally forms the predicate of the clause s/he is uttering may occur after attribution of each of the elements observed.

キーワード：『度数余剰』 (“excessive” expression of number of times), 『度数整合』 (“correct” expression of number of times), スキャニング (scanning), 「とも」構文 (*tomo*-construction), 修飾－被修飾関係 (modifyind-modified relationship), 日本語 (Japanese), 台湾華語 (Taiwan Mandarin)

1. はじめに

「言語が論理に基づいている」という考えは，少なくともその「論理」を誰にでもわかるごく単純で明解なものに限定した場合，自明に思える．しかし本当にそうだろうか？　この発表では，上記の考えの反例に見える現象を指摘し，詳しく観察することにより，言語と論理に関する理解を深めたい．

具体的な考察対象は，現代日本語（以下「日本語」）と現代台湾華語（台湾の中国語．以下「台湾華語」）における度数表現である．多くの場合，度数表現はデキゴトの個数を表し，それは当然と感じられる．だが実は，度数表現がデキゴトの個数よりも 1 つだけ多い個数を表し，したがって非合理的に見える場合もある．この現象に関する先行研究は，日本語に関するもの([1])が僅かにあるのみである．そこではこの現象は，「1 つ多い」という表面的な見え方に敢えてちなんで『度数余剰』と呼ばれており，度数がデキゴトの個数どおりに表現される『度数整合』と対置されている．

以下で示すように，伝統的な文学作品や報道文その他さまざまな出版物に一定数観察されるので，数え間違いや書き間違いとは考えにくい．では，この余剰的に見える回数表現は本当に論理に支えられているのだろうか？　もしそうなら，それはどのような論理だろうか？　観察を通して，度数表現を動機づける論理を明らかにしたい．

2. 調査方法

『度数余剰』は話者により容認度が異なり，特にそのうちの一類（後述「変わる」類）は容認しない話者が多い．日本語についてそのことを記しながら，先行研究([1])では作例 1 つとそれについてのアンケート調査，そして実例 3 例しか挙げられていない．そこで本発表では，実例調査とアンケート調査によって，『度数余剰』が「変わる」類も含めて相当数の話者に容認されていることを示す．（但し予稿集では掲載数を絞る．）

実例調査は日本語の場合，有名な文学作品やニュース記事，科学論の紹介など，さまざまなジャンルから採集した．台湾華語の場合は，ニュースを含むインターネットの記事や書き込みから採集した．

アンケート調査は，それらの実例を，回数表現の部分を隠して，それぞれの一般の母語話者（有償）に提示し，そこに当てはまる数を問うたものである．なお，質問に先立ち，この調査が回答者の計算能力ではなく言語感覚を調べるものであることを伝えている．調査の実施時期は日本語が 2022 年 7 月，台湾華語が 2023 年 2 月で，web ページを介して実施した．日本語の母語話者は 131 人で，内訳は 10 代 1 人，20 代 16 人，30 代 23 人，40 代 21 人，50 代 25 人，60 代 23 人，70 代以上 22 人，性別は男性 65 人，女性 66 人である．台湾華語の母語話者は 100 人で，20 代・30 代・40 代・50 代各 25 人，性別は男性・女性 50 人である．

3. 現象の紹介

先行研究([1])が述べるように，『度数余剰』には 2 つ

の下位類がある．2 つの下位類のうち，1 つ（「重なる」類）は，たとえば失敗が 2 度生じたことを，デキゴト[失敗が重なる]の個数（1 個）よりも 1 つ多く，「失敗が 2 度重なった」のように表現する類である．もう 1 つの下位類（「変わる」類）は，たとえばある人物が生涯に 3 つの名前を持ったことを，デキゴト[名前が変わる]の個数（2 個）よりも 1 つ多く「名前が 3 度変わった」のように表現する類である．

以下，第 3.1 節では日本語，第 3.2 節では台湾華語の実例を紹介し，アンケート調査の結果を合わせて示す．

3.1. 日本語の場合

まず，『度数余剰』（「重なる」類）の実例として(1)を挙げる．該当箇所には下線を引く（以下も同様）．

(1) 私は既に三度，盗みを繰り返し，ことしの夏で四度目である． ［太宰治『玩具』1935］

例(1)の前半部では，4 度目の窃盗を行う前の主人公の窃盗歴が表現されている．4 度目の窃盗の前には 3 つの窃盗があったはずで，したがって[窃盗を繰り返す]というデキゴトは 2 つのはずである．しかし，(1)ではそれよりも 1 つ多く，「三度」と表現されている．

この例(1)の「三」の部分を隠してアンケートの回答者に示し，ここに当てはまる数字として，「2」「2 でも 3 でも可」「3」という 3 つの選択肢から 1 つを選んでもらったところ，「2」は 1 人，「2 でも 3 でも可」は 24 人，「3」が 106 人という結果を得た．例(1)は有名な小説家による短編から採ったものだが，多くの日本語母語話者が諳んじているようなものではなく，『度数余剰』が『度数整合』よりも好まれる例と言える．なお，年齢，性別に関して偏りは見られなかった．（以下も同様．）

次に『度数余剰』（「変わる」類）の実例として(2)～(6)を挙げる．例(2)はネットニュースの記事である．

(2) 踏切に無人の車が進入，衝突した電車の先頭車両脱線．大阪市の会社員男性は「電車が止まり，車内にガソリンのにおいが漂っていた．アナウンスで『駅の渋滞です』，次に『パンタグラフが故障した』，最後に『事故です』と 3 回内容が変わった」と話した．」［神戸新聞 NEXT 2020．11．24, https://www.kobe-np.co.jp/news/jiken/202011/0013886697.shtml］

ここでは車内アナウンスの内容が 3 つ述べられており，したがってデキゴト[内容が変わった]の個数は 2 つである．しかし度数表現はそれより 1 つ多く，「3 回」と表現されている．さらに，この「3」の部分を隠して，どのような数が適当か，アンケート調査で，「2」「2 でも 3 でも可」「3」という 3 つの選択肢から選んでもらったところ，「2」が 45 人，「2 でも 3 でも可」が 27 人，「3」が 59 人という結果を得た．程度の差はあれ，「3」を容認する話者が 131 人中 86 人にのぼるという結果は，『度数余剰』（「変わる」類）が無視できない現象であることを示している．

3.2. 台湾華語の場合

先行研究([1])では，中国語は『度数余剰』を成立させにくいとされているが，少なくとも台湾華語ではしばしば実例が観察される．そして，このような表現は多くの話者に受け入れられている．以下に実例に基づいたアンケート調査文と調査結果を示す．なお，台湾華語の調査文は，わかりやすく簡潔に示すためなどの理由で，発表者により，該当箇所以外の部分に一部改変・追加を行っている．

(3) 應該很少人像我一樣在日本求學期間，一年就換了三次語言學校．從京都日本語學校，換到文化日本語學校，在那邊上了半年的課之後又換到現在的 YIC 京都日本語學院．（私のように日本留学期間中に，一年で三回言語学校を変えた人は少ないだろう．京都日本語学校から文化日本語学校へ，そこに半年間通った後，今の YIC 京都日本語学院にまた変えた）［個人のブログ記事 2019．8．14, https://ptttravelfood.com/japanstudy/M.1565970026.A.1E0.html］

例(4)では，投稿者の日本語学校の転校歴が述べられている．合計 3 つの学校に通ったので，[学校を変える]というデキゴトは 2 つのはずであるが，2 回ではなく 1 つ多く，「三回」と表現されている．この「三」の部分を隠して，そこに入れるべき数字をアンケート回答者に問うたところ，「2」が 37 人，「2 でも 3 でも可」が 8 人，「3」が 55 人という結果を得た．すなわち，「3」を容認した話者が 100 人中 63 人で過半数を占めている．

台湾華語の実例と調査結果の紹介は，紙幅を考慮し上記の『度数余剰』「変わる」類の 1 例にとどめる．例文間で容認度の差はあれ，台湾華語においても，日本語と同様に，『度数余剰』は（「重なる」・「変わる」類共に）無視できない数の話者に容認されている．

4. 分析

『度数余剰』を「重なる」類と「変わる」類に2分するのは，先行研究([1])が示しているように，両類の間に2点の違いがあるからである．

違いの1点は，既述した容認度の違いである．「重なる」類は「変わる」類より容認されやすい．

違いのもう1点は，『度数余剰』という現象が成立するための要素の最小値の違いである．「重なる」類は要素の個数が2個以上で成り立ちやすく，たとえば失敗が2つ生じただけの段階で「失敗が2度重なる」という『度数余剰』が多数の話者に容認される．それに対して「変わる」類は要素が2個では成立しにくく，要素が3個以上になって初めて成立しやすくなる．たとえば名前が2つしかない，ある出世魚について，「この魚は名前が2度変わる」と表現するという『度数余剰』は成り立ちにくい．

この最小値の違いは，これも先行研究([1])で指摘されているように，「〜とも」構文（例：「血液型は〜人とも同じです／違います」）の文が自然であるための要素の最小値と概ね並行している．要素が2個であれば，(5)「血液型は2人とも違います」は(6)「血液型は2人とも同じです」と比べて自然さが有意に低いが（$p<0.01$），「〜とも同じ」は要素が2個から3個に増えても自然さに有意差がないのに対して（$p=0.765$），「〜とも違う」は要素が2個から3個に増えると自然さが有意に向上し（$p<0.01$），(7)「血液型は3人とも同じです」と(8)「血液型は3人とも同じです」の間に有意な差はない（$p=0.088$）．

以上の事情は台湾華語も同様である．「〜とも」構文に相当する台湾華語の表現「〜都」構文でも，必要とする要素の最小値が後続述語によって異なる．要素が2個の場合，“都一樣”（とも同じ）の例(9)“我們兩個人生肖都一樣”（私たち二人とも干支が同じだ）と比べて“都不一樣”（とも違う）の例(10)“我們兩個人血型都不一樣”（私たち二人とも血液型が違う）は自然さが有意に低い（$p<0.01$）．だが，要素が2個から3個に増えると，“都不一樣”（とも違う）の例(11)“我們三個人血型都不一樣”（私たち三人とも血液型が違う）の自然さは有意に上昇する（$p<0.01$）．

『度数余剰』の「重なる」類とは，要素（たとえば第1の失敗と第2の失敗）の間に（いまの例なら「失敗」という）同質性を認める類である．また，「変わる」類とは，要素（たとえば同じ魚の第1・第2・第3の名前）の間に異質性を認める類である．このことを「〜とも」構文の観察と考え合わせると，「重なる」類と「〜とも同じです」，「変わる」類と「〜とも違います」にはそれぞれ共通のメカニズムが働いており，要素の個数の最小値はその反映という見通しが立つ．ここまでは本発表は（日本語に関する）先行研究([1])と変わらない．

「〜とも」構文は，要素の個数が大量であれば自然さが低いように（例：「3万人ともA型だ」），要素を1つずつ見ていくスキャニングに基づく構文である．先行研究([1])ではこの点に着目し，スキャニングを構成する下位行動群の実行順序がスキャニング対象と連動するという「スキャニング仮説」を導入して『度数余剰』の説明を試みた．本発表ではスキャニングへの注視は保持するがスキャニング仮説は用いない．先行研究([1])が用いたもう1つの仮説「無手順仮説」を改め（述語形成はスキャニング認知による構文決定の後にもなり得る），この仮説のみで『度数余剰』を（もちろん『度数整合』と共に）説明する．

まず「〜とも同じ」と「〜とも違う」の非対称性を説明する．たとえば「一郎は[A型]，二郎は[A型]」というスキャニング認知の結果からは「2人ともA型」が得られるが，さらに無手順仮説によって2個の[A型]から述語「同じ」が形成でき，「2人とも同じ」が得られる．対照的に，「一郎は[A型]，二郎は[B型]」というスキャニング認知の結果からは，共通の属性がなく「〜とも」構文ができない．したがってその先の述語形成（[A型][B型]から述語「違う」を形成）も働かない．要素数が3個になり「一郎は[A型]，二郎は[B型]，三郎は[O型]というスキャニング認知を得てはじめて，[(これまでに見た一郎の[A型]と)違う][(これまでに見た一郎の[A型]・二郎の[B型]と)違う]という，2個の[違う]から「3人とも違う」が得られる．最小値に関する「〜とも同じ」(2)と「〜とも違う」(3)の違いはここから得られる．

「〜とも」構文では要素数は話し手にとって既知だが，度数表現ではこれをスキャニング認知で数える（自然数を漸進的に付与）．要素が2個あり，スキャニング認知の結果，[失敗][失敗]という2個の属性が時間順に並んでいることが分かれば，そこから述語「(失敗が)重なる」が形成でき，他方，自

然数付与は[2]で終了しているので「失敗が 2 度重なる」が得られる．助数詞が「度」「回」であるのは，スキャニング認知が時間軸に沿ってなされているからである．

これに対して，スキャニング認知の結果が[理論 1][理論 2]という 2 個の異なる属性の場合は「理論が 2 度変わる」は得られない．それは要素が 2 個の場合，「〜とも」構文で見たように属性[違う]が 1 個しか付与されないので「時間順に並んだ複数個の属性[違う]から述語「変わる」を形成する」という述語形成が働かないためである．要素数が 3 個になり，スキャニング認知の結果，属性[違う]が 2 個得られた段階ではじめてそこから「変わる」が形成される．その時，自然数付与は[3]で終了しているので「理論が 3 度変わる」が得られる．「重なる」類と「変わる」類の最小値の違いは以上である．

「変わる」類が相対的に容認されにくいのは，第 1 要素に自然数は[1]と付与される一方で属性[違う]が付与されないというインバランスによる．この点において「とも」構文が『度数余剰』と並行せず，「とも違う」が「とも同じ」と比べて不自然でないのは，そもそも「とも」構文において要素数が既知であり，話し手の意識内で自然数付与という作業が活性化していないためと考えられる．

なお，『度数整合』の場合は述語形成はスキャニング認知の前になされる．たとえば 2 個の失敗が連続している場合，そこからまず「(失敗が) 重なる」という述語が形成される．この述語が表すデキゴトがスキャニング認知の入力情報となるので，スキャニング認知はデキゴト［(失敗が) 重なる］の個数と一致する（「失敗が 1 度重なる」）．『度数余剰』とは，スキャニング認知の後に，スキャニング認知の結果を入力として述語が形成され得るという現象である．この現象を成立させる要素の最小値に関して「重なる」類と「変わる」類が違っているのは，「〜とも同じ」「〜とも違う」の違いと同様で，[同じ]が[違う]と異なり，複数個の同種の単純属性（たとえば[A 型][A 型]）から形成できる点による．

5. おわりに

本発表では，度数がデキゴトの数よりも 1 つ多く表現されるという現象『度数余剰』について，これが日本語だけでなく台湾華語についても認められることを，実例観察とアンケート調査により明らかにした．

さらに，『度数余剰』の「重なる」類と「変わる」類が最小値において異なることを，「〜とも同じ」「〜とも異なる」構文の最小値が異なることと並行的にとらえた上で，これらの現象が，度数がデキゴトの数どおりに表現される現象『度数整合』とともに，先行研究とは異なる形で（改訂された無手順仮説で）説明できることを示した．同時に，「重なる」類の方が「変わる」類よりも容認されやすいことにも説明案を提案した．以上の考えが正しければ，『度数余剰』は「間違い」ではなく，『度数整合』と同様の文法現象である．

但し，文法現象として『度数整合』だけでなく『度数余剰』が存在するというこの状況は，日本語母語話者や台湾華語母語話者にとって，そもそも修飾－被修飾という語句どうしの意味関係が，他の意味関係（並列関係・同格関係・主題－題述関係）と違って，より把握しにくい関係であることを示唆する．それは，日本語や台湾華語の母語話者だけに当てはまることではない．学生 3 人から成る集合を英語のように「3 人の学生たち」と表すのが本来の修飾－被修飾関係なのか，それとも中国語のように「3 人の学生」と表すのが本来の修飾－被修飾関係なのかは，誰しも答えられない問題である．修飾－被修飾関係は，英語でも[2]，日本語でも[3][4][5]，書きことばと比べて話しことばでは現れにくい．人間は修飾－被修飾関係というものを完全に獲得できているのだろうか？—この問題は稿を改めて検討したい．

謝辞　この発表は，日本学術振興会の科学研究費補助金による基盤研究（(S)20H05630，研究代表者：定延利之）の成果を含んでいる．

文献

[1] 定延利之，（2000）認知言語論，大修館書店.
[2] Chafe, Wallace L. 1982. “Integration,and involvement in speaking, writing, and oral literature.” In Deborah Tannen (ed.), Spoken and Written Language: Exploring Orality and Literacy, pp. 35-53, NJ: Ablex
[3] 国立国語研究所　1955　『国立国語研究所報告 8 談話語の実態』
[4] 大石初太郎　1963　「話しことばの表現」『国語シリーズ 57 文章表現の問題』pp. 86-119，文化庁 https://www.bunka.go.jp/kokugo_nihongo/sisaku/joho/joho/series/57/57.html
[5] 福島直恭　1998　「談話に現れる連体修飾の特徴」『学習院女子短期大学紀要』Bulletin of Gakushūin Women's Junior College 37, pp. 80-93.

子どもによるスマートスピーカー使用の実態
Smart-speakers in kids' homes

伊藤　崇†
Takashi Ito

†北海道大学
Hokkaido University
tito@edu.hokudai.ac.jp

概要

家庭に普及し始めているスマートスピーカーに対して幼児期から児童期の子どもがどのように関与しているのかを明らかにする。スマートスピーカーを所持する４つの調査協力家庭において撮影された室内での生活の様子を観察したところ，少なくとも次の４つの使用目的が見られた。①家庭内での活動を支えるため，②情報検索のため，③家族に代わっての使用，④スピーカーを介した会話そのものをするため。この結果に基づき，子どもとテクノロジーの関係について議論された。

キーワード：スマートスピーカー，デジタルテクノロジー，子ども，間接的観察

1. 問題

現代の子どもたちの生活環境には多様なデジタルテクノロジーが遍在する。

近年では，音声による操作が可能なスマートスピーカーが家庭の中に置かれ始めている。スマートスピーカーに子どもがどのように関与しているのかを明らかにすることは，現代の子どもの認知的・社会的発達過程を明らかにする上で重要な課題だと言えよう。

子どもとスマートスピーカーの関係を検討した研究は徐々に増加しているものの，そのほとんどはインタビューやログの解析に基づくものであった[1]。観察に基づくものであったとしても，実験的状況を設定した上での観察であったり[2], 現実場面であったとしても，スピーカーに呼びかけた時点からの音声のみの記録であったり[3]と，現実の具体的な文脈で子どもがどのようにスマートスピーカーに関与しているかを検討した研究は極めて限られている。

そこで本研究では，現実の家庭内の生活の様子を撮影したビデオ映像に基づいて，子どもがスマートスピーカーに関与する実態について報告する。これを通して，スマートスピーカーというテクノロジーが子どもの認知的・社会的発達過程にもたらすインパクトについて考察する手がかりが得られるだろう。

2. 方法

2.1. 参加者および撮影方法

本研究は著者によりすでに報告された研究[4]と同一のデータセットから，家庭内にスマートスピーカーが設置されており，子どもがそれらを使用しているケースを抽出して分析がなされる。

国内に居住し，4 から 10 歳の子どものいる家庭に協力を依頼した。リクルートの方法は，主として小学校に配布されるフリーペーパーに掲載された調査広告を通して行われた。そのほか，口コミや SNS を介して協力を依頼することもあった。結果として，30 家庭の協力を得ることができた。

子どもが休日で家にいる日を２日間自由に選んでもらい，それらの日の起床後から夕食前までの間，郵送されたアクションカメラ（GoPro8）で長時間撮影をしてもらった。撮影方法の詳細はすでに報告済みである[4]が，要点を示すと以下のようになる。

最大２台のカメラをリビングルームや子ども部屋など子どもが活動することの想定される部屋の上部に設置してもらった。また，可能であれば，調査対象児の胸にチェストハーネスを装着してもらい，疑似主観的な映像も撮影してもらった。

録画のタイミングは保護者にゆだねられていた。ただし，最低でも１日５時間以上は撮影してもらうこととした。

上記の方法で撮影してもらった，最大３台から得られた映像を時刻同期させ，１本の動画に統合した。本研究で分析されるのは統合された 60 本（30 家庭×２日分）の動画である。

2.2. 分析対象児

スマートスピーカーを所持する家庭として，本稿提出時点では４家庭の動画の検討を行う。４つの家庭の

家族構成を以下に示す。
①H家の調査対象児は女児（6 歳 11 か月）であり，父，母，妹，弟の５人で暮らしている。Amazon Echo を所有し，音声認識サービス Alexa を利用している。
②Ｉ家の調査対象児は女児（8 歳 7 か月）であり，父，母，妹の４人で暮らしている。Google Home を所有している。
③Ｊ家の調査対象児は女児（7 歳 5 か月）であり，父，母，兄の４人で暮らしている。Amazon Echo を所有し，音声認識サービス Alexa を利用している。
④Ｖ家の調査対象児は男児（4 歳 9 か月）であり，父，母，姉の４人で暮らしている。Amazon Echo を所有し，音声認識サービス Alexa を利用している。

このうち，対象児自身がスマートスピーカーに話しかけている様子が観察できたのはH家およびＩ家であった。Ｊ家およびＶ家では対象児以外の家族による使用が観察された。本稿では前者の２家庭での使用実態についていくつかの事例を検討することとした。

3. 結果：子どもがスマートスピーカーに関与する文脈とは

２つの家庭の観察を通して，子どもがスマートスピーカーに関与する文脈として，少なくとも以下の４つの目的を区別することができそうである。

第一に，情報検索である。これは，スマートスピーカーが接続されたインターネットに，音声認識サービスを媒介して接続することで実現する。

例えば，H家において，朝食時に母親がその日の天気を家族に尋ねたところ，対象児が即座に「アレクサ，今日の天気は」と発話した。結果として，スピーカーから「XX 市の現在の天気は…」といった音声が流れ，対象児を含む家族全員が天気に関する情報を聞くことができた。

第二に，家庭内での諸実践を支えるためである。例えば，勉強やゲームなどに費やす時間を測定するためのタイマーとして利用する場合が挙げられる。これは，音声認識サービス単独の機能として実現する。実際に，H家において対象児が塾の宿題に手をつけ始める前に，「アレクサ，15 分のタイマー」と発話する例が見られた。結果としてスピーカーから「xxx15 分のタイマーを xxx します」という音声が流れた。

第三に，家族の代わりに行う操作である。これは，家族の誰かが子どもに音声による操作を依頼するもので，子ども自身がスマートスピーカーを通して自分の目的を達成しようとしているのではない点が特徴である。

例えば，H家において，歯磨きをしている対象児の名前を呼んだ母親が，「アレクサにお気に入りお願いしてもいい」と依頼する場面が観察された。これは，「お気に入り」として記録している音楽のプレイリストから選曲してスピーカーから音楽を流してほしいという母親の要求である。それに対して対象児は「アレクサ，お気に入りをかけて」と発話し，結果として「プレイリスト xxx を再生します」という音声が流れた。

第四は，スピーカーを介して会話をすることそのものを目的とする関与である。例えば，インターネットサービスの１つとして，『ポケットモンスター』のキャラクター「ピカチュウ」と会話ができる「ピカチュウトーク」[5]がある。Ｉ家において，対象児が Google Home に向かって発話し，ピカチュウとの「会話」をしている様子が観察された。

4. 考察

本研究で対象とされた子どもにとって，スマートスピーカーへの関与はどのような意味をもっているのか。本稿で分析対象となった２名の子どもには，アクセス可能なスマートスピーカー以外の電子デバイスがあった。例えばH家の対象児は iPad を利用することができていた。それにもかかわらず，情報検索やタイマーの起動といった機器操作を，スマートスピーカーを媒介として行っていたのである。

その一つの背景には，子どもにとって文字ではなく音声を利用する操作が，特に家庭内での様々な実践に関与しながら並行して機器操作を行う場合に容易であることが挙げられるだろう。

さらに，他者とのコミュニケーションという，音声の主要な機能が，スマートスピーカーというテクノロジーを媒介として，架空のキャラクターとの対話という新たな活動を組織していたことも注目に値する。

子どもが容易に扱える自分の声は，テクノロジーを媒介として新しい意味を帯びていたと言える。テクノロジーとの結びつきにより，子どもの声はラトゥールの言う「媒介子」[6]として見なすことができるのである。

文献

[1] Garg, R., Cui, H., Seligson, S., Zhang, B., Porcheron, M., Clark, L., Cowan, B. R., & Beneteau, E. (2022). The Last Decade of HCI Research on Children and Voice-based Conversational Agents. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings. https://doi.org/10.1145/3491102.3502016

[2] Oranç, C., & Ruggeri, A. (2021). "Alexa, let me ask you something different" Childrens adaptive information search with voice assistants. Human Behavior and Emerging Technologies, 3(4), 595–605.

[3] Beneteau, E., Boone, A., Wu, Y., Kientz, J. A., Yip, J., & Hiniker, A. (2020). Parenting with Alexa: Exploring the Introduction of Smart Speakers on Family Dynamics. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, 1–13. https://doi.org/10.1145/3313831.3376344

[4] 伊藤崇 (2022). 子どもの日常生活における電子デバイスの使用実態 日本認知科学会第 39 回大会 青山学院大学

[5] Google Japan (2017). Google Home で, ピカチュウとお話しよう！ https://japan.googleblog.com/2017/11/google-home.html （2023.7.21 閲覧）

[6] ラトゥール, B. 伊藤嘉高（訳） (2019). 社会的なものを組み直す：アクターネットワーク理論入門 法政大学出版会

思考スタイルと科学に対する信頼度が科学的研究の成果の理解に及ぼす影響
The effect of thinking style and trust in science on the understanding of scientific research findings.

眞嶋 良全† ・鈴木 凜太朗・市原 実夢・岩間 雅・桑原 彩・
本間 大貴・吉田 崚人
Yoshimasa Majima, Rintaro Suzuki, Miyu Ichihara, Masashi Iwama, Hikari Kuwahara,
Haruki, Honma, & Ryoto Yoshida

北星学園大学
Hokusei Gakuen University
† majima.y@hokusei.ac.jp

概要

本研究では，科学の非専門家が学術研究の成果をどのように評価するかについて，刊行形態と，科学に対する全般的な信頼と思考スタイルの影響を検討した。その結果，プレプリントの位置づけを理解している場合は刊行形態が評価を決めるが，プレプリントと査読論文が区別できていない状況では，科学への信頼，あるいは非分析的思考スタイルが影響し，特にプレプリントの評価は分析的思考スタイルに大きく影響されることが示された。

キーワード：信頼性 (credibility)，科学 (science)，プレプリント (preprint)

1. はじめに

科学研究の成果を学術コミュニティで時間のかかる査読論文よりも早く，そして広く共有する目的で公開される査読前原稿 (プレプリント) は，コミュニティからのフィードバックをいち早く得られるという利点がある一方で，その内容の取り扱い，特に成果の信頼性・妥当性の担保には注意が必要となる。したがって，プレプリントに書かれた知見や結論を非研究者がどのように評価するかは，公衆の科学理解を考える上では重要な問題と成りうる。このことについて，Wingen et al. [1] は，プレプリントと査読論文の違いを理解していない非研究者は，両者を同程度に信頼できると評価する (Study 2) が，プレプリントに関する事前説明を受けた後では，その信頼性を査読論文より低く評価することを示した (Study 4)。また，特定の論文の知見に対する信頼性評価だけではなく，査読論文，およびプレプリントで紹介されている知見の全体的な評価においても，両者の違いを理解している場合には，プレプリントの信頼性を低く評価することも示された (Study 3)。この研究は，鈴木他 [2] により追試され，日本人でも同様の傾向が見られることが示されている。しかし，知見の信頼性評価は，刊行形態のみでは決まらない。例えば，科学理解は，科学への信頼と関係することが知られている [3]。また，信頼性の低い主張の受容には分析的思考スタイルが関与することも示されている [4]。

本研究は鈴木他 [2] による Wingen et al. [1]の追試研究と同時に取得したデータのうち，先行研究では未発表の探索的分析の結果を報告するものであり，科学的知見の信頼性評価が，刊行形態だけではなく，科学への信頼，および分析的思考スタイルに影響されるかどうか，刊行形態によって科学への信頼や思考スタイルの影響が異なるかどうかを検討する。

2. 方法

参加者 研究全体で, 理解度チェックに失敗した 132 名と英語で回答した 1 名を除いた 920 名のクラウドワーカー (研究 1: 634 名, 2: 74 名, 3: 212 名) が参加した。

材料 本研究の研究 1 は，Wingen et al. [1] における Study 2，研究 2 は Study 3，研究 3 は Study 4 に準拠して行われた。材料は，先行研究で用いられた課題を著者らが日本語に訳した後，専門の英文校閲業者によるバックトランスレーションを経たものを使用した。

研究 1, 3 では，社会科学領域で実際に公刊された論文 5 本の概要（ヘッドライン）を呈示した後，知見の信頼性を 7 件法 (1: 全く信頼できない – 7: とても信頼できる)で評価させた。このうち，研究 3 では査読制度および査読論文とプレプリントの違いに関する事前説明（以後，査読説明文）を呈示した後で信頼性を評価させた。一方，研究 1 では査読説明文が与えずに知見の評価を行わせた。なお，この 2 研究では，参加者は査読論文およびプレプリント条件のいずれかにランダムに割り当てられ，呈示される 5 論文は全て査読論文，またはプレプリントとして呈示された。条件操作の教示の後で，参加者には，呈示される論文が，査読論文，またはプレプリントのどちらか，すなわち割り当てられた条件がどちらかを問うチェック質問に回答

Table 1. Zero-order correlation with credibility judgments

	Study 1 (n = 634) – description separate works	Study 2 (n = 74) + description overall impression	Study 3 (n = 212) + description separate works
Source	.011	**.766** ***	**.206** **
CRT	**–.190** ***	.067	**–.222** **
BIS	**.141** ***	.025	.048

** p < .01, *** p < .001. Coefficients written in **bold** face were significant at p < .05

Table 2. Regression coefficients of predictors of credibility judgment: source (0: preprint, 1: peer-reviewed article), belief in science (BIS), and analytic cognitive style (CRT).

	Study 1		Study 2		Study 3	
	b	95% CI	b	95% CI	b	95% CI
intercept	**4.00** ***	[3.9, 4.1]	**3.23** ***	[3.0, 3.4]	**3.80** ***	[3.6, 3.9]
Source	0.01	[–0.10, 0.12]	**2.27** ***	[2.0, 2.6]	**0.32** **	[0.10, 0.54]
CRT	**–0.10** ***	[–0.14, –0.06]	0.02	[–0.09, 0.13]	–0.05	[–0.13, 0.03]
BIS	**0.14** *	[0.03, 0.25]	–0.12	[–0.44, 0.21]	0.17	[–0.07, 0.41]
Source × CRT	**0.06** *	[0.00, 0.11]	0.06	[–0.09, 0.22]	–0.07	[–0.18, 0.04]
Source × BIS	–0.01	[–0.16, 0.14]	0.32	[–0.14, 0.78]	–0.14	[–0.46, 0.17]

Notes: b = unstandardized coefficients. Coefficients written in **bold** face were significant at p < .05.
Source is coded as either 0 (preprint) or 1 (review). CRT and BIS are mean-centered.

した。

研究 2 では，査読説明文を呈示した後で，査読付の学術論文およびプレプリント，それぞれの形態で公表された科学的研究の知見について，特定の論文によらない全体的な信頼性を，研究 1 および 3 と同様の 7 件法で評価させた。全参加者は，この信頼性評価課題に加えて，思考スタイル (CRT) [5,6]，科学への信頼度 (Belief in Science scale, 以後 BIS) [7] を測定する項目にも回答した。また，研究 2 および 3 では，査読説明文を呈示した後，信頼性評価を行う前に，査読説明文の内容に関する理解度チェックに回答した。

手続き　参加者はクラウドワークスのタスク募集に応じた後，Qualtrics へと誘導された。初めにインフォームドコンセントフォームを表示し，協力に同意した参加者のみが以後の課題に回答した。参加者はランダムに 3 つの研究のいずれかに割り当てられた。さらに，研究 1 および 3 に割り当てられた参加者は，査読論文またはプレプリント条件のいずれかにランダムに割り当てられた。研究 2 では刊行形態は参加者内要因であった。研究 2，3 の参加者は信頼性評価課題の前に査読説明文を与えられたが，研究 1 の参加者は与えられなかった。その後，教示および査読説明文の理解度を問うチェック質問に回答した。研究 1，3 における条件割り当てのチェック質問，および研究 2，3 における査読説明文の理解度チェック質問について，参加者が回答を間違った場合，同じ問題が再度呈示され，2 回連続で間違えた参加者は，分析の対象から除外された。

この条件操作とチェック質問の後，研究 1，3 の参加者は 5 つの論文の概要を示され，それぞれについて知見の信頼性を 7 件法で評価した。研究 2 の参加者は，個別の論文の信頼性ではなく，査読論文およびプレプリントの全体的な信頼性を評価することが求められた。

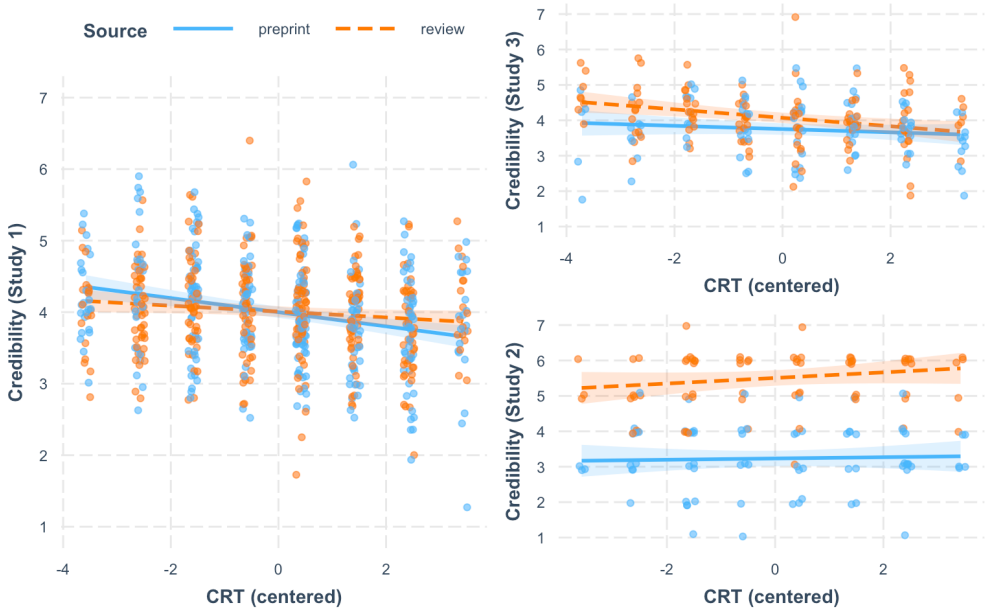
信頼性評価課題の後，全参加者は，CRT, BIS，人口統計質問に回答した。

倫理的配慮　本研究計画は著者らの所属する研究機関の研究倫理委員会による倫理承認を受けて行われた。

3. 結果

研究 1，3 では，5 論文の評価の平均を知見に対する信頼性指標とした。まず，独立・従属変数間の相関係数求めたところ，事前説明が与えられない研究 1 では，信頼性と CRT および BIS の間に有意な相関が見られた (rs = –.190, .141, ps < .001; Table 1)。また，事前説明の後に 5 論文の評価を行った研究 3 では，信頼性と CRT の間に有意な相関が見られた (r = –.222) が，研究 3 の BIS，および全体的な評価を行った研究 2 では有意な相関は見られなかった。

Figure 1 Simple slope plots of Source × CRT interactions



Notes: Study 1 requested to assess credibility of 5 research headlines without short descriptions about preprint.
Study 2 asked overall impressions about peer-reviewed articles and preprints after the short descriptions.
Study 3 requested to assess credibility of 5 headlines after the short descriptions.

刊行形態，CRT，BIS，および刊行形態×CRT，刊行形態×BIS を説明変数とする重回帰分析（研究 2 においては参加者を変量効果とする一般化線形混合モデル）では，研究 1 のみ，刊行形態×CRT 交互作用 ($b = 0.06$, $p = .041$) が有意であった (Table 2)。単純傾斜分析の結果，査読論文 ($b = -0.04$, $p = .037$)，プレプリント ($b = -0.10$, $p < .001$) ともに CRT は負の影響を示し，特にプレプリントで効果が大きいことが示された (Figure 1 左)。研究 2，3 では，信頼性評価の主要な規定要因は刊行形態 (bs = 2.27, 0.32, ps < .001) であり，CRT, BIS を含む効果はいずれも有意ではなかった (Figure 1 右下および上)。

4. 考察

本研究は，1) それぞれの刊行形態の違いを理解している場合は，刊行形態が科学的知見の信頼性評価の主要な規定因であること，2) 理解していない場合は，認知スタイルや科学に対する信頼度が評価に影響し，科学への信頼度はその知見への全体的信頼性を高める一方で，分析的思考は信頼性を低める効果があること，3) その傾向はとくにプレプリントにおいて顕著であることを示した。分析的思考が信頼性を低減する傾向は，CRT が一般的な懐疑傾向と関連することを指摘する先行研究とも符合する結果であるといえる。

この結果を踏まえれば，一般大衆は，査読論文とプレプリントの区別がつかない場合に限り，両者を同程度に信頼がおけると評価していることになる。その意味では，刊行形態について正しい理解がされていれば，科学的知見は概ね正当な形で信頼されているのかもしれない。しかしながら，直接的な比較はできないものの，個別の研究成果の信頼性を評価した研究 1 および 3 におけるプレプリントの評価は，個別の成果ではなく，全体的な評価を行った研究 2 と比べるとやや高めであると言えるかもしれない。その意味では，個々の概要で語られる内容に引きずられる可能性はあるかもしれない。ただし，査読論文の評価については，個別具体的な内容の評価が全般的な査読論文の信頼性よりも低めであるという結果を踏まえると，個別評価では平均方向への回帰が生じている可能性も否定できない。

今後は，科学的知見の成果の評価に影響する要因について更なる検討を行うとともに，知見への信頼感を構成する評価要素についても，より詳細な検討を行うことが求められる。その上で，プレプリントを含めた科学的情報の流通に対して，社会がどのように対応していくべきかを検討していく必要がある。

データおよび材料　本研究で使用した材料およびデータは，以下の OSF プロジェクトページから入手することが可能である。

https://osf.io/kedzt/?view_only=624dd408a4ba479b90917d3a56a359fa

5. 引用文献

[1] Wingen, T., Berkessel, J.B., & Dohle, S. (2022) “Caution, preprint! Brief explanations allow nonscientists to differentiate between preprints and peer-reviewed journal articles.” *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, *5* (1), 25152459211070560. https://doi.org/10.1177/25152459211070559

[2] 鈴木 凜太朗・市原 実夢・岩間雅・桑原 彩・本間 大貴・吉田 崚人・眞嶋 良全 (2023) “科学的研究の成果は正しく評価されるのか.” 北海道心理学研究, *45*, 53. https://doi.org/10.20654/hps.45.0_53

[3] Hendriks, F., Kienhues, D., & Bromme, R. (2016) “Trust in Science and the Science of Trust.” In B. Blöbaum (Ed.), *Trust and Communication in a Digitized World: Models and Concepts of Trust Research*. Springer International Publishing. pp. 143–159.

[4] Pennycook, G. & Rand, D.G. (2020) “Who falls for fake news? The roles of bullshit receptivity, overclaiming, familiarity, and analytic thinking.” *Journal of Personality*, *88* (2), 185–200. https://doi.org/ 10.1111/jopy.12476

[5] Frederick, S. (2005) “Cognitive reflection and decision making.” *Journal of Economic Perspectives*, *19* (4), 25–42. https://doi.org/10.1257/089533005775196732

[6] Thomson, K.S. & Oppenheimer, D.M. (2016) “Investigating an alternate form of the cognitive reflection test.” *Judgment and Decision Making*, *11* (1), 99–113. https://doi.org/10.1017/S1930297500007622

[7] Farias, M., Newheiser, A.-K., Kahane, G., & de Toledo, Z. (2013) “Scientific faith: Belief in science increases in the face of stress and existential anxiety.” *Journal of Experimental Social Psychology*, *49* (6), 1210–1213. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2013.05.008

思考における多様な生成物に対する再帰的結合の効果 —他者の意図に関する仮説生成の実験的研究—

Effects of Recursive Combination to Diverse Products in Thinking: An Experimental Study of Hypothesis Generation Regarding Others' Intention

笠野 純基[†]，橋本 敬[‡]
Junki Kasano, Takashi Hashimoto

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

概要

言語表現, 他者推論, あるいは道具などの多様に生み出される様々な生成物は階層的な構造をしていることが多く，階層的な構造は要素を再帰的に組み合わせていくことで作ることができる. では, 要素の再帰的な組み合わせが生成物の多様さに寄与し得る効果があるのだろうか. 本研究は, 言語表現についてこの効果を確認することを目的とする．具体的には再帰的結合が他者の意図に関する多様な言語表現（意図に関する仮説）を生み出す効果があるかどうかを実験で検証する.

キーワード：思考内容の多様性(Diversity of Thought Content), 再帰的結合(Recursive Combination), 他者の意図(Others' Intention)

1. はじめに

ヒト社会は，言語表現，音楽，工業製品，他者推論，デジタル情報，創作など様々な種類の多様な人工物で溢れており，人はこれらに関する多様なアイデアや計画などの生成物を頭の中で生み出すことができる．生成物を頭の中で多様に生み出すことができる能力はヒトの特質とも考えられ，抽象的で想像上の物事すらも何らかの形で捉えられる．多様に生み出す能力は認知科学や認知心理学をはじめとする諸学問分野で研究されている.

多種多様な人工物は複数の要素が組み合わせられており，とくに階層的な構造を持つ場合が多いことが指摘されている[1][2]．Arthur はテクノロジーを新たな工業製品と工程と定義しており，テクノロジーはアセンブリ（組立部分）と下位アセンブリというパーツからなり，そのパーツ自身もまたテクノロジーとなる再帰的な階層構造を持つことを指摘し，テクノロジーを生み出す原理に「組み合わせ」を挙げている[1]．Hauser & Watumull は数学や音楽，道徳などの非物質的な生成物にも共通して再帰的な組み合わせにより階層的な構造が作られていることを示唆している[2].

階層的な構造は要素の組み合わせを再帰的に繰り返すこと，すなわち再帰的結合で作り出すことができる[3][4][5]．再帰とは同じ動作や処理を繰り返すことである. 例えば, 相似の関係にある人形を重ねたマトリョーシカ人形, 自然数の生成, プログラミングの再帰関数など挙げられる．再帰的結合とは物体や概念などの物事（要素）を組み合わせる方法の一種であり, 要素同士を組み合わせて複合体をつくり，それを別の要素に対して組み合わせることを再帰的に繰り返すことである．再帰的結合を言語表現に適用すると，語同士を組み合わせ複合語・句をつくり, それを他の語や句に対して組み合わせていくことを再帰的に繰り返すことを指す.

表 1 再帰，再帰的/非再帰的結合の定義と特徴

	定義	特徴
再帰	同じ動作や処理を繰り返すこと	人間に限らず自然界のあらゆるところで見られ，物質か非物質かを問わず観測できる一般的な現象である.
再帰的結合	要素同士を組み合わせて複合体をつくり，**それを別の要素に対して組み合わせることを再帰的に繰り返すこと**	同じ要素，同じ要素数であれば，同じ種類の物体を作り出すことができる.
非再帰的結合	要素同士を組み合わせて複合体をつくり，**それに対して他の要素を組み合わせていくことを繰り返すこと**	言語表現の意味は再帰的あるいは非再帰的かで，語と語の修飾関係が異なるため意味も異なる.

階層的な構造を作り出す方法の一種である再帰的結合は，生成物の多様性を高めることが望まれる環境において適応性があることが Toya & Hashimoto の進化シミュレーションで示されている[6]．ここでいう生成物の多様性を高めることが望まれる環境とは，不確実性があったり資源が限られたりするような状況と考えられる．この環境において再帰的結合と複合体に対して他の要素を組み合わせていくことを繰り返す非再帰的結合が物体を操作する手段として調べられている．非再帰的結合は再帰的結合と同じく要素同士を再帰的に組み合わせて階層的な構造を作り出す方法の一種である. 再帰的と非再帰的な物体操作は同じ要素, 同じ要素

数であれば，同じ種類の物体を作り出すことができる．表 1 に再帰と本研究で扱う再帰的/非再帰的結合の定義と特徴をまとめる．一方で Toya & Hashimoto によって行われたシミュレーションは種々の制限や前提，物体に対して行われる再帰的結合を想定している．従って，成物の多様さに再帰的結合の効果があることが実証されたわけではない．

本研究では Toya & Hashimoto のシミュレーション結果から類推し，再帰的結合が非物質的な思考内容の多様な生成に効果があるのかを実証的に調査する．また生成物の多様性を高めることが望まれる環境として他者の意図を推測する環境を想定する．

普段我々は問題になり得る要因（要素）を複数考慮しながら自ら多様な選択肢を生み出し，仮説を選択し，行動していると考えられる．コミュニケーションなどの人との相互作用で，「人の意図」という見えない（不確実な）対象（問題となる要因）を推定し対処する仮説的な思考も思考内容の一種だろう．そこで本研究は多様な生成物が生み出されるかもしれない不確実な環境として，他者の意図を推測することが求められる実験課題を作成し，再帰的結合がその生成物の多様化に効果があるかどうかを分析する．

2. 目的

再帰的結合は人の思考内容を多様に生み出すことに効果があるかどうかを実験で調査することを目的とする．具体的には複合語の意味を捉える訓練を再帰的結合あるいは非再帰的結合で行い，非再帰的結合よりも再帰的結合で訓練した方が他者の意図に関する仮説文を多様に生み出す効果があるという仮説を実験により検証する．

3. 方法

3.1. 実験計画

再帰的結合の訓練が仮説文を多様に生み出す効果があるのかを調査するために，再帰的結合（実験群）と非再帰的結合（対照群）の訓練を要因とする（独立変数）1 要因の参加者間実験を行う．多様さの効果は他者の意図に関する仮説文の多様さ（従属変数）から評価する．

3.2. 実験手順

実験は 3 段階からなり，複合語の意味を再帰的あるいは非再帰的な語同士の組み合わせから読み取る訓練をする訓練段階，人物が描かれたイラストから他者の意図に関する仮説文を生成する生成段階，訓練による再帰的結合で複合語の意味を思考する傾向を評価する評価段階を 1 つの実験として行う（表 2）．訓練段階で参加者はランダムに実験群と対照群に分ける．

表 2 実験手順．実験の流れ，概要，実施内容，取得するデータ

実験の流れ	概要	実施内容	取得するデータ
訓練段階	再帰的結合（実験群）と非再帰的結合（対照群）のそれぞれで複合語・句の意味を捉える訓練をする．	訓練内容の説明（2語，3語と語数を増やしたのときの組み合わせ方と意味の捉え方）．参加者が訓練する教材は10問．複数の語を再帰的あるいは非再帰的に組み合わせたときにつくられる複合語・句とその意味を4択の中から1つ選んで回答する．選択肢は複合語・句をつくる途中過程についてi.つくられる複合語・句の意味とii.語と語の修飾関係の2条件からなる．時間制限なし．	問題の回答，回答に要した時間
生成段階	イラストに写る人物の意図に関する文を生成する．	実施課題と文の文字入力による記入方法の説明．イラストは4枚．1枚あたり8分間．4枚をランダム化し，それぞれに対して文を生成させる．イラストとイラストの間に30秒の安静時間を取る．	時間区間あたりの文の生成時間および文
評価段階	訓練段階で複合語・句の意味を捉えられるようになったかを調査する．	実施課題の回答方法を説明．複合語・句の組み合わせ順を2秒間表示した後，参加者は組み合わせてつくられる複合語・句とその意味の2つが対応しているのか否かを適切である/適切でないの2択で回答する．10問行う．	問題の回答，回答に要した時間
アンケート	参加者の情報を取得する．	参加者は実験の最後にアンケートに回答する．	性別，年齢，読解力など

3.3. 訓練段階

参加者は語同士の修飾関係から複合語の意味を捉える訓練を行う（図 1）．参加者は複合語とその意味の捉え方の説明を受け，複数の語を組み合わせた複合語とその意味の捉え方について 4 択から回答を 1 つ選び再帰的あるいは非再帰的の訓練課題を行う．

訓練課題は階層的曖昧性を持つ複合語を用いて複合

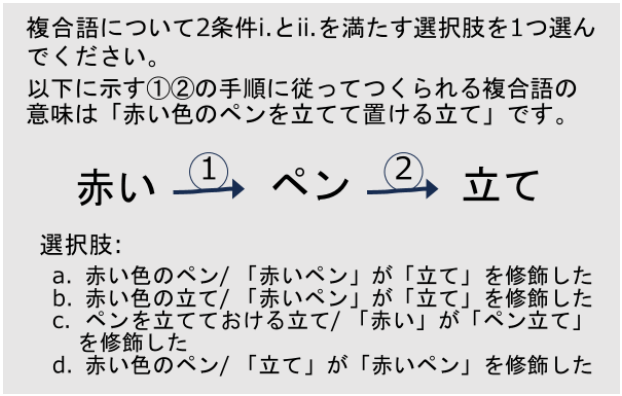


図 1 訓練課題と再帰的結合の訓練の例.

語の意味の捉え方を訓練する．階層的曖昧性とは言語表現の形式レベルが同じであっても，意味レベルでは語同士の修飾関係の捉え方によって意味は多義的に解釈できることである．階層的曖昧性を利用することで複合語の形式レベルでは同じものを提示でき，再帰的あるいは非再帰的に語同士の修飾関係から複合語の意味を読み解く訓練を行うことができる．

訓練段階はまず語同士の組み合わせ方は基本となる 2 語，3 語と語数を増やして，つくられる複合語とその意味について実験群と対照群のそれぞれで説明する．参加者には 2 次元上に配置された複数の語を組み合わせる順(3 語の場合は①②で示す)と教示文が示される．

具体的に各群で行う訓練課題の説明を示す．3 語{赤い, ペン, 立て}を組み合わせた複合語「赤いペン立て」について考える．再帰的結合（実験群），非再帰的結合（対照群）の順番で説明していく．再帰的結合（実験群）では①「赤い」と「ペン」の 2 語を組み合わせて名詞句「赤いペン」をつくり，②それを「立て」に対して組み合わせ名詞句「赤いペン立て」がつくられる．①②の過程で名詞句の意味はそれぞれ「赤い色のペン」,「赤い色のペンを立てておける立て」と解釈できる．非再帰的結合（対照群）では①「ペン」と「立て」の 2 語を組み合わせて名詞句「ペン立て」をつくり，②それに対して「赤い」を組み合わせ名詞句「赤いペン立て」がつくられる．①②の過程で名詞句の意味はそれぞれ「ペンを立てておける立て」，「ペンを立てておける立てが赤い色のもの」と解釈できる．以上の説明を参加者に行う．

訓練課題は再帰的あるいは非再帰的に語と語を組み合わせた複合語とその意味に関する問いに答える（図 1）．回答方式は 4 択の中から回答を 1 つ選んでチェックを入れる．

具体的に参加者は 4 択の中から過程①でつくられた複合語の意味，過程②でつくられた語と語の修飾関係の 2 つの条件に当てはまる選択肢を選んで回答する．再帰的あるいは非再帰的の訓練にあたって，複合語を要素と並置して他の要素と組み合わせることを訓練するために, 途中の過程でつくられる条件 i.複合語の意味や条件 ii.語と語の修飾関係を選択肢としている．再帰的結合（実験群）では，①「赤い色のペン」②「赤いペン」が「立て」を修飾する，非再帰的結合（対照群）では，①「ペンを立てておける立て」②「赤い」が「ペン立て」を修飾する，という選択肢が正解となる．参加者が選択した回答が間違った場合，①②の過程で再帰的あるいは非再帰的となるように再度，複合語の意味の捉え方を参加者に示す．訓練課題の問題数は 10 問，回答時間は無制限とする．

3.4. 生成段階

参加者は人物が描かれたイラストから他者の意図に関する仮説文を時間内でたくさん生成する文生成課題を行う(図 2)．

図 2 生成課題．人物が描かれたイラストから他者の意図に関する仮説文を生成させる．

文生成課題は複数の人物や物，場の状況などに関する情報が含まれたイラストを用いる．イラストは複数枚用意し参加者の前提知識による生成数に偏らないようにランダム化して提示する．時間はイラスト 1 枚あ

たり 8 分間とし，イラストの前後で 30 秒の安静時間を設ける．回答方式は参加者自らがキーボードを使い文字入力させる．参加者には文を生成することに集中させるために，記入した内容をすべて確認できるように表示させておく．文は記入できる文字数を 50 文字以内と制限し，字数制限内に収まるように参加者に内容を修正させる．

文生成課題を行う際，参加者には「思い付いた内容や記入内容には正解はありませんので出来るだけたくさんの内容を記入してください」と教示する．生成の妨げにならないように，図 2 を用いて記入例を以下に示す. 3 番目の「a は籠に赤い球を入れようとしている」と 4 番目の「a は籠から赤い球を取り出してどこかに持っていこうとしている」のように「入れる」と「取り出す」という相反・矛盾する内容や，15 番目の「a が手にした玉から b が生まれた」のように「玉から人物がうまれた」という非現実的な内容なども記入させるように促す.

生成される文は言語流暢性課題[7][8]での指標を参考に，参加者が生成した文の数や使用語彙・節の数と種類を時間区間あたりで計測する．それに加えて，文の階層構造，要素・複合体の再利用の程度を特徴づける指標で測定する．

3.5. 評価段階

訓練段階で参加者が再帰的あるいは非再帰的で複合語の意味を捉えられるように訓練できたのかを評価する評価課題を行う．評価課題は画面中央に注視点を 1 秒，語と語の組み合わせ順を 2 秒，複合語および複合語の意味と「適切である」か「適切でない」の 2 択を問う問題を 10 問行う．取得するデータは 2 択の回答と回答までに掛かった時間を測定する．再帰的あるいは非再帰的の訓練ができていれば短い時間で正解する割合が高いと考えられる．

4. 分析方法

個人差の影響をランダム効果とした一般化線形混合モデルを用いて，訓練課題と文生成課題の関係を予測する統計モデリングを行う．生成された文は言語流暢性課題[8]での指標を参考に，生成した仮説文の数や使用語彙・節の数(fluency)と種類(uniqueness)に加え，文の階層構造や要素・複合体の再利用の程度を特徴づける指標で分析する．

5. 予想される結果

再帰的結合は非再帰的結合と比べて文の時間区間あたりの生成数は時間とともに線形に増加する，あるいは少なくともあまり減少しないのに対して，非再帰的結合は時間が経つにつれ生成数は減少していくと考えられる．なぜなら，再帰的結合を使う場合，時間が経つにつれて文の要素・複合体の再利用の程度が非再帰的結合と比較して増加すると考えられるためである．

上記の実験内容が滞りなく実施可能であることを少人数の参加者を対象に調査も兼ねた予備実験を行う．

文献

[1] Arthur, B., (2009). “The Nature of Technology: What It Is and How It Evolves”, New York: Simon & Schuster.
[2] Hauser, M. D. & Watumull, J., (2017). “The universal generative faculty: The source of our expressive power in language, mathematics, morality, and music”, Journal of Neurolinguistics, Vol. 43, No. 37, pp. 78-94.
[3] Chomsky, N., (1993). “A minimalist program for linguistic theory”, Hale K, Keyser, S.J. (eds.). The View from Building 20, pp. 1-52. Cambridge, MA: MIT Press.
[4] Fujita, K., (2009). “A prospect for evolutionary adequacy: Merge and the evolution and development of human language” Biolinguistics, Vol. 3, No. 2-3, pp. 128–153.
[5] Hashimoto, T., (2020). “The emergent constructive approach to evolinguistics: Considering hierarchy and intention sharing in linguistic communication”, Journal of Systems Science and Systems Engineering, Vol. 29, No. 6, pp. 675–696.
[6] Toya, G. & Hashimoto, T., (2018). “Recursive combination has adaptability in diversifiability of production and material culture”, Frontiers in Psychology, Vol. 9, No. 1512, pp. 1-17.
[7] Ghoreishi Z. S., Azimian M., Alaghband R. J., Khorrami B. A., Rafiee S, M., Salavati M., Shiani A., & Bayat N., (2020). “Analysis of connected speech in Persian aphasic patients and its relationship with type and severity of aphasia”, Function and Disability Journal, Vol. 3, No. 1, pp. 141-150.
[8] 光戸利奈，錦織翼，辰川和美，橋本優花里，宮谷真人，(2019). “アルツハイマー病と軽度認知障害における言語流暢性課題の質的検討”，高次脳機能研究, Vol. 39, No. 1, pp. 18-27.

視線追跡型 VR による曖昧な線画の立体知覚の定量的評価
Quantitative evaluation of stereognosis of ambiguous line drawings by using eye-tracking VR device

月田　諒弥[†]，日髙　昇平[†]
Masaya Tsukida, Shohei Hidaka

[†]北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science Technology
s2230025@jaist.ac.jp

概要

本研究では，ネッカーキューブをはじめとする平面線画でありながら三次元構造に知覚されやすい図形の立体知覚を調べるために視線追跡型 VR を用いた知覚心理学実験を Unity で開発し，実験を実施した．実験中の参加者の眼球運動を計測し視線の奥行方向の推定距離を算出することで，平面線画に対する立体知覚と眼球運動の関係を分析した．その結果，図形に対する主観的な立体評価と図形を観察中の視線から算出された Gaze Depth の中央値の間に相関が確認された．

キーワード：曖昧図形, 視線追跡, 視覚, 立体知覚, ネッカーキューブ, 錯視, VR

1. はじめに

曖昧図形がもたらすヒトの知覚の研究は古くからされており，そうした曖昧図形の一種としてネッカーキューブ[1]が挙げられる．ネッカーキューブは一つの線画でありながら複数の知覚像が得られる図形であり，その知覚像の切り替わり（以下，知覚交代という）に関する研究は多く存在する．例えば，Wolfgang Einhäuser ら[2]は知覚交代と眼球の位置の関係性について指摘している．一方でネッカーキューブなどの平面線画からもたらされる立体知覚像そのものの研究もされている．例えばコンピューターグラフィックスで作成されたネッカーキューブ立方体を被験者に操作させてその際の認知過程を追っている研究[3]やネッカーキューブや立体知覚の数理モデルを提案している先行研究もある[4]．しかし，後者の切り口であるネッカーキューブからもたらされる知覚像自体の研究は眼球運動を補完的に使っている事例はあるものの[5]，口頭や質問紙など被験者の主観的な報告による評価に大きく依存しているため，被験者が感じている立体知覚を詳細に分析する方法は限られる．

そこで，本研究は主観的な報告とは独立に得られる客観的な指標の一つとして図形を観察する際の視線に着目し，視線の情報から知覚的な立体性を推定する方法の開発を目的とした．具体的には，視線追跡の可能なバーチャルリアリティ（VR）提示機器を使用し統制された VR 空間内で被験者が視覚刺激を知覚している際の視線および眼球運動を測り，そこから推定される視線の奥行座標などの値と，心理量的な主観的評価である立体知覚の評価の関係を分析した．この分析により立体知覚の客観的な指標としての眼球運動を検討した．

2. 立体知覚に関する理論的な予測

日髙，高橋[4]の提示する線画の立体知覚に関する数理理論によれば，知覚される立体度と，平面図形のある種の潜在的な対称性には相関があると予想される．これを具体的に定量化する指標として本研究では，それぞれの平面図形に対称性誤差と呼ぶ量を計算した．この対称性誤差が低い図形はより立体的に知覚しやすいと予想される．本実験は，この立体知覚に関する予測を検討すべく計画された．

3. 実験方法

3.1. 実験設計

本研究では実験の提示刺激をゲームエンジン Unity[6]で作成した．Unity はゲーム用途のみならず認知心理学研究の文脈でも利用されている実績がある．また刺激の提示装置として FOVE 社の VR 機器 FOVE０を用いた．FOVE０はゲームから学術分野まで幅広い用途で利用されている視線追跡機能が付加された VR 機器であり，コミュニケーションを調べる目的で FOVE０を利用した研究[7]がある．これらゲームエンジンと VR 機器を組み合わせることで被験者に 2 次元および３次元視覚刺激を統制された環境下で呈示でき，その際の視線データを得られる．

3.2. 実験参加者

実験参加者は日本語での実験教示が十分に理解でき，正常な視力(補正含む)を持つ大学院生男女 14 名を対象に実施した．実験の説明を行い，VR 装着後，実験参加者それぞれに対して FOVE０のキャリブレーション

を行なった上で実験を実施した.

3.3. 実験手続き

実験参加者にはヘッドマウントディスプレイ（HMD）の装着と VR 空間に慣れるための課題として，VR 空間内で呈示された赤い球を目で追った後，実験セッションに入った．図 1 で示す CONE 型，PARALLELEPIPED 型，PRISM 型の三つの平面図形を各型 10 事例のうち，各試行ではその 1 事例を VR 空間上で呈示した.

3 型の平面図形が 10 種類ずつ呈示されたのち，今度は同型で実際に数理モデルを基に計算された奥行座標（z 座標）を持つ 3D 立体図形として 3 型×10 種類図形を呈示された．視覚刺激それぞれ 1 つの図形につき，赤い注目点が現れずフリーに刺激を見る時間 5 秒と順に頂点が着色されそれぞれの頂点を見る時間が 5 秒ずつ与えられた．実験参加者は最初自由に図形をみた後に赤く着色された頂点を順に観察してもらった（図 2, 図 3）．図形を観察中に見え方が変化した場合，実験参加者はキーボードのスペースキーを押して報告した．一つの図形に対して全ての頂点を観察後，その図形の主観的な立体度を報告する画面（評価フェイズ）に切り替わり実験参加者はマウスのホイールと左クリックを使用して先ほどまでに観察した図形の立体度をスライダー（図 4）で調節して回答した.

なお，実験のカウンターバランスをとる施策として背景を単純な白背景か Unity の VR 空間のデフォルトの背景である skybox 背景（図 1 の図形の背後に映る背景である）の 2 パターンを用意しており，実験参加者に対してランダムでどちらかを割り付けている．これは，空間に 3 次元的な空間の手掛かりがある背景と全く手がかりのない背景を用意することにより背景による副次的な効果を制御する意図がある．また，CONE, PARALLELEPIPED，PRISM の型の呈示順を 3 パターン用意し，実験参加者にランダムに割り付けることで順序効果を全体では相殺されるように実験は設計された.

3.4. 実験結果データについて

実験結果データとして 14 人分の視線追跡データ(視線の奥行き推定距離となる Gaze Depth, 瞳孔間距離(IPD), 視線の方向ベクトル，座標など FOVE 0 が内部ソフトウェアで算出し API から取得できるデータ)と実験内容データ(タイムスタンプ，刺激の内容，実験参加者のキー入力など筆者が Unity で実験アプリケーションを開発した上での制御項目)が一つのテーブルに記録された．また別 csv ファイルには立体性評価のフェイズで実験参加者がスライダーで入力したものが数値(初期値 0.5，最大値 1.0，最小値 0)として記録されている.

自作アプリケーションによるテーブルの記録のリフレッシュレートは 120fps だったものの FOVE 0 の視線追跡計算の内部フレームレートとはタイミングが整合しなかったため記録された視線追跡データは同一の眼球画像から計算されたレコードが複数記録されるという課題があり，重複を削除すると視線追跡データの実効的なフレームレートはおおむね 60〜70fps であった．分析はこの重複削除後のデータを用いた．このように視線運動のフレームレートは通常の視覚研究のフレームレートと比較すると低いものの，そもそも VR 空間で呈示している視覚刺激は実空間とは違い FOVE 0 の画面更新リフレッシュレートの 70fps で描写が更新されているため大きな問題にならないと考える.

今回収集した視線追跡データ項目について FOVE 社の提供する記載[8]をもとに説明する．Combined Gaze Ray(position, direction)は FOVE 0 が左右視線データを信頼性の加味を行いながら統合したものであり，VR 空間内でどこを見ているかを指し示す項目になっている．IOD は左右眼球の回転中心を結んだ距離の推定値であり，IPD は瞳孔間距離の推定値である．FOVE 0 では IOD は(眼球モデル計算上変化はするものの)バイオメトリクス定数と考えるに対して，IPD は眼球の動きによって動的に変化する指標で，近いものを見る際には輻輳によって眼球間の距離は近くなると考える．Gaze Depth はユーザが VR 空間内で見ている目標物との距離を計算している指標であり FOVE 0 の内部の計算では IOD と IPD の比を利用して視線の深度を計算している[1]. また Pupil Radius は瞳孔の大きさである．これら指標は FOVE の視線追跡 API からすべてメートル単位で値を取得している.

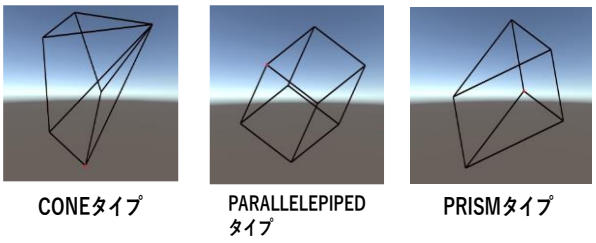


図 1 実験で使用した視覚刺激の例

[1] FOVE 社より情報提供

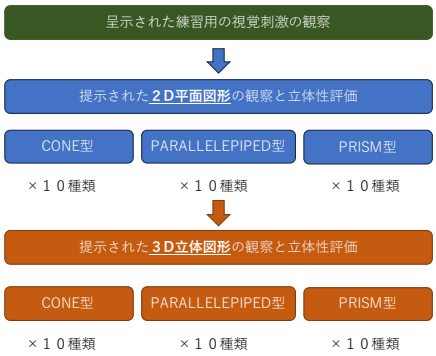


図２　実験全体のプロセス

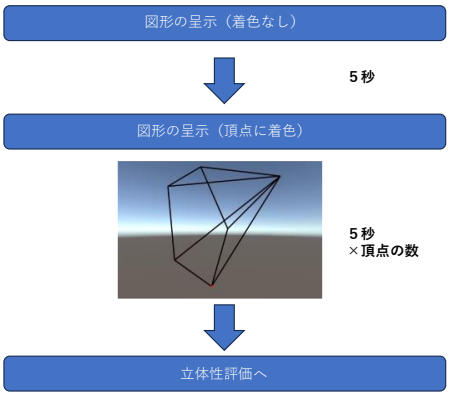


図３　１試行のプロセス

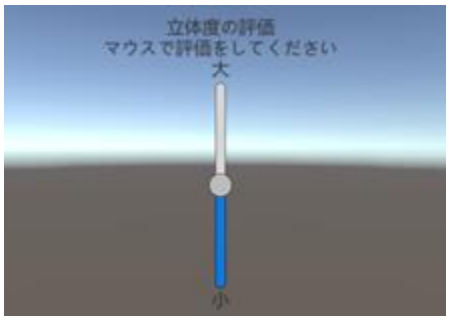


図４　評価フェイズで表示，利用されるスライダー

4.　結果

まず，実験参加者の視線を正確に計測できていたかを確認するために，視線の起点及び方向を指し示すCombined Gaze Ray（position/direction）を x，y 座標に散布図としてプロットした．実験参加者 １ 人の２D 平面図を見ている際の視線プロットを図形ごとに図 5 として示す．おおむね呈示した図形と同型の形が視線のプロットとして浮かび上がっており被験者が正しく図形を観察していたことがわかる．つづいてこの参加者の２D 平面図形と対応する３D 立体図形観察時の Gaze Depth を散布図としてプロットしたところ，PRISM 型，対応する PRISM3D 型間，および CONE 型，CONE3D 型間の Gaze Depth 中央値にある程度の相関性がみられており(PRISM 型の散布図を図６として示す)，相関係数は CONE（2D ⇔3D）型において 0.218, PRISM（2D ⇔3D）型は 0.271 であった．ほかの実験参加者においても平面図形と同型の立体図形観察時の Gaze Depth の中央値に相関関係がみられる者がいたが基本的に平面図形と対応する立体図形観察時の Gaze Depth 中央値の相関係数は大きくなかった．また，それぞれの図形を提示された際の Gaze Depth の中央値と評価フェイズでの実験参加者の主観的な立体評価との相関係数を求めたところ，CONE 型で 0.403, PRISM 型で 0.254, PARALLELEPIPED 型で-0.611 とそれぞれ相関が認められた．それぞれの型の中でもっとも相関係数の絶対値が大きい PARALLELEPIPED 型の Gaze Depth と立体評価の散布図を示す（図 7）．立体性評価の回答と Gaze Depth の相関も同様にほかの実験参加者にも見られたが，PARALLELEPIPED 型における全実験参加者の立体評価と Gaze Depth の相関係数をプロットした図 8 を見ると相関係数の大きさや正負にはばらつきがあった．

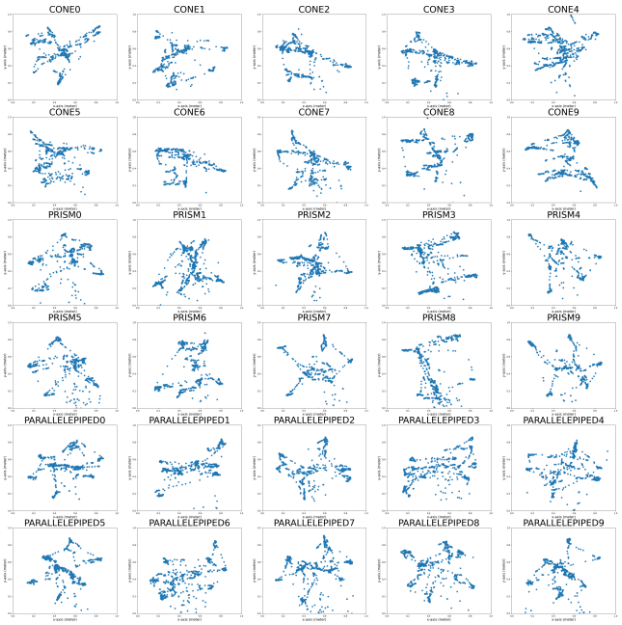


図５　実験中の被験者の視線プロット（平面図形）

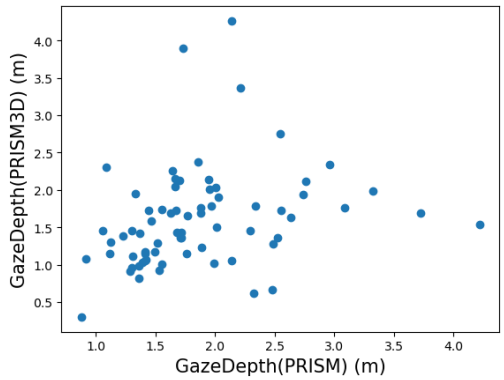


図 6　PRISM 型および PRISM３D 型の視覚刺激呈示時の Gaze Depth の散布図（ID1）．1 プロットは一つの図形のフリービューおよび各頂点を見ていた際の Gaze Depth 中央値である．

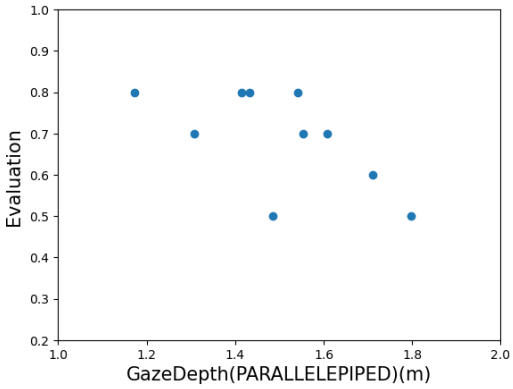


図 7　PARALLELEPIPED 型観察時の Gaze Depth 中央値と立体評価の散布図(ID1)．1 プロットは一つの図形を見ていた際の Gaze Depth 中央値およびその図形の立体評価である．

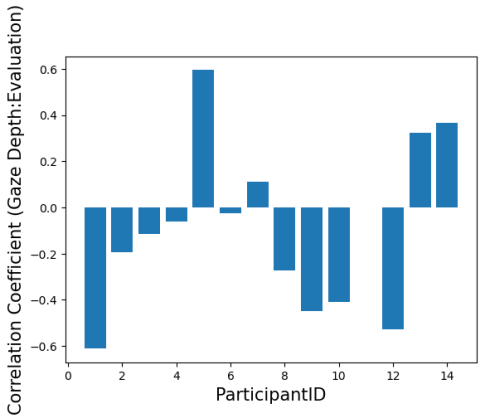


図 8　PARALLELEPIPED 型観察時の Gaze Depth 中央値と立体評価の相関係数を参加者ごとにプロットした図．実験参加者 ID11 はうまく視線データの収集ができていなかったため空欄となっている．

5.　考察

今回の実験で見られた実験データの重複については，実験アプリケーション側のリフレッシュレートに同期させたのが原因と考えられる．FOVE 0 の眼球画像の計算に同期させることで解決できると考えられる．

実験結果から Gaze Depth と主観的な立体性評価の相関性がみられたため立体知覚の客観評価に Gaze Depth が利用できるのではないかという示唆が得られた．しかしながら相関性の強度や正負は実験参加者によってばらつきがあること，本実験は VR 空間という実空間とはまた異なった環境下で実施していることを留意する必要がある．相関性の正負に一貫性がないことについては今回の視覚刺激は多義図形であるため理論上は二種類の図形に見える可能性があるため被験者によっては同一の図形を見ていても奥に広がっている図形として知覚している，もしくは手前に飛び出している図形として知覚しているなどその立体知覚の方向が異なる可能性がある．今後はさらに実験の条件を制御することや多義図形の知覚している図形が交代（switch）した瞬間の眼球運動をよりフレームレートが高い VR 機器を使い検証するなどの追加検証が必要となる．

参考文献

[1] L.A. Necker Esq. (1832) “LXI. Observations on some remarkable optical phænomena seen in Switzerland; and on an optical phænomenon which occurs on viewing a figure of a crystal or geometrical solid”, The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science, 1:5, pp.329-337

[2] Einhäuser, W., Martin, K.A.C. and König, P, (2004) “Are switches in perception of the Necker cube related to eye position?.”, European Journal of Neuroscience, Vol. 20, pp.2811-2818..

[3] 谷部好子, 藤波努, (2000) “３次元物体の認知過程における主体的操作の特徴について~ ネッカーキューブ操作行動に見られた共通点.”, ヒューマンインタフェースシンポジウム (2000), pp.483-486.

[4] 日髙昇平,高橋康介, (2021) “ネッカーキューブはなぜあの立体にみえるのか.”, 認知科学 28.1, pp.25-38.

[5] 谷部好子, 藤波努, (2001) “図形操作行動に見られる共通性-インタラクティブ不可能図形を用いた実験” ,インタラクション 2001.

[6] Unity Technologies , https://unity.com/ja/our-company

[7] 大庭 知也, 鈴木 凱, 黒木 春樹, 岡田 将吾, (2022) “マルチモーダル面接対話コーパスを用いた面接スキルと面接者の自信度の分析”, 人工知能学会全国大会論文集, 2022, JSAI2022 巻, 第 36 回

[8] https://support.fove-inc.com/the-fove-eye-tracker-every-field-explained-jp.html

謝辞

本研究は科研費基盤研究 B(一般) JP23H0369, 挑戦的研究(萌芽) JP22K19790, JST さきがけ JPMJPR20C9 の助成を受けて行われた。

自尊感情が歩行動作の自己評価に与える影響 —「自己である」という認識は評価に影響を与えるか—

The Influence of Self-Esteem on Self-Rating of Walking Behavior -Does the perception of "My Self" affect Self-Rating -

井坂　匡希[1]，谷本　花[2]，　坂本　晶子[3]，　阪田　真己子[2]
Masaki Isaka, Hana Tanimoto, Akiko Sakamoto and Mamiko Sakata

[1]同志社大学大学院，[2]同志社大学, [3]ワコール人間科学研究開発センター
Doshisha University Graduate Schools, Doshisha University, Wacoal Human Science Research & Development Center
ctmj0006@mail4.doshisha.ac.jp

概要

人が「自己」を評価する際には、それが自己に深く関わるものであるため、自尊感情や性別といった要素に影響され、客観的な評価が困難な可能性がある。本研究では外見的特徴を排除したスティックフィギュアの歩行アニメーションを使用し、その動作主を他者と想定している際と自己と想定している際に評価に差異が生じるかどうかを検証した。結果、同じ歩行アニメーションに対する評価であるにも関わらず、自尊感情の低い人や女性では自己想定の際に評価が低下した。

キーワード：アバタ, 自尊感情, 自己評価, 歩行

1. はじめに

自己の認識を形成する自己評価と自尊感情について、多くの研究がなされている。Harter（1985）は、自己に対する認識を自分の価値や存在に対する感情的評価である「自尊感情」と、自分の能力や性質に対する認知的な評価である「自己評価」に区別し、複数の領域の自己評価が自尊感情を形成するとしている。自尊感情と自己評価の関連を調査した研究も多く、山本ら（1982）では、優しさや容貌などの様々な自己評価と自尊感情が強く関連していることが示されている。中山・田中（2007）や藤瀬・古川（2005）は、自己視点と他者視点で自己に対する評価が自尊感情に与える影響を比較しており、他者からの評価を想像して行う他者視点の評価の方が自尊感情により多くの項目で影響を与えることを指摘している。また、岡田ら（2015）は日本人における自尊感情のメタ分析を行い、男性の方が女性よりわずかに自尊感情が高いことが報告している。

「自己」を評価する際には、評価を検討する行為自体が自分自身に強く関連するものであるため、客観的に評価することは困難であると考えられる。Rice et al.（2020）では、近年、Zoom 等のオンラインコミュニケーションにおいて、コロナ禍以前はほとんど目にすることのなかった発話中の自身の表情を長時間目の当たりにすることで、過度に自身の外見をネガティブに捉える身体醜形障害が急増したことを報告しており、これを Zoom 異形症（Zoom dysmorphia）と名付けた。Kuck et al.（2021）では身体醜形障害全般と自尊感情の高さの関係についてのメタ分析を行っており、自尊感情の低い人ほど身体醜形障害が重症になりやすい傾向を明らかにしている。つまり、自己の身体像を評価する際には、自分自身の価値や存在に対する感情的評価である自尊感情が参照されており、その影響で評価に歪みが生じている可能性がある。

自己の身体像に対する自己評価は主観的な自己視点の評価であるため、Zoom 異形症のようなネガティブなバイアスが生じている可能性があるが、対象となる自己から「自己である」という認識を排除した客観的な評価との相違について定量的に検証した例は殆どない。そこで本研究では、自己評価の対象となる自己から「自己である」という認識を排除することによって、それが「自己である」ことをわかっている状態とどのように異なるか、またその認識が自尊感情の高低に影響を受けるか、性別によってどのように異なるかを明らかにすることを目的とする。

2. 方法

2.1 実験参加者

本研究は 10 代〜50 代の男女 103 名（M = 27.213 歳, SD = 13.216）を対象に実験を実施した。

2.2 実験刺激作成

属性や自尊感情に関する質問紙調査を行った上で、12 メートルの歩行路を歩行する参加者の姿をビデ

オ収録した。次に、歩行映像からOpen Pose（Cao Z. et al, 2018）で姿勢推定した二次元座標データを抽出し、それを元にスティックフィギュアの歩行アニメーションを作成した（図1）。

自尊感情の測定には齊藤（2006）を参考にRosenberg（1965）をもとにした自尊感情尺度（RSES）を用いた。回答は「まったく当てはまらない」～「非常に当てはまる」までの7件法で全10項目あった。

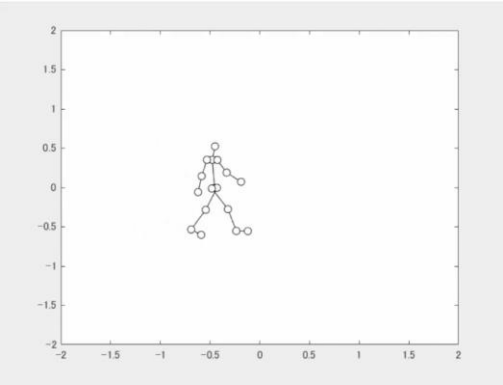


図1　歩行アニメーション

2.3　実験手続き

歩行映像の収録から約 10 日後にオンラインによる歩行評価実験を実施した。まず1段階目として、他者の歩行評価を行う旨を教示した上で、3 人分の歩行アニメーションを順に提示し、提示刺激ごとに歩行について100点満点で評価を求めた。2段階目として、次は参加者自身の歩行である旨を教示し、参加者本人の歩行データに基づくアニメーションを提示して、100点満点にて評価を求めた。なお、1段階目に提示した3人分の歩行のうち、2人目の歩行は実際には参加者本人のものであった。つまり、参加者は自身の歩行アニメーションを1段階目では他者と想定して評価し、2 段階目では自己であると想定して評価したことになる。なお、歩行評価実験に参加できなかった11名を除き、92人の参加者の参加者のデータをデータ分析に用いた。

3.　結果

3.1　自尊感情高低の基準

Rosenberg（1965）の自尊感情尺度データについて、各人の得点の合計値の平均（約 45.5 点）を参考に、45点以下の参加者を「自尊感情低群」、46点以上の参加者を「自尊感情高群」と定義した。菅（1984）やSchmitt & Allik（2005）では、4件法10項目の自尊感情尺度で日本人の健常者の RSESの平均得点が25点前後であると報告している。4件法10項目における25点は7件法10項目で43.75点であり、本研究での自尊感情の高低を決める45.5点も妥当な範囲であると考えられる。

3.2　自尊感情の男女差

岡田ら（2015）のメタ分析で自尊感情における性差が見られたことから、男性と女性の自尊感情得点に差異が見られるかどうかを検証するために t 検定を行った。結果、男性と女性の自尊感情得点の平均値に差異は見られなかった（$t(90) = 1.356, p = .178$）。

3.3　想定する動作主の違いと歩行評価

外見的特徴を排した参加者本人の歩行アニメーションに対して、動作主を他者と想定した場合と自己と想定した場合で評価に差異が生じるか、また自尊感情や性別により影響が生じるかを検証した。

3.3.1　自尊感情

歩行アニメーションの動作主を他者と想定しているか自己自身と想定しているかによって、歩行に対する評価得点に差異が生じるか、またその差異に自尊感情の高低が影響するかを確かめるために、従属変数を歩行に対する評価得点、独立変数を想定動作主（他者想定・自己想定：参加者内）および自尊感情（自尊感情高群・自尊感情低群：参加者間）とした2要因分散分析を行った。その結果、5%有意水準で交互作用（$F(1,90) = 4.655, p = .034$)が認められた。単純主効果検定の結果、自尊感情低群は他者想定の評価よりも自己想定の評価の方が有意に歩行評価得点が低いことが明らかとなった（$F(1, 47) = 9.242, p = .004$）。一方で自尊感情高群では他者想定でも自己想定でも評価に差異が生じなかった（$F(1, 43) = .024, p = .878$）。図2に各水準における平均値を示す。

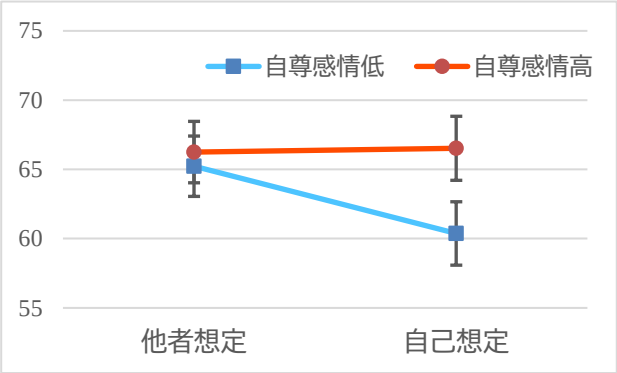


図 2　自尊感情の高低と想定動作主の違いによる歩行評価

3.3.2　性別

歩行アニメーションの動作主を他者と想定しているか自己自身と想定しているかによって、歩行に対する評価得点に差異が生じるか、またその差異に性別が影響するかを確かめるために、従属変数を歩行に対する評価得点、独立変数を想定動作主（他者想定・自己想定：参加者内）および性別（男性・女性：参加者間）とした 2 要因分散分析を行った。その結果、5%有意水準で交互作用（$F(1,90)=4.294, p=.041$）が認められた。単純主効果検定の結果、女性は他者想定の評価よりも自己想定の評価の方が得点が低下することが明らかとなった（$F(1,56)=7.782, p=.007$）。一方で男性では他者想定でも自己想定でも評価に差異が生じなかった（$F(1,34)=.164, p=.688$）。図 3 に各水準における平均値を示す。

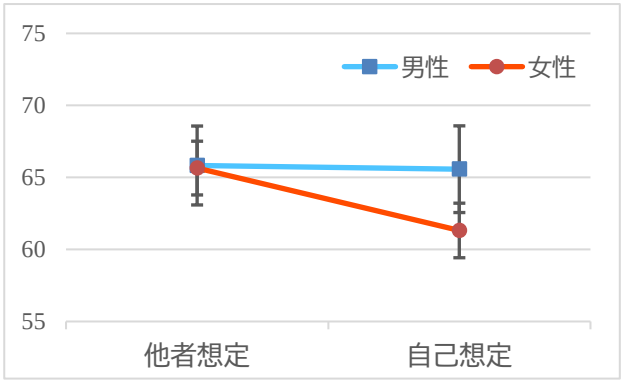


図 3　性別と想定動作主の違いによる歩行評価

4.　考察

実験の結果、自尊感情の低い人は、同じ歩行アニメーションに対する評価であっても、動作主を他者だと想定しているときよりも、自己自身と認識したときの方が評価が低下することが明らかとなった。また、女性は自己という認識によって自己評価が低下することが明らかになった。

歩行アニメーションは映像などと異なり、自分の顔や容姿がわからない「自己」が排除されたものであると考えられるが、教示により「自己」というラベルがつけられることによって自尊感情が参照され、評価に影響が生じたと考えられる。佐藤（2001）では自尊感情が低い人は自己嫌悪感を抱きやすいとされており、本研究における自尊感情の低い参加者は「自己」の歩行であるという認識から自己嫌悪感が発生し、評価を低下させたと考えられる。また、Banakou et al.（2018）では、VR 環境においてアインシュタインのアバタを使用することで認知成績が向上し、特に RSES のスコアが低い参加者はスコアが高い参加者に比べて成績向上効果が高くなることが報告されている。これより、自尊感情の低い人は日常的に自身の顔や姿から生じる劣等感や嫌悪感によるバイアスに囚われていることが考えられ、アバタを使用してバイアスや身体の制約から解放されることで、本来の評価や能力を発揮しやすくなる可能性が高いといえる。

先行研究では男性よりも女性の方がわずかに自尊感情が低くなる傾向が示されていた（岡田ら（2015）、Feingold（1994）など）が、本研究では実験参加者の自尊感情において性差は認められなかった。一方で、女性において外見的特徴を排除した歩行アニメーションを使用した自己評価に対して、自己想定の際に他者想定よりも得点が低下した。Zeigler-Hill（2013）は特に青年期の女性は自身の外見に対する肯定的な態度が低いこと、性役割として謙虚さの規範が存在することなどを報告している。これをふまえると、女性は自己であるという認識により、自身の外見に対する肯定的な態度の低さや性役割として謙虚さの規範が参照され、男性に比べて自己の歩行に対して高い得点をつけることを躊躇した可能性が考えられる。

5.　まとめと課題

本研究は、自己評価の対象となる自己から「自己である」という認識を排除することによって、それが「自己である」ことを理解している状態とどのように異なるか、またその認識が自尊感情の高低や性別によってどのように影響を受けるかを明らかにす

ることを目的としていた。実験の結果、自尊感情の低い人は、歩行動作を他人のものと想定している場合と異なり、自身のものと認識した際に評価が低下するという傾向が示唆された。また、女性は男性に比べて自己という意識に影響されやすいことが示唆された。つまり、自尊感情の低い人や女性は自身の自尊感情に影響され、実際以上に自身を過小評価してしまう傾向があるといえる。これをふまえ、歩行アニメーションやアバタ等で自尊感情に影響されない本来の評価を提示することで、自尊感情の低い人や女性の自身の過小評価を軽減し、心理療法などに活用することが可能であると考えられる。

本研究の課題は 2 つある。1 つ目は参加者の偏りである。本研究は 20 歳前後の大学生 74 人と 40 代 50 代の中高年層 20 名で研究を行っており、20 歳前後の参加者の方が多いほか、30 代の参加者が存在せず限定的な年齢層に対する結果となっている。また、中高年層には女性しか存在せず、性別の傾向にも疑義が残るため、より細かい年齢層において男女それぞれを対象としてさらなる検証を行う必要がある。2 つ目の課題は実験条件の統制についてである。本研究では実験終了後の自由記述で自己の歩行アニメーションと教示される前から自己の歩行であると気づいたと記述した参加者もいた。操作チェック項目を設定するなどして、他者想定か自己想定かを厳密に確認した追試を行う必要がある。

文献

[1] Banakou, D., Kishore, S., & Slater, M. (2018). “Virtually being Einstein results in an improvement in cognitive task performance and a decrease in age bias.” Frontiers in psychology, 9, 917.

[2] Cao, Z., Simon, T., Wei, S. E., & Sheikh, Y. (2017). “Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields.” In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 7291-7299).

[3] Feingold, A. (1994). “Gender differences in personality: a meta-analysis.”, Psychological bulletin, 116(3), 429.

[4] 藤瀬文子・古川久敬, （2005）”自尊感情と自己認知との関係性：他者からみられている自己に着目して”, 九州大学心理学研究, 第 6 巻, pp.189-197

[5] Harter, S.（1985）. “Manual for the self-Perception Profile for Children.” Unpublished manuscript, University of Denver.

[6] 中山奈央・田中真理（2007）,“児童の自身が思う自己評価及び他者に映る自己評価が自尊感情に与える影響”, 教育ネットワークセンター年報, 第 7 号, pp.45-57

[7] Kuck, N., Cafitz, L., Bürkner, P. C., Hoppen, L., Wilhelm, S., & Buhlmann, U. (2021). “Body dysmorphic disorder and self-esteem: a meta-analysis.” BMC psychiatry, 21(1), 310.

[8] 岡田涼, 小塩真司, 茂垣まどか, 脇田貴文 & 並川努（2015）, “日本人における自尊感情の性差に関するメタ分析”, 第 24 号, 第 1 号, pp.49-60

[9] Rice, S. M., Siegel, J. A., Libby, T., Graber, E., & Kourosh, A. S. (2021). “Zooming into cosmetic procedures during the COVID-19 pandemic: the provider’s perspective.”, International Journal of Women's Dermatology, 7(2), 213-216.

[10] Rosenberg, M. (1965). “The measurement of self-esteem, society and the adolescent self-image.” Princeton, 16-36.

[11] 齊藤勇（2006）, “日本人の自己呈示の社会心理学的研究：ホンネとタテマエの実証的研究”, 誠信書房

[12] 佐藤有耕（2001）, “大学生の自己嫌悪感を高める自己肯定のあり方”, 教育心理学研究, 49 巻 3 号, pp.347-358

[13] Schmitt, D. P., & Allik, J. (2005). “Simultaneous administration of the Rosenberg Self-Esteem Scale in 53 nations: exploring the universal and culture-specific features of global self-esteem.” Journal of personality and social psychology, 89(4), 623.

[14] 菅佐和子. (1984). “SE (self-Esteem) について.” 看護研究, 17(2), 21-27.

[15] 内田知宏・上埜高志（2010）, “Rosenberg 自尊感情尺度の信頼性および妥当性の検討 ―Mimura & Griffiths 訳の日本語版を用いて―”, 東北大学大学院教育学研究年報, 第 58 集, 2 号, pp.257-266

[16] 山本真理子・松井豊・山成由紀子（1982）, “認知された自己の諸側面の構造”, 教育心理学研究, 30 巻 1 号, pp.64-68

[17] Zeigler-Hill, V. (Ed.). (2013). “Self-esteem”. Psychology Press. (Vol. 1), pp.1-20

自動生成された楽曲による効果的なインターバル速歩の誘導
Guiding Effective Interval Walking with Automatically Generated Music

大谷 紀子†，竹屋 桃花‡
Noriko Otani, Momoka Takeya
† 東京都市大学，‡ 日本電気株式会社
Tokyo City University, NEC Corporation
otani@tcu.ac.jp

概要

最大体力の 40%以下での「ゆっくり歩き」と 70%以上での「速歩き」を交互に繰り返すインターバル速歩は，普通歩行より筋力増強や最高酸素摂取量増加に有効であることが示されており，体力向上をはじめとするさまざまな効果が見込まれる．しかし，高い効果を得るためには歩行速度と時間の管理，および継続が必要となる．本研究では，インターバル速歩における運動効率と楽しさの向上を目的とし，効果的なインターバル速歩を誘導する楽曲の生成手法を提案する．

キーワード：インターバル速歩, 自動作曲

1. はじめに

能勢 [1] により安価で容易に中高年が体力向上を達成できる個別運動処方システムが開発された．本システムの特徴のひとつであるインターバル速歩は，最大体力の 40%以下での「ゆっくり歩き」と 70%以上での「速歩き」を交互に繰り返すウォーキング方法であり，3 分間のゆっくり歩きと 3 分間の速歩きを 1 セットとして，1 回 5 セットを週に 4 日の頻度で 5 か月続けることが推奨されている．1 日 1 万歩を目標とした普通歩行と比べて，筋力増強や最高酸素摂取量増加に有効であることが示されており，体力向上に加え，骨密度の増加，生活習慣病リスクの低減，鬱の改善などの効果が期待されている．しかし，高い効果を得るためには，歩行速度と時間の管理，および継続が必要となる．

また，運動効率向上には音楽も効果的であることが知られている．音楽は，雰囲気を作ったり不快音を遮断したりするだけでなく，運動時の動作と心拍，呼吸のリズムを同期させたり [2]，無駄な力を抜いてエネルギー代謝や運動効率を高めたりもする．好みの音楽を聴くと報酬系と快楽系の神経が刺激を受けてドーパミンが放出されるため，快感や多幸感が得られ，運動時の負担が軽減される [3]．インターバル速歩をはじめとする運動の際に聴くための音源が広く提供されているが，音楽を聴いて抱く印象や湧き起こる感情は個人ごとに異なるため，一般向けの音源が各個人にとって有効とは限らない．同じ曲を聴き続けると飽きて効果が薄れる可能性もある．

本研究では，インターバル速歩における運動効率と楽しさの向上を目的とし，効果的なインターバル速歩を誘導する楽曲の生成手法を提案する．評価実験では，実験協力者の好みの既存曲との対比により，提案手法により生成された楽曲の有用性を示す．

2. 個人の感性に即した楽曲の生成手法

インターバル速歩の効果を向上させるためには，適切に歩くことに加え，継続することも重要である．好みの楽曲を聴くことで快感や多幸感が得られ，運動時の負担が軽減されることから [3]，自身の感性に即した楽曲を聴きながら歩くことで歩行を楽しく感じ，継続性が高まると考えられる．以上より，本研究での提案手法は，個人の感性に即した楽曲を生成する先行研究の手法 [4][5] をベースとする．

先行研究の手法では，生成目的に応じて指定された既存曲をもとに新しい楽曲を生成する．既存曲，および生成される楽曲は，ともにメロディ，和音進行，ベースパートから構成される 4/4 拍子の楽曲である．メロディを構成する音の最小音価は 1/4 拍，和音進行を構成する和音の最小音価は 1 拍とする．楽曲生成手順を図 1 に示す．最初に，入力された既存曲を学習データとして感性モデルを獲得する．感性モデルはメロディと和音進行に関する頻出パターンの集合であり，入力曲に共通する特徴を表す．次に，感性モデルに合致し，基本的な音楽理論に従う和音進行とメロディテンプレートを進化計算アルゴリズムにより生成する．メロディテンプレートは，メロディを構成する各音の発音タイミングと音価，および先行音に対する音高の変化を表す．和音進行と先行音に対する音高変化の情報に基づいてメロディの音高を決定するとともに，和

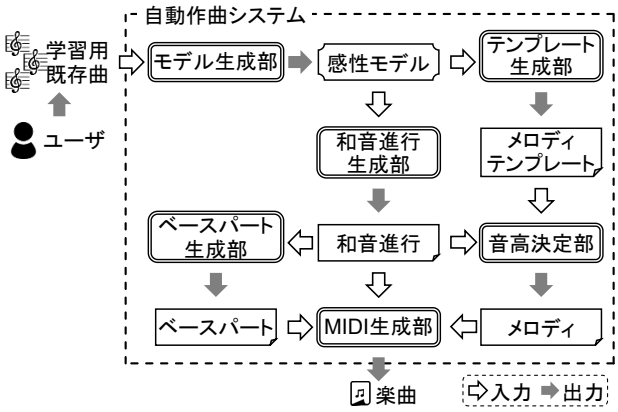


図 1　楽曲生成手順

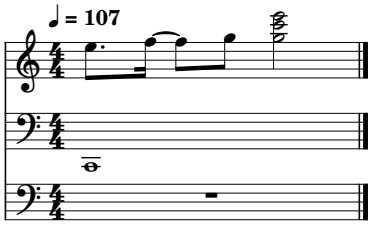


図 2　ジングル

音進行に含まれる各和音の最低音を 1/2 拍で鳴らしてベースパートとする．最後に，和音進行，メロディ，およびベースパートを合わせて楽曲を完成させる．

3.　インターバル速歩用楽曲の生成手法

3.1　楽曲の構成

提案手法では，先行研究における手法と同様に，メロディ，和音進行，ベースパートで構成される 4/4 拍子の楽曲を生成する．楽曲に合わせて歩くとインターバル速歩が行えるよう，曲の長さは約 30 分間とし，ゆっくり歩き用の 3 分の曲と速歩き用の 3 分の曲を交互に 5 つずつ並べる．ゆっくり歩きと速歩きの切替え部には，20m シャトルランの音源を参考に制作したジングルを挿入する．図 2 にジングルの譜面を示す．

3.2　テンポと小節数

心拍と運動の同期現象を鑑み，曲のテンポはカルボーネン法により算出された目標心拍数と同じ値に設定する．安静時心拍数が h_r である a 歳の人が運動強度 x%で運動するときの目標心拍数 $H_t(h_r, a, x)$ は，式 (1) により算出される．

$$H_t(h_r, a, x) = \{(220 - a) - h_r\} \times \frac{x}{100} + h_r \quad (1)$$

全身持久性のエネルギーは酸素摂取量によって規定されることから，ある運動を続けたときの単位時間あたりの酸素摂取量が，最大酸素摂取量 VO_2max の何%にあたるかで運動強度を決めることができる [6]．VO_2max は個人が単位時間あたりに摂取できる最大の酸素量であり，徐々に負荷をかけたときの呼気を分析して酸素摂取量を測定し，それ以上酸素摂取量が増えないレベリングオフが観察されたときの酸素摂取量を VO_2max とする．しかし，レベリングオフが観察されない場合もあるため，運動終了時までの最高酸素摂取量 VO_2peak を VO_2max として扱うことが多い．一方，能勢は VO_2peak を最大体力として扱っている．したがって，インターバル速歩における 40%と 70%の最大体力は，40%と 70%の運動強度ととらえることができるため，安静時心拍数が h_r である a 歳の人のゆっくり歩き用の曲のテンポを $H_t(h_r, a, 40)$ BPM，速歩き用の曲のテンポを $H_t(h_r, a, 70)$ BPM とする．生成する楽曲は 4/4 拍子であることから，ゆっくり歩き用の曲は $H_t(h_r, a, 40) \times \frac{3}{4}$ 小節，速歩き用の曲は $H_t(h_r, a, 70) \times \frac{3}{4}$ 小節となる．

3.3　発音タイミングと音量

表拍に合わせて歩くと歩きやすい [7] ことから，メロディとベースパートでは足を出すタイミングで音が鳴るようにする．メロディテンプレートは，1/4 拍分のメロディのリズムと音高変化を表す整数が曲全体の拍数 ×4 個並んでいる整数列である．各値は −1, 0, 1, 2, 3 のいずれかであり，それぞれ該当する箇所において音を鳴らさないこと，先行音を延長して音を鳴らすこと，先行音より高い音を鳴らし始めること，先行音と同じ音を鳴らし始めること，先行音より低い音を鳴らし始めることを意味する．すなわち整数が 1〜3 の箇所で音が鳴り始める．メロディテンプレートを生成する際には，すべての拍の先頭，すなわち $4n+1$ 番目（n は 0 以上の整数）の整数が 1〜3 のいずれかになるようにする．また，和音進行に含まれる各和音の最低音を 1 拍で鳴らしてベースパートとする．さらに，和音とメロディに比べてベースパートの音量を大きく設定し，低音を際立たせて聴き取りやすくする．

3.4　音数

音数が多くなると，足を出すタイミング以外に多くの音が鳴り，リズムに合わせたウォーキングが困難になる．一方で，足を出すタイミングだけに音が鳴るようにすると，リズムが学習用既存曲から獲得された感性モデルに合致しない可能性が高くなり，結果として好みの楽曲が生成されなくなる．以上を鑑み，各モチーフで次の 2 条件が満たされるようにする．モチー

フとは楽曲の最小構成単位であり，一般的に 2 小節として扱われる．

- 音数が 12〜20 におさまる．
- 1/4 拍の音が 4 つ以上連続しない．

2 小節には 1/4 拍の音が最大で 32 個入ることから，音数の 12〜20 は中央値 16±12.5% ということになる．メロディテンプレートを進化計算アルゴリズムで生成する際，上記の条件を満たしていない解候補の評価値が小さくなるようにする．

4. 評価実験

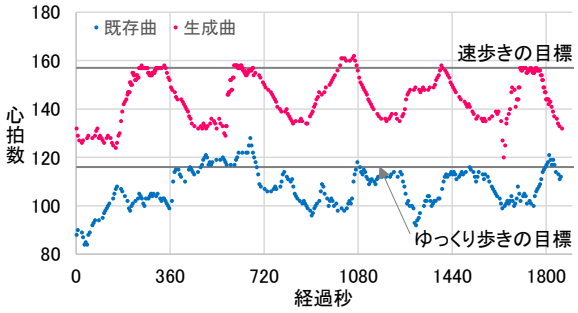
4.1 方法

12 名の実験協力者を対象に実験を実施した．まず，協力者の年齢，安静時心拍数，好みの学習用既存曲を調査し，協力者ごとにインターバル速歩用楽曲を生成する．次に，協力者に対し，スマートフォンで好みの既存曲を聴きながら 2 回，生成曲を聴きながら 2 回，Fitbit Charge 5 を手首に装着してインターバル速歩を行うよう指示する．Fitbit Charge 5 は，心拍数や血中酸素の分布状況，睡眠ステージ，ストレス状況などを記録できる健康管理トラッカーである．既存曲を聴く際には，タイマーアプリによるベルでゆっくり歩きと速歩きの切り替えタイミングを知らせる．4 回の歩行の終了後，アンケート形式で生成曲の好みの度合いと，生成曲を用いたインターバル速歩の容易さに関して，5 を最高評価とする 1〜5 の 5 段階評価で回答させるとともに，継続可否，既存曲と比較して楽しいか，歩きやすいか，疲れるかについて回答させる．加えて，各回答について理由を記述させる．

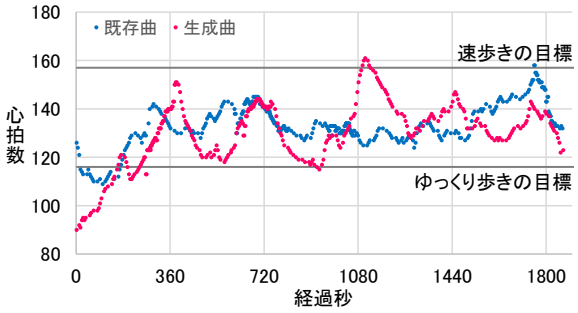
4.2 結果

各協力者の年齢，目標心拍数，アンケート結果を表 1 に示す．生成曲の好み度合いに関して最高評価値を付けた協力者はおらず，評価は割れたが，生成曲を用いたインターバル速歩の容易さに関しては多くの協力者が高評価を付けた．また，生成曲を聴くほうが既存曲を聴くより歩きやすいが，楽しさに欠け，疲れるという傾向がみられた．

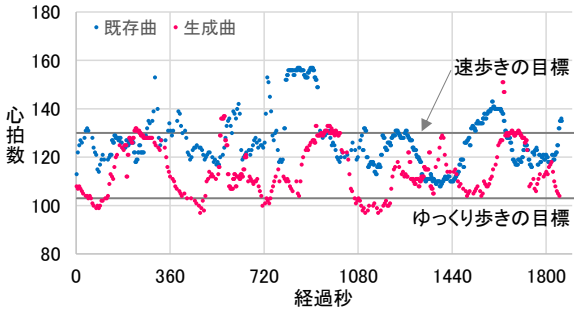
協力者 C，D，L が既存曲と生成曲を聴きながら歩いたときの心拍数の変化を図 3 に示す．いずれの協力者においても，生成曲を聴いて歩いたときに心拍数が大きく 5 回，上下に変動しており，既存曲を聴いたときと比較して，最大心拍数と最小心拍数がそれぞれ速歩きとゆっくり歩きの目標心拍数に近くなっている．以上より，生成曲により効果的なインターバル速歩が誘導できているといえる．



(a) 協力者 C



(b) 協力者 D



(c) 協力者 L

図 3 心拍数の変化

生成曲を用いたインターバル速歩が容易である理由としては，テンポが一定である点，足を動かすタイミングがわかりやすい点，テンポの切替えがわかりやすく，ゆっくり歩きか速歩きかを考えなくても良い点が挙げられた．歩きやすさについても同様の理由が挙げられたほか，「ウォーキング用 BGM として変に主張が強くなく，それでいてリズムがしっかりしていた」，という意見も得られた．

疲労度については，10 代と 20 代の協力者全員が生成曲を聴いたほうが疲れると回答した．理由として，9 名中 8 名の協力者から速歩きのテンポが速すぎる点が挙げられた．逆に，50 代の協力者からは，ゆっくり歩きのテンポが遅すぎるとの指摘があった．図 3(a), (c) において，20 代の協力者 C の心拍数は生成曲を聴くほうが既存曲を聴くより全体的に高いが，60 代の協力者 L の心拍数は生成曲を聴くほうが低いことか

表 1　協力者の年齢，目標心拍数，アンケート結果

ID	年齢	目標心拍数		生成曲の好み度合い	生成曲を用いたインターバル速歩に対する感想				
		ゆっくり歩き	速歩き		容易さ	継続	既存曲を聴くより		
							楽しい	歩きやすい	疲れる
A	10 代	120	160	4	5	可		○	○
B	20 代	115	156	2	4	不可			○
C		116	157	4	5	可		○	○
D		116	157	2	2	不可		○	○
E		117	157	2	4	可		○	○
F		118	158	2	5	不可		○	○
G		120	159	4	4	不可		○	○
H		122	160	4	5	不可		○	○
I		123	160	4	5	可		○	○
J	50 代	107	138	4	5	可	○	○	
K		108	136	3	4	可		○	○
L	60 代	103	130	1	5	可	○	○	

らも，目標心拍数が若年層にとっては高く，高齢層にとっては低い傾向にあることがわかる．協力者 C と目標心拍数が同じ協力者 D は，協力者 C ほど既存曲を聴いたときの心拍数は低くないが，生成曲を用いたインターバル速歩の容易さに対して「速歩きのテンポが限界寸前でリズムに乗れなかった」，継続できない理由として「テンポが速すぎる」と述べており，生成曲のテンポ，すなわち目標心拍数の高さが低評価につながったと考えられる．

生成曲を用いたインターバル速歩は継続不可と回答した他の協力者は，疲労度のほかに，「歩くことが目的になって楽しく続けられない」，「既存曲のようにモチベーションが上がる楽曲でないと継続できない」と述べた．一方，継続可と回答した協力者は，「曲のリズムが一定であり，ウォーキングに適している」，「既存曲と比べ歩く速度に対する意識が強まるので，運動効率も良く運動効果がでそう」，「BPM の切替えタイミングもとてもスムーズに移行できますし，歩くタイミングもベースが先導してくれるので歩きやすい」などと述べた．また，両協力者から，生成曲が 1 種類だと飽きるので日替わりにすべきなどの提案があった．

5. おわりに

本研究では，インターバル速歩における運動効率と楽しさの向上を目的とし，効果的なインターバル速歩を誘導する楽曲の生成手法を提案した．評価実験におけるアンケート結果，および心拍数の変化の状況から，提案手法により生成された楽曲はインターバル速歩の誘導という観点において一定の効果があるといえる．インターバル速歩が中高年向けの個別運動処方システムの一部であることを考えると，評価実験で高齢層におおむね好評だった点は評価に値するが，より幅広い年齢層に対応するためには，曲のテンポを個人に合わせて設定できるようにするなどの工夫が必要である．また，継続性の向上に向けて，曲を個人の好みにより近づけ，楽しさを増大させることが重要である．

文献

[1] 能勢博, (2012) “メリハリをつけて歩くインターバル速歩－その方法と効果のエビデンス－” 日本顎口腔機能学会雑誌, Vol. 19, No. 1, pp. 1–9.
[2] 竹内真太, 西田裕介, 美津島隆, (2011) “心拍-呼吸-運動リズム間の同期現象の誘発は歩行中の体循環系と肺循環系へ影響を及ぼす” 第 46 回日本理学療法学術大会抄録集, Vol. 38, Suppl. No. 2, PF2-018.
[3] L. Ferreri, E, Mas-Herrero, R.J. Zatorre, et al., (2019) “Dopamine Modulates the Reward Experiences Elicited by Music” Proc. the National Academy of Sciences, Vol. 116, No. 9, pp. 3793–3798.
[4] N. Otani, S. Shirakawa, et al., (2016) “Design of Populations in Symbiotic Evolution to Generate Chord Progression in Consideration of the Entire Music Structure” Principles and Practice of Multi Agent Systems, pp. 143–154.
[5] 大谷紀子, (2018) “個人の感性に即した自動作曲とその応用” 先端芸術音楽創作学会会報, Vol. 10, No. 2, pp. 15–17.
[6] 菅野俊郎, (1985) “体育科の運動強度（VO_2max・HR・RPE）からみた教材分析について” 岩手大学教育学部附属教育工学センター教育工学研究, Vol. 8, pp. 67–85.
[7] 石田篤史, (2010) “BGM のリズムがウォーキングに与える影響の観測” 中央大学大学院研究年報理工学研究科編, Vol.40.

自律感覚絶頂反応がもたらす不快感の決定打を探る —嫌悪感受性と社会不安に着目した探索的研究—

Exploring the determinants of emotion evoked by autonomous sensory meridian response: Exploratory research focusing on disgust sensitivity and social anxiety

内川 乃天[†*], 佐々木 恭志郎[†**]
Noa Uchikawa and Kyoshiro Sasaki

[†]関西大学
Kansai University
* uchikawanoa@icloud.com **kyoshiro0920@gmail.com

概要

本研究は自律感覚絶頂反応 (ASMR) を喚起する刺激がもたらす感情印象がヒトのどのような内的特性と関連するかについて検討した. 結果として, 高い嫌悪感受性や社会不安傾向を持つ人ほどASMR喚起刺激を不快に評価する傾向があることが示唆された. これらの結果から, 他者からの接触に対する回避反応がASMR喚起刺激のもたらす不快感の背景にあるという仮説を生成した. ただし, 調査方法の限界や刺激の種類による影響も考慮する必要があり, 確証的研究に移る前に慎重な議論が必要とされる.

キーワード：自律感覚絶頂反応 (autonomous sensory meridian response), 嫌悪感 (disgust), 対人恐怖 (anthropophobia)

1. はじめに

我々が体験する感情は, さまざまな感覚入力によりもたらされる. 写真などの視覚刺激や音楽を始めとする聴覚刺激も漏れずにそうである. さらに, 視覚・聴覚が互いにインタラクトして, 感情処理に影響することもある [e.g., 1]. 近年, 視聴覚刺激 (動画) が入力されることで背筋あたりがゾクゾクとする感覚が生じることが指摘されており, 社会的に話題になっている. この感覚は, 自律感覚絶頂反応 (autonomous sensory meridian response: ASMR) [2] と呼ばれている. ASMRを喚起する刺激を視聴すると, ASMRとともに感情が誘発される. これらは「癒やし」のようなポジティブなものもあれば, 嫌悪のような不快感の場合もある [3]. このような両極の感情印象を生む要因はなんだろうか. 本研究では, 特に不快感情にスポットを当てながら, これらの感情印象を左右する個人の内的特性を探索的に検討した.

嫌悪感は特定の誘発子によって喚起される [4]. 誘発子の種類については, さまざまな切り口があるものの, その一例として「中核嫌悪」「動物性嫌悪」「汚染嫌悪」という 3 つの領域で分けることもある. 中核嫌悪は食物や排泄物など原始的な嫌悪誘発子由来の嫌悪であり, 動物性嫌悪は身体損壊や死, 性行為など人間の動物的側面を思い起こさせられた際に生じる嫌悪である. 汚染嫌悪は, 衛生状態や疾病への感染などがトリガーとなって起こる嫌悪である. それぞれの感受性については, 日本語版嫌悪尺度 [4] (DS-R-J) によって測定可能である. つまり, DS-R-J を用いることで, どの嫌悪の感受性がASMR喚起刺激の不快感に関与するかを検討することができる.

ASMR の喚起刺激は, たびたび食事中の咀嚼や耳を舐められるなどの状況やそれに類する文脈である. これらに共通する特徴の一つとしては, 他者の存在, 特に近接状態である. もしかしたら, ASMR の喚起刺激を視聴することで他者と近接した状況が想起され, 不快感が喚起されているのかもしれない. そうした社会的場面の回避に関わる特性の一つは, 社会不安である[5]. こうした社会不安の個人差については, Social Avoidance and Distress Scale (SADS) で測定することができる. もし他者と近接した状況の想起がASMR喚起刺激の不快感に関与しているならば, SADS の程度が高いほどASMRの喚起刺激への不快感が高くなるだろう.

本研究では, ASMR 喚起刺激の不快感に関与する個人特性について検討する. 特に, 嫌悪感受性と社会不安の観点から検証する. 現状では, 明確な仮説を設定することは困難であるため, 探索的研究を行い, 結果から仮説の生成を試みる.

2. 方法

参加者　本研究は, 主に探索的研究であった. サンプルサイズについても, リソース上可能な範囲で設定を行った. Yahoo!クラウドソーシングにて, 1,000 名という

表 1. 各刺激の感情評価値の平均と標準偏差

	ASMR 喚起刺激									
	オイルマッサージ	風呂の水	シャワー	シャンプー	ドライヤー	ハサミ	ボディーブラシ	耳かき	耳マッサージ	蛇口
平均	3.64	5.65	3.64	5.65	3.64	5.65	3.64	5.65	3.64	5.65
標準偏差	1.13	1.09	1.01	1.27	0.98	1.23	1.18	1.16	1.15	1.06

設定で参加者を募集した．結果として，1,594 名が参加した．

刺激・装置・尺度　本研究は web 上で実施した．刺激の呈示およびデータの取得には，jsPsych [6] および Cognition (https://www.cognition.run/) を利用した．

刺激については，フリーの ASMR 音源素材およびフリーの画像素材を用いた．これらの音源と画像が同時に，同じ時間 (0.5 秒のフェードインおよびフェードアウトを含む 5 秒) の長さ呈示される mp4 ファイルを作成し，刺激として用いた．音源と画像は文脈が一致するように構成された．なお，用意した文脈は 11 種類 (オイルマッサージ，風呂の水が流れる音，シャワー，シャンプー，ドライヤー，ハサミ，ボディーブラシ，耳かき，耳マッサージ，蛇口，炭酸) であった．

本研究では，DS-R-J [4] および SADS [5] を使用した．DS-R-J は，18 項目からなり，文の内容についてどの程度当てはまるかを 5 件法で回答する項目と，文の内容からどの程度嫌悪感を抱くのかを 5 件法で回答する項目で構成されていた．SADS は 28 項目で構成されており，いずれも不安の存在や不在を問う質問項目であり，2 件法で回答するものであった．

手続き　実験では，参加者は最初に刺激が喚起する不快感を 7 件法 (1:非常に不快, 7:非常に快) で評価した．手抜き回答者 (satisficer) を検出するために Directed Questions Scale (DQS) を設置した [e.g., 7]. 具体的には，無関係な刺激を呈示し，カーソルを右端に移動させた上で回答ボタンを押すように求めた．刺激の呈示順序は，DQS 含めて参加者間でランダムであった．その後，DS-R-J および SADS に回答した．

分析計画　DQS に誤答した参加者は除外した．加えて，IP アドレスが重複していた参加者については，複数回実験を受けている可能性が考えられたため除外した．まず，各刺激の評定値の平均と標準偏差を算出した．さらに， ASMR 刺激への感情反応と年齢，嫌悪感受性，社会不安の関連性を検討するために，刺激の感情評価値，DS-R-J の尺度得点，SADS の尺度得点の間で相関分析を実施することを予定していた．それらの相関分析の結果に基づいて，さらなる分析を計画した．本研究は探索的研究であるため，統計的有意性を基にした議論は原則的には避ける (ただし，参考のために一部の分析については仮説検定を行い，p 値についても報告はした)．

3. 結果

分析計画に記載した基準で除外を行った結果，754 名のデータを有効データとして扱った．各刺激の評定平均値と SD を表 1 に示す．相対的に耳かき (M = 3.038) や耳マッサージ (M = 3.192)，オイルマッサージ (M = 3.642) の刺激が不快に，風呂の水が流れる音 (M = 5.647) や炭酸 (M = 5.362) が快な音に評価されていた．

年齢と ASMR 刺激の評定値の間で相関分析を行ったところ，顕著な相関は見られなかった (r = -.035, 95%CI = [-.106 − .037], p = .342)．DS-R-J の総得点および各因子得点と ASMR 刺激の評定値の間については，いずれも相関係数の絶対値は小さかった (中核嫌悪: r = -.075, 95%CI = [-.146 − -.004], p = .039; 動物性嫌悪: r = -.112, 95%CI = [-.182 − -.041], p = .002; 汚染嫌悪: r = -.115, 95%CI = [-.185 − -.044], p = .001; 総得点: r = -.120, 95%CI = [-.190 − -.049], p < .001)．加えて，SADS と刺激の評定値の間も相関係数の絶対値は小さかった (r = -.076, 95%CI = [-.146 − -.004], p = .038)．

4. 考察

本研究では，さまざまな ASMR 刺激がどのような感情印象を持ち，さらにそれらがどのような内的特性と

関連するかを検討した．刺激ごとの評定値 (表 1) を算出したところ, 耳かきや耳マッサージ, オイルマッサージの刺激が相対的に不快に評価される傾向にあった．これらに共通する特徴は何だろうか．考えられる一つとしては，いずれも他者による身体接触が伴うケースが想定されやすい文脈であるように思われる．ゆえに，ASMR 刺激がもたらす不快感の背後には，他者からの接触に対する回避反応が関与しているのかもしれない．

上述の回避反応説については，嫌悪感受性および SADS と ASMR 刺激の間の相関分析の結果も関連するかもしれない. 嫌悪感受性については, 総得点および各因子の尺度得点のいずれにおいても，ASMR 刺激の評定値と負の相関関係にあった. つまり, 嫌悪感受性が高いほど，ASMR 刺激を不快に評価する傾向にあった．SADS についても同様の傾向が見られ，社会不安傾向が高いほど ASMR 刺激を不快に評価する傾向にあった．つまり，回避反応の一種である嫌悪感 [4] と対人恐怖も包含される社会不安 [5] が，ASMR 刺激への不快感には関連している可能性が考えられ，これらは上記の回避反応説と整合性は取れる．

ただし，中核嫌悪, 動物性嫌悪, 汚染嫌悪間で相関係数に大きな違いはないため，現状ではどのような嫌悪誘発子として機能しているかは結論づけることは困難である. 加えて, いずれの相関係数もその絶対値は非常に小さい．真の値がこれらと同程度であるのかもしれないが，調査時のアーティファクトの影響を受けた可能性も十分に有り得る. 例えば, オンライン研究はノイズの影響を如実に受け，結果として効果の大きさが通常より低くなるケースもある [e.g., 8]．また，本研究の刺激は画像に音声を重ねたものであるが，一般的な ASMR 刺激は動画である．このような刺激の違いにより，通常よりも ASMR 刺激由来の感情印象の極端性が減じられた可能性も考えられる．これらの点を克服した上で，調査を行えばより明確な仮説を導出できるかもしれない. いずれにせよ, 本研究の結果から仮説を導出し，確証的研究に移行するべきかについては慎重に議論したほうが良いだろう．

文献

[1] Horstmann, G. (2010). “Tone-affect compatibility with affective stimuli and affective responses”, Q. J. Exp. Psychol., vol. 63, pp. 2239–2250.

[2] Barratt, E. L., & Davis, N. J. (2015). “Autonomous Sensory Meridian Response (ASMR): a flow-like mental state”, PeerJ, vol. 3, e851.

[3] 多田 奏恵・長谷川 龍樹・近藤 洋史. (2022). “日常の音に対する感受性”, 心理学研究, vol. 93, pp. 263–269.

[4] 岩佐 和典・田中 恒彦・山田 祐樹. (2018). “日本語版嫌悪尺度（DS-R-J）の因子構造，信頼性，妥当性の検討”, 心理学研究, vol. 89, pp. 82–92.

[5] 石川 利江・佐々木 和義・福井 至. (1992). “社会的不安尺度 FNE・SADS の日本版標準化の試み”, 行動療法研究, vol. 18, pp. 10-17.

[6] de Leeuw, J. R. (2015). “jsPsych: a JavaScript library for creating behavioral experiments in a Web browser”, Behav. Res. Methods, vol. 47, pp. 1–12.

[7] Yoshimura, N., Yonemitsu, F., Sasaki, K., & Yamada, Y. (2022). “Robustness of the aging effect of smiling against vertical facial orientation”, F1000Research, vol. 11, 404.

[8] Sasaki, K., & Yamada, Y. (2019). “Crowdsourcing visual perception experiments: a case of contrast threshold”, PeerJ, vol. 7, e8339.

主観性の強いアンケート結果を客観化する一手法の提案
A proposal of a method to objectify subjective questionnaire results

城 真範 †, 浅野 健一郎 †, 木村 健太 †, 佐藤 洋 †
Masanori Shiro, Kenichiro Asano, Kenta Kimura, Horoshi Sato
† 産業技術総合研究所
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology （AIST）
shiro@aist.go.jp

概要

本報告では、個人によって異なる多様な主観的認知から得られた統計に一定程度の客観性、汎化性を持たせるための、アンケートのデザインと結果の提示方法における一つの指針を提案する。具体的には、主観的認知に関係する要素として、客観化可能な指標の集合と不可能な指標の集合を設定し、アンケートの目的を客観化可能な集合から客観化できない集合を推定する問題とする。このためにアンケート実施者は実施前にパラメータを含む数理モデルを仮定し、アンケートによってそのパラメータを推定する。仮想的な例を使って構成したアンケートの例を示す。

キーワード：主観的認知, アンケート, 数理モデル, 汎化性, 客観化

1. はじめに

個人の知覚や意識に基づく感情・感覚（本稿ではこれを主観的認知 I と呼ぶ）を定量評価する必要が生じるときがある [1, 5, 7]。例えば、集団を構成する人の公平感をもとに制度の改善を行ったり [12]、AI が作成した芸術作品に接した際に想起される感情を AI 開発にフィードバックしたり、熟練工の経験や勘を継承するためにマニュアル化したり [17]、介護施設の入居者の不安感を評価して介護の質の向上に役立てたり [18] と、様々な場面がある。評価の結果、その改善のためになされる行為をアクションと呼ぶ。

こうした評価では、BMI や血液検査値といった身体情報や、収入や家族構成や勤続年数といった社会的情報など、個人を特徴づける客観的な指標（本稿ではこれを客観指標 O と呼ぶ）と主観的認知 I との関係を明らかにすることが重要である。この関係が明らかになっていれば、アンケートに直接参加していない人に対しても、その主観的認知の予測が立てられるからである。一部の関係においては既に試みがあり、例えばセンサーによって得られた身体情報から主観的認知を類推するといった方法 [19, 20] も研究されている。

しかし、人の主観的認知は非常に複雑であり、定量化のためには、系統的で大規模な条件探索が必要となる。そして、依然として基本はアンケート手法による直接的な情報の取得である。アンケート設計に関する研究も多々あるが [9]、結局のところ主観的認知 I を簡便かつ正確に評価するためのアンケート設計は難しい [11]。原因の一つに主観的認知が複雑すぎるため、アンケートが前提とするモデルを適切に設定しにくいという理由がある [14]。

主観的認知 I をもとに個別化されない何かの一律なアクションを実施しようとすると、アンケート結果はアクションの根拠として十分な客観性・汎化性を求められる。すなわち得られた結果を他の様々な人々に帰納的に適用可能であるかどうかが重要である。ところが主観的認知に関するアンケートは何らかの特定の客観指標 O_i と、ある特定の主観的認知 I_i のあいだの統計的有意性のみを主張するものが多く、それを他の客観指標へそのまま援用することが難しい。例えば、主観的認知の一つである精神的健康さ（Mental wellbeing）には本来様々な寄与因があるはずだが、たまたまアンケートで実施した「所得」との有意相関だけが着目されれば、あたかも所得を上げるだけで精神的健康さを達成できるかのような誤解を与える。

本報告では、個人によって異なる多様な主観的認知から得られた統計に一定程度の客観性を持たせるためのアンケートデザインと、その評価ついて、一つの指針を提案したい。

2. 提案方法

2.1 数理モデルの必要性

まず、どのような O を選択し、I をターゲットにしてアンケートを実施するかを実施者が仮定することが重要である。いわば変数を設定する。例えば O として

BMI や収入や配偶者の有無をとり、I として精神的健康さをとるといった具合である。精神的健康さは客観化できない指標の例であり、ゆえに収入や配偶者の有無がどれほど影響を与えるかも未知である。実際にはもっと他の要素も影響を与えうるが、その他の要素を捨てて考えることで定式化を可能にする。

アクションの目的には主観的認知の期待値の上昇や最低の主観的認知をもつ人々の救済など様々な選択があるが、主観的認知は個人の置かれた状況によって容易に変わり [8] 複雑であるため、有限のリソースで最大の効果を得るために、何を優先的にどのようなアクションをすればよいかについてアンケート結果のみから帰納することは難しく、数理モデルの仮定が必要となる。結果の報告においては、汎化性をもたせるため、アンケート実施者がどういったパラメータを持つ数理モデルを仮定したかをパラメータとともに示すべきである。それによりアンケート結果を、より広い集団に拡大適用することが可能となる。

2.2 仮想的な例 - デザイン

以下に仮想的なモデルを仮定し、例示する。ここでは三つの客観指標（BMI、収入、配偶者の有無）を選び、精神的健康さの定量化を試みたいとする。回答者は無作為に抽出され、十分な数の有効なアンケート結果が得られるとする。簡単化のため O と I が同じ要素数 3 を持つベクトル量であり線形関係で書けると仮定する。すなわちある 3 次正方行列 X によって $I = Xf(O)$ と書けるものとする。また、f は 指数関数であり、$\exp(-b_i O_i)$ であるとする。以上の仮定から、具体的には

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{1,1} & x_{1,2} & x_{1,3} \\ x_{2,1} & x_{2,2} & x_{2,3} \\ x_{3,1} & x_{3,2} & x_{3,3} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \exp(-y_1 O_B) \\ \exp(-y_2 O_{収}) \\ \exp(-y_3 O_{配}) \end{pmatrix}$$

という数理モデルが設定される。$O_{収}$ に着目すると、収入が少ないときには、$\exp(-y_2 O_{収})$ の値が大きくなり I に大きく寄与する。すなわち他の何を差し置いてもまず収入を渇望する、あるいは精神的健康さ I に対して収入が大きな寄与をすることを意味する。O が何を示していても、それが極端に欠乏している場合にはそれを優先的に求めるという点で、指数関数を使った設定は常識にある程度合致する。もちろんシグモイド関数や多項式などでも構わない。

また、このモデルでは、要素数を一致させるため主観的認知 I についても三つの要素を必要としている。やや直截的ではあるが、精神的健康さについて次の三つに分解して、I_1、I_2、I_3 に対応するアンケート項目を設定する。

I_1. 「あなたは今の自分の精神的健康さが周囲の人に比べてどれくらいだと思いますか」(0-10)

I_2. 「あなたは将来、今より精神的健康さが良くなると思いますか」(0-10)

I_3. 「あなたは現在と過去を比べて精神的健康さは良くなったと思いますか」(0-10)

ただしこれが煩雑である場合には、モデル自体を例えば、

$$I = \sum_{i=1}^{3} x_i \exp(-y_i O_i)$$

のように簡略化することも可能である。

アンケートの目的は明瞭で、3×3 行列 X とベクトル Y を具体的に決めることである。実施者はそのために十分な数のアンケートを実施する。X と Y を決定できれば、アンケート回答者にない客観指標 O を持つ人でも I を合理的に推定できるようになる。つまり、観測できない価値観を伴った主観的認知についての汎化された個人のモデルが与えられる。それはアクションにおける、より客観性のある根拠を提示する。

選択式アンケートで選択肢をデザインする段階では、主観的認知 I ができるだけ一様分布になるように留意すべきである。なぜなら情報理論によれば、一様分布のエントロピーは最大、つまり統計的に最も豊富に情報をもつからである。逆に I が単一の値しか取らない場合（δ 関数状である場合）、そのような分布のエントロピー（平均情報量）はゼロである。上記の I_1、I_2、I_3 に対応するアンケート項目では、事前知識が何もなければ一様分布するとみなさざる得ないので、この制約に合致する。

2.3 仮想的な例 - 結果の分析と提示

得られたアンケートの結果は、まず既存の研究と整合を取るべきである。例えば収入と精神的健康さ [6]、配偶者の有無と精神的健康さ [10] については先行研究が存在するので比較検討が可能であろう。これらの単純な比較から、アンケート結果の信頼性、または結果の不確かさを評価することができる。

その上で、各アンケートの結果から X と Y を決める数学的手続きは、X と Y の各要素が独立であると仮定することで最小二乗法が利用できる。具体的な計算方法については成書を参考にされたい [13, 15]。

実際のアンケートはもっと巨大で複雑な構造を持つ。上記の線形モデルでさえ、X の要素数はアンケート項目数の二乗であるので、X は “次元の呪い”[4] を受けることになり、一般にスパース化が避けられない。本質的なモデルを抽出するために、スパース行列を処理する方法は様々に研究されているが [2, 3, 16]、基本的には X を行列分解したり [21]、主成分分析で次元を落としてから結果を提示、さらに分析することなどが求められる。

3. 結論

個人によって異なる多様な主観的認知から得られた統計に汎化性を持たせるための、アンケートのデザインと結果の提示方法における次の指針を提案した。

1. どのような客観指標 O を選択し、主観的認知 I をターゲットにしてアンケートを実施するかを実施者が仮定した上でアンケートをデザインする。
2. 選択式アンケートで選択肢をデザインする段階で、主観的認知 I ができるだけ一様分布になるように選択肢を決める。
3. 汎化性のため、どういったパラメータを持つ数理モデルを仮定したかを結果の提示とともに示す。

すなわち客観化可能な指標の集合と不可能な指標の集合を設定し、その間の関係をモデルとして数理的に仮定し、そのパラメータを推定するための手段としてアンケートを位置づけたことに相当する。本報告では提案までであるが、今後その実践が望まれる。

文献

[1] World Database of Happiness. `https://worlddatabaseofhappiness.eur.nl/`.

[2] Takamitsu Araki and Shotaro Akaho. Spatially multiscale dynamic factor modeling via sparse estimation. *International Journal of Mathematics for Industry*, 11(01):1950005, 2019.

[3] Oluseun Omotola Aremu, David Hyland-Wood, and Peter Ross McAree. A machine learning approach to circumventing the curse of dimensionality in discontinuous time series machine data. *Reliability Engineering & System Safety*, 195:106706, 2020.

[4] RJNJ Bellman. Dynamic programming princeton university press princeton. *New Jersey Google Scholar*, pages 24–73, 1957.

[5] David G Blanchflower and Andrew J Oswald. Happiness and the human development index: The paradox of australia, 2005.

[6] Ed Diener and Martin EP Seligman. Very happy people. *Psychological science*, 13(1):81–84, 2002.

[7] Ed Diener and Martin EP Seligman. Beyond money: Toward an economy of well-being. *Psychological science in the public interest*, 5(1):1–31, 2004.

[8] Stavros A Drakopoulos. The paradox of happiness: towards an alternative explanation. *Journal of Happiness Studies*, 9:303–315, 2008.

[9] Chris Fife-Schaw. Questionnaire design. *Research methods in psychology*, pages 174–193, 1995.

[10] Melinda S Forthofer, Howard J Markman, Martha Cox, Scott Stanley, and Ronald C Kessler. Associations between marital distress and work loss in a national sample. *Journal of Marriage and the Family*, pages 597–605, 1996.

[11] Daniel S Hamermesh. Subjective outcomes in economics. *Southern Economic Journal*, 71(1):1–11, 2004.

[12] Yew-Kwang Ng. Happiness studies: Ways to improve comparability and some public policy implications. *Economic Record*, 84(265):253–266, 2008.

[13] William H Press, Saul A Teukolsky, William T Vetterling, and Brian P Flannery. Numerical recipes in c++. *The art of scientific computing*, 2:1002, 2007.

[14] Norbert Schwarz and Fritz Strack. Reports of subjective well-being: Judgmental processes and their methodological implications. 1999.

[15] Gilbert Strang, 山口, 昌哉, 井上, and 昭. 線形代数とその応用, 1992.

[16] Mayu Tada, Natsumi Suzuki, and Yoshifumi Okada. Missing value imputation method for multiclass matrix data based on closed itemset. *Entropy*, 24(2):286, 2022.

[17] 塩瀬隆之, 川上浩司, and 片井修. 言葉にならない技の伝承. **脳科学とリハビリテーション**, 8:7–13, 2008.

[18] 小倉啓子. 特別養護老人ホーム入居者のホーム生活に対する 不安・不満の拡大化プロセス ‘ 個人生活ルーチン ’ の混乱. **質的心理学研究**, 4(1):75–92, 2005.

[19] 池田悠平, 岡田佳子, 堀江亮太, 菅谷みどり, et al. 表情と生体情報を用いた感情の推測方法の検討. **マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム** *2016* **論文集**, 2016:149–161, 2016.

[20] 福島宏器. 身体を通して感情を知る—内受容感覚からの感情・臨床心理学—. **心理学評論**, 61(3):301–321, 2018.

[21] 足立浩平, 伊藤真道, and 宇野光平. 行列分解に基づく因子分析とその新展開. **計算機統計学**, 32(1):61–77, 2019.

重いものを受け渡す際の掛け声「もらった」の相互行為上の機能
Interactional Function of Chant "moratta" in Passing Heavy Objects

阿部 廣二†
Koji Abe
†早稲田大学
Waseda University
koji.abe03@gmail.com

概要

本論では，重いものを受け渡す際に産出される「もらった」という掛け声の相互行為上の機能を検討することを目的として，祭りの準備過程における「ぼや」の受け渡し場面を分析した．その結果，第一にぼやの担い手が二番手に移ったことを示すこと，第二に受け渡しのやり方を理解したことを示すこと，第三に三番手に受け渡し開始を予示すること，第四に活動のリズムを作ることといった相互行為上の機能がある可能性を示唆した．

キーワード：重いものの受け渡し (passing heavy objects), 相互行為 (interaction), 掛け声 (chant), もらった(moratta)

1. 目的

本研究では，重いものの受け渡しの際に受け手によって産出される「もらった」という掛け声の相互行為上の機能について分析を行う．

ものの受け渡しの相互行為に関する認知科学的な先行研究として門田他がある[1]．この研究では，相互行為分析の立場から日常的なものの受け渡し場面を分析し，受け渡される物への限定的なアクセスを示すことによって，受け渡しの依頼が組織されることを例証している[1]．しかし，門田他が分析しているのは，鍋料理で使うごまだれなど，比較的軽いものの受け渡しであった[1]．本研究では，より重いものの受け渡しを分析対象とする．

また，重いものの受け渡しにおいてしばしば産出される掛け声として，「もらった」がある．本研究が分析対象としている長野県野沢温泉道祖神祭の準備過程[2]でもしばしば観察される掛け声である．本論では，重いものの受け渡しにおけるこの「もらった」の相互行為上の機能について分析を行う．

2. 方法

分析データとして，2022 年 10 月に撮影された長野県野沢温泉村道祖神祭りの準備過程における，「ぼや」と呼ばれる資材の受け渡し場面を用いる．ぼやとは，祭りの社殿づくりに使用される，木の枝を複数本まとめて縄で留めた資材であり，山で伐採された枝を用いて作成される．ぼやは 10 月の御神木伐採の際に，山から祭り会場周辺まで降ろす．本研究では，祭り準備を行う者たちが，ぼやを山の斜面からバケツリレー形式で軽トラックまで運ぶ作業に焦点を当てる．

ぼやは長さ 1m~2m 程度と長く（figure 1），正確な重さはわからないが，かなり重い．また，山の斜面に置いてあり，受け渡しには危険が伴う．その一方，祭りの準備は日が暮れる前には終わらせなければならない．ゆえに，ぼやの運搬には，安全にぼやを受け渡すことと，早く作業を終わらせることの間のジレンマがある．

Figure1 ぼや

こうした状況において準備者たちが産出する「もらった」は，相互行為を適切に進行させる上で，どのような機能を持つのだろうか．この問いをリサーチクエスチョンとし，相互行為分析の手法を参照しながら，上記の映像を分析した．なお，最初の渡し手を「一番手」，その受け手を「二番手」，そして二番手が渡し手となった際の受け手を「三番手」と呼ぶ．

3. 分析

3.1 受け渡しの基本的な連鎖構造

ぼやの受け渡しには，一番手がぼやを渡しながら「はい」と言い，二番手が「はいもらった」と言いながらぼやを受け取るいう連鎖構造がある．Figure2 では，①

「はい」 「はいもらった」

Figure 2 「はい-はいもらった」連鎖

において一番手がぼやを持ち上げながら「はい」と発話しながらぼやを二番手側に倒し，その後，②において，二番手が「はいもらった」と発話している．こうした連鎖構造が，相互行為上，どのような機能を持つのか，以下事例を抜粋しながら検証する．

3.2 「はいもらった」の相互行為上の機能

3.2.1 ぼやの担い手が二番手に移ったことを示す

第一に，「はいもらった」という掛け声には，ぼやに対して力を入れ重さを支えている担い手が，確実に二番手に移ったことを示す機能があると考えられる．

Figure2 の事例では，一番手が「はい」という掛け声とともにぼやを二番手側に倒し，二番手がそのぼやをしっかり掴んで力を入れたタイミングで，「はいもらった」という掛け声を産出している．そして，一番手はこの掛け声を十分聞いた後の位置においてぼやから手を離している．ぼやに対してどちらも力を入れていない状態が生じた場合，ぼやを支えるものが一時的に不在となり，倒れる危険性がある．ゆえに，「もらった」を通して，確実に二番手がぼやを支えている状態を作り出し，上記の危険性を低減させているといえよう．

3.2.2 受け渡しのやり方を理解したことを示す

しかしながら，二番手が力を入れるよりも明らかに前に，「もらった」という掛け声を産出する事例も観察されている．

「はい」　　「はいもらった」

Figure 3 「はいもらった」が早めに産出される事例

Figure 3 の事例では，①にて一番手が「はい」とぼやを差し出している．このとき，一番手はすこしぼやを持ち上げ，勢いをつけている．二番手が「はいもらった」を発話したのは，この一番手がぼやを持ち上げ，勢いをつけて差し出した段階である（②）．②の画像の段階では，一番手は勢いをつけるためにぼやをしっかり握っており，十分に力を入れているように見える．また，二番手はぼやに手を伸ばしてはいるものの，力を入れているようには見えない．ゆえに，ぼやの重さを支えている担い手が移動したわけではない位置で「はいもらった」が産出され始めているといえる．

このような「はいもらった」の掛け声には，一番手が今後行おうとしている受け渡しのやり方を理解したことを，担い手が二番手に移るよりも前に示す機能があると考えられる．一番手の受け渡しのやり方を二番手が理解できれば，ぼやの重さを支えている担い手が移ったことを確認するよりも前に，一番手は二番手にぼやを任せることができる．こうすることで，重心の変化を一つ一つ確認することなく受け渡しを行うことができ，効率よく作業を進めることができるといえよう．Figure3 の事例でいえば，一番手が勢いをつけて受け渡そうとしていることを二番手が理解したことを示し，重さの支えが移る前に「はいもらった」を産出することで，一番手が迅速に次の作業へと移っている．事実，一番手は，まだ受け渡したぼやを手で支えている段階から視線を遠方の参与者に向け，呼びかけを行っている（③）．この振る舞いから，現在は二番手がぼやの重さを支えており，現在の受け渡し作業に専念する必要がないと一番手が理解していたといえよう．

関連して，「もらった」の掛け声が，「もら-った」のように，発話内休止される事例があった．

「はいもら-った」

Figure 4 発話内休止事例

Figure4 の事例では，まず一番手がぼや上部に左手をかけ，上部を倒す形でぼやをうけわたそうとしている（①）．同時に，二番手はこの受け渡しのやり方を予測し，ぼやの下部へと手を伸ばし始め，「はいもらった」の発話を開始している．しかし，その発話の直前，一番手はぼやの下部へと手を移している．この手の移動を通して，一番手がぼやの受け渡しのやり方を変更したことを示しているといえよう．ここでのぼやの受け渡しは，少なくとも 2 つのやり方がある．第一にぼやを①の地点から前に倒し二番手に受け止めてもらう方法，第二にぼやを下部から持ち上げ，勢いをつけて受け渡す方法である．第一のやり方は figure 2 の事例に，第二のやり方は fugure3 の事例に類似している．ここで一番手は，ぼやの下部へと手を移すことで，第一のや

り方から，第二のやり方へと方法を変更したことを示しているといえよう．

この方法の変更に，二番手は敏感に反応しているように見える．まず，一番手が上部から下部へと手を移動させたことを受け，二番手は下部に伸ばそうとしていた腕を，上部へと進路変更している．次に，一番手が手をぼや下部へと移動させたことを確認できる位置において，二番手は「もら-」と発話を休止している（②）．この位置は，一番手による方法の変更が確認できる位置である．すなわち，二番手はやり方が変更され，予測が困難になったことを受け，一旦発話を休止したといえる．そしてその後，一番手がぼやを持ち上げ，勢いをつけてぼやを差し出し始めた位置において，「-た:::」と休止していた発話を再開している．この位置は，一番手によって新たなやり方が示された位置である．すなわち，二番手は，新たなやり方の予測ができた位置において，休止していた発話を再開したといえよう．

Figure 3 および Figure 4 の事例では，二番手は，「はいもらった」の掛け声を通して，一番手の受け渡しのやり方を予測・理解したことを示し，円滑に受け渡しを組織しようとしていたといえる．したがって，「はいもらった」の掛け声には，重さを支えている担い手の変化のみならず，一番手の受け渡し方法を理解し，問題なく自らが担い手になれることをも示す機能があるといえよう．

3.2.3 一番手が受け渡しのやり方を示すために利用可能な資源

これまでの分析と関連して，一番手が，受け渡しのやり方を示すためにどのような資源を利用していたのかについて分析する．

第一に受け渡しのやり方を示すために利用可能な資源は，掛け声である．Figure2, 3 の事例からもわかるように，一番手の「はい」という掛け声は，二番手に対し，その後受け渡しが行われることを示すといえる．さらに，掛け声は，一番手が把持しているぼやが，問題なく受け渡し可能であることをも示していると考えられる．

示唆的な事例として，一番手による「はい」の掛け声がない事例がある．Figure 5 では，一番手が「はい」の掛け声を産出せず，二番手が「はいもらった」と発話している．この事例では，一番手が持ち上げたぼやがどうやら相当重いらしく，二番手は，一番手の持つぼやを迎えに行く形で受け渡しを行っている．こうした事例から，一番手による「はい」が産出されない場合は，ぼやの受け渡しす方法を選べないこと，すなわち何らかの困難が生じたことが示されるといえよう．事実，受け渡しの直後，一番手は②の画像の位置で，「重いよ:::」と，上記の困難が，ぼやの重さであることを示している．これらのことから，掛け声「はい」を通して，今後受け渡しが行われること，および現在把持しているぼやは問題なく受け渡せることを示せるといえよう．そして，「はい」掛け声がない場合，受け渡しを行う上で何らかの困難が生じていることが示されるといえよう．なお，Figure 4 で示した事例においても，「はい」の掛け声が産出されていないが，ここでも受け渡し上の困難（どの方法で渡すべきか）が生じている．

Figure 5 一番手の「はい」がない事例

さらに，一番手の「はい」の掛け声，および二番手の「はいもらった」の掛け声がない事例も見られた．このような場合，二番手でも解決できない困難が生じたことが示され，三番手以降の担い手もこの困難の解決に動員される様子が見られた．

Figure 6 一番手の「はい」および二番手の「はいもらった」がない事例

Figure 6 の事例では，一番手がぼやに手を伸ばしたところ，重すぎて一人では持ち上がげられなかった（①）．そこで二番手が手を出そうとするが，二番手も特に掛け声を産出していない．その様子を見て，三番手および四番手の担い手が援助に駆けつけている（②）．

第二の受け渡しのやり方を示すために利用可能な資源は，ぼやの持ち方である．Figure 3 で示した事例では，一番手がぼやの上部を持つのか下部を持つのかによって，受け渡しの方法が異なると二番手に理解されていた．それゆえ，持ち方は，受け渡しのやり方を示す際

に利用可能な資源でもあるといえる．

第三に受け渡しのために利用可能な資源は，ぼやが移動する方向である．Figure 1 で示した事例では，一番手はぼやの先端が置かれている場所を支点として，二番手の左側へとぼやを倒し始めている．そして，このぼやの移動を受けて，二番手は立位および右肩でぼやを受け止めている．一方，Figure 2 で示した事例では，一番手がぼやを持ち上げ，勢いをつけて二番手に差し出している．このぼやの移動と勢いを受けて，二番手に，すこし腰をかがめて重心を低くし，静止しながら受け止めている．ゆえに，ぼやが移動する方向によって，二番手が受け取るやり方を変えているといえよう．このように，ぼやの移動する方向は，受け渡しのやり方を示す資源の一つであるといえる．

3.2.4 三番手に受け渡し開始を予示する，および活動のリズムを作る

さらに，「はいもらった」という掛け声には，次の渡し手に対して，受け渡しの開始を予示する機能があると考えられる．これまでの分析から，「はいもらった」という掛け声が産出されれば，二番手にぼやの管理が移ったことを示すといえる．また，受け渡しは，ぼやを軽トラックのそばに置くまで続く．それゆえに，直前の受け渡しが完了すれば，つづく三番手に対する受け渡しが開始されることを予示できる．事実，Figure 1 の③において，二番手は「はいもらった」という掛け声を産出しながら，三番手のほうへと視線を向けている．また，一番手の「はい」や二番手の「はいもらった」を受けて，三番手は二番手が持つぼやへと手を伸ばし始めている．

最後に，「はいもらった」には，活動のリズムを作る機能があると考えられる．ぼやは，いわゆるバケツリレー方式で運ばれている．それゆえ，ぼやの受け渡しは，ぼやを軽トラックのそばに置くまで継続することになる．フィールドでは，「はい」「はいもらった」という掛け声が一定間隔で産出され，小気味よくぼやが運ばれていく．「もらった」には，こうした活動のリズミックな構造を作る機能があるといえる．

4. 考察

本論では，重いものを受け渡す際に産出される「もらった」という掛け声の相互行為上の機能について検討することを目的として，祭りの準備過程における「ぼや」の受け渡し場面の分析を行った．その結果，第一にぼやの担い手が二番手に移ったことを示すこと，第二に受け渡しのやり方を理解したことを示すこと，第三に三番手に受け渡し開始を予示すること，第四に活動のリズムを作ることといった相互行為上の機能がある可能性を示唆した．

上記の相互行為上の機能には以下のような序列があるように思われる．まず，第二の機能として指摘した，二番手が受け渡しのやり方を理解したことを示すための「はいもらった」は，一番手が困難なく受け渡しを開始していること，および二番手が一番手の受け渡しのやり方を理解できていることから，受け渡しに際して，受け手／渡し手ともに困難がないと考えている場合に優先して用いられると考えられる．次に，受け渡しに際して，持ち方や渡す際の向きなどから，受け手である二番手が受け渡しに何らかの困難（ぼやが重い，受け渡しに勢いがあるなど）があると判断した場合，第一の機能として指摘した確実にぼやの重さの担い手が移ったことを示す「はいもらった」が用いられると考えられる．さらに，一番手が何らかの困難があると判断した場合，一番手は掛け声「はい」を産出しない．この場合，二番手がこの困難を解決できる場合は「はいもらった」という掛け声により受け渡しを行う．また，二番手も解決が難しいと判断した場合，「はいもらった」を産出しない．そして，一番手・二番手とも掛け声を産出しないことで，掛け声によって作り出されていた活動のリズムが停止する．このことを通して他のメンバーも現在生じている困難に気づき，援助を行う．こうして受け渡しのやり方に序列を作ることにより，冒頭で示した安全かつ迅速にぼやを運ぶというジレンマを解消していたように思われる．

今回の分析は，特定の一番手・二番手・三番手のみを対象としており，得られた知見は仮説に留まる．祭りの準備では，しばしばこの「はい」「はいもらった」連鎖が観察されるため，他の準備担当者の事例分析から上記の仮説を検証することを今後の課題としたい．

文献

[1] 門田圭祐・牧野遼作・古山宣洋, (2019) “物への限定的なアクセスの表示による渡すことの引き出し：物の受け渡しにおける相互行為の微視的分析”, 質的心理学研究, *19*(1), pp.26-45.

[2] 榎本美香・伝康晴, (2015) “フィールドに出た言語行為論: 「指令」の事前条件達成における相互行為性・同時並行性・状況依存性”, 認知科学, *22*(2), pp.254-267.

上下関係が条件推論に及ぼす影響：ポライトネス理論に基づく検討
The effect of hierarchical relationships on conditional reasoning: A politeness theory approach

松本 和紀 †，高橋 達二 †，中村 紘子 †‡
Kazunori Matsumoto, Tatsuji Takahashi, Hiroko Nakamura
† 東京電機大学，‡ 日本学術振興会
Tokyo Denki University, Japan Society for the Promotion of Science
20rd164@ms.dendai.ac.jp

概要

本研究では，条件文の話者間の上下関係が条件推論の抑制に影響を及ぼすかをポライトネス理論に基づき検討した．ポライトネス理論によると社会的距離や社会的地位，要求量が曖昧な表現の利用に影響を及ぼすとされている．今回の実験では社会的地位に着目し，社会的地位の上下関係を操作したシナリオを用いて，条件推論の実験を行った．その結果，条件推論の抑制に追加条件文の有無の影響が確認されたが，上下関係による推論の抑制への影響はみられなかった．

キーワード：条件推論, ポライトネス理論, 対人関係

1. はじめに

人のコミュニケーションにおいては曖昧な表現が用いられることがあり，人が曖昧な表現をどのように解釈し推論するかは，文脈や発話者間の関係などに影響される [1].

Demeure は条件文の発話者間の関係が悪い場合，曖昧な発言はより訂正を意図したものと捉えられることを明らかにしている．小倉らや松本らは日本人参加者において実験を行い，日本人においても Demeure の研究と同様に発話者間の関係性の良し悪しが，曖昧な発言の解釈に影響を与えることを明らかにした [2, 3].

ポライトネス理論に基づくと社会的距離，社会的地位，要求量が曖昧な表現の利用に影響を及ぼすとされている．これらの研究では社会的距離 (親密さ) について検討されているが，社会的地位や要求量については検討されていない．そこで本研究では社会的地位が条件推論の抑制に及ぼす影響について検討した．

2. 条件推論

条件文とは「もし p ならば q である」のような文のことであり，p を前件，q を後件という．条件三段論法とは，大前提となる条件文と小前提から結論を導く推論である．条件文「もし p ならば q である」を大前提とした条件三段論法について表 1 に示す.

表 1　条件三段論法と妥当性

名称	小前提	結論	妥当性
Modus Ponens (MP)	p	q	Valid
Modus Tollens (MT)	not-q	not-p	Valid
Affirming the Consequent (AC)	q	p	Invalid
Denying the Antecedent (DA)	not-p	not-q	Invalid

MP 推論，MT 推論は論理的に妥当な推論だが AC 推論，DA 推論は妥当な推論ではない．しかし，人が日常的に行っている推論は必ずしも論理的に妥当な推論とは限らず，文脈や内容の影響を受ける [4].

Byrne らの研究によると，大前提となる条件文「もし p_1 ならば q」が提示された後，追加条件文「もし p_2 ならば q」が提示されると，訂正「p_2 ならば q であるが，p_1 ならば q ではない」と解釈され，MP 推論の抑制が生じる．ただし，追加条件文が代替案「p_1 の場合も p_2 の場合も，q である」と解釈された場合には推論の抑制は生じない [5].

3. ポライトネス理論

ポライトネス理論とは，対人関係を円滑に進めるための言語機能についての理論であり，Brown & Levinson によって提唱された [6]．人は他者に理解されたい，好かれたいという「ポジティブ・フェイス」と，他者に邪魔されたくない，立ち入られたくないという「ネガティブ・フェイス」という二種類のフェイスを持つ．また，フェイスを脅かさないようにする配慮をポライトネス・ストラテジーといい，それぞれのフェイスに

対する配慮を「ポジティブ・ストラテジー」「ネガティブ・ストラテジー」という．

Demeure らは代替案と訂正のどちらともとれる曖昧な追加条件文の解釈について，大前提となる条件文と追加条件文の発話者間の関係性の影響があるかをポライトネス理論に基づいて検討した [1]．二者間の関係性が悪い場合，相手のフェイスを脅かさないよう，ポライトネス・ストラテジーが用いられ，訂正を意図する発言には曖昧な表現が用いられやすい．そのため，条件文の発話者間の関係性が悪い場合には，関係性が良い場合と比べ，曖昧な表現を用いた追加条件文は訂正と解釈されやすいことを示した．また，訂正と解釈された場合，条件文が真であると思う確率 P (if p_1 then q) が下がり，MP 推論の抑制が生じやすくなることが示されている．

ポライトネス理論によると，社会的距離，社会的地位，要求量がフェイス脅威度の認知へ影響を与え，フェイス脅威度に応じて間接的な表現を使うなどといったポライトネス・ストラテジーをとる．Demeure らは親しいか，親しくないかという社会的距離について検討していた．解釈にポライトネス理論が影響しているのなら，社会的地位や要求量など，他の要因でも同様の効果が予測される．

4. 実験

本実験では，曖昧な追加条件文の解釈に話者間の力関係が及ぼす影響を検討し，追加条件文の解釈により条件推論課題の回答が異なるかを明らかにする．実験計画は 1 要因 4 水準（追加条件文の話者との関係：上司・同僚・部下・追加条件文なし） の参加者間計画とした．

4.1 参加者と手続き

実験参加者の募集はクラウドソーシングサイト (CrowdWorks) を用いて行い，260 名の回答を得た．分析に用いるデータは，途中離脱，教示操作チェック違反，回答時間が極端に早い・遅いデータを除いた 213 名 (男性：92 名，女性：120 名，その他：1 名，年齢範囲：20–77 歳，平均年齢：41.5 歳，標準偏差：10.5 歳) のものとした．実験はオンラインアンケート調査ツール (Qualtrics) を用いて，web ブラウザ上で実施した．

4.2 実験シナリオと実験課題

実験シナリオは製菓会社で働く 2 人の会話についてのものを用いた．追加条件文の発話者が上司・同僚・部下の 3 つのシナリオと，追加条件文がないシナリオの，合わせて 4 つのシナリオを作成した．表 2 にシナリオの例を示す．

表 2 シナリオの例

関係性	A さんと B さんは製菓会社で働く社員であり，B さんは A さんの上司です． 2 人はクリスマスに販売するお菓子の開発担当者です． 2 人はこのお菓子について次のように話し合いました．
大前提	A さんが 「もし X 社のクリームを使えば，お菓子は美味しくなるでしょう」 と言いました．
追加条件文	上司の B さんが 「もし Y 社のクリームを使えば，お菓子は美味しくなるでしょう」 と言いました．

上司・同僚・部下の条件の参加者には次の 1〜4 の課題を，追加条件文なしの条件の参加者には 1 と 2 の課題を提示した．

1. 条件推論課題：条件文から MP 推論，MT 推論，AC 推論，DA 推論が導けるかを 5 段階評価
2. 確率判断課題：条件文「もし X 社のクリームを使えば，お菓子はおいしくなるでしょう」と，条件文の裏「もし X 社のクリームを使わなければ，お菓子はおいしくならないでしょう」が真である確率を 7 段階評価．
3. 追加条件文の解釈課題：追加条件文「もし Y 社のクリームを使えば，お菓子は美味しくなるでしょう」が訂正（Y 社のクリームを使えばお菓子は美味しくなるが，X 社のクリームを使えばお菓子は美味しくならない）と，代替案（Y 社のクリームを使っても，X 社のクリームを使っても，お菓子はおいしくなる）のどちらと捉えられるか評価．
4. 力関係の評定課題：二者間の力関係はどちらが強いかを 5 段階評価．

5. 結果

図 1 に推論課題の結果を示す．条件間で推論に差があるかを推論形式*関係性 (上司，同僚，部下，追加条

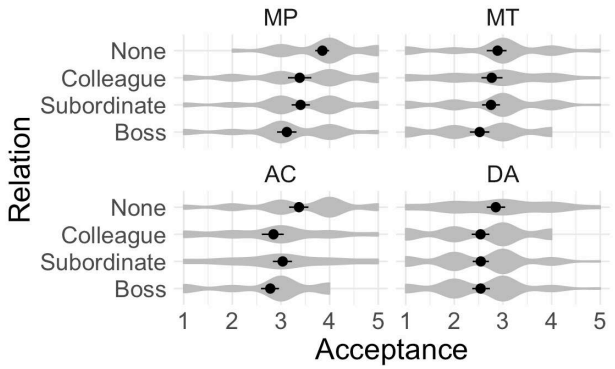


図 1　推論課題の結果

件文なし) の 2 要因 4 水準分散分析によって検討した．その結果， 関係性 $F(3, 209) = 4.17, p < .01$ と，推論 $F(3, 627) = 40.74, p < .001$ の主効果がみられた．下位検定の結果，関係性では追加条件文なし条件は，上司，部下，同僚による追加条件文がある場合よりも，推論を受け入れやすかった．推論課題では，MP が最も受け入れられやすく，AC は MT, DA よりも受け入れられやすかった．

表 3 に各条件における，確率判断，追加条件文の解釈，力関係の評価の結果を示す．

条件間で確率判断課題，力関係に差があるかを推論形式*関係性 (上司，同僚，部下) の 2 要因 3 水準分散分析によって検討した．確率判断課題では文の形式 $F(1, 209) = 60.58, p < .001$ の主効果が見られた．条件文（$p \rightarrow q$）はその裏（not-$p \rightarrow$ not-q）よりも，確率が高く評価された．力関係では関係性 $F(2, 209) = 93.98, p < .001$ の主効果が見られた．下位検定の結果，上司，同僚，部下の順で力を持つと評価されていた．追加条件文の解釈に上司，同僚，部下という関係性による違いがあるかをカイ二乗検定によって検討した．その結果，関係性による解釈の違いはみられなかった ($\chi^2(2) = 3.90, p = 0.14$).

追加条件文の解釈により，推論および条件文の確率判断に差があるかを検討するため，推論形式*関係性*解釈の 3 要因分散分析を行った．その結果，推論では解釈や関係性による主効果，交互作用は有意ではなかった．

確率判断課題において，条件文*関係性*解釈の 3 要因分散分析を行ったところ，条件文と解釈の交互作用が有意であった $F(1, 153) = 3.96, p < .05$．下位検定の結果，if p then q の確率評価において，訂正と解釈した場合の方が代替案と解釈した場合よりも，確率を低く評価していた．

6. 考察

本実験の結果，関係性によらず追加条件文があると推論が抑制されることが示された．Byrne による先行研究と同様に追加条件文があると推論が抑制されると考えられる．

追加条件文の話者との関係性の影響は推論，確率判断，条件文の解釈のいずれでもみられなかった．関係性の影響がみられなかった理由として，専門家が追加条件文を発言した場合，初心者の場合よりも推論が抑制されやすい [7]．今回の実験においては，上司による追加条件文は，より専門性の高い人物の発言であり，訂正と解釈されやすく，推論が抑制されると考えられる．また，同時にポライトネス・ストラテジーの影響がみられる場合，力関係が弱い方が曖昧な表現で訂正を行うため，部下の方が訂正と解釈されやすく，推論が抑制される．これら両方の効果により，関係性の影響がみられなかった可能性が考えられる．

追加条件文の解釈の影響は，条件文の確率判断でみられ，訂正と解釈すると，条件文がもっともらしいという確率が低下する．しかし，Demeure らの先行研究と異なり，解釈が推論に与える影響はみられなかった．代替要因があると推論が抑制されるという知見もあることから [8]，訂正か代替案かの明示的な解釈にかかわらず，追加条件文が推論を抑制した可能性があると考えられる．

7. おわりに

本研究では条件文の話者間の上下関係が条件推論の抑制に影響を及ぼすかどうかを検討した．その結果，上下関係による推論の抑制への影響はみられなかった．また，追加条件文の解釈にかかわらず推論が抑制される可能性が考えられた．

今後の展望として，要求量の影響について検討することや追加条件文を代替案と解釈したときの推論の抑制について検討すること，違う場面など状況によってどのように変化するか検討することが挙げられる．

文献

[1] Demeure, V., Bonnefon, J. F., & Raufaste, E. (2009). Politeness and conditional reasoning: Interpersonal cues to the indirect suppression of deductive inferences. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(1), pp. 260–266.
[2] 小倉 那央, 高橋 達二, 中村 紘子.（2023）発話者間の関係性が条件推論の抑制に及ぼす影響：ポライトネス理論に基づく検討. 情報処理学会第 85 回全国大会論文集, 7Q-02.
[3] 松本 和紀, 小倉 那央, 高橋 達二, 中村 紘子. （2023）敬語表現が条件推論の抑制に及ぼす影響: ポライトネス

表 3　条件文と条件文の裏の確率の評価，訂正と解釈した割合，力関係の評価

	P (if p then q) $M(SD)$	P (if not-p then not-q) $M(SD)$	Correction(%)	Power Relation $M(SD)$
Boss	4.30(1.27)	3.88(1.15)	56.0	4.14(0.81)
Colleague	4.81(1.09)	3.88(1.28)	36.5	2.96(0.71)
Subordinate	4.74(0.88)	3.95(1.29)	47.4	1.98(0.90)
None	4.91(0.98)	3.93(1.21)	–	–

理論に基づく検討. 人工知能学会全国大会（第 37 回）, 3Xin4-22.
[4] Manktelow, K. (2012). Thinking and reasoning: An introduction to the psychology of reason, judgement and decision making. (邦訳: 服部 雅史, 山 祐嗣 監訳 (2015) 思考と推論: 理性・判断・意思決定の心理学. 北大路書房 pp. 69–91.)
[5] Byrne, R. M., (1989). Suppressing valid inferences with conditionals. *Cognition*, 31(1), pp. 61–83.
[6] 宇佐美 まゆみ.（2002）ポライトネス理論と対人コミュニケーション研究. 日本教育通信，42，pp. 6–7.
[7] Stevenson, R. J., & Over, D. E. (2001). Reasoning from uncertain premises: Effects of expertise and conversational context. *THINKING AND REASONING*, 7(4), pp. 367–390.
[8] Aßfalg, A., Klauer, K. C. (2019). Reasoners consider alternative causes in predictive and diagnostic reasoning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 45(12), pp. 2188–2208.

条件文の解釈におけるタイムプレッシャーと視点の影響
The effect of time pressure and the interpreter's perspective on the interpretation of conditional

金子 晶史[1] 高橋 達二[2] 中村 紘子[2,3]
Kaneko Akifumi[1] Tatsuji Takahashi[2] Nanamura Hiroko[2,3]
[1] 東京電機大学大学院 † [2] 東京電機大学 † [3] 日本学術振興会 †
[1]Graduate School of Tokyo Denki University [2]Tokyo Denki University
[3] Japan Society for the Promotion of Science
18rd056@gmail.com

概要

本研究では, タイムプレッシャーの有無と視点（書き手・読み手）を操作し, 視点やタイムプレッシャーの有無によって論理的な条件推論が促進されるか, 抑制されるかを検討した. 実験の結果, 書き手の視点から推論する場合は推論の結論を受け入れやすく，書き手は自身の主張に強い確信を持っているという解釈が行われている可能性が示された. 一方，タイムプレッシャーの有無による条件推論の受け入れやすさの差は見られなかった.

キーワード：条件文, 条件推論, 視点, タイムプレッシャー

1. 研究背景

1.1 条件推論

「もし p ならば q である」,"*if p then q*"という形式をもつ文を条件文とよぶ. これらの文字 (p,q) は文の前件 (antecedent)(p) と後件 (consequent)(q) として呼ばれる 2 つの部分を表している. 条件推論は次のように表すことができる.

もし p ならば q である.(*if p then q*)
p である.(p)

?

第一前提文は,「ならば」を使って p と q について主張を述べる. 第二前提文は, 大前提の構成要素の１つ,p または q について何かを述べる. 何かとは, 上例のように p や q を肯定するか, あるいは否定するかである. したがって, 例の論証は前件肯定と呼ぶことができる. 前件肯定のことを通常, Modus Ponens (MP) と呼ぶ.MP 以外にも後件否定のことを Modus Tollens (MT) , 前件否定のことを Denying the Antecedent (DA) , 後件肯定のことを Affirming the Consequent (AC) と呼ぶ.MP・MT は論理的に妥当な推論であり,DA・AC は妥当でない推論である [1].

1.2 無効条件（Disabling condition)

Forgues&Markovits は，条件文の内容が無効条件 (Disabling condition) を想起させる場合，妥当な MP・MT 推論が抑制されることを示した [2][3]. 例えば,「もし試験が難しければ, ジュリーは落第する」といった条件文で,「試験が難しくても, 勉強していれば落第しない」といった無効条件が想起されると,MP・MT 推論を妥当な推論として受け入れにくくなる. この無効条件は条件文の Believability (もっともらしさ) が低いほど想起されやすい. 例えば, 条件文の Believability が高い「もし植物ならば, それは光合成をしている」などの条件文では無効条件は想起されにくい.

もっともらしさが高くない条件文を用いた推論で, 論理的に妥当な結論を導くには, 無効条件の抑制が必要だが, 抑制には時間や認知負荷がかかる. そのため, タイムプレッシャーをかけると MP・MT 推論の受け入れ率が下がることが示されている.

1.3 解釈の視点の影響

Thompson らは, 条件文を書き手の視点で解釈するか読み手の視点で解釈するかによって, 条件推論の受け入れやすさに違いが生じることを示した [4].Thompson らの主張では，書き手視点をとることで自身の信念を離れ，二重過程理論の分析的思考（Type 2）に基づく抽象的な推論 [5] が行われやすくなるため, 条件推論課題の MP・MT の受け入れ率が上がるとされている. この主張に基けば，書き手視点に立つと，論理的に妥当ではない DA・AC 推論の受け入れ率は下がることが予測される. また，タイムプレッシャー

は分析的思考を抑制し，書き手視点における論理的な回答を減少させると考えられる.

しかし, 金子 [6] の研究では, 書き手の視点から解釈した場合，読み手の視点と比較し，MP・MT の受け入れ率が高いだけではなく,DA・AC 推論の受け入れ率も高くなった. このことから, 書き手の視点からの解釈の方が受け入れ率が上がるのは, 分析的思考に基づく推論が行われやすくなるためではないといえる。

グライスの会話の公理 [7] は，質の格率として,「偽だと信じていることを言うな」,「十分な根拠のないことを言うな」としている。書き手の発言を理解する際に会話の公理を直感的に適用しているなら，書き手は自身が真であり十分な根拠があると考えていることを述べていると解釈すると考えられる. よって，書き手の視点での解釈では分析的思考を行うのではなく, 直感的過程における別の信念（書き手は自身の主張に強い確信を持っている) に基づいて思考しているのことが予測される. さらに，書き手は自身の主張（条件文）に対する確信度が高いことから，書き手は条件推論の結論が導けると思っていると推論されると考えられる.

2. 実験目的

本実験では, タイムプレッシャーの有無と視点（書き手・読み手）を操作した際の, 条件推論の受け入れやすさを検討し, 視点やタイムプレッシャーの有無によって論理的な推論が促進されるか, 抑制されるかを明らかにする. さらに, 書き手の視点から解釈すると, 分析的な思考が促進されるのか, それとも書き手は自身の主張に強い確信を持っているという解釈のもとで推論が行われるかを検証する.

Thompson らの主張では, 書き手視点条件では分析的思考が促進されるため，読み手の視点よりも MP・MT 推論の受け入れ率が高くなり, 妥当ではない DA・AC 推論については受け入れ率が低下すると考えられる. さらに，タイムプレッシャーは分析的思考を妨害するため, どちらの視点条件でもタイムプレッシャーあり条件はタイムプレッシャー有り条件よりも，妥当な MP・MT 推論の受け入れ率が低くなり，妥当ではない DA・AC 推論の受け入れ率が高くなると考えられる. また,

一方, 金子の研究に基けば, 人は会話の公理を用いるため，書き手視点条件では, 書き手は自身の主張に強い確信を持っていると直感的に判断しやすく，タイムプレッシャーに関わらずすべての条件推論の結論を読み手視点条件よりも受け入れやすくなると予測される。また，読み手視点の場合はタイムプレッシャーあり条件で，MP・MT 推論の受け入れ率が低くなると考えられる.

3. 予備実験

本実験の際に使用する条件文の選定とタイムプレッシャーの程度の検討のために予備実験を行なった.

3.1 実験参加者

参加者の募集はクラウドソーシングサイト (CrowdWorks) を用いてオンライン上で行い,90 人の参加者から回答を得た. このうち, 回答に不備のない 90 名のデータ分析を用いた (平均年齢=40.61, 標準偏差=7.91, 男性 51 名, 女性 39 名) . 実験は, オンラインアンケート調査ツール (Qualtrics) を用いて行い, 参加者はブラウザ上に提示されるシナリオを読み回答した.

3.2 実験材料

金子 (2022) の実験で使用した 6 つのシナリオと新たに作成した 7 つのシナリオを使用した. 各シナリオにはカバーストーリとある行為 p とその結果 q についての条件文を作成した.

3.3 実験手続き

最初に実験参加者を 3 つのグループに分けた.1 つのグループでは全ての条件文の Believability の測定を行った. カバーストーリーの後に条件文を提示して,「全くあり得なさそう」を 0 とし,「とてもありえそう」を 10 として，”0〜10”の 11 段階で回答を求めた.

残りの 2 つのグループには本実験と同じ様式で条件推論課題の MP,MT,AC,DA の 4 つの推論を提示した.1 つのグループには書き手の意図を参加者なりに解釈して回答するように求めた（書き手視点条件）. もう 1 つのグループには自分の解釈に基づいて回答するよう求めた（自分視点条件）. その際, 推論の回答時間を測定した.

3.4 結果

各シナリオの Believability の平均を 1 に示す.

推論課題の回答時間について,mean±2.5SD を外れ値として除外し，推論課題の回答時間の平均，標準偏差，中央値を求めたところ,mean=6.5,SD=7.3,median=4.2 であった.

表 1　各シナリオの Believability の平均

シナリオ	Believability	シナリオ	Believability
鉄道	7.7	ウイルス	7.3
病院	7.1	IT	6.1
大学	6.3	消費税	7.0
首相交代	7.6	深夜営業	6.8
美術品	6.0	火山	8.0
石油工場	8.1	野球	7.3

4.　本実験

実験計画はタイムプレッシャー（有り・無し）と視点（書き手・読み手）の 2 × 2 の 2 要因参加者間計画とし，従属変数として条件推論課題のパフォーマンスを測定した.

4.1　実験参加者

参加者の募集はクラウドソーシングサイト (CrowdWorks) を用いてオンライン上で行い,300 人の参加者から回答を得た. このうち, 回答に不備のない 294 名のデータ分析を用いた (平均年齢=41.5, 標準偏差= 9.91, 男性 140 名, 女性 154 名) . 実験は, オンラインアンケート調査ツール (Qualtrics) を用いて行い, 参加者はブラウザ上に提示されるシナリオを読み回答した.

4.2　実験材料

反例がある程度想起される Believability が中程度のものを選定するため, 予備調査での Believability の評価が 6 以上 9 以下の 12 のシナリオを使用した. また練習用の課題として，国会と公園のシナリオを用いた。タイムプレッシャーは予備調査の回答時間の平均と標準偏差から，mean+0.5SD の 10 秒とした.

4.3　実験手続き

最初に実験参加者を書き手の視点から解釈するグループと読み手の視点から解釈するグループの 2 つに分けた. 各グループには実験のシナリオに続き，条件推論課題として MP,MT,AC,DA の 4 つの推論を提示した. 書き手の視点から解釈するグループには，書き手の意図を参加者なりに解釈して回答するように求めた（書き手視点条件）. 読み手の視点から解釈するグループには，自身の解釈に基づいて回答するよう求めた（読み手視点条件）.

さらに, 視点の各グループの半数をタイムプレッシャー無し条件とし, もう半数をタイムプレッシャー有り条件とした. タイムプレッシャー無し条件のグループには, 条件推論課題の制限時間を設けず，自分のペースで回答を行うよう教示した. タイムプレッシャー有り条件のグループでは, 条件推論課題に 10 秒以内に回答するよう教示し，推論課題が提示された 10 秒後に自動的に次の課題のページに移動するようにした. なお，回答が早く終わった場合でも, 自分で移動はできず,10 秒待つ必要があった.

参加者には, シナリオと 1 つの条件文を提示した. その後,MP 形式と DA 形式では, 参加者に前件 (p) が起こった, または起こらなかったと仮定させ, それに続いて, 後件 (q) が「起こった」,「起こらなかった」,「どちらともいえない」の 3 つの選択肢の中から回答を求めた. また,AC 形式と MT 形式では, 参加者に後件 (q) が起こった, または起こらなかったと仮定させ, それに続いて, 前件 (p) が「起こった」,「起こらなかった」,「どちらともいえない」の 3 つの選択肢の中から回答を求めた. 各参加者は練習課題に回答した後,12 つのシナリオの中からランダムに割り振られた 5 つのシナリオに回答した.

4.4　結果

視点・推論・タイムプレッシャーごとの平均受け入れ率を図 1 にに示す. また, 視点（書き手・読み手）× 推論形式（MP・DA・AC・MT）× タイムプレッシャー (有り・無し) の 2×4×2 の分散分析の結果を表 2 に示す.

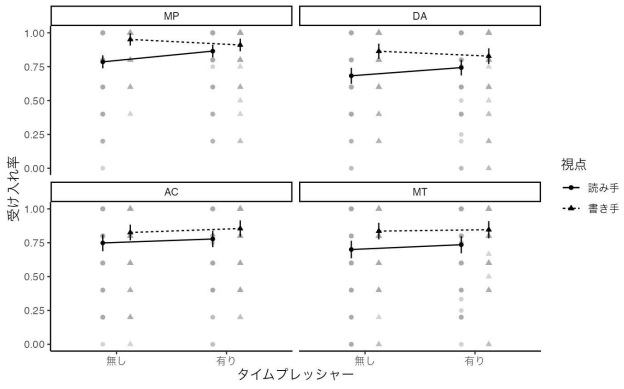


図 1　視点・推論・タイムプレッシャーごとの受け入れ率

表 2　視点（書き手・読み手）× 推論（MP・DA・AC・MT）× タイムプレッシャー (有り・無し) の 2×4×2 の分散分析

Effect	df	F	p.value
視点	1, 290	22.96	<.001
タイム	1, 290	0.82	0.365
視点：タイム	1, 290	1.74	0.189
推論	3, 870	20.52	<.001
視点：推論	3, 870	1.41	0.239
タイム：推論	3, 870	0.12	0.951
視点：タイム：推論	3, 870	1.92	0.125

分散分析の結果, 推論の受け入れ率について視点 * 推論 * タイムプレッシャーの交互作用は非有意であった. 視点や推論の主効果は有意であったが, タイムプレッシャーの主効果は非有意であった. 視点の主効果では, 書き手視点条件の方が聞き手視点条件よりも, 推論を受け入れやすいことが示された. また, 推論の主効果の多重比較を行った結果,MP は AC・DA・MT よりも受け入れられやすいことが示された.

副次的な分析として, 視点により, タイムプレッシャーの影響が異なるかをそれぞれの推論形式で検討するため，各推論形式において視点 * タイムプレッシャーの分散分析を行った。その結果，MP 推論では読み手視点条件でタイムプレッシャーの主効果が示され ($F(1, 290) = 5.40, p = 0.020$)，読み手視点の場合はタイムプレッシャーが無い場合の方が MP 推論を受け入れにくいことが示された.

5. 考察

本実験では, タイムプレッシャーの有無と視点（書き手・読み手）を操作し, 視点やタイムプレッシャーの有無によって条件推論における論理的な推論が促進されるか, 抑制されるかを検討した.

視点の影響に関しては, 全ての推論において書き手視点条件の方が, 推論を受け入れやすいということが示された. このことから, 書き手の視点から解釈する際には, グライスの会話の公理が適用され，書き手は自身の主張に強い確信を持っているという解釈の元での思考になっている可能性が示唆された. 書き手視点では分析的思考が用いられ，規範的推論が増えると言う Thompson らの知見は，本研究では示されなかった。

一方, タイムプレッシャーの有無による効果はほとんどの場合で有意ではなく，MP 推論の読み手視点条件でのみ見られた。ただし，予想とは異なり，タイムプレッシャー有り条件の方が, タイムプレッシャー無し条件よりも MP の受け入れ率が高かった. この理由として, タイムプレッシャーの時間が適切でなかったことが考えられる. タイムプレッシャー有り条件でも回答時間に余裕があったため, タイムプレッシャー無し条件と差異が少なかった可能性がある. また, 読み手視点条件の MP 推論において予想と異なる結果が示されたことに関して, 無効条件の想起そのものに時間がかかった可能性が考えられる.MP 推論は簡単な推論なので, 結論が導きやすく, タイムプレッシャー有り条件では反例が想起されないまま回答が行われたが, タイムプレッシャー無し条件では, 参加者が反例を想起し，その抑制を必要としたため, 推論の受け入れ率が下がったと考えられる.

6. おわりに

本実験では, 書き手の視点に立つと，書き手は自身の主張に強い確信を持っているという解釈の元での思考になっているという予想を支持する結果が示されたが, タイムプレッシャーによる視点や推論への影響は見られなかった.

今後の展望としては, タイムプレッシャーの操作が十分ではなかった可能性を考慮し, タイムプレッシャーの時間をより短くすることや，タイムプレッシャー以外の認知的負荷をかけた場合のパフォーマンスを検討したり, 条件文の無効条件が直感的な過程で想起されるかを検討することが挙げられる.

文献

[1] Ken Manktelo, 服部雅史, 山祐嗣. (2015). 思考と推論: 理性・判断・意思決定の心理学. 北大路書房, 378p.
[2] Markovits H, Saelen C, Forgues HL,(2009) “An inverse belief-bias effect: more evidence for the role of inhibitory processes in logical reasoning”, Exp Psychol, Vol. 56,No.2,pp112-120.
[3] Hugues Lortie Forgues ,Henry Markovits , (2010) “Conditional reasoning under time constraint: Information retrieval and inhibition”, Thinking & Reasoning , Vol. 16, No.3, pp.221-232.
[4] Valerie A. Thompson and Jonathan St. B.T. Evans and Simon J. Handley , (2005) “Persuading and dissuading by conditional argument”, Journal of Memory and Language, Vol. 53 , No.2, pp.238-257.
[5] Evans, J. S. B. and Stanovich, K. E,(2013) “Dual-Process Theories of Higher Cognition: Advancing the Debate”, Perspectives on Psychological Science, Vol.8, No.3, pp.223–241.
[6] 金子 晶史, 高橋 達二, 中村 紘子, (2022) “条件文の解釈における後件の望ましさと解釈者の視点の影響”, 日本認知心理学会発表論文集, Vol.2021, pp.62-62.
[7] Grice Paul, (1975) “Logic and Conversation”, in P. Cole & J. L. Morgan (eds.), Syntax and Semantics,Vol.3, Speech Acts,pp.183– 198.

心理的な責任帰属欲求が決定論的行為への自由意志/責任帰属に与える影響

The Impact of Psychological Motivation on Free Will/Responsibility Attributions in Deterministic Situations

稲荷森 輝一[†], 晴木 祐助[†], 宮園 健吾[†]
Kiichi Inarimori, Yusuke Haruki, Kengo Miyazono

[†]北海道大学
Hokkaido University
inarimori.kiichi.y2@elms.hokudai.ac.jp

概要

自由意志の実験哲学における一部研究は、処罰欲求が決定論的行為に対する自由意志・道徳的責任の帰属を増大させる可能性を示唆している。本研究ではこの効果の因果関係を明らかにすることを主目的として新たな大規模なオンライン実験を設計し、低欲求条件と高欲求条件それぞれで二種類の非道徳的行為に対する責任帰属判断の質問紙調査を実施した。その結果、行為の種類の違いが処罰欲求と責任帰属判断それぞれに影響することが明らかとなった。

キーワード：実験哲学, 自由意志, 道徳心理学

1. イントロダクション

人間は道徳的責任に必要な自由意志をもつのだろうか？この問題をめぐり、哲学においては伝統的に決定論と自由意志の両立可能性が論じられてきた。決定論的世界では、人間の行為を含むあらゆる事象は、それらに先行する要因によって一意に決定される。たとえば物理的決定論によれば、この宇宙で起こるすべての出来事は、宇宙が始まったときの初期条件とそのとき存在する自然法則によって因果的に決定される。ゆえに、この宇宙で実際の事象と別の事象が起こることはあり得ない。あるいは、別様の事象が生じる可能性が存在するにせよ、人間の意志が宇宙の因果的来歴から独立に行為を引き起こすことはないとされる。

決定論が正しいかどうかは経験的な問題であり、哲学者がアームチェアで解決できる問題ではないが、少なくとも哲学者は決定論と自由意志論との間の概念的整合性、あるいは非整合性を問題としてきた。こうした背景から、現代の自由意志論争では、人々が自由意志と決定論についてどのような直観をもつかが主要な論点の一つとなっている。より具体的には、人々は決定論と道徳的責任に必要な自由意志の両立可能性を認める「両立論的直観」を有するのか、それとも両者の両立可能性を認めない「非両立論的直観」を有するのかが争点となってきた。

自由意志と直観をめぐる議論は長らく哲学者の直観に基づいて行われてきたが、近年「実験哲学」と呼ばれる方法論の発展に伴い、決定論と自由意志をめぐる一般人の直観についての経験的研究が大きな関心を集めている。いわゆる「自由意志の実験哲学」には、両立論を支持する研究もあれば非両立論を支持する研究もあり、いかなる要因が異なる研究結果を生み出しているのかについては議論が続いている。

本研究では、人々が決定論的行為に対して覚える自由意志・責任帰属直観について、それが両立論的（行為が因果的に決定されていても道徳的責任が生じる）あるいは非両立論的なのか、そしてどのような要因がその直観につながったのかを検討した。自由意志の実験哲学におけるこれまでの研究では、提示される行為の具体性が高まることで両立論的直観の増加することが知られているほか (Nichols & Knobe, 2007)、決定論的世界に関する誤解が人々の回答に影響することが指摘されている（Nahmias et al. 2010; 2014; Nedelhoffer et al. 2020）。しかしその他にも両立論的直観に寄与すると思われる要因はいくつかあり、とりわけ重要だと考えられるのは、人々が自由意志/責任を行為主体に帰属したいという心理的な欲求である。

なぜなら Clark et al. (2019) で論じられているように、処罰欲求が自由意志/責任帰属を増大させるというモデルは、Nichols and Knobe (2007)で明らかになった行為の具体性による効果をはじめ、先行研究で示されているいくつかの現象も説明できるという点で高い説明力を有するからだ。実際、Clark et al. (2014; 2019) における一連の実験は、自由意志および道徳的責任を帰属したいという動機が増大することによって、両立論的判断が増加するというモデルを支持している。

しかし、彼女らの研究にはいくつかの方法論的限界がある。一つには、彼女らの研究では参加者の欲求それ自体が直接測定されていない。ゆえに、自由意志/責任帰属に対する欲求の効果量は明らかでない。また、

実験デザイン上、処罰欲求が自由意志/責任帰属に影響する他の因子と独立にどれだけの効果をもつかを検証できていない。たとえばClark et al. (2014) における二つ目の実験では、人々は道徳的に中立的な行為に比べて道徳的悪い行為に対してより強く自由意志を帰属することが示されている。こうした結果は処罰欲求が自由意志/責任帰属を増大させるという仮説を間接的に支持するものであるが、「行為の悪さ」という因子が条件間で変動している以上、自由意志の帰属が本当に処罰欲求に起因しているかは定かでない。以上の理由から、先行研究では処罰欲求がそれ自体として自由意志/責任帰属に影響する程度およびその心理的プロセスが十分明らかにされているとは言い難い。

したがって本研究では、自由意志の実験哲学における参加者の処罰欲求が自由意志/責任帰属に対してもつ効果量を直接測定することを目的として、処罰欲求を質問紙で直接測定した。同時に、さらに欲求を他の因子から独立に操作することによって、処罰欲求が決定論的行為への自由意志/責任帰属判断に与える影響をより明確にすることを試みた。

2. 行動実験

参加者：調査はオンラインで実施され、質問紙に含まれるアテンションチェックを通過した 824 人分のデータを解析対象とした（平均年齢＝42.59±10.34 歳、女性が 357 人）。

具体的な手続きとしては、自由意志の実験哲学におけるヴィニエット型実験の一般的な手続きに沿い、実験参加者に決定論的世界の描写を読んでもらったのち、その決定論的世界における非道徳的行為を描写したストーリーを実験参加者に提示し、その行為が自由意志に基づくものか、そして行為者は道徳的責任を負うかをそれぞれ 7 件法で評価するよう求めた。そのあと、決定論的世界の理解と責任帰属欲求も合わせて測定した。本実験では人々の責任帰属欲求を実験的に操作するため、非道徳的行為の種類（殺人・脱税）とその行為の顛末（罰を受ける・受けない）を変更したストーリーを用いた。参加者は実験中で提示される行為の顛末に応じて高欲求条件（罰を受けない）と低欲求条件（罰を受ける）の二つに割り振られ、各条件で二つの行為について上述の質問に回答した。

3. 結果

まず初めに、人々の決定論的世界における責任帰属欲求が、行為の種類（殺人・脱税）と行為者の顛末（すでに罪を受けている・受けていない）という処罰欲求に関わるストーリーの違いによって変化するかを検証した。その結果、殺人行為は脱税行為よりも強く責任帰属欲求を喚起した一方で（$p < .001, \eta^2_p = .009$）、行為者の顛末による変化は確認されなかった（$p = .13, \eta^2_p = .001$）。このことは、決定論的世界における非道徳的行為の種類によって喚起される心理的な責任帰属欲求が変化する一方で、たとえその非道徳的な行為者が応報的な結末を迎えても、責任帰属欲求が大きく変化しないことを示している。すなわち個人の処罰欲求の実験的な操作について、可能な点と難しい点が明らかとなったといえる。

さらに主要な解析として、行為者の自由意志の有無とそれらに対する責任帰属欲求に関わる直観がどのように生じているか明らかにするため、行為の種類と行為者の顛末を主要因、決定論的世界の理解と処罰欲求の個人差を共変量とした共分散分析を行った。その結果、自由意志直観と責任帰属欲求のいずれにおいても決定論的世界の理解と処罰欲求は独立に高い説明力を持つことが明らかとなった（自由意志直観においては、決定論的世界の理解：$p < .001, \eta^2_p = .16$; 責任帰属欲求：$p < .001, \eta^2_p = .04$、責任帰属欲求においては決定論的世界の理解:$p < .001, \eta^2_p = .16$; 責任帰属欲求:$p < .001, \eta^2_p = .53$）。特に責任帰属欲求の判断においては、個人が持つ行為者への処罰欲求がかなり強く反映されていると考えられる。

4. 考察

現代哲学の主要トピックでは、ちょうど自然科学で観察データが証拠としての役割を果たすのと同様、意識的な推論を介さない判断である「直観」が理論を裏付けるデータとしての役割を担ってきた。人々の直観が両立論的であるか非両立論的であるかが自由意志をめぐる哲学的議論にとって重要な意味をもつはそのためである。同様の理由から、そうした直観の産出プロセスも哲学的に重要である。たとえば、ある直観が哲学的真理とは無関係の要因に起因しているとなれば、その直観を根拠として特定の哲学理論を正当化することは難しくなる。

したがって、もし決定論的行為に対する自由意志/責

任帰属直観の産出において処罰欲求が決定的に重要であるとするモデルが正しければ、両立論的直観に基づいて自由意志に関する両立論を正当化することには問題が伴う恐れがある。なぜならその場合、両立論的直観は私たちの責任帰属に関する基準を正確に反映していない可能性があるからだ。あるいは、Clark et al. (2019)も指摘しているように、人々の直観が欲求によって変化するものであるならば、そもそも一般人の直観が両立論的か非両立論的かを明らかにしようとする実験哲学的プロジェクトそれ自体が再考されるべき可能性がある。

今回の実験では、質問紙で測定された処罰欲求は決定論的行為への責任帰属に対して統計的に有意な効果を持つことが明らかとなった。同時に、脱税行為に対して殺人行為で有意に両立論的直観が増加したことに鑑みると、本研究の結果は、心理的な責任帰属欲求が増大することによって決定論的行為に対する責任帰属が増加すること、つまり、両立論的直観が処罰欲求に影響された結果として生じていることを示唆している。

しかし、本実験では行為の帰結に応じて設けられた二条件間で処罰欲求を操作することに失敗したため、処罰欲求が行為の悪さと独立に自由意志/責任帰属にどれだけ影響するかを明らかにすることはできなかった。それゆえ、殺人事例で両立論的直観が増大したことに関して言えば、純粋に行為の悪さが増大したことに起因しており、殺人事例で処罰欲求が増大したことに起因しているわけではない、と解釈する余地も残されている。したがって、今回の実験によって自由意志/責任帰属直観が産出される心理的プロセスにおける欲求の位置づけが確定されたと考えるのは性急である。哲学的議論に対して先述したような含意を導くためにはさらなる研究が必要である。

また、今回の実験では、多くの参加者が決定論を正しく理解することに失敗していた。実際、Nadelhoffer et al. (2021)の研究によれば、自由意志の実験哲学では参加者の大半が決定論を正しく理解することに失敗しており、方法論それ自体を見直すべきであるという見解が示されている。我々の実験もこうした見解を支持する結果を示している以上、今後の研究においてはコンプリヘンションエラーの問題について何らかの有効な対策を考案しなくてはならないだろう。

文献

[1] Clark, C. J., Luguri, J. B., Ditto, P. H., Knobe, J., Shariff, A. F., & Baumeister, R. F. (2014). Free to punish: a motivated account of free will belief. *Journal of personality and social psychology*, *106*(4), 501–513. https://doi.org/10.1037/a0035880

[2] Clark, C. J., Winegard, B. M., & Baumeister, R. F. (2019). Forget the Folk: Moral Responsibility Preservation Motives and Other Conditions for Compatibilism. *Frontiers in Psychology*, 10. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00215

[3] Murray, D. & Nahmias, E. (2014). Explaining Away Incompatibilist Intuitions. *Philosophy and Phenomenological Research* 88 (2):434-467. doi: https://doi.org/10.1111/j.1933-1592.2012.00609.x

[4] Nadelhoffer, Thomas., Rose, David., Buckwalter, Wesley & Nichols, Shaun (2020). Natural Compatibilism, Indeterminism, and Intrusive Metaphysics. *Cognitive Science* 44 (8). doi: https://doi.org/10.1111/cogs.12873

[5] Nadelhoffer, T.., Murray, S.. & Murry, E. (2021). Intuitions About Free Will and the Failure to Comprehend Determinism. *Erkenntnis*: 1-22. DOI: https://doi.org/10.1007/s10670-021-00465-y

[6] Nahmias, E. : Morris, S. ; Nadelhoffer, T. & Turner, J. (2005). Surveying Freedom: Folk Intuitions About Free Will and Moral Responsibility. *Philosophical Psychology* 18: 561-584. DOI: https://doi.org/10.1080/09515080500264180

[7] Nahmias, E. : Morris, S. ; Nadelhoffer, T. & Turner, J. (2006). Is Incompatibilism Intuitive? *Philosophy and Phenomenological Research* 73: 28-53. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1933-1592.2006.tb00603.x

[8] Nahmias, E. & Murray, D. (2010). Experimental Philosophy on Free Will: An Error Theory for Incompatibilist Intuitions. In Jesus Aguilar, Andrei Buckareff & Keith Frankish (eds.), *New Waves in Philosophy of Action*. Palgrave-Macmillan: pp. 189-215.

[9] Nichols, S. & Knobe, J. (2007). Moral Responsibility and Determinism: The Cognitive Science of Folk Intuitions. *Noûs* 41 (4):663-685. doi: https://doi.org/10.1111/j.1468-0068.2007.00666.x

新奇な製品に対する実用性評価—専門家とノービスの比較
Rating usefulness of novel products: a comparison of expert and novice raters.

服部 エリーン 彩矢，山川 真由，三輪 和久
Eline Aya Hattori, Mayu Yamakawa, Kazuhisa Miwa
名古屋大学大学院情報学研究科
Nagoya University Graduate School of Informatics
hattori@cog.human.nagoya-u.ac.jp

概要
創造的な製品の拒否は，創造性の評価観点の 1 つである実用性が過小評価されるために生じるとされる．本研究は，新奇な製品の実用性過小評価を緩和する要因として，専門性に着目し，検討を行った．調査の結果，プロダクトデザイナーである専門家は，非専門家であるノービスに比べ，新奇性が低い製品の実用性評価に厳しいために，新奇性が高いほど実用性が過小評価される傾向が緩和されることが示された．

キーワード：専門家 (expert)，製品評価 (product evaluation)，創造性 (creativity)，新奇性 (novelty)，実用性 (usefulness)

1. 背景

人々が創造的な製品を拒否したり，過小評価する現象が報告されている [1,2]．創造性は，新奇性と実用性の両方の要素を兼ね備えていると定義され [3]，冒頭の現象が生じる原因は，この構成要素に着目して説明されている．具体的には，創造的な製品の新奇性が高いために[2]，実用性が過小評価されるためであると指摘されている [4]．

新奇性が高いほど，実用性が低く評価される傾向は一般的とされているが [5]，創造性は主観評価であるため，この傾向を緩和する評価者の要因も考えられる．著者らの以前の研究では，新奇性追求傾向 (novelty seeking: NS) が高い人ほど，新奇性の高い製品に対する実用性の過小評価が緩和されることを示した [6]．

本研究は，CAT (Consensual Assessment Technique, [7]) をはじめ，創造性評価の信頼性が高い専門家 [8] において，実用性の過小評価傾向が緩和されるかを検討する．評価対象製品の知識が豊富な者ほど，新製品について，より多くの利点を挙げることが報告されている [9]．したがって，専門家は，非専門家であるノービスに比べて，新奇な製品の実用性を高く評価し，実用性過小評価の傾向が緩和されると考えられる．

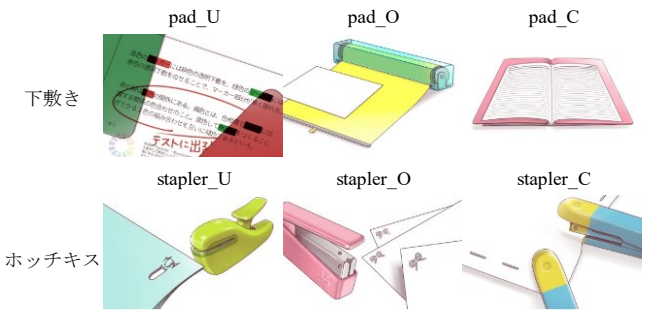


図 1. 評価セットの製品画像の一部.

2. 方法

2.1. 参加者

2.1.1. ノービス

以前の研究 [6] の参加者 211 名（女性 101 名，男性 108 名，無回答 2 名，年齢 $M = 39.89$，$SD = 9.02$）とした．

2.1.2. 専門家

クラウドワークス上でプロダクトデザイナーとして活動実績のある 44 名（女性 11 名，男性 30 名，無回答 2 名，年齢 $M = 45.26$，$SD = 11.19$）が調査に参加した．

2.2. 材料

2.2.1. 評価セット

身近で評価が容易な文房具を題材とし，製品の画像と短い説明文を用意した．評価が新奇性と実用性について分散するように，評価セットの製品を 3 通りの方法で選出した．⑴ 実用性が高く新奇性は低い製品として，市販品から選出した．⑵ 新奇性が高く実用性は低い製品として，実験者が自ら生成した．⑶ 新奇性と実用性の両方が高い製品として，アイデアコンテストの受賞作品から選出した．大学院生 13 人が製品の新奇性と実用性を評価する予備調査を行い，その評価値をもとに，最終的な評価セットを作成した．評価セットは，6 種類のカテゴリーに関して ⑴ ～ ⑶ が 1 つずつ含まれる 18 製品となった（図 1）．それぞれ，ラベルの末尾が U の製品は ⑴ に，O の製品は ⑵ に，C の製品は ⑶ に該当する．

2.2.2. NS 尺度

先行研究 [10] で，NS を測定するものとして作成さ

れた 14 項目を日本語に翻訳して使用した．項目には，「私はいつも新しいことに挑戦したいと思っている」などが含まれ，5 段階（1：全く当てはまらない～ 5：非常に当てはまる）で回答させた．

2.3. 手続き

専門家の参加者は，ノービスの参加者と同じ手続き [6] で調査に取り組んだ．参加者は，最初に調査に関する説明が示され，参加に同意した．その後，評価課題に取り組んだ．その際，予め実用性と新奇性の定義を示した．具体的には，「実用的であるとは，実際に使用する上で役に立つということ」，「新奇であるとは，珍しく斬新であるということ」だった．評価課題では，実用性と新奇性の評価順序はランダムに割り当てられ，1 つずつランダム提示される製品全てについての評価を終えてから，もう一方の観点で評価した．評価は 5 件法（1：全く新奇・実用的でない～ 5：非常に新奇・実用的である）で行われた。最後に，NS 尺度に回答し，年齢，性別について任意で回答を求めた．

3. 結果と考察

分析には，参加者を変量効果とした線形混合モデルを用いた．変量効果構造についてのモデル選択を行った [11]．ノービスと専門家について，被説明変数を実用性評価，説明変数を新奇性評価と属性（ノービス，専門家），統制変数を NS とした分析を行った．

その結果，属性 (group) の主効果は有意ではなく (β = -0.05, t = -0.54, p = .59)，新奇性評価 (novelty) の主効果が有意だった (β = -0.25, t = -10.86, p < .001)．つまり，新奇性評価が高いほど，実用性評価は低いことが示された．加えて，新奇性評価と属性の交互作用が有意だった (β = 0.11, t = 2.03, p < .05；図 2)．したがって，単純傾斜検定で，ノービスと専門家それぞれの回帰係数を求めた．その結果，ノービスは b = -0.25, SE = 0.02, p < .001 だった．一方，専門家は b = -0.13, SE = 0.05, p < .05 だった．加えて，属性が，実用性評価に有意に影響する新奇性評価の区間を，ジョンソン・ネイマン法で求めた．その結果，新奇性評価が 1.11 以下の区間だった．

以上から，専門家はノービスに比べ，実用性過小評価の傾向が緩和されることが示された．この結果は仮説の通りだった．しかし，仮説と異なり，新奇性が低い製品について，専門家の実用性評価がノービスよりも低いことが示された．これは，専門家がプロダクトデザイナーであり，創造的な製品の生成に従事しているため，

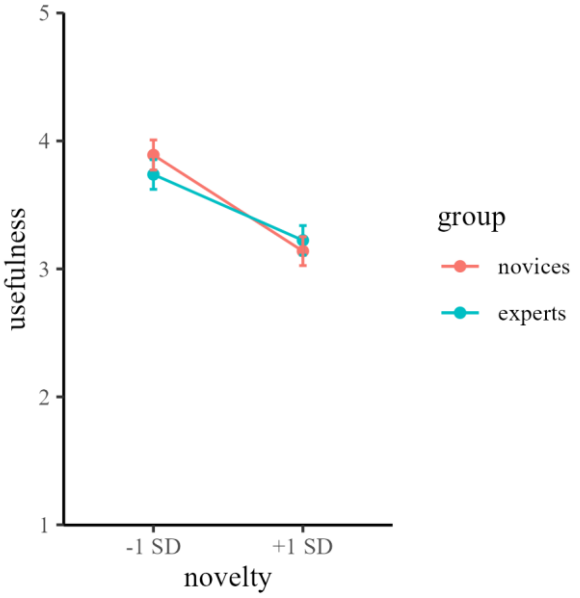


図 2. 新奇性評価と属性（ノービス，専門家）が実用性評価に与える影響.

既存製品に対する評価が厳しいことが考えられる．

文献

[1] Rietzschel, E. F., Nijstad, B. A., & Stroebe, W. (2010). The selection of creative ideas after individual idea generation: Choosing between creativity and impact. *British Journal of Psychology, 101*(1), 47-68.

[2] Mueller, J. S., Melwani, S., & Goncalo, J. A. (2012). The bias against creativity: Why people desire but reject creative ideas. *Psychological Science*, *23*(1), 13–17.

[3] Runco, M. A., & Jaeger, G. J. (2012). The Standard Definition of Creativity. *Creativity Research Journal*, *24*(1), 92–96.

[4] Benedek, M., Nordtvedt, N., Jauk, E., Koschmieder, C., Pretsch, J., Krammer, G., & Neubauer, A. C. (2016). Assessment of creativity evaluation skills: A psychometric investigation in prospective teachers. *Thinking Skills and Creativity , 21*(May), 75-84.

[5] Diedrich, J., Benedek, M., Jauk, E., & Neubauer, A. C. (2015). Are creative ideas novel and useful? *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, *9*(1), 35–40.

[6] 服部 エリーン 彩矢・山川 真由・三輪 和久 (2022). 新奇な製品に対する実用性評価：新奇性追求傾向との交互作用 *日本認知科学会第 39 回大会発表論文集*, 196-197.

[7] Amabile, T. M. (1982). Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. Journal of Personality and Social Psychology, 43(5), 997–1013.

[8] Kaufman, J. C., Baer, J., Cole, J. C., & Sexton, J. D. (2008). A comparison of expert and nonexpert raters using the consensual assessment technique. *Creativity Research Journal*, *20*(2), 171–178

[9] Moreau, C. P., Lehmann, D. R., & Markman, A. B. (2001). Entrenched Knowledge Structures and Consumer Response to New Products. *Journal of Marketing Research*, *38*(1), 14–29.

[10] Gocłowska, M. A., Ritter, S. M., Elliot, A. J., & Baas, M. (2019). Novelty seeking is linked to openness and extraversion, and can lead to greater creative performance. *Journal of Personality , 87*(2), 252–266.

[11] Bates, D., Kliegl, R., Vasishth, S., & Baayen, H. (2015). *Parsimonious Mixed Models*.

身体化された意識：立位姿勢動揺のダイナミクスからの探索的検討
An exploratory study of postural dynamics for understanding of embodied intentionality

児玉 謙太郎†，友野 貴之‡
Kentaro Kodama, Takayuki Tomono

†東京都立大学，‡札幌学院大学
Tokyo Metropolitan University, Sapporo Gakuin University
kodama_k@tmu.ac.jp

概要

本研究では身体性認知の考えに基づいて立位姿勢時に「どこに意識を向けるか」によって，姿勢動揺の複雑さが変わるかを探索的に調べた．特に，内的焦点化（身体に意識を向ける）について身体部位の違いや外的焦点化（環境に意識を向ける）について目の前の地面や障害物の存在，および，身体と環境の関係（アフォーダンス）の影響などを検討した．しかし，いずれの要因の影響も見られなかったため，先行研究の知見を踏まえ多角的に考察した．

キーワード：意識 (intentionality), 身体性 (embodiment), アフォーダンス (affordance), 非線形時系列解析 (nonlinear time series analysis), サンプル・エントロピー (sample entropy)

1. はじめに

認知科学の分野において，身体性ないし身体化（embodiment）という概念が注目されるようになって久しい．ここでいう身体性とは，我々の心（mind）や知能（intelligence）は，身体とは切り離せないとする考えである(e.g., [1])．これまで理論的な研究に続き，実験的な研究も様々に報告されてきた(e.g., [2])．

そんな中，近年，身体性認知を巡り，実にシンプルながら興味深い実験が報告されている．Rhea らは，参加者に 30 秒間，立位姿勢を保持するよう求め，実験的に「どこに意識を向けるのか？」という要因を操作した [3]．ベースライン条件に加え，External Focus（EF：身体外部の環境に注意を向ける条件），Internal Focus（IF：身体内部に注意を向ける条件）が比較された．その結果，EF 条件において，左右方向の重心動揺の複雑性が高まることが示された．姿勢のダイナミクスに見られる複雑性について，Rhea らは「運動課題中に注意を外部環境に向けることは，運動制御をより効率的・効果的に行うことに繋がり，その結果が姿勢ダイナミクスの複雑性に反映される」と解釈し，将来的に高齢者のバランス・トレーニングとして，このように認知的なレベルの介入により身体機能が向上する可能性について言及している．しかし，「意識」や「注意」については，認知科学，および，その周辺領域においても様々な解釈がなされ，研究が拡がっている．

例えば，Shaw (2001) は，意識のモードを次のように 4 つに分類している[4]．1）extero-perception（環境に対するモード），2）exproprio-perception（自己との関係における環境へのモード），3）proprio-perception（自己に対するモード），4）proextero-perception（環境との関係における自己へのモード）[4]．このように考えると，我々が対象に意識を向ける際，単に Internal/External といった区分だけでなく，関係性を含む様々なモードがあり得，モードによって姿勢のダイナミクスも変化する可能性がある．

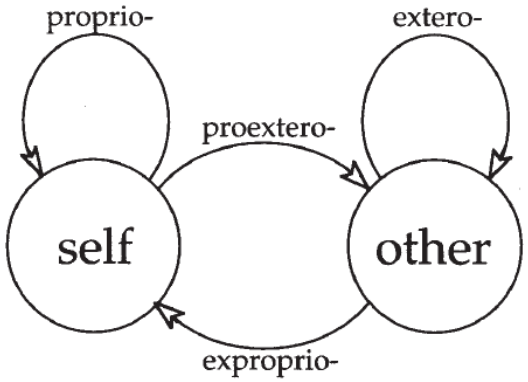


図 1　意識（intentionality）の 4 つのモード[4]

生態心理学では，アフォーダンスの知覚において，探索的な運動（exploratory movement）による，自己，環境，及び，それらの関係に関する情報（不変項）が重要だと考える．立位姿勢時の身体動揺に関しても，自己と環境との関係に関する情報の生成という側面があることが指摘されてきた [5], [6]．例えば，Stoffregen et al. (2009)による研究では，健常者を車椅子に乗せ，目の前の環境内の隙間をくぐり抜けられるかどうかを知覚判断させる際の，頭部と胴部の動きを調べている[7]．その結果，隙間の通過可能性というアフォーダンスの知覚において頭部や胴部の探索的な動きが重要であることが示唆された．

さらに，近年では，探索的な運動を評価するのに，非線形時系列解析も応用されている．例えば，

Riley et al. (2002)の研究では，手に持った物体の長さや幅といった特性を知覚させる実験で，物体を探索的に振る手の動きに対して，Recurrence Quantification Analysis（RQA）を応用している [8]．また，Palatinus et al. (2014)の研究では，頸部に取り付けた棒の長さを知覚させる実験で，静止立位時の重心動揺データに対し，フラクタル解析を応用している [9]．さらに，Lucaites et al. (2020)の研究では，前方にある隙間を通過する際の接近時の歩行データに対し，Sample Entropy を求め，アフォーダンス知覚との関係について議論している[10]．これらの先行研究においては，身体ダイナミクスの複雑性は，知覚的な探索過程や，環境からの外乱に対する適応性を示すものとして捉えられている．また，注意の外的焦点化についても，適応的な運動の調整を促すと解釈されている [11]．

そこで，本研究では，以下の 2 つの予備実験を実施した．尚，今回の予備実験では様々な要因を探索的に検討するため，必ずしも仮説検証的な実験デザインにはなっておらず，計測機器についても以下に示すよう様々な行動データを取得した．

実験 1 では，先行研究の追試を含みつつ，IF，すなわち自己身体への意識といっても足と肩で異なるのか，また，目の前の障害物の存在が影響するのか，を検討することを目的とした．独立変数は，意識を向ける場所(地面，足，肩)と，障害物の有無である．よって，ベースライン（Baseline: BS），地面（Floor: FL），足（Foot: FT），肩（Shoulder: SH）の 4 条件について，障害物“あり”と“なし”の 2 条件（計 8 条件）が検討された．

実験 2 では，障害物は常に置いた状態で，意識のモードを比較するために，意識を向ける場所を地面，足，肩，隙間，通過可能性（アフォーダンス）で比較した．すなわち，BS 条件，FL 条件，FT 条件，SH 条件，隙間（Aperture: AP）条件，通過可能性（Affordance: AF）条件の 6 条件が検討された．

2. 方法

実験参加者

若年健常者 8 名（男女 4 名ずつ，平均 30.05±4.8 歳）．実験手続きは，神奈川大学における人を対象とした研究に関する倫理審査委員会で承認され，参加者には同意のもと実験に参加してもらった．

実験装置

フォースプレート（CFP600YA302US，Leptrino 社製），3 次元動作解析装置（Flex13 カメラ 10 台，Natural Point 社製，頭部 3 点，両肩，重心付近にマーカーを装着），視線計測機（Tobii Pro Glass3，Tobii 社製）．但し，本稿では紙幅の都合上，先行研究に準じて，フォースプレートで計測したデータの分析結果のみを報告する．

実験課題

参加者は，前方の壁の目線の高さに貼り付けられた注視点（円形の印）を見ながら静止立位姿勢を 30 秒間保持するよう求められた．

手続き

実験 1・2 ともに，どの条件も 2 試行ずつ行われ，最初にベースライン（BL）条件が行われ，参加者は自然な状態で静止立位保持を求められた．続く BL 以外の条件は，ランダムな順番で行われ，それぞれ意識を向ける場所が試行前に指示された．各試行の終了後，視線と意識を向けていた場所，どれくらい強く意識を向けていたかを 6 件法で回答してもらった．試行間では 30 秒程度の休憩を入れた．尚，視線は前方の注視点に向けるよう求めた．

データ分析

本稿では，紙幅の都合，先行研究に従い，フォースプレートで取得した足圧中心（CoP）位置の時系列データのうち左右方向（ML 方向）に対して，複雑性の指標である Sample entropy（SEn）[12]を求めて条件間で比較した．SEn とは，時系列の規則性，予測可能性を表す指標であり，SEn が低いほど規則的で予測可能性が高く単純な時系列であることを意味し，SEn が高いほど不規則で予測可能性が低く複雑な時系列であることを意味する．SEn の計算においては，時系列からサンプル（テンプレート）となる長さ m の時系列を取り出し，同サンプルと同じような時系列がどれくらい反復して含まれているかを調べる．その際，“同じ”または“マッチしている”と判定する基準を，閾値 r を許容範囲（tolerance）として事前に決定する必要があるが，これら入力変数の最適化については文献を参照されたい [13]．本研究では，先行研究 [14] による最適化の手法にならい，m=2，r=0.3 を選定した．尚，統計には R（anovakun）を用いて分散分析を行った．

3. 結果

実験 1：ML 方向の SEn

図 2 は，実験 1 の ML 方向の SEn の値について，各条件の平均値を示している．BS 障害物あり条件は平均 0.090（SD=0.023），BS 障害物なし条件は平均 0.091（SD=0.020），FL 障害物あり条件は平均 0.087（SD=0.024），FL 障害物なし条件は平均 0.088（SD=0.025），FT 障害物あり条件は平均 0.094（SD=0.029），FT 障害物なし条件は平均 0.085（SD=0.014），SH 障害物あり条件は平均 0.090（SD=0.031），SH 障害物なし条件は平均 0.087（SD=0.024）であった．分散分析の結果，意識を向ける場所，障害物の有無の主効果，および，それらの交互作用は認められなかった（$F(1, 7)=0.03$, $p=0.87$, $F(3, 21)=0.37$, $p=0.77$, $F(3, 21)=0.53$, $p=0.67$）．

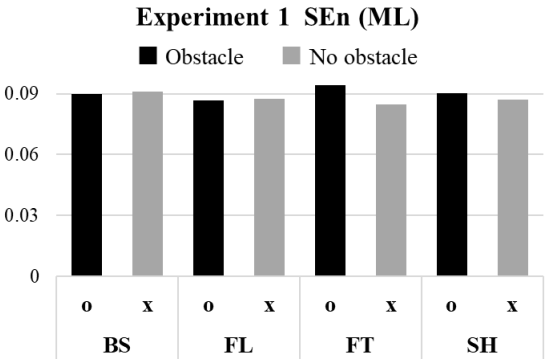


図 2　実験 1 の結果：ML 方向の SEn
（BS：ベースライン条件，FL：Floor 条件，
FT：Foot 条件，SH：Shoulder 条件，
o：障害物あり，x：障害物なし）

実験 2：ML 方向の SEn

図 3 は，実験 2 の ML 方向の SEn の値について，各条件の平均値を示している．BS 条件は平均 0.093（SD=0.034），FL 条件は平均 0.097（SD=0.027），FT 条件は平均 0.099（SD=0.031），SH 条件は平均 0.091（SD=0.032），AP 条件は平均 0.091（SD=0.022），AF 条件は平均 0.097（SD=0.023）であった．分散分析の結果，意識を向ける場所の主効果は認められなかった（$F(5, 35)=0.49$, $p=0.79$）．

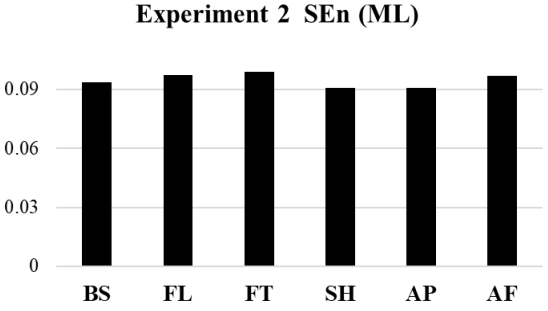


図 3　実験 2 の結果：ML 方向の SEn
（BS：ベースライン条件，FL：Floor 条件，
FT：Foot 条件，SH：Shoulder 条件，
AP：Aperture 条件，AF：Affordance 条件）

4.　考察

結果の解釈：先行研究との不一致

本研究の結果，いずれの実験においても，先行研究で示された結果を再現することができなかった．その要因について，以下では「教示」「視線」「個人差」の観点から考察する．

まず，意識・注意の焦点化に関する教示について，先行研究では，“During the internal focus conditions, participants were instructed to focus on keeping their feet level.”[3]と記載されている（下線部は筆者が強調）．これを日本語で教示する際，本研究では「足元に意識を向けて下さい」と参加者に伝えたが，実験後の参加者へのヒアリングで，具体的にどこに意識を向けていたかを確認したところ，「足の裏」「足の下の地面」など，自己身体（足の裏など）に意識を向けている参加者と，環境（足の下の地面）に意識を向けている参加者とが存在することが明らかとなった．これら外的焦点化条件でも自己身体と環境のどちらを意識していたかについて適切に統制できていなかった可能性があり，本研究の結果に影響した可能性もある．そのため，今後は教示による統制について再検討する必要がある．

また，視線の統制について，先行研究[3]では具体的な記載がなかった．よって，参加者が前方ではなく足元の地面の方向を見ていた可能性もあり，その場合，姿勢の動揺に影響する可能性もあるため，今後，視線の影響についても確認する必要がある．

また，本研究では SEn の値について個人差も確認された．そのため，今後，個人差を踏まえた評価の方法や，SEn 以外の解析についても検討したい．

今後の展望：追加データ分析

SEn 以外の解析については，SEn と同じく複雑性の指標のひとつであるフラクタル解析が挙げられる[15]．具体的には，Detrended Fluctuation Analysis（DFA）という非線形時系列解析手法は，姿勢や歩行の複雑性の評価にも応用されている [16]．また，1 章で述べたように，探索的な知覚・行為の特徴を抽出するのに，これら DFA や RQA としても応用されている [8], [9]．立位姿勢においても姿勢動揺は自己と環境との関係に関する情報の生成という探索的な運動の側面があり，今後，これらの手法も含め，様々な観点からのデータの解析が求められる．

また，本発表では報告をしていないが，今回取得したデータのうち，モーションキャプチャーやアイトラッカーなどのデータも今後は追加分析する予定である．とりわけ，上述の通り，参加者が各条件で視線をどこに向けていたか，視線データ自体の探索的な振る舞いや，通過可能性に意識を向けている際の肩の動きなども今後の追加分析によって検討していきたい．

文献

[1] Chemero, A. (2009). *Radical Embodied Cognitive Science*. MIT Press.
[2] Anderson, M. L., Richardson, M. J., & Chemero, A. (2012). Eroding the Boundaries of Cognition: Implications of Embodiment. *Topics in Cognitive Science*, 4(4), 717–730.
[3] Rhea, C. K., Diekfuss, J. A., Fairbrother, J. T., & Raisbeck, L. D. (2019). Postural Control Entropy Is Increased When Adopting an External Focus of Attention. *Motor Control*, 23(2), 230–242.

[4] Shaw, R. E. (2001). Processes, Acts, and Experiences: Three Stances on the Problem of Intentionality. *Ecological Psychology*, 13(4), 275–314.
[5] Riccio, G. E. (1993). Information in movement variability. About the qualitative dynamics of posture and orientation. *Variability and Motor Control*, 317–357.
[6] Van Emmerik, R. E. A., & Van Wegen, E. E. H. (2000). On variability and stability in human movement. *Journal of Applied Biomechanics*, 16(4), 394–406.
[7] Stoffregen, T. A., Yang, C. M., Giveans, M. R., Flanagan, M., & Bardy, B. G. (2009). Movement in the perception of an affordance for wheelchair locomotion. *Ecological Psychology*, 21(1), 1–36.
[8] Riley, M. A., Wagman, J. B., Santana, M.-V., Carello, C., & Turvey, M. T. (2002). Perceptual Behavior: Recurrence Analysis of a Haptic Exploratory Procedure. *Perception*, 31(4), 481–510.
[9] Palatinus, Z., Kelty-Stephen, D. G., Kinsella-Shaw, J., Carello, C., & Turvey, M. T. (2014). Haptic perceptual intent in quiet standing affects multifractal scaling of postural fluctuations. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 40(5), 1808–1818.
[10] Lucaites, K. M., Venkatakrishnan, R., Bhargava, A., Venkatakrishnan, R., & Pagano, C. C. (2020). Predicting aperture crossing behavior from within-trial metrics of motor control reliability. *Human Movement Science*, 74, 102713.
[11] Becker, K. A., & Hung, C. J. (2020). Attentional focus influences sample entropy in a balancing task. *Human Movement Science*, 72, 102631.
[12] Ramdani, S., Seigle, B., Lagarde, J., Bouchara, F., & Louis, P. (2009). On the use of sample entropy to analyze human postural sway data. *Medical Engineering & Physics*, 31, 1023–1031.
[13] Yentes, J. M. (2016). Entropy. In N. Stergiou (Ed.), *Nonlinear analysis for human movement variability* (pp. 173–260). CRC Press.
[14] Richman, J. S., & Moorman, J. R. (2000). Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 278(6), H2039-2049.
[15] Lipsitz, L. A., & Goldberger, A. L. (1992). Loss of "Complexity" and Aging. *Jama*, 267(13), 1806.
[16] Stergiou, N., & Decker, L. M. (2011). Human movement variability, nonlinear dynamics, and pathology: Is there a connection? *Human Movement Scienc*e, 30(5), 869–888.

善人と悪人を識別する認知計算
Cognitive computation for distinguishing good from bad

寺田 和憲[†]，長谷川 智大[†]，セルス ドゥメル[‡]，フランシスコ サントス[¶]
Kazunori Terada[†], Tomohiro Hasegawa[†], Celso M. de Melo[‡], Francisco C. Santos[¶]
[†] 岐阜大学，[‡]DEVCOM ARL，[¶] リスボン大学
[†]Gifu University, [‡]DEVCOM ARL, [¶]Universidade de Lisboa
kazunori.terada@acm.org

概要

協力がより高い利益を生む一方で，協力的な行為が搾取される可能性のある非ゼロ和的社会においては，搾取者（悪人）を避けながら協力者（善人）と良好な関係を構築することが重要な課題である．しかし，インタラクションの中で，どのような認知計算によって，人が善人と悪人を識別しているかについては明らかになっていない．本研究では，人が，自他の相対利益を評価をする性格特性のモデルを用いて，観察した相手の行動から相手の性格の善悪をベイズ推論し，新規状況で相手の行動の善悪を予測し，合理的な意思決定ができるかどうかを実験によって確かめた．実験参加者（$n = 372$）は，競争的から協力的までの 4 段階のいずれかの性格特性を持ち，性格特性によって異なる意思決定と表情表出をする AI エージェントと，10 ラウンドの鹿狩りゲームに続く 5 ラウンドの囚人のジレンマをプレイした．実験の結果，実験参加者は 10 ラウンドの鹿狩りゲームにおいて，AI エージェントの振舞いから AI エージェントの性格特性を推論し，新規ゲームである囚人のジレンマにおいて合理的な意思決定をすることがわかった．この結果は，人が自他の利益に関する評価モデルを用いて他者の善悪を推論し，意思決定に活かしていることを示唆する．

キーワード：善悪，心の理論，社会的価値志向性，逆評価

1. はじめに

利他行動は短期的には自分の利得を減らし，相手に与える一見不合理な行動であるが，長期的には他者の協力や返報を受けることで，利得の向上が図れるために合理的である場合もある [1]．しかし，利他行動は悪人による搾取の被害にあう可能性があるために，利益を与える相手は善人（協力者もしくは利他者）に限定しなければならない [2]．見知らぬ相手が善人か悪人であるかを知るために，相手の過去の振る舞いに対して誰かが善悪のラベルを付けした「評判」が有効であることが知られている [3] が，直接的に相手の性格や意図などの心的状態を推測することができれば，より正確に相手が協力的か搾取的であるかを見分けることができると考えられる．

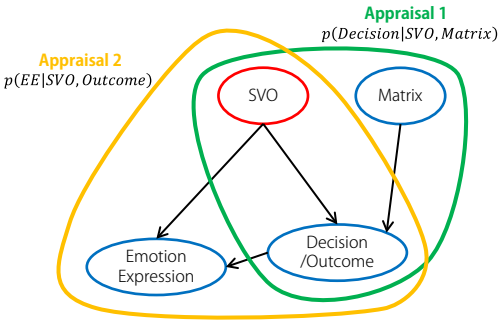


図 1: 同時手番ゲームにおける 2 つの評価過程（尤度）．Appraisal 1 は性格特性と利得表によって選択を決定する評価過程．Appraisal 2 は性格特性とゲーム結果を与えると表情表出を決定する評価過程．

相手の性格特性の推測は，相手が状況をどのように評価するかについての生成モデルを尤度として用いて，観察した相手の行動を入力としてベイズ推論を行うことで行われると考えられる [4, 5]．例えば，協力的な性格特性の人は囚人のジレンマで協力を選択し，個人主義的な性格特性の人は囚人のジレンマで裏切りを選択するだろう，という一般的知識を人は持っていると考えられる．この知識を用いて，裏切りを選択した相手の性格が個人主義的な性格である可能性が高いという推論ができる．また，相互協力という両者の意思決定結果をポジティブに評価する（喜びを表出する）相手は協力的性格である可能性が高いと推論できる．この推論は図 1に示す 2 つの評価過程をそれぞれ尤度として用いた次の 2 つのベイズ推論によって実現される．

$$p(SVO|M, D) \propto p(D|M, SVO)p(SVO) \quad (1)$$

$$p(SVO|O, EE) \propto p(EE|O, SVO)p(SVO) \quad (2)$$

ここで，SVO は性格特性（社会的価値志向性，後に詳述する），M は利得表，D は意思決定，EE は表情表出，O は開示された両者の意思決定結果である．式

2において式 1の事後確率を事前確率として用いることで SVO の確信度の更新ができる．また，反復ゲームの場合は一つ前のラウンドの事後確率を事前確率として用いて確信度の更新ができる．

人が合理的エージェントの生成モデルを用いて観察した相手の行動 [4] や表出表情 [5] から相手の心的状態の推論と行動予測することについて理論的な検討 [6] がなされ，認知計算モデルの提案と実証が行われてきたが，社会的関係の概念の上位に位置する善悪の性格特性を人が他者に帰属させて行動予測をするかについては検証されていない．本研究では，実験参加者に，競争的から協力的までの 4 段階のいずれかの性格特性を持ち，性格特性によって異なる意思決定と表情表出をする AI エージェントと，10 ラウンドの鹿狩りゲームに続く 5 ラウンド囚人のジレンマを反復プレイすることを求め，調整ゲームである鹿狩りゲームの中で同定した相手の善悪を新規の混合動機ゲームである囚人のジレンマでの意思決定に活かせるかどうかを調べた．なお，異なるゲーム間での一貫した戦略は連結と呼ばれる [7] が，善悪の性格特性を媒介とした連結についてはこれまで未検討である．

2. 実験

2.1 実験参加者と実験計画

実験参加者は Yahoo!クラウドソーシングで募集した 20 歳から 70 歳までの男性 257 人，女性 111 人，そのほか 4 人であった（$M_{age} = 46.71, SD_{age} = 10.62$）．実験計画は 2（表情表出: あり・なし）× 4（SVO の角度:45 度・5 度・-5 度・-45 度）の参加者間要因であった．

2.2 善悪と合理的意思決定

我々は社会的価値志向性（social value orientation : SVO）を善悪の性格特性を特徴づける評価モデル（appraisal model）として用いた．SVO とは，お金などの資源を分配する際に自他にどのような重み付けをして配分するかの好みであり [2]（図 2a参照），一見非合理であるが長期的に合理的な利他行動を熟考なく生成する動機となる．SVO と利得表を与えると合理的意思決定は一意に決定する（表 2c参照）．すなわち式 1の推論に用いる尤度 $p(D|M, SVO)$ を生成できる．エージェントがある選択をした場合の期待報酬 U は

$$U = [w_{self}, w_{other}] \cdot [R_{self}, R_{other}], \tag{3}$$

としてあらわすことができる．ここで，w_{self}，w_{other} は SVO によって決定される，自他の価値を重視する程度をあらわす重みである．R_{self}，R_{other} は当該選択が行われた場合の自他それぞれの報酬である．表 2cの鹿狩りゲームの 2 つの選択 S と H について，それぞれの期待報酬 U_S，U_H は式 4，5で計算でき，その結果を用いて合理的意思決定は式 6，7で計算できる．

$$U_S = [p_{\mathrm{S'}} \cdot \mathrm{SS'_u} + p_{\mathrm{H'}} \cdot \mathrm{SH'_u}] \tag{4}$$

$$U_H = [p_{\mathrm{S'}} \cdot \mathrm{HS'_u} + p_{\mathrm{H'}} \cdot \mathrm{HH'_u}] \tag{5}$$

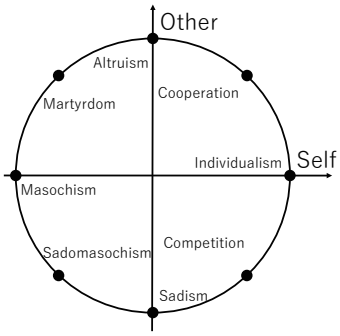
$$Rc = U_{\mathrm{S}} - U_{\mathrm{H}} \tag{6}$$

$$\text{Agent Choice} = \begin{cases} \mathrm{S} & \text{if } Rc > 0, \\ \mathrm{Random} & \text{if } Rc = 0, \\ \mathrm{H} & \text{if } Rc < 0, \end{cases} \tag{7}$$

協力ゲームである鹿狩りゲームのバリエーションは図 2bに示す 5 種類であるが，異なる SVO が異なる意思決定を出力するように SVO 角度を 45（協力的）, 5（協力寄りの個人主義）, -5（競争寄りの個人主義）, -45 度（競争的）に決定した．5 種類の鹿狩りゲームに対する協力（S）の選択確率は 45 度から順に 1, 0.8, 0.2, 0 である．

2.3 善悪推論のシミュレーション

SVO を善行と悪行の生成モデルとして，観察した意思決定結果から相手の SVO を式 1に従ってベイズ推論できるかどうかの計算機シミュレーションを行った．なお，式 2を含めた検討は本稿では行わない．最初の 10 ラウンドでは図 2bに示す鹿狩りゲームをランダムに 2 回ずつ出現させた．11 ラウンドから 15 ラウンドのゲームは図 2bの囚人ジレンマに固定した．性格特性推論の対象となるプレイヤエージェントの真の SVO を 45, 5, -5, -45 度に設定し，自身の SVO に従って 1 から 10 ラウンドは合理的意思決定を，11 ラウンドは非協力（D），それ以降はしっぺ返し戦略による意思決定を行った．観測者エージェントは各ラウンドでランダムに意思決定を行い，$p(SVO) = 0.25$ をプレイ前の事前確率として用い，各ラウンドでのベイズ推論の結果得られた事後確率を次ラウンドの事前確率として用いるベイズ更新を行った．シミュレーション結果を図 2dに示す．グラフより，5 ラウンド程度で真の SVO を高い確率で推論できることがわかる．なお，プレイヤエージェントは 10 ラウンドで裏切り，それ以降しっぺ返しと SVO に関係ない戦略を取っているために，11 ラウンド以降で確率が低下し，観察した行動から性格特性を推論できないことを示している．



(a) 社会的価値志向性（SVO）．横軸が自分の報酬への関心 w_{self}，縦軸が相手の報酬への関心 w_{other} の度合いを示す．本研究では 45 度から-45 度にかけて善（cooperation）から悪（competition）に段階的に変化する SVO を対象にした．

SVO angle and decision

SVO angle	w_{self}	w_{other}	SS'	SH'	HS'	HH'	Row1	Row2	Rc
45	0.71	0.71	4.24	1.41	1.41	1.41	2.83	1.41	S
5	1.00	0.09	3.25	0.17	1.99	1.08	1.71	1.54	S
-5	1.00	-0.09	2.73	-0.17	1.99	0.91	1.28	1.45	H
-45	0.71	-0.71	0.00	-1.41	1.41	0.00	-0.71	0.71	H

(c) 鹿狩りゲーム 3 の利得表に対して計算した，4 種類の SVO のエージェントの期待報酬と合理的意思決定（R_c）．例えば 45 度の SVO では S (Row1) を選択した場合の期待報酬 2.83 が H (Row2) を選択した場合の期待報酬 1.41 を上回るために S を選択する．

(e) 2 × 2 マトリックスゲームを行った UI 画面．

	S'	H'
S	2 , 2	0 , 1
H	1 , 0	1 , 1

鹿狩りゲーム 1

	S'	H'
S	3 , 3	0 , 1
H	1 , 0	1 , 1

鹿狩りゲーム 2

	S'	H'
S	3 , 3	0 , 2
H	2 , 0	1 , 1

鹿狩りゲーム 3

	S'	H'
S	3 , 3	0 , 2
H	2 , 0	2 , 2

鹿狩りゲーム 4

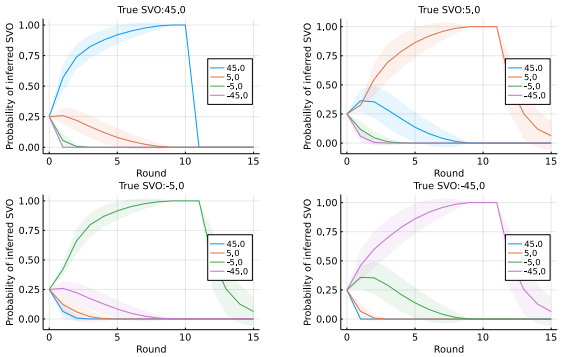
	S'	H'
S	3 , 3	1 , 2
H	2 , 1	2 , 2

鹿狩りゲーム 5

	C'	D'
C	2 , 2	0 , 3
D	3 , 0	1 , 1

囚人のジレンマゲーム

(b) 鹿狩りゲームと囚人のジレンマゲーム．



(d) 4 種類の真の SVO に対して，ベイズ更新により相手の性格（SVO）を推論したシミュレーション．グラフは 10,000 回の平均値．帯は標準誤差，縦軸が相手の SVO の確率，横軸がラウンド．

通常の状態　good 表情　bad 表情

(f) Live2D を使用したエージェントの表情．表情の妥当性は別途検証した．

図 2: 方法

2.4 手順，測定，分析

実験参加者は，図 2eの Web インターフェースを用いて，SVO が 45 度，5 度，-5 度，-45 度のいずれかのエージェントと 15 ラウンドのゲームをプレイするように求められた．エージェントの意思決定はシミュレーションで説明したものと同一であった．S と H の選択に関して位置情報による選択予測ができないように，S と H の位置はランダムに配置した．また，実験参加者に，最初の 10 ラウンドからエージェントの行動意図を見極め，11 ラウンド以降のゲームで高い報酬となる選択をするよう求めた．

なお，式 2の推論に用いられる，各ラウンドの後に表出するエージェントの表情 $p(EE|O, SVO)$ は，式 3で計算される報酬が高い場合に good 表情，低い場合に bad 表情とした（図 2f）．詳細は [8] を参照．

実験参加者の意思決定結果（選択）について，鹿狩りゲームにおける S，囚人のジレンマゲームにおける C を協力として記録した．新規状況において相手の性格特性を考慮した合理的な意思決定ができるかどうかについて，11 ラウンドから 15 ラウンドの協力率につ

いて繰り返し有りの分散分析を行った．

3. 実験結果

15 ラウンドの協力率の平均の推移グラフを図 3に示す．11 ラウンドから 15 ラウンドの協力率について繰り返し有りの分散分析を行った結果，SVO と表情の交互作用は有意傾向（$F(3,364) = 2.315$, $p = .076$,$\eta_p^2 = .019$）であり，SVO 主効果が観測された（$F(3,364) = 17.101$, $p = .000$,$\eta_p^2 = .124$）．また，表情の主効果は確認されなかった（$F(3,364) = 0.001$, $p = .978$,$\eta_p^2 = .000$）．多重比較の結果，SVO 角度 45 度の場合の協力率（$M = 0.567$, $SD = .049$）は-45 度（$M = 0.158$, $SD = .051$）と-5 度（$M = 0.179$, $SD = .054$）よりも高く（-45 度:$p < .05$，-5 度:$p < .05$），SVO 角度 5 度（$M = 0.385$, $SD = .046$）の場合の協力率は-45 度と-5 度よりも高いことが分かった（-45 度:$p < .05$，-5 度:$p < .05$）．また，表情の効果は SVO 角度が 45 度のときのみ観測され，表情表出がある場合（$M = 0.567$, $SD = .049$）の方がない場合（$M = 0.410$, $SD = .054$）よりも協力率が高いことが確認された（$p < .05$）．

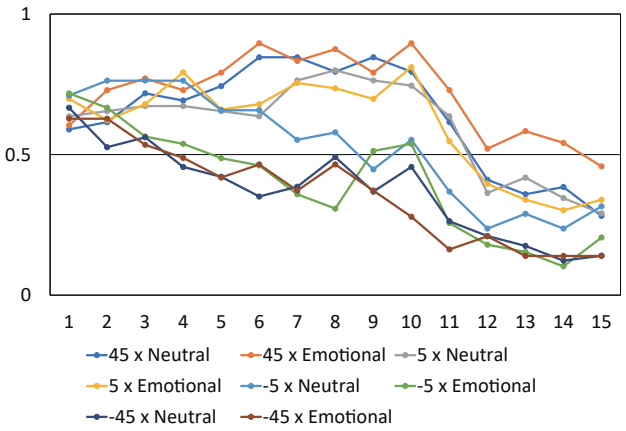


図 3: 実験結果，15 ラウンドの協力率の推移．

4. 議論

SVO の角度に応じた協力率の全順序関係は確認されなかったが，SVO が 45 度，5 度の場合は SVO が-5 度，-45 度の場合よりも高い協力率であった．エージェントの性格特性（SVO）の違いに応じて囚人のジレンマゲームにおける協力率が異なったことは，実験参加者が 10 ラウンドの鹿狩りゲームの間に相手の SVO を見極めて囚人のジレンマゲームにおいて適切に協力と裏切りを選択できたことを意味する．鹿狩りゲームでは S と H の位置をラウンドごとにランダムに変化させていたために，位置情報によってエージェントの選択を予測したのではないことがわかる．また，表情表出があった場合の囚人のジレンマゲームの協力率が表情表出なしの場合よりも高かったことは，式 1の推論に加えて式 2の推論が行われることによって，相手の協力的な性格特性の確信度がより高まり，10 ラウンドの裏切りに対する信用が回復したものと考えられる．

本研究はジレンマを含む社会的状況において，人が相手の善悪を，自他の相対利益を評価をする性格特性のモデルである SVO を生成モデルとして用いたベイズ推論によって推論し，相手が善行を行うか悪行を行うかを予測し，合理的に振舞うことを示した初めての研究である．人が他者の行動の善悪の予測に評判を使うことは知られているが [3]，本研究は反復インタラクションにおいて，相手の評判を形成する認知計算の解明に貢献したと言える．理論的に予測される認知計算のシミュレーション結果は人がベイズ推論を行っていることの傍証になるが，実際に推論を行っているかどうかは確定できないため，今後の研究で検証する．

文献

[1] Ernst Fehr and Urs Fischbacher. The nature of human altruism. *Nature*, Vol. 425, No. 6960, pp. 785–791, oct 2003.

[2] Sandy Bogaert, Christophe Boone, and Carolyn Declerck. Social value orientation and cooperation in social dilemmas: A review and conceptual model. *British Journal of Social Psychology*, Vol. 47, No. 3, pp. 453–480, sep 2008.

[3] Richard D. Alexander. *The Biology of Moral Systems*. Aldine De Gruyter, 1987.

[4] Chris L. Baker, Julian Jara-Ettinger, Rebecca Saxe, and Joshua B. Tenenbaum. Rational quantitative attribution of beliefs, desires and percepts in human mentalizing. *Nature Human Behaviour*, Vol. 1, No. 4, p. 0064, mar 2017.

[5] Yang Wu, Chris L. Baker, Joshua B. Tenenbaum, and Laura E. Schulz. Rational inference of beliefs and desires from emotional expressions. *Cognitive Science*, oct 2017.

[6] György Gergely and Gergely Csibra. Teleological reasoning in infancy: the naïve theory of rational action. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 7, No. 7, pp. 287–292, Jul 2003.

[7] 稲葉美里. 連結による協力問題解決メカニズムの解明. PhD thesis, 北海道大学, 2016.

[8] 長谷川智大, 寺田和憲, セルスドゥメル, フランシスコサントス. 他者モデルの推定による行動の予測と一貫性のある協力行動の実現. 人工知能学会全国大会 (第 36 回) 論文集, 2022.

相反する適応的最適化計算による非合理的なスリル行動の認知モデル
Cognitive Modeling of Thrill-Seeking Irrational Behavior with Conflicting Adaptive Optimizations

高田 亮介†, 坂本 孝丈‡, 竹内 勇剛‡
Ryosuke Takata, Takafumi Sakamoto, Yugo Takeuchi
† 東京大学, ‡ 静岡大学
University of Tokyo, Shizuoka University
takata@sacral.c.u-tokyo.ac.jp

概要

スリルを楽しむといった非合理的な遊び行動は，生物が生きていることを自覚するための重要な要素であると考えられている．本研究では，進化と学習という生物のプリミティブな適応によってスリルを楽しむという非合理的な遊び行動を生成する認知モデルを提案する．このモデルでは，進化計算（GA）によって獲得した “危険を避ける” という生得的な状態価値をベースに，相反する報酬関数を用いて強化学習（Q 学習）を行うことで “危険を冒す” という経験的な状態価値を実現する．シミュレーション実験により，相反する報酬関数とスリルを求める度合いが，スリルを楽しむという非合理的な認知過程をモデル化するうえで有効であることが示唆された．

キーワード：スリル, 進化計算, 強化学習

1. はじめに

遊園地で急速に落下するジェットコースターに乗ったり，鬼ごっこ遊びであえて鬼に近づき挑発するといったように，人はしばしばあえて危険を冒すリスク行動によってスリルを楽しむことができる．このような危険に向かうリスク行動は，生物進化において重要な “危険を避けて生き残る” という側面において非合理的である．カイヨワは，スリルを楽しむといった理知的に矛盾する非合理的な行動が遊びの本質であり，それこそが生物にとって生きることを自覚するための根源的な性質であると述べた [1].

これまで，スリルを楽しむという人の行動プロセスを構成論的に理解するために，心理学や神経科学などの分野で様々なアプローチが行われてきた．例えば，心理学的なアプローチでは，スリルのある職業と成績などの関連からスリル欲求の傾向を分析した Farley の “Type T” がある [2]．また神経科学的なアプローチでは，ストレスなどの負の信号を予測し，ドーパミンニューロンを抑制する “手綱核” が発見されており，スリルのような本能的には不快である信号との関連が示唆された [3].

しかしながら，スリルという概念を明確に定義している研究は少なく，これまでの研究の多くは単に人の行動の傾向分析や神経伝達メカニズムの解析が行われているに過ぎなかった．それゆえに，スリルを楽しむということを包括的に理解することができなかった．

競争の中でスリルを求めるという認知過程は，生得的には危険であることを察知しながらあえてその危険を冒すことを楽しむという矛盾を孕んでいる．この状態価値をモデル化するためには，単一の報酬関数に基づく合理的な適応手法だけでは不十分で，複数の報酬要因とそれらの相互作用系を適切に設計する必要がある．そこで本研究では，2 つの相反する報酬系を用意し，それらの相互作用に基づいた状態価値を獲得することで，スリルの認知モデルを実現することを目的とする．スリルは (a) 生得的な状態価値と (b) 経験的な状態価値によって認知されると仮定し，この 2 つの状態価値をそれぞれ (A) 進化計算と (B) 強化学習によりモデル化する．本研究の成果は，スリルという非合理的なリスク行動を理解できるという点において人と同調できるエージェントの実現に寄与し得る．

2. スリルのモデル化

本能的には不快であるはずの状態が楽しむ対象として経験されている状況をスリルを楽しむ状態としたとき，その行動要因には次の生得的・経験的な状態価値が関与する（図 1）.

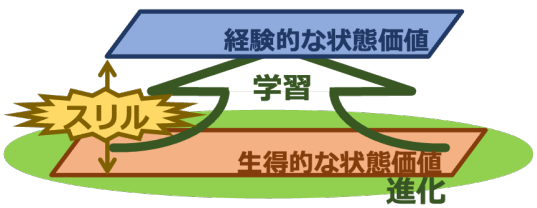


図 1　2 つの状態価値とその差分としてのスリル

生得的な状態価値 対象の状態は本能的に不快である
経験的な状態価値 対象の状態は快感として学習されている

本研究ではシミュレーション実験により，以上の生得的・経験的な 2 つの状態価値を進化・学習シミュレーションによってボトムアップに構築した．生得的には不快でありつつもそれを快感として経験するためには，状態価値の探索的な変化が必要である．またスリルを楽しむためには，実際に死んだり怪我を負わないようにする必要があり，そのためには “もしこれ以上危険な状態に近づいたら死んだり怪我を負ってしまう/しまっていたかもしれない” といった仮想現実を経験的に創り出すことが重要であると考えられる．Watson and Szathmáry (2016) は，進化と学習はパラメータのランダムな変化（突然変異や確率的探索）を適応的プロセスに適用しているという点で共通し，その一方で，仮想的な状態を予測するか否かという点で異なると主張した [4]．すなわち，学習は進化と異なり将来の状態を予測しながら適応し，進化は結果的に生存した個体集団によって適応される．これらを踏まえれば，突発的な変化が必要な生得的・経験的な状態価値を獲得するために進化と学習を用いることは妥当であり，将来の期待報酬を予測しながら適応する学習を経験的な状態価値の獲得に用いることが適していると考えられる．

Sutiono et al. (2014) は，遊びの楽しさは連続的に変化することを示した [5]．これを踏まえれば，スリルの楽しさを状態価値として表現するにあたり，状態価値が連続的に変化するものとして考えることが望ましい．そこで本研究では状態価値の数値表現に，空間内の全ての座標に対して連続的な状態価値を割り当てる影響マップ（Influence Map）[6] を用いた．影響マップは 2 次元空間を各座標における状態価値でマッピングしたデータを表し，影響度の変化はガウス分布とした．

モデル化の流れを図 2 に示す．モデル化の手順は (A) 進化計算と (B) 強化学習の 2 段階に分かれる．進化計算は集団探索により大域的に解空間を探索し，強化学習は個体探索により経験的に学習された状態価値を探索する [7, 8]．(A) まずは進化計算によって危険な状態を避ける生得的な状態価値を獲得する．(B) その後，A によって獲得した状態価値を初期値として強化学習を行い，危険な状態に近づく経験的な状態価値を獲得する．この A と B の状態価値の差分をスリルの度合いと考えることができる．本研究では，進化計算手法として遺伝的アルゴリズム（Genetic Algorithm, GA）[7]，強化学習手法として Q 学習 [9] を用いた．

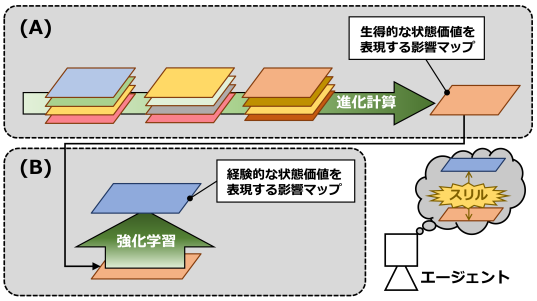


図 2　スリルのモデル化手順

3.　シミュレーション実験

3.1　シミュレーション環境

本研究では，2 次元のシミュレーション環境上で実験を行なった（図 3）．エージェントは 8 近傍への移動が可能で，左右どちらかのリンゴを目指して 50 ステップ移動する．50 ステップ経過した時点で課題は終了となり，エージェントは図 3 に示す初期位置に戻る．なお，環境はトーラス構造となっている．

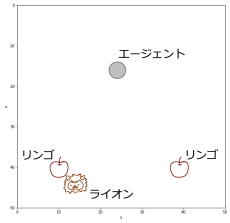


図 3　シミュレーション環境（エージェントが左右どちらかのリンゴを目指して移動する課題．エージェントは 8 近傍への移動が可能．環境はトーラス構造.）

3.2　進化計算

GA のハイパーパラメータを表 1 に示す．なお，GA の計算には Python の進化計算ライブラリである DEAP[10] を用いた．

表 1　進化計算（GA）のハイパーパラメータ

パラメータ名	値
個体数	8
世代数	10
交叉確率	0.9
突然変異率	0.2

図 3 に示したシミュレーション環境で，リンゴとライオンのそれぞれの状態価値を GA によって探索した．エージェントは，遺伝子の値（リンゴ/ライオンの状態価値）を混合ガウス分布における各平均として生成した影響マップの勾配を登るように移動し，リンゴに触れたら適応度を 1 に，ライオンに触れたら適応度を −1 に設定し，次世代選択・交叉を行なった．

GA の結果得られた状態価値とエージェントの軌道を図 4 に示す．図 4 より，リンゴには正の状態価値を，ライオンには負の状態価値を割り当てており，ライオンから離れたリンゴを取る行動を生成していることがわかる．また，得られた状態価値を表 2 に示す．表 2 より，リンゴの状態価値とライオンの状態価値の絶対値は非対称で，ライオンの状態価値の影響が大きいことがわかる．このように，ライオンの状態価値の影響をリンゴより大きくすることで左側のリンゴに近づかないようになるため，この結果は “危険を避ける” 合理的な状態価値を獲得したといえる．

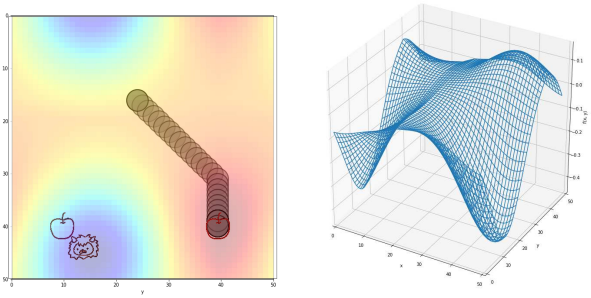


図 4　GA によって獲得された状態価値（左図は色が状態価値（赤が高く青が低い），右図は垂直軸が状態価値を表す）

表 2　GA によって獲得された状態価値

オブジェクト	値
ライオン	-0.601
リンゴ	0.167

3.3　強化学習

次に，図 4 の状態価値を状態価値関数の初期値として Q 学習を行った．Q 学習におけるハイパーパラメータを表 3 に示す．

表 3　強化学習（Q 学習）のハイパーパラメータ

パラメータ名	値
エピソード数	100,000
学習率 η	0.05
割引率 γ	0.85
探索確率 ϵ	0.2

報酬関数は以下の式 (1) として定義した．式 (1) において，x, y はエージェントの座標，$IM(x, y)$ は影響マップにおける座標 (x, y) の値である．また，w は “どの程度生得的な価値に逆向するか” を表すパラメータである．実験として，w に $(-1.0, -0.9, ..., 0.9, 1.0)$ の値をそれぞれ設定し，各パラメータごとに学習を行なった．

$$r = \begin{cases} -1 & (\text{ライオンに接触}) \\ -IM(x,y)w + 1 & (\text{リンゴに接触}) \\ -IM(x,y)w & (\text{上記以外}) \end{cases} \quad (1)$$

Q 学習の結果エージェントが得た累計報酬の推移を図 5 に示す．図 5 では，式 (1) における w の値ごとにプロットしている．この結果より，$w < 0$ の場合は 10,000 ステップ以内に学習が収束しているが，w が高くなると収束に時間がかかり，さらに $w = 1.0$ などは 40,000 ステップ付近で急激に獲得報酬が上昇していることがわかる．

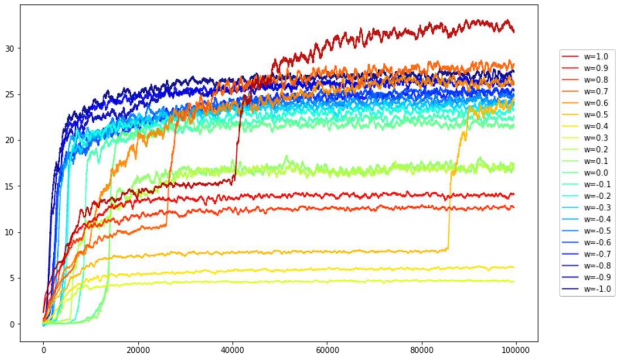


図 5　Q 学習の結果獲得した報酬の推移

Q 学習の結果得られた状態価値とエージェントの軌道を図 6 に示す．図 6 より，w の値に応じて以下の 4 パターンの状態価値の学習過程が確認された．

- 生得的な状態価値に従う $(w = -1.0 \sim 0.0)$
- 途中までライオンに向かう $(w = 0.1 \sim 0.2)$
- ライオンの手前で動き回る $(w = 0.3 \sim 0.4, 0.8 \sim 0.9)$
- ライオンに近づきつつリンゴを取る $(w = 0.5 \sim 0.7, 1.0)$

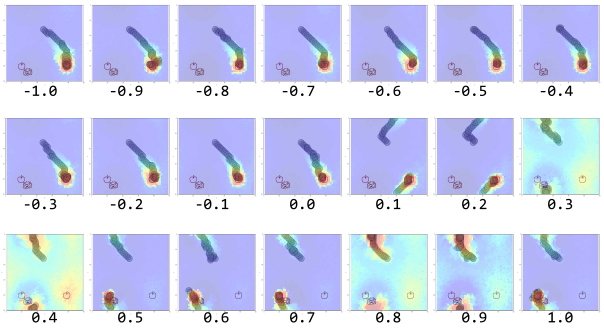


図 6　パラメータ w の変化による状態価値とエージェントの軌道

以上の 4 パターンの状態価値の獲得過程を図 7 に示す．図 7 では，4 つのどの条件においても左端の状態価値は図 4 に示した状態価値と同じであるが，学習エピソードが経過すると全く異なる状態価値のパターンに適応されていることがわかる．

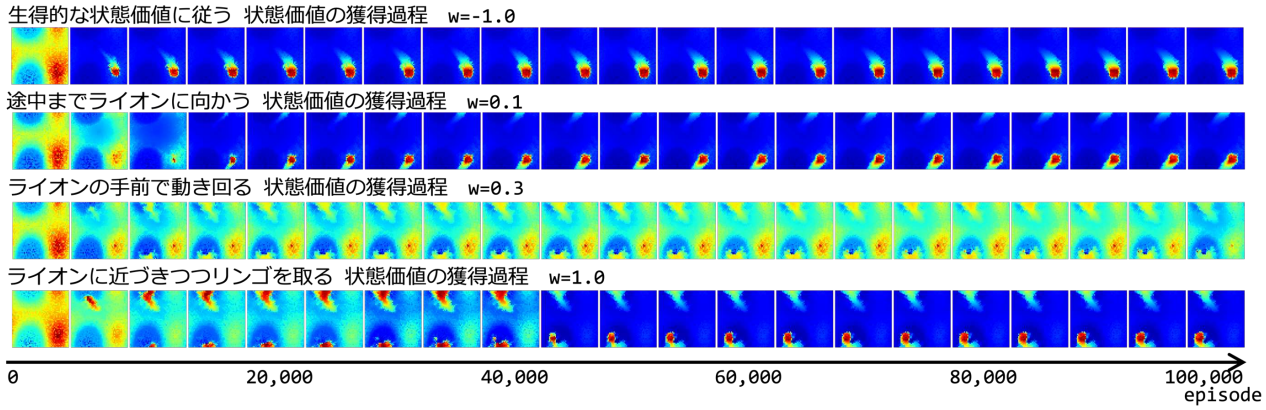


図 7　Q 学習による 4 パターンの状態価値の獲得過程（$w = -1.0, 0.1, 0.3, 1.0$）

4.　議論とまとめ

本研究では，進化計算と強化学習という適応的最適化手法を用いて状態価値を獲得させることでスリルをモデル化する手法を提案し，シミュレーション実験によってその有効性を確認した．実験の結果，進化計算によって獲得した状態価値は危険を避けるための合理的な行動を生成し，強化学習によって獲得した状態価値は重み w に応じて危険を冒す行動を生成した．このように，スリルという非合理的な認知活動は，相反する報酬関数とその重み w によってモデル化できることが示唆された．

Milano and Nolfi (2022) は，進化計算と強化学習の質的な違いのひとつは，解空間をどのように探索するか，だと主張した [11]．進化計算は少ない行動で到達可能な大域的な解空間を効率的に解く一方で，強化学習は多少複雑な行動で到達する特定の範囲の解空間の探索を行う．図 7 からわかるように，進化計算で獲得した状態価値は特定のタイミングで局所的に変化している．また，図 4 と図 6 のエージェントの軌道を比較しても，その複雑さは全く異なることがわかる．このような，進化計算と強化学習の適応過程と行動の質的な違いは，スリルの認知モデルを考えるうえで重要であると考えられる．

本研究では，避けるべき危険な状態（ライオン）は移動しない．一方で実世界において危険な状態は常にダイナミックに変化し続けている．このように状態価値が空間的に一定でない環境においては，提案モデルでは学習が収束しない可能性がある．そのため，今後は動的な環境で検証していく必要がある．

本研究の提案モデルでは，“危険を避ける” という状態価値をベースに学習することで，自身や他者の生死を尊重した行動生成が可能となり，人や他の生物と共生するエージェントの実現に向けた指針を示すことができると考えられる．また，これまでの単一な報酬関数だけでは表現できなかった状態表現を可能にするだけでなく，進化・学習といったプリミティブな生物性に立脚した人の行動原理の解明に寄与し得る．

謝辞

本研究は，科学技術融合振興財団（FOST）の助成を受けて行われた．ここに謝意を示す．

文献

[1] R. カイヨワ著, 多田道太郎, 塚崎幹夫訳, （1990）“遊びと人間”, 講談社学術文庫. （Roger Caillois, （1967）“Les Jeux et les Hommes”, Gallimard Education.）
[2] Farley, F., (1991) “The type-T personality”, Self-regulatory behavior and risk taking: Causes and consequences, pp. 371-382.
[3] Hikosaka, O., (2010) “The habenula: from stress evasion to value-based decision-making”, Nature reviews neuroscience, Vol. 11, No. 7, pp. 503-513.
[4] Watson, R. A., & Szathmáry, E., (2016) “How can evolution learn?”, Trends in Echology & Evolution, Vol. 31, Issue. 2, pp. 147-157.
[5] Sutiono, A. P., Purwarianti, A., & Iida, H., (2014) “A mathematical model of game refinement”, In Intelligent Technologies for Interactive Entertainment: 6th International Conference.
[6] Tozour, P., (2001) “Influence mapping”, Game programming gems, Vol. 2, pp. 287-297.
[7] Bäck, T., Fogel, D. B., & Michalewicz, Z., (2018) “Evolutionary computation 1: Basic algorithms and operators”, CRC press.
[8] Sutton, R. S., & Barto, A. G., (2018) “Reinforcement learning: An introduction”, MIT press.
[9] Watkins, C. J., & Dayan, P., (1992) “Q-learning”, Machine learning, Vol. 8, pp. 279-292.
[10] Fortin, F., De Rainville, F., Gardner M., Parizeau, Marc., & Gagné, C., (2012) “DEAP: Evolutionary Algorithms Made Easy”, Journal of Machine Learning Research, Vol. 13, pp. 2171-2175.
[11] Milano, N., & Nolfi, S., (2022) “Qualitative differences between evolutionary strategies and reinforcement learning methods for control of autonomous agents”, Evolutionary Intelligence, pp. 1-11.

大学生の誤信念理解における類推と真実の抑制（５）後知恵効果
Analogy and Curse of knowledge in Story reading tasks of college students（５）

光田 基郎†
Analogy and Curse of knowledge in story reading tasks of college students（５）
Motoo Mitsuda
† ノースアジア大学・経済学部
Economy Department, North-Asia Universirty,Akita
mitsuda@nau.ac.jp

概要
絵本に描かれた「欺かれた振り」での 2 次的誤信念内容を大学生に理解させた際の後知恵効果の実験である。4 肢選択のサリーアン型誤信念理解での後知恵条件では, 後知恵の干渉に対処する作業記憶負荷増に伴って 2 次的誤信念理解の下位技能の柔軟な運用が制約され, 技能のクラスタ分析で「欺いかれた振りで報復」や筋立ての再帰性理解のクラスターも得難い傾向を指摘。
キーワード：誤信念理解,欺かれた振り,文法、類推

１．はじめに：
「欺かれた振りでの報復」の理解における 2 次的誤信念内容の図式化の際に、心的状態示す動詞の支持があれば推論は教示されなくても自発的に写像されるか（Hoyos & Gentner’20）を検討。4 肢選択サリーアン型誤信念理解課題で対象の予期しない移動の教示（後知恵）条件下で 2 次的誤信念理解技能である文法, 類推と正反応抑制をクラスタ分析で構造化する試みである。

2.方法：
(イーa)ささめや著「附子」(講談社) で、父が息子達に「壺に猛毒在中,毒の風が吹くから開けるな」と欺いて外出中に息子達は壺に恐々接近し,中身が アメと分かって 2 人で食べる。次にわざと大切な茶器や掛軸を壊して「兄弟で相撲を取って誤って茶器と掛軸を壊した。叱られる前に壺の毒で自殺する気だが,中身がアメ」と言い訳する筋立て 14 画面と(b)、「あり子のお使い」(石井著 福音館) でアリがカマキリに飲まれ,そのカマキリも椋鳥に,椋鳥は猫に,猫は子熊に飲まれ・・と順々に飲み込まれた後、熊の母が誤解して子熊 の尻を叩いた時に子熊が猫を吐き出し, 猫も尻を叩かれて椋鳥を吐く・・と再帰的な筋立ての絵本聞かせを電算に録音・録画して大学 1 年生 43 名(M;34,F;9) にこの絵本２点を大画面で読み聞かせた後,下記の検査項に選択反応させた。（ロ）検査項:(a)上記の絵本内容の逐語・推理再 認及び茶器破壊で報復意図の理解程度の自己評定,(b)絵本と無関係の図形の類推と,(ｃ)反応抑制：車の絵に触れる前に時計と花を指さす課題など 4 件,(ｄ)文法（タクシーがトラックを牽く絵,兎が狸を押す絵など選択 2 件,猿に押されて別の猿を押す羊の絵の選択（構文理解）と（e）誤信念内容理解検査で対象物の予期しない移動先を問う 2 肢選択のサリーとアン課題,(f)後知恵効果を検討する意図で 4 肢選択のサリーアン型の誤信念検査で下記の 3 条件（女性が左端の青容器にヴァイオリンを入れた後, 彼女の不在中に妹がこれを赤容器に移し, 赤容器の位置も元は青容器のあった位置に移した後知恵群,無関連の紫容器に移動の無関連群及び移動先不明で何れの容器に移したか不明条件群）毎に参加者の 1/3 を割り当てた。姉が戻って 4 個の容器の何れを最初に開くかを参加者に質問し, 上記の容器 1 点毎に主観的な比率を答えさせた （Birch 等‘07)。(g)別の物語記憶検査（留守番の出来事 3 件の順序構成)。上記 (f) の３条件を級間変動因として上記の下位技能間の相関を求めた相関分析, ３群別に再認の規定要因の重回帰分析以外にクラスタ分析した結果の一部を Fig.1 に示す。

3.結果

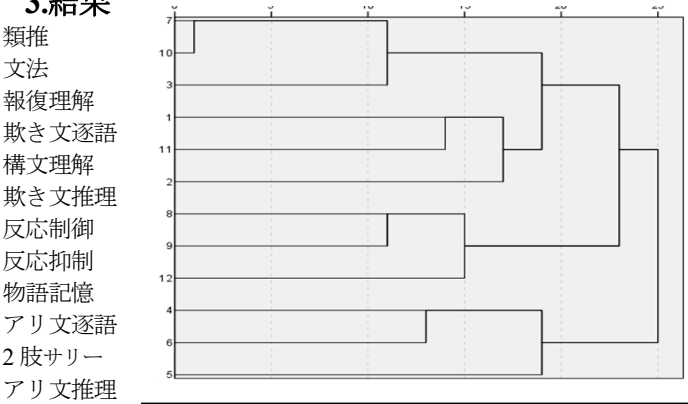


Fig.1.クラスタ分析結果の一部（後知恵群）

(イ) Fig.1 は上記 4 肢選択サリーアン課題で後知恵への対処に作業記憶負荷を必要とした条件のクラスタ分析結果である,上記の後知恵条件でのみアリ文と欺き文の理解技能のクラスタ,作業記憶容量とその制御及び, 一般的技能である類推（写像）と文法に関連した技能の計４クラスターに等分された点が特徴的である。類推と文法成績の相関を求めて共分散分析した結果から後知恵条件のみこの２変数の相関係数値が有意に大きい(5%).結果を示した。（ロ）茶器破壊を報復と理解した程度の規定要因を求めて重回帰分析の結果、後知恵群では類推と反応制御要因が正の説明変数, 何れか不明群では 2 肢選択サリーアン課題と文法理解が正,類推は負の説明変数を示す他, 方法(g)の物語記憶は寄与しない。

考察と結論: 後知恵対処での作業記憶負荷増の条件下で類推の寄与を強調し、類推は比較による共通性理解以上に抽象化された知識の図式化手段と示唆した。

文献：
Hoyos,C.,Horton,W.S,Simms,N.K. & Gentner,D.2020,Analogical comparison promotes theory of mind development, *Cognitive Science*,44.e12891DOI:10.1111.

大学博物館の展示解説における語りの分析：パネル・キャプションに何を補完しているのか

An analysis of the narrative in the exhibition commentary at the University Museum: What is Complements the Panels and Captions?

元木 環[†]，塩瀬 隆之[‡]
Tamaki Motoki, Takayuki Shiose

[†]公立はこだて未来大学，[‡]京都大学総合博物館
Future University Hakodate, Kyoto University Museum
mtktmk@fun.ac.jp

概要

本研究は，筆者らが自ら監修する大学博物館の企画展示においてキャプション解説と対人解説を行った場合，観覧者の反応が異なることに着目した．あらかじめ用意した展示解説と会期中に発信したSNSによる対人的な解説の内容と構成を比較考察したところ，SNSによる解説では，展示監修を通じて得られた気づきや意義，個人的関心が補完されていた．

キーワード：博物館(Museum)，展示解説，narrative

1. はじめに

近年，博物館における展示デザインには「ある意図に基づき伝えたい事柄をわかりやすく提示すること」（木村，2010）が求められており，展示空間には原資料を補足するパネルやキャプションといった何らかの解説があわせて提示されている．それぞれの博物館の扱っている資料の分野や設置目的，あるいは担当学芸員の意図によって，展示解説に何をどの程度提示するのか，印刷物を掲示するのか，配布するのか，音声ガイドなどの解説装置で再生するのか，対人で解説を行うのかなど，表現方法や伝達手段においてさまざまに選択されている（吉村・関口，2015）．

第二著者が所属するような大学博物館においては，守重（2007）によると「特に専門的な資料が多く、専門的知識の無い一般の見学者にとっては、資料だけでその価値を理解することは困難である。積極的に学外に情報を発信しなければならないとすれば、（中略）たとえば、一般の見学者向けのわかりやすい解説文の添付が不可欠となり、学術資料などを非専門家でも理解可能なように展示する配慮が望まれる。」とされ，筆者らが展示を企画実施する場合にも，企画意図や資料解説などをどのようにかたちにするか，観覧者への伝達媒体や伝達機会のデザインにも注力し，創意工夫を凝らしてきた．

2. 研究背景と目的

これまで筆者らは，自身らの企画展において展示空間に設置するパネルやキャプション，ハンドアウトなど各種解説を執筆，デザインをしているにも関わらず，ギャラリーツアーなどの対人による解説（以降，会場設置以外の展示解説を「対人解説」と呼ぶ）を行うと，観覧者より「パネルやキャプションを読んでいるだけよりもよく理解できた」「（説明なしでみるよりも）面白かった」といったコメントが寄せられ，所属博物館内からも常設以外の展示を行う場合には，企画者による対人解説の実施が期待されていることを知っていた．

筆者らは，自身らがパネルやキャプションを執筆しているにも関わらず，対人解説にはその内容とは異なる内容が追加されていると意識しており，話すことでより展示の意図が伝わっているという観覧者の反応も感じていたが，そのあいだにどのような差異があるのかは明らかにしてこなかった．

また，対人解説は第二著者による属人的な活動に頼ることが多く，第一著者が展示に関するほとんどの情報を共有理解していても，急遽第二著者の代理で対人解説を務めることになった場合に，「膨大な展示とその情報の中から，何をどう解説すべきか」に戸惑いを感じたことがある．その場は特に問題なく数回実施したが，基本的に一方向に情報を伝達する形式であるにも関わらず，自分自身で「何をどう解説するか」はその場に応じて組み立てていること，実施回によって内容や情報提示の順序にもばらつきがあることを認識していた．

博物館展示を観覧する際，対人解説が観覧者の観覧体験の満足度を向上させるのであれば，可能な限り多くの観覧者に提供できることが望まれるため，対応できる人材を増やす，あるいはギャラリーツアーといった実空間での対人解説ではないが必要な要素を含む別の

方策を検討するためにも，対人解説の実践で何が行われているかを捉えることが必要だろう．

本研究では，筆者らが展示解説において，どのような情報を補完しようとしていたのか，解説を補完する語りには何らかの構造があるのかを探索的に検討する．

3. 対象とする展示と解説

本研究では，2022 年 10 月 5 日から 12 月 4 日にかけて京都大学総合博物館企画展示室において開催された 2022 年度特別展「創造と越境の 125 年」(以降,「本展」と呼ぶ) を対象とし, 本展の企画監修者である第一著者と第二著者があらかじめ執筆したパネルとキャプションによる展示解説と，口頭や口頭による伝達を意識した SNS による対人解説を比較する．

展示概要

この展覧会は京都大学創立 125 周年記念事業のひとつとして計画され, 大学が 1897 年に日本で 2 番目の帝国大学として創立された経緯と建学以来「変わらずに守り続けてきたこと」と「変わり続けてきたこと」に焦点をあて 125 年の歴史を振り返るものである[1]。この展覧会には「京都大学らしさとは何か」を展示によって大学構成員自らが探索し, 提示する意図があり, 構成員以外の観覧者にも「大学とは何か」を考える契機として働くことを期待している. 企画の内容は, 第二著者と第一著者が総合監修者として展示するすべての資料を選出し，展示室内に設置したすべてのパネルとキャプションの解説文を共同で執筆した．

展示室は全体の導入部分と 5 つのゾーンに分けられる．実物資料は 33 の展示ケースと展示台に，また映像資料は 3 モニタと 2 スクリーンに展示している．展示空間には「原点」「歴史」「創造」「越境」の 4 つのゾーンにそれぞれ象徴する標語のバナーが,「創造」と「越境」はそれぞれに属する展示資料の注目ポイントのヒントが漫画イラストで描かれている仮設壁面が設置され，展示空間の構造および展示意図との関連を示している．

あらかじめ執筆したテキストによる展示解説

本研究で基本とする展示解説は, 29 のパネルと 55 のキャプション，来館者が手に取り持って帰ることができる配布用ハンドアウトである. パネルには, 直接的な実物資料が存在しない大学の概要や活動情報，沿革といった内容がテキストと写真，図解によって解説されている. キャプションには, 実物資料と映像資料の名称や基本情報，来歴や本展示に選出した意図と関連する事象について 150 から 288 文字以内で解説している．ハンドアウトには，キャプションに掲載したテキストを全て掲載している．なお，資料 1 つに 1 つのキャプションが設置される場合と，複数の資料群をまとめた展示ケースに対して 1 つ設置する場合があるため，解説に含めた情報量はまちまちである．

口頭や口語調で発信した対人解説

本研究で比較対象となる対人解説のデータは次の 3 種である．

・ギャラリーツアー展示解説の発話および再現動画

第二著者がギャラリーツアーで解説している発話記録，および同等の内容をカメラに向かって再現した動画がある. このうち再現動画については大学の YouTube チャンネルで公開され，現在も記録として視聴することができる[2].

・SNS 投稿における解説：

会場内の対人解説ではないが，第二著者が展示期間直前の 2022 年 10 月 2 日から展示期間終了後の 2022 年 12 月 22 日まで， 自身の SNS 個人アカウントで 53 回の投稿をおこなった解説文がある．所属元の博物館公式の見解ではないが，第二著者が企画監修者であることはユーザーに周知されている. 全ての投稿は, タイトル, 言及する内容に応じた会場写真, 読み原稿に近い口語調のテキストで構成されている．

4. 分析

本発表では，キャプションのテキストによる展示解説に対して SNS 投稿による対人解説を比較対象とし，その内容と構成について考察する．

最初にキャプションテキストの内容を分類する．キャプションのテキストは図 1 のようなまとまりとして文字組みがされており，どのキャプションもおよそ同じ，4 種の項目で構成されている．

1) 京都大学総合博物館企画展・特別展 https://www.museum.kyoto-u.ac.jp/special/20221005/

2) 京都大学 YouTube チャンネル 総合博物館「創造と越境の 125 年」展示解説 https://www.youtube.com/watch?v=tLVSJu-4dkI

- タイトル（資料名または資料群名）
- 出自等（資料年代および所蔵や提供組織名）
- 解説文
- 参考文献および関連資料情報，リンク

このうち解説文は次のような内容で構成されている．

ア）資料名や出自情報についての説明

イ）資料の素材，形状や表示文字記号など，実際に見える特徴の説明

ウ）資料が収集，作成された経緯もしくは用途説明

エ）資料の背景にあるエピソード，または社会的，学術上の意義

エ）の内容は，今回の展示に選出した理由とそれを理解する前提知識としてア）イ）ウ）が書かれている．

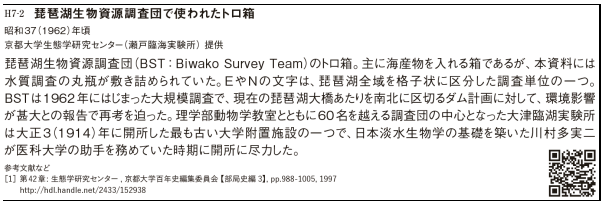

H7-2 琵琶湖生物資源調査団で使われたトロ箱
昭和37（1962）年頃
京都大学生態学研究センター（瀬戸臨海実験所）提供
琵琶湖生物資源調査団（BST：Biwako Survey Team）のトロ箱。主に海産物を入れる箱であるが、本資料には水質調査の丸瓶が敷き詰められていた。EやNの文字は、琵琶湖全域を格子状に区分した調査単位の一つ。BSTは1962年にはじまった大規模調査で、現在の琵琶湖大橋あたりを南北に区切るダム計画に対して、環境影響が甚大との報告で再考を迫った。理学部動物学教室とともに60名を越える調査団の中心となった大津臨湖実験所は大正3（1914）年に開所した最も古い大学附置施設の一つで、日本淡水生物学の基礎を築いた川村多実二が医科大学の助手を務めていた時期に開所に尽力した。
参考文献など
[1] 第42章：生態学研究センター，京都大学百年史編集委員会【部局史編 3】, pp.988-1005, 1997
http://hdl.handle.net/2433/152938

図1　キャプション例

SNS 投稿との比較

つぎにSNS投稿のテキスト内容を分類し，比較する．まず，SNS 投稿の投稿内容はつぎの 3 つの項目で構成されている．

- タイトル
- 解説文
- 該当する資料，または会場写真

図2は図1と同じ資料について解説したSNS投稿の解説テキストである．タイトルは「第一弾はBTS！...と見せかけて BST！」とされている．その他の投稿例では「10 月 10 日はノーベル経済学賞の発表、ということで今日のご紹介は、経済学！」「2022 年 10 月 14 日は鉄道開通 150 年記念ということで、蒸気機関車模型をセレクト。」などがある．同じ資料のキャプション解説である図 1 のタイトルは単なる資料名の列挙になっているところ，SNS 投稿では時事や解説するタイミングに絡めている．

解説文では，キャプション解説のア）イ）ウ）とは同様の内容が説明されており（A，B，C2），エ）のような背景エピソードはキャプションで 1 つ説明しているところ，SNS投稿では3つ（C1，C3，C4）を説明しており数が増えている．その他の投稿においても背景エピソードの増加が見られるほか，展示準備や展示会場で偶発的に起きた出来事や出会った人に展示とのセレンディピティを見出せることを伝えるような内容など，展示の企画意図や展示を通じて監修者がえられた意義がより明示的に述べられていることが共通する．

SNS 投稿のテキストの構成

また，SNS 投稿のテキストは，次のような順に構成されているがみられた．

（A）呼びかけ（つかみ）

（B）資料概要・出自と見るべき範囲を注意

（C）資料の背景やそこから派生したエピソード

（D）読者への呼びかけまたは自分と資料の関係

最初にタイトル（A）と（B）の書き出しで時事や投稿タイミングに合わせた資料解説であること，あるいは質問を宣言し，以降の解説へ興味をつなぐ橋渡しとなる内容を述べている．

次に（B）で資料やパネルなど，掲載している資料（写真）の注視してほしい範囲を具体的に述べ，視線を誘導している．（B）では，観覧者が展示会場で資料を前に，どこに視点を持っていくか，そしてそこから情報を把握し，また次の視点へと進むことを支援することと同様に，視点の移動と理解を時間軸を持って支援していることが考えられる．

つづいて（C）で誘導した範囲の表層に関連するエピソードが述べられる．（C）は投稿の中心部分でエピソードを多重に説明しているのは，「なぜこの展示で出品したのか」「この資料がなぜ“創造”“越境”として展示されているのか」という問いに対する理由でその部分が，展示で表現したいと考えていた「京都大学らしさとは何か」という問いに対して，監修者らが展示準備において得られた答えの数々であり，資料そのものの解説だけでは提示しきれなかった内容を解説として補完していることが考えられる．エピソードを起点に直接資料からは離れるが，関連したエピソード，人物や活動の紹介などが多重に続いている場合がある．

投稿の最後（D）には，読み手への呼びかけ（例えば「薄片技術者のその技をご堪能くださって、ぜひ口に出して叫んでください。「薄！！」など」や，自分自身と解説した資料やエピソードとの関係を示す語り（例えば「漢文読んだの、センター試験以来やで...」など）がみられる．この部分は必ずしも展示や資料の意図とは直接的に関係がないこともあるが，（C）派生するエピソードの中から観覧者の記憶に残したい要素を連想させる働きや投稿自体の読後感を軽快にすることで実際に見たいと思わせる働きを担っている．

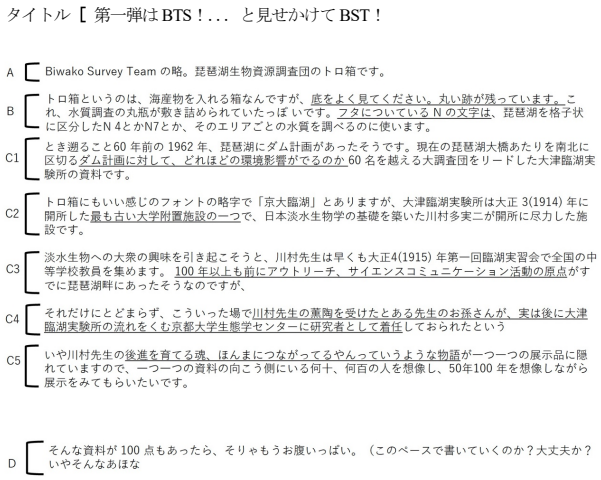


図 2　SNS 投稿された解説テキスト例

5.　考察

キャプション解説は，ひとつひとつの資料の概要的な情報や資料を展示に選出している意図につながるエピソードを客観的に記述していることと比べ，SNS 投稿による解説は，資料選出の意図を伝える場合に，展示を通じて監修者がえられた意義がより明示的に述べられ，同時に監修者自身の気づきや資料との関係，関心が補完されている．これは観覧者がより資料と展示意図との関連を見出せる契機を補完しているとも考えられる．

また，展示空間における順路とは異なる順序で解説が行われており，展示全体の企画意図に沿って空間に提示された体系とは別の体系でも展示を捉えられることが示されているとも考えられる．

6.　今後の展開

今後は対面で行われた対人解説の発話についても分析を行い内容分類と構造を見出したい．

文献

[1] 日本展示学会編著（2010）『展示論―博物館の展示をつくる』雄山閣.
[2] 吉村浩一，関口洋美（2015） “美術館と博物館の展示解説が相互に学ぶこと ：展示専門家へのインタビューに基づく展望” 法政大学文学部紀要，vol.71，pp.91-112，法政大学文学部.
[3] 守重信郎（2007）“わが国の大学博物館の問題点とその背景”，日本大学大学院総合社会情報研究科紀要，No.8，pp.209-219.
[4] 塩瀬隆之，元木環（2023）『京都大学創立 125 周年記念事業／京都大学総合博物館 2022 年度特別展「創造と越境の125 年」展示記録』京都大学総合博物館発行.
[5] 黒沢浩編著（2014）『博物館展示論』講談社.

単語分散表現を用いた概念の数量的意味の獲得
Acquiring quantitative meaning of concepts using distributed word representation

佐々木 康佑 † 西川 純平 † 森田 純哉 †
Kosuke Sasaki, Junpei Nishikawa, Junya Morita
† 静岡大学
Shizuoka University
sasaki.kosuke.19@shizuoka.ac.jp

概要

人間の思考は身体動作と結びつく．この結びつきの詳細を明らかにするために，本研究では，単語分散表現から多次元の数量的意味を抽出する手法を提案する．本手法は，単語分散表現のベクトル空間に，大きさ/速さ/丸さの軸を定義し，その軸に基づいて単語のイメージを生成する．この提案手法を検証するオンライン調査を実施した．その結果，記号と数量の変換機構を持つ人工物の開発可能性が示唆された．

キーワード：単語分散表現（Distributed word representation），ロボット工学（Robotics）

1. はじめに

Lakoff and Johnson [1] によると，人の言語の大部分はメタファーを通して形成されている．つまり，人が新たな状況（ターゲット）に直面した際，その状況と類似した過去の経験（ソース）を利用することで，状況へのラベル（単語）を付与する．逆にいえば，人間が利用する単語の多くには，その語源がメタファーのソースとして存在する．そして，単語のソースの連鎖を遡った先に，環境との相互作用の中で蓄積された身体的経験が存在するとされる．このような身体経験からの概念への写像をプライマリーメタファーという．

心的表象を身体によって表すプライマリーメタファーは，アイコニックジェスチャーの形で人間の会話に自然に出現する [3]．例えば,「私には夢がある」という発話をした際，話者の有する夢の大きさに応じて，手が広がる状況を考えることができる．このジェスチャーにおいては，夢の大きさが，話者の身体構造により規定される空間に写像されている．Margaux and Stacy [2] は，このような隠喩的なジェスチャーにより，話者の思考が促進されることを示した．この知見を拡張し，著者らは，話者の有する心的表象を身体動作に埋め込むことが，意味の伝達を伴う人間的な人工物のコミュニケーションを生起させると考える．

著者らは，上記のような仮説は，近年主流となっている深層学習ベースのボトムアップなジェスチャー生成（例えば [5]）によって検討することは困難と考える．なぜなら，コミュニケーションにおける人間の身体動作は，会話の制御を含む多様な機能を持ち，心的表象の影響は埋没してしまうためである．

データによらない仮説ベースのジェスチャー生成を実現するためには，単語に含まれる記号的意味（思考における表現）と数量的意味（身体的表現）を変換する仕組みを考案する必要がある．この点に関して，Grand ら [6] は単語分散表現を用いて文脈依存の関係を抽出する手法を提案した．これにより，大きさや危険性などの意味的特徴に従って様々な単語を分類し，人間の認識との整合を確認した．さらに著者ら Grand らの手法を単語の大きさの意味に適用し，ロボットの動作を生成させる実験を実施した [11].

本研究では上記の先行研究 [11] を発展させ，身体動作と結びつく多元的な数量の抽出に取り組む．身体運動の多元性に関しては，ラバン理論 [4] を参考に考える．ラバン理論は人間の心理状態と身体動作の相関関係を規定する理論であり，身体動作の元にある内的な働きをエフォートと呼ぶ．エフォートは「重さ」「時間」「空間」の 3 つのパラメータで構成される．本研究ではこれらのパラメータを参考に,「大きさ（重さ）」「速さ (時間）」「丸さ（空間）」の 3 つの次元が単語分散表現のベクトル空間に埋め込まれているという仮説を提起する．そして，これらの各次元に対して人間が一般的に単語に付与するイメージを「大きさイメージ」「速さイメージ」「丸さイメージ」と呼ぶことにする．

2. 提案手法

1 章にて，単語分散表現のベクトル空間には「大きさ」や「速さ」,「丸さ」に関する数量的イメージが埋め込まれているという仮説を提起した．この仮説に

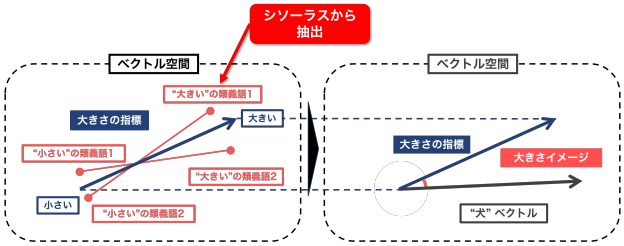


図 1: 「大きさイメージ」の生成例

従って「大きさ/速さ/丸さイメージ」を生成するためには，単語のベクトル空間における軸（指標）を定義する必要がある．以下，多次元ベクトル空間から「大きさ/速さ/丸さの指標」を抽出し，任意の単語に対する「大きさ/速さ/丸さイメージ」を取り出すまでの処理を示す．なお，処理の流れを簡潔にまとめたものを図 1 に示す．

単語分散表現の多次元ベクトル空間から単語の指標を構成する手法は，Grand ら [6] の手法に従う．この手法では，例えば大きさの指標を検討する際，「大きい」と「小さい」の両極からなる軸上の値を大きさの指標ととらえる．両極を定義するには，分散表現空間上の「大きい」と「小さい」の座標を抽出すればよい．しかし，これらの単語には，形容詞であることに由来する余剰な意味が備わる．そういった余剰な意味を除外するために，本研究では単語分散表現の中で，「大きい/速い/まっすぐ」「小さい/遅い/丸い」と同様の役割を有する類義語集合を定義する．そして，それら類義語集合の平均ベクトルを計算することで極座標を定める．

「大きい/小さい」，「速い/遅い」，「まっすぐ/丸い」の類義語集合は人力で構成されたシソーラスを参照することで定めることができる．通常，単語は多義的であり，複数の意味を有する．単語の類義語は，それらの意味ごとに集合 (synset) として定義される．これらの synset から，人間の認識と整合する極座標を定めるために，人間に対する調査から得られる大きい単語，小さい単語の距離を最大化させる synset の組み合わせを求める．この差分が大きければ大きいほど，人間の認識と同様に単語を判別できることが示される．そして，「大きさ/速さ/丸さの指標」と入力単語のベクトルのコサイン類似度を「大きさ/速さ/丸さイメージ」と定義する．

3. 実験:「大きさ/速さ/丸さイメージ」の生成

「大きさ/速さ/丸さイメージ」の生成を行うことで，1 章に示した仮説を検証する．まず，単語の大きさ/速さ/丸さに関する人間の認識を抽出するアンケート調査を実施し，その結果を用いて，「大きさ/速さ/丸さの指標」を生成する．

3.1 方法

3.1.1 分散表現モデル・シソーラス

本研究では分散表現モデルとして，鈴木ら [7] によって開発された日本語 Wikipedia エンティティベクトルを用いた．このモデルは，word2vec[8] によって構築された学習済みモデルである．word2vec は，BERT[9] など，近年に開発された分散表現モデルに比べて軽量であり，リアルタイム性を求められる身体イメージの生成を考えた上で有効と考えた．

さらに，本研究では，類義語の選定に日本語 WordNet[10] を用いた．日本語 WordNet を用いて得られた，各指標の極の単語の synset から日本語 Wikipedia エンティティベクトルに含まれない単語を削除した．また，属する類義語の存在しない synset も削除した．これらの処理の結果，「大きい」の synset は 23 個，「小さい」の synset は 13 個となり，全ての組み合わせは $23 \times 13 = 299$ 通りとなった．「速い」の synset は 5 個，「遅い」の synset は 2 個となり，全ての組み合わせは $5 \times 2 = 10$ 通りとなった．「まっすぐ」の synset は 1 個，「丸い」の synset は 3 個となり，全ての組み合わせは $1 \times 3 = 3$ 通りとなった．これら全ての組み合わせに対して，「大きさ/速さ/丸さ」それぞれで指標を算出した．

3.1.2 アンケート調査

人間の認識と整合する「大きさ/速さ/丸さの指標」を定義するために，オンライン調査によって，人間が認識する大きい/小さい単語，速い/遅い単語，直線的/曲線的な単語の集合を取得した．大きさに関する調査は先行研究 [11] において行っており，今回は速さと丸さに関する調査を行った．回答者は，クラウドソーシングサイト Lancers にて募集した 100 名であった．単語のカテゴリとして，生物，無生物，無形概念を設定した．設問は「あなたが速い/直線的もしくは遅い/曲線的と思う生物/無生物/無形概念を 5 個挙げ

表 1: 各指標の単語数一覧

指標	「大きさ」	「速さ」	「丸さ」
ベクトルに含まれる単語数	828	1210	1499
大きい/速い/直線的な生物	62	118	183
小さい/遅い/曲線的な生物	83	106	185
大きい/速い/直線的な無生物	117	112	209
小さい/遅い/曲線的な無生物	150	242	264
大きい/速い/直線的な無形概念	188	267	309
小さい/遅い/曲線的な無形概念	228	365	349

表 2: 各アンケート設問に対して得られた回答（上位 5 単語）．括弧内の数字は回答頻度を示す．

生物					
大きい	小さい	速い	遅い	直線的	曲線的
ゾウ (85)	アリ (74)	チーター (94)	カメ (78)	キリン (37)	ヘビ (46)
クジラ (68)	ミジンコ (33)	馬 (32)	ナマケモノ (77)	竹 (34)	ネコ (32)
キリン (60)	蚊 (31)	ハヤブサ (27)	カタツムリ (43)	スギ (26)	タコ (20)
クマ (25)	ダニ (30)	ライオン (27)	コアラ (40)	イノシシ (16)	イルカ (16)
カバ (19)	ノミ (23)	ダチョウ (25)	ナメクジ (31)	ヒマワリ (15)	ミミズ (16)
無生物					
大きい	小さい	速い	遅い	直線的	曲線的
東京スカイツリー (45)	砂 (26)	新幹線 (65)	三輪車 (46)	ビル (27)	ボール (28)
富士山 (35)	ビーズ (20)	飛行機 (48)	エスカレーター (25)	定規 (25)	タイヤ (12)
東京タワー (29)	針 (26)	ロケット (35)	観覧車 (20)	電柱 (19)	波 (11)
エベレスト (22)	マイクロチップ (15)	戦闘機 (20)	雲 (12)	線路 (17)	月 (9)
ピラミッド (18)	ネジ (14)	光 (19)	砂時計 (10)	鉛筆 (16)	螺旋階段 (9)
無形概念					
大きい	小さい	速い	遅い	直線的	曲線的
宇宙 (36)	心 (13)	光 (32)	時間 (12)	光 (19)	愛情 (8)
愛 (18)	嫉妬 (9)	時間 (30)	空気 (11)	時間 (16)	空気 (6)
夢 (17)	妬み (7)	音 (24)	成長 (11)	信念 (11)	心 (6)
心 (16)	見栄 (6)	風 (17)	水 (7)	音 (9)	人生 (6)
海 (15)	点 (5)	噂 (8)	睡眠 (5)	視線 (8)	水 (6)

て下さい」というものを設定した．回答者は，回答を自由記述で記載し，謝金は 110 円を受け取った．

3.2 結果

3.2.1 アンケート回答の分布

調査により得られた単語数を表 1 に，各設問に対して回答された上位 5 単語とその頻度を表 2 に示す．これらの結果から，3 つの指標に共通して，生物，無生物，無形概念の順にイメージの共通性が薄いことが分かる．また，単語数は丸さ・速さ・大きさの順で多くなっており，大きさよりも速さ，速さよりも丸さにおいてイメージが共通化されていないことが分かる．

3.2.2 「大きさ/速さ/丸さの指標」の抽出

299 の「大きさの指標」（synset の全組み合わせ），10 の「速さの指標」，3 の「丸さの指標」から人間の認識と最も整合する指標を選定する．選定において，大きいと回答された単語の各イメージの平均値，小さいと回答された単語の各イメージの平均値をカテゴリごとの上位 5 単語で計算し，その差分を求める．

結果,「大きさイメージ」に関して，3 つのカテゴリの総合順位の最も小さい（平均して最も差分の大きい）synset の組み合わせは “larger-than-life” と “peanut” となった．“larger-than-life” は「非常に印象的である」という意味を持ち，“peanut” は「重要性のない」という意味を持つ.「速さイメージ」に関しては，3 つのカテゴリの総合順位の最も小さい synset の組み合わせは “spry” と “slow” であった．“spry” は「速く動く様」という意味を持ち，“slow” は「スローテンポで」という意味を持つ.「丸さイメージ」に関しては，日本語 Wikipedia エンティティベクトルにおいて未学習の単語を除外した結果,「丸い」の synset に属する単語が全て同じ単語となった．そのため，3 つの組み合わせ全てで同じ値を取った．“straight” は「逸脱なしで」という意味を持ち，“spherical” は「球に関する」，“globose” は「球体の形をした」，“round” は「円形をしている様」という意味を持つ.

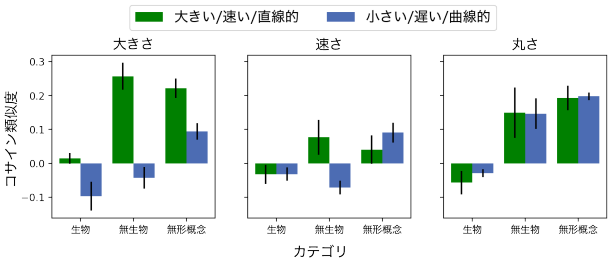


図 2: アンケートにより得られた単語群と各指標とのコサイン類似度（大きさ/速さ/丸さイメージ）の平均値（エラーバーは標準誤差）

これらの単語のうち日本語 Wikipedia エンティティベクトルにおいて未学習であった単語は，本研究における「大きさ/速さ/丸さの指標」の算出において除外した．その結果,「大きさの指標」におけるそれぞれの synset には「壮大，大規模」,「軽微，ささい，安っぽい，微々たる，わずか」という類義語,「速さの指標」におけるそれぞれの synset には「敏捷，素早い，すばしっこい，機敏」,「スロー」という類義語,「丸さの指標」におけるそれぞれの synset には「一路, すぐ, 真っ直ぐ, 真直, 真っ直, 真っすぐ, 真直ぐ, 直ぐ」,「円い，丸っこい」という類義語が属した.

3.2.3 「大きさ/速さ/丸さイメージ」の検証

3.2.2 の検討によって抽出された，最も差分の大きい「大きさ/速さ/丸さの指標」により計算される「大きさ/速さ/丸さイメージ」を検討する．図 2 は，アンケートにより得られた各カテゴリに含まれる単語の上位 5 単語によって生成された「大きさ/速さ/丸さイメージ」の平均値である.

「大きさイメージ」のグラフから，全てのカテゴリにおいて「大きい」単語の「大きさイメージ」が「小

さい」単語を上回っていることが見て取れる．つまり，“larger-than-life” と “peanut” を用いて算出した「大きさの指標」によって，人間の認識と整合する単語の大きさを判別できることが示された．それに対して，「速さイメージ」と「丸さイメージ」のグラフでは一貫した結果が得られていない．よって，本研究の提案手法は単語の大きさ判別には有効であるものの，速さ/丸さ判別は困難であることが示された．

3.3 考察

本研究の結果は，仮説「記号的表現である単語から，数量的表現である「大きさ/速さ/丸さ」という空間的なイメージを抽出できる」に対して限定的である．「速さ」・「丸さ」に関して仮説を支持しなかった理由としては，類義語の少なさが挙げられる．「遅い」の類義語には未学習の単語が数多く存在した．また，「丸さ」に関しては，「ストレート」，「カーブ」という単語で synset を検索してみるとそれぞれ 11 個，3 個存在したことから，外来語に「丸さ」に関する意味が多く埋め込まれていることが示唆された．

また，本研究において次元間で異なる結果が得られた理由については，プライマリメタファーの観点から考えることもできる．Grady[12] によって分析されたプライマリメタファーの代表に “Importance as size” がある．このメタファーに示されるように「大きさ」は言語表現と密接に結びつく．それに対して，Grady の分析したプライマリメタファーにおいて，「速さ」「丸さ」に関しては含まれておらず，これらの数量と言語表現とのつながりは明示的ではない可能性がある．

4. 結論

本研究では，「大きさ」「速さ」「丸さ」に関する数量的意味の抽出手法を提案した．提案手法を検証する実験により，単語分散表現から人間の認識と整合する「大きさイメージ」を生成できること，現在の提案手法では「速さ/丸さイメージ」を抽出することは難しいことを確認した．

本研究の課題は指標の構成における 2 極の構成単語の選定である．「速さ」「丸さ」ともに，「大きさ」と比較して類義語の数が少なく，想定とは違う結果となった．しかし，「大きさ」に関する数量的意味が単語分散表現のベクトル空間に埋め込まれていることと同様に，「速さ」「丸さ」の数量的意味を内包する軸は存在すると考えられる．そのため．word2vec のベクトル空間において，「速さ」「丸さ」を定義し得る類義語の組み合わせを調査することでこの課題を解決していくことを考える．

上記の課題を踏まえた上で，将来的には「大きさ/速さ/丸さ」など様々な指標でのロボットの身体的イメージ生成に取り組む．そして，3 つの指標によるイメージが混ざり合って生成される身体的イメージを検討する．これによって，「記号と数量の変換機構を持ち，人間とのスムーズなインタラクションを実現する高度な人工物」の発展に貢献できると考える．

文献

[1] Lakoff, G, and Johnson, M. (2008) “Metaphors we live by” University of Chicago press.

[2] Margaux, L. and Stacy, M. (2016) “From embodied metaphors to metaphoric gestures.” In Proceedings of the Cognitive Science Society.

[3] Saund, C., Matuszak, H., Weinstein, A. and Marsella, S. (2022) “Motion and Meaning: Data-Driven Analyses of The Relationship Between Gesture and Communicative Semantics” Proceedings of the 10th International Conference on Human-Agent Interaction.

[4] Laban, R. V. (1988) “Mastery of Movement” Princeton Book Co. Book.

[5] Yoon, Y., Ko, W. R., Jang, M., Lee, J., Kim, J., and Lee, G. (2019) “Robots learn social skills: End-to-end learning of co-speech gesture generation for humanoid robots” In 2019 International Conference on Robotics and Automation (ICRA) (pp. 4303-4309). IEEE.

[6] Grand, G., Blank, I. A., Pereira, F., and Fedorenko, E. (2018) “Semantic projection: recovering human knowledge of multiple, distinct object features from word embeddings” Nature human behaviour, 6(7), 975-987.

[7] 鈴木正敏・松田耕史・関根聡・岡崎直観・乾健太郎 (2016) “Wikipedia 記事に対する拡張固有表現ラベルの多重付与” 言語処理学会第 22 回年次大会発表論文集 797–800.

[8] Mikolov, T., Chen, K., Corrado, G., Dean, J. (2013) “Efficient estimation of word representations in vector space” arXiv preprint arXiv:1301.3781.

[9] Devlin, J., Chang, M., Lee, K., Toutanova, K. (2018) “Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding” arXiv preprint arXiv:1810.04805.

[10] Bond, F., Isahara, H., Uchimoto, K., Kuribayashi, T. and Kanzaki, K. (2009) “Extending the Japanese WordNet” Proc. 15th Annual Meeting of the Association for Natural Language Processing 80–83

[11] 佐々木康佑・西川純平・森田純哉・Meneses Alexis・酒井和紀・吉川雄一郎 (2023) “単語分散表現を用いたロボットのジェスチャー生成” HAI シンポジウム 2023 予稿集 D-1.

[12] Grady, J. E. (1997) Foundations of meaning: Primary metaphors and primary scenes. University of California, Berkeley.

Local People and Resources Community Food Waste Compost Project: Thailand and Japan Online Collaboration
地域の人と資源のコミュニティ食品ロス堆肥化プロジェクト・タイと日本のオンライン連携

Gabriel Alonzo Rusk, Yoshiro Miyata, Jinto Asakawa
Chukyo University, Japan

Abstract

In our collaborative efforts with a school in Bangkok to make compost with food waste from our respective schools' cafeteria, we found that people seem to cross social boundaries and connect with each other while making compost. From these observations, we suppose that social boundaries make it difficult for us to see the natural flow of energies in the ecosystem, resulting in social issues like food waste in the food supply against our environmental and economic desire not to waste food. We would like to suggest that creative collaboration working with the biological processes of microbes making compost can help blur these boundaries, see potentials that we don't normally see, and reorganize ourselves more in line within the natural flow of the ecosystem we're part of.

Current Food Waste Problem

Food loss and waste is an economic and environmental issue. According to Japan's Ministry of the Environment and Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries(1,2), in 2018 Japan generated approximately 25.31 million tons of food loss and waste, 6.00 million tons of which was edible. Households accounted for 2.76 million tons of edible food loss and waste.

Why is so much food wasted? Due to the barriers of efficiency we create, a lot of the waste is hidden from the other parts of the supply and consumer chain. The general modern supply chain for something like tomatoes being produced on a farm to being consumed in a school cafeteria makes for a good example. Producing a large amount of tomatoes, separating and shipping the good tomatoes, transportation to a food supplier, transportation to the school cafeteria, preparation and consumption is a simplified version of the flow for most modern supply chains. Each new group that takes charge of the tomatoes in the chain introduces a new boundary. For example, the cafeteria and the consumer. The cafeteria's role is to use the tomatoes in consumer's meals before they go

bad, but also to never run out of food for the consumers. This is because the consumer's role is to buy a meal from the cafeteria, so they must be provided a meal. Therefore, to remain efficient the cafeteria will produce an excess of meals ahead of time, and almost always have leftovers which will likely be tossed. The cafeteria workers are committed to the efficiency of their role, but the waste this creates is hidden by the boundary between the two groups. Even if the cafeteria workers want to tackle the issue of food waste, they may feel like their first priority is the fulfillment of their work. Individual wants like reducing food waste usually don't have anything to do with that priority.

The part of the supply chain where food loss and waste is more likely to become something better is on the farm or in some factories. Here, imperfect and damaged tomatoes can be turned into something else in factories, used as animal fodder, or returned to the soil of the fields(3). Here, there is no boundary because the food is valued even if it's food waste as a part of an ecosystem. To reclaim some of the waste in the other parts of the supply chain and make this major problem more visible to groups that are otherwise not directly connected, making food waste and loss into compost through collective collaboration(4) may be the answer.

Thailand and Japan Online Collaboration

Composting food waste significantly decreases the amount of emissions caused by food waste, and the produced compost can greatly improve soil health(5). In 2020, a fourth year student of Yoshiro Miyata's seminar decided to give compost a try since they felt uneasy throwing away food(6). When third year students were deciding on a project for the SDG themed 2021 World Youth Meeting (WYM), the compost system became a main focus of their presentation. A student at Darunsikkhalai School for Innovative Learning (DSIL) in Thailand had also started a compost project utilizing food waste thrown out by students in their local cafeteria, so the focus on compost fit for both schools.

In the WYM, Chukyo and Thai students could understand each other across language, cultural, and online boundaries, because they were both using microbes to ferment organic materials, which is a part of the universal cycle of the ecosystem anywhere on earth(7). Since the fundamental environmental system is the same, students could easily collaborate on compost and community designs. For example, during preparation for WYM 2021 when the Thai students mentioned the problem of excess odor in their plastic compost container, students in Japan realized this problem was most likely due to an excess of moisture. The Japanese students had collaborated with the local timber industry, so they had experience working with wood and saw the possibility

of solving excess moisture by designing a wooden container. The Japanese students shared their findings with the Thai students, and made the wood container for WYM 2022. Thai students didn't have the same access to wood, so they decided to redesign their compost system to drain excess liquid into the soil. Both designs created a better living environment for microbes by absorbing excess water in the compost. The shared base conditions for composting allow compost to be made in many ways, while also allowing students to collectively create their projects. Without this commonality, collaboration on this compost project could not be as easily achieved.

Students could also understand each other because they shared a common value for food and thus could empathize with each other. For example, the Japanese students had been unaware of what exactly happened to the leftover food in their school cafeteria. This was due to the social boundary created between the students as customers, and the cafeteria as a business who shows only the food the customer pays for. However, this changed when the Japanese students saw the Thai students tackling the food waste problem in their school cafeteria. The Japanese students became more aware of the potential problem in their own school, and saw the potential in their compost system to remedy it. The Thai students shared their issues with the separation of food waste thrown away by students. Therefore, when the Japanese students approached their cafeteria with a proposal to collect food waste, how the food would be separated and collected was central in their minds. Sharing difficulties such as this made growth of the project much more achievable by eliminating certain issues already experienced by the other group.

Chukyo University Cafeteria

Without the interest of members in the school cafeteria to tackle the problem of food waste, it would have been much more difficult for students to start collaborating with the cafeteria. We found interesting changes in the staff of Chukyo's school cafeteria and shop when the students proposed the plan to compost their food waste. Although their initial reaction was that sorting out food waste would make their work schedule more difficult, they discussed and came up with a new workflow integrating sorting with minimal work. Interestingly, after a month or two the cafeteria on the 2nd floor and the shop on the 1st floor which had been working separately started cooperating with each other in the new workflow. Some of them mentioned that they had been feeling stressed to have to keep throwing away the food that they prepared and were happy that the students could make use of it. This indicates that they had a dilemma that they had to suppress their wish not to waste food because of the pressure to do their job efficiently. Then, when they found a potential solution in the students' proposal, they became

motivated to realize it by changing their workflow. While their first priority is still the fulfillment of their work, the cafeteria workers pushed to fulfill their individual want to tackle food waste through collaboration with the students.

Conclusion

Based on these observations, we would like to argue that the social boundaries which created the problem of food waste can be crossed with the help of microbes working at the biological level independent from the level of social and artificial boundaries. Even though food waste is socially considered a bad thing, barriers of efficiency make it difficult for many to do something about it while in their given role. However, a compost project nurturing engagement and collective creativity can dissolve boundaries, bringing individuals to view even their roles as part of a greater ecosystem.

References

1. Japan's Ministry of the Environment,(2021). MOE discloses the estimated amount of Japan's food loss and waste generated in FY 2018
2. Japan's Ministry of the Environment,(2022). MOE Japan discloses the estimated amount of Japan's food loss and waste generated in FY2020 | Press Release.
3. United States Environmental Protection Agency,(2023). 2019 Wasted Food Report
4. SonicRim, L. S. (2001). Collective creativity. Design, 6(3), 1-6.
5. United States Environmental Protection Agency,(2023). Reducing the Impact of Wasted Food by Feeding the Soil and Composting | US EPA
6. ラスクガブリエル・淺川仁都・中村友香・宮田義郎 (2023). 微生物と発酵が地域の人と資源をつなぐ：食ロス堆肥化プロジェクト、日本デザイン学会第3支部2022年度研究発表会
7. Wilber, K. (1981). No Boundary: Eastern and Western Approaches to Personal Growth.
8. Rusk, G.A.,(2022). Shared Online Learning Community Connecting Farmers and Non-Farmers in Japan, International Conference for Media in Education 2022
9. 宮田義郎・三野宮定理・原田康(2021). 共創から立ち現れる創造性：現場の文脈に埋め込まれたデザイン、日本認知科学会第38 回大会発表論文集, 867–872.

中国語会話における話題転換判断の手がかりの実験的研究
An Experimental Study on the Cues for Topic Change Recognition in Mandarin Conversation

趙　鵬群，巽　智子
Pengqun Zhao, Tomoko Tatsumi
神戸大学
Kobe University
206c301c@stu.kobe-u.ac.jp

概要

本研究では，中国語会話における話題転換の判断に使われる手がかりを心理言語学的な実験により検証した．その結果，先行研究で話題転換部の「手がかり」とされる要因の中には，談話標識，質問表現，情報提供，笑い，沈黙の 5 つの要因が中国語のリアルタイムの話題転換の判断に正の影響を与えることがわかった．また，話題転換部の「手がかり」が多いほど話題転換が判断されやすくなること，そして異なる談話標識が話題転換の判断に様々な影響を与えることが示された．

キーワード：会話，話題転換，知覚，中国語

1. はじめに

日常会話において，われわれは様々な話題を次々と導入しながら，会話を繋げていく．話題転換の仕組みについて，談話標識の使用や笑い，姿勢の変化などの話題転換部の言語的・非言語的な手がかりの存在が指摘されてきた（村上・熊取谷 1995；木暮 2002 等）．しかし，これらの研究は，研究者による会話データのテキスト分析や映像分析である．会話の参加者による，会話中のリアルタイムの話題転換の認識についての実証研究が不足している．

本研究では，中国語母語話者を対象にリアルタイムの話題区分の実験を行い，話題区分判断に影響する要因を定量的に明らかにする．

2. 先行研究と研究課題

話題の転換部に現れる言語的・非言語的要素に関する研究によると，話題の転換部には談話標識，メタ言語表現，繰り返し，質問表現，情報提供，笑い，あいづち，評価的発話・まとめ，沈黙などの要素が現れやすい．（e. g. 水川，1993；メイナード，1993；村上・熊取谷，1995；中井，2003；楊 2005；Holt, 2010）．また，話題転換時における各談話標識の使用傾向や機能なども議論されてきた（田中 2015；2018）．しかし，これらの先行研究は会話分析という質的なアプローチによるものであり，極めて多種多様な手がかりが会話参加者にどのように作用するかの実証的な研究が不足している．大場・中井（2020）では，会話分析の授業を受けた学生計 40 人を対象に，話題区分調査を行い，会話分析の初学者の話題区分の認定基準を探った．しかし，会話の映像を見ながら文字化資料に話題転換を区分するタスクであったため，実際の会話中に参加者が認識する話題転換にアプローチできない．

実際の会話中に参加者が認識する話題転換を研究するには，心理言語学的実験アプローチが有効である．その一例として，De Ruiter ら（2006）の研究が挙げられる．De Ruiter ら（2006）は先行研究でターン終了部の予測「手がかり」とされる要因を検証するために，オランダ語の母語話者 60 名を対象に，リアルタイムでのターン終了の予測実験をした．その結果，語彙統語論的情報の要因がターン終了の予測に大きな影響を与えるが，イントネーション（pitch contour）の要因はターン終了部の予測に影響を与えないことが明らかになった．このように，心理言語学的アプローチは人間がどのようにコミュニケーションの過程を理解するかを検証するのに有効である．

以上のことをふまえ，本研究では，以下の検証仮説を設ける．

仮説 1:リアルタイムの話題転換の判断は先行研究で「手がかり」とされる要因によって説明される．

仮説 2: 異なる談話標識が話題転換の判断に与える影響は異なる．

3. 研究方法

本研究では，リアルタイムの話題区分判断に影響

する要因を明らかにするという目的のために，会話データ分析を学んだことのない 20 ～30 代の大学生・大学院生である中国語母語話者 20 名を調査対象者とした．調査材料に関して，初対面会話より友人間の日常会話においての話題転換のパターンが豊富であるため，本研究では自然会話コーパス TalkBank（MacWhinney & Wagner，2010）より，中国語母語話者の友人同士による電話会話をそれぞれ 5 つ，約 30 分のセグメントを摘出し，調査材料とした．調査材料は男女/男性同士/女性同士の会話が含まれている．また，聞き取りやすい，いくつかの話題が含まれていることを基準に選定した．

5 つのセグメントはランダムの順序に呈示した． 1 分 30 秒の事前準備の練習のあと，参加者は会話の音声データを PC 上で聴きながら，話題転換を判断した瞬間に PC のキーを押して回答した．その際参加者には，自分がその会話に参加していることを想定して，聴きながらできるだけ即時に話題の変化を判断するように指示された．集中力を落ちないように，約 10 分ごとに 1 分間の休憩を挟んだ．音声の再生と回答にはソフトウェア Adobe Audition を用いた．

データのコーディングに関して，まず，調査材料の 5 つのセグメントの文字化資料を使用し，ターンごとに発話の開始時間と終了時間をコーディングした．次に，参加者の回答時間を利用し，各参加者がどのターンで回答したかをコーディングした．また，話題転換部の手がかりとして指摘される 9 種類の要因（談話標識，メタ言語表現，繰り返し，質問表現，情報提供，笑い，あいづち， 評価・まとめ，沈黙）の有無及びその種類をターンごとにコーディングした．具体的な手がかりの分類及びその定義は表 1 に示す．さらに，回答したターンの 3 つ前までのターンに含まれている手がかりの数もコーディングした．

話題区分判断と話題転換部の手がかりとして指摘される 9 種類の要因の関係について，R（R Core Team, 2023）を用いて統計分析を行った．

表 1 本研究に用いた話題転換部の「手がかり」とされる要因の分類

（楊 2005；34）を参照に一部変更）

談話標幟	「但是」(でも)，「那」(では)，「欸」（えっ）等文頭に用いられて話す内容の展開に寄与する表現.
呼びかけ表現	相手の名前を呼びかけとして用いる場合.
メタ言語表現	「我告诉你」(教えてあげる）等話題として取り上げることを示す表現.
あいづち	「对」(はい)，「哦」「奥」(おお)，「嗯」(うん)，「是嘛」(そうですか）のような会話中に挿入される短い表現，応答として使われるものは除く.
繰り返し	自分または相手の発話の一部または全部をくり返す発話，ただし相手に確認を要求するものは除く.
評価・まとめ	話題の内容（自分の話と相手の話両方を含む）を含め，まとめる，あるいは評価する発話.
質問表現	「怎么样」(どう)「多少」(どのぐらい)「谁」(誰）等質問表現が使われる場合.
情報提供	5 つ前のターンまでの発話に含まれてない新しい意味的なカテゴリーの単語が提供される場合.
笑い	明確な呼気を伴う笑いで，微笑みは含まない.
沈黙	発言権を取ろうとする人がいなく，1 秒以上の沈黙がある場合.

4. 結果

各参加者間の話題転換の区分数の平均は 55.30, 標準偏差は 22.732 であった．5 つのセグメント（S1，S2，S3，S4，S5）ごとの話題転換の区分数の平均と標準偏差を表 2 に示す.

また，約 30 分の会話データにおける話題転換部の各「手がかり」の数の集計結果を表 3 に示す．沈黙が一番少なく（8 回），繰り返し発話が一番多く（477 回）確認された.

表 2 5 つのセグメントごとの話題転換の区分数の平均と標準偏差

	S1	S2	S3	S4	S5
M	14.05	8.25	10.40	13.65	8.95
SD	4.25	4.62	5.54	5.82	4.07

表 3　実験に用いた会話における話題転換部の「手がかり」の数の集計

種類	沈黙	笑い	談話標識	繰り返し	メタ言語表現	あいづち	質問表現	評価・まとめ	情報提供
数	8	32	218	477	47	170	50	30	196

4.1 話題転換の判断と話題転換部の手がかりの関係

話題転換の判断に話題転換部の「手がかり」が及ぼす影響を明らかにするために，一般化線形混合モデル（GLMM, lme4 package）による解析を行った．各ターンでの話題転換の回答の有無を応答変数，各ターンでの「手がかり」の有無を説明変数とした．また，回答者と発話をランダム要因として考慮した．表 4 に示したとおり、解析結果によれば，9 つの「手がかり」のうち，談話標識，質問表現，情報提供，笑い，沈黙の 5 つが話題転換の判断に有意な正の影響を及ぼしていることが明らかにとなった．つまり，これらの「手がかり」が使われると，話題転換の判断が行われる可能性が高まると言える．一方で，あいづちは有意な負の影響を示した．あいづちは，「聞き手が話し手から送られた情報を共有したことを伝える表現」堀口 (1997；42)であり，「話を続けてほしい」，または「情報の追加・訂正・要求」（メイナード 1993；160)などといった様々な機能を持つため，あいづちが使われる場合，話題転換の判断が行われる可能性が低下することが考えられる．また，メタ言語表現，繰り返し，評価的発話・まとめの 3 つの要因は，話題転換の判断には効果があるとは示されなかった．

表 4　一般化線形混合モデルで求めた話題転換の判断に及ぼす「手がかり」の効果

Fixed effects:	Estimate	Std. Error	z value	Pr(>|z|)	
Intercept	-4.350	0.376	-11.563	< 2e-16	***
沈黙	1.249	0.321	3.895	9.82e-05	***
笑い	0.785	0.187	4.209	2.57e-05	***
談話標識	0.368	0.168	2.192	0.028	*
繰り返し	-0.114	0.314	-0.365	0.715	
メタ言語表現	0.055	0.180	0.306	0.759	
あいづち	-0.294	0.149	-1.971	0.049	*
質問表現	0.959	0.157	6.092	1.11e-09	***
評価・まとめ	0.005	0.195	0.028	0.978	
情報提供	0.541	0.165	3.283	0.001	**

同様に，話題転換部の「手がかり」の数が話題転換の判断に及ぼす影響についても同様に一般化線形混合モデルによる解析を行った．

表 5　一般化線形混合モデルで求めた話題転換の判断に及ぼす「手がかり」の数の効果

Fixed effects:	Estimate	Std. Error	z value	Pr(>|z|)	
Intercept	-5.246	0.257	-20.387	< 2e-16	***
cues 数	0.434	0.055	7.859	3.87e-15	***

表 5 に示したとおり，話題転換部の「手がかり」の数は，話題転換の判断に統計学的に有意な影響を及ぼすことが明らかにとなった（Estimate= 0.434, SE=0.055 z =7.859. p＝3.87e-15）.

4.2 異なる談話標識と話題転換判断の関係

また，話題転換時における中国語の談話標識には「那」，「但是」，「所以」などいろんなものが見られる（田中 2015）．異なる談話標識が話題転換判断の確率に与える影響を明らかにするために，談話標識ごとの話題転換判断の割合（各談話標識が生起する全発話のうち，話題転換判断がされた発話の割合）を算出した．その結果を図 1 に示す.

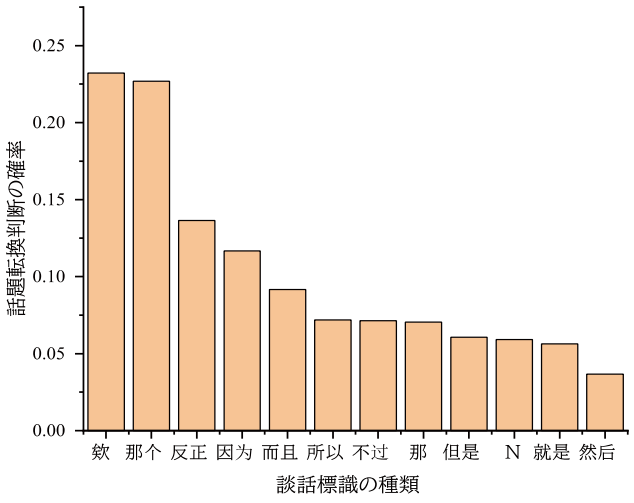


図 1　異なる談話標識と話題転換判断の確率

図 1 から，異なる談話標識によって，話題転換判断の確率に大きな違いがあることがわかる．具体的には，「欸」（えっ），「那个」（それ/その）という 2 つの談話標識が使われていた場合，話題転換判断の確率が 25%以上で顕著に高い．また，「反正」（どのみち），「因为」（なぜなら）という 2 つの談話標識につ

いて，話題転換判断の確率が 10%以上と比較的高い.

それに対して，談話標識が無い場合（N），話題の転換が判断された割合はわずか 5.9%であった.「就是」（つまり）と「然后」（それから）の話題転換判断の確率が談話標識が無い場合（N）よりも低いため，これらの談話標識が話題転換判断にあまり影響を及ぼさないであろうことが示唆される．各談話標識が使われる場合と N の場合の話題転換判断の確率についてカイ二乗検定を行った結果，以下の傾向が明らかになった.「欸」「那个」「反正」「因为」が使われる場合は N よりも有意に話題転換の判断が多い（$p < 0.05$），「然后」が使われる場合は N よりも有意に話題転換の判断が低い（$\chi 2(1)= 4.918, p = 0.027$）ことが確認された. ほかの談話標識と N の間には有意な差は認められなかった.

5. 考察

本研究では，リアルタイムの話題転換の判断に影響を与える「手がかり」の役割を心理言語学的実験アプローチで検証した.

本研究の研究結果によると，先行研究で話題転換部の「手がかり」とされる要因の一部のみが中国語のリアルタイムの話題転換の判断に影響を与えることが明らかになった．また，話題転換部の「手がかり」の数が多いほど，話題転換が判断されやすくなることが示された.

さらに，談話標識が話題転換の判断に影響を及ぼす度合いは，その談話標識の種類に大きく依存することが示唆された．話題転換に関わる談話標識のうち，「欸」（えっ）と「那个」（それ/その）は話し手が情報の検索に時間がかかったことを示す表現であり（山田 2012；楊 2019），これらの表現が使用される場合，新しい情報が導入される可能性が高いと思われるため，特に話題転換の判断の手がかりとして効果が強いのではないかと考えられる．この知見は，会話分析の文脈において，談話標識の具体的な種類が会話の流れ，特に話題の転換にどのように影響を及ぼすのかを理解するための新たな視点を提供した.

全体として，本研究はこれまでにない手法として，リアルタイムのデータを用いて話題転換の分析を行ったことで，話題転換のプロセスを理解するための新たな知見を提供したと考える.

しかし，コーディングの過程で特定の要素の定義や区別が難しいという問題が挙げられる．例えば，「まとめや評価」の内容は，発話者の主観的な視点に強く依存するため，コーディングにおける判断が主観的になりやすい．この曖昧さは，結果の解釈に影響を及ぼす可能性がある．その点は今後の課題として取り組んでいくべきだと考える．また，本研究は中国語母語話者だけを対象にして，考察を行った．話題転換部の「手がかり」には文化差が存在するかどうかを検証するために，今後は，さらに日本語母語話者を対象にして，同様の調査を行い，両者の比較を行いたい.

文献

[1] 大場美和子・中井陽子,（2020）会話データ分析の初学者による話題区分の特徴の分析,社会言語科学, Vol.22, No. 2, pp.62-77.

[2] 木暮律子,（2002）日本語母語話者と日本語学習者の話題転換表現の使用について,第二言語としての日本語の習得研究, Vol.5,pp.5-23.

[3] 堀口純子,（1997）日本語教育と会話分析, くろしお出版.

[4] 田中奈緒美,（2015）話題転換時における談話標識の使用に関する日中比較,島根大学外国語教育センタージャーナル,Vol.10,pp.131-141.

[5] 田中奈緒美,（2018）談話理解の視点から見た話題開始のための談話標識の分類,日本語教育, Vol.170,pp. 130-137.

[6] 中井陽子,（2003）初対面日本語会話の話題開始部/終了部において用いられる言語的要素,早稲田大学日本語研究教育センター紀要, Vol.16,pp.71-95.

[7] 水川喜文,（1993）自然言語におけるトピック転換と笑い, ソシオロゴス, Vol.17,pp.79-91.

[8] メイナード泉子,K，（1993）会話分析, くろしお出版.

[9] 山田眞一,（2012）中国語による教室談話における「つなぎことば」の機能―「語文」の授業を例に―,富山大学芸術文化学部紀要, Vol.6,pp.110-122.

[10] 楊虹,（2005）中日接触場面の話題転換一中国語母語話者に注目して一, 言語文化と日本語教育, Vol.30, pp. 31-40.

[11] 楊洲,（2019）対話場面における中国語フィラー「那个」と「这个」の使用実態と機能,人文研究 = Studies in humanities, Vol. 198,pp.103-129.

[12] Adobe Systems Incorporated, (2023). “Adobe Audition (23.0) ”[Computer software] , Adobe Systems Incorporated.

[13] Bates D, Mächler M, Bolker B, Walker S, (2015) “Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4”,Journal of Statistical Software, Vol.67, No. 1,pp.1-48.

[14] Holt, E., (2010) “The last laugh: Shared laughter and topic termination,Journal of Pragmatics”, Vol.42, No. 6, pp. 1513-1525.

[15] Linguistic Data Consortium,(2022) “CABank Mandarin CallFriend Mainland Corpus”,doi: 10.21415/T5R38Z.

[16] De Ruiter, J.P., Mitterer, H. & Enfield, N.J. , (2006) “Projecting the end of a speaker's turn: a cognitive cornerstone of conversation” ,Language, Vol.82, No. 3, pp. 515-535.

[17] MacWhinney, B., & Wagner, J. , (2010) “Transcribing, searching and data sharing: The CLAN software and the TalkBank data repository” ,Gesprachsforschung, Vol.11, pp. 154-173.

[18] R Core Team, (2023) “ R: A language and environment for statistical computing”,R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

聴覚による物体数推定の系列依存性
Serial dependence in auditory estimation of the number of objects

橋本 拓磨[†]，森本 優洸聖[‡]，牧岡 省吾[†]
Takuma Hashimoto, Yukihiro Morimoto, Shogo Makioka
[†]大阪公立大学，[‡]大阪府立大学
Osaka Metropolitan University, Osaka Prefecture University
sa23126p@st.omu.ac.jp

概要
系列依存性は，直前の情報によって知覚が変化する現象である．本研究は，落下音による物体数の推測課題を用いて，数の系列依存性が聴覚において生じるかどうかを検討した．さらに、系列依存性が，直前の刺激と参加者の応答のどちらから生じるかについても検討した．その結果，聴覚においても数の系列依存性が存在することが確認された．さらに，系列依存性が，参加者の反応に起因することが示唆された．これは，系列依存性が高次の処理段階で生じるという見解に合致する．

キーワード：系列依存性，聴覚，数知覚

1. はじめに

視覚情報は眼の動きや遮蔽物などによるノイズを多く含み，常に変化している．しかし，人間は物体に対しての安定した認識を維持することができる．このような能力はどのように実現されているのだろうか．この問題への答えの候補の一つが，系列依存性である．系列依存性は，現在の知覚が過去の知覚に影響される現象である[1,2]．

視覚における系列依存性の研究は，様々な刺激を用いた課題で行われており，傾き[2,3]，数[1,4–7]などにおいて確かめられている．また，このような単純な視覚的特徴だけではなく，顔のアイデンティティ[8]などの，高次の認知処理を伴う対象についても系列依存性が生じることが明らかになっている．

系列依存性が物体の認識の安定に寄与する機構であるという考え方に基づけば，系列依存性は視覚と同様に聴覚においても生じるはずである．聴覚における系列依存性の研究は，主に時間的な対象に関して行われている．Motala et al.[9]では，提示された音の間隔を再現する課題で，系列依存性が確かめられている．Li et al.[10]では，視聴覚で提示された刺激の長さを分類する課題を用いて，各モダリティ内で系列依存性が生じることが確かめられた．しかし，我々が知る限り，数の推測課題で聴覚においても系列依存性が生じることを確かめた研究はない．そこで，本研究では聴覚でも数の系列依存性が生じることを確かめることを目的とする．実験パラダイムとして，Fornaciai and Park[6]で用いられた，ドットの数を推測する課題を利用する．この実験では，8-32 個のドット配列が画面に短時間提示され，参加者はドットの数を推定した．その結果，直前の試行のドット数が現試行の回答に影響する系列依存性が見られた．本研究の第 1 の目的は，刺激を聴覚次元に置き換え，数の情報を含む聴覚刺激を提示することによって，聴覚における数の系列依存性を明らかにすることである．

系列依存性のメカニズムを解明する上で重要な問題の一つは，系列依存性が低次の処理か高次の処理，どちらに起因するのかということであり，未だ結論が出ていない．Pascucci et al.[11]では，ガボール刺激の傾きを再現する課題の系列依存性は過去の刺激によるものではなく，過去の刺激に対する応答によるものであることが示されている．さらに，Morimoto and Makioka[12]では，視覚提示された硬貨に対する枚数と総額の判断においても，引き付け方向の系列依存性をもたらしているのは過去の刺激に対する応答であることが示された．さらに，Motala et al.[9]では，聴覚においても系列依存性が過去の刺激に対する応答から生じることが示唆されている．これらの結果は系列依存性が高次の処理に起因するという見方に合致する．本研究の第 2 の目的は，聴覚における数の系列依存性を発生させているのが過去の刺激か，過去の刺激に対する応答であるかについて検討することである．

2. 方法

参加者
大阪府立大学・大阪公立大学の学生 24 名が実験に参加した(平均年齢＝19.38, SD＝0.95)．すべての参加者は，正常または矯正された視力を持ち，書面による同意を得て実験に参加した．本実験は大阪公立大学現代システム科学研究科研究倫理委員会の承認を得て行われた．

装置
刺激の提示には液晶ディスプレイ(ASUS VG248) とヘッドホン（Sony MDR-CD900ST）を用いた．実験の制

御には Linux PC(ubuntu 18.04)上の MATLAB (version 2018b, The MathWorks Inc., Natick, MA, USA) と PsychtoolBox-3 toolkit[13,14]を用いた．刺激の録音には，PCM レコーダー(TASCAM DR-07 MK Ⅱ)を用いた．

刺激

刺激として，複数の鉄球(直径 8mm)を木製フローリング材の床に落下させた際の落下音を録音したものを用いた．個数は３から 23 の奇数個，11 通りとし，落下タイミングがなるべくランダムとなるよう録音した．刺激の長さは１～1.5 秒で，各条件を 16 個ずつ，176 個作成した．

手続き

回答に不確実性を持たせるため，正答の数を実際よりも幅広く，1～25 個と教示した．

刺激が呈示された後，回答を求める「How many?」の文字が表示され，参加者は落下した物体の数を推測してテンキーで回答した．入力された数字は画面に表示され，参加者はエンターキーを押すまで回答を訂正することができた．エンターキーを押すと次の試行へと進んだ．刺激の持続時間は 1000m から 1500ms の間で変化していたが，刺激の開始からプロンプトまでの時間は 1500ms に固定されていた．試行間間隔は 1400ms であった．以上を 1 試行として，１回の実験につき 176 試行を行った．図１は試行の手順である．全試行で異なる刺激が再生され，１回の実験の間，同じ刺激は提示されなかった．刺激の順番は実験全体を通してランダムとし，同じ条件の連続呈示は妨げなかった．刺激セットはすべての参加者に同一のものを用いた．参加者の負担を軽減するため，22 試行ごとに休憩を設けた．休憩時は，参加者が任意の時間の休憩をとることができた．

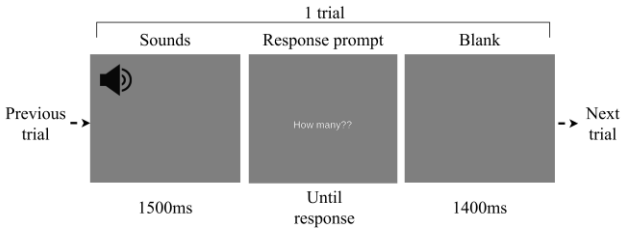


図１　課題の１試行の流れ

3.　結果

分析を行う前に，タイプミスを除外するため，事前に教示した回答範囲から外れた回答を除外した．

分析手法は，Fornaciai and Park[6]と Morimoto and Makioka[12]に倣った．すべての t 検定で FDR 補正[15]を行い，実験全体での有意水準を５％に設定した．

推定精度

図 2 は，全参加者の回答の平均を実際の物体数ごとにプロットしたものである．X 軸は呈示された落下音の実際の物体数，Y 軸は推定された物体数の平均を表す．エラーバーは 95%信頼区間を示す．

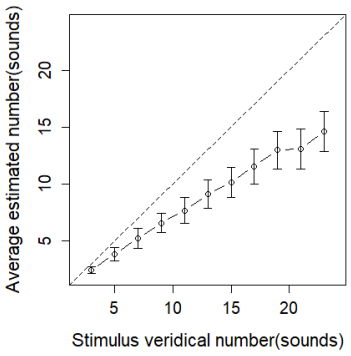


図２　実際の物体数に対する平均推定数の値

参加者の推定値と実際の物体数の相違を調べるため，それぞれの物体数に対して，実際の物体数と等しいことを帰無仮説とする 1 標本 t 検定を行ったところ，全ての条件において有意に実際の物体数より小さいことが明らかになった($t(23)$ =-132.78~-3.76, p = .000~.001)．図２に示されるように，全体として，実際の物体数よりも少ない値が推定された．

さらに，推定精度の指標として変動係数（CoV ; 推定物体数の標準偏差を正しい物体数で割ったもの）を計算した．物体数ごとに算出した各参加者の CoV の平均は 0.213 であった．この値は，画面上のドットの数を推測する課題を用いた Fornaciai and Park[6]で得られた 0.217 という変動係数の値と同様であった．

単回帰分析

系列依存性の指標とするために，現在の試行における推定誤差を目的変数，各試行位置での刺激と反応を説明変数とした単回帰分析を参加者ごとに行った．回帰係数が正のときは物体数の過大評価，負のときは物体数の過小評価が生じていることを意味する．そのため，回帰係数の大きさが系列依存性の強さに対応する．図３A, ３B ともに Y 軸は参加者ごとの回帰係数の平均を表す．図３A は，前後の試行の物体数による系列依存性の効果を示している．エラーバーは 95%信頼区間で，図中の有意水準は FDR 補正後の p 値である（n.s.= 有意ではない，* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001）．それぞれの相対的な試行位置について，系列依存性の強さが０であることを帰無仮説とする 1 標本 t 検定を行った．有意な正の効果は引きつけ方向の系列依存性を

示し，有意な負の効果は反発方向の系列依存性を示している．先行する試行については，直前試行(n-1)(t(23) =4.55, p = .001)，5 試行前(n-5) (t(23) =-2.91, p = .024)，7 試行前(n-7) (t(23) =-2.66, p = .036)の効果が有意であった．n-1 では正の効果が，n-5, n-7 では負の効果がみられた．また，対照条件として，現在の試行（n）と直後の試行（n+1）についても系列依存性を評価した．n 試行では有意な負の効果がみられた(t(23) =-9.31, p = .000)．この効果は，物体数の増加に従って，課題の難易度が上がっていることによる．n + 1 の試行では，有意な効果は認められなかった．これらの結果から，直前試行の物体数によって系列依存性が生じることが示された．

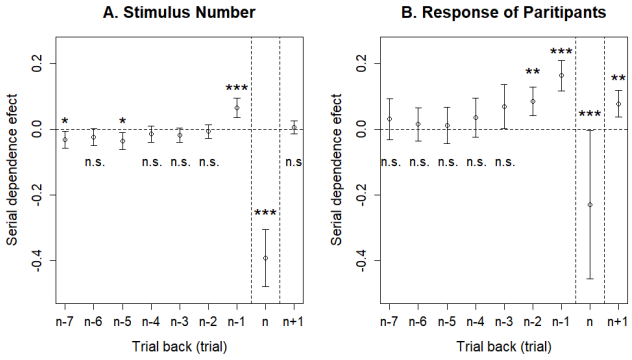


図３　物体数および回答による系列依存性効果

また，前の試行での参加者の反応が，現在の試行での誤差に与える影響についても検討した．図 3B は，前の試行での参加者の反応による系列依存性を示したものである．その結果，1 試行前の回答(t(23) =7.33, p = .000)，２試行前の回答(t(23) =4.00, p = .003)，1 試行後の回答(t(23) =3.92, p = .003)の効果が有意であり，n - 1，n - 2 試行の参加者の反応が系列依存性を発生させることが示された．また，n + 1 試行での応答の効果は，現在の試行に対する応答が次の試行への系列依存性を生じさせているためであると考えられる．

以上の分析により，聴覚においても以前の刺激に対する応答による系列依存性が存在することが確認された．図 3 を比較すると，前の試行での物体数よりも，前の反応がより強く影響していることがわかる．これは，系列依存性が先行刺激の知覚に起因するのではなく，先行刺激への反応を生成する過程において現れることを示唆しているのかもしれない．

そこで，前の試行の刺激における物体数と参加者の反応の効果をより明確に比較するために，重回帰分析を実施した．

重回帰分析

現在の試行の推定誤差を目的変数，単回帰分析で有意であった要因を説明変数として，重回帰分析を実施した．各参加者について回帰係数を計算し，平均して以下の重回帰式を得た．

各係数を従属変数として，係数の平均が 0 であることを帰無仮説とする 1 標本 t 検定を行った．

$$\begin{aligned} Error \;=\; & intercept + [n-1\,N:x1] + [n-5N:x2] + [n-7N:x3] + [nN:x4] \\ & + [n-1R:x5] + [n-2R:x6] + [n+1R:x7] \\ =\; & -0.723 - 0.117 \times x1 - 0.021 \times x2 - 0.018 \times x3 + 0.300 \times x4 \\ & + 0.023 \times x5 + 0.094 \times x6 - 0.390 \times x7 \end{aligned}$$

1 試行前の物体数(t(23) =-5.75, p = .000)，5 試行前の物体数(t(23) =-2.47, p = .030)，現在の試行の物体数(t(23) =-9.04, p = .000)において，回帰係数は有意な負の値を取った．1 試行前の回答(t(23) =10.78, p = .000)，1 試行後の回答(t(23) =12.57, p = .000)において，回帰係数は有意な正の値を取った．

1 試行前の物体数の回帰係数は，単回帰分析では有意な正の値を取っていたが，重回帰分析では有意な負の値を取った．これは，単回帰分析で確認された引き付け方向の系列依存性が，1 試行前の物体数ではなく，それに対する応答によって生じており，物体数そのものは反発のバイアスをもたらしていたことを示唆する．この結果は，Morimoto and Makioka[12]と同様であった．

多重共線性の問題がないことを確かめるため，各参加者の分散拡大係数(VIF)を算出した．いずれの参加者および説明変数においても，VIF は臨界値とされる 10 を下回った(最大値:6.46)．さらにリッジ回帰を行った結果，すべての説明変数の符号は変化しなかったことから，リッジ回帰の結果は重回帰分析の結果とおおむね同様であると考えられる．これらの結果から，多重共線性による問題は生じていないと考えられる．

本実験では，落下音による物体数の知覚が，直前の試行の物体数に引き付けられる方向に影響されることが示され，Fornaciai and Park [6]の結果が聴覚刺激において再現された．これは，聴覚においても数の系列依存性が発生することを示している．さらに，重回帰分析により，直前の試行の応答が引き寄せ方向の系列依存性を，直前の試行の物体数は反発方向の系列依存性をもたらすことが示された．これは，Morimoto and Makioka[12]の結果と同様であり，系列依存性が，刺激に対する知覚ではなく反応の段階で生じていることを示唆している．

4.　考察

視覚における先行研究では，傾き[2,3]や数[1,4–7]，顔のアイデンティティ[8]などの様々な刺激において系列依存性が生じることが確認されている．このことから，視覚

における系列依存性は，視覚によって外界の情報を推定する際の普遍的な性質の表れであると考えられる．聴覚における先行研究では，音の間隔[9]や音の長さ[10]といった時間的な対象について，系列依存性が確認されている．本研究では，聴覚においても数の系列依存性が発生することが示された．この結果は，系列依存性が生じるメカニズムは，視覚だけではなく，聴覚のような異なるモダリティと共通であるということを示唆している．

本研究における直前の刺激の数に起因する系列依存性は，単回帰分析では引きつけ方向に有意な効果が観測されたが，重回帰分析においては，反発方向に有意な効果が見られた．一方，直前の刺激に対する反応の効果は，単回帰分析でも重回帰分析でも引きつけ方向に有意であった．これらの結果は，単回帰分析における直前の刺激の引きつけ方向の効果が，実際には直前の刺激に対する反応に起因し，刺激そのものは反発方向の効果をもたらしていたことを示唆する．以上の結果は，Morimoto and Makioka[12]の，視覚的に提示された硬貨の枚数または総額を答える実験の結果と共通している．これは，刺激の個数に対する系列依存性が，刺激のモダリティに関わらず，主に直前の試行における反応に起因していることを示唆する．さらに，この結果は，刺激に対する反応を行わない試行を設けることで聴覚の系列依存性が直前の刺激に対する反応に起因することを示した Motala et al.[9]の結果とも一致する．これは，聴覚における系列依存性が刺激の種類にかかわらず主に直前の試行における反応に起因していることを示唆する．これらの結果は，系列依存性が高次の認知過程に起因するという見解に合致する．

本研究では，数字の入力による遅延再生課題を用いた．本研究の結果は，二肢選択課題など，他の反応方法でも再現されるのだろうか．視覚における系列依存性が様々な実験条件で確かめられていること，聴覚の系列依存性が視覚と類似していることが示されたことから，聴覚においても数の系列依存性が生じるという結果は，他の方法においても再現されると予想される．実際に，刺激音の長さを分類する課題において系列依存性が生じることが確かめられている[10]．同様に，反応に起因する系列依存性についても，二肢選択課題や分類課題などにおいて生じるかどうかの検証が求められている．

文献

1. Corbett, J. E., Fischer, J., & Whitney, D. (2011). Facilitating Stable Representations: Serial Dependence in Vision. PLOS ONE, 6(1), e16701. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016701
2. Fischer, J., & Whitney, D. (2014). Serial dependence in visual perception. Nature Neuroscience, 17(5), Article 5. https://doi.org/10.1038/nn.3689
3. Cicchini, G. M., Mikellidou, K., & Burr, D. C. (2018). The functional role of serial dependence. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 285(1890), 20181722. https://doi.org/10.1098/rspb.2018.1722
4. Fornaciai, M., & Park, J. (2018). Serial dependence in numerosity perception. Journal of Vision, 18(9), 15. https://doi.org/10.1167/18.9.15
5. Fornaciai, M., & Park, J. (2019). Serial dependence generalizes across different stimulus formats, but not different sensory modalities. Vision Research, 160, 108–115. https://doi.org/10.1016/j.visres.2019.04.011
6. Fornaciai, M., & Park, J. (2020). Attractive serial dependence between memorized stimuli. Cognition, 200, 104250. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2020.104250
7. Togoli, I., Fedele, M., Fornaciai, M., & Bueti, D. (2021). Serial dependence in time and numerosity perception is dimension-specific. Journal of Vision, 21(5), 6. https://doi.org/10.1167/jov.21.5.6
8. Liberman, A., Fischer, J., & Whitney, D. (2014). Serial Dependence in the Perception of Faces. Current Biology, 24(21), 2569–2574. https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.09.025
9. Motala, A., Zhang, H., & Alais, D. (2020). Auditory Rate Perception Displays a Positive Serial Dependence. I-Perception, 11(6), 2041669520982311. https://doi.org/10.1177/2041669520982311
10. Li, B., Wang, B., & Zaidel, A. (2023). Modality-specific sensory and decisional carryover effects in duration perception. BMC Biology, 21(1), 48. https://doi.org/10.1186/s12915-023-01547-9
11. Pascucci, D., Mancuso, G., Santandrea, E., Libera, C. D., Plomp, G., & Chelazzi, L. (2019). Laws of concatenated perception: Vision goes for novelty, decisions for perseverance. PLOS Biology, 17(3), e3000144. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000144
12. Morimoto, Y., & Makioka, S. (2022). Serial dependence in estimates of the monetary value of coins. Scientific Reports, 12(1), Article 1. https://doi.org/10.1038/s41598-022-24236-z
13. Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. Spatial Vision, 10, 433–436. https://doi.org/10.1163/156856897X00357
14. Kleiner, M., Brainard, D., Pelli, D., Ingling, A., Murray, R., & Broussard, C. (2007). What's new in psychtoolbox-3. Perception, 36(14), 1–16.
15. Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological), 57(1), 289–300.

日本語自然会話におけるコピュラ否定文の出現条件とその動機について

The conditions and causes of the use of negative copular sentences in natural conversations in Japanese

谷口洋志
Hiroshi Taniguchi

京都大学
Kyoto University
taniguchi.hiroshi.66r@st.kyoto-u.ac.jp

概要
本発表は，現代日本語のコピュラ否定文「-ではない（-じゃない）」「-ではありません（-じゃないです）」が，現実の発話場面に於て，いつ用いられうるのかを検討するものである．コピュラ否定文の使用は，ともすると情報伝達の遅延を招き，Grice の「量の格率」に違反しうる．しかし，ある文脈・状況の中でコピュラ否定文が使われうるかどうかは，「量の格率」だけでは捉えきれず，より多様で且つ微妙な諸条件が絡んでいる．本発表は，その諸条件の内，「話し手の心内環境」に強く関与する，次の 3 条件を提案する．すなわち，①肯定/否定のみに関心が向いているとき，②表現や内容の心内検索が完了していないとき，③否定する箇所が聞き手と十分に共有されていないときは，相対的にコピュラ否定文が使用しやすくなる．

キーワード：否定文，量の格率，冗長性

1. はじめに

発表者は，「ある言語形式が，実際の言語使用の場面で，いつ・どのように・なぜ使われるのか」ということに興味を持っており，その言語形式（＝研究対象）として，現代日本語の否定文の一形式「-ではない（-じゃない）」「-ではありません（-じゃないです）」（以下，総称して「コピュラ否定文」と呼ぶ）に注目している．ある文脈・状況の中でコピュラ否定文が使用されるか/されないかについて調べてみると，実に様々で且つ微妙な違いによって，使用される/されないが，変異することが分かる．しかし，だからといって，使用の有無が完全にランダムに変わるわけではなく，その生起環境には，一定のパターンなり動機が垣間見える．発表者は現状，話し手がコピュラ否定文を産出するかどうかは，聞き手のときには気にも留めなかったような諸要因によって決まるのではないか，と予想している．

本研究は，来年以降，母語話者を対象としたアンケートを実施するなど，実証的な調査に入る予定であり，本研究は，その前準備としての性格を持っている．そのため，本発表で用いる例文に対する容認度は，全て発表者の直感による．又，実際問題として，「ある文脈・状況でコピュラ否定文が使われるかどうか」というのは程度問題である．そこで，本発表及び本研究では，複数の例文や文脈を提示し，その間で，コピュラ否定文を使うことによる自然さの差はあるか，という相対差を扱うものとする．

2. 問題の所在と先行研究

2.1. 量の格率

一般に，「A か？」という質問に「A ではない」と答えたり，《B である》という知識を持ちながら，わざわざ「A じゃなくて…」などと付け加えたりすることは，情報伝達の効率という観点で見れば，冗長であり，Grice の「量の格率」[1]に違反すると考えられる．

この点に関し，Horn（2001）[2]は，「二律背反的な 2 つの原則」（p. 249）によって，否定の非情報性を説明することを試みている．すなわち，原則として，話し手は，必要最小限のことだけを言って労力を最小化しようとするが，その一方で，聞き手にできるだけ多くの（十分な）情報を与えるということも目指さねばならない（pp. 246-257）．しかし，ある文脈に於て，この 2 つの対立する原理のどちらが優勢であるかは，「まだ決定的な解決を与えられていない」（pp. 250-251）．実際，本発表では，「2 択のアンケートに答えるような状況で，コピュラ否定文が使われるかどうか」「相手の誤解を正すような状況で，コピュラ否定文が使われるかどうか」といった議論を行うが，各状況でどちらの原則が優勢なのかは，実際に 1 つ 1 つ例文を作るなどして検証しないことには分からない．それならば，こうした二元論的な見方とは一旦距離を取り，1 つ 1 つの文脈・状況の中でコピュラ否定文が使われるかどうかを細かく観察した方がより現実に近づけるのではないか，と発表者は考えている．

2.2. 対立する肯定の想定

「否定形式が容認される環境」という点で先行研究を当たってみると,「否定には,それと対立するような肯定の想定が無いと容認されにくい」という,ある程度広く支持されている仮説も見つかる(例えば,Horn 2001[2], 王 2003[3], 吉村 1999[4]).

しかし,「では,対立する肯定の想定さえあれば否定文は容認されるのか」と言うと,そうでもない.Hornは,「私たちは正しかった: 今朝電車は遅れなかったのである(“We were right: train wasn't late this morning.”)」(p.232)という文を反証として挙げている[2].

又,3節の「条件1」で具体的に触れるが,「対立する想定」と言っても,その内実は漠然としている.否定文の使用を予測するような,「対立想定の共通性質」のようなものを立てるのは不可能に思われるのである.

3. コピュラ否定文の使用と話し手の心内環境

以下では,先行文脈や話し手の心内環境に注目し,「どういうときであれば,会話の中でコピュラ否定文を問題なく使用できるのか」その条件を考える.

条件1. 聞き手に伝えるべき内容が「肯定/否定」のみだと話し手が判断したとき

(1)(2)では,疑問文とその回答に同じ表現が使われているにも関わらず,(2)の返答からはどこか違和感を覚える.その違和感とは,「聞く分にはさして問題にしないが,実際に自分で言うことはないだろう」というものである.これは,「(文法的に)言えるか/ 言えないか」という違いというよりは,寧ろ,「(実際の言語運用に於て)言うか/ 言わないか」という違いである.

(1)((市役所にて,家族構成に関するアンケートを,Aに代わって職員が記入している))
職員: えーっと,次の質問項目ですが,息子さんは(まだ)学生(さん)ですか?
A: いえ,(もう)学生じゃないです.

(2)((Bの家を久しぶりに訪ねたAが))
A: 息子さんは,(まだ)学生(さん)ですか?
B: #いえ,(もう)学生じゃないです.(cf. いえ,もう社会人です.)

この差異は,2.2「対立する肯定の想定」では説明ができない.2択のアンケートを行う(1)で,《Aの息子は学生だ》という想定があるとは考えにくい(寧ろ,アンケートとはそうした事前の想定を抜きにしてデザインされているはずである).又,(2)で,《Bの息子は学生だ》という想定があるかどうかは,かなり意見が分れる問題だろう.

そこで,話し手は「聞き手にどこまで詳細な情報を与えればよいか」をリアルタイムで推し量っていると考えると,(1)(2)の差異を説明できる.(2)の場合,Aは,Bの息子について「学生であるか/ないか」という2択以上のことを知りたいはずであり,それはBからしても容易に想像できるはずである.仮に,(2)でBが「いえ,(もう)学生じゃないです」とか「いえ,違います」とだけ言って,自分のターン(発話順番)を終えてしまったら,恐らくこの会話には暫く沈黙が流れるはずである.逆に,(1)では,「息子が学生であるか/ないか」のみが注目されており,それは,口頭でアンケートに答えているAにも分かっているはずである.このとき,職員の質問に対して,Aが,「いや,大学を中退した後,いろいろ苦労を経て,今は私の扶養内で勤労してまして…」などとよもやま話をするとしたら,Aはそもそも「アンケートに答える」という当該会話に適合しているとは言えず,職員を少なからず苛つかせてしまうだろう.

「どこまで詳しい情報を与えるのか」という判断は,Grice[1]の「量の格率」「関係の格率」にほぼ相当するが,今扱っている生起環境は格率だけでは捉え切れない.というのも,たとえ情報量が同一だったとしても,「肯定/否定」という区別がなかったら,コピュラ否定文が使いにくいからである.例えば,(3)の場合,客がとることのできる選択肢は,「持ち帰る」か「店内で食べる」の2択のため,コピュラ否定文による客の返答であっても,「店内で食べる」ことは明白である.しかし,伝えるべき情報は2択でしかないという点で(1)(3)は同じなのだが,この二者択一的な推論は言語的には浸透していないのか, (3)の場合はコピュラ否定文が使いにくい.

(3)((ファストフード店で))
店員: いらっしゃいませ.お持ち帰り[テイクアウト]ですか?
客: #いえ,(お)持ち帰り[テイクアウト]じゃないです.(cf. いえ,店内で.)

(4)((ファストフード店にて，店内で飲食する予定だったはずなのに，店員が誤って商品をテイクアウト用の箱に詰め始めたのを見て，客が))
あー，(お)持ち帰り[テイクアウト]じゃないです．

一方，(4)のように「相手の誤解を即座に訂正する」という状況であれば，コピュラ否定文が使いやすくなる．これは，他のどんな情報よりも，「相手の認識(「この客はテイクアウト」)を否定する」ということに眼目が置かれるからだろう．

条件 2. 話し手が，表現や内容について，検索を行っている途中のとき

(5)に於て，B は，A の発話の中に棄却すべきこと(「叔父さんの車が白色」) を見出しており，しかも，A に対して伝えるべきことは，「叔父さんの車は非白色」以上のことだとも分かっている．しかし，一発で「正解」(例えば，「叔父さんの車は鈍色」) に辿り着けない場合，表現や内容の検索作業を心内で行わなければならない．このような場合は，検索の「つなぎ」としてコピュラ否定文が現れうる．逆に，(6)のように，話し手が，すぐに「正解」にアクセスできる場合，コピュラ否定文は通常，現れない．

(5) A: 叔父さんの車って白だっけ？
B: いや，白ではないよ．あれ何色って言えばいいんだろう？
(6) A: あなたが吹いてるその楽器ってトランペットだっけ？
B: #いや，トランペットではないよ．(cf. いや，違うよ．/ いや，トロンボーン．)

但し，こうしたコピュラ否定文が現れたからといって，話し手の心内で現実に検索作業が行われているとは限らない．例えば，(7)(8)の B の返答は，A の疑問に対して完璧に答えることを最早諦めており，B が実際に心の中で「ワルピリ語」や「アルバム」に関する知識を掘り起こしているとは考えにくい．しかし，「検索作業が仮想的に行われ，それが途中でとりやめられた」と考えれば，(5)(6)と同様に(7)(8)も理解可能である．若干，セマンティックな言い方をすると，「あなたの求める『正解』に辿り着くことはなかったが，少なくともこの可能性だけは除外できる」という表現だと言える．

(7) A: ワルピリ語ってどこの言語だっけ？アフリカとか？
B: いや，(どこかは忘れたけど，) アフリカではないよ．
(8) A: このアルバム誰の曲が入ってるの？
B: さあ？でも，君の好きな安室奈美恵ではないよ．

(5)-(8)での議論は，「現在，話し手が与えられる(不完全な)情報だけでも，聞き手にとって価値を持つか」という問題に関わっており，その意味で，これまた Grice の格率[1]に関連する．しかし，関連こそすれ，(5)-(8)のコピュラ否定文の使用の裏にあるのは，会話の格率以前に，「話し手が『正解』に辿り着けているか」という，もっと話し手の心内の閉じた領域の問題だと思われる．その証拠に，会話場面でなくとも，上述の心内検索によって説明可能なコピュラ否定文がある．例えば，(9)のように幼児が文節ごとに区切りながら発話をする場合や，(10)のように記憶を掘り起こしながら独り言を呟く場合は，表現や内容の検索を行わなければならないので，コピュラ否定文が使われやすい．

(9)幼児: あのねー，私が吹いてるのはねー，トランペットじゃなくてぇ，えっとねー…
(10)[独り言で]えーっと，A さんが吹いてる楽器は，トランペットじゃなくて，ホルンでもなくて…

条件 3. 棄却する箇所が聞き手と十分に共有されていないと話し手が判断したとき

(11)(12)の A の発話は，統語構造や情報構造が若干異なる程度だが，(11)と比べて(12)だと，B は，「私立じゃなくて…」と付け加えづらい．とはいえ，この差異を「主語かどうか」とか「前提か焦点か」といった単純な概念だけで説明づけるのは無理がある．というのも，両者の差は程度問題であり，実際に(12)のような発話が産出される可能性も十分に考えられるからである．

(11) A: この前，京都工芸繊維大学っていう私立大学教えてくれたじゃん？
B: あ，あそこは，私立じゃなくて，国立だよ．
(12) A:この前教えてくれた京都工芸繊維大学って，私立大？
B: #あ[いや]，あそこは，私立じゃなくて，国立だよ．(cf. あ，あそこは国立だよ)

そこで，本発表では，こうした程度差を扱うために，「棄却箇所の共有度合」というパラメータを提案する．例えば，(13)-(15)は，全て，教師の言動に対して，生徒が割り込むように訂正を加える場面だと言える．このとき，(13)や(14)のように，複数の「変数」を含むような談話や計算式に対して，教師が注目していないであろう箇所を指す（訂正する）ときは，「-じゃなくて」と加えることが，自然に行われる．逆に，(15)のように，聞き手である教師と注目箇所（「正解の記号は何か」）が一致していることが明らかな場合は，コピュラ否定文は，寧ろ現れにくい．

(13) 教師: ドイツの首都ウィーンは，少年合唱団など音楽が有名で…
生徒: ((即座に))え？先生，ドイツじゃなくて，オーストリアじゃないですか？
(14) 教師: あれっ！？((黒板に数式を書きながら途中で詰まってしまい，無言になる))
生徒: ((何かに気づいた様子で))先生，そこ，2乗じゃなくて，3乗じゃないですか？
(15) 教師: 問い3の答えは，「ア」です．
生徒: #((即座に))え？先生，「ア」じゃなくて，「イ」じゃないですか？（cf. え？「イ」じゃないですか/本当に「ア」ですか？）

「これから自分が棄却する箇所を既に聞き手と共有できているかどうか」という尺度を導入するメリットは，そこに2段階の程度差が含まれていることである．程度差を許容する尺度であれば，コピュラ否定文の使用が，個人間や個人内で，微妙に揺れ動いている事実と符合するためである．1つ目の程度差は，ある個人の意識におけるある対象に対する注目度合である．人間の意識はどこか一点に完全に注がれているわけではない(Chafe 1994[5]など)と考えられるため，ある箇所に聞き手が注目しているかどうかは程度問題でしかない．

もう1つの程度差は，話し手による主観的な判断である．「棄却箇所の共有度合」は，客観的に（＝神の視点で）話し手と聞き手の間の意識の相関をとったものではなく，話し手が主観で聞き手の脳内を予想したものに過ぎない．日常生活の中で，我々は，何か文章を書いたり，まとまったスピーチをしたりするとき，直感的なレベルで，「ここまでは言わなくても分かるだろう」とか「これも一応，言っておくか」といった判断をすることがあるが，それに近い働きだと考えられる．このことは，(16)のように，聞き手から「適切な(relevant)」反応が得られなかったときに，コピュラ否定文を追加できることからも分かる．

(16) A: ウィーンはオーストリアの首都だった気がするけどなあ．
B: …((沈黙))
A: いや，ドイツじゃなくてね．
B: うん．

4. まとめと考察

本発表では，会話の中でコピュラ否定文が自然に使われうる条件として，①聞き手に伝えるべき内容が「肯定/否定」のみだと話し手が判断したとき，②話し手の心内における，表現や内容の検索が未了であるとき，③棄却する箇所が聞き手と十分に共有されていないと話し手が判断したとき，の3つを提示した．

発表者は，コピュラ否定文の使用に纏わるこうした条件には，ある程度「動機」のようなものが存在し，決して歴史の中で偶然定着したようなものではない，と主張したい．そして，その「動機」には，話し手の心内環境が密接に関わっている．

又，こうした使用の「動機」「条件」は，結局は，話し手の主観的な判断に委ねられており，この判断は，聞き手の言語理解に則ったものとは限らない．日常生活で，「話し手は分かっているつもりだが，聞き手には伝わっていない」「必要かと思って付け加えたが，聞き手からすると冗長に聞こえる」といった現象が生じてしまう一つの要因はこれだと考えられる．

謝辞

本発表は，日本学術振興会の科学研究費補助金（基盤（S）20H05630）の成果の一部である．

参照文献

[1] Grice, Herbert. P, (1989), STUDIES IN THE WAY OF WORDS.（清塚邦彦（訳），(1998)，論理と会話.）
[2] Horn, Laurence. R, (2001), A Natural History of Negation.（河上誓作（監訳） 濱本秀樹・吉村あき子・加藤泰彦（訳），(2018)，否定の博物誌.）
[3] 王学群，(2003)，現代日本語における否定文の研究.
[4] 吉村あきこ，(1999)，否定極性現象.
[5] Chafe, Wallace. L, (1994), Discourse, consciousness, and time: the flow and displacement of conscious experience in speaking and writing.

不確定な名辞系列問題のメンタルモデル構築における対称性バイアス

Symmetry bias in the construction of mental models of indeterminate term series problems.

青井 孝史[†]，日髙 昇平[†]
Takafumi Aoi, Shohei Hidaka

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

概要

「A はB より大きい。B はC より大きい。」などの前提文から、「A はB より大きいか」などの問に答える推論課題は名辞系列問題と呼ばれる。前提文を満たす名辞の順序が、全順序としては 1 つに定まらない不確定な名辞系列問題の推論では、複数の全順序を暗示する単一のメンタルモデルが構築されるとする説が有力とされる。本研究では80 人の参加者の不確定な名辞系列問題に対する回答を収集し、その回答のパタンを分析した。その結果、推論の過程で名辞間の対称性を認識しやすい異性体モデルが心的に表象されることが示唆された。また、名辞の対称性を利用して推論中の認知負荷を下げようとする名辞表象における対称性バイアスの存在も示唆された。

キーワード: 名辞系列問題、メンタルモデル、対称性バイアス

1. メンタルモデルと名辞系列問題

文章を読んで理解することは、人間が知的な生活を送っていくうえで重要な行為である。文章理解のプロセスを体系化した Kintsch の構成・統合モデル[1]では、文章の読み手は最終的な心的表象として、文章が記述する情報どうしを統合した状況モデルが構築されるとしている。この状況モデルは、Johnson-Laird が提唱したメンタルモデル[2]と本質的に同じものとされている。

文章を読んでメンタルモデルを構築する過程では、文中に書かれている情報をもとに直接書かれていない情報を読みとり、メンタルモデルに組み込む必要がある。このように明示されていない情報を明示された情報から補う行為を推論と呼ぶ。推論は文章理解のみならず様々な知的活動の中核をなす行為であり、認知心理学において重要な研究の題材となっている。

推論を研究するにあたり、よく用いられる題材のひとつとして名辞系列問題が挙げられる。これは「A はB より大きい」「B はC より大きい」という前提から「A はC より大きい」や「B は2 番目に大きい」などの結論を導くというもので、最も単純な演繹推論問題のひとつである。名辞系列問題は形式が単純なので実験時の変数操作が容易であるという利点があり、多くの推論研究で題材とされてきた[3][4]。

本研究では名辞系列問題のなかでも、どのようなメンタルモデルが構築されるかについて意見の分かれている不確定問題について検証を行い、有力なモデルを提示する。また、検証の過程で、「対称性」という考え方が推論プロセスの研究において有効な切り口になりうることが示唆された。その点についても報告する。

2. 名辞系列問題における不確定問題

名辞系列問題に取り組む推論者の頭の中では A や B などの名辞を前提で記述された通りの順番に並べたメンタルモデルが構築されると考えるのが通説である[5][6][7]。たとえば「A はB より大きい」「B はC より大きい」という前提であれば、A＞B＞C というメンタルモデルが構築される。A＞B＞C のように、全ての要素のどの 2 つをとっても順序がつけられるような順序関係を全順序という。例に挙げた名辞系列問題は、全順序メンタルモデルをただ 1 つ構築できる問題である。

一方、前提が「A はB より大きい」「A はC より大きい」の場合には、B と C の間の順序関係は不確定である。このような、一部の要素間に順序関係がないような順序を部分順序という。この場合、A＞B＞C と A＞C＞B の 2 つの全順序メンタルモデルを構築することができる。このように複数の全順序メンタルモデルを構築可能な問題は不確定名辞系列問題(以下、不確定問題と略する)と呼ばれる[8]。

先行研究[9][10][11]では、不確定問題では順序についての詳細を問われないかぎり、全ての全順序メンタルモデルが形成されるのではなく、1 つの全順序メンタルモデルだけが構築されること、その際に構築されやすい全順序メンタルモデルと構築されにくい全順序メンタルモデルとに分かれることなどが示唆されている。不確定問題で構築されやすい全順序メンタルモデルは、同じ名辞に隣

接しうる複数の名辞のうち、先に読まれた前提に登場する名辞を隣接位置に置いたものである(「A はB より大きい」「A はC より大きい」の例で言えば、A に隣接しうるB とC のうち、前提内で先に登場したB がA の隣に置かれる A＞B＞C の方が A＞C＞B よりも構築されやすい)。

3. 注釈付モデルと異性体モデル

不確定問題において構築可能な全順序メンタルモデルのうち 1 つだけが構築されるという考え方は、ワーキングメモリの容量など人間の処理能力の限界を考慮すれば妥当であると思われる。しかし、単に特定の全順序メンタルモデルを構築するだけでは、誤った推論をしてしまう可能性がある。たとえば「A はB より大きい」「A はC より大きい」に対して A＞B＞C を構築するだけでは、実際には不明なB とC の大小関係を「B はC より大きい」と決めつけてしまう場合、B と C の順序関係の問に誤答する可能性がある。

不確定問題の推論において構築される単一のメンタルモデルは、複数の全順序メンタルモデルの存在を暗示するような形態となっているのではないかと考えられる。そのようなメンタルモデルの形態として有力な候補に、注釈付モデル[12][13][14]と異性体モデル [15][16]とがある。

注釈付モデルは、たとえば「A はB より大きい」「B はC より大きい」「B はD より大きい」という前提に対し、B より小さいと言及された 2 つの名辞(C とD)のどちらかにB より小さいことを意味する注釈を付けて、A＞B＞C ＞$_B$D あるいは A＞B＞D＞$_B$C などと表現したものである。注釈付モデルを構築する際には、同じ名辞に隣接しうる複数の名辞のうち先に読まれた前提に登場する名辞を隣接位置に置き、後に登場した名辞に注釈を付与したメンタルモデル(上の例で言えば後に登場する D に注釈を付与した A＞B＞C＞$_B$D)が構築されやすいことが報告されている。

異性体モデルとは名辞の連なりに分岐を入れることで注釈を表したメンタルモデルであり、たとえば前述の前提を $A＞B＞\frac{C}{D}$ のように表現する。これまで述べてきたような全順序メンタルモデルに対し、異性体モデルは部分順序を許容したメンタルモデルであると言える。

4. 本研究の仮説

本研究では、不確定な名辞系列問題に取り組む推論者は異性体モデルをメンタルモデルとして構築すると仮説を立てた。なぜなら異性体モデルは名辞の順序関係における対称性を把握しやすく、その対称性を利用することで推論時の認知負荷を減らすことが可能だと考えられるからである。

先に挙げた「A はB より大きい」「B はC より大きい」「B はD より大きい」という例では、C とD の位置を交換しても、ともに与えられた前提文を満たす。このようにモデル上の位置の交換により前提との適合性が変わらないことを名辞C とD が対称であると定義する。C とD が対称であることを認識していれば、C とD がともに「3 番目か 4 番目に大きい」と容易に判断でき、認知負荷は軽くなる。異性体モデル $A＞B＞\frac{C}{D}$ では C と D の対称性を認識しやすいが、注釈付モデル A＞B＞D＞$_B$C ではそのような対称性を即座に認識することは難しいと思われる。したがって、一般に人間は認知負荷が低い処理を好むことを考えると、異性体モデルは有望であると本研究では考える。

5. 実験計画

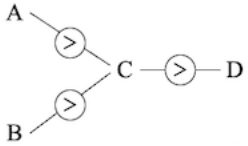
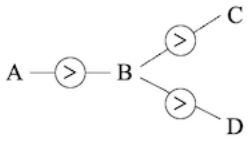
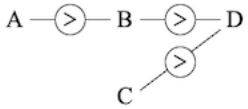
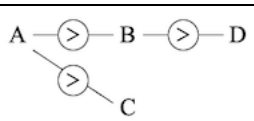
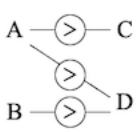
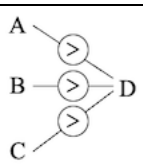
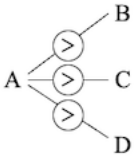
不確定な名辞系列問題を解くときに異性体モデルが構築されるという仮説が正しければ、「A はB より大きい」「B はC より大きい」「B はD より大きい」のように対称な名辞がある問題(異性体モデルは $A＞B＞\frac{C}{D}$)は、「A はB より大きい」「B はD より大きい」「A はC より大きい」(異性体モデルは $A＞\frac{B＞D}{C}$)のように対称な名辞がない問題より回答が容易になると予測する。したがって、この予測を検証するために、以下の実験を行った。実験参加者は対称な名辞がある不確定問題、対称な名辞がない不確定問題の両方を解き、それぞれの正答率と回答時間を分析することで、仮説の予測を検討した。回答時間については、正答時のデータのみを対象として平均値を算出した。仮説の通り回答が容易になれば、対称な名辞がある問題は正答率が高くなり平均解答時間が短くなるはずである。

表 1 に、実験で出題した名辞系列問題の分類を示す。3 つの前提から 4 つの名辞(A, B, C, D)の順序関係を推論する名辞系列問題であり、構築される異性体モデルの形状によって 8 パタンに分類できる。8 パタンのうち 1 つは全順序メンタルモデルがただ 1 つだけ構築できる問題であるが、それ以外の 7 パタンは複数の全順

序メンタルモデルを構築可能な不確定問題である。それぞれのパターンについて 1 番目、2 番目、3 番目、4 番目に大きい名辞をそれぞれ答えさせる問題があるので、全部で 32 パタンの問題が存在することになる。実験参加者には 75 問の問題を解いてもらい、そのなかで 32 パタンの問題それぞれが必ず 2 問以上出題されるようにした。出題順はランダムであり、また、同じパタンの問題でも前提の並び順はその時々によってランダムに変わる形式とした。回答は選択肢で名辞を選ぶ形式であり、複数の名辞を選択することができ、該当する可能性のある全ての名辞が過不足なく選択された場合のみを正解とした。

実験はオンライン心理学実験のプラットフォームである Pavlovia(https://pavlovia.org/)にて行った。80 名の実験参加者はクラウドソーシングサービスで募集した。各実験参加者は各自の PC から Pavlovia にアクセスして Web サーバ上で名辞系列問題を解いた。

表 1　出題した名辞系列問題の全パタン

パタン	前提	異性体モデル
1M	A>B B>C C>D	
2L	A>C B>C C>D	
2R	A>B B>C B>D	
3L	A>B B>D C>D	
3R	A>B B>D A>C	
5M	A>C A>D B>D	
6L	A>D B>D C>D	
6R	A>B A>C A>D	

6.　結果と考察

対称な名辞がある不確定問題(表 1 の 2L、2R、6L、6R)は、そうでない不確定問題(3L、3R、5M)よりも有意に正答率が高く正答時の回答時間も短くなっており、全順序メンタルモデルがただ 1 つに定まる問題(1M)と比べても遜色なかった(図 1 および図 2)。実験参加者が名辞の対称性を利用して効率的に推論していたことが示唆され、仮説と一貫した結果が得られたと言える。

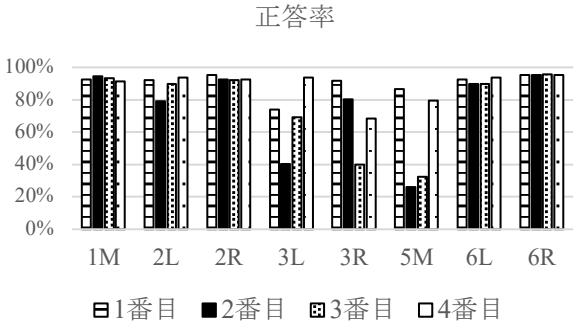


図 1　問題パタンごとの正答率

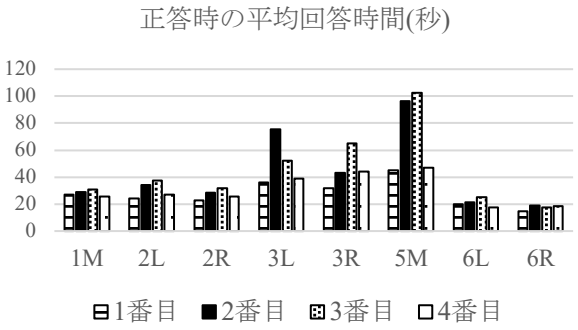


図 2　問題パタンごとの正答時の平均回答時間

また、たとえば 3R の 3 番目に大きい名辞を答えさせる問題など、対称な名辞がない不確定問題のなかでも特に正答率が低く平均回答時間が長い問題については誤答パタンを分析した。すると、対称でない名辞どうしを対称であると誤認してメンタルモデルを構築したと考えられる

誤答が過半数を占めた。たとえば3Rの異性体モデルはA＞$\frac{B>D}{C}$であり 3 番目に大きい可能性のある名辞は B と C と D であるが、これに B と C と回答する誤答が大多数だった。この結果は、A＞$\frac{B>D}{C}$と構築すべきところを、B と C を対称であると誤認識して A＞$\frac{B}{C}$＞D というメンタルモデルを構築したと考えると説明がつく。

以上のような結果から、推論者には名辞の対称性を利用して推論における認知負荷を下げる傾向、すなわち「対称性バイアス」があることが示唆される。推論者は対称な名辞を有する異性体モデルを構築できるような問題(表 1 の 2L、2R、6L、6R)ではその対称性を活かして効率的な推論を行うことができ、そうでない不確定問題(3L、3R、5M)を推論するときには対称性バイアスによって誤った推論を導きやすかったのではないかと考えられる。

対称性バイアスとは、本来、人間が「p ならば q である」という事実を学習するときに、論理的には等価でない「q ならば p である」も学習してしまう現象を指す。このような対称性バイアスは、文字列などのシンボルとそれが指し示す対象の双方向の関係を学習する単語学習との関連で研究されており、近年の研究では人間の幼児が単語を学習する前の段階から対称性バイアスを有していることも報告されている[17]。本研究の成果は名辞系列問題におけるメンタルモデルの研究の文脈を、このような対称性バイアスの研究の文脈に接続しうるものであるとも考えている。

謝辞

本研究は科研費基盤研究B(一般)JP23H0369, JST さきがけ JPMJPR20C9 の助成を受けて行われた。

文献

[1] Kintsch, W. (1998) “Comprehension, A paradigm for cognition.” New York: Cambridge University Press.
[2] Johnson-Laird, P. N. (1983) “Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness.” Cambridge : Cambridge University Press 海保博之 (監訳) (1988) メンタルモデル ― 言語・推論・意識の認知科学 ― 産業図書
[3] 山祐嗣 (1994) “演繹推理の認知モデル” ナカニシヤ出版
[4] Johnson-Laird, P. N. (1972) “The three-term series problem.” Cognition, Vol.1, pp.57-82
[5] De Soto, C. B., London, M., & Handel, S. (1965) “Social reasoning and spatial paralogic.” Journal of Personality and Social Psychology, Vol.2, pp.513-521
[6] Huttenlocher, J. (1968) “Constructing spatial images: a strategy in reasoning.” Psychological Review, Vol.75, pp.550-560
[7] Byrne, R. M. J., & Johnson-Laird, P. N. (1989) “Spatial reasoning. Journal of Memory and Language”, Vol.28, pp.564-575
[8] Sternberg, R. J. (1981) “Reasoning with determinate and indeterminate linear syllogisms.” British Journal of Psychology, Vol.72, pp.407-420
[9] Knauff, M., Rauh, R., & Schlieder, C. (1995) “Preferred mental models in qualitative spatial reasoning: A cognitive assessment of Allen’s calculus.” In Proceedings of the 17th annual conference of the Cognitive Science Society Mahwah NJ: Erlbaum, pp. 200-205
[10] Jahn, G., Knauff, M., & Johnson-Laird, P. (2005) “Preferred Mental Models in Spatial Reasoning.” In Proceedings of the Twenty Seventh Annual Conference of the Cognitive Science Society, Mahwah, NJ: Erlbaum, pp.1036-1041
[11] Goodwin, G. P., & Johnson-Laird, P. N. (2005) “Reasoning about relations.” Psychological Review, vol.112, pp.468-493
[12] Rauh, R. (2000) “Strategies of constructing preferred mental models in spatial relational inference.” In W. Schaeken, G. De Vooght, A. Vandierendonck, &G. d'Ydewalle (Eds.), Deductive reasoning and strategies New York: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 177-190
[13] Ragni, M., Knauff, M., & Nebel, B. (2005) “A computational model for spatial reasoning with mental models.” In B. Bara, B. Barsalou, & M. Bucciarelli (Eds.), Proceedings of the 27th annual conference of the Cognitive Science Society Mahwah NJ: Erlbaum, pp.1064-1070
[14] Ragni, M., & Knauff, M. (2013) “A theory and a computational model of spatial reasoning with preferred mental models.” Psychological Review, vol.120, pp.561-588 (2013)
[15] Vandierendonck, A., Dierckx, V., & De Vooght, G. (2004) “Mental model construction in linear reasoning: Evidence for the construction of initial annotated models.” Quarterly Journal of Experimental Psychology, Vol.57, pp.1369-1391
[16] Schaeken, W., Van Der Henst, J.-B., & Schroyens, W. (2007) “The mental models theory of relational reasoning: Premises’ relevance, conclusions’ phrasing, and cognitive economy.” In W. S. W. Schaeken A. Vandierendonck (Ed.), The mental models theory of reasoning: Refinements and extensions Erlbaum, pp. 129-149
[17] Imai, M., Murai, C., Ohba, M., Hidaka, S., Okada, H., & Hashiya, K. (2022) ” The contingency symmetry bias as a foundation of word learning: Evidence from 8-mont-olds in a matching-to-sample task.” Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Vol.44, pp.3161-3166

保育者が認知する「気になる子ども」の行動特性と早期支援 —SDQ に基づく調査からの考察—

Behavioral Characteristics of "Concerned Children" as Perceived by Caregivers for Early Support: A Study Based on the SDQ

福井 麻紀†, 西中 美和†
Maki Fukui, Miwa Nishinaka

†香川大学地域マネジメント研究科
Graduate School of Management, Kagawa University
makiron.ron.1221@gmail.com

概要

幼児教育の現場において知的発達の遅れよりも，落ち着きがない，集団に適応できないなどの行動特徴を持つ「気になる子」が増加し，保育者は対応に困難を抱えている．本研究では，保育現場においてどのような行動特徴を有する子どもを保育者が気になる子と認識し，どのような問題があるのかを明らかにする．それにより，対象児に合った支援策や方向性の契機とし，保育者の悩みの改善，また，早期発見・支援の実現に繋げる．

キーワード：幼児教育，教育心理，気になる子，SDQ

1. はじめに

近年，保育現場，幼児教育の現場において保育者は，気になる子どもの対応に困り感を抱えている[1]．「気になる子ども」の行動には「話を聞けない」，「多動で落ち着きがない」，「注意がそれやすい」，「きれやすい」，「集団生活が苦手・適応できない」，などが特徴的に挙げられる[2]．幼稚園や保育所の保育者が「気になる子ども」という言葉を使う理由は，子どもが乳幼児であるため，障害かもしれないが診断がついていない場合や，子どもが示す気になる行動が障害によるものか，環境のためなのかが分かりにくい場合が多いためである[3]．また，気になる子どもという言葉で表現される内容は保育者によって異なることが指摘されている[3]．

厚生労働省(2017)[4]は，学齢期にあらわれてくる二次的な不適応を防ぐために，幼児期のうちに保護者や保育者などが，子どもの特性に気づき適切な支援策を講じるという早期発見と予防的介入を推奨している．

特別支援教育とは，障害のある幼児・児童・生徒の自立や社会参加に向けた主体的な取り組みを支援するという視点に立ち，子ども一人ひとりの教育的ニーズを把握し，その持てる力を高め，適切な教育及び必要な支援を行うものである[5]．「気になる子ども」の問題を具体的に理解し，仮に障害がある場合，個々の教育的ニーズを把握し，早期発見・早期支援に繋げることは，この観点に立つと考えられる．国は，１歳半健診・３歳児健診などで，このような問題に取り組んではいるものの早期段階での見極めは容易ではなく，幼稚園・保育園などでの集団生活において問題が生じている．そこで，保育者が早期発見をどのように行い，早期支援に繋げるのかが課題となる．

そこで本研究では，保育現場においてどのような行動特徴を有する子どもを幼稚園の保育者が「気になる子ども」と認識し，「気になる子ども」がどのような問題を抱えているかについて明らかにする．

気になる子どもの行動特性を調査するために，Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) を採用した[6]．これは，軽度の発達障害の幼児期から就学期の子どもを対象にした，厚労省の推奨する簡易行動スクリーニングツールである．このツールを用い，保育者に対するアンケートを行った．この実態調査の分析結果より，提言を行い，その子に合った支援策や方向性を見つけるための契機とする．

2. 先行研究

SDQ は，Goodman(1997) によって開発された幼児期から就学期の行動スクリーニングのための質問紙法であり，ヨーロッパを中心に世界各国で用いられその信頼性と妥当性も確認されている[7]．刑部(1998)[8]では「気になる子ども」の特徴が保育者や子どもたち，および保育実践全体に関わる多様な他者との複雑な相互作用の中で作り出されているとする．また，京林(2019)[9]は，保育所において保育者が気になる子と認識する子どもはどれくらいいるのかを把握し，どのような行動特性を有するこどもを保育者が「気になる子ども」と認識しているのかを明らかにするため，保育者

による SDQ の評定を分析している．久米・松本(2018)[10]は，気になる子どもの早期発見・早期支援を目的とし，SDQの質問紙調査をもとにして，保育者が子どもたちの気になることを調査し，性別，園別に分け数値をそれぞれ比較し検討した．

西村ら(2010)[11]は，SDQの質問紙調査結果より，多動・不注意が高い数値を示したことから，保護者に比べ保育者は，多動の問題に注目しやすい傾向にあるという知見に一致し，このことから，「気になる子ども」の特徴として，集団生活の場では内在化の問題よりも外在化の問題が多いとしている．久米・松本(2018)[10]は，内在化の問題には，何かあると自分が悪いと思い心配になる，不安な思いが強いなどが含まれ，情緒的な問題を内在化の問題としている．外在化の問題には，落ち着きがない，衝動が抑えられない，乱暴な行動が多い，嘘をつくなどの行動が含まれ，環境との関係における問題を外在化の問題としている．しかし，野村(2018)[12]は保育実践において大切なのは子どもの内面に目を向けた「保育的な関係論の視点」だと述べている．

岩坂ら(2010)[13]は，特別支援教育に関する研究および地域の関係諸機関との連携の一環で，奈良市における発達障害早期総合支援モデル事業(2007～2008)の計画と実践にあたり，SDQによるニーズ調査および分析をしている．本郷ら[14]は，障害の診断の有無とは関係なしに，顕著な知的なおくれがないにもかかわらず，子ども同士のトラブルが多い，自分の感情をうまくコントロールできない，多動であるなどの行動特徴を持つ子どもを保育者が気になる子どもと定義している．そのうえで，保育者に対する質問紙調査に基づく研究(本郷ら 2003)[15]では，気になる子どもの行動特徴に加えて，子どもの年齢や子どものおかれた環境を考慮することの重要性や，保育者自身のストレスを軽減させるような支援の重要性について指摘している．これらSDQを活用した先行研究は蓄積されてはいる．また，「保育的な関係論の視点」[12]の重要性の指摘はあるが，保育者の現場の意見に基づいた実践に対する支援は明らかにされていない．

3. 研究方法

本研究では，京林(2019)[9]のモデルに基づき，SDQを用い，行動スクリーニングから困難さに関する下位尺度（情緒の問題・行為の問題・多動/不注意・仲間関係の問題），強みに関する下位尺度（向社会的な行動）の値を調査する．それにより，どのような支援が必要なのか，また総合的困難さをどれくらい抱えているのかを明確にする．それにより，どのような行動特性を有する子どもを保育者が「気になる子ども」と認識しているのかを明らかにする．また，保育者による気になる子どもへの支援や関わり方，問題や悩みについて質問紙を作成した[9][16]．

SDQは，5つのサブスケール（情緒の問題・行為の問題・多動/不注意・仲間関係の問題・向社会的な行動），計25項目から構成され，3件法により評定する．それぞれのサブスケールの得点（10点満点）と，情緒の問題・行為の問題・多動/不注意・仲間関係の問題の4つのサブスケールの得点を合計した合計困難得点（Total Difficulties Score；40点満点）を算出し，その得点から支援の必要度を「Low Need：ほとんどない」「Some Need：ややある」「High Need：おおいにある」の3つで判定する．

本邦では子どもの行動評価尺度で標準化されているツールが少ない中，よく使われているCBCL（Children Behavioral Checklist）は，質問数が多く，かつ「問題行動」に焦点を置いているため，採点者側に「悪いところに目が向く」と抵抗が見られやすい．その点，SDQは子どもの「強いところと苦手なところ」双方に目を向けているので受入れやすい．保育者が約5分でチェックすることが可能で，CBCLとの相関関係も報告されており，その有効性は高いと思われる[7]．

本研究では事前調査として，5名の保育者に質問紙による調査を行い，その結果より質問事項の修正を行い，より具体化できるものへと作成した．アンケートは2部構成になっており最初の部はSDQそのものを用いた．2番目の部は，上述のSDQに基づいた質問項目を作成した．これにより「気になる子ども」の行動をSDQとアンケートによって明らかにし，それに対する保育者の対応方法を検討する．これにより，保育者が子どもをどのように支援すべきかを検討する．調査用紙は2021年9～11月に，香川県高松市内の私立幼稚園37園へ165部を配布し，保育者に回答を依頼した（回収率100%）．

回答項目は，SDQによる分析に加え，さらに回答に対して因子分析を行うことで特徴を分析した．また，アンケートの自由記述文に対しては，KH coder (https://khcoder.net/)でテキストマイニングを行い，具体的な内容を把握した．

４．分析結果

結果として，SDQ の調査からは，性別では 165 人中 128 人（78%）が男児，37 人（22%）が女児であった．年齢別では，3 歳児 48 人，4 歳児 61 人，5 歳児 40 人，6 歳児 16 人という結果から，年齢が上がり，4 歳 5 歳ごろになると，「気になる子ども」の行動が保育者の目に留まりやすい傾向にあることが示唆された．

スクリーニング尺度であるサブスケールごとに見ると，高い数値は，多動・不注意（71%），仲間意識の問題（10%），情緒の問題（8%）であった．また，因子分析の結果からは，多動の中でも自己中心的で，人間関係に問題を抱えている子どもが多いことが分かった．

保育者の対応の仕方に関しては，保育者は，子どもたちの思いや声に寄り添い，受入れ，認める支援をしており，一人ひとりの子どもたちをよく理解しているということが分かった．早期支援に繋げるためには，専門機関と連携し継続的な支援を受けたいという意見が多かったことから，幼稚園等関係機関と専門家や専門機関を繋ぐ取り組みが重要になる．そして，情報交換，情報提供することで知識や対策法について高め合うことで，保育者の資質の向上に対する必要性も見えてきた．

Khcoder の分析からは，3 歳児は安心し落ち着いて取り組めるような視覚的支援，４歳児は子どもの気持ちを受け止め寄り添いながら一緒に取り組む支援，5・6 歳児は興味や関心を持ちながら，見通しを持って取り組めるような支援に目を向ける取り組みが効果的であることが分かった．

５．考察

5.1. 分析結果からの考察

今回の調査から，性別では，男児が多く，スクリーニング尺度からの SDQ サブスケール分類では，多動・不注意の数値が 71%と極めて高く見られた．

子どもの外在化の問題は，男児に出現率が多いとされ[11]，その特徴として今回の調査からは，多動性・衝動性・不注意優勢型の割合が多く，保育の現場でも，落ち着きがなく保育中などでも歩き回る，落ち着いてじっと座っていることが苦手，衝動が抑えきれず，ちょっとしたことでも大声を出す，遊びや活動が続かない，乱暴にしてしまいトラブルも多い，反抗的だと捉えられやすい，といった行動の問題が多いことが分かった．集団生活の場では，内在化の問題よりも外在化の問題が「気になる子ども」の特徴になっていると思われる．

以上の具体的な行動の問題を理解することに加え，「気になる子ども」に対する保育者支援の有効事例を重ね合わせることで，多動・不注意に対してどのようにかかわりを持つかを考えることができる．今回の保育的な関係論の視点[12]調査では，以下が重要であった．

3 歳児では，初めての集団生活でもあるため，保育者との信頼関係を築きながら，安心して園生活が過ごせるようスキンシップを十分にとる．子どもの声をしっかりと聞き，理解する，指示をする時は，たくさんのことを一度に指示するのではなく，具体的に分かりやすく一つずつ伝えるようにする．個別指導や視覚的情報を得やすいよう，絵やイラストのカード等を使用し伝える．4 歳児では，子どもの気持ちを受け止めながら，子どもの声や思いを聞く．全体での指導が難しい場合は一対一でかかわり十分に時間をかける．言葉が理解できない時は，視覚的情報を得やすい絵やイラスト，絵カード等を使用して伝える．また，子ども自身も絵カードを使用して自分の意思を伝えやすくする．友だちの思いを少しずつ伝えながら相手の思いに気づけるようにする．5 歳児では，見通しを持って取り組めるよう，一日の流れや，活動の流れを伝える．子どもの思いに寄り添いながら，興味や関心が持てるような配慮を行う．子ども自身とルールや目標をつくり，そのルールや目標が納得できるものであれば，ルールを守る約束をする．その目標が達成できたり，守れたり，実践できた時は，しっかりと褒め，ごほうびリスト的なもので達成したことが目に見えて分かるようにすることで達成感や認められたと感じることができ，自己肯定感へと繋ぐことができる．

保育現場で，保育者が男児に多動・不注意が多くみられる傾向にある特徴を理解しておくと，支援策を前もって考えることができ予防的対応ができると思われる．４・５歳児の指導をする上において保育者が意識していることから，仲間関係や情緒の問題が年齢と共に高くなっているとも考察できる．

また，幼稚園教育要領の幼児期の終わりまでに育ってほしい姿として，10 の項目があげられている[17]．その中からも共同性，道徳性・規範意識の芽生え，社会生活とのかかわり，思考力の芽生え，豊かな感性と表現などがあり，重要となるのが社会生活の中で必要となる思考力や判断力，コミュニケーション力の基礎となるものであり，幼稚園生活での遊びや体験を通して身につけることが幼児教育の基準とされていることからも，経験することから子どもたち同士で解決策を見つ

け出すことができるような支援策の取り組み. また, 自分の思いを言葉で表現できない子どもたちが増えているため, 日々の活動や遊びを通じて, 自己発揮できる力を身につける取り組みにも重要となる.

5.2. 関係機関への提言

幼稚園や保育園, こども園は, 集団の中で個に応じた保育をするところである. しかし, 「気になる子ども」の概念が明確でないため, 園や保育者によって「気になる子ども」の認識が過剰, あるいは過少になったりしないよう, SDQ の活用などを含め園や保育者間で子どもの発達の見方を共有する仕組み作りが求められる.

今回の調査から, 専門機関や専門家との連携を継続的に行いたいと保育者は望んでいることがわかった. そのためには, 幼稚園・保育園・子ども園等関係機関と専門家や専門機関を繋ぐ取り組みが重要になってくる. 幼稚園等関係機関同士が連携を持ち, 情報交換, 情報提供することで, 知識や対策法について高め合うことができることから, 保育者の資質の向上に対する効果もある. 各園で孤立してしまうのではなく, 地域や自治体, 幼稚園等関係機関が協力し合い「子どもたちを育てる」という意識付けをしていくことが重要なのではないかと考える.

6. まとめ

本研究では, 幼児期からの「気になる子ども」を, 早期発見・早期支援するために, 保育者は「気になる子ども」どのように理解, 認識しているのかを明らかにし, どのように子どもたちを支援していくかを, SDQ の質問紙とアンケートにより調査し考察した. 結果より, 保育現場での実態を関係論の視点から明らかにし提言をまとめた. 本研究の制約としては, 香川県私立幼稚園のみの調査であることが挙げられる. 今後は, 香川県公立幼稚園や保育園, こども園にも依頼することで, 保育者の様々なニーズに応え, 専門家の指導を仰ぎながら気になる子どもへの支援策のマニュアル化の実現と共に, より一層, 各幼稚園等関係機関の向上に繋がるよう, 早期支援の方策の研究をさらに深めていきたい. 更にアンケート調査より, 小学校との連携に悩んでいるという意見もあったことから, 保育者側, 小学校教諭側, 双方の専門性や思いを活かす形での幼小連携のありようについて, 具体的な事例に基づき考察する必要性がある. その上でスムーズな支援が実現可能となり, 生活しやすい適度な環境設定ができる連携の推進を図りたい.

文献

[1] 郷間英世, 圓尾奈津美, 宮地知美, 池田友美, 郷間安美子(2008) “幼稚園・保育園における「気になる子」に対する保育上の困難さについての調査研究”京都教育大学紀要, Vol.113, pp.81-89.

[2] 池田友美ら(2007) .“保育所における気になる子どもの特徴と保育士の問題点に関する調査研究”小児保健研究, Vol. 66, no. 6, pp815-820.

[3] 久保山茂樹・斎藤由美子・西牧謙吾・堂島茂登・藤井茂樹・滝川国芳(2009).“「気になる子ども」「気になる保護者」についての保育者の意識と対応に関する調査－幼稚園・保育所への機関支援で踏まえるべき視点の提言”－国立特別支援教育総合研究所研究紀要第36 号, pp.55-75.

[4] 厚生労働省(2017.4.9).“軽度発達障害児に対する気づきと支援のマニュアル” https://www.mhlw.go.jp/bunya/kodomo/boshi-hoken07/h7_01.html. (Accessed on 2023/7/2).

[5] 高橋陽一, 伊藤毅編(2016).“新しい教育相談論”武蔵野美術大学出版局.

[6] Goodman R. (1997). The Strengths and Difficulties Questionnaire: A Research Note, *Journal of Child Psychology and Psychiatry, Vol.* 38, pp.581-586.

[7] 岩坂英巳, 松浦直己, 八木英治, 前田由美子, 根津智子(2010).“教師版 SDQ を用いた 4-5 歳児の特別な支援ニーズ調査-地域と連携した特別支援教育早期支援の取り組みの出発点として”教育実践総合センター研究紀要, Vol. 19, pp114-115.

[8] 刑部育子（1998）.“「ちょっと気になる子ども」 の集団への参加過程に関する関係論的分析, ” 発達 心理学研究, Vol. 9, no.1,1-11

[9] 京林由季子(2019).“「気になる子」の行動特性に関する保育者の認識―SDQ を用いた検討,” 岡山県立大学保健福祉学部紀要第 26 巻 1 号, pp.97-103.

[10] 久米紗生・松本有貴(2019).“保育者の「気になる子」の早期発見・早期支援のために一簡易質問紙によるスクリーニング (SDQ) の有効性の検討,” 文理大学研究紀要第 96 号.

[11] 西村智子, 小泉令三(2010).“日本語版 Strengths and Difficulties Questionnaire(SDQ)の保育者評定”福岡教育大学紀要, Vol.59, no.4, pp.103-109.

[12] 野村 朋(2018).“「気になる子」の保育研究の歴史的変遷と今日的課題”保育学研究, Vol. 56 巻 3 号, pp. 70-80.

[13] 岩坂英巳・松浦直己・八木栄治・前田由美子・根津智子(2010).“教師版 SDQ を用いた 4-5 歳児の特別な支援のニーズ調査―地域と連携した特別支援教育早期支援の取り組みの出発点として” 教育実践総合センター研究紀要, Vol.19, pp.113-117.

[14] 本郷一夫(2008).“『子どもの理解と支援のための発達アセスメント”有斐閣選書.

[15] 本郷一夫他(2003).“「保育所における「気になる」子どもの行動特徴と保育者の対応に関する調査研究」” 『発達障害研究』第 25 巻第 1 号, pp.50-61

[16] 金山美和子(2016). “「気になる子ども」「気になる保護者」の理解と支援・子育て支援者と保育者の専門性に着目して”長野県短期大学紀要 70 巻.

[17] 文部科学省(2016). “幼稚園教育要領解説” フレーベル館.

歩きスマホを防止するナッジ—フィールド実験による検討—

Nudges for discouraging smartphone use during walking: A field experiment

山田 歩[†]，木戸 柚果[†]，古木 一朗[‡]，椿 泰範[‡]，橋口 拓弥[‡]，橘 温希[‡]
Ayumi Yamda, Yuka Kido, Ichiro Furuki, Yasunori Tsubaki, Takuya Hashiguchi, Atsuki Tachibana
[†]滋賀県立大学，[‡]三菱電機株式会社
The University of Shiga Prefecture, Mitsubishi Electric Corporation
ayumi.yamada@gmail.com

概要

歩きスマホは事故やトラブルを招く社会問題となっている．しかし，現状の啓発活動では十分に抑止できていない．本研究はナッジ理論に基づき，歩きスマホを防止するパーソナル・ナッジを開発した．デジタルサイネージを用いて「歩きスマホ者」と「非歩きスマホ者」で異なる内容の映像提示を行う介入実験を現実空間で実施し，大きな抑止効果を確認した．
キーワード：ナッジ（nudge），歩きスマホ(texting while walking)，フィールド実験(field experiment)

1. 背景

近年，スマートフォンなどを操作しながら歩く「歩きスマホ」が社会的な問題となっている．現在，日本には歩きスマホを取り締まる法律はなく，啓発活動を中心とした対策がとられている．啓発活動にはポスターや動画が広く利用されているが，「危険」であることを周知するコンテンツに偏っており，既に歩きスマホが危険であることが広く認知されていることもあり，顕著な効果は確認されていない．また，歩きスマホ抑止に関する心理学研究も，「歩きスマホに関する認知」にとどまるものが多く，現実の「歩きスマホ行動」に介入したものはほとんどない．ポスターや動画で実際に抑止効果が得られたという研究報告は確認されていない．

本研究は，歩きスマホを防ぐナッジを開発し，現実空間で検証した．ナッジとは，強要や禁止をすることなく，相手に選択の余地を残したまま，望ましい行動をとるように後押しすることを指す[1]．ナッジ活用のフレームワークの１つである FEAST フレームワークに基づき，２種類のパーソナル・ナッジを設計した．１つは「子どもの目」を通して歩行マナーに気づかせる「ソーシャル・ナッジ」，もう１つは「Beauty Walking」に挑戦させ歩行者が楽しみながら行動を変えることができる「ファン・ナッジ」である．デジタルサイネージを用いて，「歩きスマホ者」と「非歩きスマホ者」で異なる内容の映像提示を行うことで，行動変容を促した．

ソーシャル・ナッジの映像コンテンツでは，歩きスマホ者（BAD）に対しては「じゃあ、ぼくも歩きスマホしよ！」、非歩きスマホ者（GOOD）には「うん、ぼくも歩きスマホしない！」と子供キャラクターが無邪気に反応．「子供の目」を通して自らのマナーの良し悪しに気付かせた．ファン・ナッジでは，歩行をファッションショーのウォーキングに見立てた．歩きスマホで姿勢が悪いと「BAD」，綺麗な姿勢で歩けば「GOOD」．この判定に応じて、映像の中のファッションモデルのウォーキングの成否が変化した．ゲーム感覚で楽しく歩きスマホを抑制することを試みた．

2. 方法

１．実験期間

2021 年 11 月中旬から 12 月後半の平日 23 日間．

２．実験場所

滋賀県立大学の講義棟をつなぐ歩行通路を実験場所として定めた．実験場所の見取り図を図 1 に示す．

３．行動測定

図１に示される A2（大学の講義棟名を表す）から A3（同左）方面に向かう通行者を調査対象に定めた．ビデオカメラを通して，「映像提示前エリア」と「映像提示後エリア」において通行者の歩きスマホ状況を観察・記録した．動画コンテンツは，「映像提示エリア」にて縦置き 40 インチのサイネージを通して提示された．

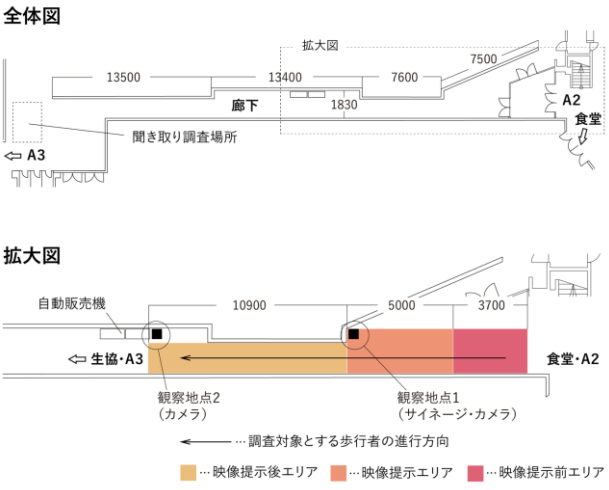


図１　実験場所見取り図

４．実験条件

実験全体は６つの条件から構成された．これら６つの条件は，実験期間中，以下の記述順で実施された．

統制［介入前］条件　当該通路における歩きスマホの発生率のベースラインを測定した. 調査日数は4日間.

ソーシャル・ナッジ［BAD］条件　使用された動画コンテンツは，男性キャラクターが歩きスマホを始める様子を見て，子どもが「じゃあ，ぼくも歩きスマホしよ！」と反応するアニメーションである. 歩行者は，歩きスマホをしているかしていないかにかかわらず，映像提示エリアにて，この動画コンテンツが提示された. 調査日数は4日間.

ソーシャル・ナッジ［GOOD］条件　使用された動画コンテンツは，男性キャラクターが歩きスマホをしない様子を見て，子どもが「うん，ぼくも歩きスマホしない！」と反応するアニメーションである. 歩行者は，歩きスマホをしているかしていないかにかかわらず，映像提示エリアにて，この動画コンテンツが提示された. 調査日数は4日間.

ソーシャル・ナッジ［BAD/GOOD］条件　歩行者の行動に応じて，提示する動画コンテンツが出し分けられた. 歩行者が歩きスマホをしていればソーシャル・ナッジ［BAD］の動画コンテンツが提示され，歩きスマホをしていなければソーシャル・ナッジ［GOOD］条件のコンテンツが提示された．調査日数は4日間.

ファン・ナッジ条件　歩行者の行動に応じて，提示する動画コンテンツを出し分けた．映像提示前エリアをファッションショーのランウェイ空間にみたて，綺麗な姿勢で歩くように呼び掛けた．サイネージにはファッションモデルがランウェイをウォーキングする動画コンテンツが流れた. 映像提示前エリアにて, 歩行者が歩きスマホをしていれば，モデルがウォーキングを失敗して転ぶコンテンツが流れ，歩きスマホをしていなければモデルがウォーキングを成功させてポーズをきめるコンテンツが流れた．調査日数は３日間.

統制［介入後］条件　先行する各種ナッジによる介入の効果が, 介入終了後に持続するのか確認された. 調査日数は4日間.

５．聞き取り調査

統制［介入後］条件以外の各条件にて，歩行者を無作為に選び，聞き取り調査もおこなった.

ナッジへの感情　介入が行われた４条件の回答者については,「映像を見てどのような気持ちになったかを２つの評価軸をもちいてたずねた．１つは,「楽しさ」についてである.「とてもつまらない（1）」「ややつまらない（2）」「どちらとも言えない（3）」「やや楽しい（4）」「とても楽しい（5）」から回答を求めた．もう１つは,「気持ち良さ」についてである.「とても嫌な気持ち（1）」「やや嫌な気持ち（2）」「どちらとも言えない（3）」「やや良い気持ち（4）」「とても良い気持ち（5）」から回答を求めた.

行動意図　介入が行われた４条件の回答者については, 映像を見て引き起こされた行動の意図をたずねた．歩きスマホの行動意図として「映像を見て, 歩きスマホに気をつけようと思ったか」という質問を与え,「全く思わなかった」「思わなかった」「思った」「とても思った」から回答を求めた．また，ファン・ナッジ条件の回答者には，姿勢の行動意図として「映像を見て，姿勢に気をつけようと思ったか」とたずねる質問も追加で与えた.

3.　結果

１．観測行動

表１に, 観察された歩行者の行動パタンを示す. 歩きスマホをしていなければ「GOOD」行動, 歩きスマホをしていれば「BAD」行動と表し，同一個人の映像提示前エリアと映像提示後エリアの行動を結びつけることで，観察結果を４つの行動パタンに整理した.

映像提示前エリアの行動　統制［介入前］条件では，歩行者の 14.6%（95%CI＝12.4% － 16.8%）が歩きスマホを行っていた．ナッジ介入期間とナッジ介入終了後のいずれも, 介入前と比べて, 歩きスマホをする歩行者の割合が低下した.

映像提示後エリアの行動　統制［介入前］条件では，歩行者の 14.3%（95%CI＝12.1% － 16.5%）が歩きスマホを行っていた. 映像提示前エリアと同じく, ナッジ介入期間とナッジ介入後のいずれも, 介入前と比べ, 歩きスマホをする歩行者の割合が低かった.

映像提示前エリアと映像提示後エリアの行動　いずれのナッジ条件においても映像提示後エリアの歩きスマホの発生率が映像提示前エリアの発生率よりも低かったことは, 映像提示後エリアの行動が, ナッジを受ける前に生じた行動変化と，映像提示エリアにてナッジを受けたことで生じた行動変化の両者を反映することによるとみられる．映像提示エリアにてナッジを与えた効果を正確に捉えるには，同一歩行者の映像提示前エリアの行動と映像提示後エリアの行動を比較する必要がある.

表１　結果：観測行動

	統制［介入前］	ソーシャル・ナッジ［BAD］	ソーシャル・ナッジ［GOOD］	ソーシャル・ナッジ［BAD/GOOD］	ファン・ナッジ	統制［介入後］
GOOD→GOOD	832	809	936	949	817	872
	(83.1)	(85.5)	(89.7)	(88.4)	(91.7)	(91.7)
GOOD→BAD	23	20	14	21	5	17
	(2.3)	(2.1)	(1.3)	(2.0)	(0.6)	(1.8)
BAD→GOOD	26	37	34	55	41	18
	(2.6)	(3.9)	(3.3)	(5.1)	(4.6)	(1.9)
BAD→BAD	120	80	59	49	28	44
	(12.0)	(8.5)	(5.7)	(4.6)	(3.1)	(4.6)

注）上段＝度数，下段＝パーセント

そこで，映像提示前エリアと映像提示後エリアの行動変化を観測変数として，条件ごとにマクニマー検定を行った．その結果，ナッジによる介入が行われなかった２つの統制条件下では，映像提示前エリアと提示後エリアの歩行者の行動に有意な変化は見られなかったのに対して（統制[介入前]；Z＝0.29, ns，統制[介入後]；Z＝0.01, ns），介入が行われた４つのナッジ条件下では，歩行者の行動に有意な変化が見られた（ソーシャル・ナッジ[BAD]；Z = 2.12, p < .05，ソーシャル・ナッジ[GOOD]；Z =2.74, p < .01，ソーシャル・ナッジ[BAD/GOOD]；Z = 3.76, p < .01，ファン・ナッジ；Z = 5.16, p < .01）．

この映像提示前エリアと提示後エリアの行動変化は，１）映像提示前エリアにて歩きスマホをしていた歩行者の行動変化と，２）映像提示前エリアにて歩きスマホをしていなかった歩行者の行動変化の２つに分けて考えることができる．そこで，まず，映像提示前エリアにて歩きスマホをしていた歩行者の行動変化の傾向を明らかにするために，「BAD→BAD」と「BAD→GOOD」の歩行者数の合計を分母におき，「BAD→BAD」の歩行者数を分子においた比率を条件ごとに計算した．この値について，統制[介入前]条件と，各ナッジ条件で比をとった結果，全てのナッジ条件で，統制[介入前]条件を下回った（RR[risk ratio]：ソーシャル・ナッジ［BAD］＝0.832，ソーシャル・ナッジ[GOOD]＝0.772，ソーシャル・ナッジ［BAD/GOOD］＝0.573，ファン・ナッジ＝0.493）．このことは，全てのナッジ条件にて「BAD→GOOD」の行動変化が促されたことを表す．次に，「GOOD→BAD」と「GOOD→GOOD」の歩行者数の合計を分母に「GOOD→BAD」を分子にとった比を計算し，この値について，統制[介入前]と各ナッジ条件とを比較した．その結果，全てのナッジ条件にて「GOOD→BAD」の行動変化が起きにくかったことが確認された（RR：ソーシャル・ナッジ［BAD］＝0.896，ソーシャル・ナッジ[GOOD] = 0.611，ソーシャル・ナッジ［BAD/GOOD］＝0.897，ファン・ナッジ＝0.252）．特に，ファン・ナッジ条件にて，75%近い減少が確認された．

２．聞き取り調査

ナッジへの感情　「楽しさ」に関する評定平均値は，全てのナッジ条件にて尺度中央値（3.0=「どちらでもない」）を有意に上回った（ソーシャル・ナッジ［BAD］；t(77) = -3.17, p < .01, d = 0.36，ソーシャル・ナッジ[GOOD]；t(85) = -5.00, p < .01, d = 0.54，ソーシャル・ナッジ［BAD/GOOD］；t(90) = -5.13, p < 01, d = 0.54，ファン・ナッジ；t(102) = -9.62, p < .01, d = 0.95）．同じく，「気持ち良さ」に関する評定平均値についても，全てのナッジ条件にて尺度中央値を有意に上回った（ソーシャル・ナッジ［BAD］；t(71) = -3.60, p < .01, d = 0.42，ソーシャル・ナッジ[GOOD]；t(75) = -6.17, p < .01, d = 0.71，ソーシャル・ナッジ［BAD/GOOD］；t(85) = -6.48, p < 01, d = 0.70，ファン・ナッジ；t(97) = -8.88, p < .01, d = 0.90）．効果量からは，ナッジがポジティブな感情を引き起こす強さは，ソーシャル・ナッジではおおむね中程度である一方，ファン・ナッジではそれがより大きいものであったことが見てとれる．

行動意図　「歩きスマホに気をつけよう」との意図に関する評定平均値は，全てのナッジ条件にて否定的回答値（2.0=「思わなかった」）を有意に上回った（ソーシャル・ナッジ［BAD］；t(82) = -14.71, p < .01, d = 1.61，ソーシャル・ナッジ[GOOD]；t(84) = -14.84, p < .01, d = 1.61，ソーシャル・ナッジ［BAD/GOOD］；t(90) = -16.00, p < 01, d = 1.68，ファン・ナッジ；t(98) = -7.61, p < .01, d = 0.77）．

また，ファン・ナッジ条件においてのみ測定した「姿勢に気をつけよう」との意図に関する評定平均値も，否定的回答値（2.0=「思わなかった」）を有意に上回った

($t(101) = -8.83, p < .01, d = 0.87$).

4. 考察

１．全体的考察

本研究は, 歩きスマホを防止することを目的に，２つのタイプのナッジを設計し, その効果を検証した. 具体的には，大学構内の歩行者用通路の一部区間にて動画映像を用いたナッジを行い，ナッジを受ける前後の歩行者の行動を観察した. ナッジの効果は，１）映像提示前エリアで観察されるナッジ前の行動，２）映像提示後エリアで観察されるナッジ後の行動に表れた.

まず, 映像提示前エリアにおいては, ナッジによる介入を行う前の期間には 14.6%の歩行者が歩きスマホを行っていたが, 介入を行った期間においては, ナッジを行った順に，12.4%，8.9%，9.7%，7.7%，さらに介入が終わった期間には 6.5%と，介入を始めてから歩きスマホをする歩行者が減少していった. 当該区間は, 学内において学生や教職員が移動する最も主要な通路のひとつであり，実験期間中に繰り返し通行する者が多い. 歩行者が当該区間を通行しナッジを受ければ，次回以降の通行時にその経験が行動に反映されると考えられる．よって，介入後，一直線ではないものの，歩きスマホの発生率が徐々に低下したこと, また, 介入が終わった後も歩きスマホの発生率が低い水準に留まったことは，およそ 1 ヶ月にわたる介入が，累積的に当該区間利用者の行動に影響を与えたことを表すと考えることができる.

映像提示後エリアにおいても，歩きスマホの発生率の減少が確認された．ナッジによる介入を行う前の期間には 14.3%の歩行者が歩きスマホを行っていたが，介入を始めてからは，ナッジを行った順に，10.6%，7.0%，6.5%，3.7%，さらに介入が終わった期間には 6.4%と，映像提示前エリアと比べてより顕著な減少がみられた．ナッジによる介入があったいずれの条件においても映像提示後エリアの歩きスマホの発生率が映像提示前エリアの発生率よりも低かったことは，映像提示後エリアでの行動が，映像提示前エリアにおける行動変化と，映像提示エリアにてナッジを受けたことで生じた行動変化の両者が加算的に反映されたことによるとみられる.

同一歩行者の映像提示前エリアと映像提示後エリアの行動を比較したところ，ナッジによる介入が行われた全４条件において，映像提示前エリアで歩きスマホをしていた歩行者が，映像提示後エリアで歩きスマホをやめる傾向があることが確認された. 同じく，これら４条件では，映像提示前エリアで歩きスマホをしていなかった歩行者が，映像提示後エリアにおいても歩きスマホをしない行動を継続する傾向を強めることも確認された.

２．ナッジへの感情と行動意図

聞き取り調査でたずねたナッジへの感情は,「楽しさ」の評定平均値も「気持ち良さ」の評定平均値も評定尺度中央値を超えており，歩行者はいずれのナッジに対しても，ポジティブな方向に感情を抱いていたことが確認された．歩きスマホ発生率の最も大きな減少が確認されたファン・ナッジ条件において,「楽しかった」や「良い気持ちになった」と考える回答者の割合が最も大きかったことは印象的である．こうした歩行者の反応は，恐怖や不安に訴えることによって歩きスマホを防止することを目指してきた先行研究[2][3]における参加者の反応と対照的である．ネガティブな感情に働きかけることなく歩きスマホを抑制することが可能であると同時に，それが有効であることが示唆される.

また，聞き取り調査からは,「歩きスマホに気をつけよう」と思ったと答えた回答者の割合は，４つのナッジ条件のなかでファン・ナッジ条件が最も低かった. その一方で,「姿勢に気をつけようと思った」と答えたファン・ナッジ条件の回答者の割合は 63%に達した．行動レベルでは, ファン・ナッジ条件において最も歩きスマホが抑制されたこともあわせて考えると，歩きスマホに直接意識を向けさせる以外の介入も，歩きスマホを抑制する有力なツールとなることが確認された．歩きスマホを抑制するためには，介入目標である歩きスマホ自体に意識を向けさせる必要は必ずしもなく，異なる視点から行動文脈を設計することによっても効果的に行動を制御できることが示唆される.

文献

[1] Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness. New Haven, CT: Yale University Press.

[2] 栗木優一・徐文臻・多屋優人・小林直・南川敦宣 (2021). 歩きスマホ抑制に向けた介入コンテンツの検討. 2021 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, 167.

[3] 西舘有沙・水野智美・徳田克己 (2016). 歩きスマホの防止意識を高める啓発映像の内容とその効果―視聴覚教材としての可能性を探る―. 教育学研究, 27, 109 － 116.

歩行者の潜在的な通過方向の選好性が回避行動に及ぼす影響
Avoidance maneuver derived from potential passing direction of pedestrians

都丸 武宜*†, 布施 朋之介†, 西山 雄大‡, フェリシアーニ クラウディオ§, 村上 久†
Takenori Tomaru, Tomonosuke Fuse, Yuta Nishiyama, Claudio Feliciani, Hisashi Murakami
†京都工芸繊維大学, ‡長岡技術科学大学, §東京大学
Kyoto Institute of Technology, Nagaoka University of Technology, The University of Tokyo
t-tomaru@kit.ac.jp

概要
他の動物と同様に人の集団での自己組織化も個体間の局所相互作用により駆動される．では，相互作用の形態は集団のサイズで不変なのだろうか．本研究では，一人の歩行者が一人の対向者とすれ違う際に右に避けやすいという選好性が，対向者が３人になることで消失することを示す．ただし，視線データ解析から,歩行者は通過方向の選好性を潜在的には有しており，それが歩行軌跡ならびに相互作用に影響している可能性が示唆された．

キーワード：自己組織化，予期，運動協調

1. はじめに

人の集団での運動は，他の多くの動物で観測される集団行動と同様に，個体の局所的相互作用によって駆動される [1]．群集歩行で観測される自己組織化には，双方向流において，同方向に進む歩行者の間で自立的にレーンが形成されるレーン形成現象 [2]といった自立的に集団の運動効率を向上させる現象のみならず，stop-and-go wave や群集乱流など，群集事故に繋がる現象も知られており[3]，その根幹を為すメカニズムを解明するために集団レベル，個体レベルでの多くの研究がなされてきた [1-5]．

ソーシャルフォースモデルという粒子の運動に着想を得たモデルが多くの現象を定性的に再現可能であることからシミュレーション研究では個体が現在の位置に基づき他個体と相互作用するモデルが広く研究されてきた [6]．一方で，現実の歩行者の運動解析から，歩行者は現在の位置に基づくのではなく予期される未来の位置に基づいた相互作用を行っていることが示唆された[7]．実際に，群集歩行でのレーン形成現象において，その空間的な自己組織化は個体が互いに予期しあうことによって実現されることが明らかとなった [2]．さらに，より基礎的でミニマルな相互作用を観察するため，1 対 1 ですれ違う単純なタスクを行う実験が行われている．ここでも個体は予め設定された運動を取るのではなく，相互の予期を通してその場その場で対向者と運動を調整しながら歩行することが明らかとなっている [5]．以上のようにミニマルな相互作用を調べる 1 対 1 の実験と集団レベルの実験は，歩行者の運動メカニズムの解明に相補的に寄与してきた．

では，ミニマルな実験で観測される全ての性質は直ちに集団レベルでの運動へと適用可能であろうか？ミニマルな実験で観測される認知的性質の一つとして，歩行者は対向者と 1 対 1 ですれ違う際の通過方向に偏りを持つことが知られている [4]．集団での運動において，この偏りの存在により各個体が協働して同方向に回避することでスムーズなレーン形成を促進することが指摘されてきた[4]．しかし，群集での対向流歩行において，通過方向を一方向のみに制限するよう教示された集団では，自然な歩行条件に比べて歩行距離が長くなるという本来の自己組織化からむしろ逸脱した振る舞いが観測された [8]．この結果から歩行者の自己組織化において，個体の運動特性が集団での運動にそのまま反映されるわけではないことが示唆される．しかし，通過方向の制限という設定は個体の自由な運動を阻害し，他個体との協調的な運動を制限した可能性がある．従って，個体が集団での運動において通過方向の偏りという性質自体を変更しているのか，あるいは，その性質を持ちつつも，他個体との相互作用を通して自己組織化に何らかの影響を与えるかどうかは明らかではない．

本研究では，基礎的でミニマルなレベルでの個体の通過方向の偏りという性質が，集団レベルにおいてどのように変化していくのかを明らかにするために，複数の対向歩行者とすれ違う 1 対 3 での対向流歩行の実験を実施した．さらに，対向者の中に予期が阻害された歩行者が存在することで，通過方向の偏りや歩行運動に与える影響を調べた．

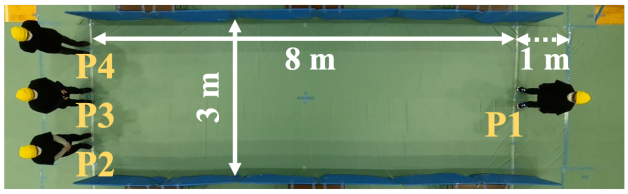


図 1. 実験通路

2. 実験手法

2.1. 被験者

実験は2021年3月に京都工芸繊維大学の体育館にて実施された. 被験者は男子大学生 20 名 (22.2 ± 1.06 歳) で, 5名ずつ4つのグループに分けられた. また, 画像解析を簡単化するために, 被験者は黄色の帽子及び黒の T シャツを着用した. 実験は京都工芸繊維大学倫理審査委員会の承認を受け, 被験者全員から実験開始前に書面にて同意を得た.

2.2. 実験装置

実験用装置として, 10 m×3 m の直線通路が設定され, コース外への移動を防止するために通路長辺の端には高さ 1.2 m のパーティションが設置された (図 1). 通路の床はポリ塩化ビニル製のカバーで覆われ, 歩行者は自身の靴で歩行した. 実験通路直上 (10 m)に設置されたビデオカメラ（GoPro, 2.7K, 60fps）により, 歩行中の運動データが撮影された. またメガネ型視線計測装置 (Tobii Glasses 3; 100Hz, scene video; 1920×1080, 24fps) によって歩行中の視線データが計測された.

2.3. 実験手順

試行で通路に設定されたスタートラインにそれぞれ 1 人, 3 人の歩行者が対面して配置され実験者のスタート合図で歩行を開始し, 反対側のスタートラインの 1 m 先に設定されたゴールラインまで歩行した (図 1).

実験条件として, 3 人側の歩行者の内 1 人は歩行中の相互予期を阻害するためのタスクとしてスマートフォンを用いて簡単な足し算を行う追加課題が課された [2, 5]. 追加課題が課された歩行者の位置 (1 人側からみて左; LEFT, 中; MIDDLE, 右; RIGHT）の 3 条件と全員が追加課題を実施しないベースライン条件 (BASE) の計 4 条件が実施された. また, 1 人側の歩行者はメガネ型視線計測装置を装着した.

各条件 1 試行を 1 セットとして, 1 グループ 15 セット（60 試行）を行い 4 グループで合計 240 試行が実施された. 1 セット毎に 1 人側の歩行者が入れ替わり, すべての被験者が 1 人側の歩行者としての試行を計 3 セット行った. また, 3 人側の対向歩行者及び追加課題を行う者は試行毎に残りの 4 人のうちから予め設定されたランダムな順番に従い選択され, 残りの 1 人は休憩用の椅子で待機した.

被験者は, 通常の歩行をすること, 対向者にぶつからないようにすること, 及び追加課題を与えられた場合にはできる限り多くの問題を解くことが教示された.

2.4. 解析手順

撮影された動画から Petrack [9]を用いて歩行者の運動軌跡が取得された. また, 視線データは TobiiProLab [10]を用いて, 1 試行毎の視線データの解析区間が設定された. 具体的には, 歩行開始のタイミングを実験者のスタートの合図, 終了を対向者がシーンカメラの映像(視線動画) に写っていた最後のフレームと定義し, アノテーションを行なった. 各試行での視線取得のエラー率を計算し, 試行中のエラー率が 0.3 以上であった 3 試行及び 1 セット内での平均エラー率が 0.3 以上であった 2 つのセット (2×4 試行) を除外した. さらに機械トラブルによりデータ取得に失敗した試行が 1 つあり, 合計で 228 試行が視線データの解析に用いられた.

また OpenPose [11]を用いて, 視線動画上での対向歩行者の身体座標 (25 点/人) を取得し対向歩行者のどの部位に注目していたかを分類した. 視線データは各時間において各身体座標との視線動画上での距離が計算され, 最小距離となった部位を注目部位とした. ただし, 最小距離が 150 pixel を超えていた場合にはどの対向者にも注目していないとした [12]. 身体座標の時系列データと視線データは, 最も近いタイムスタンプを対応させ時刻の同期を行った.

3. 結果

以下では, 1 人側の歩行者を P1, 3 人側の歩行者を P1 からみて, 左側対向者; P2, 中央対向者; P3, 右側対向者; P4 とする (図 1).

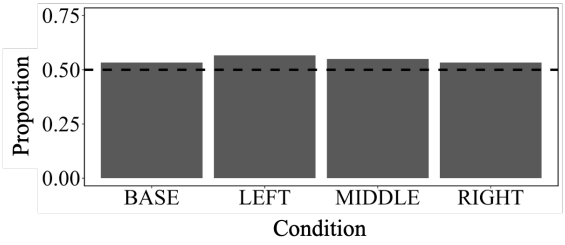


図 2. P1 右通行の割合

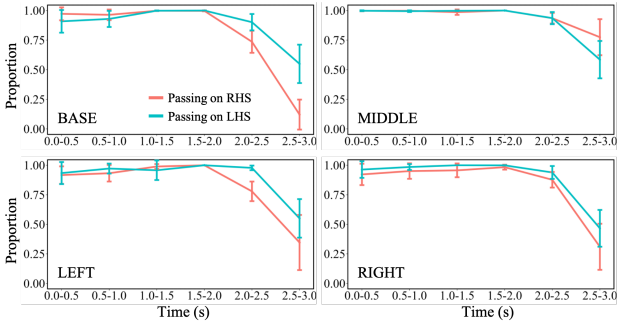


図 3. 対向歩行者への視線分布

3.1. 歩行軌跡

まず 1 対 3 での歩行において通過方向の偏りが見られるかを明らかにするために，歩行の運動軌跡から P1 のすれ違い時の通過方向を調べた．全ての試行で P1 は，すれ違う際には P2 - P3 (左通行)もしくは，P3 - P4 (右通行) 間を通過した．図 2 に P1 の右通行の割合を示す．全ての条件において通過方向の左右の偏りはみられなかった．

3.2. 視線分布

P1 の通過方向による視線の分布に違いがあるかを明らかにするために，全ての対向歩行者を P 1 の注目領域 (Area of Interest; AOI)とし，歩行開始からすれ違うまでの時間を 0.5 s 区切りに分割した 6 区間に対して対向者に視線を向けていた割合を求めた（図 3）．全ての条件において通過方向に関わらず，1.5-2.0 区間をピークとして対向者への視線を向ける割合が減少する傾向が見られた．BASE では，2.0-2.5 区間，2.5-3.0 区間において左通行時には右通行時より有意に対向者を見ている割合が大きかった (2.0-2.5 区間; $t(52.909) = -2.801$, $p < 0.01$, Cohen's $d = -0.721$, 2.5-3.0 区間; $t(33.465) = -4.082$, $p < 0.001$, Cohen's $d = -1.316$)．また，LEFT では 2.0-2.5 区間において左通行時の対向者を見ている割合が有意に大きかった ($t(35.533) = -4.568$, $p < 0.001$, Cohen's $d = 1.047$)．MIDDLE，RIGHT では通過方向による視線分布の割合に有意な差はなかった．ただし，MIDDLE では全区間を通して対向者への視線分布の割合が高く，特に最も視線割合が低い 2.5-3.0 区間において通過方向によらず視線割合の平均値は 5 割を超えていた．以上より歩行中の対向者に対する視線分布は通常の歩行では通過方向で違いがあり，さらに予期が阻害された歩行者の存在による影響もみられた．

先行研究から 1 対 1 でのすれ違いにおいて，通過方向に予め視線を向けることが示されている．また，3 人の対向者に対して，全ての条件において中央対向者 P3

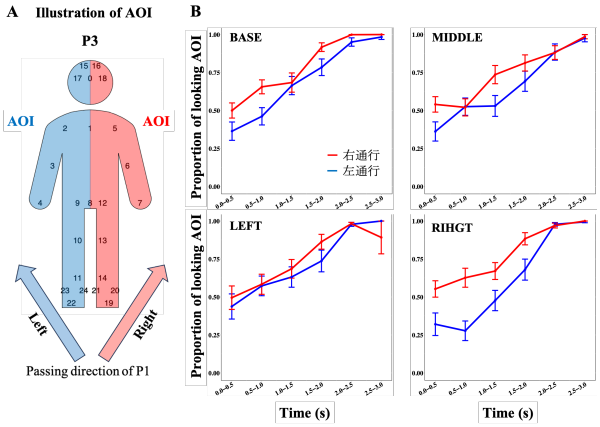


図 4. (A) 通過方向による AOI の定義領域，(B) AOI への視線分布

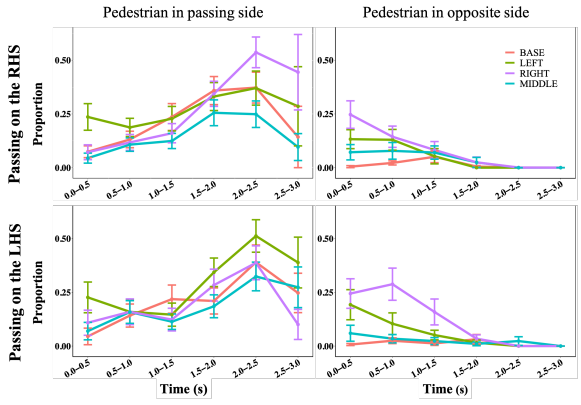


図 5. 両端の対向者への視線分布

に対して最も多くの視線が集中していた．したがって，通過方向に予め視線を向けるかを明らかにするために，P1 の通過方向側の P3 の身体領域を AOI とし視線分布を調べた．具体的には，P1 右通行時には P3 の左半身を，左通行時には右半身を AOI とした (図 4 A)．LEFT 条件を除き，左通行時には右側通行に比べて，AOI に視線を向けた割合が小さかった．特に RIGHT 条件においてその傾向が顕著であった．以上より左通行時には通過方向へ予め視線をあまり向けないことが示された．

最後に予期が阻害された対向者の影響をより詳細にするために，両端の対向歩行者 P2，P4 に対する視線の

分布を調べた. まず, 通過方向側の P2, P4 を AOI とすると, 全ての条件において通過方向に関わらず, AOI への視線の割合は歩行開始から徐々に大きくなり, 3.0-3.5 区間では減少するという傾向が見られた (図 5 左). また, LEFT では, 左右通行時に 0.0 - 0.5 区間で視線を向ける割合が大きかった. 一方で通過方向と反対側の対向者を AOI とした場合, BASE では通過方向に関わらず視線をほとんど向けていなかった (図 5 右). これに対し LEFT, RIGHT では通過方向に関わらず, 歩行開始時に視線を向ける割合が大きかった. 予期が阻害された対向者の存在により, 通常よりも視線が複数の歩行者に分散されることが明らかとなった.

4. おわりに

本研究では, 1 対 1 でのすれ違い時の通過方向の選好性への対向者の人数の増加による影響を明らかにするために, 1 対 3 での歩行者がすれ違う実験を実施した. また, 予期が阻害された対向者がいることによるすれ違い行動への影響を調べた. 歩行軌跡の解析では歩行者の通過方向の選好性, 一方向への偏りは観測されなかった. しかし, 視線分布のデータから, 左通行場合には, 右通行に比べて視線分布の進行方向に対する偏りが小さいことが分かった. また, 予期が阻害された対向者の存在が, 視線分布に影響を与えた.

通過方向の偏りが生じなかった原因として, 複数の対向者が存在する場合には, そもそも選好性が生じない, あるいは潜在的な選好性が存在していたが, 対向者の運動に合わせて通過方向を変更し結果として偏りが生じないという 2 つの可能性があげられる. BASE において, 左通行時には右通行時よりもすれ違い直前での対向者に視線を向ける割合が大きかった. これは左通行時には潜在的な選好性により通過方向の決定が遅れ, 対向者に最後まで注意を払う必要があった可能性を示唆する. さらに, 先行研究より, 歩行者は進行方向に対して予め視線を向けることが明らかにされている [5]. しかし, 左通行時の P2 の通過方向側の身体領域への視線の偏りは右通行時に比べて小さかった. これらの結果から, 歩行者は複数の対向歩行者が存在する場合にも通過方向の選好性をもち, 歩行開始直後には右通行を企図していたが, 対向者の運動から何かしらの情報を取得し, 左通行へと変更した可能性が示唆された. 以上より偏りは生じなくなったというよりも, 潜在しており, それ故に柔軟なすれ違いを可能としていると考えられる. 集団が大規模な場合にもこの潜在性は相互の予期を通して個体間で影響を与え合い集団でのスムーズなレーン形成に寄与する可能性がある.

また, 相互予期阻害条件で歩行者は, 中央歩行者 P3 が予期を阻害されている場合, 対向者への視線をすれ違い直前まで向けていた. この特徴は, 1 対 1 のすれ違いと同様の結果となり, 対向者が増え, 注意を向ける対象が増える環境においても, 運動が不確かな歩行者に対して注意を払うことが示された. さらに, 両端に予期が阻害された歩行者がいる場合, 歩行開始直後に通過方向と反対側の歩行者に対しても視線を向けていた. これは予期が阻害された歩行者の存在により, 通常よりも探索的な視線の使い方をしている可能性があり, 注視対象の増加による歩行者の認知的負荷の増加を示唆する. これらは, 相互予期の阻害された歩行者によるミニマルなレベルで観測される歩行への影響と集団レベルで観測される自己組織化の阻害との関連とを繋ぐ新たな証拠となるだろう.

文献

[1] Moussaid, M., et al. (2009). "Collective information processing and pattern formation in swarms, flocks, and crowds." Topics in Cognitive Science, 1(3), 469-497.

[2] Murakami, H., et al. (2021). "Mutual anticipation can contribute to self-organization in human crowds." Science Advances, 7(12), eabe7758.

[3] Alnabulsi, H., & Drury, J. (2014). "Social identification moderates the effect of crowd density on safety at the Hajj." Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111, 9091–9096.

[4] Moussaïd, M., et al. (2009). "Experimental study of the behavioural mechanisms underlying self-organization in human crowds." Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 276(1668), 2755-2762.

[5] Murakami, H., et al. (2022). "Spontaneous behavioral coordination between avoiding pedestrians requires mutual anticipation rather than mutual gaze." iScience, 25(11).

[6] Helbing, D., & Molnar, P. (1995). "Social force model for pedestrian dynamics." Physical Review E, 51, 4282-4286.

[7] Karamouzas, I., Skinner, B., & Guy, S. J. (2014). "Universal power law governing pedestrian interactions." Physical Review Letters, 113(238701).

[8] Bacik, K. A., Bacik, B. S., & Rogers, T. (2023). "Lane nucleation in complex active flows." Science, 379(6635), 923-928.

[9] Boltes, M., et al. (2021). "PeTrack (v0.9)." Zenodo.

[10] https://www.tobiipro.com/ja/product-listing/tobii-pro-lab/

[11] Cao, Z., et al. (2021). "OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation Using Part Affinity Fields." IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 43(1), 172-186.

[12] Hessels, R. S., et al. (2020). "Looking behavior and potential human interactions during locomotion." Journal of Vision, 20.

「模倣可能な動作」がパフォーマンスの「かっこよさ」評価を向上させる可能性についての検討

Investigation of the possibility that "imitable gesture" improves the "kakkoyosa (coolness)" rating of performances.

大野 俊尚†, 三嶋 博之 †
Toshihisa Ohno, Hiroyuki Mishima

† 早稲田大学,
Waseda University
wohnto104@fuji.waseda.jp

概要

本研究では, 模倣可能な「リズム動作」があるパフォーマンスの方が, より「かっこいい」と評価されやすいことを仮説とし, 「模倣可能な動作」がパフォーマンスの「かっこよさ」評価に影響を与える可能性について検討する。予備実験の結果から, 評価対象のパフォーマンス未経験者であっても「かっこよさ」と「うまさ」を区別して評価すること, また, 「模倣可能な動作」が「かっこよさ」評価に与える影響が, 熟練者・未熟練者とで異なる可能性が示唆された。

キーワード:かっこよさ(coolness), フリースタイルバスケットボール(freestyle basketball), うまさ(skillfulness), 印象(impression)

1. はじめに

従来ストリートカルチャーは 1970 年代のアフリカ系アメリカ人などといった貧困層による表現の形をルーツとしていたため, 「不良文化」として扱われてきた. しかしながら近年, ストリートカルチャーの地位が向上しつつある. ストリートカルチャーで行われるパフォーマンススポーツである, ブレイキン (ブレイクダンス) やスケートボードがオリンピック種目として採用されている.

これらのパフォーマンススポーツは, コンテスト形式や, 主に 1 対 1 でパフォーマーが向かい合って交互にパフォーマンスを行う「バトル」形式[1]で, パフォーマンスの優劣を競う. パフォーマンスの優劣を決めるのは審査員であるが, 審査員は個人の主観でパフォーマンスの優劣を決めている. 採点規定が用意されている場合もあるが, その点数の付け方は審査員の主観である.

このように審査員の主観でパフォーマンスの優劣が決まるパフォーマンススポーツの一つに, フリースタイルバスケットボール (以下 FB) がある. FB とはダンスのように音楽に合わせてバスケットボールを操るパフォーマンスである. FB の技としてドリブルの他に, ボールを体の周りで操るハンドリングや, 指の上でボールを回すスピンなどが挙げられる.

FB もブレイキン同様の「バトル」形式で競技化されており, パフォーマンスの優劣は審査員の主観で判断される. FB の場合, 「難しい技を成功させる」という技術的な優劣も評価対象である一方, 主観的な印象, 特に「かっこよさ」が評価に加味される.

では, 人は何を見てパフォーマンスの「かっこよさ」を評価しているのだろうか.

2. 「かっこよさ」とは

「かっこよさ」・「かっこいい」という印象・評価は, 他者と共有できる時とできない時がある. 特定のコミュニティ, 例えばフリースタイルバスケットボーラー (以下 FBer) 達において, 特定の FBer を全員が「かっこいい」と評価するなど, 評価が共通することがある. この場合, FBer およびパフォーマンスが要因となって「かっこよさ」評価が決まると考えられる. 一方で, 特定の集団に属していない人, 例えば FB 未経験者に, FBer 達が「かっこいい」と評価する FBer を見せても, 「かっこいい」と評価するとは限らない. これは評価者が要因となって「かっこよさ」評価に差異が生まれていると考えられる.

「かっこいい」の語源は「恰好 (あたかもよし)」であり, 「特定の規範との適合」の意味で用いられていた[2]. この「特定の規範」が個人・コミュニティによって異なるため, 「かっこいい」と評価する対象が個人・コミュニティによって異なってくると考えられる.

では「特定の規範」を共有していないと, FB を「かっこいい」と思うことがないのであろうか. おそらくそんなことはない.

頻繁に一般観客にむけた演技をしていた FBer 達によると, 「モテる FB パフォーマンス」があるという. この「モテる FB パフォーマンス」の極意は, 難易度の高い FB の技ではなく, ジェスチャーを交えるといった「客に向けて人間的な仕草をすること」であるという[3].

「行われた技が FB らしい技か」といった, FB を評価

するための文化特有の「FB の規範」は確かに存在する．一方で,「観客の前に立つパフォーマーとして振る舞えているか」を評価する，FB に限らずより汎用的に「パフォーマンスの規範」も存在すると考えられる[4]. 上記の FBer 達の「モテるパフォーマンス」は,「FB の規範」ではなく，より汎用的な「パフォーマンスの規範」による判断を観客に促すことで, FBer でなくてもパフォーマンスを「かっこいい」と評価できるようにしているの可能性がある．

ではなぜ「人間的な仕草」が有効なのだろうか.「かっこよさ」の定義として,「生理的興奮」,「魅力性」,「同化願望」,「再現可能性」などがあることとしている文献がある[5]. このうち「同化願望」とは,「同じようになりたい，振る舞いたい」という欲求であり，また「再現可能性」とは,「「かっこいい」と思った状況を再現できる手段があること」である．

初見では再現することがほぼ不可能な FB の技と比較した際,「人間的な仕草」は「同化願望」と「再現可能性」がより高いと考えられる．だからこそ「人間的な仕草」がある方が「かっこいい」と評価されやすいのではないだろうか.

本研究では「人間的な仕草」を，パフォーマンスにおける「模倣可能な動作」と定義する．「模倣可能な動作」は観客に向けた指差しや，歓声や拍手を煽る動作と様々な動作があるが，本研究では統制のため,「流れている音楽のリズムに合わせて身体を動かす様子」（以下「リズム動作」）に限定する．

3. 目的

FB 未経験者にとって，FB の技と比較して再現可能性が高い「リズム動作」の有無が, パフォーマンス映像の「かっこよさ」評価に影響を与える可能性について検討することを本研究の目的とする．リズム動作があるパフォーマンスの方が，より「かっこいい」と評価されやすいことを仮説とする．

なお, 本論では予備実験での方法, 結果について述べる．日本認知科学会第 40 回大会会場では本実験の方法，結果を用いて発表をおこなう予定である．

4. 方法

パフォーマンス映像を視聴させて評価させる印象評価実験を行った．なお，本研究は早稲田大学「人を対象とする研究に関する倫理委員会」の承認を受けて実施した（承認番号: 2022-322）．

パフォーマンス映像の作成：

映像は FBer 5 名を撮影した．FBer 1 名につき，パフォーマンス動画を 4 本撮影した．4 本のうち 2 本は頭部，上半身，手等による音楽のリズムに合わせた上下動作を含めるパフォーマンス（以下「リズム動作有り演技」），残りの 2 本はリズムに合わせた上下動作を含めないパフォーマンス（以下「統制演技」）とした．

撮影は早稲田大学所沢キャンパス 100 号館 403 教室でおこなった．床から 140cm の高さにビデオカメラ (Panasonic HC-W850M)を設置し，カメラを観客と見立ててパフォーマンスするよう教示した．パフォーマンス時には BPM120 の音楽を 8×8 カウント（32 秒分）流し，そのリズムに合わせてパフォーマンスをさせた．楽曲は実験者が Garage Band のサンプルを用いて作成したものを使用した．提示する際の映像の長さは，音楽終了後の 1 秒を足した 33 秒とした．

まず統制演技を 1 本 FBer に自由に構成してもらい，そのパフォーマンスを撮影した．その後，実験者と FBer とで撮影した動画を確認しつつ話し合い，その演技において代表的な技は残しつつ, 8 カウント分のみリズムに合わせた上下動作に置き換えることでリズム動作有り演技を構成した. 統制演技とリズム動作有り演技の違いが，リズム動作の有無のみとなるよう指示し，撮影した．これを 2 度おこなうことで，FBer1 名につき統制演技 2 本，リズム動作有り演技 2 本を撮影した．なお便宜的に，FBer が先に作った演技を「演技構成 1」，2 つ目に作った演技を「演技構成 2」とするが，FBer により演技構成はそれぞれ異なっていた．

印象評価実験の手続き：

実験はオンラインアンケートフォーム Qualtrics を用いておこなった．

限定公開に設定した YouTube のリンクをクリックすることでパフォーマンス映像を視聴させ,「かっこよさ」や「うまさ」などといった印象を尋ねるアンケートに回答させた．回答には Visual Analogue Scale を用いた．パフォーマンス映像 1 つごとにアンケートに回答させ，戻って前の映像と比較することがないように文章で教示した．刺激映像の提示および評価の順序はランダムとした．また映像評価後に, 評価者のパフォーマンス歴など, 評価者自身に関するアンケートに回答させた．

FB 経験のない評価者 20 名が実験に参加した．評価者をランダムに 2 群に振り分け，提示する映像刺激の組み合わせを変えた．提示する映像は評価者 1 名につき 10 本とした．同じ演技構成の統制演技とリズム動作有り演技とでは，リズム動作以外の動きが同じであるため, 実験意図に気づかれる可能性があった. そのため, 片方の群では

構成演技 1 のリズム動作有り演技と構成演技 2 の統制演技を評価させ，もう一方の群では構成演技 2 のリズム動作有り演技と構成演技 1 の統制演技を見せる，という形式でカウンターバランスをとって評価させた.

上記の方法で実施した結果，評価者は 9 名と 11 名に振り分けられて実験に参加した.

分析方法：

分析には Microsoft Excel および jamovi (version 2.3.21.0) を用いた.

最初に評価者ごとに「かっこよさ」評価得点を標準化し，「かっこよさ」評価の標準化得点を算出した. 同様の手順でうまさ」評価得点も標準化した。「かっこよさ」評価標準化得点と「うまさ」評価標準化得点とで相関分析をおこなった。また，「かっこよさ」評価標準化得点で，「FBer」・「統制演技またはリズム動作有り演技」の 2 つを要因とする 2 要因混合計画の反復測定分散分析を，演技構成ごとにおこなった.

5. 結果

「かっこよさ」評価標準化得点と「うまさ」評価標準化得点とで相関分析をおこなったところ，相関係数 r=.52, 95% CI [.41, .61]の，中程度の相関関係が見られた(図 1)。

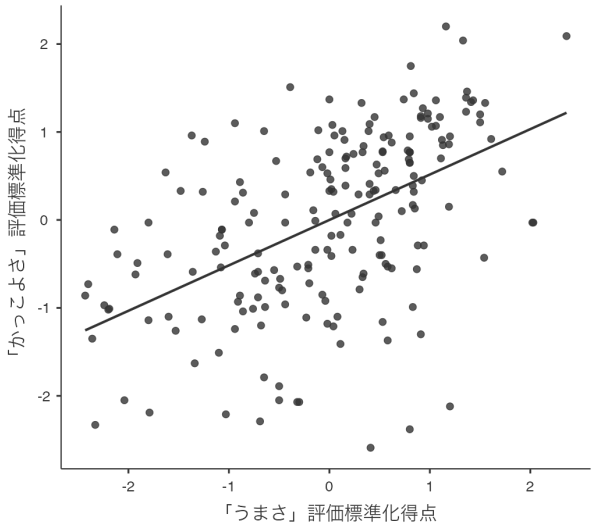


図 1 「かっこよさ」評価標準化得点と「うまさ」評価標準化得点との散布図

演技構成 1 における反復測定分散分析の結果，FBer 要因で有意な主効果が見られた(F(4, 72)=4.44, p<.01, η_G^2=.18). ホルム法による多重比較の結果，FBer E と比較して，FBer A，B の「かっこよさ」評価標準化得点が有意に高かった（t(18)=3.23, p=.04, t(18)=3.29, p=.04）. 一方，演技要因(F(4, 72)=1.56, p=.23, η_G^2=.01)および交互作用(F(4, 72)=1.37, p=.25, η_G^2=.06)に有意差は見られなかった（図 2-a）.

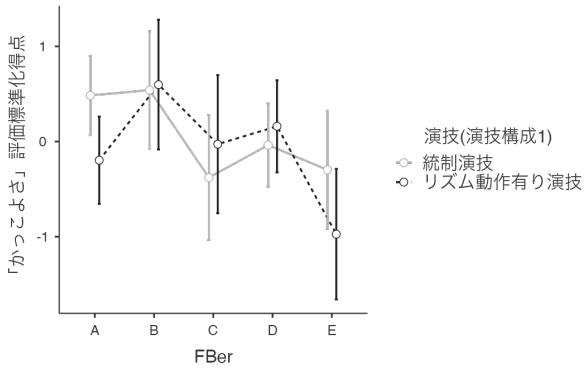


図 2-a FBer ごとの「かっこよさ」評価標準化得点（演技構成 1）
（エラーバーは信頼区間を示す）

また，演技構成 2 における反復測定分散分析の結果，FBer 要因で有意な主効果が見られた(F(4, 72)=6.54, p<.01, η_G^2=.25). ホルム法による多重比較の結果，FBer C と比較して，FBer A，B，D の「かっこよさ」評価標準化得点が有意に高かった（t(18)=4.06, p<.01, t(18)=4.98, p<.01, t(18)=-3.50, p=.02）. また，FBer 要因×演技要因の交互作用に有意差が見られた(F(4, 72)=4.64, p<.01, η_G^2=.19). ホルム法による多重比較の結果，FBer E において，統制演技と比較して，リズム動作有り演技の方が「かっこよさ」評価標準化得点が有意に高かった（t(18)=-4.24, p=.02）. 一方，演技要因に有意差は見られなかった(F(4, 72)=1.56, p=.23, η_G^2=.01)（図 2-b）.

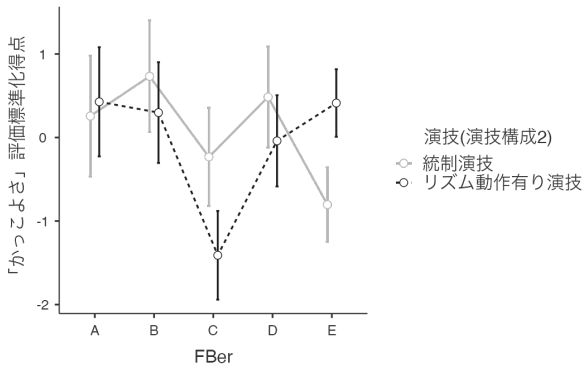


図 2-b FBer ごとの「かっこよさ」評価標準化得点（演技構成 2）
（エラーバーは信頼区間を示す）

6. 考察

相関分析の結果についての考察：

FB の現場では「うまいけどかっこよくない」,「まだうまくないけどかっこいい」というように,「かっこよさ」と「うまさ」を区別して評価する発言が見られる。また, FB 審査員経験者はバトル中のパフォーマンスターンを待つ様子においても「かっこよさ」と「巧みさ」を区別して評価していた[4]。

今回の相関分析において「かっこよさ」評価標準化得点と「うまさ」評価標準化得点との相関の強さが中程度であったことから, FB 未経験者であっても,「かっこよさ」と「うまさ」を区別して評価することが示唆されたと考える。

分散分析の結果についての考察：

本論で述べた結果は予備実験である．予定していた人数の FBer のパフォーマンス映像をまだ撮影できていない．現状撮影できている FBer 5 名のうち，FBer A から D の 4 名は FB 歴 8 年以上の熟練者であった一方で，FBer E のみ FB 歴 1 年 8 ヶ月の未熟練者であった．今後未熟練者の FBer を増やすことで，熟練者・未熟練者間での傾向の違いが見られる可能性がある．FBer E でのみ統制演技・リズム動作有り演技で有意差が見られたのは, 熟練者・未熟練者間における評価の傾向の違いによるものではないかと考えられる。

また，統制演技とリズム動作有り演技とで「かっこよさ」評価に有意な差が見られなかった理由として，FBer C 演技構成 2 の存在が考えられる．撮影中にリズムを取る様子に違和感を感じ尋ねたところ,「リズムを取るのが苦手」であり，バトル場面等で「カウントを数えながら動いていない」とのことであった．意図的にリズムに合わせる動作を組み込むよう指示したため，FBer C にとっては慣れない動きをすることになり,「かっこよさ」評価が極端に低くなったと考えられる．FBer C は FB 歴も長いため, 彼なりの方略で「音楽に合わせて動いている」ように見せることができていたようである．そのため著者も FBer C がリズムに合わせた動作が苦手であることに気付いていなかった．今後 FBer を撮影する際には,「FBer であればリズムに合わせるのが得意である」という先入観を持たない方が良いだろう．

また，本論では検討していないが,「うまさ」とリズム動作の有無の交互作用についても検討をおこなう予定である．「模倣可能な動作」はその動作のみおこなわれても, 常に「かっこいい」と評価されるわけではないだろう．「真似できない技を決めた」といった,「成功」の文脈においておこなわれる「模倣可能な動作」が，パフォーマンスの「かっこよさ」評価を向上させる可能性がある。この点も未熟練者の FBer を撮影した上で検討する予定である．

文献

[1] 清水 大地・岡田 猛 (2013). ストリートダンスにおける即興的創造過程 認知科学, *20*(4), 421–438. https://doi.org/10.11225/jcss.20.421

[2] 春木 有亮 (2017). 「恰好」から「かっこいい」へ : 適合性 suitability の感性化 人間科学研究, *13*(1), 1–30. https://doi.org/10.19000/0000008503

[3] しろとゆーじの朝までオール練 (2019). しろとゆーじの朝までオール練 vol.16, https://www.youtube.com/watch?v=89h7HXLOb5M

[4] 大野 俊尚・三嶋 博之 (印刷中). フリースタイルバスケットボールバトル中の待つ様子に表れる「かっこよさ」の検討 認知科学

[5] 平野 啓一郎 (2019). 「カッコいい」とは何か 講談社

隣の芝生は青く見えるか?: 所有者の違いが評価に与える影響

Does the grass look greener on the other side of the fence? How different ownership of goods affects their valuation

大貫 祐大郎[1, 2], 大瀧 友里奈[1], 植田 一博[3]
Onuki Yutaro, Otaki Yurina, Ueda Kazuhiro

[1]一橋大学, [2]日本学術振興会, [3]東京大学
Hitotsubashi University, Japan Society for the Promotion of Science, The University of Tokyo
k221058m@r.hit-u.ac.jp

概要

人の意思決定に関する研究では, 自己が所有していない物よりも, 自己の所有物の方が, より高い価値があると判断する所有効果が確認されている. しかし, 人が物を手放すか受け取るか (損失と利得) の交絡を除いた状況における他者の所有物についての評価は, これまで十分に検討されてこなかった. そこで, 本研究では, 所有者の違い (自己と他者) が, 物の価値評価に与える影響を検討した. 実験の結果, 自己の所有物の価値よりも, 他者の所有物の価値の方が高いと予想する「隣の芝生は青い」バイアスの存在を示唆できた.
キーワード : 所有効果 (Endowment effect), 単純所有効果 (The mere ownership effect)

1. はじめに

意思決定の分野では, 自己が所有していない物よりも, 自己の所有物の方が, より高い価値があると評価する現象が確認されており [1], 所有効果や授かり効果と呼ばれている [Endowment effect, 2, 3, 4]. この効果は, 人の損失回避傾向 [5, 6] が影響し, 所有物を手放すことの痛みによって発生していると考えられてきた [4]. 所有効果の研究では, 人が物を所有しているかどうかの違いと, 人が物を手放すか受け取るか (損失と利得) の違いという 2 つの影響が交絡していることが多い [1]. 先行研究では, これらの交絡要因を排除しても, 自己が所有していない物よりも, 自己の所有物の方が, より高い価値を持つと評価する単純所有効果 [The mere ownership effect, 7] が確認されている [8]. しかし, それらの研究では, 上記の交絡要因を排除した上で, 他者が物を所有しているかどうかの違いが, 対象への評価に影響するのかどうかは考慮されていない.

自己のための意思決定と他者のための意思決定を比較した研究によると, 自己のためにくじを引く場面では, 報酬額が小さいくじに注目するが, 他者のためにくじを引く場面では, 報酬額が小さいくじに注目することが少なかった [9]. 自己と他者に関する意思決定と, 自己と他者の所有物に関する意思決定に同様の傾向が見られる場合, つまり自己の意思決定についてリスク回避 (他者の意思決定についてリスク中立) 傾向が強くなる場合, 自己の所有物に対しては物の利点よりも欠点に注目し, 他者の所有物に対しては偏りなく物の利点と欠点に注目する可能性がある. そのような注目点の違いにより, 自己の所有物よりも, 他者の所有物の方が高い価値があると評価する「隣の芝生は青い」バイアスが確認できる可能性がある. そこで, 本研究では, 人が物を受け取るか手放すかという利得損失に関わる影響を排除しながら, 人は自己の所有物と他者の所有物をどのように評価するかを検討する.

2. 実験

2.1. 実験参加者

実験参加者募集サービスである楽天インサイト (https://insight.rakuten.co.jp/) を使用して, 実験参加者 234 名を募集した (M_{age} = 54.21, SD_{age} = 11.87, 男性 = 180 名, 女性 = 54 名).

2.2. 実験刺激

所有効果は, 実際に人が物を持っていることよりも, 心理的に物を所有していると感じることによって引き起こされる [10]. また, 実際に人が物を所有しなくても, 物を所有していると想像することで心理的所有感は発生する [11, 12, 13]. そのような先行研究の知見から, 本研究では, 実験参加者に実際に物を所有させずに Web 上で実験を実施した. 実験刺激は, Web 実験用ソフトである Qualtrics (https://www.qualtrics.com/jp/) を使用して提示した. 人が強く拒否したい物を対象に実験した場合, 所有効果とは逆の現象 (自己の所有物を他者の所有物と交換したくなる) が起きることが確認されているため [14], 今回の実験で実験参加者に所有させる対象は, 人が強く拒否しないと予想したクッション (図 1) を対象にして実験を実施した. 実験刺激と

して使用したクッションは，筆者自身が作成し，そのクッションを撮影した写真を実験刺激として使用した．

2.3. 実験手続き

実験には，色だけが異なるクッションの画像 (図 1) を使用した．まず，実験参加者は，黄色のクッション (図 1，左側) のみが提示され，質問 1 に回答した (自己条件)．質問 1:「このクッションは，あなた自身の所有物だと想像してください．このクッションは，あなた自身が購入したものです．このクッションは縦 30cm，横 30cm の大きさです．また，このクッションはコットン (綿) 100%の素材で出来ています．[利点: 肌触りが良い.] [欠点: 抗菌仕様ではないので，使用後に毎回洗濯する必要がある.] あなた自身が，このクッションを販売店から購入した価格はいくらだと思いますか？」その後，ページを遷移し，ピンクのクッション (図 1，右側) のみが提示され，参加者は質問 2 を回答した (他者条件)．質問 2:「このクッションは，あなたとは関係のない第三者の所有物だと想像してください．このクッションは，第三者が購入したものです．このクッションは縦 30cm，横 30cm の大きさです．また，このクッションはコットン (綿) 100%の素材で出来ています．[利点: 肌触りが良い.] [欠点: 抗菌仕様ではないので，使用後に毎回洗濯する必要がある.] 第三者が，このクッションを販売店から購入した価格はいくらだと思いますか？」条件 (自己，他者) とクッションの組合せの効果を考慮して，上記の状況に加えて，自己条件では図 1 (右側) を使用しながら質問 1 を提示する状況と，他者条件では図 1 (左側) を使用しながら質問 2 を提示する状況も含めて，自他の各条件で提示するクッションの種類を参加者間でランダマイズした．上記の質問の後，「利点と欠点のどちらにより注目して，価格を予想しましたか？」という質問に，Visual Analog Scale (VAS) で回答してもらった．VAS は，左に欠点，右に利点を配置した (0–100 の値で回答)．最後に，図 1 (左右) を同時に示しながら，「左は第三者が所有しているクッションで，右はあなたが所有しているクッションです．もしクッションを交換できるとしたら，あなたは自己が所有しているクッションを第三者が所有しているクッションと交換しますか？」と質問をした．第三者が所有しているクッションがピンクのクッション (図 1，右側) の場合，左側にピンクのクッションを提示した．実験は，参加者内要因計画で実施した．また，回答の制限時間は設けなかった．

3. 結果

質問に未回答箇所があった実験参加者や，回答したくないと回答した実験参加者，あるいは数値以外を回答した実験参加者 33 名は分析から除いた．そのため，実験参加者 202 名のデータを分析した ($Mean_{age}$ = 53.93, SD_{age} = 12.07，男性 = 153 名，女性 = 49 名)．

クッション購入価格の予想を分析した結果，自己条件 (*Mean* = 1366.61, *SD* = 1048.87 [95%*CI*, 1221.10 to 1512.13]) と他者条件 (*Mean* = 1567.38, *SD* = 1124.67 [95%*CI*, 1411.35 to 1723.42]) の間に有意な差が見られ，他者条件の方が高かった (図 2, Paired t-test, $t[201] = 5.02$, $p < .001$, $d = 0.35$)．また，実験参加者の年齢，性別，個人差，クッションの色をランダム変数として統制し，固定効果は条件 (他者，自己)，従属変数にはクッション購入価格の予想を設定した線形混合モデルの結果を表 1 に示す．その結果，条件の違いが有意に影響していた．

図 1　実験で使用したクッション．左側は黄色のクッション，右側はピンクのクッションを示している．

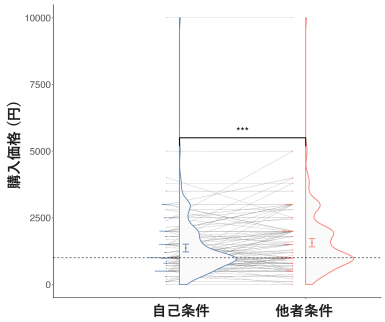


図 2　クッション購入価格の予想の回答結果．y 軸は，クッションの予想購入価格，x 軸は，利用した条件をそれぞれ示している．* $p < .001$**

表 1　線形混合モデルを使用した分析結果．従属変数は，クッション購入価格の予想結果となっている．Es は Estimation, Va は Variance を示している．

	Es	*SE*	*df*	*t*	*p*	Va	*SD*
切片	1514.36	163.08	1.10	9.29	0.06	-	-
条件	-199.32	39.86	200.24	-5.00	<.001	-	-
個人差	-	-	-	-	-	949333	974.34
年齢	-	-	-	-	-	61019	247.02
性別	-	-	-	-	-	35300	187.88
色	-	-	-	-	-	1134	33.68
残差	-	-	-	-	-	160323	400.40

クッションの利点と欠点のどちらに注目したかを分析した結果，自己条件 (*Mean* = 49.32, *SD* = 22.14 [95%*CI*, 46.24 to 52.38]) と他者条件 (*Mean* = 48.96, *SD* = 20.73 [95%*CI*, 46.08 to 51.83]) の間に有意な差は見られなかった (図 3, Paired t-test, t [201] = 0.30, p = .76, d = 0.02). また，実験参加者の年齢，性別，個人差，クッションの色をランダム変数として統制し，固定効果は条件 (他者，自己)，従属変数にはクッションの利点と欠点のどちらに注目したかを設定した線形混合モデルの結果を表 2 に示す．その結果，条件の違いは有意ではなかった．

クッション購入価格の予想と，クッションの利点と欠点のどちらに注目したかの回答の相関関係を分析した．その結果，両者に有意な相関関係が見られた (図 4, Pearson's product-moment correlation, t [402] = 2.5, p = 0.01, r = 0.13). つまり，利点に注目する人ほど，購入予測価格が高かった．なお，この相関分析では，自己条件と他者条件のデータを合わせて分析を実施した．

自己のクッションと他者のクッションを交換したいかどうかという質問に対する回答を分析した．黄色のクッション (自己条件) とピンクのクッション (他者条件) の場合，交換すると回答した人は 6 名，交換しないと回答した人は 91 名となっており，観測度数と期待度数を比較すると有意な差が見られた (χ^2 適合度検定, χ^2 [1] = 74.49, p < .001, w = 0.88). 黄色のクッション (他者条件) とピンクのクッション (自己条件) の場合，交換すると回答した人は 14 名，交換しないと回答した人は 91 名となっており，観測度数と期待度数を比較すると有意な差が見られた (χ^2 適合度検定, χ^2 [1] = 56.47, p < .001, w = 0.73).

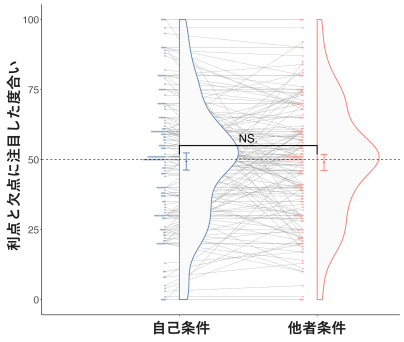


図 3　クッションの利点と欠点に注目した度合いの回答結果. y 軸は，クッションの利点と欠点の内，どちらにより注目したかの度合いを示しており，0 に近い方が欠点，100 に近い方が利点に注目したことを表している. x 軸は，利用した条件をそれぞれ示している. NS > .05

表 2　線形混合モデルを使用した分析結果. 従属変数は，クッションの利点と欠点に注目した度合いとなっている. Es は Estimation, Va は Variance を示している.

	Es	*SE*	*df*	*t*	*p*	Va	*SD*
切片	48.97	1.73	7.74	28.24	<.001	-	-
条件	0.31	1.19	200.21	0.26	0.80	-	-
個人差	-	-	-	-	-	313.6	17.71
年齢	-	-	-	-	-	2.41	1.55
性別	-	-	-	-	-	< 0.001	0.01
色	-	-	-	-	-	1.36	1.16
残差	-	-	-	-	-	143.4	11.97

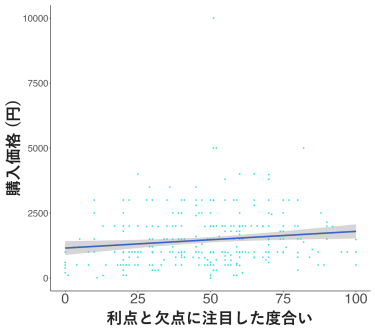


図 4　クッションの購入価格の予想と，クッションの利点と欠点に注目した度合いの関係の分析結果. y 軸は，クッションの購入価格の予想，x 軸は，クッションの利点と欠点の内，どちらにより注目したかの度合いを示してしており，0 に近い方が欠点，100 に近い方が利点に注目したことを表している.

4.　考察

人が物を受け取るか手放すかという利得損失に関わる影響を排除した場合，自己の所有物の価値よりも，他者の所有物の価値の方が高い (自己や他者が商品を購入した価格の予想が高い) と判断する「隣の芝生は青い」バイアスの存在を示唆できた．一方，利点と欠点への注目度合いに条件間 (自己，他者) で差が見られなかった．これらの結果は，利点と欠点への注目度合いの違いが「隣の芝生は青い」バイアスの発生に影響していないことを示唆している．このことから，今後の研究では，「隣の芝生は青い」バイアスが発生する認知メカニズムについて，利点と欠点への注目度合い以外の観点から検討していく必要がある．

線形混合モデルを使用して，実験参加者の年齢，性別，個人差，クッションの色をランダム変数として考慮した場合でも，条件の違いがクッションの購入価格の予想に与えた影響は有意であった．そのため，自己

の所有物の価値よりも, 他者の所有物の価値の方が高いと判断する傾向は, 上記の変数による影響を考慮した場合でも発生することが示された.

クッションの利点と欠点のどちらに注目したかの回答とクッションの購入価格予想の関係を分析した結果, 利点 (欠点) に注目している人の方が, クッションの購入価格を高い (低い) と予想することが明らかになった. これは, 人が注目する点 (ポジティブ, ネガティブ) の偏りが, 物への評価の違いを生み出すという説明 [Attribute sampling bias, 1] を支持する結果である.

また, 本研究では, 実験参加者がクッション (自己所有) を別のクッション (他者所有) と交換したくないと思う傾向も確認できた. このことは, 「隣の芝生は青い」バイアスは, 人の損失回避傾向 [5, 6] によって発生する所有効果 [2, 3, 4] の影響よりも弱い可能性を示唆している. しかし, 本実験では, 所有効果の有無を確かめるために,「自己のクッションと他者のクッションを交換しますか?」という質問をした. この質問では, 他者が使用したクッションを使用したくないという理由で「交換したくない」と回答した人がいる可能性もある. そのため, 「交換する」と「交換しない」の選択率の偏りが, 自己の所有物を渡したくないと感じる所有効果 [2, 3] によって発生したのか, 他者の使用した物を貰いたくないと感じたことで発生したのか分離できていない. 今後の研究では, 交換するかどうかの質問をする時には, 自己の物と交換する相手の物が未使用の物であることを伝えることで, 他者が使用した物を貰いたくないと感じる影響を排除した上で, 研究を進めていく.

本研究では, 自己や他者が商品を購入した価格の予想の違いから, 人が商品に感じる魅力度の違いを測定できると判断して,「隣の芝生は青い」バイアスが発生するかどうかを検討した. しかし, 自己が商品を購入した価格の推定の場合, 自己が思う商品 (自己が所有している商品) への魅力度を回答するが, 他者が商品を購入した価格の推定の場合, 自己が思う商品 (他者が所有している商品) への魅力度ではなく, 一般的に他者が感じる商品への魅力度の予想を回答した可能性がある. そのため, 自己は商品に魅力を感じないが, 他者には欲しい人もいるだろうという判断が結果に影響していた場合も考えられる. 今後の研究では, 上記の影響を考慮した上で,「隣の芝生は青い」バイアスが発生するかどうかを検討していく必要がある.

5. 謝辞

本研究は, 日本学術振興会特別研究員奨励費 (22J00286) の助成を受けて実施した.

文献

[1] Morewedge, C. K., & Giblin, C. E. (2015). Explanations of the endowment effect: an integrative review. *Trends in cognitive sciences, 19*(6), 339–348. https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.04.004

[2] Knetsch, J. L., & Sinden, J. A. (1984). Willingness to Pay and Compensation Demanded: Experimental Evidence of an Unexpected Disparity in Measures of Value. *The Quarterly Journal of Economics*, *99*(3), 507–521. https://doi.org/10.2307/1885962

[3] Kahneman, D., Knetsch, J. L., & Thaler, R. H. (1990). Experimental Tests of the Endowment Effect and the Coase Theorem. *Journal of Political Economy*, 98(6), 1325–1348. https://doi.org/10.1086/261737

[4] Kahneman, D., Knetsch, J. L., & Thaler, R. H., (1991). Anomalies: The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias. *Journal of Economic Perspectives*, *5*(1): 193-206. https://doi.org/10.1257/jep.5.1.193

[5] Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263–291. https://doi.org/10.2307/1914185

[6] Tversky, A., & Kahneman, D. (1992). Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty. Journal of Risk and Uncertainty, 5(4), 297–323. https://doi.org/10.1007/BF00122574

[7] Beggan, J. K. (1992). On the social nature of nonsocial perception: The mere ownership effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, *62*(2), 229–237. https://doi.org/10.1037/0022-3514.62.2.229

[8] Morewedge, C. K., Shu, L. L., Gilbert, D. T., & Wilson, T. D. (2009). Bad riddance or good rubbish? Ownership and not loss aversion causes the endowment effect. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45(4), 947–951. https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.05.014

[9] Ogawa, A., Ueshima, A., Inukai, K., & Kameda, T. (2018). Deciding for others as a neutral party recruits risk-neutral perspective-taking: Model-based behavioral and fMRI experiments. *Scientific Reports*, 8, 12857. https://doi.org/10.1038/s41598-018-31308-6

[10] Reb, J., & Connolly, T. (2007). Possession, feelings of ownership and the endowment effect. *Judgment and Decision Making*, *2*(2), 107-114. https://doi.org/110.1017/S1930297500000085

[11] Peck, J., & Shu, S. B. (2009). The effect of mere touch on perceived ownership. *Journal of Consumer Research*, *36*(3), 434–447. https://doi.org/10.1086/598614

[12] Shu, S.B., & Peck, J. (2011). Psychological ownership and affective reaction: Emotional attachment process variables and the endowment effect. *Journal of Consumer Psychology*, 21, 439-452. https://doi.org/10.1016/j.jcps.2011.01.002

[13] Brasel, S. A., & Gips, J. (2014). Tablets, touchscreens, and touchpads: How varying touch interfaces trigger psychological ownership and endowment. *Journal of Consumer Psychology*, *24*(2), 226–233. https://doi.org/10.1016/j.jcps.2013.10.003

[14] Brenner, L., Rottenstreich, Y., Sood, S., & Bilgin, B. (2007). On the psychology of loss aversion: Possession, valence, and reversals of the endowment effect. *Journal of Consumer Research*, 34(3), 369–376. https://doi.org/10.1086/518545

1 秒待ちブースト: 正答率と認知プロセスに基づく効果の検証
One-second wait boost: Investigations of effects based on accuracy and cognitive processes

白砂 大[†], 香川 璃奈[‡] 本田 秀仁[†]
Masaru Shirasuna, Rina Kagawa, Honda Hidehito
[†]追手門学院大学, [‡]筑波大学
Otemon Gakuin University, University of Tsukuba
m.shirasuna1392@gmail.com

概要
本研究では、判断の正確さを高めるためのシンプルな介入策(ブースト)として、課題冒頭に「1 秒待たせる」という手法を提案した。二者択一課題を用いた行動実験の結果、待ち時間がない群と比べて、1 秒の待ち時間がある群の方が高い正答率を示した。また、マウストラッキングにより参加者の判断プロセスを検証した結果、待ち時間が衝動的な判断を抑制していることが示唆された。1 秒待たせるという介入策は非常に低コストであり、他の場面への応用可能性も期待される。

キーワード：判断の正確さ(judgment accuracy), ブースト(boost), マウストラッキング(mouse tracking),

1. 背景・目的

昨今はクラウドソーシングなどを利用して、PC 上での単純な判断作業が多く行われる。質の良いデータを得るためにも、低コストかつ作業負荷の小さい形で、正確な判断を促す介入策が求められる。

認知科学では近年、「ブースト」と呼ばれる、シンプルな方法で人の認知能力を引き出し、望ましい行動や判断を促す介入策の枠組みが提唱されている(e.g., [1])。例えば確率判断課題において、確率表記(e.g., 30%)を頻度表記(e.g., 100 人中 30 人)に変えるだけで、人の持つ確率を判断する能力を引き出すことができ、より精度の高い確率推定を促せる(e.g., [2])。

判断の正確さを向上させるシンプルなブーストとして、本研究では、課題冒頭に「1 秒待たせる」という手法を提案する。1 秒の待ち時間があることで、「課題を考える」ことに認知資源が分配され、人はより正確な判断ができると考えられる(e.g., [3])。この手法は、特殊な装置が不要で低コストであるため、幅広い判断場面に応用できる可能性を秘めている。

本研究では、「1 秒待たせる」という介入の効果について、正答率(i.e., 実際に正答率が向上するか)および認知プロセスの側面(i.e., 待ち時間がどのような形で人の判断プロセスに影響を与えるか)から検証することを目的とした。

2. 方法

以下、介入(1 秒の待ち時間)を設けない群を「0 秒待ち群」、介入を設ける群を「1 秒待ち群」と呼称する。

2.1. 両群共通事項

実験課題: 実験はすべて PC 上で行われた。白黒のタイルで構成されるグリッド刺激および問題文が呈示され、参加者は「はい」または「いいえ」のボタンをクリックすることが求められた(図 1)。マウスカーソルの初期位置は必ず画面中央となっていた。刺激呈示からボタン押しまでの間、カーソルの位置(画面上の xy 座標)がフレームごとに記録された。

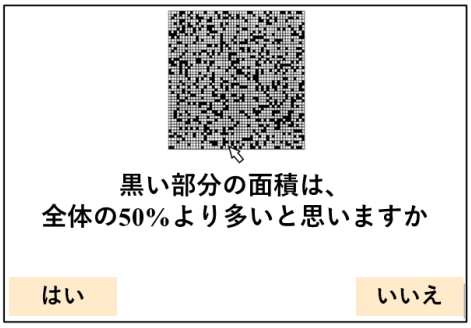


図 1 実験刺激の例

マウストラッキングの分析指標: 選択行動中における参加者の認知プロセスを検証するため、本研究ではマウスカーソルの軌跡に基づく分析(マウストラッキング; e.g., [4])を行った。本研究では、次の 2 つのアプローチを用いた。1 つ目は、最大速度時点であった。これは、マウスの速度が最大となったタイミングと定義され、いつ選択を(頭の中で)決断していたかを推

定する分析であった(e.g., [5])。2 つ目は、正答試行における軌跡の形状であった。これは、参加者が衝動的に選択肢へ向かったか(straight 型)、衝動性の少ない形で選択肢へ向かったか(curved 型)、または選択直前に判断を修正したか(change of mind; CoM 型)かを、カーソル軌跡のクラスタリング(ユークリッド距離に基づく)によって推定する分析であった(図 2; e.g., [6])。

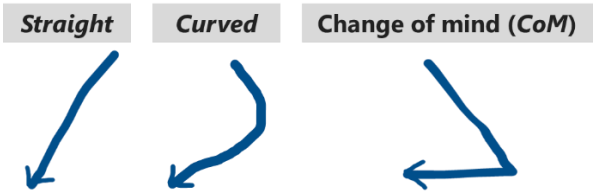


図 2　マウス軌跡のプロトタイプ。Wulff et al. (2021) に基づく。

2.2.　0 秒待ち群

実験参加者: 20〜59 歳の日本人 42 名が参加した(*M*age = 39.7、*SD*age = 10.9)。うち 3 名はデータ測定不備のため除外し、39 名を分析対象とした。

刺激: 黒い部分の割合を操作し、8 種類(黒面積が 15%、25%、…、85%)の刺激を用意した。課題は 720 試行実施された。このうち「15%、25%、75%、85%」が呈示された試行(360 試行)については、正答率に著しい天井効果が見られたため分析から除外した。

手続き: 課題では、参加者にはグリッド刺激、問題文、および「はい」「いいえ」のボタンがすべて同時に呈示された。すなわち参加者は、刺激出現直後から選択を行うことが可能であった。

2.3.　1 秒待ち群

実験参加者: 0 秒待ち群に参加していない 20〜59 歳の日本人 40 名が参加した(*M*age = 39.8、*SD*age = 12.0)。

刺激: 1 秒待ち群では「35%、45%、55%、65%」の刺激のみが使用された。課題は 360 試行実施された。

手続き: 課題では、参加者にはまずグリッド刺激と問題文のみが呈示された。この 1 秒後に初めて「はい」「いいえ」のボタンが呈示された。すなわち参加者は、刺激出現から 1 秒以上経過しないと選択を行うことができなかった。なお本研究では、待ち時間中の判断プロセス(マウスカーソルの軌跡)にも着目したかったため、ボタンが出現していない 1 秒の間でも、参加者がマウスカーソルを動かせる仕様とした。

3.　結果と考察

まず、待ち時間の挿入によって正答率が向上したかを確認するために、群間で正答率を比較した。参加者個人の正答率の平均値は、0 秒待ち群で.792 (SD = 0.153)、1 秒待ち群で.869 (*SD* = 0.083)であった(図 3 左列; 太横線)。このことから、1 秒という短い待ち時間を挿入するだけで、判断が正確になることが示された。

次に、1 秒待ちがどのような形で正答率の向上に寄与したのかを調べるため、マウストラッキングによる認知プロセスの検証を行った。最大速度時点については、両群ともに 1 秒以前の時点でピークが見られた(図 3 右列の上段および中段)。このことは、待ち時間の有無によらず、参加者が課題冒頭からマウスを走らせていたことを意味する。また、正答試行に着目し、各試行における軌跡の形状を参加者ごとにクラスタリングした。その結果、curved 型の軌跡が、1 秒待ち群で比較的多く見られた(図 3 下段)。この結果は、1 秒の待ち時間が、参加者の衝動的な選択を抑える役目を持っていたことを示唆する。

以上より、(I) 1 秒待ちという介入が参加者の正答率の向上を促すこと、(II) 参加者は待ち時間の有無によらず課題冒頭からマウスを走らせるものの、待ち時間が衝動的な選択を抑制することが、それぞれ示された。

4.　総合考察

本研究では、「1 秒待たせる」という介入策を提案し、その効果を正答率と認知プロセスの側面から検証した。結果として、1 秒の待ち時間が正答率の向上を促すことが示された。また、その背後にある認知プロセスとして、1 秒待ちが衝動的な選択を抑制している可能性が考えられた。

ただし本研究では、0 秒待ち群と 1 秒待ち群とで試行数が同一ではなく、実験の所要時間も異なっていた。よって、正答率の差が、集中力の低下などに由来していた可能性も否めない。この点については、試行数を厳密に揃えるなどして検討する必要があるだろう。

「1 秒待たせる」という手法自体は、非常に簡易的かつ低コストで実装可能である。そのため、本題

材に限らず様々な場面に適用できることが期待される。本研究では単純な知覚課題を用いたが、その他のより実用的な題材、例えば医療の診断や(e.g., [7])、フェイクニュースの判断(e.g., [8])といった応用可能性についても検討の余地があるだろう。あわせて、どのような課題・題材において1秒待ちがよい(悪い)判断を促すのかといった条件についても、今後は理解していく必要があると考えられる。

文献

[1] Hertwig, R., & Grüne-Yanoff, T. (2017). Nudging and boosting: Steering or empowering good decisions. *Perspectives on Psychological Science*, *12*(6), 973–986.

[2] Sedlmeier, P., & Gigerenzer, G. (2001). Teaching Bayesian reasoning in less than two hours. *Journal of Experimental Psychology: General*, *130*(3), 380–400.

[3] Griffiths, T. L., Lieder, F., & Goodman, N. D. (2015). Rational use of cognitive resources: Levels of analysis between the computational and the algorithmic. *Topics in Cognitive Science*, *7*(2), 217–229.

[4] Freeman, J. B. (2018). Doing psychological science by hand. *Current Directions in Psychological Science*, *27*(5), 315–323.

[5] Leontyev, A., & Yamauchi, T. (2021). Discerning mouse trajectory features with drift diffusion model. *Cognitive Science*, *45*(10), e13046.

[6] Wulff, D. U., Kieslich, P. J., Schulte-Mecklenbeck, M., Henninger, F., & Haslbeck, J. (2021). Movement tracking of cognitive processes: A tutorial using mousetrap. *PsyArXiv*.

[7] Kagawa, R., Shirasuna, M., Ikeda, A., Sanuki, M., Honda, H., Psychology, F., & Kagawa, R. (2022). One-second boosting: A simple and cost-effective intervention for data annotation in machine learning. *PsyArXiv*.

[8] Lowry, M., Trivedi, N., Boyd, P., Julian, A., Treviño, M., Lama, Y., & Heley, K. (2022). Making decisions about health information on social media: a mouse-tracking study. *Cognitive Research: Principles and Implications*, *7*(68).

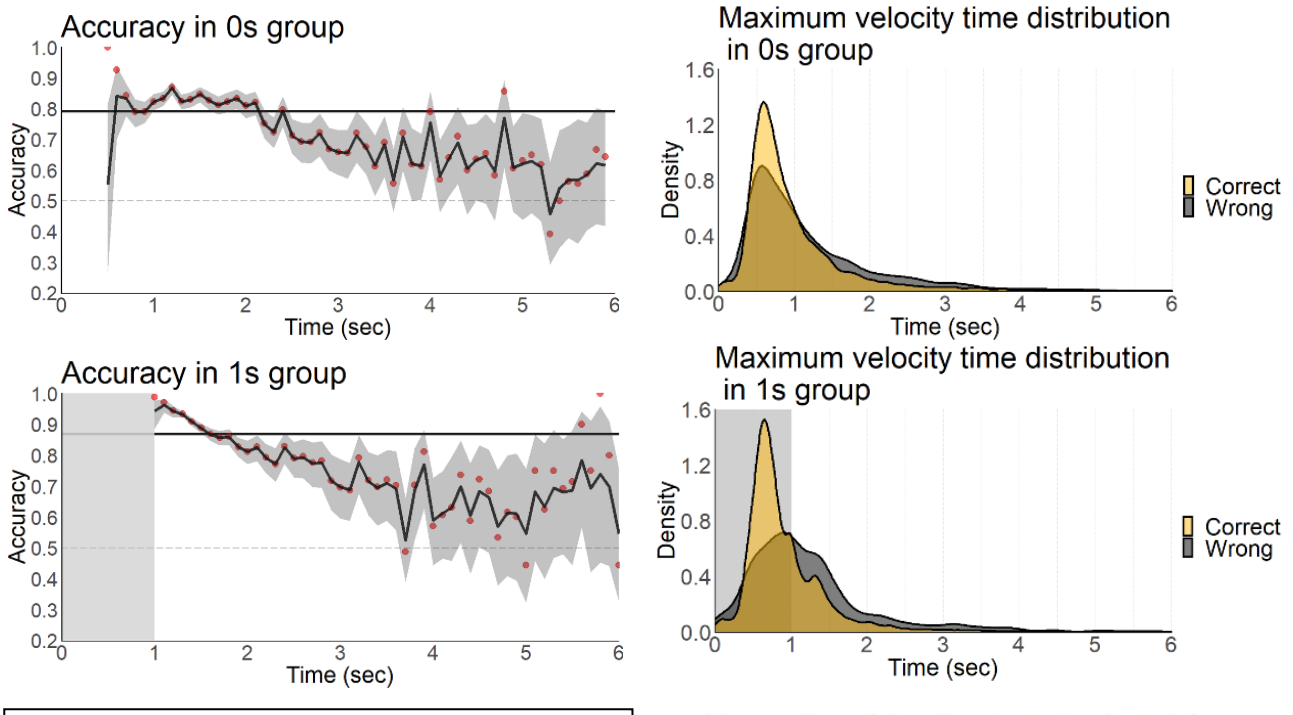


図 3　行動実験の結果。左列: 正答率の推移(上段が 0 秒待ち群、下段が 1 秒待ち群)。各点は 0.1 秒ごとの時間窓(0.1-0.2 秒、0.2-0.3 秒、…)における参加者個人の正答率の平均値であり、太い横線はその全体の平均値を示す。曲線および灰色帯は、状態空間モデルで推定した正答率の推移とその 95%信用区間を示す(本稿の分析には使用せず)。右列: マウスカーソルの最大速度時点の分布(上段が 0 秒待ち群、中段が 1 秒待ち群)。黄色と黒はそれぞれ正答試行と誤答試行を示す。下段はカーソル軌跡のプロトタイプの割合(青が 0 秒待ち群、赤が 1 秒待ち群)であり、線で結ばれた各点は各参加者を示している。

ACT-R を用いた記憶エラーのモデル化による人間の内部状態推定
Internal State Estimation According to Modeling of Memory Error Using ACT-R

新堀 耕平[†]，西川純平[‡]，長島 一真[‡]，森田 純哉[§]
Kohei Shimbori, Jumpei Nishikawa, Kazuma Nagashima, Junya Morita
[†]静岡大学情報学部，[‡]静岡大学創造科学技術大学院，[§]静岡大学学術院情報学領域
Faculty of Informatics, Graduate School of Science and Technology, College of Informatics, Shizuoka University
shimbori.kohei.21@shizuoka.ac.jp

概要

記憶のエラーは個人属性や感情状態など，様々な要因により生じる．エラーは，想起されるべきでない情報が思い出されるコミッションエラー，想起すべき情報を思い出すことができないオミッションエラーの 2 種類に大別される．本研究では，これらのエラーをクラウドソーシングにより取得し，それらと ACT-R モデルとの整合を検討した．結果，いくつかの感情評価項目とモデルパラメータとの間に相関がみられ，限定された環境において，人間の個人傾向を推定可能であることが示された．

1. 背景

人間の記憶は，過去と現在，現在と過去を結び，個人のアイデンティティの基盤となる．しかし，人間の記憶は日常生活の様々な場面においてエラーを引き起こす [1]. これらのエラーには思い出すべきではない記憶を思い出してしまうコミッションエラー，思い出すべき記憶を思い出すことのできないオミッションエラーが含まれる．どのようなエラーがどのような状況において生じるのかは，年齢や成育歴などの個人の属性，あるいはそのときどきの個人の体調や感情によって変化すると想定できる．この想定を換言すれば，表出されたエラーから個人の内部状態を推定することも可能ともいえる．本研究では，上記の可能性（表出された想起エラーからの内部状態推定）を，認知モデルの利用により検討する．この目的を達成するために，多量の想起エラーを簡便な手法により収集する実験を実施する．そして，その実験により得られたデータに対して，認知アーキテクチャである Adaptive Control of Thought-Rational (ACT-R) [2] により構築されたモデルを利用したパラメータフィッティングを行う．ACT-R は汎用的な認知アーキテクチャであり，多様な個人の多様な状況における認知プロセスを説明するパラメータセットを有している．個人の想起エラーとフィットするパラメータを組織的な探索によって抽出したのちに，抽出されたパラメータが個人の属性や感情状態と対応付けられることを検討する．

なお，本研究は著者らによる過去の発表 [3] で構築されたモデルをベースに，よりデータと適合するパラメータを探索したものである．以下，本研究で得られた結果を説明するために，既発表の実験とモデルを示す．

2. 実験

数列の記憶課題を採用した．本研究の課題において，参加者はモニターに提示される 10 桁の数列を記憶し，報告することを求められる．この際，参加者は「すべてを正確に覚えることが困難であったとしても，回答時には可能な限り頭に残っている数字を復元し，回答欄に記入するに努力」をするよう教示される．提示される数列はランダムに生成され，提示時間は 2 秒間である．数列の提示が終了した後，20 秒間の回答時間内に，モニター上のテキストボックスに記憶した数列をキーボードから入力する．1 つの数列の回答が終了した段階で，モニター上のボタンやエンターキーを押すことによって即座に次の数列の試行に移行できるものとした．

実験には，クラウドソーシングにより募集された平均年齢 43 歳の 50 人が参加した，参加者は 30 個の数列について記憶課題を実施した．記憶課題終了後，Google フォームによって作成されたアンケートに回答した．アンケートには，個人の属性に関する項目，体調，暗記力自己評価，日本語版 PANAS [4] に含まれる感情評価 20 項目が含まれた．

実験環境の不備により正確な回答を得られなかった試行を除外し，それ以外のものを有効な回答とした．課題数列と回答数列の類似度は，レーベンシュタイン距離 (編集距離) とした．2 つの数列が完全に一致した場合には 0 となる．

この実験により得られた参加者全員の回答のヒストグラムは図 1 のようになった．

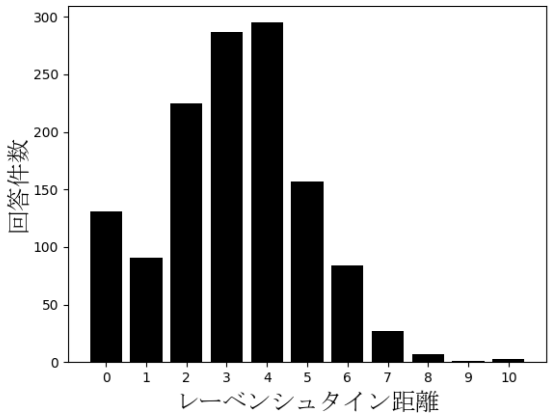


図 1 実験結果

3. モデル

実験によって得られたコミッションエラー及びオミッションエラーを再現するために，ACT-R Tutorial Unit5 [5] に含まれる grouped モデルを一部改変して使用した．このモデルは 1234567890 という単純な数列の再生をシミュレーションするものである．この数列を，モデルは (123)(456)(7890) のようにグループを形成することでエンコードしている．各グループ内で，個々の数字はグループ内の位置 (1 番目から 4 番目) と紐づけられて記憶される．

数列の想起において，モデルは数列の左から順に，グループ及びグループ内の位置をシフトしながら数字を報告する．すなわち，課題の初めにおいて，モデルは「1 番目のグループ」の「1 番目の数字」を記憶から引き出すことを試みる．次に，2 番目，3 番目の数字を検索し，位置に対応する数字の記憶を引き出せなかったとき，「2 番目のグループ」の数字の検索に移行する．これを「3 番目のグループ」の「4 番目の数字」まで繰り返して再生する．

本研究のモデルにおいて，記憶内の数字 i には以下の式 1 によって定義される活性値 (A_i) が付与される．

$$A_i = \sum_l PM_{li} + \varepsilon \qquad (1)$$

モデルは，数列の各位置の数字を検索する際に，記憶内に含まれるすべての数列内の数字に対して活性値を計算し，最も活性値の高い数字を検索結果として出力する．式 1 において，lは検索リクエストが含む条件の数であり，本モデルでは，検索対象となる数字のグループ，グループ内でのチャンクの場所が検索条件となる．そのため条件の数lは 2 となる．M_{li}は検索の条件と検索対象となる数字iの対応する属性との類似度を示す．両者が完全に適合したときには 0.0，適合しない場合には-1.0 が設定される．両者に何らかの相似がある場合には，その度合いに応じて 0 から-1 の値が割り振られる．本モデルでは，隣接するグループの組 (1 番目のグループと 2 番目のグループ，2 番目のグループと 3 番目のグループ) ，グループ内の隣接する位置 (1 つ目の位置と 2 つ目の位置，2 つ目の位置と 3 つ目の位置，3 つ目の位置と 4 つ目の位置) について，-0.5 を設定する．

類似度は式 1 においてPによって重みづけられる．この係数は ACT-R の内部では，グローバルパラメータ:mp (mismatch penalty) として設定される．:mp の値が大きな場合と比較して，この値が小さな場合には，検索リクエストが本来求めている数字が有する活性値と検索リクエストとは完全には適合しないものの類似する属性を持つ数字の活性値の差分は小さくなる．

そして，類似する数字の活性値は，活性ノイズ (ε) の値により，ときとして，本来求めていた数字の活性値を上回る．εはロジスティクス分布に従う確率変数である．分布の幅は ACT-R のグローバルパラメータ:ans (activation noise s) によって設定される．:mp が小さく設定され，:ans が大きく設定されたときには，検索リクエストが本来求めない数字が検索されるコミッションエラーの確率が高くなる．本研究のモデルにおいて，そのようなエラーは数字の順序が入れ替わるエラーとして観察されることになる．

一方，いずれの記憶も思い出されないオミッションエラーは，記憶内のすべての数字の活性値が設定された閾値を下回ったときに生じる．ACT-R において，閾値はパラメータ:rt (retrieval threshold) によって設定される．このエラーは数字が報告されないという形で観察される．

ACT-R grouped モデルにおいて設定されるデフォルトのパラメータ値を用い，モデルを 1000 回実行した．各試行結果に対して，モデルが本来想起すべき数列 (1234567890) とモデルが出力した数列のレーベンシュタイン距離を計算したところ，図 2 のようなヒストグラムが得られた．図 1 と図 2 を比較すれば，モデルは人間に対して，本来想起すべき数列と完全に一致する数列 (距離 0) を多く出力していることがわかる．この結果の差異は，数列の記銘に関わる設定の差に由来すると考える．本研究のモデルには数列の記銘に関わるプロセスが含まれておらず，モデルは事前に記憶に格

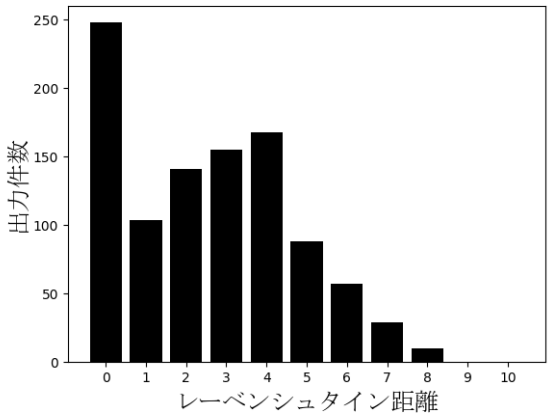


図 2 パラメータのデフォルト値による結果

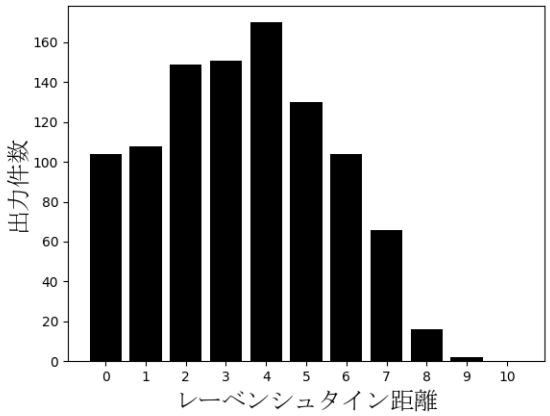


図 3 パラメータフィッティングの結果

納された数列 (1234567890) を想起した. それに対して, 人間は 2 秒間という短時間の間に行われた不完全な記銘の条件で記憶を想起した.

このような差異があるものの，モデルの結果はレーベンシュタイン距離が中間の記憶を想起するという，人間の結果（図 1 を参照）と類似する部分もある．さらに, 先述のとおり ACT-R にはコミッションエラーやオミッションエラーの生起確率を変化させるパラメータが多く存在する．よって，それらを調整することにより，データとモデルを対応付けることは可能と考えられる. これをもとに, ACT-R のパラメータを調整し, データフィッティングを行った結果について次節にまとめる.

4. 結果

初めに, 1 節において述べた可能性 (表出された想起エラーからの人間の内部状態推定) を検討するために, 2 節の実験において得られた全回答 1308 件のデータに対し，3 節のモデルパラメータを探索することで，フィッティングを試みた.

本研究での探索対象となったパラメータは，コミッションエラーに関わる:mp (0.2~2.0，0.2 刻み)，オミッションエラーに関わる:rt (-3.0~1.0，0.5 刻み)である．パラメータの探索範囲は，先行研究 [3] で採用した設定をベースとしつつ, 実行時間の制約を考慮して定めた. 実験データとモデルの適合を測定するために，上記のパラメータの組み合わせからなる 100 の ACT-R モデルについて，図 2 と同様のヒストグラムを構成した．そして，図 1 のヒストグラムに対して，最も適合するモデルのヒストグラムを，ヒストグラムインターセクションにより評価した.

結果として図 3 のヒストグラムが得られた．ヒストグラムインターセクションの値は 0.981[1]，ヒストグラム間での相関係数の値は 0.952 と高い適合が得られた. この時の:mp の値は 0.8，:rt の値は-0.5 であった．フィッティング前と比較し距離 0 の回答件数は減少しているが，実験結果のヒストグラムと比較して距離 6 以上のものが多くなっている.

次に，実験で得られた個人のデータに対して，同様にフィッティングを行った. 各参加者が報告した 30 の回答に対して課題となった数列とのレーベンシュタイン距離を計算し，ヒストグラムを構成した．そして，得られた各被験者のヒストグラムと最もヒストグラムインターセクションが大きくするモデルのパラメータを探索した.

表 1 は上記の処理により出力されたモデルパラメータとアンケートによって各個人から得られた回答とのスピアマンの順位相関係数を示している．なお，表中の HI は各個人に対して見積もられたヒストグラムインターセクションとアンケート項目の相関を示している．今回の 100 のモデルから十分に適合するモデルが見つからなかった参加者も存在する．そのような参加者の特徴を検討するために，HI と参加者の属性や内部状態との相関も検討した. 表より, モデルの評価指標, 出力されたモデルパラメータに対し，それぞれ有意となる属性や感情評価項目がわかる．HI に関しては，年齢との間で負の相関が得られており，また「恐れた」

[1] 実験データ同士のヒストグラムインターセクションを最大値として正規化.

表 1 個人モデルとアンケート回答の相関

	HI	mp	rt
年齢	-0.366*	0.114	-0.226
性別	-0.136	0.183	-0.122
体調	0.051	0.097	0.019
最終学歴	-0.145	0.140	-0.081
暗記力自己評価	-0.001	-0.046	0.233
強気な	-0.168	0.222	0.023
やる気がわいた	-0.032	-0.024	-0.092
活気のある	-0.081	-0.053	-0.042
熱狂した	-0.025	0.082	-0.049
興味のある	0.032	0.135	-0.085
興奮した	0.049	0.097	-0.030
誇らしい	-0.008	0.099	-0.023
機敏な	0.010	0.106	-0.111
決心した	0.039	0.134	-0.202
注意深い	0.080	-0.184	0.066
ポジティブ	0.017	0.083	-0.048
恐れた	0.286*	-0.221	0.103
おびえた	0.195	-0.182	0.023
うろたえた	0.259	-0.243	0.004
恥ずかしい	0.103	-0.217	-0.056
うしろめたい	0.045	-0.029	-0.244
びりびりした	0.027	-0.107	0.000
苦悩した	0.180	0.058	-0.134
イライラした	0.140	-0.078	-0.307*
神経質な	0.109	-0.176	-0.166
敵意を持った	0.051	-0.133	-0.061
ネガティブ	0.187	-0.178	-0.095

*は無相関検定の結果 p<.05

という感情評価項目に対して正の相関が得られている．これより，今回のパラメータ設定の範囲においては，年齢が低い参加者，また「恐れた」と感じた人の回答結果によく適合するモデルが得られたと考えられる．また，:rt と「イライラした」という感情評価項目に対して負の相関が得られた．:rt が低いほど，より活性値の低い数字が想起される確率が増加し，モデルは数字の想起に失敗しなくなる．つまり，表 1 に観察される:rt と「イライラした」の負の相関は，苛立ちを強く感じた人ほど，オミッションエラーを起こしづらかったことを示す．課題中の苛立ちを，記憶の想起がうまく行かないことに対して生じた感情，あるいは課題への動機づけを低める感情と考えるのであれば，この結果の解釈は困難である．しかし，実験後にイライラしたと報告したということは，課題に対してより辛抱強い態度で臨んだものと考えられる．そして，そのようなより集中した課題の遂行が，数列の正確な記憶を達成したと考えることは理にかなっている．

5. まとめ

本研究では記憶のエラーから，その原因となる内部状態を認知モデルとのフィッティングにより推定できるかを検討した．記憶のエラーを誘発する実験で得られたデータに対して，組織的なパラメータフィッティングを，全体及び個人のデータに対して実施した．その結果，一部の感情評価項目とモデルパラメータ間に有意な相関が観察された．しかしながら，前節の解釈に示されるように，今回報告された相関は，本研究の実験状況に限定されている可能性がある．より踏み込んで言えば，記憶検索時の閾値は，特定の感情状態と直接対応するパラメータというより，その原因となる個人傾向（辛抱強さなどと対応）と考えられる．個人の内部状態と直接対応するパラメータを検討するためには，より多様な状況での実験を実施する必要があると考える．また，本研究において得られた結果は，同じデータを対象として実施した先行研究 [3] のものと異なっている．よって，今後フィッティングの精度を上げ，より個人にフィットしたモデル化を行うことで，内部状態の推定可能性が高まると予想する．

文献

[1] Schater, D. L. (2001) “The Seven Sins of Memory: How the Mind Forgets and Remembers”
[2] Anderson, J. R. (2007) “How can the human mind occur in the physical universe?”
[3] 新堀耕平, 西川純平, 長島一真, 森田純哉, (2023) “認知モデルを用いた想起エラーにおける人間の状態推定”, HAI シンポジウム 2023
[4] 川人潤子, 大塚泰正, 甲斐田幸佐, 中田光紀, (2012) “日本語版 The Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) 20 項目の信頼性と妥当性の検討”, 広島大学心理学研究
[5] Bothell, D. (2022) “Unit5: Activation and Context”, ACT-R tutorial (Version 7.27.7)

Erroneous worked-out exampleによる概念理解の促進効果：事前知識に着目した実験的検討
Effect of Learning from Erroneous Worked-out Example: An Experimental Investigation on Prior Knowledge

下條 志厳 †，林 勇吾 ‡
Shigen Shimojo, Yugo Hayashi
† 立命館大学大学院人間科学研究科，‡ 立命館大学総合心理学部
Ritsumeikan University
cp0013kr@ed.ritsumei.ac.jp

概要
Erroneous worked-out example(EWoE) は，エラーの修正による学習プロセスの深化によって有効であるが，事前知識に影響を受ける．本研究では，コンセプトマップを用いた協同学習場面において， WoE と比較し，事前知識の高低に着目し，EWoE の有効性を確かめた．本実験では，ACT-R を用いた認知モデルを搭載したシステムによって適応的に実例を提示した．その結果，WoE・EWoE の提示が描画パフォーマンスを高め，EWoE の提示効果が事前知識の多い場合と少ない場合にもあることが示唆された．

キーワード：協同学習, CSCL, 熟達化反転効果, Erroneous example

1. はじめに
協同学習は，他者の知識に基づいて意見を説明する必要があるため，知識を吟味する機会が増え理解が深まることが分かっている [1]．ただし，他者の知識への気づきは困難である．そこで，CSCL (Computer-Supported Collaborative Learning) では，知識の気づきを促進させる Knowledge awareness ツールとして，コンセプトマップを用いた検討が行われ，他者との類似点や相違点に関する気づきが促進され，理解が深まることが分かっている [2]．コンセプトマップは，命題の形で概念間に意味のある関係を表現できる図解道具である [3]．そのため，コンセプトマップを用いた協同学習は，知識を命題の形で構造化し，他者の知識を可視化できる点で概念学習に有用である．

一方で，コンセプトマップを用いた協同学習においては，他者の知識を取得や修正する必要があるため，認知負荷が増大することが指摘されている [2]．また，初学者は，新しい知識を既存知識と統合することが困難であることが分かっている [4]．そのため，コンセプトマップを用いた協同学習は，学習テキストを理解する上で有用であるが，初学者に対して認知負荷を軽減させ，学習プロセスに従事させる支援を行うことが重要である．そうした学習方法として，Worked-out example がある．Worked-out example は，学習者が従事している課題の目的と手段の検索を排除できる [6]．また，間違いを含む実例である Erroneous worked-out example の検討も行われている．事前知識が多い場合は Erroneous worked-out example の方が転移パフォーマンスは向上するが，事前知識が少ない場合は Worked-out example の方が促進されることが分かっている [7]．これは熟達化反転効果と呼ばれている [8]．したがって，Erroneous worked-out example の効果は事前知識が多い場合にとどまっている．

システムを用いた Erroneous worked-out example に関する検討も行われており，転移パフォーマンスの促進効果が明らかとなっている [9]．[10] では，小数の学習において，問題解決との比較を行い，小数の大小に関するエラーを含む実例がより転移パフォーマンスにおいて促進されることが分かった．Erroneous worked-out example によって，学習者は大小関係のエラーを特定，説明，修正することはより深いレベルで処理することが指摘されている．また，[12] では，事前知識が高い場合，実例の効果が逆転することが指摘されている．つまり，事前知識が少ない場合は Worked-out example，事前知識が多い場合は Erroneous worked-out example が有効である．[13] では，事前知識が少ない学習者は，提示された実例に含まれる典型的な間違いを探しながら，学習内容の新しい情報を記憶に保持することができない可能性を指摘している．また，Erroneous worked-out example においては，典型的な間違いを用いることの有用性が指摘されている [14]．以上より，Erroneous worked-out example は，典型的な間違いを提示することが重要であり，事前知識が少ない場合には効果は逆転すると考

えられる．ただし，協同学習におけるシステムによる Worked-out example との比較による効果やコンセプトマップを用いた実例における検討は不十分である．

本研究では，人間が世界を認識し考え行動する方法を詳細に捉える理論とアーキテクチャである ACT-R[15] を用い実例の提示による学習支援を検討する．ACT-R は，コンセプトマップを用いた協同学習に関する宣言的・手続き的知識を含んだ学習者の認知モデルを構築でき，視覚モジュールやイマジナルモジュールにより適応的な実例の提示ができる．構造的な概念理解を反映するために描画パフォーマンスを用いる．Worked-out example と Erroneous worked-out example は，目的と手段の検索を削除することができ，後者はエラーの修正を行うためより深い学習プロセスに従事できる．ただし，事前知識による影響を受け，Worked-out example は課題の目的と手段を排除することができるため，事前知識が少ない場合に有効であり事前知識が多い学習者は必要ない．また，Erroneous worked-out example は事前知識が少ない学習者にはエラーの修正は負担になるため，事前知識が多い場合に有効である．仮説としては実例が提示されない学習者よりも，実例が提示される学習者の描画パフォーマンスが高く，Worked-out example が提示される学習者よりも Erroneous worked-out example が提示される学習者の描画パフォーマンスが多いと予想される (H1-1，H1-2，H1-3)．一方で，事前知識と学習支援方法には，交互作用があると予想される．具体的には，実例が提示されない場合は事前知識が少ない学習者よりも多い学習者は描画パフォーマンスが高く (H2-1)，Worked-out example が提示される場合では事前知識が多い学習者より少ない学習者は描画パフォーマンスが高い (H2-2) が，Erroneous worked-out example では逆転する (H2-3) と予想される．

2. 方法

2.1 実験参加者

本実験では，84 名 (男性 32 人，女性 52 人) の心理学を専攻する 1，2 回生の大学生が参加した．また，平均年齢は，19.42 歳 ($SD = 2.39$) であった．

本研究は，一要因 (統制条件 vs. worked-out example 条件 vs. Erroneous worked-out example 条件) 参加者間計画を採用した．統制条件は実例が提示されず，Worked-out example 条件 (以後 WoE 条件) は正しい実例が提示され，Erroneous worked-out example 条件 (以後 EWoE 条件) は間違いを含む実例が提示された．

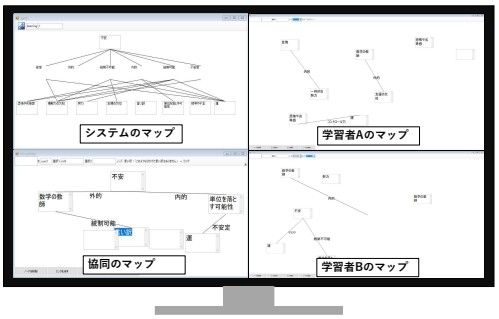


図 1 課題画面の例.

2.2 実験手続き

本実験では，学習者は, まず実験の説明を受け，同意した学習者のみ参加した．次に，コンセプトマップの説明と作成方法を学んだ．コンセプトマップの作成方法が理解できた後，学習者は成功と失敗の原因帰属の学習テキストを学習した．本課題では，新学期が不安な学生のスクールカウンセリング場面のエピソードを参照し，なぜ新学期が不安であるのか成功と失敗の原因帰属に基づいて推論し，単独でコンセプトマップを作成した．その後，単独のコンセプトマップを参照しながら，協同でコンセプトマップを作成した．本課題は，[16] において開発した説明課題を用いた．図 1 は，本課題の協同における WoE 条件と EWoE 条件の課題画面の例である．WoE 条件と EWoE 条件は，左上にコンセプトマップが提示され，システムが提示したコンセプトマップと単独のコンセプトマップを参照しながら，協同で左下にコンセプトマップを作成した．WoE 条件では，学習者ペアが作成している協同マップに基づいて正しいマップが作成された．一方で．EWoE 条件では，間違った命題を含むマップが作成された．両方の条件では，学習者にシステムが作成したコンセプトマップを参考にしたり，間違っていれば，訂正したりするように教示した．

2.3 実験システム

本実験では，協同でコンセプトマップを作成する際に，WoE 条件と EWoE 条件において ACT-R を用いた認知モデルを搭載したシステムを用いた．間違いを含む宣言的知識を搭載しているかどうかが異なる点であった．また，典型的な間違いを採用した．

まず，学習テキストとエピソードに関する知識を命題の形で ACT-R に記述した．たとえば，(p1 ISA episode phenomenon ”anxiety” cause ”effort”) や (p4

ISA learningtext dimension ”internLink” cause2 ”effort”) であった．P1 の知識はエピソードに関する知識であり,「不安の原因が努力である」ことを示す．P4 は学習テキストに関する知識であり,「内的な原因は努力である」ことを示す.

次に，学習者の状態に応じた実例を提示するために，コンセプトマップを協同で作成する手続き的知識を搭載した．具体的には，協同マップから命題を取り出しシステムに搭載された宣言的知識と比較し，正しいのか判断した．もし正しければ，それをコンセプトマップ上に表示するようにした．正しくない場合は，自分の知識（システムの知識），もしくは他者の知識（協同のコンセプトマップ）を検索し，活性値の高い知識をコンセプトマップに記述した．したがって，協同のコンセプトマップの状態に応じた実例が提示された.

2.4 従属変数

本研究では，従属変数として構造的な理解を反映する描画パフォーマンスを用いた．描画パフォーマンスは，[17] のコーディング基準に基づき 3 つの次元がリンクに含まれていない：0 点から 3 つの次元がリンクに含まれ 3 次元間に繋がりがある：5 点であった.

3. 結果

ここでは，H1 を検証するために一要因 (統制条件 vs. WoE 条件 vs. EWoE 条件) 分散分析を行った．その結果，条件間に差があることが分かった ($F(2,81) = 10.65, p < .001, \eta_p^2 = .21$)．次に，Shaffer 法による多重比較を行ったところ，統制条件よりも WoE 条件と EWoE 条件が高いことが分かった ($p = .025; p < .001$)．また，WoE 条件よりも EWoE 条件の方が高いことが明らかとなった ($p = .030$)．以上より，H1-1, H1-2，H1-3 は支持されたといえる.

次に，H2 を検証するために，二要因 (学習支援：統制条件 vs. WoE 条件 vs. EWoE 条件×事前知識：事前知識低 vs. 事前知識高) 参加者間分散分析を行った．その結果，交互作用がみられた ($F(2,78) = 3.37, p = .039, \eta_p^2 = .08$)．次に，単純主効果の検定を行ったところ，事前知識の高低における学習支援の単純主効果がみられた ($F(2,78) = 3.97, p = .023, \eta_p^2 = .09; F(2,78) = 9.49, p < .001, \eta_p^2 = .20$)．Shaffer 法による多重比較の結果，事前知識が少ない学習者は，統制条件よりも WoE 条件と EWoE 条件が協同における描画パフォーマンスが高いことが分かった ($p = .001; p < .001$)．また，事前知識が多い学習者は，統制条件と WoE 条件よりも EWoE 条件が協同における描画パフォーマンスが高いことが分かった．一方で，統制条件における事前知識の単純主効果もみられた ($F(2,78) = 3.37, p = .039, \eta_p^2 = .08$)．Shaffer 法による多重比較の結果，統制条件の学習者は，事前知識が多い方が，事前知識が少ない場合よりも協同における描画パフォーマンスが高いことが分かった．図 2 は，条件と事前知識における描画パフォーマンスに関する多重比較の結果である．以上より，H2-1 は支持されたが，H2-2 と H2-3 は支持されなかった.

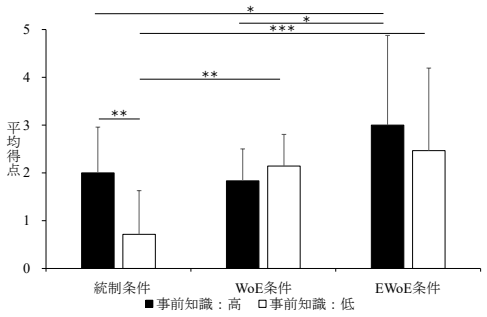


図 2 事前知識の高低と描画パフォーマンスに関する多重比較の結果.

4. 考察

本研究では，コンセプトマップを用いた協同学習における認知モデルを用いた実例の適応的な提示による学習支援を検討した．その結果，統制条件よりも WoE と EWoE 条件が高く， EWoE 条件が WoE 条件よりも描画パフォーマンスが高いことが明らかとなった．一方で，統制条件では事前知識が少ない学習者よりも多い学習者は描画パフォーマンスが高かったが，WoE 条件と EWoE 条件における学習者では差がないことが分かった．また，WoE 条件は統制条件よりも事前知識が少ない学習者の描画パフォーマンスが高く，EWoE 条件は他の条件よりも事前知識が多い学習者の描画パフォーマンスが高いことが分かった.

Worked-out example は，認知負荷が軽減されたため，描画パフォーマンスが高くなったと考えられる．[1] では，転移パフォーマンスにおいてのみ Erroneous worked-out example の効果がみられ，Worked-out example との比較は行われていなかった．また，Erroneous worked-out example が Worked-out example より深い理解に至っていたことが分かった．また，WoE 条件と EWoE 条件における発話が本実験のシステムによって進んでいたのか事例的に検討した．WoE 条件では,「外的の箇所，システムすごいね」などと話し，それに従ってコンセプトマップを作成していた．また，

EWoE 条件では,「支援の欠如って違いますよね」などと間違いを指摘し,「誰にもコントロールできないので劣等感じゃないですかね」というように間違いを修正し，深い議論になっていることが分かった．したがって．WoE 条件では提示された実例に従っており，EWoE 条件では間違いを修正する過程で深い学習プロセスに従事していることが分かった．

[13] や [6] では，事前知識が多ければ，Erroneous worked-out example の効果がみられるが，事前知識が少ない場合は Worked-out example の効果がみられることを指摘している．本研究では，事前知識が少ない学習者は，Worked-out example の効果を受けることが分かったが，Erroneous worked-out example の効果は，事前知識の少ないことによる悪い影響は受けず，事前知識が多い場合はさらに Worked-out example に比べて理解を深めることが示唆された．こうした理由の一つとして，実例がコンセプトマップであったことが挙げられる．[5] では，学習テキストの構造を理解し，活用する構造方略の熟練度が学習に関係することが明らかになっている．つまり，学習テキストを構造的に示すことで，事前知識が少ない学習者においても構造的な理解が促進されたと考えられる．また，事前知識が少ない学習者であっても協同で説明し合う途中で知識を吟味するため，理解が深まり，その補助としての効果があった可能性も考えられる．

本研究における限界点としては，詳細な学習プロセスの検討は行えなかった点と直接的に転移パフォーマンスの効果を確かめたわけではない点が挙げられる．そのため，今後の検討としては，発話やコンセプトマップのログ情報からさらに適応的な Erroneous worked-out example の提示による学習支援を検討し，転移パフォーマンスや学習プロセスの分析を通して，学習促進効果をより詳細に明らかにすることである．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP23H03510 の助成を受けた．

文献

[1] Chi, M. T. H., Wylie, R., (2014)“The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes”, Educational Psychologist, Vol. 49, No. 4, pp. 439-477.
[2] Engelmann, T., Hesse, F. W., (2010)“How digital concept maps about the collaborators’ knowledge and information influence computer-supported collaborative problem solving”, Computer-Supported Collaborative Learning, Vol. 5, pp. 299-319.
[3] Novak, J. D., Gowin, D. B., (1984)“Learning how to learn”, New York: Cambridge University Press.
[4] Chi, M. T. H., Leeuw, N. D., Chiu, M. H., Lavancher, C., (1994)“Eliciting Self-Explanations Improves Understanding”, Cognitive Science, Vol. 18, pp. 439-477.
[5] Meyer, B. J. F., Ray, M. R., (2012)“Children’s Use of Comparative Text Signals: The Relationship between Age and Comprehension Ability”, A Journal of Linguistics, Psycholinguistics and Computational Linguistics, Vol. 10.
[6] Sweller, J., van Merrienboer, J. J. G., Paas, F. G. W. C., (1998)“Cognitive Architecture and Instructional Design”, Educational Psychology Review, Vol. 10, No. 3, pp. 251-296.
[7] Grosse, C. S., Renkl, A., (2007)“Finding and fixing errors in worked examples: Can this foster learning outcomes?”, Learning and Instruction, Vol. 17, pp. 612-634.
[8] Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., Sweller, J., (2003)“The expertise reversal effect”, Educational Psychologist, Vol. 38, pp. 23-31.
[9] McLaren, B. M., Adams, D. M., Mayer, R. E., (2015)“Delayed Learning Effects with Erroneous Examples: a Study of Learning Decimals with a Web-Based Tutor”, International Artificial Intelligence in Education, Vol. 25, pp. 520-542.
[10] Adams, D. M., McLaren, B. M., Durkin, K., Mayer, R. E., Rittle-Johnson, B., Isotani, S., van Velsen, M., (2014)“Using erroneous examples to improve mathematics learning with a web-based tutoring system”, Computers in Human Behavior, Vol. 36, pp. 401-411.
[11] McLaren, B. M., van Gog, T., Ganoe, C., Karabinos, M., Yaron, D., (2015)“The efficiency of worked examples compared to erroneous examples, tutored problem solving, and problem solving in computer-based learning environments”, Computers in Human Behavior, Vol. 55, pp. 87-99.
[12] Renkl, A., (1997)“Learning from Worked-Out Examples: A Study on Individual Differences”, Cognitive Science, Vol. 21, No. 1, pp. 1-29.
[13] Adams, D. M., McLaren, B. M., Durkin, K., Mayer, R. E., Rittle-Johnson, B., Isotani, S., van Velsen, M., (2012)“Erroneous Examples Versus Problem Solving: Can We Improve How Middle School Students Learn Decimals?”, Proceedings of the 34th Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci2012), pp. 1260-1265.
[14] Kurnia, I. A., Retnowati, E., (2017)“What is erroneous worked example and how is it looks like in social arithmetic?”, Journal of Physics: Conference Series, Vol. 1200, pp. 1-9.
[15] Anderson, J. R., (2013)“Human symbol manipulation within an integrated cognitive architecture”, London: Routledge, pp. 313-341.
[16] 下條志厳, 林勇吾, (2021)“協同学習おけるコンセプトマップを用いた説明活動のファシリテーション 協調的プロセスと論争的プロセスに着目した検討”, 認知科学, Vol. 28, No. 4, pp. 499-521.
[17] Shimojo, S., Hayashi, Y., (2021)“Laboratory Study on ICAP Interventions for Interactive activity Investigation Based on Learning Performance”, Proceedings of the 29th International Conference on Computers in Education. Asia-Pacific Society for Computers in Education (ICCE2021), pp. 132-141.

Rule-teaching in Preverbal Infants: Early Knowledge Acquisition with Gaze Contingency

凌若藍，松中玲子，開一夫
Ruolan LING, Reiko MATSUNAKA, Kazuo HIRAKI

東京大学
The University of Tokyo
lingruolan@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

Abstract

This study delves into the cognitive abilities of preverbal infants in understanding abstract rules and their capacity to exhibit rule-compliant behavior, employing a novel experimental technique called gaze contingency. Within an environment where stimuli could be interpreted through either numerical or shape matching, providing explicit rule instructions became imperative. Infants were divided into two distinct groups, namely Self-learning and Guided-learning, based on the way that infants gained the instruction and learned the rules. Furthermore, our hypothesis posited that infants guided through the rule-learning process would display accelerated and improved rule acquisition, leading to more proficient rule-compliant behavior. Our results suggest that preverbal infants possess the ability to grasp abstract rules and that guided teaching significantly enhances their aptitude for comprehending and adhering to rules effectively.

Keywords — Infants, Rule-teaching, Gaze contingency

1. Introduction

Previous Research has shown that even preverbal infants are capable of representing, extracting, and generalizing abstract algebraic rules between stimuli (Marcus et al., 1999). And infants learn better in the presence of informative multimodal cues (Frank et al., 2009). However, most studies examining this ability rely on indirect measures such as looking time to assess infants' learning outcomes. While these measures have been shown to be reliable in many cases, they may not fully capture all aspects of infant learning, particularly when it comes to comparing learning outcomes between instructed and self-directed learning. In this research, we discuss the potential for infants to learn and apply rules through gaze contingency and focus on the effect of teaching guidance in infants' rule-learning process. From the perspective of infants' rational learning, we hypothesized that infants could learn rules through gaze contingency and that they could learn more effectively under intentional guidance.

2. Methods

To test the hypotheses, we first created animations in which infants used their gaze to pair the cards on the screen contingently. The animations comprised three distinct scenarios: combinations of triangles and pentagons, triangles and pentagrams, and pentagons and pentagrams (Figure1.A). In each scenario, a circular card was placed in the central position, exhibiting a hole at its lower midpoint that matched the dimensions of the square cards on the left and right. Together, these three cards formed a rudimentary puzzle, wherein participants controlled their eyesight to manipulate either the left or right card and fit it into the central hole to complete the puzzle. Two rules governed the puzzle: shape and quantity, and the pattern on the central circular card adhered to both rules concurrently. For instance, if the central card contained two pentagrams, the left card contained two triangles (equal number), and the right card contained a solitary pentagram (same shape). Opting for the left card would adhere to the quantity rule, whereas opting for the right card would adhere to the shape rule. Each participant was exposed to only one rule. The 12-month-old infants partaking in the study were neither informed of nor possessed an understanding of the rules beforehand.

Based on the way infants learned the rules, there were two groups in our experiment: Self-learning and Guided-learning.

In the case of the Self-learning group, the familiarization phase involved conveying the concept of matching through the simultaneous enlargement and illumination of patterns sharing the same shape or quantity. Subsequently, the side cards captivated infants' attention via two cycles of expansion and contraction. Then, the screen remained still, with the side cards encased within white borders. A cue indicating attention was established, where the border of the side cards transitioned from white to yellow upon the participant looking at them. One card would be selected if an infant's gaze exceeded 500 milliseconds. In the later feedback period, if the chosen card aligned with the game rule, the puzzle would seamlessly integrate, accompanied by the circular card's background lighting up. Conversely, a selection that did not fit with the rules would prompt the card to be expelled from the screen, leaving the puzzle incomplete and staying gray. If participants refrained from making a selection, a pink circle materialized in the screen's center, alluring the attention and preparing the infants for the subsequent trial.

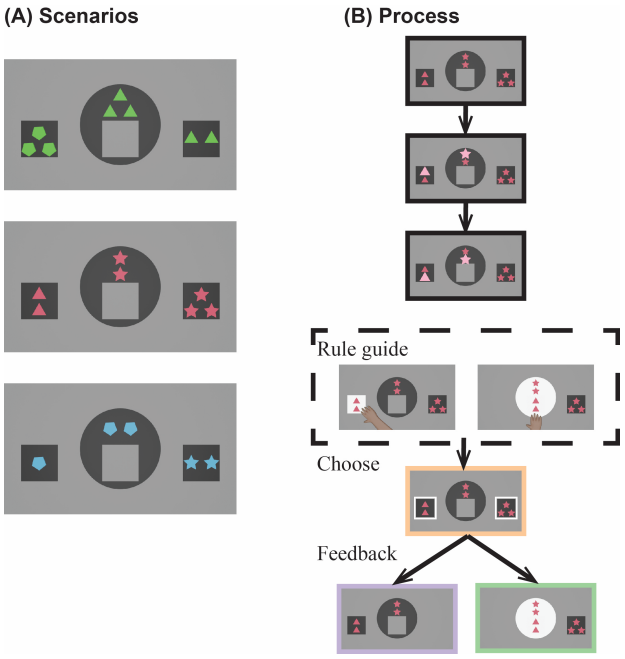


Figure 1 Experiment stimuli

The participants in the Guided-learning group experienced a slight variation from the Self-directed group. During the familiarization phase, a human-like hand emerged, precisely positioning the card fit with the rules into the hole at the center, thereby lighting up the central circular card. This action was repeated twice. Other aspects of the experiment design for the Guided-learning group remained entirely congruous with those of the Self-learning group (Figure 1. B).

In the subsequent test phase, different from the familiarization phase, there was no cue related to the current rules, infants made their own choice based on what they had already learned.

During the familiarization phase, the videos for learning in the Guided-learning group lasted 11.4 seconds, whereas those for the Self-learning group had a duration of 5 seconds. And infants were allotted a total of 10 seconds to make their selection, accompanied by a cartoon countdown chime. The feedback lasted 4.2 seconds each. Each participant underwent a total of 18 trials' experiment. Familiarization and test phases are presented alternately.

3. Results

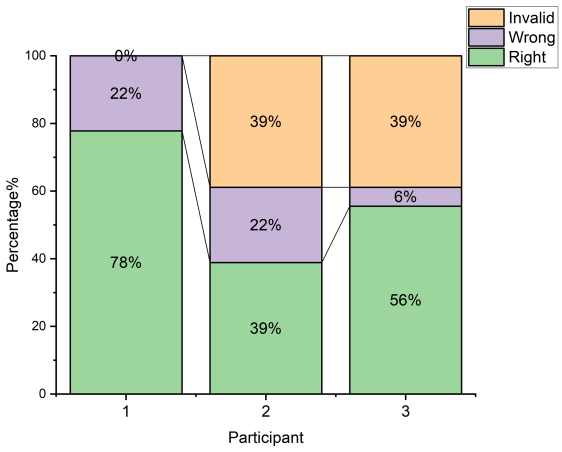


Figure 2 Selection results

Three 12-month-old infants participated in the experiment and were randomly assigned to Self-learning and Guided-learning groups. In the Self-

learning group, we found that participant 1 succeeded in 78%, and failed in 22% of 18 trials. And participant 2 succeeded in 39%, failed in 22%, and did not make a choice in 39% of 18 trials. In the Guided-learning group, participant 3 succeeded in 56%, failed in 6%, and did not make a choice in 39% of 18 trials.

4. Discussion

In the pilot experiment, we discovered promising results. Despite being in the Self-learning group, infants showed a tendency to select cards that aligned with the rules. Additionally, participants in the Guided-learning group made fewer errors. Therefore, we have reasons to believe that infants are capable of understanding and expressing actions fitting with the rules even before they start speaking. In future experiments, we plan to incorporate the Dimensional Change Card Sort (DCCS) task to investigate whether infants can finish rule transitions under the guidance of cues. In conclusion, while it requires further experimentation to verify our hypotheses, it is the first to propose the significance of abstract rule teaching for preverbal infants, which will further illuminate the cognitive learning of infants in their early stages.

5. Reference

[1] Frank, M. C., Slemmer, J. A., Marcus, G. F., & Johnson, S. P. J. D. s. (2009). Information from multiple modalities helps 5-month-olds learn abstract rules. 12(4), 504-509.

[2] Marcus, G. F., Vijayan, S., Bandi Rao, S., & Vishton, P. M. J. S. (1999). Rule learning by seven-month-old infants. 283(5398), 77-80.

TRPGにおけるジェンダー・ロールプレイングの分析：ステレオタイプからキャラクターの集合的創造へ

An Analysis of Gender Role-Playing in TRPGs: From Stereotype to Collective Creation of Characters

南部美砂子[†]，渡部太基
Misako Nambu, Taiki Watanabe

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

概要

本研究は，テーブルトップ・ロールプレイングゲームと呼ばれる即興演劇的な対話ゲームの場において，プレイヤー自身とは異なるジェンダーのキャラクターがどのように表現されるのか，またプレイヤー間でどのような相互行為が生じるのかを，探索的に検討したものである．ゲーム開始直後はステレオタイプ的なジェンダー像が表出されていたが，プレイヤーが互いのキャラクターを精緻化していく相互行為のなかで，固有のジェンダー表現が立ち現れていた．参加者個人内の境界（プレイヤー／キャラクター）と参加者間の境界をこえて構築される新たな関係性のもとで，男性／女性の二元論を超越したジェンダーのあり方や表現が共創されていたと考えられる．

キーワード：ジェンダー表現，TRPG，集合的創造，相互行為

1. はじめに

日本社会における男女間の格差は先進国のなかでもっとも大きく，ジェンダー平等の実現に向けた取り組みをさらに加速していくことが求められている．その一方で，Z世代と呼ばれる若い世代を中心として，ジェンダーに関する意識や言動が大きく変容してきている（竹田, 2023）．本研究は，このように「ジェンダーに関するあたりまえ」が強く問い直されている状況のなかで，「自分とは異なるジェンダー」を演じる場面でどのような相互行為が生まれ，どのような表現が創造されるのかを，探索的に検討したものである．

五十嵐・青山（2021）は，テーブルトップ・ロールプレイングゲーム（以下，TRPG）と呼ばれる即興演劇的な対話ゲームの場を対象として，プレイヤーのインタビューとプレイの観察を行い，自分とは異なるジェンダーを演じることの意味や価値，そしてTRPGという場の可能性を明らかにした．このアプローチにならいつつ，本研究では，実験的な操作としてプレイヤーに自分とは異なるジェンダーを演じることを求め，それ以外は自由にプレイしてもらうこととした．

2. 方法

実験には以下の3ペアが参加した．いずれのゲームでも，第二著者がゲームマネージャー（GM）を務めた．実験は，事前調査・キャラクター制作・ゲームセッション・インタビューの4段階で構成されていた．シナリオとして，クトゥルフ神話TRPGの二次創作である『灼熱さえあればいい』を用いた．

ペアA

A1：男性，1ヶ月に1回はプレイする

A2：女性，プレイ経験はないが，プレイ動画をよく見ており，十分に理解している

ペアB

B1：女性，経験はあるが，最近はあまりプレイしていない

B2：男性，数ヶ月に1回はプレイする

ペアC

C1：不明（プレイキャラクターは女性），数ヶ月に1回はプレイする

C2：男性，1ヶ月に1回はプレイする

参加者の同意のもと，実験中の様子はすべて録音・録画し（図1），分析対象とした．

図1 ゲーム中の様子

3. 結果

3 組のゲームセッションとその後のインタビューを対象として，ジェンダーに関わる発話や行動などについて質的な分析を行った．いずれのペアのセッションでも，プレイヤーは自分自身とゲームキャラクターの間を細かく往還しながら，ゲームマスターを含む 3 名で協働的に物語を生みだしていた．

自分とは異なるジェンダーを演じることについては，

(1) ゲームの序盤では，ステレオタイプ的なジェンダー表現が利用される（事例 1）

(2) 相互行為のなかで，そのジェンダー「らしさ」が，キャラクターの属性や特性の一部として，協働的に見いだされ，表現・設定されていく

(3) ゲーム終盤にはプレイヤー自身とキャラクターの境界が曖昧になり，それとともに特定のジェンダーを演じているという意識が透明化し，個々のキャラクターとゲームの物語のなかに統合される（事例 2）

という特徴がみられた．ただし，キャラクターとしての発言よりもプレイヤー自身としてのメタ的な発言の多かった（境界が維持されていた）組では，そのジェンダー「らしさ」を表現することへの戸惑いが最後まで継続していた．

事例 1（ペア A，ゲームセッション序盤）

リンタロウ(A2)：西澤は何がしたいんだよ
西澤(GM)：えっ俺？　あっそうだ，うちで宅飲みしようぜ（と言ってきます）
ルコ(A1)：宅飲みかぁ
リンタロウ(A2)：宅飲みかぁ
ルコ(A1)：**お酒弱いんだよなぁ**
リンタロウ(A2)：お酒弱いんだっけ
ルコ(A1)：**お酒なかなか，甘いのしか飲めない**
リンタロウ(A2)：あぁ
ルコ(A1)：**ほろよいとかしか飲めない**
リンタロウ(A2)：**女子だなー**．えぇ，少しでもいいからさ，家で飲もうぜ，ほら俺新しいゲーム買ったんだよ，でも 1 人じゃクリアできなくてさ

事例 2（ペア C，事後インタビュー）

C1：キャラクターに頑張って寄り添おうとしたけど，まぁ結局そのキャラはそのキャラなので，その**ジェンダーはそもそも自分はあんま意識しなかった**ですね．（うんうん）なんか，ロールプレイの中では，意識は最後の方まで残っていたんだけど，**段々濃度が薄まっていってた**．（うん）それこそおんなじなんだけど，キャラ，オトガリマコトって言うキャラクターにだけなった感じかな．（うんうんうん）要素だけはちょっと残ってる，最初が 100 だとするなら段々薄れてって，1 みたいな．

4. まとめと展望

自分とは異なるジェンダーを演じた TRPG では，互いのキャラクターを精緻化していく相互行為のなかで，あくまでもそのキャラクターの属性や特性の一部として，それぞれのジェンダー表現が立ち現れていた．ステレオタイプ的なジェンダー像は最初の手がかりとして利用されていたが，その後は個人内の境界（プレイヤー／キャラクター）と参加者間の境界をこえて構築される新たな関係性のもとで，男性／女性の二元論を超越したジェンダーのあり方や表現が創造されていたと考えられる．

松田（2021）は，「集合的創造性」について次のように述べている．

『他者とつねに接続し，他者と相互に依存し合うなかで構成される個人が発揮する創造性は，一方でその個人のもつかけがえのない能力と技量に規定されながら，他方では個人という存在を超えて社会（共同体）からの働きかけや，個人から社会（共同体）へのアクセスによって（そしてその両方の同時生起によって）生成されている．（p.15-16）』

こうした考え方に依拠するならば，本研究の試みと分析結果は，新たなジェンダー像やジェンダーそのものが重要ではなくなる社会の集合的創造を可能にするような「対話の場のデザイン」を示唆するものと言えるだろう．

発表ではさらに，ゲームセッションとインタビューからいくつかの事例を取り上げて，さらに詳細に議論する予定である．

引用文献

五十嵐梨々花・青山征彦 (2022). TRPG でのロールプレイにおいてプレイヤーキャラクターを創作することの意味：キャラクターのジェンダーと歴史についての設定を中心に RPG 学研究, 3, 59-69.

松田素二 (2021). 序章 現代世界における生の技法／哲学としての集合的創造性−コンヴィヴィアルな人間学のために 松田素二(編) 集合的創造性 コンヴィヴィアルな人間学のために 世界思想社

竹田ダニエル (2023). 世界と私の A to Z 講談社

Twitter ログを使用した情報伝播の認知モデリング
Cognitive modeling of information propagation using Twitter logs

塚田瑛介[1]　西川純平[2]　長島一真[2]　森田純哉[3]

Tsukada eisuke[1], Junpei Nishikawa[2], Kazuma Nagashima[2], Junya Morita[1,2]

[1]静岡大学情報学部
[1]Faculty of Informatics, Shizuoka University
[2] 静岡大学創造科学技術大学院
[2]Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

概要

SNS(Social Network Service)の急速な発達に伴い，フェイクニュースやデマの拡散が問題になっている．これらの背景として，先行研究ではユーザの感情的反応が指摘されている. 情報伝播において, 感情を揺さぶる言葉が含まれるツイートほど，より拡散されやすいとされる. しかし、感情的反応がツイートの拡散に結び付くメカニズムは明らかになっていない．本研究では，ACT-R を用いた人間の認知プロセスのモデリングによりこれを検討する.

キーワード：情報伝播，モデリング

1. はじめに

近年の複雑化する社会を背景として，Twitter などの SNS (Social Network Service) における情報伝播に対する関心が高まっている．SNS における情報伝播は実社会にも大きな影響を与える. そのため, 今後このようなメディアを適切に制御していくためには，人々が SNS において情報を得てから判断するまでの過程を解明する必要がある.

従来，SNS における情報伝播は，大規模なデータに対する定量的な分析として検討されてきた．たとえば，Vosoughi [1]らは，長期にわたるツイートのログデータから，またフェイクニュースを拡大させる動力源について明らかにした. 特に, この研究では驚きやむかつきといった感情と関連する単語が多く含まれるツイートほど深く広く拡散されることを明らかにした．これらよりツイートの伝播には，Twitter ユーザが受ける感情的なトリガーが大きく関与することがわかる.

しかし, 上記のような定量的研究においては, 感情的なトリガーがどのような個人内の認知プロセスに影響し, 拡散という行為に結び付くのかが明らかでない. この問題を検討するために，著者らは，Twitter から得られるデータと認知アーキテクチャである Adaptive Control of Thought-Rational (ACT-R) [2] を接続する手法を提案してきた [3]. 本研究ではその手法を具体化する SNS ユーザの情報拡散モデルを構築し，実データを用いたシミュレーションを実施する．本稿ではモデルの構成および現時点での研究の進捗を示す.

2. モデル

他の認知アーキテクチャと同様，ACT-R は脳機能と対応する複数のモジュールから構成される．図 1 の右側に ACT-R のモジュール構成を示す． 本研究では，このような ACT-R の構造を利用した SNS の個人ユーザモデルを構築する．図 1 の左は，Twitter 上のユーザ間を結合するネットワークの断片を示している．Twitter のユーザ群（ネットワーク中間層）は，フォロー対象（ネットワーク下部）から情報を受け取り，受け取った情報をフォロワー（ネットワーク上部）に伝播させる. 本研究では, この情報伝播過程の中間層を焦点ユーザと呼び，ACT-R によりモデル化の対象とする．ACT-R 上での意思決定は, 事例ベース推論に従う [4]. すなわち，Twitter における情報の伝播は，フォロー対象から受け取ったツイートが，過去の自身のツイート経験を想起させたか否かにより決定されるものとしてモデル化される.

Twitter における情報の伝播を，記憶に基づく意思決定ととらえることで，ツイートに付随する感情の影響も，ACT-R の記憶メカニズムによって説明できる．ACT-R の記憶には活性値と呼ばれる数量が付与される. この数量が設定された閾値を上回れば，その記憶は思い出され, 下回れば記憶が思い出されない. この枠組みで考えれば，Twitter における感情は，活性値の一時的な増幅に関わるものと考えることができる. すなわち，驚きのような感情はACT-R が有する記憶の活性値を一

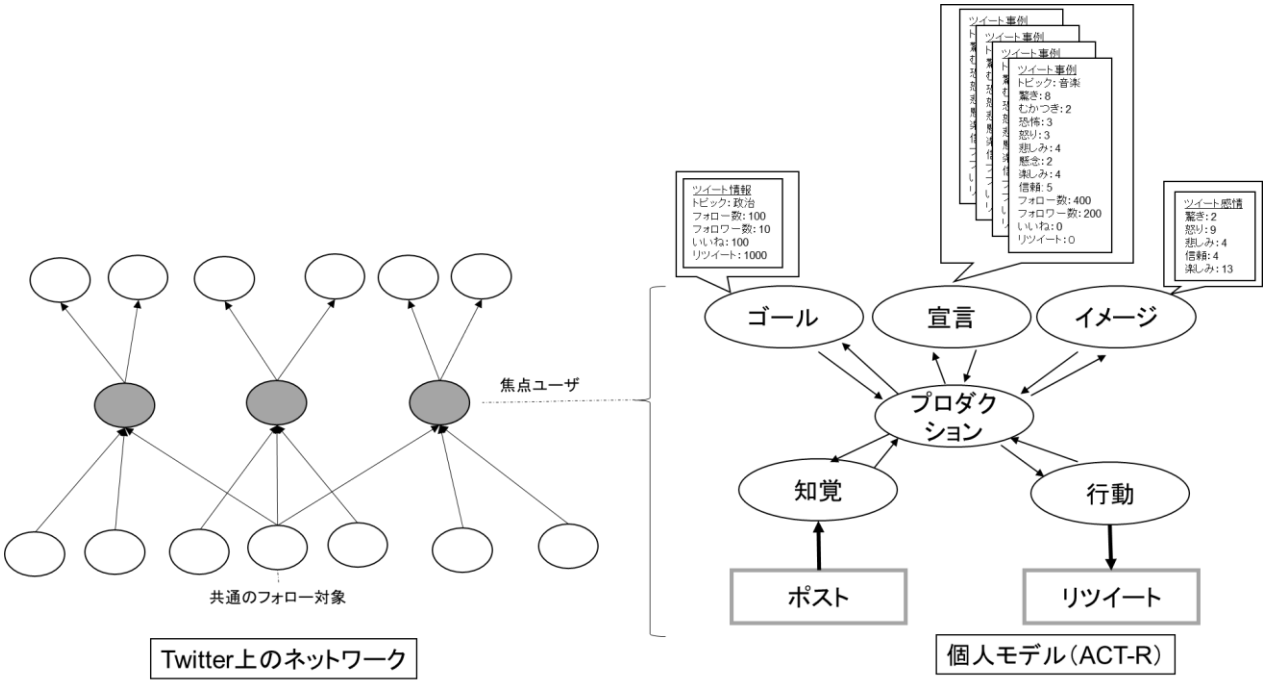


図 1 情報拡散の認知モデル

時的に増大させ，過去のツイートの記憶を思い出させやすくする．これにより，先行研究 [1] が指摘した情報拡散における感情の効果をモデル化できる．

3. シミュレーション

上記のモデルを検証するシミュレーションに向けた作業を実施している．このシミュレーションにおいては，Twitter 上の特定のユーザをフォロー対象とする焦点ユーザ群を抽出する．共通のフォロー対象が何らかのツイートをした際に，個々の焦点ユーザが，自身の記憶に基づいて情報拡散（リツイート）をするか否かを予測する．焦点ユーザモデルは，フォロー対象から，ツイート本文，リツイート数などのツイート情報（図 1 の「ポスト」）を知覚し，プロダクションを通じてゴールバッファに保持する．またツイート情報から得られるツイート感情はイマジナルバッファに記憶する．ゴールバッファの状態に応じて，宣言的知識から過去のツイート事例を検索し，想起する．この想起に成功すれば知覚されたポストをリツイートする．

このシミュレーションにおける宣言的知識の格納事例は Twitter API を用いて収集する．収集した事例とフォロー対象のツイートとの類似度は，Sentence BERT などにより得られる埋め込み表現を利用することで計算する．さらに，ツイートから得られるツイート感情は Google 社が提供する Google Natural Language API を用いて抽出する．抽出された感情の Magnitude に応じて，ACT-R の宣言的知識の検索に関わるパラメータを変動させる．本原稿の執筆時点において，これら個々の処理についての検証を終え，プロトタイプ的なモデルを構築している．図 2 に現在のモデルのコードの抜粋を示す．add-dm 関数の引数となる ct1 のリストはフォロー対象のツイートを示し，at で始まるリストは焦点ユーザの過去のツイートを示す．ct1 とフォロー対象の各ツイートの類似度（Sentence BERT の埋め込み表現により計算）が，set-similarities 関数の引数として設定されている．プロダクションは画面中に表示された ct1 に対して，記憶内の類似するツイートを検索し，検索に成功したら retweet を発火させ，enter キーを押す．検索に失敗したら何もしないものとなっている．

図 3 はこのモデルの実行例を示す．一行目の(sgp :blc 0)にて，モデル全体の活性レベル (:blc パラメータ) が設定される．一つ目の実行例は活性レベルが 0，二つ目の実行例は活性レベルが 10 である．二行目の(action-tweet “ct1” “rr”)で実行し，三行目以下はその実行結果である．活性レベルの設定は，モデルに提示される ct1 に対して適用された感情分析の結果 (magnitude) の値に対応すると考える．提示されたツイートの感情値が低ければモデルの活性レベルは低くなり，提示されたツイートの感情値が高ければモデルの活性レベルは高くなり，それほど類似していない記憶も想起されやすくなる．図 3 のはじめの実行例においては，magnitude の

```
(clear-all)
(define-model cerdibility
   (sgp :v t :act nil :esc t :lf .63 :mas 1.6 :mp 10 :ans 0.5)
   (chunk-type comprehend-tweet word action)
   (add-dm
    (ct1 isa comprehend-tweet word "ct1")
    (at1 Isa comprehend-tweet word "at1" action do)
    (at2 Isa comprehend-tweet word "at2" action do)
    (at3 Isa comprehend-tweet word "at3" action do)
    …
    (at3227 Isa comprehend-tweet word "at3227" action do))

   (set-similarities
    (ct1 at1 -0.6349)
    (ct1 at2 -0.7083)
    (ct1 at3 -0.6988)
    …
    (ct1 at3226 -0.6302)
    (ct1 at3227 -0.644))

   (P find-word
      ?visual-location>
          buffer          unrequested
      ?imaginal>
          state           free
      ==>
      +imaginal>

      +visual-location>
          ISA              visual-location
          screen-x         lowest)

   (P attend-visual-location
      =visual-location>
      ?visual-location>
          buffer          requested
      ?visual>
          state           free
      ==>
      +visual>
          cmd              move-attention
          screen-pos       =visual-location)
```

```
   (P retrieve-meaning
      =visual>
          ISA             visual-object
          value           =word
      ==>
      +retrieval>
          ISA             comprehend-tweet
          word            =word)

   (P encode
      =retrieval>
      =imaginal>
          ISA             comprehend-tweet
          action           nil
      ==>
      =imaginal>
          action           =retrieval)

   (P retrieve-from
      =imaginal>
          ISA             comprehend-tweet
          action           =act
      ?retrieval>
          state           free
          buffer          empty
      ==>
      =imaginal>
      +retrieval>
          ISA             comprehend-tweet
      ;action            =act
      )

   (P reteweet
      =imaginal>
          ISA             comprehend-tweet
          action          =act
      =retrieval>
          ISA             comprehend-tweet
      ?manual>
          state           free
      ==>
      +manual>
          ISA             press-key
          key             "enter")
)
```

図 2 リツイートモデルのコード抜粋

値が低いものであるため，図 3 の赤字部分が示すように，類似した記憶が検索されずにリツイートがなされないものとなっている．しかし，はじめの実行例の後に，活性レベルの変更のため，:blc パラメータを改めて 10 に設定し，実行した結果，赤字部分が示すように，記憶の検索に成功し，リツイートが生じている．

4. まとめ

本原稿では，SNS における情報拡散の背後にある認知プロセスのモデルを示した．ACT-R において研究されてきた記憶や感情のメカニズムと Twitter から抽出される大規模データ，さらに言語の分散表現モデルを組み合わせることで，現実に存在する個人と対応するモデルを構築することを特徴とする．本研究の進展により，現代社会における情報拡散の仕組みを個人の観点から理解できるようになり，様々な社会的な問題に対する解決の糸口が見いだされると考える．

参照文献

[1] Vosoughi, S, Roy, D. and Aral, S.: "The spread of true and false news online." Science Vol. 359.6380, pp. 1146-1151, (2018)

[2] Anderson J.: How can the human mind occur in the physical universe? Oxford University Press (2007)

[3] 塚田瑛介，西川純平，長島一真，森田純哉: SNS における感情拡散の認知モデリング，HAI シンポジウム 2023(2023)

[4] Gonzalez, C., Lerch,J. F. and Lebiere, C.: "Instance‐based learning in dynamic decision making." Cognitive Science Vol. 27, No. 4, pp. 591-635 (2003).

```
> (sgp :blc 0)
> (action-tweet "ct1" "rr")
      0.000   VISION              SET-BUFFER-CHUNK VISUAL-LOCATION
      0.000   VISION              visicon-update
      0.000   PROCEDURAL          CONFLICT-RESOLUTION
      0.050   PROCEDURAL          PRODUCTION-FIRED FIND-WORD
      0.050   PROCEDURAL          CLEAR-BUFFER IMAGINAL
      0.050   PROCEDURAL          CLEAR-BUFFER VISUAL-LOCATION
      0.050   VISION              Find-location
      0.050   VISION              SET-BUFFER-CHUNK VISUAL-LOCATION
      0.050   PROCEDURAL          CONFLICT-RESOLUTION
      0.100   PROCEDURAL          PRODUCTION-FIRED ATTEND-VISUAL-LOCATION
      0.100   PROCEDURAL          CLEAR-BUFFER VISUAL-LOCATION
      0.100   PROCEDURAL          CLEAR-BUFFER VISUAL
      0.100   PROCEDURAL          CONFLICT-RESOLUTION
      0.185   VISION              Encoding-complete VISUAL-LOCATION0-1 NIL
      0.185   VISION              SET-BUFFER-CHUNK VISUAL TEXT0
      0.185   PROCEDURAL          CONFLICT-RESOLUTION
      0.235   PROCEDURAL          PRODUCTION-FIRED RETRIEVE-MEANING
      0.235   PROCEDURAL          CLEAR-BUFFER VISUAL
      0.235   PROCEDURAL          CLEAR-BUFFER RETRIEVAL
      0.235   DECLARATIVE         start-retrieval
      0.235   PROCEDURAL          CONFLICT-RESOLUTION
      0.250   IMAGINAL            SET-BUFFER-CHUNK-FROM-SPEC IMAGINAL
      0.250   PROCEDURAL          CONFLICT-RESOLUTION
      0.865   DECLARATIVE         RETRIEVAL-FAILURE
      0.865   PROCEDURAL          CONFLICT-RESOLUTION
> (sgp :blc 10)
> (action-tweet "ct1" "rr")
      0.000   VISION              SET-BUFFER-CHUNK VISUAL-LOCATION
      0.000   VISION              visicon-update
      0.000   PROCEDURAL              CONFLICT-RESOLUTION
      0.050   PROCEDURAL              PRODUCTION-FIRED FIND-WORD
      0.050   PROCEDURAL              CLEAR-BUFFER IMAGINAL
      0.050   PROCEDURAL              CLEAR-BUFFER VISUAL-LOCATION
      0.050   VISION              Find-location
      0.050   VISION              SET-BUFFER-CHUNK VISUAL-LOCATION
      0.050   PROCEDURAL              CONFLICT-RESOLUTION
      0.100   PROCEDURAL              PRODUCTION-FIRED ATTEND-VISUAL-LOCATION
      0.100   PROCEDURAL              CLEAR-BUFFER VISUAL-LOCATION
      0.100   PROCEDURAL              CLEAR-BUFFER VISUAL
      0.100   PROCEDURAL              CONFLICT-RESOLUTION
      0.185   VISION              Encoding-complete VISUAL-LOCATION0-1 NIL
      0.185   VISION              SET-BUFFER-CHUNK VISUAL TEXT0
      0.185   PROCEDURAL              CONFLICT-RESOLUTION
      0.235   PROCEDURAL              PRODUCTION-FIRED RETRIEVE-MEANING
      0.235   PROCEDURAL              CLEAR-BUFFER VISUAL
      0.235   PROCEDURAL              CLEAR-BUFFER RETRIEVAL
      0.235   DECLARATIVE             start-retrieval
      0.235   PROCEDURAL              CONFLICT-RESOLUTION
      0.250   IMAGINAL              SET-BUFFER-CHUNK-FROM-SPEC IMAGINAL
      0.250   PROCEDURAL              CONFLICT-RESOLUTION
      0.440   DECLARATIVE             RETRIEVED-CHUNK CT1
      0.440   DECLARATIVE             SET-BUFFER-CHUNK RETRIEVAL CT1
      0.440   PROCEDURAL              CONFLICT-RESOLUTION
      0.490   PROCEDURAL              PRODUCTION-FIRED ENCODE
      0.490   PROCEDURAL              CLEAR-BUFFER RETRIEVAL
      0.490   PROCEDURAL              CONFLICT-RESOLUTION
      0.540   PROCEDURAL              PRODUCTION-FIRED RETRIEVE-FROM
      0.540   PROCEDURAL              CLEAR-BUFFER RETRIEVAL
      0.540   DECLARATIVE             start-retrieval
      0.540   PROCEDURAL              CONFLICT-RESOLUTION
      0.544   DECLARATIVE             RETRIEVED-CHUNK AT1033
      0.544   DECLARATIVE             SET-BUFFER-CHUNK RETRIEVAL AT1033
      0.544   PROCEDURAL              CONFLICT-RESOLUTION
      0.594   PROCEDURAL              PRODUCTION-FIRED RETWEET
      0.594   PROCEDURAL              CLEAR-BUFFER IMAGINAL
      0.594   PROCEDURAL              CLEAR-BUFFER RETRIEVAL
      0.594   PROCEDURAL              CLEAR-BUFFER MANUAL
      0.594   MOTOR               PRESS-KEY KEY ENTER
```

図 3 リツイートモデルの実行結果の抜粋

Twitter 絵師の創作活動に関する質的研究：ギブ文化に注目して

A qualitative study of Illustrating activity on Twitter: Focusing on the giving culture

藤田 華奈[†]，南部 美砂子[‡]
Kana Fujita, Misako Nambu

[†]公立はこだて未来大学大学院，[‡]公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
g2123053@fun.ac.jp, m-nambu@fun.ac.jp

概要

Twitter 上にイラストを投稿する「Twitter 絵師」は，仲間と交流しながら創作活動を行うことが多い．しかし，これまでの創造プロセスに関する研究では，こうした技術やコミュニティとの関わりについてはほとんど検討されてきていない．そこで本研究では，特にギブと呼ばれるソーシャルメディア特有の互恵的なやりとりに注目しながら，インタビューとツイート分析の 2 つの方法により，Twitter 絵師の創作活動について分析を行った．

キーワード：創造プロセス，ソーシャルメディア，ギブ，SNS

1. はじめに

ソーシャルメディアの普及により，オンラインコミュニケーションが一般化し，創作活動は他者と共に行うものへと変化してきている．なかでも，Twitter 上に絵を投稿している「Twitter 絵師」と呼ばれる人々は，コミュニティの中で他者と交流しながら創作活動を行う場合が多い．例としては，相互フォローの状態にある他者の絵に対してリプライを送ったり，リツイートやいいねで反応したりすることなどが挙げられる．これらのことから，他者やコミュニティといった社会と，イラストを創造するプロセスには重要な関わりがあると考えられる．

しかし，他者や Twitter が創作過程とどのような関わりをもつのかに焦点をあてた研究は少ない．創作過程そのものについては，熟達者と初心者を比較し，創造性と熟達化の関係について検討した研究があるが，これらは個人や限られたコミュニティ内での活動であるため，他者との交流や広いコミュニティを有する場合の活動は検討されていない[1]．

そこで本研究では，Twitter 上で展開されている現代の創作活動を分析するためにインデプス・インタビューを行い，創作活動と SNS の互恵的なやりとりの関係を明らかにするためにツイート分析を行った．

2. ギブ文化

まず，「ギブ」は与えることを意味する．また，「ギブ文化」とは，互いに与え合うことを喜びとする文化のことを指す[2]．ソーシャルメディアは不特定多数に対して発信することができ，流れてきた情報を受け取るかどうかの判断は相手に委ねられる．そのため，ソーシャルメディア上でのギブは，いつ「ギブとして発見される」のか分からないタイムラグが生じる[2]．このことから，Twitter 絵師たちが行うギブは，特定の誰かに向けているのではなく，創作活動という活動そのものに向けていると考えられる．つまり，ギブは不特定多数に向けて情報を発信した時点で成立している．そして，Twitter 絵師たちが行っているのは，ギブの循環を通した創作活動の発達である．このようにギブが循環することで，絵師のコミュニティ全体が発達していると考えられる．

これらのことから，Twitter 絵師たちにとって他者やコミュニティとの関わりは絵を描くうえで重要であると考えられる．つまり，創作活動の過程のなかに社会との関わりが存在しているのではないだろうか．

3. 創造プロセス

本研究における創造プロセスとは，ソーシャルメデ

ィア上でのコミュニティと関わりながら，抽象的な心的イメージからアイデアを産出し，実際にイラストを創造するまでの過程のことを指す．これは，Finke et al. が提唱したジェネプロアモデルの基本構造と，三輪らが実験で明らかにしたアイデアを実際に物理的に具体化していく段階を組み合わせ，さらにコミュニティとの関わりをもたせたプロセスモデルになっている．

4. 研究１：インデプス・インタビュー

Twitter 絵師がどのような創作活動を行い，どのように Twitter を使っているかを分析するためにインデプス・インタビューを行った．対象は Twitter を活用しながらイラストを描いている大学生 3 名と社会人 1 名であり，各自の創作活動の内容についてインタビューして，SCAT をベースに質的分析を行った．

SCAT とは言語データをセグメント化し，それぞれに＜1＞データの中の注目すべき語句，＜2＞それを言い換えるためのデータ外の語句，＜3＞それを説明するための語句，＜4＞そこから 浮き上がるテーマ・構成概念の順にコードを提案していく 4 ステップのコーディングと，そのテーマや構成概念を紡いでストーリーラインと理論を記述する手続きからなる分析手法である[3].

分析の結果，Twitter 絵師はおもに「コンテンツ・推しの応援」と「モチベーションの維持と向上」のために Twitter を使用していることが明らかになった．まず，Twitter 絵師が創作活動を始めるきっかけになるのが，好きなコンテンツや推しを応援したいという気持ちであった. 推しとは，熱心に応援している対象のことを指す．Twitter 絵師はコンテンツや推しを応援する方法として，「ファンアート」と呼ばれるイラスト描き，独自のハッシュタグをつけて投稿していた．独自のハッシュタグは，Twitter 絵師が推している活動者本人がエゴサーチを行いやすくするために作成される．そのため，推しからいいねやリツイートなどの反応がきたり，推しが発信している YouTube の動画に取り上げられたりすることもある. つまり，イラストに独自のハッシュタグをつけて投稿すると，推しに Twitter 絵師自身の応援が届きやすくなる．このことから，「コンテンツ・推しの応援」は創作活動のきっかけだけでなく，創作活動を継続するためのモチベーションにも繋がっていると考えられる．つぎに，制作途中のイラストを投稿する「進捗投稿」と呼ばれる行為が「モチベーションの維持・向上」に繋がっていることが示された. イラスト制作の進み具合を客観的に確認し，達成感を得ることが「モチベーションの維持・向上」に繋がっていた．また，イラストを客観的に見ることで，修正すべき点に気づくこともできる．

これらの結果から，「コンテンツ・推しの応援」をきっかけに創作活動が始まり，進捗投稿や推しを応援したいという気持ちが「モチベーションの維持・向上」に繋がっていることが明らかになった．

5. 研究２：ツイート分析

Twitter 上で行われる創作活動が何によって支えられているかを分析し，創作活動とソーシャルメディア上で行われる互恵的なやりとりの関係を明らかにするために，「ギブ文化」に注目しながらツイート分析を行った. 分析対象は，本研究の筆者自身が創作活動のために使用していた Twitter アカウントに投稿された 229 件のツイート（2022 年 7 月に投稿されたすべてのツイート）である．分析方法は，発達障害のある人の Twitter を活用したコミュニケーションの特徴を分析した岡（2014）を参考にした[4]．まず，ツイート・リプライ・RT それぞれの投稿数を把握し，つぎに形態素分析をしてツイートの概要を掴むといった手順で分析を行った．

分析の結果，ツイートはおもに「日常のつぶやき」・「交流」・「萌え語り」・「エアリプ」の 4 つのカテゴリーに分けられた. 日常のつぶやきとは，日常に関するツイートのことであり，自己開示ともとらえることができる. そのため，日常のつぶやきを共有し合うことで信頼関係が構築され，交流しやすい環境づくりに繋がると考えられる．交流では，一方的で利他的な行為が「褒め合い」という互恵的なやりとりに変化していることが明らかになった. その例として，フォロワーが創作したキャラクターを借りてイラストを描き，そのイラストをフォロワーへ渡すという行為が確認された．また，

フォロワーにイラストを渡す際には，「○○（フォロワーが創作したキャラクターの名前）を描かせていただきました」という文言を使用していた. このような言い回しをする理由には，フォロワーに対するリスペクトやファンであるという気持ちを主張するためではないかと考えられる．このことから，Twitter 絵師同士は互いのファンであり，リスペクトをもってやりとりをしているため，マウントの取り合いが起こりにくい可能性が示された. その後, フォロワーは渡されたイラストを褒め，研究者自身もフォロワーが創作したキャラクターについて褒めるといった流れで，褒め合いが発生していた. 萌え語りでは, 作品やキャラクターに関する解釈を深め合う場面が見られた. このように, 萌え語りによって作品やキャラクターに関する解釈のギブが循環し, 互いの創作活動が発達していると考えられる. エアリプとは, メンションをつけずに, 特定個人に対して送られたツイートのことを指す. エアリプによって, 二者間で行われていたやりとりが，第三者もゲットできるようにギブされていることが示された.

これらの結果から, 4 つのカテゴリーに分けられたツイートには, 次のような順序性があると考えられる. まず，日常のつぶやきによって信頼関係が構築されることで，特定のフォロワーと交流や萌え語りが展開される. ただし, そのまま二者間での閉じたやりとりが続く場合だけでなく，エアリプという形式によって深め合った解釈がより多くのフォロワーに提供されることがある. このように, より多くの他者と作品を共有して愉しむ「ギブ文化」が, 創作活動を強く支えていると考えられる．また，このような活動は Twitter の機能があってこそ起こるものである.

6. まとめと課題

研究 1 によって，Twitter 絵師はおもに「コンテンツ・推しの応援」と「モチベーションの維持と向上」のために Twitter を使用していることが明らかになった. まず, 創作活動のきっかけにコンテンツや推しを応援したいという気持ちが関係していた. また, 応援するときは, ファンアートと呼ばれるイラストを描く様子が見られた. ファンアートは推し本人にあてた「ギブ」でありながら, 誰もが見ることができる状態であるため, ファン仲間に対する「ギブ」ともとらえることもできる. このようなファンからの「ギブ」によってコンテンツ全体が盛り上がり, 成長すると考えられる. 加えて, このようなコンテンツの成長や推し本人からの反応が，継続して創作活動制を行うモチベーションに繋がっていると考えられる．つぎに，制作途中のイラストを投稿する「進捗投稿」により，Twitter 絵師は達成感を得られ，それがモチベーションの維持や向上に繋がっていることが明らかになった. また, イラストを客観的に見ることで，修正すべき点に気づくこともできる．研究 1 の結果と考察から，イラストを描いている最中とイラストを修正する段階に進捗投稿が関係していると考えた.

研究 2 によって，Twitter 絵師のツイートは「日常のつぶやき」・「交流」・「萌え語り」・「エアリプ」の 4 つのカテゴリーに分けられることが明らかになった.「日常のつぶやき」を共有し合うことでフォロワーとの信頼関係が構築され，交流しやすい環境づくりに繋がっている可能性が示唆された.「交流」では，フォロワーが創作したキャラクターを描いて渡すという一方的で利他的な行為が,「褒め合い」という互恵的なやりとりに変化していることが示された.「萌え語り」では，特定のキャラクターに関する解釈を深め合う（ギブし合う）場面が見られた. このことから, 解釈のギブが循環し，互いの創作活動が発達していると考えられる.「エアリプ」では, リプライという二者間での閉じたやりとりから，エアリプという開いたやりとりに変化することで，第三者もゲットしやすいようにギブする範囲を広げている可能性が示唆された. これらのことから, 他者とのやりとりを行う土台に日常のつぶやきがあり，交流や萌え語りが行われるようになったあと，二者間で循環して洗練されたギブは，エアリプによって第三者がゲットしやすいようにギブの範囲を広げていく，というような順序性があると考えられる．研究 2 の結果と考察から，交流のひとつである褒め合いはイラストを投稿する段階，萌え語りはイラストのイメージを生成する段階に関係していると考えられる. また, イラストを

投稿するときには，通常のツイートやリプライのほかにエアリプがあり，エアリプによってギブの範囲の切り替えが行われている可能性も示唆された．

これらの結果と考察をもとに，Twitter 絵師の創造プロセスモデルを考えられる（図 1）．しかし，研究 1 と研究 2 で見られた現象は，Twitter というシステム環境があることで起こるものである． 発表では，インタビューとツイート分析から，いくつかの事例を取り上げ，Twitter 上で展開されている創作活動についてより詳しく紹介する．

文献

[1] 三輪和久・石井成郎 (2004). 創造的活動への認知的アプローチ 人工知能学会誌, 19(2), 192-204.
[2] 岡部大介 (2021). ファンカルチャーのデザイン 共立出版
[3] 大谷尚 (2008). 4 ステップコーディングによる質的データ分析手法 SCAT の提案―着手しやすく小規模データにも適用可能な理論化の手続き― 名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要. 教育科学, 54(2), 27-44.
[4] 岡耕平 (2014). コミュニケーションが困難な発達障害のある人のキュレーティング・コミュニケーション Everyday Things の認知科学, 21(1), 45-6

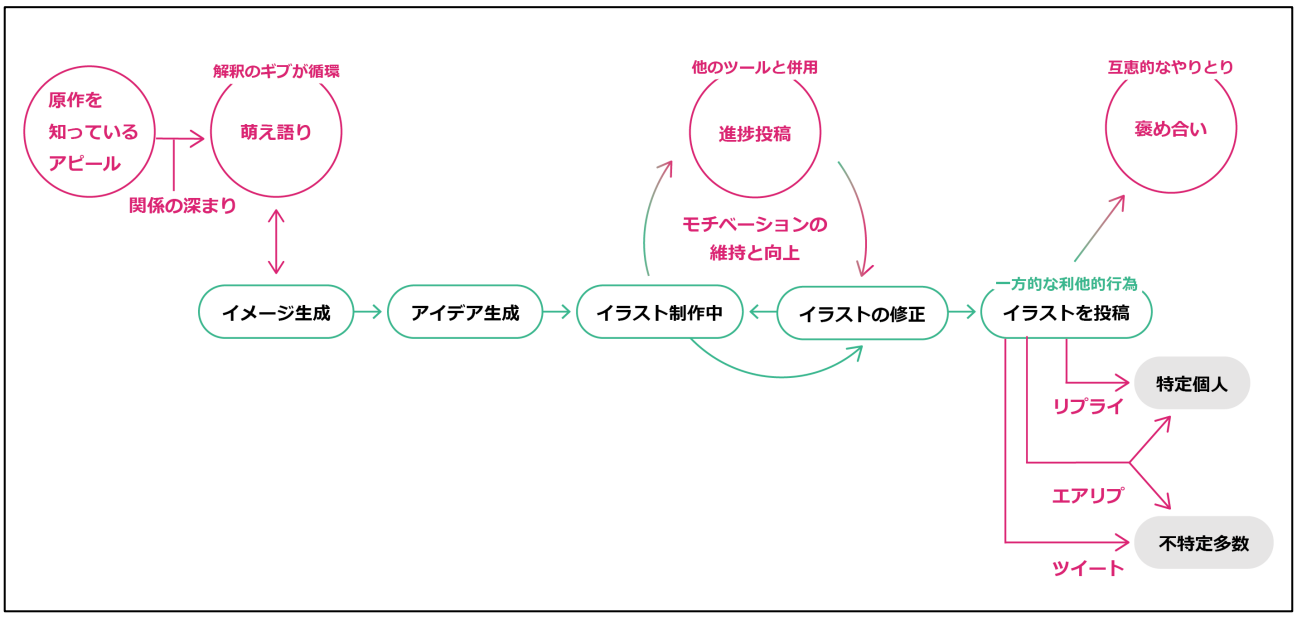


図 1　Twitter 絵師の創造プロセスモデル

Vision Transformer を用いた顔魅力要因の可視化
Visualization of facial attractiveness factors using Vision Transformer

佐野 貴紀†
Takanori Sano
†慶應義塾大学
Keio University
takanori_sano@keio.jp

概要

本研究では，Vision Transformer を用いて顔の魅力を予測するモデルを構築した．構築したモデルの Attention 機構を用いて，魅力の予測において重要な特徴を可視化した．その結果，魅力度の高い顔画像の場合に特に，目の領域が活性する傾向が見られた．この結果は心理学研究で報告されている知見と整合的であった．本アプローチは，顔魅力に関与する特徴の理解に有効であることが示唆された．

キーワード：Vision Transformer, 顔魅力 (facial attractiveness)

1. 序論

顔の魅力は社会的に重要な要素であるため，その要因については多くの研究が行われてきた．対称性，平均性，性的二型性は顔魅力において重要であることが知られており，これらの要因については既に多数の報告がある [1]．しかしながら，実験的手法だけでは顔の魅力に影響を与える要因を網羅的に検討することは困難であるため，近年ではデータ駆動型アプローチ[2]が注目されている．この手法には，3D モデリング[3]，幾何学的形態測定法による分析[4]，画像統計的分析[5]，そして深層学習を用いた解析[6-9]も始まりつつある．例えば，肌，滑らかさ，明るさの情報を用いた畳み込みニューラルネットワーク(CNN)モデルが魅力予測の精度向上に有効であることや[6]，その予測においては目や口などの特徴が魅力予測に重要であることが報告されている[7]．また，筆者は以前の研究においては，CNN と gradient-weighted class activation mapping (Grad-CAM)[8]を用いることで，性的二型性に関連する特徴が重要な特徴として抽出された[9]．

このように，これまでの深層学習を用いた先行研究では，CNN に基づくモデルが主流であったが[6-9]，近年の画像認識の分野では，CNN に代わって Vision Transformer(ViT)モデル[10]が注目されている．CNN は比較的画像のテクスチャ等の情報に注目する一方で[11]，Vision Transformer はより形態的な特徴に注目することが知られている[12]．顔は，肌やテクスチャなどの情報に加え，顔のパーツ，輪郭といったよりまとまりのある特徴によって構成されているため，ViT での顔魅力要因の探索を行うことは有用であると考えられる．そこで本研究は，ViT モデルを用いて顔魅力に重要な特徴を抽出し，心理学的知見との対応を調査することを目的とする．

2. 方法

データセットは SCUT-FBP5500[13]を用いた．このデータセットには，アジア人男性画像 2000 枚，アジア人女性画像 2000 枚，白人女性画像 750 枚，白人男性画像 750 枚が含まれており，各画像には，魅力的かどうかを示す美しさスコアが付与されており，本研究ではこれを魅力の指標として扱った．これらの画像を用いて，ViT モデルを構築し，ベンチマークとして単純な CNN モデルと比較して精度を向上させることができるかどうかを確認した．画像性別による違いを確認するために，画像は性別ごとに分けてモデルを構築した．精度の指標として，画像ラベル値と予測結果のピアソン相関を使用し，3 分割のクロスバリデーション法により検証を行った．ベンチマークモデルには 6 層の CNN モデルを構築し，CNN 層の直後に Batch normalization 層，2 層目ごとに Max pooling 層を設置した．Vit モデルは vit-keras を使用して構築した．各モデルにおいて，最適化関数は SGD に，バッチサイズは 160 に，エポックは 500 に，学習率は 0.005 に固定した．精度検証の後，ViT モデルを用いて，モデルがどの顔特徴を重要と判断しているかについてモデル内の Attention 機構を用いて可視化を行った．可視化は，各男女画像の魅力ラベルを用いて，上位 50 点を高魅力度画像，中位 50 点を中魅力度画像，下位 50 点を低魅力度画像として抽出し，各顔画像を重ね合わせ平均化した．平均化の際，ランドマーク情報が欠落している男性画像を 1 枚除外した．分析は Keras/TensorFlow (version 2.8.0) ，Python (version 3.9.7)によって行われ，モーフィングは Python ライブラリの facemorpher を使用した．

3. 結果・考察

検証の結果，男性画像の場合は，ViT モデルのピアソン相関平均値は 0.796，CNN モデルのピアソン相関平均値は 0.765 となり，女性画像の場合は，ViT モデルのピアソン相関平均値は 0.788，CNN モデルのピアソン相関平均値は 0.769 となり，ViT モデルの精度が高いことが示された．次に，男女画像それぞれにおいて，全データを学習した ViT モデルの Attention 機構により顔魅力に重要な特徴の可視化を行った(図 1，図 2)．その結果，男性画像，女性画像のどちらも，特に魅力得点の高い顔画像の場合は目の領域が重要な領域であることが確認できた．目が顔全体の魅力度評価に大きな影響を与えること [14]や，目と皮膚の間の輝度コントラストが性的二型性や魅力に関連すること[15, 16]が心理学研究により知られている．また，本研究の結果は，CNN ベースの手法を用いた先行研究の結果と概ね一致する[9]が，先行研究と比較して目の活性領域はより形態部分に絞られているように見える．CNN は比較的画像のテクスチャ等の情報に注目する一方で[11]，Vision Transformer は形態情報に注目する[12]といったモデルによる特性が影響しているのかもしれない．これらの結果が，人の実際の注意の傾向とどのように対応づいているかについては，心理実験の組み合わせ等による詳細の調査が今後必要となる．

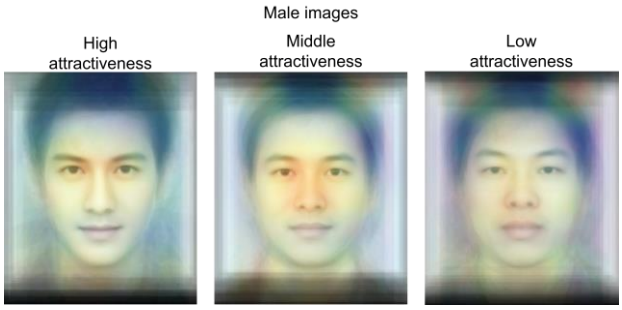


図 1 男性画像の魅力予測に重要な特徴の可視化結果

図 2 女性画像の魅力予測に重要な特徴の可視化結果

文献

[1] Rhodes, G. (2006). "The evolutionary psychology of facial beauty." Annu. Rev. Psychol., Vol. 57, No. 1, pp. 199-226.
[2] Todorov, A., Dotsch, R., Porter, J. M., Oosterhof, N. N., & Falvello, V. B. (2013). "Validation of data-driven computational models of social perception of faces." Emotion, Vol. 13, No. 4, pp. 724.
[3] Nakamura, K., & Watanabe, K. (2020). "A new data-driven mathematical model dissociates attractiveness from sexual dimorphism of human faces." Scientific Reports, Vol. 10, No. 1, pp. 1-11.
[4] Nakamura, K., Ohta, A., Uesaki, S., Maeda, M., & Kawabata, H. (2020). "Geometric morphometric analysis of Japanese female facial shape in relation to psychological impression space." Heliyon, Vol. 6, No. 10, e05148.
[5] Otaka, H., Shimakura, H., & Motoyoshi, I. (2019). "Perception of human skin conditions and image statistics." JOSA A, Vol. 36, No. 9, pp. 1609-1616.
[6] Xu, J., Jin, L., Liang, L., Feng, Z., Xie, D., & Mao, H. (2017, March). "Facial attractiveness prediction using psychologically inspired convolutional neural network (PI-CNN)." In 2017 IEEE international conference on acoustics, speech and signal processing (ICASSP) (pp. 1657-1661). IEEE.
[7] Xu, J., Jin, L., Liang, L., Feng, Z., & Xie, D. (2015). "A new humanlike facial attractiveness predictor with cascaded fine-tuning deep learning model." arXiv preprint arXiv:1511.02465.
[8] Selvaraju, R. R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D., & Batra, D. (2017). "Grad-cam: Visual explanations from deep networks via gradient-based localization." In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision (pp. 618-626).
[9] SANO, T. (2022). "Visualization of Facial Attractiveness Factors Using Gradient-weighted Class Activation Mapping to Understand the Connection between Facial Features and Perception of Attractiveness." International Journal of Affective Engineering, Vol. 21, No. 2, pp. 111-116.
[10] Dosovitskiy, A., Beyer, L., Kolesnikov, A., Weissenborn, D., Zhai, X., Unterthiner, T., ... & Houlsby, N. (2020). "An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale." arXiv preprint arXiv:2010.11929.
[11] Baker, N., Lu, H., Erlikhman, G., & Kellman, P. J. (2018). "Deep convolutional networks do not classify based on global object shape." PLoS computational biology, Vol. 14, No. 12, e1006613.
[12] Tuli, S., Dasgupta, I., Grant, E., & Griffiths, T. L. (2021). "Are convolutional neural networks or transformers more like human vision?". arXiv preprint arXiv:2105.07197.
[13] Liang, L., Lin, L., Jin, L., Xie, D., & Li, M. (2018, August). "SCUT-FBP5500: A diverse benchmark dataset for multi-paradigm facial beauty prediction." In 2018 24th International conference on pattern recognition (ICPR) (pp. 1598-1603). IEEE.
[14] Terry, R. L., & Davis, J. S. (1976). "Components of facial attractiveness." Perceptual and motor skills.
[15] Russell, R. (2009). "A sex difference in facial contrast and its exaggeration by cosmetics." Perception, Vol. 38, No. 8, pp. 1211-1219.
[16] Jones, A. L., Russell, R., & Ward, R. (2015). "Cosmetics alter biologically-based factors of beauty: Evidence from facial contrast." Evolutionary Psychology, Vol. 13, No. 1, 147470491501300113.

VRを用いた自己所在感覚の攪乱による体外離脱体験の誘導
Inducing out-of-body experiences by disturbing the sense of self-location using VR

相馬 あい†，工藤 卓†
Ai Souma, Suguru N. Kudoh
† 関西学院大学
Kwansei Gakuin University
iul06500@kwansei.ac.jp

概要

近年，コロナ禍による仮想現実（Virtual Reality, VR）への需要が高まっている．VRは現実の空間から別の世界に入り込んだような没入感が重要であり，そのためにさまざまな研究が行われている．本研究では，自分がここにいるという感覚である自己定位を撹乱することで，自身の身体とは別の場所に意識が定位する現象である体外離脱体験（Out of Body Experience, OBE）を誘導した．

キーワード：体外離脱体験 (Out of body experience), 自己定位, 体性感覚, 没入感

1. 序論

体外離脱体験（Out of body experience，OBE）とは，自身の意識が自身の身体の外側に定位し，その位置から自分の体を見ているような錯覚を体験することである．従来研究には， HMDを2台のカメラに繋ぎ，マネキン人形を見せた上で触覚刺激を与えることで体外離脱体験を誘導したと言うエールソンらの研究がある [1]．また，小鷹らの重力に着目したOBEの実験がある [2]．従来試みられてきた多くの手法では，体外離脱体験として自身の身体から抜け出すという認識を直接的に報告している例が少ない．本研究では，自身の身体とは別の場所に移動するという認識を強く持たせるために自己像を視認させる前にモニターの中に入るように移動するという演出によって，一人称の視点を移動させることで，OBEの誘導を試みた．

2. 実験材料・手法

2.1 実験タスク

本研究では，実際の実験環境に近い部屋に，モニターと自己位置確認用のオブジェクト等を配置したVR空間を作成した（図1）．実験参加者には楽な姿勢で椅子に掛け，脳波電極とHMDを装着してもらい，実験に集中できる環境を整えた．使用するカメラは，自転する椅子の上に乗せた．三脚に固定して，地面から実験参加者の目線までと同じ高さに調節した．実験参加者にはVR空間内で自己の向きとオブジェクトの位置を確認してもらい，その後，実験参加者に「今から椅子ごとモニターの中に入ります．モニターの中央を見つめてください.」と指示した上で，モニター拡大のモーションを起動してモニターの内像を視野全面に表示した．拡大終了後にカメラを回転させ，実験参加者の姿がHMDの空間内に見えるようにした．この時，自他の区別に関係するとされる側頭頭頂接合部の脳波を記録した．その後，実験参加者の背後から予備動作を実験参加者が見えるようにしながら，肩をウレタン刀で打った．また，実験終了後に，OBEの導入についてのアンケート16項目に回答してもらい，OBEの発現を解析した．内9名の参加者については，OBE中の身体所有感と自己主体感を検証するために，ウレタン刀で打った後に，自己像が映った状態で，手を上下に挙げたり下げたり，頭だけを動かして周囲を確認したりしてもらった．また，自己像に対して身体所有感と自己主体感を感じているかについて評価するアンケート項目に答えてもらった．

2.2 OBEアンケート

実験で使用したアンケートはレゲンハーガー [3] らとエールソン [1] らのアンケートをもとに本研究に合わせて修正し，作成した．アンケートはフリースケール形式で，図のスケール中に記述してもらう形式，選択形式，自由記述の4種類で回答してもらい，アンケート回収後に，記入されたスケール上の位置を0から100に変換して評価した．本研究の質問1はMeta Quest2を着用した際に，自分がどこにいるように感じたかを問う項目である．質問2，5，6，7，8，9，10，11は自分が今どこにいるかという自己定位を問う項目である．質問3，4はカメラを180°回転させて，前

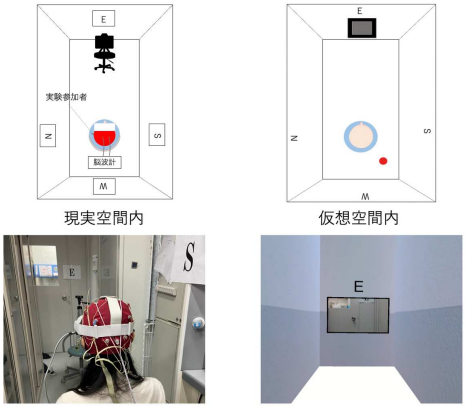


図 1　実験の概要.

方に見えた自己像を実験参加者がどのように捉えているかを問う項目である．質問 12，13 は視点の向きと自身が向いていると思っている方向が一致しているかを確認する項目である．質問 14 は他者から刺激された時に自身の身体であると感じる自己所有感がどの位置にあるかを問う項目である．質問 15 は OBE が誘導されたことによって，deownership[4] が引き起こされているかを問う項目である．質問 16 は自分が非自己もしくはアバターを動かしているという感覚である自己主体感を評価する項目である．質問 17 は前方に見える自己像に対して，自己所有感を感じているかを評価する項目である．質問 16，17 は後から追加して評価を行った．

2.3　脳波計測・解析手法（EEG）

本研究では客観的な指標で OBE を評価するために，実験参加中の脳波を計測した．計測には Active Two System(BIOSEMI) を使用した．計測は国際式 10-20 法に則って行い，側頭頭頂接合部付近の電極である C3，C4，P3，P4 の α 波を安静時，拡大モーション途中，自身が HMD 内に映し出された状態のそれぞれ 10 秒間に対して行った．OBE 発現の解析には，8-14 帯域のバンドパスフィルタをかけた上で，マルチテーパパワースペクトル密度を算出した．また，ウィルコクソンの符号順位和の片側検定を使用し，OBE 前後の脳波に変化があるか確認した．

3.　結果・考察

3.1　OBE アンケート結果

男女 22 名（平均年齢：22.1 歳，標準偏差：± 1.1，年齢範囲：21-24 歳）を実験参加者として実験を行った．アンケート各項目の 1-10 の範囲のスコアに対して，平均と標準誤差を求めて，質問ごとのスコアとした．質問 7 と質問 8 は対立する質問で，視界が回転したとき，前方に見える何かの位置と自己視点の位置のどちらに自分がいるように感じたかを問うものである．質問 7 と質問 8 のスコアはどちらも 5 割程度で，実験参加者ごとの質問 7，8 に対するスケール差分の絶対値の度数分布は，7 以上の大きな差がある実験参加者と，4 以下の差分しかない実験参加者の 2 グループに分かれた．そこで，絶対値 5 を基準として，これ以上の差があって且つ自己像位置に自己位置が定位したもの，差があって且つ自己視点位置に自己位置が定位したもの，差が 5 以下で自己位置の定位があいまいであったものに分類し，それぞれ「自己像位置定位群」，「自己視点位置定位群」，「不明確定位群」の 3 群とした．視界が回転した時，自己視点位置に自分がいると感じた自己視点位置定位群が，明確に OBE 体験を発現している群であると考えられる．自己像位置定位群は 6 名，自己視点位置定位群は 4 名，自己位置定位が混乱したと考えられる不明確定位群は 12 名であった．質問 9，10 は視界が回転した時，自分が現実空間と仮想空間のどちらにいるように感じたかを問う質問でこれらは共に 5 割程度のスコアであった．これらの質問の組は実験参加者全体のスコアは，実験参加者によって，偏りに差が表れた．実験参加者ごとの質問 9，10 に対するスケール差分の絶対値の度数分布は，7 以上の大きな差がある実験参加者と 5 以下の差分しかない実験参加者の 2 グループに分かれた．そこで，絶対値 6 を基準として，これ以上の差があって且つ自己の存在が現実空間としたもの，差があって且つ自己の存在が仮想空間としたもの，差が 5 以下で自己の存在位置が現実とも仮想空間とも判じられないものに分類し，それぞれ「在現実空間群」，「在仮想空間群」，「在界不明確群」の 3 群とした．視界が回転した時，現実空間に自分がいると感じた在現実空間群が，明確に OBE 体験を発現している群であると考えられる．在現実空間群は 3 名，在仮想空間群は 4 名，自己位置定位が混乱したと考えられる在界不明確群は 15 名であった．

3.2　自己定位

モニターの中に入ったときに自己定位がどこにあるかを図に記入してもらった結果を示す（図 3）．90% 以上の実験参加者が VR 映像の動きと連動して自身の前方やモニター内に自己定位が移動したと回答した．また，移動する前にいた空間が仮想空間と認識したの

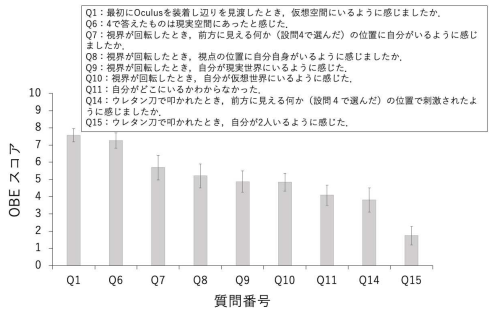


図 2　各質問項目のスコア

は 20 名，現実空間と認識したのは 2 名であった．モニターの奥に見えている空間がモニター内空間だと認識したのは 10 名，現実空間だと認識したのは 12 名であった．

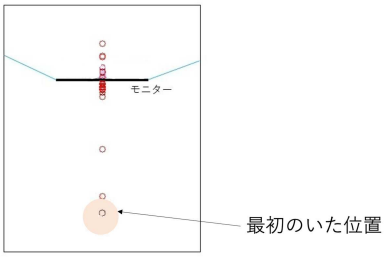


図 3　モニター内に入った直後の自己位置．

自己像を視認したときに自己定位がどこにあるかを図に記入してもらった結果を示す（図 4）．モニター内に自己が定位したとする実験参加者が多かった．また，自己像が見える前と比較したときに，自己像視認後に自己定位が自己像に近い位置に移動したと答えた実験参加者もあり，自己像の視認が自己定位に影響を与える可能性が示唆された．自己像がある空間を仮想空間と認識したのは 7 名，現実空間と認識したのは 15 名であった．一人称視点のある空間がモニター内空間だと認識したのは 12 名，現実空間だと認識したのは 10 名であった．

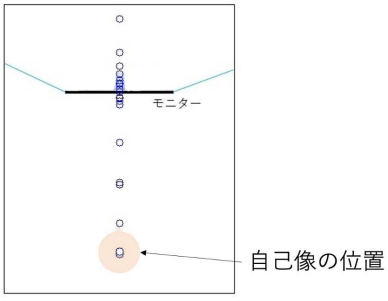


図 4　自己像が映し出された時の自己位置．

質問 3 は，視界が回転したとき何が見えたかを問う項目で，視界にはカメラでそのとき撮影している自己像が投影されている．実験参加者全員が「1．自分自身の姿が見えた」と回答しており，視界に映った人物を自分と正しく認識した．回答は複数回答を許したため，自己像をカメラ映像として解釈したり，鏡に映った像と解釈する回答が多かった．

表 1　自己像の捉え方

1. 自分自身の姿が見えた．	22
2. 自分自身をカメラなどで撮影したイメージが投影されていたものが見えた．	8
3. 鏡に映った自分の姿が見えた．	5
4. 自分によく似た他人の姿が見えた．	0
5. よくわからないものが見えた．	1
6. それ以外が見えた．	6

質問項目 12，13 はモニターの中に入ったとき（12）と視界が回転したとき（13）に自己定位の向きと視線の向きが一致しているかを問う項目である．モニターに入るモーションを体験した時は，全員が E（東向）と回答し，VR 空間内における誘導と一致した．その後視界が 180 度回転し，自己像が見えた時は，20 名が正しく W（西向），と回答したが，1 名が N（北向），1 名が不明と，見えるはずのない自己像を認識したことによって自己の方向の認識が混乱した例があった．

3.3　モニター侵入モーション中の脳波

実験開始前の安静状態の脳波 10 秒間とモニターの中に侵入するモーション中の脳波 10 秒間のマルチテーパパワースペクトルを求めた．さらに，その結果をウィルコクソンの符号順位和の片側検定を用いて，有意差検定した．結果を表 2 に示す．どの電極においても，α 波が安静時と比べて減少した．また，アンケート結果から決定した分類群ごとに脳波を比較した（表 3，4）．OBE が明確に発現していないと考えられる自己像位置定位群において α 波の減少が認められた．このことは，意識体験として OBE と生理的身体反応としての OBE が必ずしも一致しない場合があることを示す．また，OBE が明確に発現していると考えられる在現実空間よりも在仮想空間群において α 波の減少が顕著であった．

3.4　自己像が映ったときの脳波

実験開始前の安静状態の脳波 10 秒間と自己像が映っているときの脳波 10 秒間のマルチテーパパワースペクトルを求めた．さらに，その結果をウィルコクソンの符号順位和の片側検定を用いて，有意差がある

表 2　拡大モーション中のウィルコクソンの符号順位和検定結果（α波）

	C3	C4	P3	P4
増加	6	5	3	5
減少	10	10	11	13

表 3　モーション中の自己定位位置グループごとの結果/人数

	自己視点位置定位群	不明確定位群	自己像位置定位群
C3（α減少）	0	0.42	0.83
C3（α増加）	0.25	0.33	0.17
C4（α減少）	0.50	0.42	0.50
C4（α増加）	0.25	0.25	0.17
P3（α減少）	0.50	0.50	0.50
P3（α増加）	0	0.08	0.33
P4（α減少）	0.75	0.58	0.50
P4（α増加）	0	0.25	0.33

表 4　モーション中の R-V グループごとの結果/人数

	在現実空間群	在界不明確群	在仮想空間群
C3（α減少）	0.33	0.40	0.75
C3（α増加）	0	0.33	0.25
C4（α減少）	0.33	0.47	0.50
C4（α増加）	0.33	0.27	0
P3（α減少）	0.67	0.47	0.50
P3（α増加）	0	0.13	0.25
P4（α減少）	0.33	0.67	0.50
P4（α増加）	0	0.27	0.25

か検証した．結果を表 5 に示す．どの電極においても，α波が安静時と比べて減少していることが確認された．また，アンケート結果から決定した分類群ごとに脳波を比較した（表 6，7）．自己像が映った時も，自己像位置定位群においてα波が減少した人数が多かったが，自己視点位置定位群，不明確定位群においてもα波の減少が認められ，混乱が大きかった．また，この場合も在現実空間群よりも在仮想空間群においてα波の減少が多い傾向があり，α波の現象は意識体験としての OBE の指標というよりは，自己像の定位を検証している過程で発現している可能性も考えられる．

表 5　自己像が映っているときのウィルコクソンの符号順位和検定結果

	C3	C4	P3	P4
増加	5	4	5	3
減少	14	13	15	14

4.　結論・まとめ

自己位置が，本身の体がある位置から前方に離れた仮想的な一人称視点の位置に定位し（図 3，図 4），かつ自分が向いている方向もほとんどの実験参加者が本身の身体と反対の方向を向いていると自覚した（質問項目 13）こと，また質問項目 3(表 1) の自己像の捉え方から，自分自身を身体の外側から眺めているという体外離脱体験時の状況と同じ状態が，VR による体験により発現したと考えられる．また，脳波計測の結果から，自己像位置定位群と在仮想空間群において，α波の減少が起こりやすいことが明らかとなった．また，アンケート上では，意識体験としては OBE を体験していないと考えられた群も無自覚の内に OBE を体感している場合がある可能性がある．

表 6　自己像が映っているときの自己定位位置グループごとの結果/人数

	自己視点位置定位群	不明確定位群	自己像位置定位群
C3（α減少）	0.25	0.58	1.00
C3（α増加）	0.25	0.33	0
C4（α減少）	0.75	0.50	0.67
C4（α増加）	0	0.17	0.33
P3（α減少）	0.50	0.67	0.83
P3（α増加）	0.25	0.25	0.17
P4（α減少）	0.75	0.50	0.83
P4（α増加）	0	0.25	0

表 7　自己像が映っているとき R-V グループごとの結果/人数

	在現実空間群	在界不明確群	在仮想空間群
C3（α減少）	0.67	0.53	1.00
C3（α増加）	0.33	0.27	0
C4（α減少）	0.67	0.60	0.50
C4（α増加）	0.00	0.20	0.25
P3（α減少）	0.67	0.60	1.00
P3（α増加）	0.33	0.27	0
P4（α減少）	0.67	0.53	1.00
P4（α増加）	0.33	0.13	0

5.　謝辞

本研究は，関西学院大学共同研究助成により支援を受けて行われた．

参考文献

[1] H. H. Ehrsson, “The experimental induction of out-of-body experiences,” Science, vol. 317, no. 5841, pp. 1048–1048, 2007.
[2] K. Kodaka, “主観的な重力方向の反転を促進させる因子の検討,” 2018 年度日本認知科学会第 35 回大会, vol. 35, no. OS03 -4, pp. 324–328, 2018.
[3] B. Lenggenhager, T. Tadi, T. Metzinger, and O. Blanke, “Video ergo sum: Manipulating bodily self-consciousness,” Science, vol. 317, no. 5841, pp. 1096–1099, 2007.
[4] K. Kodaka, “(OS 招待講演)HMD による構成的空間を舞台とした「三人称的自己」の顕在化,” 2018 年度人工知能学会全国大会 (第 32 回), vol. 32, pp. 1–4, Apr. 2018.

アニマシー知覚に関連する動きの性質：時間的随伴性と速さの検討
Characteristics of Motion Related to Animacy Perception: Temporal Contingency and Speed

細川 敦司 †，日髙 昇平 †，鳥居 拓馬 ‡
Atsushi Hosokawa, Shohei Hidaka, Takuma Torii
† 北陸先端科学技術大学院大学，‡ 東京電機大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology, Tokyo Denki University
s2210153@jaist.ac.jp

概要
観察者が観察対象に対して生き物らしさを知覚することをアニマシー知覚という．本研究では実験において複数物体の動きにおける相関を統制し，アニマシー知覚を特徴づける要因として時間的随伴性および他の統計量を検討した．その結果，時間的随伴性とともにそれよりアニマシー知覚と高い相関を持つ統計量として自己共分散比があることが示唆された．
キーワード：アニマシー知覚, 時間的随伴性, ベクトル自己回帰 (VAR), Granger causality

1. はじめに
外見が生き物とはほど遠い単純な幾何学図形（円や三角形）の動きに対しても，人は生き物らしさを感じることが知られている．Heider & Simmel [1] では，三つの幾何学図形（大きな三角形，小さな三角形，小さな円）が長方形の近くを移動する動画を実験参加者に見せ，図形について説明させたところ，参加者は指示が与えられていないにも関わらず，内気やいじめっ子といった性格特性，および不満や怒りといった感情を図形に帰属させて説明を行った．このように，観察者が観察対象に対して生き物らしさを知覚することをアニマシー知覚という．

アニマシー知覚は他者の意図や複数人の社会関係をそれらの行動から読み取る能力と深く関係すると考えられており，アニマシー知覚の機序の解明は人の社会性認知の理解に貢献すると考えられる．また，人と共存できるロボットや生き物らしい映像 (CG) の開発にも，生き物らしさの知覚特性の解明が役立つ．

Heider & Simmel [1] による研究以来，アニマシー知覚に関連する特定の動きの特徴を調べた研究がある．Bassili [2] は，「ある物体が動いた後に少し遅れて他の物体がつられてついてくる」という時間的随伴性がアニマシー知覚の要因であることを示唆した．一方，近年では同期の度合いとアニマシー知覚の関連が調べられている．Takahashi & Watanabe [3] は，二つの物体の動きが高い度合いで同期するほど，観察者が物体の生物性を低く評価するという傾向を示した．これらの結果は，同期と時間的随伴性はどちらも複数物体間における相互作用を捉える点で似ているが，アニマシー知覚に及ぼす影響は異なることを示している．

時間的随伴性や同期のような類似した概念を区別して扱うためには，これらを定量化する必要がある．Oguma, Torii, & Hidaka [4] や小熊 [5] は，2 物体の動きにおける一種の時間的随伴性の度合いを Granger causality [6] で定量化し，時間的随伴性とアニマシー知覚の関係を実験的に検討した．小熊らの実験刺激動画では，二つの点がベクトル自己回帰 (VAR) モデルに従って運動し，他方の点からの Granger causality が大きいほど相手につられて動く．小熊 [5] の実験では，二つの点を表示している動画と，一方の点を隠して他方の点のみを表示している動画が提示された．その結果，Granger causality と観察者が知覚した生物性との間には有意な相関が認められた．また，一方の点を隠すかどうかにかかわらず観察者は同程度に生物性を知覚した．

以上の背景を踏まえ，本研究は時間的随伴性がアニマシー知覚を特徴づけることを確認するとともに，アニマシー知覚に影響を及ぼす他の要因を発見することを目指す．

2. VAR モデルと Granger causality
小熊ら [4, 5] は，二つ一組の点が相互作用する度合いを操作して時系列データを生成するために，確率的な時系列生成モデルである 1 次 2 変量のベクトル自己回帰 (VAR) モデル（式 (1)）を用いた．

$$v_0 = \mathbf{0}_2,\ v_t = Av_{t-1} + \epsilon_t \tag{1}$$

ここで $\mathbb{R}$ をすべての実数の集合とすると，$v_t = \binom{R_t}{B_t} \in \mathbb{R}^2$ は時刻 $t = 0, 1, \ldots$ における 2 変量の状態変数ベ

クトル，$\mathbf{0}_2 := \binom{0}{0}$ は 2 次元ゼロベクトルであり，$A \in \mathbb{R}^{2\times2}$ は係数行列，$\epsilon_t \in \mathbb{R}^2$ は各時刻 t ごとに平均 $\mathbf{0}_2$，基本共分散行列 $\Sigma \in \mathbb{R}^{2\times2}$ の 2 変量正規分布 $N(\mathbf{0}_2, \Sigma)$ に従う攪乱項である．つまり，VAR は過去の状態変数ベクトル v_{t-1} から現在の状態変数ベクトル v_t を確率的に決定するモデルである．

$t \to \infty$ において状態変数ベクトル v_t が従う定常確率分布が存在するとき，VAR モデルは安定であるという．その定常確率分布は 2 変量の正規分布であり，$N(\mathbf{0}_2, \Sigma_*)$ と書く [7]．ここで $\Sigma_* \in \mathbb{R}^{2\times2}$ は定常共分散行列である．

小熊ら [4, 5] は，「一方の物体の過去の動きが，他方の物体の将来の動きの予測に寄与する度合いがアニマシー知覚を特徴づける」という仮説を立て，そのような時間的随伴性の一つの具体化としての条件付き予測可能性の度合いを Granger causality（以下 GC と略記する）という統計量で定量化した．GC は過去の時点でのある変数が，将来の他の変数の予測にどの程度役立つかを定量化する．GC には向きがあり，B から R への GC と B から R への GC は一般には異なる．Hidaka & Torii [7] では VAR モデルにおける GC を下記のように定義している．状態変数ベクトル $v_t = \binom{R_t}{B_t} \in \mathbb{R}^2$ を持つ安定な VAR モデルにおいて，B から R への GC $G_{B\to R}$，R から B への GC $G_{R\to B}$ はそれぞれ 式 (2) で定義される．

$$\begin{aligned} G_{B\to R} &:= 2 \lim_{t\to\infty} \left(h(R_{t+1}|R_t) - h(R_{t+1}|R_t, B_t)\right) \\ G_{R\to B} &:= 2 \lim_{t\to\infty} \left(h(B_{t+1}|B_t) - h(B_{t+1}|B_t, R_t)\right) \end{aligned} \tag{2}$$

ただし，$h(Y|X)$ は条件付き微分エントロピーである．

3. 実験

本研究では「ある物体が他の物体から受ける時間的随伴性は，観察者がその物体に知覚する生物性の度合いに影響を及ぼす」という仮説を検証し，アニマシー知覚に影響を及ぼす要因が時間的随伴性以外に存在するかどうかを確かめる．二つの物体間における相互作用のうち，時間的随伴性は過去の動きと将来の動きの関連性であり，Granger causality に相当する．一方で，同期は同時点における動きの関連性であり，相関に相当する．したがって，二つの点の動きにおける相関を固定したうえで Granger causality を操作して刺激動画を作成し，動画内の点の動きに対する生物性を観察者に評定させる実験を行う．

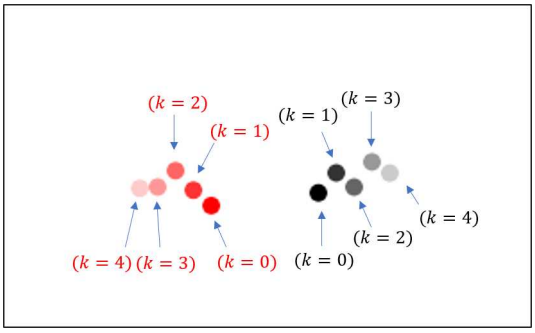


図 1: 実験刺激例　出典：[5]

3.1 実験刺激

実験では小熊ら [4, 5] と同様に，VAR モデルの状態変数 $v_t = (R_t, B_t)^\top$ に対応した動きを視覚刺激として提示する．具体的には，2 個の異なる物体を表す赤い点 R と黒い点 B が一定の長さの履歴を示しながら上下に運動する動画（図 1）である．それぞれの点は 2 次元平面上において，水平方向には固定した位置に表示され，垂直方向には VAR モデルに従って運動する．時刻 $t = 0, 1, ...$ における点 R と B の垂直方向の位置座標がそれぞれ R_t, B_t である．

小熊 [5] の知見に基づき，観察者が知覚する生物性は B の表示の有無によらないかどうかを確かめるため，二つの物体 R と B が表示されている動画（R-B 動画）と，物体 B を隠して一つの物体 R のみが表示されている動画（R 動画）を作成した．R 動画は R-B 動画から黒い点 B だけを非表示にした動画として作成した．

また，それぞれの物体の 5 時点前までの過去の軌跡を水平方向に表示した．k 時点前の R は画面中央から $-(10k + 20)$ pixels の位置，R-B 動画における B は画面中央から $+(10k + 20)$ pixels の位置に表示した $(k = 0, 1, ..., 4)$．つまり，これらの点は水平方向に履歴（軌跡）を伸ばしながら，垂直方向に移動した．また過去であればあるほど点の色の透明度を上げた．動画のフレームレートは 6Hz に設定した．

3.2 モデルのパラメータ設定

本実験では時間的随伴性の効果を検証するため，R_t と B_t の相関を一定にする必要がある．そこで，安定な VAR モデルにおいて定常共分散行列 Σ_* が一定となるように係数行列 A を操作する．具体的には，Hidaka & Torii [7] に基づき，VAR モデルのパラメータを以下の通り設定する．

定常共分散行列 Σ_* と基本共分散行列 Σ,

$$\Sigma_* = \begin{pmatrix} \sigma^*_{0,0} & \sigma^*_{0,1} \\ \sigma^*_{0,1} & \sigma^*_{1,1} \end{pmatrix}, \quad \Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{0,0} & \sigma_{0,1} \\ \sigma_{0,1} & \sigma_{1,1} \end{pmatrix}, \tag{3}$$

は $\sigma^*_{0,0} = \sigma^*_{1,1} = 1$, $\sigma^*_{0,1} = 0$, $\sigma_{0,0} = \sigma_{1,1} = 2/3$ に決めた. 係数行列 A は 2 つの角度 $\theta_0 \in [0°, 360°)$ と $\theta_1 \in [0°, 360°)$ を用いて式 (4) で表せる [7].

$$\begin{aligned} A &= \left(S_0 \begin{pmatrix} \cos\theta_0 \\ \sin\theta_0 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} S_1 \begin{pmatrix} \cos\theta_1 \\ \sin\theta_1 \end{pmatrix} \right)^\top \\ S_i &:= \sqrt{1 - \frac{\sigma_{i,i}}{\sigma^*_{i,i}}} \begin{pmatrix} 1 & -\frac{\sigma^*_{i,1-i}}{\sigma^*_{i,i}} \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \frac{\sigma^*_{i,i}}{\sqrt{\det \Sigma_*}} \end{pmatrix} \end{aligned} \tag{4}$$

このとき, B から R への $G_{B\to R}$ および R から B への $G_{R\to B}$ は式 (5) である.

$$\begin{aligned} G_{B\to R} &= \log\left\{ \left(\frac{\sigma^*_{0,0}}{\sigma_{0,0}} - 1 \right) \sin^2\theta_0 + 1 \right\} \\ G_{R\to B} &= \log\left\{ \left(\frac{\sigma^*_{1,1}}{\sigma_{1,1}} - 1 \right) \sin^2\theta_1 + 1 \right\} \end{aligned} \tag{5}$$

3.3 実験条件

二つの点の動きにおける Granger causality と視覚刺激における B の表示の有無を操作するため, θ_0 と θ_1, 物体 B を隠すかどうかを実験条件として設定した. θ_0 と θ_1 それぞれを 0° から 330° まで 30° 刻みにして 12 水準設定し, それらすべてを組み合わせて 144 種類の係数行列を用いた. R 動画と R-B 動画の時系列生成では同じ係数行列を用いた. 動画数は R-B 動画で 144 個, R 動画で 144 個であり, 合計 288 個の動画を作成した.

3.4 実験参加者

大学院生 5 名（男性 4 名, 女性 1 名）が参加した.

3.5 実験手続き

実験は R-B 動画を閲覧する試行が連続するブロックと, R 動画を閲覧する試行が連続するブロックの二つのブロックに分けて行った. 参加者が R-B 動画と R 動画のどちらのブロックを先に閲覧するかは参加者間で交互に入れ替えてカウンターバランスをとった. つまり 1 人目の参加者が R-B 動画のブロックを先に閲覧した場合, 2 人目の参加者は R 動画のブロックを先に閲覧した. 動画の提示順は, 各ブロック内ではランダムであったが, R-B 動画のブロックと R 動画のブロックで同一の係数行列を用い, 同一の赤い点 R の動きを提示した.

参加者は 1 個の動画を閲覧した後に,「赤い円の動きが生き物らしいと感じましたか？」という質問に対して 5 段階リッカート尺度（1. 感じない, 2. あまり感じない, 3. どちらでもない, 4. 少し感じる, 5. 感じる）で回答した. どの試行においても, 参加者は各刺激動画における赤い点 R の生物性を評価した.

3.6 分析

目的変数を R の生物性の度合い (Animacy-R) , 説明変数を θ_0, $\cos\theta_0$, $G_{B\to R}$, θ_1, $\cos\theta_1$, $G_{R\to B}$, および B を隠したかどうか (hideBlack) とした. 目的変数と説明変数の関係を図示し, R-B 動画と R 動画それぞれの重回帰分析を行った.

3.7 結果

図 2 は, 赤い点 R の生物性とそれぞれの説明変数の関係を表す. 各図のエラーバーは標準偏差を示す. 図 2a より, θ_0 が 0° (360°) に近づくほど生物性は高くなり, 150° に近づくほど低くなるということがわかる.

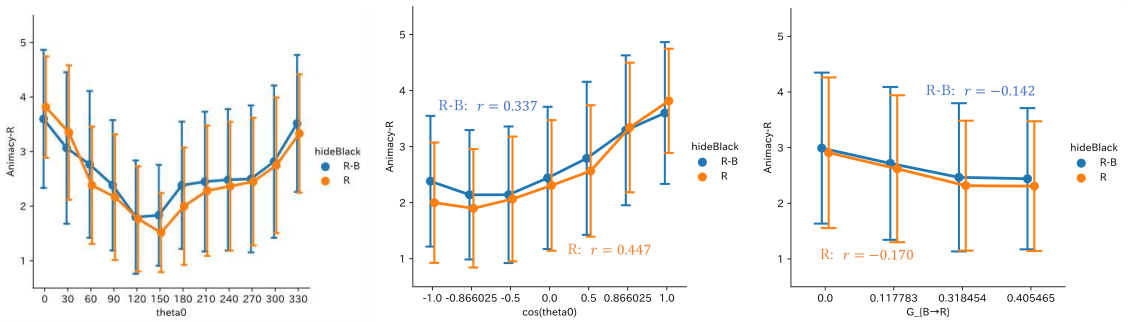
表 1 は, R-B 動画と R 動画それぞれにおける重回帰分析の結果を示す. R-B 動画と R 動画ともに, R の生物性評価に $\cos\theta_0$ は有意な正の影響を, $G_{B\to R}$ は有意な負の影響を及ぼすといえる ($p < 0.01$). $\cos\theta_1$ と $G_{R\to B}$ は有意な影響を及ぼすとはいえない (R-B 動画での $\cos\theta_1$: $p = 0.880$, $G_{R\to B}$: $p = 0.972$. R 動画での $\cos\theta_1$: $p = 0.052$, $G_{R\to B}$: $p = 0.502$).

3.8 考察

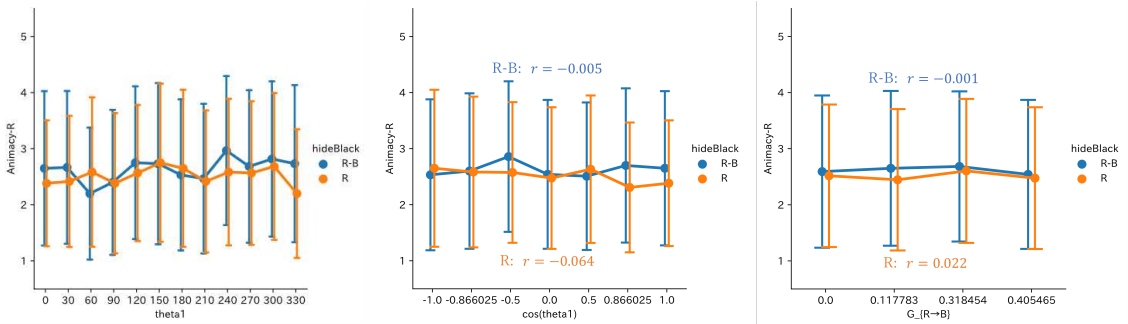
物体 B を隠したかどうかによらず, $G_{B\to R}$ が物体 R に知覚される生物性に有意な負の影響をもつことから, ある物体と他の物体との時間的随伴性は, 観察者がその物体に知覚する生物性に影響を及ぼすと考えられる. 本研究においても, 先行研究 [5] と同様に Granger causality の意味での時間的随伴性がアニマシー知覚を特徴づけることを確認できた.

一方で, 本研究の分析では $G_{B\to R}$ に加えて新たに $\cos\theta_0$ にも有意な相関が示された. この量はモデルの構造上, 以下の性質を持つ：

$$\cos\theta_0 \propto \frac{\alpha_1}{\alpha_0}.$$



(a) θ_0 との関係　(b) $\cos\theta_0$ との関係　(c) $G_{B\to R}$ との関係



(d) θ_1 との関係　(e) $\cos\theta_1$ との関係　(f) $G_{R\to B}$ との関係

図 2: 赤い点 R の生物性とそれぞれの説明変数の関係

表 1: 重回帰分析の結果

	R-B 動画			R 動画		
説明変数	偏回帰係数	t 値	p 値	偏回帰係数	t 値	p 値
$\cos\theta_0$	0.6431	9.672	< 0.01	0.8023	13.665	< 0.01
$G_{B\to R}$	−1.3376	−4.070	< 0.01	−1.5111	−5.207	< 0.01
$\cos\theta_1$	−0.0100	−0.151	0.880	−0.1141	−1.944	0.052
$G_{R\to B}$	−0.0114	−0.035	0.972	0.1948	0.671	0.502
定数	2.9206	26.650	< 0.01	2.7956	28.889	< 0.01
サンプルサイズ	720			720		

ただし α_0, α_1 は R 時系列の AR モデルの 1 次，2 次の係数である．この比 $-1 \leq \frac{\alpha_1}{\alpha_0} \leq 1$ は，VAR モデルを周辺化して得られる周辺化 AR モデルの無限次の自己共分散の減衰率に相当する．したがって，本研究の結果は自己共分散比がアニマシー知覚に大きな影響を及ぼす要因の一つであることを示唆する．

謝辞

本研究は科研費基盤研究 B(一般) JP23H0369，挑戦的研究 (萌芽) JP22K19790，JST さきがけ JPMJPR20C9 の助成を受けて行われた．

文献

[1] Heider, F., & Simmel, M., (1944) “An experimental study of apparent behavior”, The American Journal of Psychology, Vol. 57, No. 2, pp. 243-259.

[2] Bassili, J. N., (1976) “Temporal and spatial contingencies in the perception of social events”, J. Personality and Social Psychology, Vol. 33, No. 6, pp. 680-685.

[3] Takahashi, K., & Watanabe, K., (2015) “Synchronous motion modulates animacy perception”, Journal of Vision, Vol. 15, No. 8, 17.

[4] Oguma, K., Torii, T., & Hidaka, S., (2021) “Animacy perception of a pair of movements under quantitative control of its temporal contingency: a preliminary study”, The 26th International Symposium on Artificial Life and Robotics, GS12-1, pp.274-279.

[5] 小熊 健一, (2021) “物体間の運動の予測可能性が生き物らしさの知覚に及ぼす効果の実験的検討” JAIST 学術研究成果リポジトリ.

[6] Granger, C. W. J., (1969) “Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods”, Econometrica, Vol. 37, No. 3, pp. 424-438.

[7] Hidaka, S., & Torii, T., (2021) “Designing Bivariate Auto-Regressive Timeseries with Controlled Granger Causality”, Entropy, Vol. 23, No. 6, 742.

アルツハイマー病の進行による安静時機能的連結性の個人的特徴の変化について

Changes in Individual Characteristics of Resting Functional Connectivity with Progression of Alzheimer's Disease

中谷　太河[†]，赤間　啓之[†]
Taiga Nakaya[†], Hiroyuki Akama[†]
[†] 東京工業大学・生命理工学系、赤間研究室
Akama Laboratory, Department of Life Science and Technology, Tokyo Institute of Technology
nakaya.t.ad@m.titech.ac.jp

概要

本研究では安静時 fMRI データにおける脳活動の個人的特徴が、アルツハイマー病の進行に伴いどのように変化するかを検証した。症状の進行レベルの異なる3つの参加者グループを対象に、Finn et al., 2014 の方法を踏襲しつつ解析を進めた。結果、個人差の現れやすい実行注意ネットワークに加え、デフォルトモード、感覚運動、小脳ネットワークといったアルツハイマー病で機能低下の報告される領域において差が出やすいことが判明した。

キーワード：安静時fMRI、安静時機能的連結性、アルツハイマー病

1. はじめに

内閣府の高齢社会白書によると、我が国の 65 歳以上人口は令和 4 年 10 月時点で 3624 万 人となり、総人口に占める割合も 29.0%となった。今後もその数は増加することが予想されており、人口減少も相まって令和 52 年には高齢化率は 38.7%に達するとされている[1]。それに伴い認知症の患者数が増えることも懸念されており、特に認知症の原疾患としてその 5〜7 割を占めるアルツハイマー病(Alzheimer's Disease: AD)の診断法と治療法の早急な開発が求められている。そんな中で、近年、機能的磁気共鳴画像法(fMRI) などの脳画像を用いた AD の研究が海外を中心に盛んに行われている[2-3]。本研究では、ADNI(Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative)と呼ばれる米国で行われた健常・軽度認知障害・早期 AD の実験参加者を対象とする臨床観察研究データから、安静時 fMRI データを用いて AD の進行に伴い脳活動の個人的な特徴がどのように変化するかを解析する。対象とするのは ADNI データセット中の認知的な健常者群(Cognitively Normal: CN)、軽度認知障害(Mild Cognitive Impairment: MCI)、AD と診断された実験参加者である。CN の段階では特にうつ病や認知症の兆候は認められない。MCI に入ると言語障害や運動機能の低下、記憶障害や読み書きの困難などを経験し、日常生活に影響を及ぼすようになる。AD では MCI で見られた症状がさらに悪化し、介護者なしでは生活できなくなる。

fMRI を用いた神経画像解析の分野では、脳の個人に特有のパターン、いわば指紋（fingerprint)のような個人差にアプローチする研究が盛んに行われている[4-5]。しかしこれらの研究は健康な人を対象としているのがほとんどで、特定の病気を対象とした研究は少ない。 fMRI を使用した特定の病気に関する研究では、統制群（健常者）と実験群（罹病した参加者）に分けてその差を分析することがよく行われるが、群内にも差が存在することが以前から指摘されてきていた。群間の比較では無視されがちな群内の差を調べることは、より正確に群間の差を知るうえで重要と考える。また、症状の進行にどのような個人差が存在するかを調べることは、今後加速する医療の個別化へ有用な知見を提供できると期待している。

2. 実験と分析

対象者は ADNI の参加者のうち2 回以上 fMRI を撮像した方々で、各グループの対象者人数は CN、MCI、AD の順に 120,60,17 人である。本研究では AAL(Automated Anatomical Labelling)3 と呼ばれる脳地図を用いて抽出された ROI(Region Of Interest)の平均時系列データに対して、ROI の時系列データ間の相関行列を計算したものである FC(Functional Connectivity)行列をデータの表現として扱う。そして、グループ内の個人的特徴の有無を調べるために、集団内から各個人のデータをもとに個人を特定する個人予測課題を行い、その精度を測定する。具体的には、まず各参加者データから 2 回分のデータを選択し、撮像データセット 1 と撮像データセット 2 に分割する。次

に 撮像データセット 1 から一つデータを選び、そのデータとすべての 撮像データセット 2 内のデータ間で行列の類似度を計算する。行列の類似度は行列要素の Pearson 相関で計算する。この類似度が最も大きかった撮像データセット 2 中のデータの参加者を予測とし、予測した人と一回目撮像データの参加者が一致していれば正解、一致していなければ不正解とする。この方法は Fin ら[4]の方法を参考にしている。各グループの人数の偏りを考慮して、グループ内からランダムに抽出した 15 名に対し個人予測課題を行う試行を 1000 回繰り返す。さらに、個人の特徴が脳のどの領域に表れるかを詳細に調べるために、以下の二つの分析を行った。一つ目に、脳を複数の領域からなるネットワークに分割し、各ネットワークのデータのみを用いて個人予測課題を行った。ネットワークは Xingdan らが用いたもの[6]を参考に、 感覚運動(Sensorimotor)、視覚(Visual)、実行注意(Execution and Attention)、デフォルトモード(Default Mode)、大脳基底核(Subcortical Nuclei)、小脳(Cerebellum)の 6 つのネットワークに分割した。二つ目に、個人を予測する際にどのエッジ(領域間の機能的結合性)が予測に貢献したかを調べるため、Finn らの論文[4]で用いられた Differential Power(DP)と呼ばれる尺度をエッジごとに計算した。DP はエッジがどの程度個人に特有かを定量化したもので、これは各エッジが個々の実験参加者を予測する能力を反映する。DP は以下のように計算される。

$$DP(i,j) = \sum_{l} \{-\ln(P_l(i,j))\}$$

$$P_l(i,j) = \frac{|\varphi_{lk}(i,j) > \varphi_{ll}(i,j)| + |\varphi_{kl}(i,j) > \varphi_{ll}(i,j)|}{2(N-1)}$$

$$\varphi_{lk}(i,j) = X_l^{S1}(i,j) \times X_k^{S2}(i,j)$$

ここで$\varphi_{lk}(i,j)$はそれぞれデータセット S1,S2 に属する参加者 l,k 間の FC について、ノード(ROI)i,j 間の時系列相関の値の積を、$P_l(i,j)$は異なる 2 人の$\varphi_{lk}(i,j)$が同一人物間の$\varphi_{ll}(i,j)$よりも大きくなる確率を示している。これら二つの分析も前と同様、ランダムに抽出した 15 名を対象に課題を行う試行を 1000 回繰り返しその平均をとった。

3. 結果

各グループにて個人予測試行を行った結果、その正答率平均は CN,MCI,AD グループの順に 0.799,0.794,0.796 であった。グループごとの正答率にほとんど差はなく、個人の特徴自体は病気の進行に関わらず保持されることが示唆される結果となった。

また、図 1 にそれぞれのグループにおいてネットワーク単位で個人予測試行を行った際の正答率を示した。どのグループでも実行注意ネットワーク、デフォルトモードネットワーク、感覚運動ネットワークが高い正答率を示した。また、ステージが進行するにつれて感覚運動ネットワークの正答率が上がっていた。さらに、デフォルトモードネットワークのグループ内での正答率の順位も CN では 2 番目であったが、MCI、AD では順位が逆転し最も正答率の高いネットワークとなっている。これらの結果から、感覚運動ネットワークとデフォルトモードネットワークの二つが病気の進行に伴い変化する個人的特徴に関与していることが示唆される。

DP を用いたエッジ単位での解析結果は図 2,3 に示した。図 2 は DP の上位 1%のエッジをプロットしたものである。CN,AD ではデフォルトモード、実行注意、感覚運動ネットワークに上位のエッジが集中している。MCI では小脳ネットワークにも上位エッジが現れるなど、全体的にエッジが偏在している。図 3 は上位 1%のエッジのネットワークのペア内、またはペア間の割合を示すヒートマップである。CN では約 9 割がデフォルトモード、実行注意ネットワーク内、間のエッジであることがわかる。また MCI では上記二つのネットワーク以外にも感覚運動、小脳ネットワークの割合が高く、AD では感覚運動とデフォルトモードネットワーク、特にその二つのネットワーク間のエッジが 25%を占めるという結果になった。

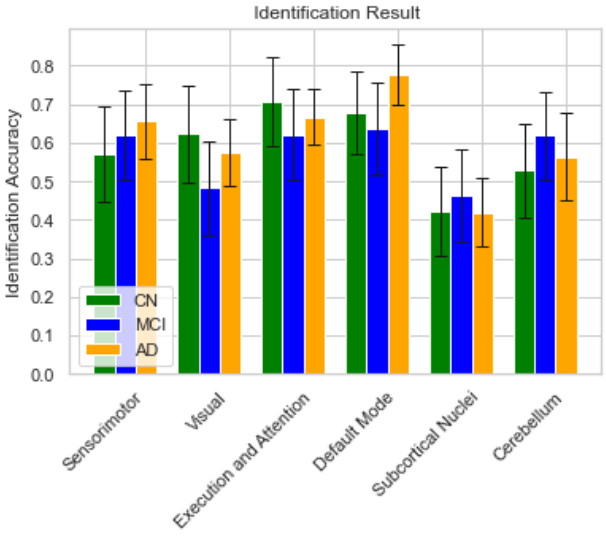


図 1 各グループでのネットワークごとの正答率

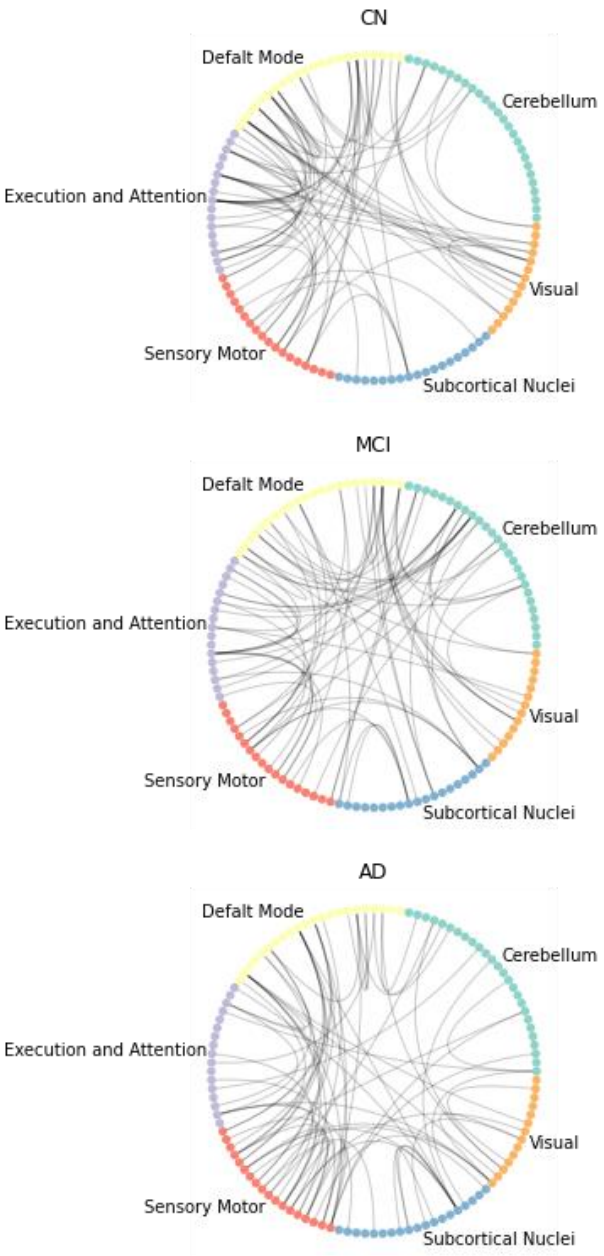
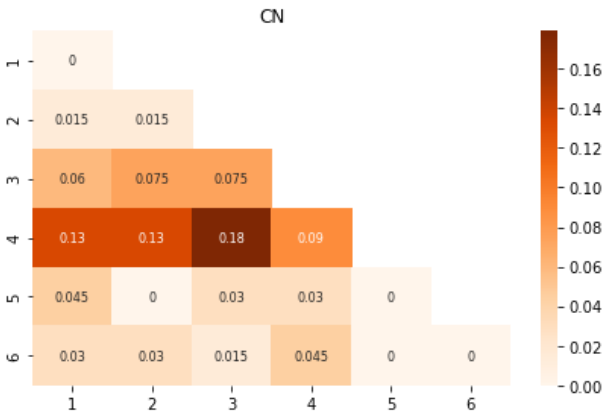


図 2 DP 上位 1%のエッジのネットワーク分布



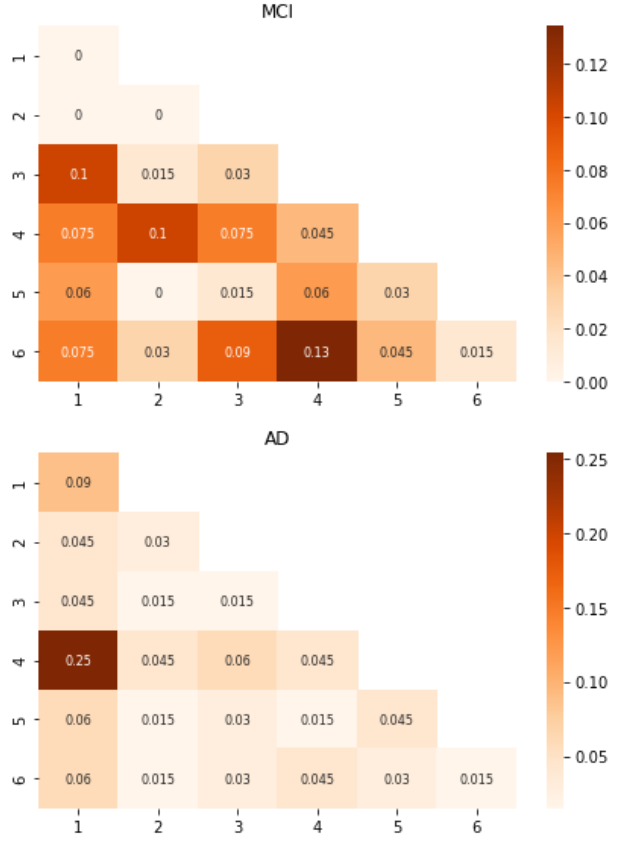


図 3 DP 上位 1%エッジのネットワークペア内-間割合(1: Sensorimotor, 2: Visual, 3: Execution and Attention, 4: Default Mode, 5: Subcortical Nuclei, 6: Cerebellum)

4. 考察

本研究ではアルツハイマー病の進行に伴い、脳活動の個人差がどのように変化するかを検証した。個人予測試行では各進行ステージでの予測精度にほとんど差は見られなかったことから、病気の進行に関わらず脳活動の個人差は保持されることが示唆される結果となった。しかし、その個人差が現れる脳の領域は変化している可能性がある。

ネットワーク単位での個人予測試行では、どのグループでも実行機能、デフォルトモードネットワークが高い正答率を示した。この二つは他の fingerprint 研究においても、参加者間で差が現れるネットワークとして報告されている[4-5]。これはこの二つのネットワークが高次の機能を担うものであり、発達期間が長く個々の環境の影響を受けやすいためといわれている。また、デフォルトモード、感覚ネットワークの正答率には病気の進行に伴い変化が見られた。デフォルトモードネットワークはアルツハイマー病患者にて異常性が確認されることが知られており[3]、後半のグループ

で高い正答率を記録したのは個人の症状の進行度を反映した結果と考えられる。感覚運動ネットワークのような低次の機能を担うネットワークは fingerprint 研究ではあまり注目されることはない。しかし、臨床研究では MCI、AD の患者の感覚や運動機能の低下が報告されており[7]、デフォルトモードネットワークと同様その機能低下の程度の差が反映された結果であると解釈できる。

DP を用いた分析の結果、MCI のグループで高い DP を示したエッジが小脳ネットワークにも表れることが確認された。アルツハイマー型認知症と小脳ネットワークの関係については、MCI 患者グループにて小脳ネットワーク内結合強度と言語流暢性検査スコアが正の相関を示した例[8]などの報告がされている。また、AD 患者グループにて確認されたデフォルトモード-感覚運動ネットワーク間結合について、Amnestic MCI グループにてこれが減少するという報告例がある[9]。ネットワーク単位での個人予測で述べたように、これらが高い DP を示したのは病気の進行によるものと考えられる。

以上の 2 種類の分析において、CN グループでは fingerprint 研究で報告されるような領域が個人予測で重要と示された。それらに加え、MCI,AD グループではアルツハイマー型認知症の研究にて障害や機能低下が報告されている領域も特徴的な領域として現れた。これは機能低下の程度の違いを反映した結果と考えられる。デフォルトモードのような報告例の多い領域もあれば、感覚運動、小脳のように報告例の少ない領域も見られた。これは一般的なグループ間比較では埋もれてしまうような、人によって症状の進行の差が出やすい部分をとらえた可能性がある。

参考文献

[1] 令和 5 年版高齢社会白書　第一章　高齢化の状況　第一節　高齢化の現状と将来像

[2] Kaustubh Supekar, Vinod Menon , Daniel Rubin, Mark Musen, Michael D. Greicius (2008) Network Analysis of Intrinsic Functional Brain Connectivity in Alzheimer's Disease, PLoS computational biology doi: 10.1371/journal.pcbi.1000100.

[3] Michael D. Greicius, Gaurav Srivastava, Allan L. Reiss, and Vinod Menon (2004) Default-mode network activity distinguishes Alzheimer's disease from healthy aging: Evidence from functional MRI, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 4637-4642 doi: 10.1073/pnas.0308627101.

[4] Emily S Finn, Xilin Shen, Dustin Scheinost, Monica D Rosenberg, Jessica Huang, Marvin M Chun, Xenophon Papademetris & R Todd Constable (2015) Functional connectome fingerprinting: identifying individuals using patterns of brain connectivity, Human Brain Mapping 2691-2705 doi: 10.1038/nn.4135.

[5] Jin Liu, Xuhong Liao, Mingrui Xia, Yong He (2017) Chronnectome fingerprinting: Identifying individuals and predicting higher cognitive functions using dynamic brain connectivity ,Human Brain Mapping volume 39 902-915 https://doi.org/10.1002/hbm.23890

[6] Xingdan Liu , Huifang Huang (2020) Alterations of functional connectivities associated with autism spectrum disorder symptom severity: a multi-site study using multivariate pattern analysis, Scientific reports doi: 10.1038/srep26527.

[7] Clare J. Galton, Karalyn Patterson, John H. Xuereb, John R. Hodges (2000) Atypical and typical presentations of Alzheimer's disease: a clinical, neuropsychological, neuroimaging and pathological study of 13 cases, Brain :a journal of neurology 484-498 doi: 10.1093/brain/123.3.484.

[8] Gloria Castellazzi, Fulvia Palesi, Stefano Casali, Paolo Vitali, Elena Sinforiani, Claudia A M Wheeler-Kingshott, Egidio D'Angelo(2014) A comprehensive assessment of resting state networks: bidirectional modification of functional integrity in cerebro-cerebellar networks in dementia, Frontiers in neuroscience doi: 10.3389/fnins.2014.00223

[9] Suping Cai, Tao Chong, Yanlin Peng, Wenyue Shen, Jun Li, Karen M. von Deneen, Liyu Huang & Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (2016) Altered functional brain networks in amnestic mild cognitive impairment: a resting-state fMRI study Brain Imaging and Behavior, 619-631 doi: 10.1007/s11682-016-9539-0.

エージェントとの協調的な目標達成の経験が含意推論に与える影響
The Experience of Sharing a Cooperative Goal Guides Estimation of Implicature in Human-Agent Interaction

西畑 千哲[†], 安田 哲也[‡], 小林 春美[§]
Chisato Nishihata, Tetsuya Yasuda, Harumi Kobayashi
[†]東京電機大学大学院, [‡]東京大学, [§]東京電機大学
Graduate School of Tokyo Denki University,
The University of Tokyo, Tokyo Denki University
23rmd37@ms.dendai.ac.jp, h-koba@mail.dendai.ac.jp

概要

本研究では、エージェントの含意の推論能力を参加者が見積もるとき、操作経験が与える影響について調べた。実験で参加者は、協調経験後にエージェントに文脈を踏まえた要求をされ、未知の乗り物に補給するエネルギー量を決定した。その結果、協調性が変化するエージェントを経験した参加者は、コンフリクトした情報をより利用する含意推論を行った。エージェントとの協調経験は含意推論に影響を与える可能性がある。

キーワード：量的含意, 協調経験, エージェント

1. 目的

現在、AI 技術の発展によりあたかも人間の自然な発話であるように人が感じる回答を行うシステムが登場している（Grassi, Recchiuto, & Sgorbissa, 2022 等）。また、コミュニケーションロボット（パロ; AIST 等）や、配膳ロボット（BellaBot; Pudu Technology Co., Ltd 等）がすでに利用されている。これらのロボットがどの程度会話に寄与しているか等については調べられている(Peca, Simut, Cao, & Vanderborght, 2016)。また、ロボットに関する人間の認識については、ロボットに対する人間の肯定的あるいは否定的な感情に関する研究等は行われている(Nomura, Suzuki, Kanda, & Kato, 2006)。しかし、「ロボットが発する発話を人間がどのように解釈するか」についての研究はあまり行われていない。本研究は、ロボット(エージェント)の発話に対し、人間はどの程度の含意(implicature)を推定するかを調べた。

言語コミュニケーションを適切におこなうためには、ことばそのものだけからでは推定できない、会話の意味を内包する「含意」を解釈することが重要である。たとえば「It's warm today.」という発話では「hot というほどではない」という言語そのものには表されていない含意が含まれている。含意の理解については、語彙的な情報が寄与する可能性(Horn, 2004; Noveck, 2018)や中央実行系の処理が寄与する可能性(De Neys & Schaeken, 2007; Fairchild & Papafragou, 2021)が指摘されている。近年、認知的負荷がかかると含意を解釈することが困難になるという知見も示されている（De Neys & Schaeken, 2007; Waldon & Degen, 2020）。しかし、これらの知見は、どのように解釈され得るかという観点から実験が行われているものが多く、実際に「他者が行う含意」の程度(どの程度見積もるのか)に関しての言及はあまりなされていない。

含意は、たとえば量を表す「たくさん」「すこし」というような一見単純な語の解釈でも必要である。こうした量を表す語は「300cc」「40cc」などのような具体的な数値を含む語とは異なり、どのぐらいの量かを述べておらず、解釈は聞き手に委ねられていると考えられる。たとえば「ご飯を少しよそってください」と言われた聞き手は、実際になんらかの量をよそう場合に、文脈も考慮して含意を推測し、どのぐらいの量をよそうべきかを判断する必要がある。このような判断においては、相手が置かれた状況も考慮すると考えられる。「お腹が空いている」と言っている人が「ご飯を少しください」と言った場合では、聞き手は「少しと言ってもそう少しなのではないだろう」と考え、ある程度多くよそうべきだと考える可能性がある。そのため、「お腹がいっぱいだ」と言っている人が「ご飯を少しください」と言った場合のほうが、よりご飯を少ない程度で欲しがっている、と聞き手は推測すると考えられる。

人がこうした量を表すことばを使って要求をしてきた場合、それを聞いた人が推測する量は、このように文脈・状況により変わると考えられる。ではエージェントがこうしたことを言った場合は、人が言った場合と同様に、聞き手は量に関する語の解釈を変化させるのだろうか。それともエージェントが言った「たくさん」「少し」という語を文脈とは関係なく単純に字義的に判断するのか。エージェントが使った語の解釈は、人がそのエージェントはどのような能力や性質を持ってい

ると見積もるかによっても変わる可能性がある。Grice が提案した協力的コミュニケーション(Grice, 1989) は、他者に無駄なリソースの使用を求めないことが前提になっているというものである。よってこの観点から考えると、人は互いに「無駄のない」協力的なコミュニケーションを行っている可能性があり、他者の意図を推察するような含意は、この前提が基盤になっている可能性がある。本研究では、エージェントが参加者の意図（操作）に協調することと定義する。協力的行動をとるエージェントは、コミュニケーションにおいても協力的であると推測されるとすれば、協力的コミュニケーションをとるエージェントは、量に関することばの解釈において含意を考慮した発話ができる、と人は判断するかもしれない。

本研究では他者と協力的な行動をとるエージェントは、量を表す語について協力的コミュニケーションに基づく使用をしていると人は考えるかについて、仮想的なエージェントを提示して調べた。実験手順は、Watanabe et al. (2020)を参考にし、字義的に解釈しづらい状況(例えば、元にある量が多く、注入を依頼する量も多い)を含めた。実験で参加者は、未知の乗り物にエネルギーがすでに入っているが量はわからないという場面を見せられ、その乗り物に入れるべきエネルギー量を決定する課題を行った。参加者は乗り物に入っているエネルギーの量について「十分ある」または「ほとんどない」ということばで伝えられ、この乗り物にエネルギーを「たくさん」または「少し」入れて欲しいと登場したエージェントにより頼まれた。その後補給するエネルギーの量を、キー操作により決定した。こうした言語による依頼を行うエージェントとは、参加者は予め協調行動を行う経験をしており、100%の確率で参加者からの入力を反映するロボット（100%操作可能なロボット）を経験するグループと、最初は 50%、後半は 70%の確率で入力を反映するロボット（50-to-70%操作可能なロボット）を経験したグループを設けた。エージェントが文脈を踏まえた推論を必要とする要求をしてきたときに、参加者がどのくらいのエネルギー量を見積もるのかを調べた。100%操作可能なロボットを経験した場合は、参加者は自分の入力が完全に反映されるため、エージェントが推論するかについて意識せず、人間である自分の推論を判断基準に投影する（含意推論をする）だろうと予測した。一方、50-to-70%操作可能なロボットを経験したグループは、参加者は自分の入力が前半で 50%、後半で 70%反映される状態なので、エージェントを人間とは異なると考え、人間である自身の推論方略を判断基準に投影しないだろうと予測した。

2. 方法

2.1. 参加者

17 人の理系の大学生、大学院生（19~25 歳）。同意があった場合のみ実験に参加した。

2.2. 手順

実験は準備、経験、量決定、アンケートの 4 つのフェーズから構成されていた。準備フェーズでは、参加者は同意書に署名したのち、モニター（15.4inch）とキーボードの前に座り、乗り物に補給するエネルギーの量を決める動作に慣れてもらった。次の経験フェーズでは協調経験として 3 種類のエージェント（人間/ロボット/ロボットアーム）(図 1) を矢印キーで操作し、それぞれの特性を経験した。「人間」は入力の通りに動作した。「ロボット」は、参加者ごとに、100%操作可能なロボットを経験したグループと、50-to-70%操作可能なロボットを経験したグループに割り当て、参加者間要因とした。「ロボットアーム」は左右の一方向にのみ動作した。

次の量決定フェーズでは、実験者が参加者に対し、図 2 の画面を表示し「(人間/ロボット）は次のように言っ

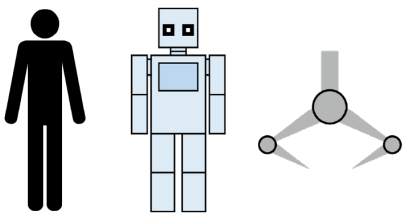


図 1 経験フェーズで参加者が操作したエージェント（注：左から人間、ロボット、ロボットアーム）

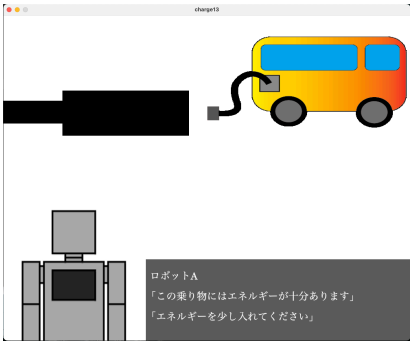


図 2 量決定フェーズでモニターに表示された画面

ています。エネルギーの量を決めてください。」と口頭で指示し、参加者は未知の乗り物に補給するエネルギー量を決定した。例えば、文脈条件 Abundant と指示文条件 Little の場合では、「この乗り物にはエネルギーが十分あります」「エネルギーを少し入れてください」と表示した(図 2)。最後に、実験に関するアンケート調査を Microsoft forms で行った。なおアンケートでは、量決定フェーズで、エージェントがどの程度主体的に行動していたと考えたかを 6 段階で評価してもらい、ロボットが人間に操作されていたと考えたかを尋ねた。

2. 3. 条件

条件は、エージェント条件（Agent: human (人間エージェント) or robot (ロボットエージェント)）、文脈条件（Context: Abundant (十分あります) or Scarce (ほとんどありません)）、指示文条件 (Requesting: Much (たくさん) or Little (少し)) の 3 つであった。協調経験のロボットの違いは、ロボットの違い（Robot-Type: 100% controlled or 50-to-70% controlled）とし、参加者間要因であった。

2. 4. 分析方法

参加者が決定したエネルギー量を、画面のピクセル数で記録した。統計モデリングには、R software[1]を用いた。各条件はダミーコーディングした後、エフェクトコーディング（e.g., 0.5 または 0.5）を行った。

参加者がエージェントの主体性や協力的な体験の存在が含意推論に関わっているかどうかを調べるために、文脈や要求の違いによる線形混合モデルなどの統計モデルでエネルギー量を推定した。線形混合モデル（LMM: Liner Mixed Model）は、lme4 パッケージの lmer 関数を用いて構築した。まず、実験条件とその交互作用を固定効果、個人差と人間の主体性の影響をランダム効果として含む最大モデルを構築した。次に、赤池情報量規準に基づく前向きのステップワイズ法を用いて、データに適合するモデル候補を検討した。結果、分析に用いるモデルは固定効果として、Robot-Type、Agent、Context、Requesting およびそれらの相互作用を適用することが提案された（lmer(The-amount-of-energy ~ Robot-Type × Agent × Context × Requesting + (1|Participants) + (1|Agency)), df =21, AIC = 4073.2, weight = 0.96)。なお、統計モデルで交互作用効果が認められた場合、ダミーコーディングによる post hoc 検定で主単純効果を検討した。

3. 結果

図 3 に各条件におけるエネルギーの量を示す。各エネルギーの量を従属変数とした LMM の結果、Intercept（$\beta = 142.33, t_{5.11} = 24.41, p < .001$）、Context（$\beta = -66.51, t_{377.00} = -16.07, p < .001$）、Requesting（$\beta = 148.24, t_{370.00} = 35.80, p < .001$ ）、Robot-Type と Context 間の相互作用（$\beta = 33.80, t_{377.00} = 4.08, p < .001$）、Context と Requesting の交互作用（$\beta = -79.37, t_{377.00} = -9.57, p < .001$）、Robot-Type、Context、Requesting の二次の交互作用（$\beta = 37.99, t_{377.00} = 2.29, p = 022$）は有意であった。しかし、Robot Type（$\beta = 6.42, t_{13.10} = 0.71, p = .49$）、Agent（$\beta = -1.93, t_{377.00} = -0.47, p = .64$）は有意でなかった。

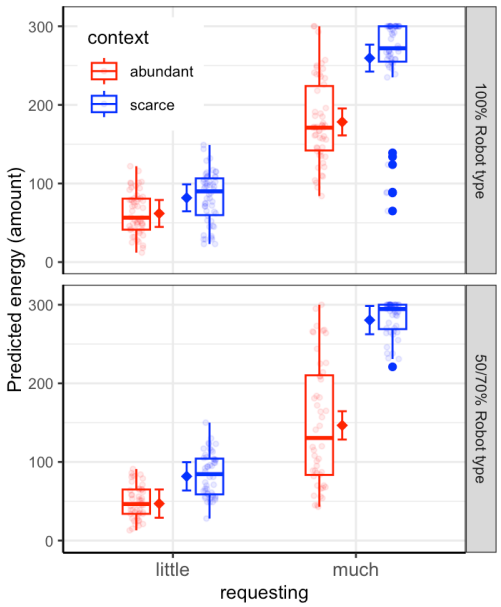


図 3 それぞれの条件におけるエネルギー量の値
(注：点と箱ひげ図は各条件で参加者が決定したエネルギー量、ひし形はその中央値を示す。なお、箱ひげ図は生データから算出した)

単純主効果の結果、Context 条件 abundant、Requesting 条件 much の場合に、Robot-Type 条件に有意差があった($t_{34.17} = 2.75, p = .009$)。文脈に十分ありますという情報が提供され、指示文として、たくさん入れてくださいという情報が提供された場合に、参加者は 50-to-70%操作可能なロボットを経験している方(*EMM* = 146.54, *95% CI* [128.54, 164.53])に比べて、100%操作可能なロボットを経験している方(*EMM* = 178.30, *95% CI* [161.17, 195.44])が、有意に多くエネルギー量を見積もっていた。

[1] R software(R core team, 2022)の他には、lme4 (ver. 1.1-26; Bates et al., 2015)、lmerTest (ver. 3.1-3; Kuznetsova et al., 2017)、emmeans (ver. 1.6.3; Lenth et al., 2018)、ggeffects (ver. 1.0.2; Lüdecke, 2018)、および MuMIn (ver. 1.43.17; Bartoń, 2020)を用いた。

また、Context 条件 scare、Requesting 条件 much の場合は、Robot-Type 条件は有意傾向であった($t_{34.17}$ = -1.81, p = .079)。文脈にほとんどありませんという情報が提供され、指示文として、たくさん入れてくださいという情報が提供された場合に、参加者は 100%操作可能なロボットを経験した方(*EMM* = 259.51, *95% CI* [242.37, 276.64])に比べて、50-to-70%操作可能なロボットを経験した方(*EMM* = 280.47, *95% CI* [262.48, 298.47])が、エネルギー量を多く見積もる傾向にあった。

4. 考察

仮説では 100%操作可能なロボットについて、人はエージェントのことばに自分と同じような含意を想定すると予想していたが、実験の結果、むしろ 50-to-70%操作可能なロボットの方が、エージェントのことばにより多く含意を想定していた。100%操作可能なロボットを経験したグループでは、エージェントが発したことばに関する含意について 50-to-70%操作可能なロボットを経験したグループよりも、少なく見積もっていた。これは、参加者の操作が完全に反映されていたため、人間に近いというよりもむしろ人間に完全に操作されるだけだと考えており、エージェントが発したことばについて含意があるとする見積もりを行なっていなかったからだと考えられる。一方、50-to-70%操作可能なロボットを経験したグループでは、エージェントが発したことばについて、含意があると考える見積もりを行っていた。これは、ロボットの行動が参加者の入力について 50%操作可能から 70%操作可能に変化したため、協調行動が変化したと捉えられ、その結果だんだんと人間の意図を理解するように変化した、と解釈された可能性がある。協調行動をしているので、協力的コミュニケーションを行うと解釈され、その結果、エージェントの発話に対して、より含意推論を行う結果になったと考えられる。また、人間エージェントと、ロボットエージェントでは、推定したエネルギーの量に有意差は見られなかった。これは、どちらのエージェントも画面上に現れるエージェントであったので、参加者は両者の違いを強く意識しなかったためだと考えられる。

5. 結論

人は、だんだんと操作者の意図に沿うように協調的に変化したロボットエージェントについて、単に操作者の意図を完全に反映した動きをするロボットエージェントよりも、ロボットエージェントが発したことばについて、より含意がある発話であると見積もることがわかった。含意を取るような発話意図があったと考える要因の一つとして、相手の意図の差異を見出す状況が必要な可能性が考えられる。つまり、相手の考えを見出しやすくするような状況が、相手の信念や考え（ロボットエージェントではアルゴリズム等）をより推定しようとするはたらきが強くなることが考えられる。このことが、エージェントは含意のある発話を行っていたと見積もることに繋がったと考えられる。今後、人数を増やす、条件を加えるなどを行い、この操作経験という要因が含意推定に関わっているのかを検討する必要がある。

謝辞

この研究に協力してくださった全ての参加者に感謝申し上げます。本研究は科研費 JP20H01763 (H.K.)、科研費 JP20K03375 (T.Y.)の助成を受けた。

参考文献

[1] Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, *67*, 1–48.
[2] De Neys, W., & Schaeken, W. (2007). When people are more logical under cognitive load: Dual task impact on scalar implicature. *Experimental psychology*, *54*(2), 128-133.
[3] Fairchild, S., & Papafragou, A. (2021). The role of executive function and theory of mind in pragmatic computations. *Cognitive Science*, *45*(2), e12938.
[4] Grassi, L., Recchiuto, C. T., & Sgorbissa, A. (2022). Knowledge-grounded dialogue flow management for social robots and conversational agents. *International Journal of Social Robotics*, *14*(5), 1273-1293.
[5] Grice, P. (1989). *Studies in the Way of Words*. Harvard University Press.
[6] Horn, L. (2004). Implicature. In L. R. Horn & G. Ward. (Eds.), *The handbook of pragmatics* (pp. 3–28), Wiley-Blackwell.
[7] Nomura, T., Suzuki, T., Kanda, T., & Kato, K. (2006, July). Altered attitudes of people toward robots: Investigation through the Negative Attitudes toward Robots Scale. In *Proc. AAAI-06 workshop on human implications of human-robot interaction* (Vol. 2006, pp. 29-35).
[8] Noveck, I. (2018). *Experimental pragmatics: The making of a cognitive science*. Cambridge University Press.
[9] Peca, A., Simut, R., Cao, H. L., & Vanderborght, B. (2016). Do infants perceive the social robot Keepon as a communicative partner?. *Infant Behavior and Development*, *42*, 157-167.
[10] Waldon, B., & Degen, J. (2020). Symmetric alternatives and semantic uncertainty modulate scalar inference. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, *42*, pp. 123-129.
[11] Watanabe, K., Yasuda, T., & Kobayashi, H. (KEER 2020). The influence of context and total quantity information on inferences about quantifiers. *Proceedings of the 8th International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research 2020*, No.2412-15-02, Virtual Conference (Tokyo, Japan).

エビングハウス錯視を回す:知覚対運動仮説を検証するための新しい実験系の提案

Turning the Ebbinghaus illusion: A novel experimental framework for testing the perception-versus-action hypothesis

水野 貴行[†]，都丸 武宜[†]，西山 雄大[‡]，村上 久[†]
Takayuki Mizuno, Takenori Tomaru, Yuta Nishiyama, Hisashi Murakami
[†]京都工芸繊維大学，[‡]長岡科学技術大学
Kyoto Institute of Technology, Nagaoka University of Technology
m3622037@edu.kit.ac.jp

概要

錯視を用いた実験から，知覚のための視覚と運動のための視覚は異なるメカニズムによるとする「知覚対運動仮説」が提唱されているが，依然として反論も多い．本研究では，運動への錯視の影響を従来より明確に検証可能と考えられる，「まわし」動作における指の使用本数に着目した実験を行った．結果として，錯視による指の使用本数への影響が観察され，運動のための視覚も錯視の影響を受けている可能性が示唆された．

キーワード：知覚対運動仮説(perception-versus-action hypothesis)，知覚のための視覚 (vision for perception)，運動のための視覚 (vision for action)，衝突回避システム (obstacle avoidance)

1. はじめに

視覚世界に対する私たちの認識は，その性質上相対的なものである．つまり，同じ大きさの物体でも，その周りにある物体の視覚刺激によって，違う大きさに知覚されてしまう（知覚のための視覚）．しかし，物体を正確に掴むためには周りとの相対的な判断では不十分であり，物体までの距離や物体そのものの大きさに関する絶対的な情報が必要である（運動のための視覚）．では，これら「知覚のための視覚」と「運動のための視覚」の間にはいかなる関係があるのか．Goodale らは，エビングハウス錯視を用いた実験でこの点を検証した[1]．エビングハウス錯視とは，円形のオブジェクトが，その周りを囲む円のサイズに依存して，実物と異なるサイズで知覚される現象である（図 1）．この実験において，物体の大きさの知覚的判断 (知覚のための視覚) に大きな影響を与える錯視は，その物体（錯視図形中央にある円形オブジェクト）を二本指でつかむ際の指の開き幅 (運動のための視覚) に，ほとんど影響を与えないという結果を得た．ここから，知覚のための視覚と運動のための視覚はそれぞれ異なるメカニズムによるものだ，という「知覚対運動仮説」を唱えた．その一方で，Franz らを中心に複数の反論も寄せられており，今でも議論は続いている[2]．

この議論の一因として，従来研究ではオブジェクトを掴むときの二本の指の幅への錯視の影響をみてきたが，その影響が二つの視覚システムのどちらに依存するのか曖昧だった点が挙げられる．例えば指の幅に着目するとき，その変化の要因として，衝突回避システムを代表とする知覚レベルの錯視とは関係のない機構からの影響を捨象することが難しい．

そこで，本研究では，衝突回避システムを無効化するために，指の幅ではなく，オブジェクトを回転させるときに使われる指の本数に着目した実験を行った．円柱形つまみの回転操作に関する松崎らの先行研究[3]から，円柱の直径が大きくなると，その円柱を回転させるために使用する指の本数が多くなることが知られている．特に，円柱の直径が 10mm〜11mm の時に回転操作に使用する指の本数が 2 本から 3 本へと変化することがわかっている．本研究では，錯視がこの指の本数に与える影響に着目した実験パラダイムを提案する．本実験では，指の開き幅ではなく指の使用本数に注目するため，知覚のための視覚と運動のための視覚は分離したものなのか，それとも，相互作用をしているのかをより明らかにできると考えられる．

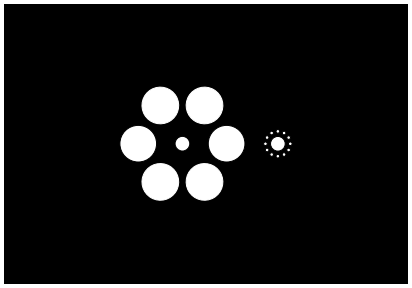


図 1 エビングハウス錯視

2. 方法

実験は, 右利きの 18 歳から 23 歳の, 男性 16 名, 女性 5 名を対象として行った. 衝突回避システムの影響を無効化するために, 松崎元らの実験[3]を参考にし, 木のつまみの回転操作開始時の指の本数に注目した.

2.1 実験環境

回転操作の対象物として, 直径が 7mm, 8mm, 9mm, 10mm, 12mm, 15mm, 18mm, 20mm で高さ 30mm の, 8 種類の木製の円柱(図 2)を用意した. 操作対象物の背景の紙として, 8 種類の木製の円柱の直径と同じ直径の円が中心に配置されているエビングハウス錯視を large-far と small-near の２条件用意した. 紙のサイズは全て A4 (210mm×297mm)である.

図 2 操作対象の木製円柱つまみ

2.2 実験手順

最初に, 被験者は円柱の回転操作を理解するための練習を行った. 練習では, エビングハウス錯視を用いた実験を行うという先入観を与えないために, 黒色の紙を背景として使用した. まず, 黒色の紙を机の上にセットし, 黒い紙の中心に針金が軸となり, 回すことのできるようにした円柱を準備しておき, 全体を段ボールで覆い被験者からは見えないようにしておく. 円柱の大きさは上述の中からランダムに選ばれた. 以上の準備段階では, 被験者は, つま先を所定の位置に置き, 実験装置がある机とは逆の方向を向いておく. 準備が出来次第, 実験者が「振り返ってください」と言ったら, 実験装置がある机の方向に振り返り, 青色のテープの先端につま先を合わせ(図 3), 実験装置を隠している段ボールを上から覗き込むような姿勢をとる. この時, より自然な状態で回転操作できるよう, 被験者の手の位置については特に指示していない[3]. 被験者がこの姿勢になったことを確認したら, 実験者が段ボールを取り除き, 被験者には 3 秒以内に右手で時計回りに円柱を回転してもらった. ただし, ストップウォッチ等を使用して回転操作を行った場合, 被験者が緊迫感を感じる可能性があるため, 3 秒を正確に測るわけではなく, 指示のみを行った. 円柱を回転させた後, 被験者には, 後ろを向いていた状態に戻ってもらい, 次の試行の準備ができるまで, 後ろを向いた状態で待機してもらった. 本実験でも同様の回転操作を繰り返し行うので, 回転操作の流れがしっかりと理解できるまで, 繰り返し練習を行った.

次に, 本実験として, エビングハウス錯視を large-far 条件と small-near 条件それぞれの背景紙(図 4)を用いて, 回転操作を 32 試行繰り返し行った. 32 回の回転操作の内訳は, 2 条件×16 種類の円柱サイズで, 順番は事前にランダムに決定した. 被験者が後ろを向いている間に, エビングハウス錯視の背景の紙を交換し, それに対応した円柱を中心の針金に差し込んだ状態にした. 被験者の回転操作の流れは練習と同様である.

図 3 実験装置全体の様子

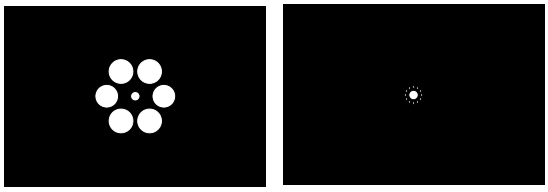


図 4 エビングハウス錯視の背景紙
(左:large-far 条件, 右:small-near 条件)

2.3 ビデオ解析

被験者が円柱を回す際に使用した指の本数を記録するにあたって, 本研究ではエビングハウス錯視の紙を操作対象物の背景として使用するため, 松崎らの実験[3]のように, 実験の様子を真下からビデオカメラで撮影することができない. そのため本研究では, GoPro(HD, 30fps) を被験者の前方に 1 台, 被験者の右方向に 3 台設置し, 回転の様子を撮影した. 撮影されたビデオ映像から, 被験者が円柱の回転を開始する瞬間の指の接触本数と回転終了時の指の接触本数記録した.

本実験では，指 2 本で掴んでいる場合は 0，指 3 本以上で掴んでいる場合は 1 とした．その上で，被験者全体での円柱の各直径において指を 3 本以上使う確率を各条件で求めた．

円柱の直径ごとの small-near 条件と large-far 条件での被験者全体の回転操作に指を 3 本以上使用する確率をグラフ化し，円柱の各直径で large-far 条件と small-near 条件でカイ二乗検定を行い，small-near 条件と large-far 条件での全体的な差や，ある特定の円柱の直径における差について調べた．被験者 21 名のうち，5 名はいずれかの条件で全て円柱サイズに対して同じ指の本数を使用した．これらの被験者のデータは除いた．結果残りの 16 名についてのデータを用いた．

3. 結果

図5より，全体的に，同じ直径の操作対象物に対して，small-near 条件の時の方が，large-far 条件の時よりも円柱の回転操作開始時に指を 3 本以上使う確率が高いことがわかる．また，2 本，3 本指のそれぞれで回した頻度について small-near 条件と large-far 条件の間でカイ二乗検定を実施した．その結果，直径 9mm の場合に有意な差があった ($N = 32$, $\chi^2 = 4.27$, $p < 0.05$)．また，10mm の場合においても，有意差はないが，他の直径の場合に比べて small-near 条件と large-far 条件間での指の使用本数の確率に大きな差があることがわかった．

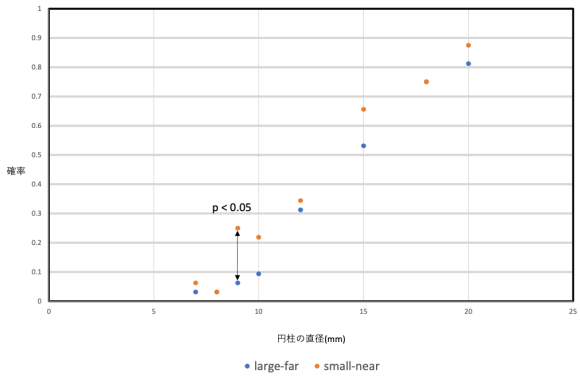


図 5 円柱の直径における各条件での指の使用本数の確率

4. 議論

図 5 より，円柱の直径が 9mm の場合に有意な差が見られ，円柱の直径が 10mm の場合にも，ある程度の差が見られた．これは，エビングハウス錯視が知覚のための視覚だけではなく，運動のための視覚にも影響を与えていることを示唆している．しかし，回転操作対象物の直径が 8mm や 18mm の時には指の使用本数に差がなく，他の直径の場合でも差が少ない部分があった．なぜ 9mm や 10mm 以外の部分で large-far 条件と small-near 条件で差があまりみられなかったのかを調べることを今後の課題とする．

また，映像の解析をしている際に，被験者の中には大きく分けて 2 つのパターンの被験者がいることが確認できた．1 つ目のパターンとして，実験者がダンボールの覆いを完全に取り除くまで全く腕を動かさず，ダンボールの覆いが取り除かれてから回転動作を行う被験者が 21 名のうち 18 名，2 つ目のパターンとして，実験者がダンボールの覆いに手を触れた時点で腕が動き始めている被験者が 21 名のうち 3 名見られた．1 つ目のパターンの被験者は，明らかに 3 秒以内の運動中に回転操作に使用する指の本数を決定しているため，その被験者の実験結果にエビングハウス錯視が運動のための視覚に与えている影響が反映されていると考えられる．しかし，2 つ目のパターンの被験者は，エビングハウス錯視と木のつまみを見る前から回転操作に使用する指の本数を決定している可能性があるため，実験結果にエビングハウス錯視が運動のための視覚に与えている影響が反映されていない可能性があると考えられる．したがって，被験者が回転操作に使用する指の先端にセンサーをつけることにより，掴み動作中にどのタイミングで指の使用本数が決定されているのかを測定し，それが実験結果にどのような影響を与えているのかを調べることも今後の課題とする．

文献

[1] S. Aglioti, J.-F.-X. DeSouza, M.-A. Goodale, (1995) "Size-contrast illusions deceive the eye but not the hand", Current Biology, Vol. 5, No. 6, pp. 679-685.

[2] V.-H. Franz, K.-R. Gegenfurtner, (2008) "Grasping visual illusions: Consistent data and no dissociation", Cognitive Neuropsychology, Vol. 25, No. 7-8, pp. 920-950.

[3] 松崎元，大内一雄，上原勝，上野義雪，井村五郎 (1999) “円柱形つまみの回転操作における指の使用状況について”，デザイン学研究, Vol. 45, No. 5, pp. 69-76.

オンライングループワーク中の合意形成における消極的発話者を対象にした視線情報の分析
Analysis of Eye-Gaze Information for Passive Speakers in Consensus Building During Online Group Work

山本 江應 †，三浦 寛也 ‡，竹川 佳成 †，平田 圭二 †，
Kimitaka Yamamoto, Hiroya Miura, Keiji Hirata, Yoshinari Takegawa
† 公立はこだて未来大学，‡ 理化学研究所 革新知能統合研究センター
Future University Hakodate, RIKEN AIP
g2122073@fun.ac.jp

概要
オンラインによる多人数ビデオ会議は，対面の場合と比較して，円滑なコミュニケーションを築くことが困難である場合が多い．本研究では，意思決定を目的とした 3 者間ビデオ会議における消極的発話者の視線情報に着目した合意形成に至るまでの非言語の特徴やプロセスの分析を行なった．消極的発話者の視線の動きや視線の滞留時間から賛成意見の付箋を反対意見の付箋よりも見ていることや，選好順位と視線滞留時間との間に相関が見られることがわかった．
キーワード：3 者間会話、視線、消極的発話者

1. はじめに
近年，オンラインビデオ会議システムの普及により，会議の意図や目的によってオンラインや対面などの形態を自由に選択できるようになった．しかし，多人数ビデオ会議は，対面の場合と比較して，円滑なコミュニケーションを築くことが困難である場合が多い．たとえば，参加者の身振り手振りや視線といった非言語情報が読み取りづらいことから，話者同士の会話衝突や沈黙が発生する．また，合意形成を目的とした議論において，一部の参加者の意見に偏ってしまう課題も挙げられる．一般的な議論の場においては，参加者全員が万遍なく意見を出し合い，合意形成をすることが望ましい．しかし，発言頻度や発言時間が著しく低く，議論への積極性や主体性に欠ける参加者（以後，“消極的発話者”[1] と呼ぶ）が存在する場合，適切に合意形成を図ることは難しい．たとえば，消極的発話者が自身の意見を発言することができずに合意形成され，一部の参加者の意見に偏ってしまうことがある．さらに，オンラインの場合では，対面の場合よりも消極的発話者の非言語情報が読み取りづらく，簡単な意図が予測できず，問いかけや発言の促しがなく合意形成されるといった課題が生じる場合がある．

本研究の目的は，意思決定を目的とした多人数ビデオ会議における消極的発話者の視線情報に着目した合意形成に至るまでの非言語の特徴やプロセスの分析である．我々は，オンラインビデオ会議においても，消極的発話者の簡単な意図が視線に表出されると考える．本研究によって，消極的発話者の視線情報に関する特徴を明らかにし，そこでの知見を活用することで，視線情報を用いた多人数ビデオ会議システムおよびその効果的なユーザインタフェース (UI) の再設計が実現できるだろう．一般に，多人数ビデオ会議では，視線情報は読み取ることができないものであるが，我々は，議論進行や議論の質を高めるためには参加者がどこに注目しているかを把握できることが重要であると考える．

2. 関連研究
対面での会話における話者交替では，視線情報が重要な役割を果たすことが知られている．具体的には，発話者を相手に移動させるための行動として，発話末で現発話者が非発話者を注視し，非発話者は現発話者を注視することや，発話末に現発話者が非発話者に注視が行われない場合は，非発話者の発言や応答が遅れることが明らかとなっている [2]．また，複数人対話に関する話者交替においても，現発話者から非発話者に発話が移動する場合，現発話者が非発話者を注視し，非発話者が発話を開始する場合，現発話者に視線を向けるという傾向がある [3]．このように，対面での話者交替では，発話末における視線の遷移が話者交替に大きな影響を与えている．

オンライン会議において，非言語情報を用いた話者交替に関する研究は多くある．玉木ら [4] は，ビデオ会議において，人が発話前に行う発話予備動作を検出し，次に発話する可能性が最も高い参加者を強調表示することにより，円滑な話者交替を支援する手法を提

案した．Okada ら [5] は 3 人でのビデオ会議において等身大の相手画像と視線を一致させ，スクリーンに投影することにより，参加者が机を囲んでいる感覚を再現可能なビデオ会議システムを開発した．飯塚ら [6] は円滑な話者交替を目的とし，ビデオ会議において参加者の視線配布を共有し，各参加者の参与役割の理解を促す手法を提案した．ファシリテーション支援に関する研究では，議論参加者の参加度合いを共有する研究 [7] や，発言量の少ない消極的発言者の発言を支援するための研究 [1] があるが，これらはいずれも対面での会議を対象としたものである．

3. オンライングループワークの収録実験

3.1 実験内容

本研究では，多人数ビデオ会議における消極的発話者の視線情報に着目した合意形成に至るまでの非言語的特徴やプロセスを分析する．そこで我々は，ビデオ会議システム (Zoom)[1]とオンラインホワイトボードツール (Miro)[2]を用いて，“夏休みの旅行計画の立案”を主題とし 3 者間の会議を収録した．3 者間での会議は，会話分析に関する研究で広く用いられていることから 3 者間での会議とした．併せて，我々は，3 人の内の 1 人に視線計測装置 (Tobii Eye Tracker 4C)[3]とビデオ収録ツールの Open Broadcaster Software OBS[4] を導入することで，ビデオ会議の発話内容，画面映像，視線情報を記録・収集した．

実験参加者は 15 人であり，5 グループのビデオ会議 (各約 20 分，計約 100 分) である．なお，消極的発話者を意図的に設定するため，予め視線情報を取得した 1 人に議論中は質問に応答すること以外の発言をしないよう指示した．また，消極的発話者の意見や興味関心の内容を把握するために，議論中のマイクがミュート状態の時でも常に考えていることを発言するよう指示した．議論終了後に，実験参加者には Miro に貼られた各付箋に対して賛成，反対，どちらともないの内当てはまるものを答えるアンケートを回答させた．さらに，消極的発話者には賛成意見の付箋の中から選好順位をつけるアンケートに回答させた．

3.2 仮説

仮説設定は最終目標の視線情報を用いた多人数ビデオ会議システムの提案に有効活用できるものにする．視線情報を議論指標とすることやカメラ映像の UI に活用することで，効率的で満遍なく議論ができることが考えられる．よって，参加者の意見や選好順位と視線情報に関する仮説とカメラ映像に対する視線の動きに関する仮説を以下のように設定した．

- 仮説 1：賛成意見の付箋は反対意見の付箋と比べて視線滞留時間が長い
- 仮説 2：付箋の選好順位と視線滞留時間には相関関係がある
- 仮説 3：反対意見の発言は相手に評価されるものであることから，カメラ映像を注視する

[1]ZOOM: https://explore.zoom.us/ja/products/meetings
[2]Miro: https://miro.com/ja/online-whiteboard
[3]Tobii: https://www.tobii.com/ja/products/eye-trackers
[4]OBS: https://obsproject.com/ja

3.3 データの整形・タグ付け

データ整形のために，5 つの収録したビデオ会議映像を ELAN[5]を用いて消極的発話者の視線の位置をタグ付けし，視線情報を収集した．データ整形者が 1 人であることによるデータの偏りが発生しないようにするため，2 者でタグ付けを行った．タグの種類は各付箋，画面内に表示されている UI，マウスカーソル，話し手，聞き手とした．

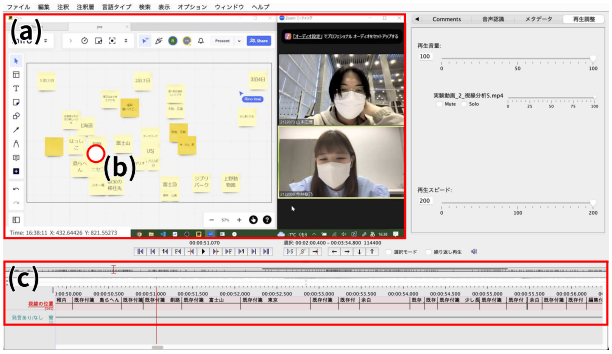


図 1 ELAN を用いた視線の位置のタグ付け：(a) 収録映像, (b) 収録映像に記録された視線情報, (c) 視線滞留の記録およびタグ付け

4. 分析結果

本章では，3.2 節で記述した 3 項目の仮説に対する検証をそれぞれ 4.1 節，4.2 節，4.3 節で言及する．

4.1 賛成・反対意見の付箋と視線滞留時間の関係

各付箋の視線滞留時間と議論時間から, 議論時間と比べた議論中の視線滞留時間の割合を算出した議論時

[5]ELAN: https://archive.mpi.nl/tla/elan

間はその話題が始まる時間から結論が出るまでか，結論が出ないままだった場合，次の話題に切り替わるまでの時間とした．5 つのビデオ会議で付箋は合計 133 枚貼られた．ここで，グループ 5 における賛成意見の付箋中で視線滞留時間上位 5 枚と反対意見の付箋の視線滞留時間と議論時間と比べた割合を表 1 に示す．各グループにおいても賛成意見の付箋の方が視線滞留時間と割合が比較的に値が大きかった．

グループにおける賛成・反対意見の付箋の視線滞留時間と議論時間と比べた視線滞留時間の割合の平均を表 2 に示す．グループ 1~3 は賛成意見の付箋の方が反対意見の付箋よりも視線滞留時間の平均値が長かった．しかし，グループ 4・5 では反対意見の方が視線滞留時間の平均値が長い結果となった．一方，割合の平均値は全てのグループにおいて，賛成意見の付箋の方が反対意見の付箋よりも値が大きかった．

表 1　各 5 枚の賛成・反対付箋に関する議論時間と比べた視線滞留時間の割合

付箋	意見	視線滞留時間 (秒)	割合 (%)
二泊三日	賛成	48.7	23.0
USJ		30.2	3.35
奈良，京都		22.7	5.36
大阪関西		18.5	22.0
富士急		17.9	14.5
福岡	反対	22.5	6.45
食べ物～		18.1	4.31
三泊四日		11.0	6.43
東京～		3.81	0.00
沖縄		3.81	12.1

表 2　各グループにおける賛成・反対付箋の議論時間と比べた視線滞留時間の割合の平均値

グループ	意見	視線滞留時間 (秒)	割合 (%)
グループ 1	賛成	13.5	3.58
	反対	11.2	0.00
グループ 2	賛成	20.5	8.14
	反対	17.4	2.97
グループ 3	賛成	42.0	6.96
	反対	15.1	1.94
グループ 4	賛成	24.8	5.77
	反対	25.7	5.57
グループ 5	賛成	13.1	9.36
	反対	16.0	6.45

4.2　各付箋の視線滞留時間と消極的発話者の選好

消極的発話者が賛成意見の付箋に選好順位をつけるアンケートから各付箋の視線滞留時間と選好順位の相関関係を評価した．各グループにおける視線滞留時間，議論時間と比べた割合のそれぞれに対する選好順位の相関係数の絶対値を表 3 に示す．視線滞留時間と選好順位の相関関係を Pearson の積率相関係数で計算した結果，各グループの相関係数の絶対値は順に r=0.459 (t=2.068, p=0.055, ad.p=0.055), r=0.296 (p=0.192)，r=0.406 (t=1.986, p=0.06, ad.p=0.06), r=0.114 (p=0.663)， r=0.336 (p=0.22) であり，グループ 1・3 では優位な相関が見られ，グループ 2・4・5 では優位な相関が見られなかった．

次に議論時間と比べた割合と選好順位の相関関係を Pearson の積率相関係数で計算した結果，各グループの相関係数の絶対値は順に r=0.183 (p=0.453)，r=0.278 (p=0.221)， r=0.422 (t=2.181, p=0.04, ad.p=0.04), r=0.121 (p=0.644)， r=0.227 (p=0.416) であり，グループ 3 では優位な相関が見られ，グループ 1・2・4・5 では優位な相関が見られなかった．

表 3　各グループにおける視線滞留時間，議論時間と比べた割合と消極的発話者の選好順位の相関係数

グループ	相関係数の絶対値	
	視線滞留時間	割合
グループ 1	0.459	0.183
グループ 2	0.296	0.278
グループ 3	0.406	0.422
グループ 4	0.114	0.121
グループ 5	0.336	0.227

4.3　ビデオ会議における視線の動きの特徴

賛成，反対意見に関わらず，新たな提案や評価的な発言をした場合，視線の動きが早くなり，様々な箇所を見る傾向が見られた．さらに，非話者よりも現話者の方が見ている傾向があるが，非話者に関しても見る機会が少なくないことがわかった．話者交替時には，現話者を注視した後に非話者を見る傾向が見られた．

5.　考察

本章では，前章で得られた分析結果をもとに，3.2 節で掲げた 3 項目の仮説に対する考察を述べる．

視線滞留時間と議論時間と比べた割合

4.1 節での分析結果から，反対意見の付箋よりも賛成意見の付箋のほうがより長く見られていることがわかった．しかし，議論時間が長くなるほど，視線滞留時間の値が大きくなり，議論時間と比べた議論中の視線滞留時間の割合は低くなる課題がある．また，全てのグループにおいて視線滞留時間が上位になるものが 3 人の総意となっていた．具体的には，表 1 の上位 4 件は 3 人の総意と一致した．そのため，視線滞留時間が上位のものが 3 人の総意になることが推測できる．

消極的話者の選好順位と視線滞留時間の関係

4.2 節での分析結果から，グループ 3 では優位な相関関係が見られ，グループ 1・2・4・5 では弱い相関が見られた．賛成意見の付箋の中でも消極的発話者の選好順位が高いものをより見ていることがわかり，消極的発話者の発言からは認識できない意見を推測できる可能性がある．弱い相関関係になった理由として，性格的なものや議論の進行の仕方によって大きく変化する可能性がある．たとえば，議論の進行に関しては，司会のような立場として会話を進め，各付箋ごと満遍なく議論する議論となった場合は，視線滞留時間と消極的発話者の選好順位との相関関係は低いことが推測できる．従って，議論が満遍なく進んでいるものには選好順位との相関はなく，議論が一部の参加者に偏っているものには選好順位との高い相関があることが推測できる．

ビデオ会議における視線の動き方の特徴

4.3 節での分析結果から，対面の視線の動き方と類似している点が多く見られた．しかし，非話者に関しても見る機会は少なくなく，相手の反応や仕草を確認し状況を把握することに集中している．評価的な発言に関しても同様に，相手の反応や仕草を確認し状況を把握していることから視線の動きが速くなり，様々な箇所を見ていると考える．現発話者の非言語情報が認識できず，次発話者や発話タイミングを推測できないことで発生する衝突や沈黙を回避するように視線を動かしている．

以上の結果から，消極的発話者が発言することができなかった場合に，視線情報を用いることで興味関心や意見を可視化し，議題進行促進や満遍なく議論することができるシステムへの応用が考えられる．また，視線情報をカメラ映像の UI に活用することで，参加者の視線を可視化し円滑な話者交代への貢献が期待できる．具体的には，発話者に視線が集まることの可視化として視線が集まるほどカメラ映像を大きく表示することで，視線を認識し発話タイミングや意図を推測できることが考えられる．また，発話後に相手の非言語情報を認識しやすいようにカメラ映像を大きく表示することも効果的であると考えられる．

6. おわりに

本研究では，意思決定を目的とした多人数ビデオ会議における消極的発話者の視線情報に着目した合意形成に至るまでの非言語の特徴やプロセスの分析を行なった．具体的な取り組みとして，我々は 1 人を意図的に消極的発話者を設定した 3 者間のビデオ会議を収録し，ビデオ会議の発話内容，画面映像，視線情報を記録・収集した．

実験結果から，賛成意見の付箋の方が反対意見の付箋よりも長く見られ，賛成意見の付箋の中の消極的発話者の選好順位と視線滞留時間に相関関係が見られた．また，ビデオ会議の視線の特徴として，対面の視線の動き方と類似している点が多く見られた中で，非発話者に関しても見る機会が多く，相手の反応や仕草を確認し状況を把握することに集中していることがわかった．今後は，本研究で得られた知見を活かし，視線情報を活用した，議題進行促進や議論の質を向上することができるシステムの提案と評価を行う．

文献

[1] 鍋谷航平, 村岡泰成, 石川誠彬, 江木啓訓, (2021) “消極的発話者の発言率向上を目的とした音声による個別指示議論支援システムの開発”. マルチメディア、分散、協調とモバイルシンポジウム (DICOMO) 論文集, pp.766-773.

[2] Adam Kendon, (1967) “Some functions of gaze-direction in social interaction”, Acta psychologica, Vol.26, pp.22–63.

[3] Kristiina Jokinen, Masafumi Nishida, and Seiichi Yamamoto, (2009) “Eye-gaze experiments for conversation monitoring. In Proceedings of the international universal communication symposium, pp.303–308.

[4] 玉木秀和, 東野豪, 小林稔, 井原雅行, 岡田謙一, (2012) “遠隔会議における発話衝突低減手法”, 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.7, pp.1797–1806.

[5] Ken-Ichi Okada, Fumihiko Maeda, Yusuke Ichikawa, and Yutaka Matsushita, (1994) “Multiparty videoconferencing at virtual social distance: Majic design”, In Proceedings of the ACM conference on Computer supported cooperative work, pp.385–393.

[6] 飯塚陸斗, 川口一画, (2022) “多人数ビデオ会議における話者交替のための参与役割の提示手法”, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol.2022-HCI-199, No.31, pp.1–8.

[7] Joan Morris DiMicco, Anna Pandolfo, and Walter Bender, (2004) “Influencing group participation with a shared display”, In Proceedings of the ACM conference on Computer supported cooperative work, pp.614–623.

カードゲームのテキスト読解補助のための ゲーム用語処理アプリケーションの開発

Development of a Game Terminology Processing Application for Card Game Text Reading Assist

佐藤 央一†，村井 源†
Eichi Sato, Hajime Murai

†はこだて未来大学
Future University Hakodate
g2123028@fun.ac.jp

概要

本研究は，指示文の読解を補助するアプリケーションを開発することを目的とした．読解困難性が高いと考えられる媒体を分析して読解困難性の原因を分類し，自然言語処理の手法を用いてそれぞれの原因を改善するアプリケーションを作成した．分析対象として，カードゲームのテキストを選択した．結果，特有の語彙の意味や関連語を表示することは読解補助に有効である可能性が示された．今後，本研究で着手しなかった別の読解困難性の原因について改善することを行いたい．

キーワード: 自然言語処理, 読解補助, トレーディングカードゲーム

1. はじめに

本研究では，法律の条文や契約書のような規則・条件・手順などを読み手に理解させるための文を「指示文」と定義する．

指示文に該当する文章媒体について，それらがしばしば読解困難であることが先行研究で指摘されている．例えば，読解や記述をサポートすることを目的とした研究がなされている[1]．また，指示文の一例である法律に関連した文章媒体のような社会的重要性が高い媒体について，その読解困難性の原因を探求する研究や読解困難性を軽減しようとする研究がある[2][3]．

このような指示文の読解困難性によって生じている問題がある．例えば，本研究で取り上げたカードゲームにおいては，カードの指示の不明瞭さはプレイで問題となる場合があり，現状は多く販売会社がルールに関する問い合わせを受け付けるコールセンターを準備して対応している．これには多くの労力を費やしていると考えられ，人為的過誤にもつながる可能性がある．他には，教科書などの指示文が読解困難であることは，教育の効果の低下につながると考えられる．

先述した研究で扱われている法律関連の媒体は，専門性が高く事実上，法律に関する用語や慣例の知識を持った専門家が取り扱うことを前提にしている側面が強い．本研究では，これらとは対照的な一般的なユーザーが読む指示文を対象とする．

カードゲームの指示文は一般的なユーザーが読むことを想定している指示文であるにも関わらず，読解困難性が高いと評価されている[4]．カードゲームのカードには，その使い方を示すために種類ごとに異なるテキストが書かれており，タイトルによってはこのようなカードが数千種類かそれ以上ある．その中には読解困難性が高いものがしばしば存在する．例えば，カードゲームの一つである「Magic:The Gathering」のカードの一種類である「浅瀬蟲」には，『浅瀬蟲が死亡したとき、「このクリーチャーが死亡したとき、『このクリーチャーが死亡したとき、青の 9/9 のクラーケン)・クリーチャー・トークンを 1 体生成する。』を持つ青の 6/6 の鯨クリーチャー・トークンを 1 体生成する。」を持つ青の 3/3 の魚クリーチャー・トークンを 1 体生成する。』というテキストを持つ[5]．この例は，文章構造が複雑な入れ子構造で理解が難しい例である．

そこで，読解困難性が高いという問題を持つ指示文の読解を補助するため，一般ユーザー向けの文章媒体であるカードゲームのカードに記されたテキストを対象として読解困難さの分析及び読解困難さを改善できる読解補助のアプリケーションの開発を行った．

2. 分析対象

先述したように，読解困難性が高く一般向けの媒体である点に注目してカードゲームのテキストを分析対象とした．分析対象には「遊戯王 OCG」における 11628 種類の日本語のカードテキストを用いた．分析対象のカードは複数のテキストを含んでいるが，本研究ではそれらの中でもそのカードが固有に持っている能力を示し，用法を示す説明文に着目して分析を行った．

3. 読解困難性の分類

読解困難性には複数の原因が考えられるが，本研究ではそれらの中で特に頻出と考えられる困難性を特定しサポートシステムを開発することを目標とした．

そのため，まずケーススタディによってカード読解の困難性を分類した．次に困難性の内で特に影響が大きいと考えられる要因に対し自然言語処理技術を用い

たサポートシステムを開発し，最後に評価アンケートを実施した.

分析対象のカードゲームをプレイしているユーザー複数名にインタビューを行い，解読困難と考えられる記述が現れているカードを 23 枚抽出した. 抽出したカードについてケーススタディ的な分析を行った結果，解読困難となる原因を 6 種類に分類した．以下に 6 種類それぞれの原因の内容と具体例を示す.

読解困難となる原因の一つ目は，専門用語や複合語を多用している点である．カードゲームにはゲームタイトルそれぞれに特有の用語が存在し，カードのテキストにはそれらが多分に含まれている．それら特殊な語彙の使用は読解困難さの代表的なパターンである．例えば，「遊戯王 OCG」において，「召喚」と「特殊召喚」とで異なる概念を指しているにもかかわらず，「融合召喚」は「特殊召喚」に含まれた概念であり「召喚」には含まれない概念である．このように，ルールに関わる専門用語が複合語であることや一見してわかりにくい含有関係を持っていることが例として挙げられる.

読解困難となる原因の二つ目は，代名詞や指示語の指す対象が一見して不明確であることである．カードのテキスト中に「その」や「この」といった代名詞や指示語が含まれることがある．これらが何を指しているか判別できなければ指示文の内容を読解することができない．また，一部のカードには指示語の対象としてルール上定義されていない言葉を用いていることがあり，このルール上定義されていない言葉についての解釈を明示されなければ対象が取れないという場合もある．例えば，分析対象である「遊戯王 OCG」のカードの一種類である「スーパージュニア対決！」のカードテキストには「その戦闘を無効にし」という一節がある[6]．しかし，「戦闘」や「無効」はカードテキスト中によく使われる単語であり，意味の定義もなされているものの，「戦闘を無効に」するという指示は他に例がなく，このカード特有の知識を必要としている.

読解困難となる原因の三つ目は，列挙されたそれぞれの対象に異なる指示が与えられている場合である．指示の対象として指定されているものが 2 種類以上にわたることがある. この時の指示の対象を「A」と「B」，指示の内容を「x」としたとき，「A または B を x する」というような場合がある．しかし，「A」と「B」それぞれに「x する」と同じ操作をするように記述されていても，「A」と「B」でルール上異なる影響を受ける場合が存在する. 例えば, 分析対象である「遊戯王 OCG」のカードの一種類である「神の警告」のカードテキストには「●モンスターを特殊召喚する効果を含む、モンスターの効果・魔法・罠カードが発動した時に発動できる。その発動を無効にし破壊する。」という一節がある．この時，「モンスターの効果」と「魔法・罠カード」では「発動を無効にし破壊する」の操作を受けた時の影響が異なる.

読解困難となる原因の四つ目は，正しく解釈するために高度な知識を要求される場合である．カードゲームをプレイする際には，ユーザーは事前にルールについて知識を得ていたり，教唆を受けたりしながらプレイすることが想定されるが，基本ルール以上の知識が無ければ正しい解釈が難しいテキストが存在する．例えば，分析対象である「遊戯王 OCG」のカードの一種類である「魂吸収」には，「このカードのコントローラーはカードがゲームから除外される度に、１枚につき５００ライフポイント回復する。」という一節があり，同じく「遊戯王 OCG」のカードの一種類である「神の恵み」には「(1)：このカードが魔法&罠ゾーンに存在する限り、自分がカードをドローする度に、自分は５００ＬＰ回復する。」という一節がある．どちらも一定の条件を満たしたときに同じ恩恵が得られると記述されている．しかし，前者は「チェーンブロック」と呼ばれるゲーム上の概念を適用するのに対して，後者は適用しないという違いがある．この「チェーンブロック」は基本ルールよりも複雑なルールである上，適用されるかされないかの違いをテキストから読み解くためにはより深い知識が必要となる.

読解困難となる原因の五つ目は，ほとんど同じ文言であるにも関わらず正しい解釈が異なる場合である．カードテキストに含まれる指示の中には，異なる種類のカードで異なる解釈が正しい場合でも，非常に似通った指示をしている場合がある．例えば，分析対象である「遊戯王 OCG」のカードの一種類である「ダーク・アームド・ドラゴン」には「自分の墓地の闇属性モンスターが３体の場合のみ特殊召喚できる。」という一節があり，同じく「遊戯王 OCG」のカードの一種類である「継承の印」には，「自分の墓地に同名モンスターカードが３枚存在する時に発動する事ができる。」という一節がある．これらは一見，指定されたカードの枚数について，同様の条件を満たすことを指している内容であるように解釈できる．しかし，前者は指定されたカードが過不足なく３枚ちょうど存在する場合のみ条件を満たすのに対し，後者は指定されたカードが３枚

でなくても３枚以上の数であれば条件を満たすルールになっている．

読解困難となる原因の六つ目は，根本的に文章構造に問題がある場合である．カードゲームのテキストに関わらず，構造が複雑な文章は読解困難性が高いと考えられる．例えば，「**Magic:The Gathering**」のカードの一種類である「生き写し」には「黒でないクリーチャー２体を対象とする。それらを「その一方が他方のものでない色である」でない場合、破壊する。」という一節がある．この場合は二重に否定表現を用いる記述をしている点が文章構造の複雑さをもたらしている．

本研究では，先に述べた読解困難さのパターンの内，専門用語や複合語の多用と代名詞や指示語の指す対象が一見して不明確であることについて改善手法を提案する．これら 2 つの読解困難性のパターンを取り上げた理由は，他のパターンと比べてカードゲーム以外の媒体でも頻繁に発生すると考えられたからである．

4. シソーラス作成および語彙の意味表示

専門用語や複合語の多用によって発生する読解困難性を軽減するために，分析対象とした「遊戯王 OCG」のカードにおいてルール上特別な意味を持つ用語を収集してシソーラスの作成を行った.「遊戯王カード Wiki」における用語集の内，カードテキストに使用されており，ルール上特別な意味を持っているとされる用語を収集し, シソーラスに含む用語のリストを作成した[7]. 収集した用語は 245 種類であり，それぞれの単語について上位・下位関係をはじめとした関係性を示した．表 1 は作成したシソーラスの一部抜粋である．

また，加えて収集した用語についてそれぞれの意味を補足として表示するための用語の簡単な説明を用意した．このリストは，シソーラス作成で使用した用語ついて，テキスト中に頻出の用語に対して簡単な説明を付与したものである．説明を用意した用語は 171 種類存在する．表 2 はそのリストの一部抜粋である．

5. 照応表現解析結果の表示

代名詞や指示語の指す対象が一見して不明確であることを改善するために，照応表現解析を行いその結果を補足情報として出力できるようにした．本研究では照応表現解析システムとして「日本語構文・格・照応解析システム KNP」を用いている[8].

形態素解析精度を向上させるため，カードゲームの用語を形態素解析機に辞書登録を行った．この辞書には 11628 種類のカード名の固有名詞と 489 種類のカテゴリ名の普通名詞，134 種類のゲームのルールによって定義される普通名詞が含まれている．カテゴリ名とは，カードテキストによって指定されることがある「遊戯王 OCG」特有の名称である．

一連の辞書登録の結果，形態素解析および照応表現解析の精度が向上した．辞書を登録して照応表現解析を行った時と登録をせずに照応表現解析を行った時で 30 種類のカードをランダムサンプリングして比較すると，照応解析の正解率は，汎用の辞書のみを用いた場合には 69.7%であったが，カード関連語彙を辞書登録した結果 78.8%まで上昇した

表 1 作成したシソーラスの抜粋

主単語	下位語	上位語	カテゴリ
装備カード	装備魔法	カード	装備
裏側表示	裏側守備表示 裏側攻撃表示		表示形式
フィールドカード	フィールド魔法	カード	

表 2 作成した用語説明リストの抜粋

用語	説明
効果	それぞれのカードの使用法のこと。効果モンスター・魔法カード・罠カードが持っている。
装備カード	魔法カードや罠カードがモンスターと装備の関係を保っている場合に、その魔法カードや罠カードを指す。
フィールドカード	フィールドカードゾーンに置かれたフィールド魔法カードのこと。

6. 実装したアプリケーションの概要

得られた知見から実際に読解補助を行うため，4 節及び 5 節の結果を用いて読解補助アプリケーションを Python を用いて作成した．図 1 は本研究で作成したアプリケーションの機能をフローチャートに表した図である．図の①②③はそれぞれ，①照応解析の実行，②照応解析の結果を表示，③カードゲーム特有の語彙の補足，を行う機能に対応している．

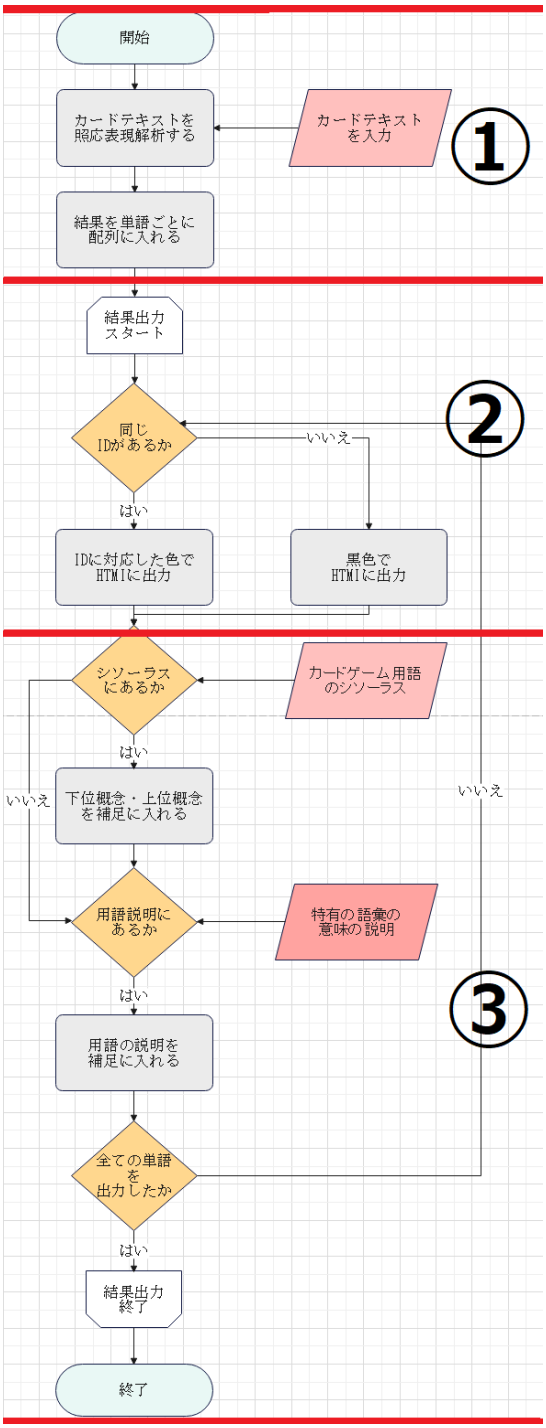


図１　アプリケーションの機能の説明

7.　結果と展望

本研究で作成した読解補助アプリケーションの有効性を検証するために，ユーザー評価アンケートを行った．評価アンケートはアプリケーションの出力について「[1]関連語の表示は有効か」「[2]単語の意味表示は有効か」「[3]同じ対象の同色表示は有効か」の 3 項目について 5 段階で評価するように指示した．結果，「[1]関連語の表示は有効か」「[2]単語の意味表示は有効か」については，双方とも全体の回答の内 76.2%が 5 段階中 5 または 4 の高い評価であり，全体的に評価が高い傾向にあった．対して，「[3]同じ対象の同色表示は有効か」の問いについては 5 段階中 4 または 5 の高い評価の割合は 46.6%と全体的に評価が低い傾向にあった．これは，アンケートに使用した出力において照応表現解析の結果に一部誤りが確認されたことに加え，色彩で提示したために視認性が悪いことや他の要素の視認性まで妨害する表示方法が問題であると考えられる．

今後の展望として，読解補助アプリケーションの評価アンケートから得られた改善点の実行や本研究で着手できなかった読解困難さのパターンについて補助する機能の実装を行っていきたい．また，本研究で用いた読解困難性の原因の分類がカードゲーム以外の指示文への適用が可能であるか，読解困難性の改善手法がカードゲーム以外の指示文の読解を効果的に補助することができるか検証を行いたいと考えている．

文献

[1] 松本章代，山田未央佳，山田翔，鈴木雅人，(2009) “理工系学生を対象とした技術文書作成支援システム”，情報処理学会研究報告書，Vol. 2009 No. 14，pp. 91-96.
[2] 田中規久雄，川添一郎，成田一，(1993) “法律条文の標準構造 －自然言語による法知識処理をめざして－”，情報処理学会研究報告自然言語処理，Vol. 1993，No. 79，pp. 79-86.
[3] Eric Martinez，Francis Mollica，(2022) ”Edward Gibson: Poor writing，not specialized concepts，drives processing difficulty in legal language”，Cognition，Vol. 224，105070.
[4] togetter. com，” 「遊戯王初心者だけどチュートリアルでルールも簡単に理解できたぞ」→「墓地に送ると捨てる、選択すると選ぶで処理が違うの？？？？」”，https://togetter. com/li/1833377，(最終閲覧日 2023-1-20)
[5] Wizards of the Coast LLC，カードギャラリー｜マジック：ザ・ギャザリング 日本公式ウェブサイト，https://mtg-jp.com/products/card-gallery/，(最終閲覧日 2023-6-28)
[6] Konami Digital Entertainment，カード検索｜遊戯王 オフィシャルカードゲーム デュエルモンスターズ - カードデータベース，https://www.db.yugioh-card.com/yugiohdb/card_search.action?request_locale=ja，(最終閲覧日 2023-6-28)
[7] 遊戯王カード wiki-公式用語集，https://yugioh-wiki.net/index.php?%B8%F8%BC%B0%CD%D1%B8%EC%BD%B8，(最終閲覧日 2023-1-17)
[8] 京都大学 大学院情報学研究科 知能情報学専攻 知能メディア講座 言語メディア分野，日本語構文・格・照応解析システム KNP - 黒橋・褚・村脇研究室，https://nlp. ist. i. kyoto-u. ac. jp/?KNP

グループにおける創造的思考と脳活動同期度合いとの関係性
The relationships between group creative thinking and interpersonal brain synchronizations

松中 玲子†, 宮内 英里‡, 谷沢 智史†, 岩沢 透†, 開 一夫†
Reiko Matsunaka, Eri Miyauchi, Satoshi Yazawa, Toru Iwasawa, Kazuo Hiraki
†東京大学, ‡筑波大学
University of Tokyo, University of Tsukuba
matsunaka@ardbeg.c.u-tokyo.ac.jp

概要
社会的相互作用場面において協働が成立している際は、お互いの脳活動も同期しやすくなることが近年報告されている。一方で、集団としての創造的思考が求められるような状況下において、互いの脳活動がどのような様相を見せるかについては、まだ明らかでない。そこで本研究は、創造的思考を要する課題をグループで行っている際の脳活動をNIRS（近赤外分光法）で計測し、グループ内の脳活動の同期度合いとグループにおける創造的思考力との関係性について検討した。

キーワード：fNIRS, 同時計測、脳活動同期、創造的思考

1. はじめに

近年、二者間あるいは多人数間における社会的相互作用場面の脳活動を同時に計測し、相互作用中のパフォーマンスと脳活動の同期度合いとの関係性について検討する研究が広がりつつある。これまでの研究から、ボタン押しやタッピングといった動作のタイミングを合わせるときや互いの動作を観察・模倣するとき、対話の継続や会話の内容理解などが成立しているときなどにおいて、そうでないときと比べ、個人間の脳活動の同期度合いが高まることが報告されてきている[1]。すなわち、集団における協働が成立しているときほど、脳活動が同期しやすくなる傾向が見られる。また集団としてさまざまな課題に取り組む際にも、メンバー間のグループのパフォーマンスと脳活動の同期度合いに関係が見られることが報告されている[2]。その一方、集団内で議論を主導するリーダーと追随するフォローワー間ではフォローワー同士におけるそれと比べ脳活動が同期することや[3]、創造的思考を要する課題をペアで行っている際は通常の課題実施時と比べ脳活動の同期度合いが下がることも報告されており[4]、集団で行うすべての活動において脳活動の同期が生じるわけではないことも示されつつある。

そこで本研究は、創造的思考を要する課題を行っている際の脳活動をNIRS（近赤外分光法）で計測し、グループでの課題実施中に脳活動の同期が見られるか検討した。それに加え、グループ内における脳活動の同期度合いと作成された回答に対する評価との関係性を検討することで、グループにおける創造的思考と脳活動との関係性についての示唆を得ることを目的とした。

創造的思考に関わる脳部位には、右側頭頭頂接合部（right temporal-parietal junction）や左背外側前頭前野（left dorsolateral prefrontal cortex）などがある[5]。本研究では従来の研究より多くの参加者を対象に同時計測を行ったため、前頭部における脳活動のみを計測した。

2. 方法

参加者

神奈川県横須賀市にある私立高等学校の1年生36名（男性22名、女性14名）が実験に参加した。

手続き

参加者は4〜5名で構成される9つのグループに分けられ、正解のない問い（PASS25, 日本アクティブラーニング協会作成）に対する回答を英語で作成する課題を全グループで同時に行った。

実験は個人で回答を作成するセッション（個人セッション）とグループで1つの回答を作成するセッション（グループセッション）の5分間ずつ計2セッションに分けられ、個人セッションの後にグループセッションが行われた。実験は約1ヶ月に1回、全部で5回行われた。

参加者は簡易型2チャンネルNIRS（Neu, HOT-2000）を前頭部に装着し、実験中の両セッションにおける脳活動が計測された。またグループ内における創造的思考と脳活動の同期度合いとの関係性について検討するため、全参加者を対象に、各実験で作成されたすべてのグループ回答の中から一番よい回答であると判断したものへの投票を実施した。

分析

簡易型 NIRS より計測された総ヘモグロビン変化量のデータをもとに、各セッション中のグループ内脳活動同期度合い（IBS: interpersonal brain synchronization）を、ウェーブレットコヒーレンス解析より算出した（MATLAB 2019b, Mathworks）[6]。グループ内 IBS 値は先行研究にならい[5]、グループ内の任意の 2 名の組み合わせにおける IBS 値をすべて求めた後、その平均を求めることで算出した。

3. 結果

まずグループ内 IBS 値について、セッション（個人、グループ）およびチャンネル部位（左、右）を被験者内要因とする分散分析を行った。その結果、グループ内 IBS 値に有意な交互作用および主効果は見られなかった（個人セッション［左：$M = 0.33, SD = 0.02$、右：$M = 0.32, SD = 0.02$］、グループセッション［左：$M = 0.31, SD = 0.02$、右：$M = 0.33, SD = 0.04$］）。

次に、グループ回答への得票数を目的変数、各セッションにおけるグループ内 IBS 値を説明変数とする単回帰分析を行った。その結果、グループセッションにおいてのみ、左前頭部のチャンネルにおけるグループ内 IBS 値が低いほど、グループが作成した回答への得票数が多くなることが示された（$R^2 = 0.16, p = .006$）（図 1）。

4. 考察

本研究は、グループで創造的思考を要する課題に取り組んでいる際の脳活動の同期度合いとグループにおけるパフォーマンスとの関係性について検討した。その結果、創造的思考を要する課題に個人あるいはグループで取り組んでいる際の脳活動の同期度合いに、有意な差は見られなかった。これは、集団としての協働が成立している際には脳活動も同期しやすくなる、との先行研究における知見とは異なる傾向であったと言える。また、グループにおける創造的思考のパフォーマンスと脳活動の同期度合いとの関係性については、グループ内の脳活動が同期していないときほどグループとしての創造的思考が発揮される傾向が見られた。

社会的相互作用場面において見られる個人間の脳活動の同期には、類似した表象や思考の存在、お互いの関係性の深さや類似度、言語理解や発話内容の予測などが反映されていることが、先行研究より示唆されている。本研究では個人セッションとグループセッションにおいて脳活動の同期度合いに有意な違いは見られなかった。この結果は、異なる表象や思考をもとに課題に取り組むとの創造的思考を要した実験設定が大きく関わっていたと考えられるだろう。

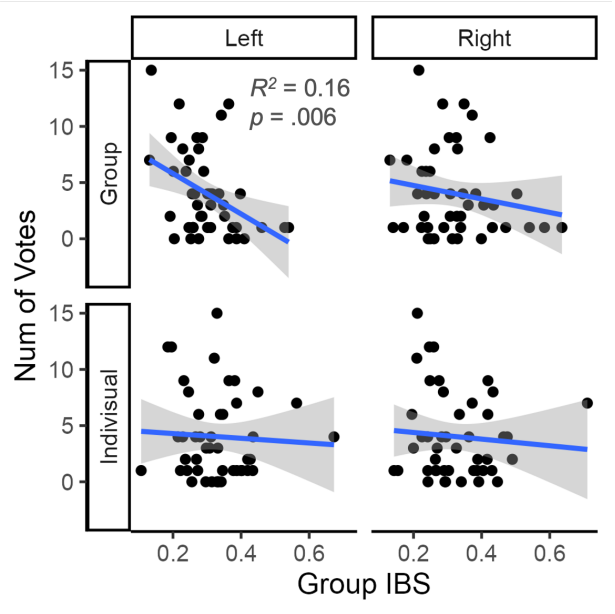


図 1 グループ内 IBS と得票数との関係

グループ（上部）、個人（下部）セッションにおけるグループ内 IBS 値（横軸）とグループ回答の得票数（縦軸）の関係を、左右のチャンネル別に示したものである

グループとしての創造的思考が求められる状況においては、互いに類似したアイデアを出すのではなく、さまざまな視点から異なるアイデアを出し合うことが望ましい。近年の集団的知性に関する先行研究においても、集団構成員の性別や認知スタイルなどがある程度多様であるほど、さまざまな認知課題における集団パフォーマンスが高まることが報告されている[7]。本研究では、グループ内の脳活動が同期していないほど、そのグループ回答が評価されるとの傾向が見られた。この結果は、集団としての創造的思考を要するような状況においては、グループ内の脳活動が多様である（同期していない）ほど好パフォーマンスにつながる可能性を示唆するものと考えられる。そして左チャンネルにおいてのみそのような関係性が見られたことは、左前頭部が創造的思考に関わる脳部位の一つであるとの知見に一致するものであると考えられるだろう。

創造的思考は、新しいアイデアを多く生み出すような思考である拡散的思考と、現在持っている情報から一つの答えを導き出すような思考である収束的思考に分けられることが想定されている。本研究で用いた創

造的思考を要する課題は、答えがない問いに対する回答を作成するものであった。そのためこの課題には、新しいアイデアを列挙する拡散的思考と、それらを個人内あるいはグループ内で精査し一つの回答としてまとめる収束的思考の両者が含まれていたと考えられる。拡散的思考には右側頭頭頂接合部が、収束的思考には左背外側前頭前野がより関与していることも示唆されており[5]、前頭部だけでなく他の部位における計測や課題の切り分けを行うことで、よりグループにおける創造的思考と脳活動の同期についての詳細な検討が可能になるかもしれない。またグループの構成員の性別、議論の主導者などの役割や発話数などによる影響についても今後の検討課題となるであろう。

文献

[1] A. Czeszumski *et al.*, (2020) “Hyperscanning: A Valid Method to Study Neural Inter-brain Underpinnings of Social Interaction,” *Front. Hum. Neurosci.*, vol. 14, doi: 10.3389/fnhum.2020.00039.

[2] D. A. Reinero, S. Dikker, and J. J. Van Bavel, (2021) “Inter-brain synchrony in teams predicts collective performance,” *Soc. Cogn. Affect. Neurosci.*, vol. 16, no. 1–2, pp. 43–57, doi: 10.1093/scan/nsaa135.

[3] J. Jiang *et al.*, (2015) “Leader emergence through interpersonal neural synchronization,” *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 112, no. 14, pp. 4274–4279 , doi: 10.1073/pnas.1422930112.

[4] N. Mayseless, G. Hawthorne, and A. L. Reiss, (2019) “Real-life creative problem solving in teams: fNIRS based hyperscanning study,” *NeuroImage*, vol. 203, p. 116161, doi: 10.1016/j.neuroimage.2019.116161.

[5] F. Huang, Y. Song, Y. Jiang, Q. Zhao, and J. Luo, (2022) “Where and How Are Original and Valuable Ideas Generated? tDCS of the Generation-Related Posterior Temporal Lobe and the Executive Control-Related Prefrontal Cortex,” *Cereb. Cortex*, vol. 32, no. 5, pp. 1004–1013, doi: 10.1093/cercor/bhab261.

[6] X. Cui, D. M. Bryant, and A. L. Reiss, (2012) “NIRS-based hyperscanning reveals increased interpersonal coherence in superior frontal cortex during cooperation,” *NeuroImage*, vol. 59, no. 3, pp. 2430–2437, doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.09.003.

[7] A. W. Woolley, I. Aggarwal, and T. W. Malone, (2015) “Collective Intelligence and Group Performance,” *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, vol. 24, no. 6, pp. 420–424, doi: 10.1177/0963721415599543.

ゲームを用いた運の信念と能力が運の知覚に与える影響についての検討
A Study of the Influence of Belief in Luck and Ability on the Perception of Luck Using Game

楊 文通†, 松林 翔太†, 三輪 和久†
Wentong Yang, Shota Matsubayashi, Kazuhisa Miwa
†名古屋大学
Nagoya University
yang.w@cog.human.nagoya-u.ac.jp

概要
心理学では, イベントの発生における偶然的な要因の知覚, すなわち運の知覚と, 個人特性としての運の信念に着目した研究が行われてきた。運の信念は, さらに, 運の存在をどれほど信じるかを表す Belief in Luck, と自分がどれほど幸運だと思うかを表す Personal Luckiness によって構成される。しかし, 運の信念が運の知覚にどのような影響を及ぼすかについては, まだ十分に検討されていない。また, その人の能力と運の知覚に関する関係も明確になっていない。そこで本研究では, 運の信念および能力が, 運の知覚に与える影響について検討した。実験の結果は, Belief in Luck と相手の能力が運の知覚に正の影響を与えることが確認された。

キーワード：運の知覚 (perception of luck), 運の信念 (belief in luck), 能力 (ability), 原因帰属 (attribution)

1. 序論
本研究は, 運の知覚に影響を与える要因として, 運の信念と能力を挙げ, 実験的な検討を行う。

心理学では, 運について伝統的に運の知覚と運の信念という 2 つの説明がある (Day, 2005)。運の知覚は, イベントの中の, 外的で不安定な要因に対しての知覚である (Heider, 1958; Weiner et al., 1979)。例えば, 宝くじに当たることについて, 自分の努力や能力が原因ではなくただの幸運だとみなすことがある。このような人が統制できないイベントに対して, 運の知覚が強いと考えられる。一方, 運の信念は, 個人特性として捉えられている (Darke, 1997; Thompson & Prendergast, 2013)。運の信念に関する研究では, 運はただのランダムなイベントという信念を持つ人と, 運の存在を信じ, 運は特定な人物に有利であるものだと思っているような信念を持つ人がいると主張している。さらに,Thompson & Prendergast (2013) は,運の信念を運の存在を信じるか信じないかを表す Belief in Luck (以降 BIL と呼ぶ) と,個人的に幸運か不運かという信念を表す Personal Luckiness (以降 PL と呼ぶ) に区別した。

先行研究では, 神経症傾向などの個人特性は運の知覚に影響を及ぼす報告はあるが (藤田, 1991), 個人特性としての運の信念は運の知覚にどう影響するかについてはまだ検討されていない。

さらに, アメリカの思想家,哲学家である Emerson は, このような名言を残した (Emerson, n. d.)。“Shallow men believe in luck, strong men believe in cause and effect.”この格言は人の能力が運の知覚に影響を与える可能性を示唆している。

そこで本研究では, 神経衰弱というゲームを用い, 運の信念、能力が運の知覚に与える影響について検討する。その理由は, 神経衰弱のパフォーマンスが運と能力その両方に影響されるからである。

2. 実験
2.1. 参加者
本研究は, 大学生 123 名 (男性 92 名, 女性 31 名, $M_{age} = 20.03$, $SD_{age} = 0.89$) を対象に, 授業の一環として実験を行った。

2.2. 実験刺激
本実験は,BIL,PL を測定するものとして作られた 16 項目 BILLS 尺度を日本語に翻訳して使用した (Thompson & Prendergast, 2013)。項目には,「私は幸運と不運を信じる。」などが含まれ, 5 件法 (1: 全くそう思わない ～5: 非常にそう思う)で評価された。

本実験は, 神経衰弱課題を使用し, Web ブラウザ上で実施した (Figure 1)。神経衰弱課題の基本的な手順は一般的な神経衰弱ゲームと同様である。本実験に用いられた神経衰弱課題では,相手の能力を 1 要因として設定した。この要因は,参加者が対戦する相手, つまり AI の記憶容量によって操作され, 低・中・高の 3 条件が設けられた。参加者の運の知覚の測定方法は, 参加者がペア獲得した時に,課題画面に右下に「今,カードを獲得したことは,幸運であった。」というアンケートが表示される。このアンケートは 5 件法 (1: 全くそう思わない ～ 5: 非常にそう思う) である。

本研究では, 神経衰弱に特化した視空間記憶能力テスト (以下記憶テスト) を用いて, 参加者の能力を測

った。記憶テストでは, 実験用の神経衰弱課題とは同じ盤面を使い, テストが開始すると, 盤面上のカードが何枚ひっくり返される。参加者がひっくり返されたカードを記憶し, 10 秒後に記憶したカードを昇順で系列再生する。記憶テストの得点を本実験の参加者の自分の能力とした。

Figure 1. 神経衰弱課題の画面。

2.3. 実験手続き

参加者の年齢及び性別について聞いた後,参加者にBILLS 尺度を回答させた。その後, 参加者は記憶テストに参加し, 記憶テストが終了した後に,神経衰弱課題に参加した。参加者は,相手の能力の低条件,中条件,高条件各 1 回,全部で 3 回神経衰弱課題を行なった。各条件の順序は参加者間でカウンターバランスをとった。

3. 結果と考察

本実験は参加者を変量効果, BIL, PL, 相手の能力及び自分の能力を説明変数, ペア獲得時の運の知覚を被説明変数とした線形混合モデルの分析を行った (Marginal R^2 = 0.06, Conditional R^2 = 0.60)。

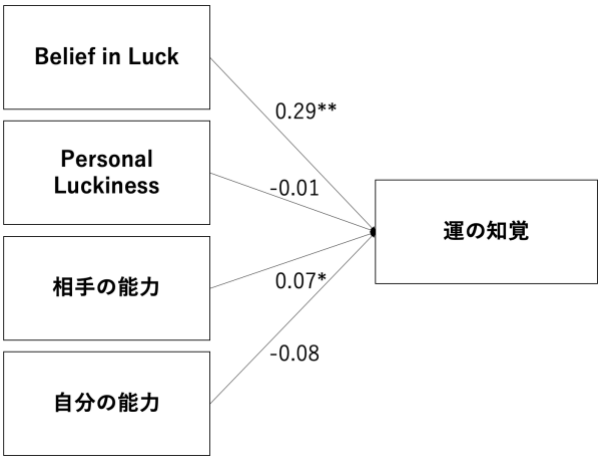


Figure 2. 線形混合モデルの検定結果。パス係数は偏回帰係数を示している。*: p < .05,**: p < .01。

線形混合モデルの結果を Figure 2 に示す。BIL (β = 0.29, SE = 0.11, p < .01) ,相手の能力 (β = 0.07, SE = 0.03, p < .05) の係数は有意だった。PL の係数 (β = -0.01, SE = 0.09, p = .91) ,自分の能力の係数 (β = -0.08, SE = 0.06, p = .21) は有意ではなかった。BIL が高いほどペア獲得時の運の知覚が強いことが示された。及び相手の能力が高いほどペア獲得時の運の知覚が強いことがも示された。

実験の結果により，以下の 2 点が明らかになった。1 つ目は，運の信念と運の知覚に関して，BIL が運の知覚に正の影響を与え，PL が影響しないことである。つまり，運の存在を強く信じる人ほど，イベントの外的で，不安定な要因に知覚しやすいことがわかった。2 つ目は，能力と運の知覚に関して，相手の能力が運の知覚に正の影響を与え，自分の能力が影響しないことである。

本研究は，実験と通し，運の信念と能力が運の知覚に与える影響について検討した。その結果，普段運の存在を強く信じる人ほど運の知覚が強い，及び相手の能力が高いほど運の知覚が強いことが明らかになった。今後の研究では，これらの現象の背後のプロセスについて，検討する必要があると考えられる。

参考文献

Cohen, J. (1960). *Chance, Skill, and luck: The psychology if guessing and gambling*. London: Pelican.

Darke, P. R., & Freedman, J. L. (1997). The belief in good luck scale. *Journal of Research in Personality, 31*, 486–511.

Day, L., Maltby J. (2005). “With Good Luck”: Belief in good luck and cognitive planning. *Personality and Individual Differences, 39,* 1217–1226.

藤田 正,笹川 宏樹. (1991). 女子学生における一般性 self–efficacy と Locus of control の関係. *奈良教育大学教育研究所紀要, 27*,115–121.

Heider, F. (1958). *The psychology of interpersonal relations*. New York: Wiley.

Ralph Waldo Emerson Quotes. (n.d.). BrainyQuote.com. https://www.brainyquote.com/quotes/ralph_waldo_emerson_121133 (最終閲覧日 2023–03–22).

Thompson, E. R., & Prendergast, G. P. (2013). Belief in luck and luckiness: Conceptual clarification and new measure validation. *Personality and Individual Differences, 54 (4)*. 501–506.

Weiner, B. (1979). A theory of motivation for some classroom experiences. *Journal of Educational Psychology, 71 (1)*, 3–25.

スクロール表示が物体の位置記憶の正確性に及ぼす影響
Effect of Scrolling Display on Accuracy of Object Location Memory

藤井 佑実子[†*]，森田 ひろみ[†]
Yumiko Fujii, Hiromi Morita

[†]筑波大学 図書館情報メディア系
Institute of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba
[*]fujii.yumiko.ge@u.tsukuba.ac.jp

概要

携帯型情報端末の限られた画面に表示されたものの視覚情報処理は，全体視とは異なる特徴を持つ．本研究では心理学実験を用いて，小さな画面でのスクロール表示が画像内の物体位置の記憶の正確性に与える影響を明らかにすることを目的とした．実験の結果，スクロール表示では窓を通して観察することにより，また画像の絶対位置を移動して観察することにより物体位置の符号化及び遅延後記憶の正確性が低下することが示唆された．

キーワード：視知覚, 位置記憶, スクロール

1. はじめに

我々は日々，携帯型情報端末の小さな画面上でスクロールしながら様々な画像を閲覧している．このような視覚情報処理は今日の日常的な視覚入力の大半を占めるが，その特性については明らかでない．そこで，本研究ではスクロール表示された画像の認知特性を認知心理学の枠組みで理解することを目指す．

スクロール表示における視覚情報処理は，通常の全体視に比べて主に次の２点のような特徴を持つ．１点目は，限られた窓内で画像を観察することである．これにより，画像全体を同時には捉えることができず，継次的に観察した画像の断片を視覚作業記憶上で統合することによって捉える必要がある．２点目は，スクロールすることによって画像の絶対位置を変化させながら観察することである．物体はその位置に基づいて符号化されること[1]を踏まえると，観察中に画像の絶対位置が変化することで画像知覚，特に画像内の物体の位置の知覚や記憶が困難になる可能性がある．

藤井・森田(2022)[2]は，スクロール表示が物体位置の知覚へ与える影響を調べる目的で，画像内の複数物体をよく観察した直後に 1 つの物体の位置を再生する課題を行った．そして，スクロール表示では通常の全体視に比べて観察に時間を要するが，再生の正確性が大きく低下することはないという結果を得た．さらに，このことにはスクロール表示の特徴である，可視領域が限られるため画像の断片を継次観察することと，画像を移動しながら観察することの両方が影響を与えたことが示唆された．ただしこの実験では観察時間が統制されていなかったため，知覚の困難さが再生の正確さではなく観察時間にのみ現れた可能性が考えられる．

そこで，本研究では観察時間を統制した場合に，スクロール表示における視覚情報処理上の２点の特徴が，物体位置の記憶の正確性に与える影響を明らかにすることを目的とする．実験ではタッチパネルディスプレイ上に，複数の物体をランダムな位置に配置した画像を一定時間提示し，実験参加者に観察してもらった後，物体位置の符号化の正確性を直後再生課題で，その後の記憶保持の正確性を遅延後再認課題で調べた．画像の観察条件は先行研究に倣い，次の３種類設けた[2][3].
スクロール条件では，固定された小さな窓内に画像を引き込んで観察する．これに対し，移動窓条件では画像の位置は固定されており，見たい部分に窓を移動して画像を観察する．移動窓条件では，スクロール条件と同様に画像の断片を継次的に観察するが，スクロール条件とは異なり画像を動かさないため，観察した位置がそのまま物体の位置である．したがってスクロール条件と移動窓条件を比較することで，画像位置を移動させて観察することが物体位置の記憶に与える影響を知ることができる．そして，窓無し条件では，窓を通さずに画像全体を観察する．窓無し条件と他の条件を比較することで，窓を通して断片を継次的に観察することが記憶に与える影響を知ることができる．

2. 方法

2.1. 実験参加者

正常な視力（矯正視力を含む）を有する 18～29 歳までの 30 名（男性 16 名, 女性 14 名; 利き手は全員右手）が実験に参加した．実験は，筑波大学図書館情報メディア系における研究倫理審査を受け，実験参加者への十分な説明と書面による同意の上で行われた．

2.2. 実験環境

パーソナルコンピュータ（DELL 社製 DELL PRECISION 390）と 23 インチのタッチパネル内臓液晶ディスプレイ（EIZO FlexScan T2381W，解像度 1920×1080 px）を使用し，刺激の提示は MATLAB と Psychtoolbox[4][5][6]で制御した．

2.3. 刺激

サンプル画像の大きさは 900×900 px であり（視角 29.7×29.7°），その領域のランダムな位置に 10 個の日常物体のイラスト[7]を配置した．

2.4. 手続き

直後再生セッションとその後 1 時間の遅延を挟んで行う遅延後再認セッションから成る物体位置記憶課題を実施した．

直後再生セッションの 1 試行の流れを図 1 A に示す．まず，画面中央に提示される＋マークを実験参加者がタッチすると試行が開始される．次に画面中央に 2 桁のランダムな数字が 1 秒間提示される．後に提示されるサンプル画像の内容を言語で符号化することを妨害するために，後にこの数字を答えるまで実験参加者は数字を口頭で繰り返し唱え続ける．その 1 秒後，サンプル画像が 41 ミリ秒間提示される．この提示時間は，藤井・森田(2022) [2]を参考に決定された．

参加者はサンプル画像を 3 つの観察条件で観察し，画像内の物体の位置を覚える．窓無し条件では，画面中央にサンプル画像全体が表示される．スクロール条件と移動窓条件では，画面中央に 175×175 px(一辺が視角 5.9°)の窓があり，その窓を通して画面中央に配置されたサンプル画像を見る．スクロール条件では，実験参加者は窓内の画像をタッチしスライドさせることで画像を移動し，画像内の観察したい領域を窓内に表示させる．このとき指が窓の外に出ても画像は指に追従して移動することができた．移動窓条件ではサンプル画像は画面中央に固定表示されており，実験参加者は窓にタッチしスライドさせることで窓を観察したい領域に移動させて観察した．

画像観察後，実験参加者は試行の最初に提示された 2 桁の数字を答える．1 秒間のブランクの後，サンプル画像内に含まれていた物体のうちランダムに選ばれた 1 つ（標的物体）が画面の左右どちらかに 2 秒間提示される．その 0.5 秒後に，プレースホルダが 20 個表示される．このプレースホルダのうち 10 個はサンプル画像において実際に物体が提示された位置を示すが，残りは実際には物体が提示されていなかった位置を示す．

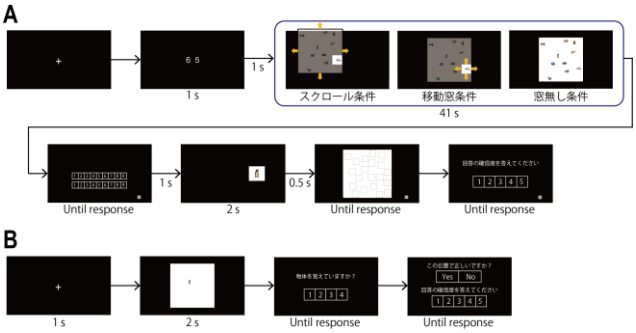


図 1　直後再生セッション(A)と遅延後再生セッション(B)の 1 試行の流れ

実験参加者は，サンプル画像上で標的物体が配置されていた位置のプレースホルダをタッチして回答する．その後，位置再生の回答の確信度を 1 ～ 5 の数字で答えると 1 試行が終了する．このとき，回答数字が大きいほど確信度が高いことを意味する．

遅延後再認セッションの 1 試行の流れを図 1 B に示す．画面中央に＋マークが 1 秒間提示された後，直後再生セッションで観察したサンプル画像内の物体のうちランダムに選ばれた 1 つの物体（標的物体）が 2 秒間提示される．このとき標的物体の提示位置がサンプル画像と同じか異なるかはランダムに決まり，同じ場合と異なる場合の割合は 1 ： 1 であった．その後，標的物体をどのくらいよく覚えているかを 1 ～ 4 の数字で答える．このとき，回答数字が大きいほど標的物体をよく覚えていることを示す．数字選択後，画面が切り替わり標的物体が直後再生セッションで観察した位置に提示されていたか否かを回答する．また，これと同時に位置再認の回答の確信度を 1 ～ 5 の数字で回答すると 1 試行が終了する．

2.5. デザイン

直後再生セッションでは，スクロール条件，移動窓条件，窓無し条件の 3 つの観察条件につき 3 試行の練習と 16 試行の本試行を行った．その後 1 時間の遅延を挟んで行った遅延後再認セッションでは最初に 3 試行練習を行い，その後各観察条件につき 64 試行の本試行を行った．なお，条件の試行順序は実験参加者間で変えてカウンターバランスをとった．ただし，各実験参加者の条件の試行順序は両セッションで同じであった．

3. 結果

30 名の実験参加者のうち 1 名は実験装置の不調によりデータを正常に記録できなかったため結果から除外

した.

3.1. 直後再生課題の正答率

図２A に直後再生課題における各観察条件の平均正答率を示す．このグラフにおけるエラーバーは標準誤差を示す（これ以降のグラフも同様）. 正答率について，観察条件を要因とする被験者内１要因分散分析を行ったところ，主効果が有意であった($F(2, 56) = 24.5$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.5$). そこで，Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ，すべての条件間に有意差がみられ（スクロール条件と移動窓条件間：$p < 0.001$, $d = 1.0$，スクロール条件と窓無し条件間：$p < 0.001$, $d = 1.4$, 移動窓条件と窓無し条件間：$p < 0.01$, $d = 0.5$），スクロール条件，移動窓条件，窓無し条件の順番で正答率が低いことが分かった.

3.2. 遅延後再認課題の記憶保持率

遅延後再認課題における再認の正確性を見積もるために，Hit 率−False Alarm 率で求まる記憶保持率[8]を算出した．図２B に遅延後再認課題における各観察条件の記憶保持率を示す．記憶保持率について，観察条件を要因とする被験者内１要因分散分析を行ったところ，主効果が有意であった($F(2, 56) = 4.4$, $p < 0.05$, $\eta_p^2 = 0.1$). そこで，Bonferroni 法による多重比較検定を行ったところ，スクロール条件と移動窓条件間 ($p < 0.05$, $d = 0.4$)と，スクロール条件と窓無し条件間($p < 0.05$, $d = 0.5$)に有意差があったが，移動窓条件と窓無し条件間には有意差がみられなかった($p = 0.5$, $d = 0.1$)．したがって，スクロール条件は移動窓条件や窓無し条件よりも記憶保持率が低いことが分かった.

3.3. 直後再生課題と遅延後再認課題の相関

直後再生課題の正答率と遅延後再認課題の記憶保持率の関係を検討するために，ピアソンの積率相関係数 r を算出した．分析対象者 29 名の直後再生課題の正答率と遅延後再認課題の記憶保持率の関係を図３に示す.

直後再生課題と遅延後再認課題の正確性について相関係数を求め無相関検定を行ったところ，スクロール条件は $r = 0.1$ ($p = 0.5$)， 移動窓条件は $r = 0.6$ ($p < 0.01$), 窓無し条件は $r = 0.4$ ($p < 0.05$)であった．このことから両課題の正確性にスクロール条件では相関は見られず, 移動窓条件や窓無し条件では中程度以上の相関がみられることがわかる.

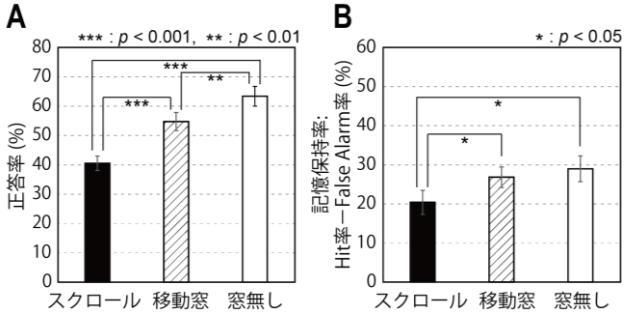


図２　直後再生課題の正答率(A)と
遅延後再認課題の記憶保持率(B)

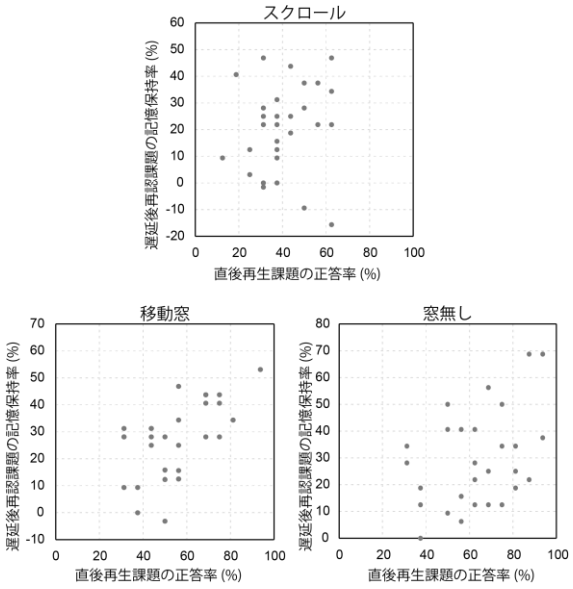


図３　直後再生課題の正答率と
遅延後再認課題の記憶保持率の関係

4. 考察

小さな窓を通したスクロール表示における視覚情報処理は，通常の全体視における視覚情報処理に比べて２つの特徴をもつ．１つ目は可視領域が限られるため画像の断片を継次的に観察すること，２つ目はスクロールにより画像の絶対位置を変化させながら観察することである．本研究は，このような特徴をもつスクロール表示が画像内の物体の位置の記憶の正確性にどのような影響を与えるか明らかにすることを目的とした.

実験の結果，まず，直後再生課題の正答率はスクロール条件，移動窓条件，窓無し条件の順で低かった．このことから，この順番で物体位置の符号化の正確性が低かったことがわかる．藤井・森田(2022)[2]では，画像の観察時間に制限時間を設けない物体位置の直後再生課題を行い，観察条件間に正答率の差はないが，観察時間がスクロール条件，移動窓条件，窓無し条件の順で長かったことから，この順で符号化が困難であることを示唆していた．今回の結果はこの解釈と矛盾しない．つまり，全体表示もしくは移動窓表示に比べて，スクロール表示された画像内の物体の正しい位置を記憶に符号化するのには，より長く画像を観察する

必要があり，符号化に十分な時間が与えられない場合には，符号化の正確性が低下すると考えることができる．そして，再生の正確性が，窓無し条件よりも窓を通して観察した 2 つの条件で低下したこと，さらにスクロール条件の方が移動窓条件よりも低下したことから，スクロール表示が持つ視覚情報処理上の２つの特徴が共に，物体位置の符号化の正確性に影響を与えることが示唆された．

次に，遅延後再認課題の記憶保持率は，窓無し条件と移動窓条件間には有意な差がなかったが，これらの条件よりもスクロール条件で低かった．このスクロール条件における遅延後再認の不正確さは，符号化の不正確さに起因する可能性が考えられた．そこで，直後再生と遅延後再認の正確性の間に相関関係があるかを調べた．その結果，スクロール条件では両課題の正確性の間に相関がみられなかった．そのため，符号化の不正確さがそのまま遅延後の記憶の不正確さとして現れたとは考えにくく，記憶保持の過程でスクロールにより符号化された記憶に特有の低下が生じた可能性は否定できない．一方，移動窓条件と窓無し条件では，直後再生と遅延後再認の正確性に中程度以上の相関がみられたが，両条件間の直後再生の正確性には有意差があったにもかかわらず，遅延後再認の正確性には有意差が見られなかった．このことは，再認課題の方が感度が低かったことが原因である可能性も考えられるため，今後より感度の高い方法で調べる必要がある．以上より，少なくとも画像の絶対位置を変化させながら観察することが，物体位置の記憶保持の不正確さに影響する可能性が示唆された．

今回の結果には，物体の記憶符号化の過程[1]だけでなく保持や検索の過程でも位置が中心的な役割を担っているとする先行研究の示唆が関係している可能性がある[9][10]．スクロール表示のように，観察中に画像の絶対位置が変化すると，物体は視覚作業記憶上で位置と十分に結びつけて知覚されない可能性が考えられる．また，先行研究では，複数の物体位置を符号化する際に，全ての物体が同時提示されるより，各物体が継次的に提示されるほうが物体位置の記憶の正確さが低下することが報告されている[11]. 継次提示によって物体位置の符号化が困難になるという点で，この報告と本研究は一致する．

ただしスクロール条件において，遅延後再認が不正確であったことや，直後再生と遅延後再認の正確性に相関がみられなかったことを踏まえると，今回の再認課題がスクロール条件で符号化された記憶にとって，課題の回答方法などの影響により不利なものであった可能性がある．この点は発表で議論する．

最後にまとめると，本研究では限られた画面におけるスクロール表示が画像内の物体の位置の記憶の正確性に与える影響を調べた．その結果，スクロール表示による画像観察では，物体の位置を正しく符号化したり，正しく記憶に保持するのが困難であることが示された．そして，符号化や記憶保持の困難さには可視領域が限られるため画像を断片的に継次観察することや，画像を移動させながら観察することが影響を与えたことが示唆された．

5. 謝辞

本研究は JSPS 科研費の助成 21K12602、21K13744 を受けたものである．

文献

[1] Kahneman D, Treisman A, Gibbs BJ. (1992). The reviewing of object files: Object-specific integration of information. *Cognitive Psychology*, 24, pp. 175–219.
[2] 藤井佑実子・森田ひろみ(2022) スクロール表示が画像内の要素の位置記憶に及ぼす影響. 日本認知科学会第 39 回大会.
[3] Fujii, Y., & Morita, H. (2020). Visual search within a limited window area: scrolling versus moving window. *i-Perception*, 11(5), 2041669520960739.
[4] Brainard, D. H. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), pp. 433–436.
[5] Kleiner, M., Brainard, D., Pelli, D., Ingling, A., Murray, R., & Broussard, C. (2007). What's new in Psychtoolbox-3. *Perception*, 36, Suppl., 1.
[6] Pelli, D. G. (1997). The Video Toolbox software for visual psychophysics: transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10(4), pp. 437–442.
[7] Duñabeitia, J. A., Crepaldi, D., Meyer, A. S., New, B., Pliatsikas, C., Smolka, E., & Brysbaert, M. (2018). MultiPic: A standardized set of 750 drawings with norms for six European languages. *Quarterly journal of experimental psychology*, 71(4), pp. 808-816.
[8] Endress, A. D., & Potter, M. C. (2014). Something from (almost) nothing: buildup of object memory from forgettable single fixations. *Attention, Perception and Psychophysics*, 76(8), pp. 2413–2423.
[9] Hollingworth A. (2007). Object-position binding in visual memory for natural scenes and object arrays. Journal of experimental psychology. *Human perception and performance*, 33(1), pp. 31–47.
[10] Treisman, A., & Zhang, W. (2006). Location and binding in visual working memory. *Memory & cognition*, 34(8), pp. 1704–1719.
[11] Blalock, L. D., & Clegg, B. A. (2010). Encoding and representation of simultaneous and sequential arrays in visuospatial working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(5), pp. 856-862.

視野下方で捉える物体の運動は視野上方に比べて正確に推定される
Enhanced estimation of object motion in the lower visual field compared the upper visual field

平田 貴士[1, 2, a]　川合 伸幸[1, 3, 4, b]
Takashi Hirata and Nobuyuki Kawai

[1.] 名古屋大学大学院 情報学研究科 心理・認知科学専攻，[2.] 日本学術振興会，
[3.] 中部大学 創発学術院，[4.] 科学技術振興機構 CREST
[1.] Cognitive and Psychological Sciences, Graduate School of Informatics, Nagoya University
[2.] JSPS Research Fellowships for Young Scientists,
[3.] Academy of Emerging Sciences, Chubu University, [4.] CREST, Japan Science and Technology Agency
[a.] hirata.t@cog.human.nagoya-u.ac.jp，[b.] kawai@is.nagoya-u.ac.jp

概要
ヒトは上昇物体よりも下降物体の運動を正確に推定することが知られてきた. これは, 上昇する物体は稀にしか見ないが, 下降（落下）する物体は頻繁に目にするために生じる知覚学習の結果と考えられてきた. しかし, 視野上方に比べて視野下方で捉えた物体を正確に知覚することから, 下降物体は下降するからではなく, 単に視野下方で捉えるから運動の推定が正確だと考えることも可能である. 本研究では, 視野の上下で上昇・下降するボールを提示し，ボールがゴールに到達する時刻の推定精度を評価した. その結果, 視野下方で下降するボールの到達時刻の推定は，上方で上昇するボールよりも正確であったが，視野上方で下降するボールと下方で上昇するボールの到達時刻の推定精度は同じであった. この結果から, 従来考えられていたように移動方向だけでなく, それが視野のどこ（上下）にあるかも物体の運動推定の精度に影響することが示された.

キーワード : 物体の運動推定，周辺視，視野

1. 背景

我々が視覚を通じて認識する世界には, 走行する車, 落下するリンゴやボールなどの移動する物体が存在する. 我々は移動する物体を認識するだけでなく, その物体の速度や軌道などの運動情報から物体が特定の場所に到達する時刻を推定する．到達時刻を正確に推定することで, 移動する物体との衝突を回避したり, 適切なタイミングで物体を捕捉したりできる．しかしながら, 到達時刻の推定精度は物体の移動方向によって異なり, ヒトは上昇する物体に比べて下降する物体の到達時刻をより正確に推定することが知られている[1, 2].

到達時刻を推定する際には，物体を追跡するための眼球運動が発生する[3]．眼球運動を発生させることにより，視野内でもっとも視力が高い網膜中心窩の領域で物体を常に捉え，物体を正確に知覚することができる[4]．そのため，物体を追跡したときの物体の軌道予測[5]や到達時刻の推定[6]は，追跡しないときに比べて精度が高い.

しかし，我々は常に物体を中心窩で捉えて到達時刻を推定しているわけではない. 物体を追跡せずとも, 周辺視野で捉えた情報から物体の移動方向や速度を認識できる. 上昇・下降する視覚刺激の速度弁別の精度を評価した研究では，視覚刺激を追跡させず画面中央の点を見続けた状態で実験を行った. 実験の結果, 上昇する物体に比べて，下降する物体の速度弁別の精度は良いことが示された[7, 8].

周辺視野で物体を捉える場合，上昇する物体は視野下方から上方へ，下降する物体は視野上方から下方へ移動する. ヒトは視野上方に比べ, 視野下方で捉える物体の認識，移動方向の識別の精度が高いことが知られている[9, 10]．また，視野下方で水平移動する視覚刺激へのリーチング精度は，視野上方に比べて高いことも示されている[11]．このことから，下降する物体は下降するからではなく，視野の下方で捉えているため到達時刻の推定精度が高い可能性が考えられる.

上昇する物体に比べて下降する物体の到達時刻の推定が正確であることは，さまざまな先行研究で示されてきた[1, 2, 12, 13]．しかし，視野の上方と下方に分けて上昇・下降する物体の到達時刻の推定精度を評価した研究は存在しない. そのため, 下降する物体の到達時刻の推定精度が良いのか，それとも単に視野下方で移動する物体の到達時刻の推定精度が良いのかは不明である. そこで本研究では，上昇・下降する視覚刺激を視野の上方と下方に提示し，到達時刻の推定精度を評価した.

2. 方法

2.1. 参加者

本実験の趣旨を十分に説明し，インフォームドコンセントが得られた 43 名（男性 22 人，女性 21 人，29.5 ±10.25 mean±SD）が実験に参加した.

2.2. 実験環境

実験では，座位の姿勢で Virtual Reality（VR）映像を Head Mount Display（VIVE Pro Eye, HTC VIVE）に提示した. 頭部動揺を抑制するために顎台を用いた. 物体の到達時刻の推定精度を評価するためのテンキーを参加者の利き手側に設置した. 到達時刻の推定時において，刺激の追跡有無を確認するために，参加者の眼球運動（視線位置の変化）をサンプリング周波数 250 Hz で記録した.

2.3. 視覚刺激映像

HMD に投影する VR 映像を図 1A に示す. 映像は，リアルタイム 3D 開発プラットフォーム Unity（Unity Technologies）を用いて作成した. 参加者には，暗闇の中，視覚刺激（ボール）が視野上方で下降する「上視野-下降」と上昇する「上視野-上昇」，視野下方で下降する「下視野-下降」と上昇する「下視野-上昇」の 4 種類の映像を提示した. 上視野-下降で提示されるボールは，参加者の前方 13 m の地点に正面を基準(視野角 0 deg)として，4 m（17.1 deg）の位置に直径 0.2 m のボール（0.8 deg），2 m（8.7 deg）の位置にリング状の目標地点（ゴール）を設置した. 上視野-上昇では，上視野-下降のボールとゴールの位置を入れ替えて提示した. 下視野-下降では，-2 m（-8.7 deg）の位置にボール，-4 m（-17.1 deg）の位置にゴールを設置した. 下視野-上昇では，下視野-下降のボールとゴールの位置を入れ替えて提示した. 4 種類のすべての映像の中央に直径 0.1 m の点（0.44 deg）を固視点として設置した. 映像に提示されるボールは 1 G（加速度 9.81 m/s^2）の等加速度でゴールに向かって上昇および落下運動するよう設定した. すべての映像において，ボールは運動開始から 0.67 秒後にゴールに到達した.

2.4. 実験構成

図 1B に実験構成の図を示す. 上視野と下視野の条件において，上昇と下降のブロックに分けて VR 映像を提示した. 上視野と下視野の順序および VR 映像の提示順序は, 参加者ごとにランダムに設定した. ただし，同一参加者では，上視野と下視野における上昇と下降の提示順序は揃えた. ボールがゴールに 1 回移動することを 1 試行とし，1 つのブロックにつき 20 試行繰り返した. 実験全体を通じて参加者 1 人あたり 80 試行経験した.

本研究では，ボールの移動方向（上昇・下降）× ボールの提示位置（上視野・下視野）の 4 条件が存在する. 各条件において, 参加者はボールがゴールを通過するタイミングを見計らってテンキーの「0」を押し下げするよう指示された. また，参加者は刺激を追跡せず VR 映像の固視点を常に見続け, 刺激の移動中は極力瞬きをしないよう指示された. ゴール通過後に刺激が消失している区間は瞬きが許可された. 計測中は頭部を動かさないよう指示された.

2.5. 実験解析

テンキーの入力のデータおよび眼球運動のデータは，MATLAB（Mathworks, USA）に読み込み，オフラインで解析した. 各参加者から得られる 80 標本数（2 運動方向 × 2 提示位置 × 20 試行）の眼球位置データから，垂直および水平方向の眼球位置が±3 deg を超えているデータをすべて解析から除外した.

テンキーが押された時刻からボールがゴールを通過するまでに要する時刻（0.67 sec）を引いた値を時刻誤

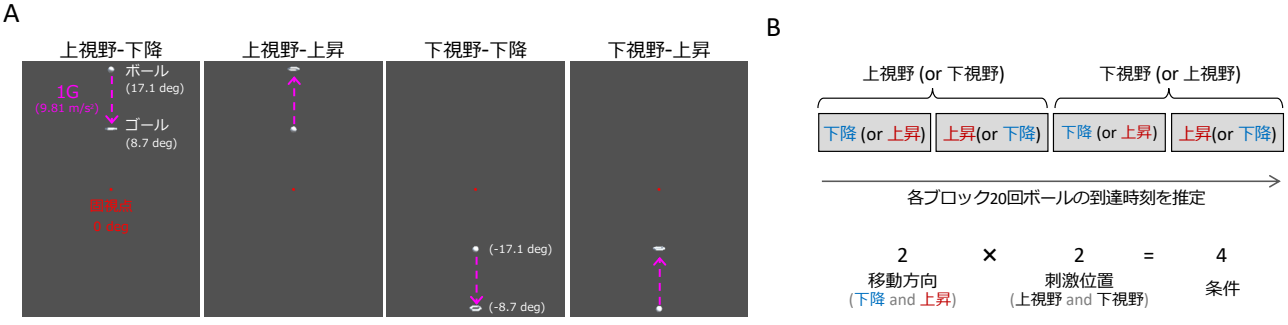


図 1. A：視覚刺激映像，B：実験構成図

差として算出した．時刻誤差が 0 のとき，ボールがゴールと一致したタイミングでテンキーが押されたことになり，正の場合は入力タイミングが遅いことを表す．各 4 条件において，参加者ごとに平均時刻誤差を算出した．その後，これらの参加者ごとの平均時刻誤差を平均し，参加者全体の平均時刻誤差を算出した．ボールの運動方向および提示位置による影響有無を確かめるため，移動方向条件（上昇・下降）×提示位置条件（上視野・下視野）の 2 要因で分散分析を行った．

3. 結果

図 2 に条件ごとの参加者全体の平均時刻誤差の結果を示す．上視野-下降（0.005 sec）の平均時刻誤差は，上昇（0.065 sec）に比べて小さかった．また，下視野-下降（0.014 sec）の平均時刻誤差においても，下視野-上昇（0.022 sec）に比べて小さかった．移動方向条件 × 提示位置条件の 2 要因で分散分析を行った結果，移動方向条件に主効果が認められ（$F(1, 163) = 7.7, p < .01, n < 0.04$），交互作用も認められた（$F(1, 163) = 4.86, p < .05, n < 0.02$）．提示位置条件では主効果が認められなかった（$F(1, 163) = 2.39, p = .12, n < 0.01$）．移動方向条件の主効果について多重比較を行った結果，上視野-下降と上視野-上昇において有意差が認められた．また，上視野-上昇と下視野-下降においても有意差が認められた．

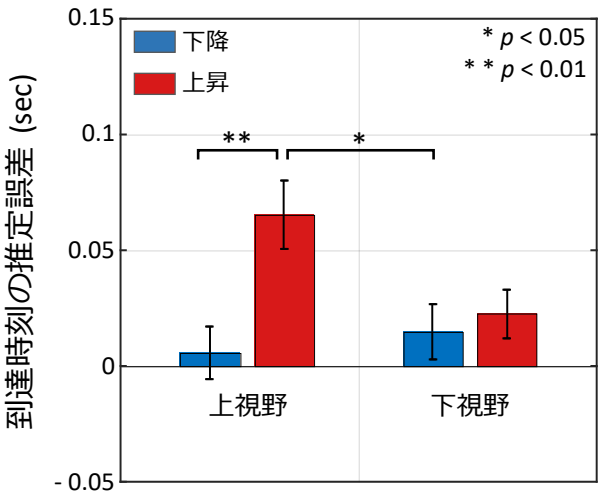


図 2．条件ごとの全実験参加者の平均推定誤差の結果
青色棒グラフは下降，赤色棒グラフは上昇の結果を表す．各グラフ内の error bar は±SE を表す．*$p < 0.05$, **$p < 0.01$.

4. 考察

本研究では，視野の上方と下方において，上昇・下降するボールがゴールに到達する時刻の推定精度を評価した．その結果，ボールの移動位置（上視野・下視野）と移動方向（上昇・下降）に交互作用が認められ，到達時刻の推定精度は上昇・下降だけでなく上視野・下視野によっても異なることが示された．

下視野-下降の平均時刻誤差は上視野-上昇に比べて有意に低く，視野下方で下降するボールの到達時刻の推定精度は，視野上方で上昇するボールに比べて良い．この結果は，上昇する物体よりも下降する物体の到達時刻の推定精度が良いことを示した先行研究の結果と一致している[1, 2]．一方で，上視野-下降と下視野-上昇の平均到達時刻は有意な差が見られず，上昇と下降するボールの到達時刻の推定精度に違いはなかった．これらの結果から，従来の下降する物体の到達時刻の推定精度が上昇する物体の精度よりも良いという結果は[1, 2]，単に運動する方向の違いだけによって生じているのではなく，視野上方で上昇する物体の到達時刻を推定する精度が悪いことに起因することが示唆された．

霊長類は視野上方に比べて視野下方の視覚が優れており[14, 15, 16]，我々は視野上方に比べて視野下方で捉える物体や物体の移動方向を正確に認識する[9, 10, 11]．この知見から，実験参加者は，物体の速度や軌道を正確に知覚できる下視野で物体を捉えたことで，下視野-上昇と下視野-下降の到達時刻を正確に推定した可能性が考えられる．物体の到達時刻の推定精度には，上昇・下降という移動方向に依存した非対称性があると考えられてきた[1, 2]．しかし本研究により，移動方向のみならず物体を捉える視野上方と下方に非対称性がある可能性が示された．視野上方と下方で非対称性があることが，上昇・下降する物体の到達時刻の推定誤差として検出されていただけかもしれない．

視野-上昇の到達時刻の推定は他の条件と比べて最も精度が低い結果となった．この結果は，物体の知覚精度が低い視野上方で物体を捉えただけでなく，地上での経験も影響している可能性がある．重力環境下において，我々は上昇する物体に比べて下降する物体をよく目にし，下降する物体の到達時刻を推定することも多い．一方で，上昇する物体を目にする機会はあるが，到達時刻を推定することは少ない．参加者は，到達時刻の推定経験の少ない上昇する物体を視野上方で捉えたことで，視野-上昇の到達時刻を正確に推定できなかっ

た可能性も考えられる．

上視野-下方と下視野-上昇の到達時刻の推定精度は変わらなかった．上視野-下方と下視野-上昇におけるボールは，参加者が常に見ている固視点に向かう．網膜上の視力は中心窩に近づくほど良くなる[17]ことから，両条件のボールは正確に知覚され，到達時刻の推定精度は変わらなかったことが考えられる．

これまでの研究においても，上昇する物体に比べて，下降する物体の到達時刻推定[1, 2, 12, 13]や速度弁別[7, 8]の精度は良いことが示されている．これらの研究から，我々は上昇する物体よりも下降する物体の運動を正確に推定できることが考えられる．しかし，本研究では，むしろ上昇する物体を視野上方で，下降する物体を視野下方で捉えた場合において，先行研究と同様に非対称性が示されることをあきらかにした．ただし，捕捉位置のみが物体の運動推定の精度に影響したのか，それとも運動方向と捕捉位置の両方が影響しているのかは不明である．今後の課題として，運動推定の精度に非対称性がない水平移動する物体を視野上方と下方に提示し，物体の運動方向に関係なく視野上方に比べて視野下方の物体の運動推定の精度が良いかを検討する．

文献

[1] M. Zago, B. La Scaleia & W. L. Miller, Coherence of structural visual cues and pictorial gravity paves the way for interceptive actions, *Journal of vison* 11, 13-13 (2011)

[2] T. Hirata, Y. Hirata & N. Kawai, Humans track the falling object more accurately than the rising objects irrespective of acceleration conditions and vestibular gravity information, Society for Neuroscience, 2022, Nov.

[3] Dorr, M., Martinetz, T., Gegenfurtner, K. R. & Barth, E. Variability of eye movements when viewing dynamic natural scenes. *Journal of vison* 10, 28-28 (2010)

[4] C. A. Schütz, I. D. Braun & R. K. Gegenfurtner, Object recognition during foveating eye movements, *Vision research*, 49(18), 2241-2252 (2009)

[5] M. Spering, C. A. Schütz, I. D. Braun & R. K. Gegenfurtner, Keep your eyes on the ball: smooth pursuit eye movements enhance prediction of visual motion, Journal of Neurophysiology, 105(4), 1745-1767 (2011)

[6] J. Fooken, H. S. Yeo, K. D. Pai & M. Spering, Eye movement accuracy determines natural interceptoin strategies, Journal of vision, 16(14), 1-1, (2016)

[7] M. Gallagher, A. Torok, J. Klass & E. R. Ferré, Gravity prior in human behaviour: a perceptual or semantic phenomenon? *Experimental Brain Research*, 238, 1957-1962, (2020)

[8] A. Torok, M. Gallagher, C. Lasbareilles & ER. Ferré, Getting ready for Mars: how the brain perceives new simulated gravitational environments, *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 72(9), 2342-2349, (2019)

[9] D. Regan, CJ. Erkelens & H. Collewijn, Visual field defects for vergence eye movements and for stereomotin perception, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 27, 806-819, (1986)

[10]MA. Khan & GP. Lawrence, Differences in visuomotor control between the upper and lower visual fields, *Experimental Brain Research*, 164, 395-398, (2005)

[11]J. Danckert & MA. Goodale, Superior performance for visually guided pointing in the lower visual field, *Experimental Brain Research*, 137, 303-308, (2001)

[12]P. Senot, M. Zago, F, Lacquaniti & J. McIntyre, Anticipating the Effects of Gravity When Intercepting Moving Objects: Differentiating Up and Down Based on Nonvisual Cues, *Journal of Neurophysiology*, 94, 4471-4480 (2005)

[13]E. Brenner, B. Driesen & J. B. J. Smeets, Precise timing when hitting falling balls, frontiers in Human Neuroscience, 22, (2014)

[14]R. A. Barton, Binocularity and brain evolution in primates, PNAS, 101 (27), 10113-10115, (2004)

[15]L. A. Isbell, The Fruit, the Tree, and the Serpent: Why We See So Well, Harvard University Press, (2009)

[16]D. Rosenbluth & J. M. Allman, The effect of gaze angle and fixation distance on the responses of neurons in V1, V2, and V4, Neuron, 33(1), 143-149, (2002)

[17]D. R. Kandel, J. D. Koester, S. H. Mack & S. A. Siegelbaum, Principles of Neural Science Sixth Edition, McGraw-Hill, (2021)

ブーバ／キキ図形が単純接触効果に及ぼす影響
The influences of bouba/kiki figures on mere exposure effect

松田 憲[†]，杉浦 由奈[†]，楠見 孝[‡]
Ken Matsuda, Yuna Sugiura, Takashi Kusumi
[†]北九州市立大学，[‡]京都大学
The University of Kitakyushu, Kyoto University
matsuken@kitakyu-u.ac.jp

概要
本研究は，呈示刺激の外見的特徴が単純接触効果の生起に及ぼす影響を検討する．具体的には，ブーバ／キキ効果におけるブーバ図形とキキ図形を参加者に繰り返し視覚呈示した．実験の結果，反復呈示によってブーバとキキの両図形への親近性は上昇した一方で危険度の低下は見られなかった．また，キキ図形への危険度認知は一貫してブーバ図形よりも高く，安心感の上昇はブーバ図形のみで見られた．そして，視覚刺激の反復呈示による単純接触効果はブーバ図形のみで生じ，キキ図形では生じなかった．

キーワード：単純接触効果（mere exposure effect），ブーバ／キキ効果（bouba/kiki effect），安心感と危険度（sense of security and danger），親近性（familiarity）

1. はじめに

単純接触効果（mere exposure effect）とは，ある対象に繰り返して接触するだけで，その対象に対する好意度が上昇する現象である（Zajonc, 1968）[1]．これまでに行われてきた単純接触効果の先行研究では様々な呈示刺激での検討が行われており，視覚刺激ではたとえば人間の顔や無意味図形，無意味綴りなどが用いられてきた（Bornstein, 1989）[2]．人間の顔について，一般的に外見的魅力が高い人は好意的に評価をされるが（Dion, Berscheid & Walster, 1972；小野寺，1989）[3,4]，ひとえに外見的魅力が高いと言っても曲線的な子供顔と直線的な大人顔とでは顔の特徴が異なっている．無意味図形においても，たとえばブーバ／キキ効果（Ramachandran, & Hubbard, 2001 [5]：直線的なギザギザの図形と丸みを帯びた曲線的な図形のどちらにブーバとキキの名前を付けるかを尋ねると，直線的な図形がキキで曲線的な図形がブーバと名付けられる現象）で用いられる曲線的なブーバ図形と直線的なキキ図形とでは，反復接触による好意度評価の上昇の程度が異なる可能性が考えられる．

そこで本研究では，視覚呈示刺激としてブーバ図形とキキ図形を用いて，それらの外見的特徴の差異が単純接触効果の生起に及ぼす影響について検討した．

2. 方法

要因計画　2（刺激の種類：ブーバ図形，キキ図形）×4（呈示回数：0 回，1 回，5 回，9 回）の 2 要因参加者内計画であった．

参加者　大学生 58 名（男性 28 名，女性 29 名，その他 1 名，平均年齢 21.1 歳）が実験に参加した．

材料　視覚呈示刺激として，ブーバ／キキ図形を作成した（図 1）．図形間で面積差が出さないように紐で輪っかを作り，その輪っかを変形させて曲線的なブーバ図形と直線的なキキ図形をそれぞれ 16 種類の計 32 種類を作成した．図形はすべて白地に黒の縁どり線であった．

図形の選定は事前好意度にばらつきが出ないように，本実験に先立って行った予備調査の結果に基づいて，ブーバ図形とキキ図形のそれぞれ16種類の中から好意度が中程度のものを 4 種類ずつ選択した．

手続き　実験は Google Form を用いて個別に行った．実験開始前に研究目的と重要事項を説明し，同意を得た参加者のみが実験に参加した．

実験は接触フェーズ，妨害課題，評定フェーズの 3 つで構成された．接触フェーズにおける刺激画像の呈示は，1 秒の注視点呈示後に 3 秒の刺激画像呈示，0.1 秒のマスク刺激画像の呈示，0.9 秒の刺激間インターバルの繰り返しであり，ブーバ／キキ図形それぞれ 1 回，5 回，9 回の呈示を混合して計 30 個の図形を示した．

系列位置効果における親近効果を防ぐための妨害課題として簡単な計算問題を挟み，評定フェーズで参加者は図形に対する事後好意度（1：好ましさを全く感じ

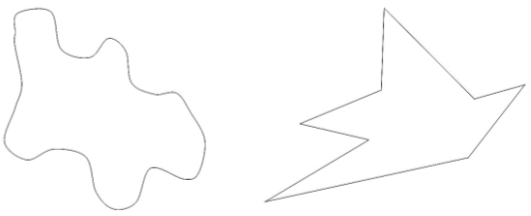


図 1　ブーバ図形（左）とキキ図形（右）

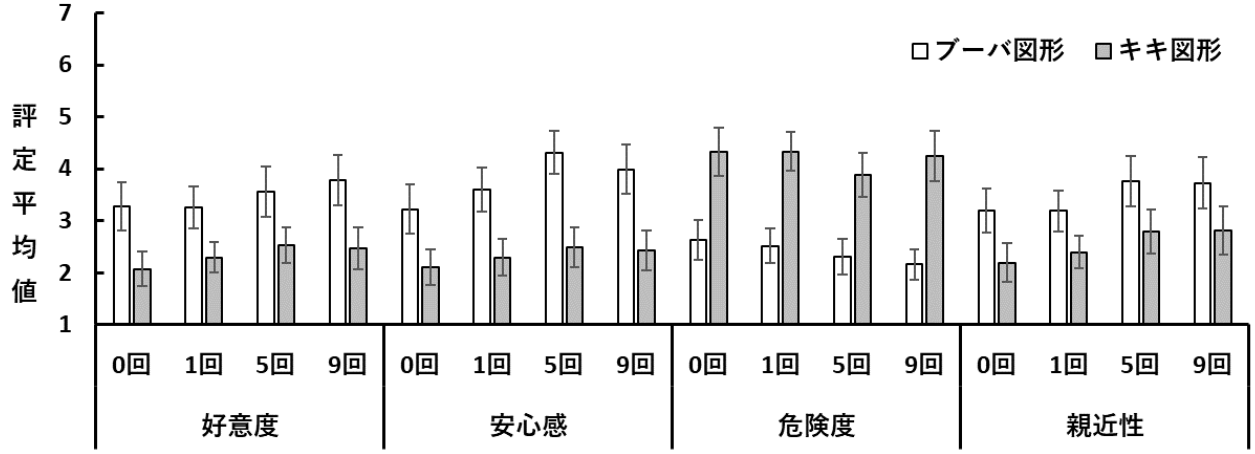


図 2　ブーバ／キキ図形が単純接触効果に及ぼす影響
（エラーバーは 95%信頼区間を示す）

ない～7 : 好ましさを非常に感じる），安心感（1 : 安心を全く感じない～7 : 安心を非常に感じる），危険度（1 : 危険を全く感じない～7 : 危険を非常に感じる），親近性（1 : 親しみを全く感じない～7 : 親しみを非常に感じる）について 7 段階評価を行うように求められた．また，図形が接触フェーズで呈示されたか否かの再認（あった，なかった）についても，同様に評価を求めた．各呈示回数条件の呈示刺激の組み合わせや刺激の呈示順序は，参加者ごとにカウンターバランスを行った．

3.　結果と考察

得られた結果を図 2 に示す．呈示されたブーバ／キキ図形の特徴（直線的，曲線的）が，当該図形に対する好意度と安全性，危険度，親近性評定に及ぼす効果を，2 要因分散分析によって検証した．

好意度評定値において，刺激の種類条件の主効果が有意であり（F (1,57)=43.401, p <.001, η_p^2=.432），呈示回数の主効果が有意傾向であった（F(3,171)=2.518, p =.060, η_p^2=.042）．交互作用は有意ではなかったが，単純主効果検定を行ったところ，各呈示回数の全ての値でブーバ図形がキキ図形よりも有意に高かった．また，ブーバ図形で呈示回数によって好意度評定値が上昇する傾向にあり（F(3,342)=2.240, p =.083），キキ図形には呈示回数の効果は見られなかった．単純接触効果は曲線的なブーバ図形のみで得られ，直線的なキキ図形では得られないことが明らかになった．

安心感評定値では，刺激の種類条件の主効果（F (1,57)= 68.101, p <.001, η_p^2=.544）と呈示回数の主効果（F (3,171)= 5.243, p =.002, η_p^2=.084）がそれぞれ有意であり，交互作用は有意傾向であった（F (3,171) = 2.499, p =.061, η_p^2=.042）．交互作用における単純主効果検定を行ったところ，全ての呈示回数条件でブーバ図形がキキ図形よりも評定値が有意に高かった．また，ブーバ図形のみで呈示回数の効果が有意であった（F(3,342)=7.694, p <.001）．つまり，ブーバ図形は反復呈示によって安心感が上昇するが，キキ図形ではそのような上昇がみられなかった．

危険度評定値では，刺激の種類条件の主効果が有意であり（F (1,57)= 91.917, p <.001, η_p^2=.617），呈示回数では有意傾向であった（F (3,171)= 2.430, p = .067, η_p^2 =.041）．交互作用については有意ではなかったが，単純主効果検定を行ったところ，全ての呈示回数条件でキキ図形がブーバ図形よりも評定値が有意に高く，ブーバ図形とキキ図形のいずれにおいても呈示回数の効果は見られなかった．すなわち，危険度評定値は呈示回数に関わらずキキ図形の方が一貫して高い結果となった．

親近性評定値においては，刺激の種類条件の主効果（F (1,57)= 32.385, p <.001, η_p^2=.362）と呈示回数の主効果（F (3,171)= 4.719, p = .003, η_p^2=.076）がそれぞれ有意であった．交互作用は有意でなかったが，単純主効果検定を行ったところ、ブーバ図形とキキ図形のいずれも呈示回数の効果が有意であった（Fs(1,228)= 3.548, 3.261; ps = .015, .022）．

以上より，曲線的なブーバの図形の方が，直線的なキキ図形よりも，呈示回数の増加に伴って好意度評定値が上昇した．また，反復呈示によってブーバ／キキ図形の双方への親近性評定は上昇したものの，安心感評定値の上昇はブーバ図形のみで見られ，危険度評定値は呈示回数に関わらず，キキ図形の方が一貫して高い結果となった．

表 1　尺度間相関（N= 232）

ブーバ	好意度	親近性	安心感	危険度
好意度	1			
親近性	.673**	1		
安心感	.702**	.600**	1	
危険度	-.216**	-.212**	-.212**	1

キキ	好意度	親近性	安心感	危険度
好意度	1			
親近性	.715**	1		
安心感	.708**	.572**	1	
危険度	-.091	-.122+	-.153**	1

ブーバ／キキ図形ごとに 4 尺度の相関分析を行ったところ，両図形で好意度評定値は親近性評定値と安心感評定値との間に有意な正の相関が認められ，ブーバ図形でのみ，危険度評定値との間に有意な負の相関がみられた（表 1）．

また，尺度間の因果関係を調べるためにブーバ／キキ図形ごとにパス解析を行った（図 3）．呈示回数の 4 水準はダミー変数（1～4）を用いた．適合度指標はブーバ図形で GFI =.995，CFI =.998，$RMSEA$=.041，$\chi^2(2)$ =2.77 (p =.250) であり，キキ図形で GFI=.996, CFI=.999, $RMSEA$=.031，$\chi^2(2)$=2.46（p=.292）であった．両図形とも呈示回数から親近性を介して好意度の上昇につながるパスが見られたが，呈示回数の増加による安心感の上昇と危険度の低下はブーバ図形のみで見られた．

4.　まとめと今後の課題

今回の実験で用いたキキ図形は比較的尖っている特徴を持っているため，参加者がより危険を感じたことで好意度の上昇を妨げた可能性が考えられる．両図形で危険度から好意度の有意なパスは得られてはいないものの．キキ図形への危険度評定値は，ブーバ図形と比較して全体的に高く，そのためにキキ図形への安心感が呈示回数とともに上がらなかったことが，親近性が上昇したにもかかわらず好意度が上がらなかった原因と考える．一方で，ブーバ図形は，危険度の評定値が全体的に低く，さらに呈示回数と共に安心感が上昇していることから，参加者はブーバ図形に対して危険は感じておらず，それが単純接触効果の生起へと繋がったと考える．

単純接触効果の生起要因として，反復接触した対象は知覚するときにより流暢に処理され，この流暢性が対象への印象や評価に誤帰属されることで単純接触効果が起こるという「知覚的流暢性の誤帰属説」[6] が想定されている．処理流暢性以外の要因として，これまでに呈示刺激の典型性への安心感を想定した先行研究もある（Matsuda & Kusumi, 2002; 松田・楠見・鈴木, 2004）[7,8]．本研究のキキ図形に関しては，親近性評定値は上昇した一方で好意度評定値の上昇は見られなかったことから，単純接触効果における刺激への好意度の上昇とは，必ずしも反復呈示された刺激への親近性のみによって生じた反応ではなく，当該刺激から感じられる危険度や安心感の影響も受けることが明らかになった．とはいえ，今回の実験では好意度や親近性とともに，安心感と危険度の評定も求めたが，これらの評価を行う事によって，図形に対する安心感や危険度の認識が増幅ないし抑制され，それが好意度の評価に影響を及ぼした可能性もある．よって，今後は潜在的な指標によって測定するか，他の尺度を用いた実験を行う必要がある．

今回用いたキキ図形の中には鋭角的な図形が含まれたことから，参加者のキキ図形に対して抱く危険度の感情が高かった．よって，本研究の結果からは必ずしも直線的な大人顔と曲線的な子供顔への単純接触効果を

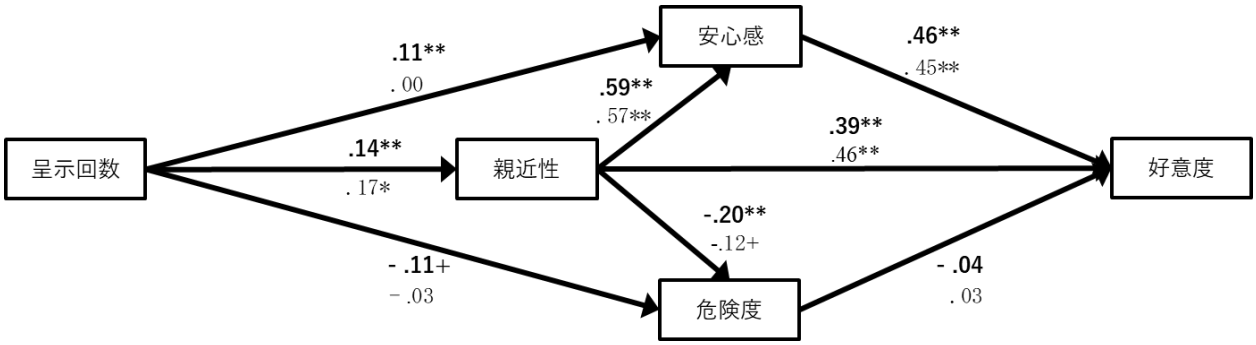


図 3　単純接触効果に呈示刺激の安心感と危険度が及ぼす影響
（太字：ブーバ図形，細字：キキ図形）

推測することはできないと考える. 今後は, 実験に用いるキキ図形として，鋭角ではなく鈍角の図形を用いていくことも必要となる.

また，今回の実験ではブーバ／キキ効果における視覚的な要素のみを用いたが，今後の実験では音素的な要因の影響についても検討していきたい.

文献

[1] Zajonc, R. B., (1968) “Attitudinal effects of mere exposure.” Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 9, pp. 1-27.
[2] Bornstein, R. F., (1989) “Exposure and affect: Overview and meta-analysis of research, 1967-1987.” Psychological Bulletin, Vol. 106, pp. 265-289.
[3] Dion,K., Berscheid,E., & Walster,E., (1972). “What is beautiful is good.” Journal of Personality and Social Psychology, Vol. 24, pp. 285-290.
[4] 小野寺孝義, (1989). “美人タイプと美人ステレオタイプに関する研究” 東海女子短期大学紀要, Vol. 15, pp. 113-122.
[5] Ramachandran, V., & Hubbard, E. M., (2001) “Synaesthesia- A window into perception, thought and language.” Journal of Consciousness Studies, Vol. 8, pp. 3.34.
[6] Jacoby, L. L., & Kelley, C. M., (1987) “Unconscious influences of memory for a prior events.” Personality and Social Psychology Bulletin, Vol. 13, pp. 314-336.
[7] Matsuda, K. & Kusumi, T., (2002) “The mere exposure effect in concept formation.” Poster presented at 43rd Annual Meeting of the Psychonomic Society. Kansas City, KA.
[8] 松田 憲・楠見 孝・鈴木和将, (2004) “広告の商品属性と商品名典型性が感性判断と購買欲に及ぼす効果” 認知心理学研究, Vol. 1, pp. 1-12.

ブッダの耳錯覚 - スライムハンド錯覚の耳介領域への適用 - Buddha's Ear Illusion

小鷹 研理 †, 佐藤優太郎 †, 今井健人 †
Kenri Kodaka, Yutaro Sato, Kento Imai
† 名古屋市立大学芸術工学研究科
† Nagoya City University
kenrikodaka@gmail.com

概要

The paper introduces the "Buddha's Ear Illusion," a novel skin-deformation illusion inspired by the previously discovered "Slime Hand Illusion." This illusion is induced by swiftly lowering the fingers in a pinching motion from below the earlobe down to the waist area, as if pulling an elongated, transparent earlobe, while actually pulling down the earlobe. Our experiment demonstrated that both the tactile pulling operation and the visually miming operation significantly contribute to enhancing the illusory sensation of earlobe stretch.

キーワード：slime hand illusion, proprioceptive drift, rubber hand illusion

1. はじめに

我々は, 2022 年, 手の身体像のうち皮膚領域を選択的に変形させる手法として, 「スライムハンド錯覚」(Slime Hand Illusion：SHI）を発表した（Kodaka et al., 2022）. SHI は, ミラービジュアル・フィードバック（MVF）のレイアウトを採用し, 鏡に隠れた手の皮膚を引っ張るのと連動して, 鏡手前のスライムをつまんで引き延ばすことによって, 変形するスライムの鏡像と対応する方向へと皮膚が引き伸ばされるような感覚を引き起こすものである. これまでに行った実験によって, SHI には従来のラバーハンド錯覚とは区別される固有の特徴を有していることが示唆されている. 具体的には,（1）皮膚領域に選択的な身体像の変調,（2）固有感覚ドリフトの限界を超過した変形距離 ,（3）形態類似性（Anatomic Similarity）要件の免除,（4）錯覚率の高さ, の 4 点が挙げられる. 我々の仮説では, これら個々の特徴は全て（1）の特徴から派生するものである. これは, SHI が「骨格としての身体」ではなく「皮膚としての身体」に照準する錯覚であり, その特性ゆえに, 固有感覚に由来する種々の空間的制約が解除され, 従来のラバーハンド錯覚を越えた可塑性が発揮される, とする考え方に基づく（小鷹, 2023）. 以上を踏まえると, 今後, SHI の特性を詳細に同定していくことは, 主観的な「皮膚としての身体」の可塑性の限界を見定めていくうえで重要である.

SHI が皮膚領域に選択的に作用する錯覚であるとする仮説を検証するにあたって, SHI を手以外の皮膚領域に適用し, 同様の効果が得られるかを確認することは有用である. こうした関心から, 我々は, Best Illusion of the Year Contest 2023 において, SHI を耳介に適用する新たな皮膚変形錯覚として, 『ブッダの耳錯覚』(Buddha Ear's Illusion：BEI) を発表した (Sato et al., 2023）. BEI は, 体験者の耳介のうち, 耳たぶ部分を実験者がつまんで特定の方向に引っ張るのと同時に, 耳たぶを起点として風船のゴムを（耳たぶを引っ張るのと）同じ方向に引き伸ばすことによって, 耳たぶがゴムの引き伸ばされた領域まで伸びた感覚を誘発するものである. BEI には, 風船のゴムを使う場合（図 1 上）と, （あたかも伸縮性を有する耳たぶを引っ張るかのように）何もない空中を引っ張る方法（図 1 下）の 2 種類が存在する. 後者は, 前述の論文の中で示しているように, SHI がスライム無しでも誘発可能であることと対応している（Invisible SHI）. 展示会での体験者の反応を観察する限り, SHI で手の皮膚に起きていたこととほぼ同じことが耳たぶで生じていると推察されるが, 現時点で, BEI に対する錯覚効果の定量的な検証は未着手である.

BEI の効果を検証することには, スライムハンド錯覚の原理の一般性を確認することに加え, 皮膚変形が固有感覚の変調と独立に生じることを確認するうえでも有用である. というのも, 耳介そのものは関節を含まないため, BEI の実験系では, （SHI と異なり）固有感覚と分離して皮膚変形成分のみを純粋に取り出すことができる, と考えられるためである. 以上を踏まえて, 本稿では, BEI における視触覚同期刺激の効果

図 1　ブッダの耳錯覚：風船を挟む方法（上）・パントマイムによる方法（下）

検証を目的として実施した, 被験者実験の結果を報告する.

2.　実験

大学生または大学院生の 16 人（N=16, 平均年齢 21.3 歳）を対象に, 被験者実験を行った.

全ての試行の初期状態として, 実験者の一方の手で, 実験参加者の耳たぶを軽くつまみ, もう一方の手指は, 耳たぶからわずかに隙間を空けた位置で, ちょうど（実際には存在しない）耳たぶをつまむような姿勢で静止させる. 各試行において, 上の手は, 耳たぶを軽くつまんだままでいるか（Pinched）, つまんだまま下側に約 2 秒をかけて 1cm 程度引っ張り, 初期状態に戻す一連の動作を行う（Pulled）. 耳たぶに触れていない下の手は, 初期状態を維持させたまま耳のすぐ下方で静止しているか（Stayed）, 初期状態から, やはり約 2 秒かけて, 50cm の距離を斜め前方下へと急降下し, 速やかにもとの位置へと戻る一連の動作を行う（Mimed）. Mimed 条件は, 実際には存在しない長く伸縮する耳たぶを, 耳たぶの位置を基点として, パントマイムで長く伸ばしてみせるような動きに相当する. これら, 上の手に関する『触覚要因』を 2 条件および下の手に関する『視覚要因』を 2 条件を混合した, 合計 4 つの条件を比較した.

Pulled/Mimed 条件における, 1cm/50cm の往復刺激（これを「長いストローク」と呼ぶ）は, 連続して 3 回行われる. 実際には, 各「長いストローク」の前段で, 助走として, 小刻みに 2 回の「短いストローク」（1cm 弱/10〜20cm 相当）が挟まれる. ストロークの大小を無視すると, Pulled/Mimed の往復動作は 9 回繰り返される. これらにかかる時間はおおよそ 10 秒程度である.

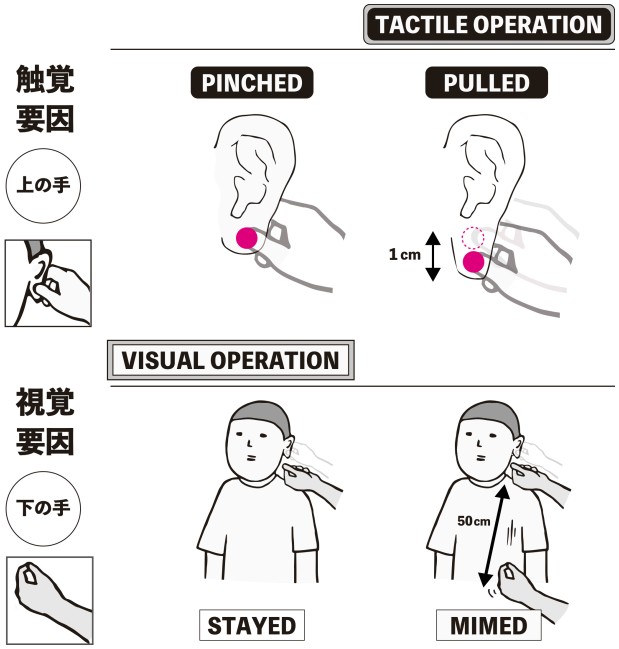


図 2　実験要因

実験参加者は無地の壁から数 10cm 程度の距離で, 壁と向き合う体勢で立位し, リラックスした体勢で前方（壁）を向いた状態から試行を開始する. 各試行の間, 頭部は前方に向けたまま動かさないようにすること, 他方で, 視線については自由に動かしてもよいことを明示的に伝えている.

表 1　アンケート項目

質問番号	分類	質問項目
Q1	Illusory earlobe stretch	自分の耳たぶが通常よりも伸びている感じがした。
Q2	Proprioceptive drift	自分の耳全体が下に移動しているような感じがした。
Q3	Transparent ownership	何も無い空間に「見えない」皮膚が存在しているように感じた。
Q4	Control	自分の耳全体の面積が小さくなる感じがした。

2.1　実験内容

左耳を対象に主観評価実験（実験１）を行ったのち, 右耳を対象に, 試行中の耳介各部の主観位置を行動計測する実験２を行った. 対象とする耳の変更は, 持続的な接触による疲労を考慮したことによるものである.

実験１：主観評価　左耳に対して, 4 つの条件による試行を, 被験者間で順序が重ならないようにあらかじめ設定した順に行い, 個々の条件の終了後に速やかに 4 項目のアンケート（表１）を実施した. 実験 2 以降も, 実験 1 と同様の順序で, 4 つの試行を繰り返し行う.

実験２ A：ベースライン計測　参考情報として, 耳下端の実際の高さを物理的に計測した後, 定常状態における, 耳の上端および下端の主観的高さの計測を行う. 具体的には, 目を閉じた状態で, 実験者が実験参加者の耳の上端・下端のいずれかに触れ, 接触点に対応する高さを, 閉眼のまま右手の指で計測ボードに指し示してもらう. 以上を, 耳の上端・下端に対して交互に 3 回行い, これらを平均したものを位置感覚のベースラインとした. なお, 計測ボードと実験参加者の右耳との間の距離は約 20cm 程度である.

実験２ B：レトロスペクティブ計測　4 条件の各試行の間で, 注目する耳介の部位（上端または下端）が最も降下したと感じられた位置を報告させた（合計 8 試行）. 具体的には, 試行開始前に, 自身の耳の上端または下端いずれかの位置感覚に注目するように教示する. 各試行の終了後に速やかに閉眼を促し, 前述の計測ボード上で指差しを行うことで報告させた.

実験２ C：事後計測　ひきつづき, 試行開始前に, 自身の耳の上端または下端いずれかの位置に注目するように教示したうえで, 4 条件それぞれの試行を行った（合計 8 試行）. この際, Pulled/Stayed 条件において, 最終 3 回目のストロークでは, 前半の伸長ストロークのみを行い, Pulled 条件では, 皮膚を下方に引っ張ったままの状態を維持し, Mimed 条件では, 50cm 降下させた手指を降下させたまま一時停止する. この状態に入ると同時に速やかに閉眼を促し, 計測ボード上で「現在感じている耳介の上下端」の高さを, 指差しにより報告させた. 指差しが完了するまで, Pinched 条件では耳たぶをつまむ状態, Pulled 条件では耳たぶを下方に引っ張る状態が維持されている.

2.2　実験結果

有意水準を $p < 0.05$ として実験の分析を行った. なお, 紙面の制約より統計量の記述の多くを省略する.

実験１：主観評価実験　各質問項目について, 2 要因（触覚刺激・視覚刺激）による被験者内分散分析を行った. Q1 と Q3 については, 全ての要因において有意な主効果および要因間の有意な交互作用が検出された一方で, Q2 では触覚要因のみ主効果が得られ, 視覚要因では主効果が得られなかった（$F(1,15) = 0.50, p = 0.49$）. Q4 については, いずれの要因も主効果が検出されなかった.

実験２：位置感覚評価　実験 2 において試行後に計測された耳介の位置感覚について, ベースライン位置からの降下量を評価値として, 3 要因（耳介の位置・触覚刺激・視覚刺激）による被験者内分散分析を行った. レトロスペクティブ計測では, 3 要因間の交互作用（$F(1,15) = 4.33, p = 0.055$）を除いて, 全ての要因の主効果・および要因間の主効果が有意な水準で検出された. 事後計測では, 全ての要因の主効果・および要因間の主効果が有意な水準で検出された. BEI に対応する Pulled×Mimed 条件に注目すると, いずれの計測においても, 計測部位（上端・下端）の違いによる有意な単純主効果が検出された（レトロスペクティブ：$F(1,60) = 35.0, p < 0.001$, 事後：$F(1,60) = 42.0, p < 0.001$）.

3.　考察

実験の結果は, 主観指標・行動指標ともに, 視覚要因および触覚要因のそれぞれが, BEI の錯覚効果を高め

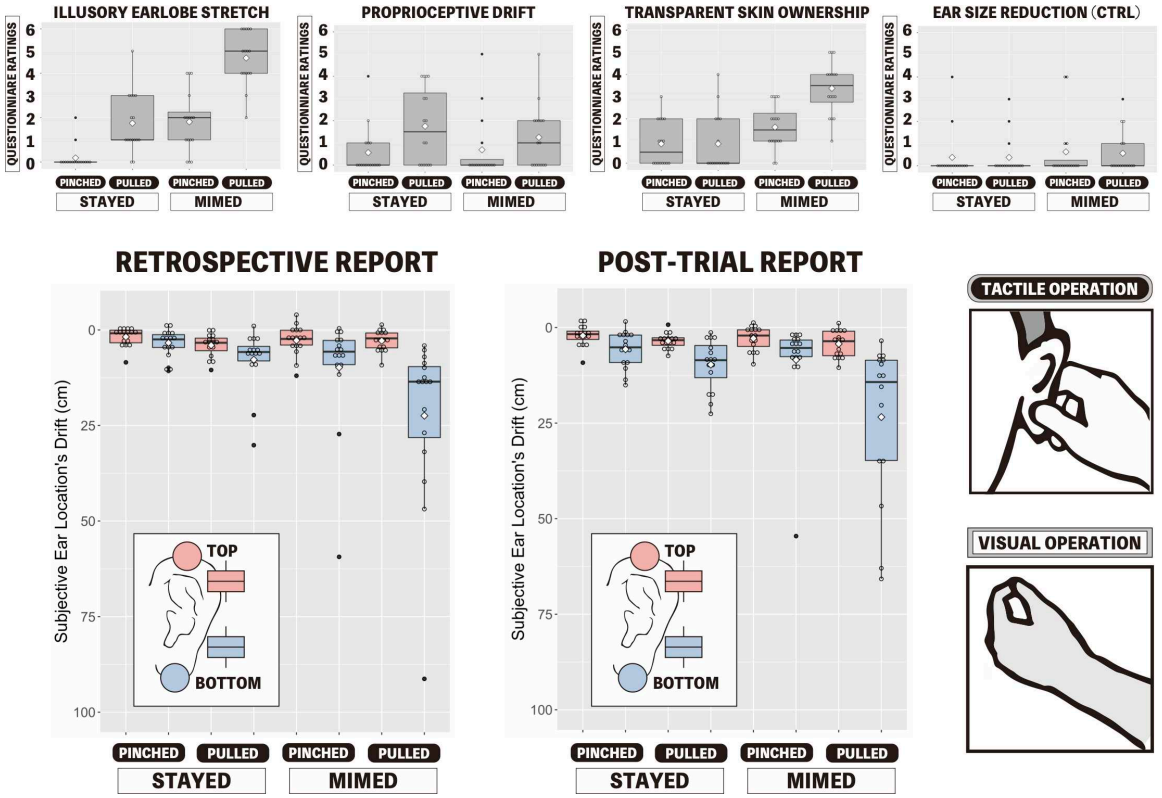


図 3　実験結果

ることを支持するものであった.

BEI と対応する錯覚条件である Pulled×Mimed 条件に注目すると, 主観評価では, 16 人中 14 人（87.5%）が, 耳たぶが通常より長く伸びる感覚について+4 以上の評価を与えている一方で, 耳全体が降下する感覚については同様の評価を与えたのは一人しかいない. さらに, レトロスペクティブ評価および事後評価の双方で, 耳介下端が 20cm 以上の降下を報告した参加者は 16 人中 5 人, 半数以上が 10cm 以上の降下を報告している一方で, 耳介上端で, 10cm 以上の降下を双方で報告した参加者は一人もいない. 以上より, BEI は, 耳介の重心位置を固定したままで, 耳たぶ領域のみを選択的に変形させる作用を有していることがわかる.

BEI に類する透明な手指に対する所有感を誘起させる錯覚はこれまでも報告されているが, それらの実験で計測されるドリフト量・変形量の平均値は, せいぜい数 cm 程度である [4][5]. ラバーハンド錯覚一般に対象を広げてもなお, 同期した視聴覚刺激付与後に, 閉眼で報告するタイプのドリフト量計測の平均値は, 最大でもせいぜい 5cm 程度である. 本実験における事後計測は, 試行終了後に速やかに目を閉じて, 対象となる身体部位の指差しを行うものであり, 従来のラバーハンド錯覚のパラダイムに則った計測手法である. 本実験の結果（事後計測）は, 平均すると 23.4cm、中央値でも 14.3cm を示しており, これらの計測値は, 明らかに従来の水準を質的に超過している.

以上の結果は, スライムハンド錯覚が, 手の甲の皮膚領域に選択的に作用し, 固有感覚の制限を超過した主観的変形を示すこと正しく対応しており, BEI がスライムハンド錯覚の一つのバリエーションであることを強く示唆するものである.

文献

[1] Kodaka, K., Sato, Y., & Imai, K. (2022). The slime hand illusion: Nonproprioceptive ownership distortion specific to the skin region. I-Perception, 13(6).
[2] Sato, Y., Imai, K., & Kodaka, K. (2023). Buddha's Ear Illusion, Best Illusion of the Year Contest 2023. Retrieved from http://illusionoftheyear.com/cat/top-10-finalists/2023
[3] 小鷹研理, 『からだの錯覚　脳と感覚が作り出す不思議な世界』（2023）, 講談社（ブルーバックス）
[4] Byrne, A., & Preston, C. (2019). Mr Fantastic Meets The Invisible Man: An Illusion of Invisible Finger Stretching. Perception, 48(2), 185–188.
[5] Guterstam, A., Gentile, G., & Ehrsson, H. H. (2013). The Invisible Hand Illusion: Multisensory Integration Leads to the Embodiment of a Discrete Volume of Empty Space. Journal of Cognitive Neuroscience, 25(7), 1078–1099.

ペットロボットの機体交換前後における同一視研究
Identification study of a pet robot before and after changing its body

小川 裕太 †, 小松孝徳 ‡, 福田 聡子 ††, 大澤 正彦 ††
Yuta Ogawa,Takanori Komatsu,Satoko Fukuda,Masahiko Osawa
† 日本大学大学院総合基礎科学研究科, ‡ 明治大学総合数理学部, †† 日本大学文理学部
Nihon University,Meiji University
chyu22011@g.nihon-u.ac.jp

概要

近年普及が進んできている家庭用ペットロボットには機体の交換可能性を備えているものが存在する. これにより長期のインタラクションが可能になった一方, 機体交換を望まない意見がみられる. その原因の一つとして機体交換前後のロボットを同一視できない問題があると考える. 本研究ではアンケート調査を行い同一視できない問題があることを明らかにし, 同一視のされ方の特徴を分析する.

キーワード：ペットロボット, 同一視, テキストマイニング, インタラクション, テセウスの船パラドクス

1. 背景と目的

近年 aibo や LAVOT など愛玩を目的とした家庭用ペットロボットの普及が進んできている. これらのペットロボットは, 人とのインタラクションのログを蓄積し, それらをもとに行動を選択することによってインタラクションの質を高める工夫がなされている. また, クラウドコンピューティング技術の普及に伴い, インタラクションログのデータを新しい機体に移すことにより, 機体の交換可能性を備えるようになった. 実際に aibo や LAVOT では修理や交換サービスが治療・入院などという名称で提供されている.

このような機体交換, 修理に関してユーザから批判的な意見が寄せられる場合がある. 具体的には「aibo の傷のひとつひとつが思い出を喚起するものとなっている [1]」「オーナーにとって傷や故障は, ソフトウェアによって実現されたものよりも重要な,aibo との相互作用の歴史を喚起する痕跡となっている [2]」「aibo に愛着を覚え, 破損した部品等を交換することを好まない [2]」といったものである. これらの意見から機体交換後のロボットは機体交換前のロボットとは別のものとしてとらえられ同一視されず, インタラクションの継続を妨げる要因になりえるのではないかと考える.

ロボットの同一視の研究として, テセウスの船パラドクスを用いた研究 [3] では, 人は船より同一視されにくいことが明らかになっており, ロボットは船と人の中間的認識を持たれている可能性が示唆されている. 中間的な認識を持たれうるロボットだが, ペットロボットでは治療や入院など生物に寄せた表現がされている. このことから既存のペットロボットのデザインでは生物のようにとらえられ同一視されにくくなる恐れがあると考えられる.

本研究の目的は以下 2 つである.

目的 1 ペットロボットの機体交換を行った際, 機体交換の前後のペットロボットが同一視されない問題があることを明らかにする.

目的 2 ペットやロボットと比較することでペットロボットの同一視のされ方の特徴を抽出する.

表 1 設問項目

	質問内容	回答形式
設問 1	家に帰ってきたのは以前と同じ [ポチ/CT-605] だと思いますか？	はい/いいえ
設問 2	設問 1 でそのように回答した理由をできるだけ詳しく入力してください.	記述式
設問 3	ペットを飼ったことがありますか？	はい/いいえ
設問 4	[ペットロボット/床掃除ロボット] を保有した経験はありますか？	はい/いいえ

2. 調査

2.1 調査内容

本研究ではクラウドワークスにて 20 歳以上の日本語を母語とする人を対象にアンケート調査を行った. ペットロボット, ペット, ロボットの 3 条件それぞれ約

200 件のデータ 618 件を収集した. 回答途中破棄, 予備実験として行った同様の実験に参加したことのある参加者のデータを無効データとして除去し,600 件を有効データとして取得した.

参加者には, 金丸らの研究 [4] と同様にテセウスの船 [3] を基にした同一視を問うためのシナリオ 3 パターン（ペットロボット条件, ペット条件, ロボット条件）のうちいずれかを読んでもらった後, 表 1 に示す 4 つの設問に回答してもらった.

2.1.1 シナリオ

ペット/ペットロボット条件

その [犬/犬型ペットロボット] は, ポチと名付けられ, 長い間この家で暮らしてきた. しかしながら, 月日が経つにつれ, 動かなくなるところが現れだした.[動物病院/ロボットのメーカー] に問い合わせると, これまでの記憶を残したまま,[新しい身体に脳を移植/ボディを丸ごと新品と交換] することができるとの回答を得ることができた. そして, ポチを [病院に入院して/工場に送って] から二週間後,[新しい身体の/新品のボディをもった] ポチが家に帰ってきた. すると誰かが,「これは本当にポチなのか？」と言った.

ロボット条件

その床掃除ロボット CT-605 は, 長い間この家で使われてきた. しかしながら, 月日が経つにつれ, 動かなくなるところが現れだした. ロボットのメーカーに問い合わせると, これまでの記憶（家の間取りや家具の配置についての情報）を残したまま, ボディを丸ごと新品と交換することができるとの回答を得ることができた. そして,CT-605 を工場に送ってから二週間後, 新品のボディをもった CT-605 が家に帰ってきた. すると誰かが,「これは本当に CT-605 なのか？」と言った.

2.2 調査結果

2.2.1 3 条件の同一視の割合

設問 1 では機体交換・脳の移植後の [ポチ/CT-605] と交換・移植前の [ポチ/CT-605] を同一視したかを問う設問であり, 集計結果を表 2 に示す. 設問 1 の回答に対し 2 × 3 のカイ二乗検定を行った結果, ペットロボット, ペット, ロボットの 3 条件における人数の差が有意であった（$x^2(2) = 0.000, p < .05$）. 残差分析の結果を表 3 に示す. この結果より，ペット条件では同一視しなかった人が有意に多く, ロボット条件では同一視したと回答した人が有意に多いことが分かった.

表 2 設問 1 結果

	はい	いいえ
ペットロボット条件	105(52.5%)	95 (47.5%)
ペット条件	73(34.8%)	132（65.2%）
ロボット条件	111(58.4%)	84（41.6%）

表 3 残差分析結果

	はい	いいえ
ペットロボット条件	0.133 ns	-0.133 ns
ペット条件	-0.000 *	0.000 *
ロボット条件	0.002 *	-0.002 *

設問 3・4 の集計結果より, 同一視をした割合に関して, 保有経験の有無による大きな影響はみられなかった.

2.2.2 3 条件の共起ネットワーク分析

設問 2 は設問 1 での回答理由を記述式で回答をしてもらった. 設問 1 において「はい」と回答したグループ（same 群）と「いいえ」と回答したグループ（diff 群）に分けて分析を行った. 各シナリオ条件の考え方を見るために各条件ごとに KH coder を用いて単語間での共起ネットワークを作成し比較を行った. なお語の検索条件として集計単位を H5, 語の最小出現数を 3, 最小文書数を 1 とした. 語の最大出現数と最大文書数はともに未定とした. 描画条件では, 共起関係の描画に jaccard 計数を用い, 図に描画する語の数は検索結果の上位 60 語までとした.

各条件ごとに共起ネットワークを作成し、それらを比較した結果を表 4 にまとめた.

2.2.3 全体の対応分析

全体の回答から抽出語×外部変数（シナリオ条件＋同一視）による対応分析を図 1 に示す. なおペット条件で設問 1 で「はい」と回答したグループを pet-same 群,「いいえ」と回答したグループを pet-diff 群とする. 同様に petrobot-same 群,petrobot-diff 群,robot-same 群,robot-diff 群とする. 対応分析の設定は集計単位を H5, 語の最小出現数を 5, 最小文書数を 1 とした. 語の

表 4　共起ネットワーク比較.

	same 群			diff 群		
	pet-s 群	petrobot-s 群	robot-s 群	pet-d 群	petrobot-d 群	robot-d 群
「記憶」が名前と共起	○		×	○	×	
生物に使用する単語	○			○		
「病院/メーカー」	×	○		○	×	
医療にまつわる単語	○			○		
機械に使用する単語	×	○		×	○	
負の要素を持った単語	×			×	○	×
「愛着」の出現	×			×	○	×

最大出現数と最大文書数はともに未定とした. 分析に使用する単語は差異が顕著な語の上位 100 件とした.

3. 考察

3.1 目的 1 に関する考察

設問 1 の結果より, ペットロボット条件のおおよそ半数が同一視していないことから, 目的 1 の同一視されない問題があることが明らかになった.

3.2 目的 2 に関する考察

図 1 より 6 つの外部変数は左からペット条件, ペットロボット条件, ロボット条件の順に並んでいることが見て取れる. また上側には diff 群, 下側には same 群が見られる. このことから成分 1 は「生物らしさ」,「機械らしさ」, 成分 2 は「同一視」に関しての軸だと意味づける. 成分 1「生物らしさ」,「機械らしさ」の軸を見るとペットロボット条件はペット条件とロボット条件の中間的な認識がされていることがわかる.

設問 2 では共起ネットワーク図や対応分析から同一視について主に 3 つの特徴がみられた.

1 つ目は表 4 より [メーカー/病院] において, ペット条件は他 2 条件と比べ「病院」という単語が diff 群にあらわれる傾向にあり, 他 2 条件は same 群に「メーカー」の単語が現れる傾向にあったことである. 図 1 でも「メーカー」は機械らしく同一視される場合に使われやすい単語であるのに対して,「病院」は生物らしく同一視されない場合に使われやすい単語である. 実際の記述では「メーカーを信用して買ったから」,「病院のことが信じられない」というような文脈で使われている. このことから, 修理や治療に関して購入時の情報量の差や, 生み出した者と直す者が同じことから, もともと持っている信頼関係が関わっていると考える.

2 つ目はペットロボット条件では diff 群に「傷」,「劣化」,「汚れ」などの交換前の負の要素を持った単語が他の条件に比べ強く出ていることである.「傷」,「汚れ」は図 1 からは機械らしく同一視されない場合に使われやすい単語であることがわかる. 実際の記述回答では「一緒に過ごしてく中でできた負の要素を含め, 以前のポチである」「思い出や時間を連想させるもの」というような文脈で使われている. 久保ら [1], 藤田ら [2] の研究と同様に交換前の負の要素が思い出を想起させていることがわかる. また本実験では交換前の負の要素が時間を連想させるものであるということが分かった. このことから外見的な違いに加え時間的な側面が継続しないことが同一視されない要因の一つだと考える.

3 つ目に各共起ネットワーク図より「愛着」という単語が prtrobot-diff 群のみ見られることである. 図 1「愛着」は対応分析からは機械らしく同一視されない場合に使われやすい単語であることがわかる. 実際の記述回答では「交換前に愛着のある, 愛着があった」「交換後は愛着がわかない」というような文脈で使われている. また全体の対応分析で愛着と原点を挟み反対側に似た単語として「関係」がみられる. 実際の記述回答では「関係性が続く」という文脈で主に使われていた. しかし「関係」は複数シナリオ条件で同程度使われており成分 1 軸からはあまり特徴が取れない. このように愛着関係が続いていないことがペットロボットの同一視されない要因の一つであり, 関係性が続くことは同一視される要因の一つと考えられる. この点を改善することでペットロボットの同一視されない問題は低減できるのではないかと考える.

まとめると, 以下の同一視のされ方には以下の特徴があると考えられる.

- ペットロボットはどちらかというとロボットに近い考え方がされている.

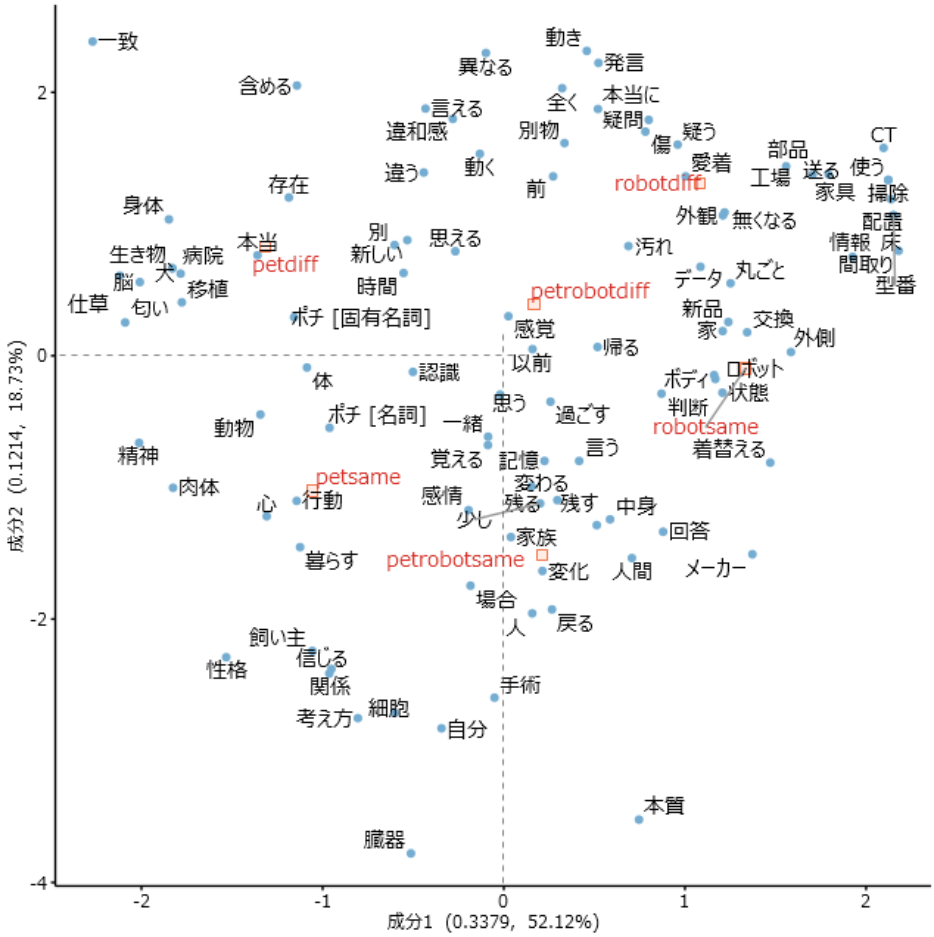


図 1　全体の対応分析

- 同一視をする要因として「修理や交換の説明を事前に受けたうえで購入する」「治す者と生み出した者の同一性」が考えられる.
- 同一視されない要因として「愛着関係が連続しない」「交換前の負の要素が思い出や時間を連想させるもの」が考えられる.

4. 結論

本研究では，機体交換を行ったペットロボットを同一視できるかを検討するため，ペットやロボットとの比較を行った．結果としては半数以上が同一視していないことが分かり, 同一視のされ方についていくつかの特徴が得られた。

本研究結果を踏まえ、今後は同一視されない要因を解消することで同一視されやすいデザインを考える. 小川らの研究 [5] では ITACO システムの形態を用いる際に愛着関係が連続することが示されている. また ITACO システムを使用することで機体以外にも思い出や時間を連想させるものが分散できると考えられる. そのため ITACO システムの形態を用いることでペットロボットの同一視がされない問題を低減できるのではないと考える. このことから今後の展望として, ペットロボットのデザインとして ITACO システムの形態を用いた研究を行いペットロボットが同一視されない問題の低減について検討していく.

文献

[1] 久保明教:”エンターテインメント・ロボット「アイボ」の開発と受容の過程から”, 文化人類学,vol.71,no.4,pp.518 539,2007
[2] Masahiro Fujita:”On activating human communications with pet-type robot AIBO”,Proceedings of the IEEE,vol 92,Issue.11,pp.1804 1813,2004
[3] Daniel C.Stevenson: “The Internet Classic Archive—Theseus by Plutarch ,http://classics.mit.edu/Plutarch/theseus.html,(reference2019-10-25).
[4] 金丸玲央, 小松孝徳:”テセウスの船パラドクスに見られる同一性問題とロボットの関係”,HAI シンポジウム 2020,G-17,2020
[5] Kohei Ogawa,Tetsuo Ono,”ITACO: Constructing an emotional relationship between human and robot”,The 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication,2008,35-40

ランドマークで表現した顔表情を認識する際に意識的な観察行動の効果の検討

Investigating the Effect of Conscious Observational Behavior on Recognizing Facial Expressions Represented by Landmarks

徐 貺哲 †, 新川 広樹 †, 松香 敏彦 ‡
Kuangzhe Xu, Hiroki Shinkawa, Toshihiko Matsuka
† 弘前大学, ‡ 千葉大学
Hirosaki University, Chiba University
jokyotetsu@hirosaki-u.ac.jp

概要

本研究では、顔の機械学習で一般的に使用されるランドマークで表現された顔の動画刺激を使用し、人がどの程度表情を認識できるか検討した。また、異なる表情を認識するために、どのような意識的な観察行動の違いがあるのか検討した。刺激として、あらかじめ6種類の表情（恐れ、怒り、嫌悪、悲しみ、喜び、驚き）の動画を68個の特徴点に変換したものを使用した。実験では全ての68の特徴点を表示するのではなく、意識的な観察行動を記録するため、マウスのカーソルの周辺の一部しか見えないように設定した。分析の結果、人々は68点で表現されている顔情報しか得られない状況下でも、ポジティブな表情に対しては機械学習と同様に高い精度で認識できることがわかった。一方、決して高いとは言えないものも、ネガティブな表情に対しては、機械学習よりも優れた認識精度を示した。また、観察者の性格特性と意識的な観察行動は、異なる表情の判断に有意に影響することも明らかになった。

キーワード：表情認知, 意識的な観察行動, 顔表情, ベイズモデル

1. はじめに

表情認知に関する研究は数多く行われており、特に近年では観察行動との関係性についても多く検討されてきた。しかし、まだ解決していない疑問もいくつか残されている。まず、表情認知における正答率について、人間と機械学習では異なる結果が報告されている。機械学習では喜びや驚きなどのポジティブな表情に対しては人間と同様に高い正解率を示したが、悲しみや恐れなどのネガティブな表情では正確に認識できていない [1, 2]。その原因として、機械学習は人間のように画像や動画で目に見える情報をそのまま利用して分析するのではなく、ランドマークの抽出などを通じて顔の特徴を用いて分類していることが挙げられる [3]。しかし、このようなランドマークに基づく顔の特徴が人間でも正確に表情認知できるのか否かは、これまで検討されていない。

次に、表情認知と観察行動の関係性について、先行研究 [4] の結果により、視線が操作されても一部の性格特性と強く相関していることが示された。観察行動はおおよそ操作の指示に従ったが、実験参加者のほとんどが非常に短い時間においてその指示に従わなかったことが示された。つまり、眼球運動は意識的と無意識的の2つの種類が存在する可能性が示唆された。これまで多くの研究で使用してきたアイトラッカーで記録された視線データには、これら2つの種類の視線が混在している可能性があると考えられる。一方、実際に人間が表情認知を行う際の意識的な観察行動がどのように異なっているかについては、まだ検討されていない。

本研究では、前述の疑問点を検討するために、ランドマークで表現した顔の刺激動画を作成した。それらの刺激動画に対して、人間がどれだけ正確に認知できるかを行動実験によって検討した。さらに、人が異なる表情を認識する際の意識的な観察行動が表情判断に与える影響も検討した。

2. 実験

実験参加者：弘前大学大学生41名（男性12名、女性29名）が実験に参加した。

刺激画像：本実験では、AIST データベース [5] から8名の役者（男性4名、女性4名）による喜び、悲しみ、怒り、嫌悪、驚き、恐れの6種類の動画表情を使用した。Dlib を用いて顔のランドマークのみを表示

する動画表情を作成した（ランドマーク数は先行研究を参考にして 68 個を採用した [3]）。

実験手続き ： 実験の各セッションの冒頭に、「6 種類の表情の中から最も当てはまるものを選んでください」という指示を表示した。参加者は自身のタイミングでマウスをクリックし、0.5 秒の注視記号「＋」の後にランダムに刺激動画が呈示された。観察時間は固定せず、参加者が判断可能になるまで自由に観察することができた。マウスをクリックすると観察が終了し、評価ステージに移行した。評価ステージでは、呈示された動画に最も当てはまる項目を一つ選択するように求められ、その後、7 段階での確信度の評価を求めた。評価が終了すると、次のセッションに移行した。

課題開始直後、カーソルの周辺部分以外はマスクで隠されていた。参加者は観察したい部位にマウスのカーソルを合わせることによって確認することができた。この仕様により、観察したい部位に移動されたカーソルの動きが「意識的な観察行動」を反映していると考えられる。

全てが終了後、参加者には日本語版の性格特性チェックリストへ回答を求め、各自の性格特性情報を測定した。

データ処理 ：意識的な観察行動の情報が反映されたカーソルの動きデータを整理した。具体的には、psychopy で記録されたカーソルの座標データを PC のスクリーン解像度に変換し、画面上の刺激の位置と重ね合わせた。その後、先行研究 [6] を参考にして、標準偏差が 10 ピクセルのガウスフィルターを適用した。得られたデータにはエリアマスクを適用し、特定のエリアでの重みデータを算出した。エリアマスクは先行研究 [7] を参考にし、顔の上部、中部、下部の三つのエリア（上: 中: 下=1:0.8:0.6）に分類した。

3. データ解析

3.1 分析 A. 表情判断と観察行動

表情判断の選択肢は全部 6 個があるため、その特徴から階層的ベイズ多項ロジスティックモデルを構築した。

$$\prod_{1\leq k\leq 6} \mathrm{Bernoulli}(y_k|\mathrm{logit}^{-1}(\mu_{ij})) \tag{1}$$

$$= \prod_{1\leq k\leq 6} \begin{cases} \mathrm{logit}^{-1}(\mu_{ij}) & \text{if } y_k = 1, \text{ and} \\ 1-\mathrm{logit}^{-1}(\mu_{ij}) & \text{if } y_k = 0. \end{cases} \tag{2}$$

$$\mu_{ij} = \alpha_{kg} + \sum_{1\leq g\leq 3} G_{ijg}\cdot\beta_{kg} + r_{ig}^{subj} + r_{jg}^{stim} \tag{3}$$

上記式の k は選択された表情（喜び, 悲しみ, 怒り, 嫌悪, 驚きと恐れ）、μ_{ij} は多項ロジスティックを推定するためのパラメタである。i,j はそれぞれ参加者と刺激動画のインディクスを示している。G_{ijg} は参加者 i の刺激 j への観察行動 g（上部、中部、または下部）を表している。r_{ig}^{subj} と r_{ig}^{stim} はそれぞれ参加者と刺激動画のランダムエフェクトを表している。

モデル推定は Rstan で行った。固定効果とランダム効果を推定するための弱事前情報はそれぞれ Nomal(0,10) と Gamma(10,10) に設定した。有意差判定は HDI を用いた。

3.2 分析 B. 表情判断と性格特性

目的変数は表情選択のままであるため、分析 A と同様に多項ロジスティックモデルを用いた。ただし、説明変数に観察行動を用いるではなく、それらを性格特性に置き換えた。その式は以下になる。

$$\mu_{ij} = \alpha_{kp} + \sum_{1\leq p\leq 5} P_{ip}\cdot\beta_{kp} + r_{ip}^{subj} + r_{jp}^{stim} \tag{4}$$

P_{ip} は参加者 i の性格特性 p（bigfive）を表している。

モデル推定も Rstan で行い、推定するための弱事前情報と各パラメタは分析 A と同様に設定した。

4. 結果

図 1 はモデルによる各刺激動画の表情に対する選択傾向の推定結果を示している（破線はチャンスレベルを示している）。ポジティブな表情（喜びと驚き）に対しては正しく認識する傾向が見られたが、ネガティブな表情を正確に認識する傾向は高いとは言えない。特に恐れの表情に対して、喜びや驚きと誤って認識する確率はチャンスレベルを上回っていた。。

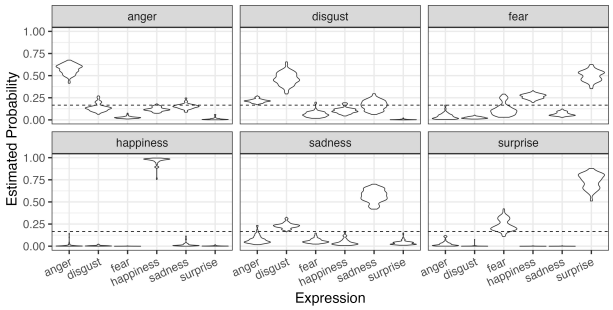


図 1 表情に対する推定選択傾向の事後分布

表情判断と観察行動 ： 観察行動と表情判断の有意な関係性を表 1 にまとめた。結果から、顔の中央部を

長く見ると恐れを正確に認識する傾向が高いことが示された。一方、顔の下部を長く見ると喜びを悲しみや嫌悪に誤認する傾向があり、顔の上部を長く見ると恐れを驚きと誤認する傾向が示された。また、顔の下部を長く見ると喜びを正しく認識しない傾向や、顔の上部を長く見ると喜びや怒りを正確に認識しない傾向も確認された。

表 1　観察行動と表情判断の有意相関表

Emotion	Judgment	Area	Mean	95%HDI
Happiness	Happiness	Upper	-767.144	-1238.152 ∽ -289.434
		Low	-1016.051	-1650.876 ∽ -481.775
	Disgust	Low	856.070	61.954 ∽ 1810.830
	Sadness	Low	1098.640	484.150 ∽ 1765.882
Fear	Fear	Middle	161.977	12.126 ∽ 320.643
	Surprise	Upper	164.602	12.879 ∽ 315.883
	Happiness	Middle	-258.489	-427.295 ∽ -104.806
Anger	Anger	Upper	-230.716	-391.424 ∽ -76.173
	Happiness	Middle	-280.260	-508.078 ∽ -10.772

表情判断と性格特性 ： 表 2 では、観察者の性格特性と表情認識の間に示された結果を表情ごとにまとめた。結果から、協調性が高い人ほど喜びと驚きを正しく認識する傾向が示された。また、外向性が高い人ほど驚きを正しく認識する傾向が見られた。一方、勤勉性と外向性が高い人は悲しみを喜びや怒りと誤認する傾向があり、神経質性が高い人は恐れを驚きと誤認する傾向が示された。さらに、外向性が高い人は悲しみを悲しみと認識しない傾向があり、神経質性が高い人は恐れを恐れと認識しない傾向も示された。

表 2　性格特性と表情判断の有意相関表

Emotion	Judgment	Predictor	Mean	95%HDI
Happiness	Happiness	Agree.	0.812	0.395 ∽ 1.321
	Anger	Agree.	-1.472	-2.375 ∽ -0.634
	Sadness	Agree.	-0.736	-1.376 ∽ -0.197
Sadness	Happiness	Consc.	0.385	0.004 ∽ 0.771
		Neuro.	-0.353	-0.693 ∽ -0.025
	Anger	Extra.	0.346	0.044 ∽ 0.670
	Sadness	Extra.	-0.184	-0.346 ∽ -0.004
	Surprise	Neuro.	-0.410	-0.774 ∽ -0.094
Surprise	Surprise	Agree.	0.218	0.001 ∽ 0.443
		Extra.	0.266	0.059 ∽ 0.465
	Anger	Extra.	-0.881	-1.547 ∽ -0.271
	Fear	Agree.	-0.255	-0.484 ∽ -0.031
Anger	Surprise	Neuro.	-0.701	-1.320 ∽ -0.084
Disgust	Sadness	Consc.	-0.304	-0.552 ∽ -0.045
Fear	Surprise	Neuro.	0.171	0.013 ∽ 0.344
	Anger	Extra.	-0.620	-1.089 ∽ -0.179
	Fear	Neuro.	-0.339	-0.567 ∽ -0.101

5. 考察

本研究では、64 点の顔のランドマークで表現された表情の認識について検討した。その結果、ポジティブな表情の認識精度は高く、ネガティブな表情の認識精度は低いことが確認された。この結果は、深層学習を用いた表情認知の結果と一致している。

また、意識的な観察行動からは、人々が異なる表情に対し特定の特徴部位に着目することが分かった。具体的には、ポジティブな表情では下部、ネガティブな表情では上部が重要な役割を果たしていることが示された。つまり、口と目は異なる表情を表現するのに関与していると考えられる。

しかし、本研究では刺激動画の観察時間に制限を設けておらず、各表情における特定の部位への優先度を明確にすることができなかった。今後は呈示時間を制限し、有限な時間内で各表情をどのように観察するかを再度確認することが重要である。このような調査を行うことで、表情認知における部位の優先度や重要性についてさらなる理解が深まるだろう。

文献

[1] Minaee S, Minaei M, Abdolrashidi A. Deep-Emotion: Facial Expression Recognition Using Attentional Convolutional Network. Sensors (Basel). 2021 Apr 27;21(9):3046. doi: 10.3390/s21093046.

[2] Tzirakis, P., Trigeorgis, G., Nicolaou, M.A., Schuller, B., Zafeiriou, S. End-to-End Multimodal Emotion Recognition Using Deep Neural Networks. IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing. 2017, 11, 1301-1309. DOI: 10.1109/JSTSP.2017.2764438.

[3] Sagonas, C., Tzimiropoulos, G., Zafeiriou, S., Pantic, M. 300 Faces in-the-Wild Challenge: The First Facial Landmark Localization Challenge. 2013 IEEE International Conference on Computer Vision Workshops, Sydney, NSW, Australia, 2013, pp. 397-403, doi: 10.1109/ICCVW.2013.59.

[4] Xu, K., Matsuka, T. Effects of observers' characteristics on impression formation on face. Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC). 2018, 1293-1298. DOI: 10.23919/APSIPA.2018.8659469.

[5] Fujimura, T., Umemura, H. Development and validation of a facial expression database based on the dimensional and categorical model of emotions. Cognition and Emotion. 2018, 32:8, 1663-1670, DOI: 10.1080/02699931.2017.1419936

[6] Caldara, R., Miellet, S. iMap: a novel method for statistical fixation mapping of eye movement data. Behavior Research Methods. 2011; 43, 864-878. DOI: https://doi.org/10.3758/s13428-011-0092-x

[7] Calvo, M.G., Fernández-Martín, A., Gutiérrez-García, A. et al. Selective eye fixations on diagnostic face regions of dynamic emotional expressions: KDEF-dyn database. Sci Rep 8, 17039 (2018). https://doi.org/10.1038/s41598-018-35259-w

位置の前後の違いと聴覚的な感情処理過程
Emotion evoked by sounds in front and rear space

川島 尊之
Takayuki Kawashima
帝京平成大学
Teikyo-Heisei University
takayuki.kawashima@thu.ac.jp

概要
前後の方位の違いが、音が喚起する感情に与える影響を研究した。参加者に対して声などの日常的な音を前後から提示し、音が喚起する感情を快・不快、覚醒度、被コントロール感について評定することを求めた。後方に提示した音は、覚醒度をより高める傾向が見られた。別の実験から前後では、定位処理の効率が異ならないことが反応時間を指標として示された。後方で覚醒感が強くなる背景、研究の限界と展望を考察した。

キーワード：音源定位、感情、異方性

1. はじめに

聴覚は後方や身体の内部を含めた概ね全方位に働き、この点は後方を対象としない視覚と異なる。身体の後方に対する人間の情報処理過程を研究する際に聴覚は有用であり、これまで後方と前方のあいだで注意の働きかたに違いがあることなどが報告されてきた[1]。

人間の重要な認知過程の一つは感情であろう。人間などの生物にとって感情は、知覚と同様、おそらく進化の過程での環境における適応を反映しており、生体にとっての対象の価値判断に関わり、知覚と同様の原理をもとに働いている可能性がある[2–4]。

感情は後方の対象について働きながら進化してきたと考えることができるが、後方の対象と感情の情報処理過程についての現在の研究と理解は限られたものである。本研究は後方の音によって喚起される人間の感情の性質とその処理過程に関するものである。

過去の研究

後方の対象が喚起する感情に関して過去に行われた 4 つの報告について概要を述べ[5–8]、次に本研究の目的等を記す。初期の研究の一つでは、4 種類の音（音が喚起する快・不快と覚醒度について程度が異なる 4 つの音ファイル）を、頭部から 1.5 m の位置にある前後の 2 つのラウドスピーカから提示した[5]。参加者には、音の種類と位置ごとに快・不快（Valence）と、覚醒度（Arousal）について評定することを求めた。分析の結果、後方に提示すると、前方に提示するよりも不快に感じ、一部の音については後方に提示するとより覚醒度が高く感じることが報告された。別の研究報告では[6]、ポーランド語を母国語とする参加者に、目隠しをした状態で、言語の意味が分からない中国語の 22 個の文章音声を提示し、プロソディからその音声がポジティブであるかネガティブであるかを 5 段階で評定することを求めた。音声を後方に提示する場合に、前方に提示するよりも、音声はよりネガティブであると評価された。これらの結果は手続等の違いはありつつ同じ音であっても、後方、前方に提示する際に、後方ではより不快さと結びつきやすい傾向を示唆している。

一方、前後の提示位置の差は、刺激に関する快・不快の感情面での判断に関係しないという報告がある[7, 8]。Pinheiro et al. は人のうなり声のように言語的な意味を持たない発声を、怒り、喜び（amusement）、中立の 3 種類について 10 個ずつ用意し、頭部伝達関数を用いて前後左右 6 つの方位に提示した[7]。参加者は刺激と関連している感情カテゴリを 3 つの選択肢から強制的に選ぶことを要求された（怒り、幸せ、中立の 3 つの選択肢）。同時にそれぞれの発声の覚醒度を 9 段階で評定することを求められた。分析結果として音の方位と感情カテゴリの選択結果の間には違いがないことが報告され、つまり前後の提示位置の差は、刺激に関する快・不快の感情面での判断に関係しなかった。ただし刺激の覚醒度については（後方ではなく）前方の発声について差はわずかではあるが、統計的に有意により覚醒すると評定された。この研究と同種の音（言語的な意味を持たず、悲しみ、怒り、喜び、驚き、安堵などの感情を付与した 4 名の音声）を用いた最近の別の報告では[8]、参加者から 1.2 m 離れた前後の 2 箇所から音を提示し、皮膚電気活動、顔の表情筋の活動とともに声が喚起する快・不快、覚醒度、被コントロール感（Dominance）を測定した。その結果、恐れ、嫌悪を付与した声は後方に提示される際に（より不快ではなく）より快であると評価されること、怒りや安堵などを付与した声は後方においてより覚醒度が高く評価されること等が報告された。この研究では 200 Hz から

8 kHz のトーンに対しても同様の手続きで、参加者が感じる快・不快を評価しており、快・不快に関して前後位置の影響がないことを報告している。

本研究について

最近のものを含め過去の研究からは、音の前後の違いと、それらの位置に提示される音に関する快、不快、覚醒度などの感情的な評価、感情処理過程の関係の理解は、報告間に食い違いが見られる問題含みなものと言える。例えば後方の音はより不快になるという報告[5,6]、快になり得るという報告[8]、より覚醒度が高くなるという報告[5,8]、低くなるという報告[7]がある。

本稿では、こうした食い違いの解消を視野に入れながら音の方位と感情的な処理過程の関係について研究した実験について報告する。主な予測は後方では前方に比べて音に関わる感情はより不快に、より覚醒度が高く、より被コントロール感が増す（ように評価される）というものである。これは生体にとって視野の外の後方の対象を前方よりも警戒的にあつかうことが適応的であるかもしれないという想定に基づく[5 など]。

2. 方法

参加者

日本語を母語とする大学生 61 名が実験に参加した。実験セッションの最後に自己報告により、実験時の聴力に障害がないことを確認した。事前に計画した 60 名のデータを分析した。

刺激

音が喚起する感情についての性質である快・不快（感情価、誘因価）、覚醒度などについての評定結果を伴う、日常音のデータベースである IADS[9]と IADS-E[10]から音刺激を抜粋した。この際、データベース内の評定値に基づき誘因価が高いもの、低いもの、覚醒度が高いもの、低いもの、誘因価と覚醒度ともに中程度のものからなる 5 種類の音について、それぞれ 2 つずつを取り出し、5 つの音ごとにまとめ、2 つの刺激音セットを作成した。これら 5 音ずつの 2 セットを、異なる実験ブロックで利用した（後述）。例えばピアノで演奏された音楽、男性の叫ぶ声などが含まれた。さらにこれらとは別に誘因価が高いもの、低いもの、覚醒度が高いもの、低いものからなる 4 つの音を、練習試行のために抜粋し用いた。

データベース内の音ファイルがステレオの場合は常に左チャネルの信号のみを用いた。データベースのファイルの時間波形を視覚的に提示し、目視で音信号が存在する部分のみを切り出して用いた。サンプリング周波数をパーソナルコンピュータ上で 44.1 kHz にそろえた。音の持続時間は各ファイル必ずしも同一ではなく、実験で用いた 10 個の音については平均で 5.71 秒であった（最も短いものが 4.77 s、最長が 6.00 s、5 音のセットのうち一方の平均持続時間は 5.67 s、もう一方の平均持続時間は 5.75 s であった）。提示時には常に 0.003 s のランプをかけた。

音のデジタル信号の RMS を同一の値とすることで刺激のレベルについて一定のコントロールを試みた。提示レベルをおよそ 69 dBA とした。

機材・装置

実験を防音ブースの中でおこなった。参加者の正面と背後に提示した 2 つのスピーカから音を提示した。それぞれのスピーカの中心と参加者の頭部中心の距離は 62 cm であった。参加者は床面からの高さ約 117 cm に耳の位置がくるようあご台にあごを載せた状態で音を聴取した。通常の照明下で実験をおこない、天井から音響的な損失が少ないカーテンをつるすことで、スピーカを直接視認できないようにした。参加者は回答する際、正面スピーカの下方前方に配置された小型液晶ディスプレイを利用した。実験をパーソナルコンピュータでコントロールし、音の D/A コンバートにサウンドデバイス（RME 社）を用いた。

手続き

実験セッションでは、最初に研究の概要説明等をブースの外で行い、次に音が喚起する感情についての評価実験、続いて定位実験、次に音を聴取する際の生理指標を測定する実験、最後に聴力、耳の病気等についての自己回答のアンケートへの回答を求めるという流れで行った。なお生理指標を測定した実験について本稿では報告しない。実験セッション全体で 30 分を要した。実験を参加者ごとに個別に行った。

なお本研究は帝京平成大学の倫理審査委員会の計画審査承認後に行った。

音が喚起する感情についての評価実験 参加者は次の 3 つの条件のいずれかに無作為に割り当てられた：正面条件、後方条件、後方かつ提示レベルが 3 dB 大きい条件（レベルを補償した後方条件）の 3 つであった。

なお提示レベルを 3 dB 大きくして後方に提示する条件を設けた目的は、過去の頭部伝達関数のデータベースを利用して、刺激セットの音が外耳の入口に到達するレベルについて分析したところ[11–14]、後方提示の

際には、およそ（絶対値が）2 dB を下回る範囲で信号のレベルが減少することがしばしば観察され、このレベル差を補償する条件を設けるためであった。

先の 3 つの条件の実験手続きは、音の位置、補償のためのレベル以外の点で基本的に同一であった。参加者は 2 つの刺激セット（5 音ずつのセット）のいずれかに無作為に割り当てられ、セットに含まれる 5 つの音を一回ずつ聴取する 5 試行が評価実験を構成した。音の順序は無作為に決定した。5 試行のうち最初の 4 試行は条件ごとに正面、あるいは後方の同じスピーカから刺激を提示したが、最後の 1 試行のみは必ず、反対側のスピーカから提示した。これは前後の定位の変化の影響について試行的に研究するためであった。この意味で“正面条件”とは、実際には“正面 4 試行、後方 1 試行の条件”であった（後方条件についても同様である）。なお本稿では 5 試行のうち最初の 4 試行のみの結果を報告する。なお音の位置の各条件 20 名の参加者のなかでは、最終試行（5 試行め）にあたる刺激の種類（セット内の 5 つの感情カテゴリ）はそれぞれ同数となるようにした。

各試行、参加者には SAM（Self-Assessment Manikin）を用いて、音を聞いたときに自分が感じた感情について評価することを要求した[15, 16]。参加者には、感情について誘因価、覚醒度、被コントロール感の 3 つの感覚・感性の次元について感情を 9 段階で評価することを教示した。参加者は手元の小型キーボードを用いて数字を回答した。誘因価は数字が大きいほど不快であること、覚醒度は数字が大きいほど覚醒感が弱いこと、被コントロール感は数字が大きいほど被コントロール感が弱いことを示す。

各試行では試行番号を 2.0 s 間提示し、その後 0.5 s の無音・空白区間を置いて刺激音を提示しはじめ、再生後に 3 種類の SAM を順番に提示し、被コントロール感についての回答の直後に次の試行番号を提示した。3 種類の SAM 同士に 0.5 s 間の空白期間をおいた。

定位実験　この実験の目的の 1 つは正面と後方に提示した音が、どの程度正しく定位されるかについて測定することであった。実際音の前後の定位はある程度不正確であり、混同が生じることが報告されてきた。さらに、定位の判断に要する反応時間を指標として、前後の音の間で反応、処理の効率に違いが見られるかを評価することが 2 つめの目的であった。参加者に対して、音が喚起する感情についての評価実験で用いたものとは必ず異なるもう一方の音刺激のセットを用いた。刺激セットに含まれる 5 つの音を正面と後方にそれぞれ 1 回ずつ、無作為な順番で提示した（計 10 試行）。参加者にはなるべく正確にかつなるべく速く、音の提示される位置について、前後の 2 択で回答するように求めた。参加者は回答に小型キーボードを用いた。回答は音の再生中でも可能であり、回答直後に再生を中止した。各試行では試行番号を 2.0 s 間提示したのち、0.5 s の空白期間をおいて音の再生を開始し、回答の直後に次の試行番号を提示した。

データの分析　音が喚起する感情についての評価実験においては誘因価、覚醒度、被コントロール感について参加者が 9 段階で評価した結果が、音の位置についての 3 条件ごとに得られる。これら SAM を用いたデータについては、音の位置について同じであった 4 試行の平均を各参加者について算出し、さらにその平均を条件間で比較した。分布形状の変更を行わなかった。定位実験については 2 択の課題の正答率を求めた。反応時間については全 600 試行について平均値と 3SD を利用して外れ値となる試行を取り除いたのち（約 2.6 % が取り除かれた）、位置条件ごとに、あるいはさらに感情カテゴリごとに平均値を求めた。評価実験、定位実験について事前に計画した分散分析の結果を報告する[17 を利用]。

3. 結果

音が喚起する感情についての評価実験

主な目的は快・不快、覚醒度、被コントール感について提示位置の影響が見られるか否かを研究することであった。正面と 2 つの後方提示条件の間には覚醒度についてのみ後方では覚醒度が向上する傾向が見られ（評定値が低い傾向が見られ）、その他の 2 つについては予測とは異なり正面提示と後方提示の条件間では評定に違いが見られなかった（Table1）。各参加者の 4 試行の平均値を用いた参加者間 3 水準の分散分析の結果は、快・不快について $F(2,57) = 0.76$、$p = .47$、$\omega^2 = -.01$、被コントロール感について $F(2,57) = 0.21$, $p = .81$, $\omega^2 = -.03$、覚醒度については $F(2,57) = 4.55$, $p = .01$, $\omega^2 = .11$ であった。多重比較の結果、平均値について正面提示条件と 2 つの後方提示条件の間は統計的に有意に異なり、2 つの後方提示条件同士の間には有意な違いがなかった（5 %水準）。後方の音は 3 dB のレベルの違いによらず、前方の音よりも覚醒を喚起する結果であった。

定位実験

実験の主な目的の 1 つは、音が前後にどの程度定位されていたかを確認することであった。参加者間の平均正答率は. 80 であった。今回の実験環境において参加者はある程度正確に音源を前後に定位可能であった。

定位実験のもう 1 つの目的は、前後の音源に対する反応時間に違いが見られるかについて確認することであった。前後の定位が正解であった試行のみを用いて反応時間の平均値を求めると前方提示条件では 0. 99 s（SD=0. 62）、後方提示条件では 1. 03 s（SD=0. 66）であった。前後位置 2 水準、刺激の感情カテゴリ 5 水準の参加者内 2 要因の分散分析の結果、位置、感情カテゴリの主効果、交互作用はいずれも統計的に有意ではなかった、$F(1, 59) = 0.29$、$p = .59$、$\omega^2 = .00$、$F(4, 236) = 0.24$、$p = .92$、$\omega^2 = .01$、$F(4, 236) = 0.22$、$p = .93$、$\omega^2 = .01$。反応時間の分析からは定位判断における処理の効率は前方と後方では統計的に有意には異ならないことが示された。

4. 考察

実験の結果は、後方の音が前方の音に比べてより強い覚醒感を喚起すること、快・不快、被コントロール感については方位の影響が見られないこと、定位課題の効率が音の方位により異ならないことを示した。

これらの結果は、前後の方位の影響を音の感情評価について研究した過去の報告の一部と合致しているものの[5,8]、快・不快については方位の影響があるという報告[5,6,8]、覚醒度については前方でより覚醒が強まるという報告[7]、後方の音はより効率的な反応を生じさせる（反応時間が短くなる）という報告があり[8]、必ずしも一貫した結果とはならなかった。

こうした食い違いの一部は研究間の刺激、課題の違いに加え、実験中の頭部の固定の有無、参加者が前方、後方の両方を経験するかなどの手続きの違いを反映していると考えることができる。後方の覚醒感については、過去の研究における解釈と同様人間が後方に警戒的であることを反映している可能性があり他に、可能性としては例えば音を処理する中で、後方の音源の視覚的情報や音源位置に頭部を向ける状態が一定の精度で予測されているという想像が可能かもしれない[18]。

Table 1　評価実験の平均値。カッコ内は標準偏差。

	快・不快	覚醒度	被コントロール感
正面	4.90 (1.22)	4.41 (1.10)	4.35 (1.05)
後方	5.23 (0.92)	3.74 (1.04)	4.40 (1.10)
後方+3dB	5.31 (1.18)	3.48 (0.89)	4.19 (1.09)

文献

[1] C. Spence, J. Lee, and N. Van der Stoep, (2020) “Responding to sounds from unseen locations: crossmodal attentional orienting in response to sounds presented from the rear”, European Journal of Neuroscience, vol.51,1137–1150.

[2] K. Friston, (2009) “The free-energy principle: A rough guide to the brain”, TICS, vol.13, pp.293–301, 2009.

[3] R. Plutchik, (1980) “Emotion: A Psychoevolutionary Synthesis”, Harper & Row..

[4] L. F. Barrett (2018) “How emotions are made: The secret life of the brain”, Harper & Collins.

[5] E. Asutay, and D. Västfjäll, (2015) “Attentional and emotional prioritization of the sounds occurring outside the visual field”, Emotion, vol.15, pp.281–286.

[6] N. Frankowska, et al., (2019) “‘Rear negativity: Verbal messages coming from behind perceived as more negative”, European Journal of Social Psychology, vol. 50, pp.889–902.

[7] A. P. Pinheiro, et al. (2019) “Spatial location and emotion modulate voice perception”, Cognition and Emotion, vol.33, pp.1577–1586.

[8] Olszanowski, M. et al. (2023) “’Rear bias’ in spatial auditory perception: Attentional and affective vigilance to sounds occurring outside the visual field”. Psychophysiology, DOI: 10.1111/psyp.14377

[9] M. M. Bradley, and P. J. Lang (2007) “The international affective digitized sounds (2nd Edition; IADS-2): Affective ratings of sounds and instruction manual”, Technical report B-3. University of Florida, Gainesville.

[10] Y. Wanlu, et al., (2018) “Affective auditory stimulus database: An expanded version of the international affective digitized sounds (IADS-E)”, Behavior Research Method, vol.50, pp.1415–1429.

[11] W. G. Gardner, & K. D. Martin. (1994) “HRTF Measurements of a KEMAR dummy-head microphone”, MIT Media Lab Perceptual Computing - Technical Report #280.

[12] W. G. Gardner, & K. D. Martin (2015) “HRTF Measurements of a KEMAR”, J. Acoust. Soc. Amer.,vol.97, pp.3907–3908, 1995. http:// www.sound.media.mit.edu/KEMAR.html

[13] H. Wierstorf, M et al. (2011) “A free database of head-related impulse response measurements in the horizontal plane with multiple distances”, *130th Convention Audio Eng. Soc.* (*AES*), ebrief, London, UK.

[14] V. R. Algazi, et al. (2001). “The CIPIC HRTF database”, IEEE Workshop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics.

[15] P. J. Lang, (1980) “Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: computer applications”, In Technology in mental health care delivery systems, J. B. Sidowski, J. H. Johnson, & T. A. Williams, pp.119–l37. Norwood, NJ: Ablex.

[16] M. Bradley, & P. J. Lang, (1994) “Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential”, J. Behav. Ther. & Exp. Psychiat. vol.25, pp.49–59.

[17] 井関　龍太（2023）. Anovakun ver 4.8.9. Retrieved from http://riseki.php.xdomain.jp/（2023 年 6 月 26 日）

[18] Anil K. Seth (2014) “A predictive processing theory of sensorimotor contingencies: Explaining the puzzle of perceptual presence and its absence in synesthesia”, Cognitive Neuroscience, 5:2, 97-118, DOI: 10.1080/17588928.2013.877880

因果帰納における相関と非独立性
Correlation and Non-Independence in Causal Induction

市野 弘人[†]，林 涼太[†]，大用 庫智[‡]，高橋 達二[†]，樋口 滉規[§]
Hiroto Ichino , Ryota Hayashi , Kuratomo Oyo , Tatsuji Takahashi , Kohki Higuchi
[†] 東京電機大学，[‡] 関西学院大学，[§] 長岡技術科学大学
Tokyo Denki University, Kwansei Gakuin University, Nagaoka University of Technology
kohki.higuchi@gmail.com

概要

人間は観察による因果帰納において，相関の検出ではなく非独立性を検出しているということが観察的因果帰納モデルと人間の観察的因果推論を比較する実験のメタ分析と，刺激を確率的に生成するシミュレーションによって示唆されている．本研究ではこの仮説を検証するために従来の因果帰納実験の枠組みを拡張し，実験を実施した．結果は人間の因果帰納が独立よりも相関の検出に近いことを示しており，仮説は支持されなかった．また，人間は観察した情報をマージし単純化して因果推論に利用していることが示唆された．

キーワード：因果帰納, 帰納推論, 二重過程理論, 認知モデル

1. はじめに

観察から因果関係を導き出すことは，科学的推論，統計学，および機械学習における古典的な問題である．その難しさは広く知られているが，人々はその課題を容易に遂行する [1]．この認知機能を明らかにすることは，人間を理解するための科学的価値に加え，有用なシステムの開発につながるという工学的価値もありうる．このような背景を踏まえ，本研究では人間が統計的情報からどのように因果関係を学習，判断するかを解明することを目的とする．

Higuchi らは人間の因果判断と高い適合を示すことが明らかになっている因果帰納モデルに対してメタ分析を行い，*pARIs* というモデルが人間の判断に対して非常に適合的であるという結果を示した [3]．従来は観察的因果帰納において人間は相関の検出を行っているとされていたが [2]，*pARIs* は独立の定義式を稀少性仮定の下で変換した非独立性の指標の近似モデルであると主張されており [6]，これは人間が観察的因果帰納において相関ではなく非独立性を検出していることを示唆している．本研究では人間が観察的因果帰納において，相関を検出しているのか，それとも非独立性を検出しているのかを因果帰納実験を用いて検証する．

本論文の構成は次のとおりである．2. 節では，本研究の理論的枠組みの導入と，相関と非独立性の違いについて説明する．また，3. 節では相関と非独立性を比較する実験を行い，人間が観察的因果帰納において非独立性の検出を行っているという仮説を検証する，4. 節では実験の結果から人間は観察した情報をマージして推論しているという仮説を示す．

2. 因果帰納

2.1 因果帰納の二段階理論

本研究は因果帰納の二段階理論 [2] を採用する．この理論では，人間の因果帰納に観察的段階と介入的段階の二つの段階があるとする．観察的段階では無数の要因の中から，注目している事象に対して関連のありそうな要因を抽出する．この段階では因果と相関を明確に区別することなく，結果と関連性のありそうな要因をできる限り素早く正確に抽出する．分析的段階では，観察的段階で抽出した要因に対して介入的分析（事象の生起を操作することによる分析）を行い，真の因果関係を特定する [2]．本研究では観察的段階における人間の因果帰納に焦点を当て，これを説明するモデルを用いる．

2.2 単純因果帰納

従来の因果帰納研究で用いられてきた因果帰納の枠組みを紹介する．現在考えている結果事象を E とおき，その原因として考えられる事象を原因候補事象 C とおく．そして，この 2 つの事象の共起情報をもとに C と E の因果関係を推論する枠組みを単純因果帰納と呼ぶ．事象の共起情報は表 1 で示す 2×2 分割表によって表される．

表 1　単純因果帰納の 2 × 2 分割表

	Effect E	No Effect $\neg E$
Cause C	a	b
No Cause $\neg C$	c	d

2.3　因果帰納モデル

単純因果帰納の枠組みの因果帰納モデルは表 1 の共起情報を引数として，C と E の因果関係の強さを出力する関数として表される．$pARIs$ は因果帰納の観察的段階を説明するものとして Takahashi らによって提案された因果帰納モデルであり [5]，式 1 で表される．このモデルは因果帰納のメタ分析によって人間の因果判断を説明するという尺度において高い性能を持っていることが示されている [3]．因果帰納の観察的段階において人間は相関の検出を行っていると考えられていたが [2]，$pARIs$ は稀少性仮定の下で変換した非独立性の指標の近似モデルであると主張されており [6]，これは人間が因果帰納の観察的段階において相関ではなく非独立性を検出しているということを示唆している．稀少性仮定とは，人間が因果関係に関して着目する事象はその生起が不生起よりも稀であるという一種の事前知識である．

$$pARIs = \frac{P(C,E)}{P(C \vee E)} = \frac{a}{a+b+c} \tag{1}$$

2.4　相関と非独立性

因果帰納の観察的段階において人間は相関の検出を行っていると考えられている．これはある 2 事象間に因果関係があればそれらは相関していることがほとんどの場合に成り立つため，相関関係にあるものを抽出すれば基本的に因果関係の抽出を見逃すことはないだろう，という論理に基づくものである [3]．しかし，事象を絞り込む方法は相関の検出だけに限らない．相関の検出の場合と同様の論理に基づき，非独立性の検出も事象の絞り込みに適していると考えられる．相関は変数間の線形な関係を検出するものであり非独立性は変数間に何らかの関数関係が存在するかを検出する．つまり 2 事象間に相関があれば，それらは非独立であるという関係が成り立つが，その逆は成り立たない．これは相関があることは，非独立であることよりも限定的な概念であることを意味している．つまり，非独立であるということは相関関係であることよりも包括的であるために，真の原因の見逃しが発生しづらいといえる．

しかし，単純因果帰納の枠組みにおいては二つの変数が生起したか否かの，二つの水準しか持たないため，無相関の定義と確率論上における独立の定義は差を持たない．従って単純因果帰納の下からの情報では，人間は相関の検出を行っているのか，それとも非独立性の検出を行っているのかについての確たる根拠になり得ない．本研究では原因を三段階に分割することによって，相関と非独立性の間で違いの生じる枠組みを作成し，これを検証する．例えば，植物に全く水を与えない，適量の水を与える，大量の水を与えるという三つの原因と，植物が枯れるか否かという二つの結果からなる因果条件文を考える．植物に全く水を与えないことは植物が枯れる原因になるが，水を与えすぎることもまた植物が枯れる原因になりうる．つまり，植物に水を与える量と植物が枯れるか否かの関係は相関を持たないが，植物が枯れるか否かは植物に水を与える量に依存しているため非独立である．

3.　実験

3.1　実験概要

本研究では従来の単純因果帰納の枠組みを拡張し，原因候補事象が取りうる値を，多量の生起，少量の生起，非生起の三段階に分割する．それらの事象の共起情報を 3 × 2 分割表の表 2 に示す．相関の尺度はスピアマンの順位相関係数とした．非独立性の尺度は 3×2 分割表において存在しないため，変数間の連関の尺度であるクラメルの連関係数と，変数間の相互依存の尺度である相互情報量とした．この二つの尺度は変数間の線形な関係に限らず，関数関係を検出する．そして相関と非独立性のどちらがより人間の判断に適合的であるかを調査することが本実験の目的である．刺激は相関の尺度と非独立性の尺度それぞれに大，中，小の三段階を想定した時の直積となるように作成した．相関の値はその性質上非独立性の値より大きくなることがないので刺激の種類は 6 種類となる．作成した刺激を表 3 に示す．また，カバーストーリーは表 4 に示したものを使用し，これをランダマイズして刺激と対応づけて提示した．

表 2　因果帰納の 3 × 2 分割表

	Effect	No Effect
Cause	a	b
Medium Cause	m	n
No Cause	c	d

表 3　刺激のデザイン．N は合計頻度．

No	a	b	m	n	c	d	N
1	7	1	1	1	1	7	18
2	6	1	1	7	2	1	18
3	4	1	1	7	4	1	18
4	5	2	2	2	2	5	18
5	5	4	5	1	1	2	18
6	3	3	3	3	3	3	18

表 4　カバーストーリー

C	E
新種の成分の投与	腹痛が起こる
〃	発熱する
〃	皮膚の発疹が現れる
〃	目覚めが良くなる
〃	身体能力が向上する
〃	集中力が向上する

3.2　実験手順

本実験は CrowdWorks 上で実験参加者を募集した，参加者は 63 名である．実験参加者は表 3 に示された刺激をランダマイズされた順序で観察し，原因と結果の関係の強さを評価した．刺激の観察ついては各セルに対応づけられた画像を表示する方法を用いた．

4.　結果

各刺激に対する参加者の回答の平均値，各指標の評価値を図 1 に示す．各指標はスピアマンの順位相関係数 (ρ)，クラメルの連関係数 (V)，相互情報量 (MI) とした．各指標と人間の回答値の平均値の相関係数を算出した結果を表 5 に示す．加えて表 5 には，各指標の評価値を説明変数，人間の回答値を目的変数とし，個人差を考慮して切片と傾きの両方に固定効果と変量効果を持たせた際の一般線形混合モデルに対する AIC と BIC を示す．次に，参加者の回答の平均値に対するスピアマンの順位相関係数の相関係数と，参加者の回答の平均値に対するクラメルの連関係数の相関係数に着目し，帰無仮説を「二群の母相関係数は等しい」対立仮説を「スピアマンの順位相関係数のほうが母相関係数が高い」とした仮説検定を行った．検定統計量の p 値は 0.17 であり有意水準 $\alpha = 0.05$ において帰無仮説は棄却されなかった．スピアマンの順位相関係数とクラメルの連関係数の相関係数に差は見られなかったが，AIC と BIC は共にスピアマンの順位相関係数が低い値を取っている．この結果からスピアマンの順位相関係数の方が人間の判断に適合的であり，人間が相関ではなく非独立性を検出しているという仮説は支持されなかった．

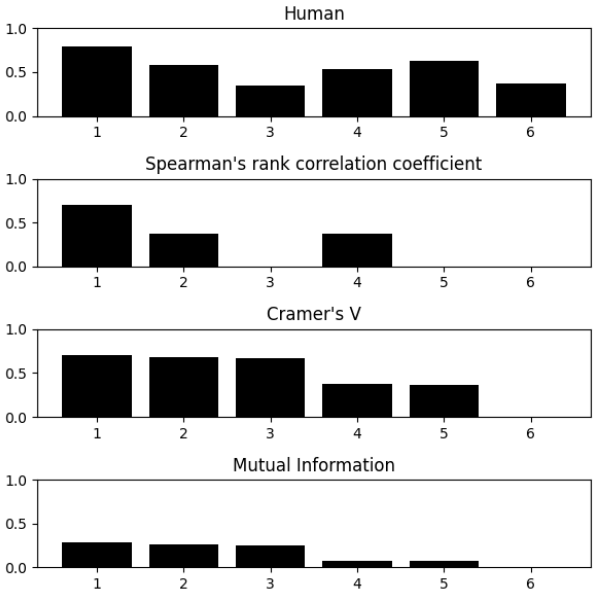


図 1　実験参加者の回答値と各指標の評価値

表 5　実験結果 各種統計量

	相関係数	AIC	BIC
ρ	0.78	1456	1479
V	0.45	1525	1548
MI	0.35	1531	1554

人間は複雑な情報を元に推論を行う際，認知的負荷を低減するために情報を簡略化して推論を行う傾向があることが明らかになっている [7]．そこで，3×2 分割表の特定のセルを結合させることによって 2 × 2 分割表へと変換し，その分割表をもとに因果強度を測る枠組みを考える．この手続きによって 2 × 2 分割表を作成する操作のことをマージと呼ぶ．マージを行った際の $pARIs$ の出力値と人間の回答値の平均値との相関係数を，マージの方法毎に表 6 に示す．作成する 2×2 分割表の各セルを a'，b'，c'，d' としている．次にそれぞれのマージの方法の意味について説明する．No. 1，No. 2 は Medium Cause を原因ありに分類した場合と原因なしに分類した場合である．No. 3 は Medium Cause を原因ありとし，Cause と No Cause を原因なしとした場合である．No. 4 は Medium Cause の後に Effect が観察された場合は Medium Cause を原因ありとみなし，Medium Cause の後に No Effect が観察された場合は Medium Cause を原因なしとみなす．こ

表 6　マージの方法毎の $pARIs$ と人間の回答値の平均値との相関係数

No	a'	b'	c'	d'	相関係数
1	$a+m$	$b+m$	c	d	0.90
2	a	b	$c+m$	$d+n$	0.74
3	m	n	$a+c$	$b+d$	0.045
4	$a+m$	b	c	$d+n$	0.98
5	a	$b+n$	$c+m$	d	0.91

れは C と E の因果強度が最大化するように Medium Cause を解釈した結果である．これに対し，C と E の因果強度が最小化するように Medium Cause を解釈した結果が No. 5 である．相関係数が最も高かった No. 4 のマージ法を用いた際の $pARIs$ とスピアマンの順位相関係数に対する人間の回答値の平均値の相関係数を比較した．この時の検定統計量の p 値は 0.00 であり有意水準 $\alpha = 0.05$ において No. 4 のマージ法を用いた際の $pARIs$ の方が相関係数が高いと言える．この結果から人間はマージを用いて推論を行っている可能性があると考えられる．

5. 考察

実験の結果から 3×2 分割表における相関と非独立性のどちらも人間の判断とあまり適合的ではないと解釈できる．スピアマンの順位相関係数とクラメルの連関係数の関係については母相関係数の検定によって差があるとは言えないという結果になっているが，一般線形混合モデルの当てはまりはスピアマンの順位相関係数の方が良く，人間が非独立性の検出を行っているという仮説は支持されなかった．

マージをした際の $pARIs$ の出力値と人間の回答値の平均値との相関係数は最大で 0.98 であり，スピアマンの順位相関係数と比べて高いということが示された．この事から人間は 3×2 分割表をマージして推論を行っていると考えられる．相関係数が最大となるマージの方法は表 6 の No. 4 であり，これは「C が E を引き起こす」という仮説を肯定するように観察情報 m，n を解釈した結果であると捉えられる．そして C と E の関係を調査するという問題に取り組む際，事前知識などがなかった場合デフォルトとして「C が E を引き起こす」という仮説を持つことが考えられる．これは，何かの事象間の関係を調査するという行為自体が事象間に何かしらの関係があるという仮説が存在することを暗に意味しているためである [4]．これらのことから，人間が因果推論を行う際，その人物が持っている仮説に合わせてマージの方法を選択している可能性がある．例えば「C は E を引き起こさない」という仮説を持っている時は表 6 の No. 5 のマージが用いられ，「Cause については Medium Cause が適量であり Cause は原因として機能しない」という仮説を持っている時には表 6 の No. 3 のマージが用いられると予想される．そしてこれは人間がマージの方法を工夫することによって相関だけでは検出できない関数関係の検出を行っていると捉えることができる．

6. 結論

人間が観察的な因果帰納において相関の検出を行っているのか，それとも非独立性の検出を行っているのかを検証するため，従来の因果帰納実験の枠組みを拡張し，実験を行った．結果は相関の検出が人間の判断に適合的であり，人間が非独立性の検出を行っているという仮説は支持されなかった．

結果から，人間は観察された事象をマージして推論に利用しており，マージの方法を工夫することによって事象間の様々な関係を単純化して推論を行っていると考えられる．この仮説の正当性に関する検証や，どのようにマージの方法を切り替えているかについては，さらなる実験に基づく検証が必要である．

文献

[1] Thomas L Griffiths and Joshua B Tenenbaum. Theory-based causal induction. *Psychological review*, 116(4):661, 2009.

[2] Masasi Hattori and Mike Oaksford. Adaptive non-interventional heuristics for covariation detection in causal induction: Model comparison and rational analysis. *Cognitive science*, 31(5):765–814, 2007.

[3] Kohki Higuchi, Kuratomo Oyo, and Tatsuji Takahashi. Causal intuition in the indefinite world: meta-analysis and simulations. *Biosystems*, 225:104842, 2023.

[4] Jessecae K Marsh and Woo-kyoung Ahn. Spontaneous assimilation of continuous values and temporal information in causal induction. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(2):334, 2009.

[5] Tatsuji Takahashi, Yu Kohno, and Kuratomo Oyo. Causal induction heuristics as proportion of assumed-to-be rare instances (paris). In *Proceedings of the 7th International Conference on Cognitive Science (ICCS2010)*, pages 361–362, 2010.

[6] Tatsuji Takahashi, Kuratomo Oyo, Akihiro Tamatsukuri, and Kohki Higuchi. Correlation detection with and without the theories of conditionals: A model update of hattori & oaksford (2007). *bioRxiv*, page 247742, 2018.

[7] Amos Tversky and Daniel Kahneman. Judgment under uncertainty: Heuristics and biases: Biases in judgments reveal some heuristics of thinking under uncertainty. *science*, 185(4157):1124–1131, 1974.

英単語の綴りと発音のズレの定量的評価

Quantitative assessment of the spell-sound discrepancy among English words

黒田　航
杏林大学医学部

概 要

CMU Pronouncing Dictionary を使って，単語の綴りと発音の対応が理想的な 1 対 1 対応から外れている程度を，二つの方法で定量評価した．一つは，必須度の高い資源中の 4,290 語にの綴りと発音の対応の定量評価で，もう一つは英語とドイツ語の高頻度語形を同じ条件で比較した．これらから，英語での対応が一対一から大きく外れている事がわかった．

1　英単語はどうして覚えにくいのか？

多くの日本人は英語を学ぶのに苦労する．発音は日本語と大きく違うし，文法も大きく違う．だが，それ以前に，多くの日本人は英単語を覚えるのに苦労する．英語の音が日本語の音に似ていないのは理由の一部だろうが，それ以前に英単語では**綴りと発音の対応の不規則性が尋常でない** (Obasi, 2018)．そのため「英単語はどうして (こんなに) 覚えにくいのか？」と感じている学習者は数多いはずである．その理由を明らかにするために，本研究では英単語の読み (= 発音) と綴りの対応が規則的でない程度を定量的に示す．

1.1　関連研究

英語の綴りの不規則性に関しては，第二言語としての英語 (English as a Second Language: ESL) 教育の文脈で，学習者が見せる綴り間違いの観点からの記述 (Wolf, 2017) が多い．ただ，これらの研究は，英語の単語の発音と綴りの対応の悪さそれ自体を考察，記述してはいない．

英語単語の発音と綴りの対応の悪さへの言及は，学術研究に対象を限定しなければ，それなりに多い (Patterson, n.d.; *Highly irregular*, n.d.) が，それに体系的，かつ網羅的に言及した文書は少ない (例外は (*Highly irregular*, n.d.))．(Okrent, 2021) は学術研究として，この問題を扱っているが，定量化を試みていない．不規則性の程度を，発音と綴りの要素の分布を基に定量的に評価した先行研究は見当たらない．

1.2　定量評価のための設定

定量化のために，単語の学びにくさ/やすさを次のように定義する:

(1) 単語は，(意味上の親しみやすさなどの他条件が同じであれば) 発音と綴りの対応が規則的である程，覚えやすい．

(2) 単語の発音と綴りの対応は，i) 一対一対応に近い程，規則的である．ii) 文脈自由度が高い程 (= 文脈依存度が低い程)，規則的である．

本調査の目的は，英語の綴りと発音の対応では (2) が満足されていない事を定量評価し，その事から (1) が満足されていない事を示す事である．

英語の綴りと発音の対応の悪さは，同じ文字に幾通りかの異なる読みが割り当てられる事で，逸話的に語られる (先に紹介した先行研究の大半がこのような例証である)．だが，このような事例を幾ら列挙しても定量評価は達成されない．そのためには，読みの単位を揃え，網羅的に対応関係を知らなければならない．この目的を実現するために，CMU Pronouncing Dictionary (CMUPD)[1] を使って，英単語の綴りと発音の対応関係を，単語よりも小さな規模で定量評価し，対応関係の不規則性を定量化し，その結果を評価するのが，本研究の内容である．

論文の構成は次の通り．§2 で CMUPD を使ったデータ構築の説明する．§3 で解析方法と得られた結果を示す．§4 で結論と展望を述べる．

解析に用いたデータと作業に使ったスクリプトは GitHub repository [2] で公開している．

[1] http://www.speech.cs.cmu.edu/cgi-bin/cmudict

[2] https://github.com/kow-k/English-spell-sound-discrepancy

2 CMUPDを使ったデータ構築

解析では, 英単語4,290語形[3]を対象とした．これを英単語のSpell-Sound対応づけデータ D[4]と呼ぶ．D の語形は次のように幾つかの源から集め, 重複を省いたものである: SketchEngine[5]で獲得した1) EnTenTen20コーパスの上位1k words, 2) EnTenTen20の上位1k lemmas, 3) TEDコーパスの上位1k words，4) The Longman Defining Vocabulary[6] の2,197 lemmas (+10 prefixes, 39 suffixes)，5) General Service List (GSL)[7] の2,284 lemmasに，6) CMUPDの幾つかの要素を追加.

上の4,290語形にCMUPDを使って発音記号を割り当てた．単純な対応づけではなく, 次の処理を経ている.

まず, CMUPDは音素のエンコードにIPA記号を使っていない．代わりにARPABETという2文字エンコーディングを採用している．今はUTF-8で発音記号が処理できる時代なので, 自前のPerlスクリプトでARPABET表記をIPA表記に変換した.

CMUPDが収録しているのは基底/深層形の発音と言うべきもので，実際の発音を収録していない．(3) にamerican, treatmentの発音記述[8]の実例を示す.

(3) i) american, ʌ0mɛ1ɹɪ0kʌ0n
ii) treatment, tɹi1tmʌ0nt

実際の発音 (の近似値) を得るには，(4) のような (母音の弱化を反映した) 記述を導出する必要がある.

(4) i) american, ə0mɛ1ɹɪ0kə0n
ii) treatment, tɹi1tmə0nt

この書き換え処理を自動実行するシステムは見つからなかったので，自前で処理した．その結果が先のSpell-Sound対応づけデータ D のfield 2の値である．具体的には, 表層形を生成するための作業シート W[9] を使った実際の発音になるべく近い発音を自動生成した．W のw.IPA列の値がCMUPDに忠実なIPA表記で，w.IPA.r4列の値が (w.IPA.r0, w.IPA.r1, ...) を経て導出された実際の発音に近いと想定する表記である．なお，w.slashedの値が対応づけデータ D のfield 3の値である[10].

CMPUDの発音記述には，語中の強勢の位置を表すために0 (ground), 1 (primary), 2 (secondary) の記号が使われている．これらは原則として母音の直後に現れる．この特徴を利用すると, 音節構造がO(nset) + N(ucleus) + C(oda) だとして，発音をON単位で自動分割可能である (綴り中の，発音記号中の0, 1, 2に対応する位置に何らかの区切り (例えば“/”) を入れると，ON単位での，発音と綴りの対応づけが体系的に獲得できる)．具体的には，次の通り:

(5) i) ə0mɛ1ɹɪ0kə0n, a/me/ri/ca/n ⇒ [ə:a, mɛ:me, ɹɪ:ri, kə:ca, n/n]
ii) tɹi1tmə0nt, trea/tme/nt ⇒ [tɹ:trea, tmə:tme, nt:nt][11];

対応関係の定量評価で有用なのは，音節単位での対応づけであるが，英単語の音節化データベースは存在しない．CMPUDの発音の側の0, 1, 2のON区切りに対応する分割を，語形の方に追加すれば，それが音節の代用単位となると考えた[12]．とすると，(5) にある [ə:a, mɛ:me, ɹɪ:ri, kə:ca, n:n, tɹ:trea, tmə:tme, nt:nt, ...] のような発音と綴りの対を対象語から網羅的に抽出[13]し，それらの出現頻度を数えると，綴りと発音の乖離を定量評価するのに必要なデータが手に入る．また，(5) にあるのは，ON単位の発音と綴りの1-gram対応づけだが，それらを連結して，2-gram対応と3-gram対応が得られる．これらは一般利用可能なデータとしてGitHubで公開している.

3 解析手法と結果

データから得られた，発音の単位 y (e.g, “mɛ”) と綴りの単位 x (e.g., “me”) との対 (x, y) (i.e., “mɛ:me”) に

[3] 本研究で word(s) は lemma(s) ではなく実用語形を指す．例を挙げると，lemmaとしての“run”から，“run”, “runs”, “ran”, “running”, ...のような語形が派生する．実際に知りたいのは，語形の発音だからである．語形の数として4kは，決して大きな数だとは言えない.

[4] これは base-pairs-bundled-r6e.csv として GitHub repository から入手可能．この.csvファイルのfield 1の値は開発データ中のエンコードの回数 (2以上は重複を意味する), field 2の値はCMUPDを使って割り当てた発音記号，fields 3の値は語形を“/”で分割した形 (後述) である.

[5] https://www.sketchengine.eu/

[6] http://www2.cmp.uea.ac.uk/~jrk/conlang.dir/LongmanVocab.html

[7] https://www.rong-chang.com/gsl2000.htm

[8] 前述のように，これはCMUPDのARPABET表記ではなく，それをIPA表記に変換した結果である.

[9] ファイル名は base-ipa-spell-pairs-r6.xlsx

[10] 作業シート W 上に実装されている音変形は幾つかの理由で最適なものとは言えず，かつ誤りを含んでいる可能性がある．このため，後で示す解析結果の妥当性には自ずから限界がある.

[11] tmə/tme のような対応づけ生じるのは，悩ましい問題である．対処法として，treatmentをtreat#mentのように二つの形態素からなると解析し，発音の方も tɹi1t#mə0nt のように分割する事が可能だが，どんな形態素で区切りを入れるかは判断が難しい．それ以前の問題としてhigherをhi/gherと区切るべきかhigh/erと区切るべきか，johnをjoh/nと区切るべきかjo/hnと区切るべきか，など，事前に正解を決められない厄介な問題が他に幾つかあった.

[12] ON分割が音韻論的に自然な単位とは言えないと思うが，2-gramや3-gramを使う事で難点は回避できると考えている.

[13] これには自作のPerl scriptを使った.

ついて，相対確率 α と β を (6) のように定める:

(6) α = 対 (x, y) の出現回数 / 綴り x の出現回数
β = 対 (x, y) の出現回数 / 発音 y の出現回数

これを使って，綴りと発音の対応の評価指標を (7) のように二種類定義できる:

(7) $\gamma = 2\alpha\beta/(\alpha+\beta)$ [実質的に α, β の F 値]
$\delta = \log(\alpha/\beta)$

δ と γ は共に逸脱の程度の評価に使えるが，δ には大きさに加えて方向性があり (δ の値は $\alpha = \beta$ なら 0，$\alpha > \beta$ なら正の値，$\alpha < \beta$ なら負の値)，これが対応の非対称の観点から有用である．

本研究で得られている結果は次の二種類である:

(8) 英語の全データ E の spell-sound 対応の 1-gram, 2-gram の δ 値の分布の比較 (3-gram の結果は割愛)

(9) a. Web サイト 1k most common words[14] で入手したドイツ語の単語に対し，別サイト[15]を使った発音が獲得できた 864 語の spell-sound 対応[16] の 1-gram の δ 値の分布の比較 (2-gram, 3-gram の結果は割愛)[17]

b. データ E 中の Web サイト 1k most common words の英語版に現われている 975 語の spell-sound 対応の 1-gram の δ 値の分布の比較 (2-gram, 3-gram の結果は割愛)

(8) の結果を図 1 と図 2 に示す．(9) の結果を図 3 と図 4 に示す．

図 1–図 4 は指標 $\delta = \log(\alpha/\beta)$ の分布を示している．綴りと発音のズレがないのであれば，$\delta = 0$ である．これらの図はどれも，理想的な一対一対応の状況とはかけ離れており，英単語の綴りと発音の対応は (2) で定義した意味では不規則である[18]．英語の単語の発音と綴りとの乖離は理想の一対一対応とはかけ離れている．

頻度域の同じ語彙を，英語とドイツ語で比較すると英語の状況を相対化できる．図 3 で $\delta = 0$ である対の割合は 0.498 で，図 4 で $\delta = 0$ である対の割合は 0.256 である．英語の綴りと発音の乖離は，それなりに乖離のあるドイツ語に比べても大きい．

[14] https://1000mostcommonwords.com/
[15] https://dad.sprechwiss.uni-halle.de/
[16] 手作業で構築したドイツ語の綴りと発音の対応づけデータ: base-German-ipa-spell-pairs-r1-1k.xlsx
[17] ドイツ語の解析結果: data-German-spell-sound-pairing-r2a-ngram.xlsx
[18] spell-sound 対応の n-gram では，n が増えるにつれて $\delta = 0$ の領域が単調に広がる．これは言語に依存しない傾向である．英語でも 2-gram で領域が広がっている (δ 率が 0.157 から 0.640 に増加).

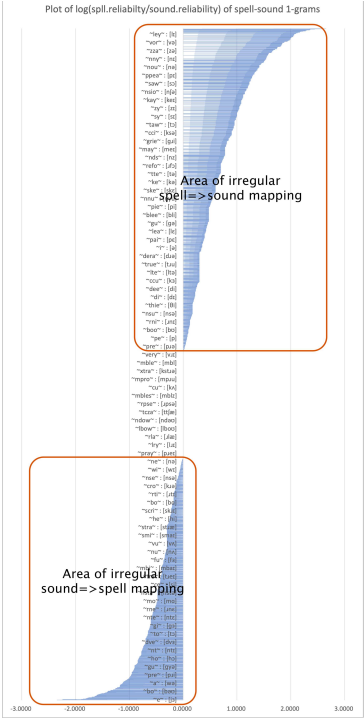


図 1: 英語の **spell-sound** 対 **1-gram** の δ の値のプロット

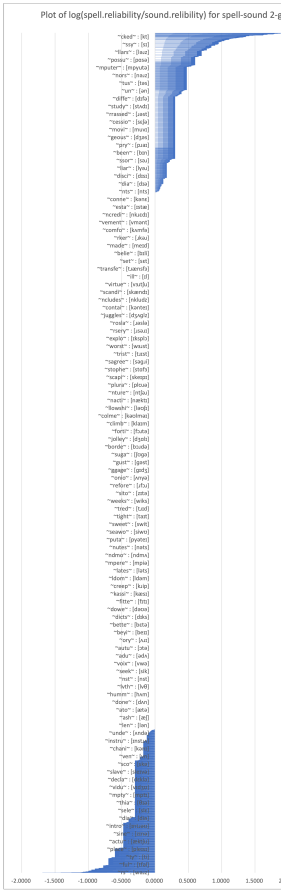


図 2: 英語の **spell-sound** 対 **2-gram** の δ の値のプロット

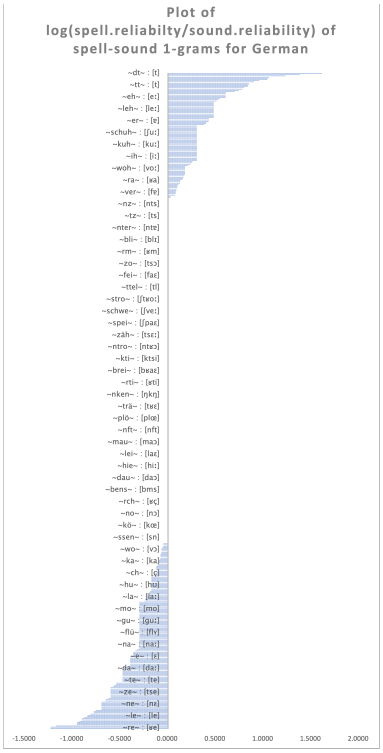


図 3: ドイツ語の **1k most common words** 中の **spell-sound** 対 **1-gram** の δ の値のプロット

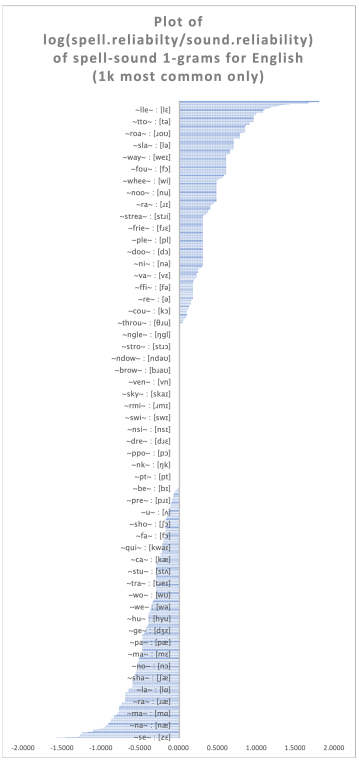


図 4: 英語の **1k most common words** 中の **spell-sound** 対 **1-gram** の δ の値のプロット

4 結論と展望

本研究が明らかにしたのは，二つである．i) 図 1 と図 2 と図 4 が示しているように，英語では，綴りと発音の対応関係が一対一対応から乖離している．ii) 乖離は綴りと発音の対応が透明でない言語[19)]のドイツ語に比べて明らかに大きい．

A) 発音を知っていて綴りを間違うのと B) 発音を知らなくて綴りから間違った発音をするのを区別すると，理論的な予想では $\delta > 0$ なら A 型の誤りを，$\delta < 0$ なら B 型の誤りを誘発するはずである．英語の母語話者は A 型の間違いを犯し，日本人の英語学習者は B 型の間違いを犯しがちだと予想される．この予想を確認したい．

謝辞

認知科学会 40 回大会に応募した際に 2 名の匿名の査読者からコメントを貰った．改稿ではそれから得られるものが多かった．

References

Highly irregular. (n.d.). Retrieved from https://www.readingkingdom.com/pages/english-spelling-is-irregular

Obasi, J. C. (2018). Structural irregularities within the English language: Implications for teaching and learning in second language situations. *J. of English as an International Language, 13*(2.1), 1–14.

Okrent, A. (2021). *Highly irregular: Why "tough," "through," and "dough," don't rhyme and other oddities of the English language.* Oxford University Press.

Patterson, N. (n.d.). *Irregularities.* Retrieved 2023-07-10, from https://www.spellingsociety.org/irregularities-of-english-spelling#/page/1

Wolf, T. (2017). *A descriptive and qualitative-quantitative analysis of the spelling of L1 Spanish-English speaking elementary students* (Unpublished master's thesis). St. Cloud State University.

[19)] 綴りと発音の対応がほぼ透明に近い言語の代表例は，スペイン語，イタリア語，スワヒリ語などである．

加算的な解決策への選好と解決策の有効性との関係
The relationship between that adding is favored over subtracting and solution effectiveness in problem solving

平田 瑞貴†，三輪 和久†
Mizuki Hirata, Kazuhisa Miwa
†名古屋大学
Nagoya Univercity
hirata@cog.human.nagoya-u.ac.jp

概要

人は問題を解決する際に，減算的な解決策よりも加算的な解決策を用いることが多い．本研究ではこの加算的な解決策と減算的な解決策の関係について，論理的に等価な実験シナリオにおいて抽象的なアイテムを用いることで，それぞれの解決策の有効性を統制した実験を実施した．その結果，「目標に悪い影響を与えるアイテムを増やす」という含意の回答の比率が有意に高くなった実験条件を含め，多くの実験条件において加算的な解決策での回答の比率が高くなった．

本実験により，人の加算的な解決策に対する選好は，解決策の有効性に依拠したものではなく，加算，減算といった操作に依拠したものであることが示唆された．

キーワード：problem solving, adding, subtracting

1. 問題

私たちは必要以上に物を買ってしまったり，物事の説明により多くの言葉を使おうとしてしまったりしまう．このことについて，元の状態から構成要素を追加するような解決策を加算的な解決策，元の状態から構成要素を取り除くような解決策を減算的な解決策と定義すると，人は問題を解決する際に，減算的な解決策よりも加算的な解決策を用いることが多いとまとめることができる．近年の研究では，旅程や作文，ゴルフ場のシナリオについての改善案を考えさせる課題において減算的な解決策よりも加算的な解決策が多く提出された[1]．一方で，加算的な解決策と減算的な解決策が論理的に等価な実験は実施されなかったため，解決策の有効性が結果に混交している懸念がある．例えば，先行研究が取り上げられた実験として，ゴルフ場の経営者になり，あるホールについてのイラストを見ながらゴルフ場をよりよくするための改善案を考えさせる課題がある．その結果参加者は，「今あるバンカーを取り除く」などの減算的な解決策よりも，「新しく花壇を設置する」などの加算的な解決策をより多く生成したとされる．しかし，ゴルフ場の問題解決という文脈において，減算的な問題解決を行うことには，そもそも無理があるのかもしれない．つまりこの場合，加算的問題解決の優位性は，加算，減算という操作にあるのではなく，その内容の有効性 にある可能性がある．本研究ではこの限界を克服するために，加算的な解決策と減算的な解決策を論理的に等価にするための実験シナリオを考案する．構成要素の一つを増加させると，同じだけ構成要素の一つが減少する状況を利用したもので，加算的な解決策と減算的な解決策が与える効果が同じになるようなシナリオを作成し，そうした統制下でも加算的な問題解決が多く用いられるかについての検証を行う．

また，本研究では，操作する対象がもつ問題解決への有効性に与える影響についての統制を行うために，操作対象は具体的なアイテム[2]ではなく，操作する対象がもつ問題解決への有効性を評定値で示した抽象的なアイテムを用いることとした．

2. 方法

Participants 20歳から60歳の参加者619名がWEB上で実験に参加した．

Procedure 参加者は，参加者はは呈示された実験シナリオを読み，その目標を達成するためにどうすればよいのかを「…を…させる」という形式で主語(①)と述語(②)の穴埋めで回答する課題に取り組んだ．実験シナリオは以下の通りとなっている．

あなたは毎日，昼ご飯を食堂のランチセットで済ましています．ランチセットはAとBの2種類があり，毎日そのうちのどちらかを選んで注文しています．なお，それぞれのランチセットが，あなたの健康に与える影響に関する専門家の評価は以下のようになっています．

ランチセットA：★　ランチセットB：・

注. それぞれの印は以下のことを示しています．
☆☆　…　健康に非常に良い影響を与える
☆　…　健康に良い影響を与える
・　…　健康に良い影響も悪い影響も与えない

★　…　健康に悪い影響を与える
★★　…　健康に非常に悪い影響を与える

あなたが今年，より健康になるためには，これまでと比べて，どちらのランチセットを選ぶ日数を，どうすればよいと思いますか.

以下の空欄に言葉を埋めて回答してください.

これまでと比べて（　①　）を選ぶ日数を（　②　）.

②の部分に対するの回答は，「増加させる」という回答と，「減少させる」という回答の双方ともに可能である．ランチセットAを増加させるとランチセットBが減少するようなシナリオとなっているため，「ランチセットA(ランチセットB)を選ぶ日数を増加させる」という加算的な解決策と「ランチセットB(ランチセットA)を選ぶ日数を減少させる」という減算的な解決策が論理的に等しい課題となっている.

また，それぞれのランチセットが実験シナリオの目的である健康に対してどのような有効性を持っているかについて，専門家の評定値という形で参加者に示した．2つのアイテムの評定値の提示方法は25通り考えられ，参加者にはそのうちの1つが掲示された．それぞれの実験条件について加算的な解決策の比率が高くなるかどうかについて分析を行った.

3. 結果

提出された回答の，②の部分を抽出し，第一著者が，定義に従ってそれが加算的な解決策であるか，減算的な解決策であるか，どちらにも該当しない解決策であるかを分類した.

表1は25通りの提示方法に対し，提示順序についての有意差が見られなかったことから，順序を考慮しない2つのアイテム評定値の組み合わせ15通りについて，減算的な解決策と加算的な解決策のうち，加算的な解決策で回答された比率を示したものである.

表1 加算的な解決策の回答比率(%)

評定値の組み合わせ	非常に悪い	悪い	中立	良い	非常に良い
非常に悪い	3.1***				
悪い	70.0*	14.3**			
中立	71.4**	50.0	60.9		
良い	85.3***	90.0***	100.0***	100.0***	
非常に良い	87.8***	92.1***	94.7***	97.5***	88.9*

*p < .05, **p < .01, ***p < .001

フィッシャーの正確検定の結果，非常に悪いアイテムと悪い，中立，良い，非常に良いアイテムの組み合わせ，悪いアイテムと良い，非常に良いアイテムの組み合わせ，中立のアイテムと良い，非常に良いアイテムの組み合わせ，良いアイテムと良い，非常に良いアイテムの組み合わせ，非常に良いアイテムと非常に良いアイテムの組み合わせで加算的な解決策で回答された比率が有意に高かった (p_{all} < .05)．一方，非常に悪いアイテムと非常に悪いアイテム，悪いアイテムと悪いアイテムの組み合わせにおいて，減算的な解決策で回答された比率が有意に高かった(p_{all} < .05).

4. 考察

本実験の結果，ほとんどの組み合わせにおいて，加算的な解決策での回答比率が有意に高くなるという結果が得られた．特に，非常に悪いアイテムと悪いアイテムの組み合わせや，非常に悪いアイテムと中立のアイテムの組み合わせにおいて，減算的な解決策(「健康に非常に悪い影響を与えるアイテムを減らす」)ではなく加算的な解決策(「健康に悪い影響を与える / 健康に影響を与えないアイテムを減らす」)が多く回答されたことは，対象が持つ問題解決への有効性に関わらず，加算的な解決策を選択するということを顕著に示唆しており，注目すべき結果である．また，2つのアイテムの評価が異なる場合には，すべての実験条件で半分以上の比率で加算的な解決策がとられていることからも，解決策の有効性に関わらず人は問題を解決する際に，減算的な解決策よりも加算的な解決策を用いることが示唆されている。ただし非常に悪いアイテムと非常に悪いアイテム，悪いアイテムと悪いアイテムの組み合わせについては先行研究と異なり減算的な解決策が多く回答されるような結果となった。これらの結果については，2つのアイテムが全く同じ評価である場面設定が影響している可能性が考えられ，追加の検討が必要である。

文献

[1] Adams, G. S., Converse, B. A., Hales, A. H., & Klotz, L. E. (2021). People systematically overlook subtractive changes. Nature, 592(7853), 258-261.

[2]. 平田瑞貴・三輪和久 (2022) 加算的解決が減算的解決よりも選好される原因の実験的検討，『日本認知科学会第 39 回大会発表論文集』, 198-200.

会話中に発話が計画されるタイミングの検討：年齢群間比較

澤田知恭[1]，原田悦子[2]
Tomoyasu Sawada[1], Etsuko T. Harada[2]
[1]筑波大学大学院，[2]筑波大学人間系
[1] Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba,
[2]Faculty of Human Sciences, University of Tsukuba
[1]sawadatomoyasu@gmail.com

概要

話者交替の際，次話者が自らの発話を計画するタイミングについて，話し出す直前であるとする後期仮説と，現話者が話している途中であっても，計画するために十分な情報が手に入った時点で計画し始めるとする早期仮説の二つが提案されている。早期仮説では，次話者にとって現話者の発話の聴取理解と，自らの発話計画による二重課題状況が頻繁に発生する。現在では早期仮説を支持する知見が蓄積されつつあるものの，それらの先行研究では若年成人を対象に，特定の言語構造に依存した操作を用いて仮説が検討されている。本研究では，若年成人と高齢者を対象に，発話に含まれる情報の十分性を実験的に操作することで，次話者が自らの発話を計画するタイミングについて検討した。
キーワード：話者交替，高齢者，瞳孔径測定

1. 問題と目的

会話では，話し手と聞き手が入れ替わる話者交替が行われる（Sacks et al., 1974[1]）。話者交替時の発話の間隔は，日本語を含む多くの言語で平均して 0〜200ms 程度（Stivers et al., 2009[2]）と非常に短い。しかし，その一方で人間は単純な文の生成であっても 1500 ms 程度かかることが報告されており，実際の話者交替の間隔と矛盾が生じている（Holler et al., 2016[3]）。この矛盾を解消するためには，会話中，次話者は現話者の発話を聞きながら，自分の発話内容を計画する必要がある（Levinson & Torreira, 2015[4]）。この発話計画が行われるタイミングについて，Sjerps & Meyer（2015）[5]は話し出す直前であると主張している（後期仮説）のに対し，Levinson & Torreira（2015）[4]は，さらにその前，発話を計画するために十分な情報が得られた時点で計画がなされると主張している（早期仮説）。現在では早期仮説を支持する知見（Barthel & Sauppe, 2019[6]; Barthel et al., 2016[7]）が蓄積されてきているものの，それらの先行研究は欧米言語を対象に，言語特異的な文法構造を操作した課題を用いて仮説が検証されている。そこで本研究では，言語構造に依らずに，発話を計画するために必要な情報の十分性を実験的に操作することで，日本語会話中において次話者が発話を計画するタイミングについて検討する。

また，本研究では，認知的加齢が会話中の発話計画のタイミングに与える影響についても検討する。特に早期仮説の下では，次話者は十分な情報が手[に入れば，現話者の発話の途中でも自らの発話を計画するため，聴取理解と発話計画による二重課題状況が高頻度で発生すると考えられる。会話中の聴取理解と発話計画による二重課題は，それを遂行する主体にとってより多くの注意を要求し（Boiteau et al., 2014[8]; Sjerps & Meyer, 2015[5]），処理負荷を高める（Barthel & Sauppe, 2019[6]）。これまで，このような二重課題を伴う早期仮説は，大学生を対象とした先行研究によって支持されてきた。一方で，一般的に高齢者は二重課題が困難である（Kramer & Madden, 2008[9]）と同時に，認知資源の節約に積極的である（Hess，2014[10]）。そのため，高齢者は十分な情報が手に入っても，二重課題状況を避けるため，発話の直前までその内容を計画せず，後期仮説が支持される可能性がある。

これらより，本研究では，瞳孔径変化量（Barthel & Sauppe, 2019[6]）を処理負荷の指標として，十分な情報が得られた時点で発話が計画されるか，十分な情報が得られなかった場合との処理負荷の差から検討し，年齢群間で比較する。

実験には，参加者が同性のサクラとペアを組んで参加する。課題では，画像がサクラには 3 枚，参加者には 3 枚または 4 枚呈示されること，参加者はサクラと話しあい，「自分には呈示されているが，サクラに呈示されていないターゲット画像」を特定し，サクラに伝えることが求められた。課題では，サクラが先に自分に呈示された画像を命名し（「私に表示されている画像は，ネクタイ，ウサギ，レモンです」），それを聞いた参加者には，サクラが命名しなかった画像を伝える（「こちらにはロウソクが表示されています」）ことが

求められた。情報十分性は参加者に呈示される画像の枚数によって操作された。3 枚の画像が呈示される情報十分条件では，参加者はサクラが画像を 2 枚目まで命名した時点で，ターゲット画像を判断することができる。これに対し，4 枚の画像が呈示される情報不十分条件では，参加者はサクラが 3 枚の画像を全て命名するまで，ターゲット画像を判断できない。早期仮説に従うと，情報十分条件では，参加者はサクラによる命名が 2 枚目まで完了した後，3 枚目の命名を聞きながら自らの発話を計画し，聴取理解と発話計画による二重課題状況が発生する。一方，情報不十分条件では，3 枚目が命名されるまで発話を計画できないため，3 枚目が命名されている間に二重課題状況は発生しない。そのため，早期仮説の下では，情報十分条件では情報不十分条件と比較して，3 枚目が命名されている間の処理負荷が高くなると考えられる。同様に，後期仮説に従うと，情報十分条件と情報不十分条件のいずれにおいても，3 枚目が命名されている間の二重課題状況は発生しないことから，両条件間で，3 枚目が命名されている間の処理負荷に差はないと考えられる。

以上より，本研究では次の仮説を設定した。次の通りである。サクラによって 3 枚目の画像が命名されている間，少なくとも若年成人では情報不十分条件よりも，情報十分条件において処理負荷が大きくなり，早期仮説が支持される。高齢者では情報十分条件と不十分条件とで処理負荷に差は見られず，後期仮説が支持される可能性がある。

2. 方法

二要因混合計画であり，参加者間要因として年齢群（2 水準：若年成人，高齢者），参加者内要因として情報十分性（2 水準：情報十分，情報不十分）を設定した。

参加者

実験には若年成人（平均年齢 20.07±1.51（標準誤差）才）と高齢者（平均年齢 75.77±4.59 才）が各 30 名ずつ（男女同数）参加した。なお，高齢者は年齢 65 歳以上，Mini-Mental State Examination（Folstein et al., 1975[11]）得点が 27 以上であることを基準に，筑波大学「みんなの使いやすさラボ」データベース登録者から参加者を募集した。

刺激

命名にかかる処理負荷を統制するため，課題で呈示する画像は日本人向け標準画像刺激（Nishimoto et al., 2012[12]）より，時間的制約の下でなされた命名が 95% 以上一致した画像 147 枚を抽出し，さらに同音異義語，同じ命名がなされている画像については，その内一致率が低いもの 1 枚を削除した上で，最終的に 142 枚を用いた。画像は 300×300 ピクセルの大きさで 250 ピクセルの間隔をあけて呈示された。

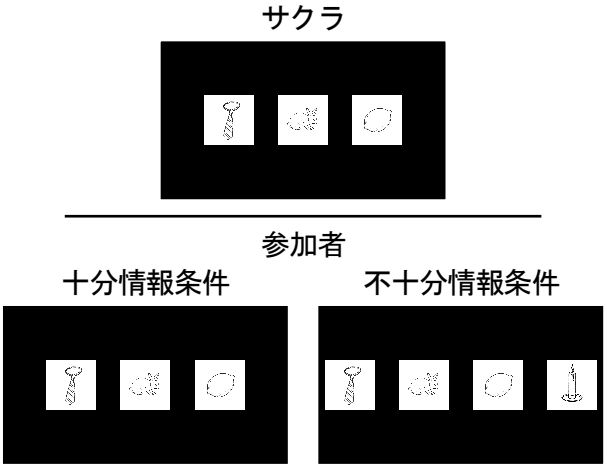


図 1 課題中画面 画像は日本人向け標準画像刺激 Nishimoto et al.（2012）。

また，音声刺激の統制を目的として，サクラが画像を読み上げる音声は全てサクラ本人により事前に録音した上で，会話の中でサクラ自身がキー押しにより再生することで参加者に呈示した。

課題

参加者にはモニターに注視点（1s）が呈示された後，情報十分条件では画像が 3 枚，情報不十分条件では画像が 4 枚呈示された（図 1）。画像が呈示された後，サクラは「始めます」と言い，参加者はそれに返答すること，参加者が返答した後に，サクラは自分に呈示された画像を命名することが教示された。さらに，参加者はサクラによる命名を聴いてから，ターゲット刺激が何かサクラに伝えること，サクラはターゲット画像を確認した後に返事をしてからキー押しにより試行を終了し，その後に呈示された画像からターゲット画像を選択すること，サクラが選択した画像は参加者も確認できることが教示された。ただし，実際にはサクラによる試行開始の合図，命名は録音音声が用いられ，前者は実験プログラムにより自動で再生され，後者はサクラのキー押しにより再生された。参加者は別々の防音室に入り，ヘッドセットを使って通話をしながら課題を行った。

装置と手続き

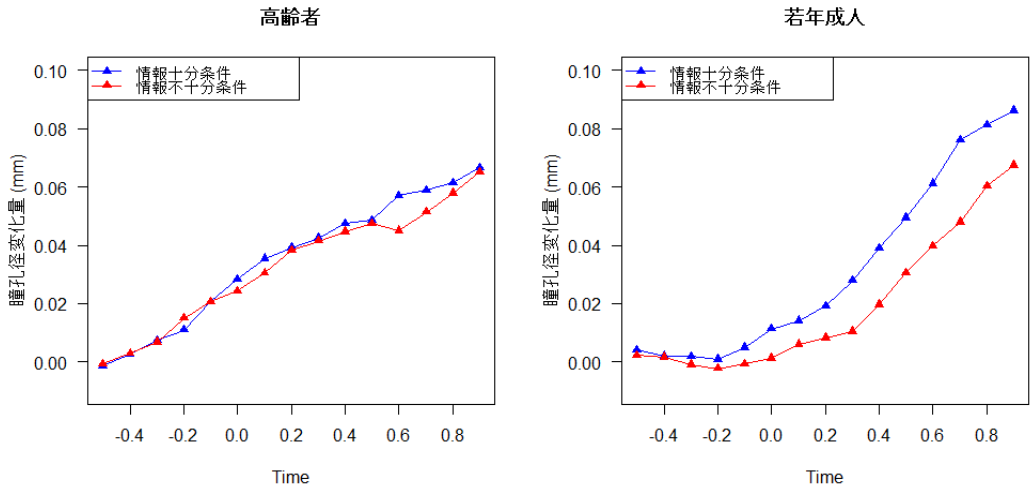


図 2 各時点の瞳孔径変化量 サクラによって 3 枚目の命名が開始された時点を 0s とする。

防音室の中にモニター（1920×1080 ピクセル，27 インチ）が設置され，モニターの下部には Tobii Pro Fusion が取り付けられた。

参加者とサクラは実験に関する説明を受け，同意書に署名後，年齢，性別，相手と知り合いかどうか尋ねる質問紙への回答を求められた。次に，アイスブレイキング課題として，チーム名を相談して決定した後，上記の課題を行った。課題は全 4 ブロック行われ，若年成人参加者では 1 ブロック辺り 38 試行，高齢参加者では 1 ブロック辺り 20 試行行われた。各ブロック開始時に Tobii Pro Fusion のキャリブレーションが行われた。全試行終了後，課題中の会話に関する主観評価と，課題中で録音音声が用いられていたことに気付いたか尋ねる質問紙に回答した。実験に要した時間は約 1 時間であった。

3. 結果

課題終了後の質問紙において，録音音声が使用されていたことに気づいたと回答した参加者 5 名（全て若年成人）のデータを以降の分析から除外した。分析の対象となった若年成人 25 名の平均年齢は，20.16±1.46 才であった。

瞳孔径

図 2 に 3 枚目の画像が命名され始めてから 1 秒間の，参加者の瞳孔径変化量を示した。瞳孔径変化量は，各時点での瞳孔径から，3 枚目の画像が命名され始める前 0.5 秒間の瞳孔径の平均値を引いて求めた。

3 枚目の画像が命名され始めた後 1 秒間の瞳孔径変化量の平均値を従属変数，年齢群，情報十分性とそれらの交互作用を固定効果として，参加者をランダム切片に，情報十分性を参加者毎のランダム傾きに投入した一般化線形混合モデルによる分析を行った。分布は正規分布を指定した。年齢群と情報十分性の交互作用が有意（estimate = -0.02, SE = 0.01, t = -2.34, CI[-0.05, 0.00]）であった。この交互作用は若年成人では情報不十分条件よりも情報十分条件において瞳孔径変化量が大きいこと，高齢者では条件間で瞳孔径変化量に差がないことを示すと考えられる。年齢群（estimate = 0.00, SE = 0.01, t = -0.21, CI[-0.02, 0.01]）と情報十分性（estimate = 0.01, SE = 0.01, t = 1.48, CI[0.00, 0.02]）の主効果は有意でなかった。

加えて，3 枚目の画像が命名され始めた後 1 秒間の瞳孔径変化量の最大値を従属変数として，平均値と同様の分析を行った。その結果，年齢群（estimate = -0.04, SE = 0.01, t = -3.16, CI[-0.07, -0.02]），情報十分性の主効果（estimate = 0.01, SE = 0.01, t = 2.09, CI[0.00, 0.03]）が有意であり，若年成人は高齢者よりも，また，情報十分条件は情報不十分条件よりも瞳孔径変化量の最大値が高かった。また，年齢群と情報十分性の交互作用（estimate = -0.04, SE = 0.01, t = -3.08, CI[-0.07, -0.01]）が有意であった。この交互作用は若年成人では情報不十分条件よりも情報十分条件において瞳孔径変化量の最大値が大きいこと，高齢者では瞳孔径変化量の最大値に条件間差がないことを示すと考えられる。

視線位置

若年成人と高齢者のそれぞれについて，3 枚目の画像が命名され始めてから 1 秒間の視線位置を表すヒートマップを作成した（図 3）。図 3 より，情報十分条件では，若年成人と高齢者の両方において，サクラによって 3 枚目が命名されている間，ターゲット画像に視

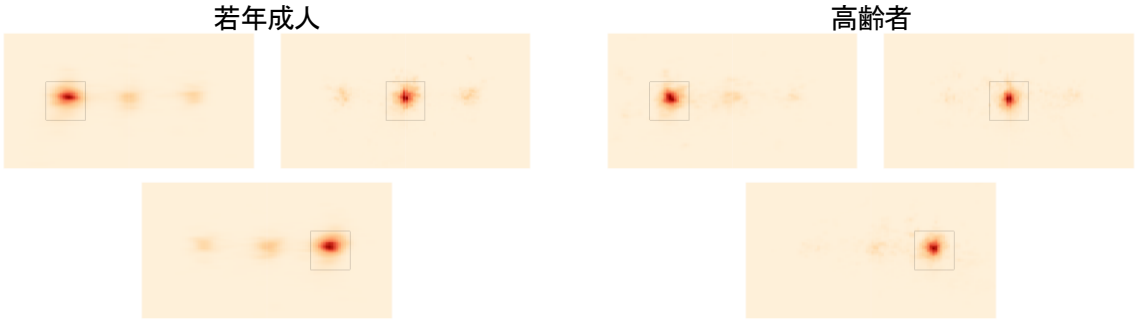


図 3 視線位置のヒートマップ 3 枚目の画像が命名され始めてから 1 秒間の視線位置を表すヒートマップを，各年齢群について左上より，ターゲット画像が画面左，画面中央，画面右に呈示された場合に分けて示した。ヒートマップ中の四角は，ターゲット画像が呈示されていた位置を示す。

線が向いていることが示された。

4. 考察

若年成人ではサクラによって 3 枚目の画像が命名されている間の処理負荷が，情報不十分条件と比較して情報十分条件で高いことが明らかになり，早期仮説が支持された。これは先行研究を支持する結果であり，日本語会話においても若年成人は，自らの発話を計画するために十分な情報が手に入れば，相手の発話の途中であっても自らの発話を計画し始めると考えられる

一方で，高齢者では 3 枚目の画像が命名されている間の処理負荷について，条件間で差がないことが明らかになった。これは後期仮説を支持する結果であり，高齢者は，自らの発話を計画するために十分な情報が手に入っても，自らの発話を計画し始めないと考えられる。これは，聴取理解と発話計画の二重課題状況を避け，認知資源を節約するための選択と考えられる。ただし，3 枚目が命名されている間，両年齢で視線はターゲット画像に向いていることから，高齢者においても，ターゲット画像の認識自体は行われており，発話の間を短くすることに寄与していると考えられる。

本研究では，若年成人と高齢者とで，会話中に発生する二重課題状況への対応が異なる可能性が示された。ただし，本研究における会話は単純かつ，課題指向的なものであったため，今後はより複雑な会話においても，同様の対応の違いが見られるか確かめる必要がある。複雑な会話中では，本研究ではあまり見られなかったが，発話計画にかかる負荷が低いフィラー（Knudsen et al., 2020）の出現等に注目する必要があると考えられる。

5. 参考文献

[1] Sacks, H., Schegloff, E. A., & Jefferson, G. (1974). A simplest systematics for the organization of turn taking for conversation. *Language*, *50*, 696-735.
[2] Stivers, T., Enfield, N. J., Brown, P., Englert, C., Hayashi, M., Heinemann, T., ... & Levinson, S. C. (2009). Universals and cultural variation in turn-taking in conversation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(26), 10587-10592.
[3] Holler, J., Kendrick, K, H., Casillas, M., Levinson, S. C., eds. (2016). *Turn-Taking in Human Communicative Interaction. Lausanne*: Frontiers Media.
[4] Levinson, S. C., & Torreira, F. (2015). Timing in turn-taking and its implications for processing models of language. *Frontiers in psychology*, *6*, 731.
[5] Sjerps, M. J., & Meyer, A. S. (2015). Variation in dual-task performance reveals late initiation of speech planning in turn-taking. *Cognition*, *136*, 304-324.
[6] Barthel, M., & Sauppe, S. (2019). Speech planning at turn transitions in dialog is associated with increased processing load. *Cognitive Science*, *43*(7), e12768.
[7] Barthel, M., Meyer, A. S., & Levinson, S. C. (2017). Next speakers plan their turn early and speak after turn-final “go-signals”. *Frontiers in psychology*, *8*, 393.
[8] Boiteau, T. W., Malone, P. S., Peters, S. A., & Almor, A. (2014). Interference between conversation and a concurrent visuomotor task. *Journal of experimental psychology: General*, *143*(1), 295.
[9] Kramer, A. F., & Madden, D. J. (2008). Attention. In G. Craik & T. Salthouse (Eds.), *The handbook of aging and cognition* (3rd ed., 189–249). New York: Psychology Press.
[10] Hess, T. M. (2014). Selective engagement of cognitive resources: Motivational influences on older adults’ cognitive functioning. *Perspectives on Psychological Science*, *9*(4), 388-407.
[11] Folstein, M. F., Folstein, E., & McHugh, P. R. (1975). “Mini mental state” A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatrich Research*, *12*, 189-198.
[12] Nishimoto, T., Ueda, T., Miyawaki, K., Une, Y., & Takahashi, M. (2012). The role of imagery-related properties in picture naming: A newly standardized set of 360 pictures for Japanese. *Behavior research methods*, *44*, 934-945.
[13] Knudsen, B., Creemers, A., & Meyer, A. S. (2020). Forgotten little words: How backchannels and particles may facilitate speech planning in conversation?. *Frontiers in psychology*, *11*, 593671.

感情語の類似性と連想性の解析による感情モデルの構造の検討
Investigating the structure of an emotion model by analysis of similarity and associativity between emotion words

岩城 史享†，高橋 達二†
Fumitaka Iwaki, Tatsuji Takahashi
† 東京電機大学
Tokyo Denki University
23rmd06@ms.dendai.ac.jp

概要

本研究の目的は Plutchik の感情の輪という感情モデルの妥当性を検討することである．実験により感情語順序対の類似性，連想性のデータを収集し，それぞれネットワークを作成した．まず，類似性に比べ連想性の方がより大域的であることを示した．そして，作成したネットワークの構造と元々の感情の輪を比較し，大部分の構造は等しいが,「恐れ」と「驚き」の位置関係が異なるという結果を得た．

キーワード：ネットワーク, 連想, 感情

1. はじめに

ネットワークは連想関係や類似関係などの関係の構造を表すのに有用な表現である．Inohara らは，日本語の単語同士の類似性と関連性について調査し，日本語のデータセットを作成した．さらに，類似性と関連性の間には高い相関があること，また一方類似性より関連性の方が重みの高い辺が多いという質的な違いも示した [1].

自然言語処理では，しばしば感情を変数として扱いテキストの感情分析を試みることがある．その過程で感情をラベルとして扱う際，Plutchik が提案した感情の輪という感情モデルが利用されることがある [2]．例えば Kumar & Vardhan は，感情の輪を元にテキストの感情分析を行った [3]．しかし，感情の輪の構造の妥当性自体はあまり検討されていない．

そこで，実験により感情語のネットワークを作成し解析することで，感情の輪の構造的妥当性の検討ができないかと考えた．以前行った研究では，感情語の類似性ネットワークを作成し感情の輪と比較した [4]．その結果，大部分では似た構造が確認できたが，恐れと驚きの部分に異なる局所的構造が見られた．この結果を受け，感情の輪の円環構造の相反する性質の検出には類似性だけでは不十分であり，Inohara らによって性質の差が示唆された連想性による解析が必要だと考えた．本研究では，感情語順序対について類似度と連想度を問う実験をそれぞれ行い，作成した 2 種類の感情語ネットワークと Plutchik の感情の輪の構造を比較した．

感情語ネットワークの解析にあたっては，遍在的かつ階層的なコミュニティ抽出が可能なマルコフ連鎖モジュール分解 (Modular Decomposition of Markov Chain: MDMC) という手法により分析した [5]．MDMC は，各ノードは全てのコミュニティに確率的に帰属しているとする抽出が可能であり，逆にコミュニティごとのノードの確率分布も得られる．さらに，階層的なコミュニティ抽出については，解像度のパラメータ α が存在し，コミュニティの大きさや数を調整することが可能である．

本研究では，まず感情語間の連関の評価における類似性と連想性の質的な差を，局所性，大域性という性質を考えることで示す．そして，類似度と連想度の感情語ネットワークに MDMC を適用しコミュニティ抽出を行う．以上の手続きから導かれる類似性，連想性の感情語ネットワークの構造と感情の輪の構造を比較する．これにより 2 つの性質の異なる実験結果から，感情の輪の構造的妥当性を検討する．

2. 感情の輪

感情の輪は Robert Plutchik が提案した感情モデルである [2]．8 つの基本感情が円環状に並んでおり，内側に強派生感情，外側に弱派生感情が配置されている．また，2 つの基本感情の間にはそれらが混ざった応用感情が位置している．隣り合う感情同士は類似しており，向かい合う感情同士は対立しているとされる．図 1 は，Plutchik の感情の輪を日本語に訳したものである．Plutchik は隣り合っていない 2 つの基本感情からなる応用感情も 16 個提示している．それらを含め

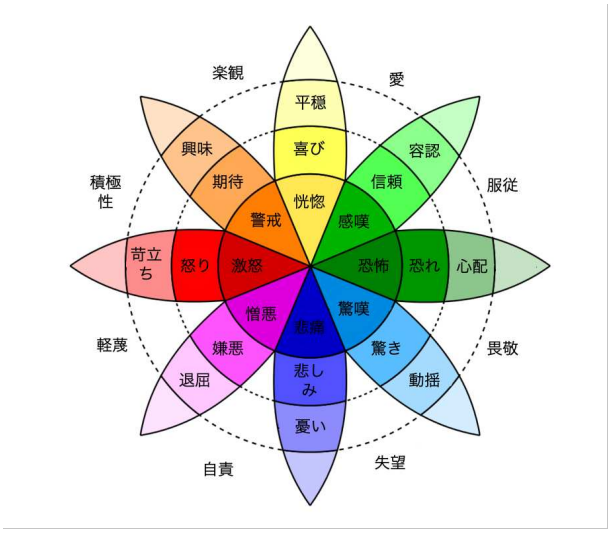


図 1　Plutchik の感情の輪

た全 48 個の感情を表す単語を適当な日本語に翻訳し，表 1 にまとめた．

表 1　Plutchik が提示した 48 個の感情語

基本感情	喜び 信頼 恐れ 驚き 悲しみ 嫌悪 怒り 期待
強派生感情	恍惚 感嘆 恐怖 驚嘆 悲痛 憎悪 激怒 警戒
弱派生感情	平穏 容認 心配 動揺 憂い 退屈 苛立ち 興味
応用感情	楽観 希望 不安 愛 罪悪感 歓喜 服従 好奇心 感傷 畏敬 絶望 恥 失望 不審 憤慨 自責 嫉妬 悲観 軽蔑 冷笑 陰鬱 積極性 誇り 優位

3.　実験

本実験は，日本語の単語の間の類似性と関連性を調査した [1] と色の類似度を調査した [6] を参考に行った．本実験では感情語順序対の類似度と連想度を問う実験をそれぞれ独立に行い，得られたデータをもとにネットワークを作成した．

3.1　実験手順

実験は Web 上で実施した．Web アンケートページの制作には Python の Web アプリケーションフレームワークである Flask を用いた．サーバーは，Amazon Web Services の EC2 を使用した．また，実験の実施は CrowdWorks (https://crowdworks.jp/) というクラウドソーシングサイトで行い，実験参加者を募集した．また，類似性と連想性の実験は独立に行った．

実験に使用した単語は, 表 1 に示されている 48 単語であり，これら全ての順序対について類似度または連想度を問う質問をした．類似性の実験では，ある 2 つの感情語 A, B について「A と B は似ていると思いますか？」という質問が提示され,「0: 全く似ていない」〜「7: とても似ている」の 8 件法でドラッグして数値を選択し回答してもらった．連想性の実験では,「A から B を連想しますか？」という質問が提示され，同様に「0: 全く連想しない」〜「7: 強く連想する」から回答してもらった．また，質の悪いデータを削除するため，catch trial と double-pass という 2 つのフィルタリングの仕組みを施した．catch trial では，途中に「n という値を選択してください」という質問を 2 回出題し，片方でも指示通りの値が入力されていないデータは削除した．double-pass では，最後に今まで回答した質問の中からランダムに再度 20 問出題し，その 20 ペアに関する回答の相関係数が 0.4 未満のデータを削除した．

本実験の参加者はぞれぞれ 20 代から 70 代の 240 名ずつだった．その中で，類似性の実験では 220 名（年齢:$M = 42$, $SD = 9.9$, 性別: 男性 120 名，女性 97 名，その他 3 名)，連想性の実験では 214 名（年齢:$M = 42$, $SD = 10.1$, 性別: 男性 116 名，女性 95 名，その他 3 名）のデータを使用した．

3.2　ネットワークの作成

実験に使用した 48 個の感情語をノードとし，得られた類似度，連想度の評価値の回答者の平均値を 2,256 個のエッジの重みとしたネットワークをそれぞれ作成した．

4.　結果

4.1　類似性と連想性の性質の差異

類似性と連想性の性質の差を考察するため，辺の重みの分布を比較した．結果を図 2 に示す．類似性は重みの小さい辺が多く，連想性は大きい辺が多いことがわかる．2 つの分布の差をカイ二乗検定で検定したところ，有意水準 5%で優位差が認められた ($p = 5.39 \times 10^{-97}$) .

さらに，感情の輪で同じ花弁（色分けされている楕円形）にある単語同士の結びつきの強さを局所性，ある花弁とその花弁と向かい合った花弁の間の結びつきの強さを大域性と定義し，類似性と連想性の間で比

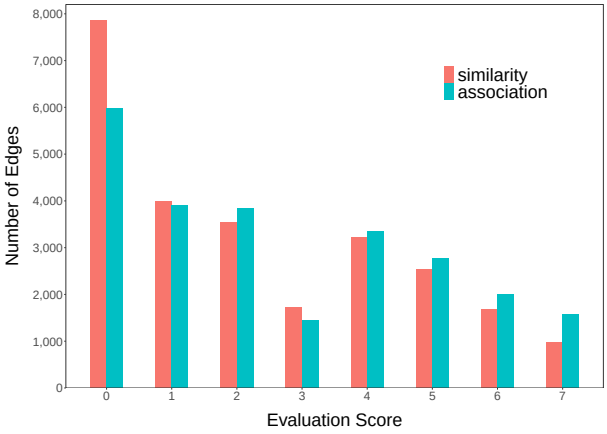


図 2　辺の重みの分布

較した．局所性と大域性は以下のように定式化した．L_{w_1,w_2} を単語 w_1 から単語 w_2 へのリンクの重み，W_k を花弁 k の中の単語の集合 $(k = 1 \sim 8)$，$\overline{W}_k$ を花弁 k と向かい合った花弁の中の単語の集合とした．さらに，単語ペアの集合 S_k と $\overline{S}_k$ を以下のように定めた．

$$S_k = \{(w_1, w_2) | w_1, w_2 \in W_k, w_1 \neq w_2\}$$
$$\overline{S}_k = \{(w_1, w_2) | w_1 \in W_k, w_2 \in \overline{W}_k\}$$

また，とりうる最大の重み $E_{max} = 7$，花弁数 $K = 8$ である．以上を用いて局所性 (locality) と大域性 (globality) を以下のように表した．

$$\text{locality} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^{K} \frac{1}{|S_k|} \sum_{w_1,w_2 \in S_k} \frac{L_{w_1,w_2} + L_{w_2,w_1}}{2E_{max}}$$
$$\text{globality} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^{K} \frac{1}{|\overline{S}_k|} \sum_{w_1,w_2 \in \overline{S}_k} \frac{L_{w_1,w_2} + L_{w_2,w_1}}{2E_{max}}$$

上式は，それぞれ単語ペア $S_k, \overline{S_k}$ の全ての辺の重みが E_{max} であるとき 1 をとる．locality は同じ花弁内の単語ペアの辺の重みについて，globality は向かい合う花弁同士の間の単語ペアの辺の重みについて，どれくらい E_{max} に近い値を取っているかの指標である．上式によって，類似性と連想性の局所性，大域性を計算した結果を以下に示す．表 2 より，局所性の値

表 2　局所性と大域性の値

	局所性	大域性
類似性	0.61	0.42
連想性	0.62	0.51

は同程度だが，大域性の値には差が見られ，連想性の方が高かった．局所性と大域性について有意水準 5% で t 検定を行ったところ，局所性では有意差が認められず $(p = 0.64)$，大域性では有意差が認められた $(p = 4.76 \times 10^{-10})$．これにより，類似性と連想性に質的な違いがあることが確認できる．

4.2　コミュニティ抽出の結果

作成したネットワークに対し，コミュニティ抽出による解析を行った．MDMC は事前にコミュニティの総数 K を決めておく必要があるため，今回は $K = 10$ とし，コミュニティ番号を 1〜10 とした．MDMC は解像度というパラメータを持っており，このパラメータが小さいときネットワークはより多くの，より小さなコミュニティに分解され，パラメータが大きくなるにつれてコミュニティ同士が結合し，より大きいコミュニティが形成される．解像度のパラメータ $\alpha = .001$ とした時のコミュニティの様子を図 3, 4 に示す．図 3,

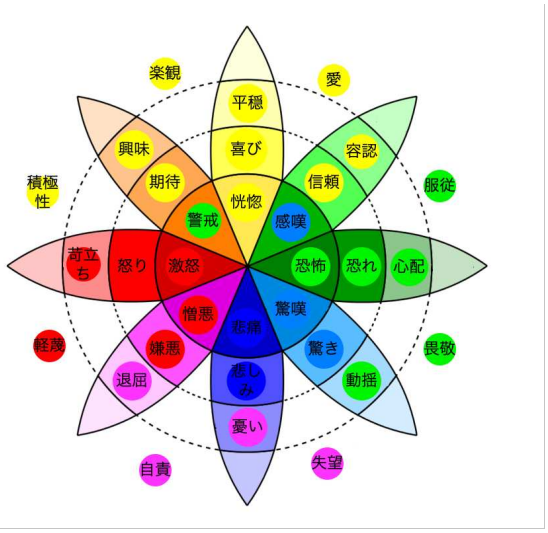


図 3　類似度ネットワークのコミュニティ $(\alpha = .001)$

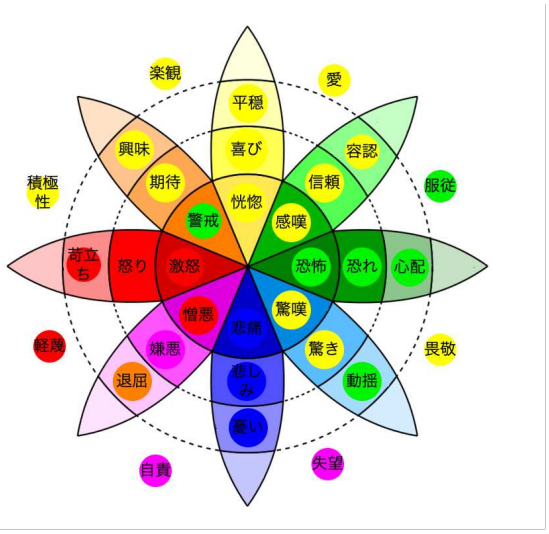


図 4　連想度ネットワークのコミュニティ $(\alpha = .001)$

4 では，周囲が同じ色で彩色されている単語同士が同じコミュニティに帰属している．彩色については，コミュニティ内の単語を感情の輪と比較し，共通する単語が多く含まれる花弁の色を付けた．両ネットワークとも 6 つのコミュニティに分かれた．

4.3 複数の解像度でのコミュニティ抽出

複数の解像度 α でコミュニティ抽出を行った．．類似性ネットワークは $\alpha = .142$，連想性ネットワークは $\alpha = .120$ のときに大きく 2 つのコミュニティに分解され，その様子，即ち全体の分解の結果は完全に同一であった．その結果を感情の輪の上にプロットした様子を図 5 に示す．大部分が同じコミュニティ同士で固

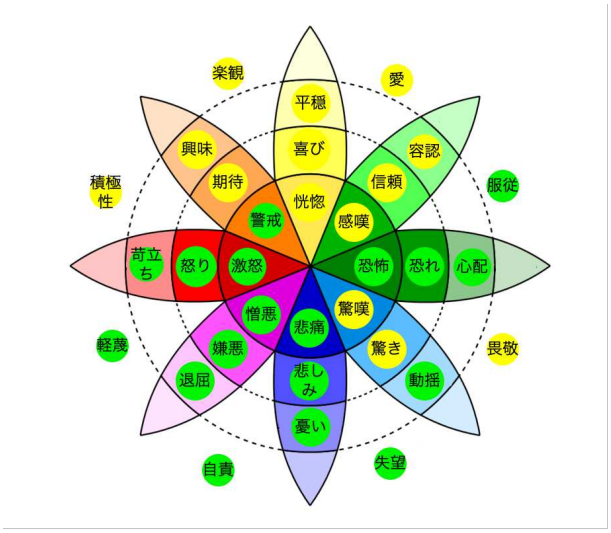


図 5　2 つのコミュニティに分解された様子

まっている様子が確認できる．

5. 考察

結果 4.1 より，類似性と連想性の質的な違いが確認できる．感情の輪で近い単語同士の重みの大きさを表す局所性は類似性と連想性で同程度だったが，対立する単語同士の重みの大きさを表す大域性は連想性の方が高かった．以上の結果から，与えられた 2 単語の類似性はその 2 単語のみに注目して評価される局所的な傾向があり，連想性はその 2 単語とそれに関連する単語にも注目して共通点を評価する大域的な傾向があると考えた．また，両者の間に質的な違いが想定され，この点は今後の分析を行う．

結果 4.2 より，感情の輪と作成したネットワークの構造を比較した．図 3, 4 にて，感情の輪の花弁の色と単語の周囲の色が同じ単語は，感情の輪と感情語ネットワークで構造的な位置が一致していると考えた．期待，喜び，信頼は結びつきが強いため分かれなかったと解釈し，花弁内の 24 単語について比較すると，両ネットワークとも 18 単語の位置が感情の輪と一致していると考えられることから，どちらのネットワークも大部分の構造は感情の輪と等しいと考えた．また，類似性と連想性を比較したところ，最大コミュニティである喜びのコミュニティのサイズ（ノード数）が連想性の方が大きくなっていることが分かる．これは結果 5.1 から述べた大域性の違いによるものだと考えた．

結果 4.3 より，コミュニティが 2 つに分かれたとき，類似性と連想性の結果は一致し，恐れが悲しみと，驚きが喜びと同じコミュニティに属していることから，恐れと驚きの位置関係が異なるのではないかと考えた．これは先行研究で行った類似性の結果と同じであり，再現性が担保されるとともに連想性からも同様の結果が得られたことで，この主張がより補強されたと考える．また，期待と警戒，驚きと動揺がそれぞれ異なるコミュニティに帰属しており，この強弱派生関係の構造も妥当性が無いのではないかと考えた．

6. おわりに

本研究では，実験により得られたデータから感情語の類似性，連想性ネットワークをそれぞれ作成し，その構造を感情の輪と比較することで，感情の輪の妥当性を検討した．まず，類似性と連想性の性質に大域性において差があることを示し，質的な部分に違いがあることを主張した．妥当性検討の結果として，大部分では同様の構造が見られたが，恐れと驚きの位置関係が異なるという結果が得られた．

文献

[1] Inohara & Utsumi (2022) “JWSAN: Japanese word similarity ans association norm.”, Language Resource and Evaluation, Vol.56, No.1, pp.109-137.
[2] Plutchik (2001) “The Nature of Emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice.”, American Scientist, No.4, pp.344-350.
[3] Kumar & Vardhan (2022) “PWEBSA: Twitter Sentiment Analysis by Combining Plutchik Wheel of Emotion and Word Embedding.”, International Journal of Information Technology, Vol.14, No.1, pp.69-77.
[4] 岩城, 横須賀 & 高橋, (2023) “感情語類似度ネットワークの偏在的コミュニティ抽出による解析” 人工知能学会.
[5] Okamoto & Qiu (2022) “Detecting hierarchical organization of pervasive communities by modular decomposition of Markov chain.”, Scientific Reports, Vol.12, No.1, pp.20211.
[6] Kawakita et al (2023) “Is my “red” your “red”?: Unsupervised alignment of qualia structures via optimal transport.”, PsyArXiv, doi:10.31234/osf.io/h3pqm.

現実自己の個人属性が作成するアバタの印象に与える影響

笠原 千聖†，阪田 真己子†
Chisato Kasahara, Mamiko Sakata
†同志社大学大学院　文化情報学研究科
Graduate School of Culture and Information Science, Doshisha University
ctmj0008@mail4.doshisha.ac.jp　msakata@mail.doshisha.ac.jp

概要

我が国が目指すべき未来社会の姿として Society5.0 が提唱され[1]，今後，アバタを用いたインタラクションが日常として根付くことが予測される．

本研究では，他者が自分に対して抱く印象を操作する自己呈示（Self-presentation）に着目し，各人が現実の身体の制約から解放可能なアバタを用いて，どのような意図で印象を調整するのかを明らかにすると共に，印象操作の意図が他者に伝達するのかについて検討することを目的とした．

キーワード：自己呈示，アバタ，印象操作意図

1. はじめに

人は状況や場面に応じて他者に呈示したい自己イメージを調整する．このように，他者の存在を意識し，印象を操作することを自己呈示（Self-presentation）という[2]．これまで，自己呈示の手段は被服や化粧などが用いられてきた．本研究は自己呈示の手段としてのアバタに着目する．

1.1. 現実空間における自己呈示

自己呈示行動は，仕事場や面接の場面などの気を遣う場面だけでなく，両親や親友に対しても行われ，我々の日常生活に当たり前のものとして組み込まれている[3]．例えば，ある場面において人は，相手に肯定的な印象を持たせるために化粧や被服などの装いを自己呈示手段として用い印象を形成する[4] [5]．仮に肯定的な印象を与えたいという意図が他者に伝わった場合，呈示者に肯定的に接してもらうことができればそこでの相互作用や目標の達成はスムーズに行われる．このように自己呈示は，呈示した印象がその後の人間関係の形成に影響を及ぼすという意味で重要な社会行動であるといえる[6]．

自己呈示の方略は，場面や相手によってだけでなく，呈示者の性別や欲求によって異なることも確かめられている．例えば，性別によって呈示したい自己イメージが異なることが知られている．また，他者から肯定的な評価を獲得しようとする賞賛獲得欲求は「おしゃれ」「ゆかい」などの外交的なイメージと関連する一方で，他者からの否定的な評価を回避したいという拒否回避欲求は「人の良い」「気が弱い」などの内気なイメージと関連があることが確かめられてきた[7]．

このようにこれまでの自己呈示研究では，呈示者の性別や個人属性によって，現実自己（Real Self）が「こうなりたい」と目標にかかげる理想自己（Ideal Self）への接近方略にいかなる影響を与えるかという点に主眼が置かれてきたといえる．

1.2. 解放可能な新たな身体

前述の通り，現実空間において行われる自己呈示は，場面や呈示者の個人属性によって方略が異なることが確かめられてきた．しかし，これまでの自己呈示を考える際の起点となっている現実自己は「現実に存在する唯一の身体」を基盤としているが故に自身の身体に起因するバイアスや制約に縛られていたといえる[8]．

一方で，仮想空間では現実空間における身体の制約を受けずとも，アバタを利用して理想自己を体現可能となった．例えば，男性は実際の体型よりも（男性の理想とされがちな）筋肉質なアバタを作成することが知られている[9]．また，女性においても（女性の理想とされがちな）細い体型のアバタを作成する傾向にあることが知られており，内向的な人ほど自身よりも魅力的なアバタを作成することが確かめられてきた[10]．

また，アバタに求める容姿は個人属性によって異なるだけでなく，オンライン活動の場面においても異なることが知られている．Vasalou & Joinson (2009) では，ブログ，デート，ゲームというオンライン上でのコミュニケーション場面を想定し，アバタを作成してもらう実験を実施した．その結果，ブログの場面ではユーザの外見を反映させる傾向にあるものの，デートの場面では自身よりも魅力的な印象のアバタ，ゲームの場面では知的な印象のアバタを作成するといったように場面に応じて外見を変容させることが確認された．

このように，自在に変容可能なアバタは現実の身体の制約から縛られることなく理想自己の実現の手段として利用されながらも，現実空間同様に場面に応じて臨機応変に容姿を調整することが示されてきた．

さらに，現実空間で日常的に行う印象操作をアバタ

の外見にも持ち込もうとするのか，アバタによってどのような印象操作を行うのかについて確かめられている．例えば，男性は女性よりも男らしい（威圧的な，体力のある）印象を現実自己同様にアバタでも体現することが示されている[12]．また，賞賛獲得欲求の高い人ほど活動的なアバタを作成し，拒否回避欲求が高い人ほど威圧的でないアバタを作成する方略がとられることが確かめられた[13]．

これらより，現実空間での印象操作方略をアバタに投影させながらも，個人属性によってアバタの作成方略が異なることから，アバタを通じて制約に縛られない自己呈示を行うことが可能であり，実際にユーザはその可能性をすでに享受しつつあることを示唆しているといえる．

2. 研究目的

前述の通り，現実空間における自己呈示研究では，個人属性によって呈示する印象が異なることが確かめられ，仮想空間においては，理想の姿を実現しつつも，現実空間同様に印象を操作することが知られてきた．しかしながら，各人が用いるアバタの作成方略は個人属性によって異なることが確かめられているものの，どのような印象を呈示することを意図してアバタの外見を調整するのか，またその意図した印象（印象操作意図）が他者に伝達されるかについてはこれまであまり言及されてこなかった．そこで本研究では，アバタ作成者の個人属性によって印象操作意図が異なるのか，また，その印象操作意図が他者に伝達されるのかについて明らかにすることを目的とする．

3. 実験

本研究の実験は，Zoom 上で実施し参加者に自身の分身となるアバタを作成してもらう実験を実施した．実験参加者は 20 名（男性 10 名，女性 10 名，平均年齢 21.05 歳，*SD* = 0.92）であった．

実験ではアバタ作成ツール「VRoid Studio」†を使用した．VRoid Studio は 3D のキャラクタを作成可能なソフトウェアである．顔，髪型，体型，衣装，アクセサリーなどを詳細にカスタマイズでき，他のツールに比べ操作が簡単かつ自由度の高いアバタを作成可能なツールであるため用いた．

アバタ作成後，作成したアバタについて作成者自身による印象操作意図の抽出と第 3 者による印象評価実験を実施した．

3.1. 実験手続き

実験に先立って，実験参加者の性別と承認欲求（賞賛獲得欲求・拒否回避欲求尺度[14]）への回答を求めた．

図 1 作成されたアバタの一例

実験者が VRoid Studio の基本操作（顔，髪型，体型，服装，アクセサリーのカスタマイズ方法）について説明を行った後，「初対面の人とコミュニケーションをとるときに使用するアバタを作成してください」との教示を行い，30 分間でアバタを作成してもらった．アバタ作成後，作成したアバタのスクリーンショットを撮影してもらった（図 1）．また，参加者が作成したアバタがどのような印象であるか（一般的自己呈示イメージ尺度[15]）について回答を求めた．一般的自己呈示イメージ尺度は，「運動能力」「楽しさ」「外見的魅力」「癒し」「知的能力」「精神的強さ」「威圧的」「配慮」「助けたい」の 9 つの因子で構成されており，他者に印象付けたいイメージを定量的に計測可能な尺度であるため用いた．

3.2. 第三者によるアバタの印象評価

作成されたアバタが他者からどのような印象を受けるかを確かめるために，実験で得られた 20 体のアバタに対して後日，第3者による印象評価実験を実施した．評価者は大学生 231 名（男性 98 名，女性 133 名，平均年齢 22.12 歳，*SD* = 1.39）であった．Microsoft Forms を使用し，各 Forms ごとに実験で撮影した 5 体のアバタのスクリーンショットを掲載した．1 人につき 5 体のアバタの印象を評価してもらうために，参加者を 4 つの Forms のいずれかにランダムに振り分け，印象評価を行ってもらった（一般的自己呈示イメージ尺度）．

4. 結果

自ら作成したアバタに対する印象から得られた31項目の自己呈示イメージ得点に対して，小林・谷口 (2004) に依拠し，各因子を構成する項目の素点を加算し，項目数で除したものを印象操作意図得点とした．また，第3者による印象評価実験（*N* = 231）で得られた 31 項目の自己呈示イメージ得点に対し，各項目ごとに平均値を算出し，アバタ 1 体の印象得点を算出した．それらを用い，先ほどと同様に各因子を構成する項目の素点を加算し，項目数で除したものを印象評価得点とした．

† https://vroid.com/studio（最終閲覧日：2023/07/18）

本研究は，アバタ作成者の個人属性によってアバタを作成する際の印象操作意図が異なるのか，また，印象操作意図が他者に伝達されているのかを定量的に明らかにするものである．そこで，作成者の性別によって印象操作意図が異なるのか，また，印象操作意図が他者に伝達されるかを確かめるために各因子の印象得点を従属変数，印象操作意図か印象評価かの違い（印象操作意図／印象評価：参加者内要因）と作成者の性別（男性／女性：参加者間要因）を独立変数とした混合計画による2要因分散分析を実施した．以下，有意な結果のみを掲載する．

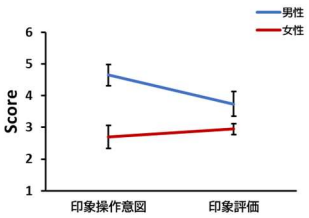
また，作成者の承認欲求の強さとアバタを用いた印象操作の意図に相関があるのか，また，作成者の承認欲求の強さと他者からの印象評価に相関があるのかを確かめるためにPearsonの相関係数を算出した．

4.1. 作成者の性別とアバタの印象

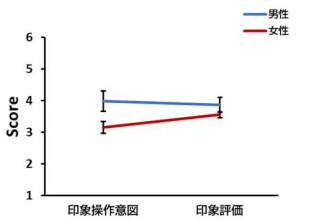
混合計画による2要因分散分析の結果，運動能力，精神的強さ得点で性別の主効果が認められた．順に（$F(1,18)=17.36, p<.01$ $\eta p^2=.49$），（$F(1,18)=10.98, p<.01$, $\eta p^2=.38$）．印象操作意図か印象評価かの違い及び交互作用は認められなかった（図 2, 3）．これらより，男性の方が女性よりも運動能力の高い，精神的に強いという印象操作意図でアバタを作成したと共に（女性はその逆），他者にも同様に印象評価されることがわかった．

また，助けたい，配慮得点で印象操作意図と印象評価の主効果が認められた（図 4, 5）．順に（$F(1,18)=23.11, p<.00$, $\eta p^2=.56$），（$F(1,18)=4.91, p<.04$, $\eta p^2=.21$）．これらより，配慮のできる，助けたくなるといった印象操作意図は他者には評価されないことがわかった．

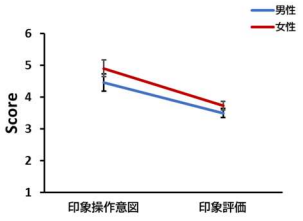
さらに，外見的魅力得点で印象操作意図か印象評価かの違いと性別による交互作用が認められた（$F(1,18)=5.85$, $p<.03$, $\eta p^2=.25$）．単純主効果検定の結果，男性は外見的に魅力的な印象のアバタを作成しようと意図したが，その印象は他者に伝わらない傾向にあり，男性よりも女性が作成したアバタの方が外見的魅力が高いと他者に評価されることがわかった（図 6）．



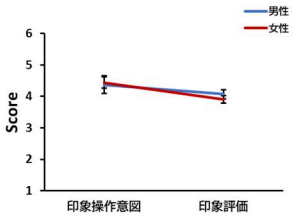
エラーバーは標準誤差
図 2 運動能力得点の平均値



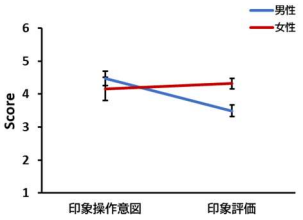
エラーバーは標準誤差
図 3 精神的強さ得点の平均値



エラーバーは標準誤差
図 4 助けたい得点の平均値



エラーバーは標準誤差
図 5 配慮得点の平均値



エラーバーは標準誤差
図 6 外見的魅力得点の平均値

4.2. 作成者の承認欲求とアバタの印象

相関分析の結果，作成者の承認欲求と印象操作意図に関して，賛獲得欲求の高い人ほど，「楽しい」「精神的に強い」といった印象操作意図でアバタを作成する傾向にあることがわかった．また，拒否回避欲求の高い人ほど，「癒し」「配慮のある」「精神的に強そうでない」「威圧的でない」といった印象操作意図でアバタを作成する傾向にあることがわかった（表 1）．

また，作成者の承認欲求と第 3 者によるアバタの印象評価においては，賞賛獲得欲求の強い参加者が作成したアバタほど外見的魅力が低いと評価され，拒否回避欲求の強い参加者が作成したアバタほど外見的魅力が高いと評価される傾向にあることがわかった（表 1）．

表 1 作成者の個人属性とアバタの印象（自己評価）

		アバタの印象								
		運動能力	楽しさ	外見的魅力	癒し	知的能力	精神的強さ	威圧的	配慮	助けたい
意図	賞賛獲得欲求	0.37	0.58 **	0.37	0.05	0.40	0.53 **	-0.03	-0.07	0.37
	拒否回避欲求	-0.18	-0.06	0.16	0.60 **	0.26	-0.34 **	-0.67 **	0.53**	0.18
評価	賞賛獲得欲求	0.13	-0.20	-0.52 **	0.05	-0.04	-0.22	-0.22	-0.10	0.09
	拒否回避欲求	0.06	0.27	0.51 **	-0.12	-0.07	0.25	0.17	0.10	0.18

* $p<.05$, ** $p<.01$

5. 考察

5.1. 個人属性とアバタ作成の印象操作意図

これまでの自己呈示研究では，個人属性によって印象操作の意図が異なることが確かめられてきた[4] [5] [7]．本研究では，実験参加者にアバタを作成してもらい，印象評価を行うことで，どのような意図でアバタを作成したのかを抽出し，それが個人属性とどのような

関係にあるかを検証した.

その結果，男性の方が女性よりも運動能力の高い（「スポーツができる」「体力に自信がある」），精神的に強い（「根気強い」「忍耐強い」）といった印象操作意図でアバタを作成することがわかった．このことは現実空間で求められる「男は男らしくあるべき」といった性別役割意識[16]をアバタにおいても体現しようとしたことを示唆しているといえる.

また，賞賛獲得欲求の高い人ほど，楽しい（「陽気な」「活発な」），精神的に強い（「根気強い」「忍耐強い」）といった印象操作意図でアバタを作成しようとすることがわかった. 一方で，拒否回避欲求の高い人ほど癒し（「ほっとする」「安らげる」），配慮（「気遣いができる」「思いやりのある」），精神的に弱い（「根気強くない」「忍耐強くない」），威圧的でない（「権威的でない」「怖くない」）といった印象操作意図でアバタを作成しようとすることがわかった．このことは，「積極的で自己顕示的なイメージ」が賞賛獲得欲求と関連し，「消極的で善良なイメージ」が拒否回避欲求と関連することが知られているように[7]，アバタにおいて他者に見せたいと意図する印象が，おおむね現実空間同様の傾向であることがわかった.

このことから，現実空間での印象調整方略をアバタの身体にも持ち込み，自身をどのように印象付けたいかという欲求を満たすための手段としてアバタが用いられているといえる.

5.2. 印象操作意図と印象評価

現実空間で日常的に行う印象調整方略をアバタの外見に投影し，個人属性によってアバタの作成方略が異なることが示されてきたことは前述の通りである[12][13]. そこで本研究では，作成するアバタの印象操作意図が他者に伝達するのかについて，アバタの外見を第3者に評価してもらうことで，それが作成者の印象操作意図とどのような関係にあるのかを検証した.

その結果，男性が作成したアバタの方が女性が作成したアバタよりも運動能力の高い（「スポーツができる」「体力に自信がある」），精神的に強い（「根気強い」「忍耐強い」）と評価され，作成者の意図が他者に伝達されることがわかった. このことは，「男らしさ」や「女らしさ」といった性別役割的な側面[16]が外見からの印象として伝わりやすい要素であることが考えられる. また，男性が作成したアバタよりも女性が作成したアバタの方が外見的魅力が高い（「おしゃれ」「容姿のよい」）と評価された. 日本の文化としてアニメやゲームにおける少女キャラクタが一般的で人気を誇っているように[17]，評価者の文化的背景や好みがアバタの印象評価に影響を及ぼすことが考えられる．また，作成者の承認欲求と第3者による印象評価の関係において，9つの因子項目のうち外見的魅力のみ影響がみられたことは，アバタの外見のみを対象として印象評価を実施したことが影響していると考えられる. したがって，アバタの外見によって評価が異なった原因について評価者の性別や好みを考慮し，詳細に確かめる必要があるといえる.

6. まとめと課題

本研究では，アバタ作成者の個人属性によって，アバタを作成する際の印象操作意図が異なり，他者に印象操作意図が伝達する要素が明らかになった. ただし，本研究ではアバタの外見のみに着目し，印象操作意図の伝達を検証したため，作成したアバタを用いて実際にコミュニケーションを行う際に，各人がどのような印象を他者に呈示しようとするのか，また他者によってその印象がどのように評価されるのかといった点については更なる検証が必要である.

参考文献

[1] https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html（最終閲覧日：2023/07/08）
[2] Jones, E. E., & Pittman, T. S. (1982). Toward a general theory of strategic self-presentation. Psychological perspectives on the self, 1(1), pp.231-pp.262.
[3] 福島治. (1996). 身近な対人関係における自己呈示: 望ましい自己イメージの呈示と自尊心及び対人不安の関係. 社会心理学研究, 12(1), pp.20-pp.32.
[4] 天野怜美, & 齊藤勇. (2015). 女子大生の化粧行動と意識の関連性について.
[5] 鈴木理紗, & 神山進. (2003). 被服による自己呈示に関する研究―「被服によって呈示したい自己」 および 「自己呈示に係わる被服行動」―. 繊維製品消費科学, 44(11), pp.652-pp.665.
[6] YAMAGUCHI, K. (2001). 採用面接における志願者の自己呈示と非言語的行動. 経営行動科学, 15(1), pp.57-pp.71.
[7] 菅原健介. (1986). 賞賛されたい欲求と拒否されたくない欲求 公的自意識の強い人に見られる 2 つの欲求について. 心理学研究, 57(3), pp.134-pp.140.
[8] 鳴海拓志. (2019). ゴーストエンジニアリング: 身体変容による認知拡張の活用に向けて. 認知科学, 26(1), pp.14-pp.29.
[9] Cacioli, J. P., & Mussap, A. J. (2014). Avatar body dimensions and men's body image. Body Image, 11(2), pp.146-pp.155.
[10] Dunn, R. A., & Guadagno, R. E. (2012). My avatar and me–Gender and personality predictors of avatar-self discrepancy. Computers in Human Behavior, 28(1), pp.97-pp.106.
[11] Vasalou, A., & Joinson, A. N. (2009). Me, myself and I: The role of interactional context on self-presentation through avatars. Computers in human behavior, 25(2), pp.510-pp.520.
[12] 笠原 千聖, 阪田 真己子. (2023). 自己呈示手段としてのアバター現実自己がいかに投影されるか―, 情報処理学会第 85 回全国大会講演論文集, 5ZF-08, 第 4 分冊, pp.771-pp.772
[13] 笠原 千聖, 阪田 真己子. (2023). 現実自己の個人属性とアバタの作成方略の関連－アバタは現実自己の身体を解放させるか―, ヒューマンインタフェース学会研究会「コミュニケーション支援及び一般(SIG-CE-27)」, pp.279-pp.282
[14] 小島弥生, 太田恵子, & 菅原健介. (2003). 賞賛獲得欲求・拒否回避欲求尺度作成の試み. 性格心理学研究, 11(2), pp.86-pp.98.
[15] 小林知博・谷口淳一 2004 一般的自己呈示尺度作成の試み(1). 日本心理学会第 68 回大会論文集, pp.116.
[16] 高井範子, & 岡野孝治. (2009). ジェンダー意識に関する検討 男性性・女性性を中心にして. 太成学院大学紀要, 11, pp.61-pp.73.
[17] 加藤優貴, 長町和弥, 杉本麻樹, 稲見昌彦, & 北崎充晃. (2021). VRChat における疑似身体接触が好感度とコミュニケーション難易度に及ぼす効果に関する調査研究. 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, 26(1), pp.22-pp.31.

困難な話題への成員カテゴリーを用いた相互行為的対処
Dealing with Difficult Topics Interactionally using Membership Categories

臼田 泰如 †
Yasuyuki Usuda
† 静岡理工科大学
Shizuoka Institute of Science and Technology
usuda.yasuyuki@sist.ac.jp

概要

本研究では，日常会話において，それについて話すことに社会的・認知的負担がある困難な話題に対し，会話参加者はどのように対処しているのかということの一端を明らかにする．本研究では，そのひとつの事例として，家族の感染症の予防ということがらが話題にされている場面を取り上げる．当該事例では，当該の困難さが参与者の成員カテゴリーに関連する形で生じている一方，その困難さへの相互行為的対処も，その成員カテゴリーをさらに利用することでなされている．

キーワード：会話, トピック, 成員カテゴリー

1. 問題の所在

我々は日常生活においてしばしば，話題について知らないわけではないのにうまく応じることのできない「困難な話題」というものに出会う．本発表では，その一事例として，家庭における感染の予防が話題になっている場面を分析し，困難な話題への対処のやりかたの一端を明らかにする．

2. データ

本研究で扱うデータは，国立国語研究所によって構築・公開された『日本語日常会話コーパス (CEJC)』[1] である．CEJC は日常生活における会話の多様性をできるだけ反映し，さまざまな研究に利用可能な形で提供するため，音声および映像と文字起こしテキストを利用可能な形で提供するほか，以下のような特徴を備えるよう設計されている．

- 200 時間分の自然会話データ
- 年齢・性別・属性・会話の種類の均衡性を考慮
- 形態論情報 (品詞，文中の位置，発話時間など) および各種アノテーション

本研究では，当該コーパスに収録された会話のうち，2020 年初頭に収録された，ある歯科クリニックのスタッフミーティングを収めた会話の一部を使用した．

3. 分析

3.1 「感染予防」というトピックの難しさ

以下の断片[1]においては,「ちっちゃいお子さんがいる家庭」において，感染の予防について采配する立場としての見解が話されている．この立場をここでは仮に「養育者」としたい．そしてその見解は，それぞれの参与者がどのような立場でその会話に参与しているのかということと関連して扱われている．このことをデータに沿って見ていきたい．

データ 1 はこの日のスタッフミーティングの中盤において，断片冒頭で B 自身が述べているように,「先生」のコロナウイルスに関する話に続けて，各参加者の家庭での「風邪予防とか，インフルエンザ予防とか (10 行目)」について「どうゆうことに気をつけてるのか (10 行目)」というトピックが導入されたところである．明示的にそのトピックの導入の趣旨を述べている 12 行目は笑い声を含んだ小声で発されており，冗談めかされているように聞こえる．ここでは E のみが笑いによって応じているが，他には明確な反応がなく，A が明示的な指名の要求を二度にわたって行っている (14 行目, 17 行目).

この，トピックの提示から発話の権利ないし義務の割り当てが円滑に進行していないように見えることは，続く部分で，割り当てられた参与者がどのようにその割り当てを実行しているかということにもつながっている．データ 2 はデータ 1 の 22 行目から続く部分である．

B は順番を E に割り当て，E が話し始める．この 3 行目の E の発話は，何らかのあるべき状態からの逸脱

[1]断片の中で，特に分析において言及する行は太字で示した．なお，データ 1 の 1 行目に言及のある「先生」は A のことで，当該クリニックの院長である歯科医師であり，クリニックの従業員である B, C, D, E, F の雇用者にあたる．

データ 1 [会話 ID: W004_010b 0.0 秒–47.369 秒]

1 B さっきの先生のコロナの話:(0.3) じゃないですけど
2 A [うん。
3 B [あの なんか (1.1) 最近のニュースで (0.7)
4 コロナがはやり出してからインフルエンザが日本では激 [減してるとゆうので [:
5 A [これを。((F の食器→棚を指差す))
6 [うん。
(0.6)
7 B やっぱり みんなが手洗い うがいを徹底しているかな なの [かな:みたいなことをやっ[てて:。
8 E [あ すません。((D に使った食器を渡しながら))
9 A [うんうん。
(0.7)
10 B **で ま 今 わたしも風邪引いてるんですけど (0.6) みんな家庭で その (0.2) 風邪予防とかインフルエンザ予防とか (.) ま ちっちゃい お子さんがいる家庭とかでも どうゆうこ [とに気を付けてるのかな:と思って**
11 C [うん。
(0.7)
12 B °¥ちょっと (.) お聞きしたいな:と [思いました¥°。
13 E [uhuhu[(huhu) ((笑いの後咳き込む))
14 A [ちょと 振ってみて。
(0.5)
15 D ん。
16 (3.6) ((B 後ろの棚から飲み物をとって飲む))
17 A [順番に振って。
18 D [(haha (0.2)[huhuhuhu)
19 E [uhuhuhuhu[huhu hhh
20 C [(aha[haha)
21 F [hahaha
22 B huhuhu じゃ E さん huhu[hahahaha [hhh
23 F [hahahahaha
24 E [え

を示す noticing of departure[2] の「え」が前置され，続いて「ま」「基本的なことですけど」「やっぱ」という連続したヘッジ表現 [3] を伴って発されている．これらのマーカーはいずれも，後続する「手洗い うがい」が新奇性や特筆性に欠けることに指向しており，それゆえ当該発話が見解として強くは主張しないという態度をともなったものになっているといえる．

その一方で「養育者」というカテゴリーを付与される形で見解を求められていることにより，ここでの見解表明はアンビバレントなものになっていると考えられる．3 行目において提示された見解は「基本的なこと」として位置づけられ，特別に有用なこととしては示されていない．にもかかわらず,「ちっちゃいお子さんがいる家庭」において責任を持つ立場として，なんらかの効果的な実践の報告が期待されている．その期

データ 2 [会話 ID: W004_010b 45.016 秒–79.509 秒]

1 B huhuhu じゃ E さん huhu[hahahaha [hhh
2 F [hahahahaha
3 E [**え ま (0.2) 基本的なことですけど やっぱ手洗いうがい ( )。**
(0.6)
4 E あと ちょっと疲れたなって思う時は やっぱ寝ますね。
5 C うん [うん。
6 F [う [ーん。
7 E [hhhh
8 E [そんな。
9 B [**ん 子供って [難し:(くない?)。**
10 C [ん。
(0.3)
11 E [**手洗いはす- 絶対するんです [けど** (0.3) **やっぱ 下の子がうがいをしないんですよね=。**
12 C [ん ん。
13 C [うん。
14 C =う [ん 飲む 飲んじゃうよね。
15 B [う [んうん。
16 E [あの 三歳なんですけど。
17 F [うんうんうん。
18 E **いや**
19 C 飲まない [の?。
20 E [**うがいしよう ん [うがいしないって h**
21 C [うん あはは [ー
22 B [んー
23 E [うえーって思う (.) んですけど
24 C [うん
25 E なんか一応 (0.9) 今のところは (0.4) 熱は ( ) 出 [てないですけど。
26 B ん [丈夫になったよね なん [か [ね。
27 C [ん ん。
28 F [う [ん うん。
29 C [ん ん。
30 E [鼻は垂れてますけどね。
31 B うーん。
32 C hhh
33 A うん。

待はほかならぬ 3 行目において,「手洗い うがい」が多くのヘッジを要するものとして提示されていることから読み取ることができる.「手洗い うがい」は「基本的なこと」であり,「感染予防」の実践として理解可能なものである．しかしそれが切り下げを要するものとして提示されているということは，逆説的にそれでは不十分であるという E の理解を反映しているといえる．言い換えれば 3 行目において不十分さへの理解を示していることは，このとき E が「養育者」というカテゴリーに基づくふるまいであると同時に,「養育者」というカテゴリーを参照することにより,「手洗いうがい」を不十分なものとして扱っていると考えることができる [4].

3.2 「養育者」カテゴリーを利用した難しさへの対処

他方，続く 9 行目に対する応答 (11 行目) は相対的に円滑になされている．11 行目は，0.3 秒の間を置いて,「手洗いは絶対するんですけど」という，9 行目の「子供って難しくない?」に対してまず非選好的な内容が示され [5]，その部分を逆接で終え，9 行目に対する選好的な内容が発されている．

さらに，このような複雑な構成をとることによって，11 行目は具体的で厚い内容を盛り込むことになっている．つまり，この発話は E にとって多くのことを語ることのできることがらについてのもので [6]，相応の内容が盛り込まれていると見ることができる．言い換えると，9 行目において B は抽象的な「感染予防」の話から，具体的な各々の子供のふるまいについての話に接線的に移行し [7]，そのことにより E は自らが独占的によく知っていることがらについて詳しく述べることができているといえる．

さらに言うと，一般的な「感染予防」のトピックは先に述べたように，ある種のアンビバレンツを伴う，難しいものであると見ることができた．それに対して，各々の子供についての具体的な話題は各人が語る権利と知識を十分に有することがらである [8, 9] ．ここで,「感染予防」の難しさは,「養育者」のカテゴリーに結びつけられていることに起因していたが，その難しさへの対処も「養育者」のカテゴリーにさらに緊密に結びつけることでなされていると考えられる．これによりトピックやカテゴリーを不連続にすることなく，特定のトピックの難しさに極めてスムーズに対処しているとみることができる．

これ以降，それぞれの参与者は具体的な子供の行動を説明することを経由して，トピックについて語っている．データ 3 はその一例である．

6 行目では,「基本的な手洗い」についての言及は相対的に少なく，直後に具体的なエピソードの語りに移行している．記述されているのは C の子供のふるまいである一方で，この記述は「子供はどうしても」という枠付けで記述されていることからも，一般的な「子供」が共有する性質として提示されているといえる．翻ってデータ 2 における E の記述も，11 行目の「やっぱ」は一般性への指向を示しているといえる．このように，自分の子供という特定の個体のふるまいについての記述であるにもかかわらず，それが一般的に「子供」に共有されているものとして提示されていることにより，聴き手は語り手と同じ「養育者」というカテゴリーを担いうる立場 (共 - 成員) であることに語り手が指向しているといえる [10]．そしてそのことが聴き手にも理解されていることは，例えば 14 行目のように，語られた状況において「子供」がやりそうなことを再現してみせることや [11]，27 行目のように類似の経験に基づく理解が示されることなどに表れている．

3.3 共 - 成員性と経験を語る権利

もう一度データ 2 を見てみたい．後半部分を見ていくと，同じカテゴリーを担い，類似の経験を有することとは別の指向もみてとれる．既に 3.2 において見たように，11 行目において E は自らの子供のふるまいを記述している．そして，この点も 3.2 において述べたが，自らの子供に関する具体的な困難の話は，E にとって，そしてこの場の「養育者」カテゴリーを担いうる参与者たちにとって,「汲めども尽きせぬ話題」である．そのような性質はデータ 2 の後半において具体的に観察される．

11 行目において示された「うがいをしない」という問題に対して，14 行目で C は同じ問題を抱えているというスタンスを表示し,「飲んじゃうよね」という理解候補の提示を行う．これに対して E は，11 行目の続きを中止し (16 行目),「いや」(18 行目)「うがいしよう ん うがいしないって」(20 行目) と，C が提示した理解候補とは異なる仕方で「うがいしない」という問題の精緻化を行っている．

E は自分の子供のふるまいについて特別な認識的地位を持っており，18 行目 はそれを反映したものと見ることができる [8, 12, 9]．同時に，そのような特別な地位が例証されることにより，その地位に伴う責任を E が全うしていることも主張されていると考えられる．そしてそれは,「感染予防」について一般的に述べる際には多くを述べることができていないこととは対照的に見える．11 行目 から 20 行目における，共通の経験と独自の経験の交渉，および特別な地位の例証は，共通の経験を例証することとは違った仕方で「感染予防」の難しさへの対処になっていると考えられる．

4. おわりに

本発表で用いた会話断片においては,「ちっちゃいお子さんがいる家庭」における「感染予防」がトピックであり，そのトピックは「養育者」というカテゴリーと結びつけて提示されていた．このことはそれを十全に行う責任への指向と，実際にはごく「基本的なこと」しか報告できないことへの指向によりアンビバレ

ントな難しさを伴う．本発表で扱った会話では，その難しさは「養育者」として子供について語ることで対処されていたといえる．

謝辞

本研究は，国立国語研究所機関拠点型基幹研究プロジェクト「大規模日常会話コーパスに基づく話し言葉の多角的研究」(プロジェクトリーダー・小磯花絵) による成果に基づいて行われた．また日本学術振興会科学研究費交付金若手研究「日常会話コーパスを用いた「課題」に基づく会話の分析:定量・定性の両面から」（研究代表者：臼田泰如）の成果である．

文献

[1] 小磯 花絵, 天谷 晴香, 居關 友里子, 臼田 泰如, 柏野 和佳子, 川端 良子, 田中弥生, 伝 康晴, 西川 賢哉 and 渡邊 友香 (2023) “『日本語日常会話コーパス』設計と構築,” **国立国語研究所論集**, vol. 24, pp. 153–168.

[2] Makoto Hayashi (2009) “Marking a ‘noticing of departure’ in talk: Eh-prefaced turns in japanese conversation,” *Journal of Pragmatics*, vol. 41, no. 10, pp. 2100–2129, communicating Place, Space and Mobility.

[3] George Lakoff (1973) “Hedges: a study in meaning criteria and the logic of fuzzy concepts,” *Journal of Philosophical Logic*, vol. 2, pp. 458–503.

[4] Harold Garfinkel (1967) Studies in Ethnomethodology, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc.

[5] Anita Pomerantz in Structures of Social Action: Studies in Conversation Analysis, chap. 4, Cambridge, U.K.

[6] Harvey Sacks (1992) Lectures on Conversation Volume 1 & 2, New Jersey: Wiley-Blackwell.

[7] 串田 秀也 (1997) “会話のトピックはいかに作られていくか,” in コミュニケーションの自然誌, ed. 谷泰, 東京: 新曜社, pp. 173–212.

[8] Gail Jefferson and John R. E. Lee (1992) “The rejection of advice: Managing the problematic convergence of a ‘troubles-telling’ and a ‘service encounter’,” in Talk at Work: Interaction in Institutional Settings, eds. Paul Drew and John Heritage, Cambridge: Cambridge University Press, pp. 521–548.

[9] Geoffrey Raymond and John Heritage (2006) “The epistemics of social relations: Owning grandchildren,” *Language in Society*, vol. 35, no. 5, pp. 677–705.

[10] 串田 秀也 (2005) 会話における参加の組織化の研究：日本語会話における「話し手」と「共 - 成員性」の産出手続き, Ph.D. thesis, 京都大学大学院人間・環境学研究科.

[11] 臼田 泰如 (2017) “態度や関心の共有のための資源としての演技：雑談における演技の分析,” **社会言語科学**, vol. 19, no. 2, pp. 43–58.

[12] John Heritage and Geoffrey Raymond (2005) “The terms of agreement: indexing epistemic authority and subordination in talk-in-interaction,” *Social psychology Quarterly*, vol. 68, no. 1, pp. 15–38.

データ 3 [会話 ID: W004_010b 120.827 秒–166.348 秒]

1 B え じゃあ C さん。
(0.3)
2 D ku[hu [hhhh[hhhhhhhhhhh
3 B [hu [huha[hahahahahaha
4 E [n [huhu[huhu .h hhhhh ((咳))
5 F [nhu [hahahahahaha hhh .h
6 C [えー hhhh ((笑いながら上を向く)) うーん ( ) まあ基本的な手洗いとかですけど: **先:(0.4) 週: 先週末ぐらいから ちょっと旦那さん体調:悪くなったので，(0.4) ま 旦那さんだけ か- 隔離して: 親子三人で こう別の部屋で (0.4) 寝てるんですけど，(0.2) 子供はどうしてもそうゆう 普段と違う感じになると [気になっちゃって: [その感 [染源がいるほうに行っちゃう [んですよね。**
7 B [うんうんうんうん
8 E [うん
9 D [うんうんうんうんうんうん
10 E [か h ん h せ h ん h げ h ん [h .h hahahahaha
11 B [hu[huhahaha
12 C [なんか ちょっと うん これ届ける:とか
13 [ちょっとこれ見せたい [みたいな=
14 D [ちらって ((ドアを開ける仕草))
15 E [うん hh
16 B [あ::::[::::::::::
17 D [うん [うんうん
18 E [うん [うんうん
19 C [=で いかにそれを こ- 阻止 [するか?
20 E [hhhhh[hhhh [nhu nhu
21 C [うん [うんうんうん
22 C [近づけさせないようにするかってゆうのが
23 F [あ:::::::
(0.3)
24 C 意外にちょっと大変 (.)[でしたね うん まだ聞いてくれない [ので うち ちゃんと。
25 B [う::::::::ん。
26 E [確かに:。
27 E [うん ちっちゃいと特に き-[行きたいってなりますよね:。
28 C [うん (.) 行っちゃうんで。

参与構造理論に立脚した遠隔対話システムにおける多重参与デザイン
Multi-Dialogue Participation Design for Voice Chatting System Based on Participation Structure

市川 雅也 †, 竹内 勇剛 †
Masanari Ichikawa, Yugo Takeuchi
† 静岡大学
† Shizuoka University
† ichikawa.masanari.18@shizuoka.ac.jp

概要

対面の授業や会議の場において生じる聴衆同士の内々な対話には，参加者の積極的な参画や議論の活性化を促すという望ましい側面がある．このような場において人はしばしば複数の対話に対して多重的に参与することでコミュニケーションの質を高めている．反面，オンラインではこのような対話形態は実現できておらず，参加者が主体的に対話を生じづらいことが指摘されている．学術的には多重的な参与の実現には参与構造を踏襲する必要があることが明らかになっている一方で，それらの知見は技術として利用可能な状態で整理されていない．そこで本研究は，グラフ構造を用いて参与構造を記号的に記述できる体系を確立し，遠隔対話システムにおける参与構造の設計指針を提案することを目的とする．本研究では参与構造のグラフ化とそれに基づく簡易的な遠隔対話システムの設計・実装を行った．本稿はそれらの手続きについて示しながら，参与構造をグラフで表すことの利点，システムを実装する上で生じた課題について議論した．

キーワード：参与構造理論，グラフ理論，音声対話

1. はじめに

対面状況における授業や会議の場では，しばしば，授業者による講義や発表者による提案などその場を統べる中心的な議論と，参加者や聴衆同士による内々な対話とが同時に生じていることがある（図 1a）．この内々な対話には，私語が含まれる反面，中心的な議論に関する意見の交換，疑問の解消，次の段取りに向けた根回しなどが含まれており，聴衆の主体的な参画を促すという望ましい側面がある．また授業者や発表者にとっても必要な補足や調整を入れる契機としても機能し，議論の充実や円滑な進行に役立てられている．このような状況において，人は複数の対話に対して多重的に参与（多重参与）していることがあり [1]，情報収集の能率化やコミュニケーション体験の向上に役立てていると考えられる．一方でオンライン状況では，現状，一つの場（ボイスチャンネル）で複数の対話を同時に展開することは極めて困難であり，大抵の場合は中心的な議論のみにその場を支配されてしまう（図 1b）．したがって，このような状況では多重参与による対話体験の向上はさることながら，参加者が内々に対話を生じることが難しく，結果としてオンライン対話では参加者の積極的な参加や議論の充実化を図ることは難しい．オンラインでの対話は集会のための移動や場所の確保が不要であるという特長がある一方，内々な対話を交わしづらいという問題点がある．

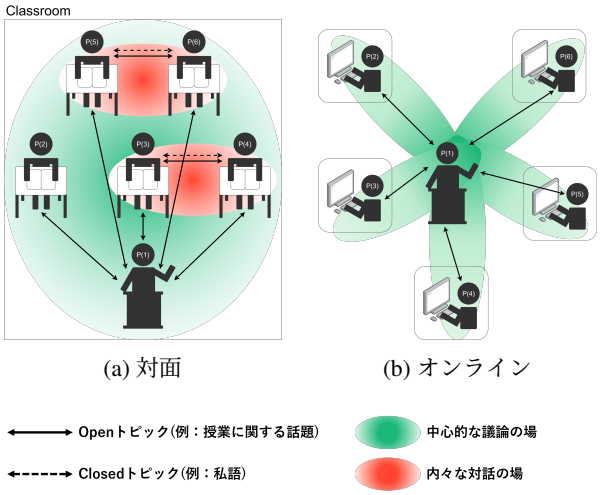


図 1: 対面授業とオンライン授業で生成される対話

COVID-19 の感染拡大に伴ってビデオ会議システムが広く普及する以前から，多くの研究者はオンライン対話における対話性の課題に対して，視線や他者との距離感などの身体性に着目し，対面状況の模倣による克服に取り組んできた．他方でパンデミックに伴い，実際に授業や会議が広く実施されたことで，図 1 に示すような対話構造の差がここにきて顕在化した．対話の構造に関して，Goffman (1981) の参与構造理論は周辺研究分野においても広く理解されており，多重参

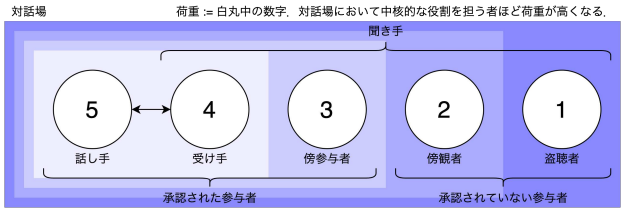


図 2: 参与構造モデル（[7] をもとに筆者が作成）

与もまた参与構造の上に実現している参与体系の一つである [1]．また対面での対話における参与者の参与者の身体配置 [2, 3, 4] や視線 [5, 6] などの非言語情報は参与構造の形成・可視化に寄与しており，対話中の人の行動決定に役立てられていることが報告されている．すなわち，こうした非言語情報が制約される現状のオンライン状況では，参与構造が破綻してしまい，多重参与も実現し得ない．参与構造に関しては以上のように学術としての定性的な議論は多く存在する一方で，それを対話システムなどの技術として利用可能な定量的な指標に乏しい．そこで本研究は，参与構造を記号的に記述できる体系を確立し，遠隔対話システムにおける参与構造の設計指針を提案することを目的とする．本研究では参与構造を適切に抽象化する方策を吟味し，グラフ構造による記号的な記述を試みた．また構成したグラフに基づいて簡易的な遠隔対話システムを設計・実装した．総合議論では以上の手続きに関して，参与構造をグラフで表すことの利点，システムを実装する上で生じた課題について扱った．本研究の成果は多重参与の通じたオンラインコミュニケーション全般のパフォーマンスの向上を実現する新たな遠隔対話システムの実装指針として寄与することが期待される．

2. 参与構造の抽象化

多人数で構成される対話場において聞き手の参与地位は一様ではない．例えば小中学校の授業参観では授業という中心的な議論の聞き手のうち，生徒には授業内で発言する権利が与えられているのに対し，傍観する保護者には原則として発言権は与えられてない．Goffman (1981) はこのような対話場における聞き手の参与地位を図 2 のように区別した．参与者は「話し手になる権利があるかどうか」という基準で承認された参与者と承認されていない参与者に大別される．また図 2 では荷数が高い者ほど対話場において中核的人物となる．話し手はその話を差し向ける対象，すなわち受け手に対してアドレスを発信しており，図 2 では矢印で表示されている．図 2 のモデルは単一の対話場における参与者の地位を一意に振り分けられる点において巧妙だが，実際の対話場面における多重参与状態を表現したり，対話システムの実装指標として直接利用したりすることに関しては際限がある．

対面状況において参与地位やアドレスの存在は，参与者の身体配置 [2, 3, 4] や視線 [5, 6] によって具現化される．対面状況における身体配置や視線は，それぞれ参与地位やアドレスを送受するための手段（インタフェース）であり，人はそのような振る舞いを視覚によって受信し，その本質的な意味を再帰化して認知している [8]．すなわち参与構造の形成において必要なものは参与地位やアドレスなどの情報であり，これらはオンライン対話に適合したインタフェースで設計される必要がある．そこで本研究では，まず 3. にて前段落で指摘した図 2 をシステム設計で活用可能なグラフへと変換した．そして 4. にて構成したグラフに基づいて簡易的な遠隔対話システムを設計した．

3. 参与構造のグラフ化

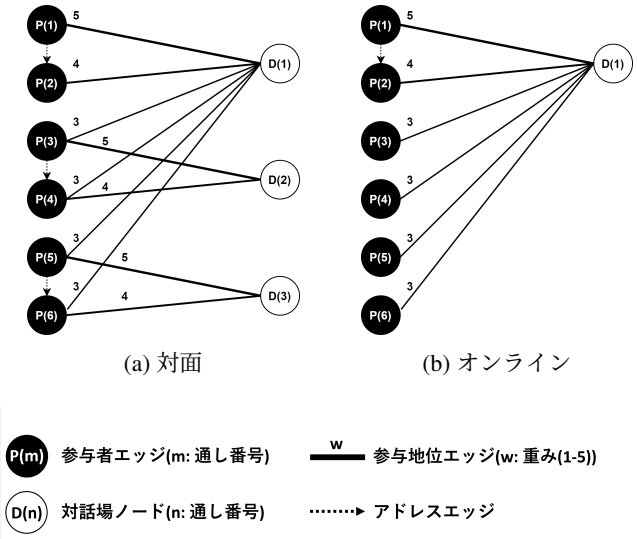
本稿で扱うグラフとはノードとエッジによって構成される数学的構造である．グラフは離散構造をもつ集合において，要素の一部が何らかの脈絡で関係していることを表現することができる．本研究では参与構造が参与者や対話場のような離散的要素を含むことと，対話が成す情報伝達の様相を勘案し，その記号的な表現にはグラフを用いることが妥当であると考え，これを採用した．これ以降，本研究が提案する参与構造をグラフで表現した構造物を参与構造グラフと呼ぶ．

3.1 記号の定義

参与者と対話場を象徴する記号をそれぞれ「参与者ノード」,「対話場ノード」と定義する．参与者と対話場との関係，すなわち参与地位を象徴する記号を「参与エッジ」と定義し，参与地位に応じて重みを付与する．アドレスを象徴する記号を「アドレスエッジ」と定義し，その方向性を加味して有向エッジで表現する．

3.2 チュートリアル

3.1 の定義に基づけば，図 1a, 1b の様相はそれぞれ図 3a，3b のように表現することができる．図 3 では，P(1) が授業者，P(2) – P(6) が生徒，D(1) が授業者による講義（中心的な議論），D(2) – D(3) がそれぞれ生徒同士の内々な対話を表している．すると参与者ノードと対話場ノードとを参与エッジ接続することで参与状



(a) 対面 (b) オンライン

図 3: 授業場面の参与構造グラフ

態を表現することができ，その重みを変化させることで参与地位の差異を表現することができる．また P(2) – P(6) のように複数の対話場ノードに対して参与エッジを引くことで図 2 では限界があった多重参与状態を無理なく表現できる．以上をもって参与構造をグラフという定量的な記号系のもとで記述することができるようになった．

4. 参与構造グラフに基づくシステムの設計

3. で取り決めた規則に基づいて，簡易な遠隔対話システム（CallMap）を設計・実装した（図 4）．CallMap はパーソナルコンピュータ (以降「PC」) での稼働する音声対話ソフトウェアで，ヘッドホンとマイクによる音声入出力のほか，カーソル操作によって参与／不参与や参与地位の制御が可能である．以下，CallMap の構成要素と機能・操作方法について参与構造グラフと対応させながら示す．

4.1 構成要素

基本的な構成要素は参与構造グラフに基づいているため，ここでは参与構造グラフとの相違点のみを取り上げる．参与者ノードは対話場ノードとの視覚的な区別をつけやすくするために，形状を四角形に変更し，通し番号をアルファベットに変更した．対話場ノードは参与エッジが接続されている数，すなわち参与者の数に応じてその大きさが拡大するように設計した．参与エッジは視認性を高めるために重さの表記を撤廃し，エッジの太さを誇張して変化させることで代替した．これにより CallMap のユーザは参与者各位が厳密

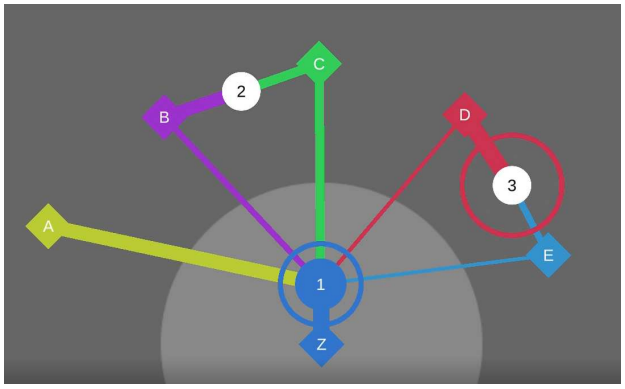


図 4: CallMap の画面

にどの役割を担っているかを認識することができなくなるが，対面状況の対話においても参与者に参与役割が明示的に割り当てられていないことを踏まえ，視認性を重視した．アドレスエッジにおいても画面の視認性を高めるために撤廃し，代わりに発話リップルという機構を設計した．発話リップルはある時点で話し手である参与者を象徴する色（シンボルカラー）のリップル（波紋）を 3 秒おきに生成することで，周囲に話し手の存在を明示するという役割を持つ．このデザインは受け手を一意に特定するという役割は持たないが，これもまた対面状況における対話の性質を受け継ぐものである [9].

4.2 機能・操作方法

(i) 参与者になる／離脱する 参与状態でない対話場ノードを左 W クリックすると，その対話場に参与することができる．参与状態にあるユーザは，その対話場で交わされている音声対話を聞くことができる．このとき，自身の参与者ノード（マイノード）と該当の対話場ノードとの間に参与エッジが引かれる．参与エッジはすべてのユーザの画面と同期しており，これによりすべてのユーザは，すべてのユーザがどの対話場に参与しているかを把握することができる．また，複数の対話場に対して多重的に参与することができる．反対に，参与状態の対話場ノードを左 W クリックすると，その対話場から離脱することができる．このとき，引かれていた参与エッジと音声出力が切断される．

(ii) 話し手になる／聞き手になる 参与状態かつ発話状態でない対話場ノードを右クリックすると，マイクが ON になり，その対話場で発話することができるようになる．このとき該当の対話場ノードがシンボルカラーに彩色され，その対話場ノードを円心としてシンボルカラーの発話リップルが 3 秒おきに生成され，波

紋状に広がったのちに消失する．発話リップルはすべてのユーザの画面と同期しており，これによりすべてのユーザは，すべてのユーザがどの対話場で話し手の状態であるかを把握することができる．反対に，参与状態かつ発話状態の対話場ノードを右クリックすると，マイクがOFF（ミュート）になり，発話状態を解除できる．なお，参与状態でない対話場に対して話し手となることはできない．また，同時に複数のチャンネルに対して話し手となることはできない．

(iii) 参与地位を上げる／下げる 参与状態の対話場ノードをドラッグ操作でマイノードに近づけたり，遠ざけたりすると，参与程度を調整することができる．対話場ノードとマイノードの距離が近いほど，該当の対話場から出力される音量が大きくなり，画面に表示されている参与エッジの幅が太くなる．参与エッジの幅はすべてのユーザの画面と同期しており，これによりすべてのユーザは，すべてのユーザの各対話場に対する参与程度がどれほどであるかを把握することができる．

5. 総合議論

本研究は現状のオンライン対話において一部の参加者同士が内々に対話したり，複数の対話に多重的に参与したりできないこと，それに伴って参加者の積極的な参画や議論の充実化を図ることが困難であることを課題として取り上げた．そして対面状況との対話構造の違い着目し，遠隔対話システムの設計に参与構造を取り入れるというアプローチでこの課題の解消を目指した．具体的には，3. では，参与構造を技術的に利用できるように，グラフ構造に基づいて記号を定義し，参与構造をグラフによって表現した．さらに，それを用いて4. では簡易的な対話システムを設計し，実装の範疇において参与構造グラフが指標として利用できることを確かめた．以上の試みは従来の対面状況の身体的・空間的特長を模倣するアプローチとは異なり，インタラクションの構造に着眼しているという点において新規性がある．今後は3. で示した参与構造グラフ真の意味で有効な指標であることを示すため，実装したシステムを用いて多人数間での対話実験を行い，内々な対話や多重参与が創発されるかを検証する必要があり，これが現段階における本研究の限界である．

3. にて参与構造をグラフで記述したことによって，対面とオンラインの間の対話の構造的な違いが定量的に明らかとなった．このことは参与構造グラフが対話システムの設計指標としてだけでなく，学術的な対話分析においても活用できる可能性があることを示唆している．具体的には質の高い授業と低い授業のように両者の違いを定量的に示すことが困難な事象において，そこで生成されている参与構造をグラフに書き起こすことによってその差を明確にし，データに基づいた改善策を導いたりすることに寄与する可能性がある．

1. では現状のオンライン対話において多重参与が構造上実現困難であることを述べたが，対面状況であっても図1a に示すように，その範疇は視覚や聴覚が及ぶ近傍の対話場に限定されてしまう．言い換えれば，遠方に着席する者と内々な対話を交わしたりすることが困難である．これに対し，4. で設計した遠隔対話システムは，ユーザが任意の対話場に対して（参与／非参与を含む）参与地位を自在にコントロールできるため，距離的な制約なく多重参与を実現可能であると考える．すなわち参与構造グラフに基づく遠隔対話システムは，内々な対話の創発や多重参与の観点において対面・オンラインの両方を凌ぐ特長を有しており，この性質をもって人に新たなインタラクションの体系をもたらすという期待が抱ける．

今回実装した遠隔対話システム（CallMap）にはユーザビリティに関して課題がある．CallMap は PC での利用を想定しているため，操作のために手指を酷使する．CallMap は参与に関するあらゆる制御をカーソル操作とクリックによって行う．この操作性は対面状況においてふと目をそらしたり，体を傾けたりすることに比べて，人にかかる認知的負担が大きい可能性がある．この負担は入力手段に視線や顔の向きを取り入れることによって部分的に解消可能であると考える．

文献

[1] Goffman, E. (1981) “Forms of talk”, University of Pennsylvania Press.
[2] Hall, E. T., & Hall, E. T. (1966) “The hidden dimension”, Anchor, Vol. 609.
[3] Kendon, A. (1990) “Conducting interaction: Patterns of behavior in focused encounters”, CUP Archive, Vol. 7.
[4] Schegloff, E. A. (1998) “Body torque”, Social research, pp. 535-596.
[5] Kendon, A. (1967) “Some functions of gaze-direction in social interaction”, Acta psychologica, Vol. 26, pp. 22-63.
[6] Duncan, S. (1972) “Some signals and rules for taking speaking turns in conversations”, Journal of personality and social psychology, Vol. 23, No. 2, p.283.
[7] Clark, H. H. (1996) “Using language”, Cambridge university press.
[8] Goffman, E. (2008) “Behavior in public places” Simon and Schuster.
[9] 高梨克也. (2008) “会話構造理解のための分析単位: 参与構造 (＜連載チュートリアル＞多人数インタラクションの分析手法 [第 6 回])”, 人工知能, Vol. 23, No. 4, pp. 538-544.

民主的パフォーマンスによる民主的な主体の生成
Generating democratic subjects by citizenship performances

川村 拓[†]，美馬 のゆり[†]
Hiro Kawamura, Noyuri Mima

[†]公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
g2123018@fun.ac.jp

概要

日本でのシティズンシップ教育の問題は，権力の問題，個人主義的傾向をはらんでいることである．この問題を解決するために，市民的パフォーマンスと呼ばれる，コミュニティや個人など，いくつかの異なるレベルで見られる，民主的な態度，活動，即興について，社会的，文化的，政治的観点から分析する．これらのことを踏まえ，パフォーマンス心理学における学習によって再解釈された民主主義の学習が，民主的な主体の生成にどのような影響を与えるかを検討する．

キーワード: 民主的な主体，パフォーマンス心理学，民主主義の学習

1. シティズンシップ教育の問題

2015 年 6 月の改正公職選挙法成立に伴う「18 歳選挙権」の実施や，成人年齢の 18 歳への引き下げの改革，高等教育で新教科「公共」の導入が目指されるのに伴い，シティズンシップ教育や主権者教育，民主主義教育が注目され，教育と政治の関係を問い直す動きが進んでいる[1]．一方，日本におけるシティズンシップ教育の問題は，権力の問題，個人主義的傾向をはらんでいることであると考えられる．

権力の問題とは，シティズンシップ教育および主権者教育が，権力や支配関係の交渉から切り離すことができないことを指す．竹内ら[2]は，ある共同体内で共有される知識者像が学習者の社会的アイデンティティに大きな影響を与えるとして，学習が権力や支配関係の交渉から切り離すことができないとし，学習が持つ権力の側面を考慮した上で，社会環境をデザインする必要性を述べている．

シティズンシップ教育における権力の問題は，達成目標や，必要とされる能力を挙げている点から読み取ることができる．平成３０年に改定された学習指導要領公民編[3]の中で，各教科において達成目標が示され，学習者が目指すべき像について言及している．また，経産省はシティズンシップ教育宣言[4]の中で，シティズンシップを発揮するための能力を挙げている．これらの例からわかるのは，達成すべき事項が定められ，それに従いシティズンシップ教育を遂行することが求められているということである．よって，行政機関や政府の決定により，学習者や教師はシティズンシップ教育に取り組むことが前提とされているのである．このことが示す問題は，規定された目標の達成によってシティズンシップが獲得された際に，権力がシティズンシップの涵養に介入することに関する倫理的，政治的問題である．

シティズンシップ教育における個人主義的傾向とは，シティズンシップを個人の知識・スキル・性向によって解釈しようとする傾向のことである．ビースタ[5]は，シティズンシップ教育における個人主義的傾向が，既存の社会的・政治的な秩序の再生産に焦点化することで，民主主義の充実，変換が困難になるとして，シティズンシップの学習の社会化の構想を批判的に捉えている．シティズンシップの学習の社会化の構想とは，既存の社会的・政治的秩序の一部となるために必要な学習に焦点を当てることで，民主主義の危機への応答が，市民の動機と関心の欠如によって起こるものだと解釈することである．

ビースタ[5]は民主主義が充実の可能性および異なる民主主義の可能性を持っているものとして理解されなければならいとしている．このことが示唆するのは，現行の民主主義社会における，シティズンシップの学習のあり方が適切であるかということ，そして民主主義への理解に批判的な目を向ける必要があるということである．日本における個人主義的傾向は，権力の問題と同じく，達成目標や，必要とされる能力を挙げている点から読み取ることができる．しかし，学習者が目標を達成し，能力を身につけることは，民主主義のプロセスへ関与し，異なる民主主義や変換の可能性について模索することを可能にするのだろうか．

2. 民主的な主体

このような問題へのアプローチとして，ビースタ[5]

はシティズンシップの学習の主体化の構想を挙げる.

シティズンシップの学習の主体化の構想とは，民主的な主体として，新しい政治的なアイデンティティと主体性が生じるプロセスへ参加することによる学習として説明される. この構想において重要な点は，民主主義を明確に定義されたものとして，および明確に定義できる「秩序」として理解することはできないという前提が存在することである．異なる民主主義や民主主義の変換の可能性を模索するプロセスの中で，学習者はあらかじめ規定された目標や市民像へ向かうのではなく，民主的な主体として振る舞うのである．よって民主的な主体は，単純に教えられ，学ばれうるあらかじめ規定されたアイデンティティとして理解されるべきものではなく，民主的なプロセスと実践への参加を通して，新しく異なる仕方で幾度となく現れるものとして理解される.

3. 民主的パフォーマンスによる民主的主体の生成

シティズンシップの学習の主体化の構想は，シティズンシップ教育がはらむ問題について，民主的な実践への関与による学習という観点から解決策を考えることを可能とする. しかし，民主主義のプロセスへ参加することがどういうことなのかを説明する学習研究の枠組みは検討されていない. ここで懸念されるのは，民主主義のプロセスが日常生活と密接な関係を持っているがために，コミュニティや個人など，いくつかの異なるレベルで見られる，民主的な態度，活動，即興について，社会的，文化的，政治的観点などの広範な範囲から分析する必要があるということである.

そこで，パフォーマンス心理学が学習研究の枠組みとして最適であると考える． パフォーマンス心理学とは，状況論から発達した，「なること (becoming)」を理論とする，心理学研究の視座である[6]．パフォーマンス心理学はヴィゴツキーのZPDを再定義する点で重要である. すなわち，発達を「自分でない人物をパフォーマンスすることで自分が何者かであるかを創造する活動」[7]であると再定義する.

民主主義のプロセスにおける学習をパフォーマンス心理学の枠組みから解釈することは，民主的パフォーマンスという考え方を構想する. 民主的な主体は，民主的なプロセスと実践を通して，新しく異なる仕方で現れるものである. つまり，民主的な主体は既存の秩序の中では特定することのできない振る舞いとして，民主的なプロセスの中に立ち現れる. そこでは，民主的な主体としての発達を「自分でない人物をパフォーマンスすることで自分が何者かであるかを創造する活動」の中に見ることができる. そして，民主的な主体に「なること」を個人集団間に存在する多様なレベルで見られる態度，活動，即興を分析することで，民主主義のプロセスにおける学習を記述することを可能とする．ここで見られる個人集団間に存在する多様なレベルでの態度，活動，即興を民主的パフォーマンスと呼ぶ.

民主的パフォーマンスは民主的な主体をパフォーマンスする存在として認識する. このことは，民主主義のプロセスにおける振る舞いがどのようなものかを明らかにする手掛かりとなるだけでなく，今後の民主主義社会の発展に，学習という観点から寄与することが期待できる.

4. 結論

シティズンシップ教育における問題として，権力の問題，個人主義的傾向を取り上げ，シティズンシップの学習の主体化の構想およびパフォーマンス心理学の観点から解決を試みることの意義について述べた．今後の展望として，民主主義のプロセスに値する実践を民主的パフォーマンスの観点から分析し，民主的な主体の生成過程について具体的な事例を挙げ，民主主義のプロセスをあらゆる環境で実践可能する要件を挙げる.

文献

[1] 文部科学省, (2021) 今後の主権者教育に向けて(最終報告), 主権者教育推進会議.
[2] 身和竹内, 広昭石黒, (2023 年) 社会環境デザインとしての学習：学習研究はなぜ公正と権力を問わなければならないのか？, 認知科学, Vol. 30, No. 2, 124–136.
[3] 文部科学省, (2018) 学習指導要領解説 公民編.
[4] 経済産業省経済産業政策局, (2006) シティズンシップ教育宣言, 経済産業省経済産業政策局経済社会政策室.
[5] Gert J. J. Biesta, (2011) Learning Democracy in School and Society: Education, Lifelong Learning, and the Politics of Citizenship, Brill Academic Pu. (ガート・ビースタ. 上野正道, 中村(新 井)清二, 藤井佳世 (訳) (2014). 民主主義を学習する 教育・生涯学習・シティズンシッ プ. 勁草書房.)
[6] 香川秀太, 有元典文, 茂呂雄二, (2019) 『パフォーマンス心理学 —共生と発達のアート—』, 新曜社.
[7] Holzman, L, (2009) Vygotsky at work and play, Routledge. （茂呂雄二（訳）(2014)．遊ぶヴィゴツキー ——生成の心理学へ 新曜社）

私中心デザインの実践

-現場に立って短歌を詠むことを通じて-

Hands-On “I” Centered Design

- Through Standing in the Field and Composing Tanka -

横溝賢[1]，平尾実唯[2]，
[1]Ken Yokomizo, [2]Miyui Hirao

[1]札幌市立大学，[2]株式会社ニトリパブリック
[1] Sapporo City University, [2] NITORI PUBLIC Co., Ltd.
k.yokomizo@scu.ac.jp

キーワード：短歌，生活世界，二人称的アプローチ，コミュニケーションデザイン

概要

人間中心を推奨するデザインでは，ユーザの問題を三人称的に捉えてコンセプトを作ることが推奨されている．私という自己を不在にしたままユーザを客体化して見ようとするアプローチには環世界の自覚が伴わず、デザイン行為に関係する当事者間に相互性が生まれにくい。そのように考えた筆者らは，短歌を取り入れた私中心のデザイン実践を試みた．具体的には現場に出向いて詠んだ短歌を題材にモビールを制作し、モビール歌会を通じた社会的なコミュニケーションをかたちづくる実践である。本稿では，一連の実践を省察することから，短歌がもたらす社会的なデザイン実践の知の在りどころを明らかにする．

1. はじめに

1. はじめに

近年，「いいね」のような共感の表明を通じて関係を取り持つSNS コミュニケーションが大衆化している．Twitter は150 字の言葉を綴る手軽なSNS ツールであるが，誰かの呟きに対する解釈と釈明のやりとりが行われ，共感を求めながらも，むしろ互いのわかり合えなさを露呈させている．このようなコミュニケーションはデザインの現場でも起きている．デザインにおいて問題解決の方向性をグループで協議する工程はコンセプトワークと呼ばれるが，そこでの対話は客体化されたユーザに関する言葉が中心となる．ユーザへの表層的な共感はかたちづくられるが，自己（以下、「私」と表記する）を中心に取り巻く環境（ひと・もの・こと）との相互性（横溝, 2019）がかたちづくられることはない．なお本稿において相互性とは、差異を享受しながら関わりあう状態とする。この相互性が生まれにくい背景には，デザインプロセスに，「私」の生活世界を感得する体験〈環世界〉の欠如があると考えられる．芸術やデザインも本来は，「私」が生きる中で出会う事象から受ける喜びや苦しみが表現の問いとなるはずである．そのように考えた筆者らは，環世界をデザインに取り入れる実践を試みることにした．

2. 短歌について

共著者・平尾は高校時代から短歌を味わうことが好きで，趣味として親しんできた．短歌の面白さは，詠人の見ている世界と自己の解釈の差異を楽しむところにある．筆者らは，短歌のような言語表現をデザインプロセスに組み込むことによって，自他が感得している環世界を捉え直し，表現の道具として使いこなせるようになるかもしれないと考え，その可能性を探ることにした．そもそも短歌とは，57577 からなる31 音の定型詩のことである．ものづくりに短歌を選択した理由は，情感を持ったまま世界を一旦切り取ることの出来る言語表現であると考えたからだ．

また，短歌の世界には歌会というつくった短歌をもち寄って批評し合う催しものがある．そこでは，作者の世界を借りて自分の見ている世界を語り合うことで，複眼的な解釈を知ることができる．

このことから，短歌には互いの見えをもちより、その差異を味わい合う知的活動が含まれており，おのおのが「私」の環世界を客体的に認知することから，表現の中心に「私」を自覚したものづくりを促す可能性があるのではないかと考えた．

3. デザインにおける言葉の意味の転回

産業化社会におけるデザインは，複合的な問題を解決できる方向性をコンセプトによって，概念化・言語化する．コンセプトとは制作過程においては，表現の方向性を明確にするための観点や着目点であり，完成後にはそのものの表現の背景を明確に説明するための概念である．コンセプトには、産業化社会の課題を背景にした市場や消費者の潜在的欲求に基づいた言葉が用いられる。徹底した「私」不在のコンセプトワークを経てデザインされた製品は、言葉のとおりデザインする「私」から切り離されて市場にリリースされる。ユーザもまた製品開発に関わった環境（ひと・もの・こと）に思いを馳せることもなく、古くなれば捨て、新製品に買い換える。不可逆的な環境破壊は「私」不在のデザインによって生み出されていると言っていいだろう。一方本研究では，「私」が向き合う生活世界

との関わりを短歌として言葉にすることから、ものづくりを展開する。短歌を導入することによって，作り手が向き合った環境（ひと・もの・こと）に受け手が思いを馳せる可能性を探求する．そしてつくり手は受け手との共感を得ることを希求するのではなく、受け手（共同する他者も含む）との見かたや考えかたの差異を学びあうことを探求する。それによって「私」中心の言葉作り、ものづくりが、受け手とどのような間柄を形成したのかを観察する．

4. 研究方法

本研究は，下記２項目の態度と考え方で現場に出向いて実践研究をおこなう．

1）実践の動きかた：人びとの語りを聴くことから関係性をかたちづくるナラティブ／リレーショナルアプローチ

2）実践の捉えかた：実践を通じて関わる，個人・個物・現場という人間・非人間を二人称的に見立て，対象が何を見て，どう感じているかを洞察する二人称的アプローチ

5. 実践のプロセス

本研究ではまずは二人称的アプローチで現場をぶらぶらするところからものづくりを始める．そしてその場で短歌を詠み，歌会を行う．その後，その実践と経験を踏まえてモビールをつくり，他者を交えて鑑賞会をする．モビールは動く彫刻と呼ばれ，風と時間と空間の変化を受け入れて自らの形を変容させる性質がある。そのため，みる人，みる場所によって見え方が変わるモビールは短歌に相通じるものがあり，ひとが存在する空間で，ひとがそのものから感じ得ることができるものであると考える。また，つくるひとがモビールづくり未経験者であっても，表現が難しくなく，誰にでもできるものづくりであると考えたため，モビールを選んだ。

6. 社会実践

北海道の洞爺湖をフィールドとして，2 度（2021 年 8 月 28 日／9 月 8 日−14 日）の実践をおこなった．1 度目は半日かけて短歌を詠み，モビールをつくった（付録 A）．2 度目の実践では，短歌を詠むフェーズまでを洞爺湖で実践し，後日モビールの制作した（図 1）．また，この実践ではデザイン研究者の筆者・横溝と，デザイン専門家を志す共著者・平尾の二人で洞爺湖を歩いて短歌を詠み，その後の歌会では学芸員の M さんを交えておこなった．

ビジュアルデザインを専門とする横溝は短歌未経験者であった．これまで，フィールドワークにおいて絵を中心にして記録してきたが，短歌をつくるモードで歩いてみると，事象を別の物に見立て，換喩として言葉に表す方法で短歌を詠んでいた．たとえば湖畔の水辺にて緩やかな波に揺られる水鳥に出会ったとき、横溝は嘴からの流線的な造形を見て「フォークに見え

図1 洞爺湖ランブリング

図2 制作したモビール

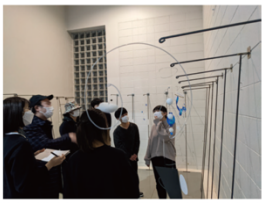


図3 モビール鑑賞会「たゆうたう」

る」と述べていた。一方，平尾は波に揺られているという事象に対して瞬時に「〈びちびち〉の鳥は７文字か。でも〈べちべち〉という感じだな」と思考し、思いつくままに（絵ではなく）言葉を思い浮かべることを行なっていた。このように同じ事象に対峙する２人の思考には違いがあることを発見した．平尾はこの洞爺湖２度の実践を経て，短歌で詠んだことをモビールとして表現できるようになるために，20 本のモビールをつくるスタディーを始めた（図 2，付録 A）．

また，洞爺湖実践ののちに，筆者の受け持つ札幌市立大学 2021 年度・学部 1 年生授業・情報リテラシー1 にて短歌を取り入れ，歩いてみて感じた事象を言葉に表すことから，私中心のものづくりを展開するデザイン教育の実践を試みた．平尾の方は，現場を歩いて短歌を詠み，ものをつくる実践を何度も行なった。そうするうちに，平尾の表現思考に変化が現れた．それは身体性を伴いながら，短歌を詠めるようになっていたことである．以前までは 57577 のロジックをベースにした論理的な思考法で，短歌を考えていたが現場に立ってその場で詠むことで，事象- 感情- 言葉が身体化して湧いてくるようになった．（図 4）．

図4 身体的な思考方法のプロセス

そして短歌を詠むフィールドワーク実践と経験を踏まえて，制作したモビール 20 本を展示し，2021 年 12 月 2 日に 6 名の学生を交えてモビール鑑賞会「たゆうたう」を開催した（図３，付録 A）．学生との対話の中で受け手はモビールから現場に思いを馳せられるのか，どのような見かたの変化が起きるのか知る目的であった．この鑑賞会では，各々が最も好きなモビールについて，語ってもらった．鑑賞者は短歌とモビールの足りない情報を双方を鑑賞することで補い，そのものを介して，現場に思いを馳せたり，モビールを再解釈して自身の表現活動に繋げてみたりと各々の次のフェーズへと想像を膨らませることができた（ 図５）．

7. 結論

鑑賞者 H は，モビール歌会にて「このモビールから歌をつくれそうです．というかつくってみます．」と

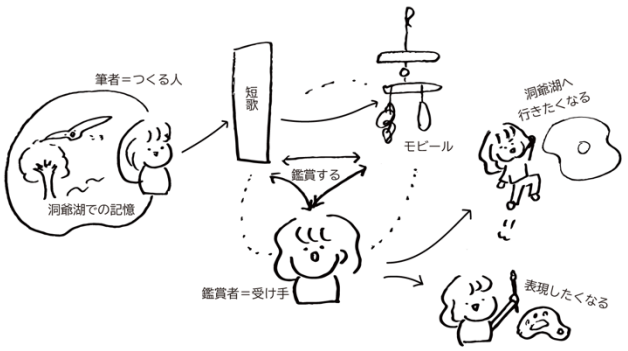


図5 鑑賞会での思考の変化

述べた．この言葉から，つくり手からものの意味が解き放たれると，つくり手と受け手は一人称−二人称−三人称の間を行き来できる身軽さを手に入れることができると考える。

本研究で行った実践プロセスを菊竹清訓の代謝建築論 − か・かた・かたち（菊竹，1961）を参考にして視覚化してみると，図７のようになる（図６）。

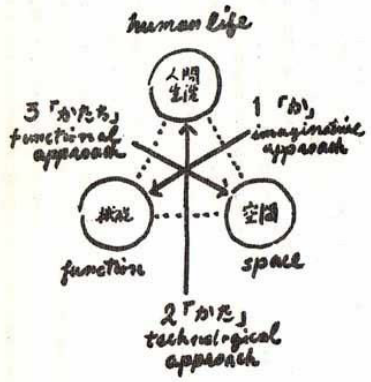


図6 菊竹清訓 か一かーかたち

つくり手は現場・生活世界に＜こ＞個として立ち嘱目をすることから言葉の断片を思い浮かべ，そこに対して＜こと＞事象をリズムや隠喩などの要素を加えて＜ことば＞感じたことを表せるように言葉の組み替えを行い，短歌をつくる。このように嘱目していた私を＜か＞俯瞰する視点をもって想像することで，＜かた＞モビールのかたちであるモチーフやはりを創造して＜かたち＞１つのモビールをつくる。そのため，モビールと短歌は意味をもち，つくり手のつくったものとして存在するようになる。

図７のような思考を、つくり手が巡らせることで，モビール歌会では，受け手が一人称的に意味と事象に思考を巡らせ，つくり手のつくったものを見ることで現場に思いを馳せていた。そして，二人称的に意味と現場に思考を巡らせ，つくったものを見ることで想起される事象を導き，三人称的に事象と現場に思考を巡らせてつくったものを見ることで，つくり手の意味を捉えた。

このようにして，受け手がモビール歌会の場で一人称−二人称−三人称を行き来しながら味わうことで短歌とモビールはつくり手の意味から離れ，誰のものでもないものとして存在するように変化した。このような変

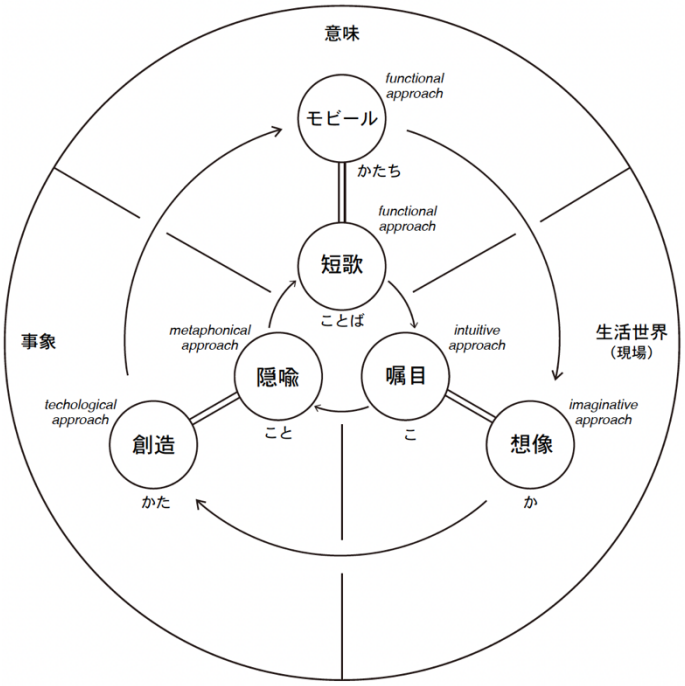


図7 私中心デザインの環世界 こーこと一ことば

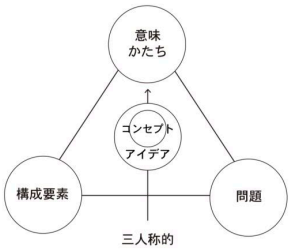


図8 コンセプト主体によって生まれる場

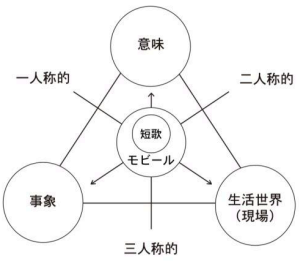


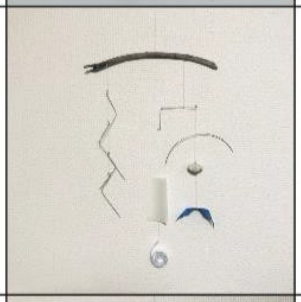
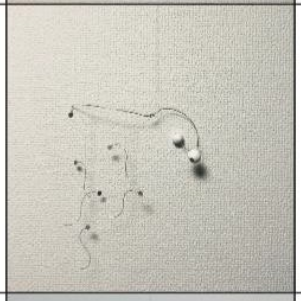
図9 短歌を用いることで生まれる場

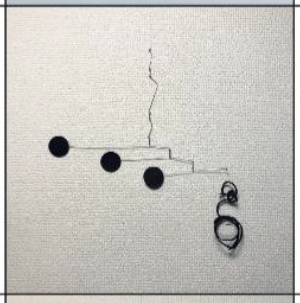
化からこの人称間の行き来は，図８のような三人称的に構成要素と問題をみてアイデアやコンセプトからかたちづくるプロセスでは起こり得なかったことであると考えた。よって，言葉の中で短歌という道具はつくり手にとっては，現場の出来事を想起させながら一人称−二人称−三人称を行き来できることで，モビールを身体性をもって具現化させるために役立つ道具である（図９）。また，受け手にとって短歌は，ものの意味を再構築，再解釈するための重要な手がかりとなり，ものの意味から解放されることによって，受け手自身の表現を解放させるきっかけになりうるものであることがわかった。 _

参考文献

東直子(2019) 短歌の詰め合わせ，アリス館
菊竹清訓(2008) 代謝建築論―か・かた・かたち 彰国社_

付録 A

1		するすると溶け込むように沈んでくドーナツ型の湖の前
2		湖上にはふんわりと浮く鳥がいる柳が揺れる砂が飛び散る
3		湖上にはふんわりと浮く鳥がいる柳が揺れる砂が飛び散る
4		湖上にはふんわりと浮く鳥がいる柳が揺れる砂が飛び散る
5		湖上にはふんわりと浮く鳥がいる柳が揺れる砂が飛び散る

6		湖上にはふんわりと浮く鳥がいる柳が揺れる砂が飛び散る
7		湖上にはふんわりと浮く鳥がいる柳が揺れる砂が飛び散る
8		湖上にはふんわりと浮く鳥がいる柳が揺れる砂が飛び散る
9		湖上にはふんわりと浮く鳥がいる柳が揺れる砂が飛び散る
10		湖上にはふんわりと浮く鳥がいる柳が揺れる砂が飛び散る

視覚障害者の見ることのワークと歩行訓練士のワーク
Looking's Work by Persons with Visual Impairments and Work of Orientation and Mobility Specialists

南 保輔[†]，岡田 光弘[†]，西澤 弘行[‡]，坂井田 瑠衣[*]
Yasusuke Minami, Mitsuhiro Okada, Nisisawa Hiro Yuki, Rui Sakaida
[†]成城大学，[‡]武蔵野美術大学，[*]公立はこだて未来大学
Seijo University, Musashino Art University, Future University Hakodate
yminami@seijo.ac.jp

概要
Garfinkel の用いたワーク概念は２つに区別することができる．視覚障害者が足裏でスロープを感知するといった日常的で自然に組織されているワークが基本形で，これとは別に歩行訓練士が指導する専門職のワークがある．ある視覚障害者が反響定位を活用していることを観察して，それに応じたコース紹介をしているのは，この両方の複合的な事例である．映像とトランスクリプトでこれらのデモンストレーションを行う．

キーワード：見ることのワーク，専門職のワーク，ゲシュタルト，歩行訓練，視覚障害

1. はじめに

美学者の伊藤亜紗は，視覚障害者は世界をどうとらえているのかという問いを当事者へのインタヴューによって追求している[1]．これに対して本報告は，視覚障害者の歩行訓練の映像記録に基づいて，視覚障害者が世界をどのようにとらえているのか，そして，歩行訓練士がそのことをどのように知り，指導に活用しているのかを示すとともに，それを Garfinkel の「ワーク（work）」概念の２つの用法の事例として位置づける．

エスノメソドロジーの創始者である Harold Garfinkel は，ワークを鍵概念として研究プログラムを組み立てているが，大きく２つの意味とレベルを区別できる．そのひとつ（「ワーク a」とする）は，認知科学者のあいだでは Lucy Suchman たちの研究を通じて知られ[2]，ワークプレースとワークプラクティスの研究と呼ばれる．Button 他はこれを，「職業と専門職のワーク」としている[3]．Garfinkel 自身による大学での講義の研究[4]は，ワーク a の研究に位置づくものである．

より根源的な「ワーク b」が，「日常活動を組織するワーク」である[3]．「社会活動を達成することのワークを強調するのは，プラクティスについて語るひとつのやり方であり，その産出が「リアルタイム」での身体化されたものであることを強調する」[3, p. 60]．

日本の認知科学研究においてエスノメソドロジーの「ワーク」概念を扱ったものの中では，ワーク a についての研究が多く，ワーク b のものはこれまでほとんど見られなかった．本報告では後者の用法の展開を示し，歩行訓練場面のワークに適用する．

Button 他によると，Garfinkel はワーク b を「一見したところは知覚的な活動」と結びつけている：「見ることのワーク（looking's work）」はたんに目によってなされるなにか以上のものであり，それ以外のものでもあることを強調している」[3, p. 60]．Garfinkel は Aron Gurwitsch による知覚のゲシュタルト理論の現象学的扱いを発展的に「誤読」しているが，見ることのワークはそのひとつの産物である．Lynch と Eisenmann は，見ることのワークの事例として，パルサー発見の実践の研究を取り上げる[5]．その説明において「茂みにひそむ獲物の姿をあぶり出す（extracting an animal from the foliage）」[6, p. 132]という表現が使われている．ゲシュタルト心理学の「地と図」に対応させて，「茂み」と「獲物」をとらえている．この比喩のわかりやすい具体例は，バードウォッチングという活動である．この活動の多くは，鳥を見つけられる場所を予期して探すことからなっており，その結果として双眼鏡で一瞬その姿をとらえられるというものだ．獲物を見つけられそうな場所へ移動し，物陰に隠れて静かにして待って聴いて，あるいは，おびきよせるために録音を流すといったことをしている．「身体化されたワークは，見ることにかぎられるわけでもなく，探索も視覚的な識別といった事柄ではかならずしもない」[5]．

2. データ

本報告で使用する映像記録は，視覚障害者 A と C と歩行訓練士 B と D の２組のペアがそれぞれ初めてのコースを歩く初日のものであり，歩行訓練士は指導対象の視覚障害者がどのようなスキルや嗜好をもっているかはわかっていない．視覚障害者は二人とも単独での歩行経験が豊富で，白杖操作や外歩きの基本は身につけているので，ある経路になじむこと（ファミリアリゼ

ーション）[7]を目的としている．

3. スロープを感知するワーク b

視覚障害者による，ワーク b である見ることのワークとして，ある大学キャンパスから出る場面を取り上げる．この日この部分をすでに何度か歩いており，視覚障害者 A は，その経験にもとづきこれから歩く部分についての「知識」を表明し，歩行訓練士 B の確認を受ける．そして，スロープを下りきったことを表明する．

抜粋１

01 A: ああ．でこれ、いま、アイを通り越し
02 ましたよね：＝
03 B: ＝＞そうです．通り越しました．＜
04 A: ［＞ということは＜］
05 B: ［でもあんまり ］
06 (1.0)
07 A: けっこうひもう(1.5) いいかんじで
08 ひろくなると．
09 (0.3)
10 A: で［スロープがある ］
11B: ［＞そうですそうそうそうそう］
12 そうそうそうそうですそうです＜
13 A: あ：はあ
14 B: はい．だんだん，こう広くなるはずです．
15 A: え：え：
16 B: はい．
17 (0.9)
18 A: でこれいま：(0.5)正門の：
19 B: ［＞そうですそうです＜］
20 A: ［建物がでてきます ］よね．
21 B: 出てきました．
22 A: はいはい．［あ：： ］
23 B: ［ひだりの］ほう
24 A: なるほ［ど．わかりま］した．
25 B: ［あってます ］
26 はい．でスロープが、出てくる
27 はずなんです［ね
28 A: ［はいはいはい．
29 B: このかんじで．
30 (4.1)+(3.0) +(10.1)+(1.0) +(3.0)
a *+急斜面+緩斜面+石部分+平部分*
31 A: でこれおりて：
32 (1.0)
33 B: はい＝
34 A: ＝でこっち向くと＝
35 B: ＝そうで：す．

A は，スロープを下りきったところで「でこれおりて」(31 行)「でこっち向くと」(34 行）と，スロープが終わり路面が平坦となったのをゲシュタルトとして感知したことを表明する．

視覚を活用できない視覚障害者は，記憶した知識をもとに，傾斜の変化を足裏で感じて現在位置と進行方向をみいだしている．傾斜があるべき場所で始まり，ある程度続き，終わってまた平坦となるということを順番に経験しながらのことである．スロープというゲシュタルトは，触覚と平衡感覚を活用して，「いまここ」であぶり出されている．スロープを感知することは連鎖における傾斜の変化を比較しつきあわせることでなされる．一歩まえの傾斜の記憶という過去を保持し，いまの斜度とくらべる．Garfinkel のいうワーク b にあたる「見ることのワーク」の好例である．

4. 歩行訓練士のワーク a

歩行訓練士のワーク a は主として，視覚障害者がルートにそって歩けるように口頭で情報提供しインストラクションすることからなる．すでに秋谷たちが示した事例だが[8, p. 5 の図 2]，駅構内から歩道に出るところで「で，もうちょっと行くと鉄板越えたら歩道に出ます」と歩行訓練士はコースの告知をする．駅構内と歩道との境界に鉄製のグレーチング蓋がかぶせられた排水溝がある．駅構内にある点字ブロックがなくなることとグレーチング蓋という「鉄板」があるのは視覚障害者に感知できるとして，目印となるように発話を組み立てている．白杖が鉄板にあたって音がする瞬間には「これですね」と特定する指示（reference）発話をして，視覚障害者が目印を同定できるようにしている．歩行訓練士のワーク a の例である．

歩行訓練士は，視覚障害者の特性に合わせて目印を設定しコースを組み立てる．そのための査定もおこなっている．たとえば，交差点に到達したことがわかるかをテストする事例が観察できた．抜粋２である．

抜粋２

01 D: （そうで）すね．ひらけたかんじわかったら
02 C：は［い
03 D: ［ちょっととまってみてください．
04 C：はい．

05　(5.1)《C は 10 歩進む》
06 C：°このへん＋かな°
c　＋一瞬立ち止まる
07　(2.2)《C は 4 歩進む》
08 C：°こ＋［こ°
c　＋止まる
09 D：　［あ：すばらしい.
10 C：はい．えへ.
11 D：このへんですかね．はい.

視覚障害者のなかには，反響定位の高度なスキルを持って自転車を乗りこなす Daniel Kish のようなひとがいる．そこまでできなくとも，反響定位と風の流れ，太陽の日差しなどから周囲の障害物の所在を感知する視覚障害者は多い．歩行訓練士 D は視覚障害者 C にたいして，初回の訓練開始にあたって曲がり角をどのように曲がっているかをたずねて，「はしっこつたってって」「ながれで曲がる」との回答をえている．そして，訓練開始後最初の曲がり角の手前で「ひらけたかんじわかったらちょっととまってみてください」，とインストラクションし，査定のための課題を設定する(01, 03行)．

住宅街の歩道のない狭い道路である．自動車などの交通量はすくない．C は縁石に白杖をあてることなく，路面の２点をタッチしながら歩いている．そして，１度ほんの少し手前で立ち止まった（06 行）あと，4 歩進んで「ここ」と言いながら立ち止まる（08 行）．訓練士は「あ：すばらしい」との査定をおこなう（09 行）．

交差点がわからず停止することなく侵入してしまうのはたいへんに危険である．D は，C がそうしないことをこのテストで確認している．ただし，C が反響定位を使ったのか，どの程度それができるのかは特定されない．空気の流れなども組み合わせて判断していると推定される．知覚モード特定の必要性を歩行訓練士 D が示すことはない．

最後に，歩行訓練士のワーク a を構成する，見ることのワーク b の事例を検討する．視覚障害者 A は反響定位の高度なスキルを有していた．白杖が路面を打つ反響音で，歩いている右側に建築物があるかオープンスペースであるかをとらえていた．駐車場の脇を歩いていたときに，歩行訓練士 B はそのことを知り，発話の組み立てをそれに合わせて変えていた．白杖の路面タップが前方障害物の探知のみならず，反響定位の手段にもなっていることを知り，駐車場をすぎて建物の横に来たところで，建物の存在を告げていた．白杖の強いタップが反響定位をしているとみなすことは，そのようなスキルを持つ視覚障害者がいるという専門職としての知識と，タップがどこで強くなるかの注意深い観察から成り立つ歩行訓練士の見ることのワーク b であり，同時にこれは歩行訓練士のワーク a を構成する．Garfinkel の２つのワーク概念の重なりの例である．

抜粋３には路面タップの時点と歩行訓練士 B の顔の向きをいれている．＃はタップのタイミング，＋は視覚障害者 A の身体の動きの開始や終了，＊は歩行訓練士 B の身体の動きの開始や終了，dr は白杖のドラッグ（路面とコンタクトしての左右の動き），l.は行番号を示す．一部の白杖タップは前方正面からの左右の角度も示している．

抜粋３
01 B: はい＃で、＃これで＃（.）終＃わり＃
02　ました＃．で、終わって
＃《このあと白杖が見えない》
03 A: はい.
04 B: 歩道に上がってるんですけど：
05 A: ええ
06 B: ＊え：＊ビヒン堂っていうドラッグストア
b ＊右前方を見る→l. 14
a ＊白杖見える；dr→l. 08
07:　が（.）［あるん＊（です）
b ＊右横を見る→
08 A:　［み＃ぎにあるん＃ですね.
a →＃
09 B: はい．＃で［その駐車＃場が：
10 A:　［はいはい.
11　＋あ：あ,
a ＋dr→l. 13
12 B: すぐに［ある　＃ので　］ちょっと
13 A:　［＞なる＃ほど＜］＃
a →＃
14 B: 広いかんじ＃が［＊右側　＃ね.
b →＊右前方を見る→l. 22
15 A:　［そうですね．＃
16 A: けっこう（0.2）＃ひろ［い＃
a ＃　＃dr→
17 B:　［はい.
18　＃＊でそれがまたこう
ab ＊駐車場が終わり建物の横になる
19　＞ちょっと＜建物がある
20　［ようなかん＃じ？
21 A: ［はいはい　＃はい.

a *—>#右 60*
22 ＞#あ、これ＊は#これは
b *—>*右横を向く—>*
a *#正面* *#右 60*
23 そう［ですね：［はい.
24 B: ［＞そう#です＜ここ［か#らが
a *#右 10* *#右 20*
25 ＜お#みせ＞#（0.5）
a *#右 60 #正面 dr—>|. 27*
#からだを右に向ける—>
26 A: はい＝
27 B: ＝＊があって［#います.
a *—>#*
—>＊やや右に戻す—>|. 30
28 A: ［#あ：、ドラッグスト#ア：＝
a *#左 5* *#右 30*
29 B: ＝はい.
30 A: ビヒン堂＋
a *—>＋正面を向く*
31 B: はい. ＊ビヒン堂さん［があっています.
b *＊正面から左に向く*
32 A: ［はい.

この部分は４つの局面に分けられる．局面１では道路横断が終わったことが確認される（01-05 行）．局面２では右側にドラッグストアのビヒン堂があることが伝えられる（06-08 行）．局面３では右にあるのがビヒン堂の駐車場であることが伝えられ，反響定位と推定されるものでＡによって確認される（09-17 行）．局面４では建物の存在が伝えられるが，それが反響定位でＡにわかるという想定のもとになされる（18-32 行）．局面１のＢにはまだＡの高度な反響定位のスキルへの気づきはない．Ａのふるまいを見てそれに気づき，Ｂは反響定位を活用して環境特性の把捉をするようにＡをうながす．視覚障害者の特性に，コースの教示を合わせる歩行訓練士のワーク a の望ましいかたちである．

この部分では，Ａの白杖操作がポイントである．白杖操作の基本は 2 点タッチ法である[7]．「タッチ」が瞬間的なタップであるものが基本である．前方の左右 60 度のあたりをタップして障害物の有無と段差を探知する．つぎに足を置く地点である．そして，路面の状態によって，左右に白杖を振るあいだも路面との接触をたもつ「ドラッグ」と，タッチしたあとにすこし前方にすべらせる「スライド」といった変形がある．縁石などがある場合に，路面ではなく縁石の側面をタッチする場合もある．

この部分でＡはドラッグを多用している．車道と歩道の段差が小さくて，どこかで歩道が高くなると予期しているのかもしれない．最初に強いタップをするのが「ビヒン堂っていうドラッグストアが」を聞いた時点である．「駐車場が」（09 行）というＢの告知に「あ：あ」「なるほど」（11, 13 行）とＡが受けとめと理解を示す．さらに，「ちょっと」「広いかんじが」と言われて（12, 14 行），「そうですね」「けっこうひろい」と（15-16 行）と同意を示す．「けっこう」は，この理解や同意がＡ自身の知覚経験にもとづくという主張である．Ｂがそれに気づいた証拠は，以降のふるまいに見られる．Ａが建物の真横に来たことを確認したのちに「それがまたこうちょっと建物があるようなかんじ」（18-20 行）と発話する．Ａは「はいはいはい」と受けとめながらタップを始めて，反響定位で建物というゲシュタルトを感知する．「あ，これはこれはそうですね：」（22-23 行）と気づきと同意を表明する．「これは」という指示表現が繰り返されていることは，いままさにこのときに感知していることを強く示すものである．「茂みにひそむ**獲物**」というゲシュタルトの姿をあぶり出すワークが，インストラクションによって機会づけられているが，それは，発話の組み立てとタイミングともに，視覚障害者Ａという受け手に最適なものとなっている．

文献

[1] 伊藤亜紗, 2015, 『目の見えない人は世界をどう見ているのか』 光文社.
[2] Suchman, L. A. 1987, *Plans and situated actions: The problem of human-machine communication*, Cambridge University Press.＝1999,『プランと状況的行為：人間ー機械コミュニケーションの可能性』産業図書.
[3] Button, G., Lynch, M., & Sharrock, W., 2022, *Ethnomethodology, conversation analysis and constructive analysis: On formal structures of practical action*, Routledge.
[4] Garfinkel, Harold, 2002, *Ethnomethodology's program: Working out Durkheim's aphorism*, Rowman & Littlefield.
[5] Lynch, M., & C. Eisenmann, 2022, Transposing Gestalt phenomena from visual fields to practical and interactional work: Garfinkel's and Sacks' social praxeology, *Philosophia Scientiæ. Travaux d'histoire et de philosophie des sciences*, *26*(3), 95-122.
[6] Garfinkel, H., Lynch, M., & Livingston, E. 1981, I. 1 The work of a discovering science construed with materials from the optically discovered pulsar, *Philosophy of the Social Sciences*, *11*(2), 131-158.
[7] 芝田裕一, 2010, 『視覚障害児・者の歩行指導：特別支援教育からリハビリテーションまで』北大路書房.
[8] 秋谷直矩; 佐藤貴宣; 吉村雅樹, 2014, 社会的行為としての歩行：歩行訓練における環境構造化実践のエスノメソドロジー研究, 『認知科学』21: 207-225.

視野狭窄の視知覚を再現する画像フィルタの開発とその応用 —当事者として—

Development and Application of an Image Filter Replicating Peripheral Vision Loss —As The “Person Concerned”—

金子 祐二†
Yuji Kaneko

†東北大学大学院 教育学研究科
Graduate School of Education, Tohoku University
yuji.kaneko.t1@dc.tohoku.ac.jp

概要

視野狭窄を持つ網膜色素変性症当事者の主観的視覚体験を再現するため，画像フィルタを提案し，その開発と応用の展望について報告する．本報告では画像処理手法により移動物体の除去と周辺視野領域のぼかし処理を行った．本処理により当事者の主観的視覚体験を一定程度再現できることを確認した．今後視線計測や適応性に関する研究を進めることで，人間の主観的視覚体験の発生機序に関する新しい知見が得られる可能性がある．

キーワード：視野狭窄，主観的視覚体験，福祉工学

1. はじめに

網膜色素変性症 (retinitis pigmentosa：以下 RP) は，網膜の視細胞および色素上皮細胞の変性により，夜盲・視野狭窄などの症状を伴う進行性疾患である[1][2]. RP は 4000〜8000 人に 1 人の割合で発症するとされ，現在根本的治療法はなく，2015 年からわが国の指定難病の一つに認定されている[3].

著者は 2020 年末に RP と診断された．矯正中心視力は 1.0 程度であるが，視野は水平・垂直方向とも晴眼者 (視覚が健常な者) の 1/3〜1/4 程度で，視野障害 2 級の身体障害者である．疾患の特性上，診断のかなり前から視野に障害があったと考えられるが，診断前には自覚はなく，この見え方が普通だと認識して長年生活し，自動車の運転などもしていた．告知された際は「晴眼者は私の何倍も見えているのか」と驚いたほどである．

RP と診断されて以来，私が体験した最も大きな困難は，「目の見えにくさ」そのものよりも，「見えにくさ」を他者に伝えることの難しさであった．

一般に「視力」と言われる中心視野視力は，ランドルト環による検査結果が社会に広く浸透しており，その数値で他者の「視力」が了解可能である．一方視野狭窄の度合いについては，医療や福祉の現場では，「ゴールドマン型視野計」・「エスターマン型視野計」による測定値（角度）が用いられることが多く，わが国では障害等級の判定にも用いられている．しかし当事者は職場や日常生活の現場では，伝わりづらい角度そのものを使わず「1m 離れるとサッカーボールくらい[4]」や「(両手で角度を作って顔の前に掲げて) このくらい」といったような表現をしている．ここには，角度というものが伝えにくいという問題のほかに，医学的な診断結果である角度と，「このくらい見えているように感じる」という主観的視覚体験との間にギャップがあるという問題がある．

このギャップは，様々な心理的葛藤を惹起する．例えば自動車を安全に運転するには，周辺視野が重要であることは自明に思えるが，定量的な調査は少なく[5]，実際わが国では，運転免許の取得・更新時に周辺視野を測定することはなく，運用上，視野障害があっても運転免許を取得・維持することが「できてしまう」状態である（ただし RP のあるドライバーの重大交通事故に関する判例を見ると，事故前に RP と診断され，さらに医師から運転が困難であると指摘されていたにも関わらず事故を起こした場合，ドライバーの重過失とされた判例があるようである[6]）. 運転するかしないかは当事者の判断に任されているのである．これは生活や仕事に運転が必要な当事者に，大きな葛藤を生む．

ではなぜギャップが生まれるのか．そこには，晴眼者にせよ当事者にせよ，そもそも人間はどのように視覚情報を感じているのか，という主観の問題がある．

著者は当事者としてさまざまな場面で「存在しているものがないかのように感じる」経験をする．例えば，道を歩いていて，後ろから来た車に抜かされる時，音から判断して車が周辺視野にあるはずの時点で車は見えず，中心視野に入った瞬間に突然現れたように感じられる．周辺視野領域は実際に見えてはいないが，見えているように感じられるため，車は来ていないよう

に感じ，またワンテンポ遅れて急に車が来たように感じると考えられる．同様な感じ方として，緑内障患者が，盲点付近にあるものが消失したように感じることがあるという報告[7]もある．

そもそも医学的には RP 当事者の網膜の視神経細胞が全て非活性化しているわけではないから，単に周辺視野が暗黒なわけではなく，ぼんやりと光を感じられる．「中心視野よりも周辺視野の視力が低い」という事象は，定性的には晴眼者も同様であり[8]，つまり程度の問題である．

さらに，予測符号化理論[9]に照らせば，人間は，網膜が光を受容して実際に見えているボトムアップ的な知覚と，聴覚などの他のモーダル情報・記憶・概念といった様々な情報から脳がトップダウン的に行う予測とが，時間的空間的に連続に織り混ざった心的イメージとして知覚していると考えられる．この視点でみると，視野狭窄患者は，ボトムアップ的知覚の欠如による予測の誤りの結果として，存在しているものがないかのように感じられたり，逆に存在していないものがあるかのように感じられたりする可能性がある．

この，視覚体験に否が応でも主観性が入り込む点が，単に客観的に数値で表せない，「見えにくさの伝えづらさ」の一因と考える． そしてこの伝えづらさは，当事者としての QoL，例えば歩行時の安全性，自動車運転時の安全性，パソコン操作時の環境などの評価や改善を難しくしている．

そこで，当事者の感じ方・主観性を積極的に取り入れた画像フィルタを開発すれば，それを用いた当事者の QoL 評価改善が可能になるのではないかと考えた．本報告では，その開発と応用の展望について述べる．

2. 実装

視野狭窄による不自由を軽減しようとする研究や技術開発は数多く存在している[10][11]が，視野狭窄の視覚体験を提供する研究は多くない．一例として Zhang らの研究[12]が挙げられる．この研究では，一種のスマートグラスを開発し，視線計測しながら周辺視野が欠損した映像をレンズに投影する．晴眼者に比較的簡便に視野狭窄体験を提供することができると考えるが，本研究の目的である主観的視覚体験，例えば「存在しているものがないかのように感じる」ことの提示は難しい．

主観的視覚体験という観点では，精神疾患の領域であるが，長井らの自閉スペクトラム症(ASD)視覚体験シミュレータの研究があり[13]，ASD 者特有の視覚体験が，必ずしも高次認知機能の非定型によるものではないとしている．一方で本研究では，最も低次な，網膜の疾患による視覚刺激の非定型が，主観的視覚体験にいかなる影響を与えるかに関する知見を得ることも期待できる．

本報告では，主観的視覚体験を提示するシステムの出発点として，「存在しているものがないかのように感じる」を提示する画像フィルタを作成し，考察することを目的とする．

画像処理や機械学習の分野で，物体を除去する既存技術として，

・セマンティックセグメンテーション
・背景差分法などの画像処理による移動物体検出
・学習モデルによる物体認識

などがある．本研究では背景差分法により背景と移動物体を分離し，周辺視野から移動物体を除去し（即ち周辺視野として背景のみを提示し），視覚体験の提供を試みる．また周辺視野にはぼかし処理を入れ，視野狭窄の見え方に近づける．

本報告では，カメラを固定して撮影した動画にオフラインでフィルタをかけ，比較検討した．ソースコードは https://github.com/yujikaneko/RPView 参照のこと．

3. 結果

フィルタをかける前後の動画のうち，一部のフレームを図 1 に示す．

フィルタをかけた後のフレームでは，周辺視野に存在している走行中の自動車や歩行者が消え，認識できない．動画を連続的にみると，自動車や歩行者が中心視野付近で急に現れ，消えていくように感じられる．

4. 考察

本報告のフィルタによる結果では，当事者の主観的視覚体験の一つである「あるはずのものがないように見える」感覚をある程度提示できた．本考察では，以下の観点を検討する．

- 視線計測
- 適応性
- 当事者 QoL 向上
- 技術的制約
- 視覚体験の発生機序解明への寄与

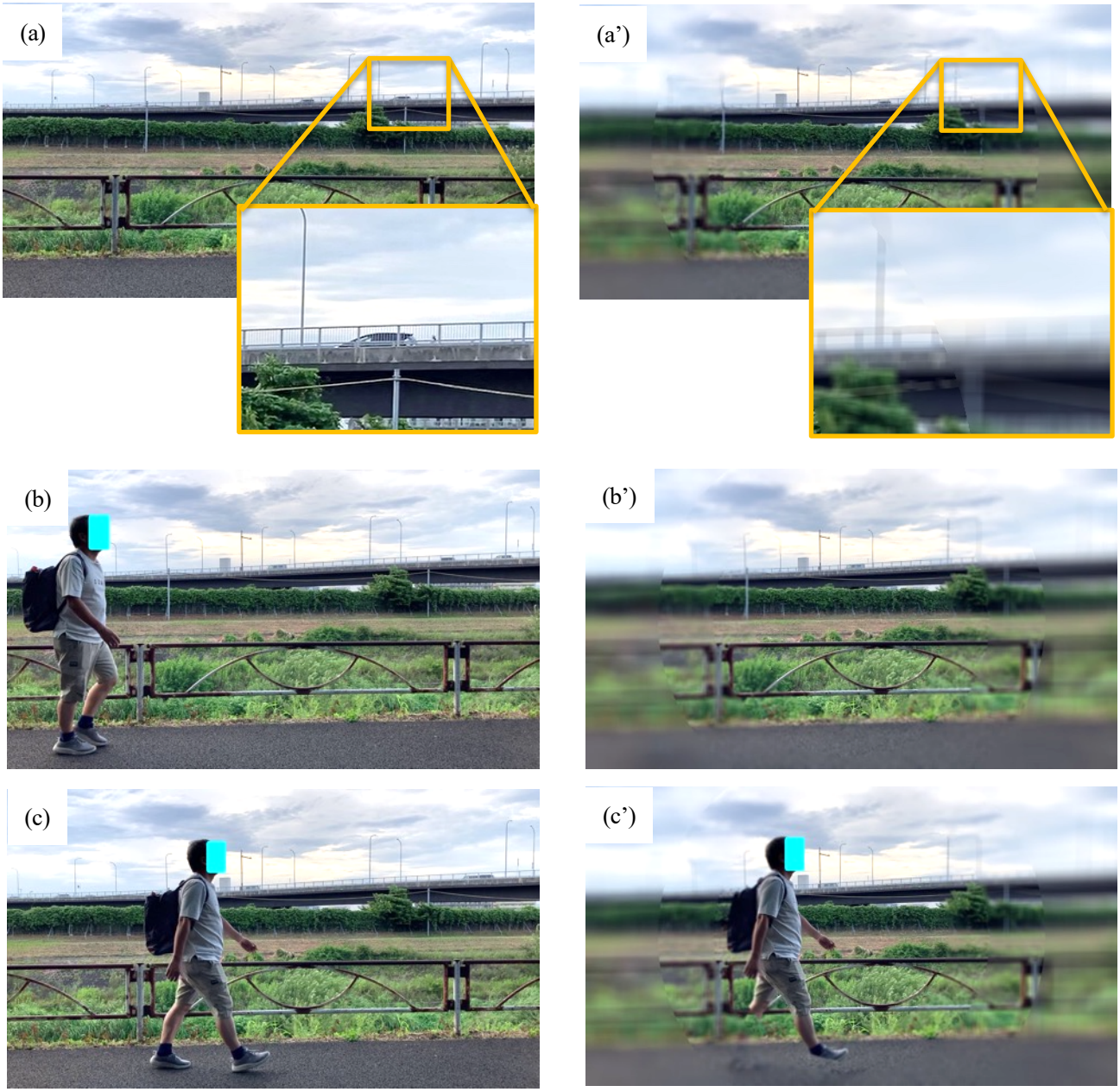


図１　フィルタ前後のフレーム

(a)：フィルタをかける前の元画像．橋の上を右から自動車が走行している．

(a')：(a) にフィルタをかけた画像．橋の上の自動車は認識できない．

(b), (c)：フィルタをかける前の元画像．歩行者が左から右へ歩いている．

(b'),(c')：(b),(c) にフィルタをかけた画像．(b')では周辺視野に歩行者がいるが，認識できず，その方向には背景があるように感じられる．(c') で歩行者が中心視野に近づくと，急に現れたように感じられる．

視線計測

本報告のフィルタでは注視点は画面中央で固定としたが，視線の動きや注視点の変化が視覚体験に与える影響を検討する必要がある。特に視野狭窄当事者は，その視野の狭さを補うために，晴眼者とは異なる視線の動きを行なっている可能性がある．

技術的には，大きなスクリーンもしくはヘッドマウントディスプレイに画像を提示しながら視線計測を行い，視線の向いている先を中心にフィルタをかけることで模擬が可能である．この技術は VR における「中心窩レンダリング」と呼ばれる技法に近いものであり，演算量削減や「VR 酔い」の低減に向けた研究が行われている領域である[14].

視線方向や注視点変化を考慮に入れることで，周囲

の情報の把握や物体の位置認識にどのような影響があるかがより詳細に検討できると考える．

適応性

本報告では入力動画として一つのシーンを採用したが，複数のシーンに適応させる場合，明るさや場面に応じてパラメータの調整が必要であり，また調整を行っても十分に性能を発揮しないこともあり，適応性を考慮すると機械学習を用いた物体認識技術などの採用を検討する必要がある．

また本報告では，被験者は当事者である著者のみであるが，異なる視覚障害の程度や症状に対して，どの程度適応できるかの評価が必要である．現在，当事者団体や支援団体に協力を要請しているところである．

被験者数を増やすことで，ゴールドマン視野計測などの視野計測結果とフィルタのパラメータとの相関関係が明らかにできれば，視野計測結果の数値よりも伝えやすい見え方を共有できるツールとなる可能性もある．

当事者 QoL 向上

本研究の画像フィルタは当事者の QoL 向上にどの程度寄与できるであろうか．

当事者の見え方が本研究のフィルタで伝えやすくなれば，例えば介助者への「いい按配」な介助の依頼がしやすくなる，白杖を用いた歩行訓練時に気づきを得やすいなどの効果が期待できる．

技術的制約

画像フィルタは現時点で動画ファイルに適用しているが，安価な PC でもリアルタイム処理可能である．しかし上述のように同時に視野計測を行ったり，機械学習を行ったりする場合は性能について検討が必要である．

視覚体験の発生機序解明への寄与

「適応性」で述べたパラメータ調整の課題は単なるコンピュータビジョンの問題に思われるが，ではどのようにして人間は適応しているのか，と考えれば，視覚体験の発生機序に関して新たな知見を得られる可能性がある．上述の予測符号化に基づけば，人間は常にトップダウン的な予測を行っている．同様の工学的手法として，オートエンコーダーや生成系 AI による予測手法があり，これを実装することでより主観的視覚体験に近づくことが可能になるであろう．

5. まとめ

RP 当事者である著者が体験している，視野狭窄の症状のある網膜を通した主観的視覚体験をシミュレーションするフィルタの開発を試みた．著者の主観的な視覚体験を一定程度再現できたが，今後，視線計測と注視点対応，複数の被験者での試験を通してフィルタを精緻化するとともに，当事者の QoL 向上のための応用を検討していきたい．

文献

[1] 厚生労働科学研究費補助金難治性疾患政策研究事業網膜脈絡膜・視神経萎縮症に関する調査研究班　網膜色素変性診療ガイドライン作成ワーキンググループ，（2016）“網膜色素変性診療ガイドライン”，日本眼科学会雑誌, Vol. 120, No. 12, pp. 846-861.

[2] 清水里美，築島謙次，（2007）“IV.年齢と疾患によるケアの特徴 3.疾患別特徴 1) 網膜色素変性症”，ロービジョンケアガイド, pp. 136-140.

[3] “難病情報センター「網膜色素変性症」”，https://www.nanbyou.or.jp/entry/196, 2023 年 6 月 18 日閲覧.

[4] “東京工業大学伊藤亜紗教授ホームページ 成澤俊輔さんインタビュー記事”，http://asaito.com/research/2021/05/post_79.php, 2023 年 6 月 18 日閲覧.

[5] 伊藤誠，（2022）“視野障害と運転”，国際交通安全学会誌, Vol. 47, No. 3, pp. 165-172.

[6] 国土交通省自動車局，（2022）“自動車運送事業者における視野障害対策マニュアル”

[7] Hoste, AM., (2003) “New insights into the subjective perception of visual field defects”, Bull. Soc. Belge Ophtalmol, Vol. 287, pp. 65-71.

[8] 金子章道，（2005）“網膜-デジタルカメラとは違う構造と機能”，日本生理学雑誌, Vol. 67, No. 3, pp. 102-110.

[9] 乾敏郎，阪口豊，（2021）“自由エネルギー原理入門: 知覚・行動・コミュニケーションの計算理論”，岩波書店.

[10] Younis, O., Al-Nuaimy, W., Rowe, F., & Alomari, M. H., (2019) “A smart context-aware hazard attention system to help people with peripheral vision loss”, Sensors, Vol. 19, No. 7, 1630.

[11] Ambard, M., (2022) “Sunny Pointer: Designing a mouse pointer for people with peripheral vision loss”, Assistive Technology, Vol. 34, No. 4, pp. 454-467.

[12] Zhang, Q., Wang, X., Starner, T., Huang, Y., Chernyshov, G., Barbareschi, G., ... & Kunze, K., (2022) “Experience Visual Impairment via Optical See-through Smart Glasses”, In Adjunct Proceedings of the 35th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology.

[13] 長井志江，秦世博，熊谷晋一郎，綾屋紗月，浅田稔，（2015）“自閉スペクトラム症の特異な視覚とその発生過程の計算論的解明: 知覚体験シミュレータへの応用”，日本認知科学会第 32 回大会発表論文集, pp. 32-40.

[14] 橘康貴，今給黎隆，（2018）“Coarse Pixel Shading を用いた VR 酔い対策ための描画の高速化技法”，研究報告コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学 (CG), Vol. 2018, No. 1, pp. 1-6.

事前学習を利用したACT-Rの運動学習モデル
ACT-R Modeling of Motor Learning Using Prior Training

長島 一真 †, 西川 純平 †, 米田 凌 †, 森田 純哉 †
Kazuma Nagashima, Jumpei Nishikawa, Ryo Yoneda, Junya Morita
† 静岡大学
Shizuoka University
nagashima.kazuma.16@shizuoka.ac.jp

概要

人間の運動技能は，外界の変化に対する予測精度を向上させることで獲得される．こういった運動学習の過程について，様々なモデルが構築されてきた．しかし，多数のパラメータが関与する状況での急速な適応を説明するモデルは構築されてこなかった．本研究では，認知アーキテクチャである ACT-R をベースに，事前に獲得された運動スキーマを適用する学習を提案する．手法を適用した結果，人間と適合する急激な学習過程を確認した．

キーワード：運動スキーマ, 認知モデル, ACT-R

1. はじめに

人間を取り巻く環境は動的に変化する．よって，環境に対する素早く正確な働きかけを可能とするために，環境の変化を予測するパターンが必要となる．認知アーキテクチャに関わる研究は，このような運動学習の過程を再現するメカニズムの構築に取り組んできた．例えば現存する認知アーキテクチャのなかで，最も多くの機能を有する ACT-R (Adaptive Control of Thought-Rational [1]) は，外界とのインタラクションを担う知覚モジュールと運動モジュールを持つ[1]．

これらのモジュールは，ACT-R の有する高次認知機能（記憶やゴール管理など）と統合されることで，外界との柔軟なインタラクションを伴うモデルの構築を可能にした．これまで様々な研究者が ACT-R の知覚と運動モジュールを用いて，知覚運動課題をリアルタイムに遂行するモデルを実装してきた．例えば，運動に関わる数値的なパラメータを調整する運動学習モジュールを用いる研究が存在する [2, 8]．ただし，既存の研究は，この運動学習のモジュールにより，多数のパラメータの関与する運動が，人間と同様の速度で学習されることを示していない．

上記の背景を踏まえ，本研究では，知覚運動課題における人間の学習速度を表現する手法を ACT-R 上で表現する手法を提案する．本研究の手法は，事前に学習された運動系列をモデルがスキーマとして保持し，新規な状況において選択するものである．これにより，多数のパラメータをもつ運動を，人間と同様の速度で学習する．

2. 関連研究

本研究では，ACT-R の機能を組み合わせることで，知覚運動課題における人間の学習の速度を表現することを目指す．

人間の運動学習には関して，運動の記憶を感覚と動作を協調させるスキーマの獲得として説明する理論が存在する [9]．この理論では，人間の運動学習によって獲得されるスキーマとして，運動のパラメータ，過去の運動の内容，過去の運動の結果が想定される．運動スキーマによって過去の運動の内容が想起され，感覚の予測がなされる．運動に関するこのような抽象的知識を獲得することで，人間は新規な状況での動作パターンを素早く獲得することができる．

ACT-R を用いた運動学習に関して，様々な研究が行われている [2, 7, 8]．その中で，本研究では，著者らのグループにおいて利用してきたラインフォローイング課題 [4] を対象としたモデルを直接の先行研究とする．課題の詳細は後述するが，スクロールするラインに対する追従のタイミングを制御する課題である．これを達成するために，筆者らの先行研究では，ACT-R の有する運動学習のモジュールを利用するモデルを構築した [7]．ただし，このモデルは，1. 節で述べた研究 [2, 8] と同様，人間の学習速度を再現することには成功していない．ACT-R の運動学習モジュールは，課題の遂行に伴う試行錯誤の履歴から，知覚と運動を対応させるパラメータを学習する．通常，このような学習は人間による学習に比べて多くの試行を要する．この背景から，本研究では，知覚と運動の対応関係を短

[1] Kotseruba による網羅的なレビューを参照 [3]

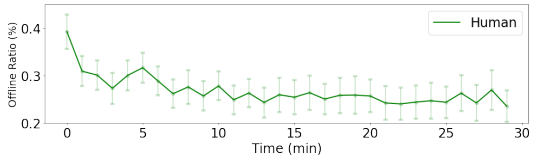


図 1　人間のデータ．エラーバーは SE（Standard Error）．

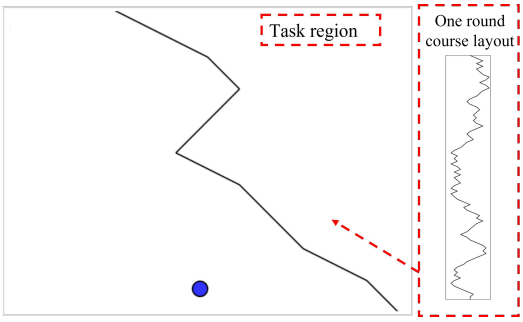


図 2　タスクインターフェイス

期間に収束させるメカニズムを検討する．

3.　課題とデータ

先行研究 [6, 7] と同様，ラインフォローイング課題を設定した．図 2 にタスクのインターフェイスを示す．このタスクにおいて，参加者は青い円を操作して，画面上に表示される上から下へ自動スクロールするポリラインを追うことを目指す．線は，図 2 右側に示すように，あらかじめ設定されたコースに従って変化していく．このコースは，およそ 1 分ごとに最初から繰り返される．このゲームの繰り返しを，以下，ラウンドと呼ぶ．

本研究で対象とするデータは，この課題に対してオンライン実験で得られたデータである．このデータは，クラウドソーシングサイト（Lancers.jp）における募集を介して得られた 24 名分のデータを分析の対象とした．本実験にて参加者は 30 分間，課題に従事した．

なお，本研究では先行研究に対して，スクロール速度を先行研究の 3 倍の速度とし，より曲折の多いコースを採用した．本研究では，人間の運動学習に焦点をあてるものであるため，先行研究に対してより難易度の高い状況での検討が必要であると考えたためである．

図 1 は，課題のパフォーマンスの推移を示す．縦軸はオフライン率（セグメントの総時間において，円が線に沿わなかった時間の割合），横軸は 30 分のタスクを 1 分間隔で区分した時間を示す．グラフから，時間に応じたオフライン率の減少傾向が示される．特にオフライン率の減少は課題の初期に急激に生じていることがわかる．

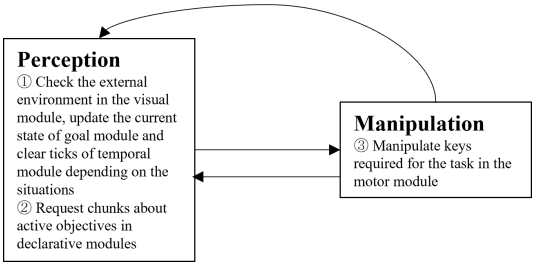


図 3　モデルの状態遷移

4.　モデル

本研究は，知覚運動課題におけるモデル [5, 7] を引き継ぎ，図 1 で示されるような人間の急激な学習を表現することに焦点を置く．

このような学習の問題は設定されるパラメータの数に応じて，組み合わせの数が膨大となり，最適なパラメータの値への収束に時間を要することである．本研究では人間によるラインフォローイングタスクの課題遂行において観察される急激な学習を再現するために，運動スキーマ理論 [9] に従ったパラメータセットを仮定する．すなわち，図 1 にて観察された急激な学習は，事前にその個人が記憶中に保持する運動スキーマを思い出すことによって成し遂げられたと考える．この実験においてこの課題を初めて実施する参加者でも，過去に類似したゲームを行った経験を有すると考えることはできる．実験時に，その際の知覚と運動の対応関係を想起し，課題の遂行を上達させることは理にかなった仮説である．

5.　シミュレーション

前節の仮説を検討するため，本研究におけるシミュレーションでは，前節で述べた事前のスキーマ構築フェーズを設定し，人間に迫る急速な運動学習を再現する．また，スキーマ適用フェーズにおいても，構築されたスキーマの発見のされやすさを操作した複数の条件を設定する．さらに，人間のパフォーマンスとの整合を強化するために，ACT-R のプロダクションの発火時間を定める dat パラメータを操作する[2]．

[2]本研究では ACT-R におけるベースとなる知覚運動過程のパフォーマンスの妥当性を検証するために，デフォルトの設定 ($dat = 0.050$) に加え，倍の速さの設定 ($dat = 0.025$) を検討した．

5.1 手続き

シミュレーションの手続きは，スキーマの構築フェーズとスキーマ適用フェーズに分かれる．

5.1.1 スキーマの構築

運動学習モジュールの最適なパラメータを以下の手順により発見する．この際，最適なパラメータは十分に広いパラメータ空間に対して，ある程度長時間に渡る学習によって得られると考える．

1. 各パラメータの値域を起点 0 と円の大きさの 10 倍を足した 241 段階に設定する[3]．
2. 通常の課題 30 分に対し，3 時間学習する．
3. 後半 1 時間の中のオフライン率が $\mu - 3\sigma$ 以下だったラウンドを探索する．
4. その各ラウンドに対し，各パラメータの最大値と最小値の差を計算し，全て足し合わせる．
5. 足し合わせた値が最も低いラウンドを訓練後のパラメータの候補とする．

本研究では，上記の手続きを 10 回行う．得られた候補に対し，各パラメータが取りうる最大値と最小の差が最も低いラウンドの値を，最適なパラメータとした．

5.1.2 スキーマ適用

上記により発見された最適なパラメータを，人間は実験の開始以前に経験的に獲得していると考える．そして，人間による実験時の学習は，その最適なパラメータを再発見するプロセスと考える．この仮定にもとづき，スキーマ適用フェーズにおいて，以下の手続きで人間が遂行したコースをフォローする．

1. 各パラメータの値域を，以下の条件でスキーマ構築フェーズにおいて得られた最適値をもとに上下幅を設定し，その値の段階を 3 に設定する．
   (a) 0 以上: 最適値を下限とし，上限をその下限に変数である Var_{Apply} を 2 倍した値を設定
   (b) 負を含む: 最適値を中心に Var_{Apply} 分の上下幅を設定
2. モデルは 30 分間シミュレーションを行う．

上記の設定により，段階が少なくなることで，モデルは構築された最適パラメータをスキーマとして発見しやすくなる．また，本研究では，Var_{Apply} に 60, 120, 240 の 3 つの条件を設定した[4]．

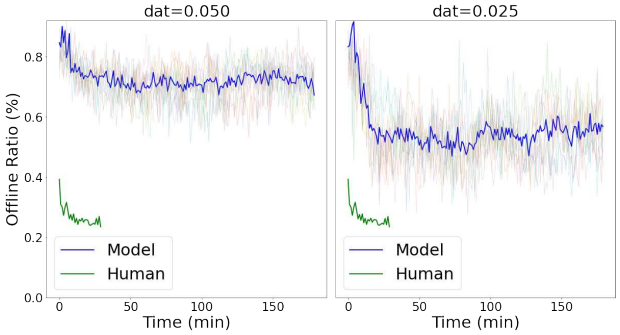


図 4 スキーマ構築の結果．太線は平均値，細い線は個別事例を表す．($n = 10$)

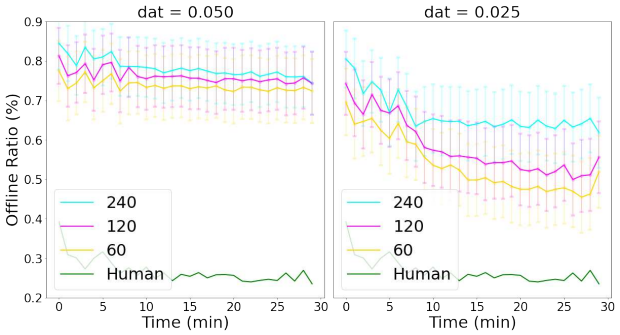


図 5 スキーマ適用結果．オフライン率のエラーバーは，SE を表す． ($n = 100$)

5.2 結果

図 4 は，2 種類の dat で事前学習をしていく過程で得た，3 時間分のオフライン率の推移である．青の系列はモデル，緑の系列は比較のために載せた人間の結果を表す．課題が進むに連れ，オフライン率が低くなりモデルのパフォーマンスが向上していることが確認できる．また，dat が低い方が，全体的にパフォーマンスが向上していることが確認できる．

図 5 は，構築したスキーマを適用させたモデルのシミュレーション結果である．各系列は異なる Var_{Apply} の設定を示す．いずれの dat でも，探索する値域の幅が狭いほど課題初期のパフォーマンスが良い傾向であることが確認できる．また，dat が 0.025 では，その人間の初期の急激な学習の特徴を再現できていることが確認できる．なお，dat を小さく設定した際により，人間のパフォーマンスに近づいていることがわかる．

[3]値域が 0 以上のパラメータは，最小値 0，最大値 240，値域が負を含む場合は，最小値-120，最大値 120 に設定した．

[4]その他の運動学習モジュールのパラメータは，先行研究 [8] を踏襲した．

表 1　人間の結果とモデルの結果の相関係数.

	$dat = 0.05$		$dat = 0.025$	
base	0.63	(0.25)	0.69	(0.16)
240	0.80	(0.26)	**0.82**	(0.16)
120	0.75	(0.24)	0.80	(0.10)
60	0.64	(0.22)	0.79	(**0.08**)

* 括弧内の数値は RMSE（Root Mean Squared Error）を示す．また，*base* は，図 4 に示すスキーマ構築時の課題の最初の 30 分に対するものである．その他は，図 5 に対応する．太字はベストフィットを示す.

表 1 にモデルと人間の適合を検討した結果を示す．各々の dat の設定に対して，相関は，スキーマ構築フェーズに対して，スキーマ適用フェーズにおいて高くなっていることがわかる．また，RMSE についても，スキーマ構築フェーズの *base* がスキーマ適用フェーズに対して低くなる傾向が示される．この結果は，人間における急激な学習が，事前に構築されたスキーマの再発見として説明されるという仮説を確かめるものである．

なお，モデルと人間との最も良い適合は，dat を ACT-R のデフォルトから倍の速度に早めた条件において得られた．この結果は，本研究におけるモデリングの改善の余地，あるいは ACT-R におけるプロダクションサイクルの設定の限界を示すものと捉えられる．

6. まとめ

本研究では，ACT-R の運動学習モジュールを用いて，人間の急激な運動学習を説明することを目指した．本研究の提案は，事前学習された運動スキーマを課題時に再構成することにより，人間は課題に対する急激な学習を達成するというものである．この仮説を検証するために，シミュレーションを実施した．その結果，スキーマ構築フェーズに対して，スキーマ適用フェーズでは，より人間の学習パフォーマンスと整合する結果が得られた．

本研究の意義は，通常は長時間の学習が必要になるパラメータ最適化のプロセスを利用して人間の学習をモデル化する手法を提案したことである．近年発展した end-to-end な枠組みについても，同様の考え方を適用することで人間の課題学習のモデルを構築できる可能性はある．

今後，このアプローチをさらに進めていく必要がある．今回の研究では，スキーマの構築と適用に伴う事前学習はパフォーマンスの向上という点で一定の効果があったものの人間のパフォーマンスを達成するという意味では十分ではなかった．より長期に渡る多数のモデルの実行を通すことで，より最適なパラメータが発見される可能性がある．

文献

[1] Anderson John R. *How Can the Human Mind Occur in the Physical Universe*. Oxford University Press, New York, 2007.

[2] Anderson John R., Shawn Betts, Daniel Bothell, Ryan Hope, and Christian Lebiere. Learning rapid and precise skills. *Psychological Review*, Vol. 126, No. 5, pp. 727–760, 2019.

[3] Iuliia Kotseruba and John K. Tsotsos. 40 years of cognitive architectures: core cognitive abilities and practical applications. *Artificial Intelligence Review*, Vol. 53, No. 1, pp. 17–94, 2020.

[4] Akihiro Maehigashi, Kazuhisa Miwa, Hitoshi Terai, Kazuaki Kojima, and Junya Morita. Experimental investigation of calibration and resolution in human-automation system interaction. *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences*, Vol. 96, No. 7, pp. 1625–1636, 2013.

[5] Junya Morita, Kazuhisa Miwa, Akihiro Maehigashi, Hitoshi Terai, Kazuaki Kojima, and Frank E Ritter. Cognitive modeling of automation adaptation in a time critical task. *Frontiers in Psychology*, p. 2149, 2020.

[6] Kazuma Nagashima, Junpei Nishikawa, Ryo Yoneda, and Junya Morita. ACT-R Modeling of Rapid Motor Learning Based on Schema Construction (in press). In *Proceedings of the 21th International Conference on Cognitive Modeling*, 2023.

[7] Kazuma Nagashima, Junpei Nishikawa, Ryo Yoneda, Junya Morita, and Tetsuya Terada. Modeling optimal arousal by integrating basic cognitive components. In *Proceedings of the 20th International Conference on Cognitive Modeling*, pp. 196–202, 2022.

[8] Gianferrara P. Giovanni, Shawn Betts, and Anderson John R. Cognitive motor skill transfer across speeds: A video game study. *PLOS ONE*, Vol. 16, No. 10, pp. 1–31, 10 2021.

[9] Schmidt Richard A. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, Vol. 82, pp. 225–260, 1975.

自動運転車乗車時の間隙通過可能性の知覚
Perception of the aperture passability when riding in a self-driving car

友野 貴之[†,‡], 栗原 勇人[‡], 海見 康秀[‡], 村野 良太[‡], 加藤 麻樹[‡]
Takayuki Tomono, Yuto Kurihara, Yasuhide Kaimi, Ryota Murano, Macky Kato
[†]札幌学院大学, [‡]早稲田大学
Sapporo Gakuin University, Waseda University
tomono@sgu.ac.jp

概要

自動運転車乗車時の間隙通過場面の動画とオンラインの質問紙を用いた実験を行い, 車の車速が間隙の通過判断とその確信度に与える影響について検討した. その結果, 間隙幅が車幅の 1.6 倍の場合, 車の速度は間隙の通過可否判断に影響を与えることがわかった. また, 間隙幅が車幅の1.9倍の場合は, 1.6倍の場合よりも, 間隙の通過可否判断に対する確信度が高くなることがわかった. 一方で, 速度は通過可能と判断した際の確信度に影響を与えるとは言えなかった.

キーワード : 自動運転車 (self-driving car), 間隙通過 (aperture passability), 安心感 (sense of security), オンライン実験 (on-line experiment)

1. はじめに

現在, 自動運転技術はレベル 1〜5 までのレベル分けがなされている[1]. 自動運転車の安全性能に関しては, 安全（工学）と責任（法律）についての研究が多くなされている一方で[2][3], 自動運転車乗車時の搭乗者の安心 (安心感) に関する研究は多くない[4]. 人間が操縦しないレベル 5 での安心を追求するにあたり, 自動運転車が想定する安全と人間が知覚する安心との間に乖離がある可能性がある. 例えば, 速い速度で狭い路地や障害物の間を自動運転車が安全に走行することは可能かもしれないが, 搭乗者が安心しているかどうかは定かではない. そこで本研究では, 以下の2つについて検討する.

1. 自動運転車乗車時における障害物間の通過可否判断の実験を実施し, 自動運転車乗車時における通過可能性の知覚について検討する.
2. 間隙の通過可否判断に対する確信度を指標とした自動運転車乗車時の“安心感”を検討する.

なお, 本研究における“安心感”とは, 間隙の通過可否の判断に対する確信度のことを指す. 判断の確信度が低い場合は, 迷いが生じていることを指すため“安心感”は低く, 確信度が高い場合は, “安心感”が高いと考えられる. 通過可能な間隙に対して安心して通過可能と判断しているのかを確認する. 一方で, 通過不可能な間隙に対して高い確信度で通過可能と判断している場合には, 安心しているが安全ではないことになる.

2. 方法

ソフトウェア Unity を用いてドライブシュミレーター動画（自動車の助手席に乗車した視点で 50m 程度の距離を走行し, 2 本のポールの障害物の間を通り抜けようとする場面の動画) を作成した. オンラインの質問紙（Qualtrics) にドライブシュミレーター動画を載せたアンケートを作成し, 71 名の実験参加者に対して, 障害物の間 (間隙) の通過可否判断とその判断に対する確信度の回答を求めた. 動画ならびにアンケートはパソコンを用いて視聴, 回答するよう教示した. 具体的には, 3 種類の自動車速度（10 km/h, 20 km/h, 30 km/h）と 5 種類の間隙幅（車幅の 0.7 倍, 1.0 倍, 1.3 倍, 1.6 倍, 1.9 倍）を実験参加者にランダムに提示し, 通過可否判断 (通過できる/通過できないの 2 値データ）およびその判断に対しての確信度 (1-100 の Visual Analog Scale）の回答を求めた. なお, 動画で提示した自動運転車の車幅は 2.0 m であった. また, 通過可否の判断に際して, 通過可能/通過不可能と判断したらすぐにボタンを押すよう教示した. ボタンが押されると, 動画はブラックアウトし, 回答画面 (間隙の通過可否判断) に移行するよう設定された. 各動画は実験参加者に対して 1 回のみ提示され, 繰り返し提示されていない. 動画の提示時間は, 車速に応じて異なった. 50 m の距離を 3 種類の自動車速度（10 km/h, 20 km/h, 30 km/h）で走行するため, 速度が速くなるにつれて動画の提示時間は短くなった. 加えて, 各速度において停止距離（制動距離 + 空走距離）を算出し, 停止に必要な距離を 50 m から引いた数値の距離を実際の走行距離として動画を作成した（図 1, 図 2）. 停止距離を考慮した理由は, 通過不可能と判断した場合にブレーキを押して自動車を停止するために必要な距離を考慮しなければ, 自動運転車が障害物に衝突してしまうからである. 自動運転車が停止距離の位置まで走行すると, 動画はブラックアウトし, 回答画面（間

隙の通過可否判断）に移行した.（図 3, 図 4） なお, 回答漏れによる欠損値が生じた実験参加者が 9 名いたため, 最終的な解析には 62 名を対象とした. 実験に際し, 以下の 2 つの仮説を設定した.

1. 車速が遅い場合の方が速い場合よりも通過可否の判断が正確になる（通過可能な間隙を通過可能と判断し, 通過不可能な間隙を通過不可能と判断する）.
2. 車速が遅い場合の方が早い場合よりも間隙の判断に対しての確信度が高くなる（車速が速い場合は, 通過可否の判断に迷いが生じ, 間隙の判断結果に対しての確信度は車速が遅い場合よりも低くなる）.

なお, 本研究の実験の手続きについては, 早稲田大学における “人を対象とする研究に関する倫理委員会” による倫理審査を受け, 承認されている（承認番号：2021-117）.

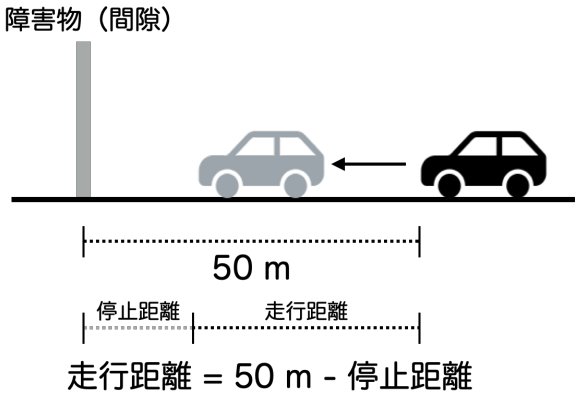
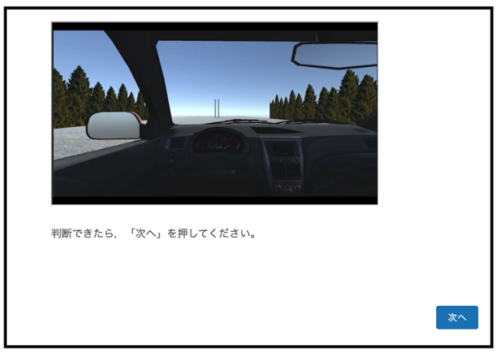


図 1. 自動運転車が進んだ距離（走行距離）. 車速に応じて停止距離（制動距離＋空走距離）は異なるため, 動画の提示時間と走行距離も異なる.



■ 映像視聴における注意点
・自動で映像が再生されます。
・映像の再生は1回のみでお願いします。動画の一時停止, 巻き戻しはしないでください。
・通過できるかどうか判断できたら, 「次へ」を押してください。
・一定時間が過ぎたら自動で質問を回答するページへ移動します。

図 2. 動画に関する注意事項が記載されたオンラインの質問紙.

■ 質問に関する説明
・動画視聴後, 2つの質問に回答していただきます。
・一つ目は, 映像に出てきた柱と柱のすき間を車で通れると思ったか (通過可能), 通れないと思ったか（通過不可能）, どちらか一つを回答してください。
・回答したら, 「次へ」を押してください。

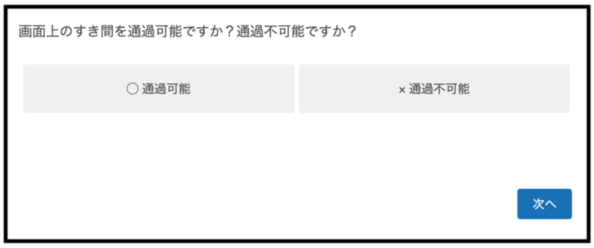


図 3. 間隙の通過可否判断に関する注意事項が記載されたオンラインの質問紙.

・次に, 先ほど回答した「通過可能」あるいは「通過不可能」に対しどの程度確信をもって回答できたかを, 下図のようなスライダーを用いて回答してください。
・下図のスライダーの丸が左にいくほど「自信がない」, 右にいくほど「自信がある」となります。
・回答したら, 「次へ」を押してください。

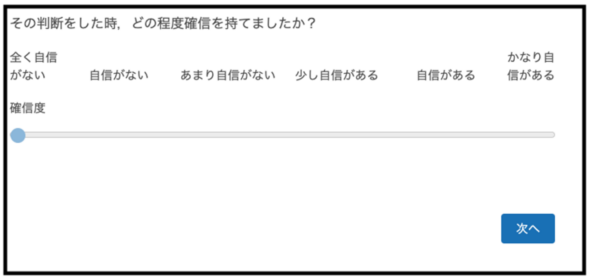


図 4. 判断に対しての確信度に関する注意事項が記載されたオンラインの質問紙.

3. 結果

欠損値が生じた実験参加者を除いた 62 名に対して分析が行われた. 各条件において提示された間隙を通過可能と判断した実験参加者の比率, 提示された間隙を通過可能と判断した際の確信度の平均値と標準偏差, 提示された間隙を通過不可能と判断した際の確信度の平均値と標準偏差をそれぞれ表 1, 表 2, 表 3 に示した.

速度に応じて間隙の通過可否判断に違いがあるかどうかを検討するために, 5 種類の間隙幅それぞれに Cochran の Q 検定を実施した. その結果, 間隙幅が 1.6 倍の条件のみ有意差が認められた（$Q = 12.9$, $p = .008$, Bonferroni 法による p 値補正済み）. さらに, 下位検定として McNemar 検定を間隙幅が 1.6 倍の条件に対して実施したところ, 車速が 30 km/h の条件は 10 km/h の条件よりも有意に通過可能と判断していることが明らか

になった（p = .012, ryan 法により p 値調整済み）（図 5）．

また，提示された間隙を通過できると判断した際の確信度について 2 要因分散分析（速度×間隙幅）を行った結果，交互作用に有意な差が認められなかった（F（8, 350）= 0.554, p = .816, η_G^2 = .013）．速度の違いによる主効果に有意な差は認められず（F（2, 350）= 0.137, p = .872, η_G^2 = .001），間隙幅の違いによる主効果に有意な差が認められた（F（4, 350）= 3.277 , p = .012, η_G^2 = .036）．その後の holm 法による多重比較の結果，間隙幅 1.6 倍と 1.9 倍の間にのみ有意な差が認められた（*adjusted* p < .05）（図 6）．一方，提示された間隙を通過できないと判断した際の確信度について 2 要因分散分析（速度×間隙幅）を行った結果，交互作用に有意な差が認められなかった（F（8, 550）= 0.690, p = .701, η_G^2 = .001）．速度の違いによる主効果に有意な差が認められ（F（2, 550）= 4.700, p = .010, η_G^2 = .017），間隙幅の違いによる主効果に有意な差は認められた（F（4, 550）= 34.835, p < .001, η_G^2 = .202）．速度の違いによる主効果における holm 法を用いた多重比較の結果，速度 30 km/h の条件は 10 km/h の条件よりも有意に確信度が低かった（*adjusted* p < .05）．また，間隙幅の違いによる主効果における holm 法を用いた多重比較の結果，間隙幅 1.3 倍と 1.6 倍の間と間隙 1.6 倍と 1.9 倍との間以外の全ての条件間で有意な差が認められた（*adjusted* p < .05）（図 7）．

表 1. 各条件における通過可能と判断した実験参加者の比率.

Velocity	Aperture width	Percentage
10	0.7	4.84
	1.0	16.13
	1.3	27.42
	1.6	51.61
	1.9	70.97
20	0.7	4.84
	1.0	19.35
	1.3	33.87
	1.6	61.29
	1.9	83.87
30	0.7	9.68
	1.0	12.90
	1.3	33.87
	1.6	74.19
	1.9	83.87

表 2. 各条件における通過可能と判断した際の確信度の平均値と標準偏差.

Velocity	Aperture Width	N	Confidence	SD
10	0.7	3	53.33	49.94
	1.0	10	70.50	29.54
	1.3	17	73.18	20.91
	1.6	32	69.88	22.78
	1.9	44	73.00	23.31
20	0.7	3	63.67	21.50
	1.0	12	71.50	27.03
	1.3	21	72.05	21.33
	1.6	38	64.16	19.91
	1.9	52	78.52	20.54
30	0.7	6	66.17	22.86
	1.0	8	74.38	32.08
	1.3	21	66.14	18.59
	1.6	46	66.96	23.03
	1.9	52	76.81	21.79

表 3. 各条件における通過不可能と判断した際の確信度の平均値と標準偏差.

Velocity	Aperture Width	N	Confidence	SD
10	0.7	59	77.68	18.84
	1.0	52	72.02	18.37
	1.3	45	61.22	21.68
	1.6	30	56.27	19.06
	1.9	18	51.33	23.10
20	0.7	59	77.46	20.19
	1.0	50	70.00	21.76
	1.3	41	58.90	21.89
	1.6	24	50.71	19.50
	1.9	10	49.80	29.17
30	0.7	56	77.46	20.29
	1.0	54	63.33	22.01
	1.3	41	56.44	23.43
	1.6	16	40.44	21.81
	1.9	10	42.10	14.62

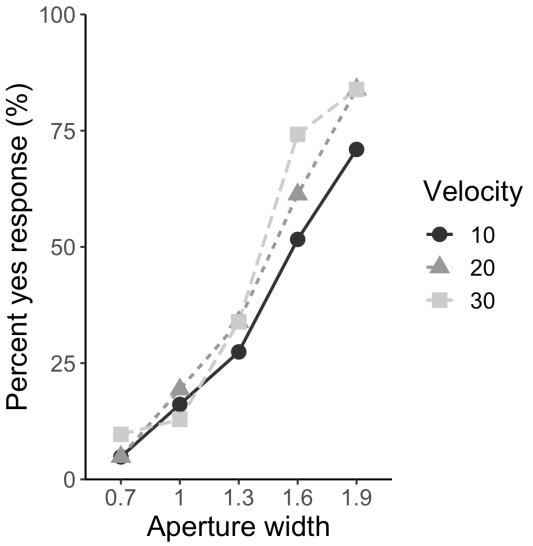


図 5. 各条件における通過可能と判断した実験参加者の

比率. McNemar 検定の結果，間隙幅が 1.6 倍の条件において，車速が 30 ㎞/h の条件と 10 ㎞/h の条件の間で有意な差が認められた.

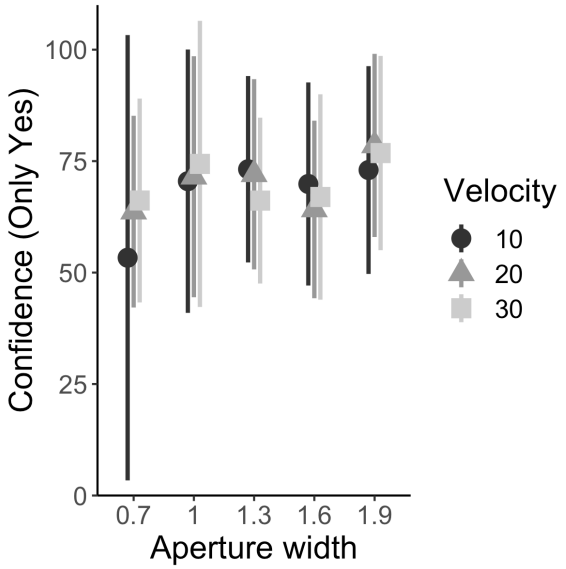


図 6. 各条件における通過可能と判断した際の確信度. エラーバーは標準偏差を示す．多重比較の結果，間隙幅 1.6 倍の条件と 1.9 倍の条件の間にのみ有意な差が認められた.

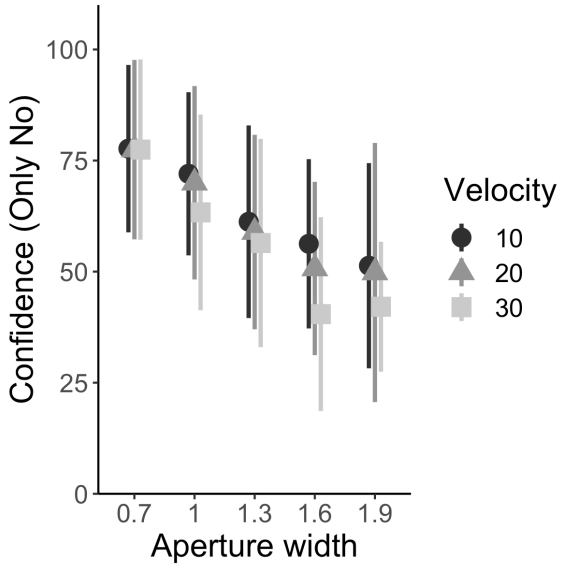


図 7. 各条件における通過不可能と判断した際の確信度. エラーバーは標準偏差を示す．多重比較の結果，速度 30 km/h の条件は 10 km/h の条件よりも有意に確信度が低く，間隙幅 1.3 倍と 1.6 倍の間と間隙 1.6 倍と 1.9 倍との間を除く全ての間隙幅の条件間で有意な差が認められた.

4. 考察

本研究の結果から，間隙の通過可否判断については，間隙幅が 1.6 倍の条件において，車速 30 km/h の方が 10 km/h よりも通過可能と回答した人数が多いことが明らかになった．また，間隙を通過可能と判断した際の確信度においては，速度の違いによる主効果が認められなかったが，通過できないと判断した際の確信度においては，車速 10 km/h の条件の方が 30 km/h の条件よりも確信度が高くなることが明らかとなった．これらのことから，車速が遅い場合の方が速い場合よりも通過可否の判断が正確になる，車速が遅い場合の方が早い場合よりも間隙の判断に対しての確信度が高くなるとした仮説 1, 2 はともに支持されなかった．間隙幅が 1.6 倍において，車速 30 km/h の方が速度 10 km/h よりも通過可能と回答した人数が多いという結果が生じた理由として，普段走行している速度に近い 30 km/h の方が慣れているため，10 km/h での走行時よりも判断が正確（通過可能な間隙を通過可能と判断すること）であった可能性が考えられる．また，10 km/h のような遅い速度では慎重な判断（通過できないと判断）をする傾向がある可能性がある．ただし，通過可能と判断する際の確信度においては，速度による違いは見られなかった．これらのことから自動運転車乗車時の“安心感”は単に速度が遅いことで生じるのではなく，普段の走行速度に応じた慣れによって生じる可能性がある.

今後は，走行速度が 5 km/h や 60 km/h の条件等を追加で設定し，速度の上下に伴って間隙の通過可否判断ならびに確信度が変化するのかについて検討する．また，動画提示時の実験参加者の視線を計測し，どのような情報をピックアップして間隙の通過可否の判断を行なっているのかについても明らかにし，自動運転車乗車時の“安心感”についてより詳細に検討していく.

文献

[1] 国土交通省自動車局 (2018). 自動運転車の安全技術ガイドライン, 1-10.
[2] 小林 正啓 (2017). 自動運転車の実現に向けた法制度上の課題 情報管理, *60*, 240-250.
[3] 横山 利夫・藤田 進太郎・武田 政宣 (2015). 自動運転技術の現状と今後 安全工学, *54*, 169-176.
[4] 嶋田 淳・河原 健太・城戸 恵美子・朴 信映・吉武 良治 (2017). 自動運転車両における運転者の不安感評価 ヒューマンインターフェース学会論文誌, *19*, 333-341.

日本語発話冒頭の「だ・です」の出現
The Occurrence of the Initial "da/desu" in Japanese Speech

鄧 瑾瑄†
Jinxuan Deng
†京都大学大学院
Kyoto University
deng.jinxuan.48e@st.kyoto-u.ac.jp

概要
現代日本語共通語では,「だと思う」「ですね」のように,自立性のない判定詞「だ・です」が発話冒頭に現れうる.本発表では,発話冒頭において「だ・です」の出現が義務的な場合,任意的な場合,不自然な場合の観察を通して,発話冒頭の「だ・です」は,先行研究での代用語ではなく,先行文脈を会話参加者の間で共有されている情報として明示する行動であると主張する.

キーワード:発話冒頭,だ,です,出現,明示,行動,コミュニケーション場面

1. はじめに

現代日本語共通語では,「だと思う」「だそうです」「ですね」のように,自立性のない判定詞[1]「だ・です」が発話冒頭に現れうる.例えば,以下の例(1)を見られない([2]による).

(1)[「あの人って,話,長くない?」と訊かれて]
ですねぇ.

このような発話は,冒頭に自立性がなく,それだけに,先行文脈への依存が目立つので,「接ぎ穂発話」[2]とも呼ばれている.

本発表は,発話冒頭における「だ・です」の出現が義務的な場合,任意的な場合,不自然な場合の観察を通して,発話冒頭の「だ・です」の実体を明らかにするものである.

2. 先行研究とその問題点,本発表の主張

発話冒頭の「だ・です」に関する先行研究[3][4]は,「だ・です」を前件述語あるいは(非)言語的文脈の代用と位置付けている.しかし,これらの先行研究は,発話冒頭の「だ・です」の多様な振る舞いを説明できない.

具体的には,次節から詳しく考察するように,発話冒頭における「だ・です」の出現は,義務的な場合,任意的な場合,不自然な場合がある.「だ・です」の出現が,いつ義務的になり,いつ任意的になり,いつ不自然になるかは,これらを代用語と考えても答えられない.

本発表では,発話冒頭の「だ・です」は,代用語ではなく,先行文脈を会話参加者の間で共有されている情報として明示する行動であると主張する[1].

以下の第3節,第4節,第5節では,発話冒頭における「だ・です」の出現について,義務的な場合,任意的な場合,不自然な場合を一つずつ取り上げ,観察を通して,上記の主張の妥当性を示す.説明の便宜上,まず任意的な場合を取り上げ(第3節),次に不自然な場合(第4節),最後に義務的な場合(第5節)を取り上げる.

3. 「だ・です」の出現が任意的な場合

例えば,先行研究[4]が挙げる実例(2)では,Yの発話冒頭に「だ」が出現しているが,削除しても発話の意味は大きく変わらないと思える.また,先行研究[2]が挙げる実例(3)では,末尾のBの発話冒頭に「だ」が出現していないが,「だ」を加えても発話の意味は大きく変わらないと思える.これらの「だ」は任意的と言える.ここではこのような「だ・です」を取り上げる.

(2) K:でも日本人がよく泊まるホテルだったんでしょう,で,いいホテルだったんじゃん.
Y:だと思うんだけどね.

(3) A:あでも教務行ってー「409のカギ」って言ったらー
B:うん
A:観れんの普通に?
B:[空気すすり]と思うけどな

このような「だ・です」の任意性は,「有無によって

[1] ここでの「明示する行動」は,日常語とは異なり,必ずしも意図的ではないものとする.

発話の意味が大きく変わらないように思える」という発表者の多分に主観的な判断だけでなく，アンケート調査という，より客観的な形でも確認できる．

前述したように，本発表では，発話冒頭の「だ・です」は，先行文脈を会話参加者の間で共有されている情報として明示する行動であると主張する．この主張によると，「だ・です」が出現してもしなくてもよい（つまり，任意的）ということは，先行文脈を会話参加者の間で共有されている情報として明示してもしなくてもよいということを意味する．本発表は，この出現が任意的なパターンを，発話冒頭の「だ・です」の出現の 3 パターンのうち，「デフォルト」のパターンと位置付ける．つまり，先行文脈を会話参加者の間で共有されている情報として明示することは，通常はしてもしなくてもよいことである（出現が任意的）．しかし，コミュニケーション場面により，そうした行動が，容認されなくなったり（出現が不自然），逆に必須になったり（出現が義務的）することもある．

実は，「だ」の出現が任意的と考えられている発話「と思う（「だと思う」）」も，コミュニケーション場面によって，「だ」が出現する「だと思う」の方がより自然になる場合がある．例えば，以下の例 (4) を見られたい．

(4) (いつも約束の時間に遅れてくる友人と，待ち合わせをした．約束の時間になると，スマホの電話が鳴り，出るとその友人である．友人は「ごめんごめん．ちょっと急用で，5 分遅れるわ」と言った．この発話に対する返答は以下のようである)

［いつも遅れてくる友人に「5 分遅れるわ」と言われて］

a. と思ったよ．

b. だと思ったよ．

ウェブページを介したアンケートで，この 2 つの返答発話（4a）と（4b）の自然さを調査したところ，以下の図 1，図 2 に示す結果を得た．この調査は 20 代から 70 代以上までの日本語母語話者 104 人（性別・出身地域は問わない）に，自然さを 1 点〜5 点の 5 段階で問うものであった(1 点: とても不自然〜5 点: とても自然)．図の横軸と縦軸はそれぞれ点数，人数である．

図 1，図 2 は，（4a）と（4b）がいずれも総じて自然であることを示している．

もっとも，（4a）と（4b）が同程度に自然というわけではなく，（4b）の方が自然さが高い．ウィルコクソンの符号順位検定（Wilcoxon signed-rank sum test, 以下も同様）によれば，（4a）と（4b）の間の自然さの差は統計的に有意である（$p<0.05$）．本発表の主張は，この自然さの差異を説明できる．

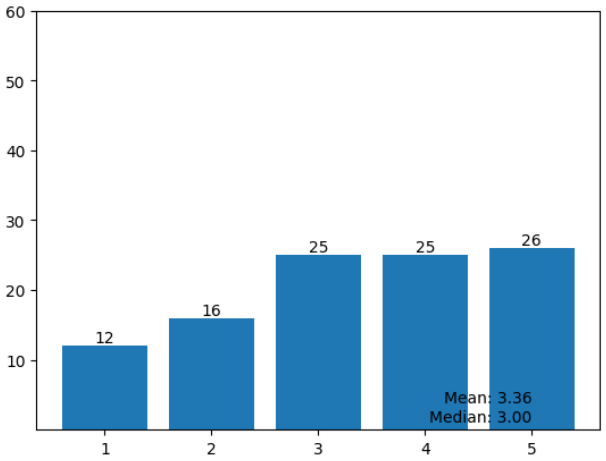


図 1　発話（4a）「と思ったよ」の自然さ

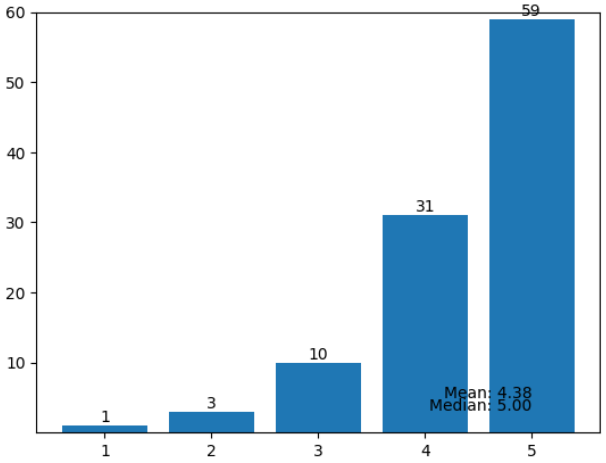


図 2　発話（4b）「だと思ったよ」の自然さ

いつも遅れてくる友人からの「5 分遅れるわ」の連絡に対して，半ばからかいながらちょっとした不満を込めて，「あなたのことだから，今回も遅刻するかと思った．やっぱりそうだ」という気持ちで返答する場面は容易に想像できるだろう．この場合，先行文脈（友人が遅刻すること）を会話参加者の間で共有されている情報として明示する「だ」の出現する「だと思った」の方が，よりコミュニケーション場面（話し手が友人が遅刻することを既に予想していた場面，つまり「友人が遅刻する」という情報は既に会話参加者の間で共有されている場面）にうまく適合した発話なので，自然さがより高いと考えられる．

以上のように，「だ・です」の出現が任意的な場合，「だ・です」の有無が自然さの差を生むことがある．本発表の説は，この差を，コミュニケーション場面との絡み合いによって説明できる．

4. 「だ・です」の出現が不自然な場合

例えば以下の例（5）では，「だ・です」の出現は不自然である．

(5) (授業前に教室に入ると，誰もいなかった．その時，たまたま通りかかった面識のない大学生に「今日は学園祭の前日だから，授業は全部休みですよ」と教えられた．この発話に対する返答は以下のようである)

［「今日は学園祭の前日だから，授業は全部休みですよ」と言われて］

a. ？ですか？（「か」は上昇調）

b. ？ですか．（「か」は下降調）

先ほどと同じアンケートで調査した結果（但し回答者は無回答の 2 名を除き 102 名），(5a)（5b）の評点は図 3，図 4 のように，右肩上がりとは大きく異なる分布となり，概して不自然である．

但し，細かく見れば，両発話の自然さには差がある．「か」が上昇調の（5a）「ですか？」よりも，「か」が下降調の（5b）「ですか．」の方が自然さが有意に高い（$p < 0.05$）．

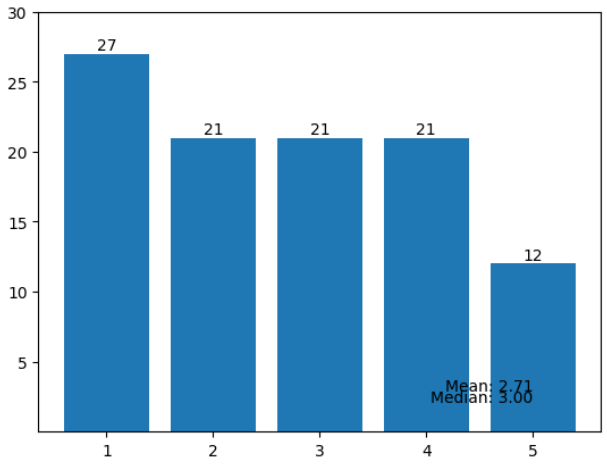


図 3　発話（5a）「ですか？」（上昇調）の自然さ

本発表の仮説は，発話（5a）（5b）の不自然さと，両者の差をともに説明できる．

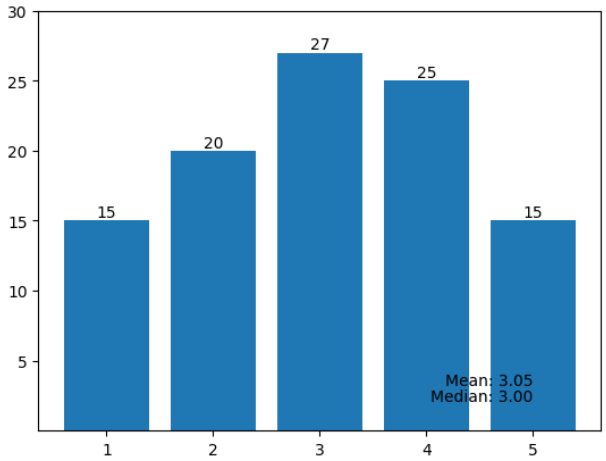


図 4　発話（5b）「ですか．」（下降調）の自然さ

まず，（5a）も（5b）も不自然である原因は，発話冒頭の「です」にある．自分にとって新しい情報［今日は学園祭の前日だから授業は全部休み］を相手から受け取る際に，発話冒頭の「です」を発して，その先行文脈を既に会話参加者の間で共有されている（つまり話し手も知っている）情報として明示することは不自然だろう．

では，終助詞「か」の下降調は，「です」発話をなぜ多少とも自然にするのか．一般に疑問の終助詞とされる「か」は，上昇調の文末に現れれば主として疑問しか表さないが，下降調の文末に現れれば，純然たる疑問の意味を表すとは限らず，しばしば「該当の情報が新しく獲得されたばかりの事実」という新規獲得事実の意味が混じった意味を表し，時には純然たる新規獲得事実の意味を表す[5]（これは[6]では「疑問型情報受容」，[7]では「納得」とも呼ばれている）．この下降調の「か」の新規獲得事実という意味は，新しく獲得した情報を既に共有されている情報として明示する発話冒頭の「です」とはほぼ逆方向の意味と言えるので，「です」の不自然さを緩和する効果を持つと考えられる．

5. 「だ・です」の出現が義務的な場合

次の例（6）を見られたい（[4]による．改変あり）．例（6）では発話冒頭の「だ」が必須で，「だ」がない発話（6a）は不自然，「だ」がある発話（6b）は自然である．本発表の主張は，このことを説明できる．

(6) (課長が社員たちのもとにやってきて, 社員 P に)
田中さんは昨日緊急入院したから, 今週はお休みということで.
(課長が席に戻って行く. 社員 P が後ろに座る社員 Q に)
a. ?そうです.
b. だそうです.

例 (6) では, 課長は田中氏の欠席を社員 P に対して述べている以上, 社員 P が社員 Q に対して課長の話を伝えることは不自然ではない. しかし, 社員 P と Q の空間的位置が近接しているため, 田中氏の欠席を告げる課長の発話は Q にも聞こえていることが明確である. 以上の事情から考えれば, P が Q に対して発話する際に, 話の内容 (先行文脈) を会話参加者の間で共有されている情報として明示する必要があるというのはもっともなことだろう.

次の例 (7) でも, 冒頭の「だ」の出現は義務的である. (この例は[2]による. 改変あり)

(7) (自称預言者の発言「みんな逃げろ. 火星人が襲ってくるぞ」を聞いた非信者が, 侮蔑も露わにせせら笑って, 傍らの仲間 (やはり非信者) にささやく)
a.?そうです.
b. だそうです.

例 (7) でも, 自称預言者の発言が傍らの仲間にも聞こえていることを話し手が確信している. そのため, その発言の内容 (先行文脈) を会話参加者の間で共有されている情報として明示する必要があることは, 例 (6) と同様である.

6. おわりに

本発表では, 発話冒頭に出現する判定詞「だ・です」について, それらが先行研究での代用語ではなく, 先行文脈を会話参加者の間で共有されている情報として明示する行動と主張した. この主張は, 発話冒頭における「だ・です」の出現についての観察に基づいている. 発話冒頭における「だ・です」の出現が任意的な場合, 不自然な場合, 義務的な場合の 3 つに分けて展開された観察を通して明らかになったのは, 発話冒頭に「だ・です」を発して先行文脈を会話参加者の間で共有されている情報として明示することは, 通常はしてもしなくてもよいが (「だ・です」の出現が任意的), コミュニケーション場面により, そうした行動が, 容認されなくなったり (「だ・です」の出現が不自然), 逆に必須になったり (「だ・です」の出現が義務的) することもある, ということである.

謝辞

本発表は日本学術振興会の科学研究費補助金 (基盤 (S) 20H05630) の成果の一部である.

文献

[1] 寺村秀夫, (1982) 日本語のシンタクスと意味 I, くろしお出版.
[2] 定延利之, (2020) "自立性が無い日本語「接ぎ穂発話」の意味–語用論", 日本語プロフィシェンシー研究, Vol. 8, pp. 77-94.
[3] 奥津敬一郎, (2001) "接続のうなぎ文–やっぱり述語代用説–", 日本語教育, Vol. 111, pp. 2-15.
[4] 劉雅静, (2010) "談話レベルから見た「だ」の意味機能–「だ」の単独用法を中心に–", 言語学論叢 オンライン版, Vol. 29, No. 3, pp. 90-107.
[5] 定延利之, (2021) "染み込み速度と「た」–さまざまな現象の中で", 庵功雄・田川拓海(編) 日本語のテンス・アスペクト研究を問い直す 第 2 巻: 「した」「している」の世界, ひつじ書房, pp. 71-93.
[6] 森山卓郎, (2000) "基本叙法と選択関係としてのモダリティ", 森山卓郎・仁田義雄・工藤浩(編) 日本語の文法 3 モダリティ, 岩波書店, pp. 3-78.
[7] 井上優, (2019) "納得の「か」をめぐって", 言語と文明, Vol. 17, pp. 53-60.

社会的公正の実現に向けた 主体的な学習者を育成するための支援方法の検討

Consideration of support methods to develop proactive learners for the realization of social justice

永田 丈弥†，美馬 のゆり†
Jyoya Nagata, Noyuri Mima

†公立はこだて未来大学大学院メディアデザイン領域
Media Design Field, Future University Hakodate
g2123043@fun.ac.jp

概要

様々な格差が生まれている日本で，社会的公正を実現する必要がある，一方で今後 AI リテラシーの有無が格差を生む危険性をはらんでいる．また AI の普及に伴い，誰もが AI リテラシーを獲得し続ける必要がある．そのため本研究では，社会的公正の実現に向けた AI リテラシーを獲得する主体的な学習者を育成するための支援方法を検討する．支援方法として課題提起型学習教材を開発する．そこで，現存する AI リテラシー学習教材を分析し，開発に必要な要素を明らかにする．

キーワード：AI リテラシー，社会的公正

1. はじめに

性別格差や経済格差が生まれている日本において，社会的公正を実現する必要がある．社会的公正とは，誰もがニーズを満たすため，社会に完全かつ公平に参加することである[1]. 社会的公正を実現するためには，さまざまな格差を是正し，誰もが自らの能力を活かせる社会を目指すことが必要である．

またさまざまなリテラシーの有無によって個々人の生活や仕事において格差が生じている．デジタルリテラシーの場合，デジタル機器を用いた仕事が可能になることや，情報セキリュティや偽情報などの利用する際のリスクを回避できるなどが，生活や仕事に与える差になる[2].

そしてこれからの社会においては，AI の普及が予想されることから，AI リテラシーの有無が同様に，個々人の生活，特に仕事において格差を生む可能性がある．そのため，誰もが AI リテラシーを身につけ，AI をツールとして用いることが必要であると考える．

また AI は社会への影響が大きく，バイアスや差別などの倫理的な問題を生み出している．バイアスや差別など，以前からの問題であるが，AI がこの問題を拡大する可能性がある．このような状況から，クーケルバークは，AI の影響がどんな性質で，どんな範囲に及ぶかだけでなく，誰がどのように影響を受けるのかを問うことが必要であるとした[3].

これらの背景から，誰もが AI をツールとして活用できることに加え，AI が社会や個人へ与える影響について考え，生まれた問題を解決することが必要だと考える．このことから AI リテラシーを獲得するための支援方法を考案する．本研究では AI リテラシーを，AI を批判的に評価し，AI 技術を活用し問題を発見し解決する知識やスキルと定義する．

また今日の生成系 AI の普及を例に考えると，今後も AI の普及が急速に進み，それに伴い人々に求められる知識やスキル，社会や個人への影響が変化することが予想される．このような状況では，学習者は技術革新に対応し，必要とされる知識やスキルを学習し続けることが重要であると考える．このことから，知識やスキルを向上させる意欲を持ち，自ら学ぶために行動をとる，主体的な学習者を育成する．

これらのことから，誰もが AI リテラシーを主体的に学習することが，社会的公正を実現するために重要だと考える．そこで本研究の目的を，社会的公正の実現に向けた，AI リテラシーを獲得する主体的な学習者を育成するための支援方法を検討とする．

2. 方法

学習者の主体性を育成する方法として，フレイレの課題提起型教育 (problem-posing education) がある[4]. フレイレは，課外提起型教育の実践として，文字の読み書きができない農民を対象にリテラシー教育を行った．ここでは，学習者の生活や社会を教材化し，批判的に読み解く方法で行われた．このことで学習者は，リテラシーの獲得と同時に，社会の状況や自身と社会の関係を認識し，学習者の理想とする状態を実現するための行動を促すことができるとしている．

このことから同様に本研究では支援方法として，フレイレの課題提起型教育で用いられる学習者の生活や

社会を表した教材(以下:課題提起型学習教材)の開発を行う．この開発する教材では，AI リテラシーを獲得することに加え，AI リテラシーを獲得する必要がある社会の状況を表すことで，学習者が主体的に AI リテラシーを獲得することを図る．

3. 教材の開発

本研究では課題提起型教材を開発するために，現存する AI リテラシー学習教材を分析し，教材に必要な要件を明らかにする．

The AI Education Project (aiEDU) の提供する AI リテラシー学習教材を用いて分析を行う．aiEDU とは，AI リテラシーを育む公平な学習機会を提供する非営利団体である[5]．aiEDU の提供する教材の中でも，「AI Snapshots」を用いる[6]．「AI Snapshots」とは AI に関する１問１答形式の問題集であり，次ページには問題のヒントがまとめられている．中学校１年生から高校３年生までを対象とした教材であり，主要４科目と AI を関連させて AI リテラシーを学習する教材である．全 180 問で構成されており，1 問 5 分程度での使用が想定されている．

3.1. 教材の分析

ニーナは課題提起型学習教材に必要な条件を，５つまとめている[7]．これらの条件から「AI Snapshots」を分析し，課題提起型学習教材の開発に必要な要件を明らかにする．

3.1.1. 分析結果

分析結果を表にまとめた(表１)．「AI Snapshots」は社会課題を題材に問題が作成されているため，AI が社会や個人に対する影響について学習することができる．しかし学習者の生活と，歴史的・文化的なつながりを教材化するためには，対象とする学習者の生活について調査する必要がある．また学習者の行動を促すためには，学習者の生活における問題の特定・理解から，「問題に対してどんな行動が必要なのか」と体系立て，対話を行うことが重要である[8]．「AI Snapshots」で与えられる問いは一つであり，ヒントをどのように議論に組み込むかは，学習者や教育者に委ねられる．学習者に行動を促すためには，提示されるヒントを活用し，問いを体系的に立てることが必要だと考える．

4. おわりに

本研究では，課題提起型教材を開発するために，現存する AI リテラシー学習教材を分析し，必要な要素を明らかにした．今後はより議論を体系的に行うために必要な要素を明らかにし，開発を行う．

文献

[1] Maurianne Adams, Lee Anne Bell, Pat Griffin, Diane J Goodman, Khyati Y. Joshi, (2007) “Teaching for Diversity and Social Justice”.
[2] 総務省, (2021) “第 1 部　特集　デジタルで支える暮らしと経済”, 情報通信白書.
[3] Mark Coeckelbergh. (2020). AI Ethics MIT Press Essential Knowledge series 直江清隆, (監訳) (2021). Ai の倫理学, 丸善出版.
[4] Paulo Regulus Neves Freire. (1970). Pedagogia do oprimido 三砂ちづる (監訳) (2010). 被抑圧者の教育学, 丸善出版.
[5] aiEDU, （ 2019 ） ”The AI Education Project”. https://www.aiedu.org （最終閲覧 2023 年 7 月 21 日）
[6] aiEDU, （ 2022 ） ”AI Snapshots”. https://www.aiedu.org/ai-snapshots （最終閲覧 2023 年 7 月 21 日）
[7] Nina Wallerstein, (1987) “Problem-Posing Education: Freire's Method for Transformation”.

表１　AI リテラシー学習教材の分析

	課題提起型学習教材に必要な条件	「AI Snapshots」の特徴
1	学習者が認識可能な身近な問題が表現されている	社会課題を題材にした問題
2	偏りが生まれない，多くの側面を持つ問題である	答えのない AI と関連した倫理的な問題 さまざまな観点からの議論を促すためのヒントが与えられる
3	学習者たちの生活と，歴史的，文化的，または社会的なつながりを表現すること	歴史的・文化的なつながりは学習者によって異なる
4	オープンエンドの問いであり，議論から回答が生まれること	オープンエンドの問い 議論の中で回答を作り出していく
5	グループが課題を認識し，小さなものでも行動を促すこと	ヒントから課題を特定し認識できる とるべき行動について言及はない

社会的存在感の表現により信頼感を獲得するインタラクションエージェントの提案
Proposal for an interaction agent that gains trust by expressing social presence

今井 康智 †, 大本 義正 †
Yasutomo Imai, Yoshimasa Ohmoto
† 静岡大学
Shizuoka University
imai.yasutomo.18@shizuoka.ac.jp

概要

人間と空間を共有するエージェントの存在は, 私たちに緊張感や不安感を与えることがある. そこで我々は, 友人同士のような情動的な信頼関係を人間とエージェントとの間に築くことを目指す. 本研究ではその一要素として, 人間がエージェントのモデルを理解できるように, 情報の収集と共有という欲求モデルを提案する. この欲求下の振る舞いによって人間は社会的存在感を知覚・蓄積し, 更にエージェントに対する信頼感獲得にまで繋がると示唆された.

キーワード：社会的存在感 (social presence), 信頼感 (trust), HAI

1. はじめに

近年, 自律的なエージェントが生活空間に取り入れられる機会が増加してきた. しかし, それらの持つカメラやセンサーなどによって, 私たちは常に監視されているような感覚を持ち, 緊張感や不安感を覚えることがある. ここで, 人間における友人同士のような関係が人間とエージェントとの間で築けることは, こうした緊張感の低減に繋がると考えられる為, 本研究は人間と情動的な信頼関係を構築するエージェントの作成を最終目標として掲げる.

情動的な信頼関係において, 相手の振る舞いをある程度理解できていることは, 安心感に繋がる為重要な要素であると考える. この観点から従来のエージェントを見ると, タスク遂行時は行動に対して結果が明快である為, その振る舞いは理解し易いものになっていると思われる. しかし, タスク間の待ち時間であるアイドル状態に行う停止等の振る舞いは意味不明なものであり, それを観察したユーザは曖昧さを感じることとなる. このアイドル状態の観察によって感じた曖昧さは, 観察外においてより拡大されることとなり, その結果不安を感じるにまで至る可能性がある. つまり, 情動的な信頼関係構築には、エージェントのアイドル状態においてユーザが感じる曖昧さが制限されている状態を目指すべきである.

ここで, 以上の問題は, エージェントが基本的にタスクドリブンであり, アイドル時にユーザが理解できるモデルが存在しないことが原因であることが考えられる. つまり, エージェントに人間が持つ欲求に相当するような, 自律的に, かつタスクとは無関係に持つ基本的な行動方針としてのモデルを持たせるべきであるように思う. また, このモデルとタスク遂行時のモデルが異なると, ユーザによるエージェントのモデル理解が困難になる可能性がある為, タスクも遂行できるような行動を含めたものが望ましい. 以上を踏まえ, 本研究では情報の収集と共有という欲求モデルを持つエージェントを提案する. このモデルでは, エージェントが自ら環境内の最新の情報を収集すること, そしてそれをユーザ等の存在に共有し喜ばせることを欲求とした行動を取る. ここで, エージェントのタスクである情報提示についても, モデル内の共有行動として遂行できる為、エージェントのモデルを総体として一つに見せることができ, ユーザのモデル理解を促進することが可能になると考えられる.

情報の収集と共有という欲求によって, 人間はエージェントのモデルをインタラクションと観察を通じて理解することが可能となる. ここで, 人間がエージェントのモデルを理解できている状態において, 人間はエージェントに一定の注意を払い, その振る舞いの意図や感情にアクセスできているという感覚を持つと考えられる. これは, Harms らが定義する相互作用における社会的存在感という概念が知覚されている状態であると解釈できる [1]. つまりこのモデルは社会的存在感を表現していると言え, 人間がエージェントに対して社会的存在感を知覚している状態は, 情動的な信頼関係の第一歩であると考えられる. 実際に Lowry らは,

社会的存在感が信頼感の生成に寄与することを報告している [2]. また, Lankton らはその原因として, 社会的存在感が, 認識される曖昧さやリスクを低減し, よりポジティブな態度に繋がる為, 信頼感を高めると言及しており, これは本モデルの狙いと合致する [3].

そこで本研究では, 情報の収集と共有という欲求モデルによって社会的存在感を表現するエージェントにより, ユーザが社会的存在感を知覚するかについて, またそれに付随する信頼感が獲得されるかについて検証することを目的とする.

2. 提案システム

本研究では以前, 自身の論文で提案した, 情報の収集と共有という欲求を持ったエージェントモデルを用いる [4]. モデルの詳細は論文を参照していただきたい.

このモデル下のエージェントは, 図 1 のようなアーキテクチャによって生成された情報の収集と共有という振る舞いを行う. このモデルによって, エージェントは環境内の情報を自ら動いて収集し, 集めた情報をユーザ含む他者に共有することが可能となる.

ここで本モデルは, エージェントの情報収集対象である環境内のオブジェクトには専門のエージェントが存在することを想定している. 例えば, 冷蔵庫の情報を取得するには冷蔵庫エージェントと交流することが必要となる. こうした交流による情報取得は, ネットワークを通じた情報取得よりもその振る舞いからモデルを理解しやすいものになると考える.

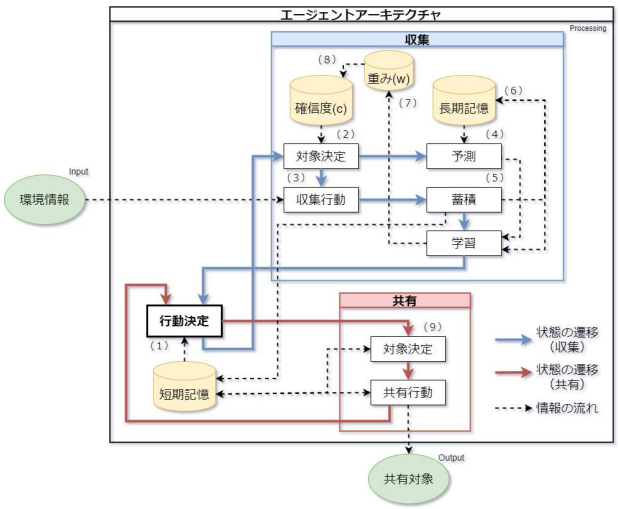


図 1 行動生成アーキテクチャ

3. 実験

前章で提案したモデルの有効性を検証する為, 特定の状況下におけるエージェントの行動をシミュレートした動画を作成し, オンライン環境で実験を行った. 実験では, 情報の収集と共有という欲求下で一貫した振る舞いを行うエージェントによって, 観察する参加者のモデル理解を促進させ, 社会的存在感を高く知覚させることを確かめる. また先行研究の, 社会的存在感が信頼感の生成に寄与するという知見の基, 観察する参加者のエージェントに対する信頼感についても調べる.

3.1 状況設定

3.1.1 環境

環境は近未来の一般的な暮らしとして, ユビキタスホームを想定して作成した. いくつかのオブジェクトは専門のエージェントを所有しており, 今回の環境では, 植物, 冷蔵庫, ゴミ箱, 物置に存在し, 普段は隠れているが, エージェントが呼びかけることによって出現しインタラクションが開始される. エージェントによるインタラクションは, 遠目からでも分かるように吹き出しを用いて行われた.

3.1.2 エージェント

本実験ではユニコーンの見た目をした非言語型エージェントを使用した. 提案したエージェント (以下：欲求志向エージェント) を評価する為, 以下のエージェントを比較に用いる.

欲求志向エージェント 本研究で提案するエージェント. 環境内における, 第 3 章で提示したアーキテクチャの動きを想定し, 情報の収集と共有という欲求の下能動的に行動する. 動画内ではソラと呼ばれた.

タスク志向エージェント 従来のタスクドリブン型エージェント. 普段は睡眠しており, 外部からタスクが与えられる場合にのみ行動する. ネットワークに繋がっており, 欲求志向エージェントのように各専門エージェントに聞きに行くことなく常に環境の最新の情報を知っている. 動画内ではサクラと呼ばれた.

3.1.3 シナリオ

動画の内容は, 主人公である大学生のユウタがエージェントと共に生活し始めて数週間が経った頃の様子をシミュレートしたものとなっている. 動画は, 図 2 のように主観視点で展開されており, 無音声で, ユウタ自身の気持ちや声, 環境音は画面下部のダイアログにて

表示した. ここで、エージェントに対するユウタの反応によって参加者が抱く印象が偏らないように, ユウタは両エージェントの共に友好的な態度を取り, 一般的にエージェントと過ごす人と同じような反応を示した. 動画シナリオは各エージェントそれぞれ 3 本ずつで構成されており, 連続した一日の流れを表している.

図 2　動画内画面説明

3.2　評価指標

評価指標として, 各動画視聴後にエージェントに対する社会的存在感, 人間的信頼感, システム的信頼感を聞いた.

社会的存在感の測定について, 本モデルは相互作用における社会的存在感の知覚を目的として作成されたものであった為, 動画視聴によって観察者が受け取る社会的存在感は本来想定されたものと異なる可能性がある. その為評価指標は, 第三者と相互作用するエージェントの観察から感じられる社会的存在感を評価するものとして,Short らが作成した 4 つの 7 点 2 極性尺度 (冷たい/暖かい, 鈍感/敏感, 不愛想/社交的, 非人間的/人間的) を用いた [5]. ここで, 人間的な項目の曖昧さをなくす為, この項目をアンケート GODSPEED 内の擬人観の 5 項目に置き換えた [6].

本研究では, 社会的存在感によって情動的な信頼関係を構築することを目指していたが, この信頼はいくつかの概念を包括したものである為, 本実験においては Lankton らが記述した人間的信頼感の誠実さ, 能力, 博愛を用いた [3]. また,Lankton らはエージェントのシステム的な信頼感の項目も示しており, 本モデルの表現する社会的存在感が与える影響を調べる為, システム的信頼感として機能性, 有用性, 信頼性を用いた [3]. 以上の信頼感項目は, それぞれイメージしやすいような質問に変換し 7 段階で使用した.

3.3　実験設定

本実験はクラウドソーシングを利用して参加者を募った. なお, エージェントについての理解促進等の為, 大学生及び大学院生のみの募集とした.Google form を用いて実験で用いるサイトを作成し, 動画は Youtube にアップロードして埋め込んだ. サイト内では動画視聴に先立って, 主人公やエージェントの紹介, 両者の出会いや現在の関係性などについて説明した.

分析に用いた実験参加者は 104 人で, 男性が 69 人で女性が 35 人であった (年齢平均:23.42, 標準偏差 1.82). 本実験では全ての参加者に対して各エージェントの動画, 計 6 本を交互に視聴してもらうが, カウンターバランスを考慮して, 先にどちらのエージェントの動画を視聴するかで 2 グループに分けて視聴してもらった.

3.4　結果

3.4.1　社会的存在感と各信頼感の相関

今回実施した全タスクにおける社会的存在感と各信頼感の相関を調べたところ, 相関係数は, 社会的存在感と人間的信頼感で 0.55, 社会的存在感とシステム的信頼感で 0.54 と正の相関が確認できた.

3.4.2　各エージェント・シナリオ間の分散分析結果

社会的存在感と各信頼感について, エージェント間の差と, それぞれがシナリオを経て蓄積されているかを調べる為, エージェント間及びシナリオ間の被験者内 2 要因での分散分析を行った.

社会的存在感項目では, エージェント間で有意差 ($F(1, 103) = 44.21$, $p < .001$, $\eta^2 = 0.069$) が見られ, 欲求志向エージェントの方が高かった. 同様にシナリオ間にも有意差 ($F(2, 206) = 13.96$, $p < .001$) が見られた為 Bonferroni 法による多重比較を行ったところ, シナリオ 1-2 に有意差 ($t(103) = 4.64$, $p < .001$, $r = 0.45$), シナリオ 1-3 に有意差 ($t(103) = 3.98$, $p < .001$, $r = 0.39$) が見られ, どちらも後半のシナリオの方が高かった.

人間的信頼感項目では, エージェント間で有意差 ($F(1, 103) = 6.93$, $p = .009$, $\eta^2 = 0.015$) が見られ, 欲

求志向エージェントの方が高かった. 同様にシナリオ間にも有意差 ($F(2, 206) = 17.49$, $p < .001$) が見られた為多重比較を行ったところ, シナリオ 1-2 に有意差 ($t(103) = 5.44$, $p < .001$, $r = 0.53$), シナリオ 1-3 に有意差 ($t(103) = 3.17$, $p = .002$, $r = 0.31$), シナリオ 2-3 に有意差 ($t(103) = 3.04$, $p = .003$, $r = 0.29$) が見られ, 全て後半のシナリオの方が高かった.

システム的信頼感項目では, エージェント間に有意差は見られず, シナリオ間には有意差 ($F(2, 206) = 21.47$, $p < .001$) が見られた為多重比較を行ったところ, シナリオ 1-2 に有意差 ($t(103) = 6.19$, $p < .001$, $r = 0.60$), シナリオ 1-3 に有意差 ($t(103) = 3.70$, $p < .001$, $r = 0.36$), シナリオ 2-3 に有意差 ($t(103) = 3.06$, $p = .003$, $r = 0.30$) が見られ, こちらも全て後半のシナリオの方が高かった.

4. 議論

第 3.4.2 節の結果から, 欲求志向エージェントはタスク志向エージェントよりも有意に社会的存在感を喚起した. これはエージェントが情報の収集と共有という欲求下でタスクに関係なく行動していたことによる, ユーザのモデル理解を促進したことが要因であると考えられる. また, 知覚された社会的存在感がシナリオごとに蓄積していったことから, シナリオを経るにつれてユーザがエージェントのモデルをより理解していることが示唆された. 実際に, 両エージェント共にシナリオ 1-2,1-3 間で有意差が見られ, 交互作用が見られなかったことから, 初めに喚起した社会的存在感を, タスク志向エージェントとの差を保ちながら蓄積していることが確認できる. ここで, 本実験で参加者が評価したのは動画内の人物とエージェントとの共生の観察であり, 動画内の人物はエージェントに対しある程度友好的な態度を取っていた. その為, 今回の社会的存在感の知覚は, 振る舞いだけでなく, 第三者とエージェントの友好的なインタラクションが影響した可能性も考えられる.

第 3.4.1 節の結果から, 社会的存在感と各信頼感の正の相関が確認され, 先行研究の知見の有効性が検証された. その為, 信頼感についても社会的存在感同様の有意差があることが想定された. 結果, 第 3.4.2 節で欲求志向エージェントがタスク志向エージェントよりも, 効果量は少ないが有意に人間的信頼感を喚起したことが分かった. これは知覚され蓄積された社会的存在感が, 欲求志向エージェントの振る舞いに対する曖昧さを制限し, 存在の連続性を向上させ, それに伴う誠実さや博愛を知覚させたことが要因として考えられる. その為、情動的な信頼関係を目指すうえで、本モデルは有効である可能性が示唆された. シナリオ間の変化については, 全シナリオ間に有意差が見られ, シナリオごとに信頼が蓄積されていくことが分かった. しかし, システム的信頼感については, 両エージェント間に有意差は見られず, システム的信頼感向上に与える社会的存在感の影響は少ないことが示唆された.

5. 結論

現状の自律的なエージェントにおける緊張感や不安感の問題を解決するには, 人間とエージェントが情動的な信頼関係を構築することが重要であると考えた. 本研究ではそうした関係を目指すべく, 従来のエージェントにおいて人間がエージェントのモデルを理解できないことを問題として挙げ, 理解し易い枠組みとして情報の収集と共有という欲求モデルを提案した. モデルの有効性を動画による評価実験で検証したところ, 従来型のタスクドリブンエージェントよりも有意に社会的存在感を喚起させ, 更にそれは動画が進むにつれて蓄積されていった. また, 人間的信頼感も有意に喚起していた. 以上の結果から, 情報の収集と共有という欲求の有効性が示唆された為, 今後は実際にシステムとして実装し, 自律的に行動を生成し, 相互作用を通じて社会的存在感を知覚させるエージェントの作成を目指す.

文献

[1] Harms, C., & Biocca, F. (2004, October). Internal consistency and reliability of the networked minds measure of social presence. In Seventh annual international workshop: Presence (Vol. 2004). Universidad Politecnica de Valencia Valencia, Spain.

[2] Lowry, P. B., Zhang, D., Zhou, L., & Fu, X. (2010). Effects of culture, social presence, and group composition on trust in technology-supported decision-making groups. Information Systems Journal, Vol. 20, No. 3, pp. 297-315.

[3] Lankton, N. K., McKnight, D. H., & Tripp, J. (2015). Technology, humanness, and trust: Rethinking trust in technology. Journal of the Association for Information Systems, Vol. 16, No. 10, pp. 1.

[4] 今井康智, 大本義正. (2022). 情報の収集と共有を欲求としたインタラクションエージェントの提案. HAI シンポジウム.

[5] Short, J., Williams, E., & Christie, B. (1976). The social psychology of telecommunications. London: Wiley, Vol. 19, No. 4, pp. 451-484.

[6] Bartneck, C., Kulić, D., Croft, E., & Zoghbi, S. (2009). Measurement instruments for the anthropomorphism, animacy, likeability, perceived intelligence, and perceived safety of robots. International journal of social robotics, 1, 71-81.

手書き文字の美しさを規定する要因の階層的分析
――タイプ，字種，書き手の層ごとの複雑度とバランスの影響――
A Hierarchical Analysis of Factors Determining the Beauty of Handwriting: Effects of Complexity and Balance by Type, Script type, and Writer Layers

井関 龍太†
Ryuta Iseki
†大正大学
Taisho University
r_iseki@mail.tais.ac.jp

概要
手書き文字の美しさの印象について異なる字種を通して共通の説明変数を見出すことが課題となっている．本研究では，文字の形態の複雑度と左右バランスに注目し，これらの説明変数が文字のタイプ，字種，書き手のそれぞれの層できれいさの評価にどのように貢献するかを検討した．その結果，左右バランスはどの層でもきれいさの評価に影響することがわかった．一方，複雑度については，書き手個人の平均からのずれのみが負の影響をもたらすことが示唆された．

キーワード：手書き文字 (handwriting), 複雑度 (complexity), バランス (balance)

1. 問題

手書き文字の美しさはどのような要因によって決まるのだろうか．加藤・横澤[1]は 15 種類の評価尺度を用いて，主観的な文字の美しさ評価を説明する要因を調べた．その結果，ストロークや黒画素の分布，バランスなどが寄与することが明らかになったが，字種ごとにどの要因が有効な説明変数となるかが異なり，使用すべき説明変数を一般化することが困難であった．このことの一因として，美しさ評価の分析に重回帰分析を用いたことが挙げられる．通常の重回帰分析では，字種によってある説明変数の重みが異なるといった状況をうまく捉えることができない．このような状況を捉えるには，混合効果モデル（マルチレベルモデル）を用いることが考えられる．本研究では，手書き文字の美しさを説明する変数について文字のタイプ，字種，書き手の 3 つのレベルで検討する．

手書き文字の美しさを考える上では，線分の一様でなさを考慮する必要があると思われる．つまり，文字を構成する線がぶれていたり，がたがたになっていたりすると，きれいな文字とは評価されないだろう．このような要因は，加藤・横澤[1]の 15 種類の評価尺度では捉えられていない．文字を構成する線分のぶれを反映する可能性のある指標として周囲長複雑度がある（齋藤他[2]）．周囲長複雑度は，文字の周囲長の二乗をインク領域（線分の占める面積）で割ったものである．同じ文字であっても，線分が一様でないものは周囲長複雑度が高くなると考えられる．周囲長複雑度については，かな文字，漢字の双方について主観的複雑度を反映することが示唆されている（齋藤他[2]．白石他[3]）．ただし，これらはフォントの主観的複雑度を扱ったものであり，手書き文字の美しさ評価との関連を検討したものではなかった．

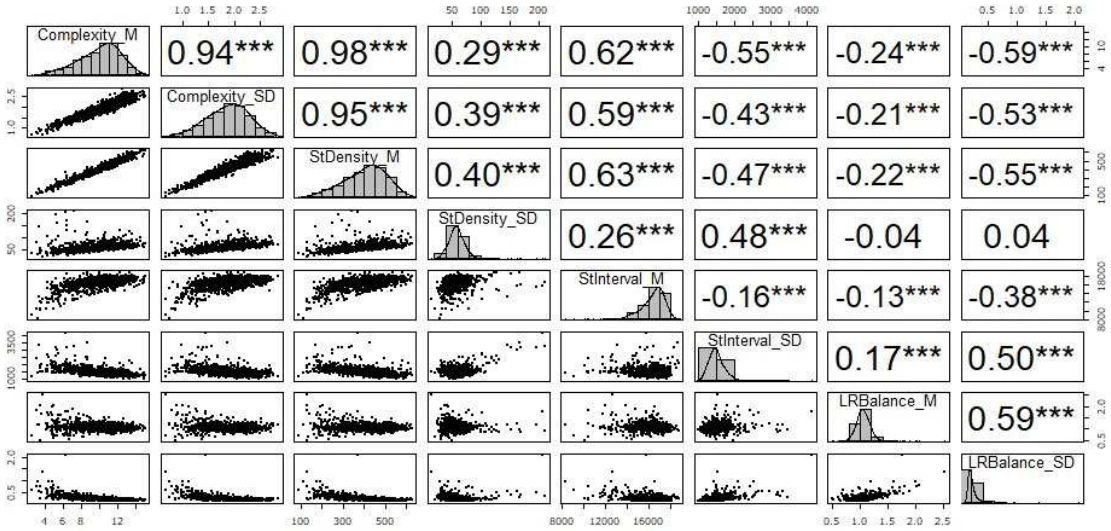
本研究では，周囲長複雑度と文字の左右バランスの観点から手書き文字画像の美しさ評価を検討した．

2. 方法

刺激 手書教育漢字データベース ETL-8G（産業技術総合研究所[4]）に収録された教育漢字 881 字種とひらがな 75 字種の画像について周囲長複雑度，ストローク密度，ストローク間隔，左右バランスを計算した．ストローク密度は，画像を縦軸及び横軸の方向にスキャンしたときに通過するストロークの本数の総計であった（加藤・横澤[1]）．ストローク間隔は，画像を縦軸及び横軸の方向にスキャンした際にあるストロークに達してから他のストロークに達するまでの距離の総計であった（加藤・横澤[1]）．左右バランスについては，各画像について凸包シルエット文字重心（文字領域を凸包で囲み，その凸多角形の重心を計算したもの：小谷[5]）を算出してからこの重心を原点として画像を 4 つの象限に区切り，第一・第三象限と第二・第四象限のインク量の比によって定量化した．周囲長複雑度は Pelli et al.[6]のアルゴリズムにしたがって算出した。

各字種には 160 前後の手書き文字画像があったので，字種ごとにこれらの特徴量の平均と SD を計算した．これらを代表値として 956 字種についての各特徴量の分布を検討し，相関係数を算出した（Figure 1）．その結果，周囲長複雑度とストローク密度の平均の間には

Figure 1
956 字種について算出した各特徴量のヒストグラム，散布図，相関係数



非常に高い相関がみられることがわかった．ストローク間隔もこれらの特徴量と比較的高い相関を示したが，平均，SD ともに分布の裾野が左または右に長かった．これらのことから文字を構成する画素の広がりに関する特徴量としては周囲長複雑度を用いることにした．左右バランスも分布に偏りは見られたが，他の特徴量とは相関の方向が異なることがうかがえた．

字種の中でも相対的に複雑度が高い・低いものと左右バランスを取りやすい・取りにくいものを刺激として選ぶことを意図した．複雑度については字種ごとの平均，左右バランスについては SD を基準とした（同じ字種の中では部品の構成に違いはないはずだが，それでいてなお書き手によるばらつきが大きいことは，その字種が書きにくい文字であることを示唆する）．これらの基準について，分析を行った字種の中で上位・下位 25%に当たるものを候補とした．なお，ひらがなは全般的に複雑度が低かったため，漢字のみを対象とした．複雑度の高低・左右バランスの高低の 4 タイプに属する字種を 3 つずつ選んだ（高－高：勉，率，港，高－低：道，話，質，低－高：死，似，治，低－低：負，英，状）．

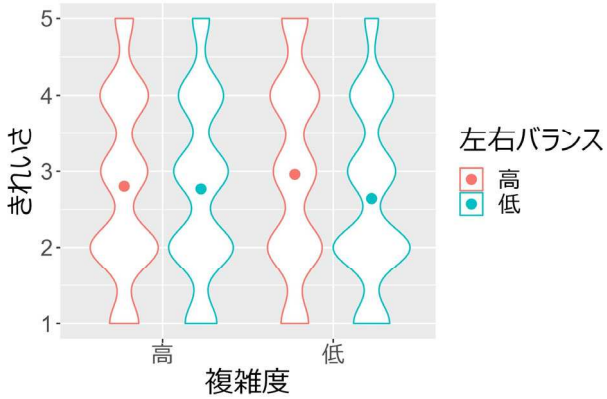
手続き　jsPsych 7.3.0（de Leeuw et al.[7]）を用いてウェブブラウザ上で回答できるプログラムを作成し，オンラインで回答を求めた．各参加者には各字種につき 8 つの手書き文字画像を約 160 のプールの中からランダムに選んで提示した．同じ字種の 8 つの画像は同一のページに提示した．参加者には，それぞれの画像を見て，どのくらいきれいな字だと思うかを 5 段階で評価することを求めた（1＝きれいではない～5＝きれい）．字種の提示順は参加者ごとにランダムであった．

実験参加者　日本語を第一言語とする成人 70 名が参加した（男性 29 名，女性 39 名，その他 2 名）．回答者の年齢は 20 代が中心であった（64 名）．

3. 結果

タイプごとの美しさ評定の平均値と分布を Figure 2 に示した．

Figure 2
タイプごとの美しさ評定の平均値と分布



予備的分析として，2（複雑度）×2（左右バランス）の分析を行った．混合効果モデルを用いて参加者と字種についてランダム切片を仮定した（ランダム傾きモデルは収束しなかった）．分析の結果，いずれの効果も有意でなかった（複雑度：$F(1, 8.01) = 0.07$, $p = .80$，左右バランス：$F(1, 8.00) = 3.06$, $p = .12$，交互作用：$F(1,$

Table 1
手書き文字画像の特徴によって美しさ評価を説明するモデルの推定結果

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(>|t|)	
切片	2.92	0.06	160.97	44.86	< 0.001	***
タイプ_複雑度	0.05	0.05	1635.34	0.95	0.34	
タイプ_バランス	-0.28	0.05	1641.85	-6.02	0.00	***
字種_複雑度	0.02	0.03	1624.06	0.77	0.44	
字種_バランス	-0.11	0.02	1581.08	-4.41	0.00	***
書き手_複雑度	-0.05	0.02	1580.01	-2.20	0.03	*
書き手_バランス	-0.07	0.02	1736.55	-3.02	0.00	**

$8.00) = 1.61, p = .24$）．したがって，単純にタイプの違いによって手書き文字の美しさの評価が異なるとは言えなかった．

その一方で，何の文字を書くかということが美しさの評価に影響を及ぼさなかったわけではなかった．字種の違いのみを独立変数，参加者をランダム切片とした分析を行ったところ，字種の主効果が有意であった（$F(11, 4448.00) = 12.16, p < .001$）．したがって，複雑度や左右バランスによらない要因による，字種そのものによる美しさの違いはあったと思われる（字種ごとの美しさの評定は付録の Figure A1 に示した）．

異なるレベルの変数が文字の美しさの評定に及ぼす影響を明らかにするため，混合効果モデルによる分析を行った．分析に使用した独立変数は周囲長複雑度と左右バランスであったが，これらについて 3 つのレベルで具体的な変数を設定した．まず，タイプレベルでは，高・低のカテゴリカル変数を設定した（ベースラインは高カテゴリーであった）．字種レベルでは各字種について計算した特徴量の基準値を用いた（周囲長複雑度は平均，左右バランスは SD）．最後に，書き手レベルでは当該の手書き画像について計算した特徴量の値をその字種の基準値から引いたものを二乗した値であった．すなわち，書き手レベルの変数は，その字種の平均的な特徴量からのぶれを表した．これらを独立変数，美しさの評定値を従属変数とし，参加者の違いと画像の違いについてランダム切片を仮定した．独立変数はカテゴリカル変数を除いて標準化してから計算に用いた．このモデルの推定結果を Table 1 に示した．

4. 考察

分析の結果，全般的には左右バランスが手書き文字の美しさの評価に影響することがわかった．書き手間のばらつきが大きい字種ほど（字種レベル），また，当該の文字が平均から逸脱しているほど（書き手レベル），きれいでないと評価された．一方，その字種が教育漢字の中でどのような相対的位置にあるかというタイプレベルの変数については，左右バランスのばらつきが大きいタイプの文字ほどきれいであると評価された．したがって，タイプレベルでは左右バランスの効果の方向が字種レベルや書き手レベルとは異なった．

タイプレベルでは，左右バランスのばらつきが小さいことは，その字が他の字に比べて相対的に安定して同じように書きやすいことを意味する．つまり，相対的にバランスがとりやすい文字であると言える．そのような文字をきれいに書けることは当然であるのに対し，人によってうまく書けたりそうでなかったりする文字をきれいに書けることは特に評価されてもよいだろう．また，そもそもその字を書くときに左右バランスにある程度のバリエーションがあるのでなければ個人差が生まれず，相関が生じ得ないのかもしれない．いずれにしても，ばらつきが生まれやすい，その意味において書きにくい字を選ぶことは，最終的に書きあがった文字が美しいと評価される余地を残すものと思われる．

字種レベルでは，左右バランスのばらつきが小さいことは多くの人が安定してその字を同じように書けることを意味する．つまり，個人差が小さい文字であるといえる．このことは，一見するとタイプレベルでの効果と矛盾するように思える．しかし，タイプと字種のレベルでの左右バランスは実態が異なることに注意したい．タイプレベルでの違いは異なる字種の間の違いであるのに対し，字種レベルでの違いは同じ字種の文字を書くときの個人の違いである．したがって，字種レベルの違いは，実際の線分に現われる違いとしてはタイプレベルの違いよりもずっと小さなものである．

また，タイプレベルの違いは必然的に生じるものであるのに対し，字種レベルの違いは規範的には小さいほうがよいものである（同じ字は誰もが同じように書いたほうがよい）．これらのことが効果の方向の違いの背景にあるだろう．

最後に，書き手レベルでは，ばらつきが小さいことは，その書き手がその文字の平均的な形に近い文字を書けることを意味する．書き手レベルの左右バランスの効果が負の方向であったことは，平均的な文字に近い文字を書くほうが美しいと評価されたことを示唆する．このことから，同じ文字は誰もが同じように書くほうが好ましいという規範が美しさの評価において実際に機能しているといえる．平均からのぶれは手書き文字に特有の“味”として評価されることも考えられるが，本研究で扱った材料ではどちらかというと美しくない方向に評価される要因となった．

周囲長複雑度はタイプや字種のレベルでは美しさの評価に影響しなかったが，書き手のレベルでは負の効果を示した．すなわち，特定の文字の周囲長複雑度がその字種の平均的な複雑度から離れているほど，その文字はきれいでないと評価された．このことは，本研究の意図通り，周囲長複雑度が個々の手書き文字レベルでのぶれを代表したことによるものと解釈できる．タイプや文字レベルでの複雑度の違いは字体そのものの複雑さを表すのみであったために美しさの評価とは関係しなかったのだろう．

手書き文字の特徴の異なる層に関わる変数を分析した結果，美しさの評価には個人レベルの上手・下手（書き手レベルの複雑度とバランス）に加えて，文字そのものの特性（タイプレベルと字種レベルのバランス）も影響することが改めて確認された．

文献

[1] 加藤 隆仁・横澤 一彦 (1992). 手書き文字の定量評価 電子情報通信学会論文誌 D, J75-D2(9), 1573-1581.

[2] 齋藤 岳人・樋口 大樹・井上 和哉・小林 哲生 (2022). 仮名文字の複雑性を表す指標としての周囲長複雑度の妥当性 心理学研究, 93(2), 139-149.

[3] 白石 紗衣・齋藤 岳人・樋口 大樹・井上 和哉・小林 哲生 (2022). 漢字の主観的複雑度は周囲長複雑度で表せる 日本認知心理学会第 20 回大会 P1-A04

[4] 産業技術総合研究所 (1989). ETL8G http://etlcdb.db.aist.go.jp/

[5] 小谷 章夫 (2011). 文字輪郭を用いた文字重心位置評価手法とそのフォント開発への応用 湘南工科大学紀要, 45(1), 1-11.

[6] Pelli, D. G., Burns, C. W., Farell, B., & Moore-Page, D. C. (2006). Feature detection and letter identification. Vision research, 46(28), 4646–4674. https://doi.org/10.1016/j.visres.2006.04.023

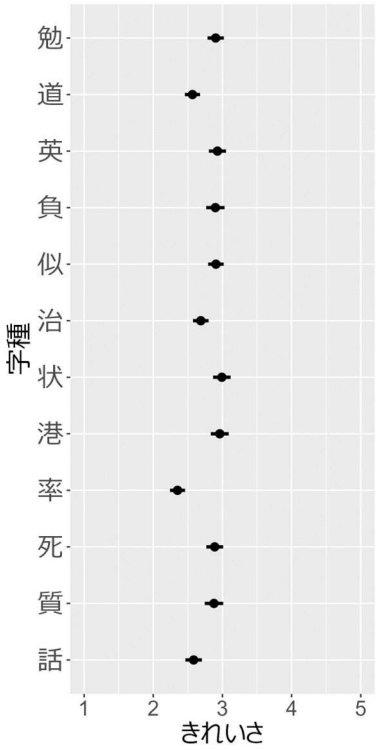
[7] de Leeuw, J. R., Gilbert, R. A., & Luchterhandt, B. (2023). jsPsych: Enabling an open-source collaborative ecosystem of behavioral experiments. Journal of Open Source Software, 8(85), Article 5351. https://joss.theoj.org/papers/10.21105/joss.05351

付記

本発表は 2022 年度に大正大学人間科学科に提出された関戸知佳さんの卒業論文の内容に基づくものです．

付録

Figure A1
字種ごとの美しさの評定の平均値と 95%信頼区間



小集団での創造的な意思決定における個人の意向のエージェントベースモデリングによる推定
Agent-based Modeling Estimation of Personal Intentions in Small Group Creative Decision-Making

椎久 翔太 †，竹内 勇剛 †
Shota Shiiku, Yugo Takeuchi
† 静岡大学
Shizuoka University
shiiku.shota.19@shizuoka.ac.jp

概要

一般に小集団における意思決定過程では，成員それぞれに自分の意見や考えを明示的に表明できる機会が多くあり，その分，多数決による採決や一部の特定の人物に最終的な決定を委任することが多い大集団での場合と比較して，成員による妥協や新たなアイディアの提案など複雑かつ創発的な相互作用が生じている可能性がある．ところがこのような相互作用系をモデリングした研究は今日まであまり注目されてきていない．これまで，集団における意思決定過程のモデリングには既存の選択肢から結論を導く MCGDM (Multi-Criteria Group Decision-Making) などのマルチエージェントシステムを用いたさまざまな試みがなされてきたが，小集団で多く観察される成員による妥協や新たなアイディアの提案といった創造的な側面を十分に反映したものではなかった．そのため，小集団における意思決定後の各成員が得られた結論に基づく事項に対してどのような態度や行動を示すのかについての予測は困難である．本研究は，小集団の意思決定の過程において個々の成員がその過程での相互作用とその結果に対する満足度を変数として，それを報酬系に組み込んだ強化学習モデルの構築を通して，各成員がその集団が得た結論に対してポジティブな態度で受け入れ，同時に意思決定に際して結論に至るまでに要する時間を短縮させる効果を与えることを明らかにした．

キーワード：意思決定過程，マルチエージェントシステム，小集団，ABMS，MCGDM，満足度，強化学習

1. 序論

個々の意思決定と比べて，集団における意思決定は複雑な過程を経ることがしばしば必要である．しかしながら，集団意思決定の中で，コミュニケーションを通じて意思決定者間で意見を共有することで，個々の状況よりも高品質な意思決定が可能となる．小規模な集団では，大規模な集団と比較して，高いコミュニケーション密度により効果的に意見や方向性の調整が可能である．しかし，大規模な集団では，自身の見解や態度が周囲の状況の変化によって変化する同調行動の影響が大きく，数の圧力によって自身の意見を表明する機会が減少してしまう．このため，より深い議論が必要となる重要な状況では，小規模な集団での意思決定が行われることが多い．しかし，不可避のジレンマなどで見られるように，意思決定の際の拠り所となる価値観の多様化により，合意形成の難しさも増している [1]．これらの問題に対する解決策として，意見の集約やそれに基づく提案を行うといった意思決定支援システムの導入が提案されている [2]．意思決定支援システムは，通信，計算，および意思決定支援テクノロジーを組み合わせることにより，人々の集団による構造化されていない問題の定式化と解決を支援する [3]．

集団のコミュニケーション問題に対する解析手法として，相互作用の蓄積の分析を数理的に行うために，エージェントベースのモデリングとシミュレーション (ABMS) が頻繁に利用される．ABMS は，図 1 に示す通り，共有環境内でのエージェント間の動的なアクション，反応，および相互通信プロトコルを呼び出す計算モデルの一種であり，エージェントの設計とパフォーマンスを評価し，新たな行動と特性に関する洞察を導くことが可能である [4]．シミュレーションの視点から見ると，個々のコンポーネントの機能は，非常に基本的な「if-then」反応ルールから，より洗練された認知的に豊かな行動モデルにまで及んでいる．

ABMS を使用した研究は，複雑な意思決定プロセスをシミュレートし，さまざまな視点や意思決定手法を組み込むことで，集団意思決定の領域に大きな貢献を

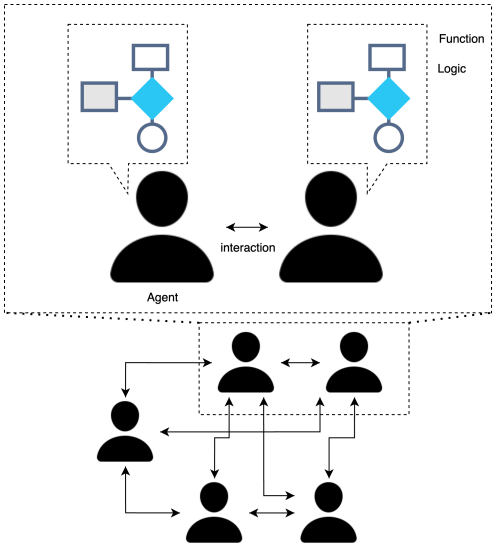


図 1　ABMS によるエージェント間インタラクション

している．しかしながら，これまでに研究されてきた多くの手法は，問題空間を絞り込み，意思決定への収束を促進することを目的としていた．しかし，集団の議論においては，収束よりも集団が下した決定に満足できるかどうかが重要である．従って，議論されている問題空間を広げたり，問題を再考したりすることで，適切に議論をまとめることが可能である．特に，難航している議論に対しては，新しい意見を生み出すことが有効である．問題空間を敢えて増やすことは計算コストを増加させるが，小規模な集団では，密なコミュニケーションを通じて問題空間を調整することが可能であると考えられる．さらに，意思決定において重要なことは，決定を実行し，持続することである．しかし，多くの意思決定に関する研究では，意思決定後に発生する行動については触れられていない．個人の意向を決定に反映させることは，その後の行動に影響を及ぼす可能性があるため，この視点も重要である．本研究では，上記の観点を考慮し，個人の意向を最大限に反映できる意思決定過程を構築する．

2.　集団における他基準意思決定

本研究では，ABMS を用いて小集団の意思決定をシミュレーションすることによって個人の意向をより反映した決定を行う意思決定過程を構築する．

意思決定を行う対象となる問題について，T 人の意思決定者が存在し，各意思決定者 t_j は M 個の選択肢と L 個の基準を持つと仮定する．ここで，j は 1 から T まで，a_l は選択肢（l は 1 から M まで），e_i は基準（i は 1 から L まで）を表す．これを他基準集団意思決定問題（MCGDM）と呼び，複雑な意思決定過程をモデル化することができる [5]．本研究における意思決定過程では，1 章に示すように満足度の最大化を行う．実際に想定する意思決定過程を図 2 に示す．小集団における意思決定では密な議論が可能になり，その中で交渉や妥協が生じる可能性があり，それらを通して集団としての決定に意向を反映することができる．一般的に MCGDM に関する研究は，選択肢の数は固定であり，議論を通してその中で集団として順位づけを行うものがほとんどである．実験では，議論の過程で新たな視点やアイデアを創発させることを通じて議論を活性化する．これにより，各意思決定者の個人的な意向がより反映され，図 2 に示すような意思決定過程が形成されることをシミュレーションする．

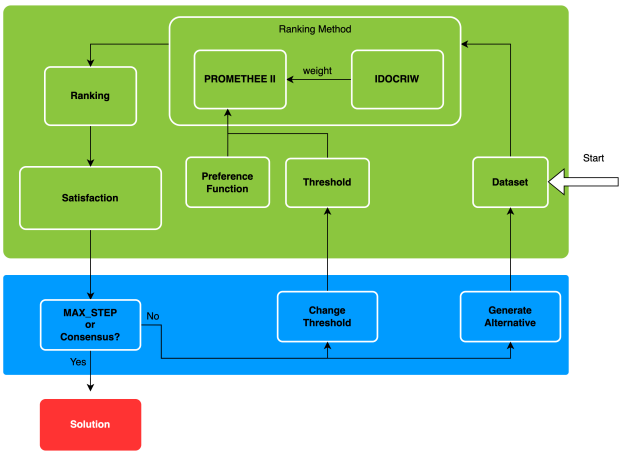


図 2　意思決定の流れ

3.　シミュレーション実験

本研究では，複数のエージェントで形成される小集団に対して，シミュレータ上で集団意思決定のシミュレーションを行い，エージェント間の議論の過程で新たな意見を創発させることで，意思決定者の意向を十分に反映できる意思決定過程の構築を目標とする．

本研究で提案する手法では，意思決定者の意向を決定に反映するために，式 1 で示す個人の満足度である PSI（The Personal Satisfaction Index）を考慮する．PSI は各意思決定者の個人的な満足度を数値化し，これを基に最終的な意思決定を行う．ここで，di は個人の意見と集団の意見の順位の差，m は選択肢の数である．PSI 値は -1 – $+1$ である．満足度は個人と集団の選択肢の順位の差から導出され，順位及び順位づけに関係するパラメータをエージェント間の議論によって調節する．

$$PSIgm = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{m} d_i^2}{M^3 - M} \tag{1}$$

また，集団満足度 GSI(The Group Satisfaction Index) は PSI の加重合計によって表される．個人満足度だけを考慮すると，自分本位な議論になってしまう恐れがあり，少なからず集団満足度も考慮すべきであると考えられる．満足度の導出には個人が選択肢に対して優先順位を持つ必要があり，本研究では主観客観の統合手法である IDOCRIW で重み付けをし，Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation(PROMETHEE II) で順位づけを行う．

この過程を強化学習を用いて最適化し，意思決定者の意向が最大限反映される意思決定過程を構築する．実際には深層強化学習の手法の 1 つである DQN に改良を加えた Rainbow を用いる．シミュレーションの結果によって，反映された意思決定者の意向がふるまいへ寄与しているのかの評価を行い，意思決定者の内部状態が集団としての決定に反映され得る集団レベルを明らかにすることで，構築された意思決定過程が小集団において有用であると示されることが望まれる．

3.1 合意形成過程の構築

構築された意思決定過程の中で，エージェントが最適な意見や決定を見つけ出すために，各種パラメータの探索を行い，より良い合意形成が可能となる．エージェント数を変更して意思決定過程をシミュレーションすることで，個人の意向がふるまいに反映され得る限界点などを議論する上で重要である．また，PROMETHEE II では関心しきい値と無関心しきい値の 2 種類があるが，エージェントが無関心しきい値を下げることによって消極的な意思決定を行う可能性があるため，関心しきい値を操作可能にする．順位が変更される過程で満足度も変化していくことになる．100 ステップごとに 1 議論と定義し，問題空間とエージェントの重みを更新する．エージェントはこのように，意見を許容するしきい値を変更することと，新しい選択肢を創発し，集団に提案することで議論を行う．

4. 集団意思決定における意見の創発

本研究では，個人の意向をよりよく反映するために，既存の選択肢に加えて，新たな意見や視点の創出を通じて合意形成を促進する．本研究において，意見の創発とは，エージェントが行う議論の中で合意形成に時間を要している問題の決定行列を操作することによって表現される．エージェントは議論の中で集団及び個人の意見の選好などから，エージェントが提案する意見となる配列を生成する．議論に一定のステップ数がかかっている場合に，エージェントが問題空間となる決定行列に意見を追加する．この流れを強化学習におけるエージェントの行動として設計し，創発した意見による意見の選好の変化によって議論を活性化する．また，エージェントは自らが創発した意見による選好の変化を学習し，より満足度を満たす合意形成を行うための意見の提案を学習する．停滞している議論へ新たな意見を創発することで議論を活性化することで，既存の選択肢のみで行う議論よりも個々の満足度を満たすことが可能であると考えられる．実際には，Rainbow エージェントが創発する意見の最適化を行う．

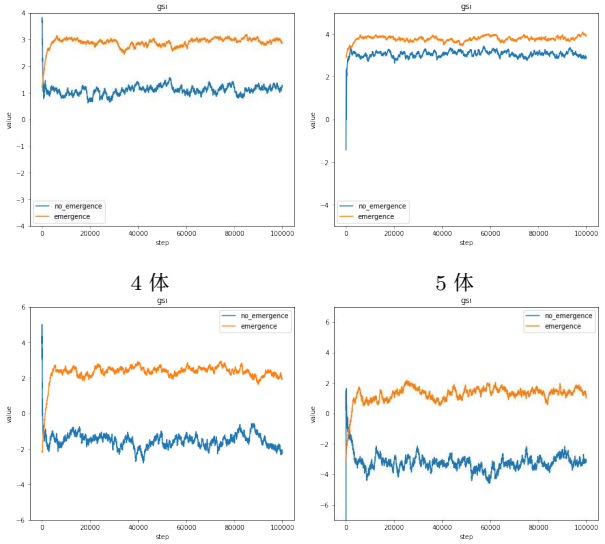
エージェントは特定のステップで新たな意見を創発する．この新たな意見は，集団全体が最も低く評価している既存の意見と置き換えられる．これにより，議論が停滞または困難になった際に新たな視点を導入し，合意形成を促進する．ランダムなエージェントが新しく意見を創発して集団に提案する．その意見が議論中の問題空間に加えられることで創造的な意思決定ができるはずである．意見の創発によって，最初に与えられている選択肢よりも集団及び個人の意向を反映することができ，満足度を高くすることによって合意形成の質を向上させられる事が望まれる．

4.1 実験結果

100,000 エピソードの学習から得られた結果を示す．図 3 はエージェント数ごとの集団満足度の推移，図 4 に議論時間の長さを表している．橙色の線は創発あり条件における結果，青色の線は創発なし条件における結果を表している．意見の創発ありの条件の方が創発なしの条件に比べて集団満足度及び個人満足度が高く，新たな意見の創発によって満足度がより満たせるということがわかった．集団満足度は個人満足度の加重合計であるため，個人満足度が創発あり条件において高くなっていることを反映している．また，創発あり条件では議論にかかる時間も短くなっていることから，適切な意見の提案によって合意までに必要な議論が少なくなっていると考えられる．よって，エージェントが問題空間に新たな選択肢を提案するという行動は集団意思決定に有効にはたらいていることがわかった．

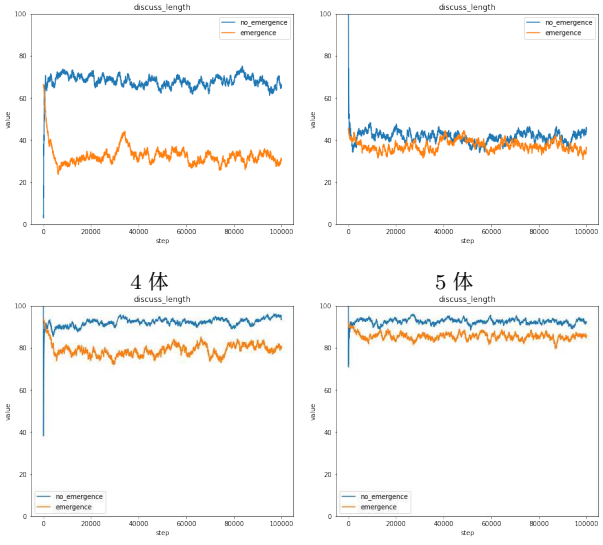
5. 総合議論

PROMETHEE II によって構築した意思決定モデルを Rainbow によって学習した結果より，創発ありの条



4 体　5 体　6 体　7 体

図 3　エージェント数ごとの集団満足度



4 体　5 体　6 体　7 体

図 4　エージェント数ごとの議論時間

件の方が創発なしの条件に比べて集団満足度及び個人満足度が高く，既存の意見のみでなく，新たな意見による議論の活性化が意思決定者の意向をより反映することができることが示唆された．また，創発あり条件では議論にかかる時間も短くなっていることから，適切な意見の提案によって合意までに必要な議論が少なくなっていると考えられる．よって，エージェントが問題空間に新たな選択肢を提案する行動は集団意思決定に有効にはたらいていることがわかった．創発なし条件について，エージェント 4，5 体では集団満足度が正の値になっているが，6，7 体では負の値になっている．今回実験したどのエージェント数でも，創発あり条件の集団満足度は正の値となっている．エージェント 5 体の場合では意見の創発に関わらず高い満足度を示しており，議論時間も他の条件に比べて短くなっている．このことからも，集団の数が大きいほど合意に時間が掛かるとは言えず，同様に集団の数が小さいほど意向を通しやすいとは必ずしも言えないことがわかる．

以上の考察をまとめると，本実験の結果において以下のことが示唆された．

(1) 新たな意見の創発によって，より意思決定者の意向を反映することができる
(2) 意思決定者の意向を反映した意見の創発により合意までの時間は短縮される
(3) 議論のコスト，意見の通しやすさは集団のサイズに比例するわけではない

シミュレーションの結果，小集団意思決定における新たな意見の創発によって，意思決定者がより集団に自らの意向を反映できることが示唆されたという点は本研究の成果といえる．

今回の実験では検証できなかった手法やパラメータがあるため，引き続き検証を行っていく必要がある．創発された意見が問題空間にどう影響を与えているかの分析ができれば，小集団についてさらなる議論が可能になるであろう．今後はシミュレーションに基づく結果が現実世界にも適用可能であるかを実証するために，被験者実験によって背後のパラメータを議論するつもりである．シミュレーションの背後にあるパラメータを説明できれば，小集団において曖昧で複雑だった事象を数学的に議論できるようになるはずである．

文献

[1] 福島俊一．複雑社会における意思決定・合意形成支援の技術開発動向．人工知能, Vol. 34, No. 2, pp. 131–138, 2019.
[2] 山田善靖．集団意思決定支援システム．オペレーションズ・リサーチ, Vol. 33, No. 3, pp. 10–14, 1988.
[3] Hiroki Sayama, Dene L Farrell, and Shelley D Dionne. The effects of mental model formation on group decision making: An agent-based simulation. *Complexity*, Vol. 16, No. 3, pp. 49–57, 2011.
[4] Sameera Abar, Georgios K Theodoropoulos, Pierre Lemarinier, and Gregory MP O'Hare. Agent based modelling and simulation tools: A review of the state-of-art software. *Computer Science Review*, Vol. 24, pp. 13–33, 2017.
[5] Chao Fu, Wenjun Chang, and Shanlin Yang. Multiple criteria group decision making based on group satisfaction. *Information Sciences*, Vol. 518, pp. 309–329, 2020.

数量を表現するジェスチャの追加提示が属性フレーミング効果に及ぼす影響
How does an additional gesture to express quantity affect the attribute framing effect?

髙宗 楓†，西本一志†
Kaede Takamune, Kazushi Nishimoto

†北陸先端科学技術大学院大学
Japan Advanced Institute of Science and Technology
s2220023@jaist.ac.jp

概要
論理的に等価であるにも関わらず，記述表現がポジティブまたはネガティブと異なることによって，後の意思決定が変化する現象は属性フレーミング効果として知られている. 本研究では, 属性フレーミング効果を誘発する文章表現に対して，数量を表現するジェスチャを追加提示した場合の意思決定への影響について調査を行った. 本研究の結果として, 一部ジェスチャの追加提示条件において，属性フレーミング効果が強化される可能性が示唆された.

キーワード : 属性フレーミング効果, ジェスチャ （the attribute framing effect, gestures）

1. はじめに

数量の提示が関連する認知バイアスのひとつに，フレーミング効果がある[1]．フレーミング効果の一種として, 文章表現の違いによって, 対象物への好みや意思決定が変化する属性フレーミング効果がある[2,3]．例えば,「75%が高く評価した牛肉」というポジティブな文章表現を読んだ実験協力者は，牛肉の購入意欲を高く評価するのに対して,「25%が低く評価した牛肉」というネガティブな文章表現を読んだ実験協力者は，牛肉の購入意欲を低く評価する現象が見られる．このときの説明文である「75%が高く評価した牛肉」と「25%が低く評価した牛肉」は, 同じ牛肉に対して論理的に等価な説明を行っている. しかし, 実験協力者の購入意欲は変化する．このような意思決定の偏りを属性フレーミング効果と呼ぶ.

これまでの属性フレーミング効果の研究においては, 言語表現の違いのみを対象とした調査が主に行われている[4]．しかし，ジェスチャなどの非言語情報を追加提示した場合の調査はあまり行われていない．たとえば「こんなにたくさんの」といったように，その量の程度がはなはだしく多いことを示したいとき，人はしばしば両手を大きく広げるようなジェスチャを行う．このようなジェスチャは, 数量の多さを強調し, 見た人に対して「より多い」または「はなはだしく多い」という印象を与える. すでに本稿筆者らは, 正確なジェスチャ（両手が広がる限度を 100%として，そこから 75%や 25%を示す幅を換算した動作）を追加提示した際の，属性フレーミング効果への影響について調査を行っている[5,6]が，数量の多さを強調するジェスチャについては調査対象としていなかった．そこで本稿では, 属性フレーミング効果を誘発する文章表現に, 数量を強調するジェスチャを追加提示した際の，人間の意思決定への影響の有無とその程度について調査した結果について報告する.

2. 予備実験

属性フレーミング効果を誘発する文章表現に，過大ジェスチャなどの数量に関連するジェスチャを追加提示することによる意思決定への影響を調査するための予備的な実験を行った.

2.1. 手順

本調査は, オンライン上で実施した. ジェスチャと課題文を含む動画と回答フォームを掲示した実験用サイトを Google Form で作成した. 実験協力者には，このサイトにアクセスして動画を再生し，対象物に関する購入意欲を回答してもらった．数量に関連するジェスチャとして，**過大ジェスチャ**（数量を強調する事を意図した，両手を大きく広げるジェスチャ），**正確ジェスチャ**（両手が広がる限度を 100%として，そこから示したい割合の幅を換算し，その幅を示すジェスチャ），**棒立ち状態**（ジェスチャを行わず人が立ち続けている状態）の 3 種類を用意し，フレーミング効果を誘発する文章表現に追加提示した. また，**テキストのみ**（ジェスチャを提示せず, 文章表現のみ）を提示する動画も用意した．つまり，4 種類のジェスチャ（テキストのみを含

む）に 2 種類の文章表現（ポジティブまたはネガティブ）を組み合わせた，8 種類の動画に関して調査を実施した. なお, この実験が属性フレーミング効果に関する調査であることを悟られないようにするために, 1 人の実験協力者には，文章表現はポジティブあるいはネガティブのどちらか一方のみを提示した.

一例として，ポジティブな文章表現に過大ジェスチャを追加提示した動画のスナップショットを示す（図 1）. 実験協力者に対して,「購入した人のうち 75%が高く評価したお肉」という対象物（肉）へのポジティブな説明文を動画内で字幕として提示し，併せて両手を大きく広げるジェスチャを提示している．この動画を見た後，実験協力者は動画の直下に設置された回答フォームに示されている「このお肉をどの程度買いたいと思いますか？」という質問に対して, 購入意欲の程度を 7 段階のリッカート尺度（1 : 全く購入したくない～7 : 非常に購入したい）で回答した.

2.2. 結果と考察

予備実験では， 15 歳から 25 歳の 98 名（ポジティブな文章表現 52 名,ネガティブな文章表現 46 名）が回答した. このうち, 回答に欠損のあるデータや, 動画を再生せずに回答したとみられるデータは分析から除外した結果, 有効回答数は 78 名（ポジティブな文章表現 39 名，ネガティブな文章表現 39 名）であった.

各文章表現と各ジェスチャ提示時の，実験協力者による購入意欲の中央値を表 1 に示す．提示した 8 種類の動画を 1 群として Kruskal-Wallis 検定を行ったところ有意であった（p<.01）．そこで Dunn-Bonferroni 検定による多重比較検定を行ったところ，以下の結果が得られた.

1-1. 過大ジェスチャ条件におけるポジティブ表現の購入意欲（*Median*=5）は，同ジェスチャを追加提示したネガティブ表現の購入意欲（*Median*=2）よりも有意に高かった（p<.01，r=.45）.

1-2. 正確ジェスチャ条件におけるポジティブ表現の購入意欲（*Median*=5）は，同ジェスチャを追加提示したネガティブ表現の購入意欲（*Median*=3）よりも有意に高かった（p<.01, r=.29）.

1-3. 棒立ち条件におけるポジティブ表現の購入意欲（*Median*=4）は，同ジェスチャを追加提示したネガティブ表現の購入意欲（*Median*=3）よりも有意に高かった（p<.01, r=.25）.

1-4. テキストのみのポジティブ表現の購入意欲（*Median*=4）は，テキストのみのネガティブ表現の購入意欲（*Median*=3）よりも有意に高い傾向が認められた（p<.1, r=.29）.

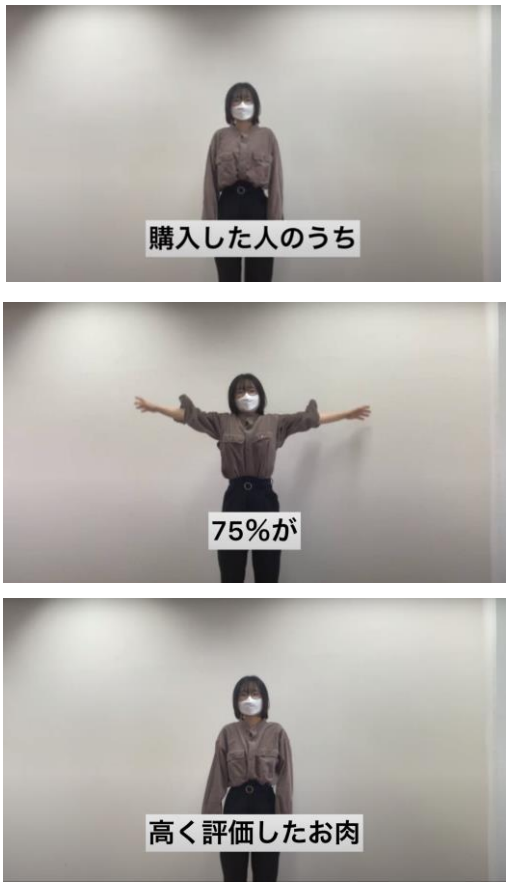


図 1 提示したジェスチャ動画の一部

1-4 の結果は，従来から知られている文章表現のみによる属性フレーミング効果と等価である. それ以外の 3 つは，属性フレーミング効果を誘発する文章表現に数量を表現するジェスチャを追加提示した場合の結果であり，いずれについても属性フレーミング効果が生じていることが示された．また，1-4 のテキストのみに関する結果では，ポジティブとネガティブの評価の差が有意傾向にとどまっているのに対し，それ以外の 3 条件では 1%水準での有意差が得られている. さらに効果

表 1 購入意欲の中央値（7 段階評価）

		ジェスチャ			
		過大	正確	棒立ち	テキストのみ
文章表現	ポジティブ	5	5	4	4
	ネガティブ	2	3	3	3
ポジ・ネガの差に関する検定結果		p<.01 r=.45	p<.01 r=.29	p<.01 r=.25	p<.1 r=.29

量についても，特に 1-1 の過大ジェスチャ条件で 1-4 よりも大きな値が示されている．これらの結果から，ジェスチャを追加提示することによって，属性フレーミング効果が強化される可能性が示唆された．

しかしながらこの予備実験の結果では，同じ文章表現におけるジェスチャ間の違い（たとえばポジティブ文章表現における過大ジェスチャと正確ジェスチャの間の違い）に関しては，購入意欲に有意差が認められなかった．これは，比較すべき条件の数に対して，設定した評価の段階数が少なく，条件間の差異を評価結果に十分に反映できていなかったことによる可能性が考えられる．そこで，より正確に意思決定の変化を測定するために，段階数を増やしたうえで本実験を実施した．

3. 本実験

3.1. 手順

予備実験の結果に基づき，より詳細な評価を行えるようにリッカートスケールの段階数を 11 段階に増やして調査を実施した．その他の実験手順は，予備実験と同じである．

3.2. 結果と考察

オンライン上での呼びかけや，他大学学生への呼びかけによって 15~29 歳の 110 名が本実験に参加した．得られたデータのうち，欠損のあるデータや，動画を再生せずに回答したとみられるデータは分析から除外した．結果として，分析の対象となった有効回答数は 100 名（ポジティブな文章表現課題 50 名，ネガティブな文章表現課題 50 名）であった．提示した 8 種類の動画を 1 群として，Kruskal-Wallis 検定を行ったところ有意であった（p<.01）．そこで下位検定として Dunn-Bonferroni 検定による多重比較検定を行った．各文章表現と各ジェスチャの組み合わせによる，実験協力者の購入意欲の評価結果分布と各ジェスチャにおけるポジティブ表現とネガティブ表現との差に関する有意確率を図 2 に，また各ジェスチャ条件におけるポジティブ表現とネガティブ表現それぞれにおける評価結果の中央値と効果量を表 2 に，それぞれ示す．これらの結果が示すように，各ジェスチャにおけるポジティブ表現とネガティブ表現での評価結果の差については，文章表現のみを提示した場合と，過大ジェスチャあるいは正確ジェスチャを追加提示した場合の結果は，予備実験の結果と同様となった．すなわち，これらの条件では，いずれの場合においてもポジティブ表現での購入意欲は，ネガティブ表現での購入意欲よりも有意に高くなり，属性フレーミング効果が生じていると言える結果となった．一方，棒立ち状態を追加提示した場合は，予備実験の結果とは異なり，ポジティブ表現の購入意欲とネガティブ表現の購入意欲との間に有意差は認められず，属性フレーミング効果が生じているとは言えない結果となった．

次に，ポジティブな文章表現のみを対象として，ジェスチャの違いによる購入意欲の変化について比較した結果を図 3 に示す．図 3 より，過大ジェスチャを追加

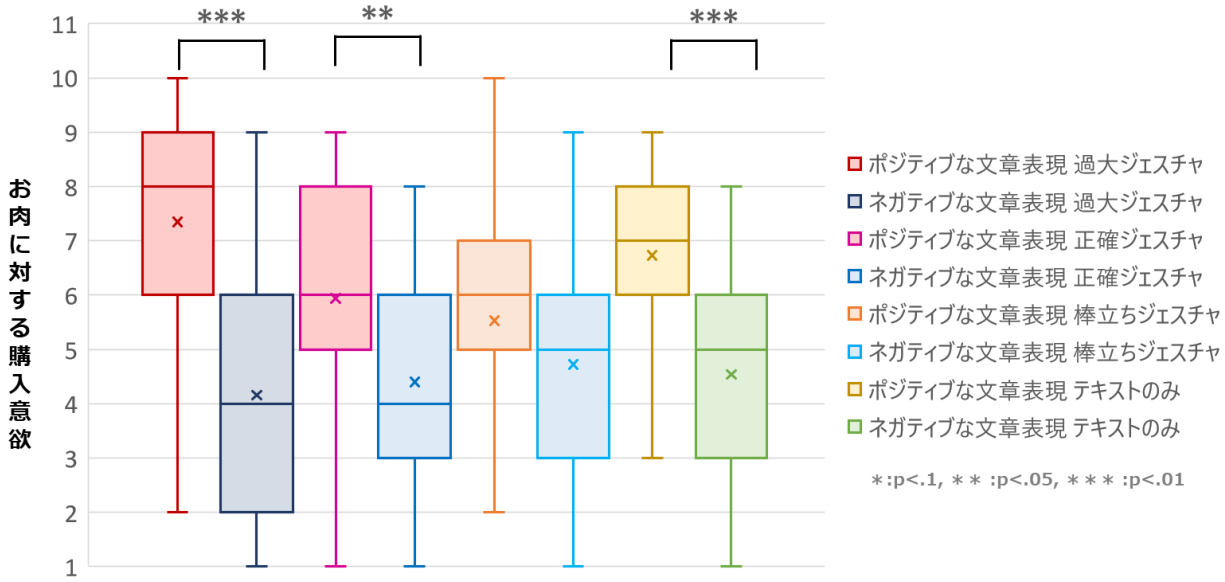


図 2　フレーミング効果を誘発する文章表現にジェスチャを追加提示した場合の購入意欲

表 2　購入意欲の中央値（11 段階評価）

		ジェスチャ			
		過大	正確	棒立ち	テキストのみ
文章表現	ポジティブ	8	6	6	7
	ネガティブ	4	4	5	5
ポジ・ネガの差に関する効果量		r=.45	r=.29	r=.09	r=.24

提示した場合の購入意欲（*Median*=8）をその他と比較すると，正確ジェスチャを追加提示した場合の購入意欲（*Median*=6）よりも有意に高く（p<.05, r=.15），棒立ち状態を追加提示した場合の購入意欲（*Median*=6）よりも有意に高い（p<.01, r=.04）が，テキストのみを提示した場合の購入意欲（*Median*=7）との間には有意差が認められなかった．また，その他の条件間にも有意差は認められなかった．

このように，属性フレーミング効果を誘発するポジティブな文章表現にジェスチャを追加提示した場合，3 種のジェスチャの間にはおおむね期待通りの効果の差が生じることが示された．しかしながら，過大ジェスチャを含むいずれのジェスチャを追加しても，テキストのみの場合よりも属性フレーミング効果を有意に強化する効果は認められないことが示された．

正確なジェスチャや棒立ちジェスチャの場合，見方によってはネガティブな印象を与える可能性が考えられ，その結果としてテキストのみの場合を上回る効果を得られないことが考えられる．しかし，過大ジェスチャの場合でもテキストのみの場合を有意に上回る効果が得られない理由は今のところ不明である．また，棒立ち状態は，特に身体動作を伴わず，文章表現の内容を発話している（ように見える）人物が表示されているだけなのだが，図 3 に見られるように，棒立ち状態を提示した場合に，テキストのみの場合よりもわずかながら意欲が低下している傾向が見られ，しかも図 2 にみられるように，文章表現の差異による属性フレーミング効果までもが消失している可能性が示唆されている．今後，これらの点に関する調査をさらに進めたい．

4.　まとめと今後の展望

本研究は，属性フレーミング効果を誘発する文章表現に，さらに数量を表現するジェスチャを追加提示した際の，意思決定の変化の有無，またその変化の程度について調査を行った．結果として，属性フレーミング効果を誘発するポジティブな文章表現に，過大ジェスチャを追加提示した場合に属性フレーミング効果が強化される可能性が示唆されたが，何もジェスチャを行わない人物をただ提示した場合に，属性フレーミング効果が弱まる，あるいは消失する可能性が示唆された．

なお，本研究では，数量を強調するジェスチャとして，両手を大きく広げる過大ジェスチャを対象とした．しかし，「ほんの少しの」といった意味を含み，数量の少なさを強調するジェスチャ（例えば，指 2 本のみで 5cm 程度の幅を示すジェスチャを指す）も存在する．今後は，このような数量の少なさを強調するジェスチャも対象として調査を行う．

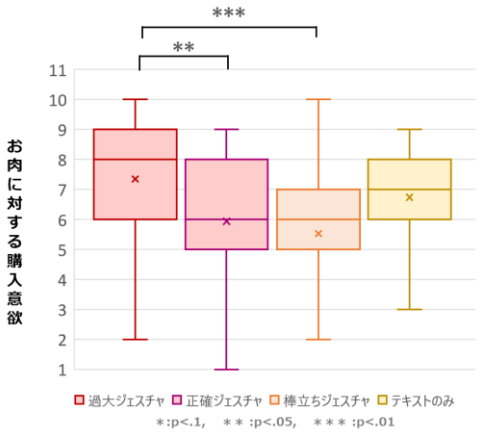


図 3 ポジティブな文章表現条件における
ジェスチャ別の購入意欲の比較

文献

[1] Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. Science, 211, 453–458. https://doi.org/10.1126/science.7455683
[2] Levin, I. P., Schneider, S. L., & Geath, G. J. (1998). All frames are not created equal: A typology and critical analysis of framing effects. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 76, 149–188. https://doi.org/10.1006/obhd.1998.2804
[3] Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristic and biases. Science, 185 (4157), 1124-1131. https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124
[4] Furnham, A., & Boo, H. C. (2011). A literature review of the anchoring effect. The Journal of Socio-Economics, 40(1), 35–42. https://doi.org/10.1016/j.socec.2010.10.008
[5] 髙宗 楓，西本一志，高島健太郎：補足的なジェスチャが属性フレーミング効果に与える影響の検討，情報処理学会インタラクション 2022 論文集, 1P-06, pp.238-241, 2022.
[6] 髙宗楓，高島健太郎，西本一志：円グラフやジェスチャなどのジェスチャが属性フレーミング効果に与える影響，情緒研報，Vol.2022-HCI-197, No.18, pp.1-7, 2022.

生徒の授業エンゲージメントを導く教員技能の分析の試み
Analysis of Teacher Skill for Guiding Student's Class Engagement

大森 隆司†，宮田 真宏‡，山田徹志†，倉見昇一†
Takashi Omori, Masahiro Miyata, Tetsuzi Yamada, Shoichi Kurami
†玉川大学，‡武蔵野大学
Tamagawa University, Musashino University
omori@lab.tamagawa.ac.jp

概要
教室での授業の映像から生徒と教員の顔情報を抽出し，生徒の関心集中を導く教員の働き掛けや授業の質の評価手法を開発する．そのため，AI にて顔情報を抽出し, 機械学習で個々の生徒の授業参加を推定した．この結果を踏まえ，今後の教室での授業の在り方を検討する．

キーワード：教室センシング，教員技能，授業映像

1. はじめに

1-1. エンゲージメントを導く教員の技能
目は口ほどにものを言いなど，人の心の内は行動に表れる. 我々はしばしば, 他者の行動からその心的状態を読み取り, それに応じて自身の行動を変える. そのような心の読み取りと対応行動が不可欠な場面の一つが教育である. 対面でもオンラインでも, 教員は授業中に生徒を観察してその状態を推定し，働きかけを変える．結果, その働きかけの成功／失敗を教員は認識し, それに応じて授業の進め方を改善している[1][2].

ただ，このような生徒の観察は人数が増えると難しい. 生徒の数が多いとクラス全員の観察は難しく, 記録する時間もないことが多い．さらにその認識は教員の経験に依存していて主観的であり，経験が浅い教員には生徒の状態を正しく認識することも困難であろう．

一方で，最近の AI や ICT 技術の進展は急速で，映像から人の感情を認識することも可能となってきた．そのような技術を教室での授業に対する生徒の状態推定に利用できるなら，それは教員の能力の拡張につながるであろう．そのためには，授業中のクラスの状態や個々の生徒の状態を推定する手法の開発が必要である．

そこで本研究は, 授業の質, すなわち分かり易さや面白さを反映すると考えられる生徒の授業へのエンゲージメントに注目する．教員が自らの授業への生徒のエンゲージメント状態を知ることは，教員が授業を振り返ってその質や魅力を向上させる鍵となろう．

では，教員は何をみて生徒のエンゲージメントを認識するのだろうか. 我々はこれまで, 教室での対面形式の授業映像からクラス全体および個々の生徒のエンゲージメントを推定する手法を開発してきた. しかし, 授業には対面形式の他に，個別学習，対話形式，グループワークなど多様な活動が含まれる．それらの活動には個々の目的に沿った生徒の異なる行動がある．本研究で目指す授業を導く教員技能の分析のためには，その個々の活動についてエンゲージメントの推定手法及び, それらを統合した授業の質評価手法が求められる．

1-2. 2. クラスと個人のエンゲージメント
本研究では, 教室での通常の授業の映像から AI にて個々の生徒および教員の顔情報を抽出し，その挙動からクラス全体および個々の生徒のエンゲージメントを定量的に推定する. そして, それを誘起したと思われる教員の働きかけ行動やそれに対する生徒の個性が表れた応答特性を抽出することで，生徒の授業エンゲージメントを導く教員の行動を分析する．この方法により，教員個人の経験や勘に依らない機械的手段による教員技能の客観的な理解を得ることを目指す.

これまで，映像からの生徒のエンゲージメントの推定手法は affective computing 分野を中心に研究されてきた[3][4][5][6][7]．しかし，その多くは一対一，あるいは少人数の場面である．そして人数が多くなると研究は急激に少なくなり，さらに生徒との相互作用を行う教員の技能を論じる研究は極めて少ない. 特に, 教室でのクラス全体のエンゲージメント推定は見当たらない.

生徒のエンゲージメントは，集団と個人の二通りがある．クラスの生徒集団のエンゲージメントはそれを導く教員の技能の反映と考えられる一方で，個々の生徒のエンゲージメントは個々人の学びの意欲の現れと考えられる．日本の公教育の 1 クラスの標準人数は 35 名であり，授業の観察によるエンゲージメント推定においても，クラス集団と個々人の推定を目指す必要がある．そこで本研究では，この 2 種のエンゲージメントを推定するセンシングシステムを構築する構成的手法により学びの活動の理解を試みる．

2. 教室センシングの方法と分析

授業の計測は 2022 年 10 月 17 日(月)に，玉川学園小学部 2 年生（小学２年生）の算数 45 分および中学部８年生（中学２年生）の歴史 50 分で行った．計測された画像の一例を図１に示す. 映像は, 教室の前後の左右で合計４台の Depth カメラ（OAK-D OpenCV DepthAI カメラ,4K 解像度,PoE 版,15fps）をフレーム同期をさせて記録し, 同時に教室の後部から 4K ビデオカメラで教員の映像を記録した. 初期分析として, 授業全体の活動を記述し，NEC から提供された AI ソフトウェアを用いて映像中の顔向きと視線の向き情報を抽出した.

それに Depth カメラの距離情報を加えることで，検出された個々の顔の教室内の位置と向き・視線が判り，ひいては教室内の個々の生徒の位置と顔向き・視線の向きが抽出できた. この顔の配置と顔向き・視線向きを教室内で再構成すると，図２に示すような関心の集中状態を表す図を描くことができる[8].

図１　中学２年生のクラスの計測映像の一例.

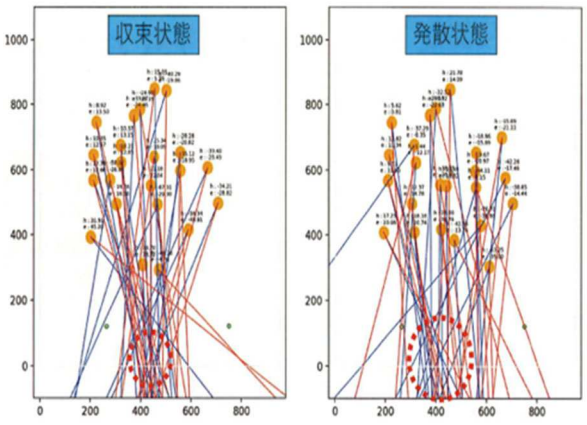


図２　中学２年生のクラスの関心の焦点の抽出例．オレンジ色の丸は抽出された顔の教室内での位置を，青線は各生徒の顔向きを，赤線は各生徒の視線の向きを表す. この線群の交点を求めると, その交点群の中心に生徒達の関心対象があると想定できる.

3. 分析 1:対面形式場面のエンゲージメント

図２は中学 2 年生のクラスで教員が対面で説明をしている場面の視線の状態を示している．図２の左側は生徒の視線が狭い領域に収束した瞬間を，右側は生徒の関心が緩んで視線が発散した瞬間を表している．図中の多くの生徒の顔向きや視線は特定の場所に収束していることから，その交点は生徒達が注視する関心対象の位置を示していると考えられる．その交点群の広がりが狭い瞬間には生徒達はその狭い領域にある何かを注視しており，交点群が広がっている瞬間は特定の対象への集中はないと解釈できる. そこで, この交点群の広がりを正規分布で近似し，その標準偏差をもってクラス全体の集中（クラス焦点）の程度と考える.

しかし，生徒の中にはその瞬間に異なる対象に注意を向けている者もいる. そこで, 上記の正規分布で近似された分布の中心から大きく外れた交点は計算の対象から除外し，改めてクラス焦点を求めた.

得られたクラス焦点の集中の時間経過と，その間の教員の行動のアノテーション結果を図３に示す．図３には同時に求められた他の行動指標も示されているが, 教員行動が最もクラス焦点の集中と相関があった (r=0.64)．その中央下部の赤矢印区間で，教員の生徒への問いかけにクラス焦点が大きく収束し（図中２個の↓矢印），その前後で集中が大きく低下した場面があった. これは, 教員の働き掛けにクラス焦点が集中と緩和で応答したと解釈できる．同様のクラス焦点の集中と緩和ことは，小学２年生の授業でも見られた.

一方で，図３下部の 2 つの青矢印区間の活動は教員の板書と生徒の書写の活動であった．この活動では生徒のエンゲージメントを反映するのは板書を見ながら

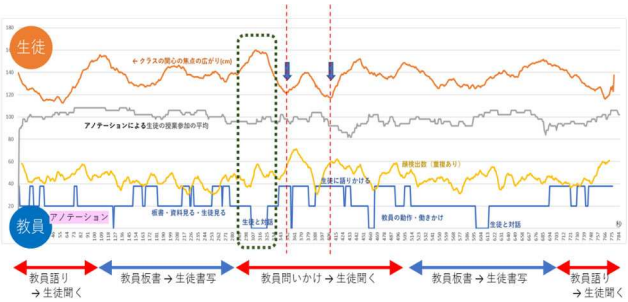


図３　中学２年生の一斉授業型の学びの活動 13 分 39 秒中の，クラスの関心焦点の広がり（オレンジの線），アノテーションされた生徒の授業参加の平均値（灰色），生徒の顔の検出数（黄色），教員の行動（青色）とその期間中の授業進行.

自身のノートに書き写す行動であり，それは顔情報としては「数秒前を向いた後に下を向いてやや長く顔が検出できなくなる」という特徴に対応する．実際，アノテーションによると，平均 2.2 秒間前を見た後に平均 4.4 秒間下を向くという動作が繰り返されていた．この動作は，エンゲージメントと明確に関連していた．

4. 分析２：個別作業のエンゲージメント

個別作業は課題の実施などの場面で行われる，個々の生徒の机上での作業である．教員が対面形式で指示をした後，生徒は個々に作業に取り組むが，往々にして作業以外の行動（筆記用具の準備，無関係な個人動作，周囲を見回す，周囲に話しかける等）の行動を示す．本研究で観察した小学 2 年生のワークシートへの記入の個別作業では，作業開始当初のエンゲージメントの立ち上がりと，作業時間の終盤の作業終了に伴う不参加が目立つが，実際には作業途中に常時，不参加が発生している．その変化と教員の机間巡回および働きかけの間の関係については今後の分析が必要である．

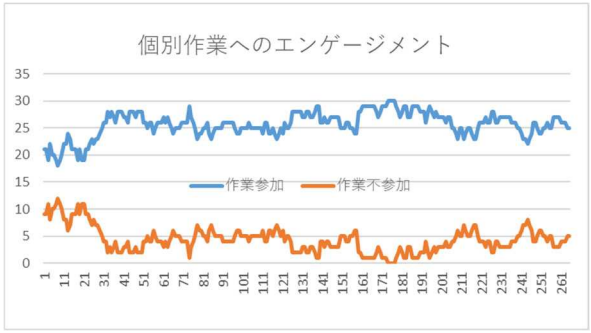


図４ 小学２年生の授業での，アノテーションによる個別作業へのエンゲージメントの変化．一定比率で作業への不参加が発生している．

5. 分析３：個々の生徒のエンゲージメント

クラスの焦点の位置に対する個々の生徒の顔と視線の向きを評価した．図２左図に示すように，多くの生徒はクラスの焦点に向けて集中しているときはその対象に顔を向けて動きが少なく，飽きるとキョロキョロするなど異なる動きが出ることが経験的に知られている．そこで，顔の動きを用いて個々の生徒の授業に対する参加度を評価した．

対象は，中学２年生の対面型授業のある時間区間である．この場面での個々の生徒の授業参加度をアノテーションで評価した後，その生徒の顔の向きおよび顔の画像中の位置のフレーム間移動量，顔検出の成否，さらにクラスの焦点の位置に対する視線の向きの距離を求めた．そして，アノテーションによる授業の参加／不参加をこれらの情報を用いてロジスティック回帰により推定した（図５）[9].

その結果，推定の正答率は平均 66%と比較的低かったが，その詳細を見ると生徒の特性がそこに表れていた．対象とした 11 人の生徒の内 5 人は 90%程度の正答率が得られた一方で，3 人は正答率が 40%よりも低く，当初に想定した典型的なエンゲージメント行動をとっていないことが推測された．また他の 3 人は時間と共に行動が変化しており，当初は正答率が高い典型的な行動をとっていたが，授業の後半では正答率が低下し，典型モデルとは異なる行動を示していたと考えられる．その行動の違いに関しては，学習データ数の不足のため強力な機械学習手法による分析が行えなかった．生徒の特性に合わせた状態推定は今後の課題である．

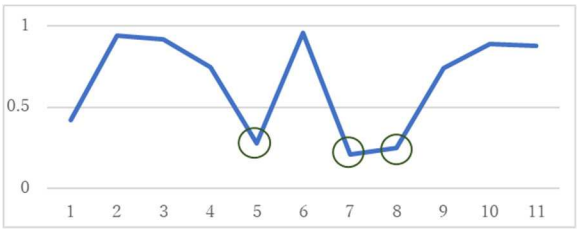


図５ 中学２年生の授業参加の推定精度．11 人中 5 人は高精度で推定できているが，○で示した 3 人は大きく外れている．

6. 考察

クラスの関心集中を表す焦点の動きが教員の働きかけに随伴する現象が，小学２年と中学２年という離れた学年で観察された．これは先述のクラスの生徒の多くの関心の現れとしての顔向き及び視線の向きから集中の指標を推定する手法の有用性が示唆される．この指標は一斉授業型の活動場面でのみ有効であると考えられるが，生徒の関心の集中という行動指標から教員の技能を推定するという方針の妥当性を示していると考えられる．このような教員の技能の指標を，センサの映像からの情報処理で客観的に定量化する方法はこれまで存在しなかった．

本実証研究で開発したクラスの焦点の広がりは，中学と小学の授業の双方で教員の授業への集中とその緩急があることを示した．図３の矢印部分の生徒の関心の集中は，その前後及び中間に大きなクラスの焦点の

発散を伴っている. これは, 生徒の関心を集中させる働きかけの合間に, 教員が集中を緩めてもよい間を作り, 生徒にある種の休憩効果を与えていると考えられる.

図３で見たクラスの関心の集中は, 中学２年生と小学２年生で時間長が 13 分 39 秒と 3 分 57 秒と大きく異なるが, その中での説明の導入, 板書, 生徒に向かっての語り, 板書とまとめ, というパターンが共通にあり, さらにその中央部で教員が生徒に向かって語る部分で生徒の視線の集中が 2 回とその前後の緩和の大きな波が発生している. さらに細かく見ると導入部の初頭効果, 終了部の終末効果が発生し, それを引き超す教員の働き掛けも同様に変化している. 一方で, 図中の生徒の顔の検出数やアノテーションによる生徒の授業参加度の平均にはそのような変化が見られず, 教員と生徒の相互作用の指標としては有効ではないと考えられる.

以上, 中学２年生と小学２年生の 2 つの事例の共通点について考察した. 本稿では小学２年生のデータは示していないが, ほぼ共通した結果が得られている. しかし本研究では授業の事例が少なく, 集中と緩和のサイクルの定性的なモデル記述のためにも事例を多く集めて検証していく必要がある.

7. まとめ

授業中のクラスの映像からクラス全体の関心の集中度としての焦点を定量的に推定する手法を開発した. この手法により生徒のエンゲージメント推定を通じた教員と生徒の「学びの相互作用」の抽出に成功するとともに, 教員が生徒の関心を維持するために行う集中と弛緩のリズムの存在を確認できた.

また, クラス全体の関心の焦点と個々人の顔情報から, 個々の生徒の授業への参加度を推定した. その結果, 関心があるときは対象をじっと見つめて関心がなくなるとキョロキョロするという典型的な行動を示す生徒に対しては高い推定精度を実現できた一方で, ある比率で存在すると考えられる非典型の行動パターンを示す生徒の推定には課題が残った.

これ以外にも課題は多く残る. 授業中には多くの種類の活動があり, その個々の分析は今後の課題である. 例えば生徒が班に分かれて行うグループワークは, 本方式では顔情報の取得が困難である.

教育の実践現場では教員が日々の授業の質の改善を試みている. 教員研修はその支援として有効ではあるが, 頻度は少なく, 指導も定性的かつ属人的である. そのため, 教員は自らの経験に基づき授業改善を試行錯誤しているが, そこにエビデンスを持ち込むことは容易ではない. これを支援するための先端技術の利用は不可避であろうが, その最も難しいものが教室での教員と生徒の多様な活動の数値化であろう. 本研究は, そのボトルネックを解消することを目指したものである. 教室の活動が詳細にデータ化されたなら, 現在の機械学習や数理科学は多様な方法で現在の教室の問題を解決する方法を探ることができる. その推進に必要なものは, データの量と特徴抽出の技術であろう. そのためには, まずは計測の継続が求められる. より多くの授業サンプルがあれば, 本実証研究で課題として残ったものは大きく改善されると予想される.

もう一つの課題は, このような技術が開発されたとき, それを社会実装して広く普及させるしくみである. 本研究に必要な機材は比較的低価格であるが, その機材を運用し, データの収集, 分析, フィードバックとその手法の改良を継続していくには一定の費用がかかる. 現場の教員にそれを期待するのは無理があり, この活動をサービスとして継続していくしくみが必要で, それを今後の研究から作り上げていかねばならない.

文献

[1] 文部科学省, (2023.1.9 閲覧)学校教育の質の保証のためのシステムの構築, https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyc0/toushin/attach/1346332.htm.

[2] 吉田勝哉: (2005)“授業ビデオによる授業分析及び授業改善に関する研究” 奈良県立教育研究所, 研究紀要

[3] Wang Yuchen 他, (2021), “新任教員の授業力向上のための授業振り返りシステムに関する研究”, 情報処理学会インタラクション論文集 pp.753-757

[4] 李凱 他, (2016), “モーションセンサを用いた学習活動の状態推定手法の開発”, 教育システム情報学会誌, Vol.33, No.2, pp.110-113

[5] Gupta, S. K., Ashwin, T. S., & Guddeti, R. M. R., (2019), ”Students’ affective content analysis in smart Class room environment using deep learning techniques. Multimedia Tools and Applications”, 78(18), 25321–25348.

[6] Jacob Whitehill et al, (2014), “The Faces of Engagement: Automatic Recognition of Student Engagement from Facial Expressions”

[7] 小竹原祐希 他, (2020), “講義映像に基づく受講者の多様な状況認識のための挙動のクラスタリング”, 教育システム情報学会誌, Vol.37, No.2,pp.120-130

[8] Masahiro Miyata et al, (2022), “Estimating Child’s Participation to Class Activity from Teaching Scene Image Analysis” IEEE LifeTech 2022

[9] 丸山真優子 他, (2022), “リフレクション支援のための顔情報による子どもの授業参加度の推定”, 人工知能学会全国大会 第 36 回

組立作業の繰り返しで「慣れ」は起こるか？1) : 作業反復時の作業者の行動から

Does habituation occur with repetitions of assembly tasks? 1): From the worker's behavior during the repetition

安久絵里子†，原田悦子†，椎葉黎†，渡部健†，富田智晶‡，赤津裕子‡
Eriko Ankyu, Etsuko T. Harada, Rei Shiiba, Takeshi Watanabe, Chiaki Tomita & Hiroko Akatsu

†筑波大学，‡沖電気工業(株)
University of Tsukuba, Oki Electric Industry Co.
ankyu@tsukaiyasusa.jp

概要

マニュアルを見ながら同一あるいは類似の課題を複数回繰り返す実験室実験を行い，「慣れ」の生起の有無，および慣れによる作業者の行動の変化を検討した．その結果，同一の課題を繰り返すほど課題時間が減少し，主観評価が向上し，マニュアルを見なくなるという「慣れ」が確認された．一方で，類似の課題を繰り返し行う場合には，課題時間が減少し，マニュアルを見なくなるという慣れの影響が行動には現れたが，主観評価には反映されないことが示された．

キーワード : 組み立て課題，学習，慣れ，視線計測，マニュアル

1. 背景と目的

電子機器などの精密機器の組み立て工場では，膨大な数のパーツを，マニュアルを見ながら指示通りに手作業で正確かつ迅速に組み立てることが求められている．しかしながら，そうした「注意」にもかかわらず，組み立てエラーは無くならず，また，作業者の行動観察からマニュアルを読み飛ばしている様子も確認されている．さらに，近年の消費者ニーズの多様化を背景に，多品種小ロット生産方式（ひとつの工場内で，多種多様な製品を少量ずつ生産する方式）が増加し，一見似ているように見えるが細かな部分では異なる工程を含む組み立て作業を次々と行うことが求められている．このような少しずつ異なる工程をすべて覚えることは難しく，確実にマニュアルを見ながら正確に組み立てを行う必要も増加している．こうした問題は特定メーカーの特定工場にのみ見られるものではなく，多くの製造現場で問題とされており，一般には「慣れ」による問題の発生と捉えられている．

この「慣れ」という現象はどういうものであろうか．認知科学の視点から考えると，複数回同じものを繰り返し組み立てる，あるいは類似のものを繰り返し組み立てることにより，何らかの学習が促進され，日常用語における「慣れ」が生じている可能性が考えられ，さらにその「慣れ」生起の結果として，マニュアルを見なくなったり組み立てエラーが生じたりしている可能性がある．しかしながら，そもそも同一／類似の組み立て課題を繰り返すことにより慣れが本当に生起しているのか，それをもたらす学習とは何なのか，それが作業者のどのような行動の変化をもたらすのかについては明らかではない．

そこで，本研究では，マニュアルを用いた組み立て課題を複数回繰り返すことにより，「慣れ」をもたらす学習が生じるのか，「慣れ」が生じるのであれば作業者の行動に変化は生じるのか，マニュアルの見方に変化は生じるのかを検討することを目的とした実験室実験を行った．作業反復の要因として，1) まったく同じ工程を複数回繰り返すことの効果を検討するため，同一の課題を 3 試行繰り返すこと，2) 類似の組み立て課題を複数回繰り返すことの効果を検討するため，課題セットを 2 つ用いること，また 3) 組み立て作業工程においてエラーの発生しやすい箇所とそうでない箇所があるため，課題難易度を 3 段階で変化させることを実験計画に組み込んだ．実験の流れは 3 段階で構成されており，第 1, 2 段階ではそれぞれセット 1, 2 を用いて「マニュアルを見ながら」組み立て課題を繰り返し，第 3 段階はセット 1 を用いて「マニュアルを見ずに」組み立てを行う偶発課題とした．

2. 方法

実験計画　課題難易度（2D 易/2D 難/3D）×試行（1-3 試行）×刺激セット（セット 1, 2）の 3 要因参加者内計画．

参加者　大学生 18 名（男女各 9 名，年齢 21.0±1.05 歳）．

材料とマニュアル作成　組み立て課題には市販の「どうぶつ立体タングラム」（株式会社アイアップ）を利用した．課題の難易度を 3 段階で設定し，類似のセットを 2 つ用意した（図 1）．組み立てパーツはいずれの課

題も 7 部品であった．2D 易と 2D 難はいずれも組み立て工程数が 6 であり，2D 難は 2D 易に比べてパーツの形と完成図との関係性が希薄であり，完成図からはパーツの配置を推測しづらい課題であった．3D 課題については，セット 1, 2 のそれぞれで 13, 9 工程であった．

マニュアルは原田・遠藤 (2017) から手の描写を含むイラストを用い，1 手順 1 画面となるように作成した．

実験環境　実験室でモニター画面に映ったマニュアルを見ながら課題を実施した．パーツはケース内の仕切りに識別記号をふり，その中に収納されていた．

また, 視線計測のためにスクリーンベースの Tobii Pro フュージョン（トビー・テクノロジー株式会社）をモニター画面最下部に設置した．

主観評価項目　「各課題後の主観評価」として，第 1, 2, 3 段階の各課題が終了した直後に，VAS(Visual Analog Scale)形式で 3 項目（「いまのあなたは緊張している―安心している」（以下，安心感），「この課題は難しかった―簡単だった」（以下，課題簡単さ），「このマニュアルは見にくかった―見やすかった」（以下，マニュアル見易さ））への回答を求めた．

また，「課題実施に対する主観評価」として，第 1, 2 段階の 1, 3 試行が終了したタイミングで, 7 項目 (表 1) について 6 件法での回答を求めた．

手続き　書面での参加同意を得た後，発話思考の練習を行い，本番課題を実施した．第 1 段階では，セット 1 の難易度順（2D 易，2D 難，3D）に，「必ずマニュアルを参考にしながら」組み立て課題を実施し，課題終了ごとに，課題後の主観評価（VAS）への回答を求めた．3 課題終了後，課題実施に対する主観評価（6 件法・7 項目）への回答を求めた．同様の手順を計 3 試行繰り返した（ただし，課題実施に対する主観評価は 1, 3 試行のみ実施）．第 2 段階ではセット 2 を用いて第 1 段階と同様の課題実施を求めた．

第 3 段階（偶発課題）では，セット 1 の 3 課題について完成図のみを提示し，「マニュアルなし」での組み立て作業を求めた．途中でギブアップすることもできた．課題終了ごとに，課題に対する主観評価（VAS）への回答を求めた．

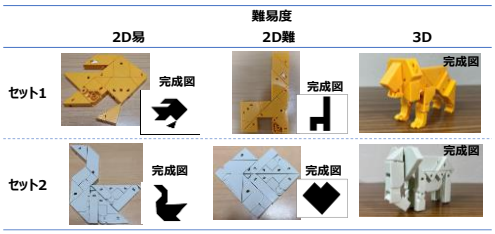


図 1 組み立て課題

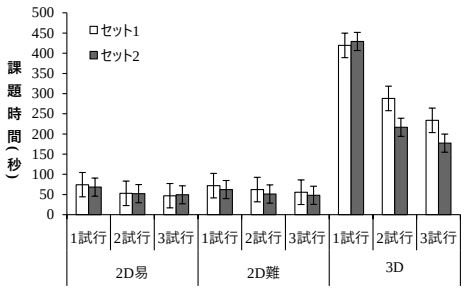


図 2 第 1, 2 段階における課題時間

3. 結果

本報告では，第 1, 2 段階における作業者の主観的評価ならびに行動変化について報告し，第 3 段階の結果と考察については原田ら（2023）にて報告する．

3.1 課題時間

第 1, 2 段階の課題時間（図 2）について，課題難易度（2D 易/2D 難/3D）×試行（1-3 試行）×刺激セット（セット 1, 2）の 3 要因参加者内計画分散分析を行った結果，試行の主効果が有意であり（$F(2, 34)=112.15$, 偏 $\eta^2=.87, p<.001$），多重比較の結果，1, 2, 3 試行の順に課題時間が短くなった．課題難易度の主効果が有意であり（$F(2, 34)=779.28$, 偏 $\eta^2=.98, p<.001$），3D に比べて 2D 易と 2D 難の両方で課題時間が短かった. 刺激セットの主効果が有意であり（$F(1, 17)=13.30$, 偏 $\eta^2=.44, p=.002$），セット 1 よりもセット 2 のほうが課題時間が短くなっていた．しかし，課題難易度×試行数の交互作用が有意で（$F(4, 68)=14.07$, 偏 $\eta^2=.45, p<.001$），2D 易と 2D 難では 1 試行に比べ, 2, 3 試行で課題時間が短くなったのに対し，3D では 1, 2, 3 試行の順に課題時間が短くなった．また，刺激セット×課題難易度の交互作用が有意であり（$F(2, 34)=6.88$, 偏 $\eta^2=.29, p=.003$），セット 1 では 3D, 2D 難, 2D 易の順に課題時間が短くなったが，セット 2 では 3D に比べて 2D 難, 2D 易の両方で課題時間が短くなった．また，2D 難と 3D において，セット 1 よりもセット 2 のほうが課題時間が短くなった．

3.2 各課題後の主観評価

各課題後の主観評価の 3 項目それぞれについて，課題難易度×試行×刺激セットの 3 要因参加者内計画分散分析を行った結果, 安心感については, 試行の主効果が有意であり（$F(2, 34)=31.66$, 偏 $\eta^2=.65, p<.001$），1, 2 試行に比べて 3 試行で安心感が高まった．また，課題難易度の主効果（$F(2, 34)=5.31$, 偏 $\eta^2=.24, p=.025$）と刺激セットの主効果（$F(1, 17)=14.59$, 偏 $\eta^2=.46, p=.001$）が

有意であり，2D 易よりも 2D 難のほうが，セット 1 よりもセット 2 のほうが安心感が高かった．同時に刺激セット×試行の交互作用が有意であり（$F(2, 34)=6.26$, 偏 $\eta^2=.37$, $p=.007$），セット 1 では 1, 2 試行に比べて 3 試行で安心感が高まったのに対し，セット 2 では 1 試行よりも 2 試行で安心感が高まった．また，刺激セット×課題難易度×試行の交互作用が有意であり（$F(4, 68)=2.96$, 偏 $\eta^2=.15$, $p=.040$），セット 1 では，2D 易と 3D で 1, 2, 3 試行の順に安心感が高まり，2D 難では 1 試行に比べて 2, 3 試行で安心感が高まった．一方で，セット 2 では有意差は見られなかった．

課題簡単さについては，試行の主効果が有意であり（$F(2, 34)=48.74$, 偏 $\eta^2=.74$, $p<.001$），1, 2, 3 試行の順に課題簡単さが高まった．また，課題難易度の主効果が有意であり（$F(2, 34)=120.32$, 偏 $\eta^2=.88$, $p<.001$），3D に比べて 2D 易と 2D 難で課題簡単さが高まったが，刺激セットの主効果は見られなかった．一方，課題難易度×試行の交互作用が有意であり（$F(4, 68)=14.99$, 偏 $\eta^2=.47$, $p<.001$），2D 易では 1 試行より 2, 3 試行で課題簡単さが高まり，3D では 1, 2, 3 試行の順に課題簡単さが高まったが，2D 難では有意な差は見られなかった．

マニュアル見やすさについては，試行の主効果（$F(2, 34)=23.95$, 偏 $\eta^2=.59$, $p<.001$）と課題難易度の主効果（$F(2, 34)=55.80$, 偏 $\eta^2=.77$, $p<.001$）が有意であり，1 試行より 2, 3 試行で，3D よりも 2D 易と 2D 難でマニュアルが見やすいと評価されたが，刺激セットについては有意な主効果は見られなかった．加えて，試行×課題難易度の交互作用が有意であり（$F(4, 68)=5.30$, 偏 $\eta^2=.24$, $p=.002$），2D 難では 1 試行より 2 試行で，3D では 1 試行より 2, 3 試行でマニュアルが見やすいと評価された．

3.3 課題実施に対する主観評価

課題実施に対する主観評価の 7 項目について最尤法プロマックス回転による因子分析を行ったところ，固有値の減衰状況から 2 因子構造が妥当と判断された（表 1）．第 1 因子は「パズルを解くことに集中できた」など，組立作業に対する自己評価を示すものとして「作業自己評価因子」と命名した．第 2 因子は「どのパーツ（部品）が完成品のどの部分になるか，よく理解できた」など組み立て課題に対する理解度を示すものとして「課題理解度因子」と命名した．これらの因子得点を対象に，刺激セット×試行（1, 3 試行）の 2 要因参加者内分散分析を実施した．その結果，作業自己評価因子については，有意な主効果も交互作用も見られなかった．

表 1 課題実施に対する主観評価の因子分析結果

項目	Factor1	Factor2	共通性
パズルを解くことに集中できた	**.966**	-.236	.802
マニュアルは親しみやすかった	**.655**	.246	.622
作業は楽しかった	**.528**	-.063	.256
どのパーツ（部品）が完成品のどの部分になるか，よく理解できた	-.265	**.876**	.646
マニュアルを見て，作業のイメージがつかめた	.093	**.695**	.545
マニュアルの内容は，スムーズに理解できた	.490	**.503**	.696
パーツ（部品）の使い方が難しかった	.005	**-.498**	.246
因子寄与	2.259	2.185	
因子間相関	.412		

課題理解度因子については，試行の主効果が有意であり（$F(1, 68)=32.42$, 偏 $\eta^2=.32$, $p<.001$），1 試行より 3 試行で高い得点であった．

3.4 視線計測

画面上を，マニュアルの文章部分とイラスト部分の 2 領域に分け，「課題時間全体に対する注視時間比」（以下，注視割合）をそれぞれ算出した．また，課題時間全体から文章とイラストの各注視時間を差し引いた時間を「マニュアルを見ていない時間」の近似値として同様に非注視割合を算出した．それぞれの注視割合について，課題難易度×試行×刺激セットの 3 要因参加者内計画分散分析を行った結果，文章の注視割合については，試行の主効果が有意であり（$F(2, 32)=6.20$, 偏 $\eta^2=.28$, $p=.009$），1 試行より 3 試行で注視割合が多かった．課題難易度の主効果が有意であり（$F(2, 32)=9.34$, 偏 $\eta^2=.37$, $p=.003$），3D, 2D 難, 2D 易の順に注視割合が多かった．しかし，刺激セット×課題難易度の交互作用が有意であり（$F(2, 32)=4.71$, 偏 $\eta^2=.23$, $p=.031$），セット 1 では 1 試行より 3 試行で注視割合が多かったが，セット 2 では有意な差は見られなかった．

イラストの注視割合については，試行の主効果が有意であり（$F(2, 32)=42.77$, 偏 $\eta^2=.73$, $p<.001$），1, 2, 3 試行の順に注視割合が減少した．刺激セットの主効果が有意であり（$F(1, 16)=16.56$, 偏 $\eta^2=.51$, $p=.001$），セット 1 よりセット 2 で注視割合が少なかった．しかし，試行×課題難易度の交互作用が有意であり（$F(4, 64)=6.80$, 偏 $\eta^2=.30$, $p=.001$），2D 易では，1, 2 試行よりも 3 試行において，2D 難では 1 試行よりも 2, 3 試行において，3D では試行が進むにつれて注視割合が減少した．また，刺激セット×課題難易度の交互作用が有意であり（$F(2, 32)=28.01$, 偏 $\eta^2=.64$, $p<.001$），3D でのみセット 1 よりセット 2 で注視割合が減少した．

マニュアルを見ていない時間割合については，試行の主効果が有意であり（$F(2, 32)=39.95$, 偏 $\eta^2=.71$, $p<.001$），1, 2, 3 試行の順に割合が多かった．課題難易度の主効果（$F(2, 32)=8.05$, 偏 $\eta^2=.34$, $p=.007$）と刺激セ

ットの主効果（$F(1,16)=6.20$, 偏 $\eta^2=.40, p=.005$）が有意であり，2D 易よりも 2D 難と 3D で，セット 1 よりセット 2 で割合が多かった．しかし，試行×課題難易度の交互作用が有意であり（$F(4, 64)=4.90$, 偏 $\eta^2=.24$, $p=.004$），2D 易では 1,2 試行に比べて 3 試行で割合が多く，2D 難では 1 試行に比べて 2, 3 試行で割合が多く，3D では 1, 2 ,3 試行の順に割合が多くなった．また，刺激セット×課題難易度の交互作用が有意であり（$F(2, 32)=22.038$, 偏 $\eta^2=.58, p<.001$），3D でのみセット 1 よりセット 2 でマニュアルを見ていない割合が多かった．

4. 考察

マニュアルを用いた同一，あるいは類似の組み立て課題を複数回繰り返すことで，「慣れ」をもたらすと考えられる学習が生じるのか，そして「慣れ」が生じるのであれば作業者の行動やマニュアルの見方はどのように変化するのかを検討した．その結果，同一の組み立て作業を複数回繰り返すことにより，課題時間は試行数が増えるにつれて短くなること，特に工程数が多い 3D 課題ではその効果が大きく，試行が進むにつれて課題時間が短縮し，操作手順に関する学習が進んでいることが示された．また，作業者の主観評価においても，試行が進むにつれて安心感が増し，課題が簡単で，マニュアルが見やすく，課題理解度も高まったというポジティブな評価に変化した．さらに，視線計測の結果，マニュアルの中でも特にイラスト部分を注視する割合が減少し，反対に，マニュアルを見ていない時間割合が増加した．その効果の大きさは課題難易度によって異なり，特に 2D 難課題では 2D 易課題に比べてより早い試行でマニュアルを見なくなっていた．これは，作業者が二つの 2D 課題において，課題難易度が異なることに気が付いておらず，意識的な学習による内的表象の獲得に十分な時間を割いていない可能性を示している．以上より，同じ課題を繰り返すことで，課題時間の短縮と主観評価の向上が見られ，「慣れ」をもたらす学習が生じていること，しかし課題難易度によってその効果が表れる早さ（試行数）が異なることが示された．

また，類似の組み立て課題を複数回繰り返すこと，つまりセット 1 と類似した課題であるセット 2 を実施することにより，セット 1 に比べセット 2 では第 1 試行から課題達成時間が短くなっていることが示された．特に，2D 難と 3D において，セット 2 での課題時間が短くなっており，課題難易度が高い方が類似の組み立て課題を繰り返すことによる効果が大きいことが示された．また，作業者の主観評価に関しては，セット 1 では，課題難易度によってその効果の早さ（試行）に差はあるものの，いずれの課題難易度においても試行が進むにつれて安心感が増したが，セット 2 では最初から安心感が高く，試行に関わらず一定の安心感を保った．しかし，課題簡単さやマニュアル見やすさ，課題実施に対する主観評価（作業自己評価因子と課題理解度因子）では刺激セットの効果は見られなかった．つまり，類似の課題の繰り返しによって課題時間の短縮が見られたものの，主観評価にはその効果が反映されていないことが示された．さらに，視線分析の結果，セット 1 では文章部分の注視割合が 1 試行より 3 試行で減少したが，セット 2 ではその効果が小さく，注視割合は変化しなかった．また，2D 易と 2D 難では刺激セットによる効果は見られなかったが，3D ではセット 1 に比べてセット 2 でイラスト部分の注視割合が減少し，マニュアルを見ていない時間割合が増加した．以上より，類似の組み立て課題を繰り返すことで，難易度の高い課題においては課題時間が短縮し，マニュアルを見なくなる時間割合が増加するが，その効果は主観評価には反映されておらず，作業者の行動と主観の間には乖離があることが明らかとなった．

実際の組み立て工場では，複雑な工程を立体的に組み上げていく場面が多いため，今回の課題難易度では 3D に最も近いと想定されるが，「似ているけれども同一ではない」工程を複数回繰り返す多品種少量生産においては特に，作業者の行動と主観の間のズレが大きくなると考えられる．この差がマニュアルの読み飛ばしや組み立てエラーの増加に繋がっていると考えられるため，組み立て対象物（パーツなど）やマニュアルに与える情報量や提示の仕方に工夫が求められる．なお，なぜそこでのエラーが発生するのかについては，第 3 段階の偶発課題の結果を中心として，原田ほか（2023）にて報告する．

文献

[1] 原田悦子, 遠藤祐輝 (2017) 動画マニュアルはわかりやすいか？：組立課題における動画優位性の検討, 日本認知心理学会第 15 回大会, O2-02

[2] 原田悦子，安久絵里子，椎葉黎，渡部健，富田智晶，赤津裕子 (2023) 組立作業の繰り返しで「慣れ」は起こるか？2)：学習により生成される内的表象から考えるエラー発生機序，日本認知科学会第 40 回大会

組立作業の繰り返しで「慣れ」は起こるか？(2)：学習により生成される内的表象から考えるエラー発生機序

Does habituation occur with repetitions of assembly tasks? (2): What kinds of internal representations are learned that introduce errors in task performance?

原田悦子†，安久絵里子†，椎葉黎†，渡部健†，富田智晶‡，赤津裕子‡
Etsuko T. Harada, Eriko Ankyu, Rei Shiiba, Takeshi Watanabe, Chiaki Tomita & Hiroko Akatsu
†筑波大学，‡沖電気工業(株)
University of Tsukuba, Oki Electric Industry Co.
etharada@human.tsukuba.ac.jp

概要

マニュアルを見ながら同一あるいは類似の課題を複数回繰り返す実験室実験を行い，その結果として実施者にはどのような学習すなわちマニュアル情報の内在化がなされるのか，その結果として「マニュアルを見ないで課題を行うと」どのような問題が発生するのかを検討した．その結果，学習段階の最終時点と同様の課題達成が可能である場合とそうではない場合があること，そのいずれにおいても，内在化されたマニュアル情報は組立て順序の情報を必ずしも擁しておらず，意味的構造化がなされていること，その組立て順序に「組立て時の曖昧さを減ずる効果がある」などの価値がある場合に，マニュアル自体があることの効果が大きく観られることが示唆された．

キーワード：組み立て課題，学習，慣れ，マニュアル

1. 背景と目的

多品種小ロット生産が主流となっている現状，各種の組立工場では，一見類似しているが詳細は異なる多くの工程を含む組立作業が必要となっている．こうした場合，組立エラーが生じうる確率は高くなり，そのため「厳密にマニュアルを参照し，チェックしながら」組立作業を行うことが作業者に強く求められるようになっている．しかし，それにもかかわらず，複数過程のマニュアルチェックを「まとめて実施」するなどの逸脱行為が多く発生し，同時に組立エラーは減少しないという困難な状況になっている．

本研究はこうした問題の解決のための認知科学的アプローチとして，同じ課題あるいは類似課題を反復して組み立てる課題を実施した結果として，どのような学習が生じ，その結果がどのような現象として現れているのかを実験的に検討している．すなわち，こうした「反復による行動変化」は日常用語では「慣れ」と呼ばれ，「慣れによってエラーが生じる」といった表現がなされる．しかし，実際の認知的過程において，何が生じているのかについての詳細は必ずしも明らかではない．

「マニュアルを見ながら実施する課題」の反復における何らかのエラーが生じやすくなるという現実現象から考えられる仮説として，マニュアルに書かれた情報を内在化する形での学習が生じているが，その学習の結果として得られたものが必ずしも実際のマニュアル情報とは対応しない，不完全なものであること，それにもかかわらず，その不完全さに対しての意識化が低い場合に，「目の前にある」外的情報源＝マニュアルによって詳細な確認を行うことなく，内化された情報に従って課題達成を行ってしまうことにより，スリップにも似た形での「マニュアル情報とは異なる組立て活動」を引き起こしてしまう可能性が考えられる．

その際に，「類似しているが同一ではない」課題情報の内在化が並存することによる影響も大きいと考えられることから，本研究プロジェクトでは複数の課題セットを準備した上で，マニュアルを用いた組み立て課題を「複数の課題を交互に」複数回繰り返すことにより「慣れ」をもたらす「マニュアル情報の内在化」としての学習が生じるか否か，その「慣れ」としてのマニュアル内在化の結果，作業者の行動にどのような変化が生じるかを検討することを目的とした実験室実験を行った．工場などでの課題遂行状況を模したものとして，1) まったく同じ工程を複数回繰り返すことの効果を検討するため，同一の３課題を 3 試行繰り返すこと，2) その後，同様の課題構造を持つ類似の課題セットを続けて実施することの効果を検討するため，課題セットを 2 つ準備し，２つを連続してそれぞれ反復実施すること，その後 3) 課題の反復実施によって内在化されたマニュアル情報の特性を明らかにするために，最初に反復実施をした課題セット１について「マニュアルなしで」遂行することを求める偶発課題を行うこと，とした．その際，組み立て作業工程においてエラーの発生しやす

さにバラつきがあると考えられることから，課題難易度を3水準で変化させて実験計画に組み込んだ．

そこでまず，安久ら(2023)では，上記の1)2)のいわば学習段階において，マニュアル内在化の過程として何が生じているのかを明らかにする実験結果の報告を行った．すなわち，組立パズル課題3題を3回ずつ反復すること，類似の課題セットでそうした課題反復を繰り返す効果の2点について，課題達成の変化，そこでの主観評価の変化，その際のマニュアル利用行動の変化（マニュアル注視時間に関する視線分析）を行った．その結果，課題セット1では，1) 同一の課題を反復することにより，課題達成時間は大きく短縮される，2) その際，課題達成時の不安感の減少，課題の難易度の主観評価の低下が見られ，3) 実際に画面上のマニュアルを見ている時間の低下が見られた．また課題セット1を反復実施後に行った類似の課題セット2での反復実施でも同様の傾向が見られたが，特に主観評価では課題実施当初（試行1）から不安感低減や課題達成時間の減少などが見られ，課題セット1からの学習の汎化と考えられる効果も観察された．

本報告では，こうした学習段階の結果として，どのような情報構造が内在化されているのかを明らかにするために行われた上記3)の結果について報告する．

2. 方法

安久・原田ら（2023）と同一であり，学習段階では，1) 3つの課題を3試行繰り返す第1段階（マニュアル有，第1セット），2)類似の3課題を3試行繰り返す第2課題（マニュアル有，第2セット），3）偶発課題として，第1セットのみ3課題を「マニュアルを見ないで」実施するよう求めた第3段階の順に行った．

実験計画　第3段階の結果を分析するため，課題難易度（2D易/2D難/3Dの3水準）の1要因参加者内計画．2D難課題は2D易課題に比べ．パーツの形と完成図との関係性が希薄であり，完成図からはパーツの配置を推測しづらい課題，3D課題は各部品を物理的に分解変形させ3次元化する点において難易度が高いとされた．

参加者　大学生18名（男女各9名，年齢21.0±1.05歳）．

材料　組み立て課題は「どうぶつ立体タングラム」（株式会社アイアップ）を用い，組立パーツ7部品，組立工程数は2D易，2D難課題は6，3D課題は13であった．

主観評価項目　課題終了直後に「緊張 - 安心」「課題難 - 易」「組立て方を覚えていた - 覚えていない」の3項目についてVASで回答を求めた．

手続き　第2段階までの詳細は安久ら(2023)を参照．3段階（偶発課題）では，セット1の3課題についてそれぞれ完成図のみを提示し，マニュアルなしでの組立て作業を求めた．課題開始後，一定時間後に「いかがですか」というプロンプトを入れると同時に，それ以前であっても参加者によるギブアップを可能とした．各課題終了後に，課題に対する主観評価（VAS）への回答を求めた．

3. 結果

3.1 課題達成の有無

各課題の課題達成の有無を表1に示す．カイ二乗検定の結果，課題による偏りが見られ（$\chi^2_{(2)}=7.20, p<.05$），2D易課題では全員が課題達成しているのに対し，2D難課題では他２課題に比べ，未完成の割合が高かった．2次元パズルよりも多くの工程を含み，また組立操作の形状にも多様性があった３次元パズルは，２D 難課題よりも達成者数は多く，この結果は第1段階での課題達成時間，課題後主観評価の結果とも異なり，学習時と偶発課題の課題達成が独立であることが示唆された．

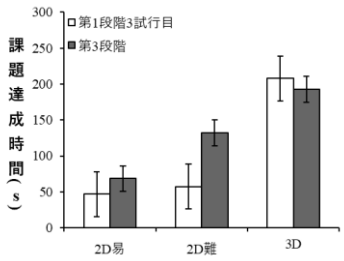
表1　第3段階（マニュアルなし課題）における課題達成者数（人）

	2D易課題	2D難課題	3D課題
完成	△ **18**	▼ **12**	15
未完成	▼ **0**	△ **6**	3

3.2 課題達成時間

第3段階において課題を完成できたケースのみを対象に，課題達成時間の検討を行った．３つの課題については複雑度が異なるため，比較対象として第1段階第3試行目での課題達成時間と比較することとし，課題難易度（3）×段階（2）の２要因分散分析を行った（図1）．その結果，段階の主効果（$F(1, 9)= 6.096$, 偏$\eta^2=.404$, $p<.036$），課題3種間の主効果（$F(2, 18)= 61.936$,偏$\eta^2=.873$, $p<.0001$）のいずれも有意であったが，両者の交互作用が有意であり（$F(2, 18)= 5.002$, 偏$\eta^2=.357$, $p<.05$），単純主効果の分析の結果，２D難課題においてのみ，第３段階でのマニュアルなし組立てが第１段階第３試行よりも長くかかっていることが示された．

図1　課題達成時間：第3段階（マニュアルなし偶発課題時）と第1段階第3試行目の比較

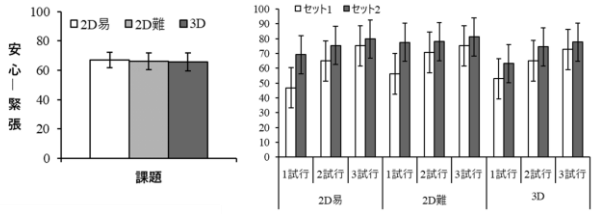


この結果は，２D易課題，３D課題は，マニュアルあり第 1 段階での組立反復により，何らかの「組立て方の手順学習」が正しくなされており，マニュアルなしでも内的表象に依拠して課題達成が可能であったが，２D難課題については「第 1 段階実施で学習された内的表象では必要な情報が不足しており，マニュアルなしでの課題達成が困難になっていたものと考えられる．

3.3 課題実施後の主観評価

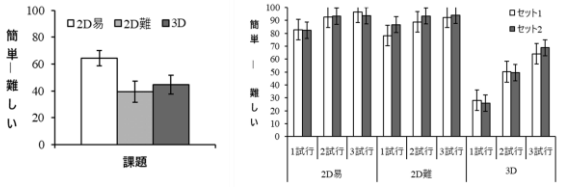
各課題後に行われた主観評価 VAS 評価について，課題難易度を要因とする 1 要因分散分析を行った．以下，参考のために第 1，第 2 段階での主観評価の結果と並置する．「安心 - 緊張感」（図 2）については第 3 課題実施後の課題間の差は見られなかった（$F(2, 18)<1.0$,偏 $\eta^2=.003$, $p=.913$）が，いずれも平均値は 70 弱であり，特に第 2 段階（第 2 セット）第 3 試行後に比べて低下している様子が窺える．

図 2　第 3 段階後の主観評価：安心—緊張：
A) マニュアルなし偶発課題後，B) 第 1・2 段階(参考)



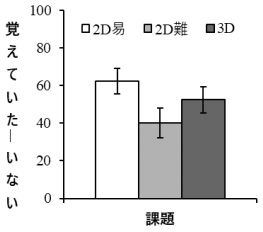
「課題難易度」（図 3）については第 3 課題実施後の課題間の差が有意であり（$F(2, 18)= 5.856$,偏 $\eta^2=.256$, $p=.011$），2D 易課題のみ他の２課題よりも評価が高く，特に第 1，第 2 段階目の評価と比べると，2D 難課題の主観評価が低く，「課題が難しい」と感じるようになった変化が観察される．またいずれの課題においても第 1，2 段階第 3 試行に比べると，課題が難しいと感じていることが見て取れる．ただし 3D 課題では課題達成率は低くないこととはズレが生じている点も興味深い．

図 3　第 3 段階後の主観評価：課題難易度：
A) マニュアルなし偶発課題後，B) 第 1・2 段階(参考)



第 3 段階では課題実施後のもう一つの主観評価として，「組立て方を覚えていたかどうか」を評価するよう求めたところ，課題間差が有意であり（$F(2, 18)= 3.271$, 偏 $\eta^2 = .161$, $p= .050$），特に 2D 難課題での評価が低かった．特に第 1，第 2 段階での主観評価や達成時間においては，2D 易課題と 2D 難課題にはほとんど差が見られなかったのとは対照的な結果といえよう．

図 4　第 3 段階後の主観評価：組立て方を覚えていた



3.4 課題実施時の行動プロトコルの分析

第 3 段階のマニュアルなし偶発課題時に，7 部品を分解などせずに平面的に並べ直す課題である 2D 易課題，2D 難課題の２つについて，どのような順に課題を遂行したかを分析したところ(表 2)，課題達成率が高かった 2D 易課題であってもマニュアルの手順通りに組み立てた参加者は稀（18 名中 3 名）であり，15 名はマニュアルとは異なる順で課題達成を行っていた．その中で特に金魚の尾の部分を構成する部品 CEF については，「順番は問わず一つながりで組み立てる」場合が大部分（17/18）であり，最終形の内の意味のある構成要素が「どのパーツにより構成されるか」という意味的な構造化がなされていたことが示唆された．

表 2　第 3 段階（マニュアルなし課題）における
2D 易，2D 難課題の組立て順分析（N=18）

2D易	
手順通り（ABCEFDG）	3
手順が異なる	15
（CEF連続）	14

※CEFは尾の部分

2D難	
手順通り（ABCEFDG）	5
手順が異なる	7
（EFD連続）	6
(ABの次にまずE)	5
未完成	6

※FDGは背もたれ，E/Cが脚

一方，課題達成率が低かった 2D 難課題においては，課題達成者の内，マニュアル手順通りに組み立てた者の比率は相対的に高めであり（12 名中 5 名），こちらの課題の方がリテラルにマニュアル手順に従いやすい環境があった可能性が示唆される．一方，こちらの課題においても「椅子の背もたれの部分」という意味的なまとまりに当たる部分は，多くの「手順通りではない参加者」にも共通に表れており，2D 易課題との共通点が見られた．また多くの「完成はしたが，手順とは異なる順で組み立てた」参加者は，脚部分について，「マニュアル手順」では右脚から組み立てていたのに対し，左脚の

三角形 E を置くことから始めていた．この三角形 E と三角形 F は，大きさが異なるものの同じ形状であるため，マニュアル手順では右脚 C を先に置くことによって「脚の長さが一定になる」ことで解に至る道をうまく狭めていくことができるのに対し，左脚 E から置いてしまった（あるいは誤って F を置いてしまった）場合には様々な試行錯誤が生じやすいと考えられる．

このように，マニュアルなしの組立て時に取られる順序は，必ずしもマニュアルに記載された順ではなく，しかしランダムな順ではなく「意味的にまとまりを持った下位要素部分」ごとに組み立てられていること，その下位要素部分に「不確定要素部分があるか否か」で組立ての成否が依存していることが示唆された．すなわち，課題達成率が低く，また課題達成までに長時間を要した 2D 難課題においてもマニュアル情報の内在化がまったく存在しなかったのではなく，その内在化された情報において，組立て方の制約となる情報が手順として組み込まれていなかったために，2D 易課題に比べて課題達成が低下したものと考えられよう．

4. 考察

本報告では，マニュアルを用いた同一，あるいは類似の組立て課題を複数回繰り返すことで，いわゆる「慣れ」がもたらされた後，その結果として，作業者が（主体的に）「マニュアルを見ずに」組み立てをするようになってしまった場合に，なぜエラーを生じてしまうのかを考えるため，実験操作として，複数課題を 3 試行ずつ反復して行い，さらに類似の課題セットも同様に反復した後で，突然に行われる偶発課題事態での「マニュアルなしで組み立てを行う」よう教示される課題（第 3 段階目）の課題実施の結果を分析した．

その結果，課題達成率，課題達成時間のいずれにおいても「マニュアルを見ながら」行った場合とほぼ同様の課題達成を生じうる場合（2D 易課題と 3D 課題）と，そうではなく課題達成成績が低くなる場合(2D 難課題)があることが示された．後者についてマニュアル存在時には主観的な課題困難度は低く評価されていたが，マニュアルなしで実施することによって初めて，課題の困難さが「意識された」状態となっていた．

一方で，マニュアルなしでの課題達成時の組立て過程の分析では，課題が達成できるようになっている場合であっても，マニュアルに表示された組み立て方がそのまま学習・記憶されているのではなく，意味的な構造化がなされており，その結果，組立て順については多様性が生じていること，課題達成が困難な課題でも同様に意味的構造化がなされているが，その中に不確定要素を含む下位要素（パーツ群）があり，それが先に実施されることによって，「課題を達成できない」エラーに入り込む可能性があることが示された．

こうした結果は，マニュアルを見ながら作業を進めるように言われている場合であっても，人はそのマニュアルに記載されている情報を「自分なりの意味的構造化を伴って」内在化していくこと，マニュアルを見ながらであれ，マニュアルなしの場合であれ，そうした内在化した情報にしたがって，組み立て作業が行われうるが，そこに曖昧情報（あるいは不確定情報）が含まれる場合にはエラー発生となりうることが示された結果と言えよう．本報告では，より複雑と考えられていた 3D 課題でのマニュアル内在化の状況については，未だ分析がなされていないが，少なくとも意味構造化が行われていることは発話プロトコル情報(例：「ここが(ライオンの)顔だから」)からも示唆されている．

興味深いことに，2D 難課題については，「そこにマニュアルがある限りは」作業者はそこにある困難度には気づかず，エラーをすることなく課題が実施できている．すなわち「マニュアルによって課題遂行が支援されている」ことは確かであろう．しかし 2D 難課題でもマニュアルを見なくなる様子は観察されており（安久ら，2023），こうした「慣れによって」「マニュアルを見なくなることにより生じる」エラーは，いかにすれば防ぎえるであろうか．一つの方向性としては，例えば 2D 難課題での困難点をあらかじめマニュアルに「注意ポイント」として記載し，より精密な形でマニュアルの内在化を進める方法が考えられる．一方，現状のマニュアルのように「なぜその手順を求めるのか」という理由・動機はなしに順番が強制されるのではなく，意味的な構造化を活かし，自由度を含んだ形でのマニュアル構成の可能性も考えられる．工場等での作業マニュアルをどのように位置づけ，作業を行う「人」にとっていかなる存在の人工物としてデザインするか，人間中心設計の考え方に立ち，より上流の概念として検討していく必要がある．

なお本実験では，類似の課題を反復して行う「第 2 セットの効果」については直接的な課題検証はできていない．今後の課題としてさらに検討していきたい．

文献：安久絵里子，原田悦子，椎葉黎，渡部健，富田智晶，赤津裕子（2023）組立作業の繰り返しで「慣れ」は起こるか？(1)：作業反復時の作業者の行動から，日本認知科学会第 40 回大会

多義語の心的実在性－小学 5 年生と大学生に対する調査から－
Mental Reality of Polysemous Words: A Research Study into Primary Fifth-graders and University Students.

西内 沙恵
Sae Nishiuchi

北海道教育大学
Hokkaido University of Education
nishiuchi.sae@a.hokkyodai.ac.jp

概要

本発表では多義語の心的実在性を検討するために，想起テストによって母語話者の言語直感を調査した結果を報告する．多義語のメカニズムを説明する基本原理に対して，その心的実在性を批判する立場に，用法説とアーティファクト説がある．小学 5 年生と大学生を対象に,「甘い」を題材に想起テストを実施した結果,想起される語義の偏りの変化と新規的な例文の産出という 2 つの説に沿わない結果が得られた．また語義のカテゴリー化関係から多義語の心的実在性を主張する．

キーワード：多義語，心的実在性，想起テスト

1. はじめに

本発表では多義語の心的実在性を検討するために，想起テストにより母語話者の言語直感を調査した結果を報告する．多義語は関連する二つ以上の意味が一つの言語形式と結びついたものである（Taylor, 2003）．例えば「甘い」という形式は（1）のように複数の語義を持つ．山括弧に下線部の語で表される意味を示す．

(1) a. 夜あまいものを食べると虫歯になりますよ．〈砂糖のような味がする様子〉
b. 関西のみそしるはあまくてどうも口にあわない．〈塩分がたりない様子〉
c. あまい雰囲気に酔う．〈芳醇で快い様子〉
d. あの先生は採点があまい．〈厳格さがたりない様子〉
e. 三番目のねじがあまくなっていた．〈程度が低く，不十分である様子〉

（飛田・浅田, 1991 : 31-32.　下線は発表者による.）

2. 先行研究

多義語は「甘い」に限らず，多くの語に認められる現象である．多義語のメカニズムを，人間の基本的な認知能力に基づいて説明しようとする研究には蓄積がある（Lakoff & Johnson, 1980; Lakoff, 1987; Langacker, 1987; Tyler & Evans, 2001; Taylor, 2003; Fauconnier & Turner, 2003）. 多義語は関連しながらも不一致を含む語義がカテゴリー化関係によって結びついていると考えられており，言語知識の形成プロセスが明らかにされてきた. 一方でその心的実在性に対する批判も根強い. 大別して，語に意味を認めず人が具体的な用法をその都度解釈していると考える用法説（Wittgenstein, 1968; Antal, 1963; 沢田, 1962）と，日常的な言語運用で話者が多義性を意識することがないため，多義性が研究者による創作に過ぎないと考えるアーティファクト説（Victorri, 1997; Kleiber, 1999）がある．用法説では，例えば (2) において「吸う」の意味が微妙に異なるのは，具体的な文脈によると考える．多義語を認める立場では（2b）は（2a）の〈気圧差を利用して口中にいれる〉に見立てられ，実際に気圧差を利用しているわけではないが，あたかも人間が「吸う」ように〈繊維質の内部に取り込む〉と比喩的に使われていると説明される．

(2) a. 私が空気を吸う.
b. じゅうたんが埃を吸う.

（国広，1982 : 19.　下線は発表者による.）

アーティファクト説では語義の関係付けは現象の説明として不十分であり，意味を解釈するプロセスに動機付けがなされる．多義語は言語知識として存在しない，もしくは原理的な説明は必要ない現象なのだろうか．本発表では現代日本語形容詞を題材に，想起テストを調査し，多義語が心的に実在することを検討する．

多義語の研究には言語事実に基づく論証に加えて，心理実験的アプローチによる検証も行われている（中本ほか，2004; 李ほか，2007; 木下，2018; 西内ほか，2020）. ただし，先行研究は多義語の実態の調査が目的のため，調査協力者が言語運用を問題なく行える大人であった．大人から得られた調査の結果に対する認知能力を観点とした分析は理論による後付けと見なされ,心的実在性が疑われることがあった.

そこで，本研究では言語知識が完成されていない就学児童と言語知識が完成しているであろう大学生を対

象に調査を実施し，比較することとした．調査では指定の語を使った文を書き出す想起テストを実施し，想起される語義の分布と順序から語の運用状況を調べた．小学 5 年生と大学生に協力していただき，得られたデータを比較して示す．指定した語は「甘い」である．意味的に単純な語ほど多義的である（Johnson-Laird & Quinn, 1976）という特徴や，使用頻度の高い語は関連する複数の意味を有する（Langacker, 1987）という傾向から多義語は日常的に高頻度で使われる基本語彙に多いといえる．基本語彙の学習学年（国立国語研究所, 2009）と単語親密度が高いことを基準に「甘い」を選んだ．「甘い」は中央教育基本語彙・阪本教育基本語彙・新阪本教育基本語彙・田中教育基本語彙によれば小学校低学年で学習される．天野・小林（2008）の 7 段階評定（1：なじみがない〜7：なじみがある）の平均値である語義別単語親密度において，「甘い」は（3）の通りである．語義番号を括弧内に付記し，単語親密度が高い順に示す．

(3) a. 砂糖や蜜の持っている味である．（1）6.075
b. 教育や採点などが厳しくない．親切で，何でも受け入れる．（9）5.125
c. 深く考えない．考えが足りない．のんきである．（10）4.975
d. 匂いが糖分を思わせるようだ．（5）4.175
e. 心が溶けるようだ．楽しい．（6）4.050
f. 料理で塩気が少ない．（4）3.675
g. ぴったり合わない．緩んでいる．（3）3.375
h. 大したものではない．（11）3.375
i. 男女間の愛情が細やかである．（8）3.425
j. 人を喜ばせて誘い込むようだ．（7）3.125
k. 刃物の切れ味が悪い．鈍い．（2）2.550

（見出し語 ID 番号：00025610）

語義別単語親密度から，「甘い」は 6 以上の親密度で評定される語義を含むことから，就学児童も既習の語だと考えられる．また語義ごとに単語親密度が異なることから，未習の語義が含まれており，語義の知識を形成する過程が観察できる可能性がある．

3. 小学 5 年生に対する調査

3.1 調査の手続き

2023 年 4 月，北海道国立 H 小学校の小学 5 年生 2 クラス，計 68 名を対象に調査を実施させていただいた．調査の実施前に児童の保護者に対して調査研究への参加同意の可否を文書で確認した．児童生徒自身の同意は授業中に確認している．本発表では保護者の同意が確認できた 64 名のデータに基づいて報告する．

想起テストは国語辞典について学習する授業の一環で，語釈を作る活動として実施した（図 1）．授業は『小学校学習指導要領（平成 29 年告示）』「国語」における〔小学校第 5 学年及び第 6 学年〕の内容〔知識及び技能〕（1）オ「思考に関わる語句の量を増し，話や文章の中で使うとともに，語句と語句との関係，語句の構成や変化について理解し，語彙を豊かにすること．また，語感や言葉の使い方に対する感覚を意識して，語や語句を使うこと．」に関わる習得状況に深まりと広がりを生む授業実践として行った．

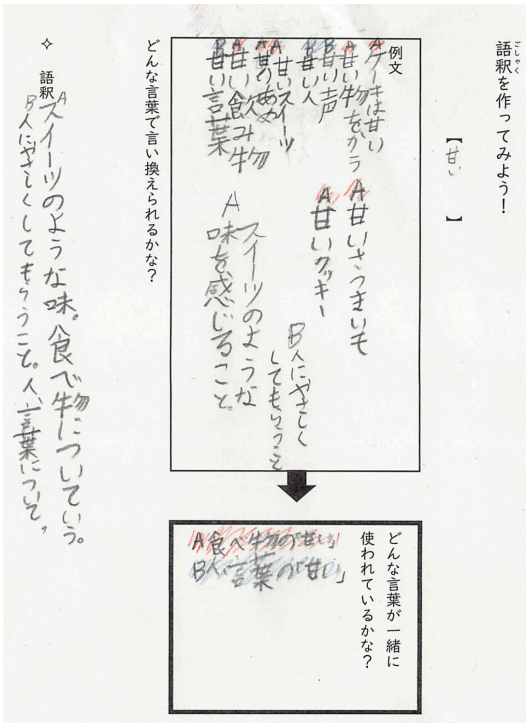


図 1 語釈を作るワークシート

3.2 調査の結果

10 分間の時間制限のもと，「甘い」を使った例文を 10 文書き出すことを求める想起テストを行ったところ，計 496 回，平均して 7.75 回（最高 13 回，最低 2 回）「甘い」の使用が産出された．1 文に複数回「甘い」が使用された場合は，使用した延べ回数を数える．なお「甘すぎる」，「甘かった」等の活用した「甘い」は数えているが，「甘酸っぱい」等の複合語や「甘さ」等の別の品詞への転成は除いている．得られたデータに対して飛田・浅田（1991）の 5 区分を参考に，〈砂糖のような味がする様子〉，〈塩分がたりない様子〉，〈芳醇で快い様子〉，〈厳格さがたりない様子〉，〈程度が低く，不十分である様子〉という語義をタグ付けした．

調査の結果，〈砂糖のような味がする様子〉の産出が必ず認められ，〈厳格さがたりない様子〉と〈程度が低く，不十分である様子〉の産出ができた児童も認められた．〈程度が低く，不十分である様子〉と〈芳醇で快い様子〉が次いで産出された．〈塩分がたりない様子〉は産出されていない．表 1 のように〈砂糖のような味がする様子〉，〈厳格さがたりない様子〉の順に早く想起された．

表 1　小学 5 年生の意味別の想起順

順番＼意味	砂糖のような味がする	厳格さがたりない	程度が低い	芳醇で快い
1	56	7	0	1
2	36	19	3	1
3	31	24	1	2
4	26	21	2	1
5	35	17	2	1
6	27	18	5	2
7	28	15	4	1
8	19	11	4	4
9	19	12	3	2
10	17	7	3	2
11	1	0	1	1
12	0	1	1	0
13	0	2	0	0
合計	295	154	29	18

図 1 のワークシートを用いて例文のグループ分けを行うタスクでは，〈厳格さがたりない様子〉を表す例文を産出した児童は〈砂糖のような味がする様子〉と〈厳格さがたりない様子〉をグループ分けした．〈芳醇で快い様子〉が産出された場合には〈厳格さがたりない様子〉に含めていた．

4.　大学生に対する調査

4.1　調査の手続き

2023 年 4 月から 6 月にかけて，北海道国立 H 大学の 1 年生から 4 年生，計 66 名を対象に調査を実施させていただいた．調査の実施前に本人に対して調査研究への参加同意の可否を文書で確認している．参加が任意であることや，参加しないことで不利益を被ることがないことを文書と口頭で確認し，参加した後でも自由に同意の取り消しができることを伝えている．本発表では同意が確認できた 66 名のデータに基づいて報告する．

4.2　調査の結果

5 分間の時間制限のもと「甘い」を使った例文を 10 文書き出すことを求める想起テストを行ったところ，計 578 回，平均して 8.76 回（最高 10 回，最低 4 回）「甘い」の使用が産出された．小学 5 年生の調査結果と同様の方法で意味情報のタグ付けを行った．調査の結果，表 2 のように，〈砂糖のような味がする様子〉と〈厳格さがたりない様子〉の産出が早く，多かった点は小学 5 年生の調査結果と同じであった．一方，〈芳醇で快い様子〉が〈程度が低く，不十分である様子〉より多く産出された点は，小学 5 年生と異なる結果となった．

表 2　大学生の意味別の想起順

順番＼意味	砂糖のような味がする	厳格さがたりない	程度が低い	芳醇で快い
1	48	6	8	4
2	20	23	16	7
3	19	19	9	14
4	20	16	12	15
5	22	17	10	15
6	23	15	9	13
7	22	19	9	9
8	22	22	2	7
9	22	7	4	6
10	24	12	4	6
11	1	0	0	0
合計	243	156	83	96

5.　分析

多義語の心的実在性を批判する立場として，用法説とアーティファクト説をあげた．本節では調査結果から両説に沿わない事実があることを示す．これにより心的実在性を否定する説では現象を正確に説明できず，多義語の心的実在性を前提に，多義語を分析する必要があることを主張する．

5.1　用法説に沿わない結果

小学 5 年生と大学生で共通して〈砂糖のような味がする様子〉が最も早く，多く産出されたことから多義語「甘い」の中心的な用法であることが示唆される．用法をその都度適切に解釈していると考える用法説では，〈砂糖のような味がする様子〉や〈厳格さがたりない様子〉と使用できる他の語義との産出にさがあることを説明できない．用法説では全ての用法を同等に受容していることになるため，想起の順番と量に偏りがあることも説明できない．

5.2 アーティファクト説に沿わない結果

アーティファクト説では多義語の語義間の関係付けやメカニズムが研究者の創造だとされる．想起テストを通して，(4) のような〈厳格さがたりない様子〉と〈程度が低く，不十分である様子〉の語義間の境界に位置付けられるような新規的な例文が産出された．

(4) a. わなのしかけがあまい
b. その技は甘い。

想起テストで多義語の複数の語義それぞれに典型的な例や，「詰めが甘い」「甘い蜜」等の慣用的な表現だけでなく，語義間の境界に位置付けられるような例が産出されたことから，協力者が創造的に多義語の知識を構築している様子が見てとれた．カテゴリー化が起きていなければ，新規的な例文は産出されないと考えられる．

5.3 カテゴリー化関係に基づく心的実在性

最後に認知意味論の立場を支持する結果を取り上げる．認知意味論では言語知識と現実世界に関する知識が区別できないという考え（Haiman, 1980）に基づき，メタファー，メトニミー，プロトタイプといった多義性のメカニズムとなる基本原理が解明されてきた（Lakoff & Johnson, 1980；Taylor, 2003）．

小学 5 年生を対象とした調査からは，既習語であっても，意味に応じて大人とは異なる運用傾向が見てとれた．小学生 5 年生と大学生で大きく異なっていたのは，〈芳醇で快い様子〉の使用頻度である．成長に伴い用法が定着したとも考えられるが，〈芳醇で快い様子〉を獲得したことで，〈砂糖のような味がする様子〉と〈芳醇で快い様子〉の間でスキーマからの精緻化によって語義のカテゴリー化関係が変化したと考えられる．

6. 考察

言語知識が完成されていない就学児童を調査対象とすることで，多義語の知識を形成する基盤にカテゴリー化関係の形成があることを分析した．また想起テストを通して新規的な例文と語義の偏りという点で，多義語の心的実在性を否定する用法説とアーティファクト説に沿わない調査結果が得られた．これにより多義語の言語知識が先行研究で示されてきたカテゴリー化関係に基づくものであり，心的に実在することを主張する．本発表は「甘い」に限定して調査を実施し報告したが，今後は多様な多義語を対象に調査を行うことで，多義語の心的実在性を実証できると考えられる．

謝辞

本研究で報告した調査の実施にあたり，渥美伸彦先生と斉藤誠先生に小学校での授業実践をアレンジしていただきました．ここに改めましてお礼を申し上げます．本研究は北海道教育大学学長戦略経費の助成を受けて行ったものです．

文献

[1] 天野成昭・小林哲生 (編) (2008) 基本語データベース語義別単語親密度【I／あ〜さ】, 学習研究社.
[2] Antal, L. (1963) *Questions of Meaning*, Mouton.
[3] Fauconnier, G. & Turner, M. (2003) “Polysemy and conceptual blending” In Nerlich, B., Todd, Z., Herman, V. & Clarke, D. D. (Eds.) *Polysemy: Flexible patterns of meaning in mind and language*, pp. 79-94. Mouton de Gruyter.
[4] 林四郎 (1971) “語彙調査と基本語彙” 電子計算機による国語研究, Vol. 3, pp. 1-35.
[5] Haiman, J. (1980) “Dictionaries and encyclopedias” *Lingua*, 50, pp. 329-357.
[6] 飛田良文・浅田秀子 (1991) 現代形容詞用法辞典, 東京堂出版.
[7] Johnson-Laird & Quinn (1976) “To define true meaning” *Nature*, Vol. 264, pp. 635-636.
[8] 木下りか (2018) “多義動詞の意味拡張の起点と直観的プロトタイプ” 日本認知言語学会論文集, Vol. 19, pp. 519-524.
[9] Kleiber, G. (1999) *Problèmes de sémantique: La polysémie en question. Septentrion*, Presses universitaires du Septentrion.
[10] 国広哲弥 (1982) 意味論の方法, 大修館書店.
[11] 国立国語研究所 (2009) 教育基本語彙の基本的研究－増補改訂版－, 明治書院.
[12] Lakoff, G. & Johnson, M. (1980) *Metaphors we live by*, University of Chicago Press.
[13] Lakoff, G. (1987) *Women, fire and dangerous things: What categories reveal about the mind*, University of Chikago Press.
[14] Langacker, R.W. (1987) *Foundations of cognitive grammar, Vol.1, Theoretical Prerequisites*, Stanford University Press.
[15] 李在鎬・鈴木幸平・永田由香 (2007) “動詞「流れる」の語形と意味の問題をめぐって” 計量国語学, Vol. 26, No. 2, pp. 64-74.
[16] 中本敬子・野澤元・黒田航 (2004) “動詞“襲う”の多義性−カード分類と意味素性評定に基づく検討−” 日本認知心理学会第 2 回大会発表論文集, p. 38.
[17] 西内沙恵・加藤祥・浅原正幸 (2020) “語義間類似度の双方向評定に基づくプロトタイプ的意味の解明—クラウドソーシングを用いた量的調査による多義的形容詞分析—” 日本認知言語学会論文集, Vol. 20, pp. 256-268.
[18] 沢田允茂 (1962) 現代論理学入門, 岩波新書.
[19] Taylor, J. R. (2003) *Linguistic categorization: Prototypes in linguistic theory 3rd ed*, Oxford University Press.
[20] Tyler, A. & Evans, V. (2001) “Reconsidering prepositional polysemy networks: the case of over” *Language*, Vol. 77, pp. 724-765.
[21] Victorri, B. (1997) “La polysémie: un artefact de la linguistique?” *Revue de Sémantique et Pragmatique* Vol. 2, pp. 41-62.
[22] Wittgenstein, L. (1968) *Philosophische Untersuchungen*, Blackwell.

多自由度ロボットアームの二人協調操作における共同運動主体感
The Sense of Joint Agency in two-person cooperative manipulation of a multi degrees of freedom robot arm

川俣　亮悟*, 世良　菜那見*, 肥後　克己*, 萩原　隆義†1, 田中　由浩†2, 嶋田　総太郎*
*明治大学, †1 慶応義塾大学,†2 名古屋工業大学
Meiji University,
Keio University,
Nagoya Institute of Technology,
ce231023@meiji.ac.jp

概要

私たちは日々の生活の中で他者とインタラクションしながら生活している. その中で, 他者と共同で何かを行った際に, 「この運動を引き起こしたのはわれわれである」と感じることを共同運動主体感とよぶ. 本研究ではロボットアームを 2 人で操作した際の共同運動主体感とパフォーマンスについて調査した. 2 人での操作には, それぞれ異なる役割を担当する役割分担条件と, 2 人の操作をそれぞれ 50%ずつロボットアームに反映させる操作融合条件があった. その結果, 役割分担条件と操作融合条件のどちらにおいても共同運動主体感が生起することが示された.

キーワード : 共同運動主体感（sense of joint agency）, ロボットアーム,(robot arm) 協調操作 (cooperative manipulation)

1. はじめに

共同運動主体感は, 複数人で協調行為をしたとき, 自分一人ではなく「この運動は我々が引き起こした」と感じる感覚のことと定義される[1]. 先行研究より, 互いに協調しているときの方がそうでないときよりも共同運動主体感が高まることが報告されている[2]. 近年, 共同作業の場として遠隔操作ロボットが着目されている. 1 人の遠隔操作では限度があるが, 複数人数で協調して操作することによって, より高度な動作ができるシステムが開発されている. 小倉ら（2022）は 1 つのロボットアバターを 2 人の実験参加者が操作するシステムを用いて評価実験を行った.その結果, 2 人の入力情報を 50%ずつロボットに反映させる（融合する）ことでタスクパフォーマンスや操作に対する自己運動主体感が向上することが示された[3]. 本研究では, 多自由度ロボットアームを用いた 2 人による協調操作時の共同運動主体感について調査することを目的とした. 2 人の協調操作については, アームの操作を 2 人で分担する（リーチングとグラスピング）役割分担条件と 2 人が行う同じ操作を一定割合で融合させる操作融合条件の 2 種類の操作方法を設け, 比較した.

2. 実験

2.1. 被験者

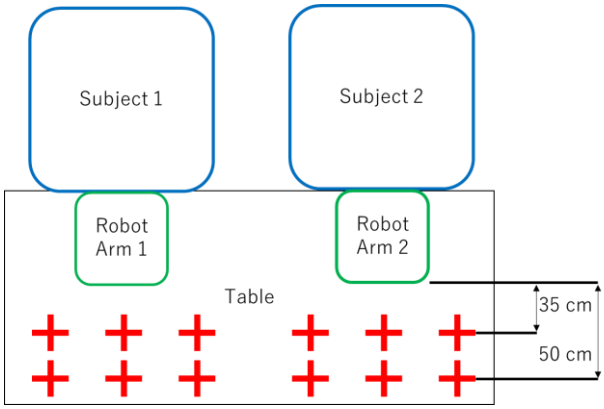
同性同士の 19 ペア 38 名（女性 5 ペア, 男性 12 ペア）が参加した（21.2 ± 2.1 歳, 平均 ± 標準偏差）. また, 被験者の利き手を判別するために, 先行研究[4]の利き手判別テストを行った. その結果, 強い右利きが 32 名, 右利きが 1 名, 弱い右利きが 1 名, 弱い左利きが 1 名, 強い左利きが 3 名であった. ロボットの操作は, 被験者が操作しやすい方の手で行った.

2.2. 実験手順

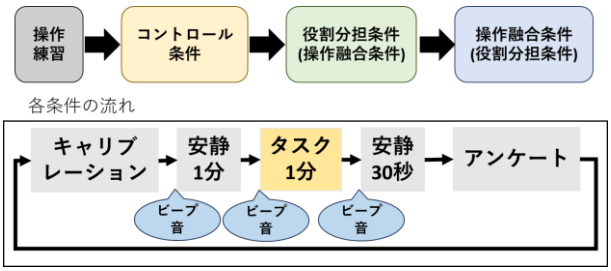
実験では, 2 人の被験者が多自由度ロボットアームを協調操作してブロック移動課題を行った. 実験条件は, コントロール条件, 役割分担条件, 操作融合条件の 3 つの条件を設けた. 実験は被験者内デザインであった. コントロール条件では 1 人が 1 台のアームを別々に操作した. 役割分担条件は 2 人で 1 台のアームを操作し, 一方はアームの位置の操作（リーチング）, もう一方は掴み操作（グラスピング）を担当した. 操作融合条件は 2 人の操作を 50%ずつ足し合わせて 1 台のアームに反映して操作した. ペアの 2 人は, それぞれのロボットアームの後方に着席し, 利き手の甲にアームの手先位置を制御するマーカーデバイスを装着し, ロボットアームの掴み動作を制御するグラスピングデバイスを親指と人差し指で持った（図 1（a））. アームの前方の 35 cm, 50 cm の地点に 3 箇所ずつ計 6 箇所の印をつけた。3 箇所の印の間は 12cm であった. アームから 50 cm の位置にある 3 つの印の上に, 立方体ブロックを配置した. 参加者はタスクの開始とともに, アームを使用して一番右のブロックから順に手前の印へとブロックを移動させた. 3 つのブロックをすべて手前に移動させ終わったら, 再

度一番右のブロックから順に奥の印へブロックを移動させた．この操作を 3 分間繰り返した．各条件の最後に共同運動主体感および操作感に関するアンケートを行った（図 1（b））．

(a)



(b)



(c)

図 1 実験風景（a），ロボットアームとブロックの配置図（b）と実験手続き（c）

2.3. 評価方法

本実験ではアンケートとブロック移動回数を用いて評価を行った． 各操作条件においてタスク終了後，共同運動主体感，操作感に関するアンケートを行った．このアンケートは，共同運動主体感について先行研究[2]より 1 項目（項目番号 3）とオリジナルの 3 項目（項目番号 1, 2, 4），合わせて 4 項目，操作感について先行研究[5]より 1 項目（項目番号 5）が含まれた．表 1 にアンケート項目を示した．操作感に関しては 0～100%で，その他の項目では「とても思う（3）」から「まったく思わない（ -3）」までの 7 段階リッカート尺度を用いた．

表 1 アンケート内容

項目	アンケートの内容
共同運動主体感	1. 共同被験者が正確にロボットアームを操作してくれると期待した
	2. ロボットアームをよりコントロールしていたのは（『自分』，『相手』）
	3. ロボットアームを（『1 人で操作したように感じた』，『2 人で操作したように感じた』）
	4. ロボットアームの操作にストレスを感じた
操作感	5. ロボットアームを操作したという感覚はどのくらいあったか（0~100%で回答）

3. 実験結果

3.1. 共同運動主体感

各条件における共同運動主体感スコアを図 2 に示す．シャピロウィルク検定の結果，正規性が確認できなかったため，フリードマン検定を行った．その結果，3 つの条件間で有意差が確認されたので，多重比較としてウィルコクソンの符号付き順位検定を行った．その結果，役割分担条件と操作融合条件においてコントロール条件よりも有意に共同運動主体感が高かった（役割分担条件－コントロール条件, $V = 0, p < 0.001$ $r = 0.83$, Bonferroni-corrected ; 操作融合条件－コントロール条件, $V = 0$, $p < 0.001$, $r = 0.82$, Bonferroni-corrected）．また，役割分担条件において操作融合条件よりも有意に共同運動主体感が高かった（$V = 361, p = 0.024, r = 0.36$, Bonferroni-corrected）．

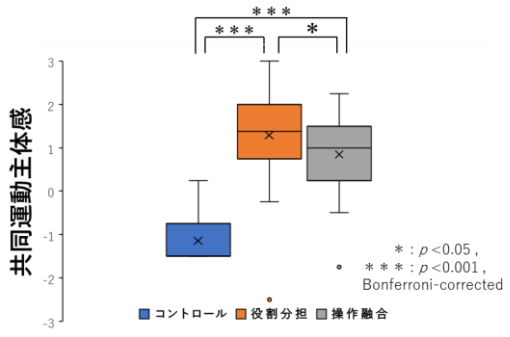


図 2 各条件における共同運動主体感のスコア

3.2. ロボット操作感

各条件におけるロボット操作感のスコアを図 3 に示す．シャピロウィルク検定を行ったところ，データの非正規性が確認された． そこでフリードマン検定を行ったところ，条件間で有意差があることが確認されたため，ウィルコクソンの符号付き順位検定を行った．その結果，役割分担条件や操作融合条件においてコントロール条件よりも有意にロボットを操作している感覚が低かった（コントロール条件ー役割分担条件，$V = 597.5, p < 0.001, r = 0.48$, Bonferroni-corrected；コントロール条件ー操作融合条件，$V = 524.5$， $p < 0.001, r = 0.36$, Bonferroni-corrected）．また，各条件において，一標本のウィルコクソン符号付き順位検定を行ったところ，すべての条件で操作感は 50%より有意に高いことが示された（コントロール条件，$V = 699.5, p < 0.001, r = 0.61$；役割分担条件，$V = 369, p < 0.001, r = 0.23$；操作融合条件，$V = 451.5, p < 0.001, r = 0.52$）．

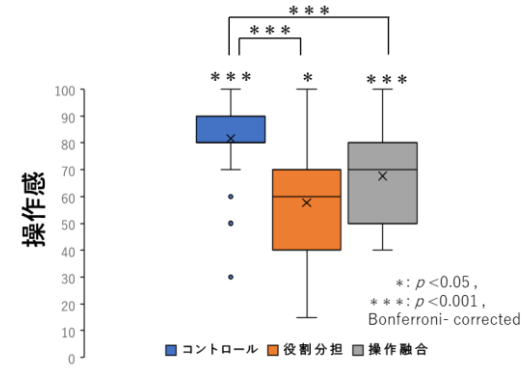


図 3 各条件におけるロボット操作感のスコア

3.3. ブロック移動回数

各条件においてタスク中にブロックを移動させた回数を図 4 に示す．コントロール条件におけるブロック移動回数は被験者ペア 2 人のブロック移動回数の平均値とした．シャピロウィルク検定の結果，正規性が確認できなかったため，フリードマン検定を行ったところ，条件間に有意差があることが確認された．そこで，ウィルコクソンの符号付き順位検定を行った結果，役割分担条件はコントロール条件に比べて有意に移動回数が多かった（$V = 4.5, p < 0.001, r = 0.70$, Bonferroni-corrected）．また，操作融合条件もコントロール条件に比べて有意に移動回数が多かった（$V = 0, p < 0.001$ $r = 0.81$, Bonferroni-corrected）．

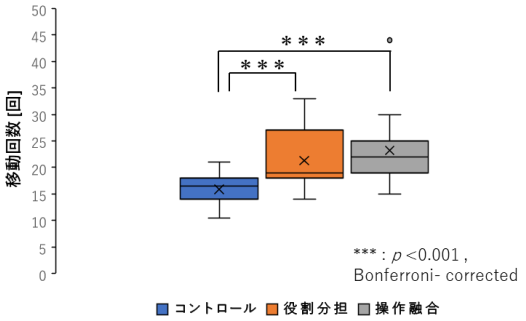


図 4 各条件におけるブロック移動回数

4. 考察

本研究は，多自由度ロボットアームを役割分担，もしくは操作融合して操作した場合の共同運動主体感の生起について調べることを目的として実験を行った.結果として，共同運動主体感のアンケートから，2 人で協力して課題を行う役割分担条件および操作融合条件で共同運動主体感を感じることが明らかになった．さらに，2 人で協力して課題を行う条件であっても，操作方法により結果は異なり，役割分担条件の方が操作融合条件よりも共同運動主体感が高まることが分かった．これは，1 人 1 人が異なる役割を担うことによってパートナーが何に注意を向けるかが明確であり相手の行動を予測できたためと考えられ，この結果は Bockler ら（2012）の「パートナーが何に注意を向けるかが特定されることによってパートナーの注意の対象を自身に取り込む」という報告を裏付けるものであると考えられる[6].つまり，1 人 1 人が異なる役割を担うことによって，実験参加者は，パートナーが何に注意を向けているかが明確になった．これにより，次のパートナーの行動を予測できたため，より協調して課題を行うことができたと考えられる．

また，ロボットの操作感について，どの条件においても有意に 50%よりも大きいことが分かった．特に，

操作融合条件では一人一人の役割は同じで，ロボットアームに反映される動きも 50%ずつであるにもかかわらず，「自分が操作した」という主観的な感覚は 50%よりも有意に大きいという結果が得られた．このことから, 2 人の動きを融合して 1 台のロボットを使う操作融合条件において，実験参加者は，ロボットの操作感をある程度保ちつつ，パートナーからサポートを受けられたと考えられる．つまり，操作融合条件のような参加者の操作感とサポートの影響度合いを 50%ずつにすることで，この操作を行ったのは自分だと認識させながらよりパフォーマンスが向上するサポートを反映させることができると考えられる．

最後に，ブロックの移動回数について, 2 人で 1 台のアームを操作する条件の方が, 1 人で 1 台のアームを操作する条件よりも有意にブロックを移動した回数が増加した．この結果は，操作融合条件では一人のアーム操作をもう一人が補正することによってアームの正確な操作が可能になり，ブロックの移動回数が増加したことを示していると考えられる．一方で役割分担条件では，それぞれが自身の役割に集中でき，認知負荷が減ったためブロックの素早い移動が可能になったことを示していると考えられる．

これらの結果から，役割分担条件では異なる働きを担うことによって共同で作業していることを認識しやすいのに対して，操作融合条件は 自分が動かしているという感覚をある程度保持したまま他者から運動の補助を受けることができるといえる．操作者の主体感を維持したまま他者が補助することができる操作融合は，今後熟練者から初心者への技能伝達など応用の可能性があるといえる．

謝辞

本研究は, JST ムーンショット型研究開発事業 JPMJMS2013 の支援を受けたものです．

参考文献

[1] Dewey, J. A., Pacherie, E., & Knoblich, G., （2014） “The phenomenology of controlling a moving object with another person”, Cognition, Vol. 132, No. 3, pp. 383-397.
[2] Bolt, N. K., Poncelet, E. M., Schultz, B. G., & Loehr, J. D., （2016） “Mutual coordination strengthens the sense of joint agency in cooperative joint action”, Consciousness and Cognition, Vol. 111, pp. 173-187.
[3] 小倉樹，岨野太一，大澤博隆，湯川光，南澤孝太，田中由浩，（2022） “身体融合ロボットアバターにおける役割分担割合と主体感および操作感の関係調査”，日本バーチャルリアリティ学会大会, Vol. 27, pp. 3D1-3.
[4] Coren, S., （1992） ” The left-hander syndrome: The causes and consequences of left-handedness.”, Free Press
[5] Hagiwara, T., Ganesh, G., Sugimoto, M., & Kitazaki, M., （2020） “Individuals prioritize the reach straightness and hand jerk of a shared avatar over their own”, iScience, Vol 23, Issue 12, 101732.
[6] Bockler, A., Knoblich, G., & Sebanz, N., （2012）. “Effects of a Coactor's Focus of Attention on Task Performance.”, Journal of Experimental Psychology-Human Perception and Performance, Vol 38, No 6, 1404-1415.

知的活動において感じる面白さの個人差 —知的選好尺度の開発— Individual Differences in Intellectual Preference: Developing the Intellectual Preferences Scale

佐々木 一洋[†]，清河 幸子[‡]
Kazuhiro Sasaki, Sachiko Kiyokawa

[†‡]東京大学
The University of Tokyo
[†]339kazuhiro@g.ecc.u-tokyo.ac.jp, [‡]kiyo@p.u-rokyo.ac.jp

概要

学習において，内容に面白さを見出して取り組むことの効果は論じられてきたが，内容のどのような側面に面白さを見出すかである知的選好の詳細は明らかになっていない. 本研究では, 対象からどのような知的構造を取り出そうとするかが異なる，フレーバー選好とメカニズム選好という2つの知的選好があると想定し，尺度開発を行った．日本の成人 400 名程度を対象とした 2 つの調査の結果， 2 因子構造が得られた．関連尺度との相関を踏まえ，各選好の特徴について論じた.

キーワード : 知的選好，興味，フレーバー選好，メカニズム選好

1. 問題と目的

学習内容自体に面白さを見出すことは，学習成績の向上に寄与する学習方略の使用や，学習行動の継続を促すなど，学習に良い影響を与えることが示唆されてきた [1][2]. しかし, 学習内容にどのような面白さを見出すかの個人差は明らかになっていない. たとえば, 歴史が面白いといっても，出来事の因果関係に面白さを見出す人もいれば，歴史全体の持つ物語性などに面白さを見出す人もいるだろう. 特性興味の研究では, このような個人の感じる面白さを特定の領域において分類した研究があるが[3][4]，特性興味は領域ごとに固有のものとして扱われてきたため[5]，領域一般的な分類はない．しかし，Murayama のモデル[6]に基づくと，こうした領域ごとの興味の背景に，対象からどのような知的構造を取り出そうとするかという領域一般的な好みが存在する可能性が考えられる．この好みを捉えることができれば，学習内容に面白さを見出すことを促す方法の手掛かりが得られる可能性がある．本研究では，内容のどのような側面に面白さを見出すかの個人差を，対象からどのような知的構造を取り出そうとするかの好みとして捉え，これを「知的選好」と呼ぶ.

この知的選好を捉える試みとして, 佐々木・清河はゲームと学習に共通した知的選好があるかについて，インタビュー調査を行った[7]．その調査では，カードゲーム Magic: the Gathering の開発陣が用いている顧客分析のモデルをもとに，「メカニズム選好」と「フレーバー選好」の 2 つの知的選好があると想定した.「メカニズム選好」とは, 対象の構造や本質を捉えようとし, 出来事の因果関係を重視し，より抽象的な形で理解することを好む傾向である.「フレーバー選好」とは，対象の特徴や非本質的な側面を含む現象全体を捉えようとし, 出来事の背景を重視し, より具体的な形での理解することを好む傾向である. 結果として, これらの知的選好はゲームだけでなく学習においても共通して表れることが示唆された．しかし， この傾向が Magic: the Gathering のプレイヤー以外にも表れるかについて，未だ実証的な研究は行われていない. 以上より, 本研究では，このメカニズム選好とフレーバー選好の 2 つの知的選好を測定する尺度を開発することを目的とし，日本人 400 名程度を対象とした 2 つの調査を実施した.

2. 調査 1

方法 クラウドソーシングサービスの Lancers で募集をした日本の成人 408 人 (平均年齢 46.0 歳, *SD* = 9.2) を対象とした．知的選好尺度は， [7]を参考にし，第一著者が各選好につき 10 項目を作成した（表 1）. 関連を検討するために，システム化尺度 [8]，対人的好奇心尺度[9]および思考スタイル質問紙日本語版の簡易版[10]のうち「形態」と「水準」の項目を使用した. 項目は無作為な順序で提示し,「1:まったくあてはまらない」から「5:とてもよくあてはまる」の 5 件法で回答をもとめた. システム化はメカニズム選好と正の相関にあり，対人的好奇心はフレーバー選好と正の相関にあると予想した. また, 思考スタイルについては, 知的選好との関連を探索的に検討することにした.

表 1 調査1での知的選好尺度の因子パターン行列（最小二乗法，プロマックス回転, $N = 408$）

項目	第1因子	第2因子	第3因子	Mean (*SD*)
第1因子：理解志向 ($\alpha = .78$)				
知りたい対象の仕組みが理解できることは面白いと感じる	**.90**	.02	-.15	4.16 (0.59)
知っている事柄について，その因果関係が分かると面白いと感じる	**.77**	.03	-.03	4.16 (0.59)
物事の関係性が見えてくると面白い	**.68**	-.06	.16	4.22 (0.45)
何かを学ぶ上で，その仕組みを理解することは面白いと感じる	**.68**	**.34**	-.16	4.04 (0.57)
知りたい人物のその人らしさが感じられるエピソードを面白いと感じる	**.46**	-.26	.24	4.06 (0.64)
複雑なことを考えるとき，シンプルな事柄に分解して理解したいと思う	**.32**	.07	.07	3.84 (0.75)
第2因子：メカニズム選好 ($\alpha = .78$)				
物事の仕組みを考えているのが好きだ	.13	**.64**	.04	3.52 (0.86)
物事の本質について考えることが好きだ	.26	**.62**	-.07	3.70 (0.85)
何かを学ぶとき，具体例だけでは物足りなく感じる	-.10	**.62**	-.10	3.07 (0.81)
なぜその出来事が起きたかを考えるのが好きだ	.14	**.55**	.14	3.73 (0.78)
何かを知る時に，その本質となる部分に絞って理解したいと思う	.00	**.52**	-.12	3.42 (0.73)
作品を楽しむ時に，何が面白いかを分析して楽しむ	-.18	**.48**	.22	3.13 (1.00)
どのようにその出来事が起きたかを詳しく知るのが好きだ	.08	**.44**	**.33**	3.79 (0.67)
複雑なことを考えるとき，その全体像を把握したいと思う	.18	**.32**	.13	3.87 (0.73)
何かを学ぶとき，抽象的な説明だけでは物足りなく感じる	.20	.21	.16	3.78 (0.76)
第3因子：雑学選好 ($\alpha = .75$)				
雑学を知ることが好きだ	-.06	-.04	**.74**	3.75 (0.86)
何かを学ぶ上で，関連する雑学を学ぶことは面白いと感じる	.08	-.09	**.73**	3.93 (0.56)
何かを知る時に，関連する知識を豊富に得たいと思う	-.14	.27	**.60**	3.71 (0.75)
知っている事柄について，そのバックグラウンドを知ることは面白いと感じる	**.36**	-.06	**.54**	4.02 (0.57)
作品を楽しむ時に，作品の世界観を楽しむ	.16	-.03	**.37**	3.97 (0.66)
因子間相関 第2因子	.46	.47		
第3因子	.52			

注）因子負荷が.30以上のものは太字

表 2　調査1, 調査2における知的選好尺度の各因子と他の下位尺度との相関

	システム化尺度				対人的好奇心尺度			
	メカニズムへの関心	規則化・法則化への興味	空間の構造化	全体	感情に対する好奇心	秘密に対する好奇心	属性に対する好奇心	全体
達成重視	.18**	.26**	.05	.26**	.31**	-.08	.16**	.15**
メカニズム選好	.27**	.43**	-.12*	.29**	.36**	.00	.18**	.22**
雑学選好	.23**	.37**	-.00	.31**	.22**	-.01	.14**	.15**
メカニズム選好	.39**	.45**	.15**	.44**	.29**	.14**	.29**	.26**
フレーバー選好	.03	.16**	-.03	.06	.16**	.15**	.19**	.19**

*p < .05,**p < .01

結果と考察　知的選好尺度の因子構造を調べるため，プロマックス回転による探索的因子分析を行った．固有値の推移（第一固有値から順に 7.48, 1.72, 1.17, 0.99, 0.94, 0.85…）と解釈可能性から，「達成重視」「メカニズム選好」「雑学選好」の 3 因子構造を採用した (表 1)．「達成重視」は, 内容を理解するという目的を達成できることを重視する傾向であると考えられ，内容のどのような側面に面白さを見出すか，すなわち知的選好とはいえない．「メカニズム選好」は，想定していたメカニズム選好の特徴と一致する因子であった．「雑学選好」は，フレーバー選好の一部と想定している雑学に対する選好のみを示しており，出来事の背景を重視し，より具体的な形での理解を好むという特徴は有していなかった．いずれの因子も十分な内的一貫性を示した（表 1）．

次に，因子ごとの合計得点と他の尺度の合計得点の相関分析を行った（表 2）．ただし，確認的因子分析の結果，モデルのあてはまりが悪かった思考スタイル質

問紙日本語版のみ分析の対象から除外した．システム化尺度の下位尺度である「メカニズムへの関心」「規則化・法則化への興味」が「メカニズム選好」と正の相関を示した以外は，予想された相関は示されなかった(表 2)．

以上より，調査 1 で作成された尺度は知的選好を十分に捉える尺度とは言いがたいと判断した．本尺度の課題は 2 点ある．1 点目は，「分かると面白い」のように達成感情を想起させる文末表現の項目が含まれていたことである．2 点目は，雑学選好と他のフレーバー選好の要素に十分な関連がなく，一つの選好と捉えることが妥当でなかった可能性があることである． そこで，調査 2 として，達成重視の表現を除いて知的選好尺度を再作成し，各選好を構成する要素を再検討するために調査を行った．

3. 調査２

方法 Lancers で募集をした日本の成人 399 人（平均年齢 45.17 歳，*SD*=10.42）を対象とした． 知的選好尺度は以下の手順で再度作成した．まず，各選好を構成する要素を列挙した．メカニズム選好を持つ人が好む要素として，「構造」「本質」「因果関係」「抽象的理解」「分析」の 5 つが挙げられ，フレーバー選好を持つ人が好む要素として「全体性」「豊富な関連知識」「エピソード性」「物語性」「表現の豊かさ」「具体性」の 6 つが挙げられた．次に，これに対応する項目を 2 項目ずつ第一著者が作成した（表 3）．その際，達成重視の表現は避けた． その他の尺度や手続きについては，思考スタイルの「形態」は測定しなかった以外は，調査 1 と同じであった．

結果と考察 まず，知的選好尺度についてプロマックス回転による探索的因子分析を行った．固有値の推移

表 3 調査2での知的選好尺度に対する探索的因子分析の結果（プロマックス回転, *N*=399）

項目	第1因子	第2因子	Mean (*SD*)
第1因子:メカニズム選好 (α=0.86)			
物事の仕組みを考えているのが好きだ	**.90**	-.16	3.59 (0.98)
物事の構造を理解したいと思う	**.89**	-.13	3.85 (0.91)
物事の本質について考えることが好きだ	**.75**	.01	3.82 (0.92)
なぜその出来事が起きたかを考えるのが好きだ	**.66**	.05	3.85 (0.85)
何かについて知るとき,それを構成する要素に分けて理解したいと思う	**.59**	.03	3.39 (0.95)
何かを学ぶとき,具体例だけでは物足りなく感じる	**.56**	-.07	3.19 (0.93)
創作物を楽しむ時に,作品を分析して楽しむ	**.53**	.05	3.24 (0.95)
何かを知る時に,その本質となる部分に絞って理解したいと思う	**.48**	.00	3.54 (0.86)
文章において，より因果関係がしっかりしたものを好む	.36	.23	3.74 (0.77)
自分の好きなものについて説明するとき，好きなところを抽象化して説明する	.28	-.05	3.16 (0.91)
第2因子：フレーバー選好 (α=0.82)			
文章において，より表現が豊かなものを好む	-.09	**.71**	3.77 (0.83)
出来事について教わるとき，物語性のある説明の方が好みだ	-.20	**.68**	3.85 (0.77)
人物について知るとき，象徴的なエピソードがあると面白いと感じる	-.08	**.63**	4.01 (0.69)
創作物を楽しむ時に，表現の豊かさを重視している	-.05	**.63**	3.65 (0.77)
身近なものにまつわるエピソードを知りたいと思う	-.01	**.60**	3.71 (0.90)
創作物を楽しむ時に，全体の雰囲気を感じることを重視する	-.06	**.48**	3.82 (0.68)
人物について知るとき，その人にどんな物語があったか考えることを好む	.20	**.48**	3.66 (0.88)
人物について知るとき，その人のバックグラウンドも知りたいと感じる	.10	**.46**	3.87 (0.85)
何かを学ぶとき，具体例をたくさん知りたいと思う	.18	**.46**	3.98 (0.67)
自分の好きなものについて説明するとき，具体的に好きなところを挙げて説明する	.10	**.43**	3.76 (0.73)
何かを知る時に，関連する知識を豊富に得たいと思う	.34	.38	3.89 (0.81)
創作物を楽しむ時に，詳細な設定などを調べたくなる	.29	.32	3.53 (1.18)

注）因子負荷が.40以上のものは太字

(第一固有値から順に 6.90, 2.17, 1.23, 1.14, 1.03, .94, ……) と解釈可能性から,「メカニズム選好」「フレーバー選好」の 2 因子構造を採用した．因子負荷が.40 未満であるもの，および複数の因子に.30 以上の負荷を持つ項目は除外した．各因子はそれぞれの選好を想定して作成した項目のみからなっており，十分な内的一貫性を示した（表 3）.

次に，知的選好尺度の因子ごとの合計得点と他の尺度の合計得点の相関分析を行った．システム化尺度の各下位尺度および全体は,「メカニズム選好」と有意な正の相関を示した．また，下位尺度である「規則化・法則化への興味」以外は,「フレーバー選好」とは有意な相関を示さなかった (表 2)．よってメカニズム選好はフレーバー選好と弁別されたといえる．対人的好奇心尺度は各因子と有意な正の相関にあり(表 2)，2 つの選好の違いは弁別されなかった.

以上より，本尺度によってメカニズム選好とフレーバー選好の 2 つの知的選好を捉えることができたと考えられる. 各選好は, システム化尺度に対し異なる関連を示したことで，弁別された.

4. 総合考察

本研究では，内容のどのような側面に面白さを見出すかの個人差である知的選好を明らかにすることを目的とした．具体的には，2 つの調査を通じて，メカニズム選好とフレーバー選好の 2 つの知的選好を測定する尺度の作成を行った. また, システム化尺度と対人的好奇心尺度，思考スタイル質問紙日本語版もあわせて測定し，知的選好尺度の妥当性を検討した.

調査 1 では「理解することは面白い」というような，内容自体の面白さに基づかない達成重視の因子が表れた．これは学習動機の 2 要因モデル[11]や，主観的課題価値の分類[12]に共通してみられる, 達成に動機づけられる特性を表し，知的選好に対応しないと考えられる．調査 2 ではメカニズム選好とフレーバー選好の 2 因子構造が得られ, 達成重視の因子が現れなくなった．どちらの因子も十分な内的一貫性を持っていた．また, システム化はメカニズム選好と正の相関を示し，フレーバー選好とは有意な相関を示さなかった．よって, 2 つの選好は弁別された.

フレーバー選好を持つ人が好むと想定していた「豊富な関連知識」に対応する 2 項目は因子負荷が低く，フレーバー選好から除外された．このことから, 単に知識が豊富であればよいのではなく，表現の豊かさや物語性などが含まれている場合に面白さを見出すのだと考えられる．よって，フレーバー選好を「対象のエピソード性や物語性, 背景を捉えようとし, 表現の豊かさを重視し, より具体的な形で理解することを好む傾向」と再定義する.

今後の展望として，他のサンプル，特に 18 歳未満の学生を対象にした調査を実施し，同様の因子構造が再現されるかを確認する必要がある．学生の知的選好を測定できれば, それに応じた教授法をとることで, 教科の魅力を伝えやすくなるなど，教育者側にとって有用な情報となると考えられる． さらに，学習場面以外の知的活動における知的選好を調べることで，学習内容に面白さを見いだせていない人が，学習内容に面白さを見出す糸口が得られる可能性がある.

文献

[1] 堀野緑, 市川伸一, (1997)“高校生の英語学習における学習動機と学習方略”, 教育心理学研究, Vol. 45, No. 2, pp.140‐147.

[2] 解良優基, 中谷素之, (2014)“認知された課題価値の教授と生徒の課題価値評定, および学習行動との関連”, 教育工学会論文誌, Vol. 38, No.1, pp. 61‐71.

[3] Häussler, P., Hoffman, L., Langeheine, R., Rost, J. & Sievers, K., (1998) “A typology of students’ interest in physics and the distribution of gender and age within each type”, International Journal of Science Education, Vol. 20, No. 2, pp. 223–238.

[4] 田中瑛津子, (2015)“理科に対する興味の分類: 意味理解方略と学習行動との関連に着目して”, 教育心理学研究, Vol. 63, No. 1, pp. 23‐36.

[5] Hidi, S., & Renninger, K.A. (2006) “The four-phase model of interest development, Educational Psychologist”, Vol. 41, No.2, pp. 111–127.

[6] Murayama, K., (2022) “A reward-learning framework of knowledge acquisition: An integrated account of curiosity, interest, and intrinsic-extrinsic rewards”, Psychological review, Vol. 129, No.1, pp. 175–198.

[7] 佐々木一洋, 清河幸子, (2021)“趣味と学習における知的選好の関連 : Magic: The Gathering プレイヤーを対象とした検討”, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol. 23, pp. 27‐32.

[8] 桃木芳枝, 中谷素之, (2016) “共感‐システム化を媒介とした性役割意識のメンタルヘルスへの影響”, パーソナリティ研究, Vol. 25, No.2, pp. 101‐111.

[9] 西川一二, (2016)“個人特性としての好奇心の領域と タイプについて ー知的好奇心と対人的好奇心ー”, 関西大学心理学研究科博士論文.

[10] 比留間太白, (2003)“大学生の思考スタイルとテスト選択行動”, 教育科学セミナリー, Vol. 34, pp. 11‐17.

[11] 市川伸一, (1995). 学習と教育の心理学 現代心理学入門 3, 岩波書店.

[12] Eccles, J., & Wigfield, A., (1985) “Teacher expectancies and student motivation”, In J.B. Dusek (Ed.), Teacher expectancies, (pp. 185–226). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

地図の意味的体制化と探索行動の関係性の検討
The relationship between semantic organization and exploratory behavior in the map

岩根 榛花[†‡]，原田 悦子[†]
Haruka Iwane, Etsuko T. Harada
[†]筑波大学，[‡]日本学術振興会
University of Tsukuba, Japan Society for the Promotion of Science
iwaneharuka.cogpsy@gmail.com

概要
意味的に関連した刺激が時空間的に近接した場合に記憶されやすいことが知られているが，探索行動との関係は検討されていない．そこで本研究では，高齢者と若年者を対象に，意味的に関連した刺激が近接する体制化地図と，分散する非体制化地図上で，ターゲットを探索する課題を実施し，その探索行動について分析した．その結果，両年齢群ともに探索時間に差が見られない一方で，体制化地図ではターゲットに基づく刺激の要旨的記憶が，非体制化地図では近接した刺激のエピソディックな逐語的記憶が生成された可能性が示唆された．

キーワード：認知的加齢（Cognitive aging），探索行動（Exploratory behavior），体制化（Organization）

1. はじめに

これまで，呈示刺激のカテゴリを指示する，意味的に関連した語句が時間的に近接している学習リストを用いる等，カテゴリに基づき体制化して記憶する方略を促進した場合，記憶成績が向上することが報告されている（例えば，Bower et al., 1969）．しかしその多くは言語のリスト学習を対象としたものである．視空間的な対象を記憶する場合における体制化が果たす役割，つまり意味的に体制化され整理された地図が「探索行動」において有効に働くか，そうした効果が高齢者においても有効なのかは必ずしも明確ではない．

そこで本研究では，地図上の探索を通した学習における意味的関連性の影響を検討した Iwane & Harada (2023a,b) のデータのうち，意味的に関連したものがまとまって呈示される体制化地図と，分散して呈示される非体制化地図において，どのような探索行動がとられたか，探索的に分析，検討を行う．

2. 方法

Iwane & Harada (2023a,b) の実験計画は，年齢群（参加者間：高齢者／若年者）×体制化条件（参加者間：体制化／非体制化）×意味的関連性（参加者内：有／無）の三要因混合計画であり，3 次の交互作用検出のために必要と考えられるサンプルサイズとして 48 名が実験に参加していた．高齢者群では 24 名（M_{age} = 77.58, SD = 4.28），若年者群では 24 名（M_{age} = 21.25, SD = 1.80）が参加した．いずれの群も男女半数ずつとされた．本研究では，意味的関連性の要因を除外し，学習時の試行を加え，年齢群×体制化条件×試行（参加者内:1〜6 試行）の三要因混合計画として分析を行った．

体制化条件として，意味的に関連した刺激が近接して呈示される体制化地図条件と，意味的に関連した刺激が分散して呈示される非体制化地図条件が設けられた（Figure 1）．このとき，「意味的に関連している」というのは，同じカテゴリ（common category）に所属する項目であることを指す．

参加者は，タッチパネルに呈示された地図の中から，指定された 3 つのターゲット（例：ドラッグストア，動物園，高校）を探索することを求められた．その際，「事後に，家族や友達に説明するためのお出かけマップを作成する」旨が伝えられた．これは，ターゲットの探索のみでなく，ターゲット以外の探索も喚起するための教示だった．参加者は，ターゲットを発見した際にタッチしてチェックマークを表示することと，すべてのターゲットを探索した際に「終わった」ボタンをタッチするように指示された．このとき，呈示される地図は鳥瞰図であったが，実空間を探索する際の自己中心的（egocentric）で，自らの近辺のみが視認可能な状態を模すために，タッチした近辺のみが明るくなる移動開口機能（Mouseview.js, Anwyl-Irvine et al., 2022）を利用した．

地図は，Thomas et al. (2012) を参考にして独自に作成した．3 水準の規模レベルとして，町，ショッピングモール，書店を作成した．これらの地図には 9 つの刺激が呈示されており，3 カテゴリごとに 3 刺激が存在した．ターゲットは，各カテゴリにつき 1 つ，計 3 つだった．これらのターゲットは参加者間で同一とさ

れた．ターゲットの探索は 3 つの中から 2 つが呈示され，6 試行が行われた．ターゲットペアの呈示順はランダムだった．参加者は，6 試行の探索が終了した後，呈示された地図について白地図再生が求められた．探索課題 6 試行と直後の白地図描画課題を 1 セットとして，3 つの地図に対して実施した．地図の実施順は，すべての参加者において町，ショッピングモール，書店の順に固定された．3 セット終了後，地図内に呈示されていた 2 つの刺激間の距離を推定する課題が実施され，その後，方向感覚に関する事後質問紙（竹内，1992）とインタビューを実施し，実験が終了した．

Figure 1

体制化地図（上）と非体制化地図（下）の例．いずれもターゲットは，ドラッグストア，高校，動物園．緑色の星図形はスタート地点を示す．

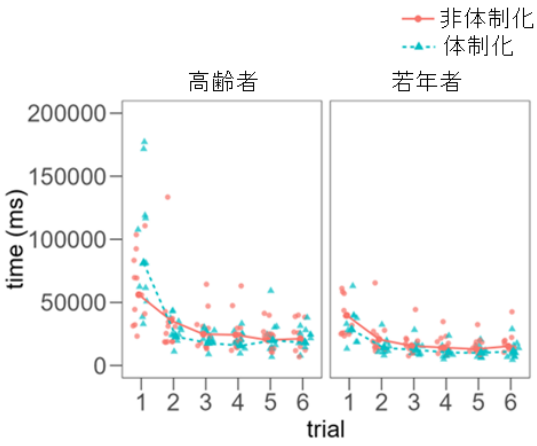
3. 結果・考察

本研究では，意味的に関連したものが近接して並ぶ体制化地図と，分散して並ぶ非体制化地図において，探索行動がいかなる過程を経るのか検討するため，各試行において全ターゲット発見にかかった探索時間を検討した．さらに，町の地図について，タッチパネル上での探索動線を検討した．なお，探索直後に行われた白地図描画課題，距離推定課題の結果については，他で発表予定である（Iwane & Harada, 2023a,b）．

まず探索時間について，各水準の平均値 3SD 以上のデータをそれぞれ除外した．除外データは全体の 1.736%に該当する．JASP（JASP Teams, 2023）を用いて年齢群，体制化条件，試行の三要因分散分析を行ったところ，年齢群と試行それぞれの主効果（$F(1, 259) = 64.083$, $p < .001$, $\eta^2 = .112$; $F(5, 259) = 37.437$, $p < 001$, $\eta^2 = .327$）および交互作用（$F(5, 259) = 7.620$, $p < .001$, $\eta^2 = .067$）が見出された．多重比較の結果，高齢者の探索時間が若年者よりも長かった（$p < .001$）．また，試行 1 の探索時間が他に比べて長かった（$ps < .001$）．さらに，高齢者群の試行 1 の方が若年者群の試行 1 よりも有意に長く（$p < .001$），その他の試行では年齢群間における有意差は見られなかった．その他，体制化条件の主効果（$F(1, 259) = 0.622$, $p = .431$, $\eta^2 = .001$），年齢群と体制化条件の交互作用（$F(1, 259) = 3.695$, $p = .056$, $\eta^2 = .006$），体制化条件と試行の交互作用（$F(5, 259) = 1.899$, $p = .095$, $\eta^2 = .017$），年齢群，体制化条件，試行の交互作用（$F(5, 259) = 2.020$, $p = .076$, $\eta^2 = .018$）は，いずれも有意な結果は示されなかった（Figure 2）．

Figure 2

要因別の各試行における探索時間のデータプロットと平均値の線グラフ．



これらの結果から，探索時間において，体制化されているか否かは影響を与えないものと考えられた．この結果は，体制化地図のほうが記憶されやすいとの報告（Thomas et al., 2012 ; Iwane & Harada, 2023a）とは異なる様相を示しており，外部との相互作用としての「探索行動」と，その結果として生じると考えられる空間の記憶表象とは必ずしも一致しない可能性があると考えられ，興味深い．ただし，高齢者の第 1 試行については，体制化条件において突出して長い探索時間を示す事例も見られた．

次に，探索動線について検討した．ここでは使用された 3 水準の地図の内，町の地図の分析結果を報告する．まず，各参加者・各試行においてタッチされた地点の座標データについて，R（R Core Team, 2022）の ggplot2 パッケージ（Wickham, 2016）の geom_density_2d 関数を使用して，2 次元のカーネル密度推定を行った（Figure 3）．等高線が描画されている地点は，データの密度が高い部分であることから，探索される傾向がある地点と推測できる．結果として得られた図から，第一に，ターゲットの存在する地点が探索される傾向があることが示される．第二に，1 試行目に関しては，両条件・両年齢群とも，左中央のスタート地点から Y 字路を沿って突き当りの中央部分まで探索している傾向が示されている．第三に，試行 2〜6 に比較して，試行 1 では地図全体を探索している傾向が示され，この結果として探索時間が延伸したことが示唆される．第四に，体制化条件間で比較してみると，体制化条件よりも非体制化条件のほうが，試行を経てもなおターゲットの存在しない地点にも訪れていることが示唆される．

4. 総合考察

以上の結果から，年齢群間での探索時間の差は見られたものの，両年齢群ともに体制化条件間での探索時間の差は見られなかった．さらに，非体制化条件は，体制化条件と同程度の探索時間の中で，ターゲット以外にも注意を向けながら探索している可能性が示された．

若年者と高齢者のいずれにおいても，ターゲットが意味的に関連したダミー刺激に囲まれている方が，そうでない場合に比べて発見される時間が短いという「意味的誘導（semantic guidance）」の存在が報告されている（Ramzaoui et al., 2022）．この知見から，本研究においても，体制化条件の探索時間が短くなる可能性が考えられたが，そのような差は見出されなかった．これは，実験課題の中で，単に指定された刺激を探索するのみでなく，地図全体を記憶するように促す教示を行ったことが関係していると考えられる．すなわち，両条件ともに，ターゲットの探索と同時に，地図全体の記憶にも注力したために，探索時間では差が見られなかったものと考えられる．

座標データからは，体制化条件の地図ではターゲットに注目する傾向がある一方で，非体制化条件の地図ではターゲットだけでなく非ターゲットにも注目する傾向があることが示唆された．体制化地図は，意味的に関連した刺激が近接して並んでいることから，ターゲットの場所を探索する際に，周辺に並ぶ刺激との共通性，すなわちカテゴリを見出して学習することが予測される．その結果として，個々の刺激の詳細を持たない要旨的記憶（gist memory）が生成される可能性が考えられる．一方で，非体制化地図では，すべての刺激位置を個々に記憶するか，あるいは空間的な枠組みに応じたエピソディックな記憶を生成する必要がある．つまり，ターゲットと非ターゲットの詳細を持つ逐語的記憶（verbatim memory）が生成される可能性がある．逐語的記憶のほうが，要旨的記憶よりも早く忘却することが知られており（Brainerd & Reyna, 2004），また地図の記憶においても，事後の記憶成績は体制化条件の方が良いことからも（Thomas et al., 2012 ; Iwane & Harada, 2023a），体制化地図と非体制化地図で生成される記憶の形式が異なる可能性が考えられよう．

最後に，高齢者群の体制化条件において，1 試行目の探索時間が長い事例が確認された．一般に，情報探索行動は，不確実性の低減のために実行されると考えられる（Gottlieb et al., 2013）．本研究では，非体制化地図の方が，刺激間の関連性が無く，不確実性は高いが，高齢者において，むしろ体制化地図のように不確実性が低い状況において，より長時間の探索が遂行されていたこととなる．これは，加齢に伴う現象としてさらなる検討が必要であろう．

本報告では，探索動線の検討は，町の地図のみを対象として行った．意味的に整理される空間は，町やモールよりも，書店のような小規模な空間において確認されやすいと考えられるため，今後は他の 2 水準の地図においても同様の結果が示されるのか検討する．

5. 謝辞

本研究は，JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJS2124，JSPS 科研費 23KJ0246，22H00088 によって助成されました．

6. 主要な文献

[1] Thomas, A. K., Bonura, B. M., & Taylor, H. A., (2012) “The influence of semantic relationships on older adult map memory.”, Psychology and Aging, Vol. 27, No. 3, pp. 657-665. https://doi.org/10.1037/a0028504

Figure 3

年齢群・体制化条件・試行別の，座標データから推定された 2 次元のカーネル密度の等高線．地図画像下の中央部分は，地図が呈示される前の画面の「次へ」ボタンの位置に一致する．

中高生の創造的自己と創造的行動の縦断的研究
A longitudinal study on the relationship between adolescents' creative self and activities

石黒 千晶[1], 松本 一樹[2], 縣 拓充[3], 蓬田 息吹[4], 岡田 猛[4]
Chiaki Ishiguro, Kazuki Matsumoto, Takumitsu Agata, Ibuki Yomogida, Takeshi Okada
[1]聖心女子大学, [2]獨協大学, [3]千葉大学, [4]東京大学
University of the Sacred Heart, Dokkyo University, Chiba University, The University of Tokyo
ishigurochiaki37@gmail.com

概要
近年、創造的自己は創造的行動や成果を生み出すための重要な要因として学校などの教育場面で注目されている。本研究は創造的自己の発達が著しい青年期前期に焦点を当て、創造的自己と創造的行動の間の経時的相互関係を検討した。中高生 546 名のデータを用いて、半年ごとの 2 年間にわたる縦断調査の結果を自己回帰クロスラグモデルで検討した。その結果、1 時点目の創造的自己は半年後の創造的行動を予測し、2 時点目の創造的行動は半年後の創造的自己を予測するという双方向の経時的因果関係が示唆された。

キーワード：創造的自己 創造的行動　縦断研究

1. はじめに

創造的な人材育成は現代において喫緊の課題である。しかし、創造性がどのように発達し、それがどのように具体的な創造的行動や成果に結び付けられるかは十分に明らかになっていない。近年、創造的行動や成果の先行要因として、自分自身の創造性や創造性一般についての信念である創造的自己が注目されている[1, 2]。先行研究では学生や一般成人を対象にした調査・実験で創造的自己が創造的潜在能力と創造的行動を媒介することが明らかにされている[3]。拡散的思考や創造性に関わるパーソナリティなどは多かれ少なかれ個人が持つ創造的潜在能力であり、創造的行動を行うための必要条件と言われているが、創造的自己は創造的潜在能力と実際の行動や成果を媒介・調整する要因であると捉えられている[3]。

創造的自己は自己概念の発達に伴って現れることから、こうした創造的自己と行動の関係は発達の時期によっても異なる可能性がある。海外では創造的自己が初めて見られるようになるのは児童期後期であり、青年期前期（思春期）に上昇と下降を繰り返しながら青年期後期以降に安定することが示唆されている[4]。では、創造的自己が不安定な思春期において、創造的自己と創造的行動の関係はどのように移り変わるのだろうか。こうした発達時期を踏まえた関係性を明らかにすることは、創造的自己が創造性の発揮に影響する発達的メカニズムを理解する上で重要である。そのため、本研究では思春期の生徒を対象にして半年間隔で 2 年間の長期縦断調査を行った。調査では創造的自己と創造的行動の両方を 3 時点で測定したため、3 時点での両者の経時的相互関係を検討する。

本研究では先述したように創造的自己は創造性発揮を促進することを想定して、ある時点の創造的自己が次の時点の創造的行動を予測する単一的な因果関係を仮説 1 とする。仮説 1 を 3 時点の創造的自己と創造的行動の関係に当てはめると、1 時点目から 2 時点目、2 時点目から 3 時点目まで一貫して創造的自己が創造的行動を予測することが想定される(Figure 1 左)。しかし、3 時点の中では創造的自己が行動を予測するだけでなく、行動した経験が創造的自己を高める可能性もある。すなわち、1 時点目から 2 時点目、2 時点目から 3 時点目の両方で創造的自己から創造的行動、創造的行動から創造的自己への予測を想定することができる(Figure 1 右)。こうした双方向の因果関係を仮説 2 とする。本研究ではこうした仮説 1 と 2 について検討するため、構造方程式モデリングの一つとして自己回帰クロスラグモデルを用いて、創造的自己と創造的行動の経時的相互関係を明らかにする。

2. 方法

2021 年夏（7~10 月）から 2023 年春（3 月~4 月）にかけて中高生を対象として約半年間の間隔をあけて 2 年間 4 時点の縦断調査を実施した。

対象者　都内の中高一貫校の協力を得て、在校生 800 名程度を対象にウェブ上でアンケートへの回答を求めた。本研究は第 4・第 5 著者の所属機関の倫理審査委員会の承認を得て行った。アンケート配布にあたっては、研究概要を説明してインフォームドコンセントが取れた生徒のみから回答を求めた。本研究では創造的自己と創造的行動に焦点を当てるため、これらの測定を開

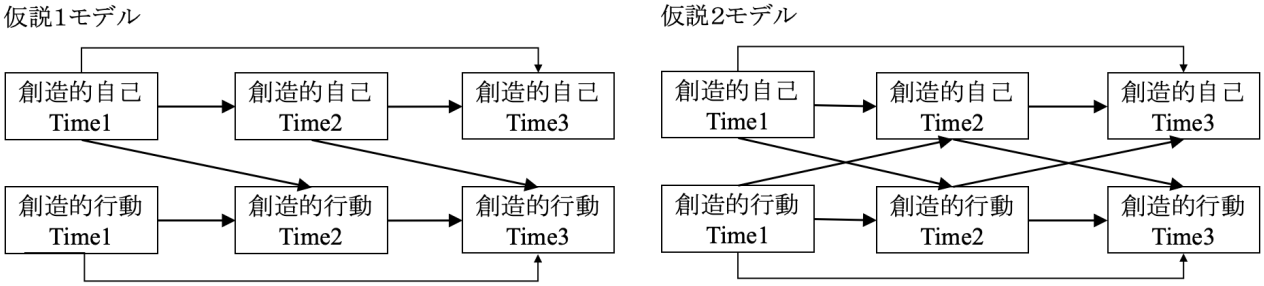


Figure 1　仮説モデル

始した 2021 年夏から 2023 年春のデータを以降の分析に用いる。創造的自己と創造的行動の測定を開始した 2021 年夏から、第 1 回(Time1)では 774 名、第 2 回(Time2)では 653 名、第 3 回(Time3)では 734 名からの回答を得た。

調査手続き　調査協力校に依頼して、生徒へのオンラインのアンケートシステムを利用して、質問紙調査を実施した。調査票では創造的自己と創造的行動を 2021 年の夏から毎回測定した。創造的自己は、中高生にも回答しやすい項目に修正した「日本語版創造的自己尺度」(SSCS-J; Japanese version of Short Scale of Creative Self: [5, 6])に「１：全くあてはまらない」から「５：とてもよくあてはまる」の５件法で 4 回の全ての調査で回答を求めた。創造的行動については第 2 回から第 4 回の 3 回の調査で回答を求め、中高生用に調整した「日本語版創造的行動票」(BICB-J; Japanese version of Biographical Inventory of Creative Behavior: [47; Ishiguro et al., in prep)を用いて半年間の創造的行動（例:「短編小説を書いた」、「イベント、発表会、パフォーマンス、グループ活動を企画・開催した」、「実用品(家具、楽器、おもちゃ、道具など)を発案して、作った」など）43 項目を用いて、授業時間以外の課外活動や趣味として積極的に関わった活動として当てはまるかどうかを回答してもらった。本研究では、これらのデータのうち、Time1~Time3 の 3 時点での SSCS-J への回答、および、3 時点での BICB-J の両方で回答が得られた 546 名（2022 年時点で中学 1 年生 93 名、2 年生 108 名、3 年生 92 名、高校 1 年生 77 名、2 年生 82 名）のデータを以降の分析に用いた。

統計解析　分析は全てフリーの統計ソフト R version 4.1.2(R Core Team, 2020)を用いて行った。記述統計の算出には psych [8]、自己回帰クロスラグモデルの解析は lavaan version 0.6.9[9]を用いた。

3.　結果

先行研究[5, 6, 7]に基づいて、創造的自己は 11 項目の合計得点を算出し、創造的行動も 43 項目のうち「活動あり」と回答した回数を合計して以降の分析に用いた。

創造的自己、および、創造的行動の時点ごとの記述統計を Table 1 に示した。それぞれの変数間相関行列は Table 2 に示した。いずれの時点でも、創造的自己と創造的活動の間には弱い正の相関が認められた($rs > .30, p < .001$)。創造的自己と創造的行動について時期を要因とする 1 要因参加者内計画分散分析を行なった。その結果、創造的自己について、3 時点での時期の主効果が見られた($F(2, 1090) = 3.54, p = 0.03$, partial $\eta^2 = 0.01$)。下位検定の結果、2 時点目が 3 時点目よりも創造的自己得点が高かった($p = .03$)。創造的行動得点についても同様に時期を要因とする 1 要因被験者内計画分散分析を行なったところ、時期の主効果が見られた($F(2, 946) = 25.32, p < .001$, partial $\eta^2 = 0.05$)。下位検定の結果、1 時点目よりも 2 時点目が高くなり($p < .001$)、2 時点目から 3 時点目で創造的行動得点が低くなった($p < .001$)。

変数間の相互関係を検討するため、仮説 1 と仮説 2 の自己回帰クロスラグモデルを適用した。その際、同時点間の変数間には残差共分散を仮定した。その結果、仮説 1 と仮説 2 の両者ともに適合度が高いものの（仮説 1: $\chi^2(4) = 9.01, p = 0.06$, CFI = 1.00, RMSEA = 0.05, GFI = 0.99; 仮説 2: $\chi^2(2) = 0.81, p = 0.67$, CFI = 1.00, RMSEA = 0.00, GFI = 1.00）、仮説 2 の方が優れていることが示唆された($\chi^2(2) = 8.21, p = 0.02$)。

Figure 2 に示されるように、仮説 2 モデルにおいて全ての変数間に強い自己回帰傾向が認められ、ある時点から 1 時点後の同じ変数へのパス係数は全て.40 を超えていた。

Table 1. 記述統計

	M	SD	min	max	range	skew	kutosis
創造的自己 Time1	3.44	0.87	1.00	5.00	4.00	-0.33	-0.20
創造的自己 Time2	3.50	0.89	1.00	5.00	4.00	-0.30	-0.40
創造的自己 Time3	3.42	0.96	1.00	5.00	4.00	-0.42	-0.25
創造的行動 Time1	4.08	4.23	0.00	22.00	22.00	1.53	2.41
創造的行動 Time2	4.58	4.27	0.00	21.00	21.00	1.25	1.39
創造的行動 Time3	3.40	3.56	0.00	21.00	21.00	1.59	2.99

Table 2. 変数間相関行列

		1	2	3	4	5	6
1	創造的自己 Time1						
2	創造的自己 Time2	0.69 ***					
3	創造的自己 Time3	0.69 ***	0.74 ***				
4	創造的行動 Time1	0.39 ***	0.33 ***	0.34 ***			
5	創造的行動 Time2	0.35 ***	0.37 ***	0.36 ***	0.66 ***		
6	創造的行動 Time3	0.33 ***	0.31 ***	0.36 ***	0.64 ***	0.68 ***	

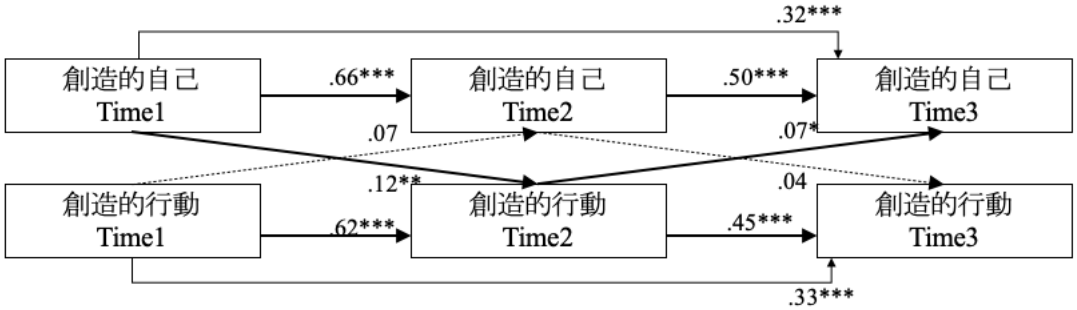


Figure 2. 自己回帰クロスラグモデル

また、創造的自己から創造的行動には 1 時点目から 2 時点目で有意な正の影響が見られた($b^* = .12, p < .001$)。しかし、2 時点目から 3 時点目では同様のパスは有意ではなく、創造的行動から創造的自己に弱いながらも有意な正の影響がみられた($b^* = .07, p = .03$)。なお、創造的自己と創造的行動の各時点での残差間相関は 1 時点目で $r = .39$ ($p < .001$)、2 時点目で $r = .17$ ($p < .001$)、3 時点目で $r = .12$ ($p < .001$)であった。

4. 考察

本研究では、中高生における創造的自己と創造的行動の発達の関係を明らかにするために縦断調査を行い、3 時点の自己回帰クロスラグモデルを用いて検討した。その結果、ある時点の創造的自己から次の時点の創造的行動だけでなく、ある時点の創造的行動が次の時点の創造的自己にも影響するという相互的な影響関係を示す仮説 2 が採択された。すなわち、1 時点目では創造的自己から創造的行動へ、2 時点目では創造的行動から創造的自己へそれぞれ正の影響関係が見られた。この結果から、青年期前期の創造的な発達過程では創造的自己と創造的行動の経時的相互関係が生じる可能性が示唆された。

こうした結果は創造的自己が創造性を発揮するための動機づけ的信念であることを裏付けていると言える[1]。2 年間の縦断的変化を検討したときに、1 時点目の創造的自己が次の時点の創造的行動を予測した結果は、創造的自己が確かに創造的行動に影響を与えることを示している。しかし、2 時点目の創造的自己は 3 時点目の創造的行動に有意な影響を与えていなかったことか

ら、創造的自己から創造的行動への影響は常に生じるわけではないかもしれない。3 時点目は他の時点よりも創造的行動自体が少なかったことから、例えばコロナ禍の影響などによって創造的行動の回数が少なくなる時期があれば、創造的自己と創造的行動の正の影響関係が消失することもあり得る。

一方で、本研究からは創造的行動が創造的自己を高める可能性も示唆された。すなわち、創造的行動の経験自体が創造的自己を高める可能性があると言える。ただし、そのパス係数は小さかった($b^* = .07$, $p = .03$)。この理由としては、創造的自己についても、創造的行動についても領域を限定していなかったことが挙げられる。創造的行動の選択肢としては特定の科学・芸術領域での創造活動だけでなく、日常的な創造性（e.g., 友達にプレゼントを作る）や社会的な創造性(e.g., クラブ、協会、団体などを立ち上げた)など多様な活動が含まれていた。創造的潜在能力と実際の創造的パフォーマンスの関係には領域固有性があることを踏まえると[10]、創造的自己と創造的行動の影響関係は領域によって異なり、個人が関わる創造的行動の種類によって違いが生じる可能性もある。あるいは、創造的行動が創造的自己に結びつくためには、自分が行った行動をポジティブに評価できているかも重要である。創造的行動をしたことで自分自身が楽しんだり、他者からポジティブな評価を得ることで、その経験が創造性を理解し、重視する創造的自己につながることも考えられる。つまり、創造的行動を行っただけでは創造的自己が高まるわけではなく、創造的行動を行った上で、指導者や他者からどのようなフィードバックを得られるか、そして、それを自己信念の形成に結びつけるかによって創造的行動から創造的自己への影響過程が異なるのかもしれない。

本研究では青年期前期において創造的自己と創造的行動の経時的相互関係を検討した。創造的自己は創造性発揮の条件となる特性と考えられてきたが、自己概念の発達過程の中で変動しうる状態としても捉えることができる[1]。近年、青年期前期の創造的自己の発達過程を横断的・縦断的に検討したデータが報告されつつあるが[4, 11]、本研究は創造的自己と創造的行動の両方を縦断的に測定することで、創造的自己と創造的行動が互いに影響しながら発達する可能性を示すことができた。ただし、本研究で設定した仮説 1 のモデルも適合度は十分に高かったことから、創造的自己が一貫して創造的行動に影響するという一方向の因果関係のみのモデルが棄却されたわけではない。今後は、創造的自己と創造的行動の関係に関わる青年期前期の創造活動やそれに関わる環境の個人差についても検討する必要がある。

文献

[1] Karwowski, M., & Kaufman, J. C. (Eds.). (2017). The creative self: Effect of beliefs, self-efficacy, mindset, and identity. Academic Press.

[2] 石黒千晶, 清水大地, & 清河幸子. (2022). 誌上討論 「『創造的自己』 をめぐって」 編集にあたって. 認知科学, 29(2), 266-269.

[3] Karwowski, M., & Beghetto, R. A. (2019). Creative behavior as agentic action. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts, 13*, 402 –415.

[4] Karwowski, M. (2015). Development of the creative self-concept. Creativity. Theories–Research-Applications, 2(2), 165-179.

[5] Karwowski, M., Lebuda, I., & Wiśniewska, E. (2018). Measuring creative self-efficacy and creative personal identity. The International Journal of Creativity & Problem Solving, 28(1), 45–57.

[6] Ishiguro, C., Matsumoto, K., Agata, T., & Okada, T. (2022). Development of the Japanese Version of the short scale of creative self. *Japanese Psychological Research.* Advance online publication. https://doi.org/10.1111/jpr.12418

[7] Batey, M. D. (2007). A psychometric investigation of everyday creativity. University of London, University College London (United Kingdom).

[8] Revelle, W. (2017). psych: Procedures for personality and psychological research, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA, http://CRAN.R-project.org/package=psych Version = 1.3.2.

[9] Rosseel, Y. (2012). lavaan: An R package for structural equation modeling. *Journal of Statistical Software, 48,* 1–36.

[10] Baer, J. (1998). The case for domain specificity in creativity. Creativity Research Journal, 11, 173– 177

[11] Karwowski, M. (2016). The dynamics of creative self-concept: Changes and reciprocal relations between creative self-efficacy and creative personal identity. Creativity Research Journal, 28(1), 99-104.

注意の働きを組み込んだ階層的学習運動制御モデル
A Hierarchical Learning Motor Control Model that Incorporates the Function of Attention

高屋 真絵[†]，阪口 豊[‡]
Mae Takaya, Yutaka Sakaguchi

[†]電気通信大学大学院 情報理工学研究科
The University of Electro-Communications Graduate School of Informatics and Engineering
t2232072@edu.cc.uec.ac.jp, yutaka.sakaguchi@uec.ac.jp

概要

本稿では，技能習得課程における注意の働きを検討することを目的として「意識上の働き」を担う系と「意識下の働き」を担う系から構成される階層的な強化学習モデルについて議論する．ここでは，ヒトの運動制御の実態に即した議論を行うため，感覚入力や運動出力，内部表現，情報処理の時間スケール，転移学習などの問題も陽に取り扱い，概念レベルではなくアルゴリズムレベルでのモデル構築をめざす．また，倒立振子問題を題材とした具体的なモデルの実装についても述べる．

キーワード：注意，意識，身体技能，運動学習，階層的モデル

1. はじめに

身体運動中の感覚情報は常に脳に伝えられているが，意識上で知覚されるのはそのうちのごく一部であり，運動制御の大半は無意識のうちに実行される[1,2]．このことは，歩行中に脚や腕の動きを意識しないことからも経験的に明らかである．一方で，運動中に身体や外環境の対象に注意を向けてその状態を知覚し，その知覚内容に応じて随意的に運動を修正することもできる．このような運動遂行における注意の働きに関連して，自分の身体の一部に注意を向ける「内的焦点」に比べて，外環境の対象に注意を向ける「外的焦点」の方が運動成績や学習成績が向上することが報告されている[3,4]．このような経験や知見をふまえると，ヒトの運動制御プロセスでは，注意や知覚内容に応じて処理が行われる意識上のシステムと，意識に上ることなく自動的に処理が実行される意識下のシステムが並行して機能していることが推察できる．

本稿では，身体技能の遂行・習得過程を念頭におき，運動制御における注意メカニズムについて陽に議論することを目的として，意識上のシステムと意識下のシステムから構成される二階層の強化学習モデルについて検討する．このモデルは，筆者の一人が 2018 年の本学会大会[5]において提案した「意識上の働き」と「意識下の働き」を組み合わせた運動制御の計算モデルの構想を具体化したものである．以下では，モデルの全体構成について説明したのち，倒立振子課題を題材としたモデルの実装について述べる．

なお，意思決定や身体運動における意識上・下のシステムの働きを論じたものとして，Kahneman によるシステム１・２の議論[6]や Gallwey によるセルフ１・２の議論[7,8]がよく知られている．本論で議論する二つのシステムの働きはこれらのシステムと概ね対応すると考えられるが，本研究では，概念的な議論にとどまらずにモデルのアルゴリズムを具体的に記述し，数値計算によりその振舞いを例証することをめざしている．

2. モデルの構成

2.1 全体的な構成

前述したように，提案するモデルは意識上の情報処理を担うシステム（上位システム）と意識下の情報処理を担うシステム（下位システム）から構成され，二つのシステムが相互作用しながら動作する（図１）．現実の脳ではいずれのシステムも神経回路網上に実装されていると考えられるが，このモデルでは神経組織との具体的な対応関係は棚上げし仮想的な情報処理モデルとして定式化する．

上位システムは，運動課題を遂行・学習するうえで有用な情報源に注意を向ける方策を探り，下位システムに対して評価関数（報酬）を提供する．一方，下位システムは，上位システムが定めた評価関数を最大化すべく感覚情報に基づいて運動指令を決定する方策を探る．下位システムが過去に学習した感覚運動変換の一部は，上位システムが注意を向ける先を切り替えても引き続き利用できるはずであるから，下位システムの内部では過去の学習内容を新しい学習に利用する「転移学習」が働くものとする．

2.2 上位システムの仕組み

上位システムは，「課題を遂行する上での身体の望ましい状態（知覚内容）を定める」という意識上の意思決

定にあたる機能を担う．身体の状態に関して我々の意識に上る内容は，感覚信号そのものではなくそこから推論された知覚内容であり，また，運動の意図も筋への運動指令そのものではなくて「こうあるべき」という目標状態である [9]．このことを考慮して，上位システムへの入力は感覚信号から計算される知覚内容（カテゴライズされた表現）とし，上位システムの出力は個体が望ましいと考える状態の知覚内容，すなわち，「主観的な目標状態」であるとする．主観的な目標状態は，身体や外環境の状態から定まる多様な知覚の中から課題成績を決定づけると思われる特定の内容を選択したものである．言い換えれば，知覚可能な身体や外環境の様々な変数のうちどれを利用すれば（すなわち，どこに注意を向ければ）課題成績の向上に貢献するかを見出すことが上位システムの目的である．この発見（学習）には試行錯誤が必要であり，上位システムは強化学習によりこれを解決する．この強化学習を進めるための報酬は，運動課題の成績として外部から与えられるものと考える．

このように，上位システムは運動課題を遂行するうえで有効な「注意の向け方」を試行錯誤学習により獲得しようとする．この学習により，望ましい「注意の向け方」を発見できれば課題成績は向上し，そうでないと向上しないことになる．このように，本モデルの枠組みを用いることにより，注意の向け方と課題成績との関係性が議論できる．例えば，注意の向け方を（個体が自己探索するだけでなく）外部から誘導することで課題成績を効率よく向上させることが考えられるが，これは身体技能習得における指導者の働きのモデル化と捉えられる．

上位システムの処理内容はヒトの認知的情報処理に対応していることに加え，注意の向け方の戦略は頻繁に切り替えるものではないことから，上位システムの学習サイクルはゆっくりとした時間スケール（例えば，技能動作を一定回数繰り返す程度の単位）で進むものと想定している．

2.3 下位システムの仕組み

下位システムは，感覚器官から送られるすべての感覚情報を入力として受け取り，筋に対する運動指令を出力する感覚運動変換機能を担う．そして，上位システムが指定した「主観的な目標状態」に基づき，その状態を実現することを目標として動作する．これは，主観的目標状態（知覚内容）を感覚信号空間に変換した目標値と現状の感覚信号との近さを評価関数（報酬）にすることによって実現する．これに加えて，下位システムでは，エネルギー消費量や疲労などの生理的・生態学的評価量も評価関数の一部に含める（なお，このような評価量は「疲れ」「つらさ」といった情動的変数として意識上でも知覚されることから，上位システムにおいて取り扱うべき因子であるかもしれない）．

下位システムは，この評価関数（報酬）を最大にするような，感覚情報から運動指令を決定する方策を強化学習により獲得する．この感覚運動変換学習は，上位システムが選択した目標状態の知覚内容（あるいは注意の向け方）とは無関係に，個体が受け取るすべての感覚情報に対して進行する．例えば，ある運動課題を習得するにあたり上位システムが視知覚に基づく目標状態を選択したとしても，下位システムは視覚情報だけでなく体性感覚情報も使って感覚運運動変換を学習するため，視覚・体性感覚の両方の感覚信号に対してそれを運動指令に変換する学習が進行する．そのため，下位システムに転移学習の仕組みが備わっていれば，上位システムが定める目標状態が切り替わったときに，注意の対象ではなかった感覚情報に関する過去の学習履歴も有効に利用されることになる．このような仕組みを仮定することにより，「意識していなかったのに身体が勝手に学習していた」という経験を説明できる．

このような機能を実現するため，下位システムでは，身体や外環境の特性を反映した内部モデルと報酬を最大化する感覚運動変換方策の保持機構を分離した構成をとる．運動指令によって生じる身体や外環境の変化の因果関係は，上位システムが定める目標状態（ひいては達成すべき運動課題の内容）とは独立であるため，因果関係に関する内部モデルは目標状態が切り替わっても有効に利用し続けることができる．このように，因果関係を学習・保持する内部モデルと，報酬を最大化する方策を学習する運動指令決定機構を分離することにより，転移学習が実現されることになる．

下位システムの担う処理は実時間での感覚運動情報処理であり，感覚器や効果器（筋）の応答特性や神経系での信号伝達と同じ時間スケールで時間発展することを想定している．しかし，運動指令の「選択」を短い周期で（例えば 10 ミリ秒ごとに）行っているとは考えづらいことから，ここでは，フィードバック制御系のような連続的に動作する感覚運動変換機構を設定してそのゲイン係数を選択する機構，あるいは，モデル予測制御系のように間欠的に運動指令を生成・更新する機構を設けることを想定している．

3. 倒立振子課題を例題としたモデルの具体化

前章では，提案する学習モデルの全般的な構成や動作原理について概念的に説明した. 本研究では, これを具体的なアルゴリズムとして記述し，その振舞いを検証するための例題として，倒立振子を制御する問題を取り上げる. 倒立振子課題を取り上げた理由は, ①強化学習分野での代表的例題としてよく知られていること, ②系の構造が単純でその振舞いが比較的把握しやすいことがあげられるが, これに加えて, ③従来研究でのこの問題の定式化は人間の運動制御の実態と大きく異なっており，この問題を本研究独自の方法で解決することにより本研究の特色を明確にできると考えたからである.

倒立振子問題は pole balancing ，すなわち「掌に棒を立ててバランスする」という身体技能の問題を抽象化・単純化した問題であるといえるが, この抽象化・単純化によりヒトの運動制御がもつさまざまな特性が捨象されている. 実際, 強化学習の例題としての倒立振子課題では通常，系は棒と棒の土台となる台車から構成され，台車の位置・速度，棒の傾き・角速度といった物理的状態変数が入力情報として与えられたときに各時刻で台車に右方向に力を加えるか左方向に加えるかを決定する問題として定式化される. これに対し, ヒトの脳が受け取る入力情報は棒の視覚情報や掌にかかる触覚情報などの感覚信号であり, 台車の位置・速度などの物理的な状態変数を直接受け取るわけではない. また, この課題を実行するには視線の向き（すなわち, 注意を向ける先）が重要な因子であるが，通常の定式化で，知覚や注意の働きといった意識上の働きに相当する要素が取り扱われることはない.

また，pole balancing において手の動きはほぼ無意識に決定されている（手を右に動かす・左に動かすなどといちいち意識的に決めているわけではない）ことから，この課題の遂行においては意識下の処理過程が不可欠な役割を担っている. 以上のことから, 倒立振子課題は「意識上の働きと意識下の働きの組み合わせ」という本研究の問題意識を議論するのに必要な要素を含んでいるといえる. 以上の考察に基づき，ここでは，モデルが受け取る感覚情報, 知覚に上る内容, 運動出力などをヒトの課題実行時の状況に近い形で定式化したうえで，前章で述べた二階層モデルを適用することにより，その振舞いを調べる（図 1）.

具体的には，棒や手は左右方向にしか動かない 2 次元平面内の問題を設定し，手は右方向に収縮力を発揮する筋と左方向に収縮力を発揮する筋の二つによって制御されていると考える. また, 感覚器としては, 棒の視覚像をとらえる視覚受容器，手の姿勢や動きの情報を伝える固有受容器，棒から掌にかかる力の大きさや向きを伝える触覚受容器をもつものとする. ただし, 数値実験での計算コストを抑えるため，視覚受容器は深層強化学習（DQN）[10]で使われるような解像度の高い画像ではなく粗い解像度の画像を用いるなどの単純化を行う. 以上の設定の下で，ここでの目標は，受け取る感覚情報に基づいて棒をバランスさせるような筋指令を出力することである. 外部から与えられる報酬（客観的な課題成績）は, 棒を倒さずにバランスさせることができた継続時間（手の位置や棒の傾きが一定の範囲に収まっている時間）を用いる.

下位システムは以上で定めた感覚情報を受け取り，筋への運動指令を生成する. これに対して, 上位システムは, 感覚情報から計算される知覚内容を受け取り, 主観的な目標状態（知覚内容）を出力する. 棒の傾きを例にとると，下位システムは棒の物理的状態がもたらす視覚・触覚受容器の出力を入力情報として受け取るが，上位システムでは,「どの程度（大きくまたは小さく）」「左右どちらの方向に」棒が傾いているかといったカテゴライズされた情報（知覚内容）を入力情報として受け取る. 同様にして, 上位システムの出力は「棒が傾いていない」「棒が止まっている」といった目標状態の知覚内容となる.

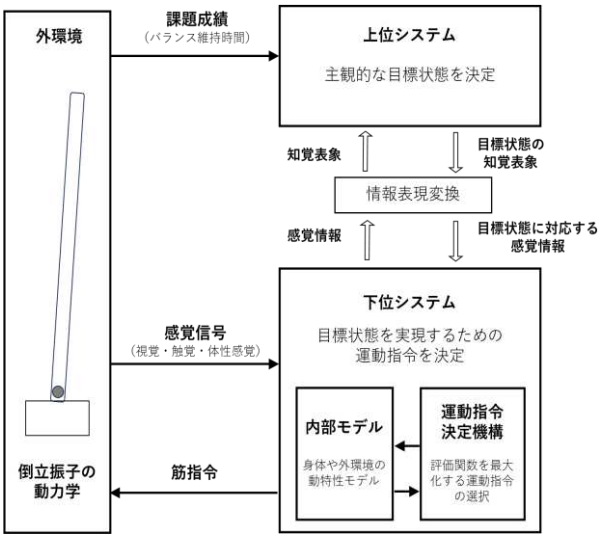


図 1 提案する階層的強化学習モデル

このように，上位システムは入力・出力ともに離散的な情報を取り扱うため，ここでは強化学習アルゴリズムとして Q 学習[10]を採用することを想定している．望ましい目標状態（注意を向ける先）は時々刻々と変わるものではなく，一定回数のエピソード（課題を開始してから棒が倒れてしまうまでの一連の事象）を経験したときの成績に基づいて切り替えると考えられることから，目標状態を切り替える（意思決定を行う）時間単位は一定回数のエピソードのまとまりとし，Q 学習のための報酬にはそれらのエピソードにおける平均バランス持続時間を用いる．なお，この例題では課題内容が一定であることから，Q 学習における行動価値関数$Q(s,a)$における状態sは一定値として扱い，行動aのみの関数として定めることになる（課題内容や知覚内容に応じて注意の向け方を変える必要がある例題では，状態sはそれらを反映することになる）．

一方，下位システムは感覚情報と上位システムが出力する主観的目標状態とのずれを最小化するように筋指令を決定する．そのために，まず，上位システムが定めた主観的目標状態（知覚内容）を下位システムが取り扱う感覚信号の表現に変換する．この変換は知覚内容と感覚信号の対応関係を保持する変換機構により実現する（ここでは簡単のためこの変換機構はすでに獲得されているものとする）．下位システムは，出力した筋指令とその結果生じる感覚信号との関係性（因果関係）を保持する内部モデルを用いることにより，ある筋指令を生成したときに将来どのような感覚信号が得られるかを予測する．こうして求めた感覚信号の予測値と目標状態に対応する感覚信号との誤差を計算することによって，それぞれの筋指令に対する報酬予測値が求められるので，下位システムは報酬予測値が最大になるような筋指令を選択し，それを出力する．なお，内部モデルが不正確な学習途上ではこの方法では必ずしも最適な筋指令が求められないことから，筋指令を試行錯誤的に生成してさまざまな因果関係を経験して内部モデルの学習を進めることにより，よりよい運動指令を発見することが可能になる．以上のプロセスは，フィードフォワード制御方式の一種であるモデル予測制御の枠組みを参考にしつつ，筋指令を確率的に決定する仕組みを導入することにより実現することを考えている．

現在，本節で説明してきた方式をアルゴリズムとして書き下し，プログラムとして実装する作業を進めているところである．残念ながら本稿では数値実験の結果を示すことはできない．学会発表の場で実験の一部を報告できるようにしたいと考えている．

4. むすび

本稿では，ヒトの運動制御における注意の働きを議論するため，意識上と働きと意識下の働きを担う二つの階層からなる運動制御システムについて述べた．

本論では，現実の脳組織との対応関係を考えずに，機能の側面から仮想的な情報処理モデルについて論じてきたが，本来は，意識に関わると考えられている脳組織（大脳など）とそうでない脳組織（小脳など）との対比も考慮したモデル化を行うことで，より実質的な脳モデルに近づけることができると考える．意識にかかわる種々の計算理論[1]も参考にしながらさらに検討を進めていきたい．

本研究は，科学研究費補助金・挑戦的研究（萌芽）19K22866 の補助を受けて行われた．この場を借りて謝意を表する．

文献

[1] ジュリオ・トノーニ，マルチェッロ・マッスィミーニ，花本知子（訳）(2015) “意識はいつ生まれるのか　脳の謎に挑む統合情報理論”，亜紀書房.
[2] アントニオ・ダマジオ，千葉敏生（訳）(2022) “ダマシオ教授の 教養としての「意識」 機械が到達できない最後の人間性”，ダイヤモンド社.
[3] Wulf, G., (2007) “Attention and Motor Skill Learning” Human Kinetics.
[4] Wulf, G., (2013) “Attentional focus and motor learning: a review of 15 years”, International Review of Sport and Exercise Psychology, Vol. 6, No. 1, pp.77-104.
[5] 阪口豊, (2018) ”「意識の働き」を組み込んだ感覚運動制御の計算モデル”, 2018 年度日本認知科学会第 35 回大会論文集, pp.130-138 .
[6] ダニエル・カーネマン，村井章子（訳）(2014) ” ファスト＆スロー　あなたの意志はどのように決まるか？” 上・下巻，早川書房.
[7] W.T. ガルウェイ，後藤新弥（訳）(2000) “インナーテニス” ，日刊スポーツ新聞社.
[8] W.T. ガルウェイ，後藤新弥（訳）(2000) “心で勝つ！集中の科学　新インナーゲーム”，日刊スポーツ新聞社.
[9] 乾敏郎, 阪口豊, (2020) “脳の大統一理論　自由エネルギー原理とはなにか”，岩波書店.
[10] Sutton, R.S. and Barto, A.G. （奥村エルネスト淳ほか監訳）(2022) “強化学習（第２版）”，森北出版.

動的に変化する避難情報が避難者の意思決定にあたえる影響について
Impact of Dynamically Changing Evacuation Information on Evacuee's Decision Making

鶴島　彰, 宮野　修平
Akira Tsurushima, Shuhei Miyano
セコム株式会社　IS 研究所
SECOM CO., LTD., Intelligent Systems Laboratory
{a-tsurushima,shu-miyano}@secom.co.jp

概要

指示方向を動的に変化させる動的避難誘導システムの有効性が議論されている．しかし，人間の避難者が動的に指示方向を変える標識の指示通りに行動するかについては明らかにされていない．本研究は VR 実験を使って，指示方向を変化させる避難標識の下で被験者がどのように行動するかを調査した．その結果，指示方向の頻繁な変化が避難標識の信頼性を毀損し，被験者が指示通りに行動しなくなることが明らかになった．

キーワード：動的避難誘導，VR 実験，避難意思決定

1.　はじめに

屋内からの安全な避難を促進する目的で，通路の各所に避難方向を表示した静的な避難標識が多くの建物に設置されている．しかし，静的な避難標識では，避難者らによる混雑の発生，火災により発生した煙や有毒ガスの拡散，建物破損による危険な避難路の出現などの動的に変化する避難環境に対処できず，避難者を危険な場所に導いてしまう可能性もある．

近年，避難方向を動的に変化させる避難標識と，混雑や煙の濃度などをリアルタイムで伝えるセンサー技術を組合せた動的避難誘導システム (図 1) の研究 [6] が進められており，静的避難標識が抱える上記の問題を解決するものとして期待されている．これらのシステムは，センサーから得られる変化する情報に基づき，リアルタイムに最適な避難経路を計算し，各所に設置された避難標識を通して避難者に最適な避難方向を伝えることで，適切な避難行動をリアルタイムに促すものである．いくつかの研究では，シミュレーションやボランティアによる実験により，このような動的避難誘導システムに効率的な避難を実現する能力がある事が示されている [1, 3, 4]．

しかし，静的な避難標識に対しては，視認性などが，避難者の意思決定に与える影響について多くの研究

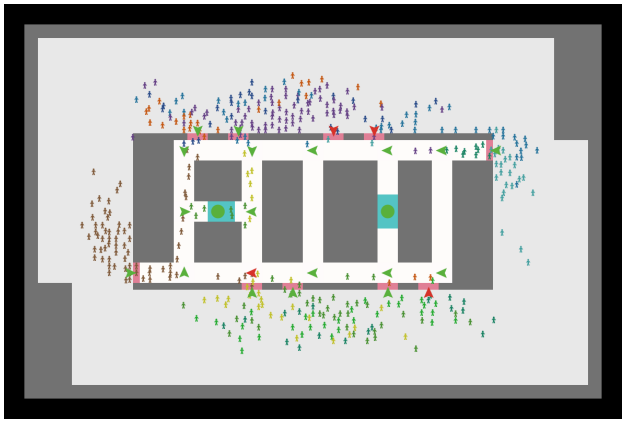


図 1　動的避難誘導システムのシミュレーション画面．二つの青四角は避難口．三角形の矢印は建物内に設置された避難標識．赤の矢印は誘導方向が変化したことを示す．

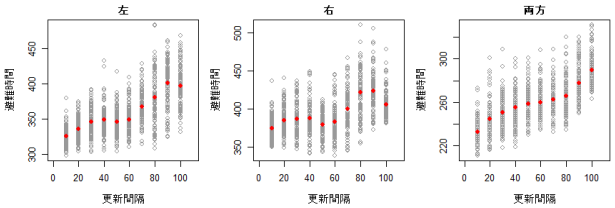


図 2　左図から順に左避難口，右避難口，両方の避難口に誘導．赤丸は 100 回のシミュレーション結果の平均．避難標識の更新間隔 (横軸) が短い (頻度が高い) ほど避難時間 (縦軸) も短い．

[5] が行われてきたが，動的に変化する避難標識が避難者に与える影響については，まだ十分に解明されていない．シミュレーションにおいて効果 [6] を発揮した動的避難誘導システムが，現実においてもそのとおりの効果をもたらすかについては，人間の被験者による確認が必要と思われる．たとえば，動的避難標識が避難者に与える影響には，

- 動的避難標識の視認性
- 変化する避難指示が避難者に与えるストレス
- 変化する避難指示による避難者の混乱や渋滞の発生

図 3　VR を用いた仮想の避難シーン例.

– 変化する避難指示に対する避難者の信頼性
– 変化する避難指示と避難者の同調行動との関係

などが考えられる.

我々がこれまでに行ったシミュレーション (図 1) では，避難中に発生する混雑の緩和に関しては，変化の頻度が高いほど混雑緩和に対して効果的 (図 2) であり，避難時間の短縮に繋がることが示されてきた [1]. しかし，頻度の高い指示方向の変化が，本当に人間の避難者に受け入れられ，シミュレーション結果のような効果をもたらすかについては疑問もある．これらを明らかにすることは，動的避難誘導システムの設計においても，避難方向の標示をどれくらいの頻度で変化させるべきか，そして変化の頻度が最終的な避難結果にどのような影響をもたらすかといった有用な情報を提供することができるだろう.

本研究では，人間の被験者による VR を使った実験により，変化する避難標識が人間の避難者に受け入れられ，避難者を適切に誘導することができるかについて調査する．同時に VR 内で，他の避難者を表す仮想エージェントを動かし，仮想エージェントの行動が避難行動に与える影響についても分析する.

2.　実験方法

31 人の被験者に，各 10 秒間，48 通りの仮想シーンを提示し，その後，左右の避難方向を選択させる．仮想シーンは，直線通路の先端が左右に分岐した避難経路であり，正面の壁に動的に左右の指示方向を変化させる避難標識を配置した (図 3).

避難標識の方向変化について，反転回数 n は仮想シーンを生成する度に $\{0, 1, ..., 12\}$ からランダムサンプリングして決定した．また，$n > 0$ の仮想シーンに対して避難標識の方向を変える時刻 $t_i (i = 1, 2, ..., n[$ 秒$])$ を一様分布 $U(1, 9)$ からランダムサンプリングにより決定した．なお，避難標識が最初に指している方向についても，左右等確率でランダムに決定した.

また被験者の前を避難する仮想エージェント人数を $a = \{0, 1, 2, \ldots, 6\}$ とし，$a = 0$ については 8 シーン，$a > 0$ の場合は $\{1, \ldots, 6\}$ から仮想エージェント人数をランダムに選択し，避難標識が最後に指す方向と仮想エージェントの避難方向が一致する場合 (コンフリクトなしと呼び C^- で表す) と一致しない場合 (コンフリクトありと呼び C^+ で表す) について，それぞれ 20 シーンずつ，合計 48 シーンを被験者に提示した．なお，全ての仮想エージェントは同じ方向に避難するものとした.

[1] 仮想エージェント人数 600，各 100 回のシミュレーション結果

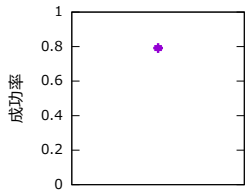


図 4　全観測データに対する成功率（データ点数 $N = 1,488$）．エラーバーは標準誤差

3.　実験結果と考察

避難標識が最後に指示した方向と被験者の選択方向が一致した割合（以下，成功率と呼ぶ）について，実験結果の提示および考察を行う.

3.1　実験結果

• 全観測データにおける成功率　被験者数 31 の全観測データ（データ数 $N = 31 \times 48 = 1,488$）について成功率を求めた結果を図 4 に示す．ここで，全観測データに対する成功率は 0.792（標準誤差は 0.011）である.

• $n = 0$ の場合の成功率に対するコンフリクトの影響　今回の実験において，被験者の選択に影響を与える刺激として，避難標識と仮想エージェント選択のふたつがある．そこで二つの刺激が矛盾する場合 (C^+, $N = 620$) と整合する場合 (C^-, $N = 620$) について，成功率がどう変化するかを調べた．まず，避難標識が指示方向を変えない場合 ($N = 99$)，すなわち静的避難標識の場合におけるコンフリクトの有無が成功率に与える影響について図 5 に示す.

• $n > 0$ の場合の成功率に対するコンフリクトの影響　つぎに，避難標識が指示方向を変化させる場合

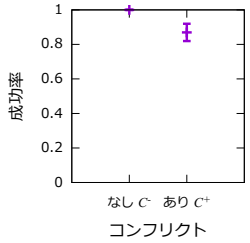


図 5 C^+ と C^- における成功率の差 ($n = 0$ の場合)．エラーバーは標準誤差

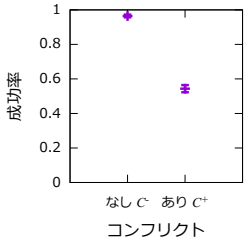


図 6 C^+ と C^- における成功率の差 ($n > 0$ の場合)．エラーバーは標準誤差

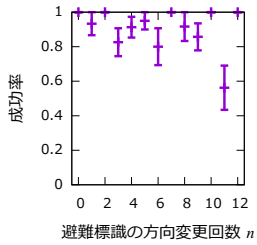


図 7 $a = 0$ の場合の n に対する成功率の変化．エラーバーは標準誤差

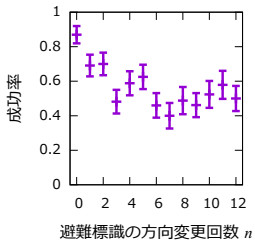


図 8 C^+ の場合の n に対する成功率の変化．エラーバーは標準誤差

($N = 1,141$) について，C^+, C^- のそれぞれにおける成功率を図 6 に示す．

- **$a = 0$ の場合の成功率に対する n の影響** 仮想エージェントがいない場合 ($N = 248$) の成功率に対する避難標識方向変更回数の影響について図 7 に示す．被験者に与えられる刺激は避難標識のみで，対立する刺激がない状態における結果といえる．
- **$a > 0$ の場合の成功率に対する n の影響** 仮想エージェントが存在し C^+ である場合 ($N = 620$) の成功率に対する避難標識方向変更回数の影響について，図 8 に示す．$n = 0$ の場合に比べ、$n \geq 1$ で成功率が顕著に下がっており，$n \geq 3$ においては，成功率は 0.5 前後をほぼ横ばいに推移している．
- **成功率に対する a の影響** C^+ の場合における a に対する成功率の変化を図 9 に示す ($N = 620$)．a の変化によらず，成功率はほぼ横ばいとなっている．
- **ロジスティック回帰** $a > 0$ である 1,240 個のデータについて，目的変数 S を，被験者が避難標識の指示と同じ方向を選んだか否かの二値 (同じ方向を選んだとき $S = 1$，逆方向を選んだとき $S = 0$) とし，説明変数として n, a, C を選んだロジスティック回帰分析を行う．C はコンフリクトの有無を表す変数で，コンフリクトありのときは $C = 1$，なしのときは $C = 0$ とする．表 1 にロジスティック回帰の結果を示す．

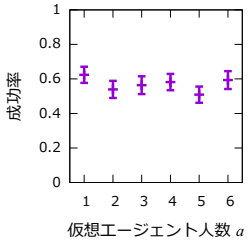


図 9 C^+ の場合の a に対する成功率変化．エラーバーは標準誤差

表 1 ロジスティック回帰結果

説明変数	係数	標準誤差	p 値
切片	4.0231	0.3123	$p < 0.01$
a	-0.0048	0.0456	0.916
n	-0.0934	0.0211	$p < 0.01$
C	-3.1856	0.2433	$p < 0.01$

係数の有意性については，表 1 の a を除き，p 値が極めて小さい値を示しているが，これはロジスティック回帰に使用したデータ数が大きい (1,240 個) ことが影響していると考えられ，直ちに有意性を判断出来るものではない．

3.2 考察

- **避難標識の最後の指示方向が選択されやすい** 被験者が避難標識に無関係に経路選択したとき，被験者の成功率は 0.5 に収束するはずである．一方、図 4 に示された成功率 0.792 は 0.5 に対して有意に大きい．また，ロジスティック回帰の結果 (表 1)，切片の係数が正であることからも，他の説明変数の影響によらず避難標識の最後の指示方向が選択されやすいことが示唆されている．以上のことから，被験者の経路選択に避難標識が影響を与えており、避難標識の最後の指示方向を被験者が選びやすくする効果を与えていたと考えられる．
- **コンフリクトによって成功率が減少** 図 5，図 6 ともに，C^- に比べて C^+ の場合，成功率が有意に下がっている．しかし，静的避難標識 ($n = 0$) の場合 (図 5) は，コンフリクトがあっても成功率の低下は小さく抑えられており，標識が被験者に与える影響は維持されている．しかし，動的避難標識の場合 (図 6) はこれに反し，成功率は大きく低下している．さらにロジスティック回帰分析の結果 (表 1)，C の係数が最も大きいことも，コンフリクトによる成功率への影響の大きさを示している．C^- の成功率はほぼ 1.0 に近いが，これは利用可能な二つの情報源が無矛盾なため，あえ

て被験者に他の選択肢を選ばせる刺激が存在しないからだと考えられる．一方 C^+ では，被験者は避難標識と仮想エージェントという対立する二つの刺激のうちどちらを重視するかという選択を迫られ，これが成功率を下げた要因と考えられる．

• 方向変更によって避難標識の信頼度が低下 図 7 より，仮想エージェントがいない場合は，対立する刺激がないことから，成功率は n によらず高く維持されている [2]．

しかし，仮想エージェントが存在する場合 (図 8) では，$n = 0$ の場合に比較して，$n > 0$ の方が成功率が下がっている．これは，C^+ の場合においては，標示方向の変更が，被験者の避難標識に対する信頼性を低下させたものと解釈することができる．

一方，$n \geq 3$ で成功率が 0.5 付近でほぼ横ばいになっており，n の増加がただちに成功率の低下に結びついていない．すなわち，n が一定の頻度以上になると，それ以上頻度を増やしても被験者の応答性に差が生じなくなったと解釈できる．このことは，n がある頻度を超えると，被験者は n とは無関係に避難方向を選択する事を意味し，避難標識の情報源としての価値が失われたことを示唆している．

• 他の避難者の人数は経路選択に影響していない 現実の避難行動では，同調行動による影響 [2] により，前を避難する他者の人数が多いほど，その方向に追従する可能性が高まると思われる．しかしながら、図 9 によると，仮想エージェント人数の増加は必ずしも被験者が追従する確率を増加させていない．図 6 において，C^- に対して C^+ で成功率が大きく下がっていることから，仮想エージェントの選択と避難標識の指示方向との対立が，被験者の選択に影響していることは明らかであり，仮想エージェントに対する被験者の同調行動の存在を示している．しかし，図 9 によれば，仮想エージェント人数の増加が，同調行動の強化に繋がる証拠は示されていない．

4. おわりに

本研究では，VR を使った避難実験により，動的に変化する避難標識や仮想エージェントの行動が被験者の避難経路選択に与える影響を調査した．その結果，対立する刺激がある場合は，避難標識の頻繁な方向変更が，情報源としての信頼性を毀損し，被験者が避難指示通りに行動する確率を下げるが，そうでない場合は被験者は避難標識に従う傾向が観察された．

本研究はこのテーマにおける初期的な検討であり，次のような限界がある．本研究で示した分析は，全ての被験者のデータを統合して分析したもので，被験者間の差をいっさい無視している．しかし，本稿では議論していないが，実験中の観察によれば，被験者の行動には個人差の影響が大きいことも見て取れた．今後この点を考慮した，より詳細な検討が求められる．また，全ての仮想エージェントが同じ選択しかしないこと，仮想エージェントの行動が避難標識の指示方向と無相関なことなど，VR システムを使った実験設定においても今後改良の余地がある．

[2] 図 7 では $n = 11$ において成功率が顕著に下がっているが，これは被験者の個人差によるものと思われる．被験者には n によらず成功率の低いタイプや，$a = 0$ でランダム選択に近くなるタイプが観察されるが，$a = 0 \wedge n = 11$ のケースに偶然このような被験者が入ってしまったことが原因と考えている．しかし今回の実験では，明快な結論を出すにはサンプル数が少ないので，この問題については本稿の範囲外としたい．

文献

[1] Galea, E., Xie, H., Deere, S., Cooney, D., Filippidis, L.: Evaluating the effectiveness of an improved active dynamic signage system using full scale evacuation trials. Fire Safety Journal **91** (04 2017). https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2017.03.022

[2] Haghani, M.: Empirical methods in pedestrian, crowd and evacuation dynamics: Part ii. field methods and controversial topics. Safety Science **129**, 104760 (2020). https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104760

[3] Kinateder, M., Mller, M., Jost, M., Mhlberger, A., Pauli, P.: Social influence in a virtual tunnel fire–influence of conflicting information on evacuation behavior. Applied Ergonomics **45**(6), 1649–1659 (2014). https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.05.014

[4] Zhao, H., Schwabe, A., Schlfli, F., Thrash, T., Aguilar, L., Dubey, R., Karjalainen, J., Hlscher, C., Helbing, D., Schinazi, V.: Fire evacuation supported by centralized and decentralized virtual guidance systems. Safety Science **145** (2022). https://doi.org/10.1016/j.ssci.2021.105451

[5] Zhou, M., Dong, H., Ioannou, P.A., Zhao, Y., Wang, F.: Guided crowd evacuation: approaches and challenges. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica **6**(5), 1081–1094 (Sep 2019). https://doi.org/10.1109/JAS.2019.1911672

[6] 鶴島彰: 動的な避難環境における分散型避難支援システムの分析. In: 人工知能学会全国大会論文集 (2023)

道徳的不作為の意思決定に予期的後悔を利用しているか ―道徳ジレンマ課題中の予期的皮膚コンダクタンス反応の計測による検証―

The Use of Regret before Decision-Making for Moral Inaction: Validation by Measuring Anticipatory Skin Conductance Responses During a Moral Dilemma Task

笹森 なおみ[†], 橋本 敬[‡]
Naomi Sasamori, Takashi Hashimoto

北陸先端科学技術大学院大学[† ‡]
Japan Advanced Institute of Science and Technology
s2210073@jaist.ac.jp[†], hash@jaist.ac.jp[‡]

概要

後悔の情動は，その後の意思決定に影響を与えることから，道徳の実践に内的条件付けとして用いられている可能性がある. 本研究では, 予期的な後悔が道徳的意思決定に影響を与えているか検証するために，道徳ジレンマ課題中の予期的皮膚コンダクタンス反応（SCR）を計測した. 予備実験の結果，予期的後悔が予期的 SCR に反映されていることは示せなかった. このことから，道徳的意思決定への予期的後悔の影響を検証できる新たな実験設計が必要とされる.

キーワード : 道徳的意思決定，道徳ジレンマ，後悔，皮膚コンダクタンス反応

1. 背景

他人に危害を与えないことや親切にするという道徳を実践するのに，後悔を内的動機付けとして用いられている可能性がある. 例えば, 電車で席に座っているとき, 高齢者が乗り込んできた場面で, 席を譲らなかったら後悔するかもしれないと考えると自分の席を譲るという意思決定が導かれる. 行為をした場合（作為）と行為をしなかった場合（不作為）に同じ危害を与えるとき，人が行為をしない不作為の方を選びがちであることは，不作為バイアスといわれる[1]. 不作為バイアスは，不作為による危害を含んだ道徳シナリオを用いて再現されているが，作為よりも不作為による危害の方が後悔の感情が大きいことを報告されている[2]. また Pletti らは, 道徳ジレンマ課題実験と予測モデリングにより，後悔が道徳判断を予測したことを報告した[3]. ここで, 道徳ジレンマ課題とは, トロッコ問題の思考実験[4]の構造を基にしたシナリオ課題であり，人間の道徳の認知機構についての研究で用いられている[5].

Pletti らの結果は，道徳ジレンマ課題において実験参加者は最も後悔の感情負荷が低い選択をしている可能性を示唆した[3]. つまり，人間は道徳的意思決定に予期的後悔を利用している可能性がある. しかしながら，不作為の意思決定に予期的後悔が与える影響について統一的な見解はない.

本研究では，道徳的意思決定前に予期される後悔が存在することを示し，特に不作為の予期的後悔が道徳的意思決定に影響することを示すことを目的とする. 具体的には, 以下の 2 つの仮説を検証する. 一つ目は, 道徳ジレンマ課題中の予期的皮膚コンダクタンス反応（SCR）は予期的後悔を反映しているという仮説である. 道徳ジレンマの選択肢を選ぶ直前に SCR が増加することが報告されている[6]. このことから, 予期的 SCR は後悔などのネガティブな情動を反映し，その結果に繋がる行動を回避する動機付けとして役立てている可能性がある. 二つ目は, 不作為の道徳的意思決定は予期的後悔によって予測されるという仮説である. 主観的評価の後悔が道徳判断を予測したこと[3]から，仮説 1 が成り立つ場合，予期的後悔が反映された予期的 SCR は道徳的意思決定を予測すると考えられる.

2. 方法

予備実験として，道徳ジレンマ課題実験と課題中の SCR の測定を行った. 実験参加者は，大学院生 4 名，全員男性，平均年齢は 24.75 歳（SD＝1.70）であった. 実験刺激として，道徳的意思決定を尋ねる道徳ジレンマシナリオを作成した. 道徳ジレンマシナリオは, Lotto らが統制を施した他者危害ジレンマセット[7]から非人身的ジレンマ，人身的ジレンマと対応するものを抜粋し, 日本語に訳したものを一部改変して用いた. 非人身的ジレンマは多数の人を救うための行為が間接的に 1 人の犠牲を伴うシナリオであり，人身的ジレンマは 1

人の人間を道具的に使って多数の人を救うシナリオである.

実験は同一実験参加者で 2 つの課題を行った．図 1 にそれぞれの課題の 1 試行を示す.

課題 1 において，実験参加者はシナリオを読み，作為と不作為による危害の仮想的な結果を提示された．実験参加者は, それぞれの結果について, どの程度後悔すると思うかを 1〜5 の 5 段階尺度で評価した．ここまでを 1 試行とし, 非人身的ジレンマ, 人身的ジレンマ, 非道徳ジレンマをそれぞれ 6 試行ずつランダムに繰り返し，全 18 試行行った．課題 1 では，実験刺激は 4 枚のフリップで構成される. 例えば, 実験参加者は以下のようなシナリオ自分のペースで読むよう教示された．以下は非人身的ジレンマの例である.

1. 「あなたは小さな湾内でモーターボートを運転しています。目の前の非常に狭い水路の先で 5 人がおぼれていてあなたに助けを求めていました。あなたとおぼれている人達の間には穏やかに泳いでいる別の人が 1 人いました。」
2. 「あなたは高速で水路の先に向かって舵を取れば、1 人をはねてしまいますが、5 人を助けることができます。」

その後，以下のような作為の結果と後悔を尋ねる質問が提示される.

3. 「あなたは舵を取り 1 人を犠牲に、5 人を救うことができました。あなたはこの行為を後悔すると思いますか？」

そして, 後悔の評価後, 不作為の結果と後悔を尋ねる質問が提示される.

4. 「あなたは舵を取らず 1 人を犠牲にせず、5 人は犠牲になってしまいました。あなたはこの行為を後悔すると思いますか？」

課題 2 では，実験参加者はシナリオ（上記の 1 と 2 のフリップと同様）を読み, 作為の選択肢を提示された後，作為か不作為かの意思決定を行った．課題 1 と同様に全 18 試行行った．二つの課題を終えた後，実験参加者はアンケートに答え，実験は終了した.

実験は，反応時間の計測と課題中の SCR を継続的に測定した．課題 1 では，作為または不作為に対する後悔の評価決定の 10 秒前までに発生した SCR の最大振幅を予期的 SCR として用いた. また, 評価決定の 10 秒後までに発生した SCR の最大振幅を事後 SCR として用いた．課題 2 では，意思決定の 10 秒前までに発生した SCR の最大振幅を予期的 SCR として用いた．同様に，意思決定の 10 秒後までに発生した SCR の最大振幅を事後 SCR として用いた.

分析は一般化線形混合モデルによって行った．個人差をランダム効果として，それぞれの仮説を検証するための固定効果と応答変数は以下の通りである. 仮説 1 を検証するために，応答変数を後悔の度合（課題 1 の主観尺度）とし，固定効果をジレンマタイプ （道徳・非道徳／非人身的・人身的)，課題 1 の予期的 SCR，事後 SCR，提示された結果 （作為・不作為)，反応時間として分析を行った. また, 仮説 2 を検証するために，応答変数を意思決定 （作為・不作為） とし，固定効果を課題 2 のジレンマタイプ，予期的 SCR，事後 SCR，反応時間として分析を行った.

仮説 1 が成り立つ場合，課題 1 では，応答変数である後悔の度合に，固定効果である予期的 SCR が影響を与えていることが示されると予測した. また, 仮説 2 が成り立つ場合，課題 2 では，応答変数である作為・不作為の意思決定に，固定効果である予期的 SCR が影響を与えていることが示されると予測した.

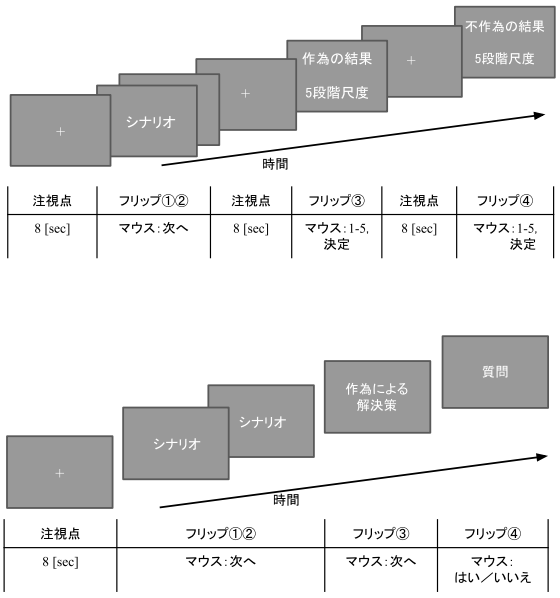


図 1　ジレンマ課題の一試行
（上：課題 1，下：課題 2）

3.　結果

3.1.　課題 1 の結果

課題 1 の分析結果を以下に示す．すべてのジレンマシナリオを含んだデータを一般化線形混合モデルで分

析した結果、最も AIC （赤池情報量規準） が低かったモデルは、ジレンマタイプ（道徳・非道徳）＋事後 SCR ＋ランダム効果 （個人差） のモデルであり，尤度比検定の結果，ランダム効果のみのモデル[AIC: 116.90]と有意に差があった[AIC: 88.61, $\chi2(2) = 32.29, p < .001$]．次いで，ジレンマタイプ （道徳・非道徳） ＋ 個人差のモデル[AIC: 89.44, $\chi2(1) = 29.46, p < .001$]、事後 SCR＋個人差のモデル[AIC: 113.18, $\chi2(1) = 5.72, p < .05$]は，ランダム効果のみのモデルと有意な差があった．提示された結果 （作為・不作為） ＋ 個人差のモデルはランダム効果のみのモデルと有意な差ではなかったが，有意傾向が示された[AIC: 115.26, $\chi2(1) = 3.64, p < .1$]．予期的 SCR ＋個人差のモデルは有意な差がなく[AIC: 118.9, $\chi2(1) = 0, p = 1.00$]，他の固定効果との組み合わせで AIC が改善されたモデルはなかった．道徳ジレンマのみのデータを一般化線形混合モデルで分析した結果， AIC がランダム効果のみのモデル[AIC : 42.40]よりも低いモデルは，事後 SCR＋個人差のモデルであり，尤度比検定の結果，有意な差があった[AIC: 38.72, $\chi2(1) = 5.69, p < .05$]．それ以外の固定効果を含むモデルでは AIC の改善は見られなかった．

課題 1 で実験参加者が評価した後悔の度合を図 2 に示す（エラーバーは標準誤差）．後悔の度合の平均値が最も高かったのは，非人身的ジレンマの作為シナリオであった[M = 4.33, SE = 0.17]．次いで，人身的ジレンマの不作為シナリオ[M = 4.25, SE = 0.20]，作為シナリオ[M = , 4.0, SE = 0.26]，非人身的ジレンマの不作為シナリオ[M = 3.45, SE = 0.31]の順であった．非道徳ジレンマは後悔の度合が道徳ジレンマに比べて低く，作為シナリオ[M = 3.08, SE = 0.30]，不作為シナリオ[M = 2.38, SE = 0.30]であった．

課題 1 の後悔の度合と予期的 SCR の関係を図 3 に示す．SCR 値は 0[μS（ジーメンス）]付近に集中しており，予期的 SCR と後悔の度合に相関は見られなかった．

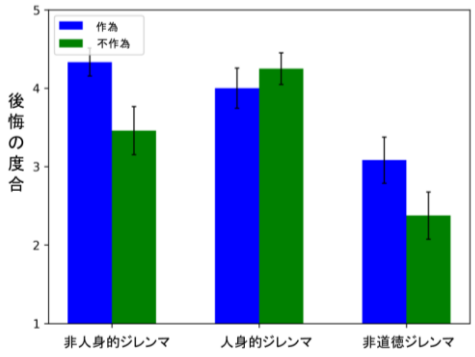


図 2　課題 1 で評価された後悔の度合

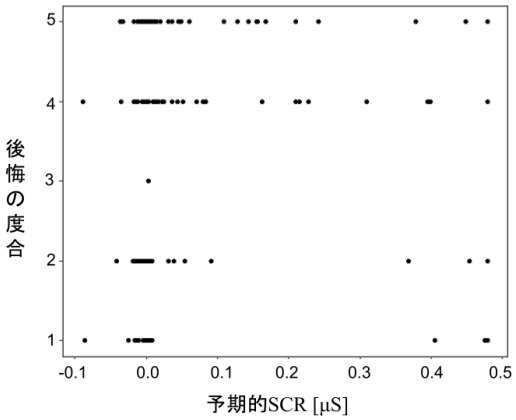


図 3　課題 1 の後悔の度合と予期的 SCR

1S（ジーメンス）＝1 / Ω

3.2. 課題 2 の結果

課題 2 の結果を以下に示す．すべてのジレンマシナリオを含んだデータを一般化線形混合モデルで分析した結果, 最も AIC が低いモデルは、ジレンマタイプ（道徳・非道徳）＋反応時間＋個人差のモデルであり，尤度比検定の結果，ランダム効果のみのモデル[AIC: 102.92]と有意に差があった[AIC: 92.23, $\chi2(2) = 14.693, p < .001$]．次いで AIC が低かったのは，ジレンマタイプ＋個人差のモデルであった[AIC: 92.76, $\chi2(1) = 12.17, p < .001$]．他の固定効果を含むモデルでは AIC は改善されなかった．道徳ジレンマのみのデータを一般化線形混合モデルで分析した結果，最も AIC が低いモデルはジレンマタイプ（非人身的・人身的）＋反応時間＋個人差のモデルであった[AIC: 58.34, $\chi2(2) = 12.86, p < .01$]．反応時間＋個人差のモデル[AIC: 61.40, $\chi2(1) = 7.80, p < .01$]，ジレンマタイプ＋個人差のモデル[AIC: 62.73, $\chi2(2) = 6.47, p < .05$]は，尤度比検定の結果，ランダム効果のみのモデルと有意な差があった．予期的 SCR，事後 SCR の固定効果を含むモデルでは AIC は改善されなかった．

課題 2 の作為の意思決定の割合は，非人身的ジレンマで 58.33%，人身的ジレンマで 25.00%，非道徳ジレンマで 83.33%であった．課題 2 の反応時間を図 4 に示す（エラーバーは標準誤差）．非人身的ジレンマと人身的ジレンマでは，作為の意思決定の方が反応時間が長かったのに対し，非道徳ジレンマでは，不作為の意思決定の方が反応時間が長くなった．

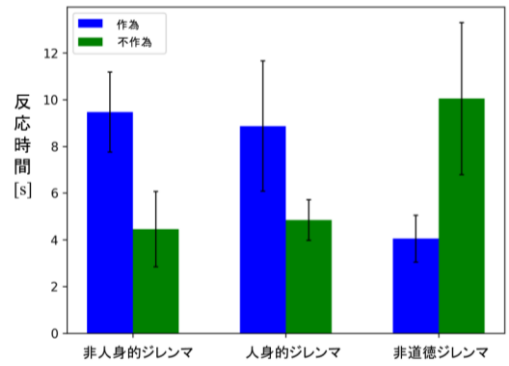


図 4　課題 2 の反応時間

3.3. アンケート結果

「課題 1 の質問に答えるとき、選択を後悔するかしないかについて考えましたか？」という質問に対して，「いくつかの質問では考えた」と回答したのが 2 名，「ほとんどの質問で考えた」と回答したのが 2 名であった．「課題 2 の質問に答えるとき、選択を後悔するかしないかについて考えましたか？」という質問に対して，「いくつかの質問では考えた」が 1 名，「ほとんどの質問で考えた」が 3 名であった．

4. 考察

仮説 1 より，課題 1 では後悔の評価と予期的 SCR に関係が見られることが期待された．しかしながら，予期的 SCR が後悔の度合を予測する変数ではなかったことから，予期的 SCR は予期的後悔を反映しているという仮説 1 は示されなかった．しかしながら，事後 SCR を含んだモデルが有意なモデルであったことから，事後 SCR と後悔が関連している可能性がある．仮説 1 が示せなかったことと，課題 2 において予期的 SCR と事後 SCR は意思決定を予測する変数ではなかったことから，仮説 2 は示せなかった．

課題 1 の分析結果と図 2 より，道徳ジレンマは非道徳ジレンマよりも後悔の評価が高いことがわかった．このことは，後悔は道徳に関連した情動であることを示した先行研究と一致する[8]．課題 2 では，ジレンマタイプ（非人身的・人身的）が意思決定を予測する変数であった．このことから，一般に，非人身的ジレンマは功利主義的判断（作為）をしやすく，人身的ジレンマは義務論的判断（不作為）をしやすいという道徳ジレンマ課題の特性を再現した．課題 2 では，反応時間も意思決定を予測した変数であり，図 4 より道徳ジレンマでは作為の決定の反応時間が長かったのに対し，非道徳ジレンマでは不作為の決定の方が反応時間は長かった．道徳ジレンマでは，作為の選択は，積極的な危害を与えるため，消極的な危害を加える不作為の選択よりも熟考を要する可能性がある．

本研究で予期的後悔を反映する予期的 SCR が見られなかった可能性として 3 つが挙げられる．一つ目は，SCR の発生は個人差が大きいことである．二つ目は，本研究の実験デザインの問題である．シナリオが後悔を誘発しなかったものである可能性があるが，アンケート結果から，実験参加者は課題中意識的に後悔について考えていた．また，シナリオフリップ間に 8 秒の注視点を設けたが，この間に情動反応が収まってしまい，予期的 SCR に反映されなかった可能性がある．三つ目は，予期的後悔が身体化された情動ではないか，SCR の計測では測ることのできないものである可能性である．我々は，日常の経験として，後悔を予期することが道徳的な意思決定に影響することがある．道徳的意思決定への予期的後悔の影響を検証するためには，本研究では検討されなかった新たな実験設計が必要かもしれない．

文献

[1] Spranca, M., Minsk, E., & Baron, J. (1991). “Omission and commission in judgment and choice”, Journal of Experimental Social Psychology, Vol. 27, pp. 76–105.
[2] Jamison, J., Yay, T., & Feldman, G. (2020). “Action-inaction asymmetries in moral scenarios: Replication of the omission bias examining morality and blame with extensions linking to causality, intent, and regret”, Journal of Experimental Social Psychology, Vol. 89, 103977.
[3] Pletti, C., Lotto, L., Tasso, A., & Sarlo, M. (2016). “Will I Regret It? Anticipated Negative Emotions Modulate Choices in Moral Dilemmas”, Frontiers in Psychology, 7:1918.
[4] Thomson, J. J. (1985). “The Trolley Problem”, The Yale Law Journal, Vol. 94, 21.
[5] Greene, J. D. (2001). “An fMRI Investigation of Emotional Engagement in Moral Judgment”, Science, Vol. 293, No. 5537, pp. 2105–2108.
[6] Moretto, G., Làdavas, E., Mattioli, F., & di Pellegrino, G. (2009). “A Psychophysiological Investigation of Moral Judgment after Ventromedial Prefrontal Damage”, Journal of Cognitive Neuroscience, Vol. 22, No. 8, pp. 1888–1899.
[7] Lotto, L., Manfrinati, A., & Sarlo, M. (2014). “A New Set of Moral Dilemmas: Norms for Moral Acceptability, Decision Times, and Emotional Salience: Norms for a New Set of Moral Dilemmas”, Journal of Behavioral Decision Making, Vol. 27, No. 1, pp. 57–65.
[8] Tasso, A., Sarlo, M., & Lotto, L. (2017). “Emotions associated with counterfactual comparisons drive decision-making in Footbridge-type moral dilemmas”, Motivation and Emotion, Vol. 41, No. 3, pp. 410–418.

匿名 SNS におけるメタ語用論的言説の質的分析 —「打ちことば」規範に関する社会言語学的考察—

A Qualitative Text Analysis of Metapragmatic Discourse on Anonymous SNS: Exploring Norms in *Uchikotoba*

谷　茉利子
Mariko TANI

京都大学大学院文学研究科
Kyoto University, Graduate School of Letters
tani.mariko.67y@st.kyoto-u.ac.jp

概要

本発表は，日本の匿名 SNS における「打ちことば」についての明示的な主張を質的に分析し，言語イデオロギーの特定を試みた．結果，いわゆる「正しい」表記とのずれに関するメタ語用論的言説からは，表記のずれによる生理的・心理的影響，次いで送り手の社会的イメージの低下を反映するものが多く観察された．「正しい表記を使うべき」という規範は，人々の「打ちことば」への態度に強く結びつき，時に送り手の人物像の評価にまで関与し得ることが示唆された．

キーワード：社会言語学，打ちことば，テキスト分析

1. はじめに

近年，インターネットの普及に伴い，世界中で電子メール，ブログ，SNS（; Social networking service）などのメディアを代表とするコンピューターを介したコミュニケーション（Computer-mediated communication; CMC）が広く一般化している．CMC は，その形態上，文字による情報を中心とした伝達，非言語的情報の欠落など，対面コミュニケーションとは異なる特徴を有することが知られている．そのため，略語や絵文字など，CMC 特有の言語使用が観察されることがある．また，特に SNS などのプラットフォームでは，話し言葉の要素を多く含むとされる「打ちことば」[1]への注目が高まっている．本発表は，人々の「打ちことば」の使用がどのような社会的・文化的要因によって作用されるのかをより具体的に把握するため，「打ちことば」における言語規範に着目した．

佐竹[2]が「女ことば・男ことば」規範について指摘するように，人々は成長とともにさまざまなメディアを介して女性と男性の言語使用のあり方やそれについての評価に触れることで，それらに関する知識を身につけていく．これは「打ちことば」にも同様の説明ができ，人々は SNS での「打ちことば」のあり方に対する評価に触れ，「打ちことば」規範に関する知識を身につけていくのではないだろうか．フランス語圏の CMC 実践を対象とした Cougnon&Draelants[3]は，言語規範との関連で言語イデオロギーを観察した；SNS でのミススペリング（エラー）に対する人々の態度から，道徳性，機能性，文化的カテゴリー含め，全 7 種類の言語イデオロギーの反映を確認している．

これに倣い，本発表では，日本の CMC 実践におけることばに関することば—これを，メタ語用論的言説(; Metapragmatic discourse)という[4][5]—を観察する．メタ語用論的言説には明示的なものと間接的なものがあるが，本発表では「このような書き方は間違いだ」のように，あることばやその使い方について明示的に述べる前者を分析の対象とする．具体的には，匿名性の高い SNS「Gravity」における，次の(1)のような言説を扱う（Gravity より）．なお，実例における句読点はママ（e.g.「、」「。」），アプリ内絵文字は[emoji]と表記する．

(1) 「気をつけて」を「気よつけて」「気おつけて」って書く人も無理です、知能が心配

上記のような「打ちことば」に関する明示的な主張からは，人々の「打ちことば」への態度が垣間見える．そこに反映される言語イデオロギーをもとに，日本の「打ちことば」に観察される言語規範について考察していく．

したがって，本発表における研究課題は次のように設定される：①人々はどのようなメタ語用論的言説を発信し，②それらはどのような言語イデオロギーを反映しているのか，③そしてそれはどのような言語規範と結びついているのか．

以下，第 2 節ではデータ収集およびデータ分析の手法を紹介し，第 3 節では分析の結果を報告する．第 4 節で「打ちことば」に伴う言語規範に関する考察をし，最後に第 5 節でまとめを述べる．

2. 方法

データは 2020 年 12 月よりサービスを開始した日本の匿名 SNS「Gravity」において，2021 年 8 月から 2023 年 6 月までに発表者の「新着」および「みつける」の 2 つのフィードで確認された，ことばに関することばを含む投稿 18 件と，それらのコメント欄に寄せられたコメント各最大 50 件の全 576 件である．データは，保存した投稿をいつでも見返すことのできるコレクト機能を使って収集した. 分析にあたり，データをエクセルに書き起こした.

データ分析は, 内容分類と言語イデオロギー分類の 2 段階にわたり，すべて手作業で行った．まず，内容分類では，「打ちことば」に関するメタ語用論的言説に該当する投稿全 18 件を対象に，Conventional approach[6]を採用した；繰り返し書き起こしデータに目を通し，キーワードを抽出し，カテゴリ化した. 言語イデオロギーの分類に際しては，内容分類でソートしたカテゴリから対象のデータを選定し，Directed approach[6]を採用した；Cougnon&Draelants [3]の結果をもとにコード化し，該当しないデータに関してはキーワードを抽出し，新たなカテゴリを設定した.

3. 結果

3.1. 内容分類

全 18 件の投稿をトピック別に分類したところ，大きく 3 つのカテゴリが浮かび上がった：いわゆる「正しい表記」とのずれ（e.g.「うろ覚え」と「うる覚え」,「いう」と「ゆう」,「一応」と「一様」），記号・絵文字・「笑」表現の使用と選択（e.g.「笑」と「w」），文体の使用と選択（e.g. タメロ，方言）．なかには，「正しさ」との表記ゆれと記号・絵文字・「笑」表現の使用と選択の 2 つのカテゴリにまたがる(2)のようなデータもいくつか確認された.

(2) 何となく…を、、、で表現するタイプの人とは合わない気がしてる

カテゴリ間の重複を認め, 3 つのカテゴリにはそれぞれ 7 件，8 件，4 件，その他が 2 件観察された.

また，「正しさ」との表記ゆれに分類される投稿およびそのコメント欄からは，口語形式と文語形式による表記ゆれ，誤字・誤用形式，規範逸脱的とされる表記（三宅[6]参照）の 3 つのサブカテゴリが抽出された. それぞれ，(3)，(4)，(5)に分類されたデータの一例を示す.

(3) 店員のこと定員って書く人も気になります笑

(4) 気持ちわかります！「意外」と「以外」の使い方を間違えてる民衆も無理です…

(5) 少し違うかもですが,
ぁ とか地雷でしかないです
やゆよを小さくする方も

3.2. 言語イデオロギー分類

本発表では，Cougnon&Draelants[3]がミススペリング（エラー）に関するデータを扱ったのと同様に，これらいわゆる「正しい表記」とのずれに分類される投稿およびその投稿に寄せられたコメント（186 件）を言語イデオロギーの分析対象とする．しかし，コメント欄には，投稿に対する皮肉的な便乗コメント(6)や，項目の列挙のみに留まるもの(7)，投稿主に対するリアクション(8)なども多い.

(6) ぅむ、おれもわかるょ…
そうゆうのまぢでゅるせん。
フインキ読んでほしぃ…
まぢ気ずいてほしぃ…

(7) しずらい、きずかい、きずく(気付く)…あとなんだ🤔

(8) プライド高そう

そこで，本発表ではこれらを排除し，「打ちことば」に関する明示的な主張をするデータのみ（116 件）を扱うこととした.

これらのデータがどのような言語イデオロギーのカテゴリに分類されるかを，Cougnon&Draelants[3]を前提に探っていく．Cougnon & Draelants[3]は，自由記述形式で収集したミススペリング（エラー）に苛立ちを感じる理由の回答（合計およそ 7000 語）を手作業で分類し，Morality, Functionality, Culture, Social Impact, Aestheticism, Semantics, Physio-psychological Impact の 7 つの言語イデオロギータイプを特定している．これをもとにデータの分析を行い，当てはまらないものはコード化を通して新たにカテゴリを設定した．結果として，いわゆる「正しい表記」とのずれに関して否定的な反応を示しているもの（89 件）と中立的・肯定的な反応を示しているもの（27 件）に大きく分かれた．以下の小節でそれぞれの結果を詳しく述べる.

3.2.1 否定的な態度

いわゆる「正しい表記」とのずれに該当するデータのうち，否定的な態度を示す 89 件のコメントはすべて

Cougnon&Draelants[3]の言語イデオロギーのカテゴリによって分類された（カテゴリ間の重複を認める）．以下では，カテゴリ名に括弧付で発表者の訳出を示しながら，Cougnon&Draelants[3]による定義を提示し，該当データの件数および一例をそれぞれ示す(9)~(15).

Morality（道徳）は，その表記によって送り手の道徳性や分別の欠如が反映されるものである[3]．このカテゴリには，「テレビや単行本」における表記ゆれに関するコメントも含まれた（7 件）.

(9) 知人で自称ライターやってる子が「いちよう」ってめっちゃ書いてます[emoji]
漢字も疎いです。
それでもお金もらってライターやってます…世も末…

Functionality（機能性）は，読み手や検索機能にとってその表記が理解や正しい検索結果の表示を妨げるといった内容が該当する[3] ．本発表ではこのカテゴリに分類されるデータは確認できないが（0 件），最も近い内容のコメントを(10)に挙げる.

(10) 幸せをしやわせって打って
カラオケの機械で検索しても出てこない〜って人がいました…

Culture（文化）には，その表記の間違いが（言語）文化遺産を傷つけるという内容に関連するものが分類される[3]．本発表では，日本語を遺すべき文化遺産として捉える主張は限定的だった（1 件）.

(11) 遭遇すると、言葉の化石を眺めているような気分になりますね

Social Impact（社会的影響）には，その表記のせいで送り手に否定的なイメージが付与されるなどの主張が該当する[3]．本発表では，該当するデータが 2 番目に多いカテゴリである（29 件）.

(12) 「こんにちわ」も気持ち悪い…というか頭悪そう🙄

Aestheticism（耽美主義）は，ことばの美しさを損なうという見方である[3]．このカテゴリには，醜さについて言及するものも含まれる（1 件）.

(13) 誤字った。
一番ぎょっとしたのはレンシレンジ。響ききっしょ

Semantics（意味論）には，その表記によって意味が変わり，内容の信頼性が欠如するものが含まれる[3]．多くの表記ゆれが意味の相違をもたらすが，内容の信用を落とすことに言及するものは少ない（4 件）.

(14) 真剣な悩み相談とかの文章の中で「ってゆって、」みたいなのが混ざってると あぁ…って思ってしまいます😇

最後に，Physio-psychological Impact（生理的・心理的影響）には，その表記が受け手にとって生理的，心理的に作用するものが該当する[3]．本発表では最も多くのデータがこのカテゴリに分類された（64 件）.

(15) ずっっっっと言いたかった！！何故か受け入れられないキモさがあります…特にまぢっていう使い方…

3.2.2 中立的・肯定的な態度

「正しさ」との表記ゆれに該当するデータのうち，否定的な態度を示すコメントとは対照的に，肯定的，あるいは中立的な態度を示す 27 件のコメントは，Cougnon &Draelants[3]のカテゴリに当てはまらないため，新たにカテゴリを設定した（以下，分類件数にはカテゴリ間の重複を認める）.

まず，最も多く確認されたのは，場面状況的適切性に関する意見や信念である（12 件）．これには，正しい知識がありながらあえて表記を変えることや，メール，SNS などメディアごとで使い分けをすることに言及するもの，口頭で話すことと文面に書くことのギャップを指摘するものなどが含まれる．代表例として，以下の(16)を参照されたい.

(16) 書くときはいうだけど、口に出して言うときはゆうなんですよねえ

次に多く確認された大局的視点を反映するカテゴリ（11 件）からは，ことばは常に変化の中にあるという主張が散見される．そのような主張からは，絶えず変化することばに対する「正しさ」を問うような態度もうかがえる．以下(17)に該当データの一例を示す.

(17) 言語は変わっていくものだからいずれはこれが使われていく世の中になるのかなぁ(¦ﾛ_ヽ)_
次世代の人たちはこれを変だと思わなかったりして(ง)

三つ目に識別されたカテゴリは多様な表記の受容に関連するものである（6 件）．表記については個人差も大きい，表記ゆれを気に留めないようにと示唆するものがこれに含まれた．以下(18)はこのカテゴリに該当するデータの一例である.

(18) いろんな方がいるのだから
いちいち気にしてたらキリがないですよ

4. 考察

本発表では，いわゆる「正しい」表記とのずれに関するメタ語用論的言説から，9 つの言語イデオロギータイプを特定した．データの過半数は，「誤用」とされる表記に対する否定的態度や規範意識—新野[7]の考える「正誤」に関する（客観的）意識，「好悪」，「美醜」，「親疎」のような主観的な意識—を表出している．独特の言語現象が見られる「打ちことば」においても，何が「正しい」かは時に主観的，あるいは相対的なものでありながら，「語彙を適切に使用すべきである」という規範が読み取れる．

また，データには，(1)~(5)のようにその表記を使用するメッセージの送り手について言及するものも少なくなかった．これは，Cougnon & Draelants[3]も指摘するように， SNS のようなプラットフォームにおけるコミュニケーションでは，表記だけが他者の“social and identity markers (p. 97)”になりやすいことの表れかもしれない．つまり，特に匿名の SNS では，送り手の人物像に対する評価・判断が，選択された表記に大きく依存し得るということである．これにより，「誤用」とされる表記の使用には，その使用への主観的意識だけでなく，それを使用する者への主観的な評価や判断も伴うのではないかと考えられる．実際，これを裏付けるように，特定の絵文字の使用に関して否定的な態度を表す明示的な主張へのコメントに，以下(19)のような反応が確認できた．

(19) 使ったことないけど…
そんなこと言われたら、もう怖くてどの絵文字も使えなくなってくる

このように，特定の表記の使用とそれにより与えられる人物像の評価が個人にとって意味のあるものとなることから，メタ語用論的言説や，それが表す言語イデオロギー，さらにはそこに反映される言語規範が，人々の「打ちことば」の使用や選択に影響を及ぼす可能性を示している．

5. おわりに

本発表では，人々の「打ちことば」の使用に影響を及ぼす要因を検討するため，言語規範に焦点を当て，匿名 SNS におけるメタ語用論的言説を質的に分析した．

ことばに関することばを含む投稿 18 件の内容分類からは，いわゆる「正しい表記」とのずれ（7 件），記号・絵文字・「笑」表現の使用と選択（8 件），文体の使用と選択（4 件）の 3 つのカテゴリを特定した．投稿に紐づくコメント欄のコメントも加えると，「正しさ」との表記ゆれは口語形式と文語形式による表記ゆれ，誤字・誤用形式，規範逸脱的とされる表記の 3 つのサブカテゴリによって構成される．Cougnon&Draelants[3]に倣い，116 件のメタ語用論的言説を対象に，それらに反映された言語イデオロギーの分類を試みたところ，表記ゆれに対する否定的な態度からは，生理的・心理的影響と，送り手の社会的イメージの低下につながるものの 2 つのカテゴリを中心とする 6 つ，中立的・肯定的な態度からは，それとは一方で対立する信念として，場面による使い分けやことばを変化の中に捉える見方を含む 3 つのカテゴリが確認された．

これら，人々の「打ちことば」への態度に映し出されるように，「語彙を適切に使用すべき」という規範は強く人々の意識に結びついているようだ．さらにその規範意識は，時に表記そのものにとどまらず，それを使用する送り手の評価や判断にも影響を及ぼし得る．この作用が大きければ大きいほど，人々は「打ちことば」をより意識的なプロセスのもと使用，選択することになるだろう．今後はこの点に着目し，「打ちことば」の使用と選択について，更なる検討を進め，より深い洞察を得ていきたい．

謝辞

本発表は日本学術振興会の科学研究費補助金（基盤(S) 20H05630）の成果の一部である．

文献

[1] 田中ゆかり, (2014) “ヴァーチャル方言の 3 用法 :「打ち言葉」を例として” 石黒圭・橋本行洋(編), 話し言葉と書き言葉の接点, pp. 37-55.
[2] 佐竹久仁子, (2018) “ことばの規範とジェンダー : こどもたちが学ぶこと”, 日本語学, Vol. 37, No. 4, pp. 44-54.
[3] Cougnon, Louise-Amélie & Hugues Draelants, (2018) “Language Ideologies and Writing Systems in CMC: a Sociolinguistic Approach”, Language and the new (instant) media, Vol. 9, pp. 88-99.
[4] Silverstein, Michael, (2003) “Indexical order and the dialectics of sociolinguistic life”, Language & Communication, Vol. 23, pp. 193-229.
[5] 中村桃子, (2021) “「自分らしさ」と日本語” 筑摩書房.
[6] Hsieh, Hsiu-Fang & Sarah E. Shannon, (2005) “Three Approaches to Qualitative Content Analysis”, Qualitative Health Research, Vol. 15, No. 9, pp. 1277-1288.
[7] 三宅和子, (2004) “「規範からの逸脱」志向の系譜 : 携帯メールの表記をめぐって”, 文学論藻, Vol. 78, pp. 178-162.
[8] 新野直哉, (2020) “序章 :「誤用」・言語規範意識について” 新野直哉(編), 近現代日本語の「誤用」と言語規範意識の研究, pp. 1-14.

二重過程理論に基づいた道徳判断の事例ベースモデリング
Instance-based modelling of moral judgements based on dual process theory

佐々木健矢[†] 長島 一真[‡] 西川 純平[‡] 森田 純哉[§]

Kenya Sasaki, Kazuma Nagashima, Jumpei Nishikawa and Morita Junya

[†]静岡大学情報学部, [‡]静岡大学創造科学技術大学院, [§]静岡大学学術院情報学領域
Shizuoka University Faculty of Informatics, Graduate School of Science and Technology Shizuoka University
sasaki.kenya.21@shizuoka.ac.jp

概要

自動運転車などの自律した機械を社会実装するためには, 機械自体が直面する道徳的問題に対して, 人間と整合する判断を行う必要がある. 本研究では, 人間とコンピュータの価値観のすり合わせを達成するため, 二重過程理論に基づく人間の思考システムとしての道徳をモデル化する. この研究のステップとして, 言語モデルと認知アーキテクチャ ACT-R を組み合わせた事例ベースな道徳判断のプロトタイプモデルを構築し, ケーススタディとしてのトロッコ問題に適用する.

キーワード : 二重過程理論 (dual process theory) , 道徳 (moral) , 認知アーキテクチャ (cognitive architecture)

1. はじめに

自動運転車など自律した機械の社会実装を進めるためには, 人間と整合的なコンピュータによる道徳的判断が必要である. そして, 機械と人間の道徳判断を整合的なものとするためには, 道徳判断の背後に存在する思考システムを深く理解しなければならない. 人間が道徳を通じて複雑な社会をどのように認識し, どのように判断しているのかを検証することで, 人間とコンピュータの価値観のすり合わせが達成されると考える.

本研究では, 二重過程理論 [1] から示される 2 つの思考モード, システム 1 とシステム 2 [2] に基づき, 人間の道徳的判断のメカニズムを検討する. また, 道徳的判断に関する有名な思考実験の一つであるトロッコ問題 [3] を課題として用いて, 言語モデルと認知アーキテクチャ ACT-R [4] を統合するモデルを開発する. このモデルにおいては, トロッコ問題の問題文を手がかりとして検索された記憶事例に基づく判断が行われる. 人間の道徳判断の特性を, このモデル上で表現することで, 人間とコンピュータの価値観をすり合わせる一段階上の次元からとらえた道徳, メタ道徳の実現に踏み入ることが可能となる.

以下では, 本研究の背景として, 二重過程理論と道徳的判断についての考察を行い, この理論に関する認知モデルの先行研究を紹介する. そして, ACT-R を用いた先行研究を説明し, 本研究で提案するモデルへとつなげる.

2. 関連研究

二重過程理論とは, 人間は速い思考と遅い思考の異なる 2 つの思考モードを用いて意思決定を行っているとする理論である. 速い思考はシステム 1, 遅い思考はシステム 2 と呼ばれ, 前者はヒューリスティックに基づく無意識的, 直感的, 衝動的なもので, 後者はより意識的で処理に負担のかかる熟慮的なものであるとされている. 人間は基本的にシステム 1 を中心に思考しており, システム 2 がシステム 1 と競合し, 必要なときに介入してより複雑な意思決定を行うと言われている [5] . システム 1 とシステム 2 は明確に区別されておらず, 2 つのモードの間にはスペクトラムが存在し, システム 1 はより少ない「努力」, システム 2 はより多くの「努力」を必要とするものとして考えられる [6] .

システム 1 に基づくヒューリスティクスの典型として, 利用可能性ヒューリスティックスと呼ばれる表面的に類似する事例に基づく推論が見つかっている. このヒューリスティクスは, 倫理的, 政治的判断が問われる問題に対する類推による意思決定を扱う研究において観察される [7] . また, 社会問題を類似事例の検索によって推論するモデルも挙げられる [8] .

これらの政治的判断の類推モデルは, システム 1 とシステム 2 の切り替えの動的プロセスを考慮していないという問題が存在する. また, モデルに与えられる事例はハンドコーディングによって記述されており, モデルの一般性に疑問符がつくものである. これらの問

題点を解決するためには，時系列的なプロセスを含む統合的なモデルが必要である．認知の統合モデルは，認知アーキテクチャの概念によって実現され，ACT-R はその代表例である．

ACT-R を用いた記憶の想起に基づいた意思決定に関する研究例として，都市の人口規模を判断する再認ヒューリスティックスモデル [9] が挙げられる．しかし，このモデルが扱う課題は，道徳的判断におけるシステム 1 とシステム 2 の切り替えを説明するものとしては適切ではない．そこで本研究では，ACT-R を用いたモデルを導入し，システム 1 とシステム 2 の動的な変化を考慮した道徳的判断に対応するモデルを構築する．

3. 事例表現

関連研究 [9] で事前知識がモデルに与えられたように，本研究では，モデルが宣言的記憶に保持する事例として，livedoor ニュースコーパス [10] のニュース記事を用いる．このコーパスは，特徴の異なる複数のニュースサイトから構成されており，本研究ではこれらを，道徳的判断を行う個人の文化的背景とみなす．

事例のコーディングでは，利用可能性ヒューリスティックスを表現するために，問題文に対する感情と類似度を付与した．感情と類似度は，それぞれ言語モデルを用いた手法で計算した．感情の要素には，Google Cloud による Natural Language API [11] を使用した．Natural Language API は，文から認識された肯定的・否定的な感情を示す score と，感傷的な内容の量を示す magnitude を組み合わせて，文全体の感情的な要素を表現する．また，Sentence BERT [12] を用いて，問題文の各文と記事タイトルの類似度を算出した．

4. プロトタイプモデル

図 1 はモデルが行う道徳判断の過程を示すフローチャートと，歩道橋問題の文章，そしてニュース記事タイトルの例を示したものである．フローチャートが示すように，システム 1 による意思決定のプロセスにシステム 2 が介入する設計となる．モデルは，与えられた問題文を順番に繰り返し読み，各文に対して読んでいる文から連想されるニュースの事例を検索する．本研究で構築したプロトタイプモデルは，著者らの構築したプロトタイプモデル [13] における利用可能性ヒューリスティックスの活性値処理を修正したものとなっている．事例の検索処理では ACT-R のチャンク活性化メカニズムが使用されている．ニュース記事はそれぞれ宣言的記憶モジュールにニュースタイトルと感情分析の結果をパラメータとして持つチャンクとして格納され，各チャンクは活性値を保持している．ACT-R では，チャンクの活性値は，現在の状況との関連性（類似性）と経験から推定される効用（チャンクの使用頻度）の和として算出される．したがって，モデルは問題文が入力される度に，その問題文に対する関連性が高く，かつ効用の高いニュース記事を連想する．そして，事例の効用は連想に成功するごとに増加するため，問題文を読み進めることで，連想が特定の事例へ収束していくことになる．モデルに対して，最後の一文が入力されると，事例に付与された感情に従って判断を下す（POSITIVE は「押す」，NEGATIVE または NEUTRAL は「押さない」，MIXED は「考え直す」）．

上記のプロセスは，人間の利用可用性ヒューリスティックスにおける既知の特性と概ね一致すると考えられる．Kahneman は，システム 1 に基づく思考プロセスは，想起しやすい記憶によって決定され，感情に大きく影響されると述べている [2] ．これとは逆に，検索された感情が最後の一文で MIXED になったとき，システム 2 が介入する余地があると考える．このとき，モ

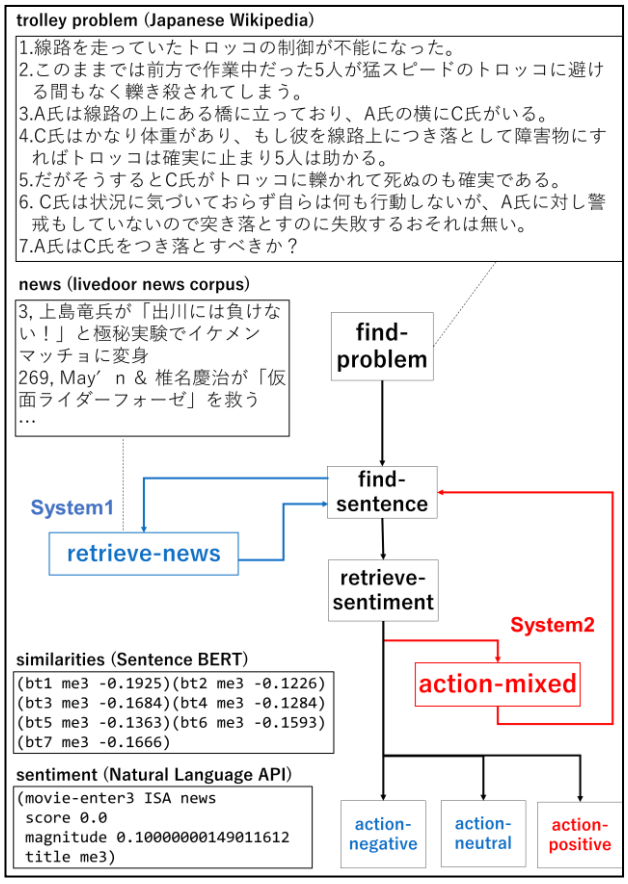


図 1 二重過程論に基づいた道徳判断

表 1 事例表現とモデルによる道徳判断 (p=positive の割合，res=「押す」を選択した割合，nil=再考を繰り返した割合，▲▽=カイ二乗検定における有意差)

サイト名	記事数	Positive	negative or neutral	mixed	p	res_s	res_b	nil_s	nil_b
トピックニュース	770	96	653	21	0.128	0.124	0.113	0.018	0.026
Sports Watch	900	219	658	23	0.250	0.218	0.24	0.021	0.014
IT ライフハック	870	578	179	113	0.764	0.693	0.695	0.074▽	0.102▲
家電チャンネル	864	430	322	112	0.572	0.514	0.53	0.043	0.049
MOVIE ENTER	870	395	421	54	0.484	0.463▲	0.404▽	0.036	0.052
独女通信	870	338	461	71	0.423	0.385	0.393	0.026	0.031
エスマックス	870	388	359	123	0.519	0.524	0.532	0.088	0.104
livedoor HOMME	511	249	248	14	0.501	0.487	0.496	0.086	0.099
Peachy	842	564	233	45	0.708	0.684	0.655	0.047	0.063

デルは再度問題文を読む．ここではシステム 1 と同一の処理を行って再考することで意思決定の試行回数が増え，「努力」を必要とすると解釈することができる．

5. シミュレーション

5.1 目的・方法

トロッコ問題の異なる表現としてスイッチ問題と歩道橋問題を用意し，異なるニュースサイトからニュース記事を記憶した，異なる文化的背景を持つ 9 つのモデルを準備した．これらのモデルでシミュレーションを行い，文化的背景によって道徳判断に差が生じることを検討した．Greene [5] は，スイッチ問題と歩道橋問題が人間を対象とした実験において異なる意思決定結果を導くことを指摘した．両表現について，シミュレーションを 1000 回実行した．表 1 の 7 列 ($=res_s$) と 8 列 ($=res_b$) は，各サイトに対応して構築されたモデルが，「押す」を選択した割合を，スイッチ問題と歩道橋問題に区別して示している．さらに，9 列 ($=nil_s$) と 10 列 ($=nil_b$) にはスイッチ問題と歩道橋問題で再考を繰り返すループへと突入し，時間内に決定を下すことができなかった割合を区別して示している．

5.2 結果・考察

ニュース記事の感情，つまり事前に記憶していた事例の感情的要素が意思決定に影響したことを確認するために，全てのニュースサイトにおいてres_sとres_bの差を検討した．結果，ニュースサイト「MOVIE ENTER」からニュース記事を収集したシミュレーション結果においてのみ，スイッチ問題と歩道橋問題のそれぞれで「押す」を選択した割合の間に有意な差が見られた (res_s =0.463，res_b =0.404，p<.05)．他のニュースサイトにおいては有意差が見られなかった．サイト間で問題文の影響が異なったことから，蓄積された事例による個人差の表現に成功したと言うことができる．つまり，Livedoor ニュースコーパスのサイト間での文化的背景によって道徳判断に差が生じることを示すことに成功したとも解釈できる．

また，再考を繰り返した割合 ($=nil$) は歩道橋問題においてスイッチ問題と比較して高い傾向 (p<0.009，t(8)=0.503) にあった．これは歩道橋問題において，スイッチ問題よりもシステム２が多く介入したことを示し

ており，トロッコ問題に対する人間による実験で示される傾向と異なる結果となる．

本研究のモデルでは，先行研究のプロトタイプモデル [13] とは異なり，システム 1 が機能している状態に対するシステム 2 の介入効果は明確に観察されなかった．要因としては，活性値処理が修正されたことによって同じ事例が連想されやすくなっていることが挙げられる．連想されるごとに同じ事例が連想される確率が上がることにより，システム 2 が介入することで選択する結果が変わるということが起こりにくくなっている．そのため，同じ事例のみを連想してループに陥るという事象が観測されることとなった．

6. まとめ

本研究では，言語モデルと ACT-R を用いて，二重過程理論に基づいた道徳的判断における利用可能性ヒューリスティックスのプロトタイプモデルを構築した．2 つの単純なトロッコ問題を課題としてシミュレーションを行った結果，モデルによる判断は宣言的記憶にある事例の感情に強く影響されることが示された．今回のプロトタイプモデルでは，システム 1 からシステム 2 への切り替えが感情に基づくものであったため，システム 2 の介入による判断結果の変更は観測されなかった．モデルの動作を人間の道徳的判断の傾向に対応させるためには，より複雑で熟慮的な，感情に基づかない論理的なシステム 2 の再設計が求められ，現時点では文章から人数の情報を取得して四則演算を行う システム 1 と並列競合するシステム 2 の設計を進めている．

文献

[1] Evans, J. S. B., and Stanovich, K. E. (2013). Dual-process theories of higher cognition: Advancing the debate, Perspectives on psychological science, 8 (3), 223-241.

[2] Kahneman D., (2012). Thinking, Fast and Slow, Penguin

[3] Thomson J. J. (1984). The trolley problem. Yale LJ, 94, 1395.

[4] Anderson J. (2007). How can the human mind occur in the physical universe?, Oxford University Press

[5] Greene J. D., (2015). Moral Tribes: Emotion, Reason, and the Gap Between Us and Them. Penguin Press

[6] Brendan C. and Robert L. (2022). Clarifying System 1 & 2 through the Common Model of Cognition, Proceedings of the 20th International Conference on Cognitive Modeling

[7] Spellman B. A. and Holyoak K. J. (1992). If Saddam is Hitler then who is George Bush? Analogical mapping between systems of social roles. Journal of personality and social psychology, 62 (6), 913.

[8] Blanchette I. and Dunbar K. (2001). Analogy use in naturalistic settings: The influence of audience, emotion, and goals, Memory & Cognition, 29 (5), 730-735.

[9] Schooler L. J. and Hertwig R. (2005). How forgetting aids heuristic inference. Psychological review, 112 (3), 610.

[10] RONDHUIT. (2012). livedoor news corpus. [Data set]. https://www.rondhuit.com/download.html#ldcc

[11] Google, “Cloud Natural Language API”, Google Cloud, https://cloud.google.com/natural-language/docs/reference/rest

[12] Reimers N. and Gurevych I. (2019). Sentence-bert: Sentence embeddings using siamese bert-networks. arXiv preprint arXiv:1908.10084.

[13] 佐々木健矢，長嶋一馬，西川純平，森田純哉 (2023). 言語モデルと ACT-R を利用した道徳判断の事例ベースモデリング. HAI シンポジウム 2023, P-74

日常的な授業改善を支える省察手法のデザインの検討
A Study of the Design of a Reflective Method to Support Routine Classroom Improvement

藤森　裕紀
Yuki Fujimori

東京学芸大学大学院
Tokyo Gakugei University
r202003x@st.u-gakugei.ac.jp

概要

筆者自身の授業実践における省察記録やスケジュール，特徴的な出来事をもとに，教員の日常的な授業改善を支援する省察手法に求められるデザインについて探索的に検討した．実践の中で省察手法の役割が変化し得ることや省察的実践が中断される場合があること，再開する際は中断以前のねらいや手続きが継承される可能性があることが示唆された．実践の中断が起こりうることを念頭に置いた，省察の再開を支える省察手法のデザインが求められる．

キーワード：省察的実践 (reflective practice)，授業日誌 (reflective journal)，授業改善 (classroom improvement)

1. はじめに

大学院修了から 5 年間，高校の非常勤講師を勤めてきた．生徒にとって少しでも良い授業にしたいと思い，教員 3 年目から授業日誌をつけ始めた．授業の振り返りの記録と筆者の周りで起きた出来事を手がかりに，授業改善を支える手法のデザインについて論じたい．

教育基本法第九条において，教員は「絶えず研究と修養に励み」，日々成長を続けることが求められている．中央教育審議会(2021)では，「教職生活を通じて探究心を持ちつつ自律的かつ継続的に新しい知識・技能を学び続け」る姿が教職員に求められている．これは，知識・技能を絶えず刷新し続ける必要性とともに掲げられた「学び続ける教員像」（中央教育審議会，2012）に通じるものだといえる．教員が自らの教職実践を見つめ直す方略として，以降では省察を取り上げる．

ショーン(2007)の提唱した省察的実践は教員の専門性に関する重要な概念としても用いられており（村井，2015），教員養成や授業研究などの分野において教員の省察を促す手法が数多く開発・活用されてきた．比較的実施が容易な手法として，相互作用場面を時系列に沿って記述する「プロセスレコード」（山口・越智・山口，2007）や，設定された観点にしたがって省察を行う「リフレクションシート」（高根・三澤・新保，2014）が挙げられる．

省察手法の開発では，省察のための時間的制約が課題とされている（Wong, Mansor & Samsudin，2015；角田ら，2021）．江﨑・政岡・野村(2016)は日常的な授業づくりのための手法として，カード構造化法を用いた授業リフレクションを実践し，人的時間的制約が少ない省察の可能性を示した．このように，研究者が教育の現場へ積極的に介入し，教育実践の「質の向上」を促す手法とその可能性を検討した研究も存在する．
ここで，省察を継続することの意味を取り上げたい．教員に限らず，人を取り巻く環境や関係性は常に変化しており，それとともにその人も変わり続ける．土倉(2020)が指摘するように，実践における活動のねらいも実践の中で変化しうることから，省察のねらいや意味も実践の中で変わりゆくものだと考えられる．そこで，本研究では実践当時の出来事や時間的制約を分析の軸として，省察的実践のプロセスに着目することとした．

2. 目的

筆者の授業実践における省察記録を手がかりに，日常的な授業改善を支援する省察手法のデザインについて探索的に検討することを目的とする．本研究は，筆者自身の経験から得られた知見を教員文化へ還元し，授業実践へ活かすことを企図している．

3. 方法

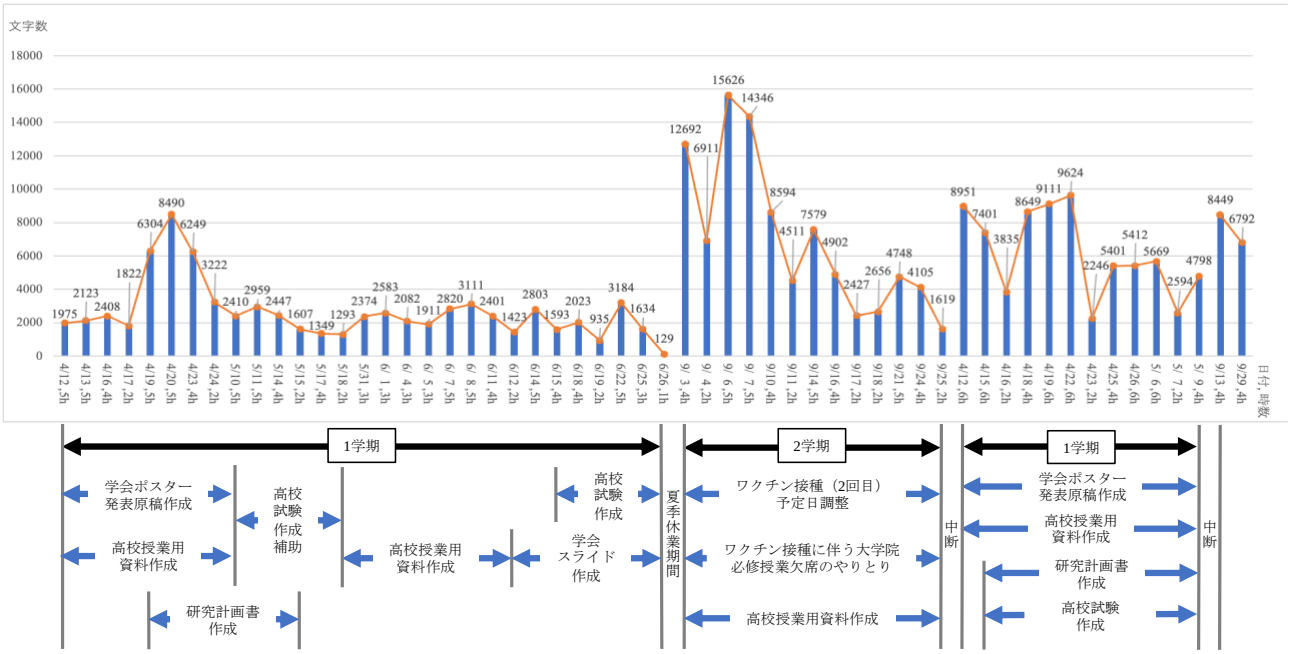


図 1　2021〜2022 年の省察記録の文字数と特徴的な出来事

実践概要　筆者は 2018〜2022 年度に，東京都の私立高校で非常勤講師として，『英語表現』『論理・表現（英語表現の改訂科目，2022 年度の 1 年生のみ該当）』『コミュニケーション英語』『英語演習』の科目を担当した．全授業において，「言語や文化を手がかりに，周りと関わり，互いに支えあう授業を生徒とともにつくる」ことをねらいとしていた．このねらいをもとに，授業改善を試みる実践研究の形式をとりながら授業を行った．

分析対象　筆者が自身の授業実践について作成した省察記録を分析対象とした．筆者は教育実習や教育インターンシップ以来，授業に関する省察的な記録を作成した経験がなかった．記録は新学期の開始日を始点に，2021 年 4 月 12 日から 9 月 25 日，2022 年 4 月 12 日から 5 月 9 日，9 月 13 日から 9 月 29 日の期間に作成した．2022 年 9 月 13 日と 29 日はその週の授業について一括で記録作成を行った．継続可能性を重視して，記録作成には Microsoft Excel や iPhone を臨機応変に活用した．記録作成は各授業後 2 日以内に時間割の順で行い，所要時間は 1 日分あたり 10 分から 3 時間であった．

省察記録は授業日誌の形式をとった．授業日誌とは，教員が一日の実践を振り返り，覚えていることをできるだけ詳記した記録を指す．浅田(1998)は授業日誌の特徴として，授業における複雑で予測不可能な様々な出来事へ教員に注意を向けさせる機能を挙げている．日誌作成を通じ，授業実践に対する自身の認識枠組みへの気づきを得て，1 年間の継続の中でその枠組みに変化が生じる可能性が指摘されている（藤森, 2021；2022）．授業は教員と生徒との共同の中で生み出される，一度として同じものが起こり得ない実践の場である（目黒, 2010）．授業の個性記述を通じて授業改善を目指す手段として，本研究では授業日誌を採用することとした．

分析方法　まず，省察記録の文字数をグラフにまとめた(図 1)．次に，実践当時の特徴的な出来事をグラフに記載した．特徴的な出来事は，授業を主とする日常的な業務以外で 2 日以上継続した活動を基準に選定し，省察的実践の転換点を捉えるために導入した．そして，実践当時の筆者の平均的な 1 週間のスケジュールを表にまとめた(表 1)．これは実践中の筆者を取り巻く状況を提示することで，実践当時の筆者の日々の活動を捉えるために導入した．休憩時間を青色，勤務時間を黄色，省察記録を作成した時間を緑色でそれぞれ示した．上述した 3 種類の資料を行き来しながら何度も読み返すことを通じて，実践当時の出来事の記述を作成した．

4.　結果

2021 年 1 学期の省察的実践の記述　筆者は当時，高校で週 4 日 16 時間の授業を月，火，金，土曜日に，個別指導塾で週 2 日 5 時間の授業を火，金曜日に担当していた．4 月 12 日から 6 月 26 日には，学会資料や研究計画書，高校の授業用資料や試験問題の作成があった．

この期間は 1 日あたり 129〜8490 文字の記述量で記録を作成していた．1 週目にあたる 4 月 12 日から 17 日の間，学級の雰囲気や一部生徒の行動などの大まかな授業の見取りが記述全体に見られた（図 2）．4 月 13

表 1 筆者のスケジュール(左 : 2021 年, 右 : 2022 年)

	月	火	金	土
7:00	起床	起床	起床	起床
8:00	出勤			
9:00	高校授業	出勤		出勤
10:00		高校授業	出勤	高校授業
11:00			高校授業	
12:00				
13:00				
14:00				帰宅
15:00	移動			余暇&雑務
16:00	授業準備	帰宅	帰宅	
17:00		移動	休憩	
18:00		個別塾授業	移動	食事
19:00			個別塾授業	省察
20:00				
21:00	帰宅			入浴
22:00	食事			授業準備
23:00	入浴	帰宅	帰宅	
0:00	省察	食事	食事	
1:00		入浴	入浴	
2:00	就寝	省察	省察	就寝
3:00		就寝	就寝	

	月	火	金	土
7:00	起床	起床	起床	起床
8:00	出勤	出勤	出勤	出勤
9:00	高校授業	高校授業	高校授業	高校授業
10:00				
11:00				
12:00				
13:00				
14:00	食事			帰宅
15:00	帰宅			余暇&雑務
16:00	授業準備	帰宅	帰宅	
17:00		移動	休憩	
18:00		個別塾	移動	食事
19:00			個別塾	省察
20:00	食事 入浴			入浴
21:00				
22:00	授業準備			授業準備
23:00		帰宅	帰宅	
0:00	省察	食事	食事	
1:00		入浴	入浴	
2:00	就寝	省察	省察	入眠
3:00		入眠	入眠	

注）青色は休憩時間，黄色は勤務時間，緑色は省察記録を作成した時間を示す.

日の記録において，日誌を書こうにも授業の詳細をまるで思い出せなかったことへの気づきへの言及が見られ（図 3），それ以降は授業進行や生徒との対話内容などの具体的で詳細な記述が見られた（図 4）.

以上のことから，省察記録の作成を通じて，実践における省察手法が果たす役割が変化していたことが推察された．省察記録は大まかな所感を書き留める忘備録から，授業中の出来事への見方を精細にすることを支援する手法へと変化したものだと捉えられる.

- 新学年初授業．かなり静か.
- 比較的フレンドリーな生徒が多い印象であったが，まだあまり心を開いてくれていない様子の生徒も同程度いたように思える.

図 2 2021 年 4 月 12 日から 17 日の省察記録の例

序盤のことをあまり覚えていないことに途中から気がついた．振り返れば，手元の板書計画を遂行することに集中してしまい，本人達に全く気を配れていなかった.

図 3 2021 年 4 月 13 日の省察記録の一部抜粋

- 本来であれば授業後半にやれれば良いかなと思って用意していた，分詞を使った表現から扱うという順番の入れ替えを号令が始まってから行う方針に変更した.
- 直接話す中で，エマさんの境遇について自分たちなりに想像してみるという本文外の話から，「それに似た話って，どこかにあったりしません？」と徐々に教科書本文へと近づいていった結果，最終的に「あっ」と気付いた様子で本文中の話を引用して説明するにまで至っていた.

図 4 2021 年 4 月 16 日から 6 月 26 日の省察記録の例

2021 年 2 学期の省察的実践の記述 9 月 3 日から 25 日までの期間には，高校の授業用資料作成のほか，2 回目のワクチン接種の予定日調整やそれに伴う大学院の必修授業の欠席についてのやりとりがあった．この一件はワクチンの集団接種会場へ予約を行った結果，予約日が大学院の必修授業の開講日と重なったことから始まった．保健所ワクチン調整室や必修授業の担当者，大学院の指導教員との連絡が 1 週間以上継続し，1 回の返答につき 30 分から 2 時間，総計約 8 時間を要した.

この期間は 1 日あたり 1619〜15626 文字の記述量で記録を作成した．1 学期と比較して授業展開についての記述が具体的になり，筆者の授業中の即興的な判断や行動についての記述が見られた（図 5）．一方で，この期間は記述量が減少傾向にあり，9 月 25 日を最後に記録作成は中断された．このように，実践の中ではイレギュラーな出来事による時間的な負担に伴い，省察が中断される場合がありうることが推察された.

ぽつりぽつり言葉を交わしながら相談をしたり，考え込んだり悩み込んだりしている生徒の様子を見ると，関わりたくなってしまうと言う気持ちがかなり大きく出ていたが，これまでに得られた 1 歩ぐっと堪えるという考えや感覚すらも出ることがなく，安心してそのグループ内での協力に任せることができた．何よりも，どのグループも少し離れてから戻ってくると最も難しいと思う理由の選択やその理由の記述がかなり進んでおり，1 歩ぐっとこらえて生徒を待つと言うことに私自身だいぶ慣れることができたのかもしれないと感じた.

図 5 2021 年 9 月 6 日の省察記録の一部抜粋

2022 年 1 学期の省察的実践の記述 筆者は高校で週 4 日 18 時間の授業を月，火，金，土曜日に，個別指導塾で週 2 日 5 時間の授業を火，金曜日に担当した．4 月 12 日から 5 月 9 日には，学会資料や研究計画書，高校の授業用資料や試験問題の作成があった．1 学期中間試験の問題作成は 2022 年度が初であり，「論理・表現」に関しては専任教諭の指導のもとで試験や資料作成に大きく関与した．担当授業時数は 2 時間増加し，省察に費やすことができる時間は前年度より限られていた.

4 月 12 日から 5 月 9 日までの期間は，1 日あたり 2246〜9624 文字の記述量で記録を作成した．この期間の記述には，授業展開や即興的な判断・行動，次回以降の授業のための忘備録の他に，同じ科目を扱う他の学級での授業との関連についての言及が散見された（図 6）．この期間の記録作成は 5 月 9 日を最後に中断された．前年度 2 学期と同様に，授業実践において省察手法が果たす役割が維持され続けていたが，突発的な業務の増加や時間的制約の中で省察を中断することとなった.

前回から使い始めた教科書のレッスン1の大問Bから教科書に沿って続きを扱う予定であった．本日既に扱っていた他の学級での様子から予定している内容のおよそ終わりぐらいまでは扱える見込みが立ったのでこれを目標に調整しつつ無理なく進めていく予定であった．

図6 2022年4月19日の省察記録の一部抜粋

2022年2学期の省察的実践の記述 9月13日から29日には，担当する全ての科目について授業の用具を黒板からプロジェクターとプリントへと一新し，『論理・表現』のみ連絡や提出物の管理をGoogle classroomへと移行した．毎授業のプロジェクターの持ち運びやプリントの作成・修正・印刷といった新たな業務によって，省察記録を作成するための時間がこれまで以上に制限されていた．そのため，省察記録を作成するための工夫として，それまでの授業での出来事や今後へ向けた改善点などを週末にまとめて記録することとした．

9月13日は8449文字，29日は6792文字の記述量で記録を作成した． この期間はこれまでにも見られた記述の他，新しい教具の導入・運用についての言及が見られた（図7）．同年度1学期の記録でも，それまでに行われた省察のねらいや手続きが記録内容に見られていたことから，省察は中断以前のねらいや記録作成の手続きを継承した上で再開される可能性が推察された．

事前準備や確認などが非常に不足していたという点で，様々な課題や問題が見られる授業となってしまった．ただその一方で，今後何に気をつけるべきかと言うところに気づけたというところがまず大きい．そして教室にiPhoneとMacBookをもっていくことさえできればリアルタイムで訂正や修正，ともすれば問題の作成や追加といった+αの事柄もリアルタイムで行うことができるというところが今後の気づきやアイディアとして得られた大きな収穫であるようには思う．

図7 2022年9月29日の省察記録の一部抜粋

5. 考察

ここまで，筆者の授業実践における省察記録や特徴的な出来事，スケジュールを手がかりに，省察のねらいや省察手法の果たす役割の変遷について記述してきた．この記述を通じて，以下の3点の示唆が得られた．⑴省察記録の作成プロセスを通じて，授業実践における省察手法が果たす役割は変化しうる．⑵イレギュラーな出来事やスケジュールの変化による時間的な負担に伴い，省察的実践を中断することになる場合がある．⑶省察的実践を再開する場合，中断する以前のねらいや手続きを継承した上で再開されうる．

以上の3点を踏まえ，教員の日常的な授業改善を支援する省察手法のデザインについて考察する．教員を取り巻く状況は日々変化しており，省察を中断せざるを得ない事態は常に起こりうる．これを念頭に置いて中断された省察の再開を支援することが，継続的な授業改善につながると推察される．省察は，生徒のよりよい学びを支える授業づくりや，それを通じた教員の成長を目指す授業改善につながり得る．省察手法やその実践には，省察の中断と再開を繰り返しながらでも実施可能だと感じられる再開可能性(restartability)を踏まえたデザインが求められるといえよう．

文献

[1] 浅田匡 (1998). 自分の授業を見直す：授業日誌法の活用 浅田匡・生田考至・藤岡完治（編） 成長する教師 (pp.147-160) 金子書房

[2] 中央教育審議会 (2012). 教職生活の全体を通じた教員の資質能力の総合的な向上方策について（答申）

[3] 中央教育審議会 (2021). 「令和の日本型学校教育」の構築を目指して：全ての子供たちの可能性を引き出す，個別最適な学びと，協働的な学びの実現（答申）

[4] 藤森裕紀 (2021). 省察を通じて授業実践についての語りはどのように変化するのか 日本教育心理学会総会発表論文集, *63*, 258.

[5] 藤森裕紀 (2022). 1年間の省察的実践を通じて授業の実践と省察はどのように変化したか 日本教育心理学会総会発表論文集, *64*, 158.

[6] 角田豊・中垣ますみ・西井薫・冨永吉喜・飛田祥 (2021). 学校臨床力と教師の省察：プロセスレコードを用いた感性を磨く省察会のあり方 京都教育大学紀, *138*, 255-271.

[7] 目黒悟 (2010). 看護教育を拓く授業リフレクション：教える人の学びと成長 メヂカルフレンド社

[8] 村井尚子 (2015). 教師教育における「省察」の意義の再検討：教師の専門性としての教育的タクトを身につけるために 大阪樟蔭女子大学研究紀要, *5*, 175-183.

[9] Schön, D. A. (1984). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think In Action.* Basic Books.（ショーン, D. A. 柳沢昌一・三輪建二（監訳）(2007). 省察的実践とは何か：プロフェッショナルの行為と思考 鳳書房）

[10] 高根信吾・三澤宏次・新保淳 (2014).「学び続ける教員像」確立のために求められるリフレクションに関する研究(1) 常葉大学保育学部紀要, *1*, 95-107.

[11] 土倉英志(2020). 変わりゆく実践研究と実践研究における研究者の役割：サイエンスカフェの実践研究のエスノグラフィ 認知科学 *27* (2), 192-205.

[12] Wong, Y., Mansor, R., & Samsudin, S.(2015). The challenge of producing progressive teachers in Malaysia: A case study of reflective writings among UPSI student teachers. *GEOGRAFIA OnlineTM Malaysian Journal of Society and Space*, *11*, 21-32.

[13] 山口美和・越智康詞・山口恒夫 (2007). 教師教育におけるリフレクション方法の検討：「プロセスレコード」による事例の振り返りを通して 信州大学教育学部紀要, *119*, 79-90.

日本語版 Semantic Similarity Test の妥当性の検討
Validity of the Japanese version of the Semantic Similarity Test

岡 隆之介[1)]，内海 彰[2)]，楠見 孝[3)]
Ryunosuke Oka, Akira Utsumi, Takashi Kusumi
[1)]三菱電機株式会社，[2)]電気通信大学，[3)]京都大学
Mitsubishi Electric Corporation, The University of Electro-Communications, Kyoto University
Qualia1006@gmail.com

概要

本研究の目的は，呈示された 2 つの単語の類似点を文で回答することで参加者の結晶性知能の一側面を測る課題である，日本語版 Semantic Similarity Test（以下、日本語版 SST）の作成と妥当性を検討することである．予備調査では SST（Stamenković et al., 2019）を参考に，20 項目からなる日本語版 SST の項目と採点基準表を作成した．本調査では，日本語版 SST が収束的妥当性の指標である令和版語彙数推定テスト（藤田・小林, 2022）と弱い正の相関係数を持つことを確認した（$r = .29$）．

キーワード：Semantic Similarity Test, 妥当性, 尺度開発

1. はじめに

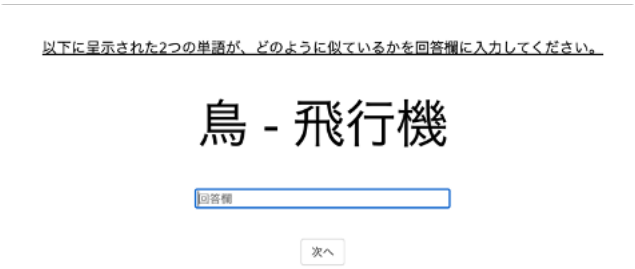
結晶性知能 (crystallized intelligence)は，文化や教育や日々の経験から獲得される知識である[1]．結晶性知能はしばしば，既存の知識では解くことができない問題を解く際に用いられる，流動性知能 (fluid intelligence)と対比して説明される．

臨床場面において，結晶性知能や流動性知能を測定する場合には，Wechsler Adult Intelligence Scale (以下，WAIS)が用いられることが多い．WAIS は言語理解指標やワーキングメモリ指標などからなる，知能を測定するための検査である．なかでも言語理解指標は，単語の意味について回答を求める語義の検査や，2 つの単語の類似点を解凍させる類似の検査によって，結晶性知能を多面的に測定できるという特徴を持つ．一般に，WAIS は，検査のトレーニングを受けた専門家 (例: 臨床検査士)によって測定・評価される．

本研究の大きな目的は，WAIS の類似の検査に替わる，非臨床目的の結晶性知能の測定課題を作成することである．WAIS は臨床目的で使用されるという性質から，問題やその採点基準の詳細が公開できないという制約がある．一方で，結晶性知能は言語理解のさまざまな課題 (例: 比喩理解課題)との関連があるため，結晶性知能を誰でも測定できるような代替課題があることは，認知科学，言語学や心理学に関わるさまざまな領域の研究を進めていく上で重要と考えられる．

本研究では，Stamenkovic et al.[2]によって提案された Semantic Similarity Test (以下，SST)の日本語版 (日本語版 SST)の作成を目指す．SST は，図 1 に示すように，参加者に 2 つの単語を呈示し，呈示された単語間の類似点を自由記述で回答をさせる課題である．

図 1. 日本語版 SST の回答場面



SST は 20 項目からなり，WAIS の「類似の検査」を参考に作られているが，刺激に用いられる項目は全て WAIS と異なるという特徴を持つ．また，それぞれの項目に対して，公開された採点基準表があり，これに基づいて 2 点（2 つの単語の一般的な分類に言及している），1 点（部分的な類似），そして 0 点（類似点が認められない）で採点される．項目，採点基準，および得点の具体例を表 1 に示す．

表 1. 項目，採点基準，および得点の具体例

項目	採点基準	得点
鳥-飛行機	飛ぶ	2
鳥-飛行機	羽がある	1
時間-川	流れる	2
時間-川	連続する	1
時間-川	川の流れのようだ	0
ダイヤモンド-雪片	結晶構造	2
ダイヤモンド-雪片	キラキラしている	1
ダイヤモンド-雪片	脆い (雪片にのみ当てはまる)	0

本研究は予備調査と本調査からなる．予備調査では，SST の英語の単語ペア (e.g., “bird - airplane”)と採点基準 (e.g., 2pts: “can fly”)のそれぞれを日本語に訳し (例:「鳥-飛行機」， 2 点: 「飛ぶ」)，日本語版 SST の原案とする．また，原案の 20 項目が必ずしも日本語との文化的な共通性を持つとは限らないため, 4 項目を追加で予備として準備した．これらの項目について，SST の項目決定の基準に従って信頼性係数 (Chronbach’s alpha)と項目の多様性のバランスで決定した．

本調査では，予備調査で作成した日本語版 SST を用いてその構成概念妥当性を検討する．構成概念妥当性は，令和版語彙数推定テスト[3]と Raven Progressive Matrices Short[4] (以下，RPMS)を用いて行った．令和版語彙数推定テストは，参加者に呈示した単語セットに対して参加者が既知と回答した項目の内容と数に基づいて参加者の語彙数を推定する，ウェブ上で実施される検査である．SST は WAIS-III の語義の検査と正相関 (r = .67; [2])であることが知られているため，語義の検査と同様に参加者の語彙知識を尋ねる令和版語彙数推定テストもまた，今回開発の日本語版 SST と正相関であることが確認されれば，日本語版 SST は収束的妥当性を持つといえるだろう．一方で，RPMS は 12 項目からなる Raven Progressive Matrices[5]の短縮版であり，参加者に 2×8 の行列に漸次的変化する規則性によって排他された抽象的図を呈示し，そこに含まれる空欄部分を最も適切に埋める図形を選択肢の中から選択する課題である．この課題は, 流動性知能を測る標準的な課題の一つである．SST は RPMS と弱い正相関 (r = .31: [2])であることが知られているため, 日本語版 SST と弱い正相関であることが確認されれば，日本語版 SST は弁別的妥当性を持つといえるだろう．

加えて, 探索定な分析として SST と日本語版 Ten Item Personality Inventory (小塩他[6]; 以下, TIPI-J)の相関関係について検討する．TIPI-J は Big Five 性格特性を 10 項目で簡便に測る指標であり，日本語版 SST との関係性を検討することで，結晶性知能に関心のある将来の研究者のための予備的な資料となると考えた．

2. 予備調査

参加者 80 名の参加者 (男性 50 名， 年齢: 27–59 歳， 平均年齢 42. 4 歳) がクラウドワークスで収集された. すべての参加者は匿名で集められた. 予備調査および本調査は京都大学大学院教育学研究科の倫理審査の承認を経て行われた. また, 予備調査と本調査の実施にあたっては，すべての参加者から同意書に対する署名を経た.

刺激 24 個の単語ペアを用いた．項目，採点基準, および得点の具体例を表 1 に示す．20 個の単語ペアとそれぞれの採点基準は SST の筆頭著者 (Dr. Dusan Stamenkovic)の許可を得て著者らによって日本語に翻訳された．また，追加の 4 項目については，単語間類似度について検討した英語の研究[7]の単語ペアから抽出した.

採点基準表 採点基準表は SST と WAIS-III の「類似の検査」を参考に作成された. 採点基準表は全体的な採点基準と項目ごとの採点基準に分かれていた．全体的な採点基準は項目ごとの採点基準がどのように決定されているか (例: 2 点: 「2 つの単語の一般的なカテゴリや普遍的な特徴や関係性について言及されている」，1 点:「部分的な特徴や機能の妥当な類似性について言及されている」，0 点: 「それぞれの単語の特徴について述べらている」,「明らかに誤った回答」)や，採点全体に関する基準がまとめられていた.

手続き データ収集は Qualtrics (http://www.qualtrics.com/; 同意書と参加者の属性情報の収集)と jsPsych (de Leeuw et al.[8]; 日本語版 SST の実施)を用いて行われた．参加者は PC のみから課題に参加可能であった．SST と RPMS をオンラインで実施した Stamenković et al.[9]と同様に，すべてのデータ収集はオンライン上で行われた.

課題は以下の 4 ステップで行われた．第一に，参加者は課題についての説明と同意書への署名を求められた．第二に，参加者は属性情報 (性別，年齢，教育水準)について回答が求められた．教育水準は参加者が現在あるいは最後に在学していた学校で尋ねられ，本調査での分析の際には以下の基準で数値に変換された (1: 中学校, 2: 高校, 3: 短期大学および専門学校, 4: 大学, 5: 大学院)．

第三に，参加者は日本語版 SST に回答した．参加者は，この課題で参加者には単語のペア (具体例として，「椅子 – ソファ」)が呈示されるので，2 つの単語に共通する類似点を回答することが説明された．課題の説明において，WAIS-III と同様に，正解の回答 (例: 「椅子 - ソファ」であれば「家具」)を示すことはしなかった．刺激の呈示順は SST の呈示順に従って 20 項目を最初に呈示し, その後追加の 4 項目を呈示した. SST の項目の提示順序は課題の難易度 (項目の正解率)に基づ

いて，簡単なものから呈示されていた．第四に，参加者の謝金 (300 円)の支払いのための情報を呈示して課題を終了した．本調査は約 16 分で終了した．

結果　日本語版 SST の単語ペアと採点基準表の決定は以下の 5 ステップで行われた．第一に，採点点基準表の原案に基づいて，第一著者がすべての回答を採点した．この際に，項目ごとの採点基準について，採点基準にはないが妥当で複数人からの回答が得られた回答について，新たに採点基準に加えた．第二に，第一著者が改めてすべての回答を採点基準表に基づいて採点した．第三に，第一著者は各参加者の SST の合計点を元に 20 項目を選定した．この時，合計点が著しく低い 1 名の参加者 (5 点/40 点)を以降の分析から除外した．SST と同様に，第一著者と第三著者が信頼性係数と項目のばらつきを考慮して項目を決定した．最終的に選択された 20 項目に基づく Chronbach's alpha は.62 であり，SST の.61 と同程度であった．第四に，第一著者と第三著者で評定者間信頼性を確認するため，項目全体の 11%を抽出してそれぞれ独立に採点した．採点結果の分類一致率を算出したところ，評定者間信頼性は中程度に高かった (Fleiss's kappa = .67; z = 10.1, p < .001)．評定者間で評価が異なる項目については合議の上，不一致を解消した．第五に，第一著者が改めてすべての項目を採点した．

3. 本調査

3.1. 方法

参加者　100 名の参加者 (男性 52 名，年齢：24–58 歳，平均年齢 41.8 歳)がクラウドワークスで収集された．本調査では，日本語版 SST の再検査信頼性を検討(未発表内容)するため，参加者は記名で集められた．

刺激・採点基準表　予備調査で選定された 20 個の単語ペアと採点基準表を用いた．

手続き　データ収集は Qualtrics (同意書，参加者の属性情報，令和版語彙数推定テストの結果，TIPI-J，再検査信頼性のための 2 回目の調査への参加意思確認)と jsPsych (RPMS，日本語版 SST の実施)，そして令和版語彙数推定テスト (https://www.kecl.ntt.co.jp/icl/lirg/resources/goitokusei/vocabulary_test/php/login.php)のウェブサイトを用いて行われた．参加者は PC のみから課題に参加可能であった．

課題は以下の 7 ステップで行われた．第一に，参加者は課題についての説明と同意書への署名を求められた．第二に，参加者は予備調査と同様の属性情報が尋ねられた．第三に，参加者は RPMS に回答した．第四に，参加者は日本語版 SST に回答した．日本語版 SST の手続きは項目数が 20 項目になったことを除いて，予備調査と同様であった．第五に，参加者は令和版語彙数推定テストに回答した．この課題で，参加者はウェブサイトの指示に従って課題を実施し，課題終了後に呈示される参加者の語彙数の推定値を，Qualtrics 上で回答することが求められた．本テストの解析には検査 1 の結果と総合得点を用いた．第六に，参加者は TIPI-J に回答することが求められた．TIPI-J は外向性，協調性，勤勉性，神経症傾向，そして経験に対する開放性 (以下，開放性)の 5 つの下位尺度からなる 10 項目の質問紙である．第七に，参加者の謝金 (500 円)の支払いのための情報と 2 回目の調査の参加意思確認をして，課題を終了した．本調査は約 33 分で終了した．

日本語版 SST の採点　第一に，第一著者が参加者のすべての回答を採点した．第二に，第一著者と第三著者が参加者の回答全体の 22%を個別に採点した．評定者間信頼性は中程度に高かった (Fleiss's kappa = .72; z = 21.2, p < .001)．評定者間で評価が異なる項目については合議の上，不一致を解消した．第三に，第一著者が改めてすべての項目を採点した．

3.2. 結果

日本語版SSTの合計得点(日本語版SST得点)，RPMSの合計得点 (RPMS 得点) 令和版語彙数推定テストの総合得点 (総合語彙数) と第一検査の得点 (第一検査語彙数)，TIPI-J の下位尺度の得点，年齢，そして教育水準の記述統計量と相関係数を表 2 にまとめた．

表2. 各変数の記述統計量と相関係数 (N = 100)

Measure	M	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. 日本語版SST得点	28.24	3.57	-									
2. RPMS得点	6.42	2.9	.36 ***	-								
3. 総合語彙数	71694	17415	.29 **	.23 *	-							
4. 第一検査語彙数	73236	18325	.31 **	.27 **	.94 ***	-						
5. 外向性	3.45	1.44	-.20 *	-.16	.00	-.03	-					
6. 協調性	4.96	1.33	-.26 *	-.17 †	.04	.01	.05	-				
7. 勤勉性	4.1	1.29	-.29 **	-.20 *	.08	.07	.17 †	.60 ***	-			
8. 神経症傾向	4.06	1.48	.25 *	.14	-.18 †	-.12	-.46 ***	-.56 ***	-.46 ***	-		
9. 開放性	3.69	1.32	-.03	-.04	-.02	.00	.65 ***	.03	.09	-.32 ***	-	
10. 年齢	41.79	7.72	.03	.03	.14	.20	.05	.08	.14	-.11	.09	-
11. 教育水準	3.35	0.88	.08	.12	.11	.16	-.18	-.10	.08	.21	-.09	-.05

†p <.10, *p < .05, **p < .01, ***p < .001

初めに，日本語版 SST の収束的妥当性を確認するために，日本語版 SST 得点と総合語彙数および第一検査語彙数の相関係数を算出した．結果，日本語版 SST 得点と総合語彙数および第一検査語彙数の相関係数はそれぞれ弱い正の相関係数を示した ($rs = .29, .31, ps < .01$). 続いて，日本語版 SST の弁別的妥当性を確認するため，日本語版 SST 得点と RPMS 得点の相関係数を算出した．結果，日本語版 SST 得点と RPMS 得点は弱い正の相関係数を示した ($r = .36, p < .001$)．最後に，探索的な検討を行った日本語版 SST と TIPI-J の下位尺度の相関係数は，外向性・協調性・勤勉性と弱い負の相関係数を示し ($rs = -.20, -.26, -.29$)，神経症傾向と正の相関係数を示した ($r = .25$).

3.3. 考察

本研究では，日本語版 SST の構成概念妥当性を確認した．収束的妥当性の確認のために日本語版 SST の得点と令和版語彙数推定テストの相関係数を検討したところ，弱い正の相関係数があった。このことから，日本語版 SST は収束的妥当性があると判断した．一方で，日本語版 SST の弁別的妥当性の確認のために RPMS との相関係数を検討したところ，弱い正の相関係数にあり，この相関係数の大きさは日本語版 SST と語彙数の相関係数と同程度であった．ところが，SST の元論文においても，SST と RPMS の相関係数が $r = .31$ であったことから，SST と RPMS の弁別的妥当性は元論文と同程度であると判断した．

日本語版 SST の収束的妥当性が小さかったのは，令和版語彙数推定テストの課題要求が小さかったことに起因していると考えられる．SST の元論文では WAIS-III を用いて SST の収束的妥当性を検討していたが，WAIS-III の語義の検査は単語や絵を参加者に見せてその意味を尋ねる，すなわち再生に基づいて回答を求める課題となっている．一方で，日本語版 SST の収束的妥当性の検討に用いた令和版語彙数推定テストは，参加者に呈示した単語群を参加者が知っているか回答する，すなわち再認に基づいて回答を求める課題となっている．再認は再生よりも課題要求が小さいため，これらのことから，課題の語彙推定に対する感度が小さいため，結果として両検査間の相関係数が小さくなったと考えられる．

4. 総合考察

本研究では，結晶性知能の一側面を検討する，日本語版 Semantic Similarity Test を開発し，その構成概念妥当性を検討した．予備調査から，SST の元論文と同程度の信頼性係数 (Chronbach's alpha = .62)を持つ，日本語版 SST の項目と採点基準表を決定した．本調査では，日本語版 SST が，収束的妥当性の指標である令和版語彙数推定テストと，弁別的妥当性の指標である RPMS と，それぞれ弱い正の相関 ($rs = .29, .36$)であることを確認した．日本語版 SST が SST と比して収束的妥当性が弱い結果となったが，このことは先行研究と本研究の語彙数の推定方法の違いで生じていると考察した．以上の結果から，日本語版 SST は収束的妥当性がやや小さいものの，SST の元論文と同程度の収束的妥当性を持ち，結晶性知能の検査として有効と判断した．

今後は，本研究で得られた項目を論文と合わせて公開し[10]，結晶性知能と関連の深い認知課題 (例: 比喩理解課題)と合わせて日本語版 SST を用いて，結晶性知能と認知機能の関係を検討していく．

文献

[1] Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor analytic studies*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

[2] Stamenković, D., Ichien, N., & Holyoak, K. J. (2019). Metaphor comprehension: An individual-differences approach. *Journal of Memory and Language*, *105*, 108-118.

[3] 藤田早苗・小林哲生 (2022). 令和版単語親密度に基づく大規模語彙数推定調査 ~Web 公開版の利用ログ分析~, 2022 年度人工知能学会全国大会.

[4] Arthur, W., Tubre, T. C., Paul, D. S., & Sanchez-Ku, M. L. (1999). College-sample psychometric and normative data on a short form of the raven advanced progressive matrices test. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *17(4)*, 354–361.

[5] Raven, J. C., Raven, J., & Court, J. H. (1994). *A manual for Raven's Progressive Matrices and Vocabulary Scales*. London, UK: H. K. Lewis.

[6] 小塩真司・阿部晋吾・ピノ カトローニ (2012). 日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J) 作成の試み. パーソナリティ研究, *21(1)*, 40-52.

[7] Xu, X. (2010). Interpreting metaphorical statements. *Journal of Pragmatics*, 42(6), 1622-1636.

[8] de Leeuw, J.R., Gilbert, R.A., & Luchterhandt, B. (2023). jsPsych: Enabling an open-source collaborative ecosystem of behavioral experiments. *Journal of Open Source Software*, *8(85)*, 5351-5354.

[9] Stamenković, D., Milenković, K., Ichien, N., & Holyoak, K. J. (2023). An individual-differences approach to poetic metaphor: Impact of aptness and familiarity. *Metaphor and Symbol*, *38(2)*, 149-161.

[10] Oka, R., Utsumi, A., & Kusumi, T. (under review). Validity and the reliability of the Japanese version of the Semantic Similarity Test.

日本舞踊の専門家の有する評価構造の特徴解析
Analysis of evaluation structure of experts of Nihon-Buyou

田中 祐貴[†], 伊丸岡 俊秀[‡]
Yuuki Tanaka, Yoshihide Imaruoka
[†]西日本電信電話株式会社, [‡]金沢工業大学
Nippon telegraph and telephone west Corporation, Kanazawa Institute of Technology
c6101798@planet.kanazawa-it.ac.jp, imaru@neptune.kanazawa-it.ac.jp

概要
日本舞踊家元による演技評価をもとに評価モデルを作成し、実験 1 では非専門家による評価と専門家モデルとの適合に、舞踊経験が影響するかを検討した。その結果、経験者のみで適合が見られ、舞踊経験の影響が確認された。続く実験 2 では、実験 1 で見られた専門家との適合度の違いに、経験者だけが持っていたと思われる舞踊に関する知識が影響していた可能性を検討したがそれは否定され、演技経験そのものの重要性が示唆された。

キーワード：日本舞踊, 熟達化,評価構造

1. はじめに

芸術などの創造的な領域において、優れた成果を上げることや熟達者と呼ばれるレベルに達するためには10000時間以上の訓練が必要とされている。下山 (2005)は、熟達者に達するまでに獲得するものとして、大きく 2 つの側面を指摘した。1 つ目は、構造化、体系化された領域知識の獲得である。2 つ目は、メタ認知能力の獲得である。

メタ認知の獲得の影響の 1 つとして、技術の熟達が他者評価の場面においても影響を及ぼす可能性が示唆されている。大浦(1998)は、ピアノの練習場面において熟達するほど楽曲の構造と演奏表現が適合しているのかを重視して評価しており、演奏技術の熟達が他者評価に影響を及ぼすとした。

舞踊の領域でもフィギュアスケートやエアロビクスなど評価が定量化されるものがある。一方で日本舞踊は競うことが目的ではないことが多く、そのため評価は定量化されず、主に流派の長である家元の受けた印象を基づいて評価が決められる。扇流においても、流派内で権威のある存在である家元によって評価が決められている。評価項目は明文化されていないが、そこには何らかの評価基準がある可能性が高い。

潜在的な評価軸の明確化を行った研究として、神里・星野(1999)では、評価軸が明確でなかったカチャーシーを対象に感性評価実験を実施し、因子分析の結果から評価軸の明確化を試みた。また、評価軸と関係のある運動特性についても検討を行っていた。特定の印象と運動特性の関係を検討する研究はモーションキャプチャーの普及によって盛んにおこなわれている。丸茂・吉村・小島・八村(2004)では、日本舞踊の基本動作の 1 つである“オクリ”において、女性を演じた場合と演じていない場合の動作解析から、女性らしさを喚起させるための運動特性を明らかにした。評価軸の明確化や特定の印象を喚起させるための運動特性については研究が行われているが、評価者に焦点を当てた研究の報告は少ない。

本研究では、日本舞踊の扇流を対象に専門家の評価構造を明らかにすることを目的とし、専門家の有する評価構造特徴を把握することと、専門家のような評価の質を得るために必要な要素を明らかにすることについて検討する。

2. 実験概要

2.1.実験 1

実験 1 の目的は、日本舞踊の専門家が有する評価内容の特徴解析と評価者自身の演技経験が評価の質に影響を与えるのか検討することである。そのため、日本舞踊の専門家と演技経験者、演技未経験者に感性評価実験を行い、評価を比較した。

2.1.1.方法

実験参加者　専門家として日本舞踊の扇流の家元 1 名、日本舞踊の演技経験者として日本舞踊の扇流の経験者 2 名（演技経験が 8 年が 1 名、1 年未満が 1 名）、日本舞踊の未経験者 9 名を対象とした。

刺激　京の四季という演目を 9 名（実験参加者である専門家も含む）の演技者に演技してもらい撮影した。鹿内・八村・澤田(2011)では関節位置のみを抽出した光点源映像であっても、鑑賞者は演技者の意図する感情を汲み取ることが可能であると示唆されている。本実験では、演技者の表情や体格、誰であるのかなどの情報

から独立した、身体運動そのものを評価させるために、撮影した映像から関節位置を抽出し、無音の Bone 映像を作成し、実験刺激として用いた。京の四季では 4 つの場面があり、場面ごとに映像を分割し、36 本の Bone 映像を作成した。再生時間は場面によって異なり、最も短い再生時間は 1 分 10 秒であり、最も長い再生時間は 1 分 40 秒であった。本実験で刺激として用いた Bone 映像を Fig. 1 に示す。

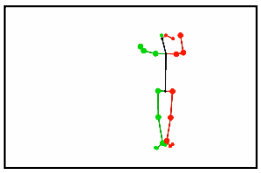


Fig. 1 An example of Bone footage

手続き　本実験はオンラインで実施したため、まず実験のウェブページの操作について教示を行った。教示後に氏名や日本舞踊の経験の有無についての属性質問に回答してもらった。属性質問の後に練習試行を行った。練習試行は 4 試行あり、1 試行目はオリジナルの映像を見てもらった後に、映像について質問に回答してもらった。2 試行目以降は、1 試行目と同じ身体運動をしている Bone 映像を見てもらった後に、映像について質問に回答してもらった。練習試行の後に本試行を行った。練習試行と同様に、Bone 映像の鑑賞と鑑賞後に映像ついての質問に回答してもらった。本試行では 3 回に分けて実施し、3 回とも同様の手続きで実施した。映像についての質問では、映像から受けた印象について 24 項目に 5 段階評価（1.当てはまる～5.当てはまらない）で回答してもらう質問と鑑賞した映像の演技に対して総合評価を（0～100）で回答してもらう 2 種類の質問に回答してもらった。映像から受けた印象についての 24 項目の質問は、以前に実施した研究での家元の因子分析の結果と家元より京の四季の評価に必要な要素の助言をもらい、それらに基づいて項目を選定した。本試行で使用した 24 項目の語句を Table.1 に示す。

Table 1 Evaluation words

1.直線的	2.尖った	3.高い	4.曲線的
5.横の	6.縮んでいく	7.丸い	8.縦の
9.狭い	10.広い	11.低い	12.拡がっていく
13.迫力のある	14.強い	15.鋭い	16.躍動的な
17.加速的	18.規則的な	19.シンプルな	20.寂しい
21.華やか	22.ひかえめ	23.大人びた	24.好き

2.1.2.結果

専門家の回答データに対し因子分析を行ったところ、3 つの因子が抽出された。因子の命名は専門家自身の意見を参考にして、第 1 因子は「直線的(-)」「高い(-)」「曲線的」などがまとめられ、専門家が基礎的な内容を指導する際に使う項目がまとまっていることから、基礎動作と命名した。第 2 因子は「広い」「拡がっていく」「横の」などがまとめられ、第 1 因子と同様で専門家が応用的な動作を指導する際に使う項目がまとまっているため応用動作と命名した。第 3 因子は「迫力のある」「強い」「ひかえめ(-)」などがまとめられ、京の四季を表すような項目がまとまっていたことから、演目解釈と命名した。

専門家の因子分析の結果と専門家の意見に基づいて、「基礎動作」「応用動作」「演目解釈」という構成概念を想定して構築した専門家の評価モデルのパス図を Figure 2 に示す。「基礎動作」は「直線的」「高い」「曲線的」「シンプル」「低い」「丸い」「規則的」「尖った」「縮んでいく」から構成され、「応用動作」は「広い」「拡がっていく」「横の」「狭い」「縦の」から構成され、「演目解釈」は「強い」「迫力のある」「ひかえめ」「華やか」「大人びた」から構成される。構成概念間の関係については、専門家自身の意見を参考にした。「基礎動作」と「応用動作」、「応用動作」と「演目解釈」は互いに影響し合い、「基礎動作」は「演目解釈」に影響すると仮定した。分析には統計ソフト R のパッケージ lavaan を利用し、重み無し最小 2 乗法によって母数の推定を行った。

評価者自身の演技経験が専門家の有する評価構造の適合に影響するのかを検討するため、専門家の評価モデルを用いて、未経験者群、演技経験 1 年未満の実験参加者・演技経験 8 年の実験参加者の回答データに対し、共分散構造分析を行った。未経験者群の適合度指標の値は、CFI= 0.602, TLI= 0.543, RMSEA= 0.259, SRMR=0.162 であり、どの指標でも適合しない結果であった。演技経験者 2 名においては、経験年数の影響についても検討を行うため個別に共分散構造分析を行った。演技経験が 1 年未満の実験参加者の適合度指標の値は CFI= 0.949, TLI=0.941, RMSEA= 0.129, SRMR=0.062 であり、3 つの指標で適合が見られた。演技経験が 8 年の実験参加者の値は CFI＝ 1.000, TLI= 1.028, RMSEA= 0.145, SRMR= 0.000 であり、演技経験が 1 年未満の実験参加者と同様に 3 つの指標で適合が見られた。

専門家の各因子と総合評価との関係を明らかにするため、総合評価点を応答変数、専門家の評価に含まれる各因子を説明変数として、リンク関数を恒等関数としたモデルを作成し、MCMC によるベイズ推定でパラメ

ータを推定した。

$$\mu_n = \beta_1 + \beta_2 MR1_n + \beta_3 MR2_n + \beta_4 MR3_n$$

$$score_n = \mathrm{Normal}(\mu_n, \sigma)$$

全てのパラメータの Rhat が 1.1 未満であったことから、推定結果が収束したとして、得られた事後平均の値を代入したモデル式を下記に記し、β_1 から β_4 と σ の推定結果を Table. 3 に示す。

$$\mu_n = 0.55 + 0.09MR1_n + 0.02MR2_n + 0.05MR3_n$$

$$score_n = Normal(\mu_n, 0.07)$$

b2 と b4 の 95%ベイズ信頼区間は 0 を含まなかったため、第 1 因子（基礎動作）と第 3 因子（演目解釈）は、因子得点が高くなるほど総合評価が高くなる。

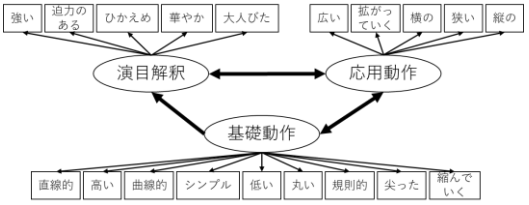


Fig. 2 Expert's evaluation model

Table 3 Comprehensive evaluation model estimation results

	mean	se_mean	sd	2.5%	25%	50%	75%	97.5%	n_eff	Rhat
b1	0.55	0.00	0.01	0.53	0.55	0.55	0.56	0.57	3412	1
b2	0.09	0.00	0.02	0.06	0.08	0.09	0.10	0.12	2543	1
b3	0.02	0.00	0.02	-0.02	0.01	0.02	0.03	0.06	2091	1
b4	0.05	0.00	0.01	0.02	0.04	0.05	0.06	0.08	2712	1
sigma	0.07	0.00	0.01	0.05	0.06	0.06	0.07	0.09	2965	1

2.1.3.考察

実験 1 の目的は、日本舞踊の専門家が有する評価内容の特徴解析と評価者自身の演技経験が評価の質に影響を与えるのかを検討することであった。

まず、日本舞踊の専門家が有する評価内容の特徴について、因子分析において、日本舞踊の専門家の評価データから抽出されたのは、基礎動作、応用動作、演目解釈であり、専門家の評価は、日本舞踊の演技技術や演目の知識から構成されていることが分かった。

専門家の評価内容の一貫性を検討するため、以前に実施した研究で得た、同じ専門家が他の演目を評価したときの回答データと評価モデルとの適合度を共分散構造分析によって確認した。適合度指標の値は、CFI＝1.000, TLI= 1.167, RMSEA= 0.000, SRMR= 0.081 であり、全ての指標において適合が見られた。以前に実施した研究と本実験の評価項目は一部異なる項目が含まれているため、修正したモデルであったが、全ての適合度指標で適合が見られたことから、専門家の評価構造は一貫していると考えられる。

次に、評価者自身の演技経験が評価の質に影響を与えるのかについて、共分散構造分析の結果から、未経験者群は、専門家の評価構造と全く適合しなかった。経験者群では、経験年数が 1 年未満と 8 年の実験参加者の両者と専門家の評価構造と適合が見られたことから、専門家と同様の評価をするかどうかには演技経験が大きく影響することが示された。

実験 1 の刺激映像は、演奏の除外や場面の呈示順番のランダム化によって、評価対象を制限したにも関わらず、専門家の評価構造には日本舞踊の演技技術や演目に関する知識が含まれていたことから、専門家は評価時に演目の背景知識や演奏などの情報を補完しながら刺激映像を鑑賞し、評価していたことが推測される。専門家ではない経験者においても、専門家ほどではないが、日本舞踊の知識や演目の知識を有しており、知識を用いた評価が可能であったかもしれない。また、演技経験を通じて、指導を受けることで専門家のような評価構造を取得している可能性もある。一方で未経験者は日本舞踊についての知識や評価構造を全く有していないため、それらを用いた評価ができなかったことが、専門家や演技経験者とは全く異なる評価を行っていた原因であった可能性がある。そこで実験 2 では、未経験者を対象に演目知識や評価構造を与えて感性評価実験を行い、演目知識や評価構造の情報を与えることが評価に与える影響を調べた。

2.2.実験 2

実験 2 の目的は、日本舞踊の知識や日本舞踊の評価視点を知ることで、専門家と同様の評価ができるようになるのか明らかにすることである。演目に関する情報のみを与えた説明なし群と演目の情報と実験 1 で明らかになった専門家の評価内容の情報を与えた説明あり群に分けて感性評価実験を行い、評価を比較する。

2.2.1.方法

実験参加者　ヤフー株式会社が運営するクラウドソーシングサービスである。Yahoo!クラウドソーシングで実験参加者を募集し、日本舞踊の未経験者 197 名に実施した。謝礼として、400 円分の PayPay ポイントを支払った。

刺激　実験 1 で用いた Bone 映像に演奏と歌を加えた映像を用いた。京の四季には 4 つの場面があり、場面が変わる部分に入る間奏で映像を分割した。最も短い再生時間は 1 分 12 秒であり、最も長い再生時間は 1 分 35 秒であった。

手続き　本実験はオンラインで実施したため、まず

は実験のウェブページの操作について教示を行った。説明あり群には、教示後に専門家の評価視点を説明した。専門家の評価視点として、評価軸の説明と各評価軸と総合評価の関係を説明した。

練習試行は 3 試行あり、1 試行目は関節位置の抽出を行っていない映像を鑑賞してもらい、鑑賞後に映像について質問に回答してもらった。2 試行目以降は、1 試行目と同じ身体運動をしている Bone 映像の鑑賞してもらい、鑑賞後に映像について質問に回答してもらった。本試行では、12 本の Bone 映像の鑑賞とそれぞれの映像ついて質問に回答してもらった。本試行では、Bone 映像で演じているパートの情景や登場人物についての説明文が記載されており、説明文を読んでから評価を行うよう教示を行った。練習試行と本試行では、実験 1 と同じ質問に回答してもらった。

2.2.2.結果

教示から本試行の完了までに、説明なし群は 1800 秒、説明あり群は 1930 秒を要すると考えられるため、各群で実験実施時間が基準に達していない回答は除外し、実験実施時間が基準に達していた 144 名分の回答を分析に用いる。144 名のうち説明なし群は 72 名であり、説明あり群は 72 名であった。

専門家の評価モデルを用いて、説明なし群・説明あり群の回答データに対し、実験 1 と同様に共分散構造分析を行った。

説明なし群の適合度指標は、CFI＝ 0.822, TLI= 0.795, RMSEA= 0.113, SRMR= 0.124 であり、全ての適合指標で適合が見られなかった。説明あり群の適合度指標は CFI＝ 0.790, TLI= 0.759, RMSEA= 0.121, SRMR= 0.121 であり、全ての適合指標で適合が見られなかった。

説明なし群と説明あり群の各々の回答データに対し因子分析を行った。説明なし群からは 3 つの因子が抽出された。第 1 因子は「シンプルな」「ひかえめな」「寂しい」などの項目で構成されている。細かな運動を連想させるような項目がまとまっていることから精緻性と命名した。第 2 因子は「鋭い」「尖った」「強い」などの項目で構成されている。力強さを連想させる項目がまとまっていることから力動性と命名した。第 3 因子は「曲線的」「好き」「丸い」などの項目で構成されている。滑らかな形態を連想させるような項目がまとまっていることから、滑らかさと命名した。

説明あり群からも 3 つの因子が抽出され、寄与率の大きさの順番は異なるものの抽出された因子は説明なし群と共通であった。第 1 因子は力動性、第 2 因子は精緻性、第 3 因子は滑らかさと命名した。

2.2.3.考察

実験 2 の目的は、日本舞踊の知識や専門家の有する評価視点を知ることが評価の質に影響を与えるのかを明らかにすることである。日本舞踊の知識のみを与え、専門家の評価視点の説明を行わずに感性評価実験を実施した説明なし群と、日本舞踊の知識に加え専門家の評価視点の説明を行って感性評価実験を実施した説明あり群のそれぞれの回答データと専門家の評価モデルで共分散構造分析を行った。その結果両群とも、全ての適合度指標において適合が見られなかったことから、未経験者に対し専門家の評価時に有している演目の知識や専門家の評価視点を与えても評価の質には影響しないことが分かった。因子分析においても、実験 1 の専門家の因子分析結果と類似する因子は見られず、専門家が評価時に有している情報や専門家の評価視点の情報を与えても演技未経験者の行う評価は変化せず、専門家の評価構造に近づくことはなかった。演技未経験者に対し専門家の評価視点の情報を言語的に伝えることは困難であり、演技経験を伴う指導を受ける必要があると示唆される。

文献

［1］ 下山 晴彦(他)（2005）.『心理学論の新しい形』. 誠信書房. 236-238.

[2] 大浦 容子(1998). 創造的技能領域における熟達化の認知心理学的研究, 慶應義塾大学大学院社会学研究科博士論文, 71-95.

[3] 神里 志穂子・星野 聖 (1999). 多変量解析を用いた「カチャーシー」の感性評価と腕の運動解析, 映像情報メディア学会技術報告, 29, 25-29.

[4] 丸茂祐佳・吉村ミツ・小島一成・八村広三郎(2004). 日本舞踊の基本動作「オクリ」に現れる女らしさの特徴解析, 舞踊学会編(27), 26-33

[5] 鹿内 菜穂・八村 広三郎・澤田 美砂子, (2011). 舞踊の感情評価における感情情報の評価―ビデオ映像と点光源映像を用いた主観的評価実験―, 情報処理学会研究報告, Vol.2011-CH-92(2), 1-8.

認知モデルを利用した個人の音韻意識の推定：音声フィルタを用いた評価手法の検討

Estimating individual phonological awareness using cognitive models: an evaluation method using audio filters

西川 純平 †，森田 純哉 †
Jumpei Nishikawa, Junya Morita
† 静岡大学
Shizuoka University
nishikawa.jumpei.16@shizuoka.ac.jp

概要

Language development is supported by phonological awareness, which is related to attention to phonological aspects of spoken language. We aim to develop a system that supports phonological awareness formation using cognitive models. The user's phonological awareness is estimated as a preference for a model through interaction with a system equipped with multiple cognitive models. This paper examines an experimental design with adult subjects to evaluate this estimation method. Audio filters are applied to the system output (word utterances) to simulate an immature language learner. Using the system with audio filters, we test the hypothesis that audio filters affect model preferences. Preliminary results with two participants indicate the influence of the filters on the user's model choice. Further experiments with more participants are needed to test the hypothesis.

キーワード：認知モデリング，音韻意識，ACT-R

1. はじめに

言語学習者（子どもや第二言語学習者）は，その言語学習の過程においてさまざまな困難に直面する．言語が発達する過程の一部は，音声言語における音素やリズムなど音韻的側面への注意に関係する音韻意識という能力に支えられるとされる．音韻意識のような直接観察できない人の内部プロセスを理解・予測するためには計算機モデルの構築が有効である．このような考えから，著者らは，計算機モデルを活用した音韻意識の形成を支援するシステムの開発に取り組んできた．本研究では，この長期的目標の実現に向け，著者らが提案してきた計算機モデルを利用した個人の音韻意識を推定する手法を評価するのための実験デザインを検討する．

2. システム

先行研究において，認知アーキテクチャACT-R[1]を用いた音韻意識のモデルがすでに実装されている[2]．このモデルは，ACT-R が持つ一般的な記憶検索のメカニズムを音韻意識と対応づけることで，未熟な音韻意識に対応づけられるしりとり中の誤りを表現した．具体的には，モデルが持つモーラ[1]の記憶には類似度が設定される．しりとりのように，モーラをキューとして単語を検索する際には，モーラ間で設定された類似度により,「似た音を取り違える」誤りが発生する．さらに，このモデルは ACT-R のパラメータを調整することでバリエーションを持つ．たとえば，モーラ間の類似度計算方法や，類似度の影響の大きさに対応する係数 P の値が操作されている．このパラメータ調整により，一部のモデルは，子音脱落のような子どもに見られる特定の誤りに対応づけられている．

図 1 は音韻意識形成支援システムの概観である．このシステムには，先行研究に基づいた複数の音韻意識モデルのバリエーションが搭載される．システムは，単語選択制のしりとり（モデルの提示する選択肢から適切な単語を選び取ること）を提供する．ユーザの音韻意識が，システムとの単語選択制しりとりを通して推定されると想定する．たとえば，子音脱落のような音韻処理の困難を抱える学習者は，自身と同様の傾向を有するモデルの誤りに気づかず，そのモデルへの選好が生じることが考えられる．

[1]音の単位のひとつ．継続時間によって定義される [3]．日本語はこれを単位として処理される．

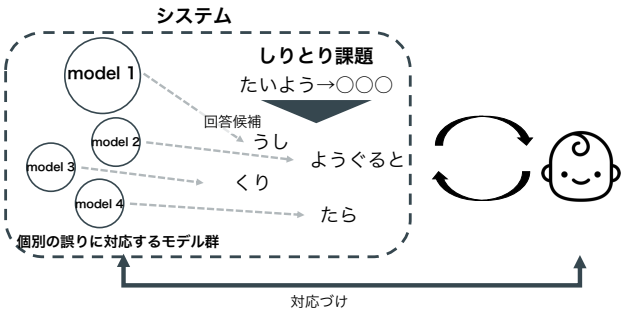


図 1　システムのイメージ．ユーザが単語選択制しりとりをプレイするなかで音韻意識が推定される．単語は例．

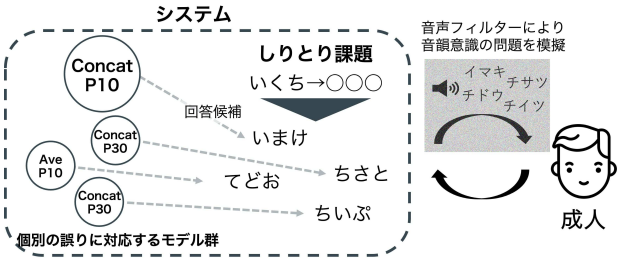


図 2　実験コンセプト．無意味単語による単語選択制しりとり．システムの出力にフィルタをかけることで，個人の音韻意識の特性を模擬する．音声フィルタの例は Concat ベースフィルタを適用したもの．

3.　実験デザイン

図 2 に実験のコンセプトを示す．この実験において，モデルのパラメータはモーラ類似度の計算方法で 2 水準 (Concat vs. Ave) [2] と類似度の影響度合 P で 2 水準 (10 vs. 30) で変更され，計 4 体のモデルがシステムに搭載された．さらに，この実験では，リクルートコストの観点から，言語学習者（子どもや第二言語学習者）ではなく，日本語を母語とする成人を対象とする．参加者がシステムと行う単語選択制しりとりの最中において，システムの出力（モデルが提案する単語）に音声フィルタを適用することで，音韻処理（とくに聞き取り）が未成熟な言語学習者の状態を模擬する．この設定に基づいて，音声フィルタ（つまり学習者個人の特性）がモデルの選好に影響するという仮説を検証する．

モデルは，100 種類のモーラを 3 つ結合することで生成された無意味単語 2,000 個を語彙として有すると仮定する[3]．単語選択制しりとりにおいてモデルが提案する回答候補単語は，音声ファイルを再生することでシステムから出力される．モデルの語彙 2,000 単語についてテキスト読み上げサービス Amazon Polly[4] を利用して音声ファイル（mp3）を用意した．

システムの出力（モデルの回答候補単語の読み上げ）に音声フィルタが適用されることは，誤った発声の音声ファイルを用いることで実現できる．音声ファイルを作成する際，正しく語彙を発声する音声ファイルに調整を加え，語彙を誤って発声する音声ファイルを用意する．今回の実験では，複数の学習者個人の特性におけるモデルの選好を調査するため，2 種類の発声の誤りパターンを用意した．誤った発声の音声ファイルは，モデルの語彙 2,000 単語について，語頭 1 モーラおよび語尾 1 モーラを置換することで得られる．モーラ置換規則は以下の手順で作成される．

1. 2 つのモーラの全組み合わせについて類似度を計算し類似度ランキングを作成する．この類似度計算はモデルが持つ類似度テーブルに等しく 2 種類作成される (Concat/Ave).
2. 日本語辞書 [4] に収録された全単語から音素の出現頻度を数え，モーラの頻度ランキングを作成する．
3. モーラ類似度ランキングの上位から順にモーラのペアを取り出し，モーラ頻度ランキング低順位のモーラから高順位のモーラへ置換する規則を追加する．ただし，連鎖する変換を防ぐため，現在の高順位モーラから変換する規則がすでに存在する場合は，現在のモーラペアを無視する．

モーラ置換規則の例を表 1 に示す．表 2 は，この規則によって作成された誤発声の例である．正しく発声される音声ファイルとふたつの誤って発声される音声ファイルについて，ひらがな表記と国際音声字母表記を示した．なお，日本語のモーラ（ひらがな）に対する国際音声字母は，日本語辞典に記載の対応表 [5] を参考にした．

4.　予備実験

これまでに述べた実験設定に基づいた予備的な調査について報告する．静岡大学情報学部男子学生 2 名が参加した．音声フィルタ（に模擬される学習者個人の特性）がモデルの選好に影響するという仮説を検証するために，2 種類の音声フィルタについてそれぞれ 30 分間の単語選択制しりとりを実施し，システム中の各モデルが選択された回数を調査した．

[2] 詳細は先行研究 [2] を参照．類似度計算のためモーラをベクトル化する際，モーラに含まれる音素を結合 (Concat) するか，平均 (Ave) するかが異なる．

[3] 濁音・半濁音・拗音を含む．語頭に存在し得ない「ん」は，生成に利用したモーラから除外した．モーラの出現頻度は，日本語の辞書 [4] に登場する頻度に基づく．

[4] https://aws.amazon.com/de/polly/

表 1　誤発声ファイルを作成するためのモーラ置換規則の例．2 種類のモーラ類似度に基づくふたつの置換規則について，それぞれ上位 5 つを例として示す．

順位	Concat	Ave
1	じゅ→ しゅ	ひゃ→ は
2	にょ→ にゅ	ぎゃ→ きゃ
3	みゅ→ にゅ	ぎゅ→ きゅ
4	りょ→ りゅ	ぎょ→ きょ
5	ず → ず	ひょ→ ほ
...	...	...

表 2　音声ファイルの例

フィルタタイプ	ひらがな	IPA
オリジナル	てどお	te do o
Concat ベースフィルタ	ちどう	tʃi do ɯ
Ave ベースフィルタ	てどう	te do ɯ

結果を図 3 に示す．各系列はモデルに対応する．モデルが持つ類似度テーブルごとに値を集約（類似度の影響度合 P について合算）した結果を示している．横軸に参加者および音声フィルタの条件が並ぶ．縦軸は参加者の誤答選択数がモデルの誤答数に占める割合を示す．つまり図の最右にある青バーは，Concat ベースフィルタ条件の 30 分間のしりとりにおいて，参加者 A が Concat テーブルのモデルを選択しつつ誤答した回数を分子と，同条件で Concat テーブルのモデルが誤答した回数を分母とした割合の値である．

この図から，フィルタ間でモデルの選択されやすさが異なることが読み取れる．つまり，Concat 条件におけるモデル間の差より，Ave 条件におけるモデル間の差が大きい．このことは音声フィルタ（に模擬される学習者個人の特性）がモデルの選好に影響するという仮説と整合的である．

5.　まとめ

本稿では，個別化認知モデルを用いた音韻意識形成支援システムの実現に向け，音声フィルタの適用によって成人を参加者としてシステムの実現性を評価する実験デザインを検討した．本稿の結果は予備的なものであり，参加者数を増やした実験による検証が必要である．

今後は，音声フィルタの設定を吟味することも重要になる．困難を抱える子どもの特性（自閉スペクトラム症の特異な知覚）を再現する研究 [6] を参考に，知見に基づくフィルタを作成することで，より現実の困難に対応づいた検証が可能になる．これらの実験の結果を踏まえてシステムのブラッシュアップをした後，システムが本来対象とする言語学習者を対象とするシステム評価実験を実施する．

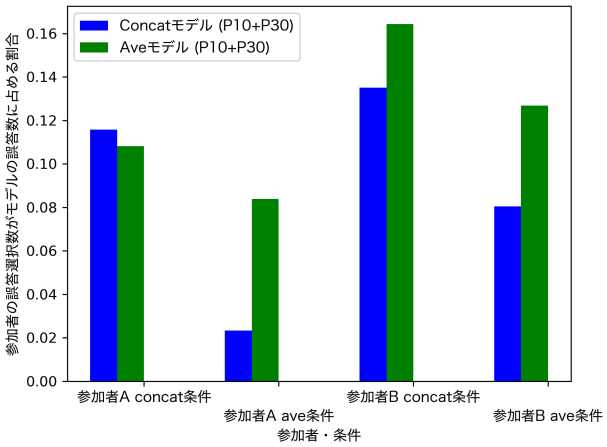


図 3　予備実験の結果．縦軸は参加者の誤答選択数がモデルの誤答数に占める割合を示す．

文献

[1] Anderson, John R, (2007) “How can the human mind occur in the physical universe?”: Oxford University Press.

[2] Nishikawa, Jumpei and Morita, Junya, (2022) “Cognitive model of phonological awareness focusing on errors and formation process through Shiritori,” Advanced Robotics, Vol. 36, No. 5-6, pp. 318–331.

[3] Port, Robert F., Dalby, Jonathan, and O’Dell, Michael, (1987) “Evidence for mora timing in Japanese,” The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 81, No. 5, pp. 1574–1585.

[4] 天野成昭・小林哲生，(2008) “基本語データベース: 語義別単語親密度”，学習研究社.

[5] 松村明，(2006) “大辞林第三版”，三省堂.

[6] 長井志江，(2016) “自閉スペクトラム症の特異な視覚世界を再現する知覚体験シミュレータ”，精神看護, Vol. 19, No. 1, pp.59–63.

物語シーンの感情の関係抽出に向けたデータセット構築
Dataset Construction for Extracting the Relationship between Story Scenes and Emotions

奥山 凌伍†，村井 源†
Ryougo Okuyama, Hajime Murai
†公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
g2123012@fun.ac.jp

概要
物語の感情状態及び遷移を推定する研究は国内外で積極的に行われている．しかし物語中のどのようなシーンで，読者の感情状態や遷移どのようであるかは，従来の研究において十分に明らかになっていない．そのため本研究では小説の映像化資料である映画が存在する 5 作品を対象として，物語シーンの機能と読者の感情状態に関する基礎的なデータセット構築を目的とした．本研究は対象作品の各シーンに対し，物語機能と感情のタグを付与することで関係性の抽出を行った．

キーワード：感情,言語,物語

1. はじめに

読者が物語作品を読む際，物語の展開に応じて予想や共感を行う．予想や共感の結果読み手の感情状態は変化する．また物語の映像作品である映画においても同様に読み手の感情状態は変化すると考えられる．加えて映画で用いられている楽曲や，役者の表情や動きなどの演技は，作者が各シーンの内容によって想起させようとしている感情と何らかの関係があると想定される．また想起される感情は時間とともに遷移する性質を持つ．

このような読者の感情状態の推定を行った国内での従来の研究では，白鳥らの行った因子分析を用いた恋愛小説における文体特徴の抽出[1]や，江間らの行った映画脚本における感情分析[2]などがあげられる．また国外では Thomas によるドイツ語演劇における感情分類を試みた研究[3]や，Andrew よる物語作品の感情曲線に関する研究[4]などがあげられる．このように物語を対象とした感情を推定する研究は国内外で積極的に行われている．上記のような従来の研究では感情の推定や推移に関することは行われているが，物語でどのようなシーンであるかに関しては十分に明らかになっていない．

そこで本研究では物語作品を対象として，物語シーンの機能と読者の感情状態に関する基礎的なデータセット構築を目的とした．

本研究の結果を活用することでシーンの感情状態及び遷移を推定することが可能になると期待される．シーンの感情状態及び遷移を推定することが可能になればクリエイターのサポートに有用であると考えられる．また物語と感情の関係が明らかになれば物語の本質的な理解につながると考えられる．

2. 作品選定

本研究の分析で用いる作品を選定するにあたり，4 つの基準を設けて選定を行った．1 つ目は映画化がされている語作品であること．物語と感情の関係は物語シーンの展開以外にも視覚的表現や聴覚的表現にも影響を及ぼしていると考えられる．そのため将来的なマルチモーダルな関係解明を見据え，映画化されている物語作品を対象とした．2 つ目は日常をテーマにした作品であること．これは戦争やファンタジーといった現代日本で起こりえないような非現実なテーマを除外して日常をテーマにすることにより，人の日常に近い結果を取得でき，将来的に実社会を対象とした研究への発展が容易になると考えられるためである．3 つ目は喜怒哀楽の感情がバランスよく書かかれている作品である．数多くの喜怒哀楽の感情を一つの物語作品から取得することにより分析の幅を広げるためである．4 つ目は分析の質を担保するために評価の高い物語作品であること．本研究では将来的に言語情報以外の種々の情報も用いた研究へと発展させるため，評価の高さの指標には映画作品としての評価を基準に用いた．具体的には日本アカデミー賞を受賞していることを条件とした．加えて一般社団法人日本映画製作者連盟が統計している興行収入データ[5]で，新型コロナウイルス流行以前である 2010 年から 2019 年の過去 10 年間のランキング上位作品であることを指標とした．

以上4つの基準で選定を行った結果,『万引き家族』,『三度目の殺人』,『告白』,『海街 diary』,『沈まぬ太陽』の 5 作品を分析対象と定めた．

3. 分析手法

本研究では分析対象の 5 作品に対し物語構造分析，物語感情分析を行った．

物語構造分析では登場人物の入退場や場所の変化，行動の変化をもとにシーンの分割を行った．その後，分割を行ったシーンに対して物語上の役割を示す物語構造タグの付与を行った．本研究では Hajime が提唱した物語構造分析の手法[6]を用いて物語構造タグの付与を行った．Hajime 提唱した物語構造タグ[6]は物語シーンの機能を領域・中カテゴリ・小カテゴリの 3 種に分けており，それぞれ 9 種の領域，29 種の中カテゴリ，227 種の小カテゴリで構成されている．本研究では領域，中カテゴリの物語構造タグを用いて物語構造分析を行った．

物語感情分析ではシーン単位での感情タグの付与を行った．本研究では Plutchik の感情の輪[7]と Ekman の基本感情論[8]の 2 種類の基本感情論を感情タグとして分析に用いた．Plutchik の感情の輪[7]を用いた物語感情分析では｛喜び，信頼，恐れ，驚き，悲しみ，嫌悪，怒り，期待｝の 8 種の基本感情を感情タグとして分析を行った．加えて Plutchik の感情の輪は 2 種類の基本感情が同時発生した場合に複合感情が生まれる．そのため複合感情が生まれることを考慮し，各シーンに対し最大 2 つの感情タグを付与した．

Ekman 基本感情論[8]を用いた物語感情分析では｛喜び，恐怖，驚き，悲しみ，嫌悪，怒り｝の 6 種の基本感情を感情タグとして分析を行った．Ekman の基本感情論は Plutchik の感情の輪と違い，複合感情が定義されていない．そのため各シーンに対し最大 1 つの感情タグを付与した．

本研究では分析者が物語の各シーンを読むことで，各シーンに対し 2 種の感情タグをタグ付けした．著名な感情分類である Plutchik の感情の輪と Ekman の基本感情論の２種類の感情タグを同時に付与することにより，感情モデルによる相違が比較可能になる．

4. 結果

以下の表 1 は 5 作品，計 584 シーンに対し物語構造分析を行った結果である．

物語構造分析の結果10回以上出現した物語構造に対し，Plutchik の感情の輪を用いた感情タグの分布を抽出したものを表 2，Ekman の基本感情論を用いた感情タグの分布を抽出したものを表 3 に示す．

表 1 作品ごとに抽出した中カテゴリ数

中カテゴリ	万引き家族	三度目の殺人	告白	海街diary	沈まぬ太陽	合計
出現	2	6	1	12	2	23
退場	3	3	3	8	3	20
変化	0	0	0	0	0	0
能力向上	0	0	1	0	0	1
能力減退	1	1	0	0	0	2
移動経路入手	7	5	1	11	5	29
逃亡	5	0	0	0	0	5
移動経路入手失敗	0	0	0	0	2	2
探索	1	8	0	0	5	14
発覚	11	14	28	11	26	90
誤解	1	0	0	0	0	1
疑念	15	9	7	9	4	44
隠す	2	3	1	0	0	6
外的情報	0	2	4	0	2	8
秩序	0	0	0	0	4	4
違反	13	2	3	0	0	18
意思	2	6	11	13	17	49
依頼完了	1	0	1	0	0	2
依頼失敗	0	0	2	1	1	4
自我を失う	0	0	1	0	0	1
関係変化(人間関係)	16	6	3	19	2	46
関係変化(色恋)	1	0	0	0	0	1
関係変化失敗(人間関係)	7	6	17	8	20	58
関係変化失敗(色恋)	0	0	0	0	0	0
助ける	0	0	0	0	1	1
妨害	0	0	3	0	2	5
対決	0	2	0	0	0	2
日常	36	19	7	50	6	118
災難	5	1	7	6	11	30
合計	129	93	101	148	113	584

Plutchik の感情の輪を用いた割合を示した表 2 から，「関係変化(人間関係)」，「日常」の物語機能において，喜びの感情に対し高い出現割合が見られた．「疑念」，「関係変化失敗(人間関係)」の物語機能において，恐れの感情に対し高い出現割合が見られた．「退場」，「発覚」，「災難」の物語機能において，悲しみの感情に対し高い出現頻度が見られた．「違反」の物語機能において，嫌悪の感情に対し高い出現割合が見られた．「出現」，「移動経路入手」，「探索」，「意思」の物語機能においては，複数の感情に対し近似した割合が示された．

Ekman の基本感情論を用いた割合を示した表 3 から，「出現」，「関係変化(人間関係)」，「日常」の物語機能に，

表 2　Plutchik の感情の輪を用いた感情タグの割合

中カテゴリ	喜び	信頼	恐れ	驚き	悲しみ	嫌悪	怒り	期待
出現	**17%**	9%	4%	9%	**13%**	0%	0%	**17%**
退場	30%	15%	5%	20%	**45%**	5%	5%	5%
移動経路入手	7%	7%	7%	3%	**14%**	7%	3%	**10%**
探索	0%	0%	21%	7%	**29%**	**29%**	**29%**	**29%**
発覚	3%	9%	17%	31%	**41%**	22%	9%	22%
疑念	0%	2%	**52%**	16%	27%	20%	5%	25%
違反	11%	0%	17%	17%	22%	**83%**	39%	0%
意思	12%	10%	20%	14%	**31%**	**29%**	12%	6%
関係変化(人間関係)	**50%**	26%	17%	4%	30%	4%	0%	9%
関係変化失敗(人間関係)	3%	2%	**47%**	7%	31%	40%	16%	2%
日常	**60%**	13%	18%	4%	13%	10%	5%	8%
災難	7%	0%	27%	10%	**73%**	10%	7%	3%

表 3　Ekman の基本感情論を用いた感情タグの割合

中カテゴリ	喜び	恐怖	驚き	悲しみ	嫌悪	怒り
出現	**17%**	4%	9%	9%	0%	0%
退場	30%	5%	5%	**40%**	5%	0%
移動経路入手	7%	3%	3%	**14%**	7%	0%
探索	0%	14%	7%	21%	**29%**	0%
発覚	3%	9%	24%	**33%**	12%	1%
疑念	0%	**41%**	11%	23%	14%	0%
違反	6%	6%	11%	11%	**67%**	0%
意思	12%	14%	10%	**24%**	**22%**	0%
関係変化(人間関係)	**52%**	9%	4%	22%	0%	0%
関係変化失敗(人間関係)	2%	26%	5%	26%	**36%**	2%
日常	**59%**	6%	2%	8%	8%	1%

おいて，喜びの感情に対し高い出現割合が見られた．「疑念」の物語機能において，恐怖の感情に対し高い出現割合が見られた．「退場」，「移動経路入手」，「発覚」「災難」の物語機能おいて，悲しみの感情に対し高い割合が見られた．「探索」，「違反」，「関係変化失敗(人間関係)」の物語機能において，嫌悪の感情に対し高い出現割合が見られた．「意思」の物語機能においては，複数の感情に対し近似した割合が示された．

5.　考察

まず Plutchik の感情の輪を用いた感情分析に対する考察を述べる．「関係変化(人間関係)」，「日常」の物語機能において，喜びの感情が高い割合で出現している．喜びの感情は希望の達成や，やさしさを感じた時に生じるさわやかな気持ちであると定義されている[7]．「関係変化(人間関係)」は関係を良好にする様子，「日常」は登場人物たちの平穏な様子に対しやさしさを感じるため，喜びの感情と関係性が示されたと考えられる．「疑念」，「関係変化失敗(人間関係)」の物語機能において，恐れの感情が高い割合で出現している．恐れの感情は危険や危機，害悪を感じている気持ちと定義されている[7]．「疑念」は登場人物の不安の共感，「関係変化失敗(人間関係)」は登場人物同士の関係が悪化することへの不安に対し危機感を抱くため，恐れの感情と関係性が示されたと考えられる．「退場」，「発覚」，「災難」の物語機能において，悲しみの感情が高い割合で出現している．悲しみの感情は喪失感や絶望，物事がうまくいかなかった時や大切なものを失ったときに感じる気持ちと定義されている[7]．「退場」は人との別れ，「発覚」は登場人物に対する悲劇的事実の発覚，「災難」は登場人物への不幸に対し喪失感や絶望を感じるため，

悲しみの感情に関係性が示されたと考えられる.「違反」の物語機能において，嫌悪の感情が高い割合で出現している. 嫌悪の感情は憎しみ嫌い, 不快や嫌悪を感じる気持ちと定義されている[7].「違反」は主に犯罪行為であり，犯罪行為に対し不快に感じると考えられるため，嫌悪の感情に関係性が示されたと考えられる.「探索」の物語機能においては，悲しみ，嫌悪，怒り，期待の感情が他の感情より高い割合で出現している．これは本研究で用いなかった Murai が提唱した物語機能の詳細な分類[6]の差異によって出現する感情に違いが生まれると考えられる．また「意思」の物語機能における，悲しみと嫌悪の感情でも同様のことが考えられる．「出現」の物語機能においては，喜び，期待，悲しみの感情が他の感情より高い割合で出現している．しかし喜び，期待，悲しみの感情の出現割合は 20%以下と低い．これは登場人物の入退場の際に生じる感情は本研究で用いたプルチックの感情の輪に該当しない可能性，または登場人物の入退場に感情が想起されにくい可能性が考えられる．また「移動経路入手」の物語機能における悲しみと期待の感情の関係においても出現割合は 20%以下と低い．これは登場人物が移動する際に生じる感情は本研究で用いたプルチックの感情の輪に該当しない可能性，または登場人物の移動に感情が想起されにくい可能性が考えられる.

次に Ekman の基本感情論を用いた感情分析に対する考察を述べる.「出現」,「退場」,「移動経路入手」,「発覚」,「疑念」,「違反」,「意思」,「関係変化(人間関係)」,「日常」,「災難」の物語機能では Plutchik の感情の輪と同様の感情に対し顕著な関係，または低い割合が示された．しかし「関係変化失敗(人間関係)」の物語機能は Plutchik の感情の輪を用いた分析と異なる嫌悪の感情と顕著な関係が示された．また「探索」の物語機能は嫌悪の感情に対し, 高い割合が示された. これは一つのシーンに付与した感情タグの数が，Plutchik の感情の輪は 2 つ, Ekamn の基本感情論は 1 つであることが影響していると考えられる.

6. まとめと今後の展望

本研究では物語構造分析と物語感情分析を行い，物語機能と感情との関係性の抽出を試みた. Plutchik の感情の輪の基本感情を用いた感情分析では,「退場」,「発覚」,「疑念」,「違反」,「関係変化(人間関係)」,「関係変化失敗(人間関係)」,「日常」,「災難」の物語機能において，一つの感情に対し顕著な関係性が見られた．また「探索」,「意思」の物語機能において, 複数の感情に対し顕著な関係性が見られた，しかし「出現」,「移動経路入手」の物語構造においては顕著な関係性が見られなかった．Ekman の基本感情論を用いた感情分析では,「探索」,「「関係変化失敗(人間関係)」の物語機能において, Plutchik の感情の輪を用いた感情分析と異なる感情において顕著な関係性が見られた.

今後の展望について述べる．本研究は分析者一名でタグ付けを行い, 分析を行ったため, 抽出した結果の客観性は担保されていない．そのため第三者を対象とした分類の一致度の検証を実施予定である．また本研究は 5 作品を対象にしたため，分析を行ったシーン数が少ない. 今後対象作品を増やし, 分析結果の向上を計る予定である．また本研究で除外した詳細な物語機能との関係性の抽出も検討している．加えて本研究の結果に音響などのマルチモーダルな情報を合わせて分析を行うことで，より高精度な感情状態及び遷移の推定を行いアルゴリズムの実現可能性を検証する.

文献

[1] 白鳥孝幸, 村井源, (2021) “因子分析を用いた恋愛小説における文体的特徴の抽出”, 情報知識学会, Vol. 31, No. 2, pp. 276-282.

[2] 江間勇希, 鳥海不二夫, (2020) “映画脚本データにおける感情分析”, 人工知能学会全国大会, 3H1-GS-3-02.

[3] Thomas Schmidt, Katrin Dennerlein, Christian Wolff, (2021) “ Emotion Classification in German Plays with Transformer-based Language Models Pretrained on Historical and Contemporary Language”, Association for Computational Linguistics, pp. 67–79 .

[4] Andrew J. Reagan, Lewis Mitchell, Dilan Kiley, Christopher M. Dandorth, Peter Sheridan Dodds, (2016) “The emotional arcs of stories are dominated by six basic shapes”, EPJ Data Sci, Vol. 5, No. 1.

[5] 一般社団法人日本映画製作者連盟 (2023). 過去興行収入上位作品: 一般社団法人日本映画製作者連盟. http://www.eiren.org/toukei/

[6] Hajime Murai, Shuuhei Toyosawa, Takayuki Shiratori, Takumi Yoshida, Shougo Nakamura, Yuuri Saito, Kazuki Ishikawa, Sakura Nemoto, Junya Iwasaki, Akiko Uda, Shoki Ohta, Arisa Ohba, Takaki Fukumoto, (2021) “Dataset Construction for Cross-genre Plot Structure Extraction”, JADH Annual Conference 2021, Proceedings of JADH Annual Conference 2021, JADH, pp. 93-96.

[7] Robert Plutchik, (1980) “A general psychoevolutionary theory of emotion. In Theories of emotion”, Elsevier, pp. 3–33.

[8] Paul Ekman, (1992) “An Argument for Basic Emotions”, Cognition and Emotion, 6, pp.169–200.

文理混合型学部における卒業研究のテーマ設定のプロセス
The Problem-Finding Process for Graduate Research in a Cross-Disciplinary Faculty

縣 拓充
Takumitsu Agata
千葉大学
Chiba University
agata@chiba-u.jp

概要

本研究では，文理混合・多分野横断による課題解決型のカリキュラムにおいて，学生たちがどのように卒業研究を進めているかを，特に問題発見や課題設定の段階に着目して検討を行った．質問紙調査，並びにインタビューによる検証の結果，多くの学生たちが，自らがもともと有していた興味・関心をもとに課題を探索・設定していた一方で，特定領域のアプローチに依拠した研究になりがちであることも示唆された．

キーワード : 大学教育，問題発見，課題設定，学際研究

1. はじめに

近年，VUCA 時代に求められる人材の育成を視野に入れ，「課題発見力・課題解決力」に重きを置いた大学教育の取り組みが増加している．そこではしばしば，実際の社会課題に対応するために，特定の学問領域ではなく，文理を問わない領域横断・分野混合によるカリキュラムが組まれる．例えば文部科学省はこのような取り組みを推進するため，令和 2 年度より，「知識集約型社会を支える人材育成事業」を開始した．

そのようなカリキュラム下では，当然ながら特定領域の専門性を体系的に身につけることには限界がある．従来は，例えば心理学であれば，基本的な領域知識とともに，一連の方法論や分析方法について学び，その上で，4 年次に卒業研究に取り組む．しかし，多分野横断のカリキュラムでは，多様な学問領域を広く学ぶことができる一方で，特定領域の知識や方法論を網羅的に身につけることはない中で，研究を行っていくことが求められる．

それでは，そのような学部における卒業研究おいて，学生たちはどのようにテーマを設定し，相応しいアプローチを選び取り，研究を進めているのであろうか．

創造活動に関しては，問題解決の過程と同様，あるいはそれ以上に，いかに新しく面白い問題を見つけるか，すなわち「問題発見」の重要性が高い[1]．またライティング支援に関わる研究からは，問題の設定や定式化の難しさが指摘されてきた[2]．そこで本研究では，卒業研究の一連のプロセスの中でも，問題をいかに発見・設定するかという段階に着目する．

本研究では，筆者が所属し，文理混合による課題解決型（イシューベース）の教育を特徴とする千葉大学国際教養学部の「メジャープロジェクト」（卒業研究・卒業制作）を対象に，そこで学生たちがどのようなことを参照しながら，どのような問題（イシュー）に着目し，どのようなプロセスでテーマやアプローチを決定しているのか，またそれらは設定した領域ごとにどのように異なっているのかについて検討を行う．

2. 方法

2022 年度の千葉大学国際教養学部の 4 年生を対象に，質問紙調査，及び，インタビュー調査を行った．

質問紙調査は，メジャープロジェクトの論文提出後の 2023 年 1 月に，google form を用いて行い，ほぼ卒業生全員である 85 名が回答した．質問紙調査の中では，領域の分類や用いた方法論などとともに，テーマが決まった時期，そこに影響を与えた出来事，教員の支援などについて回答を求めた．

インタビューは，学部内のメールや上述のアンケートの中で協力者を募り，2022 年 10 月から 2023 年 2 月にかけて，著者が個別に実施した．インタビュイーは 11 名程度で，所要時間は 1 時間程度であった．インタビューの中では，メジャープロジェクトを進める一連の過程や取り組むテーマの変遷，そこに影響した要因などについて，時系列に沿って詳しく尋ねた．

3. 結果と考察

メジャープロジェクトの内容

質問紙調査の結果から，多く取り組まれた研究テーマのカテゴリを表 1 に，頻繁に用いられていた研究アプローチ（複数選択可）を表 2 に示す．2 つの表から分かるように，研究テーマとしては「教育・学修」，「表

象・文化・ことば」,「地域・コミュニティ開発・居場所」の順に多く，また「文献調査」「インタビュー」「質問紙調査」「フィールドワーク」といったアプローチがよく採用されていたことが分かる．これらのことから，文理混合の学部とは言え，人文・社会科学系に関わるテーマやアプローチが多くを占めていたことを見て取ることができる．他方で，自然科学系のテーマや，実験というアプローチを用いたものは，少数にとどまったと言える．

また，イシュー，アプローチともに学際的な研究だと報告した割合は 17.6%，取りあげたイシューは学際的であるものの，手法やアプローチは特定の領域のものであると報告した割合は 62.4%であった．同様に，レビュー・参照した文献について，67.1%の学生が，基本的には単一領域のものであると回答しており，問題の設定後は，一つの領域からの研究を進めていった割合が高いことが分かる．

表 1　メジャープロジェクトの研究領域

カテゴリ	人数（割合）
教育・学修	19（22.4%）
表象・文化・ことば	13（15.3%）
地域・コミュニティ開発・居場所	11（12.9%）
認知・行動・心理	9（10.6%）
制度・政策・政治・経済	8（ 9.4%）
自然・環境・くらし	7（ 8.2%）
ジェンダー・セクシャリティ	6（ 7.1%）
コミュニケーション・情報	4（ 4.7%）

表 2　学生が採用した研究アプローチ

カテゴリ	
文献調査	71（83.5%）
インタビュー，聞き取り調査	39（45.9%）
質問紙調査（アンケート）	28（32.9%）
フィールドワーク，観察	16（18.8%）
事例研究，症例研究	15（17.6%）
歴史・制度研究	13（15.3%）
制作，商品開発，デザイン	12（14.1%）
実験室実験	5（ 5.9%）

問題設定の時期

メジャープロジェクトのテーマが決定した時期として，3 年生前期（27%），3 年生後期（41%），4 年生前期（25%）がほとんどを占めていた．この学部において，指導教員のもとで進めていく演習の授業は 3 年次後期に始まる．それゆえ，この授業以降に，指導教員とのやり取りの中でテーマが定まっていった学生の割合が高いことが示唆される．一方で，約 3 分の 1 はそれ以前より取り組みたいテーマが決まっていた様子である．

課題設定に際して，基本的には学生自身で探索・設定したと回答した割合は 82%であり，ほとんどの学生が教員のアドバイスを受けつつも，自らの興味・関心に基づいて課題設定をしていたことが示唆された．

課題設定のソース

課題設定をする上で影響を受けたもの（複数選択可）として，回答割合が高かったものを表 3 に示す．

表 3 より，もともと学生が有していた趣味や興味からテーマを選択した割合が最も高いことが分かる．なおこの中には，当初から問題を設定して取り組まれたケースとともに，様々な試行錯誤を経て，最終的に自らがもともと関心を抱いていた内容に着地したケースも含まれる．また授業としては，2 年次以降の専門科目の影響を受けたという割合が最も高かったが，その割合は 31.8%に止まった．すなわち，正課のカリキュラムの中で学んだことをソースにテーマが決まった学生は必ずしも多くないと言える．

表 3　課題の設定に影響したもの

カテゴリ	人数（割合）
もともとの趣味や興味	41（48.2%）
ニュースや報道，記事	17（20.0%）
高校までの経験	13（15.3%）
一般教養の授業	17（20.0%）
1 年次必修の入門科目	13（15.3%）
2 年次から受ける専門科目	27（31.8%）
卒業研究に関わる科目	30（35.2%）
留学の経験	12（14.1%）
教員とのやり取り	28（32.9%）
友人や家族とのやり取り	19（22.4%）

領域ごとの比較

国際教養学部は，3 年次より「グローバルスタディーズ」（34 名），「現代日本学」（43 名），「総合科学」（8 名）という 3 つのメジャーに分かれる．この 3 群で比較すると，総合科学メジャーに所属する学生に，イシューやアプローチともに学際的な研究だと回答した者

はいなかった．また問題設定に際して，自分で決定できず教員に頼ったと回答した割合は，総合科学メジャーが最も高かった．自然科学の色合いが強い研究において，学生が問いの設定に苦労していたことが示唆される．

インタビューデータの分析

インタビューデータから，より詳細な問題発見のプロセスの検証を行った．その結果，基本的にはどの学生も単線的にテーマを選択しているのではなく，試行錯誤の中で探索している過程が明らかになった．また，ほとんどの教員が自ら研究テーマを提供することはせず，学生の自主性を尊重し，アドバイスを提供するような役割を担っていることが示唆された．

他方で，実験系のアプローチを採用した学生は，自ら問いを設定することが難しく，また授業外での実験機材や手法に関するサポートをより必要とすることから，教員との共同研究という形で進行したケースも見られた．

4. 結論

本研究では，領域横断・分野混合型のカリキュラムにおいて，学生がどのように卒業研究のテーマを設定しているかについて，千葉大学国際教養学部の 4 年生を対象とした質問紙調査，並びにインタビューから検証を行った．

その結果，問題発見や課題の設定に際しては，教員のアドバイスを受けつつも，多くの場合は学生自身が自らの興味や課題意識に基づいて進めていたことが明らかになった．その際，卒業研究に関わるメジャー科目を除けば，授業が課題を設定する上での主要なソースとなっていない可能性も示唆された．また，学際的な研究が推奨されている一方で，研究アプローチは特定領域に依拠したものになりがちであることも明らかになった．これらの知見を基に，学際的な問題解決型の取組を促すようなカリキュラム，あるいは支援の仕組みをより整えていくことが望まれる．

なお本研究はあくまで一つの学部のケーススタディに止まるため，他の大学の事例などと比較・参照する必要が指摘される．

文献

[1] Getzels, J. W., & Csikszentmihalyi, M. (1976). The creative vision A longitudinal study of problem finding in art. New York: John Wiley & Sons.

[2] 鈴木宏昭 (2009). 学びあいが生みだす書く力：大学におけるレポートライティング教育の試み 丸善プラネット

共在状態における笑いの連鎖
Laughter sequence in co-presence

齋藤 巴菜，坂井田 瑠衣
Hana Saito, Rui Sakaida

公立はこだて未来大学
Future University Hakodate
g2123023@fun.ac.jp

概要

本研究では，人が共在している状況で，笑いうる（laughable）出来事が起きた時に，どのようにして笑いの連鎖によってその出来事に対する理解が共有されるのかについて分析する．第一筆者である齋藤が同期学生と大学の校舎内で過ごす様子を収録したビデオを映像分析した結果，共同注意が達成され，互いに笑いうる出来事を笑いうる出来事として認識できたときに，笑いが連鎖されることが明らかになった．

キーワード：笑い，相互行為分析，参与観察

1. はじめに

本研究では，人が共在している状況で，笑いうる（laughable）出来事が起きた時に，どのようにして笑いの連鎖によってその出来事に対する理解が共有されるのかについて分析する．

本研究は，第一筆者が，友人と会話を交わさず共在している状況で，笑える出来事が起きた時，そこにいた友人たちが，笑いを連鎖させるという様子を目撃したことから着想したものである．そのようなやりとりは，笑いを産出した人同士が，言葉を交わさないままで状況に対する理解を共有することを可能にしているのである．これは，言葉を交わさずとも，人は相互行為によって互いの認知状態を共有できるということでもある．

社会的相互行為論においては，笑いとは相互行為において秩序だった形で生じる社会的な現象であると捉える[1]．個別具体的な状況で収録したビデオデータから事例を抜粋し，人々がどのようにして笑いを連鎖させ，理解を共有しているのかを分析する．その上で，これらの複雑な相互行為を分析することが，人間が持つ動的対応力[1]の解明につながることを示す．

2. 方法

本研究で観察する笑いを連鎖させる相互行為は実際の日常生活というフィールドで起きている．なかでも気心の知れた関係にある者同士の間で起きやすいと考えられる．そこで本研究では，日常生活場面の例として，大学院生である第一筆者と友人が大学内のオープンスペースで過ごす場面を取り上げる．その様子をビデオで収録したものをデータとし，第一筆者による参与観察と，収録したビデオデータの相互行為分析を併用する．参与観察をした上で相互行為分析を行うのは，共在している人々の関係性や，それまでに共有されていた文脈についての情報が必要であるためである．

3. 分析

今回の分析では，第一筆者である齋藤が 2023 年 6 月 22 日と 27 日に大学のオープンスペースで過ごす様子を収録したビデオを使用する．

今回分析に登場する人物は，齋藤，白石（仮名），長内（仮名）である．白石と長内は 2022 年 2 月から齋藤と同じ研究室で活動している同期学生である．

3.1 事例 1：紙が飛ぶ

まずは，3 人が共在しているときに，一枚の紙（フライヤー）が扇風機の風によって飛ぶという笑いうる出来事が発生し，それをきっかけとして，白石と長内の間で笑いが連鎖した事例を分析する．

1		@(1.22)@(1.98)
	長内	@割り箸取る
		@割り箸の袋破る
2		$(0.19)@(0.82)@(0.31)$(0.28)
	紙	$浮き始める $浮く
	長内	@割り箸袋から出す
		@袋置こうとしたがやめる？
3		$(0.64)@(0.25)
	紙	$上下ひっくり返りながらテーブルの上を舞う
	長内	@手の動き止まる
4		(0.35)(0.38)
	紙	$着地 $奥に飛ばされる
5	白石	hh((鼻で笑う))
6		(0.30)(0.03)
	紙	$テーブルを滑る
		$床に落ちる
7	白石	HH((鼻で笑う))
8	長内	hhhhhh((鼻で笑う))

長内は1〜2行目で，食事をするために割り箸を袋から取り出そうとしている．このとき長内の体は，長内から見て右斜め向かいにいる齋藤の方を向いている．また，長内の正面にいる白石は食事中で，白石の体は長内の方を向いていることが肩の向きからわかる．紙は 2 行目で風によって浮き始め，3 行目で上下ひっくり返りながらテーブルの上で飛び上がる．3 行目で紙がひっくり返った時に，長内の手の動きが止まったことから，この時に長内は紙を見ていたことがわかる．その後紙は，4 行目でテーブルの上に落ちたあと，風によって奥に飛ばされる．この紙の動きに，白石は 5 行目で，鼻で笑うようにして笑いを産出することで，紙の動きを面白がるような反応をする．その後紙は 6 行目で，テーブルの上を滑りながら床に落ちていく．この動きに，白石は 7 行目で 5 行目よりも大きく鼻で笑いを産出する．そして白石の笑いの直後に長内は 8 行目で，鼻で笑いを連鎖させる．

ここでの笑いうる出来事は，紙が風によって飛ばされるということである．笑いうる出来事をきっかけに白石と長内の間に相互行為が生じたのは，どちらも笑いうる出来事に気づいており，白石と長内の間で共同注意が達成されていたからである．事例 1 では，白石が初めに笑いを産出し，その直後に長内が笑いを産出した．この時，白石は笑いうる出来事に気づいただけではなく，長内も笑いうる出来事に気づいているということにも気づいていたことが，白石の体の向きからわかる．このことから，共同注意が達成されていると確信した白石が一つ目の笑いを産出したことがわかる．そのため，長内も白石が何に笑っているかが理解可能となり，笑いを連鎖させたのである．

また，共同注意が達成されていたことに加えて，この出来事が互いに笑いうる出来事として理解できたことも，笑いが連鎖した理由の一つである．この事例の冒頭の約 4 分前に，長内の置いた紙が扇風機の風によって飛ぶという出来事が発生していた．この時白石と長内は，紙が飛ばされたことを笑いうる出来事とは認識していなかったため，はじめは驚く反応を示したが，次第に笑いの反応へと変わっていった．これにより，紙が風で飛ばされるという出来事は，互いに笑いうる出来事として理解されるものになっていた．

3.2 事例２：鼻をかむ

次に，3 人が共在しているときに，長内が鼻をかんだという笑いうる出来事が発生し，それをきっかけとして，白石と齋藤の間で笑いが連鎖した事例を分析する．

1 白石 すごいね
2 (0.23)
3 齋藤 は+なでこう(.)詰まってる*のにね
+白石見る
白石 *齋藤見る
4 (0.83)
5 白石 .u
6 齋藤 h@[↑hh%↓h%hh[(hh)
7 白石 [hhhh
8 長内 [↑hhh
長内 @鼻すする
長内 %齋藤見る
%PC画面
9 白石 hh%h
長内 %ティッシュ見る
10 齋藤 .h@.h(.)@全然絶好[調じゃ゜ない゜
11 白石 [.h:
長内 @ティッシュに手をのばす
@ティッシュとる
12 白石 h:hh゜h゜
13 (0.31)
14 白石 .h:
15 (0.41)
16 白石 (¥ん¥)
17 長内 z:::+↑z::[↑z::[:: ((鼻をかむ))
18 白石 [.h [hhh
19 齋藤 [h+↑h↓hhh
齋藤 +テーブル見る
+長内見る
20 白石 .h
21 (0.14)
22 白石 もっと詰まってる(.h)
23 (0.52)
24 白石 .h
25 (1.90)
26 齋藤 .h.h

齋藤が，オープンスペースから甘い匂いがすると発話したことをきっかけに会話が行われている場面である．1 行目の「すごいね」は，匂いを知覚できなかった白石が，その匂いを知覚できた齋藤を称賛する発話である．その発話に対して，齋藤は 3 行目で，匂いはわかるが鼻詰まりしているという矛盾がある自分の調子についての説明を加えて返す．3 行目で，齋藤は白石に視線を向けて発話している．また，白石もその視線に気づき齋藤の方を向いているため，この一連のやりとりは主に齋藤と白石の間で行われている．6 行目の笑いは，3 行目の内容が非合理的であるという理解を表す齋藤の反応である．それに対して，白石は 7 行目で笑いを返し，続けて長内も 8 行目で笑いを返す．長内は笑いを産出する直前に，齋藤に視線を向けてい

た．このことから，齋藤の笑いが自分に向けられている可能性があると認識したことがわかる．長内は齋藤の笑いに対して，白石と同じように受け手として反応を返すことをきっかけに，傍参与者から宛てられた受け手に変化している．3〜8 行目のやりとりをきっかけに 3 人の間では，鼻が詰まっているということが，ここで笑いうることとして共有されたことがわかる．白石は 9 行目で，笑いを産出する．これは，6〜8 行目の拡張された連鎖としての笑いである．齋藤は 10 行目で，3 行目の自らの発話内容を否定的に評価する．この時長内は，ティッシュをとる．白石は 11,12,14,16 行目で，齋藤の発話に対して笑う．その後長内は 17 行目で，10 行目で取っていたティッシュで鼻をかむ．これに対して，白石は 18 行目で笑いを産出し，齋藤も 19 行目で笑いをすぐに連鎖させる．白石は 22 行目で，長内に向けて鼻が詰まっていることを指摘する．これは，鼻が詰まっていることが笑いうることとして共有されていたことを踏まえ，笑いを理解可能なものにする説明である．

ここでの笑いうる出来事は，長内が鼻をかんだことである．笑いうる出来事をきっかけに相互行為が生じたのは，事例 1 と同様に齋藤と白石の間で共同注意が達成されていたからである．事例 2 では，視覚的な共同注意は達成されていないが，聴覚的共同注意[1]が達成されている．つまり，長内の鼻をかむ音が，互いに聞こえているに違いないという確信ができるほど大きな音であったということである．事例 2 では，白石が初めに笑いを産出し，その直後に齋藤が笑いを産出した．事例 1 と同様に白石は，齋藤の体の向きが白石からテーブルへと変わったことから，共同注意が達成されていると確信したため一つ目の笑いを産出したのである．実際，齋藤も白石の笑いが理解可能となり，すぐに笑いを連鎖させている．

また出来事が笑いうるものとして理解可能だったのは，3〜8 行目で鼻を詰まらせていることが笑いうる出来事として共有されていたためである．そのため，普段は必ずしも笑いうる出来事として認識されない鼻をかむという出来事が，今回は笑いうる出来事となり，笑いが連鎖したのである．

3.3 事例 3：キンパ

次は，3 人が共在している時に，長内がキンパ（韓国風のり巻き）の容器の蓋を開けただけで食べていないように見えた（実際は食べかけであった）という笑いうる出来事が発生したものの，笑いが連鎖しなかった事例を分析する．

1 ＊(0.29)＊(0.21)＊(0.62)
白石 ＊キンパ見る
＊長内見る
＊キンパ見る
2 白石 h((鼻))h%
長内 %横目で白石見る
3 +(0.22)%(0.15)+(0.31)
齋藤 +顔あげる +テーブル見る
長内 %テーブル見る
4 白石 あ%け$+ただけなんですか$こ(h)+
長内 %白石の手
白石 $右手キンパ指差す $引いた右手口元へ
齋藤 +白石の手 +キンパ
5 白石 [んかいは(h)h↑え(h)
6 長内 [>いや@食べた食べ@(た)く
長内 @両手キンパ指差す
@キンパのトレー掴む
7 長内 @見え%て@ない%[か%もし@れない
8 白石 [見えてな(い)(h)
長内 @左手トレー回して白石にキンパ見せる
%白石
@右手キンパ指差す
%キンパ
%白石
@トレー戻す
9 長内 [(h)HH. hH. hH. hHH. h. h. hHH. h
10 齋藤 [(ヴ)hahahaha(ほんつぉ)

白石は 1 行目で，キンパが食べられていないように見えたため，長内が咀嚼していないことを確認し，再びキンパが食べられていないことを確認する．続けて白石は 2 行目で笑いを産出する．白石の笑いに気づいた長内は白石を見る．3 行目で齋藤も，白石の笑いに反応し顔をあげる．齋藤と長内は，白石が見ているテーブルの上を見て，白石が何に笑っているかを探しているようである．白石は 4〜5 行目で，キンパを指差しながら「あけただけなんですか今回は」と発話する．これは，長内がキンパの蓋を開けただけで食べていないことに笑ったという，笑いを理解可能なものにする発話である．5 行目の白石の発話に重ねて長内は 6 行目で，食べかけのキンパを指差しながら，白石の理解をいったんは否定するものの，7 行目で，向かいに座っている白石からは食べているのが見えなかった可能性に言及し，4〜5 行目の白石の発言に同調する．このとき，長内はトレーを回して白石に食べかけのキンパを見せる．7 行目の長内の発話に対して，8 行目で白石は，食べかけのキンパを確認し，見えていないだけであったと述べる．9 行目と 10 行目で長内と齋藤の笑いが同時に産出される．

ここでの笑いうる出来事は，長内の食べかけのキンパが見えず，蓋が開けられただけのように見えたことである．笑いは連鎖しなかったが，その後の会話で笑いが産出されたことから，笑いうる出来事として 3 人の間では共通に認識できるものであったということがわかる. それは, 日頃から長内の食事の方法について，齋藤と白石が疑問に思うことがあり，それについて話し合っていたこととも関連すると思われる.

事例 3 では，長内がキンパの蓋を開けただけで食べないということに対して白石は笑いを産出した．しかし白石が笑いうる出来事に気づいた時，齋藤はパソコンを見ており，長内はオープンスペースを見ていたため，共同注意が達成されていなかった．齋藤は白石の笑いにすぐに顔を上げて反応するが，何に笑ったのかわからなかったため，笑いを連鎖させなかった．齋藤と長内は，白石が見ているテーブルを見て笑いの対象を探す．その後すぐに白石は，自身の笑いを理解可能なものにするため，何に笑ったのか説明を始める．すると白石の笑いが理解できた長内は，白石の発話に重ねて発話を返す．そして 2 行目〜8 行目のやりとりを見て，ようやく状況を理解した齋藤は，10 行目で笑いを産出した.

4. まとめ

笑いが連鎖された事例 1，2 と，すぐには笑いが連鎖されなかった事例 3 の分析から，どのように笑いの連鎖によって出来事に対する理解が共有されるのかを考察する.

まず, 友人関係の A と B が共在している時に笑いうる出来事が発生したとする．この時，笑いうる出来事に気づいた A（または B）は，笑いを産出する場合もあればしない場合もある．笑いうる出来事をきっかけとして A と B の間に相互行為が生じるのは, A と B の間で共同注意が達成されている場合である．事例 1 では白石と長内の間で視覚的共同注意が達成され，事例 2 では齋藤と白石の間で聴覚的共同注意が達成されていた.

さらに，共同注意が達成されていることに加えて，その出来事が互いに笑いうる出来事として理解できる必要がある．事例 1 および 2 では，笑いうる出来事が笑いうる出来事として理解できるような共有された文脈があった.

事例 3 では，笑いうる出来事として理解できる文脈は共有されていたが，共同注意が達成されていなかったため笑いが連鎖しなかった．そのため白石は，自身の笑いを説明することで，齋藤と長内が自らの笑いを理解できるようにしていた.

では，共同注意が達成されるのはどのような状況においてだろうか．笑いうる出来事が起きた時の状況を構成する要素として考えられるものは様々である．例えば，共在する人々に関連する要素として，関係性，距離・位置関係，そこで共有されていた文脈などがある．一方，笑いうる出来事の性質としては，その出来事の知覚可能性, 有標性, 私秘性などが関係している.

事例 1 や 2 で共同注意が達成されたのは，出来事の知覚可能性や有標性が高かったためである．事例 3 で共同注意が達成されなかったのは，位置によって笑いうる出来事としての知覚可能性が異なったことが考えられる．このようにして，人々はこれらの要素の複雑な組み合わせをリソースとして，共同注意を達成することが見込めるかを判断していると考えられる.

他方で，共同注意を達成することができるかの判断はごく短い時間で行われなければならない．Sacks[1] によれば，笑いの有効性を実現させるためには，笑いは笑いうる出来事の直後になされなければならない．つまり，笑いうる出来事への反応であると捉えることができるほど短い時間で，出来事の後に笑いを産出する必要がある．笑いの連鎖が起こる相互行為をみることは，人間がいかにその都度柔軟に状況へ反応できるかという，人間の動的対応力[2]の一端を解明することにつながる.

本稿で得られたのは，特定の事例における状況に依存した知見である．共在する人々に関する要素や，笑いうる出来事の性質が異なる個別具体的な状況の事例を集めて，どのように相互行為し，理解を共有するのかを明らかにすることが今後の課題である.

文献

[1] 水川喜文（1993）自然言語におけるトピック転換と笑い, ソシオロゴス, 17, pp.79-91.
[2] 諏訪正樹（2015）一人称研究だからこそ見出せる知の本質．諏訪正樹，堀浩一（編著），伊藤毅志，松原仁，阿部明典，大武美保子，松尾豊，藤井晴行，中島秀之（共著），一人称研究のすすめ——人工知能の新しい潮流，近代科学社，pp.3-44.
[3] 大藪泰（2019）共同注意という子育て環境，総合人文科学研究センター研究誌 WASEDA RILAS JOURNAL, 7, pp.85-103.
[4] Sacks, H. (1992) Lectures on conversation. Oxford: Blackwell.

話芸としての怪談の評価の試み ～怪談師が用いるこわがらせ方～
Evaluating Ghost Storytelling as a Narrative Art

石川　悟
Satoru Ishikawa

北星学園大学
Hokusei Gakuen University
ishi_s@hokusei.ac.jp

概要

「怪談」の持つどのような話し方の特徴が「怖さ」を生むのか，怪談師はその特徴をどのように使い分けているのか，オンライン上で公開されている怪談を評価した．その結果，声が大きく高くなる，あるいは声が小さく低くなると，怖さのレベルが大きく評価される傾向が現れた．ただし，声の大きさを小さくしない怪談師も現れた．また，話す速度が速くなり間が長くなるときにも怪談の怖さのレベルが大きく評価される傾向が現れた．

キーワード:怪談, 話芸, 怖さ (ghost story, narrative art, scary feeling)

1. はじめに

話芸である漫才や落語について，演者が示すリズムや間の使い方等，多方面から研究が進められている[1][2][3][4]. 怪談も話芸として楽しまれてきたものであるが，近年オンライン上で「怪談師」と呼ばれる方々が活躍し，2018 年からは「怪談最恐戦」というイベントも開かれるようになった．また「怪談」とは，単なる恐い話を指すのではなく，「普段は見えず，意識もしないが，ある（起こる）と感じられる，特定の怪異な存在や出来事と想像する話[5]」のように，幅広い内容が含まれる．

本研究では，「怪談」の持つ話芸としての側面に着目し，どのような話し方の特徴が「怖さ」を生むのか，怪談師はその特徴をどのように使い分け，自身のものとしているのか，怪談師がオンライン上で公開している怪談を対象として評価し，検討することを試みた．

2. 方法

評価者　1 人の評価者（執筆者とは異なる）が YouTube チャンネルを聴取し評価した．評価者は，家族でホラー映画等に親しみ，日常的にも YouTube 等で「怪談」を好んで視聴しており，怪談で用いられる「語り」の手法を一定程度評価出来ると判断できた．

材料　「怪談・都市伝説・人怖【OKOWA チャンネル】」，「Channel 恐怖」，「三木大雲チャンネル」，「日蓮宗公式チャンネル」，「竹書房ホラーチャンネル」，「匠平のやりたいことやるチャンネル」という 6 つの YouTube チャンネルを用いて，深津さくら，田中俊行，三木大雲，中山功太，語り部・匠平の５名の怪談師が語る怪談作品から，動画の長さがほぼ同じで１人の怪談師が話している５篇を選定した（表１）．

表１. 評価に用いた怪談作品と動画時間

グループ	怪談師	怪談タイトル	時間
長編①	深津さくら	隙間から覗く者	10:05
	田中俊行	大穴のある家	10:03
	三木大雲	ホテルから金髪女性が…	10:52
	中山功太	有名廃病院へ侵入した女の末路…	9:59
	語り部・匠平	自害した彼女からの束縛	10:31
長編②	深津さくら	塩	11:19
	田中俊行	池に沈めた袋	10:14
	三木大雲	押すな	11:27
	中山功太	この世に幽霊は居ない…科学者がそう語る理由	10:08
	語り部・匠平	哀しい家	10:00
長編③	深津さくら	宮崎のマンション	9:52
	田中俊行	あの納屋に居た、少女…	10:02
	三木大雲	ダム	11:03
	中山功太	呪いのビデオ	10:07
	語り部・匠平	ユリおばさん	10:42
中編	深津さくら	現像した写真に映る女…その視線の謎とは	5:08
	田中俊行	そんなのあげちまえよ	5:37
	三木大雲	アフリカケンネル	6:47
	中山功太	ほこらの跡	6:06
	語り部・匠平	定番？	6:12
短編	深津さくら	電車の客	2:12
	田中俊行	ローカルニュース	3:32
	三木大雲	幽霊子育飴	5:36
	中山功太	人の命を司る…赤い男（短縮版）	5:05
	語り部・匠平	彼が激怒した理由…	3:47

単位：分

評価環境および方法　評価者の iPhone を用いて怪談作品の動画を再生し，怪談師の音声のみを聴取した．評価時にはタイマーと評価用紙を用意した．

評価作業では，怪談作品の「怖さのレベル」と「話芸の項目（声のトーン，声の大きさ，話す速度，間）」とを，それぞれ別に聴取し記録した．

まず怖さのレベルを測定するため，実験者が怪談を聴きながら感じた「怖さ」を 0～5 の 6 段階（数字が大きいほど怖さのレベルが高い）で評価した．記録は，そのとき評価者が感じている主観的な「怖さ」を，キ

表２. 評価項目と評価段階

評価項目		評価項目の分類	表記方法
話芸	声のトーン	高い・普通・低い	声高
	声の大きさ	大きい・普通・小さい	大大
	話す速度	速い・普通・遅い	速速
	間	長い・普通・短い	間長

ーボードの数字キーを押下し続けることによっておこなった．評価者は，怖さが変わった，と感じたとき，押下する数字のレベルを上げる・下げることにより，そのときに感じた「怖さ」を報告した．

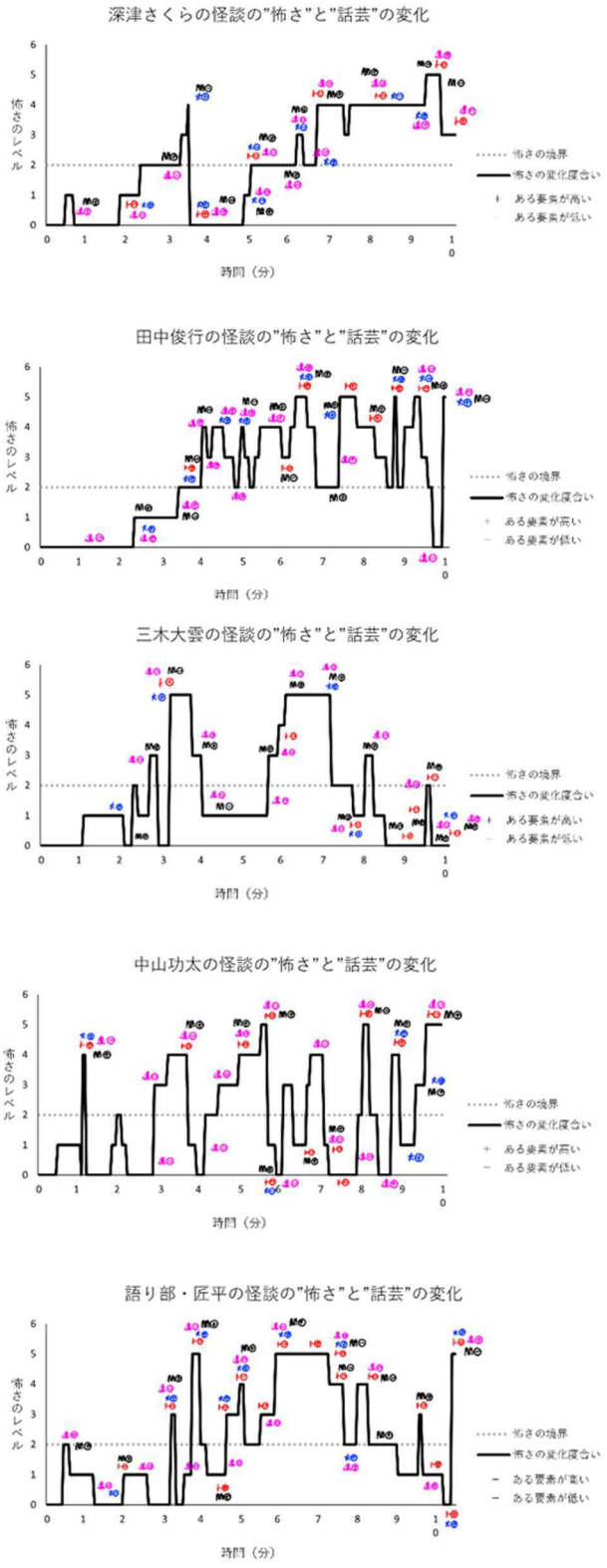
「怖さ」を記録後，改めて怪談を聴取し話芸の４項目を記録した．それぞれの評価項目のいずれも，怪談の最初の状態を「普通」の評価段階とし，それに比べて相対的に「高い／大きい／速い／長い」くなった，あるいは「低い／小さい／遅い／短い」となったと判断された時点を，「怖さ」の程度を時間軸上に示した記録用紙に記入した．評価項目および段階を表２に示す．

3. 結果と考察

怖さと話芸　それぞれの怪談師の動画に対する怖さと用いた話芸の時間的な推移を図１に示す．上から，深津さくら，田中俊行，三木大雲，中山功太，語り部・匠平の作品を評価したものである．

話芸が生み出す怖さ評価　図１のように得られた情報から，怪談師それぞれの特徴を見つけるため，まず，話芸の項目のそれぞれで「評価段階：高い／大きい／速い／長い」の評価を「＋１」，「評価段階：普通」の評価を「０」，「評価段階：低い，小さい，遅い，短い」を「－１」の重みを持つものとして数値化した．その上で，それぞれの「評価」が生じたときの「怖さのレベル」の大きさと掛け合わせた数値を，その「話芸の項目」が生んだ「怖さ」の大きさとした．例えば，「怖さのレベル：３」の時に「話す速度の評価段階：速い」と評価されていた場合は，その時点での怖さの程度を「３」とした．一方，「怖さのレベル：２」の時に「話す速度の評価段階：遅い」と評価された場合には，その時点での怖さの程度は「－２」とした．このように，それぞれの怪談作品ごとに重み付けた「話芸の項目の評価」を，「＋：プラスの評価」と「－：マイナスの評価」ごとに分けて合計し，作品内で生起した回数で割って平均化した数値を，評価した話芸が産み出す「怖さ」の評価：「産出怖さ評価」とした．

図１. 怖さと話芸評価項目の推移



それぞれの怪談作品ごとに，「評価段階：高い／大きい／速い／長い」のそれぞれについて，「＋」と「－」の計８種類の「産出怖さ評価」を表す数値を求めた後，「声のトーン×声の大きさ」，「話す速度×間」を「＋」

と「ー」を別々に組み合わせ，合計４つの組み合わせを準備した．この４つの「産出怖さ評価」の組み合わせを，怪談師ごとに評価した５つの作品をまとめて散布図として示したものが図２である．図２の左側の「声のトーン×声の大きさ」を示す散布図では，横軸に声のトーン，縦軸に声の大きさを示した．図２の右側の「話す速度×間」を示す散布図では，横軸に話す速度を，縦軸に間を示している．

図２では，上から深津さくら，田中俊行，三木大雲，中山功太，語り部・匠平，の各怪談師の結果を示した．どの怪談師でも，ほとんどの作品の「産出怖さ評価」は第１象限と第３象限にはプロットされた．「声のトーン×声の大きさ」においては，声が大きく高くなるところでは怖さのレベルが上がる，と評価され，声が小さく低くなるところでもまた怖さのレベルが上がると評価されたことになる．「話す速度×間」においても，話す速度が速くなり間が長くなることが怪談の怖さのレベルが上がると評価される傾向が見られた．

ところが，第３象限に「産出怖さ評価」がプロットされることがない怪談師も現れた．特に，図２の左側：「声のトーン×声の大きさ」において，声のトーンを低くすることはあっても声を小さくすることがない怪談師（三木大雲／中山功太／語り部・匠平）もいた．

4. 考察

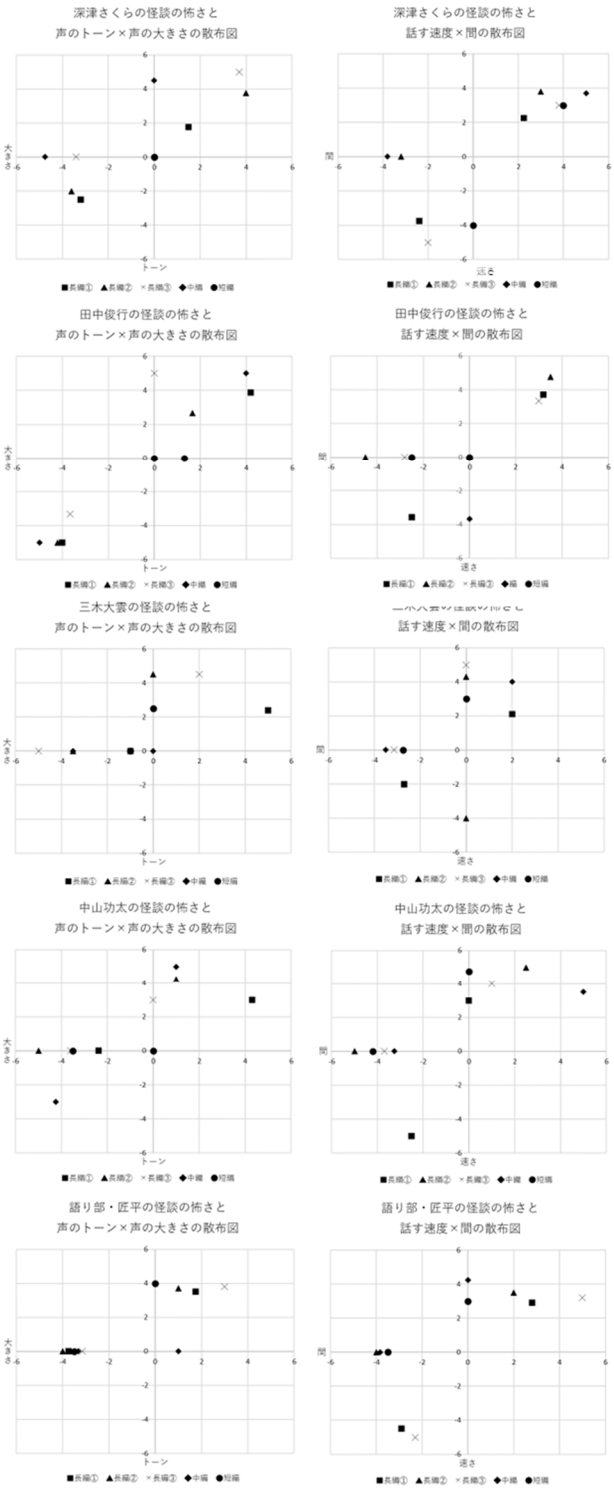
以上，怪談師が話芸である怪談作品を演ずるとき，どの怪談師も「怖さ」を生むために同じような手法を用いていることを示唆する結果が得られた．一方で，それぞれの怪談師の語りに現れる特徴を評価するために効果的な指標についての手がかりは十分に得られなかった．また，「話す速度×間」の「産出怖さ評価」においては，長編作品においてのみ「間」の長短を効果的に使い分け「怖さ」を産出させている可能性が確認できた．このことは，「怖さ」を大きくするためには怪談作品に一定程度の長さが必要であることを示唆する．

今後，複数の評価者によって「怖さのレベル」および「話芸の項目」を評価させたとき，この結果が一致するかどうか確かめ，今回用いた評価方法の妥当性について改めて検討することが必要である．

5. 謝辞

本研究は，本学在学生 多羽田成美 さんの多大な貢献によって実施されたものを再構成したものである．

図２．怪談師別「産出怖さ評価」



文献

[1] 本井 佑衣・岡本 雅史 (2019) “漫才対話の「テンポの良さ」を支える発話リズムの同期・変調パターン”，社会言語科学会第 43 回研究大会発表論文集.
[2] 遠藤 謙一郎 (2015) “落語の「間(ま)」についての一考察”，笑い学研究, 22, pp. 93-102.
[3] 佐藤 建 (2010) “漫才の笑い：落語の笑い要素との関連において”，笑い学研究, 17, pp. 83-90.

[4] 川嶋 宏彰・Levi Scoggins・松山 隆司 (2007) “漫才の動的構造の分析--間の合った発話タイミング制御を目指して”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, 9(3), pp. 379-390.
[5] 鵜野 祐介 (2018)“シンポジウム 人はなぜ怖い話に魅かれるのか―語り手と聞き手の立場のからの問―”, 昔話研究と資料/昔話研究懇話会[編], 46, pp. 45-56.

ステークホルダそれぞれの「思い」の連鎖としてデザインプロジェクトを捉え直す

Reconsider the Design Project as a Chain of "Wants" of Each Stakeholder

原田　泰†，南部　美砂子‡
Yasushi Harada, Misako Nambu
†株式会社デザインコンパス，‡公立はこだて未来大学
DesignCompass Co., Ltd., Future University Hakodate
dig.haraday@gmail.com

概要

本研究では，デザイン専門家がプロジェクトの中で専門性を発揮する方法を探っている．独創性や再現性の問題に着目し，デザイナーと周囲のメンバーの相互作用を重視した分析・考察を行った．関係構築と主体性の喚起がプロジェクト推進に重要であり，そのためにはプロジェクトの開始前と終了後のメンバーの関係性や活動にも注目した．プロジェクト単位ではなく，ライフワークとしてデザイン活動を捉えることがデザインの専門性を捉える手がかりと考えられる．

1. はじめに

ものづくりやデザインについての研究は，最終的に出来上がった成果物を客体化し，そのものやこととしての評価や制作過程の質（新規性や必然性など）について言及される場合が多い．しかしこのような研究成果が，再現性があり，一般化して理論として活用できるかというと，そう簡単にはいかない．ひとつ一つのデザインプロジェクトは，まず前提としてオリジナリティが求められており，後続のプロジェクトは前例とは異なる道を探らなければオリジナリティは発揮できない．また，出来上がった成果物の評価はその場限りのものであり，その評価が永続的に続くわけではない．成果物が社会に出ることで社会も変容するので，たとえその成果物によって目指していた目的や課題が解消されたと考えられても，その結果新たな課題や目的が生まれ，メンテナンスや改良も含め，次の成果物に向けて新たなデザインプロジェクトを始めて，継続していくしかない．

ヒット商品の多くは，計画的な課題解決から生まれたとは言い難く，類似商品が市場に出回ることは再現性と言えなくもないが，これらも含めて市場ニーズが満たされれば，その商品は寿命を迎え，歴史から消えていく．

「どうやったらデザインできるのか」をイノベーションや製品開発と捉え，デザインされたものやことのなりたちを客体化して，それをデザインの理論や手法として捉えようとすると，上記のような閉塞感や矛盾のループに囚われてしまう．

2. 活動構成型デザインアプローチ

筆者らはこれまでのデザイン研究から，「活動構成型デザインアプローチ」というデザインプロジェクトの捉え方を見出した [1]．これは，ひとつ一つのものづくりの過程や結果でなく，コミュニティの中でのデザイナの振る舞いに注目し，デザイナがコミュニティの中に徐々に入り込み，コミュニティメンバとの信頼関係を少しづつ深めながらプロトタイピング的にものづくりを続けていくことで，コミュニティの中に自身の居場所を作り，他のメンバも徐々にものづくりに参加し，メンバの多くがデザインに関わるようになっていくという，長期的なプロジェクトの変化に注目して「どうやったらデザインできるのか」という問いの答えを探るものである．

この視点からデザイン活動を捉えると，何をどう作るかを決める要素として，誰が誰と組むかというプロジェクトメンバのあり方が大きく影響していることがわかってきた．あるひとつの課題をきっかけにデザインプロジェクトが始まっても，そのテーマに取り組むコミュニティのあり方，主催者，参加者などの違いによって，出来上がるものやことのかたちは大きく異なる．これが，活動構成型デザインと名づけた所以でもある．したがって，「どうやったらデザインできるのか」という問いに答えるためには，さまざまなデザインプロジェクトにおいてステークホルダがどのように絡まりながら活動を続けているかを活動記録として収集し，これを読み解くことによって自分事化すなわち仮体験として身体化することでデザインの「知恵」として吸収していく必要があると仮定した [2]．こうして得た「知恵」を，次のデザインプロジェクトに応用できるはずである．

3.「森の明和電機」プロジェクト

本稿では，デザインプロジェクトの事例の一つとし

て,「森の明和電機」プロジェクト（以下PJ）と名付けられた，北海道の地域材である道南スギを利用した新たな作品（製品）の制作（開発）について報告する.「地域材を活用したものづくり体験のデザイン」は，このPJを主催した情報デザイナ（筆者，以下デザイナ）が数年前から取り組んでいるテーマであり，これまでも木育キットの開発や木工おもちゃの試作などに取り組んでおり，今回もその一環と位置付けることができる．今回のプロジェクトは，デザイナが主催し，世界的なメディアーティストである「明和電機」と，旭川から函館に移住して開業した家具工房「くら cra」を主催している家具職人という，バックグラウンドや活動の方向性が全く異なる二人のモノづくりの専門家をチームに招いて開始した. COVID-19 禍の外出自粛期間の活動であったため，対面での直接的な打ち合わせは叶わず，オンラインミーティングと試作品や図面の送り合いによって, PJ は進められた.

PJ の実働期間で完成したのは,「ゴムベース」という木製電子楽器である（図 1）.

「ゴムベース」は, 木片に巻いた輪ゴムを弦として, ピックアップで振動を拾い，アンプを通して内蔵スピーカーや外部スピーカーから低音を奏でる．低音楽器は構造上大型になりがちだが，ゴムベースは鞄に入れて携帯できるほど小型で，文庫本サイズで保管できる．製品としての販売はもちろんだが，自分で組み立てたりカスタマイズしたりすることを前提として設計されている.

図 1　完成したゴムベース

4. 開発プロセス

開発プロセスとチームメンバーの関わりとを図 2 に示す.

図の横軸中央をデザイナ（以下 D）の活動とし, アーティスト（明和電機，以下 M）の活動を上側，家具職人（くら cra，以下 C）の活動を下側に示した．それぞれの発信した情報（主に表現）を●で表現し，その流れや連鎖を線で結ぶことで連続性を表現している. D が M と C に交互にパス（表現物やアイデア）を出しながら成果物に収束させていく活動構成的なプロセスが表現された.

本プロジェクトは大学の特別研究費と学外の補助金を利用して実施したため, 2021 年度内に成果を出すことが制約であった．これらの活動資金が確定し, D が M と C にプロジェクトへの参加を依頼したのは 2021 年 5 月で，まだ COVID-19 禍中の外出制限期間であり, 対面でのプロジェクト実施は叶わず，具体的な実践スケジュールを立てることも難しい状況だった.

このような状況でそれぞれ個別の活動に追われ，第 1 回のオンラインミーティングを開催できたのは，外出規制が緩和された 2021 年 9 月である．残された時間の中で，三者がどこか一ヶ所に集結し，イベント的にワークショップを実施して，強制的に成果を導き出す方法も取れなくはなかったが, COVID-19 禍ならではのデザインの進め方もあるはずで，今回はあえてこの状況に身を委ねて状況的にプロジェクトを進めようというDの判断で，オンラインでの対話を中心におきながら

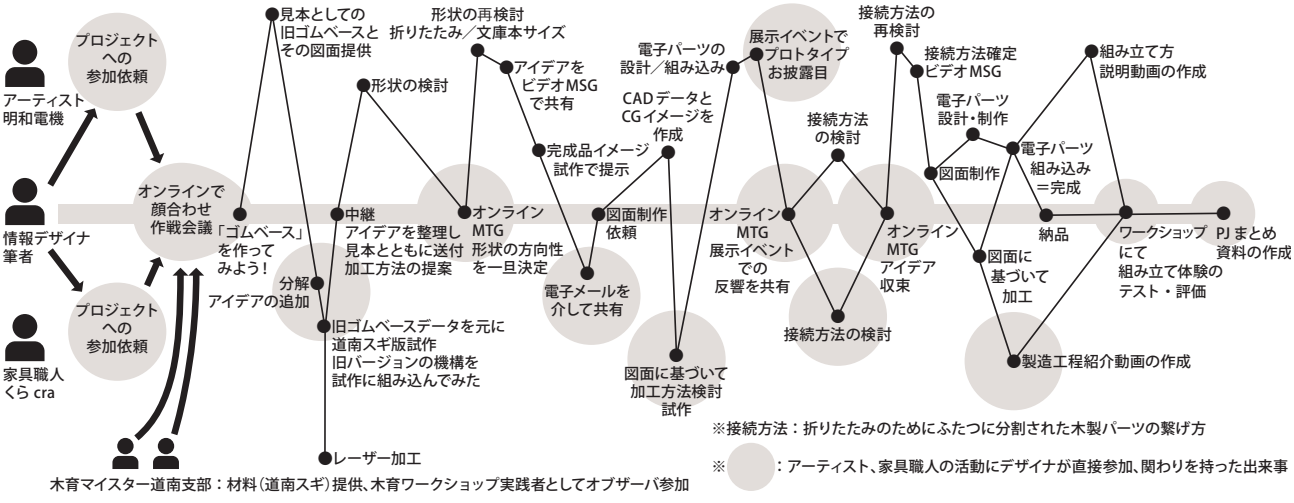


図 2　開発プロセスとチームメンバーの関わり

PJ を進めていくこととなった.

初回のオンラインミーティング（以下 MTG）では，まず D から，明和電機の名前を借りて道南スギという地域材を生かしたワークショップキットとしても使える製品を開発し，木育などの活動に活かしていきたい，という趣旨を説明した後，お互いのものづくりに関する興味やスキルを紹介し合い，どんなものづくりができそうかを話し合った．その流れの中で，木製でシンプルな筐体を持つ「ゴムベース [3]」という明和電機の作品が話題に上がり，これを基に新たな木製電子楽器を作ってみようという方向性が定まった.

残り時間は限られていたが，活動構成型デザインアプローチの実践事例とするため，あえて日程やプロセスについてあらかじめ明確な計画は立てず，MTG を開く度に次のステップと期限を設定する方法で，開発を進めていった.

2019 年 1 月に構造確定，2 月に図面を基に最終版の制作とワークショップキットの制作，3 月にワークショップ用「ゴムベースの作り方」映像制作と制作ワークショップの実施まで漕ぎ着け，なんとかプロジェクトの一旦のゴールに辿り着くことができた.

4. デザインプロジェクトのかたち

この PJ は課題解決でも，ニーズに基づいた汎用品の開発でもなく，明和電機ファンの一個人である筆者が，自分の欲しいモノを明和電機と家具職人の技を借りて実現する，という構造になっている.「自分の欲しいモノ」と言っても具体的なかたちのイメージではなく，筆者が明和電機と一緒に何か新しいモノを作りたいという「思い」，明和電機の一員になったつもりでものづくりに関わりたいという「思い」を実践に移し，当初はまだかたちになっていない何かを生み出す活動をめざした．結果として，PJ メンバーが筆者の熱意に共感して集まり，各フェーズでそれぞれが主体的に開発に取り組み，パスを回しながら PJ を推進し，ひとつの区切りとして「作品＝製品」を完成させ，社会に発信する直前の状態まで持っていくことができた.

図 2 では，筆者がパス回しをコントロールしながら，二人の協力者の仲介をし，自分のイメージを具現化していく作業プロセスのようにも見える．しかし，実際には 3 人とも，受け取ったパスをそのまま作業指示的には受け取らず，自分なりの解釈を加えてなんらかの表現に落とし込み，パスの意図を発展させたものを次のパスとして打ち出す，という表現による対話が起こっていた．これは，少なくとも筆者にとってはとても心地用ものづくり体験となった．M と C のものづくりに対する姿勢を目の当たりにし，自分もそうありたい，あんなふうに取り組みたい，と強く感じた場面がいくつもある．新たなプロダクトを生み出すプロジェクトは，デザイナが技を磨き，知恵を蓄える機会にもなっていた.

一般的な工業製品開発・研究では，最終フェーズで製品の評価を行い，市場に出す前に「売れる」というエビデンスの提示を求められがちである．しかし本 PJ ではそれは必要ないと考えた．プロジェクトの問いは，「どうやったら作れるか」であり，「できたモノはよいものか」という問いはもともと用意していない．また，いったん完成品とはしたものの，ひとまずの区切り，という程度のタイミングであり，この先の発展も意識した開発を進めてきた．実際，M は完成したプロトタイプを元に自身の工房で回路の見直しやパーツの変更など，「明和電機」ブランドとしての発売に向けて活動を続け，次年度初夏に発売されることとなった．発売後は SNS にも購入者の演奏動画が多くアップされている．明和電機主催のワークショップ用のキットが用意されたり，ゴムベースの機構を応用したコラボ製品なども生まれている．新たな価値を社会に発信するプロジェクトとしては，大成功といえるだろう.

D と C としても，この成果を踏まえて新たな野望が生まれ，今回開発した「道南スギ版ゴムベース」を雛形とした「ご当地ゴムベース」シリーズ展開として日本全国の杉の生産地の協力を得て，各地域の杉材や他の樹種を使った「ゴムベース」の試作を行ったり，木育ワークショップでの「ゴムベース」制作体験，オリジナル形状のゴムベース制作，ゴムベースに続く新たなゴムベースに続く道南スギ製明和電機ブランドの作品／製品開発への協力依頼などと展開しつつある.

5. デザインプロセスからの考察

この PJ は，COVID-19 禍でコミュニケーションに大きな制約が課せられていたにもかかわらず，デザイナにとってはとても楽しい，心地よいものづくりの体験となった．その要因について考えてみると，PJ を主催したデザイナが，PJ 開始前に関係者との共創体験がすでにあり，PJ が一段落した後も発展的に次の展開に続いていることが重要と考えている．図 2 に，このような PJ 以前のメンバーの関係性と，上記の PJ 終了後の展開を描き加えたものが図 3 である.

図の左側には，これまでの筆者と明和電機との関わ

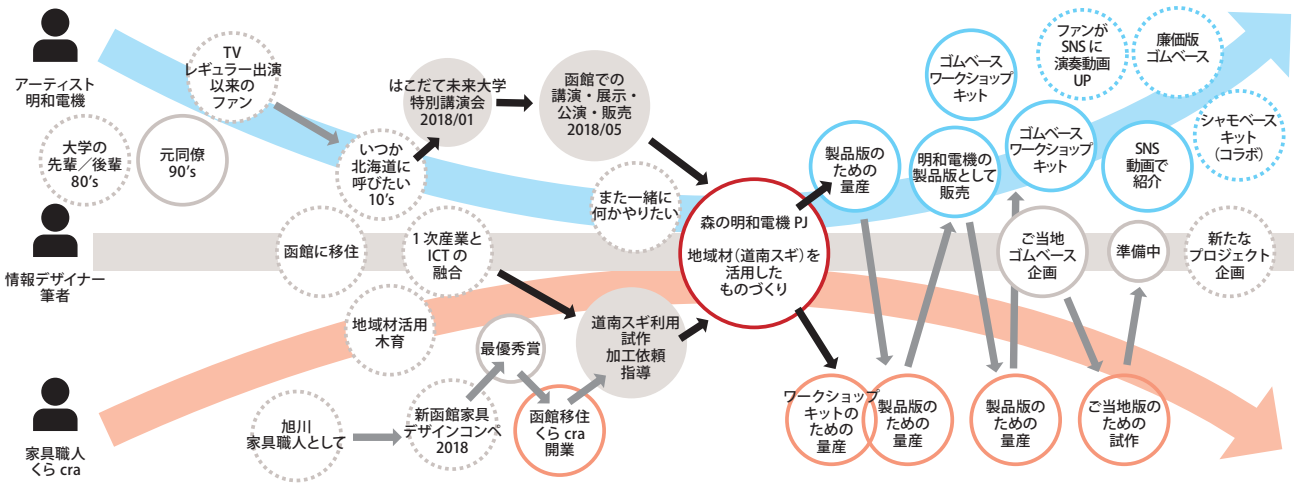


図 3　プロジェクト開始前のメンバーの関係性とプロジェクト終了後の新たな展開

り，くら cra との関わりを示した．

明和電機に対しては，単にファンであるだけでなく，大学・学部の先輩後輩として応援する気持ち，自身の担当する学生たちにメディアアーティスト，ものづくりのプロと出会う機会を作りたいとその機会を探ってきた．そして 2018 年にやっと，函館に招待することができ，学生も巻き込んだイベント的なプロジェクトを共催することができた．

くら cra 代表の鳥倉真史氏は，筆者も審査に関わったデザインコンペで最優秀賞を取ったことがきっかけで，函館に移住して家具工房を開業した．移住のきっかけを作った責任も感じて，仕事やものづくりについて日常的に関わりを持つようにしてきた．

今回の「森の明和電機 PJ」は，一人のファンが突然始めたのではなく，ここまでの関係性の醸成期間を経ながら，状況的に立ち上がってきた活動であると捉えたい．だからこそ，制約の多い活動の中でもそれぞれが主体的に，自身の持てる技を発揮しつつ，相手のことを立てながら，その先の表現を探っていき，またプロジェクトの終了が全ての終わりではなく，むしろ常に次の展開を意識しながら表現活動の対話を続けることで，ひとつの作品の形に収束することができたのだと考えられる．

6. 成果と今後の課題

本プロジェクトでは，PJ メンバーが筆者の熱意に共感して集まり，各フェーズでそれぞれが主体的に開発に取り組み，パスを回しながら PJ を推進し，PJ の節目にそれぞれの道に戻っていく，という関わり方を捉えることができた．また，これを実現するにはそれまでの関係づくりもプロセスの中に取り込む必要があり，成果を実感するには，プロジェクト終了後の展開やメンバーの関係性の変化も追う必要があることを示すことができた．これをあえて概念図にすると，図 4 のような形になるだろう．

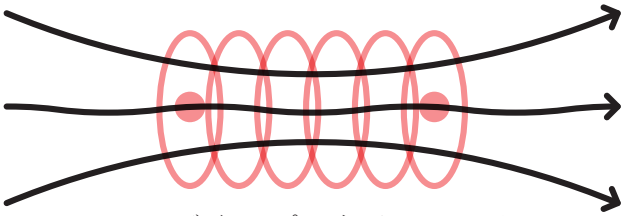


図 4　デザインプロジェクトのかたち

これは，デザイン手法の形式ではなく，デザインプロセスの中で何が起こったのかを捉えるための地図のようなものである．今回の事例から，工業製品やソフトウェア開発で一般的とされるデザイン方法では説明できない事例の一つとして，また，大学などで研究的に行われる架空のデザイン手法のように一つの事例からいきなり抽象化して手法化するような早急な結論ではなく，新たなデザインアプローチとしての可能性を呈示できた．

本研究は，公立はこだて未来大学特別研究費およびほくとう総研地域活性化連携支援事業の補助を受けて実施された．

文献

[1] 三野宮定里ほか，(2021)“ 課題解決型デザインから活動構成型デザインへ　実践者視点からのデザインプロセスの省察 ” 日本デザイン学会　第 68 回春季研究発表大会梗概集，pp.4-5.
[2] 原田泰ほか (2022)“ デザイン，街に出る 10：ローカルなデザインをデザインする ” 日本デザイン学会　第 69 回春季研究発表大会梗概集，pp88-89.
[3] 明和電機，(1995) ゴムベース，https://www.maywadenki.com/products/tsukuba/gumbass/

Z の悲劇
-- 名辞と認知 --
Dramaturgy in Costa-Gavras' film *Z*
- Nomenclature and Cognition -

原田 康也
Yasunari HARADA
早稲田大学法学学術院
Faculty of Law, Waseda University
harada@waseda.jp

Abstract

In the 1969 film *Z* by director Costa=Gavras, the death of a prominent political figure was first referred to as "accident" by the investigative judge in charge, but as the story develops, he starts to use "incident" and eventually declares that it was an "assassination." All these changes in the nouns referring to the event in question involve identification of relevant evidence and testimonies and presupposes quite different turn of events behind and probably after the death.

How we name objects and events to be named affects the way we conceive of the things thus named, with explicit and implicit presuppositions, and we consciously or unconsciously navigate through our space of nomenclature and change the topology and topography of our meaning spaces dynamically.

Keywords — Nomenclature, Names, Presupposition

1. 本 Organized Session の進行予定

2023 年 9 月 8 日の 10:35-12:35 に次の予定で進める。

10:35-10:50	基調講演：原田康也 Z の悲劇：名辞と認知
10:50-11:10	企画講演：森下美和 フードツーリズムと言語景観：インバウンド観光復活に向けて
11:10-11:30	企画講演：工藤遥・高橋喜幸・福留奈美・原田康也・平松裕子・伊藤篤 食文化の記述への ICT 応用とナラティブ
11:30-11:50	企画講演：平松裕子 言語景観に表れた文化的認識の相違及び標準化
11:50-12:10	企画講演：福留奈美 異文化の伝来と浸透における食物の名辞とその変化
12:10-12:35	招待講演：佐良木昌 名辞と翻訳

2. Avant-propos （ネタばらし）

本稿は本格推理小説の古典 [1] とは無関係でタイトルは [2] に題材をとった [3][1] への言及を意図している。

2.1. ポルシェ / Porsche

2023 年 1 月 YouTube shorts で [6][2]を見ていると、*I'm a race car with no breaks* ... と聞こえてきた[3]。山口百恵のヒット曲を NHK で放送するにあたって、「ポルシェ」を「車・クルマ・くるま」と言い換えた[4]事例は一定の世代のテレビ視聴者にとっては長く記憶に残る印象的な出来事であったが、半世紀近く経過して英語で酷似した言い換えに遭遇するとは予想外であった。

2.2. *Z*

1969 年コスタ=ガブラス監督作品「Z」[5] では、ある政治家の死について担当予審判事[6]が当初は「事故」と言及、途中から「事件」を使い、最後は「暗殺」と断定するという名辞の変化が映画のストーリー展開の中核をなしていた。高名な政治活動家の死の状況を事故ととらえるか暗殺ととらえるか、前提も大きく異なり、その法的・政治的帰結も変わってくる。

2.3. 化学調味料とうま味調味料

「ポルシェ」の事例は「味の素」という特定の「商品名」の使用を避けるために NHK の料理番組で始まった「化学調味料」という表現の使用[7]が、その後の時代の変化で「化学的に合成された健康に有害な食品」というイメージにつながり、関連商品のイメージ回復のために「うま味調味料」という名辞[8]を普及させる努力が必要となった事例も思い起こされる。

本 OS4 ではこうした事例なども参考にしながら、食

[1] [3] のタイトルは [4] または [5] への allusion であろう。

[2] [6] を 2023 年 6 月 25 日に確認しようとしたところ、「動画を再生できません この動画はアップロードしたユーザーにより削除されました」となっていた。

[3] 本来の歌詞は *I'm a Porsche with no breaks* [7, 8]である。

[4] 2023 年 6 月 25 日 に Youtube で検索した範囲で「ポルシェ」は [9-11] などに、「車・くるま」は [12-14] に見られる。動画・コメント欄等の内容の真偽については検証していない。

[5] [15-16] など参照されたい。

[6] フランスの司法制度については [17] など参照。

[7] [18] など参照。

[8] [19, 20] など参照。

にまつわる表現を中心に、名辞がもたらす前提操作について検討するきっかけとなる事例を眺めてみたい。

3. 真正性とは何か：マヨネーズとワサビ

商用ならびに観光用の国際的な移動が日常生活の一部となり、Instagram / Facebook などの写真や TikTok / YouTube などの動画の視聴も含め、国・文化圏を超えた接触の機会が増えるにつれて、「本物」・「本格的」・「現地風」・「現地直輸入」であることを売り物とする宣伝・名称の使用も目に付くようになっている。日本人がラーメン店に *Yasaka Ramen* という名前を付けるとは想像しにくいが、シドニーの "the most famous ramen spot" を紹介する [21] では "Experience the **authentic taste** of Japanese comfort food. Every spoonful at *Yasaka Ramen* will **transport you to the streets of Japan**." と語りかけている。一方で、日本では「本格中華」と「町中華」のそれぞれ何が特徴なのか、改めて難しい話題となり、料理や食物についての「真正性」とは何か[9]という疑問が哲学的な課題から日常的な話題となりつつある。

Dan Jurafsky の *Language of Food* [23] の冒頭では Tomato Ketchup という商品名が ketchup の原料として tomato が一般的でもデフォルトでもなかった時代を示唆する[10]という興味深い指摘から始まっている。この指摘を前提としたとき、アメリカでよく見かける Real Mayonnaise という商品名[11]は何を示唆するのであろうか。Mayonnaise の原材料に関わる法的規制[12]がこのような名称のもととなっているというもっともな説明もあり、vegan 向けの卵を使用しない Just Mayo は mayonnaise かそうでないかという議論もあった[13]。

代替肉を使った「ハンバーガー」の名称についてもアメリカで係争[14]が起きている。日本国内ではアメリカ系のハンバーグ店でもメニューに chicken burger などと書いている[15]ことが多いが、アメリカではハンバーガーは牛肉か豚肉を素材としたパテをバンズで挟んだものという定義が根幹にあるため、チキンについてはサンドイッチという名称を使うのが一般的である。

なお、food vlog などを見る限り、Kewpie などの日本風のマヨネーズも世界的に人気がある模様である。

3.1. ワサビと本ワサビ

筆者がワサビと聞いて頭に浮かべるのは、小学生のころに近所の商店街にお使いに出かけて魚屋で「マグロをサクで一つ」と言って買ったときについてきた緑色が鮮やかな「ワサビ」である。しかし、今日では観光客も含め、food vlog などでワサビをすりおろす映像も日常にあふれ、ワサビというとすりおろして使うものというイメージが強くなっているかもしれない。2001 年度に在外研究で北カリフォルニアに 1 年在住していた時、現地の友人・知人にワサビについて説明するときに horseradish のようなものだと話していたが、手元にあった日本食品を扱うスーパーで購入したチューブワサビのパッケージ[16]を確認してみたところ、主要な原材料成分としてホースラディッシュが記載されており、粉ワサビについて調べてみても同様であり、horseradish のようなものではなく horseradish そのものであると始めて明確に認識しつつショックを受けた。

我々が日常的に触れるワサビとしては、缶詰の粉ワサビやこれを水で練ったものは今となっては過去の記憶になりつつあるかもしれない。冷蔵庫を開けるとチューブに入ったワサビやカラシやショウガが入っているという家庭は多いであろう。スーパーなどで刺身・寿司・そばなどを購入するとパッケージに小さな袋に入ったワサビが入っていることも多い。これらの中で、多くはホースラディッシュと着色料を主原料としていて、ワサビを主原料とするものについては「本ワサビ」というような名称を使うことが一般的であるが、我々は日常生活においてワサビと山ワサビ（西洋ワサビ）をどのように区別して認識しているのであろうか？

3.2. 本生

「本生」という表現はワサビに限らず、発泡酒・日本酒・醤油・うどん・そば・ラーメン・わらび餅・羊羹など、さまざまな飲食物[17]を形容する表現であるが、生ビール draft beer がビールの種別を表すのに対して本生が「アサヒ本生ドラフト発泡酒」のように「ビール」でない「発泡酒」に使われるのが興味深い。

---

[9] [22, 23] など参照。
[10] 英語や日本語について、文学部では「言語」と呼び工学部では「自然言語」と呼ぶ、という例を授業で紹介している。
[11] [25-27] などにこの商品名がみられる。なお、Best Foods と Hellmann's とはイギリスの多国籍企業傘下の同一企業の別ブランドで地域によって販路を分けている模様である。
[12] [28] を参照。一方 [29] のような議論もある。
[13] [30-31] などを見ると、一時期 Whole Foods Market などで人気のあった Just Mayo は供給停止・生産停止となっている。
[14] [33]【12 月 13 日 AFP】ベジタリアン向けの植物由来の代替肉製品を「肉」と称することを禁じる米州法をめぐり、米南部アーカンソー州の連邦地裁は 11 日、適用の一時差し止めを命じた。
[15] [34-36] など参照。
[16] その後確認した事項も含め整理すると [37, 38] などが参考になる。
[17] [39-47] など参照。

3.3. 本格中華と町中華

中華料理店の宣伝を眺めていると、本格中華という表現が目に付く。しかし、中国で食べる中国料理、四川で食べる四川料理、北京で食べる北京料理など、現地の料理そのままは日本人の口には必ずしも合わない。本格中華というのはその意味で「現地そのままの味」を必ずしも意味しない可能性[18]が考えられる。

一方、2000 年以降、テレビなどで「町中華」という表現が盛んに使われるようになってきた。改めて考えてみると「本格中華」と「町中華」の違いが何か必ずしも明らかではないが、そこには何となくはっきりとした区別があるように感じられる。一方で、洋食というのは日本で食べる日本人向けの西洋料理風の食事だと考えると「町洋食」という表現は本来的に形容矛盾であるかもしれないが、「町中華」にならってあえて「町洋食」を提唱する人[19]もいる。

東京メトロ東西線早稲田駅近く、鰻屋すず金の跡地に開業した川芙蓉は本格四川料理を謳う店で、メニュー [49] を見ると**元祖本場**四川よだれ鶏・**元祖本場**四川風エビチリソース・**本格**鶏肉の四川風香味炒め・**元祖**四川産香草麻婆豆腐・**本格**豚バラ肉四川風炒め・**【人気】本場**四川担々麺・**【人気】元祖**麻辣刀削麺 など、元祖・本場・本格[20]・人気などの表現が目に付く。

3.4. 元祖・本家

元祖と本家は日本国内では伊賀・甲賀やマイナー・メジャーのように必ずと言っていいほどワンセットで使われる名称[21]である。元祖と本家が対立しているようで共存している場合が多いが「元祖長浜ラーメン[22]」については部外者には理解できない状況である。

3.5. マグロ・本マグロ・クロマグロ

魚・野菜等の名称は生物種・商品名・ブランドとして混迷を極めている上に、翻訳がこれに絡むと訳が分からない状態となり、海外で購入したり料理を注文しようとすると頭を抱えることになる。マグロについてはクロマグロ・メバチ・ビンナガのほかキハダ・カジキ・ コシナガなど様々な名称があっても、本マグロ hon-maguro がクロマグロ kuro-maguro / blue fin tuna のことであるというのは比較的容易に合意できそうな内容で、生物種的に無縁のものが多く含まれるタイの仲間と比べるとその整理分類はまだしもわかりやすい。

[18] この点については本 OS04 で企画講演を予定している福留奈美 (personal electronic communication)と 2022 年 2 月ごろから意見交換を続けている。
[19] [48] など参照。
[20] 本格といえば「本格推理小説・本格ミステリ」・「変格探偵小説・変格ミステリ」の区別を思い出す人たちも認知科学研究者の中には多いかもしれない。[50-51] など参照。
[21] [52-54] など参照。
[22] [55-57] など参照。

謝辞・注記

本稿の内容は一部 [58] の口頭発表が出発点となっている。これに先立つ [59] の口頭発表と意見交換が参考となった。本稿の執筆ならびに本 organized session の企画と開催に当たって、著者並びにオーガナイザーたちは以下の科研費等の支援を受けている。

- 科研費基盤研究(B)：研究課題/領域番号 23H03649「森林浴の癒やし効果を活用した観光資源開発支援:COVID-19 後に楽しく観光するために」（研究代表者：(伊藤篤)
- 科研費基盤研究(C)：課題番号 22K12598『言語景観観察に基づく文化情報伝達の研究及び応用：掲示から文化認知へ』（研究代表者：平松裕子）
- 科研費基盤研究(C)：課題番号 21K00744『高度翻訳知識に基づく翻訳文法の構築に関する研究』（研究代表者：佐良木昌）
- 科研費基盤研究(C)：課題番号 20K00822『英語教育に生かす言語景観研究：誤用分析と異文化コミュニケーションの観点から』（研究代表者：森下美和）

参考文献等

* online 情報については原則として 2023/07/14 に最終アクセス。

[1] エラリー・クイーン, 鮎川信夫訳, 「Ｚの悲劇」, 東京創元社, 1959 年 9 月 25 日. http://www.tsogen.co.jp/np/isbn/9784488104030
[2] 野坂昭如, “俺は NOSAKA だ”, 「俺は NOSAKA だ:ほか傑作撰」, 2018/04/06 新潮社（2016/08 発売）. https://ebook.shinchosha.co.jp/book/E037081/
[3] 蓮實重彦, “Ｓ／Ｚの悲劇”, 「反＝日本語論」, 筑摩書房, 1977 年 5 月 19 日. https://www.chikumashobo.co.jp/product/9784480820952/
[4] ロラン・バルト, 沢崎浩平訳, 「Ｓ／Ｚ：バルザック『サラジーヌ』の構造分析」, みすず書房, 1973 年 9 月 20 日.
[5] Roland Barthes, S/Z, Editions du Seuil, Paris, 1970.
[6] Sha‘Carri Richardson - The Progression of the American Sprint Sensation [2023 年 1 月 9 日アクセス] https://www.youtube.com/shorts/-hjNiVK_aQg
[7] Sha'Carri Richardson American Track and Field Sprinter - She's Fast #shorts https://www.youtube.com/shorts/rUu1uB3NjNI
[8] Sia - Unstoppable (Official Video - Live from the Nostalgic For The Present Tour https://www.youtube.com/watch?v=YaEG2aWJnZ8
[9] 山口百恵プレイバック Part2 https://www.youtube.com/watch?v=0lR1VoxSttY
[10] プレイバック Part 2 https://www.youtube.com/watch?v=4Cx8gyCcA7c
[11] レコード大賞に臨む百恵ちゃん プレイバック Part2（隠れた 29 日の名演と共に） https://www.youtube.com/watch?v=4Cx8gyCcA7c
[12] プレイバック赤い車 Version https://www.youtube.com/watch?v=g7OyrW3G9NI

[13] 山口百恵　プレイバック Part2　ver.NHK
https://www.youtube.com/watch?v=2fFXDT8pMx0
[14] 山口百恵,、キャンディーズ, ピンク・レディー などの曲が放送禁止で歌えなくなった事に衝撃。内容が不適当として、当時の NHK で歌唱禁止になった。
https://www.youtube.com/watch?v=gqXuIyZcYDg
[15] 焦點新聞 焦點新聞
https://www.imdb.com/title/tt0065234/
[16] Z (映画)
出典: フリー百科事典『ウィキペディア（Wikipedia）』
https://ja.wikipedia.org/wiki/Z_(%E6%98%A0%E7%94%BB)
[17] フランス共和国の司法制度
https://lawcenter.ls.kagoshima-u.ac.jp/shihouseido_content/sihouseido/pdfs/dai5gijiroku-2.pdf
[18] 味の素グループ, “1960 年頃に公共放送で商品名を放送できなかったことから、“化学調味料”の名称が使われるようになりました。”
https://story.ajinomoto.co.jp/qa/016.html
[19] 日本うま味調味料協会, “うま味調味料ってなんだろう？”
https://www.umamikyo.gr.jp/spice/
[20] J-CAST ニュース, “「化学調味料」は放送禁止用語？TBS 生放送で訂正「うま味調味料でした」...言い換えの理由とは”, 2022 年 02 月 07 日 20 時 30 分
https://www.j-cast.com/2022/02/07430551.html?p=all
[21] Sydney’s most famous ramen spot! #shorts #sydney #tokyo #japan #foodie
https://www.youtube.com/shorts/c03hHTLs2lA
[22] authentic cooking & mexican-indian watermelon rinds rootedinspice
https://youtube.com/shorts/dXD8BXDA7C4
[23] authenticity is overrated
https://www.youtube.com/shorts/3kaePnU6Clo
[24] Dan Jurafsky,, *The Language of Food: A Linguist Reads the Menu*, 2015.
https://www.wiley.com/en-au/The+Language+of+Food:+A+Linguist+Reads+the+Menu-p-9780393351620
[25] Best Foods, Real Mayonnaise
https://www.bestfoods.com/us/en/products/mayonnaise/real-mayonnaise.html
[26] Hellmann’s, Real Mayonnaise
https://www.hellmanns.com/us/en/products/mayonnaise/real-mayonnaise.html
[27] Duke's Real Mayonnaise
https://dukesmayo.com/products/real-mayonnaise
[28] U.S. Food and Drug Administration, “CFR - Code of Federal Regulations Title 21,” The information on this page is current as of Jun 07, 2023.
Subpart B - Requirements for Specific Standardized Food Dressings and Flavorings Sec. 169.140 Mayonnaise.
https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=169.140
[29] Why is it called real mayonnaise and not just ‘mayonnaise’?
https://www.quora.com/Why-is-it-called-real-mayonnaise-and-not-just-mayonnaise
[30] Has Just Mayo been discontinued?
https://eatingexpired.com/has-just-mayo-been-discontinued/
[31] Just Mayo Permanently Discontinued
https://www.reddit.com/r/vegan/comments/scswqr/just_mayo_permanently_discontinued/
[32] Jackie Crosby, “Target officially stops selling Just Mayo and other Hampton Creek foods,” *Los Angeles Times*, Aug. 22, 2017
https://www.latimes.com/business/la-fi-just-mayo-target-20170822-story.htmlSksks
[33] AFP, 「「豆腐バーガー」などの名称を禁止、米州法に差し止め命令」, 2019 年 12 月 13 日
https://www.afpbb.com/articles/-/3259455
[34] チキチー(チキンチーズバーガー)
http://www.mcdonalds.co.jp/quality/basic_information/menu_info.php?mid=8000
[35] HOT CRISPY CHICKEN BURGER
https://www.freshnessburger.co.jp/menu/hamburger
[36] トリキバーガーのこだわり
https://toriki-burger.co.jp/
[37] 『本生 本わさび』のこだわり
https://www.sbfoods.co.jp/honnama/policy/
[38] 本生の歴史
https://www.sbfoods.co.jp/honnama/history/
[39] アサヒ本生ドラフト発泡酒
https://www.asahibeer.co.jp/products/beer/hon-nama/
[40] 本生（ほんなま）とは、一度も火入れ（低温加熱殺菌）をしていない酒のことです。
https://www.sakeno.com/word/honnama
[41] 頑固なこだわり醤油本生
https://yama-hisa.jp/SHOP/1-4-1.html
[42] 本生うどん
https://www.osawaya.co.jp/fs/mizusawaudon/c/gr4
[43] 本生そば
https://ippukusoba.shop-pro.jp/?mode=cate&cbid=1936210&csid=4
[44] 本生ラーメン
https://www.shimadaya.co.jp/products/namaramen/honnama.html
[45] 本生わらびもち　好日
https://ecstore.bunnosuke.jp/items/38470295
[46] 本生風水羊羹 ２本入
https://engasane.jp/SHOP/EN-C-0007.html
[47] 本生羊羹 春味
https://shop.taneya.co.jp/c/68
[48] 奇抜ネーミングで最強コスパの町洋食
https://www.youtube.com/shorts/T_vIUfsgFG4
[49] 本格四川料理 川芙蓉
https://r.gnavi.co.jp/397uz6rp0000/menu7?sc_cid=gorp_menu_all_menu7
[50] 本格ミステリ作家クラブ, http://honkaku.com/
[51] 谷口基, 「変格探偵小説入門：奇想の遺産」, 岩波書店, 2013/09/18.
[52] 元祖・本家の店めぐり町歩き
https://www.gei-shin.co.jp/books/isbn978-4-87586-559-9/
[53] 元祖と本家の違い（妖怪ウォッチ）
http://y-watch.info/about/difference2.php
[54] 今宮神社のあぶり餅！元祖と本家の戦いに、千年続く老舗の知恵をみた
https://www.hobiwo.com/entry/aburimochi
[55] 正しく理解しておきたい「長浜ラーメン」の基礎知識
https://news.yahoo.co.jp/byline/ymjrky/20170815-00074406
[56] 福岡市内に「元祖長浜ラーメン」が濫立している異常事態
https://news.yahoo.co.jp/byline/ymjrky/20180811-00092791
[57] 【図解】元祖長浜ラーメン？ ほんとうの元祖は？ 長浜屋？ 長浜家？
https://remedics.air-nifty.com/main/2019/09/post-8aa228.html
[58] Miwa Morishita, Nami Fukutome & Yasunari Harada, "Intercultural Linguistic Landscapes and Authenticity in International Cuisine," JWLLP-32 (2023/03): The 32nd Joint Workshop on Linguistics and Language Processing, online, 2023 年 3 月 10 日.
[59] Gábor Parti & Chu-Ren Huang, “The Naming Principles of Novel Cultural Items: A Perspective from the Spice Domain,” JWLLP-31 (2022/12): The 31st Joint Workshop on Linguistics and Language Processing, online, 2022 年 12 月 16 日.

フードツーリズムと言語景観：インバウンド観光復活に向けて
Food Tourisms and Linguistic Landscapes: Return of Inbound Tourisms

森下 美和

Miwa Morishita

神戸学院大学
Kobe Gakuin University
miwa@gc.kobegakuin.ac.jp

Abstract

As inbound tourism shows signs of recovery, travel patterns that avoid crowds and enjoy local traditional culture centered on eating and drinking in regional cities are gaining attention. We will discuss how the environment in the post-Corona and with-Corona era differs from the pre-Corona environment, and how inbound tourism should be handled in the future, with a focus on the relevant linguistic landscapes.

Keywords — Linguistic Landscape, Food Tourism, Inbound Tourism, Multilingual Translation

1. はじめに

2019 年まで増え続けていた日本へのインバウンド観光客は，2020 年前半以降，新型コロナウイルス感染症拡大防止措置のために激減していた。しかしながら，2022 年 10 月 11 日に新型コロナウイルス感染症に関する水際対策緩和措置が適用されて以降，インバウンド観光に回復の兆しが見られる。2023 年 4 月 29 日に入国制限を含む水際対策が終了し，5 月 8 日付で新型コロナウイルス感染症対策本部が廃止された。日本政府観光局（JNTO）の推計によると，2023 年 5 月のインバウンド観光客数は，3～4 月の桜シーズン後の閑散期にあたるものの，回復率では前月を上回り，2019 年同月比 68.5%の 1,898,900 人となっている[1]。インバウンド観光客がほぼ皆無であった過去 3 年間を経て，着実な復調の傾向を見せていると言える。

著者は 2016 年頃から，国内外の観光都市における言語景観調査を行ってきたが，2020 年前半以降は，コロナ対策を徹底しつつ，主に国内を中心に無理のない範囲で調査を続けた。その際，なるべく移動を少なくするために，京都など著者の在住する神戸から比較的近いエリアを以前よりも頻繁に訪れることとなった。インバウンド観光客が増加の一途をたどっていた 2016 年から 2019 年頃までは，元々日本人観光客で混雑していた人気の観光スポットにインバウンド観光客が押し寄せたことにより，ゆっくりと楽しみながら観光できないどころか，地域住民の生活や自然環境に悪影響を及ぼすような混雑，いわゆる「オーバーツーリズム」の状況が至る所で見られていた。

しかしながら，2020 年からの約 3 年間は，国内外からの観光客がほとんどいなくなったため，これらのエリアにスムーズに移動し，ゆっくりと調査を行うことができた。レストランや店舗の営業時間が短縮されたり，休館や閉館などにより立ち入ることができなくなった観光スポットなどがあったことを差し引いても，コロナ禍に調査を行う利点であったと言える。インバウンド観光客が激減していたこの時期には，レストランや店舗で，多言語表記の看板やメニュー表の上に，日本語表記のみのお知らせが新たに貼られている例なども少なくなかった[2]。

2. 富裕層向けインバウンド観光

観光について，昨今では，移動による人流をできる限り避け，温泉や自然散策などいわゆる「3 密（換気の悪い密閉空間，多数が集まる密集場所，間近で会話や発声をする密接場面）」にならない楽しみ方を選択するという「マイクロツーリズム」が国内で浸透しつつあるが，インバウンド観光が復活した後にも，この考え方は有効であると思われる。「マイクロツーリズム」とは，具体的には，コロナの流行をきっかけに感染防止の観点で広がった近距離の旅行形態のことを指すが，地域の魅力の再発見と地域経済への貢献にもつながるとされている[3]。

軽井沢の温泉旅館（星野温泉）から始まった星野リゾートは，今や全国各地にさまざまなタイプの温泉旅館やホテルなどを展開する総合リゾート運営会社となったが，ウィズコロナの時代におけるマイクロツーリズムを提唱している[4]。また，NIPPONIA という地域再生プロジェクトでは，歴史的建築物などを含む古民家

を活用してレストランやホテルを展開している。その運営会社の代表取締役である藤原岳史氏は，自身の故郷である兵庫県丹波篠山市の活性化に取り組むため，古民家再生によるまちづくり事業をスタートさせた。この事業は，イタリアで大地震によって存続の危機に直面した集落の復興を探る中で生まれた「アルベルゴ・ディフーゾ（分散型ホテル）」の発想に基づいている。古民家ホテルを拠点に，地域の伝統的な暮らしを体験しながら滞在するというものである。現在では，古民家を中心とする地域資源を活用した地域創生・地域活性化事業を全国各地に展開し，地域のブランディングやマーケティングに力を入れている[5]。

これらのコンテンツの価格設定を鑑みると，主に国内外の富裕層向けになっているようである。実際，国土交通省観光庁は，2020 年 10 月から 2021 年 3 月にかけて「上質なインバウンド観光サービス創出に向けた観光戦略検討委員会」を開催し，報告書を作成している。それによると，世界の富裕層には一般の訪日インバウンド観光客の 10 倍以上の消費が期待できるため，コロナで特に大きな打撃を受けた観光業において大幅な収入増を見込めること，インフルエンサーとして日本のブランド価値を高めてもらえること，地域の文化・伝統産業に貢献してもらえることなどに期待が寄せられている[6]。インバウンド観光客によって日本の魅力が海外から逆輸入されるのと同様に，海外や日本各地から富裕層がさまざまな地域を訪れ，その魅力を伝えることによって，地域経済に貢献し，地元住民もその恩恵を受けることも大いに期待できる。

3. 食と観光

ある地域ならではの食事や食文化を楽しむことを目的とした観光，いわゆる「フードツーリズム」は欧米では広く普及しているが，近年では，日本の食文化が海外から注目を集め，訪日インバウンド観光客の主な旅行目的ともなっている。たとえば日本酒は，全国の都道府県で製造され，地域の特色に応じた地酒が存在し，蔵元見学なども観光のコンテンツとなっている。日本人の欧米志向により日本国内での日本酒消費量が減少しているため，製造者である蔵元の数が減少し，伝統的な技術製法やノウハウが失われつつある一方で，海外では，日本食ブームが起こり，寿司と日本酒のペアリングなどを楽しむことが世界中に広まってきている。したがって，このような食のコンテンツはインバウンド観光との相性が良いであろうと推測できる。

フードツーリズムの中でも，その土地の気候風土が生んだ食材・習慣・伝統・歴史などによって育まれた食を楽しみ，食文化に触れることを目的としたものについては，「ガストロノミー（美食学）ツーリズム」という呼び名が提唱されている。観光庁は，その推進に特に力を入れており，「地域一体型ガストロノミーツーリズムの推進事業」として，以下の 13 件の事業が採択されている[7]。

表 1　地域一体型ガストロノミーツーリズムの推進事業における採択事業の一覧（国土交通省観光庁）を参考に作成

地域	事業名
北海道余市町	世界が恋する「余市のワイン&ウィスキー」と，世界 No.1 の北欧料理のペアリング開発
奈良県	「日本の食の聖地巡礼 NARA」奈良の伝統ガストロノミーツーリズム構築・発信・海外販路拡大事業
山形県鶴岡市	LAND OF DEWA ガストロノミーツーリズム
山梨県巨摩地域	太古から続く巨摩の地の恵みの旬をめぐる健康処方箋の旅
神奈川県三浦市	「あこがれ」を創出する「特別な食体験・ゲリラレストラン」実施に向けたミウラガストロノミー実証実験事業
兵庫県神戸市	SDGs ガストロポリス（食都神戸）ツーリズム推進事業
長野県下高井郡野沢温泉村	野沢温泉 MATAGI LIFE ガストロノミーツーリズム推進事業
富山県立山町	立山の自然と文化の融合を感じるガストロノミーツアー
熊本県八代市	地元産生姜を活用したロゲイニングガストロノミー
群馬県前橋市	MAEBASHI Terroir～赤城山に育まれた発酵クラフトコミュニティ，ご当地スタンダートを一から楽しむ特別な旅～
香川県	地球大変動（ジオ）の恵みである海の幸と陸の幸をマリアージュした世界で唯一無二のせとうち讃岐ジオ・ガストロノミーツーリズムの推進
福井県三方五湖地域	ジャパネスク 北陸 若狭・三方五湖 食と観光のテロワール」～地域一体となった日本古来の「御食国」の食材と世界最

	高峰のフランス美食文化とのマリアージュ～
京都府	【京料理×農林水産品】 地域食連携によるガストロノミーツーリズム推進事業「産地で料亭ごはん」～京料理・地元農林水産品持続支援プロジェクト～

島川 (2020) によると，もともと観光は，それだけで商業的に成立できるものであるが，最近では政策課題として助成金がつくようになったため，顧客 (観光客) のニーズよりも補助金申請と実績報告ばかりに目が向けられているようである[8]。表 1 の各地方自治体の事業タイトルを見ても，実際に関連サイトなどを検索してみても，現時点では具体的な取り組みについての情報は少なく，地域の特性もあまり感じられない。各プロジェクトには 1 件あたり 2,000 万円の経費が支給されているため，効果的に使用することで観光客にも還元し，持続的な発展に繋げてもらいたい。

ポストコロナの現在，インバウンド観光客の多くが富裕層であることを考えると，日本におけるフードツーリズムは，ミシュランの星付きレストラン，オーベルジュ，ワイナリーなどに見られる「美食エンターテインメント」として展開されていると言える[9]。金額が高くなる分，単に地元の食を楽しむだけでなく，美意識や五感すべてを満足させられるような体験が必要であり，そのような体験を提供するためには，インフラや言語サービスを含めた総合的なおもてなしが不可欠である。

4. 食の言語景観

表 1 の一覧に挙げられている地方自治体のうち，筆者がコロナ禍にマイクロツーリズムの一環として訪れた神戸と京都のレストランなどにおける食の言語景観（メニューの詳細）の例を見てみたい。

1) 邸宅レストラン（神戸市）のアフタヌーンティセット（セイボリー）

フランス産ジャンボン・クリュ，アシ・パルマンティエ，神戸ポークとフォアグラのパテ・ド・カンパーニュ，サーモン・フュメ，季節野菜のババロアとキャビア

フランス料理のため，フランス語の料理用語 (材料や調理法) が多く使われている。英語もしくはフランス語のメニューが用意されれば，少なくともアルファベット言語を母語とするインバウンド観光客には理解できると思われるが，英語やフランス語をカタカナにしたものは，インバウンド観光客だけでなく多くの日本人にとっても (かなりの美食家でない限り) 意味不明であることが少なくないだろう。

2) 有馬温泉の旅館（神戸市）の夕食（前菜）

ヴィシソワーズ，枝豆のチュロス，オスミックトマトのカプレーゼ，養老寄せ，稚鮎南蛮漬け，蛸柔煮，青梅豆腐，アスパラ湯葉巻

和食とフランス料理のフュージョンのようなメニューであるため，カタカナと漢字が均等に混ざっているが，ヴィシソワーズ（じゃがいもの冷製スープ），チュロス（スペイン発祥の揚げ菓子），カプレーゼ（スライスしたトマトとモッツァレラチーズのサラダ）などは，比較的カジュアルなレストランやカフェでも提供されるため，それなりに知られているメニューである。むしろ，日本語（漢字）についての解説が欲しい。

3) 甘味処（京都市）の期間限定パフェ

最中のフロランタン，抹茶アイス，ピスタチオ，アーモンドエスプーマ，もみじ羊羹，白玉，イチジク入りコーヒーダマンド，ほうじ茶シュトロイゼル，柿モンブラン，玄米茶アイス，玄米茶ゼリー，小豆，栗アイス，黒みつ，寒天

パフェの語源は，フランス語の parfait（英語の perfect「完璧な」と同じ）で，アイスクリームにソースや果物を添えた (完璧な) デザートを指す。日本のパフェは，背の高いグラスにアイスクリームやフルーツその他のスイーツを盛り付けるのが一般的で，ご当地パフェなども登場し，独自の文化になりつつある。上記のパフェには 10 種類以上の材料が使われていて，日本のお菓子（羊羹，白玉，寒天など）をベースに，フランス (フロランタン : クッキー生地にキャラメルでコーティングしたアーモンドを乗せたフランスの伝統菓子，ダマンド : タルトやパイのフィリングとして使うアーモンドクリーム)，スペイン（エスプーマ : 食材を泡状にしたもの)，ドイツ（シュトロイゼル : サクサクしたそぼろ状のクッキー）など主に欧州を起源とするものもふんだんに使用されている。「最中のフロランタン」に至っては，著者にとってはこのパフェが初体験であったが，すでにさまざまなメーカーが商品を提供しており，クックパッドにはレシピも複数投稿されている。

平松（[10]など）が提唱する「和菓子の見立て」のよ

うに，日本文化の奥深さを正しく伝えることは重要であるが，最近では伝統料理にもさまざまな文化を融合させていることが多いため，その説明を表面的なもので終わらせては意味がない。たとえば，モンブラン(Mont Blanc aux marrons) はフランスとイタリアの国境付近で生まれたデザートで，フランスの老舗カフェ「アンジェリーナ」がケーキとして発展させたものである。日本では独自の発展を遂げ，現在では，栗以外のフルーツや野菜を使ったモンブランなど多種多様なものがある。

インバウンド観光客の急増に伴い，ベジタリアンやヴィーガンへの対応がますます重要となってくることも予想される。主要 100 か国・地域におけるベジタリアン等の世界人口推移を見ると，1998 年と 2018 年では，アジアが全体の 85%から 79%に下がっている一方で，アフリカ（6%⇒8%），米国（4%⇒7%），欧州（3%⇒4%）などは 20 年間に着実な伸びを見せている[11]。宗教や体質（アレルギー）などの理由に加え，特に欧米の富裕層は，環境への配慮などからベジタリアンやヴィーガンに転向する人が多いことが，これらの背景にあると考えられる。特にセリアック病（グルテンに対して免疫反応を起こす自己免疫疾患）など体質的に受け入れられない食物がある場合などは，大きな問題に発展する恐れがあるため，その内容について正しく伝えることは非常に重要である。

5. まとめと今後の展望

現在，日本各地に高級ホテルやミシュランの星付きレストランが続々とオープンしている。その多くは海外からの富裕層によって楽しまれており，一般的な日本人にはとても手が出ない贅沢である。このような状況は，他のアジア諸国の観光地では以前からよく見られており，その場合の海外からの富裕層には一部の日本人も含まれている。著者の知る限り，そのような国々では多言語表記でなく母語と英語での表記が多く，接客業の人々はたいてい片言の英語は話す。

日本には，海外に誇れる素晴らしい文化があり，ハード面においては充実しているが，ソフト面，つまり言語を含めたサービスにおいては未開発の部分が多い。せっかくの贅を尽くしたガストロノミーツアーであっても，その文化的背景をうまく説明できなくては魅力が十分に伝わらない。インバウンド観光客が素晴らしい異文化体験をすることが，日本人が日本の各地域の魅力を再発見するきっかけとなることを期待したい。

謝辞

本研究は，科研費基盤研究(B)：課題番号 23H03649『森林浴の癒やし効果を活用した観光資源開発支援：COVID-19 後に楽しく観光するために』（研究代表者：伊藤篤），科研費基盤研究(C)：課題番号 22K12598『言語景観観察に基づく文化情報伝達の研究及び応用：掲示から文化認知へ』（研究代表者：平松裕子），科研費基盤研究(C)：課題番号 20K00822『英語教育に生かす言語景観研究：誤用分析と異文化コミュニケーションの観点から』（研究代表者：森下美和）の助成を受けている。

参考文献

[1] 日本政府観光局（2022）「訪日外客数（2023 年 5 月推計値）」 https://www.jnto.go.jp/news/press/20230621_monthly.html

[2] 森下美和（2021）「神戸における外国人居住地域の言語景観」オーガナイズド・セッション「多元化する異文化体験：COVID-19 後に楽しく観光するために」日本認知科学会第 38 回大会発表論文集, 799-801. https://www.jcss.gr.jp/meetings/jcss2021/proceedings/pdf/JCSS2021_OS04-3.pdf

[3] JTB 総合研究所（2023）「観光用語集：マイクロツーリズム」 https://www.tourism.jp/tourism-database/glossary/microtourism

[4] 星野リゾート（2023）「星野リゾートのマイクロツーリズム：ご近所旅行のススメ」 https://www.hoshinoresorts.com/sp/microtourism/

[5] NIPPONIA(2018)「なつかしくてあたらしい日本の暮らしをつくる」 https://team.nipponia.or.jp/

[6] 上質なインバウンド観光サービス創出に向けた観光戦略検討委員会（2021）「上質なインバウンド観光サービス創出に向けて：報告書」 https://www.mlit.go.jp/kankocho/content/001409538.pdf

[7] 国土交通省観光庁（2023）「地域一体型ガストロノミーツーリズムの推進事業：採択事業の一覧」 https://www.mlit.go.jp/kankocho/content/001615726.pdf

[8] 島川崇（2020）「新しい時代の観光学概論：持続可能な観光振興を目指して」ミネルヴァ書房

[9] 訪日ラボ（2023）「日本のフードツーリズムとは：定義と概要，まちおこしへの活用事例を紹介」 https://honichi.com/news/2020/07/20/foodtourism/

[10] 平松裕子（2021）「日光の言語景観に見られる文化的要素の表出と観光客の受容：見立ての手法」電子情報通信学会『信学技報』, vol. 121, no. 87, TL2021-9, 34-37.

[11] 国土交通省観光庁（2020）「飲食事業者等におけるベジタリアン・ヴィーガン対応ガイド」 https://www.mlit.go.jp/kankocho/content/001335459.pdf

食文化の記述へのICT応用とナラティブ

ICT Application and Narrative to Describe Food Culture

工藤　遥† 高橋喜幸‡ 福留奈美* 原田康也** 平松裕子† 伊藤　篤†

†中央大学 〒192-0393 東京都八王子市東中野 742-1
‡料理マスターズ倶楽部〒105−0012 東京都港区芝大門 1−7−4 トーア芝ガーデン 6F
*東京聖栄大学 〒124−8530 東京都葛飾区西新小岩 1−4−6
**早稲田大学 〒169-8050 東京都新宿区戸塚町 1-104
E-mail: †{a21.483y,atc.00s}@g.chuo-u.ac.jp, susana_y@tamacc.chuo-u.ac.jp
‡ takahashi@food-zapan.jp * namifukutome@gmail.com ** harada@waseda.jp

概要

地域の食文化との驚きが希薄になっている現状に対し、我々は、生産者と料理人をつなぐことで「食」と「農」の再構築、それを利用した地域活性化の可能性を検討している。食材は日々内容が変化するため頻繁な更新が必要になり、また、食材の生産現場は高齢者が多いため、手間をかけずに入力することが必要となる。この報告では、生産者が食材を紹介するための情報をオンライン入力するための UX の設計について検討した結果を述べる。

キーワード：食材、物語、UX、生成系 AI、音声認識

1. はじめに

2013 年に和食が無形文化遺産に登録されるなど、日本の食が世界的に注目されている[1]。しかし、最近ではどこでも同じような食事が提供されている傾向があり、地域や文化とのつながりが希薄になっている。また、生産者と消費者の認識のズレは、作っても売れないという状況を作り出し、地方経済の衰退の一因となっている[2]。

現在、食のあり方は変化しており、物語のある食事や食材が重要視される傾向がある。また、物語の力はマーケティングでも注目されており、参考文献[3]によれば、「物語の効果は、記憶に残ること、感情的につながること、興味をかき立てること、真実味をもたらすこと、説得することなどが挙げられます。それによって購買意欲が促進されたり、メッセージの反論を抑制したりすることができます。」とされている。

また、人は物語に惹かれるだけでなく、Facebook や Instagram を見るまでもなく、物語を作り出すのも好きであると言うことが出来る。料理を食べるという行為において、私たちは五感をフルに動員し、そして、その体験・感覚をすくい取り、言葉に変換し、物語を構築し、ひとに伝えている。また、その料理をつくるにあたり、料理人と生産者の関係から生まれる物語から始まって、その生産物のなりたちと流通の経路も含め、複雑な物語がつくりだされている。

しかし、多くの生産者にとって、自分の思いを物語としてつづることは容易ではない。どちらかというと、無骨で寡黙なイメージがあり、饒舌に自分をアピールするというところからは対極にあることが多い。

そこで本研究では、これまでの検討[4]をベースに、ICT、特に Web 技術、モバイル技術、自然言語処理技術を活用することにより、誰もが自分の生産したものを物語ることができる枠組みについて論じる。これを利用することで、食と農のつながりの再構築、地域活性化に繋げたいと考えている。

2. 料理マスターズ

食と農の関係が希薄になっている現状ではあるが、その中で、生産者と消費者の中間にいる料理人の中で「食」と「農」をつなぐ「料理マスターズ」顕彰制度という取り組みが行われている［5］。料理マスターズは、日本の第 1 産業の活性化などに貢献している料理人を国が表彰することで、日本の食を支えるシステムを強化し、「食」と「農」をつなぐことを通じて地方が活性化することを目的としている。料理マスターズでは、生産者と料理人を結び地域活性化に貢献するとともに、食と農の結びつきを再構築する新たな試みとして、生産者の農作物の物販サイトの作成を行っている。このサイトでは、料理人の紹介から始まり、関わりのある生産者や農作の紹介、最後に農作物の購入という流れを想定している。

現在、料理マスターズでは、料理人と生産者の交流イベントや、ガイドブックの作成などを行っている。しかし、インターネットの使用に慣れていない料理人や生産者が多いという背景から、紹介文を作成する際には、会話や手書きの文章の中から作成する場合が多いため、情報更新に時間と手間がかかり、管理者の負

担となっている。今後、販売サイトにおいても、情報更新における課題が生じることが予想される。生産者が自ら農作物に対するこだわりや地域の特色、歴史などを発信し、食材の魅力を分かりやすく魅力的な話題を提供することを支援する仕組みが必要である。

3. AI・ICT 技術活用の可能性

3.1. AI・ICT 技術

近年、キーワードを入れると画像を生成する AI[6]や、chatGPT[7]が注目されている。chatGPT は、大量のテキストデータを学習し、言葉やフレーズの関連性や、言語の構造を理解するとともに、文脈に応じた自然な文章の生成が可能である。これらの技術を応用して、生産者が、季節や地域性、歴史・文化などと組み合わせた物語として食材をアピールできるようにすれば、料理人や一般消費者と生産者の間のロイヤリティを向上することができ、その結果として、「食」と「農」のつながりを再構築することができるのではないかと考える。

3.2. Web サイトにおける活用の可能性

管理者が生産者や料理人の情報をまとめて文章を作成する際に、時間と労力がかかるという現状の課題に焦点を当てて、料理マスターズの Web サイトにおける AI・ICT 技術活用の可能性を示す。図 1 に、管理者が生産者の紹介ページを作成するという場面を想定した UI を簡易的に示す。この場面においては、AI・IT 技術活用の可能性がある。

サイトに掲載するコンテンツ用の文章の作成手順は以下の通りである。

1. 以下のいずれかの方法で情報を入力する。
   - テキストボックスに入力
   - 音声入力
   - 録音された音声ファイルの挿入
   - テキストファイルの挿入

この際、インタビューを録音した音声ファイルや、箇条書きのメモを使用することも可能である。

2. 1 で入力した情報の、編集に関する指示を下の欄に入力する。
   - 文章の形式
   - 文字数
   - 強調してほしいポイント

これにより、より理想に近いコンテンツ用の文章を出力することが可能となる。このように、AI・ICT 技術を組み込むことで、簡単に web サイトのコンテンツ作成を支援できれば、管理者は大幅に労力や時間を削減することが出来る。

図 1．生産者紹介ページ作成用 UI

表 1　会話の構成パタン

A	本題の部分 12:53～23:05　約 10 分
B	後半の本題部分を入力 18:52～23:05　約 5 分
C	本題以外の部分＋後半の本題の部分 06:07～07:16＋18:52～23:05
D	A の改行と発言者名をなくし、連続した文にした

表 2 プロンプトのパタン

①	条件を与えず要約させる
②	万能プロンプト
③	万能プロンプト＋ホームページの内容を追加

表 3　chatGPT の出力の評価

	A	B	C	D	計
①	6	4	5	4	19
②	12	13	10	9	44
③	14	11	8	7	40
計	32	28	23	20	

4. これまでの検証

これまでの検討[2]では、図 1 の活用シーンを想定して、実際に管理者が生産者に行ったインタビューの記録を題材とし、音声からテキスト化への変換、さらに chatGPT を活用し、web サイトのコンテンツとして掲載する文章生成の精度の検証を行った。ここで使用したデータは、料理マスターズ倶楽部の事務局長が、京都吉兆で魚屋「魚政」を営む谷次さんに電話でインタビューを行った 28 分間の記録である。

chatGPT における文章生成では、入力する電話の記録を表 1 のように、プロンプトを、表 2 表 3 のようにいくつかのパタンに分けて検証した。②には、設定・

依頼内容・前提条件・電話記録を入力し、③にはホームページから、前提情報となる理念などを情報に加えた。入力する記録の長さや、切り取る部分、プロンプトの内容など、様々な条件を変え、chatGPT が出力する内容にどのような差が生じるか比較、評価を行った。表 3 は、各パタンの出力内容を、「読みやすさ」「分かりやすさ」「正しさ」という３つの指標を用いて、５段階で評価を行った評価結果を示している。

②と、③を比較した際に、②の方が、評価が高くなった。出力内容を見ると、B③では、AI がホームページの理念の内容が連想し、インタビューには語られていない余計な加工を施されており、C③では、ホームページの理念の語り口調のまま出力されており、コンテンツとしては分かりづらい文章が生成された。

また、B より C の方が「正確さ」が低くなった。本題ではない別の魚屋について話している情報を与えたため、誤った内容の文章を生成した。

これらの結果から、プロンプトに前述の情報を入力するだけでは、情報がきれいに繋がらず、コンテンツとしての一貫性が損なわれたり、AI が余計な忖度や連想し、正確性が失われたりすることがあることが分かった。さらに、関連があるキーワードを含む情報を与えた際に、情報の重要度を判断出来ないことが明らかになった。現状では、情報を与えすぎると、余計なことも含めて生成してしまうため、「与えた情報の範囲内で生成して」と指示を与えた方が、余計な間違いはなくなる可能性もある。しかし、情報が少ないとコンテンツとしての魅力や面白さが欠けてしまう恐れもある。

5. ナラティブ構造

5.1. ナラティブ構造における可能性

前章での検証結果を踏まえ、本章では、コンテンツとしての魅力を高める方法として、ナラティブ構造の組み込みについて検討した結果を述べる。

ナラティブとは、物語、ストーリーと読み替えることが可能な概念であり、「最初の状態から最後の状態、あるいはある結果までの、１つもしくは一連の出来事に関する語り手の詳述[8]」と定義づけられている。マーケティング研究において、ナラティブ情報と非ナラティブ情報では、ナラティブ情報の方が、受け手の判断や態度をナラティブの内容に沿う方向に収束させ、説得力を高めることが明らかになっている[9]。このことから、ナラティブ情報を組み入れたコンテンツの作成を行うことで、コンテンツとしての魅力を高めることが出来ると考える。

図２　パタンｉ

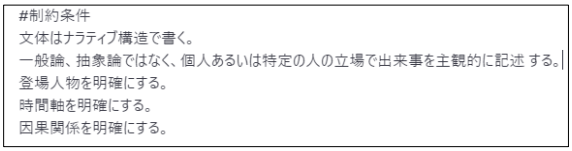


図３　パタンⅱ

以下では、ナラティブ情報を取り入れたコンテンツの生成を目指し、chatGPT におけるプロンプトの構成、出力、評価を行った作業を示す。

5.2. 検証方法

表 3 の評価結果から、総合点数の高かった４つのパタン、A②A③B②B③を使用し、ナラティブ構造を組み入れた出力を行う。そこで、ナラティブを組み込むためのプロンプトを２パタン構成した。（図２，図３）

パタンｉ：制約条件として、文体をナラティブ構造で書くことを指示。

パタンⅱ：文体をナラティブ構造で書くことに加え、ナラティブ構造における尺度ごとに細分化し、制約条件として指示。

ナラティブの構造的な特徴として、時間軸が存在しつながりのある話であること、要素間の関係が示され推測される因果関係が存在していることの 2 点を構造的特徴とし、5 つの測定尺度、「一般論、抽象論ではない」「登場人物が明確」「時間的推移が明確」「起承転結がある」「因果関係が明確」が示されている[10]。パタンⅱでは、これを参考にし、ナラティブ構造の尺度ごとに細分化して、プロンプトを構成した。

評価基準は、これら５つの尺度のうち、「起承転結がある」を除いた４つの尺度を評価の指標とする。今回のコンテンツでは、１つの投稿やコンテンツで完結するものを想定しておらず、継続的な情報更新によって、全体としてのストーリーを作り上げていくことを想定しているため、「起承転結がある」という指標は除くこととする。この４つの指標を用いて、各パタンの出力内容を５段階で評価を行った。各パタンの評価を表 4 に示す。

5.3. 考察

5.3.1

ⅰとⅱを比較すると、ⅱの方が総合的に高い評価となった。特に、「登場人物が明確」という指標に差が見られ、細分化した指示を行った方が、明確な人物像が示された。

5.3.2

②より③を活用したパタンの方が、評価が高いことが読み取れる。これは、ナラティブ構造を組み込むにあたり、登場する人物像や背景を明確にする必要がある。その際に③に加えたホームページの情報が活かされたのではないかと考えられる。さらに、表 3 では、今回使用した 4 つのパタンの中で、B③が最も低い評価だったが、表 4 では、最も高い評価となった。表 3 における検証では、より高度化しようとホームページの理念情報を加えた結果、AI がインタビューの情報に余計な忖度や連想を加え、結果的に、正確性が失われた。今回は、ナラティブ構造を指示したことにより、加えた情報を、登場人物の考え方として理解し、インタビューの記録の重要な部分を、判断するために活用することが出来たのではないかと考えられる。

表 4　chatGPT の出力の評価

総合	A②	A③	B②	B③	計
パタンⅰ	9	10	10	19	48
パタンⅱ	10	12	11	19	52
計	19	22	21	38	

一般論抽象論ではない	A②	A③	B②	B③	計
パタンⅰ	3	4	4	5	16
パタンⅱ	3	4	3	5	15
計	6	8	7	10	

登場人物が明確	A②	A③	B②	B③	計
パタンⅰ	2	2	2	5	11
パタンⅱ	3	4	3	5	15
計	5	6	5	10	

時間軸が明確	A②	A③	B②	B③	計
パタンⅰ	2	2	2	4	10
パタンⅱ	2	2	2	4	10
計	4	4	4	8	

因果関係が明確	A②	A③	B②	B③	計
パタンⅰ	2	2	2	5	11
パタンⅱ	2	2	3	5	12
計	4	4	5	10	

6. まとめ

本稿では、食と農のつながりの再構築、地域活性化を目的とする料理マスターズの web サイトにおいて、AI・ICT 技術を活用し、ナラティブ構造を取り入れたコンテンツの生成についての実験を行った。

(a) プロンプトに、シンプルな情報を入力するだけでは、情報がきれいに繋がらず、コンテンツとしての正確性が損なわれていたが、ナラティブという観点からの指示を与えることで、前提の情報を登場人物の考え方や背景を認識し、コンテンツとしての重要な部分を判断するための材料として活用出来ることが判明した。

(b) ナラティブ構造の尺度ごとに細分化したプロンプトを与えることで、登場人物を明確にし、質の高いナラティブ構造のコンテンツを生成することが出来た。

現在、AI だけでなく、 VR やメタバースにおける人と人とのインタラクションの重要性が問われている。例えば、農作物の成長過程を VR で再現し、栽培の詳細や工夫を視覚的に説明したり、地理的特徴や季節感、地域性をメタバース空間で表現すれば、文章や画像という領域を超えた体験型のナラティブを提供することが出来ると考える。今後は、VR やメタバース空間におけるナラティブの展開についても検討する予定である。

謝辞

本研究にご協力をいただいた、魚政様に感謝する。尚、本研究開発は JSPS 科研費(17H02249, 18K111849, 20H01278, 20H05702, 22K12598, 23H03649)の助成を受けて実施中である。

文献

[1] 文化科学研究所, (2021),「日本の食文化等実態調査」
[2] 櫻井崇仁, (2012) “農家と消費者ニーズを満たす情報システムのデザイン”
[3] “今再び注目される「物語マーケティング”, https://digital-shift.jp/marketing/200331
[4] 工藤　遥,高橋喜幸,福留奈美,原田康也,平松裕子,伊藤　篤, “食文化の記述への ICT 応用”, 電子情報通信学会、202306
[5] “農林水産省料理人顕彰制度「料理マスターズ」, https://www.maff.go.jp/j/shokusan/gaisyoku/kensyou/
[6] Hugging Face, https://huggingface.co
[7] chatGPT, https://chat.openai.com/auth/login
[8] Bennett, Andrew and Nicholas Royle (2004), Introduction to Literature, Criticism and Theory, Harlow, UK: Pearson
[9] Adaval, Rashimi and Robert S. Wyer (1998), “The Role of Narratives in Consumer Information Processing,” Journal of Consumer Psychology, 7 (3), 207-245.
[10] Escalas, Jennifer Edson (1998), “Advertising Narratives: What Are They and How do They Work?” in Representing Consumers: Voices, Views and Visions, ed. Barbara B. Stern, New York, Routledge Press, 267-289.

言語景観に表れた文化的認識の相違及び標準化
Cultural Perceptual Differences and Standardisation as Manifested in the Linguistic Landscape

平松 裕子
Yuko Hiramatsu

中央大学,
Chuo University
Susana_y@tamacc.chuo-u.ac.jp

概要

観光地日光における継続調査に加え，2022 年ニューヨークのマンハッタンにおいて言語景観を実施した．デジタルサイネージによる可変型の掲示が多く，分単位での掲示内容変化により歩行者にはスペース以上の情報が掲示される．固定媒体の掲示にも QR コードの使用が多く見られ，可視空間に収まりきれない情報の展開がその先にある．情報化社会の言語景観である．そして掲示媒体は単に手段であるだけでなく，内容，掲示を向ける対象者や「場」そのものの在り方にもつながっている．目前にある現在の「場」はどのように変化してきているのか．日本（日光）の言語景観との比較を通して，文化的相違及び情報化社会における掲示内容の標準化を考える．

キーワード：言語景観，比較文化，二人称，場，情報化社会，標準化

1. はじめに

人間の言語活動にはその文化が反映する．ここでいう「文化」とは「人間の行動を支配する諸原理の中から本能的で生得的なものを除いた残りの，伝承性の強い社会的強制（慣習）の部分をさす概念」（鈴木, 1973[1]）である．それが市中に展開される言語景観に如何に反映しているのか．

これまで日光における言語景観を中心に継続調査を実施してきた[2]．観光地に展開される言語景観には，自治体による地名表記・注意事項や避難所情報から，店舗による広告・商品案内まで，複数の発信者によるさまざまな内容が含まれている．それらのうちで特に変化していく地域からの発信として店舗情報に注目し，記載内容及びその変化を追ってきた．観光客に何を伝えたいのか．発信者の意図に加えその表現のもとにある日常生活に溶け込んだ文化的要素が垣間見られる．特に外国人観光客用の翻訳に際して文化的相違が明らかになる．日常生活の中では自己が所属している言語世界におり，それと別の基準に関して考える機会を持つことは稀である．しかし，母語を他言語に置き換えようとすると，その内容の相違に気がつく．

例えば，店頭に表示される和菓子の象徴的名称の翻訳の難しさには，和菓子の歴史，茶道の思想と命名の手法，そしてその土台には日本人の歴史的な自然観まで関わってくる．日光において英語への翻訳という点から言語景観を考察してきたが，今回はマンハッタンの英語による言語景観調査から見えるものを日光と比較しながら検討を進める．

以下，第 2 章では 2022 年 7 月マンハッタンにおける調査結果を示し，3 章では特に翻訳に注目し，4 章では情報化社会における言語景観の変化・標準化に関して言及し今回の調査研究の結論とする．

2. マンハッタンの中心部調査

2.1. 調査概要

調査期間：2022 年 7 月 25-29 日

調査地域：ニューヨーク市マンハッタンのミッドタウンを中心に観光客が多く来訪する地域の沿道

調査対象：沿道の英語による言語表示 (スペイン語等，多言語が展開されていたが英語を対照とした)

2.2. 調査結果：マンハッタンの英語表記の特徴

日本の調査区域と比較し，特に相違が目立つ点を中心に以下に調査結果を記載する．

・You /疑問文（交話的な表現）

マンハッタンを歩いていると，語りかけられる表示に多く出会う．日本語との特徴的な相違の 1 つに二人称の使用の有無がある．日本語の二人称「あなた，そなた，御前」はそもそもは場所であり，複数表現が時代と共に変遷する不安定な形で展開されている．

一方，マンハッタンの言語景観には “You (your) ” が頻繁に見られた．挨拶に関して，「交話」・「叙述」・「詩的」という 3 機能の観点から表現を考える先行文献（鈴木,1996 [3], 松原,2002 [4]）があるが，言語景観もこの手法で考えてみると，マンハッタンでは交話的な記述が見られ，語りかける相手としての通行人・観光客が “You” で示される掲示が頻出した．

□ Hello/ We're here to take good care of You / Any questions? Just ask

□ SEE HOW YOU CAN TREAT & PREVENT MIGRAINE ATTACKS ALL IN ONE? QR? SCAN NOW

□ ARE YOU OKEY? CAN YOU HEAR ME?

また，上記の“You”が使用された文にも “?”が頻用されている．これもまた交話的な表現である．特に広告に疑問文が多い．

□ Have an Amazon online return? / Download the Amazon Shopping app

□ See something? Do something.

語りかける相手・受け手の存在を意識し，相手に対して話す形をとっている．

一方，日本の言語景観にある広告表示の場合，広告する内容の説明が中心になっている．叙述・描写的機能である．例えば，店舗の前には張りだされるのは新商品の写真とその品物名，字数が多い場合にはその由来や味覚説明などになる．あるいは，その広告を見る側・受け手を意識した表記としては，和菓子の命名のように，相手に想像の余地を残すものもあるが，それは質問という直接相手に訴える明らかな形をとるのではなく，提示された内容からあとは見る側にゆだねられる．例えば赤い小さな菓子の「曙」という命名から春，朝焼けを思うというような詩的・創造的機能を含んでいる．マンハッタンに見られる交話的な掲示とは異なる．

・地図（「場」の感覚）

マンハッタンの地図に記載された道には Street と Avenue が縦横に走り，碁盤の目のように区切り場所が特定できる(図 2 参照)．道にはそれが著名人の名をつけたような特別なものでなくとも，例えば“W42 Street”というように道ごとに名称が付されている．

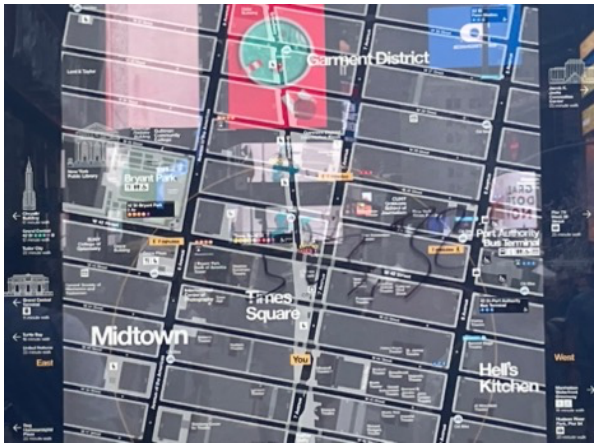


図 1 タイムズスクエア付近に掲示された地図

日光においては，起点と終点としての場所，沿道の建物に化する名称記載はあるが，道そのものに関しては調査地域である JR 日光駅から日光橋の間，また中心となる道に並行して走る道や小道に関しては基本的には記載がない（国道 119 号のマークが一部見られらが，国道 119 号は栃木県日光市から宇都宮市に至る長い道であり，この地域に限定されるものではない）[5].

加えて，今回のマンハッタンにおける地図の中の記載で日本のものと異なっているのは現在位置の表記である．日本では英訳は “You are here”であるが，日本語には“You”に当たる言葉の記載はない．その地図掲示のある場所を「現在位置」と記載しているのに対して，マンハッタンの地図掲示の中には“Here”ではなく“You”と記載してあった（図 2 中央下黄色部分）．人を意識するのか，その場を意識するのか，日本語の掲示では地図の中に二人称が入る余地はない．自分がいる場所を「現在位置」（場所）として捉えた場合，例えば，そこに鳥が飛んできて，地図の掲示に留まった場合には，鳥も人も同じ「現在位置」にいることになる．一方で，“You”とある場合には，そこには鳥はもちろん含まれない．日本語では「何よりもまず，自己は環境に埋め込まれた存在として捉えられる」（池上，2007 [6]）という捉え方がここにもみられる．

その他，日本の調査区域に見られずマンハッタンに見られたものに意見広告がある．公共広告以上の発信者の主張がマンハッタンの沿道には見られた．対峙する I と You がある．日本においては，発信者は情報受信者を同じ場に置く者として取り込もうとするという相違がある．

・QR からデジタルサイネージまで（情報化社会における掲示）

従来，観光客が多い地域の言語景観の中の多くは，その場所にあるものを指し示す．たとえば，マンハッタンの掲示の中でも店名やメニュー，矢印をつけた駐車場の入り口（例：Enter-Please Pull Ahead⇩: 図 2）などがある．公共の禁止事項も，ここから何フィートは禁煙という表示や，消火栓の場所などがそれにあたる．

図 2 駐車場の入り口の掲示

加えて，言語そのものではないが， QR コード記載のあるものも調査区域に目立った．目前の景観から自分で選択すればスマートフォンに詳細情報が送られてくる. 言語景観そのものは同じであるが, そこから何に興味を持つかで, 得られる情報が異なってくる. 景色の広がりは歩く人の興味の度合いで変わってくる.

そしてタイムズスクエアが象徴的であるがデジタル掲示が多くある．大画面に映し出されるデジタル表示は必ずしもその場所に限られた情報ではなく，ワンブロック離れた劇場の上映作品であったり，アメリカ以外の国への観光を誘うものであったり，あるいはテレビ広告と同じような，場所を特定しない情報が流れる．言語景観は映し出される画面の中で刻々と変化するがそれだけでなく，掲示内容が従来のものとは異なることが多いのである．町中にもデジタルサイネージ群があり, 複数の場所で同内容が変遷する. 中には以下のようなニューヨーク全体に関する記載もみられる.

 NYC Fact No. 874

Developers can buy ‘air rights’ above NYC buildings that aren’t bult up to their maximum height. #LinkNYCFacts

図 3 の手前の矢印付きの掲示は従来からある看板表記であり，その場所に関する記載である．一方，その背後に見える「Best Ever?」というデジタルサイネージは商品広告の一部で特にその場所とは関連がない．画面上部の “CHINA” も中国への観光を誘う広告でこの場所との関係は特にない.

図 3 従来の掲示板に見る言語表記とデジタルサイネージ双方がみられるマンハッタンの言語景観

場所の特徴を色濃く示していた言語景観表記にもこのような掲示は, 変化をもたらす. 地域の特異性より，どこでも同じ情報をとれるという点が特徴になる．そして鮮やかな光とともに加速する動きがあるデジタルサイネージは従来の表示より格段に人の注目を引く．加えてそこに展開される内容は特定の目前の場所との関わりは薄いとなると，対象の曖昧化，「場」の喪失にもつながる可能性がある.

デジタルサイネージ広告の文言は短い文，あるいは語句である点は従来の表示と同様であるが，そこには図 2,3 にあるような矢印はなく, ある特定の場所に人を導く道標の役割はない. 単に宣伝であって, 歩く観光客を助ける，あるいは直接誘うものは調査時にはなかった. 表現は, スマートフォン画面に表示されるものに類似し, 地域特性は特にみられず, 標準化された広告で, 調査時には「場」の意識は見出せなかった.

3. 自動翻訳と「場」

翻訳の過程で, 日々の生活に埋もれている, あるいはその基礎となっている自国文化の特徴に気づく.

鈴木孝夫氏は言葉を氷山にたとえていた（[1]，1973, p127）が，和菓子の名前には日本人の自然観，茶道の思想が見える[8]ように，沿道に展開される言語景観は海上に突き出た氷山の一部で，そこから海面下をのぞき見ると深い水面下の文化が見える．人々の交流が進み，海外の人々と同じ機器を使用する中で日常的な文化特性は薄れていくように見えるが，本人たちが意識していないようなレベルで昔からその地で受け継がれてきた考え方の反映, 表現の継続使用が見られる. 翻訳作業を通してそれはより明らかになる.

例えば，前出の図 2 “Please Pull Ahead” という駐車場の入口の掲示は，日本語に訳すと「前に進んでください」という意味だと考えられるが，なぜ “Pull” なのか. 英語の場合，進むのは自分でなく車で，それを引っ張ってきてくださいということになる. 日本語の場合は「入口」がけの記載であり，人とその乗り物は共にある関係で，一緒に進む感がある. 視点，対象の捉え方に相違がある. 英語表現は客観的把握（話者が問題の事態の外に自らの身を置き, その事態の傍観者, ないし観察者として客観的に事態把握をする[7]）である. 川端康成の『雪国』の冒頭「国境の長いトンネルを抜けると雪国であった」というのと，その E. Seidensticker の翻訳を比較し，視点の相違を検討した論が池上嘉彦氏などにある[7]が，街中のこのような表示にも同じような特徴が見られる.

そのほか，沿道に展開された言語景観を自動翻訳にかけてみると, 翻訳しきれないものが出てくる. 文章が短く, あるいは文にもなっていない語句もある. 長い文章であれば判断材料となる周辺の語句の役割を果たす

部分は, 言語景観の場合には地域の実際の景色, その掲示の置かれた場所であったりする. 言葉は「場」の中でその意味を絞り込まれていく. その場をアプリは読み込めていない.

自動翻訳を行った際の誤訳例を以下に挙げる. いくつかの自動翻訳アプリを使用したが, 以下と類似した翻訳にとどまった. 適切な表現を選び出せていない.

- Throw butts on the ground

自動翻訳：地面に尻を投げる

- Please Curb Your Dog

自動翻訳：愛犬の抑制をお願いします/愛犬の飼育を抑制してください. /犬を抑えてください.

しかし, 以上は従来型の固定掲示の場合で, デジタルサイネージでは周りを意識しない分, 環境に左右されず, 自動翻訳可能である場合が多くみられた.

4. 結論

沿道に展開する言語景観にはその地域や文化に基づく表現が見られる. マンハッタンに掲示された英語表現は, “You” の使用に見られるように表示の受け手 (通行人・観光客) への視線が明確であり勧誘はもちろん, 時には意見広告もあるという点で日本の日光や神戸の言語景観とは異なっていた. 相手を意識しつつも直接指さないという日本的な言語特性とは対照的であった. また, “Please Pull Ahead” の “pull” という言葉の使用に見るように, 明確に人をその他のものと区別し, 俯瞰する感覚は, 日本語の滲みの文化とは異なる側面を持つ. 従来からあるメニュー看板の存在など共通点も存在したが, 以上のような相違点を確認した.

その一方で空間的・地域文化的相違ではなく, 時代的な・今日的な特徴として従来とは異なる傾向も見られた. QR がリアルな言語景観から自分のスマートフォンの中に情報を写し込む. デジタルサイネージは大画面の中にその場と必ずしも関わらない情景を映していく. 情報化社会の中で, ヴァーチャル空間の役割が大きくなり, 実際の街中の情景ももはや以前とは異なってきている.

言語景観は, 以前はその場所を通過する全員に対して同じように掲示された. むろん掲示を受け手がどう認識しているかという点から考えると, 同じ場所に立って同じものを見ていても, 人は自分の視点で特に対象を選択し受容していただろう. しかし, それが今スマートフォンなどのモバイル機器を通じた自動翻訳の利用や QR コードの利用で, より明確に受け手の主体的な判断で情報受信内容が異なってきている.

また, デジタル掲示がマンハッタン地域には多く見られたが, 掲示内容はその地域のものというよりむしろ, パソコンやテレビ画面の映像に近いものも見られた. いつでもどこでも同じように各自が情報を自由に受け取れるとも言えるが, 地域性の脆弱化が見られた.

情報化社会, 技術革新が進み, 既に現状の空間も従来のその場所の, そのときのそのものを示すと限らない情報によって成り立ち始めている. デジタル大画面の中には, もはや “You” は稀で, 短い文字と映像のイメージが流れる.

標準化され, 実際の空間とのつながりを失った際のその空間における掲示の意味は何だろうか?観光地のリードケースとしてのマンハッタンの言語景観を調査したが, 2022 年 8 月, 日光の日光橋にもデジタルサイネージが新しく設置されていた. 文化特性を観光客が楽しむ場にもデジタル空間の入口がある. これは観光地の景観にどう関わっていくのか, 今後も調査研究を進める.

謝辞

本稿は電子情報通信学会技術研究報告 122 号：304（2022 年 12 月）に基づいている. また科研 18K11849 及び 22K12598 の助成を得て実施した. 謝意を表す.

文献

[1] 鈴木孝夫,『ことばと文化』, pp ⅰ - ⅱ (ママ), 岩波新書, 1973 年.

[2] 平松裕子, 森下美和, 原田康也, 伊藤篤, 佐良木昌, “観光地日光における言語景観 -継承と変容-”, 信学技報 Vol121, no.440, pp56-61, 2022 年 3 月

[3] 鈴木孝夫著, “教養としての言語学”, pp88, 岩波新書,1996 年

[4] 松原健二, “ “How are you?” と「お元気ですか?」の比較文化論 - 挨拶を育む社会背景の考察—”, 地域総合研究 2 , pp96, 2002 年 10 月

[5] 平松裕子, “港町神戸と門前町日光－道の表記に関する考察－”, 信学技報 Vol122,no. 103, no. 440, pp41-45, 2022 年 7 月

[6] 池上嘉彦, “日本語と日本語論”,pp327, ちくま学芸文庫, 2007 年

[7] 池上嘉彦, “<主観的把握 > 一認知言語学から見た日本語話者の 一側面”, 昭和女子大学大学院言語教育・コミュニケーション研究 3, pp1-6, 2008 年 3 月

[8] 平松裕子,“日光の沿道における言語景観の調査研究から見える文化交流の可能性と課題”, 日本認知科学会第 35 回大会論文集, pp264-273, 2018 年 8 月

異文化の伝来と浸透における食物の名辞とその変化
Food nomenclature and their changes due to cross-cultural transmission and market penetration -

福留奈美
Nami FUKUTOME

東京聖栄大学
Faculty of Health and Nutrition, Tokyo Seiei College
namifukutome@gmail.com

Abstract

Much has changed in Japan since the 1950s when long pasta was called *supagecchi* and any short pasta was referred to as *makaroni*, with now more than 60 types of pasta sold in supermarkets under distinct names and paired with different sauces. Likewise, mapo tofu, a local dish from Szechuan China, was introduced to Japan and has been transformed into a variety of modified flavors that have been welcomed into the market, including "not spicy, Szechuan style, Cantonese style." As exotic cuisine goes through a process of acceptance, transformation, market penetration, and rearrangement, we anticipate changes in the categories of nomenclature and further segmentation.

This presentation will focus on the specific cases of pasta and mapo tofu to examine the various phases of introduced foods and their nomenclature.

Keywords — Nomenclature, Pasta, Mapo tofu

1. パスタの伝来とその呼称の変遷

2022年度飯島藤十郎記念食品科学振興財団の研究助成を受け，立命館大学石田雅芳教授，新渡戸文化学園短期大学浜守杏奈准教授と共にパスタの伝来と普及の経緯を探る研究に着手した。本稿では，その一部を概観し，とくに命名の歴史的変遷を抜粋して報告する。

1.1. 明治期から昭和初期の呼称と表記揺れ

日本にパスタがいつ，誰によってもたらされたのかについては，イタリアの食に精通し現地に太い人脈を持つ石田氏が調査中である。イタリア人のピエトロ・ミリオーレ氏が1881年に創業したとされる新潟市「イタリア軒」は，現存するイタリア料理店の中でもっとも古い店であるが，そこにイタリア料理に関する資料が残っていないことは確認済みである。

以下に，明治期の西洋料理の料理書や高等女学校の家事教科書に掲載されたパスタと思われる記述を抜粋して示す。

まず，『常磐 西洋料理』（1904）[1]には，「Macaroni, Baked.ベークド，マカロニ（西洋素麺の蒸焼）」がある。「短かくきりて鉢に入れ・・・」とある作り方と「西洋素麺」という翻訳から，ロングパスタであったことがわかる。明治36年から連載された村井弦斎による人気小説『食道楽　冬の巻』（1904）[2]にも「是れは西洋の孔明き饂飩です，長いのを四本計り一寸位宛に折って焦げ付かせない様に一時間程湯煮て」とあり，「マカロニ，ブデン」ではやわらかくゆでたマカロニにカスターソースをかけて食べる例が紹介されている。時代が下っても，『現代料理教本』（1930）[3]にあるフランス料理の「Macaroni au Gratin マカロニ，オー，グラタン」では，マカロニをゆでて二寸（約 6cm）に切るとあり，挿絵は穴の空いたいわゆるマカロニの形状をしている。また，「Macaroni Timbale マカロニ，タンバル」では，「テンバル型の内側にマカロニを渦巻にして附け」とあり，ロングパスタをそのまま敷き詰めて用いている。日本語の読み方は違うものの「Macaroni Soup マカロウニ，スープ」も同様に長いものを水で戻した後にゆでて切ってスープの浮き身にしている。ゆでる前に水で戻す操作は，乾物の取り扱いである点も興味深い。

以上のように，明治期後半から昭和にかけて「マカロニ」と呼ばれたものは，穴あきのロングパスタで，切って使うものだったことがわかる。これは前川[4]が指摘するところであり，イタリアではかつて maccheroni マッケローニが乾燥パスタの総称であったことや，英語圏でマカローニと呼ばれ、それらが日本に入ってきたときにはロングパスタもショートパスタも「マカロニ」と呼ばれていたという。パスタのある種の名称が名辞するものは，国によっても時代によってもかなりの変化があったことがうかがえる。

スパゲッティに関しては，vesta 編集部がとりあげた中で[4]，『佛國料理 家庭の洋食』（篠崎，1905）には「スパケット飯（スパケット　アラ　ロメース」，『婦人倶楽部新年號附録　家庭で出来る　東京大阪評判料理の作り方』（1934）には「シシリアニー」という料理で「スパケッテー」が，『家庭向きフランス料理』（大平，1941）には「スパゲット，アラ，イタリアン」が登場する。

日本語のローマ字にはない綴り spaghetti をカタカナ表記

するにあたり，表記揺れが様々あったことがわかる。これらは現代において「スパゲッティ/スパゲッティー/スパゲティ/スパゲティー」と促音，長音の有無でバリエーションがあるのとはまた異なるレベルの揺れであった。

1.2. 戦前・戦後の国産パスタ生産と普及

フィールド調査の結果，国産パスタの製造に最初に取り組んだのは，1908 年頃に新潟県加茂市の石附吉治のマカロニ製造がはじめだったと推察される。賀茂市では第二次世界大戦前までは，アメリカからも発注が入り，石附家だけでなく他社も参入してマカロニ製造が盛んであったときく。また，スパゲッティについては，1928 年，兵庫県伊丹市で「ボルカノ」ブランドで発売されたのが最初だとされ，「スパゲッチ」と呼ばれていたという[5]。

戦後は大手ブランドに席捲された感があり，「オーマイ」ブランド（日粉食糧）と「マ・マーマカロニ」ブランド（日本マカロニ，現日清製粉）が 1955 年にマカロニを製品化し，この年は「パスタ元年」と呼ばれるようになった。1955 年発売の「オーマイカットマカロニ」という製品名からは，ロングパスタをあらかじめ短く切って製品化したことがうかがえる。

その後，オーマイブランドでは，ロングスパゲッチ（1957），インスタントスパゲッチ（1963），ツイストマカロニ（1965），エルボマカロニ（1966），サラダマカロニ（1977）等が売り出された。「スパゲッチ」の呼称が使われるのは 1982 年までで，1984 年発売のオーマイニュークックパスタのシリーズからはわかめスパゲッティ，トマトスパゲッティといった「スパゲッティ」の表記に切り替わっている。「パスタ」という総称が使われるようになったのも，この頃であることがわかる。

日本において，1970 年代には本場のフランス料理が，1980 年代にはグルメブームがおこり，イタリア料理やエスニック料理のタイ料理，ベトナム料理等も人気となった。本場のイタリア料理が入ってきて，パスタ料理についてもイタリアでの呼称が段々と使われるようになった背景がある。

1.3. 多様化したパスタとその呼称

現在，日本には多種多様なパスタが流通する。イタリアからの輸入品だけでなく，日本人のニーズに合わせた国産パスタのバリエーションも豊富である。

2022 年に関東近郊の一般的なスーパーマーケット，および輸入食材を多く販売する専門スーパーや酒販店等で売られているパスタを網羅的に収集した結果，約 350 アイテムが確認できた。形状や名称の分類はまだ精査する必要があるものの，溝（リガーテ）の有無やひだの数，長さや大きさ等の形状の他，材料，組合せ等も含めて細かく分ければ 60 種を超えるものと考えられる。

その呼称については，フジッリ/フジリ/フッジリ等，イタリア語のカタカナ表記に揺れがあるものや，同じイタリア語表記であっても形状に違いがあるもの等，かなりのバリエーションが日本に入ってきている。

ファミリーレストランやコンビニエンスストアのパスタ料理では，これまであまり聞かなかったようなパスタの種類が商品名になり，そうした商品が他企業でも売り出され、店頭で見かける頻度が高くなることで、認知度が徐々にあがってきている様子がわかる。

今後も，本場イタリアの新しいタイプのパスタが日本に紹介され，外食や中食，あるいはイタリア料理のシェフの店や料理本等で取り上げられることで浸透し，一般家庭でも目新しい乾燥パスタを購入して使うようになるという一定の流れが観察されるのではないかと期待している。

一方，日本におけるパスタの分類は，食品表示基準（食品表示法）によって，スパゲッティ（φ1.2mm 以上の太さの棒状または2.5mm未満の太さの管状），バーミセリー（φ1.2mm 未満の太さの棒状），ヌードル（帯状），そしてマカロニ（2.5mm 以上の太さの管状またはその他の形状，棒状または帯状除く）と規定されている。この規定に従うと，輸入ショートパスタの種類としてファルファッレ，フジッリ，コンキリエ等の様々な呼称があったとしても，食品名の表示には「マカロニ」と記載されることになる。また，「ペンネマカロニ」というような複合語が多用されており，商品名と食品表示の食品名を比較し命名論的な視点で分析することで、日本独特のパスタの呼称が生み出されている様子が観察できる。

1.4. 日本独自に発達した和製パスタ

日本で生まれたパスタ料理といえば，洋食の部類ではマヨネーズで和えた「マカロニサラダ」，トマトケチャップで和えた付け合わせのスパゲッティ，やわらかくゆでてしばらく置いてから油とトマトケチャップでしっかり炒めて作る「ナポリタンスパゲッティ」，1965 年前後に渋谷のスパゲッティ専門店「壁の穴」で開発されたという「たらこスパゲッティ」他の和製スパゲッティの数々，ご当地スパゲッティとして知られる名古屋の「あんかけスパゲッティ」等，和風パスタ料理が様々ある。

日本語によくある略称として，マカロニサラダは「マ

カサラ」，たらこスパゲッティは「たらこスパ」，あんかけスパゲッティは「あんかけスパ，あんスパ」等と呼ばれる。あんスパにおいては，定番の具材の組合せで「カントリー」（野菜），「ミラネーズ」（ソーセージやベーコン等の肉加工品）があり、さらにその２つの組み合わせは「ミラカン」となり，地元の人々にとっては当たり前の呼び名であるだろうが、県外人にとっては新鮮である。また、スパゲッティの本場のイタリア人にとって、これは「別物」といえるだろう。

パスタの麺自体，太麺で噛み応えのあるもちもち感を特徴とした和製パスタが存在する。しっかり炒めて仕上げる日本ならではの調理法と相性がよく、ナポリタンスパゲッティにも通じる。これは「焼きスパゲッティ」と呼ばれるもので，冷凍スパゲッティでは大手メーカーが「ソテースパゲティ」と洒落た命名をしてひとつのジャンルとして確立している。たとえば，「焼きスパゲッチミスターハングリー」という店名のチェーン店でわざわざ「スパゲッチ」と命名したところに，明治期から昭和前期にかけて誕生したレトロな洋食のおいしさ，日本独自の和製スパゲッティを表現しようとする意図を感じる。

1.5. まとめ

以上，パスタの呼称は，総称としての macaroni マカロニから spaghetti と macaroni の呼び分けがはじまり，Spaghetti のカタカナ表記の揺れを経て「スパゲッチ」に集約され，その後，「スパゲッティ（促音・長音の揺れ）」となった。また，現在は数多くのパスタが輸入され多くの種類名が商品名として表記されているものの，ショートパスタについては食品表示法において食品名はマカロニに集約され、国産パスタでは○○○マカロニという複合語が形成されている。また，日本生まれのパスタ料理，とくに和風スパゲッティのバリエーションが多く，調理法の複合語である「焼きスパゲッティ」等もあり，日本語に多い略語のバリエーションも散見される。

イタリア料理やイタリアの食文化が日本に伝来し浸透するに従い，パスタ料理，パスタの種類についても多様な呼称が伝来し，日本で再編成され，新たな造語もなされている様子が観察できた。今後も，さらなる観察を続けていきたい。

2. 麻婆豆腐の伝来と呼称の変遷

麻婆豆腐は、地方料理の四川料理のひとつとして戦後、日本に伝来した。そして日本独自の麻婆豆腐が誕生し，日中においてバリエーションが生まれ、それぞれの味わいを規定する調味料・香辛料の組合せがあることを、福留（2023）で詳しく報告した[6]。本稿では、命名について以下に概観する。

中国の料理は，明治時代に支那料理として紹介され，第二次世界大戦後になって中華料理としてラーメンや餃子，ニラレバ炒め等を出すいわゆる「町中華」として、また，上海，四川等の中国地方名のつく中国人シェフが関わる「本格中華」と呼ばれる中国料理、以上 2 つの流れで浸透し定着した。麻婆豆腐については，レトルトの麻婆豆腐の素が 1971 年に開発され、家庭で作る日常食となっていった。その製品にも「本格」とつくものと，「甘口，辛くない」といった 2 つの系統があり、前者は赤唐辛子だけでなく本場の調味料である豆板醤を使う，あるいは，中国人有名シェフの監修によるといったものであった。一方後者は、辛味に慣れていない日本人や、子ども向け、給食向けにもよいように開発された日本生まれの麻婆豆腐として定着する。

その後，1980 年代半ばからの激辛ブームが現在では第 4 次激辛ブームにまでなり，「四川風」「しびれる辛さの」といった「麻（マー）」の味わいが強調された命名が増えている。また、「黒」「赤」「白」といった色による分類があり，青いパッケージでは「広東風」でオイスターソースが使われたアレンジ版の麻婆豆腐も登場している。

戦後に伝来した麻婆豆腐は，日本人向けに変容し，定着し，本場ならではの「ガチ中華」的な味わいが遅れて伝来し浸透し並行して定着しているという流れが観察されている。麻婆豆腐についても引き続き注目していく。

文献

[1]ボーカス著（1904），「常磐 西洋料理」，常盤社，p.76,
江原絢子編（2012），「近代料理書集成－日本の食文化史第 1 巻西洋料理（1），クレス出版，東京.
[2]村井弦斎（1904），復刻版「食道楽 冬の巻」付録，p.37.
[3] 鶴岡新太郎（1930），「現代料理教本」東京開誠館，江原絢子編（2015），「近代割烹教本集成第 6 巻高等女学校の割烹教本 4」，クレス出版，p.83, p.135, p.136.
[4] vesta編集部（2012），「vesta世界を旅するスパゲティー」，味の素食の文化センター，p.2, pp.4-17.
[5] 日本製麻（株）ボルカノ食品事業部，https://www.nihonseima.co.jp/volcano/ （2023/7/13）..
[6] 福留奈美，小磯華織（2023），日本における麻婆豆腐の伝来と受容－調味料・香辛料によるタイプ分類－，東京聖栄大学紀要 第 15 号，1-10.

名辞と翻訳
Issues on Synonymy in Translation

佐良木 昌†
Masashi Saraki
†明治大学，NPO言語研究アソシエーション
Meiji University, The Association for Language Research
saraki@st.rim.or.jp

Abstract

Synonymy needs to be considered when paraphrasing words and phrases. The paraphrase maintains essential identity between the terms in order to hold semantic cohesion in the context. When utilizing synonyms in the context, it is necessary to contemplate the difference between them and select one based on the semantic class structure of the synonym group. Paraphrasing through a substitution or summarizing requires semantic cohesion and hence can convey more than words. Translation is creative writing, which means making semantic equivalence between different languages.

Keywords — Synonymy , Paraphrase, Semantic Cohesion

1. はじめに

同じ対象を指示するのに、異なる名辞があるということは、一つのものを多くで表すということである。同一の対象を、いくつかの同義語で表すことがある。あるいは、同一対象を別の対象を指示する言葉で表す隠喩という技法もある。こうした、一つのことを多くの名辞で表すことを異語同義 synonima と云う。他方では、多くのものを一つで表すことを同名異義 homonima と云う。言い換えれば、「単に名称のみを共有して、その名称に依つて意味される実体概念を異にするものはホモニマと呼ばれる。」[1]異語同義も同名異義もアリストテレスのs『カテゴリー論』、その第一章冒頭において論じられている事柄である。[2]

翻訳もまた同じ事柄を別の言語で表現するという意味では、異語同義の相貌を見せる。表現構造は言語が異なれば異なるが、翻訳は、表現構造の相違にもかかわらず、異なる言語間における意味的等価を実現する。特に言語系統的にも文化的にも断絶した言語間に於ける翻訳とは、異なる言語の間に、意味的等価の関係を作り出す表現行為である。[3]

2. 名辞と換言

2-1 換言と同義性

換言においては意味的等価の担保は必須である。前言と換言とが同義性（本質的同一性）を保って文脈における意味的結束を実現するのだからである。そうでなければ換言が前言の修正に陥ってしまう。翻訳において、（日本語で）「考えついた別の表現が和英辞書に未集録であるという状態が連続して発生すると，同義性の制約が徐々に甘くなっていく、すなわち意味のずれが拡大していく恐れがある」。[4] そうした意味のずれを回避するには同義語を使うと便宜であるが、同義語群の本質的な意味規定と同義語間の種差とを踏まえて換言の文言を選ぶことが肝要となる。[12] その選択時には、同義語群の概念階層、たとえば、全体と部分、上位と下位、実体と動的過程などを考慮して文言を選ぶことが求められる。とりわけ、動詞中心の主述構造の名詞化、ハリデーの云う文法的比喩（語彙的結束を示す名詞化の手法[5]）は、同義性、別言すれば意味的等価を担保しなければならない。その場合、表現の視点が変わるという転換点でもあることが翻訳の留意事項となる。Biber らの指摘によると、Halliday が区別するところは、「名詞」が意味する範疇は「実体」に関するが、しかし「名詞化」が関わる範疇は「過程」と「質」とに関わるという点である。[6] こうした名詞化は主語―述語の陳述構造を代行することから[7][8]、叙述が過程の動的描写から過程の客観的写像に換わっていることが留意点となる。また同義表現の選択においては、解釈が二つに分かれるような同義語の使用は避けるべきだろう。一例を挙げれば、物質名、蟻酸プロピルを分子式 $C_4H_8O_2$ で置き換えると、酪酸と解釈される恐れがある。そのため構造式 H-C-O-C3H7 で言い換えることが妥当であろう。

日本語表現では同じ語が繰り返される傾向に対して、英訳文では一般論として同じ言葉を繰り返すことを避ける傾向にある。但し、英文において主語 I の反復は常態であり、氏名を人称代名詞に代えて繰り返すのも英文では普通である。他方、物あるいは事柄については、言い替えが推奨されている。文体論としては、代名詞の反復に作家の特質を認めることが必要であるが、本稿では割愛する。

2-2 英文における換言

現代英語の前方照応の技法を参照すると、接続詞・接続副詞類を用いず、1）同義語や上位下位概念の語により前方照応を形成したり、2）動詞派生の抽象名詞の主語を建てることにより前文中の動詞への前方照応を実現する事

例に富む。また、3)抽象名詞が先行文の全体あるいは一部を要約することで前方照応を実現するという手法は、いわば意味的な文の連結であり、高度な表現法といいうる。こういった動詞派生の抽象名詞への指向は、Roger Fowler の指摘では[9]、英語の現代小説においては、(1)動詞中軸から抽象名詞句中核構造へ遷移しており、(2)be 繋辞の判断文を回避する傾向にある、とのことである。同じ傾向を学術英語において観察したのが、Biber, D と Gray, B.である。[6] その知見では、Subject(Noun)—Predicate(Verb) の構造は能動的な表現である、よって主体中心の表現であるが、これに対して、抽象名詞を核とした句の構造は静的な、したがって観察者の視点での表現と考えられている。

英文における換言 paraphrase は単なる言い換えにとどまらず、重要点の強調であり再論 Restatement として捉えてもよい。Kane に拠れば、Restatement は、二つのタイプに分けられ、1)、否定と肯定とによる主張の繰り返し、2)詳述 specification を追加することによる換言の二つである。[10] 後者には、抽象的な概念をその具体例の全列挙で繰り返す方法がある。以下に、Kane の取り上げた例文を、一部再録する。

Bound to the production of staples—tabaco, cotton, rice, sugar—the soil suffered from erosion and neglect.

主な農産物—タバコ・綿花・米・砂糖を生産することに縛られて、土壌は侵食され放置の状態に曝された。 [試訳]

ここで、換言の諸形式を整理しておく。

α)同義語による換言

・総称を個別事例の列挙で言い換える(the production of staples > tabaco, …)

・個別名称を上位概念の一般名称で言い換える(CT scan > this technology)

β)同語反復の詳細化

・反復の際、同じ名詞を使っていても、形容詞が新たに付加されたり、別の形容詞が使われているときは、その形容詞は新しく内容を追加しており、より限定した事柄を指示している。

・肯定形／否定形の翻案による反復

γ)文法的比喩(名詞化、要約)

前文の要約による換言例を以下に示す。

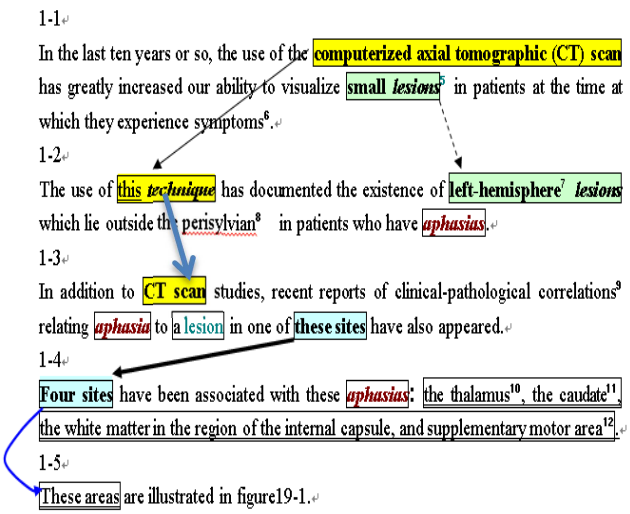
…… If the chain reaction failed to occur, the TNT would blow the very rare and dangerous plutonium all over the countryside.

Because of this possibility, Jumbo was designed and built. Originally it was 25 feet long, 10 feet in diameter and weighed 214 tons. Trinity Site: 1945-1995.

https://www.atomicarchive.com/history/trinity/jumbo.html

先行パラグラフの末文と、後続パラグラフの冒頭文とが、意味的に連関することで、第一パラグラフと、第二パラグラフとが関連する。これで文脈が形成される。さらに、仮定の接続詞 if と助動詞 would とが、可能性 this possibility に対応していることでも、二つの文が照応関係にあることが分かる。抽象名詞が先行文の要点を表すという意味的な文の連結を実現している。

ここで英文における言い換えの別例を挙げる。



[Caplan, D., "Neurolinguistics and linguistic apahsiology An Introduction" Cambridge University Press, 1987]

上記英文の換言手法を以下に示す。

・具体例を一般論で言い換える

1-1 the use of the computerized axial tomographic (CT) scan

1-2 The use of this technique

This という限定詞で、照応関係にあることを明示している(具体例を一般化で言い換える場合は限定詞が必ずいる)。

・同語反復を詳細化する

1-1 small lesions > 1-2 left-hemisphere lesions

より限定した範囲を指示しており、単なる繰り返しではなく詳述である。「微少な損傷」 → 「左脳の損傷」

1-2 left-hemisphere lesions > 1-3 a lesion in one of these sites lesion 損傷→損傷部位→損傷のある場所 →site 「何か起こる場所／何かが行われる場所」という展開である。前置詞 in が site の中に一個の損傷 a lesion が現れていることを示しているので、these site が脳の何らかの機能部位であることが分かる。次の文に、four sites と出てくるので、ここで了解が可能である。

2-3 日本語文における換言

日本語における換言の諸形式について、具体例を示す

（下線は引用者による）。

・[同語反復] 同じ言葉を繰り返す形で語彙的結束を強めて文脈を形成する。[11]

そこで人間の頭が複雑になればなるほど、観察される事物も複雑になって来る。複雑になるんではないが、単純なものを複雑な頭でいろいろに見るから、つまりは物自身が複雑に変化すると同様の結果に陥るのであります。 漱石「創作家の態度」

・[代示] 接続詞や繋ぎの言葉を使わずに、先行文にある言葉を言い換えて後続文の主語に採用することで繋ぐ手法を、オッカムの言葉 suppositio を借りて代示と言うこととする。指示対象が不明瞭になりがちな代名詞とは異なり、指示対象を明瞭に示す。たとえば、動詞で終わる述語文、その動詞句を名詞句に変換して次文の冒頭建て文を起こす。代示に用いる語句は、前文で用いた言葉、その一部の繰り返しや言い換えである。

・・・基づいて領域を三つに分ける。この三分割によって、領域間の流通がはっきりする。 作文

必ず動く。動くにつれて明かな点と暗い点ができる。その高低を線で示せば平たい直線では無理なので、やはり幾分か勾配（こうばい）のついた弧線すなわち弓形の曲線で示さなければならなくなる。 漱石「現代日本の開化現代日本の開化」

点→線→孤線という換言の連続でより深い視点での展開を企図する文章展開と評価できる。

・[要約による反復] 前文の要点を、次文の主語として建てたり、受け継ぎの文言を挿入することで同義的一貫性を担保する手法である。下に事例を採録する（下線は引用者による）。

もっとも客観の極端に至ると科学者だけに通用する叙述になり、主観の極端になると、少数の詩人のみに限られる叙述になりますから、例外になります。しかし常人はこの両極の間を自由勝手にうろうろしているものであります。 漱石「創作家の態度」

二つの「極端」を「両極」として俯瞰的にまとめ上げている。

3. 翻訳と同義性

3-1 翻訳と同義性

以上は、同一言語における同義性の問題であった。ここでは、日英翻訳における同義性の問題に焦点を定め、日本語で表現されたある対象の英訳技法について言及する。日本語で表現された対象と英語で表現された対象は意味的に等価であること、すなわち翻訳における同義性をいかに保証するかが問題となる[11]。本稿では限定された範囲で論じるに留まる。ここでは、主節主客を修飾する連体節の翻訳について、連体節と主節との論理関係そして連体節の文体的特質という二点から検討する。

日本語では、連体節の表現が係り受け関係を示して文の枠組みをなしていると共に多義といった幅の広さを有している。この連体節を、論理的な表現に言い換えることで、多義を解消しつつ伝達すべき意味あるいは情報を最適に分節かつ再配列する。この表現構造の換言によって英語表現への見通しを可能にする。たとえば、主節主名詞（主客）を修飾する連体節が時や条件を表している場合、連体節を連用節に換言して英文従属節／分詞構文などを用いて翻訳するというロジックは、英語以外の西洋諸語の翻訳にも通じるロジックである。[12] 意訳と云われている翻訳手法を翻訳文法として定式化するためのものである。同時に、連用節への換言は、伝えるべき前件後件の論理関係が連用節末に明示されることから、連体表現の曖昧さを解消することができる。詳細は文献[13][14]を参看されたい。

しかし、他方、連体節の文体的特質が見逃されてはならない。連体表現では、主節主客によって連体節が包摂されることにより、連体節の行為や状態と主節のそれとは統一されるといえる。そのため、連体節から主節へと事柄が自然に展開されるのである。主体を囲む環境や主体が抱える事情を連体節で表現すれば、場面における主体行為の自然な展開を表すことができる。主節主格を修飾する連体節は、ことの自然な成り行きを表現するための優れた表現態であると評価できる。文芸作家は、背景（連体節）と主動作（主節）とで絵になるように描くだろう。読者は論理が先に立たず自然な流れを感じるだろう。しかし、連用節では興醒めである。論理が顕在化して角が立つからである。文芸の翻訳においては、文体の翻訳という技法が求められる。[13] 例えば、主節主部を修飾する連体節の意味が、予備的背景的情報の場合にはシテ形接続の連用表現に換言でき、これを分詞構文の形で英訳する手法を本稿筆者は提案しているが、俳句英訳への適用が検討されている。 俳句の「心象風景描写は，情報論的観点からすると予備的背景的情報であり，意味的には付帯状況の描写である」ため、上記提案の翻訳手法は「俳句そしてポエムの自然翻訳によくなじむであろうことが推察される。」[15]

3-2 翻訳においての意味的等価

原言語と目標言語との間で共通する一般的認識がない場合がある。「ある言語が他言語から新しい概念を輸入する際、構造を意識せずに（単語で）表現できる概念は、新しい語彙規則を導入することで容易に表現能力を拡大することができるが、表現構造の変化を伴うような複合概念の場合は、簡単ではない。」[16] それゆえ、原文の表す対象像と訳文で表された対象像とが一致する、少なくとも原像に近いという翻訳結果を実現するための翻訳技法が、すなわち日英語の間に意味的等価の関係を創り出す翻訳技法が、

求められる。平易な和文や慣用句はその意味を、概念的あるいは説明的につかんだうえでないと英文生成が困難である。ここに論理的表現への言い換えの必要性がでてくる。「意味を汲んで訳すより仕方がない」との見解は、よく目にするものである。このサイデンスッテカーの云う意訳について[17]、以下で踏み込んで検討してみよう。

原文において表現された文化的あるいは慣習的特質を一般論的に解釈し、その類型表現でもって言い換える。この換言により個別性が希釈されて上位概念の論理範疇として解釈されうる。論理範疇が特定できれば、目標言語の意味類型から適切な表現を採ることで、翻訳文とする。例えば、「花子は戌の日に帯を締めて、予定日に備えた」(a)を、「お守りを身につけて花子は安産に備えた」(b) と言い換える。岩田帯を pregnancy belly band としても風習が異なり等価物にはならない。安産祈願 prayer for easy childbirth という共通認識のレベルで、英語における安産に対応する表象や風習、そしてそれらの類型表現を探索して英語表現を決める。その英語類型表現は幾通りもあり、その選択には、翻訳者の英米文化の経験度、その文化に対する価値判断や選好が作用するだろう。ここで深層学習型機械翻訳を試してみる。

(a): Hanako tightened her sash on the dog days and prepared for her due date.

(b): Wearing the talisman, Hanako prepared for a safe delivery.

このように換言を介さないと意味が通じる訳文にはならない。日本文化特有のあるいは慣習的に固有の表現を、普遍的な共通認識である一般論に還元して言い換える必要がある。[18] この場合、抽象レベルで日英表現が意味的に等価あるいは同義と言えるだけである。抽象的な同義性は翻訳の限界を示すと同時に、言語は絵画のように表現対象の固有性をそのままに表現するものではないという言語表現の特質を顕している。

4. 結論的所感

本稿では換言の諸形式について言及した。ⅰ）同義語や代示による言い換え、ⅱ）同語反復の詳細化、ⅲ）動詞中心の主述構造の名詞化や前文の要約による言い換えでは、意味的等価を担保しなければならないことを本稿では指摘した。とりわけ翻訳においては、ⅰ）同義語群の概念階層に留意すること、ⅲ）過程の動的描写から過程の客観的写像に換わるという転換を踏まえることが肝要となる。

日本語の意味類型があり、英語の意味類型がある。翻訳による双方の同義性、言い換えれば意味的等価は、論理諸範疇（普遍概念）を介して実現される。このような翻訳の制式を前提に翻訳における同義性を担保する翻訳文法と技法とが求められる。無限とも言える多様性を持った言語表現を異なる言語間で意味的に正確に対応づけることは困難である。しかし，概念の階層構造に着目して，一定の粒度以下の概念をグループ化すれば， 意味類型の数は有限に押さえることができると考えられる[16][19]。従って、これらを介して言語間において言語表現を対応づけることが翻訳文法の課題となるだろう。

謝辞

本稿は、日本学術振興会の科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）「基盤研究(C)」（課題番号 21K00744、2021 年度～2023 年度）高度翻訳知識に基づく翻訳文法の構築に関する研究」による支援を受けている。

参考文献

[1] 山内得立, “アリストテレスの哲学 上”,『ギリシャの哲学 Ⅳ』, 弘文堂, pp.188-189, 1960.
[2] アリストテレス, “カテゴリー論”,アリストテレス全集1訳：山本光雄岩波書店, p. 3; pp4-57, 岩波書店, 1971.
[3] 佐良木昌, “アナロギア思考の系譜と言語表現の論理–発見の方法としてのアナロギアの構築”, 信学技報 108 (427), 45-49, 2009.
[4] 白井諭, “日英機械翻訳のための言語知識の構築と記述に関する研究”,『言語過程説の探求 第三巻』, pp.135-154, 明石書店, 2017.
[5] M. K. A. ハリデー, “機能文法概説”, 訳：山口登, 筧壽雄, くろしお出版, pp. 535-579, 2001
[6] Biber, D. and Gray, B., “Nominalization the verb phrase in academic science writing”, in “The Verb Phrase in English Investigation Recent Language Change with Corpora”, ed. Aarts, B., Close, J., Leech, G., Wallis, S., pp. 99-132, Cambridge University Press, 2013.
[7] 竹内祐治 “修飾」構造に組み込まれた「陳述意味」”, 「英語英米文学」, 中央大学英米文学会第 29 集, pp.247-s272, 1989.
[8] 佐良木昌, “機械翻訳の訳文改善-英文の名詞句構造 後置修飾構造の訳出方法”, 言語処理学会第 7 回年次大会ワークショップ論文集, pp. 41-44, 2001.
[9] Fowler, R., “Linguistics and The Novel” pp. 103-113, Methuen, 1977.
[10] Kane, Thomas, S., “The Oxford Guide to Writing”, Oxford University Press, pp. 129-132, 1983.
[11] 牧野成一, “日本語を翻訳するということ”, pp. 149-179, 中央公論新社, 2018
[12] 佐良木昌, “機械翻訳における同義性・多義性の諸問題: 英語汎用動詞の和訳を中心に”, 信学技報 116 (529), 61-66, 2017
[13] 佐良木昌, “時枝古典解釈文法から翻訳過程論への示唆”,『言語過程説の探求 第三巻』, pp.323-340, 341-369, 375-377, 明石書店, 2017.
[14] 佐良木昌, “連体節の従属節 A 類・B 類・C 類への換言：連体/連用の互換性”, 信学技報 119 (484), pp. 13-18, 2020
[15] 新田義彦, “心象風景の描写における俳句とポエムとの差異”, 電子情報通信学会 2019 年総合大会, 講演番号 AK-1-2, 2019
[16] 池原悟, 佐良木昌, 宮崎正弘, 池田尚志, 新田義彦, 白井諭, 柴田勝征, “等価的類推思考の原理による機械翻訳方式”, 信学技報 Vol. 102, no. 491, pp. 7-12, 2002
[17] E.G.サイデンステッカー, 那須聖, “日本語らしい表現から英語らしい表現へ”, 培風館, pp. 4-4, 1962.
[18] 佐良木昌, “判断表現・感情表現の論理構造 ～ 翻訳においての普遍の意味 ～”, 信学技報, vol. 122, no. 419, pp. 42-47, 2023.
[19] 池原悟, “非線形言語モデルによる自然言語処理: 基礎と応用”, 岩波書店, 2009

ホームヘルパーによる映像振り返りを用いた微視的相互行為の分析
An analysis of micro-interactions using video reflections by home caregivers.

八木 裕子[†]，細馬 宏通[‡]
Yuko Yagi, Hiromichi Hosoma
[†]東洋大学，[‡]早稲田大学
Toyo University, Waseda University
yagi@toyo.jp

概要

本研究は，介護関係を通して展開されるホームヘルプサービスにおける認知症高齢者の利用者とヘルパーとの相互行為に着目し，ホームヘルパーの専門性に資する何らかの方法を見つけることを目的とした．その結果，ヘルパーは発話だけでなく，さまざまな身体動作の手がかりを使いながら，注意の分散に関する障害がみられる利用者に対して，特定の対象へと誘導し，それを維持させながら，利用者の主体性の醸成を工夫していることが明らかになった．

キーワード：ケア，相互行為分析，指さし，オノマトペ

1. はじめに

ホームヘルパーは，対人援助の専門職である．ホームヘルパーは，利用者一人ひとりだけでなく，家族や家庭それぞれの個別な価値観を捉え，その価値観に合わせた支援を行い，利用者や家族の生活的価値の向上に柔軟に関わる．このような多様なヘルパーの活動の特徴を捉えるためには，どのような分析を行えばよいだろうか．

従来のヘルパー研究では，ヘルパー活動に関するヘルパー本人への聞き取り調査に基づくものが多かった．しかしヘルパーが行うケア内容は，ヘルパー自身にとって，自宅で普通に暮らしている人間に対する当たり前な行為と理解されがちで，ヘルパーへの聞き取りでも「特別なことはやっていない」といった表現がなされることがしばしばある．筆者のこれまでの聞き取り調査でも，現場で行われているヘルパーのきめ細かな活動は言語化しにくいことがわかってきた．

利用者が認知症高齢者である場合，利用者の多くは，日常生活の行為において，さまざまなできごとに次々と注意を分散させていくことに困難を抱えている[1]．このため，ヘルパーの活動では，利用者である高齢者の注意をいかにナヴィゲートするかが鍵となってくる．しかしこうした活動の詳細もまた，ヘルパーにとっては振り返って言語化することが難しい．

そこで，本研究では，ホームヘルプサービスにおける利用者とヘルパーの活動そのものを映像に収め，ヘルパーと共にその記録映像を観ながら振り返りを行う方法を採る．この方法では，映像を用いることによって，活動中の微細な動作を記述することができる一方で，ヘルパー自身がそうした微細な記述を手がかりにして，従来の言語のみによる振り返りとは異なる表現で，自身の動作の際に起こったことをことばにすることができる．また，研究者は，ヘルパーの振り返りを通して，映像による記述だけでは見逃しやすい現場のさまざまな手がかりに気づいたり，ヘルパーの行動がどのような経験に由来するものかを聞くことができる．研究者が一方的にホームヘルパーの行動を言語化するのではなく，ホームヘルパーとともに，介護の複雑な活動を描写し，「ケアの現場」に資する何らかの方法を見つけることが本研究の目的である．

2. データと分析方法

2-1 データ

協力者は，ホームヘルパーを専門とするX氏および利用者である．X氏は，ヘルパー歴30年で介護福祉士の国家資格を持っている．利用者Aは85歳・要介護1の女性で，認知症を患っており，週4日のホームヘルプサービスを利用している．X氏と利用者Aの了解を得て，ホームヘルパーの活動場面のうち，1時間の「共に行う調理」の場面を計5回，延べ5時間にわたって録画・録音して収集した．

2-2 分析方法

映像分析ソフトウェア「ELAN」を用いて，音声および身体動作のコーディングを行った．その後，相互行為分析の対象として重要な場面を選び，当事者であるX氏および訪問介護事業所の管理者を交えてデータセッションを実施し，その記録をもとに分析を記述し直し

た.

なお, 本研究は, 東洋大学ライフデザイン学部研究等倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：L2022-003S）.

3. 分析と結果

3-1 指さしを含むジェスチャー連鎖が利用者とヘルパーの共同注意を達成させる

01 X：あともう一品できちゃってんだけどどうする？
02 (1.6)
03 X：卵とじ？
04 A：うんそうね
05 X：いい？

事例１「あともう一品」：ヘルパーX と利用者 A の会話

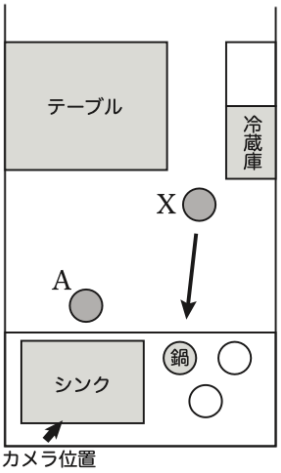


図１：事例１の起こったダイニングキッチンの見取り図

事例１の「あともう一品」は, 夕食づくりの家事支援の場面である. ヘルパーX はダイニングキッチンで, 認知症の利用者 A と一緒に夕食を準備している (図 1). A はシンクの前で布巾を絞っており, 布巾に視線を落としていた. 一方, X は１行目以降, 冷蔵庫前からコンロの上にある鍋の方向へと移動した. 以下では, 事例１とともに行われた非言語行動を検討する.

１行目の X の発話の冒頭「あと」の時点では, A は手元の布巾に視線を落としていた. しかし, 直後の「もう一品」でAは布巾からXに視線を移動させる. この「一」のタイミングで X は利用者に人差し指を立てる身振りを見せている（図 2）. 次に, 人差し指の形状を

図２：事例１の１行目「もう一品」での X と A のやりとり

図３：事例１の１行目「『でき』ちゃってんだけど」での X と A のやりとり

保ったまま,「できちゃってんだけどどうする？」の「でき」で, 指をコンロの上にある鍋へと向け（図 3),「ちゃってんだけどどうする？」で, 歩いて鍋に近づき始める. このとき, 利用者の視線は, X の動きを追従し, X が到達した先にある鍋を見る. A はこの結果, X と A とは鍋を対象とする共同注意を達成する. さらに, 鍋の前に到達した X は２行目の 1.6 秒の間に, 鍋に視線を移し, 菜箸で中身をかき混ぜる.

以上の点で注目すべきは, X の指さしはいきなり鍋を指す形で起こったのではなく, まず「１」を表象する身振りを示し, 指自体に A の注意を喚起したのち, その形状を保ったまま鍋を指さす指へと「転用」された点である. 指さしは同時に行われる発話, とりわけ直示表現によって共同注意を達成することが知られている[2]. 一方この事例では, 人差し指を立て, 指自体への注意を喚起した後に, 指さしと身体の移動とが同時に行われ, 共同注意が達成されている. この例から, 同時的に発せられる発話とジェスチャーの組み合わせのみならず, 指さしに先行するジェスチャーと指さしとの連鎖もまた, 共同注意の達成に関わることがわかる. しかし, いったんは達成された鍋への共同注意はすぐに解消され

てしまう．Aは，２行目の1.6秒の沈黙の間に，鍋から再び手元の布巾へと視線を移動させる．１行目のXの問いかけに対して，Aはしばらく発話による反応を行っていない．

Xは，３行目で「卵とじ？」と具体的な提案を含めて再び質問を行い，鍋からAに視線を移す．この質問に対し，Aはすぐに４行目で「うん，そうね」と発話してうなずき，布巾から鍋に視線を移す．この時点で，Aの鍋への注意が再び促され，XはAに視線を移すことによってAの鍋に対する視線移動を確認できたことになる．さらに５行目で，Xが「いい？」と確認を行い，Aは鍋に対して視線を維持した状態で再度うなずいた．

以上の３－５行目の過程で，Xは，いったんは鍋から注意をそらしたAに対して「卵とじ？」という発話によって，再度，鍋に対する共同注意を達成し，次に作るメニューである「卵とじ」と鍋の存在を結びつけた．

事例１からは，ヘルパーと利用者との共同作業において，共同注意の達成は一回性のできごとではなく，指さしや発話を用いて繰り返し達成し直されるできごとであることが浮かび上がってくる．この「共同注意の達成し直し」をさらに考えるために，次にもう少し長い事例を見ていく．

3-2　オノマトペの活用が調理動作に与える影響

事例２の「これでカチャカチャやって」は，前述した事例１の続きで，利用者Aがヘルパーに促されて，卵を椀に割り入れて菜箸でかき混ぜる場面である．Xはコンロの前に立っており，Aはすぐ横のシンクの前に立っている．１－１１行目で，Xは冷蔵庫から卵を取り出し（２行目），「カチャカチャってやって」という発話とともにかき回す動作を行い（５－６行目），「これだ！」と言いながら利用者のそばにある椀を取り（７－９行目），椀に卵を入れて差し出す（１０－１１行目）．Aが差し出された椀の中から卵を取り出すと（１２行目），Xは調理台の上に椀を置く（１３行目）．Aは卵を割ってその椀に入れ（１４－１８行目），殻をゴミ箱に捨てる（１９行目）．２０行目でXは「はい．カチャカチャ」と言ってAに菜箸を差し出す．Aは手を洗って拭いてから（２０－２２行目），菜箸を受け取り（２４行目），卵を溶く（２５－３４行目）．

事例２で注目すべきなのは，Xがやりとりの初期の段階で，「卵を割って溶いてください」といった具体的な伝え方によって一気に作業を一任するのではなく，「カチャカチャ」というオノマトペを５行目，１２行目，２０行目の発話で繰り返し用いて，次第に卵を溶くという作業へと利用者Aを誘っている点である．この点に留意しながら以下，分析を進めていく．

01 X：じゃあ、卵ひとつでいいか
02 (0.5)（（X が冷蔵庫から１つ卵を取り出す））
03 X：そしたら、これ
04 (1.0)（（X が卵を左手に持ちかえる））
05 X：これさ、カチャカチャってやって
06 (0.3)（（X が右手でかき回す仕草をする））
07 X：これだ！
08 (0.5)（（X が卵を割るお椀を A の目の前に手を伸ばして水切りかごから取る））
09（（A が、X の手元を見る））
10 X：これで
11 (0.7) ((X が卵をお椀に入れる))
12 X：カチャカチャってやってさ（（A がお椀の中の卵を取る））
13 X：卵、溶いて（（X がお椀に指を指しながら調理台に置く））
14 (1.6)（（A が卵をシンクの淵でひびを入れる））
15 X：で、これに（（X が卵とじを作っているお鍋を指す））
16 (0.3)（（X がコンロに火をつける））
17 X：入れてくれる？（（A は卵を割る））
18 A：はいよ::↑
19 (0.4)（A が卵の殻をゴミ箱に捨てる））
20 A：はい。カチャカチャ（（X が菜箸を A に渡す））
21 (0.7)（（A が手を洗う））
22 A：はい、ちょっと待ってください。ちょっと待ってください。（（A が手をタオルで拭く））
23 X：はい、はい（（X が菜箸をお椀の上に置き、鍋に入れる出汁を手に取る））
24 A：はいよ::（（A が菜箸を受け取る））
25 X：はいよ
26 (8.1)（（A が卵を溶く））（（X は鍋の様子をみている））
27 X：甘くしなくていい？（（X が鍋を指しながら A の顔をみる））
28 A：ん？↑
29 X：これ、卵とじにさぁ（（X が鍋の中を指指しながら））
30 X：卵いれたら、甘くしなくてはだけど、甘い方がいい？（（X が A の顔をみる））
31 (0.3)（（A が卵をかき混ぜながら、指された鍋を確認する））
32 A：まあ、なんでもいい
33 X：ほんと？
34 （（A が卵をかき混ぜ終わり、お椀の淵を菜箸でチンチンチーンと軽くたたく））

事例２「これでカチャカチャやって」：利用者Aとヘルパーとのやりとり（事例１の続き）

５行目の「これさ，カチャカチャってやって」では，Xは左手で卵を持ちながら，右手でかき混ぜの動作を手で行っている．AはこのXの右手の動作に視線を向けているものの，卵には注意を向けておらず，手も動いていない．

７行目の「これだ！」では，XはAの前に手を伸ばして，卵を割る椀を取っている．Aの目の前に手が通過する動作によって，Aの視線はXの右手に引き続き注意を向ける．

Xは，左手に持っていた卵を右手の椀に入れ，１２行目の「カチャカチャってやってさ」とともにAに差し出す．卵を溶くためには，卵と卵を入れる器とのセットが必要であり，Aは卵と椀の両方をXに差し出したと考えられる．しかし，Aは椀を受け取らず，中身の卵だけを受け取ってしまう．すると，直後の１３行目でXは，

椀をAのすぐそばの調理台に置きながら,「卵, 溶いて…」と椀を指で指し示す. Aは１４行目から１９行目にかけて, シンクの縁で殻にひびを入れ, 示された椀に卵を割り入れる.

Aの一連の卵割りの作業が終了した直後, ２０行目でXは「はい, カチャカチャ」と菜箸を差し出し, Aに溶き卵を促す. 利用者は２１－２２行目でいったん椀を置き, 手を洗うが, ２２行目で「はい, ちょっと待って下さい」を繰り返していることから, 椀を置いて停滞している作業に対して能動的に注意を向け続けていることがわかる. Aは, ２４行目で椀と菜箸を取り, ２６行目以降で, 卵を溶き始める.

以上のように, Xによるオノマトペは, その都度Aに対して注意を喚起するのだが, 溶き卵を作るというまとまった作業が, 一回のオノマトペ使用によっていきなりAに起ち上がるわけではない. 椀に注意を向ける, 椀に入った卵に注意を向ける, さらには再び差し出された椀と卵とを組み合わせて溶き卵を作るに至る, という様に, 椀と卵とのセットに対する共同注意は, 繰り返されるオノマトペによって, 徐々に達成されていく. 利用者Aの注意の対象は（１２行目に見られるように椀から卵だけを取ってしまう）必ずしもヘルパーXの意図した対象に向けられるとは限らないが, ヘルパーXは（１３行目のようにAの間近に椀を置き直す）短時間内に再び注意対象を構成し直すことによって, 共同注意の過程を修正する. 一方, AもXの行為のたびに示される注意対象をただバラバラに享受するだけではなく,（「はい, ちょっと待って下さい」を繰り返す２２行目のように）それまで構築されてきた共同注意過程を維持しながら, 他の（手を洗うという）行為に注意を分散させている.

4. 考察－ヘルパーを交えた振り返り－

以上の一連の動作について, データセッションの場でヘルパーX に同席してもらい, 映像を観てもらった.

まず指さしについて, 相手に指示をしているつもりはないが, 特に在宅の場合は, モノの場所がごちゃごちゃしている場合が多いため, 言葉よりも, そのモノを指したり動かしたり, 時に自身の身体を近づけたりしながら, 伝えた方がわかりやすいのではないかということだった. 事例１で, Xは指さしを行うと同時に鍋の方に歩いて近づいていくが, これは, 単に最初から鍋に向けて指さしをするだけでは, 利用者自身の混乱を招きかねないからであり, Xによる指さしとそれに続く移動は, 単なる偶発的な連鎖ではなく, Aに, さまざまな事物の中から鍋を選び取ってもらうべくデザインされた行動だということがわかった.

オノマトペの活用については, Xにとって, 積極的にオノマトペを利用するきっかけがあったことがわかった. 利用者が以前から味噌汁を作る時に, 味噌を溶く際, 鍋肌を“コンコン”と菜箸で叩く癖があるという. Xは, そのような音と同じようなことばづかいをすることで, 利用者によりうまく伝わるのではないかと考え,「卵を溶いてください」と言葉よりも,“カチャカチャ”と具体的な音を交えた言い方をしたのだそうだ. 事例２の３４行目で, 卵をかき混ぜ終わった利用者Aが「チンチンチーン」と菜箸でお椀の縁を叩くが, これはAが作業の最中に, リズミカルな音の構造を感じていることの証左と見ることができる. Xによる「カチャカチャ」という表現の繰り返しもまた, 単に偶発的なものではなく, Aの日常に潜在している作業のリズム性の中に,「カチャカチャ」というやはりリズミカルな言語表現を割り入れた結果だとも言える. また, こうした創意には, 冒頭に挙げた「家族や家庭それぞれの個別な価値観を捉え, その価値観に合わせた支援」を見ることができる.

事例１, ２でみられるようなヘルパーと認知症高齢者による共同注意に対する粘り強い営みは, 実際の対人援助の場面を解析することによって初めて明らかになる. ここでは限られた事例を挙げて分析を行ったが, 今後さらに, 多様な共同注意過程を分析し, 共同注意の維持のあり方を考えていく必要がある.

ヘルパーを交えた振り返りによって, 現場で行われている複雑な相互行為は, 単に偶発的なものとは限らず, ホームヘルパーと利用者との来歴に由来する場合があることがわかってきた. このようにケア実践を可視化し, 分析していくことを繰り返すことによって, ケアを科学的に捉え, 再現性のあるケアを実施できる Evidence-based-Care の実現に近づき, ホームヘルパーの専門性の確立に寄与できるのではないだろうか.

文献

[1] Murray, L. L. (1999). Review attention and aphasia: Theory, research and clinical implications. Aphasiology, 13(2), 91-111.
[2] 高梨克也, （2019）"発散型ワークショップでの発言に伴う指さし－多重の行為から見た活動への志向－", 安井永子・杉浦秀行・高梨克也編 "指さしと相互行為", ひつじ書房, pp. 191-217.

「お父さん，あなたも当事者です」妊娠，出産，育児に関わる両性の役割を当事者の概念から再考する

Rethinking the roles of mothers and fathers in childbearing using the framework of ‘Tojisha”

馬塚　れい子[†]，仲　真紀子[‡]
Reiko Mazuka, Makiko Naka
[†]理研脳神経センター，[‡]理化学研究所
RIKEN Center for Brain Science, RIKEN
reiko.mazuka@riken.jp, makiko.naka@riken.jp

概要

当事者研究は，少数者の視点からその体験や生きづらさを‘見える化’することを念頭に進められてきた．本稿では，「妊娠・出産・育児」に関わる母親のように，少数者ではなくても，育児の大半を担う女性の生きづらさも，「当事者」の概念を用いて見える化することで理解を深めることができ，父親も「当事者」視点から見直してみることで父親としての役割りや，母親の生きづらさについて理解を深めることができる．また，父親も「妊娠・出産・育児」当事者であるという認識が社会に広まり，少子化対策の政策や企業の経営方針に反映されるようになれば，子育てもしやすいインクルーシブな社会につながるのではないかと提案する．

キーワード：当事者，妊娠・出産・育児，認知

1.　はじめに

熊谷は「当事者という学び方」で，「障がいをもつ自分の体がどんな特徴で，どんな認知の特徴があって，どういう風に世界が見えていて，それが平均的な人とどう違うのか．それを“見える化”する作業が当事者研究です．」と説明している[1]．従来，多数者の視点からとらえていた少数者の認知や経験やについて，当事者である少数者自身の体験や視点でとらえなおすことが，少数者自身が自分についての理解を深めたり，多数者側と共有することで生きづらさの改善につながることを示してきた．

しかし，「当事者」の概念は数の上では少数派ではないが，生活に生きづらさを感じている人々の経験を「見える化」し，理解を深めることにもつながるのではないか．本稿では，妊娠，出産，育児に関わる母親と父親の役割分担についての意識を「当事者」の概念をもちいて再考することを提案する．

2.　社会的背景

近年，少子化問題がクローズアップされることが多くなり保育所の拡充以外にも，出産費用の保険適用，児童手当の拡充，父親の育児休暇の取得推進などの政策が検討されている．しかし，これらの施策が実現してもそれだけで日本の少子化問題が短期間で解決すると考える人は多くないであろう．その背景には，女性の就労者が日本の労働人口の半数近く（44%，総務省令和 4 年労働力調査）を占めるまでになった現代でも，内閣府の世論調査の結果（図 1）が示すように，子供を産み家で育てるのは女性の仕事であり，パートナーである男性は，外で働き家族を経済的に支えることであるという分業の考え方が強く残っていることがあると考えられる[2]．

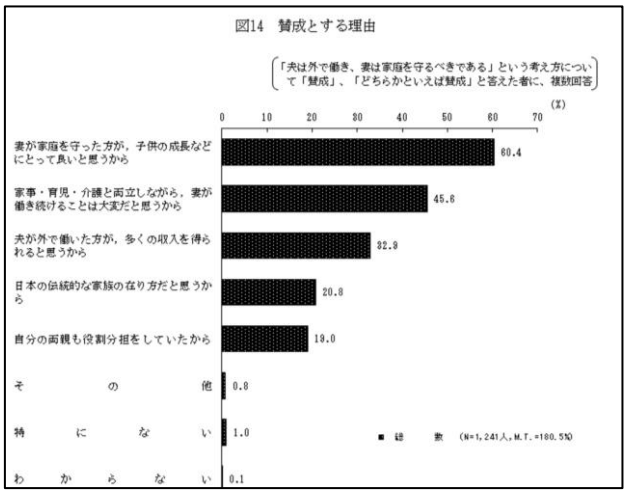


図 1　「夫は外で働き，妻は家庭を守るべき」という考え方に賛成と答えた回答者の理由 [2]

同調査では，この傾向が男性，特に高齢の男性に強い傾向があることも明らかになっている．特に，政策を決める政治家や企業で責任のあるリーダーシップポジションに占める女性の割合が極端に低い日本では[3]，高齢男性の意識が社会全体に強い影響力をもつことになり，実際の子育て世代の考え方が反映されにくい．

この考え方は実際に乳幼児を育てている家庭で誰が

育児を担っているかにも反映されている.「日本の働く女性は世界で一番寝ていない」(太田美音, 総務省統計局労働局人口統計室) と言われるが, 図２に示すように, 乳幼児のいる家庭において, 日本の父親が家事, 育児にかける時間は欧米の各国に比べて極端に低い[3].
近年の政策によって, 男性が育児休暇を取得する率も増加してきてはいるが, 大半は 2 週間程度の短期とどまっており[4, 5] 長期間にわたる育児への継続的な貢献はいまだ限定的である.

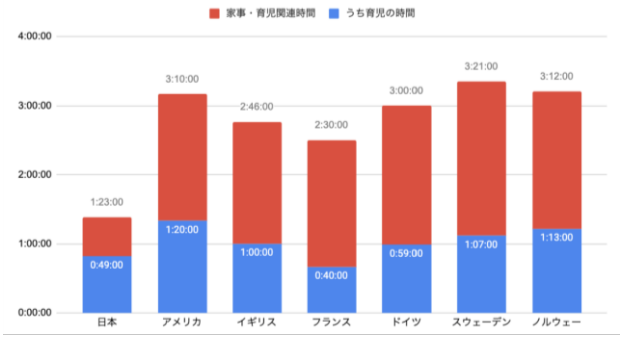


図 2. 乳幼児のいる家庭の夫の家事・育児関連時間の国際比較

3. 家事や育児を女性はどう考えているか

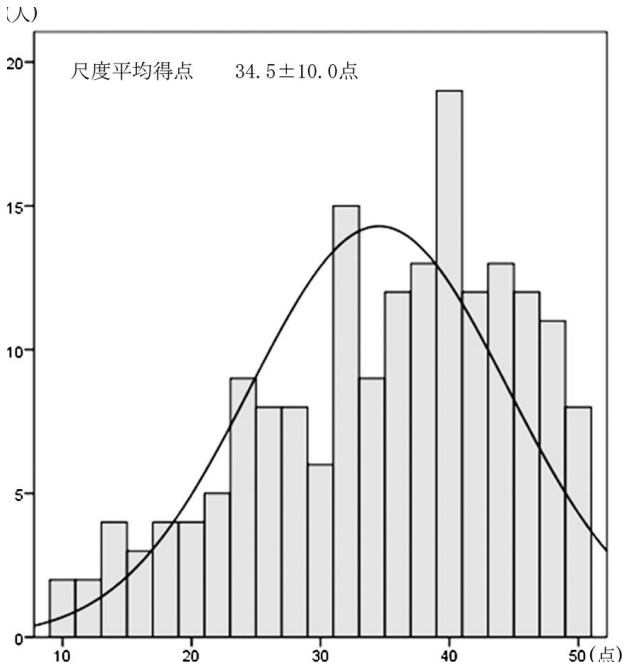


図 3. 父親の育児に対する母親の満足度尺度得点のヒストグラム[6]

興味深いことに, このような状況にあっても日本の母親は, 父親の親としての役割について特に満足度が低いわけではないようである. 図 3 は, 5 項目について 10 点満点で父親の育児への貢献についての満足度を調査した結果のヒストグラムであるが, 30 点以上の評価を示した母親が多数となっている. 欧米と比較すれば父親の貢献は実質的にかなり少ないにも関わらず, 母親は父親の貢献に満足しているということは, 母親自身が父親に比べて育児に長時間かけていることを当然のことと認知していることを示している[6].

この結果は, 子育てを担っている女性自身が図 1 に示したように, 家事や育児を担うのは女性の役割であるという考え方を受け入れていたり, そうすべきであると感じているということを示唆する.

4. 過剰な家事・育児負担のストレス

しかし, 睡眠時間を削って家事や育児に勤しむのが望ましい姿だと思っていても, その負担が母親達のストレスにもなっていないわけではない[7]. 2022 年に NHK が実施したアンケートに回答した全国の 10 代から 70 代の母親 6500 人以上のうち 3 人に一人が「母親にならなければ良かった」と思ったことがあると回答した[8]. これらの母親の 98%は「子どもに対して愛情を持っている」と答えており, 子どもへの愛情はあるが母親になったことを後悔する気持ちもあるという矛盾する感情を併せ持つ複雑な経験していることになる.

なぜ「母親にならなければ良かった」と感じたかの理由の多くは「自分は良い母親になれないと思う」,「子どもを育てる責任が重い」,「自分が子育てに向いていない」など自分を責めるような理由が最も多かったのに対し, パートナーが家事や育児に貢献しない, 家計が苦しい等の自分以外要因や, 自分らしい生き方やキャリアが築けないなど, 自分の生き方や希望が実現できないことを理由としてあげる母親は少数にとどまっていたことは注目に値する.

5. 妊娠・出産・育児の「当事者」としての母親

これまでをまとめると, 日本では夫は外で働き妻は家で家庭を守るという役割分担が妥当なものであるという考え方が根付いており, 女性の就業率が全就労者の半数近くにまで増加した現代でも, 妊娠して出産したら家事や育児の大半を担うのは母親であるというい

びつな状態であるように見える.

この状態を, 熊谷らが提起する「当事者」の概念から考察してみよう. 熊谷らは「従来多数者の視点からとらえていた少数者の認知や経験やについて, 当事者である少数者自身の体験や視点でとらえなおすこと」が少数者自身が自分についての理解を深めたり, 多数者側と共有することで生きづらさの改善につながると提案している[1].

上述の多くの母親がおかれた状況をこの枠組みはあてはめてみると, まず, 日本では夫は外で働き妻は家で家庭を守るという役割分担が妥当なものであるという考え方が根付いており, 母親自身もそれが妥当なものであると感じている人が多いと思われる. これは, 父親に比べて母親の育児負担が圧倒的に多い状況でも, 父親の家事育児への貢献について不満をもつ母親が少ないことからわかる. 同時に, 母親にならなければ良かったと感じるほど育児が負担になっていても, それは自分が「良い母親になれない」「母親に向いていない」等の理由を挙げる人が多かったということは, 母親自身の「母親はこうあるべき」というイメージが, 従来の母親と父親の役割分担の考え方に影響を受けていることを示唆している.

このような視点は熊谷らの枠組みでは「多数者」の視点である. 母親達が実際に家事や育児を担う「当事者」である自分の視点からではなく, 社会全体や従来の役割分担の考え方が期待する「母親はこうあるべき」という母親像と比較して, 自分が感じる生きづらさを受け入れにくくなっている可能性がある. 母親が「当事者」の視点で日々家事や育児にする体験や, またそれを仕事と両立しようとする難しさを適切に理解し, それをパートナーである父親や社会と共有できるように発信していくことが改善につながるのではないだろうか.

6. 「当事者」としての父親

では, 父親はどうだろうか. 上述の父親と母親の役割分担の考え方は父親となる男性にも強い影響を及ぼしていると考えられる. この傾向は欧米に比較して日本では特に強いようである. 父親が外で働き母親が家を守る生活を実現するためには, 父親が家族を養える収入を得ることが必要であり, バブル期には理想の結婚相手は三高（高学歴, 高収入, 高身長）と言われたこともある. 当然このような条件を満たす男性ばかりではなく, 多くの父親は家族を養うために長時間の勤務や転勤も厭わない働き方をせざるを得なかったり, 家族を養う責任を担うためには意に沿わない条件下でも離職できない場合もあるだろう. しかし, 「男性はこうあるべき」「父親ならこういう働き方をするのが当然だ」という社会の多数者の視点で自分を評価しているのであれば, 子どもが生まれても家事や育児を分担するために仕事に費やす時間やエネルギーを減らすべきではないという考え方になるのも自然な流れだろう.

興味深いことに, 多数派視点からみた望ましい母親像と望ましい父親像では, 圧力が逆方向にかかる. 母親は出産後は仕事より家事や育児に時間をかけるように圧力がかかり, 父親はより仕事に勢力を注ぐ方向に圧力がかかる. その結果, 出産後も働き続け, 社会的な自己実現もしたいと思う母親には, 母親の役割りを充分果たしていないのではないかというストレスがかかる. 逆に, 家族との時間を多くとり家事や育児も積極的に担いたいと思う父親には, 仕事に充分力を注いでいないのではないかというストレスがかかる.

近年では, 仕事をセーブしてでも積極的に子育てに関与したいという父親も増えている. しかし, 彼らに対する評価は必ずしも好意的なものばかりではない. 母親達からは不慣れな家事や育児に対する苦言や, 少しばかりの貢献では不十分だという批判もでる. 自分が期待される働き方と自分がなりたい父親としての役割りのギャップに生きづらさを感じる父親もいるだろう.

母親と父親の役割分担についての考え方は人それぞれで, 従来型の母親と父親の役割分担を肯定的に捉えている人も, それとは違う価値観をもって生活する人もいて, 一概にどちらが良いというものではない. しかし, 多数派視点からの「母親はこうあるべき」, 「父親はこうあるべき」という基準とはちがう, 自分の価値観で生きようとする父親や母親が生きづらくなるような環境はインクルーシブな社会とは言えない.

7. 「当事者」としての父親と社会政策

では, 自分の価値観で生きようとする父親や母親が生きづらさを感じることがないインクルーシブな社会を目指すにはどうしたら良いのだろうか. まずは, 熊谷らの「当事者」の概念を子育て中の母親や父親にも広め、それが自分たちの感じる生きづらさの理解にも役立つことを示し, 社会の期待に沿う「母親像」「父親像」以外にも, 自身の視点から母親としての自分や父親と

しての自分の姿を理解し，家族や雇用主など周りの人々と共有していくことが必要であろう．

また，著者らは，「当事者」の概念を社会制度に反映させることも効果的ではないかと提案する．日本の保育所や産休，育休制度等，女性の出産や育児を補助する制度は，十分とまではいえなくても，諸外国と比べても特に見劣りするものではない．しかし，これらの制度は基本的に，「出産や育児の当事者は女性である」という前提で成り立っており，父親も「当事者」であるという発想はない．そのため「夫婦が」子どもを育てやすくするには女性をサポートする制度を手厚くすれば良いという発想になる．制度の恩恵は女性が受けるものが大半で，その負担の多くは出産する女性を雇用する雇用主が負担することになる．

例えば，女性が産休に入れば，産休中の給与は雇用主の負担となる．産休や育休で女性が仕事を休めばその間の仕事は職場の同僚が負担するか，職場が臨時の職員を雇用してカバーすることになる．育児休暇から復帰しても，保育園の送り迎えや，子どもが病気にかかれば終業前でも保育園に子供を迎えにいったりする必要もあり，出産前と同様の勤務は困難になることも少なくない．この負担も，女性を雇用した雇用主の負担になる．しかし，妻が出産し，産休，育休を取得しても，夫の雇用主にはこのような負担はかからない．この不平等な現実が改善されないかぎり，出産や育児の当事者になるであろう女性を雇用するより，その心配のない男性を雇用する方が望ましいという雇用者の側の判断を覆すのは容易ではない．

この不平等は，父親も母親と同様，出産や育児の「当事者」であると考えて，それをサポートするための支援の負担は父親の雇用主も平等に負担することで解消できるのではないだろうか．母親の産休中も給与や，育休中に代理の人員を雇う費用，育児に関係する時短勤務や，看護休暇，子どもの扶養に係る経費などを世帯単位で計算し，その費用は夫と妻の雇用主が平等に負担する．シングルマザーや，シングルファーザーの場合には，その半額は公費で負担することにすれば良い．女性を雇っても，男性を雇っても子供が生まれればその負担は平等にかかるのであれば，雇用主が女性を敬遠する動機がなくなる．若い世代を雇用しようと思えばどの職場でも同様の条件なのであれば，雇用の競争原理もそこなわれない．

自分の雇用主が費用を半分負担しているのであれば，父親が育児休暇や時短勤務をとることに負い目を感じることも少なくなるし，多くの同僚が育児休暇を取得するようになれば，育児休暇をとることの負い目や復帰後の不安も軽減する．同時に，父親の家事や育児への貢献は，母親の負担を減らし，出産後も勤務を継続しやすくなる．これは，世帯の収入の安定につながり，父親が，自分が一人で家計を支えなければというストレスの軽減につながる．このように，父親も母親と同様，妊娠，出産や，生まれた子供の育児の当事者であるという視点を導入することで，父親も母親も共に恩恵を受けることができるインクルーシブな育児支援が可能になれば，子どもを産み育てたいと思う若者世代が増えるのではないだろうか．

8. 参照文献

[1] 熊谷晋一朗（2022）“当事者と言いう学び方”，ラーニングデザインラボ，株式会社アソボット https://asobot.co.jp/，株式会社キャンプフォー https://camp4.jp
[2] 平成 28 年度 男女共同参画社会に関する世論調査２，内閣府
[3] https://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2022.pdf
[4] 男性の家事・育児参加に関する実態調査 2019 [連合調べ]
[5] 「男性育休推進企業実態調査 2022」一般社団法人エビデンス共創機構 代表理事／慶応大学大学院特任講師 伊芸研吾
[6] 池田雄二郎，佐伯和子（2018）”父親の親役割に対する母親の満足感と関連する要因―未就学児をもつ親に着目して―” 日本公衆衛生看護学会誌 7 巻 (2018) 3 号
[7] オルナ・ドナート（鹿田昌美訳）2022 母親になって後悔してる(Regretting Motherhood) 新潮社
[8] NHK みんなでプラス “母親にならなければよかった”？女性たちの葛藤 6000 人アンケート結果

AIとの共創で生まれた俳句の美しさに迫る
Discover beauty of haiku created through co-creation with AI

櫃割 仁平[†]，上田 祥行[‡]，尹 優進[†]，野村 理朗[†]
Jimpei Hitsuwari, Yoshiyuki Ueda, Yun Woojin, Michio Nomura
[†]京都大学大学院教育学研究科，[‡]京都大学人と社会の未来研究院
Graduate School of Education, Kyoto University Institute for the Future of Human Society
hitsuwari.jimpei@gmail.com

概要
本研究では，385名が人間もしくはAIによって創作された俳句の評価と判別を行った。人間とAIの共創俳句の美しさが最も高く評価され，人間作とAI作の美しさは同等であった。また，参加者は人間とAIの作品を判別できなかった。これは人間とAIの共創が優れた創造性を持つことを示している。また，AI俳句の美的評価が高いほど，人間が作ったと誤認される傾向が見られた。これはAI芸術がアルゴリズム嫌悪により過小評価されている可能性を示唆している。

キーワード：AI art, haiku poetry, aesthetic evaluation, creativity, human-in-the-loop

1. はじめに

近年AIアートが隆盛しており，midjourneyに代表される生成系AIの一般化によって，その勢いはさらに増し続けている (e.g., Elgammal et al., 2017, レビューはCetinic & She, 2022を参照)。しかしながら，絵画や写真などの視覚芸術に比べ，詩や文学といった言語芸術ではAIによる創作はまだ発展途上である。言語芸術を扱った最近の研究では，AI詩を，AIが生成したものから人間が選択したHuman-In-The-Loop (HITL)と生成時に人間が介入しなかったHuman-Out-of-The-Loop (HOTL)に分類した (Köbis & Mossink, 2021)。その結果，HITLの詩の好感度は，HOTLの詩よりも高く，人間が創作した詩と拮抗していた。さらに，HITL詩と人間創作詩は，HOTL詩と人間創作詩よりも区別が困難であることがわかった。こうした動向を背景に，本研究は，俳句を用いてKöbis & Mossink (2021)の再現と拡張を試みた。その特徴は，音数が17音 (5-7-5)に制限された世界最短の詩型である俳句に着眼したことである。俳句は情報量が少ないため曖昧性を伴うことが多く，AIが曖昧な俳句を生成しても，読者は自分が想像できるイメージに従って自由に解釈する余地がある (Hitsuwari & Nomura, 2022a, 2022b)。そのため，俳句のこのような特徴が，先行研究とは異なる結果を導く可能性がある。また，先行研究では，好感度など単項目による評価しか行われてこなかったため，本研究では哲学や心理学で美と関連すると考えられてきた多数の因子 (Brielmann et al., 2021)を参照し，人間俳句とAI俳句，そしてその共創俳句を多面的に検討した。

2. 方法

本研究には385名 (男性191名，女性194名，M_{age} = 40.9, SD = 10.1)が参加し，2つの課題が行われた。1つは評価課題で，参加者は，人間が創作した俳句20句，HOTLによって創作された俳句10句，HITLによって創作された俳句10句の計40句を，21項目の観点から7件法で評価した。21項目は，美しさ，デジャブ，イメージの鮮明度，感情価，覚醒度，畏敬の念，ノスタルジア，新奇性，共感，意図，喜び，鑑賞し続けたい度合い，生き生きしている度合い，普遍的な美，作品とのつながりの度合い，憧れ，欲望からの解放，マインドワンダリング，驚き，理解したい度合い，ストーリーであった (詳しくは，Brielmann et al., 2021)。人間俳句は，歳時記から選択され，プロの俳人が作った俳句であった。これらの人間俳句は，俳句に対する特別な事前知識を持たない8名が参加した予備調査により，見慣れないものであることが確認された。AI俳句は，Long Short-Term Memoryアルゴリズム (川村他, 2021; 横山他, 2019)に基づく俳句生成システムによって作成され，指定した季語に対して大量生成されたものから，ランダムに選択されたか (HOTL)，著者らを含む3名によって高く評価されたものが選択された (HITL)。もう1つは判別課題で，参加者は40句の作者が人間かAIかを判別した。これらの課題に取り組む順序は，参加者間でカウンターバランスされた。最後に，参加者は，AIやロボットとの相互作用に関連することが示されているアニミズムや共感性など (Darling et al., 2015)の個人特性に関する質問紙に回答した。

3. 結果

美しさの評価はHITL俳句で最も高く (M = 4.56, SD

= .74), 人間俳句 (M = 4.15, SD = .75) と HOTL 俳句 (M = 4.14, SD = .78) では同等であった ($F(384, 2) = 212.41$, $p = .00$, $\eta^2 = .06$; Figure 1)。同様に，イメージの鮮明度，畏敬の念などの多くの評価項目において，3 条件間で有意差があった (Table 1)。

Figure 1. 人間俳句，HOTL 俳句，HITL 俳句の美の得点

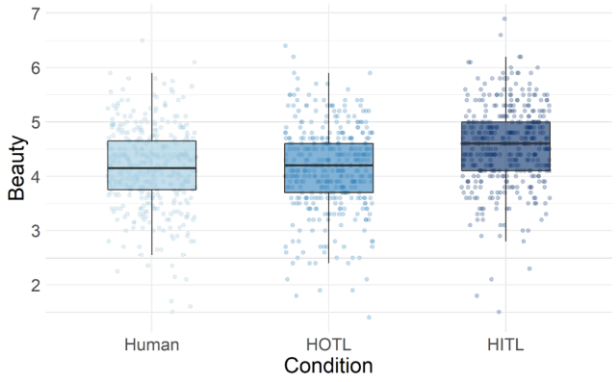
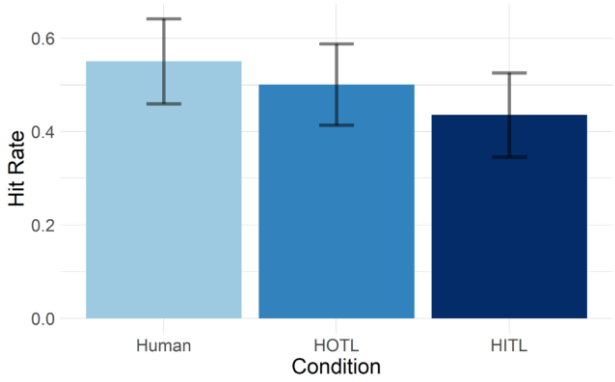


Table 1. 各評価項目における多重比較の結果

評価項目	多重比較の結果
美しさ	人間 = HOTL < HITL
デジャブ	HOTL < 人間 < HITL
イメージの鮮明度	HOTL < 人間 = HITL
感情価	HOTL < 人間 < HITL
覚醒度	HOTL < 人間 < HITL
畏敬の念	人間 = HOTL < HITL
ノスタルジア	HOTL < 人間 < HITL
新奇性	HOTL < 人間 = HITL
共感	HOTL < 人間 < HITL
意図	HOTL < 人間 < HITL
喜び	HOTL < 人間 < HITL
鑑賞し続けたい度合い	HOTL < 人間 < HITL
生き生きしている度合い	HOTL < 人間 < HITL
普遍的な美	人間 = HOTL < HITL
憧れ	HOTL < 人間 < HITL
欲望からの解放	人間 < HOTL < HITL
マインドワンダリング	人間 = HOTL < HITL
作品とのつながりの度合い	人間 = HOTL < HITL
驚き	HOTL < 人間 = HITL
理解したい度合い	HOTL < 人間 < HITL
ストーリー	人間 = HOTL < HITL

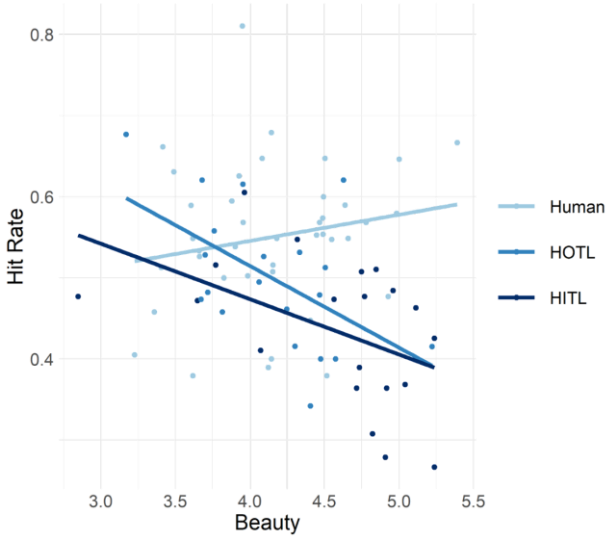
判別課題では，人間俳句，HOTL 俳句，HITL 俳句の正答率 (人間が作った俳句を人間が作ったと，AI が作った俳句を AI が作ったと正しく判断する確率) は，それぞれ.55，.50，.43 であった (Figure 2)。チャンスレベル (0.5) と比較したところ，人間俳句の正答率はチャンスレベルより有意に高かったが ($t(39) = 3.51$, $p = .001$)，HITL 俳句では有意に低かった ($t(19) = -3.19$, $p = .005$)。HOTL 俳句での正答率は，チャンスレベルと差がなかった ($t(19) = .03$, $p = .98$)。これらの結果は，参加者が HOTL 俳句について，人間が作ったものか AI が作ったものかを区別できず，HITL 俳句の作者は AI ではなく人間であると考えていたことを示している。

Figure 2. 条件ごとの判別課題正答率



また，美しいものは AI ではなく人間の手によって作られると考える人が多ければ，ヒット率と美しさ評価には有意な関係性があることが考えられる。各俳句の美しさ評価と正答率の関係を探索的に検討したところ，人間俳句では正の相関が見られたものの有意ではなかった ($r(39) = .18$, $p = .26$)。一方，HOTL 俳句と HITL 俳句では有意な負の相関が見られた (それぞれ $r(19) = -.54$, $p = .01$ と $r(19) = -.47$, $p = .04$, Figure 3)。AI 俳句の美しさの評価が高いほどヒット率が低いのは，参加者が「美しい俳句ほど人間が作った可能性が高い」と考えていることを反映している。

Figure 3. 条件ごとの美的評価と正答率の関係



4. 考察

本研究の結果，AI と人間の共創による俳句の美しさが最も高いと評価された。この結果は，人間が創作した詩が最も好まれたという先行研究 (Köbis & Mossink, 2021) と異なっていた。その原因の 1 つは，詩のスタイルの違いにあると考えられる。俳句は世界で最も短い詩の形式であり，5-7-5 音節の形式や季語を含めるといった明確な規則が特徴であるため，AI 作品の質が高まりやすかったかもしれない。また，Köbis & Mossink (2021) では，AI が作成した詩の最初の 2 行は人間が作成した詩と同じものであり，両方の詩を一緒に並べて，参加者にどちらが好きかを尋ねた (すなわち，二者択一強制選択)。二者択一は，本研究で採用した絶対評価に比べ，2 つの作品の微妙な違いに比較的敏感であるため，この方法論の違いによっても本研究の結果との相違を説明できるかもしれない。

また，参加者は，人間が作った詩と AI が生成した詩を識別することができなかった。この結果の背景には，俳句の生成技術が向上していることが大きな要因として考えられる (川村他, 2021; 横山他, 2019)。さらに，俳句は非常に短く，イメージに依存するなどの特徴があるため，人間が介在しない AI が生成した俳句でも，人間俳句との判別に支障をきたした可能性がある。

AI が生成した俳句における美的評価と正答率の間には負の相関があった。このことは，人々がアルゴリズム嫌悪を持っている可能性を示唆している (Burton et al., 2020)。アルゴリズム嫌悪は，人間と AI の詩を比較するという研究文脈において重要な概念であり，Köbis & Mossink (2021) は，「車の運転」など異なるタスクに対して，そのタスクを実行するために人間と AI のどちらをどの程度信頼するかを示すアルゴリズム嫌悪尺度 (Castelo et al., 2019) を用いた。その結果，アルゴリズム嫌悪と人間の詩の選択率は弱いながら一貫した相関を見せ，詩を作るアルゴリズムに対する参加者の見方は嫌悪的であることが示唆された。今回の結果では，参加者が，AI の俳句生成の技術を見下していたと言えるかもしれない。本研究は，アルゴリズム嫌悪と作者判別，美しさ評価の関係を示した最初の研究であり，AI 芸術に対する現代人の態度が反映されていると考えられる。

5. まとめと展望

本研究では，AI が生成した俳句と人間が創作した俳句の美的評価と作者判別が行われた。美しさの評価は，人間が作った俳句も AI が作った俳句から無作為に選ばれた俳句も同等であった。一方，AI が作った俳句であっても，人間が選んだものは美しさの評価は最も高かった。さらに，人間が作った俳句と AI が作った俳句の判別は困難であった。また，AI 俳句では，美しさの評価と判別成績の間に負の相関が見られた。全体としてこれらの結果は，情報が最小限である俳句において，AI の芸術的質が人間に匹敵するレベルに達しており，人間と AI の共創によって，より創造的な作品を生み出すことができることを示唆している (Booten & Gero, 2021)。

本研究の今後の展望として，2 つの方向性を検討している。1 つ目は，俳句の熟達者を対象とした実験を行うことである。本研究では，HITL 俳句を選択したのも，俳句の評価をしたのも非熟達者であった。非熟達者は，イメージが鮮明で，曖昧性の低い俳句を好むことが知られている (Hitsuwari & Nomura, 2022a, 2022b)。その一方で，歳時記に載っているような俳人の俳句を鑑賞するには，俳句の知識や季語の理解などのリテラシーが求められる可能性がある。そのために熟達者が HITL 俳句を選択したり，評価したりすることで，AI アートが熟達者の創造行為にどれほど迫っているかを検討できるだろう。2 つ目は，AI が使用した句中の言葉に着眼して，俳句から人間が感じる美しさについてシステマティックな検討を行うことである。例えば，単語と単語の間の意味の距離を計算し，意味距離と作品の美しさ評価を検討することが可能である (c.f.,

Wang et al., 2023)。AI によって大量に，特徴量を統制した俳句を制作し，これらと評価を結びつけることで，芸術作品から喚起される美的感覚や，芸術鑑賞中のどのような要因が人々の印象に影響を与えるのかが明らかになることが期待される。

6. 謝辞

本研究で使用した AI 俳句は北海道大学調和系工学研究室の山下倫央准教授にご提供頂きました。この場を借りて感謝申し上げます。

文献

[1] Brielmann, A. A., Nuzzo, A., & Pelli, D. G. (2021). Beauty, the feeling. *Acta Psychologica, 219*, 103365. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103365
[2] Burton, J. W., Stein, M. K., & Jensen, T. B. (2020). A systematic review of algorithm aversion in augmented decision making. *Journal of Behavioral Decision Making, 33*(2), 220–239. https://doi.org/10.1002/bdm.2155
[3] Booten, K., & Gero, K. I. (2021). Poetry machines: Eliciting designs for interactive writing tools from poets. *Creativity and Cognition, 51*, 1–5. https://doi.org/10.1145/3450741.3466813
[4] Castelo, N., Bos, M. W., & Lehmann, D. R. (2019). Task-dependent algorithm aversion. *Journal of Marketing Research, 56*(5), 809-825. https://doi.org/10.1177/0022243719851788
[5] Cetinic, E., & She, J. (2022). Understanding and creating art with AI: Review and outlook. *ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications, 18*(2), 1-22. https://doi.org/10.1145/3475799
[6] Darling, K., Nandy, P., & Breazeal, C. (2015). Empathic concern and the effect of stories in human-robot interaction. *24th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, 770–775. https://doi.org/10.1109/ROMAN.2015.7333675
[7] Elgammal, A., Liu, B., Elhoseiny, M., & Mazzone, M. (2017). CAN: Creative adversarial networks generating “art” by learning about styles and deviating from style norms. *ArXiv.* https://arxiv.org/abs/1706.07068
[8] Hitsuwari, J., & Nomura, M. (2022a). How individual states and traits predict aesthetic appreciation of haiku poetry. *Empirical Studies of the Arts, 40*(1), 81–99. https://doi.org/10.1177/0276237420986420
[9] Hitsuwari, J., & Nomura, M. (2022b). Beauty and ambiguity: Japan–Germany cross cultural comparison on aesthetic evaluation of haiku poetry. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. Advance online publication. https://doi.org/10.1037/aca0000497
[10] Hopkins, J., & Kiela, D. (2017). Automatically generating rhythmic verse with neural networks. *In Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, 1*, 168–178.
[11] 川村 秀憲・山下 倫央・横山 想一郎 (2021). 人工知能が俳句を詠む: AI 一茶くんの挑戦 オーム社
[12] Köbis, N., & Mossink, L. D. (2021). Artificial intelligence versus Maya Angelou: Experimental evidence that people cannot differentiate AI-generated from human-written poetry. *Computers in Human Behavior, 114*. https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106553
[13] Lau, J. H., Cohn, T., Baldwin, T., Brooke, J., & Hammond, A. (2018). Deep-speare: A joint neural model of poetic language, meter and rhyme. *In Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*. https://doi.org/10.48550/arXiv.1807.03491
[14] Wang, X., Bylinskii, Z., Hertzmann, A., & Pepperell, R. (2023). A computational approach to studying aesthetic judgments of ambiguous artworks. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*. Advance online publication. https://doi.org/10.1037/aca0000579
[15] 横山 想一郎・山下 倫央・川村 秀憲 (2019). 深層学習を用いた俳句の生成と選句. 人工知能, *34*(4), 467-474. https://doi.org/10.11517/jjsai.34.4_467

物語構造と基盤モデルの併用による物語自動生成に向けて —推理物語での会話のパターンと表現—

Towards Automatic Generation Based on Combination of Story Structures and a Foundation Model: Expressions and Patterns within Detective Story

村井 源[†]，奥山 凌伍[†]，富田 真生[†]，保土沢 朋和[†]，金刺 智哉[†]
Hajime Murai, Ryogo Okuyama, Masaki Tomita, Tomowa Hodosawa, Tomoya Kanazashi
[†]はこだて未来大学
Future University Hakodate
h_murai@fun.ac.jp

概要
基盤モデルや生成系 AI と呼ばれる大規模言語モデルによる物語自動生成では，文脈の矛盾や意味の破綻が生じやすく，また表現の詳細を制御できないという課題があった．本研究では，既存の作品から物語の展開や描写の構造を抽出し，従来の物語構造分析の手法と基盤モデルを組み合わせることで，物語の出力を制御する手法を提案した．また提案手法の技術的実現性を確認するため推理物語での会話を例としてケーススタディ的な分析及び自動生成を行った．

キーワード：物語論，台詞，意図

1. はじめに

近年 ChatGPT に代表される大規模言語モデルが急速な発展をとげ，創造的なテキストの自動生成も人工知能によって行える環境が整いつつある[1]．しかし，ニューラルネットワークによる言語モデルの現段階での課題としては論理的な意味処理や，大局的な文脈の処理などが挙げられる．また本質的にブラックボックス的であるため，ユーザーが自身の好む作品を生成するためには，プロンプトエンジニアリングと呼ばれる暗黙知的な技法への習熟が必要となる[2]．

一方で物語の作品分析に基づく構造抽出を行い，抽出された物語の展開や登場人物の人間関係，台詞回しや伏線とオチなどの種々のパターンを用いることで，ユーザーが明示的かつ意図的に自動生成作品の方向性を決定する方法論も研究されてきている[3]．ただし，物語の構造分析にはまだ熟練者による解釈が必要な側面が多々残されており，大規模なデータセットを構築することが困難である．そのため，構造分析に基づくデータのみで常識的知識や文法・文体に基づく自然な言語表現などを随時生成することは原理的に難しく，従来はテンプレート的な表現が用いられてきた．

そのため，これらの二種類の手法の利点を組み合わせることが可能となればより明示的かつ論理的整合性のとれた，自然で豊かで表現の物語自動生成が可能になると期待される．例えば，両手法の組み合わせ方としては，物語の大局的な構造やオチやトリックなどの論理的整合性が必要な設定は物語構造分析に基づくデータから生成し[4]，それらの結果を用いてプロンプトなどとして指定することで物語のシーンや会話・描写などの表現のレベルを大規模言語モデルによって生成するという方向性などが考えられる[5]．構造分析結果と組み合わせて大規模言語モデルに物語を生成させる試みとしては，すでに粗筋の生成なども試みられているが[6]，最終的な表現までを論理的破綻なく生成することは未だ困難である．

そこで本研究では，技術的な実現可能性検証のためのケーススタディを行う．対象として，特に論理的な意味の整合性が必要となる推理小説などでのトリックの解明シーンで用いられる台詞に着目し，トリックの生成及び当該シーンで用いられる台詞のパターン抽出は物語構造分析の手法を用い，生成されたトリック及び，個々の台詞の生成に関して大規模言語モデルを用いることで物語の自動生成が可能であるか検討する．

2. 分析の対象

推理物語のトリック解明シーンで必要な描写の要素は媒体ごとに異なる．小説であれば台詞と地の文，マンガであればコマ割りや人物・背景の描写とセリフなどである．まず本研究ではどの媒体で物語を表現した場合にも必要となる台詞に焦点を絞る．複数の台詞によって構成される語りの構造を既存作品から抽出し，抽出された構造に基づいて台詞の自動生成を行う．分析対象となる既存作品の選定基準としては，多数の短編作品を含むシリーズでありかつ現代日本での売り上

げが大きいことを用いた．結果として『名探偵コナン』『金田一少年の事件簿』を選定し，ランダムサンプリングで 300 シーンを抽出しそれらのシーン中の台詞約 11000 発話をデータ化した. 発話のデータ化においては既存の意図分類カテゴリを用い[7]，複数分析者によるチェックに基づいてタグ付を行ったコーパスを作成した.

3. 特定シーンの台詞の構造化

作成したコーパス中でトリックを明かし推理を最終的に披露するシーンに限定した場合, シーン数 15, 1417 発話のデータサイズとなった．推理を最終的に披露するシーンの発話のパターンの意図の詳細を，既存の発話の意図分類カテゴリに発話の内容の要素（例：何についての宣言か，主張かあるいは否定かなど）も加味してより詳細化することで再度タグ付けを行った．表 1 に探偵役の台詞の場合, 表 2 に犯人役の台詞の場合, 表 3 にその他の登場人物の場合をそれぞれ示す.

表 1　推理披露シーンでの台詞の意図と内容の対応関係（探偵）

意図	内容
思考	凶器, 死因, 死体, 死体の疑念, 他の人物の行動, トリックの意味, トリックの仕組み, トリックの成立条件, 犯人確定宣言, 犯人候補限定, 犯人指定, 犯人の行動, 犯人の条件, 犯人の正体, 犯人の動機, 犯人のミス, 犯人への罠, 被害者の行動, 被害者の正体, 物証, 物証の意味, 物証の疑念, 証言の疑念
陳述	事件再現, 死体, 証言の疑念, 他の人物の行動, トリックの仕組み, 犯行時刻, 犯人の行動, 犯人の動機, 犯人のミス, 被害者の行動, 探偵の行動, 物証, 物証の疑念
質問	犯行時刻, 犯人の行動, 犯人の正体, 犯人への罠
依頼	事件再現, 物証の確認
提案	事件再現
意思	事件再現
導入	犯人指定
了解	犯人確定宣言

分類の結果，推理の披露シーンにおいて誰がどのような意図で発話するかには各話で多様性がみられる（例：序盤に「物証」に関して必ず台詞があるが，探偵やその他の人物の「陳述」であったり，犯人の「質問」形式であったり）ものの，語られる内容に関してはある程度のパターン化が可能であると判断された.

そこで次に詳細化したタグに対して周辺で共起しやすいセリフを内容面からグループ化してブロックを構成することで，15 シーンで共通する基本的な会話のパターンを抽出した(図 1)．図 1 中では異なる人物，異なる意図による同じ内容のタグ（探偵の「思考-物証」とその他の人物の「陳述-物証」）などはまとめて「物証」として表現している．分析対象作品の各推理披露シーンの台詞の内容面に関する構造は全て図 1 中の四角で囲まれたブロックの組み合わせとして構成可能である．ただし，各ブロック中での台詞の出現順や誰がどのような意図の形式で語るかは作品によって異なっている．また，必ずしもすべてのブロックが用いられるわけではなく，図 1 中から複数のブロックを選択して用いることで分析対象作品での各シーンの台詞の構造が再現可能となっている.

表 2　推理披露シーンでの台詞の意図と内容の対応関係（犯人）

意図	内容
思考	犯人のアリバイの主張
陳述	犯人のアリバイの主張,犯人の正体,偽の理由,物証
質問	凶器, 死体, 物証, 犯人候補限定
依頼	事件再現
意思	証拠隠滅
拒否	事件再現, 推理の否定
他責	推理の否定
応答	犯人の動機

表 3　推理披露シーンでの台詞の意図と内容の対応関係（その他の登場人物）

意図	内容
思考	凶器, 死因, 犯人のアリバイの主張, トリックの仕組み, トリックの意味
陳述	犯人の行動, 物証, 凶器
質問	物証の疑念, 被害者の行動, 凶器, 犯人確定宣言, 犯人候補限定, 犯人のアリバイの主張
拒否	推理の否定

4. 物語の設定とセリフの自動生成

シーンにおける台詞生成のための状況設定として用いるために，既存のトリック自動生成アルゴリズムを適用してケーススタディ用の新規のトリックを生成した（図 2）[4]．生成されたトリックを抽出された会話のパターンに合わせて読者に向けて台詞を用いて説明することを想定した場合に，各台詞単位で適切な表現を制御して生成することが可能であるかを基盤モデルとプロンプトを用いて検証した．用いたプロンプトは先行研究に基づき事件の詳細な設定を文脈として与え，2 件分の例示を前に含んだ Few Shot の形式としている（図 3）[5].

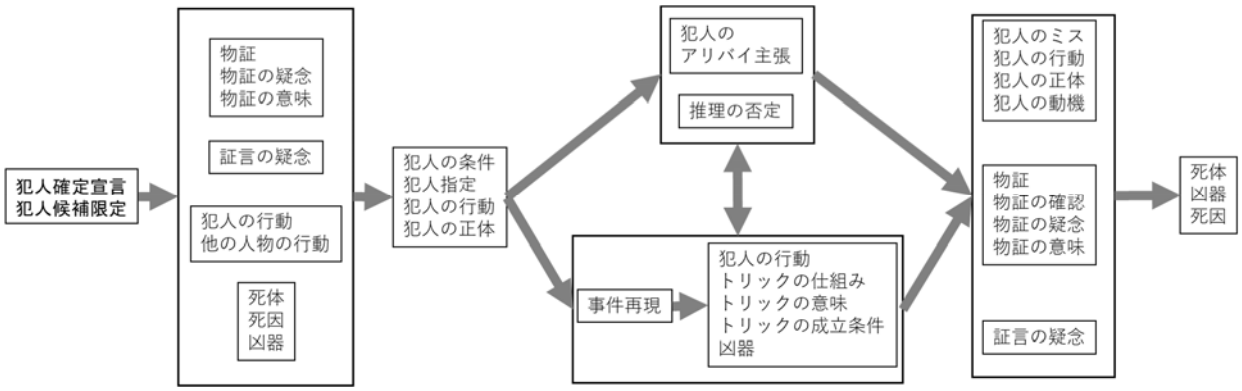


図 1　推理の披露シーンにおける基本的な会話のパターン

[死因]
諸橋みかが今泉冬美を銃殺する

[トリック]
犯人が銃声を花火で隠す。
犯人が盗人が金庫を開けた形跡を付加する。
そして犯人が盗人が被害者を殺したと騙す。
犯人がダイイングメッセージを隠す。

[動機]
今泉冬美が犯人にアリバイがないことを発見したため

[探偵の行動]
探偵が諸橋みかのアリバイがないことを発見。そして探偵が犯人が諸橋みかであると考える。
探偵は諸橋みかが犯行現場を知っていることを話させるように唆す。

図 2　トリックの自動生成によって作成したケーススタディ用のトリック

```
#ジャンル:ミステリー
#動機:医療事故
#犯行時刻:昨夜午後9時
#凶器:ナイフ、刺殺
#犯行現場:病院の病室、入口が施錠された密室
#被害者:梅本友則（男、青年、医者）
#容疑者:本橋達弥（男、老年、患者）
#発話者:杉江拓己(男、中年、刑事)
#発話の意図:犯人確定宣言
#発話種類:思考
#発話者のセリフ:「俺はそのことを知った時、この事件の犯人が誰なのかはっきりとわかったよ・・・・！」。
#ジャンル:ミステリー
#動機:いじめ
#犯行時刻:先週火曜午前8時
#凶器:青酸カリ、毒殺
#犯行現場:学校の教室、窓の鍵が閉まっていないので密室ではない
#被害者:菅野実香(女、老人、教師)
#容疑者:仲野優哉（男、少年、生徒）
#発話者:小田島菜生(女、中年、探偵)
#発話の意図:犯人候補限定
#発話種類:質問
#発話者のセリフ:「・・・・ってことは犯人は3人の生徒の中に？」。
#ジャンル:ミステリー
#動機:借金を返せない
#凶器:鉄砲、銃殺
#犯行時刻:昨日午前11時
#犯行現場:会社のオフィス、施錠され鍵を紛失したので密室
#被害者:平川啓一（男、中年、サラリーマン）
#容疑者:竹野知実（女、中年、パートタイマー）
#発話者:湯川真実(男、少年、探偵)
#発話の意図:犯人確定宣言
#発話種類:思考
#発話者のセリフ:
```

```
#ジャンル:ミステリー
#動機:医療事故
#犯行時刻:昨夜午後9時
#凶器:ナイフ、刺殺
#犯行現場:病院の病室、入口が施錠された密室
#被害者:梅本友則（男、青年、医者）
#犯人:本橋達弥（男、老年、患者）
#発話者:杉江拓己(男、中年、刑事)
#発話の意図:トリックの説明
#トリック:犯人が、犯人の指紋を手袋を使って隠す
#発話種類:思考
#発話者のセリフ:「本橋達弥さんは指紋を手袋を使って隠したんでしょうな……」。
#ジャンル:ミステリー
#動機:いじめ
#犯行時刻:先週火曜午前8時
#凶器:青酸カリ、毒殺
#犯行現場:学校の教室、窓の鍵が閉まっていないので密室ではない
#被害者:菅野実香(女、老人、教師)
#犯人:仲野優哉（男、少年、生徒）
#発話者:小田島菜生(女、中年、探偵)
#発話の意図:トリックの説明
#トリック:犯人が写真を偽装し、犯人がアリバイを偽装
#発話種類:思考
#発話者のセリフ:「仲野優哉は写真を偽装して、アリバイを偽装したのだと考えられます」。
#ジャンル:ミステリー
#動機:借金を返せない
#凶器:鉄砲、銃殺
#犯行時刻:昨日午前11時
#犯行現場:会社のオフィス、施錠され鍵を紛失したので密室
#被害者:平川啓一（男、中年、サラリーマン）
#犯人:竹野知実（女、中年、パートタイマー）
#発話者:湯川真実(男、少年、探偵)
#発話の意図:トリックの説明
#トリック:犯人が銃声を花火で隠す
#発話種類:陳述
#発話者のセリフ:
```

図 3　発話生成に用いたプロンプトの例（左「犯人確定宣言」、右「トリック」用のプロンプト）

それぞれの会話のタイプごとに事件とトリックの設定を文脈として与えたプロンプトを作成し，基盤モデルによって発話単位での生成を行った．生成結果を会話のパターンに沿って配置した結果が図 4 である．トリックの仕組みに関して説明する箇所は，トリック生成における「トリック」「探偵の行動」を一文ずつプロンプトで生成している（図 4 中の太字部分）．それ以外の箇所は図 1 のブロックごとに該当する内容の台詞をプロンプトで生成している．

図 4 の結果より，生成されたトリックの内容を矛盾なく説明し，かつ自然な日本語文として理解可能なセリフの連続が生成されていると評価できる．

5. 結論と今後の課題

本研究では，基盤モデルによる物語の自動生成と物語の構造分析に基づく構造の自動生成を組み合わせることによって，文脈等と矛盾せずかつ詳細をユーザーが制御可能な物語自動生成手法が技術的に可能であるかケーススタディを用いて検討した．推理物語の推理披露シーンの場合には，語りの構造が抽出可能でありかつ抽出された構造を用いた自然な日本語によるセリフ列の自動生成が可能であることが示された．

今後の課題としては，他のジャンルやシーン等の場合の検証が挙げられる．また発話者のキャラクターに合わせた文体（いわゆる役割語的な表現）も指定可能となることが望ましい．また基盤モデルの進歩に伴い，個別の台詞単位ではなく数個の台詞と情景描写をセットにした，より長い単位での矛盾ない文章生成が可能になると期待されるため，基盤モデルの発展に合わせた適応と拡張も随時必要と考えられる．

謝辞

本研究は NEDO 人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業　インタラクティブなストーリー型コンテンツ創作支援基盤の開発，および科学研究費基盤研究 C「階層構造を用いた自動生成用物語統合基盤データセットの構築」の支援を受けた．

文献

[1] Bommasani, Rishi and Hudson, Drew A. and Adeli, Ehsan and Altman, Russ and Arora, Simran and von Arx, Sydney and Bernstein, Michael S. and Bohg, Jeannette and Bosselut, Antoine and Brunskill, Emma and Brynjolfsson, Erik and Buch, Shyamal and Card, Dallas and Castellon, Rodrigo and Chatterji, Niladri and Chen, Annie and Creel, Kathleen and Davis, Jared Quincy and Demszky, Dora and Donahue, Chris et. al., (2021) “On the Opportunities and Risks of Foundation Models”, arXiv, https://arxiv.org/abs/2108.07258.

[2] Laria Reynolds, Kyle McDonell, (2021) “Prompt Programming for Large Language Models: Beyond the Few-Shot Paradigm”, Extended Abstracts of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 314, pp. 1–7.

[3] 村井源, (2022) “既存作品中の物語の基本パターンに基づく物語構造の自動生成”, 情報処理学会論文誌, Vol. 63, No. 2, pp. 335-346.

[4] 村井源, (2020) “複合的構造を持つ物語の自動生成に向けて”, 情報知識学会誌, Vol. 30, No. 2, pp. 214-219.

[5] 村井源, 岩岬潤哉, 奥山凌伍, 松原仁, (2022) “基盤モデルを用いた物語のセリフの自動生成手法の提案”, じんもんこん 2022 論文集, pp. 137-144.

[6] 日笠 敬大, 川村 天, 栗原 聡, (2023) 創造性の支援のための物語構造を利用したプロットの自動生成, 人工知能学会全国大会, 1N5-GS-10-04.

[7] 村井源, 松本斉子, (2020) “物語テキストにおける会話文の意図の話者属性による特徴”, 情報処理学会論文誌, Vol. 60, No. 2, pp.135-143.

「そうだね、君の推理通りならば僕たちはもうすぐ真相にたどり着くだろう・・・・!」	「犯人確定宣言」
「犯人はあなただ!」	「犯人の条件」
「ええと……、平川啓一さんを射殺した……犯人は……社員の竹野知実さん……あなたです!!」	「犯人指定」
「私はやってませんよ!だってこの部屋に入ったのはあなただけですからね!」	「犯人の推理の否定」
「私はその時間帯仕事中でしたから…」	「犯人のアリバイ主張」
「このトリックについてはこれから現場でじっくり説明しましょう」	「事件再現」
「竹野知実は銃声を花火で隠したのですね」	「トリック」
「竹野知実は盗んだ人間が金庫を開けた形跡を付加したのですね?」	「トリック」
「そして盗人が被害者を殺したと嘘をついたのです」	「トリック」
「竹野知実はダイイングメッセージを隠したのですね?」	「トリック」
「このようにして、真犯人と思われる人物のアリバイがないことが分かったのです」	「探偵の行動」
「その後、捜査の結果、やはり犯人は竹野知実さんだということがわかりました」	「探偵の行動」
「竹野さん、あなたは犯行現場を知っているんですよね」	「探偵の行動」
「犯人は社長と不倫している女性社員だよ」	「犯人の正体」
「彼女はきっと借金を返せなくて……だから人を殺したんだろうね……」	「犯人の動機」

図 4　台詞単位で生成した発話を推理披露シーンのパターンに沿って配置した結果

芸術における AI との共創 - カンブリアンゲームでの実践
Co-Creation with AI in the Arts - Practice in Cambrian Games

上芝 智裕[†]，宮田 義郎[†]
Tomohiro Ueshiba，Yoshiro Miyata
[†]中京大学 工学部
Chukyo University，School of Engineering
ueshiba@sist.chukyo-u.ac.jp，miyata@sist.chukyo-u.ac.jp

概要
人間の創造的活動では，ものを作り，使い，学ぶ活動が不可分につながり循環する．しかし，効率化のために使い手の学びが排除され，知識の作り手と使い手が分断された結果，創造的循環が抑制されてきた．一方，アートでは逆に使い手(鑑賞者)の創造的関わりが重要視され，創造性の抑制に抗ってきたが，コンピュータによる無制限の複製により創造の多様性が失われつつある．このような中で，AI は創造過程にどのように関与していけば創造性を促進できるのか？カンブリアン・ゲーム[1]では，「作る」「使う」「知る」の循環を実現し，創造性を促進してきた．ゲームの中で画像生成 AI が創造の結果ではなくプロセスに関わることにより，創造的行為の視野を拡張している可能性を実践データから探る．

キーワード：創造性，芸術，生成 AI，共創，カンブリアンゲーム

1. 作り手と使い手の分断と芸術

メディアアートはテクノロジーとアートの共創で生まれたが，テクノロジーもアートもその起源を辿れば人間の創造活動から始まっただろう．人間が使うために，作って使うことには必然的に新しい知識や技術の獲得が伴う．従って「作る」「使う」「学ぶ(知る)」の三つはもともと「生きる」という一つの活動の三つの側面であって，不可分につながり循環していた．しかし歴史の中でこの三つは次第に分離してきた．いわゆるアートやデザインと呼ばれる活動も，もともと明確に分かれていなかったが，歴史の中で分離してきた．アートとテクノロジーの共創の在り方を探るために，その分離の道筋を辿ってみる．

メディアアートはコンピュータを道具としたアートといえるが，まず道具と創造行為の関係を考察する．道具を最初に作るのはその道具の使い手である．創造する行為者は自らの創造行為をよりよくするため(よりよい結果を得るため，またはより効率よく結果を得るため)に道具を作る．そのように「道具の作り手＝使い手」である道具をここでは「一人称的道具」と呼ぶ．一人称的道具では，一つの創造行為が別の創造行為に置き換わり，作った道具を使いながら新しい可能性を発見し作り直すという循環が自然に起こるために、学びもそれに伴うよろこびも失われない．次に，誰か特定の人のために作るという「二人称的道具」では，道具を通して作り手と使い手の人間関係も創造しているので，双方にとって創造行為のよろこびや学びはより豊かになる可能性がある．

これに対し，不特定多数の人のために作る「三人称的道具」の場合は，創造行為のよろこびや学びが失われていくことがある．特に，ある創造行為の結果としての創造物が，より大きな創造行為に埋め込まれている(すなわち，それを使って何かをするという目的を持つ)場合には，道具のデザイナーが，ユーザーの目的を効率的に達成するための道具を作ろうとするために，目的の達成にとって非効率となる小さな創造行為が失われていくことがある．例えば，料理の分野では，作業をより効率的にする素材の処理道具(グラインダー，ブレンダー)や加熱道具(レンジ，オーブン)などは，それ以前に使っていた手道具(すり鉢，かまどなど)を置き換えていった．大工や木工職人の使う鋸，鉋，鑿などの手道具も，電動工具に置き換わり，手道具を使うための(小さな)創造行為は(そのプロセスのよろこびや学びと共に)失われた．例えば(薪ストーブに替わる)エアコン，(料理道具に替わる)電子レンジ，炊飯器などの自動家電製品なども同様であろう．使う人がただ消費するだけで試行錯誤の必要がなくなる(学ばなくても使える)ために，使い手の学びを排除することになる．「作る」と「使う」が分断され，「使う」と「知る」が分断され，「作り，使い，学ぶ」循環がとぎれてしまう．

逆に創造物がより大きな創造行為に埋め込まれていない(すなわち，目的を持たない)場合には，「創造するよろこび」そのものが目的になり得る．創造プロセスのよろこびは，創造の結果以上に価値を持ち得る．そのた

めに, デザイン分野で起こったように, 効率化のために創造行為を手放すことにはならなかった．このようにして効率化を免れて形成されたのが，現在アートと呼ばれる分野ではないだろうか. つまりアートは「作るよろこび」によって，イリイチ[2]のいう根源的独占に抗ってきた分野といえるかも知れない.

このように大量生産による創造活動の抑制が顕著だったテクノロジー分野と，ある程度それを免れてきたアート分野が分離してきたと捉えた上で，両者が再び共創する可能性を探ってみたい.

2. 芸術におけるコンピュータの影響

ここでコンピュータの登場が創造活動にどのような影響を与えたのか．パパート[3]はコンピュータの登場によってあらゆる分野で誰もが創造活動によって学ぶ可能性が開かれたとして，LOGO 言語などを開発し構成主義の学習観による教育を推進しようとした．その弟子の Resnick が開発した Scrach によって全世界の数百万人のコミュニティーがコンピュータを使った創造活動を行なっている．しかし大部分の人にとってコンピュータは使用し消費する道具となり，創造の道具ではなくなった.

テクノロジーの分野でのコンピュータの発展に伴って,アートの分野では人間の創造行為をテクノロジーで再現する試みが起こった．共著者の恩師である幸村真佐男(CTG)(1968)の先駆的な作品は，シルクスクリーンなどによりプロッター印刷のドローイングを複製したものであった．その次の世代では，大泉和文[4]の作品がドローイングマシンを制作し, 作家は「ドローイング行為を機械に委ねる」と宣言している. こうした人間の創造性のテクノロジーへの置き換えは，昨年来の人工知能の秒単位の進化によってさらに進み,「身体なき描画」を超高速で生成し続けているのではないだろうか. 生成 AI のようにコンピュータが人間の創造行為を置き換えることが(文字通りの)作者の死を加速させたということはもちろんあるだろう．しかしコンピュータの影響としてより大きかったのは「完全な複製を可能にした」ことではないだろうか?

例えば音楽の分野では, コンピュータ以前は, 作曲された作品を印刷して複製したとしても，演奏は毎回新たに創造される必要があった．レコードによる演奏の複製の時代を経て，コンピュータの登場によって複製の精度も効率も飛躍的に進み，デジタル録音された複製がインターネットで何百万回も再生されるようになった．Youtube のように一見「誰でも作り手になれる」ようにみえて，無制限の複製による自由競争は格差を作り出し, 実際は多くの人にとって, 音楽は消費するだけのものになってしまい，音楽の多様性は一気に失われてしまったのではないだろうか?

このようにテクノロジーによって「作り手」と「使い手」が分断され創造行為が抑制されている中で，AI が人間の創造行為を置き換えていくとどうなるか?おそらく多くの作り手は AI との自由競争に敗北し作ることができなくなり，ハラリ[5]が警告しているように, AI が作ったものを消費するだけの Useless Class になってしまうという格差が生まれてくるのは避け難いのではないだろうか?テクノロジーが創造行為に関わることによる創造性の抑制に抵抗してきたアートを，テクノロジーはさらに追い詰めていくのだろうか?

3. カンブリアンゲームでの AI 使用

この問いに対する一つの可能性を示しているのが, 安斎利洋と中村理恵子による「カンブリアンゲーム」[1]である．(図 1)これは連歌をモチーフにした多人数参加型のオンライン・アートワークで, 複数の参加者によって 1 枚の画像から連想される画像を繋いでいき, 集合的なストーリーを画像の繋がった巨大なツリーとして生成するものである．カンブリアンゲームの一つの特徴は, web 上のシステムとして存在し, そのシステムやルールは参加者が作品を使う(鑑賞する)だけではなく，必ず作り手でもあるようにデザインされているということである．作者と鑑賞者の境界をなくすことで，創造の多様性を取り戻す仕組みを持っているといえる．数十人以下の少人数で行うので人間関係を伴う「二人称的道具」にあたるだろう．カンブリアン・ゲームは 2003 年に開始され, 毎年年末から年始にかけて開催され今シーズンで 20 年目を迎えた.

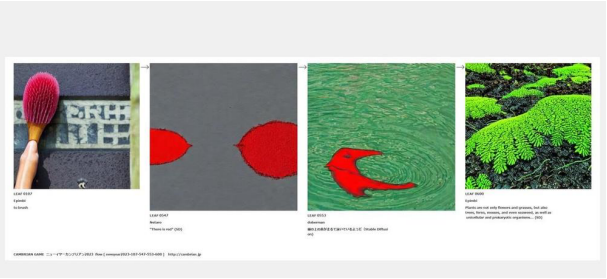


図 1-1 カンブリアンゲーム(部分)

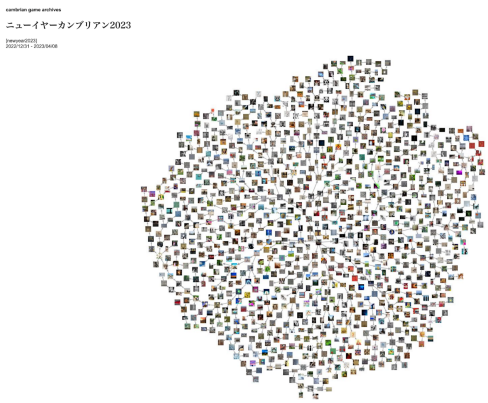


図 1-2　カンブリアンゲーム(終了時の全体像)

安斎[6]は工学装置 M_e と芸術装置 M_a の相互作用について，それぞれの装置が相手の装置に作用する場合と，それぞれの対象 O_e および O_a に作用する場合の違いについて考察している．(図２) カンブリアンゲームのように工学装置が芸術装置に作用している場合(矢印3)は「芸術とは何か」という問いによってパラダイムチェンジに関与する，としている．これに対し，画像生成 AI による作品の自動生成は，工学装置 M_e が芸術の対象 O_a に作用する場合(矢印 1)にあたり，上述の創造性の抑制につながる可能性がある．

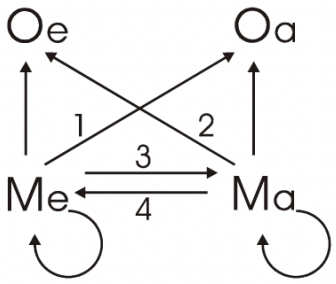


図２　複合パラダイム装置(安斎)

当初カンブリアンゲームに投稿された画像はドローイング作品が中心だった．その後，デジタルカメラやカメラ付き携帯電話の普及に伴い，写真を連結するスタイルに変化していった．これまで投稿画像は，自分で撮影した写真であることが縛りとなっていたが，今回，ゲームのルール変更が行われ，初めて人工知能によって生成された画像の使用も認められるようになった．上述のようにシステムにより作者と鑑賞者の境界をなくすことで生み出した「作る」「使う」「知る」の循環の中に，AI が関わった時に何が起こったのか，今回の実践を振り返り，分析することで明らかにしていきたい．

Web 上のシステムにデジタルカメラを使ってプレーヤが参加していたゲームで、参加者が生成 AI を使った結果，逆に参加者である自分たちがどのようなプロセスを経て写真を繋いでいたかが見えてきた．そのプロセスをもう少し詳しく説明すると，これまでの写真を接続するゲームの場合，下記の 2 通りの方法が主な操作だった．

(1) 接続して効果的な写真を自分の写真ストックから選ぶ
(実際にはゲームの場にある特定の写真を元に自分の写真ストックにある複数の写真の中から繋がりのある写真を見つける場合と，自分の写真ストックにある特定の写真を元に，ゲームの場にある複数の写真の中から繋がりのある写真をを見つける場合がある)

(2) 日常のなかに接続する風景を見つけて撮影する
(実際にはゲームの場にある複数の写真の記憶を元に，日常見ている風景の中から繋がりを見つけ撮影する場合と，日常見ている風景の記憶の中からゲームの場にある写真の中に繋がりを見つけ，撮影しに行く場合がある)

今回 AI で生成した画像を使う場合，下記の操作が可能となった．

(3) 接続して効果的な画像を AI に生成させる
(実際にはゲームの場にある写真を元に，繋がりに関するプロンプトを入力して画像を生成させるが，大半の画像は意図通りにはならず，使われなかった画像は自分のストックとなり，(1)の作業を経て再利用される可能性がある)

今回のセッションに参加してみた個人的な感想として，AI が自分のイメージを超えた画像を出力してきた時に非常に面白く感じられた．2023 年 5~7 月，中村理恵子が担当する早稲田大学文化構想学部の授業[7]で同じように生成 AI を使ったセッションを行い，参加学生の感想がまとめられたが，それによると，自分の感想と同様に「意外な繋がり」に面白さを感じたと記述した学生が 42 名中 10 名いた．

自分の画像に連なるものが予想外であればあるほど面白いと感じるようになりました.

これは他者が介在することで自分の意図を超えた発見が生まれるというカンブリアンゲームが元々持っている特性と言える．さらに AI を導入することにより，他者が介在しない自分自身の創作作業の中にもこのような意外性が生まれるようになった．特に AI で生成し

た画像に接続の意外性を見出していたようである.

AI で画像を生成する際に,(中略)想定外だからこその面白さがありました.

カンブリアンゲームで画像をつなぐときに以下の 2 つの型も考えられる.

A 意図的に次の絵を構想する

B 意図せず並べた画像から意味を読み取る

生成 AI による接続の意外性の要因は、A の型で作業する場合, まずプロンプトを作り, 生成してみるとかならずしも意図の通りではなく，結果的に B の型の作業になることが多かったからではないだろうか.

さらにこのような例があった.

とある画像から着想を得てAI で「首を寝違えて痛がっている人」の画像を作りたいと思い「首 寝違えた 痛い」などとプロンプトして入れてみたところ, AI は痛がっている犬の画像を生成してきた，確かに「人」と入れていなかったので犬が出てくること自体はおかしくないのだが，私は無意識に寝違えて首を痛がるのは人間だけだからAI も人間の画像を出してくるはずだと仮定していた．その予想に反してAI は犬が首を痛がっている画像を作ってきたので，その時にはじめて自分の中に「首を寝違えて痛がるのは人間だけだ」という前提があることに気付かされた.

芸術的創造は個人の記憶や無意識に根拠がある、あるいは、芸術的創造は集団の記憶や無意識に根拠がある、というのが一般的に考えられる芸術のパラダイムであるが，犬の寝違えは人間が経験することがないため、記憶や無意識には存在しないと推測できる．従って,「犬の寝違え」という画像は A の型からは出てこない．つまり人間の意図することには限界があるとも言える．AI はその限界を超えて，人間の意図とは少しズレた画像を生成する．そこには全くの偶然では得られない，微妙に想定から少しズレたところに面白みがあったのではないか．このように生成 AI は意図的な作画装置ではなく，偶発的な創発に拡張を与える装置として機能していたのではないか．そしてその面白さの理由は, この学生が後半述べているように, 自分の中の限界に気付き，そこから外に向けて自分に可能な世界を拡張できたからであろう．これに関連して下記のような感想を述べた者もいた.

AI は自分の思い通りになってくれない．これは言い換えれば，自分の思考の外側に出ることができるということではないだろうか．以上のような点により，AI 画像生成の使用は，固定観念・ステレオタイプに縛られない思考の飛躍を促し，現実世界の外へ飛び出すための扉を開く鍵になると思った.

4. AI とアートの共創による世界の可能性の認識

宮田，鈴木[8]は，現代社会では道具を作る人と使う人の関係が失われていることにより，小さな日常的創造行為(例えば一人称的または二人称的道具を作る)の社会的な意味を認識できず「創造的行為の視野」が狭くなっていることを指摘し，CBAA モデル[9]を拡張した拡張 CBAA モデルを提案した．このモデルによると，自らの創造的行為のより広い意味(例えば手作りしたことで大量生産品を消費せず資源消費や廃棄を削減している)を認識して「創造的行為の視野」が広がることにより，「世界の可能性」すなわち自らの行為で世界を変容させる可能性を認識できた時に，それを実現する創造的行為が可能になる．「犬の寝違え」というのは人間が経験していないというだけで、現実にはあり得ることだとすると、この学生は「自分の経験を超えた世界の可能性について認識することができた」といえるのではないだろうか？AI がカンブリアンゲームに導入されたことにより，各参加者の「創造的行為の視野」が広がったことで, それまでは意識されていなかった「世界の変容可能性」が認識され, 創造行為の循環が促進されたと言えるのではないだろうか.

文献

[1] 安斎利洋，中村理恵子，“カンブリアンゲーム”，http://cambrian.jp/

[2] イリイチ，I.，渡辺訳，(2015)“コンヴィヴィアリティーのための道具”，筑摩書房

[3] パパート,S.，奥村訳，(1995) “マインドストーム―子供，コンピューター，そして強力なアイデア”，未来社

[4] 大泉和文, (2015)“コンピュータ・アートの創生 CTG の軌跡と思想 1966-1969”，NTT 出版

[5] ハラリ，Y.N.，柴田訳,(2022)“ホモデウス”，河出書房新社

[6] 安斎利洋，(2007)“詩的工学の提言--芸術と工学の相互越境”，電子情報通信学会誌，Vol.90，No.12，pp.1086-1090.

[7] 安斎利洋，中村理恵子，“cambrian game archives WASEDA2023”, http://cambrian.jp/tree/?session=waseda2023

[8] 宮田義郎，鈴木真帆,(2022)“創造性の社会的意味”，認知科学，Vol.29，No.2，pp.281-284.

[9] Karwowski，M.（2021，September 3–5）. *Creative self-beliefs: On their importance, structure, and mechanisms*. 日本認知科学会第 38 回大会オーガナイズドセッション The creative self:創造的な自己を育む 北星学園大学

変化するビジネス環境におけるゴールの創発的構成
Emergent composition of goals in a changing business environment

横山 拓†
Taku Yokoyama
†株式会社エヌ・ティ・ティ・データ・ユニバーシティ
NTT DATA University Corporation
taku.yokoyamax@gmail.com

概要
本稿では不確実な環境下に置かれたIT企業のマネジャーの事例研究を通じて，マネジャーと周囲のネットワークや人工物との経路依存的な相互作用によりゴールが構成されることを論じる．

キーワード：ゴール設定（goal setting），構成（composition），管理者行動（managerial behavior）

1. はじめに

多くの創造や学習モデルが探索と選択というメカニズムを採用している[1][2]．探索と選択にあたってはゴールが重要な役割を果たす．だが，創造的な課題においてゴールは所与のものとは限らず，一定不変である保証もない．このような場合に，人や集団は何をたよりに探索し，何を基準に評価・選択するのであろうか．

Simon は目標なきデザイン活動を論じながら，たとえゴールが不明であっても，ある一手が次の一手の初期条件を設定する限りにおいて，探索と選択は実行可能であるという[3]．ちょうど油絵の画家がキャンパスに色を塗り，現れたパターンが新たなアイデアの源泉となって次の色の塗り方が見いだされていくように．

では非常に複雑な，個人的というより社会的な性質を持つゴールについてはどうか．本稿ではIT企業で新規事業開発に取り組むマネジャーのフィールド調査を行う．マネジメントにおいてゴール設定は最も重要かつ創造的な活動の一つであり，ゴールは組織の構成員に共有され各々の行動をガイドするという点で社会的なものでもある．本稿はまず不確実な環境下で組織運営にあたる企業のマネジャーが，規範的なプランアプローチとは異なり，機会主義的で経路依存的なアプローチを多用することを確認する．マネジャー個人に焦点化すると，この行動様式はでたらめに見える．しかし本稿が主張するのは，もしマネジャーと周囲の環境や人工物を一体の系として見るならば，それらは構成的にゴールを生み出す創発過程にほかならず，そこにおいてはマネジャーの機会主義的な行動様式も適応的なものとして解釈できるということである．

2. 背景と目的

今日のビジネス環境は変化が激しく，解くべき問題の定義やゴールの設定がこれまで以上に困難となっている．管理過程論以来，情報を集めて分析的にゴールを定め，計画を立てて実行するのがマネジメントの標準的なプロセスと考えられている．これに対し，高業績マネジャーは実際にはそうした手順を踏んでいないことが知られる[4]．だが，マネジャーの非標準的な行動様式がなぜ結果的に適応的なものとなるのか，そのメカニズムは明確にされたとはいえない．

状況論以降の認知科学では，社会的あるいは技術的観点から，主体の認知過程に対する状況や外的資源の重要性が強く認識されるようになった[5]．経営学においても，いわゆるプログマティックターンとともに，状況を込みにした組織行動の分析が注目を集めている[6]．この流れを踏まえ，本稿はマネジャーのゴール設定を構成的な視点からとらえる．具体的には，マネジャーのゴール設定を，マネジャーを取り巻く周囲のネットワークや人工物との関わりにおいて明らかにする．

このため本稿は，フィールド調査に基づく事例分析的アプローチを採用する．マネジャーが個別の状況においてどのように環境と関わりながら活動するかをとらえるには，質問紙調査のような間接的手法だけでなく，個別事例に対する微視的かつ経時的な分析を組み合わせることが有効と考えられるためである[7]．

3. 方法

IT企業P社のA事業部において製品開発に従事するマネジャー1 名を対象にフィールド調査を行う．調査期間中にこのマネジャーが率いる組織はゼロからの新規事業立ち上げ，新型コロナ禍への対処，デジタル技術を用いたビジネスモデルの改革など，何度か非連続的な環境変化に直面しながら業界平均を上回る業績を上げた．著者はOvert full member[8]として2015年から

2021 年にかけて参与観察を行った．分析の主なデータソースは行動観察データ（計 291 時間），会議データ（726 件），スケジュール・勤怠データ（21 ヵ月間相当），インタビューデータ（計 10.4 時間），およびこれらに考察メモを加えたフィールドノーツの 5 つである．

4. 分析

まずマネジャーの日常の行動様式を確認する．次に，特に問題やゴールを定義する段階にあたるプロジェクトの分析フェーズを対象に，マネジャーがどのようにゴールを設定しているのかを事例に即して分析する．

4.1. 日常の行動様式

「PC を見ながら電子メールを処理する」「廊下で部下と立ち話をする」など，外的に識別可能なひとつながりの行動を 1 つの活動とみなし，調査期間中のマネジャーの活動データを集計した結果を表 1 に示す．

表 1：日常の行動様式

1日あたり平均活動数	67.3
1活動あたり平均時間（分）	15.1
受動的に始まる活動	56.4%
計画外の活動	62.4%
他者と共に過ごす時間	78.1%

調査期間を通じて 1 日あたりの活動数の平均は 67.3 件，1 活動あたりの平均時間は 15.1 分であった．その多くは受動的（56.4%）および非計画的（62.4%）に始まる．各々の活動は相互に関連性が低く，電子メールを見ていたと思うと席までやってきた部下の相談に乗り，次の瞬間には会議に出ながらその傍らでトラブル対応の電話をしているといった具合である．全体として会議に参加したり共同作業に従事したりしている時間が多く（78.1%），一人で過ごしている時間は少ない．

4.2. プロジェクト初期段階の行動

一人で沈思黙考する場面にはついぞお目にかからないようなこうした日常において，一体マネジャーはどのようにしてゴールを設定しているのだろうか．前述の通りマネジメントには分析-計画-実行という系列的な標準プロセスが存在する．P 社においてもそれは経営戦略の立案から日常の業務遂行に至るまで，いわば組織のルーティンとして浸透している．いま，P 社の管理会計の仕組みでは，プロジェクトに関わる会議はどれも分析-計画-実行のいずれかのフェーズに位置づけられ，各フェーズにおいてマネジャーに期待される行動も規定されている（表 2）．ゴール設定は通常プロジェクトの初期段階において行われるため，本節以降では分析フェーズにおける管理行動に焦点をあてる．

表 2：P 社における標準管理規程

フェーズ	定義	期待される行動
分析	情報を集め，問題定義や目標設定を行う	・ニーズ・市場調査 ・スコープ定義
計画	分析をもとにタスクやリソースを組織化する	・計画作成 ・合意形成・資源調達
実行	計画を実行・管理し，完了後に評価する	・進捗管理・例外対処 ・プロジェクト評価

今回の調査で取得した会議データのうち，マネジャーが意思決定者もしくは実行者として参加した会議を対象に，会議が行われたフェーズと，会議においてマネジャーが実際にとった行動が本来どのフェーズの期待行動であったかを集計すると，分析フェーズにおいて計画フェーズや実行フェーズで期待される行動が数多くとられていることがわかる（図 1）．あるフェーズにおいて期待される行動を標準的行動，当のフェーズ以外で期待される行動を非標準的行動と呼ぶとすると，分析フェーズの会議における非標準的行動は 80.7%となり，計画フェーズ（51.5%）や実行フェーズ（30.4%）よりも出現頻度が高い．これは，このマネジャーが本来情報を集めゴールを設定すべき分析フェーズの会議において，資源を調達したり，プロジェクトを実行したりしているということを意味している．

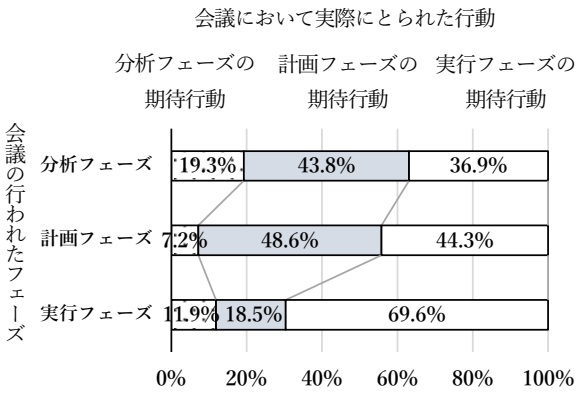


図 1：フェーズ別の管理行動

4.3. ゴールの創発的構成

情報が十分に集まっていなかったり，取り組むべき問題も定義されていない段階において，なぜマネジャーは先んじて資源調達したり，実行したりする／できるのだろうか．分析フェーズにおける非標準的行動の内訳を調べると，特定のタイプの行動が頻繁に認められた．これをゴール構成行動と呼ぶことにする．ゴール構成行動とは，ありあわせの材料を携えて偶発的に様々な関係者と接点を持ち，徐々に製品コンセプトやプロジェクトのスコープを具体化していくような行動である．ゴール構成行動が分析フェーズの非標準的行動に占める割合は，2015 年の 1 割弱から 2021 年には 6 割近くを占めるまでに増加した．

以下では 2021 年 8 月から 9 月までの期間に観察された典型的なゴール構成行動を分析する．一連の行動の結果，当初はごくラフな下書きに過ぎなかった着想が，大別すると 4 つの製品コンセプトに成長し，P 社の事業目標として公式に採用されることとなった．こうしたゴールの構成にあたり本事例で重要な役割を果たしたと考えられるのが，ネットワークの即興的拡張，文書の更新と分散，マネジャーの内的方針の 3 つである．

ネットワークの即興的拡張　この期間にマネジャーはゴール構成に関わる会議に 44 回参加し，自身が所掌する A 事業部を除き計 12 組織と接点を持った．このうちマネジャーが当初から接点を持っていた組織は 5 組織のみであり，残り 7 組織は既存の接点からの紹介や会議への飛び入りによって新規に生み出された接点である（図 2）．これらの訪問先の一部は最終的に製品開発協力者となり，あるいは最初の顧客となった．このように，偶発的に生み出される経路上を移動していく過程で，協力者や顧客の獲得（計画フェーズの期待行動），即席でのプロトタイプ作成（実行フェーズの期待行動）などの非標準的行動が出現していた．

既存接点からの新規接点の創出や，偶然生まれた新規接点の活用は，本事例に限らず数多く観察された．Sarasvathy は起業家が同様に既存の接点と偶然性を梃子として活用することを述べ，彼らにとってはこうした不確実性がエラーや脅威ではなく，むしろ問題解決のリソースになるといっている[9]．本事例において，あたかもわらしべ長者のようなネットワークの即興的拡張が可能となった理由の一つは，出発点となる既存接点（図 2 では P 社内の A 事業部，他部署や社外組織 B，C）との関係性が良好に保たれていることである．

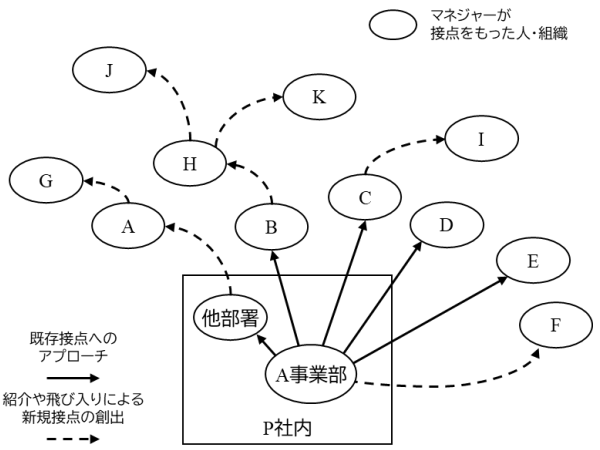


図 2：多様な接点の創出

文書の更新と分散　振り出しの時点でマネジャーが持っていたのは既存の文書をつなぎあわせた雑なスケッチにすぎなかったが，会議で相手からフィードバックが得られ，フィードバックを反映して修正した文書を別の相手に示すと，さらに新たなフィードバックが得られてコンセプトが変化するといった具合に，次第に目指すべきゴールが複数の系列に分岐していった．同時に，こうして生成された様々な系列の文書は，電子ファイルとしてマネジャーが接点を持った各組織に拡散され，別の資料に統合されたり，相手方の文脈で修正されたりし，異なる組織において各々の目標として，いわば境界的オブジェクト[10]として機能することにもなった．製品コンセプト（ゴール）を記載した複数のバージョンの電子ファイルが生成され，会議中にその場で直接修正されたり，他の文書と合成されたりしながら各所に展開していく事象は，調査期間中のどのゴール構成行動においても確認された．

マネジャーの内的方針　これらの経路依存的な探索過程は，何の制約もなしに無秩序に行われたわけではない．全社の経営方針や事業部の中期戦略，マネジャー自身が抱く戦略的な方針は，製品コンセプトのような具体的内容を含まないものの，比較的安定的なゴール制約として機能する．Kotter が指摘した通り[11]，マネジャーが思い描く方針（agenda）は時間軸に幅があり，関連性のあいまいな目標や課題がごちゃまぜになっている．本調査のマネジャーも方針を持ち，インタビューではその重要性を強調していた．それらは文書化されないが，マネジャーが会議においてどんな情報に反応するかの注意配分や，ある話題から次にどんな話題を連想するかの重みづけなどを通じて，ゴール構成の過程に間接的に影響を及ぼしていると考えられる．

5. 考察

本事例において生み出されたゴールは「それを目指して」計画的に獲得されたものではなく，ある内的なアジェンダを持ったマネジャーが，できあいの文書を携えてネットワーク上を移動していった結果，創発的に構成されたものであった．ここではマネジャーの行動は標準的なプロセスの逆向きになっている．問題を定義する前から実行し，実行しながら体制を作り，その結果求めるゴールが生み出されるからである．治療やエンジニアリング[12]，デザイン[13]，アジャイル開発[14]など，悪定義問題に取り組む人や組織はしばしばこうしたアプローチをとるとされる．このアプローチはなぜ，どのような場合に有効となるのだろうか．

標準的なプロセスが想定する分析的アプローチは，情報が過不足なく与えられ，分析している間は状況が変化しないということを前提にしている．だが，情報の顕在性が低く，予期しない環境変化に頻繁にみまわれるような状況において，step by step の分析によってゴールを設定することは不可能に近い．

ゴール構成行動は，不確実な環境下での目標設定という，内的推論のみによっては実施困難なタスクを，ネットワークや文書，他者などの外的資源との on-line の相互作用に転換したものとみなすことができる．手持ちの手段を用いて環境に働きかけることで，機会や脅威に関する隠れた情報が顕在化し，次の行動を制約する条件が創造される．このときマネジャー自身のタスクは「次に誰に会うか」「会った人とどんな話をするか」といった，より取り組みやすいタスクに認知的に変換されている．このように，内部操作と外部操作の組み合わせによって課題が認知的に変化し，問題解決や創造的活動が促進される[15][16].

他面においてゴール構成行動は，推論を社会的に分散し，資源動員を正当化するプロセスでもあった．一連のゴールはマネジャーが一人で生み出したものではなく，マネジャーが注意深く張り巡らしたネットワークや，そこへの他者の参与，共同でのファイル構築など，外的に拡張された系との相互作用によって構成されたものである．マネジャーの行動の選択やコントロールに関わるプロセスの多くがこうした周辺系にガイドされている．マネジャーが長けているのは，自身の判断や行動をうまく制約してくれるように人工物や外部環境と関わることなのである．したがって，マネジャーの機会主義的で断片的な行動様式は，マネジャーの計画性や主体性の欠如ではなく，マネジャーが認知的な外部資源やそれとの相互作用に向かって開かれていることを示すものであり，不確実な環境下においては適応的なふるまいとして解釈できる．

とはいえ，本稿で確認したのは IT 業界においてライフサイクルの短い製品を中心とした事業開発に従事するマネジャーの 1 事例にすぎない. 個人の経歴, 業界, 職務特性，組織のサイズ等によりマネジャーの行動パターンは多様化することが知られている[17]. したがって，マネジャーの置かれた状況や利用可能な外的資源の多様さに応じて，ゴール構成行動も，事象のレベルにおいては多様な現れをすることが予想される．これらは今後比較検証すべき課題である．

文献

[1] Stokes, P. D. (2001). Variability, constraints, and creativity: Shedding light on Claude Monet. *American Psychologist*, *56*(4), 355.

[2] 鈴木宏昭. (2004). 創造的問題解決における多様性と評価 洞察研究からの知見. 人工知能学会論文誌, *19*(2), 145-153.

[3] Simon, H. A. (1998). *The Sciences of the Artificial (third ed.)*. MIT press. (サイモン, H. A. 稲葉元吉・吉岡英樹訳 (2003). システムの科学 [第 3 版]. パーソナルメディア).

[4] Korica, M., Nicolini, D., & Johnson, B. (2017). In search of 'managerial work': Past, present and future of an analytical category. *International journal of management reviews*, *19*(2), 151-174.

[5] Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic bulletin & review*, *9*, 625-636.

[6] Nicolini, D. (2012). *Practice theory, work, and organization: An introduction*. OUP Oxford.

[7] Siggelkow, N. (2007). Persuasion with case studies. *Academy of management journal*, *50*(1), 20-24.

[8] Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford university press.

[9] Sarasvathy, S. D. (2009). *Effectuation: Elements of entrepreneurial expertise*. Edward Elgar Publishing. (サラスバシー, S. D. 加護野忠男他訳 (2015). エフェクチュエーション : 市場創造の実効理論. 碩学舎).

[10] Star, S. (2010). This is not a boundary object: Reflections on the origin of a concept. *Science, technology, & human values*, *35*(5), 601-617.

[11] Kotter, J. P. (1982). What effective general managers really do. *Harvard business review*, *60*(6), 156-167.

[12] Isenberg, D. J. (1991). *How senior managers think*. Open University Press.

[13] Michlewski, K. (2008). Uncovering design attitude: Inside the culture of designers. *Organization studies*, *29*(3), 373-392.

[14] Rubin, K. S. (2012). *Essential Scrum: A practical guide to the most popular Agile process*. Addison-Wesley.

[15] Kirsh, D., & Maglio, P. (1994). On distinguishing epistemic from pragmatic action. *Cognitive science*, *18*(4), 513-549.

[16] 椹木哲夫, 松原厚, 川上浩司, & 堀口由貴男. (2018). アーティファクトデザイン. 共立出版.

[17] Tengblad, S. (Ed.). (2012). *The work of managers: Towards a practice theory of management*. Oxford University Press.

人はどのようにボカロに「ハマる」のか ―非専門家による文化的活動への関わりとその深化

How do people "get hooked" on Vocaloids? Non-professionals' Involvement in and Deepening of Cultural Activities

田中 吉史†，越田恵斗†
Yoshifumi Tanaka, Keito Koshita

†金沢工業大学心理科学科
Kanazawa Institute of Technology
tanakay@neptune.kanazawa-it.ac.jp

概要

非専門家による文化的実践への参与過程にアプローチするために、ボーカロイド・ファンを対象としたインタビューを行った。その結果、「ハマる」前の準備段階として、対象に接触するための物理的環境が整備されること、外部からの刺激がきっかけとなることが示唆された。また、深化のプロセスについて、初期の段階では個人的な活動が主となるが、深化に伴って他者との共有などより社会的な活動が行われることがわかった。また対象への興味の移り変わりには、個人内での一貫した軸が存在する可能性も示唆された。

キーワード : 文化的実践、ファン、ボーカロイド、ハマる

1. はじめに

これまでアートをはじめとする人間の文化的活動に関する認知的な研究では、高度な知識やスキルを持つ専門家を一つの理想的なモデルとして想定し、専門家の知識やスキルがどのようなものか、そしてその状態に素人をいかに近づけるか、といった観点が取られることが多かったと思われる。しかし、一部の高度な専門家だけがこうした文化的な活動を支えているわけではない。例えば音楽の場合、一部のトップアーティストだけではなく、そのアーティストの作品を様々な関わり方で聴く聴衆、あるいは単に受動的に聴くだけではなく、プロレベルではないが自ら演奏したり作曲したりといった生産的な活動を実践する人々もいる。こうした様々な関わり方が、音楽という文化的活動全体を支えていると考えることができる。こうした、いわば非専門家による文化的な活動への関わりに着目することもまた、現実世界における文化的活動を支える人間の認知過程を理解する上で重要であろう。そこで、本研究では、プロとしてではない「趣味」的な活動に焦点を当てる。そして、ある特定のジャンルに熱中している＝「ハマっている」人、つまりそのジャンルにおける熱心な聴き手がいかに「ハマって」いくのかというプロセスについて検討する。

これまでの心理学的な研究では、こうした特定の対象に「ハマっている」人は「ファン」と呼ばれ、その心理的・行動的特性に関する研究が多く行われてきた。近年は特に、いわゆる「おたく」などサブカルチャーにおけるファンを対象とする研究も行われている。しかしこれらのファン心理に関する研究の多くは、ファンとしての熱中状態の心理的特性や、ファンとなる人の個人的属性など、対象を比較的スタティックなものとして捉えた質問紙調査が多く、どのようなプロセスによってファンとなるのか、といった対象への関わりの深化の過程に関してはあまり取り上げられてこなかったと思われる。

一方、堀川他[1]は、ある対象に対する主体的な行動が習慣化するまでのプロセスを、その対象の経験価値の変化として捉えたモデルを提案している。彼らはこのプロセスについて、対象の価値を発見し、試行する経験を経て価値を実感する「価値実感期」、その対象の経験を継続することで、価値観がさらに高まっていく「価値成長期」、その対象に関する行動が定着し、維持され、対象に対する価値が安定した状態になる「価値定着期」の 3 つに着目し、様々な対象に「ハマる」経験をした人々を対象とする質問紙調査を行っている。堀川らの研究は、対象に「ハマる」過程の時間的推移を捉えている点で興味深い。ただし、彼らの研究では「ハマる」過程を個人内のプロセスとして、一般的・抽象的に捉えられており、こうした「ハマり」がどのような外的環境要因に支えられるのか、といった側面はあまり扱われていない。堀川らは非常に多様な対象に「ハマった」人々を対象として、その心理状態に焦点を当て、一般化された形でのモデルを抽出することに関心があることもあり、個々の具体的な対象物に「ハマる」プロセスやそれ

を支える様々な要因に関しては扱っていない。

青山[2]は、レジンアクセサリー制作という手芸を趣味として行う人々へのインタビューを行っている。青山はこうした趣味的な活動を、その趣味の共同体への参入として捉え、レジンアクセサリーの制作を支える様々な社会的リソースの存在を指摘している。例えば、アクセサリー制作には材料の入手が必要となるが、インタビュー対象者はもともと手芸専門店に行った経験を持っており、こうしたレジンアクセサリーに手を染める前の「前史」が重要となることを示唆している。

一方、プロのような特定領域の専門家とは異なり、一般人による趣味は、対象への興味が長く続くこともあれば、短期間で興味を失って別のことを始めるなど、しばしば移り変わることもある。しかし、これまでの多くの研究では特定対象への熱中状態にのみ焦点を当ててきた。興味の対象の移り変わりは、単に飽きて中断する、というだけではなく、興味や知識の拡張過程と見なすこともできるかもしれない。こうした興味の対象の移り変わりもまた、人間の文化的実践の性質や、「趣味」というものが人の生活の中でどのような意義を持つのか、といったことを考えていく上で重要な問題と考えられる。

こうしたことを踏まえ、本研究では、ボーカロイド（以下ボカロ）を用いて作成された楽曲にハマった経験を持つ人々へのインタビューを通して、人がある対象物にハマる際に、その対象物に接触したり興味を持ったりする（価値を発見する）前の状況がどのようなものなのか、またボカロ楽曲への「ハマり」がどのように深化していくのかを捉えることを試みる。ボカロ楽曲は、単に合成音声による音楽作品ではなく、「初音ミク」などのアニメ・キャラクタを伴う動画コンテンツの形で配信されたり、またプロのクリエータ以外の一般視聴者による作品がインターネットで共有されたりといったさまざまな形で受容されている。またボカロ楽曲はゲームやアニメなど他のさまざまなジャンルでも用いられており、ボカロ楽曲へは多様な経路が存在しうる。このことから、先に述べたような興味の移り変わりを捉える上でも適していると考えられる。

2. 方法

インタビュー対象者は、ボーカロイド楽曲に「ハマった」ことがある人 8 名（男性 6 名、女性 2 名）、年齢は 20〜24 歳、「ボカロにハマった（ハマっている）」年数は 4〜12 年であった。対象者は第 2 著者の知人を通してスノーボール・サンプリングによって募集された。募集に際しては「ボカロにハマったことがある（ハマっている）」ことを条件としたが、「ハマる」ということの解釈は対象者に委ねた。

インタビューは対面またはオンライン会議システム（Zoom）で行った（共に 4 名ずつ、34−100 分）。インタビュー前に調査の説明を行い、同意書が得られた人を対象とした。あらかじめ用意した質問項目（表 1）を用いて半構造化面接を行った。

表 1 半構造化面接での質問項目

項目	質問内容
1	ボカロ曲にハマる前のボカロ曲の印象
2	ボカロ曲にハマる間の行動について（何にハマっていたか、どんな知識を持っていたか）
3	その曲を知った切っ掛けは何か
4	ボカロ曲で最初にハマった曲は何か
5	その曲のどの部分にハマったのか（曲調、リズムなどの音楽的な要素）
6	その後にボカロ曲などについてどのような行動を起こしたか（行動の変化がおこったか）
7	ハマった曲はどのくらいの頻度で聴くか
8	イヤーワームが起こったか(意識しないで頭の中にその曲が流れたことがあるか)
9	その曲にハマってからのボカロ曲に対する印象
10	他にハマった曲は何か
11	歌ってみたや弾いてみたなどを聴くようになったかなど
12	何年間ボカロにハマっているか
13	現在のボカロ曲を聴く頻度
14	自分はハマりやすい方なのか
15	自分は飽きやすいと感じるか
16	年齢や職業（社会人か学生か）

3. 結果と考察

インタビューは全て録音され、テキスト化された後、SCAT[3]を用いて質的分析を行った。

(1) ボカロにハマるプロセス

ボカロ楽曲に最初に接してからハマりを経験し、現在に至るまでの過程を分析したところ、全体として図 1 のようなプロセス（ハマりの段階）が抽出された。このプロセスは、全体として接触期〜Ⅳ期までに分けられた。それぞれの段階の移行にはトリガーとなる経験があり、段階が進むにつれボカロ楽曲に対する接し方や行動が変化し、また、深化と共にリソース（金銭や時間、労力など）の投入が増加する。また、これらの段階のうち、接触期、すなわち最初にボカロ楽曲に接触してハマり始める前の段階は特に重要と思われるので、さらに詳細に分析した(図 2)。以下、ハマりの段階に沿って説明する。

接触期　接触期はさらに 2 期に分けられる。準備状態では、まずボカロ楽曲に接触するための物理的環境

が大きな影響を与え、この環境が整う時期が早いとボカロ曲に初めて接触した年齢が早くなっていた。例えば、進学や就職などによって、自由に使うことのできるインターネット環境やPCなどのデバイスを入手し、動画サイトへのアクセスがしやすくなることがボカロへの接触を促していた。また、準備状態に影響を与えるものとして、ボカロというものの存在についての情報を得ることもある。これはボカロ楽曲に軽く触れることもあれば、人伝でボカロというものの存在を知ることもある。そして、この段階でポジティブな印象を持つこともネガティブな印象（人工的で聞きづらい、ボカロおたく達が何となく嫌、など）を持つこともあり、ボカロに対する何らかの先入観が形成されることもある。

こうした準備状態ができた後、ボカロ楽曲自体により本格的に接触する経験を持つ。このとき、対象に類似したカテゴリー（ボカロを一部に含むコンテンツ、例えば音楽ゲームや動画のBGM）や対象に接触できるカテゴリー（動画サイトのボカロ楽曲を紹介するコンテンツなど）を通じて接触することになる。この時の接触は自発的なものというよりは、友達からの「布教」を受けたり、YouTubeの関連動画に出てきて聴いたり、といった「外部刺激」の形をとる。この時のボカロ楽曲への接触は「衝撃」と表現されることがある。この「外部刺激」が、興味の引き金となり、その後の興味の深化につながる。

深化期：第Ⅰ期　接触期で「外部刺激」としてボカロ楽曲に接することが「興味のある対象発見」を引き起こし、これがトリガーとなって第I期が始まる。この時期はボカロというジャンル自体に対する興味であり、ハマった特定の楽曲をループ再生したり、YouTubeの関連動画に出てきた曲や、メドレーを聞いたりといった行動が主に見られた。この段階では、対象に対しての知識を広く浅く集める時期であり、ハマった対象のジャンル全般を浅く探索する段階と考えられる。

深化期：第II期　このジャンルを広く浅く探索する中から、特に「推し」となるボカロP（ボカロコンテンツのクリエーター）やサブジャンルを発見する「対象の価値発見」が生じることがトリガーとなり第II期に入る。この段階では、対象ジャンルの中で、推しや好きなもの（見つけた価値）に興味が絞られた上で「ハマり」が深まる。この段階では、好きなボカロPや「推し」の歌い手など、対象を絞り込んで、その動画を漁る、といった行動が特徴的にみられる。

深化期：第III期　ここまでの段階は主として個人的にボカロ楽曲を聴き込むといった行動が主であるが、第III期では、ボカロに対する興味を持つ他者との交流（共有者との交流）が見られるようになる。ここでの共有者は、専門的なクリエーターではなくむしろクラスメイトや友達、部活仲間など、身近に接触できる人物であることが多い。この段階では、共有者とボカロについて話し合う行動が特徴的であり、話をして知らない曲があるとそれを聞いてみるなど、Ⅱ期で興味が狭まったことによる知識の偏りを補う事もある。こうした共有者との交流により、対象に接触する頻度がさらに増加する。

深化期：第Ⅳ期　ボカロに対する興味がさらに深化することで、SNSなどを通してより専門的な知識を持つ人々との交流を求めたり、自分でも楽曲を制作して投稿したり、といった「専門的な集団への参加」を行うようになるのが第IV期である。今回のインタビュイーの中には、この第IV期に到達した人は1名のみであったが、その他のインタビュイーの知人の中に、こうしたより専門的な活動に参入している人がいる、といった語りが見られた。いずれにせよ第IV期への移行は難しいと考えられるが、その理由に、自分と他者を比較することが挙げられる。インタビュイーの語りの中で、自分のハマり度合いが浅かったと感じたくない、とか、自分と他者のレベルが同程度でないと話についていけない不安感などが言及されていた。また、ボカロおたくとしてさらにハマってしまうことが周囲に知られてしまうことについての恐れについて言及した対象者もいた。こうしたことがより専門性の高い集団への参入を抑制していると考えられる。

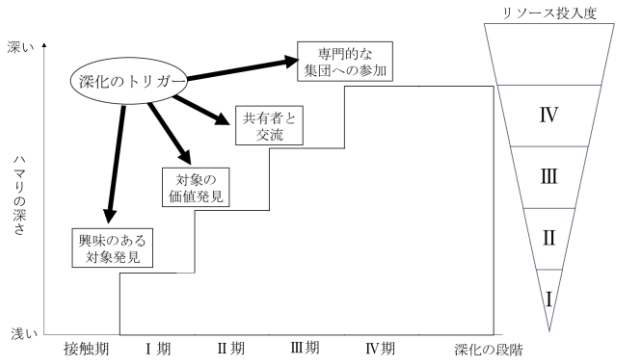


図1 ボカロに「ハマる」プロセスの全体像

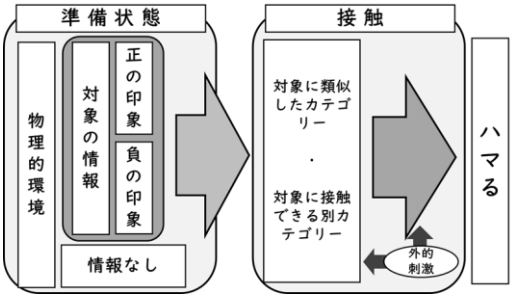


図 2 ボカロの接触期の詳細

(2) ハマりの軸

今回行ったインタビューの中で、ボカロに興味を持つに至った経緯や、ボカロへのハマりが一段落して他のものに興味が移った経験について語る際に、こうした興味の移り変わりの背景にある一貫したテーマのようなものに言及されるケースがいくつか見られた。ここではこうした興味の変遷を支える軸のようなものを「ハマりの軸」と呼ぶことにする（図 3）。

例えば、あるインタビュイーは「磨かれる前のダイヤモンド」が好きだと述べており、ボカロが登場し注目され始めた頃には興味を持っていたが、現在のボカロはジャンルとして確立されてしまい、そうした興味が満たされなくなってきたため、現在はほかの音楽ジャンルに興味が移ってしまったという。また、別のインタビュイーは、特定のゲームやボカロなどに対して自分が「基本的に熱し続けている理由」は、辛かった時に支えてくれたり、他者との関係性を築かせてくれたりした、など自分にとって「恩のあるもの」だという。

このように、「ハマりの軸」は、音楽、ゲームといった既存の特定ジャンルには限らない。いわば、その人の根底にあって、その人が重視するものについての概念であり、さまざまな興味の対象を「意味づけ」し、自身のハマりについての一貫性を説明しようとするものと考えられる。人が新たに興味を持つ対象は、こうした「ハマりの軸」と何らかの接触面を持つものであり、その対象が「ハマりの軸」と接することで、その対象に興味が拡張する、ということができるかもしれない。

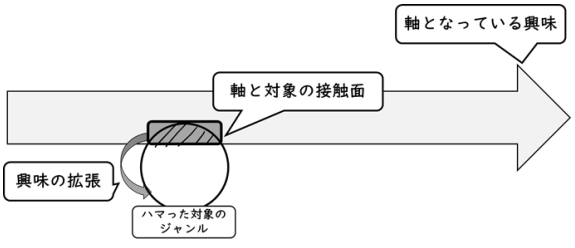


Figure 3 「ハマりの軸」の概念図

4. まとめ

今回のインタビューから、何らかの対象に「ハマる」という現象は、対象に接触するための物理的環境、興味を共有できる他者など、さまざまなアクターの相互作用によって支えられているということができると考えられる。一方、こうした「ハマり」は、ボカロなど特定の対象だけでなく、より広範な、その個人の中の興味の一貫性（ハマりの軸）によっても支えられており、興味の推移はこうした軸に沿う形で生じることも示唆された。また、初期段階で存在した対象に対するネガティブな先入観が克服されて対象への興味が深化することがある一方、より優れた他者との比較への不安などによっても「ハマり」が抑制される可能性があることが示唆された。

今回はボカロへの「ハマり」を対象として研究を行ったが、こうした「ハマり」のプロセスは、ボカロ以外のさまざまな対象（他のエンターテイメントのジャンル、あるいは研究活動など）においても見られるものかもしれない。そこで、今後の課題として、ここで提案した「ハマる」プロセスの一般性を検討することが挙げられる。また、本研究で見られた「ハマりの軸」自体がどのように形成されていくのか、ということをより詳細に検討することで、人々にとっての「趣味」が生活全体のなかでどのように形成され、作用するのかを考える手掛かりが得られるかもしれない。

文献

[1] 堀川 将幸・藤村 諒・佐藤 浩一郎・寺内 文雄(2021). “習慣化に関する主体的行動に着目した経験価値変化モデルの提案” デザイン学研究, vol.68, pp.45-54.
[2] 青山征彦 (2017) . “趣味への参入をめぐって―レジンアクセサリー制作における野火的活動の実際” 2017 年度日本認知科学会第 34 回大会, P.2-40
[3] 大谷 尚 (2008) . 4 ステップコーディングによる質的データ分析手法 SCAT の提案 －着手しやすく小規模データにも適用可能な理論化の手続き－ 名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要 : 教育科学, vol.54, No.2, pp.27-44.

オーガナイズドセッション「このまま死ねるか：知の継承を捉えなおす」のアウトライン
Outline of the Organized Session "Are You Ready to Stop Now?: Rethinking the Inheritance of Intelligence"

小橋 康章[1]，齋藤 洋典[2]，青山 征彦[3]，美馬 のゆり[4]
Yasuaki Kobashi, Hirofumi Saito, Masahiko Aoyama, Noyuri Mima

[1]無所属，[2]名古屋大学，[3]成城大学，[4]公立はこだて未来大学
Unaffiliated, Nagoya University, Seijo University, Future University Hakodate
kobashi@taikasha.com

概要

知の継承という観点から，日本認知科学会における研究者や学会の在り方について議論する．高齢会員の体験に基づく研究観や一般市民を巻き込んだサイエンスコミュニケーションの実践の経験など，異なる立場からの知見を交換するとともに一般参加者の積極的なコメントや質問を歓迎する．

キーワード：認知科学，方法論，知の継承

1. はじめに

齋藤洋典と小橋康章の企画運営で続けてきたこのオーガナイズドセッションのルーツは日本認知科学会の30周年の機会に開催した，認知科学(会)のこれからの30年を考えると称するワークショップだった．その後の曲折を経て，「認知科学の未来を考える」を共通テーマにしたWS/OSとして現在に至る．

齋藤と小橋の目論見は100%一致しているわけではなく，同じく「認知科学の未来を考え」つつも，齋藤はこれまで扱われてこなかった重要な認知科学的研究課題のあぶり出しに強い関心をもち，「意味学」の構想を秘めている．小橋は社会と学会の超(々)高齢化がもたらす課題と機会に関心を深めている．この関心の微妙なズレこそが共同作業にある種のダイナミズムを与えている．

今年はさらに青山征彦の参加により「知の継承」に焦点をあてた会合にしたい．知の継承は心の継承の一つの側面に過ぎないが認知科学の研究者やその共同体の活動を考えるうえでは避けて通ることができないテーマである．心の継承は人間に限らずこころあるもの全体に関わる大きな現象で，その扱いには細心の注意が必要だが，まず誰にとっても学会活動などの経験から比較的得体の知れている知の継承部分に注目する．

【積極的学際主義と素人目線の効用】

客観的事実を参照しつつも主観的な，そして価値判断を伴う見直しを通して，見逃されがちな研究課題を探索するプロセスには，専門家だけではなく素人と呼ばれる日常生活のエキスパートの参画が欠かせないと考える．

日本認知科学会は設立当初から積極的な学際主義が原則であった．心理学と人工知能研究の組み合わせが典型的な例である．学会は細かく専門に分かれてそれぞれの分野の研究者が知見を持ち寄ることによって成立することが多いが，持ち寄ることはその始まりに過ぎず，その知見に疑問や反論が生じ，相反するものを同時に視野に入れることから理解が深まるものと考えられる．疑問や反論は表明された知見を否定するものではなく，その深化を促すものである．とりわけ日本認知科学会は積極的学際主義をとることから聴衆の半数は（発表者の専門性と相対的に）素人であると想定せざるを得ない．そして素人の意見は時として専門家たちの暗黙の前提を揺るがす場合がある．

【未来を考える切り口】

認知科学の未来を考えるには，それをとりまく世界の未来をまず考えなければならないだろう．その未来の特徴は考える者の背景や立場によって様々だが，少なくとも日本社会という環境にあっては「超々高齢化」と「情報技術・情報サービスの発達」は無視できない．そしてどちらの場合も外側からの目と内側からの目という相反する視点からの検討とすり合わせを必要としている．

【高齢化の意味するもの】

寿命が 100 年にもなろうという今，職業的な研究者が 65 才で現役を離れ，人生の残りの三分の一をどう

使うのかという問題が生じつつある．高齢者の属性は分散が大きいのが特徴だが，高齢の学会員の中には健康上，経済上等の理由で遠隔地への移動が不自由な場合もある．

いっぽう高齢化の進展とともに必ずしも業績の追求を求められない自由な立場の研究者が誕生していくものと予想される．このことにはプラスもマイナスもあると思われるが，学会活動の本来の目的に即しつつ，あえて伝統的な方法に縛られない学会の在り方を検討し，限られた時間を前提とする研究や周辺活動の内容，高齢者の社会的認知的制約を克服する情報技術的な方法などについて衆知を集め，当事者としてともに検討できるのであれば，学会の高齢化はリスク要因であるよりチャンスの到来という面が大きい．とりわけ環境の変化と共に変質する（記録としては残るものの周辺情報が失われる）知の継承はその是非も含めて捉えなおし，世代間を繋ぐ，異質の統合とも言える活動の一歩としたいものである．

そのためにも，主に高齢の研究者が定年の到来や健康上の理由で散逸してしまうことを防ぎ，彼らを学会内に温存するだけでなく，彼らの社会的，認知的な諸条件に適した学会活動を実現することが必要ではないだろうか．「いまだからこそできる」研究や周辺活動の具体的な方法について衆知を集め，大会会場の内外をつないでともに検討したい．

2. 発表者の構成とタイムテーブル

イントロダクション　青山征彦　成城大学 15 分
話題提供（招待講演）
（1）小橋康章　無所属　25 分
コメンタリー
齋藤洋典　名古屋大学名誉教授　10 分
（2）美馬のゆり　公立はこだて未来大学　25 分
全体ディスカッション　「知の継承と学会の新しい役割」司会：青山征彦　成城大学　45 分

3. 話題提供の要旨

3-1. 問題提起と高齢化がもたらした気づき
氏名：小橋康章　無所属
要旨：

現在 72 才である．40 年近く続いた非常勤講師の仕事も終わった．健康を維持するためもあり通勤を伴う仕事を続けているが，その仕事は学術的な研究とも教育とも関係がない．そういう意味で自分は無所属であると認識している．また「先生」という呼びかけもやんわりと遠慮してもらっている．歳をとるとわが身に降りかかることが変わり，世の中の見え方が変わるだけでなく，出来ることもかなり変わる．普通はそれをある種の後退または減衰と捉える．しかし必ずしもそうばかりではないのではないか．確かに昔はあまり感じなかったある種の焦りや認知能力の変化への戸惑いなどはある．ところがそれはまたかつて経験したことのない出来事への好奇心を掻き立てたり，仮説の生成を呼び掛ける機会でもある．さて，結局歳をとることによって何が見えるようになったのだろうか．

【医療コミュニケーションの違和感】

去年の暮れから今年の初めにかけて珍しく医療機関と接触する機会が増え，ついには生まれて初めて入院，手術という流れになった．その中で医師や看護師とのコミュニケーションに戸惑う機会が繰り返しあった．それは認知能力の変化によるものではなく，なにかもっとシステム的なもの，医療関係者が受けているであろう教育と患者としての自分の思惑の不整合のようなものだったと思う．手術が決まると看護師によるカウンセリングがある．患者である自分が今回の病気や手術をどう理解しているかを問われて答える．また質問も促される．この手術がどんな「種類の」痛みを伴うものかを問いかけると一応の答えが返ってくるが，さらに掘り下げて質問すると看護師はこちらの「不安を解消させる」モードに入る．

全身麻酔を伴う手術で，肺に酸素を供給するパイプを口から入れる．麻酔薬の点滴が始まるとまたたくまに意識は失われ，気が付くとロボット支援付きの手術は終わり，手術室から病室に移動する台車に横たわっている．そこで最初に気が付いたのは口が閉まらないことである．顎が外れていた．周囲の医師，看護師に訴えてもどうしたらよいのかわからないらしい．それでも紆余曲折の後，口腔外科の宿直医が呼び出され，さらに曲折ののち顎は定位置に戻る．翌日以降，「あなたの顎は頻繁に外れるのか？」「初めてではないが頻繁には外れない．ほかの患者で外れたことはないのか？」といったやり取りが続く．私が子供のころは歯科の診察中に顎が外れることはままあり，歯科医はこともなげにもとに戻していた．そのことを紹介しながら医療チームと話しているうちに，腕の関節も時々外

れて近所の柔道場に駆け込んで師範らしい先生に直してもらっていたことを思い出した．こうしたことから民間療法を含めた治療の歴史に興味を惹かれ，病院の資料室に行ってみるものの，現代の治療はどういうものかを知らせる以上の資料はない．

【思い出しプロセスの変化】

余計な概念装置を介在させないために長期記憶とかエピソード記憶といった概念は敢えて使わない．記憶の衰えは否定できないが，忘れたほうが便利なこともあるので，それ自身は困ることではない．学生時代の出来事などはほとんど忘れているが，物覚えの良い友人に聞いて思い出してもらった断片から自分がさらに思い出せることがある．他人にばかり頼っても居られないので，人名や出来事がただちに思い出せない場合は，思い出したいことをメモしておく．しばらくして関連するキーワードのようなものを思い出し，それをヒントに本来思い出したかったことを思い出すことがある．

困るのは意外なところで思い出せない場合で，例えばこの次にするべきことはなにかをなめらかに思い出せないことがある．そこでメモに頼ることになるが，次々に電話が入ったりして息をつく暇がないとメモをとること自体を忘れる．何かを思い出そうとすることも未来の予定だから，メモをしておけなければ思い出そうとしていたという事実自体を忘れることになる．

【高齢会員の温存と活用】

以上のような体験を持つ高齢者が日本認知科学会の会員の中にも多く居るはずで，彼らの経験知識を援用すれば結構なフィールドワークが実現するはずだ．でもどこから手を付けたらそのフィールドワークをほかの世代の人たちと有効に共有できるのだろうか，またどうしたらそういう情報源になるはずの人材を学会やその他の研究コミュニティの中に留保できるのだろうか．

3-2. はこだて国際科学祭のサイエンスコミュニケーション

氏名：美馬のゆり　公立はこだて未来大学

要旨：

2009 年から現在まで毎夏実施している地方都市での科学祭を事例として紹介する．サイエンスコミュニケーションは，状況や文脈，あるいはそれらと切り離せない会話で行なわれる対人活動であり，一方的な「知識移転」や「知識獲得」ではない．サイエンスコミュニケーションは，意識の変容を伴う学習活動の一部であり，単一の個人を超えてコミュニティ内の社会的関係において生じる相互作用のプロセスと定義されるべきである．本事例で学んだ教訓とデザインモデルを「文化的な装置」として共有したい．

【函館からの挑戦】

「はこだて国際科学祭」を毎夏，函館・道南地域を中心に複数カ所で開催している（https://sciencefestival.jp/）．開催実績を図 1 に示す。科学館のない人口 24 万人の地方都市で，科学技術に関係する活動を行なっている個人や団体が，それを専門としない人たちと交流するという，科学コミュニケーション活動を通し，科学リテラシーを高めるという学び合いの場を提供している．できるだけ多くの人々に科学に関心を持ってもらおうと，年替わりのテーマを「環境」「食」「健康」の 3 つとし，これを循環させている．科学の知識だけでなく，科学的な見方，考え方を身につける機会を北海道や函館の文化や歴史と共に提供することを心がけている．

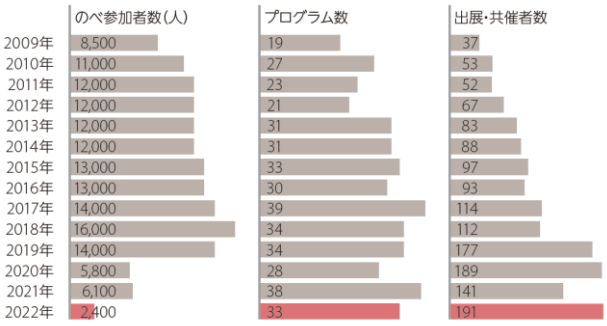


図 1　科学祭の開催実績

【参加と協働の実践】

科学祭を実施するため，2008 年に任意団体「サイエンス・サポート函館」を結成した．科学イベントをすでに行なっている個人や団体に協力を呼びかけ，場所や広報を出展者に無償で提供することで，夏の特定の時期に集中してイベントを実施するのが科学祭の手法だ．科学をテーマにした参加と協働による，自ら考え行動する学び合いの場として活動を続けている．その過程で，2011 年に市民有志グループ「科学楽しみ隊」が誕生した（https://tanoshimitai.science/）．メンバーは，会社員，主婦，退職者，行政職員，教員，

学生など様々だ．結成当初は，自分たちが科学を楽しむための集まりだったが，最近では年間を通じてサイエンスショーやワークショップの依頼を受ける団体にまで成長している．

【参加者・スタイル・コンテンツの多様性】

「函館の課題から世界の課題を考える．世界の課題から函館の課題を考える．」という意味を込め，名称に「国際」と入れた．はこだて国際科学祭が，全国で行われている他の科学技術の理解増進活動と異なる点は，子どもから大人まで，素人から専門家までを対象としていることだ．またイベントは，サイエンスカフェやサイエンスショー，ワークショップなど多様なスタイルがあり，扱う科学のトピックも様々だ．数年前から，話し言葉が逐次テキストで表示されるコミュニケーション可視化ツール「UD トーク」（https://udtalk.jp/）を使い始めた．最新のテクノロジーを実感してもらう機会にもなっている．

【年間を通じた学びの場】

毎年１月にはキックオフとして参加者を広く一般に募り，アイデアを共有するワークショップを開催する（図 2）．そこで出てきたアイデアの実現に向け，複数のグループが走り出し，６月にはすべてのプログラムが出そろい，記者発表を行なう．８月初旬には出展者が集まり，科学祭開催の注意事項を確認する交流会を開催する．各自が担当するイベントを紹介し，集客などのノウハウを共有する．科学祭会期中の８月下旬は，遠方からのゲストも加わり，出展者の交流会を開催する．科学祭が終了した１カ月後に，その年の科学祭の実施報告と翌年の準備として出展者報告会を開き，経験を共有する．

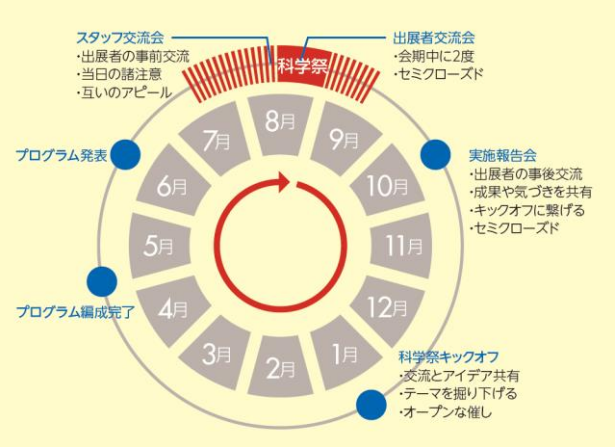


図２　科学祭の年間スケジュール

【公空間における学習環境デザイン】

公空間に新しい学習環境をデザインし，そこに科学と触れ合う要素を加味することは，サイエンスコミュニケーション活動の基盤を整備し，市民の科学リテラシーの醸成を喚起する上できわめて有効である．生涯学び続ける社会において，科学祭は学びの場，つながりの場を創出する．祭は鑑賞するものではなく，参加するものである．参加する敷居が低く，子どもから大人まで，素人から専門家までが参加できる．科学祭は，ソーシャル・インクルージョンも実現する．ソーシャル・インクルージョンの推進は，誰もが潜在能力を発揮でき，出番をもってつながりあう社会をめざす，社会構造の変化や災害にも耐えうる社会の構築につながる．

【文化的装置として】

科学祭は，文化的装置の一つといえる．「祭」は楽しく，高揚感をもたらすハレの場であり，コンヴィヴィアルな空間だ．科学祭は，地域のつながりから世界のつながりへ，伝統や地域性を考えつつ世界の課題を意識し，行動を起こす機会を提供する．本事例から得たものを，それぞれの地域の歴史や文化，状況に合わせ，自分たちでそのスタイルやコンテンツを変えることが可能な学習環境，文化的装置として共有したい．そしてこれからも，ゆるやかで，しなやかな人々のつながりの中で，持続可能な形を模索しつつ，取り組んでいきたい．

世界と出逢い認知が生じる
—生に向き合う認知科学の新しい方法—
Cognition is Constructed through Encounters with the World
- A Methodology of Cognitive Science to Deal with Actuality of Living-

諏訪 正樹
Masaki Suwa

慶應義塾大学
Keio University
suwa@sfc.keio.ac.jp

概要

情報処理モデルに準拠して研究を進めてきた認知科学は，状況に埋め込まれた認知（situated cognition）や身体性の思想の登場によって，研究のありかたを変えつつある．実験室に閉じこもって統制実験をするのではなく，心身を外界に連れ出して初めて生起する認知の能動性をうまく利用して，生きるアクチュアリティに向き合い，新しい知の姿を顕在化させるのがよい．

キーワード：situated cognition, 状況依存性，身体性，一人称研究，フィールドワーク

1. はじめに：認知科学の歴史

1.1 認知革命

認知科学は「認知革命」（cognitive revolution）をきっかけに 1960 年代に誕生した学問である．しかし，昨今の研究動向を拝見していると，認知革命の思想はいつの間にか霧散してしまった印象すら受ける．そもそも認知革命は行動主義心理学への反省から生じたものである．科学にならんとするあまり，客観的に観察できることだけを拠り所に学問をしようと目論見て，刺激信号とその反応として現れる行動のペアから心を推察するものであった．心の内側にある思考をブラックボックスにして認知研究を十全に行うことはできないという批判が高まった結果の革命であった．

心の内側をどう扱うか．それが認知科学に課せられた永遠の問いである．

1.2 情報処理モデル

コンピュータのメカニズムの提唱の後，認知科学や人工知能はそのモデルを採用して心を扱うことに乗り出した．外界から心にインプットされる情報（行動主義の刺激信号に相当する）を，ひとは知識で処理して思考（認識や意図）を生み出し，それに基づき外界に対する働きかけとしての行動（行動に相当する）を発現させる．知識を駆使して情報を処理することを「考えること」の近似モデルに仕立てたのである．いまでも情報処理モデルに準拠して認知科学研究を行う研究者は多い．

2. 認知の能動性その 1：構成的知覚

しかしながら，1980 年代中盤以降，「状況に埋め込まれた認知（situated cognition）」の思想（たとえば[1]）が勃興し，それに伴い情報処理モデルの考え方はひとが生きる姿から乖離しているという考え方が生まれた．私もその主張を強く打ち出すひとりである．

乖離ポイントのひとつは，心身への刺激信号の入力は決して受動的なプロセスではないという点である．それは，むしろ能動的な知覚構成のプロセスである．

ダルメシアンの写真が荒い画素から成るためなんの画像なのか見えにくいのに，「犬」ということばを教えてもらった途端にぼわんと犬がみえはじめる．これは，その瞬間に感じている・考えていることに応じてひとが知覚を能動的に構成していることの証しである．外界信号のほとんどは捨て去り，現在の状況下におけるホットな思考に整合するような信号を厳選・活用し，知覚をつくりあげるのである．

情報処理モデルは，知覚が外界信号だけでなく，そのとき心で生じている思考に左右されて構成されるという事実を反映することができない．「知覚→思考の発生」の流れだけなく，「思考→知覚の構成」という逆方向の流れも，認知を構成する重要な要素である[2]．構成的知覚という専門用語はそれを表現したものである．

3. 認知の能動性その 2：身体性

知覚の構成を促す要因は，その瞬間の思考や外界信号の他にもまだ存在する．身体の存在である．情報処理モデルは身体をもたない点で，そもそも大きな限界に直面していると言える．

身体は世界のなかの物理的な存在なので，いやがおうにも外界状況と物理的なインタラクションを起こす．坂を登ると足腰に負荷がかかり，筋力を使い，発汗し，呼吸が荒くなり，体内エネルギーを消費し，血液や体液の循環が変わる．脳による体内エネルギー管理は情動や感情にも影響を与え[3]，それは思考に，そして（先に述べたように）構成的知覚にも影響を与える．

また，急坂を登るときには体勢はふと前屈みになり，視線をやる方向は路面である頻度が高くなる．ときおり周辺環境や空への彷徨わせたりもする．すると，外界状況のなかで目に入るもの（つまり着眼）が変わり，思考や知覚の起こり方にも大いに影響を与える．

物理的な身体を有するがゆえに，身体がいま存立している状況に応じて，情動・感情・呼吸・循環系・体内エネルギー管理など身体のありさまが呼応し，思考・知覚がその場でダイナミックに生成される．これを「身体性」と称する[2]．

散歩をしていて思いがけないものに遭遇したり，あまり目を留めたことのないものごとにふと着眼してそれを基に自由な発想が湧き起こったり，お風呂に入っていると思いがけずアイディアが湧いてきたりするのは，身体性がなせる業である．これも認知の能動的な側面である．

4. 認知の能動性その３：世界に自身を連れ出し，出逢い，考え，振る舞う

状況依存の思想のポイントは，ひとはある外界状況に接してみるまでは，そこで自身の心身がどう振る舞うかを予測できないという点である．これまでに心理学や認知科学で判明しているひとの普遍的な行動パタンは，ひとが営む思考や振る舞いのほんの一握りにすぎないのではないか．知能の学問は心身が有する潜在的な身体知の多くをまだ把握できていない[2]．身体が有する知は未だ大いなる暗黙知である．

状況に遭遇したとき心がどう思考しはじめ，身体がどのように振る舞いだすのかは，事前に予測がつかないにもかかわらず，いざ遭遇してみると心身は臨機応変に，外界の何かに着眼し，能動的に知覚や思考を生成し，ときには創造的な行動を繰り出すことができる[1]．身体を有するからこそ，その気になればどこにでも行ける．そしてそれぞれ場所で新しい状況に遭遇し，その場で能動的に認知を構成する[4]．

5. 認知科学の研究のありかた

状況依存性や身体性が有する深淵なメッセージはなにか？ それは認知科学という学問のありかたを揺るがすほどの大きなメッセージであると私は考えている．

前節までの議論を総合すると，身体がさまざまな場所で状況に遭遇してはじめて，あまりそれまで顕在化されたことのない認知の姿（暗黙知）が浮き彫りになる可能性があるということになる．

私が同志の研究者[1]とともに提唱してきた「一人称研究」は，認知研究に立ちはだかる状況依存性という壁を逆手にとって暗黙知を顕在化させる，ひとつの有力な研究手法である．それは，自らの身体を外界に連れ出し，心身と外界を状況依存的に出遭わせ，そこで生起する自身と外界のインタラクションの様を，三人称視点だけでなく一人称・二人称視点も併用して観察・記述し，それによって体感やことばでできることを進化させながら，生きるアクチュアリティに潜む知についての先見的な仮説を立てる研究[4]である．

文献[4]に詳説したカフェの居心地の一人称研究はその典型である．研究をしてみるまでは，私自身がカフェ空間にどのような居心地を見出し，どう佇むのか，そしてカフェと心身のあいだで生起するどんなものごとに価値を見出すのかは，ほとんどベールに包まれていた．既に意識できていることは一部あったものの，この研究をして初めて顕在化した「私自身の過ごし方や居心地の感じ方」が多数あることが明らかになった．

顕在化した知の姿は未だ仮説に過ぎない．取るに足りない認知であるとの印象を与えるかもしれない．しかし，より多くのひとが身体を外界に連れ出して一人称研究を行えば，多種多様な認知の姿が仮説として出揃う．それを基にして普遍的な知や個人固有性を孕む知が姿を見せはじめたとき，認知科学は変貌を遂げる．

文献

[1] Clancey, W. J., (1997) “Situated Cognition: On Human Knowledge and Computer Representations”, Cambridge University Press, Cambridge.
[2] 諏訪正樹, (2016). “「こつ」と「スランプ」の研究 − 身体知の認知科学”，講談社選書メチエシリーズ，講談社.
[3] リサ・フェルドマン・バレット, (2019) “情動はこうしてつくられる 脳の隠れた働きと構成主義的情動理論”（高橋洋 訳），紀伊国屋書店.
[4] 諏訪正樹, (2022) “一人称研究の実践と理論 −「ひとが生きるリアリティ」に迫るために”，近代科学社.

[1] 本 OS を共同企画した藤井晴行氏はそのひとりである．

ヒトはいかに他者の環世界を想像するか
Imagining the Umwelt of others

細馬　宏通
Hiromichi HOSOMA

早稲田大学文学学術院
Waseda University
hhosoma@waseda.jp

概要

ユクスキュルの提唱した環世界は、「生物によって内から生きられている世界」であり、ヒトは他者の環世界を、他者の行動とその他者を取り巻く環境とを手がかりに推測するより他ない。本発表では、ヒトどうしが他者の環世界を推測するときに生じる問題を、他者の指さしの対象を推測する実験によって例証し、他者の環世界に対して曖昧な認知しかもたない状態で、環世界内の対象を指し示すコミュニケーションをいかに行いうるかについて考察する。

キーワード：環世界, 指さし

1. はじめに

本発表では、ユクスキュルの環世界論を、外界の対象を介してコミュニケーションを行う共同注意の問題と接続することを試みる。

ユクスキュルの提唱した環世界は、「生物によって内から生きられている世界」であり[1]、ヒトは他者の環世界を、他者の行動と他者を取り巻く環境とを手がかりに推測するより他ない。

ヒトどうしのやりとりの基盤の一つと考えられている「共同注意」は、ヒトの外界の対象をめぐる現象である点において、この環世界の問題と深く関わっている。他者が自己に何らかの対象に対して注意を促し、その結果、自己が同じ対象に注意を向け、他者と自己とが共同注意を達成する場合を考えよう。このとき、自己は他者の促している注意対象を推測する必要があるが、その注意対象は世界の中にぽつんと存在するのではなく、他者の環世界の中に分布するさまざまな対象のうちの一つであるに違いない。このとき、どの対象が妥当であるかを判断するために、自己は他者の環世界について、なにがしかの推測を行う必要がある。

しかし、わたしたちは、他者の環世界をうまく想像できているのだろうか。そして、環世界の中から、妥当な対象を選ぶことができているのだろうか。この問題を考えるために、本稿では、共同注意に関する簡単な実験を行い、その結果をもとに、ヒトは他者の環世界とどう関わりうるのかについて考察を行う。

2. 方法

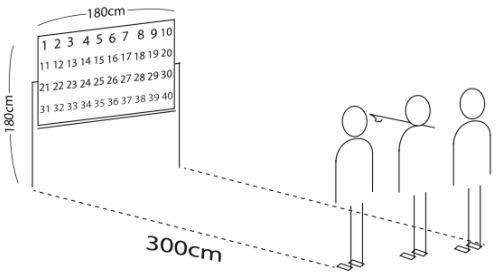


図 1. 指さし対象推測実験。

共同注意の際にヒトが他者の指さし対象をどのように推測しているかを考えるために、次のような実験を行った。実験は 3 人 1 組の参加者 5 組（計 15 人）で行った。まず 180×90cm、上端が 180cm の高さに掲げられたホワイトボードを用意し、そこに 1〜40 の数字を 4 列で等間隔に記した。次に、ホワイトボードから 300cm 離れた箇所から参加者の 1 人（指示者）が数字の一つに対して腕を伸ばし、人差し指で指さしを行った。指示者の左右 90cm の位置に 2 人の別の参加者が立ち、指さされた対象である数字を推測した（図 1）。２人を以下、左回答者、右回答者と呼ぶ。実験後、指示者は自分が指し示した数字を、左右の回答者は推測した数字を別々に紙に記入した。実験は 1 組につき 3 回行い、指示者、左回答者, 右回答者の役割をその都度交替した。

試行後、参加者にブリーフィングを行い、指示者の利き目、指さしに使用した腕の左右を聞き取り、指さしの際の主観的な振り返りを行った。

3. 結果と考察

15 人の指示者中、14 人が右腕で、1 人が左腕で指示を行った。指示者はいずれも腕をまっすぐ伸ばし人差し指によって指示を行った。指示者と回答者の答えが

指示者との上下のずれ方向	回答者位置の左右	
	左回答者	右回答者
上	10	10
下	0	0
なし	5	5

表 1. 指さし対象推測実験における、左回答者、右回答者の上下のずれ方向。

指示者との左右のずれ方向	回答者位置の左右	
	左回答者	右回答者
左	3	13
右	9	0
なし	3	2

表 2. 指さし対象推測実験における、左回答者、右回答者の左右のずれ方向。

一致したケースは、回答者の左右に依らず 0 だった。

次に、指示者と回答者の回答のずれ方向を上下および左右方向で総計した（表 1、２）。まず、上下方向については、回答者の左右によらず、回答が上方向にずれる傾向があり、下方向にずれた回答は 0 であった。一方、左右方向については、左回答者では右に、右回答者では左にずれる傾向があった。

指示者の指示と回答者の推測との間のずれがなぜ生じるのかを考えるために聞き取りを行ったところ、いずれの指示者も、指先と対象となる数字が重なるように指さしを行っていたことがわかった。この場合、指示者の指示する対象の位置（図２A）は、指示者の指先や腕の延長方向にあたる位置（図２B）とずれることが予想される。左右の回答者は、指示者の横から指さしを観察するため、回答者の位置によって指さしの左右方向の推測は影響を受けやすいが、上下方向の推測は影響を受けにくいと考えられる。図２のずれは、表１の指示者と回答者とのずれと一致している。

同様のずれは左右方向に対しても起こる。もし、指示者と回答者が共に、指の方向のみを手がかりに対象を指し示したとすれば、腕に近い回答者（たとえば右腕で指示が行われた場合は右回答者）の方がより左右のずれの少ない回答を行うはずである。しかし 14 人の右腕指示者に対して、8 人の左回答者が右寄りの回答を行ったのに対し、13 人の右回答者が左に偏った回答を行った。このずれもまた、指示者が指先と視線の交わりを利用する一方で、回答者が指先のみを利用したと考えると

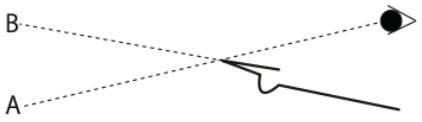


図２. 指さしの対象が、指示者から観た指先と対象の重なる位置にある場合（A）と、腕と指の方向を延長した位置にある場合（B）との上下のずれ。

と説明がつく。

以上の実験から、指さしは日常生活で頻繁に用いられるにもかかわらず、指さしを行う者とそばでその方向を推測する者とでは、指し示しの方向の解釈に違いが生じることがわかった。指さしの当事者は、指と視線の両方を用いて対象を指すのに対し、そばに居る者は、指の方向のみを用いる。このため、環境内に対象の候補が多数ある場合は、実験で観察されたように、多くの推測違いが発生する。

人が自身の環世界の対象を内側から指し示すときに、指と視線の両方を使うことは自明であり、誰もが体験していることである。にもかかわらず、他者の環世界を推測するときには、視線の効果は忘れ去られ、身体の動きとして顕在化された指の方向のみが推測の手がかりとされることが実験から明らかになった。

ヒトどうしの間に、指さしの推測についてこのような曖昧性が生じているにもかかわらず、わたしたちは指さしを用いて共同注意を行うことができるのはなぜか。考えられる理由の一つは、多くの場合で、指さしの対象候補がまばらに存在し、多少の誤差が問題とならないことであろう。もう一つは、共同注意は多くの場合、単一の指さしによって達成されるのではなく、同時に行われる発話や、それまでの文脈とともに行われるマルチモーダルな過程であることであろう。さらに、共同注意にはしばしば複数の発話やジェスチャーによるやり直しが伴う[2]ことも、理由の一つと考えられる。わたしたちは他者の環世界を不完全にしか想像できない代わりに、さまざまな手がかりを組み合わせて、想像によって生じる誤差を補い、共同注意を達成しているのだろう。

文献

[1] 松嶋健（2021）"ユクスキュルの「問い」と「方法」−円環と螺旋の自然学", 石井美保、岩城卓二、田中祐理子、藤原辰史（編著）"環世界の人文学", 人文書院, pp.37-59.

[2] 細馬宏通 (2020) "再現行為とコ系指示語の「いま」性", 定延利之（編）"発話の権利", ひつじ書房, pp. 81-107.

状況の不確定性とパフォーマンスが作る認知の能動性
Cognition as Activity in Situative Uncertainty and Performativity

茂呂雄二†
Yuji Moro

†東京成徳大学
Tokyo Seitoku University
y-moro @tsu.ac.jp

概要

認知の能動性は，表象主義的内心プロセスではなく，むしろリアルな現実の状況で営まれる活動なしは実践であり，この実践／活動からは研究者も逃れることはできない．本稿では，このことを転換するエージェンシー論とパフォーマンス・アプローチにおける近年の展開に基づき議論して，①表象主義に基づく能動性問題そのものが解消されること，②能動性探求に実践的介入的治療的方法が有効となることを論じた．

キーワード：実践のユニティー，批判的認知研究，パフォーマティビティー，二重刺激法，転換のエージェンシー

1. 古典的状況論再訪

様々な状況論の展開の中で，初期古典的状況論は，状況依存性だと誤解・誤読されてきた．この誤解は，状況を行為（ないしは行為者）の背景のようにみなして，状況論の本来の意図に反して，二つを分離・距離化したことにある．この分離・距離化は，例えばブロンフェンブレナー流の生態学的環界のように，行為者を幾重にも取り囲む「同心円」で想定するものである．このようなメタファは理解しやすいが，L. Vygotsky に由来する，行為（主体）と状況のユニティーという状況論の最大の前提を無視するものである．

古典的状況論では，このユニティーが十分に咀嚼されなかったために誤解を許したとも言えるが，認知の能動性問題を通してユニティーの意味を再考すると，注目すべき記述を状況論の古典に見つけることができる．例えば Lave (1988)には，スーパーマーケットでの大人の計算研究には，買い物状況で実験者から与えられた問題が，被験者によって積極的に改変され，問題の意味が再構成される事例が示しされる．

この被験者による課題改変が意味するのは，認知の能動的特性だけでなく，認知が，行為者，対象，課題（メディア），生活などが構成する全体のユニティーとして，実践の中で実践を組織しながら展開する活動として捉えられるということだ．このとき能動性の座は内部から実践の場へと解放されるのである．

それでは，Suchman(1987)のプラニング・モデル批判は，能動性の視点から，どのようなユニティー理解をもたらすのだろうか．それは批判的認知研究とも言える視点であり，状況論のユニティーとは，ユニティーから研究者を除くことができないという主張である．Suchman の批判の中核は，認知研究者が囚われているプラニングモデルという「像＝イメージ」の批判にある．それは，認知研究の対象が，研究者自身の実践も含む歴史的で文化的なユニティーだとの視点をもたらす．

以上の①リアルな実践のユニティーとしての能動性，②このユニティーに研究者自身も含まれること，これら２点は，近年の状況論の議論において，さらに先鋭化されている．

2. 状況の不確定性

変革のエージェンシー：活動論は，近年，変化のエージェンシー(Transformational Agency)に議論を集中させている．もともと活動論は，個体を超えたシステムを具体的に描いてみせたが，学習による発達に関して，学習を新しい学習活動の創造（それによる発達）過程だと主張してきた．近年の議論は，活動の創造を社会変革も視野に入れて拡張したものだと言える．この拡張については関係的エージェンシー(relational agency, Edwards, 2017)，二重刺激法による転換のエージェンシー(transformative agency by double stimulation, Sannino, 2016），転換的なアクティビスト・スタンス（transformative activist stance, Stetsenko, 2017），などの先鋭的提案が相次いでいる．

関係的エージェンシー：リアルな実践の場に能動性を発見する姿勢は，上記の複数の研究に共有されているが，Edwards(2017)は，いわゆる他職種・異職種連携というリアルな場が，活動の変化と人々が発揮するエージェンシーを作り出すと述べている．

例えば，教育現場の指導者教員と実習生が連携する場面は専門性の質が異なる人々間の異職種連携が必須な場面であり，エキスパートがノビスに教授する場面

ではなく，いかに相手の専門性の質を理解するかのエージェンシー（行為主体性）が発揮される場面であり，同時に周縁者のノビスは熟達性概念を変革する．

二重刺激課題事態：関係的エージェンシーを含めて，エージェンシーが発揮の場は，先のリアルな実践のユニティーであり，本来的に不確定事態の場である．

Sannino(2016)は，この不確定事態を二重刺激事態として解釈し、アクション・リサーチを開拓したクルト・レヴィンが考案し交流のあったヴィゴツキーが追試した「待ちの実験 waiting experiment」が二重刺激の典型事態だとする．実験室に呼んだ数名の被験者を部屋に置いたまま，実験者は用事があると言い退室してしまい，何の心理学実験も行われないままに被験者は放置される．被験者たちは，やがて話し合いを始め，どうにかしてこの事態を変化せようと「手段」になるものを見つけようと実験室を探索し始める．時計の針が 30 分になったら出ていこう，付箋に実験者宛のメモを残して出ていこうとの積極的な提案もなされ，膠着し意味を失った待ちぼうけ事態は，被験者たちのエージェンシー発揮によって突破される．状況は，被験者自身の行為によって転換されるのである．

Sannino は日常世界にあるさまざまな状況は，実はこのような二重刺激的だと述べて，ホームレスの若者の居住ユニットにおける，若者たちと，さまざまな職種の職員，他のステークホルダーたちとの，協働による居住ユニットの活動システムの転換過程が分析されている．

アクティビスト・スタンス：Stetsenko(2017)は，現状への適応の概念から，社会変革とアクティビズムの概念への視点のずらしを重視し，発達・学習は，世界の「所与」に適応することに限られない，アクティビスト的本性を伴う，共同的達成のスタンスで捉えるべきとする．

このスタンスは，現状の活動システムの実際を記述するのに止まらない，ある種の当為を含む，未来・将来も視野に収めた時間的なパースペクティブの主張となっている点で興味深い．このような時間論は，後述のパフォーマンスアプローチも含めて，知的活動の能動性を主張する状況論に共通している．

3. パフォーマティビティー

前述の変革のエージェンシー論に先立って人間の活動の能動性を主張してきた，パフォーマンス・アプローチ（Holzman, 2008; Newman & Holzman, 1996/2022）は，L. Vygotsky の発達的学習論に基づく点で，活動理論と同根であるが，そこに L. Wittgenstein の哲学批判と言語実践の観点を加味しているから，先述の Suchman による既存モデル批判の意味を理解する上でも重要である．

このアプローチのパフォーマンスとは，状況の不確定性のもとで人間が行う知的な行為は，知らないことにチャレンジするという先の見えない跳躍的行為となるという意味でのパフォーマティビティーを特徴とする理解である．このような能動性がすでに常に発揮されているとの理解を前提とするとき，認知研究者がすべきことは，認知行為者の発達と学習を支援する介入的実践となる．とくに，病理としての認知像を治療・治癒するというセラピューティクス的介入実践である．

我々は，実は意味を確定できない，あやふやなイメージとしての言語像・認識像（Wittgenstein, 1956）に囲まれている．Suchman がプラニングモデルという伝統的だが実はあやふやなモデルを批判することで，状況的行為の可能性を開いたように，病理をもたらす認知像を治療し癒しをもたらすアプローチ実践という認知研究を構想することができる（茂呂，印刷中）．

4. 認知の能動性の意味

これまでの議論から，表象主義に基づく能動性問題そのものが，これが解消されるといえる．内界・内心に能動性を仮定すれば，デウス・エクス・マキナーの密輸入となるが，これを解消し予防できるといえる．この方針に従うとき，認知研究の姿は他ならぬ病理からの解放を目指すセラピューティクス実践となるだろう．

5. 参照文献

[1] Edwards, A. (2017). *Working relationally in and across practices*. Cambridge U. P.

[2] Holzman, L. (2008). Vygotsky at work and play. Routledge. （茂呂雄二訳，遊ぶヴィゴツキー　新曜社）

[3] Lave, J. (1988). *Cognition in practice*. Cambridge U. P.（無藤隆他訳, 1995, 日常生活の認知行動　新曜社）

[4] 茂呂雄二（印刷中）．はじめてのパフォーマンスアプローチ　新曜社

[5] Newman, F. & Holzman, L. (1996). *Unscientific Psychology*. Praeger. （茂呂雄二他訳, 2023, パフォーマンス・アプローチ心理学　ひつじ書房）

[6] Sannino, A. (2016). Double stimulation in the waiting experiment with collectives: Testing a Vygotskian model of the emergence of volitional action. *Integrative Psychological and Behavioural Science,* 50(1), 142–173.

[7] Stetsenko, A. (2017). *The transformative mind*. Cambridge U.P.

[8] Suchman, L. (1987). *Plans and Situated Actions.* Cambridge U. P. （佐伯胖他訳, 1999, プランと状況的行為　産業図書）

[9] Wittgenstein, L. (1956). 哲学探求　藤本隆志訳　大修館

身体図式から見た認知の能動性
Active Nature of Cognition: From the Perspective of Body Schema

田中 彰吾
Shogo Tanaka

東海大学／理化学研究所
Tokai University / RIKEN
shogot@tokai-u.jp

概要

ひとは自らの身体を通じて環境を知覚し，また自らの身体とともに環境に働きかける．ひとの生は，身体と環境との間で繰り広げられる無限の知覚-行為循環である．本発表では，この「知覚-行為循環」について，哲学者メルロ＝ポンティの「身体図式」の理論に基づいて考察し，認知の能動性について言及する．

キーワード：身体図式，知覚-行為循環，生きられた身体，現象学，メルロ＝ポンティ

1. 知覚と行為の起点としての身体

ひとは世界を知覚し，世界の中で行為することで生きている．知覚にとっても行為にとっても，その起点となるのは身体である，ひとは自らの身体を通じて環境や対象を知覚し，また自らの身体とともに環境に働きかける．ひとの生は，身体と環境との間で繰り広げられる無限の知覚-行為循環であると言うことができる．本発表では，この「知覚-行為循環」について，哲学者メルロ＝ポンティの「身体図式」（ボディスキーマ）の理論に基づいて考察し，認知の能動性について言及する．[1]

2. 「生きられた身体」に備わる図式

メルロ＝ポンティを含め，現象学的哲学が前提とする身体の見方は「生きられた身体（lived body, Leib）」という概念に集約される．生きられた身体は物理的身体（physical body, Körper）に対置される概念で，三人称の観点から物体として理解できる身体ではなく，一人称の個別主体によって生きられている「私の身体」である．

生きられた身体にはきわめて興味深い性質がある．それは，知覚と行為の主体でありながら，ひとが何らかの対象を知覚したり，対象に向かって働きかける行為を遂行している最中，生きられた身体が経験の背景に退いてしまうという性質である．例えば，文字を書いているときは「書く」という行為の対象であるペンや紙が，絵画を鑑賞しているときには知覚の対象である絵画そのものが注意の対象として現れており，行為と知覚を遂行している身体それ自体は注意の対象にならない．生きられた身体は，知覚と行為において背景化することで，対象や環境の側を注意の焦点として前景化させるという性質を持っているのである．

メルロ＝ポンティによると，このように背景化する生きられた身体を支える中核的機能が身体図式である．神経科学の分野では，身体図式は基本的に脳内の身体表象という意味で理解されており，身体イメージという概念と混同して用いられることも多いが，メルロ＝ポンティはこのような発想を取らない（それゆえ身体イメージという概念も用いない）．脳内の身体表象ではなく，環境と相互作用を行ううえで必要な行為を身体側で組織化する図式的な機能という発想で身体図式を捉えている．

3. 身体図式の３つの機能

拙著で論じた通り，メルロ＝ポンティの身体図式は，次の３つの機能を持つものとして理解できる．[2]

(a)統合機能：身体図式は，神経科学で理解されているように，単に身体部位の位置関係や姿勢についての認知を司るだけでなく，各身体部位の運動を取りまとめつつ環境に向かう行為を組織化する．対象や環境へと効果的に働きかける行為を組織化するには，下肢・体幹・上肢・頭部など全身各部位の運動を協調させ，ひとつの行為に統合することが必要である．全身が滑らかに連動してぎこちなさが消えるからこそ，身体は経験の焦点にならず，背景として消え去ることができるのである．

(b)堆積機能：身体図式は，環境と関わるうえで習慣化された行為を堆積する機能を持つ．生きられた身体が日常生活において遂行する行為の多くは，比較的安定した環境で必要とされるパターン化された行為である（歩く・走る・つかむ・投げる・泳ぐ等）．こうした基本的な行為が習慣として身体に堆積することで，安定した仕方で環境に関わり，環境に適応することがで

きる．ひとたび習慣化した行為は暗黙に遂行できるようになり，行為遂行中に身体が背景化することを可能にする．

(c)知覚更新機能：身体図式は，学習された運動行為を習慣として堆積するとともに，習慣に連動する行為可能性を環境内に知覚できるようにする．知覚はそもそも受動的な刺激の受容ではなく，身体にとって意味のある情報を能動的に選択して受容する過程である．生きられた身体に一定の行為を誘発する可能性のある情報は知覚されやすく，行為に関連しない情報は無視される．新たな行為を学習するたびに，身体図式は，行為可能性に関連する情報を環境からより豊かに受容することを可能にする．

4. 「われできる」の意識

以上のように，生きられた身体はその中核的機能として身体図式を備えている．これにより，ひとは暗黙に行為を遂行することができ，身体そのものに注意を向けることなく対象を知覚することができる．「認知の能動性」という観点から身体図式論を改めて整理すると，次のように要約できるだろう．

知覚が単なる受動的な刺激の受容と異なるのは，身体図式に裏打ちされた種々の行為可能性が生きられた身体に備わっているからである．身体図式は，与えられた環境に向かって行為可能性を投射し，その可能性に見合った情報を選択的に受容する．

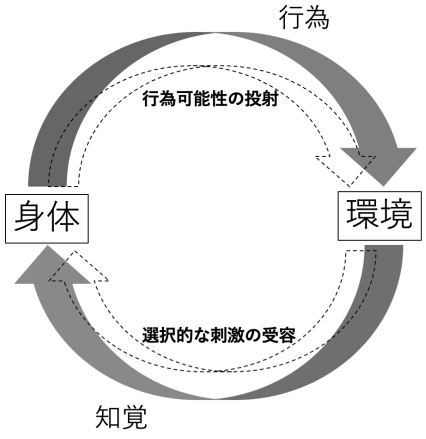


図 1：身体図式と知覚-行為循環

例えば，泳ぎのスキルを身につけている人とそうでない人とでは，同じプールの前に立った時にもその見え方は大きく異なる．前者にとっては「泳げそう」「飛び込めそう」「体を水に浮かべられそう」な場所に見える一方，後者にとっては「体が沈みそう」「息ができなさそう」「水を飲んでしまいそう」な場所に見える．

哲学者のデカルトはかつて「われ思う」という表現で反省的な自己意識のあり方を表現したが，メルロ＝ポンティはこれに対して「われできる（je peux, I can）」という表現で反省に先立つ原初的な意識のあり方を表現している．ひとが世界を認知する最初の場面で起きているのは，身体図式の行為可能性に裏付けられた「われできる」という前反省的な意識であり，与えられた環境の中で実現できそうな行為に関連する知覚なのである．

文献

[1] Merleau-Ponty, M., (1945) “Phénoménologie de la perception”, Paris: Gallimard.
[2] 田中彰吾, (2022) “自己と他者：身体性のパースペクティヴから”, 東京大学出版会

表象と実体や概念との能動的な架橋
Proactive Bridges over Representations and Substances or Concepts

藤井 晴行†
Haruyuki Fujii
†東京工業大学
Tokyo Institute of Technology
fujii.h.aa@m.titech.ac..jp

概要
認知の能動性（能動的インタラクション）を探究するあたり、表象と表象が指し示す実体や概念との関係性をモデル理論的意味論によって捉え、環世界をモデル理論的意味論でいうところの構造として捉える。構造と表象との二項関係に能動的な影響を及ぼすフレームとして図式の概念を導入し、図式を環世界に接地させる運動感覚的イメージ・スキーマの概念を導入する。これらの関係性を研究的実践と実践的研究の経験に基づいて可視化する手法としての写真日記にふれる。

キーワード：モデル理論的意味論，環世界，図式，写真日記

1. はじめに

本稿は、人工のものごとを創ることと使うことをデザインすることに関わる認知の能動性をどう捉えようとしているかについて、その概要を、拠所とする考え方を紹介することを通して、説明すること目的とする。特に関心があるのは、ものごとのデザインの実践や研究に用いる表象と表象が指し示す実体や概念との能動的な関係性である。

本稿では、この関係性をモデル理論的意味論（第２節）によって捉え、環世界（第３節）をモデル理論的意味論でいうところの構造として捉える。また、構造と表象との二項関係に能動的な影響を及ぼすフレームとして図式の概念を導入し（第４節）、図式を環世界に接地させる運動感覚的イメージ・スキーマの概念を導入する（第５節）。最後に、これらの関係性を研究的実践と実践的研究の経験に基づいて可視化する手法としてデザインしつつある写真日記にふれる（第６節）。

2. モデル理論的意味論

ものごとについての思考にはものごとを表象する言語（自然言語、形式言語）が用いられる。表象されるのはものごとの実体的側面や概念的側面である。ものごとが存在しうる世界とものごとについての表象（言語表現）を、それぞれ、Wとφとするとき、世界と世界についての正しい表象との関係は下式のように表記される。ここで、記号$\models$は左辺が右辺を真とする構造であることを示す二項関係を表している。

$$W \models \varphi \quad (1)$$

認知の能動性の二つの側面に注目する。あるフレームを通してものごとを観るという側面と、行動することによって世界を変化させるという側面である。このことを考慮して 1 式を下式のように精密化する。Wの添字iは世界の構造が数多に変化しうるものであり、そのなかのiで示される構造であることを表している。$\models$の添字Fは世界とその世界に存在しうるものごとの表象との関係がフレームFに依存することを表している。

$$W_i \models_F \varphi \quad (2)$$

3. 環世界

人間が能動的な交流（interaction）を通して認識している世界は人間の環世界である。生物は、外界にある刺激を受動的に受け入れてそれに機械的に反応して生きるのではなく、外界に対して主体としてなす刺激の知覚によって形成される知覚世界と外界への応答を能動的に制御する作用世界とを結びつけて独自に構築される生物の種に特有の環世界の中で生きている[1]。経験は実際に知覚すること行動する（制御する）ことを通して直接的に自覚されるものごとである。知覚できるあらゆるものごとと制御できるあらゆるものごとが環世界に属するのだとすると、経験は環世界との交流が自覚されたものごとであると言えそうである。

4. 知覚循環と図式

私たちは、知覚の対象である環境や身体を受動的に知覚するのではなく、提供されるあらゆる情報の中から特定の情報を探索して選択的に受け入れることによって、いまここにいる自分にとっての意味や秩序をもつものごと（対象）を能動的に知覚する。図式（schema, スキーマ）は環境や身体が提供する情報を抽出する働

きをする認知構造である[2]。情報の探索活動を方向づける予備的な概念構成の枠組みとして働くとともに、抽出した情報を受け入れた知覚経験によって修正され、さらに多くの情報を抽出するための探索活動を方向づけ、抽出した情報を受け入れた知覚経験によって修正される。このような、図式によって方向づけられた探索、探索によって抽出された情報を利用した対象の知覚、対象の知覚による図式の修正の循環を Neisser は知覚循環とよぶ。図式は知覚経験の来歴にもとづいて逐次的に形成される。

5. 運動感覚的イメージ・スキーマ

図式は客体を主体の身体と接する実体として扱うことと主体によって意味づけされた存在として扱うこととを橋渡しする。それぞれの扱いは原初的な図式と複合的な図式によって方向づけられる。原初的図式（primitive schema）は身体的経験に直接的に紐づけられるアプリオリ（a priori）な図式である。私たちの経験は、原初的なレベルにおいては概念に先行し、概念から独立している。Johnson [3]と Lakoff[4][5]が提案する運動感覚的イメージ・スキーマを原初的図式に対応づける。運動感覚的イメージ・スキーマ（kinaesthetic image-schemas）は、概念から独立して，経験の身体的な側面と直接結びつけられる「直接的に有意味」な図式であり、すべての人間に共通する図式である、複合的図式（composite schema）は文化的な経験や個人的な経験に依拠して形成されるアポステリオリ（a posteriori）な図式であり、文化的に形成される概念的な認識や主体による意味づけを方向づける。複合的図式を原初的図式、すなわち、運動感覚的イメージ・スキーマを組み合わせて構造化することによって構成する。

6. 写真日記

ものごとを理解する図式の顕在化に写真日記を用いている。写真日記（photo diary）[6][7]は写真とことばによって経験を表現する。ものごとを経験したり何かに気づいたりしたときに、それらに意識を向け、それらと関わりをもつものごとを写真に撮るとともにことばで表現する。写真は経験している状況の実体的構造を視覚的に表現する。写真にはことばで表現できないものごとや撮影時には意識していないものごとも写される。ことばは、経験しているものごと、経験しているものごとに関わる写真撮影された事実、経験や事実に関連づけられる解釈を表わす。事実の記述は客観的であることが好ましく、経験の記述は主観的である。解釈の記述は主観的なものごとの経験を客観的な事実に結びつける役割も担う。写真日記を通した経験の省察において自覚されずに撮影された情報に気づくことがさらなる発見や発想の契機となりうる。知をデザインする構成的な過程で新たなものごとに気づき、図式が変容する場合、写真日記の内容を撮影された事実に接地させて再解釈および再構成することも可能である。

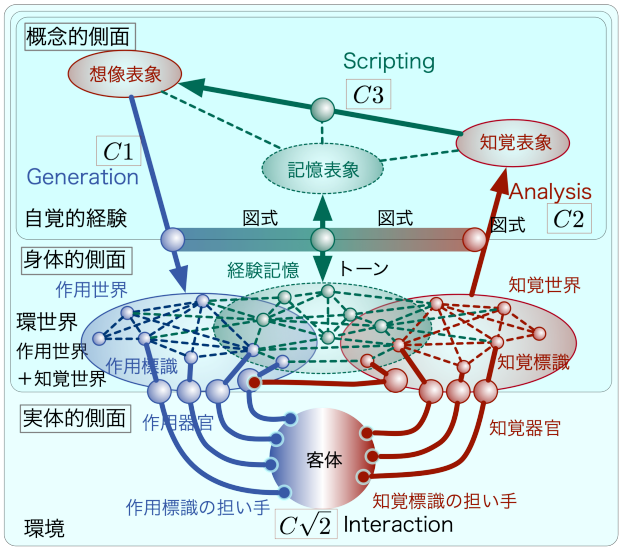


図１　能動的インタラクションのイメージ

文献

[1] Uexküll, J von., (1934) “Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen: Ein Bilderbuch unsichtbarer Welten”, 1934. ユクスキュル、クリサート（日高敏隆・羽田節子訳）, (1973) “生物から見た世界”』, 思索社.

[2] Neisser, U., (1976) “Cognition and Reality: Principles and Implications of Cognitive Psychology”. 1976. （古崎敬, 村瀬旻共訳）, (1982)”認知の構図 : 人間は現実をどのようにとらえるか”, サイエンス社.

[3] Johnson, M., (1987) “The Body in the Mind - The Body Basis of Meaning, Imagination, and Reason”, The University of Chicago Press.

[4] Lakoff, G. , (1987) “Women, Fire, and Dangerous Things”, The University of Chicago Press.

[5] Lakoff, G. , (1988) “Cognitive Semantics, Meaning and Mental Representation”, (Eco, U., ed.), Bloomington: Indiana University Press.

[6] 篠崎健一, 藤井晴行, 片岡菜苗子, 加藤絵里, 福田隼登, (2015) “空間図式の身体的原型の実地における空間体験に基づく研究写真日記を基礎資料とする KJ 法の試み”, 認知科学, 第 22 巻, 第 1 号, pp.37-52.

[7] 藤井晴行, (2015) “知をデザインする”, 一人称研究のすすめ, 知能研究の新しい潮流（諏訪正樹, 堀浩一編著）, 近代科学社, pp. 151-170.

構成主義的な授業を受けた学習者は何を長期保持するか？
What Can Constructivist Lessons Leave Behind in the Long-Term?

白水 始[†] 益川 弘如[‡] 齊藤 萌木[§]
Hajime Shirouzu, Hiroyuki Masukawa, Moegi Saito
[†]国立教育政策研究所, [‡]聖心女子大学, [§]共立女子大学
National Institute for Educational Policy Research, University of the Sacred Heart, Kyoritsu Women's University
shirouzu@nier.go.jp

概要
本 OS は，認知科学を基盤とした構成主義的で革新的な教育方法（プログラミング教育，仮説実験授業，知識構成型ジグソー法）の実践を基に，成果とその検証方法に関する知見を深める．具体的には，小中学校において学習者が自ら知識を構成する学びに従事した成果を数年・数十年後に追跡調査することで，長期間経過後の学習成果の保持・活用実態を明らかにする．

キーワード : 構成主義，仮説実験授業，知識構成型ジグソー法，長期保持，回顧調査

1. 構成主義的な授業の保持：本 OS の趣旨

本来，教育の成果は教室で与えられた問題に答えを出せることや定期テスト，受験等に使えることを超えて，次の学校段階に進んだ後や社会に出たときでも学んだことを思い出せ，その場の問題解決や学習に役立てられ，不足があれば自ら課題を見出し発展させられるかで評価すべきである．しかし，こうした研究には実時間が掛かるため，長期間（ロングターム）の学習成果は，その基礎資料すら十分に集まっていない．

本研究ではその出発点として，小学校でプログラミング言語「LOGO」を用いた理数教育を受けた 91 名の約 40 年後，「仮説実験授業」で理科を学んだ 6 名の 10 年超後，小中学校において「知識構成型ジグソー法」授業で各種教科を学んだ 26 名の 5 年後に，授業内容と学び方の記憶，その後の活用や進路について，アンケートやインタビューを用いて回顧調査した結果を報告する．

1.1. 認知科学・学習科学の介入実践から

本稿では，構成主義的な授業を学習者自らが知識を構成する学びと定義する．それは教師の講義や学習リソース（読み物など）を完全に排除した発見学習だけではなく，多様な形態で実現され得る[1]．ただし，授業で扱われる学習課題やテーマに対する解を教師ではなく学習者が創り出すことをねらうという共通点がある．それゆえ，そこでの学習は学習者一人ひとりに納得感をもたらす反面，規範との不整合感や他者との不一致感，次の疑問が見えることによる不足感など「不完全感」[2]を残すものともなる．これは，記憶研究における「望ましい困難さ（desirable difficulty）」[3]――短期的に記憶効率を上げる記憶方法（集中学習，ブロック学習，即時フィードバック）に対して，その場では困難に感じられる方法（正誤のフィードバックのない分散型の非ブロック学習）が数週間から数か月後の長期保持には却って好成績を上げる現象――に類似する．実際，学習科学の実践研究では，構成主義的な教育を「望ましい困難さ」で概念化した試みもある[4]．

以上のような背景に基づき，認知科学を基盤とした構成主義的な教育を学校現場で実践し，その成果について，実践が行われた授業や単元，学年を超えて長期的に捉えていこうとする提言が学習科学でなされている[5]．授業の学習成果が可搬性（portability : 学んだ場から持ち出せる）や活用性（dependability : 必要なときに使える），修正可能性（sustainability : 自ら修正発展できる）を持つかという学習評価である．こうした評価が提言される背景には，構成主義も含めた革新的な教育方法の成果について，介入の初期段階で標準的な学力テスト等でそれを測ることによって長期的に見れば効果を持ち得た改革が頓挫してしまうこと[6]を避けるという実践的な理由もある．

以上より，認知科学・学習科学の教育実践研究は，学校教育段階において行った介入について，その学習成果に絞って長期評価を行いたいという動機付けを有する．それゆえ，逆に，介入以外の様々な学校教育の効果や卒業後の様々な要因の影響は勘案しないという方法論上の特徴を持つ．また，調査のスケールも，介入した学校やその中での特定の学習者集団（コホート）を対象とするため，大規模なものとなりにくい．

1.2. 社会科学の大規模調査研究から

これに対して社会学・経済学では，欧米を中心に個人の教育歴や学校経験がキャリアや所得に及ぼす影響についての大規模調査が行われてきた．調査時点で回答者が自らの経験や履歴を振り返る「回顧調査」が記憶の不正確さや回答時の生活状況が記憶に与えるバイアスを防ぐため，調査対象者を数年にわたって経時的に

追跡調査する「パネル調査」も増えてきている.

しかし，健康や生死などアウトカムが明確に定義可能な医学での長期パネル調査に比して，教育は学力や社会での活躍などの定義が難しく，また尺度の上限自体が発展していくという困難さを抱える．従来は比較不能であった成績について，素点や偏差値ではなく，IRT（Item Response Theory）に基づく能力値を使うことで比較可能にしようとする試みもあるが，それもあくまでテストや調査というごく狭い「観察窓」を通した一面しか測れていない．その一方で，おおよそ 10 年に一度改定される学習指導要領の効果を確かめるべく，大学生に高校での学校教育を回顧調査させた概括的な調査では，「大学に進学するための知識を一斉授業で学びつつ，文化祭や部活動などの特別活動を通して友人関係を形成し，集団での協力を学ぶ」といった全体像は浮かび上がるものの[7]，学習内容に踏み込んだ詳細な分析や，当該制度・枠組みの中で，日々教師がどのような授業をすべきかの示唆を得ることは難しい.

教育社会学・経済学の調査研究は，大規模長期データを扱える利点を持つ反面，得られた知見を次の教育実践に活かすのが難しいという欠点を指摘できる.

1.3. 本研究の目的と方法論の視座

将来的に，複数の研究手法の利点を活かし，欠点を補った融合的な前向き追跡（コホート）研究を行うことができれば，教育実践研究の質も上がる．その第一歩として，ある程度の規模で認知科学・学習科学的なアクションリサーチ（介入研究）の成果を具体的かつ詳細に捉えていく研究が必要だろう．同時に，そうした研究を進めながら，方法論上の要件も整理していく必要がある.

この点で，学習科学の実践プロジェクト WISE が行った調査研究が示唆的である[8]．当プロジェクトは，中学校理科の単元「熱力学」について，12.25 週かかる「完全セット」のカリキュラムを創り上げた．そこには「温度と熱」「熱伝導」「熱エネルギー」「熱均衡」という 4 つの小単元が含まれ，体験や物理シミュレータ，実験など生徒の活動を中心に議論の時間が十分確保されていた．この完全セットで教えた結果，従来と比較して記述式問題への成績が 4 倍になったと言う．その後，プロジェクトは教育行政と現場の要請でカリキュラムを 3 回にわたって短縮し，最終的には 6.5 週で終わるものにした（短縮版にも上記の小単元はすべて含まれていた）．この短縮の悪影響を調べるため，完全セットでの実践から 5 セメスタ分，各短縮版での実践からそれぞれ 5 セメスタ分の計 20 セメスタ分の実践について，生徒 3,000 人分の学習の達成度を比較した.

結果を記述式問題と多肢選択式問題の 2 つの形で評価したところ，「熱と温度は同じか違うか」といった多肢選択式問題への解答には，カリキュラムを短縮した影響はほとんど見られなかった．ところが，「同じか違うかの理由を例も示して述べよ」といった記述式問題の成績は，短縮するに従って段階的に落ちた．さらに，完全セットの平均的な生徒を 50 名選出し，約 3 週間に一度のインタビューで学習プロセスを追った．その結果，多肢選択式問題は 3 週目で半数近くの生徒が解答できるようになるが，6 割の生徒が学習成果を使って自分なりの推論を行えるようになるにはさらに 9 週間掛かることがわかった．生成的で豊富な知識統合には時間がかかり，その成果は記述式問題など評価方法の工夫で初めて可視化されることが示唆されている.

この研究は，さらに上記 50 名のうちの 1 名について，中学校卒業後 4 年間の追跡インタビューを施した．その結果，完全セットで学んだ生徒は，WISE のプログラムを離れた後も科学への興味を持ち続け，高校で科学を選択し，インタビューで中学の時に問われたのと同じ問いへの解答について，高校で新しく学んだ関連知識も統合してさらに深めていっていた.

理科という一つの教科ではあっても，単元にわたる構成主義的な授業の成果が，知識の可搬性（portability）だけでなく，修正可能性（sustainability）も保証することが示唆されている.

以上を踏まえ，本 OS も含めた報告者らの一連の研究目的は，一つには，構成主義的な授業を受けた子どもたちは，大人になって何を覚えているかを明らかにすること，二つには，どう明らかにできるかを明らかにすること――方法論の確立――の二つである.

方法論については，WISE の研究で示唆されるように，1．介入の規模（授業か，単元か，教科か，複数教科や学年か，学校在籍期間すべてに及ぶものか），2．何を評価するか（学習内容か，学び方と呼ばれる認知スキルか），3．どう評価するか（どのような問題をどう解かせるか，素手かツールや仲間などリソース付きか；言語化など明示的な根拠を求めるか，本人が無意識に示す言動も根拠とするか）を考慮する必要がある．特に 1 点目については，学習科学の実践研究において，学習方法を単元などの単位で「パッケージ化」してしまえば，その効果が高まる反面，授業をデザインする教員の力量向上が疎かになるトレードオフも知られている.

そこで本 OS は「構成主義」という旗印では括れるものの，その実態においては多様である三つの事例を取り上げ，知見を深めることとする．なお，プログラミング教育（LOGO）の実践例については，戸塚氏の登壇が叶わなかったため，下記に氏の著書[9]を紹介する．

2. プログラミング教育の 40 年後追跡調査

2.1. 調査の目的・方法

調査は，戸塚氏が 1982 年に小学校で LOGO という言語を使って始めたプログラミング教育の成果について約 40 年を経て把握するために行ったものである．実践は，社会経済的背景（SES）の不利な山間地域の分校も含めた，計 6 つの小学校で 250 名以上の児童対象に行った．当初は算数，理科，図工，音楽といった授業に LOGO を導入し，遅くとも 1988 年には，休み時間も放課後も児童が PC を好きに使える「小さな研究室」という環境を準備して，自由な探究学習を支えた．

そこから例えば，小学 2 年生 2 名が村の道を歩きながら歩数と道の曲がり具合を計測して地図を LOGO に描かせることで航空写真顔負けの正確さで村の形を見い出した実践や，小学 6 年生 2 名がヒマワリの葉の生長プロセスを観察し LOGO のアニメーションとして再現することで葉軸に沿った生長とその垂直方向の生長とが「たし算」で葉全体の生長が進むことを発見した実践が生まれた．これらは認知科学分野にも広く紹介され[10, 11]，コンピュータを介して身体経験と科学的な概念とを結び付ける構成主義的（氏は「構築主義」と記す）な教育として注目された．なお，上記 4 名のうち 2 名は村から初めての高校普通科（進学校）への進学や国立大学工学部への進学を果たした．

このようなプログラミング教育が与えた効果を長期的に追跡すべく，2016 年から 2019 年に第 1 次調査を行った．調査対象を 1 年以上担任した学級に在籍したか理科やコンピュータ授業を受けた児童，もしくは 1988 年以降に「小さな研究室」で学んだ児童という 2 条件で 250 名から 102 名まで絞り込んだ．うち 91 名（36.4%）が存命で連絡可能であった．調査は，授業から 17〜38 年が経過していたことになる．

調査は，成人した児童（以下「学習者」）一人ひとりに当時の記録写真や映像を郵送して記憶を喚起しつつ，調査協力を依頼し，進路とキャリア，授業の思い出などを書面調査，一部協力者には対面でのインタビューすることで実施した．

2.2. 調査の結果

1981 年から 83 年度まで二校の分校で学んだ「第 0 世代」学習者 7 名，84〜86 年度に KN 小学校で学んだ「第 1 世代」42 名の計 49 名を合わせた進路，及び，1988〜98 年度に 3 つの小学校で学んだ「第 2 世代」42 名の進路が図 1 のとおりである．同世代の 18 歳人口に占める大学進学者，及び短大・専門学校も含めた進学者率も付した（文科省「学校基本統計」から算出）．

図 1 に見る通り，第 0，1 世代の学習者は全国平均より低い進学率だが，「中卒と高卒が当たり前」[9, p.54]であった山村に育った者としては稀に見る高学歴であった．第 2 世代の大学進学は全国平均を上回る結果となった．加えて，キャリアとしても研究者・エンジニア・教師・医師・デザイナー・ミュージシャン・起業家が計 13 名おり，それまでなかったような職業に就いていた．

高学歴を社会的成功と同視するのは短絡的だが，学習者が親世代では考えられなかった多様な進路・キャリアを開拓し得たのは無視できない事実である．

調査では，1985〜86 年に KN 小の算数授業で扱ったプログラミング課題について，「30 年後の宿題プリント」と題して書面で送付し，「多くの教え子たちが宿題を見事に解い」たという結果を報告している[9, p.131]．

正多角形の数学的定理を探す授業については，授業内容と定理を思い出せるかのインタビューも行った．

授業は正 6 角形，8 角形，18 角形など正多角形を LOGO で作成した後（タートルの歩く距離と曲がる角度を指定することでその足跡で多角形を表す），正 11 角形を描くプログラムがないことを教師が問いかけ，様々な試行と議論の末，学習者が小数点を含む角度（32.7 度）で描けることを見い出したものだった．さらに板書された他の正多角形の結果も統合・抽象化し，

正 n 角形の中心角定理 ＝ 360 ÷ n

という定理を

repeat : n [forward 辺の長さ right 360 ÷ n]

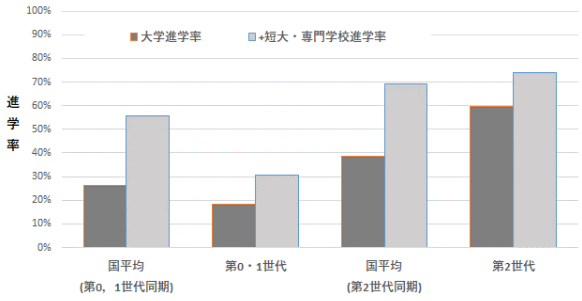


図 1 戸塚実践の学習者の進路[9]

というプログラムと共に発見するに至った.

授業から 11 年後のインタビューでは，2 名の学習者が「亀さん（タートル）で正 11 角形がつくれるかい？」との氏の問いかけに対して，キーボードに向かって

くりかえせ 11 [前へ 20 右へ …

とまでプログラムを書き掛け，角度について二人で対話し，暗算して 32.7 という数字を導出した.

ここには LOGO 特有のプログラム言語の理解，プログラム上の曲がる角度を数学の中心角と結び付ける領域横断的知識，中心角を算出できる概念的理解が示唆される．これらを捉えて氏は「プログラミングを通して獲得した知識は…『時間の経過に耐える知識』」[9, p.129]であり,「プログラミング教育が与える能力が『時間の経過に耐えられる』たくましい…『新種の学力』」[9, p.131]と呼べるのではないかと主張している.

3. 今後に向けて

本 OS は上記実践と，「仮説実験授業」及び「知識構成型ジグソー法」授業で学んだ学習者の長期経過後の学習成果の定着に関する検討を併せて，構成主義的な授業の長期的成果，及びその検証法を明らかにする.

すでに本稿で紹介した先行研究からも，学習の長期的評価によって，実践中や直後の短期的・即時的評価では得られないような構成主義的教育の成果が見えてくることが示唆されている．紹介した先行研究は，WISE プロジェクトでは単元, 戸塚実践では単元や 1 年近くに及ぶ集中的な実践であり，こうした効果が「やればやるほど」増すものなのか，それでも単元や学期に一回程度の散発的な実践でも効果を持ち得るのかといった新しい研究設問も生まれる.

その一方で，効果を検証・推論するための方法論がいかにも「弱い」課題も見えてくる．まず効果（従属変数）の証拠とする問題解決が（特に小学校の内容の場合）その授業を受けていなくても解ける可能性や，解くにしてもツールや他者とインタラクティブになら解けるという場合も多く（それこそが構成主義的な学習の成果とも言えるが），何らかの比較などで補強する方法論が必要だろう．次に，たとえ効果を確認できたとしてその原因（独立変数）を構成主義的な授業「のみ」に帰属させる難しさがある（むしろ構成主義的な学びが修正・発展可能性を持つ場合は新たに学んだことも積極的に関連づける方向に働く）.

しかし，こうした難しさにも関わらず，もし構成主義教育の成果を，コンテンツの深い理解とそれに基づくスキルやコンピテンシーの獲得（例えば戸塚氏は創造性，レジリエンス，不思議感受性を成果として挙げる），そして（長期でしか捉えられない）進路・キャリアのつながりで一体的に捉えることができれば，それは学術的・社会的に新しい評価の観点を提示する意義を持つ．それは翻って次の疑問――学校段階からその将来を予測することは可能か――を生むことにもなる.

謝辞

本 OS は，科研費挑戦的萌芽「教育の世界に知識を取り戻す：単元マップを媒介に」（23K17605），基盤研究 A「学習評価を支援する CBT プラットフォーム実装による教師自らの学習モデル変容支援」（23H00069），基盤研究 C「学習科学に基づく授業研究を通じた授業デザインと見とりの力量形成過程の中長期的検証」（40609971）及び「STEAM 教育における知識統合過程の分析に基づく学習支援方略の検討」（23K02770），国立教育政策研究所「『データ駆動型教育』の課題と実現可能性に関する調査研究」の支援を受けた. 感謝する.

文献

[1] Schwartz, D, L. & Bransford, J. D. (1998) “A time for telling.” Cognition and Instruction, 16(4), pp.475-522.
[2] 三宅なほみ, (2011) “概念変化のための協調過程―教室で学習者同士が話し合うことの意味―”，心理学評論, Vol.54, No.3, pp.328-341.
[3] Bjork, R. A., (1994) “Memory and metamemory considerations in the training of human beings,” In J. Metcalfe & A. Shimamura (Eds.), Metacognition, The MIT Press, pp.185-205.
[4] Linn, M. C., (2007) “Knowing when, where, and how to study student learning,” In J. C. Campione, K. E. Metz, & A. S. Palincsar (Eds.), Children’s learning in the laboratory classroom contexts, New York: Lawrence Erlbaum Associates, pp.137-162.
[5] Miyake, N., & Pea. R., (2007) “Redefining learning goals of very long-term learning across many different fields of activity”, In C. Chin et al., (Eds.), CSCL 2007, pp.26-27.
[6] Lewis, C., Perry, R., & Murata, A. (2006) “How should research contribute to instructional improvement? The case of lesson study.” Educational Researcher, 35(3), pp.3–14.
[7] 髙橋 亜希子, (2018) “高校の授業に関する大学生への回顧調査: : 授業形態・探究的な学習・自主活動等に関して” 日本教育学会大會研究発表要項. https://doi.org/10.11555/taikaip.77.0_111
[8] Clark, D. B., & Linn, M. C. (2003) “Designing for Knowledge Integration: The Impact of Instructional Time.” Journal of the Learning Sciences, Vol.12, No.4, pp.451-493.
[9] 戸塚滝登, (2022) “子どもたちの未来を創ったプログラミング教育,” 技術評論社.
[10] 三宅なほみ, (1985) “教室にマイコンをもちこむ前に” 新曜社.
[11] 佐伯胖, (1986) “コンピュータと教育” 岩波新書.

※URL 参照はすべて 2023. 7. 21

構成主義的授業で獲得された学習成果の 10 年以上後の PDS
－仮説実験授業『空気と水』の事例－
Analyzing Long-Term Learning Outcomes of Collaborative Learning

齊藤 萌木†
Moegi Saito,
†共立女子大学
Kyoritsu Women's University
saitomoegi@ni-coref.or.jp

概要

本稿では，仮説実験授業『空気と水』の授業を受けた学習者に対し，授業から 10 年もしくは 11 年後に実施したアンケートの結果を，授業当時の回答や発言内容と比較照合して分析することにより，構成主義的授業における知識の可搬性・活用性・修正可能性（PDS）に関する示唆を導く．

キーワード: 構成主義的授業，学習評価，超長期保持，仮説実験授業

1. はじめに

本稿では，構成主義的な授業が学習成果の可搬性（Portability：学んだ場から持ち出せる），活用性（Dependability：必要なときに使える），修正可能性（Sustainability：自ら修正発展できる）を獲得するのに有効である[1]との主張に基づき，小学校 3 年生で仮説実験授業『空気と水』[2]の授業を受けた 2 クラスの学習者に対し，授業から 10 年後もしくは 11 年後に実施したアンケートの結果を分析する．分析は，授業のねらいとなった「現象を科学的なモデルに即して説明できる知識」[3]の可搬性・活用性・修正可能性（以下「PDS」）に焦点を当て，当時授業で解いたものと全く同じ 2 つの問題の解と理由の説明を求めた設問の回答内容を，授業当時の学習者自身の解や発言内容と比較する．

1.1. 構成主義的な授業：仮説実験授業

構成主義的な授業とは，構成主義の学習理論に基づく授業であり，授業の形態としては複数人の学習者が対話しながら共に問題の解決を目指す「協調問題解決型」を取る．構成主義の学習理論とは，学びを知識・理解の社会的構成の過程とみなす理論である（本稿では社会的構成主義も構成主義に含むこととする）．

三宅＆齊藤[4]は，この理論を人が問題解決に活用する知識の抽象度に着目して 3 つのレベルで構造化している．協調問題解決の場では，経験則や素朴理論として保持されている抽象度の低い知識（レベル 1）を学習者自身が言葉にし，教師や教科書の提示するレベル 3 の抽象度の高い知識と結びつけて，レベル 2 の知識をつくる学びである．レベル 2 の知識は，概念変化研究の分野で「説明モデル」[3]とも呼ばれ，このレベルの知識を活用できると，学習主題について，知覚経験と科学の概念の両方と整合する説明ができるとされている．構成主義的な授業は，この学習者一人ひとりなりのレベル 2 の知識構成をねらう授業と言い換え得る．

仮説実験授業[5]はこうした授業の代表的先駆事例の 1 つである．ある科学的な主題に関して実験で解を確認できる複数の問題を系統的に提示し，①問題の説明，②解の予想（選択式），③討論，④実験（解の確認），⑤実験結果の記述という 5 つの学習活動を繰り返すことで，主題を学ぶ．

本稿で取り上げる『空気と水』は，目に見えない空気の存在とはたらきを主題とし，図 1 の 11 の問題から構成される．空気は水と同じように体積と圧力を持つ物質であり，自然界に真空はできにくいという原理原則（レベル 3）を，児童一人ひとりの経験則（レベル 1：ストローでジュースを飲む）と結び付けることで，児童なりの空気と水の説明モデル（レベル 2 の知識：空気があれば水は来ない）を構成することをねらう． 所要時間は 45 分×10 数コマであり，アンケート回答者の在籍したクラスでは，どちらも 12 コマで授業が行われた．

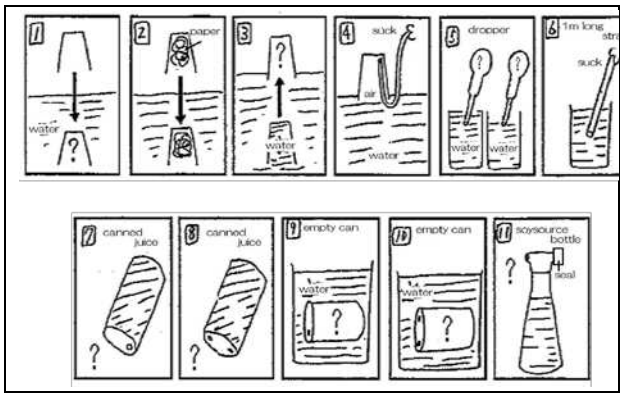


図 1 仮説実験授業『空気と水』の問題構成

仮説実験授業の「レベル 2 の知識」獲得に対する高い成果は，認知科学の分野でも注目されてきた[6]．アンケートを実施したクラスでも，授業当時，最終問題では両クラスの全員が実験結果を正しく予想でき，多くの学習者が「レベル 2 の知識」を活用して理由を説明できていた[7].

1.2. 構成主義的な授業の記憶

それでは，こうした知識はどれほど保持され，活用され，後続の学習と関連づけられて修正発展するのか.

仮説実験授業に関して，学習成果の PDS に関する調査事例で公表されているものは，管見の限り，次の 2 例である．庄司[8]は小学校 4 年生で仮説実験授業を受けた学習者に確認テストを高校 2 年生まで継続して実施し，その正答率の経年変化を追った．その結果，正答率は小学校 4 年から学年が離れて，関連のより高度な内容を学ぶにつれてむしろ上がっていくこと，つまり，学習後の知識の修正発展が示唆された.

また，仮説実験授業の 5 つの学習活動に対して，37 年後に回顧アンケートを行った上廻[9]では，回答者の 96%が問題解決のステップを正しく記憶し，80%程度の回答者が各ステップの意義を言葉で説明できることがわかった．例えば，討論について「自分の考えを明確化でき，他の考えを知ることができてたのしかった」などの回答が得られており，学び方についての知識も保持されていることが示唆された.

これらの先行研究は，学習成果の PDS に対する仮説実験授業の有効性を伺わせる．ただし，授業で直接獲得・構成をねらった「レベル 2 の知識」の PDS に踏み込んだ分析はまだない.

1.3. 本研究の目的

社会的ニーズに目を向けると，超長期の PDS に関する研究に期待される役割は，学齢期の学習の事実と将来のパフォーマンスとの関係を明らかにし，各自の将来性のより確かな予測を可能にすることだろう．そこで本稿では，既に授業時の学習の成果やプロセスが実証されている授業を受けた学習者の 10・11 年後のアンケート結果という対象データの強みを生かし，授業当時の個々の学習の事実とアンケート結果を対応づけて PDS について知見を得ることを目指す．他方，得られた回答数と，経年変化に関するデータがないという制約をふまえ，一般性の高い知見の提示や，授業とアンケート結果の直接的因果関係の実証は射程外とする.

表 1　分析対象とするアンケート回答者の基本データ

2001 年度	
B	国公立 4 年制大学　理系　3 年
J	専門学校　理系　2 年
X	地方私立大学　理系　3 年
2002 年度	
A	国公立 4 年制大学　文系　1 年
F	首都圏私立大学　理系　2 年
U	専門学校　理系　2 年

※回答者の識別アルファベットは，授業時の総発話数順を示す．授業の学習プロセスの既研究[7,10]と同一.

表 2　アンケートの設問(カッコは注釈)

1	次の 2 つの問題を読んで，あなたが正しいと思う選択肢にマルをつけて下さい．また，なぜその選択肢を選んだか，四角の中に考えを書いてみてください. 〔問 1〕（＝教材では問題 7．図は省略） ジュースの缶に，1 つだけ小さな穴をあけます（飲み口のプルタブはふさいだまま）．そして，図のように逆さまにしたら，ジュースは出てくるでしょうか. 予 想 ア．　ジュースは，勢いよく出てくる. イ．　ジュースは，出てこない（正答） ウ．　ジュースは，ぽとぽと続いて出てくる. 〔問 2〕（＝教材では問題 10．図は省略） ジュースの空き缶の飲み口をきちんとふさぎ，反対側に小さな穴を 2 つあけます．この缶を水の中に入れたら，水は缶の中に入るでしょうか. 予 想 ア．　水は，たくさん入る（正答） イ．　水は，半分くらい入る. ウ．　水は，ほとんど入らない.
2	授業の進め方の記憶（詳細略）
3	当該教師の理科授業の記憶（詳細略）

2. アンケート調査概要

アンケート調査の対象は，2001 年度と 2002 年度 1 学期に，愛知県中規模市の同じ公立小学校 3 年生として，同一の教師（クラス担任）から『空気と水』の授業を受けた学習者である．2001 年度生が 25 名，2002 年度生が 21 名，計 46 名である．教師は仮説実験授業の豊富な実践経験を持つ当時 40 代後半の女性である.

この 2 クラスについては，各問題での予想分布，発言記録，授業後感想文がある程度残っており，授業当時のクラス全体及び個々の学習者の学習プロセスが詳細に分析されている[7]．そこで，授業当時の個人単位の

学習内容とアンケート結果の比較が可能となった.

アンケートは授業から 10 年以上経過後の 2013 年 8 月に, 両クラスの在籍者全員の当時の住所に郵送し, 各クラス 3 名ずつの計 6 名から回答を得た．6 名の基本データを表 1 に示す. 回収率は 13%と高くないものの, 発話数の順序からうかがえるように多様な学習者から回答が得られている．アンケートの設問は表 2 のとおりであり，本稿では主に設問 1 に関する分析結果を報告する．設問 1 での問題選定の理由は後述する.

3. 分析の仮説と方法

次に分析の仮説を記す.『空気と水』の授業でねらいとした「レベル 2 の知識」は「目に見えない空気の存在やはたらきによって水の動きをとらえる『説明モデル』」[7]である．その知識の可搬性（P）と活用性（D）が認められるとすれば，アンケートの設問 1 では，どちらの問題においても学んだ「説明モデル」を活用し，目に見えない空気や存在のはたらきと関連づけて選択肢を選んだ理由を説明できる調査参加者が多いと考えられる．また，分析対象者 6 名は，中学校・高校で理科の授業を受けている．そこで，修正可能性（S）については，大気圧や液体の表面張力といった中学以降の学習事項であり，かつ『空気と水』の学習内容のより深い理解に使えるレベル3の知識を統合した「説明モデル」を使って理由を説明できる可能性も指摘できる.

他方,「説明モデル」の活用有無と問題の正誤は必ずしも一致しない. そこで,「説明モデル」の PDS があっても，正答率は必ずしも高いとは限らないだろう.

ただし，問 1（問題 7）は，小学生に授業した場合に正答率が急落する共通の傾向がある. また, それ以後討論での発言や授業後の記述において,「説明モデル」を活用する割合が急増するところから,「説明モデル」の構成と精緻化へ向かう学習の起点として重要な機能を持つことが示唆される[7,10]．そのため，問 1 については正解そのものが強く記憶に残っている可能性もある.

正答率の比較のため，この授業を受けた経験のない首都圏私立 4 年生大学 2 - 3 年生教職履修者 27 名に『空気と水』の授業を 2022 年度に実施した．結果，正答率は問 1 が 11%，問 2 が 88%と，授業を受けていない場合大学生でも問 1 の正答率が低いことが示唆された.

こうした仮説をふまえ，本稿では，6 人の回答者の設問 1 の回答と理由を，回答の正誤,「説明モデル」活用有無,「説明モデル」の種類という 3 つの視点で分析し，授業を受けた当時と比較する.

「説明モデル」の種類は．次の 3 つのカテゴリで分析する.「空気」は授業でねらうモデル,「圧力等」は中高校の理科の学習事項で『空気と水』の主題をより深く理解するために活用が期待される知識を用いたモデルであるため，PDS の指標としてこれらを設定した.

- 空気：目に見えない空気の存在やはたらきによって水の動きを説明するモデル（例「空気が入って来なければ，ジュースも出ない」）
- 圧力等：大気圧や表面張力のはたらきによって水の動きを説明するモデル（例「表面張力や空気の圧力によりジュースは出ない」）
- その他：『空気と水』の授業では扱わなかった何等かの要素のはたらきによって水の動きを説明するモデル（例「対流により水が入る」）

なお, 説明モデルの出現頻度を比較するため, 前述の教職履修者を対象とした授業で最終問題の文章による理由の記述を求めたところ,「穴が 2 つなら醤油が出る」など,「説明モデル」を使わずに経験則（レベル 1）を活用して記述する学生が 10%程度存在した.

4. 分析結果および考察

分析結果を表 3 に示す．まず，各問題の正答率は問 1（問題 7）が 83%，問 2（問題 10）が 67%であった．特に上述の教職履修者に比べ，問 1 の正答率が高く，6 名の調査参加者は，授業を受けた影響として,「説明モデル」の構成と精緻化へ向かう学習起点となった問題の実験結果が強く記憶に残っていたと解釈できる.

次に「説明モデル」活用に着目すると，6 名は全員，両方の問題において, 回答の理由を説明する際に「説明モデル」を活用していた．上述の教職履修者（私立大学生）に比べても, 問題に出会ったときに,「説明モデル」を構成し，活用して解を根拠づけようとする共通の傾向があったと言える. 6 名には大学に進学していない回答者が含まれることもふまえると，全員が「説明モデル」を活用したという事実には，注目の価値がある.

活用した「説明モデル」の種類について見ると,「空気」が 5 名,「圧力等」が 5 名,「空気」と「圧力等」を統合したものが 1 名,「その他」が 2 名であった．表 3 を見ると，授業とアンケート時の説明モデルの種類が完全に一致することはなく, 授業で獲得された「説明モデル」の超長期的な可搬性（P）・活用性（D）は確認できなかった．また，授業当時の「空気」のモデルに中学

表 3　問題の回答と「説明モデル」の比較

	授業当時（2001/2002）					アンケート時（2013）				
問 1	回答	モデル	空気	圧力等	その他	回答	モデル	空気	圧力等	その他
B	×	○	✓			○	○		✓	
J	○	×				○	○	✓		
X	○	×				×	○		✓	
A	○	○	✓			○	○	✓		
F	○	○	✓			○	○	✓	✓	
U	×	×				○	○	✓		
問 2	回答	モデル	空気	圧力等	その他	回答	モデル	空気	圧力等	その他
B	○	○	✓			×	○		✓	
J	欠席					○	○	✓		
X	○	×				○	○	✓		
A	○	○	✓			○	○		✓	
F	×	○	✓			○	○			✓ (対流)
U	×	×				×	○			✓ (空気と水の均衡)

高校の学習事項を統合したモデルを活用するという修正可能性（S）を示したのは F のみであった．

その他の回答者は，授業当時には活用しなかった「空気」のモデルをアンケート時には活用した（J, U, X），授業当時には「空気」のモデルを活用していたが，アンケートでは「圧力等」のモデルを活用した（B）のように，種類が変わった例もあれば，同じモデルを活用しても説明に変化がある例もあった（A）．A は，授業とアンケートの両方で「空気」のモデルを活用した．授業当時は運動の方向（空気は上，水は下へ向かう）に拘っていたが[7]），アンケートでは同じ傾向はみられなかった．以上のような多様性を確認できたことから，「説明モデル」の PDS の実態把握には，経年変化を追跡するより丁寧な調査及び分析が必要と考えられる．

5.　今後の実践・研究への示唆

以上を踏まえ，二点示唆を述べる．まず，教育実践研究の出発点として，10 年後に学習成果がどのように残ることを期待するのかという視点をふまえて，各学校段階の学習目標を検討し直すことが重要である．例えば，今回の分析では，6 名に共通の傾向として「問題に出会ったときに『説明モデル』を構成し，活用して解を根拠づけようとする活動」がみられたが，これを重要視するか否かによって，超長期の学習成果評価の実践・研究の方向性は大きく変わる．

次に，知識の観点だけに絞っても，授業中に観察・記録できる学習の事実から，10 年後のパフォーマンスを予測するのは相当難しいことも示唆されている．例えば，今回の分析でも，「ある『説明モデル』を言語化できていれば 10 年後も活用できる」などの単純な事実は確認できなかった．だとすると，多種多様なデータを収集・蓄積できる環境が整いつつあるからこそ，学齢期の評価を，将来性のより確かな予測に資するものとするには，どういったデータが学習成果の実態把握にどのように寄与できそうかの仮説を改めて吟味してみるような，優れて認知科学的な基礎研究が求められる．

文献

[1] 三宅なほみ,(2012) ”評価”,三宅芳雄編，教育心理学特論，pp. 205-224.

[2] 仮説実験授業研究会, (1970) 授業書《空気と水》

[3] Clement，J.，(2008) “The Role of Explanatory Models in Teaching for Conceptual Change.” Vosniadou，S.（Ed.），International Handbook of research on conceptual change．London: Taylor & Francis Group.

[4] 三宅芳雄，齊藤萌木(2018), “経験から作る素朴概念 “，三宅芳雄，白水始編，教育心理学特論』,pp. 67 -86.

[5] 板倉聖宣, (1963), “仮説実験授業の提唱”,理科教室, 11.

[6] Hatano，G，Inagaki，K.，(2003) “When is Conceptual Change Intended? A Cognitive-Sociocultural View．” In Sinatra，G. M.，，Pintrich，P. R. (Eds.)，Intentional conceptual change．Mahwah，NJ: Laurence Erlbaum Associates.

[7] 齊藤萌木, (2016)”説明モデルの精緻化を支える社会的建設的相互作用”，認知科学, 23(3),pp. 201-220.

[8] 庄司和晃(1988). 仮説実験授業の論理，明治図書.

[9] 上廻昭, (2001) “仮説実験授業 37 年目の評価”，たのしい授業, No.237, pp.118-139.

協調学習による学び方の学びの保持
―新成人対象の回顧調査から―
Remembering “Learning How to Learn Collaboratively”
-- Retrospective Study of New Adults

飯窪　真也[†]　齊藤 萌木[‡] 白水　始[§]
Shinya Iikubo, Moegi Saito, Hajime Shirouzu

[†]教育環境デザイン研究所, [‡]共立女子大学, [§]国立教育政策研究所
Nahomi Institute for the Learning Sciences, Kyoritsu Women’s University, NIER
iikubo@ni-coref.or.jp

概要

生徒を主体とする学習場面で獲得される認知スキルは本来，場面外での活用により獲得度を評価されるべきであるにも関わらず，そのロングタームな研究は少ない．本稿では，中学生までに「知識構成型ジグソー法」授業を繰り返し経験した新成人 26 名に回顧調査を行い，協調学習場面における学び方の学びの保持の程度とその詳細を検討した．その結果，約 65%が協調学習から「コミュニケーション」を学び，少数がその能力の詳細に関する独自な表現を行うという結果を得た．

キーワード : 協調学習，知識構成型ジグソー法，学び方の学び，学習評価，長期保持

1. はじめに

生徒を主体とする学習場面で獲得される「学び方の学び」などの認知スキルは本来，場面外での活用によってその獲得度を評価されるべきである．それにも関わらず，その実態に関する長期的（ロングターム）な研究は少ない．例えば，他者との対話を通して自らの理解を深める「協調学習」の経験からは，学校を卒業しても，職場や日常生活で対話を自らの仕事や生活に活かすスキルが身についているかを評価すべきである．加えて，もしそれを「コミュニケーション能力」の獲得と表現するとしても，その詳細は「人間関係を円滑に保つ交流術」や「簡潔明快な説明と質問ができる力」から「自分の理解や考えを深めるために他者とことばや説明を借り合う力」まで多様にあり得る．本稿で採り上げる「知識構成型ジグソー法」[1]は，他者と共に問題を解く過程の中でも特に「各自の考えを表現して確認し合い統合しようとする過程」[1:p.329]に力点を置く学習方法である．実際この方法を用いた授業では，流暢かつ断定的な説明を特徴とする presentational talk[2]より，互いのことばを引き継いだり言い換えたりしながら考えを深める exploratory talk[2]が頻繁に観察される[3]．しかし，こうした学習体験が場面外までどう保持・活用されるのかについては，談話研究も含めて，まだ検討が少ない．

加えて，学習体験の多寡がその保持・活用にどう影響するかもわかっていない．例えば，筆者ら[4]の先行研究で，小学 6 年時に「知識構成型ジグソー法」授業で学んだ学習者 7 名に 10 年後の回顧的インタビューを行った結果，調査者がこの授業法に言及して情報提供した後には，学習方法や授業内容を肯定的に想起した．しかし，それに先行した「『小学校で学んだこと』で一つ思い出すことは？」「大学生活や社会生活で生かせたことは？」という generic prompt の段階では，同種の想起は見られなかった．その一因として，対象集団における「知識構成型ジグソー法」授業経験が主に小学校 6 年生の 1 年間に限定されていたことが考えられる．

そこで本研究では，「知識構成型ジグソー法」による協調学習の授業を小学校から経験し，特に中学時代に頻繁に経験した新成人 26 名を対象にアンケートとインタビューを組み合わせた回顧調査を行うことで，学び方の学びは時間が経っても保持されているか，どう保持されているか，保持傾向は「知識構成型ジグソー法」の体験回数によって変わるのかを検討する．

2. 調査方法

2.1. 調査対象者

調査対象者は，筆者らの実践研究プロジェクト（CoREF プロジェクト）[5]の連携自治体として，14 年間に亘って「知識構成型ジグソー法」を用いた協調学習の授業づくり実践に取り組んできた，先行研究[4]とは異なる中山間地域の自治体（以下 AO 町）の新成人 26 名である．そのうち 13 名は同一中学校の 2016 年度卒業生，13 名は 2017 年度卒業生である．調査は 2022 年 8 月（16 年度卒業生：卒後 5 年 5 か月），2023 年 1 月（17 年度卒業生 : 卒後 4 年 10 か月）に新成人を対象とした教育委員会主催のイベントとあわせて，任意参加で実施された．調査が協調学習に関するものである

表 1　中学時「知識構成型ジグソー法」授業経験数

	16 年度卒業生	17 年度卒業生
1 年次	3	4
2 年次	4	3
3 年次	3	14
合計	10	21

ことは参加者には事前に知らせず，中学校時代の思い出を振り返るインタビューと伝えていた．卒業生の総数は 16 年度 20 名，17 年度 17 名であり，調査参加者の割合は 16 年度 65.0%，17 年度 76.5%となる．

なお，参加者の現在の属性は，16 年度卒業生が大学生 3 名，専門学校生 1 名，就職 9 名，17 年度卒業生が大学生 7 名，専門学校生 2 名，就職 4 名であった．

対象者が中学校の 3 年間で経験した「知識構成型ジグソー法」授業のうち，研究授業等で何らかの記録が残っていたものの数を表 1 に示す．両年度の卒業生とも，先行研究[4]の対象者と比べると，長期間にわたってより多くの回数「知識構成型ジグソー法」授業を経験していた. 特に 17 年度卒業生はその傾向が顕著である. 17 年度卒業生の 3 年次に授業数が急増しているが，これは他校から「知識構成型ジグソー法」授業の経験豊富な教員が異動してきたことによるものである．実施された授業の教科は両年度とも特に偏りはなかった.

2.2. 調査内容

調査は，アンケートと対象者が明確な集団インタビュー（フォーカスグループインタビュー）を組み合わせた形で教育委員会の職員が行った. アンケート項目（表 2）は，筆者らの助言を受け，教育委員会が作成した.

調査は三段階で行った. カテゴリ A は, 一般に generic prompt と呼ばれる項目であり，調査者から「知識構成型ジグソー法」による協調学習には言及せずに, 学校での学びについて一般的な質問を行った．続くカテゴリ B の項目は，specific prompt であり，協調学習の用語等は明示して, そこに話題の焦点を絞って質問した. なお，学習成果としてコンテンツ（学習内容）やスキル（方法）の両方を許容するものとした．カテゴリ A, B では, 個別にアンケートに記入させた後, フォーカスグループインタビューを行った．カテゴリ C は，中学校時代に体験した「知識構成型ジグソー法」授業を簡易的に体験し, 当時の授業映像をビデオで視聴した後に, インタビューを行った.

表 2　アンケート項目

【カテゴリ A】アンケート記入 3 分, 対話 7 分
A-1 現在の学校・社会人生活について教えてください. A-2 小学校・中学校の授業で学んだことと言われた時に一つ思い出すとすると何でしょう. A-3 これからの学校生活や社会生活で生かせそうなことの中で最も大事なことを一つ上げるとすると，何でしょう.
【カテゴリ B】アンケート記入 5 分, 対話 10 分
B-1 協調学習で学んだ授業で鮮明に覚えている授業があれば，内容を教えてください．なぜ，そんなに覚えていると思いますか. B-2 中学時代の協調学習の一覧を見て，授業でやった記憶があるものに〇を付ける). B-3 その時の自分や友達の活躍で覚えていることはありますか. B-4 協調学習で身についた力や知識で，これからの学校生活や社会生活で役立ちそうなことはなんでしょう.
【カテゴリ C】複数名で答えを作る 5 分, 動画視聴・資料読解 15 分, 対話 15 分
C-1 一つの協調学習の資料をもとに，答えを作ってみる. C-2 その授業のワークシートや動画を視聴し，思い出すこと，考えていることを語り合う.

先行研究[4]では，個別アンケートを経ずにフォーカスグループインタビューに移ったため，本調査は個別アンケートを全員に実施した上でグループインタビューを行った（17 年度卒業生は時間の関係で，後半のアンケート項目については一部個人記入の時間を十分とれていない）．それにより，カテゴリ A の generic prompt で自発的に協調学習に関する内容を想起できたかを汚染（contamination）なく確認する．特に A-3 の質問に対して，協調学習を通じて身につけたと考えられる学び方を挙げていれば，学び方の学びの明確な想起と見なした. その上でカテゴリ A のインタビュー，B 以降のアンケート・インタビューで記述・言語化データを得られれば，学び方の学びをどう表現するかを詳細に把握できる．以上の結果を 16，17 年度卒業生で比較する．なお，カテゴリ C の内容想起やそれと授業時の学習過程との対応等はまた別稿で詳細に分析する.

2.3. ベースライン調査

本調査のような学習体験に関する 5 年以上の期間を置いた回顧調査は，まだ一般的なものでないため，結果を比較対照するための資料として，カテゴリ A に準じた項目を用いて，ベースライン調査を行った．

第三筆者が中堅私立 T 大学文系学部 1，2 年生計 93 名にアンケートを行い，「小中高で学んだこと，たった一つ思い出すとすれば何ですか？」と尋ねた．有効回答 76 名の記述解答を分類した結果，授業に関する言及は 3 名（3.9%）にとどまった．全体の 68%を「人間関係」「その難しさ」「協調性（例：集団行動，周囲をよく見る）」が占めた．次に「小中高の『授業』で印象に残っているのはどんな授業で，なぜ印象に残っていますか？」と聞いた結果は，教科等の授業であっても「先生の面白さ」「分かりやすさ」が理由の 43%，「受動的活動（例：文法の歌を歌わされる）」や「その嫌さ（例：生徒同士で当て合う不信感）」が 10%となった．「生徒主体の活動」は 15%，「授業内容」は 16%であった．

さらに第一筆者が教職課程を履修する中堅私立 Y 大学 2 年生計 69 名に「小学校から高校までの学校生活を通じて特に印象に残っていることは何ですか？　またどうしてそれが印象に残っているか簡単に教えてください」とのアンケートを行った．そこでも授業に関する内容を挙げたのは 3 名（4.3%）のみだった．他は「特活（例：修学旅行）」「部活」「放課・放課後（例：友人と雑談）」など教科外の学習や活動が 76.8%を占めた．

3. 結果

3.1 自発的想起（カテゴリ A）の結果

「A-2 小学校・中学校の授業で学んだことと言われた時に一つ思い出すとすると何でしょう.」の問いに対して，修学旅行などを除き，教科等の学びについて触れた者は，16 年度卒業生 4 名（30.8%），17 年度卒業生 10 名（76.9%）だった．中でも「知識構成型ジグソー法」や協調学習に関するキーワード（例：協調学習，エキスパート，コミュニケーション能力）を挙げた対象者の数は，16 年度卒業生 3 名（23.1%），17 年度卒業生 10 名（76.9%），あわせて 13 名（50%）であった．上記ベースラインデータと合わせて，結果を図 1 に示した．これを見ると，16 年度の結果でも十分多いことがわかる．ただし，今回 A-2 の聞き方が「授業で学んだこと」と限定をかけた効果は差し引く必要がある．

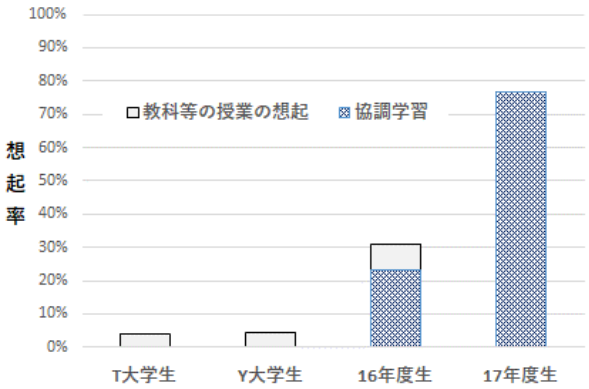


図 1　教科等の授業及び協調学習の想起率

次に「A-3 これからの学校生活や社会生活で生かせそうなことの中で最も大事なことを一つ上げるとすると，何でしょう.」の結果を，何らかの学習方略に言及した回答（例：目標をもつ，計画性），特に協調学習に関連する学習方略に言及した回答（例：コミュニケーション能力，自分の意見をしっかりと持って交流する，会議中に出た要点を見つけ出す人との対話力，人の話を最後まで聞いて自分の意見を言う）に大別した．

16 年度卒業生では 7 名（53.8%），17 年度卒業生では 13 名全員（100%），計 20 名（76.9%）が何らかの学習方略に言及し，うち 16 年度卒業生では 3 名（23.0%），17 年度卒業生では 10 名(76.9%)，あわせて 13 名(50.0%)が協調学習関連の学習方略に言及した．

なお，この 13 名のうち，A-2 で「知識構成型ジグソー法」や協調学習に関するキーワードを挙げたのは，9 名（69.2%）だった．明示的に協調学習に言及しなくとも，学習方略として言及した可能性が推察できる．

3.2 誘導付き想起（カテゴリ B, C）の結果

「B-1 協調学習で学んだ授業で鮮明に覚えている授業があれば，内容を教えてください.」で具体的な授業を挙げた割合は，16 年度卒業生 12 名（92.3%），17 年度卒業生 6 名（46.2%）であり，「B-2 その時の自分や友達の活躍で覚えていることはありますか」に何らか回答した割合は，16 年度卒業生 4 名（30.8%），17 年度卒業生 5 名（38.5%）であった．

「B-4 協調学習で身についた力や知識で，これからの学校生活や社会生活で役立ちそうなことはなんでしょう.」については，16 年度卒業生の全員（100%），17 年度卒業生の 10 名（76.9%）が「*人の話を聞いて，受け入れる力*」「*人の話を読みとって次の話につなげる*」

「*自分の言葉で言いかえ*」など，具体的な記述をした（17 年度卒業生は記述時間が十分ではなかった）．

カテゴリ C では中学校時代に体験した理科の授業（アンモニア噴水の仕組み）の資料を与えて問題を解かせた．ほとんどの対象者が最初に課題を提示された段階では正しい答えが書けなかったが，資料を使いながら対話をすることを通じて 15 分程度の時間で正解にたどり着くことができた．

以上のカテゴリ B, C のインタビュー時には，「俺，あんなに*力説して授業に積極的*だったんだっけ？」「そうそう．何か*自分たちで話しながら*勉強してる．」といった気づきや，「*一生懸命自分で力説して，賢い人に解釈してもらうしかなくてね*」「その人が『*こういうことでしょ*』，『*ああ、そうそうそう*』って」といった自分たちなりの対話の想起とその言語化（表現）が見られた．

4. 考察

結果を総括すると，小学校から始めて中学校時代に頻繁に経験した協調学習を通じて，そこで要請されるコミュニケーションなどの学びが半数以上の学習者に約 5 年を経ても保持されていたと言える．

具体的に，generic prompt を用いたカテゴリ A の結果からは，対象者の半数が誘導なしに「小中学校で学んだこと」として協調学習に関するキーワードを挙げ，同じく半数が「学校生活や社会生活で生かせそうなことの中で最も大事なこと」として協調学習に関連する学習方略を挙げた．重複を除いて，延べ 17 名（65.4%）が協調学習に対する言及を自発的に行った結果だった．

年度間で見ると，より多く協調学習の経験を積んだ 17 年度卒業生で，上記 A-2, A-3 の回答の割合が高まった（ともに 76.9%）．両年度の対象者の属性の違いもあるが，表 1 に示した学習経験の違いが対象者の学び方の学びの自発的言及に影響した可能性も示唆される．

協調学習の個別具体的な授業やその効果について specific prompt で聞いたカテゴリ B では，どちらの卒業生も先行研究[4]同様，協調学習の効果について自分の言葉で語ることができていた．逆に言えば，両年度の差は generic prompt によるカテゴリ A ほど顕著ではなかった．先行研究[4]の結果とも合わせると，一回一回の授業が十分学習者にとってインパクトのあるものであれば，想起のキューがあれば個別具体的な授業で学んだことを想起したり，好意的に振り返ったりすることはできるという可能性が示唆される．

中学時代に体験した協調学習の授業を簡易体験したカテゴリ C では，事前の段階で問題の答え（＝授業の内容）を正確に記憶していた対象者は若干名であったが，簡易的にジグソー形式で対話をしながら答えを出すことはできていた．カテゴリ A のアンケート結果と合わせると，（個別具体的な授業内容は忘れていても）学び方自体は身についていて，きっかけがあれば活用できる暗黙知となっていたとの解釈も可能ではある．

最後に，授業中の対話の記憶としても「話しながら考え，話を次へと繋げる」相互作用的で連鎖的なジグソー法の学び方を反映したものとしてコミュニケーションを捉え，その成果が現在職場でも「要点を見つけ出す」力として保持されている結果も見てとれた．こうしたコミュニケーションの定義はまだあまり一般的なものでないため，その独自性が際立っている．

今後は，本 OS 別稿（白水・益川）に挙げたような回顧調査の方法論上の課題（サンプリング；調査者と調査対象者の関係；保持内容を intact に調べるための generic prompt と上限を捉えるための specific prompt のバランス等），回顧的研究の課題（後続の学習経験との交絡等），学習方法の効果（ジグソー法が初めての学習者でもそのパフォーマンスを引き出す特性を持つ等）の問題を改善し，第一に，協調学習経験の量的な違いが学び方の学びにポジティブな影響を与えるかの量的な検討を行う．第二に，その違いを質的に捉えるため，自由記述・再生で得られた回答を落とし込んだ学習方略に関するアンケートを作成・実施すると同時に，ジグソーのステップを説明せずに 3 人組に資料 3 種類ずつ渡して「自発的に」分担して対話しながら問題を解くかなど，学習方略を行為レベルで検証する．

文献

[1] 三宅なほみ, (2011) “概念変化のための協調過程―教室で学習者同士が話し合うことの意味―”，心理学評論，Vol.54, No.3, pp.328-341.
[2] Barnes, D. (1976) “From Communication to Curriculum”, Penguin.
[3] 三宅なほみ・東京大学 CoREF・河合塾編著 (2016) “協調学習とは―対話を通して理解を深めるアクティブラーニング型授業―”，北大路書房.
[4] 白水 始・齊藤 萌木・飯窪 真也・森山 一昌，(2021) “協調学習の成果を 10 年後に評価する ―「知識構成型ジグソー法」による可搬性とメタ学習―”，日本認知科学会第 38 回論文集, pp.95-104.
[5] CoREF (2023) “自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト (令和 4 年度報告書)”, CoREF. https://ni-coref.or.jp/

OS11 自己と身体の相互構築とプロジェクション

企画・司会　鈴木宏昭（青山学院大学）
田中彰吾（東海大学）
話題提供　田中彰吾（東海大学）
鈴木啓介（北海道大学）
宮崎美智子（大妻女子大学）
嶋田総太郎（明治大学）

企画趣旨

本 OS はプロジェクションという観点から，自己がどのように成立するのか，また発達・進化・仮想化の過程で身体はどのような変化を遂げるのかを検討しつつ，新たな認知研究のフレームワークを探求することが目的である．

自己と身体が一体となっていることは身体性認知科学が提供した重要な知見である．一方，身体は成長，発達の過程，また進化の過程で変化している．こうした変化が自己の概念の変更につながっている可能性がある．また人間は心の発達に伴い自己概念も変化させていく．こうした心的な自己概念の変化が身体的自己を変化させる（例えばジェンダー概念のように）．加えて VR/AR テクノロジーは，自己を別の身体へと投射することを可能にしている．こうした過程では逆に，仮想身体との同一化を経由して心，自己にも変化が見られるはずである．このように，身体と自己はさまざまな意味で相互構築の関係にあると考えられる．

2016 年から本学会で研究活動を展開しているプロジェクション科学は，上記の探究にとって有用な概念装置（異投射，虚投射，バックプロジェクション，重ね描き等）を有している．自己，身体とプロジェクションの関係については，これまでにも研究が重ねられてきた．ただし，これまでの研究ではその成立過程について触れられることは少なかった．

そこでプロジェクションの観点から，こうした心と身体の相互作用的構築過程について，VR/AR テクノロジー，発達心理学，進化人類学，現象学の知見を持ち寄り，それとプロジェクションとの関係を検討することが本 OS の目的となる．

身体のプロジェクションと自己の進化
田中彰吾（東海大学）

身体性の観点から自己について考える際，ボディスキーマとボディイメージの違いが理論的には重要である．ボディスキーマは身体行為に伴う自己の主体性を意識下で準備しているのに対し，ボディイメージは意識的な身体表象として，自己意識を支える身体的基盤となる．暗黙の自己感を生成しているという意味で，ボディスキーマはいわゆる「ミニマルセルフ」の水準で自己を構成している．一方，ボディイメージは自己身体に関する明示的な自己意識を含んでおり，自己物語を生成する身体的基盤となる点で「ナラティブセルフ」を構成する．

本発表では，ボディイメージの進化的起源について，道具使用との関連から考察する．道具使用はヒトにおいて顕著に発達した代表的な能力のひとつである．従来，特定の道具使用に習熟することで道具がボディスキーマの一部に組み込まれるとの考察が多くなされてきた．他方で，道具使用は「身体＋道具」の全体を環境へと投射（プロジェクション）することを可能にし，ボディイメージに由来する身体的自己意識の進化を促したのではないかと思われる．OS 当日はこの点の詳細について考察を加えたい．

感覚運動随伴性と知覚的実在感
鈴木啓介（北海道大学）

我々が日常生活でもつ「現実にいる」感じは，夢での体験や，離人症のような精神疾患などで喪失する場合がある．特に，目の前のコーヒーカップなどが「現実のもの」と経験される感覚を知覚的実在感と呼ぶ．実在感は，仮想現実研究の主要なテーマであるが，その複雑な現象学的特徴や，それを支える認知神経機構は未解明の部分が多い．本講演では，仮想現実技術を用いた知覚的実在感のメカニズムを探求した幾つかの実験を紹介する．

知覚の感覚運動随伴性理論 (O'Regan & Noë, 2001)では，知覚的実在感は，我々が現実の物体を動かしたときの感覚・運動ループの習熟から生じると

する．実験では，この感覚運動随伴性を仮想現実技術によって操作し，その知覚プロセスへの影響を調べた．結果として，仮想物体を動かしている最中には，物体の感覚運動随伴性が，フラッシュ抑制パラダイムで計測される意識的アクセス時間に影響を及ぼした (Suzuki et al., 2019)が，予め異なる感覚運動随伴性を習得した物体を使った実験では，この効果は生じなかった (Motyka et al., in prep).

一連の実験を通して, 世界に存在する物に「投射」される実在感を，主体と対象との動的な感覚運動ループの熟練感として考えることができるかを議論したい.

自己鏡像をあやつるには—モデルベース解析による運動評価と身体表象の初期発達

宮崎美智子（大妻女子大学）

乳幼児の身体意識の成立過程においても，ボディスキーマとボディイメージの区別は重要である．なぜなら，乳幼児期において観察される自己関連刺激に対する知覚弁別の敏感さとは裏腹に，行為を伴う身体操作は, そのおぼつかなさが目立つからである．ボディイメージの成立には，時間をかけた身体との相互作用が不可欠なのだろう．

本発表では，自己鏡像認知を単なる自己認識のテストとして捉えることから脱却し，自己鏡像をあやつる，すなわち，鏡像を「対象化した身体」として扱えるようになる過程として見ることで，ボディイメージの発達を検討する取り組みを紹介する．私たちが開発した XR マークテストは，画像処理によるリアルタイム骨格検出と拡張現実を組み合わせ，自己鏡映像身体の各部位にバーチャル･マークを映し，参加者がマークに触れると，報酬が表示されるというもので，繰り返し身体各部位への定位が検討できる課題である．2〜3 歳児の身体各部位に対するリーチング・エラーの運動軌跡を骨格検出とモデルベース解析等によって分析したところ，リーチング方略の発達的変化を捉えることができた．OS ではここで得られた知見と関連研究がプロジェクションとどう関わるのかを考えたい.

プロジェクションを通じた身体的自己と物語的自己の構築

嶋田総太郎（明治大学）

自己身体の内部表現には，視覚や体性感覚，触覚などの多感覚統合および感覚運動マッピングが重要な役割を果たしている．本講演では，自己身体以外の物体（ラバーハンドや VR アバター，他者など）に対して自己を投射したときに，物体側の変化や特徴が自己へと逆投射（バックプロジェクション）される現象について紹介する．たとえばラバーハンド錯覚によって偽物の手に自己身体感が生起した後に, 偽物の手が動くとその動きが被験者自身の手の動きを誘発する．近年では VR を用いた仮想アバターへのフルボディ錯覚研究が盛んにおこなわれており，アバターの身体的特徴のみならず，認知的特性までもが自己へと逆投射されるプロテウス効果現象が報告されている．本講演では，これを身体的自己を介した物語的自己のバックプロジェクションという枠組みでの理解を試みる．自己身体を外部の物体に投射するプロセスの中で「自己身体」としての内部表現が動的に構築され，この自己と外部のループ構造を経由して，物語的自己が取り込まれる過程について考察したい.