

動画広告における打消し表示の文字サイズ拡大が 注視と記憶に及ぼす影響¹

伊藤 資浩
河原 純一郎

中京大学 心理学部
北海道大学大学院 文学研究院

動画広告には、商品やサービスの訴求点（強調表示）に加えて、それに付随する条件が記載されることがある。これを打消し表示と呼ぶ。打消し表示は一般的に小さな文字で表示されるため、視認性が低い。そこで、本研究は、打消し表示の典型的な文字サイズである 30 pt と拡大した 55/80 pt で比較し、2 種類の動画広告（スーツとスマートフォン）視聴中の視線計測と記憶課題を行った。その結果、スーツの広告では、30 pt 群に比べて 80 pt 群で打消し表示への視線停留時間が長かった。しかし、スマートフォンの広告ではそのような効果は認められなかった。重要なことに、打消し表示に注視した参加者は文字サイズに関わらず打消し表示の再認はできていたが、意識的想起はほとんどできなかった。以上より、打消し表示の内容を適切に伝えるためには、視覚的表示の拡大だけでは不十分であり、少なくとも再認においては観察者にかに注視させるかがポイントになることが示唆された。

Keywords: fine print, video ads, font size effect, visual attention, gaze measurement.

問題・目的

広告には事業者による商品やサービスの訴求点や留意点が含まれる。例えば、「通常価格から30%割引」のように、他商品よりも魅力的である取引内容を示す表示を強調表示という。これに対して、「割引は会員限定」のように強調表示に付随する条件が伴うことがある。そのような条件の記載を打消し表示という。テレビCMなどの動画広告では、時間的制約がある中で打消し表示の内容も適切に伝える必要がある。しかし、十分に認識されず、消費者が広告内容を誤認するケースがある（大元, 2017）。

広告内容の誤認は、打消し表示の文字サイズが小さいことに基づく（河原, 2019）。動画広告に関する実態調査によると、打消し表示は強調表示の2—3割未満の文字サイズ（文字幅で約0.50度）で表示され、視認性が低い（消費者庁, 2017）。また、動画広告では通常、強調表示などに対応する音声が表示される。これにより、視聴者の注意は該当箇所に捕捉されやすくなり、相対的に打消し表示への注意は向きにくくなると考えられる。そこで、本研究は、打消し表示の文字サイズの拡大に伴う視認性の向上が、打消し表示の意識的想起や再認に及ぼす影響を検証した。加えて、動画広告視聴中の視線計測を行った。具体的には、典型的な打消し表示の文字サイズである 30 pt (0.50度)と 55 pt (0.92度; 実験1), または、80 pt (1.34度; 実験2) で比較した。

方法

参加者 計 116 名が実験に参加した。瞬き等の理由で視線データのサンプリング数が基準より少なかった 4 名分のデータは分析から除外し、各実験 56 名を分析対象とした。サンプルサイズは検定力分析に基づき決定した。

刺激 消費者庁ウェブサイトで公開されている 2 種類の動画広告を用いた。一つは、就職活動用のスーツの広告 (https://www.caa.go.jp/policies/policy/representation/fair_labeling/movie_003) であり、もう一つはスマートフォンの広告 (https://www.caa.go.jp/policies/policy/representation/fair_labeling/movie_002) であった。日常場面に近い形で視聴させるために、2 つの異なる広告を組み合わせ、計 60 秒 (各 15 秒) の動画を作成した。対象となる 2 つの広告において、打消し表示の文字サイズのみを編集し、広告の後半部分に 2 秒間呈示された (Figure 1)。

手続き 参加者は商品を購入するつもりで動画広告を見るよう教示された。文字サイズ (2 水準: 30 pt と 55/80 pt) は参加者間でカウンタバランスされ、各文字サイズの動画広告を 28 名ずつが視聴した。そして、アイトラッカーによって動画広告視聴中の視線が計測された。視聴後、再生課題として、参加者は 2 種類の動画広告について、思い出せることを記述した。その後、再認課題として、打消し表示の内容を含む複数の表記に気づいたか否かを二肢強制選択法で回答させた。

Figure 1

動画広告ごとの打消し表示画面 (80 pt は実験 2 の例)



注) 枠線は文字領域を示し、実際には表示されない。

結果

実験1

打ち消し表示への視線停留 動画広告視聴中における打ち消し表示への視線停留時間を分析した。しかし、いずれの動画広告においても、文字サイズ間 (30 pt vs. 55 pt) で打ち消し表示への視線停留時間に有意差は認められなかった ($p > .057$)。

再生課題・再認課題 視線停留時間と同様に打ち消し表示の文字サイズが再生率と再認率に及ぼす影響は認められなかった。具体的には、スーツの広告の再生率は0.0—7.1%、スマートフォンの広告では14.3—17.9%であった。また、打ち消し表示の再認率について、スーツの広告では32.1—46.4%、スマートフォンの広告ではいずれの文字サイズ条件でも28.6%であった。

実験2

打ち消し表示への視線停留 Figure 2は文字サイズごとの打ち消し表示への視線停留時間を示す。スーツの広告において、30 ptより80 ptで打ち消し表示への視線停留は有意に長かった ($t(54.00) = 4.09, p < .001, d = 1.08$)。ただし、そのような効果はスマートフォンの広告では認められなかった ($t(53.96) = 1.41, p = .165, d = 0.38$)。

再生課題・再認課題 打ち消し表示の文字サイズが再生率に及ぼす影響は有意ではなく ($p > .205$)、スーツの広告の再生率は14.3—32.1%、スマートフォンの広告では7.1—10.7%であった。打ち消し表示の再認率について、スーツの広告では30pt (35.7%) より80pt (85.7%) で有意に高かった ($p < .001$)。しかし、そのような効果はスマートフォンの広告では認められなかった (30 pt: 39.3%, 80 pt: 55.0%; $p = .591$)。

探索的な分析 打ち消し表示に対する注視 (300 ms以上の連続した視線停留) の有無が再生率と再認率に及ぼす影響を分析した。その結果、注視の有無に関わらず再生率は全体平均と同程度であった。しかし、注視した参加者の再認率は非常に高く、文字サイズに関わらずほとんど再認できた (75.0—95.7%)。

考察

本研究は動画広告における打ち消し表示の視認性を操作し、打ち消し表示に対する視線停留と記憶に及ぼす影響を検討した。30 pt条件と55 pt条件間で比較した場合、どちらの動画でも視線停留時間に及ぼす文字サイズ効果はなかった。しかし、30 pt条件と80 pt条件で比較した場合ではスーツの動画広告のみ文字サイズの影響が認められた。すなわち、動画広告における打ち消し表示の規制策定に対する示唆を与えるものであった。

しかし、文字サイズの拡大が打ち消し表示への安定した注視の誘導と表示内容の再生・再認を保証する訳ではなく、文字サイズを大きくすることによる視認性の向上だけでは不十分であることも意味した。打ち消し表示の際に考慮すべき項目として、各表示間の相対的な大きさ、表示箇所、背景との区別などが挙げられているが (大元, 2017)、消費者にとって有効な打ち消し表示のサイズを決定するためには、実際の表示を用いて打ち消し表示への意識的想起を測定する必要がある

だろう。しかし、動画広告視聴中に打ち消し表示へ注視することで再認が著しく向上することから、打ち消し表示への注視を促すことが消費者の誤解を防ぐ動画広告に繋がること示唆された。その注視を促す要因の1つに文字サイズの拡大は有効ではあるが、広告に依存することが示された。

脚注

¹本研究の成果は「心理学研究」にて採択済み (掲載準備中; 2025年2月17日時点) である。

引用文献

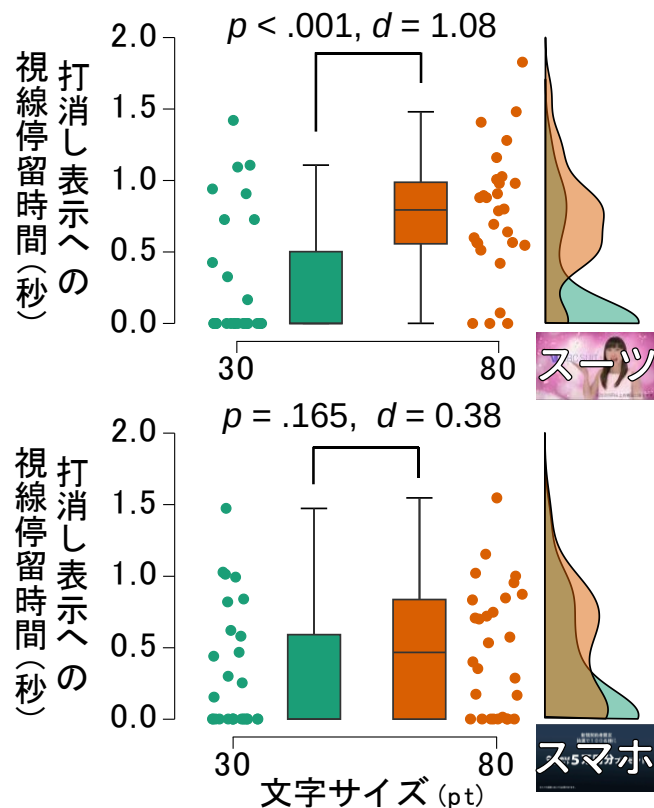
河原 純一郎 (2019). 認知心理学から見た気づく・気づかない広告表示の3要因 大元 慎二 (編) 強調表示と打ち消し表示に関する景品表示法上の考え方——調査報告書の概説と関連分野からの考察・評価—— (pp. 151-157) 別冊 New Business Law No.169 商事法務

大元 慎二 (2017). 打ち消し表示の実態と景品表示法の考え方——調査報告書と要点解説—— 商事法務

消費者庁 (2017). 打ち消し表示に関する実態調査報告書 消費者庁 Retrieved February 14, 2025, from https://www.caa.go.jp/policies/policy/representation/fair_labeling/pdf/fair_labeling_180921_0001.pdf

Figure 2

広告と文字サイズごとの視線停留時間 (実験 2)



記憶の道標は年齢とともに消失するのか？加齢による空間的・時間的レトロキュー効果の変化

郭 婷
李 琦

Research Center for Language and Cognition,
Ningbo University of Technology

京都大学人と社会の未来研究院

本研究は、加齢が視覚的作業記憶に与える影響を、特に連続的な情報処理とレトロキュー(retro-cue)の効果に焦点を当てて検討した。実験では、若年者と高齢者を対象に、時間的および空間的なレトロキューの効果の評価した。その結果、若年者群は有効なレトロキュー条件下でより高い成績を示したが、高齢者群ではレトロキュー効果が認められなかった。また、時間的レトロキューと空間的レトロキューに有意な差は見られなかった。これらの結果は、高齢者の作業記憶における情報選択的処理能力の低下を示唆しており、加齢に伴う認知機能の変化が、特に連続的な視覚情報処理において顕著であることを明らかにした。この知見は、高齢者の認知機能支援に向けた介入方法の開発に向けた重要な示唆を提供している。

Keywords: visual working memory, aging effects, retro-cue, spatial attention, temporal attention.

問題・目的

人間の視覚性作業記憶（VWM）は、空間的・時間的に変化する視覚情報の中から必要な情報を選択・保持する上で重要な役割を果たす。その際、対象の空間的位置と時間的順序は、情報の統合や想起を支援する手がかりとなる。近年、これらの手がかりの利用能力が加齢により変化する可能性が指摘されている（Souza & Frischkorn, 2023）。しかし、高齢者のVWMに関する研究は多いものの、空間的・時間的手がかりの処理効率の加齢変化を直接比較した研究は少ない。高齢化社会において、複数の視覚情報を同時に処理する能力は不可欠であり、その加齢変化を明らかにすることは重要な課題である。そこで本研究では、色変化検出課題を用い、VWMにおける空間的・時間的手がかりの効果若年者と高齢者で比較し、加齢による変化を検討する。

方法

実験参加者 実験参加者は若年者群20名（18-22歳、平均年齢19.15歳）および高齢者群20名（58-72歳、平均年齢62.65歳）であった。高齢者群については、実験実施前にMoCA-BC（Montreal Cognitive Assessment - Basic China）による認知機能検査を実施し、全ての参加者が基準値である22点以上を満たしていることを確認した。

実験計画 2（年齢群：高齢者/若年者）×2（手がかり種類：時間的/空間的）×2（手がかり有効性：有効/無効）の混合要因計画であった。時間的手がかりと空間的手がかりの各セッションは異なる日に実施され、

セッションの順序は参加者間でカウンターバランスが取られた。

手続 図1には1試行の流れが示されている。注視点の後、4つの記憶画面が順番に提示され、各記憶画面には1つの色付きの正方形が表示された。正方形は、画面の左上、左下、右上、右下の4つの位置にランダムに配置され、赤、青、緑、黄、茶、橙、マゼンタ、シアンの8色からランダムに選ばれた。各試行内で4つの正方形の色と位置は重複しなかった。第4の記憶画面の後、レトロキューが表示され、空間的または時間的

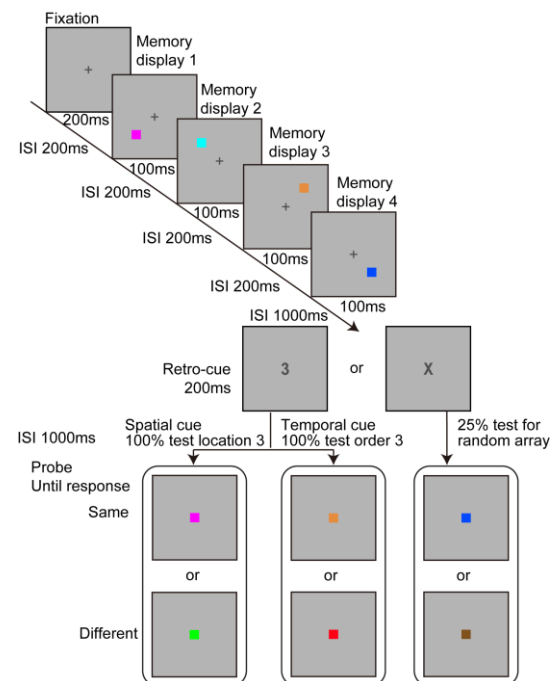


Figure 1. Trial sequence and stimuli

な手がかりは数字で示され、neutral cueは「×」で示された。空間的手がかり条件では、1, 2, 3, 4の数字が右上、右下、左下、左上の位置を示し、時間的手がかり条件では、数字が画面の順番を示した。空間的および時間的な手がかりは、100%の確率でテスト刺激の空間位置または順番を正確に予測した。最後にテスト刺激が提示され、参加者はテスト画面に表示された正方形の色が記憶画面にあった色と一致する場合は「はい」、一致しない場合は「いいえ」と回答した。

結果

d' を記憶課題の指標として用いた。図2に d' の結果を示す。2（年齢群） $\times$ 2（手がかり種類） $\times$ 2（手がかり有効性）の三要因分散分析の結果、年齢群の主効果（ $F(1, 38) = 236.28, p < .001, \eta^2 = 0.78$ ）、手がかり有効性の主効果（ $F(1, 38) = 36.71, p < .001, \eta^2 = 0.08$ ）、および両者の交互作用（ $F(1, 38) = 16.06, p < .001, \eta^2 = 0.04$ ）が有意であった。単純主効果の検定の結果、若年者群では有効手がかり条件の d' が無効手がかり条件より有意に高かった（ $p < .001$ ）が、高齢者群では有意な差は認められなかった（ $p = .39$ ）。また、手がかり種類の主効果および他の要因との交互作用は有意ではなかった。

考察

本研究では、連続提示による作業記憶課題を用いて、手がかり情報の利用における加齢の影響を検討した。結果として、若年者群は有効手がかり条件で無効条件より高い成績を示したが、高齢者群では手がかり効果が見られなかった。また、時間的手がかりと空間的手がかりの間に有意な差はなかった。これらの結果は、高齢者の作業記憶における情報選択的処理能力の低下を示唆している。先行研究では、複数の記憶項目を同時に提示するパラダイムを使用した高齢者の手がかり利用能力に関する研究が行われてきた（Souza & Frischkorn, 2023）。一方、連続的な記憶項目の提示における手がかり効果については、若年者を対象にした報告があり（Heuer & Rolfs, 2021）、加齢の影響については十分に検討されていなかった。本研究では、連続提示パラダイムを使用することで、高齢者の手がかり利用能力を検討し、時間的および空間的情報に対する注意制御機能の加齢変化を明らかにすることができた。この年齢差は、単なる記憶成績の低下によるものではなく、手がかり情報に対する柔軟な注意の選択ができないことが原因であると考えられる。これにより、作業記憶の制御機能における加齢変化について重要な知見が得られた。

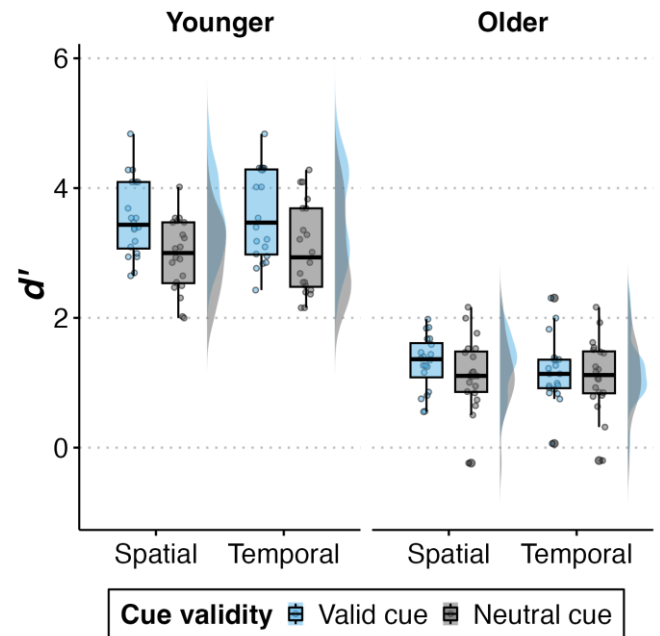


Figure 2. Raincloud plot showing d' scores for younger and older adults under spatial and temporal retro-cue conditions.

結論

本研究は、加齢に伴う視覚的作業記憶の変化が、特に連続的な情報処理において顕著であることを示した。高齢者における手がかり効果の欠如は、記憶容量の低下と記憶表象の操作能力の制限という二重の制約によって生じている可能性が高い。この結果は、高齢者の認知機能支援において、特に連続的な視覚情報の処理に焦点を当てた介入方法の開発の必要性を示唆している。

謝辞

本研究では、寧波工程学院理学院に所属する学部生、謝欣洳、吳秋雨、林温銳の3名が実験データの収集に協力した。

引用文献

- Heuer, A., & Rolfs, M. (2021). A direct comparison of attentional orienting to spatial and temporal positions in visual working memory. *Psychon Bull Rev.* <https://doi.org/10.3758/s13423-021-01972-3>
- Souza, A. S., & Frischkorn, G. T. (2023). A diffusion model analysis of age and individual differences in the retro-cue benefit. *Sci Rep*, 13(1), 17356. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44080-z>

複数の視覚刺激と聴覚刺激の系列呈示における再認記憶の個人差: 同時呈示と交互呈示の比較

澤田 華生
大山 潤爾

筑波大学大学院 人間総合科学研究学術院
産業技術総合研究所 人間拡張研究センター
産業技術総合研究所 人間拡張研究センター
筑波大学 人間系

本研究では、視覚刺激と聴覚刺激を複数並行して呈示し、各感覚に対する刺激の記憶されやすさ（感覚優位性）を視聴覚刺激の同時呈示と交互呈示の条件で比較した。実験の結果、両条件で平均正再認率は、聴覚刺激が視覚刺激より有意に高かった。一方、個人ごとの視覚刺激と聴覚刺激の正再認率を調べると同時呈示条件では負の相関の有意傾向がみられたのに対し、交互呈示条件では有意な正の相関がみられた。この結果は、呈示方法によらず視聴覚刺激の記憶では聴覚優位だが、同時呈示における記憶の感覚優位性には個人差があり、その特性は記憶の保持や想起よりも、注意や知覚の段階で生じている可能性を示唆する。

Keywords: bimodal, working memory, attention, individual different.

問題・目的

同時に複数の刺激が呈示された時、感覚モダリティごとに異なるまたは相反する情報が呈示されている状況では、特定の感覚モダリティが優先的に処理され、他の感覚モダリティの処理を減衰させる感覚優位性がみられることがある (Robinson et al., 2020)。一方で、普段の生活では、耳で聞くよりも目で見たものの方がよく覚えているといったような、感覚モダリティに対する嗜好性や個々の特性があると考えられている。そのため、多くの人に共通してみられる感覚優位性にも個人差があることが考えられる。

先行研究 (澤田・大山, 2023) で、同時に系列呈示された視覚刺激と聴覚刺激の再認課題を行った結果、平均的には聴覚優位性がみられ、個人ごとの視覚刺激と聴覚刺激の正再認率の関係には、有意な負の相関がみられたことから、感覚優位性には個人差があることが示唆された。しかし、この個人差が認知処理のどの段階によるものなのかは明らかではない。

そこで本研究では、同時呈示でみられた感覚優位性の個人差が、注意のような認知処理の比較的初期の段階で生じているのか、それ以降の段階で生じているのか調べるために、記憶しなければならない項目数は同じであるが、刺激を交互に呈示する条件を行うことで、同時呈示条件との比較検討を行った。

方法

実験参加者 大学生、大学院生59名（男性29名、女性30名、平均年生20.407 ($SD = 1.510$)）。参加者の謝礼としてQUOカード2500円分を渡した。

刺激 刺激は3音節の単語で、視覚刺激はモニター上にカナ表記で呈示した。聴覚刺激はヘッドホンに音声で呈示した。各単語の提示時間は約600ミリ秒で、刺激間間隔は500ミリ秒であった。

課題 視覚刺激と聴覚刺激を用いた再認課題を行った。呈示条件は3条件あり、視覚と聴覚が同時に呈示される条件と、交互に呈示される条件で、視覚刺激が先に呈示される条件と聴覚刺激が先に呈示される条件であった。すべての課題で1試行において、視覚刺激（テキスト）と聴覚刺激（音声）が各8単語、計16単語が系列呈示された。試行数はそれぞれ計16試行で、練習を2試行、続けて本番を14試行行った。

質問紙 質問紙には、学習スタイル質問紙 (宮崎, 2018)、日本語版VVQ (長谷川, 1993)、日本語版Q (若林・東条, 2018)、日本語版プリモス感覚イメージ尺度 (福井・青木, 2022) を使用した。

手続き 参加者は、すべての条件の実験を行い、その後で質問紙に回答した。実験は薄暗い静かな個室で、回答はすべてマウス操作で行った。実験プログラムにはOhyama (2016) のシステムを使用して行った。

結果

同時呈示と交互呈示における視覚刺激と聴覚刺激の正再認率を比較するため、呈示方法（同時呈示、交互呈示の聴覚刺激先行、交互呈示視覚刺激先行）×呈示モダリティ（視覚、聴覚）の二要因分散分析を行った。その結果、聴覚刺激の正再認率が有意に高かった ($F(1, 58) = 42.415, p < 0.001$)。また、呈示方法においても有意差があり ($F(1, 118) = 73.834, p < 0.001$)、同時呈示よりも交互呈示の聴覚刺激先行と視覚刺激先行呈示の正再認率が有意に高かった（順に、 $t(58) = 11.244, p < 0.001$, $t(58) = 9.250, p < 0.001$) (図1)。

また、呈示方法ごとの、視覚刺激と聴覚刺激の正再認率の関係では、同時呈示では負の相関の傾向がみられた ($r = -.252, 95\%CI [-.477, .005], p = .054$) が、交互呈示では、呈示順序に関わらず有意な正の相関がみ

られた（聴覚刺激先行： $r = 0.465, p < 0.001$ ，視覚刺激先行： $r = 0.660, p < 0.001$ ）（図2）。

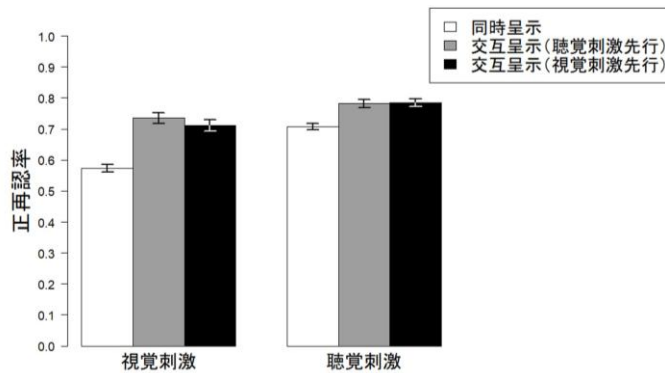


図1 呈示方法ごとの視覚刺激と聴覚刺激の正再認率

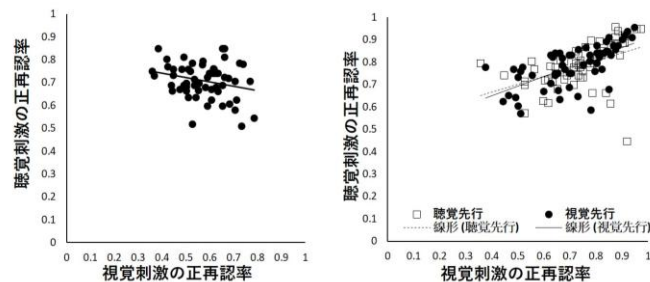


図2 視覚刺激と聴覚刺激の正再認率の関係
(左：同時呈示条件，右：交互呈示条件)

考察

同時呈示と交互呈示の正再認率を比較すると，交互呈示の正再認率のほうが有意に高かった。認知資源には容量の限界があり，複数の刺激が同時に呈示されると注意が分配されると考えられている (Kahneman, 1973)。従って同時に呈示された条件のときには，視覚刺激と聴覚刺激で注意が分配され，交互に呈示された条件では，それぞれの刺激に十分に注意をむけることができたために，交互呈示の正再認率のほうが有意に高かった可能性がある。また，視覚刺激よりも聴覚刺激の正再認率が有意に高いことから，平均的に聴覚刺激のほうがより注意が分配された可能性が考えられる。先行研究 (Robinson et al., 2020) でも，視覚と聴覚で刺激を同時に呈示したとき，視覚刺激よりも動的で一過性な聴覚刺激に注意が奪われる可能性が示唆されている。また，両条件で，平均的に視覚刺激よりも聴覚刺激の正再認率が有意に高かった理由としては，視覚刺激よりも聴覚刺激のほうがより親近性効果が強いというモダリティ効果が関係している可能性がある (e.g. 濱田, 1990; Penney, 1989)。

各条件で個人ごとの視覚刺激と聴覚刺激の正再認率の関係を調べた結果，同時呈示では先行研究 (澤田・大山, 2023) と同様の負の相関の傾向がみられた。一方で交互呈示では，同時呈示と記憶する項目数が同じであるにもかかわらず，視覚刺激と聴覚刺激に有意な正の相関がみられ，同時呈示の結果と逆の傾向を示した。そのため，同時呈示の時に生じる優位性の個人差は，記憶の保持や想起の段階ではなく，注意や知覚の段階で生じている可能性が示唆される。

本実験では，刺激は言語刺激でのみ行っているため，今後は，非言語刺激の場合で，同様の聴覚優位性がみられるか，感覚優位性の効果における個人差は異なるかを検討する必要がある。

結論

本研究の結果，呈示方法に関わらず，単語刺激については聴覚優位であることがわかった。一方，聴覚の優位性効果には個人差があり，その個人差は記憶の保持や想起ではなく，注意や知覚の段階に生じている可能性を示唆した。

参考文献

- 長谷川浩一 (1993) 心像の鮮明性尺度の作成に関する研究. 風間書房.
- 濱田治良 (1990) 短期記憶における視覚記憶と聴覚記憶の差異. *心理学研究*, 61(1), 8-14.
- 宮崎紀雅 (2018) 通常学級における学習支援—児童生徒の学習スタイル傾向についての実践的研究—.
- Ohyama, J. (2016) Development of the Accessibility Evaluation Platform Beyond Digital Divide. In *International Conference on Human Aspects of IT for the Aged Population* (pp. 64-73). Springer, Cham.
- Penney, C. G. (1989) Modality effects and the structure of short-term verbal memory. *Memory & cognition*, 17, 398-422.
- Robinson, C. W., Chadwick, K. R., Parker, J. L., & Sinnett, S. (2020) Listen to your heart: Examining modality dominance using cross-modal oddball tasks. *Frontiers in Psychology*, 11, 1643.
- 澤田華生, & 大山潤爾 (2023) 視聴覚刺激の再認記憶とモダリティ優位性に関する研究. In *日本認知心理学会発表論文集 日本認知心理学会第21回大会* (pp. 100-100). 日本認知心理学会.
- 若林明雄, & 東條吉邦 (2004) 自閉症スペクトラム指数 (AQ) 日本語版の標準化 高機能臨床群と健常成人による検討. *心理学研究*, 75(1), 78-84.

視覚入力の時間的分離の知覚学習とアルファ周波数の関係

宇野 究人
庭山 晃大
天野 薫

東京大学大学院情報理工学系研究科
東京大学工学部
東京大学大学院情報理工学系研究科

時間的に近接した二つの視覚入力を分離したり統合したりする課題の成績は、アルファ波（8–13 Hz の脳波律動）の周波数と関連することが知られている．具体的には、アルファ周波数の高低が、それぞれ分離/統合の成績向上と関連することが示唆されている．本研究では、視覚入力の時的分離のパフォーマンスを向上させる知覚学習が可能か、可能な場合には学習がアルファ律動（特に周波数）の変化を伴うか検討した．参加者は、二つの視覚刺激を時間的に分離することでターゲットが検出可能となるような視覚探索課題に 6 日間取り組んだ．その結果、参加者はより短い時間間隔で呈示された視覚刺激を分離できるようになった．しかし、トレーニングによるアルファ周波数の変化は見られなかった．この結果は、視覚の時的分離は知覚学習により向上する一方、学習がアルファ律動の変化とは異なる神経メカニズムで成立することを示唆している．

Keywords: Time perception, Perceptual learning, Alpha wave, EEG

問題・目的

時間的に近接した二つの視覚入力は、呈示間隔が短いほど統合して知覚され、呈示間隔が長いほど分離して知覚されやすくなる．こうした時間分離/統合処理の神経メカニズムとして、脳活動における 8–13 Hz の周期成分であるアルファ波の関与が示唆されている．具体的には、アルファ周波数が高いほど統合の時間窓が狭く（分離されやすくなる）ことや（for a review; VanRullen, 2016）、感覚引き込みによりアルファ周波数を高く/低くした場合に、分離/統合課題の成績がそれぞれ向上すること（Ronconi et al., 2018）などが報告されている．

以上の知見は視知覚における時間分離/統合の柔軟性を示唆するものと考えられる．しかし、視知覚の分離/統合処理が知覚学習により変容するかは明らかになっていない．そこで本研究では、視覚入力の時的分離のパフォーマンスを向上させることを目的とした学習課題を 4 日間実施し、学習前後の時間分離/統合課題の成績およびアルファ周波数の比較を行うことで、視覚の時間処理の変化とその神経メカニズムについて検討した．

方法

参加者 12 名の参加者が計 6 日間の実験に参加した（女性 2 名、男性 10 名、年齢：21–28 歳）．うち 1 名は計測上の問題により EEG データの分析対象から除外した．視聴覚間の時間分離の知覚学習に関する研究では一般に大きな効果量が報告されていることを踏まえ、サンプルサイズは効果量 $d_z = 1.0$ を $\alpha = .05$ 、 $1 - \beta = 0.8$ で検出できるよう設計した．

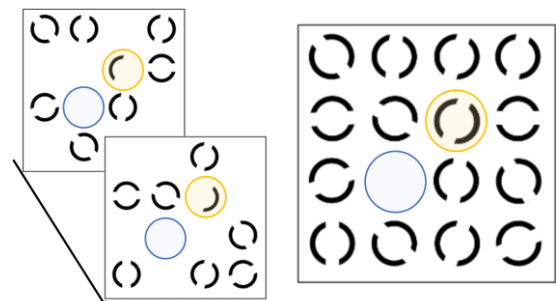
課題 時間分離/統合課題（Ronconi et al., 2018; Wutz et al., 2018）の模式図を Figure 1 に示す．参加者は連続して呈示される二つの探索画面を観察し（それ

ぞれの刺激の時間長は 11.8 ms）、各課題で設定されたターゲットの位置を回答した．

探索画面は 4×4 のマスから構成された．そのうち 7 マスには一つ目、別の 7 マスには二つ目の探索画面に円形の刺激が呈示された．

残りの 2 マスの一方には円形の刺激が半分ずつ、各探索画面で順番に呈示され、探索画面が時間的に分離されるとオッドボールとなるが統合されると他の 14 マスの刺激と区別できないようになっていた．分離課題ではこの刺激の位置を回答することが求められた．2 マスのもう一方には刺激が呈示されず、探索画面が統合されると空白位置が一意に定まるが分離されると特定できないようになっていた．統合課題ではこの空白位置を回答することが求められた．従って、同一の刺激設定を用いる中で探索対象を変更することにより、時間分離/統合に関する課題要求が操作された．

Figure 1. 時間分離/統合課題の模式図



Note: 右図は左図の二つの探索画面を重ねた（統合した）模式図である．黄/青はそれぞれ分離/統合課題のターゲット位置を示している（実際の探索画面には呈示されない）．

手続き 6 日間の実験の初日（事前テスト）と最終日（事後テスト）には、脳波計測を行いながら分離/統合課題の両方を実施した（各 256 試行）．各課題において、1-up/2-down の階段法を用いて二つの探索画

面の刺激間隔 (ISI: inter-stimulus interval) を試行ごとに操作し、正答率が 70.7% となる閾値を算出した。

2-5 日目には時間分離のトレーニングを行った。各日では脳波計測および統合課題は行わず、512 試行の分離課題のみを実施した。各試行では回答後に正誤のフィードバックが呈示された。参加者には、できるだけ正答率を上げること、正答率に応じて受け取ることのできる報酬額が変化することが伝えられた。

結果

行動データ 分離/統合課題の事前・事後テスト間での閾値の変化を Figure 2 に示す。分離課題では ISI の閾値が事後テストで有意に低下しており ($t(11) = 2.88, p = .015, d_z = 0.83$)、学習に伴う成績向上が確認された。一方で統合課題では事前・事後間で有意差は見られず ($t(11) = 1.88, p = .087, d_z = 0.54$)、分離成績の向上に伴う統合成績の低下は確認されなかった。なお、各課題で事前・事後テスト間の閾値の比率 (成績向上度合いに相当) を比較すると、分離課題の方が有意に大きな値を示した ($t(11) = 3.36, p = .006, d_z = 0.97$)。

次に、分離課題の 4 日間のトレーニング中の成績推移を調べた (Figure 3)。トレーニング日の主効果が有意であり ($F(3, 30) = 7.93, p < .001, \eta_p^2 = 0.44$)、多重比較を行うと、初日の ISI が他の日と比べて有意に高く、その他では有意差が見られなかった。この結果は、学習が 2 日目時点で成立したことを示唆している。

EEG データ 分離/統合課題のいずれについても、下処理を行った上で、各試行の刺激直前 (-0.5 - 0 s) と直後 (0 - 0.5 s) をエポックとして後頭の 3 電極 (O1, Oz, O2) のデータに対する周波数解析を行い、ピークアルファ周波数を算出した。そして、テストの日時 (事前/事後)・課題の種類 (分離/統合)・エポック (刺激直前/直後) を要因とする 3 要因反復測定分散分析を行ったところ (Figure 4)、課題の種類の主効果が有意であり、分離課題時の方が統合課題時よりもアルファ周波数が高いことが示された ($F(1, 10) = 15.53, p = .003, \eta_p^2 = 0.61$)。2 次の交互作用も有意であったが ($F(1, 10) = 5.17, p = .046, \eta_p^2 = 0.34$)、事後検定では有意な 1 次の交互作用が見られなかった。

考察

視覚入力的时间分離の学習が比較的短期間 (2 日程度) で成立する可能性が新たに示された。これは視覚的時間分離/統合処理の可塑性を示唆する結果であり、視聴覚間の時間分離/統合処理の知覚学習による変容 (例: Powers et al., 2009) とも対応するものである。一方で、分離成績の向上に伴う統合成績の低下が見られなかったことから、学習の汎化可能性について引き続き検討が必要である。

また、学習に伴うアルファ周波数の変化が観察されなかったことから、分離成績の向上の背景にアルファ周波数の変調とは異なる神経メカニズムが関与している可能性が示された。一方で、課題間でアルファ周波数が異なるという結果は、課題要求 (分離/統合) に

よってアルファ周波数が予測的に変調されるという先行研究 (Wutz et al., 2018; MEG を使用) の知見を EEG で裏付けるものであり、時間分離/統合処理とアルファ波の関連性を示唆している。時間知覚の学習の神経メカニズム解明にはさらなる検討が必要である。

引用文献

- Powers, A. R., Hillock, A. R., & Wallace, M. T. (2009). Perceptual training narrows the temporal window of multisensory binding. *J. Neurosci.*, 29, 12265–12274.
- Ronconi, L., Busch, N. A., & Melcher, D. (2018). Alpha-band sensory entrainment alters the duration of temporal windows in visual perception. *Sci. Rep.*, 8, 11810.
- VanRullen, R. (2016). Perceptual cycles. *Trends Cogn. Sci.*, 20(10), 723–735.
- Wutz, A., Melcher, D., & Samaha, J. (2018). Frequency modulation of neural oscillations according to visual task demands. *P. Natl. Acad. Sci. USA.*, 115, 1346–1351.

Figure 2. 分離/統合課題の事前・事後テスト間での閾値の変化

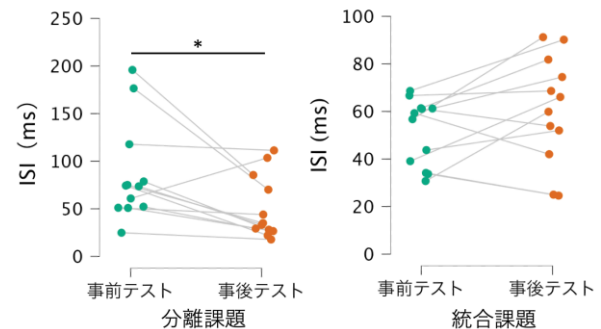


Figure 3. 分離課題のトレーニング中の閾値の変化

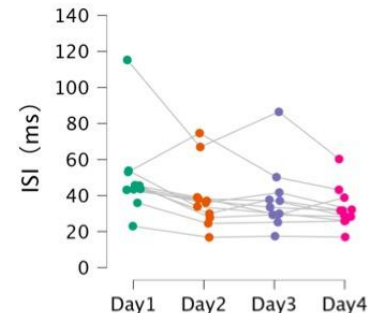
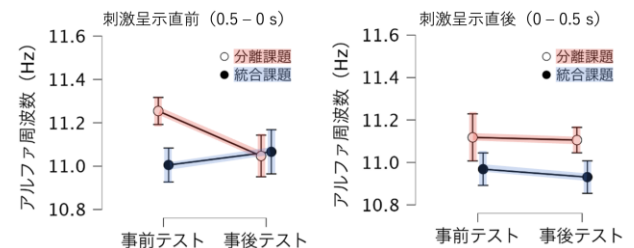


Figure 4. 課題中のピークアルファ周波数



Note: エラーバーは標準誤差を示す。

ネガティブ感情と覚醒度が 注意配分とハザード知覚に与える影響

増田 奈央子

大阪大学大学院人間科学研究科

木村 司

大阪大学大学院人間科学研究科

篠原 一光

大阪大学大学院人間科学研究科

This study examined the effects of negative emotions and arousal on the allocation of attentional resources and hazard perception. When driving, attention must be directed to hazards such as pedestrians and traffic signals. However, negative emotions and high arousal states may reduce attentional resources, leading to missed hazards. In this experiment, 28 participants were presented with images and sounds to induce emotions under three conditions: a control condition, a negative low-arousal condition, and a negative high-arousal condition. They then performed an attentional task and a hazard perception task. The results showed that when disgust was induced, performance in detecting near targets improved, but this effect varied depending on the target location. Additionally, in the negative high-arousal condition, the number of clicks increased, but there was no improvement in accuracy, suggesting a decline in judgment precision. These findings indicate that the type of emotion and level of arousal influence the allocation of attentional resources and the accuracy of hazard perception.

Keywords: negative emotion, arousal, attentional resource, hazard perception

問題・目的

安全運転にとって、歩行者や信号、死角など、さまざまな危険（ハザード）に注意を払うことは重要である。怒りや悲しみ等のネガティブ感情喚起時に、潜在的なハザードの発見が遅れる(Jones et al., 2014)。また、運転に必要な注意資源量もネガティブ感情や覚醒度による影響を受ける(Stephanie, 2021)。

本研究では、ネガティブ感情および覚醒度が注意資源の配分とハザード知覚に及ぼす影響について検討する。

方法

実験参加者：週に1回以上運転を行っている28名（男性14名、女性14名、平均年齢25.8歳(SD = 5.43)。サンプルサイズは、G*Power 3.1.9.7(Faul et al., 2009)を用いて決定した。

感情誘導刺激：感情誘導は、統制条件、ネガティブ・低覚醒条件、ネガティブ・高覚醒条件の3条件で実施した。各条件において、画像と音を用いて感情誘導を行った。

画像は IAPS (International Affective Picture System ; Lang et al., 2008) および OASIS (Open Affective Standardized Image Set ; Kurdi et al., 2017) から各50枚ずつ選択し、1枚につき6秒間呈示した。

音については、統制条件では Schumann の「L'Oiseau Prophète」を、ネガティブ・低覚醒条件では Samuel Barber の「弦楽のためのアダージョ」を用いた(Baumgartner et al., 2006)。ネガティブ・高覚醒条件では IADS-E (Yang et al., 2018) から画像と一致する50種類の音を選択し、それぞれ6秒間呈示した。

注意課題：注意課題は、Attentional Breadth Task

(Bosmans et al., 2009) とその修正版 (Sato & Suzuki, 2021) を参考に作成した。本課題は、中心課題と周辺課題の二重課題であった。中心課題では、画面中央に四角形または五角形が呈示し、弁別反応を求めた。周辺課題では、中心刺激の周囲に呈示される16個のプレースホルダのうち1つが◎となり、参加者はその位置を中心課題への反応後に回答した。プレースホルダの離心距離は、中心から10° (close 条件, 8個) と、25° (far 条件, 8個) であった。両課題とも、刺激呈示から5秒以内に反応する必要があった。

ハザードパーセプション課題 (HP課題)：HP課題では、運転者視点でのCG画像を1枚ずつ5秒間呈示し、その間にハザードと判断した対象へのクリックを求めた。各感情誘導条件につき3枚の画像を呈示した。

感情評価：感情評価では、主観評価と生理指標の両方を用いた。主観評価は実験前および各課題後に行った。生理指標は実験前から実験終了まで継続して測定した。

主観評価にはSAM (Lang et al., 1980) および感情・覚醒チェックリスト (織田ら, 2015) を用い、「恐怖」「怒り」「悲しみ」「嫌悪」「エネルギー覚醒-」「緊張覚醒+」を評価した。SAMは9件法、感情・覚醒チェックリストは4件法で評価を行った。

生理指標は心電図と皮膚電気活動を測定し、心拍数と皮膚コンダクタンス水準 (SCL) で評価した。

手続き：参加者は実験開始前に生理指標測定用の電極を装着した後、注意課題の練習試行を80試行実施した。続いて、HP課題の練習試行を1試行を行い、続いて主観感情評価を行った。その後2分間の安静期を設けた。

本実験では、最初に統制条件の感情誘導を5分間実施した。続いて課題を行い、終了後に主観的感情評価を実施した。両課題が終了後に2分間の安静期を設けた。ネガティブ・低覚醒条件、ネガティブ・高覚醒条

件についても同様の手順で進めた。両課題の順序は、条件内でカウンターバランスを取った。

さらに、練習効果が生じていないかを確認するため、3条件すべての課題が終了した後、再度注意課題を実施した。

結果

感情評定：感情条件によって誘発された感情を測定するために、条件ごとの主観評価および生理指標の値を算出し、実験前の評価との差分を求めた。これらの差分に対してワンサンプル検定を実施した。

その結果、統制条件の注意課題では感情価と心拍数がそれぞれ有意に低下し、怒りが有意に上昇した ($t_s(27) = -4.71 \sim 2.49, p_s < .05$, Cohen's $d_s = -0.517 \sim 0.471$)。

ネガティブ・低覚醒条件では、両課題において感情価と心拍数がそれぞれ有意に低下し、怒り、悲しみ、嫌悪、エネルギー覚醒-がそれぞれ有意に上昇した ($t_s(27) = -5.91 \sim 2.79, p_s < .05$, Cohen's $d_s = -1.118 \sim -0.527$)。

ネガティブ・高覚醒条件では、両課題において感情価と心拍数がそれぞれ有意に低下し、覚醒度、怒り、悲しみ、嫌悪、エネルギー覚醒-、緊張覚醒+がそれぞれ有意に上昇した。さらに、HP課題では恐怖が有意に上昇した ($t_s(27) = -5.03 \sim 5.33, p_s < .05$, Cohen's $d_s = -0.951 \sim 1.007$)。

注意課題：一般化線形混合モデルにより探索的に検討した。周辺課題の反応正誤を従属変数、周辺課題の位置 (close・far)、ターゲットの位置 (中心から右上・右下・左上・左下)、感情評定 (心拍数、皮膚電気反応、感情価、覚醒度、恐怖、怒り、悲しみ、嫌悪、エネルギー覚醒-、緊張覚醒+) を固定効果、参加者を変量効果として投入した。感情評定には実験前の評価との差分を用いた。また、固定効果に投入する感情評定はいずれかひとつを選んで行った。モデルの適合度はAICを基準に比較し、最終的に、切片に対する参加者を変量効果と仮定し、周辺課題の位置とターゲットの位置、嫌悪の交互作用を含む3要因を固定効果とするモデルを採択した。

周辺課題の反応正誤には、周辺課題の位置とターゲットの位置、嫌悪の3要因の交互作用が有意であった ($\chi^2(3) = 15.20, p < .01$)。下位検定を行った結果、右上を除くすべてのターゲット位置のclose条件において嫌悪は正の影響が有意であった ($Estimate = 0.37 \sim 0.69, SE = 0.13 \sim 0.16, z = 2.90 \sim 5.47, p < .01$)。つまり、嫌悪を強く喚起させた人ほど右上以外の象限でclose条件のターゲット位置を認識しやすかった。一方、右上・far条件の嫌悪は正の影響が有意であった ($Estimate = 0.27, SE = 0.12, z = 2.34, p = .02$)。嫌悪を強く喚起させた人ほど右上のfar条件のターゲット位置を認識しやすかった。

HP課題：感情条件間のクリック数はネガティブ・高覚醒条件で統制条件よりも有意に多かった ($F(2,54) = 5.384, p = .007, \eta_p^2 = .166$)。

感情条件間での正答数には有意差は見られなかった ($F(2,54) = 0.316, p = .730, \eta_p^2 = .012$)。

さらに、感情条件・カテゴリ(他車両・信号と標識・歩行者と自転車・死角)での正答率を2要因分散分析により比較したところ、カテゴリの主効果が有意であり ($F(3,81) = 59.526, p < .001, \eta_p^2 = .688$)、Holm法による多重比較を行った結果「死角」と「信号と標識」の正答率が最も低く「他車両」「歩行者と自転車」の順に正答率が高かった ($p_s < .05$)。感情条件の主効果 ($F(2,54) = 0.400, p = .673, \eta_p^2 = .015$) および交互作用 ($F(6,162) = 0.207, p = .959, \eta_p^2 = .008$) は有意ではなかった。

考察

本実験では、嫌悪感情を誘導された場合、中心刺激に近い位置に周辺課題のターゲットが出現するclose条件で成績が向上しやすいことが示された。この結果は、嫌悪感情が強いほど、注視点付近により多くの注意資源を配分する可能性を示唆する。嫌悪感情は、比較的高覚醒のネガティブ感情に分類される。高覚醒状態では目立つ刺激が優先的に選択され、それ以外の情報が抑制される (Mather & Sutherland, 2011)。本実験の周辺課題では、中心の周囲にグレーのプレースホルダが配置され、そのうち1つに黒色の輪(ターゲット)が出現する。ターゲットは他のプレースホルダと異なる特徴を持つため、目立つ刺激として認識されやすかったと考えられる。このことから、嫌悪感情が喚起された状態では、その覚醒状態によりターゲットが目立つ刺激として正確に選択された可能性があり、今後の検証が必要である。また、中心から近い部分の処理において嫌悪を強く喚起させるほど認識されやすくなるという効果は右上の位置では認められなかった。これは注意資源が注視点周辺に均等に配分されていないことを示唆する。

次に、ネガティブ・高覚醒条件では、統制条件に比べてHP課題でのクリック数が多かった。しかし、正答率は、統制条件とネガティブ・高覚醒条件の間に有意な差は認められなかった。これは、覚醒上昇により多くのハザード判断を行ったが、反応の正確性が低下していた可能性を示唆する。運転中の怒りなどのネガティブ感情はミスを増加させるが (e.g., Jeon & Zhang, 2013)、本課題でもネガティブ・高覚醒条件で同様に反応の正確性が低下していた可能性が考えられる。

結論

本研究では、ネガティブ感情と覚醒度が課題中の注意資源配分やハザード知覚に与える影響を検討し、嫌悪感情は注意資源を中心刺激により多く配分させるが、その分布は不均一であることが示された。また、ネガティブ・高覚醒条件では、クリック数の増加が見られたものの正答率には影響がなく、感情や覚醒の変化が判断の正確性の低下をもたらす可能性が示唆された。

これらの結果から、ハザード知覚に対する注意資源配分を媒介した感情の種類や覚醒度の影響が示された。

共感覚的傾向の強さと関係する要因 —美術系大学生のデータからの検討—

筒井 亜湖
横澤 一彦
浅野 倫子

日本国際学園大学経営情報学部

日本国際学園大学経営情報学部

東京大学大学院人文社会系研究科

色字共感覚者は色と文字とを安定して結びつけるが(時間的安定性), 非共感覚者においては, その安定性にばらつきがあることが知られている. 美術系大学生と非美術系大学生との安定性の程度を比較した先行研究(筒井ら, 2023)では, 美術系大学生の方が有意に高い安定性を示すことが確認され, 美術系大学生に特徴的な要因が安定性の高さに関与している可能性が示唆された. 本研究では, 色と文字との対応づけの時間的安定性の程度を「共感覚的傾向」とし, イメージの鮮明さ, 感覚過敏性, 審美的価値志向性, および芸術活動の頻度の4指標との関係を検討した. 360名の美術系大学生に対して, 色字対応づけに関する2回の安定性調査と4指標に関する質問紙調査を実施した. 時間的安定性の高群と低群の比較では, 高群の方が高い感覚過敏性を有することが示された. この結果は, 共感覚的傾向の強さが感覚過敏性と関連することを示している.

Keywords: synesthetic tendency, color-grapheme temporal stability, art college students, sensory hypersensitivity.

問題・目的

共感覚者は誘因刺激と励起感覚との安定的な対応関係を有することを特徴とするが, 非共感覚者においては, その安定性の程度にばらつきがあることが知られている(e.g., Nagai *et al.*, 2016). 文字と色との対応づけの時間的安定性を「共感覚的傾向」とし, 美術系大学生と非美術系大学生を比較した先行研究(筒井ら, 2023)では, 非美術系大学生と比較して, 美術系大学生は文字と色とを安定的に結びつける傾向が確認された. また, 共感覚に関する先行研究のなかには, 美術系大学における共感覚者の割合の高さ(Domino, 1989; Rothen & Meier, 2010)や, 共感覚者の芸術関連産業への従事率の高さ(Rich *et al.*, 2005; Ward *et al.*, 2008)など, 芸術との関わりを指摘する研究も認められる. これらの研究のなかには, 共感覚者の芸術分野への適性を指摘するものもあるが, 筒井ら(2023)は, 文字と色のように, 概念同士を安定して結びつける傾向は芸術系の集団に特有の性質に起因する可能性を考えた.

本研究では, 芸術系の集団に特有の性質として, イメージ能力(鮮明さ), 感覚の過敏性, 審美的価値観への指向性および芸術活動の頻度を取りあげ, それらと共感覚的傾向との関係を検討するため, 美術系大学生を対象とした調査を実施した.

方法

被験者 814名の美術系大学生に対して2回の調査を実施した. そのうち, 全ての調査に回答した日本語を母語とする360名(女性236名, 男性107名, その他17名, 平均年齢18.77歳)を分析対象とした.

刺激・材料 以下に示すテストは, 全て Google フォームにより作成した.

(1) 時間的安定性テスト 濁音・半濁音を除くひらがな46文字を刺激として使用した. 各問の上部に1文字, 下部に11語の基本色彩語を選択肢として表示した. 刺激と選択肢の順序はともにランダムであった.

(2) 質問紙テスト イメージの鮮明さ(Spontaneous Use of Imagery Scale 日本語版: SUIS-J, Tanaka *et al.*, 2018), 感覚過敏性(Highly Sensitive Person Scale 日本語10項目版: HPSP-J10, Iimura *et al.*, 2023), 審美的価値指向性(価値指向性尺度審美下位尺度: 審美的価値志向性, 酒井ら, 1998), および芸術活動の頻度(Artistic Creativity Domains Compendium 短縮・改変版: ACDC, Lunke & Meier, 2016)を測る4質問紙を用いた. 各質問紙における項目数は10~12であった.

課題・手続き 参加者は第一著者の実施する授業内にて, オンライン経由で調査に参加した. 時間的安定性テストでは, 参加者はそれぞれの文字に最もよく似合う色を11色のなかから選択することを求められた. 1回目のテストから約3週間後に, 予告なしに2回目のテストを実施した.

1回目の時間的安定性テストの後にSUIS-Jおよび審美的価値志向性の2質問紙, 2回目の調査の後にHPSP-J10およびACDCの2質問紙への回答を求めた.

各調査の所要時間は約40分であった.

結果

美術系大学生の共感覚的傾向 本調査で得られた分析対象者における時間的安定性の一致数の平均は19.70(42.83%, $SD = 8.19$, $Max = 46$, $Min = 2$)であった. また, 一致率が80%を超えた参加者は8名(2.1%)であった.

美術系大学生の特徴 調査に使用した4質問紙の平均値を、各質問紙の原著論文において提供されている一般平均と比較した(表1)。いずれの指標も、今回のデータの方が0.1%水準で有意に高い平均値を示した(SUIS-J: $t(484) = 7.72, p = .000$; HSPS-J10: $t(443) = 10.32, p = .000$; 審美的価値志向性: $t(1213) = 31.33, p = .000$; ACDC: $t(678) = 27.39, p = .000$)。

共感覚的傾向と各指標との関係 共感覚的傾向(時間的安定性)と4指標との間に関係が認められるかを確かめるため、参加者を時間的安定性の中央値により安定性高群と低群の2群に分け、各指標における平均値の差の検定を行った。

4指標のうち、感覚過敏性に関して高群と低群との間に有意差が認められ、高群の方が高い得点を示した($t(358) = 3.377, p = .001, d = .357$)。他方、その他3指標に関しては、高群と低群との間に有意差は認められなかった(SUIS-J: $t(358) = 1.142, p = .150, d = .152$; 審美的価値志向性: $t(358) = 1.647, p = .100, d = .174$; ACDC: $t(358) = .011, p = .991, d = .001$)。

考察

美術系大学生を対象とした本研究の結果からは、当該集団を特徴づけると仮定したイメージ能力、感覚過敏性、審美的価値志向性、および芸術活動の頻度の4指標は、いずれも集団の特徴を表すことが確認された。そのうち、共感覚的傾向との関係が認められたのは感覚過敏性のみであった。したがって、感覚過敏性の高さが共感覚的傾向を強める要因となっている可能性が示された。感覚過敏性は、DSM-5 (Diagnostic & Statistical Manual of Mental Disorders, 5th edition) によれば、感覚入力に対する過敏または環境における感覚的な側面に対する異常な関心を示す認知特性とされる(American Psychiatric Association, 2013)。この特性は共感覚者の特徴のひとつとしても知られている(Ward *et al.*, 2017)。このことから、芸術系集団と共感覚者に共通する概念同士を安定的に結びつける傾向には、感覚過敏性という共通する認知特性の関与が示唆される。

一方、イメージ能力や、芸術への選好を表す指標である審美的価値観への志向性および芸術活動の頻度と共感覚的傾向とは、本研究のデータからは関係が認められなかった。ただし、イメージ能力に関しては、本研究では特定の側面のみを取りあげたため、その他の側面に関しても検討が必要である。

結論

本研究では、先行研究(筒井ら, 2023)で確認された美術系大学生の共感覚的傾向の強さを規定する要因を検討するため、美術系大学生に特有の指標を取りあげ、それらと共感覚的傾向の強さとの関係を確認した。その結果、取りあげた4指標のうち、感覚過敏性と共感覚的傾向との間に関連性が認められた。これは、先行研究において指摘されている共感覚と芸術との関わりにおいて、両者を媒介する認知特性の存在の可能性を示唆する。今後は、本研究では取りあげなかった認知特性も含め、さらなる検討を行う予定である。

表1. 本研究と原著論文における4質問紙の平均値

	SUIS-J	HSPS-J10	審美*	ACDC
本研究				
平均	41.75	51.88	48.37	25.87
標準偏差	7.09	9.06	7.07	4.98
平均年齢 (SD)		18.77 (1.04)		
n		360		
一般平均				
平均	36.11	41.10	42.12	17.10
標準偏差	10.70	6.95	7.92	6.30
平均年齢 (SD)	20.60 (6.95)	18.80 (0.60)	不明**	26.19 (8.52)
n	126	85	855	320

*価値志向性尺度(審美下位尺度), **大学生・専門学校生

引用文献

- American Psychiatric Association (2013). American Psychiatric Association, Arlington, VA.
<https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Domino, G. (1989). *Creativity Research Journal*, 2(1-2), 17–29. <https://doi.org/10.1080/10400418909534297>
- Iimura, S., Yano, K., & Ishii, Y. (2023). *Journal of personality assessment*, 105(1), 87–99.
<https://doi.org/10.1080/00223891.2022.2047988>
- Lunke, K., & Meier, B. (2016). *Frontiers in Psychology*, 7, Article 1089. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01089>
- Nagai, J., Yokosawa, K., & Asano, M. (2016). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 69, 11–23.
<https://doi.org/10.1080/17470218.2015.1018835>
- Rich, A. N., Bradshaw, J. L., & Mattingley, J. B. (2005). *Cognition*, 98(1), 53–84. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2004.11.003>
- Rothen, N., & Meier, B. (2010). *Perception*, 39(5), 718–720. <https://doi.org/10.1068/p6680>
- 酒井恵子・山口陽弘・久野雅樹 (1998). 教育心理学研究, 46, 153–162.
https://doi.org/10.5926/jjep1953.46.2_153
- Tanaka, Y., Yoshinaga, N., Tsuchiyagaito, A., Sutoh, C., Matsuzawa, D., Hirano, Y., Nakazato, M., & Shimizu, E. (2018). *Asia Pacific Journal of Counselling and Psychotherapy*, 9(2), 171–185.
<https://doi.org/10.1080/21507686.2018.1487455>
- 筒井亜湖・浅野倫子・横澤一彦 (2023). 日本基礎心理学会第42回大会. <https://doi.org/10.14947/psychono.42.37>
- Ward, J., Hoadley, C., Hughes, J. E., Smith, P., Allison, C., Baron-Cohen, S., & Simner, J. (2017). *Scientific reports*, 7, 41155. <https://doi.org/10.1038/srep41155>
- Ward, J., Thompson-Lake, D., Ely, R., & Kaminski, F. (2008). *British journal of psychology*, 99(Pt 1), 127–141. <https://doi.org/10.1348/000712607X204164>

瞑想と表現体験ワークショップが抽象画鑑賞に与える影響

楊 榛¹

武蔵野美術大学大学院

This study investigated the impact of meditation and art expression on art appreciation, particularly among individuals with limited prior exposure to art. Previous research has examined these practices individually, but few studies have explored their relative efficacy or the influence of their sequence in workshop settings. The study aimed to investigate whether meditation and art expression independently and collectively enhance participants' perceptions of contemporary art, self-assessment, and impressions of specific works. Additionally, it examined how the sequence of activities—meditation preceding art expression versus art expression preceding meditation—affects these outcomes. The study involved 73 university students and working adults from China and Japan, randomly assigned to three groups: a control group, a meditation-preceding group, and a creative-expression-preceding group. The results revealed that meditation preceding art expression led to more significant positive changes in art appreciation, self-assessment, and engagement with specific works compared to the creative-expression-preceding group. The meditation-preceding group demonstrated greater reductions in self-criticism, a stronger urge for expression, and a better understanding of abstract art. These findings suggest that meditation enhances openness and engagement with contemporary art, offering valuable insights for art education and experiential programs aimed at broadening cultural participation and promoting inclusivity.

Keywords: Abstract art appreciation; Workshop; Breath meditation; Impression evaluation

問題・目的

美術経験の少ない人々（以下、美術経験低者）は、抽象画や現代アートを理解し楽しむことが難しいとされている。この背景には、「芸術や科学は非凡な才能や天才的な閃きによってのみ可能である」という創造性神話や、創作・表現に対するステレオタイプが存在し、これらが自己表現に対する自信を低下させる一因となっている（縣・岡田，2010）。特に、美術経験低者が創作活動を特別なものと考え、絵画表現を自分とは無関係だと捉える傾向が、抽象画や現代アートへの理解や関心を阻害していると指摘されている（縣・岡田，2010）。このような問題に対処するため、1980年代以降、美術館を中心に自己表現を促進する体験型ワークショップが活発に行われるようになった（吉川・安斎・山内，2018；降旗，2008）。

これらのワークショップでは、絵画の創作プロセスを通じて鑑賞者が作者の意図や感情に共感する可能性が示唆されている（縣・岡田，2010；岡田・縣，2020）。一方で、創作体験を通じて抽象画に対する理解が深まらない場合もあり（楊，2022），その効果を得るには、創作活動の前に感情や創作意図を明確にすることが重要であると考えられる（楊，2022）。また、身体表現は視覚だけでなく触覚や身体感覚を用いた多感覚的なアプローチであり、自己理解や感情探索を促進する可能性がある（村田・太田，2008）。さらに、瞑想は感情探索や創作意欲を高める手法として注目されており（Teasdale et al., 1995），特に呼吸瞑想（focused attention meditation: FAM）は、感情や感覚を整理し、創作意図を明確化する効果があるとされている（Lee et al., 2012）。しかし、これらの手法を組み合わせた場合の相乗効果や、順序による影響については明らかになっていない。

そこで、本研究では、美術経験低者を対象に、瞑想と表現体験（絵画表現（アクションペインティング，以下AP）と身体表現）が抽象画の理解や現代アートへ

の態度に与える影響を検討することを目的とする。特に、瞑想を先行することで、創作活動がより効果的になり、鑑賞や態度に与えるポジティブな影響が高まるかを明らかにする。よって、本研究では以下2つの仮説を検討する。

仮説1. 瞑想も絵画表現も、統制群より「現代アートに対する印象」，「自己に関する評価」，「具体的な作品に対する印象」をポジティブに変化させる。

仮説2. 瞑想先行群（瞑想→絵画表現→身体表現）は表現先行群（絵画表現→瞑想→身体表現）より現代アートに対する関心度，「現代アートに対する印象」，「自己に関する評価」，「具体的な作品に対する印象」をよりポジティブに変化させるが，統制群は変化しない。

方法

参加者

本研究では、日本の首都圏に居住する中国人および日本人の大学生・社会人75名（男性30名，女性45名）を対象とした。美術経験低者を対象とするため、美術専門教育を受けた者は除外し、回答に欠損のない73名（平均年齢25.3歳，SD=5.7歳）のデータを分析対象とした。参加者は、独学で美術を学んだ経験を持つ者40名と、美術に特に興味がない33名に分類された。

倫理的配慮

実験に先立ち、参加者には自由参加である旨と、参加の有無が個人の評価や活動に影響を与えないことをメールで説明した。また、無記名で回答が行われること、実験中の撮影や作品の学会発表の可能性について事前に紙面で説明したうえで、参加者の同意を得た。本研究は所属機関の倫理審査委員会（承認番号：CL22-0008）にて承認を受けた。

手続き

実験は2023年4月，4日間にわたって実施され，参加者は統制群（23名），瞑想先行群（25名），表現先行

群（25名）にランダムに分けられた。手続きは以下の通りである。

1.事前説明と動画視聴

参加者全員が、APの背景や技法についての解説動画（5分）と、描き方を示す映像（2分）を視聴した。

2.作品鑑賞

小野忠弘の作品を提示し、解説文を与えず、3つの質問に基づいて鑑賞（5分）を行った（例えば、この絵を見て何を感じたか）。

3.瞑想

瞑想先行群では、チベットシンギンポウルの音声を用い、20分間の瞑想を実施した。呼吸に意識を集中するプロセスで、自己感情や思考に注意を向けることが促された。

4.絵画表現

参加者はテーマ「自分というモノ」に基づき、APを用いた絵画表現（20分）を行った。

5.身体表現

アイマスクを着用し、参加者自身を立体作品に見立て、身体を用いて自己表現（5分）を行った。

調査項目

本研究では大きく分けて3種の質問項目を使用した。

1種目の質問項目は「現代アートに対する印象」例えば、現代アートを身近に感じる、APから表現意欲を得るなど、の12項目。2種目「自己に関する評価」例えば、自分の価値を感じる、他人の視線が気になるなど、の8項目。3種目「具体的な作品に対する印象」例えば、作品から新たな発想が生まれる、作品に魅力を感じるなど、の9項目。

全ての項目に対し「1.全くそう思わない」-「7.非常にそう思う」の7段階で回答するよう求めた。

結果

仮説1

瞑想と絵画表現の効果を検討するために、瞑想先行群表現先行群の最初のセッションである、瞑想先行群の瞑想体験の体験前の回答、および1つ目の体験をおえた時点での回答を従属変数として、統制条件を加えて分散分析を行った。その結果、瞑想および絵画表現の体験後、いくつかの項目で統制群に比べて有意なポジティブな変化が認められた（ $F_s(1,70)>4.75$, $ps<.043$ ）。具体的には、「現代アートに対する印象」における抽象アート作品の理解や興味の向上、「自己に関する評価」における自己非難の低下や自己価値感の向上が挙げられる。また、絵画表現を行うことで、「表現意欲」の向上や「具体的な作品に対する印象」における新発想や快楽感の増加が確認された（ $F_s(2,70)>1.48$, $ps<.031$ ）。

仮説2

瞑想先行群と表現先行群の比較では、瞑想を先行させた方が、ポジティブな変化がより顕著であることが明らかになった（ $F_s(2,70)>3.72$, $ps<.041$ ）。特に、アーティストの思想や技術に対する固定的な信念が緩和され、提示作品の魅力や表現意欲が増幅されるなどの効果が確認された（ $F_s(2,70)>2.41$, $ps<.097$ ）。これにより、瞑想を先に行う順序が、現代アートに対するポ

ジティブな態度変化を引き起こす上で効果的であることが示唆された。

考察

本研究の結果から、瞑想は参加者の感情や感覚を明確化し、創作意図の発見を促す有効な手法であると考えられる。特に、絵画表現を行う前に瞑想を実施することで、参加者が自己表現に対する意識を深め、表現活動における内在的な動機づけを強化できる可能性が示唆された。また、瞑想がアーティストの意図や思想への理解を促進するだけでなく、既存の固定観念を緩和する役割を果たすことも確認された。これらの結果は、表現活動の順序や準備段階の重要性を示している。

一方、表現を先行させた場合には、表現意図の形成が不十分なまま表現活動が進むため、自己表現への困難を感じる要因となる可能性があると考えられる。また、瞑想がもたらす効果の一部には、習慣的な反応の軽減や柔軟な思考の促進が含まれる（Wenk-Sormaz, 2005; Greenberg et al., 2012）。これが、アート鑑賞におけるポジティブな変化を引き起こす要因の一つであると考えられる。

結論

本研究は、美術経験低者を対象に、瞑想と絵画表現が抽象画鑑賞および現代アートに対する態度に与える影響を検討した。その結果、瞑想を先行させることが、表現活動の効果を最大化し、現代アートに対するポジティブな変化をより強く引き出すことが確認された。これにより、アート鑑賞や表現体験をより豊かにするためには、瞑想を含む準備活動の導入が効果的であることが示唆された。

今後の課題としては、瞑想や絵画表現以外の手法の効果の検討、異なる年齢層や文化的背景を持つ集団への適用可能性の検証が挙げられる。また、身体表現や他の芸術的アプローチとの連携により、さらに多様なアート体験の可能性を追求する必要がある。

引用文献

- 縣拓充・岡田猛. 2010 美術の創作活動に対するイメージが表現・鑑賞への動機づけに及ぼす影響 教育心理学, 58, 438-451.
- 縣拓充・岡田猛. 2010 「創作の過程や方法を知る」美術展示及びワークショップの効果 美術教育学, 31, 13-27.
- Greenberg, J., Reiner, K., & Meiran, N. 2012 “Mind the trap”: mindfulness practice reduces cognitive rigidity. *PloS one*, 7(5), e36206.
- Lee, T. M., Leung, M. K., Hou, W. K., Tang, J. C., Yin, J., So, K. F., ... & Chan, C. C. 2012 Distinct neural activity associated with focused-attention meditation and loving-kindness meditation. *PloS one*.

触覚感受性は自律感覚絶頂反応に影響を与えるのか？

近藤 洋史

中京大学 心理学部

<http://hk-lab.github.io>

劉 若煜

中京大学大学院 心理学研究科

Autonomous Sensory Meridian Response (ASMR) is characterized by tingling sensations elicited by audiovisual stimuli in the absence of direct tactile stimulation. To investigate underlying mechanisms of ASMR, we assessed (1) the intensity of tingling sensations experienced during ASMR video viewing, (2) sensitivity to affective touch when gently stroked with a brush, and (3) the accuracy of interoceptive sensation using a heartbeat perception task in a sample of 46 participants. The results indicated that the intensity of tingling sensations was significantly correlated with the perceived pleasantness of affective touch. However, the correlation between tingling sensations and heartbeat perception did not reach statistical significance. These findings suggest that individuals with heightened sensitivity to affective touch may be more susceptible to ASMR, potentially due to enhanced processing of tactile cues. This highlights the critical role of afferent C-fiber-mediated tactile sensitivity in the ASMR experience.

Keywords: autonomous sensory meridian response, tingling sensation, pleasantness, affective touch, interoception

問題および目的

自律感覚絶頂反応 (ASMR) は、頭部や耳元から背筋にかけて生じるゾクゾクするような皮膚感覚である (Barratt & Davis, 2015)。ASMRは、人口に膾炙されているにもかかわらず、その機序はまだ明らかではない (Hostler et al., 2024)。ASMRで生じるゾクゾク感やそれに伴うリラクセス状態を経験したと報告する人々は、一部に限定される (Poerio et al., 2022)。この選択的な反応性は、性格特性、情動経験、あるいは生理的要因が複雑に影響している可能性がある (McErlean & Banissy, 2017)。

本研究ではASMR感受性に影響する要因を探るため、情緒的触覚の感度と内受容感覚の精度を評価する課題を用意した。ASMR感受性は、参加者にASMRビデオを視聴してもらい、ゾクゾク感の強度を継続的に報告させて評価した。情緒的触覚は、前腕と手のひらをブラシで優しく撫でられたときの心地よさとして測定された。内受容感覚は、ある一定時間内の心拍数を知覚することで評価された。

方法

参加者 事前の検定力分析にもとづき、46名（男性25名、女性21名、年齢：Mean $\pm$ SD = 23.2 $\pm$ 4.0歳）が実験に参加した。

ASMR課題 先行研究 (Terashima et al., 2024) に基づき、20種類のビデオ（各30秒）を用意した。ビデオは以下の4つのカテゴリーで構成されていた。すなわち、マイクとの接触音 (Mic)、近接音 (Proximal)、咀嚼音 (Eating)、自然環境 (Nature) であった。ビデオはランダムな順序で提示された。ビデオの視覚刺激（視角：16.0 $\times$ 9.0 deg）は液晶画面に提示され、参加者はヘッドフォンを装着して約57cmの距離から観察した。参加者はビデオを視聴しながら、ゾクゾク感の強度を4段階で継続的に報告した。

触覚課題 参加者の前腕（有毛の皮膚）あるいは手のひら（無毛の皮膚）がブラシで優しく撫でられた。ブラッシングは5つの速度（0.3 cm/s, 1 cm/s, 3 cm/s, 9 cm/s, 27 cm/s）で6秒間実施された。これまでの知見から、3 cm/sと9 cm/sの速度は、CT求心性線維の活動に最適であり、とても心地よく感じられると仮定された。参加者はリラクセスした状態で椅子に座り、ブラッシング後にその心地よさを10段階で口頭報告した。視覚情報の影響を避けるため、ブラッシングされる様子が見えない環境を整えた。各皮膚部位に対して、それぞれの速度条件はランダムな順序で3回ずつ実施された。

心拍知覚課題 参加者は Polar Verity Sense (Polar Electro, Finland) のアームバンドを左腕に装着した。この装置は近赤外線技術で心拍を計測するもので、データはPCに無線送信されて記録された。課題には3種類のインターバル条件（25秒、45秒、65秒）が含まれ、各条件はランダムな順序で3回実施された。内受容感覚の精度は、参加者によって報告された心拍数と試行中に記録された実際の心拍数を比較、差分することで算出された。

データ分析 得られたデータのちらばりが正規分布に従わなかったため、相関分析ではスピアマンの順位相関係数を算出した。統計検定にはソフトウェア JASP (ver. 0.19) を用いた。

結果および考察

ゾクゾク感の強度の時間変化を示す (Figure 1)。4つのカテゴリーごとに強度を加算平均して、1要因分散分析を実施した ($F(3, 135) = 32.83, p < .001, \eta^2 = 0.42$)。結果として、次のようなパターンが得られた Mic (1.26 ± 0.65) > Proximal (0.68 ± 0.46) and Eating (0.89 ± 0.81) > Nature (0.42 ± 0.42)。

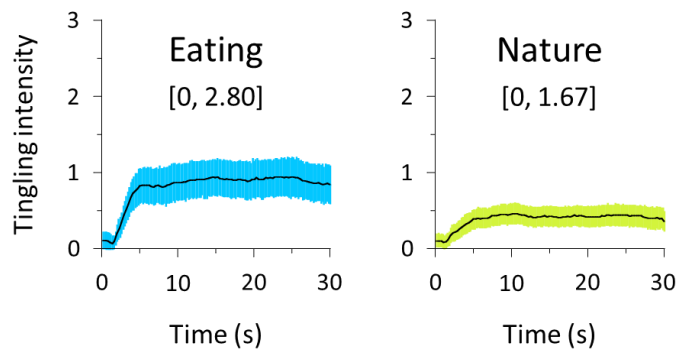


Figure 1. Time course of tingling intensity ratings ($N = 46$). Each category consists of five 30-s videos. Solid lines represent the mean of ratings, while shaded areas indicate 95% confidence intervals. This figure presents part of the results.

情緒的な触覚に関して、前腕と手のひらの間で心地よさ (Mean $\pm$ SD) に違いは認められなかった (3.57 ± 1.67 and 3.87 ± 1.83 ; $F(1, 45) = 2.30$, $p = 0.14$, $\eta_p^2 = 0.049$)。しかし、Figure 2 で示すように、速度条件によって心地よさに有意な差があった ($F(4, 180) = 45.28$, $p < 0.01$, $\eta_p^2 = 0.50$)。

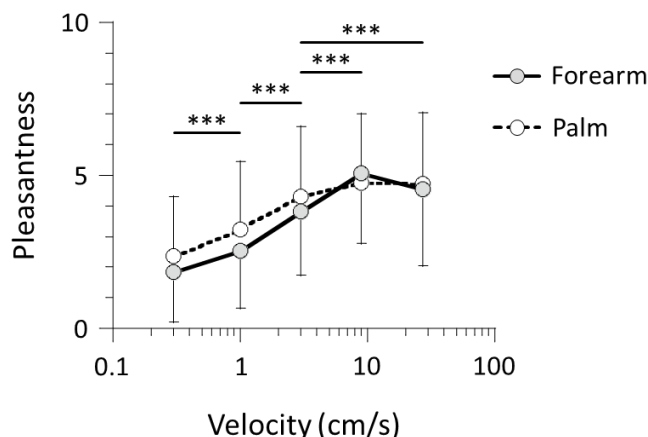


Figure 2. Pleasantness ratings for different stroking velocities. Pleasantness ratings increased with an increase in stroking velocities, regardless of skin area. Error bars represent the SD of mean ratings. *** $p < 0.001$ (Bonferroni-corrected).

心拍知覚課題に関して、参加者は実際の心拍数を平均で30%以上 過小評価していた。変動係数 (CV) は条件によって著しく異なり、実際の心拍数のCVは0.12、報告された心拍数のCVは0.47であった。

ゾクゾク感と情緒的な触覚との関係調べるために相関分析を行ったところ、有意な相関が得られた (Figure 3)。しかし、ゾクゾク感と心拍知覚との間には正の相関が認められたものの、有意水準に達しなかった ($r_s < 0.26$, $p > 0.09$)。

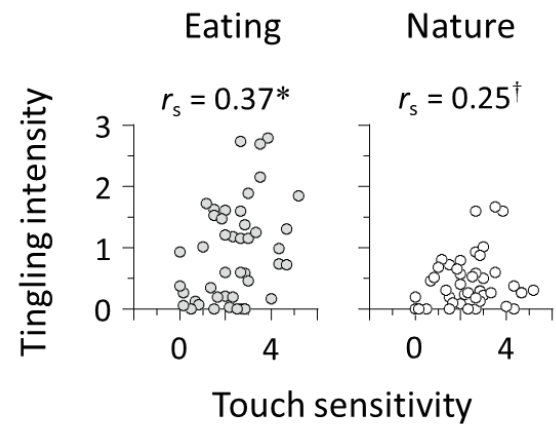


Figure 3. Spearman's rank correlations between forearm affective touch sensitivity and tingling intensity. * $p < 0.05$, † $p < 0.10$.

本研究では、ASMR体験の個人差に影響する外受容感覚と内受容感覚を調べるため、ASMRで惹起されるゾクゾク感、情緒的な触覚、および心拍知覚との関係を検討した。その結果、ゾクゾク感の強度と情緒的な触覚の感度との間に有意な正の相関が示された。対照的に、ゾクゾク感と心拍知覚との間に有意な相関は認められなかった。したがって、ASMRで生じる皮膚感覚は、内受容感覚よりも外受容感覚とのつながりが深いのかもしない。これらの知見は、ASMRの機序を理解する手がかりとなるとともに、幸福感を高めて、ストレスを管理するという臨床応用への一助ともなりうる。

引用文献

- Barratt, E. L., & Davis, N. J. (2015). Autonomous Sensory Meridian Response (ASMR): A flow-like mental state. *PeerJ*, 3, e851.
- Hostler, T. J. et al. (2024). Research priorities for Autonomous Sensory Meridian Response: An interdisciplinary Delphi study. *Multisens. Res.* 37, 499-528.
- McErlean, A. B. J. & Banissy, M. J. (2017). Assessing individual variation in personality and empathy traits in self-reported autonomous sensory meridian response. *Multisens. Res.* 30, 601-613.
- Poerio, G. L., Ueda, M., & Kondo, H. M. (2022). Similar but different: high prevalence of synesthesia in autonomous sensory meridian response (ASMR). *Front. Psychol.* 13, 990565.
- Terashima, H., Tada, K., & Kondo, H. M. (2024). Predicting tingling sensations induced by autonomous sensory meridian response (ASMR) videos based on sound texture statistics: A comparison to pleasant feelings. *Phil Trans R Soc B*, 379(1908), 20230254.

自己選択 BGM がビジランス成績に与える影響

大江 龍太郎¹

大阪大学大学院人間科学研究科

木村 司

大阪大学大学院人間科学研究科

篠原 一光

大阪大学大学院人間科学研究科

The impact of background music (BGM) on vigilance task performance remains a subject of ongoing debate. While previous research has focused on arousal as a mediating variable, recent studies suggest that task engagement also plays a crucial role in the effects of BGM on vigilance performance. This study aimed to investigate the impact of self-selected BGM on arousal, task engagement, and task performance during a vigilance task. 36 participants completed the Sustained Attention to Response Task (SART) and questionnaires assessing energetic and tense arousal, and four dimensions of task engagement (emotional, behavioral, state, and cognitive). Results indicated that, compared to silence, self-selected BGM significantly increased participants' energetic arousal and task engagement, while decreasing response time variability. Furthermore, exploratory Generalized Linear Mixed Model (GLMM) analyses revealed that task engagement was a stronger predictor of vigilance performance than arousal. These findings highlight the importance of considering the multifaceted nature of task engagement in future research examining the effects of BGM on cognitive performance, particularly in sustained attention tasks.

Keywords: background music, vigilance task, vigilance decrement, arousal, task engagement

問題・目的

スマートフォンの普及、音楽ストリーミングサービスの登場により、作業を実行しながら音楽を聴くことが容易になった。その中で背景音楽 (Background Music: BGM) の聴取が作業実行に与える影響については議論が続いている。特に実際場面では、BGMが使用される場面として退屈で長時間に及ぶ作業を行う場面が多い (Kiss & Linnell, 2023) ため、このような場面でのBGMの影響を検討することは重要である。

本研究では、実験的に退屈な長時間の作業を検討するためにビジランス課題を用いた。ビジランス課題の実行中のBGM聴取は、何も聞かない場合と比較して、課題成績の向上をもたらすことが報告されており (Homann et al., 2023)、その媒介変数については、覚醒度と課題エンゲージメントが考えられている。

覚醒度に関しては、何も聞かない場合には、覚醒度が低い状態になってしまうのに対して、BGM聴取は覚醒度の向上をもたらす、中程度の覚醒度を生じさせる。そして中程度の覚醒度がビジランス課題成績の向上をもたらすと考えられる (Kiss & Linnell, 2021)。

課題エンゲージメントに関しては、BGM聴取によって、課題にポジティブな気持ちで注意を集中している状態である課題エンゲージメントが高められることによって、ビジランス課題成績の向上がもたらされると考えられる (Homann et al., 2023)。

本研究は、BGMとして参加者が自分で選択した音楽をBGMとして利用したときに、覚醒度と課題エンゲージメントがどのように変化するかを同時に計測することで、BGMの有無によるビジランス課題成績の違いと、その違いに覚醒度と課題エンゲージメントがどのように影響するかを検討することを目的とした。

方法

参加者 大学生・大学院生を対象に募集し、事前に設定した除外基準に合致した参加者のデータを除き、36名のデータが収集できるまで実験を行った。その結果3名のデータが除外され、36名 (男性20名、女性14名、その他2名、年齢: 平均22.0歳、 $SD=3.34$) のデータが分析に用いられた。

質問紙 覚醒度を計測するために感情覚醒チェックリスト (EACL; Oda et al., 2015) の覚醒度のエネルギー覚醒+/-、緊張覚醒+/-の項目を使用した。課題エンゲージメントを計測するためにエンゲージメント尺度 (Toyama, 2018) の感情的 (EE)、行動的 (BE)、状態的 (SE)、認知的エンゲージメント (CE) の項目を使用した。

課題 ビジランス課題として Sustained Attention to Response Task (SART) を使用した。スクリーン中央に 1,500 ms~1,900 msの間「+」が固視点として表示され、続いて0から9の数字が1つずつ、300 ms間提示された。参加者は提示された数字が「3」以外ならばスペースキーを押し、「3」のときは何も押さないことが求められた (出現割合: 3=10%, それ以外=90%)。

音楽 参加者に実験参加前に、普段作業中に聴いている楽曲のリストを、楽曲の再生時間の合計が40分を超えるように報告するよう求めた。実験時には回答された楽曲のリストをランダムな順番でApple Musicを用いて、ヘッドホンから再生した。

手続き 参加者はBGM条件と静音条件の両条件に参加した。初めにEACLへの回答を行い、period1として20分間のSARTを実施した後に2つの質問紙 (EACL、エンゲージメント尺度) に回答した。30秒の休憩後、period2として再度20分間のSARTを実施し2つの質問紙に回答した。1つ目の条件が終わると5分間の休憩をとった後、2つ目の条件が開始された。条件の実施順は参加者間でカウンタバランスがとられた。

結果

覚醒度と課題エンゲージメントの回答は0～1の間で得点化した。覚醒度はエネルギー覚醒+ (緊張覚醒+) の平均からエネルギー覚醒- (緊張覚醒-) の平均を引いた値をエネルギー覚醒 (緊張覚醒) の得点とし、さらに、各period実施後の得点から課題前の得点を引いてperiod1, period2の得点とした。

覚醒度と課題エンゲージメントの各尺度について、期間 (period1/period2) × BGMの有無の反復測定分散分析を行った。結果、静音条件と比べてBGM条件でエネルギー覚醒($F(1,35) = 11.06, p = .002, \eta^2 = 0.133$), EE ($F(1,35) = 57.09, p < .001, \eta^2 = 0.161$), BE ($F(1,35) = 8.43, p = .006, \eta^2 = 0.026$), SE ($F(1,35) = 4.51, p = .041, \eta^2 = 0.027$) が有意に高かった。

課題成績については、各periodを5分ずつ4ブロックに分け、period1とperiod2を合わせて8ブロックに分けた。反応時間 (RT), 反応時間分散 (RTV), ミス率 (“3”に誤って反応した割合), 誤警報率 (“3”以外に反応しなかった割合)の4つを各ブロック計算し、ブロック × BGM有無の反復測定分散分析を行った。結果、RTVにおいてのみ、BGM条件と静音条件の間に有意な差があり、BGM条件の方が小さかった($F(1,35) = 4.34, p = .045, \eta^2 = 0.028$)。

覚醒度と課題エンゲージメントの違いがどのようにRTVの成績に影響を与えているかを検討するために、探索的な一般化線形混合モデル (GLMM) の分析を実施した。従属変数のRTVにはガンマ分布を仮定し、リンク関数には対数関数を用いた。ランダム効果は参加者を指定した。固定効果の変数は覚醒2項目、エンゲージメント4項目の中から選択し、総当たりでモデルを作成した。最終的に、63通り (2^6-1 通り) のモデルを検討し、AICが最も低いモデル (Figure 1) を選択した。このモデルからは、EE, BE, CEが高まると、RTVが減少し、SEが高まると、RTVが増加することが予測された。

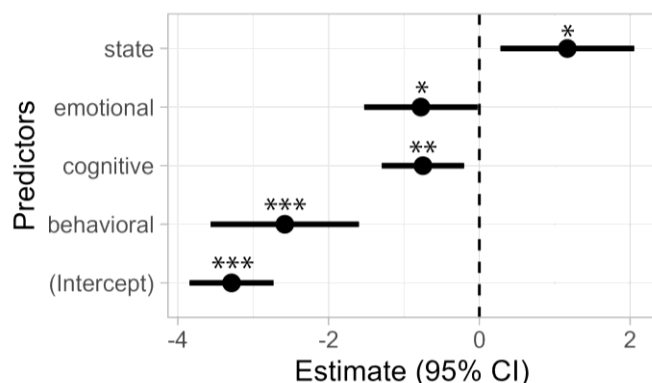


Figure 1. The fixed effect estimates and confidence intervals of the best-fitting model for RTV (state = SE, emotional = EE, cognitive = CE, behavioral = BE)

考察

自己選択BGMの提示により、何も聞かない場合と比べて、覚醒度と課題エンゲージメントが高くなるこ

とが示され、先行研究 (Homann et al., 2023; Kiss & Linnell, 2021) の結果が再現された。また、自己選択BGM条件で静音条件と比べてRTVの減少がみられ、Homann et al. (2023) の結果が再現された。これらの結果から、自己選択BGMの提示はビジランス課題の実行において、ポジティブな効果をもたらすと言える。提示する音楽の親しみ (van den Bosch et al., 2023) と好意度 (Fuentes-Sánchez et al., 2022) がそれぞれ高い方が、BGMの課題成績への影響をポジティブにするという報告からも、自己選択BGMの参加者にとっての高い親しみや好意度が本結果をもたらしたと考えられる。

探索的なGLMMの結果、SARTの課題成績をより予測できるのは、覚醒度ではなく課題エンゲージメントである可能性が示された。EE, BE, CEの上昇がRTVの減少を予測したのに対して、SEはRTVの増加を予測した。これはSEが課題への没頭の程度を表しており (Toyama, 2018), SEの高い参加者が課題に集中してより注意深く刺激に反応した結果であると解釈できる。

結論

SART実行中における自己選択BGMの聴取は、何も聞かない場合と比べて、覚醒度と課題エンゲージメントの両方の向上をもたらし、反応の時間的ばらつきを減少させる。さらに、探索的な分析によって、BGMによる課題成績の向上は課題エンゲージメントによって媒介されていることが示唆された。

引用文献

- Fuentes-Sánchez, N., Pastor, R., Eerola, T., Escrig, M. A., & Pastor, M. C. (2022). Musical preference but not familiarity influences subjective ratings and psychophysiological correlates of music-induced emotions. *Personality and Individual Differences*, 198.
- Homann, L. A., Drodz, A. C., & Smilek, D. (2023). The effects of self-selected background music and task difficulty on task engagement and performance in a visual vigilance task. *Psychological Research*, 87, 2460–2476.
- Kiss, L., & Linnell, K. J. (2021). The effect of preferred background music on task-focus in sustained attention. *Psychological Research*, 85, 2313–2325.
- Kiss, L., & Linnell, K. J. (2023). Making sense of background music listening habits: An arousal and task-complexity account. *Psychology of Music*, 51, 89–106.
- Oda, Y., Takano, R., Abe, T., & Kikuchi, K. (2015). Development of the Emotion and Arousal Checklist (EACL). *The Japanese Journal of Psychology*, 85, 579–589.
- Toyama, M. (2018). Engagement and task performance: Development of the Engagement Scale for task performance. *Tsukuba Psychological Research*, 56, 13–20.

メラノプシン刺激量の異なる背景光が 注意に及ぼす影響の検討

齋藤 真里菜

名古屋市立大学大学院 芸術工学研究科

滝川 瑞季

名古屋市立大学大学院 芸術工学研究科

中嶋 莉那

名古屋市立大学 芸術工学部

藤田 優之

名古屋市立大学大学院 芸術工学研究科

辻村 誠一

名古屋市立大学大学院 芸術工学研究科

環境光の変化が認知に及ぼす影響と、そのメカニズムには未解明の部分が多い。環境光を受容するメラノプシン細胞は、近年では睡眠や覚醒への関与が示唆されており、認知への影響も注目されている。しかし、メラノプシン細胞が受容した光の効果を古典的な光受容細胞が受容した光の効果と切り分けることは難しく、研究が十分に進んでいるとは言い難い。本研究は、古典的な光受容細胞の刺激量を一定にしつつ、メラノプシン細胞の刺激量のみを変化させたメタマー光を背景光として認知課題を行い、メラノプシン刺激量の変化が注意の瞬きに及ぼす影響を調べた。その結果、メラノプシン刺激量が少ないときには有意に標的の検出成績が上がったが、注意の瞬きの特徴に条件間の差は見られなかった。このことから、メラノプシン細胞に適切な刺激量を与えることで課題に対する覚醒度や集中力が上がり、結果的に注意課題成績が変わることが示唆された。

Keywords: melanopsin, attention, arousal, silent-substitution, ambient light.

問題・目的

明るさや色を含む環境光の変化は認知に影響を与える可能性があるが、そのメカニズムや詳細は未だ完全に明らかになっていないとは言い難い。2000年代初頭に発見された第三の光受容細胞であるメラノプシン細胞は古典的な光受容細胞とは異なり、広い範囲の光、つまりは環境光の受容に優れている。近年、この細胞の受容した光情報が睡眠や覚醒に関与することが明らかになり、メラノプシン細胞と認知との関係も注目されるようになってきた。しかし、ヒトにおいてメラノプシン細胞にのみ特定の刺激を与えることは難しく、メラノプシン細胞と認知の研究はまだ発展途上である。メラノプシン細胞と認知に関連する多くの先行研究では、メラノプシン細胞の吸光感度のピークに近い短波長光と、そのピークから離れた長波長光を背景光として課題を行う方法を採用している。しかし、その結果は一貫しているとは言い難く (Mahoney & Schmidt, 2024)、表面的な色の心理効果に対する懸念も大きい。本研究は、古典的な光受容細胞の刺激量を一定にしつつ、メラノプシン細胞の刺激量のみを変化させるメタマー刺激を背景光として利用することで、上記の問題の解決に取り組んだ。メタマー刺激の見た目は測色的には同じであるため、色の心理効果をコントロールすることが可能になる。このメタマー光の提示のために独自に多原色光源装置を開発した。本研究の課題には、古典的な注意の瞬き課題を用いた。注意の瞬きとは、継時提示される刺激の中から複数のターゲットを探す課題を行ったとき、二つのター

ゲットの時間的な位置が近ければ、二つ目のターゲットの正答率が著しく下がるという現象である。この現象を説明する仮説は数多くあるが、一つ目のターゲット(T1)の処理の負荷が二つ目のターゲット(T2)の処理を阻むことが原因として説明されることが多い。もし、メラノプシン細胞が注意に向けた対象の処理効率や処理速度を上げることに関与するのであれば、背景光によって注意の瞬き現象の特徴に違いがみられるかもしれない。一方、メラノプシン細胞がそれらに関係なく、課題に対する集中力や構えを変えるのみであれば、全体的な成績は条件間で変化するが、注意の瞬きの特徴に対する変化は見られないかもしれない。この課題を行うことで、背景光の効果が注意のどのような側面に影響を及ぼすのか、より詳細に考察することが可能になると考えた。

方法

実験参加者

本実験は21名の男女の協力によって行われた。

実験装置

メタマー刺激の提示のために、独自に開発した多原色光源装置を利用した。この装置は、プロジェクタの光学系を改造することで作成した。

刺激

背景にはメラノプシン刺激量の異なる3種類の刺激を使用した。ベースラインとなるBGN条件のメラノプシン刺激量に対して、+30%となるメラノプシン刺激量を持つ背景をMH条件、-27%となるメラノプシン刺激量を持つ背景をML条件と呼んだ。

課題に使われるアルファベットと数字は、画面中心に提示された十字の注視点から視角4.4度となる上下左右の位置にランダムに提示された。この刺激の大きさは参加者ごとに異なり、事前の練習課題の成績が75%となるように調整された。

手続き

実験参加者は継時提示されるアルファベットの中から、T1として数字、T2としてアルファベットのXの有無を報告することが求められた。刺激はRSVP法で提示され、刺激提示時間は50ms、ISIは33msであった。T2の時間的な提示位置(Lag)は、T1提示後の1-6文字目であった。

結果

実験結果はFigure1の通りである。一元配置の反復測定分散分析の結果、背景の違いによるT1の検出成績が有意に異なることが分かった($F[2,40] = 5.23, p = 0.010 < .05$)。Bonferroni法を用いた多重比較の結果、MH・ML条件の間にのみ有意差が見られ($p < .05$)、メラノプシン刺激量が少ないほど検出成績が上がるようになった。二元配置の反復測定分散分析でT2の結果を解析したところ、背景の要因とLagの要因には主効果が見られなかった(背景: $F[2,40] = 3.55, p = 0.038 < .05$; Lag: $F[5,100] = 3.29, p = 0.009 < .01$)、交互作用は有意ではなかった($F[10,200] = 5.23, p = 0.136 > .10$)。背景の要因に関するBonferroni法の多重比較の結果、どの条件の間にも有意差は見られなかった($p > .05$)。Lagの要因に関する多重比較の結果、Lag1とLag2、Lag1とLag3の間に有意差が見られた($p < .05$)。

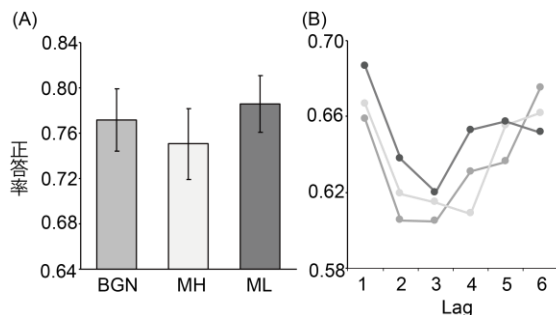


Figure 1. (A) T1 の正答率。エラーバーは標準誤差。(B) T2 の正答率。各条件に対応する色は(A)と同じ。

考察

本実験の結果から、メラノプシン刺激量の違いは課題全体の成績を変えるが、注意の瞬きの特徴を変えることはなかったことが分かった。メラノプシン刺激量が注意の瞬きの特徴を変化させなかったということは、環境光の違いが注意を向けた対象の処理速度や処理効率を変えることはないという意味になる。一方で、課題全体の成績は変わったため、メラノプシン細胞に対する

刺激は課題に対する集中力、注意散漫を防ぐ働きがあったことを示唆している。

同時に、本研究の結果は、メラノプシン刺激量が低いほど成績が良くなることを示唆した。これは、多くの先行研究の結果からは反しているが、メラノプシン細胞に「認知に対しての適切な刺激量」があると考えれば矛盾する結果ではない。明るすぎる環境を不快に感じることがあるように、メラノプシン細胞に対して適切な光を設定することは、認知にとって重要な要因となるかもしれない。

神経メカニズムに対する考察

私たちの結果からは、適切なメラノプシン刺激量が課題に対する集中力や注意散漫を変えることが示唆された。このメカニズムとして、私たちは青斑核(LC)の関与を提案する。LCはメラノプシン細胞からの直接投射はないものの、メラノプシン細胞から直接投射を受ける視交叉上核(SCN)と間接的に結ばれている。また、LCの自発的発火量の変化は、課題に対する注意散漫の程度を変えることも明らかになっている(Bari et al., 2020)。これらを併せて考えると、メラノプシン刺激量の変化がLCの自発的な活動量を変え、それによる課題への集中力の変化が起こったと考えるのが良いのではないだろうか。なお、注意の瞬き現象自体はLCの課題関連の発火と、その後続く不応期で説明されることもあるが、メラノプシン刺激量がこの不応期の長さを変えるわけではないのだろう。

今後の展望

LCの活動は課題遂行中の瞳孔反応で間接的に測定することが可能である。本研究の実験に瞳孔計測を加えることで、メラノプシン細胞と認知の関係を支える神経基盤を明らかにできるかもしれない。

結論

メラノプシン細胞が受容した光情報は、注意課題を行う集中力を上げて注意散漫を防ぐという点で成績に影響を与えたが、注意を向けた情報の処理効率や速度を促進することではなく、注意の瞬きの特徴を変えることはなかった。また、メラノプシン細胞には注意課題を行うのに「適切な」刺激量があり、刺激量を上げれば良いわけではないという点が本研究の新たな発見である。

参考文献

- Mahoney, H. L., & Schmidt, T. M. (2024). The cognitive impact of light: illuminating ipRGC circuit mechanisms. *Nature Reviews Neuroscience*, 25(3), 159-175.
- Bari, A., Xu, S., Pignatelli, M., Takeuchi, D., Feng, J., Li, Y., & Tonegawa, S. (2020). Differential attentional control mechanisms by two distinct noradrenergic coeruleo-frontal cortical pathways. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(46), 29080-29089.

入力音声に対する即時的な音声ピッチ収束

鈴木 悠介
永井 聖剛

立命館大学大学院人間科学研究科/日本学術振興会
立命館大学総合心理学部

他者の発声の音響特徴に類似するように自身の発声に変化する現象を音声収束と呼ぶ。多くの研究では、シャドーイング課題を用い、収束対象となる音声刺激が発声計画前に提示されることで、発声計画や発声ターゲットの表象が変化し音声収束が生じることが示されてきた。一方、発声計画開始後に提示される音声に対しても音声収束が生じるかは不明であった。本研究では、発声計画開始後に提示された課題無関連な音声刺激に対して、ピッチ収束が生じるかを検討した。参加者は発声キューにしたがい、できる限り早く発声することが求められた。発声キューの提示後にピッチの異なった課題無関連な音声刺激が提示された。実験の結果、音声刺激のピッチに対して発声音声が高く/低くなるという、音声ピッチ収束が確認され、発声計画開始後であっても入力音声は課題関連性にかかわらず発声処理に組み込まれ、音声収束が生じることが示唆された。

Keywords: phonetic convergence, vocal pitch, speech production.

問題・目的

音声収束とは、他者の発声音響特徴に類似するように自身の発声に変化する現象であり (Pardo, 2006), 話者間の音響的類似性を高めることで、円滑なコミュニケーションに寄与すると考えられている。音声収束は、音声知覚-生成統合処理において、入力音声に対する暗黙的なシミュレーションと自身の発声体系との齟齬の調整から自動的に生じると仮説立てている (Gambi & Pickering, 2013)。このような主張を支持した研究の多くはシャドーイング課題を用いてきた。例えば Garnier et al. (2013)では、参加者の普段の発声ピッチよりも高/低くピッチ変調された語を聴覚提示し、それを繰り返すシャドーイング課題を行った。実験の結果、低/高く変調された語へのシャドーイング発声は、普段の発声ピッチよりも、低/高く発声されることを示した。当該結果は、音声刺激がその音声の発声に必要な運動ルーチンを活性化し、それにより音声収束が生じたことが示唆される。ただし、シャドーイング課題では音声刺激が音声収束の対象であるとともに、発声反応のキューであるため、音声計画に先立って提示されている。しかし、実際のコミュニケーション場面では、発声計画が既に進行している状態で外部音声が入力されることもある。従来の知見では、提示された音声刺激が進行中の発声計画処理に割り込む形であっても、音声収束が生じるかは不明であった。

そこで本研究では、反応キューと音声刺激を切り離れたキュー・ディストラクタ課題を用いて、発声反応キューの後、つまり発声計画が開始した

後に提示される課題無関連な音声刺激に対して、音声収束が生じるかを検討した。同様の課題は、発声計画における知覚運動適合性を示した研究において使用されている (Galantucci et al., 2009)。もし本課題において音声収束が生じたならば、反応キュー後に低/高く変調された音声刺激が提示された試行で、発声反応のピッチが低/高くなると予測される。

方法

参加者 大学生 20 名 ($M_{age} = 19.15$, range = 18-20, 女性 10 名) が実験に参加した。

刺激 反応キューとして、##および**の 2 種類の視覚キューを用いた (Times New Roman, W:H = 2.5:1.5 deg)。音声刺激として、参加者と同性の他者音声を、それぞれの参加者のベースラインブロックでの各母音における平均ピッチに対して、9 段階 ($\pm 0, 2, 5, 10, 20\%$) の基本周波数 (F0) 変調を加えたものを用いた。

手続き 本実験はベースラインブロック (40 試行) とテストブロック (360 試行) から構成される。ベースラインブロックでは、視覚キューにしたがって、できる限り速く、/e/または/i/と発声することが求められた。ベースラインブロックでは、音声刺激は提示されていない。続くテストブロックでは、視覚キューの 150 ms 後に音声刺激が提示された。音声刺激の母音は、発声される母音と一致または不一致であった (Figure 1A)。各試行の発声反応から反応時間 (RT) および F0 を測定した。

結果

エラー試行および、RT または F0 が各母音と母音の一致性の組み合わせにおける平均 RT および F0 から標準偏差の 3 倍以上離れた試行を分析から除いた。音声収束の評価のため、各参加者において、音声刺激とベースラインブロックにおける発声反応の平均 F0 との差分 (δdb) と、テストブロックにおける発声反応の平均 F0 とベースラインブロックにおける発声反応の平均 F0 との差分 (δrb) を算出した。もしピッチに対する音声収束がみられるならば、両差分で正の傾きがみられると予測される。また音声収束に母音の一致性が重要ならば、一致条件においてのみ差分間で正の傾きがみられると予測される。

δrb について、参加者ごとに標準化された δdb (scaled δdb)、標準化された反応時間 (scaled RT)、発声される母音 (/e/ or /i/)、母音の一致性 (一致 or 不一致) を固定効果項とし、参加者切片および標準化された反応時間をランダム効果項とした線形混合モデルに対する F 検定を行った (モデルは Tobin et al., 2018 を参考)。本研究では音声収束に焦点を当てるため、scaled δdb に関する結果を主に報告する。分析の結果、scaled δdb の主効果がみられ、両差分間に正の傾きがみとめられた ($F(1, 113.9) = 20.604, p = .004$)。ただし、他変数との交互作用はみられなかった。本結果は、低/高い音声刺激が提示された試行では、低/高いピッチでの発声反応がみられたことを示す。しかし音声収束の程度には反応時間や発声される母音、また刺激と反応における母音の一致性は影響しなかった。

考察

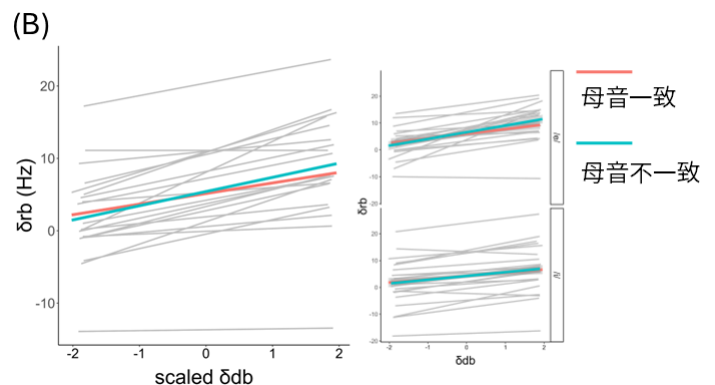
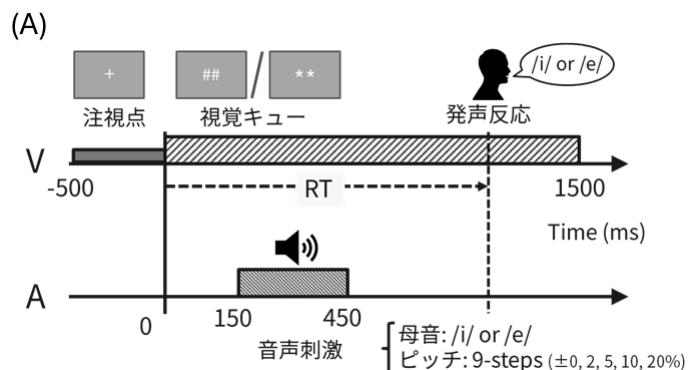
本研究では、発声計画の開始後に提示された音声刺激に対しても、即時的に音声収束が生じるか検討した。従来のシャドーイング課題とは異なり、

反応キューと収束対象を切り離し、音声刺激を発声計画が開始したと仮定される反応キュー後に音声刺激を提示するキュー・ディストラクタ課題を用いた。実験の結果、低/高い音声刺激が提示された試行では、低/高いピッチでの発声反応が生じた。この結果は、発声計画開始後に提示された音声刺激に対しても、即時的に音声収束が生じることを示している。また、発声される音韻や刺激-反応間の母音の一致性が音声収束の程度に影響しなかったことから、本研究で観察された収束は音韻処理を介さず、音響特徴レベルで生じるものであることが示唆される。本研究結果は、発声計画中の音声刺激であっても、音声知覚-生成の統合処理に組み込まれ、発声計画における音響特徴処理 (特にピッチ処理) に関する即時的な調整を引き起こす可能性を示唆する。また、従来研究で提唱されていた音声知覚-生成処理におけるシミュレーション仮説 (Gambi & Pickering, 2013) を支持する経験的証拠を追加するものである。ただし、本研究では二つの異なる母音発声に基づく選択反応を求めたため、音声収束が音声知覚-生成統合処理ではなく、反応選択過程の影響を受けた可能性がある。また、収束が音韻処理を介さず生じることが示唆されたが、音声以外の非言語的的刺激 (e.g., 純音刺激) でも同様の効果が生じるかは不明であり、今後の検討とする。

引用文献

- Galantucci, B., Fowler, C. A., & Goldstein, L. (2009). Perceptuomotor compatibility effects in speech. *Attention, perception & psychophysics*, 71, 1138–1149.
- Gambi, C., & Pickering, M. J. (2013). Prediction and imitation in speech. *Frontiers in Psychology*, 4, 340.
- Garnier, M., Lamalle, L., & Sato, M. (2013). Neural correlates of phonetic convergence and speech imitation. *Frontiers in psychology*, 4, 600.
- Pardo J. S. (2006). On phonetic convergence during conversational interaction. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 119, 2382–2393.
- Tobin, S., Hullebus, M., & Gafos, A. (2018). Immediate phonetic convergence in a cue-distractor paradigm. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 144, EL528.

Figure 1. 実験試行の流れ (A) と実験結果 (B)



行動特有効果の生起メカニズムにおける 注意処理仮説の検討

森定 蓮
浅野 倫子

東京大学大学院人文社会系研究科

東京大学大学院人文社会系研究科

環境の知覚は、知覚者が意図した行動をおこなう能力に影響される。これは行動特有効果と呼ばれ、例えば、手の届かない位置にある標的に対して、道具を持つことで到達可能になると標的が近く感じられる。従来この効果は、意図した行動の運動シミュレーションの実行により生じると考えられてきた。一方で、本研究では、道具使用の有無とは無関係に、標的への注意集中が知覚距離の短縮を引き起こすという仮説を検証する。実験では、道具あり・道具なし・注意（道具なし＋注意課題）条件の3条件で距離推定課題を実施し、推定距離を間接的手法で測定した。仮説にもとづくと、道具を持たず標的に注意を集中させる注意条件において、推定距離の短縮がみられる。その結果、課題条件と標的までの距離の交互作用が有意となり、標的が遠い場合に注意条件で他2条件よりも距離が短く評価された。このことは、標的への注意集中が距離短縮を引き起こす可能性を支持する。

Keywords: action-specific perception, spatial attention, motor simulation, tool use.

問題・目的

重い荷物を背負っていると、上り坂の勾配をより急に感じる[1]。このように、環境下での身体状態や行動能力が環境の知覚を歪める現象を行動特有効果（action-specific effects）と呼ぶ。標的までの距離を推定する課題では、手の届かない位置にある標的に対し、棒状の道具を使用することで到達可能になると、標的が近く感じられる[2]。

行動特有効果の生起には、運動シミュレーション、つまり意図した行動を実行する際のイメージを内的に活性化させることが重要だと考えられている。距離推定と同時に把持動作をおこなった課題では、道具使用による距離短縮の効果が消失した[2]。これは、距離推定時におこなった把持動作が道具使用のシミュレーションを妨害したと説明される。

しかし、このような知覚の変化が注意処理によって生じるという仮説も存在する。成績の良いバッターは、そうではないバッターよりも球をより大きく知覚する[3]。一方、平面上の標的円に対する動作を伴う課題では、高難易度条件で標的をより大きく知覚した[4]。これらの結果は一見矛盾するが、標的に空間的注意が多く配分される場合に標的の知覚サイズが拡大すると解釈すれば一貫している。実際[5]では、標的への動作を伴わずに標的の中心に注意を集中させた条件でも標的の知覚サイズが拡大することが確認された。つまり行動能力の文脈ではなく、標的への注意の向け方に応じて知覚サイズが変化すると考えられる。

以上を踏まえ、本研究では、距離推定課題における行動特有効果の生起メカニズムを再検討する。標的までの到達可能性が知覚距離を短縮するという従来の仮説に対し、道具使用による標的への注意集中が知覚距離を短縮するという仮説を検証す

る。先行研究における距離推定課題では、道具を用いることで標的まで到達可能な道具あり条件、道具を用いず標的まで到達不可能な道具なし条件を設定していた。本研究ではこれらの2条件に、道具を用いず標的まで注意を集中させる注意条件を加えて、距離推定課題を実施した。仮説にもとづくと、道具を持たない状態で標的に注意を集中させると、注意を集中させない場合よりも知覚距離が短縮すると予測できる。

方法

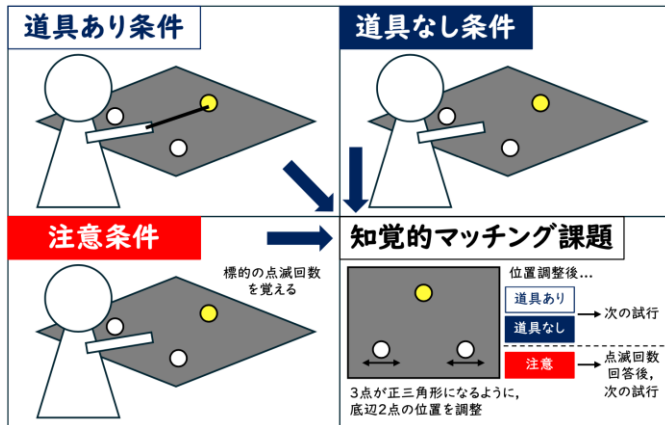
被験者 大学生および大学院生36名が参加した（女性11人、男性25名、年齢： $M = 23.3$ 歳、 $SD = 3.45$ 歳）。

手続き 課題条件ごとの試行の流れをFigure 1に示す。試行が始まると、スクリーン上に三角形をなす3点（白円、直径5cm）が表示された。2s後、最も遠い位置にある点（標的）が青色に変化すると、被験者は条件ごとに決まったリーチング動作をおこなった。道具あり条件では、道具を持った状態でリーチングをおこない（到達可能）、道具なし・注意条件では、道具を持たない状態で標的まで手を伸ばした（到達不可能）。4s後、点が青色から黄色に変化し点滅が始まった。点滅の間、被験者は手を伸ばし続けるよう求められた。点滅が終了した後、被験者は手を元の位置に戻し、視覚的マッチング課題[5]に移行した。視覚的マッチング課題では、三角形の底辺の2点の位置を調整し、標的までの距離を間接的に測定した。

注意条件では、リーチングの際に点滅の回数を覚える課題が追加された。点滅回数は3,4,5,6回のうちランダムに点滅し（1点滅あたり0.1s）、被験者は距離推定の後にその回数を回答するよう指示された。この手続きにより、被験者の標的への注意を誘導し、注意の集中が距離推定に与える影響を検討した。

課題条件（道具あり・道具なし・注意，3水準）および標的位置の距離条件（30～57cm，10水準）を独立変数とし，調整後の2点間の位置を従属変数とした。各条件10試行×4ブロック実施し（合計120試行），実施順は参加者間でカウンターバランスを取った。

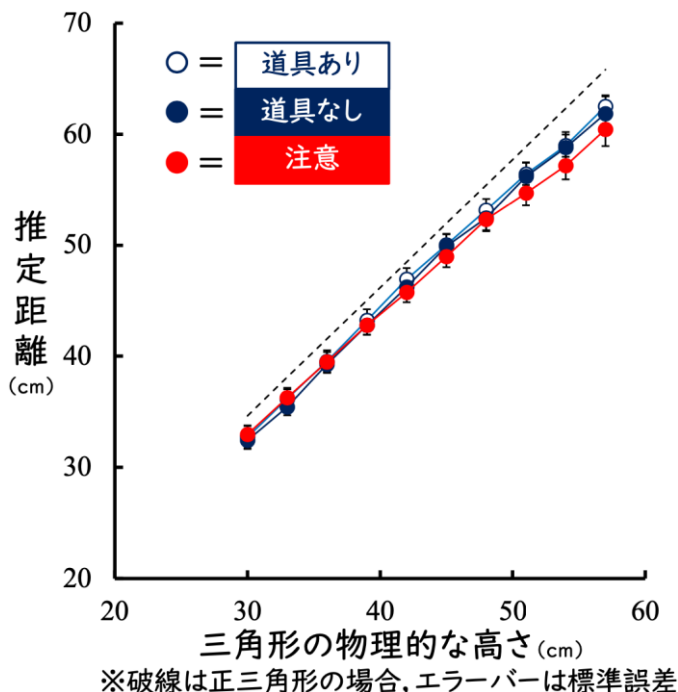
Figure 1. 課題条件ごとの手続きの模式図



結果

結果のグラフをFigure 2に示す。2要因分散分析の結果，距離条件に主効果が認められた [$F(2, 279) = 472.99, p < .001, \eta^2 = .71$] が，課題条件の主効果 [$F(2, 70) = 1.86, p = .55, \eta^2 = .00$] は認められなかった。課題条件×距離条件の交互作用は有意であり [$F(18, 630) = 2.92, p < .001, \eta^2 = .00$]，特に標的までの距離が遠い条件（50cm～）で，注意条件において推定距離が他2条件よりも短縮した。

Figure 2. 課題条件ごとの推定距離（ $N = 36$ ）



考察

本研究では，距離推定課題における行動特有効果の生起メカニズムを再検討した。特に，道具使用による標的への到達可能性ではなく，標的への注意集中が知覚距離を短縮する可能性について検証した。その結果，課題条件と距離条件の交互作用が有意となり，特に標的が遠くにある場合に，注意条件で推定距離が道具なし条件よりも短縮した。これは，標的への注意集中が知覚距離を変化させる可能性を支持する。

一方，道具あり条件と道具なし条件の間に有意な差が見られなかった。この結果は，道具の有無にかかわらず標的が点滅することで，全ての条件において標的への注意が向けられた可能性を示唆する。本研究の仮説では，道具使用による到達運動が標的への注意集中を促し，その結果知覚距離が短縮されると予測した。この仮説にもとづくと，道具を用いない道具なし条件では，標的への注意集中が生じず，知覚距離は短縮しないと予測された。しかし今回の結果では，道具あり条件と道具なし条件で推定距離に差がなく，その原因として，道具なし条件でも道具あり条件と同じくらい標的に注意が引き付けられた可能性がある。標的を点滅させる手続きを取らなかった先行研究[5]では，道具使用による推定距離に有意差がみられた（推定距離が道具あり<道具なし）ことから，本研究特有の標的の点滅操作が結果に影響したと考えられる。

今後の研究では，点滅操作の影響を制御し，道具使用による効果と注意の効果をより明確に分離する必要がある。

参考文献

- [1] Bhalla, M., & Proffitt, D.R. (1999). Visual-motor recalibration in geographical slant perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(4), 1076–1096.
- [2] Witt, J. K., & Proffitt, D. R. (2008). Action-specific influences on distance perception: A role for motor simulation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 34, 1479–1492.
- [3] Gray, R. (2013). Being selective at the plate: Processing dependence between perceptual variables relates to hitting goals and performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(4), 1124–1142.
- [4] Kirsch, W., Kitmann, T., & Kunde, W. (2021). Action affects perception through modulation of attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 83(5), 2320–2330.
- [5] Witt, J. K. (2011). Tool use influences perceived shape and perceived parallelism, which serve as indirect measures of perceived distance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37(4), 1148–1156.

刺激と反応の間で生じる temporal binding

田中 拓海
高田 一真

東京大学大学院人文社会系研究科
沖縄科学技術大学院大学身体性認知科学ユニット

Temporal binding (TB) とは、行動と結果の時間間隔が主観的に圧縮される現象である。典型的には、行動（例：キー押し）がある刺激（例：音の提示）を引き起こした場合（オペラント条件）に、同じ行動や刺激提示が単独で生じる場合（ベースライン条件）と比べ、行動がより遅れて実行され、刺激がより早く生起したように知覚される。近年、この現象が行動と後続刺激の因果関係の知覚によって引き起こされるという仮説が注目されている。この考えに基づき、本研究では先行刺激とそれに対する反応（運動）の間でも、類似の時間的圧縮が生じると予測し、TB の代表的な測定手続きであるリベット時計課題と、恒常法による精神物理的測定を用いた2つの実験でこれを検証した。実験の結果、この効果は頑健かつ大きく、従来の TB と同等であることが示された。この知見は、因果知覚による時間圧縮の説明を支持し、「自分が結果を引き起こした」という主体感を反映するとされる TB の解釈の再考を迫るものである。

Keywords: action, time perception, temporal binding, stimulus-response association, sense of agency.

問題・目的

Temporal binding (TB) とは、行動と結果の時間間隔が主観的に圧縮される現象である (Haggard et al., 2002)。典型的な課題では、ある行動 (e.g., キー押し) によって刺激 (e.g., 音) が提示された場合 (オペラント条件)、同じ行動や刺激提示が単独で生じる場合 (ベースライン条件) と比べて、行動がより遅く、刺激提示がより早く生起したように知覚される。近年、この現象が行動と後続刺激の因果関係の知覚によって引き起こされるという仮説が支持されている (e.g., Tanaka, 2024)。この考えに基づき、本研究では先行刺激とそれに対する反応（運動）の間でも、類似の時間的圧縮が生じると予測し、TBの代表的な測定手続きであるリベット時計課題と、恒常法による精神物理的測定を用いた2つの実験でこれを検証した。

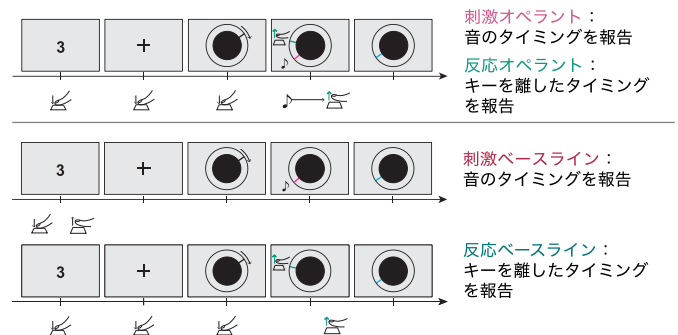
実験 1 リベット時計法

方法 50歳以下の成人40名が対面実験に参加した。2つの条件下（ベースライン/オペラント）で、2つの対象イベントいずれか（刺激/反応）の時間推定を求める、4種類の課題を実施した（図1）。いずれの場合も、参加者が3秒間キーを押し続けることで試行が開始され、1周2560msで回転する針を持つ時計が画面中央に表示された。刺激ベースライン課題では、試行開始後ランダムなタイミングで100msの音が提示された。反応ベースライン課題では、参加者は任意のタイミングでキーを離した。刺激オペラント課題および反応オペラント課題では、ランダムなタイミングで音が提示され、参加者はその音を聞いた後、1秒以内にキーを離すことが求められた。

いずれの課題でも、対象イベント（刺激/反応）の後、1280~3840ms後に回転する針が消え、代わりに静止した針が表示された。参加者は、キー押しによ

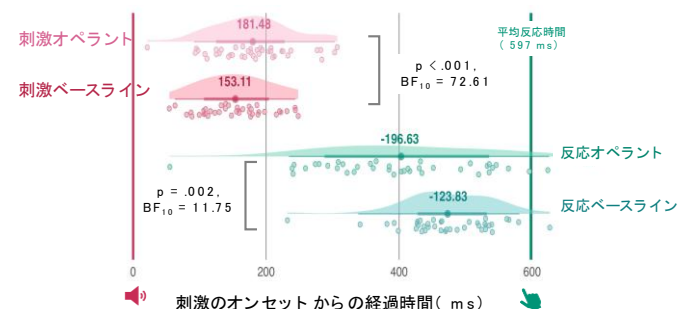
て、対象イベントの生起時点での位置まで針を動かした（時間推定の報告）。各課題について、25試行からなるセッションを2回ずつ実施した（4課題×25試行×2セッション=200試行）。

図1. 実験1の手続きの概略



結果 各課題における時間報告の結果を図2に示した。刺激提示後に行動の実行を求めたオペラント条件では、ベースライン条件に比べ、刺激提示の時間がより遅く ($T_{39} = 3.89, p < .001, d = 0.67$)、行動実行の時間がより早く知覚されており ($T_{39} = 3.17, p = .002, d = 0.45$)、時間圧縮が生じていた。

図2. 各条件における時間推定の分布



実験2 恒常法

方法 50歳以下の成人50名がブラウザ上で実験に取り組んだ。実験中、参加者はヘッドフォンまたはイヤホン装着した。

実験では、参加者は2組のイベントのペア（ダイアド）を連続して観察した（図3）。ここで、第一ダイアド間の間隔を標準刺激とし、第二ダイアド間の間隔を比較刺激とした。参加者は標準刺激と比較刺激を比較し、どちらの間隔がより短かったかを判断した。

実験はオペラント課題とベースライン課題で構成され、参加者は必ずオペラント課題から開始し、両課題を交互に2ブロックずつ実施した。両課題とも、各試行は画面中央に数字の「1」が500 ms表示されて開始された。1000~2000 msのブランクの後、100 msの音（1000 Hzの純音）が提示された。オペラント課題とベースライン課題の唯一の違いは、第一ダイアドの二つのイベントにあった。オペラント課題では、参加者は最初の音提示後1000 ms以内にFキーを押すよう指示された。1000 ms以内にキーが押されなかった場合は、警告メッセージが表示され、次の試行に進んだ。一方、ベースライン課題では、キー押しは求められず、最初の音提示後、一定の間隔で同じ音が提示された。ベースライン課題の第N試行における第一ダイアドの間隔は、直前のオペラント課題の第N試行における、最初の音から参加者がキーを押すまでの間隔（反応時間）と同一に設定された。したがって、各試行における標準刺激の物理的な長さは、両課題で基本的に同一であった。ただし、対応するオペラント課題の試行において参加者が1秒以内にキーを押さなかった場合は、ベースライン課題の第一ダイアドの間隔は、その時点での参加者の平均反応時間に設定された。

第一ダイアドの終了から1秒後、画面中央に数字の「2」が500 ms表示され、1000~2000 msのブランクが挿入された。その後、第一ダイアドと同じ音のペアが提示された。この第二ダイアドにおける2つの音の間隔（すなわち、比較刺激）は、標準刺激の0.5倍、0.66倍、0.75倍、1倍、1.33倍、1.5倍、2倍のいずれかに設定された。音提示から1秒後、参加者は、標準刺激と比較刺激のどちらが短かったかを判断を求められた。参加者は、標準刺激が短いと判断した場合は左矢印キー、比較刺激が短いと判断した場合は右矢印キーを押して回答した。回答後1秒間のブランクを挟み、次の試行が開始された。

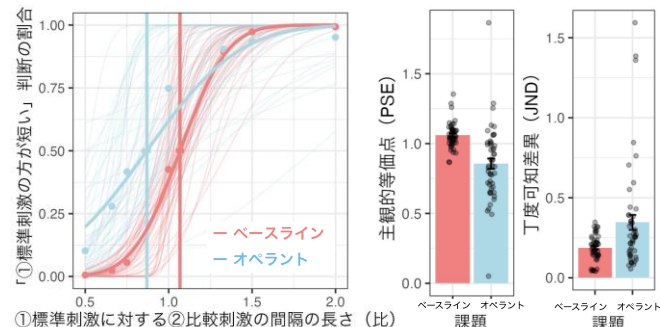
各課題セッションは49試行で構成された（標準刺激に対する比較刺激の長さの比率7水準をそれぞれ7回ずつランダムな順番で実施）。したがって、参加者は2課題×2セッション×49試行の196試行に取り組んだ。

図3. 実験2の手続きの概略



結果 課題ごとに各参加者の判断を累積正規分布関数でフィッティングした。オペラント課題における主観的等価点（PSE）の平均（0.86）は、ベースライン課題におけるPSE（1.06; $T_{49} = 5.52, p < .001, d = 0.96$ ）や物理的な等価点（1.0; $T_{49} = 3.85, p < .001, d = 0.54$ ）に比べて有意に小さかった。オペラント課題における丁度可知差異（JND）の平均（0.35）は、ベースライン課題におけるJND（0.19）と比べて有意に大きかった（ $T_{49} = 3.61, p < .001, d = 0.57$ ）。

図4. 各条件における心理物理関数とパラメータ（PSE・JND）



総合考察

本研究では因果知覚によるTBの説明に基づき、先行刺激とそれに対する反応の間でも、主観的な時間圧縮が生じると予測した。実験1では、TBの代表的な測定手続きであるリベット時計課題において、予測通り、先行刺激のタイミングが遅れて、反応のタイミングが早まって推定された。さらに、実験2では恒常法を用いて刺激と反応の時間間隔と外的な刺激同士の時間間隔を比べたところ、前者における時間圧縮が再現された。これらの効果は頑健かつ大きく、従来のTBと同等であった（Tanaka et al., 2019）。ここから、行動と結果間の因果関係（「行動したから刺激が生じた」）だけでなく、刺激と反応間の因果関係（「刺激が提示されたから行動した」）によっても主観的な時間感覚が圧縮されることが明らかになった。この知見は、因果知覚による時間圧縮の説明を支持し、自発的な運動に伴う主体感を反映するとされるTBの解釈（Haggard et al., 2002）の再考を迫るものである。

引用文献

- Haggard, P., Clark, S., & Kalogeras, J. (2002). Voluntary action and conscious awareness. *Nature Neuroscience*, 5(4), 382–385.
- Tanaka, T. (2024). Evaluating the Bayesian causal inference model of intentional binding through computational modeling. *Scientific Reports*, 14(1), 1–15.
- Tanaka, T., Matsumoto, T., Hayashi, S., Takagi, S., & Kawabata, H. (2019). What Makes Action and Outcome Temporally Close to Each Other: A Systematic Review and Meta-Analysis of Temporal Binding. *Timing & Time Perception*, 7(3), 189–21.

VR 空間における視点位置が距離推定に与える影響

鈴木瑞穂

日本国際学園大学 経営情報学部

峯大典

東京大学 情報理工学系研究科

大山潤爾

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

横澤一彦

日本国際学園大学 経営情報学部

人間の距離推定はさまざまな要因によって影響を受ける。本研究は、視点の高さの操作による距離推定への影響を調べることを目的として、VR 実験環境を利用して、仮想の街の情景を呈示し、HMD を通して見る視点の高さが変化したときに、その空間に呈示された目標物体までの距離の推定に及ぼす影響を調べた。第 1 実験では、距離推定を歪ませるミニチュア効果を用いた実験を行った。実験の結果は、高所の経験をするとミニチュア効果の生起が予想される写真に対して距離推定が短くなった。第 2 実験では、日常では体験しない視点の高さに慣れたときに、目標物体までの距離推定にどのような影響があるのかを調べた。実験の結果は、視点に関わらず目標物体までの距離推定は安定して行われることが分かった。視点の高さに関わらず、参加者の距離推定をほぼ正確で安定していたことから、視点の高さを変えても VR 空間の広がり安定して把握できると考えられる。

Keywords: eye height, immersive virtual environments, distance perception, Optic Flow

問題・目的

我々の視覚システムにおいて物体の大きさを導き出すには、物体までの距離推定をする必要がある。身体の大きさの変化と物体のサイズ知覚には、相対的な変化があることは知られている (van der Hoort et al., 2011)。しかし、身体の大きさの変化と共に変化をする視点の高さがどのような影響を与えるのかについてはあまり注目されてこなかった。本研究では日常生活で頻繁に経験しない高所の視点での距離推定による影響の変化を調べることを主たる目的とした。また、視点の位置や視界が固定されるような場合ではなく、景色の流れ方などの動きのパターンから視覚的なガイダンス情報を提供するオプティカルフローが得られるような VR 空間を散策させることで、日常的には経験しない視点の高さでの距離推定も可能になると考え、街中の散策を実験に組み込んだ。第 1 実験では、VR 空間における高所での移動体験が、距離推定に影響を与える心理現象として知られるミニチュア効果に与える影響を調べた。第 2 実験では、日常では体験しない視点の高さを体験したときに、ターゲットまでの距離推定にどのような影響があるのかを調べた。

方法

視覚刺激は HMD (HTC VIVE Pro Eye HMD、スクリーンサイズ:デュアル OLED 3.5 インチ、解像度:片目あたり 1440 × 1600 ピクセル (合計 2880 x 1600 ピクセル)) に提示した。VR 内の実験環境は、秋葉原を参考にした屋外シーンで、建物、道路、歩道などのオブジェクトを設置した。また、本実験の街中には、すべての参加者に決まったルートで街中を散策してもらうための目印として、地面の上にひかれた赤い道があった。参加者は、赤い道に沿って 8 の字を描くように街中を動いてもらうようにこちらから道順を指定して散策してもらった。

【実験 1】

実験参加者 21 歳から 38 歳 (平均 24.9 歳) の男女 12 名 (男性 6 名, 女性 6 名) であった。

実験刺激 視覚刺激は、ぼかし加工をした実験刺激 5 枚の写真と、ぼかし加工をしていないフィルター刺激の 3 枚の写真である。実験参加者には、これら 2 種類の写真に写る情景は撮影時にどのくらい離れた距離から撮影された写真に感じるかの距離推定を行ってもらった。

手続き 情景写真の距離推定は 3 回行った。VR 環境体験前条件として HMD 装着直後、男女それぞれの一般的な視点の高さで街を散策した後、一般

的な視点の高さに 10 m を足した視点の高さで街を散策した後の 3 条件である。

【実験 2】

実験参加者

実験参加者は、40 歳から 49 歳（平均 43.25 歳）の男女 12 名（男性 6 名、女性 6 名）であった。

実験刺激 距離推定をする際の目標になるターゲットは、散策した街中に 5 m、10 m、20 m の位置に床に設置された直径 1 m の赤色の球体である。

手続き 街中を散策した後、3 種類の異なる視点の高さからそれぞれの距離に設置されていた赤色の球体の一つずつ表示され、赤色の球体までの推定距離（ターゲット距離）を答える。距離推定時の視点の高さは、男女それぞれの一般的な視点の高さ、一般的な高さに 50 cm を足した視点の高さ、一般的な高さに 10 m を足した視点の高さの 3 条件である。また、散策でも 3 種類の視点の高さを体験してもらい、それぞれの散策後に上述した 3 種類の視点の高さでの距離推定を行った。

結果

【実験 1】

12 名の参加者のデータを分析した結果、撮影された際の物理的距離を参加者は認識できていたことが分かった。ぼかし加工をした 5 枚の写真では、回答タイミングの主効果に有意差はなかったが、有意傾向があることが分かった（回答タイミング： $F(2,22) = 3.131, p = .063$ ）（図 1）。

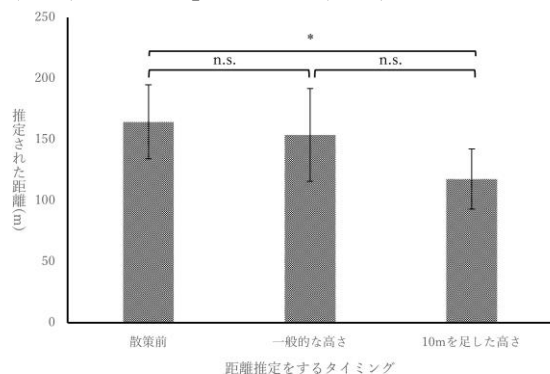


図 1 タイミング条件ごとのぼかし加工をした写真での推定距離

【実験 2】

12 名の参加者のデータを分析した。散策高度とターゲット距離推定高度、ターゲット距離で、3 元配置の分散分析を行った。ターゲット距離の主効果に有意差($F(2,22) = 34.94, p < .001$) と、散策高度と

ターゲット距離での交互作用 ($F(4,44) = 0.379, p = .046$) に有意差があった(図 2)。

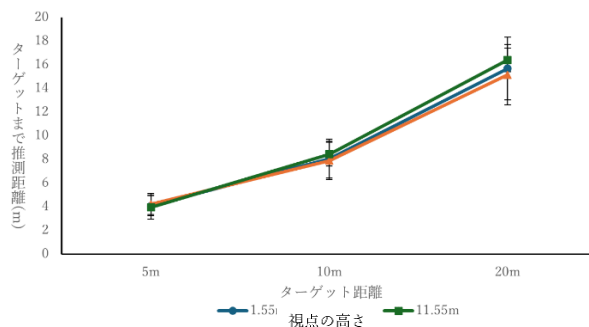


図 2 ターゲット距離における推定距離の実験結果

考察

実験 1 の結果から、高所の経験をするとミニチュア効果が起こりやすい写真に対する距離推定が有意に短くなったことが分かる。高い視点からのクリアな俯瞰経験をすることで、ミニチュア効果が起こりやすい写真のぼかし加工の効果が強く感じられるようになり、推測距離が短くなったと考えられる。実験 2 の分析結果によれば、参加者が物理的距離の違いを認識して距離推定を行っていたことが分かった。このことから、散策高度やターゲットの距離推定をする際の高度が変わっても安定した距離推定を行っていることが分かった。

両実験とも、アバターを表示せず身体情報がない場合、日常生活で頻繁に体験しない視点の高さを体験しても、オプティカルフローなどの視覚情報から一般的な視点の高さとほぼ同じ距離推定をすることができたと考えられる。

引用文献

vvan der Hoort, B., Guterstam A., & Ehrsson, H. H. (2011). Being Barbie: the size of one's own body determines the perceived size of the world. *PLoS ONE*, 6:e20195. pmid:21633503

VR 空間における視触覚体験が身体所有感に与える影響

犬嶋 美雨

日本国際学園大学経営情報学部

大山潤爾

国立研究開発法人産業技術総合研究所

横澤 一彦

日本国際学園大学経営情報学部

本研究では、VR空間にアバターの身体と仮想物体を呈示して、視覚情報と実際の物体の触覚情報の一致度や類似性を操作することで、凹凸感や材質感といった代表的質感知覚への影響と、そのような質感知覚結果がVR空間のアバターに対する身体所有感に与える影響を調べることを目的とした。視触覚情報の一致度を操作した第1実験の結果、凹凸が細かく視触覚情報が一致している視触覚体験により、身体所有感が高くなる可能性が示唆された。第1実験よりも凹凸が細かく類似した質感と考えられる材質を用いた第2実験では、材質の一致度の違いには有意差がない一方、練習効果によって身体所有感が高くなる可能性が示された。両実験結果から、身体所有感への影響は、視触覚情報の一致度ばかりではなく、現実世界とVR空間で時空間的に同期した継続的な視触覚体験が、身体所有感を高く生起させる可能性が考えられる。

Keywords: full-body illusion, ownership, immersive visual environments, visual-tactile sensation

問題・目的

自己認知の中でも身体に対する所有感は身体所有感と呼ばれ、ラバーハンドやVR空間における仮想身体であるアバターに対し、錯覚を起こしてしまうことが知られている。近年、VR空間を使用した身体所有感の研究は数多く存在するが(例えば、Slater & Sanchez-Vives, 2016)、凹凸感や材質感によって得られる視触覚情報が身体所有感に与える影響については、未解明なまま重要な研究課題として残されている。

本研究では、HMD(ヘッドマウントディスプレイ)を使用したVR空間の視覚情報と、現実空間の触覚情報の一致度は凹凸感や材質感といった知覚にどのような影響を及ぼすのか、また、そのような視触覚相互作用が身体所有感に影響するのかについて検討した。

方法

【実験1】

実験参加者 正常な視力または矯正視力を有した男性6名、女性6名(平均年齢24.9歳)

デザイン 表面特徴(高類似表面、低類似表面)×視触覚情報の一致度(一致、不一致)の2要因計画

装置 HMD(VIVE Pro eye, HTC)、トラッカー(VIVE Tracker, HTC)、VR対応PC(Alienware15, Dell, NVIDIA GeForce RTX 4080)

呈示されるVR空間、3DモデルおよびアバターはXperigrapher®(Ohyama, 2021)を用いて制御された。アバターは日本人女性と日本人男性のものを男女で使い分けた。

手続き 参加者は両手足、腹部に各1つずつ、計5つのトラッカーを装着した状態で実験の説明を受けた。参加者はHMDを装着後、前方に呈示された机の上に置かれた2つのキューブの上面を左右10秒間、2回ずつ交互に触るよう指示を受けた(図1)。参加者はHMD装着時と非装着時において視触覚情報の一致度と身体感覚に関する質問(6件法)に回答した。

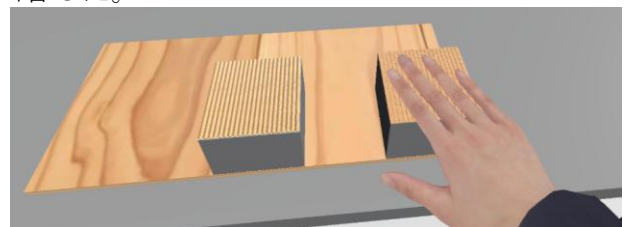


図1 実験の様子(参加者視点)

【実験2】

実験参加者 正常な視力または矯正視力を有した男性6名、女性6名(平均年齢43.25歳)

デザイン 材質特徴(木質、布質、異質)×視触覚情報の一致度(一致、不一致)の2要因計画

装置 HMD、トラッカー、呈示されるVR空間などは実験1と同様であった。

手続き 実験 1 と同様にキューブの上面を触った後、参加者は HMD 装着時のみ質問に回答した。

結果

【実験 1】

参加者が視触覚情報の一致度を判定できていたか調べるため、表面特徴と一致度の 2 要因による二元配置分散分析を行った。その結果、表面特徴の主効果 ($F(1,11)=17.18, p=.002$) と、一致度的主効果 ($F(1,11)=44.39, p=.000$) に有意差があり、表面特徴と一致度の交互作用も有意であった ($F(1,11)=46.14, p=.000$)。

アバターを VR 空間における自分の身体と感じるかは、表面特徴と一致度の 2 要因による二元配置分散分析を行った結果、表面特徴の主効果 ($F(1,11)=6.76, p=.025$) と、一致度的主効果 ($F(1,11)=5.04, p=.046$) に有意差があり、表面特徴と一致度の交互作用は有意ではなかった。

【実験 2】

実験 1 同様、参加者が視触覚情報の一致度を判定できていたか調べるため、材質特徴と一致度の 2 要因による二元配置分散分析を行った。材質特徴の主効果 ($F(1,11)=7.54, p=.019$) と、一致度的主効果 ($F(1,11)=5.68, p=.010$) に有意差があり、材質特徴と一致度の交互作用に有意差はなかった。

アバターを VR 空間における自分の身体と感じるかは、材質特徴と一致度の 2 要因による二元配置分散分析を行った結果、材質特徴の主効果、一致度的主効果はいずれも有意差がなく、材質特徴と一致度の交互作用にも有意差はなかった。身体所有感に対する練習効果を調べた結果、回数の主効果に有意差があった ($F(2,22)=5.41, p=.012$)。また、回数の組み合わせに対し t 検定による下位検定を行い、 p 値に対し Bonferroni 補正を行った結果、前半 - 中間の間に有意差がなく、前半 - 後半の間に有意差があり ($t(23)=-3.02, p=.018$)、中間 - 後半の間に有意差があった ($t(23)=-3.82, p=.003$)。

考察

実験結果から、3 つの新しい知見が示唆された。

一つ目に、視触覚刺激の一致度と身体所有感について、視触覚情報の一致度の評価が困難となる

表面特徴や材質特徴の実験試行において、身体所有感は一時的に上昇することがわかった。

二つ目に、質感についての調査結果から、視覚情報と触覚情報の一致度は凹凸感や材質感といった質感知覚には大きな影響を与えていないことがわかった。質感の回答において、一致度の評価に関わらず先行試行と後続試行の回答が左右逆になっていたことから、一致度と質感の評価は別々の方法で行われていたことが考えられる。

三つ目に、視触覚情報の一致度の評価が困難となる実験試行を繰り返し体験することによって身体所有感は練習効果の影響を受けることがわかった。

これらの知見は、現実世界と VR 空間で同期した視触覚体験ができること自体が身体所有感を生起させるという先行研究の報告を支持する。

本研究の 2 つの実験は、VR を使うことで現実では切り分けることができない視覚と触覚の身体性を分離した調査が可能だが、VR 実験の限界として、VR 空間では手やキューブが現実の位置と完全には一致しないという点がある。実際にずれがあることを報告する参加者もいたが、主観的な誤差と実際の位置の誤差は計測していなかったため、どの程度実験結果に影響するかは今後更なる検討が必要である。

もう一つの限界として、本研究では、運動刺激の影響については調べていなかったことから、今後、運動刺激を取り除いた受動的な触覚刺激を与える実験を実施することによって、VR 空間におけるアバターに対する身体所有感の生起要因を明らかにしていく必要があると考えられる。

引用文献

Slater, M., Sanchez-Vives, M.V. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3: 74.

Ohyama, J. (2021). Xperigrapher: Social-Lab Experimental platform to evaluate experience in cyber physical society. *Transactions of Japanese Society for Medical and Biological Engineering*, 811-813.

距離知覚の action-specific effect における腕の視覚情報の重要性についての検討—VR 技術を用いて—

門脇 廉太郎
浅野 倫子

東京大学文学部人文学科心理学専修課程
東京大学大学院人文社会系研究科

人間の行動可能性が知覚に影響することを action-specific effect と呼ぶ。先行研究では、VR 空間上で対象への到達運動を行った際、手腕の視覚サイズの拡大時は縮小時よりも距離が短く推定された。action-specific effect のメカニズムとして、「身体を基準とした測定」がある。この理論では、自身の手腕に由来する運動境界を基準に距離が知覚され、運動境界内のものは近く、境界外のものは遠く推定するとされる。現在、腕(手首~肩口)の視覚情報が運動境界の知覚(ひいては effect の生起)に重要であるかは不明である。本研究では VR を用いて手腕の大きさと腕の視覚情報を操作し、腕の視覚情報の重要性を検討した。結果、腕の視覚情報に関わらず、手腕の大きさによる効果は見られず (effect 非生起)、先行研究は再現されなかった。ブロックの順序の影響を排除した補助分析では、腕の視覚情報によらず action-specific effect の傾向がみられ、腕の視覚情報は必要ではない可能性が示唆された。

Keywords: action-specific effect, virtual reality, distance perception, reaching, visual perception

問題・目的

環境下での人間の身体の状態や行動可能性が知覚に影響することを action-specific effect と呼ぶ。距離知覚においても action-specific effect が見られる。ターゲットに対して手が届かず手を伸ばすだけの条件と、棒のような道具を用いてそのターゲットに対して到達する条件に分け、参照点とターゲット間の距離を推定させたとき、後者の方が参照点とターゲット間の距離を短く推定した (Witt et al., 2005)。

Linkenauger et al. (2015) は、VR 技術を用いて手腕そのものの大きさを変えて到達運動を行ったときの、自分の胴の正面にある参照点からターゲット点までの距離推定を調べた。その結果、手腕が大きく、より遠くのターゲット点まで到達可能な long 条件の方が、手腕と到達範囲が小さい short 条件よりも距離を短く推定し、action-specific effect が見られた。

距離知覚における action-specific effect が生じるメカニズムとして、Proffitt & Linkenauger (2013) によって示された「身体を基準とした測定 (body-based scaling)」が考えられる。これは、視覚情報は身体から生じる perceptual-ruler によって測定されており、人間は様々な目的に対応した自身のとらえ方に応じて、自分の身体を基準にして世界を知覚しているとする理論である。腕による到達運動においては、腕の長さによって由来する運動境界 (最大到達範囲) が perceptual-ruler として機能すると考えられる。距離知覚における action-specific effect については、人間は運動境界内に入った対象を近く知覚し、運動境界外に位置する対象を遠く知覚しているという説明ができる。

現在、腕(手首~肩口)の視覚情報が運動境界の知覚(ひいては effect の生起)に必要なかは不明である。そのため本研究では、「腕の視覚情報がない状態でも、手腕の大きさが大きい場合は手腕の大きさが小さ

い場合より距離を短く推定する」、「腕の視覚情報がない状態では、手腕の大きさが異なっても条件間で距離推定に差が生じない」という相反する2つの仮説をおいてそれを検証する。

方法

独立変数として、腕の視覚情報 (visible, invisible の2水準)、手腕の大きさ (large, small の2水準)、VR 空間内の参照点とターゲット点間の実際の距離 (後述する実際の2点間の距離、5cm~60cm の範囲で5cm刻みの12水準) を被験者内要因として設定した。被験者が回答した推定距離を従属変数とした。被験者は、距離推定課題を4ブロック行った。各ブロックには、visible-large 条件 (以下 VL 条件)、visible-small 条件 (以下 VS)、invisible-large 条件 (以下 IL)、invisible-small 条件 (以下 IS) の4条件 (図1) のうちいずれかが適用された。

被験者 大学生・大学院生29人が実験に参加し、実験の目的に気づいた被験者2人と実験の過程で誤った操作を行った5人を除き22人を分析に含めた。

実験環境と刺激 VR 空間の机の上には、推定フェーズと調整フェーズ (後述) において直径2.5cm の点刺激を提示した。さらに推定フェーズでは、机の上部に被験者から見て水平方向に伸びる青いバーを表示した。手腕の大きさの条件について、large 条件では被験者の手腕の大きさを本来のアバターより25%大きくし、到達範囲も25%奥にした。small 条件では被験者の手腕の大きさを本来のアバターより15%小さくし、到達範囲も実際より15%手前になった。

手続き 各条件1ブロックずつ、合わせて4ブロックを行った。ブロック間には1分間の休憩設け、4つのブロックの順番についてはカウンターバランスをとった。調整フェーズと推定フェーズから構成された

調整フェーズ 被験者は、仮想の手腕を動かし人差し指で机上の青い点に触れた。点が遠く触れられない

場合は点に腕を伸ばした。点が提示される位置は12種類でそれぞれ3回提示されたため、計36試行だった。

推定フェーズ 被験者はまず、机上の手前の赤点(参照点)に触れ、次に奥の赤点(ターゲット点)に触れ、再度参照点に触れるという動作を行った。その後、青いバーを2点間の距離に合うように伸縮させ、2点間の距離を推定した。2点間の距離には5cm刻みで5~60cmの12種類あり、それぞれについて3回距離推定を行ったため、計12試行だった。

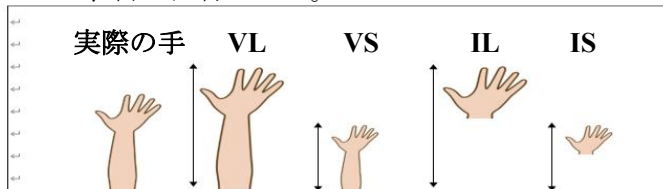


図1. 各条件の模式図. 大きさと到達範囲は、実際の手を100%としたとき、VLとILでは125%、VSとISでは85%であった。

結果

各条件における推定距離の平均を図2Aに示した。推定距離を従属変数として、被験者内三要因(手腕の大きさ×腕の視覚情報×実際の点間の距離)の分散分析を行った。その結果、腕の視覚情報の主効果($F(1,22) = 1.21, p = .28, \eta_p^2 = 0.05$)、腕の大きさの主効果($F(1,22) = 0.05, p = .81, \eta_p^2 = 0.00$)は有意ではなかった。腕の視覚情報と腕の大きさの交互作用($F(1,21) = 0.16, p = .16, \eta_p^2 = 0.01$)、腕の視覚情報と実際の点間の距離の交互作用($F(11,231) = 0.51, p = .90, \eta_p^2 = 0.02$)、腕の大きさと実際の点間の距離の交互作用($F(11,231) = 1.19, p = .30, \eta_p^2 = 0.05$)、腕の視覚情報と腕の大きさと実際の点間の距離の3者の交互作用($F(11,231) = 1.22, p = .27, \eta_p^2 = 0.06$)は全て有意ではなかった。

被験者が4ブロックをこなすにあたり、ブロックの順序が結果に影響を与えた可能性がある。そこで、各被験者の1ブロック目の結果に絞った分析を行った。1ブロック目がILだった被験者は4名、他の条件だった被験者は各6名だった。この結果は図2Bに示した。1ブロック目の手腕の大きさと腕の視覚情報を被験者間要因、実際の点間の距離を被験者内要因として、混合三要因の分散分析を行った。その結果、腕の大きさと実際の点間の距離について、交互作用に有意傾向が見られた($F(11,198) = 1.62, p = .09, \eta_p^2 = 0.08$)。単純主効果の検定の結果、実際の点間の距離が60cmのとき、腕が大きいときは腕が小さいときより距離を短く推定するという点について有意傾向が見られた($F(11,198) = 3.44, p = .08, \eta_p^2 = 0.16$)。腕の視覚情報と腕の大きさと実際の点間の距離の3者の交互作用($F(11,198) = 0.60, p = .83, \eta_p^2 = 0.03$)、腕の視覚情報と腕の大きさの交互作用($F(11,198) = 0.09, p = .76, \eta_p^2 = 0.00$)、腕の視覚情報と実際の点間の距離の交互作用($F(11,198) = 1.06, p = .40, \eta_p^2 = 0.06$)は有意ではなかった。

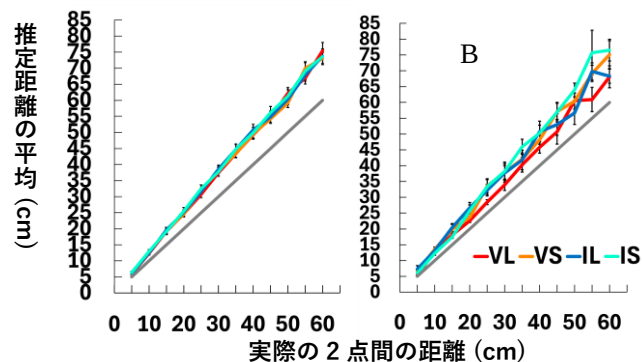


図2. 各条件における平均推定距離。(A) 全ブロック平均、(B) 1ブロック目のみの平均。灰色の線は2点間の物理的距離を正確に推定した場合の結果を、エラーバーは標準誤差を示す。

考察

「腕の視覚情報がない状態でも、手腕の大きさが大きい場合は手腕の大きさが小さい場合より距離を短く推定する」、「腕の視覚情報がない状態では、手腕の大きさが異なっても条件間で距離推定に差が生じない」という2つの仮説を立てた。結果、腕の視覚情報の有無に関わらず、手腕の大きさが大きい場合と小さい場合で距離推定に差が見られなかった。つまり、action-specific effectが見られておらず、Linkenauger et al. (2015) の結果を再現できなかった。本研究の仮説はLinkenauger et al. (2015) の結果が成り立つことを前提としており、これを再現できなかったためこの結果から仮説の妥当性を検証することは難しい。ただ、1ブロック目の結果に絞った分析からは、腕の視覚情報の有無にかかわらず、手腕が大きい場合は手腕が小さい場合より距離を短く推定する傾向が見られた。このことから「腕の視覚情報がない状態でも、手腕の大きさが大きい場合は手腕の大きさが小さい場合より距離を短く推定する」という仮説が支持されたといえる。つまり、腕の視覚情報がない状態でもaction-specific effectが生じたといえる。ただしこの追加分析についてはサンプルサイズが小さい点、被験者間要因である点で注意が必要である。

引用文献

- Linkenauger, S. A., Bulthoff, H. H., & Mohler, B. J. (2015). Virtual arm's reach influences perceived distance but only after experience reaching. *Neuropsychologia*, 70, 393-401. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2014.10.034.
- Proffitt, D. R. & Linkenauger, S. A. (2013). Perception viewed as a phenotypic expression. In Prinz, W., Beisert, M., & Herwig, A. (Eds.), *Action Science: Foundations of an Emerging Discipline* (pp. 171-198). MIT Press.
- Witt, J. K., Proffitt, D. R., & Epstein, W. (2005). Tool use affects perceived distance but only when you intend to use it. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 880-888. doi: https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-1523.31.5.880.

文字サイズが RSVP 読み速度・visual span に与える影響

北名 美雨

広島大学人間社会科学研究科

氏間 和仁

広島大学人間社会科学研究科

梁 葉飛

広島大学人間社会科学研究科

範 海増

広島大学人間社会科学研究科

戸田 敦大

広島大学人間社会科学研究科

今津 麻衣

広島県立黒瀬特別支援学校

本研究は、文字サイズが RSVP による読み速度および visual span に与える影響を検討した。visual span の指標として SVS・VSP を用いた。結果、文字高の視角 0.5° で最大の RSVP 読み速度 (下降系列)、SVS、VSP が得られ、 2.0° 以上または 0.125° で SVS・VSP が縮小した。一方、RSVP 法による測定の信頼性が課題として残る。本研究の知見は、日本語の読み環境の最適化に寄与する基礎的情報を提供する。

Keywords: visual span, RSVP reading speed, character size

問題と目的

読みは日常生活に不可欠であり、視覚情報の入力に依拠する「ボトムアップ処理」と既知の情報を活用する「トップダウン処理」の複合的処理で行われる。弱視のある者 (以下、弱視者) はボトムアップ処理の障害により読み速度が低下し教育・就労等での制限となることから視覚特性に応じた環境調整が求められる。

読み速度に影響を与える要因として、環境因子では文字サイズ、コントラスト、文章難易度等が、個人因子では視力、視野、透光体混濁、visual span 等が重要である。今回は弱視者の環境因子として文字サイズと、個人因子として視界内に一定精度で認識可能な文字数を反映する visual span (Legge et al., 2001) に着目する。文字サイズは読み速度に与える影響が大きいこと (Legge et al., 1985)、visual span はトレーニングや文字のアスペクト比を小さくすることによる拡大の可能性が示唆されていることから、これらは今後の弱視者の読み速度向上に資する可能性があると考えた。

読み速度の測定には、本来 page reading の測定結果で議論することが現実的であると考えるが、今回は visual span と読み速度の関係に注目したいことから、RSVP (Rapid Serial Visual Presentation) を用いた読み速度を変数とする。visual span は固視点を固視した状態で測定され、RSVP は定位置での高速呈示で測定されるため、ともに眼球運動を統制した指標として取り扱えると考えた。本研究では、晴眼者における RSVP 読み速度を最大化する visual span と文字サイズを実験的に明らかにすることで一般的な傾向を捉え、今後の page reading、文字のアスペクト比、視界の広さの実験へ展開し弱視者を対象とした実験の条件設定を最適化するための基礎資料を提供することを目的とする。

方法

本研究では、文字サイズが RSVP 読み速度と visual span に与える影響を検討した。visual span として、

SVS (Spatial Visual Span) と VSP (Visual Span Profile) を用い、それらが最大となる文字サイズを求めた。SVS は視界内で捉えられる文字数を反映し、VSP は視界内全体で捉えることのできる伝達情報量を反映することが知られ、SVS で取り扱われるカットオフ値 80% では捉えられない能力を反映する。これらの挙動は視機能により異なることが想定される。今回は晴眼者の傾向を捉えるためこれら 2 つの変数を visual span の定量的評価として算出した。

visual span の測定には、トリグラム (3文字無意味綴り) を、固視点を中心に -7 から +7 の position に 100ms、各 position 10 回呈示した (Fig.1)。参加者に固視点の固視とトリグラムの音読を求めた。

固視点 Position +4
↓
|-7|-6|-5|-4|-3|-2|-1| 0 |+1|+2|+3|+4|+5|+6|+7|
とねそ

Fig.1 トリグラム呈示の様子

1. 参加者・実験デザイン

日本語を母語とし両眼矯正視力 0.8 以上の大学生 14 名が参加した。独立変数は文字サイズ (文字高の視角 0.125° , 0.25° , 0.5° , 1.0° , 2.0° , 4.0° , 6.0° の 7 水準)、従属変数は RSVP 読み速度、SVS、VSP であった。visual span は通常読み速度に影響を与える独立変数として取り扱われるが、ここでは文字サイズの影響を確認することを狙いとするため従属変数として取り扱うことにした。

2. 従属変数の計算方法

2.1. RSVP による読み速度測定

RSVP 読み速度は、画面左端に 1 文節ずつ刺激を呈示し、参加者に正確に音読を求めた。呈示時間は 30ms から 949ms まで $0.25 \log \text{UNIT}$ で変化させる 1 往復の極限法を用いた。累積ガウス関数をフィットし正答率 80% を閾値とし、式 (1) で読み速度 (fpm: Frames Per Minute) を求めた。Chung et al. (1998) は英語の単語単位 (wpm: Words Per Minute) で測定したが、日本語の文節が英語の単語と同様の意味的まとまりを持つと考え、フレーム単位を採用した。

$$\text{読み速度}(fpm) = \frac{60}{\text{RSVP臨界呈示時間(秒)}} \dots \text{式(1)}$$

2.2. SVS (Spatial Visual Span) の測定と算出

SVSは正答率にフィットした分割ガウス関数と正答率80%の2つの交点間の距離とした。

2.3. VSP (Visual Span Profile) の測定と算出

VSPは各positionでの正答率を式(2)にて伝達情報量(bits)に変換した値にフィットさせた分割ガウス関数のposition-6から+6の範囲を積分した値とした。

$$\text{伝達情報量(bits)} = -0.036996 + 4.6761 \times \text{文字の正答率} \dots \text{式(2)}$$

結果

1. RSVP による読み速度

RSVP読み速度を上昇系列、下降系列を平均したところ、文字サイズ6.0°が最大となった。この結果は先行研究と大きく異なる結果であったため、上昇系列と下降系列を分けて平均したものをTable 1とTable 2に示した。

Table 1. 上昇系列

	0.125°	0.25°	0.5°	1.0°	2.0°	4.0°	6.0°
<i>M (fpm)</i>	224.9	264.7	323.9	328.8	322.8	274.5	516.6
<i>SD</i>	80.5	47.8	109.7	109.7	63.5	89.4	235.6

Table 2. 下降系列

	0.125°	0.25°	0.5°	1.0°	2.0°	4.0°	6.0°
<i>M (fpm)</i>	267.6	450	497.4	447.2	308.1	373.2	294.7
<i>SD</i>	139.1	210.8	461.7	189.6	93.6	87.9	58.8

特に、上昇系列の6.0°で516.6fpmとなっており、この理由として文章の難易度統制ができていなかった可能性が考えられるため、上昇系列のデータを結果に加味することは適切でないと考え、今回は下降系列のみのデータを用いた。下降系列は文字サイズ0.5°を頂点とする一峰性を示した。

2. SVS, VSP

フリードマン検定・ネメニー検定を使用して分析したところ、SVSは文字サイズ0.5°で最大となり、両裾で減少した。特に2.0°以上または0.125°では急激に減少した。VSPにおいても文字サイズ0.5°で最大となる一峰性のグラフを呈した(Fig.2, Fig.3)。

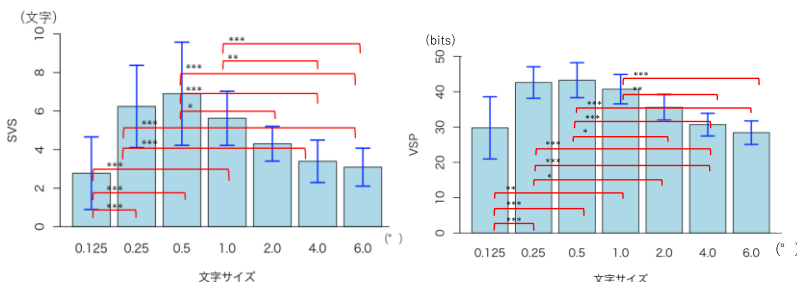


Fig.2 文字サイズごとのSVS

注: *<.05, **<.01, ***<.001

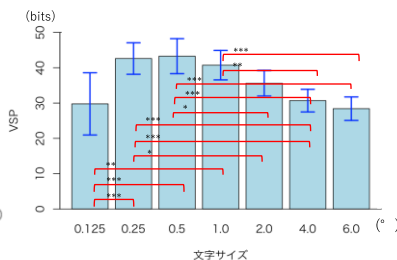


Fig.3 文字サイズごとのVSP

注: *<.05, **<.01, ***<.001

考察

本研究では文字サイズがRSVP読み速度およびvisual span (SVS及びVSP)に与える影響を検討した。その結果、文字サイズ0.5°でSVS及びVSPが最大となった。晴眼者では、ひらがなにおいて文字サイズ0.5°付近にvisual spanを最大にする文字サイズが存在する可能性が示唆され、読みにおいてパフォーマンスを最大化できる文字サイズになる可能性がある。

英語で行われた研究(Legge et al., 2007)では文字サイズが1.0°を超えるとvisual spanが縮小した。これは本研究で取り上げたひらがなの結果も支持する結果であり、ひらがなの文字サイズとvisual spanの関係性はアルファベットのそれと類似する可能性が示された。このことはアルファベットとひらがなの構造がもつ空間周波数特性が近いことから妥当な結果であると考えられる。さらに、本研究では文字サイズ2.0°の条件を追加した。Legge et al. (2007)は文字サイズ1.0°と4.0°の測定点で検討したため、本研究により2.0°においてもvisual spanが縮小することを確認できた。特に、2.0°以上または0.125°においてSVS・VSPが減少し、視界内で認識できる文字数が最大化するプラトー範囲の上限と下限をより精密に明らかにできた。また晴眼者においてSVSとVSPに与える文字サイズの影響の傾向が同等である点も明らかとなった。

RSVPの結果は上昇系列と下降系列で大きな違いが現れ最大で約4倍の違いが観察され、本来の極限法での結果処理が今回は適当でないと判断した。RSVP読み速度の信頼性を向上するための検討が必要である。

結論

本研究は、ひらがなにおける文字サイズとvisual spanが読み速度に与える影響を明らかにし、視覚特性に応じた読み環境の最適化に向けた基礎的知見を提供した。今後は、RSVP測定の信頼性について検討し、今回懸念の残った、RSVP読み速度のデータの精度を向上し、さらにpage readingに与える効果も検討することでより妥当性の高い提案ができるようにしたい。

参考文献

- Chung, S. T. L., Mansfield, J. S., & Legge, G. E. (1998). Psychophysics of reading: XVIII. The effect of print size on reading speed in normal peripheral vision. *Vision Research*, 38(19), 2949–2962.
- Legge, G. E., Cheung, S.-H., Yu, D., Chung, S. T. L., Lee, H.-W., & Owens, D. P. (2007). The case for the visual span as a sensory bottleneck in reading. *Journal of Vision*, 7(2), 9, 1–15.
- Legge, G. E., Mansfield, J. S., & Chung, S. T. L. (2001). Linking letter recognition to reading speed in central and peripheral vision. *Vision Research*, 41(6), 725–743.
- Legge, G. E., Pelli, D. G., Rubin, G. S., & Schleske, M. M. (1985). Psychophysics of reading: I. Normal vision. *Vision Research*, 25(2), 239–252.

オンライン実験において 視覚刺激の物理サイズを厳密に統制する手法の提案と検証

武藤 拓之

大阪公立大学大学院現代システム科学研究科

本研究では、オンライン心理学実験において視覚刺激のサイズを厳密に統制するための新たな方法を提案する。本手法では、参加者にランダムな長さの線分を物差しで繰り返し測定させ、その測定結果をもとに最小二乗法を用いて画面上の mm:px 比を推定する。キャリブレーションの成否は、テスト用線分の測定誤差や線形回帰モデルの残差分散を指標として客観的に評価可能である。シミュレーションの結果、提案する基準を適用した場合、mm:px 比の推定誤差の標準偏差は高々 0.007 mm/px に収まることが確認された。さらに、実際にこの方法を実装したところ、100 名の参加者の大半が数分以内に手続きを完了することができ、本手法の実行可能性が担保された。本手法は、視覚刺激のサイズが重要な要因となる視知覚や視覚認知の研究をオンライン環境で実施する際に特に有用であると考えられる。本手法のデモと lab.js で実装するための JSON ファイルは OSF にて公開している (<https://doi.org/10.17605/osf.io/zeyxp>)。

Keywords: online experiments, stimulus size calibration, vision science, methodology

問題・目的

近年、オンラインで心理学実験を実施する研究が増加している。オンライン実験は、多様な参加者を短期間で効率よくサンプリングできるなどの利点があり、一般化可能性の向上や研究コストの削減といった観点からも有用である。しかし、オンライン実験には実験室実験と比べて環境要因の統制が困難であるという制約も存在する。

特に視知覚や視覚認知の研究においては視覚刺激のサイズを統制することが重要である。オンライン実験で刺激サイズを統制する方法はこれまでも提案されてきたが (Brascamp, 2021; Li et al., 2020), 従来の方法では統制の手続きが参加者の裁量に委ねられているため、参加者が教示に従わずに努力の最小化を行った場合でもそれを検出する手段がなく、刺激サイズの統制が研究者の意図した通りに達成されたことを確認できないという問題があった。そこで本研究は、この問題を克服するために、オンライン実験において視覚刺激のサイズを厳密に統制する手法を提案し、その有効性と実行可能性の検証を行った。なお、本稿は Muto (in press) の内容を要約したものであるため、より詳細な議論については論文を参照されたい。

提案手法

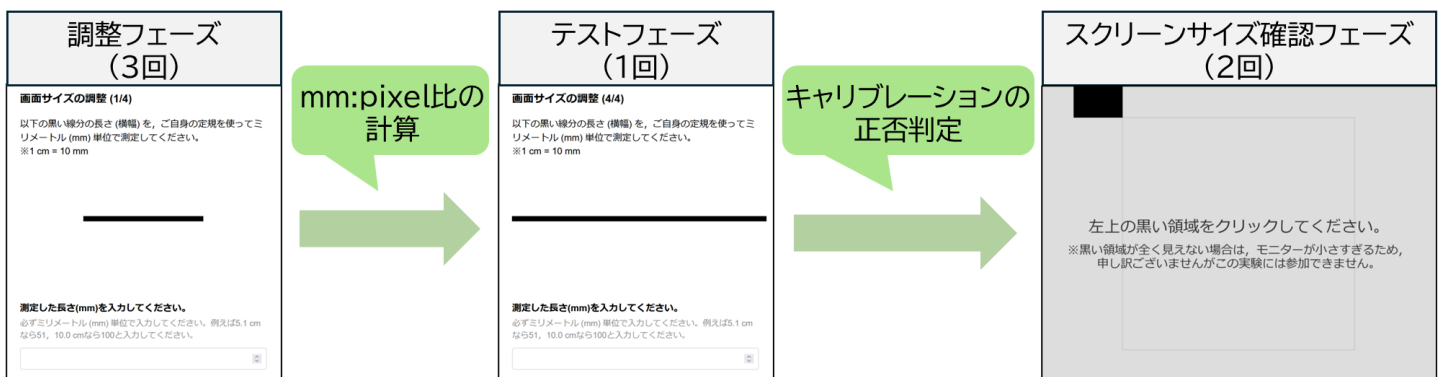
提案手法は調整フェーズ・テストフェーズ・スクリーンサイズ確認フェーズの3段階で構成される (Figure 1)。調整フェーズでは、参加者はランダムな長さで提示された線分の長さを自身の物差しで測り、測定結果を mm 単位で回答することを3回繰り返す。線分の長さは、1回目は175—275 px, 2回目は50—150 px, 3回目は300—400 pxの範囲内でランダムに決定される。線分の長さは必ず3回目・1回目・2回目の順に短くなるように設定されているため、2回目以降の入力フォームには前回までの回答に基づく範囲制限を設けて誤入力を抑制する。調整フェーズが完了すると、提示された線分の長さ x_1, x_2, x_3 [px] と参加者が回答した測定値 y_1, y_2, y_3 [mm] に基づいて、回帰式 $y_i = bx_i + e_i$ を仮定したときの傾き b が推定される。最小二乗解は

$$\hat{b} = \frac{\sum_{i=1}^3 x_i y_i}{\sum_{i=1}^3 x_i^2}$$

であり、この $\hat{b}$ を mm:px 比の推定値として用いる。

テストフェーズでは、推定された $\hat{b}$ を用いて、50—100 mm の範囲からランダムに選択された物理長の線

Figure 1
提案手法の流れ



分が提示される。参加者は、調整フェーズと同様に線分の長さを物差しで測り、測定値を回答する。

テストフェーズが完了すると、キャリブレーションの正否の判定が行われる。通過基準は、(1) $\hat{b}$ が 0—1 の範囲内であること、(2) テストフェーズにおける測定誤差が ± 1 mm 以内であること、(3) 残差分散が 1 以下であることの 3 つである。これらの基準を 1 つでも満たさなかった場合は調整フェーズからやり直しとなる。

最後のフェーズでは、実験で提示される最大サイズの視覚刺激が見切れることなくスクリーン内に提示されることの確認が行われる。参加者は、最大サイズを示す枠の左上と右下に提示される長方形をクリックすることが求められる。スクリーンが小さい場合には長方形が画面内に提示されないため実験を進めることができなくなる。

全ての手続きが完了した後で主課題が実施される。実験プログラム上で、提示したい物理長 [mm] を $\hat{b}$ で割った (もしくは $\hat{b}$ の逆数を掛けた) 値を刺激のピクセル長として指定することで、実験者が意図した物理長の刺激を提示することができる。なお、本手法のデモ (https://mutopsy.net/demo/demo_stimulus-size-calibrator_jpn/) と lab.js で実装するための JSON ファイル (<https://doi.org/10.17605/osf.io/zeyxp>) も利用できる。

シミュレーション

本研究で提案した手法と通過基準によって mm:px 比をどの程度正確に推定できるかを検証するためにシミュレーションを実施した。基準をぎりぎり通過する参加者を想定し、測定誤差が平均 0、標準偏差 3 mm の正規分布に従う仮想の参加者のデータを 100 万人分シミュレートした。その結果、基準を通過した 15.2% の参加者における推定誤差 (mm:px 比の真値と推定値の差) の標準偏差は 0.007 mm/px であった。本シミュレーションでは実際よりも明らかに測定誤差の大きな参加者を想定して実施したため、この値は誤差の上界とみなせる。つまり、本手法を用いることで mm:px 比の推定誤差を高々 0.007 mm/px に抑えられると期待される。

実装実験の結果

本手法の実行可能性を検証するために、100 人の参加者を対象とした実装実験を、OSF に事前登録したうえで (<https://doi.org/10.17605/osf.io/kxn4r>) オンラインで実施した。実験の結果、100 名中 84 名は 1 回の手続きで通過基準を満たすことができ、そのときの所要時間の中央値は 103.51 秒であった。また、半数以上の参加者が 2 分以内にキャリブレーションを完了できた。推定された mm:px 比の範囲は 0.15—0.46 であった。

考察

本研究は、オンライン実験において物差しを用いて視覚刺激のサイズを厳密に統制する手法を提案した。シミュレーションの結果、mm:px 比の推定誤差が高々

0.007 mm/px であることが示された。また、実装実験の結果、ほとんどの参加者が 1 回の手続きで通過基準を満たし、数分以内にキャリブレーションを完遂できることも確認された。これらの結果から、提案手法の有効性と実行可能性が示された。

提案手法には、従来の手法と比べて少なくとも 3 つの利点がある。1 つめは、適切な通過基準を設定することで、参加者が視覚サイズを適切に統制できたことを客観的に確認できることである。2 つめは、提示する線分の長さをランダムにすることで、記憶に基づく方略や当て推量による回答を抑制できることである。3 つめは、調整フェーズで繰り返し測定を行わせることで、単一の測定よりも正確に mm:px 比を推定できることである。以上の利点から、提案手法は、オンライン実験において視覚刺激のサイズを統制するためのより信頼性の高いアプローチであると考えられる。

提案手法は視覚刺激の物理サイズを統制するための方法であるが、網膜上の刺激サイズ (視角) の統制にも有用である。視距離を統制する方法として、盲点の位置を利用する仮想顎台 (Li et al., 2020) や、参加者の腕の長さ・身長・モニターの種類の情報を利用する簡便な方法 (Brascamp, 2021) が提案されており、これらの方法と提案手法を組み合わせることが可能である。視角が刺激の物理サイズと視距離の関数であることや、仮想顎台が事前に推定した mm:px 比を用いる手続きであることを踏まえると、提案手法による刺激の物理サイズの厳密な統制は、視角の厳密な統制にも寄与する。したがって、視知覚や視覚認知の分野で見られるような網膜偏心度に鋭敏な現象をオンライン実験で検証する際にも本手法の活用が期待できる。

引用文献

- Brascamp, J. W. (2021). Controlling the spatial dimensions of visual stimuli in online experiments. *Journal of Vision*, 21(8), 1–11. <https://doi.org/10.1167/jov.21.8.19>
- Li, Q., Joo, S. J., Yeatman, J. D., & Reinecke, K. (2020). Controlling for participants' viewing distance in large-scale, psychophysical online experiments using a virtual chinrest. *Scientific Reports*, 10, Article 904. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-57204-1>
- Muto, H. (in press). A ruler-based technique for rigorously controlling visual stimulus size in online psychological experiments. *The Japanese Journal of Cognitive Psychology*.

ビッグファイブ性格特性による職業選好の体系的理解： 認知個人差への示唆

山下 純平
岩井 律子
大石 晴夫
熊田 孝恒

NTT アクセスサービスシステム研究所
京都大学大学院情報学研究科（現、理化学研究所）
NTT アクセスサービスシステム研究所
京都大学大学院情報学研究科

個人差は、様々な仕事の遂行に異なる影響を与えるが、その体系的理解は十分には進んでいない。特に、認知機能の個人差に基づく理解が求められるが、認知差を捉える包括的な枠組みは確立しておらず、現時点でこの問題を取り扱うことは困難である。そこで本研究では、認知へのアプローチの準備として、まずは認知・非認知を問わない個人差のスタンダードな尺度であるビッグファイブ特性により、多様な仕事への主観的適性（職業選好）の説明を試みた。従来の選好モデルは作業種を限定しており、包括性を重視したビッグファイブ特性との関連づけを困難にしていたため、広範な職業名に対する回答から抽出した選好因子とビッグファイブ特性の関連を改めて調査した結果、両者の体系的関係が示された。今後、ビッグファイブ特性と職業選好の関係から、各職業に適した認知的特性の個人差を抽出する予定である。

Keywords: personality traits, occupational preferences, cognitive style.

背景・目的

背景

個人ごとに異なる特性は、仕事の進め方を左右しているように感じられる。このような影響を、認知の個人差の観点から体系的に理解できれば、個人や仕事に合わせ、円滑な職務遂行に必要な情報処理スタイルを提示する支援が可能になる。しかし、既存の認知スタイルは、統制実験で見られる反応に基づき、認知のはたらきを部分的に説明するものであり、現実社会でのふるまいを体系的に説明できる包括的尺度ではない。

認知個人差の包括的尺度の提案に向けて、我々は認知・非認知の両面を含む個人差（パーソナリティ特性）の包括的尺度、ビッグファイブ性格特性を活用した準備を実施することとした。具体的には、準備ステップとして、ビッグファイブにより、多様な仕事への主観的適性（職業選好）を体系的に説明することを考えた。続くステップにおいて、そうした体系的関係から、多様な仕事への適性に影響する認知特性を抽出できると期待している。

本研究の目的

本研究では、この準備ステップ達成を目指し、ビッグファイブ特性と職業選好の体系的関係を探った。職業選好とは、技術職や営業職などの職種を刺激として提示し、それに対する肯定的反応の程度から概念化される個人差の尺度である。既存研究は、職業選好を現実的（Realistic）、研究的（Investigative）、芸術的（Artistic）、社会的（Social）、企業的（Enterprising）、慣習的（Conventional）の6タイプに

分類しており、意味構造に基づきR-I-A-S-E-Cの順で円形に配置する。一方、ビッグファイブは、開放性（Openness）、勤勉性（Conscientiousness）、外向性（Extraversion）、協調性（Agreeableness）、神経質傾向（Neuroticism）の5次元で性格の個人差を包括的に説明する尺度である。ビッグファイブとRIASECの間に部分的相関は報告されているが、両者間の体系的関係は見つかっていない（Yamashita et al., 2024）。

本研究では、従来のRIASECとは異なり、より包括的に職業選好を定義することで、ビッグファイブ特性との体系的関連性が得られる可能性を探った。研究1では、データ駆動型（探索性を高めた）アプローチを通じて、RIASECよりも広い職業範囲に対する、より一般性の高い選好因子の再構築を行った。研究2において、ビッグファイブとの関係を分析したところ、これまで見つかっていなかった体系的関係が得られた。

研究1

RIASEC理論に頼らず、より包括的に職業選好を抽出した。労働者を対象に職業名に対する反応（回答）を収集し、予備調査で探索的に、本調査で確認的に因子分析を行った。全ての調査は京都大学情報学研究科倫理委員会の承認を得ていた。詳細は、既発表論文を参照されたい（Yamashita et al., 2024）。

予備調査

厚生労働省編職業分類が示す849の職業を基に予備的質問項目を作成した。まず、クラウドソーシングで「この職業の内容をイメージできるか？」という質問に「はい」と回答された割合が高かった427の職業名を抽出した。次に、著者2名が247の代表的な職業にさらに絞った。

幅広い労働者（週3日以上働く者）3,024名（20—29歳，30—39歳，40—49歳，50—59歳ごとに，男女380名ずつ）を対象に，上記職業リストを用いて予備調査を実施した．参加者は「この職業に自分が向いていると思うか？」という質問に対し，2択（はい/いいえ）で回答した．探索的因子分析の結果，14の職業選好因子が得られた．

方法

4,166名の労働者がオンライン調査に参加した．予備調査の結果に基づいて，13因子を想定し，67の職業項目からなる質問紙（OPTI）を作成した（Table 1を参照）．参加者は，それぞれの職業について，自分に向いている程度を7点尺度で評定した．全ての回答に同一の評定を行った回答者は除外した．

結果・考察

確認的因子分析におけるモデルの適合度指数は，CFI = 0.989，NFI = 0.988，RMSEA = 0.05であった．Table 1が示す通り，OPTIにおける13因子のクロンバッハの α は.7以上であり，収束的妥当性（CR > .6），弁別的妥当性（AVE > .5かつ因子間相関の二乗以上）についても基準を満たしていた．すなわち，因子自体の妥当性は確かめられた．

重要なことに，これらの因子に代表的な職業のRIASECコードを調べると，従来提案されていた円形配置は得られないことがわかった．

Table 1. Confirmatory factor analysis matrix.

因子名	職業名の例	α	CR	AVE
Mechanical	自動車整備工	.95	.95	.77
Routine physical	郵便集配員	.92	.92	.66
Procedural	冷凍食品製造工	.94	.94	.73
Servicing/Selling	不動産営業員	.90	.90	.59
Artistic	デザイナー	.92	.92	.66
Intellectual	弁護士・医師	.92	.92	.66
Helping	介護・福祉士	.90	.90	.59
Crafting	木工・和服仕立職	.94	.94	.72
Physical	トラック運転手	.93	.93	.72
Clerical	総務事務員	.89	.89	.57
Writing	記者・編集者	.91	.91	.78
Teaching	小中高教員	.94	.95	.86
Cooking	料理人・シェフ	.94	.94	.84

研究2

ビッグファイブ性格特性とOPTI因子の関係を明らかにするため，重回帰分析を行った．

方法

研究1の参加者のビッグファイブ特性を，質問紙TDPIを用いて取得した．ビッグファイブの5因子得点

を説明変数，OPTIの13因子得点を目的変数とし，各因子別のモデルにおける標準化偏回帰係数（ b^* ）を算出した．その後，MDS法を用いて，相関の高い因子動詞が近接するようにOPTI因子を平面配置し，この配置において， b^* 値が高かった特性を色別で示した．

結果・考察

ビッグファイブのうち3特性が影響する，3つの職業グループが見つかった（Figure 1）．さらに，パーソナリティが持つOPTI因子への影響は，職業選好の意味的構造に沿って体系的に見られた．例えば，Extraversion with Openness（Eo）グループは営業・教育職に最適だが，開放的側面が共通するOe因子（知的・執筆・芸術・料理）にも適合性があった．同時に，Ea因子（介護福祉）とは対人性を共有するため適合性が高かった．そして，これらは特性の意味において類似する因子同士が近くなる円環配置となった．

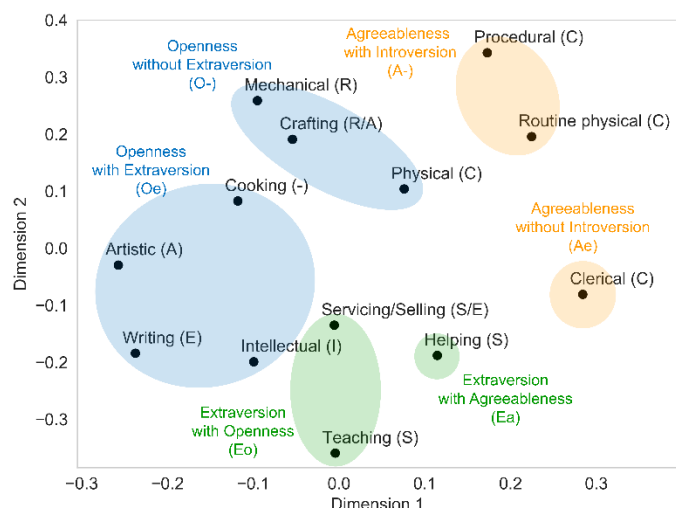


Figure 1. MDS results of OPTI factor correlation (Big Five).

総合考察

ビッグファイブ特性と職業選好の体系的関係を明らかにすることができた．パーソナリティには認知に限らず，非認知特性や文化的要因も多く含まれるため，得られた関係モデルから認知的要因を取り出し，包括的認知スタイルの尺度構築を目指していく．当日の発表では，この試みの進捗についても触れたい．

結論

職業選好は性格特性と体系的に関連する．

引用文献

- Yamashita, J., Iwai, R., Oishi, H., & Kumada, T. 2024
Personality traits systematically explain the semantic arrangement of occupational preferences. *Journal of Individual Differences*, 45(4), 201–217.

相互受容性の内在化としての認知過程

川津茂生

無所属（前国際基督教大学教育研究所研究員）

認知過程は外界の情報の述語的記述が主語的表現により統合されるプロセスである。認知過程で〈述語〉が〈主語〉に統合されるまでの段階は前論理的であり、論理計算はできない。主語的表現による統合の繰り返しが、自由な意識の生成の背景にある。この処理様式はニューラルネットワークの自己組織化の拘束条件として機能する。

Keywords: cognitive processes, receptivity/acceptance, perception, linguistic structure, consciousness, negative entropy.

認知過程とは何か

認知過程は情報処理であり、コンピュータによるシミュレーションが可能であると理解されている（安西・石崎・大津・波多野・溝口, 1992）。コンピュータシミュレーションは論理を前提とし、論理は述語と主語の結合を前提とする。しかし人間の思考では、述語と主語の結合はつねに成立しているとは言えない。思考において、主語の不在した状態で、述語的なイメージや言葉のみが連想されることがある。そのような思考では、主体と対象も未分化で、そこから主体と対象が分節化される。同時に、述語性のみだった思考は、主体と主語を獲得していくプロセスへ向かう。同様に、知覚のプロセスも、述語的記述が主語的表現により統合されることにより、述語が主語／主体と結合するプロセスと理解することができる。注意の特徴統合理論（Treisman & Gelade, 1980）における特徴受容を述語的記述と読み替え、特徴統合を述語的記述の主語的表現による統合と読み替えると、対象の知覚は、述語が主語によって統合されるプロセスであると解釈できる（川津, 1994; 2022; 2024a; 2024b）。このような認知過程での述語と主語の結合は、処理過程において後発的に形成される。したがって主語述語の結合を前提とする論理的構造に基づく論理計算としての情報処理を、認知過程の基本的メカニズムとすることは再検討が必要である。

前論理的な原理としての〈受容性〉

論理を前提せずに、一貫性のある認知過程を説明するためには、述語と主語が未結合な〈前論理的〉な場所にまで遡源し、そこから論理が立ち上がるプロセスを包括できるより根源的な原理が必要である。川津（2024a; 2024b）は、感覚知覚における特徴受容を述語的受容と捉え、それが主語的表現によって統合的に受容されるとした。このパラダイムでは受容性が一般的な原理として用いられた。特徴受容が述語的〈受容〉と理解され、それを〈受容〉するのが主語的表現であるとされた。さらに述語的受容性は〈分散的受容性〉と、主語的受容性は〈統合的受容性〉であると理解された。〈受容性〉原理により、受容性が反復されて述語と主語の統合を生み出すとされた。

環境と個体における負のエントロピーの相互受容性

受容性の原理で特徴統合の処理過程は説明可能だが、その妥当性は限定されている。受容性の原理を環境・個体間の負のエントロピーの授受の場面に遡源することで（Schrödinger, 2017）、妥当性の範囲は拡大する。環境と個体は、相互に負のエントロピーを受容し、さらにエントロピー減少に参与する。生命が環境から負のエントロピーを摂取するという理解に基けば、生命現象とはそもそも環境個体間における負のエントロピーの相互受容性によって成立しているとも言える。偶然性により局所的に発生した負のエントロピーを持った生態的環境から、負のエントロピーを受容した個体は、それを助長する方向で活動し、その成果を環境は個体から受容している。

相互受容性の個体への内在化

環境個体間の相互受容性は、個体内で〈受容性の反復〉の形で内在化される。外界の受容としての述語的受容性は、個体内でさらなる受容を受ける。個体内で反復された受容性は、受容性の受容性として重層的な高次化がなされる（川津, 2024a, 2024b）。受容性の重層的な高次化では、〈分散的受容性〉が〈統合的受容性〉により統合が反復される。述語的受容性は分散的受容性として特徴を分散的に受容し、それを主語的表現が統合的に受容する。この統合は、それ以外の統合の可能性の確立分布の中から選択された結果であり、確立分布を見直し再統合し直す可能性が残されている。また、別ルートでの述語的記述の主語的表現による統合が、別の対象に対してなされており、それによる複数の主語的統合は並行処理され、より高次の主語的表現によって統合されることになる。このように感覚知覚における述語的記述の主語的表現による統合を、主語・述語形式の〈文〉の生成として理解することが可能である。

主語・述語統合に基づく論理の生成

特徴統合の多層の並列処理過程では、入力層での特徴の述語的記述が、出力層で主語的表現によって統合されて、主語述語の統合が成立する。特徴統合としての視覚的表象の成立は、〈文〉の生成として言語的構造をもっている。これは、自然言語の記述が視知覚処理

過程に付加されているという意味ではなく、感覚知覚自体が本来的に言語的構造を持つのである。重要なことは、主語述語の統合以前では、論理が成立していないことである。主語述語の関係が不確定なら、論理は成立しない。出力層で主語的統合が成立するまでは〈前論理的〉な状態なのである。自然言語の会話でも、述語だけが語られ主語が明示的でなければ、発言内容は論理的に不確定である。発話中に、主語が明示的に語られて初めて、論理的内容が確定する。同様に、特徴の述語的記述では主語的表象が確定していないので、論理的構造を確定できない。対象の知覚では、述語が主語によって統合され表象が〈文〉の形式で成立し、そこで初めて論理的構造が確定することになる。

〈受容性〉の重層的high次化と主体的意識の生成

受容性が重層化されるとき、新しい層はそれ以前の層を統合的に受容する。いったん統合的受容性としての働きをした主語的表現は、より高次の主語的表現によって統合される際には、手前の段階での述語的記述の役割を持つことになる。主語的表現による統合的受容は際限なく重層的high次化がされうる。主語的表現はつねにそれ以前の受容性を内包しつつ、より高次で深化した主語的表現へと成長する。このメカニズムにより、主語性／主体性が際限なく成長することが可能となる。この過程が、主語／述語形式の〈文〉の成立・成長という枠組みで理解可能であるなら、認知過程が、自然言語とは区別された意味で、本来的に言語的な構造を持っているということになる。感覚知覚を含む認知処理がすべて、この意味で言語的構造を保持しているとすれば、言語を持たない動物においても、一切の認知過程は言語的構造を持っているということになる。

言語的構造の構築としてのニューラルネットの自己組織化

脳のニューラルネットワークでは、教師なしで自己組織化がなされる(甘利・外山, 2000)。自己組織化する認知過程では、上記のような〈文〉の形式の成立により一定の論理的構造が生成される。より高次の層へ向かう過程では、再度前論理的性格が登場する。次の層での高次の主語述語統合の成立により、高次の論理的構造が生成される。前論理的構造の論理的構造への変換は、完結することなく反復される。また低次の層の論理的構造は高次の層の主語的統合に対して論理的拘束力を持たない。認知過程では、あたかも散文詩人の創作ように、現実の情報から制約を受けながらも、一定の自由度をもって新たな〈文〉の統合を選定していくのだと言える。前論理性から論理性への変換様式が多層にわたって反復され重層的high次化されることで、認知過程は一定の自由を保持することが可能になる。その自由は、散文詩の創作にも似て、生命個体あるいは個人の個性的な認知世界を形成する。このメカニズ

ムが、自由な意識を生成していると考えられる。生命が環境内で行動するとき、自由度をもった主語的表現の選択により、認知的世界に個性とintegrityが生じる。この様式が拘束条件として機能することで、脳のニューラルネットの効果的な自己組織化が可能となっていると考えられる。

Receptivity から Acceptance への変貌

環境と個体間の相互受容性の生物学的に記述における受容性の概念は、主観的な意味合いを持たない。そのような客観的な意味での受容性を、receptivity と呼ぶことにする。Receptivity は、それが脳内で内在化された形で反復され重層的high次化がなされ、主語述語統合が一定の自由度を持って生成されることで、次第に主観的な意味合いを保持した意味での acceptance へと変貌していく。初めは自然的な意味での receptivity であったが、言語的構造が一定の自由度をもって成長することで、次第に主体的な意味合いを保持した acceptance へと変貌することになる。それに随伴して、初めは言語的構造の grammatical subject であったものが、次第に主体性を保持する agent としての subject へ成熟していく。主語述語統合過程の反復は、反省する自己意識を可能にする。言語的構造の生成は、主語／主体がhigh次化するたびに自由度を拡大する。脳内で選択的に主語述語統合を形成する、主語的統合の重層的high次化という処理様式が、自己意識の生成を様式的に可能にしている。

引用文献

- 甘利俊一・外山敬介(編)(2000). 脳科学事典 朝倉書店.
安西祐一郎・石崎俊・大津由紀男・波多野誼余夫・溝口文雄(編) (1992). 認知科学ハンドブック 共立出版.
川津茂生 (1994). 視知覚と意味をめぐる考察 教育研究 36, 199-210. (『生活と思索「先駆の二人称」から見た存在』北樹出版 (2017) に第一章(pp. 3-15)として収録).
川津茂生 (2022). 言語に懷かれてある存在 教育研究 64,107-115.
川津茂生 (2024a). 主語としての意識——注意と意識の言語的構造 教育研究 66,101-108.
川津茂生 (2024b). 〈受容性〉の重層的high次化を原理とする物質からの言語・論理・意識の発生機序について. 第 85 回視覚探索研究会, 穂高, 2023.8.
Schrödinger, E. (2017). 生命とは何か 一物理的にみた生細胞 岡小天・鎮目泰夫訳 岩波書店.
Treisman, A. M. & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology* 12, 97-136.

母音と色の感覚特徴間マッピングに関する基礎的検討

原島 小也可
浅野 倫子

東京大学大学院人文社会系研究科/日本学術振興会
東京大学大学院人文社会系研究科

本研究では、日本語話者において母音と色の感覚間協応が成立するか、また母音の知覚カテゴリの明瞭性が協応に影響を与えるかを検証した。成人 38 名を対象に、基本母音およびモーフィング母音に対し、直感的に似合うと感じる色を選択する課題を実施した。その結果、西洋圏の先行研究と類似した母音-色マッピングが確認され、母音と色の協応がピッチに関連する感覚間協応を基盤に成立する可能性が示唆された。色分布の一部には文化的差異が見られたことから、日本語話者特有の母音カテゴリの影響があった可能性が考えられるが、カラーパレットの違いなどの要因も考慮する必要がある。一方、知覚カテゴリの明瞭性が色選択の時間的安定性に与える影響は認められず、カテゴリの重要性は示されなかった。これらの結果は、母音-色協応の文化的普遍性を示唆するとともに、音韻表象の影響についてさらなる研究の必要性を示している。

Keywords: crossmodal correspondence, vowel-color mapping, category, isomorphism.

問題・目的

感覚間協応とは、異なる感覚モダリティに与えられる刺激の属性や次元の間に適合性が見出される効果のことである (Spence, 2011)。例えば、音のピッチと視覚刺激のサイズ・空間的位置・明度の間には潜在的な結びつきがあることが知られており、ピッチの高い音には小さいサイズの視覚刺激や、高い位置にある視覚刺激、明るい色の視覚刺激が結びつけられやすい。

感覚間協応の種類は多岐にわたり、母音と色の間にも感覚間協応が存在することが報告されている。先行研究では、母音を発声する際の舌の位置や、母音に含まれる音響特徴 (フォルマント) が色に影響することが明らかになっており、前舌/高母音 (e.g., /i/) には高明度で黄・緑みがかかった色が、後舌/中・低母音 (e.g., /o/, /a/) には低明度で青・赤みがかかった色が結びつけられやすかった (Kim et al., 2018; Moos et al., 2014)。母音発声時の舌の空間的位置や口腔サイズと、それらにより調整される母音の周波数成分が色印象に結びつくことから、先述のピッチに関わる複数の感覚間協応が相互作用することによって、母音と色の協応が成立している可能性が示唆されている。また、Cuskley et al. (2019) は、フォルマントのような音響特徴の貢献もあるが、母音の音素カテゴリが色の予測因子としてさらに優れていることを示し、母音-色協応における音韻表象の重要性を明らかにした。

音素カテゴリは特定の文化における学習によって獲得されるため、母音-色マッピングの様態を多文化間で比較し、母音カテゴリが色に与える影響を検証することは、母音-色協応のメカニズムを解明する上で意義深い。母音-色協応は主に西洋文化圏で確認されてきた現象であるため、本研究ではまず、この協応が日本でも同様に確認されるか検証した。加えて、母音-色協応におけるカテゴリの重要性を明らかにするため、母音カテゴリの知覚的明瞭性が協応に及ぼす影響を検討した。実験では、モーフィング音声を用いて知覚カテゴリの明瞭性を操作し、知覚カテゴリが明瞭な

母音には、曖昧な母音よりも、時間的に安定して色が結びつけられると予測した。

方法

参加者 視聴覚が正常な日本語圏成人38名。

音声刺激 Cuskley et al. (2019) において使用された、基本母音8つと、隣接する基本母音をモーフィングした中間母音8つ (Figure 1)。

手続き 参加者は、ランダムな順で3回呈示される16の母音に対し、似合うと感じる色をそれぞれカラーピッカーで選択した (色選択課題)。各母音を3回呈示したのは、母音と色の対応付けがどの程度時間的に安定しているか測定するためである。その後、参加者は、各母音に対して知覚したカテゴリを「あ、い、う、え、お」の中から選択し、加えて、選択したカテゴリとしてどの程度明瞭だと感じたかを4段階 (数字が大きいほど明瞭) で評定した (評定課題)。

結果

色選択課題での各母音に対する回答色のCIE Luv空間上での座標値 (3回の平均) を算出した。Cuskley et al. (2019) と同様に、F2が高い母音 (e.g., /i/ のような前舌/高母音) では高明度で黄・緑がかかった色が、F2が低い母音 (e.g., /o/ のような後舌母音) では低明度で青みがかかった色が選択された。また、F1が高い母音

(e.g., /a/ のような低母音) では赤みがかかった色が選択された (Figure 2)。ただし、Cuskley et al. (2019) と比べると、赤み (u+) と青み (v-) の方向に倍程度分布が拡張した結果が確認された。

評定課題に基づき、参加者ごとに、知覚カテゴリが主観的に曖昧な母音と明瞭な母音に音声刺激を分類した。評定値が1か2の刺激を曖昧刺激、3か4の刺激を明瞭刺激と定義した。Cuskley et al. (2019) と同様に、母音のカテゴリが色の予測因子として優れているのであれば、曖昧刺激に比べて明瞭刺激で色選択の時間的安定性が高いと予測した。母音ごとに、選択された3色

間の色空間内でのユークリッド距離の和を算出した後、刺激条件ごとに参加者内で平均値を算出し、これを母音-色協応の時間的安定性と定義した。対応のある検定（片側検定）の結果、条件間の差は有意ではなかった（ $t(37) = .71, p = .24$ ）。

考察

日本人においてもCuskley et al. (2019)など西洋圏での先行研究の結果と概ね類似した母音-色マッピングパターンが確認され、本現象の文化的普遍性が示唆された。ピッチに関連する協応は日本人においても複数の研究で確認されているため、母音-色マッピングが日本人においても同様に観察されたことは、母音と色の協応がピッチに関連する複数の協応を基盤に成立している仮説を支持する結果である。色分布の一部において先行研究とは異なる結果が得られた理由については、西洋圏とは異なる日本人特有の母音カテゴリが反映された可能性が考えられるが、使用したカラーパレットが異なっていた点も考慮する必要がある、慎重な検討が必要である。

本研究では、知覚カテゴリの主観的な明瞭度によって母音-色対応づけの時間的安定性は異ならなかった。したがって、母音-色協応におけるカテゴリの明瞭性の影響は示されなかった。この理由としては、カテゴリが曖昧な場合には音響情報に基づいて色を選択した可能性が考えられる。また、曖昧刺激の知覚的曖昧さが低かった可能性があるため、例えばモーフィング段階を増やし、識別課題を実施してPSE（主観的等価点）を算出することで、参加者ごとにカテゴリが曖昧な刺激を特定するなどの対応が必要かもしれない。いずれにせよ、母音-色協応において、物理的な音響特徴ではなく、参加者が母音をなんというカテゴリだと知覚するかという主観的な音韻表象の影響を明らかにするためには、さらなる検討が必要である。

結論

主に西洋圏で確認されてきた母音と色の感覚間協応が日本人においても確認されるか、母音の音声刺激に対し直感的に似合うと感じる色を選択する課題を実施することで検討した。その結果、概ね西洋圏と類似するマッピングパターンが確認され、母音-色協応がピッチに関連する複数の感覚間協応を基盤に成立する可能性が示唆された。音声刺激の知覚カテゴリの主観的明瞭性によって母音と色の対応づけの時間的安定性は異ならず、母音-色協応におけるカテゴリの重要性は示されなかったため、今後の検討が必要である。

参考文献

Cuskley, C., Dingemanse, M., Kirby, S., & van Leeuwen, T. M. (2019). Cross-modal associations and synesthesia: Categorical perception and structure in vowel-color mappings in a large online sample. *Behavior Research Methods*, 51(4), 1651–1675.

Kim, H.-W., Nam, H., & Kim, C.-Y. (2018). [i] is lighter and more greenish than [o]: Intrinsic association between vowel sounds and colors. *Multisensory Research*, 31(5), 419–437.

Moos, A., Smith, R., Miller, S. R., & Simmons, D. R. (2014). Cross-modal associations in synaesthesia: Vowel colours in the ear of the beholder. *i-Perception*, 5(2), 132–142.

Spence C. (2011). Crossmodal correspondences: a tutorial review. *Attention, Perception & Psychophysics*, 73(4), 971–995.

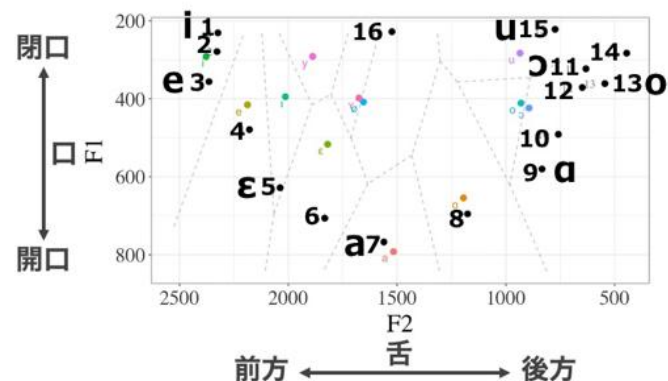


Figure 1. Cuskley et al. (2019)と本研究で使用された音声刺激（16母音：図中番号1～16）。フォルマント周波数（F1, F2）と、それに対応する舌の位置・口の開閉状態を示す。

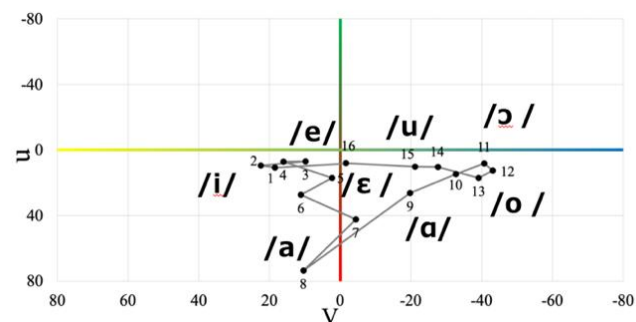
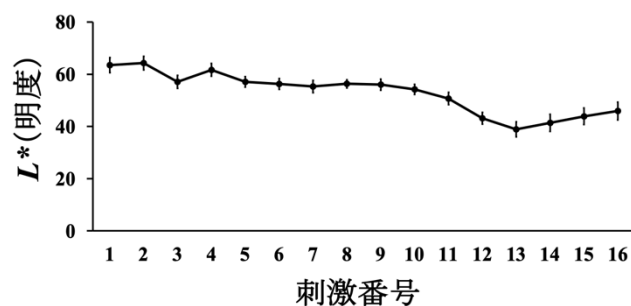


Figure 2. 各母音に選択された明度の平均値（上）と、uv値の平均値（下）。

身体の視覚フィードバックの変調が視触覚処理に与える影響

峯 大典¹

東京大学大学院情報理工学系研究科

鳴海 拓志

東京大学大学院情報理工学系研究科

身体に提示される触覚刺激の処理は、その近辺に提示された視覚刺激や聴覚刺激によって促進されることが知られている。このような身体の周辺に特異的に見られる多感覚処理システムは、身体と外環境のインタラクションを支える基盤的メカニズムの一種であると考えられている。他方、このような処理における身体の情報は一貫的な表象を持つわけではなく、各モダリティについて構成された表象を参照しあって構成されると考えられるが、各モダリティにおける身体表象が多感覚処理においてどのような役割を果たしているかは不明である。本研究では、バーチャルリアリティを用いた身体情報や運動情報の視覚フィードバックの操作が視触覚刺激の処理にどのような影響を及ぼすかを調べた。その結果、身体を構成する主要素である視覚表象と自己受容感覚表象のどちらも支配的な役割は果たしておらず、身体周辺での多感覚処理において両者が同程度に機能している可能性が示唆された。

Keywords: crossmodal congruency, body representation, spatial perception, multi-sensory process.

問題・目的

ヒトは外空間からの感覚情報をもとに、自身の理想的な運動を計画し、外界とのインタラクションを行っている。理想的な運動の実現のためには、自身の身体情報と外界の情報に加えて、その両者を結びつけた処理が必要である。本研究ではその一例として、身体の近傍で特異的に見られる視触覚刺激の多感覚的処理プロセスに注目した。

Spence, Pavani, & Driver (2004) は触覚刺激の位置判断課題において、触覚刺激の提示と同時に視覚刺激が整合する位置に提示された場合に、不整合な位置に提示される場合と比べて位置判断が素早くなることを明らかにした。これは感覚間整合性効果 (Crossmodal Congruency Effect) と呼ばれ、さらに感覚間整合性効果は触覚刺激が提示された近辺に視覚刺激が提示された場合に選択的に発生することがわかっている。これは、特定の身体部位 (多くの場合手) を中心とした座標系における視覚情報の処理、およびその視覚刺激と触覚刺激とを、身体表象を介する形で結びつけて処理していることを示唆しており、身体と外空間を結ぶメカニズムの一種であると考えられている。

ただし、身体に関する情報はさまざまなモダリティを介して取得されており、身体表象は決して画一的な表象を持っているわけではない。本研究ではバーチャルリアリティ (VR) を用いて、手の視覚情報を操作することにより、それぞれ視覚と自己受容感覚に基づく手表象を大きく乖離させることにより、視触覚刺激の処理における手の表象が果たす役割を検証した。

方法

実験参加者 実験参加者は44名で、それぞれ実験1に20名 (M = 25.8歳)、実験2に12名 (M = 23.0歳)、実験3に12名 (M = 23.4歳) であった。

刺激・装置 触覚刺激は振動子 (HAPTIC Reactor AFT14, ALPS ALPINE Co., Ltd.) を用いて提示され、それぞれ参加者の右手親指と小指に装着されていた。触覚刺激は、50 msの振動を3回のバースト刺激 (振動の間隔は50 ms) であった。視覚刺激はヘッドマウントディスプレイ (HMD: HTC VIVE Pro; 両眼解像度2,880 × 1,600、視野角110°) から提示され、VR環境はUnity3Dで作成されていた。実験プログラムはWindows PC (Alienware M15 R4; Intel Core i7-10870H、16 GB RAM、NVIDIA GeForce RTX 3080) を用いて実行された。

手続き VR環境内では、参加者は椅子に座った状態で、机の上に提示される様々な刺激を用いた課題をおこなった。

実験は二つの課題に分かれており、リーチング課題 (順応課題) と、感覚間整合性課題の二つであった。順応課題ではVR環境内で、机上の前方のランダムな位置にターゲットが繰り返し出現し、それらに対して手アバターで触れるという課題であった。実験1の反転条件では、手アバターの見た目や運動は参加者の見た目や運動を正中線を軸に左右反転させたものとなっていた。正転条件では手アバターの見た目や運動は参加者の右手の見た目や運動と一致していた。実験2では見た目のみ反転、実験3では運動のみ反転していた条件でそれぞれ同一の課題をおこなった。順応課題は40分ほどであった。

感覚間整合性課題では、右手の手のひらを下に向け中指が正面を向く形で右手を配置しており、正中線に対して右手親指が左、小指が右側に配置されていた (図1)。各試行のはじめに一度だけリーチング課題をおこない、その後右手を自身の正中線上に配置し、感覚間整合性課題をおこなった。感覚間整合性課題は、右手の親指もしくは小指に振動刺激が提示され、それらの提示位置を左手の人差し指と薬指のキー押しで回

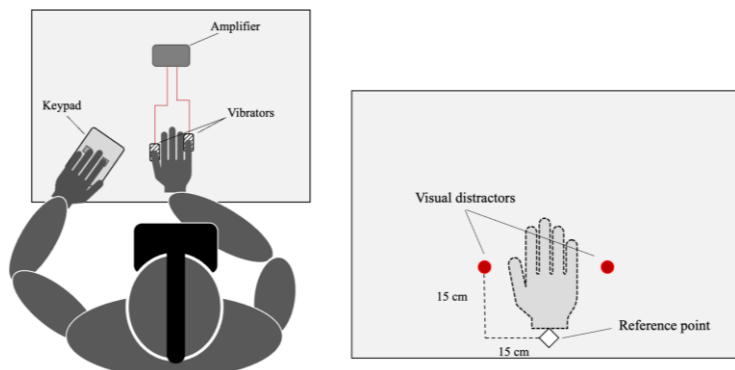


図 1：感覚間整合性課題の概略図

答するというものであった。VR内では、振動刺激と同時に手アバターの左右いずれかに課題非関連の視覚刺激が提示された。外空間座標系で同一方向に提示された刺激ペアを整合 (e.g., 親指への振動刺激と左側への視覚刺激)、反対方向に提示されたペアを不整合とし、整合性による触覚刺激への反応時間の差を検証した。

結果

実験1 実験1の結果を図2に示す。反転の有無と整合性の二要因分散分析を行ったところ、交互作用が有意であった ($F(1, 19) = 10.38, p = .0045$)。下位検定の結果、先行研究と同じく正転条件では整合試行の方が不整合試行と比べて有意に反応時間が短い一方で ($t(19) = 7.08, p < .001$)、反転条件では整合性の効果は見られなかった ($t(19) = 0.21, p = .834$)。すなわち、手の視覚情報が反転して提示されることによって、感覚間整合性効果は確認できなくなった。エラー率においてはいずれも有意差が見られなかった。

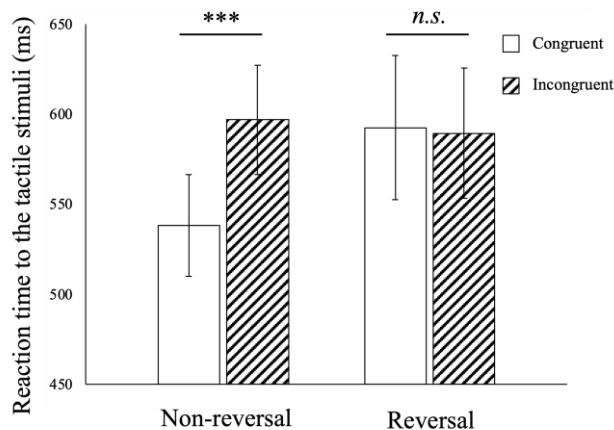


図 2：実験 1 の結果

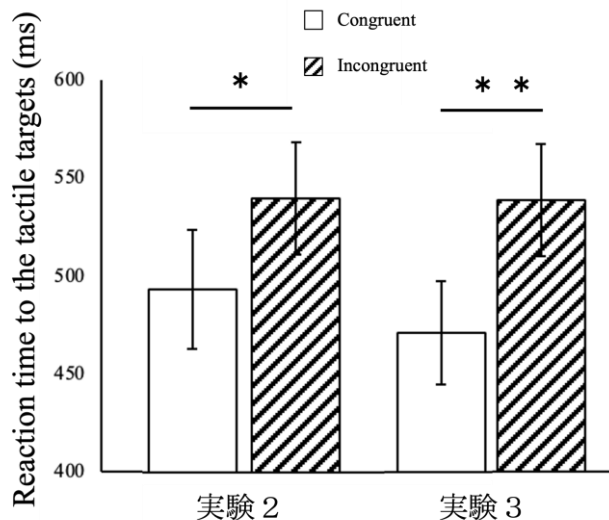


図 3：実験 2・実験 3 の結果

実験2・実験3 実験2および実験3の結果を図3に示す。t検定の結果、実験2、実験3ともに整合試行の方が不整合試行に比べて有意に反応時間が短かった (実験2: $t(11) = 3.05, p = .011$; 実験3: $t(11) = 4.48, p = .0012$)。すなわち、見た目のみ反転、あるいは運動のみ反転させた場合は、感覚間整合性効果は消失しないと言える。エラー率においてはいずれも有意差が見られなかった。

考察

三つの実験の結果、右手の見た目と運動の両方を左右反転させた場合にのみ、感覚間整合性効果は確認されなかった。この結果は、身体表象を介した視覚触覚情報の結びつけにおいて、身体の視覚表象と自己受容感覚表象の両方が影響しており、さらに視覚表象の静的情報である見た目と動的情報である運動情報のいずれも影響していることを示している。さらに見た目と運動の片方のみを反転させた場合は、整合性効果が消失しなかったことから、いずれかの情報が支配的な影響力を持っているわけではないことも示唆される。

本研究の結果から、身体を中心とした感覚入力処理は、複数の表象に基づいた多層的な処理プロセスが存在していることが示唆される。さらに各表象の中で静的な情報と動的な情報がそれぞれ異なる位置判断の手掛かりとして機能しており、多種多様な情報の統合によって感覚間の整合性を判断していると考えられる。

引用文献

- Spence, C., Pavani, F., & Driver, J. (2004). Spatial constraints on visual-tactile cross-modal distractor congruency effects. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 4(2), 148–169.
<https://doi.org/10.3758/CABN.4.2.148>

注意が周辺色錯視に与える影響の信号検出理論に基づく検討

大久保 らな
三好 清文
横澤 一彦
西田 眞也

京都大学大学院情報学研究科, 日本学術振興会
京都大学大学院情報学研究科
日本国際学園大学経営情報学部
京都大学大学院情報学研究科

錐体入力を中心視野より乏しい周辺視野でも、人は色鮮やかな世界を知覚する。関連して、周辺部を無彩色化した情景画像を、フルカラー画像と錯覚する現象がある(周辺色錯視)。この錯視は、周辺視野における注意の希薄さによって説明される可能性がある。Rahnev et al. (2011)は、信号検出理論に基づいた内部モデルを用い、非注意下ではグレーディング検出や弁別における主観的な見えが増強されることを示した。本研究では、同様の内部モデルを、周辺色錯視に関するデータ(Okubo & Yokosawa, 2023, JoV)にあてはめ、非注意が色信号の強度や分散に及ぼす影響を検討した。フィッティングの結果、非注意が内部信号の分散を増大させることで、検出基準をより上回りやすくなり、周辺色錯視が強まったことが示された。これは、周辺視野特有の非注意によるノイズが、視野全体での主観的な色の豊かさに貢献することを示唆する。

Keywords: illusion, attention, peripheral vision, signal detection theory, color perception

問題・目的

周辺視における色の感度は中心視と比べて著しく低いにもかかわらず、我々は視野全体を一貫した鮮やかな色で知覚する。しかし、この色の均一性の感覚がどのように実現されているのかは未解明である。本研究では、この現象について、周辺部に色を持たない画像があたかもフルカラーの画像であるかのように見えてしまう「周辺色錯視 (pan-field color illusion)」を通して探求する。

先行研究では、(周辺視野における)注意の欠如がこの錯視を促進すると示唆されていたが、その具体的なメカニズムは不明だった (Okubo & Yokosawa, 2023)。本研究では、信号検出理論を用いた計算モデルを構築し、非注意が内部色信号の強度やばらつきに及ぼす影響を定量化することで、周辺色錯視に注意が与える影響を、内部メカニズムの推定を通じて解明することを目的とする。

実験方法

本研究では、先行研究 (Okubo & Yokosawa, 2023) のデータを用いてモデル解析を行った。この実験には44名の参加者が含まれ、中心視に注意負荷をかける課題と、周辺視において情景の色の判断課題とを、参加者に同時に行わせる、二重課題パラダイムを採用した(図1)。中心課題では、画面中央に経時的に複数個提示されるアルファベット(1度×1度)の中からターゲットの文字を選択する必要があった。この課題の負荷を調整するため、文字の提示時間を83ms、117ms、150msの3条件に設定し、提示時間が短いほど中心視課題の負荷が高くなるように設計した (Lavie, 1995)。周辺課題では、自然情景の画像(48度×32度)を用い、フルカラー、グレースケール画像、中央部のみ彩色されたキメラ画像(着色範囲は直径9度から25度の範囲で5種類)を提示した。参加者は、画像を「フルカラ

ー」「キメラ」「グレー」のいずれかに分類するように求められた。

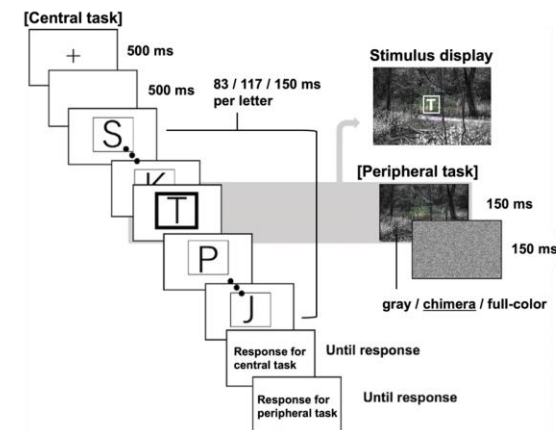


図1. 1試行の流れ (Okubo & Yokosawa, 2023)

実験の結果

周辺課題におけるフルカラー反応率に対し、中心課題の提示時間(すなわち周辺視野における注意の量)、ならびに周辺課題の画像種類を要因とした、繰り返しのある二要因分散分析を行った(図2, 棒グラフ)。交互作用がみられたため、単純主効果検定ならびにその下位検定を行った。その結果、着色範囲13度および17度のキメラ画像において、注意が減少するとフルカラー反応率が増加するという傾向がみられた。一方で、フルカラー画像に対しては、注意が減少するとフルカラー反応率が減少した。このように、注意が周辺色錯視に与える影響は非単調であったが、なぜこのような非単調性が生じるかは先行研究 (Okubo & Yokosawa, 2023) では明らかになっていなかった。

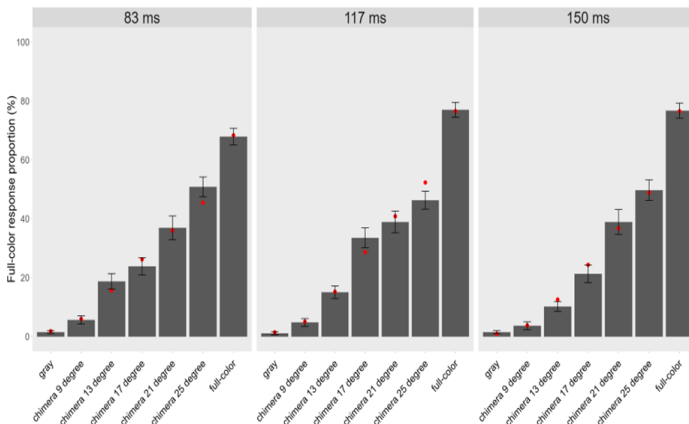


図 2. 条件ごとのフルカラー反応率（黒い棒グラフ）とモデル予測（赤い点）

計算モデルとその結果

本研究では、信号検出理論に基づく内部モデルを構築し、行動データ（図2）の説明を試みた。信号検出理論では、感覚信号の分布とそれに対する判断基準を用いて、観察者の反応傾向を説明する。本研究では、各各画像種類・注意条件ごとの信号分布を定義するパラメータとして、信号強度の平均値（ μ , 各画像タイプにおける内部色信号の平均）、信号の標準偏差（ σ , 内部ノイズの大きさ）をおいた。また、全条件共通の判断基準（ θ , どの強さの色信号を「フルカラー」と判断するか）の基準）も同様にフリーパラメータの一つとした。最尤推定法を用いたモデルフィッティングを個人ごとに行った。推定された信号分布の平均を図3に示す。このようにして推定されたモデルは観察された実験結果によくあてはまっていた（図2, 赤い点）。

フィッティングの結果、以下のことが示された。まず、非注意は内部ノイズを増加させた可能性が示唆された。具体的には、83ms（最も注意が低い条件）では、他の条件よりも、 σ が大きくなったことが、個人ごとに推定されたパラメータの値に対するグループレベルでの検定により明らかになった。重要なことに、キメラ画像に対するフルカラー反応率の増加は、内部ノイズの増大に起因していた。判断基準より少し弱い強度を持つ一部のキメラ画像の信号分布では、 σ が大きくなると、判断基準を超えやすくなり、錯視が強まる（「フルカラー」と答えやすくなる）。一方で判断基準より少し強い強度のフルカラー画像では、ノイズ増加はむしろ基準値以下の信号の発生頻度を増やし、フルカラーの知覚を減少させる。このようにして、非注意による内部信号のノイズの増大が、注意が周辺色錯視に与える影響を統一的に説明できることが示された。

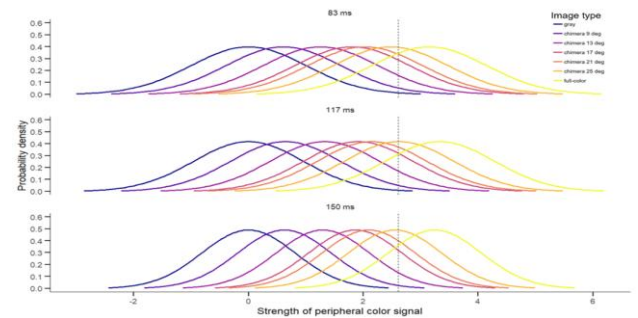


図 3. 推定された信号検出理論に基づくモデル

考察

本研究の結果は、周辺視野における豊かな視覚的意識経験に対する、非注意の重要性を示すものである。伝統的に、注意は意識経験を強化する働きと結び付けられてきたが、本研究はむしろ、非注意によるフルカラー知覚の増強を強調するものであり、意識の形成における注意の役割について、一律に強める・弱めるといった単純な関係では説明できないことを内部モデリングを通して明らかにしたと言える。今後は、中心視野から周辺視野への情報の外挿や、視覚的充填現象との関連性を調査し、周辺視野における豊かな意識経験が形成されるメカニズムの解明を目指す。

結論

本研究は、非注意が内部ノイズを増加させることで主観的な色の均一性を生み出す可能性を示唆するものである。このような注意の制約による知覚の変容は、中心視野よりも少ない注意が割り当てられている周辺視野において、より顕著にみられる可能性があるため、非注意によるノイズ増大は、周辺視野における主観的視覚経験を解明するうえで重要な要因であると考えられる。

参考文献

- Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(3), 451–468. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.21.3.451>.
- Okubo, L., & Yokosawa, K. (2023). Attentional allocation and the pan-field color illusion. *Journal of Vision*, 23(3):13, 1–13. <https://doi.org/10.1167/jov.23.3.13>.
- Rahnev, D.A., Maniscalco, B., Graves, T., Huang, E., de Lange, F. P., & Lau, H. (2011). Attention induces conservative subjective biases in visual perception. *Nature Neuroscience*, 14(12), 1513–1515. <https://doi.org/10.1038/nn.2948>

環境の滞在時間配分についての 最適採餌理論と対応法則を用いた検討

小林 穂波
松井 大

関西学院大学文学部
大阪大学大学院人間科学研究科

あらゆる行動は瞬間的なものではなく、時間的な広がりを持つ。生きることは行動することであり、有限の時間を複数の行動に分割して配分することである。行動への時間配分は、対応法則によって説明できる。対応法則とは、複数の選択肢があるとき、その選択肢の強化率が高いほど反応率も高くなるという法則である。本研究では、滞在時間の配分を説明する対応法則が最適採餌理論から導出できることから、得点獲得率が異なる複数の環境への滞在時間配分を採餌課題と対応法則によって調べた。採餌課題では、一つの環境に長く滞在するほど得点は増えていくが、その増加速度は徐々に低下した。実験の結果、対応法則と一致して画面の得点獲得率が高いほど滞在時間も長かった。しかし対応の程度は完全ではなく、得点獲得率の違いによらず二種類の画面への滞在時間が等しくなりがちな過小対応であることがわかった。目先の成果を最大化する戦略の結果であると考えられる。

Keywords: foraging, matching theory.

問題・目的

「見る」という行為は、環境への働きかけを通じて「何を見ているのか？」を探る探索行動である。このような視覚による探索は本来、瞬間的な行為ではなく、複数の時空間的スケールを持つ。例えば「新発売のお菓子を探す」という行為は、目の前のコンビニで探す局所的な行為と、街の様々な場所にあるコンビニの中から売っていそうな店に目星を付ける大域的な行為に分割できる。現実世界の視覚探索の全容を理解するためには、大域的な環境の情報を学習して実行する過程を明らかにする必要がある。

そこで、視覚による探索の学習過程を大域的な環境の学習による探索効率の最大化として理解するため、行動分析学の対応法則 (matching theory) に注目した。対応法則とは、複数の選択肢があるときに、その選択肢の強化率が高いほど反応率も高くなるという法則である。目先の成果ではなく、長期的に見たときの成果を最大化する行動の結果生じると考えられている (Rachlin et al., 1976)。

本研究では、この対応法則が、動物が餌を探すときの最適な方略を表す最適採餌理論から導出できることから、動物の採餌行動研究から取り入れた逐次採餌課題と視覚採餌課題を用いて、環境への滞在時間の配分が対応法則に従うかを調べることを目的とした。

方法

実験 1 (逐次採餌課題) 14 名の大学生が参加した。参加者の課題は、画面上に表示される長方形をクリックして点数を獲得することであった (Figure 1a)。長方形

をクリックしている間は点数が獲得できるが、クリックする時間が長くなるにつれて獲得できる点数は減っていくように設定した。

実験 2・3 (視覚採餌課題) 14 名の大学生がそれぞれ参加した。参加者の課題は、画面上に呈示される視覚刺激をクリックして点数を獲得することであった (Figure 1b)。クリックすると 5 点が獲得できる加点刺激と、3 点が減点される減点刺激を呈示した。刺激はすべて青色で呈示した。刺激の青色の明るさが点数と対応しており、明るい刺激であるほど加点刺激である確率が高く、暗い刺激であるほど減点刺激である確率が高かった。

対応法則は長期的に見たときの成果を最大化する法則であるから、各画面における報酬量そのものは対応法則のパラメータに影響しないはずである。そこで、実験 3 では、実験 2 に比べて多数の刺激を呈示した。画面上の刺激数は実験 2 では 72 個から 80 個、実験 3 では 236 個から 268 個で、画面ごとに無作為に決定した。

対応法則の操作 どちらの実験でも、1 つの画面で十分に点数を獲得したと思ったら、参加者は次の画面に移動することができた。画面の移動には 8 秒かかるように設定した。これまでに獲得した点数は次の画面にもすべて引き継がれた。制限時間内であれば、移動回数に制限はなく、何回でも移動することができた。

新しい画面に移動してから次の画面に移動するまでの時間を滞在時間と呼ぶ。対応法則と一致して、画面の得点獲得率が高いほど滞在時間が長くなるのかを調べるため、得点獲得率が異なる 2 種類の画面で構成される 10 分間のセッションを 6 回実施した。

各セッションでは2種類の得点獲得率が異なる画面を無作為な順序で提示した。2種類の画面のうち、一方は固定条件の画面で、この画面の得点獲得率はすべてのセッションで同じであった。もう一方は変動条件の画面で、この画面の得点獲得率はセッションによって異なっていた。6回のセッションのうち3回は変動条件の方が固定条件よりも得点獲得率が高く、残りの3回は固定条件の方が変動条件よりも得点獲得率が高くなっていた。

対応法則と採餌課題 滞在時間に関する対応法則は、動物の採餌行動における環境への最適な滞在時間を表す最適採餌理論の限界値の定理 (marginal value theorem) から導出できる (Staddon, 2016)。それぞれの環境における累計報酬を、環境での滞在時間 t の関数として $C_1(t_1)$ 、 $C_2(t_2)$ と表す。この関数の比を、累計獲得点数との関係で表現すると、対応法則と一致して次のように書ける。

$$\log \frac{t_1}{t_2} = \beta_1 \times \log \frac{C_1(t_1)}{C_2(t_2)} + \beta_0 \quad (1)$$

パラメータ β_1 が1のとき画面の報酬獲得率と滞在時間の比が完全対応する状況、 β_1 が0のとき報酬獲得率に関わらずランダムに選択する状況を表している。

結果

各実験におけるセッションごとの固定条件と変動条件の画面の滞在時間 t_1 と t_2 の比と、固定条件と変動条件の画面で獲得した得点 $C_1(t_1)$ と $C_2(t_2)$ の比の関係をFigure 2aに示す。図の点線は完全対応の場合を示す。折れ線とマーカーは各参加者の成績、灰色の範囲は対応法則のパラメータから推定した事後予測分布を示す。

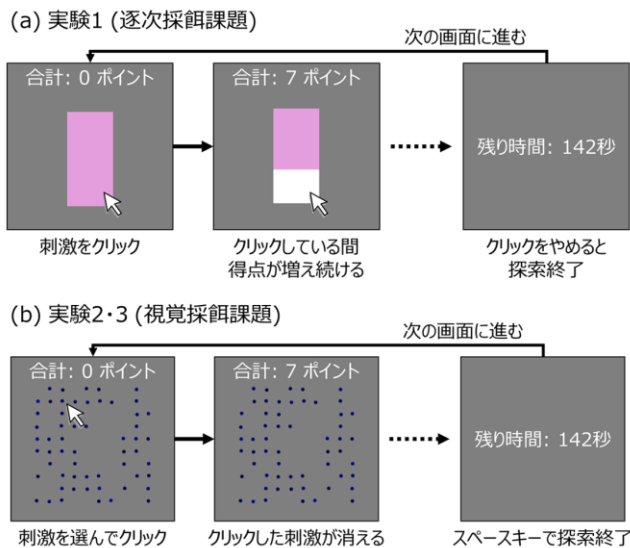


Fig 1. 逐次採餌課題 (a) と視覚採餌課題 (b) の手続き

ベイズ階層モデリングを用いて、各実験の対応を示すパラメータ β_1 とバイアス β_0 を推定した。すべての実験で β_1 は0よりも大きかったため、画面の得点獲得率が高いほど滞在時間が長くなることがわかった (Figure 2b, 実験 1: $\beta_1 = 0.58$ (95%CI = [0.43, 0.72]); 実験 2: $\beta_1 = 0.45$ (95%CI = [0.36, 0.47]); 実験 3: $\beta_1 = 0.66$ (95%CI = [0.56, 0.76])). 一方で、 β_1 は1よりも小さかったため、対応の程度は完全ではなく、得点獲得率の違いによらず2種類の画面への滞在時間が等しくなりがちな過小対応 (undermatching) であった。

バイアス β_0 の事後分布の95%信頼区間は0を含んでいるため、一方の画面に対する判断の偏りはないことがわかった (Figure 2c)。

考察

逐次採餌課題と視覚採餌課題の両方で過小対応の傾向がみられた一方で、対応は常に成立した。視覚採餌課題では画面上に提示される刺激の数によらず同様の結果であったことから、画面で得られる得点の量ではなく、画面に滞在すると減少していく得点率によって滞在時間の配分が決定されていると考えられる。

引用文献

- Rachlin, H., Green, L., Kagel, J. H., & Battalio, R. C. (1976). In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 10, pp. 129–154). Elsevier.
- Staddon, J. E. R. (2016). *Adaptive behavior and learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.

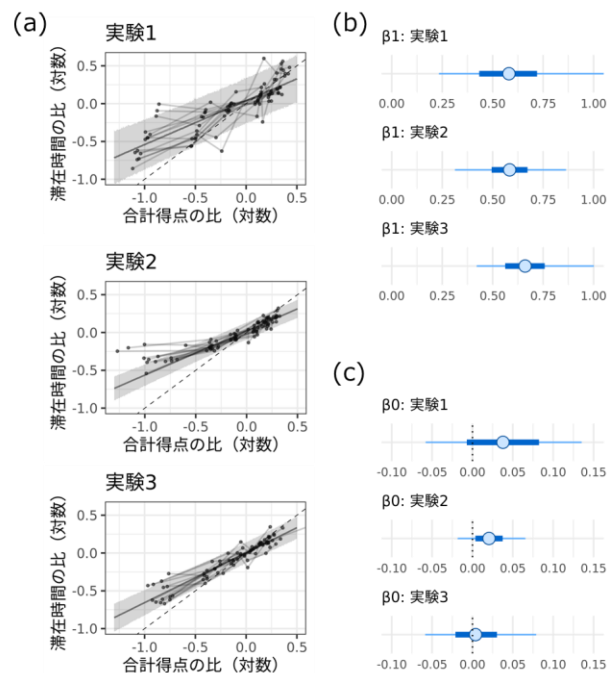


Fig. 2. 合計得点と滞在時間の比の関係 (a) と、対応法則パラメータの推定結果 (b)(c)

視点切替えにおける画面方向一致性が シーン理解に及ぼす影響

前澤 知輝

筑波大学

映像において複数のシーンを切り替える際、場面判断に要する視聴者の認知的負荷を軽減するため、その表現が工夫されている。代表的な表現である180度ルールでは、映像内で行われる被写体の行為（会話や運動など）に対して仮想の線（イマジナリーライン）を定め、その線をまたいで視点変化を行わないようにすることで、画面上の空間的不整合性（画面に対する方向の不一致；左右反転など）を抑えようとしている。本研究では、この画面方向一致性に関して、新たに上下方向における影響に着目し、ルールの適用範囲の拡大や、空間の異方性について検討した。画面方向一致性の影響を検出する課題として、視点変化前後の被写体行為に対する異同判断を採用した。参加者は、車が道路を走る様子を真上から映した二つの動画（各5s）を観察し、その二台の車の、道路に対する運動方向が同じか反対かを判断した。この際、一台目の車に対する二台目の車の運動方向のずれを、四象限を基準に分類し、左右一致性（正転または逆転）と上下一致性（正転または逆転）の二つの条件を設けた。実験の結果、左右一致性（従来の180度ルール）に加えて上下一致性の主効果が認められ、画面上の運動方向に反転が生じると、運動が反対に向くとする判断が増加することが示された。一方で、わずかな異方性も認められ、判断の割合が左右と上下では異なることが示唆された。

Keywords: 180度ルール, 映像理解, 視点切替え, 空間更新

目的

映像制作の現場においては、ストーリーラインに沿ってあらかじめカメラの視点（構図）を定め、それを制作上の設計図（台本）として活用するカット割り技法が採用されている。この技法は、映像の演出や視聴者の理解を高め、物語の構造を明確にするための重要な役割を果たす。そのため、映像制作者は無計画に構図を決めることはなく、場面転換がスムーズに行われるよう、視点のつなげ方を工夫する。こうした工夫の一つが慣習的にルール化されており、「180度ルール」として業界内外で広く定着している。

180度ルールは、映像内で行われる被写体の行為や運動などに対して仮想の線（イマジナリーライン）を定め、その線を越えて視点変化を行わないようにする映像表現である。このルールに従うことで、シーンが切り替わっても、映像の空間的構造が大きく変化することなく、視聴者は一貫した方向感覚を保ちながら場面を追い続けることができる。逆に、ルールを破ると、映像の空間的構造が反転し、場面の理解が困難になる。こうした空間認知のメカニズムが180度ルールの有効性を説明しており、視聴者は単に画面上の方向の一致・不一致を基に、映像内の行為・運動方向を判断していると考えられている（Huff & Schwan, 2012）。

一方、180度ルールは主に画面の左右方向における空間的整合性を維持するために用いられ、上下方向に対しては特に制約を設けていない（Cumming et al., 2017）。これは、日常的な動作が水平方向で行われることが多いため、映像制作においてもその方向でのカメラワークが重視されているからだと考えられる。しかし、もし視聴者が、画面上の単純な方向の一致性を手がかりにシーンを理解しているならば、画面の方向に関わらず、同様の影響がみられる可能性がある。

本研究では、180度ルール表現に関して新たに上下方向の影響に着目し、ルールの適用範囲の拡大や空間の異方性について検討した。これにより、視聴者がシーンを理解する際にヒューリスティックな手がかりを利用しているという仮説を補強するとともに、日常における視覚経験の違いが方向の理解に与える影響についても明らかにすることを目的とした。

方法

参加者：正常な視力をもつ合計36名の大学生・大学院生（18-28歳、男性14名、女性22名）が参加した。

装置・刺激：映像の生成と制御にはUnityを使用し、2DのLCD（iiyama, 120Hz, 27 inch）上に正方形の画面として呈示した（720×720 px）。仮想空間内では、カメラが被写体（車）を真上から映す形で配置され、その動きを追従することで、常に被写体が画面の中央に位置するようにした。映像内で変化する要素は、車の色とカメラの回転のみとした。この回転パターンによって、被写体の運動方向が異なって見えた（図1）。

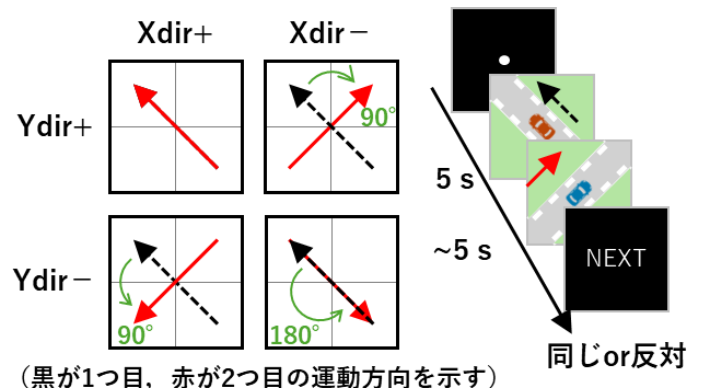


図1. 実験刺激と一試行の例

手続き：画面の中央に注視点（500 ms）が呈示された後、カメラの回転方向（カメラアングル）が異なる二つの映像（各5秒）が続けて再生された。実験参加者は、二つ目の映像の再生中に、被写体の運動方向が映像の切替え前後で同じか反対かをキー押しで回答した。この運動方向には絶対的な正解の基準がなく、参加者は自身の主観的な知覚に基づいて判断するように求められた（Huff & Schwan, 2012）。参加者のキー押しを検出するか、回答がない状態で5秒経過すると、映像は自動的に終了し、次の試行へと進んだ。

本実験の独立変数として、二つの映像におけるカメラの回転方向を操作し、画面上の被写体の運動方向の反転を生じさせた：カメラは画面の鉛直方向に対して45度、135度、225度、315度のいずれかに回転した状態で最初の映像を撮影し、そこから0度、 ± 90 度、または180度回転して二つ目の映像を撮影した。この操作により、一つ目と二つ目の映像で運動方向にずれが生じ、画面の四象限を基準とする四つのパターンに分類された（図1）。パターン1では、二つの映像の進行方向が一致し、画面の左右および上下の反転は生じなかった。一方、パターン2と3では、カメラが ± 90 度回転することで、それぞれ左右方向または上下方向の反転が生じた。さらに、パターン4では180度の回転により、左右・上下の両方向で反転が生じた。これらのパターンを基に、左右一致性（正転または逆転）と上下一致性（正転または逆転）の二つの条件を設けた。

分析：反応時間が200 msを下回る試行や、参加者から反応が得られなかった試行を分析から除外した。画面上の運動方向における左右一致性（正転または逆転）と上下一致性（正転または逆転）の二つの条件について、参加者の判断（反対と判断した割合）および反応時間に与える影響を、交互作用効果を除外した階層ベイズモデルを用いて回帰分析した。

結果

反対方向とする判断：分析の結果、左右一致性の影響（ $b = -5.31$, $SE = 0.21$, 95%CI[-5.75, -4.90]）と上下一致性の影響（ $b = -5.58$, $SE = 0.22$, 95%CI[-6.02, -5.18]）はどちらも認められ、運動方向が画面上で正転する場合と比較して反転する場合では、「方向が反対」とする判断が増加することがわかった（図2）。

判断の異方性：回帰係数を直接比較することで、左右一致性の影響と、上下一致性の影響の相対的な差異を評価した。その結果、影響の大きさに差が認められ、上下一致性の違反による影響が、左右一致性の影響をわずかに上回っていた（i.e., 反対とする判断が増えていた； $b = 0.27$, $SE = 0.10$, 95%CI[0.07, 0.47]）。

反応時間：同様に、左右一致性の影響（ $b = 0.12$, $SE = 0.02$, 95%CI[0.09, 0.15]）と上下一致性の影響（ $b = 0.07$, $SE = 0.02$, 95%CI[0.04, 0.10]）の両方が認められ、運動方向が画面上で正転する場合と比較して反転する場合には、反応時間が増加することがわかった。

反応時間の異方性：回帰係数の直接比較を行った結果、反応時間については、左右一致性の影響と、上下一致性の影響の相対的な差異は認められなかった（ $b = 0.05$, $SE = 0.02$, 95%CI[0.00, 0.09]）。

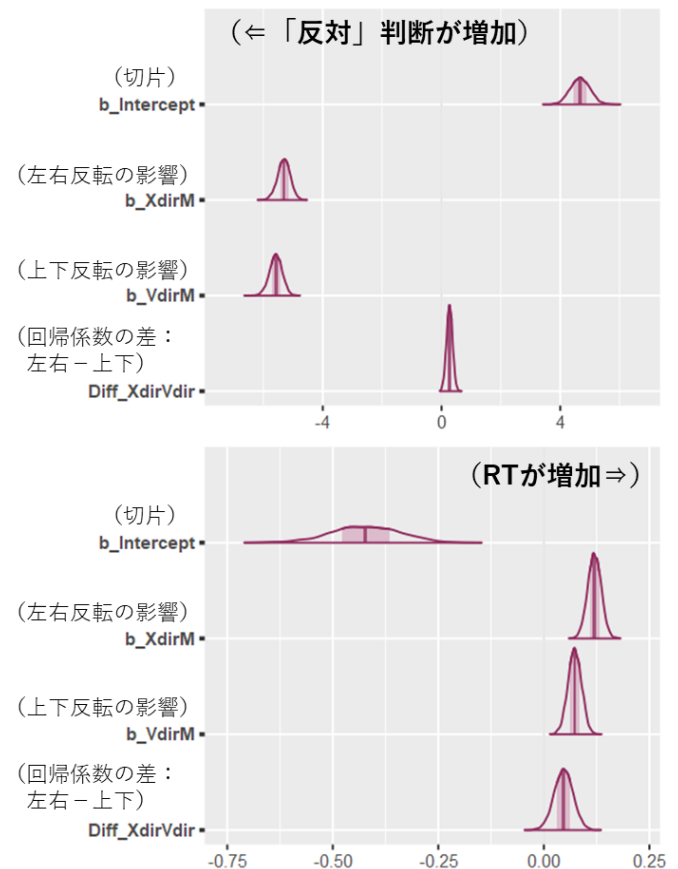


図2. 回帰分析の結果

考察

本研究では、180度ルール表現に関して新たに上下方向の影響に着目し、ルールの適用範囲の拡大や空間の異方性について検討した。その結果、視聴者がシーンを理解する際には、左右方向だけでなく上下方向の一致性も重要な要素であることが示唆された。この結果は、シーン理解にヒューリスティックな手がかりを利用しているとする仮説を補強するとともに、ドローンを使用した空撮など、近年増加している動的カメラワークに対して新たな基準を提供するものである。

一方、視聴者の判断には異方性が認められ、上下方向の不整合が左右方向よりも強い影響を与えることがわかった。左右方向は比較的補完しやすい一方、上下方向は物理的な空間認識において重力方向のような明確な基準があるため、直感的な違和感や混乱を強く感じやすいことが影響しているのかもしれない。

参考文献

- Huff, M., & Schwan, S. (2012). Do not cross the line: Heuristic spatial updating in dynamic scenes. *Psychonomic Bulletin & Review*, 19(6), 1065–1072.
- Cumming, S., Greenberg, G., & Kelly, R. (2017). Conventions of viewpoint coherence in film. *Philosophers' Imprint*, 17(1), 1–28.

画像分類逆相関法で生成された顔のイメージが表すもの —ディープラーニングに基づく顔認識モデルからの検討—

上田 祥行

京都大学人と社会の未来研究院

In the reverse correlation image classification technique for faces, classification images (CIs) are constructed by collecting the superimposing polar inversion noise onto a base face image. CIs reflect the features participants used in their judgments in a bottom-up manner and are considered to visualize their mental representations. However, whether the features of the generated CIs correspond to the actual face that participants viewed is typically assessed through the subjective judgment of a third person. In this study, I applied a deep learning-based face recognition model (Serengil & Özpınar, 2024) to the generated CIs to evaluate their similarities to the original face. The results showed that the similarity between the CIs and the original face became stable after more than 200 trials of the classification task. Moreover, while the CIs captured characteristics of the original face more than other faces, the face recognition model could not accurately identify which face was viewed. These findings suggest that the face represented by the reverse correlation image classification is not an exact replica of the target face, but is perceived as more similar to the face of the target than to other faces.

Keywords: image classification reverse correlation, face, mental representation, face recognition model, deep learning.

問題・目的

顔の記憶は様々な要因により比較的簡単に歪められてしまう。人々が持つ顔の記憶がどのようなものかを検討するため、これまでの研究ではしばしば再認課題が用いられてきた。この課題では、ターゲットの顔を記憶し、後に呈示される顔が記憶した顔と同じかどうかを判断することが求められる。テスト刺激の特定の領域（例えば、目の周辺）を変化させることでその領域が記憶に与える影響を調べることができるが、どの領域をどのように変化させるのかは研究者の仮説に依存しており、実際に人々がどのような記憶を保持しているかとは必ずしも一致しないという問題があった。

近年提案されている画像分類逆相関法 (reverse correlation image classification technique: RCIC) はこの問題を克服し、人々が持つ顔の表象を直接描き出すことができる方法として注目されている (Mangini & Biederman, 2004; Todorov et al., 2011)。RCIC では、ベースとなる顔画像 (通常は複数の顔の平均顔) に極性を反転させて作成した2種類のノイズを付加した刺激ペアを呈示し、参加者にどちらが記憶した顔に近いかを選択させる。選択された刺激に付加されたノイズを集約して作成された分類画像 (classification image: CI) は、参加者が判断に用いた部分がボトムアップに強調され、参加者が保持していた顔の表象を可視化していると考えられている。

しかし、このようにして作成された CI が、記憶した顔の特徴と一致しているかどうかは、現時点では第三者の主観判断によって評価されており、客観的な指標が存在しない。そこで本研究では、人間の顔認識能力に迫る精度を達成したディープラーニングベースの顔認識モデルを用いて、作成された CI が実際に記憶した顔とどの程度類似しているのかを評価した。このようなモデルを活用する利点は、2つの顔の類似度を数値化できる点にある。また、RCIC の手法を用いた実験は多くの試行数が必要となるため、顔認識モデル

に大量の CI を評価させることで、安定した CI を得るために必要な試行数についても検討した。

方法

顔認識モデル

Python向けの顔認識フレームワークであるDeepFace (Serengil & Özpınar, 2020) を使用した。顔認識モデルに Facenet512、顔検出モデルに retinaface を採用し、距離尺度としてコサイン類似度を設定した。この組み合わせは、Labelled Faces in the Wild (LFW) データセットによるテストにおいて、ヒトの顔認識能力をわずかに上回る精度 (人間の正答率: 97.5%、顔認識モデルの正答率: 98.4%) を示した (Serengil & Özpınar, 2024)。

刺激

上田ら (2023) の顔記憶実験における RCIC のデータを分析対象として使用した。この実験の RCIC の手続きは標準的なものであり、以下にその概要を示す。刺激の作成には、Rのrcicrツールボックス (Dotsh, 2022) が用いられた。

実験参加者は米国在住の成人180名であり、Chicago Face Database (Ma et al., 2002) に含まれる4名 (男女2名ずつ) の顔のうち、いずれか1名の顔を1分間記憶した。一定の遅延の後、男性の顔を記憶した参加者には2名の男性の平均顔に極性反転ノイズを付加した刺激対が、女性の顔を記憶した参加者には2名の女性の平均顔に極性反転ノイズを付加した刺激対が呈示された。参加者は、どちらが記憶した顔に似ているかを640試行にわたって判断した。1人の参加者に対し、各試行で付加されたノイズはすべて異なっていたが、同じ性別の顔を記憶した参加者間では、同じノイズが順不同で用いられた。

参加者が選択した刺激に付加されたノイズを集約し CI を作成した。CI の作成にあたっては、各参加者について1~10 試行目の結果を用いた CI、1~20 試行目の結果を用いた CI、1~30 試行目の結果を用いた CI、と10 試行ずつ使用する試行数を増やし、最終的には

1~640 試行目のすべての結果を用いた CI まで、64 種類の CI を作成した。また、同じ顔を記憶した参加者の結果を集約し、同様に 10 試行ずつ使用する試行数を増やして、記憶された顔ごとに 64 種類の CI を作成した。この手続きにより、全部で 11,776 枚の CI (180 人 × 64 種類 + 4 つの顔 × 64 種類) が顔認識モデルによって評価された。記憶された顔の例と、これらの顔を記憶した参加者のすべての試行を集約して作成した CI を Figure 1 に示す。

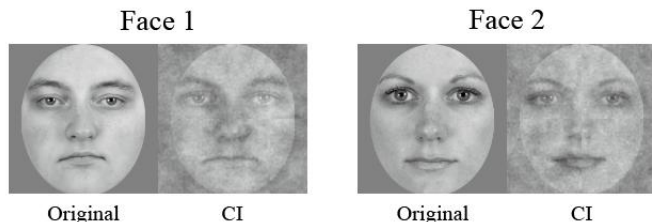


Figure 1. Original faces and generated classification images (CIs).

結果

抄録の紙面の都合上、ここでは女性顔を記憶したときの CI に対する評価結果のみを示す。

顔認識モデルによって、記憶された顔と同一人物であると判定された CI は極めて少なかった。640 試行すべての結果を使用した場合でも、元画像と同一人物であると判定された割合は、Face 1 では 0% (0/46)、Face 2 では 4.7% (2/43) にとどまった。

試行数の変化に伴う類似度の変化を Figure 2 に示す。この図では、Face 1 との類似度を示している。試行数が増えるにつれて、Face 1 を記憶した参加者の CI は徐々に Face 1 と近づく傾向が見られた。

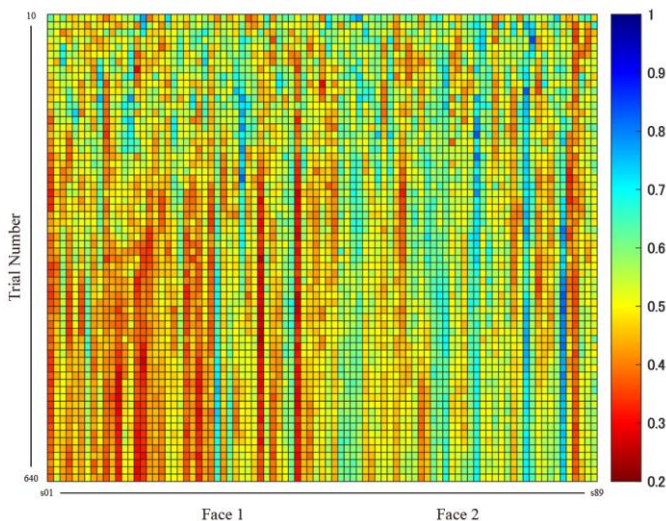


Figure 2. Distances between the original face (Face 1) and CI. Columns represent participants, while rows represent trial numbers.

1枚の CI に対して、記憶した顔との類似度および記憶していない顔との類似度を計算し、その差分を示した結果を Figure 3 に示す。この図では、Face 2 に比べて Face 1 の類似度が高いほど赤く、Face 1 に比べて Face 2 の類似度が高いほど青く表現されている。この結果から、Face 1 を記憶して作られた CI は Face 2 よ

りも Face 1 に類似しており、Face 2 を記憶して作られた CI は Face 1 よりも Face 2 に類似していると評価されていることが示された。また、同じ参加者のデータ (同じ列に記載されたデータ) でも、試行数が少ない段階では赤と青が入れ替わっているのに対し、200 試行を超えたあたりからは色の入れ替わりが減少し、安定的に一方の顔に類似していると評価されることが示された。すべての参加者の試行を集約して作成された CI は、各参加者の試行数が少ない段階 (40 試行程度) から安定することが明らかになった。

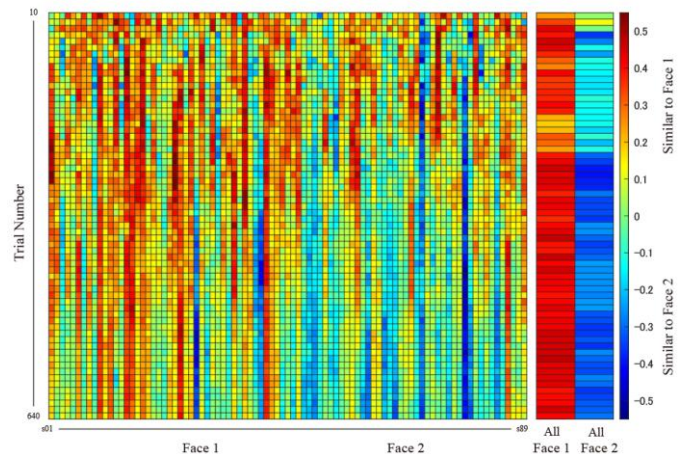


Figure 3. The degree of similarity across the original faces and CI. The rightmost columns show collective data. Red color indicates greater similar to Face 1, while blue color indicates greater similar to Face 2.

考察

本研究では、RCICの手法を用いて作成された CI の妥当性を、ディープラーニングに基づく顔認識モデルを適用して検討した。その結果、CI は記憶した顔そのものと同一人物だとは判断されないものの、他の顔と比較すると、記憶した顔により類似していると判断された。また、200 試行程度の分類課題を行うことで、この傾向は安定することも明らかになった。本研究の結果は、RCICによって作成された CI は「記憶した顔そのものではないが、他の顔と比べると記憶した顔により類似している」ものであることを示唆している。

本研究で用いた顔認識モデルは、ヒトとほぼ同じ精度の顔認識成績を示すものであるが、ヒトが CI に対して同様の判断をするかは未だ明らかではない。今後、本研究の結果がヒトによる評価で再現可能かどうかを検討する必要がある。また、本研究では限られたデータセットを用いたため、データセットを拡張し、本研究結果の一般化の可能性についても検討する。

引用文献

Serengil, S. & Özpınar, A. (2020). In *2020 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)*, 23-27.

Serengil, S. & Özpınar, A. (2024). *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 17(2), 95-107.

上田ら. (2023). 日本認知心理学会第21回大会, O-D03.

芸術認知研究における基礎と応用

— 美を超えたアート研究の展開

川畑 秀明

慶應義塾大学文学部

芸術認知研究はこれまでの基礎的な実験美学や神経美学に基づく研究の更なる展開だけでなく、新しい局面に立たされていると言える。本稿では、いくつかの近年のトピックスを取り上げ、基礎と応用展開の双方が必要となりつつある現状を踏まえ議論する。

Keywords: neuroaesthetics, beauty, subjectivity and objectivity, ecological validity, museum study.

問題・目的

フェヒナーによる実験美学の誕生から約 150 年、ゼキ等による神経美学の誕生から約 25 年が経つ。人どのようにアートを創作し、受容し、そして美を感じる心・身体・脳のメカニズムやプロセスに関する研究は近年爆発的に多くなってきており、実験美学も神経美学もその境界に意味は無いようになってきた。実際、“neuroaesthetics”もしくは“experimental aesthetics”という言葉を含んでいる 2000 年以降の論文数を調べてみても、その差は既にほとんど見られない（図 1）。もちろん、実際には神経美学のもしくは実験美学の論文だからと言ってもそれらの言葉が論文に含まれるとは限らない点に注意は必要だろう。

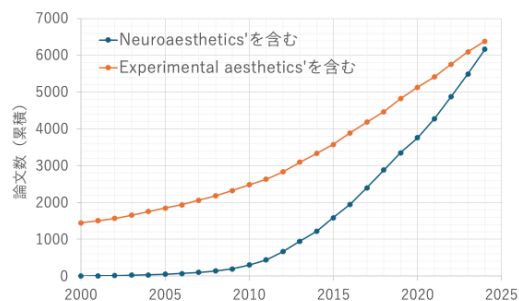


図 1 “neuroaesthetics”（青色），“experimental aesthetics”（橙色）を含む論文の 2000 年以降の累積本数（Google Scholar による）。横軸は西暦年を表す。

これらの実験心理学や脳機能画像法をアプローチとした実験美学や神経美学の研究では、実験参加者に人が芸術作品や人物などの刺激を視覚的もしくは聴覚的に与え（他のモダリティであることもある）、刺激によって誘発される主観的な美や好み、印象についての顕在的もしくは潜在的評価を行ってもらい、その際の行動反応や視線、脳活動や生理的反応を計測することで、芸術作品の感じ方や対人魅力などの “aesthetic” な心や脳の働きを明らかにしてきた。それらの研究では、芸術や美の感じ方は複雑であり、心の様々な側面や脳の様々なネットワークが関与していることを明らかに

してきた。例えば、基本的な報酬系のメカニズムをはじめとした脳機能やネットワーク構造、評価間の違い、顕在性と潜在性の違い、個人差の関与、熟達差、さらには実験室と美術館等での違い等、幅広い研究が行われるようになり、実験美学と神経美学の統合と新たな神経美学 2.0 へとステージが移行しつつあるように思える。

美的評価の客観性と主観性に関する異なるアプローチ

近年、色情報や空間周波数、形態特徴等の様々な画像特徴情報に基づいて画像（美術や顔画像等）の美的評価を客観的に予測する計算モデルへの関心が高まっている（e.g., Brachmann & Redies, 2017; Sano & Kawabata, 2024）。計算美学では、画像特徴と評価との対応を線形であれ非線形であれ予測のモデルに平均的な美的評価を前提とする。しかし、同じ絵画作品について、人それぞれが同じようにもあるいは異なった印象や好みを持ちうることは想像に難くないし、その共通性やばらつきがどのような要因によって影響を受けているかについての検討もなされてきている。例えば、画像のカテゴリによっても評価の在り方は異なる（例えば, Vessel, Maurer, Denker, & Starr, 2018）。

また、生育歴や文化による環境要因に基づく違い、遺伝的要因の違い、評価バイアスによる違いなどその差異が形成されることになる。例えば、一卵性・二卵性の双生児による評価の共通性／差異による好みの遺伝的影響は、好みの典型性と評価バイアスの分散の30数%程度で、他の複雑な社会的特性や認知特性と同程度もしくはそれらよりも低いことも示されている（Bignardi et al., 2024）。計算美学に基づく美的評価の予測性の高いアプローチにせよ、美的評価の共通性と差異に影響を及ぼす要因を追求するアプローチにしても、明らかにしようとする問題は、美的評価（美だけではない他の印象も含めて）の客観性と主観性の問題であり、その起源は芸術哲学や美学にまで遡ることができる。

同じように異なる美的過程

刺激によって誘発される主観的な美や好みに関する実験例を考えてみる。実験心理学では、感覚への入力信号（刺激）は同じであるにもかかわらず、その反応が条件や環境によって変化することはしばしばある。

画面上に提示される肖像画に対して、描かれた人物の魅力を評価する場合と芸術としての美しさを評価する場合とでは高い相関を示す (Hayn-Leichsenring et al., 2013)。しかし、顔画像の魅力の順応が事後の顔の魅力評価に及ぼす残効や肖像画画像の美しさの順応が事後の作品の美しさ評価の残効に与える影響は確認されているが、美術に対する美しさの評価の順応は事後の顔画像の魅力評価の残効を生じさせないことも分かっている。さらに、短時間提示 (50ms) での評価と長時間提示 (3s) での評価との違いから「描かれている対象の魅力」は非常に速い時間で評定され「芸術的美しさ」には時間がかかることが示されている (Schulz & Hayn-Leichsenring, 2017)。このことは、刺激としての同一画像に対して、実験参加者が画像（肖像画や顔画像）を評価するとき、評価の情動価は同程度であり、非常に類似した感覚・評価であっても、その背後にある評価のメカニズムは異なることが分かる。

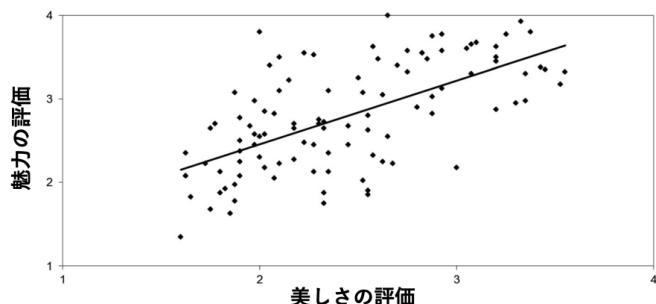


図2 肖像画に対する人物の魅力の評価と芸術としての美しさの評価との相関関係。X, Yのそれぞれの座標値は評定得点を示す。Hayn-Leichsenring et al. (2013) Figure 5を基に作成

脳の中の美の2つの過程

脳はどのように美を感じるのか。言い換えると、脳の中で美しさの評価や判断の脳内メカニズムや処理過程はどのようなになっているのであろうか。Kawabata & Zeki (2004)をはじめ、神経美学の初期的展開は美を感じるメカニズム研究が中心であり、fMRIで捉えた内側眼窩前頭皮質 (mOFC) を含めた報酬系ネットワークの神経活動の変化についての報告が相次いだ。また時期を同じくして顔の魅力評価に関する脳機能計測に関する研究も相次いだ。これらの2つの処理については、脳のメカニズムに共通性と差異とがメタ分析レベルで示されている (Chuan-Peng et al., 2020)。例えば、顔の魅力に対応して大脳基底核からmOFCへと広がった領域が関連するのに対して、美術への美的評価に関してはmOFCからさらに前頭葉部や帯状回へ欠けての領域の広がり認められることが明らかになっている。

上述した通り、同じ肖像画でもどのように捉えようとするか（見方）によって異なる評価（芸術としての美なのか、描かれた人物の魅力なのか）が可能であり、脳は異なったプロセスで処理を行っている可能性もあるだろう (図3)。

これらのような処理メカニズムとしての展開は、これまでの神経美学を基盤としたものとなるが、より詳細を見ていくだけでなく、哲学的議論への回帰や新しい見方の導入も不可欠になってくるように考えられる。例えば、対象への感じ方と脳神経活動との対応関係については経頭蓋刺激法を用いたアプローチもある。例えば、Nakamura & Kawabata (2015)では、経頭蓋直流刺激法 (tDCS) を用いて、刺激前評価セッション→電流刺激→刺激後評価セッションで前頭前野下部を抑制するような電極配置で電気刺激を行ったときに、事後評価の方が事前よりも美しさの評価値が低下することが示された。このような経頭蓋刺激法は刺激の処理と評価との因果関係を明らかにすることができ、メカニズム研究に有効な方法の1つとなるであろう。

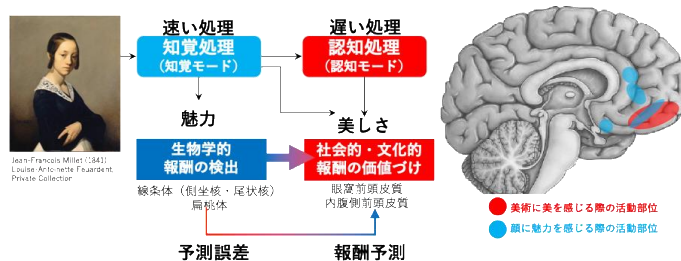


図3 美しさの2過程モデル。右の脳の画像はChuan-Peng et al. (2020)をもとに作成。

更なる研究の拡大へ

近年、美術館賞場面を想定したり、実際に美術館で実験を行うなど、高い生態学的妥当性を目指した研究が展開されつつある。実験室研究のメリットとしては様々な実験統制がやりやすく条件設定が可能であること、さらには計測のための自由度が高い（例えば、脳機能計測や生理反応の計測等）一方で、実際の鑑賞行動が十分に反映されているわけではない。またほとんどの場合、鑑賞する素材（作品）はディスプレイ上に提示されたものとなり、本物の作品を刺激とするわけではない。一方で、実際に美術館で実験を行う場合には、高い生態学的妥当性を担保して鑑賞者がより自然な形で、生の作品を刺激として実験を行うことができる。その一方で様々な複雑な統制が困難であること、計測指標に拘束されてしまうことなどのデメリットもある。

実験室場面であっても、実際の鑑賞において問題となる側面を検討する研究も増えつつある。例えば、作品のタイトルの付け方によって作品の評価が異なることが明らかになっている (Leder et al., 2006)。作品の内容を示す「記述的」タイトルよりも、作品の主題を表す「精緻化」タイトルの方が評価も理解も高くなる。また、抽象的な作品表現の際には、記述的タイトルでは評価はよくならないことも分かっている。また、

美術鑑賞時の「飽き」や「慣れ」を明らかにした研究では、実験室条件下で統制を行い鑑賞することでどれくらいの鑑賞時間で評価が行われ、時系列としてどのように変容するかを示すことができるようになっている (Mikuni et al., 2022)。

また、生態学的妥当性の高い美術館等での実験は、そもそも人は作品を鑑賞する際に…のように、鑑賞者元来の姿を想定した検討を可能にしている。例えば、データロガー等を用いた研究では、美術館での展示スペースで人がどのように移動して鑑賞するかについて検討し、そもそも人はどのように作品を鑑賞するかの姿を浮き彫りにしている (Tröndle & Tschacher, 2016)。さらには、美術館で視線を計測して、どのように人が作品を見るかを具体的に記述するような研究も増えつつある (例えば, Garbutt et al., 2020)。

さらに、どのように美術鑑賞や芸術体験がウェルビーイングを高めたり、ポジティブ気分を増強させるかなど、これまでとは異なる文脈での神経美学研究の可能性も高まってきている (川畑, 2022)。これらの新しいトピックスは、産業界へのシーズ転換や産業界からの需要も高い分野であると言える。

引用文献

- Bignardi, G., Smit, D. J., Vessel, E. A., Trupp, M. D., Ticini, L. F., Fisher, S. E., & Polderman, T. J. (2024). Genetic effects on variability in visual aesthetic evaluations are partially shared across visual domains. *Communications Biology*, 7(1), 55. <https://doi.org/10.1038/s42003-023-05710-4>
- Brachmann, A., & Redies, C. (2017). Computational and experimental approaches to visual aesthetics. *Frontiers in Computational Neuroscience*, 11, 1–17.
- Chuan-Peng, H., Huang, Y., Eickhoff, S. B., Peng, K., & Sui, J. (2020). Seeking the “beauty center” in the brain: A meta-analysis of fMRI studies of beautiful human faces and visual art. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 20, 1200–1215.
- Garbutt, M., East, S., Spehar, B., Estrada-Gonzalez, V., Carson-Ewart, B., & Touma, J. (2020). The embodied gaze: Exploring applications for mobile eye tracking in the art museum. *Visitor Studies*, 23(1), 82–100.
- Hayn-Leichsenring, G. U., Kloth, N., Schweinberger, S. R., & Redies, C. (2013). Adaptation effects to attractiveness of face photographs and art portraits are domain-specific. *i-Perception*, 4(5), 303–316.
- 川畑秀明 (2022). 心と脳の働きから「アートの効用」のエビデンスを捉える. 経済産業省アートと経済社会について考える研究会資料. https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/art_economic/pdf/001_09_00.pdf
- Kawabata, H., & Zeki, S. (2004). Neural correlates of beauty. *Journal of neurophysiology*, 91(4), 1699–1705.
- Leder, H., Carbon, C. C., & Ripsas, A. L. (2006). Entitling art: Influence of title information on understanding and appreciation of paintings. *Acta psychologica*, 121(2), 176–198.
- Mikuni, J., Specker, E., Pelowski, M., Leder, H., & Kawabata, H. (2022). Is there a general “art fatigue” effect? A cross-paradigm, cross-cultural study of repeated art viewing in the laboratory. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 16(2), 343–360.
- Nakamura, K., & Kawabata, H. (2015). Transcranial direct current stimulation over the medial prefrontal cortex and left primary motor cortex (mPFC-IPMC) affects subjective beauty but not ugliness. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 654.
- Sano, T., Shi, J., & Kawabata, H. (2024). The differences in essential facial areas for impressions between humans and deep learning models: An eye - tracking and explainable AI approach. *British Journal of Psychology*. <https://doi.org/10.1111/bjop.12744>
- Schulz, K. & Hayn-Leichsenring, G. U. (2017). Face Attractiveness versus Artistic Beauty in Art Portraits: A Behavioral Study. *Frontiers in Psychology*, 8: 2254.
- Tröndle, M., & Tschacher, W. (2016). Art affinity influences art reception (in the eye of the beholder). *Empirical Studies of the Arts*, 34(1), 74–102.
- Vessel, E. A., Maurer, N., Denker, A. H., & Starr, G. G. (2018). Stronger shared taste for natural aesthetic domains than for artifacts of human culture. *Cognition*, 179, 121–131.