

表情判断における全体処理の役割

横山武昌
安原秀和
澁木慎太郎
大平英樹
野口泰基
喜多伸一

名古屋大学環境学研究科
神戸大学大学院人文学研究科
神戸大学文学部
名古屋大学環境学研究科
神戸大学大学院人文学研究科
神戸大学大学院人文学研究科

表情認識において、顔の全体処理と部分処理ではどちらが重要なのかはまだよくわかっていない。本研究では立体鏡を用いて奥行きを操作し、顔のパーツのみが知覚される条件（Front 条件）と顔全体が知覚される条件（Behind 条件）を設定し、上記の問いを検証した。Front 条件では、顔のパーツが遮蔽物より手前に知覚され、顔のパーツが統合しづらくなり、ばらばらな顔のパーツの集合として知覚される。一方 Behind 条件では、顔のパーツが遮蔽刺激より奥に知覚され、アモダル補完が生じ、一つの顔として知覚される。この奥行き操作を行い、単純表情判断実験と残効実験を実施した。その結果、Behind 条件は Front 条件よりも速く表情判断された。また残効実験では Behind 条件のみ陰性残効が生じた。これらにより表情判断は顔の全体処理が重要な役割を担うことがわかった。

Keywords: Facial expression, Amodal completion, Stereoscopic depth manipulation, Holistic processing

問題・目的

表情認識において、顔の全体処理と部分処理とではどちらが重要かは未解明である (Calder, et al., 2000; White, 2000)。この問いを検証するために先行研究では、バブルと呼ばれる、刺激の一部を穴抜きにした画像を用いていた。しかし、このバブルでは知覚的補完が生じるため、表情認識において顔の部分処理が重要であるか否かを検証しているにもかかわらず、顔刺激が一つの顔として知覚され、全体処理と同じ処理がされるかもしれないという問題がのこる。この問題を解決するため、立体鏡を用いて、奥行きとアモダル補完を操作した。この操作により、顔の目や鼻、口などの主要パーツだけを部分的に知覚させたり、遮蔽物で主要パーツ以外が隠された一つの顔であるかのように知覚させたりできる (Yokoyama et al., 2014)。すなわち、顔の全体処理と部分処理を分離することができる。

本研究では顔の一部が浮き出るように提示される Front 条件と顔の一部が遮蔽物より奥にあるように提示される Behind 条件を設定した。そして単純表情判断実験と残効実験を実施し、表情認識に重要であるのは顔の全体処理と部分処理のどちらであるかを検証した。

実験1: 単純表情判断実験

方法

実験デザイン 被験者内1要因2水準(Front条件 vs. Behind条件)であった。

実験参加者 8名が実験に参加した。

刺激 画面の中心から均等に左右に離れた場所に視覚刺激を提示し、両眼分離視の状態を作り出した。立体鏡を用いることでこれら2つの刺激は融合し、奥行

Front (face in front of occluder, remain in patches) Behind (face behind occluder, amodally completed)

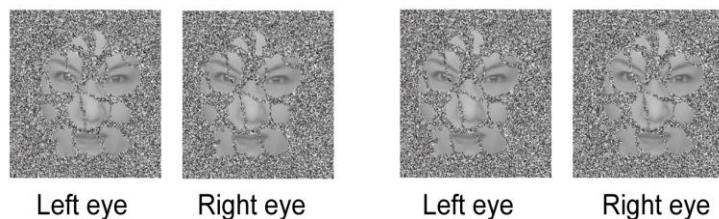


図1 刺激例。左：Front条件、右：Behind条件

きがある1つの刺激として知覚されるようにした。顔画像は、怒り表情と恐怖表情の顔画像を各4枚使用した。不規則でランダムな穴が空いている Random dot pattern を遮蔽刺激として用いた。遮蔽刺激の穴から顔の主要なパーツである目、鼻、口、眉毛の一部は必ず見えるように作成した(図1)。また、両眼視差は ± 0.267 度であった。

実験手続き 32試行を1ブロックとして、4ブロック128試行を実施した。表情(怒り顔と恐怖顔)はブロック内でランダムに提示されたが、Front条件とBehind条件は異なるブロックで実施された。順序効果を排除するため、ラテン方格法を用いた。各試行では、注視点が 500 ± 100 ms提示され、その後顔刺激が提示された。実験参加者は、顔画像が怒り顔、または恐怖顔であるかを出来るだけ速く正確に判断した。

結果と考察

t 検定の結果、Behind条件の反応時間(502 ± 34 ms)は、Front条件 (524 ± 36 ms)よりも有意に短かった($t_7 = 3.51$, $p = 0.009$)。このことから表情認識に関する顔の全体

処理は部分処理よりも速く、表情判断において、顔の全体処理は部分処理よりも重要であることがわかった。

実験1では、表情刺激の奥行き知覚の位置(Front条件は手前、Behind条件は奥)が条件間で異なっていた。従って、この「奥行き知覚の位置」が実験1の結果を生じさせた可能性がある。この可能性を排除するため、実験2で残効実験を行った。残効実験では、順応刺激と標的刺激を提示し、実験参加者は標的刺激の表情を判断した。残効実験では標的に対して奥行き操作を行わないため、標的への反応に対する奥行き操作の有無が与える影響を排除できる。

実験2: 残効実験

方法

以下の点を除いて実験1と同様であった。

刺激 標的刺激は、怒り顔と恐怖顔をモーフィングし、作成した。モーフィングの範囲は、100%怒り顔、67%怒り顔、33%怒り顔、中立顔、33%恐怖顔、67%恐怖顔、100%恐怖顔の7段階であった。順応刺激は、実験1と同じ刺激を用いた(遮蔽刺激と表情刺激)。

実験手続き 基準セッションを行った後、順応セッションを実施した。基準セッションでは124試行(31試行×4ブロック)、順応セッションは248試行(31試行×8ブロック)実施した。標的刺激は、100%怒り顔、100%恐怖顔を12試行提示し、その他の標的刺激は20試行ずつ提示した。順応セッションの各試行では、順応刺激を5s提示した後、注視点を120ms提示し、その後標的刺激を250ms提示した。基準セッションの各試行では、順応刺激の代わりに灰色の画像を5s提示した。刺激提示後、実験参加者は標的刺激の顔画像が怒り顔、または恐怖顔であったかを2.5s以内に判断した。それぞれの被験者と条件で、モーフィングを施した表情画像を横軸にとり、標的画像を怒り顔と判断した確率を縦軸にした心理曲線を描いた。この心理曲線の数式は下記の通りである。

$$F(x) = \text{Min} + (\text{Max} - \text{Min}) / [1 + e^{-a(x-b)}]$$

χ はモーフィング画像の範囲、 a はS字関数の曲率、 b は横移動幅であった。 a と b の値は、Neider-Mead法を用いて実データに最も近似推定する値を探索して算出した。 Min と Max はそれぞれのモーフィング画像が提示された際に実験参加者が怒り顔と判断した最小値と最大値であった。

結果と考察

結果を図2に示す。怒り顔順応刺激条件と恐怖顔順応刺激条件の主観的等価点の差異は、Behind条件で $16.8 \pm 4.7\%$ となっており、0との有意差が認められたが($t_5 = 3.22, p = 0.02, \text{paired } t\text{-test}$)、Front条件では認められなかった($3.66 \pm 2.1\%, t_5 = 1.93, p = 0.11, \text{paired } t\text{-test}$)。更に、怒り顔順応刺激と恐怖顔順応刺激の差分をとり、その差分をFront条件とBehind条件で比較した所、有意な差が認められた($t_5 = 3.24, p = 0.02, \text{paired } t\text{-test}$)。これらの結果は、Behind条件においてのみ順応刺激の知覚バイアスが生じていたことを示す。

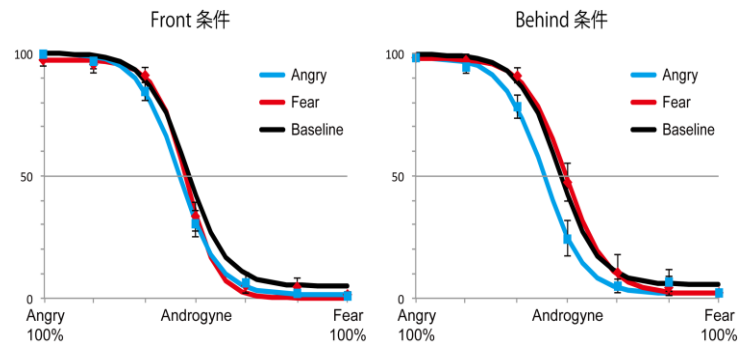


図2 実験2の結果。左：Front条件、右：Behind条件

実験2の結果、Behind条件のみ陰性残効が生じた。そのため実験2の結果は、標的への奥行き操作の位置の要因を排除し、且つ顔性別判断の顔全体処理仮説を支持した。

総合考察

実験1では、顔のパーツのみが知覚できる時よりも顔全体が知覚できる時の方が、表情認識が速いことがわかった。また実験2では、顔全体処理がなければ表情残効を生じさせることはできないということがわかった。この2つの実験は、表情判断は顔の全体処理が重要であるという仮説を支持する。

実験2の結果より、顔のパーツのみでは表情の表象が生じないことが示唆される。これは顔のパーツのみでは表情に選択的なニューロンを活動させられないからだと考えられる。しかし、実験1のFront条件の正答率は $95.5 \pm 1.1\%$ であり、Behind条件($94.7 \pm 1.1\%$)と同程度で、非常に正確に表情判断がされたと考えられる。このFront条件における正確な表情判断は、記憶からのアクセスによる顔の処理機能による影響が考えられる。顔のパーツ情報(目や鼻など)は、それらの情報が符号化された後、記憶内の顔の全体処理へアクセスする(Rhodes et al., 1993)。従って、顔のパーツ情報しか符号化されていなくても、記憶からのフィードバックにより表情認識が行われている可能性が考えられる。

本研究の結果より、ヒトは表情を判断する際、顔の全体処理が重要であることがわかった。

引用文献

- Calder, A.J., Young, A.W., Keane, J., & Dean. (2000). Configural information in facial expression perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 527-551.
- Rhodes, G., Brake, S., & Atkinson, A.P. (1993). What's lost in inverted faces? *Cognition*, 47, 25-57.
- Yokoyama, T., Noguchi, Y., Tachibana, R., Mukaida, R., Kita, S. (2014). A critical role in holistic processing in face gender perception. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 477
- White M. (2000). Parts and whole in expression recognition. *Cognition and Emotion*, 14, 39-60

グループの平均表情知覚の正確性

上田 祥行

京都大学こころの未来研究センター

People can extract some kind of statistical information from multiple items and faces. Previous study suggest that high-level ensemble representations (e.g., average facial expression) is independent from low-level ensemble representations (e.g., average color). This study investigates that how precisely people can perceive average facial expression. Participants were presented 12 faces expressing happy/angry and neutral, and asked to judge which expression face was majority. The results indicated that although accuracy was higher when many faces expressed the same expression, the evidence that participants perceived a precise average facial expression was not found. In contrast, participants can perceive a precise average color when color circles were presented. The current study suggests that ensemble representation of facial expression is not precise rather than that of simple feature when many faces were presented in short duration.

Keywords: ensemble perception, average facial expression, happy face, angry face, average color.

問題・目的

我々は目に映った物体群の特徴をごく短い時間で正確に知覚できる(e.g., Alvarez, 2011; Ariely, 2001)。これはアンサンブル知覚と呼ばれ、単純な幾何学図形のみならず表情のような複雑な刺激においても可能であることが示されている(Harberman & Whitney, 2011)。

日常生活において、我々は複数の人々の大よそ傾向やその平均を読み取れているように思える。しかし、アンサンブル知覚の個人差を調べた研究では、方位や大きさなどの単純な刺激に関するアンサンブル知覚と表情のアンサンブル知覚では、個人内相関が見られなかった(Harberman, Brady, Alvarez, 2015)。これらの結果は、表情に対するアンサンブル知覚と方位や大きさなどのアンサンブル知覚は異なるメカニズムが関与していることを示唆している。表情に対するアンサンブル知覚は、どの程度の精度の情報取得できるのだろうか。

本研究では、複数の人物の顔を参加者に呈示し、集団内でどういった表情を表出している人物が多いのかを参加者に判断させた。表情の平均が正しく知覚できているのであれば、集団内で半数以上の人物がある表情を表出していたとき、その表情が集団内で多数派であると判断されることが予測される。また、単純な特徴を用いた場合でも同様の実験を行い、単純な特徴と表情のアンサンブル知覚の違いについて検討した。

方法

実験参加者 実験1に18名、実験2に16名、実験3に11名の大学生・大学院生が参加した。なお、実験3の参加者は全員実験1に参加した参加者であった。

刺激および装置 実験1および実験2では、刺激として、12名の笑顔・真顔・怒り顔が用いられた。実験3では、緑と赤の円が呈示された。

手続き 参加者の課題は、画面に呈示される12個の刺激の中で、教示された2つのターゲットのどちら

が多かったかを、できるだけ正確に報告することであった。実験1および実験2では、表情を表出した顔(笑顔/怒り顔)と真顔のどちらが多かったかを報告するように教示された。笑顔と怒り顔はそれぞれ別のブロックで呈示された。実験3では赤い円と緑の円のどちらが多かったかを報告するように教示された。実験3の前には主観的輝度調整が行われ、赤と緑の円の明るさが同じになるように呈示された。

各試行では500msの注視点の後に刺激が呈示された。刺激の呈示時間は実験1では300ms、実験2および実験3では500msであった。参加者はキーボードの矢印キーでどちらの刺激が多かったかを解答した。解答後、次の試行のための注視点呈示された。

どの実験でもターゲットとなる2種類の刺激のみが呈示され、一方の刺激の割合は、1/12、3/12、5/12、7/12、9/12、11/12になるように呈示された。それぞれの条件は50回ずつ呈示された。実験1および実験2では、笑顔と真顔がターゲットになるブロックと、怒り顔と真顔がターゲットになるブロックでそれぞれ350試行ずつ、計700試行が行われた。実験3では、350試行が行われた。それぞれのブロックの前には、手順を確認するための10試行の練習試行が行われた。

結果

実験1の結果をFigure 1に示す。表情を表出している顔が増えるにつれて、集団内でその刺激のほうが多いと判断される確率は上昇した。表情(笑顔/怒り顔)と集団内での割合(1/12、3/12、5/12、7/12、9/12、11/12)を要因とする2要因の分散分析を行ったところ、表情の主効果および集団内での割合の主効果が有意であった($F(1, 17) = 5.80, p = .028$; $F(5, 85) = 379.42, p < .0001$)が、交互作用は有意ではなかった($F(5, 85) = 1.82, p = .12$)。この結果は、笑顔よりも怒り顔のほうが集団内での割合が高いと判断される傾向があることを示している。

二肢強制選択課題のため、平均を正しく知覚できるのであれば、集団内の半数以上を一方の刺激が占めたときには、その刺激のほうが多いと判断されることが

予想されたが、表情を表出している顔のほうが多いと判断された確率を実際に呈示された割合で回帰したところ、直線に非常によくフィットした(笑顔条件: $R^2 = .998$; 怒り顔条件: $R^2 = .997$)。これは、集団の表情の平均を正しく知覚していない可能性を示唆している。

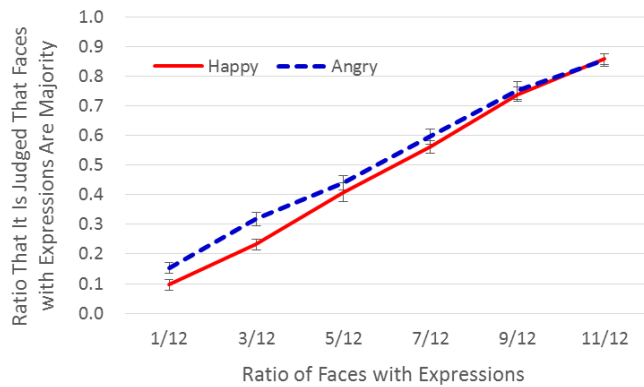


Figure 1. Ratio that it is judged that faces with expressions are majority in Experiment 1. Bars show standard errors.

刺激の呈示時間を延長して、実験2を行ったところ、実験1の結果が追試された。実験2の結果をFigure 2に示す。表情と集団内での割合を要因とする分散分析を行ったところ、表情の主効果が有意傾向であり ($F(1, 15) = 4.23, p = .058$)、集団内での割合の主効果が有意であった ($F(5, 75) = 437.70, p < .0001$)。一方、これらの交互作用は有意ではなかった ($F(5, 75) < 1, p = .57$)。また、回帰分析を行ったところ、実験2の結果も直線に非常によくフィットした(笑顔条件: $R^2 = .997$; 怒り顔条件: $R^2 = .994$)。

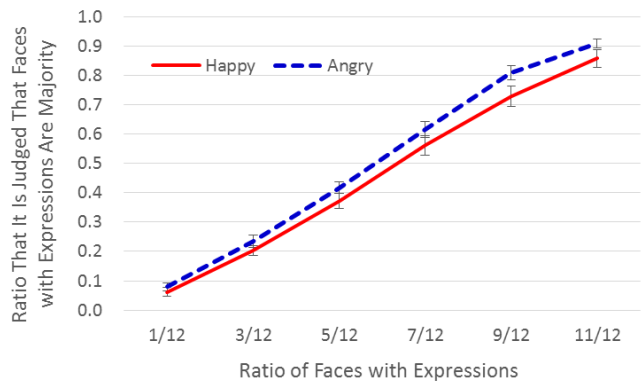


Figure 2. Ratio that it is judged that faces with expressions are majority in Experiment 2. Bars show standard errors.

実験3では、より単純な刺激を用いた場合を検討するために、赤と緑の円を用いて同様の実験を行った。その結果、一方の刺激の割合が増えるにしたがって、集団内にその刺激のほうが多いと判断される確率は上昇した ($F(5, 50) = 810.15, p < .0001$)。回帰分析を行ったところ、実験1および実験2ほど直線にはフィットせず ($R^2 = .826$)、集団内の半数以上を一方の刺激が占めたときには、その刺激のほうが多いと判断される傾向があった。

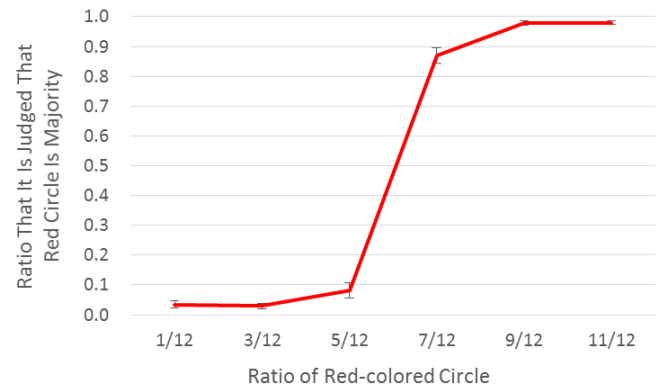


Figure 3. Ratio that it is judged that red circle is majority in Experiment 3. Error bars show standard errors.

考察

本研究では、表情のアンサンブル知覚の正確性について検討するために、実験参加者に12名の顔刺激を呈示し、どのような表情が多いかを判断させた。その結果、表情を表出している顔の割合が増えるにしたがって、集団内にその刺激のほうが多いと判断される確率は上昇した。しかしながら、集団内の半数以上が一方の表情をしていても、その表情が多数派であるとは判断されず、集団内に呈示された表情顔の割合に応じて、多数派であると判断される割合が上昇した。単純な色の判断をさせた場合にはこのような結果は見られず、集団内の半数以上が一方の色の場合には、その色が多数派であると判断された。これらの結果は、表情のアンサンブル知覚と単純な特徴のアンサンブル知覚は異なるメカニズムが関与しているとする Harberman et al. (2015)の結果を支持するものである。

アンサンブル知覚によって正確な平均が知覚できる場合、ある刺激の方がもう一方の刺激よりも多いと判断される確率は、実際に呈示された刺激の割合に対して、S字型の曲線関係になることが予測される。本研究で見られたこの2つの変数の直線関係は、少なくとも、短い時間で呈示された多数の表情に対しては、全体の正確な平均ではなく、少数のサンプルから集団の平均表情を知覚している可能性を示唆している。表情の平均表情が正確に知覚されるのは、十分な時間がある場合や、呈示される顔が少数のみに限定されることが考えられる。

また、実験1、実験2ともに笑顔よりも怒り顔のほうが、多数派であると判断される率が高かった。怒り顔は真顔や笑顔に比べて検出しやすいことが指摘されており (Fox et al., 2000)、そのため笑顔に比べて、より多く存在しているように見積もられていたと考えられる。

引用文献

Harberman, J., Brady, T. F., & Alvarez, G. A. (2015). Individual differences in ensemble perception reveal multiple, independent levels of ensemble representation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144, 432–446.

顕著性とアンサンブル情報の眼球運動への影響

熊切 俊祐
上田 祥之
齋木 潤

京都大学大学院人間・環境学研究科
京都大学こころの未来研究センター
京都大学大学院人間・環境学研究科

人の眼球運動のメカニズムに関して、顕著性が視覚的注意を誘引するという顕著性マップに基づいた説明が実験心理学においては多く試みられてきた。しかし、顕著性マップにより得られる情報は局所的であり視野全体に分布した大局的な情報が考慮されていないという問題がある。本研究では、視野全体に分布された情報をアンサンブル情報とし、眼球運動への影響や、顕著性との関係性を検討した。ノイズを背景として、複数のガボール刺激を左右に分かれた画面に配置し、そのうち一つの刺激に色を付け、画面上最も顕著な箇所とした。参加者は指定された換算方法で左右の刺激の持つ点数を数え、キー押しで回答を行う。このときの眼球運動を測定した結果、第一サッケードは顕著性に誘引される一方で、それ以降のサッケードは点数の多い画面に向かった。このことから、アンサンブル情報は顕著性よりも時間を経て行動に影響を及ぼすことが示唆された。

Keywords: eye movement, visual search, saliency, saccade, ensemble.

問題・目的

実験心理学において、人の注意や眼球運動を表す指標として顕著性マップ (Itti & Koch, 2000) を用いた多くの研究が行われてきた。しかし、顕著性の処理は場面の局所的な情報のみに基づいており、場面全体の持つ情報が考慮されていないという問題点が存在した。

Chong & Treisman (2005)らによれば人は場面全体の持つ統計量をアンサンブル情報として瞬時に、正確に判断可能である。本研究の目的は、場面全体の持つ大局的な情報、即ちアンサンブル情報を取り入れ、その効果の影響が存在するの否か、また存在するならば顕著性情報との関係性はどのようなものであるかを検討することである。

方法

参加者 20名の大学生、大学院生が実験に参加した。全員が裸眼、ないし矯正した正常な視力を有していた。その内、1名はデータ書き出し不良のため解析から除外した。

刺激 視覚刺激には、ガウスウィンドウの標準偏差 $\sigma=5$ 、波長 $\lambda=9$ 、直径 20px 、ランダムな方位のガボールパッチを用いた。視覚刺激は無色、赤、緑、青の4種類を用意し、モニター画面の左領域及び右領域にそれぞれ条件毎に複数個ランダムな配置(左右それぞれの領域を 7×5 の 100px 四方のセルで区切り、表示する個数分のセルをランダムに選出、更にそのセル中にてジッターをかけた。)で呈示した。点数の設定は、無色: 1点、赤: 5点、緑: 3点、青: 2点として固定した。この時、有色(赤、緑、青)の刺激は3種類のうち1種類が画面に1つのみ、画面上で最も顕著性が高い箇所として呈示された。背景にはピンクノイズを用いた。

手続き 参加者の課題は左右の画面に存在する刺激に設定された点数を計上し、その合計が丁度20点ある方の画面をキーボードの左右の矢印キー(←、→)で回答することであった。また、20点を超える画面の条件は存在しなかったが、両画面とも20点未満の条件では参加者は下矢印キー(↓)で回答するように教示された。

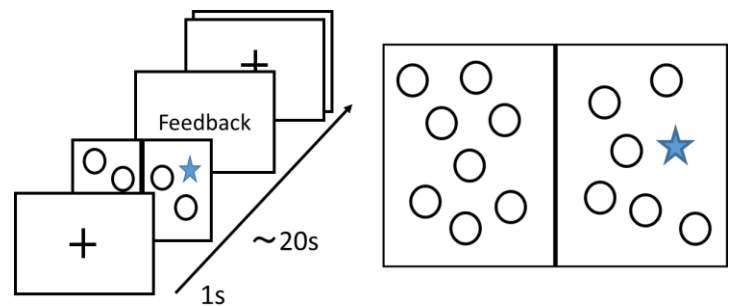


Figure 1. The timeline and conceptual diagram of experiment. ○ is the target Gabor patch and ★ is the salient target.

全180試行の実験は9試行20ブロックに区切られており、一つ前のブロックでの平均の回答時間に3sを加えた時間を次のブロックでの、刺激画面を呈示してから回答までの制限時間として設定した。初期の制限時間は20秒に設定した。

条件は大きく分けて2種類あった。「正解の実験画面と顕著性が高い刺激が存在する画面との対応」という要因に対して、「一致、対応ありの条件(Congruent条件)」と「不一致、対応なしの条件(Incongruent条件)」を用意した。また、ベースラインとして、「顕著性の高い刺激が左右どちらにも存在しない条件」を設定した。片方の画面のみを数えて画面間で視線が移動しない状況を考慮して「左右どちらも20点に満たないもの」をフィラーとして用いた。これは、例えば機械的に常に片方の画面だけしか見ずに正誤の判断をするようなストラテジーを排する目的があった。

結果

参加者のサッカード回数と視線が正解の画面を見ていた割合をFigure 2.に示した。第1回目のサッカードにおいて、Congruent条件の方がIncongruent条件よりも成績が上であった。また両条件において、1点差の条件では、サッカード回数増加による視線の正答率の上昇は殆どみられなかった。5点差以上の条件ではサッカード回数増加に伴う正答率の上昇がみられた。

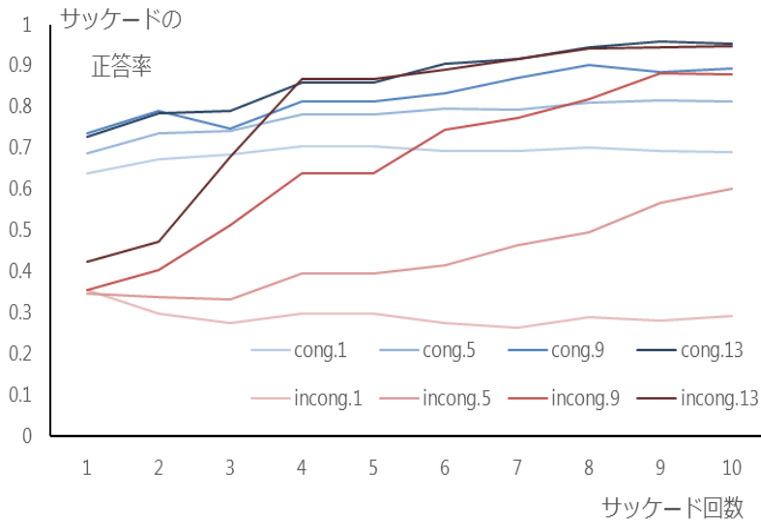


Figure 2. The results of experiment.

サッカード回数と設置条件、点数差の3要因の分散分析を実施した結果、設置条件の主効果 ($F(1,1296)=116.949, p<.001$)、点数差の主効果 ($F(3,1296)=47.641, p<.001$)、サッカード回数の主効果 ($F(9,1296)=112.148, p<.001$) 全てが有意であった。また2次の交互作用がみられた ($F(27,1296)=7.843, p<.001$)。

点数差ごとに分けて設置条件とサッカード回数の単純交互作用を調べたところ、1点差では有意差はなく ($F(9,171)=1.514, p>.10$)、それ以上では有意差が確認された ($F(9,171)=5.992, p<.001, F(9,171)=19.930, p<.001, F(9,171)=17.078, p<.001$)。

また、ライアン法による多重比較によると、Congruent条件で、サッカード回数が5回目のとき、点数差が1と13の間に差が見られた ($t(1440)=3.225, p<.01$)。サッカード回数が6回目のとき、点数差1と9の間に差が生じ ($t(1440)=2.880, p<.01$)、8回目において点数差5と13の間に ($t(1440)=2.646, p<.01$)、10回目において点数差1と5の間にも有意差が生じた ($t(1440)=2.646, p<.01$)。

Incongruent条件で、サッカード回数が2回目のとき、点数差が1と13の間に差が見られた ($t(1440)=3.259, p<.01$)。加えて、サッカード回数が3回目のとき、点数差1と9の間に加えて ($t(1440)=4.561, p<.01$)、5-13間 ($t(1440)=2.460, p<.01$)、5-9間 ($t(1440)=3.225, p<.01$)、9-13間 ($t(1440)=3.052, p<.01$) に有意差、6回目において点

数差1と5の間にも有意差が生じた ($t(1440)=2.921, p<.01$)。

考察

第一サッカードに関して、Congruent条件では正解の画面、Incongruent条件では不正解の画面にサッカードが向かっていた。これは左右の画面間に大きな点数差があっても、第一サッカードは顕著性の高い色付きの刺激がある画面に向かうことが示唆される。また、サッカード回数を重ねるごとに視線が正解の画面に移動する確率は上昇した。このことから、刺激が呈示され一定回数のサッカードを行う(もしくは時間が経過する)とアンサンプル情報を適用することができることが示唆される。

今回の結果からアンサンプル情報を利用するには顕著性よりも時間が必要であることがわかった。しかし、Chong & Treisman (2005)によれば、アンサンプル情報の取得は200msという短時間で行うことが可能である。なぜアンサンプル情報の影響は遅れて生じるのか。今回の実験において、顕著性を用いた判断は右か左かというシンプルな2択で尚且つ目を向ける座標は一点に確定可能であったが、一方で、アンサンプル情報を用いた判断は、左右間の差が大きい場合には左右の判断は即可能であった可能性があるが、その後どこへ目を向けるかの判断に時間が掛かることが予想される。左右どちらに目を向けるかよりも、画面のどこに目を向けるかの処理に時間を要するため、より簡単な判断が可能な顕著性情報が優先して利用されることが考えられる。加えて、一度顕著性に誘引された視線を外す処理にも時間がかかり、その後目を向ける座標を計算する必要もあるため、アンサンプル情報の反映は遅れたと予想される。

結論

本研究では複数の刺激を設定した探索課題における眼球運動に関して、場面全体の大局的な情報であるアンサンプル情報を利用している可能性、局所的な顕著性情報との関係について検討した。実験では、ターゲットとなる複数の刺激と、顕著性の高い刺激を同一の画面に表示し、課題遂行に伴う眼球運動を測定した。その結果、第一サッカードは顕著性に依存して行われる一方で、一定時間経過した後のサッカードでは、アンサンプル情報を利用した探索を行うことが可能であることが示された。

引用文献

- Chong, S., and Treisman, A. (2005). Statistical processing: computing the average size in perceptual groups. *Vision Research*, 45, 891–900.
- Itti, L., and Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*, 40, 1489–1506.

シーンの意味と構造が眼球運動に与える効果 -写真画像とノイズ画像の比較研究-

鎌倉 裕介
上田 祥行
齋木 潤

京都大学大学院人間・環境学研究科

京都大学こころの未来研究センター

京都大学大学院人間・環境学研究科

Scenes have meaning and structure. Although these properties influence on eye movements, it has not been entirely clear yet. In this study, we investigated eye movements for photographic images and meaningless 1/f noise images during visual search and free viewing. The search task was to find a Gabor patch embedded in the image and the free viewing task was to view the image freely, during which we measured saccade orientations and fixation locations. The results indicate no significant differences in saccade orientation between the two images. On the other hand, fixations were frequently located around the vanishing point for photographic images.

Keywords: eye movement, visual search, free viewing, attention, natural scene.

問題・目的

私たちは身の回りを取り巻くあらゆる日常的風景をどのように認識しているのでしょうか。外界には莫大な情報が存在し、私たちはこれらを全て同時に処理することは出来なため、特定の部分に視覚的注意を向けて処理しなくてはならない。私たちはどこに注意を向けて、どのように情報を処理しているのだろうか。この情報処理のメカニズムを明らかにする上で眼球運動を測定することは有益な手がかりとなる。

シーンが様々な形で眼球運動に寄与することはこれまでの研究で知られてきたが、シーンが持つ「意味」がどのように眼球運動に影響を与えているのか未だに解明できていない。ここでいう「意味」とは、実環境として認識することができ、シーンの情報(例えば、机の上に本が置いてある、車が道路の上を走っている、などの情報)を取得できることを「意味」と定義する。

本研究では、意味のある自然画像と無意味なノイズ画像における眼球運動の比較分析を行うことで、シーン中の意味が眼球運動に及ぼす効果を検討した。サッカーの方位を眼球運動の比較の指標として用いた。サッカーの方位を分析することで、画像から受ける複雑な影響も読み取ることができ、高度な視線の予測が可能になる。比較する無意味なノイズ画像として、フェイズランダムノイズによって、写真画像から画像全体の方位情報を維持しつつ作成したピンクノイズ画像を使用した。

また、サッカーの方位に加えて、写真画像においてどの部分を注視する傾向があるのかも併せて検討した。

実験では、画像に埋め込まれたターゲットの傾きを答えるサーチ課題(実験1)、呈示された画像を自由に眺めるというフリービューイング課題(実験2)の2つの課題を行い、能動的に行う課題と受動的な課題それぞれで写真画像とノイズ画像の眼球運動を比較した。

方法

実験参加者 大学生・大学院生24名が実験に参加した(実験1:14名、実験2:10名)。

刺激および装置 背景として白黒写真画像または写真画像から作成されたノイズ画像がディスプレイ上で $27.8^\circ \times 39.6^\circ$ の視角で呈示された。実験1のターゲットとしてガボールパッチが用いられ、 $2.9^\circ \times 3.1^\circ$ の視角で呈示された。ガボールパッチの向きは右に45度傾いたものと、左に45度傾いたものの2パターン用意され、ランダムに呈示された。刺激はMATLAB および Psychophysics Toolboxによって呈示された。

手続き(実験1) 実験開始時に参加者は、画像の中に埋め込まれたターゲットを探し出し、ターゲットが傾いている方向をキー押しで弁別するように教示された。初めに画面中央に注視点が1秒間呈示され、その後探索画面が呈示された。解答のキー押しがされると、ターゲットが呈示された場所を赤い四角の枠で囲ったフィードバックが呈示された。参加者はフィードバックを確認したのち、Enterキーを押して次の試行に進んだ。課題は30秒の制限時間が設けられており、制限時間内に解答できなかった試行は、不正解とした。試行間には1秒間のブランク画面が呈示された。

手続き(実験2) 実験開始時に参加者は、呈示された画像を自由に眺めるように教示された。画像は30秒間呈示された。その他の手続きに関しては、実験1と同じであった。

解析 参加者全員分のサッカーの方位ごと、方位ごとの頻度を算出した。どの部分を注視する傾向があるかを分析するために、呈示した画像ごとに、参加者全員の注視をプロットしたヒートマップを作成した。

結果

実験1において、写真条件の正答率は54.7%、ノイズ条件の正答率は71.5%であり、両条件間に有意な差が見られた($t(13) = 4.01, p < .005$)。正答試行の反応時

間は写真条件で 6.93 秒、ノイズ条件で 5.24 秒であり、有意な差があった($t(13) = -6.67, p < .001$)。以上から、写真条件に比べてノイズ条件のほうが、課題が容易であったといえる。

サッカードの方位分布と水平方向のサッカードの割合を鉛直方向のサッカードの割合割った値を Figure 1 に示す。全体的に水平方向のサッカードの割合が多い傾向にあった。水平方向のサッカードの割合を鉛直方向のサッカードの割合を割った値を指標として、課題(サーチ、フリービューイング)を被験者間要因、条件(写真、ノイズ)を被験者内要因として混合計画 2 要因の分散分析を行ったところ、課題と条件の主効果および要因間の交互作用は見られなかった。

ヒートマップからは、消失点がある風景について、消失点に視線が集まる傾向が観察された(Figure 2)。消失点とは遠近法において平行な直線群が集まる点である。

考察

実験 1 では、写真条件のほうがノイズ条件に比べてターゲットの探索が困難であったことが示された。これは、画像の局所的コントラストが両条件で異なっていたことが原因と考えられる。ノイズ画像や写真画像において、背景のコントラストが上がることで、ターゲットであるガボールパッチが検出しにくくなる(Najemnik & Geisler, 2005)。実際に使用した画像の RMS コントラストを比較したところ、写真画像のほうが、RMS コントラストが高かった。

全サッカードの分布を見ると、水平方向のサッカードが多かったが、これは、画像が横に長かったことが原因と考えられる(Foulsham, Kingstone, & Underwood, 2008; Foulsham & Kingstone, 2010)。

また、ヒートマップからは写真画像で消失点に視線が集まる傾向が観察された。Borji, Feng, & Lu (2015) は、従来の顕著性マップモデルに消失点を組み込んでフリービューイング課題を行ったところ、従来のモデルよりも高い精度で予測できることを示したが、本研究の結果は彼らのモデルを支持する形となった。さらに本研究では、サーチ課題においても消失点に視線が集まる傾向が見られた。消失点に視線を向ける行動はシーン全体の構図を捕らえる上で役立っているのではないかと考えられる。遠くから近くへの注意移動の方がその逆よりも速いということが Miura ら(1994)によって示されているが、このことからシーンを知覚する際にも、最も遠くに位置する消失点にまず注意を向けて、近くの方に注意を移動する方がシーンを早く知覚する上では適しているのではないかと考えられる。

今回の解析では、シーン中の意味の効果を明らかにできなかったが、今後は他の指標で違いを検討したり、指標が時間を追うごとにどのように変化していくのか検討したりしていく必要がある。一方で、写真画像において消失点がシーン知覚にとって重要である可能性が示唆された。今後は他の課題(記憶課題など)において消失点が視線にどのような影響を与えるのかも検討していく必要がある。

引用文献

- Borji, A., Feng, M., & Lu, H. (2015). Vanishing point attracts eye movements in scene free-viewing. *Scene Understanding Workshop*, arXiv:1505.03578v1.
- Foulsham, T., & Kingstone, A. (2010). Asymmetries in the direction of saccades during perception of scenes and fractals: Effects of image type and image features. *Vision Research*, **50**(8), 779-795.
- Foulsham, T., Kingstone, A., & Underwood, G. (2008). Turning the world around: Patterns in saccade direction vary with picture orientation. *Vision Research*, **48**(17), 1777-1790.
- Miura, T., Shinohara, K., & Kanda, K. (1994). Attentional shift in three-dimensional space for moving observers. *Perception*, **23**, 47(Supplements).
- Najemnik, J. & Geisler, W. S. (2005). Optimal eye movement strategies in visual search. *Nature*, **434**, 387-391.

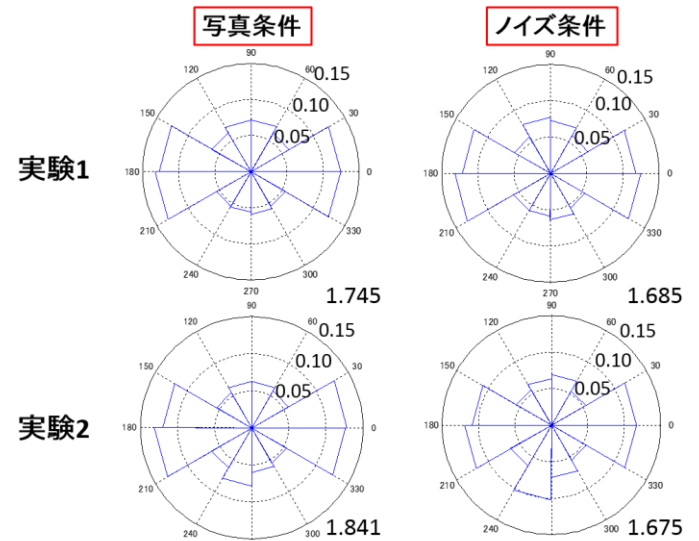


Figure 1. サッカードの方位分布。分布図中の数値は課題中に生じたサッカードの割合を示す。分布図右下の数字は水平方向のサッカードの割合を鉛直方向のサッカードの割合割った値で 1 より大きければ水平方向のサッカードが多く、1 より小さければ鉛直方向のサッカードが多いことを示す。

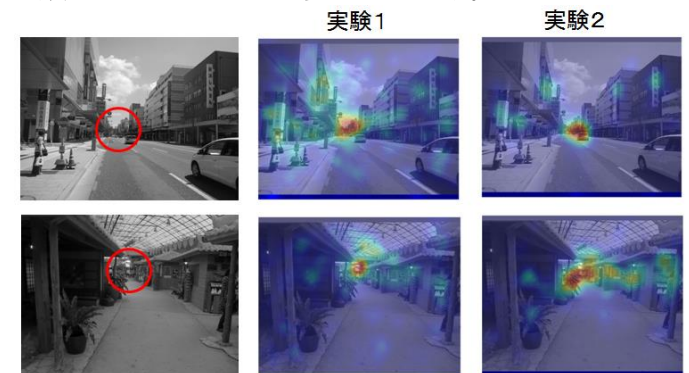


Figure 2. ヒートマップ。赤丸は消失点の位置を示す。

Exploratory analysis of synesthetic colors distribution in the color space (共感覚色分布の探索的解析)

Daisuke Hamada

Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

Hiroki Yamamoto

Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

Jun Saiki

Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University

This study investigated distribution of synesthetic colors in the color space to understand perceptual properties of synesthetic colors. This analysis requires a large amount of data for a single synesthete. We therefore collected large samples of data from five synesthetes. We obtained over 1000 synesthetic colors associated with Japanese kanji characters for each of two synesthetes, and over 100 synesthetic colors for each of the other synesthetes. We then analyzed the distribution pattern of synesthetic colors in the color space by using techniques of spatial statistics. The spatial statistical analysis revealed that synesthetic colors are concentrated in multiple regions in the color space, that is, they form “synesthetic color clusters”. The synesthetic color clusters indicate that synesthetic colors are not randomly decided, but specific colors preferentially become synesthetic colors for each synesthete.

Keywords: grapheme–color synesthesia, Japanese kanji characters, synesthetic colors, distribution of synesthetic colors

Introduction

Synesthesia is a neurological phenomenon in which ordinary stimuli elicit vivid individual perceptions in unrelated pathways, without a corresponding physical stimulus. For example, grapheme-color synesthetes, the most common form of synesthesia, experience subjective colors upon viewing black characters. Grapheme-color pairs are consistent in individuals, with almost no change since childhood. While grapheme-color pairs are idiosyncratic between individuals. For example, when shown the letter “B”, one individual may report blue, another green, and others yellow.

Previous studies have explored the several grapheme properties that affect synesthetic grapheme-color correspondence: visual shape similarity (Watson et al., 2012), ordinality (positions in a grapheme sequence) (Watson et al., 2012) and sound (Asano and Yokosawa, 2011, 2012). However, a fundamental issue has overlooked in the literature: Can any color be a synesthetic color for a synesthete? More explicitly, are synesthetic colors distributed randomly in the color space? Notably, this question cannot be answered without collecting a large amount of data for a single synesthete. Therefore, we collected a large number of synesthetic colors for Japanese kanji, hiragana, katakana, Latin letters, and Arabic numerals from each of five synesthetes. And, we explored the pattern of distribution of synesthetic colors in the color space.

Experiment

Participants

Five Japanese synesthete (three females: SH, AH and MH; two males: SO and HS; age range = 18–21 years) participated in two experiments.

Color selection experiment

Visual stimuli and Procedure

The test stimuli comprised individual black graphemes printed centrally on a white card, called the “character card” (127 mm × 89 mm). Character cards included 482 kanji, 46 hiragana (あ-ん), 46 katakana (ア-ン), 26 Latin letters (A-Z), and 10 Arabic numerals (0-9). The participant was asked to view a character card and select the color(s) that best matched their perceived synesthetic color using color chips from the *Munsell Book of Color, Matte Finish Collection*.

Color matching experiment using a CRT monitor

Visual stimuli and Procedure

For the 26 Latin letters and 10 Arabic numerals, the color coordinates (CIE L*a*b*) of each synesthetic colors were determined by a color-matching task using a CRT monitor. The participant was asked to adjust the color of the displayed reference patch so that it best matched their perceived synesthetic color of the test character.

Analysis

The distribution of synesthetic colors was investigated using spatial statistics analysis. Distribution patterns fall into three general categories: random, clustered, and uniform. We considered the distribution and the density of synesthetic colors in an a*b* chromaticity plane to be a 2D point pattern, and then explored which distribution patterns the synesthetic colors exhibited. The type of the synesthetic color’s point pattern was judged by the L-function, computed from Ripley’s K-function, which is defined as

$$K(r) = E(r)/\lambda. \quad (1)$$

In the K-function, which is a function of search radius r , $E(r)$ is the expected number of points within radius r of an arbitrary point. λ is the density of points (synesthetic colors per unit region), estimated by $\lambda = n/a$, with n points (synesthetic colors) in a given region a . If a point pattern is random, the K-function becomes

$$K(r) = \pi r^2. \quad (2)$$

The L-function can be computed from the K-function as

$$L(r) = \sqrt{K(r)/\pi} - r. \quad (3)$$

Using this L-function, we could classify the synesthetic color's point pattern as being one of the three types: random when $L(r) = 0$, clustered when $L(r) > 0$, or uniform when $L(r) < 0$.

Results and Discussion

We collected a total of 1229 (SH), 2349 (AH), 429 (SO), 325 (MH) and 191 (HS) synesthetic colors collected, respectively. We projected the colors to the a^*b^* chromaticity plane, visualizing the point pattern of synesthetic colors (Fig. 1a, c). Second, we estimated the density of the point pattern by Kernel estimation. For two synesthetes, SH and AH, over 1000 synesthetic colors were concentrated in multiple regions in the a^*b^* chromaticity plane (Fig. 1b, d). For the other three synesthetes, SO, MH, and HS, over 100 synesthetic colors were concentrated in original point.

○ Alphabet △ Digit + Hiragana
◇ Katakana × Kanji

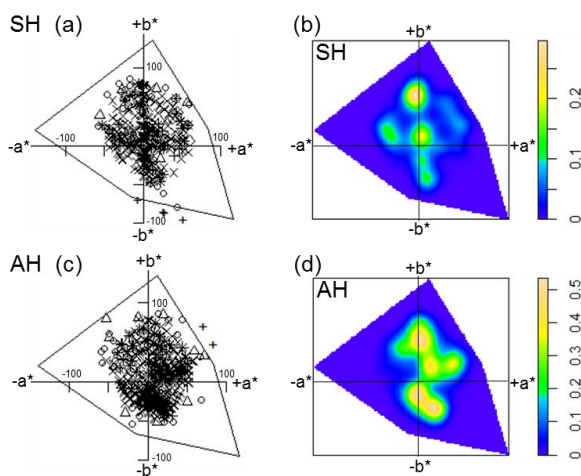


Figure 1. (a, c) The point patterns of synesthetic colors in the a^*b^* chromaticity plane for SH and AH. (b, d) The density plot of synesthetic colors as estimated by Kernel estimation for SH and AH. Achromatic synesthetic colors were excluded. Color bars denote density λ of the points within a specified search distance ($\sigma = 8.46$) of each point.

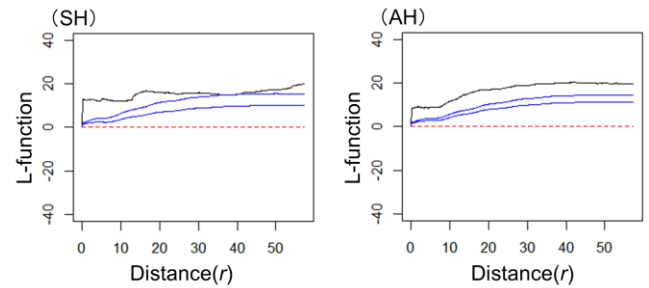


Figure 2. L-function of the point pattern for the chromatic synesthetic colors at distance r of a given point for SH and AH. The solid black line indicates the computed L-function. The interval between the two blue lines indicates the 95% confidence intervals. Specifically, many spatial point patterns (1000) randomly selected from the Munsell renotation data can be generated under CSR and Ripley's K-function estimated for each one.

Finally, to confirm these synesthetic color clusters, we analyzed the type of point pattern using the L-function. As shown in Fig. 2, the L-function returned positive values greater than the confidence intervals for SH and AH. For the other three synesthetes, similar results were obtained. This suggests that the synesthetic color distribution was neither random nor uniform. Instead, synesthetic colors formed multiple clusters in the color space, that is, they form “synesthetic color clusters”. This result corroborates a previous similar finding (Yamamoto, 2009) in hiragana, Latin letters, and Arabic numerals.

The synesthetic color clusters indicate that synesthetic colors are not selected randomly from the color space, but specific colors regularly become synesthetic colors for each synesthete.

Conclusion

We obtained over 1000 or 100 synesthetic colors associated with Japanese characters for each of five synesthetes. The spatial statistical analysis revealed that synesthetic colors are concentrated in multiple regions in the color space (synesthetic color clusters). The clusters indicate that synesthetic colors are regularly decided. Therefore, clusters are important clue to investigate regularities of grapheme-color associations.

Reference

- Asano, M., & Yokosawa, K. (2011). *Conscious. Cogn.*, 20, 1816–1823.
- Asano, M., & Yokosawa, K. (2012). *Conscious. Cogn.*, 21, 983–993.
- Watson, M. R., Akins, K. A., & Enns, J. T. (2012). *Psychon. Bull. Rev.*, 19, 211–217.
- Yamamoto, H. (2009, August) Workshop conducted at the 73rd Annual Convention of the Japanese Psychological Association, Japan, Kyoto.

和音と色の感覚間協応の規定因の検討

熊倉 恵梨香
武藤 あゆみ
横澤 一彦

東京大学大学院人文社会系研究科

東京大学文学部

東京大学大学院人文社会系研究科

感覚間協応とは、本来は独立であるはずの感覚モダリティ間の特徴同士に、普遍的に一定のマッチングが見られることをいう。楽曲と色の感覚間協応の研究では、ある特徴（調性、テンポ）を持つ楽曲に対して特定の色が結びつきやすい（例えば長調でテンポの速い楽曲には、明るく鮮やかな黄色が選ばれやすい）ということが示されている。そのような協応は、楽曲が喚起する印象（e.g. 感情）によって媒介されていると考えられている。しかし、楽曲の特徴を規定する下位の要素、特に三和音と色の協応については明らかでない。そこで本研究では、和音と色における感覚間協応について検討した。また、その協応が共通の印象次元を介している可能性についても調べた。その結果、和音と色の特徴において感覚間協応が見られた。すなわち、和音の調性およびピッチと色の明度および彩度、ピッチと色相との間にそれぞれ一定のマッチングが見られた。また、和音の印象次元は和音に対して選ばれた色の明度、彩度、色相と高い相関を示し、和音と色の特徴間に共通する印象次元が存在することが示された。

Keywords: Cross-modal correspondences, Triad-color, Impression mediation

問題・目的

感覚間協応とは、本来は独立であるはずの感覚モダリティ間の特徴同士において、非恣意的なマッチングが見られることをいう。例えば単音に対して最も合うと感じる色を選択させる課題を行うと、ピッチの高い単音ほど明るい色が選択される傾向が参加者に一貫して見られる(Ward, Huckstep, & Tsakanikos, 2006)。これは、音の高さと視覚的な明るさの特徴間に協応が存在することを示す。

先行研究ではクラシック楽曲と色との感覚間協応が報告されており(Palmer, Schloss, Xu, & Prado-León, 2013)、長調でテンポの速い楽曲には明るい鮮やかな黄色が選ばれやすいといった傾向が存在する。この協応関係は、楽曲が喚起する印象(e.g. 感情)を介して成立していると考えられている。

調性のような楽曲の特徴は、楽曲の下位の要素(e.g. 和音)によって決定されるのだが、先述のような楽曲と色の感覚間協応において、楽曲の個々の特徴を決める下位要素と色が結びついているのか、それとも楽曲全体として色と結びついているのかは明らかでない。もし前者が正しいのであれば、楽曲の下位要素単体でも、色との協応が見られるはずである。本研究では、楽曲の調性を決定する要素である和音を取り上げて、色との協応が見られるかを調べた。さらにその協応が、楽曲と色の協応と同様に印象を介している可能性について検討した。

和音、特に三和音は、ある音階の音を根音とし、その三度上の第三音、さらにその三度上の第五音の3つの単音を重ねたものである。個々の和音を区別する特徴として調性(長調/短調)とピッチ(和音を構成する3つの単音の平均ピッチ)がある。実験1では和音と色の協応の有無を調べるため、長調と短調のさまざまな平均ピッチの和音に対して最も合う色を選択して

もらう課題を行った。もし和音と色との間に感覚間協応が存在するのであれば、例えば平均ピッチの高い和音ほど明るい色が選択されやすいなど、和音の特徴に応じて特定の色の特徴のマッチングが行われる傾向が参加者に一貫して見られると予測される。実験2では、和音と色の協応が印象を介している可能性を検討するため、SD法を用いて和音の知覚的/感情的な印象次元を調べ、その印象次元と和音に選択された色との関係を見た。和音と色が印象を介して結びついているならば、和音が喚起する印象と選択された色との間には高い相関が見られると予測される。

方法

参加者

実験1、2ともに同じ男女22名(男性15名、女性7名、平均年齢24.9歳)が参加した。音楽的素養については、音楽科を専攻する高い素養を持つ人も、音楽経験が全くない人も含まれていた。

刺激

和音(実験1、2共通) 長調および短調の和音として、ハ長調とイ短調の主要三和音(C, F, G, Am, Dm, Em)を用いた。さらに各和音の第1、第2転回形(第1転回形は基本形の根音を、第2転回形は根音と第三音を1オクターブ上げたもの)を、平均ピッチの異なる和音として用いた。

色(実験1) 256×256×256色のRGBカラーパレットを用いた。カラーパレットは正方形の枠の中に横軸方向に色相、縦軸方向に彩度が異なる色が連続的に並んでおり、明度も自由に操作可能であった。
言語尺度(実験2) SD法に用いられる言語尺度から、感情的な言語尺度として「怒ったー喜んだ」「悲

しげー楽しげ」「受動的なー能動的な」「おだやかなー動揺した」の4尺度を、知覚的な言語尺度として「くすんだー鮮やかな」「あついーつめたい」「やわらかいーかたい」の3尺度を、感情的な文脈と知覚的な文脈の両方で使われる中間的な尺度として「くらいー明るい」「弱いー強い」「重いー軽い」の3尺度を用いた。

方法

実験1 参加者に18種類の和音を1つずつランダムに呈示し、それに最も合うと感じた色をパレットから1色選択してもらった。1つの和音は実験中に2回呈示された。

実験2 参加者に和音と言語尺度を1つずつ呈示し、和音について7件法で評定してもらった。各尺度はカウンターバランスを取るため両極を入れ替えて2度評定を行った。

結果

表 各和音に選択された色の3特徴値

和音 (平均ピッチ順)	平均明度	平均彩度	色相
			(赤、青、緑の 平均選択率)
C	50.2	84.6	68.2
C 第1 転回形	53.0	74.9	65.9
F	54.4	74.7	50.0
G	53.9	79.8	36.4
長調 C 第2 転回形	57.6	83.8	54.5
F 第1 転回形	53.9	84.3	43.2
G 第1 転回形	59.0	86.6	29.5
F 第2 転回形	60.8	88.8	25.0
G 第2 転回形	60.1	91.3	29.5
Am	42.3	86.2	63.6
Am 第1 転回形	44.8	82.1	52.3
Dm	46.5	81.1	52.3
Em	48.8	77.3	52.3
短調 Am 第2 転回形	50.2	75.8	63.6
Dm 第1 転回形	48.9	79.0	47.7
Em 第1 転回形	52.3	76.7	38.6
Dm 第2 転回形	51.9	75.9	50.0
Em 第2 転回形	56.3	87.4	34.1

実験1 和音に対して選ばれる色自体は参加者内／間でばらつきがあったが、平均ピッチが高い和音ほど明るい色が選択されやすいというように、和音と色の特徴同士には対応関係がある傾向が見られた。そこで各色のRGB値からHSL表色系における明度(0黒～100白)、彩度(0無彩色～100原色)、色相角(0°赤、60°イエロー、120°緑、180°シアン、240°青、300°マゼンタ)を計算し(表参照、色相については後述)、それぞれについて和音の調性と平均ピッチの影響が見られるかを検討した。明度では分散分析で調性と平均ピッチの主効果が有意となり、長調／高ピッ

チの和音において高明度の色が選択されることが示された。彩度では分散分析で調性と平均ピッチの主効果、および交互作用が有意となり、多重比較より、長調のC第1 転回形、F、Gの色が他の和音の色よりも彩度が低いことが示され、主に長調において特定のピッチ範囲内の和音で低彩度の色が選択されることが示された。色相については各6色相周辺(各色の色相角を中心に±30°の範囲)の色の選択率を求めたところ、特に長調において、平均ピッチが高い和音ほど赤、青、緑周辺の色を選択する割合が減少する傾向が見られた。**実験2** 和音の印象評定の結果について因子分析を行い、3つの印象因子を得た。第1因子は「怒ったー喜んだ」「弱いー強い」「くらいー明るい」を含む「価値性」因子、第2因子は「あついーつめたい」「やわらかいーかたい」から成る「無機質性」因子、第3因子は「おだやかなー動揺した」から成る「不安定性」因子と命名した。3つの印象因子の得点と実験1における和音の色の3つの特徴値について全ての組み合わせで18種類の和音における相関を調べたところ、「価値性」因子は平均明度、「無機質性」因子は平均彩度、「不安定性」因子は色相(赤、青、緑の平均選択率)との間に、他の組み合わせよりも高い相関が見られた(それぞれ $r = .96, .45, -.78$; $N = 18$)。

考察

実験1で和音の調性／平均ピッチと色の明度および彩度、長調和音の平均ピッチと色の色相との間に参加者全体で一貫したマッチングが見られたことから、楽曲を構成する要素単体にも色の特徴との感覚間協応が存在することが示された。楽曲の他の下位要素ではメロディも単体で色の特徴との協応関係が存在することが報告されており(Palmer, Langlois, & Schloss, 2015)、いずれも楽曲と色の感覚間協応が、楽曲の下位要素と色の協応を基盤に成立している可能性を示す結果と言える。また、実験2で和音の印象次元と和音に協応する色の特徴との間に高い相関が見られたことから、和音と色の特徴に共通した印象次元が存在することが示唆された。ただしこの印象次元が本当に和音と色の特徴の協応を媒介する役割を果たしているのか、それとも和音と色の特徴それ自体は直接結びついていて、本研究で得られた印象次元は単に和音と色の特徴に共通しているだけのものなのかということについては今後の検討課題となる。

引用文献

- Palmer, S. E., Langlois, T. A., & Schloss, K. B. (2015). *Multisensory Research*, 1–37.
- Palmer, S. E., Schloss, K. B., Xu, Z., & Prado-León, L. R. (2013). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(22), 8836–41.
- Ward, J., Huckstep, B., & Tsakanikos, E. (2006). *Cortex*, 42(2), 264–280.

身体運動が単一光点の運動知覚に与える影響

光松秀倫

名古屋大学大学院情報科学研究科

光点が直線運動した場合、物理的な等速度運動ではなく、初動時に加速する運動の方が等速と錯覚される。加速運動は我々の実環境にありふれており、その加速の程度は幅広い。本研究では、どの程度の加速度の視覚運動が最も等速に知覚されるかという問いに対し、人間の筋運動の加速度を候補に取り上げて検討した。実験はスワイプ課題と光点運動の等速性判断課題から構成された。右手と左手のそれぞれについて、スワイプの平均データを元に、より加速度の高い系列と低い系列の2つを作成し、光点運動刺激として提示した。その結果、全体の傾向として高加速度の光点運動が等速に知覚される傾向があったが、右手のスワイプデータに基づいた光点運動では、平均データの等加速度知覚が上昇した。これは、右利きの被験者は、右手運動がより頻繁であるため、長期記憶に右手運動の速度痕跡がより定着しているためと考察された。

Keywords: hand movement, motion perception, constant velocity

問題・目的

単一光点の単純な曲線運動の知覚は、自己の運動制御系の規則に影響される。すなわち、光点の運動速度が運動軌跡の曲率に応じて変化する場合、光点の曲率-速度の関係が、手の動きの曲率-速度の関係と同一の場合、光点運動が等速と錯覚される(Viviani & Stucchi, 1992)。

さらに、光点が直線運動した場合、物理的な等速度運動ではなく、初動時に加速する運動の方が等速と錯覚される(Runeson, 1974)。これは、自然界における自然落下や摩擦が存在する環境でこのような加速運動が一般的に観察されるからと説明されてきた。

加速運動は我々の実環境にありふれており、その加速の程度は幅広い。本研究では、どの程度の加速度の視覚運動が最も等速に知覚されるかという問いに対し、人間の筋運動の加速度を候補に取り上げて検討した。

実験

方法

概略 実験はスワイプ課題とスワイプデータに基づいて提示された光点運動の等速性判断課題から構成された。

スワイプ課題の刺激 タッチ画面に幅25センチ、高さ3センチのグレーの帯を提示した。グレーの帯の右端に幅5ミリ、高さ3センチの白い領域を描画した。

スワイプ課題 被験者は、人差し指で画面の白い領域に触れてから指を左方向に動かし、グレーの帯の左端を超すように教示された。実験ブロックごとにスワイプにかかる基準時間と許容誤差が設定され、この時間基準を満たすスワイプが20回に達するまで行われた。スワイプ中の指の位置座標は16-17msごとにサン

プリングされた。被験者は13名ですべて右利きであった。

スワイプ課題の要因計画 スワイプで使用する手が2水準(右手、左手)、基準時間が2水準(1100ms ± 100ms, 433ms ± 33ms)の2要因(2 × 2)被験者内計画であった。各条件は、ブロックごとに分けて行われ、合計4ブロックあった。

等速性判断課題の刺激 スワイプ課題で時間基準に達した20試行の各サンプリングデータに対し、サンプリング番号ごとに、1つ前の番号のサンプリングデータからの移動距離とサンプリング時間間隔から速度を算出し、同じサンプリング番号の20個の速度を平均化した。これを平均データとし、この平均データを元に、加速度の異なる2つの系列を算出した。1つは、平均データにおいて連続する3サンプルのうち2つを取り除く操作を全平均データに適用することで、より短時間で定速度に達する高加速系列を作成した。高加速系列の最後に平均データの最後の速度の要素を加えることにより、この系列の全移動距離を平均データと同じにした。低加速度系列は平均データの隣接するサンプルに2つの要素を挿入することによって、定速度に達するまでの時間を引き延ばした。低加速度系列の要素数の全移動距離は平均データと一致するように調整した。

系列の各要素の速度値から座標値を計算し、光点(2mm x 2mm)を各座標に16.6ミリ秒停留させることで視覚運動刺激を作成した。光点の垂直座標値はスワイプデータとは独立に固定された。

等速性判断課題の課題 被験者は3つのボタンを押すことで、高加速度運動、平均運動、低下速度運動を観察し、等速度運動の知覚の強さを順序づけした。被験者は自信を持って回答できるまで何回でも観察することができた。

結果

スワイプ課題

図1にスワイプ課題の位置データから計算された3つの系列の時間-速度グラフを示す。

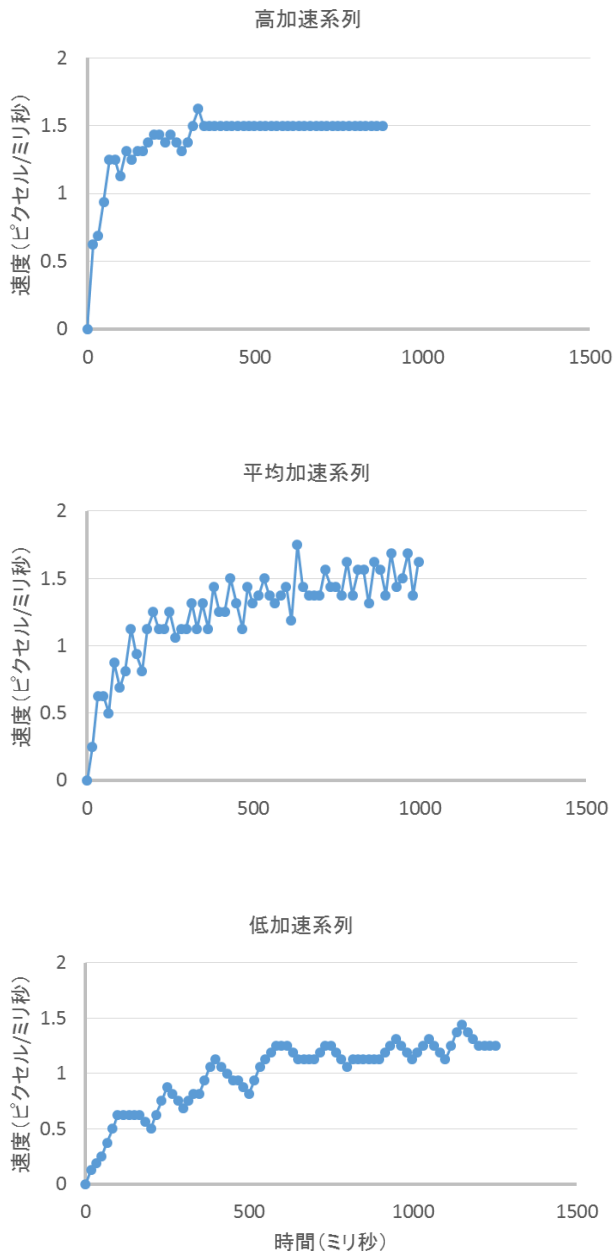


図1. 3種類の系列における時間-速度グラフ

	高加速	平均加速	低加速
右手-1100	2.23	1.46	2.31
右手-433	1.46	1.54	3.00
左手-1100	1.77	2.08	2.15
左手-433	1.15	2.00	2.85

表1. 各条件(ブロック)における各加速系列の平均順位

スワイプで使用した手と基準時間の組み合わせによる4条件(ブロック)における、3つの加速運動の平均順位を表1に示す。

使用した手、基準時間、加速系列の3要因の分散分析の結果、加速系列の主効果と手と加速系列の交互作用、基準時間と加速系列の交互作用が有意であった、 $F(2,11)=10.5, p<0.01, F(2,11)=7.6, p<0.01, F(2,11)=7.1, p<0.05$ 。すなわち、等速知覚の程度は、高加速、平均加速、低加速の順に高かった。さらに右手で基準時間が1100ミリ秒の条件では、平均加速の順位が高加速を上回った、 $t(12)=2.54, p<0.05$ 。

総合考察

本研究では、人間の手の動きと等しい加速度の光点運動と、より高加速、低加速の2種類の光点運動を比較し、それぞれに対し、等速に知覚された程度を判断する課題を行った。その結果、全体的により高加速度なほど、等速に知覚される傾向があった。この理由としては、高加速度系列では、加速している時間がきわめて短く、加速が知覚されにくかったことと、初動から高速であるため速度の弁別閾が高かったことが考えられた。

注目すべき結果として、右手の11000ミリ秒基準条件においては、平均加速系列が最も等速に知覚された。さらに右手の433ミリ秒基準条件においては、高加速系列と平均加速系列の等速知覚が同程度であった。左手では、このような傾向は見られなかったことから以下の理由が考えられた。

右利きの被験者は、右手運動がより頻繁であるため、長期記憶に右手運動の速度痕跡がより定着している。物理的に異なるものでも反復経験すると同一に知覚されることから(Fujisaki et al., 2004)、本研究の等速度知覚は、この知覚特性が反映されたと考えられた。

引用文献

Viviani, P. & Stucchi, N. (1992). Biological movements look uniform: evidence of motor-perceptual interactions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 602-23.

Runeson, S. (1974). Constant velocity — Not perceived as such. *Psychological Research*, 37, 3-23.

Fujisaki, W., Shimojo, S., Kashino, M. & Nishida, S. (2004). Recalibration of audiovisual simultaneity. *Nature Neuroscience*. 7, 773-778.

注意欠陥多動性障害児における注意捕捉の検討: 完全非関連刺激による視覚探索の妨害

奥村 安寿子

国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所

北 洋輔

国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所

鈴木 浩太

国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所

稲垣 真澄

国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所

課題と全く関連しない刺激 (完全非関連刺激) による注意捕捉と行動の妨害は、注意欠陥多動性障害 (ADHD) 児において特に強く生じることが臨床的に知られている。本研究では、完全非関連刺激による視覚探索の妨害を定型成人、定型児、および ADHD 児で比較検討した。参加者は探索配列中の標的文字の弁別を求められ、配列の上か下に妨害刺激として画像が提示された。その結果、反応時間 (RT) は妨害あり条件で延長し、妨害効果は成人で小児より減少したが、定型児と ADHD 児では差が認められなかった。しかし小児では、標的処理時間が長いほど妨害効果が増大する傾向が示され、定型児では年齢に伴う処理時間の短縮が認められたが、ADHD 児では認められなかった。本結果は ADHD 児について、完全非関連刺激による過大な妨害を支持しなかったが、妨害の程度に関わる発達的変化が定型児と異なる可能性を示唆した。

Keywords: 注意欠陥多動性障害、転導性、注意捕捉、妨害、完全非関連刺激

問題・目的

ADHDは不注意、多動／衝動性を中核症状とする神経発達障害である。臨床的特徴の1つに注意の転導性 (distractibility) の高さがあり、現在の行動と関連のない情報に注意が逸れ易いことが生活や学習の困難をもたらす。そのため、ADHD児の転導性の背景とそれを軽減する方法の解明は重要である。

しかし、課題非関連な妨害刺激を用いた実験的研究の知見は、必ずしも臨床像を支持していない。反応競合課題では、標的刺激と適合しない妨害刺激による干渉の増大が報告されているが (Mullane et al., 2009)、転導性の高さよりも反応抑制の困難を反映する可能性が指摘されている。反応競合のない刺激については、定型児と比較して妨害の増大を認めた研究と (Slobodin et al., 2015)、そうでない研究とがあり (Ponchel et al., 2012)、過剰な転導性の客観的証拠は十分でない。

日常場面での注意の転導は、課題と全く無関連かつ顕著性の高い刺激に起因することが多い。これを踏まえて Forster et al. (2008, 2014) は、文字の視覚探索課題時に妨害刺激としてキャラクター画像を提示し、定型成人におけるRTの遅延とADHD成人における妨害効果の増大を報告した。Forsterらの妨害刺激は物理的特徴、提示位置、意味内容において標的刺激と完全に非関連であり、日常場面に即したものであった。従って、ADHD児の転導性を臨床的に妥当な状況下で検討するのに有用と考えられるが、上述した先行研究の妨害刺激に同様の性質を有するものはなかった。

そこで本研究ではForster et al. (2008) の手法を参考に、完全非関連刺激による妨害効果を定型成人、定型児、ADHD児で比較検討した。ADHD児において注意の転導性が特異的に高いならば、妨害刺激の出現時に他群より大幅にRTが延長すると考えられる。さらに標的刺激の提示時間を操作し、標的情報の取得にかかる時間的制約が妨害効果に及ぼす影響を検討した。

方法

参加者 小児神経専門医の臨床診断を受けたADHD児13名 (男児12、10.08±1.27歳)、定型児16名 (男児11、9.72±1.17歳)、定型成人14名 (男性5、25.71±4.93歳) が参加した。ADHD児と定型児の年齢および非言語性知能に有意差はなかった ($p > 0.1$)。

刺激 全ての刺激は黒背景の画面に提示された。探索配列は注視点を中心とする円上 (半径1.67°、視距離60 cm) に等間隔で配置された9個の要素からなり、うち1個が標的文字 (テまたはケ、縦横0.67°)、残り8個は小円であった (0.14°)。文字と小円は薄灰色であった。妨害刺激はフルカラーのキャラクター画像 (18種類、最大横3.22°×縦4.04°) であり、探索配列の上または下に提示された。妨害刺激の上端または下端から、最も近い標的文字までの距離は0.95°だった (Figure 1)。

手続き 参加者は、探索配列中の標的文字について「テ」ならテンキーの0、「ケ」なら2をなるべく早く正確に押すよう求められた。探索配列の提示時間として、無制限条件 (反応まで提示) と瞬間提示条件 (100 ms提示) を設定し、1ブロックずつ実施した。妨害刺激はいずれの条件でも反応まで提示された。各ブロックは妨害なし条件144試行 (80%)・妨害あり条件36試行 (20%) からなり、疑似ランダム順に提示された。各ブロックの開始前にそれぞれ6試行の練習を行った。



Figure 1. An example of stimulus display in distractor-present (left) and absent (right) conditions.

結果

正答試行の平均RTと正答率をFigure 2に示した。RTの3要因分散分析(群×標的提示時間×妨害)では妨害の主効果が有意であり、出現時に有意に延長した($F(1, 40) = 59.02, p < .001$)。また、群×妨害の交互作用が認められたが($F(2, 40) = 7.56, p = .002$)、妨害の効果は全群で有意だった($ps < .001$)。そこでRTの差分(妨害あり-なし)を妨害効果量として多重比較したところ、定型成人で他群より減少したが($ps < .02$)、定型児とADHD児の差は有意ではなかった($p = .26$)。さらに、標的提示時間×妨害の交互作用があり($F(1, 40) = 5.85, p = .02$)、妨害効果は両条件で有意だったが($ps < .001$)、効果量は瞬間提示条件で縮小したことが示された。

正答率については、群($F(2, 40) = 7.34, p = .002$)と標的提示時間($F(1, 40) = 15.79, p < .001$)の主効果が認められ、定型成人で他の2群よりも($ps < .003$)、無制限条件で瞬間提示条件よりも向上した。

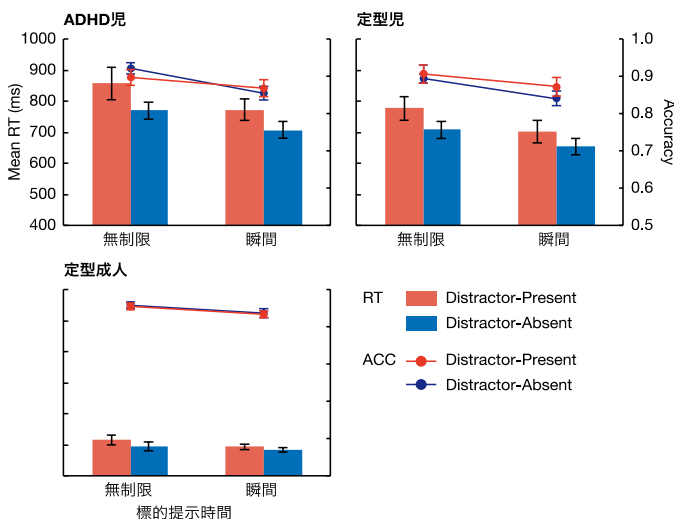


Figure 1. Mean RT and Accuracy (ACC) in distractor-present and absent trials as a function of group and target duration. Error bars indicate standard errors of the mean.

小児の2群については特徴をより詳細に検討するため、RTの妨害効果(妨害あり-なし)について年齢、群、妨害なし条件のRTを独立変数とした重回帰分析を標的提示時間ごとに行った。両条件で有意な重回帰式が得られ(無制限: Adjusted $R^2 = .34, F(2, 26) = 8.25, p = .002$ 、瞬間: Adjusted $R^2 = .18, F(1, 27) = 7.29, p = .02$)、いずれも妨害なし条件のRTのみが妨害効果を有意に予測した(無制限: $\beta = 0.39, p = .02$ 、瞬間: $\beta = 0.34, p = .02$)。この結果は、RTが長いほど妨害効果が大きかったことを示す。さらに、妨害なし条件のRTと年齢の相関を求めたところ(Figure 3)、定型児では年齢とともに有意に短縮したが(無制限: $r = -.72, p = .002$ 、瞬間: $r = -.64, p = .008$)、ADHD児で相関が認められなかった(無制限: $r = -.32, p = .29$ 、瞬間: $r = -.34, p = .25$)。

考察・結論

完全非関連かつ顕著性の高い刺激の出現は視覚探索

課題のRTを有意に遅延させ、この妨害効果は成人で小児よりも減少したが、ADHD児と定型児では同等であった。この結果に基づくと、ADHD児の転導性が同齡の定型児と比べて特異的に高いとは言えない。しかし小児では、妨害なし条件RTの延長と妨害効果の増大の関連が示され、標的処理の遅さが転導性の高さの一因を担うことが示唆された。そして、ADHD児では年齢に伴う処理時間の短縮が不明瞭であったことから、年少児レベルの転導性が定型児よりも長期間持続し、両児の差異は年齢を追って拡大する可能性が示された。

標的提示の時間的制約については、瞬間提示条件で妨害効果の減少が認められた。提示時間の短縮は標的刺激への注意配分を増大させ、妨害刺激による注意捕捉を抑制することが示唆されており(Kiss et al., 2012)、本結果も同様のプロセスを反映する可能性がある。

本研究の知見として、小児における注意の転導性の高さは課題遂行の遅さを背景とする可能性が示された。標的刺激や反応の選択遅延が、妨害刺激の抑制困難をもたらすことが考えられる。ADHD児と定型児では課題遂行速度の発達的变化が異なる可能性があり、より広範な年齢層での検証が必要である。転導性の軽減に関しては、課題遂行時間を短縮する工夫が重要と考えられ、課題関連情報の短時間提示は一法となり得る。

引用文献

- Bourel-Ponchel, E., Querné, L., Le Moing, A. G., Delignires, A., De Broca, A., & Berquin, P. (2011). Maturation of response time and attentional control in ADHD: Evidence from an attentional capture paradigm. *European Journal of Paediatric Neurology*, 15, 123–130.
- Forster, S., & Lavie, N. (2008). Failures to ignore entirely irrelevant distractors: the role of load. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 14, 73–83.
- Forster, S., Robertson, D. J., Jennings, A., Asherson, P., & Lavie, N. (2014). Plugging the attention deficit: perceptual load counters increased distraction in ADHD. *Neuropsychology*, 28, 91–97.
- Kiss, M., Grubert, A., Petersen, A., & Eimer, M. (2012). Attentional Capture by Salient Distractors during Visual Search Is Determined by Temporal Task Demands. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24, 749–759.
- Mullane, J. C., Corkum, P. V., Klein, R. M., & McLaughlin, E. (2009). Interference Control in Children with and without ADHD: A Systematic Review of Flanker and Simon Task Performance. *Child Neuropsychology*, 15, 321–342.
- Slobodin, O., Cassuto, H., & Berger, I. (2015). Age-Related Changes in Distractibility: Developmental Trajectory of Sustained Attention in ADHD. *Journal of Attention Disorders*. [Epub ahead of print]

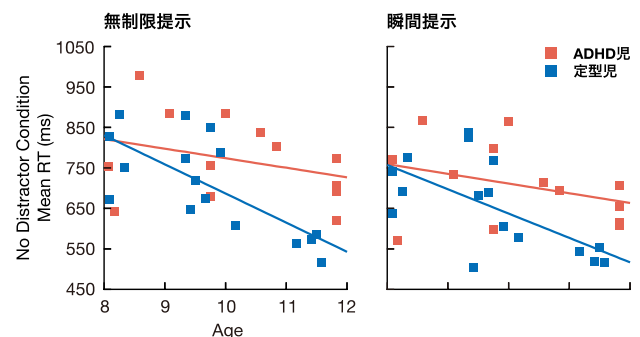


Figure 2. Correlation between Age and RT in Distractor-absent condition.

自閉症スペクトラム傾向が選択的注意に及ぼす影響

増田奈央子
園田直子

久留米大学大学院心理学研究科
久留米大学文学部心理学科

本研究の目的は自閉症スペクトラム(ASD)傾向の高低が感情喚起刺激からの選択的注意の捕捉と馴化に及ぼす影響を検討することである。注意測定課題として修正版情動空間の手がかり課題を用い、馴化の影響を検討するために同じ画像刺激を3回ランダム繰り返し呈示した。感情喚起刺激として IAPS の画像を用いた。実験参加者に感情と覚醒度を SAM を用いて評定してもらいその値を用いて分析を行った。分析は各刺激画像を快-低覚醒度・快-高覚醒度・不快-低覚醒度・不快-高覚醒度・中性に分け、それぞれの課題反応時間を算出した。その結果 ASD 傾向低群は不快-高覚醒度・中性・快-高覚醒度刺激を、ASD 傾向高群は不快-低覚醒度・不快-高覚醒度刺激を1回目見たとき注意が捕捉されることが示され、それらの刺激には呈示2回目あるいは3回目に馴化が生じることが示された。また ASD 傾向低群は低覚醒度刺激に、ASD 傾向高群は中性・快刺激に注意が捕捉されないことが示された。

Keywords: emotion, attention, valence, arousal, subjective rating.

問題・目的

感情価をもつ刺激は、中性刺激より視覚的注意が向きやすいこと(Eastwood, Smilek, & Merikle, 2001)や感情価と覚醒度の両方が視覚的注意に影響を及ぼすこと(Sussman, Heller, Miller, & Mohanty, 2014)が示されている。また、同じ刺激を何度も見ると馴化が生じ、反応が低下する(原口・山田・箱田, 2010)ことが示されている。さらに脅威刺激を反復呈示した場合、感情馴化が生じ主観的感情評価(覚醒度)も下がる(竹林・菅原・日下・坂野・高橋, 2010)ことが分かっている。

次に、新奇な刺激への注意の機能低下がいわれている個人特性に自閉症スペクトラム(ASD)がある。また、ASD 傾向が高い人は低い人より表情刺激に対する注視時間が長くなる(土屋・佐藤・今井・熊野, 2014)ことや ASD の人たちは選択的注意機能が優れていること(Burack, 1995)が分かっている。

そこで本研究では、自閉症スペクトラム(ASD)傾向の高低が感情喚起刺激からの選択的注意の捕捉と馴化に及ぼす影響を目的とし、以下の2点を検討した。1点目は、ASD 傾向の高低が刺激画像の主観的評価(快-低覚醒度・快-高覚醒度・不快-低覚醒度・不快-高覚醒度・中性)からの選択的注意に及ぼす影響を検討するために、刺激画像ごとに画像評価を行ってもらった。2点目は、画像刺激への馴化が選択的注意に及ぼす影響を検討するために同じ刺激画像を3回ランダムに繰り返し呈示した。

方法

実験参加者：本実験を行う前に、大学生167名に自閉症スペクトラム指数日本語版(AQ 日本語版; Baron-Cohen, 2001; 若林, 2004)に回答してもらった。そして、

質問紙解答の際に実験参加の同意を得た大学生19名(男性9名, 女性10名)が実験に参加した。平均年齢は19.6歳(SD=1.47歳)であった。

装置：刺激は Windows XP コンピュータ上(VPCL12AFJ, Sony)で21.5インチのモニタ(PCG-11212N, Sony)に呈示した。

刺激：画像刺激として IAPS (International Affective Picture System; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008)より選択した画像刺激を50枚使用した。

手続き：コンピュータの画面の中央に注視点(●)が500ms間呈示された後、画面の中央に画像刺激が呈示された。画像刺激を500ms間提示した時点で、ドット(●)を画像刺激の左右どちらかに呈示した(修正版情動空間の手がかり課題)。実験参加者にはドットが出たらなるべく早く正確にキー押しをしてほしいことを教示した。参加者はドットがどちらの位置に現れたかを左右のキー押しで反応し、その反応時間(RT)が測定された。課題終了後、試行ごとに画像を見たときの感情価と覚醒度を SAM(Self-Assessment Manikin)を用いて評定してもらった。これらを1試行とし、練習試行を10試行行った。本試行は1ブロック50試行を3ブロック行い、全部で150試行を行った。

結果

ASD 傾向は若林(2003)におけるカットオフポイント(33点)を基準とし、33点より高い人を「ASD 傾向高群6名(男性2名, 女性4名)」, 低い人を「ASD 傾向低群13名(男性7名, 女性6名)」として群に分けた。

画像刺激に対する感情の分類は実験参加者が SAM を用いて評価した値を基に分類した。課題反応時間は、注意課題における誤答および100ms以下と1000ms以上の反応時間の値は除外した。ASD 傾向低群と高群

の各刺激に対する平均反応時間を Figure1・2 に示す。

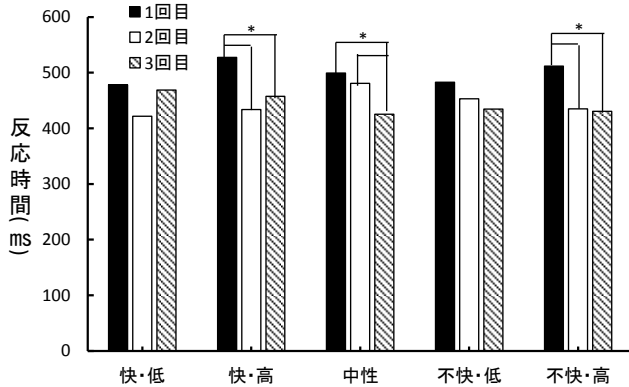


Figure1 ASD 傾向低群における刺激ごとの反応時間

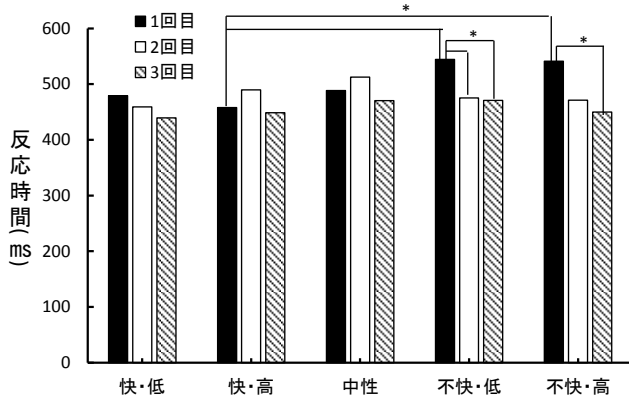


Figure2 ASD 傾向高群における刺激ごとの反応時間

各実験参加者の反応時間について ASD 傾向(高・低)と呈示回数(1・2・3)と感情(快-低覚醒度・快-高覚醒度・不快-低覚醒度・不快-高覚醒度・中性)の3要因分散分析を行った。分析の結果、呈示回数の主効果が有意であった($F(2,34)=8.29, p<.01$)。下位検定を行った結果、1回目の反応時間が2・3回目より長かった。さらに ASD 傾向と呈示回数と感情の2次の交互作用が有意であった($F(8,136)=2.09, p<.05$)。そこで、2次の交互作用に関して単純交互作用検定を行い、有意であった場合は単純・単純主効果検定を行った。その結果、ASD 傾向低群における呈示回数と感情、ASD 傾向高群における呈示回数と感情の単純交互作用が有意および有意傾向であった ($F(8,136)=1.96, p<.10$; $F(8,136)=2.24, p<.05$)。そこで ASD 傾向低群において、単純・単純主効果検定を行ったところ、不快-高覚醒度・中性・快-高覚醒度条件における呈示回数の主効果がそれぞれ有意であった ($F(2,170)=5.19, p<.01$; $F(2,170)=3.67, p<.05$; $F(2,170)=5.91, p<.01$)。快-高覚醒度・不快-高覚醒度刺激の1回目呈示は、2・3回目より反応時間が長く、中性刺激の1・2回目呈示は3回目より有意に反応時間が長かった。また、ASD 傾向高群において単純・単純主効果検定を行ったところ、不快-低覚醒・不快-高覚醒度刺激における呈示回数と

1回目呈示における感情の主効果がそれぞれ有意であった ($F(2,170)=5.67, p<.01$; $F(4,204)=4.48, p<.01$)。不快-低覚醒刺激の1回目呈示は、2・3回目より反応時間が長く、不快-高覚醒度刺激の1回目呈示は3回目より反応時間が長かった。また、1回目呈示の不快-低覚醒度・不快-高覚醒度刺激は快-高覚醒度刺激より反応時間が長かった。ASD 傾向低群と高群の各刺激に対して、馴化が生じた刺激には○、生じなかった刺激には×で示した結果を Table1 に示す。1回目呈示の反応時間より有意に反応時間が短くなった刺激に、馴化が生じたと考えた。

Table1 各 ASD 傾向の刺激ごとの馴化

	快		中性	不快	
	低覚醒	高覚醒		低覚醒	高覚醒
ASD 傾向低群	×	○	○	×	○
ASD 傾向高群	×	×	×	○	○

感情馴化が生じた場合、覚醒度が下がるかどうか刺激ごとに覚醒度の主観的評価を ASD 傾向(高・低)と呈示回数(1・2・3)の2要因分散分析を行った結果、快-高覚醒度、不快-高覚醒度刺激でそれぞれ呈示回数の主効果が有意であった ($F(2,34)=15.43, p<.01$; $F(2,34)=10.77, p<.01$)。下位検定を行った結果、両刺激2・3回目呈示は1回目より覚醒度評価が下がっていた。

考察

本研究の結果から、ASD 傾向低群は高覚醒度と中性刺激に捕捉され、2回目または3回目以降に馴化が生じることが示された。ASD 傾向高群は不快刺激に捕捉され、2回目または3回目以降に馴化が生じることが示された。また、これらの刺激の課題反応時間が短くなると主観的評価も覚醒度評価が下がっていた。このことから、竹林ら(2010)の脅威刺激を反復呈示した場合、感情馴化が生じ主観的感情評価(覚醒度)も下がることは、脅威刺激だけではなく他の刺激にもいえる可能性が考えられる。これらの結果から、自閉症スペクトラム(ASD)傾向の高低が感情喚起刺激からの選択的注意の捕捉には感情の種類が異なることが考えられる。そしてそれらの刺激には、ASD 傾向の高さにかかわらず馴化が生じることが示された。

引用文献

Lang, P.J., Bradley, M.M., & Cuthbert, B.N. (2008). International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report A-8. University of Florida, Gainesville, FL.

注意範囲のメタ認知に及ぼす知識および専門職経験の影響¹

石松 一真
根師 由佳里

滋慶医療科学大学院大学医療管理学研究科
滋慶医療科学大学院大学医療管理学研究科

本研究では、特に看護場面における新人看護師の注意の配り方(注意範囲)に注目し、注意機能に関する知識や専門職経験(臨床経験)が注意範囲のメタ認知に及ぼす影響を検討した。院内研修に参加した新人看護師 41 名を対象に注意範囲描出課題を実施した。結果、注意機能の特性と制約に関する知識は、必ずしも注意範囲のメタ認知を改める方向に働くとは限らず、注意機能の制約を超えるための努力を促す方向にも機能する可能性があることが示された。臨床経験の影響を検討するためのフォローアップ研修には新人看護師のうち 37 名が参加し、臨床経験をつむことにより、特に患者を含む医療場面において、メタ注意領域(注意を配ることができる範囲)が拡大することが明らかとなった。

Keywords: visual attention, meta-attention, safety education, clinical experience, novice nurse.

問題・目的

医療職者がどのような対象、どの空間位置にある情報に注目しやすく、また見落としやすいのかをはじめ、医療職者が医療の現場をどのように認識しているかを検討することは、医療職者の意識のありようを明らかにすることにつながる。“注意”は医療においても重要な役割を担っているものの、院内研修において注意の特性や制約をはじめ、注意の概念を教育する機会はほとんどない。

近年、医療場面を題材とした変化の見落としや非注意による見落としに関する研究が報告されている。Greigら(2014)は、成人の蘇生中の様子を模擬した動画を使用し、患者の状態に直結する重要なイベントであっても見落としが生じること、また専門職経験の影響はあるものの、二次救命措置(ALS)インストラクターから成るエキスパート群であっても重大なイベントの見落としが生じてしまう可能性があることを示した。

そこで本研究では、新人看護師の“注意”に対する認識、特に同時に注意を配ることができる範囲(注意範囲のメタ認知)を明らかにすることを目的とした。特に、1)注意機能の特性や制約に関する知識、2)看護師としての臨床経験が注意範囲のメタ認知に及ぼす影響を検討した。

方法

参加者 2014年看護師国家試験に合格し、同年4月に大阪府内の2病院に新規入職した新人看護師41名(女性35名、平均年齢: 23.1±4.6歳、範囲: 20-40歳)を対象とした。そのうち37名は臨床経験の効果を検討するために2015年に実施した追跡研究(フォローアップ研修)にも参加した。参加者は著者(KI)が講師を務める院内研修の一環として研究に参加した。

課題と刺激 注意範囲描出課題(Kawahara, 2010)を用いた。参加者は、A4用紙に印刷された医療4場面、交通2場面の刺激画像にOHPシートを重ねて作成された冊子の写真を1枚ずつ見せられ、それぞれの場面で同

時に注意を向けられると思う範囲をペンでシート上に描出した。

手続き 注意範囲描出課題用の冊子は3回分準備した。1回目の冊子は7画像(練習用1画像、医療場面4画像、交通場面2画像)、2回目と3回目の冊子は6画像(医療場面4画像、交通場面2画像)から構成された。冊子を構成する画像の順序は、施設間ではカウンタランスをとったが、同一施設においては1回目、2回目、3回目ともに同じ順序であった。2014年の新人研修では、現在自分がその場にいた場合(1回目)、看護師として3年の経験をつんだ自分を想像して(2回目)、注意範囲描出課題を行った。その後、注意機能の特性と制約に関する講義を実施し、講義の内容を踏まえ(3回目)、再度注意範囲描出課題を行った。2015年のフォローアップ研修では、現在自分がその場にいた場合(1回目)、新人の頃の自分を想像して(2回目)、看護師として3年の経験をつんだ自分を想像して(3回目)、注意範囲描出課題を行った。その他の手続きは新人研修と同じであった。

分析方法 各刺激画像における回答を1枚ずつスキャナーで取り込み、PDFに変換した。Kawahara(2010)に従い、メタ注意領域とメタ注意焦点の個数を算出した。メタ注意領域は描出された領域のピクセル数の合計が刺激画像全体に占める割合、メタ注意焦点の個数は描出された領域の個数とした。

結果

注意範囲のメタ認知に及ぼす知識の影響

注意機能の特性と制約に関する知識の影響を検討するため、新人研修における1回目と3回目のメタ注意領域とメタ注意焦点の個数を比較した。

医療場面のメタ注意領域について、課題(1回目, 3回目)×刺激画像(病室1, 病室2, 病棟廊下, 詰所)の二要因分散分析を行った結果、課題の主効果及び課題×刺激画像の交互作用が有意であった(それぞれ $F(1,40) = 17.38, p < .001$; $F(3,120) = 5.59, p = .001$)。下位検定の結果、全ての刺激画像において、3回目のメタ注意領域は1回目に比べて、有意に広がった(Figure 1)。メタ注意焦点の個数では、課題の主効果、刺激画像の主効果及び課題×刺激画像の交互作用が有意であった(そ

れぞれ $F(1,40) = 23.38, p < .001$; $F(3,120) = 14.47, p < .001$; $F(3,120) = 2.71, p = .048$ 。下位検定の結果、全ての刺激画像において、3回目のメタ注意焦点の個数は1回目に比べて、有意に多かった (Table 1)。

交通場面では、3回目のメタ注意領域は1回目に比べて有意に広がった。また3回目のメタ注意焦点の個数は1回目に比べて有意に多かった。

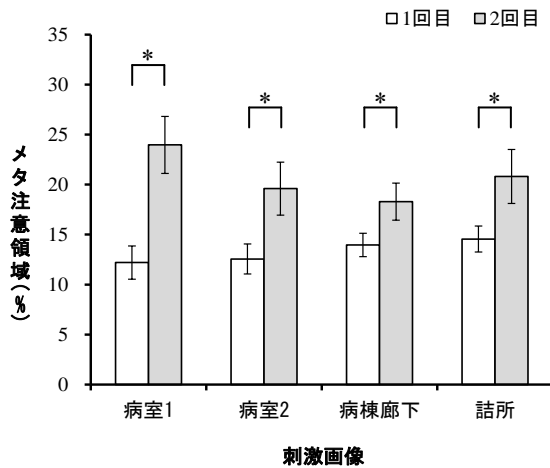


Figure 1. 医療場面におけるメタ注意領域の比較. エラーバーは標準誤差を示す。* $p < .05$.

Table 1. 医療場面におけるメタ注意焦点の個数: M (SD).

	病室1	病室2	病棟廊下	詰所
1回目	1.8 (1.1)	1.6 (1.0)	1.2 (0.5)	1.3 (0.5)
3回目	2.6 (1.9)	2.4 (1.7)	1.8 (1.0)	1.7 (0.9)

注意範囲のメタ認知に及ぼす専門職経験の影響

臨床経験の影響を検討するため、フォローアップ研修と新人研修の1回目のメタ注意領域及びメタ注意焦点の個数を比較した。

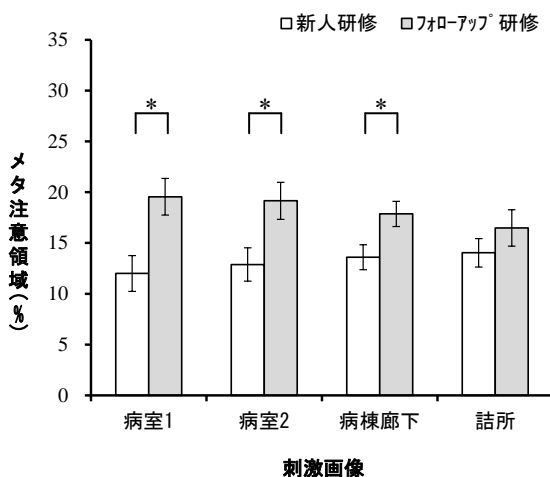


Figure 2. 医療場面におけるメタ注意領域の比較. エラーバーは標準誤差を示す。* $p < .05$.

Table 2. 医療場面におけるメタ注意焦点の個数: M (SD).

	病室1	病室2	病棟廊下	詰所
新人研修	1.7 (0.9)	1.6 (0.9)	1.2 (0.5)	1.3 (0.5)
フォローアップ研修	2.0 (1.6)	1.9 (1.3)	1.3 (0.5)	1.4 (0.7)

医療場面のメタ注意領域について、研修(新人, フォローアップ)×刺激画像(病室1, 病室2, 病棟廊下, 詰所)の二要因分散分析を行った結果、研修の主効果及び研修×刺激画像の交互作用が有意であった(それぞれ $F(1,36) = 16.27, p < .001$; $F(3,108) = 2.88, p = .039$)。下位検定の結果、詰所以外の刺激画像では、フォローアップ研修時のメタ注意領域は新人研修時に比べて有意に広がった (Figure 2)。メタ注意焦点の個数では、刺激画像の主効果は有意であったが ($F(1,36) = 13.09, p < .001$)、その他の効果に有意差はみられなかった (Table 2)。

交通場面では、フォローアップ研修時のメタ注意領域は新人研修時に比べて有意に広がった。メタ注意焦点の個数には有意差はみられなかった。

考察

注意範囲のメタ認知に及ぼす知識の影響

注意機能の特性と制約に関する知識を与えることによって、注意範囲のメタ認知が修正されることを期待したが、期待とは反する結果が得られた。新人看護師は注意機能に関する知識を得た結果、その制約を超えるべく、更に広い範囲へ注意を配る努力をしようと考えた可能性が考えられる。新人看護師は、注意範囲を広げることにより、重要な事象の見逃しを防ぐことができることを認識していたことが示唆された。

注意範囲のメタ認知に及ぼす専門職経験の影響

臨床経験をつむことによって期待される看護師としてのスキルの向上は、注意範囲のメタ認知にどのような影響を与えるのか検討した結果、特に患者がいる医療場面においてメタ注意領域が拡大することが明らかとなった。この結果は、臨床経験をつむことで、特に患者がいる場面(看護師の本来業務である療養上の世話)における認知処理の効率が向上し、その結果、より広い範囲への注意配分が可能になったことを反映している可能性が考えられる。更にフォローアップ研修の1回目、2回目、3回目のメタ注意領域を比較した結果を考慮すると、新人看護師は臨床経験をつむことによって患者がいる場面において、臨床経験の効果を実感していたと考えられる。

脚注

¹本研究の一部は、第10回医療の質・安全学会学術集會にて発表した。

引用文献

- Greig, P. R., Higham, H., & Nobre, A. C. 2014 Failure to perceive clinical events: an under-recognised source of error. *Resuscitation*, 85(7), 952-956.
- Kawahara, J. 2010 Measuring the spatial distribution of the metaattentional spotlight. *Conscious Cogn*, 19(1), 107-124.

囚人のジレンマ課題の利得表を同時に複数呈示することによる文脈効果が協力率およびその推定値に及ぼす影響

川合 裕基
都築 誉史
千葉 元気

立教大学大学院現代心理学研究科

立教大学現代心理学部

立教大学大学院現代心理学研究科

Vlaev & Chater (2006) は、以前に取り組んだ囚人のジレンマ課題が、現在の囚人のジレンマ課題の判断に影響を及ぼすことを示した。しかし、同時に取り組む他の囚人のジレンマ課題がターゲットの囚人のジレンマ課題の判断に影響を与えるかは検討されていない。そこで、本研究では同時に呈示される囚人のジレンマ課題（文脈）の違いによって、ターゲットの判断が影響を受けるか否かを検討する。協力が選択されやすい課題から構成される高文脈条件と、協力が選択されにくい課題から構成される低文脈条件の2条件を設定した（被験者間計画）。同一のターゲット課題と共に、それぞれの条件の文脈課題を同時に呈示し、協力が非協力の2択の判断を行わせた。その結果、低文脈条件と共に呈示されたターゲット課題の方が、高文脈条件と共に呈示された場合よりも、有意に協力の選択率が高かった。これは、同時に呈示される文脈の違いによる文脈効果の影響であると考えられる。

Keywords: prisoner's dilemma, context effect, cooperation index, simultaneous presentation, range frequency theory.

問題・目的

従来の多くの囚人のジレンマ課題の研究では、囚人のジレンマ課題における判断は、その利得表の数値のみによって決まるものであるとされてきた。例えば Rapoport & Chammah (1965) は、囚人のジレンマ課題において人が協力を選択するか非協力を選択するかを予測する指標として Cooperation Index (CI) を提案している。CI は、囚人のジレンマ課題で用いられる利得表の数値を基に算出される 0-1 の値で、CI が高ければ協力が選択されやすく、低ければ非協力が選択されやすいと予測される。

これに対して Vlaev & Chater (2006) は、以前に取り組んだ囚人のジレンマ課題が、現在の囚人のジレンマ課題の判断に影響を及ぼすこと、つまり文脈効果がみられることを示した。さらに、その文脈効果が知覚の文脈効果の理論である Range frequency theory (Parducci, 1965) によって予測可能であることが示唆された。

Vlaev & Chater (2006) の研究では、利得表を1つずつ呈示することによる文脈効果が検討されているが、複数の囚人のジレンマ課題に同時に取り組んだ場合の文脈効果が課題の判断に影響を与えるか否かは検討されていない。

そこで、本研究では利得表を同時に複数呈示する場合にも、Range frequency theory の予測通りの文脈効果がみられるかを検討する。

方法

実験参加者 大学生 20 名（高範囲条件 10 名，低範囲条件 10 名）が実験に参加した。

手続き Range frequency theory に基づき、CI が 0.4, 0.5, 0.9 の 3 つの利得表からなる高範囲条件と CI が 0.1, 0.5, 0.6 の 3 つの利得表からなる低範囲条件の 2 条件を作成した。1 要因 2 水準（高範囲条件，低範囲条件）の被験者間計画であった。

Figure 1 のように、上記の条件ごとに定められた 3 つの CI の利得表が同時に呈示され、それぞれの利得表について次の 2 項目に回答させた（a. この利得表でゲームを行った人の内何%の人が協力を選択するかの推定値 b. 自分がこのゲームを行うとしたら協力を選擇するか非協力を選擇するか）。実験参加者は対戦相手がいると想定して 1 人でこれらの項目に回答した。本試行は 8 試行で構成された。

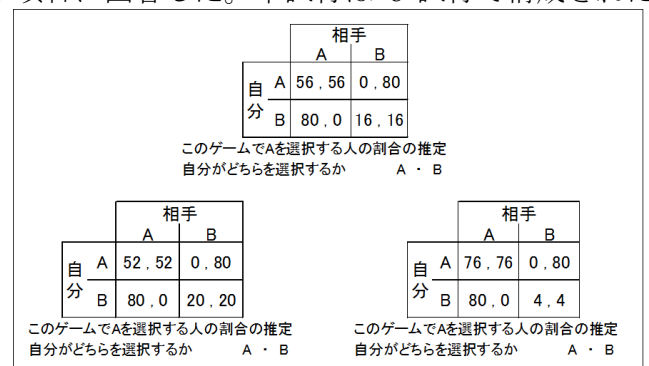


Figure 1. An example of stimulus presentation.

結果

条件ごとに各 CI の利得表に対する回答の実験参加者の平均値を算出した。

Figure 2 は各 CI の「協力率の推定値」を示したものである。文脈効果のターゲットである CI 0.5 の「協力率の推定値」に条件間で差がみられるかを確認するため t 検定を行った。その結果、低範囲条件 ($M = 54.17$, $SE = 1.65$) の方が高範囲条件 ($M = 43.78$, $SE = 3.87$) よりも有意に協力率の推定値が高かった ($t(12.15) = 2.47$, $p = .029$, $d = 1.16$)。

Figure 3 は各 CI の「協力の選択率」を示したものである。CI 0.5 の「協力の選択率」に対して t 検定を行ったところ、低範囲条件 ($M = 55.00$, $SE = 9.54$) の方が高範囲条件 ($M = 17.50$, $SE = 4.64$) よりも有意に協力の選択率が高かった ($t(13.03) = 3.54$, $p = .004$, $d = 1.67$)。

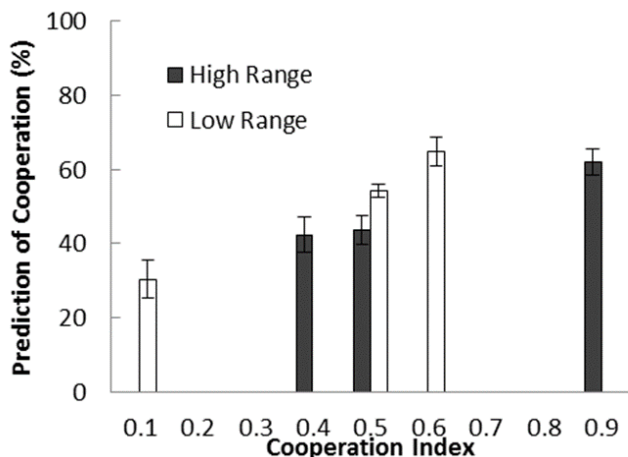


Figure 2. Mean prediction rate in the high range and low range conditions. Error bars represent the standard error of the mean.

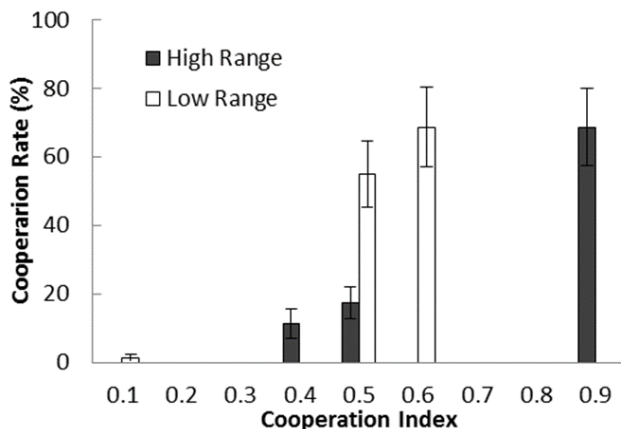


Figure 3. Mean cooperation rate in the high range and low range conditions. Error bars represent the standard error of the mean.

考察

「協力率の推定値」の結果から、同一の CI を持つ利得表でも、それが呈示される文脈の違いによって、相手が協力を選択するか非協力を選択するかの予想が変わってくるということが示された。また、「協力の選択率」の結果から、相手の意思決定の予想だけでなく、自身の協力か非協力かの意思決定にも、文脈の違いが影響を及ぼしていることが示された。

これらの差は、Range frequency theory に従い、同時に呈示される利得表 (文脈) の CI の範囲を操作したことに起因する文脈効果によるものであると考えられる。そのため、Range frequency theory の範囲の要因は囚人のジレンマ課題の同時呈示による文脈効果を予測する要因の 1 つであるといえる。

結論

本研究の結果から、囚人のジレンマ課題における意思決定は、同時に取り組む他の課題の影響を受けることが示された。囚人のジレンマ課題の意思決定が、以前に取り組んだ課題の影響受けることは既に Vlaev & Chater (2006) によって示されている。そのため、囚人のジレンマ課題の意思決定には、継時的な文脈も同時的な文脈も影響を及ぼすといえる。さらに、その継時的小よび同時的な文脈効果の双方とも知覚理論である Range frequency theory によって予測が可能であることも示唆される。

Range frequency theory はこれまで、知覚課題の文脈効果の予測だけでなく、一部の認知課題の文脈効果の予測にも用いられ、その妥当性がある程度確認されている。そこに本研究による、高次な認知課題である囚人のジレンマ課題における文脈効果の知見が加わることにより、知覚と認知の文脈効果の共通性がより強調され、その双方を Range frequency theory によって統合的に説明できる可能性がより増大したと考えられる。

参考文献

- Parducci, A. (1965). Category judgment: A range frequency theory. *Psychological Review*, 72, 407–418.
- Rapoport, A., & Chammah, A. (1965). *Prisoner's dilemma: A study in conflict and cooperation*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- Vlaev, I., & Chater, N., (2006). Game Relativity: How Context Influences Strategic Decision Making. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32, 131–149.

競合文脈・抑制文脈の位置における魅力低減効果

蔵富 恵
河原 純一郎

北海道大学大学院文学研究科
北海道大学大学院文学研究科

The present study investigated whether strategies acquired response and conflict inhibition contexts affect aesthetic evaluation of task-irrelevant stimuli. Evaluation trials were inserted after every 16th Go/Nogo trials in which stimuli were presented on left or right locations. Participants required a motor response only when a target letter was presented. One location was inhibitory location in which response frequency is low, whereas other location was promotional location in which response frequency is high. In evaluation trials, a pair of attractiveness-matched faces was presented side by side. Participants determined a more attractive face. On half of trials, they determined a more unattractive face. The results indicated that the more inhibition bias is stronger in the inhibitory location, the more participants determined a more unattractive face which presented inhibitory location only in the judgment of more unattractive face. The results were also replicated by using a flanker conflict trials instead of a Go/Nogo trials. In conclusion, locations experiencing high response inhibitions and conflicts produce negative impacts on aesthetic judgments.

Keywords: distractor devaluation, inhibition, proportion congruency

問題・目的

物品を他人に見せるとき、こちらの意図したとおりにそれを好きだと思わせるにはどうしたらよいか。広告業界では好き・嫌いという基本的情動のメカニズムを調べ、操作するための手法を模索してきた (Alter & Oppenheimer, 2009)。本研究は、評価対象そのものには全く手を加えず、呈示する文脈だけを操作して評価対象 (人物) の好悪選択率を変え得る新しい手法を報告する。

具体的には、誤答反応をしないように抑制したことがある刺激は魅力が低くなる魅力低減効果 (Distractor devaluation) を利用する。例えば、左右に対呈示されたオブジェクトから指定されたターゲットを選択した直後に、無意味図形の魅力評定を行うと、選択されなかった刺激の魅力が、ターゲット刺激や新奇刺激に比べて低減する (Fenske & Raymond, 2006)。つまり、魅力低減効果は、選択されたオブジェクトの魅力が増幅したことによって生じるのではなく、課題目標のために抑制されたオブジェクトの魅力が低減することによって生じる。

この魅力低減効果は、オブジェクトに対する反応抑制直後だけではなく、反復して抑制されたオブジェクトに対しても得られる (Veling et al., 2007)。それゆえ、魅力低減効果は抑制されたオブジェクトそのものに対して起こるだけでなく、抑制された文脈にも及ぶ可能性がある。そこで、本研究では、抑制文脈を形成した後、文脈とは無関係な評価刺激 (顔) に魅力低減効果が及ぶかを調べた。実験1では、反応抑制文脈が魅力判断に及ぼす影響を検討するため、Go/Nogo課題を用いた。被験者は、反応抑制の頻度を操作した課題を経験した後に、その課題とは無関係な顔刺激の魅力評定を行った。Go/Nogo課題では、左右いずれかに呈示される文字からターゲット文字 (N) に対してボタンを押し、それ以外の文字 (Z) では反応を抑制することが求められた。このとき、片側の視野ではボタン押しの頻度が高い促進視野、その対側視野ではボタン押しの頻

度が低い抑制視野となった。Go/Nogo試行後に対呈示される顔画像の魅力評定を強制選択により求めた。もし、魅力低減効果が文脈に対しても及ぶのであれば、抑制視野に呈示される顔の魅力は、促進視野に呈示される顔に比べて低減することが予測される。さらに、魅力低減効果は、ネガティブ方向にのみ働くことから、低魅力判断時においてのみ、抑制視野に対する抑制バイアスが強いほど、その視野に呈示される顔を選択することが予測される。

実験2では、Go/Nogo課題の代わりにフランカー課題を用いることによって、反応抑制だけではなく、競合抑制文脈に対しても魅力低減効果が及ぶのかを検討した。もし、競合抑制文脈に対しても魅力低減効果が及ぶのであれば、低魅力判断時において、競合頻度の高い視野の競合抑制傾向が強いほど、その視野に呈示される顔刺激の魅力が低下することが予測される。

実験1

方法

被験者 大学生28名。**刺激** Go/Nogo試行では、反応刺激に“N”，抑制刺激に“Z”を用いた。顔の魅力判断では、画像は男女別に事前評定に基づいて魅力が同程度の顔写真を男女16名ずつ用いた。**手続き** 凝

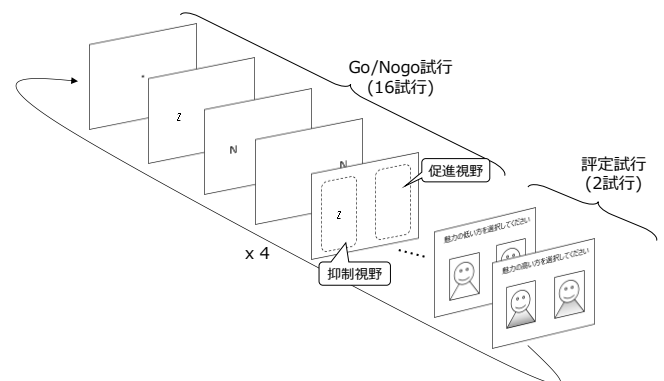


図1 Go/Nogo 試行 16 試行毎に魅力評定(2 試行)を挿入

視点 (500 ms) 呈示後, “N” か “Z” が左右いずれかの視野に呈示された。被験者は “N” が呈示されたときにはできるだけ速く指定されたキーを押し (反応試行), “Z” に対しては何もしないことが求められた (抑制試行)。1ブロックを64試行とし, 16試行毎に抑制頻度を操作し, 一方の視野を促進視野 (反応試行6試行, 抑制試行2試行), もう一方の視野を抑制視野 (反応試行2試行, 抑制試行6試行) とした。図1に示すようにGo/Nogo試行16試行毎に顔の魅力評定が2試行挿入された。このとき, ターゲット文字が呈示されていた位置を中心として顔写真が片視野に1つずつ呈示された。被験者は, 1試行目はこの顔の対のうち, 高魅力判断として, 魅力の高い顔をキー押しにより選択し, 2試行目は低魅力判断として, 逆に魅力の低い顔を選択した。この2試行の実施順序は無作為化した。Go/Nogo課題64試行, 魅力判断8試行からなる実験ブロックを4回反復した。

分析方法

Go/Nogo試行から得られた反応をもとに, 呈示位置別に判断基準 (*c*) を算出した (Macmillan & Creelman, 2005)。判断基準は-1から1の範囲を取り, 負の数は反応バイアス, 正の数は抑制バイアスを表す。分析には, 正負の方向性を逆転させるため, 算出された値を-1倍したものを判断基準として用いた (*-c*)。

魅力評定から得られた反応をもとに, 抑制視野側に呈示された顔の選択率を算出した。魅力判断別の正負方向をそろえるため, 高魅力判断時では選択率からチャンスレベルを引いた値を, 低魅力判断時ではチャンスレベルから選択率を引いた値を抑制視野選択率として分析に用いた。

結果と考察

Go/Nogo試行における視野毎の判断基準と各魅力判断時の抑制視野選択率の相関係数を算出した。その結果, 抑制視野における判断基準と低魅力判断時における抑制視野選択率との間に図2のような有意な正の相関が見られた ($r = .439, p = .022$)。一方, 高魅力判断時および促進視野においてはこうした相関関係は見られなかった ($ps > .17$)。これは, 低魅力判断において, 抑制視野の抑制バイアスが強いほど, その視野側に呈示された顔の魅力が低減することを示している。

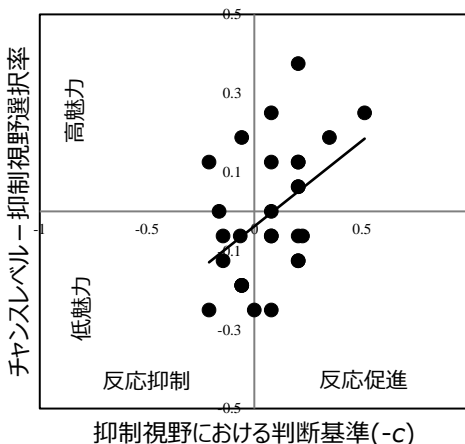


図2 抑制視野における判断基準(-c)と低魅力判断時における抑制視野選択率の相関図

実験2

方法

被験者 大学生24名。**手続き** 実験1のGo/Nogo課題の代わりにフランカー課題を用いて, 一方の視野を低競合視野 (一致試行6試行, 不一致試行2試行), もう一方の視野を高競合視野 (一致試行2試行, 不一致試行6試行) としたことを除き, 実験1と同様の手続きであった。

分析方法

フランカー試行から得られた反応をもとに, フランカー効果 (不一致試行の反応時間 - 一致試行の反応時間) を視野毎に算出した。魅力判断については, 実験1と同様の方法で算出した選択率を分析に用いた。

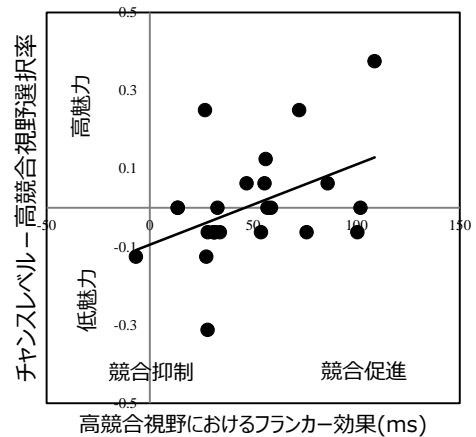


図3 高競合視野におけるフランカー効果と低魅力判断時における高競合視野選択率の相関図

結果と考察

フランカー試行における視野毎のフランカー効果と各魅力判断における高競合視野選択率の相関係数を算出した。その結果, 高競合視野におけるフランカー効果と低魅力判断時における高競合視野選択率との間に図3のような有意な正の相関が見られた ($r = .441, p = .031$)。一方, 高魅力判断時および低競合視野にはこうした相関関係は見られなかった ($ps > .15$)。これは, 高競合視野においてフランカーに対する競合抑制傾向が強いほど, 低魅力選択時において, その位置に呈示される顔の魅力が低減することを示している。

結論

本研究では, 反応抑制文脈および競合抑制文脈がそれらの文脈とは無関連な顔刺激に対して魅力低減効果が及ぶかを検討した。その結果, 低魅力判断時において, 反応抑制視野に対する抑制バイアスおよび, 高競合視野に対する競合抑制傾向が強いほど, その視野に呈示される顔刺激の魅力が低いと判断する割合が高くなることが示された。高魅力判断時にはそうした関係性は見られず, 魅力判断時に反応抑制が生じているわけではなかった。これは, 反応抑制文脈だけではなく競合抑制文脈が顔そのものの魅力を低減させていることを示している。

報酬予測行動中の特徴提示が Value-Driven Attentional Capture を生じさせる

峯 知里
齋木 潤

京都大学大学院人間・環境学研究科

京都大学大学院人間・環境学研究科

Many previous studies report that stimuli associated with reward capture attention (value-driven attentional capture; VDAC). However, little is known about necessary conditions for the formation of the feature-reward association in VDAC. In the present study, we took advantage of the flexibility of the task-irrelevant VDAC paradigm and examined necessary conditions in VDAC. To this end, we manipulated the temporal relationship among feature, response, and reward and presented features (color) associated with reward in a variety of locations in a flanker task (learning phase). After reward learning, VDAC was tested in a subsequent visual search (test phase). Through the five experiments, VDAC was only observed when features associated with reward were synchronized with response selection in the task display. These results suggest that feature-response synchronization at the timing of task display is necessary for VDAC.

Keywords: attentional capture, reward prediction, task-irrelevant stimuli, reward.

問題・目的

報酬と連合した特徴（例：色）は注意を捕捉することが知られている（value-driven attentional capture : VDAC, Anderson, 2016）。しかし、VDACを生じさせる報酬学習（特徴と報酬の連合学習）のメカニズムは明らかにされていない。近年の研究では、強化学習の理論を用いてVDACにおける報酬学習のメカニズムが検討された。その結果、VDACの生起には、特徴と報酬の確率的な連合（contingency）が必要であることが示された（Sali et al., 2014）。一般的に、強化学習の枠組みでは、contingencyと報酬予測が学習を生じさせるための基盤となっている。報酬予測とは、自分の反応及び反応と直接関連した要素（特徴）に対して報酬を予測することであり、これは反応が報酬に先行することが前提とされる。実際に、すべて先行研究では反応が必ず報酬に先行しており、報酬予測の前提が満たされていた。この理由として、多くの先行研究では、報酬が課題に関連した特徴（例：ターゲットを定義する特徴）と連合されており、特徴と反応と報酬の時間的な関係性が固定されていたことが挙げられる。そのため、どのような特徴と反応と報酬の時間的な関係性がVDACの生起に必要なかについては明らかにされていない。

そこで本研究では、学習課題で課題非関連な特徴と報酬を連合した（Mine & Saiki, 2015）。報酬を課題非関連な特徴と連合した場合、特徴と反応と報酬の時間的な関係性を柔軟に操作することが可能となる。

実験1で先行研究の追試を行った後（Mine & Saiki, 2015）、以下の三点を検討した。第一に、VDACがcontingencyのみで成立する可能性を検討するため、報酬と連合した特徴（色）を報酬と同時に提示した（実験2）。第二に、報酬予測の前提である、反応が報酬に先行することはVDACが生じるために必要であるか否かを検討した。そのため、報酬と特徴を反応前に提示した（実験3）。最後に、VDACの生起には、特徴

と反応の同期が必要であるか否かを検討するため、特徴を反応前（実験4）、あるいは反応後（実験5）に提示した。VDACは、学習課題後に実施された視覚探索課題において、高報酬条件の反応時間が低報酬条件の反応時間よりも遅延するか否かで評価された。

方法

実験参加者 大学生・大学院生90名が、5つの実験に分類された（実験1：18名、実験2：18名、実験3：18名、実験4：18名、実験5：18名）。

刺激・手続き 実験は、先行研究のパラダイムを用い（Mine & Saiki, 2015）、学習課題（48試行×5ブロック：240試行）とテスト課題（48試行×4ブロック：計192試行）を実施した。各試行は、注視点（400/500/600msのいずれか）、課題（制限時間：フランカー課題800ms、視覚探索課題1500ms）、ブランク（1000ms）、フィードバック（1500ms）を含む4つの画面で構成された（Figure 1, 2）。

学習課題（フランカー課題） 刺激はアルファベット（20文字）であり、4文字×5ブロックに分類された。課題画面では、5つの文字が提示され（例：CCACC）、参加者は中央文字の同定を行い、キーボードで反応した（Figure 1）。報酬の条件は、高報酬（+100円）、低報酬（+10円）、統制（****）の3つであった。この報酬条件は、それぞれ特定の色（マゼンダ・イエロー・シアン）と連合しており、正答試行ではフィードバックで報酬が提示された。実験1では、報酬と連合した色を課題の画面（文字を囲う枠）に提示し、先行研究の追試的検討を行った（Figure 1, 左）。実験2では、フィードバックを囲う枠の色と報酬を連合した（Figure 1, 中央）。実験3では、実験1に加えて、その試行で得られる報酬が課題の画面に提示された。実験4では、反応に先立って、実験5では、反応に続いて、報酬と連合した色（注視点に付加）が提示された（Figure 1, 右）。色と報酬の連合は、参加者に明示しなかった。

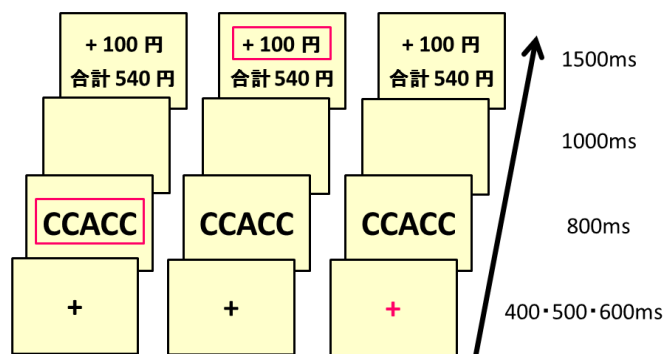


Figure 1. 学習（フランカー）課題1試行の流れ（左：実験1，中央：実験2，右：実験4）

テスト課題（視覚探索課題） 刺激は8種類の数字であり、2種類×4セットに分類された。各試行では、ランダムに選択された数字ペアのうち（例：4と9）、1つがターゲット、もう一方がディストラクタに割り当てられた（例：4がターゲット、9がディストラクタ、Figure 2）。探索画面では、6つの数字が円環状に提示され、参加者はターゲット（数字シングルトン）に対して奇偶判断を行った。報酬に関する3つの条件は、学習課題と対応していた。3分の2の試行では、学習課題で高報酬あるいは低報酬と連合していた色がディストラクタの1つに付加された（それぞれ全体の3分の1）。残り3分の1の試行では、色の付いたディストラクタが出現しなかった（統制条件）。また、テスト課題ではフィードバック画面で報酬の情報が提示されず、参加者に正解または不正解のみを知らせた。

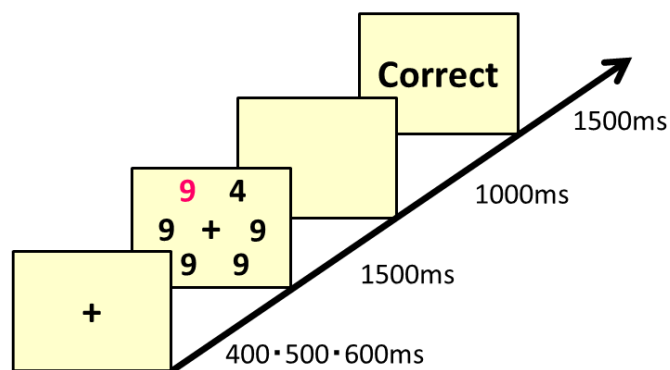


Figure 2. テスト（視覚探索）課題1試行の流れ

結果

実験1で、正答率が低かった参加者1人のデータ（学習課題67.9%、テスト課題54.2%）、平均±3標準偏差を外れた試行は分析から除外された。

学習課題では、多くの先行研究と同様に、報酬の影響がみられなかった（e.g., Mine & Saiki, 2015）。

テスト課題の試行は、学習課題の報酬条件（高報酬・低報酬・統制）をもとに分類された。各報酬条件の反応時間について、参加者内1要因分散分析を行った結果、実験1 ($F(2, 32) = 12.61, p < .001, \eta_p^2 = .441$),

実験2 ($F(2, 34) = 4.60, p = .017, \eta_p^2 = .213$), 実験4で報酬の主効果が確認された ($F(2, 34) = 5.34, p = .010, \eta_p^2 = .239$)。一方、実験3と5では、報酬の主効果が示されなかった ($F(2, 34) = 3.07, p = .060, \eta_p^2 = .153; F(2, 34) = 1.83, p = .176, \eta_p^2 = .097$)。報酬の主効果に有意差がみられた実験1, 2, 4について、それぞれRyan法による下位検定を行った。その結果、実験1のみ高報酬と低報酬の条件間に有意な差 (VDAC) が認められた ($t(16) = 2.49, p = .018, \text{Table 1}$)。

Table 1. テスト（視覚探索）課題の反応時間

	高報酬	低報酬	統制
実験 1	814	799	784
実験 2	825	826	803
実験 3	770	781	762
実験 4	839	843	810
実験 5	819	829	817

考察

本研究では、特徴と反応と報酬の時間的な関連性を操作し、VDACの生起はcontingencyのみで十分であるか否か（実験2）、VDACに反応が報酬に先行することは必要であるか否か（実験3）、そして、特徴と反応の同期がVDACに必要であるか否かを検討した（実験4と5）。その結果、報酬と連合した特徴が反応選択と同期し、さらに報酬が反応後に与えられた状況（実験1）でのみ、VDACがみられることを明らかにした。一方、特徴と報酬が同期した場合（実験2）、特徴と報酬が反応に先行する場合（実験3）にはVDACが確認されなかった。さらに、特徴が反応と同期しない場合にも、VDACの生起が認められなかった（実験4と5）。以上の結果から、本研究では、反応が報酬に先行することがVDACの生起に必要なこと、さらに、反応と同期した特徴がVDACを生じさせることを示唆する。

引用文献

- Anderson, B. A. (2016). The attention habit: how reward learning shapes attentional selection. *Annals of the New York Academy of Sciences*. doi: 10.1111/nyas.12957
- Mine, C., & Saiki, J. (2015). Task-Irrelevant Stimulus-Reward Association Induces Value-Driven Attentional Capture. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *77*, 1896-1907. doi: 10.3758/s13414-015-0894-5
- Sali, A. W., Anderson, B. A., & Yantis, S. (2014). The role of reward prediction in the control of attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *40*, 1654-1664. doi:10.1037/a0037267

表情刺激の年齢要因が視覚探索課題に与える影響

惟村 恵理子
石口 彰

お茶の水女子大学大学院 人間文化創成科学研究科
お茶の水女子大学大学院 基幹研究院

視覚探索課題において、怒り表情は、喜び表情や感情価を持たない中性表情と比較し、より早く正確に検出されることが明らかにされている (e.g. Hansen & Hansen, 1988)。しかし、表情刺激の年齢要因、例えば乳幼児表情では、そのような表情の感情価による優位性が認められるか、さらに、そこには個人差(親性準備性)が関連しているかに着目した検討は行われていない。そこで、本研究では、乳幼児表情の視覚探索と親性準備性の関連性について検討した。その結果、親性があまり発達していない女子学生は、親性がより発達している女子学生に比べ、乳児の喜び表情の探索効率が高いことが示された。また、親性がより発達している女子学生は、乳児の喜び表情より悲しみ表情の探索効率が高いことが示された。これらから、乳児表情の視覚探索と親性の発達に関連性が示唆された。

Keywords: readiness for parenthood, facial expressions of infants, visual search task

問題・目的

これまで、視覚探索課題において、怒り表情は、喜び表情や感情価を持たない中性表情と比較し、より早く正確に検出されることが明らかにされている (e.g. Hansen & Hansen, 1988)。このような表情の感情価による優位性の違いについては、表情刺激のその形態的特徴 (e.g. Lipp, Price, & Tellegen, 2009) 等が要因として指摘され様々議論されている。しかし、表情刺激の年齢要因が視覚探索に与える影響に着目した検討は行われていない。そこで、本研究では、年齢要因として乳幼児表情に焦点を当てた。また、近年、親性を育む機会が減少し、子どもにどのように接すればよいか分からない若者が増えている (岡本・古賀, 2004) ことから、乳幼児表情を用いた視覚探索課題における親性の影響も検討すべく、乳幼児表情の視覚探索と親性の関連性を検討した。以上から、本研究では、乳児・幼児・成人の表情を用いた視覚探索課題を実施し、親性がより発達している学生とそうでない学生では、乳幼児表情の探索時間や探索効率に違いが認められ、それは感情価により異なるか検討した。

方法

実験参加者 25名の女子大学生・大学院生 (平均年齢は22.7歳, $SD = 4.03$)。

装置 実験制御にはノートパソコン(DELL PRECISION M4500)及びE-Prime2.0を使用し、刺激の呈示には、SONY製のMultiscan G500の21インチCRTモニターを用いた。

刺激 乳児と幼児の表情刺激は実験実施者がオリジナルに作成した。乳児は平均年齢10.5ヶ月、幼児は平均年齢3歳8ヶ月であり、乳児・幼児共に男女各1名の喜び、悲しみ、中性表情、計12枚の表情刺激を作成した。成人の表情刺激は、ATR表情画像データベース

DB99(ATR-Promotions, 2006)から男女各1名の喜び、悲しみ、真顔の計12枚の表情刺激を使用した。

条件 各表情年齢(乳児・幼児・成人)において、ターゲットあり(Target)条件とターゲットなし(No-Target)条件の2条件が設定された。Target条件では、喜び・悲しみ表情がターゲット刺激、中性表情が妨害刺激であった。No-Target条件では、全て中性表情であった。両条件の各表情年齢において、セットサイズは2条件(4及び9)であった。

手続き 本実験は個別に行われ、視覚探索課題実施後、質問紙(親性準備性尺度(佐々木, 2000))への回答を求め実験が終了した。所要時間は1時間程度であった。

<視覚探索課題> 画面中央に注視点(500ms)が呈示された。注視点消失後、乳児・幼児・成人のいずれかの表情の探索画面(4又は9つの表情刺激)が呈示された。参加者は、呈示された表情刺激の表情が全て同じか、又は異なるかをできるだけ早く正確に判断し、キーを押して回答することが求められた。刺激は参加者の反応が生起するまで呈示され、参加者の反応が生起後、次の試行へ進んだ。ITIは500msであった。

課題は、表情表出者ごとに104試行(各感情価52試行)、計624試行から構成された。呈示の際は、3ブロック(1ブロック208試行)に分け、セットサイズ(4, 9)、条件(ターゲットの有無)、表情年齢(乳児・幼児・成人)の呈示順はブロック内・ブロック間でランダムであった。1ブロック終了毎に休憩を取り、次のブロックに進んだ。本試行を行う前に練習試行を行った。なお、練習試行で呈示された表情刺激は、本試行で用いられたものとは別の表情刺激であった。

分析方法 本研究では、Target条件のみを報告する。正答試行のみ分析に用い、さらに、各参加者の平均反応時間の $\pm 3SD$ の範囲を外れた試行を外れ値として除外し、反応時間データを整理した。各表情年齢(乳児・幼児・成人表情)における参加者の平均反応時間を従属変数とし、親性(高群・低群) \times 標的的表情刺激の感情価(喜び・悲しみ) \times セットサイズ(4, 9)の3要因分散分析を行った。

なお、誤答率については、速さと正確さのトレードオフ関係を考慮するために分析した。しかし、どの条件においてもトレードオフ関係は認められなかったため、ここでの報告は省略する。

結果

実験参加者の群分け 参加者25名の親性準備性尺度得点を中央値折半し、それぞれ親性準備性得点高群(参加者13名, 平均得点 = 95.38, $SD = 4.36$; 以下親性高群)・低群(参加者12名, 平均得点 = 78.75, $SD = 6.62$; 以下親性低群)とした。対応のない t 検定を行った結果、高群の方が低群よりも有意に得点が高かった ($t(23) = 7.17, p < .001$)。

反応時間 各表情年齢における、標的表情の感情価ごとの親性高群・低群それぞれの平均反応時間を Figure 1 に示す。

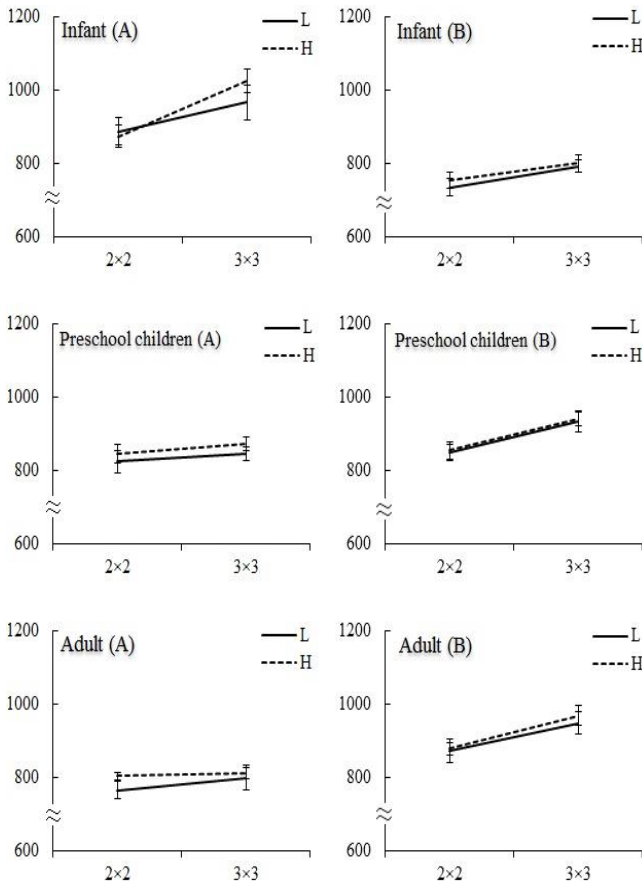


Figure 1. Mean response time by face ages in the Happy (left panel: A) and Sad tasks (right panel: B) as a function of level of readiness for parenthood (Low (L) and High (H) group) and set size (2x2 and 3x3). Error bars show Standard error (SE).

乳児表情: 親性×感情価×セットサイズの2次の交互作用 ($F(1, 23) = 3.30, p < .10$) が有意傾向であったため、下位検定を行った。その結果、親性低群(15.9

ms/item)は親性高群(30.1 ms/item)より、喜び表情の探索効率が高かった。また、親性高群は、両セットサイズ共に喜び表情より悲しみ表情の検出が速く、喜び(30.1 ms/item)より悲しみ表情(9.1 ms/item)の方が、探索効率が高かった。

幼児表情: 感情価×セットサイズの1次の交互作用 ($F(1, 23) = 10.07, p < .005$) が有意であり、親性とは関係なく、セットサイズ9において、悲しみより喜び表情の方が速く検出された。また、喜び表情(5.0 ms/item)は悲しみ(16.9 ms/item)より探索効率が高かった。

成人表情: 感情価×セットサイズの1次の交互作用 ($F(1, 23) = 8.48, p < .01$) が有意であり、親性とは関係なく、両セットサイズ共に、悲しみより喜び表情の方が速く検出された。また、喜び表情(4.0 ms/item)は悲しみ表情(16.5ms/item)より探索効率が高かった。

考察

本研究では、乳幼児表情の視覚探索と親性の関連性について検討することを目的とした。その結果、幼児・成人表情の視覚探索は親性と関連性がなかったが、悲しみより喜び表情において探索効率が高く、喜び表情の優位性が認められた。一方、乳児表情では親性との関連性が明らかとなり、親性があまり発達していない女子学生は、親性がより発達している女子学生に比べ、乳児の喜び表情の探索効率が高かった。また、親性がより発達している女子学生は、妨害刺激の数に関係なく乳児の喜び表情よりも悲しみ表情の検出が速く、探索効率も高いことが明らかとなった。

以上から、表情刺激の年齢要因は視覚探索に影響を与え、乳児表情の視覚探索と親性の発達レベルは関連することが示唆された。しかし、表情刺激を用いた視覚探索課題では、低次元知覚的特徴効果が指摘されている (e.g. Lipp et al., 2009)。したがって、表情刺激の年齢で結果が異なった点において、今後これらの要因も踏まえて検討する必要があるだろう。

参考文献

- Hansen, C. H. & Hansen, R. D. (1988). Finding the face in the crowd: An anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, **54**, 917-924.
- Lipp, O. V., Price, S. M., & Tellegen, C. L. (2009). No effect of inversion on attentional and affective processing of facial expressions. *Emotion*, **9**, 248-259.
- 岡本祐子・古賀真紀子 (2004). 青年の「親準備性」概念の再検討とその発達に関連する要因の分析. *広島大学心理学研究*, **4**, 159-172.

局所的な顕著性の差が引き起こす探索非対称性

山下 純平
熊田 孝恒

京都大学大学院情報学研究科
京都大学大学院情報学研究科

探索非対称性とは、視覚探索課題において、刺激 A を刺激 B の中から探す時と、標的と妨害項目の役割を入れ替えて刺激 B を刺激 A の中から探す時の間で、探索効率が異なる現象のことである。従来、探索非対称性を引き起こす要因としては 1) 全体の顕著性の差による要因と 2) 既知性の差による要因が考えられてきた。本研究では、局所的な顕著性の違いによって探索非対称性が生じることを報告する。具体的には、探索項目内の高顕著な部位が上部にあるか下部にあるかによって探索効率が変化することが明らかとなった。これは、上記 2 要因を含めた従来知られている探索非対称性とは異なる機序で生じると考えられる。そこで、この未知の要因による探索非対称性のメカニズムについて考察する。

Keywords: visual attention, visual search, search asymmetry, saliency.

問題・目的

視覚探索とは、視覚的注意のはたらきを調べるために用いられる課題である。視覚探索課題では、被験者はさまざまな妨害項目の中から標的を検出することを求められる。探索非対称性についての研究は、こうした視覚探索課題の理解にとって重要な役割を果たしてきた。探索非対称性とは、視覚探索において、刺激 A を刺激 B の中から探す時と、刺激 B を刺激 A の中から探す時の間で、探索効率が異なる現象のことである (Wolfe, 2001)。この現象は、視覚探索が標的と妨害項目の物理的な差分にのみ基づいて行われるという単純な説明を否定するものであり、人間の視覚的注意の性質の特殊性を示唆している。

現在までに、大きく分けて 2 つの要因が探索非対称性を引き起こすことが明らかにされている。Treisman & Gormican (1988) は、特徴の量が多い (高顕著な) 標的を探す時は、特徴の量が少ない (低顕著な) 標的を探す時より探索が容易になることを指摘し、その差が探索非対称性を引き起こすことを明らかにしている。また、Wang (1994) は、被験者が刺激を知っている程度に依存して探索効率が変化することを指摘し、その差が探索非対称性を引き起こすことを明らかにしている。

ところで、Logan (1994) は、“+” 1 つと “-” 1 つの 2 種類のパーツが上下に並んで 1 物体を構成する 2 刺激 (“+” と “-”) を用いて視覚探索課題を行った結果、2 刺激のうちどちらを標的にするかによって、探索効率に差が生じることを報告している。“+” と “-” の 2 刺激を構成する 2 パーツは同一であるため、特徴の量に違いは存在せず、顕著性の違いが探索非対称性の原因とは考えられない。一方、この刺激セットでは、既知性の要因によって探索非対称性が生じた可能性を完全には排除できない。なぜなら、“+” は地面 (“-”) の上に物体 (“+”) が存在しているかのような「見慣れた」光景を思い起こさせる形状をしており、残る一方の “-” よりも既知性が高い可能性があるためである。しかし、この結果が既知性による要因によってもたらされているのではないならば、当該現象を引き起こす未知の要因を明らかにすることで、注意機能の持つ知られざる性質

を明らかにできる可能性がある。“+” は “-” に比べて線分が 1 つ多いため、顕著性が高い。このことから、本研究では、「顕著性に違いがある 2 パーツが上下に並んだ 1 物体を探索する課題においては、上に高顕著なパーツがある物体 (下に低顕著なパーツがある物体) が標的となり、上に低顕著なパーツがある物体 (下に高顕著なパーツがある物体) が妨害項目となる場合と、標的と妨害項目が逆の場合との間では探索非対称性が生じる」という仮説を立て、これを検証することを目的とした。

方法

被験者：大学生及び大学院生 16 名 (20-32 歳、女性 5 名、左利き 2 名)

装置と刺激：刺激は被験者の 56cm 先の LCD モニター (120 Hz, 23.5") 上に呈示された。探索項目は 4, 8, 12, 16 個の白円 (374 cd/m², 0.82° × 0.82°) と灰円 (7.25 cd/m², 0.82° × 0.82°) のペアであり、黒い背景 (0.06 cd/m²) 上に呈示された。円は視角 0.16° の線で描かれており、ペア内の円と円の間隔は 0.14° であった。刺激のうち上部の円が灰色で、下部の円が白色の刺激を lower-luminant 刺激、上部の円が白色で、下部の円が灰色の刺激を upper-luminant 刺激と呼ぶ。これらの刺激は 12.2° × 12.2° の正方形の空間上に最低 0.14° 間隔をあけてランダムな位置に呈示された。

手続き：被験者は妨害項目の中から標的を探すよう求められた。2 つの条件が用意された (Figure 1 参照)。Upper-luminant 標的的条件では、被験者は lower-luminant 妨害項目の中から、upper-luminant 標的を探した。Lower-luminant 標的的条件では、被験者は upper-luminant 妨害項目の中から、lower-luminant 標的を探した。被験者はキーボードの “z” か “/” を左手か右手の人差し指で押すことで反応を行った。“標的あり” 反応は被験者の利き手側で行われ、“標的なし” 反応は被験者の非利き手側で行われた。被験者はできるだけ誤反応せず、素早く回答を行うことを求められた。

実験デザイン：2 (標的的条件; upper-luminant 標的的条件, lower-luminant 標的的条件) × 2 (標的の有無; 標的あり, 標的なし) × 4 (探索項目数; 4, 8, 12, 16) 被験者内要因計画で実験を行った。試行は 4 ブロックに分かれ (1 条件につき

2ブロック), 1ブロックは144試行からなり(4探索項目数×2標的の有無×18試行数), エラー試行はそのブロック内の後で繰り返された。その結果, 1ブロックにつき144の正答反応が得られた。休憩は72試行ごとに挿入され, 各ブロック開始時に32試行の練習試行が行われた。それぞれの試行では, 固視点(0.44°×0.44°)が500ms呈示され, その後探索画面が呈示された。探索画面は被験者が反応をした場合か, 4,000msが経過すると消失し, 1,000msの間空白画面が保持された後, 次の試行のための固視点の呈示へ遷移した。なお, 誤反応試行, 4,000ms以内に反応が無かった試行, および150msよりも短い時間で反応がなされた試行はエラーとし, 530-Hzのトーンによって被験者に知らせた。

結果

条件別の正答反応時間(mean correct Reaction Time: RT)をFigure 2にプロットした。

分散分析の結果, 標的条件の主効果, $F(1,15) = 21.78$, $MSE = 34,823.3468$, $p < .001$, 標的有無の主効果, $F(1,15) = 89.92$, $MSE = 86,908.01$, $p < .001$, 探索項目数の主効果, $F(3,45) = 149.50$, $MSE = 42,983.86$, $p < .001$, が有意であった。また, 標的条件と探索項目数の交互作用, $F(3,45) = 8.61$, $MSE = 9,575.15$, $p < .001$, 標的有無と探索項目数の交互作用, $F(3,45) = 60.31$, $MSE = 15,494.59$, $p < .001$, 標的条件と標的有無と探索項目数の二次交互作用, $F(3,45) = 3.23$, $MSE = 3,445.77$, $p = .031$, が有意であった。エラーレートは低く(平均5.74%), Speed-Accuracy trade offは見られなかった。

すなわち, すべての条件下でRTは探索項目数が増えるにつれて増加しており, Upper-luminant標的 conditionでの反応は, lower-luminant標的 conditionでの反応よりも遅かった。さらに, 標的あり試行での探索関数(探索項目数と反応時間で描く線形関数)の傾きは, upper-luminant標的 conditionで43.2ms/items, lower-luminant標的 conditionで30.9ms/itemsであり, upper-luminant標的 conditionの方がlower-luminant標的 conditionより探索効率が低かった。

考察

実験の結果から, upper-luminant (upper-salient)な標的をlower-luminant (lower-salient)な妨害項目の中から探すことは, その逆にlower-luminant (lower-salient)な標的をupper-luminant (upper-salient)な妨害項目の中から探すことよりも難しいことがわかった。すなわち, 探索非対称性が確かめられた。

2種類の刺激は2パーツを共有しており, 探索項目の全体的な顕著性に差異はなかった。同時に, 探索項目は全て同じ形状をしていたため, 2種類の刺激の間に既知性にも差異はなかった。そして, 2つの異なる顕著性を持つパーツの上下の並びだけが2刺激間で異なっていた。このような条件下で探索非対称性が確かめられたことは, 全体の顕著性の差による効果でも, 既知性の差による効果でもなく, 局所的な顕著性の差によって探索非対称性が生じたことを示している。

当該現象の発生機序については, 刺激上部のパーツを並列的に抑制するようなしくみが存在しているの

はないかと考えているが, 今後の実験的検討が必要である。

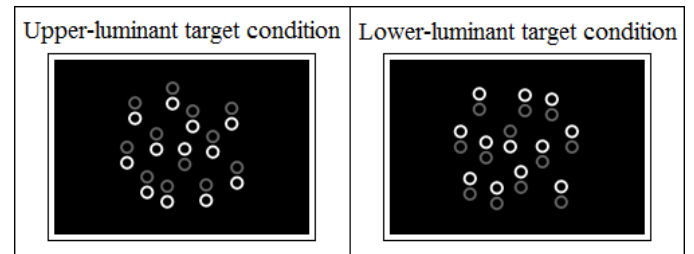


Figure 1. 実験で用いられた2条件ごとの探索画面例。左図はUpper-luminant 標的 conditionの探索画面例であり, 右図はLower-luminant 標的 conditionの探索画面例(探索項目数はどちらも12)。

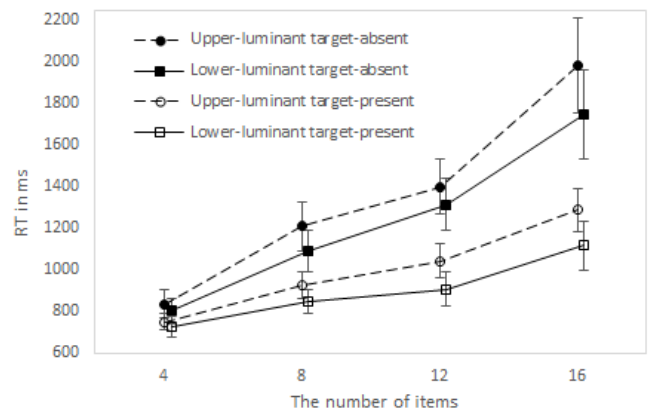


Figure 2. 各条件下での探索項目数の反応時間関数をプロットした図。

結論

本研究によって, 従来のものとは異なった新奇な要因が, 探索非対称性を引き起こすことが明らかになった。

引用文献

- Logan, G. D., (1994). Spatial attention and the apprehension of spatial relations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(5), 1015–1036.
- Treisman, A. & Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95(1), 15–48.
- Wang, Q. & Cavanagh, P., Green, M. (1994). Familiarity and pop-out in visual search. *Perception & Psychophysics*, 56(5), 495–500.
- Wolfe, J. M., (2001) Asymmetries in visual search: An introduction. *Perception & Psychophysics*. 63(3), 381–389.

画像の記憶しやすさと視覚的注意の関係

李琦
横澤 一彦

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

liqi@l.u-tokyo.ac.jp

人間は優れた画像の記憶能力をもつが、全ての画像が等しく記憶しやすいわけではなく、各画像には記憶しやすさ (memorability) という指標で表されるような違いがあることが示されている (Isola et al., 2014; Bylinskii et al., 2015)。しかし、この記憶しやすさを規定する要因についてはまだ明らかでない。本研究では、視覚探索課題を用いて、画像の記憶しやすさと視覚的注意の関係を検討した。実験1では、探索課題に無関連な情景画像 (high/low memorability 画像) を探索画面の背景に呈示したときの探索成績の変化を調べた結果、記憶しやすい情景画像が注意を捕捉し、視覚探索を妨害した。実験2では、無関連画像を探索画面の直前に呈示した結果、先行して呈示された記憶しやすい情景画像が、視覚探索を促進するような手がかりとして機能した。これらの結果は記憶しやすさと視覚的注意が密接に関連することを示唆している。

Keywords: image memorability, attention, visual search.

問題・目的

人間は優れた画像の記憶能力をもつが、全ての画像が等しく記憶しやすいわけではなく、各画像には記憶しやすさ (memorability) という指標で表されるような違いがあることが示されている (Isola et al., 2014; Bylinskii et al., 2015)。しかし、この記憶しやすさを規定する要因についてはまだ明らかでない。Isola et al. (2015) は、画像の記憶しやすさの内的な規定要因として画像の美しさ・面白さ・画像統計量・意味情報などに着目し、意味情報が記憶しやすさに強く影響することを示した。一方、Bylinskii et al. (2015) は、外的な規定要因として文脈や観察者の行動が記憶しやすさに影響することを示した。また、画像記憶には、視覚的注意が重要な働きをもつことが従来の研究より知られていることから (Wolfe et al., 2007)、記憶しやすさに影響を与える外的な規定要因として、視覚的注意も考えられる。しかし、これまで記憶しやすさと注意の関係については明らかにされていない。従って本研究では、画像の記憶しやすさと視覚的注意の関連性を検討した。

実験1

実験1では、視覚探索課題の背景に課題無関連な風景画像を呈示し、画像の記憶しやすさによって探索成績が異なるかを検討した。

方法

参加者 16名の大学生が実験1に参加した。全員が正常な視力(矯正を含む)を有していた。

刺激 Bylinskii et al. (2015)の画像データベースから、記憶しやすさスコアの最も高い60枚 (high

memorability条件)と最も低い60枚 (low memorability条件)の画像を採用した。また、探索刺激は8個のT (ターゲット)とL (ディストラクタ)からなり、ターゲットとなるTの数は0、1、2個のいずれかであった。

手続き 実験は視覚探索課題 (図1A)と再認テスト (図1B)から構成されていた。視覚探索課題が終わるまで、参加者には再認テストがあることを知らせなかった。視覚探索課題では、探索刺激が背景となる画像の上に重ねられていた。参加者はTを探し、その数をボタン押しで回答した。参加者には画像を無視するように教示した。視覚探索課題後、画像の再認テストが行われた。再認テストで使用した画像は、視覚探索課題で呈示された120枚に加え、新たに120枚が追加された。参加者は再認テストで呈示された画像を視覚探索課題で見たか否かをボタン押しで回答した。

結果・考察

表1に実験1の結果を示す。視覚探索課題における high memorability条件の探索時間が low memorability条件に比べて有意に長く ($F(1, 15) = 55.98, p < .001$)、

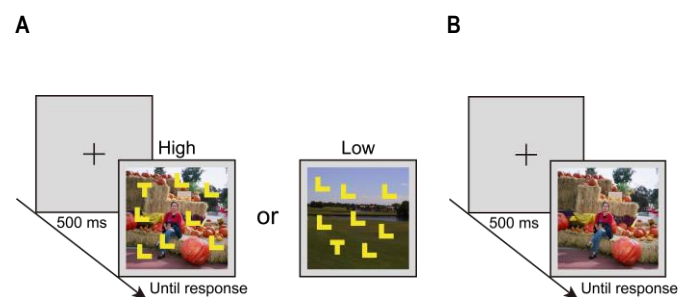


図1 実験1で用いた視覚探索課題(A)と再認課題(B)

正答率は低下傾向であった ($F(1, 15) = 3.46, p = .083$)。記憶しやすい画像は探索課題の遂行に妨害的な影響を与えることが示された。

再認テストでは、high memorability条件の再認成績がlow memorability条件に比べて有意に高かった ($F(1,15) = 6.01, p = .027$)。この結果は、視覚探索課題遂行中に呈示された記憶しやすい画像が自動的に記録され、無視しにくいことを示唆している。

実験 2

実験 2 では、課題無関連な画像を探索画面の直前に呈示することで、実験 1 で得られた記憶しやすい画像による妨害効果が画像の呈示タイミングに依存するかについて検討した。

方法

参加者 16 名の大学生が実験 2 に参加した。全員が正常な視力(矯正を含む)を有していた。

手続き 実験 2 の課題を図 2 に示す。視覚探索課題では探索画面に先行して課題無関連な画像が 1 秒間呈示された点を除いて実験 1 と同様であった。

結果・考察

表 2 に実験 2 の結果を示す。視覚探索課題における反応時間がhigh/low memorability条件ともに速く、両条件間で有意差は見られなかった。一方、high memorability条件の正答率はlow memorability条件より有意に高かった ($F(1,15) = 13.44, p = .002$)。実験 1 に反し、本実験では記憶しやすい画像は視覚探索課題の遂行に促進的な影響があることが分かった。

再認テストの結果は実験 1 と同様、high memorability条件の再認成績がlow memorabilityに比べて有意に高かった ($F(1,15) = 45.87, p < .001$)。この結果は探索画面に先行したhigh memorability画像が自動的に記録され、無視しにくいことを示唆している。

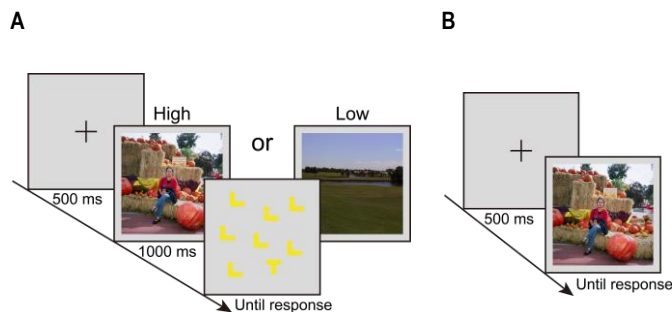


図 2 実験 2 で用いた視覚探索課題 (A) と再認課題 (B)

総合考察

両実験において、一貫してhigh memorabilityとlow memorability条件間で明確な違いが見られた。課題無関連な情景画像による探索成績への影響は画像の記憶しやすさによって異なることが明らかになった。さらに、影響のパターンが実験 1 と実験 2 の間で異なり、記憶しやすさと視覚的注意との相互作用の多様性を示唆している。具体的に、実験 1 では、探索画面と同時に呈示された記憶しやすい情景画像が注意を捕捉し、視覚探索を妨害した。一方、実験 2 では、先行して呈示された記憶しやすい情景画像が、視覚探索を促進するような手がかりとして機能した。これらの結果は記憶しやすさと視覚的注意が密接に関連することを示唆している。今後、本研究で見られた結果の一般性を画像刺激セットや探索刺激の数などを操作し、更なる検討が必要である。

表 1 実験 1 の結果 (括弧内は標準誤差)

		High	Low
視覚探索課題	反応時間 (秒)	1.34 (0.05)	1.19 (0.04)
	正答率 (%)	93.96 (1.09)	96.15 (0.64)
再認テスト	d'	0.42 (0.11)	0.10 (0.06)

表 2 実験 2 の結果 (括弧内は標準誤差)

		High	Low
視覚探索課題	反応時間 (秒)	0.90 (0.04)	0.91 (0.05)
	正答率 (%)	96.35 (0.51)	94.06 (0.61)
再認テスト	d'	1.20 (0.09)	1.41 (0.16)

引用文献

- Bylinskii, Z., Isola, P., Bainbridge, C., Torralba, A., & Oliva, A. (2015). Intrinsic and extrinsic effects on image memorability. *Vision Research*, 116, 165–178.
- Isola, P., Xiao, J. X., Parikh, D., Torralba, A., & Oliva, A. (2014). What makes a photograph memorable? *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 36(7), 1469–1482.
- Wolfe, J. M., Horowitz, T. S., & Michod, K. O. (2007). Is visual attention required for robust picture memory? *Vision Research*, 47, 955–964.

質感の視覚性短期記憶の照明変化に対する頑健性

津田 裕之
齋木 潤

京都大学大学院人間・環境学研究科／日本学術振興会
京都大学大学院人間・環境学研究科

光沢や粗さなど物体表面の質感の知覚には照明の変化に対するある程度の恒常性があり、たとえ物体を照らす照明が大きく変化しても物体が持つ視覚的な見えはよく保たれる。他方で、質感情報を記憶に保持し想起する際にも恒常性が同様に見られるかについてはこれまでに研究が無い。そこで本研究では特徴報告法を用いて質感の短期記憶の精度を測定することでこれを検討した。実験の結果、学習時とテスト時で照明が異なる状況においても光沢や粗さの記憶の精度は比較的よく保たれることが示された。また、光沢と粗さを同時に回答した際の成績の間には相関が無く、両者は相互独立に貯蔵されていることが示唆された。以上の結果は、質感の視覚性短期記憶は照明の変化に対する頑健性を持つこと、および質感の記憶表現は知覚時の情報表現と相同性を持つことを示唆する。

Keywords: material perception, glossiness, roughness, visual short-term memory, constancy, illumination.

問題・目的

光沢や粗さといった物体表面の質感は、たとえ照明環境が変化した場合でも物体本来が持つ質感を比較的よく知覚できる。ただし質感知覚の恒常性は照明が点光源など単純な場合には保たれず(Fleming et al., 2003)、また物体表面の明るさ知覚の恒常性に比べると正確さに劣る(Olkkonen et al., 2010)。

質感の知覚については研究の蓄積が進む一方で、その記憶についてはこれまで検討されることがほとんど無かった。また、従来の視覚性短期記憶の研究において照明環境の変化を扱ったものはほとんど見られず、質感の記憶が照明変化に対する恒常性を持つかについては未解明となっている。

そこで本研究では、特徴報告法を用いた記憶精度の測定により、学習時とテスト時で照明状況が変化した場合にどの程度質感を正確に想起できるか、すなわち、質感記憶の照明変化に対する頑健性について検討した。

方法

参加者 20名の大学生が実験に参加した。

刺激 Ward (1992)の反射モデルを利用し、鏡面反射率と表面粗さのパラメータを変化させることで、光沢と粗さの特徴が操作された球体のCG画像がRadianceを用いて生成された。各パラメータを徐々に増分させることで、光沢と粗さが60段階で連続的に変化する球体画像のセットが用意された。また、球体を照らす照明環境としてDebevecら(2000)のデータベース中からキッチンとビル街の2種類のHDR画像が利用された。

手続き 実験1と実験2ともに、記憶課題に加え統制条件としての知覚課題があった。

記憶課題では刺激画像に続いてマスクと遅延画面が提示され、その後のテスト画面では表示された球体の光沢や粗さをキー押しによって操作し、始めの球体と

なるべく一致するように調整することが求められた。知覚課題では参照用と回答用の球が画面内の左右に2つ同時に提示され、見比べながら調整が行われた。

学習時とテスト時で照明が同じSymmetric条件と、変化するAsymmetric条件があった。この条件は試行ごとにランダムな順で行われた。実験1ではブロックごとに光沢か粗さのどちらか一方のみの回答が求められ、実験2では両方の特徴を回答することが求められた。

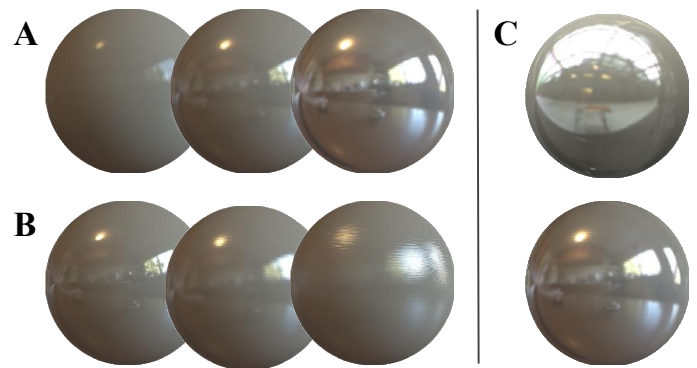


Figure 1. 刺激画像

(A) 右ほど光沢度が高い、(B) 右ほど粗さ度が高い
(C) 上はビル街照明下、下はキッチン照明下での球体の見え

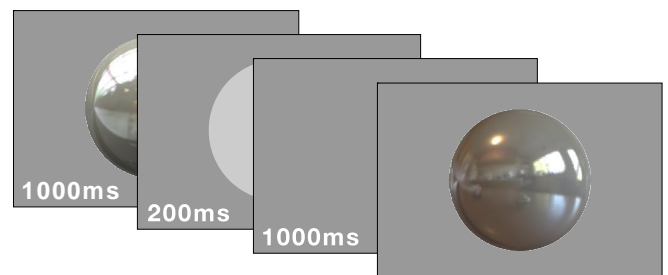


Figure 2. 記憶課題の1試行の手続き

サンプル刺激、マスク、ブランク、およびテスト刺激の順で提示された

結果

被験者の回答した値から真値を引いた値として誤差を算出し、その二乗平均平方根誤差(RMS 誤差)の平均を実験条件ごとに計算した。RMS 誤差が大きいほど記憶の精度が低いことに対応する。

Figure 3 に実験 1 の結果を示す。横軸は実験条件、縦軸は RMS 誤差である。8 つのバーのうち左 4 つは光沢、右 4 つは粗さについての結果である。光沢と粗さのそれぞれの特徴ごとに、課題(知覚/記憶)と照明(Asymmetry/Symmetry)の 2 要因分散分析を行なった結果、どちらの特徴でも各要因の主効果および交互作用が有意であった($p < .05$)。下位検定の結果、全ての組の条件間に有意な差が見られた($p < .05$)。

記憶課題において、Asymmetry 条件で Symmetry 条件よりも RMS 誤差が増大したことは、照明が学習時とテスト時で異なると記憶想起が阻害される、すなわち質感の記憶は照明変化に対する恒常性が弱いことを示唆する。しかしながら、Asymmetry 条件では知覚の成績も下がっていることを考えると、記憶成績は知覚成績をベースラインとして評価する必要がある。

Figure 4 はその結果であり、知覚を基準にした時の記憶課題の成績は Asymmetry 条件において悪化の程度が Symmetry 条件よりも大きく低かった。

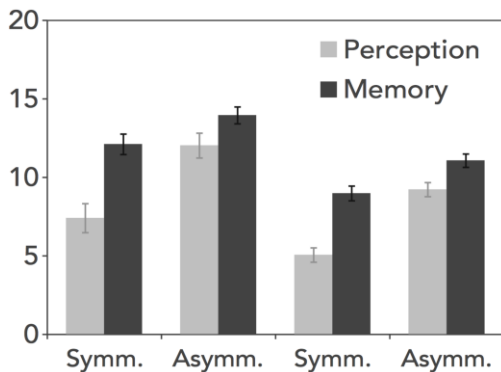


Figure 3. 実験 1 の結果

横軸は実験条件、縦軸は RMS 誤差。8 つのバーのうち左 4 つは光沢、右 4 つは粗さについての結果である。

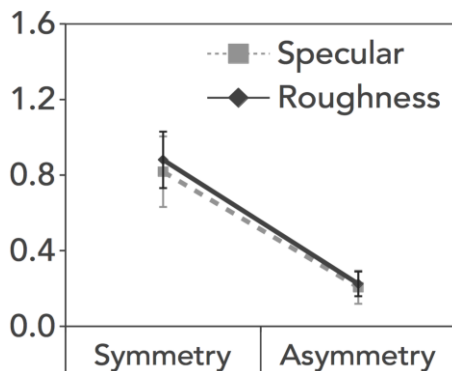


Figure 4. 実験 1 の結果

知覚課題をベースにした時の記憶課題での成績の悪化率。

実験 2 の結果を Figure 5 に示す。横軸は光沢、縦軸は粗さについての誤差であり、各点が 1 試行の結果に対応する。光沢と粗さの回答(誤差)の間に有意な相関はどの実験条件においても見られなかった。

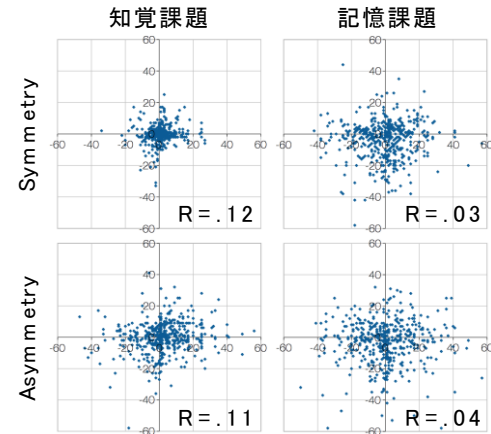


Figure 5. 実験 2 の結果

横軸は光沢、縦軸は粗さについての誤差。各点が 1 試行の結果に対応する。図は全被験者の全回答データの分布を。R は相関係数。

考察

学習時とテスト時で照明環境が変化する条件において、記憶成績は比較的よく保たれている(知覚条件からの成績の低下率が低い)ことがわかった(実験 1)。これは、照明の変化に対して比較的頑健な視覚性短期記憶表象が保持されていたことを示唆する。

また、光沢と粗さの特徴は互いに独立に短期記憶として貯蔵されており、結合、あるいは融合して保持されているのではないことが示唆された(実験 2)。明るさと光沢と粗さが独立したチャンネルで知覚処理されているとの報告(Olkkonen et al., 2010)がある。本研究はこれを拡張し、知覚のみならず記憶表現においてもその独立性が保たれていることを示唆する。

質感記憶の情報表現や、色といった他の特徴との関連性の解明などが今後必要と考えられる。

引用文献

- Debevec et al. (2000). Acquiring the reflectance field of a human face. *Proceedings of SIGGRAPH*, 2000, 145-156.
- Fleming R. W. (2003). Real-world illumination and the perception of surface reflectance properties. *Journal of Vision*, 3(5), 347-368.
- Olkkonen et al. (2010). Perceived glossiness and lightness under real-world illumination. *Journal of Vision*, 10(9).
- Ward, G. J. (1992). Measuring and modeling anisotropic reflection. *Computer Graphics*, 26(2), 265-72.

視覚情報内におけるワーキングメモリ容量独立性

真田原行
池田功毅
長谷川寿一

東京大学大学院総合文化研究科

中京大学心理学研究科

東京大学総合文化研究科

Baddeley & Hitch (1974) 以降, 言語聴覚・視空間情報間でワーキングメモリ(以下 WM) 容量が独立すると考えられてきた。また視空間情報内でも視覚(色や形など)と空間情報間で WM 容量が独立すると言われている(Logie, 1995)。これら WM 容量の分離は, 感覚野における聴覚野と視覚野の分離, また視覚野内における視覚腹側経路と空間背側経路の分離(Mishkin et al., 1983) と一致する。この事実は, 感覚野における情報処理の独立性が WM 容量の分離を決定している可能性を示唆する。そして Zhang et al. (2012) は, 共に視覚情報に属する色と傾き情報が WM 処理容量を共有すると報告し, この結果は上記の仮説を支持するものである。しかしながら Zhang et al. (2012) の用いた実験手続きには2つの大きな交絡要因が存在し, そのために色と傾き情報間で WM 容量が共有しているように見えただけという可能性が残る。そこで本研究ではこれらの交絡要因を統制し, より厳密にこの問題を再検討した。結果, 色と傾きでは WM 容量が共有されないことが示唆された。

Keywords: visual cognition, working memory, working memory capacity

問題・目的

WM 機能におけるひとつの重要な特徴は, 一度に保持可能な記憶容量が制限されていることである。これは WM 容量と呼ばれ, 概ね4つのアイテムしか保持できないことが知られてきた(Cowan, 2001)。しかしながら WM 容量はユニモーダルに決定されているわけではなく, 聴覚言語情報と視空間情報それぞれに独立した容量が存在することが Baddeley & Hitch (1974) 以降知られている。またその後の研究から, 視空間情報内でも色や図形, 物体などの視覚情報と空間情報とで独立した WM 容量があることが明らかになっている(Logie, 1995)。こうした事実は, 2つの認知課題を同時に遂行させ, それらの課題成績に干渉が生じるかを観察する二重課題を用いて報告がなされてきた。

それでは, WM 容量がある情報モダリティ間(i.e. 聴覚言語・視覚・空間)で独立する原因は何であろうか? ひとつの可能性は, 感覚野における情報処理ネットワークの分離である。聴覚・言語情報の処理は, 側頭葉に概ね局在し, 視空間情報処理は後頭葉に局在する。さらに色や図形などの視覚情報は視覚野内でも腹側経路を通して処理され, 一方の空間情報は背側経路を通して処理される(Mishkin et al., 1983)。そしてこれらの感覚野情報処理の分離は, WM 容量が独立する情報モダリティの境界に一致する。

Zhang et al. (2012) は, この可能性を二重課題によって検証した。もし感覚野情報処理の分離が WM 容

量独立性を決定しているのであれば, 共に視覚情報に属し腹側処理経路を共有する色と傾き情報では WM 容量が共有されると考えられる。彼らは WM 二重課題において, 同じ種類の情報を合わせて6個記憶させる場合(同種類条件: 色3個・色3個もしくは傾き3個・傾き3個)と, 異なる種類の情報を6個記憶させる場合(異種類条件: 色3個・傾き3個)を設け, 課題成績を比較した。もし色と傾き間で WM 容量が独立するのであれば, 異種類条件の課題成績が同種類条件に比べ有意に高くなると予想された。一方もし色・傾きが WM 容量を共有するのであれば, 同・異条件間で成績が等しくなると予想された。結果, 各条件間で有意な成績差はみられず, このことから Zhang らは視覚情報内では WM 容量が共有されると結論した。

しかしながら彼らの実験手続きには, 2つの交絡要因が存在した。まず1つ目は, 二重課題における課題順序がランダム化されていたことである。各試行で何の情報を記憶すべきなのか予め参加者には不明なため, タスクセットの切り替えが一般的認知負荷をもたらした可能性がある(Fougnie et al., 2015)。また2つ目は, 記憶した画面とテスト画面との変化を検出させる Whole Probe 課題を用いていた点である。この手続きでは視覚情報と共に刺激の空間情報も記憶され, それゆえに干渉が生じていた可能性も考えられる(Wheeler & Treisman, 2002)。

本研究では, これらの交絡要因を排除したうえで Zhang et al. (2012) の追試を行い, 色と傾き情報間で WM 容量が共有されるのか再検証した。

方法

実験参加者 実験1では33名、実験2では14名の学生が実験に参加した。

実験手続き 実験1では、Zhang et al. (2012) の厳密な追試を行うため、彼らとほぼ同じ手続きで実験を行った (Figure .1a)。二重課題は、連続して呈示される2つの記憶画面と1つのテスト画面から構成され、各記憶画面では3つの刺激が呈示された。実験デザインは、同種類記憶条件 (色→色または傾き→傾き) と異種類記憶条件 (色→傾きまたは傾き色) であった。各条件の順序はランダムとした。またテスト画面ではWhole Probeを使用した。実験2では実験1の手続きを改変し、Single Probeで回答、各条件の順序を5ブロックの間固定した (Figure. 1b)。両実験ともに構音抑制を行い、全試行は160試行 (8試行×20ブロック) であった。

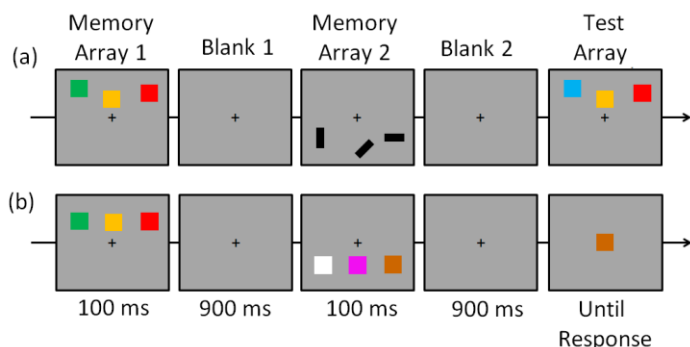


Figure. 1 (a) (b) show the experiment procedures of Experiment 1 and 2, respectively.

結果

実験1・2ともに各条件の正答率を算出しT検定を用いた (Figure 2)。

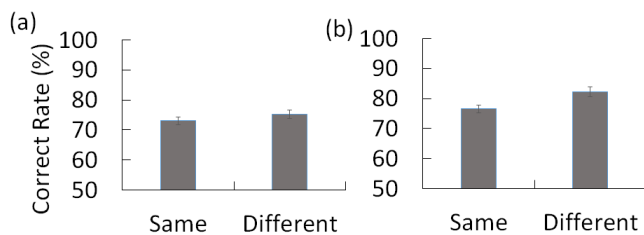


Figure. 2 (a) (b) show the results of Experiment 1 and 2, respectively. The error bars indicate standard errors.

実験1 異種類条件の成績が同種類条件に比べ有意に高かった ($t(32) = 2.14, p < .04, \text{Cohen's } d = .37$). 異種類条件 75.12%; 同種類条件 73.00%.

実験2 異種類条件の成績が同種類条件に比べ有意に高かった ($t(13) = 2.73, p < .02, \text{Cohen's } d = .73$). 異種類条件 82.23%; 同種類条件 76.52%.

考察

実験1, 実験2ともに異種類条件の方が同種類条件よりも正答率が有意に高かった。特に、Zhang et al. (2012) とほぼ同様の手続きを用いた実験1でも条件間の有意差が見られ、彼らの報告を追試できなかった。そして両実験の結果ともに、色と傾き間ではWM容量が完全には共有されておらず、少なくとも一部は独立している可能性を示唆する。さらに、Zhang et al. (2012) の手続きにおいて存在した2つの交絡要因を排除した実験2では、実験1に比べて各条件間の成績差が大きくなった。この結果は、Zhang et al. (2012) の報告は上にあげた交絡要因の影響を反映しており、それらを厳密に統制すれば色と傾き情報間でも明らかなWM容量の独立を示すことが分かった。

結論

WMは、聴覚言語・視覚・空間の情報モダリティ間でのみならず、視覚情報内であっても色・傾き情報間で独立した容量を持つことが示唆された。

参考文献

- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. Bower (Ed.), *Attention and performance VI*. Hillsdale, US: Erlbaum.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87-185.
- Fougnie, D., Zughni, S., Godwin, D., & Marois, R. (2015). Working memory storage is intrinsically domain specific. *Journal of Experimental Psychology: General*, 144, 30-47.
- Logie, R. H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. East Sussex, UK: Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Mishkin, M., Ungerleider, L. G., & Macko, K. A. (1983). Object vision and spatial vision: two cortical pathways. *Trends in neurosciences*, 6, 414-417.
- Wheeler, M. E., & Treisman, A. M. (2002). Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131, 48-64.
- Zhang, W., Johnson, J. S., Woodman, G. F., & Luck, S. J. (2012). Features and conjunctions in visual working memory. In J. Wolfe & L. Robertson (Eds.), *From perception to consciousness: Searching with Anne Treisman*. Oxford, UK: Oxford University Press.

サイモン効果は反応頻度の偏りによって変化する

渡辺 友里菜
吉崎 一人

愛知淑徳大学大学院 心理医療科学研究科
愛知淑徳大学 心理学部

視覚注意における持続的な認知的制御は、ブロックの一致試行出現確率(Proportion Congruency; 以下 PC)による課題無関連情報に対する排除効率性の変動を指標に示されてきた(Proportion Congruent effect: 以下 PC 効果)。この PC 効果は、特定の刺激や呈示位置の PC に依拠して生じることが明らかである。しかし、このような PC 効果は、特定の刺激や反応の頻度が高いことによる学習の反映だとも説明されている。本研究は、PC 効果がどのように学習の影響を受けるのかを検討した。刺激の呈示視野(左右)と反応布置(左右)との間に競合が生じるサイモン課題の PC 効果は、反応頻度を手がかりとした学習の影響が強いと推測した。実験の結果、左右手の反応頻度に差がある場合のみ、PC 効果がみられ、反応頻度を手がかりとした学習が PC 効果に影響することが示された。

Keywords: 認知的制御, 視覚注意, PC 効果, サイモン課題, 反応頻度.

問題・目的

ヒトは、生活の中で、常に現在の状況に最適な方略を求め、使用する方略の調節、維持を行う機能を持つ。この認知的制御機能には、ある期間の経験から方略を生成する持続的な注意制御が含まれている。しかし近年では、この認知的制御を単純な学習の反映として捉える解釈もある。本研究は、持続的な認知的制御は、どのように学習の影響を受けるのかについて検討した。

視覚注意における持続的な認知的制御は、刺激反応適合性課題を用いて、ブロック内の一致試行出現確率(Proportion Congruency : PC)による適合性効果の変動を指標に捉えられる。つまり、実験ブロックにおいて、一致試行の出現確率が高まると、課題無関連情報に対する排除効率性が弱まり、適合性効果は大きくなるのに対して、一致試行の出現確率が低い(不一致試行の出現確率が高い)と、課題無関連情報に対する排除効率性が高まり、適合性効果は減少する。このような適合性効果の変動はPC効果と呼ばれ、注意制御を反映した現象だとされてきた(e.g., Abrahamse, Duthoo, Notebaert, & Risko, 2013; Lowe & Mitterer, 1982)。近年、特定刺激のPC(Jacoby, Lindsay, & Hessels, 2003)や先行手がかりと呈示位置とのPC (Crump, Gong, & Milliken, 2006)といった、手がかりに依拠したPC効果が報告されてきたことから、PC効果は特定の刺激や反応の頻度の多寡による学習によっても説明されている(e.g., Schmidt, Crump, Cheesman, & Besner, 2007)。

PC効果の二つの説明は排他的なものではない。例えばCrump & Milliken (2009)は、刺激の呈示頻度に差が無い場合よりも、差がある場合の方が、先行手がかりと呈示位置とに依拠したPC効果は大きくなることから、PC効果には注意制御と学習の二つの側面が寄与していることを示唆した。

ところが、これら両側面の PC 効果への寄与の程度は明確ではない。従来、呈示位置に依拠した PC 効果は、反応頻度に偏りのないフランカー課題により示されてきたため(Wendt, Kluwe, & Vietze, 2008)、注意制御によって説明されてきた。一方、サイモン課題は、呈示視野(左右)によって一致、不一致の反応(左右)が

決定する課題のため、視野の PC 操作が、刺激-反応頻度の偏りにつながる。例えば、右視野が PC70%、左視野が PC30%であれば、右視野の一致(70%)、左視野の不一致(70%)がいずれも右手による反応であるため、刺激-反応頻度は右手に偏る。よって、サイモン課題では、反応頻度を手がかりとした学習が、呈示位置や視野の PC 効果に影響すると予測される。

実験 1 では、視野内 2 箇所での呈示位置を PC90/50、PC10/50 として、PC90 と PC10 を対角線上に配置した。実験 2 では PC90/10、PC50/50 として、PC90 と PC50 を対角線上に配置した。これにより視野毎の PC は、実験 1 で PC70/30、実験 2 で PC50/50 となっていた (Figure 1)。サイモン効果が、左右手の反応頻度の差に依拠するのであれば、実験 1 では呈示位置や視野に依拠した PC 効果が得られ、実験 2 では、呈示位置に依拠した PC 効果は得られないと予測した。

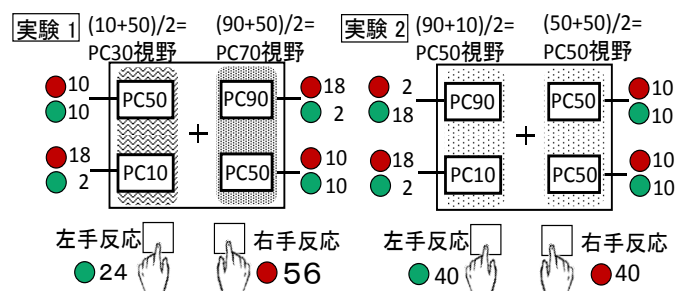


Figure 1. 各実験における 1 ブロックごとの呈示位置および視野毎の一致試行出現確率(PC)と左右手の反応回数

方法

実験参加者 大学生 16 名(実験 1: $M = 21.7$ 歳, $SD = 0.9$ 歳; 実験 2: $M = 23.0$ 歳, $SD = 2.7$ 歳, 各女性 12 名)が実験に参加した。すべての実験参加者に、謝礼として 500 円分の図書カードを贈与した。

要因計画 実験 1 は対角線上 PC(PC90/10, PC50/50) × 視野 PC(PC70, PC30) × 適合性(一致, 不一致)の 3 要因参加者内計画であった。実験 2 は呈示位置 PC(PC90, PC50, PC10) × 適合性(一致, 不一致)の 2 要因実験参加者内計画であった。

刺激 全てのターゲットは白色画面に呈示された。ターゲットは、赤か緑の円刺激で、凝視点を中心に、画面の右上、右下、左上、左下のいずれかに呈示された。ターゲットと凝視点の距離は、視角にして3.49°であった。

手続き 実験参加者は、ターゲットの色が赤か緑かをできるだけ速く、できるだけ正確にキー押しによって同定することが求められた。反応は、左右手第二指で左右配置のキー(RB-530; Cedrus社製)を押すことで行われた。適合性は、ターゲットの呈示視野と反応位置が同側であれば一致条件、異なれば不一致条件と定めた。実験では、24試行の練習後、160試行のフェーズを4回実施した。1フェーズは、80試行のブロックが2ブロック連結した構成となっており、前半PC90 (PC10)であった呈示位置は後半ブロックでPC10 (PC90)になるよう設定されていた。この操作により1フェーズ全体では、どの呈示位置もPC50であり、左右手の反応頻度に差はなかった。

試行の流れは次のようであった。凝視点(“+”)が500 ms 呈示されたのち、ターゲットが150 ms 呈示された。そこから850 ms 経過、あるいは反応があった後、1000 ms のブランクを挟み、次試行が開始された。凝視点はブランク以外、常に呈示されていた。

結果

実験1 正答に要した反応時間を使って、要因計画に沿った分散分析を実施した。その結果、適合性の主効果が有意となり($F(1, 15) = 117.90, p < .001, \eta_p^2 = .89$)、不一致条件よりも一致条件の方が速く、サイモン効果が示された。また、視野PC×適合性の交互作用が有意となり、PC30の視野よりもPC70の視野の方が、サイモン効果が大きいことが示された($F(1, 15) = 55.65, p < .001, \eta_p^2 = .79$)。重要なことに、3要因の交互作用が有意となり($F(1, 15) = 9.44, p = .008, \eta_p^2 = .39$)、サイモン効果の差であるPC効果はPC90/10条件の方が、PC50/50条件よりも大きいことが示された(Figure 2左)。

実験2 正答に要した反応時間を使って、要因計画に沿った分散分析を実施した。その結果、適合性の主効果だけが有意となり($F(1, 15) = 56.25, p < .001, \eta_p^2 = .79$)、他の主効果および交互作用は有意に達しなかった(Figure 2右)。つまり、PCが異なる3つの呈示位置でのサイモン効果に差が無いことが示された。

総合考察

実験1のPC効果はPC90/10の方がPC50/50より大きくなった。これは、PC90/10が呈示位置と視野のPCに依拠した注意制御を加算的に反映し、PC50/50は視野だけのPCに依拠した注意制御を反映したとも、反応頻度が高い刺激の反応促進を反映しているとも考えられる。どちらの解釈が妥当であるかは、実験2の結果より導くことができる。左右手の反応頻度に差が無い実験2では、位置のPCに依拠したサイモン効果は得られなかった。このことから、実験1のPC効果は、注意制御の反映だけでなく、反応頻度を手がかりとした学習を反映していると推察される。

以上より、サイモン効果は、反応頻度によって大きさが変化することが示され、サイモン課題のPC効果は、学習の要素が強い可能性が示された。これは、フランク課題で注意制御によって説明されてきた呈示位置依拠のPC効果が、サイモン課題では反応頻度の差によって説明されることを示している。つまり、PC効果における注意制御と学習との寄与の程度は、競合課題の種類によって異なることが示唆された。

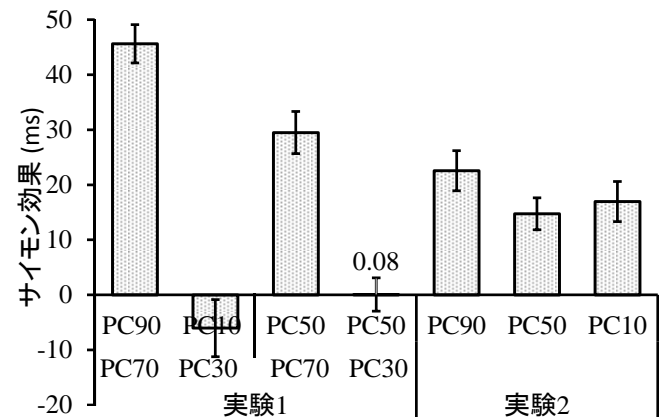


Figure 2. 各実験条件におけるサイモン効果(ms)

引用文献

- Abrahamse, E. L., Duthoo, W., Notebaert, W., & Risko, E. F. (2013). Attention modulation by proportion congruency: The asymmetrical list shifting effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39, 1552-1662.
- Crump, M. J. C., Gong, Z., & Milliken, B. (2006). The context-specific proportion congruent effect: Location as a contextual cue. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 316-321.
- Crump, M. J. C., & Milliken, B. (2009). The flexibility of context-specific control: Evidence for context-driven generalization of item-specific control settings. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62, 1523-1532.
- Jacoby, L. L., Lindsay, D. S., & Hessels, S. (2003). Item-specific control of automatic processes: Stroop process dissociations. *Psychonomic Bulletin & Review*, 10, 638-644.
- Lowe, D. G., & Mitterer, J. O. (1982). Selective and divided attentions in a Stroop task. *Canadian Journal of Psychology*, 36, 684-700.
- Schmidt, J. R., Crump, M. J. C., Cheesman, J., & Besner, D. (2007). Contingency learning without awareness: Evidence for implicit control. *Consciousness and Cognition*, 16, 421-435.
- Wendt, M., Kluwe, R. H., & Vietze, I. (2008). Location-specific vs. hemisphere-specific adaptation of processing selectivity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15, 135-140.

行動目標が注意の割り当てに与える影響: 刺激の顕著性の操作による検討

川島朋也

神戸大学大学院国際文化学研究科 / 日本学術振興会

松本絵理子

神戸大学大学院国際文化学研究科

注意には、顕著性の高い刺激に向けられるボトムアップ処理と行動目標との関連性の高い刺激に向けられるトップダウン処理の2つの制御系がある。Fellrath, Manuel, & Ptak (2014) は妨害刺激の輝度で顕著性を、色カテゴリで課題関連性を操作し、妨害刺激の顕著性によらず課題関連性による反応時間の差が認められることを報告した。本研究は正弦波グレーティング刺激を用いることで、刺激の様態にかかわらず課題関連性の効果が顕著性によらずに認められるかを検討した。妨害刺激の顕著性はコントラストで操作され (10% vs. 90%)、課題関連性は方位によって操作された (左 vs. 右)。実験参加者は周辺に呈示される妨害刺激を無視し、次いで中央に呈示される刺激の方位があらかじめ指定された方位のときのみキーを押すことが求められた。反応時間の分析の結果、課題関連性の主効果ならびに課題関連性と顕著性の交互作用が有意であった。さらに、交互作用について多重比較を行ったところ、10%コントラスト条件で課題関連性の違いが有意であり、関連性が高い場合には反応時間が早くなることが示された。これらの結果から、顕著性が低い場合にはトップダウン処理が優位に働くことで課題関連性の影響が強くみられた可能性が示唆される。

Keywords: attention, saliency, task relevance

背景

注意を何に向けられるかを決定する制御系には、顕著性が高い対象に注意が向きやすいというボトムアップ処理と、行動目標と関連性が高い対象に注意が向きやすいというトップダウン処理の2つがある。たとえば、妨害刺激の顕著性を操作した実験では、標的刺激ではないことが既知であっても顕著性の高い妨害刺激が出現すると意図によらず注意が捕捉されることが示されている (Theeuwes, 1992)。一方で、妨害刺激の行動目標との関連性を操作した実験では、注意の捕捉は妨害刺激が行動目標と類似しているかに依存することが示されている (Folk, Remington, & Johnston, 1992)。これらの実験では制御系を駆動する要因である刺激の顕著性と課題関連性が独立して操作されているため、ボトムアップの処理とトップダウンの処理のどちらが優位に働いているかについては検討できない。

その中でFellrath, Manuel, & Ptak (2014) は刺激の顕著性と刺激の課題関連性を同時に操作し、2つの制御系の相互作用について検討した。彼らは特定の色 (e.g., 青色) が画面中央に出現したときのみキーを押すGo/NoGo課題において、標的画面上に先行して画面の左右いずれかに妨害刺激を呈示した。この妨害刺激は課題関連性の高低の2水準が設けられた。関連性が高い条件では、妨害刺激は標的刺激と同じカテゴリの色だった (e.g., 水色)。関連性が低い条件では、妨害刺激は標的刺激と異なるカテゴリの色だった (e.g., 緑色)。この妨害刺激に顕著性の高低の2水準が設けられた。顕著性は輝度の高低で操作された。キー押しにかかった反応時間の分析の結果、顕著性の高低にかかわらず、妨害刺激の課題関連性が低い条件の方が関連性の高い条件よりも反応が遅延した。この結果は、刺激の顕著

性にかかわらず行動目標との関連性が注意の向けられる対象を決定する上で優位となることを示唆する。

しかし、先行研究の輝度による操作が顕著性を十分に变化させていたかについては検討の余地がある。そこで本研究では、より定量的に顕著性を操作するために正弦波グレーティング刺激のコントラストを用いた。刺激の顕著性によらず、行動目標との関連性が注意の配分に影響するという先行研究の結果が刺激の様態を変えても再現されるかを検討した。

方法

実験参加者 10名が実験に参加した (女性8名, 男性2名, 平均年齢22.8歳, 1名が左利き)。

刺激 標的刺激および妨害刺激に正弦波グレーティング刺激が用いられた ($1.6^\circ \times 1.6^\circ$, 4.4 cpd/m^2)。標的刺激の方位は45度もしくは135度で、コントラストは20%に設定した。妨害刺激のコントラストは10%もしくは90%に設定した¹。妨害刺激は画面の左右いずれかに 4.5° 離れた位置に呈示された。妨害刺激には方位が $\pm 5^\circ$ でジッターされたものを用いた。

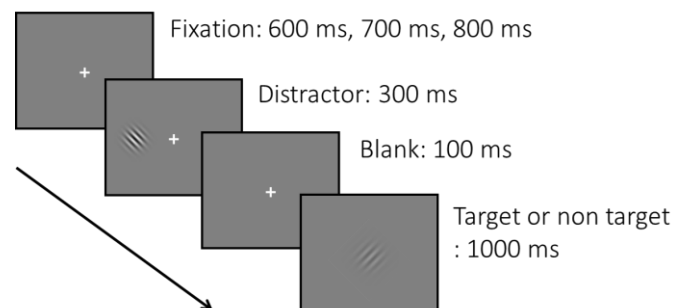


図1. 試行の流れ。

手続き 図1に試行の流れを示す。実験に先立って実験参加者に標的刺激の方位を指示した（45度または135度）。注視点が呈示されたのち（600 ms, 700 ms, 800 ms），妨害刺激が左右いずれかに300 ms呈示された。ここで，妨害刺激と標的刺激の関連性が操作された。関連性が高い条件では，妨害刺激の方位が標的刺激の方位と同じカテゴリだった（e.g., 標的刺激が45度のとき妨害刺激が40度もしくは50度）。関連性が低い条件では，妨害刺激の方位が標的刺激の方位と異なるカテゴリだった（e.g., 標的刺激が45度のとき妨害刺激が130度もしくは140度）。フィラー試行として，妨害刺激の方位が0度の試行と妨害刺激が出現しない試行が含まれた。実験参加者は妨害刺激を無視することが求められた。100 msの遅延後，課題画面が1000 ms呈示された。実験参加者はあらかじめ指示された方位と同一か否かを判断し，もし同一であれば，両手の人差し指でスペースキーをなるべく早く押すことが求められた（Go試行）。もし同一でなければ，キーを押さないことが求められた（NoGo試行）。Go試行は80試行で，NoGo試行は144試行だった。課題の前に練習試行が10試行与えられた。

結果

図2に各条件の平均反応時間を示す。Go試行の平均反応時間に対して顕著性（10%, 90%）×関連性（高, 低）の被験者内2要因分散分析を行った。顕著性の主効果は有意ではなかった（ $F(1,9) = 0.30, p = .598, \eta_p^2 = .03$ ）。関連性の主効果は有意だった（ $F(1,9) = 6.80, p = .028, \eta_p^2 = .43$ ）。交互作用は有意だった（ $F(1,9) = 6.24, p = .034, \eta_p^2 = .41$ ）。多重比較を行った結果，10%コントラスト条件で関連性による反応時間の差が認められた（ $F(1,9) = 13.17, p = .006, \eta_p^2 = .59$ ）。90%コントラスト条件では関連性による反応時間の差が認められなかった（ $F(1,9) = 0.77, p = .403, \eta_p^2 = .08$ ）。また，関連性が高い条件および低い条件で顕著性による反応時間の差は認められなかった（ $F(1,9) = 4.58, p = .061, \eta_p^2 = .34$; $F(1,9) = 0.58, p = .466, \eta_p^2 = .06$ ）。

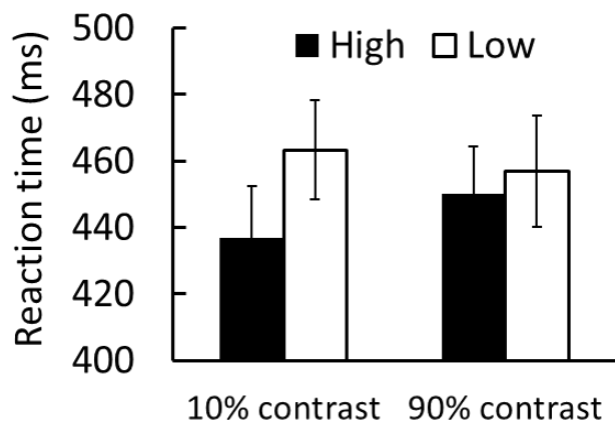


図2. 各条件における平均反応時間。エラーバーは標準誤差を示す。

考察

妨害刺激の顕著性が低い10%コントラストの事態では，妨害刺激の課題関連性によって後続の課題の反応時間が変化した。これはFellrath et al. (2014)の結果を再現する。つまり，先行研究と同様にトップダウンの注意制御の優位性が認められた。ここで，先行研究では色カテゴリによって課題関連性を操作していた。正弦波グレーティング刺激の方位で操作した本研究で課題関連性による課題への干渉が同様に認められたことから，トップダウンの注意制御の優位性は刺激の形態に依存しないことが示唆された。

一方，妨害刺激の顕著性が高い90%コントラストの事態では課題関連性の効果が認められなかった。この結果は，妨害刺激の顕著性によらず課題関連性の影響を認めたFellrath et al. (2014)の結果と整合しない。これらの結果は，顕著性が低い場合にはトップダウン処理が優位に働くことで課題関連性の影響がみられる一方で，顕著性が十分に高い場合にはボトムアップ処理が優位となり，その結果トップダウン処理の影響が弱くなった可能性が示唆される。

脚注

¹10%コントラストと90%コントラストは物理的には顕著性が異なるが弁別成績には差がない。これは以下の予備実験で確かめられた。実験参加者は10名で（女性7名，男性3名，平均年齢27.3歳，全員が右利き），刺激のコントラストは1%, 2%, 3%, 5%, 10%, 90%だった。注視点の呈示後（600 ms, 700 ms, 800 ms）に左右いずれかに300 ms呈示される正弦波グレーティング刺激（0度，45度，135度）の方位を判断することを求めた（288試行）。それぞれのコントラストの弁別成績の平均（37.9%; 50.8%; 68.0%; 82.5%; 92.1%; 98.3%）に対して1要因分散分析を行った結果，主効果が有意であり（ $F(1,9) = 47.71, p < .001, \eta_p^2 = .84$ ），多重比較の結果，90%コントラストと5%および10%コントラストとの弁別成績に差はなかった（ $t(9) = 2.62, p = .111$; $t(9) = 2.01, p = .111$ ）。

引用文献

- Fellrath, J., Manuel, A. L., & Ptak, R. (2014). Task relevance effects in electrophysiological brain activity: Early, but not first. *NeuroImage*, *101*, 68–75.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *18*, 1030–1044.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for colour and form. *Perception & Psychophysics*, *51*, 599–606.

注意と認知研究の最前線: Glyn Humphreys 先生を偲んで

Takatsune Kumada

Kyoto University/ Riken Brain Science Institute

Ritsuko Iwai

Riken Brain Science Institute/ Kyoto University

We analyzed 519 abstracts of original research articles published by Glyn Humphreys and his colleagues between 1978 and 2016, using Latent Dirichlet Allocation (LDA), a text-mining technique. Research topics extracted from these abstracts using LDA were categorized into *shape and grouping*, *object processing*, *word recognition*, *extinction and neglect*, *attention*, *preview search*, *working memory*, *face processing and self-bias*, *action*, *action disorders*, *brain functions*, and *cognitive assessment*. The wide range of topics that we identified indicated the extensive contribution made by Humphreys to research on perception, cognition and action. Moreover, our findings demonstrated that Humphreys developed new hypotheses in a number of fields by using a unique combination of experimental psychology, neuropsychology, and brain imaging techniques.

Keywords: Attention, Cognition, Action, Humphreys, Latent Dirichlet Allocation analysis.

Introduction

Glyn W. Humphreys (1954-2016) published over 500 original articles during his lifetime. His productivity and creativity is well known. However, because of the wide scope of his research interests, the total contribution of his research activities has not been summarized to date. We used a text-mining technique known as Latent Dirichlet Allocation (LDA) to examine the distribution of topics investigated by Humphreys' and his colleagues, in order to develop the groundwork for assessing the significance of his research. In a previous study, LDA has been used to analyze Proceedings of the National Academy of Science abstracts, which indicated the efficiency of this technique for extracting latent topics (Griffiths and Steyvers, 2004).

The LDA model generates a posterior distribution from observed data, such as abstracts and articles, and lists words that represent the latent topic structure of a document based on the assumption that the document comprises a mixture of latent topics that are "defined to be a distribution over a fixed vocabulary of terms" (Blei & Lafferty, 2009). The following two indices have been used to identify latent themes in each topic.

Term-Score. This is an indication of the distinctiveness, or exclusiveness, of a word within a topic. As the term score of a word approaches one, the word appears at an increasingly higher frequency in documents allocated to a particular topic.

Topic distribution probability (TDP). This refers to the topic distribution probabilities that are inferred for each document by its posterior distribution, such that the sum of probabilities across topics is one.

Method

Searching the Pubmed and Google Scholar by the author's name identified 545 articles that had been published prior to February 1, 2016. From this dataset, articles that were not considered to be original, empirical

studies as judged by evaluating the title and the abstract, including book chapters, review articles, commentaries, editorials, and replies were excluded from further analyses. Consequently, 519 articles and their abstracts were selected for LDA.

Each abstract was pre-processed by removing symbols, converting conjugation to the present tense, converting plural forms to the singular, and removing functional words. Then, the texts of the abstracts were subjected to LDA analysis with PLDA3 (<https://code.google.com/p/plda>: $\alpha = .1$, $\beta = .01$). Topic distributions were inferred for each article based on the calculated model. Articles were extracted for each topic if the TDP was above 0.6. The term-scores were calculated for each topic per each word.

Results and Discussion

We applied from 2 to 20 topic models to the texts of selected abstracts. Finally, a 12-topic model was chosen after considering how the topics parsimoniously and distinctively represented topic structures. Table 1 shows term-scores for the highest 7 words classified into each topic. It can be seen that each topic contained specific key words that characterized the main theme of each topic. Table 2 shows articles having a high TDP that exceeded 0.6 for each topic, or articles with the top-10 score. Each topic was named on the basis of term-scores and on the basis of articles that contributed mainly to the topic with a high TDP. Topic names are shown at the top of Tables 1 and 2. It can be seen that 123 articles (24 % of 419 articles) were uniquely categorized into one of the 12 topics, whereas the other 396 articles included two or more topics. As can be seen on the right of topic names on Table 2, the number of articles with a high TDP was different among the topics, such that articles related to *preview search* were the most common (41 articles), whereas there were no articles on *attention* having a high TDP.

Classification of articles

Shape and grouping. This is one of the first research themes investigated in Humphreys' laboratory. Humphreys (1983, 1984) and Quinlan and Humphreys (1993) were interested in shapes and their orientation, apparently influenced by the computational approach to vision (Marr, 1982). Boutsen and Humphreys (1999) observed shape perception in a patient named GK, who displayed simultanagnosia caused by the Bálint's syndrome. Another study by Montoro et al. (2011) has demonstrated the effects of grouping factors, including item density, numbers, and connectedness on GK. Five additional articles have reported on perceptual grouping (Han & Humphreys, 1999, 2002; Han, Humphreys, & Chen, 1999a, 1999b; Humphreys, Keulers, & Donnelly, 1994). Three other studies have examined contours of objects in a patient named HJA with visual agnosia (Boucart & Humphreys, 1992; Giersch et al., 2000; 2006), who displayed difficulties in integrating the local parts that represented complete objects (Humphreys & Riddoch, 1987). Another article (Humphreys, Free, & Gilchrist, 1998) has reported on grouping factors, such as collinearity and contrast polarity of objects, and has discussed these factors from the perspective of computational modelling.

Object processing. Articles classified into this topic have reported on semantic systems for visual objects and verbal knowledge. The experimental tasks reported in these articles required non-clinical participants and patients to name pictures and objects. Among these articles, Humphreys, Riddoch, and Quinlan (1988) proposed the highly influential cascade model of picture identification, which has approximately 700 citations (in Google Scholar). Moreover, two other articles have reported data on agnostic patients (Dickerson & Humphreys, 1999; Thomas et al., 2002).

Word recognition. This topic includes a variety of themes related to word recognition. Studies categorized under this topic have mainly used priming, or visual masking paradigms to investigate verbal processing in normal participants. In addition, two articles categorized under this topic have reported on lexical processing using case-mixing

letter strings (Humphreys, Mayall, & Cooper, 2003; Mayall & Humphreys, 1996). Moreover, two other studies have investigated alexic patients (Osswald, Humphreys, & Olson, 2002; Price & Humphreys, 1995).

Extinction and neglect. Only a few articles related to this topic were identified LDA, which was considered unusual, because it is known that a large number of articles on extinction and neglect were published by Humphreys' group. In fact, there were 43 articles with the word "extinction" and 50 articles with the word "neglect" in the abstract, whereas both words appeared in 14 abstracts. One possible explanation of this anomaly could be that most studies by Humphreys recruited patients with symptoms of extinction or neglect for investigating other topics, rather than for investigating extinction and neglect per se. As a result, their TDP score might have been shared among several topics.

To confirm this possibility, TDP scores were averaged across articles to give the TDP distribution of articles that included the words "extinction," or "neglect" in the abstract. Results indicated that abstracts that included "extinction" had a high TDP score for *shape and grouping*, and *action*, as well as for *brain function*, whereas abstracts that included "neglect" had a high TDP score for *action*, and *brain function*, as well as for *cognitive assessment*. Relationships between *brain function* and *neglect and extinction*, as well as relationships between *action* and *extinction and neglect* are discussed below under these particular topics. The main focus of research with patients showing extinction in relation to *shape and grouping* could have been the modulation of extinction by grouping factors. Gilchrist, Humphreys, and Riddoch (1996), and Kumada and Humphreys (2001) are good examples of such studies. These studies have indicated that extinction decreases as a result of grouping, collinearity and contrast polarity of objects, as well as stored lexical knowledge.

Attention. No articles had a TDP score over 0.6 for this topic. Although the topic was named "attention," because this word had the highest term score under this topic (Table 1) and other words, with the exception of "probe," were not specifically related to any research theme. Therefore, it is

Table 1 Term-scores of 12 topics.

Shape and grouping		Object processing		Word recognition		Extinction and neglect		Attention		Preview search	
shape	0.17	object	0.64	word	0.70	patient	0.45	attention	0.11	search	0.58
local	0.17	name	0.39	letter	0.46	impair	0.14	process	0.11	target	0.44
experiment	0.16	semantic	0.38	prime	0.37	deficit	0.13	test	0.08	distractor	0.34
global	0.15	picture	0.20	read	0.21	extinction	0.11	probe	0.08	preview	0.24
orientation	0.14	access	0.13	effect	0.19	report	0.10	show	0.08	item	0.22
group	0.13	model	0.13	experiment	0.13	spatial	0.09	performance	0.07	color	0.12
stimuli	0.13	knowledge	0.12	target	0.11	contralesional	0.08	group	0.07	old	0.11
Working memory		Face processing and self-bias		Action		Action disorder		Brain function		Cognitive assessment	
cue	0.55	face	0.55	object	1.18	patient	0.35	left	0.23	cognitive	0.15
memory	0.27	stimuli	0.13	action	0.64	task	0.30	lesion	0.22	stroke	0.14
WM	0.27	process	0.12	response	0.15	error	0.13	neglect	0.21	test	0.11
target	0.25	response	0.12	hand	0.11	action	0.12	right	0.21	deficit	0.09
attention	0.23	facial	0.09	effect	0.11	performance	0.12	cortex	0.16	individual	0.07
effect	0.12	participant	0.08	pair	0.08	control	0.09	parietal	0.16	study	0.06
hold	0.11	pair	0.08	position	0.07	FK	0.09	temporal	0.13	score	0.05

possible that this topic was extracted mainly based on matches among non-technical terms.

Preview search. Following the seminal work by Watson and Humphreys (1997) on “visual marking,” a large number of articles has been published on the facilitation of visual selection for items defined by temporal discontinuity. Most of the 41 articles published by Humphreys with Watson, Kunr, Braithwaite, Allen, Dent, and Olivers from 1997 to 2013 that were categorized into this topic have reported advantages of previewing on visual search. Moreover, other articles have reported different aspects of visual search.

Working memory. All the articles under this topic have reported investigations on attentional guidance based on working memory. Three articles have described the use of food cues (Higgs et al., 2012, 2015; Rutters et al., 2015). There were 31 articles in which the phrase “working memory” appears in the title or the abstract. We averaged the TDP separately for each topic across these articles. Results indicated that *preview search* and *brain function* had higher TDP scores relative to other topics, suggesting that Humphreys and his coworkers had investigated working memory mainly in the context of visual search and brain imaging.

Face processing and self-bias. Articles under this topic have reported on configural aspects of face perception (Boutsen & Humphreys, 2003; Boutsen et al., 2006; Donnelly, Humphreys, & Sawyer, 1994), as well as social aspects of face processing, such as gender categorization (Baudouin & Humphreys, 2006a), emotional faces (Baudouin & Humphreys, 2006b), and in-group categorization (Cassidy, Quinn, & Humphreys, 2011; Cassidy et al., 2014; Moradi et al., 2015). The other five articles have reported on self-bias in normal participants

(Fuentes et al., 2015; Sui & Humphreys, 2015a, 2015b; Sui, He & Humphreys, 2012; Sui, Yankouskaya, & Humphreys, 2015), which was a relatively new research theme for Humphreys’ group. Another study that was categorized into this topic has investigated a patient with prosopagnosia (Baudouin & Humphreys, 2006b), whereas yet other studies have been based on non-clinical participants.

Action. Articles classified under this topic have reported on the effect of action on object perception, or object selection. This was one of the original research themes developed by Humphreys and Riddoch, and their associates. These investigations originated from the work of Riddoch et al. (2003), although this particular study by Riddoch et al. was not categorized under this topic, because it had been categorized under *action* (.40 of TDP), *shape and grouping* (.19), and *extinction and neglect* (.17). Riddoch et al. reported that interacting objects are perceptually integrated into functional units, which facilitate the reporting of both interacting objects, compared to non-interacting objects. Six articles under this topic that were based on studies with non-clinical participants (Roberts & Humphreys, 2010a; 2010b) and with patients showing visual extinction (Humphreys et al., 2010; Riddoch et al., 2006, 2011; Wulff & Humphreys, 2013) have extended the original ideas of Riddoch et al. (2003). Moreover, three additional articles have reported on the processes of response selection (Xu, Humphreys, & Heinke, 2015; Yoon, Humphreys, & Riddoch, 2010) using EEG measures (Kumar, Riddoch, & Humphreys, 2013)

Action disorders. Patients with selective impairments in conducting everyday, routine, multi-step tasks are known to suffer from action disorganization syndrome (ADS). ADS has been extensively investigated by Humphreys and associates. Eight articles have used this term in their

Table 2 Articles showing high TDP scores in each topic (Top-10 articles are listed).

Score	Authors	Year	Score	Authors	Year	Score	Authors	Year
Shape and grouping (15 articles)			Attention (0 articles)			Action (9 articles)		
0.93	Han, Humphreys & Chen	1999				0.77	Humphreys et al.	2010
0.89	Han & Humphreys	1999	Preview search (41 articles)			0.75	Roberts & Humphreys	2011
0.82	Han, Humphreys & Chen	1999	0.95	Watson & Humphreys	2005	0.70	Kumar, Riddoch & Humphreys	2013
0.80	Humphreys	1984	0.91	Kunar, Humphreys & Smith	2003	0.69	Roberts & Humphreys	2010
0.79	Giersch et al.	2000	0.91	Braithwaite et al.	2010	0.68	Xu, Humphreys & Heinke	2015
0.73	Boucart & Humphreys	1992	0.88	Braithwaite et al.	2010	0.67	Wulff & Humphreys	2013
0.72	Humphreys	1983	0.85	Kunar et al.	2003	0.63	Riddoch et al.	2006
0.71	Boutsen & Humphreys	1999	0.85	Kunar & Humphreys	2006	0.63	Yoon, Humphreys & Riddoch	2010
0.70	Humphreys, Keulers & Donnelly	1994	0.84	Braithwaite et al.	2005	0.62	Riddoch et al.	2011
0.69	Humphreys, Free & Gilchrist	1998	0.83	Kunar et al.	2003	Action disorder (4 articles)		
Object processing (5 articles)			0.82	Humphreys, Olivers & Braithwaite	2006	0.72	Humphreys & Forde	1998
0.86	Humphreys, Riddoch & Quinlan	1988	0.82	Braithwaite, Humphreys & Hodsoll	2004	0.70	Morady & Humphreys	2008
0.63	Thomas et al.	2002	Working memory (10 articles)			0.70	Forde, Humphreys & Remoundou	2004
0.63	Dickerson & Humphreys	1999	0.80	Rutters et al.	2015	0.62	Woodcock, Oliver & Humphreys	2009
0.63	Lloyd-Jones & Humphreys	1997	0.78	Higgs et al.	2015	0.60	Forde & Humphreys	2002
0.61	Yoon, Humphreys & Riddoch	2005	0.75	Soto et al.	2010	Brain function (7 articles)		
Word recognition (12 articles)			0.75	Higgs et al.	2012	0.84	Chechclacz et al.	2010
0.79	Humphreys, Evett & Quinlan	1990	0.71	Kumar, Soto & Humphreys	2009	0.78	Chechclacz et al.	2013
0.74	Humphreys, Besner & Quinlan	1988	0.70	He et al.	2014	0.75	Chechclacz, Rotshtein & Humphreys	2014
0.73	Humphreys & Olson	2001	0.69	Hernandez, Costa & Humphreys	2010	0.68	Praamstra, Boutsen & Humphreys	2005
0.70	Ferrand, Segui & Humphreys	1997	0.66	Tsvetanov, Arvanitis & Humphreys	2012	0.66	Chechclacz, Rotshtein & Humphreys	2012
0.69	Verstaen et al.	1995	0.65	Soto et al.	2005	0.66	Chechclacz et al.	2012
0.66	Osswald, Humphreys & Olson	2002	0.61	Soto & Humphreys	2007	0.65	Roberts et al.	2012
0.65	Humphreys, Mayall & Cooper	2003	Face processing and self-bias (13 articles)			Cognitive assessment (7 articles)		
0.64	Humphreys, Evett & Taylor	1982	0.91	Cassidy, Quinn & Humphreys	2011	0.73	Massa et al.	2015
0.64	Shalev, Mevorach & Humphreys	2008	0.79	Cassidy et al.	2014	0.70	Demeyere et al.	2015
0.62	Mayall & Humphreys	1996	0.73	Sui & Humphreys	2015	0.65	Bickerton et al.	2015
Extinction and neglect (4 articles)			0.72	Sui, He & Humphreys	2012	0.63	Pan et al.	2015
0.78	Punt, Riddoch & Humphreys	2013	0.71	Sui & Humphreys	2015	0.63	Demeyere et al.	2015
0.68	Punt, Riddoch & Humphreys	2005	0.69	Moradi et al.	2015	0.62	Bickerton et al.	2011
0.63	Demeyere & Humphreys	2007	0.69	Boutsen & Humphreys	2003	0.60	Bickerton et al.	2012
0.62	Kitadono & Humphreys	2009	0.67	Baudouin & Humphreys	2006			
			0.66	Fuentes et al.	2015			
			0.64	Sui, Yankouskaya & Humphreys	2015			

abstract, however, four articles were not listed under this topic. Among these, as can be seen in Table 1, three articles in which a patient known as FK participated had a high TDP score for this topic (.51-.59). One article that investigated task-switching deficits in children with the Prader-Willi syndrome (PWS) was also categorized into this topic, because ysexecutive functioning is known to be a characteristic of PWS.

Brain functions. Six articles on this topic have reported on studies investigating the neural substrate of brain functions using the lesion-symptom mapping method (VBA and/or VLSM) in patients with spatial neglect, visual extinction and/or simultanagnosia. These studies have been conducted by Chechlacz and Humphreys, and their colleagues and included one meta-analysis of lesion-symptom mapping studies of spatial neglect (Chechlacz, Rotshtein, & Humphreys, 2012). Another study conducted with non-clinical participants has reported on the EEG in spatial attention and motor intention (Praamstra, Boutsen, & Humphreys, 2005).

Cognitive assessment. The final topic was not related to original research on cognitive mechanisms, but rather related to studies conducted to establish norms for understanding the cognitive status of patients. These included five articles on the Birmingham Cognitive Screen (BCoS), and two articles on the Oxford Cognitive Screen (OCS).

Conclusion

Major research themes were extracted from abstracts of 519 articles by using LDA analysis. The authors, who are familiar with Humphreys' work, decided that these 12 topics were appropriate for reviewing research conducted by Humphreys and his colleagues. It was apparent that his research interests covered a wide range of human mental functions, including perception, cognition, attention, memory, language, emotions, and action. In addition to experimentally investigating the psychology of normal participants, Humphreys' interests extended to pathologies of these functions. Articles that we analyzed highlight the important discoveries made by Humphreys and his colleagues by bringing together empirically-oriented, scientific minds, and applying scientific methods to neuropsychological problems.

Another feature of Humphreys' work is the combination of experimental psychology and neuropsychology with brain-imaging techniques, including EEG, fMRI, and anatomical analyses of MRI images. In addition to the studies mentioned above and listed in Table 2, Humphreys conducted investigations using computational modeling (e.g., Heinke & Humphreys, 2003), which simulated data of normal participants and patients. As a result of Humphreys' work, a unique combination of experimental psychology, neuropsychology, and brain imaging studies have been inspired in a wide range of research fields related to the human mind.

References

- Baudouin, J.-Y. & Humphreys, G. W. (2006a). *Perception*, 35, 531–540.
- Baudouin, J.-Y. & Humphreys, G. W. (2006b). *Neuropsychologia*, 44, 1361–1369.
- Blei, D. M. & Lafferty, J. D. (2009). In A. N. Srivastava & M. Sahami, (Eds.), *Text Mining Classification, Clustering, and Applications* (pp. 71–94). CRC Press.
- Boucart, M. & Humphreys, G. W. (1992). *Neuropsychologia*, 30, 527–546.
- Boutsen, L. & Humphreys, G. W. (2000). *Neuropsychologia*, 38, 896–905.
- Boutsen, L. & Humphreys, G. W. (2003). *Q J of Exp Psychol-A*, 56, 955–975.
- Boutsen, L. et al., (2006). *NeuroImage*, 32, 352–367.
- Cassidy, K. D. et al. (2014). *Soc Neurosci*, 9, 235–248.
- Cassidy, K. D., Quinn, K. A. & Humphreys, G. W. (2011). *J Expl Soc Psychol*, 47, 811–817.
- Chechlacz, M., Rotshtein, P. & Humphreys, G. W. (2012). *Front Hum Neurosci*, 6, 230.
- Dickerson, J. & Humphreys, G. W. (1999). *Eur J Cognit Psychol*, 11, 145–166.
- Donnelly, N., Humphreys, G. W. & Sawyer, J. (1994). *Acta Psychol*, 85, 219–234.
- Fuentes, L. J. et al. (2015). *Psychon B Rev*, 10, 1–8.
- Giersch, A. et al. (2000). *Cognitive Neuropsychol*, 17, 731–759.
- Giersch, A. et al. (2006). *Cognitive Neuropsychol*, 23, 261–277.
- Gilchrist, I. D., Humphreys, G. W. & Riddoch, M. J. (1996). *Cognitive Neuropsychol*, 13, 1223–1249.
- Griffiths, T. L. & Steyvers, M. (2004). *P Natl Acad Sci*, 101(suppl 1), 5228–5235.
- Han, S. & Humphreys, G. W. (1999). *Percept Psychophys*, 61, 1287–1298.
- Han, S. & Humphreys, G. W. (2002). *Q J of Exp Psychol-A*, 55, 5–21.
- Han, S., Humphreys, G. W., & Chen, L. (1999a). *J Exp Psychol Human*, 25, 1411–1432.
- Han, S., Humphreys, G. W. & Chen, L. (1999b). *Percept Psychophys*, 61, 661–674.
- Heinke, D. & Humphreys, G. W. (2003). *Psycholo Rev*, 110, 29–87.
- Higgs, S. et al. (2015). *Front Psychol*, 6, 427.
- Higgs, S. et al. (2012). *Appetite*, 59, 71–75.
- Humphreys, G. W. (1983). *Cognitive Psychol*, 15, 151–196.
- Humphreys, G. W. (1984). *Percept Psychophys*, 36, 50–64.
- Humphreys, G. W., Free, L. & Gilchrist, I. D. (1998). *Image Vision Comput*, 16, 499–509.
- Humphreys, G. W., Keulers, N. & Donnelly, N. (1994). *Perception*, 23, 453–470.
- Humphreys, G. W., Mayall, K. & Cooper, A. C. G. (2003). *Psychon B Rev*, 10, 939–946.
- Humphreys, G. W. & Riddoch, M. J. (1987). *To see but not to see: A case study of visual agnosia*. Psychology Press.
- Humphreys, G. W., Riddoch, M. J. & Quinlan, P. T. (1988). *Cognitive Neuropsychol*, 5, 67–104.
- Humphreys, G. W. et al. (2010). *J Exp Psychol Learn*, 36, 659–670.
- Kumada, T. & Humphreys, G. W. (2001). *Cognitive Neuropsychology*, 18, 465–478.
- Kumar, S., Riddoch, M. J. & Humphreys, G. (2013). *Front Hum Neurosci*, 7, 66.
- Moradi, Z. et al. (2015). *Psychon B Rev*, 22, 1255–1277.
- Quinlan, P. T. & Humphreys, G. W. (1993). *Perception*, 22, 1343–1364.
- Marr, D. (1982). *Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information*, Henry Holt and Co. Inc., New York, NY.
- Mayall, K. & Humphreys, G. W. (1996). *J Exp Psychol Learn*, 22, 278–294.
- Montoro, P. R., Luna, D. & Humphreys, G. W. (2011). *Cortex*, 47, 706–714.
- Osswald, K., Humphreys, G. W. & Olson, A. (2002). *Cognitive Neuropsychol*, 19, 675–695.
- Praamstra, P., Boutsen, L. & Humphreys, G. W. (2005). *J Neurophysiol*, 94, 764–774.
- Price, C. J. & Humphreys, G. W. (1995). *Q J of Exp Psychol-A*, 48, 573–597.
- Roberts, K. L. & Humphreys, G. W. (2010a). *Atten Percept Psycho*, 73, 597–612.
- Roberts, K. L. & Humphreys, G. W. (2010b). *J Exp Psychol Human*, 36, 776–780.
- Riddoch, M. J. et al. (2003). *Nat Neurosci*, 6, 82–89.
- Riddoch, M. et al. (2006). *Cognitive Neuropsychol*, 23, 583–605.
- Riddoch, M. J. et al. (2011). *J Exp Psychol Human*, 37, 580–587.
- Rutters, F. et al. (2015). *Exp Brain Res*, 233, 519–528.
- Sui, J., He, X. & Humphreys, G. W. (2012). *J Exp Psychol Human*, 38, 1105–1117.
- Sui, J. & Humphreys, G. W. (2015a). *Atten Percept Psycho*, 77, 2549–2561.
- Sui, J. & Humphreys, G. W. (2015b). *Q J of Exp Psychol-A*, 68, 1952–1964.
- Sui, J., Yankouskaya, A. & Humphreys, G. W. (2015). *J Exp Psychol Human*, 41, 441–452.
- Thomas, R. M. et al. (2002). *Neurocase*, 8, 466–479.
- Watson, D. G. & Humphreys, G. W. (1997). *Psychological Review*, 104, 90–122.
- Xu, S., Humphreys, G. W. & Heinke, D. (2015). *J Exp Psychol Human*, 41, 1021–1036.
- Yoon, E. Y., Humphreys, G. W. & Riddoch, M. J. (2010). *J Exp Psychol Human*, 36, 812–824.

無意識的処理過程に不快喚起特性が与える影響

白井 理沙子
小川 洋和

関西学院大学大学院文学研究科総合心理科学専攻
関西学院大学文学部総合心理科学科

Images of holes that are clustered together in a pattern often elicit negative emotion, such as discomfort or fear (trypophobia). Cole and Wilkins (2013) demonstrated that such tryphobic images contained excess energy at a particular range of spatial frequencies and claimed the unique characteristics caused discomfort. In the present study, we examined whether the characteristics of power spectrum of tryphobic images would affect unconscious perception by using continuous flash suppression (CFS). In the CFS displays, the tryphobic images emerged into awareness faster than neutral, fear, happy images did. The reaction times were correlated with energy at midrange spatial frequencies in all types of images. However, the phase-scrambled versions of the tryphobic images did not show any difference between the image types. These results suggest that unconscious processing was affected by the power spectrum characteristics and other aspects of the tryphobic images.

Keywords: tryphobia, unconscious, continuous flash suppression.

問題・目的

シーン画像の空間周波数スペクトラムは、エネルギー量と空間周波数に反比例する $1/f$ ノイズと同様の構造をもっており、これからの逸脱は知覚処理の効率性を低め、不快感を喚起させると報告されている (Fernandez & Wilkins, 2008; Cole & Wilkins, 2013)。例えば、Cole & Wilkins (2013) は特に集合体画像の特定の空間周波数帯域(45-181 cpi)のエネルギー量が単なる穴の画像のエネルギー量より多いことを報告し、この逸脱が不快感を喚起させると主張した。しかし、このような画像が私たちの無意識的過程でどのように処理されるのかはいまだ調べられていない。そこで本研究は、不快感を喚起する特徴的な空間周波数特性がシーン画像の無意識的処理過程に与える影響を連続フラッシュ抑制 (continuous flash suppression; CFS) によって検討した。CFSは、視覚刺激への意識的な気づきを操作する技法であり、片方の目に呈示した視覚刺激を連続的に変化させることにより、もう一方の目に呈示した視覚刺激の意識的な気づきが抑制される (Tsuchiya & Koch, 2005)。CFS下において、中性的なシーン画像と比較して集合体画像の検出時間が早いのであれば、ある特定の空間周波数帯域におけるエネルギー量の逸脱が無意識的な処理過程に影響している可能性が考えられる。

実験 1 方法

実験被験者

実験の被験者は 20 名 (男性 : 5 名 女性 : 15 名) であった。実験参加者は実験に支障のない視力を有していた。

実験材料

モンドリアン刺激およびシーン画像を用いた。モンドリアン刺激とは様々な色のパッチをランダムな位置に重ねて呈示した画像をいう。シーン画像は、恐怖画像・集合体画像・快画像・中性画像の 4 種類で、各 20 枚を IAPS (The International Affective Picture System) およ

び Google 画像検索から選出した。シーン画像は全てグレースケールであり、輝度および RMS コントラストを調整し 256×256 pixel に切り出したものを使用した。

実験装置

ミラーステレオスコープによって画面上に呈示された左右の画像をそれぞれの目に投影するように設定した。視距離は約 50 cm であった。

実験の手続き

画像検出課題

実験開始前に参加者の利き目の判定を行い、その後ミラーステレオスコープの調整を行った。調整作業では、左右の目に投影される画像が立体的に認識できていることを確認した。利き目であった方の目にモンドリアン刺激を連続的に呈示するように設定し、非利き目にはシーン画像 80 枚のうち 1 枚を呈示した。シーン画像は徐々にコントラストが上がり、4000 ms でコントラストが 100 % になるように設定された。その後モンドリアン画像のコントラストは徐々に下がっていき、5000 ms でコントラストが 0 % になるように設定された。被験者の課題は、優先的に見えるモンドリアン刺激の中からなるべく早くシーン画像を検出し、画像が左右のどちらに寄っているかを判断することであった (Figure 1 参照)。練習試行は 10 試行、本試行は 160 試行であった。

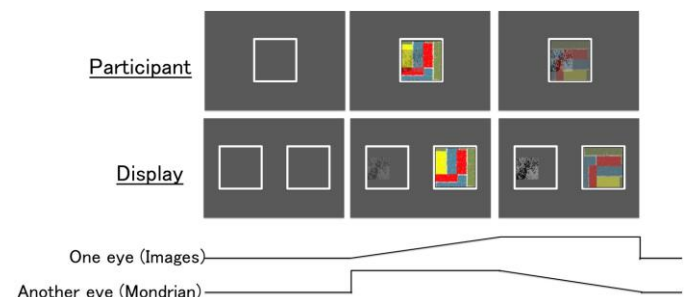


Figure 1. Images and experimental trials are illustrated. Upper 3 frames depict participants' perception through the mirror stereoscope and lower 3 frames depict images presented on the display.

画像評価課題

画像評価課題では、画像検出課題で使用したシーン画像の評価を Affect Grid 法 (Russell, Weiss, & Mendelsohn, 1989) を用いて行った。Affect Grid 法とは、覚醒の程度を示す縦軸と感情価の程度を示す横軸の、9×9 のマス目で画像を評価する方法である。画面上にシーン画像が1枚呈示され、その後マス目のある画面に切り替わった。縦軸は不覚醒から覚醒、横軸は不快から快を示していた。被験者の課題は評価に見合うと考えるマス目をクリックし評価をすることであった。

画像分析

シーン画像ごとに占める空間周波数のエネルギー量を求めるため、画像ごとにフーリエ変換を行った。エネルギー量の逸脱を比較するために、空間周波数のエネルギー量の分散説明率を逸脱の指標とした。その結果、集合体画像の分散説明率はその他の画像よりも低いことが示され、集合体の画像が特異的な画像である可能性が示唆された。

実験1 結果と考察

Figure 2 には画像の種類ごとの検出時間の早さを示した。画像の種類による検出時間の違いに関して、1 要因 4 水準の分散分析を行った結果、集合体画像の検出時間は恐怖画像・快画像・中性画像よりも短いことが示された。同様に感情価および覚醒度に関して、1 要因 4 水準の分散分析を行った。その結果、集合体画像の感情価は中性画像・快画像よりも低いことが示されたが、恐怖画像とは違いがなかった。また集合体画像の覚醒度は他の画像よりも高いことが示された。

これらの結果から、集合体画像の空間周波数の逸脱が検出時間に影響を与えた可能性がある。集合体画像のもつ空間周波数帯域のエネルギー量の逸脱が影響を与えているのか調べるため、各画像の検出時間と空間周波数帯域ごとのエネルギー量の逸脱について相関分析を行った。その結果、4-16 cpi、16-64 cpi の帯域での平均したエネルギー量の逸脱が検出時間に影響を与えていることが明らかとなった。しかし、集合体画像の覚醒度が他の画像よりも高いことから、画像の見た目の情報が検出時間に影響を与えた可能性がある。そこで位相スクランブルを行い、元となる画像の空間周波数特性のみを保持

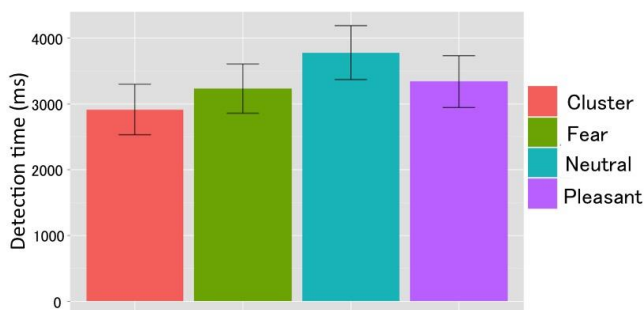


Figure 2. The detection times per images in Experiment 1 are illustrated. Error bar means SEM.

した画像を作成し実験 2 を実施した。

実験2 方法

実験の被験者は 20 名であった。視力は 0.7 以上であり、実験に支障のない視力を有していた。

実験 1 と同様のシーン画像に対して画像の意味的内容を捉えられないよう、位相情報をスクランブルする処理をおこなった。

画像検出課題および画像評価課題ともに実験 1 と同様の手続きであったが、シーン画像は位相スクランブルした画像を用いた。

実験2 結果と考察

位相スクランブル画像の種類による検出時間の違いに関して、1 要因 4 水準の分散分析を行った結果、集合体画像の検出時間は恐怖画像・快画像・中性画像と違いがなかった。しかし、中性画像よりも恐怖画像の検出時間が短いことが示された。

同様に感情価および覚醒度に関して、1 要因 4 水準の分散分析を行った。その結果、集合体画像の感情価は恐怖画像・中性画像・快画像よりも低いことが示された。また集合体画像の覚醒度は恐怖画像・中性画像よりも高いことが示された。

次に各画像の検出時間と空間周波数帯域ごとのエネルギー量の逸脱について相関分析を行った。その結果、4-16 cpi の帯域での平均したエネルギー量の逸脱が検出時間に影響を与えていることが明らかとなった。

結論

本実験の結果から、CFS 下におけるシーン画像の検出時間に一部の空間周波数のエネルギー量の逸脱が影響を与えていることが示唆された。このことから、ある空間周波数帯域のエネルギーの逸脱は無意識的な処理段階に影響を与えている可能性がある。しかし、集合体画像の無意識的処理過程には空間周波数のエネルギー量ではなく集合体を見た目が大きく影響することが示唆された。今後、エネルギー量の逸脱が無意識的処理に与える影響に集合体画像から喚起されるような不快感がどのように影響しているのか検討する必要がある。

参考文献

- Cole, G. G., & Wilkins, A. J. (2013). Fear of holes. *Psychological Science, 24* (10), 1-6.
- Fernandez, D., & Wilkins, A. J. (2008). Uncomfortable images in art and nature. *Perception, 37*, 1098-1113.
- Russell, J. A., Weiss, A., & Mendelsohn, G. A. (1989). Affect Grid: A single-item scale of pleasure and arousal. *Journal of Personality and Social Psychology, 57*(3), 493-502.
- Tsuchiya, N., & Koch, C. (2005). Continuous flash suppression reduces negative afterimages. *Nature Neuroscience, 8*, 1096-1101.

背景画像と表情画像の感情価が LPP 振幅に及ぼす影響とその性差

加戸 瞭介
武田 裕司

筑波大学大学院人間総合科学研究科
産業技術総合研究所
産業技術総合研究所
筑波大学大学院

本研究では背景画像の感情価と重ねて呈示された人物画像の表情が、事象関連電位の一つである後期陽性成分(Late Positive Potential; LPP)の振幅に及ぼす影響とその性差について検討した。背景画像(快・中性・不快)の中央に表情画像(快・中性・不快)を重ねた9種類の画像を作成し、それらを観察している時のLPP振幅を評価した。その結果、男性では、背景画像の感情価によってLPP振幅は変化したものの、表情画像による統計的に有意な影響は認められなかった。一方、女性では、背景画像の感情価の影響に加えて、表情画像の感情価の影響が認められた。また、この女性での効果は、背景画像と表情画像の感情価が一致しない場合でも、生じることが明らかになった。これらの結果は、女性は人物刺激に対する感受性が高いというこれまでの研究報告と一致しており、この感受性は背景画像との文脈の一致性に関わらず生じることを示唆している。

Keywords: event-related potentials, emotion, sex difference.

問題・目的

Late positive potential (LPP) は感情と関連した事象関連電位の一つであり、感情的に中性な画像に比べて不快画像を観察した際にその振幅が増大することが知られている(Weinberg & Hajcak, 2010)。最近では人物の有無もLPP振幅に影響を及ぼすことがわかっており、特に女性では人物が写っていない不快画像に比べて人物が写っている不快画像を観察した際に、LPP振幅が増大することが報告されている(Groen et al., 2013; Proverbio et al., 2009)。この傾向は画像の不快感がそれほど高くない場合にも観察されており(加戸・武田, 2015)、女性における人物に対する感受性(Ickes et al., 2000)が人物が写っている画像観察時のLPP振幅の増大要因の一つであると考えられている。しかしこれまでの研究では、女性特有の感受性は人物と周辺の文脈が一致している刺激を用いて検討されてきており、写っている人物の表情が画像の文脈から乖離している場合でも一貫してLPP振幅の増大がみられるか否かについては不明である。つまり、画像内の意味的文脈が人物の感受性に与える効果について十分に検討されていない。そこで本研究では画像内の人物の感情価(表情)と周辺の感情価が異なる画像を作成し、それらの画像を観察している時のLPP振幅の性差について検討した。具体的には快感情を表す画像(背景画像)に不快な表情をした人物画像(表情画像)を重ねることで、人物の感情的な状態が画像の文脈から乖離している刺激を作成した。

方法

実験参加者 18-31歳の34名(女性19名)が参加した。

刺激 背景画像には感情画像セットであるIAPSのうち人物が写っていない画像192枚を用いた。表情画像には様々な表情の人物画像セットであるKDEF画像のうち正面を向いている画像192枚を用いた。それぞれの画像セットは3種類の感情カテゴリ(快・中性・不快)に分類され(各64枚)、背景画像の中央に表情画像を重ねたものを刺激とし、9種類の画像(576枚)を刺激として呈示した。

手続き 注視点が提示されたのちに灰色の背景の中央に刺激が提示され、ターゲット画像が提示された際に実験参加者はボタンを押して反応する必要があった。ターゲット画像には感情価が中性の背景画像に正面以外(右方向・左方向)を向いているKDEF画像を重ね合わせたものを用いた。また、課題遂行中に脳波の測定を行った。課題終了後、参加者はすべてのIAPS画像およびKDEF画像の感情価および覚醒度について5段階で評定するよう求められた。

事象関連電位 刺激呈示後600-900ms区間のP3, Pz, P4(位置は拡張10-20法に基づく)における平均電位を各条件で算出し、LPPの振幅とした。

結果

LPPの振幅について、参加者の性別(2) × 背景画像(3) × 表情画像(3)の分散分析の結果(Fig.1), 背景画像の主効果 $F(2, 64) = 26.0, p < .001, \eta_p^2 = .449$ がみられた

ためBonferroni法による下位検定を実施した。その結果、不快背景画像観察時には快・中性背景画像に比べてLPP振幅の増大がみられた($ps < .001$)。また、性別×表情画像の交互作用 $F(2, 64) = 5.80, p < .01, \eta_p^2 = .154$ がみられたため同様の下位検定を実施した。その結果、女性のみで不快表情画像観察時に快・中性表情画像に比べてLPP振幅の増大がみられた($ps < .05$)。

考察

背景画像では男女ともに不快刺激において快・中性刺激と比べてLPP振幅の増大がみられた一方、表情画像では女性のみで不快刺激において快・中性刺激と比べてLPP振幅の増大がみられた。この結果は、先行研究における女性は人物に対する感性が強いという知見と一致するものであり、この感性は文脈とは無関係であるということを示している。

結論

女性の人物に対する感性は不快な表情をしている人物を観察した際には文脈とは無関係に生じる。

引用文献

Groen, Y., Wijers, A. A., Tucha, O., & Althaus, M. (2013). Are there sex differences in ERPs related to processing empathy-evoking pictures? *Neuropsychologia*, **51**(1), 142–155.

Ickes, W., Gesn, P. R., & Graham, T. (2000). Gender differences in empathic accuracy: Differential ability or differential motivation? *Personal Relationships*, **7**, 95–109.

加戸瞭介・武田裕司 (2015) 不快画像への共感性と後期陽性電位振幅の性差 第33回日本生理心理学大会

Proverbio, A. M., Adorni, R., Zani, A., & Trestianu, L. (2009). Sex differences in the brain response to affective scenes with or without humans. *Neuropsychologia*, **47**(12), 2374–88.

Weinberg, A., & Hajcak, G. (2010). Beyond good and evil: the time-course of neural activity elicited by specific picture content. *Emotion*, **10**(6), 767–82.

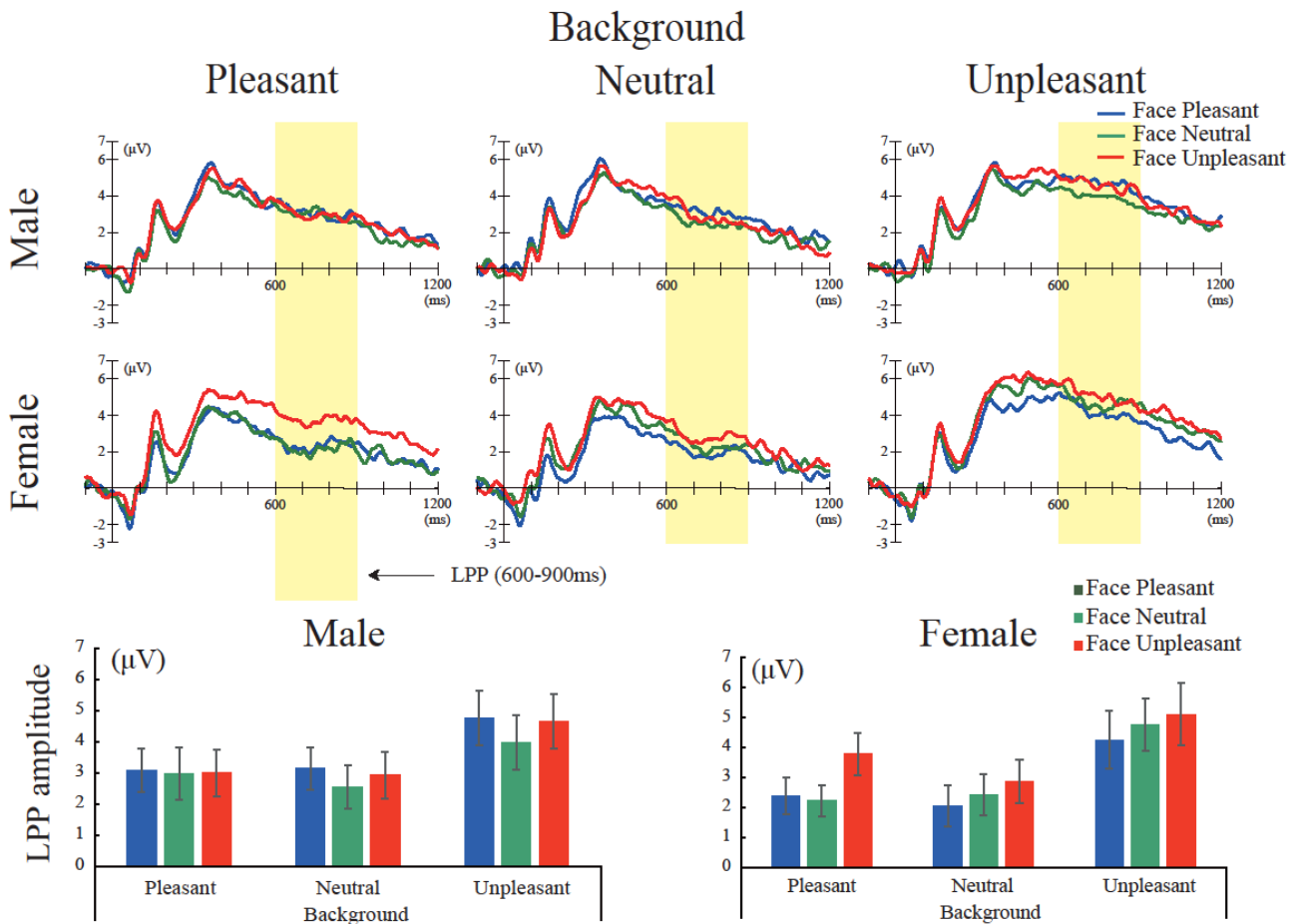


Fig.1 課題遂行中の波形および各条件における LPP(600 - 900ms)の振幅

芸術作品に対する感性応答の定量評価

若林 正浩
北口 正敏
佐藤 宏道
内藤 智之

大阪大学大学院生命機能研究科

大阪大学医学部

大阪大学大学院医学系研究科

大阪大学大学院医学系研究科

個人の芸術感性は、他者と共通する成分と個人に特有の成分に分けられると考えられる。しかし、これまでに芸術感性の共通性や個人差を定量的に検討した研究は殆ど存在しない。本研究では、個人ごとに因子分析を適用し、個人間での芸術評価因子の共通性について検討した。更に全ての被験者に共通の潜在因子を仮定することで、各潜在因子を軸とした 3 次元空間(感性空間)を定義し、芸術感性の個人差の定量評価を行った。また、芸術感性評価における形容詞の感受性の個人差も検討した。被験者間で共通性の高い潜在因子において色統計量との相関が見られ、色知覚・認知処理の共通性が芸術感性の共通性に関与していることが示唆された。また、言語印象評価における形容詞の使用法の個人差は、本研究の被験者群では比較的小さいことが示された。以上の結果は、芸術作品に対する感性の個人差は高次の認知機能の個人差を主に反映している可能性を示唆する。

Keywords: impression, latent factor, commonality, individuality, color perception

問題・目的

個人の芸術感性は、他者と共通する成分と他者と異なる個人に特有の成分から成ると考えられる

(Marković & Radonjić, 2008)。しかし、これまでに芸術感性の共通性や個人差を定量的に検討した研究は殆ど存在しない。本研究では、個人毎の芸術感性を評価可能な芸術感性モデルを構築し、画像から受ける印象の共通性および個人差を定量評価することおよび、芸術感性の共通性や個人差形成に関与する画像の物理特徴の同定を目的とした。本研究では、画像の物理特徴として、色情報に着目した。抽出された絵画ごとの因子得点と絵画の色情報との相関関係を評価することで、印象の共通性および個人差の形成に関与する物理特徴の検討を行った。

方法

大学生 76 名に対して、30 枚の画像(風景画 15 枚、風景写真 15 枚)を提示し、23 形容詞対を用いた意味微分(semantic differential: SD)法による画像印象評定課題を行った。画像の色情報は、HSV 色空間モデルを用いて表現した。色統計量として、色相、彩度、明度それぞれの平均、標準偏差、歪度、尖度、エントロピーを用いた。

解析 1: SD 法から得られたプロファイルに対して、被験者ごとに 3 つの潜在因子を仮定した因子分析を行

い(最尤法、バリマックス回転)、各被験者について画像毎の因子得点と各形容詞に対する因子負荷量を求めた。因子負荷量について被験者間で相関の高い因子ペアの組み合わせ順に第一、第二、第三共通印象因子とした。

解析 2: SD 法から得られた 3 相データ(刺激 $N = 30 \times$ 形容詞 $N = 23$ 人 $N = 76$)を stringing out 法を用いて 2 相データ(人 \cdot 刺激 \times 形容詞)に変換し、解析 1 と同様の因子分析を行った(Marković & Radonjić, 2008)。潜在因子を寄与率の順に X,Y,Z 軸として因子得点をプロットすることにより、各風景画に対する個人ごとの芸術感性を可視化する「感性空間」を定義した。芸術感性の個人差は、因子得点の分散によって定義した。

解析 3: 被験者を 2 群に分け、解析 2 と同一解析を再度実施し、因子負荷量の相関を求めることで評価形容詞に対する感受性の個人差を評価した。

結果

解析 1: 第一、第二、第三共通印象因子を、それぞれ活動性、力量性、評価性因子と解釈した。各共通印象因子得点と画像の色情報との相関を求めたところ、活動性因子得点と画像の彩度の平均、歪度、尖度との間で有意な相関が見られた。また、力量性因子得点と画像の多くの彩度統計量との間で有意な相関が見られた。

解析 2: 解析 2 においても、活動性、評価性、力量性の 3 因子が抽出された。図 1 に感性空間の例を示す。

感性空間上の1点は、ある被験者のある絵画に対する因子得点を表す。芸術感性の個人差は、各軸の分散で表される。図1は、右の絵が左の絵より印象の個人差が大きいことを表している。感性空間を用いることで、印象の個人差の小さい画像、大きい画像が同定可能なことが示された。各因子得点の個人差は活動性<力量性<評価性因子の順に小さかった(30枚の画像での平均標準偏差: 第一因子, 0.54; 第二因子, 0.75; 第三因子, 0.62)。また、解析1と同様に活動性因子得点と彩度の歪度、尖度の間に有意な相関が見られた。また、力量性因子得点と彩度統計量との間に有意な相関が見られた。

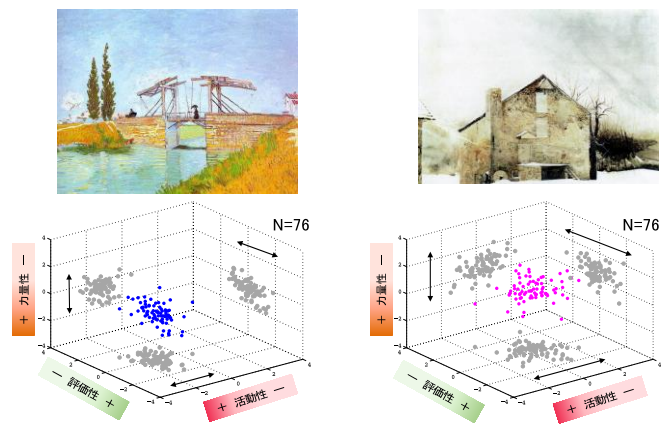


図1: 感性空間上での絵画印象の表現。

各軸の分散(矢印)が印象の個人差を表現している。

解析1の平均因子負荷量と、解析2の因子負荷量の相関を求めた。因子順位変動を仮定することで、全ての因子で0.9以上と高い相関が見られ、よく類似した因子が抽出されていることが示された。

解析3: 全ての因子において因子負荷量(形容詞と潜在因子の相関係数)の2群間の相関係数は0.95以上であった。

考察

本解析で示された感性空間を用いることで、個人の印象を可視化し、個人間でのある刺激に対する印象の隔たりをベクトルとして定量化することが可能である。感性空間は、今後の感性研究において非常に有効なツールになり得ると考えられる。

解析1および解析2での因子負荷量が非常に高い相関を示したことは、個人において全体印象に大きく寄与する潜在因子と、全被験者の印象に大きく寄与する潜在因子が同一のものである可能性を示している。

解析1、解析2の双方で活動性、力量性因子得点と彩度統計量が有意な相関を示したことは、彩度の高次統計量が画像印象の形成に強い影響力を持つことを示唆する。また、活動性、力量性因子は個人間で共通性の高い因子であるから、色情報処理、特に彩度統計量処理の共通性が感性の共通性に寄与している可能性が示された。評価性因子は、色統計量との相関を示さなかったことから、画風や構図、被験者の背景知識等、色情報以外の影響を強く受ける因子の可能性もある。

解析3において、全ての因子において因子負荷量の2群間の相関係数が0.95以上の値を示したことは、今回実験に使用した形容詞の語用法が本研究に参加した被験者群において高い共通性を示していたことを示唆する。絵画に対する言語化された印象の差には言語の語用法の差異よりも個人の視覚的な知覚・認知機構が大きく影響していることが示された。

結論

本研究では芸術作品に対する感性と言語評価課題における形容詞の語用法の個人差を定量評価した。活動性因子は個人差が小さく、評価性因子は個人差の大きな因子であることが示された。被験者間で共通性の高い潜在因子において彩度統計量との相関が見られたことから、彩度情報処理の共通性が芸術感性の共通性に寄与していることが示唆された。絵画の全体印象に関して、①個人差の小さな、彩度統計量の影響を受ける、明るさに関わる因子 ②色相、彩度、明度統計量の影響を受ける、力強さに関わる因子 ③個人差の大きな、絵画の文脈といった色統計量以外からの影響を受ける、芸術評価に関わる因子 に分けて説明出来る可能性が示唆された。絵画内容や画風等が印象へ与える影響や、感性空間の適用可能範囲については、別途検討する必要がある。

言語印象評価における形容詞の使用法は共通性が極めて高いことが示された。言語により評定された感性の個人差に対して、形容詞の語用の個人差が占める割合は低いことが示唆された。今後、芸術感性の共通性と個人差形成に関連する脳内神経ネットワークについて検討していく。

引用文献

Marković, S., & Radonjić, A. (2008). Implicit and explicit features of paintings. *Spatial Vision*, 21(3-5), 229-59.

デルブーフ錯視はなぜ生じるのか

西村 友佳
中谷 勝哉

近畿大学総合社会学部総合社会学科
近畿大学総合社会学部総合社会学科

デルブーフ錯視のメカニズムはこれまで多くの研究者たちによって検討されてきた。盛永（1935）は二重円の外円と内円の同化で説明し、川口（1981）は外円と比較円が対比関係にあるとした。Piaget（1963）は二重円の内円の空間と、内円と外円の間の空間で対比が生じることにより、内円の過大視が生じるという考えを示した。また一般に、幾何学的錯視を統一的に説明することはできないと言われているが、彼はこの空間の対比によって他の同時的錯視も説明できるとした。本研究では Piaget（1963）の仮説に従って、デルブーフ錯視を基に分割された空間を提示し、内円に相当する空間が過大視されるのかどうかを検証した。実験の結果、二重円の内円は過大視されたが、内円に相当する空間は予想に反して過小視された。空間の大きさ比較では、対比現象が円の大きさ比較のときとは異なる形で表れていた可能性があり、更なる検討が必要である。

Keywords: 幾何学的錯視、対比 / 同化、microgenesis

問題・目的

二重円と比較円を提示し、比較円によって二重円の内円の主観的等価点（PSE）を測定すると、二重円の内円が実際よりも過大視されることが知られている。これについて盛永（1935）は二重円の外円と内円の同化で説明をした。それに対し川口（1981）は実験場面全体での相互作用に注目した。川口は外円と比較円との対比によって比較円が過小視される効果を指摘し、同化による説明を退けた。

一方、Piaget（1963）は内円の空間と、内円と外円の間の空間で対比が生じることにより内円の過大視が生じると説明した。そして、この分割された空間の対比はデルブーフ錯視以外の同時的錯視の多くに当てはまるとされた。一般に、幾何学的錯視を統一的に説明することはできないとする意見が多いが、Piagetはそれにある程度成功したと言える。

Piaget（1963）は、垂直線分と水平線分との対比によって生じるFick錯視の提示時間を変化させた実験も行った。その結果、成人においても幼児においても、錯視量はある時点で極大に達し、その後減少した。これと同様の錯視量の変化は、2本の垂直線分の長さの対比においても観察された（Nakatani, 1995）。Nakataniはこれをmicrogenesisの過程として説明している。

本研究では、これまであまり顧みられていなかったPiagetの考察を基に、対比によるデルブーフ錯視の説明の妥当性を検討する。実験では二重円の内円、及び外円と内円との差に相当するように分割された空間を提示する事態において、デルブーフ錯視と同様の錯視が生じるかどうか確かめられた。

方法

実験参加者 実験1には、近畿大学の学生20名が参加した。実験2には、近畿大学の学生11名が参加した。

実験装置 ViSaGe (CAMBRIDGE RESEARCH SYSTEMS) がMatlabで駆動された。提示画面はFlexScan S2100 (EIZO) であった。

刺激 凝視点が画面の中央に提示された。刺激の色は緑色で、黒色の背景上に提示された。観察距離は1mであった。

間隔の大きさ比較課題では、画面の左右一方に4点、もう一方に2点の刺激が縦に配置された。提示された4点の内側2点は標準刺激であった。標準刺激の間隔は20mmで一定であった。標準刺激の外側に配置された2点は条件刺激であった。条件刺激の間隔は実験1では26mm、30mm、34mm、実験2では、30mmで一定であった。標準刺激と条件刺激の反対側に提示された2点は比較刺激であった。比較刺激の間隔は16mm、18mm、20mm、22mmであった。対照実験では、標準刺激と比較刺激のみが提示された。

円の大きさ比較課題では、画面の左右一方に二重円、もう一方に一重円が提示された。二重円の内円は標準円であった。標準円の直径は20mmで一定であった。二重円の外円は条件円であった。条件円の直径は実験1では26mm、30mm、34mm、実験2では、30mmで一定であった。一重円は比較円であった。比較円の直径は19mm、20mm、21mm、22mmであった。対照実験では、標準円と比較円のみが提示された。



図1. 間隔の大きさ比較課題で用いられた刺激（左）と円の大きさ比較課題で用いられた刺激（右）

手続き 凝視点のみが5000ms提示された後、凝視点と刺激が提示された。刺激の提示時間は、実験1では

500ms、実験2では500ms、1000ms、2000msであった。参加者は刺激が消えた後、標準刺激の間隔・標準円の大きさと比較刺激の間隔・比較円の大きさのどちらが大きいかを「右」あるいは「左」と口頭で答えた。1条件の試行回数は40回であった。

結果

図2.は実験1での錯視量を示したグラフである。条件刺激の間隔の大きさ、あるいは条件円の大きさによる錯視量の変化が表されている。実験の結果、標準円は過大視されたが、標準刺激の間隔は過小視された。

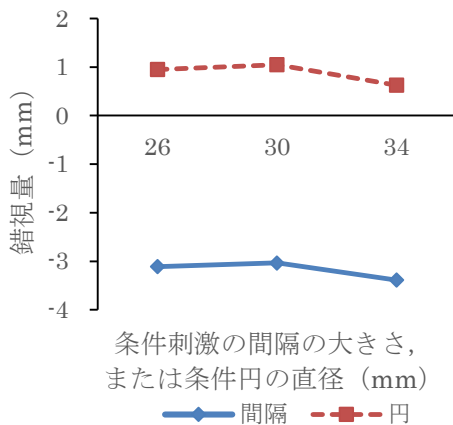


図2. 条件刺激の間隔・条件円の大きさの変化に伴う錯視量の変化。標準刺激の間隔・標準円の大きさは20mm。提示時間は500ms。

図3.は提示時間による錯視量の変化が表されている(実験2)。実験の結果、実験1と同様に標準円は過大視されたが、標準刺激の間隔は過小視された。また、提示時間が1000msのときに最も錯視量が大きくなった。

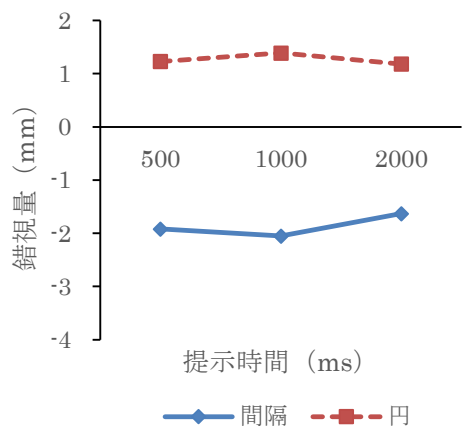


図3. 提示時間の変化に伴う錯視量の変化。標準刺激の間隔・標準円の大きさは20mm。条件刺激の間隔・条件円の大きさは30mm。

考察

Piagetの仮説は円を提示したときのみ採択された。また、提示時間が1000msのときに錯視量が最も大きくなったことは、Nakatani (1995) による2線分の対比のmicrogenesisの結果と一致した。したがって、本実験での結果は対比によるものであるが、分割された空間の大きさを比較するときと円の大きさを比較するときでは、対比が異なる形で表れていたと考えられる。

川口 (1981) は比較円が条件円から、標準円が受ける以上に対比の影響を受けたために、比較円は実際よりも小さく知覚され、標準円が過大視されたという結果になっていた可能性を示唆していた。その対比の大小関係が本研究における分割された空間では逆転していたのではないだろうか。すなわち、比較刺激の間隔が条件刺激の間隔から受ける対比の影響よりも、標準刺激の間隔が条件刺激の間隔から受ける対比の影響の方が大きかったことが考えられる。

同時的錯視で用いられている刺激図形の間隔だけを提示すると、必ず過小視が見られるのだろうか。それを確かめるには他の同時的錯視についても検討せねばならない。また、今回の実験では二重円の内円の空間と、内円と外円との空間を縦に分割したが、円を横に分割して提示することも試みる必要がある。

結論

本研究では、二重円の内円、及び外円と内円との差に相当する分割された空間が提示された。しかし、デルブーフ錯視とは逆の傾向が示された。分割された空間の大きさを比較するときと円の大きさを比較するときでは対比現象が異なる形で表れていたと考えられる。この傾向がデルブーフ錯視以外の同時的錯視でも見られるのかどうか、また空間を横に分割するとどうなるのかは、今後更に検討していく必要がある。

引用文献

- 川口 勇 (1981). 構え心理学からみた図形残効の問題
大阪大学人間科学部紀要, 7, 103-140
- 盛永 四郎 (1935). 大きさ同化・対比の条件 増田博士
謝恩最近心理学論文集, 28-48. (盛永 四郎: 知覚
心理学. 明玄書房, 1969, 所収)
- Nakatani, K (1995). Microgenesis of the length perception
of paired lines. *Psychological Research*, 58, 75-82.
- Piaget, J. (1963). Le développement des perceptions en
fonction de l'âge. In J. Piaget & P. Friaissé (Eds.),
Traité de Psychologie Expérimentale, 6, Perception.
Paris: Presses Universitaires de France. 知覚の年齢
による発達差 久保田正人訳 現代心理学VI
知覚と認知 白水社 1971.

心的視点変換は角度差に応じて質的に異なる2つのスキルを要求する——実験データへの探索的因子分析の適用——

武藤 拓之
松下 戦具
森川 和則

大阪大学大学院人間科学研究科
大阪大学大学院人間科学研究科
大阪大学大学院人間科学研究科

ヒトは、自分の視点とは異なる視点に立って物の位置関係を判断することができる。このような心的視点変換は、自分の視点と新しい視点との角度差が広がるにつれて難化することが知られている。近年、角度差が小さい時と大きい時とでは必要な処理が質的に異なる可能性が指摘されているが、実証はされていない。そこで本研究は、筆者らがこれまでに実施した視点変換実験の反応時間データ ($N = 96$) を再分析し、心的視点変換の成績を左右する因子の検討を行った。探索的因子分析の結果、低角度で優勢となる知覚的スキル因子と高角度で優勢となる認知的スキル因子が独立な2因子として抽出された。また、単純反応課題の成績は知覚的スキル因子と有意な相関を示したが ($r = .43$)、認知的スキル因子とは無相関であった ($r = .02$)。これらの結果から、心的視点変換は角度差の大小に応じて質的に異なる2つのスキルを要求することが示された。

Keywords: mental perspective transformation, angular disparity effect, spatial cognition, exploratory factor analysis.

問題・目的

ヒトは、自分とは異なる視点から見た物の位置関係を判断することができる。このような心的視点変換は、自分の視点と新しい視点との角度差が大きくなるほど難易度が上がり、反応時間や誤答数が増加することが知られている。この角度差の効果に関して近年、角度差が小さい時と大きい時とでは必要な処理が質的に異なる可能性が指摘されている。Kessler & Thomson (2010) は、角度差が小さい時はより低次の知覚的処理、角度差が大きい時はより高次の認知的処理が要求されると予想している。しかし、この予想を裏付ける直接的な証拠は提示されていない。そこで本研究は、Muto, Matsushita, & Morikawa (2016, in prep.) における4つの実験の反応時間データを再分析し、低角度の処理と高角度の処理が質的に異なるかどうかを探索的因子分析によって検証した。もし低角度と高角度で要求される処理が異なるのであれば、1因子モデル (Fig. 1A) よりも2因子モデル (Fig. 1B) のほうがデータへの当てはまりが良いはずである。また、この2因子モデルでは、低角度で優勢となる知覚的スキル因子と高角度で優勢となる認知的スキル因子の2因子が独立な因子として抽出されると予想される (Fig. 1B)。さらに、単純

A. 1因子モデル

B. 2因子モデル

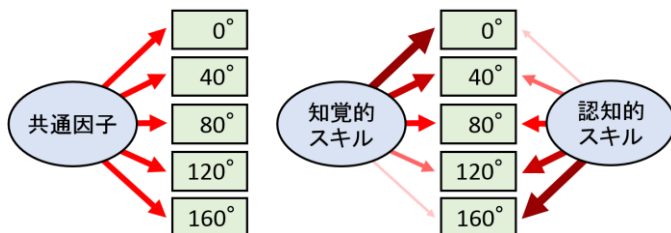


Fig. 1. 心的視点変換課題の成績を説明する因子分析モデル。

反応課題で必要とされるような比較的 low 次級の処理に関わる能力は、認知的スキルではなく知覚的スキルによって予測されると考えられる。

方法

実験参加者

合計96名の大学生・研究生(男女48名ずつ)が実験A～Dのいずれかに参加した(1つの実験に24名)。

刺激と手続き

どの実験参加者も、単純反応課題(20～30試行)を行った後で心的視点変換課題(216試行)に取り組んだ。

単純反応課題

観察距離 80 cm の位置にある画面上の左側または右側に青い四角形が提示された。実験参加者の課題は青い四角形が提示された位置(左か右)を素早く回答することであった。実験Aの参加者は足、実験Bの参加者は手でフットペダルを押すことにより回答した。実験Cの参加者は人差し指でキーを押すことにより回答した。実験Dの参加者は、半分の試行では足、残りの試行では手でフットペダルを押すことにより回答した。

心的視点変換課題

椅子の前に花と刀が置かれた円卓の風景画像を刺激として使用した (Fig. 2)。椅子の位置は、円卓の最も手前側である0°と、そこから時計回り・反時計回りに40°・80°・120°・160°移動した位置のいずれかであった。

各試行では、観察距離 80 cm の位置にある画面上に反応すべきターゲット刺激(花または刀)が表示され

た後で円卓の画像が提示された (Fig. 2)。実験参加者は刺激中の椅子の位置からの見え方を想像し、その時にターゲット刺激が左側・右側のどちらにあるのかをできるだけ速く正確に回答した。回答方法は単純反応課題と同様であった。

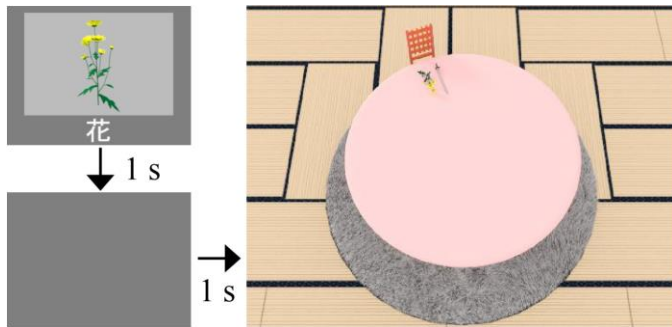


Fig. 2. 心的視点変換課題の刺激と手続き。この図は時計回り・160°条件の例である。この例の場合、正解は「右」である。

結果

単純反応課題と心的視点変換課題のいずれの課題においても不正解試行は分析から除外した。両課題の反応時間データを実験ごとにz変換し、実験参加者ごとに算出した各条件の平均z得点を分析に使用した。

始めに、心的視点変換課題における0°・40°・80°・120°・160°の反応時間を説明する因子の数を推定した。因子数はMAP基準・平行分析ともに2因子と推定され、適合度指標も1因子モデルより2因子モデルのほうが高い適合度を示した (Table 1)。また、データとモデルの乖離の程度を表すカイ二乗値は1因子モデルよりも2因子モデルで有意に小さかった ($\chi^2(4) = 82.95, p < .001$)。これらの結果から、1因子モデルではなく2因子モデルを想定して以下の分析を行った。

最尤法・プロマックス回転による探索的因子分析の結果、角度が低いほど高い因子負荷量を示す因子 ($r(3) = -.92, p = .029$) と角度が高いほど高い因子負荷量を示す因子 ($r(3) = .95, p = .015$) の2因子が抽出され、それぞれ知覚的スキル・認知的スキルと命名された (Fig. 3)。因子間に相関は認められなかった ($r = .00$)。

続いて各因子の因子得点を回帰法によって推定し、単純反応課題の成績との相関関係を検証した。その結果、単純反応課題の成績は知覚的スキル因子と有意な相関を示したが ($r(94) = .43, p < .001$)、認知的スキル因子との相関は有意ではなかった ($r(94) = .02, p = .863$)。この結果は、心的視点変換課題の低角度条件における反応時間が長い人ほど単純反応課題の反応時間も長くなることを表している。

Table 1. 適合度指標による1因子モデルと2因子モデルの比較

モデル	χ^2	df	χ^2/df	AIC	BIC	RMSEA
1因子	86.34**	5	17.27	76.34	63.52	.41
2因子	3.40†	1	3.40	1.40	-1.17	.16

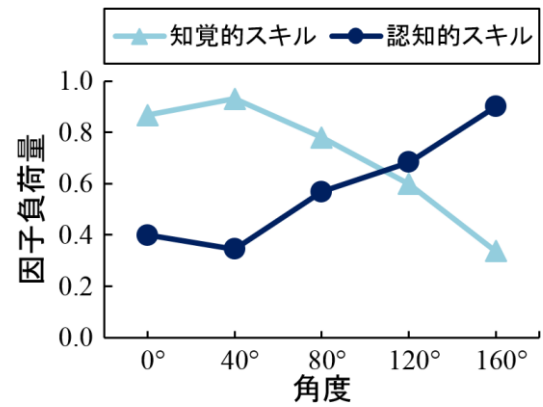


Fig. 3. 2因子モデルにおける因子負荷量のプロット。

考察

本研究は、心的視点変換が角度差の大小に応じて質的に異なる2つのスキルを要求することを明らかにした。角度差が小さい時には必ずしも視点変換を行う必要がないため、位置の同定や傾きの検出といった比較的 low 次知覚的処理によって課題の遂行が可能であったと考えられる。このことは、知覚的スキル因子の得点が単純反応課題の成績と相関を持つことによって裏付けられた。一方、角度差が大きい時には視点変換の必要性が増すため、比較的高次の認知的処理が要求されたと考えられる。これらの結果は、身体性の関与が高角度条件でのみ観察されるという報告 (Kessler & Thomson, 2010; Muto et al., in prep.) や、低角度と高角度の両方を含むテストでは心的視点変換能力をうまく測定できないという知見 (Kozhevnikov & Hegarty, 2001) と整合している。本研究の結果からは、認知的スキル因子が反映している能力が心的視点変換に固有の能力なのか、より一般的な空間認知能力なのかは明らかではないが、少なくとも低次の知覚的処理と高次の認知的処理とを分離することには成功したといえる。

参考文献

- Kessler, K., & Thomson, L. A. (2010). The embodied nature of spatial perspective taking: Embodied transformation versus sensorimotor interference. *Cognition*, **114**, 72–88.
- Kozhevnikov, M., & Hegarty, M. (2001). A dissociation between object manipulation spatial ability and spatial orientation ability. *Memory & Cognition*, **29**, 745–756.
- Muto, H., Matsushita, S., & Morikawa, K. (2016). Comparison between foot and hand responses for a spatial perspective-taking task. To be poster presented at the 31st International Congress of Psychology.
- Muto, H., Matsushita, S., & Morikawa, K. (in prep.). Spatial perspective taking is mediated by movement planning.

自己に関する空間知覚の特性 —道路形状情報に基づく自己方向・自己位置知覚—

中島 亮一
岩井 律子
上田 彩子
日根 恭子
熊田 孝恒

理化学研究所 理研 BSI-トヨタ連携センター

理化学研究所 理研 BSI-トヨタ連携センター・京都大学

理化学研究所 理研 BSI-トヨタ連携センター

理化学研究所 理研 BSI-トヨタ連携センター

理化学研究所 理研 BSI-トヨタ連携センター・京都大学

人は、空間上の対象を知覚する際、同時に自己の位置や向きについても知覚している。自己方向、自己位置の知覚に対して、「道路が正立して見えていること」「遠くの情報を中心視で見る」という、典型的な道路の見えの要因が影響を与えるかに焦点を当てて検討した。実験では、2枚の直線道路の画像を観察し、どちらが道路に対して正面を向いたものか（自己方向判断）、どちらが車線の中央から見たものか（自己位置判断）を答えさせた。実験1では正立画像と倒立画像の比較、実験2では正立画像と上下入替画像の比較を行った。その結果、自己方向判断は画像操作によって成績の低下が見られたが、自己位置判断は画像操作による成績の違いは見られなかった。よって、自己方向知覚には上述の2つの要因が重要である一方で、自己位置知覚はそれらの要因に対して頑健であることが明らかになった。また、自己方向知覚は道路の「遠く」領域の視覚情報、自己位置知覚は道路の「遠く」「近く」の視覚情報を利用していることも明らかになった（実験3）。つまり、自己方向・自己位置知覚は別々の認知処理だと考えられる。

Keywords: Egocentric direction perception, Egocentric position perception, Visual field, Spatial perception

問題・目的

人が視覚環境と相互作用する中で、空間を把握することは重要である。また、空間内の対象を知覚すると同時に、人は自分自身の空間的な位置や向きも知覚していると考えられる。空間内の自分自身は視点位置として存在しており、空間知覚研究において、空間理解に対する視点の効果として間接的に検討されてきた（Burgess, 2006; Simons & Wang, 1998）。しかし、自分が見ている視覚情報に基づいた自分自身についての空間知覚は、運転等の自己移動時に重要であるにもかかわらず、未解明の問題である。そこで、本研究では、自分自身に関する空間知覚として、自己方向知覚と自己位置知覚に焦点を当て、その性質について検討を行った。現実の運転や自己移動場面では、視野内に多くのオブジェクトが存在し、それらの運動情報も得られるが、それらの情報がどのように自己の空間知覚に影響を与えるのかを特定することが困難である。そこで、本研究では、事態を単純化し、道路の形状情報という静止画情報のみから、自己の空間知覚を行う場合を対象とした。

本研究では、道路の形状情報に基づく自己方向、自己位置知覚の検討、特に道路の見え方の要因がそれぞれの知覚に対してどのような影響を与えるかの検討を行った。典型的な道路の見え方の要因として、以下の2つが挙げられる。1つは、「遠く」の情報が「近く」

の情報よりも上に見えるという「正立性要因」であり（実験1）、もう1つが「遠く」の情報を中心視、「近く」を周辺視で見るという「視野要因」である（実験2）。これらがそれぞれの知覚に対して重要かどうかを検討した。

さらに、自己方向・位置が、道路形状情報のどの領域の視覚情報を利用して知覚されているかを検討するために、画像の一部を遮蔽した条件を設定した。遮蔽領域の視覚情報を利用できない場合の、知覚への影響を調べた（実験3）。

実験

方法

実験1, 2にそれぞれ21名、実験3に20名（20-23歳）が参加した。

二車線（片道一車線）の直線道路画像をCGソフトで作成した。画像のレンダリングの際に、視線方向を道路正面、左右に2°回転させた方向の3条件、視点位置を車線の中央、左右に車線幅の約10%ずらした位置の3条件を設定し、実験刺激画像を作成した。さらに、正立性要因の検討のために倒立画像（「近く」が「遠く」の上側に見える。実験1）を、視野要因の検討のために上下入替画像（中心視で「近く」、周辺視で「遠く」を見る。実験2）を作成した。さらに、どの領域の視覚情報を知覚に利用しているかを検討する

ため、画像の一部をホワイトノイズで遮蔽した画像も作成した（道路の視覚情報の一部が見えなくなっている。実験3）。Figure 1に実験刺激の例を示す。

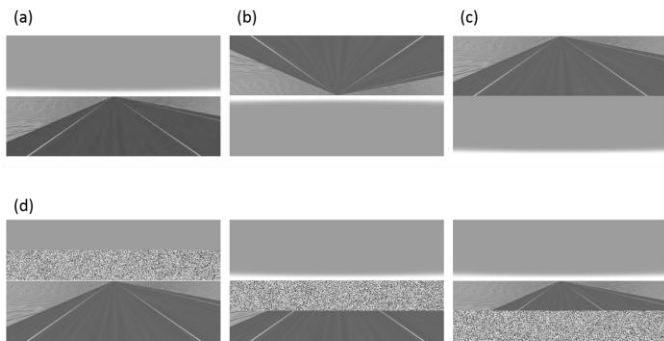


Figure 1. Examples of the stimuli: (a) normal image, (b) inverted image, (c) transposed image, and (d) partially occluded images.

自己方向知覚課題と自己位置知覚課題を別のブロックで行った。両課題とも、1試行の流れは以下の通りである。まず注視点が呈示され、その後2枚の道路画像（250ms）が、ブランク画面（900ms）を挟んで1枚ずつ呈示された。自己方向知覚課題では、正面方向画像と方向がずれた画像が呈示され、参加者はどちらが正面方向画像かを答えた。自己位置知覚課題では、車線中央画像と視点位置がずれた画像が呈示され、参加者はどちらが車線中央画像かをキー押しで答えた。実験1では、正立画像に基づく判断を求める試行と倒立画像に基づく判断を求める試行があり、実験2では、正立画像試行と上下入替画像に基づく判断を求める試行が存在した。実験3では、通常画像（正立画像）とノイズで一部が遮蔽された画像（空遮蔽・遠遮蔽・近遮蔽画像）に基づく判断を求める試行が存在した。これらの試行はブロック内で無作為な順序で呈示された。

結果と考察

Table 1に、各実験における各課題の正答率を示す。

実験1 自己方向知覚成績は、正立画像条件において高かった $[t(20)=2.24, p=.03]$ 。一方、自己位置知覚成績は、正立画像、倒立画像条件間で有意な差は見られなかった $[t(20)=.69, p=.50]$ 。つまり、正立性要因は、自己方向知覚に対して重要だと考えられる。

実験2 自己方向知覚成績は、正立画像条件において高かった $[t(20)=3.84, p=.001]$ 。一方、自己位置知覚成績については、正立画像、上下入替画像条件間の差は有意に達しなかった $[t(20)=1.64, p=.11]$ 。よって、視野要因は、自己方向知覚に対して重要だと考えられる。

実験3 自己方向知覚成績は、遠遮蔽画像条件においてのみ低下した $[F(3,57)=20.21, p<.001]$ 。一方、自己位置知覚成績は、遠遮蔽画像条件、近遮蔽画像条件において低下した $[F(3,57)=7.72, p<.001]$ 。遠遮蔽画像、近遮蔽画像条件の成績に違いは見られなかった $[p=.54]$ 。このことから、自己方向知覚には「遠く」領域の視覚情報が、自己位置知覚には「遠く」と「近く」領域、

つまり道路形状全体の視覚情報が必要だと考えられる。

考察

本研究では、道路形状情報に基づく自己方向知覚、自己位置知覚に焦点を当て、道路の見え方の要因（正立性要因、視野要因）がこれらの知覚に影響を与えるかどうかを検討した。実験の結果、自己方向知覚課題において、倒立画像条件、上下入替画像条件では成績が低下した。このことから、自己方向知覚に対して、正立性要因、視野要因の両方が重要であると考えられる。一方、自己位置知覚課題においては、2つの実験での画像操作による成績低下（および上昇）は見られなかった。よって、自己位置知覚は、これらの要因の崩壊に対して頑健であると考えられる。

また、自己方向知覚は「遠く」の視覚情報のみを、自己位置知覚は「遠く」と「近く」の視覚情報を同程度に利用していることも明らかになった。つまり、これらの自分自身についての空間知覚は、異なる認知メカニズムに基づくものであり、それは視野内における視覚情報の利用の段階から異なっている。

Table 1.

各実験における正答率 $(M \pm SE)$ 。単位は%

(a) 実験 1				
	正立画像	倒立画像		
自己方向知覚	74.7±3.1	70.7±3.0		
自己位置知覚	66.3±1.8	67.4±2.3		
(b) 実験 2				
	正立画像	上下入替画像		
自己方向	69.6±2.3	63.0±2.3		
自己位置	64.2±2.0	67.2±2.7		
(c) 実験 3				
	通常画像	空遮蔽 画像	遠遮蔽 画像	近遮蔽 画像
自己方向	79.1±2.9	78.3±3.3	63.0±2.9	80.3±3.2
自己位置	80.1±2.0	78.4±2.3	73.5±2.5	71.9±2.4

引用文献

- Burgess, N. (2006). Spatial memory: How egocentric and allocentric combine. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 551-557.
- Simons, D. J., & Wang, R. F. (1998). Perceiving real-world viewpoint changes. *Psychological Science*, 9, 315-320.