

日本心理学会「注意と認知」研究会 第13回合宿研究会プログラム  
(2015年3月15日～17日 ホテルサンルートプラザ名古屋)

	受付	14:30-15:05		
15 SUN	顔や 言語の 統合処理	15:10-15:40	1 声と顔の結びつけを規定する要因についての検討 横澤一彦 (東京大学)・金谷翔子 (産業技術総合研究所)・ 椋谷英幸 (東京大学)・上田祥行 (京都大学)	
		15:40-16:10	2 顔から声を予測できるか? : 静止画像を用いた顔と声のマッチングにおける 性格特性の印象の役割 光藤優花 (関西学院大学)・小川洋和 (関西学院大学)	
		16:10-16:40	3 文字列特異的な初期ERPに基づく表象単位 奥村安寿子 (北海道大学/国立精神・神経医療研究センター)・ 河西哲子 (北海道大学)・室橋春光 (北海道大学)	
		16:40-16:45	(総合討論)	
	感覚間 相互作用	17:00-17:30	4 感覚特徴の共起性と課題関連性が知覚変容に与える影響 熊倉恵梨香 (東京大学)・横澤一彦 (東京大学)	
		17:30-18:00	5 聴覚的注意の妨害による交差・反発知覚の変容 安原秀和 (神戸大学)・喜多伸一 (神戸大学)	
		18:00-18:05	(総合討論)	
	夕食 (ホテル近くのお店を予約してあります。自由参加)			
	16 MON	注意の 諸特性	9:10-9:40	6 視線方向・頭部方向と視覚的注意 中島亮一 (理化学研究所)・熊田孝恒 (理化学研究所/京都大学)
			9:40-10:10	7 意味的な類似性が非注意による見落としを変え 鈴木玄 (専修大学)・大久保街亜 (専修大学)
10:10-10:40			8 Probe detection task を用いた青年期女性の親性レベルと乳幼児表情に対する 注意バイアスの関連性 惟村恵理子 (お茶の水女子大学)・石口彰 (お茶の水女子大学)	
10:40-10:45			(総合討論)	
探索		11:00-11:30	9 加齢による視覚探索能力の変化: 視線計測を用いた検討 川越敏和 (熊本大学/学振)・浦川智和 (九州大学)・森周司 (九州大学)・ 積山薫 (熊本大学)	
		11:30-12:00	10 探索非対称性の一貫性から探索のメカニズムを探る 上田祥行 (京都大学)・黒須慎吾 (京都大学)・齋木潤 (京都大学)	
		12:00-12:30	11 触覚探索における特徴統合 菊野雄一郎 (神戸大学)・喜多伸一 (神戸大学)	
			12:30-12:35	(総合討論)
昼食 (各自)・運営委員会				
認知制御		14:10-14:40	12 課題非関連な刺激特徴と報酬の連合が価値駆動的に注意を捕捉する 峯知里 (京都大学)・齋木潤 (京都大学)	
	14:40-15:10	13 報酬と情動の競合下における視覚処理 横山武昌 (名古屋大学/University of Maryland)・ Srikanth Padmala (University of Maryland)・Luiz Pessoa (University of Maryland)		
	15:10-15:40	14 リーチング反応とボタン押し反応の時間特性の検討 光松秀倫 (名古屋大学)		
	15:40-15:45	(総合討論)		
	注意と 作動記憶	16:55-16:25	15 二兎を追うものは一兎をも得ず: 視覚的作動記憶における逆向的注意の容量制限 武野全恵 (岐阜女子大学)・上野泰治 (名古屋大学)・北神慎司 (名古屋大学)	
16:25-16:55		16 視覚探索とワーキングメモリ負荷との関連: ERPによる検討 川島朋也 (神戸大学)・松本絵理子 (神戸大学)		
16:55-17:00		(総合討論)		
【特別講演】	17:15-18:15	23 二重課題干渉効果と前頭連合野の関与 船橋 新太郎 (京都大学)		
懇親会				
17 TUE	情動と 注意	9:10-9:40	17 不快画像における人物の有無が事象関連電位に及ぼす影響とその性差に関する研究 加戸瞭介 (筑波大学/産業技術総合研究所)・ 武田裕司 (産業技術総合研究所/筑波大学)	
		9:40-10:10	18 感情喚起刺激による注意バイアスの生起 増田奈央子 (久留米大学)	
		10:10-10:40	19 トライポフォビア喚起画像がサッカー軌跡に与える影響 白井理沙子 (関西学院大学)・小川洋和 (関西学院大学)	
		10:40-10:45	(総合討論)	
	メディア と技術	11:00-11:30	20 補助字幕が健聴者の映画鑑賞に及ぼす影響 大山潤爾 (産業技術総合研究所)・小林貴子 (産業技術総合研究所)	
		11:30-12:00	21 3D映画の臨場感: アニメと実写の比較 伊丸岡俊秀 (金沢工業大学)・神宮英夫 (金沢工業大学)	
		12:00-12:30	22 低価格視線計測装置と実験心理学: ライブラリの開発とその評価 津田裕之 (京都大学/学振)・齋木潤 (京都大学)	
		12:30-12:35	(総合討論)	

# 声と顔の結びつけを規定する要因についての検討

横澤 一彦  
金谷 翔子  
椽谷 英幸  
上田 祥行

東京大学大学院人文社会系研究科

独立行政法人産業技術総合研究所

東京大学文学部行動文化学科

京都大学こころの未来研究センター

We can infer a voice of an unfamiliar person from his/her face. One hypothesis attributes this to common information conveyed by voices and faces. However, the nature of this critical information remains unclear. The present study examined whether supra-modal information, such as perceptual and emotional properties and personality traits can mediate such inferential links between voice and face. Voices conveyed neutrally spoken sentences and faces were neutral visual pictures of male/female faces. In the first task, one voice was presented simultaneously with multiple faces, and participants selected three faces that corresponded to the presented voice. In a second, then a third task, the voice and face were independently presented along with 18 pairs of bipolar adjectives describing perceptual properties, emotional properties, and personality traits. Using a seven point scale, participants rated the likelihood of a voice or face matching a given pole. For each adjective pair, a weighted average of ratings of faces selected as corresponding to each voice was calculated. Results showed that weighted averages were strongly correlated with ratings for the voice itself, especially for certain perceptual adjectives. This suggests that the correspondence between neutral voices and faces are mediated mainly by perceptual properties.

Keywords: voice recognition, face recognition, cross-modal correspondence.

## 問題・目的

人の顔と声は、視覚と聴覚という別々の感覚モダリティによって伝えられる独立な信号であるにもかかわらず、その間には何らかの結びつきが存在するようである。例えば、面識のない他者の顔を見て、その人の声がどのようなものか想像したり、声を聞いたりして、その人がどのような顔立ちをしているか想像することがある。このような想像は、ある程度正確に行われることが示されているが、顔と声の結びつきを支えるメカニズムがどのようなものかは、まだ詳細に分かっていない(Mavica & Barenholtz, 2013)。

近年、それぞれ視覚と聴覚によって伝えられる別種の信号 (e.g., 色と楽曲、テクスチャと音色) の間に感じられる結びつきが、両者から抽出される共通の情報 (e.g. 情動、質感) によって支えられていることが示唆された(Langlois et al., 2013; Peterson et al., 2014)。彼らの研究では、視覚刺激と聴覚刺激を直接結びつける課題に加えて、視覚刺激および聴覚刺激を独立に提示し、様々な形容詞対を用いて評価させる課題を行った。その結果、前者の課題で結び付けられた視覚刺激と聴覚刺激は、後者の課題において、特定の形容詞対に関する評価が類似していることが分かった。このことは、視覚情報と聴覚情報の両者から感じられる共通の情報

が、それらの間の結びつきを支えていることを示唆する。本研究では、彼らの研究手法を応用して、顔と声の結びつきを支える情報がどのようなものか、明らかにすることを目的とした。

## 方法

課題1では、顔と声を同時に呈示して、特定の声に適合すると感じる顔を回答させた。実験参加者は男性16名(平均年齢21.8歳)であった。視覚刺激は8名の成人男女(男性と女性、各4名ずつ)の顔写真で、ニュートラルな表情のもの(全8種類)であった。聴覚刺激は、顔写真とは異なる8名の成人男女(男性と女性、各4名ずつ)の発話で、「風が吹く」「体操をする」「飛行機が飛んでいる」という3種類の台詞を、抑揚を付けずに読み上げたもの(全24種類)であった。各試行では、音声の一つずつ提示し、参加者は、同時にディスプレイ上に現れる全8種類の顔写真の中から、音声と1番目、2番目、3番目に適合すると感じられる顔、および1番目、2番目、3番目に適合しないと感じられる顔を選択した。

課題2では、課題1で用いたものと同じ音声と顔を独立に呈示し、主に知覚特徴(e.g. 明るい-暗い)、情動(e.g. 喜んでいる-怒っている)、性格特性(e.g.

外交的な－内向的な)に関する18の形容詞対を用いて、各刺激の印象を8件法で評定させた。

## 結果

まず、本研究で用いた18の形容詞対のうち、共通の因子を持つものをまとめて議論するため、課題2の評定結果を用いて因子分析を行った。その結果、以下の表1に示す四つの因子に分かれることが示された。

表1. 因子分析による形容詞対の分類

心地良さ	質感	信頼	覚醒
喜んでいる －怒っている	つややかな －くすんだ	落ち着いた －情緒不安定な	覚醒した －眠たげな
楽しい －悲しい	なめらかな －ざらざらした	思慮深い －衝動的な	はっきりした －ぼんやりした
心地よい －不快な	明るい －暗い	冷静な －動揺した	外交的な －内向的な
友好的な －敵対的な	柔らかみのある －こわばった	若々しい －大人っぽい	従順な －支配的な
安らかな －怯えた		信頼できる －疑わしい	

次に、それぞれの音声に対する評定と、課題1においてその音声と適合していると回答された顔に対する評定を比較するため、それぞれの音声について、以下に示すFVA (Face-voice associations) という指標を算出した(Langlois et al., 2013; Peterson et al., 2014)。

$$FVA_{av} = (3 * C1_{av} + 2 * C2_{av} + 1 * C3_{av}) / 6 - (3 * I1_{av} + 2 * I2_{av} + 1 * I3_{av}) / 6$$

ここで、 $FVA_{av}$ とは、特定の音声 $v$  (voice) に適合すると評定された顔における、特定の形容詞対 $a$  (adjective) の評価の重み付け平均を表す。 $C1_{av}$ 、 $C2_{av}$ 、 $C3_{av}$ とは、声 $v$ に1番目、2番目、3番目に適合すると回答された顔における、形容詞対 $a$ の評定値である。一方、 $I1_{av}$ 、 $I2_{av}$ 、 $I3_{av}$ とは、声 $v$ に1番目、2番目、3番目に適合しないと回答された顔における、形容詞対 $a$ の評定値である。声 $v$ に適合すると回答された顔の評定値が高いほど、また、声 $v$ に適合しないと回答された顔の評定値が低いほど、 $FVA_{av}$ の値は高くなる。以下のような手順で、各音声に対する実際の評定値とFVAとの比較を行った。まず、それぞれの音声ごとに、実験参加者全員のFVAの平均値を求めた。また、各音声に対する実際の評定値についても、実験参加者全員の平均値を求めた。そして、全24種類の音声について、FVAの平均値と、実際の評定値の平均値との相関係数を求めた。このような分析を、全ての形容詞対について行った。

その結果、6つの形容詞対において相関係数が有意となった( $p < .05$ )。相関係数の絶対値の大きい順に並べて示したものが表2である。

表2. 音声の評定値とFVAとの相関係数

形容詞対	相関係数 (絶対値の大きい順)
つややかな –くすんだ	0.74
柔らかみのある –こわばった	0.70
なめらかな –ざらざらした	0.66
若々しい –大人っぽい	0.61
友好的な –敵対的な	-0.57
明るい –暗い	0.49

有意な正の相関係数が見られた5つの形容詞対のうち、太字で示した4つは、因子分析において同一の因子にまとまった形容詞対であり、いずれも質感に関わるものと考えられる。相関係数の絶対値の大きさの順位の第一位から第三位までを質感に関わる形容詞対が占めていることや、これらの形容詞対においては0.7を超える強い相関が見られたことから、特に質感に関わる形容詞対において、声そのものの評定とFVAが、よく似た傾向を示していたと言える。

このことは、様々な顔と声を観察する時、中でも共通の質感を喚起する声と顔が、適合すると感じられていたことを示唆する。一方、その他の心地よさ、信頼、覚醒といった別種の情報については、本研究の結果からは、顔と声の結びつきとの強い関連が示唆されなかった。つまり、顔と声から抽出される様々な情報のうち、特に質感に関わる情報が、声と顔の結びつきを支えていたと考えられる。

なお、本研究で用いた顔刺激、音声刺激は、いずれも表情や抑揚を持たないニュートラルなものであった。そのため、情動や健康状態のような一過性の情報の顕著性が低かった可能性がある。これらの要素を含めた場合にも同様の結果になるかどうかは、今後の検討課題である。

## 引用文献

- Langlois, T., Schloss, K., & Palmer, S. (2013). Music-Color Associations to Simple Melodies in Synesthetes and Non-synesthetes. *Journal of Vision*, 13(9), 1325-1325.
- Mavica, L. W., & Barenholtz, E. (2013). Matching voice and face identity from static images. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(2), 307.
- Peterson, J., Langlois, T., & Palmer, S. (2014). The texture of musical sounds: Cross-modal associations between visual textures and musical timbres and intervals. *Journal of Vision*, 14(10), 445-445.

# 顔から声を予測できるか？—静止画像を用いた顔と声のマッチングにおける性格特性の印象の役割—

光藤 優花  
小川 洋和

関西学院大学文学部総合心理科学科

関西学院大学文学部総合心理科学科

Are people able to correctly match an unfamiliar voice to a static image of a face that belongs to the same person? There is conflicting evidence regarding the ability to match faces to voices of unfamiliar person: some studies reported that people could match the static image of an unfamiliar face to an unfamiliar voice above the chance level (Mavica & Barenholtz, 2013); others reported that they could match voices only to dynamic images of faces, not to static images (Kamachi et al., 2003). In the present study, we reexamined the matching performance using photographs of faces and audio recordings of voices of Japanese models and found that participants were able to match the identity of unfamiliar people across visual and auditory modalities above chance. In addition, the participants were asked to rate the each model's face and voice along Big Five personality dimensions. We found that the accuracy for each model in the matching task was correlated with the degree of agreement between the face and voice ratings for the model, suggesting that the personality impression from the model's face and voice plays an important role in performing the matching task.

Keywords: face recognition, voice recognition, multisense.

## 問題・目的

顔から声（またはその逆）を予測することは可能だろうか。先行研究では、顔刺激が動画であれば予測可能とする知見（Kamachi et al., 2003）と、静止画でも予測可能であるとする知見（Mavica & Barenholtz, 2013）の異なる実験結果が報告されている。先行研究ではこの矛盾の原因として文化差の影響を挙げているが、具体的なデータは示されていない。本研究では日本人モデルの顔静止画刺激と音声刺激のマッチング課題（遅延見本合わせ課題）による再検討を行った。日本人でも静止画像を用いたマッチング課題が可能であるならば、正答率がチャンスレベルを上回るだろう。

さらに、先行研究はマッチング課題の手がかりに関する検討が不十分である。本研究では顔と声から得られる性格特性の印象の類似度がマッチング課題の手がかりとして利用されているという仮説を設けた。仮説が正しければ、性格特性の印象の類似した顔と声をもつ刺激モデルの正答率が高くなるだろう。

また、顔刺激から得られる性格特性の印象が顔の構成要素以外の情報（髪型や輪郭）から受ける影響について検討するために、自然な顔刺激を用いたフルフェイス条件と顔の内部情報のみをトリミングした刺激を用いたトリミングフェイス条件を設けた。

## 方法

### 顔と声のマッチング課題

**実験刺激** 刺激モデルは日本人大学生43名であった。顔刺激として肩から上の正面向き真顔写真であるフルフェイス刺激と、髪型と輪郭の情報を除き、顔の内部情報のみを楕円形に切り出したトリミングフェイス刺激を用いた。音声刺激としてa「かばんの中に本があります」b「机の上にペンがあります」c「砂糖の横に

塩があります」の3つの文章をモデルに音読させた音声を使用した。



図1 マッチング課題で用いたフルフェイス刺激（左）とトリミングフェイス刺激（右）の例を示した。

**手続き** 参加者の課題は、最初に呈示された顔刺激のモデルの声が続けて呈示される2つの音声刺激（Voice 1、Voice 2）のうちのどちらであるかを、できるだけ早く正確に答えることであった。2つの音声刺激のうち一方は顔刺激のモデル本人の声、もう一方は同性の他人の声であった。43個すべての刺激の見本合わせ課題を連続して実施し、この43試行を1ブロックとした。本実験では3ブロックを課し、それぞれ異なる内容の音声刺激（a、b、cのいずれか）を用いた。すべての音声刺激は、1ブロック内で顔刺激と対応する場合としない場合の2回呈示された。2つの音声刺激のペアは1回の試行でのみ呈示され、3ブロックを通じて同じペアが複数回呈示されないようにした。

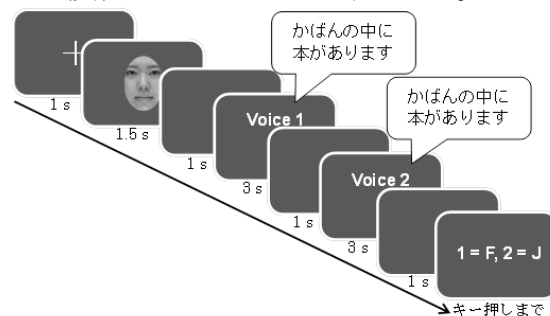


図2 マッチング課題の1試行の流れを示した。この図はトリミングフェイス刺激と音声刺激の文章aを用いた試行の例である。

## 性格特性評定課題

**質問項目** 日本語版簡易Big Five 10項目 (小塩・阿部・ピノ, 2012) を用いた。

**手続き** マッチング課題で用いたすべての顔刺激と音声刺激について、Big Five 10項目がどれほど当てはまると思うかを7件法 (1: 全く違うと思う~7: 強くそう思う) で評定させた。各参加者の回答のうち「このモデルの人物を知っている」と報告された刺激に対する回答は、すべての課題の分析から除外した。

**分析方法** 顔刺激と音声刺激の評定値の類似度はユークリッド距離法によって求めた。距離の値が小さいほど顔刺激と音声刺激の評定値の類似度が高いことを意味する。よって仮説が正しければ、両評定値の類似度とマッチング課題の正答率との間には負の相関関係が見られることになる。

## 結果

図3にマッチング課題の正答率を顔刺激の条件および音声刺激の文章ごとに示した。フルフェイス条件の正答率は、文章の種類ごとにa 0.56 ( $SEM = .01$ )、b 0.57 ( $SEM = .02$ )、c 0.57 ( $SEM = .01$ ) であり、全平均は0.57 ( $SEM = .01$ ) であった。トリミングフェイス条件の正答率は、文章の種類ごとにa 0.56、b 0.54、c 0.53であり、全平均は0.54 (以上すべて  $SEM = .01$ ) であった。正答率はいずれの条件および文章においてもチャンスレベルを上回った (フルフェイス条件: a  $t(29) = 4.40$ , b  $t(29) = 4.16$ , c  $t(29) = 5.00$ , 全平均  $t(29) = 8.19$ ;  $ps < .001$ ; トリミングフェイス条件: a  $t(30) = 3.98$ ,  $p < .001$ ; b  $t(30) = 3.04$ ,  $p < .01$ ; c  $t(30) = 2.16$ ,  $p < .05$ ; 全平均  $t(30) = 5.16$ ,  $p < .001$ )。両条件ともに文章の種類の効果は見られなかった (フルフェイス条件:  $F(29/2) = 0.11$ ,  $p = .89$ ; トリミングフェイス条件:  $F(30/2) = 1.24$ ,  $p = .30$ )。条件間で比較すると、フルフェイス条件の方がトリミングフェイス条件よりも正答率が高いことが示された ( $t(59) = 2.33$ ,  $p < .05$ )。

表1に顔刺激と音声刺激の評定値の類似度とマッチング課題の正答率の相関を示した。フルフェイス条件では調和性と勤勉性、トリミングフェイス条件では調和性以外の項目の顔と声の評定値の類似度とマッチング課題の正答率の間に有意な負の相関が見られた。

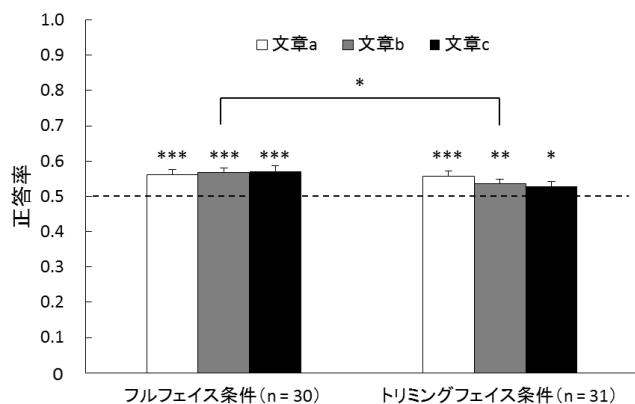


図3 マッチング課題の正答率を顔刺激の条件および音声刺激の文章ごとに示した。エラーバーは標準誤差を示す。有意水準は\*\*\*  $p < .001$ 、\*\*  $p < .01$ 、\*  $p < .05$ である。

表1 顔刺激と音声刺激の評定値の類似度とマッチング課題の正答率の相関

評定項目	フルフェイス条件 (n = 28)	トリミングフェイス条件 (n = 31)
5因子統合	-0.18	-0.52 **
外向性	0.05	-0.42 **
調和性	-0.34 *	-0.20
勤勉性	-0.32 *	-0.34 *
神経症傾向	-0.25	-0.31 *
開放性	-0.02	-0.31 *

(表注) \*\*  $p < .01$ 、\*  $p < .05$

## 考察

マッチング課題の正答率は顔刺激の種類および音声刺激の文章の種類に関わらず、チャンスレベルを上回った。このことから、日本人モデルの静止画像でも顔と声のマッチングは可能であることが示された。また、正答率はフルフェイス条件の方がトリミングフェイス条件よりも高かった。このことは、髪型や輪郭の情報がマッチング課題の精度を高めるために有効であることを示唆する。

顔刺激と音声刺激の評定値の類似度とマッチング課題の正答率の相関を求めたところ、フルフェイス条件では調和性、トリミングフェイス条件では調和性以外の項目で有意な負の相関が見られた。このことから、顔と声から得られる性格特性の印象の類似度がマッチング課題の手がかりとして利用されていることが示された。顔刺激の種類により有意な相関が得られた評定項目に違いが見られたことは、髪型や輪郭の情報の有無が顔刺激から得られる性格特性の印象の違いを引き起こしていることを示唆する。

## 結論

本研究では日本人モデルの静止画像を用いた顔と声のマッチングは可能であることが明らかとなった。また、顔と声の性格特性の印象の類似度がマッチング課題の手がかりとして利用されていることが示唆された。

## 引用文献

- Kamachi, M., Hill, H., Lander, K., & Vatikiotis- Bateson, E. (2003). 'Putting the face to the voice': Matching identity across modality. *Current Biology*, 13, 1709-1714.
- Mavica, L. W., & Barenholtz, E. (2013). Matching voice and face identity from static images. *Journal of experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39(2), 307-312.
- 小塩真司・阿部晋吾・カトローニピノ (2012). 日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J) 作成の試み. *パーソナリティ研究*, 21(1), 40-52.

# 文字列特異的な初期 ERP が基づく表象単位

奥村安寿子

北海道大学大学院教育学院, 国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所

河西哲子

北海道大学大学院教育学研究院

室橋春光

北海道大学大学院教育学研究院

効率的な文字単語認知は構成文字から文字列への速い統合を要し, 事象関連電位 (event-related potential, ERP) において文字列特異的に増強する左半球優位な N170 は統合された文字列表象に基づくと考えられている. しかし著者らの研究では, 高速提示の刺激系列において注意が向けられていない, あるいは広い構成文字間隔の平仮名文字列に対し両側性の N170 増強が生じ, この反応は個々の文字表象に基づく可能性が示唆された. そこで本研究では, 広い文字間隔の平仮名单語, 非語, 記号列の一端に注意するよう参加者に求め, 統合の指標として ERP の空間的注意効果を検討した. その結果, 後頭側頭部で初期 N1 (130-160 ms) から単語と非語に対する両側性の陰性増強が生じ, 後期 N1 (160-210 ms) で右視野注意時に左半球で ERP が増強する注意効果が刺激によらず認められた. これらは, 文字列の一部に注意が向けられた時, 初期段階では文字単位の知覚的処理が両側性の N170 増強に反映され, 文字列の統合はより遅い段階で生じることを示唆する.

Keywords: 文字列処理, 知覚的統合, 空間的注意, 事象関連電位, N170

## 問題・目的

効率的な文字単語認知において, 語を構成する文字群は単一の知覚表象に素早く統合される. 熟達した読み手における語長効果の欠如や単語・偽単語優位効果はその行動的証拠である. そのような統合処理は, 文字列に特化した神経活動にも関わる. ERPの視覚誘発成分N170は, 文字列に特異的な増強を左後頭側頭部で優勢に示すが (e.g., Bentin et al., 1999), 単文字には両側性の増強を示す (Stevens et al., 2013). そのため, 文字列刺激に特異的な左半球でのN170の増強は, 統合的な文字列表象に基づくと考えられる.

しかし, 私たちのこれまでの研究では平仮名文字に対する両側性のN170が観察された. 高速で提示される刺激系列において, 注意が向けられていない, あるいは構成文字の間隔が広い場合に, 平仮名文字列に対するN170が両側で記号列よりも増強した (Okumura et al., 2014, 2015). この反応は, 特徴統合が注意を要すること (Treisman & Gelade, 1980), そして広い文字間隔が構成文字の逐次的処理を生じさせ得ること (e.g., Cohen et al., 2008) を踏まえると, 個々の文字表象に基づく処理を反映するかもしれない.

本研究はこの可能性をERPの空間的注意パラダイムの1つを用いて検討した. 視野の両側に提示された視覚刺激の一端に注意を向け続けるとき, 刺激の出現に対して後頭側頭部で惹起されるERPは対側視野への注意により増強する(空間的注意効果). ただし, 両側刺激が連結または群化されていると, 注意が刺激全体の表象上を拡散することを反映して, N1注意効果は減少する (e.g., Kasai, 2010). このような手法は処理の特定の時間帯において, 要素が統合されているか否かを調べるのに有効だろう. 本研究では, 広い文字間隔の平仮名单語, 非語, 記号列を両側提示し, その一端に注意する課題を行った. N170潜時帯において平仮名文字列が統合的な表象を持つならば, この時間帯の空間的注意効果は記号列より減少すると考えられる.

## 方法

**参加者** 日本語母語話者12名 (男性6名,  $M=22.7$ 歳, 19-38歳) が実験に参加した.

**刺激** 灰色の画面中央に4字の平仮名单語, 非語, および記号列を黒字で提示した (各100刺激). 文字/記号 (視覚度 $1.06^\circ \times 1.06^\circ$ ) は $1.23^\circ$ の間隔をあけて水平に配列され, 刺激全体の横幅は $7.9^\circ$ であった. 刺激の $1.23^\circ$ 下には注視点常在提示され ( $0.57^\circ \times 0.57^\circ$ ), 視距離は70 cmであった. 3種類の刺激にはそれぞれ, 標的 (横線が2本ある文字または記号) が左端または右端にある標的刺激 (各12刺激) と, 標的を含まない標準刺激 (76刺激) があった.

**手続き** 刺激は提示時間100 ms, 刺激間間隔300-600 ms (50 ms間隔の7段階) でランダム順に提示した. 参加者にはブロック中, 左端・右端いずれかの要素に視線を動かさずに注意し, 注意位置の標的に反応するよう教示した. 1ブロックは300刺激からなり, 左および右注意ブロックを4回ずつ交互に行った.

**記録・分析** 行動指標は, 注意視野における標的出現後300-1000 msの反応をヒット, その他をフォールスアラームとし, ヒット時の反応時間を測定した. 脳波は拡張国際10-20法に従う頭皮上28箇所から鼻尖基準で導出した (バンドパスフィルタ0.1-30 Hz, サンプリング周波数500 Hz). 標準刺激の提示前200 msから提示後800 msまでを加算平均し, 提示前200 ms間の平均振幅を基線とした. アーチファクト ( $\pm 85 \mu V$ 以上) を含む試行, 反応直後の試行は加算平均から除外した.

## 結果

**行動指標** Table 1にヒット率と平均RTを示した. 注意視野×刺激 (単語, 非語, 記号列) の2要因分散分析の結果, 右注意条件におけるRTの短縮が認められた. ヒット率については2要因交互作用が有意であり, 左注意条件でのみ単語, 非語に対し記号列より減少した.

Table 1. Behavioral indices.

	Attend-left			Attend-right		
	W	NW	S	W	NW	S
RT (ms)	524	536	511	492	485	487
SE	(11)	(13)	(13)	(9)	(10)	(10)
Hit rate	0.82	0.84	0.89	0.90	0.88	0.88
SE	(0.03)	(0.03)	(0.02)	(0.03)	(0.02)	(0.03)

**ERP** Figure 1に後頭側頭部 (P7, P8) の総加算平均ERP (A) と、刺激および注意条件に関する差波形 (B) を示す。差波形の視察に基づき、文字列と記号列の差がある初期N1 (130-160 ms) と、注意効果がある後期N1 (160-210 ms) を同定した。これら区間の平均振幅について (Figure 1C), 注意視野×半球×刺激の3要因分散分析を行った。初期N1では刺激の主効果が有意であり ( $F(2, 22) = 6.45, p < .02$ ), 多重比較 (Tukey法) では文字列と記号列の間に有意差があった (単語-記号列, 非語-記号列:  $ps < .02$ )。後期N1でも同様に、文字列に対するERPがより陰性だった ( $F(2, 22) = 5.10, p < .03$ )。また、注意視野×半球の交互作用が有意であり ( $F(1, 11) = 8.19, p < .02$ ), 下位検定では左半球でのみ対側視野への注意時により陰性だった ( $F(1, 11) = 14.63, p < .003$ )。

## 考察

本結果において、視野の片側に注意するときの広い文字間隔の平仮名文字列は、初期・後期N1潜時帯において記号列より陰性のERPを両側の後頭側頭部で惹起し、両側性N170の増強が再現された。一方、この刺激に対する空間的注意効果は、左半球における後期N1の対側視野への注意時の増強として観察されたが、刺激による違いは認められなかった。このことから、この時間帯において文字列の統合的な表象が生じていたとは言えず、両側性のN170増強は文字単位の表象に基づくことが示唆された。

しかしながら行動指標において、ヒット率が左注意条件で文字列に対して減少したことは、注意が文字列上を拡散したことで、課題関連視野における標的弁別処理への注意資源の配分が減少したことを反映すると考えられる (Kasai, 2010)。したがって、N170の潜時帯

よりも後の段階において、文字列が単一の知覚表象へと統合された可能性が示唆される。

## 結論

以上のことから文字列に対して惹起される両側性のN170の増強は、個々の平仮名文字の表象に基づく処理を反映することが示唆される。一般に、文字列刺激に対するN170の特殊化は文字列のレベルで生じると考えられているが、本研究の結果はある状況下では文字レベルの応答が生じることを示した。構成文字から文字列への統合は、文字列刺激の入力に際して必ずしも早く強制的に生じるわけではなく、刺激や注意の状態により異なる処理段階で起こると考えられる。発達性読み書き障害においては、視覚的注意障害に起因して正書法処理不全が生じる可能性が指摘されているが、本知見はそのような障害機序の理解に貢献し得る。

## 引用文献

- Bentin, S., Mouchetant-Rostaing, Y., Giard, M. H., Echallier, J. F., & Pernier, J. (1999). ERP manifestations of processing printed words at different psycholinguistic levels: Time course and scalp distribution. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11, 235-260.
- Kasai, T. (2010). Attention-spreading based on hierarchical spatial representations for connected objects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 12-22.
- Okumura, Y., Kasai, T., & Murohashi, H. (2014). Early print-tuned ERP response with minimal involvement of linguistic processing in Japanese Hiragana strings. *NeuroReport*, 25, 410-414.
- Okumura, Y., Kasai, T., & Murohashi, H. (2015). Attention that Cover Letters is Necessary for the Left-Lateralization of an Early Print-tuned ERP. *Neuropsychologia*, 69, 22-30.
- Stevens, C., McIlraith, A., Rusk, N., Niermeyer, M., & Waller, H. (2013). Relative laterality of the N170 to single letter stimuli is predicted by a concurrent neural index of implicit processing of letter names. *Neuropsychologia*, 51, 667-674.
- Cohen, L., Dehaene, S., Vinckier, F., Jobert, A., & Montavont, A. (2008). Reading normal and degraded words: contribution of the dorsal and ventral visual pathways. *NeuroImage*, 40, 353-366.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.

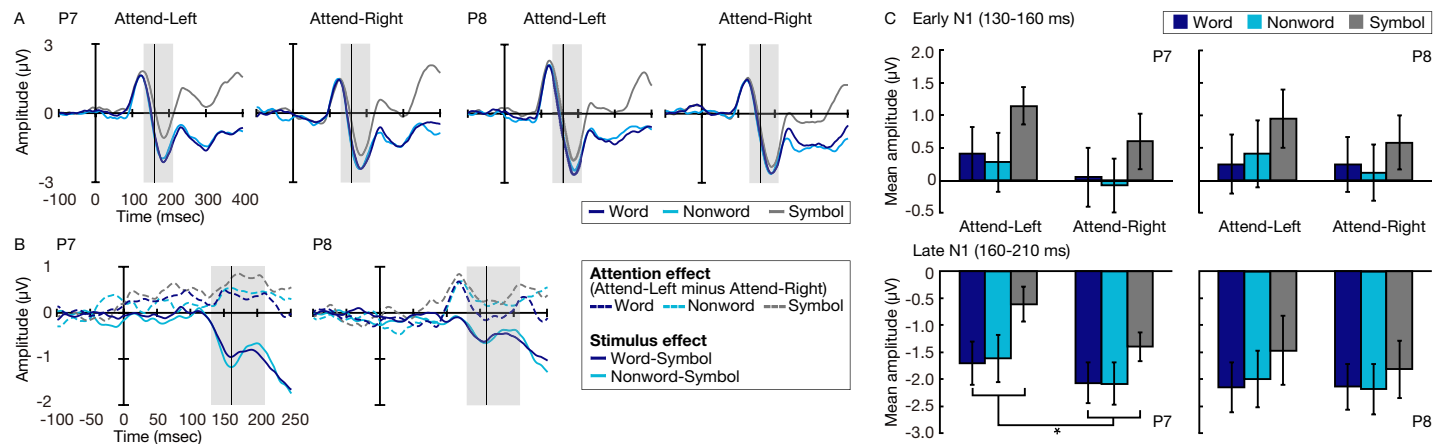


Figure 1. (A) Grand-average ERPs at occipito-temporal electrodes (P7, P8) for standards. (B) Solid line: Difference waves for the stimulus effect. Attended hemifields are collapsed. Dotted line: Attention effect for each stimulus. Shaded regions indicate early and late N1 intervals. (C) Mean amplitudes of early and late N1 at P7, P8. Error bars indicate the standard errors of the mean.

# 感覚特徴の共起性と課題無関連性が知覚変容に与える影響

熊倉 恵梨香  
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

高い音と明るい色のような、異なる感覚モダリティの特徴同士が非恠意的に結びつく感覚間協応は、外界でのオブジェクトやイベントでの特徴間の共起関係を学習したものと考えられている。先行研究では知覚課題を通じて任意の特徴間の共起関係を学習できることが示されているが (Ernst, 2007)、外界では他の特徴との共起関係の有無に関わらず多数の特徴が存在するので、課題とは関係のない共起特徴の組合せ学習の可否はまだ明らかでない。そこで、特徴の共起関係と課題無関連性により感覚間協応が形成される過程の解明を目指し、記憶と知覚変容に着目して調べた。

Keywords: Cross-modal correspondences, Task-irrelevant features, Statistical co-occurring features, Perceptual modulation.

## 問題・目的

明るい色が高い音と直感的に結びつくといったように、異なる感覚モダリティに属する2特徴が非恠意的に結びつくことを感覚間協応という。感覚間協応が形成される過程については複数の仮説が提唱されており、その一つに外界のイベントやオブジェクトにおける感覚特徴の統計的な共起関係の学習に基づくという仮説がある (Spence, 2011)。実際、統計学習の分野では与えられるオブジェクトや音声などの情報間の統計的な一貫性を無教示でも学習できることが示されており (Seitz, Kim, van Wassenhove & Shams, 2007)、より基礎的な感覚特徴を刺激とした場合でも、知覚的な課題を行っている際にそれとは無関連に本来は独立な2つの感覚特徴を共起させると、課題後に特徴間の結びつきに変容が生じることが示されている (Ernst, 2007; Teramoto, Kobayashi, Hidaka & Sugita, 2013)。しかし、外界のオブジェクトやイベントにおいて統計的な共起関係を持つ感覚特徴同士だけが存在するという状況は考えにくく、現実にはさまざまな感覚特徴を処理する中で、その特徴間の統計構造を学習しなくてはならない。そのような環境下において、共起する特定の感覚特徴の組合せを学習できるのか、そしてそれが知覚判断にどの程度影響を与えるのかということについてはまだ明らかでない。

そこで本研究では、課題無関連の複数の感覚特徴が共起するときの統計学習の可否、そしてその学習による知覚の変容について検討した。実験では、ある感覚特徴についての知覚的な課題を行っている際に、それとは無関連に特定の複数の感覚特徴を共起させた。実験1では、課題を通じて参加者がその感覚特徴の組合せに関する統計構造の顕在的な記憶表象を形成することができるかを検討する。さらに実験2では、特定の感覚特徴の間の共起関係に関する記憶表象が、別の感覚特徴に対して般化し、知覚が変容するかを検討する。もし複数の感覚特徴が存在する中でもその間の統計構造を学習できるのであれば、特に教示を与えなくても、ターゲット特徴と課題無関連な感覚特徴群との共起関係を記憶することが可能であると予測される。また、そのような記憶が般化することで、学習した感覚特徴

だけでなく、他の感覚特徴に対する知覚判断においても影響が見られ、結果的に知覚が変容すると予測される。一方、統計学習は感覚特徴の個別の組合せに関する顕在的な記憶に基づくのではなく、全体としての共起確率の潜在的な学習である可能性もある。この場合には、顕在的な記憶表象は般化しにくく、別の感覚特徴に対する知覚変容は生じにくくなると考えられる。いずれにしても、このような知覚変容の可否と、感覚間協応との関係を議論する。

## 方法

### 参加者

20～33歳の男女34名が参加した。実験1には10名 (男性8名、女性2名) が、実験2には24名 (男性14名、女性10名) が参加した。

### 刺激

視覚刺激として視角約  $5^\circ$  のガボールパッチを、聴覚刺激として純音を呈示した。実験1・2に共通して、課題特徴としてガボールパッチのコントラストを操作した。また課題無関連特徴としてガボールパッチの方位と純音の大きさを操作した。

課題中は高コントラスト ( $m = 0.95$ ) ・低コントラスト ( $m = 0.55$ ) それぞれに対して、特定のガボールパッチの方位・音の大きさのペアが共起した (高コントラスト:  $45^\circ + 100\%$ 、 $135^\circ + 25\%$ ; 低コントラスト:  $135^\circ + 100\%$ 、 $45^\circ + 25\%$ )。これら高・低コントラストと課題無関連特徴の4つの組合せを本実験では学習特徴と呼ぶ。さらに実験2では、課題無関連特徴群の組合せは学習特徴と同様だがコントラストが中間値 ( $m = 0.75$ ) を取る場合もあり、これらをテスト特徴と呼ぶ。

### 方法

実験1・2ともに、参加者の課題は150ms 間呈示されるガボールパッチのコントラストが「高い」か「低



い」かを回答することであった。このとき、純音もヘッドホンを通じて同時に150ms間呈示されたが、これについては無視するように教示した。

実験1では学習期とテスト期の2つのフェーズが行われた。学習期では学習特徴4組が各80試行ずつランダムに呈示された。テスト期では、方位・音の大きさのペア4組に対しコントラストが $m = 0.55, 0.65, 0.85, 0.95$ となる計16通りの特徴組をランダムな順番で呈示し、その特徴組が学習期で呈示されたか否かを二択で回答させた。学習期の後にテスト期を実施することは、事前に参加者には伝えなかった。

実験2では学習前期、学習期、学習後期の3つのフェーズが続けて行われた。学習前期・後期では学習特徴4組が各32試行、テスト特徴4組が各16試行ランダムに呈示され、学習期では学習特徴4組が各80試行、テスト特徴4組が各16試行ランダムに呈示された。分析は学習前期・後期におけるテスト特徴に対する反応について行い、学習前期に比べて学習後期に中間コントラストに対する高低判断が、課題無関連な方位・音の大きさに応じて学習特徴と同じコントラストの方向に偏るか否かを検討した。

## 結果

実験1のテスト期で呈示した16通りの特徴組について、方位・音の大きさごとのコントラスト4条件の平均再認率を下表に示した。これらに対する再認率は、方位・音の大きさのペアごとに異なった。また方位・音の大きさのペアが $135^\circ + 25\%$ となる場合には再認率が比較的低くなる傾向が見られた。なおいずれの組合せでもテスト期における学習特徴に対する再認率は他のコントラスト条件と大きな違いはなく、コントラストに関する正確な再認は困難であることが確認された。

また実験2において、学習後期でテスト特徴を「高い」と回答した割合の学習前期からの増分が0より有意に大きいかな否かを、テスト特徴ごとに $t$ 検定を行い検討した。その結果、方位・音の大きさのペアが $135^\circ + 25\%$ のテスト特徴にのみ「高い」回答率の有意な増加が認められた ( $t(23) = 2.19, p < .05$ )。

表 実験1における平均再認率

方位・音の大きさ	学習特徴における組合せ			
	高コントラストと共起		高コントラストと共起	
再認率	45°+100%	135°+25%	135°+100%	45°+25%
	0.68	0.48	0.65	0.68

## 考察

実験1より、学習特徴に対して特徴の組合せごとに再認率の違いが見られたことから、一部の方位・音の大きさとコントラストの間の共起関係のみ、記憶表象が減弱したと考えられる。すなわち、方位・音の大き

さのペアが $135^\circ + 25\%$ となる場合には、いずれのコントラスト値でも再認率は低く、共起関係の記憶表象が最も形成されにくかった。さらに、実験2ではこの特徴ペアにおいて、中間コントラストに対する有意な知覚の変容が見られた。このことから、特定の感覚特徴間の共起関係について顕在的な記憶表象が形成されない方が、知覚が般化しやすいということが示された。

方位 $135^\circ$ ・音の大きさ25%において再認率が低かった理由として、方位、音の大きさ、コントラストにはそれぞれ優位な特徴値があり、それが再認率に影響したことが考えられる。すなわち、右向きの方角、大きな音、高コントラストが優位な特徴であり、左向きの方角、小さな音、低コントラストが優位ではないという、ある種の極性が存在するのであろう。実験で使用した方位・音の大きさの4条件のうち、方位 $135^\circ$ ・音の大きさ25%の条件のみいずれも優位な特徴ではない一方、課題特徴となるコントラストは高く、優位な特徴であった。このとき、優位な課題特徴のみが顕在的に記憶され、優位ではない共起特徴と組み合わせた記憶表象が形成されにくかったものと考えられる。

しかし、特徴の組合せに関する顕在的な記憶表象が形成されにくかった条件、すなわち方位 $135^\circ$ ・音の大きさ25%の特徴ペアのみに対して、実験2における中間コントラストに対する回答が変容した。これは、優位ではない共起特徴の生起に関する参加者の統計学習が潜在的に進み、結果として特徴群の共起による知覚の変容が起こりやすくなったという可能性が考えられる。

このことは、感覚特徴が非恣意的に結びつく感覚間協応は、必ずしも顕在的な記憶体験に基づいているわけではなく、むしろ組み合わせた記憶表象が形成されにくい共起特徴に関する統計学習の結果として形成されるというプロセスがあることを示唆する。

## 引用文献

- Ernst, M. O. 2007 Learning to integrate arbitrary signals from vision and touch. *Journal of Vision*, 7(5), 7.1–14.
- Seitz, A. R., Kim, R., van Wassenhove, V., Shams, L., & Seitz, A. 2007. Simultaneous and independent acquisition of multisensory and unisensory associations. *Perception-London*, 36(10), 1445-1454.
- Spence, C. 2011 Crossmodal correspondences: a tutorial review. *Attention, Perception & Psychophysics*, 73, 971–995.
- Teramoto, W., Kobayashi, M., Hidaka, S., & Sugita, Y. 2013. Vision contingent auditory pitch aftereffects. *Experimental brain research*, 229(1), 97-102.

# 注意の妨害による交差・反発知覚の変容

安原 秀和  
喜多 伸一

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

聴覚において、時間とともに音の高さが高くなる上昇音と時間とともに音の高さが低くなる下降音とを組み合わせた X 字のような刺激は視覚における交差に対応した知覚がなされたり、反発に対応した知覚がなされたりと多義的な解釈が生じる。これを聴覚の交差・反発現象という。そして、こうした X 字の聴覚刺激に対して上昇音と下降音とが交わる時に音を提示すると知覚の体制化が変化し、交差知覚されやすかった刺激は反発知覚の割合が増加する。そこで、本研究では聴覚の交差・反発現象で見られた、突然の出来事による音の聞こえ方の変化は注意が原因であるか否かを検討した。その結果、聴覚課題のみを行なって音への注意を妨害しない条件に比べて、聴覚刺激聴取中に聴覚刺激への注意を妨げるような視覚課題を行なう条件において、反発知覚の割合が減少した。このことから、突然の出来事による聴覚体制化の変化は注意によるものだと示唆される。

Keywords: stream/bounce phenomenon, attention, vision, audition, multi-modality interaction.

## 交差・反発現象

視覚と聴覚との間には、情報のまとめ方に類似点がある。例えば、交差・反発現象は視覚と聴覚の双方にある。視覚では同形の2物体が互いに接近し、再び離れる運動の見え方には2種類ある。一つは2物体が交差する見え方、もう一つは2物体が反発する見え方である(Figure 1 上段)。この2物体の運動を見て交差または反発の多義的な解釈が生じる現象を交差・反発現象という。そして、交差・反発現象は聴覚にもある。聴覚では時間とともに周波数が高くなる音(上昇音)と低くなる音(下降音)を組み合わせた刺激は視覚と同様に多義的な解釈ができる。一つは音の高さが徐々に高く、または低くなる聞こえ方(視覚の交差に対応)、もう一つは音の高さが徐々に高くなるが途中で低くなる聞こえ方や、音の高さが徐々に低くなるが、途中で高くなる聞こえ方(視覚の反発に対応)である(Figure 2 下段)。

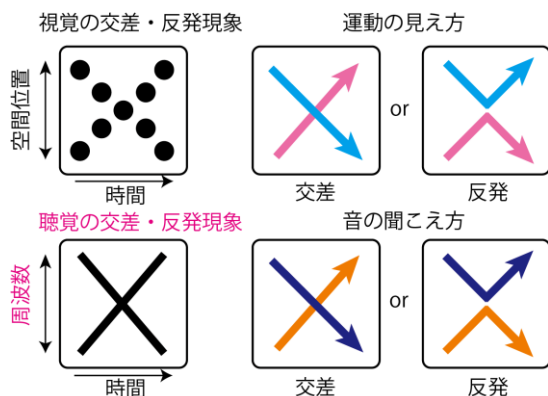


Figure 1. 視覚と聴覚の交差・反発現象

## 問題・目的

これまでの視覚の交差・反発現象に関する研究において、“突然の出来事による情報のまとめ方の変化”が確認されている。これは2物体の運動を見た際、通常は交差と解釈されやすいが、2物体が重なる時に光や音を提示すると反発と解釈されやすくなる現象である (Sekuler, Sekuler & Lau, 1997)。

一方、聴覚の交差・反発現象においても“突然の出来事による情報のまとめ方の変化”は生じる。これは上昇音と下降音が交わる時に、これら2音とは異なる音の高さを持つ音を一瞬提示すると、音の高さの変化方向が一定であるように聞こえた反応の割合が減少し、音の高さの変化方向が途中で変わるように聞こえた反応の割合が増加する(安原, 本郷, 喜多, 2010)。このことから“突然の出来事によって情報のまとめ方が変化する”という特徴は視覚と聴覚との間で共通である。そして、突然の出来事が情報のまとめ方をどのように変化させるのかについて視覚の交差・反発現象では「注意仮説」と「衝突仮説」の2つの説で説明され、これらは論争中である。「注意仮説」では突然の出来事が運動する2物体を交差させないように注意を妨害するから視覚情報のまとめ方が変化したと説明する。一方、「衝突仮説」では物体が衝突した時に音や光が生じるという経験的知識があるから突然の出来事によって視覚情報のまとめ方が変化したと説明する。そして、「衝突仮説」によれば、視覚情報のまとめ方の変化は経験による学習という高次な知覚処理が原因となる。しかし、より低次な知覚処理段階において情報のまとめ方の変化が生じている可能性は否定できない。

また、聴覚の交差・反発現象において、“突然の出来事が聴覚情報のまとめ方をどのように変化させるのか”は不明である。そこで本研究では、聴覚の交差・反発現象でも視覚と同様に注意が原因となって反発知覚の割合が変化している可能性に着目した。本研究の目的は、突然の出来事が聴覚情報のまとめ方を変えたのは注意によるものであるか否かを検討することであ

る。そのため、これまで行なってきた聴覚課題に加え、注意を必要とする視覚課題を並列して行なうことで、音に対する注意を向けた条件と向けていない条件を設け、条件間で交差知覚または反発知覚の割合について検討する。

## 実験

### 実験参加者 7名

**刺激** 聴覚刺激は音の高さの変化の割合(傾き)が異なる上昇音と下降音を組み合わせ5種類作成した。そして、視覚刺激はbull's eye(弓道で用いる震的のような図形)で左右どちらかに切れ目が入ったものを2種類用いた。

**聴覚課題** 聴覚刺激の再生後に、音の高さの変化方向が一定の成分である交差成分、あるいは音の高さの変化方向が途中でできりかわる反発成分を示した文章と例図のうちどちらかの成分一つが一試行に一度、ランダムに提示された。実験参加者は提示された音に交差成分、あるいは反発成分が含まれていたかについて答えた。

**視覚課題** 実験参加者は聴覚刺激を聞きながら、上昇音と下降音が交わる時間的な前、最中、後のいずれかにおいて短い時間(66.66ms)提示されたbull's eyeを見て、その図形の左右どちらかに切れ目が入っていたかを回答し、その後聴覚刺激に対する回答を行なった。

**デザイン** 突然の出来事が聴覚情報のまとめ方を変化させたのは注意が原因であるか否かを調べるために、3つの条件を設けた。それは、視覚刺激を出さずに音だけを聞く条件(ctrl条件)、視覚課題と聴覚課題を行なう条件(dual条件)、そして視覚刺激は提示されるが無視する条件(single条件)だった。

## 結果

ctrl条件、dual条件、single条件について、交差成分が聞こえたという反応と、反発成分が聞こえた反応の割合の平均値をFigure 2, Figure 3に示す。また、交差成分と反発成分のそれぞれに対して、視覚課題の条件(3水準: ctrl, dual, single)×聴覚刺激(5水準)の2要因参加者内分散分析を行なった。

**交差成分** 視覚課題の条件と聴覚刺激の交互作用は有意傾向だった( $p = .076$ )。そして聴覚刺激の主効果に有意差がみられた( $p < .001$ )。また、視覚課題の条件の主効果がみられた( $p < .05$ )。聴覚刺激に対して注意をそらした場合、注意をそらさなかった場合に比べて交差成分が聞こえた反応の割合が増加した。

**反発成分** 視覚課題の条件と聴覚刺激の交互作用はみられなかった。そして聴覚刺激の主効果に有意差がみられた( $p < .001$ )。また、視覚課題の条件の主効果がみられた( $p < .05$ )。聴覚刺激に対する注意をそらした場合、注意をそらさなかった場合に比べて反発成分が聞こえた反応の割合が減少した。

## 考察

本研究では突然の出来事によって聴覚の交差・反発知覚が変わった原因が注意であるか否かを検討した。その結果、音だけを聞いている場合と比べて、聴覚刺激聴取中に音とは無関係の視覚課題も行い音への注意

を妨害した場合、交差成分が聞こえた割合が増加し、反発成分が聞こえた割合が減少した。この結果は、聴覚の交差・反発知覚において音の別事象を挿入したときには交差知覚が減少し、反発知覚が増加するという従来の結果と逆の結果となった。以上のことから、視覚と聴覚において、突然の出来事によって知覚の体制化が変わるのは、突然の出来事が刺激に対する注意を妨害して元来の知覚をさせないようにとするからだと考えられる。

## 結論

突然の出来事が知覚を変容させる原因は注意の妨害である。

## 参考文献

- Sekuler, R., Sekuler, A. B., & Lau, R. (1997). Sound alters visual motion perception. *Nature*, 385, 308
- 安原秀和・本郷由希・喜多伸一. (2010). 聴覚の交差・反発現象 第8回注意と認知研究会

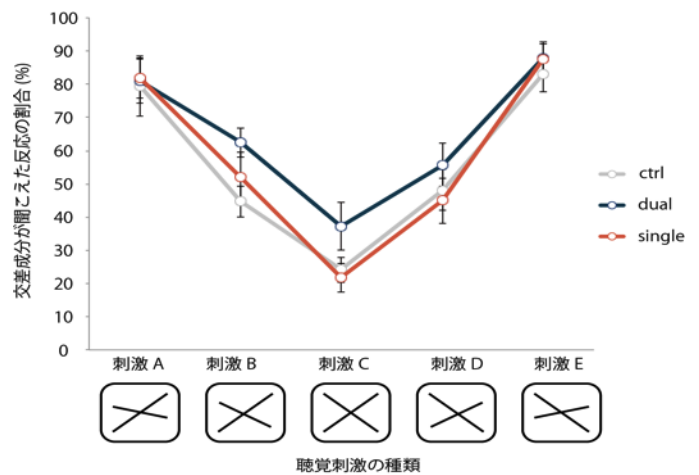


Figure 2. ctrl 条件、dual 条件、single 条件における交差成分が聞こえた反応の割合。

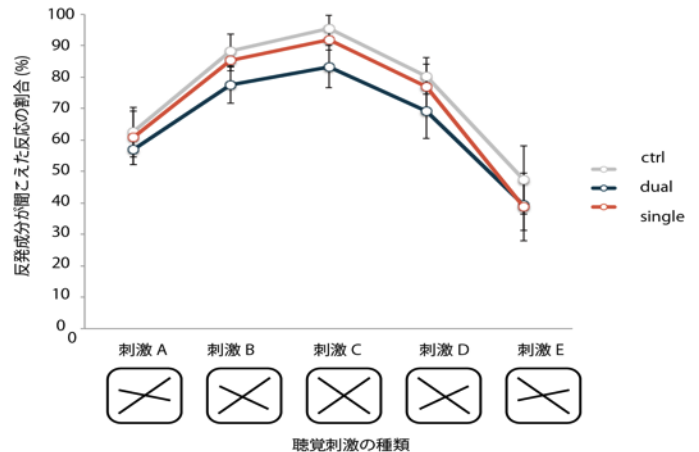


Figure 3. ctrl 条件、dual 条件、single 条件における反発成分が聞こえた反応の割合。

# 視線方向・頭部方向と視覚的注意

中島 亮一  
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

頭部正面方向において、視覚処理は促進される。その理由として、眼球が頭部正面に向きやすいため、視覚的注意もそこに向きやすい可能性がある。本研究では、注視点の左右に瞬間呈示される刺激の同定課題を用いて、視線方向・頭部方向と視覚的注意の関係について検討した。実験 1 では、頭部方向(身体方向と同じであった)を注視点に対して正面・左右と操作した。その結果、頭部が左右に向いた場合、頭部方向に標的刺激が呈示された条件の成績が高かった。また、頭部が身体に対して左(右)を向くと、眼球は頭部に対して左(右)に向く傾向がある。それを踏まえ、実験 2 では身体に対して頭部が正面・左右を向いた条件で、同じ課題を行った。その際、頭部自体は注視点に向いていた。その結果、身体に対して頭部が左(右)を向くと、標的刺激が左(右)に呈示された条件の成績が高くなった。眼球運動と視覚的注意には関連があるため、ある一点を注視していても、視線が向きやすい方向に視覚的注意も向きやすく、それが頭部方向からの視覚処理への影響の一因だと考えられる。

Keywords: Head direction, Gaze direction, Visual attention, Eye-head coordination.

## 問題・目的

ヒトは、対象を観察するために視線を移動させるが、その際、眼球だけではなく、頭部(あるいは身体)も対象の方へ向けることが多い(e.g., Einhauser et al., 2009; Stahl, 1999)。この事実は、ヒトが横目状態で対象を見るのを好まないことを示している。この問題に対して、頭部と眼球の運動制御の観点からの検討が多く行われてきた(e.g., Oommen et al., 2004; Stahl, 1999)。それに加えて、眼球方向だけではなく、頭部方向も視覚的注意に影響を与え、頭部が対象に向いている時に視覚処理が促進されることも、その原因だと考えられる(Nakashima & Shioiri, 2014a, 2014b)。

それでは、なぜ、頭部方向に視覚的注意が向きやすく、視覚処理が促進されるのだろうか。この疑問に対して、我々は、視線と注意の関係に基づく仮説を立てた。すなわち、眼筋制御の性質上、頭部正面方向に視線が向きやすいため、視覚的注意も頭部正面に向きやすいという仮説である。これを実験 1 で検討した。

また、胸部に対して頭部が左(右)を向くと、眼球は頭部に対してさらに左(右)へ向くという頭部方向と眼球方向の協調的な関係がある(e.g., Fang et al., in press; Oommen et al., 2004)。この事実と前述の仮説を組み合わせて、胸部に対して頭部が左右を向くと、視覚的注意も眼球方向と同様にその方向に向きやすいという仮説を立てた。これを実験 2 で検討した。

## 実験

### 方法

正常な視力、矯正視力を有する大学生・大学院生12名が実験1に、18名が実験2に参加した。全員が実験の目的を知らされていなかった。

灰色の画面上に視覚刺激が呈示された。標的刺激は左右どちらかを向いた白色のTであり、妨害刺激は白色のLであった(視角1度×1度以内)。画面中央に注視点を呈示し、そこから左右に15度離れた位置に、標的刺激・妨害刺激が1個ずつ呈示された(Figure 1)。

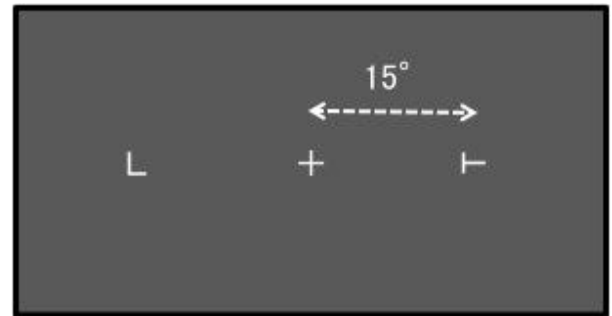


Figure 1. An example of the experimental display.

実験では、画面中央に呈示された注視点に目を向けた状態でボタンを押すことで試行が開始された。500ms後、画面の左右に刺激が100ms呈示され、マスク刺激が参加者の反応まで呈示された。参加者の課題は、注視点に視線を向けたまま標的刺激Tの向き(左右)をなるべく正確に答えることであった。標的刺激の位置(2条件; 注視点の左右)ごとに60試行、計120試行を行った。これを1ブロックとし、頭部方向を、正面、左15度、右15度と操作し、計3ブロックを行った。

実験1では頭部と身体方向がそろった状態で課題を行った。つまり実験1における頭部方向とは、頭部と身体の空間上での方向(注視点に対してどちらを向いているか)を示す。実験2では頭部と身体方向がずれた状態で課題を行った。つまり実験2における頭部方向とは、身体を基準とした頭部の方向(身体方向に対してどちらを向いているか)を示す(Figure 2)。その際、頭部自体は常に注視点の方向を向いていた。各実験において、頭部方向ブロックの順序は参加者ごとにバランスをとった。

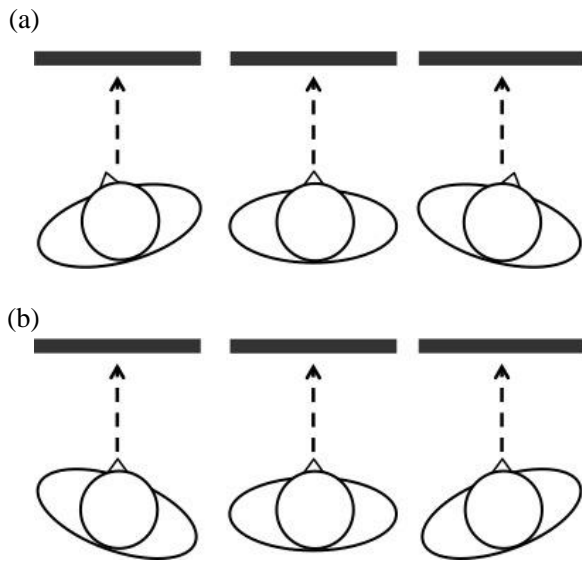


Figure 2. The manipulation of the head direction in (a) Experiment 1 and (b) Experiment 2. Participants' head are fixed to left, front, and right by a chin and forehead rest. Dotted arrow in each figure indicates the eye direction.

## 結果と考察

実験1、実験2の各条件における正答率をTable 1に示す。分散分析の結果、実験1では、頭部方向、標的位置の主効果はいずれも有意ではなかったが $[F_s < 1]$ 、頭部方向と標的位置の交互作用が有意となった $[F(2, 22) = 6.28, p < .01]$ 。頭部方向が正面の場合、左右の標的に対する正答率に有意な差は見られなかった $[p = .6]$ 。一方、頭部が左右を向いた時には、頭部が向いた方向に標的が呈示された場合に正答率が高くなった $[p_s < .05]$ 。この結果は、頭部正面方向に視線が向きやすいため、眼が頭部に対してずれた方向を注視していたとしても、視覚的注意が頭部正面方向に向きやすいという仮説を支持している。

実験2でも同様に、頭部方向、標的位置の主効果はいずれも有意ではなかったが $[F_s < 1]$ 、頭部方向と標的位置の交互作用が有意となった $[F(2,34) = 6.16, p < .01]$ 。頭部方向が正面の場合、左右標的に対する正答率に有意な差は見られなかった $[p = .6]$ 。一方、頭部が身体に対して左右を向いた条件では、視線は頭部正面に向いているにもかかわらず、身体に対する頭部方向側に呈示された標的に対する正答率が高くなった $[p_s < .05]$ 。この結果は、頭部が身体に対して左右を向くと、眼球はさらにその先に向くのが自然であり(e.g., Fang et al., in press)、視覚的注意もそちらに向きやすいという仮説を支持する。

## 考察

本研究では、頭部方向からの視覚的注意への影響の原因として、眼筋の性質に基づく仮説を立てた。すなわち、眼筋の制御上、頭部正面方向に視線が向きやす

いため、視覚的注意も頭部正面に向きやすいという仮説である。

実験の結果、ある一点を注視している場合でも、眼筋の制御上視線が向きやすい方向がある場合(横目状態、頭部が身体に対して左右を向いている状態)、視覚的注意もその方向へ自動的に偏ることが示された。これは、頭部方向における視覚処理の促進を説明するとともに、視線移動とその準備としての視覚的注意の関係が、サッカドだけではなく、動こうとしている場合にも拡張できることを示す。さらに、視覚的注意システムが眼球運動制御システムと、空間座標を共有しているだけではなく、眼筋制御システムも共有している可能性も示唆する。

Table 1.

各頭部方向・標的位置条件における正答率( $M \pm SE$ )

(a) 実験 1			
	頭部左	頭部正面	頭部右
右標的	0.63 $\pm$ 0.03	0.76 $\pm$ 0.05	0.84 $\pm$ 0.04
左標的	0.85 $\pm$ .03	0.71 $\pm$ 0.06	0.66 $\pm$ 0.04
(b) 実験 2			
	頭部左	頭部正面	頭部右
右標的	0.68 $\pm$ 0.03	0.74 $\pm$ 0.03	0.77 $\pm$ 0.02
左標的	0.76 $\pm$ 0.03	0.70 $\pm$ 0.03	0.69 $\pm$ 0.03

## 引用文献

- Einhauser, W., Schumann, F., Vockeroth, J., Bartl, K., Cerf, M., Harel, J., Schneider, E., & Konig, P. (2009). Distinct roles for eye and head movements in selecting salient image parts during natural exploration. *Basic and Clinical Aspect of Vertigo and Dizziness*, 1164, 188-193.
- Fang, Y. Nakashima, R., Matsumiya, K., Kuriki, I., & Shioiri, S. (in press). Eye-head coordination for visual cognitive processing. *PLoS ONE*.
- Nakashima, R. & Shioiri, S. (2014a). Why do we move our head to look at an object in our peripheral region? Lateral viewing interferes with attentive search. *PLoS ONE*, 9(3): e92284.
- Nakashima, R. & Shioiri, S. (2014b). Visual attention modulation based on head direction. *The Japanese Journal of Psychonomic Science*, 33, 131-132.
- Oommen, B. S., Smith, R. M., & Stahl, J. S. (2004). The influence of future gaze orientation upon eye-head coupling during saccades. *Experimental Brain Research*, 155, 9-18.
- Stahl, J. S. (1999). Amplitude of human head movements associated with horizontal saccades. *Experimental Brain Research*, 126, 41-54.

# 意味的な類似性が非注意による見落としを変え

鈴木 玄

専修学大学大学院文学研究科

大久保 街亜

専修大学人間科学部心理学科

ある出来事に注意を向けているとき、予期しない刺激が提示されても気づけないことを非注意による見落としという (Mack & Rock, 1998)。この現象において、実験参加者が注意を向けた刺激と予期しなかった刺激の属する意味カテゴリーが異なるとき、同じときと比べて非注意による見落としが生じやすくなることが示唆された (Koivisto & Revonsuo, 2007)。本研究では注意を向ける刺激と予期しない刺激が属するカテゴリーの意味的な類似性を連続的に変化させ、非注意による見落としの発生に変化が生じるかを検討した。意味的な類似性を連続的に変化させるために、2つの刺激間における意味的な類似性を評定させた値を用いた。検討にあたり、独立変数を意味的な類似性、従属変数を予期しない刺激を同定できた割合としてロジスティック回帰分析を行った。その結果、意味的な類似性が低くなるにつれて、非注意による見落としが生じやすくなることが示唆された。

Keywords: inattention blindness, semantic relatedness

## 問題・目的

ある出来事に注意を向けているとき、予期しない刺激が提示されても気づけないことを非注意による見落としという (Mack & Rock, 1998)。Mack and Rock (1998)によると、この現象は予期しない刺激がもつ信号値によって生じる。信号値が高い刺激は注意を捕捉するが、信号値が低い刺激は注意を捕捉しない。この説明に従えば、予期しない刺激の信号値が高い場合、予期しない刺激は注意を捕捉し、処理されやすくなる。そのため、非注意による見落としが生じにくくなる。一方予期しない刺激の信号値が低い場合、予期しない刺激は注意を捕捉しないため、刺激の処理がなされない。そのため、非注意による見落としが生じる。

非注意による見落としにおいてKoivisto and Revonsuo (2007)は、注意を向ける刺激と予期しない刺激が属するカテゴリーの意味が異なるとき、同じときと比べて非注意による見落としが多く生じることを示した。この結果より、予期しない刺激と注意を向ける刺激が属するカテゴリーの意味が異なるとき、同じときよりも予期しない刺激の信号値が低いことが示唆された。

Koivisto and Revonsuo (2007)の実験では、注意を向ける刺激と予期しない刺激が属するカテゴリーの意味の異同のみが検討された。異なるカテゴリー間の意味は、別々の独立したものではなく、意味ネットワークモデルのように類似性のあるものとして考えることもできる。そこで本研究では、注意を向ける刺激と予期しない刺激が属するカテゴリーの意味的な類似性を連続的に変化させ、非注意による見落としの発生がどのように変化するのかを検討する。

結果の予測については、Collins & Loftus (1975)の活性化拡散モデルを基に考えることができる。このモデルでは、ある概念が処理されたときに意味的関連性が高い概念も活性化され、処理されやすくなる。非注意による見落としにおいてもこの活性化拡散モデルがあればまるならば、注意を向ける刺激と予期しない刺激の意味的な類似性が高い場合は予期しない刺激の信号

値が高くなると考えられる。そのため、注意を向ける刺激と予期しない刺激の意味的な類似性が高い場合、非注意による見落としが生じにくくなると考えられる。今回の実験では注意を向ける刺激と予期しない刺激が属するカテゴリーの意味的な類似性を連続的に変化させる。そのため、意味的な類似性が高くなるにつれて、非注意による見落としが生じにくくなると予測される。

## 方法

**実験参加者** 正常視(矯正を含む)を有する大学生および大学院生125名(男性60, 女性65)が参加した。この内、第3試行において予期しない刺激の出現を予測していた2名と第4試行において予期しない刺激の出現に気づかなかった6名、手続き上での誤りが生じた1名の計9名のデータは分析から除外した。

**刺激** 背景を黒色にしたモニターの中心に、白色の円を提示した。白円の中心には注視点を提示した。全ての刺激はこの白円中に提示された。

注意を向ける刺激と予期しない刺激におけるカテゴリーの意味的な類似性の強弱は質問紙による予備調査を行い、決定した。予備調査の結果、果物に対して野菜が最も意味的な類似性が強く、昆虫、鳥、乗り物、家具の順に弱くなることが示された。そこでこの各カテゴリーに属する線画刺激と単語刺激を選択した。このとき、カテゴリーの典型性や視覚的複雑さなどの諸特性はほぼ等しくなるように統制した。

**手続き** 1試行につき、注視点画面と線画面、そしてマスク画面の3つの画面が提示された。各画面は1秒ずつ提示された。注視点画面では白円の中心に十の注視点が提示された。線画面では注視点の周りに4つの線画が提示された。マスク画面では白円の領域にランダムドットが提示された(Figure 1)。

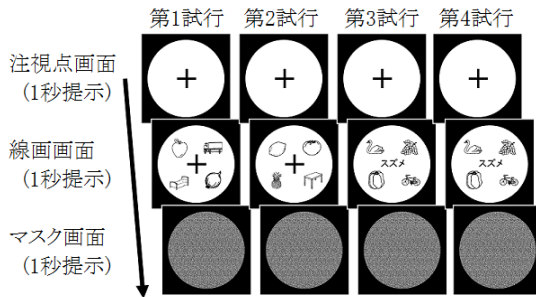


Figure 1. 各試行において提示した刺激の例

実験は4試行であった。各試行の線画画面において、実験参加者は提示された4つの線画の中から果物のカテゴリーに属する線画の個数とその名称を回答するよう教示された(線画同定課題)。この果物のカテゴリーに属する線画が注意を向ける刺激にあたった。線画画面については、第1試行と第2試行では注視点と4つの線画が提示された。第3試行と第4試行では注視点の代わりに単語刺激が提示された。この単語刺激は参加者に教示していないため、予期しない刺激にあたった。第3試行の線画同定課題への回答後、単語刺激の出現に気づいたかを質問した。単語刺激に気づいた場合、変化した位置と単語刺激の内容を回答させた(文字検出課題)。第4試行では線画同定課題を行わず、文字検出課題のみを行った。

## 結果

予期しない刺激の出現に気づかなかった場合、非注意による見落としが生じたと考えられることができる。そこで、第3試行における文字検出課題の正答率を用いて検討を行った。このとき文字検出課題の正答は、提示された場所と内容の両方を正答している場合のみを正答として扱った。なお、実験参加者が予期しない刺激の出現を予測していたために文字検出課題に正答できた可能性を排除するため、第3試行で予期しない刺激の出現を予測していた実験参加者のデータは分析から除外した。加えて、注意を向ける刺激がない状態でも予期しない刺激の出現に気づかない可能性を排除するため、第4試行で文字検出課題に正答できなかった実験参加者のデータも分析から除外した。

本実験において非注意による見落としが生じていたのかを確認するために、第3試行における実際の文字検出課題の正答率と仮に全員が正答したと場合とで有意な差があるか $\chi^2$ 検定を用いて検討した。その結果、有意な差があった( $\chi^2(1) = 42.61, p < .001, \text{Cramer's } V = .429$ )。

第3試行における文字検出課題の正答率を、予期しない刺激が属するカテゴリーの意味条件ごとに求めた(Figure 2)。予期しない刺激が属するカテゴリーの意味条件間において文字検出課題の正答率に差があるか、 $\chi^2$ 検定を用いて検討した。その結果、カテゴリーの意味条件間において有意な差はなかった( $\chi^2(4) = 5.32, p = .256, \text{Cramer's } V = .214$ )。注意を向ける刺激と予期

しない刺激の意味的な類似性の連続的な変化が文字検出課題の正答率に影響を及ぼすのかを検討するために、2つの刺激間における意味的な類似性の評定値を独立変数、文字検出課題の正答率を従属変数としてロジスティック回帰分析を行った。その結果、意味的な類似性が低くなるにつれて、文字検出課題の正答率が低くなること示唆された(Logit =  $-0.15 + 0.36 * \text{果物への類似性}$ ,  $p = .041$ , オッズ比 = 1.44)。

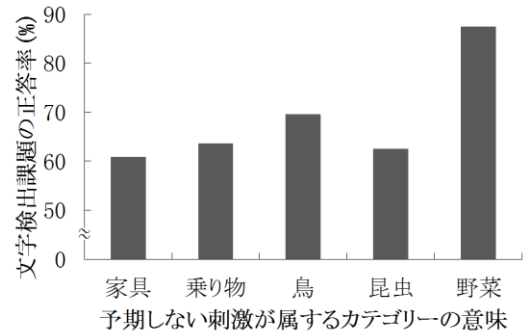


Figure 2. 予期しない刺激が属するカテゴリーの意味条件ごとにおける文字検出課題の正答率

線画同定課題の正答率については、予期しない刺激が属するカテゴリーの意味条件ごとに第2試行と第3試行で別々に求めた。その結果、第2試行と第3試行ともに予期しない刺激が属するカテゴリーの意味条件間で正答率に有意な差はなかった(第2試行;  $\chi^2(4) = 2.64, p = .62, \text{Cramer's } V = .15$ , 第3試行;  $\chi^2(4) = 9.27, p = .06, \text{Cramer's } V = .28$ )。

## 考察

本実験の結果、予期しない刺激と注意を向ける刺激が属するカテゴリーの意味の類似性が高いとき、低いときよりも非注意による見落としが生じにくい可能性が示された。この結果より、注意を向ける刺激と予期しない刺激が属するカテゴリーの意味が類似している場合には類似していない場合よりも予期しない刺激が注意を捕捉しやすい、つまり刺激の信号値が高い可能性が示された。

## 引用文献

- Collins, A. M. & Loftus, E. F. (1975) A Spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review* 82(6) 407-428.
- Koivisto, M. & Revonsuo, A. (2007) How Meaning Shapes Seeing. *Psychological Science* 18(10) 845-849.
- Mack, A. & Rock, I. (1998) *Inattentional Blindness* Cambridge, MA: MIT Press

# 青年期女性の親性準備性と 乳幼児表情に対する注意バイアスの関連性の検討

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 人間文化創成科学研究科

今日、子どもとどのように関われば良いか分からない若者が多くなっており(岡本・古賀, 2004), 親性育成の必要性が指摘されている。親性の発達と学生の子どものコミュニケーション問題の関連性については、質問紙法を中心とした意識調査が多く、認知情報処理上の歪みとして捉える認知心理学的な試みは行われていない。そこで、本研究では、ドット・プローブ課題を用いて、大学生の親性準備性と乳幼児表情に対する注意バイアスの関連性について検討した。その結果、「乳幼児への好意感情」が低い女子学生は、「乳幼児への好意感情」が高い女子学生に比べ、乳児の怒り表情に対し注意バイアスが大きいことが明らかとなり、親性準備性と認知バイアスの関連性が示唆された。

Keywords: readiness for parenthood, facial expressions of infants, probe detection task, attentional bias.

## 問題・目的

近年、少子化や核家族化などに伴い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(岡本・古賀, 2004), 親性育成の必要性が指摘されている。これは、小児看護学や保育学の学生を対象とした意識調査においても表れており、乳幼児とのコミュニケーションに対し学生が不安や困難感を感じていることが明らかされている(西田・北島, 2003)。

乳幼児とのコミュニケーションは、乳幼児は言語発達が未熟なため、その大部分が非言語的な情緒表出を手掛かりとして行われている。そのため、それら非言語的な情緒表出を認識する上で、乳幼児の表情は大きな手掛かりとなっている。学生を対象とした乳幼児表情認知研究は、母親や経験豊富な看護師等と学生の認知特性の比較研究が多く(e.g. 平野・森・井上・濱田・滝口・深津・小此木, 1997), 乳幼児表情認知に関する認知情報処理的アプローチによる実験的・基礎的研究は行われていない。

以上から、本研究では、大学生の親性の発達レベルと乳幼児表情に対する認知バイアスの関連性について、特に注意バイアスに焦点をあて検討することを目的とした。そこで、親性準備性の低い学生は、親性準備性の高い学生に比べ、成人の表情より乳幼児の表情に対して注意バイアスが認められ(仮説 1), また、乳幼児の怒り表情においてのみ注意バイアスが認められ、喜びの表情に対しては注意バイアスは認められない(仮説 2)と仮説を立てた。なお、本実験ではドット・プローブ課題を

用い、また、結果を考察する上で、表情刺激が示す感情を実験参加者が的確に認知できていたことを確認するため、表情評価課題も合わせて実施した。

## 方法

**実験参加者** 32名の女子大学生・大学院生が本実験に参加し、平均年齢は23.3歳であった( $SD = 2.89$ )。  
**装置** 刺激提示・反応計測の為に、ノートパソコン(DELL PRECISION M4500)を使用した。実験の制御と反応の記録はE-Primeで作成したプログラムを用いた。  
**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2名の喜び、怒り、恐れ、悲しみ、驚き、真顔の計24枚の表情刺激を作成・選定し使用した。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2名の喜び、怒り、恐れ、悲しみ、驚き、真顔の計24枚の表情刺激を使用した。  
**手続き** 本実験は個別実験であり、表情評価課題、ドット・プローブ課題の2つの課題を実施し、その後質問紙(親性準備性尺度(佐々木, 2000)他)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。  
<表情評価課題>

まず、画面中央に注視点(+)が500ms呈示された。注視点が消滅後、画面中央に1つの表情刺激と共に、その下に「①喜び②怒り③恐れ④悲しみ⑤驚き⑥真顔」の選択肢が呈示された。実験参加者は、呈示された表情刺激に最も当てはまると思う選択肢を1つだけ選び、できるだけ速く手元のテンキーを押して回答することが求められた。

課題は、各年齢カテゴリーの表情刺激モデル数(4:男女各2名)×年齢カテゴリー(3:乳児・幼児・成人)×表情の種類(6:喜び・怒り・恐れ・悲しみ・驚き・真顔)の全72試行であった。



<ドット・プローブ課題>

年齢カテゴリそれぞれにおいて3タイプ(ANペア：怒り-真顔，HNペア：喜び-真顔，AHペア：怒り-喜び)の表情対を編成した。なお，本研究で必要な表情対はANペアとHNペアのみであるが，実験において出現する表情刺激の頻度を等しくするためAHペアを作成した。

まず，画面中央に注視点(+)が500ms呈示された。注視点が消滅後，表情対が1000ms呈示された。1000msの呈示後表情対は消失し，表情対が呈示されていた位置のどちらか一方にプローブ刺激(\*)が呈示された。実験参加者は，プローブ刺激が提示される位置が右か左かの同定を，できるだけ速く正確にテンキーを押して回答することが求められた。

課題は，表情対の呈示位置(2:表情対の一方が左に呈示される場合とその逆の場合)×プローブ呈示位置(2:左，右)×表情対のタイプ(3:ANペア，HNペア，AHペア)×各年齢カテゴリの表情刺激モデル数(4:男女各2名)×年齢カテゴリ(3:乳児，幼児，成人)の全144試行であった。

結果

**実験参加者の群分け** 実験参加者36名の回答結果から，下位尺度毎に各得点を序列化し，得点が高い上位18名の実験参加者を高群，得点が低い下位18名の実験参加者を低群とし，各群に割り当てた。対応のないt検定を行った結果，両下位尺度共に，高群の方が低群よりも有意に得点が高かった(乳幼児への好感情:  $t(21) = -7.83, p < .01$ , 育児への積極性:  $t(34) = -7.27, p < .01$ )。以下，「乳幼児への好感情」得点高群・低群を好感情高群・低群，「育児への積極性」得点高群・低群を積極性高群・低群と呼ぶ。

**表情評価課題の正答率** 表情評価課題の正答率の解析は，ドット・プローブ課題において用いられた喜び・怒り・真顔の表情のみ解析対象とした。各年齢カテゴリの喜び・怒り・真顔の表情それぞれにおいて，好感情・積極性高群，低群の表情評価の正答率を求めた。対応のないt検定を行った結果，好感情高群・低群では，全年齢カテゴリの怒り・喜び・真顔表情において有意な差は認められなかった。積極性高群・低群では，成人の怒り表情においてのみ有意な差が認められた( $t(26) = 2.364, p < .05$ )。

**親性準備性と注意バイアス指標の分散分析** MacLeod, Mathews, & Tata (1986)の計算方法に従い，ANペア，HNペアそれぞれにおいて，各平均反応時間を元に各実験参加者の注意バイアス指標を求めた。ANペア・HNペアそれぞれにおいて，注意バイアス指標を従属変数とし，下位尺度別の親性レベル(低群・高群)×年齢カテゴリ(乳児・幼児・成人)の二要因分散分析を行った。その結果，ANペアにおいてのみ交互作用が有意であった( $F(2, 140) = 3.17, p < .05$ )。交互作用が有意であったことから，単純主効果の検定を行った。その結果，乳児表情において親性レベルの単純主効果が有意であった( $F(1, 70) = 5.32, p < .05$ )(Figure 1)。

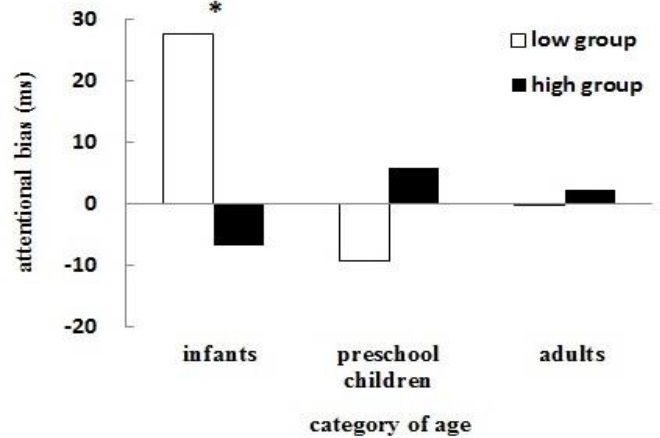


Figure 1. Comparison of the mean value of attention bias of high group and low group of the affection towards babies.

考察

本研究では，ドット・プローブ課題を用いて，大学生の親性準備性と乳幼児表情に対する注意バイアスの関連性について検討した。その結果，乳児表情に対してのみ親性準備性の高群と低群間に有意な差が認められ，特に「乳幼児への好意感情」が低い女子学生は，「乳幼児への好意感情」が高い女子学生に比べ，乳児の怒り表情に対し注意バイアスが大きいことが明らかとなり，仮説1,2共に一部支持された。これらから，親性準備性と，子どもの表情，特に乳児の表情に対する認知的情報処理は関連する可能性が示唆された。怒り表情については，その優位性が指摘されているが(e.g. Hansen & Hansen, 1988)，悲しみ，恐れ，驚きといった他の表情においても今後追試を行い，ネガティブバイアスについてさらに検討する必要があると考ええる。

引用文献

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.

平野直己・森さち子・井上果子・濱田庸子・滝口俊子・深津千賀子・小此木啓吾 (1997). 日本版 IFEEL Pictures 母親への施行結果からの特徴の検討. *心理臨床学研究*, **15**, 144-151.

MacLeod, C., Mathews, A., & Tata, P. (1986). Attentional bias in emotional disorders. *Journal of Abnormal Psychology*, **95**, 15-20.

西田みゆき・北島靖子 (2003). 小児看護実習における学生の困難感. *順天堂医療短期大学紀要*, **14**, 44-52.

# 加齢による視覚探索能力の変化—視線計測を用いた検討—

川越 敏和

熊本大学大学院社会文化科学研究科

日本学術振興会

浦川 智和

九州大学大学院システム情報科学研究院

森 周司

九州大学大学院システム情報科学研究院

積山 薫

熊本大学文学部

これまでの視覚探索能力の加齢変化についての報告では、効率的探索条件では加齢による成績の低下は大きくないとされてきた。本研究では若年者と高齢者を対象に、標的への焦点的注意が必要となるような効率的探索条件を含む視覚探索課題を、視線計測装置を用いて行った。実験の結果、高齢者の効率的探索条件での成績は有意に低下した。視線計測データによると、高齢者では第一サッカードが有意に目標刺激へ向かっておらず、その正確さが視覚探索成績に影響していた。さらに、第一サッカードの正確さは実行機能課題と有意に相関した。以上のことから、顕著な刺激に対する注意の移動には加齢による影響があることが明らかになり、そこに実行機能が関わってくる可能性が示唆された。

Keywords: visual search, pop-out, aging effect, executive function

## 問題・目的

加齢に伴って視覚的注意の機能が低下することはよく知られている (Madden, 2007)。視覚探索課題を用いたこれまでの研究では、高齢者では主に結合探索条件 (非効率的探索条件) において成績低下が顕著であり、特徴探索条件 (効率的探索条件) では若年者との差異はみられない (Plude & Doussard-Roosevelt, 1989)。しかし、特徴探索条件においても、目標刺激の処理に認知資源を要する課題では、妨害刺激数の影響を受ける場合もある (Tales et al., 2004)。

加齢研究において、機能低下が顕著であると指摘されている因子に処理速度 (Salthouse, 1985) と実行機能 (West, 1996) が挙げられる。これらは、視覚探索における注意の移動と目標刺激処理に関連すると考えられる。Tales et al. (2004) では病的加齢を対象とした視覚探索研究をおこない、注意の移動と目標刺激処理の能力は独立して成績に影響すると報告している。

本研究では、Tales et al. (2004) の課題を用いて、主に効率的探索条件における健常加齢の影響を調べることを目的とした。この課題では効率的探索条件においても、目標刺激を発見した後にそこへの焦点的注意が必要である。視覚探索課題中の視線を計測することで、注意の移動について評価した。また、健常高齢者において前述の2つの因子 (処理速度と実行機能) と視覚探索成績との関連について、他課題を用いて検討した。

## 方法

**実験参加者** 裸眼あるいは矯正での正常な視力と色覚を持つ高齢者37名、大学生13名が実験に参加した。そのうち、MMSEが正常 (> 25) で視線が測定できた高齢者24名 (75.5 yrs, SD: 4.28; 男性8名)、若年者12名 (21.8 yrs, SD: 1.55; 男性6名) が分析対象となった。

**視覚探索課題** Tales et al. (2004) のExperiment 1で用いられた課題に基づき設定を行った。課題は効率的探索条件 (EF) と非効率的探索条件 (IE) で構成された。

**刺激** 被験者は約 57cm の距離よりディスプレイに呈示される刺激を観察した。注視点として "+" が画面中央に配置された。刺激要素は  $0.5^\circ \times 0.1^\circ$  の黒線分 2 つにより構成される矢羽で、中心から半径視角  $2^\circ$  の仮想円周状に 8 つが等間隔で配置された (図 2 参照)。これらのうち 1 つが左右のいずれかを指す目標刺激であり、残り 7 つは上下のいずれかを指す妨害刺激であった。目標刺激は、EF では赤色で、IE では妨害刺激と同じ黒色で表示された。

**手続き** 参加者の課題は、8 つの刺激要素の中から目標刺激である左右の矢羽を探し、方向をできるだけ早く判断することであった。視線計測は Tobii TX300 (SR: 250Hz) を用いて行った。参加者はまず課題についての教示を受け、内容についての理解を得た後、視線計測のためのキャリブレーションを行った。その後練習を 10 試行行い、全問正答したら本試行に移った。本試行は 64 試行行われ、半分为 EF であった。各条件で目標刺激は 8 箇所それぞれ 4 度ずつ呈示され、左右の比率は 1:1 であった。

**処理速度・実行機能測定課題** これらの指標として Trail Making Test (TMT) を用いた。TMT は A と B の 2 つのサブセクションから構成されており、A は用紙に印刷された「1-25」までの番号を昇順に線で結んでいくもので視覚・運動の処理速度を見る基準となる。B は 1-13 までの数字と「あいう...し」までの平仮名を「1-あ-2-い-3...」と交互に結んでいくもので、注意の切り替えを反映するとされる。TMT-A の遂行に要した時間を処理速度の指標とし、B の時間から A の時間を減算したもの ( $\Delta$ TMT) を実行機能の指標とした。

## 結果

視覚探索課題では、正答反応時間と正答率を測定した。正答率に関しては条件に関わらず両群ともほぼ 100% であったため、反応時間を視覚探索成績とみなし、結果を図 1 に示した。2 要因 (参加者群・探索条件) 分散分析の結果、主効果と交互作用がともに有意であ

った。多重比較の結果、高齢者において両条件で反応時間の延長が見られた。

視線計測のデータについて、効率的探索条件での参加者群別の視線行動を図2に示す(4試行の注視時間の合計;目標刺激は最下部)。若年者は注視点の注視時間が長く妨害刺激への注視は見られないが、高齢者では目標刺激への注視時間が増すとともに、妨害刺激への注視も増えている。

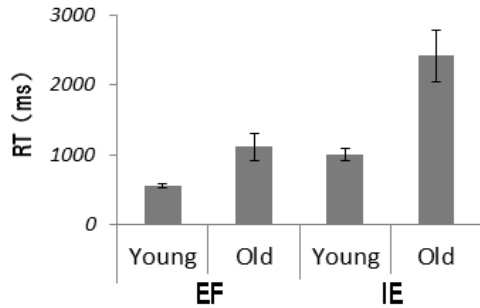


図1 視覚探索課題の反応時間

このことはポップアウトによる目標刺激への注意誘導が高齢者では不十分であることを示唆する。それを検証するため、第一サッカードの正確さについて分析を行った。その結果、効率的探索条件において若年者は96%の正確さだったが、高齢者は65%程度であった ( $Welch's T(30.16) = 6.112, p < 0.001$ )。この第一サッカードの正確さは高齢者では反応時間と有意に逆相関していた ( $Spearman's rho = -0.76, p < 0.01$ )。

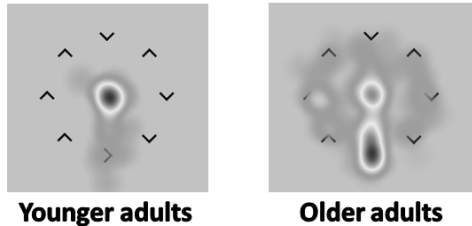


図2 効率的探索条件での群別の注視点分布

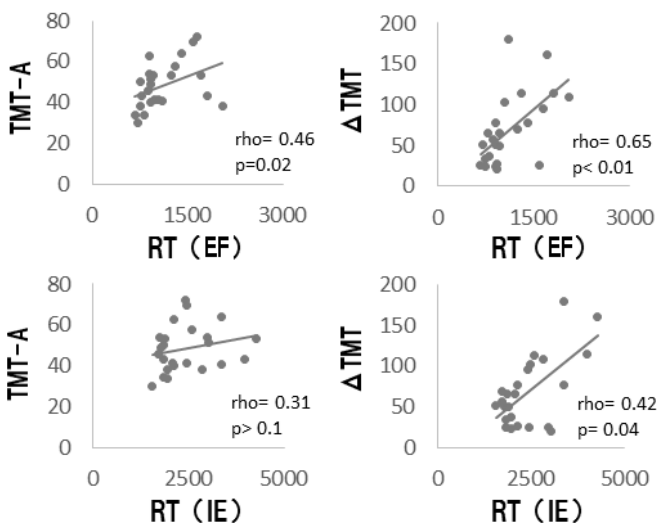


図3 TMT成績と視覚探索成績の相関

また、高齢者における視覚探索成績が処理速度と実行機能といういずれの因子により規定されるかについて、TMTの結果を用いて相関分析を行った(図3)。図中にスピアマンの順位相関係数と無相関検定の結果を示した。高齢者において、 $\Delta TMT$ を指標とする実行機能はIEだけでなくEFとも有意に相関していた。

## 考察

本研究では、視覚探索、特にポップアウトの生起が予想される効率的探索事象について、加齢による変化を検討した。これまで概して加齢変化がないと報告されている効率的探索条件においても、高齢者で反応時間の増大が見られた。高齢者でもポップアウト自体は生じているだろうが (Plude & Doussard-Roosevelt, 1989)、ポップアウトした目標刺激への注意の誘導が正確でない可能性が考えられた。これは、Bravo & Nakayama (1992) が指摘したような課題特性と関連している。この可能性について、本研究では刺激が呈示されてから最初のサッカードを分析することで、参加者の視覚探索中の注意誘導を詳細に検討した。ポップアウトした目標刺激へ正確に注意誘導がなされていれば、最初のサッカードで目標刺激への注視が起こるはずである。実験の結果、高齢者では正確な第一サッカードは6割程度であり、この割合は視覚探索成績に影響していた。これらのことから、ポップアウトによる注意誘導に関して明らかな加齢の影響が確認された。また、非効率的探索条件だけでなく効率的探索条件においても、探索成績は実行機能と関連することが示された。これらの結果は高齢者の脳における前頭葉による補償 (Davis et al., 2008) と関連すると考えられる。

## 引用文献

- Bravo, M., & Nakayama, K. (1992) The role of attention in different visual search tasks. *Percept Psychophys* 51: 465-472
- Davis, S.W., & Dennis, N.A., Daselaar, S.M., Fleck, M.S., Cabeza, R. (2008) Que PASA? The Posterior-Anterior Shift in Aging. *Cereb Cortex* 18: 1201-1209
- Madden, D.J. (2007) Aging and Visual Attention. *Cir Dir Psychol Sci* 16: 70-74
- Plude, D.J., & Doussard-Roosevelt, J.A. (1989) Aging, selective attention, and feature integration. *Psychol Aging* 4: 98-105
- Salthouse, T.A. (1985) Speed of behavior and its implications for cognition. In: Birren JE, Schaie KW. (Eds), *Handbook of the Psychology of Aging*. Van Nostrand Reinhold, New York, 400-426
- West, R.L. (1996) An application of preFrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychol Bull* 120: 272-292
- Tales, A., Muir, J., Jones, R., Bayer, A., & Snowden, R.J. (2004) The Effects of saliency and task difficulty on visual search performance in ageing and Alzheimer's disease. *Neuropsychologia* 42: 335-45

# 探索非対称性の一貫性から探索のメカニズムを探る

上田 祥行  
黒須 慎吾  
齋木 潤

京都大学こころの未来研究センター

京都大学人間・環境学研究科

京都大学人間・環境学研究科

Visual search asymmetry is a phenomenon in which search efficiency changes with swapping target and distractor, and which has been observed with a variety of target types. Previous studies assume that visual search is achieved based on the activation, which is calculated by considering each feature separately (e.g., color, orientation, and intensity). According to this prediction, for each participant, search asymmetry would be consistent across a target type, if the target is defined by the same feature dimension. In this study, we used four types of stimulus sets. The results indicated that although search asymmetry was observed in all stimulus types, personal consistency in the intensity of search asymmetry depends on the early leveled feature property. Furthermore, intensity of search asymmetry relates to peripheral processing rather than attentive processing.

Keywords: visual search, search asymmetry, visual attention, task consistency, Weibull fitting.

## 問題・目的

視覚探索は日常で最も頻繁に行われる行動の1つであり、注意の働きと密接な関係を持っている。ターゲットが妨害刺激と異なっているほど、ターゲットの探索は容易になるが、探索の効率はターゲットと妨害刺激の差分だけで決まるものではない。その証拠としてターゲットと妨害刺激を入れ替えると探索効率が大きく変化する探索非対称性という現象が報告されている。ターゲットと妨害刺激を入れ替えても刺激の差分は変化しないことから、探索非対称性を検討することは、人間の探索過程や注意の働きを明かにすることに貢献すると考えられる。

これまでの研究で、探索は刺激の物理的特徴（色や方位など）が独立に処理されていること、複数の刺激セットで探索非対称性が生じること、探索非対称性はボトムアップに生じることが示唆されている (Itti et al., 1998; Saiki et al., 2005; Treisman & Gormican, 1988)。これらの知見から、同じ特徴次元で定義された刺激セットであれば、探索非対称性の強さは個人内で相関を持つことが考えられる。そこで本研究では、4種類の刺激セットを用いて、探索非対称性の強さの個人内での一貫性について検討した。

さらに、探索非対称性の一貫性が反映するメカニズムを明らかにするため、反応時間の分布に関する分析を行った。反応時間の分布は、位置 ( $\psi$ )、形状 ( $\beta$ )、尺度 ( $\theta$ ) の3つのパラメータを持つWeibull関数に従うことが知られており、それぞれのパラメータは自動的に生じる前注意的な過程、注意過程の構造、注意過程の処理速度を反映していると考えられる (Rouder et al., 2005)。この知見をもとに、探索非対称性の一貫性がどのような処理過程に基づいているのかを検討した。

実験で用いた刺激セットには、ターゲットの一方がポップアウトするもの (Oと鏡文字のQ、垂直線と斜

線)、事前にどれくらい慣れ親しんでいるかによって探索効率が変化するもの (漢字の「舌」と鏡文字の「舌」)、ターゲットを定義する特徴は1つであるが系列的に探索する必要があるもの (長線分と短線分) の4種類を用いた。

## 方法

**実験参加者** 京都大学の大学生・大学院生 90名が実験に参加した。

**刺激および装置** 視覚刺激として、4セット8種類の探索項目 (アルファベットのOと鏡文字のQ、垂直線と斜線、漢字の「舌」と鏡文字の「舌」、長線分と短線分) が用いられた。探索画面における探索項目の数は3もしくは12であった。刺激は、MATLAB (Mathworks社)およびPsychophysics toolboxによって呈示された。

**手続き** 参加者の課題は、探索画面の中から教示されたターゲットの有無を、できるだけ早くかつ正確に報告することであった。各試行では400msのブランク画面の後に探索画面が呈示された。探索画面は参加者が解答した後に消失し、その後、解答の正誤を知らせるフィードバックサインが画面中央に2,000ms呈示された。このフィードバックサインは次の試行の注視点を兼ねており、参加者は次の試行が始まるまでフィードバックサインを見ておくように教示された。また、参加者間のエラー率を揃えるために、誤答率は5%以下に抑えるように教示された。

実験は全部で4つのセッションに分かれており、セッションごとに異なった刺激セットが呈示された。また、各セッションは2つのサブセッションから成っており、参加者はサブセッションごとに異なるターゲットを探索した。1つのサブセッションは12試行の練習試行と96試行の本試行から成っており、参加者は実験全体で864試行を行った。

## 結果

本抄録では、ターゲットあり試行の結果を示す。それぞれのターゲットにおける探索効率（1項目あたりにかかった時間）をTable 1に示す。刺激セットごとに探索効率を比較したところ、すべての刺激セットで刺激間の探索効率が有意に異なった（Oと鏡文字Q:  $t(89) = 12.23, p < .0001, r = .79$ ; 垂直線と斜線:  $t(89) = 18.64, p < .0001, r = .89$ ; 舌と鏡文字舌:  $t(89) = 11.12, p < .0001, r = .76$ ; 長線分と短線分:  $t(89) = 2.10, p < .039, r = .22$ ）。このことは、すべての刺激セットで探索非対称性が生じていたことを示している。長線分と短線分の刺激セットにおける探索非対称性が他の刺激セットよりも小さかったことも含めて、これらはすべて先行研究の結果と一貫するものであった(Rauchenberger & Yantis, 2006; Saiki et al., 2005; Saiki, 2008; Shen & Reingold, 2001; Treisman & Gormican, 1988; Ueda et al., under review)。

Table 1. Mean search efficiencies (ms/item) and standard errors.

	O/R-Q	Vertical/Tilt	Tongue/R-tongue	Short/Long
Search Efficiency	12.3 / 2.3	51.6 / 5.3	60.5 / 25.9	60.5 / 52.0
Standard Error	0.77 / 0.45	2.40 / 0.89	3.33 / 1.76	5.14 / 4.46

\* R-Q and R-tongue indicate mirror-reversed “Q” and “tongue”

続いて、本研究で用いた刺激セット間の探索非対称性の一貫性を明らかにするために、各ターゲット・各セットサイズ条件の平均反応時間に対して探索的因子分析（因子抽出法: 最尤法; プロマックス回転）を行った。その結果、3因子が抽出され、第1因子は垂直線・斜線・「舌」・鏡文字「舌」探索に、第2因子は長線分・短線分探索に、第3因子は「O」・鏡文字「Q」探索に関連していることが示唆された。この結果は、方位の検出という同じ特徴次元が関係する刺激セットにおいて、個人内で一貫した探索非対称性が見られたことを示唆している。

さらに、この探索非対称性の一貫性がどのようなメカニズムを反映しているのかを検討するために、階層ベイズモデルおよびマルコフ連鎖モンテカルロ法を用いて、反応時間の分布が示すWeibull関数を推定した(Rouder et al., 2005)。推定された位置パラメータ( $\psi$ )の値をFigure 1に示す。因子分析と同様に、「垂直線—斜線と「舌」—鏡文字「舌」」探索、「長線分—短線分」探索、「「O」—鏡文字「Q」」探索で推定された位置パラメータが似ている傾向がみられた。これらの結果から、反応時間で示される探索非対称性の大きさは、主として意図的な処理が関与しない前注意的な処理を反映していることが示唆される。

## 考察

本研究では、複数の刺激セットを用いて探索非対称性の一貫性について検討した。その結果、グループレベルではすべての刺激セットで探索非対称性が見られたが、個人レベルでは、垂直・斜線探索と「舌」・鏡文字「舌」探索の探索非対称性の大きさに相関があったのみで、他の刺激セットでは探索非対称性の大きさに個人内相関は見られなかった。方位に関する垂直・斜線探索と、方位と親近性の両方が関わる「舌」・鏡文字「舌」探索の成績が相関していたことは、探索非対称性の大きさが方位の検出という低次元特徴処理から影響を受けていることを示唆している。また、反応時間の分布から推定されたWeibull関数において、探索非対称性の大きさは意図的な処理よりも自動的な処理過程に依存している可能性が示された。これらの結果から、探索非対称性の生起にはいくつかの高次元要因も関与しているが、効果の大きさは低次元で自動的な処理過程に依存していると考えられる。

## 参考文献

Rouder, J. N. et al. 2005 A hierarchical model for estimating response time distribution. *Psychological Bulletin & Review*, 12, 195-223.

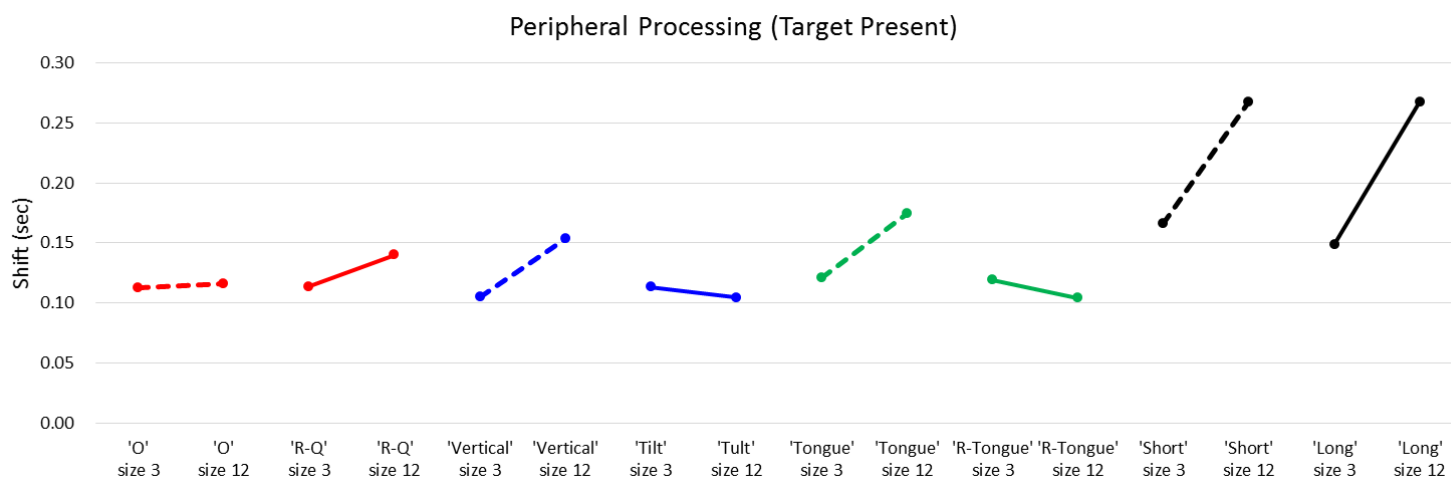


Figure 1. Hierarchical Bayesian estimates of shift of Weibull function from reaction times. The solid lines show efficient search whereas the dashed lines show inefficient search for each stimulus set. Shift in Weibull function indicates peripheral processing.

# 触覚探索における特徴統合

菊野 雄一郎  
喜多 伸一

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

視覚研究より生まれた特徴統合理論によれば、空間的並列処理が関与する特徴探索では、妨害刺激の数に影響を受けず標的を検出することが可能である。結合探索では、注意によって標的を判断する必要があり、妨害刺激の数の影響を受ける。一方、我々は視覚情報を失った状態でも、触覚情報を用いて標的を探索することが可能であるが、触覚における特徴統合については不明である。本研究では、触覚を用いた特徴・結合探索を実施し、触覚における特徴統合について検討した。本研究の結果、特徴探索では、概ね妨害刺激の数による反応時間の増加は見られず、結合探索では妨害刺激の数に比例して反応時間が増加した。従って、触覚探索においても特徴統合の有無が探索成績に影響することが示唆された。

Keywords: Haptic Search, Feature Integration

## 問題・目的

何か物を探るとき、まず重宝されるのは視覚系である。視覚探索研究は、特徴統合理論の提案により、大きな変貌を遂げた(Treisman & Gelade, 1980)。彼女らは、標的(以下、ターゲット)が単一の特徴で定義される場合、空間的並列処理により、ターゲットがポップアウトすること、ターゲットが複数の特徴で定義される場合、逐次処理により、妨害刺激(ディストラクタ)の数に比例して反応時間が増加すると主張した。しかし、その視覚情報が奪われてしまった場合はどうだろうか。

視覚に次いで、触覚が探索行動に与える影響は大きい。例えば、夜、真っ暗な部屋に入り、手探りで電気のスイッチを探るとき、触覚は大きな役割を果たす。触覚探索に関する先行研究では、3種類の目の粗さのヤスリを用いた刺激を用い、手のひら全体で刺激をなでたとき、ディストラクタの中からターゲットがポップアウトするかが検討された(Plaisier, Bergmann, & Kappers, 2008)。その結果、セットサイズの増加に伴う反応時間の延長が見られなかったことから、触覚探索においても、並列処理が行なわれ、ポップアウトすることが発見された。しかしながら、これまでの先行研究では特徴探索を対象とし、結合探索を含む特徴統合を検討した研究はまだ進んでいない。したがって本研究では、Treisman & Gelade (1980)の視覚探索課題を応用した触覚探索課題を行い、視覚と同様に、触覚探索においても、組み合わせられる特徴次元の数によって処理過程が異なるのか否かを検討することを目的とした。

## 方法

**参加者** 正常な視力(矯正を含む)を有する神戸大学生および大学院生10名(女性5名、男性5名、 $M = 21.8$ 歳、 $SD = 0.9$ 歳)が実験に参加した。

**刺激** 立体コピー作成機PIAF(KGS株式会社)にカプセルペーパー(Zychem Ltd, Cheshire, UK)を通すことにより、黒インクで印刷された部分に熱を加え、その部分のみを膨らませ、触覚刺激(以下、刺激)を作成した。カプセルペーパー(以下、ペーパー)のサイズはA4であった。刺激のペーパー表面からの高さは約1mmであった。

1試行におけるセットサイズは3、6、12とした。ペーパーの中央150mm×150mmの領域に5×5の均等なマトリックスを作成し、その中に刺激をランダムに配置した。刺激配置領域の両端から10mmの位置に長さ160mm、幅4mmのバーを配置した。

本実験では、特徴探索と結合探索の二種類の探索条件を設定した。特徴探索では、ターゲットを中点つきの円環とし、中抜き円環と中抜きの四角形をディストラクタとして配置した。結合探索では、ターゲットを中点つきの円環とし、中抜き円環に加えて、中点つきの四角形がディストラクタとして配置された。

**手続き** 実験に先立って、アイマスクにより参加者の視覚情報を遮断し、実験教示が行なわれた(図1)。実験者は、参加者の手を誘導し、ターゲットと

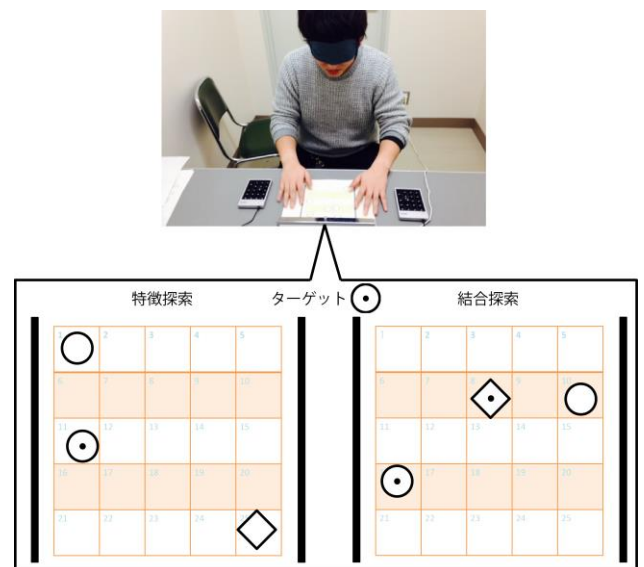


図1 実験風景及び特徴探索と結合探索の例

ディストラクタを触れさせ、実験刺激の教示を行った。また、参加者の手をペーパーの両脇に配置された反応時間計測用キーパットへ誘導することで、参加者はキーパットの位置を確認することができた。その後、実験者は、ペーパー上マトリックスの両脇に配置されたバーに参加者の両手を誘導し、バーがスタート地点であることを教示した。各試行の開始の合図として、聴覚刺激（ビープ音）が与えられた。参加者の課題は、できるだけ速く、かつ正確に両手でターゲットを探索し、ペーパーの両脇に配置されたキーパットでターゲットの有無を判断することであった。

各探索課題につき、18試行の練習後、60試行の本試行が行われた。練習試行では9試行、本試行では30試行においてターゲット有のペーパーが呈示された。残りの試行では、ターゲット無のペーパーが呈示された。呈示順序は参加者毎にランダム化された。参加者の疲労を考慮し、15試行を1ブロックとし、合計4ブロックから構成されていた。なお、参加者毎に探索課題順序及びキー配置がカウンターバランスされた。

## 結果

各探索課題におけるターゲットの有無及びセットサイズ毎の反応時間及び探索効率を示すスロープの結果を図2に示す。誤答試行及び探索時間が各条件の平均値より2SD以上長い、もしくは短い試行を分析から除外した。

反応時間について、2（探索型）×2（ターゲットの有無）×3（セットサイズ）の分散分析を行った。その結果、探索型の主効果が有意であり、結合探索の反応時間が特徴探索よりも長かった( $F(1, 9) = 26.3, p < .001, \eta_p^2 = .75$ )。探索型とセットサイズの交互作用も有意であった( $F(2, 18) = 9.70, p = .0014, \eta_p^2 = .52$ )。下位検定の結果、結合探索については、セットサイズが大きくなるにつれて探索時間の増加が確認されたが、特徴探索については、セットサイズ3と9の条件を除いて有意差は見られなかった。

スロープについても、2（探索型）×2（ターゲットの有無）の分散分析を行った。その結果、探索型の主効果が有意であり、特徴探索の探索効率が結合探索より良かった( $F(1, 9) = 12.03, p = .0071, \eta_p^2 = .57$ )。ターゲットの有無の主効果も有意であり、ターゲット有のスロープがターゲット無よりも大きかった( $F(1, 9) = 5.66, p = .0410, \eta_p^2 = .38$ )。

## 考察

本研究では、視覚探索の手法を触覚に移植し、特徴統合に関する触覚探索実験を行った。本研究の結果、特徴探索の反応時間が結合探索と比べて有意に長かったことから、触覚においても特徴統合が必要な探索では、そうでない探索よりも大きい負荷がかかることが考えられる。一方、視覚研究と同様、結合探索ではセットサイズ増加に伴う反応時間の延長が見られたが、特徴探索ではセットサイズ3と9の反応時間に有意差が

見られた。また、ターゲット有のスロープがターゲット無より有意に大きく、ターゲット無のおおよそ半分であったことから、触覚探索処理を自動打ち切りする逐次探索な傾向が確認された。視覚探索とは異なりセットサイズの増加による反応時間の延長がみられたことは、晴眼者の日常生活における視覚系の依存度が触覚系に比べて大きく、触覚探索に不慣れなためであることが一要因として考えられる。このような要因を考慮し、今後の研究では、晴眼者に加えて、視覚系の依存度が触覚系より低い中途失明者、先天盲者といった視覚障がい者を対象に研究を拡張していく必要がある。

## 謝辞

この研究はJST「持続可能な多世代共創社会のデザイン」の助成を受けて遂行した。

## 引用文献

Plaisier, M. A., Bergmann Tiest, W. M., & Kappers, A. M. L. (2008). Haptic popout in a hand sweep. *Acta Psychologica, 128*, 368-377.

Treisman, A., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology, 12*, 97-136.

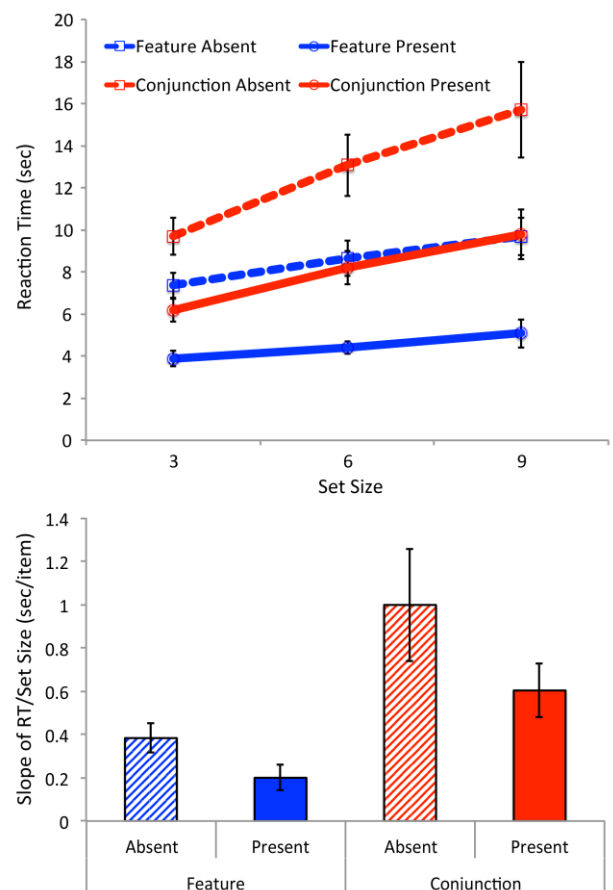


図2 反応時間（上）とスロープ（下）の結果。エラーバーは標準誤差を示す

# 課題非関連な刺激特徴と報酬の連合が価値駆動的に注意を捕捉する

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

The stimulus-reward association by reward learning captures attention, even when this association is no longer effective (value-driven attentional capture; VDAC). Because the stimulus features associated with reward were helpful for performing a task in previous studies, the goal-driven control during reward learning could affect the VDAC. In the current study, we examined whether stimulus features not helpful in performing a task elicit VDAC. To this end, we used a flanker task to shape color-reward association, and tested the effect of reward learning in subsequent visual search. Results show that color-reward associations in the flanker task induced significant VDAC even when the color no longer predicted reward outcome. These results indicate that the attentional capture by reward learning could occur irrelevant to the process of achieving a task.

Keywords: attentional capture, flanker task, task-irrelevant stimuli, reward learning.

## 問題・目的

刺激特徴と報酬 (reward) の連合学習 (報酬学習) によって報酬と連合した刺激は、注意を捕捉することが示されている (e.g. Anderson, 2013 ; Anderson et al., 2011)。この価値駆動的な注意捕捉は、刺激特徴と報酬の連合が排除された状況でもみられる。しかし、このような注意捕捉が生じるための刺激特徴と報酬の連合過程については未解明な点が存在する。先行研究では、学習時に報酬がターゲットを定義する特徴やターゲット位置の検出に寄与する特徴と連合された。すなわち、報酬と連合した特徴が課題目標を達成するための手がかりとして機能していた。そのため、課題に対するトップダウン処理が報酬学習に影響し、連合が排除された状況においても、その特徴に対して注意が向け続けられていた可能性がある。

この問題を検討するため、本研究では報酬が課題遂行に寄与しない刺激特徴と連合した場合に注意を捕捉するか否かを明らかにする。本研究では、課題遂行に寄与しない状況を課題非関連と定義し、報酬学習でフランカー課題を用いる。フランカー課題はターゲットが位置で定義されるため、課題遂行に寄与しない特徴である色と報酬の連合を形成することが可能である。

実験1では、ターゲットの色、実験2ではディストラクタの色と報酬を連合し、報酬と連合した色がターゲット位置の検出に寄与しない場合にも、注意捕捉が生じるか否かを検討する。しかし、特定の文字のみに色を付加することによって、報酬と連合した色がターゲットとディストラクタの弁別に寄与する可能性が残る。そのため、実験3ではすべての文字 (ターゲットとディストラクタ) に色を付加して報酬学習を行う。さらに実験4では、フランカー課題の刺激として提示した文字ではなく、文字の周囲に長方形の枠を提示し、枠の色と報酬の連合学習を行う。報酬学習の影響は、学習終了後に視覚探索課題を実施し、反応時間によって評価する。報酬学習が成立し注意捕捉が生じた場合、

視覚探索課題において高報酬条件で最も反応時間が遅延すると予想される。

## 方法

**実験参加者** 大学生・大学院生92名が実験に参加した (実験1 : 26名, 実験2 : 24名, 実験3 : 24名, 実験4 : 18名)。参加者は実験参加に対して、Course Credit (実験1と2)、または図書カード1000円分 (実験3と4) が与えられた。

**刺激・手続き** MATLABとPsychtoolboxを使用し、CRTディスプレイに刺激を提示した。参加者はモニターから約57cm離れた距離に座り、顎台で頭部を固定した。実験は、学習フェイズ (240試行) とテストフェイズ (192試行) の2段階で構成された。各試行の流れは、注視点 (400 / 500 / 600msのいずれか)、課題画面 (制限時間 : フランカー課題800ms, 視覚探索課題 1500ms)、ブランク (1000ms)、フィードバック画面 (1500ms) であった (Figure 1)。

**学習フェイズ (フランカー課題)** : 刺激としてアルファベット20文字 (視角 $1.2^\circ \times 1.3^\circ$ , 文字の中心から中心まで $1.4^\circ$ ) を使用した。文字刺激は類似性を考慮し、4文字ずつ5つのグループに分類された。文字グループは、各ブロックでランダムに割り当てられた。各試行の課題画面では、5つの文字が水平に提示され、参加者は中央文字の同定を行った。条件として、高報酬、低報酬、統制の3つを設けた。3つの条件に基づいて、実験1ではターゲットの色 (赤・緑・青)、実験2ではディストラクタの色と報酬を連合した。実験3では、色がターゲットとディストラクタの弁別に寄与する可能性を考慮し、5つの文字すべて (ターゲットとディストラクタ) に色を付加した。さらに、実験4では文字の周囲に提示された長方形の枠の色 (マゼンダ、イエロー、シアン ; 等輝度) と報酬を連合した。正答試行に対して、高報酬条件では試行の75%で高報酬 (100円)、25%で低報酬 (10円) がフィードバック画面で提示された。低報酬条件ではこの割合を



反転させた。統制条件では、報酬情報を排除しアスタリスク(\*\*\*\*)が示された。不正解、タイムオーバーの試行では、“Incorrect”が提示された。参加者には、正答試行のみ報酬フィードバックが提示されること、色は課題に無関係であること、課題中に与えられる報酬は架空の報酬(ゲーム)であり、実際の謝礼は変動しないことを教示した。色と報酬の連合については明示しなかった。

**テストフェイズ(視覚探索課題)**：刺激は、数字8文字(視角 $1.3^{\circ} \times 1.6^{\circ}$ )を使用した。探索画面では、ターゲット(数字のシングルトン)を含む6つの数字(2~9のいずれか)が半径 $6^{\circ}$ の円環状に提示された。参加者は、ターゲットが奇数か偶数かを判断した。各試行では、学習フェイズの条件(高報酬・低報酬・統制)と対応した色を有した報酬ディストラクタが必ず1つ提示された。フィードバック画面では、すべての試行で正解または不正解のみを知らせた。参加者には、色は課題に無関係であることを教示した。

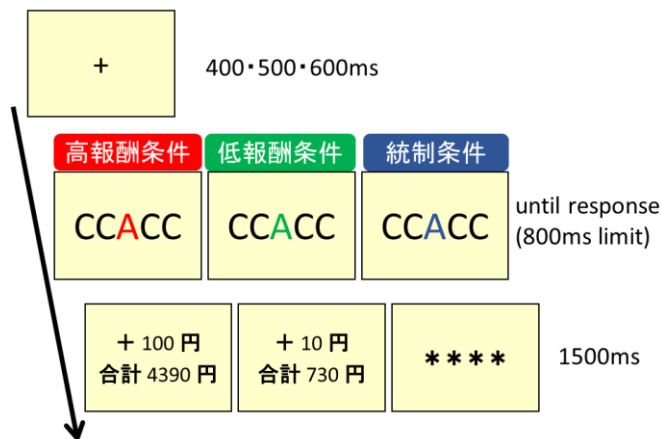


Figure 1. 1 試行の流れ(学習フェイズ)

## 結果

平均正答率 $\pm 2$ 標準偏差を下回った参加者10人(実験1:3名, 実験2:4名, 実験3:2名, 実験4:1名)のデータ, 平均 $\pm 3$ 標準偏差を外れた試行は分析から除外した。学習フェイズでは、先行研究と同様(e.g. Anderson et al., 2011), すべての実験において報酬条件における反応時間の差はみられなかった( $F(2, 44) = 0.73, p = .486, \eta_p^2 = .032; F(2, 38) = 0.75, p = .478, \eta_p^2 = .038; F(2, 42) = 1.73, p = .189, \eta_p^2 = .076; F(2, 32) = 1.74, p = .192, \eta_p^2 = .098$ )。

テストフェイズの試行は、学習フェイズの条件(高報酬・低報酬・統制)に基づいて分類し、反応時間について参加者内1要因分散分析を行った。その結果、すべての実験で条件の主効果が有意であった( $F(2, 44) = 6.26, p = .004, \eta_p^2 = .222; F(2, 38) = 5.01, p = .012, \eta_p^2 = .209; F(2, 42) = 6.06, p = .005, \eta_p^2 = .224; F(2, 32) = 4.53, p = .019, \eta_p^2 = .220$ ; Figure 2)。Ryan法による下位検定の結果、高報酬条件と低報酬条件( $p = .018; p = .023; p = .007; p = .020$ ), 高報酬条件と統制条件( $p = .001; p = .005; p = .003; p = .001$ )の間には、すべて

の実験において有意差がみられた。一方、低報酬条件と統制条件の間には、いずれの実験においても有意な差が認められなかった( $p = .339; p = .528; p = .721; p = .766$ )。誤回答率については、すべての実験で条件間に有意差は認められなかった( $F(2, 44) = 0.43, p = .652, \eta_p^2 = .020; F(2, 38) = 1.13, p = .333, \eta_p^2 = .056; F(2, 42) = 0.67, p = .518, \eta_p^2 = .031; F(2, 32) = 0.22, p = .805, \eta_p^2 = .014$ )。

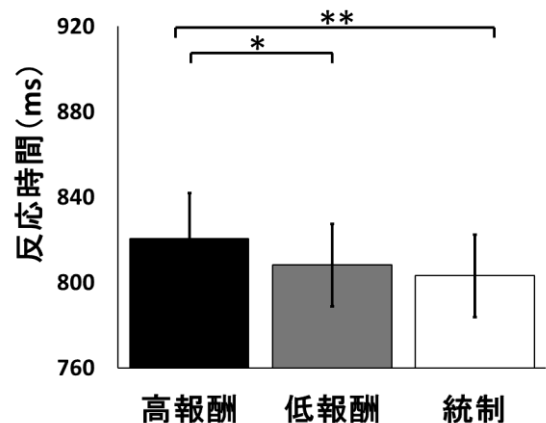


Figure 2. 視覚探索課題の反応時間(実験1, エラーバーは標準誤差)

## 考察

本研究では、課題遂行に寄与しない刺激特徴と報酬の連合が学習され、注意を捕捉するか否かを検討した。その結果、実験1と2では、ターゲット位置の検出に寄与しない刺激特徴(文字の色)と報酬が連合した場合に、高報酬条件で反応時間の遅延がみられた。実験3では、報酬と連合した刺激特徴である色が、ターゲットとディストラクタの弁別に寄与しない場合にも、同様の結果が示された。さらに、この現象は課題の対象ではない刺激(文字の周囲に提示された枠の色)と報酬が連合した場合にもみられた(実験4)。このことは、すべての実験において高報酬と連合したディストラクタが、低報酬や報酬と連合していないディストラクタに比べ、より注意を捕捉したことを示している。以上の結果から、刺激特徴と報酬の連合は課題を遂行するためのトップダウン処理とは無関係に学習され、注意に影響することが示唆された。

## 引用文献

- Anderson, B.A. (2013). A value-driven mechanism of attentional selection. *Journal of Vision*, *13*(3), 1-16
- Anderson, B. A., Laurent, P. A., & Yantis, S. (2011). Value driven attentional capture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *108*, 10367-10371. doi:10.1073/pnas.1104047108

# 報酬と情動の競合下における視覚処理

横山武昌

Srikanth Padmala

Luiz Pessoa

名古屋大学環境学研究科

Department of Psychology, University of Maryland

Department of Psychology, University of Maryland

Department of Psychology, University of Maryland

報酬と連合した視覚刺激はそうでない刺激と比べて注意を捕捉しやすい。また、課題非関連な情動刺激も観察者の注意をひきつけ、課題成績を低下させることがわかっている。視覚表象は限られた処理資源の中で生じるため、報酬と情動の情報と同時に処理された際、これらは競合することが予測される。しかし、報酬と情動はそれぞれ個別に研究されており、報酬と情動が視覚処理段階でどのように競合するかについては明らかになっていない。本研究では、視覚処理段階において、報酬と連合した視覚刺激の処理と嫌悪情動刺激の処理がどのように競合するか検討した。実験の結果、課題非関連な嫌悪刺激によって引き起こされる妨害効果は、報酬と連合した刺激の処理によって弱められることが示された。本研究では、視覚処理競合下において、報酬処理は嫌悪情動処理に勝ることを示唆する。

Keywords: 注意, 報酬, 情動, Dual competition model

## 問題・目的

報酬と連合した刺激や情動刺激は、中立刺激よりも優先的に処理される(e.g. Anderson et al., 2011)。知覚表象は限られた処理資源の中で生じるため、報酬と情動の視覚情報が同時に処理された際、これらは競合することが予測される。しかし、報酬と情動はそれぞれ個別に研究されており、これらが視覚処理段階でどのように競合されているかについては明らかになっていなかった。そこで本研究では、報酬刺激と嫌悪情動刺激の処理がどのように競合するかについて検討した。

これを成すため、報酬連合学習課題により報酬を操作し、Emotion induced blindness (EIB)により情動を操作した。EIBとは、情動刺激によって生じる妨害効果である(Most et al., 2005)。RSVP課題にて標的刺激の前に課題非関連な情動刺激を提示すると、情動刺激が観察者の注意を捕捉するため、時間的に近接する標的刺激の認識を低下させる。本研究では、まず報酬学習課題を行い、ある視覚刺激(例:家)と報酬を連合させる。その後、EIBを生じさせるようなRSVP課題を用いて、報酬学習時に報酬と連合した標的刺激がEIBの効果を弱めるか否かを検討した。

## 実験1

### 報酬連合課題

実験参加者 25名

デザイン 1要因2水準(高報酬 vs. 低報酬)

刺激と手順 ビルと家の画像を注視点から左右視角 $10.3^\circ$ 離れた位置に提示した。課題は、左右の画像(ビル又は家)のどちらかを選ぶ課題であった。報酬は選んだ画像のカテゴリーによって決定した。家カテゴリーが高報酬の際、参加者が家画像を選ぶと80%の確率で2.5セントを獲得し、ビル画像を選ぶと20%

の確率で2.5セントを獲得した。高報酬と低報酬の操作は参加者間でカウンターバランスを行った。

### RSVP 課題

デザイン 被験者内2要因: 2(情動: 嫌悪 vs. 中立) × 2(報酬: 高報酬 vs. 低報酬)

刺激と手順 刺激は、妨害刺激(嫌悪 or 中立)、標的刺激(高報酬 or 低報酬)、filler 刺激(家及びビル画像のscramble 画像)の3種類であり、妨害刺激と標的刺激は各1枚ずつ、filler 刺激は15枚用い、全17枚の刺激でRSVP課題を構成した(図1A)。各刺激の提示時間は83msであった。妨害刺激から標的刺激までのLagは2で固定した。課題は、標的刺激がビル、又は家かを答える課題であった。

### 結果と考察

報酬連合課題 t検定の結果、参加者は低報酬刺激よりも高報酬課題の方をより多く選択していた( $t_{24} = 5.726$ )。

RSVP 課題 2要因分散分析を実施した結果、情動の主効果が見られたが、報酬の主効果は認められなかった。また、交互作用が認められたため、t検定を行った結果、低報酬条件において嫌悪条件と中立条件の間に有意な差が認められたが( $t_{24} = 5.189$ , EIBあり)、高報酬条件において嫌悪条件と中立条件の間に有意な差が認められなかった( $t_{24} = 1.185$ , EIBなし)(図1B)。実験1より、標的刺激が高報酬と連合していた際、嫌悪情動刺激によって引き起こされるEIBが観察されなかった。従って、情動と報酬が同時に処理された際、報酬処理は情動処理を抑制し、知覚表象にのぼることがわかった。

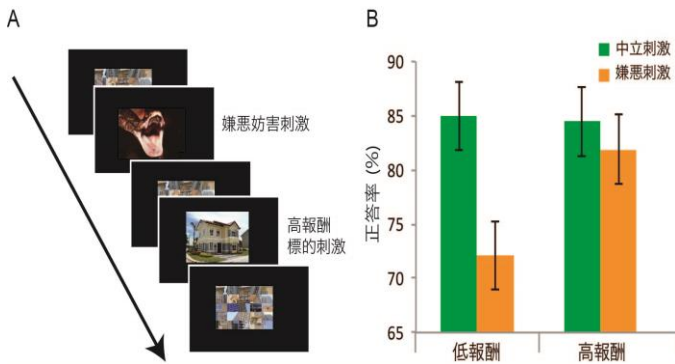


図1 実験1のRSVP課題と結果。(A)嫌悪妨害刺激と高報酬標的的刺激によって構成されるRSVP課題の一例。(B)実験1のRSVP課題の結果。低報酬条件では情動妨害刺激によって正答率が著しく低下しているが、高報酬条件ではその差が減少している。

実験1の報酬連合課題において、参加者はビルと家画像を「選択」していた。そのため、刺激と報酬の連合ではなく、選択により注意や記憶処理が高められ、RSVP課題にてEIBを消した可能性が考えられる。従って、実験2の報酬連合課題では報酬連合を課題非関連にし、「選択」の影響がない状態でも実験1のRSVP課題と同様の結果が得られるかを検討した。

## 実験2

以下の点を除いて実験1と同様であった。

### 報酬連合課題

**実験参加者** 24名

**刺激と手順** ビルと家画像のどちらか一枚が提示され、画像の中心に緑、又は黄色の注視点を提示した。課題は、注視点の色が緑又は黄色であるかを判断する課題であったが、報酬は注視点の背景に提示されるビルまたは家画像と連合していた。報酬は、課題に正答し、且つRTが600msを下回った時に獲得できるように操作した。

### 結果と考察

**報酬連合課題** t検定の結果、低報酬条件と高報酬条件の間にRTに有意な差が認められなかった( $t_{23} = 1.294$ )。

**RSVP課題** 2要因分散分析を実施した結果、情動の主効果が見られたが、報酬の主効果は認められなかった。また、交互作用が認められたため、t検定を行った結果、低報酬条件において嫌悪条件と中立条件の間に有意な差が認められたが( $t_{23} = 5.274$ , EIBあり)、高報酬条件において嫌悪条件と中立条件の間に有意な差が認められなかった( $t_{23} = 1.051$ , EIBなし)。実験1と同様の結果が得られたため、実験1の結果は選択によりEIBを消失させたのではなく、報酬により刺激の処理が高まったため、EIBを消失させたと考えられる。

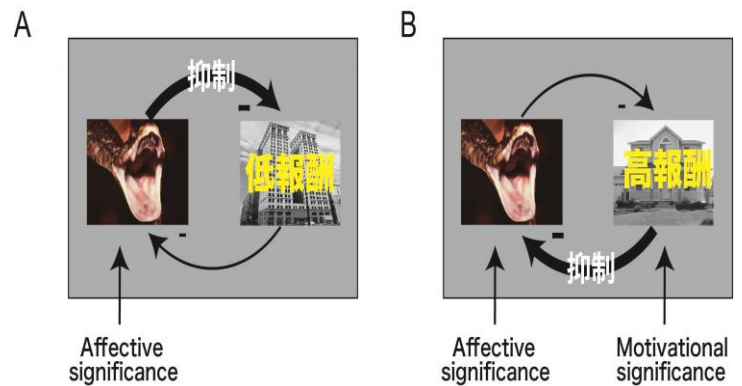


図2 情動処理と報酬処理の競合。(A)嫌悪刺激と低報酬刺激が競合した場合。嫌悪刺激は優先され、低報酬刺激を抑制する。(B)嫌悪刺激と高報酬刺激が競合した場合。高報酬刺激は優先的に処理されるため、嫌悪刺激を抑制する。

## 総合考察

本研究では報酬処理と情動処理が視覚処理過程でどのように競合するかについて検討した。2つの実験を通して、報酬刺激は嫌悪刺激によって引き起こされるEIBを消失させることがわかった。

嫌悪刺激を提示すると、中立刺激を提示するより、大きな視覚野の活動量が観察される。従って、視覚野内で嫌悪刺激は中立刺激よりも効率的に処理されると考えられる。また、嫌悪情動刺激によって引き起こされるEIBは、時空間的に近接した刺激の知覚表象を抑制する(図2A)。一方、報酬連合学習は、標的刺激のmotivational significanceを向上させ、視覚野内における報酬連合刺激の処理を促進させると考えられる。報酬連合学習により、視覚野内における報酬連合刺激処理が嫌悪刺激処理を抑制したため、報酬刺激の知覚表象が生じたと考えられる(図2B)。

また、本研究の結果は、Pessoaが提案するDual competition model (DCM)と一致している。Pessoa (2013)は、報酬刺激と情動刺激の両者は知覚競合に影響を与えることをDCMによって提唱している。本研究では、視覚処理競合下において、報酬処理は嫌悪情動処理に勝ることを示唆する。

## 引用文献

- Anderson BA, Laurent PA, Yantsi S (2011) Value-driven attentional capture. PNAS, 108, 10367-10371.
- Most SB, Chun MM, Widders DM, & Zald DH (2005) Attentional rubbernecking: cognitive control and personality in emotion-induced blindness. Psychonomic Bulletin & Reviews, 12, 654-661.
- Pessoa L (2013) The Cognitive-Emotional Brain: From Interactions to Integration. Cambridge: MIT Press.

# リーチング反応とボタン押し反応の時間特性の検討

光松秀倫

名古屋大学大学院情報科学研究科

空間的刺激反応適合性効果の説明仮説は大きく2つに分けられ、それらの仮説には、効果を認知系と運動制御系のどちらに帰するかの違いがある。後者の仮説からは、光刺激がリーチング反応を促進するという実験予測が導かれる。本実験では、画面中心に提示したターゲットに対するリーチング課題を右利きの被験者が行ったところ、反応潜時(latency)は右手が短く、運動時間(movement time)は左手が速いという結果が得られた。反応手はターゲットの色によって試行ごとに指定され、ターゲットの位置は左右の手から等距離で、かつ運動の軌跡も左右対称であった。この結果は、光刺激が利き腕によるリーチング運動の計画を促進することを示している。また、適合性研究において刺激に近い反応手の潜時が短縮する理由として、遠い反応手よりもリーチングに適しているからと説明することができる。

Keywords: reaching, key press, stimulus-response compatibility, latency, movement time

## 問題・目的

刺激が空間的に右側に提示された場合、右側のボタンを押す反応潜時は、左側の反応潜時よりも短い(空間的刺激反応適合性効果)。Simon (1969)は適合性効果を、刺激方向に反応する自然な傾向(運動制御系)を反映したものと解釈した。一方で、適合性を示す刺激次元・特徴の多様性が報告されるにつれ、運動制御系よりも認知系に帰する仮説が提唱されている(Proctor & Cho, 2006)。

これまでほとんどの空間的適合性研究は、ボタン押し反応を用いてきたが、ボタン押し反応は、刺激との空間関係が2つの点で間接的である。1つは、反応位置が刺激と異なる点であり、もう1つは、身体運動の方向が刺激方向でなく、地面の方向を向いている点である。対照的に、リーチング反応は刺激との空間関係が直接的である。

したがって、ボタン押し反応は「自然な反応(Simon, 1969)」ではなく、アフォーダンスの観点からもリーチングの方が自然である。間接的な反応データを直接的な(自然な傾向に基づいた)運動制御系に帰するためには、直接的な運動制御系の反応パターンを理解することが不可欠である。本研究では、左右反応の潜時の差が、利き手のバイアスに起因するかを調べるために、刺激を画面の中心に提示し、リーチング課題(実験1)とボタン押し課題(実験2)を行った。

実世界のリーチング課題では、身体正面のターゲットに利き手(右手)で反応するバイアスが存在する(Coelho, Przybyla, Yadav, & Sainburg, 2013)。もし、画面のタッチが実世界のリーチング制御過程を反映するならば、実験1では利き手のリーチング反応の潜時が短いと予想された。もしボタン押し反応にリーチングの

運動制御が関与するならば、実験2の反応潜時は、実験1と類似のデータが得られると予想された。

## 実験1

### 方法

刺激 画面の中心に赤、或いは青の円(直径1cm)を提示した。

課題 最初に被験者は、右手と左手の人差し指でそれぞれキーボードの"/"キーと"Z"キーを押さえるように教示された。2つのキーが押されたことを確認してから、画面の中心に注視点("+")を1秒間提示した。注視点が消えた後、赤、或いは青の円を提示した。被験者の課題は、円が提示されてからできるだけ速く右手か、左手の人差し指で円に触れることであった。どちらの手で触れるかは、円の色によって決められた。実験は2つのブロックから構成された(各40試行ずつ)。1つのブロックでは、赤い円に対して左手で反応し、青い円に対して右手で反応した。もう1つのブロックでは、円の色と左右の反応手の関係が逆であった。被験者は8名ですべて右利きであった。

## 結果と考察

### 反応潜時

刺激提示から"/"キー或いは"Z"キーを離すまでにかかった時間(反応潜時)を図1に示す。2(色) x 2(反応手)の分散分析の結果、交互作用と反応手の主効果が有意であった、 $F(1,7)=8.52, p<0.05, F(1,7)=16.32, p<0.01$ 。また、赤い円に対しては右反応が、青い円に対しては左反応が速かった、 $t(7)=3.05, p<0.05, t(7)=2.62, p<0.05$ 。

### リーチング運動時間

キーを離してから、画面に触れるまでのリーチング運動時間を図2に示す。2(色) x 2(反応手)の分散分析の結果、反応手の主効果が有意傾向であった、 $F(1,7)=4.07, p=0.08$ 。

### 接触点のずれ

指の接触点と円の中心とのずれは、水平、垂直方向とも右手反応の方が小さかった。

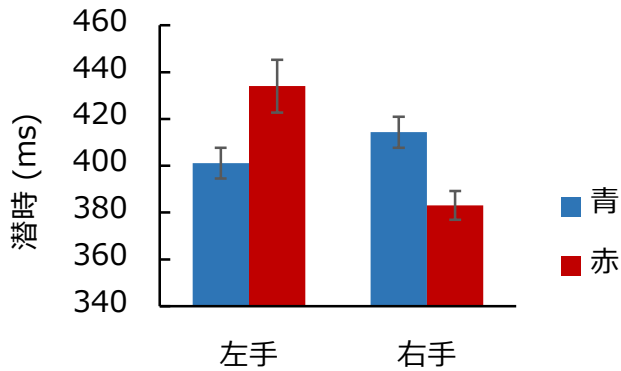


図1. リーチングの反応潜時

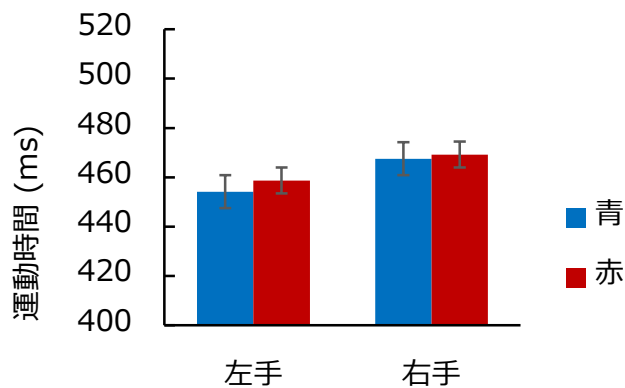


図2. リーチングの運動時間

実験1の結果は、右手反応の潜時が左手より短いことを示しており、これは実世界のリーチングの利き手バイアスを反映していると考えられた。また、右手と赤、左手と青の組合せで潜時が短縮したことは、Proctor & Cho (2006) の顕著性仮説で説明可能と考えられた。すなわち、水平次元で顕著性の高い右の特徴は、色次元で顕著性が高い赤の特徴と結び付いたと考えられた。

## 実験2

### 方法

刺激 実験1と同じ。  
 手続き 注視点が消えた後、赤、或いは青の円を提示した。被験者の課題は、円が提示されてからできるだけ速く"Z"キー(左手)か、"/"キー(右手)を押すことであった。どちらのキーを押すかは、円の色によって決められた。実験は2つのブロックから構成された(各40試行ずつ)。1つのブロックでは、赤い円に対して左手で反応し、青い円に対して右手で反応した。もう1つのブロックでは、円の色と左右の反応手

の関係が逆であった。被験者は8人ですべて右利きであった。

### 結果と考察

反応潜時の結果を図3に示す。2(色) x 2(反応手)の分散分析の結果、交互作用と反応手の主効果が有意であった、 $F(1,7)=22.87$ ,  $p<0.01$ ,  $F(1,7)=8.21$ ,  $p<0.05$ 。また、赤い円に対しては右反応が、青い円に対しては左反応が速かった、 $t(7)=4.87$ ,  $p<0.01$ ,  $t(7)=3.96$ ,  $p<0.01$ 。

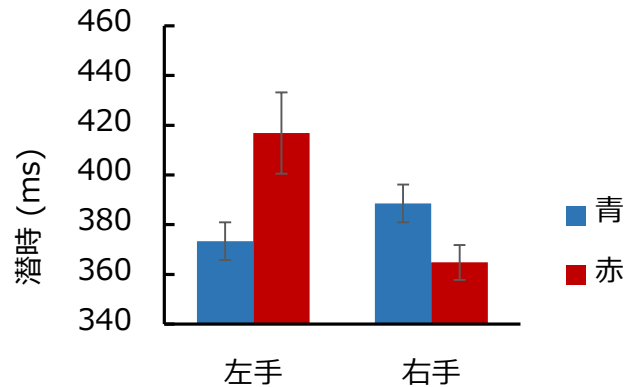


図3. ボタン押しの反応潜時

実験2では、実験1と同じ結果が得られた。正面の刺激に対して右手のボタン押しが速いのは、ボタン押し反応にリーチングの運動制御過程が関わったと解釈された。

### 総合考察

本研究では、ボタン押しの反応潜時のパターンが、リーチング反応に類似することを示した。ボタン押しの適合性効果とリーチングの運動制御系との関わりが示唆された。

### 引用文献

- Coelho, C. J., Przybyla, A., Yadav, V., & Sainburg, R. L. (2013). Hemispheric differences in the control of limb dynamics: a link between arm performance asymmetries and arm selection patterns. *Journal of Neurophysiology*, 109(3), 825-838.
- Proctor, R. W., & Cho, Y. S. (2006). Polarity correspondence: A general principle for performance of speeded binary classification tasks. *Psychological bulletin*, 132(3), 416-442.
- Simon, J. R. (1969). Reactions toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 174-176.

# 二兎を追うものは一兎をも得ず： 視覚的作動記憶における逆向的注意の容量制限

武野全恵  
上野泰治  
北神慎司

岐阜女子大学家政学部

名古屋大学大学院環境学研究科

名古屋大学大学院環境学研究科

符号化後、つまり保持中に1つの記憶項目に注意を配分すると(逆向的注意の配分)、注意配分の指定を行わない時(統制条件)と比べて注意を向けた項目の記憶成績は上昇する一方、2項目以上に注意を分散すると成績が上昇しないことが知られていた。しかし、この研究(Makovski & Jiang, 2007)では、注意項目のみを検査している、新旧二択の再認法を用いていることから、2項目以上に逆向的注意を配分すると、その効果が検出されにくい可能性があった。そこで本研究では、注意を向けない項目も注意項目と同確率で検査した。また、検査時にプローブ再生法を用いて四択の中から回答を行うよう課題を洗練させ、先行研究より注意の効果の検出力が高い課題を見出した。その上で2項目に注意を配分し、逆向的注意の容量制限について検討した。結果、2項目時には注意の効果が消失し、逆向的注意には厳しい容量制限があることがより確かに実証された。

Keywords: attention, object, visual working memory, internal attention

## 問題・目的

符号化後、つまり視覚的作動記憶内で保持中に、注意配分をする1項目を指定すると、注意配分の指定をしなかった統制条件より注意を向けた項目の記憶成績が高くなることが実証されている(e.g. Griffin & Nobre, 2003; Lepsien, Griffin, Devlin, & Nobre, 2005; Makovski & Jiang, 2007)。記憶項目が画面から消失した後に特定項目に注意を注ぐため、以下、この手続きを逆向的注意と呼ぶ。Makovski & Jiang (2007)は更に、この逆向的注意による正解率上昇は、注意項目数が1項目の時に限られ、2項目以上に分散すると消失することを実証した。しかし、彼らの4つの実験結果を我々がメタ分析すると(ランダム効果モデル)、逆向的注意を1項目に注ぐ条件ですら、その単一注意項目の正解率は統制条件(平均的に注意を分散された4項目の正解率)と大きく異ならなかった(平均値の差 = 4.80%, 95%CI [2.92% 6.69%])。したがって、この弱い効果を2項目に分散した場合、統制条件との差が存在しないのか(Makovski & Jiang, 2007の解釈)、あるいは統計的に検出できなかっただけなのか(他の解釈可能性)が不明であった。一つの理由としては、新旧二択の再認判断というチャンスレベルの高いテスト方法の使用が指摘される。また、注意するように指定された項目は100%の確率でテストされるなど、特定のストラテジーが採られた可能性も指摘される。そこで本研究では、予備実験で手続きを洗練させ、単一注意項目への逆向的注意の効果が、先行研究より強く検出される手続きを見出すことを試みた。その後、本実験ではその検出力が高い手続きを用いて、2項目に逆向的注意の配分を行うと、注意項目の記憶成績が統制条件と比べて上昇するかどうかを検討した。

## 方法

予備実験では、8色と8形から無作為に選ばれた4色・4形から成る4つの物体(色と形の組み合わせ)を記憶する課題を用いた。注意配分を行う項目の指定タイミングを被験者間要因(各条件の $N = 20$ )として操作した(Figure1参照)。符号化前条件では、最も注意を注ぐべき項目が呈示される位置を示す空間手がかりが呈示され、その後4つの記憶項目が呈示された。符号化後条件では、記憶項目呈示・消失後、つまり保持段階中に4つの空間位置のいずれか1つを示す手がかりが呈示された。この予備実験で、単一項目に注意を向けた場合には、符号化後条件でも十分な正解率上昇が見られることを確認した。本実験では、符号化後条件に絞り、注意を配分する項目の数(0, 1,あるいは2)を、被験者内要因として操作した( $N = 20$ )。テスト段階では、Figure1.に示すような色のしみ・あるいは無色の形がプローブとして呈示され、物体(統合情報)の記憶が検査された。つまり、刺激が色のシミであった場合、その色とペアになっていた物体の形を口頭回答させた(例、黄→丸)。一方、刺激が無色の形であった場合、その形とペアになっていた物体の色を口頭回答させた(例、丸→黄)。4つの物体のどの色・形が検査されるかは、完全にランダムであり(25%)、特定のストラテジーが採られる可能性をコントロールした。また、このテスト手続きによって、勘による正答(新・旧二択判断)の可能性を減じた。

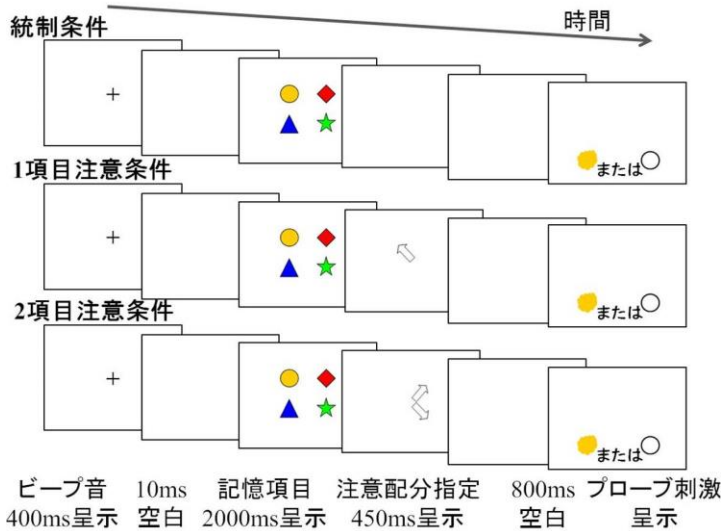


Figure 1. Time course of trials in main experiment.

## 結果

予備実験の正解率を、特定項目への注意配分のない手続き(統制条件)を用いた実験の正解率(Ueno et al., 2011)と比較した。他の手続きは同一であった。結果、符号化後、つまり保持中に単一項目に逆方向的注意を向けると、統制条件と比較して10%以上の正解率上昇が確認された(Mean difference = 12.8%, pooled SD = 14.3%,  $p = .004$ , Cohen's  $d = 0.89$ )。この効果量は、Makovski & Jiang (2007)の逆方向的注意の効果量(Cohen's  $d = 0.51$ , 95%CI [0.429 0.597])よりも大きく、実験尺度の感度の高さ、及び注意の効果量の高さが確認された。

この逆方向的注意の手続きを用い、1項目に注意した場合と2項目に分散して注意した場合の注意項目の正解率を、統制条件(特定の項目への注意配分無し)の正解率と比較した(本実験, Figure 2)。1要因3水準被験者内分散分析にて有意な主効果を確認した後( $F(2, 38) = 9.631$ ,  $p < .001$ , 偏イータ二乗 = 0.336), Holm法を用いて多重比較を行った。特定の項目への注意指定が無かった統制条件と比べて、注意配分1項目有り条件の注意項目の正答率は有意に高く、予備実験が追試された( $t(19) = 4.216$ ,  $p < .001$ ,  $d = 0.83$ )。一方で、注意を2項目に配分すると、その2項目の正解率は、統制条件の4項目の正解率との間には有意な差が認められなかった( $t(19) = 0.653$ ,  $n.s.$ )。

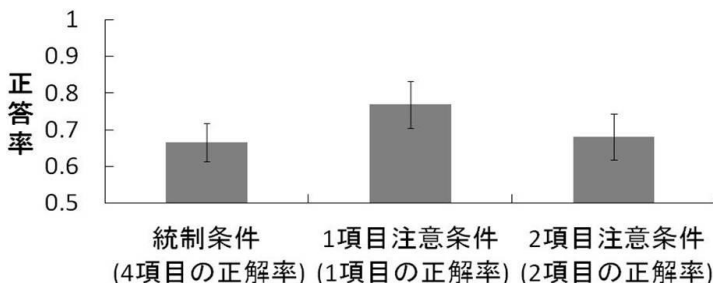


Figure 2. Accuracy &amp; 95% confidence interval in main experiment.

## 考察

本研究ではまず、項目消失後に単一項目への注意配分を行った際、Makovski & Jiang (2007)より強力に逆方向的注意の効果が表れる課題を予備実験で見出した。その単一項目への注意の効果量の強さは実験2でも追試され、メタ分析(Cohen's  $d = 0.897$ , 95%CI = [0.691 1.103])でも先行研究との違いが確認された。つまり、この手法を用いれば、尺度の非感受性・検出力不足といった問題から逃れることができる。このような強力な効果を示す手法にも関わらず、その注意を2項目以上に配分すると、その注意2項目の正解率は統制条件(特定の項目に注意配分をしなかった条件の4項目の正解率)と同レベルにまで落ち込んだ。したがって、検出力不足・尺度の感度不足といったもう一つの解釈可能性ではなく、確かに逆方向的注意には厳しい容量制限があることが本研究によって実証された。また、興味深いことは、この厳しい容量制限をもった保持中の注意を2項目に分散した場合、その結果は量的な正解率変化(減少)ではなく、全か無かという質的な変化であった。つまり、注意指定された2項目のうち、1項目だけでも注意の効果を受けられる、といったことは見出されず、2項目とも、注意指定の無かった条件と同レベルにまで正解率が落ち込む、という結果となった。現在は、なぜこのような現象が起きるのかについて、口頭再生のエラー分析により検討している。

## 結論

視覚的作動記憶内に保持中に、特定の1項目に注意を向けると、その注意項目の正解率は統制条件(特定の項目に注意を向けない条件)の正解率より上がるものの、特定の2項目に向けるとそのアドバンテージが消失することが明らかとなった。

## 参考文献

- Griffin, I. C., & Nobre, A. C. (2003). Orienting attention to locations in internal representations. *J Cogn Neurosci*, 15(8), 1176-1194.
- Lepsien, J., Griffin, I. C., Devlin, J. T., & Nobre, A. C. (2005). Directing spatial attention in mental representations: Interactions between attentional orienting and working-memory load. *Neuroimage*, 26(3), 733-743.
- Makovski, T., & Jiang, Y. (2007). Distributing versus focusing attention in visual short-term memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(6), 1072-1078.
- Ueno, T., Mate, J., Allen, R. J., Hitch, G. J., & Baddeley, A. D. (2011). What goes through the gate? Exploring interference with visual feature binding. *Neuropsychologia*, 49(6), 1597-1604.

# 視覚探索とワーキングメモリ負荷との関連:ERP による検討

川島朋也

神戸大学大学院国際文化学研究科

松本絵理子

神戸大学大学院国際文化学研究科

ワーキングメモリに保持された内容と注意の誘導について、ワーキングメモリに刺激を保持しなから視覚探索課題を遂行することを求める二重課題を用いて検討されてきている。この課題では、保持した刺激と標的刺激が一致すると探索が速くなり、妨害刺激と一致すると探索が遅延するという注意捕捉が示されてきた。近年、実験参加者にあらかじめ保持した刺激と標的刺激の関係性を教示すると注意捕捉効果に変化することが示され、ワーキングメモリによる注意の誘導はある程度制御されることが示唆されている。本研究では、ワーキングメモリ負荷が注意誘導の制御にどのような影響を与えているかを検討するため、ワーキングメモリの内容と標的刺激が一致する確率(0%, 50%, 100%)を教示し、課題遂行中のCDA (contralateral delay activity: ワーキングメモリ負荷の指標)を計測した。その結果、CDAは確率の教示によって変化しなかったが、100%条件においてCDAが小さいほど標的刺激を速く検出できるという相関が認められた。この結果は、刺激の保持をワーキングメモリに依存しない個人ほど視覚探索課題を速く遂行できることを示唆する。

Keywords: attention, visual search, working memory, contralateral delay activity.

## 問題・目的

視覚探索課題において、ワーキングメモリに保持された色と標的刺激の色が一致する(一致試行)と検出が促進し、妨害刺激と一致する(不一致試行)と解放が遅延するという記憶駆動型の注意捕捉が報告されている(Soto et al., 2008)。このとき、実験参加者にあらかじめ一致試行の確率を教示すると注意捕捉効果に変化することから、注意捕捉はある程度制御されうると指摘されている(Carlisle & Woodman, 2011)。それでは、この確率の教示による注意捕捉の制御はどのように実現されているのだろうか。

川島・松本(2014)は一致試行の確率を20%, 50%, 80%の3段階で操作し、ワーキングメモリに刺激を保持する負荷の指標となるCDA (contralateral delay activity; Vogel & Machizawa, 2004)が教示した確率によってどのように変化するかを検討した。CDAは注視点の両側に刺激を呈示し、片方の刺激のみを保持させたときに遅延期間で認められる対側半球での持続的な陰性電位である。実験の結果、CDAは50%条件のみで認められた。しかし、この実験には以下に示す複数の問題がある。(1) 記憶刺激が1つであるためワーキングメモリの負荷が低かった可能性がある。(2) 記憶させる刺激と反対側に呈示される色も課題関連色だったため、視覚探索課題の遂行に影響を及ぼした可能性がある。(3) 標的刺激の検出時間が確率の教示によって変化しなかったため、保持した刺激を利用する実験参加者の動機づけが低かった可能性がある。

本研究は上記の問題点を解決することで、一致試行の確率を教示することがワーキングメモリの負荷に及ぼす影響を検討する。第一に、記憶させる個数を2つに増やし負荷を高めた。第二に、記憶刺激と反対側に呈示される刺激を課題非関連色にすることで行動への影響を減らした。第三に、セットサイズを4から6に増やし、かつ確率を0%, 50%, 100%の3段階にすることで、保持した刺激を視覚探索課題に利用する実験参加者の

動機づけを高めた。また、対照条件として記憶課題のみの条件を設け、CDA成分の比較に用いた。

## 方法

**実験参加者** 15名が実験に参加した(女性11名, 男性4名, 平均年齢23.5歳)。

### 記憶課題

**刺激** 刺激は全て灰色背景上に呈示された。記憶項目ならびに探索項目にred, green, blue, yellow, magenta, white, black, siennaの8色を、記憶項目と注視点をはさんで反対側に呈示される非記憶項目にzinnia, lime, navy, orpiment, pink, iron, violet, wineの8色を用いた。注視点は $0.3^\circ \times 0.3^\circ$ の黒色十字だった。矢印手がかりの長さは $1^\circ$ であり、注視点の $1^\circ$ 上に呈示された。記憶項目と非記憶項目は $0.65^\circ \times 1.15^\circ$ の長方形で、傾きは0, 45, 90, 135度であり、注視点から $3^\circ$ 離れた $4^\circ \times 7.3^\circ$ の長方形の内部に2つずつ呈示された。

**手続き** 注視点と矢印手がかりが600 ms呈示されたのち、記憶項目と非記憶項目が100 ms呈示された。900 msの遅延後に記憶課題が4000 ms呈示された。実験参加者は呈示された刺激が記憶項目と同一か否かをキー押しで報告することが求められた。左側が記憶項目である試行がと右側が記憶項目である試行がそれぞれ64試行あり、ブロック化され、実験参加者の間でカウンターバランスを取った順序で実施された(計128試行)。記憶項目の左右で8試行ずつの練習後に実施された(Figure 1A)。

### 記憶課題と視覚探索課題の二重課題

**刺激** 記憶課題で使用された刺激に加え、以下の刺激が用いられた。探索項目は6つのギャップ図形( $0.9^\circ \times 0.9^\circ$ )で、ギャップの大きさは $0.36^\circ$ 、線の太さは $0.18^\circ$ であり、架空の六角形の頂点にあたる



注視点から7.16°離れた位置に呈示された。標的刺激は上下いずれかにギャップがあり、妨害刺激は左右いずれかにギャップがあった。

それぞれの課題後にフィードバックが画面上に500 ms呈示された。試行間間隔は600 ms, 850 ms, 1100 msのいずれかがランダムに与えられた。

**デザイン** 一貫性として一致・中立・不一致の3条件が設けられた。一致試行では記憶項目の色と標的刺激の色が同じで、中立試行では記憶項目の色と同色の探索項目は出現せず、不一致試行では記憶項目の色と妨害刺激の色が同じだった。確率として0%・50%・100%の3条件が設けられた。3条件全てにおいて全試行の50%は中立試行だった。0%条件では全試行の50%は不一致試行だった。50%条件では全試行の25%は一致試行であり、25%は不一致試行だった。100%条件では全試行の50%は一致試行だった。

**手続き** 以下の点を除き記憶課題と同一だった。900 msの遅延後、62.5%の割合で視覚探索課題が4000 msの間呈示され、37.5%の割合で記憶課題が4000 msの間呈示された。実験参加者は視覚探索課題では標的刺激を探索し、ギャップ位置をキー押しで報告することが求められた。ブロック化した確率の3条件の実施順序および記憶項目の左右は実験参加者の間でカウンターバランスを取った。実験参加者は課題の前に口頭で確率の説明を受けた。各条件は128試行で、10回の練習試行後に実施された (Figure 1B)。

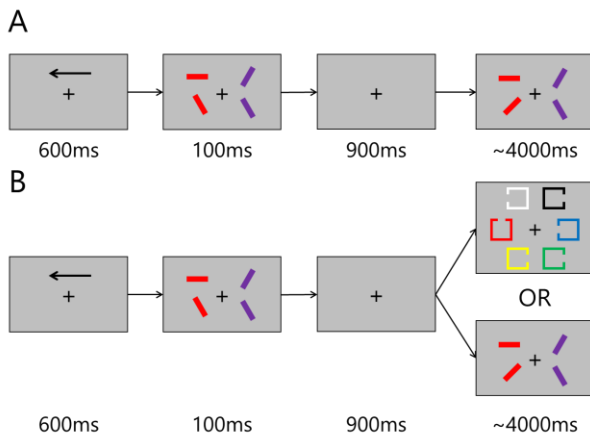


Figure 1. Examples of stimulus displays and procedure for memory task (A) and dual task (B).

**記録と分析** 脳波は国際10-20法に基づく頭皮上と両耳朶の21箇所からサンプリング周波数500 Hzで導出した。バンドパスフィルタは0.1-40 Hzで行った。記憶課題での誤答試行は分析から除外した。記憶項目の呈示前200 msから呈示後1200 msの区間の脳波を加算平均して算出した。刺激呈示前200 ms間の平均電位に基づいてベースライン補正を行った。CDAの分析には後頭・頭頂・側頭の電極位置であるO1, O2, T5, T6, P3, P4を使用した。記憶項目の呈示後300 msから900 msを分析の対象とした。

## 結果

3名をノイズ過多のため分析から除外した。

**行動データ** 記憶課題の平均誤答率は10.4%だった。二重課題における記憶課題の誤答率に条件間の差はなかった ( $F(2,22) = 1.89, p = .175$ ; 0%条件: 10.8%; 50%条件: 12.8%; 100%条件: 10.1%)。二重課題における視覚探索課題での誤答率について、0%条件の誤答率は50%および100%条件よりも高かった ( $ps < .05$ )。平均反応時間について、一致試行と中立試行の反応時間の差 (ベネフィット) を算出し、50%条件と100%条件を比較した結果、100%条件のベネフィットの方が有意に大きかった ( $t(11) = 3.30, p = .007$ )。さらに、中立試行と不一致試行の反応時間の差 (コスト) を算出し、0%条件と50%条件を比較した結果、両条件のコストに差はなかった ( $t(11) = -0.51, p = .620$ )。

**脳波データ** 記憶課題において、電極ペア (O1/2, T5/6, P3/4) × 側性 (同側, 対側) の2要因分散分析を行った結果、側性の主効果のみが有意だった ( $F(1, 11) = 34.30, p < .001, \eta_p^2 = .76$ )。この結果は本研究の記憶課題はCDAを誘発することを示している。

二重課題において、条件 (0%, 50%, 100%) × 電極ペア × 側性の3要因分散分析を行った結果、側性の主効果が有意であった ( $F(2, 22) = 4.38, p = .032, \eta_p^2 = .29$ ) が、条件と側性の交互作用は有意ではなかった ( $F(2, 22) = 0.44, p = .626$ )。また確率条件ごとに記憶課題のCDAと比較したところ、すべての確率条件でCDAの差は認められなかった ( $ps > .83$ )。これらの結果はすべての条件でCDAが認められたが、条件間の差および記憶課題との差はなかったことを示す。

100%条件で視覚探索が速くなった背景を検討するため、100%条件のCDAとベネフィットの相関分析を行った。その結果、CDAが小さいほどベネフィットは大きかった ( $r = -.67, p = .016$ )。

## 結論

100%条件のCDAとベネフィットの間に有意な相関が認められた。この結果は刺激の保持をワーキングメモリに依存しない個人ほど視覚探索を速く遂行できることを示唆する。今後はワーキングメモリ容量の個人差との関連を検討する必要がある。

## 引用文献

- Carlisle, N.B., & Woodman, G.F. (2011). Automatic and strategic effects in the guidance of attention by working memory representations. *Acta Psychologica*, *137*, 217–225.
- 川島朋也・松本絵理子 (2014). ワーキングメモリと選択的注意との関連: ERPによる検討. 第33回日本基礎心理学会大会, 首都大学東京.
- Soto, D., Hodsoll, J., Rotshtein, P., & Humphreys, G.W. (2008). Automatic guidance of attention from working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *12*, 342–348.
- Vogel, E.K., & Machizawa, M.G. (2004). Neural activity predicts individual differences in visual working memory capacity. *Nature*, *428*, 748–751.

# 不快画像における人物の有無が

## 事象関連電位に及ぼす影響とその性差に関する研究

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

独立行政法人産業技術総合研究所ヒューマンライフテクノロジー研究部門

筑波大学大学院

情動画像(快画像 / 中性画像 / 不快画像)観察時の EEG を計測し、情動刺激への注意を反映する事象関連電位の一つである late positive potential (LPP)の男女差を検討した。分析の結果、女性の実験参加者では、人物が写っていない不快画像よりも、人物が写っている不快画像に対して LPP (600 - 900ms) 振幅の増大が認められた。一方、男性の実験参加者ではこの傾向が逆転していた。不快画像の評定結果は、男女の実験参加者ともに、人物が写っていない画像の方が写っている画像に比べてより不快であると評定していたことから、男性の実験参加者では画像への感情価がそのまま LPP 振幅に反映されていると言える。これに対して、女性の実験参加者では、人物が写っている画像で振幅の増大がみられたことから、人物に対する潜在的な感情反応が LPP に反映されている可能性が示唆された。今回示された女性に特異的な反応は、女性が男性に比べて共感性が強いという従来の知見と一致するものである。

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

### 問題・目的

Singer et al. (2004) は、共感とは他者が感じていることを理解する能力であるとしている。この共感という能力について検証するため、感情状態が反映されている人物が写っている画像を用いた研究が行われてきた。Groen et al. (2013) は共感性の性差について、感情と関連した事象関連電位の一つである late positive potential (LPP) の振幅を指標として検討した。用いられた画像は感情価(快 / 中性 / 不快) × 人物の有無によって分類されており、人物が写っている不快画像において女性の LPP 振幅の増大が認められた。この結果は、女性のほうが感情的影響を受けやすく、画像内の人物に対して敏感に反応するというを示しており、共感性が強い傾向にあると言い換えることができるだろう。ただし、この研究では人物の写っている不快画像において人体欠損画像といったような極めて強い衝撃を与えるようなものが含まれていた。人体欠損画像のような覚醒度の高い画像も LPP の振幅に影響を与えるため(Weinberg & Hajcak, 2010)、女性における LPP が上記のような結果を示したのも、不快であることや人物が写っていることによる効果ではなく、覚醒度が高いことによる効果に影響を受けていた可能性もある。Groen et al. (2013) と同様に、LPP 振幅と不快画像における人物の有無との関係を検討した他の研究(e.g., Althaus et al., 2014)においても、人物が写っていない不快画像と比べて人物が写っている不快画像は主観的に、より不快かつ高覚醒であった。このため、女性における LPP 振幅の増大は強い不快感情や高い覚醒度に起因していた可能性があり、人物への共感性の性差が LPP に反映されていたとする決定的証拠は示されていない。

そこで本研究では、使用する画像セットから強い衝撃を与える人体欠損画像などを除き、画像観察時の

LPP (600 - 900ms) について検討した。また、今回は画像の内容の理解が LPP に及ぼす影響を検討するため、画像に対する処理の深さに違いがあると考えられる2種類の課題(物体検出課題: 画像内容の理解が必要, 傾き検出課題: 画像内容の理解は不要)を設定した。

### 方法

**実験参加者** 18-35 歳の 34 名(女性 16 名)が参加した。

**刺激** 感情を喚起させる画像セットとして IAPS 画像 384 枚とターゲット画像 96 枚を用いた。IAPS 画像は感情価(快 / 中性 / 不快) × 人物の有無(人物有 / 人物無)の 6 カテゴリに分類した。また、快画像および不快画像における覚醒度は人物の有無にかかわらず統一された。ターゲット画像は課題(物体検出課題 / 傾き検出課題) × 人物の有無(人物有 / 人物無)の 4 カテゴリに分類した。

**手続き** 注視点が提示されたのちに灰色の背景の中央に画像が提示され、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。物体検出課題では電車が写っている画像、傾き検出課題では反時計回りに 5°傾いている画像がターゲットであった。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。

### 結果と考察

LPP の振幅について、性別 (2) × 感情価 (3) × 人物の有無 (2) × 課題 (2) の分散分析を行った(Fig.1)ところ、性別 × 感情価 × 人物の有無の交互作用が認められた( $p < .05$ )。この交互作用は、男性では人物がいるときに

比べて人物のいない不快画像でLPP振幅の増大がみられた一方で、女性では人物のいないときに比べて人物のいる不快画像でLPP振幅の増大がみられたことを示している( $ps < .05$ )。また、画像の評定値においては、男女ともに人物がいる場合に比べて人物のいない不快画像をより不快であると評定していた( $p < .001$ )。

男性ではLPP振幅と主観評価が一致しているが女性ではLPP振幅と主観評価が乖離しているという結果が示された。その理由として、女性は共感的感情を抱くうえで深い認知処理を必要としない一方で、男性は共感する対象への文脈理解が必要であり(Ickes et al., 2000), LPP振幅にはこの共感的処理の性差が現れたものと考えられる。すなわち、女性のLPP振幅には自動的な処理に基づく共感性が反映されていたものと解釈できる。これに対して、主観的な感情価は男女ともに刺激の文脈をよく理解した上で評定を行うため、性差が現れなかったものと考えられる。

課題別の違いをみると、男女とも傾き検出課題に比べて物体検出課題ではLPP振幅の増大が認められた( $p < .01$ )が、性別と課題の交互作用はみられなかった。このことは、本研究の物体検出課題で必要とされる文脈処理では、男性の人物に対する共感性を十分に引き出すことができなかつたことを示唆している。

## 引用文献

- Althaus, M., Groen, Y., van der Schaft, L., Minderaa, R. B., Tucha, O., Mulder, L. J. M., & Wijers, A. A. (2014). Sex differences in orienting to pictures with and without humans: Evidence from the cardiac evoked response (ECR) and the cortical long latency parietal positivity (LPP). *PLoS ONE*, **9** (10), e108224.
- 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., Grahame, T., & Corp, C. P. (2000). Gender differences in empathic accuracy: Differential ability or differential motivation? *Personal Relationships*, **7**, 95–109.
- Singer, T., Seymour, B., O’Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, **303**(FEBRUARY), 1157–1162.
- 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.

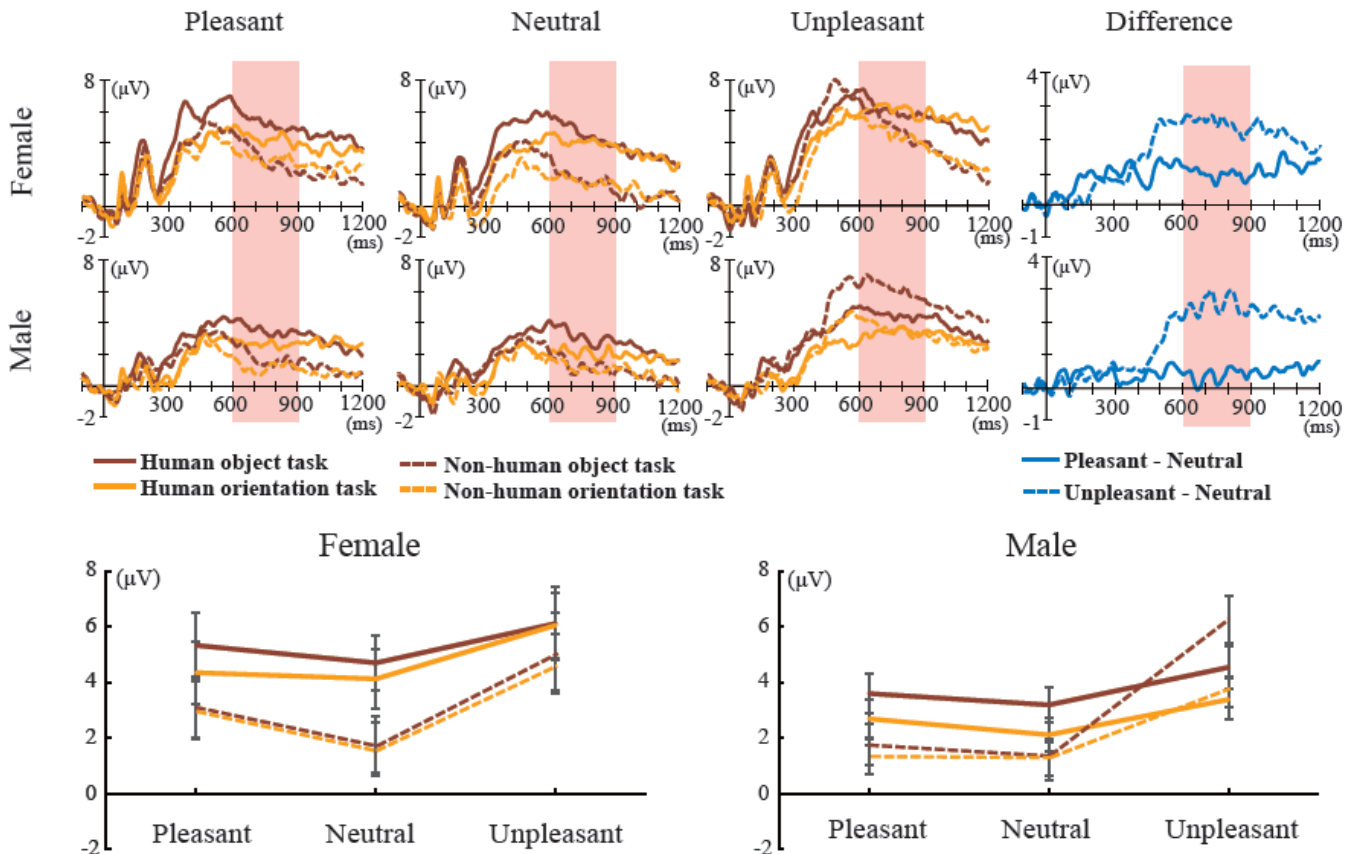


Fig.1 課題遂行中の波形および各条件における LPP(600 - 900ms)の電位

# 感情喚起刺激による注意バイアスの生起

増田奈央子

久留米大学大学院心理学研究科

本研究では、感情価(快・不快)と覚醒度(感情の強さ)、及び、刺激の新奇性が注意バイアスに及ぼす影響を検討することを目的とした。注意バイアスとはある刺激に選択的に注意が向いてしまい、その刺激から注意をそらせなくなってしまう現象を本研究では指している。画像は感情喚起刺激として感情価(快・不快)と覚醒度(高・低)の4条件を各16枚、中性刺激64枚を使用した。注意バイアスを測定する課題としてドット・プローブ課題を用いた。その結果、新奇性条件(同じ刺激を3回呈示したうちの1回目)のとき、低覚醒・快刺激以外には注意バイアスが生じた。親近性条件(同じ刺激を3回呈示したうちの2・3回目)のとき、高覚醒・不快刺激のみ注意バイアスが生じた。このことから高覚醒・不快刺激は注意が惹きつけられやすく、新奇性が維持されることが考えられる。また低覚醒・快刺激は注意が惹きつけられにくいことが考えられる。

Keywords: emotion, attention bias, valence, arousal, dot-probe task.

## 問題・目的

注意バイアスとはその刺激に選択的に注意が向いてしまい、その刺激から注意をそらすことが困難であることをいう。この注意バイアスには、注意の定位段階で生じるバイアスと注意の解放段階で生じるバイアスに区別することが可能であることが考えられている(守谷・丹野, 2007)。ドット・プローブ課題は、特定の刺激に注意を向ける段階である注意の定位段階におけるバイアスの検出が可能とされている。ドット・プローブ課題とは、感情価をもつ刺激と中性刺激を同時に対呈示し、そのあと刺激があったどちらかの場所にドットを呈示する。実験参加者にはこのドットの反応を求め、その反応時間からどちらの刺激に注意が向いていたかを測定する。

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注意バイアスが生じることが示されている(Eastwood, Smilek, & Merikle, 2001)。特に、不快刺激を見ると注意が向きやすいことが考えられている(Pratto & John, 1991)。また、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も示されている(Sussman, Heller, Miller, & Mohanty)。

また刺激の呈示時間が200ms以降では、新奇性の強い刺激でも親近性の強い刺激でも処理時間は同じである(Christie, & Klein, 1995)ことや、同じ刺激を呈示する間に他の刺激を介在させたとき呈示される刺激の新奇性は維持されやすい(北村, 2006)ことが示されている。

そこで本研究では以下の2点を検討することを目的とした。ひとつめは、感情価(快・不快)と覚醒度(感情の強さ)が注意バイアスに及ぼす影響を検討することである。ふたつめは、刺激の新奇性が注意バイアスに及ぼす影響を検討することである。今回の実験では刺激を500ms間呈示し、且つ同じ刺激を呈示する間にはほかの刺激を介在させるため先行研究同様新奇性は維持されると考えられる。実験では、感情を喚起させる刺激と中性刺激を同時に左右に呈示したあと、ドット・

プローブ課題を行った。刺激の種類の違いや呈示回数によって注意の向きやすさが異なるかを検討した。

## 方法

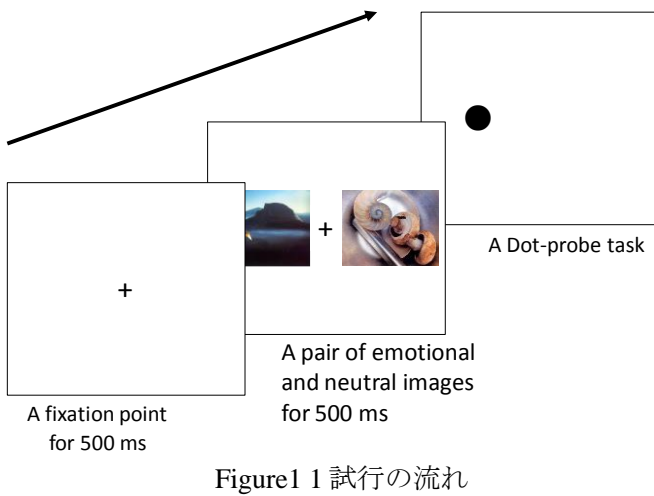
実験参加者：大学生及び大学院生 22 名（男性 8 名，女性 14 名）が実験に参加した。平均年齢は 21.7 歳 (SD=1.67 歳)であった。

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。実験制御は SuperLab4.5 (Cerdus 社製)によって行った。

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用いた。IAPS に添付されている評定値をもとに、覚醒度が高く不快感情を生じさせる画像、覚醒度が低い不快画像、覚醒度が高い快画像、覚醒度が低い快画像各 16 枚、覚醒度が低く感情を生じさせない画像(中性刺激)64 枚を使用した。

手続き：コンピュータの画面に注視点が 500ms 間呈示された後、画面の左右に感情喚起刺激(快 - 不快, 覚醒度)と中性刺激の画像のペアを左右ランダムに 500ms 間呈示された。その後、ドット(●)を画面の左右どちらかに呈示した(ドット・プローブ課題)。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。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。これらを1試行とし、練習試行は20試行行った。本試行は1ブロック64試行を3ブロック行い、全部で192試行行った。1ブロックめのときを新奇性条件、2・3ブロックめのときを親近性条件とした。また、ドットが感情喚起刺激と同じ側に呈示される一致条件と中性刺激と同じ側に呈示される不一致条件はランダム順に呈示した。1試行

の流れを Figure1 に示す。



## 結果

ドット・プローブ課題の不一致条件の RT から一致条件の RT を引き、注意バイアス得点を算出した (Figure2)。この得点がプラスであれば一致条件である感情喚起刺激に注意が向いていることを示し、マイナスであれば感情喚起刺激に注意が向いていないことを示す。注意バイアス得点について、感情価(快・不快)と覚醒度(高・低)、呈示条件(新奇性、親近性)の3要因分散分析を行った。分析の結果、感情価と覚醒度と呈示条件の2次の交互作用が有意であった ( $F(1,21)=11.37, p<.01$ )。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、新奇性条件と親近性条件における感情価と覚醒度の単純交互作用が有意および有意傾向であった ( $F(1,42)=3.05, p<.10$ ;  $F(1,42)=5.16, p<.05$ )。そこで新奇性条件において、単純・単純主効果検定を行ったところ、低覚醒度条件における感情価と快刺激における覚醒度条件の主効果がそれぞれ有意であった ( $F(1,84)=4.02, p<.05$ ;  $F(1,84)=5.76, p<.05$ )。低覚醒・不快刺激と高覚醒・快刺激は、低覚醒・快刺激より有意に注意バイアス得点が高かった。また、親近性条件において単純・単純主効果検定を行ったところ、高覚醒度条件における感情価と不快刺激における覚醒度条件の主効果がそれぞれ有意であった ( $F(1,84)=8.33, p<.01$ ;  $F(1,84)=4.56, p<.05$ )。高覚醒・不快刺激は、低覚醒・不快刺激と高覚醒・快刺激より有意に注意バイアス得点が高かった。

さらに、低覚醒度条件と高覚醒度条件における感情価と呈示条件の単純交互作用がそれぞれ有意であった ( $F(1,42)=5.81, p<.05$ ;  $F(1,42)=10.72, p<.01$ )。そこで低覚醒度条件において、それぞれ単純・単純主効果検定を行ったところ、不快刺激における呈示条件の主効果

が有意であった ( $F(1,84)=14.01, p<.01$ )。また、高覚醒度条件においてそれぞれ単純・単純主効果検定を行ったところ快刺激における呈示条件の主効果が有意であった ( $F(1,84)=5.81, p<.05$ )。低覚醒・不快刺激と高覚醒・快刺激は親近性条件より新奇性条件のほうが、有意に注意バイアス得点が高かった。

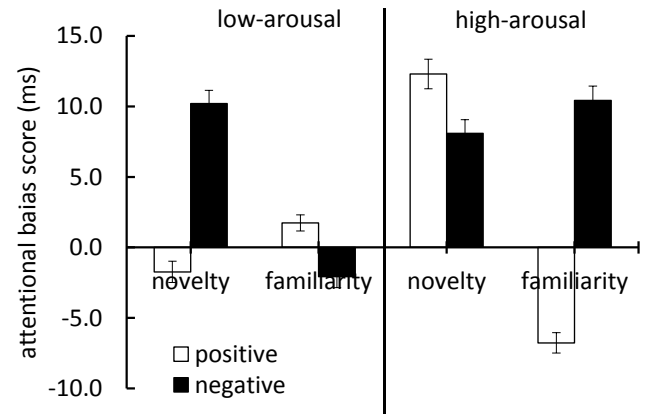


Figure2 感情喚起刺激ごとの注意バイアス得点

## 考察

本研究の結果から低覚醒・快刺激は新奇性・親近性条件にかかわらず注意が向かないことが示された。次に高覚醒・快刺激と低覚醒・不快刺激は3回呈示したときの1回目では注意が向くが2・3回目では注意が向かないことが示された。このことから初めて見たときは新奇性が高い状態なので注意が向くが2回目以降は親近性が高くなるので注意が向かないことが考えられる。これは馴化が生じた可能性が考えられる。また、高覚醒・不快刺激は呈示回数にかかわらず注意が向くことが示された。覚醒度の高い不快刺激に注意が向きやすいという結果はSmall et al.,(2011)と一致している。

以上の結果から、覚醒度の高い刺激や不快に感じる刺激は注意が向きやすいが、その刺激が脅威とを感じる刺激ではなければ新奇性が低くなり馴化を生じる可能性が考えられる。さらに覚醒度の高い不快刺激は、脅威とを感じる刺激のため常に注意が向きやすいことが考えられる。

## 引用文献

- Eastwood, J. D., Smilek, D., & Merikle, P. M. (2001). Differential attentional guidance by unattended faces expressing positive and negative emotion. *Perception & psychophysics*, 63, 1004-1013.
- 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.
- 守谷順, & 丹野義彦. (2007). 社会的脅威刺激からの注意の解放--社会不安の視点から. *認知心理学研究*, 4(2), 123-131.

# トライポフォビア喚起画像がサッカード軌跡に与える影響

白井理沙子  
小川洋和

関西学院大学文学部総合心理科学科  
関西学院大学文学部総合心理科学科

不快感を喚起させる対象は数多く存在するが、同じ様な不快感を喚起したとしても、その原因は様々である。例えば、蓮の実の様な集合体により生じるトライポフォビアという恐怖症がある。Cole & Wilkins (2013) はトライポフォビアを喚起する画像と毒性生物の画像の類似した画像特性が不快感の原因であると主張した。そこで本研究は、特徴的な画像特性を持つトライポフォビア喚起画像とそれを持たない不快画像による視覚処理の違いを、サッカード軌跡を指標として検討した。参加者の課題は、画面上で指示された方向に目を向ける事であり、この時の眼球運動を周辺に呈示される画像の種類により比較した。その結果、トライポフォビア喚起画像呈示時は不快画像・中性画像呈示時よりサッカードの終点が画像方向へ逸脱する事が明らかとなった。使用画像の主観的評価値に違いがない事から、画像の内容・特性によってサッカード軌跡に異なる影響を与えた可能性が示唆されたといえる。

Keywords: tryphobia, attention, saccade trajectory.

## 目的

私たちの身の回りにはさまざまな物理的存在があり、不快感を喚起させる対象は数多く存在する。しかし、同じ様な不快感を喚起したとしても、その原因は様々である。例えば、蓮の実や泡の集まりの様な集合体により生じるトライポフォビアという恐怖症がある。トライポフォビアを喚起させる画像 (Fig. 1参照) はヘビヤクモといった生態学的に脅威である対象が映り込んでいないにもかかわらず、不快感を生じさせる。Cole & Wilkins (2013) は、トライポフォビアを喚起する画像が不快感を生じさせるのは毒性生物の画像と類似した画像特性が原因であると主張した。このような画像は、一般的にその画像内容から不快感が生じると考えられる画像と、もたらされる視覚的処理への影響は同じなのであろうか。そこで本研究は、主観的な不快感の違いがないが、特徴的な画像特性を持つトライポフォビア喚起画像とそれを持たないヘビヤクモの不快画像がもたらす視覚処理の違いを、サッカード軌跡を指標として検討した。



Fig. 1. トライポフォビア喚起画像の例 (ハスの実) を示す。

## 方法

**実験参加者** 大学生および大学院生18名 (男性1名、女性17名) を被験者として実験を実施した。

**実験刺激および装置** 用いた実験刺激は不快画像32枚、トライポフォビア喚起画像32枚、中性画像32枚、フィルター画像96枚であった。また、一部の画像をIAPS (The International Affective Picture System, Lang, Bradley, & Cuthbert, 2005) から選出した。なお、用い

たトライポフォビア喚起画像は不快画像および中性画像と異なる特徴的な空間周波数特性を保有していた。眼球運動の実験では左目の眼球運動をEyeLink1000 (SR Research 社製、Canada)、空間解像度1000 Hz、サンプリングレート1000 Hzで記録した。被験者とディスプレイまでの距離は約70 cmであった。

**手続き** 本実験は、画像による眼球運動への影響を測定するための課題と画像の評価課題の2つから成っていた。眼球運動に関する被験者の課題は、画面中央に出現する手がかり刺激 (矢印) の指す方向にある上下どちらかの標的刺激へサッカードを行うことであった。眼球運動を行う際の画面の左右上下視野の4箇所には自然画像が呈示された。4箇所のうち3箇所にはフィルター画像、残り1箇所にはトライポフォビア喚起画像・不快画像・中性画像のいずれかが呈示された。残る1箇所に呈示された画像の位置が矢印の方向と同じ場合を同視野条件、反対である場合を反対視野条件とした。さらに、画像の呈示と手がかり刺激の呈示間の時間的距離(SOA)に関して3条件を設けた。画像が手がかり刺激と同時に呈示される場合をSOA0 ms条件、150 ms先に画像が呈示される場合をSOA150 ms条件、450 ms先に呈示される場合をSOA450 ms条件とした。本実験は画像の種類(3)×視野の種類(2)×SOAの種類(3)の被験者内実験計画で実験を実施した。

さらに画像の評価課題では、画面中央に一枚ずつ呈示される画像 (不快画像・トライポフォビア喚起画像・中性画像・フィルター画像) に対して参加者が感情価と覚醒度の2尺度で評価を行った。

**データ処理** 眼球運動の実験では、記録された1 msごとの眼球の位置を全データで平均するために、1試行におけるサッカード軌跡を50点にリサンプリングする処理を行った。サッカードの始点から終点を結んだ基準線から、最も湾曲し離れている点の角度をとりだし、これを1試行における湾曲値とした。さらに、サッカードの始点と終点を結ぶ直線と、始点と標的刺激位置とを結ぶ直線のなす角度を算出し、平均したものを終点逸脱値とした。サッカードの湾曲値、終点逸脱値ともに、妨害刺激の位置やサッカードの方向に関す

る情報は平均化し、左に特定の画像が出てきた際の値から右に同様の画像が出現した時の値を引き、それを画像によるサッカド軌跡への影響とした。算出した値がプラスになるときはある特定の画像から回避した軌跡を示すことを意味し、マイナスの場合はその画像の方向に向いた軌跡であったことを意味する。

## 結果

眼球運動に関する実験で得られたサッカド軌跡を Fig. 2に示す。

同視野条件での湾曲値に関する分析の結果、画像の種類によるサッカド軌跡の湾曲値に違いは見られなかった。一方で同視野条件の終点逸脱値に関する分析の結果、画像の種類の主効果およびSOAの種類の主効果がみられた ( $p < .01$ )。画像の種類に関する多重比較をおこなった結果、中性画像 (平均値: 0.04) とトライポフォビア喚起画像 (平均値: -0.19) 間に有意な差がみられ ( $p < .05$ )。同視野条件において中性画像呈示時よりもトライポフォビア喚起画像呈示時の方が画像方向への逸脱が大きくみられることが明らかとなった。さらに、画像の種類ごとのサッカド軌跡の終点逸脱値と0の値の比較により、SOA0 msでのトライポフォビア喚起画像呈示時に0との有意な差がみられ ( $p < .01$ )、SOA150 ms条件下でのトライポフォビア喚起画像呈示時も0との有意な傾向がみられた ( $p < .10$ )。

これらの結果から、トライポフォビア喚起画像呈示時は不快画像および中性画像呈示時と比較してSOAの違いにかかわらずサッカドが画像方向へ大きく終点逸脱する傾向にあることが明らかとなった。

さらに、画像の種類ごとの感情価および覚醒度に関する評価課題の結果 (Fig. 3参照)、トライポフォビア喚起画像と不快画像の2種類の画像は感情価・覚醒度

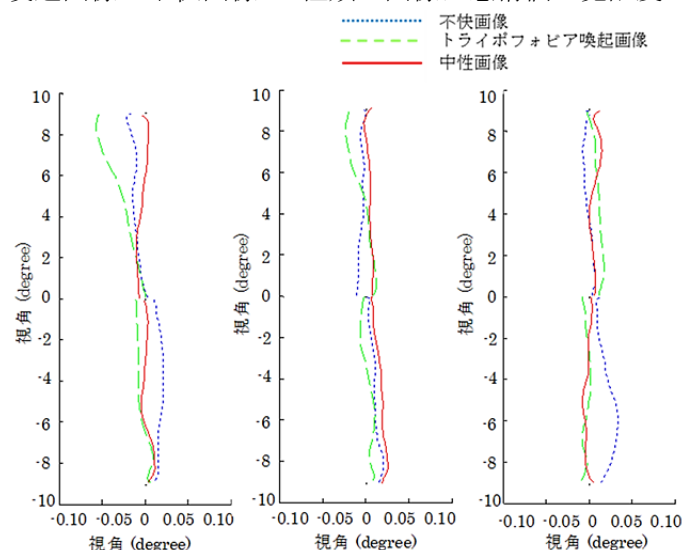


Fig. 2. SOA の条件ごとのサッカド軌跡を示す。左の図から SOA0 ms、SOA150 ms、SOA450 ms を示している。縦軸の 0 よりプラスの値に位置するサッカド軌跡が同視野条件、縦軸の 0 よりマイナスの値に位置するサッカド軌跡が反対視野条件のものである。点線が不快画像、破線がトライポフォビア喚起画像、実線が中性画像である。

共にそれぞれ中性画像との間に有意な差があり、それはフィルター画像間でも同様であった。しかし、トライポフォビア喚起画像と不快画像間の感情価および覚醒度の評価値に有意な差は見られなかった。

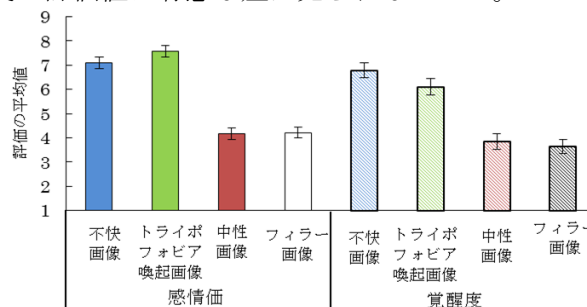


Fig. 3. 画像の種類ごとの感情価および覚醒度の評価の平均値を示す。エラーバーは標準誤差である。

## 考察

本研究は特徴的な空間周波数特性を持つトライポフォビア喚起画像とそれを持たないヘビヤクモなどの不快画像に対する視覚処理がどのように異なっているのかを、サッカド軌跡を指標として検討した。Cole & Wilkins (2013) と一致して、使用したトライポフォビア喚起画像は不快画像・中性画像と異なる空間周波数特性を持つことが明らかとなり、トライポフォビア喚起画像と不快画像間の感情価には違いがなかった。それらの画像を用い、画像の種類によるサッカド軌跡への影響を実験的に検討した。実験の結果、SOAの違いによらず、トライポフォビア喚起画像呈示時は不快画像呈示時および中性画像呈示時よりサッカド軌跡が画像方向へ向かう傾向がみられた。Schmidt, Belopolsky, & Theeuwes (2012) は周辺にある妨害刺激へ注意の抑制をかけ、結果サッカド軌跡が刺激を避けるように湾曲することを示したが、本研究では主に画像方向へ向かう軌跡が得られた。この点から、本研究で用いたトライポフォビア喚起画像は注意の捕捉をもたらし、その抑制が困難な対象であった可能性が考えられる。また、実施した評価課題の結果より、トライポフォビア喚起画像および不快画像の感情価・覚醒度には違いがない事が示されており、特にトライポフォビア喚起画像への大きな終点逸脱は画像の持つ主観的な評価値ではなく、画像の内容・特性の違いにより生じた可能性が示唆されたといえる。

## 引用文献

Cole, G. G., & Wilkins, A. J. (2013). Fear of holes. *Psychological Science, 24* (10), 1-6.

Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2005). *International affective picture system (IAPS): Digitized photographs, instruction manual and affective ratings. Technical Report A-6.* University of Florida, Gainesville, FL.

Schmidt, L. J., Belopolsky, A. V., & Theeuwes, J. (2012). The presence of threat affects saccade trajectories. *Visual Cognition, 20* (3), 284-299.

# 補助字幕が健聴者の映画観賞に及ぼす影響

大山潤爾

小林貴子

独立行政法人産業技術総合研究所  
ヒューマンライフテクノロジー研究部門  
独立行政法人産業技術総合研究所  
ヒューマンライフテクノロジー研究部門

補助字幕の有無が健聴者の映画観賞に及ぼす影響を調べることを目的に、若齢者と高齢者合計 140 名を補助字幕のある映画を観る群と無い映画を観る群に分けて映画鑑賞と質問紙調査を行い、映画の主観的印象・場面やセリフの記憶・内容理解に補助字幕が及ぼす影響を検討した。調査の結果、補助字幕は映画全体の主観評価や印象に顕著な影響を与えないが、セリフやストーリーが重要な映像では、健聴者に対しても、補助字幕が内容理解に有効である可能性が示唆された。また、補助字幕付きの映像を観た健聴者は、今後も補助字幕付きで映画を見たいと回答する割合が高くなることが示唆された。

Keywords: closed caption, subtitle, movie, film, barrier-free, spatio-temporal visual context, cognition, memory.

## 問題・目的

映像中の音声を同じ言語の字幕で視覚的に伝える補助字幕は、聴覚障害者に有効であり、バリアフリー化の観点から補助字幕の付加した映像の普及が求められている。しかし、健聴者にとっては補助字幕が作品観賞を阻害するのではないかという懸念から、補助字幕を広く付加することに対して慎重な意見もある。一方で高齢者は、加齢による聴力の低下や認知機能の低下によって小さい音や早い会話が聴き取りにくい場合があり、高齢者の映画鑑賞にも補助字幕が有効である可能性がある。しかし、具体的に補助字幕が健聴者の映像鑑賞にどのような良い又は悪い効果を及ぼすかは検証されていなかった。本研究では、補助字幕の有無が健聴者の映画観賞に及ぼす影響を調べることを目的とした。具体的には、若齢者と高齢者合わせて140名を、補助字幕を付けた映画を観る群と、同じ映画を補助字幕無しで観る群に分けて、映画鑑賞後に質問紙調査を行い、字幕の有無によって、映画の主観的印象・場終りやセリフの記憶・内容理解に違いがあるかを検討した。

## 方法

**実験協力者:** 若齢者63名(18-36歳, 平均24.65), 高齢者77名(60-84歳, 平均67.56), 合計140名。

**実験環境:** 実際の映画上映に使用される最大64名収容の映写室を平日の同じ時間帯で利用し、字幕有無各2回ずつに分けて計4日間実験を行った。

**視聴した映画:** 『天国からのエール』(2011年公開, 配給: アスミック・エース, 作品総時間121分)

**補助字幕:** 映画上映時の補助字幕

**手続き:** 字幕有り群用(22問)と無し群用(20問)に質問紙を作成した。問1~18は、字幕の有無に関わらず同じ質問で、そのうち、問1~15は、主に映画の映像に関する質問であり、問16,17,18は字幕に関する質問で、字幕有り群は補助字幕の印象、字幕無し群は補助字幕の想像上の印象を回答する質問であった。字幕有り群用の問19~22は、実験で観た映画の補助字幕のより具体的な印象に関する質問であり、字幕無し群用の問19,20とは異なる質問であった。

**実験協力者の募集:** 調査会社を通じて、映像を見て印象等を質問紙で答えるアルバイトとして募集した。2時間の映像を観ることなど倫理的な確認は事前に行ったが、過去に上映された映画であることは募集後に説明することで、映画ファンに偏ることを避けた。

**実験手順:** 実験当日は、上映前に実験内容を説明し、参加の同意を得た後、映画を上映した。映画は、配給のロゴの表示開始からエンドロールの終わりまで、全編を上映した。字幕有り群では、映画本編のBGMや効果音やセリフなどの聴覚情報をテキストで代替した聴覚障害者向けの補助字幕を呈示した。この時、音声も消さずに呈示した。字幕無し群では、補助字幕無しで映画の映像と音声だけを呈示した。上映後に休憩を挟み、質問紙調査を行った。記入時間は最大45分程度で、回答終了後に質問紙を回収し、謝金を渡した。

## 結果

**データの集計:** 回答率75%を切っている協力者は2名、4名が他の協力者より無回答が多かったが、これら協力者の回答のある部分については分析に含めた。実験で用いた映画は実際に公開された映画だったため、この映画の視聴経験を確認し、経験があると回答した協力者6名は過去の視聴時の印象が影響する可能性があるため、別途分析することとし、主な分析は134名を対象とした。134名中、字幕有り群の若齢者は25名(女性13名, 男性12名)、高齢者は39名(女性27名, 男性12名)、字幕無し群の若齢者は35名(女性25名, 男性10名)、高齢者は35名(女性21名, 男性14名)だった。

**日常生活における映画視聴頻度:** 映画館での映画視聴頻度には、字幕有り群と無し群で、大きな傾向の差はみられなかった。

**映画の主観評価:** 映画全体としての主観の評価を6段階(1.とてもよい; 2.よい; 3.どちらかというといよい; 4.どちらかというといわるい; 5.わるい; 6.とてもわるい)で回答した結果を図1に示した。若齢者/高齢者、男性/女性に分けた4つの全てのグループにおいて、字幕の有り群と無し群で映画全体の主観的评价に有意な差は見られなかった。全てのグループにおいて、字



幕有り群の方が字幕無し群よりも映画全体の主観的評価が高い傾向が見られた。

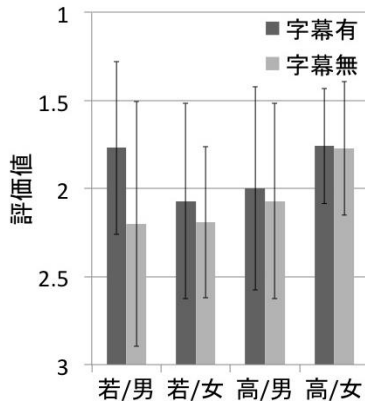


Figure 1 映画の主観評価

**映画の印象**：映画全体の印象を8つの要素(1.悲しい; 2.綺麗; 3.笑える; 4.感動; 5.ワクワク; 6.明るい; 7.暗い; 8.考えさせられる)から2つ選び、各印象の尺度を4段階で質問した。その結果、字幕有り群と無し群で映画全体の印象の回答に大きな差は見られなかった。

**作品内容の理解への影響**：作品のテーマを14項目から選択で回答する質問では、年齢差は見られたが、同じ年齢層での字幕の有無による大きな差は見られなかった。また、映像全体の文脈理解を調べるために映画内容を70の細かい場面に分けて各場面の1行の説明文を時系列に書き出した表を用意した。列挙した場面説明文の69の境界のうち5カ所に線を加筆し、映画の流れを6つの展開に分ける質問を行った。その結果、若齢者では6カ所の場面境界で、選択頻度(%)に15ポイント以上の字幕の有無の差が見られた。高齢者では字幕の有無の差は最大でも15ポイント以下であった。

**場面記憶に及ぼす影響**：映画の中で印象に残っている場面を3つ挙げる質問をした。字幕有り群はセリフが印象的な場面、字幕無し群は映像が印象的な場面の選択頻度が高かった。さらに、男女別に分析すると、字幕の有無による印象的な場面に挙げた場面の差は、男性若齢者で高齢者や女性よりも大きく、女性高齢者で最も小さかった。

**セリフ記憶に及ぼす影響**：映画中で印象に残っているセリフを3つ挙げる質問をした。字幕有り群と字幕無し群で比較したところ、年齢によらず男性は女性よりも回答傾向の差が大きかった。

**補助字幕に対する印象**：映画観賞後に、もし観る前に補助字幕の有無を選べていたとしたら、どちらを観たかたかを質問した。字幕有り群と字幕無し群で、各選択肢が選ばれた割合を計算し、字幕の有無の差を図2に示した。年齢によらず、字幕付き映画を見た群は見えていない群よりも、補助字幕付き映画への印象が良いことが分かった。若齢者においても、字幕付き映画を見たいと回答する割合が17ポイント以上高かった。

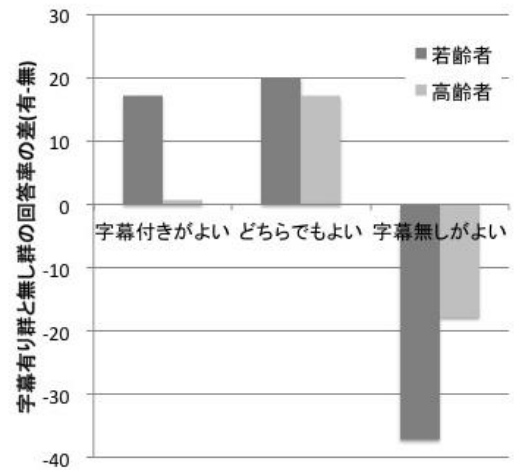


Figure 2 映画の主観評価

**補助字幕付き映画普及に対する反応**：「今後、映画館で上映される邦画も含む全映画について、補助字幕付き版が選べるようになった場合、あなたはどうしますか？」という質問では、字幕有り群で、高齢者の40%と若齢者の11%が「多くの場合で、字幕付きを選んで見るようになるだろう」または「時々は、字幕付きを選んで見るようになるだろう」の回答を選択した。これは、字幕無し群の回答よりも高齢者で8.6、若齢者で2.5ポイント高かった。字幕有り群で「今後も必ず字幕無しの方を選んで見るだろう」と回答した割合は、高齢者の17.5%、若齢者の7.4%であった。

## 考察

場面とセリフの解析から、字幕の有無に関わらず、女性は男性と比較してセリフに注目して映画を観ている可能性が示唆された。セリフに興味を持って観ている女性にとっては、字幕がその観賞を効果的に支援できており、字幕無しよりもポジティブな印象を与える場合が多いと考えられる。一方、男性に対しては、字幕によってセリフで伝えたいことを伝えやすくなり、女性と近い内容理解になる可能性がある。

また字幕付き映画を観た群では、補助字幕への印象がよかった。補助字幕付き映画を選択できる機会が高くなれば、若齢者でも高齢者でも字幕付きを好んで観る可能性が示唆された。

## 結論

本研究で用いた映画では、映画全体の主観評価や大まかな印象への補助字幕の顕著な影響はみられなかった。セリフやセリフで語られるストーリーが重要な映像作品では、健聴者の作品観賞に補助字幕が効果的である可能性が示唆された。また、補助字幕付きの映像を見たことが無い健聴者が、補助字幕付き映画を観た後には、その後も補助字幕付きで映画を見たいと思うようになる可能性がある。

# 3D 映画の臨場感 —アニメと実写の比較—

伊丸岡俊秀  
神宮英夫

金沢工業大学情報フロンティア学部  
金沢工業大学情報フロンティア学部

我々はこれまでに、3D映画から受ける臨場感の時間的変化に関して家庭用テレビを用いた検討（2014, 電子情報通信学会 HCS）や画面サイズが異なることの影響（2014, 日心）を報告してきた。今回はコンテンツそのものの違いが 3D 臨場感に与える影響について検討した。大型スクリーンに CG アニメーション映画と CG が多用されている実写映画の一部を 3D または 2D で映写し、映像から感じる臨場感を圧センサーを握るピンチ圧の強さによって報告してもらった。それぞれの映画からいくつかの特徴（奥行きのある人物配置・奥行き方向の動き・スクリーン面に沿った動き・大きな動きなし）を持つ場面を抜き出し比較したところ、アニメーション映画では奥行き方向の動きが強調された場面で 3D 映写することによる臨場感の高まりが見られるのに対して、実写映画では映像内容自体が臨場感に与える影響は大きかったものの、3D 映写の効果は見られなかった。

Keywords: 3D movie, presence, animation.

## 問題・目的

近年、映画館での3D上映や家庭用の大型テレビ、携帯ゲーム機を通して両眼視差を利用した立体視の利用が広がっている。立体視映像は平面でのコンテンツ映写に比べて、臨場感、実物感、自然感が高くなることが期待され、それが利用拡大に繋がっていると思われる。

映像を3D表示することの影響について、これまで疲労感や映像酔いといった、そのネガティブな効果を生理的データから明らかにするものが多く（Ukai & Howarth, 2008）、臨場感のような感性的側面に関する研究は多くない。その中でこれまでに報告された感性評価研究で用いられた方法として、一対比較とインタビューを統合した Interpretation Based Quality 法が挙げられる（Nyman, Radun, Leisti, Oja, Ojanen, Olivers, Vuori, & Häkkinen, 2006）。そこでは奥行き感や現実感、ダイナミックさ、臨場感、立体感の豊かさといった主観的な評価に関して報告されている。ただし、映像のような時間的変動を伴う刺激に対して視聴後の一時点のみで評価を実施するこれらの方法は、評価の時系列変化を知ることか難しいという問題を持つ。

そこで我々は時間的な変化を伴う刺激に対する主観的評価を時系列的に測定するために、センサを指でつまむ強さを用いることを試みた。伊丸岡・神宮（2014a）は既存の3DCGアニメーション映画から抽出した映像を刺激として、視聴中に感じる臨場感の強さを測定した。その結果、映像に含まれる動きや画面に対して垂直方向の奥行き表現などに応じて実験参加者が報告する臨場感が高まり、その程度は映像を3D呈示した場合に大きくなることを報告した。また、伊丸岡・神宮（2014b）では同様に3DCGアニメーション映画から感じる臨場感を異なる画面サイズ間で比較し、臨場感そのものは画面サイズが大きい時に高くなるものの、3D呈示であることの効果には大きな違いはないことを示した。

これまでに3DCGアニメーション映画を用いて、その感性的評価に対して3D呈示が与える影響を調べて

きたが、与えるコンテンツによってもその感じ方には違いがあると考えられる。そこで本研究では刺激として3DCGアニメーション映画に加え、3D実写映画を用いて、それらの映像から感じる臨場感が3D呈示によってどう変化するのかを明らかにすることを目的とした。

## 方法

### 実験参加者

実験の目的を知らない学生43名が参加した。

### 装置

映像呈示のために200インチスクリーンおよび液晶プロジェクタ2台（Cine-IPM 2K, Christie / SRX-S110, SONY）、液晶シャッターゴーグル（Christal Eyes 3）を用いた。参加者の反応のために圧センサ（FSR-402, Switchscience）およびマイコンボード（Arduino-Uno）を使用した。

### 刺激

3Dアニメーション映画「メリダとおそろしの森」および3D実写映画「ホビット 思いがけない冒険」から選択したそれぞれ3つのチャプターを用いた。

### 実験要因および手続き

コンテンツ（アニメーション・実写）と呈示方法（2D・3D）を参加者間、画面内のシーン特徴（奥行き・広がり）と画面内の動きの特徴（動的・静的）を参加者内要因とした。画面内の特徴については実験目的を知る3名が3つのチャプターの映像を見て4種類のどれに合致するかを決定することで分類した。

実験は20m平方程度のシアタールームで実施した。消灯し、音声は日本語吹き替え5.1chで与えた。4名あるいは5名の参加者が一度に実験に参加し、各自が利き手の親指と人差し指で圧センサを握った。参加者は圧センサの説明後、できるだけ強くセンサを握るよう求められ、この値をもとにデータの標準化を行った。

その後、実験者により課題に関する教示を実施した。教示は（1）5分程度からなる3つのチャプターを見る

こと、(2) その間、臨場感を評価してもらいたいこと、(3) 感じた臨場感をセンサを掴む強さで表現して欲しいこと、(4) 臨場感の判断は自身の基準で、前の場面との整合性を考えずに行ってほしいことという内容とした。

## 結果

参加者ごと、映像の特徴ごとに平均した、アニメーション映画条件の結果をFigure 1に、実写映画条件の結果をFigure 2に示す。

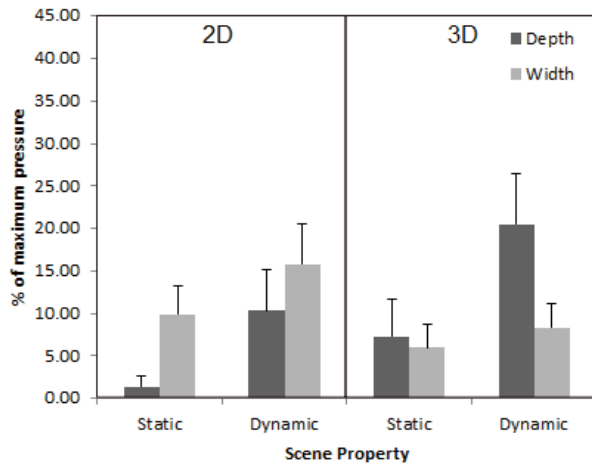


Figure 1. Percent of maximum pinch pressure for each scene properties of the CG animation film.

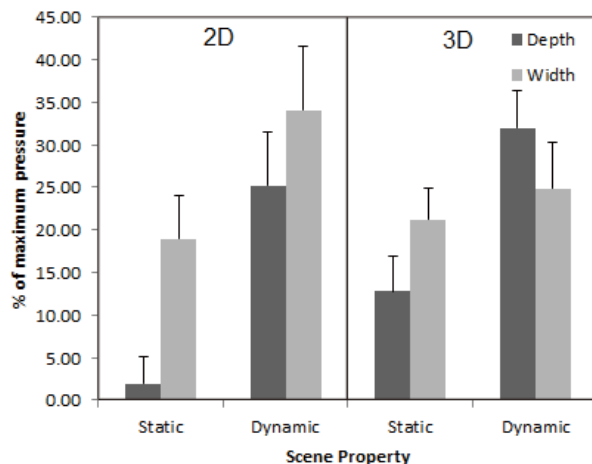


Figure 2. Percent of maximum pinch pressure for each scene of the live-action film.

各条件で報告された臨場感の強さについて、コンテンツ、呈示方法、シーン特徴、動きの特徴の4要因の分散分析を行ったところ、コンテンツの主効果（実写 > アニメーション）、動きの特徴の主効果（動的 > 静的）、呈示方法とシーン特徴の交互作用（奥行きに特

徴がある場面では3D > 2D、2D呈示では動的 > 静的）、さらにシーン特徴と動きの特徴の交互作用（静的場面では奥行き > 広がり、奥行きに特徴のある場面でも広がり特徴がある場面でも動的 > 静的）が示された。また、光景の特徴の主効果、コンテンツと光景の特徴の交互作用、コンテンツと動きの特徴の交互作用に有意な傾向が見られた。

## 考察

3D呈示が臨場感に与える影響としては、シーン特徴との交互作用のみが得られた。シーンの画角が比較的小さく、物体が奥行き方向に配置されているとき、画角が大きく物体が空間内に大きく配置されているときに比べて3D呈示の効果が大きいことが示された。この傾向は特に3Dアニメーション映画の動的場面で大きいように思われたが、統計的には有意に達しなかった。

全体的に今回用いた実写映画刺激はアニメーション映画刺激に比べて臨場感を高く感じられることが示されたが、コンテンツ自体の違いの影響が大きいと思われる、これが作成方法の違いによるものと結論づけることは難しいだろう。

## 結論

本研究では映像の3D呈示が主観的臨場感に与える影響を、コンテンツの作成方法、映像の各シーンを持つ特徴との関係から調べ、3D呈示による効果がシーンによって異なるという可能性を示した。この結果は使用するコンテンツやコンテンツに含まれる物理的特徴の影響を強く受けると考えられるため、結果の一般化にはさらなる実験が必要であると思われる。

## 謝辞

本研究は第一著者と第二著者に対するJPSP科研費25280102の助成を受けて行われた。

## 引用文献

- 伊丸岡俊秀・神宮英夫 2014a 映像の3Dらしさに対する感性評価の時間的変化 信学技法, 113, 57-60.
- 伊丸岡俊秀・神宮英夫 2014b 3D映像から感じる臨場感の評価—異なる画面サイズ間の比較— 日本心理学会第78回大会抄録集
- Nyman, G., Radun, J., Leisti, T., Oja, J., Ojanen, H., Olives, J.-L., Vuori, T. & Häkkinen 2006 What do users really perceive: probing the subjective image quality. *Electronic Imaging 2006 International Society for Optics and Photonics*, 605902–605902.
- Ukai, K., & Howarth, P. A. 2008 Visual fatigue caused by viewing stereoscopic motion images: Background, theories, and observations, *Displays*, **29**, 106–116.

# 低価格視線計測装置と実験心理学：ライブラリの開発とその評価

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

非常に安価な視線計測装置である EyeTribe は実験心理学の研究において有用なリソースとなり得るが、他方で計測の信頼性が定かではなく、また測定や解析のためのソフトウェアが一切提供されていないといった難点がある。そこで本研究では、EyeTribe を用いた視線計測とそのデータの解析を手軽に行なえるようにするための Java/Processing 用ライブラリを作成した。これを用いることで視線計測プログラムを手軽に作成でき、基本的なデータ解析とその可視化を行なうことができる。そして、本ライブラリを用いてドット注視課題時の視線の計測と解析を行い、EyeTribe の測定データの空間的精度を評価した。その結果、EyeTribe による計測データの空間的精度は比較的良好であること、ただし周辺位置においてはバイアスが大きくなり精度も低下することが確認された。

Keywords: eye tracking, fixations, java, processing, open source.

## 問題・目的

視線計測装置はこれまで非常に高価であった。しかし近年、低価格帯の装置も複数登場するようになって来た(GazePoint, \$495; Tobii EyeX, \$139 など)。中でも EyeTribe は 99 ドルと現在市販されているものの内で最も安価であるが、他方で計測の信頼性が定かではなく、また測定や解析のための専用ソフトウェアが一切提供されていない等、心理学研究へ利用する上での難点がある。

そこで本研究では、EyeTribe を用いた視線計測とそのデータの解析を手軽に行なえるようにするための Java および Processing 用ライブラリの作成を試みた。また、EyeTribe の測定データの空間的精度を評価するためドット注視課題を用いた実験を行なった。

## ライブラリの機能

### 仕様

Java および Processing 用のクラスライブラリであり、ファイルをダウンロードし開発環境上でインポートすることで利用できる。

### 計測機能

左右の目それぞれについて、視線の位置(生データおよび平滑化データ)と瞳孔径が得られる。計測データのサンプリングレートは 30Hz、45Hz、60Hz の 3 段階から選択可能である。計測データはテキストファイルに保存され、1 行ごとに各タイムスタンプでの視線データがタブ区切りで記入される(60Hz で 30 分間測定すると約 10 万行のテキストファイルとなる)。

### 補助機能: マウスモード

マウスの座標を視線位置の代わりとして利用できる機能を用意した。視線計測装置が手元に無い場合や起動させるのが面倒な場合でもマウスやトラックパッド

を視線入力代わりに使えるので、実験プログラムの作成やデバッグ作業を行う際などに便利である。また、視線とマウス位置のデータを同時計測し両者を個別に保存することも可能である(マウストラッキングを行う実験の場合に便利)。

### 補助機能: Gaze contingent mask

視線位置に合わせて移動するマスク(中心視と周辺視の機能を調べる研究によく使われる)を提示することができる。

### 解析機能: イベント検出と注視データの計算

視線データの解析には、まず始めに生データを注視やサッケード等のイベントに分類する必要がある。この目的のためには、視線の時間情報(移動速度)を利用した I-VT アルゴリズムや空間情報(移動距離)を利用した I-DT アルゴリズムなどがよく使われる(Salvucci and Goldberg, 2000)。EyeTribe は時間分解能が低いため前者の手法は適さないと考え、本ライブラリでは後者の I-DT アルゴリズムを用いたイベント検出手法を実装した。このイベント分類を元に、注視については注視位置、注視開始時刻、注視持続時間、および瞳孔径が計算される。サッケードについては開始時刻、移動距離、移動方向が計算される。注視とサッケードの計算結果はそれぞれテキストファイルとして保存される。

### 解析機能: 視線データの可視化

生データ、注視とサッケード、および各注視の注視時間や瞳孔径を可視化することができる(Figure 1)。注視データのヒートマップを作成することも可能である。また、注視データの可視化を特定の範囲に限定して行なうこともできる(試行内の最初の 3 サッケードのデータだけでヒートマップを生成する等)。それぞれの可視化は被験者ごと及び全被験者のプールデータのどちらについても可能である。可視化された画像は PNG または JPG 形式で保存することができる。



Figure 1. 視線データの可視化

下から順に、生データ、瞳孔径、サッケード、注視のヒートマップ

## 評価実験

EyeTribe による計測データの空間的精度を評価するため、ドット注視課題を用いた実験を行なった。

**方法** ディスプレイの中心および周辺の計5か所のいずれかの場所にドットを提示し、その時の視線を計測した。ドットの提示範囲は横  $32.1^\circ$  縦  $24.3^\circ$  であった (Figure 2)。ドットは2秒間提示されたが、まず緑色で比較的大きなサイズで 500ms 提示され、次にサイズを小さくして白色で 1500ms 提示された(解析にはこのタイミングでの視線データが利用された)。5か所について、それぞれ1回ずつ計測が行なわれた。被験者は10人の大学生/院生であった。

**結果** 視線データのバイアス(正しい位置からのズレ)と精度(RMS 誤差)を、水平および垂直方向についてそれぞれ計算した。結果を Table 1 に示す。バイアスと精度のどちらも中心位置に比べ周辺位置で大きくなること、垂直方向のバイアスが周辺位置において顕著になることが明らかになった。

Table 1. 計測のバイアスと精度

5か所の平均値(左列)、中心の点のみ(中列)、周辺の点のみ(右列)のそれぞれについてのバイアスと精度を示す(単位は視角)。

	5-point average	Center point	Peripheral points
<b>Bias</b>			
horizontal	0.18	-0.043	0.20
vertical	0.81	-0.059	1.03
<b>Precision</b>			
horizontal	0.21	0.11	0.22
vertical	0.22	0.16	0.23

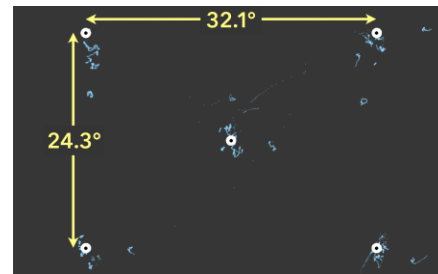


Figure 2. 計測された全データのプロット

白点はドットの提示位置。青点は全被験者の全ての生データを表示したもの。ドットは1つずつ、2秒間提示された。

## 考察・結論

EyeTribe 用の Java/Processing 用ライブラリを作成し、視線の計測及び基本的なデータ解析と可視化を行なうことが可能となった。

EyeTribe の計測精度について報告した先行研究 (Dalmaijer, 2014) と同様、EyeTribe による計測データの空間的精度は比較的良好であることが確認された。ただしディスプレイの周辺位置においてはバイアスが大きくなり精度も低下することもわかった。なるべく周辺位置に刺激を提示しないようにするか、あるいは解析の際に測定値の歪みを補正する前処理を行なうことが有効な対策と考えられる。

総じて、少なくとも空間的な視線の指標(注視位置)の計測に関して EyeTribe は"使える"装置であると考えられる。ただし時間分解能の低さ(最大でも 60Hz)を考えると、サッケードの速度や軌道といったデータの計測には不向きであると言える。

## 参考文献

- Dalmaijer, E. (2014). Is the low-cost EyeTribe eye tracker any good for research? *PeerJ*, PrePrints, 2:e585v1.
- Salvucci, D. D., & Goldberg, H. J. (2000). Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols. *ETRA '00 Proceedings of the 2000 symposium on Eye tracking research & applications*, 71-78.

# 二重課題干渉効果と前頭連合野の関与

船橋新太郎

京都大学こころの未来研究センター

2つの課題を同時に行おうとすると、どちらの課題の成績も低下する。この現象は二重課題干渉 (dual-task interference) として知られている。これは、様々な認知機能の実行に必要な神経資源の容量に限度があることの証拠として考えられ、また、これには前頭連合野の外側部が関与していることが知られている。しかし、これに関わる神経機構は明らかではない。本講演では、難易度を変えた注意課題と記憶課題を同時にサルに行わせ、両方の課題の実行に関わる前頭連合野外側部の神経活動の解析により、サルでもヒトと同様に二重課題干渉が観察されること、二重課題条件では、注意課題の難易度の増加に伴って前頭連合野の記憶関連神経活動が著しく減弱することを説明し、この結果から、二重課題干渉を生じる神経メカニズムと前頭連合野の関与を考察する。

Keywords: dual-task interference, prefrontal cortex, memory-related activity, single-neuron activity, monkey.

## 問題・目的

2つのことを同時にしようとするどちらもうまくいかないけれど、それぞれを単独で行う場合は何ら問題なくできることは、われわれの日常生活でよく経験する。このように、2つの異なる課題を同時に実行しようとするどちらの成績も悪くなってしまふ現象は、二重課題干渉 (dual-task interference) と呼ばれている。

二重課題干渉の生じる要因を説明するために、神経資源 (neural resource) という概念が提案されている。私たちの脳は、様々な場面で遭遇する様々な問題をすばやく解決することができるという柔軟性を持つ一方で、認知機能の実行に必要な情報処理のために用いられる神経資源には、容量の制限があると考えられている。単独で課題を行う場合には、容量の多くをその情報処理にあてることのできるため、何ら問題なく実行できる。しかし、複数の課題を同時に行おうとすると、限られた容量の資源をそれぞれの課題の情報処理のために分割しなければならず、どの課題も十分な量の資源が得られない結果、課題の実行に影響が生じる。つまり二重課題干渉は、2つの認知課題を同時に行う場合、各課題の情報処理のために必要な容量を確保しようとするが、資源の容量に上限があるため、十分な容量を各課題のために確保できないために生じる、と説明することができる。

脳内でこのような現象が生じていることは、ヒトの脳機能イメージング研究で示されている。2つの課題のそれぞれを単独で行った場合と同時に行った場合の脳活動を比較すると、二重課題条件では、単独の課題時で観察される賦活範囲が重複し、広い範囲の賦活が前頭連合野外側部で観察されている。このように二重課題干渉は、限られた

容量の神経資源を2つの課題が取り合うことにより生じること、前頭連合野の外側部がこの現象に関わっていることが示唆されている。

しかしながら、前頭連合野外側部の神経細胞の活動が行動研究で観察されているような干渉効果を示すのかどうか、干渉効果とは神経細胞の活動のどのような変化に対応するのか、などについては十分に理解されていない。そこで本研究では、ニホンザルに2種類の認知課題を行わせ、サルでもヒトと同様に二重課題干渉の生じることを行動により確かめた後、前頭連合野外側部から得られる単一神経細胞活動を解析し、二重課題干渉の生じるメカニズムを検討した。

## 使用した課題

2頭のニホンザルに、眼球運動を使った空間性の注意課題と空間性の短期記憶課題を学習させた。どちらの課題も前頭連合野外側部の働きを必要とすることが知られている。サルの眼球運動は磁気サーチコイル法を使って記録した。

### 【注意課題】

この課題では、予め注意を向ける場所を視覚刺激によってサルに指示し、刺激の変化がその場所で生じたらすばやくレバー離し反応を行わせた。チェアの手前にレバー・スイッチがあり、サルがレバーを押すと注意課題が始まる。レバーを押すとモニターの中央に注視点が現れる。注視点が出ている間、サルはこれを見続けていなければならない。注視点を見ていると上下に白丸が現れ、これら3つの白丸は注意課題終了までモニター上に呈示される。上下に白丸が現れた1秒後に、上下の白丸と注視点のどれかが赤色に0.4秒間変化し(注意手がかかり刺激の呈示)、もとの白丸にもどる。

サルは赤色に変化した場所に注意を向け、再びその場所に赤丸が出たら0.6秒以内にレバーを離すと報酬が与えられる。

2度目に赤丸が出るまでの時間はランダムに設定されており、赤丸がいつ現れるかの予測はできない。また、だましの色変化が注意手がかり刺激の現れた場所以外の場所に現れる試行がランダムに挿入されており、サルはこの変化を無視して正しく反応しなければならない。従って、報酬を得るためには、サルは注意手がかり刺激の現れた場所への注意の持続が必要である。

### 【記憶課題】

この課題では、注視点の周辺に現れる視覚刺激の位置を記憶し、ランダムな待ち時間（遅延時間）の後、先に視覚刺激が現れた場所を眼球運動で答えなければならない。注視点の注視をしていると、その周辺の8カ所（二重課題条件時には5カ所）のうちの1カ所に白い四角形が0.4秒間現れて消える（記憶手がかり刺激の提示）。その後ランダムな時間後に注視点が消えると同時に、記憶手がかり刺激が現れる可能性のある8カ所（5カ所）に小さな白点が現れる。サルが、記憶手がかり刺激が現れた白点へ0.6秒以内に眼球運動を行ったら報酬が与えられる。

記憶手がかり刺激の現れる場所は試行ごとにランダムに変化するため、サルはその都度記憶手がかり刺激の出現場所を覚え、遅延期間終了後にその場所へ正しく眼球運動をしなければならない。

### 【二重課題条件】

この条件では、サルに注意課題と記憶課題を同時に行かせた。サルがレバー押しにより注意課題を開始し、注意手がかり刺激提示が終わってその場所の色変化を待っている間に、注視点の周辺に記憶手がかり刺激を提示し、その提示位置を記憶させる。記憶手がかり刺激の提示後のランダムな時間後に注意手がかり刺激提示位置で色変化が生じる。サルはすばやくレバー離し反応をしなければならない。レバー離し後も注視点を見続けていると、注視点が消え、小さな白点が5カ所に現れる。そこで、記憶手がかり刺激が現れた白点へ0.6秒以内に眼球運動を行えば、報酬が与えられる。二重課題条件では、注意課題と記憶課題の両方を正しく行わなければ報酬は得られない。また、二重課題条件では、注意課題の刺激提示や反応が記憶課題の刺激提示や反応に常に先行して提示・実行される。

## 行動で観察された二重課題干渉効果

二重課題条件での注意課題の成績は、注意を向けなければならない位置の違いや、それが試行ごとにランダムに変化するかしらないかで、異なっていた。上下のいずれかの位置への注意の持続は必要な条件（Up や Down）では、注視点への注意の持続が必要な条件（FPstd）に比べて正答率が低く、注意を向ける位置の違いにより難易度が異なることが示唆された。また、注意を向ける位置を試行ごとにランダムに変化させる条件（Up, Down, FPstd）では、注視点にのみ注意を向けていればよい条件（FPeasy）に比べて正答率が低下した。注意を向ける位置による難易度のちがいは、レバー離しの反応時間でも見出された。二重課題条件下での注意課題の成績は、課題の難易度が上がると成績が低下し、レバー離し反応時間が長くなることが明らかになった。

一方、二重課題条件での記憶課題の成績は、記憶課題のみでの成績と比較して有意に低下した。また、注意課題の難易度が高くなると、記憶課題の成績がさらに低下することが観察された。さらに、遅延時間を長くすると、記憶課題のみでの条件に比べて、二重課題条件下での記憶課題の成績が低下することが観察された。

このように、前頭連合野の神経資源を共有する2種類の認知課題を同時に行かせると、サルでもヒトと同様に二重課題干渉が観察されることが明らかになった。

## 前頭連合野の細胞活動で観察された二重課題干渉効果

今回使用した空間性の記憶課題をサルに行かせ、前頭連合野から単一神経細胞活動を記録すると、記憶手がかり刺激の提示後から眼球運動の実行までの遅延期間に、持続的な細胞活動（遅延期間活動）が観察されることが知られている。遅延期間活動は、記憶手がかり刺激が視野のある領域内に現れた時にのみ生じること、神経細胞により遅延期間活動が生じる視野の領域が異なること、遅延期間活動は正答した試行でのみ現れることなどから、記憶手がかり刺激が現れた位置の記憶に関わる神経活動（記憶関連活動）と考えられている。本研究では、二重課題条件下で、前頭連合野の神経細胞で観察される記憶関連活動がどのような影響を受けるのかに注目して研究を行った。

記憶関連活動を示す前頭連合野神経細胞は、記憶課題のみを実行している時には、記憶手がかり刺激が視野のある場所に呈示されると遅延期間中に高頻度の神経活動が生じるが、それ以外の場所に呈示されるとそのような活動は生じない。このような活動パターンを示す前頭連合野の神経細胞の活動を二重課題条件下で調べたところ、遅延期間中に生じていた高頻度の神経活動がほとんど観察されなくなってしまった。しかし、再び記憶課題のみを実行する条件にもどすと、高頻度の神経活動が遅延期間に観察された。記憶課題の実行に加えて注意課題を行わせると、記憶課題の実行に関わる記憶関連神経活動に大きな変化が生じることが明らかになった。

二重課題条件下での記憶関連活動の減弱は、記憶関連活動を示す多くの前頭連合野神経細胞で観察され、それは活動を記録した多数の神経細胞の活動を集めた集団活動のレベルでも観察された。さらに、注意手がかり刺激の呈示位置をランダムに変えて注意課題の難易度を上げると、記憶関連活動の減弱が強まるのが、個々の神経細胞の活動でも、集団活動でも見出された。

一方、二重課題条件にすると記憶関連活動の著しい減弱が生じるものの、記憶関連活動が完全に消滅するのではなく、低い発火頻度で活動が持続し、レバー離しにより注意課題が終了すると、低下していた記憶関連活動が復活するのが観察された。注意課題終了後の記憶関連活動の復活は、低頻度で記憶関連活動を維持していた神経細胞への干渉が注意課題の終了により解消されたことにより生じたものか、他の脳領域からの入力により生じたものかは明らかではない。いずれにせよ、注意課題終了後の記憶関連活動の復活により、二重課題条件でも記憶課題の成績が比較的高いレベルで維持されていたと考えられる。

## まとめ

2つの課題を同時に行おうとすると、どちらの課題の成績も低下する。この現象は二重課題干渉として知られ、様々な認知機能の実行に必要な神経資源の容量に限度があることの証拠として考えられ、また、これには前頭連合野の外側部が関与していることが知られている。しかし、二重課題干渉に関わる神経機構は明らかではなかった。今回の研究では、前頭連合野が関わっていることが知られている空間性の注意課題と記憶課題を使用し、記憶課題を単独で行かせた場合の前頭連合野

神経細胞の活動と、両方の課題を同時に行わせる二重課題条件下での神経活動を比較することにより、二重課題干渉に関わる神経メカニズムの解明を試みた。その結果、前頭連合野の同じ神経細胞集団が、両課題に必要な情報処理のために同時にかつ過剰に動員されるが、情報処理のための資源が限られているため、お互いに他方が使っている資源を取ろうとして、他方の活動を制限してしまうことが二重課題干渉のメカニズムであることが明らかになった。

二重課題干渉は限られた神経資源を二つの課題が取り合うことにより起こっていることが、本研究により明らかになった。ただ、このような場面で限られた資源をうまく振り分ける神経メカニズム（遂行機能と呼ばれ、前頭連合野の重要な働きと考えられている）は明らかではない。二重課題干渉を生じる神経メカニズムの解明は、日常場面で同時に直面する様々な問題の解決や判断、意思決定に関わるメカニズムの解明に直結する。このようなメカニズムは私たちが行っている様々な認知機能の解明に不可欠であると同時に、自閉症や統合失調症などの原因究明にも役立つと考えられる。引き続きこの仕組みの解明を目指していきたい。

## 引用文献

1. Wickens, C.D. (2002) Multiple resources and performance prediction. *Theor. Issues Ergon.*, 3, 159-177.
2. Adcock, R.A., Constable, R.T., Gore, J.C. et al. (2000) Functional neuroanatomy of executive processes involved in dual-task performance. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 97, 3567-3572.
3. Klingberg, T. & Roland, P.E. (1997) Interference between two concurrent tasks is associated with activation of overlapping fields in the cortex. *Cogn. Brain Res.*, 6, 1-8.
4. Funahashi, S., Bruce, C.J. & Goldman-Rakic, P.S. (1989) Mnemonic coding of visual space in the monkey's dorsolateral prefrontal cortex. *J. Neurophysiol.*, 61, 331-349.
5. Funahashi, S. & Kubota, K. (1994) Working memory and prefrontal cortex. *Neurosci. Res.*, 21, 1-11.
6. Funahashi, S. (2001) Neuronal mechanisms of executive control by the prefrontal cortex. *Neurosci. Res.*, 39, 147-165.
7. Watanabe, K. & Funahashi, S. (2014) Neural mechanisms of dual-task interference and cognitive capacity limitation in the prefrontal cortex. *Nature Neurosci.*, 17, 601-611
8. Watanabe, K. & Funahashi, S. (2015) Primate models of interference control. *Curr Op. Behav. Sci.*, 1, 9-16.