

標的位置確率の処理と選択的注意の関係

嘉幡 貴至

神戸大学大学院人文学研究科

横山 武昌

神戸大学大学院人文学研究科

野口 泰基

神戸大学大学院人文学研究科

喜多 伸一

神戸大学大学院人文学研究科

標的刺激の出現位置が確率的に操作された視覚弁別課題では、頻出位置での弁別成績は非頻出位置と比べて高くなる。このような標的位置確率の効果は、主に注意を必要とする課題で報告されてきたが (Geng & Behrmann, 2002; Kabata & Matsumoto, 2012), 標的位置確率の処理に注意が必要であるか否かは未だ明らかになっていない。本研究ではこの問題を解明するために、中心課題と周辺課題で構成された二重課題を用いて検討を行った。実験では、注意が周辺課題に向けられているときと向けられていないときで、周辺課題の標的位置確率が弁別成績に及ぼす影響を調べた。その結果、周辺課題に注意が向けられたときのみ、標的位置確率の効果が見られた。この結果は標的位置確率の処理には当該刺激への注意が必要であることを示唆する。

Keywords: location probability, selective attention, statistical learning.

問題・目的

標的刺激が特定の位置に高頻度で出現するとき、その位置では他の位置と比べて標的刺激に対する反応が促進されることが知られている (Geng & Behrmann, 2002, Kabata & Matsumoto, 2012)。この現象は試行経験を通して学習された標的位置確率が注意配分のバイアスとなることを示唆しているが、標的位置確率の学習における注意の役割はよくわかっていない。先行研究では、注意機能に欠損のある脳損傷患者でも標的位置確率の学習が完全に損なわれることはないことが報告されている (Shaqiri & Anderson, 2012)。この知見に基づけば、標的位置確率の処理に注意は必ずしも必要ない可能性も考えられるが、視覚的統計学習の研究では、無視した刺激に対しての学習は生じないという知見も存在する (Turk-Browne, Jungé, & Scholl, 2005)。よって、標的位置確率を処理する際に当該刺激に注意が向けられている必要があるか否かは未だ明らかになっていない。

先行研究の多くは単一課題であったため、確率操作された刺激に注意を向けながら課題を遂行することができた。そのため、標的刺激への注意の有無と標的位置確率の関係を検討することは困難であった。そこで本研究では、中心課題と周辺課題からなる二重課題を用いて、標的位置確率の処理と選択的注意の関係について検討した。実験では、周辺課題の標的位置確率を操作し、中心課題あるいは周辺課題のみを行う単一課題セッションと、中心課題に注意を集中させながら周辺課題も行う二重課題セッションを設けた。標的出現確率の処理に標的刺激への注意が必要であれば、標的位置確率の効果は単一課題セッションのみで見られる

と予測される。一方、標的出現確率の処理に標的刺激への注意が必要でないならば、標的位置確率の効果は単一課題と二重課題の両セッションで見られるだろう。

方法

実験参加者 6名の大学生が実験に参加した。

刺激 実験には中心課題と周辺課題からなる二重課題を用いた。中心課題では、ランダムに回転した文字刺激 (T か L) を $1.2^\circ \times 1.2^\circ$ の 9 箇所の仮想枠のうち 5 箇所に呈示した。SOA は実験参加者間で異なり、186ms から 240ms の範囲であった。周辺課題では、水平あるいは垂直に回転した $1.5^\circ \times 0.3^\circ$ の赤あるいは緑のバーを、画面の四隅にある $6.25^\circ \times 6.25^\circ$ の仮想枠のいずれか 1 箇所の角の中央に呈示した。SOA は実験参加者間で異なり、53ms から 80ms の範囲であった。

周辺課題ではバー刺激の呈示位置を確率的に操作した。4 箇所中 1 箇所にはその他の位置の 3 倍の頻度でバー刺激が呈示された。この確率操作は実験参加者には一切知らせなかった。

手続き 1 試行の流れを Figure 1 に示す。注視点の後、画面中央に中心課題の文字刺激が呈示され、その 26ms 後に周辺課題のバー刺激が呈示された。文字刺激には F、バー刺激には正方形のマスク刺激が後続呈示された。刺激消失後、実験参加者は中心課題では文字刺激がすべて同じであったか否か、周辺課題ではバー刺激の弁別を求められた。二重課題セッションでは両方の課題について、単一課題セッションではどちらか一方の課題についての回答が求められた。試行数は 1 ブロックあたり 48 試行であり、二重課題が 8 ブロ

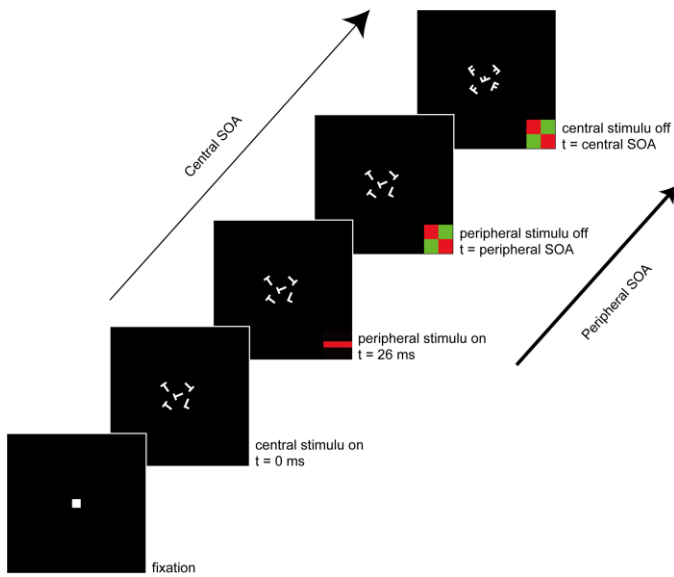


Figure 1. 実験における 1 試行の流れ。

ック、中心課題が 4 ブロック、周辺課題が 8 ブロックの計 960 試行であった。実験参加者は標的位置確率の操作が施されていない練習試行で一定以上の成績を保てるよう訓練された後、本試行に参加した。

結果

中心課題 中心課題の平均正答率は単一課題セッションでは 77.2% ($SE = 2.2$)、二重課題セッションでは 74.5% ($SE = 2.0$) であった。対応のある t 検定を行った結果、両セッションの正答率の間に有意な差は見られなかった [$t(5) = 1.74, n.s.$]。

周辺課題 単一課題セッションにおける周辺課題の平均正答率を Figure 2A に示す。正答率は頻出位置では 81.9% ($SE = 2.3$)、非頻出位置では 74.3% ($SE = 3.1$) であった。対応のある t 検定を行った結果、頻出位置と非頻出位置における正答率の間には有意な差が見られた [$t(5) = 3.43, p < .05$]。

次に、二重課題セッションにおける周辺課題の平均正答率を Figure 2B に示す。正答率は頻出位置では 37.6% ($SE = 4.3$)、非頻出位置では 38.5% ($SE = 2.3$) であった。対応のある t 検定を行った結果、頻出位置と非頻出位置における正答率の間には有意な差は見られなかった [$t(5) = 0.35, n.s.$]。また、頻出位置、非頻出位置ともに正答率はチャンスレベル (25%) よりも有意に高かった [$t(5) = 2.91, p < .05$; $t(5) = 5.86, p < .01$]。

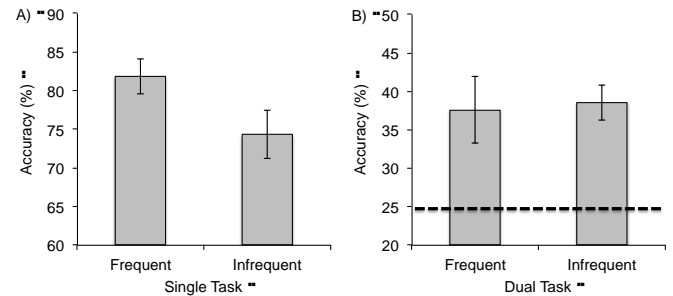


Figure 2. A) 単一課題セッションにおける周辺課題の平均正答率. エラーバーは標準誤差を示す. B) 二重課題セッションにおける周辺課題の平均正答率. エラーバーは標準誤差, 点線はチャンスレベルを示す.

考察

中心課題の正答率には、単一課題セッションと二重課題セッションの間で有意差が見られなかった。これは二重課題セッションでも注意は中心課題に向いており、周辺課題には向けられていない状態であったことを示している。

周辺課題では、単一課題セッションでのみ、頻出位置での正答率が非頻出位置での正答率よりも高くなり、標的位置確率の影響が見られた。この結果は、周辺課題に注意が向けられたときのみ、標的位置確率の効果が生じることを示しており、標的位置確率の処理には当該刺激に選択的注意が向けられる必要があることを示唆する。

参考文献

- Geng, J. J., & Behrmann, M. 2002 Probability cuing of target location facilitates visual search implicitly in normal participants and patients with hemispatial neglect. *Psychological Science*, 13, 520–525.
- Kabata, T., & Matsumoto, E. 2012 Cueing effects of target location probability and repetition. *Vision Research*, 73, 23–29.
- Shaqiri, A., & Anderson, B. 2012 Spatial probability cuing and right hemisphere damage. *Brain and Cognition*, 80, 352–360.
- Turk-Browne, N. B., Jungé, J., & Scholl, B. J. 2005 The automaticity of visual statistical learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134, 552–564.

左右視野に依拠した適合性頻度が 大域・局所情報処理に及ぼす影響

蔵富 恵
吉崎 一人

愛知淑徳大学大学院心理学研究科・日本学術振興会
愛知淑徳大学心理学部

Our study investigated whether each hemisphere independently modulates visual selectivity depending on conflict frequency in global-local processing. Common to the present two experiments, a hierarchical pattern, large (global) letter made up of small (local) letters, was briefly presented to unilateral visual-field (LVF/RVF) and its congruency between local and global levels was manipulated. The important manipulation was that congruency ratio in a given block differed between the two visual-fields (80% and 20%). We required right-handed participants to identify the global (Experiment 1) and local level (Experiment 2) of the hierarchical stimulus. Results showed that when the stimuli were projected to nondominant hemisphere for task demand, the size of interference was larger in 80% congruent condition than in 20% congruent condition, whereas it was invariant when they were projected to dominant hemisphere. These results demonstrated that each hemisphere independently works cognitive control.

Keywords: laterality, global-local processing, cognitive control.

問題・目的

これまでのラテラルリティ研究は、様々な情報処理の左右半球機能差を明らかにしてきたが、近年では、左右半球に独立した処理資源を有することを前提として、情報処理の左右半球間での相互作用並びに半球独立性が実証されている (e.g., Nishimura & Yoshizaki, 2010)。本研究では、それらに基づき、認知的制御の半球独立性について、大域・局所情報処理を用いて検討する。

Navon (1977) によって提唱された大域情報処理の優先性のモデルをもとに、大域情報処理の右半球優位性、並びに局所情報処理の左半球優位性が明らかにされてきた。しかし、大域・局所情報処理の制御自体が独立に行われているのかについては明らかになっていない。

認知的制御研究では一般的に、刺激-反応適合性パラダイムが用いられる。例えば、フランカー課題は文字列の中心の文字同定を、周辺文字の無視をしながら行う課題である。典型的に、ターゲットとフランカーが同一反応である一致試行に比べて、両者が異なる不一致試行で遂行成績が低下する。これは、ターゲットとフランカーが競合し、この競合を解消するために生じる。競合を解消するという点では、複合パターンを使ったNavon課題 (Figure 1) も同様である。特に、局所情報課題では、大域情報が先行して処理がされるため、大域情報と局所情報が異なる事態では、大域情報からの競合を解消して局所情報を同定する必要があるため、干渉量が増加する。

H	H	T	T	T	T	H	H	H
H	H		T		T			H
H	H	H		T	T	T		H
H	H		T		T			H
H	H		T		T			H

(a) compatible

(b) incompatible

Figure 1. Stimulus in each task.

さらに、このような視覚情報選択性を反映する干渉量は課題文脈によって変動することが示されている。例えば、一致試行が多く出現するブロックに比べて、不一致試行が多く出現するブロックでの干渉量が小さくなる (e.g., Gratton et al., 1992)。このような干渉量の変動は、ブロック間だけではなく、刺激呈示視野に依拠して変動することも明らかとなっている。例えば、Corballis & Gratton (2003) は左右視野に刺激をランダム呈示し、各視野の適合性頻度が異なるフランカー課題を行った。一つの視野では一致試行が多く、一方の視野ではそれが少ない事態で、視野間の干渉量を比較した。その結果、一致試行が多い視野に比べてそれが少ない視野での干渉量が小さくなった。彼らはこの結果から、左右視野での認知的制御は、呈示視野の対側半球で制御されている可能性を主張している。

そこで本研究では、左右呈示視野に依拠した適合性頻度が、対側半球での大域・局所情報処理への影響を検討することを目的とした。具体的には複合パターンを左右視野にランダム呈示し、一方の視野は一致試行出現確率を80%、もう一方の視野はそれを20%に操作した。具体的には、左視野に一致試行が多く、右視野に不一致が多いCL/IR条件 (more compatible in LVF/ more incompatible in RVF) と、その逆の割合のIL/CR条件 (more incompatible in LVF/ more compatible in RVF) を設けた。Stephan et al. (2003) は、課題要求が優位となる半球は、呈示視野の対側半球に比べて、より賦活することを脳画像手法によって示した。この知見に基づくと、Navon課題で使用される複合パターンを用いた場合、課題要求に応じた非対称性が見られることが予測される。さらに、課題要求が優位な半球に情報が投入されれば、効率的に競合を排除できるため、競合頻度の多寡に関わらず干渉量が小さくなることが予測される。注目すべき点は、課題要求が優位でない半球である。この半球では効率的に競合を排除できないため干渉量が増加することが予測される。しかし、そのような半球でも競合解消経験によって競合解消の

効率性が変わるのであれば、競合頻度が低い事態に比べてそれが高い事態で干渉量が小さくなることが予測される。具体的に言えば、大域情報同定課題（実験1）では右視野において、競合頻度の多寡による干渉量の変動が見られ、局所情報同定課題（実験2）では左視野において、そのような変動が見られることが予測される。

方法

実験参加者 各実験20名の右手利きの学生。**要因計画** 適合性頻度 (CL/IR/IL/CR) × 視野 (左視野/右視野) × 大域・局所文字の適合性 (一致/不一致) の3要因参加者内計画。**刺激** 複合パターン刺激は、局所文字 (“H” と “T”) を基に横3×縦5文字で構成された “H” と “T” を大域文字として使用した (Figure 1)。大域文字と局所文字が同じ文字の複合パターンを一致試行、それらが異なる複合パターンを不一致試行。ターゲットは、大域文字同定課題（実験1）では大域文字、局所文字同定課題（実験2）では局所文字。複合パターンは左右いずれかの視野に呈示。1ブロック中（80試行）、左視野に一致試行32試行、不一致試行8試行、右視野に一致試行8試行、不一致試行32試行からなるCL/IR条件のブロックと、その逆の割合からなるIL/CR条件のブロックを用意。**手続き** 凝視点（500 ms）呈示後、刺激は100 ms間呈示。課題は、ターゲットが “H” か “T” かをできるだけ速く、できるだけ正確に同定。80試行からなるブロックを3ブロック実施後、各視野と適合性頻度の対応を逆にした3ブロックの計6ブロックを実施。本試行の前に、各視野の一致試行出現確率が50%の練習ブロック（80試行）を行った。

結果

正答に要した反応時間を使用し、条件毎にまとめたもとをTable 1に示す。

Table 1 Mean reaction times (ms) in each experimental condition.

		LVF		RVF	
		Compatible	Incompatible	Compatible	Incompatible
Exp. 1	CL/IR	426 (53)	444 (54)	423 (59)	438 (54)
	IL/CR	432 (59)	444 (56)	424 (52)	444 (64)
Exp. 2	CL/IR	424 (50)	471 (66)	414 (48)	443 (55)
	IL/CR	430 (52)	459 (59)	414 (47)	442 (55)

SDs are shown in parentheses.

実験1（大域情報同定課題） 要因計画に沿って分散分析をした結果、大域・局所文字の適合性に主効果 ($F(1, 19) = 74.14, p < .001, \eta_p^2 = .80$) が見られ、干渉効果 (17 ms) が得られた。また、視野×適合性の交互作用は見られず ($F(1, 19) = 0.22, p = .64, \eta_p^2 = .01$)、左右各視野の干渉量が同等であったことが示された。

3要因の交互作用が有意に達しなかったが ($F(1, 19) = 1.89, p = .19, \eta_p^2 = .01$)、本研究の重要な仮説について検討するために、干渉量を用いて視野毎にCL/IR条件とIL/CR条件間の比較をCohen's d を用いて行った。その結果、左視野 (Cohen's $d = 0.23$) および右視野

(Cohen's $d = 0.27$) の干渉量の大きさに大きな差は認められなかった。

実験2（局所情報同定課題） 大域・局所文字の適合性に主効果 ($F(1, 19) = 64.91, p < .001, \eta_p^2 = .77$) が見られ、干渉効果 (33 ms) が得られた。また、視野×適合性の交互作用は見られ ($F(1, 19) = 7.86, p = .01, \eta_p^2 = .29$)、左視野 (38 ms) に比べて右視野 (29 ms) での干渉量が小さいことが示された。

3要因の交互作用に有意傾向が見られたため ($F(1, 19) = 4.30, p = .052, \eta_p^2 = .18$)、実験1と同様に干渉量を使ってCohen's d を算出した。その結果、左視野ではIL/CR条件に比べてCL/IR条件で干渉量が大きいことが示された (Cohen's $d = 0.59$)。右視野ではそのような差は見られなかった (Cohen's $d = 0.08$)。

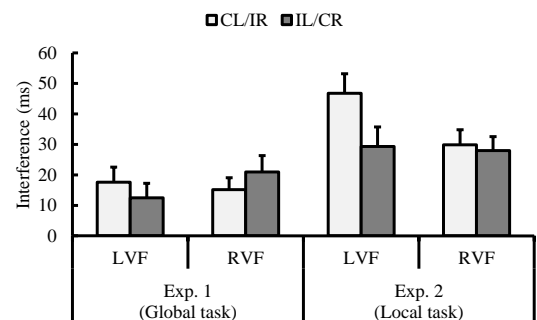


Figure 2. Interference in each experimental condition. Bars indicate standard errors of the mean.

考察

課題要求に優位な半球に情報が投入された事態では、いずれの課題においても、干渉を効率的に排除できるため、干渉量が小さく、また適合性頻度に応じた干渉量の変動は生じなかった。これに対して課題要求に優位ではない半球に情報が投入された事態では、適合性頻度に応じた干渉量の変動は、大域情報同定課題（実験1）では右視野/左半球で、局所情報同定課題（実験2）では左視野/右半球でそれぞれ観察された。これは、各半球が独立して認知的制御を行っている可能性を示唆している。

引用文献

- Corballis, P. M., & Gratton, G. 2003 Independent control of processing strategies for different location in the visual field. *Biological Psychology*, 64, 191–209.
- Gratton, G., Coles, M. G. H., & Donchin, E. 1992 Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121, 480–506.
- Navon, D. 1977 Forest before trees: The procedure of global features in visual perception. *Cognitive Psychology*, 9, 353–383.
- Nishimura, R., & Yoshizaki, K. 2010 A high-loaded hemisphere successfully ignores distractors. *Consciousness & Cognition*, 19, 953–961.
- Stephan, K. E., Marshall, J. C., Friston, K. J., Rowe, J. B., Ritzl, A., Zilles, K., & Fink, G. R. 2003 Lateralized cognitive processes and lateralized task control in the human brain. *Science*, 301, 384–386.

認知的制御における意識的気づきの役割： 一過性制御変調と持続性制御変調の比較

長谷川 国大
高橋 晋也

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

hasegawa.kunihiro@f.nagoya-u.jp

認知的制御の適応変調について現在最も重要とされる議題の一つは、一過性制御変調と持続性制御変調の違いについてである (Braver, 2012)。本研究では認知的競合事態に対する意識的気づきに注目し、これが二つの制御変調効果の生起に及ぼす影響が検討された。その結果、関下プライミングによる認知的競合課題では持続性制御変調効果のみが見いだされた。従って一過性制御変調の生起には競合への意識的気づきが必要であるが、持続性制御変調は気づきがなくとも生起する可能性が示された。また関下プライミング事態における持続性制御変調に、自身の行動に対するメタ認知の影響は見られなかった。

キーワード: 認知的制御, 葛藤適応効果, 一過性, 持続性, 意識的気づき, 関下プライミング

問題・目的

認知的競合課題における一致度効果は実験中の文脈によって変化し、不一致試行において競合を経験した直後には一致度効果が減衰あるいは消失する(一過性制御変調効果)。また不一致試行が不均等に多く含まれ、競合を多く経験することになる実験ブロック内での一致度効果は、そのような不均等がない実験ブロックに比べ小さいか、あるいは一致試行と不一致試行の関係が逆転する(持続性制御変調効果)。これらの現象はどちらも競合の経験が後の情報処理を変調させる認知制御の適応機能を反映すると考えられる (Botvinick et al., 2001) が、一方では、それぞれ異なる適応機能を反映する可能性が指摘されている (Braver, 2012)。これについて競合事態における意識的気づきの有無が重要な示唆を与える可能性が注目されているが、課題や実験デザインの違いなどにより一貫しない結果が報告されている (Desender & Van den Bussche, 2012)。

そこで本研究では関下プライミングによる認知的競合課題を用いて潜在的な変調の可能性を検討した。一過性及び持続性制御変調を同一課題、参加者内計画で検討することにより両者を直接比較することを目的とした。また潜在的な制御変調が生じたとしても、それは課題の困難さへのメタ認知による意図的な方略の変化であるとの指摘 (Jaśkowski et al., 2003) を踏まえ、各ブロック終了後に自身の成績についてのメタ評価課題を挿入し、制御変調効果への影響も検討された。

方法

実験参加者

大学生及び大学院生 20 名 (男性 10 名, 女性 10 名, 平均年齢 22.0 歳) が実験に参加した。全員が矯正視力を含む健全な視力を有すると報告した。

装置と刺激

刺激の制御と反応の記録は、パーソナルコンピュータ (MB324J/A, Apple) 上で Matlab 及び Psychtoolbox により行われた。刺激の提示には 19 インチの CRT モニタ (GDM-F520, Sony, 100Hz) が用いられた。

競合課題ではプライム刺激と標的刺激が用いられた。プライム刺激は左右どちらかを向く矢印様図形で、画面中央視角 $0.7^\circ \times 1.0^\circ$ の範囲内に提示された。標的刺激はプライム刺激と同型で一回り大きい図形 (2.35 倍) で図形中央の空白にプライム刺激がちょうど収まるよう提示された。弁別課題におけるマスク刺激は左右向き 2 種類の標的刺激を重ねた図形が用いられた。

手続き

競合課題 標的刺激は、プライム刺激が 10ms 提示され、20ms のブランク画面を挟んだ後に 200ms 提示された。反応の検出から次の試行の刺激が提示されるまでの間隔は 1400ms から 1700ms の範囲で試行ごとにランダムに決定された (図 1)。実験参加者は標的刺

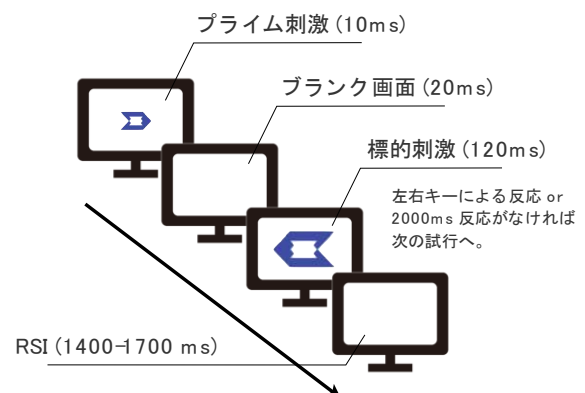


図 1 競合課題における 1 試行の流れ

激の向きをキー押しによって出来るだけ速く且つ正確に判断するよう求められた。ただし標的刺激が提示されてから 2000ms 以内に反応がなければ自動的に次の試行に移行された。実験は 50%-Incongruent ブロックと 90%-Incongruent ブロックの 2 ブロックで構成された。2つのブロックではプライム刺激と標的刺激が同じ向きを指す一致試行と異なる向きを指す不一致試行の比率が異なり、前者は一致試行 160 試行と不一致試行 160 試行、後者は一致試行 32 試行と不一致試行 288 試行で構成された。ブロックの実施順は 90%-Incongruent ブロックにおける文脈が持ち越される影響を考慮し、すべての参加者が 50%-Incongruent ブロックを先に実施した。また両ブロック終了後には、ブロック間で違いがあったように感じたか、感じた場合には何が違うと感じたかについての内観報告が求められた。

メタ評価 葛藤課題の各ブロック終了後に、どのくらい速く反応できたと思うか、どのくらい正確に反応できたと思うかの 2 項目について 5 件法 (5. できた ~ 1. できなかった) によるメタ評価が求められた。

弁別課題 葛藤課題終了後、プライム刺激の弁別課題が 40 試行実施された。手続きは以下の点を除いて葛藤課題と同じであった。弁別課題では標的刺激の代わりにマスク刺激が提示され、参加者にはプライム刺激の向きを口頭で回答するよう求められた。弁別課題では反応の速さは問わないため正確さを重視するよう教示された。弁別課題終了後、プライム刺激がはっきりと見えたことが一度でもあったか、あった場合にはどの程度あったかについて内観報告が求められた。

結果

反応時間 競合課題における平均反応時間を図 2 に示す。これについて、ブロック (50%-Incongruent, 90%-Incongruent) × 直前試行 (一致, 不一致) × 現行試行 (一致, 不一致) の参加者内三要因分散分析を実施したところ有意差が見られたのは、現行試行の主効果 ($F(1,19)=189.06, p<.001$), ブロックと現行試行の交互作用 ($F(1,19)=4.88, p<.05$) であった。ブロックと現行試行の交互作用について下位検定を実施した結果、どちらのブロックにおいても一致試行よりも不一致試行の方が反応時間は長かった (50%-Incongruent: $p<.001$,

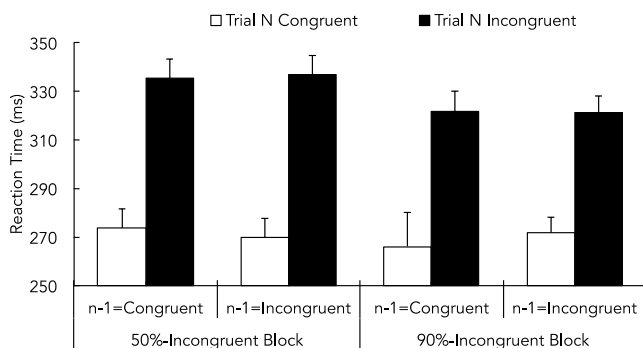


図 2 平均反応時間 (エラーバーは標準誤差)

$r=.95$; 90%-Incongruent: $p<.001, r=.91$). また一致試行の反応時間はブロック間で差は見られなかった ($p=.65, r=.11$) が、不一致試行の反応時間は 50%-Incongruent ブロックに比べ 90%-Incongruent ブロックでは有意に短く ($p<.05, r=.52$) 持続性制御変調効果が確認された。

メタ評価 各ブロック終了後の自身の成績に対するメタ評価の結果についてブロック (50%-Incongruent, 90%-Incongruent) × 評価項目 (速さ, 正確さ) から成る参加者内二要因分散分析を実施した結果、評価項目の主効果のみが有意であり ($F(1,19)=8.81, p<.01, \eta^2=.05$), どちらのブロックにおいても速さの方が正確さよりもメタ評価値が高いことが示された。

弁別課題成績 各参加者の弁別課題の成績について二項検定により分析した結果、すべての参加者の弁別成績はチャンスレベルを越えなかった ($M=.52, SEM=.02$).

内観報告 競合課題後の内観報告においてブロック間の違い (不一致試行の頻度が異なっていたこと) を指摘した参加者はいなかった。また弁別課題後の内観報告においてプライム刺激がはっきり見えたことが一度でもあったと報告した参加者はいなかった。

考察

本研究では閾下プライミングを用いた認知的競合課題における一過性及び持続性制御変調効果がそれぞれ検討された。その結果、不一致試行の反応時間においてブロック間の差が見られ、持続性制御変調効果が確認された。一方で直前試行の影響は見られず、一過性制御変調効果は確認されなかった。これらの結果から、まず一過性制御変調の生起には競合への意識的気づきが必要であることが示唆される。一方で、持続性制御変調の生起には競合への意識的気づきが必ずしも必要ではないことが示唆された。また課題成績のメタ評価結果にはブロック間の差は見られず、潜在的な制御変調は課題の困難さへのメタ認知により生じるとの指摘は支持されなかった。以上の結果より、持続性制御変調が意図的な方略の使用によるものではなく、より潜在的な文脈の学習により生じる可能性が示唆される。

引用文献

- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S., & Cohen, J. D. 2001 Conflict monitoring and cognitive control. *Psychological Review*, 108, 624-652.
- Braver, T. S. 2012 The variable nature of cognitive control: a dual mechanisms framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 106-113.
- Desender, K., & Van den Bussche, E. 2012 Is consciousness necessary for conflict adaptation? A state of the art. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 3.
- Jaśkowski, P., Skalska, B., & Verleger, R. 2003 How the self controls its "automatic pilot" when processing subliminal information. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 911-920.

共同サイモン効果における反応試行の相補性

西村 聡生
横澤 一彦

日本学術振興会
上智大学総合人間科学部
東京大学大学院人文社会系研究科

隣り合う 2 人がそれぞれ二肢選択課題の片方ずつの刺激—反応マッピングを担当し相補的に Go/NoGo 課題を遂行する場合、反応者の側に標的が呈示される方が、もう 1 人の側に呈示されるよりも、反応がはやい（共同サイモン効果）。本研究では、色と形の 2 次元で変化する標的刺激を注視点の左右どちらかに呈示し、片方の参加者は特定の色、もう片方の参加者は特定の形に対してのみ自分の前にあるボタンを押す Go/NoGo 課題を用いて、片方のみが反応する試行の割合（反応試行の相補性）を操作した。標的次元が異なるため課題は相補的ではなかったが、隣接した 2 人は自分の前のボタンを押したため反応位置の相補性は保たれていた本研究において、反応試行の相補性に影響されず共同サイモン効果が生じたことから、反応位置の相補性の重要性が示唆された。他者の反応が自身の反応位置の符号化の基準となり共同サイモン効果が生起すると考えられる。

Keywords: stimulus-response compatibility, action and perception, social interaction, co-representation, joint Simon effect.

問題・目的

他者の行動は、自身の課題遂行に影響する。左右に呈示された刺激の色や形といった非空間的特徴に対して左右のボタン押しで反応する選択課題（例、赤なら右の、緑なら左のボタン押し）を行う場合、刺激と反応が同側にある方が反応がはやい（サイモン効果：Craft & Simon, 1970）。特定の刺激に対して片側のボタンを押し別の刺激にはボタン押しをしない Go/NoGo 課題（例、赤なら右のボタン押し、緑ならボタン押しをしない）では一般にサイモン効果は生じないが、2 人で隣り合ってそれぞれが相補的に Go/NoGo 課題を行う場合（例、右側の人は赤なら右のボタン押し、緑ならボタン押しをしない；左側の人は緑なら左のボタン押し、赤ならボタン押しをしない）にはサイモン効果が生じる（共同サイモン効果：Sebanz et al., 2003）。全く同一の Go/NoGo 課題でも、他者と相補的に行う場合には単独で行う場合とは異なり、選択課題遂行時と類似の効果が生じることから、他者の行動が自身の行動と同様に表象されていること（共同表象）が示唆される。

通常共同サイモン課題では、参加者のうち片方が赤、もう片方が緑を担当するなど反応を指示する刺激特徴の参加者間での分担が相補的であり（課題の相補性）、従って片方が反応する試行ではもう片方は反応せず（反応試行の相補性）、また片方が左の、もう片方が右のボタンを担当する（反応ボタンの相補性）。

本研究では、自身の課題遂行に影響する共同表象特性について明らかにするため、参加者間でのこれらの相補性の共同サイモン効果における役割について検討する。隣り合う 2 人の参加者のうち 1 人が標的の色（赤 vs. 緑）、1 人が形（円 vs. 正方形）に基づき Go/NoGo 課

題を行ったため、課題は相補的ではなかった。実験 1 では、標的の色と形の組合せを同数ずつとし、片方の参加者が反応すべき試行、反応すべきでない試行とも、それぞれのうち半数はもう片方の参加者が反応すべき試行だった。そのため片方のみが反応する試行は全試行の半数であり（反応試行の相補性 50%）、その試行が反応すべき試行かどうかはもう片方が反応すべき試行かどうかとは完全に独立しており、反応試行は相補的ではなかった。実験 2 では、色と形の組合せの割合から反応試行の相補性を量的に操作し、共同サイモン効果への影響を検討した。実験を通じて、反応ボタンの相補性は保たれていた。

実験 1

方法

同性のペア 16 組 32 名が参加した。ペアの 2 人は、1 つの刺激呈示用ディスプレイの前に左右に隣り合って座り、左側の参加者は左の、右側の参加者は右のボタン押しを行った。標的刺激は、色（赤、緑）と形（円、正方形）の両特徴次元で変化した。参加者は、標的が特定の次元において特定の特徴を有している場合にはできるだけ早くボタンを押し、有していない場合にはボタンを押さない Go/NoGo 課題を行った。別の次元での特徴は課題とは無関係であった。例えば、赤色に対して反応する場合には、標的の形によらず赤だったらできるだけ早く自分の側のボタンを押し、緑だったらボタンを押さないことが求められた。各試行は、白色の十字を注視点として画面中央に 500ms 呈示することで開始した。その後、注視点の左右どちらかに標

的刺激を2,000ms呈示した。500ms後、次の試行を開始した。

実験は全部で4ブロックから成り、2ブロックでは参加者のうち片方は色、片方は形に基づき課題を行い、左、右、両方の参加者が反応すべき試行およびどちらも反応すべきでない試行はいずれも4分の1ずつであった（反応試行の相補性50%）。1ブロックでは両方も色、1ブロックでは両方も形に基づき課題を行い、従って半分の試行で左の、半分の試行で右の参加者のみが反応した（相補性100%）。

結果

本来反応すべきでない場合に反応した試行や反応すべき場合に反応しなかった試行は1%未満であった。担当する反応ボタンの側に刺激が呈示された場合を適合条件、逆側に呈示された場合を不適合条件とした。各参加者の条件ごとの反応時間の中央値について、反応試行の相補性（50%, 100%）と適合性（適合, 不適合）を参加者内要因とした分散分析を行った。適合性の主効果のみが有意であり $[F(1,31) = 5.19, p = .030]$ 、反応試行の相補性によらず共同サイモン効果（4ms）が得られた。

実験 2

方法

同性のペア 13組 26名が新たに参加した。全部で6ブロック行い、2ブロックでは参加者が二人とも反応する／しない試行を全体の8割、どちらかのみが反応する試行を全体の2割とし（反応試行の相補性20%）、2ブロックではこれらの試行の割合を逆転した（相補性80%）。両者とも色、両者とも形に対して反応したブロック（各1ブロック）ではすべての試行でどちらかのみが反応した（相補性100%）。以上の点を除き、実験1と同様であった。

結果

本来反応すべきでない場合に反応した試行や反応すべき場合に反応しなかった試行は1%未満であった。各参加者の条件ごとの反応時間の中央値について、反応試行の相補性（20%, 80%, 100%）と適合性（適合, 不適合）を参加者内要因とした分散分析を行った。適合性の主効果のみが有意であり $[F(1,25) = 10.04, p = .004]$ 、反応試行の相補性によらず共同サイモン効果（6ms）が得られた。

考察

画面の左右どちらかに呈示される刺激に対して隣り合った参加者が反応する場合、両参加者間で担当する

反応ボタンの相補性が保たれていた本研究では、反応を決定する課題（担当する刺激特徴）の相補性がなくても、反応試行（担当者の手番）の相補性によらず、すべての相補性が保たれている場合と同様に共同サイモン効果が生じた。すなわち、自分の側に刺激が呈示された方が、もう片方の参加者の側に呈示された場合よりもGo/NoGo課題における反応がはやかった。

この結果は、他者の行為が自身の行為の空間位置を規定する参照枠として表象され共同サイモン効果が生じることを示唆する（Guagnano et al., 2010; Nishimura & Michimata, 2012）。Go/NoGo課題では通常、反応に使用されるボタンはただ1つである。そのため、例えば左側に配置されたボタンであっても、左右の空間位置に関連した反応の符号化はなされない。一方、共同サイモン課題では、実験中にもう1つの右側のボタンが他者によって押されることで他者が担当する右側のボタンが顕著になり、そのボタン位置に対して自分の押すボタンが左側であると空間的に符号化される。それにより刺激と反応の空間的対応が生じ、共同サイモン効果が生じると考えられる。

共同サイモン効果において個人間で共同表象され相互の課題遂行に影響しているのは、他者の行為を規定する課題（Sebanz et al., 2003, 2005）や他の行為者の手番（Wenke et al., 2011）ではなく、他者が隣で行為を行っていることそれ自体であると考えられる。

引用文献

- Craft, J. L., & Simon, J. R. 1970 Processing symbolic information from a visual display: Interference from an irrelevant directional cue. *Journal of Experimental Psychology*, 83, 415-420.
- Guagnano, D., Rusconi, E., & Umiltà, C. A. 2010 Sharing a task or sharing space? On the effect of the confederate in action coding in a detection task. *Cognition*, 114, 348-355.
- Nishimura, A., & Michimata, C. 2012 Effect of complementarity on the joint Simon effect. *The Japanese Journal of Psychonomic Science*, 31, 79-80.
- Sebanz, N., Knoblich, G., & Prinz, W. 2003 Representing others' actions: just like one's own? *Cognition*, 88, B11-B21.
- Sebanz, N., Knoblich, G., & Prinz, W. 2005 How two share a task: Corepresenting stimulus-response mappings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 1234-1246
- Wenke, D., Atmaca, S., Hollander, A., Liepelt, R., Baess, P., & Prinz, W. 2011 What is shared in joint action? Issues of co-representation, response conflict, and agent identification. *Review of Philosophy and Psychology*, 22, 147-172.

共同作業事態が刺激—反応競合課題の遂行に及ぼす影響

木村 ゆみ
吉崎 一人

愛知淑徳大学大学院心理学研究科
愛知淑徳大学心理学部

本研究は、Sebanz et al. (2003) の共同サイモン課題を用い、方向手がかりとその指示性が共同サイモン効果へ及ぼす影響を検討した。共行為者によるキー押しを自身の反応キーの位置を規定する参照枠として利用しているという反応参照枠説に依拠すれば、指示性の高い刺激は指示性の低い刺激よりも共同サイモン効果が増大すると予想した。実験 1 では方向手がかりに視線刺激を用い、正面から左右それぞれ 15° 逸視の顔刺激を用い指示性低条件を、左右それぞれ 45° 逸視の顔刺激を用い指示性高条件を設定した。その結果、共有条件における指示性高条件で共同サイモン効果が認められた。実験 2 では方向手がかりの指示性がさらに明確な矢印刺激を用い共同サイモン効果の生起を確認した。各実験で得られた共同サイモン効果の効果サイズ比較では、方向手がかりの指示方向が明確なほど共同サイモン効果は増大した。

Keywords: joint Simon task, joint action, social cognition

問題・目的

本研究は、視覚的注意研究で用いられるパラダイムを他者と共同で行う事態で、他者行為が観察者の課題遂行に及ぼす影響を検討した。

Sebanz et al. (2003) は他者の存在や他者の行為を観察することが観察者の課題遂行に影響するのかを検討するために、3 条件下で課題遂行成績を比較した。go/no go 課題を 1 人で行う個人条件と 2 人で行う共有条件、1 人でサイモン課題 (Simon, 1969) を行うサイモン条件を設定した。彼女らの実験では、赤色または緑色の指輪をつけた手が指差しによって左、右、中央のどれかを指している写真が PC 画面の中央に呈示された。go/no go 課題では、実験参加者は赤色または緑色のどちらか一方に対して、左または右に配置されたボタンを押すことで反応した。指差し方向と反応者の座る位置が一致する条件を一致条件、異なる条件を不一致条件とした。その結果、個人条件では適合性効果が得られなかったが、共有条件ではサイモン条件で得られたサイモン効果と同程度の適合性効果が得られた。この結果から彼女らは、共有条件では他者行為を自己の行為と同様に表象すると解釈した。このような go/no go 課題を共同サイモン課題とし、得られた効果は共同サイモン効果と呼んでいる。

現在までにこの共同サイモン効果の生起要因として、Sebanz et al. (2003) に代表される“課題表象の共有”と Guagnano et al. (2010) に代表されるように、共行為者によるキー押しが観察者自身の反応キーの位置を規定する参照枠となるという 2 説が提案されている。

本研究の目的は、共行為者によるキー押しが観察者自身の反応キーの位置を規定する参照枠となるとする説に依拠して共同サイモン効果を検証することであった。そこで実験 1 では、方向手がかりに視線刺激を

用い、指示性 (明確さ) を操作した。正面から左右それぞれ 15° 逸視の顔刺激を指示性低刺激とし、左右それぞれ 45° 逸視の顔刺激を指示性高刺激とした。実験 2 では、方向手がかりの指示性がさらに明確な矢印刺激を用いた。共行為者によるボタン押しを自己のボタンの位置を規定する参照枠として使用する事態では、顔刺激の指示性低刺激より指示性高刺激、さらには指示性がより明確な矢印刺激の順に共同サイモン効果は増大すると予想した。

実験 1

方法

要因計画 課題 (共有/個人) × 指示性 (高/低) × 適合性 (一致/不一致) の 3 要因実験参加者内計画。

実験参加者 18 - 24 歳 ($M = 20.5, SD = 1.7$) の右利き大学生および大学院生 24 名 (女性 12 名)。同性の友人と 2 人 1 組で参加。

刺激 凝視点は黒色で呈示され、視角にして $0.69^\circ \times 0.69^\circ$ の “+”。ターゲット刺激は、ATR 顔表情画像データベース DB99 から刺激評定により選定した中立顔写真 ($6.88^\circ \times 6.88^\circ$) の鼻部分に $0.76^\circ \times 0.46^\circ$ の赤色または青色の色パッチを重ねた。ターゲット刺激は色パッチが画面の中央 (凝視点の位置) に呈示されるように配置。

手続き 1 試行のスケジュールは、凝視点が 200 ms 間呈示された後、200 ms 間のブランクを挟んで刺激を 700 ms 間呈示。さらに 300 ms 間のブランク後、次の試行を開始。実験参加者には、顔写真を無視しながら画面中央に呈示される色パッチが赤色なら PC 画面に向かって左側に座った人が左手人差し指で、青色なら PC 画面に向かって右側に座った人が右手人差し指で反応キーをできるだけ速く、できるだけ正確に押すよう求めた。

結果と考察

正答に要した反応時間を用いて、3 要因分散分析を行った。その結果、適合性の主効果が認められ ($F(1, 23) = 12.04, p = .002, \eta_p^2 = .34$)、適合性効果 (3 ms) が得られた。課題×適合性の交互作用も認められた ($F(1, 23) = 4.83, p = .038, \eta_p^2 = .17$)。単純主効果の検定により、個人条件において適合性効果は認められず ($F(1, 46) = 2.67, p = .109$) (2 ms)、共有条件では適合性効果、つまり共同サイモン効果 (5 ms) が得られた ($F(1, 46) = 16.86, p < .001$)。課題×指示性×適合性の 3 要因交互作用は認められなかったが ($F(1, 23) = 0.57, p = .459$)、共有条件における指示性低条件の適合性について t 検定を行った。その結果、共同サイモン効果は認められなかった ($t(23) = 1.84, p = .078, r = .36$)。これに対し、共有条件における指示性高条件の適合性について t 検定を行ったところ、不一致条件は一致条件よりも有意に反応が遅延し、共同サイモン効果 (7 ms) が認められた ($t(23) = 3.71, p = .001, r = .61$)。このことから、共同サイモン効果は、方向手がかりの指示方向がより明確な方が増大する可能性が示唆された。

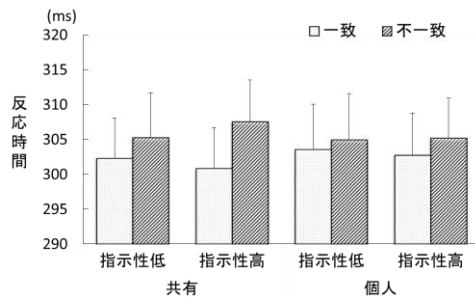


図 1 実験 1 における各条件の平均反応時間 (バーは標準誤差)

実験 2

方法

要因計画 課題 (共有/個人) × 適合性 (一致/不一致) の 2 要因実験参加者内計画。

実験参加者 実験 1 に参加していない 18 - 23 歳 ($M = 20.0, SD = 1.5$) の右利き大学生および大学院生 24 名 (女性 12 名)。同性の友人と 2 人 1 組で参加。

刺激 凝視点は実験 1 と同様。ターゲット刺激として PC 画面の中央に水平方向の左か右を指し示す矢印を呈示。矢印の中央には $0.76^\circ \times 0.46^\circ$ の赤色または青色の色パッチを呈示。

手続き 1 試行の流れは実験 1 と同様。実験参加者には、矢印を無視しながら画面中央に呈示される色パッチが赤色なら PC 画面に向かって左側に座った人が左手人差し指で、青色なら PC 画面に向かって右側に座った人が右手人差し指で反応キーをできるだけ速く、できるだけ正確に押すよう求めた。

結果と考察

正答に要した反応時間を用いて、2 要因分散分析を行った。その結果、適合性の主効果が認められ ($F(1, 23) = 31.01, p < .001, \eta_p^2 = .57$)、適合性効果 (4 ms) が得られた。課題×適合性の交互作用も認められた ($F(1, 23) = 11.32, p = .003, \eta_p^2 = .33$)。単純主効果の検定を行ったところ、個人条件において適合性効果は認められず ($F(1, 46) = 2.60, p = .114$)、共有条件では共同サイモン効果 (6 ms) が得られた ($F(1, 46) = 40.06, p < .001$)。この共有条件における適合性について t 検定を行い、効果サイズを算出したところ $t(23) = 5.43, p < .001, r = .75$ となり、頑健な共同サイモン効果が確認された。

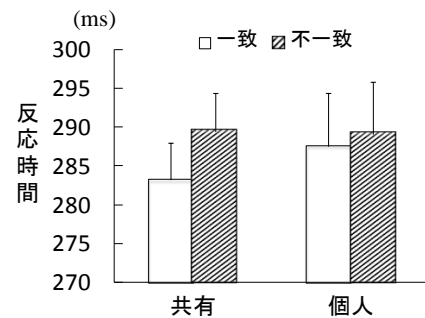


図 2 実験 2 における各条件の平均反応時間 (バーは標準誤差)

総合考察

本研究は方向手がかりの指示性を操作し、方向手がかりの指示性に伴う共同サイモン効果の変動を捉えることを目的とした。

その結果、共同サイモン効果は方向手がかりが顔刺激で視線の角度が 15 度の指示性低条件では $r = .36$ 、45 度の指示性高条件では $r = .61$ であった。また、矢印刺激では $r = .75$ であった。つまり、方向手がかりの方向指示の顕著さが共同サイモン効果を増大させた。このことから実験参加者は、共行為者によるキー押しが観察者自身の反応キーの位置を規定する参照枠として利用するという“反応参照枠説”の妥当性が確認された。

引用文献

- Guagnano, D., Rusconi, E., & Umiltà, C. A. 2010 Sharing a task or sharing space? On the effect of the confederate in action coding in a detection task. *Cognition*, 114, 348–355.
- Sebanz, N., Knoblich, G., & Prinz, W. 2003 Representing others' actions: Just like one's own? *Cognition*, 88, B11–B21.
- Simon, J. R. 1969 Reactions toward the source of stimulation. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 174–176.

先行刺激と行為の目的、反応が後続刺激の知覚に与える影響

光松 秀倫

名古屋大学大学院情報科学研究科

本実験では、2つの刺激反応課題を続けて行った。従来研究で、第1課題の反応方向（R1:左右のキー押し）と第2課題の刺激方向（S2:矢印刺激）が一致すると、S2の検出成績が低下することが知られている。従来研究のR1はS1（矢印刺激）の方向判断反応であり、R1の方向はS1方向に対して完全に従属的であった。さらにR1の反応と目的方向が不可分であった。本研究では、R1の反応方向を目的とS1方向から独立させた。R1の目的は、S2の方向を試行前に指示した方向と一致させることであった。S2の方向は、S1の色、方向、R1の方向の3変数によって決定された。その結果、S2の検出成績は、S2と目的方向との一致によって上昇した。これらの結果と従来研究のコード占有仮説との整合性について考察した。

Keywords: intention superiority effect, action induced blindness, code occupation hypothesis

問題・目的

行為の目的の表象は、目的を達成する前までは活性化状態を保つのに対し、目的達成後は抑制される（意図優位性効果）。Marsh et al. (1998)は、行為（例、コーヒーを入れる）の手順（例、フィルターを挿入する）を画面に提示し記憶させた後、手順に含まれた語（名詞、動詞）の語彙判断課題を行った。被験者が実際に行う前に判断課題を行った条件では、手順の語に対する反応時間が中立語よりも速かったのに対し、行為後に判断課題を行った条件では反応時間が遅くなった。このように、目的の達成状況に応じて、目的表象の活性レベルを制御する機構は適応的である。

この制御機構は、記憶だけでなく知覚現象によっても確認することができるのだろうか？

近年、行為と知覚の研究分野では、目的達成の前後の時間帯において、目的と一致する刺激の知覚が低下することが報告されている。例えば、Musseler & Hommel (1997)は、刺激反応課題を2つ続けて行い、第1課題の左右のボタン押し行為の方向（R1）と一致する第2課題の矢印刺激（S2）の知覚が低下することを報告した。ところが、Wuhr & Musseler (2001)は、この知覚低下(action induced blindness: AIB)を意図優位性効果の文脈ではなく、コード占有仮説によって説明した。彼らのコード占有仮説によると、知覚と行為は特徴の表象コードを共有しており、行為が「左」のコードを活性化している間は、知覚は「左」のコードを活性化できないと説明する。これは現在までAIBの支配的な説明仮説となっている。

彼らの実験では、目的と反応の方向を分離しなかった。つまり、彼らの被験者は、左右の矢印刺激（S1）に応じて左右のキーを押した。この場合、目的と反応の方向は同一であり、反応の完了が目的の達成である。

このキー押し課題を意図優位性効果の実験文脈に当てはめると、左右の反応という目的達成後は、同じ左右特徴の目的表象が抑制されると説明できる。ただし、抑制は、反応後だけでなく、目的達成の確実性が高ま

った、行為の準備開始後の時間帯でも生じる（Wuhr & Musseler, 2001）。

コード占有仮説は、知覚低下しか説明できないのに対し、意図優位性効果は、目的達成の時間的前後関係に基づいて、知覚促進と知覚低下の両方を予測する。

本研究では、目的を行為反応から分離することによって、Marshらが意図優位性効果で示したように、目的の達成前には矢印刺激の知覚が促進されると予測した。この予測が実験結果と一致すれば、AIBの説明仮説として、コード占有仮説より、意図優位性効果が優れていると結論できる。

実験 1

方法

刺激 S1として、画面に矢印「<, >」（4 × 8 mm、300ms）を提示した。方向は、左右のいずれかから、色は赤、緑、青、黄色のいずれかからランダムに決められた。S2も矢印刺激であり、常に白色であった。S2の直後にマスク刺激が提示された。S2を提示しない試行も含まれ、その試行ではマスク刺激だけが提示された（catch trial）。

課題 R1は、左右のボタン押しで、その目的は、S2の向きを試行前に指示した向きと一致させることであった。S2の方向は、S1の色、方向、R1の方向の3変数によって決定された。R2として、S2の方向弁別課題と検出課題が課せられた。

要因計画 S1, R1, S2の方向と目的方向との一致・不一致に関して3要因：S1（一致、不一致）× R1（一致、不一致）× S2（一致、不一致）を被験者内要因で行った。

被験者 大学院生14名

結果と考察

Catch Trial

平均誤検出率は、34.6%であった。S1（一致、不一致）× R1（一致、不一致）の2要因の分散分析の結果、主効果、交互作用ともに有意差は見られなかった ($ps > 0.3$)。

S2の方向判断課題で、目的と一致する方向を選択する割合は、63.6%であった。

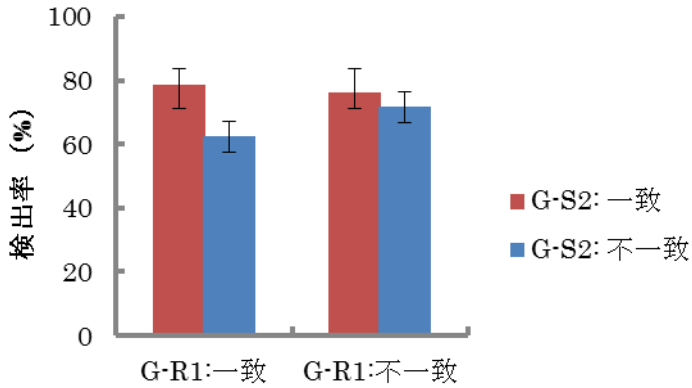


図 1 a: G-S1一致条件のS2検出率

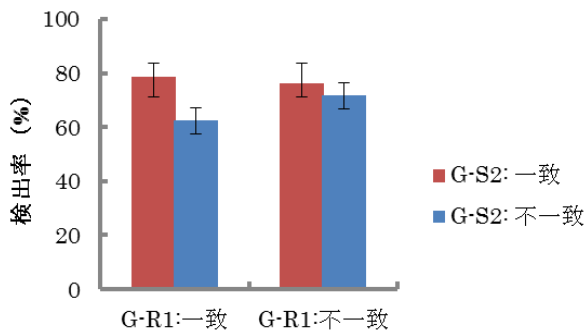


図1a: G-S1一致条件のS2検出率

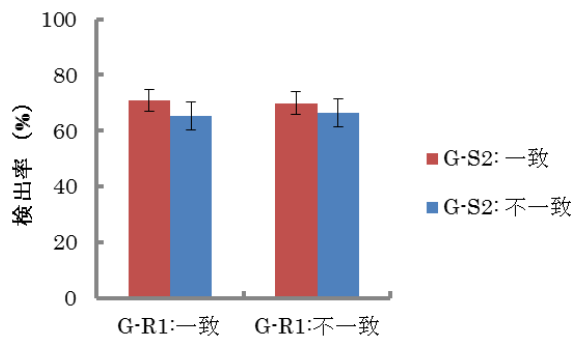


図1b: G-S1不一致条件のS2検出率

実験1の結果は、全体としてS2一致条件の検出率は、不一致条件よりも高いことを示した。すなわち、目的と一致するS2の検出は促進された。しかし、統計的に有意であったのは、S1とR1がともに目的方向と一致した条件のみであった。

S1不一致条件では、目的と反対方向の表象がボトムアップ的に活性化したために、知覚促進が生じなかったと考えられた。

実験2

日常的な場面では、目的が未だ実現していないことが、目的を設定する前提である。しかし、実験1では、目的を先行提示した条件でだけ、S2の知覚促進が生じた。実験2では、被験者が目的の先行提示に依存せずに知覚促進が生じるかを検証した。実験2では、S1として、目的に対して中立な図形刺激を用いて、S2の知覚促進が生じるかどうかを調べた。

方法

S1として、左右の矢印「<、>」の代わりに、円と四角「○、□」を提示した。それ以外は実験1と同じであった。

被験者 大学院生8名

結果と考察

R1（一致、不一致）× S2（一致、不一致）の2要因の分散分析の結果、S2の主効果のみ有意であった、 $F(1,7) = 12.65, p < 0.001$ 。また、G-R1一致条件でのみ、S2の促進効果が見られた、 $t(7) = 2.36, p < 0.05$ 。

実験2でも、目的方向との一致によるS2の知覚促進が生じた。この知覚促進は、S2だけでなく、R1も目的方向と一致することが必要である。

総合考察

1) 目的が達成されていない状況で、行為反応後に提示される目的一致刺激の知覚は促進された。2) この知覚促進には、目的に対する反応の一致性も必要であった。3) 先行研究が報告した知覚低下は、目的達成（反応完了）の確実性が高まった反応準備段階以降の目的表象の低下に起因すると考えられた。4) 目的表象の活性レベル制御機構の仮説は、知覚促進と知覚低下の両方を説明するという理由から、コード占有仮説より優れていると考えられた。

引用文献

- Marsh, R. L., Hicks, J. L., & Bink, M. L. 1998 Activation of completed, uncompleted, and partially completed intentions. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 350–361.
- Musseler, J., & Hommel, B. 1997 Blindness to response-compatible stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23(3), 861–872.
- Wuhr, P., & Musseler, J. 2001 Time course of the blindness to responsecompatible stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27, 1260–1270.

色および形類似性に基づく空間選択

竹谷 隆司
河西 哲子

北海道大学大学院教育学院
北海道大学大学院教育学研究院

Visual scenes involve a number of grouping factors, which may obligatorily guide attention to task-irrelevant spatial regions within a perceptual group if the part is attended. Among grouping factors, color similarity may be more fundamental or guide attention earlier than shape similarity, because color is a surface feature and shape is a boundary feature that is extracted from surface features. The present study examined this hypothesis by using event-related potentials (ERPs). Participants were required to attend to one hemifield during a rapid presentation of bilateral stimuli, color and shape similarities of which were orthogonally manipulated. Attention effects were defined as differences between ERPs at contralateral and ipsilateral hemispheres to attended visual fields. We found that N1 (140-180 ms post-stimulus) attention effects at occipital-parietal sites were decreased according to color and shape similarities without interactions. This suggests that color similarity is not more fundamental than shape similarity in the early group-based spatial selection.

Keywords: Spatial attention, Perceptual grouping, Event-related potential, Boundary feature, Surface feature.

問題・目的

注意は視覚要素間の群化要因に従い知覚的群全体に拡散することを示す証拠が蓄積されている。しかし注意選択における複数の群化要因間の関係は明らかでない。例えば、群化要因には、形類似性や対称性など境界特徴に定義される要因と、色類似性のような表面特徴に定義される要因がある。境界特徴が表面特徴のコントラストから抽出される逐次的処理が示唆されているが (Cavanagh et al., 1990), 知覚的群化にもそのような要因間の階層性があるかは明らかではない。

群化による注意拡散過程に関して、事象関連電位 (event-related potential, ERP) を用いた一連の研究がある。そのうち、両側刺激提示時の持続焦点的注意課題を用いて、注意側同側に対して対側半球でのERP振幅増強を視野への注意配分の指標とした研究において、Kasai et al. (2011)は、色類似性による注意拡散をN1 (刺激出現後155-205 ms) に、形類似性による注意拡散をN2 (280-400 ms) に同定した。これは、表面特徴で定義された群化による注意拡散が境界特徴によるものに先行することを示唆する。しかしこの研究では、対称性の影響を排除する操作により、形類似性と色類似性の程度に違いがあったと考えられる。

本研究は、類似の実験手法において上記の問題を排除した上で、色類似性と形類似性を直行させて操作した (Figure 1)。もしも表面特徴の類似性による群化が境界特徴の類似性による群化よりも処理の階層においてより低次であるならば、色類似性によるERP注意効果の減衰は、形類似性による効果よりも早く、さらに色類似性によって異なるはずである。

方法

実験参加者 20歳から38歳 (平均23.3歳) の大学生・大学院生16名が実験に参加した。

刺激 灰色の背景に黒色あるいは白色の刺激を提示した。凝視点 (視角度0.4° × 0.4°) が画面中央に常に提示され、その上側 (0.8°) の両側3.4° に高さ1.4°、幅

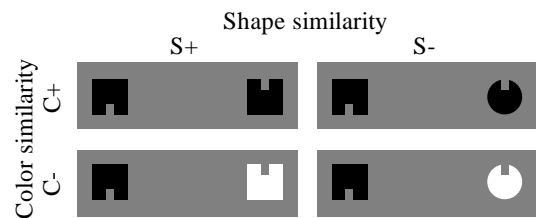


Figure 1. Examples of standard stimulus in the present study.

1.4° の正方形あるいは正円を提示した。すべての刺激の上あるいは下側に幅0.2°の切れ込みがあり、高さは標準刺激で0.3°、標的の刺激で0.2°だった。刺激条件は、左右の刺激の色類似性 (C+, C-) と形類似性 (S+, S-) の組み合わせで定義された、色類似・形類似 (C+ S+), 色類似・形非類似 (C+ S-), 色非類似・形類似 (C- S+), 色非類似・形非類似 (C- S-) の4条件だった。

手続き 刺激は持続時間100 ms, 刺激間隔300-650 ms (8段階, 矩形) でランダム順に提示した。刺激提示確率は標準刺激が75%, 標的の刺激が25%だった。参加者にブロック中は左右いずれかに視線を動かさずに注意し、注意側の標的に反応するよう教示した。1ブロックは100回の刺激提示からなり、左及び右注意ブロックを16回ずつ、交互に行った。

記録・分析 行動指標は注意視野の標的提示後200-1000 msの反応をヒット、それ以外をフォールスアラームとし、ヒットの反応時間を測定した。脳波は国際10-20法に従う25箇所電極から鼻尖を基準として導出した (バンドパスフィルタ0.1-30 Hz; サンプリング周波数200 Hz)。刺激提示前200 ms から出現後800 msまでを加算平均し、提示前200 ms間の平均電位をベースラインとした。アーチファクト ($\pm 75 \mu V$) を含む試行、反応の次の試行を分析から除外した。標準刺激に対するERPを分析対象とした。

結果

行動反応 いずれの行動指標においても統計的に有意な刺激条件を含む効果はなかった。

ERP Figure 2に総加算平均波形を示す。注意側対側半球と同側半球の差である注意効果が最も明瞭に観察された後頭側頭部 (PO7, PO8) のP1 (刺激提示後90–120 ms), 後頭頭頂部 (PO3, PO4) のN1 (140–180 ms), 及び後頭側頭部のP2 (190–230 ms) の平均電位を算出し, それぞれ色類似性 (C+, C-), 形類似性 (S+, S-), 注意視野に対する半球 (注意側対側, 同側) の3 要因被験者内計画分散分析を行った。P1潜時において, 対側で同側よりも陽性電位が増加したことが半球の有意な主効果で示された ($F(1,15) = 46.7, p < 0.00001$)。

N1潜時には色類似性と半球, 及び形類似性と半球の交互作用があった ($F(1,15) = 9.8, p < 0.01; F(1,15)$

$=13.7, p < 0.01$)。注意効果 (注意側対側ERP – 同側ERP) に対する下位検定において, Figure 3に示すように, C-条件でC+条件よりも, S-条件でS+条件よりも注意効果が陰性であった ($F(1,15) = 9.9, p < 0.01; F(1,15) = 14.0, p < 0.01$)。色類似性×形類似性×半球の交互作用はなかった ($F(1,15) = 0.9, p = 0.37$)。

P2潜時においては, 色類似性×形類似性×半球の交互作用があった ($F(1,15) = 6.5, p < 0.05$)。下位検定において, 注意効果はS+でS-よりも陽性であり ($F(1,15) = 20.5, p < 0.001$)、さらにこの形類似性効果はC+のときC-のときより大きかった ($F(1,15) = 6.3, p < 0.05$)。

考察

本結果におけるP1注意効果は, 実験参加者が注意を課題関連視野に向けて課題を遂行したことを示す。本研究は, 色類似性と形類似性に基づく注意拡散効果をいずれも, 後頭頭頂部のN1潜時に同定した。色類似性による注意拡散効果をN1に同定したことは先行研究 (Kasai et al., 2011) と一致する。一方, 本研究で同定された形類似性による注意拡散効果は明らかに早く, 先行研究がN2潜時に同定したのは類似性の程度に起因することが示唆された。また本研究は形類似性と色類似性が交互作用なくN1注意効果に影響することをはじめて観察した。これらの結果から, 色類似性による注意拡散は形類似性に基づく注意拡散に必ずしも先行せず, 比較的初期の空間選択段階では, 複数の群化要因は加算的に注意を誘導することが示唆された。

一方, 後頭側頭部のP2潜時における形類似性による注意誘導効果は, 色類似条件のほうが大きかった。このことは, この処理段階においては色類似性が形類似性に基づく空間選択を調整したことを示唆する。しかしながら, 両側刺激提示時の持続焦点的注意課題におけるP2潜時の注意効果に関する系統的な研究はなく, 本研究で観察された結果が, 形類似性による注意の焦点化と拡散のいずれの調整であるのか明らかでない。

結論

本研究は, 表面特徴の類似性と境界特徴の類似性が, 同程度に早い処理段階において, 互いに独立的に空間的注意を誘導することを示した。したがって, 知覚的群化において, 表面特徴が定義する群化要因が, 境界特徴が定義する群化要因よりも必ずしも基本的な要因だとは言えない。

引用文献

- Cavanagh, P., Arguin, M., & Treisman, A. 1990 Effects of surface medium on visual search for orientation and size features. *Journal Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 16, 479–491.
- Kasai, T., Moriya, H., & Hirano, S. 2011 Are objects the same as groups? ERP correlates of spatial attentional guidance by irrelevant feature similarity. *Brain Research*, 1399, 49–58.

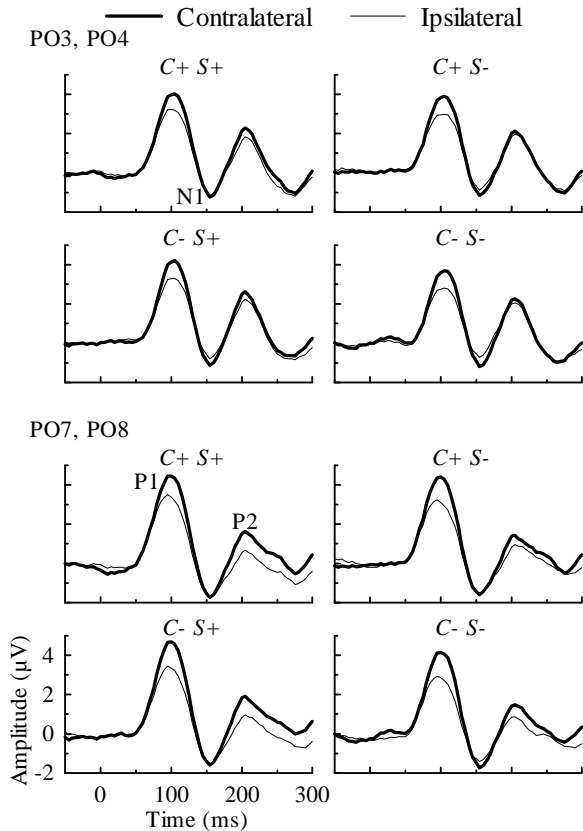


Figure 2. Grand-average ERPs at the occipito-temporal (PO7, PO8) and occipito-parietal electrodes (PO3, PO4). ERPs at hemisphere sites contralateral and ipsilateral to an attended visual field are overlapped, collapsing the left and right sites.

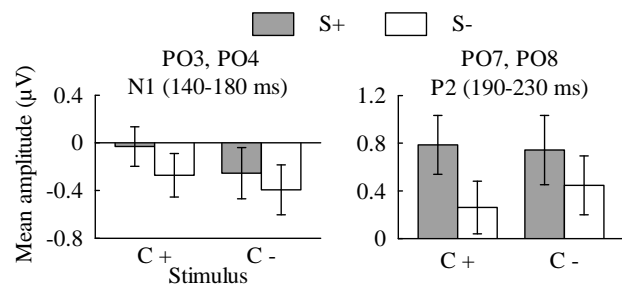


Figure 3. Mean amplitudes of the attention effect, that is, ERPs at ipsilateral sites were subtracted from those at contralateral sites. Error bars indicate standard errors of the mean.

系列の潜在学習における課題依存性

樋口 洋子
上田 祥行
小川 洋和
齋木 潤

京都大学大学院人間・環境学研究科
京都大学こころの未来研究センター
関西学院大学文学部総合心理科学科
京都大学大学院人間・環境学研究科

higuchi@cv.jinkan.kyoto-u.ac.jp

Attention could be guided to a target object in a search display when either the fixed spatial layouts or the same object sets were presented repeatedly (contextual cueing; Chun & Jiang, 1998, 1999). Our previous study found that only objects' identities were selectively learned when objects were sequentially presented at multiple fixed locations. We investigated whether implicit selective learning of location and identity depends on tasks by devising two different tasks using the identical learning paradigm. Participants were asked to respond to a target among the stream of distractors presented sequentially at different locations. The target was defined as an object belonging to different category (Experiment 1: identity task) and an object with spatial offset (Experiment 2: location task). In the learning phase, sequences which were invariant both in locations and identities associated with a particular target were presented repeatedly. In the following test phase, either locations or identities of the invariant sequences were randomized. In Experiment 1, reaction times increased in the test phase compared with the last block of the learning phase when the object identities were randomized, whereas reaction times did not change when the locations were randomized. In contrast, in Experiment 2, reaction times increased in the test phase when the object locations were randomized. These results indicate that selective learning of location and identity are task-dependent, suggesting that task sets play an important role in deciding which information was learned implicitly.

Keywords: contextual cueing, spatio-temporal information, implicit learning

問題と目的

視覚探索課題において、同一の配置や物体アイデンティティの画面が繰り返し呈示されると、ターゲットの検出が促進される (contextual cueing; Chun & Jiang, 1998; Chun & Jiang, 1999)。このような探索画面の学習は、潜在学習であるということがわかっている。Endo and Takeda (2004) は、物体の位置とアイデンティティがどちらも固定された画面を繰り返し呈示すると、位置のみが潜在的に学習されることを示した。一方、著者らは、異なるアイデンティティをもつ物体を画面上の様々な位置に系列的に呈示したときには、物体の位置ではなくアイデンティティのみが潜在的に学習されることを示した (樋口ら, 2011)。しかし、樋口ら (2011) の課題では、物体のアイデンティティのみに注意を向ける必要があったためにアイデンティティのみが学習された可能性がある。本研究では、系列の潜在学習において常にアイデンティティの学習が優位なのかを明らかにするために、系列のどのような要素が学習されるのかを二つの課題を用いて検討した。

実験1 アイデンティティ関連課題

実験参加者 裸眼もしくは矯正視力が正常である大学生及び大学院生27名が実験に参加した。12名が位置変化条件に参加し、15名がアイデンティティ変化条件に参加した。

刺激と手続き 実験では顔画像が刺激として用いられた。実験は、検出課題と再認課題で構成された。

検出課題：1試行の流れをFigure 1に示す。参加者の課題は、様々な位置に系列的に呈示される画像の中から、性別の異なる顔画像 (ターゲット) を見つけて、その傾きを判断することであった。注視点に続いて1個から5個のランダムな画像が現れ、続いて呈示位置と顔のアイデンティティがあらかじめ決められた反復系列が呈示された。反復系列は6個の画像で構成され、16種類の反復系列が作成された。反復系列の呈示終了後にターゲットが出現し、ターゲット呈示後に1個のランダムな画像が現れた。各画像の呈示時間はいずれも500msであり、250msのブランクの後に次の画像が呈示された。検出課題では、18ブロック (1ブロックは16試行) の学習フェイズに続いて、2ブロックのテストフェイズが行われた。学習フェイズでは反復系列が繰り返し呈示された。テストフェイズでは、学習フェイズの反復系列の位置のみが変化する位置変化条件と、アイデンティティのみが変化するアイデンティティ変化条件があった。



Figure 1. 1 試行の流れ

再認課題： 検出課題終了後、32試行の再認課題を行った。試行の半数では検出課題で使用された反復系列が呈示され、残りの半数では新奇系列が呈示された。参加者はそれぞれの系列に対して、ターゲットの位置再認課題とアイデンティティ再認課題を行った。

結果

学習フェイズの3つのブロックを1エポックとしてまとめた。エポック1からエポック6は学習フェイズ、エポック7はテストフェイズであった。

エポックごとの平均反応時間を Figure 2 に示す。位置変化条件とアイデンティティ変化条件のそれぞれで、学習フェイズのエポック6とテストフェイズの反応時間について対応のある t 検定を行ったところ、テストフェイズでアイデンティティを変化させた条件でのみ有意な遅延が見られた ($t(14) = 2.62, p < .05$)。

位置再認課題とアイデンティティ再認課題の結果、いずれの条件においても正答率とチャンスレベルとの間に差は見られなかった。

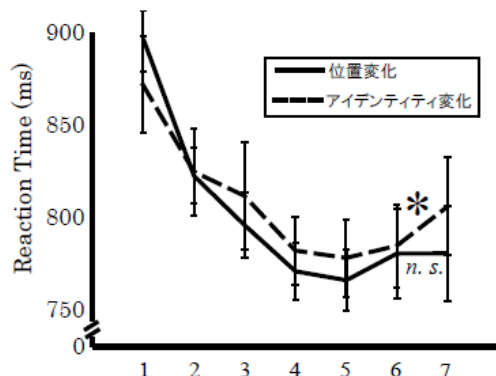


Figure 2. アイデンティティ関連課題の平均反応時間

実験2 位置関連課題

実験参加者 裸眼もしくは矯正視力が正常である大学生及び大学院生30名が実験に参加した。位置変化条件とアイデンティティ変化条件にそれぞれ15名が振り分けられた。

刺激と手続き 刺激の顔画像の周囲にプレイスホルダーが描かれた。ディストラクタとターゲットの性別は同一であった。参加者の課題は、プレイスホルダーの中心から外れている顔を見つけて、顔の傾きを判断することであった。その他の手続きは実験1と同様であった。

結果

エポックごとの平均反応時間を Figure 3 に示す。位置変化条件とアイデンティティ変化条件のそれぞれで、学習フェイズのエポック6とテストフェイズの反応時間について対応のある t 検定を行ったところ、テスト

フェイズで位置を変化させた条件でのみ有意な遅延が見られた ($t(15) = 2.84, p < .05$)。位置再認課題の結果はいずれの条件においても正答率とチャンスレベルとの間に差は見られなかった。しかし顔再認課題では、位置変化条件において再認成績がチャンスレベルよりも有意に高かった。

このことはアイデンティティが顕在的に記憶されていたが、ターゲットの検出を促進する手がかりとしては利用されていない可能性を示唆する。

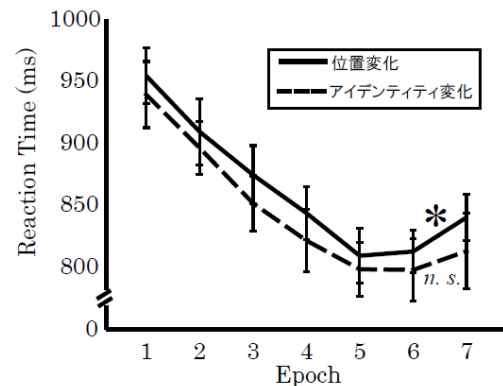


Figure 3. 位置関連課題の平均反応時間

考察

アイデンティティ関連課題においては物体の位置ではなく、アイデンティティがターゲット検出の手がかりとして利用された。また、位置関連課題においては物体のアイデンティティではなく、位置がターゲット検出の手がかりとして利用された。これらの結果から、物体が系列的に現れるときには、課題に関連した特徴のみがターゲットに対する手がかりとして選択的に利用されると考えられる。複数の特徴があるときに、どちらか一方の学習しか生起しないという点は、視覚探索課題を用いた Endo and Takeda (2004) の結果と同様であった。視覚系は課題の遂行に有効な特徴のみを潜在的に学習し、記憶資源を節約している可能性がある。

引用文献

- Chun, M. M., & Jiang, Y. 1998 Contextual cueing: Implicit learning and memory of visual context guides spatial attention. *Cognitive Psychology*, 36, 28-71.
- Chun, M. M., & Jiang, Y. 1999 Top-down attentional guidance based on implicit learning of visual covariation. *Psychological Science*, 10, 360-365.
- Endo, N., & Takeda, Y. 2004 Selective learning of spatial configuration and object identity in visual search. *Perception & Psychophysics*, 66, 293-302.
- 樋口洋子・小川洋和・齋木潤. 2011 日本心理学会第75回大会発表論文集, 591.

断片化した輪郭における オブジェクトの検出とカテゴリー判断の比較

谷口 康祐

北海道大学大学院文学研究科

田山 忠行

北海道大学大学院文学研究科

Sven Panis

Laboratory of Experimental Psychology, University of Leuven

Johan Wagemans

Laboratory of Experimental Psychology, University of Leuven

Object recognition involves some components, such as detection, categorization and identification, which are called perceptual decisions. In this study, to investigate the processing of each perceptual decision, we compared the effects of shape in detection and categorization by using fragmented contour. Since in categorization, there seem to be the different effects of shape in the abstraction level of category, we conducted a detection task and three categorization tasks (Natural and Artifactual task, superordinate-level task and basic-level task). To compare the time-course difference, we conducted survival analysis by building the hazard model in each task. The results of survival analysis showed the different shape effects in each task. In the detection, Natural and Artifactual and superordinate-level task, the effects of the bottom-up process (grouping) such as type, length and simplicity were depended. On the other hand, in basic-level categorization task, the advantage of curved line was found, which exhibited the engagement of top-down process (matching).

Keywords: object recognition, fragmented contour, survival analysis.

問題・目的

オブジェクト認知の処理過程は、検出、カテゴリー化、同定といったいくつかの構成要素に分けて考えられる。これらの処理構造がどのようになっているかについては、依然として議論の余地がある問題である。特に検出とカテゴリー化については、理論や実験のレベルで多くの議論がなされている。

本研究では生存時間分析を用いて検出とカテゴリー化の時間経過を調べる。特に、カテゴリー化では分類するカテゴリーレベルによって時間経過が異なることが考えられるため、自然物と人工物、上位レベル、基礎レベルの3種類の課題を行う。また、形態の曲線部分と直線部分の影響を調べるため、それぞれの部位だけを残した輪郭の断片を刺激として用いた。これらの断片化した輪郭を用いて4種類の課題の時間経過の違いについて調べる。

方法

観察者 17名の学部生（女性15名；18-22歳）が参加した。

刺激 Panis, De Winter, Vandekerckhove & Wagemans (2008) の用いた刺激から、6カテゴリー、30個のオブジェクトを選択した。この刺激には、オブジェクトの輪郭の特徴点（曲線部分）のみを残した断片（SP）と特徴点の midpoint（直線部分）のみを残した断片（MP）の2種類があった。さらに、断片の長さは、全体の15%（short）と30%（long）を残した2種類を用いた。これら計4種類の断片化した輪郭を刺激として用いたため、刺激は計120種類であった。検出課題の

ディストラクター刺激として、輪郭をランダムにシャッフルしたものを用いた。そのほかの課題では、同じ上位カテゴリーからランダムに選ばれた刺激がディストラクター刺激として提示された。

手続き 刺激は画面中央に以下の手順で提示した。

(1) 各試行の質問を1000ms、(2) 注視点を800ms、(3) 刺激を150ms、(4) 反応があるまでマスクを提示した。(1)の質問は各課題で異なっていた。検出課題では、常に“Object?”と提示され、自然物と人工物課題では、“Natural?”または“Artifact?”のどちらかが提示された。上位レベル課題ではターゲットのカテゴリー名が示され（e.g., “Bird?”）、基礎レベル課題ではターゲットのオブジェクト名が提示された（e.g., “Dog?”）。それぞれの質問が提示された回数は検出課題で240回、自然物と人工物課題で各120回、上位レベル課題で各40回、基礎レベル課題で各8回であった。なお、ターゲット刺激とディストラクター刺激が提示される回数は各質問でカウンターバランスをとった。観察者は提示された質問に対する回答を“yes”か“no”で、できるだけ早く正確に反応するように求められた。観察者には実験の前にどのようなオブジェクトやカテゴリーが提示されるのかについて教示された。実験は8つのブロックに分けて行われ、前半の4ブロックでは4つの課題をランダムの順番に割り当て、後半4ブロックでは前半の4ブロックと同じ順番になるようにした。1ブロックは120試行とし、計960試行であった。

結果

2名の観察者のデータが除外された。1名は50%以上が尚早反応であり、もう1名は検出課題の正答率がチ

ヤンスレベル (50%) より低かったためである。これらを除いたデータの平均正答率は約88.84%であり、平均反応時間は約766msであった。

本研究では、各課題の時間経過を比較するため、生存時間分析 (Survival Analysis) を用いた (Panis & Wagemans, 2009)。本研究では、反応時間と反応 (正答か誤答か区別しない) が起こるまでを示したハザードモデルを課題ごとに構築した (Figure 1)。予測変数は刺激の種類、刺激の長さ、単純さ、時間経過とし、尤度比検定を用いて最適モデルを決定した。

検出課題では、600msまでの時間帯で輪郭の長さの主効果が有意であり ($p < .001$)、輪郭の長い刺激の方がより反応が起きていることを示した。450msから750msの間では、単純さの主効果が認められ ($p < .05$)、より丸い刺激がこの時間帯でより反応されたことを示した。自然物と人工物課題では、600msまでの時間帯で、輪郭の長さ主効果が有意であり ($p < .01$)、輪郭の短い刺激と複雑な刺激では反応は少ないことを示した。その後の時間帯では有意な主効果は確認されなかった。上位レベル課題では、550msまでの時間帯では輪郭の種類が、650msまでの時間帯では輪郭の長さが有意であり ($p < .05$)、MPの方がより多くの反応が起こり、短い輪郭ではより反応が起こらなかったことを示した。その後はすべての主効果は有意でなかった。基礎レベル課題では、500msまでの時間帯でSP long, MP long, MP short, SP shortの順で有意に反応が起こることを示した ($p < .05$)。しかしながら、最後の方の時間帯ではSP short, MP long, SP long, MP shortの順に反応が有意に起きやすいことを示し ($p < .05$)、初めの時間帯と比べ、各変数の影響が反転したことを示した。単純さは、900msまでその主効果が有意であり、より円に近い形のほうがより反応が起きやすいことを示した。

考察

各課題の時間経過ではそれぞれ異なった傾向が示された。検出課題では、全体的に輪郭の群化に関与する変数の影響が示されたことから、強いbottom-up処理の関与が示されたと考えられる。自然物と人工物課題と上位レベル課題では共に早い時間帯のみにbottom-upの影響が示された。このことから、形態を分析した後に、マッチングが行われていることが推測される。基礎レベル課題では、マッチングに関与するとされる曲線線分との影響を全体的に示したことから、より強いtop-downの関与が示唆されている。

引用文献

Panis, S., De Winter, J., Vandekerckhove, J., & Wagemans, J. 2008 Identification of everyday objects on the basis of fragmented outline versions. *Perception*, 37, 271–289.

Panis, S., & Wagemans, J. 2009 Time-course contingencies in perceptual organization and identification of fragmented object outlines. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35, 661–687.

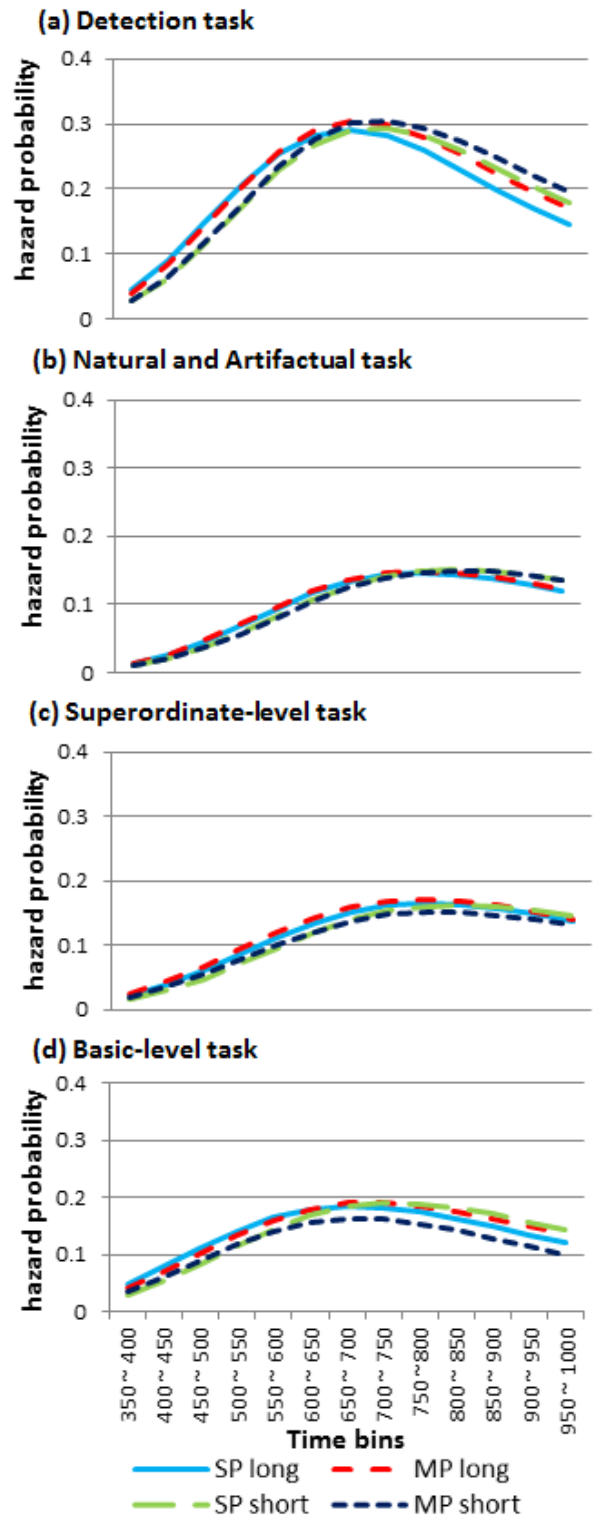


Figure 1. Hazard probabilities of each stimulus type in each task.

高速提示下における文字列特異的な ERP 反応

奥村 安寿子

北海道大学大学院教育学院・日本学術振興会特別研究員

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

読みの学習と経験は、文字列に対して特異的に増強する神経応答の出現と発達を伴う。その代表例が事象関連電位成分 N1/N170 であり、左後頭側頭部で文字列に対して非文字列よりも振幅が増強する。しかし、文字列特異的な N1/N170 は実際の読みと比較して非常に遅い刺激提示下でしか検討されていない。本研究では、ひらがな単語、非語、記号列を高速提示し、それらに対する ERP における文字列特異的な反応を検討した。その結果、文字列（単語・非語）に対する後頭 N1 が両側の後頭側頭部及び頭頂部において記号列よりも増強した。文字列特異的な ERP 反応は高速提示下でも惹起されたが、低速提示下の N1/N170 とは頭皮上分布が一部異なっており、両者は異なる神経基盤を含むことが示唆された。

キーワード：文字列特異的、事象関連電位、N1/N170、高速提示

問題・目的

文字を読む学習と経験の蓄積は、文字列に対して特異的に増強する神経応答を形成する。その1つが事象関連電位 (event-related potential, ERP) 成分の N1/N170 であり、左後頭側頭部において非文字列（記号、図形）と比較して文字列に対して振幅が増強する (e.g., Bentin et al., 1999)。文字列に特化した N170 は読み学習開始後に出現し、読みスキルの向上に伴って左側性化することから、文字列に対する知覚的熟達を反映すると考えられている (Maurer et al., 2006)。また、文字列に対する左半球優勢な N1 は刺激の提示視野に影響を受けないことから、空間非依存性であることも示唆されている (Cohen et al., 2000)。

しかし、N1/N170 は通常の読みより遅い刺激提示下でしか検討されていない。熟達した成人の読み手は、1秒間に数語の速度で文章の内容を理解しながら読み進めることが出来る (Jackson & McClelland, 1975)。これに対し、多くの N1/N170 研究における刺激提示速度は数秒間に1刺激であった。そこで本研究では、実際の読み速度により近い、高速提示された文字列に対する特異的な ERP を検討した。その際、刺激要素の空間配置を操作し、高速提示下における文字列特異的な ERP 反応の空間非依存性についても検討した。

方法

日本語母語話者12名(男性6名, $M=21.5$ 歳, 19-25歳)が参加した。刺激は、高親密度のひらがな単語(平均親密度評定値=6.16, $SD=0.19$, 天野・近藤, 1999)、ひらがな非語、および記号列であり、刺激長はいずれも4文字であった(各100刺激)。文字列および記号列は、灰色の画面中央に横書き黒字で提示され、その1.21°下に十字の注視点(0.41°×0.41°)が常に提示されていた。1文字の大きさは1.06°×1.06°、視距離は70 cmであった。刺激要素の空間配置の操作として、文字/記号間にスペースがない dense 条件と全角スペースを2個

入れた sparse 条件を設定した。刺激の横幅は dense 条件で注視点から左右にそれぞれ2.05°, sparse 条件では3.93°であった (Figure 1)。刺激提示時間は100 ms、刺激間隔は300-600 ms (50 ms 間隔の7段階) とした。

参加者は、注視点に視線を固定し、注視点が青色に変化したらなるべく速くボタンを押すよう求められた。dense 条件と sparse 条件は別ブロックで提示され(各3ブロック)、条件の順序は参加者間でカウンターバランスした。1ブロックにつき計300刺激の文字列および記号列がランダム順で提示され、注視点の色変化は20回(1名の参加者では30回)であった。

脳波は鼻尖を基準として、拡張国際10-20法に従う頭皮上28箇所からバンドパスフィルタ0.1-30 Hzで導出し、サンプリング周波数500 HzでA/D変換した。加算平均は、刺激提示前200 msから刺激提示後800 msを区間として刺激の種類別に行い、基線は刺激提示前200 ms間の平均振幅とした。その際、加算回数が不足した1名を分析から除外した。



Figure 1. Word stimuli in dense (left) and sparse (right) condition

結果

全刺激について後頭側頭部で優勢な両側性の N1 が惹起され、記号列よりも文字列(単語・非語)で振幅が増強していた (Figure 2)。この N1 の刺激提示後 160-220 ms 区間の平均振幅について半球(左, 右)×電極部位(後頭側頭部:P7/8, 頭頂部:P3/4)×文字配置(dense, sparse)×刺激(単語, 非語, 記号列)の4要因分散分析を行った。その結果、電極部位の主効果が有意であり、N1 は頭頂部よりも後頭側頭部で優勢であったことが示された ($F(1, 10) = 13.73, p < .005$)。刺激の主効果も有意であり ($F(2, 20) = 12.11, p < .001$)、Tukey法による多重比較では、単語と非語に対する N1

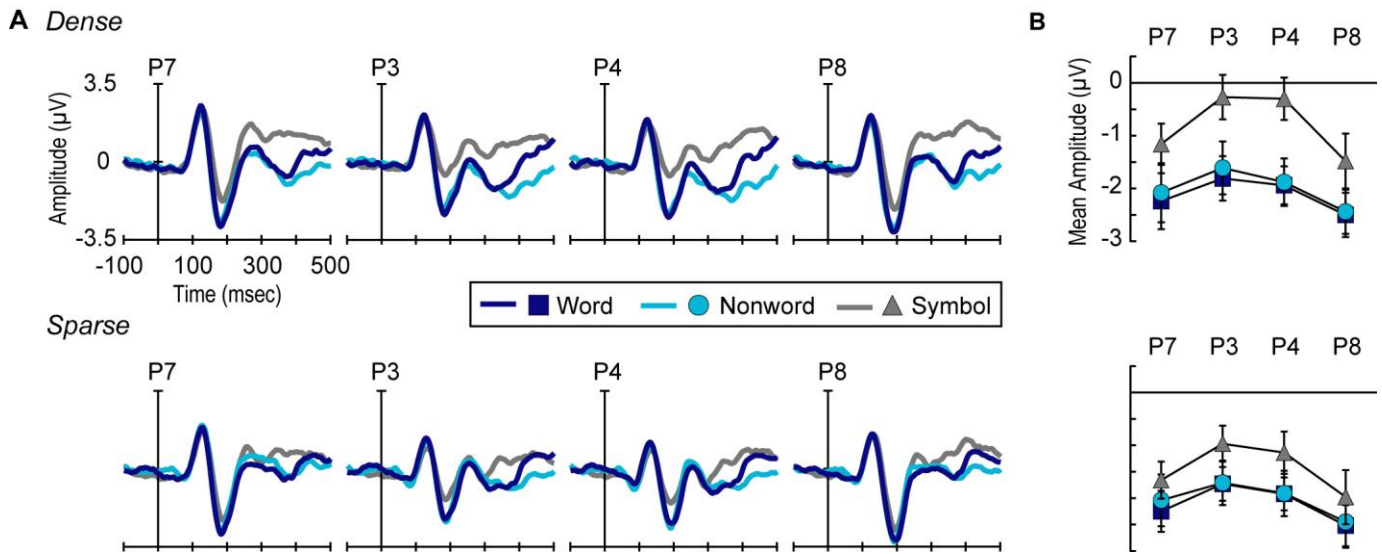


Figure 2. (A) Grand-average ERPs at bilateral occipito-temporal and parietal electrode sites (P7/8, P3/4). ERPs for each stimulus overlapped. (B) Mean amplitudes of N1 during the 160-220 ms interval post-stimulus. Error bars indicate standard errors of the mean.

がいずれも記号列より増強したことが認められた (単語-記号列: $p < .001$, 非語-記号列: $p < .002$). 単語と非語の振幅差は有意ではなかった ($p > .8$). さらに, 電極部位×文字配置×刺激の3要因交互作用が認められ ($F(2, 20) = 6.24, p < .01$), 電極部位ごとの下位検定において, 文字配置×刺激の交互作用が頭頂部で有意であった ($F(2, 20) = 3.75, p < .05$). 頭頂部における刺激ごとの下位検定では, 記号列に対するN1がdense条件よりもsparse条件で増強したことが示された ($F(1, 10) = 12.44, p < .006$).

考察

高速提示された文字列は, 語彙性によらず記号列よりも高振幅のN1を惹起した. この文字列-記号列間の差は, 先行研究における左後頭側頭部のN1/N170と一致する (e.g., Bentin et al., 1999). さらに, 文字列に対するN1に文字の空間配置による変動が認められなかったことは, 文字列特異的な神経活動は空間非依存的であるとした報告と合致する (Cohen et al., 2000).

しかし, 高速提示下における文字列特異的なN1と先行研究のN1/N170では, 頭皮上分布が異なっていた. N1/N170は, 典型的には左半球優勢であり, 文字列と非文字列の差は左後頭側頭部で優勢もしくは特異的に認められる (e.g., Bentin et al., 1999). このパターンは日本語文字列にも当てはまることが確認されている (Maurer et al., 2008). これに対し, 本研究におけるN1は両側性であり, 文字列-記号列の差は後頭側頭部に加えて頭頂部でも示された. この結果から, 高速提示下における文字列特異的なN1は, 低速提示下とは異なる神経基盤を含むことが示唆される.

結論

高速提示された文字列に対して, 低速提示下とは異なる頭皮上分布を示す特異的な神経応答を同定した.

読みにおいては迅速な文字列処理が要求されるため, 高速提示された文字列特異的な神経応答の更なる検討は, 読みの過程や発達を評価するマーカーの確立に寄与し得る.

引用文献

- 天野成昭, 近藤公久 1999 日本語の語彙特性. 三省堂, 東京.
- 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.
- Cohen, L., Dehaene, S., Naccache, L., Lehéricy, S., Dehaene-Lambertz, G., Hénaff, M., & Michel, F. 2000 The visual word form area: spatial and temporal characterization of an initial stage of reading in normal subjects and posterior split-brain patients. *Brain*, 123, 291–307.
- Jackson, M. & McClelland, J. 1975 Sensory and cognitive determinants of reading speed. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 565–574.
- Maurer, U., Brem, S., Kranz, F., Bucher, K., Benz, R., Halder, P., Steinhausen, H.-C., & Brandeis, D. 2006 Coarse neural tuning for print peaks when children learn to read. *Neuroimage*, 33, 749–758.
- Maurer, U., Zevin, J. D., & McCandliss, B. D. 2008 Left-lateralized N170 effects of visual expertise in reading: evidence from Japanese syllabic and logographic scripts. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20, 1878–1891.

単語共感色を決定する複数の脳神経メカニズム

横山 武昌
野口 泰基
古賀 裕紀
齋木 潤
柿木 隆介
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
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
生理学研究所 統合生理研究系 感覚運動調節研究部門
神戸大学大学院人文学研究科

色字共感覚とは、黒字で書かれた文字や数字に色を感じる現象である。文字が統合されて単語を成した時、単語を形成している全ての文字が同一の色（単語共感色）で知覚されることがある。先行研究において、単語共感色はその単語の最初の文字（例：CHAIRであればCに対応する共感色）によって決定することが知られているが、今回我々は単語が持つ意味によりこの単語色が決定されるという珍しいタイプの共感覚を示す。このタイプの共感覚では、MELONという単語の中に緑色の共感色を生じさせる文字が入っていないにもかかわらず、例えばMELONという単語を提示された時、その典型的な色である緑色が知覚される。脳磁図を用いてこの意味依存の単語共感色による神経活動を測定した結果、言語野である前頭・側頭葉にその神経活動が見られた。そのため共感覚の神経回路網は、先行研究で示されていたよりも広い範囲で形成され、その回路網は言語を処理する領域まで広がることがわかった。

Keywords: synesthesia, word, semantic knowledge, MEG

問題・目的

色字共感覚は、黒字の文字や数字に特定の色を感じる現象である。この現象は、文字と色を処理する脳領域がcross-wireしているため生じると考えられている(Ramachandran & Hubbard, 2001)。また近年ではこのような知覚現象だけではなく、単語のような言語処理により生じる共感覚も注目されてきている。色字共感覚者の中には、黒字で書かれた単語を見るとその単語全体に同一の色を感じることもある。これを単語共感色と呼び、単語共感色は単語の文頭文字により決定されると言われている。また特殊な例として、曜日や月(例: 月曜日、一月)のような順序を表す単語は、単語の文頭文字では単語共感色が決定しないことも報告されている(Simner, 2007)。先行研究により、単語共感色は単語の文頭文字（順序を表す単語を除き）により決まることがわかっているが、今回我々は単語の持つ「意味」により単語共感色が決定される珍しいタイプの共感覚の心理的実在性をプライミング実験により検討する。また、単語の文頭文字、順序、意味により決定される3種類の単語共感色の神経回路網がどのように形成されているのかについて、MEG実験により検討する。

プライミング実験

方法

実験参加者 共感覚者であるM.S.とT.H.、非共感覚者の11名が参加した。M.S.は単語の意味と文頭文字により単語共感色が生起するが、T.H.の単語共感色は文頭文字のみにより生起する。

実験デザインと刺激 2(一致、不一致)×3(意味依存単語、文頭依存単語、文字)の参加者内要因であった。

意味依存単語は、単語の意味により単語共感色が生起する単語で、文頭依存単語は単語の文頭文字により単語共感色が決定する単語であった。これらの単語はそれぞれの共感覚者のものを使用した。しかし、T.H.の単語共感色は単語の意味により決定されないため、T.H.の意味依存単語はM.S.のものを使用した。非共感覚者の刺激は、M.S.と同様の刺激を使用した。これらの単語共感色は、赤、緑、青、黄の4色であった。

各試行では、注視画面に続き、プライム画面(無彩色の文字又は単語)が700 ms提示された後、色パッチが提示された(図1)。実験は2セッション(赤-緑、青-黄)に分かれており、単語共感色と色パッチ共にそれぞれのセッションごとの色を用いた。実験参加者はプライムを無視し、色パッチの色を出来るだけ速く正確に判断した。結果の予測として、もし単語共感色に心理学的実在性があるなら、両プライムの単語共感色と色パッチの色が一致した場合に反応時間(RT)が早くなり、不一致の場合はRTが遅くなると予測される。

結果と考察

実験参加者間の結果を比較するため一致効果(不一致のRT - 一致のRT)を計算し、11人の非共感覚者の2標準偏差(2SD)の範囲を推定した。M.S.の一致効果は、全ての条件で非共感覚者の2SDの範囲の外であった。しかし、T.H.の一致効果は、文頭依存単語条件と文字条件のみにおいて、非共感覚者の2SDの範囲の外であった(図1)。平均±2SDは正規分布の約95%の範囲に及ぶため、共感覚者の一致効果がこの範囲の外であれば、黒字のプライムが色パッチ判断に影響を与えたと考え

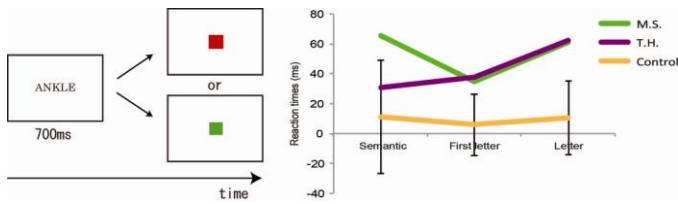


図1. プライミング実験の試行例と結果

られ、これは単語共感色の生起を示唆する。よって、意味依存の単語共感色はM.S.のみに生じ、文頭文字依存の単語共感色はM.S.とT.H.の両方で生じたと考えられる。この結果を踏まえて、MEG実験を実施した。

MEG実験

方法

実験参加者 共感覚者であるM.S.とT.H.、非共感覚者の11名が参加した。

実験デザインと刺激 意味依存単語条件、偽意味依存単語条件、順序単語条件、偽順序単語条件、文頭文字依存単語条件、ギリシャ文字条件、色付きギリシャ文字条件、ターゲット条件の8条件を設定した。偽意味依存単語は、意味依存単語の文字配列をアナグラム式に並び替えて作った単語である(例: WATER → RETAW)。よって、これら2つは同じ文字刺激から成るが、偽意味依存単語の単語色は文頭文字により決まるため、コントロール条件として用いた。同様に順序単語を並び替えて作った偽順序単語条件も設定した。また、M.S.とT.H.はギリシャ文字により共感色は生起しないため、2つのギリシャ文字条件を設定し、物理色反応をこの2条件間で比較検討した。

実験刺激はそれぞれの条件において、8種類の単語又はギリシャ文字を用いた。各試行では単語刺激が700 ms提示され、刺激間時間間隔は1sであった。課題は、提示される単語の中の文字の一部が斜体になっていた際、ボタンを押すというものであった。

結果と考察

Multiple sparse prior (MSP)法により、視覚誘発磁場(VEF)の磁場推定を行った。意味依存による単語共感色の神経処理を検討するため、刺激提示後300 - 400 msの意味依存単語と文頭文字依存単語の差分VEFによる磁場推定を実施した。この2つの差分VEFを用いた理由は、両条件共に単語の意味を持つが、一方は単語の意味により単語共感色が生起し、もう一方は単語の文頭文字により単語共感色が生起するからである。この時の差分VEFにおいて、M.S.では左半球の下前頭領域と前側頭領域に強い神経反応が見られたが、T.H.にはこのような反応は見られなかった。これらの脳領域は言語を司る領域であり、意味依存による単語共感色は言語処理に関わる領域と関連があると考えられる。

次に文頭文字依存による単語共感色を調べるため、偽意味依存単語条件と偽順序単語条件のVEFを平均化し、このVEFとギリシャ文字条件のVEFを比較検討した。この分析を行った理由は、両条件共に意味は含まないが、平均化された偽単語条件は文頭文字により単

Semantic > First letter (300 - 400 ms)

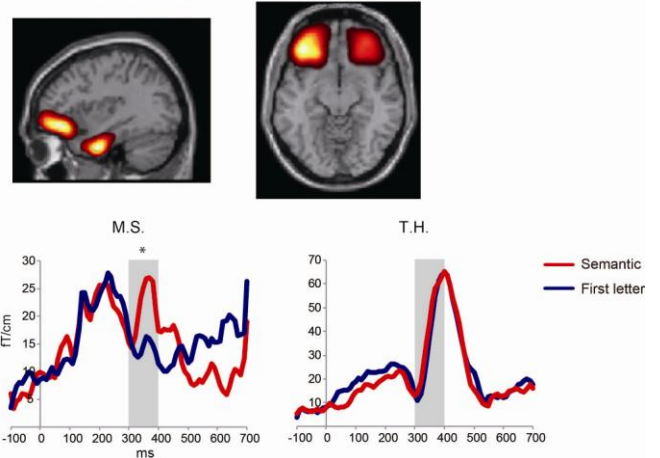


図2. 意味処理による単語共感色

語共感色が生起するからである。この時、両共感覚者で刺激提示後約200 msにおいて後頭・側頭領域で強い神経活動が観察された。

最後に順序単語による単語共感色の脳領域を推定した。差分VEFは順序単語条件と文頭文字依存単語条件であった。この時、刺激提示後250 - 300 msで頭頂領域において強い神経活動が見られた。

考察

プライミング実験により、単語の意味により生起する単語共感色の心理学的実在性を示した。またMEG実験により、文頭文字依存単語、順序単語、意味依存単語は異なる脳領域で異なる潜時が観察された。

先行研究において、共感色は文字と色を処理する脳領域による局所的なcross-wireにより生じるといわれていた。しかし、本研究では言語を司るような高次な脳領域にまでcross-wireが広がっていることを示し、この結果は広範囲な神経回路網により共感覚が生起することを示唆する。

謝辞

本研究は、戦略的情報通信研究開発推進制度(SCOPE) [101707012]の助成を受けたものです。

引用文献

- Ramachandran, V. S., & Hubbard, E. M. 2001 Psychophysical investigations into the neural basis of synaesthesia. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 268, 979-983.
- Simner, J. 2007 Beyond perception: synaesthesia as a psycholinguistic phenomenon. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 23-29.

色字共感覚者と非共感覚者の連続性

浅野 倫子

日本学術振興会
慶應義塾大学環境情報学部

横澤 一彦

東京大学大学院人文社会系研究科

Among non-synesthetes, there are both people who show high consistency in color-grapheme association over time and people who don't (Yokosawa, Nagai, & Asano, 2011). This suggests that synesthetes and non-synesthetes may lie on a continuum, and we might be all synesthetes to some extent. To test this hypothesis, we explored factors influencing grapheme-color association in a group of participants with varying degrees of temporal consistency in grapheme-color association, i.e., confirmed synesthetes and non-synesthetes, both with high and low temporal consistency. All participants selected a color, from a palette of 138 colors, that "goes with" each of 232 characters comprising Japanese characters, English alphabets, and numerals (Asano & Yokosawa, 2011, 2012). This process was repeated twice. Results revealed that the degree of temporal consistency positively correlated with the degree of impact of phonology and meaning on grapheme-color association. This suggests that grapheme-color synesthesia is a spectrum phenomenon.

Keywords: grapheme-color synesthesia, synesthetic sensation, individual difference

問題・目的

共感覚とは、ある刺激が入力されたときに、一般的に喚起される感覚に加えて他の感覚も同時に喚起されるという現象である。中でも文字に特定の色を感じるという現象を色字共感覚という（例：「あ」に赤色を感じる）。このような感覚現象は、共感覚者と呼ばれるごく一部の人に限定的に生じるとされてきたが（Simmer et al., 2006）、近年では共感覚的傾向の強い人から弱い人までが連続的に分布している可能性が指摘されている（永井・横澤, 2009）。もし後者の説が正しいとすれば、共感覚的な認知処理メカニズムは人間に普遍的に備わっているものであり、その働きの強さに個人差があると考えられることができる。すなわち、共感覚的傾向の強さが連続的に分布するか否かは、人間一般の多感覚情報処理メカニズムを解明する上で興味深い問題である。本研究では色字共感覚に焦点を絞り、この問題に取り組んだ。

色字共感覚の研究において、一般的には、文字と色の対応付けの時間的安定性が高ければ（例：「あ」は常に赤色）色字共感覚者だとみなされる（Eagleman, Kagan, Nelson, Sagaram, & Sarma, 2007）。ところが永井と横澤の研究では、非共感覚者の集団において、個々人の時間的安定性の高低が連続的に分布していることが示された（永井・横澤, 2009）。しかし記憶の影響など、共感覚以外にも文字と色の対応付けの時間的安定性を左右する要因は考えられるため、彼らの結果から、真の意味で共感覚的傾向の高低が連続的に分布するという結論を導けるかは定かでない。そこで本研究では、文字と色の対応付けにおいて、時間的安定性の高低と、後述のような（客観的な手法で真正だと確認された）色字共感覚者の共感覚色に特徴的に見られる傾向の強さとの間に正の相関があるかどうかを調べた。表面的な時間的安定性だけではなく、質的に見ても共感覚的傾向の高低が連続的に分布している可能性について検討することが狙いである。

Asano & Yokosawa (2011, 2012) では、日本語の色字共感覚者の共感覚において、文字の音韻情報や意味情報が共感覚色の大きな規定因となることが明らかにされている。たとえば、対を成すひらがなとカタカナ（例：「あ」と「ア」）のように音韻を共有する文字や、対を成すアラビア数字と漢数字（例：「1」と「一」）のように意味概念を共有する文字は類似した共感覚色を喚起しやすい。一方で、共通の部首を持つ文字間では共感覚色は類似せず、形態情報の影響は小さいことも示されている。もし質的に見ても共感覚的傾向の高低が連続的に分布しているとすれば、（自覚的な）共感覚者、非共感覚者の別を問わず、文字と色の対応付けの時間的安定性が高い人ほど色字共感覚者に似た特徴を強く示す、すなわち、文字と色の対応付けに音韻や意味情報がより強く影響すると予測される。

方法

実験参加者

日本語を母語とする、自覚的な色字共感覚者18名（実験開始時に18～44歳）、自分が共感覚者だという自覚を持たない非共感覚者15名（同20～22歳）からなる全33名（全員、日本語母語話者）が研究に協力した。非共感覚者のうち7名は永井・横澤 (2009)の簡易式色字共感覚傾向テストで色字共感覚傾向が高いと判断された人（文字と色の対応付けの時間的安定性70.0%以上）、残りの8名は同じテストで色字共感覚傾向が低いと判断された人（同37.5%以下）の中から抽出された。このようにして参加者の（予測される）共感覚傾向の高低に多様性を持たせた。

実験手続き

全232文字の各文字について、参加者自身が最も合うと思う色をPC画面上の138色のパレットの中から選択する課題を行った。文字色回答の安定性を見るため、

同様の課題を、2週間以上の間隔をあけて2セッション繰り返し行った。刺激の全232文字の内訳は、ひらがな清音46文字、カタカナ清音46文字、英大文字・小文字各26文字、アラビア数字9文字(1~9)、漢字79文字であった。漢字には、漢数字9文字(一~九)、さんずい・のぶんを部首として持つ漢字各11文字(それぞれ「海涙消」「数教放」など)が含まれていた。文字は文字種ごとのブロックに分けて提示された。ブロック内での文字の提示順はランダムであった。

結果

共感覚色の類似度の指標として、CIE L*a*b*色度座標空間上での距離(color variation index, CVI; CVI小=2文字の色の類似度高)を用いた。ある文字に対して1回目、2回目の各セッションで選ばれた色間のCVIは、その文字と色の対応付けの時間的安定性の高さを表す。以下では232文字のセッション間CVIの平均値を時間的安定性の指標とした。セッション間CVIが小さいほど、時間的安定性が高いことを意味する。セッション間CVIの全参加者平均は32.9であった($SD = 14.5$ 、最小値 = 11.3、最大値 = 60.1)。色字共感覚者18名のみでのセッション間CVIの平均は23.6($SD = 9.3$)、非共感覚者群のうち色字共感覚傾向が高いと推測される7名と、低いと推測される8名のセッション間CVIの平均値はそれぞれ36.3、50.7($SD =$ それぞれ11.1、6.2)であったことから、参加者の中には色字共感覚者をはじめとして、文字と色の対応付けの時間的安定性が高い人から低い人までが含まれていたと言える。

音韻の影響

実験参加者ごとに、「あ」と「ア」のように対を成すひらがな-カタカナ間の平均CVI(2セッションの平均、以下同様)を算出したところ、その値とセッション間CVIとの間に強い正の相関がみられた($r = .95$, $p < .01$)。これは、文字と色の対応付けの時間的安定性が高い実験参加者ほど、音韻の影響を強く受ける(音韻が同じ文字同士で共感覚色が類似しやすい)ことを意味する。

意味の影響

「1」と「一」のように対を成すアラビア数字-漢数字間の平均CVIとセッション間CVIとの間に強い正の相関がみられた($r = .81$, $p < .01$)。この結果は、文字と色の対応付けの時間的安定性が高い実験参加者ほど、意味(概念)の影響を強く受ける(意味が同じ文字同士で共感覚色が類似しやすい)ことを意味する。

形態の影響

「海」「涙」「消」、「数」「教」「放」のように部首(さんずい、のぶん)を共有している文字間のCVIは全体的に大きく(=色の類似性が低く)、セッション間CVIとの間に有意な相関は見られなかった

(それぞれ $r = .08$ 、 $r = .25$ 、いずれも $p > .10$)。この結果から、文字と色の対応付けやその時間的安定性に文字の形態情報は影響しないと言える。

考察

以上の結果から、文字と色を時間的に安定して結びつける人ほど共感覚者と同様の性質、すなわち文字と色の対応付けにおいて音韻情報や意味情報の影響を受けるという傾向(Asano & Yokosawa, 2011, 2012)を強く示すことが明らかになった。文字と色の対応付けの時間的安定性と形態情報の影響度の間には有意な相関は見られなかった。この点も、文字の形態情報は共感覚色に大きな影響を及ぼさないという日本語の色字共感覚の知見(Asano & Yokosawa, 2011, 2012)に合うものである。すなわち、単に文字と色が時間的に安定的に対応付けられるというだけではなく、対応付けの規定因という質的な面を考慮しても、共感覚的傾向は連続的に分布すると言える。

本研究の結果は、共感覚が実は「ごく一部の人のみに限定的に存在する訳ではなく、共感覚的傾向の強い人(=共感覚者)から(非共感覚者として分類されるが)中程度の人、弱い人までが連続的に分布していることを示している。このことはさらに、働きの強さの個人差こそあれ、共感覚的な処理基盤が人間に普遍的に備わっている可能性を示唆する。日本語の色字共感覚に関して言えば、文字と色を主に音韻や意味(概念)情報を介して結びつけるようなメカニズムが誰にでも備わっており、その結合強度、または結合における興奮/抑制のバランスに個人差があると考えられる。

参考文献

- Asano, M., & Yokosawa, K. 2011 Synesthetic colors are elicited by sound quality in Japanese synesthetes. *Consciousness and Cognition*, 20, 1816–1823.
- Asano, M. & Yokosawa, K. 2012 Synesthetic colors for Japanese late acquired graphemes. *Consciousness and Cognition*, 21, 983–993.
- Eagleman, D. M., Kagan, A. D., Nelson, S. S., Sagaram, D., & Sarma, A. K. 2007 A standardized test battery for the study of synesthesia. *Journal of Neuroscience Methods*, 159, 139–145.
- 永井淳一・横澤一彦(2009). 文字と色の共感覚的認知における個人差の検討. 日本心理学会第73回大会発表論文集, 795.
- Simner, J., Mulvenna, C., Sagiv, N., Tsakanikos, E., Witherby, S. A., Fraser, C., et al. 2006 Synaesthesia: The prevalence of atypical cross-modal experiences. *Perception*, 35, 1024–1033.

視覚的印付けが雑音内の信号検出に及ぼす影響

大杉 尚之
村上 郁也

東京大学大学院総合文化研究科
東京大学大学院総合文化研究科

視覚探索課題において刺激を時間的に分割提示すると、探索は先行刺激数に依存せず効率的になる。この効果の生起には先行位置における抑制バイアス（視覚的印付け: Watson & Humphreys, 1997）が介在すると考えられている。これまでの研究では、抑制位置における検出感度の低下が報告されたが、これが入力信号に対する内生雑音の増加と計算効率の低下のどちらによるかが明らかでない。本研究では、外生雑音量を変化させた画面において視覚探索と光点検出を同時に行わせ、視覚的印付けが光点検出に及ぼす影響について検討した。等価雑音解析を用いて検出閾値の推移に適合する関数から内生雑音と計算効率を推定した。実験の結果、先行位置は後続位置に比べて計算効率は低下したが、内生雑音は増加しなかった。このことから、先行位置における検出感度の低下は、視覚的印付けにより信号識別の計算効率が低下したことによることが明らかとなった。

Keywords: 視覚的印付け, 等価雑音解析

問題・目的

非効率的な視覚探索が起こるはずの刺激の半数（先行刺激）を先行提示し、半数（後続刺激）を追加提示すると、探索は先行刺激数に依存せず効率的になる。この効果は、先行刺激の位置に対して注意が向くのを抑制するようなバイアスによって生起すると考えられている（視覚的印付け: Watson & Humphreys, 1997）。先行刺激の位置への注意が抑制されている証拠は、視覚探索課題と同時に光点検出課題を行わせることで示された。視覚探索中に光点が先行刺激の位置に提示された時の検出感度が、後続位置に提示された時や、探索刺激の全てを同時に提示した時に比べて大きく低下した。この結果は、印付けにより先行位置の注意資源が足らなくなることで、視覚情報処理のいずれかの段階で影響が生じることを示している。

以上のような視覚的印付けの作用を、信号検出のモデル (Pelli, 1990) の枠組み内で考えることは非常に有効である。このモデルでは、検出感度の低下が信号伝達時の内生雑音の増加と、信号識別時の計算効率の低下によって生じることを仮定している。内生雑音は、生体内部で発生し、信号の一部を消失させる雑音の総量を示す。計算効率は、雑音から信号を識別する能力を示す。これまでの注意に関する研究 (e.g., Lu & Doshier, 2000) では、外因的に注意が向けられた場合には内生雑音が低下し、内因的に注意が向けられた場合には計算効率が上昇することが報告されている。しかし、印付けのように注意を向けることが抑制された場合に、内生雑音と計算効率がどのような影響を受けるのかは不明である。

本研究では、視覚的印付けが、内生雑音と計算効率のどちらに影響を及ぼすかについて明らかにすることを目的とした。様々な外生雑音状況下で視覚探索課題と光点検出課題を同時に行い、視覚的印付けが光点検出に及ぼす影響について検討した。光点検出閾値を恒常法で測定し、外生雑音コントラストの関数とした閾値の推移に適合する関数から内生雑音と計算効率を算出した。

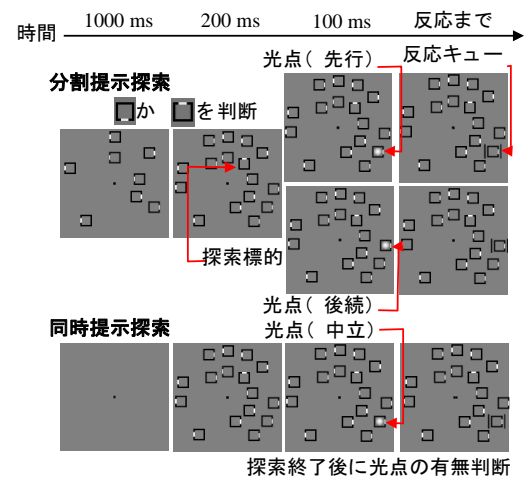


図1 刺激提示例

方法

正常な視力および矯正視力を有する9名が実験に参加した。探索刺激は一辺に切れ目がある正方形で、1つの探索標的（上か下に切れ目）と15個の妨害項目（右か左に切れ目）から構成された。光点としてガウシアンブロップ刺激を用いた。雑音のコントラストは平均輝度を中心とした正規分布の σ で定義された。

分割提示条件の各試行では、8個の妨害刺激が先行提示され、1000ms後に7個の妨害刺激と1個の探索標的が後続提示された（図1）。半数の試行ではいずれかの先行刺激または後続刺激の位置に光点が提示された。同時提示条件では全ての探索刺激が同時に提示された。そのため、この条件では先行、後続位置の区別は無かった（中立位置）。参加者の課題は、探索標的の切れ目の位置判断と、光点の有無判断であった。

検出閾値 (C_{thr}) は、光点検出課題の正反応率をワイブル関数で曲線近似することで算出した ($d' = 2.33$)。外生雑音コントラスト (σ_{out}) の関数としての検出閾値のデータを、等価雑音解析のモデル式に最適に当て

はめることで、内生雑音 (σ_{in}) と計算効率 (η) を推定した。また、検出感度の仮想的な上限値として $\sigma_{in} = 0, \eta = 1$ の理想的観察者の検出感度を算出した。

$$C_{thr} = \frac{d'}{\sqrt{\eta}} \sqrt{\sigma_{out}^2 + \sigma_{in}^2}$$

結果

視覚探索課題における反応時間の結果は、全ての外生雑音コントラストで同様であり、分割提示条件の反応時間が同時提示条件よりも短かった。すなわち視覚的印付けによる優先効果は、外生雑音コントラストによらず同等であった。

図2に結果の予測と代表的な参加者YKの光点検出課題の結果を示す。外生雑音の関数としての検出閾値は、外生雑音が生雑音よりも十分に大きい場合は外生雑音に比例して線形増加し、逆に十分に小さい場合は外生雑音に依存せず一定になると考えられる。曲線の屈曲点が内生雑音に対応し、曲線と理想的観察者との高さの差が計算効率に対応する。先行位置での検出感度の低下が内生雑音の増加によるのであれば、先行位置の屈曲点が他の条件よりも右に移行したグラフとなる(図2左上)。また、検出感度の低下が計算効率の減少によるのであれば先行条件が他の条件に比べて上に平行移動したグラフとなる(図2左下)。実験結果のグラフの形状(図2右)は先行位置での計算効率が低下した場合の予測(図2左下)と一致していた。すなわち先行位置での検出感度の低下は内生雑音の違いではなく、計算効率の違いによることが示された。

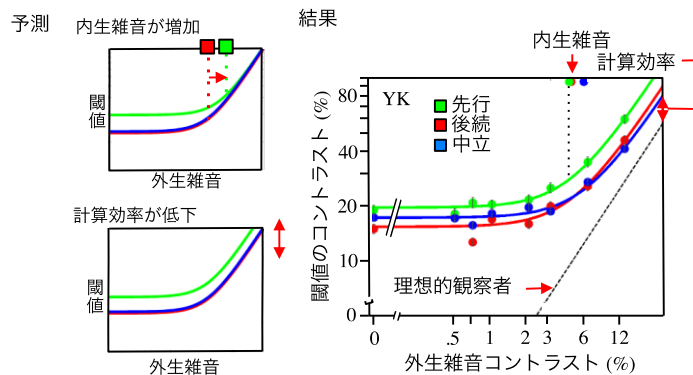


図2 結果の予測と代表的な参加者の検出閾値

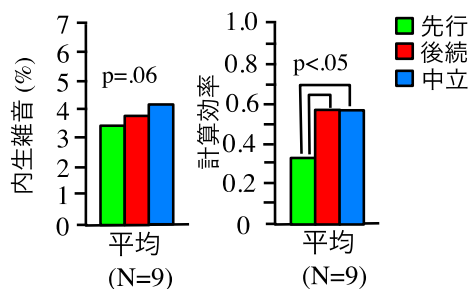


図3 全参加者の内生雑音と計算効率

光点位置条件ごとの内生雑音と計算効率の全参加者の平均を図3に示す。先行位置の内生雑音は後続位置や中立位置に比べて増加しなかった。一方、先行位置の計算効率は、後続位置と中立位置に比べて低下した。内生雑音と計算効率に対して、光点位置についての1要因の分散分析を行った結果、内生雑音の主効果は有意ではなく ($F(2,16) = 3.36, p = .06$), 計算効率の主効果は有意であった ($F(2,16) = 17.22, p < .01$)。多重比較の結果、先行位置と後続位置、先行位置と中立位置の計算効率間に有意差が認められた ($p < .05$)。このことから、先行位置では後続位置や中立位置に比べて計算効率は低下したが、内生雑音は増加しなかったと考えられる。

考察

実験の結果、先行位置での検出感度の低下は内生雑音の増加ではなく、計算効率の低下によって生じることが明らかとなった。先行位置での計算効率が低下した理由として、印付けにより信号識別プロセスに十分な注意資源が割り振られず、識別の精度が低下したことが考えられる。計算効率は課題関連情報の識別と関連することから (Gold et al., 1999), 光点検出課題の遂行に必要な情報が注意資源の欠乏により見落とされやすくなったと考えられる。また先行位置で内生雑音が増加しなかったことから、内生雑音の発生源がある信号伝達プロセスとは独立に印付けは作用すると考えられる。以上のように、印付けは信号識別プロセスにおける処理にのみ影響すると考えられる。

本研究では印付けにより先行位置での信号識別の計算効率が低下したが、これにより標的の探索にはどのような利得があるだろうか。一つは先行位置での信号識別処理に費やす注意資源を節約することで、より多くの注意資源を後続刺激の処理に割り振れることである。もう一つは先行刺激の処理効率を下げることで識別性を下げ、標的の識別性を相対的に上げることが出来る点である。以上のように、視覚系は抑制バイアスによって注意資源を空間的・時間的に分配することで標的処理を優先していると考えられる。

参考文献

- Gold, J., Bennett, P. J., & Sekuler, A. B. 1999 Signal but not noise changes with perceptual learning. *Nature*, 402(6758), 176–178.
- Lu, Z. -L., & Doshier, B. A. 2000 Spatial attention: Different mechanisms for central and peripheral temporal precues? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 1534–1548.
- Pelli, D. G. 1990 The quantum efficiency of vision. In C. Blakemore (Ed.), *Vision: coding and efficiency* (pp. 3–24). Cambridge: Cambridge University Press.
- Watson, D. G., & Humphreys, G. W. 1997 Visual marking: Prioritizing selection for new objects by top-down attentional inhibition of old objects. *Psychological Review*, 104, 90–122.

系列手がかりを用いた視覚性ワーキングメモリの保持柔軟性に関する検討

李 琦

京都大学大学院人間・環境学研究科

riki@cv.jinkan.kyoto-u.ac.jp

齋木 潤

京都大学大学院人間・環境学研究科

The retro-cue procedure, in which a to-be-changed memory item is cued during the retention interval of a change detection task, has rapidly become an important paradigm for studying the role of attention in visual working memory (VWM) maintenance. Most retro-cue research conducted to date is based on the detailed study of single shifts of attention from all the memorized items to a cued one. In contrast, we examined the processes of sequential shifts of attention among VWM representations by presenting sequential attention cues during the retention interval. In Experiment 1, we investigated whether participants can withdraw attention from the initially attended representation and return to the state before the first shift of attention. We found that cueing participants to withdraw their attention from the initially cued representation significantly reduced the cost of invalid retro-cues, but did not attenuate the benefit of valid retro-cues. In Experiment 2, we investigated whether it is possible to shift attention from one VWM representation to another. We found that participants could reorient their attention from one VWM representation to another, but the reorienting of attention abolished the effects of the first cues. Together, these findings show that the maintenance of VWM is even more dynamic and flexible than previously proposed.

Keywords: visual working memory, visual attention, sequential cues

問題・目的

近年、視覚性ワーキングメモリ (VWM) の保持における注意の選択効果は retro-cue (記憶の保持期間に呈示される注意の手がかり) パラダイムによって調べられている (e.g., Griffin & Nobre, 2003; Landman, Spekreijse, & Lamme, 2003; Pertzov, Bays, Joseph & Husain, 2012)。これらの研究では、retro-cue により選択された VWM 表象の記憶成績が向上し、選択されなかった表象の記憶成績は低下するという retro-cue 効果が観察された。しかしながら、retro-cue 効果について以下の未解明な問題点がある: 1) retro-cue により選択がキャンセルできるのか、2) retro-cue により選択の切り替えができるのか。本研究はこれらの問題点を検討することにより、VWM と注意の相互作用のさらなる理解を目指した。

実験 1

実験 1 では、retro-cue により選択がキャンセルできるのかについて検討した。

方法

実験協力者 16 人の大学生が実験に参加した。全員が正常な視力 (矯正を含む) と色覚を有していた。

刺激 記憶画面には、4 色 (赤、青、緑、黄) の「×」が注視点の上、下、左、右の 4 か所に呈示された。テスト画面には、色のついた「×」が注視点の上、下、左、右の 4 か所のうちいずれかの位置に呈示された。空間手がかり刺激として矢印、withdrawal (1 回目の選択をキャンセルする) 手がかり刺激として「⊖」を用いた。中立手がかり刺激は「+」であった。

手続き テスト刺激が同じ位置に呈示された記憶刺激と同じ色かを判断することが課題であった。実験には 4 つの試行タイプ (single cue + early probe [SE], single cue + late probe [SL], withdrawal cue [W], neutral cue [N]) があり、

順序はランダムであった。各試行タイプの流れを Figure 1 に示す。

実験協力者に矢印が呈示された場合、矢印が指す位置にあった刺激を思い出し、withdrawal 手がかりが呈示されたら、最初の選択 (arrow cue) をキャンセルし、4 つの刺激 (memory array) を均等に思い出すように教示した。

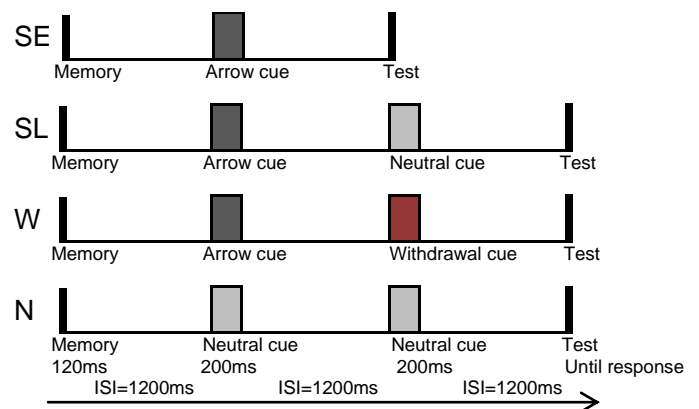


Figure 1. Schematic picture of the stimulus sequence in Experiment 1.

結果・考察

本実験の結果、空間手がかりのみ呈示された場合 (SE・SL)、空間的注意により生じた課題成績の benefit と cost がみられた。具体的には、SE・SL の valid 条件の d' が neutral 条件より有意に高かった (SE valid vs. N: $t(15) = 2.99, p < .05$; SL valid vs. N: $t(15) = 3.79, p < .01$)。また、invalid 条件の d' が neutral 条件より有意に低かった (SE invalid vs. N: $t(15) = 2.93, p < .05$; SL invalid vs. N: $t(15) = 4.44, p < .01$)。これらの結果はこれまでの retro-cue を用いた先行研究の結果と一致している (e.g., Griffin & Nobre, 2003)。また、SE 試行で空間手がかりの効果がみられたことは、W 試行において、withdrawal 手がかりの呈示前に空間手がかりの選択が行われたことを示している。

一方、空間手がかり呈示後に withdrawal 手がかりを呈示した場合 (W)、無効な空間手がかりによる cost がみ

られなかった。具体的には、W の invalid 条件は neutral 条件と同程度の d' が得られ、SL の invalid 条件の d' より有意に高かった (W invalid vs. N: $t(15) = 0.46, n.s.$; W invalid vs. SL invalid: $t(15) = 4.12, p < .01$)。

なお、W の valid 条件の d' が neutral 条件と比べて有意に高かった (W valid vs. N: $t(15) = 4.13, p < .01$)。この結果は、withdrawal 手がかりによって、空間手がかりの選択を残した状態で、全ての記憶表象が喚起され、両手がかりの加算的な効果が現れる可能性を示唆している。

実験 2

実験 2 では、VWM における注意の切り替えができるのかについて検討した。

方法 以下の点を除いて実験 1 と同様であった。

実験協力者 14 人の大学生が実験に参加した。

手続き 実験 1 の「withdrawal cue」(W) 試行の代わりに、「reorienting cue」(RO) 試行を採用し、先行空間手がかり呈示後、後続空間手がかりが呈示された。

結果・考察

本実験の結果、空間手がかり 1 回のみ呈示された場合 (SE・SL)、空間的注意により生じた課題成績の benefit がみられた (SE valid vs. N: $t(13) = 3.82, p < .05$; SL valid vs. N: $t(13) = 4.48, p < .01$)。この結果は実験 1 の結果と一致している。また、SE 試行で空間手がかりの効果がみられたことは、RO 試行において、後続手がかりの呈示前に先行手がかりにより選択が行われたことを示している。

二つの空間手がかりが系列に呈示された場合 (RO)、後続手がかりが有効な条件の d' が neutral 条件と比べて有意に高かった (RO valid 2nd vs. N: $t(13) = 4.07, p < .01$)。また、二つの空間手がかりの両方とも無効な場合 (both invalid 条件) の d' が neutral 条件より有意に低かった (RO both invalid vs. N: $t(13) = 2.85, p < .05$)。さらに、先行手がかりが有効な条件の d' が both invalid 条件より有意に高かった (RO valid 1st vs. RO both invalid: $t(13) = 4.07, p < .01$)。これらの結果は、VWM における注意の切り替えが可能であることを示唆している。

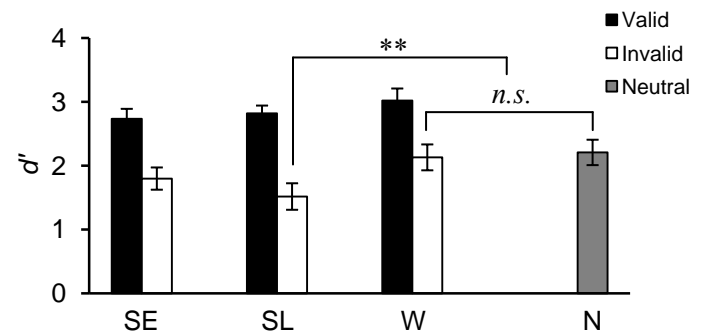
総合考察

Landman ら (2003, Exp.3) は、系列空間手がかりを用いた実験において、空間手がかりが一回のみ呈示された場合と系列空間手がかりが呈示された場合の課題成績を比較し、両者に有意差がなかったことを報告した。彼らは、この結果より VWM における注意の切り替えが可能であると考えている。一方、Matsukura ら (2007) の研究では、系列手がかりの促進効果がみられず、Landman らの主張を覆す研究結果が報告された。これらの先行研究は異なる見解を示しているが、それぞれの実験デザインには問題点がある。例えば、Landman らの実験では、空

間手がかりなしのコントロール条件がないこと、Matsukura らの実験では、後続空間手がかりが指した記憶表象がテストされる確率が低いことなどがある。

本研究はこれらの先行研究を踏まえたうえで、二つの実験を行った。両実験において、後続手がかり (実験 1: withdrawal cue; 実験 2: 2nd arrow cue) の効果が得られた。本研究の結果は、Landman らの主張を支持し、VWM の保持過程における注意の切り替えが可能であることを示唆している。しかし、本研究では記憶項目が 4 個の条件しか設定していないため、記憶項目が VWM 容量を超える (4 個以上) と、注意の切り替え効果が消える可能性が考えられる。この問題について、さらなる検討が必要である。

A.



B.

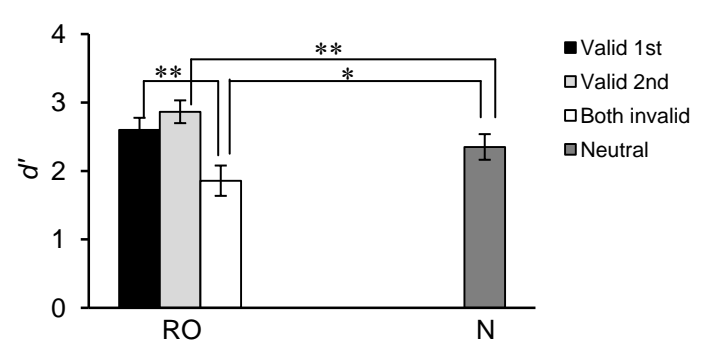


Figure 2. (A) Results of Experiment 1. (B) Results of Experiment 2.

引用文献

- Griffin, I. C., & Nobre, A. C. 2003 Orienting attention to locations in internal representations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(8), 1176–1194.
- Landman, R., Spekreijse, H., & Lamme, V. A. F. 2003 Large Capacity storage of integrated objects before change blindness. *Vision Research*, 43, 3–22.
- Matsukura, M., Luck, S. J., & Vecera, S. P. 2007 Attention effects during visual short-term memory. *Perception & Psychophysics*, 67(8), 1422–1434
- Pertsov, Y., Bays, P. M., Joseph, S., & Husain, M. 2012 Rapid forgetting prevented by retrospective attention cues. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. doi: 10.1037/a0030947

誤結合錯視による視覚探索の妨害

野口 泰基
鈴木 恵美

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

Todd Horowitz

Brigham & Women's Hospital, Harvard Medical School

Jeremy Wolfe

Brigham & Women's Hospital, Harvard Medical School

トリーズマンの特徴統合理論以降、視覚刺激が持つ特徴（色、形、運動など）の統合には対象への注意が必要とされてきた。しかし今回の研究では、この注意と特徴統合の因果関係（注意→特徴統合）が逆転する現象（特徴統合→注意）を報告する。被験者は、探索領域の周辺部に配置された、特定の色と方位で構成されたターゲット（e.g. 赤の垂直バー）を見つけた課題を行った。中央部の全刺激の色と方位の組み合わせが一定の法則に従っているとき（e.g. 赤バーが水平、緑バーは垂直）、周辺部の刺激への知覚が中央部と同化し、結果的に被験者のターゲット（赤の垂直バー）の見落とし率が増加した。これらの結果は、中央部から周辺部へと特徴統合の情報が自動的に伝播していることを示す。この特徴統合の自動伝播が周辺のターゲットの顕著性を低下させ、探索行為（注意の空間的移動）を妨害している。つまり特徴統合処理が、注意に影響を与える事例が示された。

Keywords: misbinding, pre-attentive feature integration, perceptual grouping, color-shape conjunction.

問題・目的

我々がある物体を意識的に見るとき、その物体が持つ様々な特性は1つの表象の中に統合されている。たとえば赤い車が右方向に走っているのを見たとき、「赤」という色、「車」の形、「右」という運動方向など種々の属性の特徴（feature）が整合性のある形でまとめられ、「右に走る赤い車」という1つの物体として認識される。だが近年の脳神経科学の研究では、刺激の色情報を処理する神経経路・運動情報を処理する神経経路などは脳の中の異なる場所（色ならV4野、運動ならMT野など）にあることが示されている。異なる経路で処理されている個々のfeatureを、脳はどのようにして統一された意識表象としてまとめ上げているのだろうか？これは特徴統合（feature binding）の問題（バインディング問題）と呼ばれ、現在における未解明の問題の1つである。

アメリカの学者トリーズマンらは、この問題に対する有力な仮説を提唱した（特徴統合理論、Treisman & Gelade, 1980）。この理論の中核は「複数の特徴間の統合には注意が必要である」ということである。たとえば同時に提示される複数の物体（赤または緑のOまたはX）の中から、1つだけある仲間外れを見つける課題（視覚探索課題）を被験者に行わせたとする。もし緑のOやXの中に1つだけ赤いXが混じっていたら、仲間外れを見つけることは非常に容易である。1つだけ色が違う赤いXは、すぐに目に飛び込んで来る（ポップアウト現象）。だが一方、緑のO・緑のX・赤いOがそれぞれ複数個ある中に1つだけ赤いXが混じっていた場合、ターゲット（赤のX）の発見にかかる時間は飛躍的に伸びることが知られている。後者の場合、被験者は個々の物体に対して、その「色」と「形」の組み合わせを注意深く見なくてはならない。1つ1つ

の図形についてその色と形の対応をチェックし、初めて赤いXが仲間外れであることが判明する。つまり1つの特徴（この場合は色）に注目すれば事足りる場合、注意は必要ない（ポップアウト）。だが複数の特徴（色と形）の組み合わせを確かめるためには、注意が必要になる。これが「特徴統合には注意が必要である」という主張の根拠である。

だが近年、この特徴統合理論の図式とは矛盾する現象が発見された。「誤結合（misbinding）」と呼ばれる錯視である（Wu, Kanai & Shimojo, 2004）。この錯視では、上または下方向に動く緑・赤の点が入り混じった刺激を用いる。被験者の中心視野近辺では全ての赤ドットは上に、全ての緑ドットは下に動いている。だが一方、少し離れた左右の周辺視野では全赤ドットは下に、緑ドットは上に動いている。つまり色-運動方向間のバインディングが中心視野と周辺視野で逆転している。だが殆どの被験者は、この中心と周辺視野の違いに気付かない。「何が見える？」という問いには「中心も周辺も、赤ドットは上に、緑ドットは下に動いている」という答えが返ってくる。つまり周辺視野では、色と運動方向に関する情報が実際とは異なるかたちで統合されているのである。中心視野の表象と同じになるように周辺視野のバインディングが組み替えられるこの現象を、誤結合と言う。

この現象の重要なところは、誤結合が注意の影響を受けない点である。被験者が中心領域に注意しても、周辺領域に注意しても、誤結合は同じように生じる。一方、中心領域を画面から消して周辺領域のみにすると、誤結合現象は起こらなくなる。つまり周辺視野における色と運動方向の統合は、注意依存的（トップダウン式）ではなく、刺激依存的（ボトムアップ式）に起こっている。このことは、長らく信じられてきた「注意による特徴統合」とは別に、中心領域から周辺

領域へと自動的にバイディング情報が伝播する、新しい特徴統合のメカニズムが存在することを示唆する。

以上を踏まえ、本研究では誤結合錯視を視覚探索課題と組みあわせた実験を行った。具体的には「探索配列の中心部にあるdistractorによって誤結合錯視が誘導され、配列周辺部にあるtargetの知覚像（視覚表象）を変えてしまうのではないか」という仮説を検証した。

方法

被験者

実験1では9名、実験2では11名の健常者が参加した。

刺激・手続

実験1（知覚判断課題）：画面（27×18度）全体に4種類（赤・緑の2色×水平・垂直の2方位）のバー刺激864個からなる刺激配列を提示した（提示時間：200ms）。画面は左・中央・右と3つの領域に区切られており、中央領域の中心には固視点を提示した。中央・周辺（左右）領域とも、等しい数の赤・緑バーで構成された。周辺領域の緑バーの水平：垂直比は50：50で固定されたが、赤バーのそれは0：100から100：0までランダムに変動した。一方、中央領域では以下の4条件が設定された。①中央領域に何も刺激がないNS条件、②4種類のバーがランダムに混在するランダム条件、③赤い水平バー・緑の垂直バーのみから構成されるDouble-1条件、④赤い垂直バー・緑の水平バーのみから構成されるDouble-2条件（図1）。

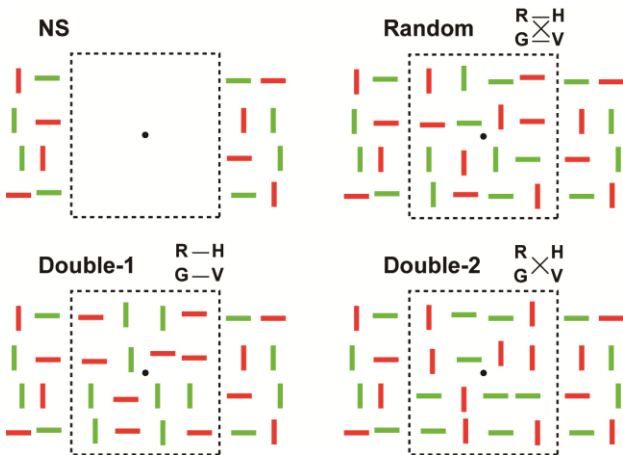


図1 刺激の4条件（簡略図）

被験者は、固視点を見ながら一方の周辺領域（左または右）に注意を払い、その領域内で、赤・垂直バーと赤・水平バーのどちらが多いかを判断した。この時、課題に無関係な中央領域の刺激および周辺領域の緑バーは無視するように教示した。全条件がランダムに織り交ぜられた90試行から成るセッションを4回行った。

実験2（視覚探索課題）：中心領域の構成は実験1と同様であった。周辺領域に関しては、左右どちらか一方のみターゲット（赤い垂直バーまたは赤い水平バー。被験者ごとにランダムに決められた）が提示され、残りの一方は3種類のディストラクターから構成された。被験者はターゲットが左右どちらの周辺領域に提示されたかを報告した。中央領域にターゲットが提示されることはなく、被験者は中央領域およびターゲット以外のバーを無視するよう教示された。周辺領域におけるターゲットの割合はトライアル間で変動させた（レンジ：2 - 65%。図2右パネルの横軸参照）。

結果

実験1：各条件において、被験者が「赤・水平バーの方が、赤・垂直バーより多い」と答えた割合を% “H” とした。NS・ランダム条件での、% “H” の50%閾値を比較した結果、2条件間に有意な差は確認されなかった。

一方ランダム条件とDouble-1・-2条件を比較したところ（図2左）、いずれも% “H” の50%閾値に有意な差が確認された。（Double-1 vs. Random, $t = 3.08$, $p = 0.013$ and Double-2 vs. Random, $t = 2.51$, $p = 0.033$ ）。つまりDouble1条件のみ色-方位間の誤結合錯視が周辺領域に発生した。

実験2：ターゲットの各割合に対する正答率を図2右に示す。正答率の75%閾値を比較したところ、Double条件はNS条件より有意に高く（ $p = 0.021$ ）なり、誤結合錯視が探索を妨害していることが示された。

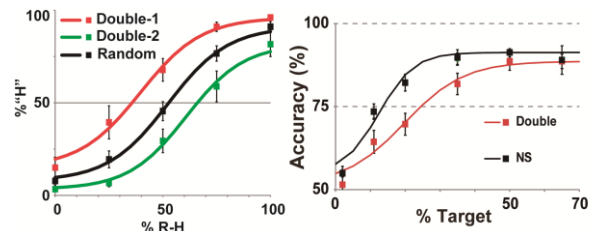


図2 実験1の結果（左）と実験2の結果（右）

考察・結論

今回の実験結果から、誤結合錯視が色情報と方位情報の間で生じることが確認され（実験1）、その錯視が視覚探索（注意の空間移動）にも影響を与えることが示された（実験2）。つまり従来の特徴統合理論の主張（注意が特徴を統合する）とは逆に、自動的な特徴統合処理が注意に影響するケースがあることを、視覚探索課題において示した。

引用文献

- Treisman, A. M. & Gelade, G. 1980 A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97–136.
- Wu, D. A., Kanai, R. & Shimojo, S. 2004 Vision: steady-state misbinding of colour and motion. *Nature*, 429, 262.

風刺激を用いた幽体離脱感覚の生起に関する検討

金谷 翔子

東京大学大学院人文社会系研究科
日本学術振興会

横澤 一彦

東京大学大学院人文社会系研究科

Visual information from the first-person perspective and correlated visual-tactile inputs are necessary to form a coherent representation of one's body. It has been reported that one feels as if he himself is out of the body, when he looks at his own back monitored by a video camera through a pair of head-mounted displays, with synchronized touches to his chest and the place just below the camera. Though this phenomenon has been demonstrated by the use of local visual-tactile stimulation, it remains unclear whether a more global stimulation provides the same perceptual alternation. Here we investigated whether a broad air flow to one's body and a visual image of an electric fan providing the air can induce such an illusion under a similar experimental setting. Participants' ratings on a questionnaire indicated that their experiences were not identical to what has been observed in the original report with local stimulation. Factors which contribute to providing a coherent body representation are discussed.

Keywords: out-of-body experience, visual-tactile interaction, air-flow

問題・目的

体のパーツや体全体が自分のものであり、その中に自己が存在しているという感覚のことを、身体所有感覚と呼び、安定した身体所有感覚を保持するためには、様々な感覚情報同士の一貫性が重要な手掛かりとなる。その証拠として、感覚情報同士の一貫性が崩れると、通常では起こり得ない身体所有感覚が得られることが報告されている。

被験者の後姿をビデオカメラで映した映像をヘッドマウントディスプレイによってフィードバックしながら、被験者自身の胸部と、カメラのすぐ下の空間に、カメラに映るような動作で、同期した触覚刺激を与えると、自分の体はカメラの位置にあり、映像の中の後姿は他人であるという、まるで幽体離脱のような感覚が得られる(Ehrsson, 2007)。しかし、なぜ、胸部のみに与えた局所的な刺激によって、体全体の位置が錯覚されるのだろうか。

ゴム製の偽物の手を目の前に観察しながら、その手と、隠された被験者の本物の手の両方に、同期した触覚刺激を与えられると、まるで偽物の手が自分の本物の手であるかのような感覚が生じる。この錯覚を用いた研究では、局所的な刺激を与えた場合と、より大局的な刺激を与えた場合とで、錯覚の質が異なる可能性が示唆されている。錯覚が生じると、本物の手の位置が偽物の手により近い位置に知覚され、この位置と実際の本物の手の位置のずれを自己受容感覚ドリフトと呼ぶが、Tsakiris & Haggard (2005)によれば、指一本のみに刺激を与えた場合（局所的）は、その指に対してのみ、複数の指に刺激を与えた場合（大局的）は、刺激を与えていない指に対しても、有意な自己受容感覚ドリフトが生じた。

本研究では、幽体離脱感覚が生起する場合でも、局所的な刺激を用いる場合と、大局的な刺激を用いる場合とで、錯覚の質が異なるか否かを検討することを目的とした。大局的な触覚刺激として、扇風機の風を、視覚刺激として、送風を行う扇風機の映像を用いた。幽体離脱感覚の生起の有無を確かめる方法として、Ehrsson (2007)では、実験中に生じ得る様々な感覚の強さを評定させる質問紙、および錯覚された身体位置に脅威刺激が提示された際の皮膚コンダクタンス反応が用いられたが、生じる錯覚の質を問うためには、前者がより適していると考えられる。そこで、本研究では、質問紙を用いて、風刺激によって引き起こされる錯覚がどのようなものか、検討を行った。

方法

装置

背もたれのない椅子に座った実験参加者の後姿を、3Dビデオカメラで撮影し、その映像を、被験者が装着する3Dヘッドマウントディスプレイに実時間で提示した。二つの扇風機（A, B）を準備し、扇風機Aは参加者の前方に、扇風機Bは参加者とビデオカメラの中間に設置した。扇風機Aは参加者に向けて、扇風機Bはビデオカメラに向けて、送風を行う方向に置かれた。なお、扇風機Aは参加者の後姿に隠れて、ビデオカメラには映らないようになっていた。すなわち、参加者はヘッドマウントディスプレイを通して、扇風機Bと、その向こうに座っている自分の後姿のみを観察する状態であった。実験2では、扇風機Bの前ガード部分に数本のリボンを取り付け、扇風機が送風を行う様子が視覚的に顕著になるようにした。

手続き

扇風機Aの電源がONになると、参加者は前方からの風を受け、扇風機Bの電源がONになると、参加者はビデオカメラに向けて送風を行う扇風機の様子を観察することになる。扇風機AとBの電源がON/OFFになるタイミングが常に同期している条件（同期条件）と、片方の電源がONの場合には常にもう片方の電源がOFFになるよう、交互に電源を切り替える条件（非同期条件）の、二条件で実験を行った。各条件で刺激を与えた後に、質問紙への回答を求めた。条件の実施順は、被験者間でカウンターバランスを取った。

実験1では、刺激を与えた時間は全体で2分間であり、この間に、各扇風機の電源を、15秒ずつ、ON/OFFに切り替えた（図1）。実験2では、刺激を与えた時間は全体で4分間であり、この間に、各扇風機の電源を10秒ずつONにするとともに、同期条件でも非同期条件でも、両方の扇風機の電源がOFFになる状態を最低10秒間ずつ挟むようにした（図2）。

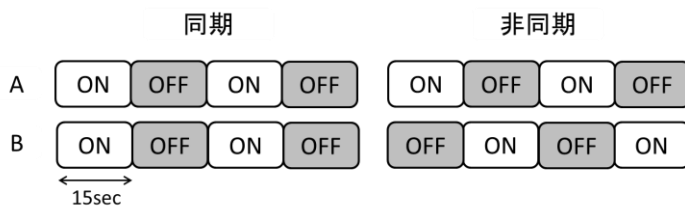


図1. 実験1における扇風機A, BのON/OFFの切り替え

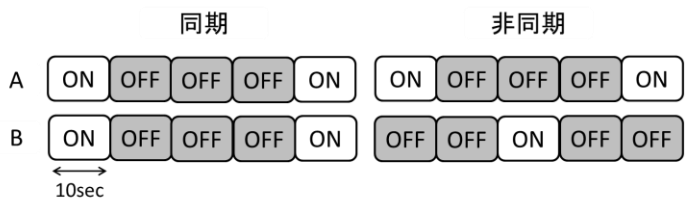


図2. 実験2における扇風機A, BのON/OFFの切り替え

質問紙

Ehrsson (2007)で用いられた質問紙を、和訳し、本実験の手続きと整合するように適宜変更を加えた。実験中に生起する可能性がある様々な感覚を9項目にわたって文章に表し、各感覚の強さを-3（全くそのように感じなかった）から+3（強くそのように感じた）までの間で評定させるもので、Ehrsson (2007)では、項目1「映像の中の後姿が他人であるかのように感じた」、項目2「私がカメラのレンズの位置にいるような感じがした」、項目3「私に当たっている風は、映像の中にある扇風機から出ているように感じられた」に対応する項目への評定が、他の項目よりも有意に高くなっていた。

実験参加者

実験1には19歳～26歳までの20名、実験2には21歳～23歳の18名が参加した。全員が正常な視力を備えていた。

結果

実験1, 実験2における質問紙の結果のうち、項目1～3の評定値の平均を表2に示す。視触覚刺激の同期性（同期, 非同期）と質問項目（9項目）を要因とする二要因分散分析の結果、実験1, 実験2に共通して、二要因の交互作用が見られ、質問項目3において、同期条件のほうが非同期条件よりも有意に評定値が高くなっていた。

表1. 実験1, 実験2における質問項目1～3の平均評定値

	実験1		実験2	
	同期	非同期	同期	非同期
項目1	0.30	-0.40	-0.33	-0.33
項目2	0.45	0.75	0.17	-0.06
項目3	1.40	-1.10	0.56	-1.17

考察

実験1では、質問項目3のみにおいて、視触覚刺激の同期性の効果が見られた。先行研究では、視触覚刺激の時間的同期によって錯覚が生じること、および、質問項目1～3に対応する項目において、他の項目よりも有意に高い評定値が得られることが報告されているため、この結果からは、先行研究で得られた錯覚とは異なる種類の錯覚が生じていたことが示唆される。扇風機の風は、突くような触覚刺激に比べて、電源のON/OFFに伴う刺激強度の立ち上がり/立ち下がり時間を長く要するため、実験1の手続きにおいては、非同期条件においても、部分的に扇風機A, Bによる刺激が重複していた可能性がある。また、扇風機Bが送風を行う様子が、視覚的に十分に顕著でなかった可能性がある。しかし、非同期条件における刺激の重複を排除し、視覚刺激の顕著性を高めた実験2においても、結果は同様であった。

質問項目3の結果は、参加者に対して送風を行う扇風機Aと、映像の中の扇風機Bに由来する視触覚情報が、同期条件において統合されていたことを意味する。しかし、質問項目1, 2の結果からは、先行研究で見られたような身体定位の錯覚は、明確には示されなかった。局所的な刺激と、大局的な刺激を用いた場合とで、異なる種類の錯覚が生じることが示唆される。

引用文献

Ehrsson, H. H. 2007 The experimental induction of out-of-body experiences. *Science*, 317, 1048.
 Tsakiris, M., & Haggard, P. 2005 The Rubber Hand Illusion Revisited: Visuotactile Integration and Self-Attribution. *Journal of Experimental Psychology*, 31, 80–91.

タイピストの脆弱なキーボードレイアウトの記憶表象

芦高 勇氣
嶋田 博行

神戸大学大学院海事科学研究科
神戸大学大学院海事科学研究科

QWERTY キーボードについて熟練したタイピストが持っている顕在的知識を調べた。タッチタイピングできる学生を対象として、空白のキーボードレイアウト表象に適切なキーの文字を埋める再生課題を行った。再生課題は2つのセッションからなっていた。第1セッションは30秒の時間制限を与えられ、第2セッションでは参加者がやめたいと思うまで行われた。アルファベットは26文字であるため、文字の書字スピードから言って30秒に時間が制限されると、参加者のストラテジーに依存しない、キーボード表象をとらえることができるはずである。その結果、第1セッションの再生成績が低く、第2セッションでも再生成績があまり向上しなかった。熟練したタッチタイピストであってもキーボードの顕在的知識が脆弱であることが示された。タイピングの階層的コントロールの理論と整合し論じる。また、日本の大学生とアメリカの大学生を対象とした実験結果を報告する。

Keywords: 顕在的記憶、潜在的記憶、階層的コントロール、タイピング

問題・目的

タイピングは単なる運動動作に関連しているのではなく、言語の理解と生成に伴う口頭反応と同様の言語活動である。しかも、タイピングは系列的な反応になっており、連続量ではなく、離散量として反応時間とエラーを測定できる。そして、タイピングは技能獲得や自動性のコントロールの理論にも関係がある。

Loganらは、タイピングの研究において、カプセル化された階層的コントロールを説明している。つまり、外的ループと内的ループである。外的ループは、テキストを一連のワードに変換する。また内的ループは、それぞれのワードを、一連のキーストローク、手、指、方向を決めることに変換する。熟練したタイピストは外的ループではどの手がどのキャラクターをタイプしているのか知らずに、内的ループによってタイプすることができる。熟達したタイピストは、自身の誤ったキー入力と実験者が人工的に作り出した誤ったキー入力を判別することができなかった (Logan & Crump, 2010)。

熟練したタッチタイピストは、キーボードを見ずに素早くキー入力できるので、手続き的知識が優れ、キーボードレイアウト表象の潜在的記憶が優れていると考えられる。他方、熟達したタイピストが顕在的なキーボードレイアウト表象を持っているのかどうかはあまり知られていない。唯一、熟達したタイピストはキーの相対的な位置関係をイメージさせる課題で弱い顕在的記憶しか持たなかった (Liu, Crump, & Logan, 2010)。

本研究の目的は、熟達したタイピストの顕在的なキーボードレイアウト表象を先行研究 (Liu et al., 2010) に比べて直接的に明らかにすることであった。もしも、顕在的なキーボードレイアウト表象が弱い結果が得られれば、熟達したタイピストにも関わらず、顕在的な知識が脆弱であるという矛盾した結果となるが、

Loganらの階層的コントロールの考えと整合するであろう。

方法

実験参加者 実験には22名の大学生と大学院生が参加した。彼らは、キーボード入力をするのが困難でなく、タッチタイピングをすることができると自己報告した。

実験手続き 課題はできるだけ速く、正確にQWERTYキーボードのキーの配置を再生することであった。使用した刺激材料は、アルファベットを入力するためのキーのキートップの表示が印字されていない、キーの位置のみを示したキーボードレイアウトが印刷されたものであった (図1参照)。キーボードレイアウトはA4用紙に幅15 cm × 縦5 cmに印刷されていた。実験参加者は印刷されたキーボードレイアウトの空白のキーに適切なアルファベットを記入することが求められた。実験は2つのセッションから構成されていた。第1セッションはデッドライン手法が用いられ、30秒の時間制限があった。第2セッションは、第1セッションに続けて、実験者の合図とともに開始し、実験参加者がやめたいと思うまで課題が続けられた。各セッションで記入した文字を判別するために、実験参加者は第1セッションでは赤色のペンを使用し、第2

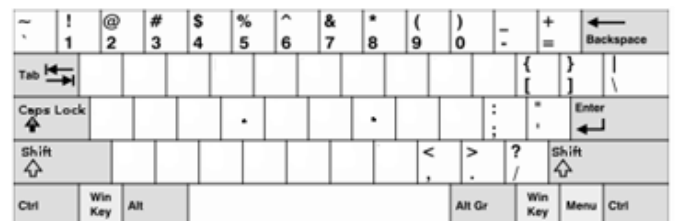


図1. 実験で使用したキーボードレイアウト図

セッションの開始の合図と同時に青色のペンに持ち替えて再生した。再生課題の終了後、どのような再生ストラテジーを用いたかアンケートを行った。

結果

結果は、キーボードのキーごとに各セッションの再生率を表1に示す。第1セッション(30秒)の正しい文字平均数は、6.0個、標準偏差は1.17だった。第2セッションは、時間制限を行わなかった。アンケートの結果より、時間制限のない第2セッションでは、参加者は知っている単語を空で指のタイピングを行ったりするなどいろいろな再生ストラテジーを使ったと報告した。結果、平均成績は、12.7文字であり、標準偏差は3.74だった。第1セッションに比べて時間制限を設けなかったほうが、成績が増加し($t = 8.10, p < .001$)、ばらつきが大きくなった($F = 10.2, p < .001$)。第2セッションの再生時間は、1分40秒から8分50秒までばらついた。

表1. セッションごとのキーの再生率

上段	q	w	e	r	t	y	u	i	o	p
第1セッション	100	100	68	5	0	0	0	0	0	9
第2セッション	100	100	68	36	36	27	36	45	45	32
中段	a	s	d	f	g	h	j	k	l	
第1セッション	100	86	9	0	5	5	0	0	5	
第2セッション	100	86	50	32	36	41	32	32	32	
下段	z	x	c	v	b	n	m			
第1セッション	86	0	5	0	0	5	9			
第2セッション	91	41	32	27	32	36	45			

考察

熟練したタイピストであっても、30秒の制限時間で平均6.0文字の小さい文字数しか埋めることができなかったことを見いだした。それどころか、時間制限がなくても、キーボードの中の26文字中約半数の12.7文字しか再生できなかった。これらの結果は、Loganらの熟練したタッチタイピストの顕在的知識の乏しさについての発見と彼らのタイプライティングの階層的コントロールの説に整合しており、その発見をさらに強化しているようである。

アンケートより、参加者は第2セッションでは様々な再生ストラテジーを使用していた。例えば、知っている単語を空で指のタイピングをしたり、ショートカットキーを思い出したりした参加者がいた。空で指のタイピングをするストラテジーでは手続き的記憶の潜在的な知識からレイアウト表象を思い出そうとしていると考えられ、ショートカットキーを思い出すストラテジーではタイピングとは別の顕在的記憶からレイアウト表象を思い出そうとしていると考えられる。

アメリカの大学生を対象とした空白のキーボードレイアウトを埋める我々の同様の研究でも類似した結果が得られた(Snyder, Ashitaka, Logan, & Shimada, 2012)。この研究の実験参加者は、タイピング経験が平均11.4年であり、1分間に平均72.2ワード、平均93.6%の正確性で入力できる熟達したタッチタイピストであったにもかかわらず、再生制限時間が20秒の条件で平均7.9文字、再生制限時間が80秒の条件で平均14.9文字しか正確にキーの位置を再生することができなかった。さらに、再生成績とタイピングの成績に相関がみられなかった。指の運動用抑制を行った別の実験では、指の運動抑制を行わなかった条件よりも成績が低下した。これらの結果は、流暢なタイピングがキー配置の顕在的知識を必要としないことを示唆している。

日本で行われた本研究とアメリカで行われた研究を比較すると、アメリカでの研究の再生成績のほうがやや高かった。本研究ではタイピングの熟達性について参加者の自己報告に基づいているので、比較的熟達性が低かったのかもしれない。確かに、熟達したタッチタイピストがアメリカよりも日本で少ない(15.4%)。アメリカでは、大学生の79%がタイピングの公式のトレーニングを受けているからかもしれない(Logan & Crump, 2011)。

結論

日本の大学生とアメリカの大学生を対象とした研究から、熟達したタイピストは素早く正確にキー入力できるにもかかわらず、顕在的キーボードレイアウト表象は脆弱であることが示された。この結果はLoganらのカプセル化された階層的コントロールの考えと整合している。

引用文献

- Liu, X., Crump, M. J. C., & Logan, G. D. 2010 Do you know where your fingers have been? Explicit knowledge of the spatial layout of the keyboard in skilled typists. *Memory & Cognition*, 38, 474–484.
- Logan, G. D., & Crump, M. J. C. 2010 Cognitive Illusions of Authorship Reveal Hierarchical Error Detection in Skilled Typists. *Science*, 330, 683–686.
- Logan, G. D., & Crump, M. J. C. 2011 Hierarchical control of cognitive processes: The case for skilled typewriting. In Brian Ross (Ed.) *The Psychology of Learning and Motivation*. Vol. 54. Burlington: Academic Press. pp. 1–27.
- Snyder, K. M., Ashitaka, Y., Logan, G. D., & Shimada, H. 2012 How well do skilled typists know the QWERTY keyboard? *Abstracts of the Psychonomic Society*, 17, 206. (Abstract)

“Absent-mindedness”に影響を与える要因： 振動ばく露環境下での検討¹

石松 一真

Anders Meland

Tor Are Schaffer Hansen

Jan Ivar Kåsin

Anthony Sverre Wagstaff

滋慶医療科学大学院大学医療管理学研究科

Institute of Aviation Medicine, Oslo, Norway

Institute of Aviation Medicine, Oslo, Norway

Institute of Aviation Medicine, Oslo, Norway

Institute of Aviation Medicine, Oslo, Norway

This study examined how sustained attention works during exposure to whole-body vibration (WBV). The Sustained Attention to Response Task (SART) has been used as a measure of sustained attention or absentmindedness. The SART is a GO/NOGO continuous performance task in which the NOGO stimulus (target digit 3) appears infrequently and unpredictably. Participants performed the SART in the two blocks: a No-WBV and a WBV block. In the WBV block, the participants exposed to 17 Hz vertical WBV at 1.0 m/s². In the No-WBV block, WBV was absent. Commission errors in the SART were significantly larger in the WBV block. On the other hand, the participants responded significantly faster in the WBV block. These results showed the failures of sustained attention during exposure to WBV. The present study demonstrated that WBV distracts attention from an ongoing task, indicating absentmindedness during exposure to WBV.

Keywords: sustained attention, action slips, whole-body vibration, SART, commission error.

問題・目的

“To Err Is Human”と言われるように、我々が日常生活で行為の誤り(アクションスリップ)を経験する機会は少なくない。単調な繰り返し課題において一定水準のパフォーマンスを維持するためには、課題への持続的な注意が必要となる。従事課題への注意が不十分になる(absent-mindedness)とアクションスリップは生じやすくなる。“absent-mindedness”や持続的注意の失敗を計測可能な課題のひとつに、Sustained Attention to Response Task (SART; Robertson et al., 1997)がある。一定の間隔で提示される視覚刺激への反応が求められるGo試行とまれに出現する標的に対して反応の抑制が求められるNogo試行から構成されるSARTは、健常者はもとより、外傷性脳損傷や注意欠陥多動性障害などの幅広い対象者に利用されている(Smilek et al., 2010)。SARTにおけるGo試行の反応時間やNogo試行のコミッションエラーは、“absent-mindedness”を反映する指標と考えられている(Carriere et al., 2010; Manly et al., 1999; Cheyne et al., 2009)。

本研究では、SARTを用い、“absent-mindedness”に影響を及ぼす環境要因について明らかにすることを目的とした。特に振動や低酸素状態などに曝露される輸送ヘリの作業環境を念頭におき、まずは振動の影響に注目することとした。

振動への曝露が“absent-mindedness”を助長するのであれば、振動に曝露される条件では、振動に曝露されない条件に比べて、Go試行の平均反応時間は短くなり、Nogo試行でのコミッションエラーが増加することが予測される。

方法

実験参加者 正常な視力(矯正を含む)を有するアスリート19名(平均年齢22.8歳)が参加した。

装置 実験は低圧室(Aeroform, Pool Dorset, UK)において実施した。刺激は27インチのLCD上に提示された。17Hzの垂直振動(1.0 m/s²)は、背もたれと足置きのある椅子が設置された動電型加振器(LDS Model 725 LINE-AIR, Ling Dynamic System Ltd., Royston, Herts., UK)によって提示された。

課題 SARTを用いた。一定の間隔でランダムな順序で数字(1~9)が1つずつ250 ms提示され、その後マスク画面が900 ms提示された(Figure 1)。参加者は、“3”以外の数字が提示された場合に素早くボタン押し反応を行い(Go試行)、“3”が提示された場合には反応を行わない(Nogo試行)よう教示された。

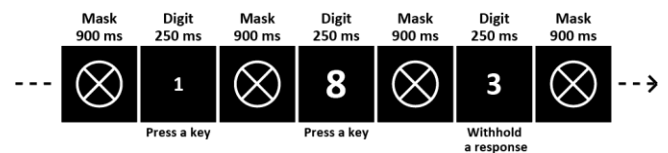


Figure 1. An example of stimuli used in the SART.

手続き 練習試行(18試行)の後、参加者は低圧室に設置された加振器上の椅子に着座した。ノイズキャンセリングヘッドフォンを装着し、振動に曝露されるWBV条件と曝露されないNo-WBV条件でSARTを遂行した。10名はNo-WBV条件を、残りの9名はWBV条件

を先に行った。各条件終了後、“Mental demand”と“Effort”に関する20段階評定が求められた。またWBV条件終了後には、振動の不快感に関する5段階評定が求められた。

結果

それぞれの条件について、Nogo試行でのコミッションエラー、Go試行で数字へ反応しなかったオMISSIONエラー、Go試行での反応時間が100 ms未満であった見越し反応、Go試行の平均反応時間(200 ms以上の反応時間)、Go試行の反応時間の変動係数を算出した(Table 1)。

No-WBV条件とWBV条件でこれらの指標を比較した結果、WBV条件のコミッションエラーはNo-WBV条件に比べて有意に多かった($p < .05$)。また、WBV条件の平均反応時間はNo-WBV条件に比べて有意に短かった($p < .05$)。オMISSIONエラー、見越し反応、反応時間の変動係数には条件間で有意な差は認められなかった($ps > .05$)。

Table 1. Means and Standard deviations for SART measures by experimental blocks.

	No-WBV	WBV	<i>p</i>
Commission errors	16.9 (5.2)	19.0 (3.5)	.0334
Omission errors	1.9 (2.4)	2.7 (3.3)	.1765
Anticipations	4.2 (9.5)	7.7 (16.3)	.0586
RT	337.9 (32.2)	327.8 (25.4)	.0338
RTCV	0.19 (0.10)	0.18 (0.07)	.3663

Note. RT = reaction time; RTCV = reaction time coefficient of variation ($SD RT / \text{mean RT}$).

“Mental demand”, “Effort”, “Discomfort”の評定結果をTable 2に示す。“Mental demand”, “Effort”ともに条件間で有意な差は認められなかった($ps > .05$)。

Table 2. Means and Standard deviations for mental demand, effort, and discomfort by experimental blocks.

	No-WBV	WBV	<i>p</i>
Mental demand	12.5 (3.8)	13.1 (3.6)	.0938
Effect	13.2 (4.1)	13.9 (3.6)	.0793
Discomfort	-	2.4 (0.8)	-

考察

SARTを用い、“absent-mindedness”に影響を及ぼす環境要因について、特に振動の影響に注目して検討した。コミッションエラー、オMISSIONエラー、見越し反応、平均反応時間、反応時間の変動係数について振動に曝露されるWBV条件と曝露されないNo-WBV条件とで比較した。

条件間の差は、コミッションエラーと平均反応時間に認められた。コミッションエラーはNo-WBV条件に

比べて、WBV条件で増加した。コミッションエラーは、持続的注意の失敗に基づく日常生活におけるアクションスリップと関連があることが報告されているため(Cheyne et al., 2006; Manly et al., 1999; Robertson et al., 1997)、本研究で用いたWBVはアクションスリップの増加に寄与していたと考えられる。また、WBV条件ではNo-WBV条件に比べて数字への反応が速かった。反応時間の短縮はコミッションエラーが増加した原因となっていると考えられる(Cheyne et al., 2006; Smilek et al., 2010)。また、主観評定においては、条件間に有意な差は認められなかったものの、WBV条件での“Mental demand”や課題を遂行するために必要となる“Effort”は高くなる傾向にあった($ps < .10$)。これらの結果から、WBV条件ではある程度のパフォーマンスを維持するために覚醒水準を高めていた可能性が考えられる。また、WBV条件の見越し反応は、No-WBV条件に比べて増加傾向にあったことから、数字の出現に対する予測的な反応が増加していた可能性も考えられる。更なる知見の蓄積は必要となるものの、本研究より振動への曝露は“absent-mindedness”に影響を及ぼす要因となる可能性が示唆された。

脚注

¹ The data presented here is part of a larger study examining the effect of WBV and hypoxia on sustained attention. The data obtained under hypoxic conditions is not reported here.

引用文献

- Carriere, J. S. A., Cheyne, J. A., Solman, G. J. F., & Smilek, D. 2010 Age trends for failures of sustained attention. *Psychology and Aging*, 25, 569–574.
- Cheyne, J. A., Carriere, J. S. A., & Smilek, D. 2006 Absent-mindedness: Lapses of conscious awareness and everyday cognitive failures. *Consciousness and Cognition*, 15, 578–592.
- Cheyne, J. A., Solman, G. J. F., Carriere, J. S. A., & Smilek, D. 2009 Anatomy of an error: A bidirectional state model of task engagement/disengagement and attention-related errors. *Cognition*, 111, 98–113.
- Manly, T., Robertson, I. H., Galloway, M., & Hawkins, K. 1999 The absent mind: further investigations of sustained attention to response. *Neuropsychologia*, 37, 661–670.
- Robertson, I. H., Manly, T., Andrade, J., Baddeley, B. T., & Yiend, J. 1997 'Oops!': Performance correlates of everyday attentional failures in traumatic brain injured and normal subjects. *Neuropsychologia*, 35, 747–758.
- Smilek, D., Carriere, J. S. A., Cheyne, J. A. 2010 Failures of sustained attention in life, lab, and brain: Ecological validity of the SART. *Neuropsychologia*, 48, 2564–2570.

怒り表情の探索優位性の背景要因

松本絵理子

神戸大学大学院国際文化科学研究科

怒り表情が他の表情に比べて早く検索されるという現象(anger superiority effect)についての説明の一つに脅威刺激の注意捕捉説が挙げられる。これは天敵など生存にとって脅威となりうる刺激に対して、注意が自動的、不可避的に向けられるというもので、怒り表情が社会的に脅威であるため怒り優位効果が生じるとされてきている (Fox et al, 2000, 他)。しかし、怒り優位性を報告している研究の多くで用いられている模式的表情の知覚特徴が優位性の要因である可能性を指摘する研究もある (Becker, Horstmann & Remington, 2011)。本研究ではこの点について、怒り、笑顔、ニュートラルの模式的表情を使用し、顔の要素を分解した(jumble face)条件との比較から、表情特徴の部分的な知覚特徴が怒り優位性効果に及ぼす影響を検討した。また、実験参加者の不安の程度、気分の状態を併せて測定し、これらの情動的な要因の個人特性と表情探索の関係を検討した。

Keywords: emotion and attention, jumbled face, anxiety.

背景・目的

怒りや恐怖といった脅威を表す表情は、注意が素早く向き易いことや注意の解放が遅延することなどが先行研究で示されてきている。これらの研究において使用されている顔表情には人間の顔写真を用いたもの、単純な模式図(スキーマ)で表現された表情を用いたものがある。スキーマを用いた顔表情研究における怒り表情の優位性効果の背景には、たとえば眉の斜め直線といった特徴の顕著性の高さを指摘する先行研究

(Lundqvist, Esteves, & Ohman, 2004)にもあるように、情動情報よりも形態の知覚プロセスの差に依存して生じているとする立場もある。しかし、同一の特徴を包含していてもその配置情報を崩した顔刺激(jumbled face)を用いた実験では、注意の解放遅延がみられない(Fox, Russo, Bowles, & Dutton, 2001)などパーツの知覚特徴のみでは説明できない知見もいくつか示されてきている。

そこで本研究ではジャンブルされた表情と正しい位置にパーツが配置された顔表情のスキーマ刺激を用いて探索課題を行い、ターゲットの検出感度並びに反応時間を測定した。さらに同時に実験参加者の個人特性として特性不安を測定し、両者の関係性から、注意の怒り優位性に対し知覚特徴の要因と情動処理の要因がどのように関与しているのかについて検討を行った。

方法

実験参加者

裸眼及び矯正視力が1.0以上の成人17名(内女性6名)。全員右利きであった。本実験の趣旨を説明し書面で同意を得た。全ての参加者が実験実施前に状態・特性不安の心理検査(新版 STAI 状態-特性不安検査)、気分の質問紙(POMS)を受けた。

刺激

用いた刺激のサンプルを Figure 1 に示す。画面上に、架空の4×4の正方形マトリクス(視角にして約19°×15°、観察距離は約30cm)内のランダムに選択された位置に8個のスキーマ表情を提示する。スキーマ表情は直径約2.0°であり、各マトリクス位置に表情が配置される回数はカウンターバランスが取られた。スキーマ表情は、顔の正しい位置にパーツが収まっている表情(以下、正顔とする)の刺激と、内部のパーツの配置が崩されて本来とは異なる場所に配置されたジャンブル(jumble)刺激の二種類を作成した。本スキーマ表情は Matsumoto (2010)で評定し作成されたものと同様のものを用いた。

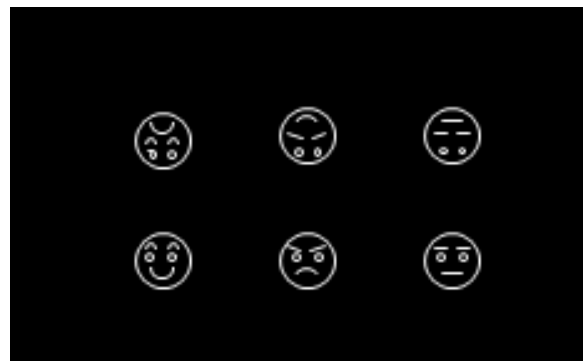


Figure 1. Example of facial expression stimuli.

手続き

試行の開始の合図となる注視点の呈示後、注視点の色が赤に変わった500ms後に探索画面が呈示された。探索画面の呈示時間は750msであった。探索画面が消失後はブランク画面が挿入され、次の試行に移る。実験参加者は、画面に1つだけ現れる、異なる表情を検出した場合には右手に握ったスイッチを押し、無い

場合には左手のスイッチを押すように教示された。スイッチと反応の割り当ては半数の参加者は逆に行なった。ジャンブル条件では異なる形態のものが含まれているか否かについて反応を行なった。フィードバックありの練習試行を 20 試行行った後に本試行を行なった。

試行間隔は平均 4.2 秒で、注視点の呈示時間をジッターさせた。正しい位置にパーツのある正顔条件 160 試行の内、笑顔がターゲットの試行 60 試行、怒り顔 60 試行、ターゲット無しが 40 試行であった。ターゲットは怒り、笑顔のいずれかの表情であり、背景の妨害刺激には中立表情を用いた。ジャンブル条件も同様に 160 試行、計 320 試行を 80 試行、4 ブロックに分け、各条件をブロック内混合で実施した。

結果

ターゲットの検出感度の指標として d' を算出した。被験者ごとの d' 及び平均反応時間を従属変数として、表情（怒り、笑顔）× 顔形態（正顔、ジャンブル）の被験者内二要因分（散分析を行なった。その結果、 d' では、交互作用に有意な差がみられた [$F(1,16) = 8.21, p < .05$]。下位検定の結果、正顔では怒りと笑顔に差がみられ ($p < .05$)、正顔では怒り表情の方が検出感度が高かった。ジャンブルの怒りと笑顔においても差が有意であり ($p < .05$)、ジャンブルでは笑顔の方が検出感度が高い結果となった。反応時間の分析の結果においても交互作用が有意であり [$F(1,16) = 42.96, p < .001$]、下位検定の結果、正顔、ジャンブル共に d' と同様の差が見られた。

また、これらの検出感度と STAI の特性不安のスコアについてピアソンの積率相関の検定を行なったところ、正顔の怒り条件において有意な相関が見られた ($r = .483, p < .05$) が、ジャンブルの怒り、笑顔、正顔の笑顔では有意な相関はみられなかった。

考察

これらの結果から、ジャンブル表情で見られた検出感度と反応時間の違いは、笑顔の方が曲線部分が多く、背景となった妨害刺激の中立表情よりも知覚的特徴の差が大きいことから検出の感度や速さに違いが出たと考えられる。怒りのパーツを用いたジャンブル表情の方が検出感度が低く、反応時間も遅かったことから、斜め方向に直線のある眉の特徴は本実験の条件においては検出に促進的に働くことはみられなかった。

一方、顔全体として処理される場合には、先行研究と同様に怒り表情のスキーマが早く検出されることが示された。このことから、曲線/直線といった知覚特徴の差の処理よりも、これまで指摘されてきているよ

うに顔として認識される場合には全体処理が優先され、表情のもつ感情価の違いが検出感度や反応時間に影響を及ぼしていることが示唆された。また、検出感度と不安スコアの有意な相関は怒り表情の正しい顔の条件でのみみられたことから、不安特性が高い個人にみられる脅威表情検出過程には個々の知覚特徴処理過程ではなく、表情全体の情動処理過程が関与していることが考えられる。

また、特性不安が高い実験参加者において、怒り表情が検出される感度がより高いという結果が得られたが、このような情動処理の個人特性が検出感度に影響を及ぼしていることから、知覚特徴により怒り表情スキーマの探索優位性がみられるとする立場には否定的な結果となった。線分で単純化されたスキーマ表情を情動処理特性の検討に用いるには生態的妥当性が低いとする否定的な立場もあるが、反面、本研究ならびに先行研究でも示されたように安定した表情の効果が得られること、感情処理特性の個人差を一定程度反映することからも刺激として有効な一面があると考えられる。

引用文献

- Becker, S. I., Horstmann, G., & Remington, R. W. 2011 Perceptual grouping, not emotion, accounts for search asymmetries with schematic faces. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37(6), 1739–57.
- Fox, E., Lester, V., Russo, R., Bowles, R. J., Pichler, A., & Dutton, K. 2000 Facial Expressions of emotion: Are angry faces detected more efficiently? *Cognition & Emotion*, 14(1), 61–92.
- Fox, E., Russo, R., Bowles, R., & Dutton, K. 2001 Do threatening stimuli draw or hold visual attention in subclinical anxiety? *Journal of experimental Psychology: General*, 130(4), 681–700.
- Lundqvist, D., Esteves, F., & Öhman, A. 2004 The face of wrath: The role of features and configurations in conveying social threat. *Cognition & Emotion*, 18(2), 161–182.
- Matsumoto, E. 2010 Bias in attending to emotional facial expressions: Anxiety and visual search efficiency, *Applied Cognitive Psychology*, 424, 414–424.

本研究は科研費補助金基盤研究(C)23530952 の助成を受けた。

脅威刺激に類似した物体は注意の解放の遅延を生じさせる

井上 和哉
菊地 正

関西学院大学大学院文学研究科
筑波大学

危険をもたらすかもしれない刺激(脅威刺激)から注意を解放することが困難であることが報告されている。本研究では、脅威刺激からの注意解放の遅延に刺激の形態が重要かどうかを検討した。画面中央に画像が提示され、続いて画像の左右どちらかに X または P が提示された。実験参加者はどちらのアルファベットが提示されたかを判断することが求められた。画像は、脅威刺激(包丁)、脅威刺激と形態が類似した非脅威刺激(くし)、脅威刺激と形態が類似していない非脅威刺激(コンピューターのマウス)のいずれかがランダムに提示された。その結果、マウスが提示された条件と比べて、包丁とくしが提示された条件では、アルファベットに対する反応が遅延した。この結果は、くしの形態が脅威刺激である包丁と類似していたために注意の解放が遅延したためであると考えられ、脅威刺激からの注意解放の遅延に刺激の形態が重要な役割を果たしていることを示唆する。

Keywords: threat, attentional disengagement, global shape

問題・目的

包丁、銃、へびなどのように生体に危険をもたらす可能性のある刺激は脅威刺激と呼ばれる。脅威刺激を提示することは、2種類の注意バイアスを生起させる。一つは脅威刺激による注意の捕捉であり、脅威刺激には優先的に注意が向けられる。もう一つの注意バイアスは、脅威刺激からの注意解放の遅延であり、脅威刺激から別の場所に注意をそらすことが困難になる現象である。脅威刺激による注意の捕捉の生起には刺激のカテゴリ情報(刺激が何のカテゴリに属するか)ではなく、刺激の形態情報が重要な役割を果たすことが報告されている(伊藤・井上・佐藤・菊地, 2011)。一方、脅威刺激からの注意解放の遅延が生起する際に、刺激のカテゴリ情報と形態情報のどちらが重要な役割を果たしているかは明らかにされていない。そこで本研究では、脅威刺激及び脅威刺激と形態が類似した非脅威刺激を用いることで、脅威刺激からの注意解放の遅延におけるカテゴリ情報と形態情報の重要性を検討する。もし脅威刺激からの注意解放の遅延が脅威刺激の形態によって引き起こされるのであれば、脅威刺激が提示された場合だけでなく、脅威刺激と形態が類似した非脅威刺激が提示された場合も、視野周辺のターゲット刺激に対する反応が遅延することが予測される。

方法

実験参加者 25名の大学生・大学院生が実験に参加した(男性8名, 女性17名)。

刺激 脅威刺激、脅威刺激と形態が類似した非脅威刺激(非脅威形態類似刺激)、脅威刺激と形態が類似していない非脅威刺激(非脅威形態非類似刺激)として、包丁、くし、コンピューターのマウス(以下マウス)の画像を用いた。それぞれの画像カテゴリにつき5種類の画像を作成した。画像の大きさは $5.7^\circ \times 5.7^\circ$ の範囲内に収まるものであった(観察距離は75cm)。文字弁別課題

用のターゲット刺激として、アルファベットのX及びPが用いられた(文字の大きさは約 $1.0^\circ \times 1.8^\circ$)。

手続き 図1は1試行の刺激提示系列を示している。画面中央に十字の注視点が提示され、その1000 ms後に画像が提示された。画像は、脅威刺激(包丁)、非脅威形態類似刺激(くし)、非脅威形態非類似刺激(コンピューターのマウス)のいずれかであった。画像の提示開始から300ms経過した後に画像の左右いずれかにアルファベットのXまたはPが50ms提示された。実験参加者の課題は、Xが出たら左手の人差し指でVのキーを、Pが出たら右手の人差し指でNのキーをできるだけ速く正確に押すことであった(実験参加者間でキーの割当はカウンターバランスした)。アルファベットの提示開始からキーを押すまでの時間を反応時間として記録した。キー押し後に画像が画面から消え、その500ms後に三つのカテゴリ名(包丁、くし、マウス)のいずれかが提示された。実験参加者は、画像のカテゴリ名と文字のカテゴリ名が一致しているときは右手の親指でスペースキーを押し、一致していないときはスペースキーを押さないことが求められた。実験参加者のキー押しまたは3000ms経過すると、カテゴリ名は画面から消失した。カテゴリ名弁別課題は、画像への注意を促進するために行われた。

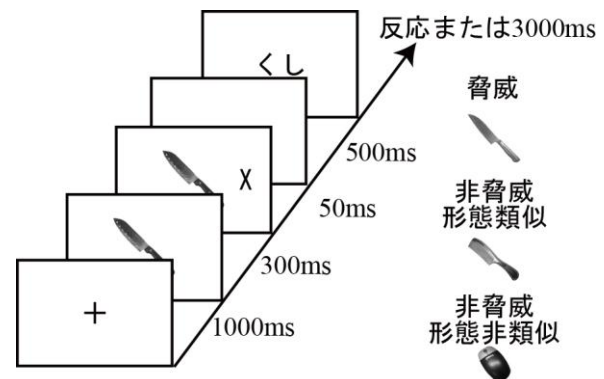


図1 1試行の刺激系列及び各条件の刺激

結果と考察

文字弁別課題及びカテゴリ名弁別課題で誤って反応した試行は分析の対象から除外した。実験参加者ごとに文字弁別課題の各条件の反応時間の平均値及び標準偏差を算出し、平均値から ± 2.5 標準偏差以上外れた値を分析の対象から除外した。図2に画像条件ごとに算出した平均値を示す。ターゲット文字の弁別時間に対して1要因被験者内の分散分析を行ったところ、主効果が有意であった($F(2, 48) = 4.95, p < .05$)。多重比較を行ったところ(LSD法, 有意水準5%), 脅威条件及び非脅威形態類似条件の反応は、非脅威形態非類似条件の反応よりも有意に遅かった。脅威条件だけではなく、非脅威形態類似条件でも反応の遅延が生じたことから、脅威刺激による注意解放の遅延が生起するためには、刺激のカテゴリではなく、刺激の形態が重要であることが考えられる。

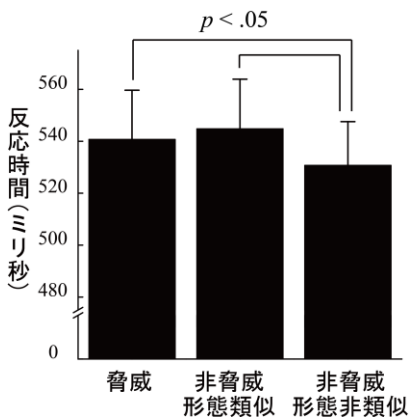


図2 文字弁別課題の反応時間の平均

脅威刺激条件と非脅威形態類似条件における反応の遅延は、注意解放の遅延によるのではなく、類似した画像の弁別に時間が必要なために生じた可能性が考えられる。この可能性を除外するために、刺激に対する脅威度と注意解放遅延量(脅威条件の反応時間または非脅威形態類似条件の反応時間から非脅威形態非類似条件の反応時間を引いたもの)との相関を算出した(図3)。ただし、刺激特異的な脅威の感じやすさではなく、刺激全般的な脅威の感じやすさを算出するために、各画像の脅威度に対して行った主成分分析から得られた主成分得点を脅威度得点として使用した。その結果、相関係数は脅威条件($r = .60$)と非脅威形態類似条件($r = .64$)のいずれにおいても有意であり、脅威を感

じやすい人ほど、ターゲット刺激に対する反応が遅いことが示された。この結果は、脅威条件と非脅威形態類似条件の反応の遅延が画像の弁別の困難さに起因するという考えと一致しない。したがって、それらの条件の反応の遅延は脅威刺激の形態によって引き起こされた考えた方が妥当である。

結論

脅威刺激と形態が類似した非脅威刺激は注意の解放を遅延させることが示された。この結果は、刺激のカテゴリ情報ではなく、刺激の形態が注意解放の遅延を生起させていることを示唆する。

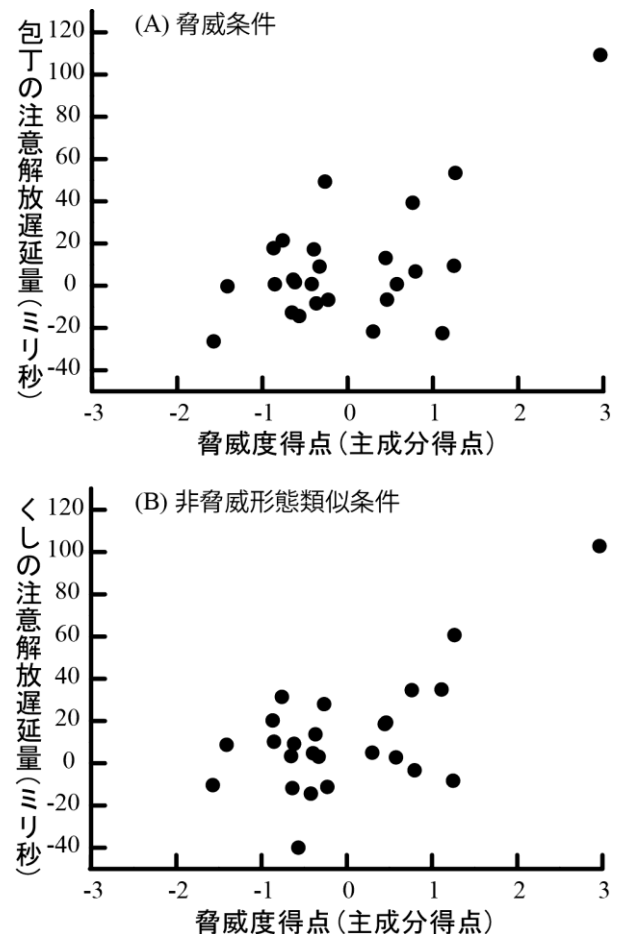


図3 脅威度得点と注意解放遅延量との相関

引用文献

伊藤真利子・井上和哉・佐藤和代・菊地正 2011 脅威刺激の検出優位性における形態特徴の重要性 感情心理学研究, 18, 96-105.

マジック動画の反復観察における注視点分布の分析

正田 真利恵
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

We used magic movie to explore whether the mental set based on the existing knowledge affected the fixation pattern during movie observation. Magician guides one's eye to the magic prop for preventing observers fixate the trick. This manipulation is called misdirection. In our experiment participants watched the same magic movie twice though participants watched the magic movie while either the magician's face or magic prop was masked or while both were revealed in the 2nd observation. We confirmed the occurrence of misdirection with calculating the fixation durations of magician's face, magic prop and trick in the 1st observation. Misdirection did not vanish between repetitive observations in the no mask condition though the fixation pattern slightly changed in the 2nd observation. The mask effect was observed only in the fixation duration of magician's face when the magic prop was concealed. This result showed that participants consciously fixated the magic prop. Therefore the mental set was changed to reveal the causes of trick. We suggest that the repetitive observation affects the mental set and that alteration somewhat changes the fixation pattern.

Keywords: mental set, magician's face, magic prop, trick, fixation duration.

問題・目的

マジシャンはトリックを隠すため、トリックの対象となるタネではなく、誤誘導対象に、観察者の視線を誘導する。この操作は、マジシャンの顔方向に基づき行われ、誤誘導と言う (Kuhn, Tatler, & Cole, 2009)。10回以上の反復観察後にトリックが解明されたが (Kuhn et al., 2009)、その原因が誤誘導の解消であるかは不明である。本研究では、1. 反復観察により誤誘導が解消されるか、2. 反復観察に基づく構えの変容が、誤誘導解消の原因であるかを検証した。本研究では、既有知識に基づく予測を構えと呼ぶ。構えの変容を検証するため、2回目観察時には、マジシャンの顔か、誤誘導対象を遮蔽する条件と、遮蔽無し条件を設けた。マジック現象に関する知識に基づき、トリックを効率的に解明することを目的とした構えが形成されるならば、遮蔽対象によらず、2回目観察時に、タネの注視時間が有意に増加すると予測される。一方で、2回目観察時に構えが変化しないならば、注意を誘導する手がかりが遮蔽されるため、マジシャンの顔遮蔽条件に限り、タネの注視時間が増加するだろう。

方法

正常な視力を有する14名が実験に参加した。

機器と刺激

画面解像度1024×1280 pixelsの21インチCRTモニタに刺激を全画面に提示した。眼球運動の計測にあたり、サンプリング周波数が50HzのVideo Eye Tracker (CRS社)を用いた。空間解像度は0.1°、精度は0.5–0.25°であった。加えて刺激提示、および、データ解析のため、同社製のGazeTracker Full 9.0を用いた。なお参加者の頭部は、観察距離を57cmに保ち固定された。

市販のマジックDVDに収められた“The Bite”を刺激とした (Kaufman & Yedid, 2004)。本動画では、観客にトランプ (誤誘導対象) を切るように指示すると同時に、マジシャンがリンゴ (タネ) を擦ることで、

その色を赤から緑に変化させた。トリック終了後に、リンゴの色変化を確認する場面が含まれたため、1回目観察後には、全参加者がマジック現象を理解していた。ただし、トリックの解説は行われなかった。なお2回目観察時には、各物体の動きも含めて遮蔽するように、マジシャンの顔、または、誤誘導対象にマスクを施した。なおマスクの位置は、動画を通して変化しなかった。

手続き

動画観察前に、眼球とアイカメラの相対的な位置関係に関してキャリブレーションを行った。なお参加者には、マジック動画を2回反復して観察することが、事前に伝えられた。

実験計画

マジシャンの顔、誤誘導対象、タネの注視時間を計測するため、各物体を囲むようにロックゾーン (LZ) を設定した。ただし、マジシャンの顔と誤誘導対象のLZの大きさは、マスクと同じであった。一方でタネLZの位置は、タネの動きに合わせて変化した。

動画では、フレームごとに画像が変化するため、動画開始 (0–4秒)、変化前 (9–13秒)、変化後 (13–17秒) の3つの時間帯に動画を分け、各LZの注視時間を時間帯ごとに分析した。

実験計画は、遮蔽×観察回数×時間帯×LZであった。遮蔽条件のみが参加者間要因であった。

結果

静止画の観察と記銘に、参加者の構えが与える影響を検証したCastelhano & Henderson (2005)を参考に、本研究では、直径視角1.25°の円領域内に、90ミリ秒以上停留した停留点を注視と定義した。1回目観察時には、遮蔽条件によらず同一の動画を提示したため、

遮蔽条件は込みにした (Table 1)。なお2回目観察時の結果は、遮蔽条件ごとにTable 2に示した。

Table 1. Fixation Durations (ms) of each LZ in First Observation

	Start	Befor Change	After Change
Magician's Face	763	188	416
Magic Prop	864	1165	279
Trick	158	118	271

Table 2. Fixation Durations (ms) of each LZ in Second Observation
2A. Fixation Durations (ms) of Magician's Face LZ

	Start	Befor Change	After Change
No Mask	531	84	177
Magician's Face Mask	212	0	0
Magic Prop Mask	978	1016	733

2B. Fixation Durations (ms) of Magic Prop LZ

	Start	Befor Change	After Change
No Mask	1392	879	0
Magician's Face Mask	1058	400	0
Magic Prop Mask	637	128	120

2C. Fixation Durations (ms) of Trick LZ

	Start	Befor Change	After Change
No Mask	169	633	927
Magician's Face Mask	231	214	739
Magic Prop Mask	0	785	610

1 回目観察時の注視点分布

時間帯の経過が各LZの注視時間に与える影響を検証した。マジシャンの顔の注視時間は、動画開始から変化前にかけて有意に減少したが、誤誘導対象の注視時間は、両時間帯間で変化せず、その後、有意に減少した (マジシャンの顔: $F(2, 26) = 10.19, p < .01$; 誤誘導対象: $F(2, 26) = 10.69, p < .01$)。加えてタネの注視時間は、動画を通して変化しなかった ($F(2, 26) = 0.86$)。以上より、注視時間を指標とした場合にも、マジシャンの顔方向に基づく誤誘導が確認された。また誤誘導対象に対する注視が、変化後の直前まで持続したことから、参加者は、誤誘導対象が動画の中で重要な役割を担っていると考えていたと推察される。

反復観察が誤誘導の生起に与える影響

遮蔽無し条件の注視時間を反復観察間で比較するため、2回目観察時の注視時間から、1回目観察時の注視時間を引いた差分が、0秒と異なるかを検証した。各LZのいずれの時間帯においても、差分は0秒と等しかった ($t_s(4) \leq 2.53$)。したがって反復観察を通して誤誘導は一貫して生起した。

遮蔽が注視点分布に与える影響

反復観察に対する構えの頑健性を検証するため、各LZの注視時間に関して、遮蔽と時間帯の2要因分散分析を行った。マジシャンの顔の注視時間に限り、遮蔽の影響が見られた (遮蔽の主効果: $F(2, 11) = 8.04, p < .01$)。誤誘導対象が遮蔽された場合に、マジシャンの顔の注視時間が、他の遮蔽条件に比べ有意に増加した。一方で、遮蔽条件によらず、動画開始以降、誤誘導対象の注視時間は減少したが、タネの注視時間は増加した (誤誘導対象: $F(2, 22) = 15.83, p < .01$; タネ: $F(2, 22) = 4.29, p < .05$)。以上より参加者は、2回目観察時に、誤誘導対象を意図的に注視していた。

考察

1回目観察時に誤誘導が観察されたことから、構えが誤誘導の解消に与える影響を検証する際に、注視時間が有用な従属変数になることが明らかになった。2回目観察時には、誤誘導対象を遮蔽した場合には、マジシャンの顔の注視時間が増加したが、誤誘導対象の注視時間は遮蔽の影響を受けなかった。また、誤誘導対象の注視時間が減少するに伴い、タネの注視時間が増加した。この結果から、トリックの原因を明らかにするため、参加者は構えを再構築したと推察される。対して遮蔽無し条件では、反復観察によらず、注視点分布の偏りは一定であった。以上より、反復観察は構えを変化させるが、構えの変容が、誤誘導をただちに解消しないことが明らかになった。

結論

本研究では、マジックのタネと誤誘導という異なるストーリーが存在するマジック動画を刺激とし、動画観察時の注視点分布と構えの影響を検証した。構えを再構築する際に、1回目観察時に注視が偏った誤誘導対象が、中心的な役割を果たした。このことから、構えが注視点分布に影響するだけでなく、以前の注視点分布が、構えの形成に影響を及ぼすことが示された。

Appendix

実験実施では黒田直史氏 (東京大学) の協力を得た。

引用文献

- Castelhano, M., & Henderson, J. 2005 Incidental visual memory for objects in scenes. *Visual Cognition*, 12, 1017-1040.
- Kaufman, R.(Director), & Yedid, M.(Producer) 2004 Wow: It's Ray Kosby. Impossible close-up magic [DVD]. Meir Yedid Magic (www.MyMagic.com).
- Kuhn, G., Tatler, B. W., & Cole, G. G. 2009 You look where I look! Effect of gaze cues on overt and covert attention in misdirection. *Visual Cognition*, 17, 925-944.

文化特有の風景は文化特有な注意プロセスを産出する

上田 祥行

京都大学こころの未来研究センター

ueda@educ.kyoto-u.ac.jp

小宮 あすか

神戸大学文学部

Previous studies have found that Westerners are more likely than East Asians to attend to central objects (i.e., analytic attention), whereas East Asians are more likely than Westerners to focus on background objects or context (i.e., holistic attention). Recently, it has been proposed that the physical environment of a given culture influences the cultural form of scene cognition, although the underlying mechanism is yet unclear. This study examined whether the physical environment influences oculomotor control. Participants saw culturally neutral stimuli (e.g., a dog in a park) as a baseline, followed by Japanese or United States scenes, and finally culturally neutral stimuli again. The results showed that participants primed with Japanese scenes more likely to move their eyes within a broader area and they were less likely to fixate on central objects compared with the baseline, whereas there were no significant differences in the eye movements of participants primed with American scenes. These results suggest that culturally specific patterns in eye movements are partly caused by the physical environment.

Keywords: cognitive style, visual attention, cross cultural differences.

問題・目的

これまで、ヒトの注意に関する文化間比較を行った多くの研究で、日本をはじめとする東アジア文化圏では、西洋文化圏に比べて包括的な注意の制御スタイルが優勢に用いられ、その逆に西洋文化圏では、東アジア文化圏に比べて分析的な注意の制御スタイルが優勢に用いられていることが指摘されている (e.g., Nisbett, Peng, Choi, & Norenzayan, 2001)。

このような注意の制御スタイル違いはどのようにして生まれるのだろうか。この問題は文化心理学で最も興味深い問いの一つである。これを明らかにするために、Miyamoto, Masuda, & Nisbett (2006) は実験参加者に日本とアメリカの典型的な風景を呈示し、その後に変化検出課題を行わせた。その結果、参加者が日本人であったか、アメリカ人であったかに関わらず、日本の風景を見たあとは背景情報の変化をより多く検出し、アメリカの風景を見たあとは中心物体の変化をより多く検出するようになった。これらの結果から、日常で目にする風景が認知スタイルを決める一つの要因になっていることが考えられる。

文化の典型的な風景を見ることによって、観察者のどのような認知処理が変化したのだろうか。本研究では、文化の典型的な風景を見る前、見ている間、見た後の眼球運動を測定し、どのような処理の変化によって各文化特有の認知スタイルが獲得されるのかを検討した。

方法

実験参加者 大学生及び大学院生 32 名が実験に参加した。全ての参加者は日本人であった。参加者はランダムに日本風景順応条件 (16 名) とアメリカ風景順応条件 (16 名) に割り当てられた。

刺激 文化の典型的な風景として Miyamoto et al. (2006) が実験に使用した風景写真の中から 480 枚 (日本の風景 240 枚、アメリカの風景 240 枚) を用いた (Figure 1 参照)。また文化に中立な風景として、背景とともに中央に物体が一つだけ写っている single-object の写真 30 枚、1 枚の写真に複数の物体が映っている multiple-objects の写真 30 枚を sozaijiten.com より選択して使用した。それぞれの写真は 19 インチのモニタの全面に呈示された (視角約 $26^\circ \times 20^\circ$)。

手続き 各試行では、最初にモニタの左右端のどちらかに中心点が 500ms 呈示され、その後風景写真が 2 秒間呈示された。参加者の課題は、呈示された風景写真の好感度を 1-7 (1: 全く好きではない、7: とても好き) で評定することであった。

最初の 1 ブロックは before-adaptation ブロックとして文化に中立な風景が呈示された。2-4 ブロックは adaptation ブロックとして、日本の風景、もしくはアメリカの風景のみが呈示された。5-8 ブロックは after-adaptation ブロックとして、3 試行連続で文化の風景が呈示された後、中立な風景が呈示されるという形式が繰り返された。各ブロックは 40 試行あり、参加者は計 320 試行を行った。参加者の課題中の眼球運動は Eyelink 1000 (SR Research 社製) によって記録された。



Figure 1. Examples of the pictures used in this experiment. Japanese and American scenes were also used Miyamoto et al. (2006).

結果

adaptation ブロックと after-adaptation ブロックにおける文化特有の風景を見ている間の注視の散らばりを Figure 2 に示す。t 検定を行ったところ、日本の風景を見ているときの方がアメリカの風景を見ているときよりも、より広い範囲で目を動かしていたことが示された ($t(30) = 3.64, p < .005$)。

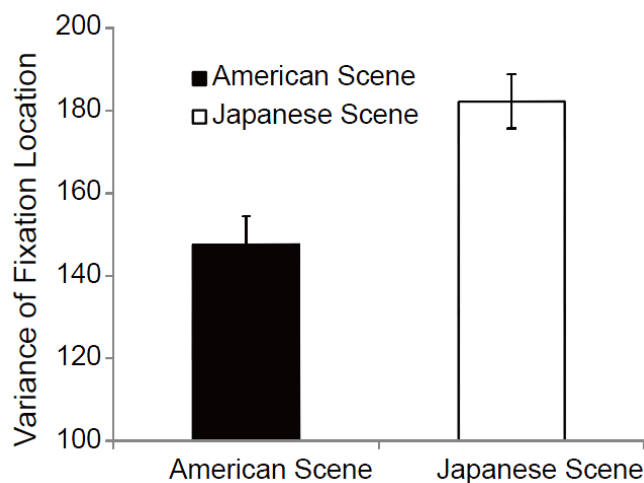


Figure 2. Mean variances in fixation during presentation of cultural scenes in the adaptation and after-adaptation blocks.

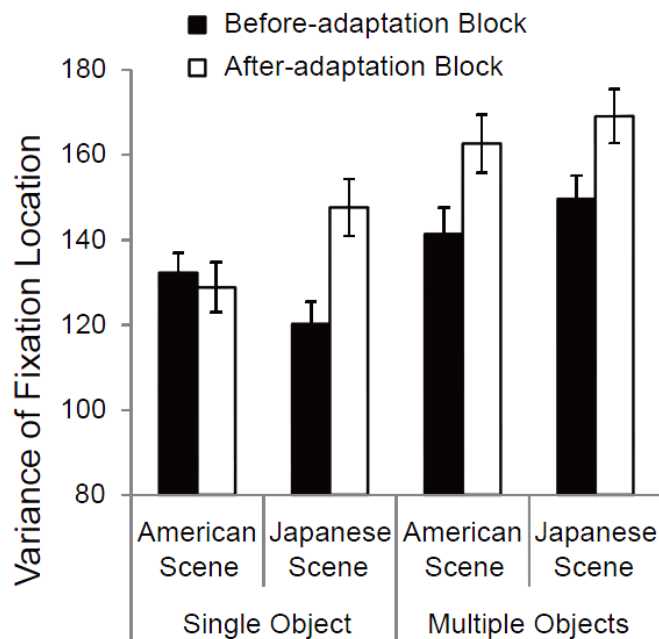


Figure 3. Mean variances in fixation during presentation of neutral scenes in the before- and after-adaptation block.

順応の前後で文化に中立の風景を見ているときの停留点の散らばりの変化を Figure 3 に示す。停留点の散らばりについて 2 (Scene) × 2 (before or after adaptation) × 2 (single- or multiple-object) の ANOVA を行ったところ、2 次の交互作用が有意であり ($F(1, 30) = 10.39, p < .01$)、日本の風景を見たあとに single-object の風景を見たときには、より広い範囲で目を動かしていたが ($F(1, 15) = 15.22, p < .005$)、アメリカの風景を見たあとに single-object の風景を見た場合には、目を動かす範囲に変化は見られなかった ($F(1, 15) < 1, n.s.$)。また、multiple-objects の風景に対しては、after-adaptation ブロックで広い範囲で目を動かすようになったが、これは実験の手続きに慣れてきたことが原因であると思われる。

考察

これらの結果は、日本の典型的な風景を見ているときにはより広い範囲で目を動かし、その後に文化に中立な風景を見るときも同じ方略で目を動かしていることを示している。Miyamoto et al. (2006) によると、日本の風景はアメリカの風景に比べて、物体同士の重なりが多く、物体の境界線が隠れてしまうことが多い。そのため、このような複雑な風景をより正確に処理するために、このような眼球運動の方略を用いている可能性が考えられる。また、single-object の風景を呈示したときに背景情報により注目するという結果と同様の傾向は、Chua, Boland, & Nisbett (2005) においても見られている。本研究の結果は、我々が普段目にする風景によって、目の動かし方や注意の制御スタイルが変化するということを実験的に示したものである。

引用文献

- Chua, H. F., Boland, J. E., & Nisbett, R. E. 2005 Cultural variation in eye movements during scene perception. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 102, 12629–12633.
- Miyamoto, Y., Nisbett, R. E., & Masuda, T. 2006 Culture and the physical environment: Holistic versus analytic perceptual affordances. *Psychological Science*, 17, 113–119.
- Nisbett, R. E., Peng, K., Choi, I., & Norenzayan, A. 2001 Culture and systems of thought: Holistic versus analytic cognition. *Psychological Review*, 108, 291–310.
- Ueda, Y., & Komiya, A. 2012 Cultural adaptation of visual attention: Calibration of the oculomotor control system in accordance with cultural scenes. *PLoS ONE*, 7, e50282.

スピード線がもたらす主観的な速さ感覚の規定要因

林 聖将

東京大学大学院総合文化研究科

松田 剛

東京大学大学院総合文化研究科

玉宮 義之

東京大学大学院総合文化研究科

開 一夫

東京大学大学院総合文化研究科

"Speed lines" is the abstract lines used in comic to make objects look like they're moving. The number and the length of speed lines are manipulated by comic artists to match the speed they want to express, but few studies have tested their effect on perception of motion of the viewer. To investigate the matter, we conducted two experiments employing prediction-motion task. In these experiments, each participant was shown an apparent motion of a ball moving in uniform linear motion, and was told to estimate the speed of the ball. In experiment 1, each ball was presented with one of six patterns of speed lines, 3(number) x2(length). In experiment 2, each ball was presented one of two patterns, with speed lines or with a black square. As result, we found that both the number and the length of speed lines have significant effect on subjective speed of the ball. This indicates that the number and the length of speed lines indeed affects viewer's perception of motion, thus plays significant role in comics.

Keywords: Comics, Speed lines, Speed perception.

問題・目的

「スピード線」はマンガで描かれる記号的表現のうち、物の運動を表現するものである。スピード線は物の運動方向とは逆方向に、運動方向に沿った複数の線を並べて描かれる。

スピード線を付加された図画は付加されない図画に比べて主観的に「運動している」または「より速く運動している」と評価されることが、Carelloら(1986)によって報告されている。さらに、マンガ家は自分が表現したい運動速さの程度に応じて、スピード線の本数や長さを経験的に変えて描いている。しかしこれらの要素が、スピード線が付加されたものの主観的な運動速さに影響を及ぼすのかを定量的に検討した研究はほとんどない。そこで本研究では、速さ推定課題実験によって、スピード線に描かれる直線の本数と長さの違いが読み手の速さ知覚に及ぼす影響を検討した。

方法

実験参加者

マンガ読書経験を持つ日本在住の成人38名を、19名ずつ2つの実験に振り分けた。実験1は男性10名、女性9名(平均年齢19.8歳)、実験2は男性10名、女性9名(平均年齢22.5歳)が参加した。

装置

刺激提示には17インチCRTモニターを用い、CRTモニターから実験参加者の目までの距離は約60 cmとした。キー押しにはレスポンスボックスを用いた。

手続き

Figure 1に、実験手続きにおける1試行の流れを図示した。実験中、CRTモニターの画面に3本の縦線を平行に並べて表示し、このうち左側および中央左寄りの縦線には中央部に穴を開けた。

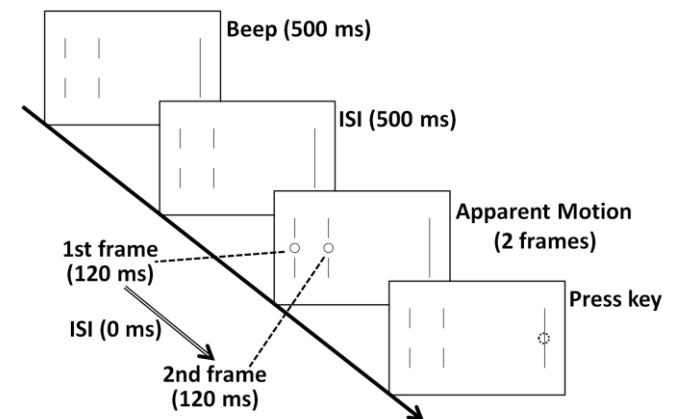


Figure 1. 実験手続きにおける1試行の流れ

本実験の試行はビーブ音を合図にして始め、500 ms経過後、刺激画像(球のイラストと教示)を左側の縦線の中央部に120 ms提示した(Figure 1の1st frame)。これが消失すると同時に、中央左寄りの縦線の中央部に同一の球を120 ms提示し(Figure 1の2nd frame)、球の仮現運動を表現した。実験参加者には、球が左側の縦線から右側の縦線に向かって一定の速度で直進すると教示し、仮現運動を参考に球の消失後の運動を予測した上で、球が右側の縦線上に到達したと判断した瞬間にキーを押すよう求めた。

実験1ではFigure 2に示す7種類の刺激画像を用いた。neutral以外の6種類は、線分の本数(3条件)および長

さ(2条件)を変えて構成したスピード線を球に付加したものである。







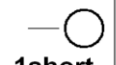
	8lines	5lines	1line	Neutral
Long	 8long	 5long	 1long	 neutral
Short	 8short	 5short	 1short	

Figure 2. 実験1で用いた7種類の刺激画像

実験2ではFigure 3に示す3種類の刺激画像を用いた。このうちsquareは、5longのスピード線部分を黒色で塗りつぶした矩形を付加した球の画像である。




5long	square	neutral
		

Figure 3. 実験2で用いた3種類の刺激画像

実験1および2では、用意した刺激画像の中から1種類をランダムに選んで画面に提示し、各々の球の主観的な速さを見積もらせた。実験1では1種類の刺激画像につき60試行(計420試行)、実験2では1種類につき120試行(計360試行)を繰り返し実施させた。

結果

実験1

実験参加者ごとに、neutral以外の各刺激画像における平均反応時間(RT)を、neutralにおけるRTで割った値(以下RT/neutralと呼ぶ)を算出した結果を、figure 4に示す。

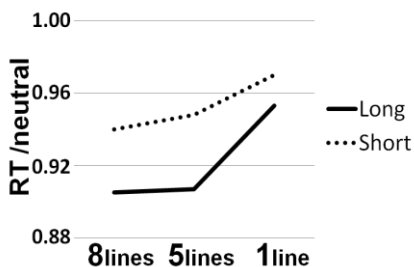


Figure 4. 実験1の刺激画像(neutralは除く)におけるRT/neutral.

RT/neutralの値を基に、本数の条件と長さの条件の2要因分散分析およびBonferroni法による多重比較を行った結果、本数の主効果と長さの主効果が有意であった($p < .05$)が、本数と長さの交互作用は有意ではなかった($p > .05$)。また、1lineに比べて5linesのRT/neutralが有意に小さく($p < .05$)、Shortに比べてLongのRT/neutralが有意に小さかった($p < .05$)。

実験2

実験1と同様に、5longとsquareのRT/neutralを算出した(Figure 5)。対応のあるT検定を行った結果、squareに比べて5longのRT/neutralが有意に小さかった($p < .05$)。

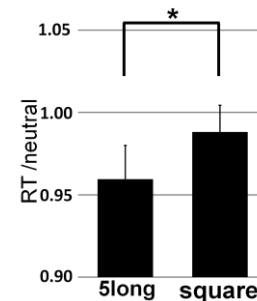


Figure 5. 実験2の5longとsquareにおけるRT/neutral. エラーバーはSE, *は5%の有意水準で有意であることを示す。

考察

実験1の結果から、球に付加するスピード線の構成要素のうち、線分の本数と長さがそれぞれ球の主観的な運動の速さに影響を及ぼすことが示唆される。この結果は、線分の本数が増えるに従い球の主観的な運動の速さが増すとした三浦ら(2008)の仮説を支持しない。この点に関して、5linesは1lineより有意に速くなるにも関わらず8linesは有意に早くならない理由には、8linesのスピード線部分が実験2で用いたsquareのように黒く塗りつぶされたものと解釈された可能性が考えられる。この仮説は、実験2の結果がスピード線を黒く塗りつぶすことで主観的な運動の速さが増す効果が消失することを示唆することから説明できる。しかし、squareは実験で用いた他の刺激画像とは刺激の物理量が異なっていたため、この違いが速さ感覚を左右していた可能性も否定できない。さらに1lineについても、刺激画像全体の形が5linesや8linesと異なるため、このような形の差異も速さ感覚に影響を及ぼしていた可能性がある。以上の観点を踏まえると、スピード線を構成する線分の本数と長さが主観的な速さ感覚の規定要因であるかを検討する際は、付加するスピード線の物理量や形状を統制した上で速さ推定課題実験を行うべきであると考えられる。

引用文献

- Carello, C., Rosenblum, L., Grosfky, A. 1986 Static depiction of movement. *Perception*, 15, 41-58.
- 三浦 佳世・上村 俊介 2008 絵画情報と言語情報による速度印象の形成 —モーションラインとオノマトペ—. 電子情報通信学会技術報告, 108(356), 59-64.

視覚的注意における群化と分節化の役割 — 事象関連電位を用いた検討 —

李 旻昊

北海道大学大学院教育学院

河西 哲子

北海道大学大学院教育学研究院

Event-related potentials (ERPs) were recorded from 13 participants as they attended to the left or right hemifield of a visual display while fixating a central point. Bilateral stimuli were either framed by two small rounded rectangles separately (separate condition), or framed by one common rounded rectangle (common condition), or not framed (neutral condition). The effect of spatial attention was reflected by enlarged ERPs at the contralateral electrode to the attended field than the ipsilateral. Consistent with previous findings, ERP results from posterior electrodes (PO7, PO8) showed typical P1 effects under all conditions and the attenuation of N1 effect under both the separate and common conditions relative to the neutral condition. The latter effect is considered to be associated with perceptual grouping. On the other hand, the P2 and N2 effects were more positive under the separate and common conditions, respectively. The results suggest that grouping and individuation processes of perceptual organization can affect spatial attention at different stages of visual processing. This interpretation is consistent with the argument that perceptual organization should be achieved by multiple processes, rather than a unitary process at a single, pre-attentive stage.

Keywords: spatial attention, grouping, individuation, event-related potential

問題・目的

視覚的注意の選択は、未組織な空間よりも、ゲシュタルト法則に従って形成された物体 (object) を優先することが近年の注意研究で指摘されている。このことは物体ベースの選択と呼ばれ、知覚的体制化の注意に対する影響により証拠付けられている (レビューとして、Scholl, 2001)。知覚的体制化は、我々が膨大で絶えず変化する視覚情報から安定した秩序のある知覚世界を築くためのプロセスである。近年の知覚研究では、知覚的体制化は注意焦点化の前後に行われる多重プロセスであり、要素を統合する群化 (grouping) と、個々の要素を同定する分節化 (individuation) があることが指摘されている (Kimchi et al., 2005)。しかし物体ベースの注意選択の研究では一般に、知覚的体制化は前注意段階で行われる群化プロセスとして扱われており、群化と分節化の注意に対する影響を直接比較した研究はない。本研究は視覚空間的注意に対する群化と分節化の影響を、事象関連電位 (event-related potential, ERP) を指標として調べた。

ERPは行動指標に比べて、情報処理プロセスをより直接的に反映する。例えば、Luck et al. (1990) は両側刺激を呈示し、参加者が片側視野のみを持続に注意するときのERPを記録した。結果、P1潜時帯 (刺激出現後約100 ms) において注意側対側電極のERPが同側より増大した。これは、注意による刺激処理の促進として解釈された。一方、Kasai (2010) は両側刺激が太い線、あるいは細い線で連結された条件と線のない条件を設定し、空間的注意に対する群化の影響を調べた。その結果、P1注意効果には刺激の影響がなかったが、N1潜時帯 (約150-200 ms) の注意効果は群化が強いほど、より陽性になった。このことからN1注意効果は、知覚的群化の量を反映すると解釈された。しかし、Kasai (2010) は群化の相対量を操作したため、

同定した効果が群化と分節化のいずれによるかは明らかでない。そこで本研究は、両側刺激を枠線で分離する条件とまとめる条件における注意効果を、枠線のない中立条件の注意効果と比較した (Figure 1を参照)。

方法

参加者 13名 (女性5名) の視力が健常 (もしくは矯正後健常) な参加者が実験に協力した。年齢は19-25歳 ($M = 21.3$) であった。

刺激と手続き 刺激は、高さが視覚度 1° の一对の四角形で、左右視野それぞれに高速かつ同時に呈示された。標準刺激は、幅が 0.5° 、あるいは 1.5° の2種類の長方形であった。標的は一辺が 1° の正方形であった。枠線の太さが 0.075° で、高さが 2.5° であった。刺激条件は、枠線のない中立 (neutral) 条件、2つの枠線 (幅が 3.5°) で分離された分離 (separate) 条件、1つの枠線 (幅が 12°) でまとめられた共通 (common) 条件の3種類であった。各条件の刺激は等確率で呈示された。なお、刺激の対称性の交絡を除外するために、左右に違う形の刺激が呈示された。刺激の呈示時間は100 msで、刺激呈示間隔は300 msから650 ms (50 msずつの8種類) でランダム順に変化した。

参加者に視線をパソコン画面中心の凝視点に固定しながら、左右視野のどちらかだけに注意し、注意視野に低頻度で出現する標的に正確かつ迅速に反応するように教示した。

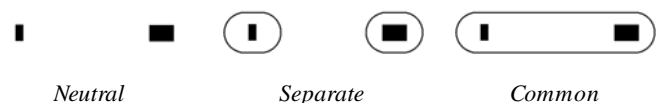


Figure 1. Samples of stimuli used in present study.

左注意条件と右注意条件は各12ブロック（100試行ずつ）で、交互に行われた。各ブロックにおける標準刺激の出現確率は75%、片側視野に標的刺激が出現する確率は25%であった。また最初に行われた注意条件は参加者間でカウンターバランスを取った。

記録と分析 脳波は鼻先を基準として国際10-20法に従う25カ所から導出した（バンドパスフィルタ0.1-30 Hz; サンプリング周波数 200 Hz）。アーティファクトを含む試行を除いて、刺激呈示前200 msから提示後800 msまでを条件ごとに加算平均した（ベースライン補正：刺激呈示前200 ms間）。

結果

注意効果が最も顕著であった外側後頭部電極（PO7, PO8）において（Figure 2）、P1（80-130 ms）、N1（135-190 ms）、P2（200-250 ms）、及びN2（255-370 ms）の4つの潜時帯の平均振幅を算出し、それぞれに対して、側性（注意側対側, 同側）×注意視野（左注意, 右注意）×刺激（中立, 分離, 共通）の3要因参加者内計画分散分析を行った。注意効果の指標を注意側対側から同側のERPを引いた差とした。

結果として、P1、N1及びP2潜時帯における注意側対側ERPが同側より陽性であったことが側性の主効果で示された（ $p < .05$ ）。更に、N1、P2及びN2潜時帯に側性×刺激の交互作用があった（ $F(2, 24) = 10.28, p < .001$; $F(2, 24) = 4.67, p < .02$; $F(2, 24) = 7.21, p < .004$ ）。このことは、これらの潜時帯における注意効果が刺激により異なったことを示す。

下位検定として、この3つの潜時帯それぞれにおける注意効果に対する多重比較（Dunnnett法）を行った。その結果、N1潜時帯では分離と共通条件での注意効果が中立条件より陽性であった（ $p < .04$ ）。また、P2潜時帯での注意効果は分離条件のみが中立条件より陽性であったが（ $p < .01$ ）、N2潜時帯では共通条件のみが中立条件より陽性であった（ $p < .002$ ）。

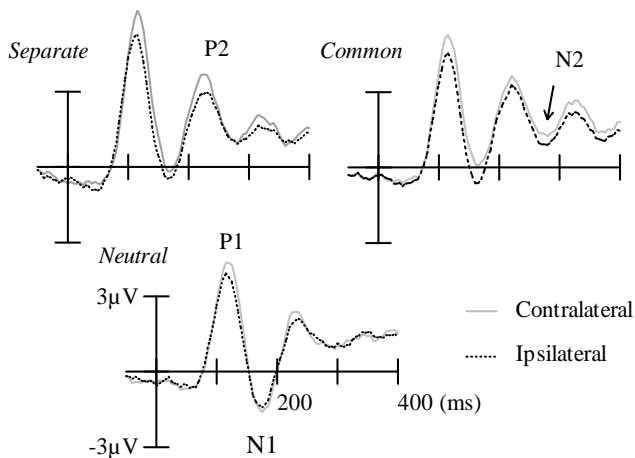


Figure 2. Grand-average ERPs at lateral occipital electrodes (PO7, PO8). ERPs at hemisphere site contralateral and ipsilateral to an attended visual field are overlapped, collapsing the left and right sites.

考察

本結果において、P1注意効果が刺激によらず全条件で同様に生じたことは、群化と分節化のいずれもP1が反映する初期選択プロセスに関わらないことを示唆する。一方、N1潜時帯の注意効果は、分離と共通の両条件で中立条件より陽性であった。この結果は、分離と共通条件における粹線の特徴（類似性、閉合性）に基づいた知覚的群化に関わると考えられる。これらの考えは先行知見と一致する（Kasai, 2010）。

一方P2潜時の注意効果に関して、先行研究では、これが陰性のN2効果の重なりであり、より陽性であることが群化による注意焦点の拡散を示すと解釈された（Kasai et al., 2011）。しかしこの解釈は本研究の結果と矛盾する。なぜなら、より群化効果の強いと考えられる共通条件でこの注意効果の陽性化が起らなかったからである。そこで本研究は、本来この潜時帯が陽性電位であることから、P2潜時の効果を陽性効果（注意側対側がより陽性）として捉える。すると、分離条件のみにおけるP2注意効果の増加は、分節化による空間的選択の焦点化を示すと解釈できる。

共通条件におけるより陽性のN2注意効果は、N1潜時帯と同様、群化に関わる注意拡散を示すと考えられる。しかし、同様にN1注意効果が減衰した分離条件にN2注意効果の減衰はなかった。これは、この条件における分節化の影響が重なったためと考えられる。

結論

視覚空間的注意は情報処理の異なる段階で群化と分節化それぞれに影響される。この考えは知覚的体制化の多重プロセスの指摘に一致する。

参考文献

- Kasai, T. 2010 Attention-spreading over hierarchical spatial representations for connected objects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 12–22.
- Kasai, T., Moriya, H., & Hirano, S. 2011 Are objects the same as groups? ERP correlates of spatial attentional guidance by irrelevant feature similarity. *Brain Research*, 1399, 49–58.
- Luck, S. J., Heinze, H. J., Mangun, G. R., & Hillyard, S. A. 1990 Visual event-related potentials index focused attention within bilateral stimulus arrays: II. Functional dissociation of P1 and N1 components. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 75, 528–542.
- Kimchi, R., Hadad, B., Behrmann, M., & Palmer, S. E. 2005 Microgenesis and ontogenesis of perceptual organization: Evidence from global and local processing of hierarchical patterns. *Psychological Science*, 16, 282–290.
- Scholl, B. J. 2001 Objects and attention: the state of the art. *Cognition*, 80, 1–46.

妨害刺激処理における希釈項目の影響

川島 朋也

神戸大学国際文化学部

松本 絵理子

神戸大学大学院国際文化学研究科

妨害刺激による干渉が減少する要因として、表示される項目数が多いことによる希釈 (dilution) が原因であるという議論が展開されている。たとえば Tsal & Benoni (2010) は、表示される文字数は同じであるがターゲットの色が弁別しやすい条件と弁別しにくい条件を比較し、両条件で妨害刺激による干渉が見られないことを報告した。彼らはこの結果を文字数が多いことによる希釈で説明した。希釈が生じるモデルとして 2 段階処理モデルが提唱されている (Wilson, Muroi, & MacLeod, 2011) が、その第一段階では呈示された項目を粗く素早く並行処理し、記憶内の文字表象と照合されてターゲット位置を選択するとしている。本実験では、ヘブライ文字非学習者に対してヘブライ文字を探索項目として使用し、親近性が低く文字として処理できない刺激でも希釈項目として機能するかを検討した。結果、妨害刺激干渉の抑制が見られ、文字として処理される刺激でなくとも形態的にターゲットと類似したグループに属する刺激であれば希釈項目として機能することが示唆された。

Keywords: selective attention, interference, distractor, dilution.

問題・目的

中心課題とは関係のない妨害刺激の処理について Lavie & Tsal (1994) は課題の知覚負荷が低いと余剰な注意資源が自動的に妨害刺激を処理することで干渉が生じるという知覚負荷理論 (perceptual load theory) を提唱した。これによると課題の知覚負荷が高いと資源が減少し、その結果妨害刺激の干渉も減少するという。多くの研究では課題負荷は表示される項目数で操作されることが多いが、近年、妨害刺激干渉の減少が課題の知覚負荷が高いことが原因であるのか、表示される項目数が多いことによる希釈 (dilution) が原因であるのかについての議論が展開されている。たとえば Tsal & Benoni (2010) は、表示される文字数は同じであるが、ターゲットの色が他と区別されている条件と区別されていない条件を比較した。区別されている条件ではターゲットの弁別は容易であるため課題の負荷は低いといえる。結果、両条件で妨害刺激による干渉効果は有意ではなかった。彼らはこの結果を文字数が多いことによる希釈で説明した。希釈が生じるモデルとしてターゲット探索に関する2段階処理モデルが提唱されている (Wilson, Muroi, & MacLeod, 2011)。このモデルの第一段階では呈示された項目が粗く素早く並行処理され、記憶内の文字表象と照合されてターゲットと類似した刺激がターゲット候補位置として選択されると考えられている。しかし、文字として学習したことのない刺激では、ターゲットと形態の違いを詳細に処理する必要がある。このような親近性が低く文字としては処理できない刺激を探索項目に用いた場合においても、希釈項目として機能するか否かは明らかではない。そこで本研究では、ヘブライ文字をヘブライ文字非学習者に用いて、文字として処理されない項目によって検討を行う。

方法

実験参加者 実験には18名の大学生が参加した。このうち1名は正答率が50%に満たなかったため分析から除外した。

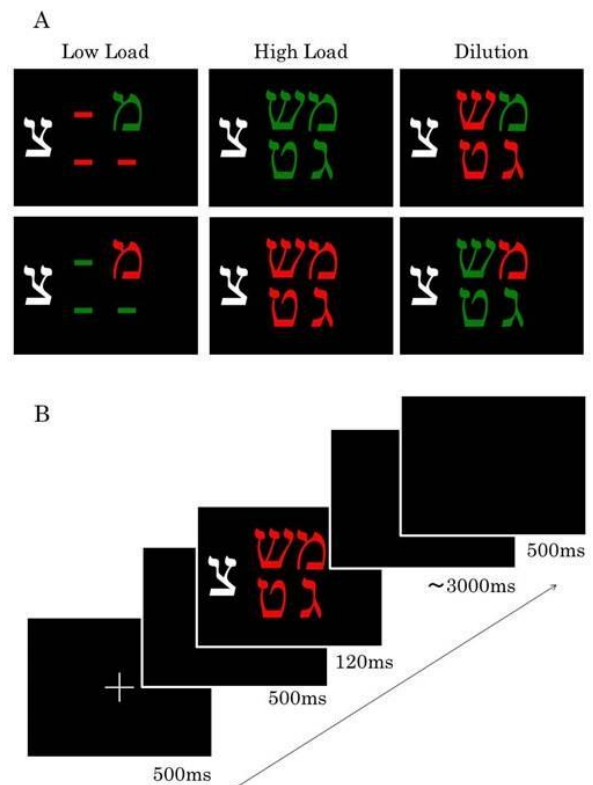


Figure 1. A) Examples of stimulus displays. B) Examples of procedure.

刺激 呈示刺激は注視点と直線、ヘブライ文字によって構成された。注視点は $0.38^\circ \times 0.38^\circ$ の白い十字であった。直線は長さが 1.5° であった。ターゲット (g/n) とニュートラル刺激 ($\text{w}/\text{r}/\text{u}/\text{e}$) は $0.5^\circ \times 0.41^\circ$ で、妨害刺激となるヘブライ文字は $0.92^\circ \times 0.77^\circ$ であった。ターゲットは注視点から 0.85° のところにある架空の四角形の4隅のいずれかに呈示された。妨害刺激は注視点から 1.55° 離れた左右いずれかに呈示された。

呈示される妨害刺激の一致性を操作した。ターゲットと妨害刺激の反応カテゴリが同じ条件を一致条件、反応カテゴリが異なる条件を不一致条件とした。

ターゲットとニュートラル刺激の組み合わせで3条件を用意し、負荷を操作した。3条件はそれぞれ低負荷条件、高負荷条件、希釈条件である (Figure 1A)。負荷の操作には色を使用した。実験参加者の半数はターゲットが赤色でもう半数は緑色であった。低負荷条件ではニュートラル刺激に異色の直線が呈示された。高負荷条件では同色のニュートラル刺激が呈示された。希釈条件では異色のニュートラル刺激が呈示された。

手続き 実験参加者がスペースキーを押すと試行が開始された。500ms 注視点が呈示され、500ms のブランクに続き120ms 刺激が呈示された (Figure 1B)。実験参加者の課題は周辺の妨害刺激を無視しながらターゲットを探索し、ターゲットが g のときAキーを、 n のときLキーをできるだけ速く正確に押すことであった。低負荷、高負荷、希釈の3条件はブロック内でランダムな順序で呈示された。各条件は120試行で、計360試行をブロックに分けて行った。本試行は16回の練習試行後に実施された。

結果

各条件の反応時間と正答率をTable 1に示す。反応時間において、一致性 (一致、不一致) \times 条件 (低負荷、高負荷、希釈) の2要因分散分析を行った結果、条件の主効果および一致と条件の交互作用が有意であった (条件の主効果; $F(1,16) = 108.9, p < .001$ 、一致性と条件の交互作用; $F(1,16) = 4.038, p = .027$)。主効果の下位検定の結果、高負荷条件の反応時間は低負荷条件よりも大きく ($t = 11.16, p < .05$)、希釈条件よりも大きかった ($t = 10.23, p < .05$) が、低負荷条件と希釈条件の反応時間に差は見られなかった ($t = 1.185, p = .254$)。交互作用について下位検定を行った結果、一致性が低負荷条件に与える単純主効果は有意だった ($F(1,16) = 39.24, p < .001$) が、一致性が高負荷条件に与える単純主効果 ($F(1,16) = 0.088, p = .770$)、一致性が希釈条件に与える単純主効果は有意ではなかった ($F(1,16) = 2.593, p = .127$)。

正答率において、一致性 (一致、不一致) \times 条件 (低負荷、高負荷、希釈) の2要因分散分析を行った結果、一致性の主効果 ($F(1,16) = 11.47, p = .004$) ならびに条件の主効果 ($F(1,16) = 43.35, p < .001$) ならびに一致性と条件の交互作用 ($F(1,16) = 5.609, p = .008$) が有意であった。下位検定の結果、高負荷条件の正答率は低負荷条件 ($t = 7.101, p < .05$) および希釈条件 ($t = 6.768, p < .05$) よりも高かった。低負荷条

件と希釈条件の正答率に差は見られなかった。交互作用について下位検定を行うと、一致性が低負荷条件に与える単純主効果 ($F(1,16) = 23.39, p = .054$) ならびに一致性が高負荷条件に与える単純主効果 ($F(1,16) = 11.48, p = .004$) が有意であった。一致性が希釈条件に与える単純主効果は有意ではなかった ($F(1,16) = 0.374, p = .550$)。

すなわち、反応時間において妨害刺激の干渉効果は低負荷条件でのみみられ、ターゲットと類似の刺激が存在する場合は文字であるか否か、ターゲットとの弁別性が高いか否かには関係なく妨害刺激の処理は抑制されることが示された。正答率においても主効果、交互作用についてほぼ反応時間と同様であり、希釈条件では反応時間同様、妨害刺激の干渉はみられなかった。ただし、高負荷条件においては一致性で有意な差がみられた。

Congruency	Low load		High load		Dilution	
	C	I	C	I	C	I
Reaction time (ms)	321.0	347.6	593.8	589.6	339.5	346.3
Accuracy rate (%)	97.7	96.1	90.2	85.2	97.2	96.7

Table 1. Mean reaction time and accuracy rate of correct responses for congruent (C) and incongruent (I) trials in each of the three conditions.

考察

文字処理されない刺激を用いて実験を行った結果、妨害刺激の干渉は低負荷条件でのみ得られたが、刺激の弁別性が高くともターゲットと類似した項目が呈示される希釈条件ではみられなかった。この結果は、Tsal & Benoni (2010) の妨害刺激干渉の有無は課題負荷ではなく、表示項目数によるという希釈モデルを支持するものである。また本研究ではヘブライ文字を非学習者に対して用いたが、先行研究において行われた英語母語話者に対してアルファベット文字を用いた実験と類似した結果が得られた。文字として処理される刺激でなくとも妨害刺激干渉の抑制が成立することから、形態的にターゲットと類似したグループに属する刺激である場合には希釈項目として機能することが示唆される。

引用文献

- Lavie, N., & Tsal, Y. 1994 Perceptual load as a major determinant of the locus of selection in visual attention. *Perception & Psychophysics*, 56, 183–197.
- Tsal, Y., & Benoni, H. 2010 Where have we gone wrong? Perceptual load does not affect selective attention. *Vision Research*, 50, 1292–1298.
- Wilson, D.E., Muroi, M., & MacLeod, C. M. 2011 Dilution, not load, affects distractor processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37, 319–335.

トップダウンの注意がワーキングメモリ表象の精度に与える効果

津田 裕之
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

tsuda@cv.jinkan.kyoto-u.ac.jp

While it has been shown that selective attention influences WM by selecting which item to encode into memory, less is known about how attention modulates memory precision. To explore the role of selective attention on WM, we assessed the impact of pre-cueing on the precision and capacity of visual working memory. Before presentation of the memory array, an arrow (the cue) was presented and participants were required to prioritize storage precision of a cued item. We observed significant advantages in the precision of recall for a cued item and this effect was matched by a corresponding increase in variability for the non-cued item. We also observed effects of presentation duration on recall precision – at the prolonged exposure duration to a memory array, precision of recall was significantly increased compared to shorter exposure duration. We conclude that orienting attention to an item can bias not only the selection of encoding but also the precision with which an item is remembered.

Keywords: contextual cueing, spatio-temporal information, implicit learning

問題・目的

Visual Working Memory (VWM) の限られた容量を効果的に活用するには、課題の遂行に必要となる情報のみを優先的に銘記・保持することが必要となる。複数の項目の中から特定の項目を選択的に記憶し、他の項目の符号化を抑制する機能が選択的注意の働きにより実現されていることがこれまでの研究から明らかになっている (Gazzaley, 2011)。

VWM の容量には個数と精度のトレードオフが存在し、多くの項目の記憶が求められると個々の項目についての記憶精度は低下し、逆に保持すべき項目数が少ない場合には高い精度で記憶することが可能であることが知られている (Zhang & Luck, 2008)。従って、上述のような項目の取捨選択という方法以外にも、記憶の正確さの度合いを項目ごとの優先度に応じて傾斜配分することによっても VWM の限られた容量を効果的に使うことが可能となると考えられる。

本研究では、キューの提示により画面内の特定の物体に注意を向けることによって記憶の精度がどのように変化するかを検討した。また、筆者らのこれまでの研究から記憶精度は刺激の提示時間に大きく影響を受けることが明らかになっている (Tsuda & Saiki, 2012)。そこで、本研究においてもキューの効果に加え提示時間による影響についてもあわせて検討した。

方法

実験参加者 裸眼または矯正視による実験に支障のない視力を有する大学生16名が実験に参加した。

刺激と装置 参加者は暗室の中で課題を行ない、視覚刺激は18インチのCRTモニター (75Hz) に黒い背景の上に白色で提示された。モニターと参加者の目の距離は57cmであった。記憶項目として歩く人間のバイ

オロジカルモーションが用いられた。刺激のサイズはおよそ $3^{\circ} \times 6^{\circ}$ であった。

デザインと手続き 一試行の流れをFigure 1に示す。始めに注視点とともにキューが500ms提示され、500msのブランク期間の後に銘記項目が5つ提示された。その後1000msの保持期間の後にプローブ刺激が提示された。参加者の課題は提示されたプローブと同じ位置にあった記憶項目の方位を再生することであり、画面上のプローブの方位を元の記憶項目と可能な限り一致するようマウス操作によって調整することが求められた。教示により、キューが指した物体を優先的に高い精度で記憶するよう参加者は求められた。

記憶項目の提示時間として2500msと5000msの2条件があり順序は毎試行ごとにランダムであった。キューにはプローブとの関係によってValid (キューが正しくプローブの方向を指す)、Invalid (キューがプローブとは異なる方向を指す)、Neutral (5つのキューが同時に提示され5方位全てを指す) の3つの条件があった。キューが1つだけ出る条件 (ValidおよびInvalid) と複数出る条件 (Neutral) はブロックごとに固定された。試行数はValid条件は200試行、Invalid条件は100試行、Neutral条件100試行であり、参加者は8つのブロックに分けて計400試行を行なった。

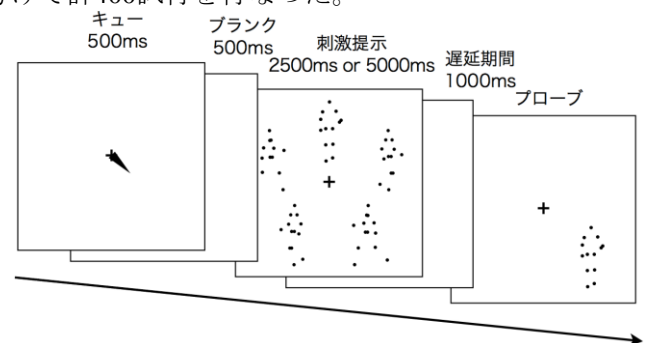


Figure 1. 1 試行の流れ

結果

解析方法

実験データの解析には Zhang ら (2008) による方法を用いた。反応データの分布を正規分布 (フォンミーゼス分布) と一様分布の和であるとしてフィッティングを行い、フィッティングされた正規分布の標準偏差 SD と、一様分布の比率 (推量率) を計算した。解答が正確であるほど正規分布の形はより急峻となるため、SD の値が記憶精度の指標となる。また一様分布の比率によって、参加者がどの程度の比率で当て推量を行なったかを評価した (推量率)。

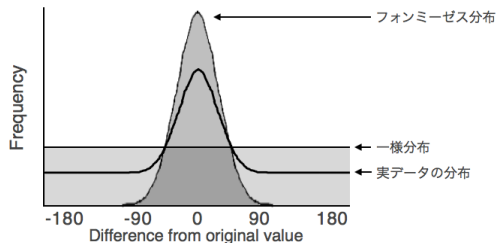


Figure 2. 反応の分布を 2 成分に分離

実験結果

解答の分布曲線の標準偏差 SD の条件ごとの計算値を Figure 3 に示す。キューおよび提示時間の両方に主効果が見られた ($F(2,30) = 13.7, p < .01$; $F(1,15) = 10.4, p < .01$)。Invalid よりも Neutral 条件、また Neutral よりも Valid 条件で SD は小さく、記憶の精度は高かった。また、提示時間が長いほど SD は小さく、つまり記憶の精度は高かった。キュー条件と提示時間条件の間に交互作用は見られなかった。

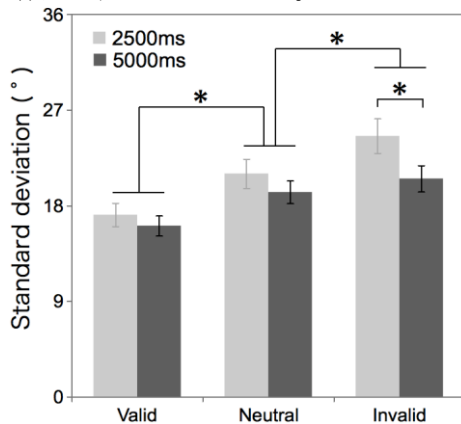


Figure 3. キュー及び提示時間ごとの SD の値

推量率についての結果を Figure 4 に示す。キュー条件による効果が見られたが ($F(2,30) = 7.83, p < .01$)、提示時間による効果は見られず交互作用も無かった。Valid 条件に比べて Neutral 条件や Invalid 条件では推測率が大きくなっており、参加者は当て推量で解答を行なう頻度が大きくなっていった。

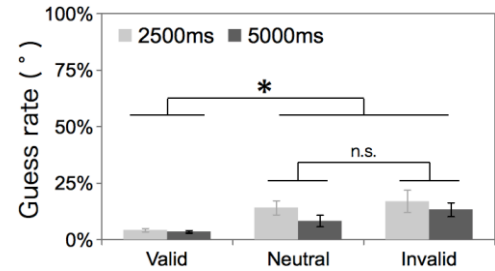


Figure 4. 推量率

考察

注意を向けられた物体は他の物体に比べて高い精度で記憶されることが示された。全ての物体に均等に注意が向けられる Neutral 条件と比較して、Valid 条件で記憶精度は向上した。のみならず、Neutral 条件と比較して Invalid 条件において精度は低下した。これは、特定の項目を優先的に高精度で記憶することは同時に他の物体の精度の低減を生じさせる事を意味する。

注意を向けることで特定の物体のみが選択的に符号化されることが従来の研究で示されている (Gazzaley, 2011) が、本実験においても同様のことが生じており、それは Valid 条件に比べ他の条件で推測率が大きくなっていることに反映されている。

筆者らによる先行研究 (Tsuda & Saiki, 2012) と同様、刺激が長く提示されるほど記憶の精度は高くなった。また、5000ms 条件では Invalid 条件においても比較的記憶精度は高かった。キューイングされた物体がまず優先的に符号化されたあと、それ以外の物体についても比較的高い精度で符号化できるだけの時間的余裕があったことに起因すると考えられる。

結論

注意を向けることにより、複数の物体の中から特定の物体を意図的に高い精度で記憶することが可能であることが示された。キューイングされた物体の精度向上は他の物体の精度低下を同時にもたすが、長い提示時間によって符号化に多くの時間をかけられる状況ではキューイングされた物体とそれ以外の物体の間の記憶精度の差は小さくなる。

引用文献

- Gazzaley, A. 2011 Influence of early attentional modulation on working memory. *Neuropsychologia*, 49(6), 1410–24.
- Tsuda, H., & Saiki, J. 2012 Resource allocation in visual working memory for structural information is affected by exposure duration. Poster presented at the 53th annual meeting of the Psychonomic Society. Minneapolis, MN.
- Zhang, W., & Luck, S. J. 2008 Discrete fixed-resolution representations in visual working memory. *Nature*, 452, 233–235.

注意と魅力

河原純一郎

中京大学大学院心理学研究科

In this lecture, I briefly present recent studies, including those in progress, such as the effect of fatigue on control of attention, conducted in my laboratory. We found that participants who were induced a fatigue state demonstrated greater attentional blink relative to those in the control group, who did not receive the mood manipulation. The results suggest unique links between mood states and attention during a task involving temporal selection. I present a recent advance in the issue of the locus of attentional control. Extant literature has shown that deployment of attention can be modulated by top-down process. Our data demonstrate attentional capture by visual motions, such as commencement or cessation of optic flow, which is inconsistent with the top-down view. Nonetheless, in a different research project, we found a strong effect of top-down control on the deployment of attention over task-irrelevant face distractors. I also present a study that examined the factors contributing to perception of attractiveness of human faces.

Keywords: attentional control, fatigue, emotional states, faces, physical attractiveness.

注意とは何か

注意とは、一部の刺激を取り入れ、それ以外のものごとを排除する心的能力をさす。同時に、注意は感覚器官から情報を取り入れるときに関わるだけではなく、行動、記憶、思考や情動を制御するはたらきをもつ。さらに、覚醒状態や集中している状態を維持することも注意の側面のひとつである(河原, 印刷中)。このように注意には多くの側面があり、統一的な定義が当てはまりにくい。注意がとらえどころのないように思われるのは、それ自体を単体で取り出すことができないことがその理由の一つかもしれない。色の知覚や運動の知覚のように、ある属性(例えば、赤い色、右方向への動き)が直接意識できる場合と違って、注意がある対象へ向いていることを直接示すことは容易ではない。ここでは注意を差分として定義する。すなわち、注意をわれわれの認知システムのある状態と、別の状態の差分として定義する。注意がある課題に十分に向けられている場合は、そうでない場合よりも行動成績は一般によいだろう。このときの成績の差分が注意の効果として取り出される。注意の研究は、この差分を取り出す仕事であると言える。本講演では、われわれの研究室で行っている注意に関わる研究をいくつか紹介する。

注意と気分状態

注意は一定の容量を持つ資源として例えられることが多い。注意の資源は課題に振り向けられ、課題遂行の過程で消費される。また、意図的に消

費しようとしていなくても、対象物や事象に振り向けられる。こうした意図的・非意図的な注意の消費に加えて、意欲や気分状態も注意の振り向けに影響する。気分状態は実行系機能を変調するので、結果として注意配置にバイアスがかかる。

空間的な注意に注目すると、ネガティブな気分状態のときは注意の範囲は狭くなり、ポジティブな場合は拡大すると言われる。例えば、Sato, Takenaka, & Kawahara (2012) は社会的ストレス操作を行って、被験者を一時的にネガティブな気分状態にした。その結果、フランカ課題で標的文字を弁別するときの成績に対して、妨害刺激からの干渉効果は、気分操作をしない場合に比べて減少することを見出した。一方、ポジティブな気分へ誘導したところ、中立的な気分状態に比べて注意の範囲は広がり、分散的になることが知られている(Moriya & Nittono, 2011)。

注意の時間的側面に関しては、気分状態が注意の瞬き現象(Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992)に影響することが報告されている。この現象は1秒間に10個程度の速度で文字や数字を同じ位置に逐次呈示したときに、その刺激系列に含まれる標的についておこる知覚不全をいう。特に、標的どうしの時間間隔が200–300ms程度のときに2つめの標的が見落とされやすい。この見落とし現象は、気分によって変調を受ける。Jefferies, Smilek, Eich, & Enns (2008) は被験者を悲しい、心配、楽しい、冷静の気分状態に誘導した。その結果、注意の瞬きは心配気分では楽しい状態と冷静な状態に比べて増大し、悲しいときは減少した。Jefferies らはこの

結果に基づいて、情動価と覚醒度 (Feldman Barrett & Russell, 1998) の二軸から解釈した。しかし、個々の情動と注意の制御が個別の対応をもっている可能性がある。その点を調べるために、本研究では疲労に注目した。Feldman Barrett & Russell (1998) の枠組みに基づけば、疲労は悲しい状態と冷静な状態の中間に位置する。したがって、情動価と覚醒度の二軸モデルであれば、注意の瞬きが増大するのは覚醒度が高く、ネガティブ情動のときである。このモデルでは覚醒度が低いときは注意の瞬きは減少するか(悲しい)、中程度(冷静)であるため、疲労に対しては注意の瞬きは疲労では少なくとも増大はしないことが見込まれる。実験の結果、疲労状態の導出は効果的に行われていた。また、注意の瞬きは増大していた。したがって、われわれの結果は情動価と覚醒度の二軸モデルでは説明できず、個々の情動と注意の制御が個別の対応をもっている可能性を示唆する。

注意制御の所在

注意をどこに向けるか、何に向けるかを制御できるかという問題は、20年以上議論され続けているが未だに解決を見ない。おそらく、意図的な制御ができる事態があることは確かであろう。ただし、どういう例外的場面で注意制御が刺激駆動的になるのかについては議論が続いている。その理由の一つは、注意という共通の対象を測るのに研究者ごとに異なる課題を用いている点が挙げられる。それらの課題間で測定している注意の側面が異なっているにもかかわらず (Kawahara & Kihara, 2011) 同一のものとみなしているため、研究間の不一致が生まれている可能性がある。

意図的な注意制御が可能かどうかを議論する過程で、看過されがちなのが知覚的構えの問題である。本来、注意制御の所在が主体側にあつて意図が働くのか、あるいは環境側にあつて刺激の顕著さに依存するのかが構えの問題である。しかし、課題関連の位置に妨害刺激が呈示されるという事態で注意制御の所在を問うデザインになっている研究が少なくない。例えば、運動による注意捕捉を調べる場合、標的そのものが運動刺激となる場合と、そうでない場合を比較することがある (Abrams & Christ, 2003)。このとき、標的となる位置を探索することが知覚的構えの一部であるため、その構えに合う位置に呈示された運動刺激が注意捕捉を起こしても、完全に刺激駆動的に運動が注意捕捉したとは言えない。

こうした点から、運動刺激が関わる事態で注意制御の所在を議論するためには、まったく課題に関連のない位置に妨害運動刺激を呈示する事態を設ける必要がある。そこで、Kawahara, Yanase, & Kitazaki (2012) は、刺激画面中央に高速逐次呈示される様々な色の文字の中から、特定の色(緑)で呈示される文字を同定する課題を主課題とし、妨害刺激としてオプティックフローを画面周辺に呈示した。試行の開始時には、周辺には 2000 個の静止した光点が振りまかれていた。標的文字が呈示されると同時、あるいは±100, 300ms のタイミングでこれらの光点が収縮または拡大運動した。もし、課題非関連な運動刺激が意図的な注意制御によって無視できるのであれば、標的の同定成績は運動の有無に影響されることはないと予測される。しかし、実験の結果、標的呈示の 300ms 前に拡大運動が起こるときは標的の同定成績が低下した。この結果は、完全に課題非関連な運動であっても無視できないことを示している。また、縮小運動ではこうした捕捉は起きなかった。従来の研究では課題に関連のある(標的が出る可能性のある)位置に運動刺激を呈示していたため、こうした注意制御の所在を検討することができなかったが、本研究はその点を統制し、初めて課題非関連な運動による注意捕捉を見出した。

このような刺激駆動的捕捉は現実の場面では当たり前に起こる。被験者が心理実験をしているときに壁が大きく揺れれば気づく。従来、意図的な注意制御を主張する研究であっても、課題非関連の妨害刺激の強度が極端に強いときは、現在の課題に対する構えを打ち破って、注意捕捉が起こると考えるのが妥当である。

この他に、本講演では社会的に重要であると言われる顔が妨害刺激の時に、同様の注意捕捉効果を起こすのか、顔の魅力が高いときや低いときに起こる特殊な効果についても論じたい。

引用文献

- Abrams, R. A. & Christ, S. E. 2003 Motion onset captures attention. *Psychological Science*, 14, 427–432.
- Feldman Barrett, L., & Russell, J. A. 1998 Independence and bipolarity in the structure of current affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 967–984.
- Jefferies, L. N., Smilek, D., Eich, E., & Enns, J. T. 2008 Emotional valence and arousal interaction attentional control. *Psychological Science*, 19, 290–295.

- Kawahara, J. & Kihara, K. 2011 No commonality between attentional capture and attentional blink. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64, 991–1008.
- Kawahara, J., Yanase, K., & Kitazaki, M. 2012 Attentional capture by the onset and offset of motion signals outside the spatial focus of attention. *Journal of Vision*, 12(12): 10, 1–13.
- Moriya, H., & Nittono, H. 2011 Effect of mood states on the breadth of spatial attentional focus: An event related potential study. *Neuropsychologia*, 9, 1162–1170.
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. 1992 Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 849–860.
- Sato, H., Takenaka, I. & Kawahara, J. 2012 The effects of acute stress and perceptual load on distractor interference. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65, 617–623.