

# 注意の瞬きに関わるトップダウン処理とボトムアップ処理

木原 健

日本学術振興会・京都大学大学院文学研究科

kkihara@bun.kyoto-u.ac.jp

池田 尊司

日本学術振興会・京都大学大学院文学研究科

松吉 大輔

京都大学大学院文学研究科

廣瀬 信之

日本学術振興会・京都大学大学院文学研究科

苧阪 直行

京都大学大学院文学研究科

When two targets (T1 and T2) are to be identified in rapid serial visual presentation, the response to T1 induces a transient interruption of T2 processing (attentional blink: AB). The AB is believed to reflect a formation process of visual consciousness. Several cognitive neuroscientific studies suggest that the intraparietal sulcus (IPS) is involved in top-down attentional control, whereas the inferior parietal lobule (IPL) is associated with bottom-up processing. We investigated how IPS and IPL contribute to the AB using transcranial magnetic stimulation (TMS). The course of recovery from the AB was attenuated when triple pulses TMS induced a transient interruption of right IPS activity within 225 ms after T1 onset, while there was a deteriorating effect of the TMS pulses delivered over right IPL after T2 onset. These results suggested that IPS, which dominates the top-down processing of T1, and IPL, which is the locus of bottom-up mechanisms contributing to T2 detection, play a critical role in causing the AB.

Keywords: attentional blink; top-down and bottom-up attention; IPS; IPL; TMS

## 問題と目的

視覚的意識をもたらす注意機能には時間的な処理制約があるため、中心窩に投影された視覚刺激であっても見落とされることがある。これを実験的に示したのが注意の瞬き(AB)である。ABは、高速逐次視覚呈示(RSVP)を行うと、先行標的(T1)から約 500 ms 以内に呈示される後続標的(T2)の見えが阻害されるという現象で、T1 処理が T2 処理に干渉することで生じるとされている(cf. Shapiro *et al.*, 1997)。

AB に関わる脳内機序を明らかにすることは、意識の形成過程の理解に重要なヒントを提供すると考えられることから、多くの認知神経科学的研究が報告されてきた。例えば、T1 処理には頭頂間溝(IPS)近傍の神経活動の関与が示唆されている(cf. Kihara *et al.*, 2007)。また、T2 処理には下頭頂小葉(IPL)が関与することが報告されている(Kranczioch *et al.*, 2005)。さらに、IPL の損傷によって AB 期間が延長することも知られている(Shapiro *et al.*, 2002)。

しかしながら、IPS や IPL によるどのような認知処理が、AB の生起に関与しているのかは明らかではない。ただし、Posner (1980)の先行手がかり法を用いたイメージング研究より、IPS は内発的なトップダウンの注意処理、IPL は外発的なボトムアップの注意処理に関与していることが示唆されている(Corbetta & Shulman, 2002)。したがって、IPS は多くの妨害刺激の中から標的を検出するという T1 検出のためのトップダウン処理に関わる一方、ボトムアップ処理に関与する IPL が T1 処理に伴って一時的に機能不

全となるために、その間に呈示された T2 が注意を捕捉することに失敗して AB が生じる、という仮説が考えられる。

もしこの仮説が正しければ、T1 処理中に IPS 活動を妨害すると、T1 処理が中断されるため T2 処理への干渉が低下して T2 成績が向上すると予測できる。また、AB 期間中に呈示された T2 の処理中に IPL 活動を妨害すると、T2 による注意の捕捉が干渉を受けるため、T2 成績が一段と低下することが予測できる。

この仮説は、限られた領域の神経活動を瞬間的に攪乱させる経頭蓋磁気刺激(TMS)を用いることで検証可能である。そこで、右半球の IPS や IPL に、T1 あるいは T2 呈示後に TMS を施行し、AB への影響を観察した。

## 方法

**被験者** インフォームドコンセントを受け実験に同意した 4 名が参加した。

**TMS プロトコル** 約 1.3T の磁場を発生させる 70 mm の 8 の字型コイルを用いて大脳皮質を刺激した。刺激部位である右 IPS および右 IPL は、被験者の MRI 画像に基づき同定した。また、コントロール条件として、頭蓋直下に大脳皮質が存在しない頭蓋頂(Cz)へ TMS を施行する条件と、Cz に設置したコイルから実際には磁場を発生させない Sham 条件の 2 つを設定した。

複数の ERP 研究によって、T1 および T2 オンセット 200–400 ms 後に P3 成分を惹起させる、後部頭頂葉を含む脳活動が AB の生起に重要であることが示唆されている(cf. Sergent *et al.*, 2005)。そこで、これらの脳活動を TMS で攪乱するため、T1 オンセット後 75、150、225ms に 3 回連続して TMS が施行される条件と、T2 オンセット後の同じタイミングで TMS が施行される条件が設定された。

**AB 実験** RSVP は、縦横視角 1° の白色の大文字アルファベット(妨害刺激)と 2 個の異なる数字(T1・T2)で構成された。SOA は 50 ms (ISI: 0 ms)だった。T1 は RSVP 開始 400~800 ms 後に呈示された。T2 後 400~800 ms 間妨害刺激が呈示された。課題は RSVP 中に必ず含まれる 2 つの数字を事後報告することだった。T1-T2 SOA は 300 ms 条件と 800 ms 条件があった。背景は黒色だった。

**手続き** 初めに、被験者毎に最も AB が生じやすい条件が探られた。背景と RSVP 刺激の輝度差によって AB の大きさが変化する(Christmann & Leuthold, 2004)ことから、40 試行で構成されたブロックを、RSVP の輝度を調整しながら 4~8 ブロック繰り返すことで、最大の AB が生じる RSVP 輝度が決定された。次に TMS 実験が行われた。これは、1 ブロックの練習とカウンターバランスが取られた右 IPS、右 IPL、Cz、sham 条件をそれぞれ 1 ブロックずつ含むセッションが 4 回繰り返されることで構成された。

## 結果

TMS 実験における T1 正答時の平均 T2 成績を図 1 に示す。また、AB の大きさである、SOA 800 ms 条件と 300 ms 条件の T2 成績の差を図 2 に示す。これらの結果から、T1 オンセット後 75~225 ms の間に右 IPS に 3 連発の TMS を施行すると AB が小さくなる傾向が見とれる。また、T2 オンセット後に右 IPL に同様の TMS を施行すると、AB が大きくなる傾向が見受けられる。

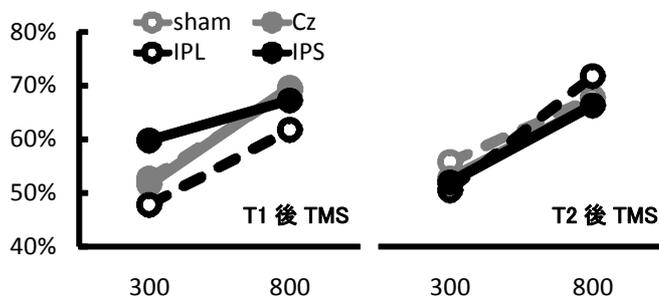


図 1. TMS 実験結果。縦軸は T1 正答時の T2 成績、横軸は T1-T2 SOA 条件を示す。左のパネルは T1 オンセット後 TMS 施行条件、右のパネルは T2 オンセット後 TMS 施行条件の結果を示す。線の種類は TMS が施行された領域の違いを示す。

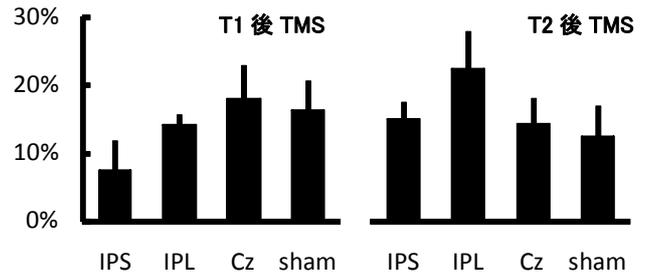


図 2. 800 ms 条件と 300 ms 条件の T2 成績の差。左のパネルは T1 オンセット後 TMS 施行条件、右のパネルは T2 オンセット後 TMS 施行条件、エラーバーは標準誤差を示す。

## 考察

結果の傾向は、IPSによるトップダウンT1処理とIPLによるボトムアップT2処理がABに関与するという仮説と一致した。これは、T1処理そのものではなく、T1処理によって誘発される注意の一時的な機能不全(Di Lollo *et al.*, 2005)や妨害刺激の抑制(Olivers, 2007)、あるいは注意の再定位の遅延(Nieuwenstein *et al.*, 2005)がABの原因であるとする、最近提唱されたABモデルの枠組みに収まる。

## 引用文献

- Christmann, C. & Leuthold, H. (2004) The attentional blink is susceptible to concurrent perceptual processing demands. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57A, 357-381.
- Corbetta, M. & Shulman, G.L. (2002) Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 201-215.
- Di Lollo, V., Kawahara, J., Ghorashi, S.M.S. & Enns, J.T. (2005) The attentional blink: Resource depletion or temporary loss of control? *Psychological Research*, 69, 191-200.
- Kihara, K., Hirose, N., Mima, T., Abe, M., Fukuyama, H. & Osaka, N. (2007) The role of left and right intraparietal sulcus in the attentional blink: A transcranial magnetic stimulation study. *Experimental Brain Research*, 178, 135-140.
- Kranciach, C., Debener, S., Schwarzbach, J., Goebel, R. & Engel, A.K. (2005) Neural correlates of conscious perception in the attentional blink. *Neuroimage*, 24, 704-714.
- Nieuwenstein, M.R., Chun, M.M., van der Lubbe, R.H. & Hooge, I.T. (2005) Delayed attentional engagement in the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 31, 1463-1475.
- Olivers, C.N.L. (2007) The time course of attention: It is better than we thought. *Current Directions in Psychological Science*, 16, 11-15.
- Posner, M.I. (1980) Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Sergent, C., Baillet, S. & Dehaene, S. (2005) Timing of the brain events underlying access to consciousness during the attentional blink. *Nature Neuroscience*, 8, 1391-1400.
- Shapiro, K.L., Arnell, K.M. & Raymond, J.E. (1997) The attentional blink. *Trends in Cognitive Science*, 1, 291-296.
- Shapiro, K.L., Hillstrom, A.P. & Husain, M. (2002) Control of visuotemporal attention by inferior parietal and superior temporal cortex. *Current Biology*, 12, 1320-1325.

# 知覚的構えが非空間的注意の捕捉に及ぼす影響

犬飼 朋恵

中京大学大学院心理学研究科

河原 純一郎

独立行政法人産業技術総合研究所

人間福祉医工学研究部門

熊田 孝恒

独立行政法人産業技術総合研究所

人間福祉医工学研究部門

高速逐次提示された刺激系列中の標的の同定成績は、同じ系列中に出現する妨害刺激によって低下することが知られている。この非空間的注意の捕捉は、知覚的構えの影響の有無について異なる2つの報告があった。しかしこれらの研究では、探索様式について異なる操作が行われていた。そこで本研究では、探索様式の操作を統制することによって、知覚的構えが非空間的注意の捕捉に及ぼす影響を検討した。実験の結果、探索様式に関係なく、顕著性の高い課題非関連な特徴次元を持つ妨害刺激が注意を捕捉した。その一方で、妨害刺激が2つのオブジェクトで構成された場合には、知覚的構えの影響を受けることが示された。以上のことから、知覚的構えは課題に応じて非空間的注意の捕捉に及ぼすことが示唆された。

Keywords: non-spatial attentional capture, attentional control setting, RSVP paradigm.

## 問題・目的

高速逐次提示された刺激系列中の標的の同定成績は、先行して提示される妨害刺激によって低下する。この成績低下は、妨害刺激に注意が逸脱することによって生じると考えられている(注意の捕捉)。近年の研究では、この注意の捕捉は、標的と妨害刺激が同じ位置に提示された場合でも生じることが報告されている(非空間的注意の捕捉; Folk et al., 2007)。Dalton and Lavie (2006)は、課題非関連な特徴次元を持つ妨害刺激が非空間的注意を捕捉することを報告している。しかし、彼女らの研究では探索様式が操作されていなかったため、シングルトン検出様式についてのみ検討していた可能性がある。そこで本研究では、探索様式を操作することによって、知覚的構えが非空間的注意の捕捉に及ぼす影響を検討した。実験1では、シングルトン検出様式が採用された場合に、課題非関連な特徴次元を持つ妨害刺激が非空間的注意を捕捉するか否かを検討した。実験2では、特徴探索様式の採用が非空間的注意の捕捉を排除する可能性を検討した。実験3では、非空間的注意の捕捉に及ぼす知覚的構えの影響は、妨害刺激を構成するオブジェクトの数に依存するか否かを検討した。

## 実験1

### 方法

被験者 20名の大学生が実験に参加した。  
刺激と手続き 課題は、白色のアルファベット文字(非標的)で構成される高速逐次系列(SOA=100ms, ISI=0ms)の中から、一つだけ異なる傾きの文字(標的)を報告することであった。標的の傾きは、 $45^\circ$ 、 $135^\circ$ 、 $225^\circ$ 、 $315^\circ$ のいずれかから1つ、毎試行無作為に選ばれた。それ以外の文字の傾きは、残りの3種類の中から無作為に1つ選ばれた。標的に先行して、

赤色の文字または数字(妨害刺激)が提示される場合があった(文字条件と数字条件)。妨害刺激と標的の提示時間間隔は、100, 200, 300, 500, 700msの5条件であった。

### 結果と考察

標的報告の正答率を図1aに示した。妨害刺激のタイプx妨害刺激と標的のラグについて2要因分散分析を行ったところ、提示時間間隔の主効果[F(4, 76)=11.25,  $p<.001$ ]が認められた。次に、妨害刺激なし条件の正答率と文字及び数字条件の提示時間間隔毎の正答率を、t検定を使って比較した。分析の結果、間隔1の文字及び数字条件の正答率は、なし条件よりも有意に低かった[t=5.26,  $p<.01$ , t=5.19,  $p<.01$ ]が、間隔2以降の正答率は、なし条件と差は認められなかった。

妨害刺激が標的の直前に出現したとき、妨害刺激のタイプに関係なく、標的報告の正答率が低下した。この結果は、シングルトン検出様式が採用された場合には、課題非関連な特徴次元を持つ妨害刺激が非空間的注意を捕捉することを示している。しかし、非空間的注意の捕捉が単一要素に対する知覚的構えによって引き起こされたのか、顕著性の高い刺激によって引き起こされたのかについては不明であった。実験2では、特定の特徴値に対する知覚的構えが非空間的注意の捕捉を排除したか否かを検討した。

## 実験2

### 方法

被験者 20名の大学生が実験に参加した。  
刺激と手続き 以下の点を除いて、実験1と同じであった。課題は、様々な傾きの非標的文字の中から、特定の傾きの文字( $45^\circ$  または  $135^\circ$ )を報告することであった。非標的文字の傾きは、残りの3種類からランダムに選択された。

## 結果と考察

標的の正答率を図1bに示した。妨害刺激のタイプx妨害刺激と標的の提示時間間隔について、2要因分散分析を行った。分析の結果、妨害刺激のタイプの効果に有意傾向[F(1, 19)=4.01, p<.1]が認められ、提示時間間隔については主効果[F(4, 76)=5.14, p<.005]が認められた。次に、妨害刺激なし条件の正答率と文字及び数字条件の提示時間間隔毎の正答率を比較した。その結果、間隔1の文字及び数字条件の正答率は、なし条件よりも有意に低いことが認められた[t=3.15, p<.01, t=3.59, p<.01]。間隔2以降の正答率は、なし条件と差は認められなかった。

妨害刺激が標的の直前に提示されたとき、標的報告の正答率が低下した。この結果は、特定の特徴値に構えた場合でも、課題非関連な特徴次元を持つ妨害刺激が注意を捕捉することを示している。つまり、Dalton and Lavie (2006)が報告した非空間的注意の捕捉は、知覚的構えに関係なく、顕著な値を持つ妨害刺激によって生じたといえる。これに対してFolk et al. (2007)は、知覚的構えは非空間的注意の捕捉に影響を及ぼすことを報告している(状況依存的注意の捕捉)。しかしFolk et al. (2007)が用いた妨害刺激は、2つのオブジェクトで構成されているのに加えて、標的と同じ特徴次元で定義されていた。実験3では、妨害刺激の定義方法の違いが状況依存的注意の捕捉に及ぼす影響を検討した。

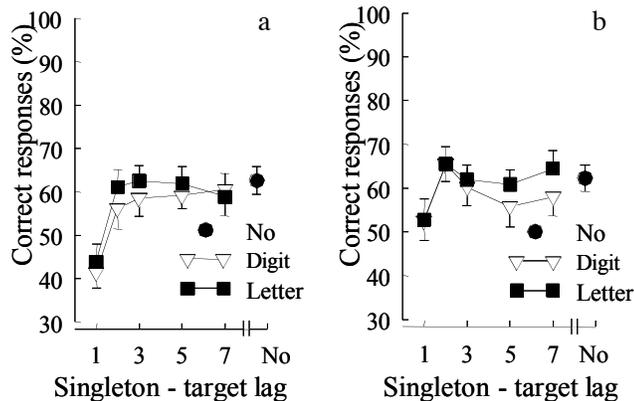


図1. 実験1(a)と2(b)における妨害刺激条件毎の標的の正答率

## 実験3

### 方法

被験者 20名が実験に参加した。

刺激と手続き アルファベット文字は、白色の菱形の枠で囲まれた。妨害刺激は、赤色の枠で囲まれた白色の文字と数字であった。以上の点以外は、実験2と同じであった。

### 結果と考察

標的報告の正答率を図2に示す。妨害刺激のタイプx妨害刺激と標的の提示時間間隔について、2要因分散

分析を行った。分析の結果、主効果及び交互作用は認められなかった。妨害刺激なし条件の正答率と文字及び数字条件の提示時間間隔毎の正答率を比較した。その結果、全ての提示時間間隔において、有意差は認められなかった。

標的報告の正答率は、先行提示される妨害刺激の影響を受けなかった。この結果は、特定の特徴値を探索する特徴探索様式を採用した場合には、課題非関連な特徴を持つ妨害刺激を無視可能であることを示している。実験2では、同じ特徴探索様式を採用したにもかかわらず、課題非関連な特徴次元を持つ妨害刺激は注意を捕捉した。このことから、妨害刺激が2つのオブジェクトで構成されたとき、知覚的構えは非空間的注意の捕捉に影響を及ぼすといえる。

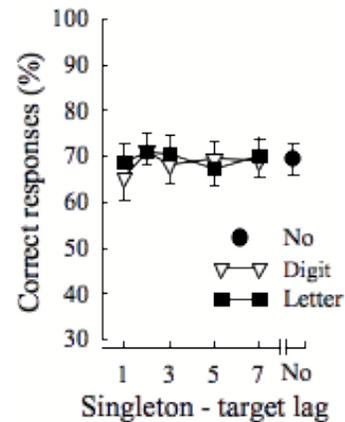


図2. 実験3における妨害刺激条件毎の標的の正答率

## 結論

本研究では、非空間的注意の捕捉に及ぼす知覚的構えの影響を検討するために、探索様式を操作した。実験の結果、探索様式に関わらず顕著性の高い課題非関連な特徴次元を持つ妨害刺激が注意を捕捉した。このことは、非空間的注意の捕捉は、課題非関連な顕著な値による刺激駆動的な注意制御の影響を受けることを示している。一方、妨害刺激が2つのオブジェクトで構成された場合、課題非関連な特徴次元を持つ妨害刺激は非空間的注意を捕捉しなかった。これらの結果は、目的指向的な注意制御は、課題に応じて、非空間的注意の捕捉に影響を及ぼすことが可能であることを示している。

## 引用文献

- Dalton, P., & Lavie, N. 2006 Temporal attentional capture: Effects of irrelevant singletons on rapid serial visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 881-885.
- Folk, C. L., Leber, A. B., & Egeth, H. E. (in press) Top-down control settings and the attentional blink: Evidence for non-spatial contingent capture. *Visual Cognition*.

# 半球間相互作用と選択的注意に関する検討( I ): 知覚的負荷並びに両視野への分割呈示が選択的注意に及ぼす影響

吉崎一人  
西村律子

愛知淑徳大学 コミュニケーション学部  
愛知淑徳大学 コミュニケーション研究科

yoshizak@asu.aasa.ac.jp

Based on the load theory and the assumption that each hemisphere has an independent resource, we examined the effects of perceptual load in each hemisphere on compatibility effect. In Experiment 1, and 2ab, two letter-strings were presented to left and right visual-fields with a distracter, which was presented on the center of the screen. Two conditions were prepared by pairing the letter-string which contained a target and one which did not contain it. Right-handed participants were asked to identify the target in the letter-strings while ignoring the distracter. In Experiment 1 and 2ab, the results showed that the compatibility effect was larger when perceptual load of the letter-string which did not contain a target was low, suggesting that more residual resource of the hemisphere where target was not projected would facilitate processing of distracter. In Experiment 3, two letter-strings were presented to both hemispheres. The results showed that the compatibility effect was constant, irrespective of perceptual load of the letter-string. Our findings suggested that selective attention would be modulated by the resource of each hemisphere.

Keywords: interhemispheric interaction, selective attention, perceptual load, laterality, attentional resource

## 問題・目的

本研究は半球間相互作用が選択的注意の働きに及ぼす影響について検討することが目的である。この問いは、これまでの半球間相互作用研究が各半球の独立した処理資源を想定して議論されていること (Banich, 1998; Friedman & Polson, 1981) から生じている。例えば、課題の処理負荷が増大すると情報を左右半球に分けて投入した方が一側半球に投入するよりも、遂行成績が高いことも明らかとなっている (Yoshizaki, et al., 2007)。選択的注意に関して近年 Lavie (2005) は、注意による情報の選択が初期段階で生じるのか、後期段階で生じるのかが課題負荷の高低に応じて配分される処理資源量の多寡によって決定されるという負荷理論を提案した。その理論の中で彼女は1)処理資源は有限であり、2)それが使い果たされるまで周辺の刺激に自動的に配分されることを前提としている。本研究では、課題関連刺激を両視野に呈示し、両半球の処理資源が利用可能な事態を設定する。両半球に刺激を分割した事態での適合性効果を観察することによって、両半球での刺激処理が選択的注意に及ぼす影響を検討する。

## 本研究の方法

**実験参加者** 64名の右手利きの学生が16名ずつ4つの実験に割り当てられた。**刺激** ターゲットとディストラクターは“N”, “X”, “O”, “F”, “H”, “T”をノイズ刺激として使用。刺激は黒色で作成され画面背景は白色。ターゲット1個とノイズ5個が、3つずつ2つの課題関連文字列 (以下、文字列) として同時に呈示。文字列内のターゲット、ノイズの位置はランダム。図1に示すように実験1と2aでは、2つの文字列は画面中心の凝視点を通る垂直子午線から左右水平方向に2.1°離して垂直に配列されるように呈示。文字列内の文字間隔は、1.0°。ディストラクターは凝視点を通る垂直子

午線上に呈示され、凝視点から上方、下方1.0°に呈示。実験2bも同様の布置で呈示され、異なるのは文字間隔と、ディストラクターと凝視点との距離が2.1°である点。実験3の文字列は、中心から上、下方向に2.1°離して水平に呈示。文字間隔は1.0°で、ディストラクターも中心から左右水平方向に1.0°に呈示。

N O O	N O O	O O O	N O O	N O O	T F H	N O O	N O O	T F H	F H T N O O
T F H	N O X	O O O	O O O	T X H	O N H	O O O	T X H	X H T N O O	
Exp. 1	Exp. 2a	Exp. 2b	Exp. 3	図1. 各実験の刺激呈示例 (上段は一致条件)					

実験1では、ターゲットが含まれる呈示視野の文字列にはノイズ刺激として“O”2個が呈示 (Low: L)。ターゲットが含まれない文字列のノイズ刺激は“O”が3つの場合 (low: l) と“T”, “H”, “F”の場合 (high: h) を用意。それらを組み合わせ Ll条件とLh条件が用意された。実験2abと3では、Lh条件とHl条件が設定された。Lh条件では、ターゲットが含まれる文字列はターゲット1つと“O”2つからなり (Low: L)、その対側視野に呈示されるターゲットが含まれない文字列は“T”, “H”, “F” (high: h) からなった。Hl条件では、ターゲットが含まれる文字列はターゲットと“T”, “H”, “F”のうちの2文字からなり (High: H)、その対側視野に呈示される文字列は、“O”3文字からなった (low: l)。**要因計画** 文字列の組合せ×ターゲットとディストラクターの適合性 (一致, 不一致) の2要因被験者内計画。**手続き** 1試行はまず、チャイム音とともに画面中央に凝視点 (+) が800 ms間呈示、次にターゲット1文字とノイズ5文字からなる文字列とデ

ィストラクター1文字が180 ms間同時に呈示。課題は、左（実験3は上）、あるいは右視野（下半視野）に呈示される文字列の中に1つだけ含まれるターゲット文字が“N”か“X”かをできるだけ速く、できるだけ正確に判断することであった。さらに、画面中心付近に呈示される文字は無視するように強く求められた。48試行からなるブロックを11回実施し、最初のブロックを練習試行としたので本試行は合計480試行。

## 実験1

ターゲットを含む文字列の知覚的負荷は固定され（L）、ターゲットを含まない文字列の知覚的負荷を操作した（h/l）。左右半球に独立した処理資源を想定するとLh条件の方が、適合性効果はより小さいことが予想された。**要因計画** 文字列の組み合わせ（Ll/Lh）×適合性。**結果・考察** 図2に示すように、仮説は概ね支持された。Ll条件の方がLh条件よりも、全体の成績が低く、適合性効果は大きかった。

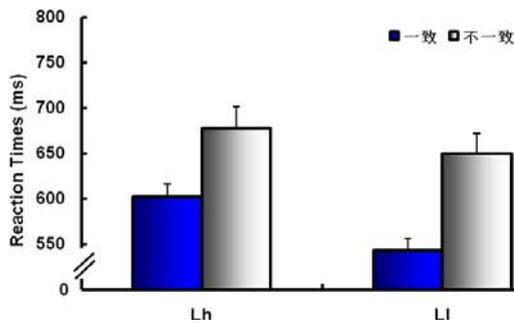


図 2. 各実験条件の平均反応時間 (Exp.1)

ターゲットが含まれていない文字列の知覚的負荷が低い場合は、それらが入力された半球での処理資源量は比較的多く残っており、ディストラクター処理にも十分に割り当てられた。このことが適合性効果の増大につながった推察された。

## 実験2ab

実験1の結果はLavieの負荷理論でも整合的に解釈できた。そこで全体的な知覚的負荷の2条件の差を実験1より小さくして、全体成績、適合性効果について再検討した。各半球に独立した処理資源を想定すれば、適合性効果の多寡はターゲットを含まない文字列の知覚的負荷によって説明できる。したがって、HI条件の方がLh条件よりも適合性効果が大きいことが予想された。全体的成績は2条件間で差がないことが予想された。また文字列の群化や文字列とディストラクターとの群化の程度が、適合性効果に影響することが指摘されているため、実験2は2種類（実験2aと2b）の呈示布置で検討する（図1）。**要因計画** 文字列の組み合わせ（Lh/HI）×適合性。**結果・考察** ab2つの実験で仮説は概ね支持された。HI条件の方がLh条件よりも、全体の成績が低く、適合性効果は大きかった。

負荷理論に従えば本実験の結果は、全体の反応時間は2条件間で大きな差がないか、Lh条件の方が長いことが予想された。しかし結果はHI条件の反応時間の方が長かった。適合性効果も2条件間に大きな差が見られ、HI条件の適合性効果がLh条件よりも顕著に大きかった。したがって本実験の結果は、実験1同様ターゲットを含まない文字列が投入された半球の残された処理資源量の多寡によって整合的に解釈できた。

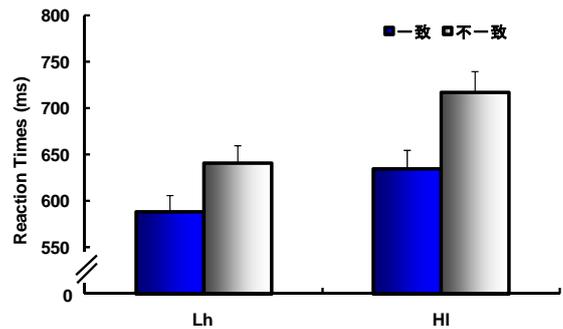


図 2. 各実験条件の平均反応時間 (Exp.2a)

## 実験3

実験3は、実験1、2abの結果を左右半球の処理資源に帰属させて説明することの妥当性について議論するために行われた。実験2aの呈示布置を変えることで、2つの文字列並びにディストラクターが左右両半球に冗長に入力されるように設定された。**要因計画** 実験2abと同じ。**結果・考察** 結果は実験2abとは異なるもので、ターゲットを含まない文字列の知覚的負荷は適合性効果量に影響を与えないだけでなく、全体の遂行成績にも影響を与えないことを明らかにした。

## 結論

本研究をまとめると、処理資源が独立していると想定される左右半球への課題関連情報の投入の仕方によって、選択的注意が初期選択的や後期選択的に変動することが示唆された。

## 引用文献

- Banich, M. T. (1998). The missing link: The role of interhemispheric interaction in attentional processing. *Brain & Cognition*, **36**, 128-157.
- Friedman, A., & Polson, M. C. (1981). Hemispheres as independent resource system: Limited-capacity processing and cerebral specialization. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **7**, 1031-1058.
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused? Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, **9**, 75-82.
- Yoshizaki, K. et al. (2007). A hemispheric division of labor aids mental rotation. *Neuropsychology*, **21**, 326-335.

# 半球間相互作用と選択的注意に関する検討(II): 知覚的負荷が異なる文字列の両視野分割呈示とディストラクター処理との関連

西村律子  
吉崎一人

愛知淑徳大学 コミュニケーション研究科  
愛知淑徳大学 コミュニケーション学部

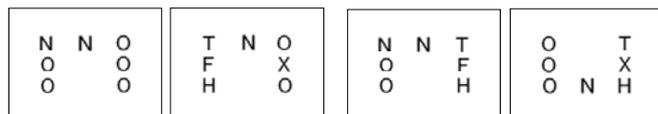
06003cpd@asu-nc.aasa.ac.jp

Our study aimed to investigate whether or not a distractor was processed in the hemisphere which is burdened with the lower perceptual load. Right-handed 16 participants were asked to discriminate a target letter among a 5 task-relevant letters, while ignoring a distractor presented in the periphery. In the *Lh condition*, a target was presented in either left (LVF) or right visual-field (RVF) and four non-target letters were presented in the opposite visual-field. In the *Hl condition*, a target and three non-target letters were presented in either LVF or RVF and a non-target letter was presented in the opposite visual-field. In the within-field condition, the target and the distractor were presented in the same visual-field. By contrast, in the across-field condition, they were presented in the divided visual-fields. Results showed that in the *Lh condition* the compatibility effect was larger in the within-field condition than in the across-field condition. On the contrary in the *Hl condition*, the compatibility effect was larger in the across-field than in the within-field condition. These results suggested that the distractor was processed in the hemisphere which was burdened with lower perceptual load as the processing of the task-relevant letters did not consume attentional resource so much.

Keywords: interhemispheric interaction, selective attention, perceptual load, laterality, attentional resource

## 問題・目的

本研究は半球間相互作用が選択的注意の働きにおよぼす影響について検討した吉崎・西村（印刷中；本研究会にて発表）の問題点を改善し、再考することが目的である。彼らはLavieのパラダイムを応用し（Lavie, 2005），両半球に分割呈示された文字列の知覚的負荷の高低を操作することによって，ターゲットが含まれない文字列が投入される半球の処理資源の多寡によってディストラクター処理に対する選択的注意の働きが変動する可能性を示唆した。



Exp.1 LI条件 Lh条件 Exp.2a Lh条件 Hl条件

図1. 吉崎・西村（印刷中）の呈示例

しかし、吉崎・西村（印刷中）で得られた結果の解釈には再考すべき問題点がある。ディストラクターが両半球に冗長に投入されている事態であるにもかかわらず、ターゲットが含まれる文字列が投入される半球でのディストラクター処理を考慮していないことである。彼らは、主として実験1および実験2abの結果から、ターゲットが含まれない文字列の知覚的負荷の高低がディストラクター処理に対する選択的注意の働きを変動させると主張している。しかし、ディストラクターが両半球に冗長に投入されていることを考えると、ターゲットが含まれる文字列が投入される半球でのディストラクター処理は無視できない。特にLh条件ではターゲットが含まれる文字列の知覚的負荷が低いので、その文字列と同側半球に投入されたディストラクター処理が進むことは十分に考えられる。つまり観察された適合性効果量は、ターゲットが含まれない文字列が

投入された半球でのディストラクター処理だけを反映するのではなく、ターゲットが含まれる文字列、すなわち負荷の低い文字列が投入された半球でのディストラクター処理も反映しているとも考えられる。実際これまでの半球間相互作用研究の中でも、両視野に分割呈示される文字列の負荷が両視野（半球）で不均衡である場合、両視野分配優位性が大きくなるという報告がある（Weissman, Banich, & Puente, 2000; Yoshizaki, Weissman, & Banich, 2007）。各半球に投入される刺激数や課題負荷が不均衡な場合、相対的に負荷の低い半球は要求された処理を先に終わることができるため反応決定などの処理を担うことができるとしている。これらの知見をふまえると、ディストラクターの処理が相対的に負荷の低い半球で処理されるとも考えられる。

このように吉崎・西村（印刷中）の結果を再考すると、ディストラクターが両半球に冗長に入力される場合、相対的に知覚的負荷の低い半球で処理され、それが適合性効果量に反映される、という新たな作業仮説が導出される。さらに、課題を遂行するためにはターゲットの同定、その結果の維持、反応選択、その実行といった過程が必要であることを考慮すれば、吉崎・西村（印刷中）の各実験において2条件間で適合性効果量に差が生じたことも整合的に解釈できる。例えば実験2abにおいて、Lh条件では両視野に呈示された文字列のうち相対的に知覚的負荷の低い文字列（ターゲットが含まれる文字列）が投入された半球でディストラクター処理が進む。Hl条件でも相対的に負荷の低い文字列（ターゲットが含まれない文字列）が投入された半球でディストラクター処理が進む。しかし、Lh条件では相対的に負荷の低い文字列にターゲットが含まれているため、その半球はHl条件の負荷の低い文字列が投入された半球に比べ、多くの処理資源を消費する。したがってLh条件で適合性効果量が減少したとも推察できる。

以上のことを踏まえて本研究ではこの作業仮説を検討する。図2に示すように、設定するすべての条件間で全体的な知覚的負荷を固定する。さらにディストラクターの呈示位置を修正する。ディストラクターを画面中央から4.1°左右に離して配置することによって、ターゲットが含まれる文字列と同側半球にディストラクターが呈示される条件（視野内）と、ターゲットが含まれる文字列と対側半球にディストラクターが呈示される条件（視野間）を設定する。また各半球に投入する文字列の知覚的負荷を操作することによって、ディストラクターはターゲットが含まれない半球で処理されるのか、相対的に負荷の低い文字列が投入される半球で処理されるのかを検討することができる。もし作業仮説が正しいならば相対的に負荷の低い視野にディストラクターが呈示されるLh/視野内条件、HI/視野間条件で適合性効果量の増加が認められるだろう。

## 方法

**実験参加者** 16名（男性8名）の右手利きの学生。  
**刺激** ターゲットとディストラクターは“N”，“K”。“X”，“T”，“H”，“V”をノイズ刺激として使用。刺激は黒色で画面背景は白色。ターゲット1個とノイズ4個、ディストラクター1個が同時に呈示。Lh条件ではターゲット1個を一側視野にノイズ4個を対側視野に呈示。HI条件ではターゲットとノイズ3個を一側視野に呈示、残りのノイズ1個を対側視野に呈示。文字列内のターゲット、ノイズの位置はランダム。課題関連刺激（ターゲットとノイズ）は画面中心の凝視点を通る垂直子午線から左右水平方向に2.1°離して垂直に配列。文字列内の文字間隔は1.0°。ディストラクターは画面中央から水平方向4.1°左あるいは右に配置。ターゲットと同側視野にディストラクターが呈示される視野内条件と、ターゲットと対側視野にディストラクターが呈示される視野間条件が設定された（図2）。

T X H F N N	V T H K K F	F X H N T	F V H K X
F X H V N K	N T X K F H	K X H F T	T F H X K N

Lh条件 視野内      Lh条件 視野間      HI条件 視野内      HI条件 視野間

図2. 刺激呈示例（上段は一致条件）

**要因計画** 文字列の組合せ（Lh, HI）×ターゲットとディストラクターの呈示布置（視野内, 視野間）×ターゲットとディストラクターの適合性（一致, 不一致）の3要因被験者内計画。**手続き** 1試行はまず、チャイム音とともに画面中央に凝視点（・）が800 ms間呈示、次に課題関連刺激5個とディストラクター1個が100 ms間同時に呈示。刺激が呈示されている間、凝視点は常に呈示された。課題は、左あるいは右視野に呈示される文字列の中に1つだけ含まれるターゲット文字が“N”か“K”かをできるだけ速く、できるだけ正確に判断することであった。さらに、画面中心付近に呈

示される文字は無視するように強く求められた。48試行からなるブロックを11回実施し、最初のブロックを練習試行としたので本試行は合計480試行。

## 結果と考察

反応時間を使って文字列の組み合わせ×呈示布置×適合性の3要因の交互作用が認められた。この結果は、Lh条件では視野内条件においてより適合性効果量が大きく、HI条件では視野内条件に比べ視野間条件のより適合性効果量が大きいことの反映であった（図3）。

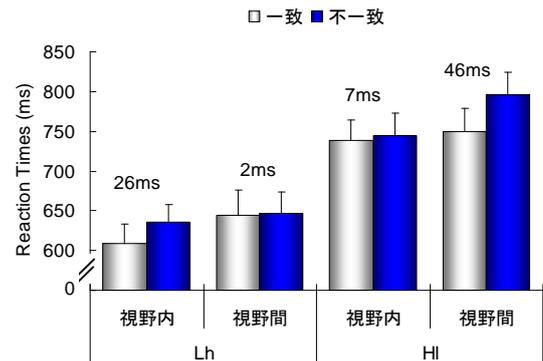


図3. 条件ごとの平均反応時間（バーは標準誤差）

本研究の結果はLh条件の視野内条件およびHI条件の視野間条件においてのみ適合性効果が生じたことを示した。つまり、ディストラクターがターゲットと同側半球に投入されるか否かにかかわらず、ディストラクターが知覚的負荷の低い半球に投入される条件においてのみ適合性効果が生じることが明らかとなった。本研究の結果は、文字列2条件の全体的な知覚的負荷が同一であるため、負荷理論では説明が難しく、各半球に独立した処理資源を想定することによって解釈可能であった。また吉崎・西村（印刷中）の解釈によっても今回の結果は説明できない。彼らの解釈からは、ターゲットが含まれない文字列の負荷が低いHI条件の視野間条件のみで適合性効果が大きいことが予想された。しかし、Lh条件の視野内条件においても適合性効果が認められたことから、ディストラクターは両半球のうち相対的に負荷の低い半球において処理されるとする本研究の作業仮説が支持された。

本研究は両半球に異なる知覚的負荷の文字列を投入し文字探索を要求した場合、ディストラクターは相対的に負荷の低い半球で処理されることを示唆した。

## 引用文献

- Lavie, N. (2005). Distracted and confused? Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 75-82.
- Weissman et al. (2000). An unbalanced distribution of inputs across the hemispheres facilitates interhemispheric interaction. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 6, 313-321.
- 吉崎一人・西村律子（印刷中: 本研究会で発表）知覚的負荷並びに両視野への分割呈示が選択的注意に及ぼす影響 心理学研究, 79.
- Yoshizaki, K. et al. (2007). A hemispheric division of labor aids mental rotation. *Neuropsychology*, 21, 326-335.

# 空間的注意の中心および周辺領域における色特徴の処理

大谷 智子  
永井 淳一  
横澤 一彦

東京大学大学院情報学環<sup>1</sup>  
聖心女子大学文学部  
東京大学大学院人文社会系研究科

本研究の目的は、人間の視覚における空間的注意と色特徴の処理の関係を検討することである。先行研究では、注意を向けた対象と注意を向けていない対象が共通の色特徴を持つ場合に、後者の検出の成績が上昇することが報告されている。この現象の説明としては、注意対象の特徴処理の活性化が注意を向けていない対象へと広がる可能性と、注意対象の特徴に対する反応処理のブライミングが関与している可能性の二つが指摘されている。本研究では、いずれの可能性が妥当であるかを検討した。実験参加者は、数字に注意を向けてその値と色を回答すると同時に、周辺に呈示された光点の色を回答する二重課題を行った。その結果、数字と光点の色が反対色である場合に、光点色の同定の成績が低下することが分かった。この結果は、注意対象の反対色に対する抑制処理が、色特徴を共有する非注意対象の処理に影響を及ぼす可能性を示唆するものである。

Keywords: spatial attention, color feature, opponent color.

## 問題・目的

本研究の目的は、視覚的注意を向けた対象の特徴が、その周辺領域に呈示された別の対象の特徴の検出に対していかに影響を及ぼすかを、色特徴に着目して実験的に検討することである。

近年、“注意対象と同じ特徴を持つ他の対象は、異なる特徴を持つ他の対象と比べて検出されやすい”という現象が報告されている (e.g., Most, Simons, Scholl, Jimenes, Clifford, & Chabris, 2001)。このような現象をめぐって、二つの異なる解釈がある。一つは、注意対象の特徴情報が活性化しているために同じ特徴を持つ他の対象の特徴の処理が促進される可能性であり、もう一つはその特徴への反応の構えができていないために生じる可能性である。そこで、本研究では、“注意対象と同じ特徴を持つ他の対象は、異なる特徴を持つ他の対象と比べて検出されやすい”という現象について、新たな実験パラダイムを導入して検討した。

## 方法

**実験参加者** 正常な両眼視力（矯正も含めて 0.8 以上）と正常な色覚を持つ、実験の目的を知らない大学生・大学院生・社会人 25 名（男性 13 名，女性 12 名）が実験に参加した。内、男性 1 名は副課題の成績がチャンスレベル以下であったため除外した。

**刺激** 灰色背景（輝度 23.11 cd/m<sup>2</sup>）の画面中央に、黒色の十字の固視点を常時呈示した。実験において主課題として用いた 3 桁の数字列は、固視点の左側もしくは右側の視角 2.30 度の位置に呈示した。数字の値は各桁ともに 1 から 9 までのいずれかをランダムに呈

示した。また、数字の色は赤（輝度 7.83 cd/m<sup>2</sup>）・緑（輝度 21.87 cd/m<sup>2</sup>）・青（輝度 7.93 cd/m<sup>2</sup>）・黄色（輝度 21.70 cd/m<sup>2</sup>）のいずれかをを用いた。同時に呈示される 3 桁の数字の色はそれぞれ異なるように設定し、2 桁目の数字の色は赤・緑・青のいずれかとし、黄色は呈示しなかった。光点は、固視点を中心とし半径が視角 3.45 度となる仮想円上の、4 箇所（固視点の垂直上方を 0 度としたとき、時計回りに 45 度，135 度，225 度，315 度）のいずれかの位置に呈示した。光点の色は赤・緑・青・黄色の 4 種類であり、その輝度は数字の場合と同じ値とした。マスク刺激は、Mack & Rock (1998) に基づいて作成した。

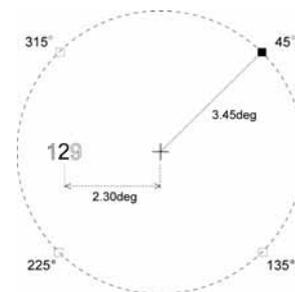


図 1. 刺激布置の一例。十字は固視点， は光点を示す。

**実験計画** 実験計画は、2桁目の数字と光点の色の異同（同じ・異なる）×数字列と光点の遠近関係（同側・反対側）×光点の呈示位置（上視野・下視野）の3要因の実験参加者内計画とした。光点色の同定課題の成績を主たる指標として用いた。このとき、数字の値と数字の色的一方または両方が誤答であった試行は、分析対象から除外した。

**課題・手続き** 課題は二重課題を用いた。主課題は、短時間呈示された3桁の数字の2桁目の値と色の同定であり、副課題は、数字列と同時に呈示された光点の色の同定であった。実験は、ディスプレイ画面中央から視距離57cmの位置にある顎固定台に、実験参加者の頭部を固定した状態で行った。1試行では、ディスプレイ中央に固視点が1500ms間呈示された後、数字列と光点が同時に200ms間呈示され、その後マスク刺激が900ms間呈示された。マスク刺激が呈示された後、実験参加者は、主課題である2桁目の数字の色をテンキーで回答し、数字の値と副課題の光点色を口頭で報告した。主課題と副課題の呈示位置は、実験参加者が予測できないようにランダムとした。また、副課題では、光点の色4種類を等しい確率で呈示した。

## 結果

各参加者の正同定率を角変換し、3要因分散分析( $2 \times 2 \times 2$ )を行った結果、2桁目の数字と光点の色の異なる主効果が認められ( $F(1,23) = 18.08, MSe = .74, p < .01$ )、両者が異なる色である場合よりも同じ色である場合の方が、光点色の正同定率が高かった。また、光点の呈示位置の主効果も有意であり( $F(1,23) = 17.08, MSe = .69, p < .01$ )、光点が上視野に呈示された場合の方が下視野の場合よりも高い成績となった。数字列と光点の遠近関係の主効果、および、各要因間の交互作用は有意ではなかった。

色の異同の主効果が認められたことから、2桁目の数字と光点の色が異なる場合について、反対色の条件とその他の色の条件とに分け、1要因の分散分析を行った。図2は、2桁目の数字と光点の色が同じである場合、反対色である場合、反対色ではない異なる色の場合について、光点色の正同定率を示したものである。

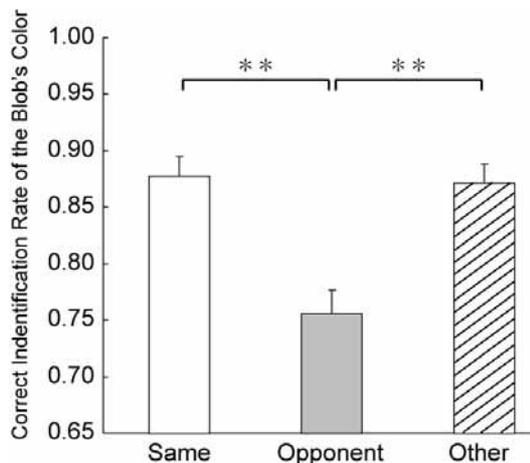


図2. 数字と光点の色の関係それぞれにおける光点色の正同定率の平均値である。左から順に、光点色が数字色と同じ場合、数字色の反対色の場合、反対色以外の異なる色の場合の値を示す。エラーバーは標準誤差、\*\*印は1%水準で有意であることを示す。

分散分析の結果、数字と光点の色の関係について有意な主効果が得られた( $F(2,46) = 25.59, MSe = .23, p < .01$ )。多重比較(Bonferroni)の結果、反対色条件と他の2条件との間にそれぞれ1%水準で有意な差がみられた(図2参照)。すなわち、反対色条件における光点色の正同定率が最も低く、同色条件と反対色ではない異なる色の条件との間には差が認められなかった。

## 考察

主課題の数字と副課題の光点が反対色の関係であった場合に、他の条件よりも光点色の正同定率が有意に低かった。このことから、視覚的注意が色の初期知覚処理と関連していると考えられた。すなわち、“注意対象と同じ特徴を持つ他の対象は、異なる特徴を持つ他の対象と比べて検出されやすい”という現象は、特徴の並列処理段階で生起しているといえる。また、同色条件と、反対色ではない他色の条件との間に有意な差がみられなかった。このことから、注意対象の色特徴情報の活性化によって、その周辺にある同じ特徴を持つ他の対象が検出されやすくなるのではなく、むしろ、注意対象の色特徴の反対色に対する抑制処理が関与している可能性が示唆された。これを誘導探索モデル(Wolfe, 1994)や顕著性マップモデル(Itti & Koch, 2000)に照らし合わせると、注意対象の反対色の特徴の活性化もしくは顕著性の値が抑えられたために、同定率が低下したと考えられる。

また、特徴マップの活性化の影響については、光点と数字を離して呈示した本実験の結果から、視覚的注意が向けられた対象の色属性に関する特徴マップの活性化の影響が、視覚的注意が向けられた対象の周辺領域にまで及んでいることを示している。

## 脚注

<sup>1</sup>文部科学省科学技術振興調整費 東京大学大学院情報学環 コンテンツ創造科学産学連携教育プログラム

## 引用文献

- Itti, L., & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*, **40**, 1489-1506.
- Mack, A., & Rock, I. (1998). *Inattentional Blindness*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Most, S. B., Simons, D. J., Scholl, B. J., Jimenez, R., Clifford, E., & Chabris, C. F. (2001). How not to be seen: The contribution of similarity and selective ignoring to sustained inattention blindness. *Psychological Science*, **12**, 9-17.
- Wolfe, J. M. (1994). Guided Search 2.0: A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, **1**, 202-238.

# 関心の強さが選好決定中の眼球運動に与える影響<sup>1</sup>

高橋 康介

JST ERATO 下條潜在脳機能プロジェクト

東京大学先端科学技術研究センター

渡邊 克巳

JST ERATO 下條潜在脳機能プロジェクト

産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門

好きなものを選ぶ際に、対象への関心の強さは選好決定過程にどのような影響を与えるのだろうか。本研究では2つの画像の中から好きな方を選択する課題を行った。女性の方が男性よりも強い関心を持つ刺激を用いて選好課題中の眼球運動の性差を検討した結果、選好反応に伴う視線バイアスが生じ、効果量や潜時に性差は見られなかった。一方、画像呈示直後から約0.8秒までの期間において、最終的に選択される刺激に対する視線バイアスが女性のみで生じ、関心の強さに基づく選好決定過程の差が示唆された。

Keywords: eye movements, gaze cascading effect, preference, gender difference.

## 問題・目的

人は様々な場面で複数の選択肢を前に好きなものを選んで行動を選択する。選好決定過程を解明は人の行動を理解する上で不可欠である。Shimojoら(2003)は選好と眼球運動の密接な関連、つまり視線バイアスが選好を反映し、同時に選好に影響を与えることを示した。しかし人の複雑な選好決定過程を一元的に理解するのは容易ではない。選好選択の重要性、選好対象との社会的関係性や関心の強さにより異なる選択決定過程が用いられるのならば、眼球運動に質的な違いが生じると考えられる。そこで本研究では選好行動の多様性を潜在的な行動指標で捉えることを目的とした。男女間で関心の強さが異なる刺激を用いて選好選択課題を行い、眼球運動を測ることで、選択対象への関心の強さに起因する選好決定過程の差を検討した。

## 方法

実験1,2でそれぞれ男女12名<sup>2</sup>の異なる被験者が実験に参加した。視覚刺激は21" CRTディスプレイ(100Hz)に視距離約50cmで呈示した。視覚刺激として男性よりも女性の方が関心が強いと考えられる68種類の写真画像(視角18x26度)を用いた。課題中はEyelink II(SR Research)により眼球運動を250Hzで記録した。被験者が画面中央の固視点を固視してスペースキーを押すと試行が始まり、1秒後に2種類の画像が左右(偏心度15度)に呈示された。被験者は左右の画像を自由に見比べ、より好きな方(実験1)またはより嫌いな方(実験2)を選択し、左右の矢印キーで反応した。選択に用いる手掛かりや特徴、選択にかける時間等に制約は設けず、好きなだけ時間をかけて自由に選択するように教示した。2試行の練習試行の後に34試行の本試行を行った。

## 結果

反応時間、固視時間、サッカードの距離と頻度(図1)について課題と性別の2要因分散分析を行った結果、サッカードの距離( $F(1,44) = 9.70, p = 0.003$ )と頻度

( $F(1,44) = 9.45, p = 0.004$ )において性別の主効果が有意となり、女性は男性に比べてサッカードが高頻度で生じ、その距離は短いことが示された。

図2は最終的に選択された画像を見ていた確率を反応時(A, C)および刺激呈示時(B, D)でタイムロックして全試行を平均したものである。反応直前では実験1,2ともに選択に先行する視線バイアスが認められ、時定数は実験間でほぼ同じであった(図2A, C)。効果量は選好課題の方が大きく、Shimojoら(2003)における選好・非選好選択時の視線バイアスの違いを再現する結果となった。

視線バイアスの性差として顕著なものは以下の通りであった。(1)選好課題において反応の約3-2秒前に選好刺激に対する先行的な注視が女性でのみ生じた(図2A)。(2)選好課題において画像呈示直後に最終的に選択される刺激に対する視線バイアスが女性のみで生じた(図2B)。この選択初期の視線バイアスは、反応時間分布(図1下段)には顕著な性差がなかったことから、素早く反応した試行における(1)の選択反応に伴う視線バイアスを反映したのではなく、自動的かつ潜在的処理を反映したものであると考えられる。(3)両課題で画像呈示後1-2秒程度の期間で不規則な性差が生じていた(図2B, D)。

## 考察・結論

男女間で関心の強さが異なる刺激に対する選好中、眼球運動に幾つかの時間特性で性差が生じた。ここでは特に上述(2)の選択初期における女性特有の選好注視(図2B)について考察する。第一に選択初期の視線バイアスの機能的意義であるが、刺激入力直後に注視を伴う潜在的選択が既に行われており、その後の選択過程では潜在的選択に対する理由付けがなされるというポストディクティブなスキーム、また刺激の顕著性等が初期の注視を惹起し、その結果より選好されやすくなるというプレディクティブなスキームが考えられる。これらは相互排他的ではなく、相補的に選好を形成するのだろうが(Shimojoら, 2003)、本研究では選好課題

でのみ初期の視線バイアスが生じたことから潜在的選択がより強く影響していたと考えられる。

第二の問題として初期過程の選好注視が女性のみで生じた。本研究では定量的な評価は行っていないが一般的に女性にとってより関心の強い刺激を用いた。従って、現段階では推測ではあるが、強い関心により事前知識として形成された選好のプロトタイプが初期段階での潜在的選択を促進して視線バイアスを生成したとすれば、選択初期の視線バイアスは選好決定過程の質的多様性を反映したものと考えられる。しかし関心の強さとは無関係の女性特有の眼球運動特性の可能性も排除できないため、本研究の結果を出発点として、男性にとってより関心の強い刺激を用いることや、個人内で関心の強さと初期視線バイアスの相関を測ることで、本研究での性差の原因、更には選択対象への関心や社会的関係などによる選好決定過程の多様性を明確にすることが必要である。

## 引用文献

Shimojo, S., Simion, C., Shimojo, E., & Scheier, C. 2003  
Gaze bias both reflects and influences preference.  
*Nature Neuroscience*, 6, 1317-22.

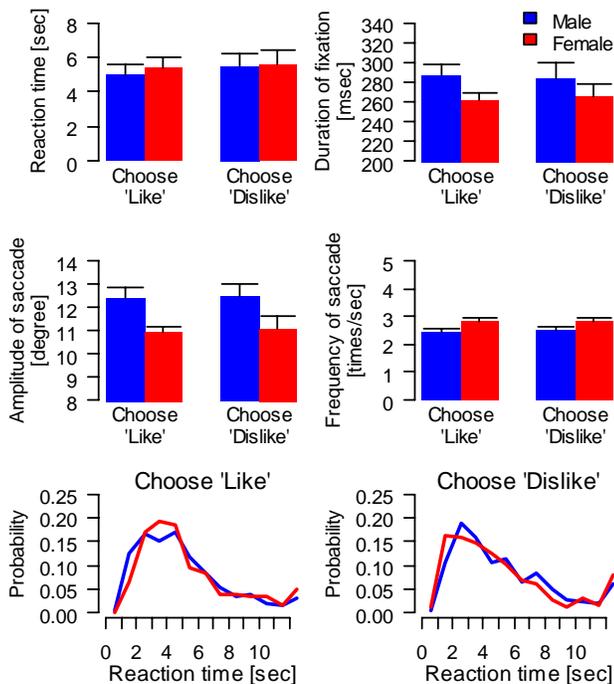
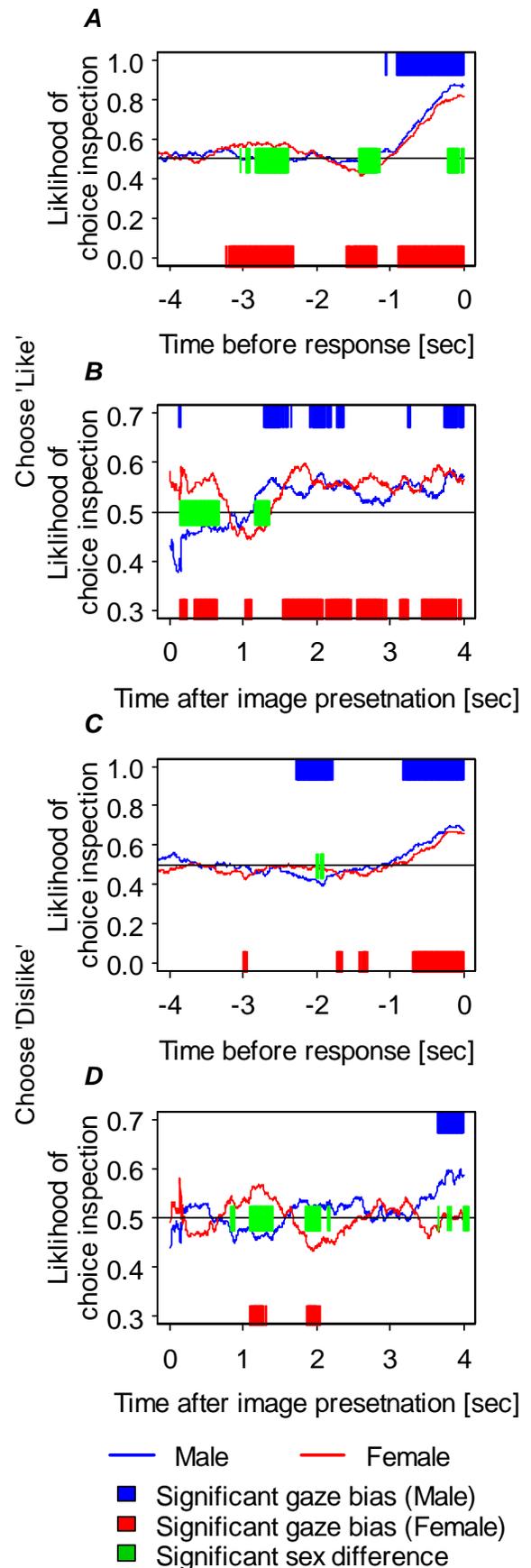


Figure 1 (Upper). Reaction time, summary of eye movements and probability density of reaction time.

Figure 2 (Right). Gaze bias toward preferred stimuli. Samples of eye movements were time-locked at the observers' response (1st and 3rd row), or image presentation (2nd or 4th row). Solid lines represent the likelihood of inspection of the chosen pictures. Filled area represents significant gaze bias and sex difference ( $\alpha=0.05$ ). See figure legends.



<sup>1</sup> 本研究は日本科学技術振興機構ERATO下條潜在脳機能プロジェクトの補助を受けて行われた。

<sup>2</sup> 平均年齢は実験1の男性が22.9歳、女性が21.2歳、実験2の男性が20.5歳、女性が22.0歳であった。

# 視覚的潜在学習は視覚刺激の印象評定に影響する

小川 洋和

東京大学先端科学技術研究センター認知科学分野

日本学術振興会

東京大学先端科学技術研究センター認知科学分野

科学技術振興機構 ERATO 下條潜在脳機能プロジェクト

産業技術総合研究所



渡邊 克巳

視覚刺激を繰り返し呈示することによって、報酬・強化がない場合でも、その刺激に対する好感度・先行性が増大する現象は、単純接触効果として知られている。本実験では、視覚的注意のコントロールに関わる潜在学習課題である文脈手がかり課題を用いて、潜在学習の生起が視覚刺激の印象評定に影響するかどうかを検討した。被験者は、文脈手がかり課題において不変の刺激布置をもつ視覚探索画面を反復呈示されたのちに、それらに対する印象評定を行った。その際、3種類の刺激画面が設定された。すなわち、刺激布置が一定かつ刺激布置からターゲットの位置が予測できる予測可能ディスプレイ、刺激布置は一定であるがターゲット位置が予測できない予測不可ディスプレイ、刺激布置が毎回ランダムに変化するランダムディスプレイであった。その結果、印象評定課題における評定値は、予測可能ディスプレイにおいて、他のディスプレイタイプよりも有意に高かった。また反復レイアウトの再認課題を行ったところ、被験者はレイアウトを顕在的に弁別することはできなかった。これらの結果は、潜在的に学習された視覚刺激の予測性が、その刺激に対する印象評定に影響することを示唆している。

Keywords: Preferential decision, implicit learning, visual attention, mere exposure effect.

## 問題・目的

視覚刺激を繰り返し呈示することによって、報酬・強化がない場合でも、その刺激に対する好感度・先行性が増大する現象は、単純接触効果として知られている (mere exposure effect; Zajonc, 1968)。いくつかの先行研究で、単純接触効果の生起には、過去の反復接触で獲得された処理流暢性 (processing fluency) が重要な役割を果たしていることが示唆されている (e.g., Willems & Van der Linden, 2006)。

本研究では、視覚的注意の制御に関わる潜在学習である文脈手がかり法 (contextual cuing paradigm; Chun & Jiang, 1998) を用いて、視覚的注意の効率性を潜在的にあげることによって、視覚刺激に対する選好性・好感度にどのように影響するかを検討した。

## 方法

### 被験者

被験者は20歳～28歳の男女23名であった。すべての被験者は、実験に支障のない視力・聴力を持っていた (矯正を含む)。

### 刺激

探索画面は、12個の正方形から構成されていた。それぞれの正方形の四辺のいずれかには小さな切れ目が入っていた。ターゲットは、左右いずれかに切れ目が入っている正方形で、ディストラクタは上下いずれかに切れ目が入っていた。

### 手続き

各試行では、注視点が750 ms呈示されたのちに、探索画面が呈示された。探索画面は、被験者が反応するか10 s経過するまで呈示されていた。被験者は32試行おきに休憩を取ることができた。

実験は、学習フェイズ (32試行×18ブロック)、テストフェイズ (48試行×2ブロック)、評価フェイズ (48試行×2ブロック)、再認フェイズ (48試行) から構成されていた。実験開始時に32種類の刺激レイアウトが作成され、半数が予測可能ディスプレイ条件に、残りが予測不可ディスプレイ条件に割り当てられた。予測可能ディスプレイ内では、実験を通してターゲットの位置およびすべての探索アイテムの位置が固定されていたが、予測不可ディスプレイでは、アイテム位置は変化しなかったが、どのアイテムがターゲットになるかはディスプレイが呈示されるごとにランダムに変化した。

学習セッションでの被験者の課題は、レイアウトの中からターゲットを見つけ、ターゲットの切れ目が左右どちらであるかを、ボタンを押して答えることであった。被験者は、ボタン押しをスピードと正確さの両方を重視して行うように強調された。学習レイアウトでは、各ブロックにおいてすべての予測可能ディスプレイと予測不可ディスプレイが各一回ランダムな順序で出現した。

学習セッションが終了後、被験者には知らされず、直ちにテストセッションが開始された。テストフェイズでは、被験者は学習フェイズと同様に探索課題を行った。このセッションでは予測可能・予測不可ディスプレイに加えて、毎回新しく生成されるランダムディスプレイが呈示された。

テストセッションが終了後、被験者は評価フェイズに関する教示を受けた。評価フェイズでは、予測可能ディスプレイ・不可ディスプレイ・ランダムディスプレイのいずれかがランダムに2000ms呈示されたのち、5段階のスケール（1:非常に悪い～5:非常に良い）が画面中央に表示された。被験者の課題は、呈示されたディスプレイを5段階のうちいずれに当てはまるかを回答することであった。判断基準は被験者にゆだねられたが、例として「まとまり」「散らばり」「バランス」「形」などがあげられた。

評価セッションが終了後、実験者は被験者に対して、実験中にレイアウトの繰り返しがあったことに気づいたかどうかを質問した。その後、再認課題の教示が与えられ、再認セッションが行われた。被験者の課題は、呈示されたレイアウトがこれまで反復して呈示されていたかどうかを答えることであった。被験者の判断に十分な時間を与えるために制限時間は設定されなかった。わからない場合は直感で答えてよいと教示された。

## 結果

### 学習セッション

学習セッション18ブロックのデータは、3ブロックずつの6エポックにまとめられた。反応時間はエポックが進むにつれて全体的に低下したが、その低下は予測可能ディスプレイにおいて、より顕著であった。ディスプレイ条件（2）×エポック（6）の分散分析の結果、エポックの主効果（ $F(5, 110) = 26.62, p < .0001$ ）および交互作用（ $F(5, 110) = 2.58, p < .05$ ）が有意であった。

### テストセッション

予測可能ディスプレイにおいて、他の2条件よりも反応時間が短縮されており、文脈手がかりによる探索処理の促進が生じていた。ディスプレイ条件（3）の分散分析を行ったところ、条件の主効果が認められた（ $F(2,44) = 5.19, p < .001$ ）。多重比較の結果、予測可能ディスプレイと予測不可ディスプレイ、予測可能ディスプレイとランダムディスプレイの間にそれぞれ有意な差が認められた（ $ps < .05$ ）。

### 評価フェイズ

Figure 1に、評価フェイズにおける平均評定値を示す。予測可能ディスプレイにおいて、他の2条件よりも反応時間が短縮されており、文脈手がかりによる探索処理の促進が生じていることがわかる。ディスプレイ条件（3）の分散分析を行ったところ、条件の主効果が認められた（ $F(2,44) = 6.66, p < .001$ ）。多重比較の結果、予測可能ディスプレイと予測不可ディスプレイ、予測可能ディスプレイとランダムディスプレイの間にそれぞれ有意な差が認められた（ $ps < .05$ ）。

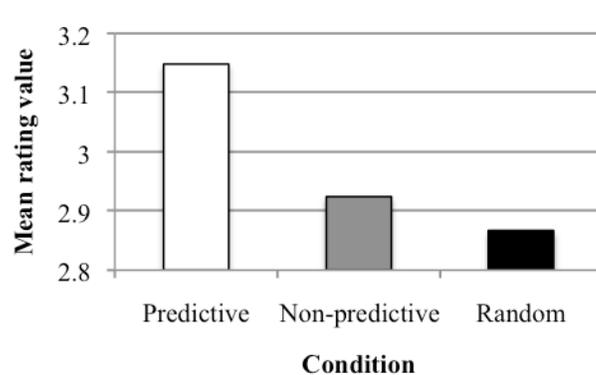


Figure 1. Mean rating value in the evaluation task.

### 再認フェイズ

実験後の質問に対して、いくつかのレイアウトが繰り返されていたことに7名の被験者がなんらかの形で気づいたと報告したが、それを意図的に覚えようとしたと報告した被験者はいなかった。再認課題の正答率は、予測可能レイアウトで59.0%、予測不可レイアウトで54.0%、newレイアウトで58.7%であった。正答率に関して、レイアウト種類（3）の一要因分散分析を行ったところ、レイアウト種類の主効果は認められなかった（ $F(2,44) = 1.17, p = .32$ ）。

## 結論

テストフェイズの結果、反復呈示されたレイアウトは、レイアウトからターゲット位置を予測できる場合のみ、探索処理を促進することが示された。また、再認課題の結果、この促進効果は観察者の意識を伴わない潜在的な学習によるものが示された。さらに重要なことに、評価フェイズにおける印象評定課題における評定値は、予測可能ディスプレイにおいて、他のディスプレイタイプよりも高かった。同じ回数反復呈示されていた予測不可ディスプレイの評定値はランダムディスプレイと差がなかったことから、予測可能ディスプレイにおいて文脈手がかり効果が生じたことによって、ディスプレイに対する選好が増大したことが示唆された。

## 引用文献

- Chun, M. M., and Jiang, Y. (1998). Contextual cueing: Implicit learning and memory of visual context guides spatial attention. *Cognitive Psychology*, 6, 28–71.
- Willems, S., & Van der Linden, M. (2006). Mere exposure effect: A consequence of direct and indirect fluency-preference links. *Consciousness and Cognition*, 15, 323–341.
- Zajonc, R. B. (1968). Attitudinal effects of mere exposure. *Journal of Personality and Social Psychology, Monograph Supplement*, 9, 1–27.

# 左右反転視野でのリーチングに果たす手の見えの役割

平野 奈実  
積山 薫

熊本大学文学部  
熊本大学文学部

People can reach out their own hands to the object quickly and accurately without seeing the hands. In novel visuomotor arrangements such as reversed visual field by prism spectacles, visually guided reaching becomes difficult because of the discrepancy between apparent and spatial positions. In the above situation, the trajectories would be modified by trial and error. Here we examined the role of the visual information about reaching hand in the left-right reversed visual field by manipulating the view of the hand. Participants were asked to reach out their right hand to the visual target. Reaction time, movement time and error distance were measured during the trials. Whereas the view of the hand played only a small role in the normal visual field, the effect of the visual hand was prominent in the reversed visual field in such a way that reaching with the visible hand was much slower and more accurate than without it. These results suggest that people utilize visual information about their hand to correct the trajectories of reaching by trial and error in the reversed visual field.

Keywords: visuo-motor coordination, view of the hand.

## 問題・目的

われわれは、手を見なくても素早く正確にリーチングを行うことができる。このように途中の感覚フィードバック情報を用いずに行う運動は、弾道運動と呼ばれる。一方、左右反転視野の下では、ターゲットの見かけの位置と実際の位置との間に矛盾が生じる(Figure 1)。すなわち、左右反転めがねを着用した状態でFigure 1aのターゲットにリーチングする時、ターゲットの見かけの位置はFigure 1bになる。ゆえに、視野を左右反転させると、見えと実際の位置との間に矛盾が生じ、正確なリーチングが困難になる。Kawato et al.(1987)は、ターゲットの視覚情報と手の体性感覚情報から軌道を計算し滑らかな弾道運動を行うための内的表象を想定した。彼らはこれを“内部モデル”と呼んでいる。反転視野では、通常用いられている内部モデルが有用でないため、手の動きを観察しながら軌道を修正する必要があるだろう。本研究では左右反転視野でのリーチングにおいて、運動中の手の見えの有無をシャッターゴーグルで操作し、その役割を検討した。



Figure 1. An example of the actual (a) and perceptual (b) target positions when the visual field is reversed by prism spectacles.

## 方法

**実験参加者** 熊本大学の学生28名 ( $M = 20.6$ 歳,  $SD = 2.33$ )が実験に参加した。すべての参加者は、正常な視力を有し、エディンバラ利き手テスト(Oldfield,1971)に

より右利きと判定された(側性係数 $M=0.97$ )。

**装置** Windows2000をOSとするPC、デジタル出入力ポートおよびMicrosoft Visual Basic 6で作成したプログラムにより制御し、反応を記録した。刺激はタッチモニタに呈示された。観察距離は約50cmとし、顎台で参加者の頭部を固定した。また、通常視条件では液晶シャッターゴーグルを、反転視条件では左右反転めがねと液晶シャッターゴーグルを用いた。

**刺激** ターゲットは直径 $0.34^\circ$ の白円、凝視点は直径 $0.23^\circ$ の赤円とした。背景は黒色であった。

**手続き** 試行はキー押しによって開始され、参加者はターゲットが呈示されるまでキーを押し続け、ターゲット呈示後、できるだけ正確に速くリーチングしよう教示された。実験は4セッションから成り、被験者にはセッションごとに異なる観察条件下で課題を行うよう求めた。各セッションは24試行から成った。第1の条件は通常視・フィードバックあり条件(NF条件)であった。NF条件では、試行の開始から終了まで常に液晶シャッターが開き、課題中の手先の位置に関する視覚情報が与えられ続けた。第2の条件は通常視・フィードバックなし条件(NN条件)であった。NN条件では、刺激が呈示されリーチングが始まると、リーチング中の視覚情報が奪われた。ただし、試行の終了とともに到達位置とターゲット位置との誤差情報が与えられた。第3の条件は反転視フィードバックあり条件(RF条件)であった。RF条件は左右反転めがねを用い、NF条件と同様に視覚情報を連続的に与える手続きをとった。第4の条件は反転視フィードバックなし条件(RN条件)であった。RN条件は、左右反転めがねを用い、NN条件と同様にリーチング開始と同時に視覚情報を奪う手続きとした。

## 結果

試行の開始からリーチングの開始までをRT, リーチングの開始から終了までをMT, ターゲット位置と到達位置との差を逸脱距離としてFigure 2からFigure 4に示した. RT, MT, 逸脱距離について分散分析を行ったところ, すべての測度に関して視野の主効果, 視覚フィードバックの主効果および交互作用が有意であった ( $p < .01$ ). 単純主効果の検定を行ったところ, RTはいずれの視野条件でも手が見えない時の方が長くなること示された. 一方, MTは, 通常視野では手が見えない時の方が, 反転視野では逆に手が見える時の方が長くなること示された. さらに逸脱距離は, 通常視野では手の見えの有無による差はわずかであったが, 反転視野では手の見えない時の方が見える時に比べ, 逸脱距離が顕著に大きくなること示された.

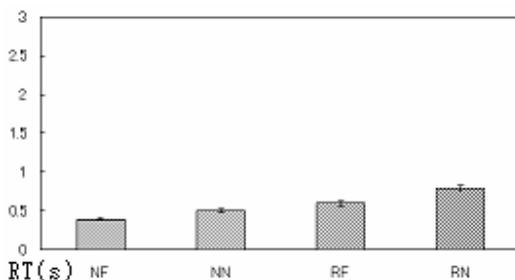


Figure 2. Mean reaction time of all participants in each condition.

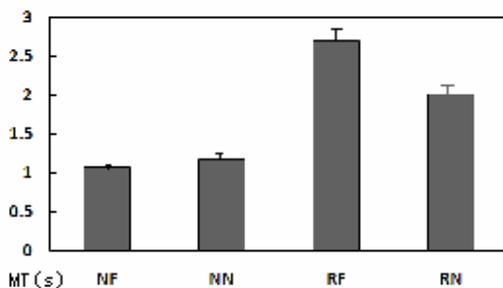


Figure 3. Mean movement time of all participants in each condition.

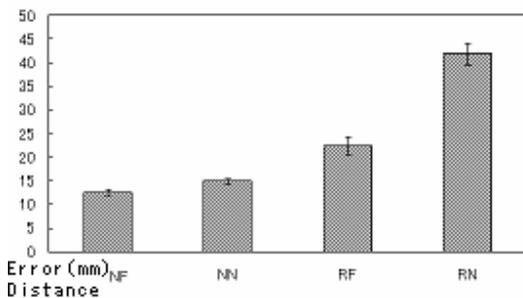


Figure 4. Mean error distance of all participants in each condition.

## 考察

MTおよび逸脱距離の分析結果から, 通常視野では, 手が見えているとリーチングがより素早く正確になる傾

向がみられたが, 反転視野では運動中に手が見えていると, 見えない時に比べてリーチングの正確さは増すが, 課題の遂行に必要な時間は長くなる傾向がみられた. RF条件のときにMTが大きくなった原因は, 視覚情報と運動系の情報との対応づけがない状況下において被験者が課題をできるだけ逸脱距離が小さくなるように行おうと試行錯誤したためであると考えられる. 逆にRN条件では, フィードバックが奪われている間, 視野が左右反転していると知識のレベルではわかっているにもかかわらず, リーチング中は誤差を知らされる術がなかった. そして誤差の程度が確認できるのは, 到達した瞬間だけであった. ゆえに, 正確に課題を行うことよりも, 素早く行うことの方に重きが置かれたのであろう. このことから, 特に反転視野において, リーチング中の手の見えは, 軌道の修正に用いられていることが示唆された.

リーチング課題を用いた反転視野への順応実験において, 行動データとしては主に課題の遂行時間や逸脱距離, 軌道が検討されてきた(e.g. Sugita, 1996; Sekiyama et al., 2000). 運動中の手の見えの効果の検討を加えることによって, 新たな内部モデルが獲得される過程をより客観的に分析することが可能になると考えられる. また, 内部モデルの座やそこに保持される情報について小脳や頭頂連合野などで生理学的な検討も行われており(Imamizu et al., 2000; 村田, 2004), 研究成果を運動スキルの向上や医療リハビリテーションへ応用することが期待されている.

## 謝辞

本研究の実施にあたり, 科学研究費補助金(19330160, 研究代表者 齋藤洋典)の補助を受けた.

## 引用文献

- Imamizu, H., Miyauchi, S., Tamada, T., Sasaki, Y., Takino, R., Pütz, B., Yoshioka, T., & Kawato, M. (2000). Human cerebellar activity reflecting an acquired internal model of a new tool. *Nature*, 403, 192-195.
- Kawato, M., Furukawa, K., & Suzuki, R. 1987 A hierarchical neural-network model for control and learning of voluntary movement. *Biological Cybernetics*, 57, 169-185.
- 村田哲(2004). 手操作運動のための脳内表現. *Vision*, 16, 141-147.
- Sekiyama, K., Miyauchi, S., Imaruoka, T., Egusa, H., & Tashiro, T. (2000). Body image as a visuomotor transformation device revealed in adaptation to reversed vision. *Nature*, 407, 374-377.
- Sugita, Y. (1996). Global plasticity in adult visual cortex following reversal of visual input. *Nature*, 380, 523-526.

# 垂直方向における注意の空間特性に行為が及ぼす影響

内藤 宏

大阪大学大学院人間科学研究科  
日本学術振興会

三浦 利章

大阪大学大学院人間科学研究科

木村 貴彦

大阪大学大学院人間科学研究科

We examined whether action affects the allocation of visual attention across the vertical visual field in visual search tasks. In two experiments, participants performed a conjunction search task. Stimuli were presented on a touch screen monitor. They reported the target locations either with a mouse cursor (Mouse task) or by touching the locations directly on the monitor (Pointing task). In Experiment 1, our results showed that the advantage of the upper visual field (UVF) over the lower visual field (LVF) was smaller in the Pointing task than in the Detection task. In Experiment 2, we examined how the start position in the pointing movements affects the allocation of attention. Our results showed that regardless of the start position, the advantage of the UVF tended to be smaller in the Pointing task than in the Detection task. These results indicated that action would change the pattern of allocation of visual attention across the vertical visual field.

Keywords: visual attention, action, vertical visual field.

## 問題・目的

視覚的注意の配分に関し、垂直方向における非対称性が示されてきた。Previc (1998)は課題が遂行される空間や課題において主となる運動系の違いがその非対称性に影響すると提案した。例えば眼球運動が許された視覚探索課題では上半視野でパフォーマンスがよく (Previc, 1996), ポインティング動作など上肢の運動が主となる課題では下半視野での情報処理効率がよいこと (Danckert & Goodale, 2001)が示されている。では二つの運動系が主となるような課題では、視覚的注意はどのような特性であろうか?本研究では視覚探索課題のパフォーマンスに行為が及ぼす影響を検討した。

## 実験1

### 方法

**実験参加者** 正常な視力を有する右利きの成人8名 (24.1±2.6歳)であった。

**装置・刺激** 刺激の呈示および反応の取得には19型タッチパネル液晶モニタ(NANA0, FlexScan 760T-C)を用いた。ディスプレイの背景は黒であった。固視点は白色の「+」で視野中央に呈示された。探索刺激は赤色の大きな正方形, 小さな正方形, それらを45°回転したもので構成され, 固視点を中心とした4象限に, 3つの偏心度で呈示された。全試行ターゲットが存在し, ディストラクタは35個であった。

**手続き** 各参加者はポインティング課題とマウス課題を行った。課題を行う順序は参加者間でカウンタバランスがとられた。

**ポインティング課題** 視野中央に固視点が呈示された。参加者は固視完了後, 左手の人差し指で“b”のキーを, 右手の人差し指で“n”のキーを押下し, 維持した。直後に400ms間高低(3000Hz / 400Hz)どちらかの音

刺激が呈示された。半分の参加者は高音が呈示された場合は左手で, 低音が呈示された場合は右手で反応するよう教示された。残りの参加者は逆の組み合わせであった。音刺激呈示後ターゲット刺激のサンプルが200ms間呈示され, 次いで探索場面が呈示された。探索場面は反応が開始されるか3秒経過するまで呈示された。ターゲット検出後, 要求された方の指をキーから離し, ターゲットが呈示された位置をモニタにタッチすることで報告した。144試行を2ブロック行った。**マウス課題** キー反応はブロック内では同一の手で行われ, もう一方の手でマウスを操作した。音刺激は毎試行1070Hzの音のみが呈示された。手と反応の組み合わせを換え, 144試行を2ブロック行った。

**実験計画** **独立変数** 課題(ポインティング課題, マウス課題), **垂直領域**(上半視野, 下半視野), **偏心度**(約3.1度, 5.2度, 7.9度)であった。**従属変数** 探索場面呈示からキー反応が行われるまでの探索時間であった。

## 結果・考察

課題, 偏心度ごとの各垂直領域条件の平均探索時間をFigure 1に示す。探索時間に関して2(課題)×2(垂直領域)×3(偏心度)の3要因分散分析を行った。垂直領域 [ $F(1,7)=7.96, p < .05$ ], 偏心度 [ $F(2,14)=56.39, p < .0001$ ]の主効果, 垂直領域×偏心度 [ $F(2,14)=23.55, p < .0001$ ], 課題×垂直領域×偏心度 [ $F(2,14)=19.96, p < .0001$ ]の交互作用が有意であった。2次の交互作用に関して課題と偏心度条件の各組み合わせにおける垂直領域要因の単純主効果の検定, 多重比較(TukeyのHSD)を行った。結果, ポインティング課題では全ての偏心度条件で垂直領域間に有意な差は見られなかった。マウス課題では偏心度内, 中条件で, 探索時間は上半視野において下半視野におけるよりも有意に短かった。

マウス課題では偏心度が小さい場合に上半視野で探索時間が短いことが示され, Previc (1996)の結果と一致した。一方でポインティング課題では垂直領域間の差は有意ではなかった。このことは, ポインティング

動作を行う場合に視覚的注意配分の上半視野へのバイアスが小さくなったことを示唆する。

ポインティング課題の結果に関しては、スタート位置が常に視野下側にあったことの影響が考えられる。運動開始位置に近い領域に注意が多く配分されている (Tipper et al., 1992) という可能性である。

また、ポインティング課題では毎試行手の選択が要求された。このことが全体的な課題要件を高め、注意配分の偏りをもたらさなかった可能性があった。

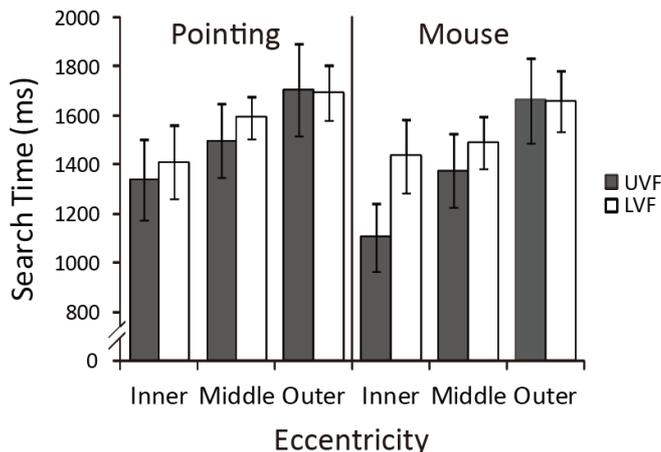


Figure 1. Mean search time as a function of Task, Eccentricity, and Vertical visual field in Exp. 1. Error bars indicate SDs.

## 実験2

実験2では垂直方向における視覚的注意の空間特性に対するポインティング動作の運動開始位置の効果を検討した。

### 方法

**実験参加者** 正常な視力を有する右利きの成人12名 (23.3±2.8歳)であった。実験1には参加していない。

**刺激・装置** ポインティング動作の運動開始位置が探索場面の上下2か所に設定された。その他は実験1と同様であった。

**手続き** 各参加者、ポインティング課題上スタート、下スタート、マウス課題を144試行ずつ行った。ポインティング課題の反応は全て右手で行われ、マウス課題はキー反応を右手で、マウス操作を左手で行った。

### 結果・考察

課題ごとの各垂直領域条件における平均探索時間を Figure 2に示す。探索時間に関して3(課題)×2(垂直領域)×3(偏心度)の3要因分散分析を行った。垂直領域 [ $F(1,11)=10.86, p < .01$ ], 偏心度 [ $F(2,22)=174.03, p < .0001$ ]の主効果, 垂直領域×偏心度 [ $F(2,22)=3.44, p = .05$ ]の交互作用が有意であった。課題×垂直領域の交互作用の傾向が見られた [ $F(2,22)=2.80, p < .10$ ]。課題×垂直領域の交互作用の傾向について、各課題における垂直領域条件の多重比較を行った。どの課題も上半視野で探索時間が短いことが示されたが、ポインテ

ィング課題の両スタート条件における垂直領域間の差はマウス課題に比べて小さい傾向となった。また、ポインティング課題の運動開始位置の効果は、垂直方向における注意配分に関しては顕著ではなかった。

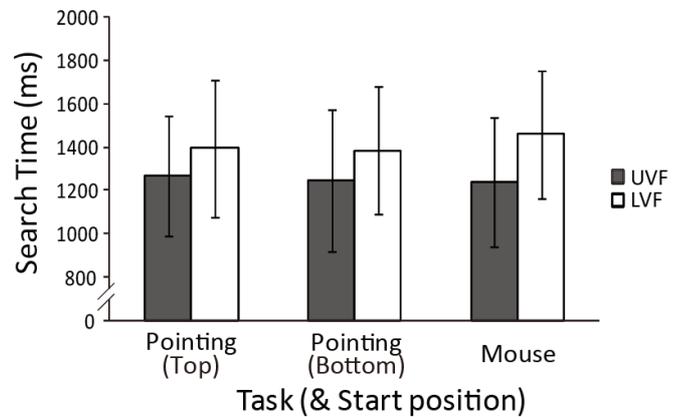


Figure 2. Mean search time as a function of Task and Vertical visual field in Exp. 2. Error bars indicate SDs.

## 総合論議

実験1, 2より、従来示されていた視覚探索事態における注意配分の上半視野へのバイアスが、ポインティング動作を行うことで小さくなることが示唆された。Previc (1998)は、行為を行う場合に見られる視覚的注意の下半視野へのバイアスの要因の一つに、上肢が目よりも下に位置すること、操作対象が一般的に下半視野に置かれていること、つまり、我々の行為の多くが下半視野でなされることを挙げている。本研究の結果はこのような生態学的妥当性に適ったものであると考えた。今後、刺激呈示や要求する動作を操作し、行為が視覚的注意に及ぼす影響をより詳細に検討することが必要であろう。

### 謝辞

本研究は科学研究費補助金基盤研究(B)(18330155, 代表者三浦利章)の助成を受けた。

### 引用文献

- Danckert, J. & Goodale, M. A. (2001). Superior performance for visually guided pointing in the lower visual field. *Experimental Brain Research*, 137, 303-308.
- Previc, F. H. (1996). Attentional and oculomotor influence on visual field anisotropies in visual search performance. *Visual Cognition*, 3, 277-301.
- Previc, F. H. (1998). The neuropsychology of 3-D space. *Psychological Bulletin*, 124: 123-164.
- Tipper, S. P., Lortie, C., & Baylis, G. C. (1992). Selective reaching: Evidence for action-centered attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 891-905.

# 行為と環境の変化をつなぐ知覚的処理の検討

光松 秀倫

名古屋大学大学院情報科学研究科

There are occasions when environmental changes are caused by human actions. The perception of environmental changes has been known to be affected by how the observer acted. The common coding framework suggests a common representational medium for actions and perceived events. The present study investigated whether effect of hand action on the perception of stream-bounce motion could be explained within the framework of the common coding approach. The results showed that horizontal mouse movement induced stream perception with visual attention distracted from moving objects, and that the knowledge of causality between hand action and object motion was crucial for the effect of hand action. These results suggested that the effect of hand action could be explained within the common coding framework.

Keywords: common coding framework, voluntary action, stream-bounce perception, knowledge of causality.

## 問題・目的

近年、行為と知覚の関係に関してCommon codingと呼ばれる理論が提唱されている(Prinz,1997; 2003)。この理論では、行為と知覚の表象が、高次の処理レベルでは共通であることを提唱している。行為は、筋運動とその結果として生じる事象の関係の知識に基づいて符号化されている。筋運動とその後に生起する事象の関係は、固定的ではない。新しい関係を繰り返し経験することによって、新しい関係を学習することもできる。

Common coding アプローチは、知覚と行為が、両者の類似性に基づいて、知覚が行為に、または、行為が知覚に影響することを予測する。後者の影響を示唆した実験例として、Wohlschlagel(2000)がある。この実験では、円周上に等間隔に配置した6つの小円盤からなる集合が、時計回り、或いは反時計回りに回転したように見える多義的な運動刺激を呈示した。視覚運動に先立って、左右方向または、上下方向の矢印が呈示され、被験者は、矢印を観察した後にキーを押すように教示された。その結果、キー押しが矢印に対応しているかどうか、または、実際にキーを押したかどうかにかかわらず、矢印が水平方向であれば時計回りの視覚運動が、また、矢印が垂直方向であれば反時計回りの視覚運動が知覚された。Wohlschlagel(2000)は、Common codingによる説明を試みているが、この現象をCommon codingの枠組みで捉えるに問題がある。なぜなら、矢印の呈示が、知覚的バイアスの生起の十分条件であったため、行為の符号化がバイアスの生起に必要な可能性があるからである。行為が全く関与しない実験条件下で、知覚的意図やトップダウンの注意だけで、知覚的バイアスが生起することが知られている(Suzuki & Peterson, 2000)。この問題を回避する対策の一つは、ディストラクター課題を導入することによって、多義的運動の処理からトップダウン処理の影響を除くことである。また、筋運動とその結果として生じる事象の関係は、繰り返し経験することによって学習が成立する。学習成立下では、結果の予測的表象が筋運動に付随する。Wohlschlagel(2000)が導入した視覚的回転運動とキー押しの関係は、被験者が日常

的に繰り返し経験したのか、或いは少数の練習試行で学習が成立していたかどうかは疑わしい。もし、行為と結果の関係の学習が、Wohlschlagel(2000)の知覚的バイアスに必要ななかったならば、報告されたバイアスは、common codingではなく知覚的意図を反映していた可能性が考えられる。

本研究では、stream-bounce刺激を提示し、観察者がコンピューターマウスを動かして、一方の物体をドラッグする状況を模擬する手法を導入した。手と、それと同方向に動く物体の因果関係は、マウスの日常的使用経験から、各被験者は、実験前に学習が成立していると考えられた。Common coding理論で、因果関係の知識が、行為の符号の基盤になっていると提唱している。もし本研究における手の動きの効果がCommon codingを反映しているならば、因果関係の知識の有無が、手の動きの効果に影響すると考えられた。

## 実験 1

実験 1 では、stream-bounce刺激の知覚に手の動きが影響するかどうかを検討した。

## 方法

刺激：2つの物体が互いに向かって水平に動く動画をコンピューターディスプレイに提示した(図1)。この刺激の運動方向は多義的であり、物体が互いを「通り抜けた」或いは、「跳ね返った」と知覚される。画面中央に、同心円の図形を提示し、これを注視図形とした。

マウス課題：被験者が、動画の再生中に、マウスを左方向に動かす条件と、下(手前)方向に動かす条件があり、マウスポインタは表示されなかった。被験者は、マウスを動かし続けることで動画を再生させ、途中でマウスの動きを停止しないように教示された。統制条件として、マウスを使用せずに動画を観察する条件が設定された。

知覚課題：動画終了後、物体の「通り抜け」と「跳ね返り」のどちらを知覚したかを報告した。

被験者：成人の健常者 12名

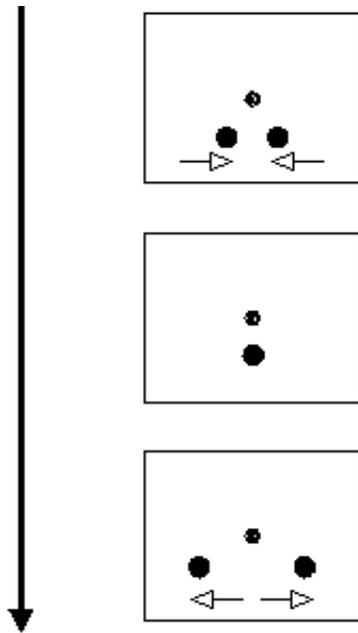


図 1. 刺激

## 結果と考察

マウスを左に運動させた条件の「跳ね返り」運動の知覚確率（38%）は、統制条件に（60%）比べて低下した。しかし、マウスを下方運動させた条件（53%）と統制条件に差は見られなかった。

実験結果から、マウスを一方向に水平運動させることによって、刺激の動きも一方向の水平運動、すなわち「通り抜け」運動が知覚されやすくなることが分かった。下方条件では、統制条件との差が見られなかったことから、行為と結果の対応関係の学習が成立していないことを示唆した

## 実験 2

実験 1 で報告された手の動きによる知覚的バイアスが、知覚的意図によるものかどうかを調べるためにディストラクター課題を導入した。

## 方法

刺激：実験 1 の動画に以下の変更を加えた。すなわち、2つの物体が重なった瞬間に、同心円の注視図形の上部、又は、下部のどちらかに僅かな空間的隙間を提示した。物体が再度離れると隙間は閉じられた。

マウス課題：実験 1 と同じ。

知覚課題：動画終了後、注視図形の隙間が上部にあったか下部にあったかを答えた（第 1 課題）。その後、物体が互いを通り抜けたか、或いは、跳ね返ったと知覚されたかを報告した（第 2 課題）。第 1 課題により、注意が、物体よりも注視図形に向けられる。

被験者：成人の健常者 12 名

## 結果と考察

マウスを左に運動させた条件の「跳ね返り」運動の知覚確率（40%）は、統制条件に（58%）比べて低下した。しかし、マウスを下方運動させた条件（52%）と統制条件に差は見られなかった。実験 2 では、ディストラクター課題があったにもかかわらず、実験 1 と同様の結果が得られたことから、「跳ね返り」運動の知覚確率の低下は、トップダウンの知覚的意図を反映したものではないことが示唆された。

## 実験 3

手の動きと刺激の動きの因果関係の知識が、知覚的バイアスの生起に必要かどうかを検討した。

## 方法

マウスと視覚運動の因果関係を解消した以外は、実験 1 と同じ。

被験者：成人の健常者 12 名

## 結果と考察

マウスを左に運動させた条件の「跳ね返り」運動の知覚確率と統制条件の間に有意差は認められなかった。この結果から、マウスと環境の変化という因果関係の知識は、手の動きの効果の生起に必要であることが示唆された。

## 結論

手の動きが多義的視覚運動の知覚に影響することが確認された（実験 1）。手の動きの効果は、知覚的意図やトップダウンの注意では説明できない（実験 2）。また、この効果は、行為と環境の変化に関する因果関係の知識に基づいていることが分かった（実験 3）。これらの結果から、本研究で取り上げた手の動きと多義的視覚運動の知覚のつながりは、common codingの理論と一致することが示唆された。

## 引用文献

- Suzuki, S., & Peterson, M. A. (2000). Multiplicative effects of intention on the perception of bistable apparent motion. *Psychological Science*, 11, 202-209.
- Prinz, W. (1997). Perception and action planning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9, 129-154.
- Prinz, W. (2003). Experimental approaches to action. In J. Roessler. & N. Eilan (Eds.), *Agency and self-awareness: Issues in philosophy and psychology* (pp. 165-187). New York: Oxford University Press.
- Wohlschlagel, A. (2000). Visual motion priming by invisible actions. *Vision Research*, 40, 925-930.

# 反応競合履歴による時間知覚への影響

西村 聡生

東京大学大学院人文社会系研究科

日本学術振興会

有賀 敦紀

東京大学大学院人文社会系研究科

日本学術振興会

小野 史典

順天堂大学

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

We investigated the effect of previous response events with spatial compatibility on later temporal perception. Each trial consisted of two tasks. Participants made a speeded right or left key press response based on color of a stimulus whose position was compatible/incompatible with the to-be-responded key position in a visual Simon task. After the response for the Simon task, the same stimulus reappeared in a time production task. The participants indicated the pre-defined stimulus duration with the key press. The elapsed time from the stimulus onset to the key press was significantly longer for the stimuli with incompatible response in a preceding Simon task than for the stimuli with compatible response. Subsequent experiments revealed that this difference could not be attributed to the spatial stimulus-response correspondence in the Simon task alone or in the time production task alone. Results indicate that the previous event with response conflict affects time perception when one encounters the same stimulus.

Keywords: response conflict, Simon effect, time perception, action and perception, stimulus-response compatibility.

## 問題・目的

我々が刺激の呈示時間を知覚する際、その刺激に対する先行経験が後の時間知覚を変調する。視覚刺激が再呈示されると、新奇刺激よりも知覚される時間は長くなる (Witherspoon & Allan, 1985)。また、直前に選択的無視をした視覚刺激が再呈示されると、知覚される時間は短くなる (Ono, Yamada, Chujo, & Kawahara, 2007)。これまでの研究では、刺激に対する知覚経験の履歴が時間知覚に影響を与えることが示されてきた。

本研究では、反応経験の履歴が時間知覚に与える影響を調べた。すなわち、直前に反応した刺激が再呈示されたとき、反応履歴という行為関連情報が時間知覚に与える影響について検討した。反応履歴を操作するために、反応競合課題としてサイモン課題 (Lu & Proctor, 1995) を用いた。サイモン課題では、被験者は左右に呈示される刺激の色に対して左右のキー押しで反応する (図1)。刺激と反応の位置が逆側の非適合条件では刺激の位置によって自動的に活性化された反応と色によって活性化された押すべき反応との間に競合が生じ、刺激と反応が同側の適合条件よりも反応が遅延する (サイモン効果)。この競合およびそれによる反応時間の違いという行為関連経験の時間知覚への影響とその特性について、3実験で検討した。

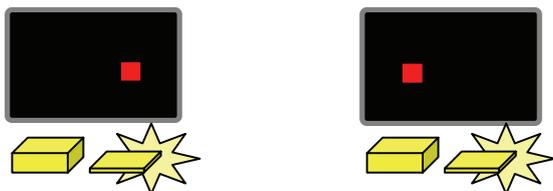


図1. サイモン課題の例。左が適合条件、右が非適合条件を示す。

## 実験1：刺激に関する反応競合履歴の影響

### 方法

**被験者** 正常な視力 (矯正を含む) および色覚を有すると報告した男女15名。

**刺激と手続き** 各試行はスペースバーを押すことで開始され、黒背景の画面中央に十字の注視点が白色で500ms呈示された後、画面の左右いずれかに赤または緑の正方形が100ms呈示された。被験者は刺激の色に基づき右手の人差し指と中指で、左矢印キーあるいは右矢印キーをできるだけ早く押した (RT課題)。その後、RT課題で呈示された標的刺激と (位置、色、形とも) 全く同一の刺激が呈示され、被験者は予め学習した時間 (2.5秒) が経過したと判断した時点でRT課題と同一のキーを押した (時間作成課題)。実験は120試行から構成された。

### 結果と考察

RT課題において非適合条件で適合条件よりも反応時間は17ms遅く、誤答率は1.4%高く、それぞれでサイモン効果がみられた [ $p < .05$ ]。また、作成時間でもRT課題における適合性の影響がみられ [ $p < .05$ ]、RT課題で反応競合が生じた非適合条件では適合条件よりも作成時間が36ms長かった (表1)。これらの結果は、以前に反応した刺激が再呈示されたとき、その刺激に対する以前の反応履歴が時間知覚に影響することを示している。続いて、実験2で時間作成課題での刺激と反応の間の空間的対応のみの影響について、実験3でRT課題の反応競合のみでの影響について検討する。

## 実験2：時間作成課題における適合性の影響

### 方法

15名が参加した。RT課題の刺激は常に画面中央に呈示され、時間作成課題の刺激は画面の左右いずれかにランダムに呈示された。以上の点を除き、実験1と同一であった。

### 結果と考察

RT課題において反応時間、誤答率ともに時間作成課題における適合性の有意な影響はみられなかった。また、適合性効果(5ms)は時間作成課題でも有意でなく、時間作成課題における刺激と反応の空間的適合性は時間知覚に影響しなかった(表1)。

## 実験3：RT課題における反応競合の影響

### 方法

15名が参加した。時間作成課題の刺激は常に画面中央に白色で呈示された。以上の点を除き、実験1と同一であった。

### 結果と考察

RT課題において41ms, 3.3%の有意なサイモン効果がみられ[ $p < .01$ ], RT課題において実際に反応競合が生じていたことが確認された。時間作成課題では、RT課題における適合性は作成時間に対する有意な効果を示さず(7ms), RT課題における反応競合それ自体は後続の時間知覚に影響しなかった(表1)。

## 総合考察

本研究では、同一の刺激が再呈示されたとき事前の反応履歴が時間知覚に影響を与えることを示した。実験1では、同一の刺激が呈示された場合には直前の反応競合が時間知覚に影響することを示した。この結果は時間作成課題における刺激と反応の間の空間的適合性によらないことを実験2で、直前に反応競合が生じていても異なる刺激が呈示された場合には時間知覚には影響がみられないことを実験3で示した。

同一刺激が再呈示された場合の時間知覚に影響する反応履歴の内容として、反応時間と反応競合が考えられる。各被験者のRT課題における反応時間と時間作成課題における作成時間の相関は比較的lowであった( $r = .14$ )。一方、RT課題における競合の大きさを表す指標と考えられるサイモン効果の大きさは、作成時間における適合性効果の大きさと比較的高い相関を示した( $r = .47, p = .074$ )。これは、同一刺激が再呈示された

ときその時間知覚に影響するのは事前の反応競合履歴であることを支持し、反応競合が後続の認知活動に影響するという知見(Botvinick, Braver, Barch, Carter, & Cohen, 2001)とも合致する。

ある刺激へ反応したときの反応競合履歴は、同じ刺激が再呈示されたときの時間知覚に影響する。この結果は、ある刺激に関する反応競合履歴もエピソード的表象としてその刺激に関連して保持されており、同じ刺激事象に遭遇した場合その反応競合履歴が活性化され認知活動に影響することを示唆する。刺激の先見(Witherspoon & Allan, 1985), 注意履歴(Ono et al., 2007), 反応競合の履歴といった刺激処理から反応生成までの一連の認知活動の時間知覚への影響を明らかにした。

表 1. 各実験における適合性ごとの RT 課題での反応時間 (ms), 誤答率 (%) と時間作成課題での作成時間 (ms) およびそれぞれの差分。適合性は、実験 2 では時間作成課題における適合性、実験 3 では RT 課題における適合性に基づく。

実験		適合性		
		適合	非適合	差
1	反応時間	405	422	17ms*
	誤答率	1.9	3.3	1.4%*
	作成時間	2641	2677	36ms*
2	反応時間	424	424	0ms
	誤答率	2.9	2.0	0.8%
	作成時間	2594	2598	4ms
3	反応時間	443	484	41ms*
	誤答率	1.8	5.2	3.3%*
	作成時間	2720	2728	7ms

\* $p < .05$

## 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.
- Lu, C.-H., & Proctor, R. W. 1995 The influence of irrelevant location information on performance: A review of the Simon and spatial Stroop effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2, 174-207.
- Ono, F., Yamada, K., Chujo, K., & Kawahara, J.-I. 2007 Feature-based attention influences later temporal perception. *Perception & Psychophysics*, 69, 544-549.
- Witherspoon, D., & Allan, L. G. 1985 The effect of a prior presentation on temporal judgments in a perceptual identification task. *Memory & Cognition*, 13, 101-111.

# 奥行きを伴う角度判断における視触覚相互作用

江良 中  
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

3次元空間の触知覚における視覚情報の干渉効果を調べることによって、視触覚相互作用について検討した。実験では、仮想3次元触空間に構成した平面对を力覚フィードバックによって仮想的になぞらせ、平面对のなす角度を判断させる課題を行った。この触行動に同期した触位置と、平面对の配置に関する触空間を視覚手がかりとしてそれぞれ独立に操作した。これらの視覚手がかりを平面的に与えた実験1、奥行き情報を付加した実験2ともに、視覚手がかりとして触位置を与えることによって角度判断が変化し、触行動に同期する前額平行面上の視覚手がかりが、奥行きを伴う触知覚に干渉することが分かった。また、触空間で左右回転した平面对を比較した実験3では、視覚手がかりのない触知覚のみによる角度評定が回転によらず一定である一方、視覚手がかりとして触位置を付加することにより角度の過大評定が生じたことから、視覚手がかりによる前額平行面上の動的な位置情報が触覚による角度評定に加算されることを明らかにした。

Keywords: crossmodal interaction, visual interference, haptic perception, 3D touch.

## 問題・目的

我々は、様々な感覚モダリティに基づく知覚を統合することによって、円滑な行動をしている。モダリティ間相互作用に関する研究では、モダリティ間の齟齬や統合への障害が生じた場合の表象を調べることによって、それらの統合基盤を明らかにしてきた。たとえば、Ernst & Banks (2002)によれば、視覚と触覚から得られた情報を統合する際には、各々のモダリティから得られた情報の最尤推定によって表象が決定されると考えられている。すなわち、得られた知覚情報の分散が小さいモダリティの信頼性が高いと判断し、統合の加重が決定されるという主張である。しかしながら、モダリティ間で同期した空間情報を与えるとき、すなわち触空間の動的な把握をサポートするような視覚手がかりを与えたときに、この最尤推定仮説に基づく相互作用が得られるかどうかは定かではない。

本研究では、仮想3次元触空間に構成した平面对の角度判断を行わせる触知覚課題における視覚手がかりの影響を調べた。実験では、触行動に同期した触位置と、平面对の配置に関する触空間を別々の視覚手がかりとして呈示する実験操作を行った。Ernst & Banks (2002)の研究とは異なり、触空間と視空間はあえて一致させていない。もし呈示空間が異なることで、モダリティ間の統合が困難な場合には、視覚手がかりによらない触知覚のみに基づく角度判断が予想される。逆に、いずれの視覚手がかりも仮想3次元触空間を把握するための情報を与えるので、呈示空間が異なるとしても両者が統合されるならば、統合された情報に基づいて角度判断されると考えられる。

## 実験1

### 方法

力覚フィードバックデバイスPHANToM Omni (SensAble technologies社製)を用いて、仮想触空間に1

対の平面を呈示し、これを触覚刺激とした。この平面对は常に接しており、そのなす角度は45度から135度までの間で5度刻みであった。また、視覚手がかりとして、仮想触空間と異なる位置に設置したディスプレイ上に触位置に同期して移動する光点(触位置手がかり)と、平面对の配置を表す線図形(触空間手がかり)を呈示した。被験者は、力覚フィードバックによって仮想的に平面对をなぞり、そのなす角度と直角(90度)との大小を2AFCで判断した。触位置手がかりの有無×触空間手がかりの有無の4ブロックを実施した。

### 結果と考察

実験の結果、触空間手がかりの影響はみられなかったが、触位置手がかりの有無によって角度判断に差異が生じた。すなわち、触位置手がかりのみが有効だったことから、触運動に同期した動的視覚情報が触知覚に影響することが分かった。最小二乗法を用いてロジスティック関数へ当てはめることによって「直角より大きい」という反応が50%となる角度(すなわち、直角との大小判断が拮抗する角度)を算出した結果、触位置手がかり呈示条件で85.6度、非呈示条件で101.1度となった。比較すると、触位置手がかり呈示条件で直角に近い結果となり、モダリティ間の統合によって、正確な角度判断が可能になったと考えられる。触覚のみでは角度が過小評定される(呈示角度が101.1度以上でなければ直角より大きいと判断されにくい)が、触位置手がかりを呈示することによって15度以上角度が過大に評定された。すなわち、触覚のみで生じた角度の過小評定が、視覚情報を伴うことによって補正される結果となった。Kappers & Koenderink (1999)によれば、触空間は非ユークリッド的で、左右に偏位するほどその歪みが大きいと考えられている。この空間的な歪みが角度判断に影響するのであれば、触知覚のみでは実際の角度より過小に評定される可能性があり、視覚情報が伴うことでこの歪みが修正されたと考えることができる。

しかしながら、この実験では奥行きを伴う3次元触空間に対して、視覚手がかりとして前額平行面上の2

次元情報を与えており、それがこのような結果に影響を及ぼした可能性が考えられる。すなわち、平面的な視覚手がかりにより、触知覚がより平面的な角度に過大評定された可能性がある。そこで、実験2では視覚手がかりにおける奥行き情報を強調することでこのような可能性を検討した。

## 実験2

### 方法

触位置手がかりの大きさを触空間の奥行きに同期して変化(遠空間の触位置手がかりはその距離に比例して小さく)させ、触空間手がかりもより絵画的奥行き手がかりとして機能するようにテクスチャ勾配を加えた。触位置手がかりに付加した大きさ変化は、物理的には実際の触空間の奥行きより急峻な変化であるため、視覚手がかりからの奥行き情報が作用するのであれば、触知覚による過小な角度評定に対する触位置手がかりによる補正効果が弱くなると考えられる。一方、前額平行面上の情報のみが作用するのであれば、実験1と同様の結果が得られると予想された。

### 結果と考察

実験の結果、触空間手がかりの影響はみられなかったが、直角との大小判断が拮抗する角度(50%閾)は、触位置手がかり呈示条件で75.6度、非呈示条件で101.2度となった。実験1と比較すると、触位置手がかり呈示条件で過大評定が増加する結果となった。触位置手がかり非呈示条件で平面对の角度が過小評定される傾向は変わらず、触位置手がかりを呈示することによって25度以上過大に角度評定されたことになる。すなわち、触知覚のみで生じた角度の過小評定が、奥行き情報を強調した視覚手がかりによって明らかに過大評定されるまで変化したことを意味する。この結果は、いづれの予想とも異なった。これは、視覚手がかりの効果が、実験1で考察したような触覚による角度判断の補正ではなく、触位置手がかりが動的に大きさを変化させることにより視覚モダリティへの加重が大きくなり、3次元的な触知覚に視覚の前額平行面での触位置情報がより大きく加算された結果、平面的に、すなわち過大に角度評定されたのではないかと推定される。

## 実験3

### 方法

実験3では触空間を左右に回転させることで、触知覚に対する動的な視覚手がかりの加算的相互作用の頑健性を調べた。触空間は正中面から左右に20度回転させ、触位置手がかりの有無を操作した。尚、触位置手がかりの大きさは変化させなかった。

### 結果と考察

実験の結果、直角との大小判断が拮抗する角度(50%閾)は、右20度回転では触位置手がかり呈示条件で61.2度、非呈示で96.3度、回転なしでは触位置手がかり呈示条件で60.4度、非呈示で95.7度、左20度では触位置手がかり呈示条件で70.8度、非呈示で96.2度で

あった。回転にかかわらず、視覚手がかりが非呈示で触覚情報のみの場合に角度の過小評定が生じ、触位置手がかりの呈示によって角度の過大評定が生じた。

触空間を回転しても、同様の傾向の視覚手がかりによる干渉が生じたことから、視覚手がかりの前額平行面上の情報の加算により、触知覚がより平面的に、すなわち過大に角度評定されたと考えられる。尚、左20度回転で触位置手がかりの呈示による過大評定が減少したのは、右利きの被験者が左に回転した触覚刺激を探索したために空間同士のマッチングにコストが生じた結果ではないかと考えられる。

## 総合考察

本研究では、奥行きを含む3次元の触空間における角度判断において、触位置に関する視覚手がかりによる干渉が生じた。この干渉の際、視覚情報は前額平行面上の動的な位置情報のみが用いられた。

Ernst & Banks (2002)によれば、複数モダリティからの入力を統合する際には、各々のモダリティから得られた情報の最尤推定に基づいて知覚表象が決定される。すなわち、視覚手がかりから得られる前額平行面上での動的な位置情報の信頼性が高ければ、触空間の奥行きは平面的に推定され、結果的に過大評定されたと考えられる。このとき、実験2では手がかりの大きさが変化し、実験3では触空間の配置が左右非対称になることによって、実験1よりも視覚モダリティへの加重が高まり、より大きな過大評定が生じたと考えられる。

実験2では過小評定が生じるような奥行き手がかりを与えたにも関わらず過大評定が生じた。実験2の触位置手がかりは大きさの変化のみの絵画的奥行き手がかりであるので、3次元的な奥行き運動をしない。その結果、奥行きに関する視覚情報の有効性が損なわれた可能性が考えられる。また、Kappers & Koenderink (1999)によれば触空間は奥行き方向へは歪んでいないと考えられ、奥行き方向に対する触知覚の信頼性が充分高いために、視覚情報は前額平行面上の動的な位置情報のみが用いられた可能性も考えられる。

## 引用文献

- Ernst, M. O., & Banks, M. S. 2002 Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion. *Nature*, 415, 429-433.
- Kappers, A. M. L., & Koenderink, J. J. 1999 Haptic perception of spatial relations. *Perception*, 28, 781-795.

# 表情の認知における M170 応答と呈示時間効果

沢田晴彦

石川県知的クラスター創成事業・金沢工業大学人間情報システム研究所

伊丸岡俊秀

金沢工業大学情報フロンティア学部

松本圭

金沢工業大学心理科学研究所

塩谷亨

金沢工業大学心理科学研究所

近江政雄

金沢工業大学情報フロンティア学部・人間情報システム研究所

**Abstract:** According to traditional face processing model, early component of face processing at occipital area is thought to reflect only structural encoding, but not emotional processing. Here, we examined the emotional face effect at the M170 component in MEG. Eight subject performed discrimination task of face and building. Results showed that grand averaged strength of cortical response to fear face presented for 333ms was larger than one to neutral face, but this emotional effect was not observed when stimulus duration was 16ms. Our findings suggest that emotional information of face might be processed at early stage, although it might depend on perception or cognitive strategy. Future work must determine more fully the relationship of the emotional effect at the M170 component and the various cognitive strategy of each subject.

**Keywords:** M170, facial expression, MEG (Magnetoencephalography)

## 問題・目的

顔刺激に対する脳磁応答としてN170成分もしくはM170成分（刺激提示後170ms付近の応答）が後頭を中心に発生することがERP研究やMEG研究により知られている（Liu et al., 2000; Halgren et al., 2000; Liu and Ioannides, 2006; Deffke et al., 2007）。N170 / M170成分は、他の視覚刺激に対しても応答するが、顔刺激に対して選択的に応答が強いこと（Liu et al., 2002; Harris and Nakayama 2007）が多くの研究で確かめられている。

近年N170 / M170成分は、表情刺激に対して応答が強いことが報告されているが（Ishai et al., 2006; Blau et al., 2007; Luo et al., 2007; Eimer and Holmes, 2007）、これらの研究で得られたM170成分の発生源に関しては、注意関連領域を含む前頭や感情関連領域のAmygdalaなども考えられており見解が一定ではない。

本研究では、顔情報の初期処理過程の一部であるM170成分の変化を感情的側面と知覚的側面から捉えるため、M170成分が顔刺激の呈示時間（知覚レベル）に比例して増減するという報告（Tanskanen et al., 2007）を利用し、Fear表情とNeutral表情の呈示時間を変化(16ms / 333ms)させて呈示し、MEGを用いて脳磁応答を比較検討した。

## 方法

### 被験者

男性2名、女性6名の計8名（平均23.1歳）が実験に参加した。うち1名の被験者は、M170成分の分析に十分な磁場応答が得られなかったために分析対象から除外した。

### 刺激

Target刺激は3種類。顔画像刺激としてATR顔表情画像データベース（DB99）とEkmanの標準顔刺激セットから計26モデルのNeutral表情とFear表情を用いた。建物画像刺

激として26枚の自作の建物画像を用いた。またMask刺激としてホワイトノイズ画像を用いた。

### 実験装置

全頭160チャンネル型のMEG収録装置（EQ-1000H）シーールドルーム(EM-60)および収録分析用ソフトウェアMeg160（すべて横河電機・イーグルテクノロジー社製）を用いた。収録条件は、Sampling rate = 1000Hz, Low pass filter = 200Hz, High pass filter = 0.1Hz, Band Elimination filter = 60Hzであった。

### 手続き

注視点（1500ms）呈示後、Target刺激（16ms / 333ms）に後続してMask刺激（333ms / 16ms）を呈示した。1試行を2秒間、1セッションを234試行（約500秒）とし計4セッションを連続して行った。Target刺激の呈示順序をランダムとし、Target刺激呈示同期トリガーを同時収録するevent-related designで行った。第1セッションと第3セッションの始めに頭部位置測定のためのマーカー測定を行った。被験者の課題は、Target刺激が顔か建物かを判別することであった。MEG信号のノイズとなる運動アーチファクトを避けるため反応スイッチは用いなかった。

### MEGデータの分析

実験終了後、各被験者の収録データについて6種類の実験条件ごとに刺激呈示トリガーに従ってデータを平均化した後、移動平均と基線補正を行い、データを平滑化した。また、M170における実験条件別の磁場強度分析のため、データを絶対値変換し、被験者ごとにN333条件（標準的なM170成分が得られると想定）でのM170成分のピーク値を算出した。このM170成分のピーク値の前後10ms区間（計21ms区間）での平均磁場強度の大きい8CHをM170成分に代表的なCHと規定して他の条件にも適用し平均磁場強度をそれぞれ算出した。

## 結果と考察

被験者 (N=7) のMEG応答を実験条件ごとに全平均したデータをFigure 1.に横軸を時間 (ms)、縦軸を磁場強度 (fT) として示す。建物刺激に対してよりも顔刺激に対する振幅が大きいM170成分が観察されたことがわかる。

被験者の磁場応答における刺激との同期には個人差があるため、被験者ごとにM170成分のピーク値を顔刺激4条件の平均値をもとに算出した。全被験者のM170成分の磁場強度についてピーク値を中心0として前後50ms区間を表示したものがFigure 2.である。さらにこのピーク値分析データのピーク前後20ms区間について全被験者の磁場強度平均を条件ごとに算出したものをFigure 3.に示す。

このM170成分のピーク値データについて、Emotion (neutral/fear) ×Duration (16ms/333ms) の分散分析を行ったところ (N=7)、平均磁場強度についてFear条件がNeutral条件よりも大きな振幅を示す傾向が見られた (p=0.067)。

また平均値では、F333がN333よりも振幅が大きい傾向が観察されるが分析の交互作用では有意差がなかった (p=0.13)。Duration条件は平均値に差が見られるものの振幅に有意な差は見られなかった (p=0.24)。これは被験者内では一貫した傾向が見られるものの、被験者のうち2名に呈示時間効果が逆転する現象が見られたためであった。

## 結論

顔刺激に対する脳磁応答として特徴的なM170成分を観察した。感情効果と呈示時間効果を得たが個人差が大きいため、さらに被験者を追加し、心理検査 (社会不安傾向) や感情判別課題における閾値測定結果との関連を検討する予定である。

## Appendix

本研究は文部科学省知的クラスター創成事業・金沢地域「石川ハイテク・センシング・クラスター構想」の一部として行われた。

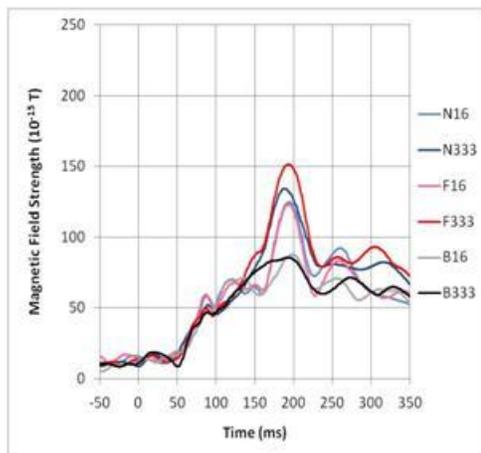


Figure 1.

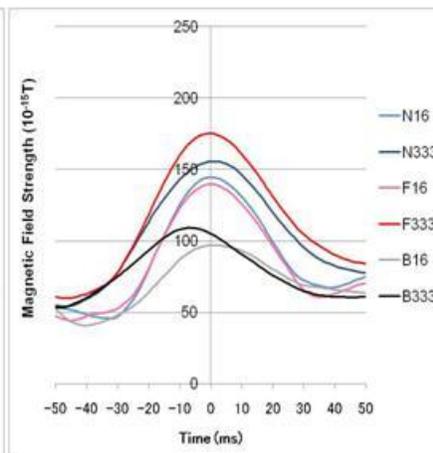


Figure 2.

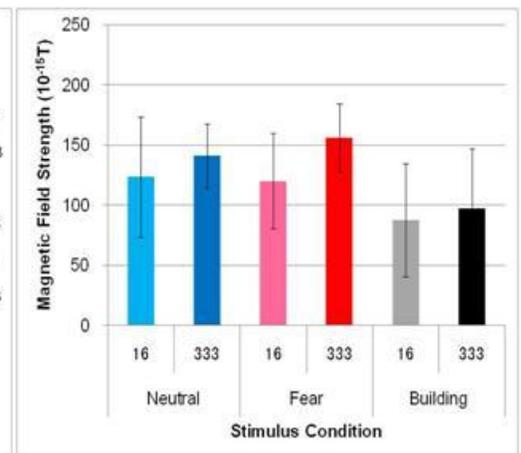


Figure 3.

## 引用文献

- Liu J, Higuchi M, Marantz A and Kanwisher N: The selectivity of the occipitotemporal M170 for faces. *COGNITIVE NEUROSCIENCE AND NEUROPSYCHOLOGY*, Vol 11 No 27 February 2000.
- Halgren E, Raji T, Marinkovic K, Jousmaki V and Hari R: Cognitive response profile of Human fusiform face area determined by MEG. *Cerebak Cortex*, January 2000, vol.10, 69-81
- Liu L and Ioannides A: Spatiotemporal dynamics and connectivity pattern differences between centrally and peripherally presented faces. *NeuroImage*, 2006, 1726 – 1740.
- Deffke I, Sander T, Heidenreich J, Sommer J, Curio G, Trahms L and Lueschowa A: MEG/EEG sources of the 170-ms response to faces are co-localized in the fusiform gyrus. *NeuroImage*, 2007, 1495–1501.
- Liu J, Harris A and Kanwisher N: Stages of processing face perception. *Nature neuroscience*, 2002, vol 5, no 9.
- Harris A and Nakayama K: Rapid Adaptation of the M170 Response: Importance of Face Parts. *Cerebral Cortex Advance Access published June 14, 2007*
- Ishai A, Bickle P and Ungerleider L: Temporal dynamics of face repetition suppression. *Brain Research Bulletin*, 2006, 289–295.
- Blau V, Maurer U, Tottenham N and McCandliss B: The face-specific N170 component is modulated by emotional facial expression. *Behavioral and Brain Functions* 2007, 3:7
- Luo Q, Holroyd T, Jones M, Hendler T and Blair J: Neural dynamics for facial threat processing as revealed by gamma band synchronization using MEG. *NeuroImage*, 2007, 839–847.
- Eimer M and Holmes A: Event-related brain potential correlates of emotional face processing. *Neuropsychologia*, 2007, 15–31.
- Tanskanen T, Näsänen R, Ojanpää H and Hari R: Face recognition and cortical responses: Effect of stimulus duration. *NeuroImage*, 2007, 1636–16.

# 他者の視線方向の知覚がオブジェクトベースの注意定位に及ぼす影響

大原 貴弘

いわき明星大学人文学部心理学科

Recent studies have reported that observing averted gaze produces a reflexive orienting of attention to the gazed-at location. This study examined the effect of averted gaze on the object-based attentional selection by using gaze cue in double-rectangles task. In Experiment 1 (cue validity of 66.7%), females oriented to the entire object gazed at, showing object-based facilitation effect, but males did not. In Experiment 2 (cue validity of 25%), males showed no cueing effect, while females showed location-based facilitation at the shorter SOA (200ms) and object-based inhibition at the longer SOA (800ms). These results suggest that sex differences in the functional property of social perception.

Keywords: gaze perception, object-based attention, sex difference.

## 問題・目的

他者の視線（視線手掛）を知覚することで同方向への注意定位が生じることが多く報告されている（ex. Friesen & Kingstone, 1998）。しかし、これまで検討されてきたのは視線の示す位置（方向）での促進であって、視線の先にあるオブジェクト全体で促進が生じるか否かについては検討されていない。本研究では、視線方向がオブジェクトベース（OB）の効果を持つか否かについて、Egley et al. (1994) と同様の手続きを用いて検証し、さらにその効果の男女差についても検討した。実験1では、有効性の高い（66.7%）視線手掛を用いて実験を行った。実験2では、視線手掛が標的に関する情報価を持たない条件下（25%）で実験を行った。

## 実験1

### 方法

**実験参加者** 大学生，大学院生34名（男17名，女17名）。  
**刺激** 視線手掛として，特定の方向に視線を向けた顔線画（高さ4.0° ×幅3.9°）を4種類（左上，右上，右下，左下）作成した（Figure 1.）。矩形刺激として，高さ8.2° ×幅1.5° の白線からなる長方形2つを，凝視点の両側3.2° の位置に一つずつ，垂直あるいは水平の配列で平行に呈示した。標的刺激として，灰色（底辺0.8° ×高さ0.8°）の三角図形を矩形刺激の先端に呈示した。凝視点から標的までの距離は4.6°であった。  
**手続き** 凝視点上に閉眼顔の線画を呈示し，500 ms後，その両側に矩形刺激（垂直／水平）を呈示した。300ms後，閉眼顔の代わりに視線手掛を呈示した。一定のSOA（200 /400 ms）の後，標的刺激（上向／下向）を一方の矩形刺激の片端に呈示した。実験参加者に課した課題は標的の向きの弁別であり，2つのキーの一方を押すことで反応してもらった。標的呈示からキー押しまでの時間を反応時間（RT）として計測した。

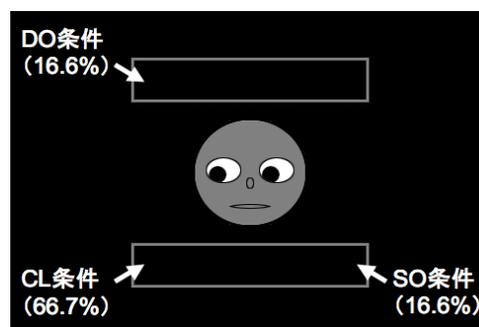


Figure 1. Stimuli used in Experiment 1.

**実験計画** 被験者間1要因（性別），ならびにSOA要因2水準（200, 400ms）と手掛要因3水準（cued location: CL, same object: SO, different object: DO）の被験者内2要因からなる混合計画。手掛要因は，視線の示す矩形刺激の先端に標的が出現するCL条件，CL条件と同じ矩形刺激のもう一方の先端に標的が出現するSO条件，ならびに，もう一方の矩形刺激の先端に標的が出現するDO条件から構成された（Figure 1.）。試行数はCL条件256試行（全体の66.7%），SO条件・DO条件各64試行（各16.7%）からなる全384試行であった。

### 結果・考察

実験参加者ごとに各条件におけるRTの中央値を算出し（Figure 2.），SO条件- DO条件間でのRTの比較を行った。被験者間1要因（性別），被験者内2要因（SOA: 200,400，手掛: SO,DO）の分散分析を行った結果，性別と手掛の交互作用が有意であり（ $F(1, 32) = 7.141, p < .015$ ），男性ではSO条件- DO条件間でRTに有意な差は見られなかった。一方，女性ではDO条件よりもSO条件の方が有意にRTは速かった（ $p < .001$ ）。また性別・SOA・手掛の交互作用は有意ではなかった。

以上をまとめると，実験1では男女差が見られ，SOAの違いによらず，女性ではOB促進が見られたが，男性では見られなかった。

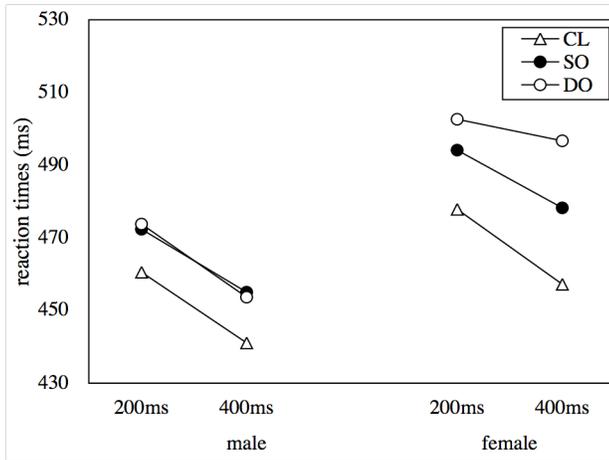


Figure 2. Results of Reaction times in Experiment 1.

## 実験2

### 方法

**実験参加者** 大学生, 大学院生32名 (男16名, 女16名).  
**刺激・手続** SOAを3種類 (200, 400, 800ms) にした点と, 標的を2つの矩形刺激の両端 (4箇所) のいずれかに同頻度で呈示した点を除けば, 実験1と同じであった.  
**実験計画** 被験者間1要因 (性別), ならびにSOA要因3水準 (200, 400, 800ms) と手掛要因4水準 (cued location: CL, same object: SO, different object: DO, uncued location: UCL) の被験者内2要因からなる混合計画. 試行数は384試行 (手掛4水準×96) であった.

### 結果・考察

実験参加者ごとに各条件におけるRTの平均を算出し (Figure 3.), 男女別に被験者内2要因 (SOA3水準, 手掛4水準) の分散分析を行った.

男性では手掛の主効果が有意であり ( $F(3, 45) = 3.318, p < .03$ ), CL条件のRTはDO条件よりも有意に速かったが ( $p < .04$ ), 他の条件間で差はなかった. またSOAと手掛の交互作用は有意ではなかった. したがって, 男性では, SOAの違いによらずOB促進は見られず, 位置ベース (LB) 促進もわずかに見られた程度であった.

一方, 女性においては, SOAと手掛の交互作用が有意であった ( $F(6, 90) = 2.853, p < .02$ ). SOA 200msではCL条件のRTは他の3条件のいずれと比べても速く ( $p < .03$ ), SOA 400msではCL条件のRTはSO条件よりも速かったが ( $p < .03$ ), 他の条件間に差はなかった. そしてSOA 800msではSO条件のRTが, CL条件とDO条件に比べて有意に遅かった ( $p < .04$ ). したがって, 女性ではLB促進はSOA 200msにおいては見られたが, その後は見られなくなった. 一方, OB促進はいずれのSOAにおいても見られず, SOAが長くなるにつれて逆にOBの“抑制”が見られた.

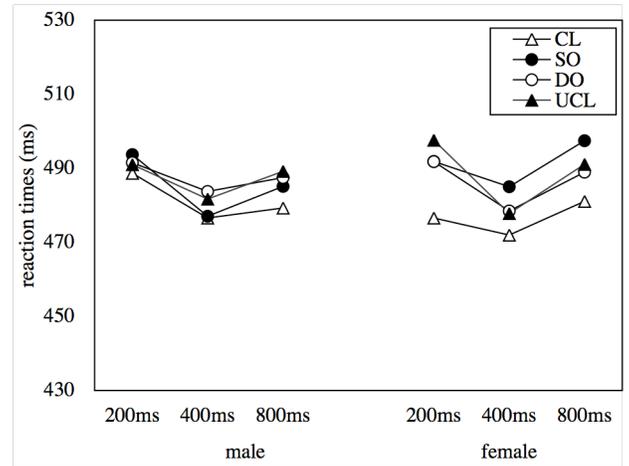


Figure 3. Results of Reaction times in Experiment 2.

## 総合考察

本研究では, 他者視線による注意定位がOBの効果を持つか否かについて, 2つの実験を通して検証した. その結果, 視線がもたらす効果に男女差が見られた.

実験1では, 手掛有効性の高い視線手掛 (66.7%) を用いて実験を行ったところ, 女性では視線手掛によるOBの促進が見られたが, 男性では見られなかった.

実験2では, 有効性を持たない視線手掛 (25%) を用いて実験を行ったところ, 男性ではOB促進は全く見られず, LB促進もわずかなものであった. 一方, 女性ではLB促進がSOA 200msでは見られたものの, 時間とともに減退した. 一方, OB促進は男性と同様に見られなかったが, SOAが長くなるにつれて, 逆にOB抑制が見られた. これは時間経過とともに, 視線の示す側にある矩形刺激からもう一方の矩形刺激の方へと注意が移動するOBの復帰抑制が生じたためと考えることができる. ただしCL条件での反応の遅延, つまりLBの復帰抑制は見られなかった. この理由としては, 本実験では視線手掛を標的出現まで呈示し続けたため, 視線手掛が示す方向と標的出現位置が一致していた場合 (CL条件) では反応促進が生じた可能性があげられる. その促進効果がCLでの復帰抑制の効果と相殺し合ったために, CLでの反応遅延が見られなくなったと考えられる. 以上の結果は, 社会的知覚処理の機能的特性における男女差を反映していると推察される.

## 引用文献

- Friesen, C. K., & Kingstone, A. 1998 The eyes have it!: Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5, 490-495.
- Egley, R., Driver, J., & Rafal, R. D. 1994 Shifting visual attention between objects and locations: Evidence from normal and parietal lesion subjects. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123, 161-177.

# 物体は向きがわかりにくいほど良く見える — 物体方向知覚と典型的見え —

新美 亮輔  
横澤 一彦

東京大学大学院人文社会系研究科  
日本学術振興会特別研究員  
東京大学大学院人文社会系研究科

It has been argued that familiar objects have canonical views that enhance the object recognition processes (e.g., better performance on naming task). However, recent study showed that oblique views (including canonical views) yielded rather worse performances for the task of determining object orientations. Using view-goodness rating task, here we directly confirmed that the lower sensitivity to object orientation predicted the orientations of canonical view. Underlying mechanism of this relationship is discussed.

Keywords: canonical view, familiar object, object recognition, vision

## 問題・目的

カタログや広告チラシに掲載されている商品の写真は、たいてい前斜め方向で撮影されている。これはなぜだろうか。実際、物体がもっともよく見えると思う方向を決めてもらう実験を行うと、たいていの物体で前斜め方向が選ばれる (Blanz, Tarr, & Bülthoff, 1999; Palmer, Rosch, & Chase, 1981)。様々な方向での物体同定課題の成績を比較した研究でも、正面や横より、適度に斜めを向いた方向の方が成績が良くなることが知られている (e.g., Humphrey & Jolicoeur, 1993)。このような方向での物体の見えは典型的見え (canonical view) と呼ばれている。

なぜ斜め方向は典型的見えとなりやすいのだろうか。最近 Niimi & Yokosawa (2008) は、物体方向の15°の違いを検出する課題を用いた実験結果から、斜め方向では物体方向知覚が不正確だということを示している。これは、典型的見えを含む斜め方向でむしろ成績が低下するという点で新しい知見である。本研究では、物体方向の評定実験の結果と、物体の見えの良さの評定実験の結果から、物体方向知覚が不正確な方向が本当に典型的見え(見えの良さが最大)となる方向なのかを、直接に検討した。

## 方法

### 物体方向評定実験

18種の日常物体の10方向 (正面を0°, 横を90°とし, 9, 27, 45, 63, 81, 99, 117, 135, 153, 171°) のカラーCG画像を刺激として用いた (Figure 1)。物体は、明確な前後・上下があり、細長くない形状のものを用いた。また、画像は実際のCRT画面と参加者の視点の3次元的位置関係を再現して作成された。参加者 (10名) は、CRT画面に提示された刺激を観察し、その物体の方向を評定して回答するよう求められた。回答は、参加者の手元に水平に設置された反応ディスプレイ上の円盤を物体と同じ方向に回転させることで行われた (Figure 2)。円盤を回転する操作には、コンピュータのマウスが用いられた。回答に時間制限は設けず、参加者にはでき

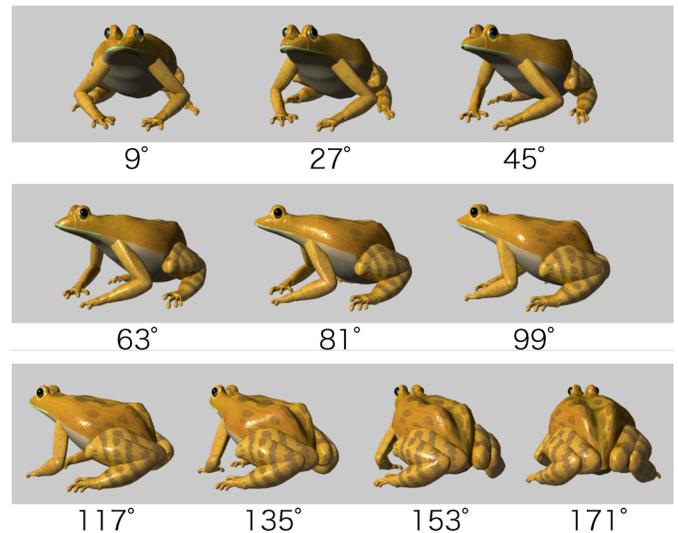


Figure 1. Samples of stimulus pictures, shown in the ten orientations tested in the two experiments. 0° indicates frontal orientation.

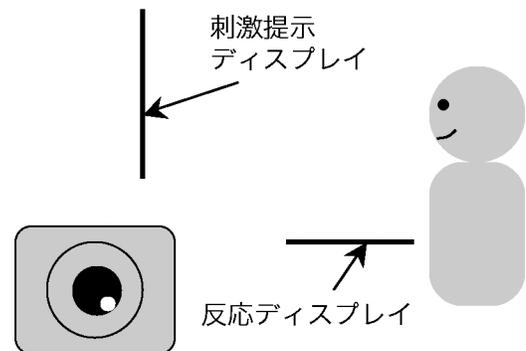


Figure 2. A schematic illustration of apparatus used in the orientation-estimation experiment. A disk with white dot (indicating objects's front) was presented on the response display and rotated by the participants to match the object orientation.

るだけ正確に評定・回答するよう教示した。円盤の回転は何度も行うことができた。また、後ろなど一部の方向では物体同定が非常に難しくなることが考えられたため、物体画像の左上に物体名を同時に表示し、物体同定の難しさの違いが結果に影響を与えないようにした。

## 見えの良さの評定実験

物体方向評定実験と全く同じ刺激が同じCRT画面に表示され、別の参加者(10名)がこれを観察して「その物体をどれくらいよく表していると思うか」を7件法で評定した。反応は、参加者の手元に設置された7つのボタン(1~7の数字が表示されている)のいずれかを押すことで行われた。半数の参加者では「非常に悪い」に対して1のボタンを、「非常によい」に対して7のボタンを押すよう教示された。残り半数の参加者では逆転項目を用いた(i.e.,「非常によい」に対して1のボタン)。回答に制限時間は設けなかった。物体方向評定実験と同様、物体画像刺激と同時に物体名も提示された。

## 結果

まず、物体方向評定実験の結果を18種の物体ごとに算出した。平均評定方向を実際の物体方向(9~171°)の関数として集計し、これに5次曲線をあてはめた。実際の物体方向の変化に対して、主観的な物体方向がどれくらい変化するかが、この曲線の微分として表現される(e.g., 曲線の傾きが小さい方向では、実際の物体方向が大きく変化しても主観的にはあまり方向が変化したように見え、従って物体方向に対する感度が低い方向だと言える)。そこで、この曲線の微分係数が極小となるような物体方向を推定した。多くの物体では極小点が前斜め方向と後ろ斜め方向の2方向に見られたが、典型的見えは概して前斜め方向とされるため、このうち前斜め方向の方を物体方向感度最低方向とした。極小点が1つだけとなった物体は、その方向を用いた。推定された方向は、30.1~123.6°の範囲であった。

次に、見えの良さの評定実験の結果を、やはり物体ごとに集計した。逆転項目を用いた参加者の評定値は逆転して集計した。平均評定値(数値が大きいほどよい見えと評定されたことを表す)を物体方向の関数として算出し、やはりこれに5次曲線をあてはめた。ほとんどの物体で、前斜め方向付近で評定値は最大となり、後ろ方向になるほど評定値が低下する傾向が見られた。この曲線から、見えの良さが極大となる物体方向を算出し、見えの良さの最大方向とした。すべての物体で極大点は1つであり、推定された見えの良さの最大方向は16.8~72.2°の範囲であった。

上記で推定された18物体の物体方向感度最低方向と見えの良さの最大方向の間の相関を求めたところ、統計的に有意で高い相関が見られた( $r = .76, p < .01$ )。この結果は、物体方向が変化してもそれに気づきにくい方向であるほど、見えの良さが高くなるということを示している。

## 考察

物体方向知覚のしやすさと、主観的な見えの良さとの間に、明らかな負の相関があることが確かめられた。物体方向の変化に対する感度が低いということは、そのような方向の物体の見えには物体方向を特定するような視覚的手がかりが少ないということであろう。これは逆に言えば、その方向に特異的ではない、どの方向にも共通しているような見えだということである。そのため、物体方向知覚が不正確な見えほど、その物体の典型的な見えとなるのだと考えられる。

これまでの研究では、典型的見えを決定する要因として、物体の重要なパーツが遮蔽されていないこと、親近性が高い(日常生活でよく見かける方向である)ことなどが挙げられている(Blanz et al., 1999; Palmer, 1999)。物体のパーツが多く遮蔽された見えとなる方向では、物体方向が少しでも変化すると遮蔽されていたパーツが現れて物体の見えに大きな変化が生じる。そのため物体方向知覚は正確になると考えられる。このような見えが偶然的見えだと言えるだろう。

親近性については、本研究では直接には検討していない。しかし、物体方向感度が低い斜めの方向では、どの方向の見えも同じような見えとして認知されるため、たとえ日常生活で全ての方向から均等に物体を観察していたとしても、斜め方向の見えは相対的に認知される頻度が高く、親近性が高くなるのかも知れない。

また本研究では、物体方向最低感度方向として、前斜め方向と後ろ斜め方向の2つの極小点のうち前方向を採用した。後ろ斜め方向でも物体方向感度が低いのに典型的見えとならないのは、日常生活で物体は前から観察することが多いために後ろ斜め方向の親近性が低いからだと考えられる。典型的見えは、物体方向感度と親近性の2つの要因で決定されると考えられる。

## 引用文献

- Blanz, V., Tarr, M. J., & Bülthoff, H. H. (1999). What object attributes determine canonical views? *Perception*, **28**, 575-599.
- Humphrey, G. K., & Jolicoeur, P. (1993). An examination of the effects of axis foreshortening, monocular depth cues, and visual field on object identification. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **46A**, 137-159.
- Niimi, R., & Yokosawa, K. (2008). Determining the orientation of depth-rotated familiar objects. *Psychonomic Bulletin & Review*, **15**, 208-214.
- Palmer, S. (1999). *Vision science: Photons to phenomenology*. Cambridge: MIT Press.
- Palmer, S., Rosch, E., & Chase, P. (1981). Canonical perspective and the perception of objects. In J. Long & A. Baddeley (Eds.), *Attention and performance IX* (pp. 135-151). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

# 主観的確率が視覚探索に与える影響

石橋 和也  
喜多 伸一

神戸大学大学院文学研究科  
神戸大学大学院人文学研究科

We examined the effect of subjective probability on search termination in visual search. In order to examine that observers search visual targets effectively relying on subjective probability, we conducted a conjunctive visual search experiment. For the setting of subjective probability, we manipulated posterior probability which was defined with the combination of prior and conditional probability. We defined prior probability by setting present-trial ratios to 20 and 80%, and conditional probability by setting “positive” and “negative” cue appearing in 80% and 20% of the present-trial, respectively. The results of the experiment showed that increasing prior and conditional probability brought about slower response times for “no” responses and a remarkable shift of the criterion value towards the peak of “yes” responses. These results suggest that subjective probability in visual search can be approximated with great precision by taking into account both prior and conditional probability and that search termination times rely on the probability information.

Keywords: subjective probability, visual search, search termination

## 問題・目的

ヒトは不確実状況下において確率判断を誤ってしまうことがたびたびある。確率判断の錯誤の代表的な例としては、事前確率と条件付き確率から事後確率を算出する場合に、事前確率を無視し条件付き確率を答えてしまう「事前確率の無視」(Tversky & Kahneman, 1974)という現象があげられる。その一方で、時間順序判断・空間的な情報の推定などの認知・知覚課題では、事前確率を用いてベイズ推定を行うことで判断の正答率を効率的にあげていることが知られている(Koerding & Wolpert, 2004; Miyazaki, Yamamoto, Uchida, & Kitazawa, 2006)。

視覚的な探索行動はヒトの重要な認知行動のひとつであり、その認知行動にも事前確率と条件付き確率が重要な働きを果たす場合がある。しかし、視覚探索課題における事前確率の影響が調べられている一方で(Wolfe, Horowitz, Van Wert, Kenner, Place, & Kibbi, 2007)、条件付き確率の影響はあまり調べられていない。そこで本研究では、ヒトが視覚的な探索を行う場合に、事前確率と条件付き確率から適切な主観的確率を表象し、その確率情報をもとに効率良く探索を行うことが可能であるかを検討する。

## 方法

**実験デザイン** (事前確率：20%・80%)×(条件付き確率：positive cue・negative cue)×(試行タイプ:目標存在試行・目標不在試行)の3要因の実験参加者内の実験計画とした。

**実験参加者** 正常な視力(矯正を含む)、および色覚を有する日本人大学生・大学院生8名(女性2名、22歳から27歳)であった。

**実験課題** 実験課題は、色と形によって刺激図形が定義される結合探索課題であった。予備実験の結果、

この課題を用いた場合の探索効率 $d'$ は31.5ms/itemであった。

**手続き** 実験参加者には、ディスプレイに提示された複数の刺激の中から「なかまはずれ」をなるべく速く正確に探しだすことを求めた。実験は事前確率の条件ごとにブロック化して行い、それぞれの条件を300回ずつ行った。この際に、目標存在試行の80%でpositive cueが、また目標不在試行の80%でnegative cueが提示された。最初にそれぞれのcueが出現した場合の条件付き確率を学習するために、事前確率が50%の条件を行った。その後2つの事前確率の条件をランダムな順番で行った。

1試行の流れをFigure 1に示す。各試行が始まる前には画面の中央にどちらかのcueが提示された。その後、課題画面がキーボードに何らかの反応があるまで提示され続けた。実験参加者には各条件の終了後にそれぞれのcueが出た場合と、条件全体でどれくらいの割合で目標が出現したかを答えてもらった。

**分析方法** すべての試行で「ある」反応、「ない」反応を記録した。300回の試行のうち最初の50回の試行は、練習試行として分析から除外した。エラー率から、信号検出理論における $d'$ の値と $C$ (Criterion)の値を算出した。

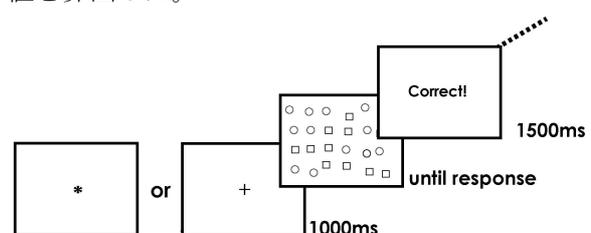


Figure 1 Schematic representation of the procedure of this experiment.

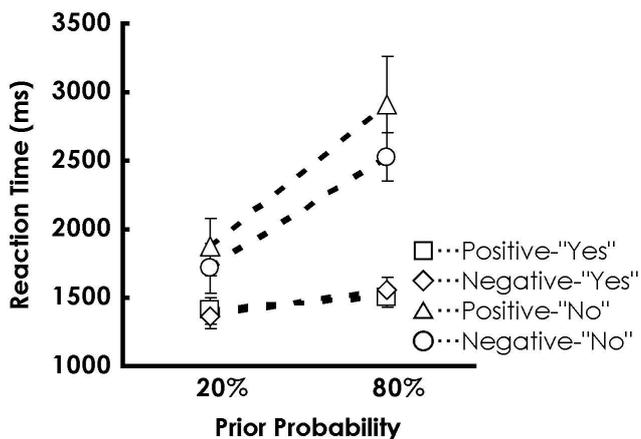


Figure 2. Reaction times in this experiment. Error bars represents  $\pm$ S.E.M. for 8 participants.

## 結果

**主観的確率** 各条件における実験参加者が報告したそれぞれのcueに対する主観的確率は、Positive-20%条件(事後確率は50%, 以下同じ)で37%( $SD=.25$ ), Negative-20%条件(6%)で8%( $SD=.03$ ), Positive-80%条件(94%)で90%( $SD=.05$ ), Negative-80%条件(50%)で49%( $SD=.15$ )であった。

**反応時間** 反応時間の結果を Figure 2 に示す。

「ある」・「ない」反応時間それぞれについて、参加者内2要因の分散分析を行った。その結果、「ある」反応時間に関して事前確率の主効果 ( $F(1, 7)=3.11, n.s.$ ), 条件付き確率の主効果 ( $F(1, 7)=0.01, n.s.$ ), および事前確率と条件付き確率の交互作用は見られず ( $F(1, 7)=1.76, n.s.$ ), それぞれの確率の変化に従った反応時間の増減は見られなかった。

「ない」反応時間に関しては事前確率の主効果 ( $F(1, 7)=68.31, p<.01$ ), および条件付き確率の主効果が見られ ( $F(1, 7)=6.25, p<.05$ ), どちらの確率が高くなった場合も反応時間が長くなった。事前確率と条件付き確率の交互作用は見られなかった ( $F(1, 7)=1.63, n.s.$ )。

**$d'$ ,  $C$**   $d'$ ,  $C$ の値をFigure 3に示す。

$d'$ ・ $C$ の値それぞれについて、参加者内2要因の分散分析を行った。その結果、 $d'$ の値に関して事前確率の主効果 ( $F(1, 7)=1.66, n.s.$ ), 条件付き確率の主効果 ( $F(1, 7)=3.18, n.s.$ ), および事前確率と条件付き確率の交互作用は見られず ( $F(1, 7)=0.85, n.s.$ ), それぞれの確率の変化に従った $d'$ の値の増減は見られなかった。

$C$ の値に関しては事前確率の主効果 ( $F(1, 7)=81.58, p<.01$ ), および条件付き確率の主効果が見られ ( $F(1, 7)=7.87, p<.05$ ), どちらの確率が高くなった場合も $C$ の値が小さくなった。また、事前確率と条件付き確率の交互作用に有意な傾向が見られた ( $F(1, 7)=5.15, p<.10$ )。

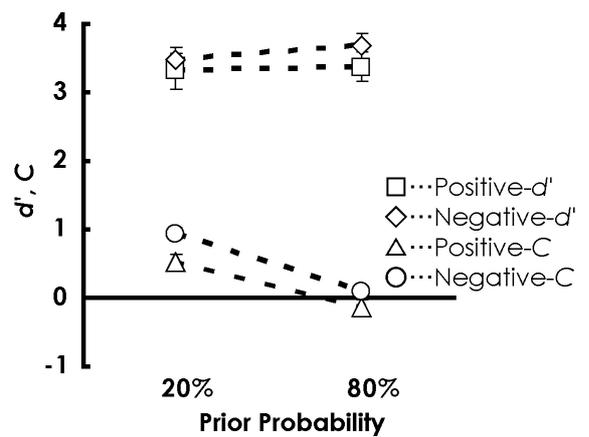


Figure 3.  $d'$  and  $C$  in this experiment. Error bars represents  $\pm$ S.E.M. for 8 participants.

## 考察

本研究では、事前確率と条件付き確率を操作した視覚探索実験を行い、それらの確率情報の影響を調べた。実験の結果、視覚探索では事前確率と条件付き確率の情報から目標の発生確率を適切に表象することが可能で、またその情報を用いて探索を「止める」までの時間を決定していることが示唆された。

本研究では、Positive-20%条件とNegative-80%条件の事後確率はそれぞれ50%と等しくなるため、これらの条件の「ない」反応時間と $C$ の値は等しくなると考えた。しかし、Positive-20%条件に比べてNegative-80%条件のほうが「ない」反応時間が長く、また $C$ の値もNegative-80%条件のほうが小さくなった。これらの結果は条件付き確率よりも事前確率のほうが、「ない」反応時間や $C$ の値に強く影響を与えたことを示唆する。今後の研究では、実験参加者に条件付き確率を確実に学習させた場合も、同じように事前確率を重視するのかを調べる予定である。

## 引用文献

- Kording, K.P., & Wolpert, D.M.(2004)Bayesian integration in sensorimotor learning. *Nature*. **427**, 244-247.
- Miyazaki, M., Yamamoto, S., Uchida, S., & Kitazawa, S. (2006) Bayesian calibration of simultaneity in tactile temporal order judgment. *Nature Neuroscience*. **9**, 875-877.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974) Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*. **185**, 1124-1131.
- Wolfe, J.M., Horowitz, T.S., Van Wert, M.J., Kenner, N.M., Place, S.S., & Kibbi, N. (2007) Low target prevalence is a stubborn source of errors in visual search tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*. **136**, 623-638.

# 変化確率が前景－背景分割を伴う刺激への注意配分に及ぼす影響

嘉幡 貴至  
松本 絵理子

神戸大学大学院国際文化学研究科  
神戸大学大学院国際文化学研究科

kabata@stu.kobe-u.ac.jp

Recent studies on change detection with foreground- background segmentation have shown that background change was often missed, while foreground change was detected easily. In the present study, we investigate how manipulation of the situational factor such as change probability influences attentional allocation with foreground- background segmentation. The participants performed change detection task manipulating instruction (no instruction, divided attention) and probability of fore- and background change (50%-50%, 20%-80%). As the results, when the probability of background change was high and that of foreground change was low, not only background change but also foreground change was often missed. In addition, also in the case that the foreground was segregated from the background more clearly (Experiment 2), similar phenomenon was observed. Results in this study suggest that attentional allocation between foreground and background is based on perceptual factor and situational factor.

Keywords: change detection, attentional allocation, foreground- background segmentation,

## 目的

視覚的变化を検出するためには変化位置に注意が向けられることが重要であるといわれている(Rensink, 2002)。幾つかの先行研究では、刺激画面を前景と背景の要素に分け、これらを個別に変化させた場合、前景の変化検出成績が良いことから、注意は前景に向かいやすいことが示されてきている(Turatto, Angrilli, Mazza, Umiltà, & Driver, 2002; Mazza, Turatto, & Umiltà, 2005)。

しかし、前景への選択的な注意配分の優位性は呈示条件に関わらず生起する頑健な現象であるのか、それとも呈示条件の影響を受けて変化するものであるのかということについてはこれまで十分に検討されてこなかった。それゆえ前景と背景への注意配分がどのように決定されているのかという問題については検討の余地が残されている。

本研究では、前景要素と背景要素によって構成された視覚刺激を用いた変化検出課題を行い、前景要素と背景要素の変化確率の違いが両セグメントへの注意配分にどのような影響を及ぼすのかを検討した(実験1)。さらに、前景に影を付け、背景との分化をより強調した刺激を用いて、顕著性のような知覚的要因と変化確率のような状況的要因が注意配分の決定にどのように作用するのかということについても検討した(実験2)。

## 方法

**実験参加者** 実験1には30名、実験2には別の26名が参加した。

**刺激** 実験1ではMazza et al. (2005)に基づき、 $1.8^\circ \times 1.2^\circ$ の長方形を縦向きに $10 \times 20$ 個敷き詰めた背景と、同じ長方形を横向きにして、直径 $6.5^\circ$ の仮想円上に6個配列した前景によって構成された刺激を用いた。前景と背景はそれぞれ2色(赤と緑、あるいは青と紫)から成る。実験2では前景と背景の分化をより強調する

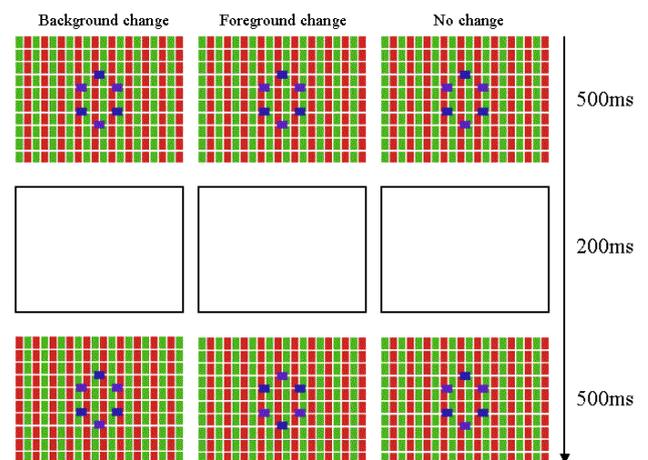


Figure 1. Examples of display and events of Experiment 1. The left column depicts the background-change condition: All green (or blue) vertical rectangles become red (or purple) and vice versa. The middle column depicts the foreground-change condition: All purple (or green) horizontal rectangles become blue (or red) and vice versa. The right column depicts the no-change condition. In Experiment 2, semitransparent shadow is put below each foreground element.

ために、前景の中心から $2^\circ$ 右下に半透明の影を重ねた刺激を用いた。

**手続き** 変化検出課題を行った。各試行では信号音(500ms)に続いて第1画面(500ms)、空白(200ms)、第2画面(500ms)を呈示し、その後変化の有無の判断を求めた。変化試行では第1画面と第2画面で前景か背景どちらかの配色パターンが変化した。各実験は2ブロックで構成された。実験参加者には第1ブロックでは変化内容に関する教示が与えられず(教示なし条件)、第2ブロックではあらかじめ前景と背景の変化が存在することが教示された(分割注意条件)。また、前景と背景の

変化確率による影響を検討するため、1ブロックあたりの前景変化と背景変化の比率を操作した。全変化試行のうち前景変化試行と背景変化試行がそれぞれ50%である条件(以下、「50%-50%条件」と呼ぶ。1ブロックあたり前景変化30試行、背景変化30試行、変化なし30試行、計90試行)と、前景変化試行が20%、背景変化試行が80%である条件(以下、「20%-80%条件」と呼ぶ。1ブロックあたり前景変化10試行、背景変化50試行、変化なし30試行、計90試行)を設けた。実験1では、各条件にそれぞれ15名、実験2では、各条件にそれぞれ13名の実験参加者が参加した。両条件ともに2ブロック計180試行で、練習試行12試行の後、本試行を行った。

**要因計画** 注意条件(教示なし、分割注意)と変化セグメント(前景、背景)を被験者内要因とする2要因計画であった。

## 結果

各条件の変化検出率をFigure 2に示す。実験1の変化検出率について確率条件ごとに2要因分散分析を行っ

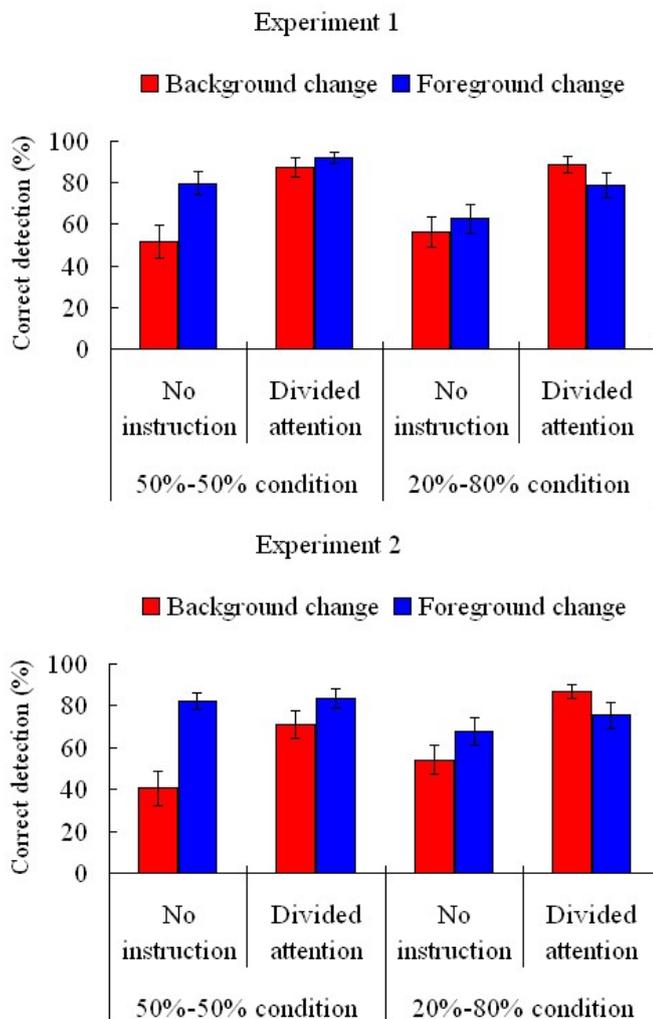


Figure 2. Mean correct detection rate on each condition in Experiment 1 and 2. Error bars represent standard errors of the mean.

た。50%-50%条件では注意条件の主効果、変化セグメントの主効果、2要因の交互作用が有意であった ( $F(1,14)=44.09, p<.01$ ;  $F(1,14)=7.41, p<.05$ ;  $F(1,14)=6.82, p<.05$ )。20%-80%条件では注意条件の主効果のみ有意であった ( $F(1,14)=30.32, p<.01$ )。テューキーのHSD検定を行った結果、50%-50%条件では変化についての教示がない場合、背景の変化検出率は前景より有意に低かった ( $p<.01$ ) が、20%-80%条件では前景と背景の変化検出率に有意な差は見られなかった。実験2の結果についても同様に2要因分散分析を行った。50%-50%条件では注意条件の主効果、変化セグメントの主効果、2要因の交互作用が有意であった。 ( $F(1,12)=24.00, p<.01$ ;  $F(1,12)=23.08, p<.01$ ;  $F(1,12)=4.95, p<.05$ )。20%-80%条件では注意条件の主効果と2要因の交互作用が有意であった ( $F(1,12)=30.59, p<.01$ ;  $F(1,12)=6.32, p<.05$ )。

## 考察

実験1において、前景と背景の変化確率が等しい条件では先行研究同様、変化についての情報が与えられないときに顕著な背景変化の見落としが起こり、変化情報が利用できるときには背景変化の検出成績が上昇することが確認された。一方、背景が頻繁に変化する条件では変化情報が与えられない場合、背景だけでなく、変化確率の低かった前景の変化についても背景と同程度の見落としが生じた。背景の検出成績が変化確率に関わらずほぼ一定であったのに対し、前景の検出成績は変化確率の違いによる影響を受けたという結果は前景と背景に関わる注意メカニズムが異なる可能性を示唆する。

さらに実験2において、前景に影を付け、背景との分離をより強調した刺激を用いたところ、前景と背景の変化確率が等しい条件での背景変化の見落としがより顕著になった。これらの結果から、背景への注意は前景-背景分割による知覚的特性の影響を受けやすく、前景への注意は変化確率のような状況的特性の影響を受けやすいことが示唆される。日常生活における見落としの原因もこのような複数の特性の相互作用によって引き起こされるものと考えられ、これらの特性と選択的注意の関わりにより詳細な検討が今後の課題として挙げられる。

## 引用文献

- Mazza, V., Turatto, M., & Umiltà, C. (2005). Foreground-background segmentation and attention: A change blindness study. *Psychological Research*, *69*, 201-210.
- Rensink, R. A. (2002). Change detection. *Annual Review of Psychology*, *53*, 245-277.
- Turatto, M., Angrilli, A., Mazza, V., Umiltà, C., & Driver, J. (2002). Looking without seeing the background change: Electrophysiological correlates of change detection versus change blindness. *Cognition*, *84*, B1-B10.

# 視覚探索における注意のコントロールに関する実験的検討

山岡 香央  
梅田 聡

慶應義塾大学社会学研究科  
慶應義塾大学文学部

Previous researches have shown that a salient feature singleton in visual search may capture attention in a stimulus-driven, bottom-up fashion (e.g., Theeuwes, 1991; 1992). However, others have shown that the search can be carried out not only in a bottom-up fashion, but also in goal-directed, top-down fashion by successfully ignoring task irrelevant singletons (e.g., Folk, Remington & Johnston, 1992). In our present study, we investigated whether top-down attentional control can be observed in scenes that consisted task relevant and irrelevant feature singletons, when locations of the upcoming targets were predictable by manipulating probabilities. Our results indicated that when singletons appeared as targets, expectation of the participants facilitated the performance if they appeared in the high probability locations. Also, it was shown that as long as the targets appeared in the high probability locations, participants were capable of successfully ignoring the task irrelevant singletons. Our results suggested that when the participants had the spatial expectation of the upcoming targets, they were capable of controlling their attention and not be distracted by the task irrelevant singletons.

Keywords: selective attention, visual search, attentional control, singletons.

## 問題・目的

無数の情報が混沌と存在する中、入力された視覚情報のうち何を選択的に処理するかということは二つの異なる要因によって決定付けられる。一つは刺激が有する特性といった外的な要因であり、もう一つは観察者の期待や目的といった内的な要因である。これまでこれら二つの要因の相互作用により人間は重要な情報のみを抽出し、的確な行動を行うことが可能になっていると考えられてきた。しかし画面上に他と比べて非常に目立つ刺激（以下、シングルトン）が一つだけ存在する視覚探索時には、前者の要因のみによって選択が決定付けられると主張する研究報告も多く、未だ統一した見解は得られていない (Theeuwes, 1991; 1992; Folk, Remington & Johnston, 1992 など)。

しかし先行研究の多くは、刺激の外見的な側面に向けられる注意に注目したものであり、空間的な側面まで考慮した研究は少ない。よって、より生態学的妥当性が高い視覚探索時の視覚的注意の機能を明らかにするためには、空間的な側面にも関わる注意も考慮した研究を行うことが必要であると考えた。

そこで本研究では、シングルトンを含む視覚探索時に①刺激の選択性を決定付ける要因、及びこのような条件下で②刺激の呈示位置に関する空間的な情報の効果について標的刺激の出現率に操作を加え検討した。

実験 1 では標的刺激そのものにシングルトンを用い、実験 2 では妨害刺激にシングルトンを用いた。

## 方法

### 実験 1

**参加者**：本実験には右利きの大学生・大学院生、計 33 名（平均年齢 21.3 歳）が参加した。

**刺激**：刺激には緑色の円（標的刺激）と四角形（妨害刺激）を用いた。刺激条件には 2 通りあり、標的刺激あり条件では 8 個の刺激のいずれかが標的刺激であり、標的刺激なし条件では四角形のみを呈示し、その場合には反応をしないように教示した。刺激呈示画面での標的刺激の左右の出現確率については被験者間で操作を行った。コントロール群では画面の左右に同等の割合で標的刺激を呈示した。右バイアス群では画面の右側に 80%の割合で標的刺激を呈示し、左バイアス群ではその逆とし、計 3 群で実験を行った。

### 実験 2

**参加者**：本実験には右利きの大学生・大学院生、計 22 名（平均年齢 22.9 歳）が参加した。

**刺激**：刺激の種類、及び呈示方法は実験 1 と同じであった。しかし実験 2 では標的刺激あり条件を 2 通り準

備し、一つは実験1と同じ条件とし、もう一つは標的刺激あり条件の妨害刺激を一つ赤色で呈示（以下、無関連シングルトン）する条件とした。本実験では前者をシングルトンなし条件、後者をシングルトンあり条件とした。また実験2では被験者群をコントロール群と右バイアス群の2群とした。

**手続き（実験1・実験2）**：はじめに注視点を700ms呈示し、その後連続して刺激呈示画面を呈示した。被験者は円状に配置された8個の刺激の中で、標的刺激が画面の左右どちら側に出現したかをボタンで反応した。実験2の無関連シングルトンの存在についてはあらかじめ被験者に伝えてあり、その刺激は無視するように教示した。

## 結果

標的刺激がシングルトンであった場合には両バイアス群において高確率側に標的刺激が出現した場合の方が低確率側に出現した場合よりも反応時間が短く、正答率が高いことが確認された ( $p < .01$ )。またバイアス群両群において低確率側に標的刺激が出現した場合に限って、コントロール群の同じ側に標的刺激が出現した場合よりも反応時間が長くなっていたことが確認された（左右それぞれ  $p < .02$ ;  $p < .04$ ）（図1）。以上の結果より空間的情報の効果と、その効果により期待される空間への注意の移動の促進ではなく、期待されない空間への注意の移動の抑制が生じることが確認された（実験1）。

標的刺激以外に目立つ無関連シングルトンが存在した場合でも、バイアス群における空間情報による効果が確認された。無関連シングルトンの影響については、コントロール群ではいずれの側に標的刺激が出現しても無関連シングルトンによる妨害的な効果が認められた（左右それぞれ  $p < .01$ ;  $p < .03$ ）。しかしバイアス群においては標的刺激が低確率側に出現した場合には妨害的な効果は確認されたが ( $p < .01$ )、高確率側ではそのような効果は認められなかった ( $p < .76$ )（図2）。正答率に関しては、バイアス群で標的刺激が低確率側に出現した場合に限りコントロール群の同じ側に出現した場合よりも正答率が低くなっていた ( $p < .01$ )。以上の結果より、期待された空間内に標的刺激が出現した場合には無関連シングルトンによる影響を受けず、注意のコントロールが可能となっていたことが確認された。また正答率の結果は実験1の反応時間で観察された期待による抑制的な効果を支持する結果になっていると考えられる（実験2）。

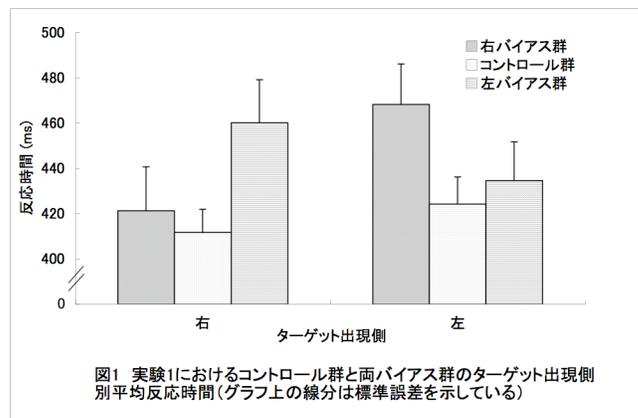


図1 実験1におけるコントロール群と両バイアス群のターゲット出現側別平均反応時間(グラフ上の線分は標準誤差を示している)

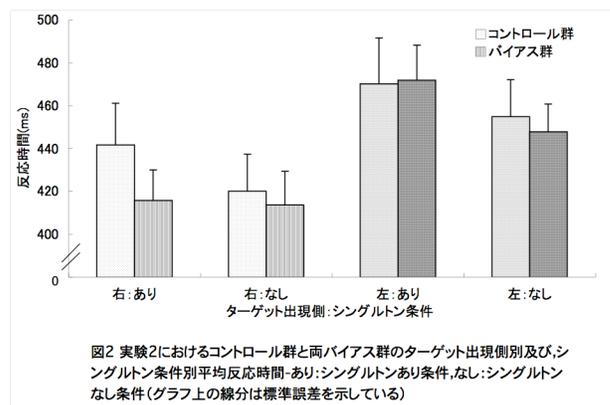


図2 実験2におけるコントロール群と両バイアス群のターゲット出現側別及び、シングルトン条件別平均反応時間-あり:シングルトンあり条件、なし:シングルトンなし条件(グラフ上の線分は標準誤差を示している)

## 考察

本研究の結果より、シングルトンを含む視覚探索において、課題を遂行するにあたって観察者の期待といった内的な要因が有効に機能していた可能性が示唆された（実験1・2）。しかしこのような内的な要因の関与は効率的に課題が遂行できる条件下でないと認められない（実験2）。また空間的な情報の効果については期待された空間に対する注意の定位の促進ではなく、逆側への定位の抑制が生じていたことが明らかになった。これは期待されない空間への注意の移動を抑制することで、期待される空間内の処理が効率的に行えるようになり、結果的に内的な要因の介入が容易に行えるようになっていたことを示唆するだろう。

## 引用文献

- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnston, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control setting. *Journal of Experimental Psychology: Human, Perception & Performance*, 18, 1030-1044.
- Theeuwes, J. (1991). Cross-dimensional perceptual selectivity. *Perception and psychophysics*, 50, 184-193.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception and psychophysics*, 51, 599-60.

# 無意識的な同調行動

渡邊克巳

- 1 東京大学先端科学技術研究センター（認知科学分野）
- 2 (独)科学技術振興機構 ERATO 下條潜在脳機能プロジェクト
- 3 (独)産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門

人間は他人の行動に対して無意識的に同調する傾向があることが知られている。同調行動の実験では人工的な周期的動作を用いることが多いが、本講演ではボタン押しのような単純な動作にも無意識的な同調現象（の兆候）がみられることを実験で示しながら、ミクロレベルでの他者の存在の影響が社会的認知行動機能の感覚運動的起源となる可能性を考察する。

Keywords: Biological motion, Contagion, Implicit process.

## 問題・目的

人間は他人の行動に対して無意識的に同調する傾向があることが、経験的にも実験的にも知られている (e.g. Chartrand & Bargh, 1999)。行動の観察と実行が同じメカニズムを利用しているという仮説は、複数の研究者によって提案されてきた (James, 1890; Jeannerod, 1994; Prinz, 1997)。目的のある行動の観察と実行の両方に同じように反応すると言われているミラーニューロンの発見 (Di Pellegrino et al., 1992) は、そのような仮説を支持するものと捉えられている。しかし、その機能に関しては諸説あるものの、コンセンサスが得られているとは言いがたい (Rizzolatti & Craighero, 2004)。

他人の行動を見ることが行動の実行に影響を及ぼす実験例は多くあり、そのほとんどが似た動作の促進・異なる動作の抑制という結果となっている (e.g. Kihner et al., 2003; Brass et al., 2001; Craighero et al., 2002; Heyes et al., 2005; Stürmer et al., 2000)。これらの研究は、「どのような動作をするか」という行動の種類に注目した研究であり、ミラーニューロンの性質を考えた場合にもっともな結果であると言えるだろう。

しかし他人とうまくコミュニケーションしたり、他人の内的状態を推測したり (Blackmore & Decety, 2001; Wolpert et al., 2003)、あるいは他人との共同作業を効率的に行う (Knoblich & Sebanz, 2006; Sebanz et al., 2006) ためには、「どの動作をするか」だけでなく「どのくらいの速度で」あるいは「どのタイミングで」動作を起こすべきかも重要となってくる。

都会のような忙しい環境にしばらく住んでいると、話し方や歩き方までが速くなった気がするというのは、多くの人を感じていることだろう。本研究では、このように他人の動作の速さが「感染」するという現象（あるいは直感）を実験的に調べることを目的とする実験を行った。

## 方法

CRT画面上に様々な動作のバイオリジカルモーション (Johansson, 1973; Ikeda et al., 2005) を、普通速度・2倍速度・半分の速度で提示し、その後300msから

2400msの遅延時間を置いた後、十字の注視刺激の4本の腕の1つの輝度が低下した (Figure 1)。被験者はどの部分が変化したのかを、ボタン押しによってなるべく速く正確に答えるように要求された。

課題の前に提示される刺激は、通常のバイオリジカルモーション刺激 (biological motion condition) の他に、バイオリジカルモーションを構成する点の初期位置をランダムに配置し直したもの (scrambled motion condition) も用いた (Figure 2)。バイオリジカルモーションの種類・提示速度・遅延時間はランダム化した。

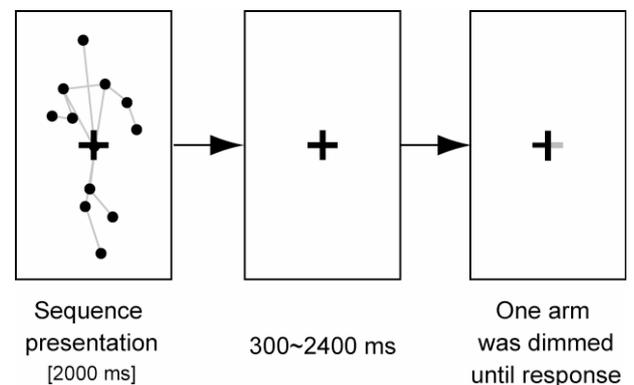


Figure 1. Trial sequence. Modified from Watanabe (2007).

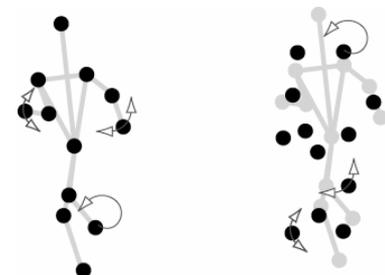


Figure 2. Normal biological motion (Left). Scrambled biological motion (Right). Modified from Watanabe (2007).

## 結果

Figure 3に被験者の平均反応時間を示した。通常のバイオロジカルモーションを観察した後は、直前の刺激の速度によってボタン押しの反応時間が変化していることが分かる。スロープの値を被験者毎に算出したところ、スロープは有意に負の値をとっていた( $p < 0.05$ )。Scrambled motionを観察した後の反応時間にはこのような傾向は見られなかった。

さらに遅延時間を3つに分けてみると、バイオロジカルモーションによる反応時間の変化は、遅延時間が比較的短い場合(1秒以内)に限ることが分かった(Figure 4)。

誤反応の数に関しては、どの条件間でも違いは見られなかった。

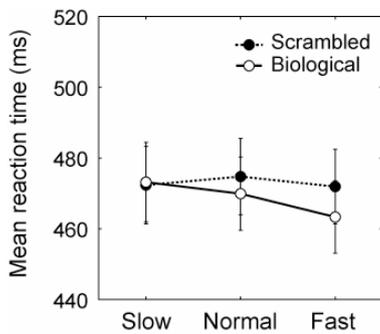


Figure 3. Results of Experiment. Mean reaction times of all observers ( $n=36$ ) are plotted as a function of the presentation speed (Fast = 50 Hz, Normal = 25 Hz, Slow = 12.5 Hz). Modified from Watanabe (2007).

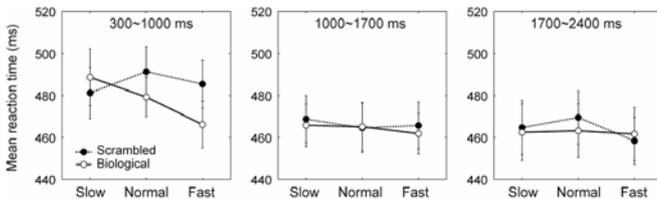


Figure 4. The reaction time data were divided in three period based on the time elapsed from the offset of the motion stimulus to the onset of the fixation change. Modified from Watanabe (2007).

## 考察

早回しで提示されたバイオロジカルモーションを見た後は、その刺激と関係のない課題(ボタン押し)の反応時間は短くなった。また反対にスローモーションで提示されたバイオロジカルモーションを見た後は、ボタン押しの反応時間は長くなる傾向が見られた。この効果が刺激が消えてから約1秒程度しか続かないということは、その機序が自動的(あるいは無意識的)であることを示唆している。

いわゆるミラーニューロンは、目的のある(意図を持った)動作に反応し、異なる種類の動作には反応し

ない(Di Pellegrino et al., 1992; Rizzolatti & Craighero, 2004)。しかし本実験で示されたように、動作速度の感染は課題に関係がない異なる動作であっても起こる。本実験で観察された動作速度の感染がミラーニューロンシステムとどのような関係にあるのかを調べることは今後の課題である。

また今回の結果は、行動速度の感染が起きる最低条件や最適な条件を調べているのではない点も注意すべきだろう。日常生活で経験される速度の感染には、もっと様々な要因が絡んでいることは明らかであり(Bargh et al., 1996)、本研究をより実社会での感覚に近づけて行くことも肝要である。

## 補足

生活のなかで素朴に感じる疑問・直感・信念などを、厳密な実験に落とし込み、そのメカニズムを探ることは、実験心理学者の仕事であるとともに研究者個人としての楽しみでもある。本研究では、速度の感染という多くの人が感じていることを題材にして、どのような研究が可能かを示すことを目指した。講演ではこれ以外の話もするかもしれませんがよろしく。

## 引用文献

- Bargh, J. A., Chen, M., & Burrows, L. 1996 Automaticity of social behavior: Direct effects of trait construct and stereotype activation on action. *Journal of Personality and Social Psychology*, 71, 224-230.
- Blackmore, S. J., & Decety, J. 2001 From the perception of action to the understanding of intention. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 561-567.
- Brass, M., Bekkering, H., & Prinz, W. 2001 Movement observation affects movement execution in a simple response task. *Acta Psychologica*, 106, 3-22.
- Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. 1999 The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76, 893-910.
- Craighero, L., Bello, A., Fadiga, L., & Rizzolatti, G. 2002 Hand action preparation influences the responses to hand pictures. *Neuropsychologia*, 40, 492-502
- Di Pellegrino, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. 1992 Understanding motor events: A neurophysiological study. *Experimental Brain Research*, 91, 176-180.
- Heyes, C., Bird, G., Johnson, H., & Haggard, P. 2005 Experience modulates automatic imitation. *Cognitive Brain Research*, 22, 233-240.
- Ikeda, H., Blake, R., & Watanabe, K. 2005 Eccentric perception of biological motion in unscalably poor. *Vision Research*, 45, 1935-1943.

- James, W. 1890 *Principle of Psychology*. New York, NY: Holt.
- Jeannerod, M. 1994 The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral Brain Science*, 17, 187-202.
- Johansson, G. 1973 Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception & Psychophysics*, 14, 201-211.
- Kilner, J. M., Paulignan, Y., & Blackmore, S. J. 2003 An interference effect of observed biological movement on action. *Current Biology*, 13, 522-525.
- Knoblich, G., & Sebanz, N. 2006 The social nature of perception and action. *Current Directions in Psychological Science*, 15, 99-104.
- Prinz, W. 1997 Perception and action planning. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9, 129-154.
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. 2004 The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 167-192.
- Sebanz, N., Bekkering, H., & Knoblich, G. 2006 Joint action: Bodies and minds moving together. *Trends in Cognitive Sciences*, 10, 70-76.
- Stürmer, B., Aschersleben, G., & Prinz, W. 2000 Correspondence effects with manual gestures and postures: A study of imitation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26, 1746-1759.
- Watanabe, K. 2008 Behavioral speed contagion: Automatic modulation of movement timing by observation of body movements. *Cognition*, 106, 1514-1524.
- Wolpert, D. M., Doya, K., & Kawato, M. 2003 A unifying computational framework for motor control and social interaction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 358, 593-602.

# 文の読みの初期段階における文脈と単語の処理

浅野 倫子

東京大学大学院人文社会系研究科

日本学術振興会特別研究員

横澤 一彦

東京大学大学院人文社会系研究科

This study investigated the relationship between word and sentence context processing in the early stage of sentence reading. The influence of sentence context on the perception of contextually anomalous words in Japanese text was examined in an experiment. A target word (contextually anomalous Japanese two-kanji compound word or its contextually consistent counterpart) in a short text was briefly presented, followed by a four-alternative forced-choice (4AFC) recognition task. The recognition list consisted of four Japanese two-kanji compound words: contextually anomalous target word, consistent target word, anomalous new word, and consistent new word. A sentence comprehension test was also conducted. The results for the recognition task showed that the anomalous words were less frequently recognized than the correct counterparts; participants were more likely to select the contextually consistent word. The same pattern of results was obtained when all the function words in stimulus sentence was replaced by "&"s and only the information of content words was provided to participants. Performance on the sentence comprehension test was generally good regardless of the target word type and sentence conditions. These results show that in the early stage of Japanese sentence reading, processing of sentence context has priority over those of each constituent word, and the semantic information of content words is used in the main.

Keywords: reading, sentence processing, word perception

## 問題・目的

文の意味は個々の単語の処理に基づき理解される一方、効率的に文を読むために、文脈から単語が予測されると考えられる。単語と文脈の処理はどのような関係にあるのだろうか。

先行研究では、文脈に適合する単語は認知されやすいことが示されている(Jordan & Thomas, 2002; Potter, Stiefbold, & Moryadas, 1998)。本研究では、文脈処理の初期段階における単語処理との関係や、文脈処理に有用な情報について詳細に検討するため、誤字の有無を操作した短文全体を短時間提示し、誤字または対応する正字部分の単語再認課題を行った。文脈が単語認知に影響するならば、文脈に適合しない単語である誤字は見落とされやすいと考えられる。誤再認される単語を調べることで、文脈処理の影響について詳しく検討した。また、文の初期段階における文脈処理では、効率的な情報のサンプリングが求められると考えられる。本研究ではこの処理段階において、機能語(助詞や助動詞のように単独で意味内容を持たない語)に比べて情報量の多い、内容語(動詞、名詞、形容詞など、単独で意味内容を持つ語)の意味情報が主に利用されているという仮説を検討した。

## 方法

**被験者** 日本語を母語とする成人28名。

**刺激** 刺激文は日本語の短文(12~14文字)120文であり、誤字の有無[誤字あり・誤字なし]、文の種類[完全文・内容語のみ文]、ターゲット語(単語再認課題の対象となる漢字二字熟語。誤字または対応する正字)の位置[文頭・中間・後部]の3要因を設定した。各刺激文はターゲット語を1語含んでいた。

誤字あり文はターゲット語が誤字であり(例「私の友人の勤務先は場合だ。」下線部がターゲット語)、誤字なし文は誤字あり条件と同じ文のターゲット語を正字に置き換えたものであった(例「私の友人の勤務先は銀行だ。」)。対となる誤字あり文と誤字なし文のターゲット語の文字音声親密度は同じ、もしくははできる限り同じになるように統制され、また互いに音韻、形態的に非類似であった。このほか、誤字あり条件や誤字なし条件の文とは全く異なる正文であるフィラー文を60文加えた。誤字あり文、誤字なし文、およびフィラー文の半数は完全文(通常文)、もう半分は完全文の機能語を"&"で置き換えた、内容語のみ文であった(例「私&友人&勤務先&銀行&。」)。文中でのターゲット語の位置は文頭、中間、後部の3条件であり、それぞれ同数とした。

再認課題は4択で行われ、選択肢は(1)不適合ターゲット:誤字あり条件でのターゲット語(刺激文が「私の友人の勤務先は場合だ。」または「私の友人の勤務先は銀行だ。」のとき、「場合」)、(2)適合ターゲット:誤字なし条件でのターゲット語(「銀行」)、(3)不適合ダミー:刺激文中に存在せず、文脈に適合しない単語(「紅茶」)、(4)適合ダミー:刺激文中には存在しないが文脈に適合する単語(「病院」)の4種類であった。すなわち4択のうち半分は刺激文の文脈に不適合(1と3)、もう半分は適合的であった(2と4)。ダミー語(3と4)は、ターゲット語(1と2)とは音韻、形態的に非類似であった。

したがって、誤字あり条件では(1)不適合ターゲットを、誤字なし条件では(2)適合ターゲットを選択するのが正答であった。

**実験手続き** 実験は全180試行であり、各条件がランダムな順で出現した。被験者には誤字あり文および内容語のみ文の存在を事前に知らせた。刺激文はPC

画面中央に横書きで、水平方向に視角約10度の範囲に提示された。各試行では最初に注視点が500ms、続いて刺激文が短時間(200ms)提示された。その直後にマスクが1000ms提示された。次に再認課題として、刺激文中に存在した単語を回答させた(4肢強制選択)。再認課題の後、刺激文の内容理解テストを行った(2肢強制選択)。これは刺激文が誤字あり文の場合でも回答可能なように作られており、また、内容語のみ文条件の場合も見えた部分から判断して回答するように求められた。

## 結果

再認課題(4肢強制選択)の回答における、各選択肢の選択率をTable 1に示す。Table 1の灰色に塗られた部分の数値が、各条件における正答率に相当する。再認課題の正答率について、誤字の有無、文の種類とターゲット語の位置の3要因分散分析を行った結果、誤字の有無、文の種類、および位置の主効果、また、誤字の有無と文の種類、誤字の有無と位置の交互作用がみられた $[F(1, 27) = 242.21, p < .01; F(1, 27) = 5.97, p < .05; F(2, 54) = 52.28, p < .01; F(1, 27) = 11.44, p < .01; F(2, 54) = 17.39, p < .01]$ 。これらの結果は、完全文と内容語のみ文の両方において誤字あり条件のほうが誤字なし条件よりも正答率が低いこと、誤字なし条件においてのみ内容語のみ文が完全文よりも、また、後部条件は文頭や中間条件よりも正答率が低いことを示すものであった。

Table 1の灰色で塗られた以外の部分は、再認課題誤答時に誤選択された各選択肢の選択割合を示している。その内訳を調べたところ、文の種類にかかわらず、誤字あり条件では適合ターゲットおよび適合ダミーの誤選択率が不適合ダミーの誤選択率よりも高く、文脈に適合する語を誤再認する傾向がみられた。

内容理解テストの正答率は完全文条件で82.6%、内容語のみ文条件で79.0%と高く、いずれの条件でも刺激文の内容を理解できていたと考えられる。文の内容理解とターゲット語の処理の関係について検討するため、内容理解テストの正誤別の単語再認課題の正答率を算出した(Table 2、ただしターゲット語位置条件ごとの結果については割愛)。これについて、内容理解テストの正誤、誤字の有無、文の種類とターゲット語の位置の4要因分散分析を行った結果、内容理解テストの正誤、誤字の有無、位置の各主効果や内容理解テストの正誤と位置の交互作用に加えて、内容理解テストと誤字の有無の交互作用が有意であり $[F(1, 9) = 8.49, p < .05]$ 、誤字あり条件では、内容理解テスト正答時は誤答時に比べて再認成績が低いことが明らかになった。これはすなわち、文脈の理解と誤字ターゲットの処理との間にトレードオフがあることを示唆する。

## 考察

文脈に適合しない単語である誤字は、適合する単語である正字よりも再認が困難であり、代わりに文脈に適合する語が誤再認される傾向があることが明らかになった。これらの傾向は、短時間提示では十分な処理

が難しい文の後部にターゲット語がある場合に顕著であった。内容理解テストの結果は文の種類に関係なく好成績であった。また、内容理解テストと単語再認課題の成績の関係を調べたところ、誤字あり文において、文脈が正しく処理されているときは、特に誤字が見落とされている傾向があることが示された。これらの結果より、全体的な文脈理解は個々の単語の認知よりも優先的に処理されると考えられる。また、完全文でも内容語のみ文でも同様に、誤字の有無の効果、すなわち文脈と単語の適合性の効果が見られたことから、文脈処理の初期段階では、内容語の情報に基づいた粗い文脈処理がなされていることが示唆される。これらは日常において、誤字に気付かず文章を「正しく」読んでしまいがちであったり、文面に一瞬目を留めただけでも内容がなんとなく分かったりするという経験とも一致するものである。

Table 1. Details of responses in word recognition test (%).

	Anomalous			Consistent		
	Top	Mid.	Bot.	Top	Mid.	Bot.
<b>Whole</b>						
(1) Anomalous Target	55.5	47.9	11.1	4.7	2.1	1.8
(2) Consistent Target	28.0	29.3	49.3	82.7	86.1	65.0
(3) Anomalous New	2.5	4.3	1.1	1.8	2.5	2.9
(4) Consistent New	14.0	18.6	38.6	10.8	9.3	30.4
<b>Content Words Only</b>						
(1) Anomalous Target	50.4	51.4	13.6	5.0	2.9	4.6
(2) Consistent Target	23.6	28.2	45.0	77.3	77.1	55.0
(3) Anomalous New	4.3	4.6	3.2	1.4	3.2	5.7
(4) Consistent New	21.8	15.7	38.2	16.2	16.8	34.6

Note. Anomalous = Target word was a contextually anomalous word. Consistent = Target word was a contextually consistent word. Mid. = middle. Bot. = bottom. Numbers in cells filled with gray color represent correct recognition rates in each condition.

Table 2. Mean correct word recognition rate conditioned on the performance in comprehension test (%).

Comprehension Test	Whole		Content Words Only	
	Anom.	Consist.	Anom.	Consist.
Correct	34.5	78.6	31.9	69.8
Incorrect	54.6	73.6	60.3	72.5

Note. Anom. = Target word was a contextually anomalous word. Consist. = Target word was a contextually consistent word.

## 引用文献

- Jordan, T. R., & Thomas, S. M. (2002). *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28, 34-45.
- Potter, M. C., Stiefbold, D., & Moryadas, A. (1998). *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 68-100.

# Stroop 干渉の強度が色のカテゴリカル知覚に及ぼす影響

末神 翔  
道又 爾

上智大学大学院総合人間科学研究科  
独立行政法人日本学術振興会  
上智大学総合人間科学部

Suegami & Michimata (2005 in Japanese with English abstract) showed that the Stroop interference eliminated the *categorical perception* (CP: better between-category discrimination relative to within-category) of colour in a simultaneous colour matching task. Present research further investigated the effect of Stroop interference on the CP of colour by manipulating the intensity of the interference in the same task as Suegami & Michimata (2005). The results showed that the CP of colour was decreased as the Stroop interference was increased, suggesting that the CP of colour would be mediated by verbal labels.

Keywords: categorical perception, verbal label, Stroop interference.

## 問題・目的

等しい色差をもつ色同士の弁別では、異なる色カテゴリに属する色同士の方が、同じカテゴリに属する色同士よりも弁別しやすく、これを色のカテゴリカル知覚（以下、CPとする）という（Harnad, 1987）。

末神・道又（2005）は、標的色枠と2つの色パッチを同時に提示する2AFC同時色マッチング課題において、2つの色パッチが異なる色カテゴリに属する場合（Between-category）の方が同じカテゴリに属する場合（Within-category）よりも誤答率が低く反応時間も短いという色のCPを示した。さらに、標的色枠および色パッチの呈示直前に色単語を呈示した場合、色単語と標的色枠の色が一致する条件では色のCPが生じたが、色単語と標的色枠が不一致な場合（Stroop干渉が生じる場合）には色のCPが消失することも示した。Stroop干渉によって色のCPが消失したことから末神・道又（2005）は、色のCPが言語的に符号化された色表象、すなわち言語ラベルによって生じると考察した。

そこで本研究では末神・道又（2005）が用いた課題におけるStroop干渉の強度を操作した実験を行い、Stroop干渉が色のCPに及ぼす影響をさらに検討することを目的とする。Logan & Zbrodoff（1979）によれば、Stroop課題において干渉が生じない条件（一致条件）の出現頻度が高くなると、課題遂行とは関係のない言語情報へ注意が割かれやすくなるため、干渉が生じる条件（不一致条件）における干渉は強くなる。このことから末神・道又（2005）で用いられた課題において、一致条件の出現頻度を操作することでStroop干渉の強度を操作し、Stroop干渉が色のCPに及ぼす影響を検討する。

## 方法

### 参加者

正常な視力および色覚を有する大学生および大学院生60名が参加した。

### 刺激

末神・道又（2005）で用いられた色刺激を用いた。CIE（1976）によるL\*u\*v\*均等色空間において等色差である4マンセル色相（1.44B、8.76BG、6.06BG、および4.04BG）を用い、各色相につき2段階のマンセル明度（5.80および6.20）のものを用意した。色相が1.44Bおよび8.76BGの色刺激は「青」、6.06BGおよび4.04BGの色刺激は「緑」の色カテゴリに属しており、全ての色刺激のマンセル彩度は7.4であった。

### 課題

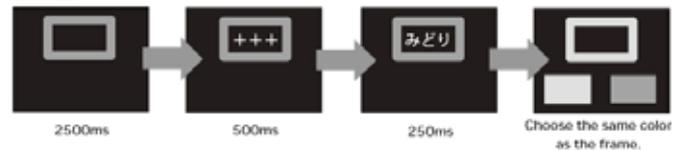


Figure 1. Illustration of a trial sequence.

課題は末神・道又（2005）に準拠し、2つの色パッチのうち標的色枠と同じ色はどちらかを判断する2AFC同時色マッチング課題を用いた。まず灰色の枠内に注視刺激が500 ms、次いで枠内に色単語が250 ms呈示された。その後、標的色枠および色パッチが反応があるまで呈示された（Figure 1参照）。

### 実験計画

実験は色単語と標的色枠の対応（一致 / 不一致） × 2つの色パッチのカテゴリ（Within / Between） × 一致条件の出現頻度（50% / 75% / 87.5%）の3要因完全直交配置計画であった。一致条件の出現頻度要因のみ参加者間要因で、その他の要因は参加者内要因であ

った。また、従属変数は誤答率および反応時間であった。

## 結果

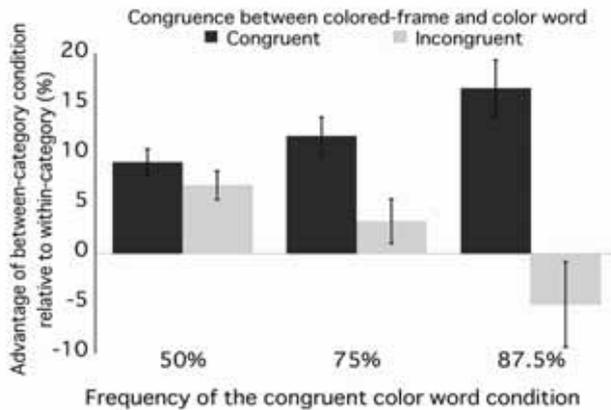


Figure 2. The advantage of between-category condition in error rates. The error bars show  $\pm 1$  standard errors.

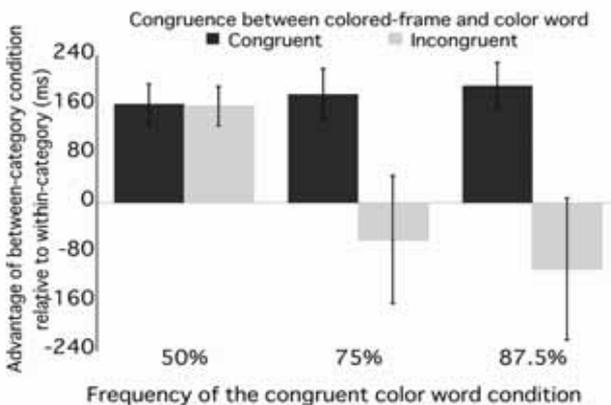


Figure 3. The advantage of between-category condition in RTs. The error bars show  $\pm 1$  standard errors.

Witnin条件とBetween条件の差分をCP量とした。CP量が0より大きいことはBetween条件の優位性を示し、色のCPが生じたことを示唆するものである。

誤答率におけるCP量 (Figure 2) について、色単語と標的色枠の対応 (一致 / 不一致)、および、一致条件の出現頻度 (50% / 75% / 87.5%) を要因とする分散分析を行った。その結果、対応  $\times$  出現頻度の交互作用が有意であった [ $F(2, 57) = 5.171, MSE = 69.584, p = .009$ ]。

そこで下位検定として、対応要因の各水準において出現頻度を要因とする一元配置分散分析を行った。その結果、色単語と標的色枠が不一致な場合において出現頻度の単純主効果が有意であった [ $F(2, 57) = 4.398, MSE = 170.395, p = .017$ ]。さらに有意な一次線型成分がみられた [ $F(1, 57) = 8.360, MSE = 9712.510, p = .005$ ]。このことから、標的色枠と一致する色単語の出現頻度が高くなるにつれてCP量は減少したといえる。

一方、色単語と標的色枠が一致する場合においても出現頻度の単純主効果が有意であった [ $F(2, 57) = 3.222, MSE = 88.327, p = .047$ ]。さらに有意な一次線型成分がみられた [ $F(1, 57) = 6.260, MSE = 5034.620, p = .015$ ]。このことから、標的色枠と一致する色単語の出現頻度が高くなるにつれてCP量は増加したといえる。

さらに、反応時間 (Figure 3) も誤答率と極めて一致したパターンを示した ( $r = +.93$ )。

## 考察

色単語と標的色枠が不一致な場合において、標的色枠と一致する色単語の出現頻度が高くなるにつれてCP量が減少した。このことから、Stroop干渉の強度が高くなるにつれて色のCPは減衰したといえる。このことは言語干渉が強くなるほど色のCPはより減衰することを示唆しており、末神・道又 (2005) で得られた結果と一致するものである。従ってこの結果は、色のCPが言語的メカニズムにより生じていることを強く示唆するものである。

さらに、色単語と標的色枠が一致する場合においては、標的色枠と一致する色単語の出現頻度が高くなるにつれてCP量が増加した。これは色単語と標的色枠が一致する確率が高くなることで、色単語によって標的色枠の言語ラベリングが促進され、その結果として色のCPがより強く生じたためと考えられる。言語ラベリングが促進されることで色のCPが増加したのであれば、このことも色のCPが言語的メカニズムによって生じることを指示する結果といえる。

Roberson & Davidoff (2000) は、異なるカテゴリに属する刺激は、知覚的表象に加えて言語的に符号化された表象、すなわち言語ラベルも手がかりになるため、同じカテゴリに属する刺激よりも弁別しやすいという言語ラベル比較理論を唱えた。言語干渉の強度が増すにつれて色のCPが減衰し、言語ラベリングが促進されるにつれて色のCPが増加するという本研究の結果は、Roberson & Davidoff (2000) の主張を強く支持するものである。

## 引用文献

- Logan, G. D. & Zbrodoff, N. J. 1979. When it helps to be misled: Facilitative effects of increasing the frequency of conflicting stimuli in a stroop-like task. *Memory & Cognition*, 7(3), 166-174.
- Roberson, D. & Davidoff, J. 2000. The categorical perception of colors and facial expressions: The effect of verbal interference. *Memory & Cognition*, 28, 977-986.
- 末神 翔・道又 爾 2005 色のカテゴリカル知覚における言語ラベルの寄与 *Technical Report on Attention and Cognition (2005)*, 19.

# 視覚性短期記憶における属性結合の記憶特性

近藤あき  
齋木潤

京都大学大学院人間・環境学研究所  
京都大学大学院人間・環境学研究所

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

Recent studies on visual short-term memory have shown that change detection in retaining binding information was more difficult than that in retaining visual feature information (Wheeler and Treisman, 2002). They suggest that this binding memory deficit is due to retrieval processes. This study examined whether binding memory deficit could generalize to triple feature-binding information. To evaluate binding memory, simple change detection task and relevant-feature switch detection task was used. Results in the present study suggest that binding memory deficit largely depends on the features to be bound.

Keywords: visual short-term memory, binding memory deficit, retrieval cost, relevant-feature switch detection task.

## 問題・目的

我々の視覚世界には複数の物体が存在する。視覚システムはこれら物体を認知するために、物体の色や形、位置などの属性情報を適切に組み合わせて物体表象を形成していると考えられる。では物体は視覚性短期記憶内ではどのような表象で保持されるのだろうか？

Luck & Vogel (1997)は、複数の物体が配列された画面について変化検出課題を行い、視覚性短期記憶内に保持される単位は、個々の属性情報が結合された物体表象—オブジェクトファイルと呼ばれる—とした。さらにWheeler & Treisman (2002)は、変化検出課題において、記憶表象との比較・検索が必要となるTest画面で物体を1個だけ呈示するSingle-probe条件を設け検索負荷を小さくすると、全ての物体を呈示するWhole-probe条件よりも課題成績が向上したことから、属性結合された物体は本来記憶保持されているが、その保持容量は変化検出課題で評価すると、記憶表象の検索及び比較の過程でエラーが生じるため過小評価されると解釈した。しかしこの妥当性、一般性にはまだ議論の余地がある。本研究は、この解釈の一般性を彼女らの実験を拡張することで検討した。

第一に、属性結合の複雑性の効果を調べた。

Wheeler & Treismanが検討した属性結合は、色と位置、色と形の単純な2属性の結合だけであった。本研究の実験1では色、形、位置の3属性結合事態でもsingle-probe advantageが観察されるか検討した。

第二に、異なる組み合わせの属性結合におけるsingle-probe advantageを比較検討した。Wheeler & Treismanにおいて検討された色と位置、色と形に関しては後者の方が効果量が大きく、実際、色と位置については追試が出来なかったという報告もある。本研究の実験2では、実験1と同一の刺激セットで2属性の組み合わせについて変化を検出する課題(課題関連変化検出課題)を行い、属性の組み合わせの種類にかかわらずsingle-probe advantageが観察されるか検討した。

第三に、課題関連変化検出課題を遂行する際に、課題要求に応じた柔軟な物体表象が構成されているのかを検討した。課題関連変化検出課題は、課題無関連属性は適切に無視することができ課題遂行に干渉しないという前提が必要である。実験2では、この前提の妥当

性もあわせて検討し、課題要求に応じて適切な属性のみを統合した物体表象(partial object files)を構成できるのか、それともオブジェクトファイルは常に刺激として呈示された全ての属性を課題要求に関係なく統合して構成される(full object files)のか検討した。

## 方法

**刺激** 色と形の属性で定義された6個の物体(視角 $0.73^\circ$ )が画面に呈示された。刺激は画面中央の $3 \times 3$ のマトリックス(視角 $6.89^\circ \times 6.89^\circ$  範囲)の中心部以外の8箇所のうちいずれかの位置に呈示された。試行毎に各物体の形と色、呈示位置はランダムに決定された。

**手続き** 図1に実験の流れを示す。各試行はSample画面が100 ms呈示され、900 msの遅延後にTest画面が1000 ms呈示された。遅延期間の間に、2つの物体間で属性が入替わり、その種類はNo(入替わりなし)・Shape・Color・Locationから試行ごとにランダムに選ばれた。またTest画面のprobe条件は、全ての物体が呈示されるWhole-probe条件と、どれか1個の物体が呈示されるSingle-probe条件の2条件あり、実験ブロック内でランダムに呈示された。試行中は構音抑制を行った。

## 実験1

実験1では、3属性結合事態でもsingle-probe advantageが観察されるか検討した。正常な視力(矯正を含む)と色覚を有する成人15名が実験に参加した。協力者は色、形、位置の3属性で定義された物体についてSample画面とTest画面が同じか異なるかをボタン押しで反応した(図1)。実験の総試行数は2(probe条件) $\times 4$ (入替わり) $\times 24$ (繰り返し)の192試行であった。

各Probe条件における課題成績(A')を図2左に示す。Probe条件を要因とする繰り返しのある1要因分散分析を行ったところ、Probe条件の主効果は有意でなかった( $F(1, 14) = 0.099, n.s.$ )。すなわち、3属性結合事態では、Wheeler & Treisman (2002)の2属性結合事態の結果と異なり、single-probe advantageは観察されなかった。

本実験においてsingle-probe advantageが生じなかったことは、Wheeler & Treisman (2002)で報告されたsingle-probeのadvantageは単純な2属性結合事態でのみ生じる可能性を示唆する。そこでこの可能性を確かめ

るために、実験2では実験1と同一の実験環境で2属性のみの結合を要する課題を行った。この時、刺激は色、形、位置の3属性で定義されたが、協力者は2つの属性結合に注目すれば課題に正答できた。

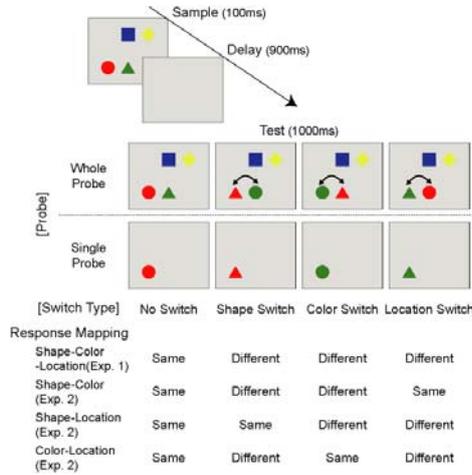


Fig 1. 実験手続き

## 実験2

実験2では、課題に関連する2つの属性の組合せについて変化の有無を検出する課題(課題関連変化検出課題)を行いsingle-probe advantageが観察されるか検討した。正常な視力(矯正を含む)と色覚を有する成人が15名ずつ3つの実験に割り当てられた。刺激は実験1と同一で、形、色、位置の3属性で定義された物体であったが、協力者の課題は、あらかじめ指定された2属性の結合について変化を検出し、関連ない属性の変化は無視することであった。実験は各課題関連属性(色-形、色-位置、形-位置)につき2(probe条件)×4(入替わりの種類)×24(繰り返し)の192試行を、被験者間で行った。

図2右は、各probe条件における変化検出の課題成績(A')を、各属性結合課題(色-形、色-位置、形-位置)について示した結果である。結合条件ごとにProbe条件を要因とする繰り返しのある1要因分散分析を行ったところ、色-形結合ではProbe条件の主効果は有意であった(F(1, 14) = 16.131, p<.005)が、形-位置結合、色-位置結合ではProbe条件の主効果は有意でなかった(結 F(1, 14) = 0.298, n.s.; 色-位置: F(1, 14) = 4.089, n.s.)。

課題関連属性によってProbeの効果が異なった理由について詳しく検討するために、属性結合ごとに、課題に関連ない属性から受ける干渉の程度を評価した。干渉は、"Same"反応が正答の時に"Different"と誤答したエラー率について、変化なし条件と課題無関連属性変化条件を比較した。その結果、干渉のあり/なしは課題関連属性によって異なった。形-色結合では有意な干渉が見られたが(F(1, 14)=4.670, p<.05)、形-位置結合、色-位置結合では有意な干渉は見られなかった(形-位置: F(1, 14)=0.063, n.s.; 色-位置: F(1, 14)=0.060, n.s.)。次に、これらの干渉の仕方について、whole probe条件とsingle probe条件で違いがあるか否かを検討するために、Probe効果と干渉の交互作用を評価した。その結

果、交互作用あり/なしは条件によって異なり、形-色結合では交互作用は有意(F(1, 14)=6.311, p<.05)であったが形-位置結合、色-位置結合では有意でなかった(形-位置: F(1, 14)=0.812, n.s.; 色-位置: F(1, 14)=0.218, n.s.)。すなわち、形-色結合において観察されたsingle-probe advantageは干渉を反映している可能性が示された。

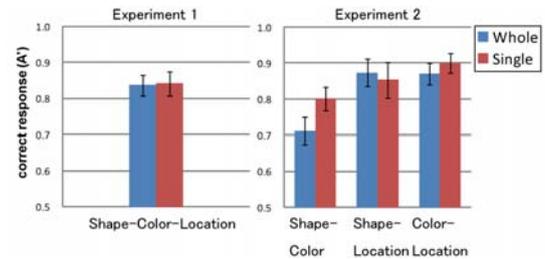


Fig 2. 各 Probe 条件における検出率 (左: 実験 1、右: 実験 2)

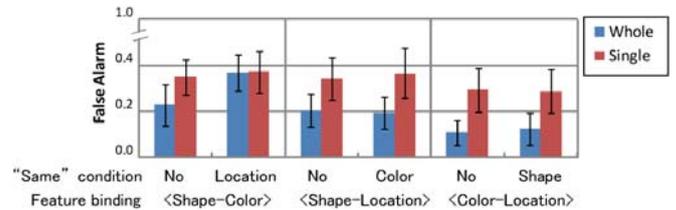


Fig 3. 各属性結合条件におけるエラー率 (実験 2)

## 総合考察

本研究は3属性で定義された刺激を用いてWheeler & Treisman (2002)のsingle-probe advantageの一般性を検討した。その結果、single-probe advantage は3属性事態には一般化できない、つまり、3属性結合に関しては保持容量が過小評価されているというより保持容量自体に限界があることが示唆された。さらに、2属性結合でも色-形結合の場合しかsingle-probe advantageは観測できず、保持容量が過小評価されていると考えられるのは色-形結合の場合のみであった。また課題無関連属性から受ける干渉のコストは色-形結合では見られるが、それ以外では強くなく、また、Probe効果と相互作用はなかった。以上から、色、形は課題無関連の場合比較的容易に無視できるが、位置情報を無視するのは困難であることが示唆された。位置情報の無視が困難という知見は、オブジェクトファイルには時空間的な位置情報が不可欠という、従来のオブジェクトファイルの議論と整合する。従って、位置情報は課題要求に無関係に付与されてしまうが、他の属性(色、形)については、課題要求に応じてpartialなファイルを作ることが可能であることが示唆された。

## 引用文献

Luck, S. J., & Vogel, E. K. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390, 279-281.

Wheeler, M. E., & Treisman, A. M. 2002 Binding in short-term visual memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 131, 48-64.

# 小さな記憶容量のメリット — 相関強調か単純方略か —

菊池 健  
又 爾

上智大学大学 総合人 科学研究科  
上智大学総合人 科学

People with small short-term memory capacity show good performance in correlation detection tasks. Previous researches suggested two theories to explain this phenomenon: amplified correlation theory and simple strategy theory. We conducted correlation detection task under the condition that  $\phi$  is .50, dividing participants into two groups based on the criterion that immediate memory span is 8 to decide which theory is valid. The result indicated that simple strategy theory is valid. Males tended to avoid misses whereas females tended to avoid false alarms in the correlation detection task. This might be resulted from the sex difference of the cost for propagation.

Keywords: small capacity advantage, amplified correlation theory, simple strategy theory, sex difference.

## 問 ・ 目的

記憶は我々の日常生活において欠かせない能力であり、一度に多くのことを記憶できると有利な場 が多い。では記憶容 は大きいほど有益なのだろうか。もしそうであるならば、人 の記憶容 は環境に 応し、常に大きくなっているだろう。しかし、人 の記憶容 には りがある。特に、利用したい情報を数秒から数十秒程度保持しておく短期記憶 Short-Term Memory: 以下、STM においては明確な 界がある e.g. マジカルナンバー7±2 Miller,1956 。したがって、小さなSTM容 には何らかの 応上のメリットが存在すると考えられる。

Kareev, Lieberman, and Lev (1997) は2つの変数の間に相 がある場合、サンプル数が少ないほど標本分布が歪められ、母 団よりも相 が強く見えることに注目し、小さなSTM容 は相 の検出に有利であると 考え、実 を行った 相 強調説 。実 の結果、STM容 が小さい人はSTM容 が大きい人よりも相 検出能力が いことが示唆された。

これに対し Gaissmaier, Scooler, and Rieskamp (2006) は、Kareev et al. (1997) の実 においてSTM容 の小さい人が優れた課 成績を示したのは、相 が強く見えたためではなく、最も単純かつ有効な方略である最大化 maximizing: それまでに出現 度が1番 い 択肢を ぶ方略 を多く用いたためであると べた 単純方略説 。

Gaissmaier et al. (2006) は相 強調説 と単純方略説それぞれに基づいたシミュレーションモデル、実 参加者による課 成績を比 した。その結果、単純方略説に基づいたモデルの方が参加者に い成績の傾向を示したため、Gaissmaier et al. (2006) は単純方略説による説明が有効であると結論付けた。

しかし、Gaissmaier et al. (2006) のシミュレーションモデルが双方の理論を正確に反映しているとは らな

いため、Gaissmaier et al. (2006) によって単純方略説の妥当性が完全に示されたとは言えない。そこで本研究では、実 の人 のパフォーマンスによって双方の理論の妥当性を検討する。本研究では Kareev (2000) のシミュレーションにおいて、四分点相 係数 $\phi$ が.50の時に最も相 が強調されるサンプル数が8-11であったことを利用する。直接記憶範囲6桁以下の人をSTM容 小群、8桁以上の人をSTM容 大群とし、 $\phi = .50$ の条件下で Gaissmaier et al (2006) と同様の課 を参加者に行わせる。もし単純方略説が 切ならば、STM容 小群の方がより単純な方略を用いるため、課 成績が良いと予測される。また、もし相 強調説が 切ならば、STM容 大群の方がより相 が強調されて見えるため、課 成績が良いと予測される。また、本研究では Gaissmaier et al. (2006) で見られた、記憶容 と課 成績の 係における性差についても検討するため、性別も独立変数とし、ワーキングメモリ Working Memory: 以下、WM容 による群分けも行う。さらに本研究では参加者がどのような方略を用いているか詳細に検討するため、反応時 も測定する。

## 方法

実 参加者 大学生・大学 生92名 男性51名、女性41名、平均年 21.5歳 が実 に参加した。

記憶テスト STM容 の測定にはディジットスパンテスト、WM容 の測定にはカウンティングスパンテストを用いた。

課 ・手続き 実 課 はGaissmaier et al. (2006) の課 を簡略化したものを用いた。各試行ではまず赤色か緑色の箱がPC画 上に呈示され、参加者に箱の中に されている数字 1か2 を予測させ、対応する数字キーを押させた。参加者が反応キーを押すと、500 ms 正答が呈示され、次の試行に移った。課 は全 で384試行あり、128試行ずつ3ブロックに分けられたが、参加者にはブロック分けは知らされなかった。

なお、箱の色と数字の相 係数の絶対値は.50に固定されたが、Gaissmaier et al. (2006) にならい、2ブロック目と3ブロック目の で相 係数の符号をさせた .50→-.50, -.50→.50: 以下、シフトと呼ぶ。

**実 計画** 参加者 要因である記憶容 小/大、性別 男性/女性、参加者内要因であるブロック 1/2/3 を要因とする3要因計画で実 を行った。従属変数は最大化を行った確率 最大化率 と反応時であった。

## 結果

参加者ごとに各ブロックにおける最大化率を算出した。反応時 は各ブロックにおける中央値を各参加者の代表値とし、その平均値を各群の代表値とした。

最大化率に対して記憶容、性別、ブロックを要因とする3要因の分散分析を行った。その結果、短期記憶容、ワーキングメモリ容 のいずれによる群分けでも仮説に する有意な主効果および交互作用はみられなかった。次に Sidak の方法による多 比 を行った結果、STM 容 による群分けで、男性の3ブロック目において容 小群の方が容 大群よりも最大化率が かった  $F(1,68) = 4.68, MSE = , p = .03$ 。

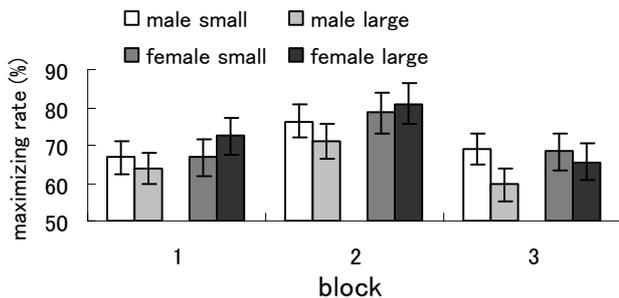


Figure 1. The maximizing rate of all groups divided by STM capacity.

反応時 に対して記憶容、性別、ブロックを要因とする3要因の分散分析を行った。その結果、STM 容  $F(1,68) = 6.02, MSE = 1063359, p = .017$ 、WM 容  $F(1,85) = 7.30, MSE = 1262186, p = .008$  のいずれによる群分けでも、男性の方が女性よりも反応時が短いという性別の主効果がみられた。

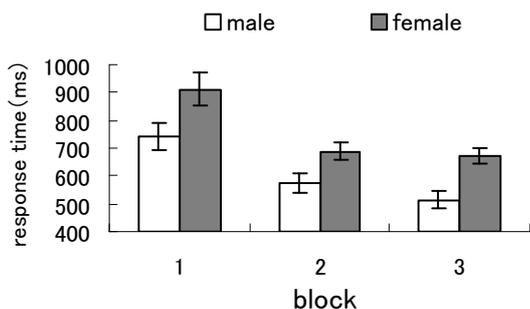


Figure 2. The response time of each sex in all blocks.

## 考察

実 の結果、男性の3ブロック目においてSTM容 小群の方がSTM容 大群より課 成績が良かった。したがって、単純方略説が支持されたといえる。しかし、本研究では先行研究と異なり、相 係数のシフト後にのみ差がみられている。これは先行研究に比べ課 が単純であったために、易度の低いシフト前には差がみられず、易度が上がったシフト後にのみ差がみられたのだと考えられる。また、WM容 と課 成績の に 性がみられなかったことも課 の単純さが原因であると考えられる。

また、女性ではSTM容 と課 成績の に 性がみられなかった。これは女性が男性よりも慎 なる方略を用いたために個々の方略が似 ったものになってしまい、群 の成績差が出なかったためだと考えられる。また、女性の方が男性より課 に時 をかけていることも女性がより慎 なる方略を用いていることを示唆している。したがって、男性は相 検出におけるミス を けようとし、女性はフォルス・アラームを けようとしたといえる。Haselton and Buss (2000) は異性の性的意図に対し、男性がミス を けようとし、女性がフォルス・アラームを けようとする現象を、繁殖におけるコストの いに由来する心的機構によって説明している。相 を利用することは生存、繁殖に有利に働くことがあるため、本研究でもこの心的機構が影 した可能性がある。

今後は3つ以上の変数を用いた相 検出課 やシミュレーションを用いて、小さな記憶容 のメリットについてさらに詳細に検討する必要がある。

## 引用文献

- Gaissmaier, W., Schooler, L. J., & Rieskamp, J. (2006). Simple predictions fueled by capacity limitations: When are they successful? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, **32**, 966-982.
- Haselton, M. G., & Buss, D. M. (2000). Error management theory: A new perspective on biases in cross-sex mind reading. *Journal of Personality and Social Psychology*, **78**, 81-91.
- Kareev, Y. (2000). Seven (indeed, plus or minus two) and the detection of correlations. *Psychological Review*, **107**, 397-402.
- Kareev, Y., Lieberman, I., & Lev, M. (1997). Through a narrow window: sample size and the perception of correlation. *Journal of Experimental Psychology: General*, **126**, 278-287.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, **63**, 81-97.

# 視知覚と短期記憶の容量類似性 — 個人差からのアプローチ —

坪見博之  
藤洋史  
渡 克巳

東京大学先端科学技術研究センター  
日本 信 話 株 株式会社 NTT コミュニケーション科学基礎研究所  
東京大学先端科学技術研究センター  
(独)産業技術総合研究所  
科学技術振興機構 ERATO 下條潜在脳機能プロジェクト  
htsubomi@fennel.rcast.u-tokyo.ac.jp

複数の視覚刺激を提示し、数秒の 延期 の後に提示される視覚刺激との異同判断を求めると、刺激数が増加するにつれて正答率が低下する。この短期記憶課 を用いた先行研究によって、ヒトはおよそ3つの刺激であれば記憶可能であることが示されてきた。本研究では、 延期 を含まない視覚課 を用いたときでも、短期記憶と同様の容 制約が生じることを明らかにした。短期記憶課 と視覚課 の成績から推定された容 には大きな個人差が存在したが、両者にはい相 が認められた。これらの結果は、視知覚と短期記憶の に共 の性質を持つ容 制約が存在することを示唆する。

Keywords: capacity, perception, short-term memory, vision

## 問 ・ 目的

網膜を じて入力される光情報は膨大であり、私たちは「それらをすべて見ている」気がする。しかし、最 の視覚性短期記憶の研究 Luck & Vogel, 1997 によると、視覚刺激が消えた数秒後には、ごくわずかの情報しか 在的には利用できないことが示されている。しかしこの方法では、 今見ている にはすべてが知覚され表象されていたが、 延期 の に忘れ去られていたのか、あるいは、 今見ている ときにも少数の物体しか報告可能な知覚表象が形成されていなかったのか、区別がつかない。そこで本研究では、視覚刺激提示画 からテスト画 までの 延時 を操作することで、どちらが支持されるかを検討した。

## 方法

刺激提示図を図 に示す。観察画 が 秒か 秒提示され、 秒 知覚条件 か 秒 記憶条件 の 延後、テスト画 が 秒提示された。観察画 では、注視点から ° 離れた仮想円上に、 さ1.5° の線分と0.3° の円を組み合わせた刺激が 個提示された。刺激は上・下・左・右の 方向のいずれかで、ランダムに提示された。被 者の課 は刺激の方向 ●が付いている方向 を憶えることだった。テスト画 では、刺激の一つがあった場所に手がかり が提示され、被 者は、その位置にあった刺激の方向をキー押し反応した 例では右が正解 。刺激観察距 は73 cmだった。課 が視覚性であることを保証するため、被 者は試行の初めに出てくる つの数字を復唱し続けることが求められた。観察時 条件ごとに異なる12人の被 者 大学生 が、各 延時 条件につき30試行おこなった。

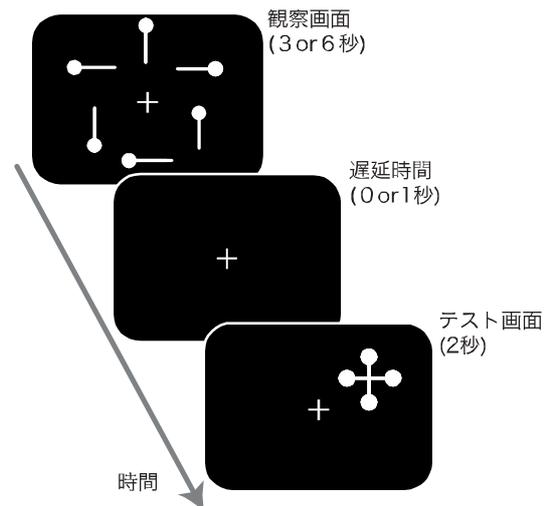


図 実 刺激提示図

## 結果と考察

課 正答率から、利用可能な容 を下式で計算した Cowan, 2001 。例えば、観察画 の刺激数が 個であるとき、正答率が100%であれば容 は 個、正答率が50% であれば容 は 個となる。実 の計算時にはチャンスレベル(25%)を考慮した。

$$容 = 観察刺激数 \times (正答率 - 25\%) + 75$$

結果を図 に示す。容 は、観察時 や 延時 にわらずほぼ 個であった。 要因の分散分析の結果、

いずれの主効果も交互作用でも有意ではなかった。観察時、 $F(1, 11) = 0.07, p = .79$  延時、 $F(1, 11) = 1.41, p = .26$  交互作用、 $F(1, 11) = 0.27, p = .61$ 。

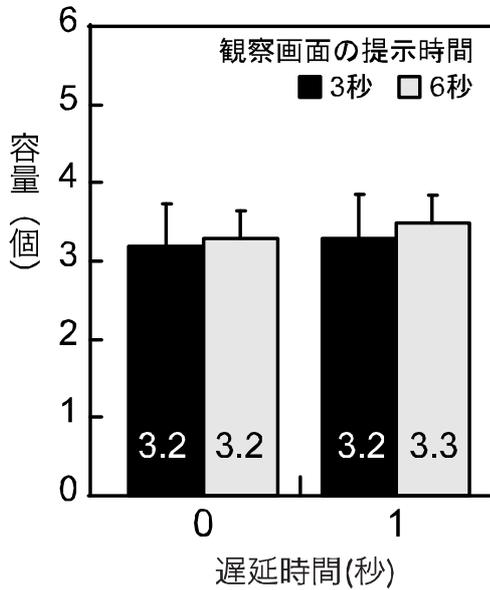


図 刺激観察時と延時ごとの推定容

さらに個人ごとの容を見たところ、容には大きな個人差があった。最小0.05 - 最大5.83。そこで、延時 秒での容と、延時 秒での容の相を算出したところ、観察時にかかわらず常に相を得た。観察時 秒でのピアソンの積率相係数 = 0.96 観察時 秒でのピアソンの積率相係数 = 0.92。

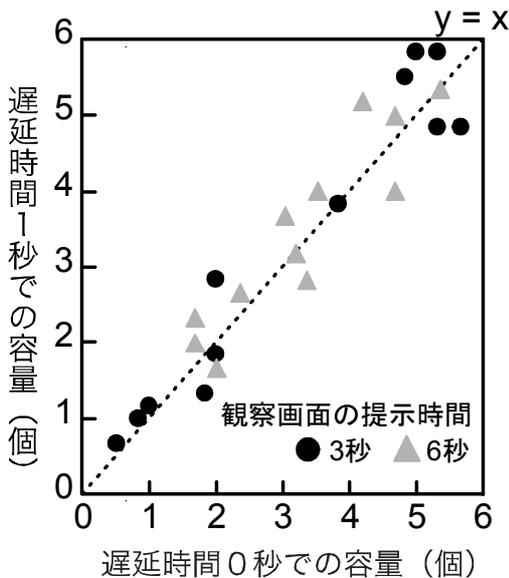


図 異なる延時条件で推定された容の相

結果の一般性を確認するため、異なる被者 大学生12人に、セットサイズをにした実を行ったが、セットサイズと同様の結果を得た。また、延時を秒にした検討も行なったが、延時がや秒の時と同様の結果を得た。したがって、利用可能な容は、刺激の呈示時や、刺激が消去されてからテスト画までの延時に依存せず一定で、ほぼ個であることが示された。

これらの結果は冒 仮説の を支持しており、現在観察している外界でも意識的に利用可能な知覚表象は、個程度の物体でしかないことを示している。さらに、個人差を積極的に利用して相分析を行った結果からは、知覚容と短期記憶容がほぼ同一であることが示された。このような強い相は、視知覚と短期記憶における容制約が同一の心的・脳内機序によって生じていることを強く示唆している。実、年のfMRIによるニューロイメージング研究では、注意課や視覚性短期記憶課を行すの容制約が葉の神経活動と強いわりを持つことが示されている (Culham, Brandt, Cavanagh, Kanwisher, Dale, & Tootell, 1998; Todd & Marois, 2004)。本研究の結果を踏まえると、葉が視知覚と短期記憶の両方の容制約を生み出している可能性が考えられる。

## 謝

本研究は科学技術融合振興財団の補助を受けて行なわれた。

## 引用文献

- Cowan, N. 2001 The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 87-185.
- Culham, J. C., Brandt, S. A., Cavanagh, P., Kanwisher, N. G., Dale, A. M., & Tootell, R. B. 1998 Cortical fMRI activation produced by attentive tracking of moving targets. *Journal of Neurophysiology*, 80, 2657-2670.
- Luck, S. J., & Vogel, E. L. 1997 The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390, 279-281.
- Todd, J. J. & Marois, R. 2004. Capacity limit of visual short-term memory in human posterior parietal cortex. *Nature*, 428, 751-754.

# 偶発位置記憶における女性優位の本態

本多 明生  
仁平 義明

いわき明星大学人文学部心理学科  
東北大学大学院文学研究科

Object location memory is the only spatial ability that yields a female advantage. In this study, we examined the sex differences in short- or long-term retention of object location. Participants incidentally learned an array of objects, and then were asked to recognize the learned locations either three minutes or one week later. We analyzed the sex differences in recognition performance between location-exchanged and location-maintained objects. Results revealed that a female advantage was observed in the three-minute memory task recognizing the location-exchanged objects. The same pattern of sex difference did not emerge in the long-term retention task. Although the long-term retention group's memory performance for location-exchanged objects was at chance levels, they could recognize the location-maintained objects at greater than chance levels (approximately 70 percent). We conclude that the female advantage in object location memory is limited to immediate detection of changes.

Keywords: object location memory, sex difference, hunter-gather theory.

## 問題・目的

空間内に配置された物体位置を偶発的に学習し、位置再認を行った際、女性優位の性差が示される。この偶発位置記憶の性差は、女性優位の「例外的」な空間能力として捉えられている。近年では、上述した偶発位置記憶の性差が、様々な人種や文化において観察されることが報告されている (Silverman, Choi, and Peter, 2007)。

偶発位置記憶の女性優位性を説明する理論として、Silverman and Eals (1992) は、労働の分化理論を提示している。この理論は、偶発位置記憶の女性優位性が、進化適応の環境における食物の効果的な採集を行うために形成されたと仮定しているが、未検証な部分も多い。

本研究では、これまでの偶発位置記憶研究において取り上げられてこなかった持続性ならびに物体位置の問題について検証を行った。Silverman et al. (2007) は、効果的な採集には、複雑な配置の中から食物を見つけ出し、季節が変化しても食物位置を再定位することが必要だったと仮定している。したがって、狩猟採集理論に基づけば、偶発位置記憶の性差はある程度長期的に持続することが予測されるが、実証的検討は行われていない。また、本研究では、物体位置の変化 (交換: Exchange), 維持 (Maintain) にも注目した。偶発位置記憶課題では、半数の物体位置が交換され、もう一方は位置が固定されている刺激図形が利用されており、両物体位置再認数を加算することによって得点が算出されている。この操作は、物体位置記憶の性差が物体位置の変化の有無に限定されずに観察されることを前提としたものである。しかしながら、従来の研究では、物体位置の変化の有無によって女性優位性が変動するかの検討は行われていない。さらに、本研究においては、従来の分析方法のみならず、信号検出理論を用いることによって、女性優位とされてきた位置記憶の本態に対して更なる検討を行った。

## 方法

### 参加者

四年制大学ならびに大学院に在籍する男性 40 名、女性 44 名。平均年齢は 21.54 歳 (18~29 歳)。

### 刺激

Silverman and Eals (1992) が作成した刺激をベースに James and Kimura (1997) が修正した刺激を用いた。

### 手続き

参加者には A3 サイズの厚紙に印刷された偶発位置記憶刺激を 1 分間提示した。その後 (3min or 1week), 14 個 (7 ペア) の位置が交換 (Exchanged) しており、その他 (13 個) の物体位置が維持 (Maintained) された再認刺激を提示した。参加者は、再認時、提示刺激と同じ位置の物体には○を、異なる位置の物体には×をつけることを求められた。したがって、本研究は、被験者内要因として物体位置、被験者間要因として保持時間、性別から構成されていた。

## 結果

位置が交換された物体に対する再認正答率ならびに位置が維持された物体に対する再認正答率を従属変数にして、三要因分散分析を行った。その結果、保持×性別×物体位置の交互作用 [ $F(1, 80) = 7.02, p < .01$ ], 保持×性別の交互作用 [ $F(1, 80) = 7.56, p < .01$ ], 保持×物体位置の交互作用 [ $F(1, 80) = 8.40, p < .01$ ], 保持の主効果 [ $F(1, 80) = 136.76, p < .001$ ] (3min > 1week), 性別の主効果 [ $F(1, 80) = 6.19, p < .05$ ] (Female > Male) 物体位置の主効果 [ $F(1, 80) = 138.98, p < .001$ ] (Maintained > Exchanged) が示された (図 1)。

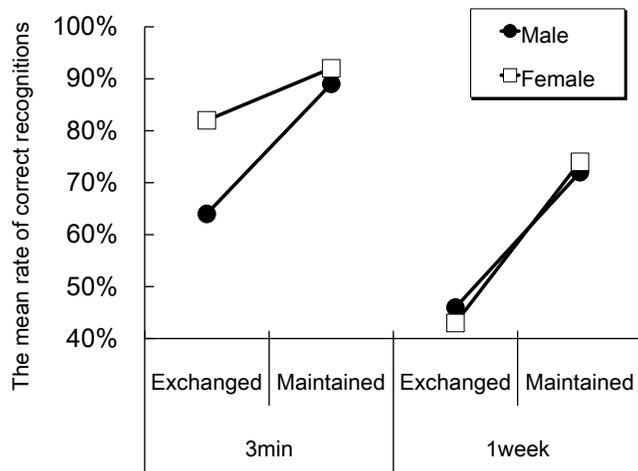


図1. 偶発位置記憶課題における再認率

実験の結果、位置が維持された物体に対する再認率は男女ともに高く、女性優位の性差は位置が交換された物体を短期間の保持で検出する場合においてのみ限定して生じていることが明らかとされた。

つぎに本研究において観察された物体位置の変化検出の女性優位性に対して信号検出理論によって検討を行った。はじめに参加者の刺激に対する弁別力の指標として  $d'$  を算出した。算出した  $d'$  を従属変数に保持時間、性別を独立変数とした二要因分散分析を行った。その結果、保持×性別の交互作用 [ $F(1, 80) = 7.46, p < .01$ ], 保持の主効果 [ $F(1, 80) = 120.71, p < .001$ ], 性別の主効果 [ $F(1, 80) = 6.57, p < .05$ ] が示された。さらに、反応バイアスの指標として  $\beta$  を算出して同様の分析を行った結果、保持時間の主効果のみが観察された ( $3\text{min} > 1\text{week}$ ) [ $F(1, 80) = 7.52, p < .01$ ] (図2)。

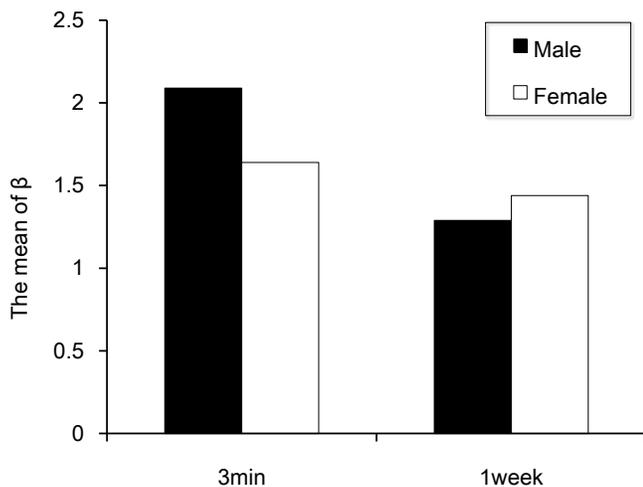


図2. 偶発位置記憶課題における  $\beta$

## 考察

本研究は、これまで検討が行われてこなかった偶発位置記憶課題における女性優位性の性差の持続性ならびに物体位置変化の有無による再認成績の変動に対して検証を行った。Silvermanらによる狩猟採集理論は、偶発位置記憶における女性優位性の長期的保持を仮定していたが実証的検討が行われておらず、課題内に含まれる物体位置変化の有無に対しても検証が行われてこなかった。実験の結果、(1) 男女ともに位置が固定されていた対象物に対しては一週間後であっても70%を越える再認率を示すこと、(2) 偶発位置記憶の女性優位性は位置が変化した対象物を短期的に検出する側面に限定して観察されることが示された。さらに信号検出理論による分析の結果、偶発位置記憶課題の女性優位性は参加者の反応バイアスによって説明することが困難であることを示す知見が得られた。

James and Kimura (1997) は、偶発位置記憶課題において物体位置を交換した場合は女性優位の性差が見出されるが、別位置に移動させた場合 (Shift) においては性差が見出されないことを報告している。この知見は、空間内の位置が固定されている場合もしくは空間内のパターンに大きな変化を生じさせる位置変化に対しては感受性・弁別力が男女ともに高いことを示している。さらに、知覚速度課題や走査課題においては女性優位の性差が観察されることが報告されている

(Kimura, 1999)。本研究の知見とあわせて考察すると、これまで報告されてきた偶発位置記憶の性差は、空間能力の性差としてよりも、感覚や知覚、注意における性差の一部と関連している可能性が高いことが示唆される。したがって、偶発位置記憶課題の性差がどのような能力を反映しており、それにはどのような進化的意味が存在するのかについては今後の更なる検討ならびに既存の知見の再検討が求められるだろう。

## 引用文献

- James, T. W., & Kimura, D. 1997 Sex differences in remembering the locations of objects in an array: Location-shift versus location exchanges. *Evolution and Human Behavior*, 18, 155-163.
- Kimura, D. 1999 *Sex and cognition*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Silverman, I., Choi, J., & Peters, M. 2007 The Hunter-Gatherer Theory of Sex Differences in Spatial Abilities: Data from 40 Countries. *Archives of Sexual Behavior*, 36, 261-268.
- Silverman, I., & Eals, M. 1992 Sex differences in spatial abilities: Evolutionary theory and data. In J. H. Barkow, L. Cosmides & J. Tooby (Eds.), *The adapted mind: Evolutionary psychology and the generation of culture* (pp.533-549). New York: Oxford University Press.