

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月24日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2012

課題番号：22730582

研究課題名（和文） 物体視と運動視の相互作用に関する実験心理学的研究

研究課題名（英文） Psychophysical study on interactions between object perception and motion perception

研究代表者

廣瀬 信之（HIROSE NOBUYUKI）

九州大学・システム情報科学研究院・助教

研究者番号：40467410

研究成果の概要（和文）：

本研究課題では、運動知覚に関連する現象に対して物体の表面特徴や輪郭情報が及ぼす影響について調べた。具体的には、（1）運動処理に重要な脳部位との関連が指摘されているオブジェクト置き換えマスキングにおいて、先行呈示したマスクの表面特徴（具体的には色）を突然変化させることで、マスクプレビューにより減弱したマスキング効果がどのような影響を受けるのか、（2）接近物体の到達時間推定において、物体の輪郭をぼかすことがどのような影響を及ぼすのか、について検討した。その結果、マスクの色がターゲット呈示時に突然変化するとマスキング効果が再び現れること、接近物体の輪郭がぼけている場合には鮮鋭である場合と比べて見積もられる到達時間が遅くなることが明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

The present study examined the effects of surface feature or contour information of objects on several phenomena related to motion perception. Firstly, we investigated whether and how abrupt change in the color of a previewed mask affects the mask preview effect, where object substitution masking is largely attenuated by mask preview. We found that abruptly changing the mask color at the target onset disrupted mask preview effect, that is, substitution masking was reinstated. Secondly, we examined the effect of contour blur of an approaching object on its estimated time-to-contact (TTC). We manipulated the degree of blur and measured TTC estimation for a circular stimulus with a sharp or blurred edge. The results showed that estimated TTC increased with increasing the degree of blur.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：感覚・知覚

1. 研究開始当初の背景

私たちが普段生活している知覚環境は、時々刻々と絶え間なく動的に変化し続けている。そのような動的な視覚環境の中にあっても、私たちの知覚は非常に安定している。

申請者はこれまで視覚的意識に関心をもって研究を進めてきた。その過程で、オブジェクト置き換えマスクング (OSM: object substitution masking) (Di Lollo, Enns, & Rensink, 2000) と呼ばれる一種の逆向マスクングにおいて、磁気刺激コイルにより局所脳部位を刺激することで被刺激部位の情報処理を抑制する経頭蓋磁気刺激 (TMS) を用いて運動処理に重要な脳部位を抑制するとマスクングからの回復が生じることを明らかにした (Hirose et al., 2005, 2007)。運動処理を阻害するとマスクングからの回復 (刺激視認性の向上) が生じるという知見は、運動するオブジェクトの先行状態の視認性を低下させることで、現行状態の知覚を明瞭化し、さらにオブジェクトの単一性・連続性を保つことで知覚世界を安定化するメカニズムの存在を示唆するものである。

視覚情報処理の過程で、形や色などは腹側経路において、運動は背側経路において処理されることが知られている。これらの属性は完全に独立に処理されるわけではなく、腹側経路と背側経路の間には相互作用がある (e.g., Hsieh, Caplovitz, & Tse, 2006; Kourtzi et al., 2002; Liu et al., 2004; Tse, 2006)。本研究課題では、このような「物体視と運動視の相互作用」が私たちの安定した知覚の礎となっているとの考えに基づき、物体視と運動視に関わる現象を調べることにした。

2. 研究の目的

本研究課題では、物体の表面特徴や輪郭の情報に運動知覚に関連する現象にどのような影響を及ぼすのかを明らかにすることを目指した。具体的には以下の2つのテーマを設定して研究を進めた。

(1) 短時間呈示されたターゲット刺激の近傍に同時に呈示されたスパースなマスク刺激 (たとえばターゲットを囲む4点) は、ターゲット消失後も残存するとターゲットの視認性を低下させる (オブジェクト置き換えマスクング: OSM) (Di Lollo et al., 2000)。近年、OSM はターゲット-マスク間のオブジェクト連続性知覚 (ターゲットからマスクへの仮現運動知覚) にともなう情報更新を反映するという理論 (e.g., Lleras & Moore, 2003) が有力であり、OSM と運動知覚との関連性は申請者による先述の TMS を用いた研究 (Hirose

et al., 2005, 2007) によっても実証されている。

マスクが先行呈示されると OSM はほとんど消失するというマスクプレビュー効果が知られており (e.g., Neill, Hutchison, & Graves, 2002)、このマスクプレビュー効果は、先行呈示されたマスクに対してあらかじめ頑健な表象が形成されることでターゲットがオブジェクト連続性に基づく情報更新による上書きから保護されると説明されている。また、オブジェクトファイルに関する研究より、色などの表面特徴の突然の変化がオブジェクト表象の永続性を阻害することが報告されている (e.g., Moore, Stephens, & Hein, 2010)。

これらの先行知見を受け、本研究課題では、先行呈示されたマスクの表面特徴をターゲット呈示時に突然変化させることにより、先行呈示によってほとんど消失していたマスクングがどのように変化するのかを調べた。

(2) 日常生活において、たとえば近づいてくる障害物を避ける、飛んでくるボールを捕球するなどの状況で、接近物体が自分のもとに到達する時間 (TTC: time to contact) を推定することは、接近物体に対し適切に反応するために重要である。TTC 推定を行ううえで重要となる主な情報は、網膜像の大きさや両眼視差の変化率 (e.g., Rushton & Wann, 1999) である。これまでの多くの TTC 推定に関する先行研究では、輪郭が明瞭な接近物体が用いられてきた。

本研究課題では、接近物体の詳細な輪郭情報が TTC 推定にどのように寄与しているのかを調べた。

3. 研究の方法

(1) マスク消失のタイミング (simultaneous, delayed)、マスクプレビュー (no preview, preview, color change) を操作した。参加者が観察する刺激系列は主に3フレームから構成され (図1)、黒色 (0.09 cd/m²) 背景上に呈示された。刺激に用いた色は等輝度 (22.24 cd/m²) の灰色、緑色、赤色であった。1フレーム目は、no preview 条件では灰色の固視点のみが呈示され、preview 条件と color change

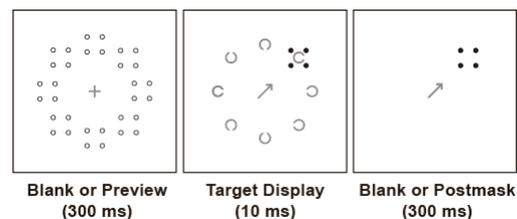


図1 刺激系列図
(中抜きは4点は緑色、黒色の4点は赤色を示す。この例は color change, delayed 条件の組み合わせである。)

条件では緑色の4点からなるマスクが固視点の周囲8ヶ所に呈示された。2フレーム目は、上下左右いずれかの方向にギャップを有する灰色のランドルト環が固視点の周囲8ヶ所に呈示され、矢印が指すランドルト環がターゲットと定義された。また、ターゲット位置を除き、4点マスクが消失した。color change 条件では、このフレームでターゲット位置の4点マスクが緑色から赤色に変化した。3フレーム目は、simultaneous 条件では4点マスクがターゲットと同時に消失し、delayed 条件では4点マスクがターゲット消失後も残存した。参加者の課題はターゲットのギャップ方向をキー押しで報告することであった。simultaneous 条件とdelayed 条件のターゲット正答率の差をOSM量と定義し、no preview 条件とpreview 条件を比較することでマスクプレビュー効果を追試し、preview 条件とcolor change 条件を比較することでマスクの突然の色変化による影響を調べた。

さらに、マスクの色変化が生じる位置とターゲット呈示位置の距離を操作し、マスクの色変化による影響が色変化の生じた位置近傍に限局されるのか、それとも離れた場所にも波及するのかについても検討した。

(2) 液晶シャッターゴーグルを用いた両眼立体視下で、両眼視差と大きさの変化により物体の接近運動をシミュレートした。ターゲット物体は灰色 (58.6 cd/m^2) 背景上に呈示された白色 (87.5 cd/m^2) 充実円であり、輪郭が鮮鋭なものとはぼけたものを用いた。参加者の課題は、4 m 前方から条件毎に定められた等速で接近してくるターゲットが反応ボックスに置いた右手の位置 (前方 30 cm) に到達したと判断したときにボタンを押すことであった。単純平滑化フィルタを用いて輪郭をぼかした実験とガウシアンフィルタを用いた輪郭をぼかした実験を別個に実施した。輪郭が鮮鋭な場合とはぼけている場合で TTC 推定値を比較することにより、接近物体の輪郭情報が TTC 推定にどのように寄与しているかを調べた。

さらに、TTC 推定に対する輪郭のぼけの影響がどの段階で生じているのかを特定するために、ガウシアンフィルタによる輪郭ぼけの影響を単眼観察条件と両眼観察条件で比較した。

4. 研究成果

(1) 図2に示すように、マスクをプレビューすることで OSM が大幅に減少するという先行知見 (e.g., Neill et al., 2002) が再現された。さらに、ターゲット呈示時にマスクの色をプレビュー時から突然変化させると、プレ

ビューによってほとんど消失していた OSM が再び現れることが明らかになった。これは、突然の色変化により、プレビューによってターゲットに対する干渉効果を失っていたマスクが、ターゲットに干渉する新しいオブジェクトとして再認識されたためであると考えられる。

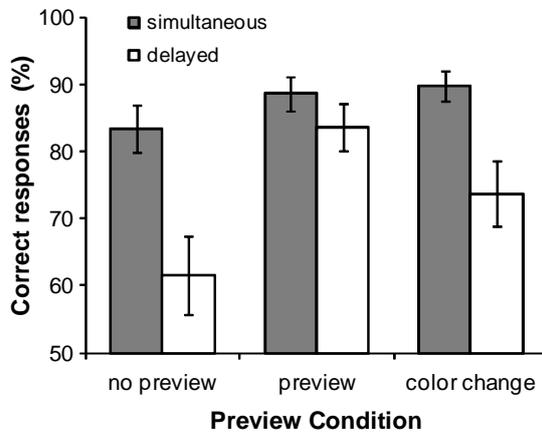


図2 各条件の組み合わせ毎のターゲット正答率

また、マスクの突然の色変化による影響は、その近傍のターゲットにのみ影響するという限局的なものであるという知見も得た。これはターゲットとマスクの距離が大きくなるにつれて OSM が小さくなるというターゲット周囲に見られる空間勾配 (Jiang & Chun, 2001) に一致する。したがって、先行呈示マスクの色変化により再出現するターゲット視認性低下は、元の OSM と同様の性質を有することが示された。

(2) 接近物体の輪郭がぼけている場合には、鮮鋭である場合と比べて、見積もられる TTC が増大するという知見を得た。また、ぼけが強力になるほど TTC 推定値の増分が大きくなることが明らかとなった。このような輪郭のぼけの影響は、接近物体の輪郭を単純平滑化フィルタを用いてぼかした場合にも、ガウシアンフィルタを用いてぼかした場合にも、同様に認められ、ぼけの程度が大きくなるにつれて増大した。

さらに、単眼観察条件と両眼観察条件で輪郭ぼけが TTC 推定値に及ぼす効果には有意差が認められなかったことから、輪郭のぼけは両眼視差などにはほとんど影響せず、単眼性の情報 (たとえば網膜像の大きさ) への影響を介して TTC 推定値を変調している可能性が示された。

輪郭ぼけが TTC 推定に及ぼす効果は、輪郭ぼけの奥行き手がかりとしての機能 (Mather, 1996) によって説明できるかもしれないし、フィルタ処理にともなう空間周波数やコントラストの低下が知覚速度を低下させることも関連するかもしれない。

この他にも、スクロール呈示された日本語ひらがな単語の読字閾値、サッカーのペナルティキックで左右コースに蹴り分ける動作について各コースを特徴づける身体部位と時間、バレーボールの攻撃パターンとコースの判断における競技レベルと経験による予測能力と反応の偏りの違い、野球の内野手における打球の方向予測、自動車運転時の前方車の急停止に対するブレーキ反応時間の確率密度分布と覚醒状態の関係性などについても調べた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 11 件)

- ① Hirose, N., Hattori, S., & Mori, S. (2012). Object substitution masking reinstated by color change of a previewed mask. *The Japanese Journal of Psychonomic Science*, 31(1), 93-94. (査読無)
- ② Tsubomi, H., Ikeda, T., Hanakawa, T., Hirose, N., Fukuyama, H., & Osaka, N. (2012). Dissociable neural activations of conscious visibility and attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(2), 496-506. DOI: 10.1162/jocn_a_00122. (査読有)
- ③ 三好智子・森周司・廣瀬信之 (2012). 事前視覚情報の利用が打球の方向予測に及ぼす影響. *心理学研究*, 83(3), 202-210. URL: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsy/83/3/83_202/_pdf (査読有)
- ④ 吉岡隆宏・森周司・松木裕二・植草理・廣瀬信之 (2012). 自動車運転中の覚醒状態の変化に伴う反応時間の確率密度分布の変化. *電子情報通信学会論文誌, J95-A(4)*, 379-382. URL: http://search.ieice.org/bin/pdf.php?lang=J&year=2012&fname=j95-a_4_379&abst=j (査読有)
- ⑤ 吉村礁太・廣瀬信之・森周司 (2012). 接近物体の輪郭の不明瞭性が到達時間推定に与える影響 —ガウスフィルターによる検討—. *電気情報通信学会技術研究報告*, 112(46), 217-221. (査読無)
- ⑥ Kihara, K., Ikeda, T., Matsuyoshi, D., Hirose, N., Mima, T., Fukuyama, H., & Osaka, N. (2011). Differential contributions of intraparietal sulcus and inferior parietal lobe to the attentional blink: Evidence from transcranial magnetic stimulation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(1), 247-256. DOI: 10.1162/jocn.2010.21426. (査読有)
- ⑦ 小田幸弘・廣瀬信之・内田誠一・森周司 (2011). ゴールキーパーがペナルティキックを止めるには—DP マッチングを用いたキッカーの動画解析—. *電気情報通信学会技術研究報告*, 111(60), 121-125. URL: <http://ci.nii.ac.jp/naid/110008726243> (査読無)

他 4 件

[学会発表] (計 17 件)

- ① 廣瀬信之・森周司 (Nov 4, 2012). 先行呈示刺激の色変化による標的刺激視認性低下の空間分布. 九州大学医学部百年講堂, 福岡.
- ② Yosimura, S., Hirose, N., & Mori, S. (Oct 16, 2012). Monocular and binocular estimation of time to contact for blurred-edge objects. The 8th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics. Centennial Hall Kyushu University School of Medicine, Fukuoka, Japan.
- ③ Hirose, N., Hattori, S., & Mori, S. (Sep 5, 2012). Abrupt color change of a previewed mask reinstates object substitution masking. The 35th European Conference on Visual Perception. Carlos V Hotel, Alghero, Italy.
- ④ 吉村礁太・廣瀬信之・森周司 (May 23, 2012). 接近物体の輪郭の不明瞭性が到達時間推定に与える影響 —ガウスフィルターによる検討—. ヒューマン情報処理研究会 (HIP). 沖縄産業支援センター, 沖縄.
- ⑤ 竹山智子・廣瀬信之・森周司 (Jan 28, 2012). バレーボールの競技レベルと経験による予測能力の違いと反応の偏り. ME とバイオサイバネティクス研究会 (MBE). 九州大学病院キャンパス, 福岡.
- ⑥ 小田幸弘・白石壮馬・内田誠一・廣瀬信之・森周司 (Jan 21, 2012). 身体動作の視覚運動情報に基づく予測:ペナルティキッカーの動作解析と選手の予測成績からの検討. 日本視覚学会 2012 年冬季大会. 工学院大学新宿キャンパスアーバンテックホール, 東京.
- ⑦ 廣瀬信之・服部翔太・森周司 (Dec 4, 2011).

先行呈示刺激の色変化による逆向マスク
ング. 日本基礎心理学会第 30 回大会. 慶
応義塾大学日吉キャンパス, 神奈川.

(3) 連携研究者
なし

- ⑧ Takeyama, T., Hirose, N., & Mori, S. (Oct 25, 2011). Temporal change in response bias observed in expert anticipation of volleyball spikes. The 27th Annual Meeting of the International Society for Psychophysics. Herzliya, Israel.
- ⑨ 廣瀬信之・野口淳・森周司 (Sep 15, 2011). 接近物体の輪郭ぼけは見積もり到達時間を増大させる. 日本心理学会第 75 回大会. 日本大学文理学部, 東京.
- ⑩ 小田幸弘・廣瀬信之・内田誠一・森周司 (May 24, 2011). ゴールキーパーがペナルティキックを止めるには —DP マッチングを用いたキッカーの動画解析—. ヒューマン情報処理研究会 (HIP). 沖縄産業支援センター, 沖縄.
- ⑪ Noguchi, J., Hirose, N., & Mori, S. (Oct 8, 2010). Time to contact estimation in human vision: Effects of contour information. The 6th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2010), Fukuoka, Japan.
- ⑫ Nakazaki, T., Tao, K., Sekiyama, K., Hirose, N., & Mori, S. (Oct 8, 2010). Optimal letter size for reading horizontally scrolling Japanese words. The 6th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2010), Fukuoka, Japan.

他 5 件

[図書] (計 1 件)

- ① 廣瀬信之・木原健 (2010). 第 6 章 経頭蓋磁気刺激 (TMS) を用いた研究 —注意と意識— (pp. 111-125). 荻阪直行 (編) *脳イメージング —ワーキングメモリと視覚的注意からみた脳—*. 培風館.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

廣瀬 信之 (HIROSE NOBUYUKI)
九州大学・システム情報科学研究院・助教
研究者番号: 40467410

(2) 研究分担者

なし