

平成 21 年 5 月 25 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2008

課題番号：19700289

研究課題名（和文） 意識的な視知覚において図地分化過程が果たす役割について
-眼球運動応答を手がかりに研究課題名（英文） The role of the figure-ground segregation process on the visual
consciousness -eye movement response study

研究代表者

林 隆介 (HAYASHI RYUSUKE)

独立行政法人理化学研究所 脳統合機能研究チーム 研究員

研究者番号：80444470

研究成果の概要：

意識的な視知覚のメカニズムを解明するには、知覚交代現象を観察中の被験者がどのような知覚状態にあるかを知る必要がある。本研究では、被験者の知覚状態を、反射的に生じる眼球運動を観察することで客観的に推定する実験技法の確立を目指した。研究期間中、反対方向に動く二つの運動視信号が同時に提示されたときに生じる、運動視方向知覚の変化と、それに随伴する眼球運動の変化について詳細に調べる4種類の実験を行った。本研究により、運動視と眼球運動応答の関わりについて解明が進み、眼球運動応答を利用した知覚状態の推定を達成した。本研究成果は国際学会や国際論文誌へ発表することができた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,800,000	800,000	2,600,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,600,000	1,040,000	3,640,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：神経科学、神経科学一般

キーワード：認知神経科学、視運動性眼球運動

1. 研究開始当初の背景

意識的な視知覚のメカニズムを解明するには、意識に上る視覚刺激を調べると同時に、本来意識に上るはずなのに、意識されなかった視覚刺激に対する脳内情報処理を調べる

必要がある。視覚的意識の研究では、物理的な視覚入力に変化がないのに、刺激の解釈が全く異なるものに入れ替わったり、刺激の知覚そのものが意識上から突然消失する、知覚交代現象が広く用いられている。そのメカニ

ズム解明するには、被験者がどういった知覚状態にあるのか知る必要があるが、これまでの研究では、被験者にボタン押し等による自己報告に依存していた。

2. 研究の目的

本研究では、知覚交代現象を観察中の被験者の内観状態をより客観的な行動指標に基づき推定する心理物理的実験法を確立し、知覚交代現象の背後にある視覚情報処理メカニズム、特に凶地分化過程との関わりを迫ることを目的とした。

3. 研究の方法

一方向に動く画像を観察すると視運動性眼振(Opto-Kinetic Nystagmus, 以下 OKN と略す)と呼ばれる振動的な眼球運動が生じることが知られている。OKN は運動刺激によって不随意に誘発されるが、単純に刺激入力のみ依存するわけではない。上向きの運動と下向きの運動を左右の眼に別々に提示する場合、どちらか一方の運動方向が知覚的に優位になるが、OKN の振動方向は観察者が優位に知覚している運動方向と一致することが報告されている(Enoksson, 1968)。本研究は、刺激観察中の眼球運動を測定し、OKN の振動方向を調べることにより、観察者が知覚している運動方向を、観察者の自発的な回答を要求することなく判定することができると考え、運動視方向知覚の変化と、それに随伴する眼球運動の変化について詳細に調べる4種類の実験を行った。

4. 研究成果

(1) 第一の実験では、単眼運動視と両眼運動視という二つの運動視処理メカニズムに注目し、両者の運動視信号が矛盾する全く新しい錯視刺激を開発した。そして、刺激提示時間に依存して、知覚方向が変化するという現象を発見した(図1参照)。

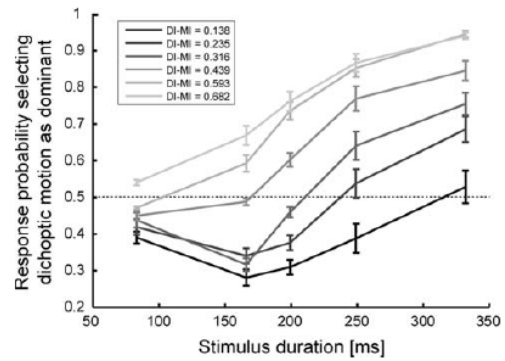


図1：単眼運動視と両眼運動視が矛盾する刺激を提示した際の運動方向判断の変化。刺激は単眼運動視信号と両眼運動視信号の強度を6段階に変え、刺激提示時間(横軸)の運動方向判断(縦軸)に与える影響を示している。提示時間が長くなるほど、両眼運動視信号に基づく運動方向判断をおこなっていることが明らかになった。両眼視覚情報の統合過程が時間的に遅い処理であることを示唆する。

(2) 第二の実験では、スリット視という刺激提示法を拡張した、コントラスト反転スリット視という刺激提示法を独自に開発した(図2参照)。

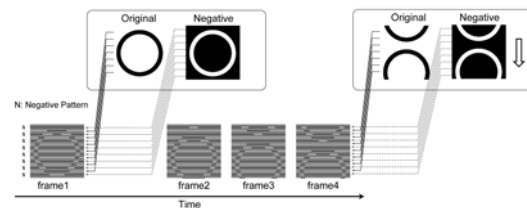


図2：コントラスト反転スリット刺激の原理。格子状に配置された線スリット越しに背後で動く画像を観察する。本研究では通常のスリット刺激を拡張し、一つおきのスリットで画像のコントラスト極性が反転する。

この刺激のスリットとスリットの間隔を変えることで、さまざまな方向の運動視信号を混在させることができるが、刺激に対する運動方向の判断成績や眼球運動応答を計測すると、スリット間隔に依存した複雑な応答が生じることが明らかになった(図3参照)。この応答結果は異なる周波数を持つ運動信号同士の統合メカニズムがあると仮定すると説明でき、競合する運動信号の統合処理の一端が明らかになった(図4参照)。

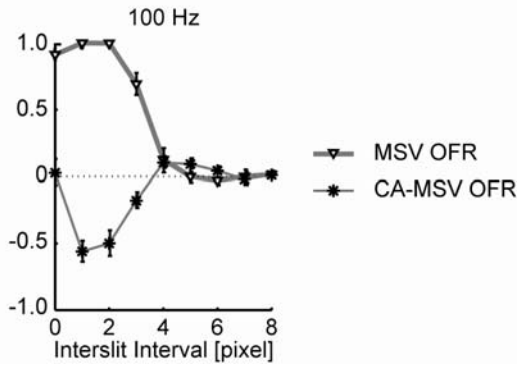


図3：スリット刺激 (MSV) とコントラスト反転スリット刺激 (CA-MSV) のスリット間隔を変えた際の眼球運動の変化。スリット刺激ではスリット間隔の増加に対し、眼球運動の振幅が単調に低下するのに対し、コントラスト反転スリット刺激の場合、スリット間隔が短い条件で、実際の刺激が動く方向と逆向きに眼球運動が生じ、スリット間隔が増加すると、順方向に眼球運動が誘発されることが確認された。

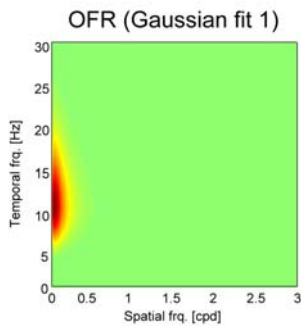


図4：異なる時間—空間周波数をもつ運動視信号間の統合重み。図3で示される眼球運動応答は、運動視信号がこのマップに示された重み付によって統合されて誘発されたと考えると説明できる。極めて低い空間周波数成分が眼球運動の誘発に寄与していることが明らかになった。

(3) 第三の実験では、反対方向に動く2種類の運動方向で定義されたチェッカーパターンを作成し、眼球運動の変化をモニターすることにより、被験者がどちらの図地パターンを図と判断しているか判定する実験手法の開発をおこなった。

(4) 第四の実験では、「顔」と「家」など全く異なるカテゴリーの画像を二つ用意し、quadrature motion と呼ばれる画像処理方法を利用して、両者にそれぞれ反対方向に動く運動視信号を付加する刺激提示手法を開発した (図5参照)。刺激観察中、「顔」の知覚と「家」の知覚が反転するが、眼球運動をモニターすることで、どちらの知覚が意識されているか判定できるという実験手法の開発を行った (図6参照)。

本研究の最終目標は、運動視信号と図地分化過程を結びつけ、眼球運動応答を手掛かりに、図地分化過程の意識への関わりを解明することにあつた。研究期間中、運動視と眼球運動応答の関わりを解明研究を中心に、眼球運動応答を利用した、知覚状態の推定を達成しており、その研究成果は国際学会や国際論文誌へ発表することができた。

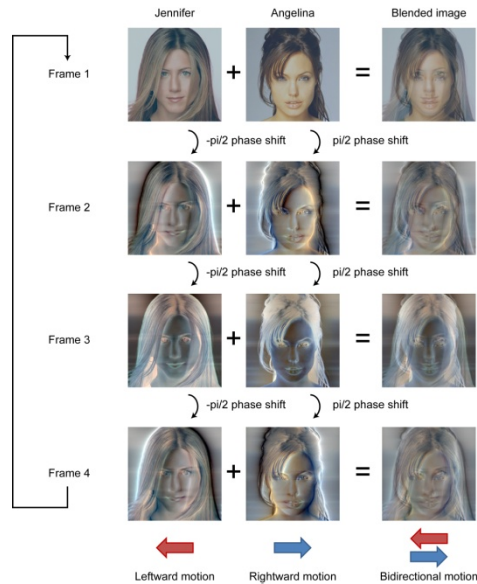


図5：二つの画像を Quadrature motion の原理で逆方向に動かす刺激。テキストと異なり図では二人の異なる人物の顔画像が左右逆方向に動く様子を示している。画像に含まれる全空間周波数成分の位相を時間経過とともに一方方向にシフトさせる。これにより、元画像の配置自体は同じ位置にありつづけるが、全周波数成分は一方方向に動いて知覚される。

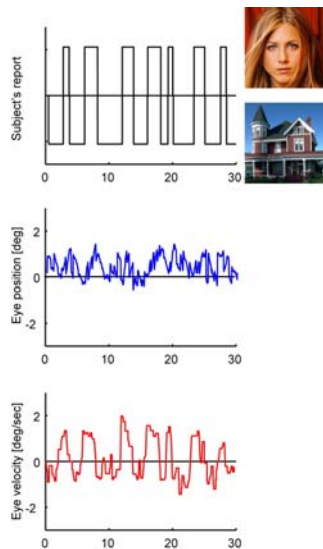


図 6 : 顔画像と家画像を左右逆方向に Quadrature motion によって動かす。被験者には刺激観察中どちらの画像が優位に知覚されるかボタン押しで回答させた (上段)。画像観察中の眼球運動も同時に計測すると (中段) 運動視信号に誘発されて、一定方向に眼球が振動するのが確認された。眼球運動の振動方向を取り出すと (下段) ボタン押し回答で報告した画像と同一の方向に眼球が運動していることが明らかになった。このことから、眼球運動を計測すればどちらの画像を知覚しているのか推定できることが明らかになった。

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 1 件)

- ① R. Hayashi, K. Kawano, “Transition from monocular motion perception to dichoptic motion perception as a function of the stimulus duration”, *Experimental Brain Research*, vol. 190, no. 4, pp. 499-502, 2008. (査読あり)

[学会発表] (計 6 件)

- ① R. Hayashi, K. Kawano, “Dominance of low spatial frequency in motion perception revealed by a reversed correlation technique”, *Neuroscience 2008 (the 38th Annual Meeting of the Society for Neuroscience)*, Washington DC, USA, Nov 2008.

② R. Hayashi, K. Kawano, “Paradoxical motion perception observed through contrast-alternating multiple-slit-viewing”, VSS (Vision Sciences Society) 2008 Annual Meeting, Naples, USA, May 2008. *Journal of Vision*, vol. 8, no. 6, p. 129a, 2008.

③ R. Hayashi, “How motion signals are integrated across frequencies”, ESF-JSPS Frontier Science Conference Series for Young Researchers, “Social Cognitive Neuroscience”, Maratea, Italy, March 2009.

④ 林 隆介, 谷藤 学, 「眼球運動を手がかりとした図地反転タイミングの推定」, 日本視覚学会 2008 年 夏季大会, 東京, 2008 年 8 月.

⑤ 林 隆介, 河野 憲二, 「コントラスト反転マルチスリット視で観察される奇妙な運動視知覚: 眼球運動を手がかりに」, 第 31 回 日本神経科学大会, 東京, 2008 年 7 月 (in English).

⑥ 林 隆介, 谷藤 学, 「視運動性眼振を指標とした知覚反転のタイミング推定」, 脳と心のメカニズム 第 9 回 冬のワークショップ, ルスツ, 2009 年 1 月.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

林 隆介

独立行政法人理化学研究所 脳統合機能研究チーム 研究員

研究者番号: 80444470