

平成 21 年 3 月 31 日現在

研究種目：基盤研究 A

研究期間：平成 18 年度～20 年度

課題番号：18203036

研究課題名（和文） 静止画が動いて見える錯視群のメカニズムの研究

研究課題名（英文） A study on the mechanisms underlying anomalous motion illusions

研究代表者 北岡 明佳

研究成果の概要： 静止画が動いて見える錯視に関与している脳領域を調べた。「蛇の回転」錯視図を刺激として機能的MRIを用いてヒトの脳機能計測を行なったところ、ヒトMT+に有意な活動の上昇が見られた。これは、静止画が動いて見える錯視に関与する主要な脳領域は、視覚性運動処理の中核の一つと考えられているヒトMT+であることを示唆する。また、「蛇の回転」錯視の生起には眼球運動が関係しているという考え方を支持する結果が得られた。そのほか、新型の静止画が動いて見える錯視が複数発見され、それらの特性は実験心理学的に検討された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 18 年度	12,600,000	3,780,000	16,380,000
19 年度	9,500,000	2,850,000	12,350,000
20 年度	10,200,000	3,060,000	13,260,000
年度			
年度			
総計	32,300,000	9,690,000	41,990,000

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：錯視、運動視、脳機能計測、fMRI、眼球運動

## 1. 研究開始当初の背景

本研究の目的は、視覚性運動知覚（運動視）と静止の知

覚の心理学的・生理学的メカニズムを深く知る手がかりとして、静止画が動いて見える錯視のメカニズムを調べることである。静止画が動いて見える錯視とは、最近注目されるようになってきた新しいタイプの錯視で、紙に描いた図形やディスプレイ上の静止画像の全部あるいは一部が動いて見えるものである。1986年にSpillmannらがオオウチ錯視(図1)を報告して以来、数多くの新型が世界中

の研究者によって発見・報告されてきた。

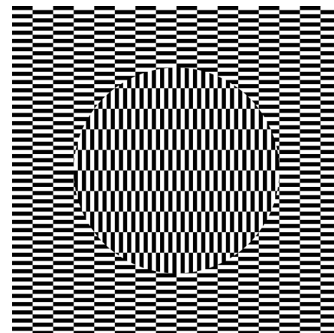


図1 オオウチ錯視。円形領域が動いて見える。

研究代表者・北岡の分類では、静止画が動いて見える錯視には、少なくとも 10 種類以上（亜種を含めると 20 種類以上）が知られている。Kitaoka and Ashida (2007) には、静止画が動いて見える錯視の暫定的な分類表を示した。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、視覚性運動知覚（運動視）と静止の知覚の心理学的・生理学的メカニズムを深く知る手がかりとして、静止画が動いて見える錯視のメカニズムを調べることである。これらの錯視群のメカニズムの研究となると、新型の発見の勢いほどには進んでいない。

そこで本研究では、静止画が動いて見える錯視における脳の機能的役割を明らかにすることを第一の目的とする。本研究のもう一つの目的は、静止画が動いて見える錯視の眼球運動との関係を明らかにすることである。

以上の目的の達成のために、静止画が動いて見える錯視刺激として、「蛇の回転」図形（図 2）を用いた。そのほか、新型の錯視の発見とそれらの精緻化を目的とした。

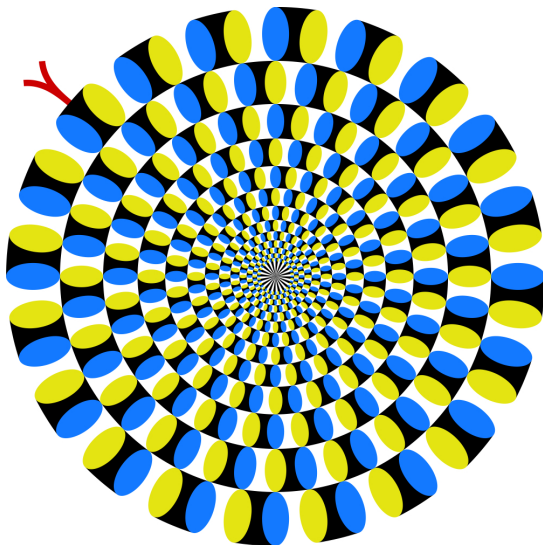


図 2 「蛇の回転」図形。周辺視では円盤がひとりでに反時計回りに回転して見える。

## 3. 研究の方法

脳活動計測においては、機能的MRI技術を用い、主に視覚野のどの部位で錯視の運動に関連する脳活動が変化するかを調べた。視覚刺激としては「蛇の回転」図形を 3×3 に配置した図形と、類似の図形だが動きの錯視を生じない統制図形の 2 つを用いた（図 3）。図 4 は、統制図形では錯視的運動が起きない

理由を図解したものである。

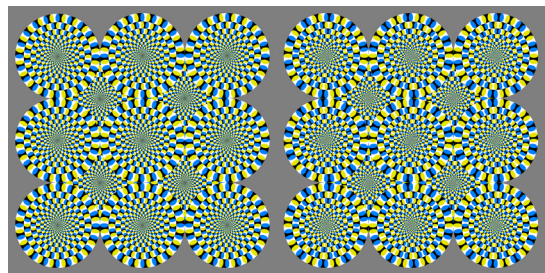


図 3 実験に用いた刺激。左は「蛇の回転」図形、右は統制図形。

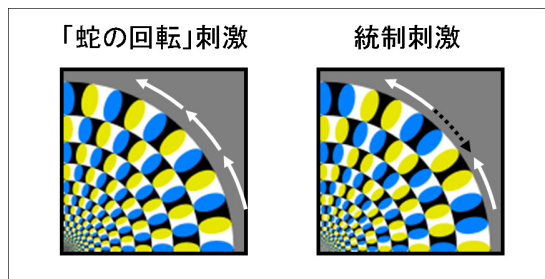


図 4 「蛇の回転」は黒→青→白→黄→黒のパターンの方向に動いて見える錯視である。統制刺激は、その錯視的運動を相殺することで、全体的動きが見えない図形となっている。

視覚刺激の中央には被験者の注意状態を統制するための注意課題を提示した。注意課題を用いることにより、被験者が錯視図形に注意を配分できない状態をつくり、いわゆるボトムアップ的な処理によって脳活動に変化を生じる視覚野の部位を特定することを試みた。さらに、眼球運動による網膜像の更新によって錯視が誘発されることを生理指標によって確認する目的で、跳躍移動する固視点を追跡しながら課題を行う条件でも脳活動計測を行った。

実験には国際電気通信基礎技術研究所（ATR）の保有する 1.5 テスラ MRI 装置を用いた。被験者（11 名）は歯型により頭部を固定し、眼球運動を計測した状態で実験を行った。各被験者において、第一次視覚野（V1）と視覚的運動に選択的に応答する領野（ヒトMT+）の MRI 画像中の位置を予め特定しておき、「蛇の回転」刺激と統制刺激の観察時に V1 とヒトMT+において脳活動を示す信号がどのように変化するかを解析した。

「蛇の回転」刺激と統制刺激に対する信号の差を錯視に対する脳活動の指標とした。

## 4. 研究成果

脳活動計測実験の結果、被験者が錯視に注意を払うことができない条件でも、ヒトMT

十において錯視図形観察時に脳活動が増大することが明らかにされた。この傾向は被験者の眼球運動が増えることにより強まり、さらに注意課題を行わず錯視に注意を向けることができる条件ではさらに強くなった。しかし、このような脳活動変化はV1では観測されなかった(図5)。

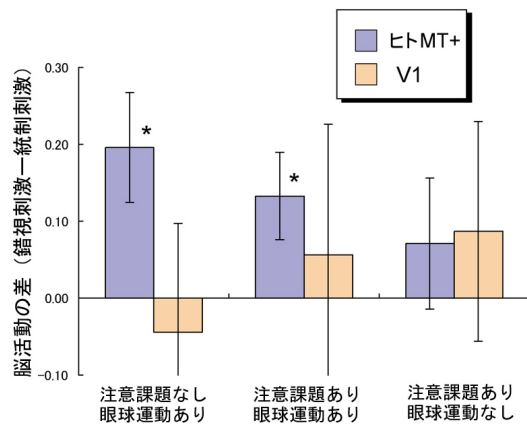


図5 静止画が動いて見える錯視に対する脳活動。注意課題がない場合のヒトMT+の脳活動は大きい、注意課題中でも眼球運動を許せば有意な脳活動がヒトMT+において観測された。

これらの実験結果から(1)静止画が動いて見える錯視(「蛇の回転」)は、実際に運動している物体を見るのと同じ脳内の部位(ヒトMT+)の活性化が関与していると考えられるものの、より低次の視覚野(V1)で変化が生じない点を実運動を観察する場合と異なること、(2)静止画が動いて見える錯視によるヒトMT+の活動上昇は視覚的注意の状態による影響を受けうるものの、基本となる神経活動はボトムアップ的な信号処理によって生じている可能性が高いこと、(3)静止画が動いて見える錯視の生成に眼球運動が大きく寄与していることを明らかにした。

そのほか、図6のような新型の錯視を数種類発見し、それらの心理学的性質を検討した。

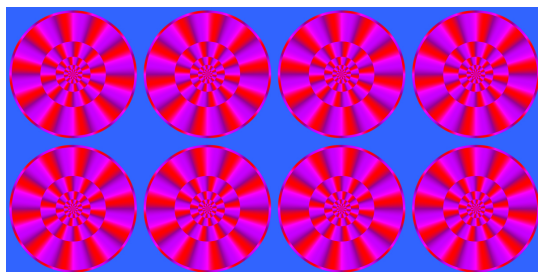


図6 長波長色依存の最適化型フレーザー・ウィルコックス錯視。各円盤がひとりてに回転して見える。

## 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 10 件)

- ① Kuriki, I., Ashida, H., Murakami, I., and Kitaoka, A. (2008) Functional brain imaging of the Rotating Snakes illusion by fMRI. *Journal of Vision*, **8**(10):16, 1-10. (査読あり)
- ② Hisakata, R. and Murakami, I. (2008) The effects of eccentricity and retinal illuminance on the illusory motion seen in a stationary luminance gradient. *Vision Research*, **48**, 1940-1948. (査読あり)
- ③ Wall, M. B., Lingnau, A., Ashida, H. and Smith, A. T. (2008) Selective visual responses to expansion and rotation in the human MT complex revealed by functional magnetic resonance imaging adaptation. *European Journal of Neuroscience*, **27**, 2747-2757. (査読あり)
- ④ Kitaoka, A. (2008) A new type of the optimized Fraser-Wilcox illusion in a 3D-like 2D image with highlight or shade. *Journal of Three Dimensional Images (Japan)*, **22**(4), 31-32. (査読なし)
- ⑤ Kitaoka, A. (2007) Tilt illusions after Oyama (1960): A review. *Japanese Psychological Research*, **49**, 7-19. (査読あり)
- ⑥ Kitaoka, A. and Ashida, H. (2007) A variant of the anomalous motion illusion based upon contrast and visual latency. *Perception*, **36**, 1019-1035. (査読あり)
- ⑦ Kuriki, I. (2007) Aftereffect of adaptation to chromatic notched-noise stimulus. *Journal of the Optical Society of America A*, **24**, 1858-1872. (査読あり)
- ⑧ Ashida, H., Lingnau, A., Wall, M. B., and Smith, A. T. (2007) fMRI adaptation reveals separate mechanisms for first-order and second-order motion. *Journal of Neurophysiology*, **97**, 1319-1325. (査読あり)
- ⑨ Murakami, I., Kitaoka, A. and Ashida, H. (2006) A positive correlation between fixation instability and the strength of illusory motion in a static display. *Vision Research*, **46**, 2421-2431. (査読あり)
- ⑩ Kitaoka, A. (2006) Configurational coincidence among six phenomena: A comment on van Lier and Csathó (2006). *Perception*, **35**, 799-806. (査読あり)

〔学会発表〕(計 7 件)

- ① Kitaoka, A. (2008) Optimized Fraser-Wilcox illusions: A pictorial classification by Akiyoshi Kitaoka. (ワークショップ「静止画が動いて見える錯視に関する実験的研究」(WS005)、日本心理学会第72回大会)(企画講演)
- ② Kuriki, I., Ashida, H., Murakami, I., and Kitaoka, A. (2008) Functional brain imaging of the 'Rotating Snakes' illusion. Vision Sciences Society Annual Meeting Abstract, *Journal of Vision*, 8(6), 64a. [査読付プロシーディング]
- ③ Hisakata, R. and Murakami, I. (2008) The spatial scaling property of a motion illusion in a static figure. *Society for Neuroscience Abstracts*, 38, 189.11. [査読付プロシーディング]
- ④ Hisakata, R. and Murakami, I. (2008) The transient temporal processing system contributes to motion perception in a static figure. *Journal of Vision*, 8(6), 598a. [査読付プロシーディング]
- ⑤ Kitaoka, A. and Murakami, I. (2007) Rotating Ouchi illusion [Abstract]. *Journal of Vision*, 7(9):984, 984a. [査読付プロシーディング]
- ⑥ Hisakata, R. and Murakami, I. (2007) Effects of eccentricity and retinal illuminance on the rotating snakes illusion. *Journal of Vision*, 7(9), 983a. [査読付プロシーディング]
- ⑦ Kanazawa, S., Kitaoka, A. and Yamaguchi, M. K. (2006) Infants see the "Rotating Snake" illusion. Dorsal and ventral streams in the visual system (Talk): Monday, 21 August 2006; 12:00-12:30 (29th European Conference on Visual Perception, St-Petersburg, Russia, 20th-25th August, 2006) (査読あり)

〔図書〕(計 4 件)

- ① 北岡明佳 (2008) *人はなぜ錯視にだまされるのか? トリック・アイズメカニズムカンゼン* (総128ページ)
- ② Ashida, H. (2007) Influence of visual motion on object localisation in perception and action. in N. Osaka, I. Rentschler, and I. Biederman (Eds) *Object Recognition, Attention, and*

*Action*. Springer, Tokyo (pp. 207-218.). (分担執筆)

- ③ 北岡明佳 (監修) (2007) *Newton別冊 脳はなぜだまされるのか? 錯視完全図解* ニュートンプレス (2007年10月1日発行) (総157ページ)
- ④ 北岡明佳 (2007) *だまされる視覚錯視の楽しみ方* 化学同人 (総194ページ)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 1 件)

眼球運動検査視票表示装置、眼球運動検査装置及び眼球運動検査方法

発明者: 村上 郁也

権利者: 国立大学法人 東京大学

産業財産権の種類: 特許

番号: 特許出願2006-294056、特許公開2008-110009

出願年月日: 2006年10月30日

国内・国外の別: 国内

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

6. 研究組織  
(1) 研究代表者

北岡 明佳 (KITAOKA AKIYOSHI)

立命館大学・文学部・教授

研究者番号: 70234234

(2) 研究分担者

栗木 一郎 (KURIKI ICHIRO)

東北大学・電気通信研究所・准教授

研究者番号: 80282838

蘆田 宏 (ASHIDA HIROSHI)

京都大学・大学院文学研究科・准教授

研究者番号: 20293847

村上 郁也 (MURAKAMI IKUYA)

東京大学・大学院総合文化研究科・准教授

研究者番号: 60396166

(3) 連携研究者

ナシ