

錯視のニューロサイエンス

立命館大学文学部

北岡 明佳

【はじめに】

近代の錯視研究は、19世紀の半ばに、心理学の成立に先立って始まった。錯視は特殊な知覚であるという考え方が比較的近年まで支配的であったが、その理由の一つとしては、錯視には他の機能的な視覚メカニズムとの関連性がわからない現象が多かったことがある。現在では、錯視のいくつかは機能的であるとさえ認識されている。本講演では、錯視をいくつか選択的に紹介するとともに、その神経科学的側面を考察する。

【静脈の色の錯視】

皮下の静脈は青く見えるが、測定すると「肌色」(黄・オレンジ・赤の色相)である(図1) [1]。すなわち色の錯視である。このことは、講演をさせて頂いた第15回山形ニューロサイエンス・医工学研究会以降の筆者の調査によって、既に同様の報告がいくつかなされていたことがわかった[2][3]。静脈が青く見えるのは現象としては色の対比(反対色の誘導)であるが、通常の色対比図形よりもはるかに効果が大きく、筆者は色の恒常性錯視が働いたものと考えている(図2)。色の恒常性は人間の生存に役立つ機能である。また、静脈は彩度(あざやかさ)の低い肌色ということになるから、彩度をマッピングすれば静脈の走行を強調した画像を作ることができる(図3)。なお、これらのカラーの図については、講演時に用いたウェブサイトをご覧ください (<http://www.psy.ritsumeai.ac.jp/~akitaoka/Yamagata2014.html>)。グーグルでは検索語「山形ニューロ 北岡」で一番上に来る。

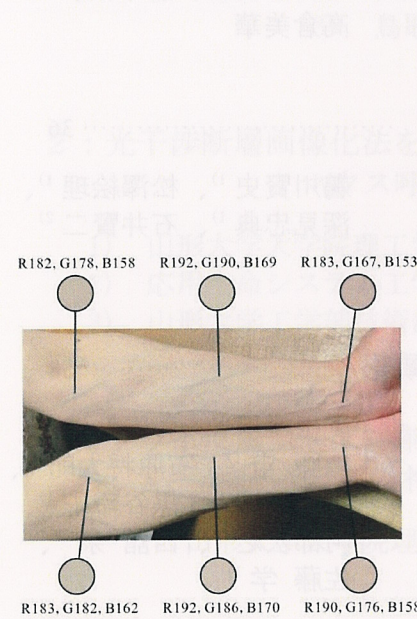


図1



図2

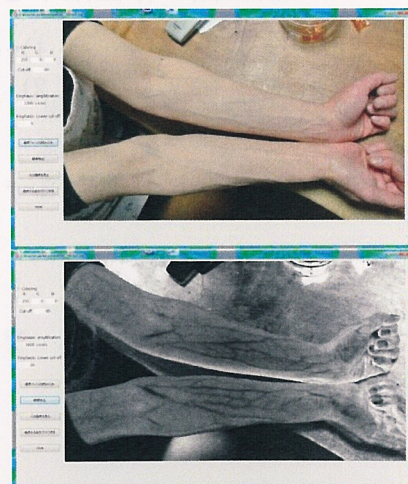


図3

【ガクガクして見える錯視】

世界的に有名な歌手のCDの内側のデザインに2013年に採用された錯視作品がある。「ガンガゼ」(ウニの一種)という作品で(図4)、シマシマガクガク錯視[4]と呼んでいる錯視の作品である。図4のように放射状に要素を配置すれば放射状方向にガクガクして見え、円形に配置すればリングがガクガク回転して見える(図5)。線型に配置すれば、方位の異なる縞模様間で相対的な動きが知覚される(図6)。中間の輝度の背景上に明暗の縞模様を描くだけで成立する。まばたきやサッカードなどのトリガーによって引き起こされることが容易に観察できる。しかし、その神経メカニズムは不明である。

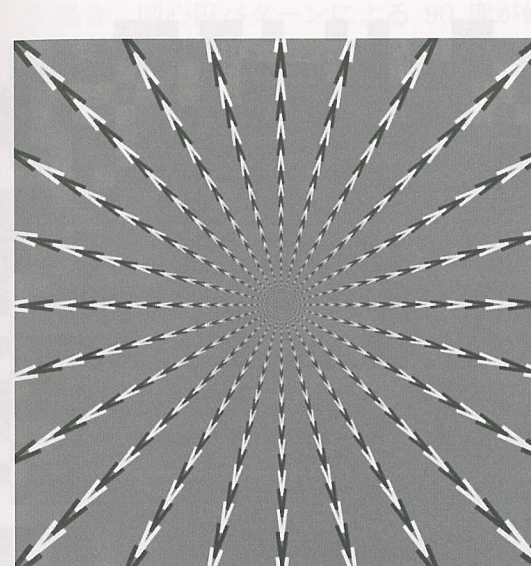


図4

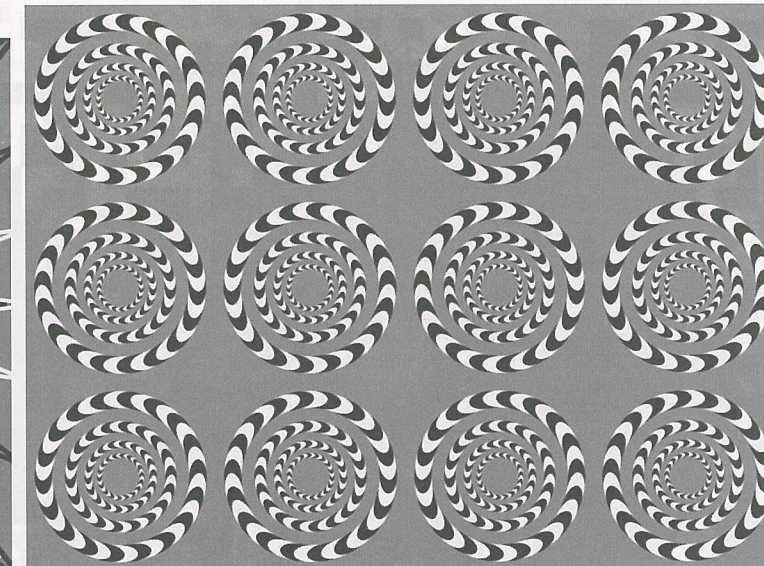


図5

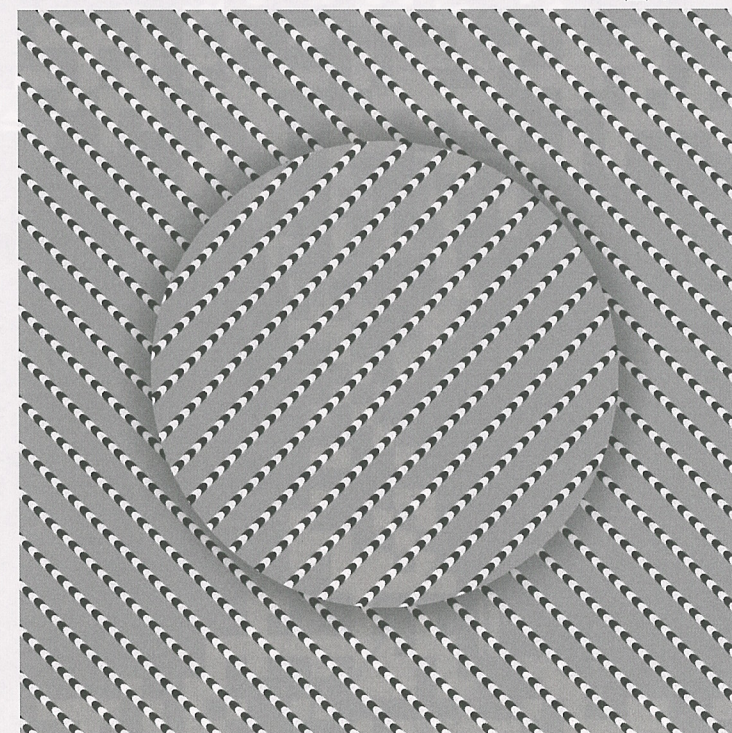


図6

【脳内処理時間の違いによって動いて見える錯視】

脳もモノである以上、対象が知覚されるまでには時間がかかる。また、対象によってその時間が異なる。そのような差異は大きくないのか通常我々が気がつくことはないのだが、特定の刺激パターンではそのズレを錯視として観察することができる。例えば、図7を動かすとハートが動いて見える。これは、輝度コントラストの低いものは高いものよりも遅れて知覚される（脳内処理速度が遅い）ことによる[5]。そのほか、輝度の低いものは輝度の高いものよりも遅れて知覚される[6]。さらに、粒の小さいランダムドットは粒の大きいランダムドットよりも遅れて知覚されると筆者は予想している。

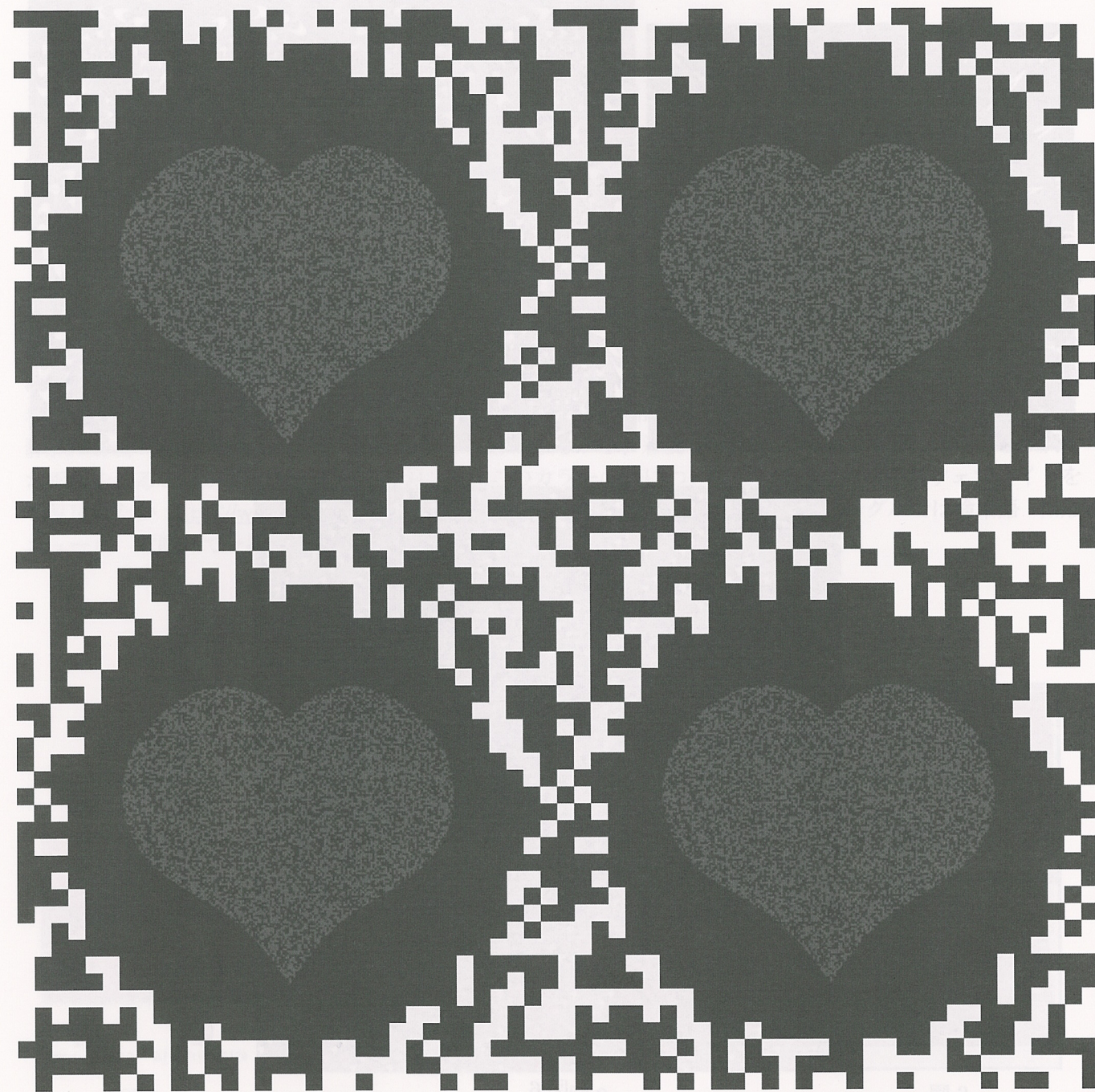
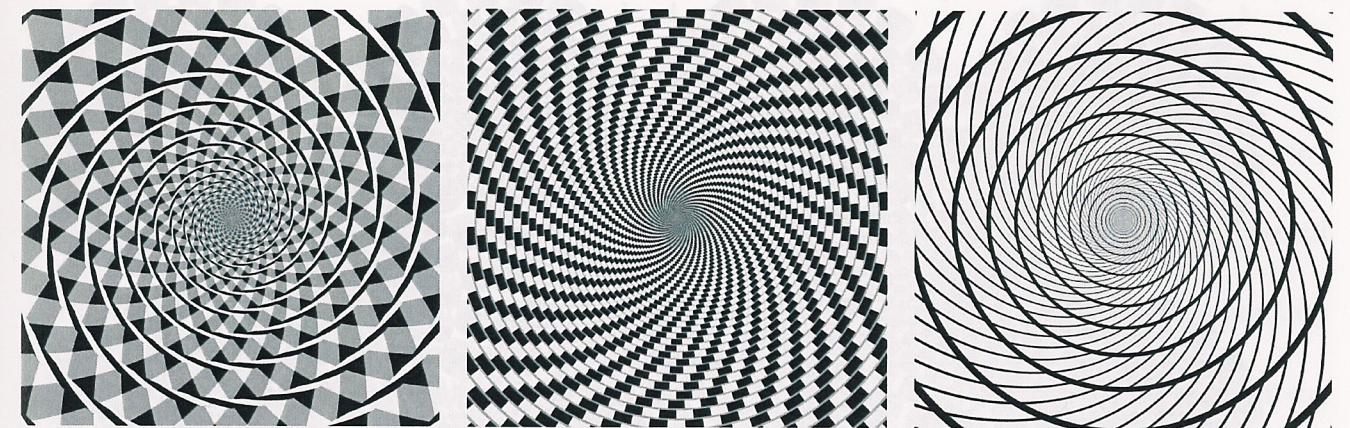


図7

【同心円パターンが渦巻きに見える錯視】

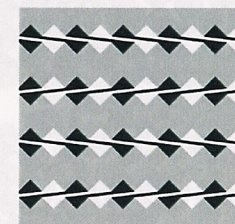
傾き錯視を起こすパターンを同心円状に配列すると、渦巻き錯視となる。フレーザー錯視（図8左下：水平に配列した白黒の線分列が上から右・左・右・左に傾いて見える）を用いたフレーザーの渦巻き錯視（図8左上：同心円が右に回転して中心に向かう渦巻きに見える）が有名であるが[7]、他の傾き錯視でも同様に渦巻き錯視図を作成できる（図8中・右）[8]。この錯視の説明としては、渦巻きパターンに応答する検出器が視覚野の高次にあり、中心から見ての各要素の傾き（低次の視覚野が検出）を監視しており、成す角が0度なら放射状パターン、90度なら同心円パターン、それら以外なら渦巻きパターンと解釈するものと仮定した場合、同心円パターンによる90度が傾き錯視によって異なる角度として伝達されるため渦巻きパターンと解釈される、という説がある[8]。それは、渦巻き（ベルヌーイの渦巻き）は等角螺旋と呼ばれる通り、渦巻き上のある点と中心を結んだ線とその点における接線（傾き）は一定であり（図9の ϕ ）、この性質を神経系は重要な情報として活用しているのであろうという考え方である。



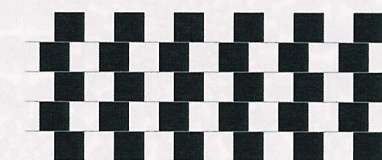
フレーザー錯視の渦巻き錯視

カフェウォール錯視の渦巻き錯視

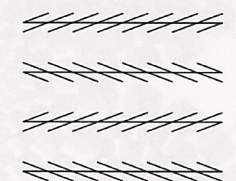
ツェルナー錯視の渦巻き錯視



フレーザー錯視



カフェウォール錯視



ツェルナー錯視

図8

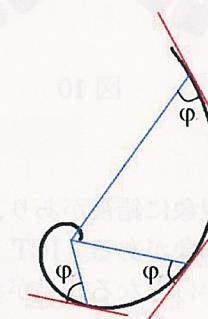


図9

【パターンに沿って静止画が動いて見える錯視】

1979年にフレーザーとウィルコックスがパターンに沿って静止画が動いて見える錯視(フレーザー・ウィルコックス錯視)を発表したが[9]、これを最適化して錯視を強くしたものが筆者のいうところの最適化型フレーザー・ウィルコックス錯視である[10]。その作品例として、「蛇の回転」(2003年制作)(図10)がある。黒→暗い灰色→白→明るい灰色→黒の方向に動いて見える。この錯視には、時間差説(たとえばコントラストの高いところが先に見え、低いところが遅れて見えると仮定し、その方向に仮現運動が起こると考える)[11][12]と、運動エネルギー説(常に起きている微小眼球運動によって網膜像は動いているが、特定の方向に動いた時の運動信号の出力が大きいと考える)[13]があるが、決着していない。一方、fMRIを用いた研究によって、この錯視的動きについては視覚の運動検出に関わる領野の活性化と対応づけられることがわかっている[14][15]。

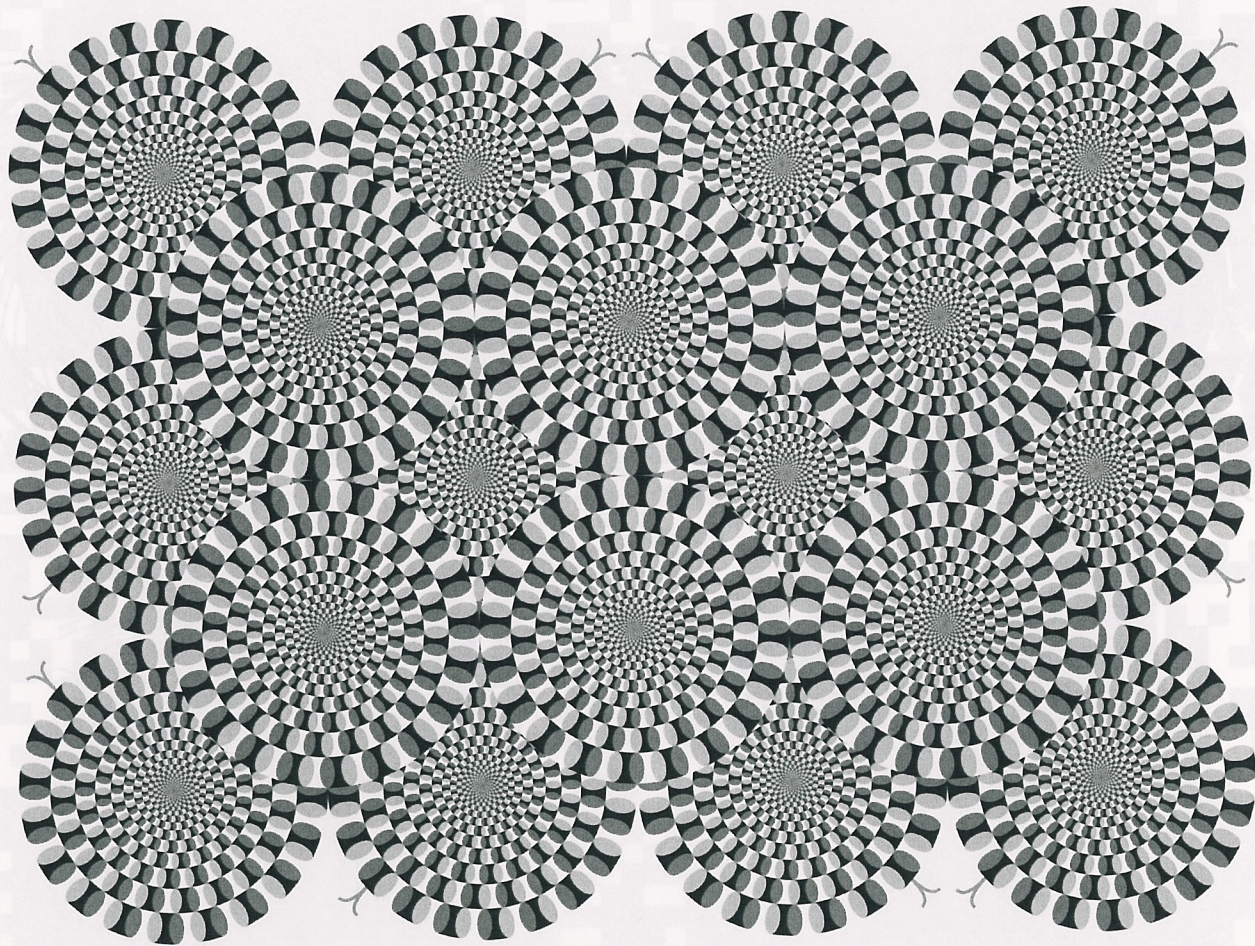


図10

【錯視研究の展望】

このように見えてくると、いろいろな視覚現象に錯視があり、ニューロサイエンスの視点から見て視覚を明らかにする手がかりが豊富に含まれている印象がある。ICT革命に連動してこの15年ほど錯視研究の中興が続いており、今後諸分野との協働のきっかけとなる知見が多く出てくることが期待される。

【参考文献】

- [1] 北岡明佳 (2014). 色の錯視いろいろ (13) 静脈の色の錯視 日本色彩学会誌, 38(4), 323-324.
- [2] Kienle, A., Lilge, L., Vitkin, I. A., Patterson, M. S., Wilson, B. C., Hibst, R. and Steiner, R. (1996). Why do veins appear blue? A new look at an old question. Applied Optics, 35(7), 1151-1160.
- [3] 酒井英樹 (2011). 当てにならない眼 ~記憶色~ AFT ジャーナル, vol. 45 (Spring), 01.
- [4] Kitaoka, A. (2014). Visual illusion in ARTPOP and pop art. Japanese Journal of Psychonomic Science, 32(2), 232-234.
- [5] Kitaoka, A. and Ashida, H. (2007) A variant of the anomalous motion illusion based upon contrast and visual latency. Perception, 36, 1019-1035.
- [6] Hess, C. (1904). Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Sehorgan bei kurz- und bei längerdauernder Reizung. Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie, 101, 226-262.
- [7] Fraser, J. (1908). A new illusion of visual direction. British Journal of Psychology, 2, 307-320.
- [8] Kitaoka, A., Pinna, B., and Brelstaff, G. (2001). New variations of spiral illusions. Perception, 30, 637-646.
- [9] Fraser, A. and Wilcox, K. J. (1979). Perception of illusory movement. Nature, 281, 565-566.
- [10] 北岡明佳 (2010). 錯視入門 朝倉書店.
- [11] Backus, B. T. and Oruç, İ. (2005). Illusory motion from change over time in the response to contrast and luminance. Journal of Vision, 5, 1055-1069.
- [12] Conway, R. B., Kitaoka, A., Yazdanbakhsh, A., Pack, C. C., and Livingstone, M. S. (2005). Neural basis for a powerful static motion illusion. Journal of Neuroscience, 25, 5651-5656.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] Ashida, H., Kuriki, I., Murakami, I., Hisakata, R. and Kitaoka, A. (2012). Direction-specific fMRI adaptation reveals the visual cortical network underlying the "Rotating Snakes" illusion. NeuroImage, 61, 1143-1152.

ISSN 1347-6017

**Annals of Neuroscience and Medical
Engineering Meeting in Yamagata
vol.15**

**山形ニューロサイエンス・医工学研究会 会誌
第 15 号**

Neuroscience and Medical Engineering Meeting in Yamagata
(山形ニューロサイエンス・医工学研究会)