

近年の錯視研究の展開

—— 巻頭言に代えて ——

北岡明佳・蘆田 宏

立命館大学・JST/CREST 京都大学

1. はじめに

錯視の研究は19世紀中葉に始まると考えられるが、19世紀後半の心理学の成立以来、心理学の歴史の中において一定の地位を占めてきた(後藤・田中, 2005; Robinson, 1972; Wade, 2005)。近年、錯視研究はIT機器の普及に歩調を合わせて、活況を呈してきている。その原因としては、錯視が以前ほどは特殊な知覚と思われなくなってきたことを背景としつつも、静止画でも動画でも刺激を作りやすくなったことと、インターネットを通じて刺激図を供覧・閲覧しやすくなったことが考えられる¹⁾。本稿では錯視研究のこの中興状態がそれまでの研究とどのように違うのかということを検討した。

2. 錯視研究の対象

錯視は錯覚の一種であり、視覚に関するものである。しかし、視覚の錯覚ならば何でも研究の対象にするのかということではなく、認知レベル

の錯覚(思い違いや勘違い)や物理レベルの錯覚(曇りガラスや水を張ったプールの底は浅く見える現象など)は錯視の仲間として扱わない。すなわち、錯視とは知覚レベルのものである。

そこまで絞り込んでもまだ足りない。「対象の真の性質とは異なる視知覚が錯視である」ということでは、ほとんどすべての視覚現象が該当してしまうからである。そこで、本特集号で扱われている錯視にはどのようなものがあるのかを見ることで、「錯視とは何か」という問題を考えてみた。

本特集号では、不可能立体の錯視²⁾、不可能モーションの錯視³⁾(以上、杉原論文)、カフェウォール錯視、歪同心円錯視⁴⁾、オオウチ錯視(以上、新井・新井論文)、追従眼球運動追従錯視⁵⁾(伊藤・富松・柏論文)、服装の錯視、化粧の錯視、顔の錯視(以上、森川論文)、フラッシュラグ効果、representational momentum⁶⁾、ピン

2) 不可能図形、矛盾図形のことであるが、杉原論文では実際に製作された立体オブジェクトを用いている。

3) 見かけは矛盾のない立体の画像の中を、対象が物理的にありえない動きをするように見える現象。

4) 同心円において、それぞれの円に中心から見て同じ方位になるように傾き錯視を適用すると、渦巻き錯視ができる(Fraser, 1908; Kitaoka, Pinna, & Brelstaff, 2001)。一方、傾き錯視の方位を円によって、あるいは場所によって適宜反転させると、いろいろな種類の「歪んだ同心円」が見える。この現象はFraser (1908) がフレージャー錯視を用いて複数の図版(Fraser 論文の Figs. 4-9) を示したが、彼はこれらの現象に名称を付けておらず、その後渦巻き錯視図形とは異なり、引用されることも少なかった。新井・新井論文の『歪同心円錯視』はフラクタル島を用いた傾き錯視で構成された図形の名称であるが、今後この用語が「同心円が歪んで見える錯視」の総称として使われるようになる可能性がある。

5) 静止画が動いて見える錯視の一種で、伊藤らの新型錯視である。対象を目で追うと、追った方向に対象の一部が動いて見える。

6) 直訳すれば『表象的慣性』。意識すれば『運動の消失時の位置ずれ錯視』である。

1) 錯視図形を利用できるインターネット上のサイトとして、「Visiome Platform」がある。これは視覚研究に関わるあらゆる情報を収集、公開、補完することを目的とするWebベースのデジタルアーカイブサイトであり(http://visiome.neuroinf.jp/?ml_lang=ja)、立命館大学チームは錯視図形の登録を担当している。なお、誰でも視覚刺激やプログラム等の登録活動に参加できる。「北岡明佳の錯視のページ」(<http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/>)には北岡の錯視作品が多数掲載されているが、教育・研究目的なら全作品を使用することができる。NTTコミュニケーション科学基礎研究所の「イリュージョンフォーラム」(<http://www.br1.nnt.co.jp/IllusionForum/>)には、錯視と錯聴のデモがある。海外にはさらに多くのサイトがあるが、ヨーク大学の“ViperLib”(<http://viperlib.york.ac.uk/>)が質・量ともに充実している。

ナ錯視 (以上, 一川・政倉論文), 運動による位置ずれ錯視, フラッシュ・ドラッグ効果 (以上, 久方・村上論文), 縦断勾配錯視⁷⁾ (対梨・北岡論文) などが取り扱われている。これらを見ると, どれも十分な閾上知覚である (データを取らなくてもデモだけでわかる) ことや, 形・運動視・空間視などいろいろな属性にまたがっていることがわかる。

なお, 本特集号では明るさの錯視と色の錯視の話題を欠いている。この理由は, これらの錯視に特筆すべき進展がなかったからではなく, 諸事

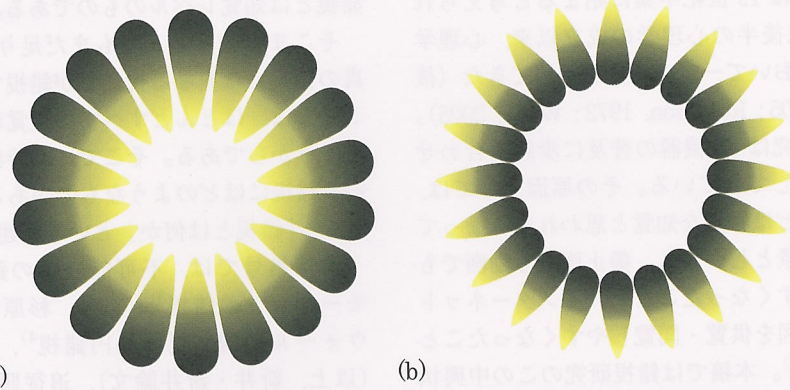


図1 明るさの錯視の例。(a) 内側が明るく光って見えるが, 外側の背景と同じ輝度である。『朝日』という作品 (北岡明佳 2005 年制作) である。光って見えるのは, Zavagno (1999) によればグレア効果 (glare effect) であり, Kitaoka, Gyoba and Sakurai (2006) によれば視覚的ファントム (visual phantoms) の一種である。この図を見ると縮瞳する (Laeng & Endestad, 2012)。(b) (a) の放射状の輝度勾配パターンを逆転配置すると, 内側は暗く見える (Laeng & Endestad, 2012)。

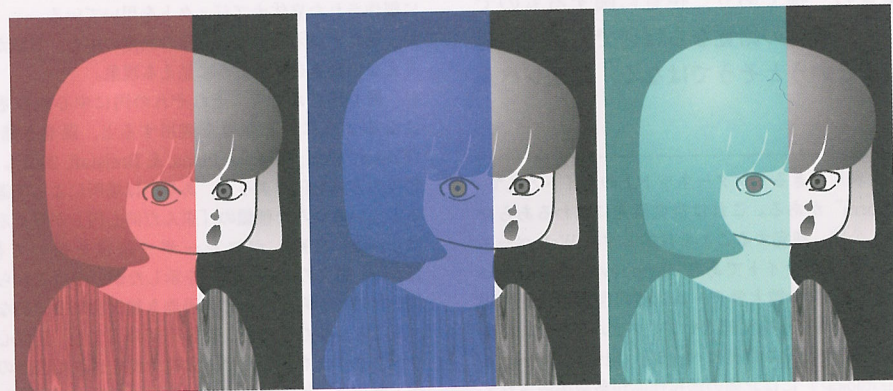


図2 色の錯視の例。それぞれのイラストの右目の虹彩の色は, 左から水色, 黄, 赤に見えるが, 物理的にはそれぞれの左目の虹彩の灰色と同じ色 (50% ブラック) である。

7) 上り坂が下りに見えたり, 下り坂が上りに見えたりする錯視。

情により本特集には入れられなかっただけである。例えば明るさの錯視における近年の成果としては, 図1に示す錯視図形の錯視的まぶしさが瞳孔を収縮させるという報告 (Laeng & Endestad, 2012) が挙げられる。縮瞳は自律神経 (おもに副交感神経) 支配であり, 網膜に入射する光量に応じた反射である。その物理的な適刺激のみならず, 錯視による擬似的光刺激も自律神経支配の生理学的機能に影響を与えるという知見は特筆されるべきことである。一方, 図2は色の錯視の例である。この技法 (北岡, 2011b, 2011c) による錯視図は現

象記述としては色の対比の一種であるが, その錯視の強さはこれまでの色の対比の刺激図より顕著に強い。この錯視は色の恒常性との関連で考察されている (Kitaoka, 2010c)。

新井・新井論文と伊藤論文で取り上げられている静止画が動いて見える錯視というカテゴリーも, 近年の発展が著しい分野である。このカテゴリーは運動視の枠に留まらず, 静止画が動いて見える錯視の刺激図には傾き錯視がしばしば同時に存在するという知見がある (例えば図3)。この随伴性が偶然ではないと仮定した場合の説明として, 運動知覚と方位知覚の両方に寄与するニューロン群がこれらの錯視に重要な役割を果たすというニューロンモデルが検討されている (Kitaoka, 2010d)。静止画が動いて見える錯視に関する脳活動記録の研究も進んでいる (Ashida et al., 2012; Kuriki et al., 2008)。

以上のように, 錯視研究が近年活発になって, 新しい錯視の発見や優れたデモ図の開発, ニューロンモデルの導入や脳研究等, 科学史に記憶され

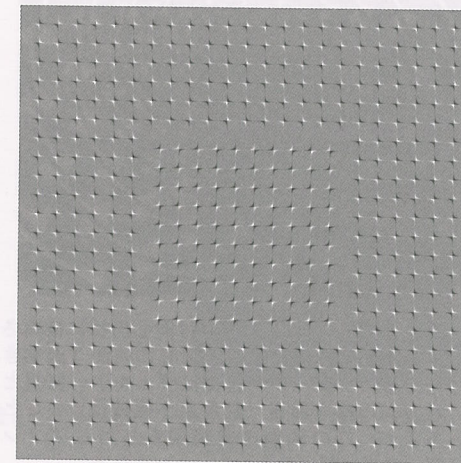


図3 静止画が動いて見える錯視と傾き錯視が同時に観察できる刺激図の例, 『トゲトゲドリフト錯視』 (spine drift illusion) (Kitaoka, 2010d)。静止画が動いて見える錯視としては, 内側の領域が目動きに連動して動いて見える。より具体的には, 図の網膜像が上に動く内側の領域は左に, 下に動く右に動いて見え, 図の網膜像が左に動く内側の領域は上に, 右に動く下に動いて見える。一方, 傾き錯視としては, 白黒のトゲのようなパターンは内側の領域・外側の領域ともに垂直・水平に配列しているが, 内側の領域では垂直の配列は時計回りに, 水平の配列は反時計回りに傾いて見え, 外側の領域では垂直の配列は反時計回りに, 水平の配列は時計回りに傾いて見える。

べき時代に差し掛かっただけと考えられる。このまま突き進めば, 錯視のことがもっと明らかになるというだけではなく, 視覚全体の研究への貢献も期待できるし, いろいろな方面への応用も期待できそうである。

では, 革新的発展の渦中にある現在の錯視と20世紀に研究された錯視の間には本質的な違いはあるのだろうか。たとえば, 今井 (1984, p. 3) は「錯視にはつぎのような, いろいろな種類の現象があります」と導入して, (1) 幾何学的錯視とよばれる多種類の現象, (2) 多義図形 (または曖昧図形) による錯視, (3) 逆理図形 (または矛盾図形) による錯視, (4) 月の錯視, (5) 対比錯視, (6) 運動の錯覚, (7) 勾配の錯覚, (8) 方向づけの錯覚, の8種類に分類した。この今井の分類の中に, 本特集号で扱われている錯視をすべて位置づけることはできなくもない。つまり, 最近研究されている錯視も本質的にはこれまでの研究の延長線上にあるといえるだろう。しかし, それにはかなりの無理を伴うところもあり, もはや新しいカテゴリーとして捉えた方がよいと考えられるものも多々含まれている。

たとえば, 静止画が動いて見える錯視は, 今井の分類の (6) 『運動の錯覚』にはなかったカテゴリーである。というのは, 今井 (1984) はその具体例として, 仮現運動, 誘導運動, 自動運動, 滝の錯視⁸⁾を挙げているからである。もっとも, 今井の『運動の錯覚』の定義は「静止している対象が動いて見えたり, 動いている対象が静止して見えたりする現象」であったので, 静止画が動いて見える錯視を包含できる。一方, 森川論文の取り上げた服装の錯視, 化粧の錯視, 顔の錯視の多くは幾何学的錯視に分類できるが, 顔や身体の大きさの錯視の『大きさ』が森川論文の言うところの『印象』の次元で捉えられるべきものならば, それは新しいカテゴリーと考えるべきである。種々の動きによる位置ずれ錯視 (一川・政倉論文, 久方・村上論文) も, 運動の錯覚というよりは新たに位置の錯覚として, あるいは運動と位置の複合的な錯覚として捉えた方が的確であろう。さらに, フラッシュラッグ効果における能動性の影響 (一川・政倉論文) や縦断勾配錯視

8) 運動残効のことである。

における行為との関連（對梨・北岡論文）など、単なる受動的観察だけではなく観察者の能動的な行為が問われるようになってきたことも、カテゴリーを超えた現代的なポイントの一つであろう。

最近の錯視のレビュー（DiChristina, 2010; 北岡, 2010a）を見るとわかりやすいが、21世紀の錯視研究の特徴は、次々と報告される錯視の豊潤さと、供覧用錯視図形の質の向上と量の充実によって特徴付けられるとともに、それまで錯視研究の範囲外であった視覚研究との垣根が下がってきていることがわかる。可能性としては、闕上知覚はすべて錯視研究の対象となる日も来るかもしれない。そうなれば、「間違っただけ」という意味である「錯視」という看板は下ろすしかないが、錯視研究のそこまでの大発展を予想するのは最員の引き倒しというものだろう。

3. 錯視の研究者

錯視は心理現象なので研究者には心理学者が多いように思うが、古くから、心理学以外の分野の研究者が錯視研究に貢献することは珍しくない。例えば、ツェルナー錯視（Zöllner, 1860）（図4）を発表したツェルナーは、ウィキペディアによれば19世紀の天文学者で、月のクレーターにもそ

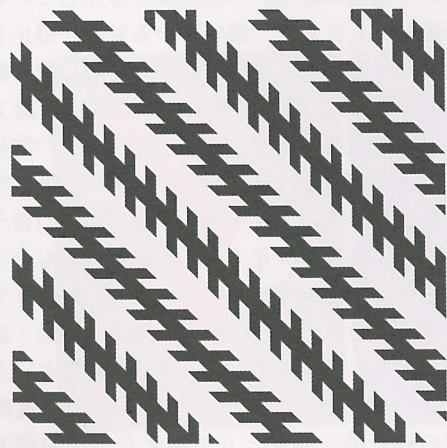


図4 ツェルナー錯視。左上から右下の方向に描かれた数本の黒い太線はそれぞれ平行であるが、交互に傾きが異なるように見える。2つの線分が交わる時、その交差角のうち鋭角側が過大視（鈍角側は過小視）に見える傾き錯視である。

の名を残している⁹⁾。フレーザー錯視や渦巻き錯視（図5）で知られるジェームズ・フレーザーは、その論文（Fraser, 1908）の肩書き（Deputy Medical Superintendent, Central London Sick Asylum）から判断すると医師である。同姓でまぎらわしいが、フレーザー・ウィルコックス錯視（Fraser & Wilcox, 1979）（図6）のアレックス・フレーザーは遺伝学者であった（Fogel, 2002）。

では、今回の執筆者の顔ぶれはどうであったか。論文7篇の第一著者、コメント論文7篇の著者の内訳は、所属を基準とした筆者の分類によれば、数学者2名、工学者1名、心理学者11名である。心理学者が多いが、その理由の第一は、今回の特集号が心理学評論の依頼論文集であったということにある。一方、数学者2名の本格的な貢献は画期的である¹⁰⁾。また、心理学者と言っても神経

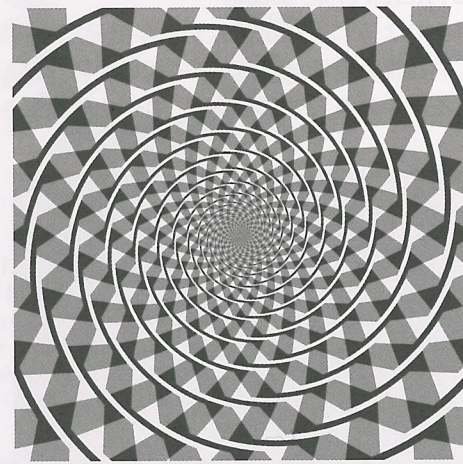
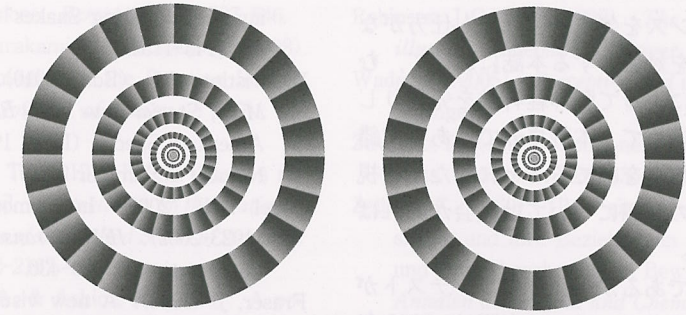


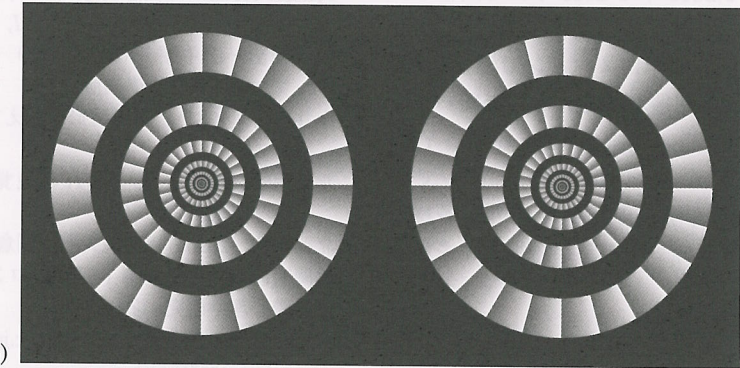
図5 渦巻き錯視。『ねじれ紐』は同心円状に描画されているが、右に回転して中心に向かう渦巻きに見える。フレーザー錯視はツェルナー錯視と反対方向の傾き錯視（鋭角過小視錯視）のことであるが、この渦巻き錯視図もしばしばフレーザー錯視と呼ばれる。

9) http://en.wikipedia.org/wiki/Johann_Karl_Friedrich_Zöllner (2012年6月5日アクセス)

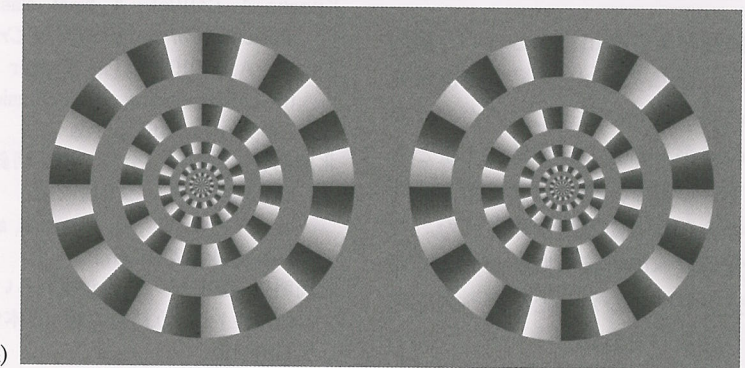
10) CREST 研究領域「数学と諸分野の協働によるブレークスルーの探索」のうち、杉原厚吉を研究代表者とする「計算錯覚学——錯視の数理モデリングとその応用」が2010年10月から研究を開始しており、これまで4回の「錯覚ワークショップ」を開催するとともに、2011年5月に「錯覚美術館」を東京都千代田区神田淡路町に開設し（<http://compillusion.mims.meiji.ac.jp/museum.html>）、数学的な錯視研究の成果を一般に向けて発信している。このプロジェクトには、本特集号の著者の中では、杉原厚吉、新井仁之、北岡明佳が参加している。



(a)



(b)



(c)

図6 フレーザー・ウィルコックス錯視。明暗のグラデーションを鋸波状に繰り返し並べると、グラデーションに沿ってパターン全体が動いて見えるという錯視で、暗→明の方向に動いて見える場合と、明→暗の方向に動いて見える場合がある。錯視は中心視より周辺視で強い。(a)は暗→明の方向の錯視が強くなるよう描画したもので、左のリングは時計回り、右のリングは反時計回りに回転して見える。(b)は明→暗の方向の錯視が強くなるよう描画したもので、左のリングは反時計回り、右のリングは時計回りに回転して見える。(c)は暗→明の方向の錯視と明→暗の方向の錯視を同居させたもので（北岡, 2007; Kitaoka & Ashida, 2003; Murakami, Kitaoka, & Ashida, 2006）、左のリングは時計回り、右のリングは反時計回りに回転して見える。

科学など他分野でも活躍している研究者が近年多くなってきたから、やはり錯視の研究者の学問分野はこれまで通り多様である。それどころか、ますます多様化してきているのではないか。実際のところ、これら錯視の研究者の学問分野は視覚科学というカテゴリーで一括できるし、もはやそう

すべきなのかもしれない。分野の多様化による発展は大いに刺激的で嬉しいが、一方で編者も含む心理学者は気を引き締めてかからないと、その存在意義が問われかねないであろう。

なお、錯視に関連する脳神経科学的研究は動物の電気生理学からヒトの脳機能画像まで幅広く進

展しており、本特集ではそれらを取り上げなかったことは多少バランスを欠くとされても仕方がない。主に心理学者を対象とする本誌において、むしろ興味深い現象によって脳神経科学を先取りするという期待も込めて、本特集号ではあえて錯視の知覚的側面に焦点をあてることにした。錯視の神経科学的研究の展開については機会があれば別途考えてみたい。

この数年のことであるが、錯視のコンテストが日本と世界で開催されている。日本版は、2009年に筆者らが始めて2010年と2011年にも開催した『錯視コンテスト』である(北岡, 2010b, 2011a, 2012)。世界版は、2005年にスペインで始まり、近年はアメリカで毎年開催されている『年間ベスト錯視コンテスト』(The Best Illusion of the Year Contest) (<http://illusionoftheyear.com/>)である。いずれも視覚科学者の祭典であり、多様なバックグラウンドを持つ研究者が錯視デモを競っている。

4. 展 望

心理学評論が錯視特集号を出版するという画期的な出来事を機に、本稿では21世紀の錯視研究がそれまでとは異質の次元に到達したのかどうかを検討した。その結果、錯視の研究は質・量ともに急速に充実してきており、錯視研究は新しい時代に突入したと考えられることが示唆された。これに伴って、視覚研究への貢献の期待が大きくなり、これまで想定されてこなかった分野への応用も期待できるようになってきた。

さらに、錯視のコンテストに代表されるように、錯視のおもしろさ、楽しさ、美しさといったものをポジティブに評価するようになってきたことは望ましいことであると考えられる。錯視の価値の一つは、その歴史を通じて『面白い視知覚デモ』であり続けたことにあると考えられるからである。サイエンスとしての、テクノロジーとしての錯視研究とともに、エンターテインメントとしての錯視研究にも期待したい。

文 献

Ashida, H., Kuriki, I., Murakami, I., Hisakata, R., & Kitaoka, A. (2012). Direction-specific fMRI adap-

tation reveals the visual cortical network underlying the "Rotating Snakes" illusion. *NeuroImage*, *61*, 1143-1152.

DiChristina, M. (Ed.) (2010). *Scientific American Mind, Special Issue: 169 Best Illusions* (Scientific American Special (ISSN 1936-1513), Volume 20, Number 1, Summer 2010).

Fogel, D. B. (2002). In Memoriam: Alex S. Fraser (1923-2002). *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, *6*, 429-430.

Fraser, J. (1908). A new visual illusion of direction. *British Journal of Psychology*, *2*, 307-320.

Fraser, A., & Wilcox, K. J. (1979). Perception of illusory movement. *Nature*, *281*, 565-566.

後藤倬男・田中平八(編)(2005) 錯視の科学ハンドブック 東京大学出版会.

今井省吾(1984) 錯視図形・見え方の心理学 サイエンス社.

北岡明佳(2007) だまされる視覚 錯視の楽しみ方 化学同人.

北岡明佳(2010a) 錯視入門 朝倉書店.

北岡明佳(2010b) 第1回錯視コンテストの報告 基礎心理学研究, *29*, 63-67.

<http://www.psy.ritsumeimei.ac.jp/~akitaoka/sakkon/sakkon2009.html>

Kitaoka, A. (2010c). A brief classification of colour illusions. *Colour: Design & Creativity*, *5* (3), 1-9.

Kitaoka, A. (2010d). The Fraser illusion family and the corresponding motion illusions. *Perception*, *39*, Supplement, #61, p. 178.

北岡明佳(2011a) 会報 第2回錯視コンテスト 基礎心理学研究, *29*, 214-215.

<http://www.psy.ritsumeimei.ac.jp/~akitaoka/sakkon/sakkon2010.html>

北岡明佳(2011b) 色の錯視いろいろ(1)「目の色の恒常性」という錯視の絵 日本色彩学会誌, *35* (2), 118-119.

北岡明佳(2011c) 色の錯視いろいろ(2)色の恒常性と2つの色フィルタ 日本色彩学会誌, *35* (3), 234-236.

北岡明佳(2012) 会報 第3回錯視コンテスト授賞式 基礎心理学研究, *30*, 243-244.

<http://www.psy.ritsumeimei.ac.jp/~akitaoka/sakkon/sakkon2011.html>

Kitaoka, A., & Ashida, H. (2003). Phenomenal characteristics of the peripheral drift illusion. *VISION*, *15*, 261-262.

Kitaoka, A., Gyoba, J., & Sakurai, K. (2006). Chapter 13 The visual phantom illusion: a perceptual product of surface completion depending on brightness and contrast. *Progress in Brain Research*, *154* (Visual Perception Part 1), 247-262.

Kitaoka, A., Pinna, B., & Brelstaff, G. (2001). New variations of spiral illusions. *Perception*, *30*, 637-646.

Kuriki, I., Ashida, H., Murakami, I., & Kitaoka, A. (2008). Functional brain imaging of the Rotating Snakes illusion by fMRI. *Journal of Vision*, *8* (10): 16, 1-10.

Laeng, B., & Endestad, T. (2012). Bright illusions reduce the eye's pupil. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, *109*, 2162-2167.

Murakami, I., Kitaoka, A., & Ashida, H. (2006). A positive correlation between fixation instability and the strength of illusory motion in a static display.

Vision Research, *46*, 2421-2431.

Robinson, J. O. (1972/1998). *The psychology of visual illusion*. Mineola, NY: Dover.

Wade, N. (2005). *Perception and illusion*. New York: Springer.

Zavagno, D. (1999). Some new luminance-gradient effects. *Perception*, *28*, 835-838.

Zöllner, F. (1860). Über eine neue Art von Pseudoskopie und ihre Beziehungen zu den von Plateau und Opper beschriebenen Bewegungsphänomenen. *Annalen der Physik und Chemie*, *186*, 500-523.

— 2012. 7. 27 受理 —

心理学評論

Vol. 55 No. 3 2012

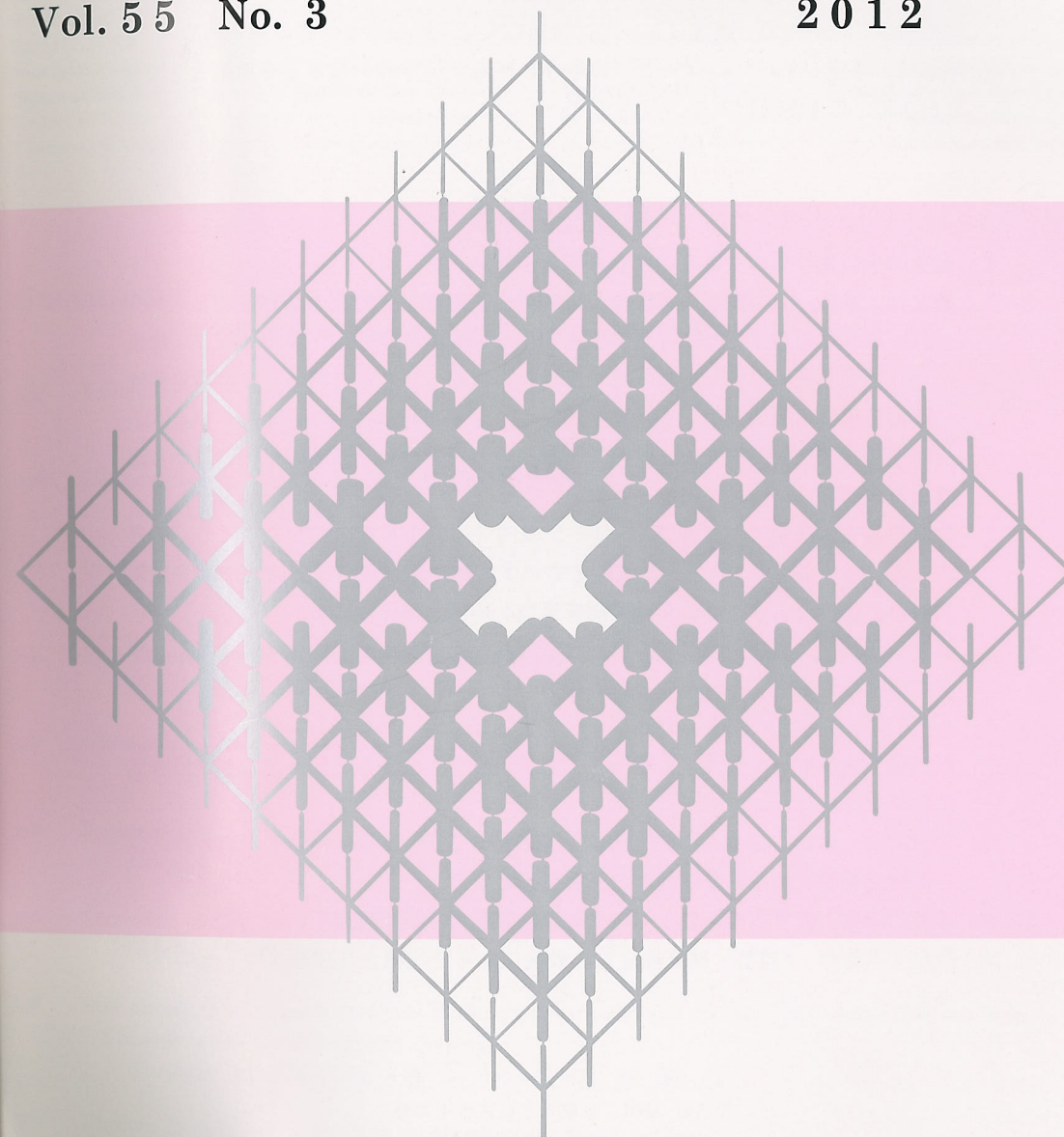
- 特集：多様化する錯視研究 編集：北岡明佳・蘆田 宏
- 289 近年の錯視研究の展開 —— 巻頭言に代えて ——
北岡明佳・蘆田 宏
- 296 投影の幾何学と立体錯視
杉原厚吉
- 307 錯視デモンストレーションの醍醐味 —— 杉原論文へのコメント ——
鈴木光太郎
- 309 視覚の数理モデルと錯視図形の構造解析
新井仁之・新井しのぶ
- 334 新井・新井論文へのコメント
栗木一郎
- 336 エニグマ錯視と追従眼球運動追従錯視の共通性
伊藤裕之・富松江梨佳・柏 園園
- 346 伊藤・富松・柏論文へのコメント
西田真也
- 348 顔と身体に関連する形状と大きさの錯視研究の新展開 —— 化粧錯視と服装錯視 ——
森川和則
- 362 日常生活の錯視 —— 森川論文へのコメント ——
阿部恒之
- 367 錯視観察に基づく能動的観察における視覚情報処理特性についての理解
—— フラッシュラグ効果を中心とした検討 ——
一川 誠・政倉祐子
- 376 能動的視覚観察事態の解き明かす逆方向モデリング・順方向モデリングの計算方略
—— 一川・政倉論文へのコメント ——
村上郁也
- 381 能動的観察における視覚情報処理の促進について
—— コメント論文への返答 ——
一川 誠・政倉祐子
- 385 あいまいな物体位置の知覚に影響する運動情報
久方瑠美・村上郁也
- 396 位置の錯視を引き起こす視覚のメカニズムに迫る —— 久方・村上論文へのコメント ——
竹内龍人
- 400 縦断勾配錯視の研究
對梨成一・北岡明佳
- 410 縦断勾配錯視の対比効果と多感覚統合 —— 對梨・北岡論文へのコメント ——
櫻井研三

心理学評論刊行会

心理学評論

Vol. 55 No. 3

2012



心理学評論刊行会