

## 心理学から芸術へのアプローチ<sup>1)</sup>

北岡明佳

立命館大学

### Psychological approaches to art

Akiyoshi KITAOKA

Ritsumeikan University\*

Three kinds of psychological approaches toward art are discussed. The first is the rating method, which is thought to be a standard but sharp probe to understand art from psychology. The second is a mathematical approach, in which, to understand line perspective better, a novel equation of coordinate transformation from the real world to the retinal coordinates is proposed. The third is an approach using visual illusion, which depends on a rule that the larger the illusion magnitude the more beautiful the image.

**Key words:** psychology, art, visual illusion, rating, line perspective

昨年の暮(2006年12月),筆者は「第9回 ロレアル 色の科学と芸術賞」の金賞を受賞した。この賞は、色の科学と芸術の出会いに貢献した人に与えられる賞である。どちらかという、科学の賞としてよりも、芸術の賞としての色彩が濃い。

この賞で評価されたのは、「錯視デザイン」である。錯視デザインにおいては、刺激図形の作成の動機は、錯視を心理学的(科学的)に解明することであり、その過程は錯視の科学的知識に従う。ところが、できあがってみると、いつのまにか芸術作品のようになる(北岡, 2005)。この性質を色が関係する錯視について明らかにしたことが、色の科学と芸術の出会いに貢献した、と評価されたものと筆者は考えている。

近年、科学の世界においても、芸術への関心が高まっている(Rentschler, Herzberger, & Epstein, 1988; Zeki, 1999)。おもしろいだけで役に立たないことを科学的に探求するゆとりがあることは、人間だけに与えられた特

権であると思うので、このような研究が行われるようになったことは喜ばしい。身近な例でいうと、筆者が研究分担者として参加している研究に、『『心のデザイン』モデルによる視覚芸術の特性と脳内基盤の解明』(研究代表者・行場次朗東北大学教授)があるが、これには2006年度から科学研究費補助金がついており、ここでも心理学から芸術へのアプローチが始まっている。

そこで、この機会に「心理学が芸術に何を貢献できるか」を筆者なりに考えてみたい。

#### その1 — 普通にアプローチ

心理学の研究において広く用いられている方法に、評定法(rating)がある。ある絵画あるいは絵画の構成要素を、「美しい」「暖かい」「鋭い」「おもしろい」「ゆっくりとした」といった形容詞群、あるいは「美しい—醜い」「暖かい—冷たい」といった形容詞対のリストで評価させる方法である。評定法は、心理学の研究法としては特殊なものではなく、普通で平凡なものであるという印象があるが、芸術に対する心理学のプローブとしては切れ味のよい有力なものである。芸術の本質が芸術的体験だとするなら、評定法は芸術の心理学的研究においては、欠かすことができない。

一方、芸術→感性→個人的なもの、と連想すると、クオリアという概念が思い出される。クオリアとは刺激の

\* Department of Psychology, Ritsumeikan University, Kita-ku, Kyoto 603-8577  
E-mail: akitaoka@lt.ritsumei.ac.jp

<sup>1)</sup> 本研究は、平成18・19・20年度科学研究費補助金・基盤研究(B)(研究代表者・行場次朗)『『心のデザイン』モデルによる視覚芸術の特性と脳内基盤の解明』(課題番号18330151)の助成を受けた。

質感のことで、物理的実在に還元できない（とされる）心理学的性質である。茂木(1997)は、クオリアは「心」と「脳」の間にある深い溝を象徴するものであり、その溝を埋めるためには神経細胞の活動からクオリアを説明する必要があると主張する。また、行場(2002)は、Ramachandran & Blakeslee (1998)やGregory (1998)のか考え方を継承・発展させ、クオリアは刺激情報を確定し、その変更不可能性を保証し、記憶からの表象と区別するために、現在を標識化するフラグの役割を担うという考え方を取る。

心理学を離れると、クオリアという用語は、一人称的で、他人同士では互いに了解不可能かもしれないという

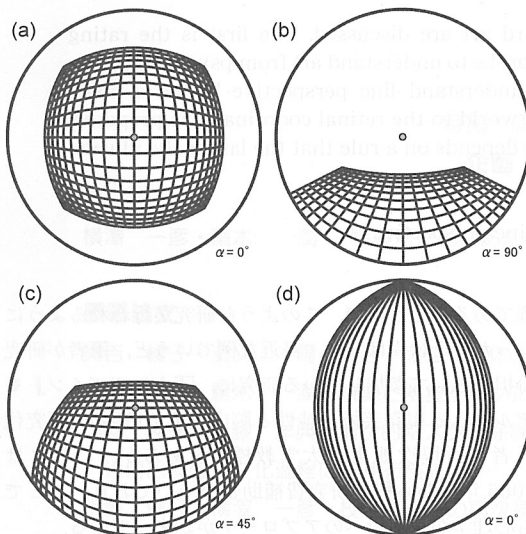


Figure 1. An instance of retinal coordinates. Suppose that twenty by twenty squares (each being 10 cm × 10 cm) are drawn at the center of an infinitely-extended flat plane and observed from 50 cm apart. (a) When the plane is perpendicular to the visual axis, the mesh appears to bulge out though it really has no curves. (b) When the visual axis is parallel to the plane, the lines parallel to the visual axis appear to converge at the center of the visual field while the lines perpendicular to the visual axis (except those that cross the visual axis) appear to curve outward. (c) When the plane is observed obliquely, both (bulging and converging) appearances coexist. (d) Parallel lines on a plane perpendicular to the visual axis meet at two points on the surrounding circle. The gray circle at the center in each panel represents the foveal vision. The radius of the circle is 90 degree of visual angle.

点を議論する哲学的概念である場合が多いように思う。しかし、心理学的に言えば、クオリアは普通の心理現象である。同じ名称で呼ばれるクオリアは、被験者が違って同じであると（心理学は）みなす。そして、その測定は評定法である。

もっとも、評定法にも弱点はある。意識化あるいは言語化できないものは測定できないことである。「芸術」というと、何か無意識的・超感覚的なものを連想させることも少なくないので、芸術には評定法ではアプローチできない部分も残るかもしれない、という控えめな認識は持っていたほうがよいだろう。

## その2 — 計算でアプローチ

第二に、芸術で用いられている手法を知覚の計算論と照らし合わせる、というアプローチが考えられる。この視点では、黄金分割、らせん、シンメトリー、フラクタルといったテーマが好まれると思われる。その中から、ルネサンス期より知られる線遠近法（線透視画法）について、ここでは考えてみたい。

線遠近法 (line perspective) とは、(1) 視線と平行な直線は一点に収斂する直線として描き、(2) 視線と垂直な面にある平行な直線は平行な直線として描くという手法である。なお、これは、線遠近法の中でも最も標準的な一点透視法の説明である。

線遠近法に従えば、写真のような現実感のある絵が描ける。しかし、線遠近法で描かれた図は特定の一点から見ないと、現実の場面と同じようには見えていない。その理由は、それ以外の場所から見ると、上記2条件とも妥当でなくなるからである。このことは経験的には明らかであるが、数学的な説明がなされている文献を筆者は見いだせなかったので、ここで試みに計算してみた。

ここでは、網膜座標として、視野中心から視角 90 度の範囲が見えるものとして、視野の各点は中心窩を基準とした方位と視角を用いて、視野を極座標系表示した (Figure 1)。この図では、外側の円は視角 90° の点を結んだものである。すなわち、全視野は円の内側として表される<sup>2)</sup>。Figure 1a は、視方向に垂直な平面上に 10 cm × 10 cm の正方形を 20 × 20 個並べて、その中心を 50 cm 離れて見た場合の計算上の見えを示している。これらの物理的には垂直・水平の格子は、上下左右に膨らんだような格子模様に見えることになる。実際に正方形を並べ

<sup>2)</sup> 実際の単眼の視野は、上下と鼻側に狭く (60~70 度)、耳側に広い (約 100 度) (本郷・廣重・豊田・熊田 (編), 1996)。

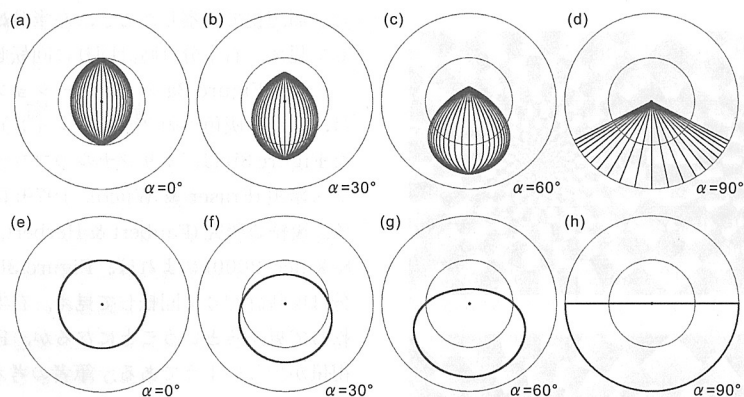


Figure 2. Extended retinal coordinates. The radius of the outer circle represents 180 degrees of “visual angle” while the radius of the inner one shows 90 degrees of visual angle. (a) The image of Figure 1d is placed in these coordinates. (b) and (c) The same image is seen obliquely. (d) The same image is seen in parallel to the plane. (e)–(h) The thick line shows the line at infinity of a plane within which the entire plane is represented.

た図を描いて観察すると、Figure 1aのように直線が曲がって見えることが確認できる。

この図を描くための計算式 (Appendix) からは、視線と平行な直線は網膜座標上も直線となり、一点に収束することが数学的に導かれる (Figure 1b)。すなわち、条件 (1) とは整合していることがわかる。また、ある平面に対して垂直でも平行でもない角度で見ると、その面は Figure 1c のようになる。膨らんだ感じと収束した印象の両方が見られる。さらに、ある平面上に無限の長さの平行線が 10 cm 間隔で 21 本引かれていたとして、その平面を 50 cm 離れて垂直に見ると、Figure 1d のようになる。すなわち、それらの平行線は曲線として見え<sup>3)</sup>、視野の端において 2 点で交わる<sup>4)</sup>。

「視野は曲がっている」ということは、よく観察すれば自明のことであるし、フェルメールやエッシャーなどのアーティストの作品に、その応用が数多く見られる。と

<sup>3)</sup> エッシャーの作品の透視図法を研究した Ernst (1976) は、この種の曲線をサインカーブと考えた。本計算式が正しければ、それはサインカーブではない。

<sup>4)</sup> 数学的に拡張して背面の見え方で計算に入れると、世界は半径 180 度の円となる。その「拡張網膜座標」上においては、ある平面上のいかなる平行線も 2 点に収束する。わかりやすくいうと、同じ平面上の平行線は何本あってもある一点から始まり、分かれて、再び集まり、もう一点に終わる。その 2 点は、数学的には無限遠点ということになる。この性質から、拡張網膜座標系は非ユークリッド空間の一種であることがわかる。また、拡張網膜座標系では無限遠点を図示できることが特長である (Figure 2)。

ころが、どのように視野内の線を曲げれば絵のリアルティや迫力といった心理学的要因に促進的あるいは抑制的に働くか、あるいは影響しないのか、ということはまだあまり明らかになっていない。

大きい絵や大きい画面は迫力が感じられるが、刺激の視角が大きいだけでなく、網膜像の形の歪みも大きい。ということは、網膜像の歪みが芸術的知覚に及ぼしているという可能性も考えられるわけである。こういった可能性を検討していくことは、心理学が芸術を研究する手がかりの一つとなるだろう。

### その 3 — 錯視でアプローチ

錯視研究には心理学と同じか少し長い歴史があるが (後藤・田中, 2005)、錯視が芸術の理解に役立つかもしれないと考えられるようになったのは、比較的最近のことである。そのきっかけとなったのは、「錯視図形は錯視量が多いほど美しい」という法則が提唱されたことである (Noguchi & Rentschler, 1999)。筆者の作る錯視デザインが人気を得つつあることや<sup>5)</sup>、錯視デザインでロレアル賞という芸術賞を受賞できたことも考えると、その法則が正しい可能性が高まった。

問題はここからである。「良質の錯視図形は美しい」と

<sup>5)</sup> 筆者の錯視デザインのホームページ (<http://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/>) は、2007 年 1 月現在、日本語版と英語版を合わせて累計 500 万件的アクセスを得た。最初の公開 (2002 年 5 月) から 4 年半でのスピード到達である。その理由として、「錯視はおもしろい」ということ以外に、「錯視は美しい」ということが考えられる。

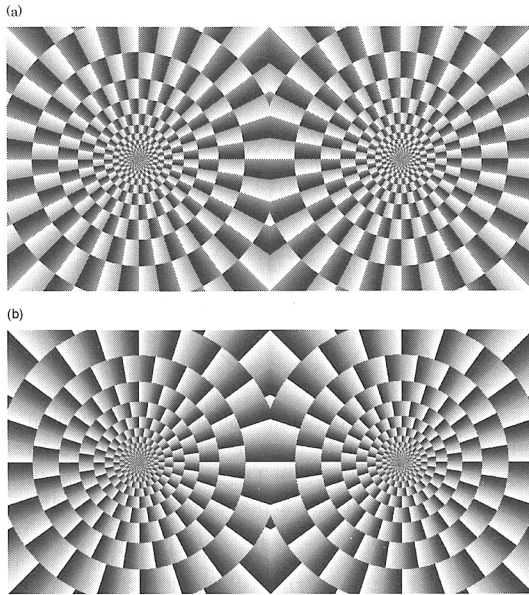


Figure 3. (a) The optimized Fraser-Wilcox illusion, Type I. The left half appears to rotate counterclockwise while the right one clockwise. This effect is strong in the peripheral vision. (b) The Fraser-Wilcox illusion, a variant. For many observers, the left half appears to rotate counterclockwise while the right one clockwise. This effect is strong in the peripheral vision.

いう場合、(1) 錯視を起こす特定の刺激配置が美しさを引き起こす可能性と、(2) 錯視が美しさを引き起こす可能性、の二つを検討しなければならない。どちらが正しいかを決定することはなかなか困難なことである。ここでは、静止画が動いて見える錯視の一種を例にとって考えてみよう。

Figure 3a は、筆者の用語では、最適化型フレーザー・ウィルコックス錯視・タイプIである(Kitaoka, 2006)<sup>6)</sup>。このタイプはさらに二つのサブタイプからなっており、背景が明るい場合、暗から明へのグラデーションの方向に動いて見える錯視(基本錯視1)と、背景が暗い場合、明から暗へのグラデーションの方向に動いて見える錯視(基本錯視2)である。Figure 3aにおいて

<sup>6)</sup> このタイプは、最近出版された錯視デザインの指南書(北岡, 2007)では、「グラデーションによる『蛇の回転』錯視」としている。このタイプの先行研究としては、Ashida & Kitaoka (2003) と Backus & Oruç (2005) がある。なお、フレーザー・ウィルコックス錯視の最適化を最初に提唱したのは、Kitaoka & Ashida (2003) である。

は、周辺視で観察したとき、左半分は反時計回りに回転して見え、右半分は時計回りに回転して見える。

一方、Figure 3aのグラデーションの半分(具体的には、白から灰色へのグラデーション)を反転させて描いたFigure 3bは、オリジナルのフレーザー・ウィルコックス錯視(Fraser & Wilcox, 1979)に相当するものである。後続の研究(Faubert & Herbert, 1999; Naor-Raz & Sekuler, 2000)によれば、Figure 3bにおいても、左半分は反時計回りに回転して見え、右半分は時計回りに回転して見えるということになるが、Figure 3aよりは錯視量が少ないようである。筆者の考えでは、Figure 3bの刺激配置では、基本錯視1と基本錯視2が拮抗する錯視図形となっているからである<sup>7)</sup>。それでも回転して見えるのは、基本錯視1が基本錯視2よりも強いからと思われる。

筆者の意見としては、Figure 3aはFigure 3bよりも「美しい」。それが一般的なことなら、「錯視図形は錯視量が多いほど美しい」法則に一致する。

そこで、(1) Figure 3aが市松模様のように見えるから美しいという仮説と、(2) 動いて見える錯視自体が美しさを引き起こすという仮説を考えたとして、(1)についてはFigure 3aを白黒の市松模様に変えたものを見ても、私の評定ではFigure 3aやFigure 3bほど美しくない。(2)については、最適化型フレーザー・ウィルコックス錯視は目の動きを抑制すると錯視が弱くなる(Murakami, Kitaoka, & Ashida, 2006)ことを利用して、錯視的動きを抑制して観察してみても、図の美しさは減じないように見える。総合すると、両仮説ともあっさり棄却ということになってしまう。

上記の考察には、実は検討を要する要因がたくさん残っている。市松模様を白黒ではなく薄い灰色と濃い灰色に変えてみたらどうかとか、動きの錯視を止めるのなら陽性残像などを利用すべきである、などである。今後の課題としたい。

最後に、筆者の構想を述べたい。「錯視は美しい」だけでなく、「美しいものには錯視がある」という逆説的な仮説を提唱したいのである。しかし、まだ根拠が十分でないので、その一步は踏み出していない。もちろんそこまでいなくても、「錯視から芸術にアプローチ」という方

<sup>7)</sup> Fraser and Wilcox (1979) では、錯視の方向は被験者によって決まっています。黒から白の方向に動いて見える被験者と、白から黒の方向に動いて見える被験者が区別されていた。これは、フレーザー・ウィルコックス錯視には2種類の錯視が拮抗的に混在していたと考えれば、辻褄が合う。



向性は、今は萌芽的な部分が多いが、魅力的な心理学的手法になりうると思う。

## 謝 辞

本稿は「原著論文」でも「研究ノート」でもなく、「その他」という区分のもので、本来は編集委員長のチェックのみで掲載されるものであったが、筆者自身が書き過ぎを懸念し、特例で編集委員会に査読を依頼したものである。匿名の査読者には有意義なコメントを頂くことができ、適切な修正が施された。ここに査読者と編集委員会に深く感謝を申し上げる次第である。

## 引用文献

- Ashida, H., & Kitaoka, A. 2003. A gradient-based model of the peripheral drift illusion. *Perception*, 32 supplement, 106. (ECVP 2003, Paris, France)
- Backus, B. T., & Oruc, İ. 2005. Illusory motion from change over time in the response to contrast and luminance. *Journal of Vision*, 5, 1055-1069.
- Ernst, B. 1976. *De Toverspiegel van M. C. Escher*. Amsterdam: Meulenhoff. (日本語訳: 坂根徹夫(訳) 1983. エッシャーの宇宙 朝日新聞社)
- Faubert, J., & Herbert, A. M. 1999. The peripheral drift illusion: A motion illusion in the visual periphery. *Perception*, 28, 617-621.
- 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
- Gregory, R. L. 1998. *Eye and Brain: The Psychology of Seeing*, Fifth edition. Oxford: Oxford University Press.
- 行場次朗 2002. 視覚的補完現象におけるアウェアネスとクオリアの心理物理学的検討 基礎心理学研究, 21, 63-68.
- 本郷利憲・廣重 力・豊田順一・熊田 衛(編) 1996. 標準生理学・第4版 医学書院
- 北岡明佳 2005. トリック・アイズ グラフィックスカンゼン
- Kitaoka, A. 2006. Anomalous motion illusion and stereopsis. *Journal of Three Dimensional Images*, 20, 9-14.
- 北岡明佳 2007. だまされる視覚 錯視の楽しみ方 心理学同人
- Kitaoka, A., & Ashida, H. 2003. Phenomenal characteristics of the peripheral drift illusion. *VISION (Journal of the Vision Society of Japan)*, 15, 261-262.
- 茂木健一郎 1997. 脳とクオリア なぜ脳に心が生まれるのか 日経サイエンス社
- 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.
- Naor-Raz, G., & Sekuler, R. 2000. Perceptual dimorphism in visual motion from stationary patterns. *Perception*, 29, 325-335.
- Noguchi, K., & Rentschler, I. 1999. Comparison between geometrical illusion and aesthetic preference. *Journal of Faculty of Engineering, Chiba University*, 50, 29-33.
- Ramachandran, V. S., & Blakeslee, S. 1998. *Phantoms in the Brain: Probing the Mysteries of the Human Mind*. New York: William Morrow.
- Rentschler, I., Herzberger, B., & Epstein, D. (eds.) 1988. *Beauty and the Brain. Biological Aspects of Aesthetics*. Basel, Switzerland: Birkhäuser Verlag AG. (日本語訳: 野口薫・学阪直行(監訳) 2000. 美を脳から考える 芸術への生物学的探検 新曜社)
- Zeki, S. 1999. *Inner Vision. An Exploration of Art and the Brain*. Oxford: Oxford University Press. (日本語訳: 河内十郎(監訳) 2002. 脳は美をいかに感じるか ピカソやモネが見た世界 日本経済新聞社)

## Appendix

ある平面上の点  $(x, y)$  を網膜座標上の点  $(\rho, \theta)$  (極座標系表示) に射影する。このとき、

$$\rho = \arccos\left(\frac{y \sin \alpha + d \cos \alpha}{\sqrt{x^2 + y^2 + d^2}}\right)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{y \cos \alpha - d \sin \alpha}{x}\right)$$

と表される。ただし、その平面の原点は、眼を通るその平面の法線がその平面と交わる点とし、その法線からの  $y$  軸方向(網膜座標上でも子午線の上方向)の「仰角」を  $\alpha$  とした。また、眼から平面までの距離を  $d$  とした (Figure A)。

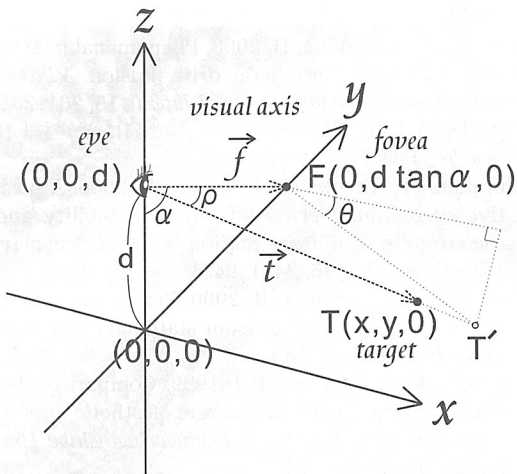


Figure A. The method to obtain the retinal coordinates  $(\rho, \theta)$  from the visual world. Suppose that the seen object is placed on the  $x$ - $y$  plane where a target point  $T(x, y, 0)$  is located, and that an observing eye is located on the  $z$ -axis with the height of " $d$ ". " $\alpha$ " is the angle between the visual axis and the  $z$ -axis when the eye sees a point  $F$  (foveal point) that is located on the  $y$ -axis. The visual angle " $\rho$ " of the target point is the angle between the line from the eye to the foveal point  $F$  (vector  $\vec{f}$ ) and the line from the eye to the target point  $T$  (vector  $\vec{t}$ ). The visual angle  $\rho$  is obtained from these two vectors. The angle  $\theta$  is given as the angle between the line parallel to the  $x$ -axis through the foveal point  $F$  and the line from the foveal point  $F$  to another point  $T'$  where the extension of vector  $\vec{t}$  meets the plane that is perpendicular to the visual axis (or vector  $\vec{f}$ ) and passes through the foveal point  $F$ .