

特集 知覚心理学の新たな展開

ファジィ知覚と錯視†

北岡 明佳*

1. はじめに

錯視(visual illusion)とは、視覚性の錯覚のことである。錯覚(illusion)とは、「実在する対象の本当の性質とは異なる知覚」のことであるから、「対象の本当の性質」については知覚に先立ってその知識が必要である。しかし、先験的知識の存在を仮定しない限り、知識の源泉は経験すなわち知覚なので、知覚が間違えるとそれは錯覚であると言うのは、どこか頼りない話である。現実には、「対象の本当の性質は大体こんな感じ」とおおまかに決めてそれでよしとしているから、それに合わない知覚を錯覚と呼ぶので問題はないのだが、このように錯覚という概念を成立させるものに一種のファジィシステムが含まれているという認識は、重要かもしれない。

しかし、本稿では、いろいろな錯視や錯覚的現象における「ファジィ知覚」の側面を考察することを、中心としたい。本稿で取り上げるものは、反転図形、不可能図形、および(狭義の)錯視である。

2. 反転図形

ファジィ知覚の最も典型的な例は、反転図形(reversible figure)である。曖昧図形(ambiguous figure)とも呼ばれる。刺激は一つなのに、見え方が二つ以上ある図形(あるいは動画)のことである。

2.1 図地反転図形

反転図形にもいろいろ種類がある。図地反転図形は、図(figure)と地(ground)が反転する図形である。古典的例としては、ルビンの盃(vase-face illusion)(図1)が有名である。図地分離のメカニズムから考えると、中央にあって面積が小さく対称形で閉じた輪郭は図になりやすいから、理屈の上では盃ばかりが知覚されそうであるが、横顔もよく知覚されるのは、顔知覚の優位性のためと考えられる。

† Fuzzy Perception and Visual Illusions Akiyoshi KITAOKA * 立命館大学 文学部 College of Letters, Ritsumeikan University

そのほか、主観的輪郭の代表例であるカニッツァの正方形(Kanizsa square)(図2)では、中央に主観的な白い正方形が知覚されやすいが、実はこれも図地反転図形である。もう一つの見えは、白い面に4つの窓があって、その向こうに黒背景上の白い正方形の4隅がのぞいているように見えることである。カニッツァの図形の場合は、輪郭の補間のメカニズムが関係し、正方形なら直線補間なのでシステムの負荷が小さいが、円は負荷が大きい曲線補間をするしかないから、はっきりした正方形の主観的輪郭が手前に見えることが多くなるのではないと思われる。

カニッツァの正方形のバックマン(黒い4分の3円のこと)に、図3のように灰色の扇形を挿入して円の輪郭を完成させると、4つの窓の向こうに正方形が見えるという見え方が優勢になる。それでもなお、正方

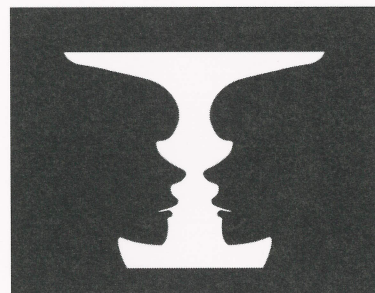


図1 ルビンの盃を筆者が描き直した図。白い盃に見えたり、シルエットの横顔が向き合っているように見えたりする。

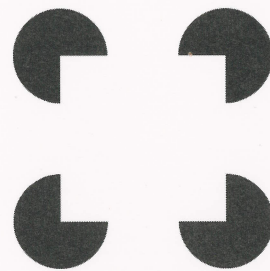


図2 カニッツァの正方形。主観的な白い正方形が知覚されることが多い。

形が図に見えようとする傾向は残り、正方形が図に見える時は半透明の正方形が4つの黒い円のある面より手前に浮いて見えるという知覚となる。これはヴァリン図形(Varin's figure)と呼ばれている。

ヴァリン図形の視覚的補完現象は、ネオン明るさ拡散(neon brightness spreading)の一種とされることもある。しかし、一般的にはネオン明るさ拡散は図4のような線画において観察される現象を指す。この場合、知覚される透明なものは、円形かダイヤモンド形のパッチとなる。ネオン明るさ拡散では、その透明なパッチが見えることが普通で、円形あるいはダイヤモンド形のものが見え、という知覚はなかなか成立しない。これは、見えの反転が容易なヴァリン図形とは異なる点である。

以上のように、図地反転図形は、どちらが図になりやすいか、という力関係によって決定される。とは言い、すべての要因がわかったとしても、ある特定の時間にどちらが見えているかということは確率の問題であり、ファジィ知覚らしい現象である。

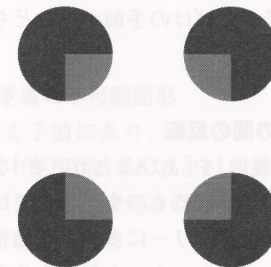


図3 ヴァリン図形。半透明の正方形が黒円の面の手前に知覚されることがある。



図4 ネオン明るさ拡散。灰色の十字部分の手前を覆うように半透明の円形あるいはダイヤモンド形のパッチが知覚される。

2.2 奥行き反転図形

反転図形の他の例として、奥行き反転図形がある。実のところは、図地反転図形はすべて奥行き反転図形と言えるのだが(図は手前に見えるもので、地は奥に見えるものだから)、ここで言う奥行き反転図形は図地分離が関係しないものを考える。古典的な例としては、ネッカーの立方体、マッハの本、シュレーダーの階段がある(図5)。

そのほか、多くの立体物のシルエットでは、奥行き方向の向きが2通り知覚できることが知られていたが、最近パソコンの動画において、「シルエット錯視」(silhouette illusion)が公開され[2]、人気を博している。シルエット錯視は片足を上げたシルエットの女性が回転している動画を見ると、右足を上げて右回りに見える場合と、左足を上げて左回りに回って見える場合とが反転する。回転の話を省略すれば、図6がシルエット錯視の説明図となる。

反転図形には2つの知覚像の間を行ったり来りするものが多いが、4つの知覚像が切り替わる奥行き反転図形を筆者は開発した(図7)。選択肢が4つあって

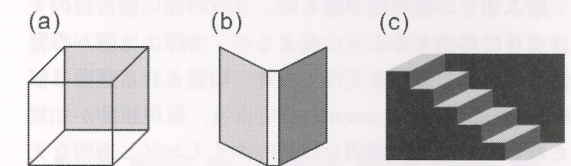


図5 (a) ネッカーの立方体。左下の正方形が手前に見える場合と、右上の灰色の正方形が手前に見える場合が反転する。(b) マッハの本。本が手前に開いているように見える場合と、向こう向きに開いているように見える場合が反転する。(c) シュレーダーの階段。普通の階段のように見える場合と、階段を裏側から見上げたように見える場合が反転する。3つの図とも、筆者による一部改変のある図である [1]。



図6 シルエット錯視の説明図。中央の絵は、こちらを向いて右足を上げて見えている場合(左の絵)と、向こうを向いて左足を上げて見えている(右の絵)場合が、反転する。

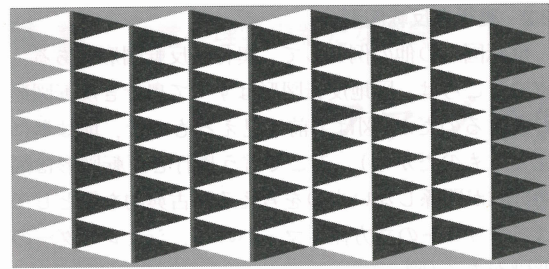


図7 作品「メールボックス」. 左下を眺めていると右上から見降ろしたメールボックスに見え, 左上を見ると右下から見上げたメールボックスに見える. 同様に, 右下を眺めていると左上から見降ろしたメールボックスに見え, 右上を見ると左下から見上げたメールボックスに見える. 中央を見てみると, それらのうちのどれかの見えに次々と変遷していく.

も, 知覚されるもの(意識に入るもの)は常に1つであることがわかる.

2.3 対応の両義性による反転

踏み切りの警報機が鳴る時, 2つの赤い警告灯の光は交互に移動するように見えるが, 実際には個々の警告灯は点滅しているだけであり, 知覚される運動は仮現運動(apparent movement)である. 仮現運動が知覚されるためには, 適切な点滅のタイミングと適切な光点間の距離がある.

図8のような2枚の画像を繰り返す動画の場合, 仮現運動として対応を取れる点が2つある. それぞれ時計回りと反時計回りである. この場合, 全体として時計回りに回転して見える場合と, 反時計回りに回転して見える場合が反転する. 反転は1回で起こる場合もあれば, 数回~数十回かかる場合もある.

図8では対応点までの距離がどちらでも同じであるから, 理論上の知覚される回転方向はそれぞれ5割の確率で現れるということになる. もちろん, 刺激間の距離や類似度を変えれば, それに応じて生起確率も変動する.

対応の両義性による反転の他の例としては, 両眼立体視における壁紙錯視(wallpaper illusion)がある(図9). これは, 繰り返しパターンの両眼対応の切り替えによって生じる.

対応の両義性による反転では, 反転に影響を与えるパラメーターの同定は比較的容易である. すなわち, ファジィ知覚の中では研究しやすいかもしれない.

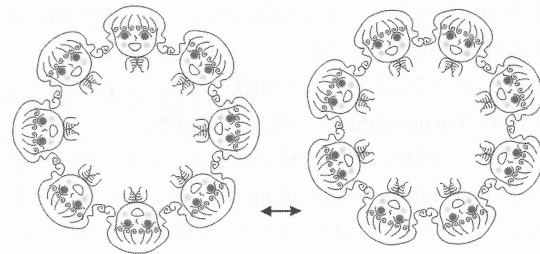


図8 仮現運動の反転の例. 左の絵と右の絵を交互に適切な時間で提示すると, 時計回りに回転して見える場合と, 反時計回りに回転して見える場合が反転する [3].

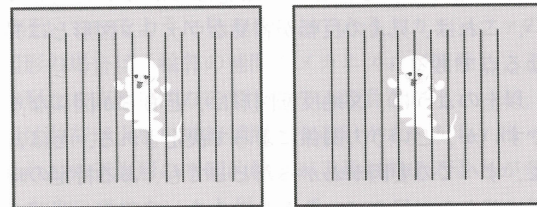


図9 作品「おばけの牢屋」. 壁紙錯視による奥行き反転の例である. 左右の絵をステレオ融合して観察すると, おばけは牢屋から出たり入ったりする(格子がおばけの手前か奥のどちらかに見える).

2.4 異なる像の間の反転

古くは「妻と義母」や「あひるとうさぎ」など, 反転する知覚像がかなり異なるものを, ここでは考える. 画家のダリはこのカテゴリーに多くの作品を残しているが, 偶然に頼らず新しいものを創作するのはなかなか難しい(図10).

洋の東西を問わず昔から人気のあるさかさ絵も, この仲間である(図11). 最近の顔研究の用語を用いれば, 顔倒立効果(face inversion effect)を用いたまじ絵である. 顔倒立効果とは, さかさまに示された顔は知覚しにくいという現象である [4][5].



図10 作品「怒った顔と笑った顔」. 基本的なアイデアは, 「妻と義母」と同じである.

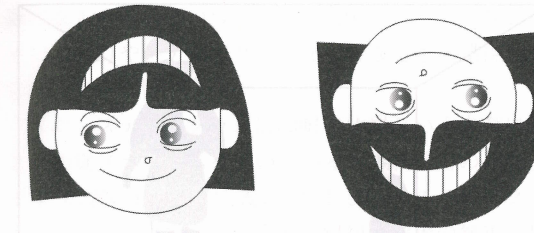


図11 さかさ絵の例として, 作品「おねえさんと怪人」. さかさまにすると同じ図になるのがおもしろい.

このカテゴリーもファジィ知覚の一形式と考えられる. さかさ絵については, 顔がどの程度倒立しているかということを決めるので研究の計画は立てやすいが, 「妻と義母」のようなタイプは, モデル化するためのパラメーターの選び方が難しいと思われる.

3. 不可能図形

ファジィ知覚のもう一つの典型的なクラスは, 不可能図形(impossible figure)である. ペンローズの三角形や, 版画家エッシャーの作品でよく知られる. 不可能図形とは, 部分的には正しい知覚が得られるのに, 全体として見ると辻褄があっていない図形のことである.

3.1 奥行き矛盾の不可能図形

AはBよりも手前にあり, BはCよりも手前にあれば, AはCよりも手前にあるという推移律が成立する. ところが, 絵は二次元なので, それを出し抜くことができる(図12).

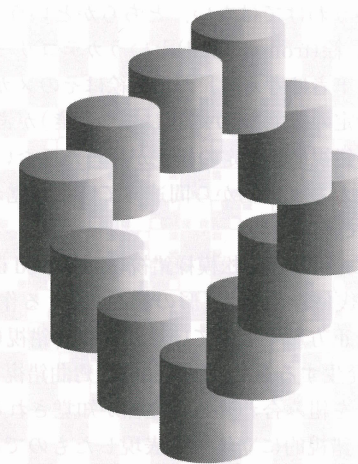


図12 奥行き矛盾の不可能図形の例. 一番手前あるいは一番奥の円筒がどれであるかを定めることはできない.

奥行き矛盾型の不可能図形では, 解が定まらない. 短時間にせよ解が定まることがファジィ知覚の条件なら, 不可能図形の知覚はファジィ知覚ではない. 一方, 解が一定でない, ということがファジィ知覚らしいということであれば, 不可能図形は反転図形よりもさらにファジィ知覚らしいということになる.

なお, エッシャーの無限階段は, 奥行き矛盾型の不可能図形を上下方向に描いたものと考えればよい.

3.2 図地分離矛盾の不可能図形

図と地の関係がいつのまにかズレている, という不可能図形である. 部分的に見れば図地分離は安定して成立しているが, 全体として見ると矛盾している. 図13に例を示した. なお, 混同しやすいが, 図地反転とは異なる現象である.

ここで, 筆者は, 透明視による図地分離の矛盾図形を考案してみた(図14). この図では, 円の上半分は黒く見え, 下半分は白く見えるが, 実際には円の中のプラッドパターンは一様である. 黒くあるいは白く見えるというのは図地分離による表面色の知覚であり, 錯視図形風に示すと, 図15のようになる.

図地分離矛盾の図形では, 領域を分割して考えれば矛盾は起きないので, 一見整合性の取れた絵のように見えることもある. つまり, 矛盾を抱えたまま知覚が

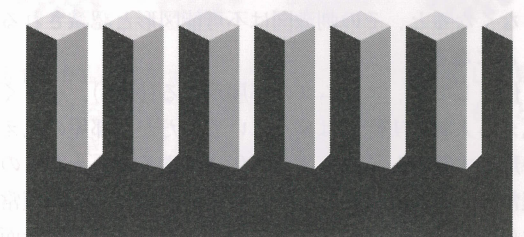


図13 図地分離矛盾の不可能図形の例. 上下で柱がズレて見える.

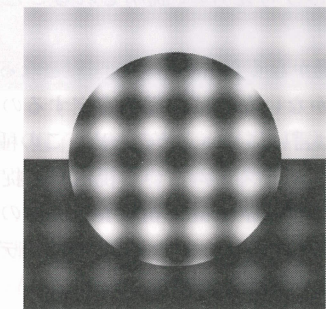


図14 透明視による図地分離矛盾の不可能図形の例. 円の上半分は黒く見え, 下半分は白く見える.

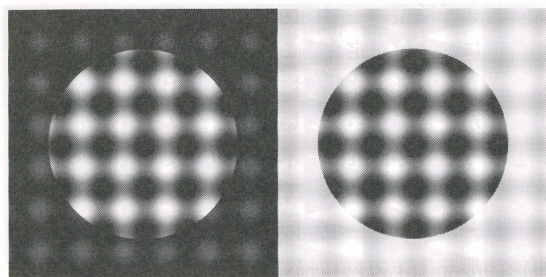


図15 透明視による図地分離の例。円内のブラッドパターンは左右の絵で同じであるが、左は白く、右は黒く見える。

安定する可能性があるので、解が一定でない、ということがファジィ知覚らしいということであれば、図地分離の不可能図形にはファジィ知覚らしくない側面もある。

3.3 恒常性が破れることによる不可能図形

恒常性(constancy)とは、環境や刺激条件が変わっても、対象の知覚は一定を保つ心理現象のことである。たとえば、大きさの恒常性(size constancy)は、友達が近くにいるても遠くにいるても、同じ大きさに見えることである。遠くにいる友達を見た時、網膜像が小さくなったからと言って、友達の体が小さくなったとは知覚しない。この当然とも言えるメカニズムが機能しなくなると、その刺激図は不可能図形と認識されることになる。

例としては、エイムズの部屋がある(図16)。小さく見える人物は実際には遠くにいるのだが、部屋の見えの形が本物らしくなるように作ってあると、大きさの恒常性が機能しなくなる。この原因として、形の恒常性(shape constancy)(たとえば、長方形は前額平行面に描かれているように見えること)が大きさの恒常性に対して優位であることが考えられる[6]が、経験説(部屋の形はこのようなものだという経験によってだまされるという考え方)で説明されることの方が多い。

恒常性が働かなくなると不可能図形となるが、それが完全に働かないならば知覚は安定するので、ファジィ知覚とは言いきれない。そのため、この種の不可能図形をファジィシステムという視点から捉える場合は、たとえば参照枠(frame of reference)の強さの関数として恒常性がオン・オフするというモデルで、検討を進めることになるだろう。

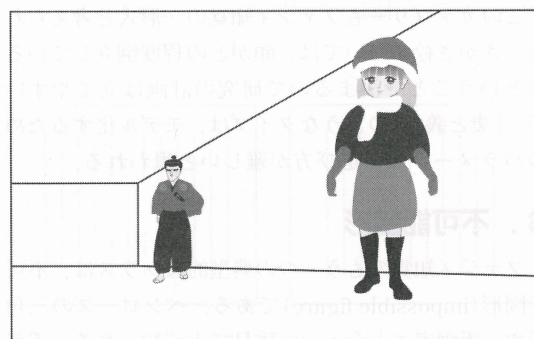
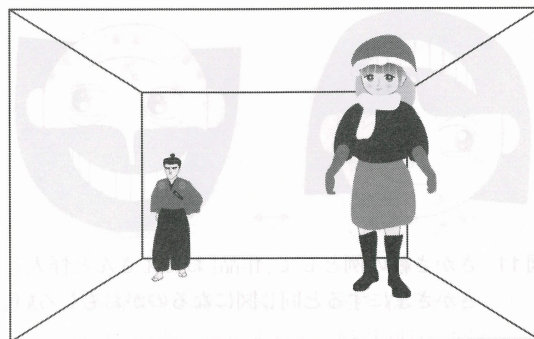


図16 上の絵は、エイムズの部屋の見え方。左の侍が小さく見える。侍は実際には遠くにいる。下の絵は、歪んでいない部屋の中にいる時の図。この場合、大きさの恒常性が働いて、侍は普通の大きさであるように感じる。

4. (狭義の) 錯視とファジィ知覚

これまでは、反転図形と不可能図形のファジィ知覚について考察してきた。しかし、実はそれらは典型的な錯視というわけではない。どちらかという、(広義の)だまし絵(trompe l'oeil)というカテゴリーに属するものと、筆者は考える。だまし絵はそのメカニズムには何か特定の機能(何かの役に立つ働き)があるが、錯視らしい錯視には特定の機能が見当たらないことが多い。すなわち、最初から間違っている知覚が、(狭義の)錯視である[7]。

たとえば、図17は市松模様錯視(checkered illusion)[8]という幾何学的錯視(形の錯視)による作品である。すべて正方形でできているが、傾き錯視(市松模様錯視)が発生する。その傾き錯視の彎曲錯視(方位の異なる傾きを組み合わせると曲線が知覚される現象)を用いて、錯視的に立体感を表現したものである。

錯視というと、長い間幾何学的錯視が中心であった[9]が、近年静止画が動いて見える錯視というカテゴリーも注目を集めつつある。図18や図19がその例である。明るさの錯視(図20)や色の錯視(図21)にも、

強力なものが増えつつある[10]。色のフィリングイン(図22)やステレオグラム(図23)なども、錯視として扱われることがある。

なお、ステレオグラムは両眼立体視という生存に役立つ知覚メカニズムを用いているから、筆者の分類法では「広義の錯視→(広義の)だまし絵→ステレオグラム」ということになり、「広義の錯視→狭義の錯視→静止画が動いて見える錯視」といった系統とは別のものである。

ここで、狭義の錯視とファジィ知覚の関係について考えてみる。実は、(狭義の)錯視はファジィ特性をほとんど持っていない。錯視はファジィ知覚ではないのである。

実在する対象の本当の特性とは異なって見える知覚を錯視と呼ぶわけだから、錯視はファジィシステムの印象を持たれやすいと想像できるが、特定の錯視図形には錯覚的であれ特定の知覚しかない、ファジィ特性がないのである。すなわち、たとえば気持ちを切り替えても、対象がその物理学的特性通りに見えるようになることはない、錯視はファジィ知覚とは言えないのである。

刺激条件による錯視量の多少や錯視の個人差はあるので、それらをファジィシステムとして研究することはできる。しかし、ファジィ知覚は量的なものではなく質的なものとするならば、錯視量や個人差を質的なもの(錯視が強い vs. 弱い、錯視が見える vs. 見えない)に縮減する必要があるが、その際重要な情報が失われる可能性もある。

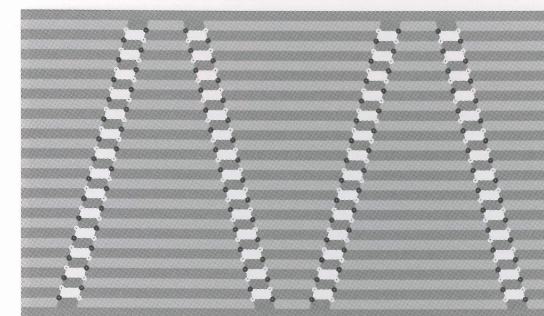


図18 作品「M」。斜めのバーが左右に動いて見える。網膜像が上下にスリップした時に起こる。

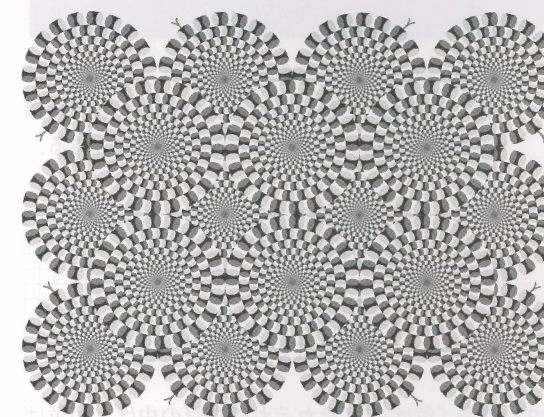


図19 作品「蛇の回転」。円盤がひとりでに回転して見える。周辺視で強く起こる錯視なので、もっと大きい図で見た方が錯視量は多い。

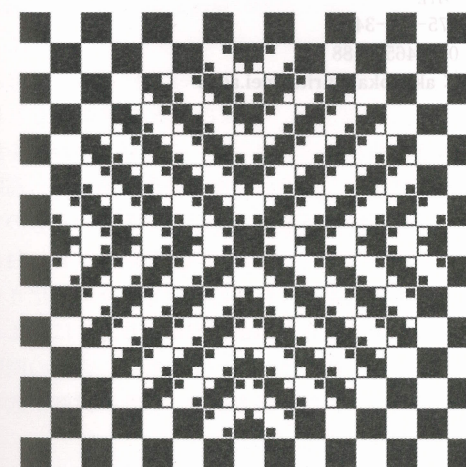


図17 作品「膨らみの錯視」。すべて垂直・水平に配置した正方形でできているが、曲線が感じられ、中央部分は手前向きに凸に見える。

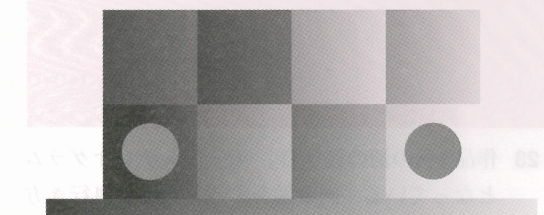


図20 作品「帽子」。左下の円は右下の円よりも明るく見えるが、同じ輝度(物理的明るさ)である。さらに、上の列の左端の正方形と左から2番目の正方形は同じ輝度グラデーションであり、上の列の右端と右から2番目も物理的には同じで、下の列の中央の2つも同じ輝度グラデーションであるが、それぞれ左の正方形が右の正方形より明るく見える。

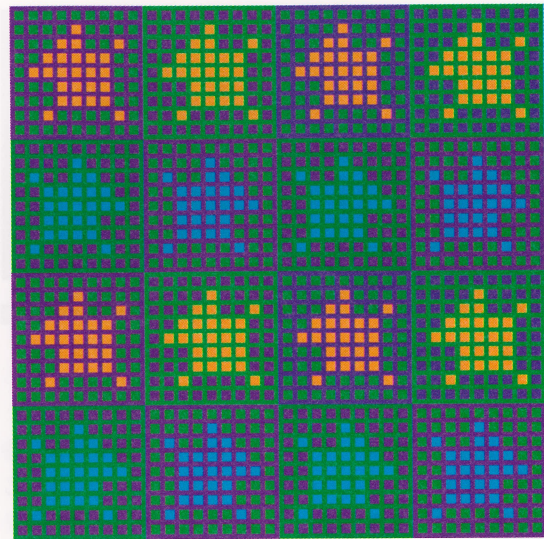


図 21 作品「四色の犬」. 上から 1 番目と 3 番目の列の犬は 2 種類, 2 番目と 4 番目の列の犬も 2 種類いるように見えるが, それぞれ同じ色である.

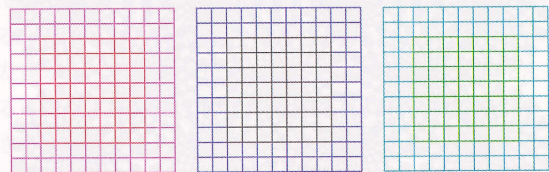


図 22 作品「黄ばみ」. それぞれの網目の中ほどが黄ばんで見えるが, 物理的には一様な白い背景である.

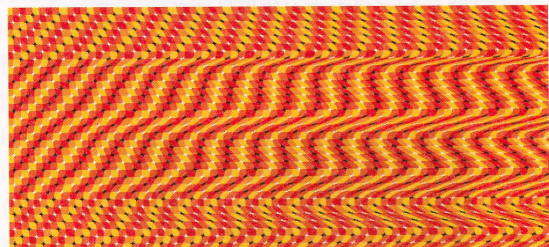


図 23 作品「秋の沼の波 3D」. オートステレオグラムとなっている. 両眼融合すると, 図が奥行き方向に波打って見える.

5. おわりに

本稿では, 錯視におけるファジィ知覚について, 考察を進めた. 結論としては, 反転図形と不可能図形はファジィ知覚という視点から捉えることがふさわしいが, いわゆる錯視(狭義の錯視)をファジィ知覚の文脈で考えることは容易ではないことが, 示唆された.

参考文献

[1] 北岡明佳: だまし絵のつくり方教室 現代のエスプリ (仁平義明 (編)「嘘の臨床・嘘の現場」), 481, 141-155. (2007)

[2] <http://www.procreo.jp/labo/labo13.html> (2003)

[3] <http://www.psy.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/amovementBEG10.gif> (2006)

[4] Arnheim, R.: Art and visual perception: A psychology of the eye. Berkeley: University of California Press. (1954)

[5] 北岡明佳: 錯視の認知心理学 認知心理学研究, 5, 177-185. (2008)

[6] 北岡明佳: 現代を読み解く心理学 丸善出版 (2005)

[7] 北岡明佳: だまされる視覚 錯視の楽しみ方 化学同人 (2007)

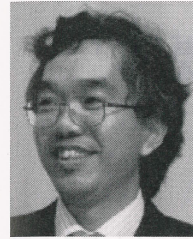
[8] Kitaoka, A.: Tilt illusions after Oyama (1960): A review. Japanese Psychological Research, 49, 7-19. (2007)

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

[10] 北岡明佳 (監修) 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) (2008年 3月27日 受付)

[問い合わせ先]
〒603-8577 京都市北区等持院北町56-1
立命館大学文学部人文学科心理学専攻
北岡 明佳
TEL: 075-466-3402
FAX: 075-465-8188
E-mail: akitaoka@lt.ritsumei.ac.jp

著者紹介



北岡 明佳 [非会員]

立命館大学文学部人文学科心理学専攻

1984年筑波大学第二学群生物学類卒業. 1991年筑波大学大学院博士課程修了. 教育学博士. 東京都神経科学総合研究所主事研究員, 立命館大学文学部助教授を経て, 現在立命館大学文学部教授. 主に知覚心理学の研究に従事. 日本視覚学会, 日本心理学会, 日本基礎心理学会, 日本認知心理学会などの会員.