

明治大学「現象数学」研究拠点共同研究集会

第19回錯覚ワークショップ

錯覚の解明・モデリング・アート化
とその応用

講演アブストラクト集



2025年3月3日（月）、4日（火）

明治大学中野キャンパス

主催：明治大学「現象数学」共同利用・共同研究拠点

共催：私立大学研究ブランディング事業「数理科学する明治大学」（第2期）錯覚・錯視チーム

科研費基盤（B）23K21712「自然環境下での奥行き錯視の数理モデル構築と事故防止・知育教育への応用」

科研費挑戦的研究（萌芽）24K22325「視点を移動しても成立し続ける不可能立体の分類・体系化」

プログラム

【3月3日(月)】

13:00～13:40

須志田隆道* (福知山公立大学)、近藤信太郎(岐阜大学)、森将輝(早稲田大学) 「網膜処理機構を基盤とした数理モデルによる主観色の生起要因に関する検証」

13:40～14:20

横井総太郎*、松本啓吾、鳴海拓志(東京大学) 「インタラクティブな不可能立体を扱うVR体験」

14:20～15:00

間瀬実郎(呉工業高等専門学校) 「立体映像によるペンローズの階段」

15:30～16:30 招待講演

近藤滋(大阪大学) 「錯視図形と遠近法を共存させる方法」

【3月4日(火)】

9:00～9:40

杉原厚吉(明治大学) 「対称性から生まれる立体錯視とその簡易設計法」

9:40～10:20

西本博之(大阪産業大学) 「錯視が示唆する両眼視差の課題」

10:40～11:20

一川誠(千葉大学) 「接合構造からの幾何学的錯視」

11:20～12:00

北岡明佳(立命館大学) 「ロトレリーフの研究」

13:30～14:10

井上雅世* (九州工業大学)、細田一史(NICT, CiNet)、大澤五住(大阪大学) 「AIは“いかに”Hermann格子錯視をみるのか」

14:10～14:50

谷中一寿*、櫻井伸樹、木織大智(神奈川工科大学) 「階調反転画像との交互表示による錯視量増大効果の周辺ドリフト錯視と中心ドリフト錯視の違い」

15:10～15:50

高島翠(医療創生大学) 「ジョバネッリの錯視とはどのように見える錯視なのか」

15:50～16:30

森将輝* (早稲田大学)、須志田隆道(福知山公立大学)、近藤信太郎(岐阜大学) 「きらめき格子錯視における消失現象ときらめき現象の空間的性質」

(*印は、複数著者の場合の講演者)

網膜処理機構を基盤とした数理モデルによる主観色の生起要因に関する検証

須志田 隆道 (福知山公立大学)

近藤 信太郎 (岐阜大学)

森 将輝 (早稲田大学)

入力図形が白色と黒色で作成されたものであるにもかかわらず、回転などの操作によって白色や黒色といった無彩色だけではなく、赤色、緑色、青色といった有彩色を知覚する現象を主観色という。主観色を起こす入力図形で代表的なものとして、ベンハムの独楽 (図 1(a)) が有名である [1]。図 1(a) のベンハムの独楽を反時計回りに回すと、典型的には外側の円弧から順番に、赤色 (橙色、黄色)、緑色、青色が知覚される。主観色を観察することができる回転円板のパターンは図 1(a) 以外にもさまざまなものが提案されている。本研究においても現象を把握するために、いくつかの入力図形を作成した。図 1(b) のような入力図形であっても時計回りと反時計回りの回転で異なる色が知覚できることは視覚情報処理の時間分解能が高いことを示しているのではないかと推測することができる。また、図 1(c) のような黒半円を無くした入力図形では、注視しても色味が感じられないが、瞬きをすることで色味を知覚することができるため、(意識的な) 瞬きとの関連も興味深い。主観色の仕組みに関しては、さまざまな研究者によって考察が行われており、赤色、緑色、青色に相当する光刺激を受容する視細胞の応答速度の違いではないかということ筆頭に、網膜処理機構の重要性が指摘されている。その他にも、福田玄明氏と植田一博氏によって考案された反対色のコマと呼ばれる入力図形が知られている [2]。図 1(d) の円板を回転させると、黒色の円弧が描く軌道に黒色の円弧のまわりの扇形の色 (図 1(d) であれば扇形の色が青色であるため、反対色は黄色となる) が観察されるというものである。

本研究の目的は、網膜処理機構を基盤とした数理モデルを用いて、主観色が起こる仕組みを考察することである。具体的には、(1) 視細胞ネットワークによる局所的な情報伝達、(2) 水平細胞の非局所的なネットワークによる制御機能、(3) 赤色、緑色、青色の三色説と反対色説を融合した段階説の 3 つを仮定した数理モデル [3] の数値シミュレーションを行い、主観色を起こす本質的なパラメータ (細胞応答の速さや制御の強さなど) を探求する。

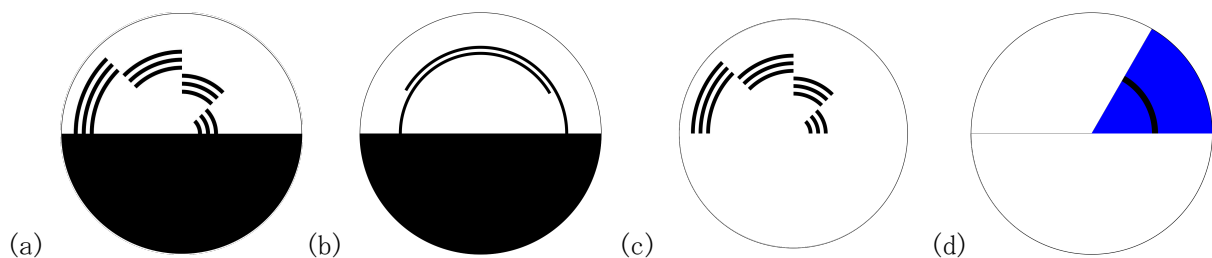


図 1. (a) ベンハムの独楽 [1]. (b) 円弧を伸ばした入力図形. (c) (a) の黒半円を無くした入力図形. (d) 青色扇形を用いた反対色のコマ [2].

参考文献

[1] C. E. Benham, *Nature*, London, 51, 113-114, 1894.

[2] H. Fukuda and K. Ueda, *Perception*, 40(8), 1012-1014, 2011.

[3] S. Kondo, M. Mori, and T. Sushida, *Jpn J. Ind. Appl. Math.*, 39, 283-318, 2022.

「インタラクティブな不可能立体を扱う VR 体験」

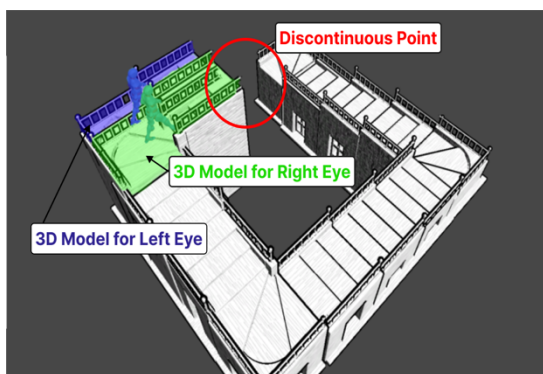
横井総太朗，松本啓吾，鳴海拓志（東京大学情報理工学系研究科）

本研究では，不可能立体を触覚や歩行を通して実際に体験できるシステムを提案する．不可能立体は通常，二次元の画像や特定の視点からのみ成立するように設計されているが，近年では三次元モデルによる再現も行われている．しかし，これらの立体に触れたり歩いたりしようとすると，主に2つの問題が生じる．第一に，両眼視差による奥行き情報によって立体の不連続性や歪みが明らかになること．第二に，触れることでその不連続性や歪みが容易に判明してしまうことである．このような理由から，不可能立体に「触れる」ことを扱った研究はほとんど行われてこなかった．

そこで本研究では，バーチャルリアリティ（VR）技術を活用し，不可能立体を「触る」・「歩く」といった身体的インタラクションまで含めて没入的に体験できる手法を提案する．具体的には，下図左のようにユーザの両目それぞれに対し，わずかに異なる形状の三次元モデルを描画して，各目の視点から，それぞれ不整合が見えないように立体を提示する．さらに，VR空間と現実空間を一对一以外の手法でマッピングをする，ハプティック・リターゲティングやリダイレクトウォーキングなどの手法を組み合わせ，物理空間の連続したオブジェクト（例：実際の床や階段）をバーチャル空間の不連続もしくは幾何学的に歪んだ立体に対応づける．これにより，ユーザは実際には連続している物体を触っているにもかかわらず，VR空間では不可能立体の面や段差を途切れなく触っているように感じる．

本ワークショップでは，デモンストレーションとして代表的な不可能立体の無限階段に触れる体験を提供する．下右図のように，ユーザはヘッドマウントディスプレイを用いて，VR内に提示されている無限階段を見る．同時に，段差が付いている立体を触りながらVR空間内に同期した位置に表示されるバーチャルハンドを見ることで，指が階段を登り続ける感覚を感じながら，一周すると元に戻ってしまう多感覚の錯覚を体験する．

本手法の意義は，不可能立体の概念を視覚的な興味やアートの文脈だけでなく，身体を伴う実体験へと拡張できる点にある．今後は，芸術展示やエンターテインメントのほか，人間の知覚や行動を調べる実験環境としても応用が期待される．両眼視差の調整や多感覚提示を組み合わせることで，どこまで錯覚を維持できるのかという認知科学的な研究にもつながるだろう．



立体映像によるペンローズの階段

呉工業高等専門学校 間瀬実郎

本研究は立体映像を使って、ペンローズの階段を立体で表現する方法を考察する。立体映像の方法としてはペッパーズゴースト^[1]の原理を応用した。ペッパーズゴーストは古典的な手法で、奥行き方向に重ねることで疑似的な立体映像が得られる手法^[2]であるが、裸眼で観察でき、視覚生理上も眼への負担がほとんどないことが利点である。ちなみにVRゴーグルなどは13歳未満には視覚生理学的に悪影響があるとされている。また、本研究では視点位置を多少移動させても、不可能立体が維持できることを目標としている。

本研究では、まずCGによるペンローズの階段の2D映像^[3]を用意する。2D映像は水平に配置し、そこに表示されたペンローズの階段をハーフミラーによって垂直に虚像を表示させる。ペンローズの階段はもともと2D表示であるため、これを垂直にしただけでは特に立体感は得られないが、ペッパーズゴーストによる虚像は、半透明であるため、背景も透過して見える。そのため物体が空中に浮いているように見え、ある程度の立体感が得られる。またペンローズの階段を回転させることで、さらに立体感が増す効果があると考えている。

ペンローズの階段の2D映像は、投影方法が異なる(a), (b), (c)の3種類を作成した。図1の映像装置に表示されているのがその図形である。(a)透視図は、遠近感があり、ヒトの眼で観察する画像に最も近い表示方法である。これに対して(b)平行投影図は、遠近感を無くした立体の表現方法である。一方、(c)Plan Obliqueは、平行投影図の一種であるが、俯角が固定され、(b)よりも縦長な表示方法である。(c)の特徴は、踏板、踊場を真上から見た図形と一致する点である。なおPlan Obliqueは、建築用語では一般的に「アクソメ図」と呼ばれることが多いが、本研究では最も正確な呼称と考えられるPlan Obliqueを呼称として採用している。

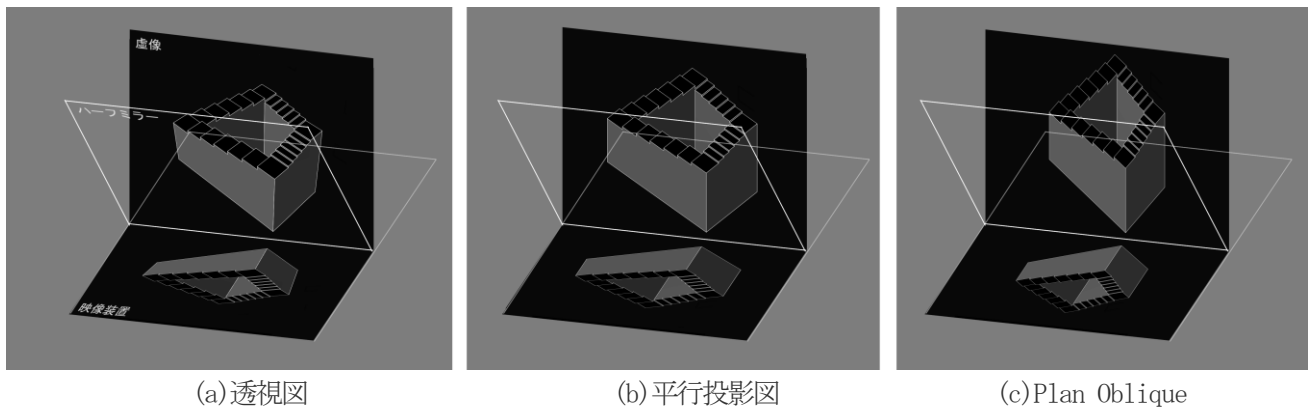


図1 ペッパーズゴーストによる立体映像化

これら3種類のペンローズの階段のペッパーズゴーストによる虚像は、空中に浮いている物体のようには見えるものの、いずれも立体感は乏しかった。そこで次に、踊場、踏板部分だけのPlan Obliqueを水平な2D映像で表示する方法を検討した(図2)。杉原の立体版シュレöder一階段図形^[4]の踏板と蹴込板が同一平面状に配置されている状態を参考にした。この場合、踏板は長方形、蹴込板は平行四辺形になる。

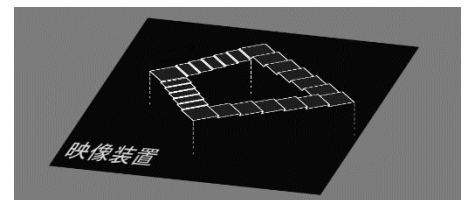


図2 Plan Oblique を使った映像

しかしこの状態ではまだ垂直な壁面の表現ができず立体的ではない。そのため、何らかの方法で垂直線(図中の点線)などを表現しなければならないことが明らかになった。

[1] <https://ja.wikipedia.org/wiki/ペッパーズ・ゴースト>

[2] 間瀬実郎他, 13章. ペッパーズゴーストの多層化方式, 裸眼3Dグラフィックス, 朝倉書店, 2012年

[3] 間瀬実郎, 透視投影によるペンローズの階段のCGアニメーション, 第16回錯覚ワークショップ, 第16回錯覚ワークショップ 錯覚の解明・創作・応用への諸アプローチ アブストラクト集, 2022年

[4] 杉原厚吉, 立体版シュレöder一階段図形, Best Illusion of the Year Contest 2020 優勝作品

招待講演

講演題目：錯視図形と遠近法を共存させる方法

講演者：近藤滋（大阪大学大学院生命機能研究科・教授、医学博士）

講演概要：

昨年12月に発行された「エッシャー完全解説：なぜ不可能が可能に見えるのか」（みすず書房）の著者ご自身に、だまし絵を素材に用いたエッシャー作品の秘密をご紹介いただいた。エッシャーは不可能図形のだまし絵を用いた版画3点を創作しているが、いずれもリアリティがあり不可能な構造が描かれていることがすぐにはわからない。このリアリティが、どのような仕掛けで生み出されているのかについて近藤氏が発見された新説である。この本は、毎日新聞、日本経済新聞、朝日新聞などの書評欄でも次々と紹介され、大きな話題となっている。

講演では、まず二つの手がそれぞれ相手を描いている「描く手」（1948）を取り上げ、紙のしわからできる影、それを力学的に生み出すはずの画鋏などの作品の中に配置された要素が、描く側の立体としての手と、描かれる側の紙面上の絵としての手を区別するために巧妙に導入されたものであるという秘密を明らかにした。エッシャーは、小物に至るまで描いたすべてのものを作品の目指す視覚効果に寄与するように使っており、無駄なものは描かれていないことを確信するに至ったストーリーも紹介された。

続いて、「ものみの塔」（1958）を取り上げ、不可能図形にリアリティを持たせるためには平行投影ではなくて遠近法を使うことが必須であるが、あり得ない立体構造と遠近法は必然的に相容れないため矛盾が生じることについて指摘された。そして、この矛盾を見えにくくするためにエッシャーが潜ませた工夫について講演者のさまざまな発見が紹介された。屋根に建て増し構造を設けて塔の高さを部分的に変えること、および建物下部にテラスや階段を設けることによって消失点へ収束する線を見えにくくする効果が生まれている。登場人物の配置やしぐさや服装が、遠近法の矛盾から目をそらす方向へ見る人の視線を誘導している。たとえば、牢の格子からテラスへ顔を出す囚人の存在が、1階の床の高さを見えにくくしている。その囚人を指さす別の登場人物を配置することによって見る人の視線を囚人に誘導し、床の高さを隠す効果を補強している。また別の登場人物がドレスの裾をテラスの上に長く伸ばすことによって、テラスの高さを強調している。などなどである。

エッシャーは作品の中に無駄なものを配置することなく、描いたものすべてを不可能立体と遠近法が相容れないという矛盾を隠すために使っていることを、説得力を持って解説していただいた。世界でこれまで誰も気づいていなかったエッシャー作品の秘密を、講演者の発見に基づいてお話しいただいたもので、エッシャー研究に新しいステージを開いたものであるという印象を強く持った次第である。

杉原厚吉記

対称性から生まれる立体錯視とその簡易設計法

杉原厚吉(明治大学先端数理科学インスティテュート)

鏡に映すとあり得ない変化を起こしたように感じる錯視立体のなかに、錯視が起きる仕組みを立体の幾何学的対称性から説明できるものがある。その典型例は、鏡に正面を向いたものが鏡の中で振り向かない平行移動錯視立体と、鏡に映すと左右が入れ替わる左右反転錯視立体である。

どんな立体も鏡に映すと面対称な形に変わる。元の立体が面対称な場合には、鏡に映った姿は元の立体を平行移動したものと一致する。その結果、鏡に映ったという解釈と、平行移動したという解釈の両方が可能となる。しかし、面対称であることがわかりにくいと、平行移動したという知覚だけが残る。これが平行移動錯視の起きる仕組みである。

したがって、平行移動錯視を起こしたかったら、面対称な立体を作ればよい。これを指針とすれば、プログラミングや数値計算に頼らなくても、直感的な試行錯誤で錯視立体を作ることができる。図1に示したのは、私が紙と鉛筆で展開図を描き、それから紙工作で作った平行移動錯視立体である。

垂直な線に関して線対称な立体を鏡に映すと、その鏡映像とそれを対称軸の周りで180度回転させたものは一致する。もし、線対称であることがわかりにくいと、180度回転させたという知覚だけが残る。その結果、左右反転錯視が生じる。したがって、左右反転錯視を起こしたかったら、線対称な立体を作ればよい。これも錯視立体を直感的に作る強力な指針となる。

図2は、私がこの指針に基づいて、折り紙で作った左右反転錯視立体である。「伝承折り紙事典」(ブティック社、2017)に掲載された「宙返り馬」の折り方に従って対称性が崩れる直前まで折り、その後は線対称性を保ちながら独自に試行錯誤で制作した。

立体の面対称性および線対称性は比較的簡単な概念であり、小中学生でも理解できる。この対称性を持つ立体の中で動物などの面白い形を探索するという方針で、計算機を使わないでも直感と試行錯誤で錯視立体を設計できる。これは、錯視と幾何学的対称性の両方を学習する教材としても使えるであろう。

本研究は、科研費課題番号23K21712および24K22325の援助を受けている。



図1. 紙製錯視立体「振り向かない蜂」

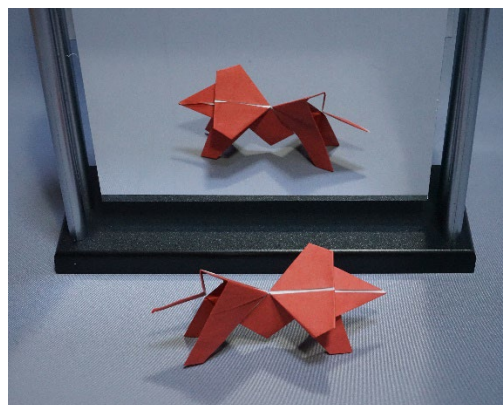


図2. 錯視折り紙「すれ違うライオン」

錯視が示唆する両眼視差の課題

西本博之

(大阪産業大学 デザイン工学部 情報システム学科)

視覚が認識している映像は実体とは少し異なる。我々の眼に映る世界は視空間と呼ばれ、正確には魚眼画像のように平行線が存在しない楕円幾何学に基づく空間（非ユークリッド空間）である。一方、実空間は直感的に言えば平行線と直角でできた世界（ユークリッド空間）である。実際、視空間には平行線が存在せず、実空間における平行線は、視空間の中では楕円軌道を描き、消失点で交差する。この現象は、図1のように視空間がプラネタリウムのような球体であれば、足元から左右に伸びる直線と、これに平行な目の前の直線が消失点で交わることから説明できる。このように球面上では、平行線が交わる現象も当たり前となる。

この事は目の前で見えている直線が、実際は湾曲して見えていることも示唆している。これは人間の眼に特有の現象ではなく、カメラのレンズも同様の画像を映し出す。この事実をヘリング錯視（図2）は教えてくれる。従って写真画像も平行線が存在しない楕円幾何学に基づく非ユークリッド空間に分類される。しかしながら両眼視差（図3）の計算は、実空間（ユークリッド空間）＝視空間（非ユークリッド空間）という前提で、三角関数を用いて写真画像を解析する（図4）。しかしながら図4の赤色の点線は写真では少し曲っているため、近傍視野では大きな誤差が生じる。しかしながら写真画像に楕円の式を適用すると計算が複雑になる。この解決策として、近傍視野の両眼視差の計算には、線遠近法に基づく Perspective Depth を用いることを提案したい。

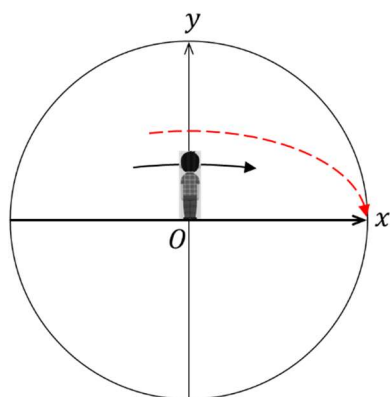


図1. 平行線が交差して見える理由

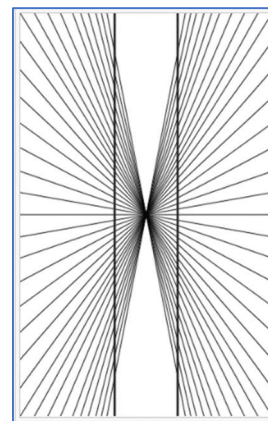


図2. ヘリング錯視

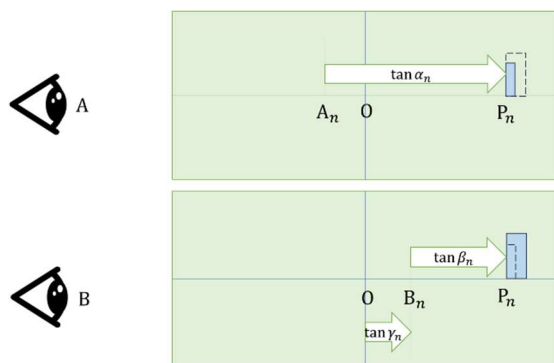


図3. 映像の差を利用する両眼視差の計算

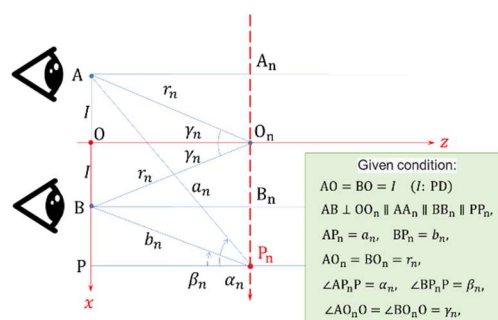


図4. 両眼視差の計算の課題

接合構造からの幾何学的錯視

一川誠（千葉大学人文科学研究院）

2次元画像観察からの立体知覚の成立のためにL型接合やY型接合、T型接合などの奥行き手がかりが利用されていることが知られている。他方、接合構造が示されることで画像の傾きや大きさに関する様々な幾何学的錯視が生じる。たとえば、L型接合やY型接合によって生じる錯視には『Shepardのテーブル板錯視』(Shepard, 1990, 図1), T型接合によって生じる錯視には『Poggendorff錯視』, L型接合によって生じる錯視には『太斜線の傾き歪み錯視』(竹島, 2022, 図2) などがある。これらの錯視は、実空間内の対象観察の際に接合構造から得られた奥行き情報の利用が、2次元的な平面画像の知覚においても適用されることがきっかけとなって生じるものと考えられる。

図3は、L型接合とY型接合からなる高さの異なる2つの直方体を並べたところを描いたものである。この画像を観察すると、まだあまり知られていない錯視(『直方体の傾き錯視』)が生じる。直方体の前面となる平行四辺形を構成する4辺のうち2本の斜めの線分は全て垂直から30度の角度である。しかしながら、高さの低いグラフほど傾きが小さく見えやすい。また、背の高い直方体の「天板」は水平ではなく、手前に向かって傾いているように見えやすい。

この錯視は、複数の対象を並べることによって短い対象の傾きが小さく見えるという点で『太斜線の傾き歪み錯視』と似ている。しかしながら、両錯視の間で、傾きの錯視を生じる部位の仮想の3次元空間内での方位は異なっている。これらの観察は、接合から得られた奥行き情報によって構築された3次元的方向自体は傾き錯視の成立に重要ではないことを示唆している。

これらの錯視を中心に、接合構造の提示によって生じる幾何学的錯視を概観し、接合構造処理によって生じる幾何学的錯視の特性について議論する。

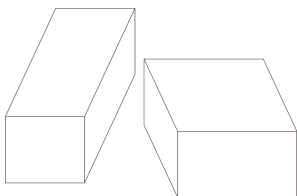


図1. Shepardのテーブル板の錯視



図2. 太斜線の傾き歪み錯視

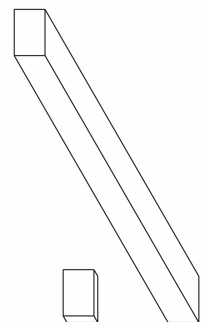


図3. 直方体の傾き錯視

ロトレリーフの研究

北岡明佳（立命館大学総合心理学部）

ロトレリーフ (rotorelief) とは、回転運動を利用して平面のデザインに立体効果（奥行き知覚効果）を生じさせる視覚芸術である。1926年に制作された『アネミック・シネマ』(Anémic Cinéma) という実験的映画の中で、マルセル・デュシャン (Marcel Duchamp) によって導入された。回転させることによって立体効果が増強されることから、運動性奥行き効果 (kinetic depth effect) の一種と考えられる。運動性奥行き効果と同様、奥行き反転も観察される (図 1)。本発表では、この現象には静止画像の回転が本質的というわけではないことを示すとともに、運動視差による奥行き知覚との関係を考察する。

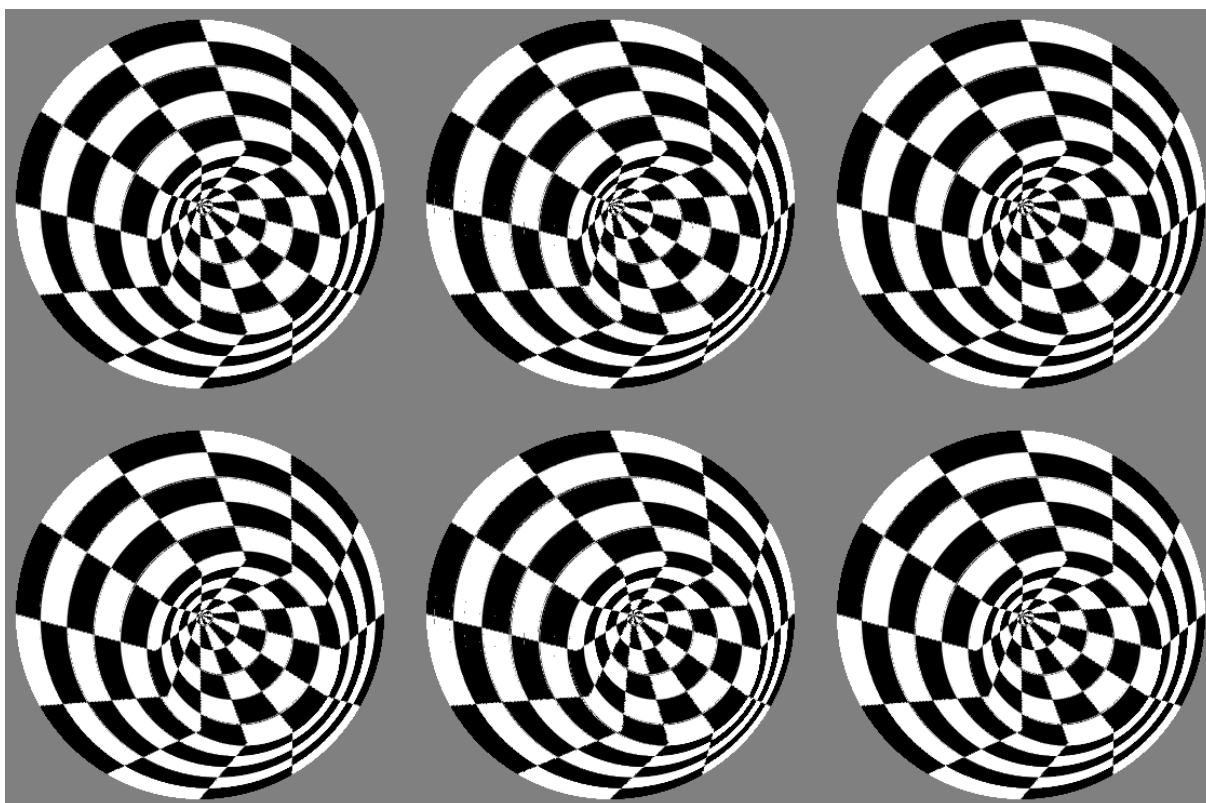


図 1 4つの奥行き知覚像があるロトレリーフの例。本図はそれらの確認用のステレオグラムである。この動画は下記 QR コードからアクセスされたい。



<https://www.psy.ritsumei.ac.jp/akitaoka/KDEanycone-concentric-circle-checkerpattern01s02-.gif>

AIは“いかに”Hermann格子錯視をみるのか

九州工業大学^A, NICT CiNet^B, 大阪大学^C

井上雅世^A, 細田一史^B, 大澤五住^C

Hermann 格子錯視は、色の明暗対比による視覚現象の一つである。黒色背景の上に白色格子線が描かれた図1の中心付近を眺めるとき、周辺部分にある格子線の交差点中央に黒い影がチラチラ見える(図1)。この Hermann 格子錯視のメカニズムとしては、長年、網膜の神経細胞がもつ中心-周辺拮抗型の受容野特性に起因する側抑制(Lateral Inhibition)に基づく説明が採用されてきた。側抑制は、目の網膜に投影された明るい領域が隣接する網膜領域の感度を抑制する仕組みであり、刺激の境界線を強調することで知覚を向上させ、明るさの微小な変化を検出する機能をもつ。ところが、側抑制だけでは Hermann 格子錯視を説明できない例が近年相次いで報告され、そのメカニズムに改めて注目が集まっている。

一方で、DNNを用いて錯視のメカニズムを探る研究は近年報告が増えている。ところが、DNNが錯視をみることは複数の錯視現象について示されているものの、いかに錯視をみているのかという点の説明は、NNモデルのブラックボックス性のために困難となっている。そこで、我々は、Hermann 格子錯視をみる最小のCNNモデル構築を通して、そのメカニズム解明に取り組んだ。

錯視はDNNの浅い層で発生するという先行研究報告に基づき、畳み込み演算と活性化関数演算をそれぞれ1回のみおこなうCNNモデルを設定した。さらに、畳み込み層には、ヒト脳がもつ方位選択性を模した、特定方位のエッジ検出に対応した演算を設定した。結果として、Hermann 格子錯視に対応した出力パターンの再現に成功した(図2)。

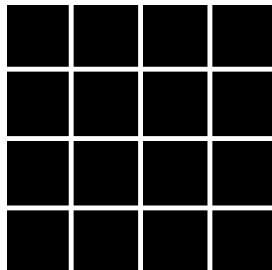


図1 : Hermann 格子画像

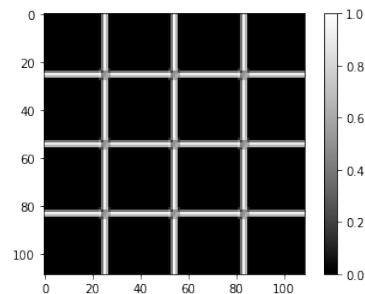


図2 : 図1の画像をモデルに入力したときの出力

階調反転画像との交互表示による錯視量増大効果の 周辺ドリフト錯視と中心ドリフト錯視の違い

谷中一寿, 櫻井伸樹, 木織大智 (神奈川工科大学)

1. 周辺ドリフト錯視

1979年に発表された**フレーザー・ウィルコックス錯視**^[1]は, 静止画像にもかかわらず, ただ見ているだけで回転して見える錯視である. 1999年にフォバールとハーバートは, それと類似しているが, より基本錯視に近いと思われる**周辺ドリフト錯視**(PDI; Peripheral Drift Illusion)^[2]を発表した. この錯視は, 中心視よりも周辺視で顕著に生じる特徴がある. 北岡は錯視量を大きくした「最適化型フレーザー・ウィルコックス錯視」と総称される錯視図形を発表しており, 有名な「蛇の回転」はその一つである.

2. 中心ドリフト錯視

2004年に北岡・蘆田は, 周辺ドリフト錯視に似ているが, 中心視でもよく見える**中心ドリフト錯視**^[3]を発表した. しかし, 周辺視と中心視を使い分けられない人にとっては, 判別が難しい.

3. 階調反転画像との交互表示による錯視量増大

「蛇の回転」において元画像と全面白の画像を約 100ms ごとに切り替えて交互に表示すると錯視量が大きくなることが知られている. 小野ら^[4]は全面白のかわりに元画像の階調反転画像を用いると, 回転方向がやや不安定にはなるが, 錯視が大幅に強くなることを報告した. また階調反転画像との交互表示により新たな錯視が現れる場合もある. 例えば杉原の「UFO のラインダンス」に適用すると, 同じ行の UFO が集団で左または右に動く. また三原らの「2枚の画像の交互表示による線分の伸長錯視」^{[5][6]}にも, 階調反転画像との交互表示が使われている. 階調反転画像との交互表示を, 北岡の A fall (<https://www.ritsumei.ac.jp/~akitaoka/iroiro-e.html>) に適用すると, 落下する管の水滴が上昇するという驚くべき現象が現れる. われわれは, この現象を使えば周辺ドリフト錯視と中心ドリフト錯視が区別できると考えた. そこで図1に示すように, 北岡の A fall を参考に作成した基本錯視図形にトーンカーブを適用した画像と, それを階調反転した画像を約 120ms ごとに交互表示すると, 水滴が前進しているように見える. これが周辺ドリフト錯視である. 次に, 図2に示すように, 適用するトーンカーブだけを変えると, 水滴が後退しているように見え, これが中心ドリフト錯視である. このように同じ元画像のトーンカーブを変更するだけで, 周辺ドリフト錯視も中心ドリフト錯視も生成できる. これは周辺ドリフト錯視と心ドリフト錯視との間のミッシングリンクと思われる.

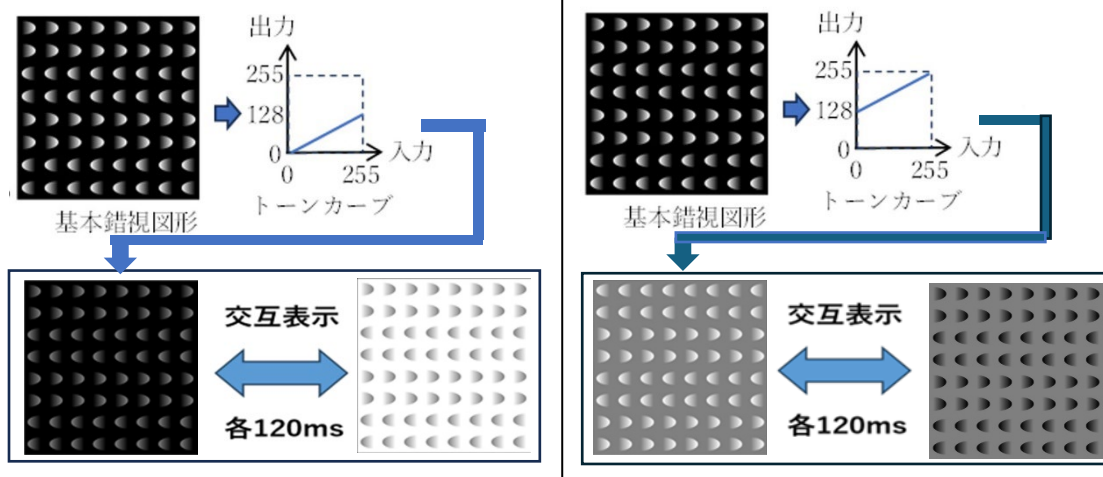


図1 周辺ドリフト錯視 (水滴は前進)

図2 中心ドリフト錯視 (水滴は後退)

参考文献

- [1] A. Fraser and K. J. Wilcox, Perception of illusory movement. Nature, 281, 565–566, 1979.
- [2] J. Faubert and A. M. Herbert, The peripheral drift illusion: A motion illusion in the visual periphery. Perception, 28, 617–621, 1999.
- [3] Akiyoshi Kitaoka and Hiroshi Ashida, A new anomalous motion illusion: the “central drift illusion” <https://www.psy.ritsumei.ac.jp/akitaoka/VSJ04w.html>
- [4] 小野 優希, 谷中 一寿, 「蛇の回転」錯視のメカニズムの考察, 画像電子学会第 299 回研究会 in 松山, pp. 5–10, 2022.
- [5] 三原 壯太, 谷中 一寿, 2 枚の画像の交互表示による線分の伸長錯視, 画像電子学会 第 303 回研究会 in 広島, pp. 152–157, 2023.
- [6] Kazuhisa Yanaka, Sota Mihara, Optical Illusion in Which Line Segments Continue to Grow or Shrink by Displaying Two Images Alternately, VISAPP 2024, pp.737–740, 2024.

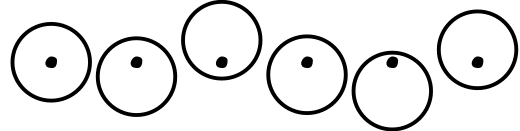
ジョバネッリの錯視とはどのように見える錯視なのか

高島 翠（医療創生大学）

ジョバネッリの錯視 (Giovanelli, 1966; 図 1) は、等間隔に水平に並んでいる複数のドットに、それぞれ重心のずれた円を配置すると、ドットの並びが歪んで見える錯視である。一般的には、ドットが誘導円の中心方向とは反対方向にずれて見える錯視として紹介される。

本発表では 3 つの実験を通して、ジョバネッリの錯視とは、一般的な説明とは反対に「ドットが誘導円の中心方向にずれて見える錯視である」ことを報告する。

図 1 ジョバネッリの錯視



実験 1 局所的な影響

誘導円とドットのユニットを 1 セット提示した場合の、ドットの位置ズレの測定を行った。ドットを囲んでいる誘導円のズレの程度を操作し、基準となる外枠円の中心にドットがくるように位置の調整をもとめた。この時、ドットと同時に誘導円も移動した。すべての条件で調整された位置は誘導円の中心とは反対方向にずれていた。つまり、ドットは誘導円の中心方向に偏向して見えるために、基準の位置に合わせるためには反対方向にずれて調整されることが確認された。

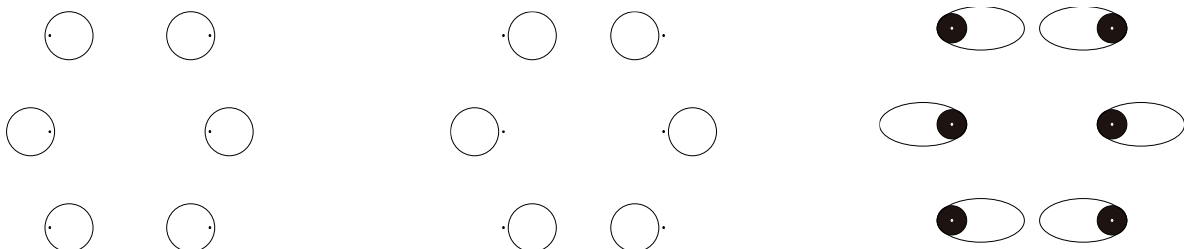
実験 2 全体的な形態からの影響

垂直に整列しているドットを、1 つずつ誘導円で囲んだ場合と、誘導円の代わりに全体的な形態と同形のガイド線を付した場合とで、ドットのズレの方向性が異なるのか測定した。その結果、誘導円があれば、ユニットの数や誘導円の並びの形態に関係なく、誘導円の中心方向への見えが優勢で、誘導円のない外枠線の条件では、錯視が生じないか、少なくとも誘導円の中心とは反対方向への見えが優位となった。

実験 3 測定するディメンジョンの違い

ジョバネッリの錯視、重力レンズ錯視および虹彩錯視 (図 2 参照) に対して、盛永・池田 (1965) と同様の手続きで、「長さ (ドットの左右間の距離)」あるいは「位置 (ドットの上下方向の位置関係)」の見えを測定した。その結果、ジョバネッリの錯視と重力レンズ錯視では、長さとは位置の両方において、ドットが誘導円の中心方向に偏向することが確認された。虹彩錯視では、長さの判断ではジョバネッリの錯視と同方向であったが、位置では反対方向に調整されていた。

図 2 実験 3 で用いた図形の例 (左から、ジョバネッリの錯視、重力レンズ錯視、虹彩錯視)



きらめき格子錯視における消失現象ときらめき現象の空間的性質

森 将輝（早稲田大学データ科学センター）

須志田 隆道（福知山公立大学情報学部）

近藤 信太郎（岐阜大学工学部）

きらめき格子錯視の図形は、主に黒色背景、灰色格子、白色円で構成され、白色円上に黒色が視認されるという現象（きらめき現象）が生じる [1]。さらに、きらめき格子錯視の図形は、きらめき現象のみならず、白色円が視認できなくなるという現象（消失現象）も生じることが知られている [2]。先行研究では、これら 2 つの現象は、独立して研究されることが多く、統一的に理解されていなかった。消失現象ときらめき現象はどのような関係にあるのだろうか。

講演者らは、シングルユニットきらめき格子錯視（図 1）を視覚実験に用いることで、消失現象ときらめき現象の空間領域が異なることを見いだした [3]。視覚実験では、実験参加者は、固視点を注視している場合に、様々な位置に置かれた判断刺激（灰色十字と白色円）における白色円が視認できるか、錯覚的黒色が視認できるかを 2 肢強制選択法で報告した。結果として、白色円が視認できる空間領域と錯覚的黒色が視認できる空間領域の大きさは統計学的に有意な差がなかった。この結果は、白色円が視認できない空間領域と錯覚的黒色が視認できる空間領域が異なることを示唆する。すなわち、消失現象ときらめき現象の空間領域が異なっていると言える。さらに、白色円が視認できる空間領域と錯覚的黒色が視認できる空間領域は、いずれも垂直方向よりも水平方向に広いことを見いだした。したがって、これらの空間領域の形状は、空間異方的であると考えられる。

本講演では、複数の視覚実験や数値シミュレーションを通して明らかになった知見を報告し [3, 4]、きらめき格子錯視の生起メカニズムを議論する。

参考文献

- [1] Schrauf, M., Lingelbach, B., & Wist, E. R. (1997). The scintillating grid illusion. *Vision Research*, 37(8), 1033–1038. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(96\)00255-6](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(96)00255-6)
- [2] Ninio, J., & Stevens, K. A. (2000). Variations on the Hermann grid: An extinction illusion. *Perception*, 29(10), 1209–1217. <https://doi.org/10.1068/p2985>
- [3] Mori, M., Sushida, T., & Kondo, S. (accepted). Spatial comparison of disappearance and scintillation phenomena using a single-unit scintillating grid illusion. *Perception*.
- [4] Mori, M., Sushida, T., & Kondo, S. (accepted). Spatial properties of scintillating grid illusion by visual experiments and numerical simulations. *Vision Research*.

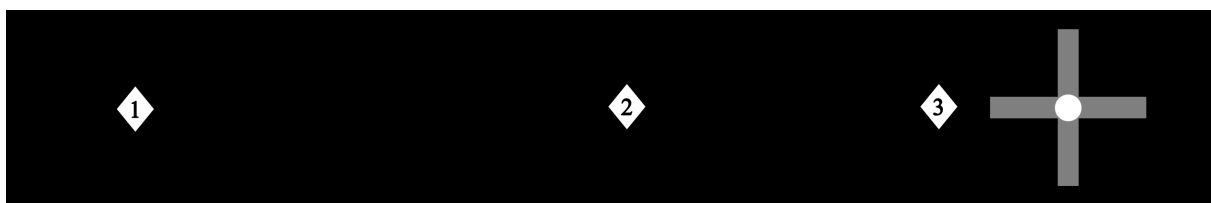


図 1. シングルユニットきらめき格子錯視。この例は、固視点の位置を 1～3 に変えることで判断刺激（灰色十字と白色円）に生じる視覚的印象を変えうることを示している。

第19回錯覚ワークショップ組織委員会

組織委員長 杉原厚吉（明治大学）

組織委員

山口智彦（明治大学）、宮下芳明（明治大学）、北岡明佳（立命館大学）、
一川誠（千葉大学）、谷中一寿（神奈川工科大学）、
間瀬実郎（呉工業高等専門学校）、星加民雄（錯視アーティスト）、
近藤信太郎（岐阜大学）、須志田隆道（福知山公立大学）、
大谷智子（大阪芸術大学）