



見えることもあれば 見えないこともある 心の補助線

「ピタゴラスの定理」の証明に補助線を用いる方法がある。幾何学の問題を解く時に、補助線のお世話になった読者も多いのではないだろうか。補助線は、その名が示す通り、私たちが幾何学を理解することを助けてくれる仮想の線である。

実は心の中にも、脳がつくり出す補助線がある。私たちの目は本来は3次元の立体的な世界を2次元の画像情報として受け取っているのです。ある対象の一部が別の対象の陰に隠れてしまうことがあるが、心の補助線のおかげで隠された対象も正しく知覚できるのだ。このような補助線、あるいは隠された対象の欠けた部分を補助線によって補って知覚することを、「視覚的補完」と呼ぶ。

視覚的補完は本来、「感じるが見えない」ものだ。ところが、「感じるだけでなく見える」視覚的補完もあることが、1904年にシューマン（F. Schumann）によって示され、20世紀後半のカニツァ（G. Kanizsa）の精力的なデモンストレーションを通じて広く知られるようになった。

図Aは「カニツァの正方形」と呼ばれ、4つの黒い円の上に白くて不透明な正方形がかぶさっているように見える。一様な白であるはずの領域に、

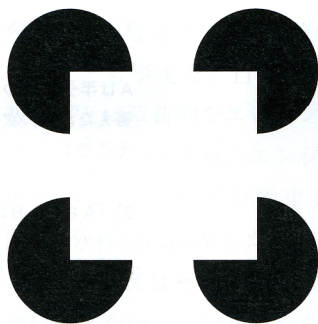
その仮想の正方形の各辺がはっきりと“見える”。今ではこのような“見える”視覚的補完を「感性的補完（modal completion）」、従来の“見えない”補完を「非感性的補完（amodal completion）」と呼んで、視覚研究者は両者を区別している。この“見える”錯視線を「主観的輪郭」と呼ぶことが多い。

主観的輪郭は見えるので、脳の中では補助線というよりも実際の線に近いものと考えられる。このため、感性的補完は非感性的補完とは異なるメカニズムで起こると考える説が有力であった。実際に、主観的輪郭は実線と同じ心理物理学的特性を示すことがわかっている。しかし、近年では感性的補完と非感性的補完とに共通の性質があると指摘する研究結果が多い。

そもそも、視覚的補完が現象として感性的と非感性的になぜ分かれるのだろうか。この点に関しては、感性的補完はある対象が背景あるいは別の対象の手前に見えることと関係し、非感性的補完はある対象が別の対象の奥に見えることと関係する、という説明が多く、多くの研究者に受け入れられている。「見えるものは手前・見えないものは奥」というわけだ。

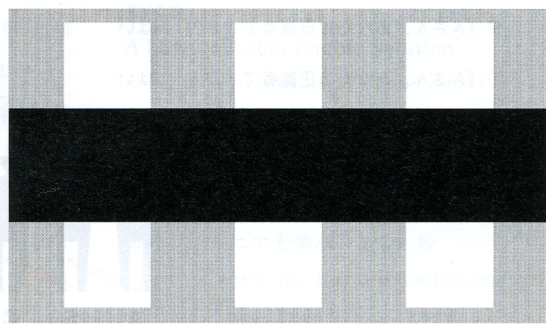
もちろん、この説明をめぐるのは、

A



カニツァの正方形 欠けた黒い円4つの手前に不透明な正方形が知覚される。正方形の辺が明瞭な輪郭として“見える”。この輪郭を主観的輪郭と呼ぶ。

B



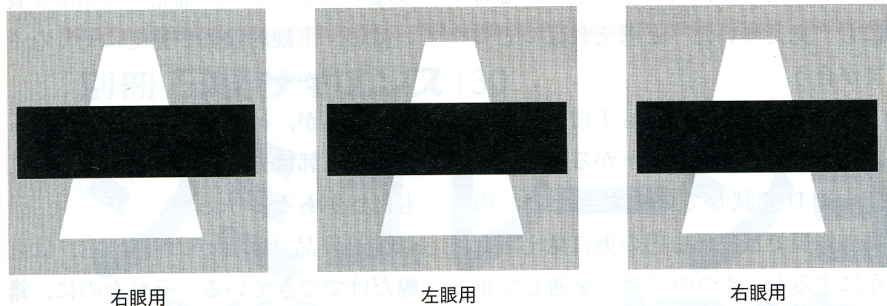
明所視ファントム 白と薄い灰色の縞模様の上に黒い遮蔽領域を置くと、その黒い領域を透かして背景の縞模様が“見える”。主観的輪郭が明瞭に、しかも遮蔽領域の奥に知覚されることが特徴だ。ただし、見え方には個人差が大きく、この現象をほとんど知覚しない人もいます。

著者

北岡明佳（きたおか・あきよし）

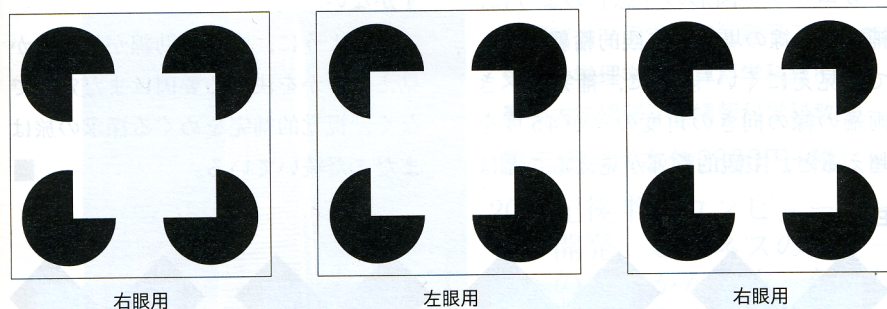
立命館大学文学部助教授。1961年生まれ。高知県出身。91年筑波大学大学院博士課程修了。東京都神経科学総合研究所主事研究員を経て2001年4月から現職。専門は視覚の心理物理学。

C



明所視ファントムの立体的強調 黒い領域は物理的には一様だが、台形の辺が透けて見えるように知覚される。ここで台形を構成する上下の辺に両眼視差を付けて黒い領域よりも手前に見えるようにすると、主観的輪郭も手前に見えるようになり、同時に明瞭度が増す（立体的強調）。寄り目でステレオグラムを見ることができる人は、左図と中の図で両眼立体視に挑戦していただきたい。右目で左図を、左目で中の図を見るのだ。やぶにらみで見ると得意な方は、中の図と右図を使って観察していただきたい。

D



4つの窓の向こうに正方形の角が見えるカニツツァ図形 図Cと同じ方法でこのステレオグラムを両眼立体視すると、4つの窓があり、窓の向こうには黒い背景に白い正方形があって、窓を通してその正方形の4つの角が見えている、という知覚像が得られる。窓の一部が主観的輪郭となっている。

「見えるから手前・見えないから奥」のではなく、「手前だから見える・奥だから見えない」のだろうという因果関係に関する論争もあって、いまだ決着を見ていない。

ところが、この「見えるものは手前・見えないものは奥」という常識とは一致しない視覚的補完が最近見つかった。1999年に私が行場次朗（東北大学助教授）と川畑秀明（当時九州大学大学院生）と共同で発表した「明所視ファントム」（左ページの図B）がその例だ。

この図を見ると、黒い領域の奥に白い長方形の輪郭が透けて見えるという人が圧倒的に多い。主観的輪郭が黒い背景の奥に見えるのだ。視覚的補完が見えるのに、知覚されるのは別の対象の奥というわけで、「見えるものは手

前・見えないものは奥」という考え方に再検討を迫っている。

この明所視ファントムをステレオグラムで両眼立体視し、背景よりも手前に主観的輪郭が見えるようにすれば、より明瞭に見えるようになる（図C）。このような効果は「立体視的強調」という名前で知られている。

立体視的強調を考慮に入れると、先述の因果関係論争で私は「手前だから見える・奥だから見えない」説の側に立つ。ただし、見える・見えないのどちらかというのではなく、見え方が連続的に変わるのでないかと考えている。つまり、視覚的補完にはあるレベルの明瞭度がもともとあって、手前に見えれば明瞭度が増して“見える”確率が増す、と考えるのだ。明所視ファントムの視覚的補完はもともと明瞭度

栽培植物の自然史

野生植物と
人類の共進化

山口裕文・島本義也 編著
A5判・三〇〇〇円

栽培植物との長くて強い共生により、人類は今日の繁栄を迎えている。20種に満たない栽培植物に食料の90%以上を依存し、しかも種を超えた遺伝子の移入という新たな「栽培化」による生態の進化は、人類にいかなる影響を及ぼすのか。

森の自然史

複雑系の生態学

菊沢喜八郎・申山隆司 編
A5判・三〇〇〇円

国土の7割近くを占める日本の森林は、豊かな自然とともに世界の研究をリードする多くの優れた研究者をも育ててくれた。「森林」という巨大で複雑な生態系のシステムを、若手研究者たちが豊富な体験を基に解き明かす。好評増刷！

高山植物の自然史

お花畑の生態学

工藤 岳 編著
A5判・三〇〇〇円

雑草の自然史

たくましさの生態学

山口 裕文 編著
A5判・三〇〇〇円

植物の自然史

多様性の進化学

岡田・植田・角野 編著
A5判・三〇〇〇円

土の自然史

食料・生命・環境

佐久間・梅田 編著
A5判・三〇〇〇円

花の自然史

美しさの進化学

大原 雅 編著
A5判・三〇〇〇円

蝶の自然史

行動と生態の進化学

大崎直太 編著
A5判・三〇〇〇円

北海道大学図書刊行会

060-0809 札幌市北区北9条西8丁目 北大構内
☎011(747)2308/FAX.011(736)8605
http://www.hup.gr.jp/ [価格は税別]

<資料請求番号99>

第2版はじめての 科学英語論文

Robert A. Day 著 美宅成樹 訳
四六判・384頁 本体価2,500円

科学分野の学生や研究者に対して、英語論文の原稿準備から投稿、校正にいたる出版過程のノウハウを具体的に解説。今改訂では、電子媒体・ネットワークにおける原稿提出規定や著作権問題などを新たに加章。



理科年表読本 生化学へようこそ

—リカとルナのバイオ探検—

八木達彦 著 飯田雪子 イラスト
A5判・160頁 本体価1,600円



生化学は生命現象を化学式で理解することであるが、それを使わずに、複雑な生化学ワールドをバイオケミストリーの権威であるヤギ先生が、多くの人に理解してもらうことを目的に、バイオ・遺伝子の世界をビジュアルに記述。

地球環境読本

—人間と地球の未来を
考えるための30のヒント—

加藤尚武 編
四六判・224頁 本体価1,700円

水俣病・チェルノブイリをはじめ、世界における30の環境破壊の事例を取り上げ、人類に残された環境問題の解決方法がまだ存在することに言及。



丸善ライブラリー 344 ヒトは細菌に勝てるのか

吉川昌之 著
新書判・240頁 本体価780円

抗菌薬の登場で消滅したかにみえたO157、結核、ペストなどの「細菌感染症」が、再復活の兆しをみせてる裏には何があるのか。細菌学の第一人者である筆者が、エピソードを盛り込みながらその疑問に答えると共に、現在の医学体制に警笛を鳴らす。

※価格は税別

丸善(出版事業部)

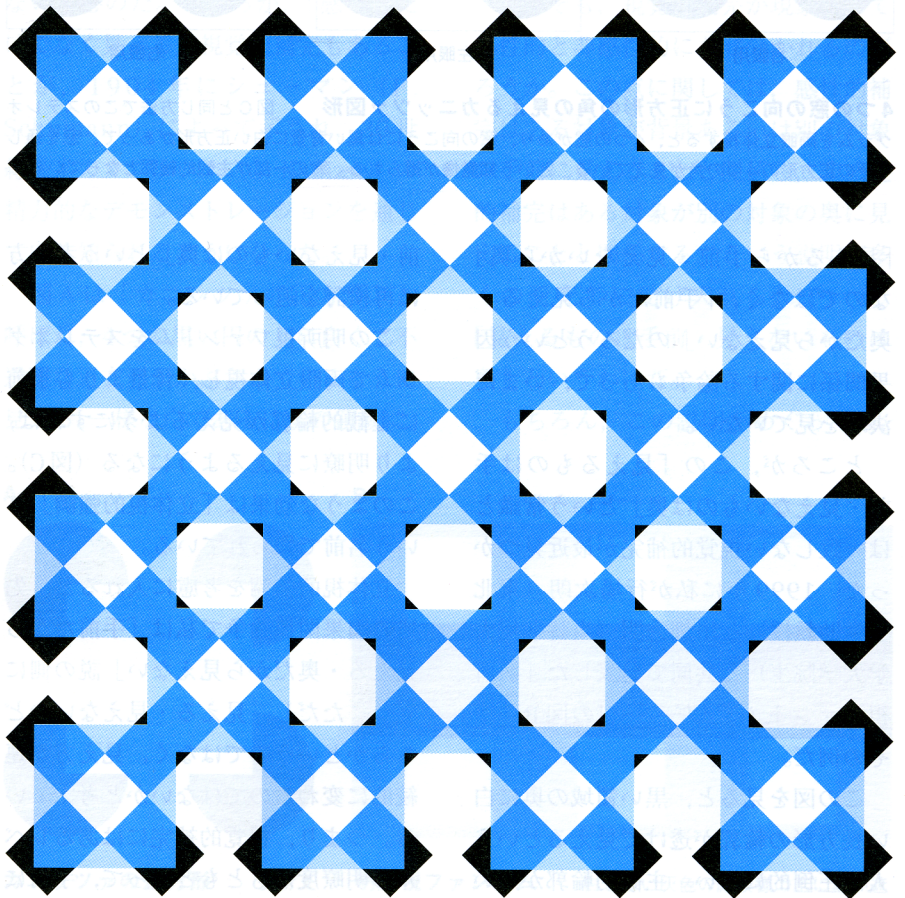
〒103-8245 東京都中央区日本橋2-3-10
営業 (03) 3272-0521
<http://pub.maruzen.co.jp/>

が高かったので、奥に定位している時にも“見えていた”と考えればつじつまが合う。

カニツツアの正方形も手前に見えなければ輪郭の明瞭度が下がる。前ページの図Dで試していただきたい。両眼立体視で正方形を円の奥に見えるようにすると、4つの「窓」を通して正方形の一部が見えるという知覚像が得られる。この場合、正方形の各辺の主観的輪郭が“見えなく”なって、それぞれの「窓」の主観的輪郭が“見える”ようになる。

カニツツア図形の「窓」のように、補完が曲線の場合は主観的輪郭は概して“見えにくい”。特に、補完すべき両端の縁の向きの角度の差が45度を超えると、主観的輪郭が見えることは

E



錯視作品「あさがお」 物理的には直線だけでできているが、縦の輪郭と横の輪郭を結ぶカーブが“見える”ことがある。カーブが知覚されるのは大部分が補完によるものだが、一部にはツェルナー錯視の原理が働いている。

少なくなる。また、補完する距離が長いほど、主観的輪郭が見えにくくなることもわかっている。

ところが、補完すべき曲線が急なら主観的輪郭は見えにくいという常識にも例外があるようだ。

錯視作品「あさがお」(図E)は直線だけでできている。それなのに、錯視的な曲線が強く“感じられる”だけでなく“見える”ことがある。この図に現れるカーブは向きが90度異なる縁を補完する曲線だ。従来の考え方は、このようにはっきり“見える”はずがない。

このように、心の補助線が見えるか見えないかを定める要因はまだ定かではなく、視覚的補完をめぐる探求の旅はまだまだ続いている。 ■