

## Focus 01

# 「錯視」をコントロールし、暮らしに生かす

「錯覚」はよく聞く言葉だが、「錯視」とは何だろうか。錯視は目で見ただけで起きる錯覚をいう。印刷された図柄がゆらゆら動いて見えるなど、トリックアートやだまし絵が知られている。

錯視は、普段の生活の場にも散見される。車を運転中に錯視によって思わぬ事故につながることもある。なぜ、錯視は起きるのか。明治大学研究・知財戦略機構の杉原厚吉特任教授が率いる研究チームは、その謎に数学で迫った。さらに研究の成果を生かし、錯視を抑えることで交通事故防止に役立て、逆に錯視をエンターテインメントとして積極的に活用している。数学を用いた錯視を紹介する。



ガレージ模型 カマボコ屋根のガレージ(下)が、鏡に映ると(上)ジャバラ型に見える。

### 変身する鏡の中のガレージ

ガレージ模型のカマボコ型の屋根が、鏡に映ると不思議なことにジャバラ型に変じてしまう。円筒のものは菱形に変わり、トランプのクラブがスペードに化ける。筒の内側にいるニワトリが、鏡の中では筒の外側に立っている——。こんな姿を目のあたりすると、誰もが思わずうなってしまう。

「抵抗しても無駄です。あなたの視覚は計算済み。」というキャッチコピーで、東京都千代田区に開設していた「錯覚美術館」での一コマである。仕掛人は杉原さんだ。

「錯視は暮らしの中でも往々にして起こり、交通事故の原因になることもあります。数学を使って錯視が起きる仕組みを解明し、錯視



### 杉原 厚吉 (すぎはら こうきち)

明治大学 研究・知財戦略機構 特任教授

1973年、東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。同年、通商産業省電子技術総合研究所研究官。80年工学博士。81年名古屋大学大学院工学研究科助教授。91年東京大学工学部教授、2001年同大学大学院情報理工学系研究科教授。09年4月より現職。10年よりCREST研究代表者。



をコントロールすることで、安全な社会づくりに貢献できるのです」

研究チームは、錯視現象の「数値モデリング」を通して、錯視の強さを数値で表す方法を確立した。数値を制御することで、錯視を強く起こすことも逆に抑えることもできるようになった。その成果をわかりやすい形で展示していたのが錯覚美術館だったが、2015年末に好評のうちに閉館した。

あらためてガレージ模型を観察してみよう。鏡は普通の平面鏡で、ガレージの屋根を横から眺めると、カマボコ型でもジャバラ型でもない複雑な形をしている。この形こそが、特定の位置からはカマボコ型に見え、鏡の中ではジャバラ型に映る秘密だ。杉原さんは、この錯視を起こす立体を「変身立体」と名付けている。



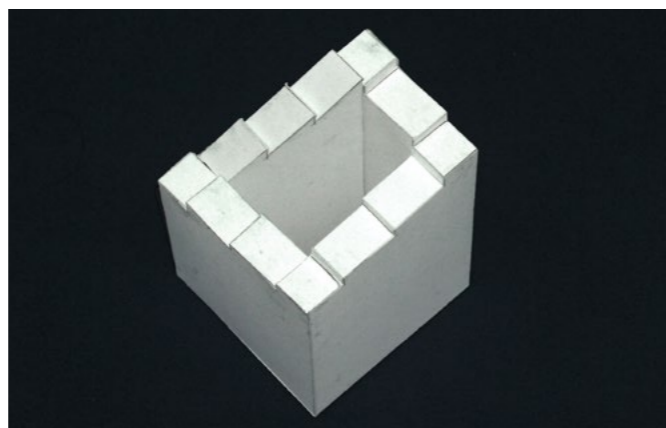
**ガレージ模型 (前ページ) 別アングル**  
横から眺めると、カマボコ型でもジャバラ型でもない複雑な形をしている。



**クラブがスペードに**  
クラブの形(下)が鏡に映ると(上)スペードに化ける。

## 計算錯覚学として錯視に取り組む

杉原さんの研究のきっかけは、ロボットの眼の画像認識だった。カメラが捕らえる画像は、元の立体を平面に投影したものである。そこで、平面の画像情報から元の立体がどんな形をしているかということをコンピュータで計算するソフトウェアを作成した。その研究の中で、現実にはありえないエッシャーの「無限階段」(階段を上り続けると元の位置に戻ってしまう)などのだまし絵を調べてみると、立体として成立するものがあるとわかった。こうした立体を「不可能立体」と命名した。人間は平面の絵から立体を認識する際、いろいろな自由度を考えず、経験に基づいて判断してしまう。人間にとって直感的に不可能と感



**無限階段**  
階段を上り続けると元の位置に戻ってしまう。



実際は、クラブでもスペードでもない形をしている。

じる立体も、数学の問題としては解があったのだ。こうして、さまざまな錯視作品を制作し、「計算錯覚学」という新しい体系にまとめた。

## 事故防止、商品デザインにも活用

錯視に関する基礎研究を踏まえて、社会的な課題を解決するための応用研究にも取り組んだ。

勾配が異なる2つの坂道が連続している道路では、錯視が起こりやすい。下り坂を上から見降ろすと、次の坂との継ぎ目が窪んで見えるので、次の坂も下りであるにもかかわらずドライバーは上り坂だと誤認してしまう。このため、アクセルを踏んでスピードを出し過ぎてしまう。逆に、上り坂を下り坂だと思いと、車が次々とブレーキを踏んで速度を落

とし、渋滞を招くことがある。

見通しの良い交差点なのに出会い頭の事故が起きやすい場所や、信号やカーブミラーの位置、橋の欄干の形によってもドライバーが錯視を起こしやすい。

さまざまな事例を集め、2013年に「道路の錯視とその軽減対策」という小冊子にまとめた。これは自動車教習の教本としての出版準備も進んでおり、ドライバーの錯視を抑える対策も紹介している。例えば、坂道に防音壁が設置されている場合、壁に路面と平行なパターンがあると路面を水平だと思う錯視が起きやすい。その改善策として、水平なストライプ模様を壁に引くと、上り坂・下り坂が認識されやすくなると提案している。

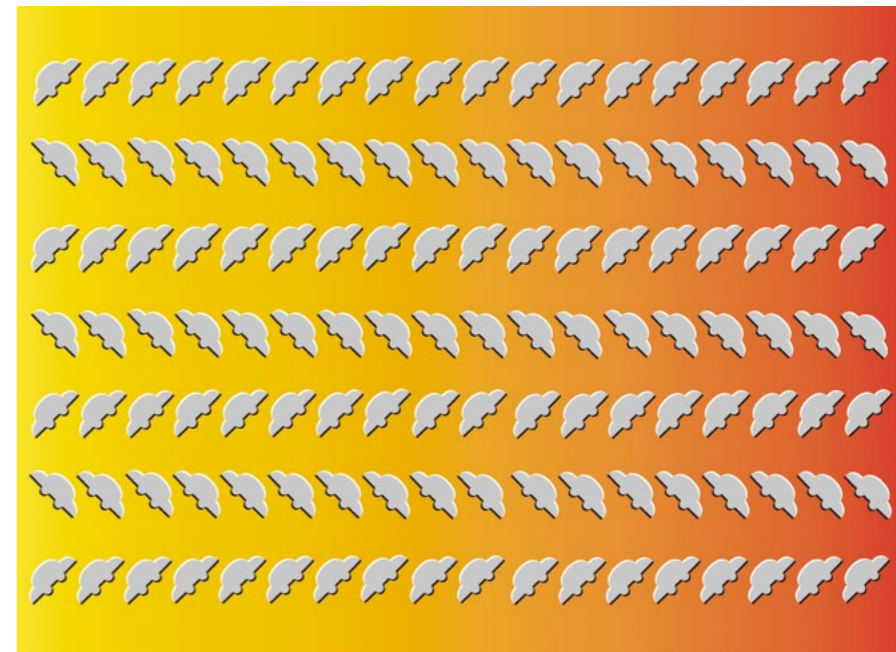
新たに生み出した錯視は、ビジネスにも活用されている。ある製菓メーカーのチョコレートの缶のデザインに錯視が採用された。研究チームの1人、新井仁之教授(東京大学大学院数理科学研究科)は、円周に小さなウサギの列を描いて中心を軸にして回転させると、ウサギの列が伸縮して見える「浮遊錯視生成アルゴリズム」を発明し、2012年に特許を出願した。製菓メーカーがこの錯視を採用し、顔を近づけたり遠ざけたりすると、ハートの列が動くチョコレートの缶をデザインした。

## 社会に役立つ錯視の研究へ

5年間の集大成として、杉原さんは、錯視作品をそれぞれ「不可能立体」「不可能モーション」「変身立体」「透身立体」に整理して、作品集を2冊刊行した。出版社からも錯視関連の本が15冊も刊行され、1つのジャンルを開拓したともいえる。錯覚美術館は新聞やテレビなどにたびたび取り上げられた。イベント専門会社が錯視作品のライセンスを得て、3年前からショッピングモールで錯視作品の展示を行うなど静かなブームを呼んでいる。

「錯覚美術館は、当初は私たちの研究成果である錯視の事例紹介の場と考えていました。ところが、来館者からたくさん興味深い話を聞くことができたのです。対話を通じて錯視の事例を教えていただき、新たなアイデアにつながるヒントもいただきました」と杉原さん。

錯視に関するワークショップを延べ10回開催し、心理学や認知科学、文化人類学などの研究者と議論し交流を深めたことも大きな収穫だった。今後も、暮らしにひそむ錯視を探し、実際より広く見えるマンション広告などの是正、見やすい道路標示の改善提案など、社会や消費者に役立つ研究を進めるつもりだ。



**UFOのラインダンス**  
図柄がゆらゆら動いて見える。これは、動きを検出する脳細胞の数理モデルを参考にして、その脳細胞を効果的に刺激する画像を作った結果である。

**縦断勾配錯視測定実験装置**  
(共同研究者:友枝明保、北岡明佳、對梨成一)  
ドライバーが上り坂と下り坂を勘違いする錯視を観察し、錯視の起こらない道路環境づくりを提案する。



実際の道路では路面に平行な模様の防音壁が立っている場合が多く、上り坂を視認しにくくしている。



壁を水平面と平行な模様にするると緩やかな上り坂であっても認識しやすくなる。