

# 錯視の デザイン学

2



## 直線を 湾曲させる トリック

幾何学的な錯視は、大まかに分類すると、大きさの錯視、位置の錯視、角度・方向の錯視の3種類に分けられる。そのうち、角度・方向の錯視図形では、これまでに知られているものの大半は「線が傾いて見える」という特徴を持っている。ところが、「線が曲がって見える」という角度・方向の錯視も知られている。それらは湾曲錯視と呼ばれる。

湾曲錯視で有名なのは「ヘリングの図形」で、放射状に描かれたいくつもの線が平行な2本の線と交わっていると、平行なはずの線が外側に湾曲して見える(図A)。この図形の変型が「ヴェントの図形」で、菱形状のいくつもの線に平行線が交わって今度は平行線が内側に湾曲して見える(図B)。このほか円と正方形が組み合わさった「オーピソンの図形(図C)」、「エーレンシュタインの図形(図D)」、さらに円の一部と1本の線からなる「ギブソンの図形(図E)」などがあり、いずれも直線が湾曲して見える。

こうした湾曲錯視は、2本の線が交差したり、近づいたりしていると、両方の線で作られる鋭角側の角度が大きくなるという基本原理をもとに作られている。湾曲錯視ではないが、鋭角が実際より大きく見える典型例としては、平行な線にいくつもの斜線が描かれることによって両方が傾いて見える「ツェルナー錯視(図F)」が知られている。このツェルナー錯視こそ、湾曲錯視の原点と言え、湾曲錯視の応用図形を創作するには、この原理を知っておく必要がある。

ツェルナー錯視は、2本の線がある程度近いところになければ起きない。この条件は比較的限定されていて、視角で0.5~1度内に2本の線が入っていないと錯視が起きない。脳の視覚情報の処理システムには、狭い視野ごとの刺激に反応する神経細胞群からなる低次

な視覚処理系と、広い視野の刺激に反応する高次の視覚処理系とがある。これまでの心理物理学的・神経生理学的研究からは、ツェルナー錯視は比較的 low 次な視覚処理系、特に1次視覚野(V1)と呼ばれる脳の領域で起きていると推定されている。

一方、高次の視覚処理系は、1次視覚野の各神経細胞から線の位置や傾きの情報を受け取って線全体を再構成する。だが、各細胞がそれぞれの視野内の図形で鋭角を大きく見えてしまう錯視を起こし、その情報を高次の視覚処理系に送ると、全体としては線がつながらずにギザギザになってしまうことになる。ただ、各神経細胞からは線が切れているという情報が送られてこないため、高次の処理系は、線はまっすぐで傾きが一定と想定して、線の位置情報を変更し、線全体を傾いて見えてしまう。当然のことながら線の端の位置も変えて見ていることになる。

実際には、脳は線の位置の情報をまったく無視するわけではないので、位置のごまかしがきかないくらい平行線の間隔を狭めると、線の傾きの錯視の程度が小さくなる(図G)。逆に位置の錯視は傾きの情報を出すわけで、錯視におけるこのような傾きと位置の拮抗関係は、錯視研究の重要なテーマの1つになっている。

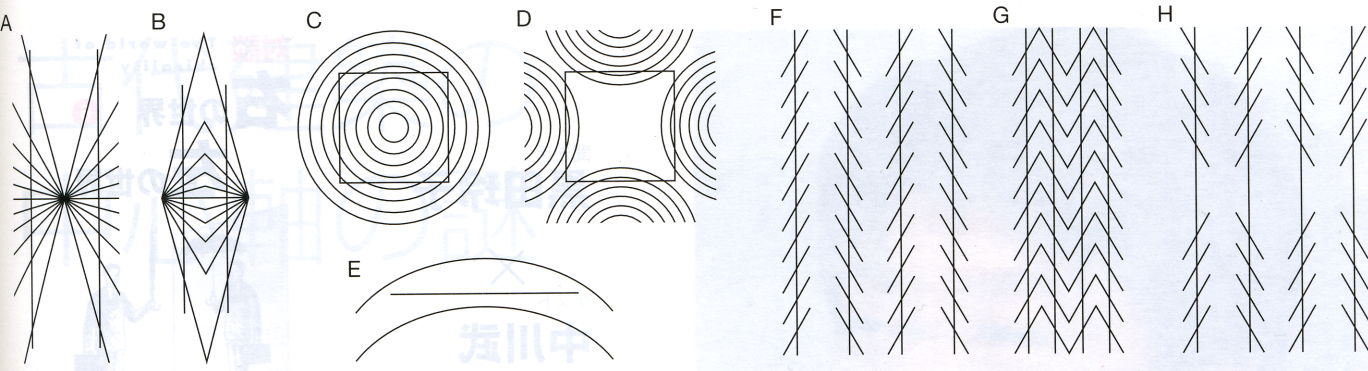
### 線の傾き錯視を組み合わせ、湾曲に

ツェルナー錯視では、1本の線は一方にしか傾かない。その図を途中から反転させると、線が湾曲したように感じる錯視図となる(図H)。この場合、傾きの異なる2本の線が1点でつながっているように見えてもよさそうだが、その場合、線がつながっているところは滑らかでないはずになる。線の細部情報をもたらす低次の視覚処理系は、その情報を送ってこないため、高次の処理系はやむなく線が滑らかにつ

#### 著者

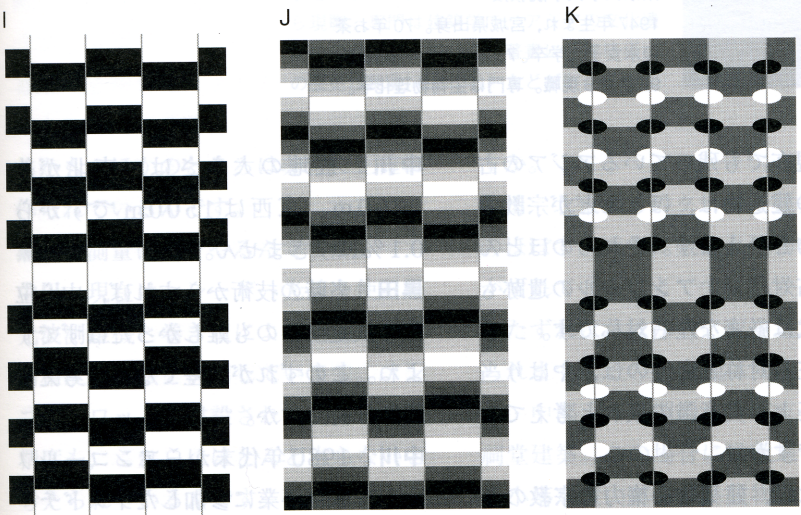
北岡明佳(きたおか・あきよし)

東京都神経科学総合研究所主事研究員。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に。専門は視覚の心理物理学。



**湾曲錯視の例** ヘリングの図形 (A) では、2本の縦の線が外側に曲がり、ヴァントの図形 (B) では2本の縦の線が内側に曲がって見える。正方形と曲線の組み合わせとしては、正方形の各辺が内側に曲がって見えるオーピソンの図形 (C)、正方形の各辺が外側に曲がって見えるエーレンシュタインの図形 (D) がある。横線が周囲の弧の曲がりと反対の方向に曲がって見えるギブソンの図形 (E) のような例もある。

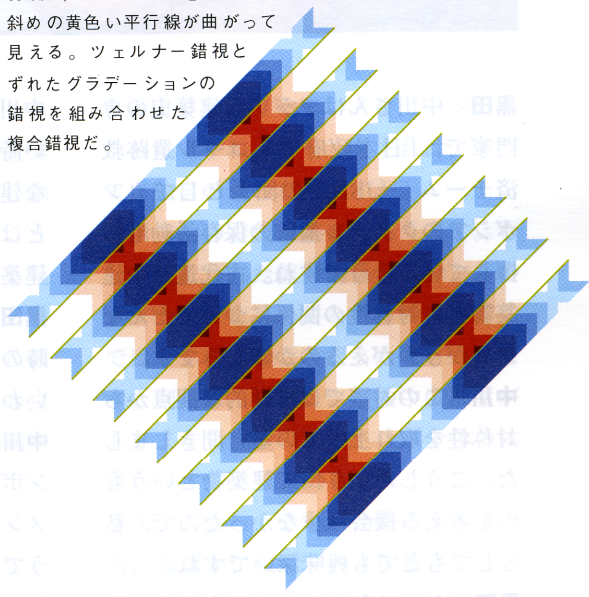
**湾曲錯視の原点と言えるツェルナー錯視** 平行な縦線が斜線の影響を受けてW字型に傾いて見える (F, G)。ただ、縦線同士の間隔が狭まるとツェルナー錯視の程度が小さくなる。上下で斜線の向きを変えると中ほどが膨らんだ湾曲錯視となる (H)。



**ほかの錯視原理を利用した湾曲錯視** 左から順にカフェウォール錯視をそのまま応用した例 (I)、ずれたグラデーションの錯視の応用例 (J)、白黒楕円の錯視の応用例 (K)。いずれも灰色の平行な垂直線が中央が膨らんだように曲がって見える。

**作品「こいのぼり」**

斜めの黄色い平行線が曲がって見える。ツェルナー錯視とずれたグラデーションの錯視を組み合わせた複合錯視だ。



ながるよう再構成してしまい、湾曲線が見えることになる。

湾曲錯視はこれまで、ツェルナー錯視で研究されてきた。しかし、基本原理は角度や方向が実際と異なって見えるということにあり、同様の性質を持つほかの錯視図形でも作れるはずだ。線が傾いて見えるカフェウォール錯視を連載の1回目に説明したが、私は実際にこれを応用しても湾曲錯視を作り上げられることを示した (図I)。さらに、ずれたグラデーションの錯視を応用したり (図J)、「白黒楕円の錯視」と呼ばれる図形を応用 (図K) した例も作り上げた。

カフェウォール錯視を用いた湾曲錯視は、灰色を描くのが困難だったため、これまでほとんど作られなかった。さらに線画の湾曲錯視は、複数の線が収束するところが遠くに見えるという「遠近法説」で説明されてきた。この説によると、収束点の近くと遠くで切断線の太さを同じと知覚すれば、収束点に近い切断線は観察者に近くにあると知覚され、切断線は収束点よりも離れた位置にずれて見えて、結果的に湾曲して見えるとしている。

この説に従えば、線が収束しないカフェウォール錯視では湾曲錯視が起きないはずだ。しかし、実際にはカフェ

ウォール錯視系統でも湾曲錯視ができ、遠近法説の根拠が揺らいでいると考えている。

応用図形としては、ツェルナー錯視とずれたグラデーションの錯視の複合効果を狙った図形も考えられる。一般に、錯視図を描く際には、図形や線などのコントラストの強い方が錯視の程度が大きくなるので、色をつけない方が望ましいが、複合効果で錯視の程度を強めれば湾曲錯視が見られる。私が創作した作品「こいのぼり」(上図)はその例だ。こうした新しい湾曲錯視も、視覚処理系のからくりを知る手掛かりとなるだろう。