

タイトル：マボロシの風車

作者：草野 勉（くさの つとむ）

東京海洋大学海洋工学系産学官連携研究員

Email: b.kusano@gmail.com

解説：

[何が錯視なのか]

直交する正弦波格子縞を組み合わせた円の回転運動によって、静止時には知覚されない十字型のパターン（作中では風車の羽根に見立てたもの）が知覚される。そのパターンは、円を静止させると時間的な遅れをともなって消失する（フェードアウト）。円を回転させることで、円に描かれたもの以上のパターンが知覚される（あるいは時間遅れを持って消失する）ことから、このパターンの知覚は錯視であると考えられる。

この錯視はコンピュータディスプレイの特性によるものではない。なぜなら、この錯視は、直線で四角を重ね書きした厚紙を回転させた際に発見したものであるからである。なお、コンピュータ上の再現に当たって、縞の方位の変化にともなうアンチエイリアシングを防ぐために正弦波格子を用い、また、円の外縁にコサイン状のコントラスト変調を加えてぼかし、かつオランダらしさを演出するためにチューリップと雲を添えた。

[生起要因と意義]

この錯視の生起要因として、刺激中の各部位の時間周波数の差を挙げることができる。図 1 は、刺激が運動している際の、網膜上の視細胞と刺激との相対的な位置関係の変化をあらわしたものである。図中の視細胞 A は線分の中央付近を移動し、視細胞 B は直交する線分が交差する部分を移動するものとする。図 1 より、異なる方位の接合部を通過する視細胞 B は、視細胞 A よりも一定時間内に通過する明暗の数が多く、接合部付近は時間周波数が高いことがわかる。

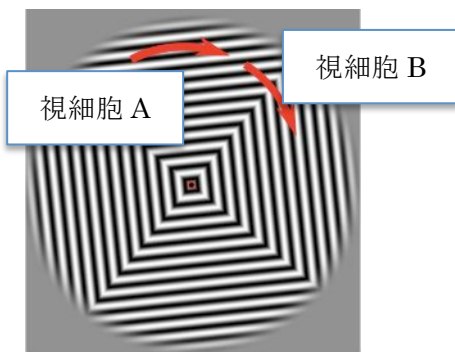


図 1. 回転運動中に刺激内を相対的に移動する視細胞の経路

作者の観察から、この錯視が強く生起するためには以下の2つの条件に留意する必要があると考えられる。すなわち、1) 幅広い観察距離で体験できるが、遠くから観察したとき（縞の空間周波数が高いとき）くっきりとしたパターンが知覚される、2) 縞の本数が少ないと生起しない（太い縞にはより大きな領域が必要）。これらの要件は、上述の時間周波数の差による説明を支持すると考えられる。つまり、1) については、回転速度が一定のとき、空間周波数と時間周波数は比例するため、縞の空間周波数が高いほど錯視が強くなると考えられ、2) については、縞の本数が少ないときには接合部における視細胞Bの移動する明暗の数が少なくなるため錯視が弱くなると考えられる。

以上のことから、この錯視の意義は、視覚系が刺激内の各部位の時間周波数の差にもとづき、刺激の明暗情報に含まれないパターンを知覚しうることを示唆している点にあると考えられる。同様の錯視として、動画の最後に提示した、同心円のパターンにおける扇形のモヤモヤの知覚が挙げられる。図2に、同心円パターンが水平移動する際の、網膜上の視細胞との相対的な位置関係の変化を示す。視細胞Aは、縞の方位と運動方向とが一致している部分を移動するのに対し、視細胞Bは、両者が直交する部分を移動する。図より、視細胞Bは視細胞Aよりもより明暗の変化を受ける、すなわち、縞の方位と運動方向とが直交する部分はより時間周波数が高くなる。その結果、時間周波数の高低に対応したパターンを知覚すると考えることができる。同心円パターンからの類推で考えれば、図1においても、異なる方位の縞の接合部は、回転運動に直交する成分が多い、ということもできるのかもしれない。

[最後に]

...のようなことは、いかにも素朴視覚科学的な考えで、きっとより精緻な理論があるのだと思います。このような研究の流れなど、ご存知の方がおられましたら教えてください（同心円パターンに見えるモヤモヤは子供のときから不思議に思っていることの1つなのに不勉強なので）。なお、動画作成に使用した Psychtoolbox スクリプトを[ここで晒しています](#)。

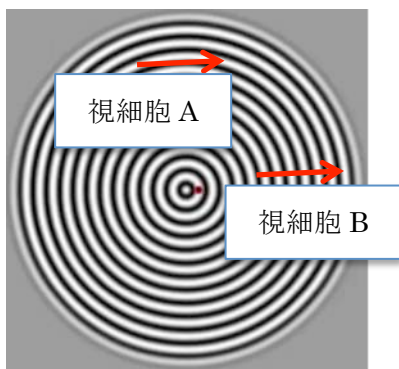


図 2. 同心円パターンの水平運動中に刺激内を相対的に移動する視細胞の経路