

# 格子図形における錯視の生起と消失を説明する神経回路モデル

佐野 慧<sup>†</sup> 平原 誠<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 法政大学大学院 理工学研究科応用情報工学専攻

## 1. はじめに

図 1 は、きらめき格子と呼ばれ、交差点にある円の中心がきらめいて見える錯視が生じる。しかし、図 2 のように歪めた波状のきらめき格子では錯視が消失する。これらの現象については未だ説明されていない。

本研究では、格子図形における錯視の生起と消失を説明すると共に、神経系に有り得る神経回路モデルを検討することによって視覚系のメカニズムを考察する。

## 2. 受容野ときらめき格子錯視に対する仮説

網膜の神経節細胞は、視野の局所領域に入った光に反応する。この局所領域を受容野とよぶ[1]。受容野には様々なものがあり、神経節細胞は図 3 のような円形の受容野を持つことが知られている[2]。

きらめき格子錯視は、円形の受容野と神経節細胞の出力が時間で減衰する時間特性が、波状きらめき格子の錯視消失は、直線の有無が関与していると考えられる。

## 3. 提案モデル

本モデルは、図 4 のように視細胞層、神経節細胞層、直線検出細胞層、補正細胞層、出力層の 5 層構造をもつ。神経節細胞層は、X 細胞、Y 細胞および Z 細胞から構成され、直線検出細胞層は線分の傾き(15° ~ 180°)に選択性をもつ細胞が並列する。

まず、視細胞へ入力された情報は、そのまま出力として神経節細胞層に送られる。

神経節細胞層の X 細胞は、Z 細胞、直線検出細胞、出力細胞へ興奮性出力を送る。Y 細胞は時間経過で出力が大きく減衰する時間特性を持ち、Z 細胞にのみ抑制性出力を送る。Z 細胞は、X 細胞の興奮性出力と Y 細胞の抑制性出力を受けて、ポテンシャルが閾値を超えた時、出力層へ興奮性出力を送る。

直線検出細胞層の各細胞は、X 細胞と Z 細胞の興奮性出力を受け取る。

補正細胞層の細胞は、直線検出細胞の興奮性出力を正方領域で受け取る。ポテンシャルが高い場合は各直線検出細胞に抑制性フィードバックを送り、ポテンシャルが低い場合は出力細胞へ興奮性出力を送る。補正細胞は、細胞単体の機能としては不自然であるが、直線検出細胞層や出力層の局所領域における発火レベルを一定に保つような機能があると考えていて、これを補正細胞層としてモデルに組み込んでいる。

出力層は、神経節細胞層と補正細胞層の興奮性出力を受け取る。

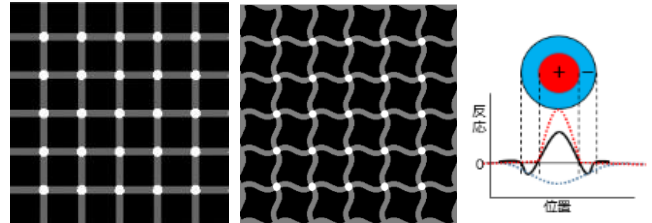


図 1. きらめき格子 図 2. 波状きらめき格子 図 3. 円形受容野

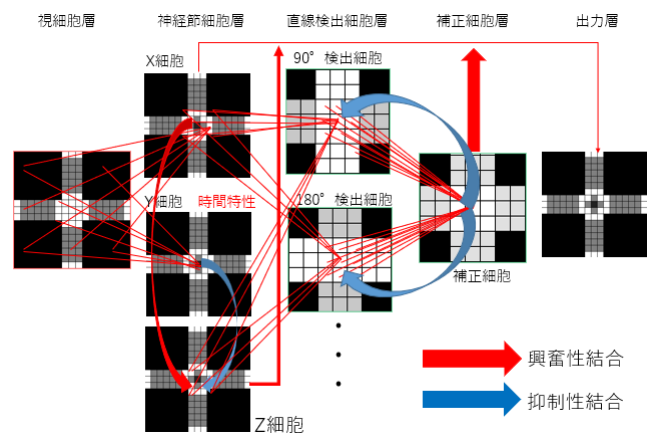


図 4. 提案モデル

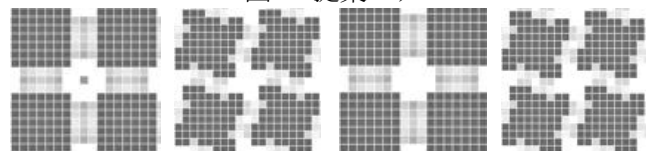


図 5. 呈示直後の出力結果 図 6. 時間経過後の出力結果

## 4. 結果

きらめき格子および波状きらめき格子について、呈示直後および時間経過後の出力結果(見えの明るさ)をそれぞれ図 5 と図 6 に示す。きらめき格子に対しては、呈示直後に錯視が生起し(図 5 左)、時間経過で消失している(図 6 左)。波状きらめき格子においては、定常的に錯視が消失していることが確認できる(図 5, 6 右)。

## 5. 考察

補正細胞が出力細胞に興奮性出力を送ることで、波状きらめき格子錯視は定常的に消失している(図 5, 6 右)。一方、きらめき格子呈示直後の交差点の錯視が弱まっている(図 5 左)。同様に、波状きらめき格子の道も明るく補正され(図 5, 6 右)、道の明るさにバラつきがある。これらを解決することが今後の課題である。

## 【参考文献】

- [1] 福島邦彦, 神経回路と情報処理, 朝倉書店, 1989.  
[2] R. Snowden et al., Basic Vision, Oxford, 2012.