

# Receptive fields of single neurones in the cat's striate cortex

## 備考

## 著者

D. H. Hubel, T. N. Wiesel

## 掲載

“Receptive fields of single neurones in the cat's striate cortex, " The Journal of Physiology, Vol. 148, No. 3, pp. 574--591, 1959.

## 1. Introduction

中枢神経系では、網膜から縞状皮質までの視覚経路が、複数の異なるレベルの単一ユニットの反応を観察し、比較する機会を提供します。あるレベルのユニットに最も効果的に影響を与える光刺激のパターンは、次のレベルではもはや最も効果的ではないかもしれません。経路の各段階での反応の違いから、各段階が視覚認識に果たす役割をある程度理解することができるかもしれない。

Kuffler (1953) は、光に順応した猫の網膜に小さな光の点を当てて、神経節細胞が同心円状の受容野を持ち、中心部が「オン」で周辺部が「オフ」、またはその逆であることを示しました。また、受容野内の「オン」と「オフ」の領域は相互に拮抗しており、受容野の中心に限定したスポットの方が、受容野全体をカバーするスポットよりも効果的であることが分かりました (Barlow, FitzHugh & Kuffler, 1957)。光に適応して自由に動く猫では、視野の大部分を覆う光刺激に対して、大多数の皮質細胞はほとんど、あるいは全く反応しないが、網膜の限られた領域に照射された小さなスポットは、しばしば活発な反応を引き起こすことがわかった (Hubel, 1959)。動いている光点は、止まっている光点よりも強い反応を示すことが多く、また、動いている光点は、一方の方向に対してより多くの活性化を与えることもありました。

本研究では、猫の縞模様の皮質にある細胞の受容野を、急性の準備状態で調査しました。この論文で検討した細胞の受容野は、興奮性と抑制性の別々の領域（「オン」と「オフ」）に分かれていた。この点では、網膜神経節細胞の受容野に似ています。しかし、興奮性領域と抑制性領域の形状と配置は、網膜神経節細胞で見られる同心円状のパターンとは著しく異なっていた。動いている刺激に対する反応と受容野の配置を関連付ける試みがなされた。いくつかの細胞は、どちらの目からでも活性化することができ、これらの細胞では両眼の相互作用が研究された。

## 2. 方法

この一連の実験には24匹の猫が使用された。チオペンタールナトリウム（40mg/kg）を腹腔内に投与して麻酔をかけ、さらに腹腔内に注射することで実験中は軽い麻酔を維持した。眼球はサクシニルコリンを静脈内に持続的に注入して固定し、この筋弛緩剤の使用により人工呼吸が必要となった。両眼の瞳孔を拡張し、1%のアトロピンを用いて調節力を高めた。コンタクトレンズは適切に緩衝された溶液を使用し、角膜の表面が乾燥して曇るのを防いだ。まぶたは単純なワイヤークリップで固定した。

左目の網膜を刺激して見るために、Talbot & Kuffler (1952)が設計したマルチビーム検眼鏡を使用した。背景の照度は通常0～17 log.m.c.程度で、最も強い刺激は1～65 log.m.c.であった。様々な大きさと形の光の点を作り出すことができ、それらは網膜上で十分に焦点を結ぶことができた。刺激の持続時間は1秒程度であった。

両眼視の研究では、異なる方法で光刺激を行った。動物は、視野の大部分を覆う大きなスクリーンに向かっていた。このスクリーンには、さまざまな大きさと形の光点が投影されていた。光源は、調整可能な三脚に取り付けられたタングステンフィラメントのプロジェクターであった。刺激は、スクリーン上をさまざまな方向に、さまざまな速度で動かすことができる。猫の目で12分角のスポットを得ることができたが、一般的には0.15-lスポットが受容野のマッピングに使用された。(刺激の大きさは等価外角で示されており、ネコの場合、網膜上の1mmは約4°に相当する)。スポットは猫の目の前に取り付けられたレンズで2つの網膜に焦点を合わせた。焦点を合わせるレンズは、レチノスコープを用いて選択した。スポットの強度は-0.76から0.69 log.cd/M2であった。背景の輝度は19 log. cd/M2で、タングステン電球で画面全体を拡散して照射した。照度はマクベス照度計で測定した。これらの強度に対応する網膜の照度の値（Talbot & Kuffler, 1952, Fig.4）は、光視範囲内ではあるが、検眼鏡で得られる値よりも低かった。この2つの刺激方法を同じユニットで記録しながら互いにチェックしたところ、同じような結果が得られました。スクリーンに光点を投影するこの原理は、Talbot & Marshall (1941)によって説明されている。光に反応した部分は、スクリーンに固定された紙に、その反応が興奮性か抑制性かを示すように印がつけられた。この紙には、これらの反応が永久的に記録され、領域の形、大きさ、方向が示されていた。