

氏 名(本 籍)	木 <sup>きの</sup> 下 <sup>した</sup> 正 <sup>まさ</sup> 治 <sup>はる</sup> (大分県)
学 位 の 種 類	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 1,937 号
学位授与年月日	平成10年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審 査 研 究 科	医 学 研 究 科
学 位 論 文 題 目	第一次視覚野のニューロンにおける一様な面の明るさの表現
主 査	筑波大学教授 医学博士 吉 田 薫
副 査	筑波大学教授 医学博士 大 野 忠 雄
副 査	筑波大学教授 医学博士 能 勢 忠 男
副 査	筑波大学助教授 医学博士 中 野 秀 樹

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

### (目的)

我々が視覚的に知覚する世界は、一様な領域（面）とそれらの間の境界に分けて考えることができる。境界、すなわちコントラストの情報が視覚系のニューロンによりどのように表現されているかについては多くの研究がなされてきた。しかし、面の情報が脳内でどのように表現されているかは明らかにされていない。本研究では、大脳皮質第一次視覚野を対象として、コントラストの無い一様な面刺激に応答するニューロンを検索し、その性質、特に面の明るさに対する応答選択性を詳細に解析した。視覚的に面を知覚するということは、その領域にある属性（明るさや色など）を知覚することである。しかし、面の知覚は必ずしも面の物理的属性そのものに対応して生じるわけではない。例えば、輝度の異なる2つの領域が接していると両者の明るさの差は強調され、周囲の領域が高輝度であれば面はより暗く知覚され、低輝度の領域に囲まれるとより明るく知覚される。このような知覚現象を明るさ誘導と呼ぶ。本研究では、明るさ誘導を引き起こす視覚刺激を用い、一様な面に応答するニューロンが、物理的な輝度そのものを表現しているのか、それとも知覚される明るさを表現しているのかを調べた。

### (方法および結果)

覚醒状態のサルの大脳皮質第一次視覚野から、微小電極を用いてニューロン活動を記録した。注視課題遂行中に視覚刺激を呈示し、ニューロンの応答を調べた。

まず、第一次視覚野のニューロンが、古典的受容野を完全に覆う面刺激に対して応答するか否かを調べた。その結果、面に応答するニューロンが多数見いだされた。これらのニューロンについて、存在する皮質の層、方位選択性、サイズ選択性、古典的受容野サイズなどの性質について詳細に調べた。次にこのようなニューロンが、一定の背景輝度のもとで、面の物理的な輝度レベルに対応して活動が変化するか否かを調べた。その結果、面に応答したニューロンの多くは、面の輝度を選択的な応答を示した。さらに、このようなニューロンが面の物理的な輝度そのものを選択的な応答を示すのか、それとも知覚される明るさに対応した応答を示すのかを調べるために、明るさ誘導を起こす視覚刺激を呈示し、その効果を解析した。その結果、ニューロンは次の3つのタイプに分類された。

1) 絶対輝度型ニューロン。このタイプのニューロンは面の輝度を選択的な応答を示したが、明るさ誘導刺激の輝度の影響を受けなかった。このことから、古典的受容野上の面の物理的な輝度そのものを表現しているニュー

ロンであることが示唆された。このタイプのニューロンは、皮質下からの入力を受ける皮質第4層で多く見られた。

2) 明るさ誘導型ニューロン。このタイプのニューロンは、明るさ誘導刺激に対する知覚と、定性的に一致するような応答を示した。例えば、背景輝度が一定の条件では面の輝度が低いときに強い応答を示し、面の輝度が一定の条件では周囲の輝度が高くなるほど強い応答を示した。したがって、これらのニューロンは、面の物理的な輝度ではなく、知覚される面の明るさを表現していると考えられた。

3) 平均輝度型ニューロン。このタイプのニューロンは、明るさ誘導刺激の輝度の影響を受けて応答が変化した。が、明るさ誘導型ニューロンとは異なり、明るさ誘導刺激を含む広い範囲の平均的な輝度を表現していると思われる応答を示した。

#### (考察)

本研究の結果から、第一次視覚野が面の知覚に重要な役割を果たすこと、面の物理的な輝度情報から知覚される明るさの情報への変換プロセスのかなりの部分が第一次視覚野で行われている可能性が示唆された。この輝度-明るさ変換の神経機構として以下のモデルが考えられる。絶対輝度型ニューロンは、輝度-明るさ変換の初期段階の情報処理を担うと考えられ、第4層に多く見られたことから皮質下入力を直接受ける可能性が高い。平均輝度型ニューロンの応答は、絶対輝度型ニューロンからの収束を受け、古典的受容野より広い領域の物理的輝度を表現する。明るさ誘導型ニューロンは、絶対輝度型ニューロンから興奮入力、平均輝度型ニューロンから抑制入力を受け、面とその周囲の情報を統合することにより、知覚される明るさの情報を形成すると考えられる。このモデルの妥当性を検討するためには、これらのニューロン間の結合関係を実験的に明らかにすることが必要である。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、サルの大脳皮質第一次視覚野を対象として、コントラストの無い一様な面刺激に応答するニューロンを検索し、その性質、特に面の明るさに対する応答を詳細に調べたものである。知覚される明るさが、面の物理的輝度とともにその周囲の輝度により変化することに着目して、ニューロン応答が、物理的輝度そのものを表現しているのか、それとも知覚される明るさを表現しているのかを調べた点に独創性がある。客観的かつ定量的な解析により、面の物理的輝度を表現するニューロンと、知覚される明るさを表現するニューロンの両方が第一次視覚野に存在することを初めて明らかにしている。このことは、物理的な輝度情報から知覚される明るさの情報への変換が第一次視覚野で行われている可能性を示唆するものであり、大脳皮質における視覚情報処理の解明に重要な新知見を与えたものとして高く評価できる。提案された神経モデルは多くの仮定を含むが、妥当かつ実験的検証が可能であり、今後の研究の発展が期待される。

よって、著者は博士（医学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。