

審査の結果の要旨

氏名 大木 研一

本研究はネコの一次視覚野の方位選択性マップの大域的な構造とその形成過程について考察するため、方位選択性マップに存在するピンホイール・センターまたは方位特異点と呼ばれる特異点の配列を内因性シグナルによる光計測法を用いて調べたものであり、下記の結果を得ている。

1. 18野は17野より低い空間周波数の縞模様によく反応するという性質を利用して、0.15 cycle/degreeと0.5 cycle/degreeの縞模様で刺激し、0.15 cycle/degによく反応する領域を18野、0.5 cycle/degreeに良く反応する領域を17野として、17/18野の境界を求めた。従来は、生理学的な17/18野の境界は計測側と同側視野の表現がある場所と定義されてきたため、1匹の動物において、上記の空間周波数の選択性の差による方法と従来の方法の両方で17/18野境界を決め、それらが一致することを確認した。
2. 方位選択性マップから方位特異点の位置を求め、右巻きと左巻きに分類したところ、17/18野境界の近傍では特徴的なパターンをなして配列していることがわかった。すなわち、同じ巻き型の特異点が境界と平行に列を成すように並んでいた。また、境界と垂直方向には、右巻きの特異点の列と左巻きの特異点の列が交互に並んでいた。
3. 上記の結果は局所的に見ると、同じ型の特異点は境界と平行に並ぶ傾向があり、違う型の特異点は境界と垂直方向に並ぶ傾向があるということになる。このことを定量的に示すため、隣りあう特異点のペアをとってその間の相対的な位置関係を2次元平面上にプロットした。すると、同じ型の特異点は境界と平行方向に分布し、違う型の特異点は境界と垂直方向に分布していた。この傾向は主成分解析により確認された。また、第一主成分と第二主成分の固有値の比が、同じ型の特異点のペアの方が高かったことから、同じ型の特異点が境界と平行に並ぶ傾向のほうが（違う型の特異点が垂直に並ぶ傾向より）強いことが示された。
4. また、隣りあう特異点のペアを結ぶ線分と17/18野境界のなす角度を求めて分布を調べたところ、同じ型の特異点を結ぶ線分は統計的に有意に境界と平行方向に分布しており、違う型の特異点を結ぶ線分は統計的に有意に境界と垂直方向に分布していた。また、両者

の分布も統計的に有意に異なっていた。

5. 調べた5例の全てで、同じ型の特異点が境界と平行に並ぶ傾向は有意であった。一方、17野内部の境界から1mm以上離れたところの特異点の配列を同様に調べたところ、3例全てにおいて規則的な配列は観察されなかった。
6. 本研究で見出された17/18野の境界において方位特異点が規則的な配列を示す原因について、特異点の規則的な配列が境界の近傍のみで見られることから考えて、この配列は方位選択性マップの発生時における領野境界の影響によるものではないかと考えた。特異点の規則的配列が境界の方向と強く関連していることも、特異点の規則的な配列が領野境界の影響によるという考えを支持している。観測された方位特異点の境界領域における配列は、方位コラムと境界との直交性を最大にするようなものであることから、方位特異点の規則的配列と直交性の間には密接な関係があると思われ、両者とも同じ原因によるのではないかと考えられた。そこで、(1)境界の効果を入れた自己組織化的パターン形成によって、観測されたような方位特異点の配列と直交性の両者が再現できるかを、コンピュータ・シミュレーションにより検討した。その結果、境界付近で皮質内における水平方向の興奮性と抑制性の相互作用の形が一致しないときにのみ、実験で観測されたような方位特異点の規則的配列と、方位コラムと境界の直交性の両者が再現された。

以上、本論文はネコの17/18野の境界の近傍では方位特異点が規則的なパターンをなして配列していることを明らかにした。本研究はこれまで未知に等しかった、方位特異点の大域的な配列構造を明らかにし、領野の境界が機能マップのパターン形成に強い影響を及ぼしている可能性を示唆した点で、大脳皮質における機能マップの構造と形成の理解に重要な貢献をなすと考えられ、学位の授与に値するものと考えられる。