

氏 名	うんの 海 野 俊 平
学位の種類	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 2719 号
学位授与の日付	平成 16 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 生 物 科 学 専 攻
学位論文題目	Neuronal Activities Selective to Shapes Defined by Motion Signal in the Temporal Cortex of the Macaque Monkeys. (マカクザル側頭葉における動きを手がかりとする図形に選択的な神経細胞活動)
論文調査委員	(主 査) 教 授 三 上 章 允 教 授 森 明 雄 教 授 林 基 治

論 文 内 容 の 要 旨

物体を識別するときは、その物体を背景から分離することが必要である。この背景からの分離過程には、明るさ、色、テクスチャ、奥行きや動きなどの違いの情報が手がかりとして使われる。なかでも動きの違いは、強力な形態知覚の手がかりとなるが、その神経機構は解明されていない。そこで申請研究では、動きを手がかりとする図形知覚の解明を目指した。まず、ランダムドットの動きを手掛かりとする図形 (shape-from-motion: SFM) の弁別課題を訓練したアカゲザルを用いて行動実験を行い、サルによる SFM の知覚特性を調べた。つぎに、この行動実験の結果にもとづいて課題遂行中のサルの側頭連合野から神経細胞活動を記録・解析した。サルによる知覚と細胞活動との対応を調べるとともに、上側頭溝の上壁と下壁における細胞応答特性の比較を行い、形態情報と運動情報の流れとそれらの統合について検討した。

その結果、以下の点を明かにした。(1) ランダムドットの密度が減少すると、正答率が低下し、反応時間が延長する。ドットの動きの速度が遅い条件では速い条件より正答率が低い。これらの傾向は、ヒト被験者を用いて行った行動実験の結果とほぼ一致する。(2) 上側頭溝には、明るさを手がかりとした図形と SFM による図形で、同様の選択性 (cue-invariant な図形選択性) を示す細胞が多く存在する。これらの細胞は、ドット密度を変化させたときの正答率の変化と対応し活動レベルも変化を示す。(3) 上側頭溝上壁には、動きの方向のみに選択性を持つ細胞が多く、下壁には cue-invariant な図形選択性を示す細胞が多い。動きと形に対する選択性を同時に示す細胞は、上壁と下壁の両方に同程度存在する。

以上の結果から以下の点が示唆された。(1) アカゲザルとヒトが SFM の知覚に関して同様の神経機構を持つこと。(2) 下壁に存在する cue-invariant な図形選択性を示す細胞が、SFM の cue-invariant な知覚には直接寄与していること。(3) 上壁の細胞は SFM の cue-invariant な知覚には直接寄与していないが、動きと形の情報統合過程に寄与すること。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

脳内の視覚情報処理においては、動きを含む空間情報は頭頂連合野で、形態情報は側頭連合野で処理されと考えられている。しかし、統一した物体の理解には分離された情報の統合が必要である。側頭葉の中央を走る上側頭溝 (STS) の前方領域は、第 5 次視覚野を経由して運動情報を受け取るとともに、第 4 次視覚野、下部側頭回を経由して形態情報を受け取ることが知られている。また、STS の前方領域から細胞活動を記録すると動きと形態の両方の要素に選択性を持つ活動が記録されている。従って、STS は情報統合の候補として有力な脳領域である。申請研究は、この STS をターゲットとし、動きの情報処理ができなければ形を見ることのできない Shape-from-motion (SFM) 条件を用いることによって、動き情報と形の情報の統合の問題に取り組んだ。また、形の弁別課題を用いることにより、サルとヒトの知覚を比較し、さらに、サルの行動と神経細胞活動の比較を試みることにより、ターゲット領域の神経細胞活動の役割についてアプローチを試みた。これらの問題設定と用いた研究手法は適切なものであると評価できる。

一連の研究の結果、明るさの手掛かりと動きの手掛かりの両方で同じ図形に選択性を示す細胞が STS の下壁に存在し、

こうした性質を持つ細胞は、サルの正答率が高いと図形選択性が高く、サルの正答率が低いときには図形選択性が低いことを示した。この結果は、手掛かりに依存しない図形知覚にはSTSの下壁が重要であることを示した。一方、STSの上壁には図形選択性を持たず、動きの方向に選択性を示す細胞があり、STSの前方領域に動きの情報はもたらされていること、また、図形と動きの方向の両方に選択性を示す細胞がSTSの上壁と下壁にほぼ同率に存在することを示した。このデータはSTSが動きと形の情報の統合領域であること、さらに、形と動きの方向の両方を弁別する課題を用いれば上壁の細胞の寄与が増す可能性が高いことを示した。

以上のように、申請研究は運動情報と形態情報の統合過程について、適切なテスト条件で詳細に検討し、その脳内機構について細胞レベルで多くの知見を示したことは評価された。特に、課題遂行中の動物で手掛かり刺激に依存しない図形選択的細胞活動が正答率とほぼ平行に変化すること、また、STS上壁と下壁の役割の違いを明確にした点は高く評価された。以上の評価に基づき、申請論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認めるとともに、論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。