

氏 名 杉 原 弘 記

学位（専攻分野） 博士(理学)

学 位 記 番 号 総研大甲第559号

学位授与の日付 平成13年9月28日

学位授与の要件 生命科学研究科 生理科学専攻

学位規則第4条第1項該当

学 位 論 文 題 目 Neural responses to the simulated 3D-orientation of  
rotating planes in area MSTd of the monkey

論 文 審 査 委 員 主 査 教授 伊 佐 正  
教授 小 松 英 彦  
教授 森 茂 美  
助 教 授 金 桶 吉 起  
教 授 三 上 章 允 (京 都 大 学)

Motion is a powerful source of three-dimensional (3D) information about visual objects. For example, we can easily identify the structure of rotating objects solely on the basis of motion signals. This phenomenon is called Structure-From-Motion (SFM) perception. But the neural mechanisms underlying SFM have not been fully clarified. In the present study, he studied if the dorsal division of the medial superior temporal area (MSTd) in the macaque, which contains many neurons sensitive to complex motion stimuli, has activity related to SFM processing. As the simplest form of 3D structure, he chose a planar stimulus, and examined the relation between the neural responses and the simulated 3D-orientation of the plane defined by motion cues.

He recorded from 114 MSTd neurons while monkeys were performing a visual fixation task. These neurons responded to a basic set of optic flow patterns such as translation, expansion/contraction, and rotation. He examined responses of these neurons to rotating plane stimuli that were composed of random dots and that simulated rotating planes with various 3D-orientations. The simulated 3D-orientation can be characterized by two parameters, namely, tilt and slant, and he examined whether the MSTd neurons exhibited selectivity to these two parameters.

He found that most MSTd neurons tested (97 out of 114) responded to the plane stimuli, and many neurons (65 out of 97) exhibited selectivity to tilt and/or slant. Of 97 neurons, 18% (17/97) were selective only to tilt, 24% (23/97) only to slant, and 26% (25/97) to both. Certain stimulus components such as local translation, local speed, local speed gradients and distribution of velocities vary together with the change in the tilt and/or slant. However, control experiments have rejected the possibility that selectivity is explained solely by the sensitivity to such components.

These results suggest that MSTd neurons are sensitive to stimulus features specific to the simulated 3D-orientation of the rotating plane stimuli and suggest that area MSTd is involved in SFM processing.

## 論文の審査結果の要旨

出願者は立体視の脳内機能に関する研究を行っている。視覚情報処理過程において外界の3次元情報は一旦網膜上の座標位置に対応する2次元情報に圧縮されるが、脳はその2次元情報をもとに3次元世界の再構築を行っている。この2次元情報から3次元世界を再構築するためがかかりとして視差情報やテクスチャーなどについては多くの研究がなされてきているが、それらとともに運動から構造を再構築する過程(structure from motion = SFM)は大変重要であるにも関わらずその脳内機構についてはあまり研究が進んでいない。

出願者はランダムドットパターンを回転させて様々なtiltやslantをもつ平面に見えるような視覚刺激を注視を実行している覚醒マカクザルに提示し、大脳皮質MSTd野のニューロン活動を記録し、知覚される面の方向を符号する活動が記録されるかどうかを調べ、その活動を詳細に解析することで、SFM過程におけるMSTd野の役割を明らかにしようと試みた。

その結果、3頭のニホンザルから114個の単一ニューロン活動を記録し、うち97個が今回提示した面刺激に応答を示した。そしてそのうち65個がtiltないしはslantに感受性を示した。18個(17%)はtiltのみ、23個(24%)はslantのみ、25個(26%)は両方に感受性を示した。特にslantに感受性を示すニューロンは小さなslantによる強い感受性を示す細胞と大きなslantに感受性を示しつつtiltにも感受性を示す細胞の2群に大別できる傾向があった。このことは様々なslantの検出過程がこれら2群のニューロンの活動によるpopulation codingによって行われている可能性を示唆する。またこれらのニューロンの画像の局所の点の移動やその速度、速度の勾配に対する応答だけでは画像全体の応答は説明できず、今回示した面の傾きに関する選択的応答は、これら局所的な視覚刺激の要素に対する応答によるのではなく、それらを統合し、新たに面の検出が行われたことを示すものであると結論された。

従って、今回の研究からMSTd野は視覚処理過程の前段階であるMT野で検出された局所の動きに関する情報を統合して面の傾きに関する情報を生成する過程に関与しているということが明らかになった。

本研究は「運動からの構造構築(SFM)」による立体視の生成過程におけるMSTd野の役割を明快な方法で明らかにした点で視覚情報処理研究に対して大きな寄与をしたといえる。

従って本論文は学位論文として十分な内容を備えていると判断された。

試験において出願者は研究結果に関して明快な説明を行い、質疑応答においても研究結果及び関連領域に関して十分な知識と理解力をもって的確に答えることができた。また論文は明快な英語で書かれており、英語力は十分と判断された。尚、本研究の結果は国際誌に投稿されており、acceptableとのことで改訂中である。

以上の結果を総合し、審査委員会は出願者が学位を授与するに値すると判断した。