

論文審査の結果の要旨

氏名 天野 薫

本論文は6章からなり、心理物理計測とMEG計測を並行して行うことにより、運動視知覚の神経機構を検討している。第一章では、運動視情報処理の階層性を述べ、本論文の研究課題の位置付けを行っている。運動視情報処理における第一段階の処理は、局所的な運動方向と速度を様々な空間位置において検出することである。続いてこれらの局所運動を空間的に統合することにより、全体的な運動(グローバル運動)が知覚される。運動情報は最終的に形態情報や色情報などと統合され、完全な視覚像が構築される。本論文ではこの流れに従い、視覚運動処理過程を検討している。

人間の知覚機構を研究する主な手法として、心理物理学的手法と非侵襲脳機能計測があげられる。前者は、刺激パラメータの変化に伴う知覚の変化を定量化する手法で、後者はMEG、fMRIに代表される脳計測法である。MEGやfMRIを用いた研究は、様々な刺激やタスクに特化した脳部位の特定を目的とする場合が多いが、それだけでは情報処理のメカニズムまでは明らかにならない。そこで本論文では、刺激パラメータを変化させた際の知覚変化と脳活動変化の対応関係を調べることにより、運動情報処理の各階層における神経機構を検討している。

第二章では、運動のオンセットに誘発されるMEGの方向選択性および、MEGと知覚速度の対応関係を、運動視順応を用いて検討した。本論文では、拡大または収縮方向に運動する半同心円刺激を用い、順応条件、非順応条件の双方において、複数の速度で動く運動のオンセットテスト刺激に対するMEGおよび知覚速度を計測している。運動のオンセットに誘発されるMEGの発生源は主としてMT野に推定され、順応によって、ピーク潜時はほとんど変化しなかったが、ピーク強度はいずれの運動方向に関しても減少した。順応によるMEG強度の減少は、テスト刺激が順応刺激と逆方向に運動する場合に比べて、同方向に運動する場合に有意に大きかった。さらに、これらのMEG強度変化が知覚速度の変化と類似していたことから、MEGは方向選択性細胞の活動量の総和を計測しており、それと知覚速度が対応することを示した。

第三章では、運動速度の増大に誘発されるMEGと速度弁別閾値の関係および、両者に対する順応の影響を検討している。四つのベース速度(速度変化前の運動速度)からの40%あるいは80%の速度増大によって誘発されるMEG応答を計測するとともに、各ベース速度における速度弁別閾値を心理物理学的手法により計測し、両者を比較した。MEGおよび弁別閾値の計測は、順応有、無の各条件において行った。その結果、40%の速度変化に対するMEG強度は、速度弁別閾値と逆比例し、感度とは正比例することを明らかにした。さらに、順応によって、MEG強度が増大する一方で、弁別閾値が減少したことから、速度変化に誘発されるMEG強度と弁別感度の相関を裏付けた。

第四章では、MEGとRTを比較することにより、運動視情報の検出過程を検討した。空間的

にランダムに配置されたドットのランダム方向への運動が、一部(20, 40, 80%)のドットの運動方向のみ一定で他はランダムであるコヒーレント運動に変化する刺激を用いることにより、局所運動の空間的統合によるグローバル運動の知覚という、最終段の処理までを含めた運動視情報処理の過程を扱った。多数の先行研究において、刺激強度の増大に伴い、ピーク潜時とRTの双方が減少するものの、ピーク潜時の変化はRTの変化に比べて小さいことが報告されている。本論文では、Integrator modelと呼ばれるモデルを採用すると、MEGの応答波形からRTの変化をほぼ完全に説明できることを明らかにした。この結果、脳活動の時間積分が閾値を超えた時刻に運動刺激の検出がなされる可能性を示した。

第五章では、運動視知覚の発展として、視覚情報の統合過程を扱った。輝度、色、形態、奥行き、運動などの視覚情報は、異なる領野において処理された後、それらが統合されて、一つの物体としての知覚が成立することが知られている。この統合過程(Binding problem)についてはまだほとんど明らかになっておらず、脳研究の最重要課題の一つと考えられている。本論文では、色運動非同期錯視と呼ばれる錯視を用いて、知覚的同期に基づく色と運動の統合過程について検討した。MEGをウェーブレット解析することにより、ガンマ帯における相互作用が、知覚的同期の条件において有意に大きくなることから、ガンマ帯の活動が運動情報と色情報の統合に関与している可能性を示した。

第六章では、以上四つの実験のまとめと総合考察を述べている。なお、本論文第2,3章は、栗木一郎、遠藤博史、大脇崇史、西田眞也、武田常広、第4,5章は西田眞也、武田常広との共同研究であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士(科学)の学位を授与できると認める。