

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	①／乙 第 号	氏 名	岩間 清太郎
論文審査担当者：			
主査	慶應義塾大学教授	博士（工学）	牛場 潤一
副査	慶應義塾大学教授	工学博士	岡 浩太郎
	慶應義塾大学教授	博士（工学）	舟橋 啓
	慶應義塾大学教授	博士（工学）、博士（医学）	満倉 靖恵
(論文審査の要旨)			
<p>学士（工学）、修士（工学）岩間清太郎君提出の博士学位請求論文は、「Cortico-cortical coupling of neural oscillations underlying human sensorimotor control（ヒトの感覚運動制御を支える大脳皮質間の律動的結合）」と題し、全4章から成る。ヒトの脳は、機能ごとに分かれた複数の領域が互いに影響を及ぼし合っており、巧みな身体運動を生成している。しかし、複数の脳領域が具体的にどのような関係性をもって相互に作用し、実際の身体運動を特徴づけているか不明な点が多い。本論文では、大脳皮質活動を頭皮上から多点脳波計測し、機械学習による波形分類、信号間の位相差解析、ならびに反復的経頭蓋磁気刺激法を用いた摂動実験を通じて、左右の大脳皮質体性感覚運動野（Sensorimotor Cortex、以後SMC）が機能的に連携して身体運動情報を処理していることを明らかにしている。</p> <p>第1章は序論で、身体運動の生成に関する神経機構について、これまでに生理学研究によって明らかにされてきた知見が紹介されている。また、ヒトの身体運動を評価するための実験手法について述べられている。最後に、非侵襲的な脳活動計測法の1つである頭皮脳波が、巨視的な神経細胞群の律動的な活動を反映していることについて言及しながら、本研究の目的が述べられている。</p> <p>第2章では、3種類の一側上肢運動（手指の屈曲、伸展、共収縮）を遂行している被験者から頭皮脳波を多点計測し、機械学習分類器の1つであるランダムフォレスト・アルゴリズムを適用して、遂行中の運動タイプを頭皮脳波から同定した研究について述べられている。学習済みの分類器を解析し、安静と運動の二状態の判別には、運動肢に対して対側の大脳半球 SMC 由来の脳活動が大きく貢献していた一方、3種類の運動タイプを判別するためには、運動肢に対して同側の大脳半球 SMC 由来の脳活動が必要であることを明らかにしている。すなわち、運動の出力そのものと、運動の種類を決める脳領域は左右の半球に分かれて分布し、それらが連携して一側上肢運動を生成していることを見出している。</p> <p>第3章では、両手指逆位相タッピング課題を遂行中の、頭皮脳波と運動成績の関連について検討した研究について述べられている。課題開始前に左右の大脳半球 SMC 由来の律動的脳活動に関して位相同期性を調べ、直後に行ったタッピング課題の遂行成績との関係を検討した結果、脳活動の位相同期性が高いほど、両指のタッピング運動が順位相に遷移しやすいことを見出している。左右の大脳半球 SMC に共通入力を与える脳領域の1つである、補足運動野に反復的経頭蓋磁気刺激法により摂動を与えたところ、前述の関係性は消失したことから、補足運動野が左右の SMC 活動の位相同期性を調節し、SMC の位相非同期的な活動が巧緻な手指運動の生成に貢献していることを明らかにしている。</p> <p>第4章は結論である。本研究を総括するとともに、非侵襲的な脳活動計測である頭皮脳波の計測限界や、非侵襲的な経頭蓋磁気刺激法の刺激範囲の広さといった実験手法上の課題に触れつつ、今後のヒト神経科学の展望を述べている。</p> <p>以上、本論文の成果は、左右両側の体性感覚運動野の活動が相互に作用しながら、ヒトの巧みな身体運動を生成していることを生理実験によって明らかにしたことであり、身体運動を支える神経機構の理解、ならびに、運動学習や神経リハビリテーションの発展に寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（理学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>		