

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	㊶／乙 第 号	氏 名	松谷 良佑
論文審査担当者：			
	主査	慶應義塾大学准教授	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
		慶應義塾大学准教授	博士（工学） 舟橋 啓
		慶應義塾大学教授	工学博士 本多 敏
（論文審査の要旨）			
<p>学士（工学）、修士（工学）松谷良佑君提出の学位請求論文は、「Behavioral correlates of corticomuscular coherence and its underlying neural circuitry（脳波筋電図コヒーレンスの運動学的特性とその神経回路基盤）」と題し、全4章から成っている。</p> <p>ヒトが骨格筋を持続的に収縮させている時、運動指令の生成を担う大脳皮質運動野の神経細胞群は、約20 Hzで同期的に活動することが知られている。また、この同期的神経活動は皮質脊髄路を經由して骨格筋へ伝達されるため、骨格筋の収縮強度もまた約20 Hzで変動している。この時、運動野の活動を頭皮脳波によって計測し、収縮筋から得られた表面筋電図に含まれる振幅変調成分との間でコヒーレンス（Corticomuscular coherence、以後CMC）を求めると、当該周波数帯域で統計的に有意なピークが得られる。このピーク値は運動神経系の活動の律動性を表す指標として現在広く用いられているが、その運動機能上の意味については不明な点も多い。本論文は、CMCの強度が時間変動することに着目し、CMCが高強度になる時間帯において運動反応時間が延長することを明らかにした。また、運動野や末梢感覚神経に対してパルス状の電磁気刺激を与え、これによって誘発される神経応答を解析することによって、CMCに関与する皮質脊髄内の神経回路を同定した。</p> <p>本論文の第1章は序論であり、ヒトの脳における随意的な身体運動の生成過程、身体運動の生成過程で生じる頭皮脳波や表面筋電図の時系列信号としての特性、およびサルやヒトを対象としてこれまでに明らかにされてきたCMCの神経機構について概説している。</p> <p>第2章では、提示された音刺激に反応して筋収縮強度を突発的に上昇させる聴性運動反応課題を設定し、CMCと反応時間の関係について検討している。CMCが観察される被験者とそうでない被験者の間では反応時間の差は認めなかったが、これには体格差や運動経験の差が影響していると考え、同一被験者内におけるCMCの時間変動との関係を調べたところ、CMC発生時に反応時間が有意に延長することを見出した。</p> <p>第3章では、電気生理学的実験によってCMCの背後にある神経基盤を検討している。まず二連発パルス経頭蓋磁気刺激法によって、大脳皮質運動野にある抑制性介在神経細胞の活動強度を計測したところ、CMCと同一周波数の脳波振幅との間に正の相関を認めた。また、末梢運動神経軸索束を二連発電気刺激することによって脊髄内レンショウ細胞の活動強度を計測したところ、CMCとの間に正の相関を認めた。以上のことから、大脳皮質運動野で生成された律動的神経活動は、骨格筋に伝達される過程で脊髄内回路によって修飾され、CMCを形成しているものと考えられた。</p> <p>第4章では、本研究を総括するとともに、ニューロフィードバック等の神経修飾技術を用いたCMC強度の調節が運動技能の向上に貢献する可能性について述べている。また、その実現に向けて必要な検討項目（例えばCMC強度と運動技能の間の因果性についての実証や、CMCの運動学上の効果量を考慮したスポーツ動作の選定など）について、主な課題を挙げながら言及している。</p> <p>以上、本論文の成果は、筋収縮中に観察される頭皮脳波と筋電図の間の同期的、周期的な信号構造が運動反応時間の延長に関連していることと、その背後に大脳皮質および脊髄内の抑制性神経回路が関与していることを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や制御を目指した運動生理学研究の更なる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>		