

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	武見 充晃
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
		慶應義塾大学名誉教授	工学博士、医学博士 富田 豊
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士（工学）、修士（工学）武見充晃君提出の学位請求論文は、「Physiological Characterization of Event-Related Desynchronization in Human Electroencephalogram（ヒト頭皮脳波における事象関連脱同期の生理学的特性）」と題し、全4章から成っている。</p> <p>成人の脳を構成する神経細胞は、修復能や再生能が著しく低下しているため、脳卒中による部分損傷は完治せず、運動障害が半永続的に残存する。ブレイン・マシン・インターフェース（以後、BMI）を用いた神経リハビリテーションでは、不活性化した大脳皮質運動野の活動状態を頭皮脳波という表層的な信号から推定し、実時間で電動装具やディスプレイを応答させて脳に状態フィードバックを与えることで、運動神経系の再活性化をうながす手法がとられている。本論文は、頭皮脳波が運動神経系の興奮性を実時間で表現していることについて、神経生理学的な実証研究を通じて明らかにし、その工学利用の妥当性を裏付けた。</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の時系列信号としての特性、および脳卒中片麻痺の運動機能回復に必要な神経経路とその活性化の必要性について概説している。</p> <p>第2章では、身体運動の脳内準備過程で頭皮脳波上に観察される事象関連脱同期（Event-Related Desynchronization, ERD）が、大脳皮質から脊髄運動神経群へ至る皮質脊髄路の興奮性を反映していることについて、経頭蓋磁気刺激法を用いた電気生理学的実験により明らかにしている。単一パルスによる評価では、ERDの振幅依存的に皮質脊髄路の興奮性が増加することを確認したほか、二連発パルスによる評価では、一次運動野内に存在するGABA作動性抑制性介在神経の脱抑制が、その興奮性の増加に関与していることを示した。なお、セロトニン作動性介在神経については、本実験が持つ検出感度以下の応答であり、その影響は限定的であった。</p> <p>第3章では、筋収縮をともしない身体運動の脳内準備過程でありながら、筋に直接接合している脊髄運動神経細胞群の興奮性が潜在的に増加することを、実験的に明らかにしている。末梢神経束を皮膚表面から電気刺激することによって発生させた神経活動電位は、運動神経軸索上を逆行伝搬し、細胞体の興奮性に依存して確率的に再度、軸索上を下行して筋収縮反応を引き起こす。このことを利用して、筋収縮の生起確率から脊髄運動神経細胞群の興奮性を調べたところ、身体運動の脳内準備過程で生じるERDの振幅依存的に、脊髄運動神経細胞群の興奮性が増加することを認めた。筋収縮の遅れ時間や振幅から推定される神経細胞サイズには差異が認められなかったことから、安静時に動員されやすい脊髄運動神経細胞群が、選択的にその興奮性を変調させていると考えられた。</p> <p>第4章では、本研究を総括するとともに、ERDを利用したBMIが運動神経系の興奮性を高める神経リハビリテーションとして有用であることを述べている。また、ERDを利用したBMIリハビリテーションは、現在応用が進められている脳卒中片麻痺にとどまらず、不全脊髄損傷をはじめとした神経疾患由来の運動障害を治療する手法として、広く適用が可能であることを指摘している。</p> <p>以上本論文の成果は、非侵襲的な脳活動計測手法である頭皮脳波によって、脳の興奮性を実時間で推定可能であることを明らかにしたことであり、脳卒中片麻痺をはじめとした運動障害に対する神経工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（工学）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	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。 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。		

※ ○○ ○○には審査担当者氏名、△△△△には、「上記審査会委員」等と記載する。