

関西学院大学 研究成果報告

2019年 3月 1日

関西学院大学 学長殿

所属：理工学研究科

職名：博士研究員

氏名：田中 靖人

以下のとおり、報告いたします。

研究制度	<input type="checkbox"/> 特別研究期間 <input type="checkbox"/> 自由研究期間 <input type="checkbox"/> 大学共同研究 <input type="checkbox"/> 個人特別研究費 <input checked="" type="checkbox"/> 博士研究員 ※国際共同研究交通費補助については別様式にて作成してください。
研究課題	□□と□□の□□□□□□□□の□□とそのリハビリ□□
研究実施場所	関西学院大学 理工学部 嵯峨研究室
研究期間	2018年 4月 1日 ～ 2019年 3月 31日 (12ヶ月)

◆ 研究成果概要 (2,500字程度)

上記研究課題に即して実施したことを具体的に記述してください。

Brain Machine Interface (BMI) では、脳(Brain)神経と周辺の信号を利用して機械(Machine)を動かす際の人間との「境界」(Interface)を研究する。リハビリテーションに応用するBMIシステムには、脳からの信号としての脳波(Electroencephalogram, EEG)と、身体運動の基本となる筋骨格運動を司る筋肉の活動の指標としての筋電図(Electromyogram, EMG)との時間周波数次元における相互作用が必須である。我々は運動指令を大脳から発する「自発的運動」課題において、特定周波数帯域における局所的な脳波と特定の筋電のパワースペクトル(ガンマ波)の間で直接の関係を見出した¹⁾。更に脳波における他の周波数帯域について研究した。関西学院大学の学生6人(健常成人男性、20歳代)であった。被験者は椅子に座り、下肢を「足関節リハビリ装置」の上に乗せたまま、踝を自発的に別セッションにて15度、30度、45度上昇した。脳波と筋電の関係を調べるため、脳波(EEG)と筋電(EMG)が同時計測された。脳神経活動計測には脳波計Active 2(Biosemi社、サンプリング周波数2048Hz)を使用した。計測は、標準10-20法に従う16チャンネル(Fp1, Fp2, F3, Fz, F4, C3, Cz, C4, P3, Pz, P4, O1, Oz, O2, T7, T8)計測を行った。信号は、前処理として 60.0 ± 0.5 , 120 ± 0.5 Hzのノッチフィルタで電源ノイズを除去し、更に有効脳波帯域である0.04~200Hzのバンドパスフィルタ処理、そして瞬きアーチファクト除去を行った。脳波解析としてeeglabを用いて独立成分分析を行い、左右半球の運動野(C3, C4, F3, F4)及び体性感覚野付近(P3, P4)のチャンネル毎に、ウェーブレット関数を利用した時間周波数解析を行った。筋電計はMQ16(キッセイコムテック、日本)を用いた。サンプリング周波数2048Hzであった。筋電位計測電極位置は、すべて右前脛骨筋(SENIAM⁸⁾に則る)、前脛骨筋(腓骨上の部分、SENIAMより下の位置)、腓腹筋外側頭、腓腹筋内側頭の4箇所であった⁸⁾。脳波と筋電の統合解析には、データ統合ソフトKineAnalyzer(キッセイコムテック)を使用したトリガー信号を利用した。脳波解析は、トリガーを基準に脳波電極毎の信号を個別の周波数帯域毎にウェーブレット解析を遂行、平均値で標準化した位相関連同期・非同期

解析を行なった。筋電信号は整流後22msec時間窓を使った時間移動平均を求めた (RMS: root mean square method)。脳波と筋電の同時解析では、脳波と筋電の時間周波数解析を行った。ここでは、トリガー信号を基準にして、脳波信号と筋電信号を並置した [縦軸: 脳波は、標準化されたパワー (dB), 筋電は移動平均パワー (mV)]。被験者は、以下の2つの課題を、この順番で行った。(i) 安静課題: 被験者は閉眼状態で安静にしていた。(ii) 自発運動遂行課題: 被験者は下肢を意図的に30度上昇させ、すぐに下降させた。赤のLED信号 (持続時間約0.5msec) をトリガーとして、3秒に一回の頻度で30回この上昇・下降を繰り返した。

□ 1 に対側の一次運動野付近電極 (C3) における脳波と筋電の時系列解析の結果を示す。筋電と脳波のうち δ 波 (0.5~4Hz), θ 波 (4~7Hz), α 波 (8~13Hz), β 波 (13~30Hz)、低 γ 波 (30~50Hz), 高 γ 波 (50~65Hz) を重複して表示したグラフを示す。筋電波形の増減に依存して、増減を繰り返した波形は、 δ 波、 θ 波、そして高 γ 波であった。 β 波にて、弱い逆相関が見られた。アルファ波、低ガンマ波においては、相関は見られなかった。

□ 1 EEG □ □ □ □ ことの □ □ と □ □ の □ □ 。 + + : □ □ □ , - : □ □ □ , 0 : □ □ □ なし。 p : □ □ □ ずれ。

屈曲角	15度	30度	45度
δ 波	+p	++	+
θ 波	++	++	+
α 波	0	0	-
β 波	-	-	-
低 γ 波	-	0	-
高 γ 波	+p	++	0

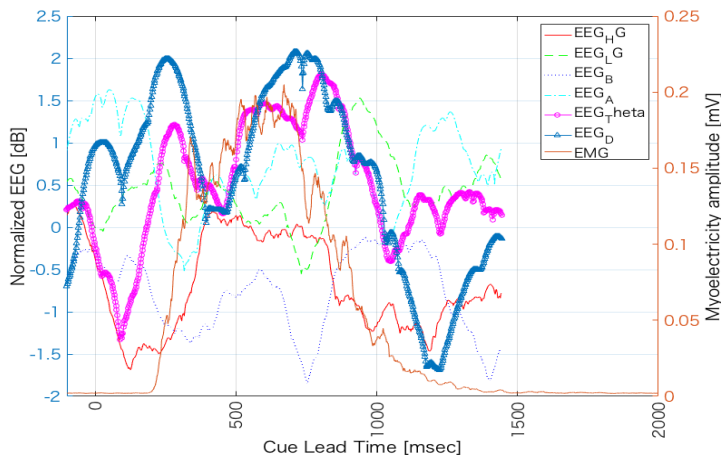


図 1 脳波と筋電の周波数ごとの時系列解析

健常者の下肢の自発運動時の、筋電と脳波を、脳波の周波数ごとに解析し、脳波と筋電の時系列相関を解析した。その結果、脳波低周波帯域では筋電と相関、ベータ帯域では逆相関、そして高 γ 帯域では相関していた。これは、脳が筋肉に対し周波数帯域を利用した通信を行っていることを示唆する。

以上

提出期限: 研究期間終了後2ヶ月以内

※個人特別研究費: 研究費支給年度終了後2ヶ月以内 博士研究員: 期間終了まで

提出先: 研究推進社会連携機構 (NUC)

※特別研究期間、自由研究期間の報告は所属長、博士研究員は研究科委員長を経て提出してください。

◆研究成果概要は、大学ホームページにて公開します。研究遂行上大学ホームページでの公開に支障がある場合は研究推進社会連携機構までご連絡ください。