

2016年度 個人特別研究費 研究成果報告書

所属・職・氏名：理工・教授・嵯峨 宣彦

研究課題：歩行支援のためニューロリハビリテーションシステム開発

研究期間：2016年4月1日～2017年3月31日

研究成果概要（2,000字程度）

足関節リハビリシステムによる他動反復動作時の筋・神経活動の相関

意思として運動意図や運動イメージを検知し、それを基に装置を動作させ、他動運動をさせることで、家庭でも十分かつ簡単にニューロリハビリテーションが可能になるような足関節リハビリテーションシステムの開発を目的として、その実現のため、運動を意図して自ら動作させる自動運動時、その運動イメージなしに本装置によって動作させられる他動運動時および、運動をイメージした状態での他動運動時の脳活動と筋活動を脳波と筋電位によって比較調査した。

実験環境を図に示す。実験参加者は20代の健常男性とした。その実験参加者はできる限りリラックスさせた状態で椅子に座らせ、右脚は足関節リハビリテーション装置の足置きに置き、膝関節は軽くまげておいてもらった。また指定した関節以外はできるだけ動かさないように指示した。また、つま先付近にタイミング指示のためのLEDを配置した。

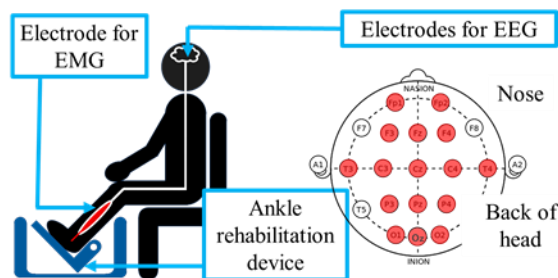


図.実験概要

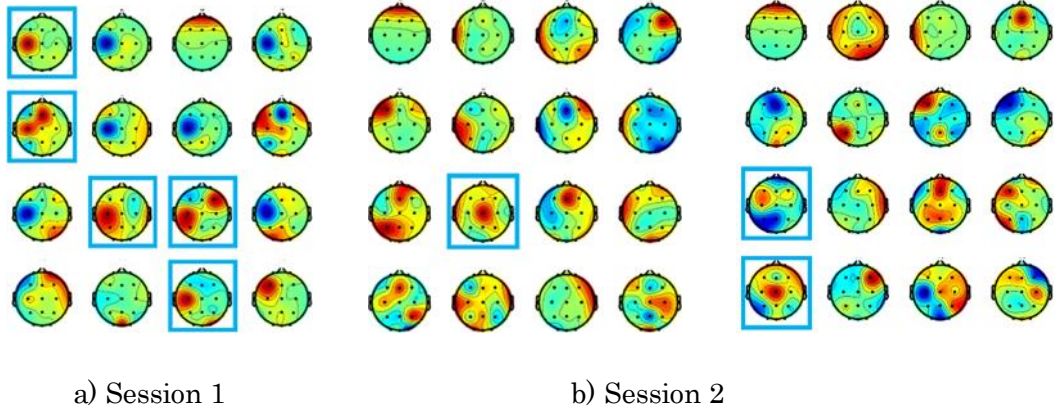
脳波計測には多チャンネルデジタル脳波計測システム (Active Two System, Biosemi 社) を用い、探査電極は拡張10-20法における Fp1, Fp2, F4, Fz, F3, T7, C3, Cz, C4, T8, P4, Pz, P3, O1, O2 に計16個配置した。

各タスクの条件を表に示す。5秒周期でつま先の近くに置いたLEDを0.1秒間発光させた。タスク動作として30deg底屈させた状態から、30degの背屈動作をしてもらった。また川平法の足関節への適用方法を参考につま先を見てもらった。タスク2、タスク3においてシステムが実際に動き出すのは発光してから0.3秒後とした。各タスクは30回行った。

表. 各セッションの

タスク

	Type of Motion	Imaging Motion
Session 1	Active	Yes
Session 2	Passive	No
Session 3	Passive	Yes



Session 3

図. 各セッションの EEG

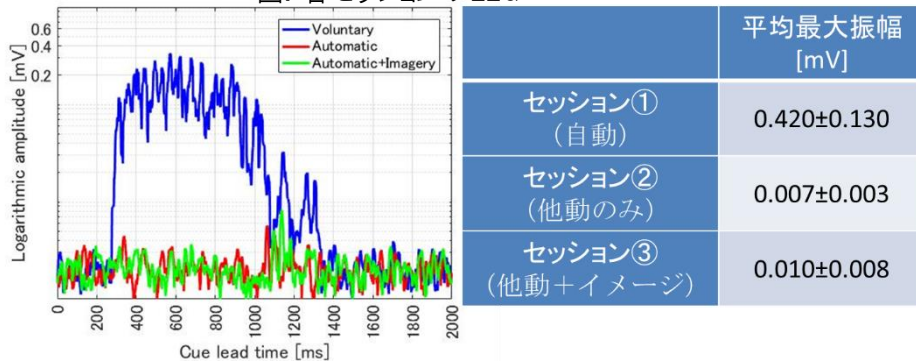


図. 各セッションの筋電位

足関節の他動反復運動により、運動野の活動が励起されているものの、他動運動時は自動運動時に比べ活動量は減少しており、他動運動時でも動作をイメージすることで活動量が上昇することが分かった。これは、他動運動時に脳への刺激が行われており、随意運動実現のための神経回路を再建・強化の可能性を示唆しているものと考えられる。

また、他動運動時には筋電位が検出されなかったことから、現状のように他動運動のみでは筋力強化は難しいと考えられる。

ニューロリハビリテーションシステムのための脳波による運動意図抽出法

足関節リハビリテーションのタスク実行時に特異的に出現する脳波パターンと計測部位を自動抽出のために、よく用いられるメンバシップ関数の頂点の位置で表現したファジィテンプレートではない学習型簡略ファジィ推論を応用したファジィテンプレートマッチング

(Learning Fuzzy Template Matching, L-FTM)法を用いた。 ファジィルールの前件部において、特徴脳波パターンをファジィラベルによって曖昧に定義することで、検出すべき特徴脳波パターンのテンプレートをファジィルールとして柔軟に構築した。

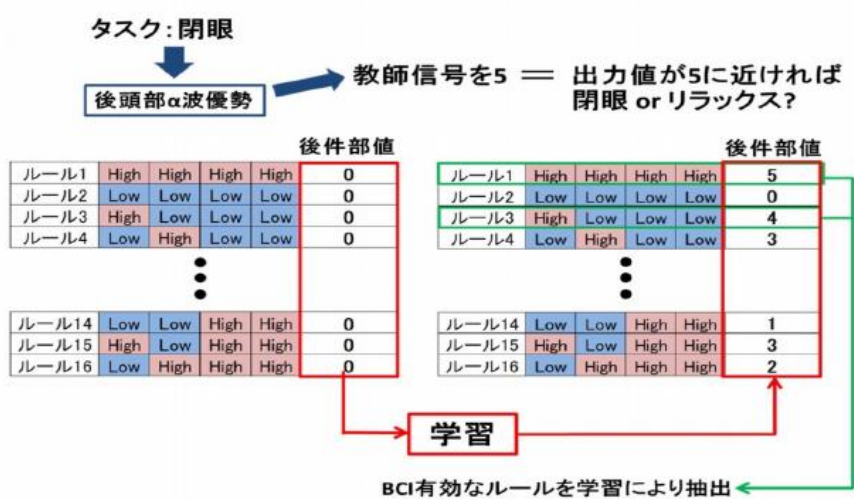


図. L-FTMによる探索型 BCI の概念図

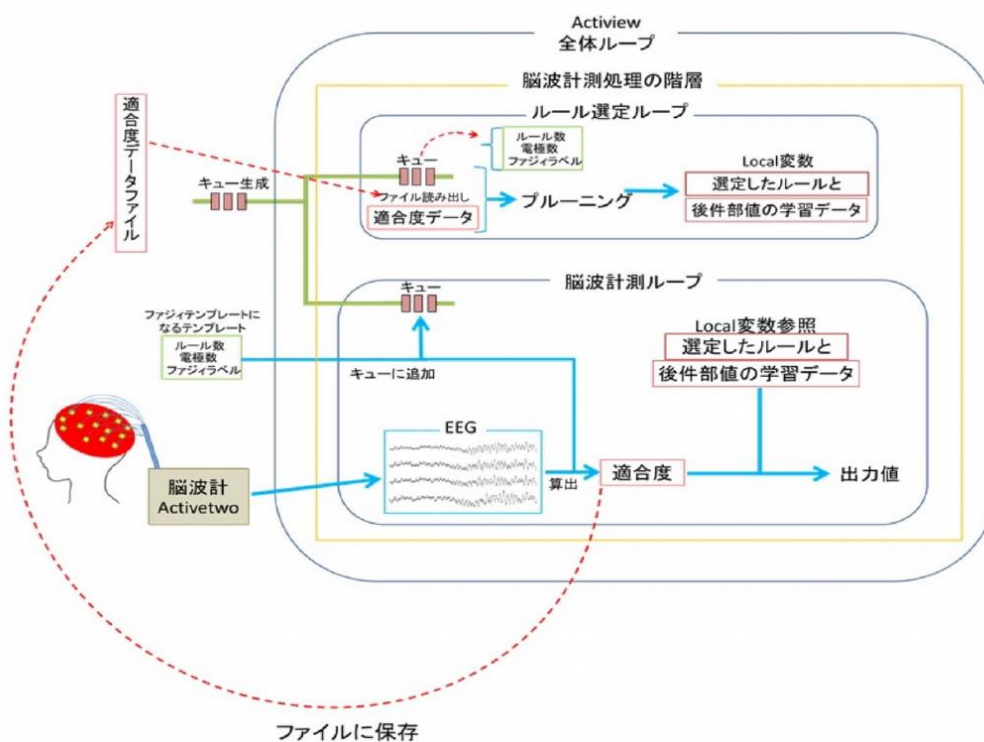


図. L-FTM 法

これにより、事前の知識による解析対象脳波 の限定を厳密にすることなく、探索学習によって、タスク時とノンタスク時で適合度が異なるルールを選別することにより、あるタスク実行時に特徴的な脳波のパターンを抽出することが可能となった。

開発した L-FTM 法を用いて、前述の足関節リハビリテーションシステムを動作させた結果、運動意図の読み取り後にリハビリシステムが動作する結果が確認できた。(知的財産権獲得のため、詳細は省略)

<研究業績>

1. 橋本侑亮, 嵯峨宣彦, 田中靖人, 藤江博幸, 空気圧シリンダを用いた足関節リハビリシステムの反復動作時の脳内神経活動, LIFE2016, 3A2-E04, 2016
2. 橋本侑亮, 嵯峨宣彦, 田中靖人, 藤江博幸, 足関節リハビリシステムによる他動反復動作時の筋・神経活動, 第17回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2016), 3J4-4, 2016.