

BMI 技術「BMI 技術を用いた自立支援、精神・神経疾患等の克服に向けた研究開発」
脳のシステム論的理解に基づく革新的 BMI リハビリテーション機器・手法の開発と臨床応用
～脳卒中片麻痺を中心として～

1) 研究課題名

「脳のシステム論的理解に基づく革新的 BMI リハビリテーション機器・手法の開発と臨床応用～脳卒中片麻痺を中心として～」

2) 所属機関名 / 氏名

慶應義塾大学 里宇 明元

3) 目的

上肢と下肢の多関節複合運動障害の機能回復を BMI によって達成することを目的として、脳卒中片麻痺例を対象として BMI 治療効果を検証するための臨床研究フィールドを構築し、参画機関（東工大、ATR）で開発されるデコーディング技術及びリハビリテーションロボティクス技術を統合して臨床研究を実施する。また、BMI リハビリテーション介入前後で臨床評価と電気生理学的検査を実施し、参画機関（NCNP）が提供する非侵襲多次元脳イメージングと併用することで、介入効果に関する医学的エビデンスを明らかにする。

4) 概要

1. 上肢多関節複合運動回復プロジェクト：片麻痺上肢遠位筋の回復には障害半球が関わることが知られているが、近位筋の回復のために能力が器質的に制限されている障害半球リソースを多く割くことは得策でない可能性があり、「遠位筋の回復には障害半球からのドライブ」「近位筋の回復には非障害半球からのドライブ」というように筋ごとに適切な下行路を選択した新たな神経リハ手法の開発が求められている。従来のリハは、運動指令が到達した最下流の筋そのものへのアプローチに留まっていたため、上位中枢から複数の下行路が存在する冗長な神経システムに対し、神経経路選択的な訓練を施すことは原理的に不可能であった。本研究では運動指令の生成源である脳そのものの状態推定とフィードバックが可能な BMI を用いて、随意運動の生成に必要な脳内情報流路を筋ごとに決定し、神経回路選択的な訓練を可能にする手法を開発する（慶大、東工大）。これにより、上肢多関節複合運動の回復を指向した新たな機能回復型 BMI を創出する（慶大、ATR、東工大）。また、BMI により冗長性を持った脳システムに対する経路選択的機能修飾が行えることを実証するとともに（慶大、NCNP）、MRI 機能構造画像のコネクトーム解析により脳システム全体への影響を明らかにする（NCNP、慶大）。

2. 歩行回復プロジェクト：脳卒中患者の 30% はリハによっても歩行獲得が困難である。歩行可能となった場合でも速度低下や不安定性による転倒の危険性が高く、屋外歩行可能例は 50% 以下に留まる。従来のリハは装具や杖の使用により麻痺肢機能を代償しながら進める手法が主流であったが、麻痺肢の支持性が低い例では介助量が過大であり、歩行訓練が行えず、

機能障害自体の回復は困難であった。また、歩行不能例へのトレッドミル訓練及びロボット歩行における下肢振出しのタイミングの決定は受動的に行われ、他動運動が主体となるため、機能回復効果は少ない。そこで遊脚期開始時の運動野事象関連電位を同定し（慶大、東工大）、それに合わせた外骨格ロボットによる麻痺肢のアシスト（ATR、東工大、慶大）、非侵襲的脊髄刺激による遊脚期筋活動の促通（慶大）、Hybrid 装具+patterned stimulation（慶大）による歩行機能の回復を図る新たな歩行回復 BMI システムを開発し（慶大、ATR、東工大）、包括的な歩行回復戦略の構築を目指す。

5) 実施体制

