

課題B「ブレイン・マシン・インターフェース(BMI)の開発」

日本の特長を活かしたBMIの統合的研究開発

1) 研究課題名

ヒトにおける脳内植込み電極と体内埋設刺激デバイスを用いたBMIの開発

2) 研究代表機関名 / 研究代表者名

日本大学大学院医学研究科 外科系脳神経外科学専攻 片山 容一

3) 目的

DBSは、脳内植込み電極と体内埋設刺激デバイスを用いて、ヒトの脳機能を直接に制御するものである。本研究では、このシステムを利用して、これをBMIに発展させ(BMI-DBS)、神経リハビリテーションを促進する技術としての応用を試みる。

達成目標： ある一定の意図と動作・姿勢に関連して起きる不随意運動(脳卒中後の姿勢時振戦ならびに局所性ジストニアに分類される書痙)を対象として、意図と動作・姿勢を反映する生体シグナルを脳波、近赤外光、筋電図などで検出し、これによってDBSの作動を制御するBMI-DBSを開発する。これは入力型のBMIの一種である。このBMI-DBSを、脳卒中後の片麻痺の神経リハビリテーションを促進する技術として応用する。

4) 概要

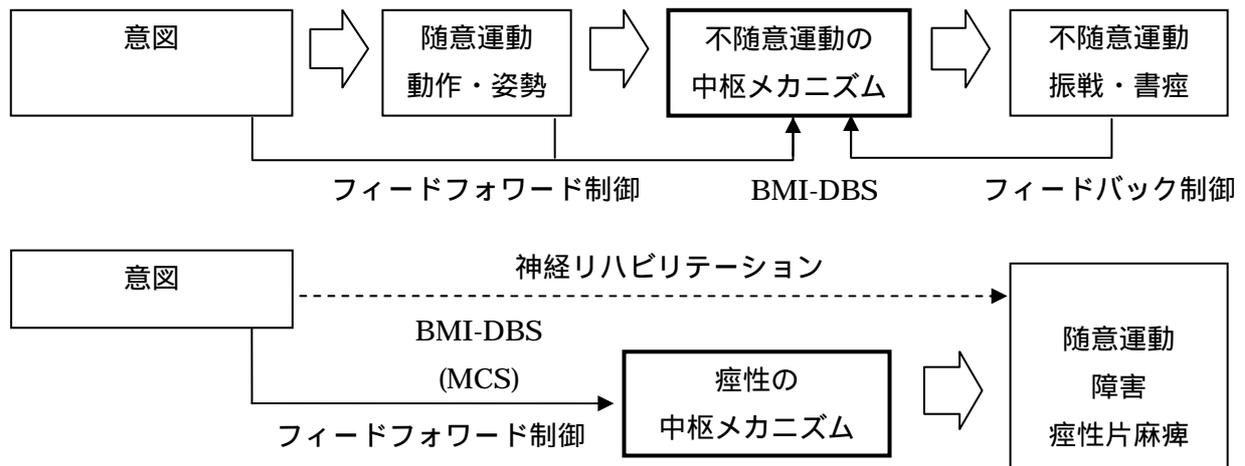
脳卒中後の姿勢時振戦および書痙におけるBMI-DBSの開発

上肢の姿勢時振戦を誘発する上肢の位置を複数の筋電図で筋活動パターンとして検出して刺激をon/offしたり、振戦そのものの筋活動に応じて刺激をon/offしたりするオン・デマンド型DBSを開発してきた。この研究では、脳波および近赤外光によって神経活動を検出し、同じようにオン・デマンド型DBSを駆動させることによってBMI-DBSにまで発展させることを試みる。これまでにDBSのon/offに伴う神経活動の変化を近赤外光で検出できることを明らかにしており、疾病によってはこれを利用してオン・デマンド型DBSをBMI-DBSに展開することが可能と予想される。

脳卒中後の片麻痺の神経リハビリテーションを促進するためのBMI-DBSの検討

これまでの検討からmotor cortex stimulation (MCS)は、脳卒中後の片麻痺においても痙性を著しく改善させることが多いことを確認した。この報告を根拠に、米国では、脳卒中後の回復期における神経リハビリテーションに際して、一時的に植え込んだ電極で大脳皮質運動を刺激し片麻痺の改善を促進する研究が進められ、第2相臨床試験が実施されている。この研究の特色は、上述のBMI-DBSを利用することによって、動作が意図されるときにだけMCSが加えられることである。申請者の経験によると、持続的なMCSは逆に痙性を亢進させる可能性がある。BMI-DBSの応用によって、このような副作用を避けることができると期待される。

BMI-DBS の概念



5) 実施体制

研究代表者

外科系脳神経外科学専攻（神経外科学分野） 教授 片山 容一

共同研究者

生理系神経科学専攻（応用システム神経科学分野）教授 山本 隆充

生理系神経科学専攻（光量子脳工学分野）教授 酒谷 薫

生理系神経科学専攻（応用システム神経科学分野）准教授 深谷 親

生理系神経科学専攻（応用システム神経科学分野）講師 山下 晶子

機能形態学系生体構造医学分野 講師 大島 秀規

脳神経外科学系神経外科学分野 助教 小林 一太

脳神経外科学系神経外科学分野 助教 永岡 右章

脳神経外科学系神経外科学分野 助教 加納 利和

役割分担：片山は BMI-DBS の開発を統括するとともに、研究開発拠点との十分な協力体制を構築する。DBS および MCS は、片山の運営する診療科で実施する。山本は MCS の手術および刺激効果の評価を担当する。山本の運営する研究室には多彩な形態系および機能系のシステム神経科学の研究者が所属しているので、これらの研究者と連携して BMI の基礎について関連する研究を進める。また、山本の研究室は、皮膚上から必要に応じて体内埋設刺激デバイスの on/off ができるオン・デマンド型 DBS の開発のため、神経制御工学および電子工学を専門とする研究者も理工学研究科から参加しており、BMI-DBS の開発に中核的な役割を果たす。酒谷は、浜松ホトニクスの研究者とともに近赤外光による神経活動の計測を担当するとともに、BMI の臨床に関連する研究を進める。深谷は、DBS の手術および刺激効果の評価を担当する。また、脳波および筋電図による神経活動および筋活動を分析し、リハビリテーション医学を専門とする研究者とともにオン・デマンド型 DBS の on/off を指令する信号に変換するシステムの開発を行う。

