

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

「超NIRS解像度脳シグナルを用いた次世代BMIの開発」

2) 研究代表機関名 / 研究代表者名

東北大学大学院生命科学研究所 脳情報処理研究室 飯島敏夫

3) 目的

これまで我々は多点電極を用いてサルの運動野からの脳活動記録を行い、少数のニューロン活動から、出来る限り精度の高いロボットアームの運動を実現するようなBMIシステムの構築を研究してきた。侵襲型の脳活動記録は、組織へのダメージなど、解決すべき問題点はあるものの、時間、空間解像度の高さにおいて、現状では他の非侵襲型の脳活動計測では追従できない。しかしながら近い将来、BMIが広く人間生活に受け入れられるためには、より低侵襲性で、かつ高時空間解像度の脳活動シグナルを取り出し、それにより精度良く動作するBMIの開発が不可欠である。

近赤外光を用いた脳活動の非侵襲計測（NIRS）は今後のBMI開発で大いに実用化が期待されている。しかし現行のものは神経活動そのものでなく、神経活動に連動した代謝性シグナル変化の計測であるため、時間解像力（神経活動から数百ミリ秒遅れ）、空間解像力（約3cm）の点において、素早くかつ正確な運動の制御信号として用いるには難点がある。本研究は、これまで我々が構築してきた侵襲型BMIの基本構造を一部改編し、近赤外光計測と分子プローブの組み合わせで解像度を大幅に改善した脳活動シグナルを入力することにより、非侵襲型BMIへの転換をはかる取り組みである。

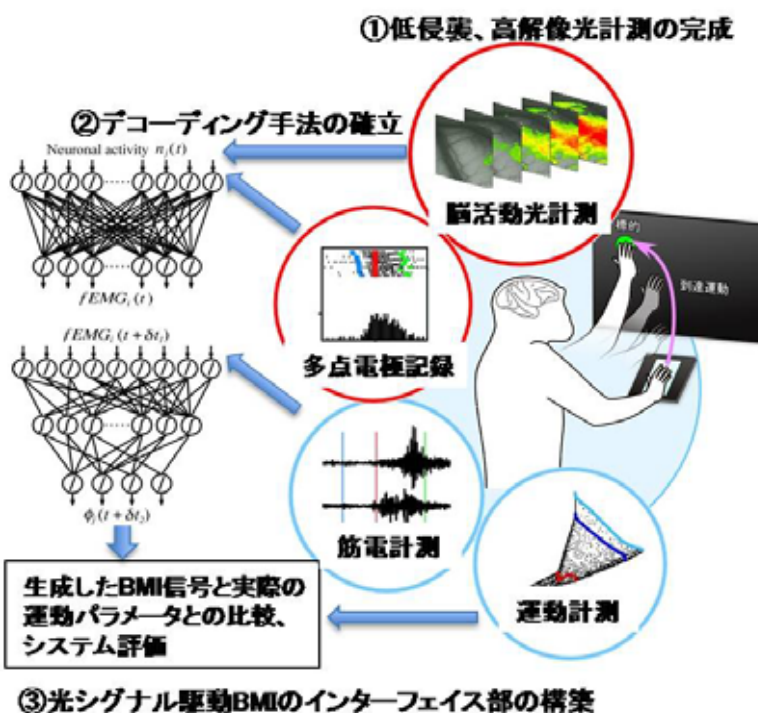
4) 概要

研究の全体像を右図に示す。このシステムを完成させるには図の～の要素の統合が必要である。

今後3年間の取組を記す。

低侵襲、高解像光計測

無機分子プローブ（膜電位感受性色素など）を用いたサル脳活動計測はすでにその技術を確認させているので、近赤外光を励起、発光波長とする現有のプローブを用いて、計測技術のさらなる低侵襲化を図る。光ファイバー光学系、頭蓋骨固定型



イメージセンサーなどを試作し、サルで評価実験を行う。In vivo 計測で実用化される膜電位感受性 FRET タンパクプローブの開発と、その遺伝子を神経特異的に導入するウイルスベクターの開発を加速する。サルでの遺伝子導入、十分な発現を達成し、上肢運動時の脳活動計測結果から評価する。

光シグナルデコーディング手法の確立と 光シグナル駆動 BMI のインターフェイス部の構築
我々はこれまでの BMI 研究で、脳活動から直接機械を動かすよりも、まず筋活動を推定し、それにより動作させる BMI が優れた結果を生むことを見出した。このインターフェイスではニューロン活動から筋電信号を推定するために線形回帰モデルを、筋電信号から肩肘の関節角度を推定するためにニューラルネットワークモデルを用いており、それらを直列結合している。またニューラルネットワークモデルの後段に PD コントローラを付け加えることで運動時と静止姿勢時の精度を向上させる工夫をしている。筋電位推定を介することで制御精度を向上させた実績から、本研究ではまず、高解像度脳活動光シグナルから筋活動を推定するための光シグナルデコーディングとそのインターフェイス部の開発を目指す。次いで筋電位推定を介しない手法も構築、試験、評価を行う。いずれの場合も侵襲型入力との対比を行い、それに近づける、あるいはそれを越えるシステムの完成を目指す。

実施体制：

実施機関：東北大学

代表研究者：飯島敏夫（大学院生命科学研究科 教授）

研究チーム構成：大学院生命科学研究科、脳情報処理研究室（教授 1 名（代表者）、准教授 1 名、助手 3 名、ポスドク 1 名、大学院学生 18 名）

実施にあたり課題 A で採択された研究機関と密接に連携して研究を進めるが、特に項目、
に関しては、すでに優れた技術を有する以下の研究者（機関）とも情報・技術交換の場を実際に設けて、強力に連携研究を推進し、目標達成をはかる。

