

## 平成 27 年度 委託研究開発成果報告書【公開版】

## 1. 研究開発課題名と研究開発代表者名

事業名	脳科学研究戦略推進プログラム	
研究開発課題名	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～（筋骨格モデルを用いたデコーディング手法の開発）	
機関名	国立大学法人東京工業大学	
研究開発 担当者	所属 役職	ソリューション研究機構 教授
	氏名	小池 康晴

## 2. 研究開発成果の内容

## ①骨格モデルによる運動回復

## 1) 多関節複合運動ロボットエミュレータを制御するアルゴリズムの開発

学校法人慶應義塾および株式会社国際電気通信基礎技術研究所との連携により健常者の動作中の筋電図を計測し、関節のインピーダンスと平衡位置を推定した。さらに、これらの推定値を用いて関節のトルクを制御するアルゴリズムを作成し、手首関節のロボットや仮想空間の物体を操作することが可能となった。また、エミュレータを用いて力を操作するタスクを機械学習により獲得できることを示した。この成果は北米神経科学会で発表を行った。

さらに、学校法人慶應義塾と連携して、上肢多関節複合運動の回復を客観的に評価する臨床的評価尺度と動作解析手法を確立するために、健常者が模擬した動作からシナジーを抽出するアルゴリズムを開発し、筋群がまとまって活動するシナジーと呼ばれる活動を基に解析を行った。そして、学校法人慶應義塾で計測された健常者 8 人と脳卒中患者 3 名においてペグ動作を行っているときの筋活動を計測し、被験者毎に複数のシナジーを抽出した。健常者に特有のシナジーや、患者特有のシナジーをクラスター分析により分類した。また、学校法人慶應義塾の協力の下、分類されたシナジーの解析を行った。これにより、個々の筋活動では分かり難い筋活動の違いを健常者と患者で比較することが可能となった。

## 2) 片麻痺患者のための BMI デバイスのリアルタイム制御手法の開発

脳波から信号源推定のアルゴリズムを適用することで、足の動きの元になる筋活動を推定することができた。健常者で確認したところ、筋活動の推定精度は、脳波信号を直接利用するよりも有意に高くなった。

## ②筋骨格ロボットの開発

## 1) 冗長な筋により関節を制御するロボット作成のため、手関節の詳細な筋骨格モデルを作成し、関節角度（平衡位置）やインピーダンスを推定するアルゴリズムを作成した。位置と力を同時に

制御できるアルゴリズムであり、リハビリテーションやパワーアシスト装置に応用可能であるため、家の机の上でも利用できる小型ロボットを設計した。

- 2) 筋骨格の特性パラメータから外骨格ロボットを制御するために必要な情報（姿勢や力）を抽出し、外骨格ロボットを制御した。その結果、トルクを推定するよりも、姿勢とスティフネスで制御する方法がより精度が高いことを実験的に示した（株式会社国際電気通信基礎技術研究所：森本淳と連携）