

国際科学技術協力基盤整備事業（日本－台湾研究交流）  
「バイオエレクトロニクス」「バイオフォトニクス」 課題終了報告書

1. 研究交流課題：「ブレイン・マシン・インターフェースを用いたバイオフィードバックリハビリテーションロボットシステムの開発」
2. 研究期間：平成 26 年 1 月～平成 29 年 3 月
3. 主な参加研究者名：

日本側チーム

	氏名	所属	役職
研究代表者	藤江 正克	早稲田大学	名誉教授
研究者	小林 洋	早稲田大学	招聘研究員
研究者	張 博	早稲田大学	客員主任研究員
研究者	劉 銓権	早稲田大学	招聘研究員
研究者 (H26年1月 ～H27年3月)	中島 康貴	早稲田大学	助手
研究者 (H26年1月 ～H27年3月)	叶 晶	早稲田大学	博士3年生
研究期間中の全参加研究者数 6 名			

相手側チーム

	氏名	所属	役職
研究代表者	Yi-Hung Liu	National Taipei University of Technology	Associate Professor
研究者	Han-Pang Huang	National Taiwan University	Professor
研究者	Hao-Ling Chen	National Taiwan University	Associate Professor
研究者	Jiann-Shing Jeng	National Taiwan University Hospital	Associate Professor
研究者	Wei-Chun Hsu	National Taiwan University of Science & Technology	Associate Professor
研究期間中の全参加研究者数 5 名			

4. 研究・交流の目的

日本と台湾では、脳卒中片麻痺患者が年々増えており、患者と家族の身体的・精神的苦痛が強く、社会に対して重い負担を強いている。その中で、短期間のリハビリテーションにより、運動機能の回復や日常生活の自立および社会復帰を目指す研究が注目させている。日本早稲田大学では、理学療法士の代わりに、片麻痺患者の症状に応じた骨盤動作アシストを実現するリハビリテーションロボットを開発した。また、台北科技大学では、ブレイン・マシン・インターフェースに関する研究により運動イメージを用いる歩行訓練の有効性を確認した。本研究は、日本と台湾の交流研究課題であり、早稲田大学と台北科技大学の共同研究で、リハビリテーションロボット技術とブレイン・マシン・インターフェース技術を交流することにより、運動イメージブレイン・マシン・インターフェースを用いたバイオフィードバックリハビリテーションロボットシステムを開発することが目的である。

## 5. 研究・交流の成果

### 5-1 研究の成果

本研究は、リハビリロボット技術と BMI 技術を融合させることにより、運動イメージを用いたバイオフィードバックリハビリロボットシステムを開発した。具体的には、日本側は、体重免荷機構、骨盤支持機構とトレッドミル機構から構成された片麻痺患者用歩行リハビリロボットを開発し、片麻痺患者の歩行特性に適用する制御アルゴリズムを構築した。さらに、トレッドミルの下にフィルム式の圧力センサを設置し、歩行中に足にかかる圧力の変化を計測することにより、運動イメージトレーニングの入力タイミングと歩行訓練の効果を連続的に計測することができ、歩行リハビリロボットシステムと BMI システムの統合が可能となった。台湾側は、歩行リハビリにおいて左右足の動きに合わせて運動イメージを提示するトレーニング手法や歩行中の脳波データの収集・分析アルゴリズムを開発し、8名の健常者により運動イメージによる歩行リハビリトレーニングの評価を実施した。実験結果から、歩行中の脳波の識別率が最大 83.13%の高い精度を実現し、歩行リハビリの運動イメージ分類が可能となったことを示した。今後、運動イメージトレーニングによる歩行リハビリの検証と評価を継続的に実施する。

### 5-2 人的交流の成果

本研究は、毎年日本-台湾共同シンポジウムを開催したことにより、ロボット開発分野および運動イメージトレーニング分野の技術者に最新技術の交流を促進するとともに、両研究機関の相互協力を推進した。研究チーム以外の研究者や臨床の医師を招待し、臨床における最新情報の意見交換や臨床による評価の検討・ディスカッションを実施したことにより、日本と台湾の関連分野の技術発展および臨床応用を促進した。また、お互いに若い研究者の派遣や受入を通じて、若手研究者の育成を促進した。特に、本共同研究が始まった際に、台湾側から数名の研究者が早稲田の研究室を訪問し、1か月間の共同研究を行った。両研究チームの間でロボットや BMI に関する技術交流以外、地震、台風に関する両国共通の課題についてディスカッションした。同じ問題に対し、お互いの視点が違うことがあり、お互いの文化と考え方を理解したことにより、ロボット技術と BMI 技術の共同研究が効率的に実施できた。これにより、ロボット研究領域と BMI 領域における医療分野の応用が期待され、早稲田大学、台湾科技大学、台湾 ITRI および台湾の企業を含めた共同研究を通じて、新たな交流を計画中である。

## 6. 本研究交流による主な論文発表・主要学会での発表・特許出願

論文 or 特許	・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年、DOI ・特許の場合： 知的財産権の種類、発明等の名称、出願国、出願日、出願番号、出願人、発明者等	特記事項
論文	Jing Ye, Yasutaka Nakashima, Bo Zhang, Yo Kobayashi, Masakatsu G. Fujie, "A Novel Gait Rehabilitation System for Hemiplegic Stroke Survivors Based on FES and a Pelvis Support Robot", IEEE EMBC2014, pp. 3099-3101, 2014	
論文	Jing Ye, Yasutaka Nakashima, Bo Zhang, Quanquan Liu, Yo Kobayashi, Masakatsu G. Fujie, "Development of a Novel Gait Rehabilitation System in Combination of Functional Electrical Stimulation and a Split Belt Treadmill for Hemiplegic Patients after Stroke", IEEE BioRob2014, pp. 701-706, 2014	
論文	Quanquan Liu, Bo Zhang, Yi-Hung Liu, Yu-Tsung Hsiao, Mu-Der Jeng, Masakatsu G. Fujie, "Integration of Visual Feedback System and Motor Current Based Gait Rehabilitation Robot for Motor Recover", 2016 IEEE International Conference on System, Man, and Cybernetics(SMC 2016), pp. 1856-1860, 2016	共著