

戦略的国際科学技術協力推進事業（日本－米国研究交流）

1. 研究課題名：「工学－医学－生理学の融合による革新的リハビリテーション支援技術に関する研究交流」
2. 研究期間：平成22年4月～平成25年3月
3. 支援額： 総額 14,124,000円
4. 主な参加研究者名：

日本側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	小笠原 司	奈良先端科学技術大学院大学	教授
研究者	芳賀 信彦	東京大学大学院	教授
研究者	池田 篤俊	奈良先端科学技術大学院大学	助教
研究者	栗田 雄一	広島大学大学院	准教授
研究者	丁 明	理化学研究所	特別研究員
研究者	高松 淳	奈良先端科学技術大学院大学	准教授
参加研究者 のべ			11名

相手側（研究代表者を含め6名までを記載）

	氏名	所属	役職
研究代表者	Jun Ueda	Georgia Institute of Technology	Assistant Professor
研究者	Minoru Shinohara	Georgia Institute of Technology	Associate Professor
研究者	Joshua Schultz	Georgia Institute of Technology	Ph. D. Student
研究者	Ellenor Brown	Georgia Institute of Technology	Ph. D. Student
参加研究者 のべ			4名

5. 研究・交流の目的

本研究交流は、特定の筋肉のみのアシストを可能とする筋肉リハビリテーション支援技術を構築することを目的とする。具体的には、日本側の運動センシング技術、リハビリ向け筋力制御技術、リハビリテーション医療の観点からの評価技術と、米国側のリハビリ支援デバイス制御技術、生理学的観点からの評価技術を組み合わせ、これまでにない革新的なリハビリテーション支援技術の構築を目指す。

本共同研究で日米が交流を通じて相互的に取り組むことで、実用を意識したリハビリテーション支援システムの研究開発が可能となり、リハビリテーションの質的向上に貢献することが期待される。

6. 研究・交流の成果

6-1 研究の成果

- ・ピンポイント筋力制御を用いたリハビリテーション・トレーニングシステム開発
- 本研究における主たる研究成果である「ピンポイント筋力制御」技術は、リハビリテーションもしくはトレーニングの対象となる特定の筋肉もしくは筋群に対して自由にアシストもしくは負荷をかけることを可能にするものであり、これまでにない新しいヒューマンアシスト技術である。これまでリハビリテーションやトレーニングでは動作が効果的に行えているか評価することが難しく、専門家が経験的に判断するという方法が一般的であ

った。これに対して、本研究では筋肉の活動を推定するために筋骨格モデルを用いたシミュレーションを行い、シミュレーション結果から運動を定量的に評価して、対象者に最適なリハビリテーションやトレーニングを行わせるシステムを構築した。

- ・リハビリテーション現場での臨床実験に向けた検討

奈良先端科学技術大学院大学チームと東京大学医学系研究科チームによって、開発したリハビリテーションシステムの臨床利用に向けた評価・検討を行った。本システムがリハビリテーションに有用であることが確認できた。

- ・スポーツトレーニングへの応用検証

鹿屋体育大学の協力を得て、奈良先端科学技術大学院大学チームによりスポーツトレーニングにおける効果検証実験を実施した。国内でハイレベルに属する大学生スポーツ選手10名に対して上腕のピンポイント筋力制御実験を行い、提案システムの有効性を確認した。

- ・工学-医学-生理学の横断的な研究の取組み

本研究では、日本側でシステムの開発および実験を行い、相手側ではシステムの要素技術となるアクチュエータ制御技術の開発と生理学的検証を行った。世界有数の研究者との共同研究により、これまではシステムを作ることに多くの時間がかかっていたものが、高度な制御技術の適用や実験結果の詳細な検証が可能となった。

- ・社会への波及効果

近年、QOL向上の観点から単なる動作支援に留まらず、必要以上の運動支援やトレーニングを行わず、使用者毎に最適な運動支援やトレーニングを実現するリハビリテーション・トレーニングシステムが必要とされている。本研究で研究・開発を行ったピンポイント筋力制御技術を用いたリハビリテーション・トレーニングシステムでは、特定の筋肉もしくは筋群に対してアシストしたり負荷をかけたりすることが可能となり、リハビリテーション・トレーニングの質的向上に高く貢献できる。

6-2 人的交流の成果

- ・若手研究者および学生の相手国機関への訪問

本研究では特に若手研究者による相手国機関への訪問を積極的に実施しており、本研究推進のために若手研究者もしくは学生が、3年の研究機関のうち370日（延べ日数）も相手国の研究機関を訪問した。

- ・異分野交流

本研究では工学-医学-生理学の連携を掲げており、相手国側の異分野研究者である生理学者との研究交流の実現が重要となる。本研究ではお互いの研究を理解するだけでなく、開かれた議論によって研究分野の違いを理解し合うことを重視した。異なる分野の研究者同士で開かれた議論を行うためには研究者同士が良好な関係を築いていることが重要であり、分野を超えた研究を実施する意思を持った研究者が自発的に関係を構築する必要がある。本研究では若手研究者を中心に、セミナーや研究打合せなどの自発的な関係構築のチャンスを提供し、研究者間の良好な関係構築を実現した。

- ・持続的な研究交流について

共同研究においては相互の意思疎通を十分に行う必要があり、初期段階においては実際に面と向かって打合せや議論を行うことが非常に重要である。本研究期間中に共同研究を遂行するために十分な相互理解が行えたため、テレビ会議システムを用いた打合せでも十分に意思疎通を図ることが可能となった。本研究に関する連携では、この共同研究に必要な下地が十分に整えることができたため、今後も持続的な交流が実現できる。

7. 主な論文発表・特許等（5件以内）

相手側との共著論文については、その旨を備考欄にご記載ください。

論文 or 特許	<ul style="list-style-type: none"> ・論文の場合： 著者名、タイトル、掲載誌名、巻、号、ページ、発行年 ・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 	備考
論文	Ming Ding, Kotaro Hirasawa, Yuichi Kurita, Hiroshi Takemura, Hiroshi Mizoguchi, Jun Takamatsu and Tsukasa Ogasawara, Pinpointed Muscle Force Control via Optimizing Human Motion and External Force, International Journal of Mechatronics and Automation, Vol.2, No. 3, pp.147-156, 2012.	
論文	Yuichi Kurita, Fuyuki Sugihara, Jun Ueda, and Tsukasa Ogasawara, "Piezoelectric Tweezer-type End-effector with Force- and Displacement-Sensing Capability," IEEE Transactions on Mechatronics, Vol.17, No.6, pp.1039-1048, Dec. 2012.	共著 論文
論文	鈴木 隆裕, 池田 篤俊, 高松 淳, 小笠原 司, "把持型触覚提示デバイスをを用いた振動による柔らかさ提示", 日本ロボット学会論文誌, Vol. 30, No. 7, pp. 56-64, Sep. 2012.	
論文	栗田 雄一, 米澤 智, 池田 篤俊, 小笠原 司, "指先接触面の滑り量制御による重量・摩擦呈示デバイス", 日本ロボット学会論文誌, Vol. 30, No.2, pp.89-96, Mar. 2012.	
論文	Jun Ueda, Ming Ding, Vijaya Krishnamoorthy, Minoru Shinohara, and Tsukasa Ogasawara, "Individual Muscle Control Using an Exoskeleton Robot for Muscle Function Testing", IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, Vol. 18, No. 4, pp. 339-350, Aug. 2010.	共著 論文