

二国間交流事業 共同研究報告書

令和4年4月21日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[代表者所属機関・部局]
電気通信大学・情報理工学研究科
[職・氏名]
教授・横井 浩史
[課題番号]
JPJSBP1 20187413

1. 事業名 相手国: 中国 (振興会対応機関: NSFC)との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 柔軟でウェアラブルな手指運動回復システムの開発と制御

(英文) System and Control of A Wearable Soft Hand For Movement Function Rehabilitation

3. 共同研究全実施期間 平成30年4月1日～令和4年3月31日(4年0ヶ月)

4. 相手国代表者(所属機関・職・氏名【全て英文】)

Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of Sciences・
Professor・Zeyang XIA

5. 委託費総額(返還額を除く)

本事業により執行した委託費総額		4,297,501 円
内訳	1年度目執行経費	1,470,001 円
	2年度目執行経費	1,402,500 円
	3年度目執行経費	1,425,000 円

6. 共同研究全実施期間を通じた参加者数(代表者を含む)

日本側参加者等	22 名
相手国側参加者等	7 名

* 参加者リスト(様式 B1(1))に表示される合計数を転記してください(途中で不参加となった方も含め、全ての期間で参加した通算の参加者数となります)。

7. 派遣・受入実績

	派遣		受入
	相手国	第三国	
1年度目	8	0	0
2年度目	1	3	0
3年度目	0	0	0
4年度目	0	0	0

* 派遣・受入実績(様式 B1(3))に表示される合計数を転記してください。

派遣: 本委託費を使用した日本側参加者等の相手国及び相手国以外への渡航実績(延べ人数)。

受入:相手国側参加者等の来日実績(延べ人数)。カッコ内は本委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流実績の概要・成果等

(1)研究交流実績概要(全期間を通じた研究交流の目的・研究交流計画の実施状況等)

本研究は、高効率、安全、携帯可能な手指リハビリシステムの実現を目指し、相手国研究者が手指運動機能を機械的な運動させる装置を、日本側が手指の運動を電気刺激における誘発させる機能的電気刺激装置をそれぞれ開発し、それらの組み合わせにより複合的な手指リハビリ装置の開発について共同研究を実施した。

日本側が担当する機能的電気刺激装置の開発において、手指発現姿勢を自動的に誘発できる前腕多点電気刺激システムを開発した。それを用いた目的運動パターンの自動誘発とモーターポイント追従刺激に関する研究を実施した。パワーネットを用いた柔軟な一体型多点電極を作成し、電極貼り付けに必要な時間を大幅に軽減できるようになった。開発した多点表面電気刺激システムは、陽極と陰極を自由に切り替えられ、刺激電極の組合せを任意に定義できる。また、機械学習の手法を用いて、望ましい手指姿勢を発現させ得る電極パターンを見出すシステムを構築した。さらに、電気刺激にともなう筋疲労を軽減するため、モーターポイント追従型機能的電気刺激を導入した。モーターポイントは、電気刺激において最も低い閾値で強い筋収縮を誘発する部位と定義されている。上腕二頭筋のモーターポイントと肘関節の関節角との関係を定量的に調べて、肘関節角に基づくモーターポイントの追従刺激法を提案し、実験による筋疲労軽減の効果を確かめた。

(2)学術的価値(本研究交流により得られた新たな知見や概念の展開等、学術的成果)

本研究交流で得られた特筆すべき学術成果は、下記の3点がある。

- ① ロボットによる機械的リハビリの長所は手指動作発現の精度が高いことで、短所は筋肉への作用が不明である。一方、機能的電気刺激による電気生理学的リハビリは、直接的に筋肉に作用するが手指動作発現の精度が低い。したがって、双方の長所を発揮するために機械的リハビリと電気生理学的なリハビリを融合する必要性が示唆された。
- ② 個人差があるものの、機械学習を用いて、多点電極の刺激位置から誘発される手指姿勢を推定する可能性が分かった。
- ③ 機能的電気刺激を実施する際に、モーターポイントを標的とした刺激方法は、有効性が高く疲労が少ないことが示された。

(3)相手国との交流(両国の研究者が協力して学術交流することによって得られた成果)

2019年8月双方の研究者がロシア Irkutsk で開催された the 2019 IEEE International Conference on Real-time Computing and Robotics (IEEE RCAR 2019)に参加し、「China-Japan Joint Symposium on Robotic System for Rehabilitation」とのワークショップを行った。また、2021年12月に、「2021 Annual Symposium & Seminar for NSFC-JSPS Scientific Cooperation Program」をオンライン形式で開催した。

(4)社会的貢献(社会の基盤となる文化の継承と発展、社会生活の質の改善、現代的諸問題の克服と解決に資する等の社会的貢献はどのようにあったか)

生体医工学における身体運動機能の回復に関する技術の研究開発は、世界各国から幅広い注目を集めている。とくに上肢の回復に向けたリハビリシステムでは、患者の手の機能を再構築することが、運動機能や生活能力を最大限に回復させることにとって重要な意味を持つ。本研究で目指している手指リハビリシステムは、リハビリの効率を高めることが可能で、患者のQOLを向上させることに貢献できる。

(5)若手研究者養成への貢献(若手研究者養成への取り組み、成果)

本事業を通して、修士学位取得者13名、博士後期課程進学者2名、東郷助教がテニュア・トラック制度にて准教授昇進、など、国際共同研究の推進が若手研究者の養成につながった。

また、当共同研究の成果を用いて学術論文、国際会議発表、国内学会発表を盛んに行った。また、この

研究を機に、トビタテ！留学 JAPAN 奨学金第 14 期生として 1 年間の海外留学(森本)が決定しており、今後研究成果の応用も期待されている。

(6)将来発展可能性(本研究交流事業を実施したことにより、今後どのような発展の可能性が認められるか)

本研究交流事業は、基礎研究として装置の開発と健常者による試験を実施し、装置の基本性能と有用性が確認された。今後、装置の改良を行い、高効率、安全、携帯可能な手指リハビリシステムの実現し、患者による臨床試験を経て実用化につながる可能性がある。

(7)その他(上記(2)～(6)以外に得られた成果があれば記述してください)

例:大学間協定の締結、他事業への展開、受賞、産業財産権の出願・取得など

期間中に、電気刺激装置とその電気刺激方法に関する特許を取得(特許第 10-2225119 号)した。