

二国間交流事業 共同研究報告書

令和6年4月26日

独立行政法人日本学術振興会理事長 殿

[日本側代表者所属機関・部局]
電気通信大学・脳・医工 学研究センター
[職・氏名]
准教授・姜 銀来
[課題番号]
JPJSBP 120217202

1. 事業名 相手国: 中国 (振興会対応機関: CAS) との共同研究

2. 研究課題名

(和文) 下肢の自己調節バイオメカニクスに基づいた機能的電気刺激リハビリ装置の開発

(英文) Development of multi-node electrical stimulation rehabilitation device based on lower limb bionic self-tuning biomechanics

3. 共同研究実施期間 2021年4月1日 ~ 2024年3月31日 (3 年 ヶ月)【延長前】 2021年4月1日 ~ 2023年3月31日 (2 年 ヶ月)

4. 相手国側代表者(所属機関名・職名・氏名【全て英文】)

Shenzhen Institutes of Advanced Technology, Chinese Academy of
Sciences・Professor・Wang Lin

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		4350000 円
内訳	1年度目執行経費	1425000 円
	2年度目執行経費	1425000 円
	3年度目執行経費	1500000 円

6. 共同研究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	13 名
相手国側参加者等	5 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	0	0	(0)
2年度目	0	0	(0)
3年度目	2	2	1(1)

* 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: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)。カッコ内は委託費で滞在費等を負担した内数。

8. 研究交流の概要・成果等

(1)研究交流概要(全期間を通じた研究交流の目的・実施状況)

本研究は、中国科学院(CAS)深セン先進技術研究院(SIAT)と連携し、筋骨格系のバイオメカニクスに基づいた機能的電気刺激による誘発運動を行うことで、高効率・低負荷の下肢リハビリの実現を目的とした。そのため、SIAT は筋骨格系のバイオメカニクスの解析とシミュレーターの開発を、電気通信大学は下多点電気刺激装置の開発を担当した。

日本側が担当する機能的電気刺激装置の開発において、筋肉を選択的に収縮させる多点機能的電気刺激装置の開発を行った。導電性シリコンで作った電極をパワーネットのシートに付着することで、新し構造の多点電気刺激電極シートを開発した。断裂しづらく伸縮性のあるパワーネットを用いることで容易に装着ができ、身体的特徴に対応できる一体型多点電極を実現した。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。近傍探索を行うことでより目的姿勢に近い手指姿勢を得られ、近傍探索を反復する 必要はなく 1 回の近傍探索で十分有効であるとの結果が得られた。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)

- ① 機能的電気刺激による電気生理学的リハビリは、一定的な効果が得られるが、使用性が低いことや、金疲労の早期発現などの課題は残っている。生体のバイオメカニクスに基づいた刺激装置と刺激方法の開発は、課題の解決に繋がることが示された。
- ② 個人差があるものの、機械学習と生理学的知見による探索で、多点電極の刺激位置から誘発される運動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動的刺激方法は、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)

2021 年度と 2022 年度においてオンライン交流を通じて学術交流を順調に進めていた。2023 年7月双方の研究者がオーストラリアのシドニーで開催された the 45th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society にて、共同研究の成果を発表した。2023 年 11 月、2024 年 2 月、3 月に両国の研究者が相手国に訪問し、研究成果の相互確認と今後の研究方針についての議論を行った。

(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。とくに四肢の回復に向けたリハビリシステムでは、患者の運動機能を再構築することが、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組、成果)

本事業では、積極的に大学院生を研究組織に取り入れて研究を進めることとした。そのうち、博士前期課程が6名、博士後期課程が3名であった。博士前期課程6名のうち、4名が学生表彰を受賞し、1名が博士後期課程に進学した。博士後期課程3名のうち、2名が修了要件を満たす研究成果が得られ、今年度学位を取得する予定である。1人は電気通信大学の任期付きに採用され、博士学位取得後に赴任することとなった。

(6)将来発展可能性(本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、携帯可能なハビリスシステムの実現し、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載してください)

SIATと電気通信大学との Collaborative Office Hub を SIAT に設置する協定を締結することとなった。