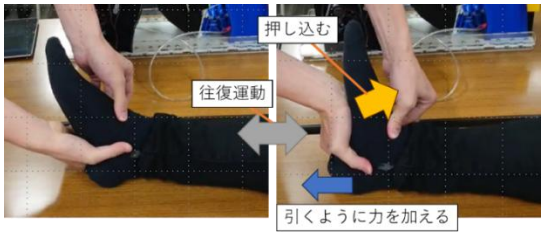
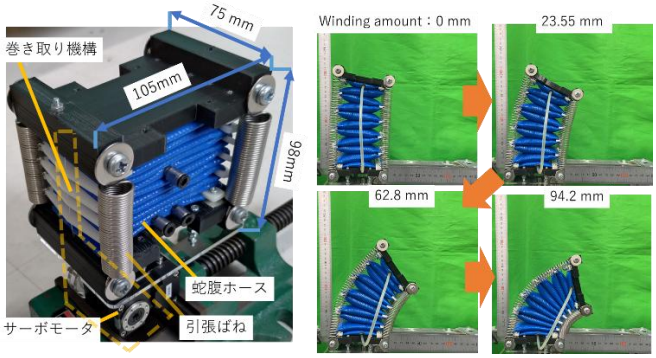
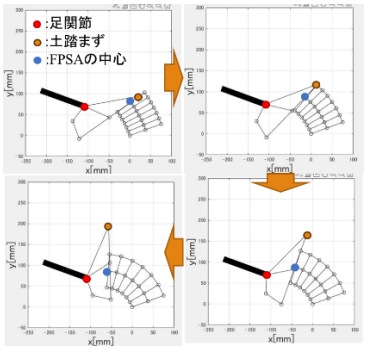
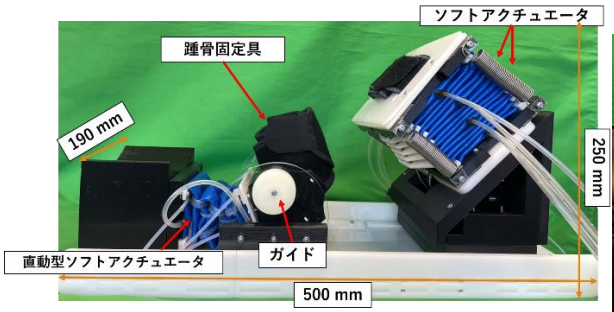
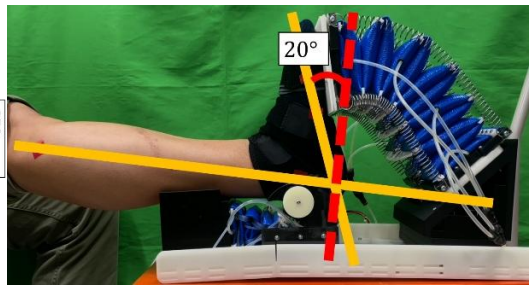
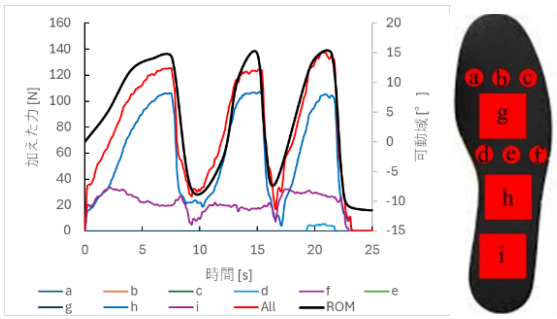
2024 年度 福祉助成金（研究助成）完了報告書　提出用

公益財団法人 橋本財団
理事長 橋本 俊明 様

2025 年　5 月　8 日

ふりがな	おかやまだいがく がくじゅつけんきゅういん かんきょうせいめいしぜんかがくがくいき			
大学 研究機関名	岡山大学学術研究院環境生命自然科学学域（工）工			
代表者名	役職名	助教	氏名	下岡 綜
連絡先	住所	〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中 3-1-1		
	TEL	086-251-8228		
	E-mail	shimooka@okayama-u.ac.jp		
	URL	https://www.cc.okayama-u.ac.jp/~biorobotics/		
助成額	2,500,000 円			
研究要旨	下肢関節拘縮は脳血管障害・神経筋疾患・外傷後の後遺症により生じ歩行障害・移動能力低下をもたらすため，早期回復が強く望まれている．その中でも足関節は，安静時に底屈状態が続くことで，より拘縮が進む恐れがある．本病態が発症することなく予防するために，可動域訓練を含むリハビリテーション(以下，リハ)が不可欠である．少子高齢社会の中，我が国の労働力不足や運動療法などのリハにかける時間に制約により，十分な理学療法が実施できていない状況である．また，寝台上など自身で動かすことが困難な高齢者において，限られた時間の中で複数箇所(上肢も含む)のリハを実施する必要があるため，理学療法士の負担も増大する．足関節にかける時間として，現場の療法士から 3 分～5 分程度であるという意見を得ている．加えて，運動療法を行っても次回には症状が元に戻ることや，期間が空いてしまうと症状が悪化するなどの意見も得ている．このような問題から，患者の十分な運動量を確保し，療法士の負担軽減を目指して，足関節のリハロボットの開発が求められる．			
研究の目的	本研究では，使用者の拘縮予防を目指した足関節用リハロボットの開発を行う．開発にあたって，底屈状態から背屈状態へ足関節の姿勢を変化させると同時に過度な負荷を与えない駆動方法で実施することを目的とする．その過度な負荷を与えず，安全に運動を促す方法の 1 つとして，図 1 に示す理学療法士が行う手技に着目して，手技をリハロボットで実施できる機構やソフトアクチュエータの開発を行う．これらを統合したリハロボットを共同研究者である岡山大学病院総合リハビリテーション部の濱田全紀講師，理学療法士の塩見駿氏，臨床工学技士の平山隆浩助教，岡山医療センターの上原健敬医師とともにリハロボットの評価を行う．  図 1 理学療法士が行う手技の様子			
研究の 実施方法	図 1 に示す療法士に注目すると，土踏まず部分を押し込みながら，踵骨に対して引くように力を加えている．そこで，土踏まずを押し込む機構と踵骨を引くまたは押し出すことができる機構を検討する．この時，土踏まずには対象に合わせて動作できる人間親和性を有するソフトアクチュエータを用いる．ソフトアクチュエータの動作は足のサイズや状態に合わせて制御できるようソフトアクチュエータを構築する．ソフトアクチュエータの特性を把握するための実験を行うとともに制御のための幾何学モデルも検討する．土踏まずの動き(底屈から背屈状態の変化)をシミュレーションにて確認し，それに伴い，踵骨の軌道を予測する．それにより，踵骨の運動軌道を決定する．リハロボットの設計を行い，ソフトアクチュエータおよび踵骨の運動機構を組み込む．試作したリハロボットを用いて可動域測定を行い，目標可動域の背屈 20° に達しているかどうかを検証する．また，リハロボットの動作を共同研究者らとともにリハの観点から評価する．療法士のような力加減のある制御を行うために，手技による可動域と力の測定を行う．			

研究の成果	土踏まず部分の他動方法として，図 2 のような強化ホースとサーボモータを組み合わせた扇形ソフトアクチュエータを開発した．圧縮空気を加えることで軸方向へ膨張し，サーボモータで左右どちらかの一端をワイヤで巻き取ることで湾曲動作が可能になる．2 つのソフトアクチュエータを組み合わせることで，足のサイズや状態に応じた背屈運動を促すことができる．また図 3 より足関節とアクチュエータの動きをシミュレーションし踵骨にも運動を促す機構を試作した．これらを図 4 リハロボットに組み込み可動域測定を行った．その結果，目標可動域である背屈 20° を達成した(図 5)．共同研究者らとの評価では，拘縮予防を行う性能があると意見が得られた．踵骨の機構について，力が逃げてしまうこと，設計の関係上，痛みが生じるなどの意見も得た．今後は踵骨の運動機構の見直しと，安全性を考慮したロボット全体の再設計を橋本義肢製作株式会社とともに行う．手技を行う際の可動域および力を計測した結果，図 6，7 のように可動域が大きくなるにつれて力も大きくなることが分かった．必要な力として，全体で約 140N 程度であり，リハロボットも満たすことが分かった．  図 2 扇形ソフトアクチュエータと動作の様子  図 3 シミュレーション結果  図 4 試作した足関節用リハロボット  図 5 可動域測定の結果  図 6 手技を行った際の可動域と力の分布
研究の成果の公表状況 今後の公表予定について	これまで，学会や学術論文，展示会など多くに成果を公表･発表してきた．学会では 6 件(日本フルードパワーシステム学会，計測自動制御学会，The 12th JFPS International Symposium on Fluid Power Hiroshima，The 7th Jc-IFToMM International Symposium)，学術論文 2 編(Journal of Robotics and Mechatronics)，展示会 6 回(テクノフロンティア，岡山リサーチパーク，岡山大学 R&D Showcase，岡山県 晴れの国おかやま発！！次世代技術シーズ発信会)．今後は，岡山大学病院および企業と連携してプロトタイプを開発し，その成果を学会発表や学術論文に投稿する予定である．

＊2025 年 5 月 31 日締切です。必要事項を入力のうえ Word ファイルをメールにてご提出ください。