

補助事業番号 2018M-147

補助事業名 平成30年度 歩行機能回復を目指す膝関節リハビリテーション機器の研究
開発補助事業

補助事業者名 近畿大学工学部ロボティクス学科 田上将治

1 研究の概要

膝関節のリハビリテーションでは、関節の可動域回復のために他動運動器(CPM)と呼ばれる機器が広く用いられている。本研究ではこのCPMに筋力トレーニングの機能を取り入れ、CPMの機能拡張を目指している。筋力トレーニングの機能の実現には位置ベースのコンプライアンス制御の技術を応用した。提案する手法の有効性を確認するために装置を試作し、被験者実験により筋力の活性度を評価することで筋力回復に有効なトレーニングが行えることを確認した。

2 研究の目的と背景

膝関節は歩行をはじめ日常生活において重要な関節器官であるが、怪我や老齢などにより様々な治療が必要となる場合も多い。治療の重要な過程にリハビリテーションがあり、持続的
他動運動器(以降CPM)がよく用いられる。CPMは関節の拘縮予防や可動域回復のためにモータなどにより膝関節をゆっくりと他動的に曲げ伸ばしする機器である。しかし、日常生活を取り戻すには筋力の回復も重要である。そこで CPMに筋力トレーニング負荷を発生する仕組みを取り入れ、1台で関節可動域から筋力の回復までを担えるCPMの実現を目指している。

3 研究内容 <https://robo.hiro.kindai.ac.jp/sub/budget.html>

図1に試作した装置による実験の様子を示す。試作装置は図2に示すようにスライダークラック機構で構成されている。使用者はこのクラックのリンク部分に足を乗せて利用するため、通常のCPMとしての機能は、スライダの位置を制御することで達成される。スライダとリンクは力センサを介して連結されており利用者が足を曲げ伸ばしする力を検出できる。図3のように実現したいトレーニング負荷特性を決定する負荷モデルを定め、これに検出した力を入力として与えて変位を求める。さらに求めた変位をスライダ目標位置として位置制御器に与える。以上の仕組みをにより、例えば、ばね-質量-ダンパ系を負荷モデルとすれば利用者からはあたかもばねを押し引きしているような感触を受ける。これ以外にも重いものを引きずるような摩擦力の特性なども実現できる。筋力トレーニングの機能は以上の方法にて実現でき、図4はこの方法で構成した筋力トレーニング機能の効果検証実験の結果である。実験では被験者の①大腿直筋、②ハムストリング、③前脛骨筋、④腓腹筋に筋電計を取り付けて筋肉の活性度を評価した。図4左図はCPMとして利用した場合の筋肉の活性度、右図はばね-質量-ダンパ系を負荷モデルとした場合の結果である。図の横軸は時刻、縦軸は最大筋力を100%とした場合の筋肉の活性度を示しており、上から順に①から④の活性度を示している。従来のCPMではいずれの

筋肉もほとんど活性しないが、提案した方法では最大筋力の半分程度まで活性することが分かり、提案手法の効果が確認できた。

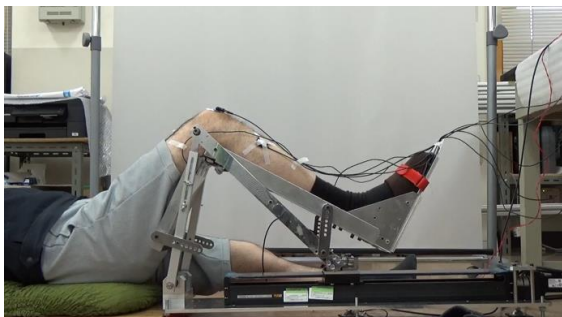


図1 試作装置による実験の様子

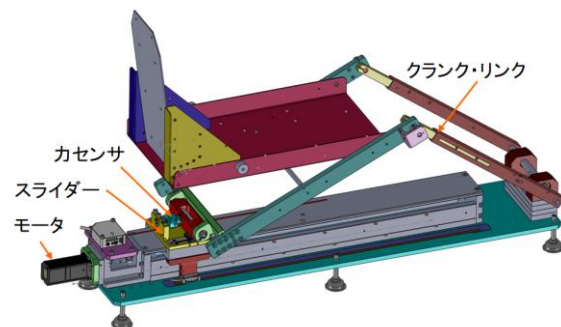


図2 試作装置の3D-CAD図

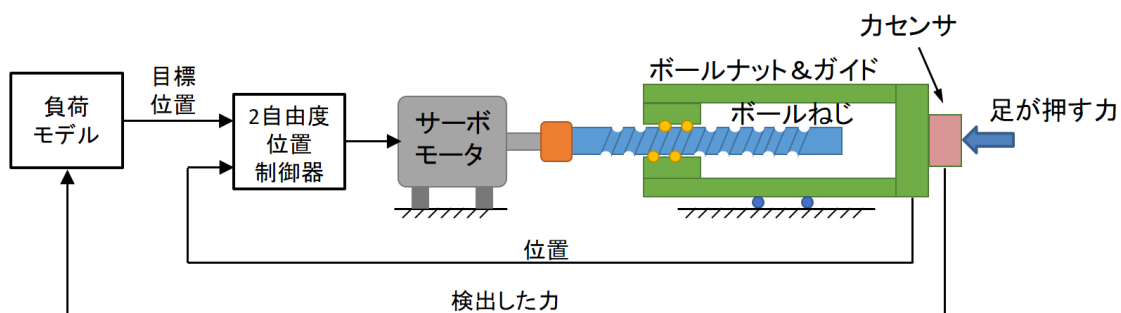


図3 試作装置の制御系の構成

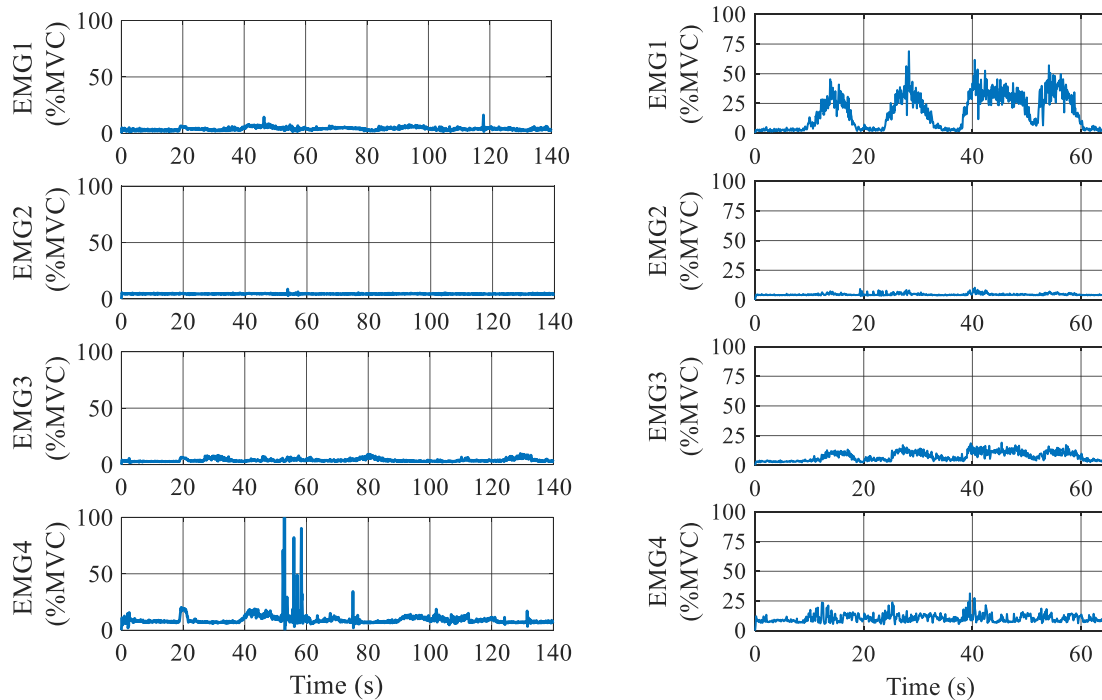


図4 試作装置による筋肉活性同評価の実験結果

(左: CPMとして利用した場合の活性度, 右: トレーニング機能を使用した場合の活性度)

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本研究ではリハビリテーションの分野では広く利用されている他動運動器(CPM)をベースとしている。そのためCPM自体の利活用のノウハウはすでにリハビリ現場にあり、本研究により達成されたCPMの機能拡張により1台のCPMで複数の目的への対応が期待される。これは患者の自発的なトレーニング、理学療法士の負担軽減につながるものと思われる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

力制御の研究に興味があり、当初は自動車や産業機械を対象とした負荷試験装置の開発を考えていた。このテーマは現在も継続しているが、このときのアイデアを現在、第三者評価委員会のメンバーを務めていただいている方にお話ししたところ、医療、トレーニングの分野へ適用してはどうかとのアドバイスをいただいた。その後、保健福祉学部の先生(この方も後に第三者評価委員会の委員になっていただきました)をご紹介いただき、現在のテーマがスタートした。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

予定も含めて下記の発表を行っている。

- 田上将治, 膝関節用多機能リハビリ機器の開発, 近畿大学工学部・次世代基板技術研究所主催研究公開フォーラム, 2018 (図5は発表当日の写真)
- 田上将治, 運動機能の回復・改善を目指した神経筋トレーニング機器の開発, 中国地域創造研究センター主催ビジネスマッチング交流会, 2019
- 田上, 長谷川, 藤井, 堀家, 筋力トレーニング機能を有する膝関節用CPMの筋力活性度評価, 日本機械学会中国四国支部講演会論文集, 論文No. 1111, 2019
- Masaharu Tagami, Masaki Hasegawa, Yasutaka Tagawa, Evaluation of Muscle Activity Revived using CPM Device for Leg-Muscle Recovery, IFAC-Mechatronics, 2019(発表予定)

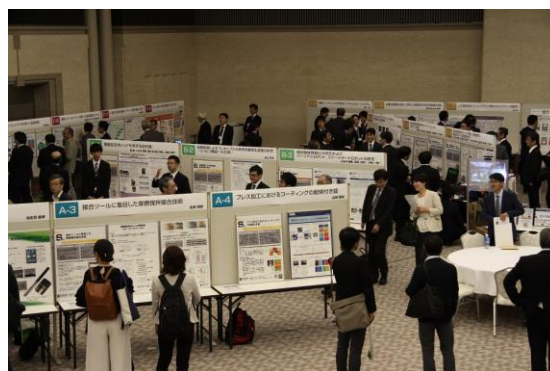


図5 研究公開フォーラム2018での発表の様子

7 補助事業に係る成果物

本研究の成果の一部が本学工学部の学部案内2020で紹介されている。

https://edu.career-tasu.jp/p/digital_pamph/frame.aspx?id=2919300-0-1&FL=0

(上記デジタルパンフレットの27ページをご覧ください)

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 近畿大学工学部(キンキダイガクコウガクブ)

住 所： 〒739-2116

広島県東広島市高屋うめの辺1番

担 当 者： 講師 田上将治(タガミ マサハル)

担 当 部 署： ロボティクス学科(ロボティクスガツカ)

E - m a i l: tagami@hiro.kindai.ac.jp

U R L: <https://www.kindai.ac.jp/engineering/>