

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年5月30日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K05752

研究課題名(和文) 使用者自身が駆動する歩容の変化に対応した歩行補助システムの開発

研究課題名(英文) Development of assisting walking motion system by users' own arm corresponding to changes of gait

研究代表者

南後 淳(Nango, Jun)

山形大学・大学院理工学研究科・准教授

研究者番号：50250957

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：人が杖を突く動作を装置に入力することで、人体脚部の歩行動作を案内する装置の開発を行った。この装置は、人体腕部による入力を行う腕部駆動機構と、人体脚部の歩行動作を補助する脚部補助機構の2つから構成される。腕部駆動機構は、スライダを含む機構として構成され、杖を突く動作を模擬的に行うことで回転の出力を得る。一方、脚部補助機構は回転対偶のみで構成され、腕部駆動機構で得られた回転運動を入力として、歩行時の軌跡を描くよう人体足部を案内する。これらの機構はキャスト付きフレームに取り付けられ、安定した動作を実現し、被験者による近電位の測定により、一定の補助効果を確認している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脚部の歩行動作を補助する場合、これまでの装置では、アクチュエータを複数個、人体脚部の関節の自由度の数だけ取り付けることによって行っていた。この装置では、平面リンク機構を用いることにより、使用者自身の腕部の操作のみで動作を得て、操作することができる。したがって、センサー等の調整を必要とせず、アクチュエータによる受動的になりがちな装置による補助を、使用者自身が自らの体調を判断しながら主体的に操作することができる。このような装置を設計するためには、人体脚部の運動軌跡を機構で追従するよう設計パラメータを決定する必要があり、そのための機構構造と設計手法を提案できたことに学術的な意義がある。

研究成果の概要(英文)：The mechanism for assisting walking motion driven by user's own arm motion of using stick was developed. This mechanism is composed of the arm driving mechanism and the leg supported mechanism. The arm driving mechanism involves a slider, and in order to obtain a rotational output motion, artificial using stick motion is input to this mechanism. While, the leg supported mechanism is composed of rotational joints, the rotational motion obtained by the arm driving mechanism as the output motion is input to this mechanism in order to the guide the foot to move along the artificial walking trajectory. These mechanism is attached to the frame with caster, the stable operation is realized. A certain assisting effect is confirmed by measured with the surface myogenic potential signal.

研究分野：機構設計

キーワード：平面リンク機構 歩行補助 主体的操作

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

歩行などの人体の運動をアクチュエータにより補助しようとした場合、表面筋電位などのセンサを人体に取り付けなければならない、それには皮膚の前処理など必要とし、使用者には負担である。また、補助効果の高い装置は、ともすればそれへの依存を高め、生活に必要な基本動作が受動的になる恐れがあった。日常生活への導入が可能な簡易な装置が必要である。

2. 研究の目的

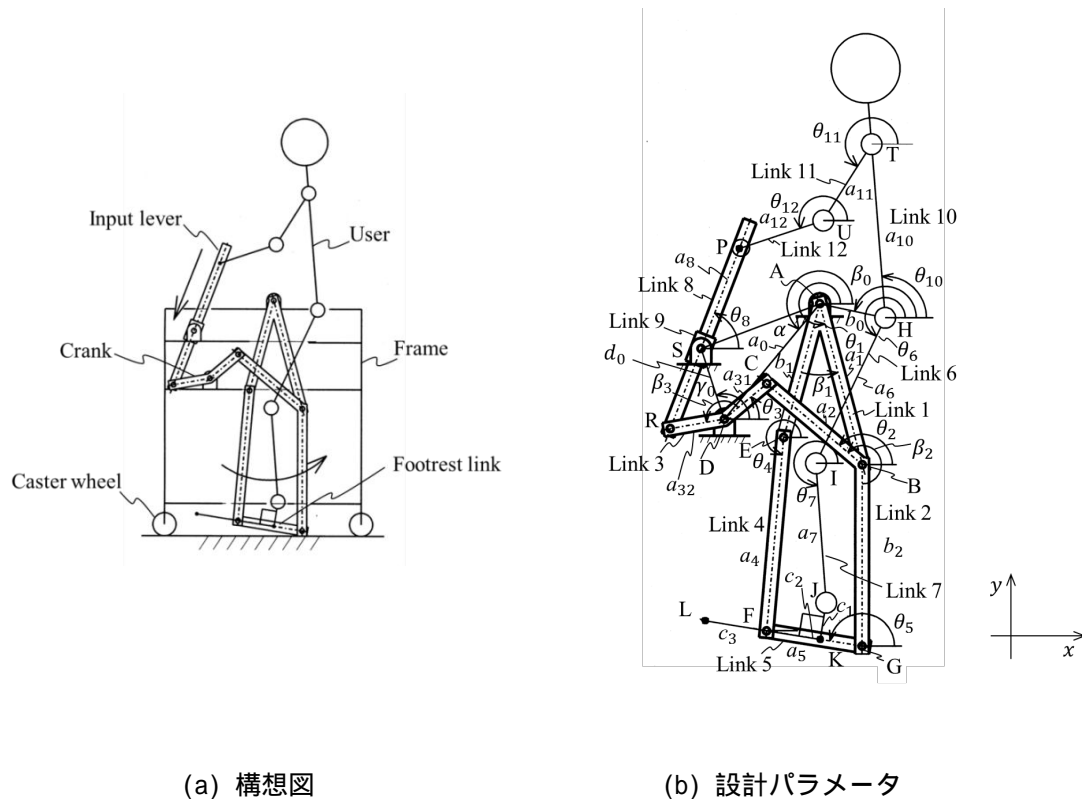
歩行動作を補助する装置を、アクチュエータやその制御システムを使用することなく、使用者自らが自身の体調を判断しながら駆動および操作する形式で設計する。また、日常生活への導入を考慮し、歩容の変化にも対応できる装置とする。

3. 研究の方法

装置は、平面リンク機構を用いて、1入力で片足の歩行動作を補助するよう靴を取り付けた出力リンクの運動を創成する機構として設計する。腕部駆動機構と脚部補助機構の2つから構成され、腕部駆動機構では杖を突く使用者の擬似的な動作を入力として脚部補助機構を駆動させる。また、特定のリンクの長さを変えることで歩容の変化への対応が可能化を検討する。これらは機構の変位解析を行い、そこで誘導された計算式をプログラミングして計算機上で運動シミュレーションを行い、機構構造および設計パラメータを決定する。

4. 研究成果

運動学モデルとして図1に示す機構を採用し、各パラメータを決定する手法を提案している。



(a) 構想図

(b) 設計パラメータ

図1 運動学モデル

腕部駆動機構は杖付きの擬似的な動作を入力とするため、スライダを含む機構構造とした。また、脚部補助機構は回転対偶のみで構成されている。この2つの機構を組合せて腕部の1入力脚部の一方向の運動を補助する装置となる。脚部の左右を補助するためにこれら2つの機構を2セット用いる。例えば、右手の運動で右足の動作を補助する。この機構において、設計パラメータは、1つのリンク上における回転軸の相対位置を決定する距離や角度である。その設計パラメータを、遺伝的アルゴリズムを用いて決定している。その最適な数値の組合せを決定するための評価関数として、人体脚部が歩行時に描く足関節とつま先の描く軌跡と、脚部補助機構の出力リンクの描く軌跡とを対応させて、それらの対応点間距離から得ている。すなわちその対応点間距離が最小になるよう、設計パラメータの数値を決定している。その数値を用いて試作した装置を図2に示す。試作装置においては、キャスタ付きフレームに装置を取り付けており、脚部動作の創成を検証することを目的としている。



図2 試作装置



図3 操作状況

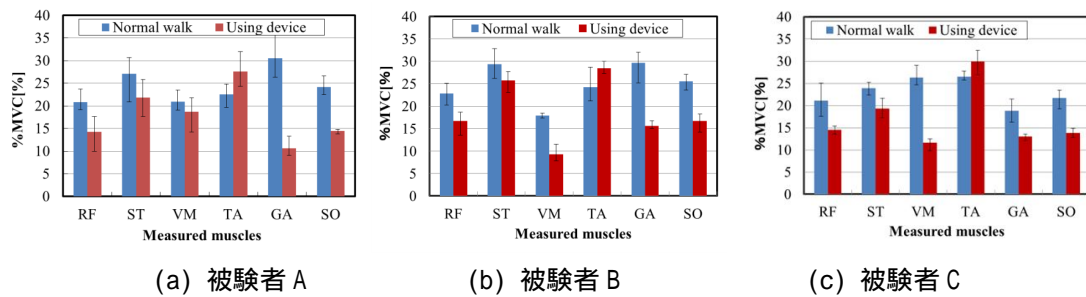


図4 筋活動量の比較

また、その操作状況を図3に示す。

被験者3人(被験者A, B, C)に対し、大腿直筋(RF)、半腱様筋(ST)、内側広筋(VM)、前脛骨筋(TA)、腓腹筋(GA)、ヒラメ筋(SO)の6つの筋肉の筋活動量を100%MVCで表示し、通常の歩行動作と装置使用時とを比較したものを図4に示す。

前脛骨筋でのみ、装置使用時において通常歩行時より筋活動量の増加が見られるが、それ以外では装置を使用することで筋活動量の低下が確認できた。

当初の目的では、日常生活への導入を目指し歩容の変化にも対応するとしていた。現状ではキャスト付きフレームを使用しているため、機構のみでの使用者の姿勢保持の実現までにはいたっていない。また、歩容の変化に対して、影響の大きいリンク長を特定したものの、使用中での変更はできない。しかし、施設内での歩行訓練には効果が期待できる。1自由度の機構であれば支持脚時において床反力により出力リンクが拘束され、入力リンクを保持することで機構のみでも使用者の姿勢保持は可能であり、フレームを外した形式への設計変更も期待できる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

南後 淳、山川 晶太郎、松田 拓也、赤木 浩之、伊藤 燎良、身体の連動性を考慮したランニング動作を再現するアスリート用リハビリ装置の設計に関する検討、日本機械学会論文集、査読有、Vol. 84, No. 866、2018、DOI: 10.1299/transjsme.18-00155.

南後 淳、宮原 洋平、高山 将歩、宮田 和揮、鈴木 貴史、佐藤 潤、使用者自身で駆動する歩行補助装置の開発、日本機械学会論文集、査読有、Vol. 83, No. 854、2017、DOI: 10.1299/transjsme.17-00171.

南後 淳、佐藤 慶和、三浦 慎平、床からの立ち上がり動作を補助する装置の開発、日本機械学会論文集、査読有、Vol. 82, No. 842、2016、DOI: 10.1299/transjsme.16-00058.

〔学会発表〕(計8件)

大島 祐亮、南後 淳、股関節の揺動運動を支援する歩行補助装置の開発、日本機械学会2018年度年次大会DVD講演論文集、2018-09.

佐藤 康矢、南後 淳、2関節筋の働きを模倣した歩行補助装置の設計及び評価、日本機械学会2018年度年次大会DVD講演論文集、2018-09.

岩井 駿、南後 淳、杖で突く力を駆動力とする装着型歩行補助装置の開発及び設計、日本機械学会第18回機素潤滑設計部門講演会講演論文集、pp.125-pp.128、2018-04.

伊藤 燎良、南後 淳、ランニング時の腕振り効果を考慮したアマチュアアスリート用リハビリ装置の設計及び評価、日本機械学会シンポジウム:スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス2017(SHD2017)講演論文集(USBメモリ)、2017-11.

佐藤 潤、南後 淳、佐藤 純、使用者自身で脚部動作を案内する歩行補助装置の設計、日

本機械学会 2016 年度年次大会 DVD 講演論文集、2016-09.

赤木 浩之、南後 淳、伊藤 燎良、可調整リンクによるランニング動作の違いに対応したアスリート用リハビリ装置の開発、日本機械学会 シンポジウム：スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス 2016(SHD2016)講演論文集 (USB メモリ), 2016-11.

佐藤 潤、南後 淳、佐藤 純、使用者自身で脚部動作を案内する歩行補助装置の設計・開発及び評価、生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会(LIFE2016)講演論文集 (USB メモリ), 2016-09.

横山 檀、南後 淳、歩行動作を促す膝装具の運動評価、生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会(LIFE2015)DVD 講演論文集、2015-09.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<https://nango-lab.yz.yamagata-u.ac.jp/>

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号 (8 桁)：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。