

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：32660  
研究種目：若手研究  
研究期間：2019～2021  
課題番号：19K20748  
研究課題名（和文）個人の歩行特性とユーザビリティを考慮した装具選択支援システムの開発

研究課題名（英文）Development of orthosis selection support system considering gait characteristics and usability

研究代表者  
山本 征孝（Yamamoto, Masataka）  
東京理科大学・理工学部機械工学科・助教

研究者番号：10837470  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：脳卒中の発症により身体機能が低下した者は運動麻痺や感覚障害などにより歩行困難となりやすい。短下肢装具の使用は歩行機能の改善に有効であるが、個々の患者に応じて客観的に短下肢装具を選択する手法やそのための評価機器は現段階では存在しない。本研究の目標は個々の装具使用者の動作能力、生活状況に応じて客観的な装具の選択を支援するシステムを考案することである。健康成人や脳卒中片麻痺者を対象にRGBカメラでのマーカレス歩行計測を行い、短下肢装具のアシスト量を検討した。その結果、関節の運動パターンなどから装具の最適なアシスト量を提案、支援するシステムを実現できた。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

脳卒中を発症した者は歩行能力が大きく低下し、歩行困難となるものも多い。下肢装具は歩行能力の改善に有効ではあるものの、アシスト量が装具の種類によって異なるため、個人にあわせた設計を行うことが難しい。本研究により簡易かつ正確に、使用する装具のアシスト量を提案することが可能となることで、医療従事者の負担軽減や効率的な医療のための治療計画支援が期待できる。その他にも新たな治療用装具やアシストデバイスの評価や開発につながる可能性もあり、その学術的意義や社会的意義は高いと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Stroke is a typical disease that causes gait disability due to hemiplegia and sensory disorder. Using ankle-foot orthosis (AFO) is an effective treatment for post stroke gait disability. Although adjustment of AFO stiffness magnitude improve abnormal kinematics, there are no clear criteria for selecting appropriate AFO stiffness in individuals with stroke. We propose the AFO stiffness selection support system using only single RGB camera and 2D knee kinematics analysis. Healthy adults and individuals with stroke were recorded various gait conditions by a RGB camera. The system may have a great potential to support appropriate AFO stiffness selection for individuals with stroke as a simple and easy to use measurement system.

研究分野：医療福祉工学

キーワード：短下肢装具 歩行解析 リハビリテーション バイオメカニクス 福祉工学

### 1. 研究開始当初の背景

ヒトは 2 足歩行により、安全に長距離を自立して移動することが可能だが、病気の発症や加齢などの影響により歩行が困難となる。歩行障害の原因となる代表疾患としては脳卒中があり、脳卒中は介助が必要となる原因疾患としては認知症に次いで第 2 位である [厚生労働省。(2017)]。近年の医療技術の発展や健康事業の普及などにより、平均寿命や健康寿命は増加しているものの、平均寿命と健康寿命の差は依然として大きい。そのため、多くの人が何らかのサポートなしでは歩行などの日常生活活動を行えない期間が存在する。短下肢装具 (Ankle-foot orthosis: AFO, 図 1) などに代表される装具の使用は、低下した身体機能を補助し、再び自立した歩行を行う上で有効である (図 2)。代表的な下肢装具である AFO は歩行機能やバランス能力の改善に効果的であり [Hesse et al. (1999), Tyson et al. (2013)]、本邦において AFO は装具の中で最も処方件数が多い [厚生労働省。(2016)]。申請者はこれまでに下肢装具の違いによる治療効果の変化や装具歩行のシミュレーション解析などに関する研究を行い、装具の種類の違いや AFO のアシスト力の変化によって歩行機能や膝関節の負担が変化することを明らかにしてきた [山本 他。(2015, 2017), Yamamoto et al. (2018)]。しかし、AFO のアシスト力が歩行に及ぼす影響は明らかとなったものの、どのようにして個々人にあった AFO を選択するかは未解明である。



図 1 代表的な AFO の一例



図 2 AFO の使用による歩行機能の改善例

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、脳卒中患者の歩行計測から AFO の最適なアシスト量の選択を支援することである。本研究の目的を達成するためには、医療従事者による装具のアシスト量の決定を、様々な歩行に関連する情報を提供することで支援を可能とするように計測方法を考案、開発する必要がある。

### 3. 研究の方法

本研究では第一に、評価用の AFO とマーカレス動作解析装置を作成し、その精度を検証した。評価用の AFO は足関節底背屈運動に対するアシスト量の変更が可能なタイプとして、各アシスト条件でのアシスト力を測定した。

マーカレスの動作解析に関しては、臨床での使用を考慮して RGB カメラ 1 台で計測できるように考案した (図 3)。精度検証は健康成人の様々な歩行条件のデータを 3 次元動作解析装置と RGB カメラで同時に計測して、その際の時空間因子や関節角度変化を比較した。

その後、脳卒中患者を対象とした歩行計測を行い、得られたデータから機械学習を用いて最適なアシスト量を提案できるようにシステムを作成した。

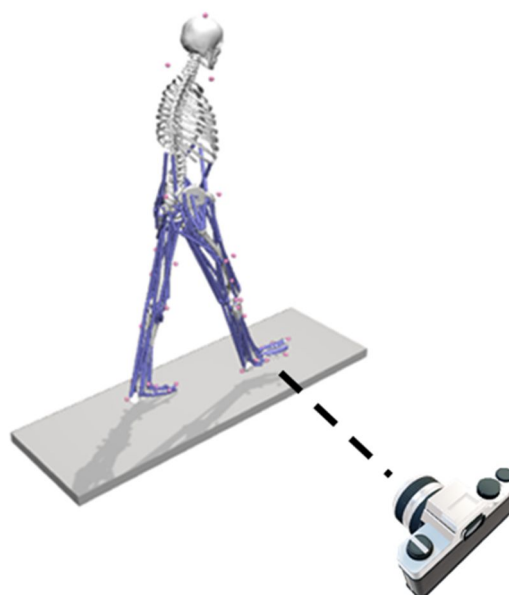


図 3 RGB カメラ 1 台での歩行計測条件の概要図

#### 4. 研究成果

研究成果として第一に装具のアシスト量と角度変化の関係性を明らかにすることができ、歩行時のアシスト量選択に関する重要な知見を得ることができた。また、健常成人の歩行データから、提案手法である RGB カメラを用いたマーカレス歩行解析による関節角度計測の結果と、高精度での計測手法である三次元動作解析装置による関節角度計測の結果を比較し、提案手法は従来のマーカレス動作解析よりも精度よく解析可能なことが明らかとなった(図 4)。その後、脳卒中患者の歩行データを計測し、関節角度などの歩行中のパラメータから機械学習により最適なアシストアシスト量を選定支援することができた。これらの研究成果は国際会議や学術論文での公表も行っている。

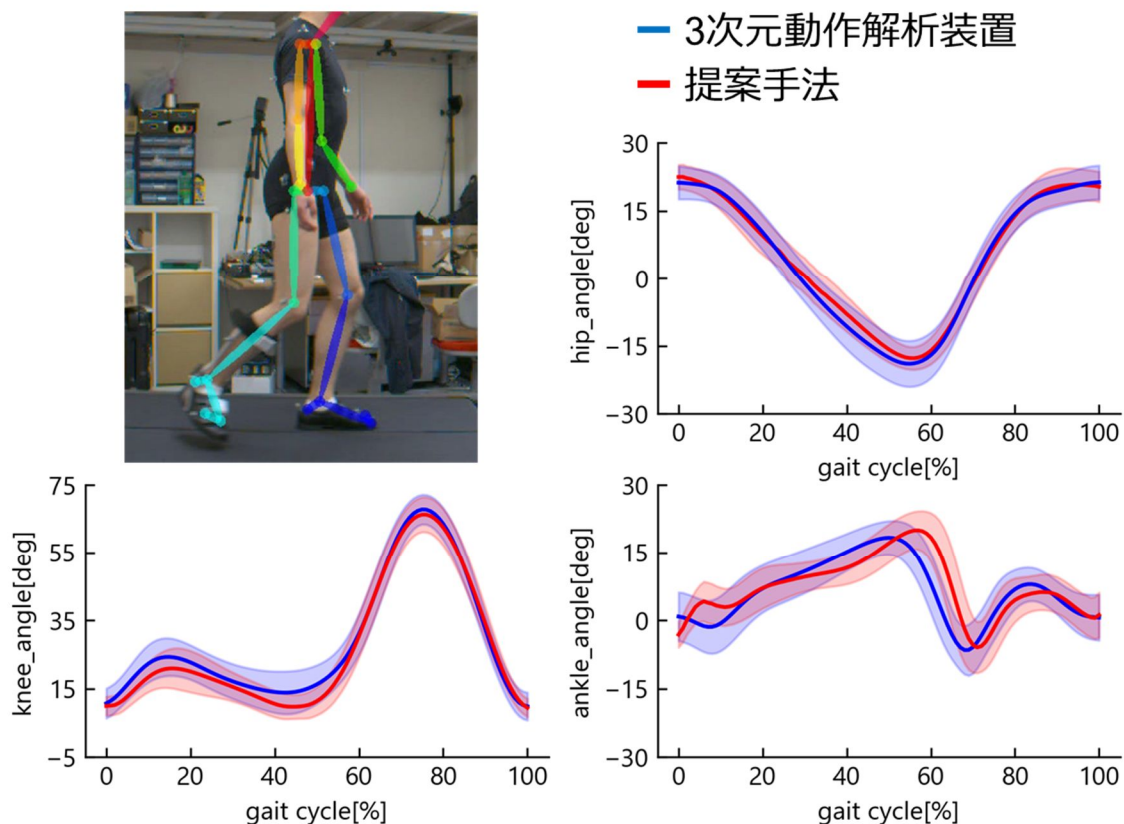


図 4 マーカレス歩行解析と 3 次元動作解析装置との比較

### 予測結果

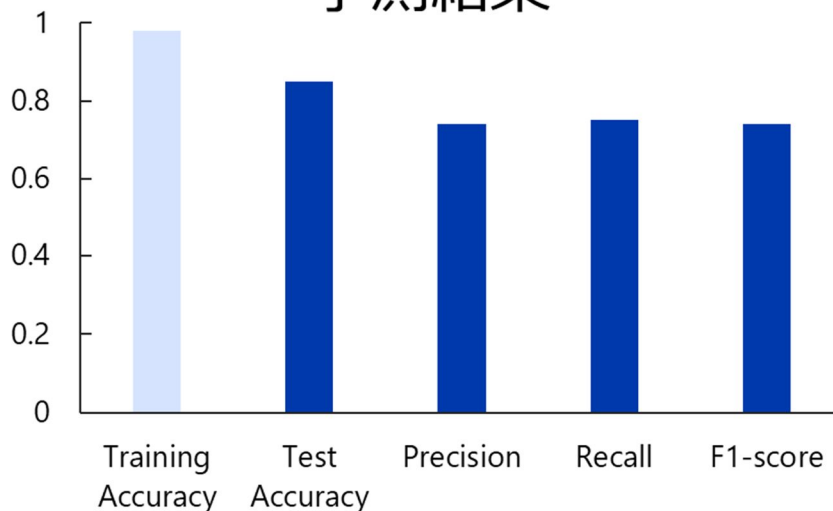


図 5 装具選定支援による予測結果

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 山本征孝、来間千晶、栗田雄一	4. 巻 70
2. 論文標題 歩行シミュレーションによる アシストデバイスの効果解明	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 体育の科学	6. 最初と最後の頁 509-513
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yamamoto M, Shimatani K, Hasegawa M, Kurita Y	4. 巻 28
2. 論文標題 Effects of Varying Plantarflexion Stiffness of Ankle-Foot Orthosis on Achilles Tendon and Propulsion Force During Gait	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering	6. 最初と最後の頁 2194-2202
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TNSRE.2020.3020564.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Yamamoto M, Ishige Y, Shimatani K, Hasegawa M, Kurita Y, and Takemura H
2. 発表標題 Estimation of lower limb joint kinematics on gait with orthosis using pose estimation system
3. 学会等名 World Physiotherapy Congress 2021（国際学会）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------