

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：30108

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2022

課題番号：18H03562

研究課題名（和文）過疎地域における脳卒中片麻痺者のための調整式カーボン装具の開発

研究課題名（英文）Development of Adjustable Carbon Orthosis for Stroke Hemiplegia in Remote Communities

研究代表者

昆 恵介（Keisuke, Kon）

北海道科学大学・保健医療学部・教授

研究者番号：30453252

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,100,000円

研究成果の概要（和文）：脳卒中片麻痺では立脚期後半に踵が上がらず、転倒の原因になっている現状がある。また過疎地域ではこのような片麻痺者が放置されており、転倒の原因になっている。そのため壊れにくく、調整可能な装具の開発が望まれていた。本研究では簡単な調整、転倒予防、歩行支援の観点からメンテナンスフリーなカーボン製短下肢装具の開発を行うことを目的とした。研究成果としては、靴底底面にリンク機構を有した踵挙上を助ける装具の開発に成功し、踵挙上の機序を三次元動作解析によって明らかにした。本研究の結果として歩行支援と立脚期後半の踵挙上を達成することができ、その機序を明らかにできた一方で、耐久性の面については課題を残した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

転倒は遊脚相でつま先を引っ掛けて前方に転倒してしまう割合が多い。その原因の1つにフォアフット機能（単脚支持期に踵を挙げる機能）が破綻していることである。本研究によって単脚支持期に踵を挙げる機序を明らかにすることができたことは、今後の脳卒中リハビリテーションに大きな変革をもたらすことが出来たと考える。

研究成果の概要（英文）：Stroke hemiplegia is characterized by impaired heel-to-toe rocker during the late stance phase of gait, increasing the risk of falls. This issue is particularly prevalent among underserved populations in rural areas with limited access to healthcare resources and rehabilitation services. To address this challenge, we aimed to develop a maintenance-free carbon fiber short leg brace that facilitates easy adjustment, fall prevention, and gait assistance. The brace design incorporated a linkage mechanism at the bottom of the shoe sole to assist in heel elevation. Three-dimensional motion analysis was employed to elucidate the mechanism of heel elevation.

The developed brace successfully facilitated heel elevation during the late stance phase of gait. The mechanism of heel elevation was elucidated through three-dimensional motion analysis. The brace demonstrated effectiveness in gait assistance and heel elevation, but further refinements were required to enhance its durability.

研究分野：装具療法

キーワード：脳卒中 短下肢装具 フォアフットロッカー

1. 研究開始当初の背景

1-1. 現状

北海道・東北地域においては、すでに高齢化率が40%を超えており、全国上位の高齢化率となっている。この高齢化率増加に伴い、脳卒中患者も増加し、装具の需要は非常に高い。しかしながら、脳卒中によって半身麻痺になった障害者の支援が面積の広い北海道や東北では行き渡っていないのが現状である。

脳卒中患者では福祉用具や補装具が必須となり、多くのケースでは、医療関係者が対象者の状況を評価し、日常生活に復帰するための方略を立てることになる。本来は、不可逆的に進行する身体の状態に応じて、適宜、装具の調整が必要であるが、特に専門のリハビリテーション病院以外の環境では装具の知識に乏しく、装具の故障を見落として転倒事故を招いたりする実態も見られる。これらの根本的な問題解決には、壊れにくい装具と、調整可能な装具という相反した課題をクリアにしなければならず、さらに支援者への教育も改善する必要がある。

1-2. 脳卒中片麻痺者の歩行障害について

脳卒中片麻痺を呈すると多くのケースでロッカー機能が障害される。ロッカー機能を補う代表的な装具としては Gait-solution-AFO(パシフィックサプライ製)代表とした足継手に底屈制動および背屈遊動機能を有した短下肢装具があり、ヒールロッカーとアングルロッカーを補うものである。また MP 関節より遠位を背屈位に加工するトゥスプリングや MP 関節より遠位をトリミングカットするような装具への工夫は遊脚相への移行を円滑にするための方策であり、トゥロッカーに働きかけるものである。しかしながら、フォアフットロッカーを支援する装具は国内外通じて存在しなかった。

フォアフットロッカーはターミナルスタンス(Terminal Stance:以下 TSt)に該当し、単脚支持期において踵が離床し、前足を回転中心として足部が回転するイベントであり、転倒予防に寄与する重要なフェーズである。しかしながら、多くの片麻痺者では麻痺側の単脚支持期において踵が離床しないために TSt が消失する。

2. 研究の目的

我々は脳卒中片麻痺者に TSt を作るには足関節にアプローチするのではなく、足部 MP 関節に対して対策を講じる必要があると考えた。そこで足部 MP 関節部に4節リンク構造のエネルギー蓄積機能(図1)を有し、脳卒中片麻痺者に対して単脚支持期での踵挙上をアシストするターミナルスタンスアシスト装具(以下:HUS-AFO:Heel Upper Spring AFO)の開発と評価を行うことを目的とした。また、どのような条件でフォアフットロッカーが機能するのか、また単純に装具にトゥスプリングをつけたとしてもフォアフットロッカーが機能しないのはなぜかという学術的な問いが生じていた。以上のことから本研究では、HUS-AFO を用いることでフォアフットロッカーを機能させる条件と機序を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

3-1. 開発した装具の概要

本研究で開発した装具は、短下肢装具の足部において靴型装具あるいは足部覆いを用いた場合に、足部底面に図1に示すように、4節リンク構造を有したデバイス(以下 HUS デバイス)は質量340gあり、靴底設置プレート部を対象の靴底に取り付けることで踵挙上を支援するものである。HUS デバイスの側方には、バネ定数39N/mm(外形12mm, 線径2.0mm, 総巻き数5.5)の圧縮バネを内蔵したダンパが内外側にあり(図1-a~d)、荷重をかけることで圧縮バネが最大10

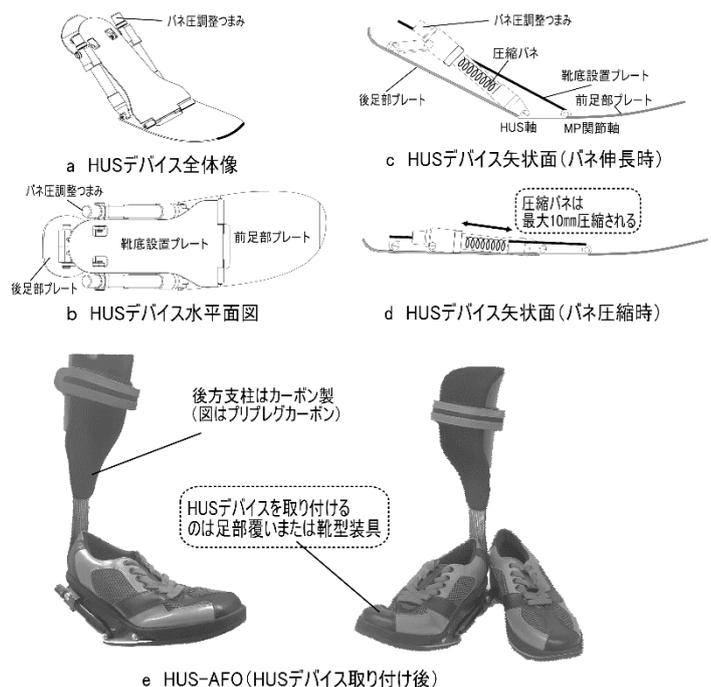


図1 HUS-AFO のデバイスの概

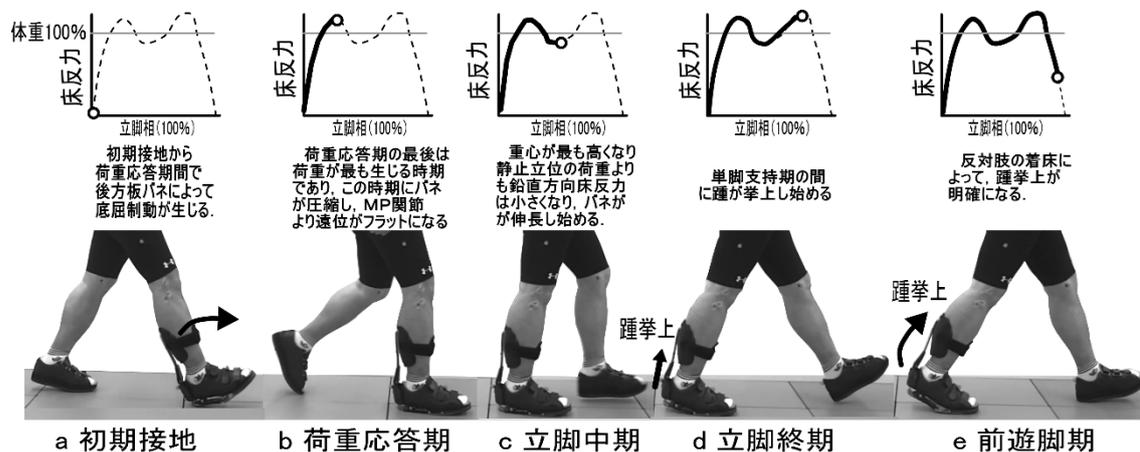


図 2 歩行中における鉛直方向床反力成分と HUS-AFO の働き

mm) 圧縮し、4 節リンク構造の HUS デバイスはフラットに変形する(図 1-d)。HUS-AFO(図 1-e)として利用する場合は、足関節の制御を行う設計と組み合わせることになる。図 1 の例では底背屈運動をプリプレグカーボンで製作することにより、底背屈制動が達成可能となる。臨床応用としては後方板バネ式 AFO の RAPS やカーボンアングルセブン(OttoBock 製)を用いたり、市販のリハシューズの靴底面に HUS デバイスを取り付けることにより、さまざまな AFO と組み合わせることが可能となる。

歩行における開発コンセプトは、図 2 に示すように、初期接地から荷重応答期にかけては、後方板バネによる制動を行うことでヒールロッカーを機能させる。荷重応答期の最終局面では体重の 1.2 倍～1.4 倍の荷重を鉛直方向床反力として受け、HUS デバイスの圧縮バネが短縮し足底面がフラットに変形しながらバネのエネルギーを蓄積する(図 2-b)。

立脚中期に入ると倒立振り運動が生じ、身体合成重心は最も高くなり、鉛直方向床反力は自身の体重よりも軽くなる(図 2-c)。その結果 HUS デバイスの圧縮バネのエネルギーが解放され、バネは伸長し始める。このとき倒立振り運動の下の局面に突入し、身体重心は下降しながら脛骨は前傾し、アングロロッカー機能が生じる。

脛骨が前傾しながら床反力作用点(COP:Center of Pressure)の前方移動が生じることで、単脚支持期に踵が挙上し始め、立脚終期(TSt)が出現し、フォアフットロッカーが機能する。前遊脚期に入ると COP は MP 関節の前方に大きく移動し、HUS デバイスによる踵挙上アシストが機能する。HUS デバイスによる踵挙上補助力の調整は、装具側方に位置するバネ圧調整つまみを回すことによって調整可能な構造(バネ定位数:22N/mm～41N/mm)となっている。

3-2. 対象者

対象者は 57 歳女性(身長 158cm, 体重 53kg)で脳梗塞により右片麻痺を呈した下肢ブルストロームステージIV の脳卒中片麻痺者 1 名。常用している装具は DACS(Dorsiflexion Assist Control Spring)-AFO で背屈遊動(オクラホマ継手)および底屈制動(DACS 後方ユニット No.3 のバネを使用)し、MP 関節より遠位は 7 度のトゥスプリングがついている。常用している DACS AFO での歩容はヒールロッカー(踵から着床し、荷重の受け継ぎが良好)と、アングロロッカー(立脚相後半で脛骨が前傾)が見られ、前遊脚期において踵が挙上していることからトゥロッカーが機能しているものの、フォアフットロッカー(単脚支持での踵挙上)が出現しない状態であった。本研究では、HUS-AFO の構造的仕組みが不明であることから片麻痺者に対する計測はあくまでも、常用装具の計測に留めた。

一方で HUS-AFO の作用機序を明確にするために、既往歴のない 1 名の健常成人男性(身長 166cm, 体重 60 kg)を対象とし、後述する脳卒中片麻痺者を模した模擬下腿義足(模擬下腿義足装着状態の身長と体重:身長 226 cm, 体重 75kg)による歩行計測を行った。模擬下腿義足による歩行では足関節周りに人間が足関節を制御できないようにすることで、HUS-AFO の作用を明確にするための方策である。

3-3. 計測方法

計測には、VICON 社の赤外線カメラ 15 台(Bero カメラ 6 台, T カメラ 8 台, Bonita カメラ 1 台)、AMTI 社製の床

反力 10 枚で構成される三次元動作解析システムを用いた。計測路面は 15m であり、その中央部に床反力計を左側に 5 枚、右側に 5 枚配置した。身体にはφ14mmの反射マーカを貼付し、サンプリング周波数 100Hz にて計測を実施した。正常歩行および模擬下腿義足歩行の計測にあたっては本研究の対象者とした片麻痺者のケーデンス (85steps/min) に合わせ、メトロノームを用いた規制歩行とした。データの採用に関しては、歩き始めの 3 歩と歩き終わりの 3 歩を除き、床反力計を踏んだ際に得られる鉛直方向反力を接地信号として捉え、麻痺側 (装具側: 左脚) から始まる 1 歩行周期を抜き出し、1 計測条件あたり、20 歩行周期分のデータを取得した。

3-4. 解析方法

解析にあたっては HAS-motion 社製の Visual3D を用いて VICON で計測されたマーカの三次元空間座標と床反力データに遮断周波数 10Hz の Butterworth filter をかけた。解析に用いたパラメータは歩幅 (身長に対する比)、床反力作用点 (COP: Center of pressure) 前後成分、足関節内部底背屈モーメント、床反力前後成分、TSt の割合とした。COP、足関節内部底背屈モーメント、床反力前後成分については立脚相が 100% になるように時間を正規化し、関節モーメントおよび COP 前後成分は体重で除して正規化した。COP は立脚相における前後方向成分を抽出し、踵から MP 関節軸までの距離が 100% となるように正規化し、全体が 1 となるような比として算出した。

1 歩行周期中の TSt の時間的割合の算出には、床反力計と踵マーカ座標からランチョロスアミーゴ方式による歩行周期を抽出 [荷重応答期 (LR: Loading Response), 立脚中期 (MSt: Mid Stance), 立脚終期 (TSt), 前遊脚期 (PSw: Pre Swing), 遊脚相 (SW: Swing Phase)] した。歩行周期の抽出にあたって、TSt 以外のパラメータは床反力の鉛直成分が 10N を閾値として接地および離床のタイミングを抽出できるが、TSt については 1 枚の床反力計の上に 1 つの足部が載っていると踵離床のタイミングを床反力波形から見極めることができないので、踵のマーカ座標の鉛直変位を時間で微分したマーカ速度を用いて、マーカ上昇速度が 0.06mm/s を閾値として踵離床のタイミングを抽出した。統計解析は SPSS (IBM SPSS Statistics27) を用いて、Student-test を実施した。

4. 研究成果

4-1. フォアフットロッカー機能について

図 3 はランチョロスアミーゴ方式による歩行周期を表したグラフで横軸は 1 歩行周期を 100% として正規化してある。結果として片麻痺歩行では TSt が消失していた (図 3-B)。一方で模擬義足歩行 (底背屈遊動) においても TSt は消失していた (図 3-C) が、HUS-AFO を利用することで TSt が模擬義足歩行 (底背屈遊動) と比較して有意 ($P < 0.001$) に増加しており、正常歩行で出現する TSt の割合と同程度であった。

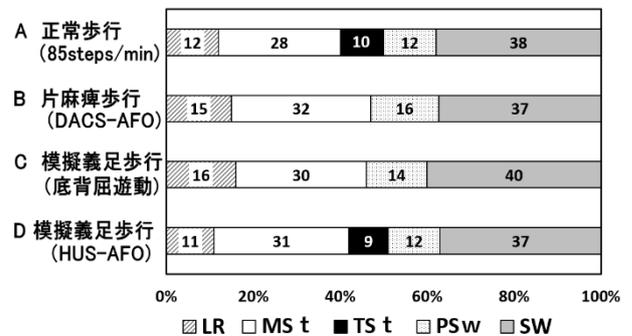


図3 ランチョロスアミーゴ歩行周期による比較

4-2. 歩行分析データの見方と解釈について

4-2-1. 横軸の見方と解釈

図 4A~C の横軸は立脚相にかかった時間を 100% で正規化しており、灰色の領域は両脚支持期を示している、縦軸は解析パラメータを示している。フォアフットロッカーが機能しているかの判断は単脚支持期 (グラフ中の白色の領域) の間に踵離床 (縦に伸びる点線) しているかで判断可能である。

4-2-2. 縦軸の解釈と見方について

図 4-A は COP の前後距離を示したグラフである。1 は MP 関節軸の位置を示し、上に行くほど COP が前方に移

動していることを示す。図 4-B は足関節内部モーメントを示し、正極が底屈モーメントの発揮を示す。図 4-C は床反力前後成分の大きさを示し、正極にいくほど床反力ベクトルが前方に傾き、推進力を得ていることを示す。

4-2-3. 骨格模式図の見方について

図 4-D は装具装着側(左足)の単脚支持期の最終局面(反対側着床の直前)を Visual3D が表現したものを画面キャプチャーしたもので、MP 関節軸の位置と HUS 軸の位置を確認できる。また床反力ベクトルの傾きを視覚的に確認できるように示した。図の下部には歩幅も示し、身長に対する歩幅の比で示した。

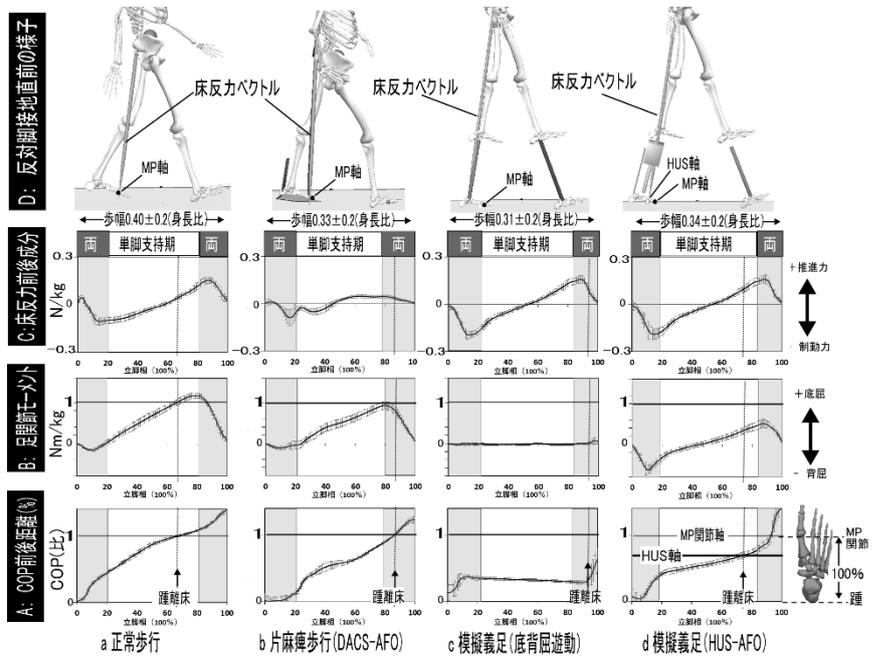


図 4 歩行分析データ(平均と標準偏差のグラフ)

4-3. 踵離床の瞬間に着目した結果について

正常歩行(図 4-a)に着目すると、COP が 1 を超え(MP 関節の前方に COP が移動)、かつ足関節底屈モーメントが 1(Nm/kg)を超えたときに踵離床をしているのがわかる。床反力前方成分と踵離床のタイミングの関係をみると、踵離床は床反力前方成分が最大値に到達する前のタイミングで出現している。床反力ベクトルが前方に傾くのは両脚支持期に入ってからとなり、PSw で最大となる(図 4-C-a)。一方で片麻痺歩行(図 4-B-b)では、足関節底屈モーメントが 1(Nm/kg)を超えず、踵離床のタイミングは両脚支持期に入ってからとなっており、フォアフットロッカーが機能していないのがわかる。図 4-D-b をみてもわかるように、PSw の直前であっても床反力ベクトルは前方に傾かず、推進力を得られていないのがわかる(図 4-C-b)。図 4-c に示す模擬義足(底背屈遊動)では、COP が単軸足部の足継手軸に留まり(図 4-D-c)、単脚支持期間に COP 前方移動が見られないのがわかる(図 4-A-c)。踵離床のタイミングは反対側に荷重が完全に移行してからとなる。COP が単軸足部足継手軸にあるため、足関節底屈モーメントはゼロとなり(図 4-B-c)、フォアフットロッカーが機能しないのがわかる。一方で床反力ベクトルは前方にが生じている(図 4-C-c)が、底背屈遊動の模擬義足歩行と、HUS-AFO の模擬義足歩行との間に床反力前後成分の違いがみられず、HUS-AFO によって床反力ベクトルを前方に傾けているわけではないのがわかる。HUS-AFO(図 4-d)では、COP が 1 を超えなくても踵離床が生じ、HUS 軸を超えた時点で踵離床している。また、足関節モーメントに着目しても 1(Nm/kg)を超えなくても踵離床していることが確認できる(図 4-B-d)。この際、歩幅も模擬義足(底背屈遊動)と比較して、有意($P < 0.05$)に増加していた。

4-4. 成果のまとめ

本研究では多くの脳卒中片麻痺者が消失するフォアフットロッカーを装具によって機能させるために、HUS-AFO の開発を行ってきた。結果として HUS-AFO は COP をコントロールし、底屈筋力が不十分な対象者であっても単脚支持期に踵を挙上させフォアフットロッカーを機能させる装具であることを明らかにした。

しかしながら、本装具の HUS デバイスは、バネ伸長時に床面から最大で 30 mm 程度の高さになってしまい、非麻痺側との脚長差を生じてしまう。また 4 節リンク構造には複数の関節を有するため機構的には優れているが、耐久性に乏しいことが問題でもあった。本研究を通して脳卒中片麻痺者に対してフォアフットロッカーを機能させるために機序を明らかにすることができたので、今後は簡易的な装具のデザインに変更していくことが望ましいと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 17件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 昆恵介, 春名弘一, 佐藤健斗, 堀川悦夫, 山本澄子	4. 巻 26
2. 論文標題 脳卒中片麻痺者に対するエネルギー蓄積型シューインサートの開発と評価	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 バイオメカニズム26	6. 最初と最後の頁 55-65
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 佐藤健斗, 昆恵介, 春名弘一, 三富菜々, 佐藤ケイト, 小林大仁	4. 巻 37
2. 論文標題 義肢・装具ユーザ満足度評価尺度「OPUS-CSD-J」の作成および信頼性と妥当性の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 理学療法科学	6. 最初と最後の頁 585-592
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1589/rika.37.585	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 昆恵介, 春名弘一, 中井要介, 佐藤健斗, 稲垣潤, 清水新悟, 関川伸哉	4. 巻 38
2. 論文標題 フォアフットロッカー機能を支援するHUS-AFOの開発と評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本義肢装具学会誌	6. 最初と最後の頁 318-324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11267/jspo.38.318	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 昆恵介, 小山内拓実, 星野宏太, 中井要介	4. 巻 30
2. 論文標題 ヒールカップ付き足底装具の構造と衝撃吸収作用に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 POアカデミージャーナル	6. 最初と最後の頁 38-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32193/jjapo.30.1_38	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 佐藤健斗, 三富菜々, 昆恵介, 春名弘一	4. 巻 30
2. 論文標題 義肢装具領域における System UsabilityScale (SUS) の信頼性の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 P0アカデミージャーナル	6. 最初と最後の頁 32-37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32193/jjapo.30.1_32	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 Satoshi Izumiya, Keisuke Kon, Hiroki Matsuzaki, Tamotsu Mitamura	4. 巻 5
2. 論文標題 Development of A Road Surface Discrimination Device for Preventing Falls during Winter Walking - Built-In to Shoes and Verification on Frozen Surfaces -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of New Technology and Research	6. 最初と最後の頁 57-61
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 昆 恵介, 春名 弘一, 中井 要介, 佐藤 健斗, 稲垣 潤, 清水 新悟, 関川 伸哉	4. 巻 38
2. 論文標題 フォアフットロッカー機能を支援するHUS-AF0の開発と評価	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本義肢装具学会誌	6. 最初と最後の頁 318 ~ 324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11267/jspo.38.318	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 春名 弘一, 昆 恵介, 佐藤 健斗, 稲垣 潤, 中井 要介, 細谷 志帆, 阿部 由依, 田中 勇治	4. 巻 1
2. 論文標題 フォアフットロッカーを補助する短下肢装具の開発と健常者を対象としたパイロットスタディ	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 支援工学理学療法学会誌	6. 最初と最後の頁 9 ~ 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.57302/jatpt.1.1_9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 春名 弘一、田中 亮人、佐藤 健斗、三富 菜々、昆 恵介、阿部 由依、田中 勇治	4. 巻 1
2. 論文標題 生活期の短下肢装具ユーザーに関する装具フォローアップの実態調査 ~訪問・通所リハビリテーションサービスの非利用者に関する意識調査を含めて~	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 支援工理学療法学会誌	6. 最初と最後の頁 46~54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.57302/jatpt.1.1_46	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 佐藤 健斗、三富 菜々、昆 恵介、春名 弘一	4. 巻 30
2. 論文標題 義肢装具領域におけるSystem Usability Scale (SUS) の信頼性の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 P0アカデミージャーナル	6. 最初と最後の頁 32~37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32193/jjapo.30.1_32	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 昆恵介、春名弘一、佐藤健斗、堀川悦夫、山本澄子	4. 巻 26
2. 論文標題 脳卒中片麻痺者に対するエネルギー蓄積型シューインサートの開発と評価	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 バイオメカニズム26	6. 最初と最後の頁 55-65
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 昆恵介、春名弘一、佐藤健斗、中井要介、関川伸哉	4. 巻 23
2. 論文標題 脳卒中片麻痺者に対するエネルギー蓄積型シューインサートの開発と評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 SOBIM2021	6. 最初と最後の頁 99-102
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 無
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 春名弘一 , 田中亮人 , 佐藤健斗 , 三富菜々 , 昆恵介 , 阿部由依, 田中勇治	4. 巻 1
2. 論文標題 生活期の短下肢装具ユーザーに関する装具フォローアップの実態調査 ~訪問・通所リハビリテーションサービスの非利用者に関する意識調査を含めて~	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 支援工理学療法学会誌	6. 最初と最後の頁 46-54
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 春名弘一 , 昆恵介 , 佐藤健斗 , 稲垣潤 , 中井要介 , 細谷志帆 , 阿部由依, 田中勇治	4. 巻 1
2. 論文標題 フォアフットロッカーを補助する短下肢装具の開発と健常者を対象としたパイロットスタディ	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 支援工理学療法学会誌	6. 最初と最後の頁 9-14
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 無
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 春名弘一 , 昆 恵介, 稲垣潤 , 南部俊輔, 大日方将士	4. 巻 22
2. 論文標題 介護予防の現場で使えるAI技術を活用した歩行評価システムの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地域ケアリング	6. 最初と最後の頁 51-53
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 清水新悟 , 昆恵介 , PEI, Yanling, 大日方吾郎	4. 巻 25
2. 論文標題 機械的特性に基づく低アーチ足の衝撃吸収機能の補償	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 バイオメカニズム25	6. 最初と最後の頁 139-148
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 昆 恵介	4. 巻 29
2. 論文標題 リハの現場で役立つ!目で見える動作・歩行分析4脳卒中2)-装具歩行-	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Clinical Rehabilitation	6. 最初と最後の頁 312-319
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 稲垣潤、春名弘一、昆恵介、真田博文、本郷節之	4. 巻 5
2. 論文標題 歩行におけるエネルギー変換効率のKinectセンサーによる計測	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 臨床歩行分析研究会誌	6. 最初と最後の頁 33-40
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 昆恵介、春名弘一、小林俊樹、清水新悟、佐藤健斗	4. 巻 24
2. 論文標題 背屈可動域制限のある対象者に対する短下肢装具の内補高効果	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 バイオメカニズム24	6. 最初と最後の頁 125-136
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 -

〔学会発表〕 計26件(うち招待講演 0件/うち国際学会 4件)

1. 発表者名 稲垣潤、春名弘一、昆恵介、鈴木昭弘、竹沢恵、真田博文
2. 発表標題 リハビリテーション支援のための小型カメラを用いた歩行評価システムの検討
3. 学会等名 情報処理学会全国大会第84回全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 昆恵介, 春名弘一, 佐藤健斗, 中井要介, 関川伸哉
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者に対するエネルギー蓄積型シューインサートの開発と評価
3. 学会等名 第42回バイオメカニズム学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 春名弘一, 昆恵介, 稲垣潤, 阿部由依, 田中勇治, 南部俊輔, 大日方将士
2. 発表標題 AI技術を活用した包括的な歩行評価システムの開発ー第2 報: 歩幅の計測精度について
3. 学会等名 第37回日本義肢装具学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤健斗, 昆恵介, 三富菜々, 春名弘一, 佐藤ケイト
2. 発表標題 義肢・装具ユーザー満足度評価尺度「OPUS-CSD-J」の作成及び信頼性・妥当性の検討
3. 学会等名 第37回日本義肢装具学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 昆恵介, 稲垣潤, 春名弘一, 関川伸哉, 中井要介, 清水新悟, 佐藤健斗
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者に対するエネルギー蓄積型シューインサートの開発と評価
3. 学会等名 第37回日本義肢装具学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 昆恵介, 春名弘一, 佐藤健斗, 清水新悟, 稲垣潤, 中井要介, 関川伸哉
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者に対するフォアフットロッカーアシスト装具の評価
3. 学会等名 第27回日本義肢装具士協会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 共同発表者: 稲垣 潤, 中島 寿宏, 春名 弘一, 昆 恵介, 佐藤 洋一郎, 鈴木 昭弘, 本郷 節之
2. 発表標題 Kinectを用いた運動学習支援アプリケーションの作成と実地における試用
3. 学会等名 情報処理学会第82回全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉澤泰那, 昆 恵介
2. 発表標題 片麻痺患者に対するエネルギー蓄積型シューインサートの開発に関する基礎的研究
3. 学会等名 第36回日本義肢装具学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 昆 恵介, 春名弘一, 佐藤健斗, 清水新悟, 稲垣潤, 中井要介, 関川伸哉
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者に対するHUS-AFOの効果
3. 学会等名 第36回日本義肢装具学会学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Jun Inagaki, Hirokazu Haruna, Keisuke Kon, Akihiro Suzuki, Sadayuki Hongo
2. 発表標題 Evaluation of Energy Conversion Efficiency in Gait by Using a Portable Motion Capture Device
3. 学会等名 Proceedings of IEEE Global Conference on Consumer Electronics(GCCE)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉澤泰那, 昆 恵介
2. 発表標題 片麻痺患者に対するエネルギー蓄積型シューインサートの開発に関する基礎的研究
3. 学会等名 第36回日本義肢装具学会学術大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 春名弘一, 齋藤寧子, 佐々木菜子, 田中勇治, 昆 恵介, 稲垣潤
2. 発表標題 AI技術を活用した包括的な歩行評価システムの開発-歩幅の精度検証と歩行速度-対称性指数相関図の有用性の検討-
3. 学会等名 第70回北海道理学療法士学術大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 昆 恵介, 春名弘一, 佐藤健斗, 清水新悟, 稲垣潤, 中井要介, 関川伸哉
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者に対するHUS-AFOの効果
3. 学会等名 第36回日本義肢装具学会学術大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 昆恵介, 春名弘一, 清水新悟, 佐藤健斗, 中井要介, 関川信哉
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者に対するターミナルスタンスアシスト装具の効果
3. 学会等名 第35回日本義肢装具学会学術講演会講演集
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Keisuke Kon, Hirokazu Haruna, Jun Inagaki, Shingo Shimizu, Shinya Sekikawa
2. 発表標題 Development of a heel-off assist Ankle Foot Orthosis for stroke patients
3. 学会等名 4th Asian Prosthetic and Orthotic Scientific Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Keisuke Kon, Hirokazu Haruna, Jun Inagaki, Shingo Shimizu, Shinya Sekikawa
2. 発表標題 Development of a heel-off assist Ankle Foot Orthosis for stroke patients
3. 学会等名 4th Asian Prosthetic and Orthotic Scientific Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 稲垣潤、中島寿宏、春名弘一、昆恵介、佐藤洋一郎、本郷節之
2. 発表標題 モーションキャプチャを用いた運動学習支援の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Jun Inagaki, Hirokazu Haruna, Keisuke Kon, Takumi Ino, Yoshimi Tanahashi, Sadayuki Hongo
2. 発表標題 Measurement of Energy Conversion Efficiency in Gait Using a Portable Motion Capture Device
3. 学会等名 4th Asian Prosthetic and Orthotic Scientific Meeting 201 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hirokazu Haruna, Jun Inagaki, Keisuke Kon, Yoichiro Sato, Takumi Ino, Shingo Shimizu, Yoshimi Tanahashi, Shiho Hosoya, Ayaka Niida, Yuji Tanaka
2. 発表標題 The effects of rocker sole shoes on locomotion in individuals with a limited range of motion in the ankle joint
3. 学会等名 4th Asian Prosthetic and Orthotic Scientific Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 昆患介, 春名弘一, 中井要介, 佐藤健斗, 関川伸哉
2. 発表標題 脳卒中患者に対するエネルギー蓄積型靴インサート付きAF0 のフォアフットロッカー アシスト効果
3. 学会等名 第28回日本義肢装具士協会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 昆患介, 春名弘一, 佐藤健斗, 堀川悦夫, 山本澄子
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者に対するエネルギー蓄積型シューインサートの開発と評価
3. 学会等名 第27回バイオメカニズムシンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 第38回日本義肢装具学会学術大会
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者への短下肢装具とROSI 使用によって与える立脚終期への影響
3. 学会等名 森嘉裕, 昆恵介, 網頭弘晃, 松井千春, 加藤雄大, 水野誠, 春名弘一, , 早川康之, 安彦かがり
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 昆恵介, 春名弘一, 佐藤健斗, 中井要介, 関川伸哉, 堀川悦夫, 山本澄子
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者に対するエネルギー蓄積型 シューインサートの形状と位置に関する研究
3. 学会等名 第38回日本義肢装具学会学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 昆恵介, 春名弘一, 佐藤健斗, 中井要介, 山本澄子
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者に対する逆オメガ型シューインサート (ROSI) の力学的特性
3. 学会等名 第29回日本義肢装具士協会学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 昆恵介, 春名弘一, 中井要介, 山本澄子, 佐藤健斗, 森嘉裕
2. 発表標題 脳卒中片麻痺者に対する短下肢装具と併用したReverse Omega ShoeInsert (ROSI) の効果
3. 学会等名 第39回日本義肢装具士協会学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森嘉裕 春名弘一 早川康之 陳野原隼人 昆恵介
2. 発表標題 Reverse Omega Shoe Insert:ROSIと短下肢装具の併用が健常者の歩行に及ぼす影響
3. 学会等名 第44回バイオメカニズム学術講演会 (SOBIM2023)
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>足部エネルギー蓄積型短下肢装具と歩行評価システムの開発 https://www.youtube.com/watch?v=cpDXpECxyKM 足部エネルギー蓄積型短下肢装具と歩行評価システムの開発 https://www.youtube.com/watch?v=cpDXpECxyKM</p>

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
研究分担者	春名 弘一 (Hirokazu Haruna) (00712168)	北海道科学大学・保健医療学部・准教授 (30108)	
研究分担者	稲垣 潤 (Jun Inagaki) (50337052)	北海道科学大学・工学部・教授 (30108)	
研究分担者	関川 伸哉 (Shinya Sekikawa) (60326717)	東北福祉大学・総合福祉学部・教授 (31304)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究 分 担 者	清水 新悟 (Shingo Shimizu) (00736390)	北海道科学大学・保健医療学部・准教授 (30108)	

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