

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12756

研究課題名（和文）トレッドミル上での身体機能の制限に基づいた転倒回避動作戦略の解明と転倒リスク評価

研究課題名（英文）Elucidation of Fall Avoidance Movement Strategies Based on Restriction of physical movement and Evaluation of Fall Risk

研究代表者

中島 康貴（Nakashima, Yasutaka）

九州大学・工学研究院・准教授

研究者番号：00632176

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、滑り転倒に対する両足支持での転倒回避戦略を力学モデルによりシミュレーションすることで、転倒回避戦略の安定性指標を作成する方法を提案した。また老化に伴う関節可動域の減少を考慮し、下肢の関節の中でもどの関節可動域の低下が安定性の低下に影響するかを調査するために、単一の関節の可動域のみを制限したシミュレーションを行い、結果を比較した。その結果、足関節可動域のみ制限した場合の方が、その他の関節可動域を制限した場合と比べて、安定性の減少が大きいことが分かった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で得られた成果は、滑り転倒時の回避動作における関節可動域の低下が転倒リスクに与える影響を力学モデルを用いて定量的に評価したものである。滑り転倒刺激を加えることで疑似的に実現象を再現し、回避動作の実験解析を行うだけでなく、その知見に基づき、力学モデルをベースとした順動力学シミュレーションを構築することで、下肢の関節可動域の低下が及ぼす安定性の減少量を理論的に解析している。そのため、今後はこの手法を用いることで、医師や専門家が個人の転倒リスクを屋内で安全かつ事前に判断することができ、可動域の低下に基づいて最も効果的な訓練手法の選択、提示を行うことに応用可能である。

研究成果の概要（英文）：In this study, we proposed a method to create a stability index for a fall avoidance strategy by simulating a fall avoidance strategy with bipedal support against slip and fall using a mechanical model. In addition, considering the decrease in joint range of motion with aging, we conducted simulations in which only the range of motion of a single joint was restricted in order to investigate which of the joints in the lower limb was affected by the decrease in stability. The results showed that the reduction in stability was greater when the ankle joint range of motion was restricted than when the other joints were restricted.

研究分野：医療福祉工学

キーワード：転倒リスク評価 滑り転倒刺激 左右分離型トレッドミル 関節可動域（ROM） 動的安定性（MoS）  
順動力学シミュレーション

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、研究者個人に帰属します。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

高齢人口の増加、要介護者の増加によって起こりうる様々な問題は今まさに取り組まなくてはならない問題である。この要介護者の増加の原因の一つとして、高齢者の転倒事故がある。転倒による外傷や骨折で直接的に寝たきりの状態を余儀なくされるだけでなく、転倒を経験した高齢者は転倒に対する恐怖により活動が制限されることから間接的に寝たきりの状態へ遷移してしまうことも関係している。

転倒を防止するための対策として、ユーザーに外側から力を加え、強制的に転倒を予防する手法(外骨格ロボットやパワーアシストスーツを装着し、下肢の動作を推定しアシストを行う)と、ユーザーに転倒の危険性のみを伝え(各自の運動能力を事前に計測し、転倒リスクを評価または提示することで転倒の危険性を注意喚起する)、自身で運動を変化させる手法が考えられる。転倒リスクとは、その人自身の転びやすさ、転倒する際の回避能力を表す指標である。前者の手法では、装置を常に装着するため、日常生活に支障を及ぼす可能性があるが、後者の手法では、事前の計測および評価、提示にとどまるため、日常生活への支障を軽減することが可能である。

研究代表らは、2017年度より、転倒を引き起こすような強い外乱として刺激(以下、転倒刺激とする)を与えることで滑り転倒現象を再現し、その際の回避動作の解析結果に基づいた新たな転倒リスクの評価を実施してきた[1][2]。その中で、ヒトは個人によって回避動作戦略が異なるという知見を得たため、その戦略ごとに応じた指標に基づき転倒リスクを評価しなければ、その個人の転倒リスクを正確に見積もりことができないのではないか?という新たな研究課題にぶつかった。このように考えた理由として、ヒトはその個人の中で優れている身体機能を優先的に働かせ、動作戦略を構築し、転倒を回避している可能性が高く、身体機能が異なる個人によってその回避動作戦略は大きく異なるかもしれないという仮説を立てたからである。

### 2. 研究の目的

本研究は上記の仮説を検証するべく、これまで研究代表者が構築してきた滑り転倒現象を再現するシステムと動作解析によって得られた滑り転倒時の回避動作の知見[1][2]に基づき、今まで明らかにされてこなかった、各個人で異なる回避動作戦略に寄与する身体機能が転倒リスクに与える影響について、実験的な解析とモデルを用いた理論解析の両者を用いてアプローチし、身体機能の低下が滑り転倒リスクを増加させているか明らかにすることを目的としている。本研究では、身体機能の低下として筋骨格系を構成する重要な要素の一つである関節可動域(ROM)の低下を対象とした成果について報告する。

### 3. 研究の方法

(1) 関節可動域(ROM)の低下が転倒回避動作に及ぼす影響の実験的解析[3]

高齢者の転倒の原因の一つに、下肢の関節可動域(ROM)の低下が挙げられる。しかし、このROMがどの程度低下すると転倒リスクが増大するのか、ROMの低下量と転倒リスクの関係は明らかではない。そこで、本研究では、下肢のROMの低下量が転倒リスクに及ぼす影響を検討するために、下肢の代表的な関節である膝関節の屈曲角度が制限された場合に、滑り転倒刺激時のヒトの安定性がどの程度低下するかを実験から検証する。本実験では、2名の健常な若年者を対象とした。膝関節の屈曲ROMは、GYTH社製のリストリクターによって左右両方とも制限を行った。ベルトック社製の左右分離型トレッドミル上を歩行しながら、左右片側のベルトのみ逆方向へ回転させることで、踵接地時に滑り転倒刺激を印加している。この刺激の大きさはベルト加速度によってコントロールすることができる。今回は、加速度  $10\text{m/s}^2$  の刺激を加えた。膝関節の屈曲ROMの制限は、最大屈曲角度を制限しない無制限の条件、最大屈曲角度が  $60\text{deg}$  までの条件、最大屈曲角度が  $40\text{deg}$  までの条件の合計3つで行った。これらの条件は、立位時の膝関節の最大屈曲角度を  $120\text{deg}$  としたときに、それぞれ、1.無制限、2.50%制限、3.67%制限と表現している(図1)。実験参加者の滑り転倒刺激への注意を逸らすために、実験参加者はトレッドミルの前方のスクリーンの画像を見ながら実験を行った。実験参加者の動作はモーションキャプチャによって記録され、支持基底面(BoS)、重心位置(CoM)、重心位置の速度( $V_{\text{com}}$ )を算出し、それらを用いて矢状面方向および前額面方向の動的安定性(MoS)を解析した。

実験参加者  
2名の若年健常男性

実験装置

- ・膝関節の屈曲可動域制限装置
- 1. 最大屈曲角度制限なし
- 2.  $60\text{deg}$ まで (50%制限)
- 3.  $40\text{deg}$ まで (67%制限)

- ・床反力内蔵の左右分離型トレッドミル
- ・モーションキャプチャー
- ・ハーネス

転倒刺激

滑り足の踵が接地した瞬間にベルトの片側のみ逆回転(もう片側のベルトは停止)

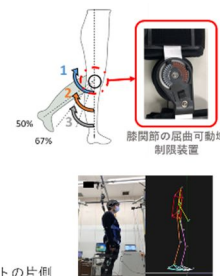


図1 可動域を制限した転倒回避動作実験

(2) 滑り転倒回避時の動作モデルの構築[4]

(1) で得られた実験結果を理論的に説明するために、滑り転倒回避時の動作モデルの構築を行う。身体機能の一部として関節可動域(ROM)を制限した状態で、滑り転倒の際の各関節の運動学、運動力学パラメータがどのように変化するか、(1) で得られた実験結果から解析し、その

結果を用いてヒトの滑り転倒回避時の動作モデルを構築する。

滑り転倒に対する研究として、Paiらは滑り転倒時の人の回避戦略を、様々な初期条件でシミュレーションすることで、転倒回避可能な初期条件群を求め安定性としている[5]。ここでのシミュレーションは、足首を持つ倒立振り子モデルに対し、初期条件として CoM の位置、速度を与え、足首トルクによって CoM を足上で静止させるものである。Paiらのシミュレーションでは、歩行中の片足遊脚時に発生した滑り転倒時の回避戦略を元に行っているため、モデルも片足のものであると考えられる。このような状況は、比較的滑りやすい路面上で起こると考えられる。しかし滑りやすい路面上では、人は滑り転倒を警戒しながら歩行することが考えられるため、怪我の発生頻度は低いことが考えられる。対して、滑りにくい路面の一部にとっても滑りやすい路面が存在した場合、人は予想外な滑りに直面し、怪我の発生につながると考えられる。その場合、滑りは踵接地時に発生すると考えられるため、両足での回避戦略をとることになる。そこで本研究では両足での転倒回避戦略に対する安定性指標を作成するために、両足回避戦略のシミュレーションを行う。また、(1)で得られた実験結果を参考に、関節可動域 (ROM) の低下が転倒リスクに与える影響を調査することで老化による滑り転倒事故への影響を考察する。

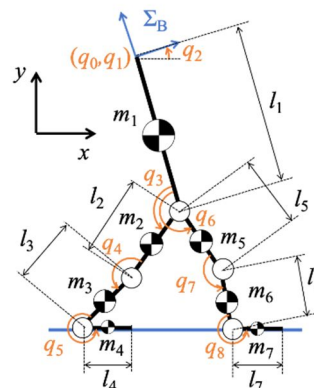
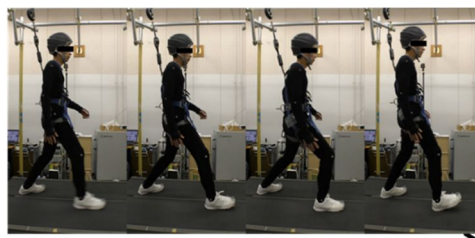


図2 両足での転倒回避動作モデル

両足での転倒回避戦略では、バランスを崩した上肢を静止させて安定させるための股関節トルクと、膝の屈伸運動が用いられると考えられるため、股関節と膝関節、足関節を含め7リンクの両足モデルを用いた(図2)。第1リンクの上部(頭部)にベースリンクを設置した浮遊リンク系としている。また転倒回避時の運動は進行方向に対して大きな運動をされると考えられるため、人の矢状面に対してモデルを設定した。研究代表者らの先行研究では滑り転倒を再現した実験を行なっている[1][2]。実験では踵接地時の滑り発生後、バランスを回復するために滑り足を踏み直して、両足で転倒回避することが確認されている(図3)。そこでシミュレーション期間は滑り足の踏み直し以降とした。また、回避戦略の中で地面に接地している両足の位置は変化していなかったことから両足の接地位置は変化しないことを拘束条件とした。図2のモデルに対して両足の接地位置は変化しないという拘束条件を加えた上で、ラグランジュの未定乗数法によりモデルの運動方程式を導出した。初期条件に対して CoM の速度を 0 にするようにトルク入力を加えた上で、4 次のルンゲクッタ法を解き、k ステップ後に CoM の速度を 0 にすることが可能であれば回避成功、出来なければ回避失敗という判定を行なった。



右足滑り 回避開始 右踏み直し 回避完了  
図3 対象とする転倒回避動作

### (3) 滑り転倒回避動作モデルに基づいた転倒リスクの評価

(2)で得られたモデルを用いて、滑り転倒回避動作時の転倒リスクを評価する。特に、身体機能を制限した条件として下肢の関節可動域 (ROM) が低下した条件において、転倒リスクにどのように影響を与えるかを検証することで、下肢の関節のうち、どの関節の可動域 (ROM) が低下すると転倒リスクが高まるか明らかにする。シミュレーションでは、初期条件として各関節の初期角度を複数用意し、CoM の初期角速度を 5[rad/s]ごとに变化させて回避可能か失敗かの判定を行なった。また関節角度の可動域として、松村らの先行研究[6]とこれまでの研究代表者らの知見[1][2]を参考にし、表1のように設定した。なお、ここでは関節可動域の制限は全て 80% 制限としてシミュレーションを行なった。

表1 モデルに用いた関節可動域の条件

restriction	hip		knee		ankle	
	bend	extend	bend	extend	bend (dorsiflexion)	extend (plantar flexion)
no	132.7	45	153.9	4.0	60	60
hip joint	132.7 × 0.8	45 × 0.8	153.9	4.0	60	60
knee joint	132.7	45	153.9 × 0.8	-1.3 × 0.8	60	60
ankle joint	132.7	45	153.9	4.0	60 × 0.8	60 × 0.8

## 4. 研究成果

### (1) 関節可動域の低下が転倒回避動作に及ぼす影響の実験的解析[3]

膝関節屈曲 RoM 制限の異なる条件下で、実験参加者の矢状面方向の MoS と前額面方向の MoS を計算し、そのデータから最大値、最小値、平均値をそれぞれ用いて、転倒回避した最も高い安定性、刺激後の最も低い安定性、バランス回復期間中の総合的な安定性を表現した。その結果、矢状面方向の MoS について、最大屈曲角度が 40deg までの条件では、最大屈曲角度を制限しない無制限の条件と比較して、最大値が 44%、最小値が 122%、平均値が 45%減少することが確認された。また、膝関節の屈曲 RoM の制限が大きくなるにつれて、MoS が小さくなることがわかった。一方、前額面方向の MoS については、膝関節の屈曲 RoM の制限と MoS の間に明確な関係は見られなかった。

## (2) 滑り転倒回避時の動作モデルの構築[4]

本シミュレーションによる滑り転倒の回避動作が、どの程度実際の回避動作を再現しているかを実験での回避動作と比較した。実験において実験参加者の左右の爪先、踝、膝、腰、肩の10点の位置をモーションキャプチャによって計測している。そのため、計測された各座標から各関節角度、角速度を算出可能である。よって算出された各初期値を用いてシミュレーションした結果を次に示す。まず実験での滑り足踏みなおし後の回避動作の様子とシミュレーションでの回避動作の様子を比較すると、その様子は同じように観察された。また重心速度の変化として滑り足を踏みなおしてから重心速度を  $x$  方向と  $y$  方向について比較すると図4のようになった。図4の前半赤枠の中は実験での計測結果とシミュレーション結果がほぼ等しいことが分かる。後半部分は実験値とシミュレーション結果が異なっているが、この部分については転倒回避動作が既に完了しており、回避動作に直接影響がない範囲と考えられる。よって本シミュレーションは滑り転倒刺激時の人の転倒回避動作について再現していると考えられる。

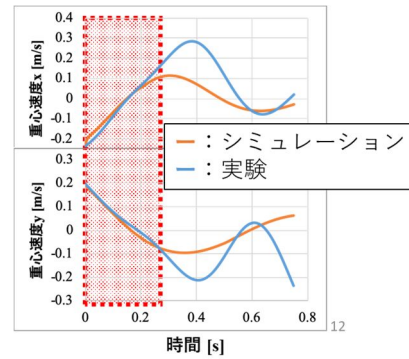


図4 転倒回避シミュレーション結果

## (3) 滑り転倒回避動作モデルに基づいた転倒リスクの評価

制限なし時の安定量を基準とすると、膝関節可動域の制限ではほぼ変化がなかったが、股関節可動域の制限では約23%、足関節可動域の制限では約62%の安定量が減少することが確認された。これは、転倒回避戦略として知られる“ankle strategy”や“hip strategy”といった戦略と対応しており、本研究の成果は妥当であることが示唆された。

また、シミュレーションの初期条件の一つであるBoSごとの安定量の変化について、まとめたものが図5である。この結果から、関節可動域の制限がない条件、股関節、膝関節、足関節いずれも可動域制限がある条件のすべての条件において、BoSが0.6[m]でピークを持つことが確認された。このことから、転倒回避動作を行う上で、支持基底面(BoS)は狭すぎても広すぎても不利であり、ある特定の範囲において、最も回避しやすくなる可能性が示唆されている。

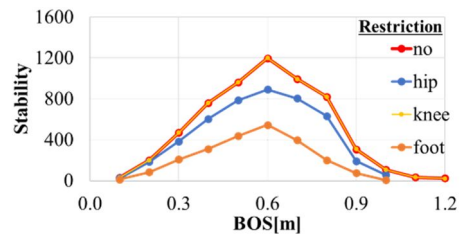


図5 BoSごとに安定性を比較したシミュレーション結果

本研究では、滑り転倒に対する両足支持での転倒回避戦略を力学モデルによりシミュレーションすることで、転倒回避戦略の安定性指標を作成する方法を提案した。また老化に伴う関節可動域の減少を考慮し、下肢の関節の中でもどの関節可動域の低下が安定性の低下に影響するかを調査するために、単一の関節の可動域のみを制限したシミュレーションを行い、結果を比較した。その結果、足関節可動域のみ制限した場合の方が、その他の関節可動域を制限した場合と比べて、安定性の減少が大きいことが分かった。

### <引用文献>

- [1] Taichi Kobayashi, Yasutaka Nakashima, Motoji Yamamoto, Classification for Two Recovery Action Strategies in Slipping Fall, Proceedings of the 2019 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, pp. 233-236, 2019.
- [2] Yasutaka Nakashima, Taichi Kobayashi, Shintaro Ueki, Motoji Yamamoto, Examination of the Impact of Differences in Restraint Conditions and Stimulus Intensity on the Fall Avoidance Strategy During a Slip Fall, Proceedings of the International Symposium on Community-centric Systems, 2020.
- [3] Zhang Yicheng, Koki Honda, Ayato Kanada, Motoji Yamamoto, Yasutaka Nakashima, Margin of stability (MoS) based prediction of balance and fall after introducing external slip stimulations, Abstracts on the International Conference on Slips, Trips, and Falls Sendai 2022, pp. 43, 2022.
- [4] 小林太一, 中島康貴, 山本元司, 両足支持での滑り転倒回避戦略における安定性指標の提案, 第20回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会講演予稿集, pp. 1752-1753, 2019.
- [5] Yi-Chung Pai, James Patton, Center of Mass Velocity-Position Predictions for Balance Control, Journal of Biomechanics, Vol.30, No.4, pp. 347-354, 1997.
- [6] 松村将司, 宇佐英幸, 小川大輔, 市川和奈, 畠昌史, 清水洋治, 古谷英孝, 竹井仁, 篠田瑞生, 下肢の関節可動域と筋力の年代間の相異およびその性差, 理学療法科学, Vol 30, pp. 239-246, 2015.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 松永夏己, 本田功輝, 金田礼人, 山村康裕, 山本元司, 中島康貴	4. 巻 41
2. 論文標題 片麻痺模擬歩行におけるT字杖の杖先位置の違いが動的安定性 (MoS) に及ぼす影響の検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本ロボット学会誌レター	6. 最初と最後の頁 897-900
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7210/jrsj.41.897	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 松永夏己, 本田功輝, 金田礼人, 山村康裕, 山本元司, 中島康貴	4. 巻 Vo. 41, No. 10
2. 論文標題 片麻痺模擬歩行におけるT字杖の杖先位置の違いが動的安定性 (MoS) に及ぼす影響の検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本ロボット学会誌レター	6. 最初と最後の頁 pp. 897-900
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7210/jrsj.41.897	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 戸越 勉, Pham Hoang Tung, 中島 康貴, 山本 元司	4. 巻 87
2. 論文標題 斜板落下式外乱印加によるヒト立位安定性評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本機械学会論文集	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1299/transjsme.20-00302	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 Miura, Yuki Yokoo, Yasutaka Nakashima, Yoshikazu Ogaya, Misato Nihei, Takeshi Ando, Yo Kobayashi, Masakatsu G. Fujie	4. 巻 50
2. 論文標題 Determination of the Gain for a Walking Speed Amplifying Belt Using Brain Activity, IEEE Transactions on Human-Machine Systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Human-Machine Systems	6. 最初と最後の頁 154-164
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/THMS.2019.2961974	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20件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 6件）

1. 発表者名 山村康裕, 松永夏己, 栗家悠樹, 中島康貴
2. 発表標題 T字杖歩行における杖の接地位置とタイミングの練習が動的安定性Margin of Stabilityに及ぼす影響の検討
3. 学会等名 第28回日本基礎理学療法学会学術大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西山悠太, 松永夏己, 金田礼人, 本田功輝, 山本元司, 中島康貴
2. 発表標題 介助者の上肢インピーダンス推定に基づく車椅子を押す力を低減させるバネハンドルの開発
3. 学会等名 第41回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ 2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松永夏己, 本田功輝, 金田礼人, 山村康裕, 山本元司, 中島康貴
2. 発表標題 片麻痺模擬歩行におけるT字杖の杖先位置の違いが動的安定性 (MoS) に及ぼす影響の検討
3. 学会等名 第40回日本ロボット学会学術講演会 (RSJ 2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松永夏己, 本田功輝, 金田礼人, 山村康裕, 山本元司, 中島康貴
2. 発表標題 T字杖歩行中における杖先位置の違いが動的安定性に及ぼす影響
3. 学会等名 第19回姿勢と歩行研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 井手隆統, 本田功輝, 金田礼人, 中島康貴, 山本元司
2. 発表標題 慣性センサを用いたヒト立位姿勢でのCoP推定における重心動揺計との比較
3. 学会等名 第19回姿勢と歩行研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西山悠太, 實松建吾, 松永夏己, 本田功輝, 金田礼人, 山本元司, 中島康貴
2. 発表標題 車椅子操作における介助者の上肢インピーダンス特性の解析
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH 2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 栗家悠樹, 松永夏己, 本田功輝, 金田礼人, 山村康裕, 山本元司, 中島康貴
2. 発表標題 T字杖の効果的な操作指導に向けた動的安定性を高める杖先位置と杖荷重の関係の導出
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH 2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 松永夏己, 本田功輝, 金田礼人, 山村康裕, 山本元司, 中島康貴
2. 発表標題 杖使用時に動的安定性を高める杖先位置の力学モデルに基づく提案
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH 2023)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Zhang Yicheng, Koki Honda, Ayato Kanada, Motoji Yamamoto, Yasutaka Nakashima
2. 発表標題 Margin of stability (MoS) based prediction of balance and fall after introducing external slip stimulations
3. 学会等名 International Conference on Slips, Trips, and Falls (STF 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松永夏己, 本田功輝, 金田礼人, 山村康裕, 山本元司, 中島康貴
2. 発表標題 T字同歩行中における両足と伺にかかる荷重に基づく動的安定性 (MoS) の評価
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH 2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 實松建吾, 柏木昭彦, 山道菜未, 本田功輝, 金田礼人, 山本元司, 中島康貴
2. 発表標題 介助熟練者と初心者における車椅子を押す力と肘関節角度に注目した車椅子操作の特徴解析
3. 学会等名 第22回 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会 (SI 2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松永夏己, 張伊城, 本田功輝, 金田礼人, 山村康裕, 山本元司, 中島康貴
2. 発表標題 T字杖の使用条件の違いによる杖歩行中の動的安定性評価
3. 学会等名 第42回バイオメカニクス学術講演会 (SOBIM2021)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Yasutaka Nakashima, Taichi Kobayashi, Shintaro Ueki, Motoji Yamamoto
2. 発表標題 Examination of the Impact of Differences in Restraint Conditions and Stimulus Intensity on the Fall Avoidance Strategy During a Slip Fall
3. 学会等名 International Symposium on Community-centric Systems (CcS 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kengo Sanematsu, Hiroyuki Kadomatsu, Motoji Yamamoto, Yasutaka Nakashima
2. 発表標題 Kinetic Analysis of Pushing Force in Wheelchair Operation by Caregiver
3. 学会等名 International Symposium on Community-centric Systems (CcS 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tsutomu Togoe, Pham Hoang Tung, Yasutaka Nakashima, Motoji Yamamoto
2. 発表標題 Identification of human standing stabilizing dynamics by experiment of disturbance application using swash plate fall
3. 学会等名 The 26th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2021 (AROB 26th 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 實松建吾, 門松寛幸, 山本元司, 中島康貴
2. 発表標題 車椅子介助における介助者の姿勢の違いによる車椅子操作の力学特性の解析
3. 学会等名 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 (ROBOMECH 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮本夏帆, Pham Hoang Tung, 戸越勉, 本田功輝, 金田礼人, 中島康貴, 山本元司
2. 発表標題 斜板落下式外乱印加装置を用いたヒト立位化システム同定における実験条件の違いが同定システムに及ぼす影響の検討
3. 学会等名 第21回 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会 (SI 2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Aoi Makino, Yasutaka Nakashima, Motoji Yamamoto
2. 発表標題 Measurement of Contact Force and Contact Pressure Distribution Applied by Passively Deformable Soft Finger
3. 学会等名 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chen Hua, Yasutaka Nakashima, Motoji Yamamoto
2. 発表標題 On a Precise Control for MP Joint of Human Index Finger Using Functional Electrical Stimulation -Basic Characteristics of the Joint Movement-
3. 学会等名 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北村孝寛, 中島康貴, 生野岳志, 山本元司
2. 発表標題 バランスボール座位時の強制動作における腰部周辺の筋活動解析と認知試験評価
3. 学会等名 第25回ロボティクスシンポジア
4. 発表年 2020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
研究 分担 者	山本 元司  (Yamamoto Motoji)  (90202390)	九州大学・工学研究院・教授   (17102)	

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
---------	---------