

令和 2 年 7 月 13 日現在

機関番号：12701

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H05914

研究課題名（和文）仮想壁で転倒リスクを見える化：立位-感覚重みインピーダンスの提案と立位機能評価

研究課題名（英文）Fallen Risk Visualization Using Virtual Partition: Proposal of Standing-Sensory Weighting Impedance and Standing Function Evaluation

研究代表者

島 圭介 (Shima, Keisuke)

横浜国立大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号：50649754

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 19,600,000円

研究成果の概要（和文）：代表者はこれまでに人間の周りに機械特性を持つ仮想壁を作り、壁への接触反力を振動刺激によって知覚させてあらゆる空間で立位姿勢を安定化する方法論、Virtual Light Touch (VLT) 法を提案した。本研究では、VLT 法に基づいて(1) 仮想壁を利用して姿勢動揺を誘発させて立位機能を評価する新しい方法論を開発するとともに、(2) 立位機能とライトタッチの関係を表現する立位制御モデルを提案する。(3) 視覚、体性感覚、前庭感覚の重み状態を表現する新しい感覚重み評価モデルを考案し、(4) 転倒リスク評価にもとづく機能訓練によって立位と歩行にかかわる機能改善が可能が検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

超高齢社会を迎えた昨今、転倒災害による死亡者数は増加の一途をたどり、転倒事故の削減、予防が喫緊の課題である。厚生労働省と労働災害防止団体も、転倒災害を減少させるための「STOP! 転倒災害プロジェクト」を推進しているものの、未だ取り組むべき課題が多く残されているのが現状である。本研究結果により、人が安定した歩行や立位姿勢維持のための身体能力を有しているかを転倒リスクとして定量的に評価し、日常生活において転倒を効果的に防ぐための基礎的な方法論が確立できた。これは今後の超高齢社会を支える非常に重要な根幹技術となり、健康診断など簡易的な転倒リスク検査によって多くの転倒事故問題の解決の糸口となり得る。

研究成果の概要（英文）：This research proposed a novel standing-function evaluation system based on virtual light touch contact. In this approach, a virtual partition is first created from measurements of the subject's trunk and finger positions.

To realize the evaluation of standing-function, the author proposed the following points: (1) a novel concept for standing-function evaluation based on virtual light touch contact; (2) a new posture control model to express the relationships between fingertip stimulation and perceptual precision; (3) a simplified standing function and sensory evaluation system based on sensory reweighting model; and (4) a new training approach for standing-function.

研究分野：生体医工学

キーワード：ライトタッチコンタクト 転倒予防 転倒リスク評価 診断支援

1. 研究開始当初の背景

高齢化社会が進むにつれて、高齢者の転倒事故が深刻な社会問題となっており、転倒による死亡者数も増加傾向にある(2007年度厚労省調べ)。また、工場などの産業現場においても作業者の転倒事故による生産性低下が懸念されており、高齢者が抱える転倒リスクを明確にし、適切な転倒予防法の享受と機能回復を実現することが極めて重要である。そのため、転倒事故予防のための転倒リスクの定量的な評価や、日常生活において転倒を防ぐための立位機能回復訓練の支援法が必要不可欠である。

転倒リスクが高い高齢者は静止立位時の身体動揺が大きく、機能が低下していることが知られていることから、高齢者の立位機能の評価と訓練法が求められる。転倒リスク評価は一般的に体力テストや最大2歩幅測定等が用いられるが、所要時間が1時間以上かかるという点からも頻繁に行うことができず、内在する機能低下を日常的に検査・評価してユーザにフィードバックする方法は皆無である。

以上のことから、被験者の運動機能と感覚系の機能をモデル化して定量化可能な方法論が構築できれば、高齢者の転倒リスクを数値化して被験者や療法士にフィードバックが可能になるだけでなく、転倒を予防するための効果的な訓練規範の生成や、ヒトの立位状態の機序解明への発展が期待できる。

2. 研究の目的

本研究では、申請者が考案してきた空中に仮想的な機械特性を有する壁を用いて立位機能を安定化させる仮想ライトタッチ(Virtual Light Touch: VLT)法に基づき、(1)仮想壁を利用して姿勢動揺を誘発させて立位機能の評価する新しい方法論を開発する。この方法では被験者に大きな負担を与えずに立位状態変化を与え、体性感覚刺激に対する立位状態を評価可能である。そして(2)立位における運動機能を定量化する立位制御モデルを新たに構築するとともに、(3)3感覚系(視覚・前庭感覚・体性感覚)の重み状態とその変化能力を定量化する世界初のモデルを考案することで、(4)立位機能の定量化と訓練支援を実現する新しいシステムを開発することを目指して研究を実施した。

3. 研究の方法

(1) 仮想壁を利用した立位機能評価法

ヒトは、指先などで物体に軽く触れることで立位や歩行時の姿勢動揺が低下して安定した立位/歩行状態となることが知られている[文献①]。この現象はライトタッチコンタクトと呼ばれ、古くから研究がなされてきた。代表者は、ライトタッチコンタクトの姿勢動揺低減効果を仮想的に与える新しい方法論として仮想ライトタッチ(VLT)法を考案している。VLT法では、身体の周りに仮想的なインピーダンスパラメータを有する壁を構成し、ヒトが指先で仮想壁に触れた際の反力を運動方程式により求め、指先へ振動刺激としてフィードバックする。これにより、ライトタッチと同じ効果が与えられることを示してきた[文献②]。

この原理を応用し、仮想壁に触れる刺激を被験者に与えた状態(仮想壁ON)から、無作為なタイミングで刺激がない状態(仮想壁OFF)に変化させることで、被験者にわずかなふらつきを誘発させ、その変化をカメラや重心動揺計を用いて定量評価する立位機能評価法を実現する(図1)。

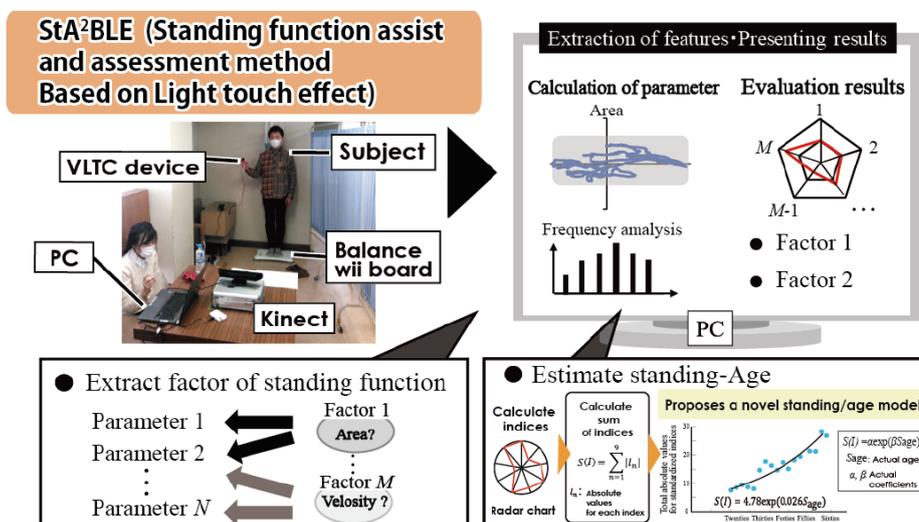


図1 提案する転倒リスク見える化(立位機能評価)法

(2) ライトタッチ型ヒト立位制御モデル

ヒトに生じるライトタッチ現象は様々な観点から研究がなされているものの、指先から得られる情報がヒトの姿勢制御戦略にどのように寄与するかについては明らかにされていない。本研究では、LTC 効果の再現を目指した体性感覚情報に基づく立位姿勢制御モデルを提案した。提案法では、ヒトが体性感覚刺激によって指先位置から身体重心を推定する精度が向上するという仮説[文献③]を倒立振子モデルで再現する。モデルによるシミュレーションとヒトから実測した重心動を比較することで、LTC 効果が立位制御に及ぼす影響について検討した。

(3) 感覚重み定量化法

これまでに確立した立位機能評価システムを利用して計測を行った大規模実験データに対し因子分析を適用することで、転倒に寄与する要因を解析した。これにより、転倒と立位機能の関係性を詳細に議論した。また、感覚刺激がヒトの各感覚系の状態に与える影響をリアルタイム評価するために、重心動揺計を用いて計測した足圧中心(COP)に対してWavelet解析 $W(b, a)$ を用いて身体動揺制御の周波数成分を評価する方法論を提案した。ここで、 a は周波数、 b は時刻を表すパラメータである。このとき、 $W(b, a)$ から時間 t の周波数 f におけるウェーブレットパワー $P(f, t)$ を算出する。さらにNagyらの報告[文献④]に基づき、立位に関わる各感覚が制御に寄与する周波数帯域(視覚系: 0-0.3Hz, 前庭系・触覚: 0.3-1Hz, 位置覚: 1-3Hz)のウェーブレットパワーの総和値 $SSS(t)=[Se(t), Sv t(t), Sp(t)]=[Si] 1 \leq i \leq 3$ を算出することで、各感覚系制御状態の時系列変化を評価する。

(4) 立位機能訓練の検討

本研究は訓練が立位機能年齢および立位機能年齢を構成する動揺指標へ与える影響を検証することを目的として、即時効果の検証、短期効果の検証を実施した。

4. 研究成果

(1) 仮想壁を利用した立位機能評価法

VLTC を利用した立位機能評価システムは、身体重心(center of mass: COM) の計測と VLTC を行う Kinect, 足圧中心(center of pressure: COP) を計測するバランス Wii ボードが 1 台、VLTC のために被験者の指先にとりつける振動子と PC から構成される。健康な成人 200 名(20~60 歳までの男女) に対して提案システムを用いた検証実験を行った。プロトタイプには、Kinect (Microsoft 社製, サンプリング周波数: 30Hz) とバランス Wii ボード(任天堂製, サンプリング周波数: 100Hz) 1 台を使用した。実験のタスクは閉眼の閉脚立位姿勢とし、60 秒間の立位を評価した(T=60)。なお、被験者からインフォームド・コンセントを取得する際には、本研究の目的や計測に関して十分な説明を行なった。そして、臨床研究への参加は被験者の自由意思に基づくこと、同意した後も撤回できること、予想される不利益、被験者負担軽減費に関しても十分な説明を行ない、被験者が内容を理解したことを確認した上で書面による同意書の提出を受けた。

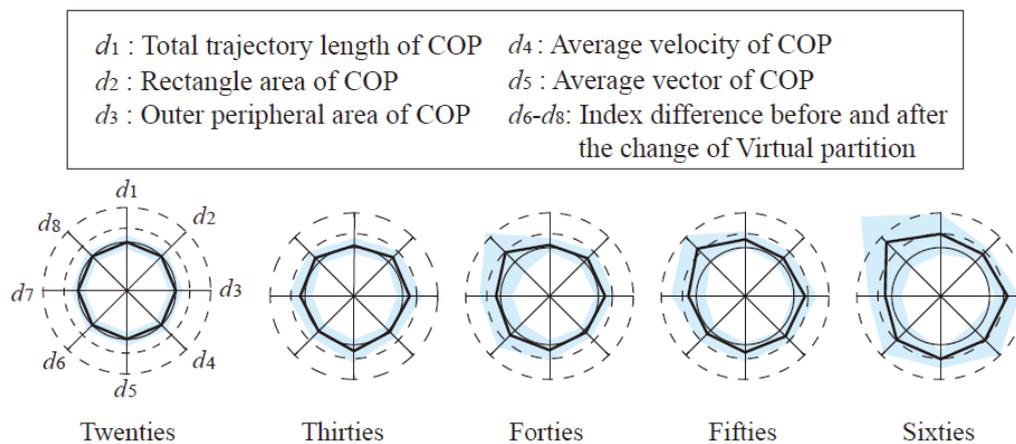


図 2 立位機能評価の一例 (年代別評価)

年代別の立位機能を比較するために、仮想反力非提示状態と提示状態の評価指標値の和に対して 20 代の被験者データで標準化を行った。結果の例を図 2 に示す。図は実線が 20 代の平均値、2 本の点線がそれぞれ 20 代の標準偏差の 2 倍と 5 倍を示している。図より、年齢があがるにつれて標準化値が大きい指標が大きくなる傾向があることが確認できる。特に仮想壁状態変化前後の矩形面積($d_{10} \sim d_{12}$)において違いが見られた。このことから、提案法によって姿勢動揺を誘発させた場合に加齢に伴って身体動揺が大きくなることが示唆され、これらをレーダーチャートの形状や大きさから評価可能なことがわかる。標準化した 12 個の評価指標に対し、絶

対値総和をとり総合評価を行った。結果より、総和値は年齢が増加するにつれて上昇する傾向が確認でき、その逆関数をとることで被験者の年齢を推定できることが示された。推定された年齢（立位年齢と呼ぶ）と実年齢の差が大きい被験者ほど転倒リスクが高いことを示唆した[文献⑤, ⑥]。

(2) ライトタッチ型ヒト立位制御モデル

ヒトの立位姿勢制御は倒立振子でモデル化され、次式の運動方程式で表される。

$$I\ddot{\theta} = mg\sin\theta + \tau$$

I は倒立振子の足関節周りの慣性モーメント、 θ は鉛直方向に対する体の傾き、 m は質量、 g は重力加速度、 h は重心から足関節までの距離、 τ は足関節周りに働くトルクである。立位姿勢制御では τ を操作して θ を制御することで重心を支持面上に保持している。本研究では Peterka らのモデルを参考に構築した提案制御モデルのブロック図を提案した。

提案モデルの有効性を検証するために、実際の被験者から計測した重心動揺との比較を行った。動力学計算エンジンである Open Dynamics Engine を用いて開発したモデルのシミュレーションを行い有効性を検証した。シミュレーションは体性感覚刺激なし(N) と刺激あり(S) の2条件とし、サンプリング周波数を 60Hz として 60 秒間の立位制御シミュレーションを各 10 回行った。モデルには 0.5 秒毎に右手を振らせ、刺激あり条件は手首が 10 度以上屈曲したときに体性感覚刺激が加わる(壁に触れる)こととした。刺激あり条件では体性感覚の重みを大きく、指先位置の知覚誤差を小さくすることで LTC 現象を再現した。モデルの結果では体性感覚刺激あり条件の波形の振幅が刺激なし条件よりも小さくなり、また実際の被験者においても体性感覚刺激(VLTC)によって重心動揺(COP)が低減されており、シミュレーションと実測値で似た傾向が得られることを示した。以上から、体性感覚刺激が位置覚の精度向上に寄与して知覚誤差が減少し、それによって姿勢動揺が低減する現象を表現できることが示された[文献⑦, ⑧]。

(3) 感覚重み定量化法

立位機能評価システムから算出した評価指標に対して、因子分析を用いて立位の特徴を構成する因子構造を明らかにするとともに、各年代の因子が与える影響の評価を行った。48 個の評価指標から抽出した結果 5 つの因子が確認でき、「重心動揺の範囲」、「前後方向の視覚と触覚による影響」、「重心動揺の速さ」、「重心動揺速度の傾向」、「左右方向の視覚と触覚による影響」と解釈した。また、20~60 代毎の因子得点を算出した結果、加齢に伴い上する因子、また変化のない因子が確認でき、従来の立位機能評価システムよりも直感的に表現することが出来た。

さらに各被験者における LTC、VLTC の各感覚系への影響を比較するために、感覚系ゲインの計測時間全体の平均値 (G_{mean}) の比較を行った。結果より、LTC、VLTC 条件ともに全ての感覚で NC 条件と比較してゲイン値の低減がみられた。特に VLTC 条件において前庭・触覚ゲイン (G_v) で 55% の低減がみられ、等分散 t 検定を行った結果、有意水準 0.1% で有意差が認められた。このように Sensory visualization の結果より LTC や VLTC がタンデム立位時に引き起こされる体性感覚由来の動揺を低減させ、安定状態を維持させることが示された[文献⑨, ⑩]。

(4) 立位機能訓練の検討

本研究では、転倒リスクに有用な立位機能年齢評価の改善に訓練が有効かを明らかにするために検証を行った。その結果、足趾把持訓練による筋力増強訓練やモニタリング訓練による固有受容感覚の増加を促すことで、立位機能年齢および構成指標の改善が認められた。したがって、対象者の立位機能年齢の評価と評価結果に応じた訓練内容を指導することで、転倒リスクの軽減および健康寿命の延伸が実現されることが期待される。

<引用文献>

- ① J. J. Jeka: Light Touch Contact as a Balance Aid, Physical Therapy, 77-5, 476/487 (1997)
- ② K. Shima, K. Shimatani, A. Sugie, Y. Kurita, R. Kohno, and T. Tsuji: Virtual Light Touch Contact: a Novel Concept for Mitigation of Body Sway, Proceedings of 7th International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT), pp. 108-111, Tokyo, Japan, 2013.
- ③ 川崎翼, 森岡周: 身体位置関係の認識と立位姿勢バランス能力の関連性, 理学療法科学, 24(2), pp. 257-262, 2009.
- ④ E. Nagy et al., Postural control in athletes participating in an ironman triathlon, European Journal of Applied Physiology, 92, 407/413 (2004)
- ⑤ M. Sakata, K. Shima, K. Shimatani and H. Izumi, Simplified Standing Function Evaluation System for Fall Prevention, Intelligent Robotics and Applications - 9th

International Conference, ICIRA 2016, Tokyo, Japan, August 22-24, 2016, Proceedings, Part II. Lecture Notes in Computer Science 9835, pp. 48-57, Springer 2016, ISBN 978-3-319-43518-3 (August 24)

- ⑥ 坂田 茉実, 島 圭介, 島谷 康司, 仮想ライトタッチコンタクトを利用した立位機能評価システム, 計測自動制御学会論文集, Vol. 52, No. 8, pp. 437-445, 31 August 2016
- ⑦ 島 圭介, 坂田 茉実, 島谷 康司, ヒトのライトタッチ効果に基づく倒立振子型立位制御モデル, 第19回システムインテグレーション部門講演会講演論文集, pp. 1530-1532, 2018年12月14日
- ⑧ 坂田 茉実, 島 圭介, 島谷 康司, ライトタッチ現象の再現を目指した Sensory Reweighting に基づくヒト立位制御モデル, 計測自動制御学会論文集, Vol. 55, No. 11, pp. 674-682, 20 November 2019
- ⑨ M. Sakata, K. Shima, H. Izumi, T. Nagara and K. Shimatani, Simplified Standing Function and Sensory Evaluation System for Fall Prevention, Proceedings of the 1st The IEEE Life Sciences Conference (LSC2017), pp. 170-173, Sydney, Australia, December 13-15, 2017
- ⑩ 坂田 茉実, 島 圭介, 島谷 康司, Sensory Reweighting に基づくライトタッチ型ヒト立位制御モデル, 第24回ロボティクスシンポジウム講演論文集, pp. 40-42, 2019年3月14-15日

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 MUKAEDA Takayuki, SHIMA Keisuke	4. 巻 54
2. 論文標題 An HMM-based Pattern Recognition Method with Unlearned Pattern Detection and Its Application to Biosignal Classifications	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers	6. 最初と最後の頁 9~15
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.9746/sicetr.54.9	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 SHISHIDO Kenichiro, TANAKA Satoshi, SHIMATANI Koji, KANAI Shusaku, SHIMA Keisuke, OUCHIDA Tomoki, OKUBO Mika	4. 巻 33
2. 論文標題 Gait Characteristics of Patients with Post-stroke Hemiplegia When Turning: An Analysis Using an Accelerometer	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Rigakuryoho Kagaku	6. 最初と最後の頁 229~234
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1589/rika.33.229	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 Shima Keisuke, Tsuji Toshio, Kandori Akihiko, Yokoe Masaru, Sakoda Saburo	4. 巻 24
2. 論文標題 Quantitative Evaluation of Human Finger Tapping Movements Through Magnetic Measurements	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IEEE/ASME Transactions on Mechatronics	6. 最初と最後の頁 1~1
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TMECH.2018.2881002	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 Morimoto Chie, Hida Eisuke, Shima Keisuke, Okamura Hitoshi	4. 巻 48
2. 論文標題 Temporal Processing Instability with Millisecond Accuracy is a Cardinal Feature of Sensorimotor Impairments in Autism Spectrum Disorder: Analysis Using the Synchronized Finger-Tapping Task	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Autism and Developmental Disorders	6. 最初と最後の頁 351~360
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10803-017-3334-7	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 坂田 茉実, 島 圭介, 島谷 康司	4. 巻 vol. 52, no. 8
2. 論文標題 仮想ライトタッチコンタクトを利用した立位機能評価システム	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 計測自動制御学会論文集	6. 最初と最後の頁 437-445
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9746/sicetr.52.437	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 SAKATA Mami, SHIMA Keisuke, SHIMATANI Koji	4. 巻 55
2. 論文標題 A Novel Postural Control Model Based on Light Touch Contact and Sensory Reweighting	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Transactions of the Society of Instrument and Control Engineers	6. 最初と最後の頁 674 ~ 682
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9746/sicetr.55.674	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 -

〔学会発表〕 計18件 (うち招待講演 5件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Mami Sakata, Dai Kawahara, Keisuke Shima, Hiroyuki Izumi, Tomoyuki Nagara and Koji Shimatani
2. 発表標題 A Standing Function Evaluation System Based on Virtual Light Touch Contact and Factor Analysis
3. 学会等名 the 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 島 圭介
2. 発表標題 StA2BLE: 高齢者の転倒事故予防のための立位機能支援・評価技術
3. 学会等名 第14回高齢社会デザイン(ASD)研究会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 島 圭介
2. 発表標題 安心安全な労働のための転倒リスク評価StABLE
3. 学会等名 第91回産業衛生学会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺 圭祐, 島 圭介
2. 発表標題 時系列生体信号識別のためのFPGAアクセラレーションを指向した近似CD-HMM
3. 学会等名 第19回システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 島 圭介, 坂田 茉実, 島谷 康司
2. 発表標題 ヒトのライトタッチ効果に基づく倒立振子型立位制御モデル
3. 学会等名 第19回システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堀田 真悟, 坂田 茉実, 島 圭介, 乍 智之, 泉 博之, 島谷 康司
2. 発表標題 労働者の転倒予防を目的とした片足立ち上がりテストに基づく運動機能評価システム
3. 学会等名 第19回システムインテグレーション部門講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mami Sakata, Keisuke Shima, Hiroyuki Izumi, Tomoyuki Nagara and Koji Shimatani
2. 発表標題 Simplified Standing Function and Sensory Evaluation System for Fall Prevention
3. 学会等名 Proceedings of the 1st The IEEE Life Sciences Conference (LSC2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Keisuke Shima, Koji Shimatani, Gen Sato, Mami Sakata, Psiche Giannoni and Pietoro Morasso
2. 発表標題 A Fundamental Study on How Holding a Helium-filled Balloon Affects Stability in Human Standing
3. 学会等名 Proceedings of the 2017 IEEE 15th International Conference on Rehabilitation Robotics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山下 正次, 島 圭介, 島谷 康司
2. 発表標題 転倒予防のための仮想ライトタッチ型歩行デバイスと筋骨格モデルに基づく歩行解析
3. 学会等名 第18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
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 川原 大, 坂田 茉実, 島 圭介, 泉 博之, 乍 智之, 島谷 康司
2. 発表標題 仮想壁を用いた立位機能評価システム ~ 因子分析に基づく立位機能の評価と分類 ~
3. 学会等名 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 島 圭介
2. 発表標題 ウェアラブルセンサによる立位年齢の定量的評価
3. 学会等名 軽労化研究会 第33回定例会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Mami Sakata, Keisuke Shima, Koji Shimatani and Hiroyuki Izumi
2. 発表標題 Simplified Standing Function Evaluation System for Fall Prevention
3. 学会等名 Intelligent Robotics and Applications - 9th International Conference, ICIRA 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂田 茉実, 島 圭介, 島谷 康司, 泉 博之
2. 発表標題 仮想壁を利用した立位機能評価システム～簡易評価システムの開発と年代別機能評価～
3. 学会等名 ロボティクス・メカトロニクス講演会2016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂田 茉実, 島 圭介, 島谷 康司, 泉 博之
2. 発表標題 仮想壁を利用した立位機能評価システム～立位年齢モデルの検討～
3. 学会等名 第17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
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂田 茉実, 島 圭介, 島谷 康司, 泉 博之
2. 発表標題 高齢者の転倒予防を目的とした振動刺激制御に基づく立位機能評価システム
3. 学会等名 第17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
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 坂田 茉実, 山下 正次, 島 圭介, 島谷 康司, 泉 博之, 乍 智之
2. 発表標題 仮想壁を利用した体性感覚刺激に基づく立位年齢評価モデル
3. 学会等名 第22回ロボティクスシンポジア
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 島 圭介, 島谷 康司, 坂田 茉実
2. 発表標題 産業現場における転倒リスク見える化の試み～仮想壁を利用した立位機能評価～
3. 学会等名 第6回職場における転倒災害防止研究会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 島 圭介, 島谷 康司
2. 発表標題 転倒災害防止のためのリスク評価法～仮想壁を利用した立位機能評価～
3. 学会等名 第17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オープンフォーラム「いま労働安全衛生に必要な計測・システム・サービスとは何か？」（招待講演）
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 指標値算出装置、指標値算出方法及びプログラム	発明者 島 圭介, 坂田 茉 実, 島谷 康司, 泉 博之	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2017-047880	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

YNU SHIMA Laboratory http://www.bmer.ynu.ac.jp/

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
連携研究者	島谷 康司 (Shimatani Koji) (00433384)	県立広島大学・保健福祉学部・教授 (25406)	