

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：32408

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2021

課題番号：17K01580

研究課題名（和文）高齢者の健康増進を目的とした環境との相互作用による歩行姿勢の評価・改善技術の研究

研究課題名（英文）A study of evaluation and improvement technologies of walking posture by interaction with the environment for health promotion of the elderly

研究代表者

武藤 剛（Muto, Takeshi）

文教大学・情報学部・教授

研究者番号：50433701

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：加齢に伴う姿勢変化は、日常生活の場での転倒リスクを増大させ、骨折等の深刻な外傷を引き起こす要因となるだけでなく、腰痛や肩関節痛の原因となることも指摘されている。本研究では、脊柱の湾曲が加齢変化することで、姿勢がより前傾することに注目し、その度合いを簡易的に評価する手法の提案を行った。その結果、これまで高齢者が自分自身で気づくことが困難であった、姿勢変化が軽度な早期段階での発見を支援できることを明らかにした。姿勢補正の新たなエクササイズ手法としてレーザーポインタ課題（LP課題）を提案した。その結果、LP課題の遂行中において高齢者の姿勢の前傾度合いと身体動揺が、小さくなる効果がみられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、福祉工学の領域では扱われてこなかった、外部環境との相互作用の観点からの人間の機能獲得メカニズムの解明とその工学的な応用の枠組みを新たに提案するものである。具体的には、直立時でなく、歩行中の姿勢において有意な加齢変化が起きることや、それを外部環境との相互作用を通して補正するため手法を報告している。このような、外部環境との相互作用を活用して実現した健康増進技術は過去に提案されていない。以上より、本研究は、これまで運動機能の改善では注目されてこなかった、人間が外部環境との相互作用により新たな機能を獲得するメカニズムの技術的な応用に対しても示唆を与える学術的意義や社会的意義を有している。

研究成果の概要（英文）：Postural changes associated with aging not only increase the risk of falling in daily life and cause serious injuries such as bone fractures, but are also a cause of low back pain and shoulder pain. In this study, we focused on the fact that the curvature of the spinal column changes with age, causing the posture to tilt more forward, and proposed a simple method to evaluate the degree of this change. As a result, it was clarified that this method can support the detection of postural changes in the early stage when they are mild, which has been difficult for elderly people to notice by themselves. Laser Pointer task (LP task) was proposed as a new exercise method for postural correction. The results showed that the degree of postural forward leaning and body sway of the elderly subjects decreased during the LP task.

研究分野：福祉工学，ヒューマンインタフェース

キーワード：aging gait posture elderly Laser Pointer Task

1. 研究開始当初の背景

人は加齢に伴い歩行時の姿勢に歪みなどの変化が生じ、転倒などの事故のリスク因子を抱えることが知られている。このような変化の原因として、筋力や関節可動域の自由度の低下など運動機能そのものの加齢変化が挙げられるが、それだけでなく肢体運動を事前にシミュレートする自己の身体に関する視覚表象(ボディイメージ)などの、外部環境の認知にかかわる機能も変容することが知られている。申請者らは、これまで臨床における肢体麻痺のリハビリ訓練に注目し、これら2種類の機能が改善される仕組みを外部環境との相互作用の観点からモデル化し、訓練装置として活用することを進めてきた。特に、複雑システムの観点からの解析を用いて有効性を評価した結果、提案手法が、自身の運動を環境へ適応させる能力の改善に有効であること、そして、その改善過程が、外部環境の認知を伴わない外因性の改善プロセスと、外部環境の認知に基づく内因性の改善プロセスの2種類に分類されることを報告してきた。このことは、申請者の提案する相互作用を活用した訓練手法が、従来手法では積極的な支援が難しかったボディイメージのような“状況に応じて体の動きを意識的に環境に適応させる能力”の改善にも効果があること、そして、それを訓練技術として工学的に活用するには、この2種類の改善プロセスを考慮して装置設計をしなければならないことを示唆している。

2. 研究の目的

本研究は、動的な環境下での歩行姿勢の改善プロセスを、認知を伴わない外因性の改善プロセスと、外部環境の認知に基づきボディイメージを改善していく内因性の改善プロセスの2種類に分類し、外部環境との相互作用の関係を中心とした、高齢者の歩行姿勢の評価・改善技術としての応用を目的とする。

3. 研究の方法

外部環境との相互作用により改善するメカニズムに基づく、高齢者の歩行姿勢の改善技術の開発を進める。そのため、第1段階として、まず開発目標の装置の最も重要な実装機能である姿勢年齢モデルの構築を行う(研究成果(1))。その上で、第2段階として歩行姿勢の改善訓練装置のプロトタイプの開発と、歩行姿勢の改善訓練装置の完成を目標に、高齢者の歩行姿勢の改善訓練に適用し、歩行姿勢の改善メカニズムの解析を進め、開発した装置の有用性を明らかにする(研究成果(2))。

4. 研究成果

(1) 姿勢年齢モデルの構築

開発した姿勢年齢を推定する装置を図1に示す。この装置上部のカメラ部分には、Kinect V2 for Windows (Microsoft社製)が実装されており、体の姿勢計測を行うためのソフトウェアが実装されたタブレットPC上では、Kinectで計測された25か所の三次元空間座標の情報がリアルタイムで表示され、正面・側面からの視点で確認が容易にできるようになっている。

姿勢年齢モデルは、高齢者(平均75.55歳)の男女20名(男性10名、女性10名)及び、若年者(平均20.8歳)16名(男性12名、女性4名)の直立静止時の姿勢を対象とし、その前傾度合の評価指標として構築された。

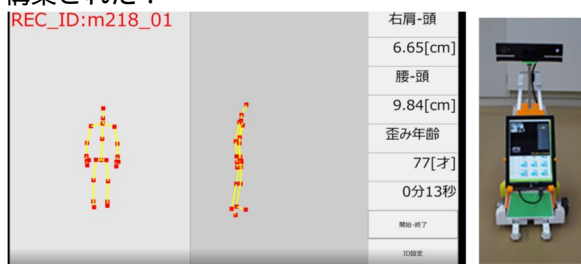


図1 姿勢年齢推定システム

具体的には、Kinectにより取得された25関節の位置座標 (x, y, z) の時系列データから、脊柱に関わる頭(Head)と、腰中央(Hip(C))に右肩(Shoulder(R))に着目し、それらの z 座標が分析に用いられた。各 z 座標は、参加者の各関節のKinectからの深度値に対応しており、腰と頭の深度の差分値{Hip(C)-Head}及び、右肩と頭の深度の差分値{Shoulder(R)-Head}を姿勢の前傾度合いの評価指標として採用した。

図2及び、図3に示す、高齢者の年齢と{Shoulder(R)-Head}の相関($r = 0.64$)及び、歩行時と直立静止時の{Hip(C)-Head}の変化量との相関($r = 0.48$)に基づき、静止時の{Shoulder(R)-Head}を肩に関する指標を x_1 、直立静止後の直線歩行時の{Hip(C)-Head}と直立静止時の{Hip(C)-Head}の変化量を腰に関する指標を x_2 として、これらを目的変数とする、高齢者の姿勢年齢を推定するための重回帰分析を行った。これにより本研究で構築された姿勢年齢モデルを式(1)に示す。なお、 x_1, x_2 は、互いに無相関($r = 0.03$)かつ $p < 0.01$ で有意であり、多重共線性はな

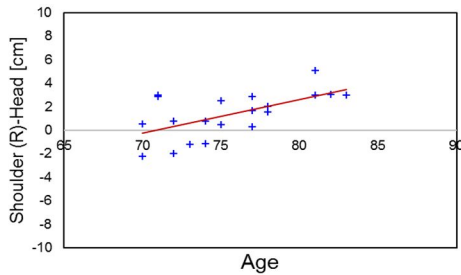


図2 直立静止時の加齢による{Shoulder(R)-Head}の変化

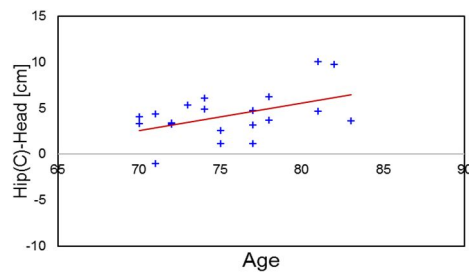


図3 直立静止時と直立静止後の直線歩行時の差の加齢による{Hip(C)-Head}の変化

かった。なお、 $\alpha = 1.069$ 、 $\beta = 0.583$ 、 $\gamma = 71.69$ で与えられている ($r = 0.70$)。

$$y = \alpha x_1 + \beta x_2 + \gamma \quad (1)$$

(2) 歩行姿勢の補正を目的としたレーザーポインタ課題の構築

姿勢の加齢変化を軽減させるためのエクササイズとして、高齢者自身が安価な装置を使って、日常生活の中でも実施できるレーザーポインタ課題 (LP課題) を構築した (図4)。この課題では、高さ0.8mのテーブル上に2つの的が描かれたボードを設置し、その前方4.0mの位置 (実験開始位置) から、その的の中心にレーザー光をできるだけ正確に当て続けながら歩くことを行う。このLP課題では、課題遂行中、ポイントの位置制御に伴い正面的を見続けることが求められる。そのため、課題を遂行することを通して、高齢者の姿勢変化の因子である足元に視線を落とすことを抑止できる特徴を有する。さらに、身体動揺に連動する上のポイントの動きをリアルタイムで視認できるため、転倒リスクに関連する因子である身体動揺の少ない姿勢をとることを促すことも期待できる。



図4 LP課題の様子

高齢者 (平均75.15歳) の男女20名 (男性11名、女性9名) 及び、若年者 (平均20.8歳) 11名 (男性6名、女性5名) を対象とし、LP課題の訓練効果の評価実験を行った。その結果、{Hip(C)-Head}の平均値に関し、Cond.2 (LPなし条件) と Cond.3 (LPあり条件) の間に有意差があったことから、LP課題遂行中において、自然歩行時よりも姿勢の前傾度合いが小さくなっていったといえる。

また、{Hip(C)-Head}の分散値に関しても、Cond.2 (LPなし条件) と Cond.3 (LPあり条件) の間に有意差があったことから、LP課題の遂行中において、自然歩行時よりも、姿勢の前後動揺が小さくなっていったといえる。以上より、LP課題の遂行中において、若年者、高齢者とも前傾姿勢が軽減され、前後動揺も少ない姿勢となることが示された。以上より、LP課題が姿勢を軽減させるエクササイズとして活用できる可能性が明らかとなった。

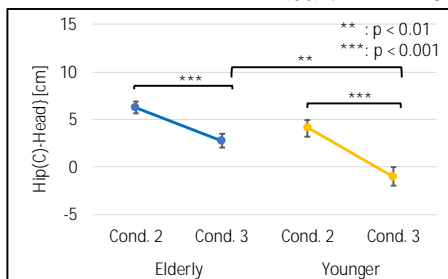


図5 {Hip(C)-Head}の平均の比較

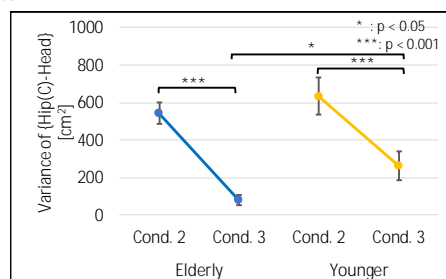


図6 {Hip(C)-Head}の分散の比較

<引用文献>

武藤 剛, 村田 修平, 鈴木 愛理, 福本 将也, 武藤 ゆみ子, "レーザーポインタを用いた高齢者の前傾姿勢の軽減手法の提案", ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.22 No.1, pp.55-64, 2020

武藤ゆみ子, 菅生 誠, 伊藤 穂南, 圓井 楓, 細野 雄一郎, 武藤 剛, "高齢者の姿勢の歪み評価のための Kinect 活用手法の提案", ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.19 No.3, pp.261-270, 2017

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 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 武藤 剛、村田 修平、鈴木 愛理、福本 将也、武藤 ゆみ子	4. 巻 22
2. 論文標題 レーザーポインタを用いた高齢者の前傾姿勢の軽減手法の提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 55 ~ 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11184/his.22.1_55	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 武藤 ゆみ子、菅生 誠、伊藤 穂南、圓井 楓、細野 雄一郎、武藤 剛	4. 巻 3
2. 論文標題 高齢者の姿勢の歪み評価のためのKinect活用手法の提案	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 ヒューマンインタフェース学会論文誌	6. 最初と最後の頁 261-270
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11184/his.19.3_261	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7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Yumiko Muto, Tomoya Chiba, Yoshitaka Shiba, Naoto Kamide, Miki Sakamoto, and Takeshi Muto
2. 発表標題 EVALUATION OF POSTURE AGE MODEL BASED ON PHYSICAL INDEXES OF HEALTHY ELDERLY
3. 学会等名 IAGG Asia / Oceania Congress of Gerontology and Geriatrics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 武藤 剛、千葉智也、柴喜崇、上出直人、坂本美喜、村田修平、鈴木愛理、福本将也、武藤ゆみ子
2. 発表標題 高齢者の前傾姿勢に基づく姿勢年齢モデルとその軽減手法の提案
3. 学会等名 電子情報通信学会 福祉情報工学研究会 (WIT)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Muto T., Sugou M., Murata S., Suzuki A., Fukumoto M. and Muto Y.
2. 発表標題 Correction Method of Walking Posture Distortion of Elderly by Using Laser Pointer Method
3. 学会等名 IEEE SMC2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 武藤 剛, 菅生 誠, 村田 修平, 鈴木 愛理, 福本 将也, 武藤 ゆみ子
2. 発表標題 Kinectを活用した上腕の意識的な制御を伴った高齢者の歩行姿勢の評価手法
3. 学会等名 ヒューマンインタフェース学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yumiko Muto, Makoto Sugou, Kaede Tsumurai, Honami Ito, Yuichiro Hosono, Takeshi Muto
2. 発表標題 Posture Analysis and Evaluation for Modeling in Elderly Adults
3. 学会等名 Human Computer Interaction International 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木愛理, 村田修平, 福本将也, 菅生誠, 武藤ゆみ子, 武藤剛
2. 発表標題 レーザーポインタを用いた歩行中の肩の傾きの補正手法の提案
3. 学会等名 情報処理学会第80回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Muto, Shuhei Murata, Airi Suzuki, Masaya Fukumoto, Taiga Onuma, Yuto Suzuki, Yuma Shinoda, Seong Jeong, Shiho Hanita, Yumiko Muto
2. 発表標題 Correction of Slouching Walking Posture by Laser Pointer and Virtual Pointer Tasks
3. 学会等名 STSS2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Yumiko Muto, Makoto Sugou, Kaede Tsumurai, Honami Ito, Yuichiro Hosono, Takeshi Muto	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Springer, Cham	5. 総ページ数 14
3. 書名 Lecture Notes in Computer Science	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 歩行姿勢の評価方法および評価装置	発明者 武藤 剛, 武藤 ゆみ子	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2018-78745	出願年 2017年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔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	武藤 ゆみ子 (Yumiko Muto) (30614614)	玉川大学・脳科学研究所・准教授 (32639)	

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