

令和 5 年 6 月 16 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K13807

研究課題名（和文）見守りインフィルを用いた居住空間内での日常生活動作に対する環境・身体要因の解明

研究課題名（英文）Elucidation of Effects of Environmental and Physical Factors on Activities of Daily Living in the Living Space Using "Monitoring Infill"

研究代表者

小川 愛実 (Ogawa, Ami)

慶應義塾大学・理工学部（矢上）・講師

研究者番号：80844927

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）：本研究では、動作計測システム、温熱環境などを計測する環境センサ群、および心拍数を計測するウェアラブルデバイスから成る「見守りインフィル」を構築し、実居住空間内における60代男性の階段昇段を約4.5か月間にわたり計測した。環境センサにより足元高さの照度、目線高さの照度、温度、湿度、CO2濃度、および気圧を、ウェアラブルデバイスにより脈波および活動量を同時に計測した。データ解析には二重課題を除いたデータを用いた。結果として、階段昇段時の左右膝関節ピーク角度の標準偏差および、歩行速度の標準偏差を算出した。環境要因、個人要因共に他のパラメタとの相関は認められなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

実居住空間での計測はプライバシー保護の観点から実現が難しい。一方で日常生活動作の評価は超高齢社会にとって運動器疾患スクリーニングの実現に貢献する重要なタスクである。本研究では居住空間内で日常生活動作が計測可能な動作計測装置を製作し、実際の住宅にて長期計測を実現した貴重な例に位置づけられる。また、本研究で明らかになった日常生活動作のばらつき程度の程度および他の環境要因などとの相関の有無は、日常生活動作の再現性を表す重要な指標であり、モデル化に向けた第一歩となる。本研究で得られた成果は不確定要素の多い日常生活動作情報を用いて、より精度の高い運動器疾患スクリーニングを実現するために重要な知見である。

研究成果の概要（英文）：We proposed and implemented a "Monitoring infill" consisting of a motion measurement system, environmental sensors, and wearable devices and measured the stair climbing of a 60s aged man in an actual living space over a period of 4.5 months. The environmental sensors measured illuminance at foot and eye level, temperature, humidity, CO2 level, and atmosphere, while the wearable devices measured pulse wave and activity level. Data analysis was performed, excluding the dual task data.

Results showed that the standard deviation of the peak angle of the left and right knee joints during stair climbing and the standard deviation of walking speed were calculated. No correlations with both environmental and individual factors were found.

研究分野：建築工学、住居学、福祉工学

キーワード：Home Sensing 見守りインフィル 日常生活動作 動作再現性 スクリーニング 階段歩行評価 環境要因 身体要因

1. 研究開始当初の背景

日常的な身体機能評価は、筋力不足による未病や疾患の早期検知および適切な介入を可能とし、予防医療の観点から居住者のウェルネス維持・増進、ひいては健康寿命の延伸に大きく貢献する。しかし、従来身体機能を評価するために定期的実施されてきた運動計測会では、緊張などの心理的・生理的なノイズが評価に影響してしまう。また、普段と異なる環境であるため、自然な状態での動作計測が困難であり真の身体機能の評価が難しい。疾患リスクによる動作の差異を識別するためには真の身体機能レベルを評価する必要があるが、実際に住宅内での計測に基づく評価と計測会での評価に違いが生じることが報告されている¹⁾。この課題に対し、日常生活での自然な動作を計測するため、我々はこれまで居住空間に導入可能な動作計測手法を提案してきた²⁾。一方で、日常生活での無意識下では身体機能レベルに変化がない場合も、気温、気圧などの動的な環境情報や心拍数、血圧などの動的な身体情報の影響により動作にばらつきが生じる可能性がある。よって計測される動作には様々な要因の影響が含まれているため単純に比較することはできない。Jacobsらは、階段歩行時の転倒には階段寸法などの環境要因、体型などの身体要因、および二重課題歩行などのタスク要因が関係すると述べている³⁾。このうちタスク要因は、対象者の意図や前後の行動との関係など高次な情報が必要となるため本研究では扱わない。これを踏まえて、身体機能評価には以下に示すような環境要因および身体要因それぞれにおける動的および静的な要素を考慮する必要があると考える。

- ・静的身体要因：身長・体重・過去の履歴を含む罹患情報
- ・静的環境要因：家具の設計（階段の場合：蹴上・踏面・幅・手すりの有無）
- ・動的身体要因：筋力・体温・血圧・心拍数
- ・動的環境要因：温度・湿度・気圧・CO2濃度・照度・音・時刻・日付・外気温

図1に示すように、従来研究では身体要因および環境要因共に静的な要因の影響のみ調査がなされており、動的な要因はほとんど考慮されていない³⁾。しかし、動的な要因も動作に影響を及ぼすことが予想される。例えば、冬季や夏季は空調によって環境が制御される居間や寝室などの居室空間とそれ以外の廊下や階段室、玄関の温度差が大きくなる。この場合、両者間を移動時には温度差による影響で血圧の上昇などの動的な身体情報の変化が起こり、動作中の息切れや動悸などが動作に影響を及ぼす可能性が考えられる。また従来研究のほとんどが健常者を対象としており、運動器疾患による特徴的な動作と環境要因および身体要因との関係は解明されていない³⁾。

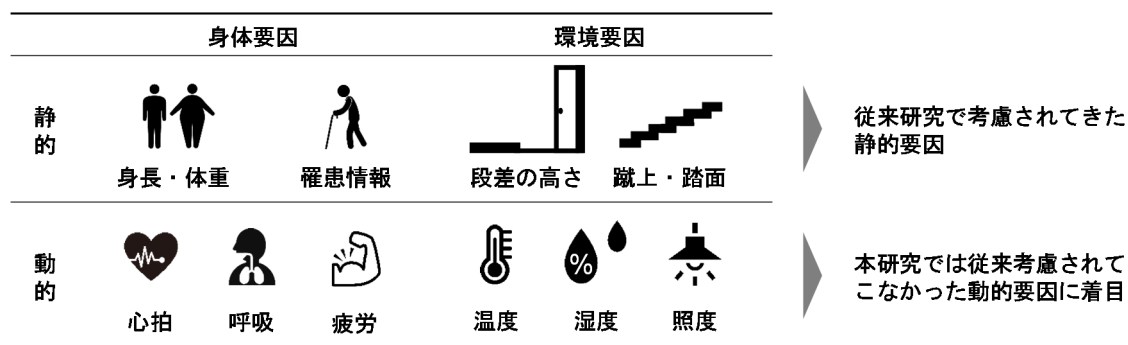


図1 動作に影響を与える要因

2. 研究の目的

本研究では、真の身体機能レベルが静的身体要因によって決定され、且つ短期的には不変と仮定し、計測される動作に動的な環境要因および身体要因が及ぼす影響を解明することを目的とした。住宅の内装や設備などのインフィルに動作を計測・評価可能な見守りシステムを埋め込むことで日常的な動作を計測し、さらに環境センサの設置およびウェアラブルデバイスの装着により動的な環境情報と身体情報を同時に計測することで、動的な環境要因および身体要因が動作時の関節角度などの動作パラメータに与える影響を解明することを目指した。また、1週間という短期的な見守りインフィルの導入実験を実施し、設置位置の検討およびアンケートによるフィジビリティ調査を行うこととした。

3. 研究の方法

公開差し控えのため記載を見送る。

4. 研究成果

公開差し控えのため記載を見送る。

参考文献

- 1) Wang, Fang, et al. "Toward a passive low-cost in-home gait assessment system for older adults." *IEEE journal of biomedical and health informatics* 17.2 (2013): 346-355.
- 2) Ogawa, Ami, et al. "Markerless knee joint position measurement using depth data during stair walking." *Sensors* 17.11 (2017): 2698.
- 3) Jacobs, Jesse V. "A review of stairway falls and stair negotiation: Lessons learned and future needs to reduce injury." *Gait & posture* 49 (2016): 159-167.

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 3件）

1. 著者名 HARAGUCHI Naohiro, OGAWA Ami, MITA Akira	4. 巻 87
2. 論文標題 A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF SIT-TO-STAND MOVEMENT IN A LIVING SPACE INVOLVING PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ)	6. 最初と最後の頁 282 ~ 290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3130/aije.87.282	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 Ogawa Ami, Iijima Hirotaka, Takahashi Masaki	4. 巻 37
2. 論文標題 Staircase design for health monitoring in elderly people	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Building Engineering	6. 最初と最後の頁 102152 ~ 102152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.job.2021.102152	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 Ogawa Ami, Iijima Hirotaka, Takahashi Masaki	4. 巻 19
2. 論文標題 Identification of Early Knee Osteoarthritis Based on Knee Joint Trajectory during Stair Climbing	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 15023 ~ 15023
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph192215023	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 Haraguchi Naohiro, Ogawa Ami, Mita Akira	4. 巻 6
2. 論文標題 A comprehensive analysis of sit to stand movement in a living space involving principal component analysis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 JAPAN ARCHITECTURAL REVIEW	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2475-8876.12324	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8件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Momoko Kokubu, Ami Ogawa, Akira Mita
2. 発表標題 Evaluation of Sitting Posture based on Joint Torque Estimation Using Non-Contact Markerless Sensors
3. 学会等名 42nd Annual International Conferences of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 國分萌々子, 小川愛実, 三田彰
2. 発表標題 非接触かつマーカレスなセンサを用いた関節トルクの推定および座位姿勢の力学的評価
3. 学会等名 2020年度日本建築学会大会（関東）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Rintaro Fukuba, Ami Ogawa, Akira Mita
2. 発表標題 Proposal and Evaluation of Concentration Estimation Method Using PC Built-in Camera
3. 学会等名 42nd Annual International Conferences of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福場凜太郎, 小川愛実, 三田彰
2. 発表標題 PC内蔵カメラを用いたリアルタイム集中力推定手法の提案と評価
3. 学会等名 2020年度日本建築学会大会（関東）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原口直大, 小川愛実, 三田彰
2. 発表標題 主成分分析を用いた居住空間における立ち上がり動作の包括的分析
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山根萌恵子, 小川愛実, 三田彰
2. 発表標題 夜間の住宅階段における足元照明設計指針の提案
3. 学会等名 2021年度日本建築学会大会(東海)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Moeko Yamane, Ami Ogawa
2. 発表標題 An optimal sensor placement method for physical function assessment in living space
3. 学会等名 The 9th Asia-Pacific Workshop on Structural Health Monitoring(国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Moeko Yamane, Yosuke Kawasaki, Masaki Takahashi, Ami Ogawa
2. 発表標題 Verification of optimal sensor placement system for gait assessment in living space
3. 学会等名 The 17h International Conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe(国際学会)
4. 発表年 2023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
---------	---------