

様 式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19（共通）

科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：82674

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K20177

研究課題名（和文）勤労者の身体活動実践と健康増進を支援するIoTシステムの開発

研究課題名（英文）Development of an IoT system to support physical activity and health promotion for workers

研究代表者

志村 広子（Shimura, Hiroko）

地方独立行政法人東京都健康長寿医療センター（東京都健康長寿医療センター研究所）・東京都健康長寿医療センター研究所・研究員

研究者番号：60626521

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）：本研究の目的は、IoTデバイス（インターネットに接続可能な機器；IoTはInternet of Thingsの略）を活用した、勤労者の身体活動実践と健康増進を支援するjust-in-time adaptive intervention（JITAI、日常生活下で取得された個人のデータをもとに適切なタイミングと内容で介入を行う手法）のシステムを開発することであった。通信機能付きリストバンド型活動計を用いて、得られたデータから身体活動不足を判定するためのカットオフ値について検討し、JITAI実現に必要な介入手法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、ウェアラブルIoTデバイスを活用した身体活動不足判定技術の開発と実証実験を行った。本研究の成果は実験室ではなく日常生活下で得られたデータに基づくものであり、実生活における身体活動行動のモニタリング、および健康の保持増進を目的とした介入の実行可能性が示された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to develop a just-in-time adaptive intervention (JITAI) system that utilizes IoT devices (devices that can connect to the Internet; IoT is an abbreviation for Internet of Things) to support physical activity and health promotion among workers. Using a wristband-type wearable IoT device, we examined the cutoff value for assessing physical inactivity from the data obtained, and developed the intervention method necessary to realize JITAI.

研究分野：応用健康科学

キーワード：身体活動 座位行動 心身の健康 勤労者 mobile health (mHealth)

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。

1. 研究開始当初の背景

勤労者における心身の健康問題に対し、早急な対策が求められている。日本は他国と比べても長時間労働をする者の割合が高く[1]、仕事負荷の増加と余暇時間の減少という二つの面で、勤労者における心と体の健康に関する問題を引き起こしていることが推測される。業務にともなう心理的負荷が精神障害の原因となったとして労災支給が決定したのは、平成 29 年度に過去最高の 506 件（うち未遂を含む自殺は 98 件）に上り[2]、定期健康診断の有所見率（健康診断の項目に異常の所見がある人の割合）は年々増加し、平成 29 年には 54.1%となった[3]。

心身の健康に対する身体活動の効果は広く認識されているにもかかわらず、成人における身体活動不足の蔓延は未だ解消されていない。平成 29 年に行われた国内の調査によると、運動習慣のある者の割合は男性 35.9%、女性 28.6%、歩数の平均値は男性 6,846 歩、女性 5,867 歩で、この 10 年の推移をみても大きな変化はない[4]。また、168 カ国の成人約 190 万人を対象とした調査では、2016 年の時点で世界の成人の 4 人に 1 人にあたる 14 億人以上が身体活動不足であったと推計されており、特に日本などの高所得国において身体活動不足の人の割合が高かったことが報告されている[5]。状況を打開すべく、従来行われている運動プログラムの開発・提供の他に、歩くことを促すような町づくりの提案[6]など、様々な対策が行われてきたが、運動を継続するのが難しかったり、既にある環境を迅速に変えることは容易ではなかったりすることから、未だ目覚ましい成果は得られていない。

この課題に対し、近年、急速に普及しているスマートフォンやアクティビティトラッカー（活動計）などの携帯・装着可能な IoT デバイス（インターネットに接続可能な機器；IoT は Internet of Things の略）を活用して、日常生活下で取得されたデータをもとに、個人にとって適切なタイミングと内容で介入を行う Just-in-Time Adaptive Intervention（JITAI）の手法が注目されている。座り過ぎあるいは身体活動不足に対する介入の他[7-9]、アルコール依存[10]、喫煙[11]などの健康関連行動に適用されており、国際的に研究開発が加速している JITAI は、身体活動の促進に関しても、それを支援する有効なツールとなることが期待される。

しかしながら、JITAI を、身体活動を促すために使った例はまだわずかしがなく、JITAI の技術は開発途上であることから様々な課題も残されている。介入の効果を測るための指標として使われているのは、コンピューター利用時間の変化や、市販のアクティビティトラッカーまたはスマートフォン内蔵の加速度センサーでブラックボックス的に計算された二次データ（介入直後の歩数や単位時間当たりの消費カロリーの变化）のみで、例えば、推奨されている身体活動の基準と比べてどの程度のものだったのかなど、効果についての十分な吟味は行われていない。さらに、身体活動の状況が改善することにより、心身の健康に対しても良い変化をもたらすことが期待されるが、そこまでの検討は行われていない。

2. 研究の目的

本研究ではこれらの課題を踏まえた上で、IoT デバイスを活用した、勤労者の身体活動実践と健康増進を支援する JITAI のシステムを開発する。

3. 研究の方法

通信機能付きリストバンド型活動計を用いて身体活動を計測し、そのデータが個人のスマートフォン経由でクラウドサーバに送信されるよう、JITAI の実現に必要な仕組みを整えた。個人のスマートフォンには、歩数等のデータを可視化（グラフ表示等）できるアプリを事前にインストールした。実証実験を本格的に開始する前に、このシステムを用いて少人数を対象としたテストを行った。

次に、前述のシステムを用いて、成人を対象とした約 1 週間の日常生活下調査を行った。リストバンド型活動計（以降、デバイス A とする）は研究用に開発されたものではないことから、その出力の正確性を調べるため、研究用に開発された活動計（以降、デバイス B とする）との比較を行った。具体的には、調査期間中の毎日、起床後から就寝前まで両デバイスの同時装着を行い、得られたデータを比較した。なお、デバイス A についてはサーバ経由でデータを取得し、デバイス B については専用ソフトウェアを用いてデータを抽出した。

それぞれの活動計から出力された 1 分値をもとに、各対象者における歩数、および中等度以上の身体活動に費やした時間の 1 日ごとの累計値を求め、2 つのデバイスの一致度をブランド・アルトマン分析により調べた。

また、その日の身体活動が十分であったかどうかを判定するため、仮のカットオフ値を用いて、アクティブであった日、あるいはアクティブではなかった日（身体活動不足の日）に分類した。仮のカットオフ値は、歩数が 10,000 歩/日以上の場合、または、中等度以上の身体活動が 21.4 分/日（WHO による身体活動の推奨基準 150 分/週の 1 日あたりの値に相当[12]）とし、各デバイスから得られたデータによる分類結果の一致度を kappa 係数により調べた。

4. 研究成果

成人 129 名 (23-89 歳、女性 51.2%) から得られたのべ 884 人日 (1 人あたり 5~7 日分のデータ) を用いて分析を行った。デバイス A の平均は、歩数: 6369 (241) 歩/日、中等度以上の身体活動: 40.3 (1.9) 分/日であった (カッコ内は標準誤差)。一方、デバイス B の平均は、歩数 7572 (236) 歩/日、中等度以上の身体活動: 34.8 (1.9) 分/日であった。

2 つのデバイスの一致度を調べるためにブランド - アルトマンプロットを作成したところ、明らかな比例誤差は認められなかったものの、固定誤差が認められた。デバイス A はデバイス B に比べ、歩数を 1203 歩/日 (誤差の許容範囲: -4202, 1796) 過小評価し、中等度以上の身体活動を 5 分/日 (誤差の許容範囲: -23, 34) 過大評価することが明らかになった (図)。

また、その日がアクティブであったかどうかの分類の一致度を調べたところ、歩数で分類した場合のカッパ係数は 0.65 (信頼区間: 0.59, 0.72)、中等度以上の身体活動で分類した場合のカッパ係数は 0.64 (信頼区間: 0.59, 0.69) で、いずれも中程度の一致であった [13]。

デバイス A による歩数の過小評価、中等度以上の身体活動の過大評価は決して小さいものではなく、それぞれ、約 12 分の歩行 (1 分あたり 100 歩程度歩くことを想定 [14])、身体活動の推奨基準 [12] の 5 分の 1 に相当する。デバイスの出力の正確性は、身体活動不足かどうか (その日がアクティブであったかどうか) の判定にも影響する。本研究の結果から、JITAI を実現するために必要な仕組みは整ったものの、デバイス A を用いて身体活動不足かどうかの判定およびそれに基づく判定を行う場合、その判定のためのカットオフ値に調整が必要であることが示唆された。

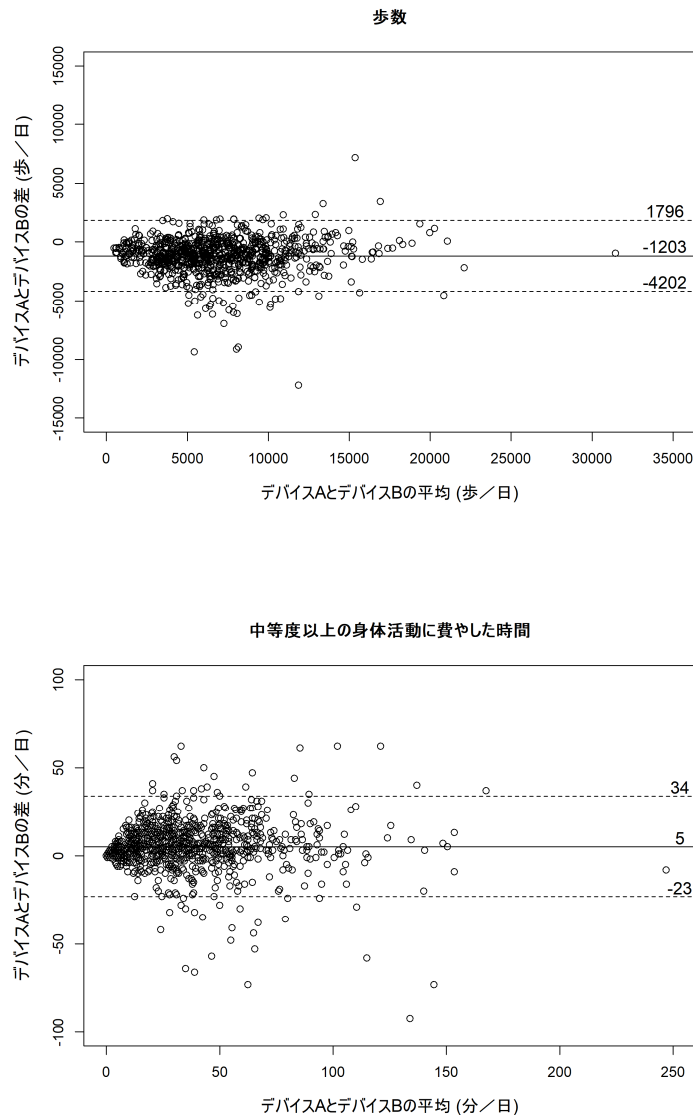


図. 2 つのデバイスの一致度を評価するためのブランド - アルトマンプロット

デバイス A はリストバンド型活動計、デバイス B は研究用に開発された活動計を指す。図中の実線は両デバイスの差の平均、点線は誤差の許容範囲 (95% limits of agreement) を表す。

【参考文献】 [1]労働政策研究・研修機構編，データブック国際労働比較 2018. [2]厚生労働省，2018；平成 29 年度「過労死等の労災補償状況」. [3]厚生労働省，定期健康診断結果報告；<https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/127-1.html>. [4]厚生労働省，2018 年 9 月；平成 29 年国民健康・栄養調査結果の概要. [5]Guthold et al. Lancet Glob Health, 2018; 6: e1077-e1086. [6]Sallis et al. Annu Rev Public Health, 2006; 27: 297-322. [7]Klasnja et al. Ann Behav Med, 2018 Sep; doi: 10.1093/abm/kay067. [8]Dantzig et al. Pres Ubiquit Comput, 2013; 17: 1237-1246 [9]Thomas et al. Health Psychol, 2015; 34: 1261-1267. [10]Gustafson et al. JAMA Psychiatry, 2014; 71: 566-572. [11]Riley et al. J Am Coll Heal, 2008; 57: 245-248. [12]WHO. Global recommendations on physical activity for health. 2010; <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979>. [13]McHugh Biochemia Medica, 2012; 276-282. [14] Marshall et al. Am J Prev Med, 2009; 36: 410-415.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3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 1件）

1. 著者名 志村広子, 久保田浩史, 森山進一郎	4. 巻 4
2. 論文標題 自宅周辺でのウォーキングの実践を促す双方向型オンライン運動プログラムの開発 - 大学の体育実技の履修者を対象とした実行可能性の検討 -	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本教育支援協働学研究	6. 最初と最後の頁 57-68
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 志村広子, 久保田浩史, 森山進一郎	4. 巻 3
2. 論文標題 大学1年生を対象としたエアロビックダンスのライブ型オンライン授業の実践報告	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本教育支援協働学研究	6. 最初と最後の頁 100-109
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 志村広子, 森山進一郎, 久保田浩史, 鈴木聡	4. 巻 73
2. 論文標題 Web会議システムを活用した大学体育実技の同期オンライン型授業の実践および課題と展望の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 東京学芸大学紀要. 芸術・スポーツ科学系	6. 最初と最後の頁 211-225
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Hiroko Shimura, Shinpei Okada, Kaori Daimaru, Naoki Deguchi, Shuichi Awata, Hiroyuki Sasai
2. 発表標題 Agreement between wrist-worn TDK Silmee W22 and waist-worn ActiGraph wGT3X-BT for estimating daily accumulation of steps and time spent in moderate to vigorous physical activity in adults under free-living settings
3. 学会等名 9th International Conference on Ambulatory Monitoring of Physical Activity and Movement (国際学会)
4. 発表年 2024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
---------	---------