

平成 30 年 5 月 30 日現在

機関番号：32665

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12685

研究課題名(和文)GPSおよび加速度計と連動した身体活動促進アプリケーションの開発

研究課題名(英文)Development of physical activity promotion application linked with GPS and accelerometer

研究代表者

難波 秀行(難波秀行)(NAMBA, Hideyuki)

日本大学・理工学部・准教授

研究者番号：80559790

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文):日本人の身体活動はこの10年で減少傾向が報告されている。ウェアラブルデバイスを利用による身体活動の促進が期待されている。ウェアラブルデバイスを用いた介入による身体活動促進の効果を明らかにすることを第一の目的とした。次に加速度及びGPSの同時測定により身体活動の測定を補完し合い、身体活動促進のプログラムを検証することを第二の目的とした。本研究ではウェアラブルデバイスのみの使用により、有効な身体活動の増加は認められなかった。GPSや加速度計、主観的評価法として行動記録法を用いてフィードバックさせ、自身の内部要因、外部要因を振り返ることにより行動変容を促すことが重要だと考えられた。

研究成果の概要(英文):Physical activity of Japanese people has been declining in recent decades. Using wearable devices might be increase physical activity.The primary objective was to clarify the effect of physical activity promotion through intervention using a wearable device.The second objective was to complement the measurement of physical activity by simultaneous measurement of acceleration and GPS to verify the program of promoting physical activity.In this study, effective wearing of physical activity was not recognized by using only wearable device.It is important to promote behavioral change by feedbacking using GPS, accelerometer, subjective evaluation method using behavior record method, and looking back on internal factors and external factors by SWOT analysis.

研究分野：応用健康科学

キーワード：身体活動 GPS 加速度計 行動記録

### 1. 研究開始当初の背景

身体活動の維持・増進は生活習慣病のリスクを下げる(厚労省, 身体活動基準 2013). しかし, 日本人の身体活動はこの 10 年で減少傾向が報告されている(厚労省, 国民健康栄養調査 2012). 近年, ウエアラブルデバイス(身につけて持ち歩く情報端末の総称)は著しい進歩を遂げ, その代表的なものとしてメガネ型端末のグーグルグラスや, 腕時計型のアップルウォッチなどが公表されている. これらのような携帯端末を利用すると, 今までよりずっと多くの人々に対して, 身体活動を行うように働きかけられることが期待されている(Michael et al. Lancet, 2012). これまでに身体活動量測定システムを発明し(特開 2013-085611, 難波秀行ら)開発を進めてきた. このシステムによるエネルギー消費量の測定精度は, ゴールドスタンダードとされる二重標識水(DLW)法によるエネルギー消費量と  $r=0.874(p<0.01)$  の非常に高い関連を認めている(Namba et al. JMIR 2012). さらに, このシステムを用いて, 約 3,000 人の子ども~成人のデータを収集し, 交通行動の分析や親子間の身体活動の関係について分析してきた. 課題として, 本システムによる身体活動量測定は, 自身の行動を振り返り入力する過程を経るため, 手間を有することが挙げられた. そこで, 身体活動を測定するために GPS と加速度データの両方を組み合わせ, それぞれのデータを補完し合えるような仕組みを開発し, GPS と加速度データから身体活動を自動的に算出し, 身体活動を促進するために個々にフィードバックできる仕組みの開発を試みた.

### 2. 研究の目的

(1) ウエアラブルデバイスによる介入効果  
ウエアラブルデバイスを用いた介入により身体活動の促進がどの程度可能であるかを明らかにすることを目的とした.

(2) 加速度計及び GPS による身体活動促進  
加速度計及び GPS を同時測定することにより, お互いのデータにより身体活動の測定を補完し合い, 身体活動促進のプログラムを検証すること.

### 3. 研究の方法

(1) 100 人の大学生(20-21 歳, 女性)を対象に, 無作為ランダム化比較試験を行うために, 30 人を介入群, 70 人を対照群に封書法により割付けをした. 介入群にはリスト型ウエアラブルデバイスの Polar A-360 を 3 ヶ月間使用させた. このデバイスは, 身体活動, 心拍数, 睡眠状態をセルフモニタリングでき, アプリケーションでは目標設定や社会的認知理論の要素を含む. 対照群には, ウエアラブルデバイスの配布は行わず, 介入群と同様

にベースラインおよび介入 3 ヶ月後に, 1 週間の 3 軸加速度計 Active Style Pro(HJA-350IT, omron)による客観的な身体活動計測と WEB を用いた 24 時間行動記録法(Lifestyle24, Yonefu International)による主観的な身体活動測定を行った(図 1). 分析には Intention-to-treat 法を用いて, 二元配置分散分析により交互作用の有無について確認し, 群間の比較および介入の効果について有意水準 5%未満として検証した.



図 1 24 時間行動記録 (Lifestyle24)

### (2) 加速度計及び GPS による身体活動促進

12 人の大学生(18-21 歳, 男性 6 人, 女性 6 人)を対象にした. WEB による行動記録(Lifestyle24, Yonefu International), リストタイプ型の GPS (Fore Athlete 225J, Garmin) 及び 3 軸加速度計 Active Style Pro(HJA-350IT, omron)による身体活動測定を 1 週間行わせた. その後, SWOT 分析を行わせ各自の身体活動について, 外部環境や内部環境の強み(Strengths), 弱み(Weaknesses), 機会(Opportunities), 脅威(Threats) の 4 つのカテゴリーで身体活動を増加させるために要因分析を行った.

### 4. 研究成果

(1) ウエアラブルデバイスによる介入効果  
客観的評価(加速度計)を用いた身体活動測定(図 2)

介入群における 1.1~1.5METs の低強度活動時間は介入前  $269 \pm 77$  分, 介入後  $249 \pm 60$  分 ( $p=0.09$ ) であった. 対照群の低強度活動時間は介入前  $269 \pm 78$  分, 介入後  $238 \pm 62$  分 ( $p<0.05$ ) であった. 介入群における 3.0~3.9METs の中強度活動時間は介入前  $50 \pm 18$  分, 介入後  $45 \pm 18$  分 ( $p=0.132$ ) で, 対照群においては介入前  $49 \pm 18$  分, 介入後  $44 \pm 12$  分 ( $p<0.05$ ) であった. 介入群における 4.0METs 以上の中高強度活動時間は, 介入前  $39 \pm 18$  分, 介入後  $31 \pm 14$  分 ( $p<0.05$ ) で, 対照群において介入前  $34 \pm 15$  分, 介入後  $30 \pm 18$  分 ( $p=0.058$ ) であった. なお, いずれの強度においても交互作用は認められなかった.

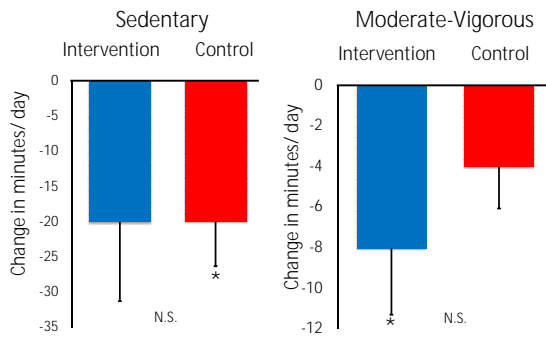


図2 客観的評価の群間及び介入前後の比較

主観的評価 (WEB 行動記録) を用いた身体活動測定 (図3)

介入群における 1.1~1.5METs の低強度活動時間は介入前 668±100 分, 介入後 659±152 分 (p=0.631) であった。対照群の低強度活動時間は介入前 656±113 分, 介入後 682±117 分 (p<0.05) であった。介入群における 3.0~3.9METs の中強度活動時間は介入前 180±100 分, 介入後 153±103 分 (p<0.05) で, 対照群においては介入前 172±87 分, 介入後 150±88 分 (p<0.05) であった。介入群における 4.0METs 以上の中高強度活動時間は, 介入前 29±43 分, 介入後 35±61 分 (p=0.235) で, 対照群において介入前 34±51 分, 介入後 28±46 分 (p=0.292) であった。なお, いずれの強度においても交互作用は認められなかった。

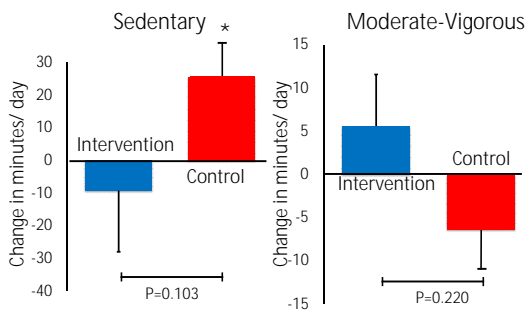


図3 主観的評価の群間及び介入前後の比較

ウェアラブルデバイスの装着による身体活動促進効果について, 今回の実験結果からは限定的であり明確な有効性について明らかにできなかった。その1つ目の理由はウェアラブルデバイスの使用方法について 30 分程度の説明のみであったので, アプリケーションの使用方法等については徹底していなかったことが挙げられる。2つ目の理由として, ベースラインの測定を 10 月中旬であったが, 3 か月後の測定は 1 月末~2 月初めであり季節の影響を受けた可能性が挙げられる。3つ目の理由として, 加速度計による客観的評価と WEB による行動記録の主観的評価との間にギャップがあったことが挙げられる。すなわち, 介入群においては主観的評価として, 低強度活動時間の増加がみられな

ったことが挙げられる。このことは, ウェアラブルデバイスを装着することにより, 自身では座位行動時間を少なくしていると思っているが, 客観的評価ではそれほど少なくなっていない可能性がある。ウェアラブルデバイスの使用による自己管理能力の低下が懸念されており (Alejandro RJ et al. JMIR mHealth uHealth 2015;3(1):e6), これらのデバイスの有効な活用方法の検討が望まれると考えられた。

(2) 加速度計及び GPS による身体活動促進 WEB を用いた 24 時間行動記録による平均 METs は 1.42±0.26 で, 平均睡眠時間は 440±7 分, 日常生活時間は 527±8 分, 仕事 (学業) は 186±3 分, 交通行動は 175±3 分, スポーツ活動は 23±0.2 分であった。活動強度では, 1.5METs 以下が 12 時間, 1.6~3.0METs 未満が 1 時間 28 分, 3~4METs 未満が 1 時間 10 分, 4METs 以上が 34 分であった (図4)。ウォーキングや自転車などの移動時の 69 の GPS データを得ることができた。

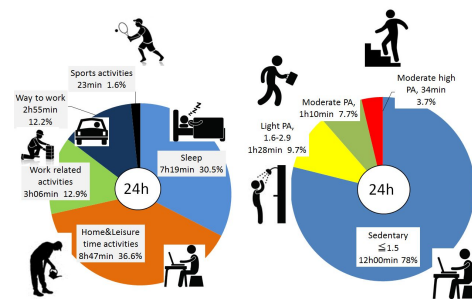


図4 WEB による身体活動測定データ

しかしながら, それぞれのデータ収集におけるコンプライアンスの課題が挙げられた。WEB による行動記録のデータ入力率は 1 日当たり 70% 以上の入力を条件とした場合 28.6% であり, 加速度計は 1 日当たり 10 時間以上の装着を条件とした場合, 27.1% であり, GPS 測定は 1 日当たり 500 歩以上を装着条件とした場合, 84.4% であった。したがって実際の身体活動促進を目的とした場合, いずれの測定法においてもコンプライアンスの課題があると考えられた。各自に身体活動の主観的評価の結果, GPS や加速度データの客観的データをフィードバック (図5) した上で SWOT 分析を行った。実際に測定した GPS データと加速度データを直接確認することで, 自身の行動を振り返り, その行動の活動強度と行動場所 (行動範囲) を視覚的に知ることができた。SWOT 分析の内部要因としての強みは運動が好き, 自転車を持っている, 弱みはスマホのゲームが好き, 自宅が近いこと等が挙げられ, 外部要因として機会には体育の授業がある, 家族が運動好き, サークルに所属している, 脅威として学業時間が長い等が挙げられた。

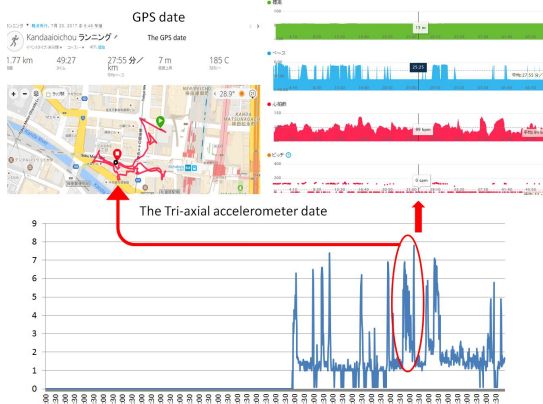


図5 加速度データおよびGPSデータ

身体活動を促進するためのプログラムとして身体活動の客観的評価法としてGPSや加速度計、あるいは主観的評価法として行動記録法を用いて測定データを其々のメリットを生かした形式でフィードバックさせ、自身の内部要因、外部要因を振り返ることにより行動変容を促すことが重要だと考えられる(図6)。これらの仕組みを搭載したアプリケーションにより身体活動の促進が有効になる可能性がある。

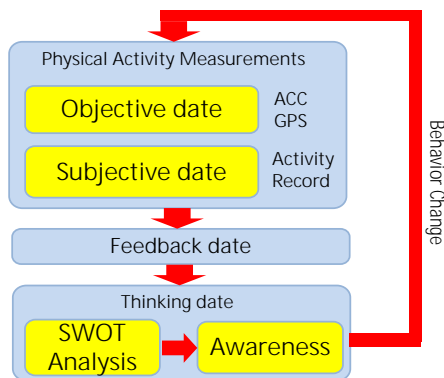


図6 身体活動促進プログラムのシエマ

今回の取り組みをまとめると、まずウェアラブル端末を装着することによる身体活動促進効果を検証した。その結果、機器を装着するだけでは必ずしも客観的な身体活動(座位行動、中高強度活動)においてもポジティブに働くとはいえず、主観的な身体活動評価にはプラスに働いている可能性が示唆された。次に、GPSや加速度データ、自己評価を活用した身体活動促進プログラムを行った。客観的な評価と主観的な評価を合わせてフィードバックし、SWOT分析を行って個別に身体活動の促進要因、阻害要因について検討を行った。本研究で試みた身体活動促進プログラムをアプリケーションと組み合わせ、介入効果、継続効果等を検討することが今後の課題である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

難波秀行, 黒坂裕香, 田中由佳里, 塩野谷裕子, 湊久美子. 女子大学生の推定最大酸素摂取量と過去の運動経験および身体活動の関係, 和洋女子大学紀要 56, 99-111, 2016 査読有

〔学会発表〕(計16件)

Hideyuki Namba. Comparison of objective and subjective physical activity data for physical activity promotion. 7th International Society for Physical Activity and Health. 2018

難波秀行. ICTを用いた身体活動測定の可能性, 第19回日本健康支援学会. 2018

難波秀行, 高橋亮輔, 北村勝朗. 音声認識デジタルペンを用いた体育実技授業における実践応用, 第6回大学体育研究フォーラム. 2018

Hideyuki Namba. Educational Practice Using Physical Activity Application Based on Behavior Record. 2018 Hawaii International Conference on Education. 2018

難波秀行, 長谷川由美, 永田真弓, 櫻井洋一. 一過性運動が感情およびホルモン分泌に及ぼす影響. 第72回日本体力医学会. 2017

難波秀行. 身体活動記録アプリの活用. 第1回するみるささえるスポーツ教育研究会. 2017

難波秀行. 大学生の「する」「みる」「ささえる」スポーツ参画人口の割合. 第1回するみるささえるスポーツ教育研究会. 2017

難波秀行. 大学生のスポーツ経験と意識に関する調査報告. - 全国16大学・短期大学にて実施した大規模調査 -. 第5回大学体育研究フォーラム. 2017

Hideyuki Namba, Yukari Tanaka, Minori Muraki, Yosuke Yamada, Misaka Kimura. Effects of wristwatch-type wearable device in promoting physical activity: A randomized controlled trial. 6th International Congress on Physical Activity and Public Health. 2016

Hideyuki Namba, Yuka Kurosaka, Yukari Tanaka, Yuko Shionoya, Kumiko Minato. RELATIONSHIP BETWEEN ESTIMATED MAXIMUM OXYGEN INTAKE, PAST SPORTS EXPERIENCE AND PHYSICAL ACTIVITY IN FEMALE UNIVERSITY STUDENTS. 21th European College of Sport

長谷川由美，難波秀行，櫻井洋一，王堂哲．運動負荷前後における長期的カルニチン単独，カルニチン+B C A A 投与後のエネルギー基質代謝に関する検討．日本栄養アセスメント研究会．2016

難波秀行，黒坂裕香，田中由佳里，村木美紀，湊久美子．女子大学生のライフスタイルと身体活動量・体力・身体組成の関係．平成 28 年度第 1 回千葉県体育学会．2016

田中由佳里，村木美紀，佐藤浩一，北田真菜，風見公子，松本恵，森長正樹，小山裕三，難波秀行，湊久美子．大学陸上競技選手（短距離・跳躍混成・投擲）への栄養教育介入によるエネルギー及び栄養素摂取状況の変化．第 23 回日本健康体力栄養学会．2016

村木美紀，難波秀行，湊久美子．小学生の運動部所属の有無と食生活状況．第 23 回日本健康体力栄養学会．2016

難波秀行，増田紗世子，黒坂裕香，永田真弓，長谷川由美，櫻井洋一．一過性の有酸素性運動と筋力トレーニングによる感情およびホルモンの変動．九州スポーツ心理学会第 29 回大会．2016

難波秀行，黒坂裕香，湊久美子，山田陽介，木村みさか．WEB を用いた身体活動測定システムの平日と休日の妥当性の比較．第 70 回日本体力医学会．2015

〔図書〕(計 1 件)

難波秀行，身体活動と ICT, 身体活動・座位行動の科学～疫学・分子生物学から探る健康～，杏林書院，pp43-50，2016

〔その他〕

ホームページ等 <http://lifestyle24.jp/hp/>

## 6．研究組織

### (1)研究代表者

難波秀行 (NAMBA, Hideyuki)  
日本大学・理工学部・准教授  
研究者番号：80559790

### (2)研究分担者

山田陽介 (YAMADA, Yosuke)  
国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所 栄養代謝研究部・研究員  
研究者番号：60550118