

ウェアラブルデバイスを活用した 高齢者身体活動支援システムの提案

葛西和真¹ 阿部昭博¹ 市川尚¹ 富澤浩樹¹

概要: 高齢者の健康維持のためには日常的に身体活動を行うことが効果的とされているが、現状においては高齢者のおよそ半数は厚生労働省の身体活動量基準を達成できていないとの指摘もある。また、高齢者に焦点を当てて身体活動促進の介入を行う研究は様々あるが、デジタル技術の介入を伴う研究はこれまであまり議論が進んでいなかった。本研究では、高齢者に対する意向調査を踏まえ、ウェアラブルデバイス及びモバイル端末を活用し、デジタル技術の介入を伴う高齢者身体活動支援システムの提案を行う。

キーワード: 高齢者, 身体活動, ウェアラブルデバイス, 自己効力感, 行動変容技法

Proposal of Elderly Physical Activity Support System Using Wearable Devices

KAZUMA KASAI¹ AKIHIRO ABE¹ HISASHI ICHIKAWA¹
HIROKI TOMIZAWA¹

Abstract: Although it is believed that daily physical activity is effective in maintaining the health of the elderly, it has been pointed out that approximately half of the elderly population does not currently meet the Ministry of Health, Labour and Welfare's physical activity standards. In addition, while there have been various studies on physical activity promotion interventions focusing on the elderly, studies involving digital technology interventions have not been widely discussed. This study proposes a physical activity support system for the elderly that utilizes wearable devices and mobile terminals and involves digital technology intervention, based on an intention survey of the elderly.

Keywords: Elderly, Physical activity, Wearable devices, Self-efficacy, Behavior change techniques

1. はじめに

近年、高齢化が急速に進展してきており、多くの高齢者が健康的で暮らしやすい社会を形成することが求められる。高齢者の推移は2021年確定値で29.1%、2040年には35.3%まで到達すると推測されている¹⁾。このような状況の中、高齢社会対策大綱において、「健康・福祉」「学習・社会参加」「研究開発・国際社会への貢献など」で基本施策が定められ、健康づくりを推進、高齢化による課題の解決など環境整備の必要性が指摘されている²⁾。

高齢者の健康維持には日常的な身体活動の実施が有効とされている。WHO「身体活動に関する世界行動計画2013-2030」³⁾では、高齢者の身体活動増加及び座位行動の減少を目的としたプログラムやサービスの提供が求められ、高齢者は定期的な身体活動を行うことで身体的・社会的・メンタルヘルスの維持とヘルシーエイジングの実現が可能としている。日本では厚生労働省が「健康日本21」「健康づくりのための身体活動基準2013」を掲げており、歩数や活動強度・活動時間を反映する指標が提案され、高齢者において健康的な生活のために明確な身体活動目標が示されてい

る⁴⁾⁵⁾。また、特に高齢者は、日常に散在する低強度の身体活動が総身体活動に占める割合が多く、計画的に行う運動の他に生活活動を含めた身体活動が健康に果たす役割が大きいと言える⁶⁾。このように、身体活動の重要性や指標が定められているのにも関わらず、現状積極的に身体活動を行う高齢者は多くなく、高齢者のおよそ半数は厚生労働省の身体活動量基準を達成できていないとの指摘がある⁷⁾。

高齢者に焦点を当てて身体活動促進の介入を行う研究は国内・国外問わず様々行われている⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾。しかし、回答者の主観や曖昧な記憶などによるバイアスが入りやすい質問紙や記録シートを用いているもの、研究対象を成人以上の全年齢を対象にしているものが殆どであり、腕時計型脈拍・加速度計やモバイル端末を併用し、対象を高齢者に限定して介入を行う研究は未だ少ないのが現状である。総務省¹³⁾の調査において、2020年の個人のインターネット利用率は60代でも82.7%に達しているように高齢世代でもインターネットの利用が広がり、デジタル技術の介入の可能性が高まっていることから、デジタル技術を活用して高齢者に対して身体活動支援を行うことが今後求められるが、そのような研究は少なく、議論が進んでいない。

¹ 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究所
Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

そこで本研究では、高齢者の身体活動支援においてウェアラブルデバイスやモバイル端末といったデジタル技術を導入し、高齢者の身体活動促進・継続の支援及び運動情報の管理を行う情報システムの提案を行う。具体的には、以下の2点を研究課題とする。1点目は、高齢者の生活実態や利用特性を踏まえつつ、デジタル介入を可能とする身体活動支援システムの在り方を明らかにすることである。2点目は、デジタル介入による身体活動量の変化や自己効力感向上など意識の変化を明らかにすることである。

実施にあたっては、岩手県立大学研究倫理審査委員会の承認を得ている(承認番号:338)。以下、本稿では、2章で先行システムの課題や関連研究等について述べる。3章で意向調査を行い、システム構想を具体化するうえでの留意点等を明確にする。4章で提案システムの概要について述べ、5章で高齢者に配慮したUIや評価実施の在り方について考察する。そして、6章で本稿を総括する。

2. 関連調査

2.1 先行研究

葛西ら¹⁴⁾は、ウェアラブルデバイスとスマートフォンを活用して高齢者の健康維持のための外出を促進することで、外出に対する自己効力感の向上及び生活習慣病予防を目指したシステムを試作した。試作システムの主要な機能として、要支援者の心拍数や歩数、移動距離、消費カロリーなど表示する運動情報表示機能、盛岡市オープンデータと連携したマップ表示を行い、現所在地周辺にあるいは目的地までにある休憩所、トイレ、AED等の高齢者に配慮した施設情報を表示する施設情報表示機能、高齢者外出時の運動情報・位置情報を介助者側のモバイル端末で確認できる要支援者情報表示機能を実装した。

このシステムにおいて、高齢者福祉の専門家とウェアラブルデバイスの活用に関する企業技術者によるプロトタイプ評価を行なった結果、システムの狙いや各機能の基本的動作については概ね肯定的な評価を得た。一方で、高齢者の行動に寄り添ったUI改善、一日の外歩行目標値の設定など自己効力感を向上させる仕組みづくり、Webマップの情報表示量やデータ処理の効率化など、実用に向けた課題が明らかになった。

2.2 自己効力感について

自己効力感とは Bandura¹⁵⁾が提唱した社会的認知理論における構成概念の一つである。社会的認知理論とは、人間の行動を個人の要因、個人を取り巻く状況、自己及び他者の行動の総合関係の中で捉えることで人間行動を説明広汎な理論である。自己効力感とは、人はある行動が望ましい結果をもたらすと思えばその行動をうまくやることができるという自信があるときに、その行動をとる可能性が高くなるという考え方である。医療・健康分野では、健康のために良いとされる行動に対して、その行動をうまくできる自信が

あれば、人がその行動をとる可能性が高くなり、また、行動を維持しやすくなると考えられる¹⁶⁾。

Riederら¹⁷⁾は、自己効力理論に基づいて、ウェアラブルデバイスが利用者の自己効力感とその後の健康行動に対する認識にどのように影響するかを調査した。その結果、自己効力感を形成する要因として「個人的成果」「言葉による励まし」「追体験」が挙げられ、これらにより自己効力感が形成され行動へと繋がることを明らかにした。

以上より、高齢者の行動促進においては自己効力感の向上が効果的であることから、本研究では自己効力感の向上に着目することとした。

2.3 身体活動について

厚生労働省¹⁸⁾では、身体活動は「安静にしている状態よりも多くのエネルギーを消費するすべての動作」と定義され、体力の維持・向上を目的として計画的に・意図的に実践する「運動」とそれ以外の労働、通勤通学などの「生活活動」に分類される(図1)。また、身体不活動は生活習慣病発症の危険因子として喫煙や肥満と同等の位置付けがなされている。

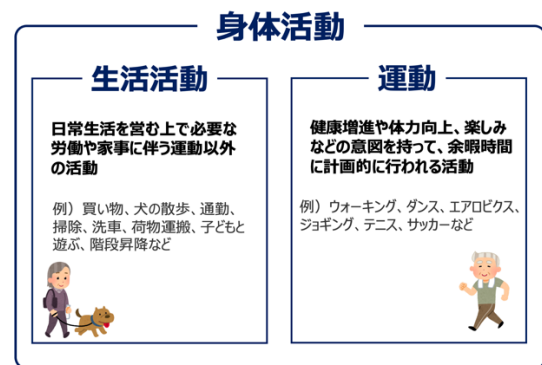


図1：身体活動の分類

加藤ら¹⁹⁾は、地域在住の高齢者を対象にした運動介入による身体的機能への効果、身体活動と精神的機能の関連性、身体活動を継続するための社会的サポートの重要性について報告された研究成果から検討を行なった。その結果、ウォーキング・、庭いじり、家事など中強度の身体活動は高強度の身体活動やトレーニングより継続しやすく、それを長期間継続している高齢者は生活自立度が高いこと、中等度毎日行うことは鬱症状、不安、精神的ストレスの低減など高齢者の精神的機能の改善に貢献する要因になっていること、身体活動促進の介入は配偶者、家族、友人、医師による社会的支援を通して、高齢者本人の健康、信念、社会的環境、目標を考慮して行うことが重要であることを明らかにした。

WHO「身体活動に関する世界行動計画2013-2030」³⁾では、高齢者、障害や慢性疾患のある人、地方に住む人などはしばしば身体活動を行うのに安全で手軽な価格で行いやすい適切な場所や空間への利便性が悪くなっている。また、多様な機器による身体活動と座位行動の定期的な監視・管理

を行うための新しいデジタル技術の開発とテストを行い、身体活動のモニタリングシステムを開発することが必要であると述べている。

Mickael ら²⁰⁾は、成人に対しウェアラブルデバイスを用いて身体活動促進の介入を行う研究を対象にメタ分析を行い、その効果と要因について調査した。その結果、ウェアラブルデバイスを用いた短期間の介入は身体活動量を向上させ、特に目標設定が身体活動支援として効果が高いことを明らかにした。

これらより、身体活動支援の実施によって身体活動量を増加させることが高齢者の身体的・精神的な健康維持へ繋がることと、デジタル支援の必要性を確認した。

3. 意向調査

関連調査を踏まえ、デジタル介入によって高齢者の身体活動量の増加を目指すこととする。本格的なシステム開発に先立ち、外出支援のプロトタイプを用いてモニター評価を実施することで、高齢者の生活実態や利用特性、ニーズ等の意向調査を行なった²¹⁾。

3.1 プロトタイプ開発

プロトタイプは、筆者らの先行システム¹⁴⁾を拡張して開発した。以下、システム概要と主要機能について説明する。

システム概要として、高齢者はウェアラブルデバイスを装着し、Android スマートフォン上の Web アプリを起動して外出支援の各機能を利用する。ウェアラブルデバイス及びスマートフォンで得られた運動情報は Bluetooth 接続されたスマートフォンを経由してサーバに保存される。蓄積した情報は高齢者が持つスマートフォンや家族介助者が持つモバイル端末から確認できる。なお、システム想定利用者はスマートフォンに対して理解がある、外出行動が多い傾向にあることなどを考慮して、前期高齢者（65～74 歳）とした。

主要機能として、①運動情報表示機能では、取得した高齢者の運動情報をスマートフォン上で確認できる。②施設情報表示機能では、現在地周辺の施設情報（公衆トイレ・AED・避難所）をマップ上に表示し確認できる。③歩行ルート情報表示機能では、現在地から目的地までの経路を検索しマップ上に表示する。④運動状況フィードバック機能では、過去の運動履歴をグラフ化し情報確認できる。また、設定目標に対する達成度の確認ができる。⑤要支援者情報表示機能では、遠隔地から要支援者情報（現在地・歩数・歩行距離・心拍数）の確認ができる。

3.2 モニター評価

2021 年 11 月に自立した日常生活を送る高齢者 2 名（80 代・70 代女性：表 1）を対象に、1 日～1 週間程度システムを利用後、半構造化インタビューによりシステム各機能の効果や外出行動に対する感情の変化を調査した。な

お今回のモニター評価者については、高齢者の意見を幅広くシステムへ反映したいと考え、前期高齢者の他に後期高齢者（75 歳～）へも評価を依頼した。

表 1：モニター評価者のプロフィール

	基本情報	特筆事項
第1回	<ul style="list-style-type: none"> ・女性（80） ・青森県平川市在住 ・家族と同居 	<ul style="list-style-type: none"> ・毎日家の裏庭で畑仕事を行う ・週に1回で病院に通う ・毎日血圧を測定、薬を服用 ・スマートフォンや携帯電話の利用経験無し
第2回	<ul style="list-style-type: none"> ・女性（74） ・秋田県秋田市在住 ・家族と別居 	<ul style="list-style-type: none"> ・毎日家の庭で作業を行う ・週に4回ほど自転車から徒歩を利用して買い物に行く ・携帯電話を所持

インタビューでは主にシステム機能に係る質問、利用者の内面に係る質問を行なった。システム機能については、「歩数や歩行距離の確認は便利である一方、心拍数や運動強度は外出行動に上手く活用できない」「行動範囲が限られている場合、施設情報や現在地の表示は有効でない」「運動履歴を可視化し振り返りに用いることは有効」「要支援者情報は、提示の有無や提示情報の共有範囲を含めて、高齢者との検討が必要」などの意見が挙げられた。利用者の内面については、「高齢者は外出をするきっかけが欲しい」「日々目標を持ちそれに向かって頑張りたい」「目標設定は自身の特性に合わせて柔軟に変更できると良い」「自己効力感向上は本システムの仕組みでは不十分で工夫が必要」などが挙げられた。加えて、要支援者情報表示機能についての意向調査として家族・介助者を含めたインタビューを実施したところ、「高齢者と別居をしている場合はぜひ機能を利用したい」「どのような形であれ、高齢者の情報が確認できると安心につながる」といった前向きな意見が得られた。

3.3 モニター評価結果に対するレビュー

2021 年 12 月 17 日、高齢者福祉の専門家から、前述のモニター評価結果に対する解釈等について助言を仰いだ。その結果、「対象利用者については年齢でなく、自立した生活ができているかどうかで判断すること」「システム機能については目標を柔軟に設定でき、かつ無理のない行動選択を行うよう支援すること」等の重要な指摘があった。

前述の評価結果などをもとに、本格的なシステム開発の課題として次の 5 点が明確になった。①外出以外の日常的な身体活動が多くを占めており、ウェアラブルデバイスはそれらを取得することが可能であることから、運動情報の取得は外出行動に限定しない。②対象利用者を見直し、年齢に関わらず自立した生活ができている高齢者を対象とする。③自己効力感の向上に対して現行の仕組みでは不十分であることから、健康行動の変容をもたらす行動変容技法に着目し、高齢者が主体的に身体活動を行う仕組みを構築する。④高齢者にとってのシステム利便性と可用性を考慮して、運動情報の取得はウェアラブルデバイスで行い、取得した情報の詳しい表示等はモバイル端末で行う。⑤家族・介助者は、高齢者の動的かつ詳細な運動情報の確認を必要

としていないことから、プライバシー面も考慮してリアルタイムでの情報提供は行わない。以上5点をシステム設計に反映することとした。

4. 身体活動支援システムの提案

4.1 設計方針

前述の意向調査を踏まえた、高齢者身体活動支援システムの設計方針を以下に示す。

方針 1: スマートウォッチ型ウェアラブルデバイスとモバイル端末を併用し機能分担を図ることで、高齢者及びその家族・介助者に対して身体活動支援に必要な情報を提供する(3.3節の課題①, ④, ⑤に対応)。

方針 2: 想定利用者をスマートフォン及び携帯電話の利用経験がある自立生活可能な高齢者とし、UIの整備と最小限のデータ処理により、高齢者でも扱いやすいシステムとする(3.3節の課題②, ④に対応)。

方針 3: 行動変容技法をシステムに適用し、高齢者が自ら主体的に身体活動を実施するような仕組みを構築する(3.3節の課題①, ③に対応)。健康行動に変容をもたらす行動変容技法(テクニック)は、身体活動だけでなく、食生活や禁酒・禁煙行動など多岐に渡るが、現在は標準化され93の技法に分類されている²²⁾。本研究では、高齢者を対象とした関連研究で有効とされた行動変容技法のほか、身体活動を促進する方法や知見などを含めて、広義の行動変容技法と呼ぶこととする。

4.2 システム設計

設計方針に基づき、ウェアラブルデバイス、モバイル端末を用いてシステムを構築する。関連調査で得られた知見をもとに、ウェアラブルデバイスはFitbit charge5を用いた。高齢者は身体活動時にウェアラブルデバイスを装着して運動情報を取得し、非活動時はモバイル端末を使用してWeb上から身体活動支援システムの各機能を利用する。ウェアラブルデバイスでは、運動情報として高齢者の生活活動・運動を含めた身体活動全般の歩数、身体活動による消費カロリー(以下消費カロリー)、活動時間を取得し、Bluetooth接続されたモバイル端末を介してFitbitサーバへ保存される。Fitbitサーバへ保存されたデータは、Fitbit APIによりシステム管理側データベースへ保存・蓄積し、データベースに蓄積した情報を利用してシステムの各機能を利用していく(図2)。行動変容技法については、「運動履歴の可視化」²¹⁾²²⁾「自己の成功体験」²²⁾²³⁾「目標設定」²²⁾²³⁾²⁴⁾「社会的支援」²²⁾²³⁾²⁴⁾「セルフモニタリング」²²⁾²³⁾²⁴⁾「知識形成(情報の提供)」²²⁾²⁴⁾を用いることとした。システム各機能と行動変容技法の対応については表2の通りである。

運動情報項目について、歩数、消費カロリー、身体活動時間は身体活動促進の介入を行う様々な研究において主要項目として扱われていること、厚生労働省の「健康づくりのための身体活動基準 2013」等⁴⁾⁵⁾で歩数、身体活動時間

の明確な目標値が示されていること、国立健康・栄養研究所の「身体活動のメッツ表」²⁵⁾を用いて1日の消費カロリーの目標値が算出可能であること、以上3点の理由から、「歩数」「消費カロリー」「身体活動時間」を選定した。

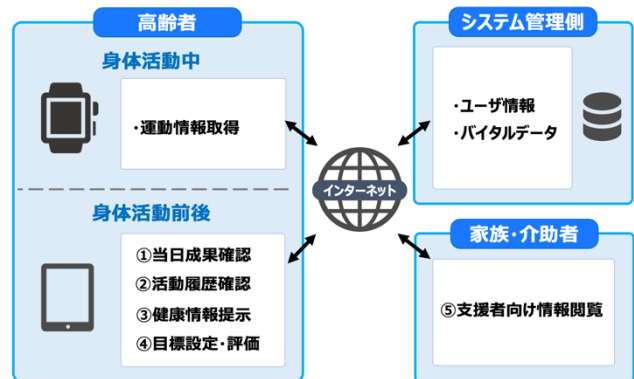


図2: システム構成図

表2: 各機能と行動変容技法の対応

機能	行動変容技法
①当日成果確認機能	・自己の成功体験 ・運動履歴の可視化 ・セルフモニタリング
②活動履歴確認機能	・自己の成功体験 ・運動履歴の可視化 ・セルフモニタリング
③健康情報提示機能	・知識形成(情報の提供)
④目標設定・評価機能	・目標設定
⑤支援者向け情報閲覧機能	・社会的支援

4.3 利用の手順

以下、システム機能について高齢者の利用の流れとともに説明する。

本システムの利用の流れとしては、目標設定→身体活動→セルフモニタリング→自己評価を繰り返し、利用者の身体活動に対する自己効力感を高めるよう支援する(図3)。

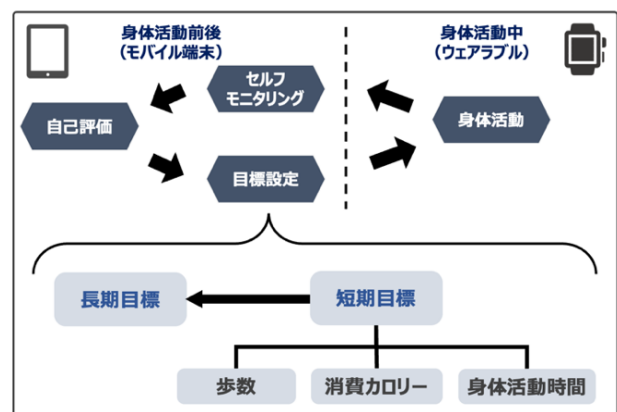


図3: 利用の流れと目標設定

まず、高齢者が身体活動を実施後にモバイル端末のトップ画面(図4)の登録メニュー(データの登録)から①当日成果確認機能を用いて、1日毎に歩数、身体活動による消費カロリー、身体活動時間の成果を確認する(図5)。次に、機能選択画面(図6)から②活動履歴確認機能を用いて、

過去の活動履歴をグラフなどで可視化し振り返る（図 7）。さらに、③健康情報提示機能を用いて、身体活動時間の目安や方法など高齢者の健康に関する情報を確認する（図 8）。最後に④目標設定・評価機能を用いて、定期的な長期目標・短期目標の設定及び目標達成感の評価を行う（図 9）。という流れである。高齢者の家族・介助者は⑤支援者向け情報閲覧機能を用いて、定期的にグラフや表で可視化された高齢者情報（歩数、消費カロリー、身体活動時間）を確認することができる。



図 4：トップ画面



図 5：当日成果確認機能画面



図 6：機能選択画面



図 7：活動履歴確認機能画面

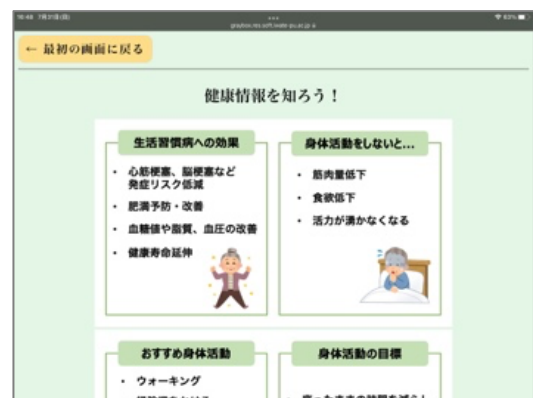


図 8：健康情報提示機能画面



図 9：目標設定機能画面

5. 考察

5.1 UI に対する配慮

システムの本格的な開発にあたり、2022年6月と8月に情報デザイン専門家によるUI画面のレビューを実施した。

指摘事項は以下の4点である。①ボタンの色数を絞り、関連機能毎にボタンを集約すること。②目標設定において基準値を明記すること。③健康情報提示において各情報を見易く簡潔にすること。④設定した目標の提示に加えて、高齢者を励まし、鼓舞するようなメッセージなどを表示すること。

これらの指摘事項を踏まえ、システム全般において文字やボタンを通常より大きく表示しつつ、関連する機能毎に適切にボタンを配置することとした。また、使用色を2~3色に限定しつつ、透明度の低い色の使用は控え、利用者に戸惑いを与えないよう配慮することとした。これらデザイン面の見直しのほか、高齢者が前向きに身体活動を行えるよう、メッセージを工夫することを念頭にシステム開発を行うこととした。いずれも、デジタル利用や身体活動の実施に対して不安を持つ高齢者への配慮事項として重要な点であると考えられる。

5.2 評価の実施に向けて

提案システムの有効性について、機縁法を用いて、想定利用者によるモニター評価を行い実証的に明らかにする。実施方法の詳細については現在検討中であるが、意向調査と同様に想定利用者にシステム機器を一定期間貸し出し、システム利用終了後に取得された運動情報の分析による量的評価と、半構造化インタビューによる質的評価を併用する予定である。インタビューを通して、提案システムの利用を通じた自己効力感など意識の変化を探るとともに、季節や気温など外的要因が身体活動に影響を与える可能性についても確認したいと考える。その際、モニター協力者の日常的な身体活動実施状況、デジタル技術の活用度合いなどが評価結果に影響を与えることも念頭に、慎重に進めることとしたい。

6. おわりに

本研究では、先行システムの課題分析や想定利用者に対する意向調査を踏まえて、ウェアラブルデバイスを活用した高齢者身体活動支援システムの提案を行なった。

提案システムでは、1)スマートウォッチ型ウェアラブルデバイスとモバイル端末を併用し機能分担を図ることで、高齢者及びその家族・介助者に対して身体活動支援に必要な情報を提供する、2)想定利用者をスマートフォン及び携帯電話の利用経験がある自立生活可能な高齢者とし、UIの整備と最小限のデータ処理により、高齢者でも扱いやすいシステムとする、3)行動変容技法をシステムに適用し、高齢者が自ら主体的に身体活動を実施するような仕組みを構築する、以上3つを設計方針とし、システムを開発することとした。

システムを本格的に開発するにあたり、情報デザインの専門家によるUIレビューを実施し、高齢者利用に配慮したシステムUIの在り方を確認した。現在、専門家レビューにより指摘された点を念頭にシステム開発を進めており、完了次第、想定利用者によるモニター評価を実施する予定である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、株式会社ノーザンシステムサ

ービス、岩手県立大学社会福祉学部をはじめとする多くの皆様にご協力を頂きました。ここに記して深く感謝致します。

参考文献

- 1) 総務省統計局, 統計トピックス No.129 統計から見た我が国の高齢者 - 『敬老の日』にちなんで, <https://www.stat.go.jp/data/topics/topi1290.html> (2022年7月15日アクセス可能).
- 2) 内閣府, 令和3年版高齢社会白書, https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/03pdf_index.html (2022年7月15日アクセス可能).
- 3) World Health Organization, Global action plan on physical activity 2018-2030 : more active people for a healthier world, <http://apps.who.int/iris/handle/10665/272722> (2022年7月15日アクセス可能).
- 4) 厚生労働省, 健康日本21, <https://www.kenkounippon21.gr.jp/index.html> (2022年7月15日アクセス可能).
- 5) 厚生労働省, 健康づくりのための身体活動基準 2013, <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002xple.html> (2022年7月15日アクセス可能).
- 6) 安永明智, 青柳幸利: 高齢者の身体活動・運動と健康関連 QOL に関する前向き大規模疫学研究, デザンスポーツ科学, Vol.28, pp.53-59 (2007).
- 7) 笹川スポーツ財団, 日本人の身体活動のいま -GPAQの結果から読み解く: その2-, https://www.ssf.or.jp/thinktank/sports_life/gpaq/02.html (2022年7月15日アクセス可能).
- 8) 江川賢一, 種田行男, 荒尾孝, 松月弘恵, 白子みゆき: 地域保健事業における生活習慣病予防に適用可能な運動行動セルフモニタリングの有用性, 体力研究, Vol.103, pp.10-23 (2005).
- 9) 甲斐裕子, 荒尾孝, 丸山尚子, 今市尚子: 行動変容型プログラムと知識提供型プログラムの身体活動促進効果の比較:無作為化比較試験, 体力研究, Vol.105, pp.1-10 (2007).
- 10) 若山修一, 堀田和司, 藤田好彦, 藤井啓介, 白石英樹, 藪下典子, 巻直樹, 中野聡子, 柳久子: 地域在住高齢者における外出記録表を用いた外出支援プログラムの効果, ヘルスプロモーション理学療法研究, Vol.9, No.4, pp.167-173 (2020).
- 11) 松本安生: ウェブサイトを活用したデジタル介入がコロナ禍における中高齢者の身体活動を促す効果:無作為化比較実験, 人文研究, No.204, pp.1-20 (2021).
- 12) 吉田香, 佐々木晶世, 叶谷由佳, 齋藤京子, 稲森正彦:

- 地域在住高齢者の日常生活における身体活動の実態とフィードバックの効果, 日本健康医学会雑誌, Vol.30, No.2, pp.361-371 (2021).
- 13) 総務省, 医療・介護・健康分野の情報化推進, https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/iryoku_kaigo_kenkou.html (2022年7月15日アクセス可能).
 - 14) 葛西和真, 阿部昭博, 市川尚, 富澤浩樹: ウェアラブルデバイスを用いた高齢者外出支援システムの試作, 情報処理学会第83回全国大会, 4ZE-08 (2021).
 - 15) Bandura,A. : Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change, Psychological Review, Vol.84, No.2, pp.191-215 (1977).
 - 16) Ralf,S. and Reinhard,F. : Changing risk behaviors and adopting health behaviors: The role of self-efficacy beliefs, Cambridge University Press, pp.259-288 (1997).
 - 17) Rieder,A., Eseryel,Y.U., Lehrer,C.and Jung,R. : Why Users Comply with Wearables : The Role of Contextual Self-Efficacy in Behavioral Change, International Journal of Human-Computer Interaction, Vol.37, No.3, pp.281-294 (2021).
 - 18) 厚生労働省, 身体活動 - e-ヘルスネット, <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/exerexer/ys-031.html> (2022年7月15日アクセス可能).
 - 19) 加藤雄一郎, 川上治, 太田壽城: 高齢期における身体活動と健康長寿, 体力科学, Vol.55, pp.191-206 (2006).
 - 20) Mickael,R., Gerit,W., James,D., Guy,P., and Spyros,K. : Fitbit-Based Interventions for Healthy Lifestyle Outcomes: Systematic Review and Meta-Analysis, Journal of Medical Internet Research, Vol.22, No.10, pp.1-21 (2020).
 - 21) 葛西和真, 阿部昭博, 市川尚, 富澤浩樹: 自己効力感の向上を考慮した高齢者外出支援システムの検討, 情報処理学会第84回全国大会, 5ZL-05 (2022).
 - 22) 石川善樹: 行動変容テクニックの標準化に関する国際的な動向について, 行動医学研究, Vol.20, No.2, pp.41-46 (2014).
 - 23) 松本千明: 医療・保健スタッフのための健康行動理論の基礎 生活習慣病を中心に, 医歯薬出版株式会社, 東京 (2002).
 - 24) 島崎崇史: ヘルスコミュニケーション -健康行動を習慣化させるための支援-, 株式会社早稲田大学出版部, 東京 (2016).
 - 25) 国立健康・栄養研究所, 改訂版「身体活動のメッツ (METs) 表」, <https://www.nibiohn.go.jp/files/2011mets.pdf> (2022年7月15日アクセス可能).