

# MoreSteps: 実現可能で意義のある運動目標を設定するための AI コーチング

織田 直也<sup>†</sup> 山本 祐輔<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 静岡大学情報学部 〒432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

E-mail: <sup>†</sup>toda@design.inf.shizuoka.ac.jp, <sup>††</sup>yamamoto@inf.shizuoka.ac.jp

**あらまし** 本稿では、ユーザが挫折しにくくかつ一定の健康改善効果がある運動目標の候補を提示するシステム MoreSteps を提案する。MoreSteps は、ユーザの過去の運動傾向を分析し、ユーザに対して運動目標の候補と併せて動機付け理論に基づくアドバイス「目標達成に必要な努力量」「目標の達成可能度合」「目標達成により得られる便益」を提示する。これにより、ユーザ自身が効果的な目標設定を行えるよう促し、運動習慣の定着を目指す。提案したアドバイスがユーザの運動に対するモチベーションにどのような影響を与えるかを検証するために、アンケート調査を行った。アンケート調査の結果、提案システムによるアドバイスはユーザの運動に対するモチベーションを高めたり現実的な目標設定を促進したりする可能性が考えられた。本研究で得られた知見によって、ユーザ個々人に応じた運動目標設定支援システムの設計に寄与することが期待される。

**キーワード** 医療・ヘルスケア, well-being, 時系列分析, AI コーチング

## 1 はじめに

現代社会において、運動不足により生活習慣病などの慢性疾患に悩まされる人は多い。日本生活習慣病予防協会<sup>1</sup>によると、2017年の人口動態統計において、日本では1年間に脳梗塞により約6万人が死亡し、約1万人が糖尿病により死亡したとされている。運動不足は、ほとんどの慢性疾患の主な原因とされている。一方で、運動には慢性疾患の予防・遅延効果があることがわかっている[1]。特に、ウォーキングは心臓発作や筋骨格障害など幅広い病気への予防効果がありつつ、老若男女問わず容易に実行できるとして、Jeremy らの研究において高く評価されている[2]。継続的なウォーキングを行うことで、人々の健康問題の改善に寄与することが期待できる。

しかし、習慣的な運動を行おうとしても、実行に移せないことや途中で挫折してしまうことが多い。運動習慣が長続きしない理由として、具体的な目標が立てられない、自身の能力では達成できない過度な目標を立ててしまうことが挙げられる。過度な目標を立てると、目標を達成できず、運動へのモチベーションが削がれてしまうという流れが考えられる。一方で、Stuijbergen らの研究や Ries らの研究において、具体的な健康目標を立てることで、実験協力者の大多数が行動変容を起こすことができたことが報告されている[3][4]。

また、Yim らの研究においては、ユーザの運動へのモチベーション向上を図るためには、ユーザの運動に対する自己認識の甘さや自己効力感の低さを解決する必要があることが示唆されている[5]。自己認識の甘さを解決する方法として、ユーザの運動データを分析し、ユーザ自身の能力に適した目標を算出する手法が挙げられる。また、自己効力感の低さを解決する方法と

しては、動機付け理論を用いてユーザのモチベーションを上げる手法が挙げられる。例えば、アトキンソンの動機付け理論では、人間は達成しやすいものや、達成するメリットのあるものに対しモチベーションが高まるとされている[6]。

本研究では、ユーザの過去の運動傾向をふまえて、ユーザが挫折しにくくかつ一定の健康改善効果がある目標候補を提示するシステム MoreSteps を提案する。本研究では、ユーザが取り組む運動はウォーキングとする。提案システムは健康改善に寄与する歩数の目標候補値をユーザに提案する。その際、提案システムは、個々人の歩行履歴に基づいて、目標の候補と動機付け理論に基づいたアドバイスを提示する。提示するアドバイスは「目標達成に必要な努力量」「目標の達成可能度合」「目標達成により得られる便益」の3つである。この3つの要素は、アトキンソン提示した達成動機理論[6]に基づき設定されている。システムのイメージを図1に示す。システムはユーザの歩数を毎日計測し、ユーザに適した歩行量と動機付け理論に基づくアドバイスをその日ごとに出力する。

運動習慣開始時にあっては、ユーザは意味のある運動習慣を継続するための知識や自身の運動能力に対する十分な理解が不足していることが一般的である。自然と、ユーザは全く健康効果のない目標や自身には達成できない目標を設定してしまう。提案システムを用いることで、ユーザは自身の歩行履歴の分析に基づく目標候補や動機付け理論に基づくアドバイスを参照することができる。その結果、ユーザ自身が実現可能で意義のある目標を慎重に吟味し、設定することができる。

運動習慣を長期的に続けるにあたって、ユーザはユーザ自身の運動能力に見合った無理のない目標を設定し、少しずつ歩行量を増やしていくべきである。本研究では、運動習慣に関心のあるユーザに対して、実現可能で意義のある歩行目標の設定を支援するシステムを提案する。その上で、ユーザ自身の歩行履歴

1: <http://www.seikatsusyukanbyo.com/prevention/about.php>

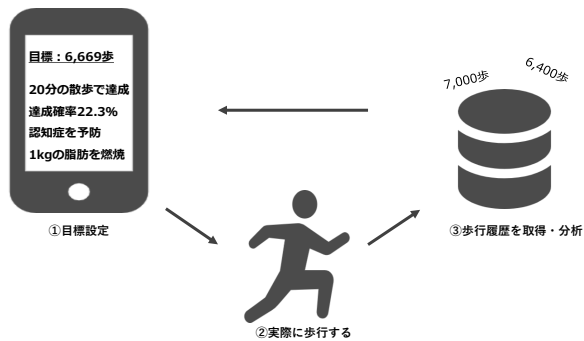


図 1 提案システムのイメージ。(1) ユーザはシステムを用いて、その日ごとの歩行目標を設定する。(2) ユーザは自身で設定した目標を達成するよう努める。(3) ユーザの歩行量は 1 日ごとにデータベースに蓄積される。システムはユーザの過去の歩行量を分析し、ユーザにとって適切な目標と動機付け理論に基づくアドバイスを提示する。

の分析に基づく目標候補や動機付け理論に基づくアドバイスがユーザの歩行目標設定に与える影響を明らかにする。

本論文の貢献は以下の通りである。

- データ工学や心理学などの知見に基づき、ユーザの歩行目標設定を効果的に支援するためのシステム”MoreSteps”を提案した。
- アンケート調査の結果、動機付け理論に基づくアドバイスの提示によって、ユーザの運動に対するモチベーションを高めたり現実的な目標設定を促進したりする可能性が考えられた。

## 2 関連研究

### 2.1 運動へのモチベーションを高める研究

ユーザの運動へのモチベーションを高めるための様々なアプローチが検討されてきた。Jung らは目標に対する達成と失敗の間に柔軟性のあるマージンを設定し、目標未達成時のモチベーション低下を低減することを提案した [7]。Wijnaldal らは音楽再生によってユーザのスポーツパフォーマンスの向上を狙う”IM4Sports system”を提案した [8]。Shimada らはユーザの運動中の心拍数に比例して、キャラクターが成長するゲーム”Exercise Game System”を提案した [9]。Mansart らはユーザの運動量に応じてストーリーが進行するスマートフォン向けゲーム”Go Run Go”を提案した [10]。

こうした手法は、運動習慣の無いユーザが運動に対するモチベーションを高めるきっかけを作る効果が期待できる。しかし、音楽やゲームといったコンテンツの内容に飽きてしまい、運動習慣を途中で放棄してしまう可能性が考えられる。また、ユーザ自身の能力に見合った目標を立てることはできないため、過負荷をかけてしまうことで疲労感やストレスが蓄積し、長期的な運動習慣形成を妨げるリスクがある。本研究では、ユーザの運動へのモチベーションを一時的に向上させるのではなく、ユーザの過去の歩行履歴を分析したり、動機付け理論を活用したりすることで、ユーザ自身が実現可能で意義のある目標を

設定できるように支援する。こうすることで、ユーザが自身の運動量向上を我が事として捉え、運動習慣継続に寄与することを目指す。

### 2.2 目標設定の重要性

目標設定が人々の健康改善や運動量向上に寄与することが明らかになっている。Stuifbergen らは多発性硬化症の女性を対象に具体的な運動目標を設定し、運動量向上に寄与した [3]。Ries らはノースカロライナ州の農村部に住む低所得の女性を対象に運動や食事に関する具体的な目標設定を行い、身体活動量や食事習慣の改善を達成した [4]。

### 2.3 説明可能性・解釈可能性

機械学習モデルの出力結果に対する説明可能性について検討した先行研究が数多く存在する。Ehsan らは、誰が、いつ、どのような理由で AI の出力結果を利用し、どのような結果になったかという社会的な文脈を考慮したシナリオの作成によって、AI の出力結果に対するユーザの理解を促進させた [11]。Markus らは医療分野向けの説明可能な AI システムの設計に関するガイドラインを研究者や実務家に提供し、医療分野における AI システムの普及を目指した [12]。Amann らは医療分野向けの AI の説明可能性を促進するには、様々な分野から医療用 AI の不透明なアルゴリズムの課題に取り組む必要があるという調査結果を報告した [13]。

## 3 提案手法

### 3.1 狙いと要件

ユーザが「挫折しないかつ実施して意義のある目標」を設定することで、過度な目標設定による運動へのモチベーション低下を防ぎ、運動習慣継続に寄与すると考えられる。本研究では、ユーザが取り組む運動はウォーキングとし、提案システムは「挫折しないかつ実施して意義のある歩行目標」をユーザに提案する。「挫折しないかつ実施して意義のある目標」とは、ユーザの普段の歩行量を考慮し、無理のない負荷をユーザに与える目標であると定義する。

「挫折しないかつ実施して意義のある目標」を設定し継続的に実行するためには、ユーザの現状の運動習慣を分析し、ユーザ個人に適切な目標を推薦する必要がある。また、目標をユーザに提示する際に、ユーザの運動へのモチベーションを高めるようなアドバイスを提示する必要がある。提案システムはユーザ個人から受け取った過去の運動データに基づいて目標歩数の候補を算出し、目標候補や目標達成のためのアドバイスを提示する。

本研究では、アトキンソンの動機付け理論に基づいたアドバイスをユーザに提示する。アトキンソンは、達成動機理論において、成功に近づこうとする動機づけを接近モチベーションと称し、以下の公式で表せるとした [6]。

$$\text{接近モチベーション} = f(Ms \times Ps \times Is) \quad (1)$$

ここで、Ms, Ps, Is, f はそれぞれ、個人特性としての成功

に向かう動機の強さ、成功の期待、成功の誘因、変数の相互作用関係を表す。達成動機理論に基づく、ユーザの目標達成へのモチベーションを向上させるためには、成功の期待、成功の誘因をユーザに実感させることが重要であると考えられる。つまり、システムから提案された歩行目標がユーザ自身にとって達成しやすく、また達成することで健康になれると実感させることで、運動へのモチベーションを高めることができると考えられる。また逆に、ユーザにとって達成困難な目標や実施する意義の無い目標は、ユーザのやる気を減衰させると考えられる。つまり、アドバイスの提示によって、ユーザは不適切な目標を避け、適切な目標を選び取ることができるようになって期待される。

本研究では、成功の期待、成功の誘因の提示方法として、「目標達成に必要な努力量」「目標の達成可能度合」「目標達成により得られる便益」というアドバイスを提示する。「目標達成に必要な努力量」「目標の達成可能度合」「目標達成により得られる便益」は、それぞれ以下のように定義する。

- 目標達成に必要な努力量：ユーザが歩数目標を達成するのに必要な運動量
- 目標の達成可能度合：ユーザの過去の運動データから予測される目標の達成可能度合
- 目標達成により得られる便益：ユーザが目標を達成することで得られる健康上のメリット

### 3.2 提案システムのふるまい

#### 3.2.1 目標歩数の設定

目標とする数値には、ユーザの歩数履歴から予測されるその日の予想歩行数の平均値に 0.75, 1.00, 1.25 を乗じた値の 3 種類を用いる。0.75, 1.00, 1.25 を乗じることで、成功確率がおおよそ 70%, 50%, 30% となる目標候補がそれぞれ算出される。このように成功度合いを適度に分散させることで、ユーザ自身が目標を吟味することを狙う。例えば、予想歩行数の平均値が 5,000 歩であった場合、3,750 歩と 5,000 歩、6,250 歩が目標候補となる。ユーザは目標を設定する際に、システムから提案された 3 つの候補から 1 つを選択する。

提案システムでは、ユーザの過去の歩数記録をもとに目標設定日の歩数を予測する。歩数の予測には Facebook 社が開発した時系列分析ライブラリ Prophet<sup>2</sup>を用いた。Prophet は入力データから、データ全体の変化傾向や周期性などを読み取り、非線形なモデル関数を当てはめることで予測値を出力する。

#### 3.2.2 目標設定のためのアドバイス提示

提案システムは、目標歩数候補とともに、「目標達成に必要な努力量」「目標の達成可能度合」「目標達成により得られる便益」の 3 つのアドバイスを提示する。

##### a) 「目標達成に必要な努力量」の提示

「目標達成に必要な努力量」は目標歩数からユーザの 1 週間前の同じ曜日の歩数を引くことによって算出する。「目標達成に必要な努力量」のイメージを図 2 に示す。ユーザに提示する際

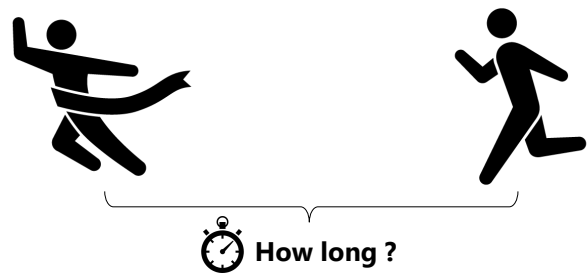


図 2 目標達成に必要な努力量のイメージ。本稿では、ユーザが目標を達成するために必要な歩行時間をユーザに提示する。これにより、目標達成に必要な努力量をユーザに直感的に理解させることを狙う。

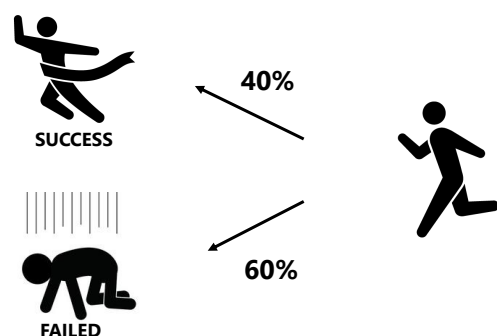


図 3 目標の達成可能度合のイメージ。本稿では、ユーザが目標を達成できる確率を Prophet の予測データを活用して算出し、ユーザに提示する。これにより、目標達成の難易度をユーザに直感的に理解させることを狙う。

には、平均的な人間の歩数と距離の対応関係に基づいて、歩行時間として提示される。「目標達成に必要な努力量」の提示によって、目標達成に必要な努力量を直感的に理解しやすい歩行時間によって例示することを狙う。

##### b) 「目標の達成可能度合」の提示

「目標の達成可能度合」は Prophet の予測結果に基づき提示する。提案システムはユーザの過去の運動データから推定された歩数の事後分布を基に、任意の数以上の歩数が達成される確率を計算した。「目標の達成可能度合」のイメージを図 3 に示す。「目標の達成可能度合」の提示によって、目標達成の難易度を直感的に理解しやすい確率で例示することを狙う。

##### c) 「目標達成により得られる便益」の提示

「目標達成により得られる便益」は歩数に対応した健康効果を提示する。今回提示する健康効果は、歩数に対応した病気の予防効果と目標を 1ヶ月続けた場合に燃焼できる脂肪量である。それぞれのイメージを図 4、図 5 に示す。病気の予防効果は青柳らの研究を参照している [14]。青柳らの研究によると、1 日の総歩数がある一定値を超過すると、いくつかの病気に対して予防効果があるとしている。例えば、5,000 歩歩行した場合には認知症や心疾患などが、7,000 歩歩行した場合には癌や動脈

2 : <https://facebook.github.io/prophet/>

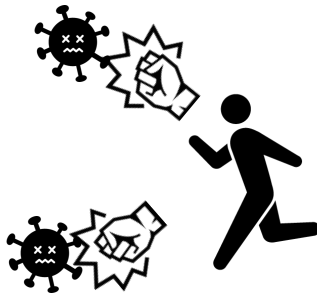


図 4 目標達成により得られる便益（予防できる病気）のイメージ。本稿では、ユーザが目標を達成することで予防できる病気を青柳らの研究を基に提示する [14]。これにより、目標達成によって得られるメリットを具体的にユーザに理解させることを狙う。

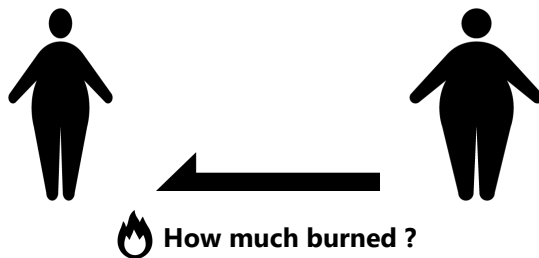


図 5 目標達成により得られる便益（燃焼脂肪量）のイメージ。本稿では、ユーザが目標を達成することで燃焼できる脂肪量を提示する。これにより、目標達成によって得られるメリットを具体的にユーザに理解させることを狙う。

硬化などが予防できるとされている。「目標達成により得られる便益」の提示によって、目標達成によって得られるメリットを具体的にユーザに理解させることを狙う。図 4

### 3.3 実装

提案システムの具体的な実装方法を説明する。

#### 3.3.1 データの説明

提案システムでは、Fitbit 社のトラッカーデバイス inspire2（以下トラッカー）<sup>3</sup>で収集されたユーザの歩数データを分析する。トラッカーによって計測された歩数は、Fitbit 社のデータベースに保存されている。提案システムは、FitbitAPI を使うことで、Fitbit 社のデータベースから 1 分ごとの歩数、消費カロリー、移動距離、運動量を取り出すことができる。今回の研究では、取得したデータのうち、1 分ごとの歩数のみを利用する。

#### 3.3.2 システムの処理

提案システムは、ユーザの健康データを収集し、目標設定支

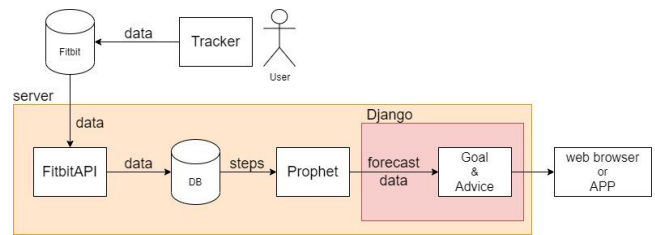


図 6 提案システムによる目標設定支援の流れ。ユーザの健康データは、Tracker デバイス、Fitbit 社のデータベースを経て、システム用のデータベースに蓄積される。蓄積されたデータを時系列分析し、その結果をもとに目標候補値や動機付け理論に基づくアドバイスをユーザに提示する。

援を行う。システムによる目標設定支援の流れを図 6 に示す。提案システムは、ユーザから収集したデータを基に、毎朝ユーザが起床したタイミングに以下の手順で歩行目標を提案する。

- (1) 提案システムは、FitbitAPI を使い、Fitbit 社のデータベースからユーザの歩数などの健康データを取得し、システム用のデータベースに格納する。
- (2) 取得した歩数から Prophet によって 1 日の歩数を予測する。
- (3) 取得した歩数や予測歩数を基にユーザに 3 通りの目標と「目標達成に必要な努力量」「目標の達成可能度合」「目標達成により得られる便益」を提示する。
- (4) ユーザは各目標の数値と「目標達成に必要な努力量」「目標の達成可能度合」「目標達成により得られる便益」を比較して、自身の取り組みたい目標を決定する。

以上の提案システムによって、ユーザは自身にとって適切な歩行目標を設定することが可能となる。

## 4 実験

本研究では、動機付け理論に基づくアドバイスの提示によって、ユーザが運動へのモチベーションを向上させ、また自身に適切な目標を自分で選択することで運動習慣の継続が可能になると考えている。実際に、動機付け理論に基づくアドバイスの提示内容がユーザの運動へのモチベーション向上に寄与するのかをアンケート調査によって検証した。

### 4.1 実験協力者

クラウドソーシングサービスのランサーズにて 207 名の回答者を募集した。なお、3 名の実験協力者は、ダミー設問にて不正な回答をしたため、外れ値として分析から除外した。このようにして、合計 204 名の実験協力者の回答結果を分析した。実験協力者の属性を表 1 に示す。実験の報酬として、1 件当たり謝礼金 50 円を支払った。実験協力者は平均して 243 秒でアン

<sup>3</sup> : <https://www.fitbit.com/global/jp/products/trackers/inspire2?sku=418BKBK>

表 1 実験協力者のデモグラフィック情報

	人数	割合
実験協力者の合計	204	
性別		
男性	125	61.3%
女性	79	38.7%
回答したくない・その他	0	0.0%
年齢		
18 歳未満	0	0.0%
18 29 歳	13	6.4%
30 39 歳	60	29.4%
40 49 歳	91	44.6%
50 59 歳	31	15.2%
60 69 歳	7	3.4%
70 歳以上	2	1.0%
習慣的に運動を行っているかどうか		
継続的に運動は行っていない	71	34.8%
以前は継続的に運動を行っていた	47	23.0%
現在、継続的に運動を行っている	86	42.2%

図 7 アンケート内容のイメージ図. 左から設定シナリオ, 動機付け理論に基づくアドバイス評価の画面である. シナリオでは, ユーザの普段の歩数は 5,000 歩とし, 運動習慣改善に興味があるという設定になっている. その上で, 3 種類の目標 (6,000 歩, 7,000 歩, 8,000 歩) について 5 パターン (動機付け理論に基づく 4 種類のアドバイス + アドバイス無し) 提示され, モチベーションへの影響をそれぞれ評価してもらった.

ケート回答を完了した.

## 4.2 実験条件

アンケートは 2021 年 12 月 23 日に実施した. 実験協力者に, 目標と動機付け理論に基づくアドバイスを提示し, どの程度歩行へのモチベーションが高まったかを評価してもらった. アンケートの内容を図 7 に示す. 評価するアドバイスは以下の通りである.

- 目標達成に必要な努力量: 必要な歩行時間 (以下 EFFORT)
- 目標の達成可能度合: 成功確率 (以下 PROB)
- 目標達成により得られる便益: 予防できる病気 (以下 BENEFIT<sub>M</sub>), 目標を 1 ヶ月続けた場合に燃焼できる脂肪量 (以

下 BENEFIT<sub>w</sub>)

- アドバイス無し (以下 CONTROL)

## 4.3 実験手順

実験は以下の手順で実施した.

(1) まず, 実験協力者は設定シナリオを読んだ. 設定シナリオの内容は以下の通りである.

「あなたは健康維持・改善をしたいと思っています. 健康維持・改善する一歩として, 「普段からたくさん歩くこと」を意識して「1 日あたりの歩数」を増やすことを目標に決めました. 歩数計を身につけ 1 週間生活してみたところ, 平日に自宅と職場 (学校) を行き来する際に往復で 5,000 歩程度の歩行をしていることが分かりました. あなたは適切な目標を定めるために, 知り合いのスポーツインストラクターに「普段 5,000 歩程度歩いている私は, 明日から 1 日何歩歩くことを目標にして生活したら良いですか?」と尋ねてみました. すると, 知り合いのインストラクターはあなたの日ごろの歩行状況を見た上で, 次のように答えました.」

(2) 次に, 設定シナリオの状況を想像しながら, EFFORT, PROB, BENEFIT<sub>M</sub>, BENEFIT<sub>w</sub>, CONTROL について, どの程度運動へのモチベーションが高まったか評価した.

(3) すべてのアドバイスを評価した後, 事後アンケートにて性別, 年齢, 習慣的に運動を行っているかどうかを 5 段階のリッカート尺度によって回答した.

## 5 結果

204 人の実験協力者の回答を分析し, 5 種類のアドバイスがユーザの運動に対するモチベーションに与える影響を調べた. 5 種類のアドバイスと 3 つの目標値の組み合わせの 15 パターンに対する回答の平均値と標準偏差を表 2 に示す.

共分散分析の結果, 歩数の目標値を共変量としたとき, アドバイスの種類に有意差が見られた ( $F(4, 2784) = 73.4$ ,  $p < 0.001$ ). 表 2 の結果が示しているように, 歩数の目標値に関してはどのアドバイスの種類でも目標値が大きいほど実験協力者の目標達成に対するモチベーションの平均値は小さくなった.

アドバイスの要因に関して, Benjamini–Hochberg FDR test [15] を用いて多重比較を行った結果について, 表 3 に示す. CONTROL との比較では EFFORT, PROB, BENEFIT<sub>M</sub>, BENEFIT<sub>w</sub> のいずれの間にも有意差が確認された ( $p < 0.001$ ). また, 表 2 が示しているとおり, アドバイス EFFORT, BENEFIT<sub>M</sub>, BENEFIT<sub>w</sub> はアドバイスなし条件 CONTROL と比べて, モチベーションの平均値が有意に高くなる傾向にあった (例: EFFORT vs CONTROL; 6000Step: 4.26 vs 3.90; 7000Step: 3.58 vs 3.52; 8000Step: 3.47 vs 2.84).

一方, アドバイス PROB はアドバイスなし条件 CONTROL と比べて, モチベーションの平均値が有意に低くなる傾向にあった (6000Step: 3.46 vs 3.90; 7000Step: 2.88 vs 3.52; 8000Step: 2.67 vs 2.84). また, PROB と CONTROL のモチベーション



表 2 アンケートの質問に対する平均値, 標準偏差 (SD). 5 段階のリッカート尺度 (1: まったく歩行する気にならない ~5: とても歩行する気になる) で回答.

アドバイスの種類	歩数の目標値		
	6000	7000	8000
CONTROL	3.90 (1.03)	3.52 (0.99)	2.84 (1.11)
EFFORT	4.26 (0.86)	3.58 (1.04)	3.47 (1.12)
PROB	3.46 (1.18)	2.88 (1.13)	2.67 (1.14)
BENEFIT <sub>m</sub>	3.88 (0.91)	4.06 (0.90)	3.76 (1.02)
BENEFIT <sub>w</sub>	4.09 (0.97)	3.91 (1.03)	3.60 (1.09)

表 3 多重比較を行った際の統計的有意差の有無 (有意水準は, \*: 0.05; \*\*: 0.01; \*\*\*, 0.001).

アドバイスの比較対象	p-value
CONTROL - EFFORT	***
CONTROL - PROB	***
CONTROL - BENEFIT <sub>m</sub>	***
CONTROL - BENEFIT <sub>w</sub>	***
BENEFIT <sub>m</sub> - EFFORT	*
BENEFIT <sub>m</sub> - PROB	***
BENEFIT <sub>m</sub> - BENEFIT <sub>w</sub>	0.608
BENEFIT <sub>w</sub> - EFFORT	0.121
BENEFIT <sub>w</sub> - PROB	***
EFFORT - PROB	***

の平均値の差は, 歩数の目標値が増加するにしたがって減少する傾向がある (6000Step: 0.54; 7000Step: 0.64; 8000Step: 0.17).

## 6 考 察

5 節で述べたように, 表 2 によると, EFFORT, BENEFIT<sub>m</sub>, BENEFIT<sub>w</sub> は CONTROL よりも目標に対するモチベーションの平均値が高かった. 「目標達成に必要な努力量」や「目標達成により得られる便益」を提示すると, アドバイスなしの時に比べて, ユーザは目標達成に要する努力や自身が受けるメリットを具体的にイメージすることが可能になり, より積極的に運動をしようとしたことが考えられる. このことから, 「目標達成に必要な努力量」や「目標達成により得られる便益」を提示するアドバイスは何もアドバイスを提示しない目標設定よりも, ユーザの運動に対するモチベーションを向上させる可能性がある.

一方, PROB は CONTROL よりも目標に対するモチベーションの平均値が有意に低かった. 「目標の達成可能度合」を提示すると, アドバイスなしの時に比べて, ユーザは目標の困難さを理解し, 慎重な態度を示していたことが考えられる.

CONTROL と PROB のモチベーションの平均値の差は, 6,000step や 7,000step のときと比較して, 8,000step のときに大きく減少した (6000Step: 3.90-3.46=0.54; 7000Step: 3.52-2.88=0.64; 8000Step: 2.84-2.67=0.17). ある程度高い目標値が提示された場合には, ユーザは成功確率を提示されずとも, 目標の困難さを理解できると考えられる. 一方で, 小・中程度

の目標値が提示された場合, 高すぎる目標値が提示された場合よりも, 成功確率の提示無しでは目標の困難さは理解しづらいつと考えられる. 実験の結果は, 成功確率の提示によって, ユーザは小・中程度の難易度の目標の成功を実感しやすくなったと考えられる. このことから, 「目標の達成可能度合」を提示するアドバイスは何もアドバイスを提示しない目標設定よりも, ユーザの運動に対する見識を慎重にさせる可能性がある.

目標達成に必要な努力量と目標の達成可能度合は, ユーザに目標の困難さを理解させるために設定した. しかし, アンケートの結果を見ると, PROB は CONTROL よりも目標に対するモチベーションの平均値が有意に低く, EFFORT は CONTROL よりも目標に対するモチベーションの平均値が有意に高いという正反対の影響を与えた. 目標達成に必要な努力量は, ユーザに目標の困難さだけでなく, 目標を達成するためのヒントを与えた可能性がある. 一方で, 目標の達成可能度合は, 数値情報しか提示しないため, 目標の困難さのみが伝わったと考えられる.

### 6.1 結 論

アンケート調査の結果から, ユーザの過去の歩行データの分析に基づく目標候補と動機付け理論に基づくアドバイスの提示には, ユーザの運動に対するモチベーションを向上させたり, 目標の難易度を慎重に見定めさせたりする効果が可能性があると考えられる.

### 6.2 研究の限界点

本研究の限界点としては, 第一にアンケートの形式に関するものが挙げられる. 今回実施したアンケートの改善点として, 質問の提示方法についても改善が必要であると考えられる. 今回のアンケートのシチュエーションは, インストラクターから一方的に目標推薦が行われている. しかし, 提案システムのコンセプトとしては, ユーザが目標設定をする際に動機付け理論に基づくアドバイスを提示することで, 目標に対する理解や気付きを促進することを想定している. アンケートの最初に回答者自身に目標を設定させるフェーズを導入し, 提案システムの想定するシチュエーションに似せた方が良かったと考えられる.

また, 「目標達成に必要な努力量」や「目標の達成可能度合」を提示する目的は, ユーザに目標の困難さを慎重に判断させるためである. このことを検証する指標として, 運動へのモチベーションだけでは不十分であると考えられる. 今回の結果からは, 「目標の達成可能度合」がユーザの運動へのモチベーションを低下させたという見方もできる. 「目標難易度を慎重に吟味できるようになったか」という評価指標も導入するべきだったと考えられる.

第二にユーザ実験による提案システムの十分な検証が行われていない点が挙げられる. アンケート調査だけでは, アドバイスの効果は保証できないと考えられる. 実際にシステムを用いてユーザに目標設定を行ってもらい, 効果を検証する必要がある. 例えば, ユーザの歩数や目標の設定方法などを長期的に観察することによって, ユーザの運動量が向上・維持されていることが確認できれば, 提案システムによるアドバイス提示が運

動習慣継続に寄与したと言えるのではないかと考えられる。今後の課題として、長期的なユーザ実験を行い、システムの有用性を検証することが求められる。

## 7 ま と め

本研究では、ユーザの過去の運動傾向をふまえて、ユーザが挫折しにくくかつ一定の健康改善効果がある運動目標候補を提示するシステム MoreSteps を提案した。提案システムはユーザの歩数を毎日計測し、ユーザに適した歩行量とアドバイスをその日ごとに提示する。提示するアドバイスは、アトキンソンの動機付け理論を参考に設計し、ユーザの運動に対するモチベーションを向上させることを狙った。本稿では、アドバイスの提示がユーザの運動へのモチベーション向上に寄与するのかをアンケート調査とユーザ実験によって検証した。アンケート調査の結果、提案システムによるアドバイスはユーザの運動に対するモチベーションを高めたり現実的な目標設定を促進したりする可能性が考えられた。また、ユーザ実験の結果からは、動機付け理論に基づくアドバイスがユーザの運動習慣に与える影響には個人差がある可能性が示唆された。しかし、システムがユーザの運動習慣を向上させるかは明らかにはならなかった。今後は、提案システムがユーザの運動習慣にどのような影響を与えるかをより長期的なユーザ実験によって検証する必要がある。

## 謝 辞

本研究は JSPS 科研費 JP18H03244, 21H03554, 21H03775 の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

## 文 献

- [1] Frank W Booth, Christian K Roberts, and Matthew J Laye. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive physiology*, Vol. 2, No. 2, p. 1143, 2012.
- [2] Jeremy N Morris and Adrienne E Hardman. Walking to health. *Sports medicine*, Vol. 23, No. 5, pp. 306–332, 1997.
- [3] Alexa K Stuijbergen, Heather Becker, Gayle M Timmerman, and Vicki Kullberg. The use of individualized goal setting to facilitate behavior change in women with multiple sclerosis. *Journal of Neuroscience Nursing*, Vol. 35, No. 2, pp. 94–101, 2003.
- [4] Amy V. Ries, Lorraine Blackman, Rachel A. Page, Ziya Gizlice, Salli Benedict, Katie Barnes, Kristine S Kelsey, and Lori Carter-Edwards. Goal setting for health behavior change: evidence from an obesity intervention for rural low-income women. *Rural and remote health*, Vol. 14, p. 2682, 2014.
- [5] Jeffrey Yim and TC Nicholas Graham. Using games to increase exercise motivation. In *Proceedings of the 2007 conference on Future Play*, pp. 166–173. Association for Computing Machinery, 2007.
- [6] John W Atkinson. Motivational determinants of risk-taking behavior. *Psychological review*, Vol. 64, No. 6p1, p. 359, 1957.
- [7] Gyuwon Jung, Jio Oh, Youjin Jung, Juho Sun, Ha-Kyung Kong, and Uichin Lee. “good enough! ”: Flexible goal achievement with margin-based outcome evaluation. In *Pro-*

*ceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–15, 2021.

- [8] Gertjan Wijnalda, Steffen Pauws, Fabio Vignoli, and Heiner Stuckenschmidt. A personalized music system for motivation in sport performance. *IEEE pervasive computing*, Vol. 4, No. 3, pp. 26–32, 2005.
- [9] Takuya Shimada, Itaru Kuramoto, Yu Shibuya, and Yoshihiro Tsujino. Keep healthy with fun: an entertainment system for keeping the motivation of daily, dull, and monotone exercise. In *Proceedings of the international conference on Advances in computer entertainment technology*, pp. 280–281, 2007.
- [10] Chiraphrue Mansart, Siriluck Sukitphittayanon, Panitan Pantongkhum, and Supphachai Thaicharoen. Go run go: an android game-story application for aiding motivation to exercise. In *2015 IEEE International Symposium on Multimedia (ISM)*, pp. 407–410. IEEE, 2015.
- [11] Upol Ehsan, Q Vera Liao, Michael Muller, Mark O Riedl, and Justin D Weisz. Expanding explainability: Towards social transparency in ai systems. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–19, 2021.
- [12] Aniek F Markus, Jan A Kors, and Peter R Rijnbeek. The role of explainability in creating trustworthy artificial intelligence for health care: a comprehensive survey of the terminology, design choices, and evaluation strategies. *Journal of Biomedical Informatics*, Vol. 113, p. 103655, 2021.
- [13] Julia Amann, Alessandro Blasimme, Effy Vayena, Dietmar Frey, and Vince I Madai. Explainability for artificial intelligence in healthcare: a multidisciplinary perspective. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, Vol. 20, No. 1, pp. 1–9, 2020.
- [14] Yukitoshi Aoyagi and Roy J Shephard. Habitual physical activity and health in the elderly: the nakanojo study. *Geriatrics & gerontology international*, Vol. 10, pp. S236–S243, 2010.
- [15] David Thissen, Lynne Steinberg, and Daniel Kuang. Quick and easy implementation of the benjamini-hochberg procedure for controlling the false positive rate in multiple comparisons. *Journal of educational and behavioral statistics*, Vol. 27, No. 1, pp. 77–83, 2002.