

食事情報と体重変化履歴に基づいた 適正摂取カロリー量の学習支援システム

今 津 眞 也^{†1} 水 本 旭 洋^{†1} 孫 為 華^{†1}
柴 田 直 樹^{†2} 安 本 慶 一^{†1} 伊 藤 実^{†1}

近年、生活習慣病予防のため、ユーザに生活習慣の改善を促す健康支援システムに関する研究が盛んに行われている。多くの研究では、血圧や脈拍といった様々なバイタルデータの測定が必要であったり、身体にデバイスを装着する必要があるなど制約が厳しく、症状がそれほど深刻でないユーザに継続的にシステムを利用させることは困難であった。著者らは文献 1) において、システム利用の継続性を高めるため、推薦メニューに対する相対的な摂取カロリー量 (6 段階) と体重の測定値から、目標体重に導くための適正摂取カロリー量および相対評価の誤差をユーザに経験的に学習させる健康支援手法を提案している。本稿では、本健康支援手法に基づいて作成したウェブベースシステムの詳細について述べる。また、提案手法の有用性および受容性を評価するため、作成したシステムを 10 名の被験者により試用した結果について報告するとともに今後解決すべき課題を明らかにする。

A Health Support System for Adequate Caloric Intake Learning through Simple Meal Survey and Weight Measurement

SHINYA IMAZU,^{†1} TERUHIRO MIZUMOTO,^{†1} WEIHUA SUN,^{†1}
NAOKI SHIBATA,^{†2} KEIICHI YASUMOTO^{†1} and MINORU ITO^{†1}

Recently, aiming to prevent adult diseases with Information and Communication Technology, many research efforts have been made to construct electronic health-care systems that navigate users to improve their life styles. Most of existing systems, however, force users to measure various vital signs such as the blood pressure and the pulse, and/or directly attach a special device on their bodies. Therefore, it was difficult for ordinary users without serious health problems to continuously use those systems. Aiming to facilitate the continuous use of a health-care system, we proposed a health support method that facilitates learning the adequate calorie intake and improving meal survey accuracy through only daily weight measurements and 6 level subjective survey on each meal taken by the user¹⁾. In this paper, we describe the details of our web based prototype system developed based

on the proposed method. Additionally, to evaluate the usefulness and usability of the proposed system, we report the result of experimental evaluation by several users and clarify the additional challenges to be solved in the future.

1. はじめに

近年、メタボリックシンドロームや糖尿病をはじめとする健康問題が深刻化している。これらの病気は、動脈硬化を介して脳卒中や心筋梗塞の発症リスクが高くなることで知られている²⁾。さらに、これらの病気は長年の生活習慣が深く関与しているため、病気を予防、改善するには、食習慣や運動習慣の継続的な改善が必要である。しかし、多くの人々は自身の健康状態や生活習慣の具体的な改善方法を認識できておらず、ユーザに実現性の高い長期的な改善目標を認識させる必要がある。このような背景から、ICT を利用し、個々人のライフスタイルに合わせた生活習慣の改善を促す健康支援システムに関する研究が盛んに行われている。例えば、ウェアラブルな血圧計や加速度計、イヤホン型のセンサを用いて、血圧や消費カロリーをリアルタイムに測定する方法、咀嚼音から食習慣を把握する方法が研究されている³⁾⁴⁾⁵⁾。Chiu らは、飲み物を入れるボトルにカメラと加速度センサを装着し、ユーザの水分摂取量を記録する *Playful Bottle*⁶⁾ と呼ばれるシステムを開発している。文献 7) では糖尿病患者支援システムが提案されている。このシステムでは、加速度計と心拍計を用いて消費カロリーを推定するとともに患者は携帯端末を用いて食事内容をカメラで撮影する、または食事 DB から選択するといった形式で食事内容を入力する。これらの入力情報を基に医師が個々の患者に合わせた生活改善の指導を行う。しかし、これらの既存研究では、ユーザのバイタルデータや行動を正確に測定、把握することができるが、常に特殊なデバイスを装着もしくは携帯する必要がある、生活習慣病予備軍の人や健常者にとっては、制約が厳しく、継続的なシステムの利用は困難である。

一方で、行動支援を行うのではなく、健康に関する知識を高める研究が行われている。Kitamura らは、*Foodlog*⁸⁾⁹⁾ と呼ばれる独自のシステムを用いて、ユーザの撮影した食事画像を解析し、栄養バランスの推定を自動で行うことで、食生活の改善に取り組んでいる。文献 10) では、*OrderUP!* と呼ばれるアプリケーションを利用することで、ユーザはクイズ形式

^{†1} 奈良先端科学技術大学院大学

Nara Institute of Science and Technology

^{†2} 滋賀大学

Shiga University

で出題される食事メニューの中でどの食事が健康によいのかを学習することができる。これらのシステムは、操作の手間が少ないうえに時間や場所の制約なくシステムを利用することができるが、食事に対する知識向上を図るのみで、個々人の生活習慣に応じた健康支援は行われていない。これより、少ない操作で個人の生活習慣に応じた支援を行うことのできる健康支援システムが必要であると考えられる。

著者らは文献1)において、ユーザの摂った食事とシステムの推薦するメニューのカロリー量を比較した際の推奨摂取カロリー量および、実際の摂取カロリー量を直感的に見積もった際の精度をユーザに学習させる健康支援システムを提案している。本手法では、年齢や基礎代謝などの基本情報と体重の変化履歴を基にユーザの過去の食事内容における摂取カロリー量を推定し、推奨摂取カロリー量と比べ、ユーザが1日にどれだけカロリーを取りすぎているのかを知らせる。加えて、過去の食事の6段階の相対評価および体重の変化履歴から求めた摂取カロリー量の推定値を基に重回帰分析を用いて、ユーザの相対評価の誤差を推定する。相対評価については、システム利用開始時にユーザに知らせた理想の相対評価値とユーザの各相対評価の誤差を百分率で示し、その誤差に相当するカロリー量をユーザが認識しやすい形式(例えば、ご飯1膳分、など)で知らせる。加えて、ユーザの過去の相対評価“推薦通り”が実際には“推薦量より少し多い”に相当するといった情報を知らせ、適正な相対評価をユーザに学習させる。これにより、ユーザは推奨カロリー量と比較した際の実際の摂取カロリー量の誤差および相対評価の誤差を経験的に学習できる。

本稿では、提案手法の有用性および受容性を評価するため、本健康支援手法に基づいてウェブベースのプロトタイプを作成し、被験者男性10名、実験期間を2か月間として評価実験を行った結果について述べる。評価期間中、ユーザは3食の内容について相対評価を行い、可能ならば食事を撮影、さらに少なくとも1日1回体重を計測し、システムに入力することとした。そして、実験終了後、アンケート調査を行い、“提案手法での継続的な支援が可能かどうか”、“相対評価の誤差を学習するうえで推薦メニューが参考になるのか”について調査した。加えて、本システム利用前と比べ、被験者の体重値がどのように変化したのかを確認した。その結果、アンケートでは2項目ともに肯定的な意見が半数以上を占め、体重値については平均で1.24kgの減量を促すことができたが、同時に今後解決しなければならない課題もいくつか明らかになった。

2. 提案手法

本章では、文献1)で提案した健康支援手法の基本方針、支援手法の詳細について説明する。

2.1 基本方針

本健康支援手法の目的は、生活習慣病の原因である肥満の予防・改善のため、少ない手間ですべて推奨カロリー量と実際の摂取カロリー量の差および相対評価の誤差を経験的にユーザに学習させることである。上記の目的を満たすための要件として、以下の3つを挙げる。

- (i) 入力情報の簡易化を行う
 - (ii) 各回の食事における摂取カロリー量をユーザが学習する
 - (iii) 目標体重に応じた適正な摂取カロリー量とその食事メニュー例をユーザが学習する
- これらの要件を満たすための基本方針として、(i)の要件については、食事内容について詳細入力を行わず、提案手法が推薦する食事メニューのカロリー量に対する相対的な食事量を6段階で入力することで入力の簡易化を行う。しかし、入力の簡易化は、入力負担を軽減できる反面、入力情報の精度低下が問題となる。例えば、ユーザの体重は食事や運動以外にも水分補給や入浴などで瞬間的に増減するため、短期間で食事の影響による体重の変化を推定することは困難である。この問題を解決し、かつ(ii)、(iii)の要件を満たすため、定期的に体重を計測することで、体重の増減が瞬間的なものであるのか、それともカロリーの過剰摂取や正による体重の増減なのかを識別し、摂取カロリー量を推定する。さらに、その情報とユーザが答えた相対的な食事量から以下の内容についてフィードバックを行う。

- 推薦メニューのカロリー量とユーザの推定摂取カロリー量の差
- 食事における相対評価の誤差

例えば、1日およそ500kcalの過剰摂取のため、目標体重になるためには、毎食ご飯1膳分の摂取カロリーの是正が必要であり、過去の相対評価“推薦通り”が実際には“少し多い”に相当するといった情報をフィードバックする。これにより、目標体重に応じた適正な摂取カロリー量および相対評価の誤差をユーザに学習させる。

2.2 健康支援の方法

本節では、健康支援手法の詳細について述べる。

2.2.1 システム構成

本手法では、システムの継続的な利用を促すため、クライアント端末として日常生活で利用するデバイスのみを用いる。具体的には、年齢、身長といった基本情報、食事の相対評価、体重値の入力および推薦メニューの表示にはスマートフォン(iPhone、など)を利用し、体重の計測には一般家庭に普及している体重計を用いる。また、これらのデバイスに加え、スマートフォンから送られてくる情報を記録し、その情報を基に推薦メニューの決定や摂取カロリー量および相対評価の誤差の推定を行い、ユーザに提示するサーバを用いる。以下で

は、本健康支援システムにおける主要な機能である、(1) 基本情報の登録機能、(2) 日々の食事および体重の入力機能、(3) ユーザへのフィードバック機能の詳細を順に述べる。

2.2.2 基本情報の登録

目標体重に応じた推奨摂取カロリー量を求めるため、ユーザはスマートフォンから1度だけ基本的な情報を登録する必要がある。図1に示すようにユーザは、**現在の体重(初期体重)**、**目標体重**、**目標期間**、**性別**、**年齢**、**身長**、**毎食のカロリーバランス**、**運動による1日の消費カロリー量**を登録する。毎食のカロリーバランスについては1日の推奨摂取カロリー量を3食で分ける際の比率(例えば、朝食:3、昼食:4、夕食:3)を入力し、運動による1日の消費カロリー量については文献11)を参考に登録する。

これらの登録情報から、サーバ側でユーザの基礎代謝量 *Metabolism* および1日の総消費カロリー量を決定し、毎食ごとの推奨摂取カロリー量を算出する。基礎代謝量は個人で異なるが、ハリス・ベネディクト方程式¹²⁾と呼ばれる予測式を利用することで大まかに推定することができる。以下の式(1)、式(2)に男女の基礎代謝を求める方程式を示す。

$$Metabolism(Male) = 66.5 + weight \times 13.8 + height \times 5.0 - 6.8 \times age \quad (1)$$

$$Metabolism(Female) = 66.5 + weight \times 9.6 + height \times 1.8 - 4.7 \times age \quad (2)$$

総消費カロリー量は、基礎代謝量と運動による消費カロリー量の合計とする。

また、1日の推奨摂取カロリー量を求めるにあたり、登録時の体重と目標体重の差を減らすべき体重量(脂肪量)とし、その情報から目標体重に近づくために減らすべきカロリー量を算出する。脂肪を1kg減らすには7000kcalの減量が必要であり¹³⁾、これらを考慮すると、

- **目標期間内に減らすべきカロリー量=(登録時の体重 - 目標体重) × 7000(kcal)**

となる。また、脂肪の変化量は摂取カロリー量、総消費カロリー量に依存するため、目標期間内における摂取、消費カロリー量の関係は

- **目標期間内に減らすべきカロリー量 / 目標期間(日) ≤ (1日の消費カロリー量 - 1日の摂取カロリー量)**

となる。仮定に基づき、1日の推奨摂取カロリー量を決定し、さらに毎食のカロリーバランス情報から毎食の推奨摂取カロリー量、推薦メニューを決定する。例えば、登録時の体重、目標体重、目標期間、総消費カロリー量がそれぞれ72kg、70kg、35日、2,400kcalだとすると、目標期間内に減らすべきカロリー量は14,000kcalとなり、1日に減らすべきカロリー量は400kcalとなる。さらにこれらの情報と1日の総消費カロリー量から1日の推奨摂取カロリー量2,000kcalを算出でき、カロリーバランスが朝食:3、昼食:4、夕食:3の場合には朝食はおおよそ600kcalの食事メニューが比較対象として提示される。

図1 基本情報登録画面

図2 消費カロリー量算出画面¹¹⁾

2.2.3 食事の推薦と食事・体重情報の入力

前節で述べたように、目標体重や目標期間から毎食の推奨摂取カロリー量を求め、それに応じた食事メニューを推薦する。ユーザは摂取した食事の日付と時間帯(朝、昼、夕)を図3に示すカレンダー画面から選択することでその時々に応じた推薦例を見ることができる。

	朝	昼	夜
06/20(月)			
体重 61.5kg	推奨カロリー: 357 Cal 主観評価: 食べていない メモ:	推奨カロリー: 718 Cal 主観評価: 推薦より少ない メモ:	推奨カロリー: 718 Cal 主観評価: 推薦より多い メモ:
06/21(火)		NO IMAGE	
体重 61.8kg	推奨カロリー: 357 Cal 主観評価: ほぼ推薦通り メモ:	推奨カロリー: 718 Cal 主観評価: 少し少ない メモ: カレーパンと牛乳	推奨カロリー: 718 Cal 主観評価: 推薦より少ない メモ:
06/22(水)	NO IMAGE		
体重 61.3kg	推奨カロリー: 201 Cal 主観評価: 食べていない メモ: 寝坊したため食べず	推奨カロリー: 718 Cal 主観評価: 少し多い メモ:	推奨カロリー: 718 Cal 主観評価: ほぼ推薦通り メモ: 外食した

図3 カレンダー表示画面

推薦されるメニューに関しては、図4に示すようにユーザがイメージしやすいよう、写真とレシピの詳細、推奨摂取カロリー量が表示される。ユーザはこの推薦されたメニューと自身の摂取した食事のカロリー量を比較した際の相対評価を6段階(N:食べてない, S:推薦より少ない, s:推薦より少し少ない, M:ほぼ推薦通り, l:推薦より少し多い, L:推薦より多い)で入力する。また、各相対入力の適正值は、推奨摂取カロリー量を1としたとき、N=0,

$S=0.6$, $s=0.8$, $M=1$, $l=1.2$, $L=1.4$ とし、この情報をシステム利用開始時にユーザに知らせることとする。加えて、過去の食事を振り返ることは食生活を改善する上で有用であるとされており⁷⁾、本手法でも相対評価に加え、可能ならば食事画像について撮影し、入力する。公共の場で撮影が困難な場合や撮影を忘れた場合などには、何を食べたかを簡単にメモ欄に入力することとする。入力された情報はカレンダー画面に反映され、いつでも過去の食事内容について確認できる。食事情報に加え、1日1回以上、図5に示す画面から体重情報を入力する。体重情報は1日の瞬間的な体重変動の影響を抑えるため、1日に複数計測した際には、平均、最大、最小値がそれぞれ記録される。また、体重の平均値はフィードバックを受けた際にどの期間の食事が影響を与えたのかをユーザが一目で確認できるようにグラフ化される。体重値の未計測区間がある場合には、その区間の直前と直後の体重値を基に直線的にグラフ化される。目標関数については基本情報登録時の体重値、目標体重および目標期間から一次関数で表される。また、ユーザが常に推薦メニューと同等の摂取カロリー量の食事を行うとほぼ目標関数通りに体重が推移すると仮定する。

図4 食事の推薦・入力画面

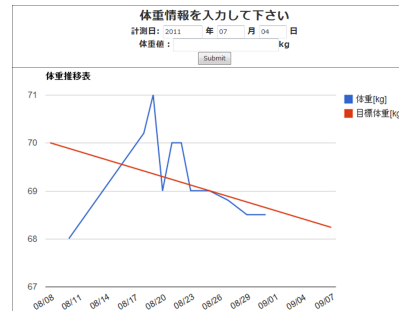


図5 体重の入力・表示画面

2.2.4 摂取カロリー推定、警告機能

一方で、入力情報の簡易化は、入力負担を少なくできる反面、摂取カロリー量の推定やユーザの相対評価が正確であるかを判別することが難しい。この問題を解決し、それらの情報をフィードバックする機能として、(1) 摂取カロリー推定、警告機能 (2) 相対評価の誤差判定機能、を提案する。(1) は推奨摂取カロリー量と実際の摂取カロリー量の差をユーザに学習させる機能であり、(2) は食事の相対評価に対する誤差を示すことで、ユーザが食事のカロリー量を正しく見積れるようにするための機能である。以下で、まず (1) について述

べ、その後 (2) のフィードバック機能について述べる。

図6は体重の推移と目標体重までの目標関数を表している。

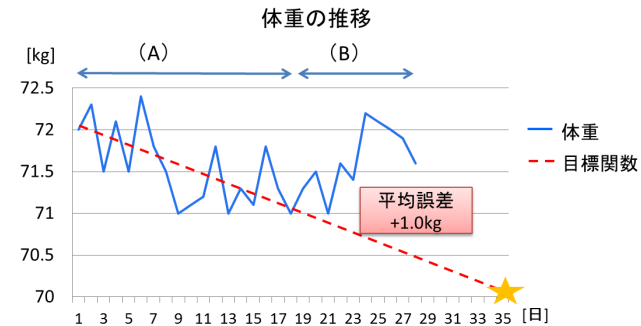


図6 体重推移グラフ

上記の例では、システム利用開始時の体重、目標体重、目標期間はそれぞれ 72kg, 70kg, 35 日である。区間 (A) の体重の推移を見ると体重の瞬間的な増減があり、多少の誤差はあるものの、ほぼ目標関数通りに体重が推移している。しかし、(B) の区間では体重が増加傾向にあり、結果、継続的に誤差が生じている。このような場合、ユーザが推薦メニュー以上にカロリーを摂取している可能性が高く、ユーザに食事内容の改善を促す必要がある。カロリー量の誤差をフィードバックするタイミングについては、瞬間的な体重変化によるカロリー量の推定誤差を抑えるため、過去 3 日間の平均体重値がその時点の目標体重を 2 % 以上超えている日が 7 日間続いた場合とする。加えて、摂取カロリー量の誤差は、目標関数から外れた後の 7 日間の平均体重値と目標関数が示す当日の体重値の差から求める。

具体的には、図6の場合、19日から26日間の平均体重 71.6kg と 26 日の目標体重 70.6kg の差である 1.0kg が体重値の誤差として算出され、7 日間の総摂取カロリー量の誤差は、7,000kcal(1kg:7000kcal で計算) と求められる。さらに過剰摂取カロリー量を日数で割り、1 日の過剰摂取カロリー量(上記の例では 1,000kcal)を求める。この情報をフィードバックすることで、目標体重に近づくための 1 日の推奨摂取カロリー量を経験的に学習できる。

2.2.5 相対評価の誤差判定機能

本手法において食事の相対評価をユーザが正確に入力できるようになることは、ユーザが毎食の摂取カロリー量を認識し、体重管理を行う上で重要である。これより、重回帰分析を

用いて相対評価の誤差を求める。具体的には過去の連続する 7 日間の **6 段階の相対評価の入力情報**(N:食べてない, S:推薦より少ない, s:推薦より少し少ない, M:ほぼ推薦通り, l:推薦より少し多い, L:推薦より多い) と同区間の**推奨摂取カロリー量と比較した際の摂取カロリーの割合 (Y)** の組み合わせを 1 つのサンプルデータとし、サンプルデータを複数用いて各相対評価情報が割合 Y に与える影響を重回帰分析を用いて算出し、相対評価の誤差を推定する。Y の求め方については図 6 の区間 (B) の推奨摂取カロリー量が 15,000kcal だと仮定すると、同区間では $Y = (15,000 + 7,000) / 15,000$ となり、 $Y = 1.47$ となる。表 1 に割合 Y および相対評価の入力の組み合わせの例を示す。各列の値は異なる区間における割合 Y および相対評価の組み合わせを表しており、各組み合わせの情報は、カロリー量の誤差がユーザにフィードバックされた日を支援開始から K 日目とすると、K 日目から過去 1 週間のデータを 1 つの組み合わせとする。さらに、それより過去の重複していない複数の区間の組み合わせデータを作成し、計 5 個のサンプルデータを作成する。その後、各データを基

表 1 過去のカロリー摂取量と相対評価

推奨カロリーと比較した摂取カロリーの割合 (Y)	N	S	s	M	l	L
1.21	0	1	4	12	3	1
1.19	1	1	2	12	5	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1.33	0	1	1	13	5	1
1.47	0	0	0	13	6	2

に重回帰分析を行い、各相対評価が割合 Y に与える比率を算出することで相対評価の正確性を求める。1 組のサンプルデータの方程式は各相対評価 x の入力回数を $Count_x$ 、各サンプルデータの 1 週間の食事回数を $Count_{Meal}$ とすると式 3 のように表される。

$$Y = (S \times Count_S + s \times Count_s + M \times Count_M + l \times Count_l + L \times Count_L) \times Count_{Meal} \quad (3)$$

そして、重回帰分析の結果、 $N=0$ (食べていないという評価なので常に 0 と定義)、 $S=0.8$, $s=1.05$, $M=1.23$, $l=1.4$, $L=1.5$ という結果がでたとすると、システムは各評価の適正值(本システムでは、 $N=0$, $S=0.6$, $s=0.8$, $M=1$, $l=1.2$, $L=1.4$ としている)を基に、ユーザの相対入力 M は平均で 23 %のカロリー過剰摂取であり、ユーザの相対評価“ほぼ推薦通り”、“少し少ない”は、実際には“推薦より少し多い”、“ほぼ推薦通り”に相当するといった情報と 2.2.4 節で求めた 1 日の過剰摂取カロリー量に関する情報を図 7 のような形式でフィードバックする。

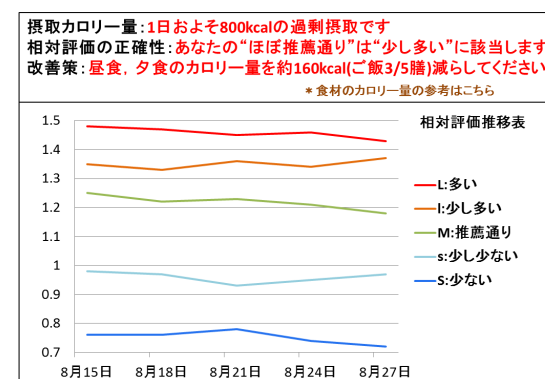


図 7 フィードバック画面のイメージ

さらに、各食事が推奨カロリー量と比較した際、どれだけ誤差があったのかを数値ではなく、直感的に理解できる形式でフィードバックする。上記の例では、夕食の推奨カロリー量が 700kcal で相対評価が“推薦通り”だとすると、 $700 \times 1.23 = 861\text{kcal}$ となり、およそ 161kcal の過剰摂取であるため、ご飯の量を 3/5 膳ほど減らす必要があるといった情報をフィードバックする。過剰摂取カロリー量に該当するその他の食材については、図 7 の“食材のカロリー量の参考はこちら”を選択し、文献 14) を参考にすることで学習可能である。

また、他の相対評価の推定値についても、グラフ化され、ユーザは一目で各評価における推定値の推移を確認することができる。これらの情報を基に少ない入力情報からでも、ユーザは推奨カロリー量と比較した際の実際の摂取カロリー量の差、相対評価の誤差を経験的に学習できる。

3. 評価実験と今後の検討事項

提案手法の有用性および受容性を評価するため、Web 上で食事や体重情報を入力できるプロトタイプを作成し、仕事や学業で毎日 PC を利用する被験者男性 10 名 (20 代: 7 名, 30 代: 2 名, 40 代: 1 名) を対象に 2 か月の間、評価実験を行った。

3.1 開発したプロトタイプシステム

プロトタイプとして、Web 上で各情報の入力や閲覧ができる“図 1 の基本情報登録画面”、“図 4、図 5 に示す推薦メニューに対する食事情報および体重値の入力画面”、“図 3 のカレンダー表示画面”を提案手法に基づき実装した。また、各情報の記録、クライアント端末へ

の表示を行うため、Web サーバとして Apache Tomcat を、DB サーバとして MySQL サーバを利用し、体重計として、オムロン社製の体重計 (HBF-371) を用いた。クライアント端末としては個々人のスマートフォンおよび PC を使用した。

3.2 評価の目的と方法

評価実験を通して、ユーザの入力負担を調査し、提案手法で継続的な支援が可能かどうかを確認する。同様に、ユーザに相対評価の誤差を学習させるにあたり、推薦メニューが食事の相対評価 (6 段階) を入力するうえで比較対象として参考になったのかを確認する。加えて、本システム利用前と比べ、被験者の体重値がどのように変化したのかを確認する。

そのため、まず実験を開始するにあたり、各被験者の基本情報から、システム側で 1 日の目標摂取カロリーと毎食の推奨カロリー量を算出した。運動消費カロリー量については、今回の実験では消費カロリーの算出機能が未実装であるため、運動内容については全被験者共通でデスクワーク 8 時間、歩行 20 分とした。それらの情報を基に毎食の推薦メニューを提示し、ユーザはそのメニューと比較して、自身の摂った食事のカロリー量を主観的に 6 段階で入力する (図 4)。加えて、可能ならば、食事内容を撮影し、写真を撮り忘れた場合などは、どのような食事を摂ったのかを 20 字程度でメモ欄に入力し、システムに保存する。体重については少なくとも 1 日 1 回測定を行い、システムに入力することとした。

これらの実験を 2 か月間行った後、アンケート調査を行った。設問内容を以下に示す。

- 設問 1: 今後もシステムを継続的に利用できると思いますが
- 設問 2: 推薦メニューは食事の相対評価 (6 段階) を入力する上で比較対象として参考になったと思いませんか

3.3 評価結果

図 8 は被験者の各設問に対する 5 段階評価 (1: 全く思わない, 2: 思わない, 3: どちらでもない, 4: 思う, 5: とても思う) の回答結果を表しており、表 2 は被験者の実験開始時と終了時における体重値の変化量を表している。

アンケートの結果、設問 1、設問 2 とともに肯定的な意見が半数以上を占めた。この理由として、設問 1 については、“カレンダー形式で過去の食事を振り返ることができるのは便利”、“特に入力負担を感じない”といった意見が挙げられた。設問 2 については、“推薦メニューの写真やレシピが掲載されており、比較対象として分かりやすかった”といった意見が挙げられた。一方で設問 1 に関しては、“写真のアップロードは煩わしさを感じる”、設問 2 については、“推薦メニューと異なるジャンルの食事を摂った際は比較対象として参考にするのは困難”といった意見が挙げられた。

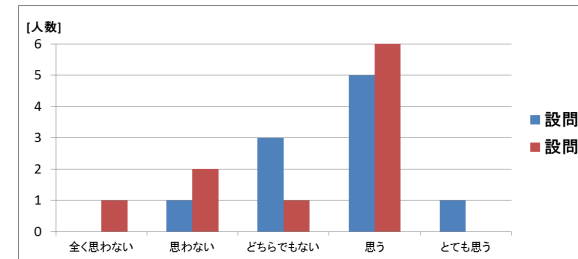


図 8 アンケート結果

表 2 実験期間中の体重推移

体重の変化量 (x [kg])	人数
$2 < x$	0
$1 \leq x < 2$	1
$-1 \leq x \leq 1$	5
$-2 \leq x < -1$	2
$x < -2$	2

体重の変化量については、実験開始時と終了時の体重値を比較すると被験者の半数が-1kg から+1kg の変化にとどまり、残りの 5 名のうち 4 名は 1kg 以上の減量に成功した。一方で、1 人の被験者は 1kg 以上体重が増加した。また、実験期間中、最も体重が減少した被験者は 4.1kg の減量に成功し、反対に最も増加した被験者は 1kg 体重が増加した。そして、被験者全体では平均で 1.24kg、体重が減少したという結果になった。これより、提示された推奨摂取カロリー量に向かって継続的に体重値や自身の摂取した食事を記録して振り返るだけでも、ある程度の摂生効果はあると考えられる。

3.4 今後の検討事項

アンケート結果を踏まえて、今後の検討事項について述べる。

3.4.1 ユーザインターフェースの検討

アンケート結果によると、入力の主な負担は“食事写真の撮影およびアップロード”によるものだと分かった。一方で、“テキストのみの場合より写真がある方が過去の食事を振り返りやすい”といった意見も挙げられている。これより、ユーザが写真を撮影するとその写真を自動でシステムに転送するといった機能を付加することで、継続性を損なうことなく、過去の食事の確認をより分かりやすくできると考えられる。

また、今回のプロトタイプでは、ユーザに対して摂取カロリー量の誤差や相対評価の正確性をフィードバックする機能は未実装であった。過去の食事写真の有無は、ユーザがフィードバックを受けた際、どの食事が結果に影響を与えているのかを学習するにあたり、有用であると考えられている⁷⁾。これより、今後、写真転送機能、フィードバック機能を実装し、“食事に対する相対評価とテキストのみを入力してもらうグループ”と“相対評価およびテキスト、写真を入力してもらうグループ”の 2 つのグループに被験者を分け、それぞれのグループにおける入力負担および相対評価の誤差について評価する予定である。

推薦メニューについては、推薦メニューを複数提示してその中から1つ選択してもらう、または相対評価を入力する際、あらかじめ摂った食事のジャンル(麺類, 魚料理, 肉料理, など)を選択する機能を付加することで、ユーザの摂った食事と類似したメニューを比較対象として提示できると考えられる。この内容についても前者と同様、2つのグループに分け、それぞれの被験者に入力負荷、推薦メニューの比較対象としての参考度合を評価する必要がある。

3.4.2 体重推移の目標関数の検討

本手法では、システム登録時の体重、目標体重および目標日数に応じたユーザの体重推移パターンを決定することは、摂取カロリー量の推定や相対評価の誤差を求める上で重要である。現段階では、目標関数は目標期間や目標体重といった基本情報に応じて、単調減少していくと仮定しているが、実際は、個々人の体質により、変化してくると考えられる。これより、今後は、収集した体重変化履歴と過去の相対評価の情報に基づき、個人に合った直線的でない体重推移パターンを決定する必要があると考えられる。

4. ま と め

本稿では、少ない手間ですべての推奨カロリー量と比較した際の実際のカロリー量の差および相対評価の誤差を推定し、ユーザに学習させる健康支援手法を提案した。また、システムの有用性および受容性を評価するため、プロトタイプを作成し、評価を行った結果について報告した。今後は、課題として挙げられた機能およびフィードバック機能を実装し、継続性、ユーザの相対評価の誤差について再度評価する予定である。

参 考 文 献

- 1) 今津, 水本, 孫, 柴田, 安本, 伊藤.: “ユーザのアクティビティと体重変化履歴に基づいた継続性の高い健康支援手法の提案,” 情報処理学会研究報告 Vol.2011-UBI-29, No.5, pp. 1-8 (2011-03) .
- 2) Guize, L., Pannier, B., Thomas, F., Jego, B., Benetos, A.: “Recent advances in metabolic syndrome and cardiovascular disease,” *Archives of Cardiovascular Diseases*, Vol 101, Issue 9, pp. 577-583 (2008).
- 3) Lopez, G., Shuzo, M., Ushida, H., Hidaka, K., Yanagimoto, S., Imai, Y., Kosaka, A., Delaunay, J.-J., Yamada, I.: “Continuous Blood Pressure Monitoring in Daily Life,” *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, vol. 4, no. 1, pp. 179-186 (2010).
- 4) Shuzo, M., Komori, S., Takashima, T., Lopez, G., Tatsuta, S., Yanagimoto, S., Warisawa, S., Delaunay, J.-J., Yamada, I.: “Wearable Eating Habit Sensing System Using Internal Body

Sound,” *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing*, vol. 4, no. 1, pp. 158-166 (2010).

- 5) Lester, J., Hartung, C., Pina, L., Libby, R., Borriello, G., Duncan, G.: “Validated caloric expenditure estimation using a single body-worn sensor,” *Proc of the 11th ACM international conference on Ubiquitous computing(Ubicomp '09)* pp. 225-234 (2010).
- 6) Chiu, M.-C., Chang, S.-P., Chang, Y.-C., Chu, H.-H., Chen, C.-H.C., Hsiao, F.-H., Ko, J.-C.: “Playful bottle: a mobile social persuasion system to motivate healthy water intake,” *Proc. of the 11th international conference on Ubiquitous computing(Ubicomp '09)*, pp. 185-194 (2009).
- 7) Nachman, L., Baxi, A., Bhattacharya, S., Darera, V., Deshpande, P., Kodalapura, N., Mageshkumar, V., Rath, S., Shahabdeen, J., Acharya, R.: “Jog Falls: A Pervasive Healthcare Platform for Diabetes Management,” *Pervasive 2010*, pp. 94-111 (2010).
- 8) Kitamura, K., Yamasaki, T., Aizawa, K.: “FoodLog: capture, analysis and retrieval of personal food images via web,” *ACM multimedia 2009 workshop on Multimedia for cooking and eating activities*, pp. 23-29 (2009).
- 9) FoodLog, <http://www.foodlog.jp/>
- 10) Grimes, A., Kantroo, V., Grinter, E.R.: “Let’s play!: mobile health games for adults,” *Proc. of the 12th ACM international conference on Ubiquitous computing(Ubicomp '10)*, pp. 241-250 (2010).
- 11) カロリー消費量の算出方法, <http://diet.beauty.yahoo.co.jp/use/>
- 12) Harris, J.A., Benedict, F.G.: “A Biometric Study of Human Basal Metabolism,” *Proc Natl Acad Sci U S A* pp. 370-373 (1918).
- 13) メタボリック症候群, <http://kompas.hosp.keio.ac.jp/contents/000062.html/>
- 14) 摂取カロリー計算, <http://www.sesshokushougai.com/calkeisan.html>