

表 86 保護者・問 23・野菜や果物をお子様に食べさせようと思いますか。1つ選んで○をつけてください。

<小3>

	全体		男子		女子	
	人数	(%)	人数	(%)	人数	(%)
とてもそう思う	251	73.39	123	70.69	128	76.19
そう思う	88	25.73	48	27.59	40	23.81
あまりそう思わない	1	0.29	1	0.57	0	0
全くそう思わない	1	0.29	1	0.57	0	0
わからない	1	0.29	1	0.57	0	0

<小5>

	全体		男子		女子	
	人数	(%)	人数	(%)	人数	(%)
とてもそう思う	281	75.74	130	73.86	151	77.44
そう思う	86	23.18	44	25	42	21.54
あまりそう思わない	1	0.27	1	0.57	0	0
全くそう思わない	0	0	0	0	0	0
わからない	3	0.81	1	0.57	2	1.03

<中2>

	全体		男子		女子	
	人数	(%)	人数	(%)	人数	(%)
とてもそう思う	254	69.21	124	68.51	130	69.89
そう思う	106	28.88	53	29.28	53	28.49
あまりそう思わない	5	1.36	4	2.21	1	0.54
全くそう思わない	0	0	0	0	0	0
わからない	2	0.54	0	0	2	1.08

表 87 保護者・問 24・あなたが野菜や果物を買う場所(店、市場など。宅配サービスも含む)が、あなたの自宅から便利な場所にある(買物をするのに便利である)と思いますか。1つ選んで○をつけてください。

	人数	(%)
とてもそう思う	322	29.73
そう思う	566	52.26
あまりそう思わない	149	13.76
全くそう思わない	39	3.6
わからない	7	0.65

表 88 保護者・問 25・あなたが一番よく買物をする場所にある野菜や果物の質に満足していますか。  
1つ選んで○をつけてください。

	人数	(%)
とても満足している	88	8.13
満足している	763	70.52
あまり満足していない	203	18.76
全く満足していない	15	1.39
わからない	13	1.2

表 89 保護者・問 26・あなたが一番よく買物をする場所にある野菜や果物の品ぞろえに、大体満足して  
いますか。1つ選んで○をつけてください。

	人数	(%)
とても満足している	84	7.76
満足している	734	67.84
あまり満足していない	238	22
全く満足していない	15	1.39
わからない	11	1.02

表 90 保護者・問 27・野菜や果物の値段が高すぎると思いますか。1つ選んで○をつけてください。

	人数	(%)
とてもそう思う	208	19.22
そう思う	603	55.73
あまりそう思わない	251	23.2
全くそう思わない	5	0.46
わからない	15	1.39

表 91 保護者・問 28・家族のために、主に食品を買う(宅配サービスも含む)のはどなたですか。  
1つ選んで○をつけてください。

	人数	(%)
自分(回答者自身)	994	91.87
自分以外	87	8.04
複数回答	1	0.09

## 幼児食事調査の方法論の検討

### 一 秤量式食事記録法による食事調査の実施に向けて

研究代表者 佐々木敏

東京大学大学院医学系研究科公共健康医学専攻社会予防疫学分野

#### 【研究要旨】

2015年2月～3月に、次年度以降の幼児における食事調査の実施に向け、特に食事記録法による食事調査実施のための基礎資料の収集を行った。神奈川県川崎市内の保育園の協力を得、各年齢の幼児への給食(昼食)の配膳量の測定を行った。白飯は0歳児約80g～5歳児約125g程度の配膳量であった。その他、主菜・副菜・汁物の配膳量、幼児用の食器の大きさのまとめも行った。

一方、配膳量調査を実施した保育園において幼児の食行動の観察を行い、正確な摂食量の記録の障害となりうる「こぼし」「好き嫌い」などの状況の把握に努めた。0,1歳児クラス(1,2歳児)ではスプーンにのせる量の調節ができず、こぼすことも多くあった。4,5歳児クラス(5,6歳児)になると食事中にこぼすことは少なくなってきた。実際に使用しているスプーンをお借りし、一さじの分の料理の秤量なども行った。

#### A. 背景と目的

日本人の栄養摂取に関する大規模な調査としては「国民健康・栄養調査」<sup>1)</sup>があり、性・年齢階級ごとの栄養素及び食品群別摂取量が毎年報告されている。調査対象者数は多く、経年変化を見ることができ、世帯単位の調査であり、個人の摂取量を正確に秤量していないなどの問題点がある。特に幼児に関しては1歳～6歳の摂取量をまとめて一つの数値として報告しており、この時期の幼児の著しい成長・発達を考慮すると十分な情報が得られているとは言い難い。年齢に応じた栄養素・食品群別摂取量の記述が望まれる。

一方で、幼児の食事調査には困難が伴う。1,2歳児以下であれば食事に介助が必要であり、こぼしたり残したりといった状況がしばしば発生する。食事記録法による食事調査においては、摂取量を秤量することが難しいときには「茶碗一杯」などの目安量が記録されることが

多いが、この目安量を重量に換算する際のデータも十分ではない。

そこで、来年度以降の幼児を対象とした食事調査の実施を念頭に、今年度は幼児に対する典型的な配膳量の調査を実施することとした。また、食事調査のマニュアル作りの一助とするために幼児の食事中の行動観察を行った。

#### B. 方法

##### B-1. 調査対象保育園

調査対象保育園は、神奈川県川崎市のT保育園、I保育園、S保育園の3施設である。T保育園は完全給食、I保育園とS保育園は3～5歳児クラスでは主食のみ持参の給食を実施している。いずれの保育園も公立であり、0～5歳児までの保育を実施している。

##### B-2. 調査項目

調査項目は①配膳量の秤量 ②食器の大き

さの計測 ③幼児の食事行動観察であった。配膳量の秤量は保育園での配膳時に、各保育園の栄養士が実施した。食器の大きさの秤量は栄養士と大学からの調査員の両方が実施した。食事行動観察は、大学の調査員が保育園を訪問し、幼児の食事の様子を見せていただく形で実施した。

#### B-3. 配膳量の秤量

配膳量の秤量は、調査日の給食(昼食)のすべての献立について実施した。主食・主菜・副菜・汁物に献立を分類し、それぞれについて摂取する幼児の年齢別(0~5歳児クラス、調査時の年齢としては1~6歳)に測定値を集計した。主食提供を行っていない保育園からは、平成26年度に行った主食量調査の結果を御提供いただいた。

#### B-4. 食器の大きさの計測

茶碗、汁椀、皿、マグカップなどについて、外形の計測を行った。カタログなどから正確な数値がわかる場合にはその値を使用した。

#### B-5. 幼児の食事行動観察

調査協力保育園を調査員が訪問し、0~5歳児の各クラスの食事に園児の行動を観察した。食事行動観察の日は、配膳量の秤量を行った日の献立と同じ献立が提供される日を設定した。特に、一口でどの程度の量を食べているか、こぼすのはどのような食品で、どのぐらいのことが多いかといったことを観察した。必要に応じ、こぼした食品、残した食品の重量を測定した。

#### C. 結果ならびに考察

結果は写真を含む文書としてまとめ、調査協力保育園にお送りした。この文書を報告書巻末の資料[II]として添付する。保育園の献立は0-2歳クラス、3-5歳クラスの2カテゴリで行われており、2歳児クラスと3歳児クラスの

間で大きく変化することが予想されたが、主食以外は当てはまらない献立が多かった。主菜は1個単位で配膳されるような食品が多く、年齢による配膳量の差は小さかった。一方、副菜・汁物は盛り付けの加減ができるため、直線的に配膳量の増える場合が多かった。

幼児の食事行動としては、2歳児クラス(おおむね3歳まで)はこぼしが見られたが、それを過ぎると比較的落ち着いて食事をとっている印象であった。特に2歳以下の幼児の食事記録の際には、こぼした量、残した量の計量方法をマニュアルに盛り込むことが重要と考えられた。

#### D. 結論

幼児における食事記録法による食事調査の実施に向けて、基礎資料を収集した。食事調査で使用する「目安量→重量」換算資料の作成、調査実施の際のこぼし量・残食量の取扱い方法の決定などに、得られた情報を活用する予定である。

#### E. 参考文献

- 1) 独立行政法人国立健康・栄養研究所. 国民健康・栄養の現状-平成23年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より-. 東京. 第一出版株式会社.

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

食事摂取基準を活用するための科学的かつ実践的なツールの開発  
ーシステム概要の提案と入力用ファイルの開発

研究代表者 佐々木敏

東京大学大学院医学系研究科公共健康医学専攻社会予防疫学分野

【研究要旨】

食事摂取基準を活用するための科学的かつ実践的なツール(BDHQ 利用システム)を開発し、その動作確認ならびに試験活用を行うことを目的とする。ツールの中核な役割を担う食事アセスメントには、その理論的背景、妥当性の検討、個人結果帳票の開発、システム全体の汎用性などを考慮し、簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ)を採用することとした。

今年度は、ツール全体のシステムの概要を提案するとともに、データ入力用のファイルの開発を行った。システムは質問票(雛形)、入力用ファイル、栄養価計算用システム、個人結果帳票出力用システム、マニュアルから構成される。これらはひとつのホームページ上から利用可能とし、栄養価計算用システムはサーバー内に設置し、そこに入力したデータを送ることによって栄養価計算を行う方法を採用することとした。結果(栄養価計算結果)はデータとして入力の元へ送信され、そこで、個人結果帳票出力用システムを用いて個人結果帳票を出力し、栄養業務(特に栄養指導業務)に活用できるようにすることとした。今年度のそのなかの、入力用ファイルを広く用いられているアプリケーションである Excel で作成し、その動作確認を行った。

A. 背景と目的

日本人の食事摂取基準(2015年版)の「活用」では、PDCA サイクルに基づく食事摂取基準の活用が促され、さらに、PDCA サイクルに入る前に、食事摂取状況のアセスメントを行い、栄養素摂取量が食事摂取基準に照らして満たされているか否かを調べておくことの重要性が強調されている。ところが、栄養業務の実践現場において、科学的に食事摂取状況のアセスメントを行い、食事摂取基準と比較できるようなツールはほとんど存在していない。問題は2つある。ひとつは、数ある食事アセスメント法はその科学性がじゅうぶんに担保されていないこと、もうひとつは栄養業務の現場で利用可能な利用環境が整ったシステムが存在していないことである。

そこで、本研究では、前者を満たす食事ア

セスメント法を用いて、後者を満たすシステムを開発し、その試験運用を行うことを目的とする。同時に、このシステムを利用する者(主として管理栄養士)がこのシステムを正しく使えるような教育媒体の開発も目的とする。

本年度は、このうち、ツール全体のシステムの概要を提案するとともに、データ入力用のファイルの開発を行った。

B. 結果

B-1. BDHQ 利用システムの概要

食事アセスメント法には、相当数の詳細な妥当性研究がすでに行われて報告されており、さまざまな目的に利用可能な個人結果帳票が開発されている簡易型自記式食事歴法質問票(BDHQ)ならびにその幼児版、小児版を用いることとした(参考文献:1-6)。

システムの概要を提案するに当たって、次の7点に特に留意した。

- ・栄養価計算はサーバー内のひとつのアプリケーションで行うこと。これはメンテナンスや更新が容易であるためである。
- ・個人結果帳票出力用のアプリケーションを栄養価計算用のアプリケーションとは別に独立して使えるようにすること。
- ・収集したデータはシステム利用者みずからが入力し、データセットを作成できるようにすること。
- ・成人用(高齢者用も含む)[BDHQ]、幼児用[BDHQ3y]、小児用[BDHQ15y]ひとつのシステム上で活用・管理できるようにすること。
- ・個人結果帳票の出力(紙への印刷)は利用者が自分でできるようにすること。
- ・利用者が用いるソフトウェアは Excel だけであること。また、できるだけさまざまなバージョンに対応できるシステムであること。
- ・利用者とサーバーのあいだでのデータのやり取りはインターネットを用いて行うこと。

その結果、図1ならびに図2のようなシステムの構築を提案する。ただし、これはあくまでも、概要案であって、今後、開発の途中でシステム実現化に向けて順次修正を加えることとする。

## B-2. BDHQ 入力ファイルの概要

BDHQ 入力用アプリケーションを開発した。表紙画面を図3に、入力ページのひとつを図4に示す。このアプリケーションによって、BDHQ の質問票に回答された情報を PC 上で手入力し、電子データ化し、BDHQ の栄養価計算ソフトが計算できる形式の Excel ファイルを作成することができる。また、入力後に修正が必要になった場合に、ID で検索して修正が可能である。Excel のバージョンは、Excel 97 を含み、それ以後のバージョンすべてで動作するようにした。

利用者の PC 環境を考慮して Excel で作成し

た。そのために、この種の入力ソフトを開発するための通常のアプリケーションで作成した場合に比べて、操作の速度や柔軟性がやや低めであるという弱点を有する。

## C. 考察

BDHQ はすでに数多くの妥当性の検証がなされ、その論文が公表されており(参考文献 1-6)、BDHQ を使った研究論文はすでに数多く公表されている。また、成人用に加え、幼児用(3~6 歳程度)、小児用(7~17 歳程度)程度もほぼ同じ構造で開発がなされ、部分的はあるが、その妥当性の検証がすでに行われている(5-6)。また、栄養価計算結果を用いた個人結果帳票が利用目的別に数多く開発されている。これらを考慮すれば、今回のシステム開発の中核を成す食事アセスメント法に BDHQ を用いたのは適切であると考えられる。

BDHQ を中核として、食事摂取基準を活用するための科学的かつ実践的なツールを開発し、利用可能な環境を構築するためには、BDHQ の周辺に数多くのシステムを開発し、システム全体を体系的に開発する必要がある。また、さまざまな利用環境を考慮し、すべてに適応できる柔軟なシステムである必要がある。したがって、今後、この概要に沿いつつ、使いやすいシステムになるように配慮して開発を進める必要がある。

BDHQ 入力ファイルは、利用者の PC 環境を考慮し、Excel で作成したために操作の速度や柔軟性がやや低めであるという弱点も有した。しかし、Excel がインストールされているパソコンなら自由に使えるのは長所と考えられる。また、インターネットに接続していない状態でも入力ができるので、入力作業はどこでも可能である点も利用者にとって利便性が高いと考えられる。基本的な入力作業は問題なく可能なことが確認済みであるが、種々の利用条件にじゅうぶんに対応できるか否かなど、さまざまな角度からの動作確認が必要であり、場合に

よって、その結果に応じてさらに利便性の高いアプリケーションへの修正も必要であろう。

#### D. 結論

ツールの中核な役割を担う食事アセスメントには、その理論的背景、妥当性の検討、個人結果帳票の開発、システム全体の汎用性などを考慮し、簡易型自記式食事歴法質問票 (BDHQ) を採用することとした。今年度は、ツール全体のシステムの概要を提案するとともに、データ入力用のファイルの開発を行った。システムは質問票 (雛形)、入力用ファイル、栄養価計算システム、個人結果帳票出力用システム、マニュアルから構成される。これらはひとつのホームページ上から利用可能とし、栄養価計算システムはサーバー内に設置し、そこに入力したデータを送ることによって栄養価計算を行う方法を採用することとした。結果 (栄養価計算結果) はデータとして入力の元へ送信され、そこで、個人結果帳票出力用システムを用いて個人結果帳票を出力し、栄養業務 (特に栄養指導業務) に活用できるようにすることとした。今年度のそのなかの、入力用ファイルを広く用いられているアプリケーションである Excel で作成し、その動作確認を行った。

#### E. 参考文献

- 1) Kobayashi S, Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Hirota N, Notsu A, Fukui M, Date C. Comparison of relative validity of food group intakes estimated by comprehensive and brief-type self-administered diet history questionnaires against 16 d dietary records in Japanese adults. *Public Health Nutr* 2011; 14: 1200-11.
- 2) Kobayashi S, Honda S, Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Hirota N, Notsu A, Fukui M, and Date C. Both comprehensive and brief self-administered diet history questionnaires satisfactorily rank nutrient intakes in Japanese adults. *J Epidemiol* 2012; 22: 151-9.
- 3) Shiraishi M, Haruna M, Martsuzaki M, Murayama R, Sasaki S. The biomarker-based validity of a brief-type diet history questionnaire for estimating eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid intakes in pregnant Japanese women. *Asia Pac J Clin Nutr* 2014: [accepted].
- 4) Takayama M, Arai Y, Sasaki S, Hashimoto M, Shimizu K, Abe Y, Hirose N. Association of marine-origin n-3 polyunsaturated fatty acids consumption and functional mobility in the community-dwelling oldest old. *J Nutr Health Aging* 2012; 17: 82-9.
- 5) Okuda M, Sasaki S, Bando N, Hashimoto M, Kunitsugu I, Sugiyama S, Terao J, Hobara T. Carotenoid, tocopherol, and fatty acid biomarkers and dietary intake estimated by using a brief self-administered diet history questionnaire for older Japanese children and adolescents. *J Nutr Sci Vitaminol* 2009; 55: 231-41.
- 6) Asakura K, Haga M, Sasaki S. Relative validity and reproducibility of a brief-type self-administered diet history questionnaire for Japanese children aged 3-6 years: application of a questionnaire established for adults in preschool children. *J Epidemiol* 2015: [Epub ahead of print]



F. 健康危険情報  
なし

G. 研究発表  
1. 論文発表  
なし  
2. 学会発表  
なし

H. 知的所有権の出願・登録状況  
1. 特許取得  
なし  
2. 実用新案登録  
なし  
3. その他  
なし

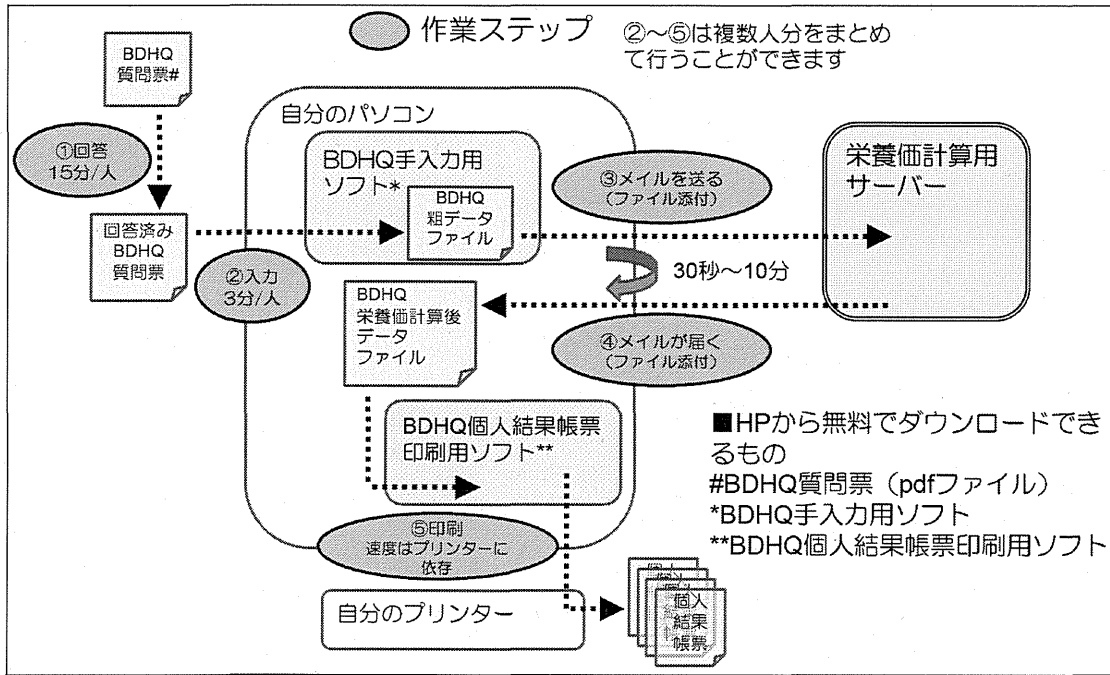


図1 BDHQ 利用システムの概要:データの流れからみたシステムの概要

■ BDHQ質問票 (pdfファイル)  
 コピー&ペーストで自分のパソコンに取り込んだうえで、必要部数を印刷して、使用してください

■ BDHQを使うために必要な無料ソフト  
 右のアイコンをダブルクリックして、自分のパソコンにダウンロードして、使用してください。

- BDHQ手入力用ソフト
- BDHQ個人結果帳票印刷用ソフト

■ BDHQシステムを使うためのマニュアル (pdfファイル)  
 右のアイコンをダブルクリックして、ダウンロードしてお読みください

BDHQ  
質問票

BDHQ手入力用ソフト

BDHQ個人結果帳票  
印刷用ソフト  
(EXCELがインストールされている必要があります)

BDHQ  
システム  
利用  
マニュアル  
(入力・栄養価  
計算編)

BDHQ  
システム  
利用  
マニュアル  
(個人結果活用  
編)

図2 BDHQ 利用システムの概要:ファイルのまとめからみたシステムの概要

# BDHQ データ入力システム

大人用  
新しいファイルを入力

大人用  
一つ前と同じファイルを入力

小中高校生用  
新しいファイルを入力

小中高校生用  
一つ前と同じファイルを入力

幼児用  
新しいファイルを入力

幼児用  
一つ前と同じファイルを入力

※新しいファイルを作成すると以前のファイルは編集できなくなります

終了

修正

図3 BDHQ 入力システム(表紙画面)

	コップ1杯からの牛乳・ヨーグルト1人前		鶏肉 (挽き肉を含む)	豚肉・牛肉 (挽き肉を含む)	ハム・ソーセージ・ ベーコン	レバー
	低脂肪乳	普通・高脂肪				
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上
<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回
<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回
<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回
<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回
<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満
<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった
いか・たこ・ えび・貝	骨ごと食べる魚	ツナ缶 (まぐろの油/漬け)	魚の干物・塩漬魚 (塩干し・塩鮭・ あじの干物など)	脂肪零つた魚 (いわし・さば・さんま・ ぶり・てしん・つなぎ・ まぐろの白身など)	脂肪少なめの魚 (さけ・ます・白身の魚・ 淡水魚・かつおなど)	たまご (黄身の粉) 程度
<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上	<input type="checkbox"/> 毎日2回以上
<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回	<input type="checkbox"/> 毎日1回
<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回	<input type="checkbox"/> 週4~6回
<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回	<input type="checkbox"/> 週2~3回
<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回	<input type="checkbox"/> 週1回
<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満	<input type="checkbox"/> 週1回未満
<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった	<input type="checkbox"/> 食べなかった

前画面へ
次へ

図4 BDHQ 入力システム(入力画面の一部)

新たなエネルギー消費量の推定法に関する基礎的検討

研究分担者 勝川史憲

慶應義塾大学スポーツ医学研究センター

【研究要旨】

日本人の食事摂取基準 2015 年版では、エネルギー摂取量と消費量のバランスの維持を表す指標として BMI を採用した。エネルギー摂取量は、食事アセスメントによる評価がきわめて困難である。一方、エネルギー消費量には、二重標識水法という gold standard の測定法があるが、コストの面で汎用が難しく、他の評価法の精度も現状では必ずしも十分とは言えない。このため、両者の収支バランスで規定され、現場で評価が容易な BMI と体重変化量に着目したものである。

近年、種々のウェアラブル端末が開発されている。これらの機器のうち、脈拍数計と、動揺の少ない頭部に装着する加速度計を組み合わせることで、エネルギー消費量を精度高く評価できる可能性がある。

今回は予備検討として、多段階運動負荷試験中の心拍数と酸素摂取量、二酸化炭素排泄量のデータを解析し、心拍数と酸素摂取量とエネルギー消費量が、とくに身体的フィットネスの高い者で良く相関することを明らかにした。今後、代謝チェンバーを用いて種々の運動強度からなる身体活動パターン下で、脈拍数、加速度とエネルギー消費量の比較を進めることとする。

エネルギー摂取量、消費量、体重の三者は互いに連動した動的平衡状態にあるので、たとえば、消費量と体重が評価できれば、より厳密な摂取量のコントロールが可能となる。

A. 背景と目的

日本人の食事摂取基準 2015 年版では、エネルギー摂取量と消費量のバランスの維持を表す指標として BMI と体重変化量を採用した。エネルギー摂取量は、食事アセスメントの誤差要因(日間変動、過小評価)のため、評価がきわめて困難である。一方、エネルギー消費量には、二重標識水法という gold standard の測定法があるが、コストの面で汎用が難しく、他の評価法の精度も現状では必ずしも十分とは言えない。このため、両者の収支バランスで規定され、現場で評価が容易な体重に着目したものである。

二重標識水法は、水素と酸素の安定同位体を摂取し、2週間の同位体の消失率の差から二酸化炭素排泄量を求め、これを用いてエネ

ルギー消費量を計算する方法である。一方、運動中の酸素摂取量は心拍数ときわめてよく相関することから、運動時のエネルギー消費量の推定には、心拍数が従来から用いられてきた<sup>1)</sup>。

さて、近年、種々のウェアラブル端末が開発されている。これらの機器の中には、手首の脈波を感知する腕時計型の脈拍数計がある。こうした近年の脈拍数計は一般に加速度計も内蔵しており、加速度の情報も同時に得られるのが特徴である。また、加速度計では、従来の腰や胸、衣服のポケット等のほか、頭部に装着する端末が開発されつつある。頭部は、全身の部位の中でも動揺が少なく、身体の加速度を適切に評価可能である。これら腕時計型、眼鏡型のウェアラブル端末は長時間の装用に耐

え、両者を組み合わせると、心拍数による評価が難しい日常生活の安静～低強度の身体活動レベルのエネルギー消費量<sup>2-6)</sup>は主に加速度の情報を用い、より高い強度の運動中は心拍数を用いることで、flex-HR法<sup>6-8)</sup>とは異なるエネルギー消費量の評価が可能となる。

種々の運動強度からなる身体活動パターン下で、これらの端末から得られる脈拍数、加速度を持続的に測定し、実際のエネルギー消費量と比較することで、今後、エネルギー消費量評価の精度が増す可能性がある。今回はその予備検討として、多段階運動負荷試験中の心拍数と酸素摂取量、二酸化炭素排泄量のデータを解析し、心拍数によるエネルギー消費量の精度、およびこれに影響する因子を検討した。

## B. 方法

男性 18 名 (表1) のトレッドミル同一プロトコル (表2) 下の症候限界性多段階運動負荷試験のデータを用いた。運動強度が低強度から高強度 (30%~90%VO<sub>2</sub>reserve) の範囲で、心拍数と、酸素摂取量およびエネルギー消費量の Pearson 相関係数を求めた。また、運動負荷試験のピーク酸素摂取量と相関係数の関係について評価した。

表1. 対象

例数	18
性別	男性
年齢 (歳)	43 ± 8
身長 (m)	171.9 ± 6.4
体重 (kg)	70.2 ± 7.7
ピーク酸素摂取量 (ml/kg/分)	43.7 ± 6.5
(平均 ± 標準偏差)	

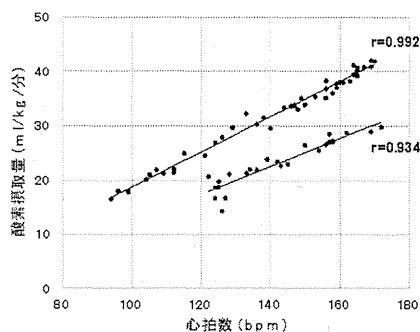
表2. トレッドミル多段階運動負荷のプロトコル (KEIO-senior)

ステージ	時間 (分)	速度 (m/分)	傾斜 (度)
1	2	80	1.5
2	2	100	1.5
3	2	120	1.5
4	2	140	1.5
5	2	160	1.5
6	2	180	1.5
7	2	200	1.5
8	2	200	3.0
9	2	200	4.5
10	2	200	6.0

## C. 結果ならびに考察

心拍数と酸素摂取量の相関係数は、0.935~0.992 (0.978 ± 0.015) の範囲にあった。図1に2症例のデータを示す。また、心拍数とエネルギー消費量の相関係数は、0.950~0.999 (0.982 ± 0.013) の範囲にあり、1例を除き心拍数との相関係数よりわずかに大きくなった。

図1. 多段階運動負荷30~90% VO<sub>2</sub>Rでの心拍数と酸素摂取量



これらの相関係数とピーク酸素摂取量の関係を図2、3に示す。ピーク酸素摂取量が低い (体力レベルの低い) 者で、総相関係数が小さくなる傾向を認めたが、こうした者でも心拍数と酸素摂取量、エネルギー消費量はよい相関を認めた。相関係数が小さくなる要因の1つは、多段階運動負荷の低強度の運動中のデータのばらつきであり (図1)、これは運動負荷プロトコルが同一のため、体力レベルの低い者で、初期ステージの運動負荷に十分適応できなかった可能性も考えられた。

図2. ピーク酸素摂取量と心拍数vs.酸素摂取量の相関係数 (n=18)

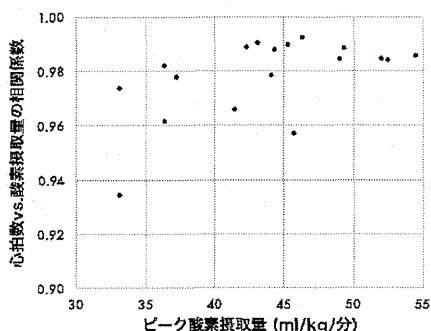
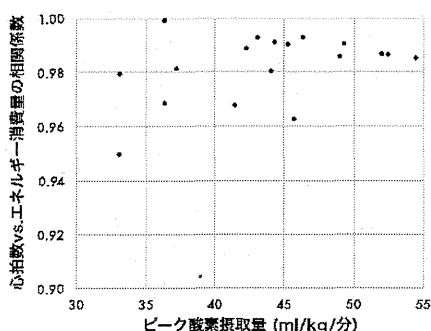


図3. ピーク酸素摂取量と心拍数vs.エネルギー消費量の相関係数



今回のトレッドミル運動負荷試験中の心拍数と酸素摂取量、エネルギー消費量はいずれもよい相関を認めた。しかし一般には、心拍数法は間欠的な身体活動のエネルギー消費量を過大評価すること<sup>9)</sup>、より低強度の身体活動下のエネルギー消費量の変動を正確に反映できないこと<sup>2-6)</sup>が指摘されている。これは、安静～低強度活動時には、心理状態などにより酸素摂取量の大きな増加を伴わずに心拍数が増大するなどの原因による。また、中強度以上の運動では1回拍出量はほぼ一定で、心拍出量の増加は心拍数の増加に由来するが、これを下回る運動強度では、心拍出量の増加が1回拍出量と心拍数、両者の増加に依存することも誤差の要因となる。ウェアラブル端末を用いて心拍数と加速度を同時評価することで、今後、こうした問題の一部が解決され、エネルギー消費量測定精度が確保できる可能性がある。

#### D. 結語

エネルギー摂取量、消費量、体重の三者は互いに連動した動的な平衡状態にあるので、たとえば、消費量と体重が正確に評価できれば、より厳密な摂取量のコントロールが可能となる。今後、種々の運動強度からなる身体活動パターン下で、脈拍数、加速度とエネルギー消費量の比較を進めることとする。同一個人でも環境温度・湿度等のストレスにより心拍応答は変わる<sup>10)</sup>ため、代謝チェンバー内で環境温度・湿度の条件を変えて計測することも考慮したい。

#### E. 参考文献

- 1) Ekelund U et al.: Energy expenditure assessed by heart rate and doubly labeled water in young athletes. *Med Sci Sports Exerc* 34: 1360-1366, 2002.
- 2) Schulz S et al.: Comparison of energy expenditure by the doubly labeled water technique with energy intake, heart rate, and activity recording in man. *Am J Clin Nutr* 49: 1146-1154, 1989.
- 3) Davidson L et al.: Free-living energy expenditure of adult men assessed by continuous heart-rate monitoring and doubly-labelled water. *Br J Nutr* 78: 695-708, 1997.
- 4) Rafamantanatsoa HH et al.: Validation of three alternative methods to measure total energy expenditure against the doubly labeled water method for older Japanese men. *J Nutr Sci Vitaminol* 48: 517-523, 2002.
- 5) Ainslie PN et al.: Estimating human energy expenditure: a review of techniques with particular reference to doubly labeled water. *Sports Med* 33: 683-698, 2003.
- 6) Leonard WR: Measuring human energy expenditure: What have we learned from

the flex-heart rate method? Am J Hum Biol  
15: 479-489, 2003.

- 7) Spurr GB et al.: Energy expenditure from minute-by-minute heart-rate recording: comparison with indirect calorimetry. Am J Clin Nutr 48: 552-559, 1988.
- 8) Spurr GB et al.: Daily pattern of %VO<sub>2</sub>max and heart rates in normal and undernourished school children. Med Sci Sports Exerc 22: 643-652, 1990.
- 9) Achten J et al.: Heart rate monitoring: applications and limitations. Sports Med 33: 517-538, 2003.
- 10) Sirad JR et al.: Physical activity assessment in children and adolescents. Sports Med 31: 439-454, 2001.

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

## 資料

### [I] 調査で使⽤した⽂書類

(1) 献⽴表 .....	97
(2) 献⽴別 100g 換算表 .....	98
(3) 児童生徒の摂取量⼀覧表 .....	99
(4) 食事状況調査⽤紙 .....	100
(5) 保護者⽤調査実施マニュアル .....	113
(6) 食⽣活調査(小5・中2) .....	118
(7) 食⽣活調査(保護者) .....	127

### [II] 幼児食事調査(予備調査)結果報告書

.....	135
-------	-----



# 【献立表】

提出用紙 1

学校整理番号	学年	年
	調査日	月 日

注意: 献立別100g換算表を作成しない食品名/料理名には、食品成分表番号の記入が必要です。(記入例参照)

① 献立番号	② 献立名	③ 食品名/料理名	④ 100g換算 表No.	⑤ 食品成分表 食品番号	⑥ 食品成分表 食品名	⑦ 備考 (g数/個・本、栄養強化・添 加等、加工食品の記載)

# 【学校給食 献立別100g換算表】

**提出用紙2**

No. \_\_\_\_\_

献立名 \_\_\_\_\_

学校整理番号 \_\_\_\_\_

釜番号 \_\_\_\_\_

調査日 \_\_\_\_\_

枠内のみ記入してください

※重さの単位は「kg」か「g」のどちらかに全て統一してください

食品名	食品成分表 食品番号	食品成分表 食品名	調理前の使用 食品重量	出来上がり 総重量		100g 換算係数	100g
				( kg ・ g )	( kg ・ g )		
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			
				( kg ・ g )			

備考・メモ欄



児童生徒の食事状況調査用紙-1

学校整理番号
個人整理番号

調査日	
2014年	月 日 ( )
食べ始めた時間	
時	分頃

( ) 曜日
朝食・1回目調査

それぞれ、どちらかに✓をつけ、必要事項を記入してください

<input type="checkbox"/> 自宅で作った食事	}	<input type="checkbox"/> いつもと同じ食事をした。
<input type="checkbox"/> 外食・買ってきた食事		<input type="checkbox"/> 特別な行事があり、いつもと違う食事をした。（内容：    ）

①料理番号	②料理名	③食品名	④児童生徒1人当たりが食べた量	⑤商品名、メーカー名、惣菜や自宅以外の食事では店舗名など	食品成分表食品番号	成分表食品名	g 数

・太枠部分のみご記入ください。右側灰色部分は記入の必要はありません。