

IC タグ付きフードモデルを用いた食事調査の妥当性

加藤 亮

会津大学短期大学部研究紀要 第 81 号抜刷

2024 年 3 月

IC タグ付きフードモデルを用いた食事調査の妥当性

加藤 亮 *

【要旨】現在実施されている標準的な食事調査には、秤量法や食事摂取頻度調査法がある。これらの方法は調査の精度が確認されている一方で、データ入力や回答内容のチェックなど調査者や被調査者にかかるコストや負担が大きい。本研究では、IC タグを組み込んだフードモデル（料理、食材など）を選択するだけで、対象者に普段の朝食、昼食、夕食、間食を再現してもらい、それらをセンサー台に置くことによりデータ入力ができるツールを使用、被調査者に負担の少ない食事調査法の妥当性研究を行った。対象者は大学生の成人女性 30 名であった。対象者は研究に関する説明を受けた（インフォームドコンセント）後、本研究の参加に関する同意書に署名した。対象者に、妥当性が確認されている食事調査法である食物摂取頻度調査（FFQ）と、料理や食材のフードモデルで普段の食事（1 日分、最大 3 パターン）を再現してもらう食事調査を行った。食事調査の結果について、FFQ による食事調査と、フードモデルによる食事調査については、それぞれ 1 日分のエネルギー、栄養素、食品群の摂取量を算出した。調査結果の統計解析については、それぞれの調査方法（平均値）の比較について、対応のあるサンプルのスチューデントの t 検定（両側）を実施した。さらに、調査方法の一致性についてブランド-アルトマン分析を行った。エネルギーや主要な栄養素について、2 つの調査方法の算出値に有意な差はなかった。ビタミン K、ビタミン C、マグネシウム、食塩相当量については、有意な差がみられた。食品群別摂取量では、砂糖類、種実類、果実類、菓子類、油脂類、嗜好飲料類で有意な差がみられた。また、一致性の分析では、エネルギーに関係する栄養素について、比例誤差を示唆する結果が得られた。フードモデルによる食事調査は、FFQ に比較して所要時間も短く、エネルギー摂取量や、栄養素のバランスについて、ある程度の調査は可能であると思われるが、フードモデルを選択する際の調査方法に、いくつか課題が見つかった。

*会津大学短期大学部食物栄養学科 講師

1 緒言

わが国では、国民の身体の状態、栄養摂取量及び生活習慣の状態を明らかにし、国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基礎資料を得ることを目的として、健康増進法に基づき国民健康・栄養調査が毎年実施されている。また、2000年から始まった健康日本21（第一次）では数値目標を設定し、生活習慣病の一次予防を目的とした活動が実施されてきた¹⁾。一方で2013年から始まった健康日本21（第二次）では、食事や運動などの生活習慣を改善して健康を増進し、生活習慣病を予防する一次予防に関連する指標が悪化していると報告されている²⁾。福島県についても、2016年の国民健康・栄養調査報告において、男女20歳以上の平均BMI（男性24.8 kg/m²、女性23.8 kg/m²）が全国平均（男性23.8 kg/m²、女性22.6 kg/m²）と比較して高く肥満の課題があるほか、野菜の摂取量が目標である1日350gに届いていないほか、食塩の摂取量が男女ともに全国平均を上回っていることが報告されている³⁾。2024年から始まる健康日本21（第3次）の基本方針では引き続き栄養・食生活は重要な項目であるが、健康増進に関連するデータの見える化・活用や国及び地方公共団体におけるPDCAサイクルの推進が不十分であること等の課題が指摘されている。そのうえで、「保健・医療・福祉等へのアクセスの確保に加え、PHR（パーソナル・ヘルス・レコード）をはじめとする自らの健康情報を入手できるインフラの整備、科学的根拠に基づく健康に関する情報を入手・活用できる基盤の構築や、周知啓発の取組を行うとともに、多様な主体が健康づくりに取り組むよう促す」としている⁴⁾。健康づくりのために必要な栄養や食事に関する知識や情報をどこから得ているのかについては、2000年の国民栄養調査では、栄養や食事に関する情報源として多くあげられたものは、男性は、テレビ・ラジオ（56.2%）、家族（46.0%）、新聞（32.8%）、女性は、テレビ・ラジオ（76.0%）、雑誌・本（55.3%）、友人・知人（45.9%）とされている⁵⁾。ほか、高泉らは、食行動の促進に有用なチャンネルは、男性では家族と雑誌、女性では家族と新聞であることを報告している⁶⁾。以上のことから、現在でも、食習慣の改善や健康増進には、食事、栄養素摂取量の正確なデータが必要であるが、それらが誰でもどこでも手に入れることができるとはいえない状況であると思われる。現在実施されている標準的な食事調査は、精度が高い一方、労力とコストが大きくなるほか、データの入力と出力に時間がかかることが多い。本研究では、ICタグを組み込んだフードモデル（料理、食材など）を選択するだけで、対象者に普段の朝食、昼食、夕食、間食を再現してもらい、それらをセンサー台に置くことによりデータ入力ができるツールを使用することによって、被調査者に負担の少ない食事調査法としての妥当性研究を行った。

2 方法

2.1 調査と対象者について

図1に本研究の調査とデータ解析までのフローチャートを示した。研究への参加を希望した対象者に2023年4月と12月に研究の目的と調査項目、調査方法、個人データの扱い方について口頭及び文書で説明し、研究内容を理解した上同意書に署名し、提出してもらった。2023年4月、12月に食事摂取頻度調査（FFQ）、フードモデルによる食事調査を行った。男性のデータを除いた、データに不備のなかった女性30名について解析を行った。

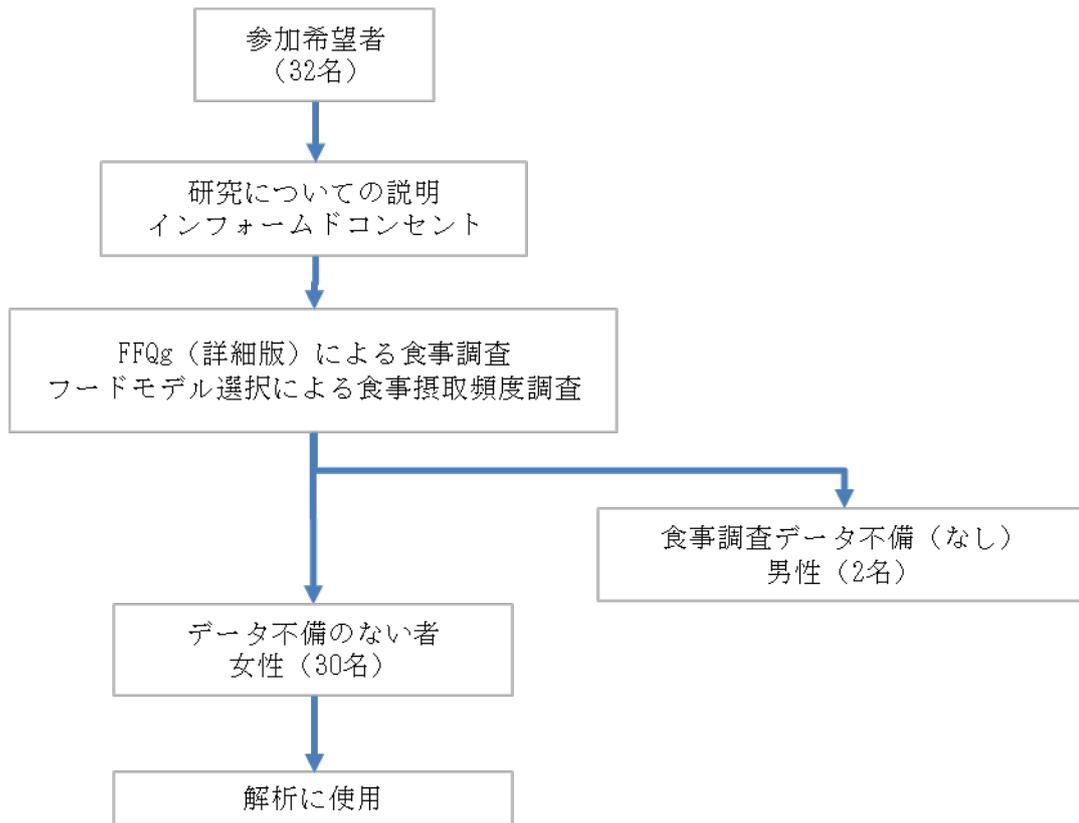


図1 調査と対象者のフローチャート

2.2 調査項目

2.2.1 基本属性

年齢、性別、身長は食事摂取頻度調査票（FFQg）による食事調査と同時に聞き取りを行った。

2.2.2 食事摂取頻度調査

栄養素摂取量の調査はFFQ（食事摂取頻度調査票：food frequency questionnaires）を用いて実施した。食事摂取量の評価には、次世代多目的コホート研究「JPHC-NEXT」で使用の調査票に含まれる詳細版FFQ（172項目）を使用した¹⁾。食品および栄養素等摂取量の算出には、「日本食品標準成分表2020年版（八訂）」に基づいた、専用開発されたソフトウェア（FFQ NEXT、建帛社）を使用した⁷⁾。

2.2.3 フードモデル選択による食事調査

約400種類の料理や食材を正確に表現したフードモデルを準備し、普段の食事（1日分、最大3パターン）を再現してもらい、センサー台に置くことでデータ入力を行った。フードモデルやセンサー台、エネルギー・栄養素摂取量、食品群別摂取量の算出については、株式会社いわさきの食育SATシステムを使用した。

2.3 統計解析

調査方法の比較については、平均値の比較にサンプルに対応のあるスチューデントのt検定（両側）を行った。解析には、IBM SPSS Statistics 28.0 for Windows（IBM社）を用い、有意水準は5%とした。調査方法の一致性についてブランド-アルトマン分析⁸⁾を行った。

2.4 倫理的配慮

本研究は実施前に公立大学法人会津大学研究倫理委員会において承認（承認日 2022 年 12 月 21 日）を得たうえで実施した。

3 結果

3.1 対象者の属性

対象者の属性を表 1 に示した。対象者はすべて女性であった。年齢は 19.3 ± 1.6 歳（平均値 \pm 標準偏差）、BMI は $20.4 \pm 2.5 \text{kg/m}^2$ で対象者に肥満ややせの者はいなかった。

表 1 対象者の属性

対象者	
n=30	
年齢（歳）	19.3 ± 1.6
身長（cm）	157.3 ± 6.1
体重（kg）	50.3 ± 6.4
BMI (kg/m^2)	20.4 ± 2.5

平均値 \pm 標準偏差

3.2 食事摂取頻度調査とフードモデル選択による食事調査の比較

3.2.1 エネルギー、栄養素摂取量の比較

それぞれの調査方法によるエネルギー、栄養素摂取量を表 2 に示した。エネルギーと関連するたんぱく質、脂質、炭水化物に調査方法で値に有意な差はみられなかった。ビタミン K、ビタミン C、マグネシウム、食塩相当量について有意な差がみられた。

3.2.2 食品群別摂取量の比較

それぞれの調査方法による食品群別摂取量を表 2 に示した。砂糖類、種実類、果実類、卵類、油脂類、嗜好飲料類で有意な差がみられた。

表2 エネルギー・栄養素摂取量の比較

	FFQ g による食事調査	フードモデルによる食事調査	t 検定
	n=30	n=30	p 値
エネルギー(kcal/day)	1490.7 ± 555.5	1554.8 ± 474.6	0.109
たんぱく質(g/day)	49.2 ± 27.6	53.7 ± 17.8	0.306
脂質(g/day)	54.0 ± 31.4	50.6 ± 20.8	0.622
飽和脂肪酸(g/day)	16.7 ± 9.7	14.4 ± 7.2	0.253
n6 系多価不飽和脂肪酸 (g/day)	9.0 ± 5.0	9.6 ± 4.4	0.279
n3 系多価不飽和脂肪酸 (g/day)	1.7 ± 1.3	1.6 ± 0.8	0.818
コレステロール(mg/day)	246.6 ± 189.2	294.1 ± 187.5	0.227
炭水化物(g/day)	202.2 ± 73.3	219.3 ± 67.5	0.863
食物繊維総量(g/day)	9.3 ± 4.1	10.4 ± 3.6	0.084
ビタミン A(μg/day)	405.4 ± 237.7	396.8 ± 215.3	0.782
ビタミン D(μg/day)	5.9 ± 7.5	5.0 ± 6.7	0.553
ビタミン E(mg/day)	6.0 ± 3.6	6.3 ± 3.1	0.389
ビタミン K(mg/day)	178.3 ± 106.8	225.3 ± 130.4	0.045
ビタミン B ₁ (mg/day)	0.8 ± 0.4	0.8 ± 0.3	0.484
ビタミン B ₂ (mg/day)	0.9 ± 0.5	1.0 ± 0.4	0.185
ナイアシン当量(mg/day)	13.0 ± 8.4	12.1 ± 4.2	0.469
ビタミン B ₆ (mg/day)	0.9 ± 0.5	1.0 ± 0.4	0.665
ビタミン B ₁₂ (mg/day)	4.7 ± 2.0	3.5 ± 2.4	0.161
葉酸(mg/day)	235.5 ± 122.3	273.5 ± 113.8	0.054
パントテン酸(mg/day)	4.6 ± 2.0	4.8 ± 1.7	0.636
ビタミン C(mg/day)	74.2 ± 39.6	86.1 ± 39.2	0.008
カリウム(mg/day)	1820.4 ± 917.2	1992.6 ± 858.3	0.178
カルシウム(mg/day)	363.3 ± 205.6	365.7 ± 155.0	0.931
マグネシウム(mg/day)	190.2 ± 92.0	221.5 ± 99.7	0.011
リン(mg/day)	773.4 ± 396.1	787.5 ± 265.1	0.783
鉄(mg/day)	6.2 ± 2.9	6.4 ± 2.4	0.514
亜鉛(mg/day)	6.7 ± 3.0	6.6 ± 2.1	0.711
銅(mg/day)	0.9 ± 0.3	1.0 ± 0.4	0.270
食塩相当量(g/day)	6.6 ± 3.6	7.8 ± 2.0	0.032

平均値 ± 標準偏差

表3 食品群別摂取量の比較

	FFQ g による食事調査	フードモデルによる食事調査	t 検定
	n=30	n=30	p 値
穀類(g/day)	417.8 ± 171.9	402.0 ± 131.6	0.662
いも類(g/day)	22.9 ± 24.1	21.2 ± 20.0	0.759
砂糖類(g/day)	1.1 ± 1.9	6.8 ± 8.2	<0.001
豆類(g/day)	67.5 ± 100.2	68.4 ± 109.9	0.923
種実類(g/day)	0.4 ± 0.9	2.3 ± 4.6	0.032
野菜類(g/day)	150.1 ± 76.8	159.9 ± 82.5	0.059
果実類(g/day)	102.0 ± 102.3	60.5 ± 67.9	0.007
きのこ類(g/day)	8.8 ± 9.4	6.8 ± 6.5	0.309
藻類(g/day)	5.4 ± 5.6	8.0 ± 8.7	0.140
魚介類(g/day)	36.2 ± 40.4	28.9 ± 30.2	0.238
肉類(g/day)	85.0 ± 53.7	77.6 ± 43.0	0.207
卵類(g/day)	28.0 ± 31.1	38.5 ± 26.1	0.028
乳類(g/day)	129.0 ± 83.1	114.8 ± 76.5	0.075
油脂類(g/day)	8.4 ± 5.3	12.4 ± 7.0	0.001
菓子類(g/day)	23.5 ± 28.5	20.7 ± 32.9	0.607
嗜好飲料類(g/day)	266.8 ± 221.5	344.1 ± 204.9	0.013
調味料・香辛料類 (g/day)	16.8 ± 18.7	13.4 ± 13.7	0.396

平均値 ± 標準偏差

3.3 ブランド-アルトマン分析

調査方法の一致性を検討するためブランド-アルトマン分析を行った。算出されたエネルギー、栄養素の値について、2つの方法の差と平均値を求め、縦軸を差、横軸を平均値として散布図を作成した。中央の破線は差の平均値、上下の破線はそれぞれ差の平均値 ± (標準偏差×1.96) を示している。

3.3.1 エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物

エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物のブランド-アルトマンプロットを図2、図3、図4、図5に示した。摂取量が多くなるにつれて値のばらつきが大きくなる傾向がみられた。

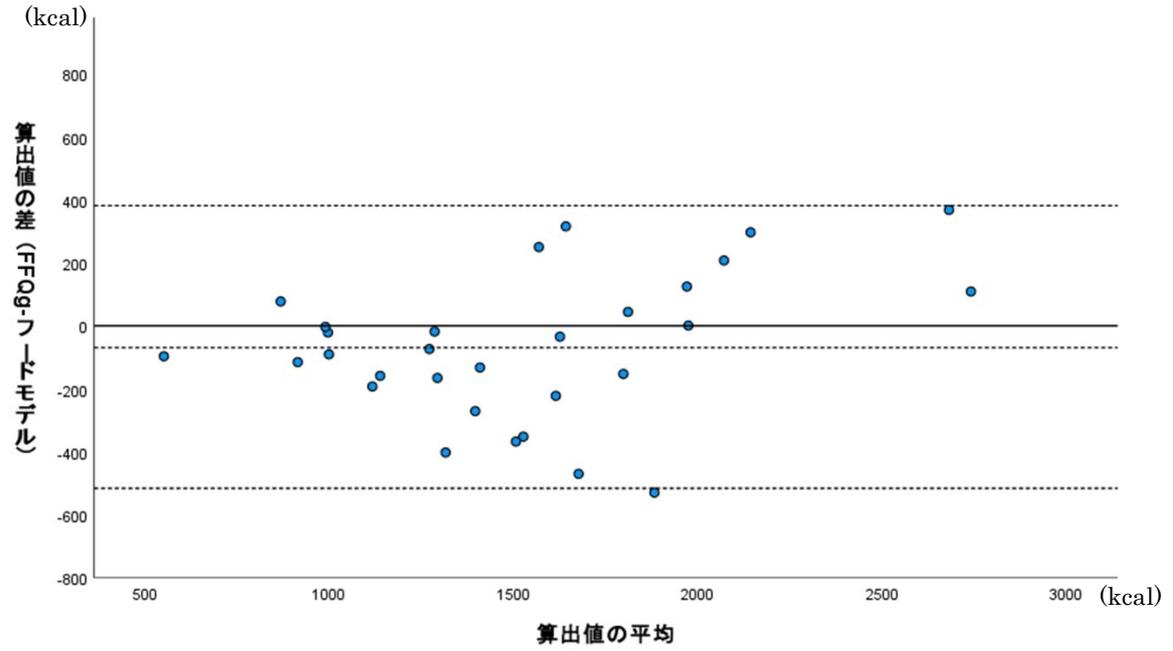


図2 エネルギー

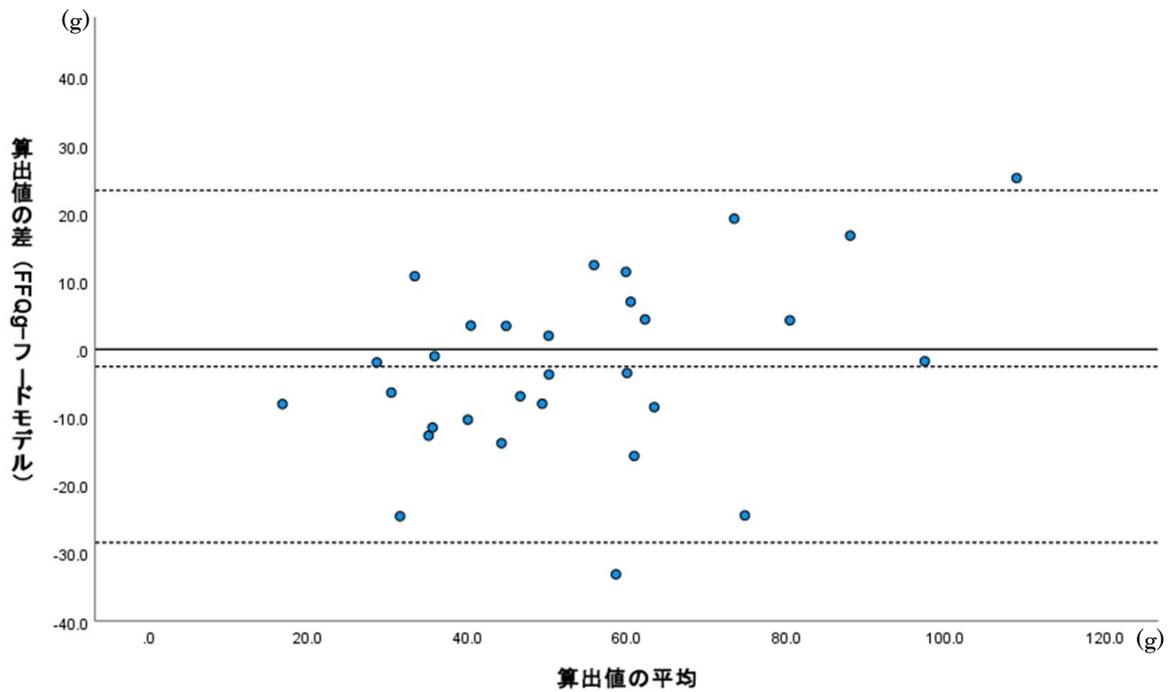


図3 たんぱく質

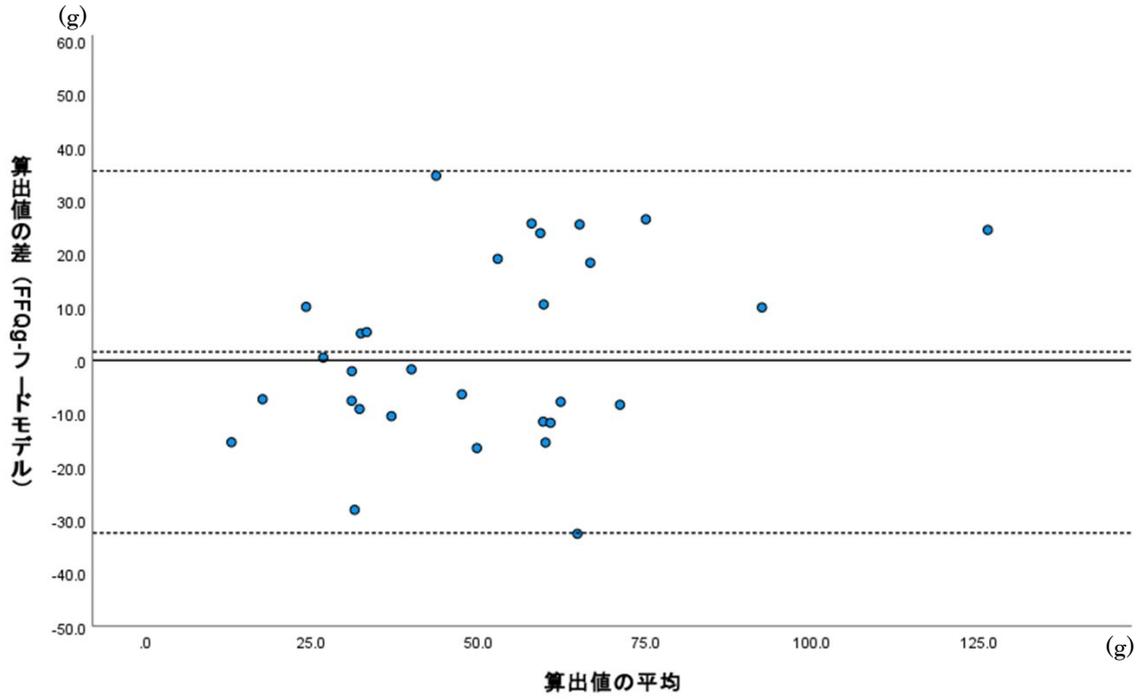


図4 脂質

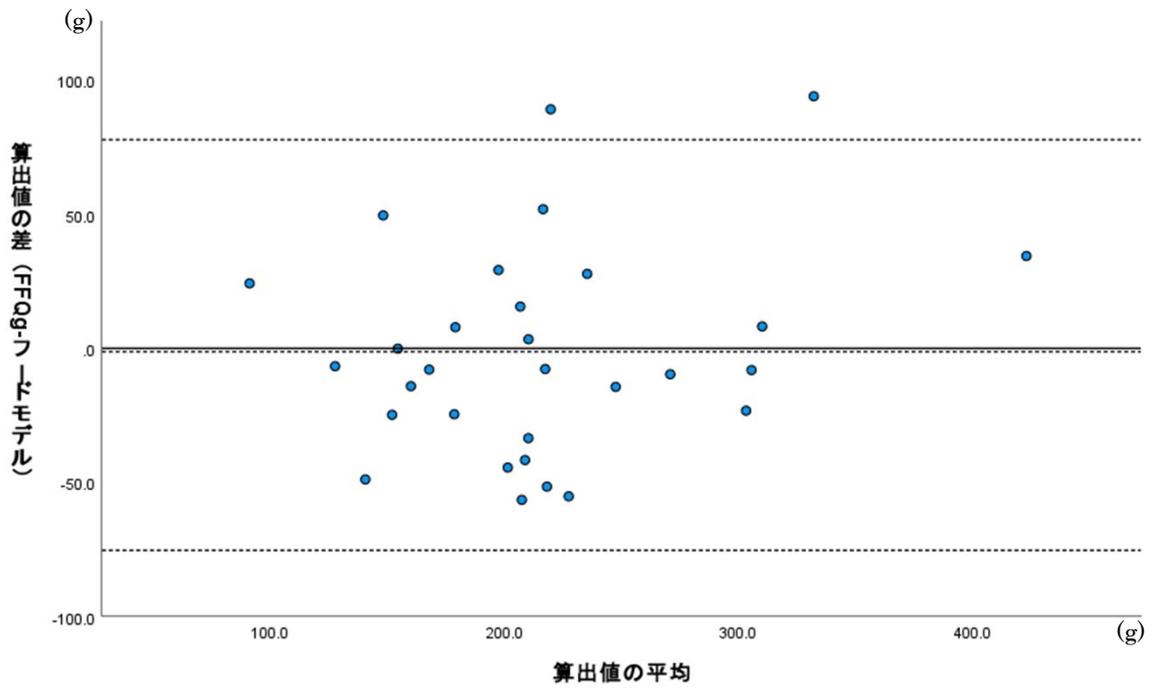


図5 炭水化物

3.3.2 ビタミン A

ビタミン A のブランド-アルトマンプロットを図 6 に示した。差の平均値は-10.3 μ gREA/日で、フードモデル選択による調査法の値が高くなる傾向がみられた。

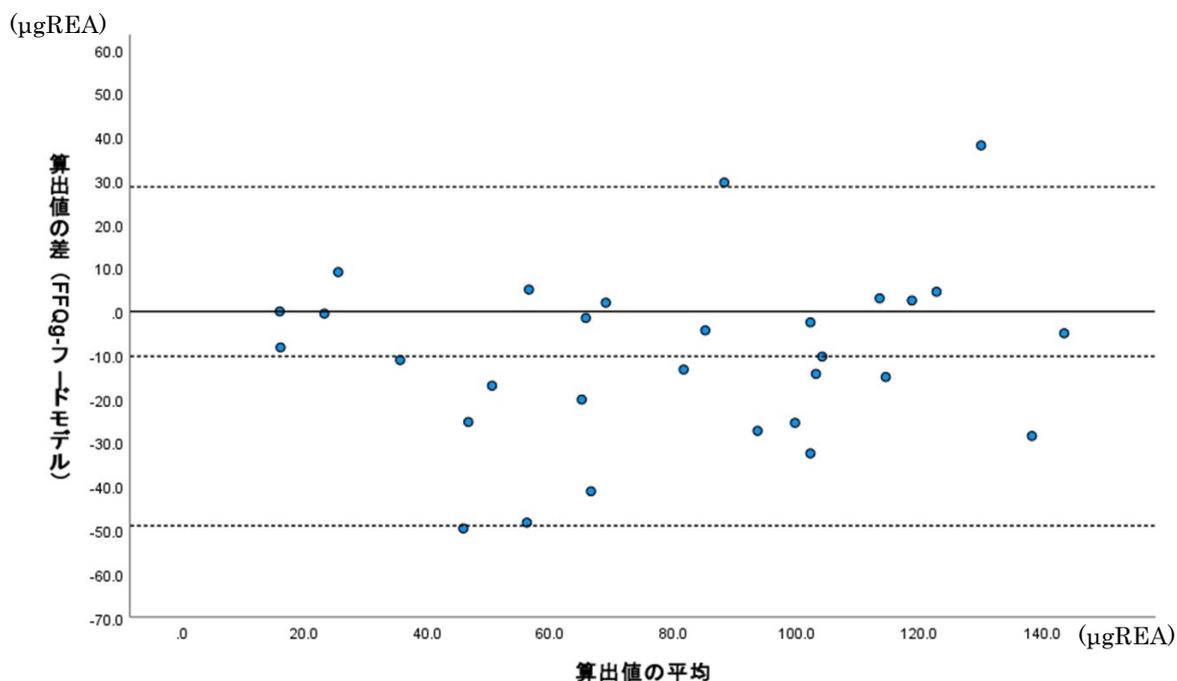


図 6 ビタミン A

3.3.4 ビタミン C

ビタミン C のブランド-アルトマンプロットを図 7 に示した。2つの調査方法で算出した値に有意な差がみられたが、摂取量が多くなるとばらつきも大きくなる傾向がみられた。

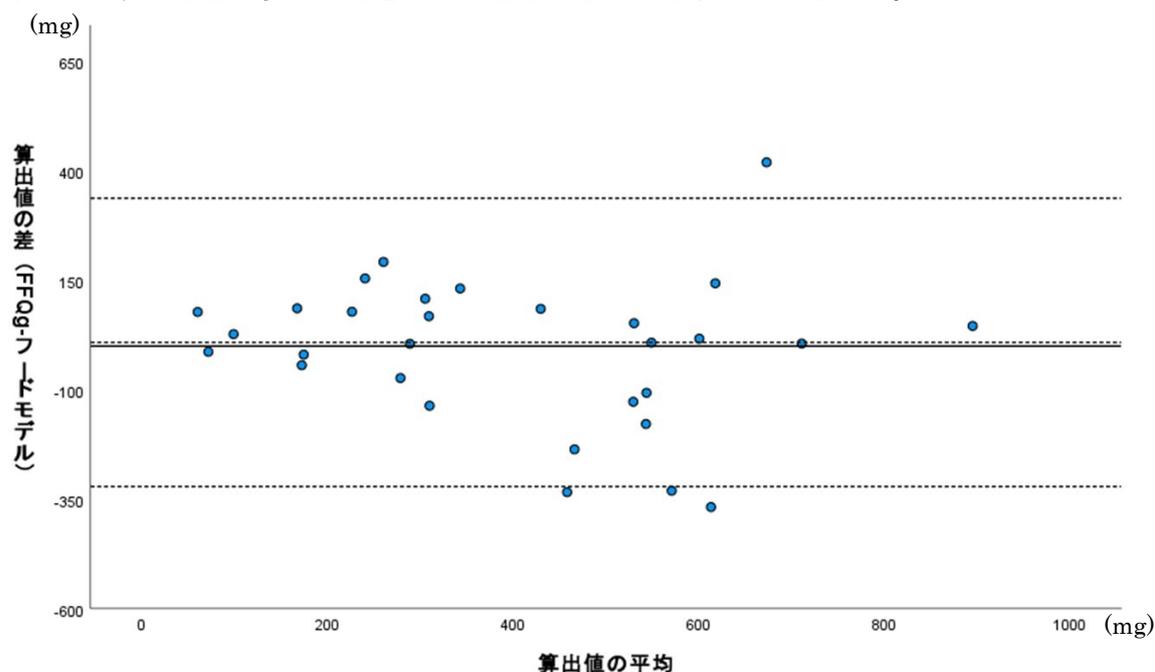


図 7 ビタミン C

3.3.5 食塩相当量

食塩相当量のブランド-アルトマンプロットを図8に示した。差の平均値は+1.2g/日であった。2つの調査方法で算出した値に有意な差がみられたが、摂取量が多く算出値の差が正から負になる傾向がみられた。

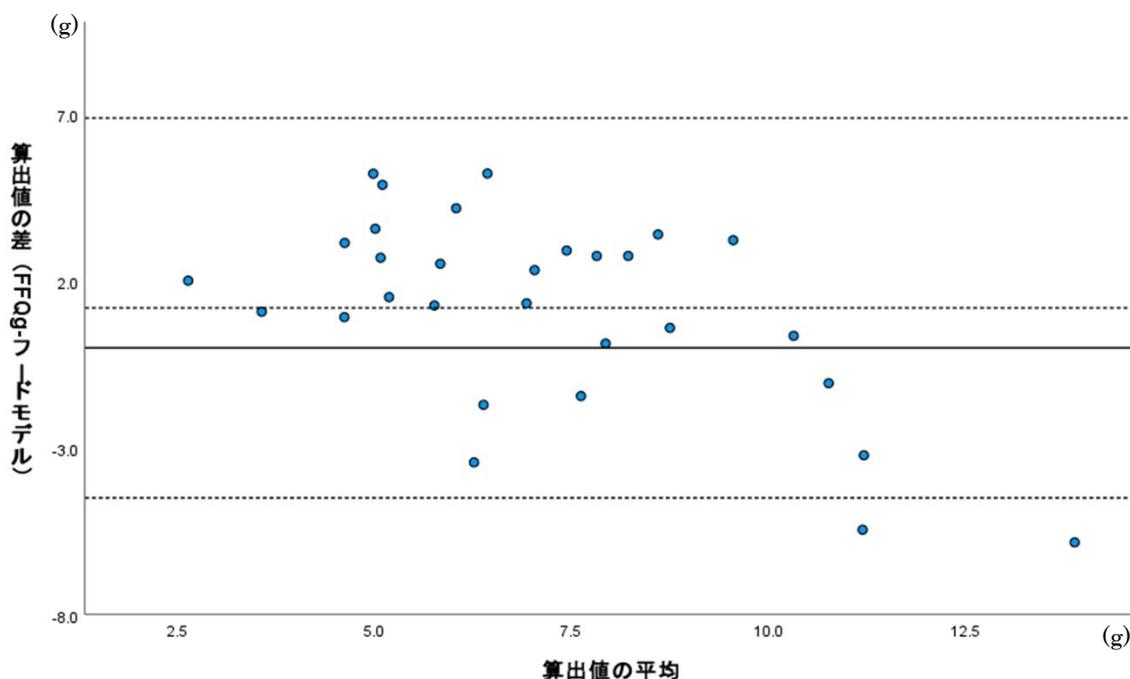


図8 食塩相当量

4 考察

本研究では、若年女性において妥当性が確認されたアンケート形式で記入する食事摂取頻度調査 (FFQ) と IC タグが組み込まれたフードモデルを1日分、最大3パターン選択することによる食事調査を行い、比較、分析した。エネルギーと栄養素の摂取量について、エネルギーを含む主要な栄養素で二つの食事調査で有意な差がみられなかったことは、フードモデルを選択することによる食事調査は、集団の中でのエネルギー、栄養素摂取量の順位づけなどある程度、栄養に関するアセスメントに有用であることを示唆している。一方で、食塩相当量などの栄養素のほか、食品群別の摂取量では砂糖類、種実類、果実類、卵類、油脂類、嗜好飲料類で有意な差がみられた。食品群については、FFQではそれぞれの食品、食材についておおむね1か月単位で詳細に聞き取る方法であるのに対し、フードモデルによる調査では普段の食事3パターン(3日分)を選ぶ方法であり、月単位と数日単位で食品の出現率に差がある場合、フードモデルが選択されない可能性があった。また、料理のフードモデルでは、全体の量は把握しやすいものの、材料に含まれている食品や味つけ(塩分)などは判別しにくいいため、調査に影響を及ぼしていたと考える。フードモデル選択による食事調査に要した時間については、一人当たり15分程度であった。FFQ(詳細版)の回答に要する時間が60分程度であることを考慮すると、被調査者にかかる負担も少なかった。また、データの入力についてもFFQは調査票の回答を専用ソフトウェアに入力する作業が必要であるのに対して、フードモデルによる食事調査は被調査者が選択したフードモデルをセンサー台に載せるだけでデータ入力が行われるため、調査者にかかる負担も少なかった。本研究で調査に使用したフードモデル

は管理栄養士によって食材や調味料からエネルギーや栄養素まで管理栄養士によって計算が行われており、含まれる食品の重量と見た目が正確に再現されている。また、IC タグが組み込まれており、センサー台にフードモデルを載せることで、瞬時にデータが入力され、その結果を出力することが可能である。フードモデル選択による食事調査の特徴は IC タグを用いてデータの入力、解析、出力を瞬時に行える点である。調査者と被調査者双方が必要とする栄養に関する情報を得るために必要な時間・労力が劇的に少なくなる。また、複数の IC タグを同時に読み込むことができるため、農林水産省と厚生労働省が提案している「食事バランスガイド」のように、料理を主食、主菜などに分類し、その組み合わせを視覚的・直感的に選択することが可能である。この特徴を活かせれば、例えば生活習慣病予防プログラムにおけるアセスメントのための食事調査と栄養指導を同時に行うことが可能である。現在の研究やプログラムの評価では、データの正確性や介入内容、設備、対象者数などが重要視されているが、実際にプログラムを継続していく場合、データ収集のためにかかる負担は非常に重要であると考えられる。それは対象者の保健行動に影響していると考えられるからである。対象者にわかりやすく、楽しみながらできる食事調査・栄養指導はそれだけで行動変容に効果的であり、そういった面の評価ができる点もフードモデル選択による食事調査の特色である。誰でも栄養や食事に関する自身の情報が手軽に得られるようになれば、対象者が自分の栄養素摂取量について考え、保健のための行動変容を自主的に行う要因となる可能性がある。本研究におけるフードモデルや食事調査法はその一助となると考えられる。

本研究における課題として、対象者が女性のみで年齢も限られていたこと、サンプル数が少なかったことが挙げられる。特に、食品ごとに摂取頻度を調査する FFQ と料理のフードモデルを選択する今回の調査では、調理経験の有無や年齢、性別によって、結果に差が生じる可能性がある。今後はサンプル数を増やすとともに、幅広い年齢と性別で検討すべきである。また、秤量法との比較も必要であると思われる。

フードモデルを使用した食事調査で妥当性が確認された方法はまだない。また、日本人で非介入の「データの見える化」による保健行動への影響は明らかになっていない。本研究では、エネルギーを含む主要な栄養素で二つの食事調査で有意な差がみられなかったことから、限られた範囲ではあるが、フードモデル選択による食事調査はエネルギー、栄養素摂取量のアセスメントに有用であることが示唆された。体重を毎日測定し、グラフ化するレコーディングダイエットにみられるように、データの見える化は対象者が自分で考え、納得して行動を変化させる可能性がある。食事調査については、日本における標準は秤量法であるが、対象者の負担も大きく、調査結果の入出力にも大きな労力がかかる。フードモデルと IC タグを使った食事調査であれば、それらが改善される可能性がある。

参考文献

- [1] 厚生労働省 21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）について 報告書、
https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/pdf/all.pdf (2023年2月28日)
- [2] 厚生労働省 健康日本21（第二次）最終評価報告書 概要
<https://www.mhlw.go.jp/content/000999450.pdf> (2023年2月28日)
- [3] 厚生労働省 平成28年 国民健康・栄養調査報告、
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyoudl/h28-houkoku.pdf> (2023年12月28日)
- [4] 厚生労働省 国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針の全部を改正する件、

<https://www.mhlw.go.jp/content/001102474.pdf> (2023年12月28日)

- [5] 厚生労働省 健康日本21(第二次)の推進に関する参考資料、
https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/dl/kenkounippon21_02.pdf (2023年12月28日)
- [6] 高泉 佳苗, 原田 和弘, 中村 好男、健康情報源と食行動および身体活動との関連、
21 卷 3 号 p. 197-205 2013年
- [7] Yokoyama Y, et al., Validity of short and long self-administered food frequency questionnaires in ranking dietary intake in middle-aged and elderly Japanese in the Japan Public Health Center-Based Prospective Study for the Next Generation (JPHC-NEXT) protocol area. *J Epidemiol*, 26, 420-432, 2016
- [8] Bland, J. M. and Altman D. G., Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, Vol. 1, 307-310, 1986

謝辞

本研究に参加し、調査にご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。なお、本研究は JSPS 科研費 20K03197 の助成を受けたものです。