

料理単位法を用いたウェブ食事調査の
大規模疫学研究への応用可能性、および
食事摂取量推定妥当性の検討

2022年2月

麻布大学大学院 環境保健学研究科
環境保健科学専攻 博士課程後期
栄養疫学

DE1901 保瀬由江

Applicability of a web-based 24-hour dietary recall tool for
Japanese populations in large-scale epidemiological
studies, and examination of the validity of estimated
dietary intake its.

February 2022

Nutritional Epidemiology
The Graduate School of Environmental Health Sciences
Azabu University

DE1901 Yoshie Hose

目次

英文要旨	1
要旨	6
序文	11
1 章. 料理単位法を用いたウェブ 24 時間思い出し法の大規模疫学研究への 応用可能性に関する検討	13
1. 方法	14
1-1. 対象者	14
1-2. データ収集	15
1-3. 調査項目	15
1-3-1. ウェブ 24 時間思い出し法による食事調査	15
1-3-2. ウェブ 24 時間思い出し法の受容性に関するアンケート	17
1-4. 統計解析	17
2. 結果	19
3. 考察	21
2 章. 料理単位法を用いたウェブ 24 時間思い出し法による食事摂取量推定 妥当性の検討	23
1. 方法	23
1-1. 対象者	23
1-2. データ収集	24
1-3. 調査項目	24
1-3-1. 身体計測	24
1-3-2. ウェブ 24 時間思い出し法による食事調査摂取量推定	24
1-3-3. 生体試料の収集および生体指標の測定・摂取量推定	25
1-4. 統計解析	27
2. 結果	29
3. 考察	31

まとめ	35
謝辞	37
文献	39
図表	46
Table 1. Application of the Automated Multiple Pass Method (AMPM) for the AWARDJP	46
Table 2. Questionnaire on AWARDJP acceptability	47
Table 3. Characteristics of participants, recruited individuals and study population	48
Table 4. Response status of AWARDJP respondents	49
Table 5. Questionnaire on AWARDJP acceptability : Comparison of the average time required (minutes) for both the self-administered and interviewer-administered 24-h recall	50
Table 6-1. Questionnaire on AWARDJP acceptability: Comparison by response method and age group in men (n = 471)	51
Table 6-2. Questionnaire on AWARDJP acceptability: Comparison by response method and age group in women (n = 504)	52
Table 7-1. Questionnaire on AWARDJP acceptability: Comparison by response sex and age group in self-administered 24HR (n = 457).....	53
Table 7-2. Questionnaire on AWARDJP acceptability: Comparison by response sex and age group in interviewer-administered 24HR (n = 518).....	54
Table 8. Characteristics of participants.....	55
Table 9. Nutrient intakes based on biomarkers and web-based 24-h dietary recall.....	56
Figure 1. Flow of data collection	57
Figure 2. Questionnaire on AWARDJP acceptability: Distribution of response time required for the self-administered and	

	interviewer-administered 24-h dietary recall.....	58
Figure 3.	Research Flow.....	59
Figure 4.	Correlation between energy and nutrient intake estimated from 24-h dietary recall and biomarkers	60
Figure 5.	Correlation between energy and nutrient intake estimated from Self-administered 24-h dietary recall and biomarkers	61
Figure 6.	Correlation between energy and nutrient intake estimated from Interviewer-administered 24-h dietary recall and biomarkers	62
Figure 7.	Bland–Altman Plots for 24-h dietary recall and biomarkers.....	63
Figure 8.	Bland–Altman Plots for Self-administered 24-h dietary recall and biomarkers	64
Figure 9.	Bland–Altman Plots for Interviewer-administered 24-h dietary recall and biomarkers	65

英文要旨

【Background】

A web-based automated food assessment tool that uses the 24-h dietary recall method, the Automated Web-based Assessment System Using Recipe-Data for Japanese (AWARDJP), was developed to collect data on dietary intake from an unbiased population in epidemiological studies. The purpose of this study was to examine the applicability of this method to large-scale epidemiological studies and to examine the validity of energy and nutrient intake estimations.

1. Applicability of a web-based 24-h dietary recall tool in large-scale epidemiological studies

【Methods】

Totally, 5,013 individuals were recruited from a cohort of 21,537 individuals, and 975 agreed to participate in this study. We clarified the difference in response rate and characteristics in the subjects randomly selected from the cohort population and the difference in the acceptability (ease of response) of the survey method due to the difference in the response method (self-administered web-based and interviewer-administered telephone-based). The participants selected either self-administered web-based dietary 24-h recall (self-administered 24HR) or interviewer-administered telephone-based 24-h recall (interviewer-administered 24HR) as the dietary assessment method, and answered questions regarding the acceptability of the system.

【Results】

The response rate was 19.4 % (percentage of 975 participants over recruited individuals of 5,031), i.e., approximately 4.5 % (975 participants over the study population of 21,537) of the total study population. Approximately half of them chose the self-administered 24HR (46.9 %). The median time required for system evaluation was less than 30 min for both response methods, and tended to take longer in older age. In the self-administered 24HR, older people, regardless of sex, tended to require a longer time, and approximately 60 % of the participants rated the ease of use of the system as “somewhat difficult” or “difficult.”

【Discussion】

The characteristics of the randomly selected subjects and the research population were generally the same, suggesting the applicability of the AWARDJP to large-scale epidemiological studies. The results of the questionnaire on acceptability revealed that there were large differences based on sex, response method, and age group.

【Conclusion】

To apply AWARDJP in large-scale epidemiology, it became clear that it is necessary to improve the food search interface for easy-to-use and support methods, considering that the web environment is being used by users who are not accustomed to PCs.

2. Validity of estimated dietary intake using biomarkers for a web-based 24-hour dietary recall tool

【Methods】

Measurements of intake of energy, protein, and salt equivalents estimated using AWARDJP of 35 men and women between the ages of 40 and 74 years were compared using the biometric indicators (double-labeled water method, 24-h urine storage method). Comparisons between the two were based on Pearson's product moment correlation coefficient and the consistency assessment was based on Bland–Altman analysis. The 24-h dietary recall (24HR) was used for dietary assessment by the AWARDJP, and for the differences in the response method, self-administered web-based dietary 24HR (self-administered 24HR) and interviewer-administered telephone-based 24-h recall (interviewer-administered 24HR) were used.

【Results】

The correlation coefficients between the intake estimated from the 24HR method and the biometric index reflecting each intake were 0.46, 0.59, and 0.28, respectively. In the evaluation of the consistency between the 24-hour recall method estimate and the calculated value of the biometric index, using the Brand–Altman analysis, the average difference in energy content was -14.8 kcal (95% confidence interval [CI]: -75.3 to 45.8 kcal), the difference in protein mass was 9.6 g (95% CI: 7.2 to 12.0 g), and the average difference in salt equivalent was 0.1 g (95% CI: -0.2 to 0.5 g).

The correlation coefficient between the intake amount estimated from the 24-hour recall method according to the response method and the biometric index is 0.42 for the self-reported energy amount, 0.49 for the protein mass, and 0.18 for the salt equivalent amount. The amount of energy was 0.41, the amount of protein was 0.60, and the amount equivalent to salt was 0.23 for investigation by investigators. In

the evaluation of the consistency between the self-reported estimated value and the calculated value of the biometric index, using the Brand-Altman analysis, the average difference in energy amount was -134.0 kcal (95% CI: -195.4 to -72.5 kcal), the average difference in protein mass was 5.9 g (95% CI: 3.2 to 8.7 g), and the average difference in salt equivalent was -0.2 g (95% CI: -0.7 to 0.2 g). With respect to investigation by interviewers, the average difference in energy amount was 104.4 kcal (95% CI: 32.1 to 176.8 kcal), the average difference in protein mass was 13.3 g (95% CI: 10.8 to 15.8 g), and the average difference in salt equivalent was 0.5 g (95% CI: 0.2 to 0.9 g).

【Discussion】

The absolute quantity estimation was confirmed to be appropriate for the energy quantity estimated using the 24-hour recall method. Since protein intake was overestimated, it is necessary to continue to examine and analyze the results. For the amount of salt equivalent, a weak positive correlation was found with the biometric index in the 24-hour recall method and the interviewer-administered 24HR, therefore it was suggested that it may be possible to estimate the salt equivalent using AWARDJP.

【Conclusion】

The validity of the energy intake estimation was estimated using the web-based 24-hour recall tool.

【Summary】

The web-based 24-hour dietary recall tool is expected to be a new dietary evaluation method suitable for the Japanese dietary habits because the burden on the subjects and investigators is light and the survey can be easily conducted. The possibility of accurately understanding energy intake among dietary exposures for applying the web-based 24-hour recall tool using AWARDJP in a large-scale epidemiological study has become clear. Furthermore, in order to use the web-based 24-hour recall for large-scale epidemiological studies, it was clarified that it is necessary to improve the food search interface considering that the web environment is being used by users who are not accustomed to PCs.

要旨

【背景】

疫学研究において、偏りのない集団から食事摂取量データを収集する為に、日本人の食事の特性に適した「料理単位の 24 時間思い出し食事調査法」を実施するためのウェブシステム(Automated Web-based Assessment system using Recipe-Data for Japanese: AWARDJP) が、先行研究にて開発された。本研究では、その方法の大規模疫学研究への応用可能性を検証し、さらにエネルギーおよび栄養素摂取量推定妥当性の検証を目的とする。

1. 料理単位法を用いたウェブ 24 時間思い出し法の大規模疫学研究への応用可能性に関する検討

【方法】

本研究における母集団 21,53 名から 5,013 名が無作為に抽出され、うち研究参加に同意した 975 名を対象者とした。研究母集団から無作為抽出した対象者における回答率と特性、および回答方法(自己申告と調査員による聞き取り調査)の違いによる調査法の受容性(回答しやすさ)の差を明らかにした。対象者は自己申告又は調査員による聞き取り調査のどちらか一方を選択し、過去 24 時間の食事内容と摂取量、さらに、受容性に関するアンケートに回答した。

【結果】

本研究の受諾率(募集対象者 5,031 名から対象者 975 名の割合)は 19.4 %であり、回答率(研究母集団 21,537 名から対象者 975 名の割合)は 4.5 %であった。対象者の 46.9 %が自己申告による調査を選択し

た。システム入力の所要時間中央値は両回答方法共に 30 分以下であり、高齢になるとより長い時間を要する傾向があった。受容性に関する設問に「難しい」と回答した割合は、自己申告による調査で 6 割以上、調査員による聞き取り調査で 1 割程度であった。

【考察】

無作為抽出された対象者と研究母集団の特性が概ね一致していることから、AWARDJP の大規模疫学研究への応用可能性が示唆された。受容性に関するアンケート結果では、性、回答方法、年齢層による違いが大きいことが明らかとなった。

【結論】

A WARDJP を大規模疫学で応用するためには、ウェブ環境に慣れていない回答者が使用することも考慮した食品検索画面の改善の余地があることが明らかとなった。

2. 料理単位法を用いたウェブ 24 時間思い出し法による食事摂取量推定妥当性の検討

【方法】

40～74 歳までの男女 35 名を対象者とし、AWARDJP を用いて推定したエネルギー、たんぱく質、食塩相当量の各摂取量を、生体指標(二重標識水法、24 時間蓄尿法)算出値と比較した。両者の関連には Pearson の積率相関係数、一致性の評価にはブランドアルトマン分析を用いた。AWARDJP による食事評価として、ウェブ 24 時間思い出し法(24 時間思い出し法 4 回平均)と、回答方法別に自己申告による調査(自己申告 2 回平均)、調査員による聞き取り調査(調査員による聞き取り 2 回平均)を用いた。

【結果】

24時間思い出し法から推定された摂取量とそれぞれの摂取量を反映する生体指標算出値との相関係数は、エネルギー量 0.46、たんぱく質量 0.59、食塩相当量 0.28 であった。ブランドアルトマン分析による 24 時間思い出し法推定値と生体指標算出値の一致性の評価では、エネルギー量の差の平均は -14.8 kcal (95%信頼区間: -75.3 から 45.8 kcal)、たんぱく質量の差の平均は 9.6 g(95%信頼区間: 7.2 から 12.0 g)、食塩相当量の差の平均は 0.1 g (95%信頼区間: -0.2 から 0.5 g) であった。

回答方法別による 24 時間思い出し法から推定された摂取量と生体指標算出値との相関係数は、自己申告のエネルギー量 0.42、たんぱく質量 0.49、食塩相当量 0.18 であり、調査員による聞き取りのエネルギー量 0.41、たんぱく質量 0.60、食塩相当量 0.23 であった。

ブランドアルトマン分析では、自己申告の推定値と生体指標の算出値の一致性の評価では、エネルギー量の差の平均は -134.0 kcal (95%信頼区間: -195.4 から -72.5 kcal)、たんぱく質量の差の平均は 5.9 g(95%信頼区間: 3.2 から 8.7 g)、食塩相当量の差の平均は -0.2 g (95%信頼区間: -0.7 から 0.2 g) であり、調査員による聞き取りでは、エネルギー量の差の平均は 104.4 kcal (95%信頼区間: 32.1 から 176.8 kcal)、たんぱく質量の差の平均は 13.3 g(95%信頼区間: 10.8 から 15.8 g)、食塩相当量の差の平均は 0.5 g (95%信頼区間: 0.2 から 0.9 g) であった。

【考察】

24時間思い出し法から推定されたエネルギー量については、絶対値推定が妥当であることが確認された。たんぱく質摂取量は絶対値の推定が過大に評価されることから、結果の解釈には、今後さらなる検討が必要であることが明らかとなった。一方、食塩相当量では、24時間思い出し法と調査員による聞き取りで、それぞれ弱い正の相関がみら

れたことから、AWARDJP を用いた食塩相当量推定の可能性が示唆された。

【結論】

料理単位法を用いたウェブ 24 時間思い出し法により推定したエネルギー摂取量の妥当性が示唆された。

【総括】

料理単位法は対象者及び調査員の負担が軽いことから、調査実施が容易となるため、日本人の食生活様式に適した新たな食事評価法として期待されている。AWARDJPを用いた料理単位ウェブ24時間思い出し法を、大規模疫学研究で応用するための食事の曝露のうち、特にエネルギーについては正確な把握ができる可能性を有していることが明らかになった。さらに、料理単位ウェブ24時間思い出し法を大規模疫学研究で活用するためには、ウェブ環境に慣れていない回答者が使用することも考慮した食品検索画面の改善の余地があることが明らかとなった。

序文

食生活は生活習慣病等の疾患と深い関わりがあることから、食事の評価は、公衆衛生施策の様々な分野において重要である。しかし、食事摂取量を正確に測定することは容易ではなく、国内外に数多くある食事評価方法にはそれぞれ長所、短所がある。

疫学研究の食事調査法では「食物摂取頻度調査法(Food frequency questionnaires: FFQ)」が大規模なコホート研究において用いられてきた(Willett,2013)。しかし、食品単位で摂取頻度を回答する FFQ は、他の食事調査法と比較し測定精度が低いこと(Kipnis *et al.*,2003)、また、特に食品を組み合わせた料理の多い日本人の食事は、欧米諸国と比較して測定誤差が大きく、日本人集団を対象とした FFQ の妥当性は、欧米に比べ概ね低いことが懸念されている(Wakai,2009)。

国内の多くの調査・研究で用いられている「秤量による食事記録法」は、精度が高いものの、対象者の負担が大きいため、調査によって申告される食事内容や量が変わることが習慣的摂取量の把握の上で大きな短所である(Willett,2013; 高地等、2006)。一方「24時間思い出し法」は、調査員(面接者)が対象者の前日(過去 24 時間)の食事の内容を聞き取りによって想起させる方法(Willett,2013)であり、上述のような食事の変容を回避できるため、欧米の食事評価研究では標準的に用いられている。しかし、熟練した調査員が必要なこと、データ整理に時間がかかり、技術を要すること、食品成分表の精度に依存するなどの短所がある。

海外では、情報通信技術 (Information and Communication Technology : ICT)を用いた Web ベースの 24 時間思い出し法(ASA24; Slimani *et al.*,1999; Slimani *et al.*,2011; Park *et al.*,2015; Shin *et al.*,2014; Carter *et al.*,2015; Simpson *et al.*,2017; Oxford Web Q Questionnaire)が数多く開発されており、それぞれの国の言語や食事習慣に対応し、対象となる年齢層も異なる食事調査システムとして開発され、実現可能性の検証や妥当性の検討がなされている(Wark *et*

al.,2018; Foster *et al.*,2019; Greenwood *et al.*,2019)。Web ベースの 24 時間思い出し法は、近年の ICT 革新により回答の過誤を最小化できる標準化・自動化システムとして実現されており、FFQ の測定誤差補正などにも活用されている (Kaaks and Riboli, 1997)。

日本の大規模疫学研究においても、食事曝露と疾病のより正確な関係性を把握するために、日本人の食生活様式に適した新たな食事評価法を導入することが急務である (大内等、2017)。欧米諸国と比較し日本人の食事は複合料理が多く、その組み合わせが多様なため、食品単位での食事調査が困難である。食品単位ではない食事評価法として料理単位で行える「料理単位法」がある。これは、喫食した料理名を調査し、料理毎の代表的な摂取量による成分値からその栄養素摂取量を推定する方法で、食品や料理の個々の記録や計量を必要としない。そのため、対象者の負担を軽減することが可能である (高地等、2006)。先行研究では、料理単位での食事調査実施を目指して、既存の観察研究の秤量食事記録調査データ (5 研究、延べ 3,053 名) を用いた 4,085 種類の料理について標準的な食品構成のデータベース (料理 DB) を作成し (大内等、2017; 高地、2019; 石原、2014)、このデータベースの料理を単位として、24 時間思い出し法を実施するための「料理単位ウェブ食事調査システム (AWARDJP)」が開発された。これにより、日本の食生活様式でも回答がしやすく、自己入力による 24 時間思い出し法に基づく料理単位の食事調査が可能となり、実用化に向けた研究も行われている (大内等、2017)。さらに、24 時間思い出し法は、比較的妥当性の高い食事調査法として用いられており、前述の FFQ の測定誤差の最小化を期待できる (大内等、2017)。

本研究は、AWARDJP を日本の大規模疫学研究における FFQ の測定誤差の補正として活用することを目指し、料理単位のウェブ 24 時間思い出し法の大規模疫学研究での応用可能性と、食事摂取量推定の妥当性を検証することを目的とした。

1 章. 料理単位法を用いたウェブ 24 時間思い出し法の大規模疫学研究への応用可能性に関する検討

本章では、AWARDJP を用いた料理単位ウェブ 24 時間思い出し法を日本の大規模疫学研究における FFQ の測定誤差の補正として用いるために、「AWARDJP の大規模疫学研究への応用可能性」について検討をした。

次世代コホート研究 (Japan Public Health Center-based Prospective Study for the Next Generation: JPHC-NEXT Study) で使用されている FFQ と同じ形式のものを活用している国内の 4 つのコホート研究の参加者の一部を研究母集団とし、研究母集団から無作為抽出した対象者を本研究の研究対象者とした。

AWARDJP の大規模疫学研究への応用可能性について、研究母集団と研究対象者の回答率と回答者の特性を明らかにすること、さらに、研究対象者のウェブ 24 時間思い出し法の回答方法（ウェブを通じて自ら回答する調査又は電話による聞き取り調査）の違いによる対象者特性と受容性の差を明らかにすることの 2 つの観点から検討することを目的とした。

1. 方法

1-1.対象者

対象とするコホート研究は、JPHC-NEXT Study の佐久地域(佐久)、愛知職域コホート研究(愛知)、湯沢コホート研究(湯沢)、及び山形コホート研究のうち山形地域(山形)で、それらコホート研究参加者の一部(合計 21,537 名)を本研究の母集団とした。本研究では、ウェブ 24 時間思い出し法を、大規模疫学研究で応用することを最終的な目的としていることから、大規模コホート研究である JPHC-NEXT Study と共通の FFQ を用いている国内のコホート研究の一部を対象とし、それらのコホート集団において FFQ 測定誤差の補正に活用することを目指して対象集団を選定した。

募集対象者の抽出方法は、欧州国際大規模コホート(The European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition study: EPIC study)(Kaaks *et al.*,1995;Slimani *et al.*,2002;Rohrmann *et al.*,2014)で使用された抽出方法に基づいて計算され、コホート集団(21,537 名)の 8 %を無作為抽出することを計画した。この研究のサンプルサイズは、EPIC Study において地域毎の平均値及び個人の摂取量による食事-疾病関連の較差補正が可能として用いられた人数の全コホート対象者に対する割合であり、本研究の参加者数は EPIC Study の回答率(5-12 %)を参考に設計された。

JPHC-NEXT Study の佐久地域、愛知職域コホート研究、湯沢コホート研究は各コホート地域にて層化無作為抽出し、山形県コホート研究(山形市住民)のみアンケート回答者全員へ文書にて募集をした。

本研究では、本研究における母集団 21,537 名から無作為抽出等により 5,013 名が募集対象者として選定され、うち、参加表明の回答を得た 975 名(男性 471 名、女性 504 名)を研究対象者とした。本研究の受諾率(募集対象者 5,031 名から研究対象者 975 名の割合)は 19.4 %であり、回答率(研究母集団 21,537 名から研究対象者 975 名の割合)は 4.5 %であった。

JPHC-NEXT Study の佐久地域、愛知職域コホート研究、湯沢コホートは、独立した研究として、それぞれ国立がん研究センター、名古屋大学、新潟大学の各機関から倫理審査の承認を受けた。山形コホート研究は山形大学のコホート研究の一環として施設内倫理審査委員会によって承認された。さらに、本研究は、奈良女子大学及び相模女子大学の施設内倫理審査委員会によって承認された。参加者からは、AWARDJP を用いた食事調査への初回ログイン時、又は電話調査員から最初の質問を受けた際、調査参加の同意を得た。

1-2. データ収集

Figure 1 にデータ収集の流れを示した。2016年夏から2018年末に調査を実施した。食事調査が均等なデータとなるように4つの季節にグループ化され、募集対象者に、案内状到着後3週間以内に指定された2つの曜日のどちらか1日を選択するように依頼した。案内状には、AWARDJP を用いた食事調査の実施マニュアルと、参考資料として実物大の皿スケール図を同封した。また、食事調査の回答方法として、ウェブを通じて自ら回答する調査方法(以下自己申告)又は電話による聞き取り調査の方法(以下調査員による聞き取り)のうち、どちらか一方を選択できることを記載した。

AWARDJP 回答者の身体情報(年齢、身長、体重)に関するデータは、AWARDJP を用いた食事調査にて初回に表示される身体情報の設定から得られたデータを用いた。また、研究母集団、募集対象者の身体情報及び身体活動量(METs・時間/日)は、本研究の前に各コホートにおいて収集されたアンケート調査のデータを使用して得られた。

1-3. 調査項目

1-3-1. ウェブ 24 時間思い出し法による食事調査

回答方法は、自己申告又は調査員による聞き取りのうち、どちらかを対象者本人に選択させた。自己申告は、ウェブ上で募集案内に記載

した URL に対象者本人が自宅のインターネット環境からアクセスしてシステムを各自で操作し自己回答させた。ウェブ環境を有しない又はインターネットに慣れていない対象者には、調査申込書(予約・電話番号)の返送を依頼し、あらかじめ予約された日時に調査員による聞き取り調査を行った。調査員は、対象者にあらかじめ郵送した実物大の皿スケール図を使用して、ポーションサイズを聞き取り、システムに入力した。

本システムは 24 時間思い出し法に基づいており、コンピューターを用いた 24 時間思い出し法の標準的な手順として米国農務省(U.S. Department of Agriculture)により開発された Automated Multiple Pass Method(AMPM)を参考に作成した。

AWARDJP は日本人の食事形態に応用させた AMPM の手順に沿って食事摂取量の申告が行える設計となっている。AWARDJP を用いた食事調査は主に 6 つの過程、すなわち 1)食事入力日選択、2)食事場面入力、3)料理名選択、4)料理詳細入力、5)食事内容の確認、6)最終確認から構成された(Table 1)。

さらに、本システムは、日本人の観察研究データに基づいた料理の標準的な食材構成データベースを搭載している(石原等、2015)。このデータベースは我が国で実施された観察研究において収集された延べ 3,053 名の秤量法による食事調査を用いて、4,085 種類の料理の種類ごとに使用食材や量を平均化した標準的な料理から構成されている(大内等、2017;高地、2019;石原、2014)。

AWARDJP を用いた調査員による聞き取りは、調査員が電話で対象者に対し、前日の食事内容を聞き取りながら、その場でシステムを操作・入力する 24 時間思い出し法の手法を用いている。24 時間思い出し法は調査員の聞き取り能力によって結果に差が生じ得ることが指摘されており、研修(トレーニング)による調査方法の標準化が必要不可欠である(Wark *et al.*,2018)。そこで、本研究では、先行研究(大内等、2017)を参考に、電話による聞き取りの調査員に標準化されたトレーニ

ングを実施した。初めに調査員に対し、調査の目的・概要と、システムの操作方法を含む実施手順に関する説明を行った。調査員がそれぞれシステムの操作方法を確認後、具体事例を用いたロールプレイによる聞き取り・入力練習を行った。入力されたデータから推定された栄養素摂取量データのうち、エネルギー摂取量、カルシウム、食物繊維、食塩相当量の過誤率が全て 10 %未満であったものを合格とし、本調査における調査員とした。また、調査員による食事内容の聞き取りは、システム上の質問内容を基本に作成したマニュアルにより実施した。なお、AWARDJP は食事調査の途中で一旦保存し、改めてログインをして食事調査を継続することが可能であることをあらかじめ対象者に伝え、中断した場合も再開して完了するよう依頼した。

1-3-2. ウェブ 24 時間思い出し法の受容性に関するアンケート

食事調査が完了した後、ウェブ 24 時間思い出し法の受容性に関するアンケートへの回答を依頼した。アンケートは自己申告制で「食事調査の入力所要時間(調査員による聞き取り調査含む)」、「入力の簡便性」、「料理選択の簡便性」、「入力したい料理が選択肢におおよそ含まれていたか(含まれていなかった場合の入力方法)」、「食べた量を正確に伝えられたか(入力できたか)」の 5 つの項目が含まれていた。調査員による聞き取りの対象者に対して、電話調査員はウェブによる調査と同様の質問をした。また、「入力したい料理が選択肢におおよそ含まれていたか」「料理が選択肢にない場合の代替方法」については、電話調査員が参加者に代わって質問票に回答した(Table 2)。

1-4. 統計解析

回答を得た 975 名(男性 471 名、女性 504 名)を対象に解析を行った。対象コホートごとに、本調査における母集団、募集対象者、対象者(AWARDJP 回答者)の年齢、身長、体重、BMI(Body Mass Index)、身体活動量(METs・時/日)の平均値と標準偏差を算出した。対象者に

ついて、コホート地域別、回答方法別に層別化し、性別、年齢階級、再依頼必要者、調査日数、回答曜日(平日と週末)、依頼曜日に応答した数、回答季節の人数分布と百分率を算出した。

ウェブ 24 時間思い出し法の受容性に関するアンケートは、食事調査終了後に実施したアンケートの回答を解析に用いた。「食事調査入力所要時間」は、性別、年齢階級ごとに回答方法別の中央値、四分位、最小値、最大値を算出し、マンホイットニーU検定を用いて回答方法による差を評価した。年齢階級別の食事調査入力所要時間の割合を性別、回答方法別に算出した。

「入力の簡便性」、「料理選択の簡便性」、「入力したい料理が選択肢におおよそ含まれていたか」、「食べた量を正確に伝えられたか」に関する項目は、年齢階級、回答方法別に人数分布と百分率を算出した。アンケート項目と回答方法の関連性については、 χ^2 検定を用いて p 値を求めた。フィッシャーの直接確率検定(直接法)は、期待値が 5 未満のセルの数が全体の 20 %を超えた場合に使用した。有意水準は 5 % (両側検定)とした。データ解析には、SAS (version 9.4)を用いた。なお、欠損値は項目ごとに除外した。

2. 結果

本調査における母集団、募集対象者、対象者(AWARDJP 回答者)の特性を Table 3 に示した。母集団 21,537 名から、5,013 名が無作為抽出等で選出され、郵送にて募集をし、研究参加に同意をした 975 名を研究対象者とした(研究母集団からの回答率 4.5 %、募集対象者からの受諾率 19.4 %)。

AWARDJP を用いたウェブ 24 時間思い出し法回答者と研究母集団の平均年齢は、佐久で 62.0 歳と 59.1 歳、愛知で 50.3 歳と 51.1 歳、湯沢で 58.7 歳と 59.1 歳、山形で 68.0 歳と 66.2 歳であった。回答者と研究母集団の特性は年齢、BMI、身体活動量において概ね一致していた。

AWARDJP 回答者(対象者)の回答状況を Table 4 に示した。回答状況は、自己申告 457 名(46.9 %)、調査員による聞き取り 518 名(53.1 %)であった。地域別では、愛知で 94.4 %が自己申告を選択、山形で 81.7 %が調査員による聞き取りを選択、佐久と湯沢は自己申告と調査員による聞き取りが概ね半々であり、地域による回答方法の選択性に違いがみられた。性別、年齢層ごとにみると男性は自己申告、女性は調査員による聞き取りを選択した者が多く、自己申告と比較し調査員による聞き取りの平均年齢が高かった。実施曜日、季節は概ね均等な分布となった。

ウェブ 24 時間思い出し法の所要時間の中央値(四分位)は、男性の自己申告で 20(15-30)分、調査員による聞き取りで 25(21-31)分であり、女性では、自己申告 30(20-40)分、調査員による聞き取り 28(23-35)分であった。性別では男性と比べ女性の所要時間が長くかかる傾向があった。さらに、年齢層別では自己申告において年齢が高くなるほど所要時間が長かった(Table 5)。さらに、自己申告では男女共に 70 代以降で所要時間が 50 分を超える者の割合が 40 %以上であった(Figure 2)。

ウェブ 24 時間思い出し法の受容性に関するアンケートでは、「本システムを用いた食事調査についてどのように感じましたか(入力の簡便性)」の設問に、「やや難しい」又は「難しい」と回答した者の割合は、

自己申告で 60 % 以上、調査員による聞き取りで 10 % 程度だった。入力(回答)の簡便性に関する具体的な回答として、自己申告で最も多かったのは「料理名選択」で約 70 %、次いで「料理詳細入力」で 60 % 以上であった。さらに、自己申告では男女共年齢層が高くなるごとに、「やや難しい」又は「難しい」と回答する者の割合が高くなる傾向がみられた(Table 6-1、6-2)。また、入力(回答)の簡便性に関する具体的な回答を性別で比較したところ、自己申告で「料理詳細入力」、調査員による聞き取りで「料理名選択」に有意な差がみられたが、年齢層別による有意差はなかった(Table 7-1、7-2)。

3. 考察

本研究では研究母集団から募集対象者を無作為抽出し(一部、悉皆)、そのうち 19.4 %の受諾を得た(母集団からの回答率は 4.5 %)。対象者(AWARDJP 回答者)のうち、半数以上が調査員による聞き取りを希望したことから、特に中高年や高齢者の集団において、ウェブベースの食事調査を行うことへの親和性がいまだ低いことが明らかになった。

ウェブ 24 時間思い出し法の受容性に関するアンケートでは、調査員による聞き取りより自己申告、男性より女性、さらに年齢が高くなるにしたがって所要時間が長くなる傾向がみられた。入力(回答)の簡便性では、難しいと回答した者の割合は男女とも全年齢層で自己申告の方が多く、年齢が高くなるにしたがってその割合も大きくなった。本方法の受容性は、性別、年齢層別による違いがあることが明らかとなった。課題としては、料理名の選択があったことから、料理 DB の拡充が必要である一方、料理検索が煩雑にならないように検討する必要がある。

日本では栄養教育ツールの基礎資料を得ることを目的としたウェブ食事調査システム(山内等、2006)をはじめとして、他にも開発されたシステム(Matsuzaki *et al.*,2017;Shinozaki and Murakami,2020;Sato *et al.*,2021)があるが、大規模疫学研究への利用は検討されていない。本システムでは秤量法による食事調査で得られた料理から構成される料理 DB を搭載しており、料理単位での 24 時間思い出し法による食事調査が可能である。我々の知る限り大規模疫学研究への活用を視野に入れたウェブベースの 24 時間思い出し法実施を目的として開発されたのは本システムが初めてである。

本研究の回答率は 4.5 %で、参考とした先行研究である EPIC Study の回答率 8 % (5-12 %の平均)にはやや及ばなかったものの、無作為抽出された対象者と研究母集団の特性は概ね一致したことから、ウェブ 24 時間思い出し法を FFQ の較差補正として用いることの可能性が示唆された。しかし、今後、FFQ の較差補正の研究を実施する際には、目

標回答率を得ることの難しさを考慮した募集対象者数を設定する必要があること、さらに、ウェブ環境に慣れていない回答者が使用することも考慮した食品検索画面の改善の余地があることが明らかとなった。

2章. 料理単位法を用いたウェブ24時間思い出し法による食事摂取量推定妥当性の検討

本章では、料理単位法を用いたウェブ24時間思い出し法より推定されたエネルギー量および栄養素摂取量を生体由来の算出値である生体指標(バイオマーカー)と比較することにより、集団における食事摂取量推定の妥当性を検証することを目的とした。エネルギー摂取量の指標として二重標識水によるエネルギー消費量推定値を、たんぱく質、食塩相当量推定については、24時間蓄尿中の尿素窒素およびナトリウム量を用いて摂取量を推定した。

1. 方法

1-1. 対象者

神奈川県近郊および愛媛県大洲市周辺地域在住の40～74歳35名(男性16名、女性19名)を対象者とした。参加条件は①調査会場への2回の来場(ベースラインおよび16日目)ができる、②エネルギー代謝に影響する疾病(甲状腺疾患、糖尿病など)を有しない、③水分代謝に影響する疾患及び投薬がない、④降圧剤服薬がない、⑤40歳以上75歳未満、⑥妊娠・授乳中でない、⑦調査期間前2週間及び調査期間中の2週間に通常の居住地以外で3泊以上の宿泊する予定がない又は海外からの帰国者でない、⑧食事療法、又は減量を行っていない、⑨調査期間中、自宅電話か携帯電話で連絡がとれる、⑩調査初日が生理中でない者(女性のみ)の全10項目であった。

研究実施に際しては、麻布大学、愛媛大学、奈良女子大学、東京農業大学、国立がん研究センターの倫理審査委員会に、人を対象とする医学系研究に関する倫理指針(平成26年12月22日、平成29年2月28日一部改正、文部科学省、厚生労働省)に沿って作成した研究計画書を提出し、承認を得た上で研究を開始した。対象者には調査会にて、研究内容を十分に説明し、同意書に署名を得てから実施した。

1-2. データ収集

研究の流れを Figure 3 に示した。2019 年 8 月～2021 年 10 月の各 16 日間を主研究の期間として実施した。研究対象地域(神奈川県近郊および愛媛県大洲市)にて、参加要項、条件を記載したチラシの掲示、ウェブページや SNS を通じて募集を行った。参加希望者にはメール又は電話にて適格条件のスクリーニングを行った。対象者は、調査 1 日目に調査会場にて研究の十分な説明を行い、同意を得た上で、問診、身長・体重測定、二重標識水法のベースライン尿の採尿、二重標識水の投与を行った。さらに、AWARDJP による食事調査の説明を受けた後、調査会場内で食事調査(自己申告)を実施した。対象者には調査期間中、通常通りの食事をするように依頼をした。その後、調査 2～15 日目は自宅にて通常の生活を続けながら、8 回の採尿を実施した。加えて、指定された日程に食事調査(調査員による聞き取り)を 2 回、24 時間蓄尿を 2 回実施した。調査 16 日目に再び調査会場にて、問診、DLW 採尿、採尿サンプルの回収、体重測定、さらに食事調査(自己申告)を実施した。

1-3. 調査項目

1-3-1. 身体計測

調査開始前の体重は調査 1 日目である調査会 1 回目二重標識水投与日の早朝空腹時に、調査期間後の体重は調査 16 日目である調査会 2 回目の早朝空腹時に測定した。身体測定は、軽装でデジタル体重計(HBF-212、オムロン、京都)を用いて 0.1 kg まで計測し、その後衣類の重量 0.5 kg を差し引いた。身長は、調査会 1 回目に身長計(SECA213、(株)SECA)を用いて、0.1 cm まで計測した。

1-3-2. ウェブ 24 時間思い出し法による食事調査摂取量推定

ウェブ 24 時間思い出し法は、AWARDJP を用いた食事調査として、自己申告と調査員による聞き取りの 2 つの回答方法を用いて実施し

た。(詳細は第1章 1-3-1 参照)。自己申告は、平日分と休日分の食事調査として各1回、調査会来場時に実施した。調査員による聞き取りは、平日分と休日分の食事調査として各1回、指定された調査日に自宅で実施した。

前述の通り、AWARDJP では 1)食事入力日選択、2)食事場面入力、3)料理名選択、4)料理詳細入力、5) 食事内容の確認、6)最終確認の6つの過程で構成されている。3)の過程では料理 DB 上にある料理から選択し、4)の詳細入力で、喫食した量に該当するポーションサイズの倍率を入力する仕様となっており、さらに、料理 DB の食品構成を確認して、本人が喫食した料理の内容と食材の種類や量が異なる場合は修正が可能とした。食品摂取量算出は、料理 DB の食品構成に変更がない場合は、DB にある構成食品毎の重量にポーションサイズ倍率を乗じて算出し、対象者によって変更された場合は置き換え算出した。エネルギー及び栄養素摂取量については、食品コードを成分表の食品コードと紐づけた上で、各成分値(100 g 当たり)に摂取量を乗じて 100 で除して算出した。成分表は七訂日本食品標準成分表 2015 年版(参考文献)を用いた。

1-3-3. 生体試料の収集および生体指標の測定・摂取量推定

1) 二重標識水法(Doubly Labeled Water : DLW)

エネルギー摂取量推定妥当性検証には、二重標識水法を用いた。二重標識水法は、安定同位体を含んだ水(DLW)を経口投与し、その排泄量の減衰率から総エネルギー消費量(Total energy expenditure : TEE)を推定する方法である。体重が一定の期間においては、TEE はエネルギー摂取量と一致すると仮定し、TEE を代理指標として、総エネルギー摂取量の推定を検証するものである(高田等、2011)。

対象者は 10 %¹⁸O(大陽日酸東京)と 99.9 %²H(Cambridge Isotope Laboratories, Inc., USA)を混合した液により、体重 1 kg あたり 0.14 g の ¹⁸O と 0.06 g の ²H を経口摂取した。採尿は DLW 投与前(調査1日

目)及び投与翌日から調査 2、3、4、8、9、14、15、16 日目の計 9 日間、採尿条件を守り採尿し、採尿後のサンプルは回収まで冷暗所にて保存するよう依頼した(回収は調査 8 日目と 16 日目の 2 回に分けて実施)。採尿条件は、①早朝第 2 尿以降、②同じ時間に採尿(10 分以内のほぼ同時刻)、③採尿時間記載(採尿記録票)、④各排尿 10 ml×2 本ずつとる、⑤食後は 30 分以上あける、⑥激しい運動後は避ける、⑦採尿と 1 回前の尿との間隔をあけない(4 時間以内が目安)とした。

回収したサンプルは密閉した状態で冷凍保存(-80 °C)し、その後、9 つのサンプルの中からベースライン・2 日目・3 日目・15 日目・16 日目の 5 サンプルを用いた。¹⁸O と ²H の測定は東邦酸素工業株式会社に委託した。ただし、5 サンプルが、採尿条件から外れた場合は、4 日目を 2 又は 3 日目の代替予備、8-9 日目を 15-16 日目の代替予備、14 日目を 15 又は 16 日の予備とした。本研究の DLW 測定は、高田らの先行研究事例を参考とし(高田等、2011)、食事調査との独立性を保つため、調査時期と同年度に実施された国民健康・栄養調査結果(厚生労働省：令和元年厚生労働省、国民健康・栄養調査報告 2021)より、Black *et al.*の式(1986)に基づいて食物商(Food quotient: FQ)を計算し、本研究の調査時期と対象者の年代にあわせて加重平均を求めた 0.872 を FQ として、Weir の式(1949)により総エネルギー消費量(TEE)を計算した。さらに、体重変化からエネルギーの摂取不足または摂取過剰分を補正するために、以下の式を用いてエネルギー消費量の補正を行った(Saltzman and Roberts,1995)。調査前及び調査後の体重変化量から 1 日あたりの体重変化量を求め、体重変化の 3/4 を体脂肪と仮定し、1g あたりのエネルギー量を 7kcal/day とした(Forbes, 1987)。

1 日の体重補正済エネルギー消費量(Calculated total energy expenditure:cTEE)(kcal/日)計算式：

$$cTEE(kcal/日)=TEE(kcal)+(調査後体重(g)-調査前体重(g))/16\times 7$$

2) 24 時間蓄尿法

24 時間尿比例採取器ユリンメート®P(住友ベークライト(株)、東京)を用いた。食事調査日(調査 8 日目と 16 日目)の前日を 24 時間蓄尿の実施日とし、対象者は 2 週間の期間内に平日 1 回と休日 1 回の計 2 回(調査 7 日目、15 日目)に 24 時間蓄尿を実施した。1 日分の蓄尿として、起床後第 2 回目尿(第 2 尿)から翌日の起床後第 1 回目尿までの尿を全てユリンメート P に蓄尿するように依頼した。蓄尿日当日は、ユリンメート P を専用箱に収納の上、冷暗所にて保管後、翌日回収をした。さらに、蓄尿記録票に、毎回の蓄尿時間、蓄尿量、採尿操作であるコックのひねり忘れのチェック、蓄尿の際尿漏れがなかったかの確認、特記事項は備考に記載するよう依頼し、回収時に確認をした。

試料の分析は、株式会社江東微生物研究所、株式会社四国中研に委託し、尿素窒素およびナトリウムの濃度を測定した。24 時間蓄尿法より、随時尿素窒素を用いてたんぱく質バイオマーカー(Protein biomarker : PBM)は尿素窒素から、及び食塩相当量バイオマーカー(Salt equivalent biomarker : SEBM)はナトリウム排泄量から食塩摂取量に換算し、以下の計算式を用いて算出した(伊藤と佐々木、2020; Tochikubo *et al.*,1983; Cohall *et al.*,2013)。

1 日のたんぱく質量 : PBM(g/日)計算式 :

$$\text{PBM(g/日)} = \text{尿素窒素排泄量(g)} / 0.81 \times 6.25$$

1 日の食塩相当量 : SEBM(g/日)計算式 :

$$\text{SEBM(g/日)} = 24\text{h 採尿量}(\ell) \times \text{随時ナトリウム量(mEq/\ell)} \times 23/1000/1000 \times 2.54$$

1-4. 統計解析

参加同意を得た 35 名(男性 16 名、女性 19 名)を対象に解析を行った。エネルギー量の解析は全対象者 35 名を、たんぱく質と食塩相当量の解析では、24 時間蓄尿において 2 回以上の取り忘れのあった 2 名、

記録値と蓄尿量が明らかに異なる 1 名の計 3 名を解析から除外し解析を行った。対象者の体重変化量は範囲で示した。年齢層、BMI、学歴、喫煙歴は男女別に人数と割合を算出した。BMI は日本肥満学会の基準を参考に分類した。

解析はウェブ 24 時間思い出し法 4 日間の平均値(以下、24 時間思い出し法)に加え、回答方法別の層別解析、すなわち自己申告による調査 2 日間平均値(以下、自己申告)、調査員による聞き取り調査 2 日間平均値(以下、調査員による聞き取り)を行った。DLW 法より求めた cTEE を生体指標として、24 時間思い出し法から推定されたエネルギー摂取量の平均、標準偏差、四分位数を算出し、さらに回答方法別(自己申告による調査 2 回平均、調査員による聞き取り調査 2 回平均)も算出した。24 時間蓄尿法から求めた PBM と SEBM を生体指標として、24 時間思い出し法及び回答方法別に推定されたたんぱく質摂取量と食塩相当量を上述と同様に算出した。

ウェブ 24 時間思い出し法推定値と生体指標算出値間の Pearson の積率相関係数を求めた。たんぱく質量と食塩相当量は正規分布を示さなかったため、対数変換し解析に用いた。相関係数は 24 時間思い出し法の解析後、回答方法別(自己申告、調査員による聞き取り)に層別解析を行った。相関係数については、食事調査法の妥当性を検討した先行研究の判断基準(Matsuzaki *et al.*,2017)を基に、0.2 以下を無相関、0.2 以上~0.4 未満を弱い相関、0.4 以上~0.7 未満を中程度の相関、0.7 以上を強い相関があると定義した。有意水準は 5 % (両側検定)とした。

さらに、ブランドアルトマン分析(Bland-Altman analysis)を用い、ウェブ 24 時間思い出し法による推定値と生体指標による算出値を比較し、系統誤差(過大または過少評価)の検討をした(下井、2011; Bland and Altman,1986; Giavarina,2015)。たんぱく質と食塩相当量は対数を用いて解析をおこなったが、結果に顕著な変化がみられなかったため粗値を用いて示した。分析には、SASver9.4 (SAS Institute inc. Cary, NC, USA.)を使用した。

2. 結果

Table 8 に対象者特性を示した。年齢層別割合では、40代男性 37.5 %、女性 31.6 %、50代男性 25.0 %、女性 21.1 %、60代男性 25.0 %、女性 26.3 %、70代男性 12.5 %、女性 21.1 %であった。調査期間 16 日間の体重変動は、男性 $-1.0 \sim 0.3$ kg ($p=0.063$)、女性 $-0.8 \sim 1.6$ kg ($p=0.509$)で、変化は有意ではなかった。1 kg以上の体重減少者が男性 1名、0.5 kg以上 1 kg未満の体重減少者が男性 4名、女性 5名、0.5 kg以上 1 kg未満の体重増加者は女性 2名、1 kg以上の体重増加者は女性 2名であった。BMI は日本肥満学会の基準によるやせに該当である 18.5 kg/m²未満は女性 4名(21.1 %)、肥満に該当する 25 kg/m²以上は男性 5名(31.3 %)、 30 kg/m²以上はいなかった。その他の対象者はいずれも普通体重とされる $18.5 \sim 24.9$ kg/m²の範囲内であった。

生体指標により算出されたエネルギー量、栄養素摂取量とウェブ 24 時間思い出し法からの推定値を Table 9 に示した。生体指標である DLW 法から算出された体重補正済総エネルギー摂取量は 2,262 kcal であった。24 時間思い出し法により推定されたエネルギー摂取量の全 4 回平均値は 2,248 kcal、自己申告は 2,128 kcal、調査員による聞き取りは 2,367 kcal であり、回答方法別に比較すると、調査員による聞き取りが最も高く、自己申告が最も低かった。同じく生体指標である 24 時間蓄尿から算出されたたんぱく質、食塩相当量とウェブ 24 時間思い出し法による推定値の回答方法別結果を比較したところ、調査員による聞き取りが最も高く、自己申告が最も低い値であった。性別で層別した結果においても、男女ともエネルギー量、たんぱく質量で自己申告が最も低い値であった。

24 時間思い出し法から推定されたエネルギー、栄養素摂取量と各生体指標による算出値の分布を Figure 4 に示した。生体指標算出値とエネルギー推定値間の相関係数は 0.46 ($p=0.005$)、たんぱく質推定値間の相関係数は 0.59 ($p<0.001$)であり、共に中程度の正の相関がみられ

た。食塩相当量間の相関係数は $0.28(p=0.118)$ であり弱い正の相関がみられた。次に、ウェブ 24 時間思い出し法を回答方法別に層別化したところ、自己申告 (Figure 5)、調査員による聞き取り (Figure 6) においても、エネルギー摂取量、たんぱく質摂取量で、推定値と各生体指標算出値との間にそれぞれ中程度の正の相関を示す一方、食塩相当量は無相関～弱い正の相関がみられた。

24 時間思い出し法推定値と各生体指標算出値のブランドアルトマン分析の結果を Figure 7 に示した。24 時間思い出し法の推定エネルギー摂取量と生体指標のエネルギー消費量の差の平均は -14.8 kcal (95% 信頼区間: $-75.3 \sim 45.8$ kcal) で系統誤差はみられなかった。たんぱく質摂取量の差の平均は 9.6 g (95% 信頼区間: $7.2 \sim 12.0$ g) で過大評価がみられた。食塩相当量の差の平均は 0.1 g (95% 信頼区間: $-0.2 \sim 0.5$ g) で系統誤差はみられなかった。次に、ウェブ 24 時間思い出し法を回答方法別に層別化し、自己申告の結果を Figure 8 に示した。自己申告と生体指標のエネルギー消費量の差の平均は -134.0 kcal (95% 信頼区間: -195.4 から -72.5 kcal) で過小評価、たんぱく質摂取量の差の平均は 5.9 g (95% 信頼区間: 3.2 から 8.7 g) で過大評価があり、食塩相当量の差の平均は -0.2 g (95% 信頼区間: -0.7 から 0.2 g) で系統誤差はみられなかった。さらに、調査員による聞き取りの結果を Figure 9 に示した。調査員による聞き取りと生体指標では、エネルギー消費量の差の平均は 104.4 kcal (95% 信頼区間: 32.1 から 176.8 kcal)、たんぱく質摂取量の差の平均は 13.3 g (95% 信頼区間: 10.8 から 15.8 g)、食塩相当量の差の平均は 0.5 g (95% 信頼区間: 0.2 から 0.9 g) であり、すべてにおいて過大評価がみられた。

3. 考察

本研究は、生体指標から算出されたエネルギー消費量、たんぱく質摂取量及び食塩相当量を、料理単位法を用いたウェブ24時間思い出し法(全4回平均値、自己申告による調査2回平均、調査員による聞き取り調査2回平均)から推定したエネルギー摂取量、たんぱく質摂取量、食塩相当量と比較し、摂取量推定の妥当性を検討した。

24時間思い出し法(全4回平均値)と各生体指標の比較では、エネルギー量で2,248 kcal、2,262 kcalであり概ね一致する結果であった。たんぱく質量では85.7 g、74.3 gであり24時間思い出し法の平均値が高かった。食塩相当量では9.9 g、9.6 gであり24時間思い出し法の値がわずかに高かった。回答方法別の比較では、エネルギー量、たんぱく質量、食塩相当量全ての結果において、自己申告の値が最も低かった。本研究と同じ食事調査法を、自己申告と電話による聞き取りを用いて比較した先行研究(Wark *et al.*,2018)では、自己申告による結果が低いことを報告しており、本研究と同様の結果であった。さらに先行研究では、インターネットを用いた食事調査の潜在的な課題として、高齢者より若者、教育水準が高い人や収入の多い人に受け入れやすいことを挙げており、本研究第1章AWRDJPの応用可能性の課題とした「ウェブ環境に慣れていない回答者へのサポートの必要性」と同様の課題点があることが明らかとなった。

本研究における24時間思い出し法による推定エネルギー摂取量(4回平均、自己申告、調査員による聞き取り)と生体指標算出値間に正の関連がみられた($r=0.46$ 、 $r=0.42$ 、 $r=0.41$)。先行研究(Foster *et al.*,2019)では、DLW法を用いたオンラインでの24時間思い出し法による摂取量推定の妥当性を検討したところ中程度の正の相関($r=0.42$)であったことを報告しており、本研究と概ね同様の結果だった。同様に、推定たんぱく質摂取量と生体指標算出値間にも正の相関がみられた($r=0.59$ 、 $r=0.49$ 、 $r=0.60$)。先行研究(Greenwood *et al.*,2019; Shai *et al.*,2005; Wark *et al.*,2018; Yuan *et al.*,2018)では、24時間蓄尿法を用い

たオンラインでの 24 時間思い出し法による摂取量推定の妥当性を検討した結果、弱い～中程度の正の相関($r=0.25\sim 0.68$)であったことが報告され、本研究結果は先行研究と比較し、概ね同様な結果であった。しかし、食塩相当量と生体指標算出値間は無相関～弱い正の相関がみられた($r=0.28$ 、 $r=0.18$ 、 $r=0.23$)。食塩相当量に関する先行研究 (Wark *et al.*,2018; Yuan *et al.*,2018)でも、弱い正の相関($r=0.23\sim 0.37$)であったことが報告されており、本研究結果は先行研究と比較しても低い相関であることが明らかとなった。

ブランドアルトマン分析を用いた 24 時間思い出し法と各生体指標との比較では、24 時間思い出し法から推定されたエネルギー量と食塩相当量には系統誤差は存在しなかったが、たんぱく質は過大評価の傾向があった。Wark *et al.* (2018)は、24 時間思い出し法推定値と生体指標算出値の一致性を評価したところ、たんぱく質量、食塩相当量には過小評価の傾向があったことを報告しており、本研究結果とは異なる結果であった。

ウェブ 24 時間思い出し法回答方法別平均値と各生体指標との比較では、エネルギー量、たんぱく質量、食塩相当量全てにおいて、調査員による聞き取りの値が最も高かった。特にたんぱく質では、その傾向が顕著であった。生体指標と回答方法別ウェブ 24 時間思い出し法から推定されたエネルギー量、たんぱく質摂取量の間には共に中程度の正の相関がみられたが、食塩相当量は無相関であり、24 時間思い出し法(全 4 回平均値)と同様の傾向であった。ブランドアルトマン分析を用いた回答方法別ウェブ 24 時間思い出し法と各生体指標との比較では、エネルギー量において、自己申告で過小評価、調査員による聞き取りで過大評価であった。たんぱく質量は、両回答方法において過大評価であった。食塩相当量では、自己申告では系統誤差なし、調査員による聞き取りで過大評価であった。回答方法別ウェブ 24 時間思い出し法では、自己申告、調査員による聞き取りの結果において過大・過小評価傾向があることが明らかとなった。

本研究結果より、ウェブ 24 時間思い出し法より推定されたエネルギー摂取量に関しては、生体指標算出値間の相関係数が類似の妥当性研究と近似していることや、一致性の評価で系統誤差がみられなかったことよりエネルギー推定摂取量が妥当であることが示唆された。推定されたたんぱく質摂取量は、生体指標算出値間との相関係数は類似の先行研究と近似していたものの、一致性の評価では過大評価がみられたことから、今後の検討課題であることが明らかとなった。一方、食塩相当量では、生体指標と 24 時間思い出し法と調査員による聞き取りで弱い正の相関がみられたことから AWARDJP を用いた食塩相当量の推定の可能性が示され、サンプル数を増やした研究を実施することの重要性が示唆された。しかし、自己申告の結果は無相関であったことから、本研究における 24 時間思い出し法では、自己申告の結果のみを用いた食塩相当量推定は難しいことが明らかとなった。

さらに、本研究における調査員による聞き取りにおいては、エネルギー消費量、たんぱく質摂取量、食塩相当量で一致性の評価による過大評価がみられた。生体指標を比較対象とした 24 時間思い出し法や秤量による食事評価法の推定精度や妥当性を検討した先行研究では、多くの場合、食事評価による推定エネルギー摂取量、たんぱく質摂取量、食塩相当量が過小に評価することが報告されており、過小評価となる要因については、性別、年齢、人種、肥満の程度、食事制限経験の有無、収入、調査への意欲、容姿への概念などが挙げられている(高田等、2001; Hill and Davies., 2001)。特に肥満の被検者の食事評価では、痩せたい、痩せて見られないという意識的及び無意識的な過少報告の可能性があることを報告している(Lissner et al., 2007; Karelis et al., 2010; Johansson et al., 1998; Murakami and Livingstone., 2015)。本研究におけるウェブ 24 時間思い出し法と各生体指標との一致性の評価では、エネルギー摂取量については系統誤差のない良好な結果を示した一方、たんぱく質摂取量では 4 回平均、両回答方法で過大評価となり、過小評価を報告している先行研究とは異なる結果となった。

本研究の長所として以下の点が挙げられる。妥当性研究に推奨されている生体指標を用いて実施していること、対象者の性別、年齢層が均等に収集できたこと、募集の際に参加基準が厳しいことや調査項目が多いことを伝えた上で参加表明をした健康意識の高い集団であったため、負担の重い調査にもかかわらず、本研究での途中脱落者がなかったことである。

一方、本研究の限界として以下の3つが挙げられる。1つ目として、本研究の対象者は、一般的な対象者よりも健康意識の高い集団のため食事評価の推定精度が良い可能性がある。2つ目として、食事調査日を事前に設定し対象者に調査依頼をしていることから普段の食事内容が変容している可能性がある。3つ目として、AWARDJPによる食事摂取量推定値が過大・過小大評価となった原因を本研究で明らかにすることは難しく、今後、本システムを用いた食事調査を実施する際には、回答方法、性別、年齢、人種、肥満の程度、食事制限経験の有無、収入、調査への意欲、容姿への概念、痩せたい、痩せて見られないという意識が、誤差となる可能性について考慮する必要がある。そのため、結果の解釈をする際には、上記限界の留意が必要である。

まとめ

本研究では、第1章として「料理単位法を用いたウェブ24時間思い出し法の大規模疫学研究への応用可能性に関する検討」、第2章として「料理単位法を用いたウェブ24時間思い出し法の食事摂取量の推定妥当性について、生体指標を比較基準とした検討」を行った。

応用可能性に関する検討では、FFQの測定誤差の補正に必要な回答率を得ることの難しさが明らかになった。しかし、無作為抽出した対象者の特性は母集団と概ね一致したことから、AWARDJPをFFQの測定誤差の補正として用いることの可能性が示唆された。ウェブ24時間思い出し法の受容性に関するアンケート結果から明らかとなった食事調査システムの所要時間では、調査員による聞き取りより自己申告、男性より女性、さらに年齢が高くなるに従って時間が長くかかる傾向がみられた。システムの簡便性についての設問では、「難しい」と回答した割合は男女とも全年齢層で、自己申告が高く、年齢が高くなるに従ってその割合も大きくなった。システムの受容性に関するアンケートから、食事調査システムの受容性、つまり回答のしやすさについては、回答方法、性別、年齢層別による違いがあるということが明らかとなった。システムの課題点として、「料理名の選択」が挙げられたことから、料理データベースの拡充が必要であることが考察される。一方、料理データベースを拡充することにより料理検索が煩雑にならないように慎重に検討する必要がある。

妥当性の検討では、料理単位法から推定されたエネルギー量については、絶対値推定が妥当であることが確認された。たんぱく質摂取量は絶対値の推定は過大に評価されることから、結果の解釈には、さらなる検討が必要であることが示唆された。一方、食塩相当量では、特に調査員による聞き取りにおいてAWARDJPを用いた食塩相当量推定を活用できる可能性が示され、今後、サンプル数を増やした研究を実施することの重要性が示唆された。

結論として、料理単位ウェブ24時間思い出し法を大規模疫学研究で

応用するためには、目標回答率を得るための募集対象者設定や、ウェブ環境に慣れていない回答者が使用することも考慮した食品検索画面の改善の余地があることが明らかとなった。AWARDJPを用いた料理単位ウェブ24時間思い出し法を、大規模疫学研究で応用することにより、食事の曝露のうち、特にエネルギーについては正確な把握ができる可能性を有していることが示唆された。料理単位法は対象者及び調査員の負担が軽いことから、調査実施が容易となるため、日本人の食生活様式に適した新たな食事評価法として期待されている。食事曝露情報の把握を目的として料理単位ウェブ24時間思い出し法を利用することにより、食事曝露と疾病のより正確な関係性の把握につながる可能性を有していることから、今後さらなる検討を展開する必要があると考えられる。

本論文の一部は、以下に公表した。

Hose, Yoshie *et al.* Applicability of a Web-based 24-hour Dietary Recall Tool for Japanese Populations in Large-scale Epidemiological Studies. *Journal of Epidemiology*.

謝辞

論文を執筆するにあたり、終始温かい励ましと丁寧な御指導を賜りました麻布大学大学院環境保健学研究科 石原淳子教授に心より感謝申し上げます。また、本論文に対して終始ご助言賜りました同学生命・環境科学部食品生命科学科 食のデータサイエンス研究室 小手森綾香助教、中舘美佐子特任助教、鬼頭久美子非常勤講師、食品栄養学研究室 山本純平講師に深謝いたします。さらに本論文について、貴重なご助言を賜りました同学環境保健学研究科 良永裕子教授、稲葉一穂教授に深くお礼申し上げます。

本研究の実施に際して、奈良女子大学生生活環境学部食物栄養学科 高地リベカ教授、愛媛大学大学院農学研究科生命機能学専攻 丸山広達准教授、東京農業大学応用生物科学部栄養科学科 高田和子教授、大阪大学医学部付属病院 AI 医療センター 川崎良特任教授、愛媛大学社会共創学部 山本直史准教授、新潟大学医歯学総合病院 田中純太特任教授、名古屋大学医学系研究科、藤田医科大学医学部 八谷寛教授、名古屋学芸大学健康・栄養研究所 青山温子教授、名古屋大学医学系研究科江啓発講師、山形大学医学部 今田恒夫教授、山形大学医学部 嘉山孝正名誉教授、山形大学医学部 上野義之教授、国立研究開発法人国立がん研究センターがん対策研究所 井上真奈美部長、同がん対策研究所 澤田典絵室長、国立研究開発法人国立がん研究センター社会と健康研究センター社会と健康研究センター、国立健康・栄養研究所 津金昌一郎所長に多大なるご指導ご支援を頂きましたこと、心より御礼申し上げます。

本研究、及び調査期間に際してご支援頂きました、奈良女子大学生生活環境科学系 丸谷幸子助教、奈良女子大学公衆栄養学研究室 伊藤由希子様、愛媛大学大地域健康栄養学研究室 宮崎さおり様、石橋由佳様、猪川聡美様に深く感謝申し上げます。

最後に本研究の遂行には、同学生命・環境科学部食品生命科学科食のデータサイエンス研究室の日野瑞紀様、皆川奈津子様、4年生の家坂

卓至様、市川貴大様、栗田大夢様、早苗洋佑様、山崎綾様(2021年度学部生)、卒業生の尾崎快斗様、田崎瑠美南様(2019年度卒業)、岡元雅征様、城戸亜里紗様、小山嘉樹様(2020年度卒業)、データサイエンス研究室所属の学生の皆様、家族に支えていただきました。心より感謝申し上げます。

本研究は、以下研究の一環として実施しました。

日本学術振興会 基盤研究(B)「JSPS KAKENHI Grant Number JP 15H02906」「新たな食生活評価システムの大規模疫学研究への導入と活用に関する研究」(研究代表者 高地リベカ、奈良女子大学)。

日本学術振興会 基盤研究(C)「JSPS KAKENHI Grant Number JP 23500993」「料理単位法を用いた食事評価のための標準化データベース開発」(研究代表者 石原淳子、相模女子大学)。

日本学術振興会 基盤研究(B)「JSPS KAKENHI Grant Number JP 18H03199」「二重標識水法を活用した料理データベース ICT 食事調査システムの精度の検討」(研究代表者 石原淳子、麻布大学)。

日本学術振興会 基盤研究(B)「JSPS KAKENHI Grant Number JP 20H01615」「画像・音声認識と料理データベースによる食事記録システム開発、及び疫学研究での応用」(研究代表者 高地リベカ、奈良女子大学)

本研究の内容に関して、申告すべき利益相反事項はありません。

文献

- National Cancer Institute. Automated Self-Administered 24-Hour (ASA24[®]) Dietary Assessment Tool.
<http://epi.grants.cancer.gov/asa24>; 2021 Accessed 02.05.2021.
- Black, A. E., Prentice, A. M. and Coward, W. A., 1986: Use of food quotients to predict respiratory quotients for the doubly-labelled water method of measuring energy expenditure. *Hum Nutr Clin Nutr*, 40(5):381-391.
- Bland, J.M. and Altman, D.G., 1986: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*, 8:307-310.
- Carter, M.C., Albar, S.A., Morris, M.A., Mulla, U.Z., Hancock, N., Evans, C.E., Alwan, N.A., Greenwood, D.C., Hardie, L.J., Frost, G.S. and Wark, P.A. and Cade, J.E., 2015: of a UK online 24-h dietary assessment tool: myfood24. *Nutrients*, 7:4016-4032.
- Cohall, D.H., Scantlebury-Manning, T., Nakhleh, C., Toure, D., James, S. and Hall, K., 2013: Predicting 24-hour urinary sodium excretion in Afro-Caribbean Barbadians by comparing urine sodium excretion over different durations versus spot collection. *West Indian Med J Mar*, 62(3):181-5.
- Forbes, G.B., 1987: Influence of nutrition. Human body composition, Growth, aging nutrition and activity, Springer-Verlager, New York, pp.209-247.
- Foster, E., Lee, C., Imamura, F., Hollidge, S.E., Westgate, K.L., Venables, M.C., Poliakov, I., Rowland, M.K., Osadchiy, T., Bradley, J.C., Simpson, E.L., Adamson, A.J., Olivier, P., Wareham, N., Forouhi, N.G. and Brage, S., 2019: Validity and reliability of an online self-report 24-h dietary recall method (Intake24): a doubly labelled water study and repeated-measures

- analysis. *J Nutr Sci.*,8:1-9.
- Giavarina,D., 2015: Understanding Bland Altman analysis. *Biochem Med (Zagreb)*, 5;25(2):141-151.
- Greenwood, D.C., Hardie, L.J., Frost, G.S., Alwan, N.A., Bradbury, K.E., Carter, M., Elliott, P., Evans, C.E., Ford, H.E., Hancock, N., Key, T.J., Liu, B., Morris, M.A. , Mulla, U.Z. , Petropoulou, Ka., Potter, D.M. Gregory., Riboli. E., Young, H., Wark, P.A. and Cade, J.E.,2019:Validation of the Oxford WebQ online 24-hour dietary questionnaire using biomarkers. *Am J Epidemiol*, 188:1858-1867.
- Hill, R. J., and Davies, P. S. W., 2001: The validity of self-reported energy intake as determined using the doubly labelled water technique. *British Journal of Nutrition*, 85: 415-430.
- 石原淳子、2014：料理単位法を用いた食事評価のための標準化データベース開発。科学研究費助成事業 研究成果報告書 (no.30415509)。 <https://kaken.nii.ac.jp/en/grant/KAKENHI-PROJECT-23500993/>.
- 石原淳子、高地リベカ、井上真奈美、2015：疫学研究における新たな食事の曝露評価法開発に関する研究。食に関する助成研究調査報告書、No28。
- 伊藤貞嘉、佐々木敏、2020:日本人の食事摂取基準 2020 年版。(第一出版)。
- Johansson, L., Solvoll, K., Bjørneboe, G-E, A., and Drevon, C. A., 1998: Under- and overreporting of energy intake related to weight status and lifestyle in a nationwide sample. *Am J Clin Nutr*, 68: 266-74.厚生労働省：令和元年厚生労働省、国民健康・栄養調査報告 (2021)。(厚生労働省、東京)。
- Kaaks, R., Riboli, E., and Staveren, W.V., 1995: Sample size requirements for calibration studies of dietary intake measurements in prospective cohort investigations. *Am J*

- Epidemiol, 142: 557-565.
- Kaaks, R. and Riboli, E., 1997: Validation and calibration of dietary intake measurements in the EPIC project: methodological considerations. *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. Int J Epidemiol*,26:S15-S25.
- Karelis, AD.,Lavoie, M-E.,Fontaine, J.,Messier, V.,Strychar, I., Rabasa-Lhoret,R.,and Doucet, E'. , 2010: Anthropometric, metabolic, dietary and psychosocial profiles of underreporters of energy intake: a doubly labeled water study among overweight/obese postmenopausal women-a Montreal Ottawa New Emerging Team study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64: 68-74.
- Kipnis, V., Subar, A.F., Midthune, D., Freedman, L.S., Ballard-Barbash, R., Troiano, R.P., Bingham, S., Schoeller, D.A., Schatzkin, A. and Carroll, R.J., 2003: Structure of dietary measurement error: results of the OPEN biomarker study. *Am J Epidemiol*, 158:14-21.
- Lissner, L., Troiano, RP., Midthune, D., Heitmann, BL., Kipnis, V., Subar, AF., and Potischman, N. 2007: OPEN about obesity: recovery biomarkers, dietary reporting errors and BMI. *International Journal of Obesity*, 31: 956-961.
- 文部科学省：日本食品成分表 2015 年版(七訂)。(文部科学省、東京)。
- Matsuzaki, E., Michie, M. and Kawabata, T., 2017: Validity of nutrient intakes derived from an internet website dish-based dietary record for self-management of weight among Japanese women. *Nutrients*, 9:1058.
- Murakami, K., and Livingstone, M. B. E., 2015: Prevalence and characteristics of misreporting of energy intake in US adults. *British Journal of Nutrition*, 114: 1294-1303.
- 大内詩野、高地リベカ、小田瑞希、林えりこ、山岸万里菜、斉藤裕

美、中館美佐子、石原淳子、2017：食生活評価システムの開発と
実用化へ向けたパイロット研究－料理ベース食事調査ウェブシス
テム－。奈良女子大学家政学会、家政學研究、63:54-64。

Oxford WebQ Questionnaire.

<https://www.ceu.ox.ac.uk/research/oxford-webq>; 2021 Accessed
02.05.2021.

Park, M.K., Park, J.Y., Nicolas, G., Paik, H.Y., Kim, J. and Slimani, N.,
2015: Adapting a standardised international 24 h dietary recall
methodology (GloboDiet software) for research and dietary
surveillance in Korea. *Br J Nutr.*,113:1810-1818.

Rohrmann, S., Linseisen, J., Overvad, K., A Würtz, A.M.L., Roswall, N.,
Tjønneland, A., Boutron-Ruault, M.C., Racine, A., Bastide, N.,
Palli, D., Agnoli, C., Panico, S., Tumino, R., Sacerdote, C.,
Weikert, S., Steffen, A., Kühn, T., Li, K., Khaw, K.T., Wareham,
N.J., Bradbury, K.B., Peppas, E., Trichopoulou A., Trichopoulos, D.,
Bueno-de-Mesquita, H.B., Peeters, P.H.M., Hjartåker, A.,
Skeie, G., Weiderpass, E., Jakszyn, P., Dorronsoro, M.,
Barricarte, A., Pablos, C.S., Molina-Montes, E., Torre, R.A.,
Ericson, U., Sonestedt, E., Johansson, M., Ljungberg, B., Freisling, H.,
Romieu, I., Cross, A.J., Vergnaud, A.C., Riboli, E. and Boeing, H.,
2014: Meat and fish consumption and the risk of renal cell
carcinoma in the European Prospective Investigation into Cancer
and Nutrition. *Int J Cancer*,136:423-431."

Saltzman, E. and Roberts, S.B., 1995 : The role of energy expenditure in
energy regulation : findings from a decade of research. *Nutr
Rev.*,53: 209-220.

Sato, K., Kobayashi, S., Yamaguchi, M., Sakata, R., Sasaki, Y.,
Murayama, C. and Kondo, N., 2021: Working from home and
dietary changes during the COVID-19 pandemic: a longitudinal

- study of health app (CALO mama) users. *Appetite*,165:105323.
- Shai, I., Rosner, B.A., Danit, R., Shahar, D.R., Vardi, H., Azrad, A.B., Kanfi, A., Schwarzfuchs, D. and Fraser, D., 2005: Dietary evaluation and attenuation of relative risk: multiple comparisons between blood and urinary biomarkers, food frequency, and 24-hour recall questionnaires: the DEARR study. *J. Nutr.*, 135: 573-579.
- 下井俊典、2011：評価の絶対信頼性。理化学療法 26(3): 451-461。
- Shin, S., Park, E., Sun, D.H., You, T.K., Lee, M.J., Hwang, S, Paik, H.Y. and Joung, H., 2014: Development and evaluation of a web-based computer-assisted personal interview system (CAPIS) for open-ended dietary assessments among Koreans. *Clin Nutr Res*,3:115-125.
- Shinozaki, N. and Murakami, K., 2020: Evaluation of the ability of diet-tracking mobile applications to estimate energy and nutrient intake in Japan. *Nutrients*,12:3327.
- Simpson, E., Bradley, J., Poliakov, I., Jackson, D., Olivier, P., Adamson, A.J. and Foster, E., 2017: Iterative development of an online dietary recall tool: INTAKE24. *Nutrients*,9:118.
- Slimani, N., Deharveng, G., Charrondière, R.U., Van Kappel, A.L., Ocké, M.C., Welch, A., Lagiou, A., Van Liere, M., Agudo, A., Pala, V., Brandstetter, B., Andren, C., Stripp, C., van Staveren, W.A. and Riboli, E., 1999: Structure of the standardized computerized 24-h diet recall interview used as reference method in the 22 centers participating in the EPIC project: European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Comput Methods Programs Biomed*, 58:251-266.
- Slimani, N., Casagrande, C., Nicolas, G., Freisling, H., Huybrechts, I., Ocké, M.C., Niekerk, E.M., van Rossum, C., Bellemans, M., De Maeyer, M., Lafay, L., Krems, C., Amiano, P., Trolle, E., Geelen,

- A., de Vries, J.H. and de Boer, E.J., 2011: The standardized computerized 24-h dietary recall method EPIC-Soft adapted for pan-European dietary monitoring. *Eur J Clin Nutr.*,65: S5-S15.
- Slimani, N.,Kaaks, R.,Ferrari, P., Casagrande, C., Clavel-Chapelon, F.,Lotze, G.,Kroke, A.,Trichopoulos, D.,Trichopoulou, A.,Lauria, C.,Bellegotti, M.,Ocké, M.C.,Peeters, P. H. M.,Engeset, D., Lund, E.,Agudo, A.,Larrañaga, N.,Mattisson, I., Andren, C.,Johansson, I.,Davey, G., Welch, A. A.,Overvad, K.,Tjønneland, A.,Van Staveren, W. A., Saracci, R. and Riboli, E.,2002: European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) calibration study: rationale, design and population characteristics. *Public Health Nutr*,5:1125-1145.
- 高地リベカ、工藤陽子、渡邊昌、君羅満、2006：実践的な料理データベース作成のための標本サイズと妥当性。栄養学雑誌、64(2): 97-105。
- 高地リベカ、2019：新たな食生活評価システムの大規模疫学研究への導入と活用に関する研究。科学研究費助成事業 研究報告書 (no.60413085)。 <https://kaken.nii.ac.jp/en/grant/KAKENHI-PROJECT-15H0290/>.
- 高田和子、別所京子、田中茂穂、田畑泉、2011：日本人成人における秤量法によるエネルギー摂取量の推定精度。栄養学雑誌、Vol.69No.2 57-66。
- The Japan Public Health Center-based Prospective Study for the Next Generation (JPHC-NEXT). <https://epi.ncc.go.jp/jphcnxt/en/index.html>; 2021 Accessed 20.08.2021.
- Tochikubo, O., Uneda, S. and Kaneko, Y., 1983: Simple portable device for sampling a whole day's urine and its application to hypertensive outpatients. *Hypertension*, 5: 270-274.

- U.S. Department of Agriculture.
<https://www.ars.usda.gov/northeast-area/beltsville-md-bhnrc/beltsville-human-nutrition-research-center/food-surveys-research-group/docs/ampm-features/>; 2021 Accessed 15.08.2021.
- Wakai, K., 2009: A review of food frequency questionnaires developed and validated in Japan. *J Epidemiol*, 19:1-11.
- Wark, P.A., Hardie, L.J., Frost, G.S., Alwan, N.A., Carter, M., Elliott, P., Ford, H.E., Hancock, N., Morris, M.A., Mulla, U.Z., Noorwali, E.A., Petropoulou, K., Murphy, D., Potter, G. D. M., Riboli, E., Greenwood, D.C. and Cade, J.E., 2018: Validity of an online 24-h recall tool (myfood24) for dietary assessment in population studies: comparison with biomarkers and standard interviews. *BMC Med*, 16:136.
- WEIR, J. B. V., 1949: New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol*, 109: 1-9.
- Willett, W., 2013: *Nutritional Epidemiology*. 3rd ed. New York, NY. Oxford University Press. pp55-103.
- 山内喜昭、足立尚子、鈴木莉絵、渡辺輝美、川端輝江、2006 : Web 食事調査システムの開発。女子栄養大学紀要、37:13-22。
- Yuan, C., Spiegelman, D., Rimm, E.B., Rosner, B.A., Stampfer, M.J., Barnett, J.B., Chavarro, J.E., Rood, J.C., Harnack, L.J., Sampson, L.K. and Willett, W.C., 2018: Relative Validity of Nutrient Intakes Assessed by Questionnaire, 24-Hour Recalls, and Diet Records as Compared With Urinary Recovery and Plasma Concentration Biomarkers: Findings for Women. *Am J Epidemiol*. 187(5):1051-1063.

Table 1. Application of the Automated Multiple Pass Method (AMPM) for the AWARDJJP

AWARDJJP	
Step	Purpose
(1) Log in and select a date	The participant logs into the system with a survey ID and password followed by selecting the date of the meal consumed.
(2) Mealtime and occasion (Corresponding to time and occasion in AMPM)	Select scene(s) of the meal taken which can be breakfast, lunch, dinner and (or) snacks. A question regarding the meal scene is prompted to answer about mealtime, place, and people who were eating with.
(3) Dish name selection (Corresponding to quicklist in AMPM)	Search for meal names taken from a list of major categories or enter a search keyword. Dishes that correspond to the search contents are displayed from the dish database, and the respondent makes entries for each meal taken. The AWARDJJP carries meal names composed of traditional dish names and name of main ingredients (for example, miso soup with tofu and seaweed). Corresponding meal names can be searched by entering the name of the dish or the main ingredients as keywords. If the dish name is not on the list, respondents can choose a similar dish. In the interviewer-administered 24HDR, the investigator explains to the respondent that the dish name is not on the list and reflects the respondent's intentions to choose a similar dish.
(4) Entering cooking details (Corresponding to detail cycle in AMPM)	Enter the amount for each food and its details regarding the food composition. First, select the portion size (selectable portion sizes are 0.1 to 5.0 times with 0.1 times increments). A list of standard food weights per portion size selected is displayed on the next screen. Here, it is possible to edit the food composition and change the weight of each food by adding or deleting foods (including seasonings for seasoning). Also, on the next screen, a question about the presence or absence of additional seasonings such as table soy sauce will be displayed. If added, select the seasoning, and enter the amount used (select the number of tablespoons or teaspoons).
(5) Final confirmation screen (Corresponding to forgotten food list and final probe in AMPM)	Dishes entered are listed in chronological order and by meal. If corrections need to be made, the respondent can return to the edit screen and make corrections to edit the details of the meal. Finally, check whether you are eating or drinking food that makes it easy to forget to enter drinks and sweets.
(6) Other	Habitual intake confirmation (whether the amount of meal consumed was more than usual or less than usual).

AMPM; the Automated Multiple Pass Method (AMPM) developed by the United States Department of Agriculture AWARDJJP; the Automated Web-based assessment System Using Recipe-Data for Japanese.

Table 2. Questionnaire on AWARDJP acceptability

	Self-administered ^a	Interviewer-administered ^b
Ease of entry ^c	How did you feel about entering your meals using this system?	How did you feel about the telephone-base assessment?
Difficult part to enter ^d	<p>Answer only if you selected "Somewhat difficult" or "Difficult" in the above question:</p> <p>What did you find particularly difficult? Please select all from the following items.</p> <ul style="list-style-type: none"> Log in and select a date Meal time and occasion Dish name selection Entering cooking details Final confirmation screen Others 	<p>Answer only if you selected "Somewhat difficult" or "Difficult" in the above question:</p> <p>What did you find particularly difficult to tell the investigators? Please select all from the following items.</p> <ul style="list-style-type: none"> Dish name selection Telling cooking details Final confirmation screen Others
Ease of food selection ^c	How did you feel about the food choices you made when entering your meal?	Did you tell the telephone investigator exactly what kind of food you ate?
Availability of dish options ^c	Was the dish you wanted to enter mostly included in the options?	Was the dish respondent wanted to enter mostly included in the options? (Telephone investigator answered)
Alternative options when dishes were not available ^c	<p>Answer only if you selected "somewhat disagree" or "disagree" in the above question:</p> <p>How did you enter the recipes that were not included in the options?</p> <ul style="list-style-type: none"> I was able to add it myself as a new dish I chose a similar dish I added/deleted foods of similar recipes I did not make an entry Others 	<p>Answer only if you selected "somewhat disagree" or "disagree" in the above question:</p> <p>(Telephone investigator answered)</p> <ul style="list-style-type: none"> Respondent was able to add it myself as a new dish Respondent chose a similar dish Respondent added/deleted foods of similar recipes Respondent did not make an entry Others
Identification of the amount you consumed ^c	Were you able to make roughly accurate entries of the amount you consumed?	Were you able to accurately tell the telephone investigators of the amount you consumed?

^a Self-administered web-based dietary 24-h recall.

^b Interviewer-administered telephone-based 24-h recall.

^c Select one option

^d Select multiple options

Table 3. Characteristics of participants, recruited individuals and study population

	Saku ^a			Aichi ^b			Yuzawa ^c			Yamagata ^d		
	All	Men	Women	All	Men	Women	All	Men	Women	All	Men	Women
Participants ^e (n = 975)	515	226	289	178	137	41	80	37	43	202	71	131
Recruited individuals ^f (n = 5,013)	2551	1217	1342	371	264	107	293	147	146	1798	580	1218
Study population ^g (n = 21,537)	11,935	5528	6406	3,230	2,397	833	2,554	1277	1277	3,818	1299	2519
Participation rate ^g	4.3	4.1	4.5	5.5	5.7	4.9	3.1	2.9	3.4	5.3	5.5	5.2
Period	AWARDJIP Cohort			2016-2017			2016-2017			2017-2018		
	2012-2013			2013			2016-2017			2017-2018		
Age (years)												
Participants ^e	Mean	62.0	62.8	61.4	50.3	50.9	58.7	59.1	58.3	68.0	68.8	67.5
	SD	9.4	9.5	9.8	5.8	5.8	5.4	10.2	9.9	7.0	6.7	7.1
Recruited individuals ^f	Mean	58.1	58.7	57.6	51.4	52.2	49.3	57.9	58.6	66.2	67.5	65.5
	SD	9.7	9.6	9.8	6.2	6.0	6.2	10.0	9.8	7.1	6.7	7.2
Study population ^g	Mean	59.1	58.4	57.9	51.1	51.7	49.5	59.1	59.0	66.2	67.6	65.6
	SD	9.6	9.6	9.5	6.1	6.0	5.9	9.7	9.6	6.9	6.5	7.1
Height (cm)												
Participants ^e	Mean	161.6	168.7	156.1	167.7	170.8	157.3	162.5	168.8	157.1	158.5	166.9
	SD	8.4	8.4	8.4	8.3	8.3	8.4	8.2	8.2	8.4	8.4	8.4
Recruited individuals ^f	Mean	161.7	168.4	155.6	166.4	170.1	157.4	162.4	168.8	155.9	158.3	166.9
	SD	9.2	9.2	9.1	8.3	8.3	8.3	8.9	8.9	8.1	8.1	8.1
Study population ^g	Mean	161.7	168.6	155.7	167.1	170.2	157.9	162.0	168.4	155.5	158.5	166.7
	SD	8.8	8.8	8.7	7.7	7.7	8.9	8.9	8.9	8.1	8.1	8.1
Weight (kg)												
Participants ^e	Mean	59.9	66.1	55.0	64.7	68.0	53.7	60.6	66.6	55.4	57.5	66.6
	SD	10.7	9.8	8.2	10.5	9.4	5.7	11.1	10.9	8.7	11.0	10.8
Recruited individuals ^f	Mean	60.6	67.2	54.7	64.0	68.1	53.6	61.3	68.1	54.4	57.6	66.1
	SD	11.2	9.5	9.0	11.2	9.7	7.7	13.0	12.3	9.7	10.5	9.7
Study population ^g	Mean	60.6	67.4	54.7	64.5	68.1	54.0	60.5	67.2	53.8	57.9	65.9
	SD	11.2	9.7	8.8	11.1	9.5	8.1	12.2	11.1	9.2	10.4	9.5
BMI (kg /m ²)												
Participants ^e	Mean	22.8	23.2	22.5	23.0	23.3	21.8	22.8	23.3	22.4	22.8	22.2
	SD	2.9	2.8	3.0	2.8	2.8	2.5	3.3	3.5	3.1	2.9	2.8
Recruited individuals ^f	Mean	23.2	23.8	22.7	23.0	23.5	21.7	23.1	23.8	22.4	22.9	23.7
	SD	5.6	5.6	5.6	3.2	3.2	2.8	3.7	3.7	3.6	3.2	2.9
Study population ^g	Mean	23.1	23.7	22.6	23.0	23.5	21.6	22.9	23.6	22.2	22.9	22.6
	SD	3.9	3.7	4.0	3.2	3.1	3.1	3.6	3.3	3.7	3.2	2.9
Physical activity level (METs · hours/day)												
Participants ^e	Mean	39.9	39.8	40.0	36.6	36.5	37.0	39.9	41.5	38.6	36.6	36.7
	SD	5.8	6.1	5.6	3.0	3.1	2.9	6.9	8.2	5.3	5.4	6.2
Recruited individuals ^f	Mean	40.8	41.2	40.4	36.9	36.4	38.1	40.6	40.8	40.4	36.7	36.5
	SD	6.6	7.2	5.9	3.5	2.8	4.5	6.7	6.7	6.6	5.7	6.3
Study population ^g	Mean	40.6	41.1	40.2	36.8	36.5	37.9	41.0	41.5	40.6	36.8	37.1
	SD	6.4	7.0	5.8	3.4	3.0	4.2	6.9	7.4	6.3	5.7	6.9

^a Saku area in the JPHC-NEXT, ^b Aichi Workers' Cohort Study, ^c Yuzawa Cohort Study, ^d Yamagata Cohort Study.

^e Participants are categorized using data obtained from AWARDJIP.

^f Study population are collected from part of each cohort. Recruited individuals and study population are categorized using data obtained from the JPHC-NEXT survey.

^g Percentage of participants over the study population.

Mean, arithmetic mean; SD, standard deviations; BMI, body mass index

Table 5. Questionnaire on AWARDJP acceptability : Comparison of the time required (minutes) for both the self-administered and interviewer-administered 24-h recall

	Men						Women							
	n	25th percentile	Median	75th percentile	Min	Max	p-value ^c	n	25th percentile	Median	75th percentile	Min	Max	p-value ^c
Total														
Self-administered ^a	250	15	20	30	3	120	0.008	150	20	30	40	5	209	0.364
Interviewer-administered ^b	166	21	25	31	10	48		312	23	28	35	12	60	
Under 50 years														
Self-administered ^a	75	15	20	30	3	60	0.134	60	15	20	30	10	60	0.112
Interviewer-administered ^b	11	20	23	28	16	40		19	21	24	28	15	45	
50-59 years														
Self-administered ^a	97	15	20	30	10	60	0.416	62	20	30	40	5	209	0.385
Interviewer-administered ^b	19	21	25	30	10	35		55	23	27	33	14	50	
60-69 years														
Self-administered ^a	58	20	30	40	5	100	0.341	21	30	30	40	10	120	0.005
Interviewer-administered ^b	52	20	24	30	12	40		112	23	27	30	12	60	
Over 70 years														
Self-administered ^a	20	20	40	60	10	120	0.023	7	30	30	60	20	90	0.157
Interviewer-administered ^b	84	22	28	35	14	48		126	25	30	35	13	60	

Missing values are excluded for each item.

^a Self-administered web-based dietary 24-h recall.

^b Interviewer-administered telephone-based 24-h recall.

^c Mann-Whitney U test.

Table 6-1. Questionnaire on AWARDJP acceptability: Comparison by response method and age in men (n = 471)

	Total												Under 50 years				50-59 years				60-69 years				Over 70 years						
	Self-administered ^a (n=232)		Interviewer-administered ^a (n=179)		P value ^c		Self-administered ^a (n=86)		Interviewer-administered ^a (n=12)		P value ^c		Self-administered ^a (n=112)		Interviewer-administered ^a (n=19)		P value ^c		Self-administered ^a (n=67)		Interviewer-administered ^a (n=56)		P value ^c		Self-administered ^a (n=27)		Interviewer-administered ^a (n=92)		P value ^c		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Ease of entry																															
Easy	27	10.8	103	62.4	<0.001	11	14.7	8	72.7	0.001	10	10.4	13	68.4	<0.001	6	10.3	39	76.5	<0.001	0	0.0	43	51.2	<0.001	0	0.0	28	33.3		
Relatively easy	60	24.1	41	24.9		25	33.3	2	18.2		25	26.0	4	21.1		10	17.2	7	13.7		0	0.0	28	33.3		0	0.0	8	9.5		
Somewhat difficult	124	49.8	16	9.7		33	44.0	1	9.1		50	52.1	2	10.5		31	54	5	9.8		10	50.0	8	9.5		10	50.0	5	6.0		
Difficult	38	15.3	5	3.0		6	8.0	0	0.0		11	11.5	0	0.0		11	19.0	0	0.0		10	50.0	5	6.0		10	50.0	5	6.0		
Difficult part to enter^d																															
Log in and select a date	11	6.8	N/A			3	7.7	N/A			1	1.6	N/A			3	7.1	N/A			4	20.0	N/A			4	20.0	0	0.0	0.136	
Meal time and occasion	17	10.5	0	0.0	0.226	8	20.5	0	0.0	1.000	3	4.9	0	0.0	1.000	2	4.8	0	0.0	1.000	4	20.0	0	0.0	0.0	2	50.0	5	38.5	0.515	
Dish name selection	116	71.6	9	42.9	0.008	28	71.8	1	100	1.000	44	72.1	0	0.0	0.088	34	81.0	3	60.0	0.285	10	50.0	5	38.5	0.515	10	50.0	3	23.1	0.122	
Entering cooking details / telling cooking details ^f	91	56.2	7	33.3	0.048	17	43.6	1	100	0.450	40	65.6	1	50.0	1.000	24	57.1	2	40.0	0.644	10	50.0	3	23.1	0.122	10	50.0	2	10.0	0.508	
Final confirmation screen	10	6.2	0	0.0	0.608	1	2.6	0	0.0	1.000	4	6.6	0	0.0	1.000	3	7.1	0	0.0	1.000	2	10.0	0	0.0	0.508	2	10.0	0	0.0	0.360	
Others	12	7.4	5	23.8	0.030	3	7.7	0	0.0	1.000	5	8.2	0	0.0	1.000	2	4.8	2	40.0	0.051	2	10.0	3	23.1	0.360	2	10.0	3	23.1	0.360	
Ease of food selection																															
Easy/agree ^f	30	22.1	120	80.5	<0.001	14	31.8	7	70.0	0.162	11	18.0	16	94.1	<0.001	5	19.2	39	84.8	<0.001	0	0.0	58	76.3	<0.001	0	0.0	16	21.1		
Relatively easy/somewhat agree ^f	57	41.9	27	18.1		19	43.2	3	30.0		28	45.9	1	5.9		9	34.6	7	15.2		1	20.0	16	21.1		1	20.0	16	21.1		
Somewhat difficult/somewhat disagree ^f	40	29.4	1	0.7		8	18.2	0	0.0		18	29.5	0	0.0		11	42.3	0	0.0		3	60.0	1	1.3		3	60.0	1	1.3		
Difficult/disagree ^f	9	6.6	1	0.7		3	6.8	0	0.0		4	6.6	0	0.0		1	3.9	0	0.0		1	20.0	1	1.3		1	20.0	1	1.3		
Availability of dish options																															
Agree	47	35.1	-	-	-	19	43.2	-	-	-	21	35.0	-	-	-	7	26.9	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-		
Somewhat agree	59	44.0	-	-	-	18	40.9	-	-	-	29	48.3	-	-	-	10	38.5	-	-	-	2	50.0	-	-	-	2	50.0	-	-		
Somewhat disagree	22	16.4	-	-	-	6	13.6	-	-	-	8	13.3	-	-	-	7	26.9	-	-	-	1	25.0	-	-	-	1	25.0	-	-		
Disagree	6	4.5	-	-	-	1	2.3	-	-	-	2	3.3	-	-	-	2	7.7	-	-	-	1	25.0	-	-	-	1	25.0	-	-		
Alternative options when dishes were not available^g																															
I was able to add it myself as a new dish	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-		
I chose a similar dish	10	35.7	-	-	-	0	0.0	-	-	-	3	30.0	-	-	-	5	55.6	-	-	-	2	100	-	-	-	2	100	-	-		
I added/deleted foods of similar recipes	2	7.1	-	-	-	0	0.0	-	-	-	1	10.0	-	-	-	1	11.1	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-		
I did not make an entry	1	3.6	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-	-	1	11.1	-	-	-	0	0.0	-	-		
Others	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-	-	0	0.0	-	-		
Identification of the amount you consumed																															
Agree	57	48.3	128	78.5	<0.001	20	47.6	8	72.7	0.552	26	51.0	14	73.7	0.155	8	38.1	40	80.0	0.000	3	75.0	66	79.5	0.186	3	75.0	66	79.5	0.186	
Somewhat agree	44	37.3	31	19.0		17	40.5	3	27.3		19	37.3	5	26.3		8	38.1	9	18.0		0	0.0	14	16.9		0	0.0	14	16.9		
Somewhat disagree	16	13.6	3	1.8		4	9.5	0	0.0		6	11.8	0	0.0		5	23.8	0	0.0		1	25.0	3	3.6		1	25.0	3	3.6		
Disagree	1	0.8	1	0.6		1	2.4	0	0.0		0	0.0	0	0.0		0	0.0	1	2.0		0	0.0	0	0.0		0	0.0	0	0.0		

The "total" percentage is expressed as a percentage of the total number of participants. The percentage of Self-administered / Interviewer-administered responses is expressed as the percentage of the total number of those who used each method. Missing values are excluded for each item.

N/A: Not applicable
 -No description because the question was answered by the interviewer.
 a Self-administered web-based dietary 24-h recall.
 b Interviewer-administered telephone-based 24-h recall.
 c X2 test; Fisher's exact test (direct method) was used when the number of cells with expected values less than 5 exceeded 20% of the total.
 d The denominator is the number of subjects who selected "Somewhat difficult" or "Difficult" in the above question.
 e The denominator is the number of subjects who selected "Somewhat disagree" or "Disagree" in the above question.
 f Response method: Self-administered / Interviewer-administered.

Table 6-2. Questionnaire on AWARDJP acceptability: Comparison by response method and age group in women (n = 504)

	Total			Under 50 years			50-59 years			60-69 years			Over 70 years														
	Self-administered ^a		P value ^c	Self-administered ^a		P value ^c	Self-administered ^a		P value ^c	Self-administered ^a		P value ^c	Self-administered ^a		P value ^c												
	n	%		n	%		n	%		n	%		n	%													
Ease of entry																											
Easy	13	8.6	210	67.1	<0.001	7	11.7	14	70.0	<0.001	6	9.7	42	76.4	<0.001	0	0.0	75	67.0	0	0.0	79	62.7	<0.001			
Relatively easy	35	23.2	77	24.6		21	35.0	5	25.0		9	14.5	9	16.4		5	22.7	27	24.1	0	0.0	36	28.6				
Somewhat difficult	76	50.3	23	7.3		24	40.0	1	5.0		38	61.3	4	7.3		11	50.0	8	7.1	3	42.9	10	7.9				
Difficult	27	17.9	3	1.0		8	13.3	0	0.0		9	14.5	0	0.0		6	27.3	2	1.8	4	57.1	1	0.8				
Difficult part to enter ^d																											
Log in and select a date	6	5.8	N/A			2	6.3	N/A		4	8.5	N/A		0	0.0	N/A		0	0.0	N/A		0	0.0	N/A			
Meal time and occasion	13	12.6	1	3.8	0.299	5	15.6	0	0.0	1,000	4	8.5	0	0.0	1,000	2	11.8	1	10.0	1,000	2	28.6	0	0.0	1,137		
Dish name selection	74	71.8	4	15.4	<0.001	18	56.3	0	0.0	0.455	38	80.9	1	25.0	0.036	14	82.4	1	10.0	0.001	4	57.1	2	18.2	0.141		
Entering cooking details/telling cooking details ^e	71	68.9	12	46.2	0.030	23	71.9	1	10.0	1,000	31	66.0	2	50.0	0.607	12	70.6	3	30.0	0.057	5	71.4	6	54.5	0.637		
Final confirmation screen	9	8.7	0	0.0	0.203	3	9.4	0	0.0	1,000	2	4.3	0	0.0	1,000	1	5.9	0	0.0	1,000	3	42.9	0	0.0	0.043		
Others	6	5.8	7	26.9	0.005	1	3.1	0	0.0	1,000	2	4.3	1	25.0	0.221	1	5.9	4	40.0	0.047	2	28.6	2	18.2	1.000		
Ease of food selection																											
Easy/agree ^f	15	17.6	234	78.8	<0.001	6	20.7	16	84.2	<0.001	8	19.5	43	82.7	<0.001	1	7.7	79	75.2	<0.001	0	0.0	0	0.0	96	79.3	0.001
Relatively easy/somewhat agree ^f	37	43.5	60	20.2		12	41.4	3	15.8		18	43.9	9	17.3		7	53.8	26	24.8		0	0.0	22	18.2			
Somewhat difficult/somewhat disagree ^f	29	34.1	3	1.0		9	31.0	0	0.0		15	36.6	0	0.0		4	30.8	0	0.0		1	50.0	3	2.5			
Difficult/disagree ^f	4	4.7	0	0.0		2	6.9	0	0.0		0	0.0	0	0.0		1	7.7	0	0.0		1	50.0	0	0.0			
Availability of dish options																											
Agree	27	31.8				13	40.6				11	28.2				3	25.0				0	0.0					
Somewhat agree	34	40.0				12	37.5				14	35.9				7	58.3				1	50.0					
Somewhat disagree	23	27.1				6	18.8				14	35.9				2	16.7				1	50.0					
Disagree	1	1.2				1	3.1				0	0.0				0	0.0				0	0.0					
Alternative options when dishes were not available ^g																											
I was able to add it myself as a new dish	0	0.0				0	0.0				0	0.0				0	0.0				0	0.0					
I chose a similar dish	10	41.7				2	28.6				6	42.9				2	100				0	0.0					
I added/deleted foods of similar recipes	4	16.7				1	14.3				2	14.3				0	0.0				1	100					
I did not make an entry	0	0.0				0	0.0				0	0.0				0	0.0				0	0.0					
Others	0	0.0				0	0.0				0	0.0				0	0.0				0	0.0					
Identification of the amount you consumed																											
Agree	45	55.6	249	80.1	<0.001	20	66.7	18	90.0	0.178	20	54.1	47	85.5	0.003	5	41.7	85	77.3	0.007	0	0.0	0	0.0	99	78.6	0.022
Somewhat agree	23	28.4	52	16.7		7	23.3	2	10.0		10	27.0	6	10.9		5	41.7	23	20.9		1	50.0	21	16.7			
Somewhat disagree	13	16.0	9	2.9		3	10.0	0	0.0		7	18.9	2	3.6		2	16.7	1	0.9		1	50.0	6	4.8			
Disagree	0	0.0	1	0.3		0	0.0	0	0.0		0	0.0	0	0.0		0	0.0	1	0.9		0	0.0	0	0.0			

The "Total" percentage is expressed as a percentage of the total number of participants. The percentage of Self-administered / Interviewer-administered responses is expressed as the percentage of those who used each method. Missing values are excluded for each item.

N/A: Not applicable

^a -No description because the question was answered by the interviewer.

^b Self-administered web-based dietary 24-h recall.

^c X2 test. Fisher's exact test (direct method) was used when the number of cells with expected values less than 5 exceeded 20% of the total.

^d The denominator is the number of subjects who selected "Somewhat difficult" or "Difficult" in the above question.

^e The denominator is the number of subjects who selected "Somewhat disagree" or "Disagree" in the above question.

^f Response method: Self-administered / Interviewer-administered.

^g Response method: Self-administered / Interviewer-administered.

Table 7-2. Questionnaire on AWARDJP acceptability: Comparison by sex and age group in interviewer-administered 24HR^b (n = 518)

	Total																								
	Under 50 years				50-59 years				60-69 years				Over 70 years												
	Men (n=179)	Women (n=339)	P value ^c		Men (n=12)	Women (n=22)	P value ^c		Men (n=19)	Women (n=60)	P value ^c		Men (n=56)	Women (n=121)	P value ^c		Men (n=92)	Women (n=136)	P value ^c						
Ease of entry	n	%		n	%		n	%	n	%		n	%	n	%		n	%	n	%					
Easy	103	62.4	0.277	8	72.7	14	70.0	1.000	13	68.4	42	76.4	0.73	39	76.5	75	67.0	0.335	43	51.2	79	62.7	0.096		
Relatively easy	41	24.9	77	24.6	2	18.2	5	25.0	4	21.1	9	16.4	7	13.7	27	24.1	28	33.3	36	28.6	36	28.6			
Somewhat difficult	16	9.7	23	7.4	1	9.1	1	5.0	2	10.5	4	7.3	5	9.8	8	7.1	8	9.5	10	7.9	10	7.9			
Difficult	5	3.0	3	1.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	1.8	5	6.0	1	0.8	1	0.8			
Difficult part to enter ^d																									
Log in and select a date	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
Meal time and occasion	0	0.0	1	3.8	1,000	0	0.0	N/A	0	0.0	0	0.0	N/A	0	0.0	1	10.0	1,000	0	0.0	0	0.0	N/A		
Dish name selection	9	42.9	4	15.4	0.036	1	100.0	0	0.0	1,000	0	0.0	1	25.0	1,000	3	60.0	1	10.0	0.077	5	38.5	2	18.2	0.386
Telling cooking details	7	33.3	12	46.2	0.373	1	100.0	1	100.0	N/A	1	50.0	2	50.0	1,000	3	30.0	1,000	3	23.1	6	54.5	6	54.5	0.206
Final confirmation screen	0	0.0	0	0.0	N/A	0	0.0	0	0.0	N/A	0	0.0	0	0.0	N/A	0	0.0	N/A	0	0.0	0	0.0	0	0.0	N/A
Others	5	23.8	7	26.9	0.808	0	0.0	0	0.0	N/A	0	0.0	1	25.0	1,000	2	40.0	1,000	3	23.1	2	18.2	2	18.2	1.000
Ease of food selection																									
Agree	120	80.5	234	78.8	0.577	7	70.0	16	84.2	0.633	16	94.1	43	82.7	0.432	39	84.8	79	75.2	0.192	58	76.3	96	79.3	0.607
Somewhat agree	27	18.1	60	20.2	3	30.0	3	15.8	1	5.9	9	17.3	7	15.2	26	24.8	16	21.1	22	18.2	16	21.1	22	18.2	
Somewhat disagree	1	0.7	3	1.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.3	3	2.5	3	2.5	
Disagree	1	0.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.3	0	0.0	0	0.0	
Availability of dish options																									
Agree	109	68.6	182	61.7	0.388	6	60.0	13	68.4	1,000	11	64.7	38	73.1	0.789	32	65.3	69	65.7	0.949	60	72.3	62	52.1	0.020
Somewhat agree	42	26.4	92	31.2	3	30.0	5	26.3	5	29.4	11	21.2	16	32.7	32	30.5	18	21.7	44	37.0	18	21.7	44	37.0	
Somewhat disagree	7	4.4	20	6.8	1	10.0	1	5.3	1	5.9	3	5.8	1	2.0	4	3.8	4	4.8	12	10.1	4	4.8	12	10.1	
Disagree	1	0.6	1	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.2	1	1.2	1	0.8	
Alternative options when dishes were not available ^e																									
I was able to add it myself as a new dish	0	0.0	0	0.0	0.753	0	0.0	0	0.0	N/A	0	0.0	0	0.0	0.250	0	0.0	0	0.0	0.200	0	0.0	0	0.0	0.869
I chose a similar dish	2	25.0	4	19.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	40.0	2	40.0	4	30.8	
I added/deleted foods of similar recipes	2	25.0	9	42.9	0	0.0	0	0.0	1	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4	100.0	1	20.0	5	38.5	5	38.5	
I did not make an entry	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	
Others	0	0.0	1	4.8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	7.7	
Identification of the amount you consumed																									
Agree	128	78.5	249	80.1	0.735	8	72.7	18	90.0	0.317	14	73.7	47	85.5	0.193	40	80.0	85	77.3	0.796	66	79.5	99	78.6	0.923
Somewhat agree	31	19.0	52	16.7	3	27.3	2	10.0	5	26.3	6	10.9	9	18.0	23	20.9	14	16.9	21	16.7	14	16.9	21	16.7	
Somewhat disagree	3	1.8	9	2.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	3.6	0	0.0	1	0.9	3	3.6	6	4.8	3	3.6	6	4.8	
Disagree	1	0.6	1	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	2.0	1	0.9	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	

The "total" percentage is expressed as a percentage of the total number of participants. The percentage of Men / Women responses is expressed as the percentage of those who used each method.

Missing values are excluded for each item

N/A: Not applicable

a Self-administered web-based dietary 24-h recall.

b Interviewer-administered telephone-based 24-h recall.

c χ^2 test; Fisher's exact test (direct method) is used when the number of cells with expected values less than 5 exceeded 20% of the total.

d The denominator is the number of subjects who selected "Somewhat difficult" or "Difficult" in the above question.

e The denominator is the number of subjects who selected "Somewhat disagree" or "Disagree" in the above question.

Table 8. Characteristics of participants

	Men (n=16)	Women (n=19)
Body weight change ^a (kg), range	-1.0 – 0.3	-0.8 – 1.6
Age group, n (%)		
40-49	6 (37.5)	6 (31.6)
50-59	4 (25.0)	4 (21.1)
60-69	4 (25.0)	5 (26.3)
70-74	2 (12.5)	4 (21.1)
BMI ^b (kg/m ²), n (%)		
<18.5	0 (0)	4 (21.1)
18.5-24.9	11 (68.8)	15 (78.9)
≥25.0	5 (31.3)	0 (0)
Education, n (%)		
High school	2 (12.5)	2 (10.5)
Junior college, Vocational school	1 (6.3)	12 (63.2)
≥University	13 (81.3)	5 (26.3)
Smoking, n (%)		
Current	5 (31.3)	0 (0)
Former	7 (43.8)	2 (10.5)
Never	4 (25.0)	17 (89.5)

^a Weight measurement value : 2nd visit – value at base line.

^b BMI : Body Mass Index

Table 9. Nutrient intakes based on biomarkers and web-based 24-h dietary recall

Energy (kcal) Biomarker	Nutrient	Total					Men					Women							
		n	mean	SD ^a	25th percentile	75th percentile	n	mean	SD ^a	25th percentile	75th percentile	n	mean	SD ^a	25th percentile	75th percentile			
24-h dietary recall by AWARDJP	Calculated total energy expenditure (cTEE) ^b	35	2,262	574	1,864	2,177	2,515	16	2,657	505	2,261	2,509	2,973	19	1,930	393	1,601	2,046	2,177
	24HR ^c	35	2,248	473	1,919	2,228	2,523	16	2,503	493	2,198	2,511	2,735	19	2,033	337	1,829	2,008	2,335
	Self-administered 24HR ^d	35	2,128	440	1,805	2,076	2,317	16	2,305	504	1,973	2,245	2,762	19	1,980	322	1,778	2,015	2,155
Protein (g) Biomarker	Interviewer-administered 24HR ^e	35	2,367	625	1,901	2,370	2,724	16	2,702	608	2,239	2,579	3,230	19	2,085	496	1,706	1,961	2,610
	Protein biomarker (PBM) ^f	32	74.3	23.9	59.6	66.2	85.6	14	89.8	27.0	69.4	85.6	105.5	18	62.2	11.5	56.3	60.3	66.3
	24HR ^c	35	85.7	23.5	68.2	85.7	95.2	16	91.9	26.3	76.0	88.7	96.0	19	80.4	20.0	65.1	81.9	95.2
Protein density (%) ^g Biomarker	Self-administered 24HR ^d	35	81.1	23.0	68.5	79.1	89.5	16	82.9	25.1	65.3	81.2	90.9	19	79.7	21.5	68.5	74.2	89.2
	Interviewer-administered 24HR ^e	35	90.2	27.3	69.4	90.3	105.0	16	100.9	29.3	85.2	90.9	108.9	19	81.2	22.5	65.5	82.9	96.8
	Protein density ^g	32	13.6	3.7	11.0	12.9	16.0	14	13.6	2.4	11.4	12.9	15.6	18	13.6	4.5	10.2	12.8	16.3
Salt Equivalent (g) Biomarker	24HR ^c	35	15.9	5.7	11.9	14.4	18.2	16	13.8	2.3	11.9	14.1	15.1	19	17.7	7.1	12.6	15.6	22.2
	Self-administered 24HR ^d	35	15.1	5.5	11.3	13.3	18.0	16	12.4	2.4	10.0	12.8	14.1	19	17.4	6.4	12.8	15.9	21.0
	Interviewer-administered 24HR ^e	35	16.8	6.4	12.4	15.3	19.0	16	15.1	2.8	12.5	15.1	16.5	19	18.1	8.2	12.4	15.5	26.2
Salt Equivalent Biomarker (SEBM) ^h	24HR ^c	32	9.6	2.7	8.1	8.9	10.7	14	11.1	3.2	8.8	10.5	12.2	18	8.4	1.3	7.5	8.2	9.1
	Self-administered 24HR ^d	35	9.9	2.1	8.8	9.7	10.2	16	10.2	2.5	8.7	9.5	11.0	19	9.5	1.6	9.0	9.7	10.1
	Interviewer-administered 24HR ^e	35	10.3	2.3	9.1	10.6	11.1	16	11.7	2.2	10.6	11.1	11.9	19	10.0	2.7	8.1	9.9	11.3

^a SD : Standard deviation

^b cTEE : Calculated total energy expenditure

^c 24-h dietary recall : Average of 4 dietary assessment = (2 Self-administered web-based dietary 24-h recall + 2 Interviewer-administered telephone-based 24-h recall) : Average of 2 Interviewer-administered 24-h

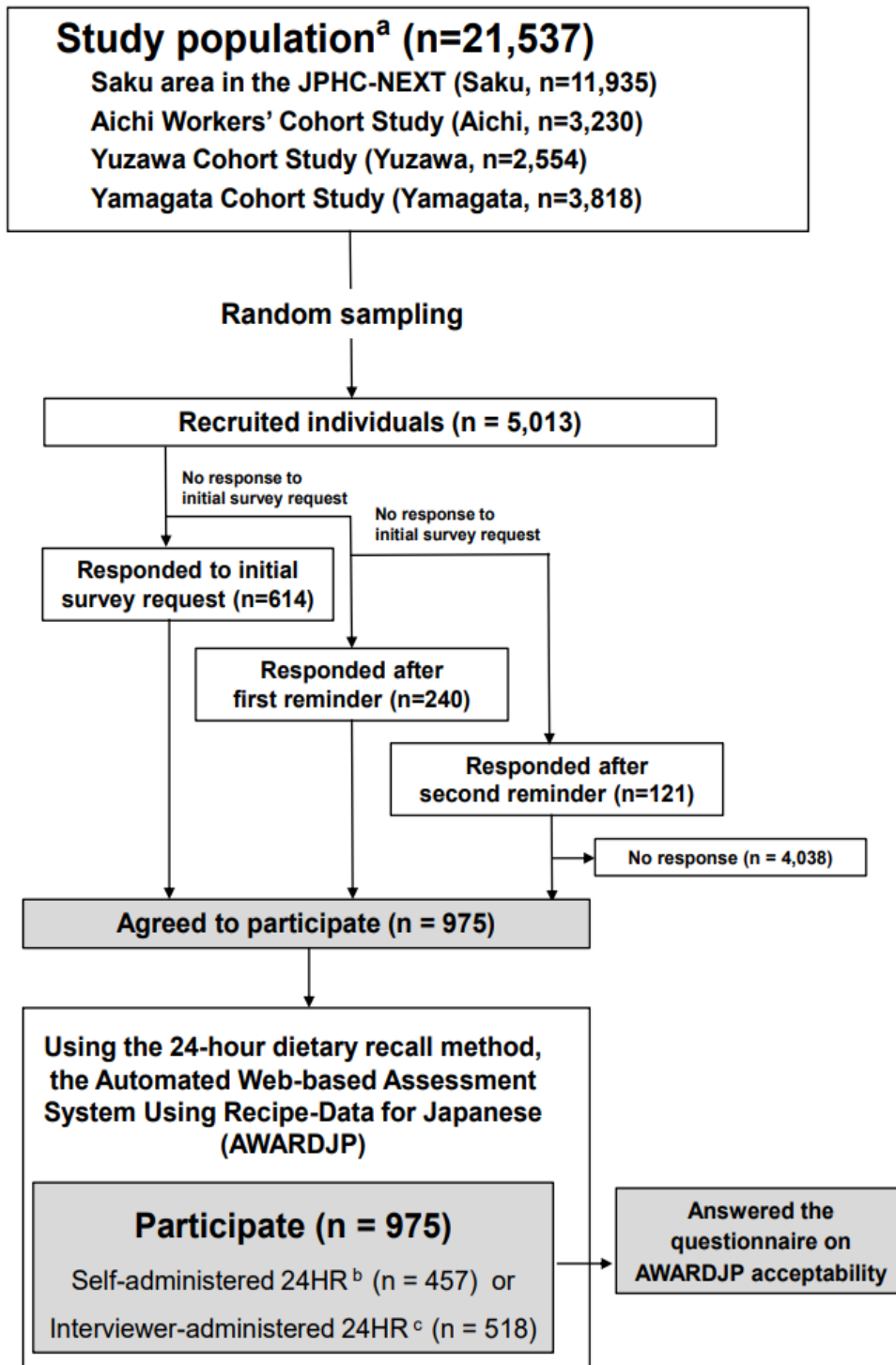
^d Self-administered web-based dietary 24-h recall : Average of 2 Self-administered 24-h

^e Interviewer-administered telephone-based 24-h recall : Average of 2 Interviewer-administered 24-h

^f PBM : Protein biomarker = urinary nitrogen/0.81 (converts urinary nitrogen to dietary nitrogen) x 6.25 (converts dietary nitrogen to dietary protein).

^g Protein density = PBM x 4 kcal / kcal per g of protein / TEE x 100%.

^h SEBM : Salt Equivalent Biomarker



- ^a Study population is enrolled from each cohort.
- ^b Self-administered web-based dietary 24-h recall.
- ^c Interviewer-administered telephone-based 24-h recall.

Figure 1. Flow of data collection

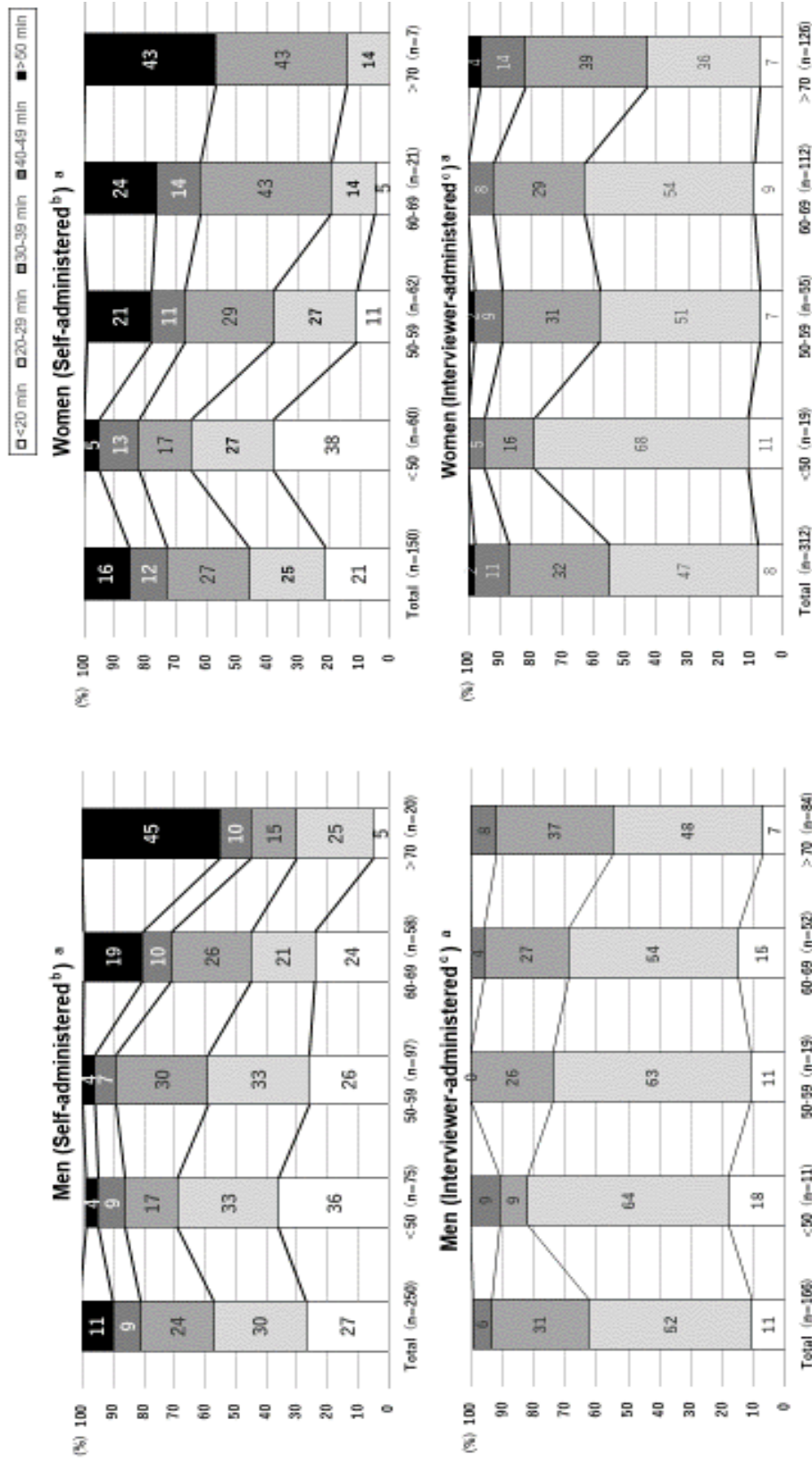


Figure 2. Questionnaire on AWARDJP acceptability: Distribution of response time required for the self-administered and interviewer-administered 24-h dietary recall.

Missing values were excluded for each item.
^a Distribution of response time required for self-administered web-based dietary 24-h recall and interviewer-administered telephone-based dietary 24-h recall were shown by sex and age group.
^b Self-administered web-based dietary 24-h recall.
^c Interviewer-administered telephone-based 24-h recall.

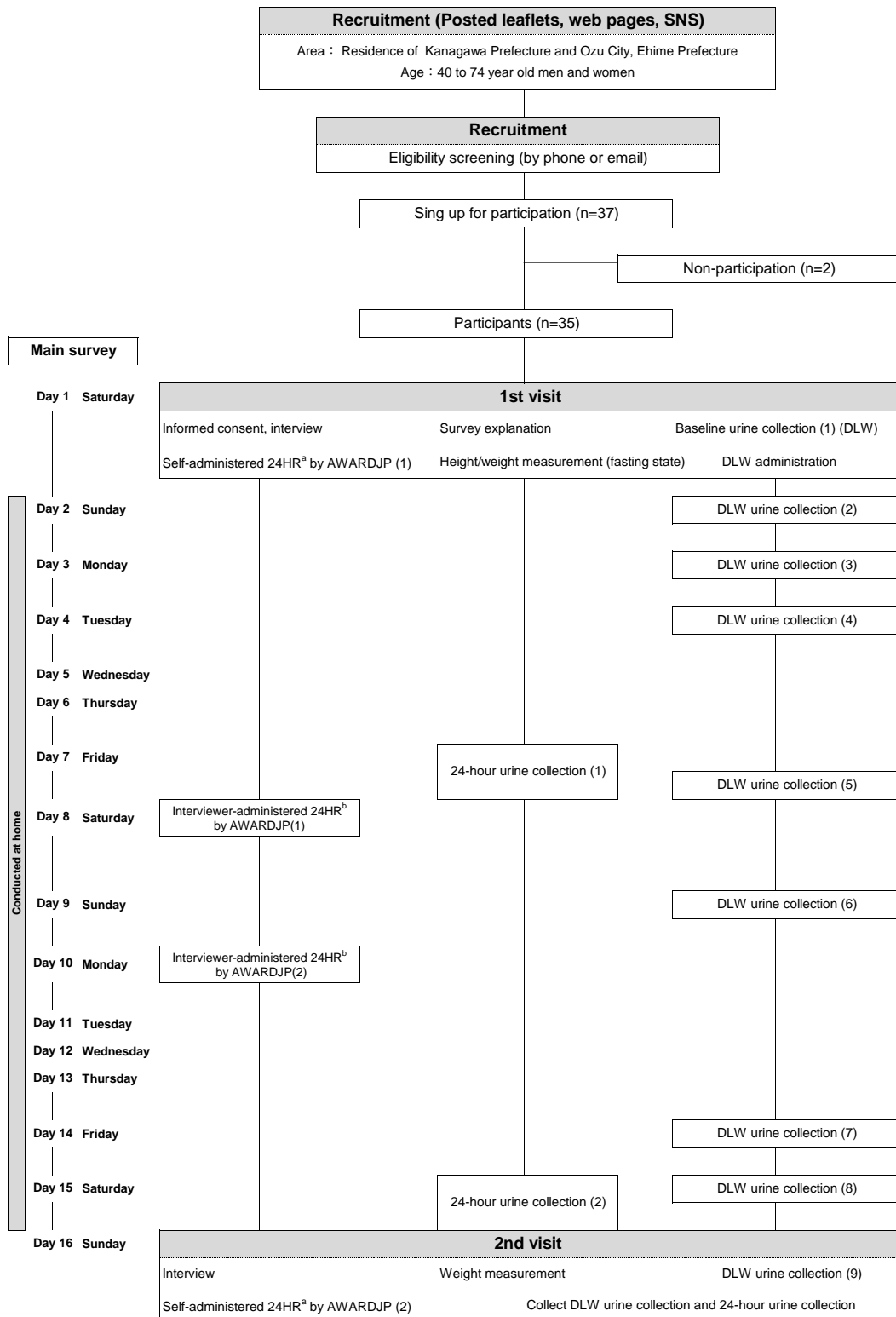


Figure 3. Research Flow

^a Self-administered web-based dietary 24-h recall.

^b Interviewer-administered telephone-based 24-h recall.

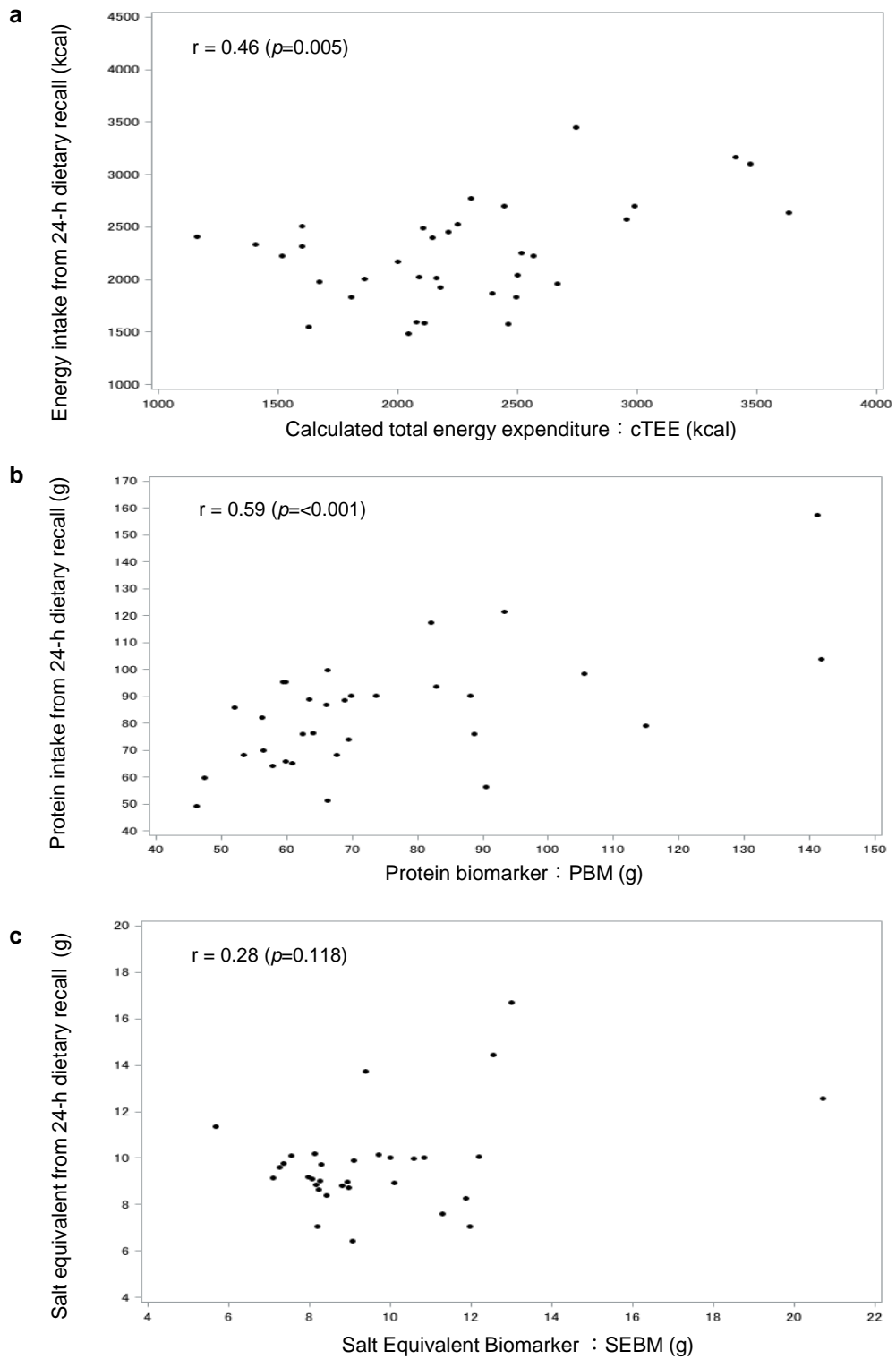


Figure 4. Correlation between energy and nutrient intake estimated from 24-h dietary recall and biomarkers

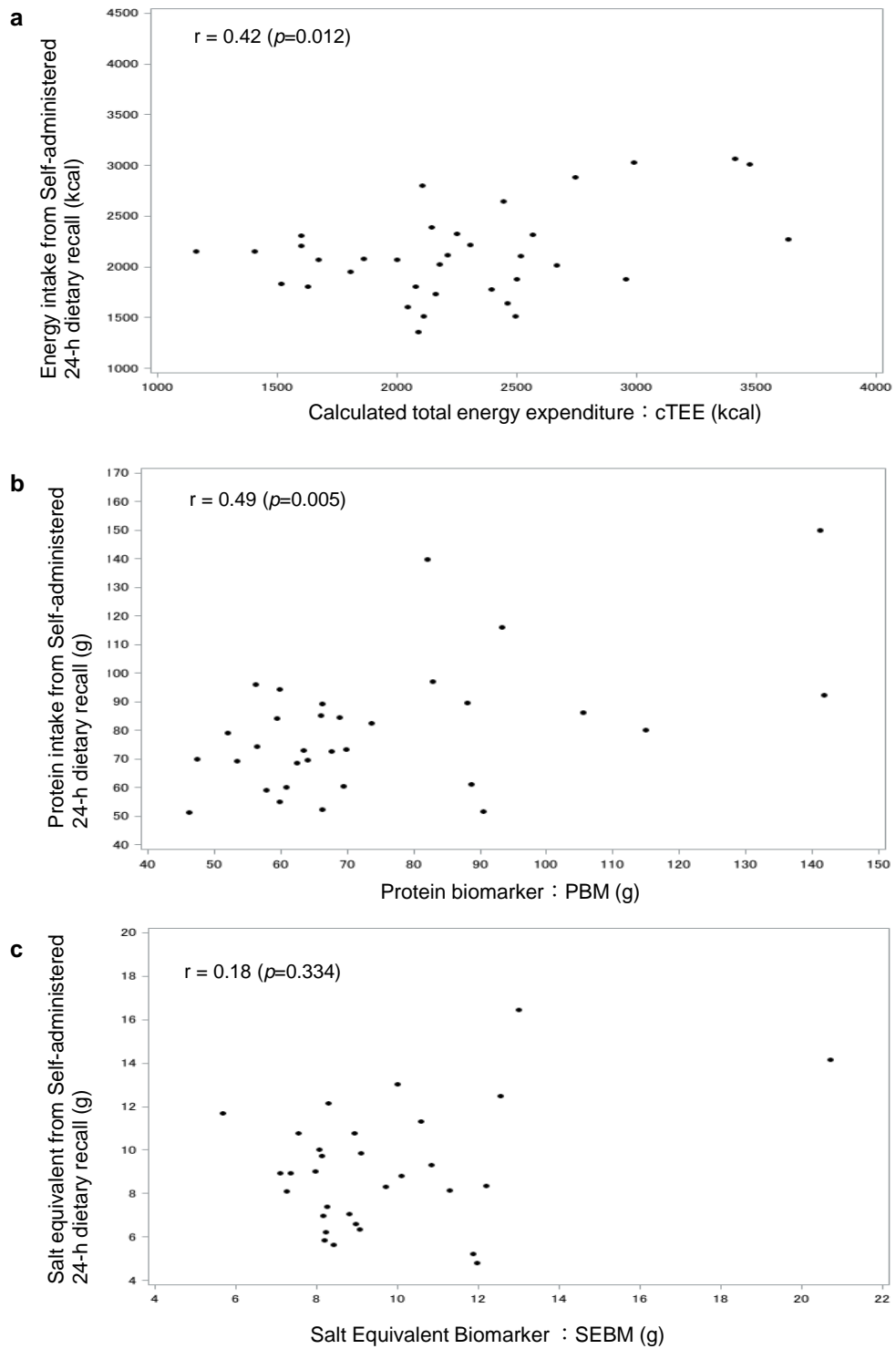


Figure 5. Correlation between energy and nutrient intake estimated from Self-administered 24-h dietary recall and biomarkers

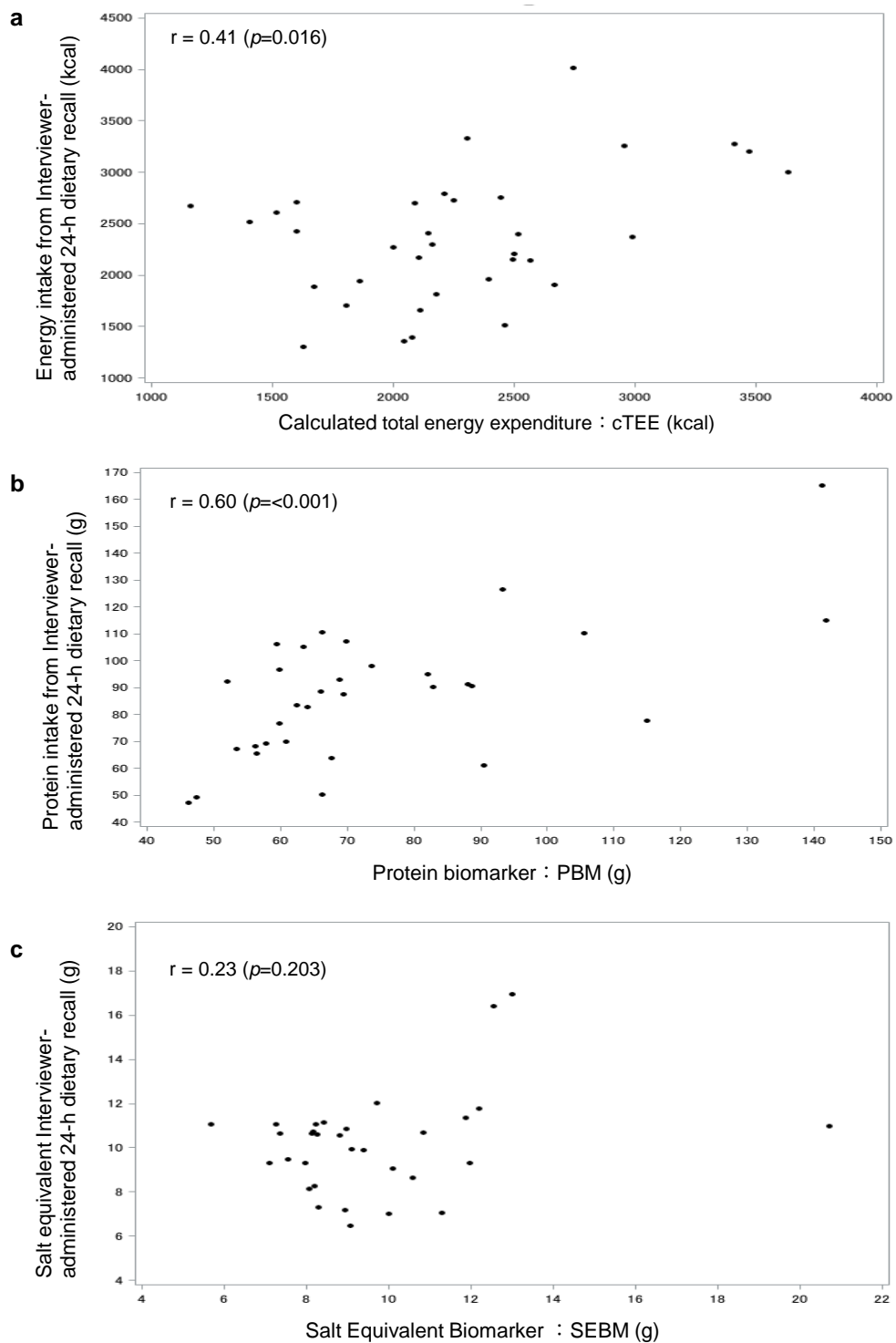


Figure 6. Correlation between energy and nutrient intake estimated from Interviewer-administered 24-h dietary recall and biomarkers

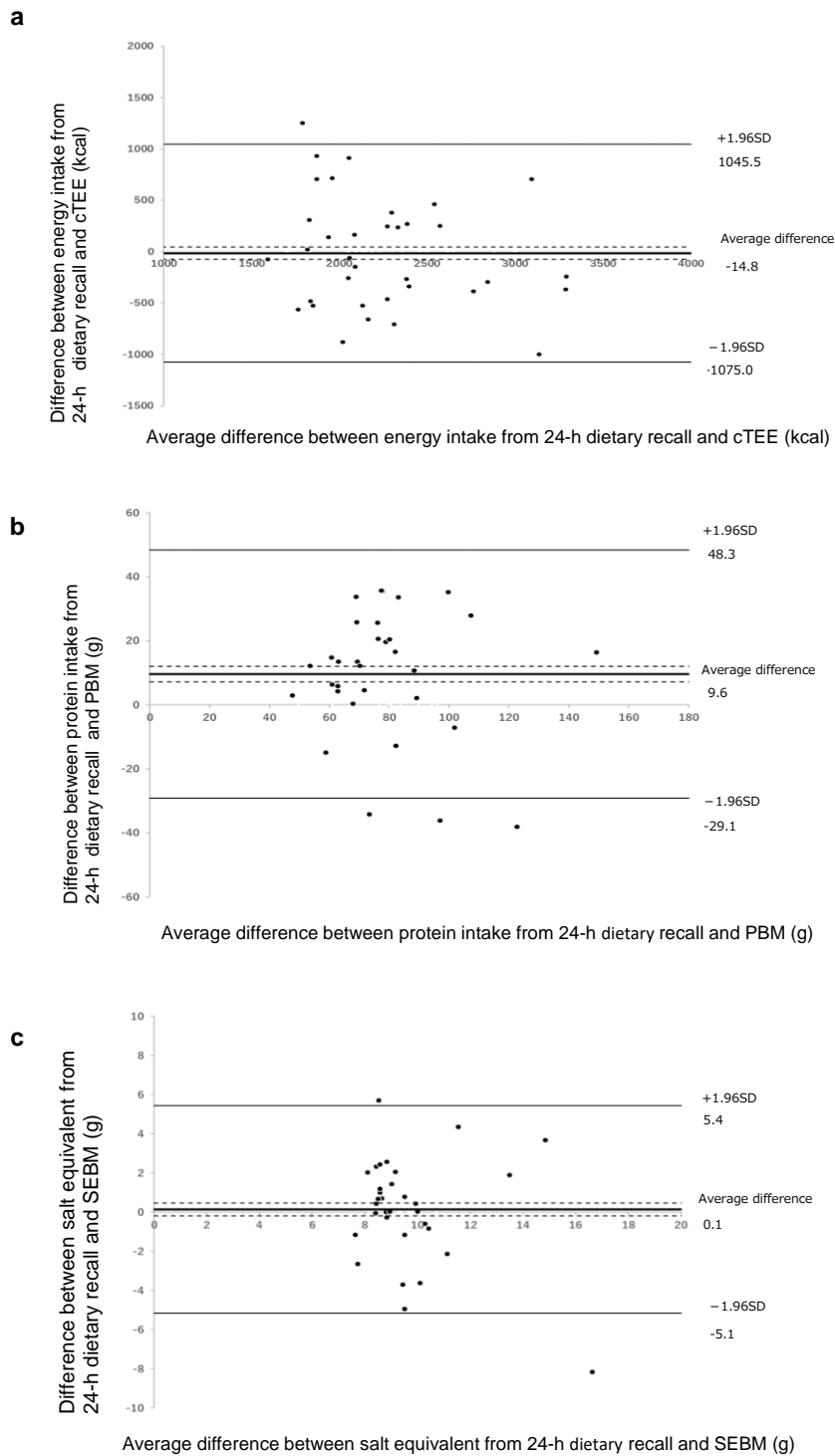


Figure 7. Bland–Altman Plots for 24-h dietary recall and biomarkers

----, 95 % CI for the mean difference.
 a cTEE : Calculated total energy expenditure.
 b PBM : Protein biomarker
 c SEBM : Salt Equivalent Biomarker.

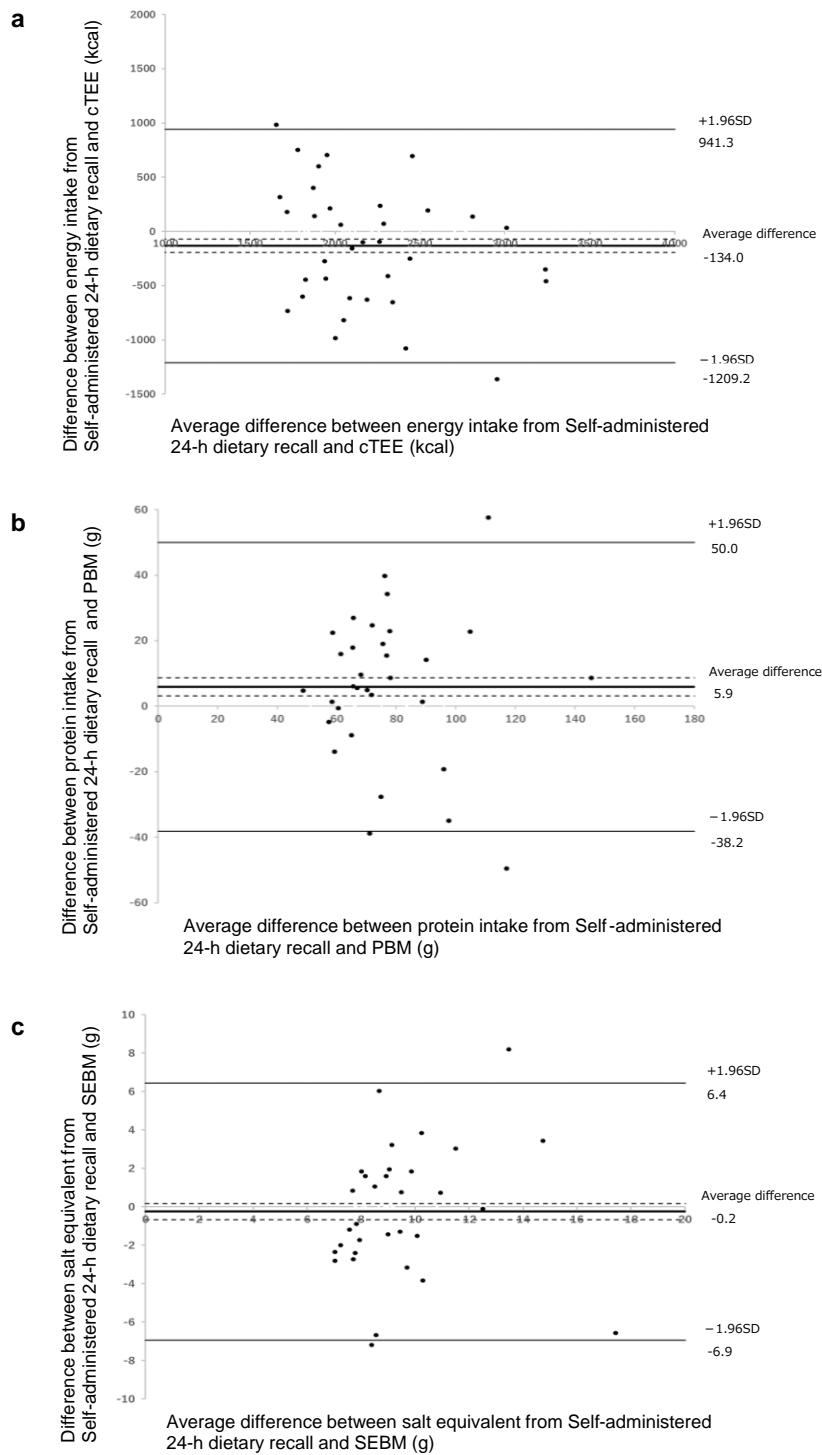


Figure 8. Bland–Altman Plots for Self-administered 24-h dietary recall and biomarkers

----, 95 % CI for the mean difference.
 a cTEE : Calculated total energy expenditure.
 b PBM : Protein biomarker
 c SEBM : Salt Equivalent Biomarker.

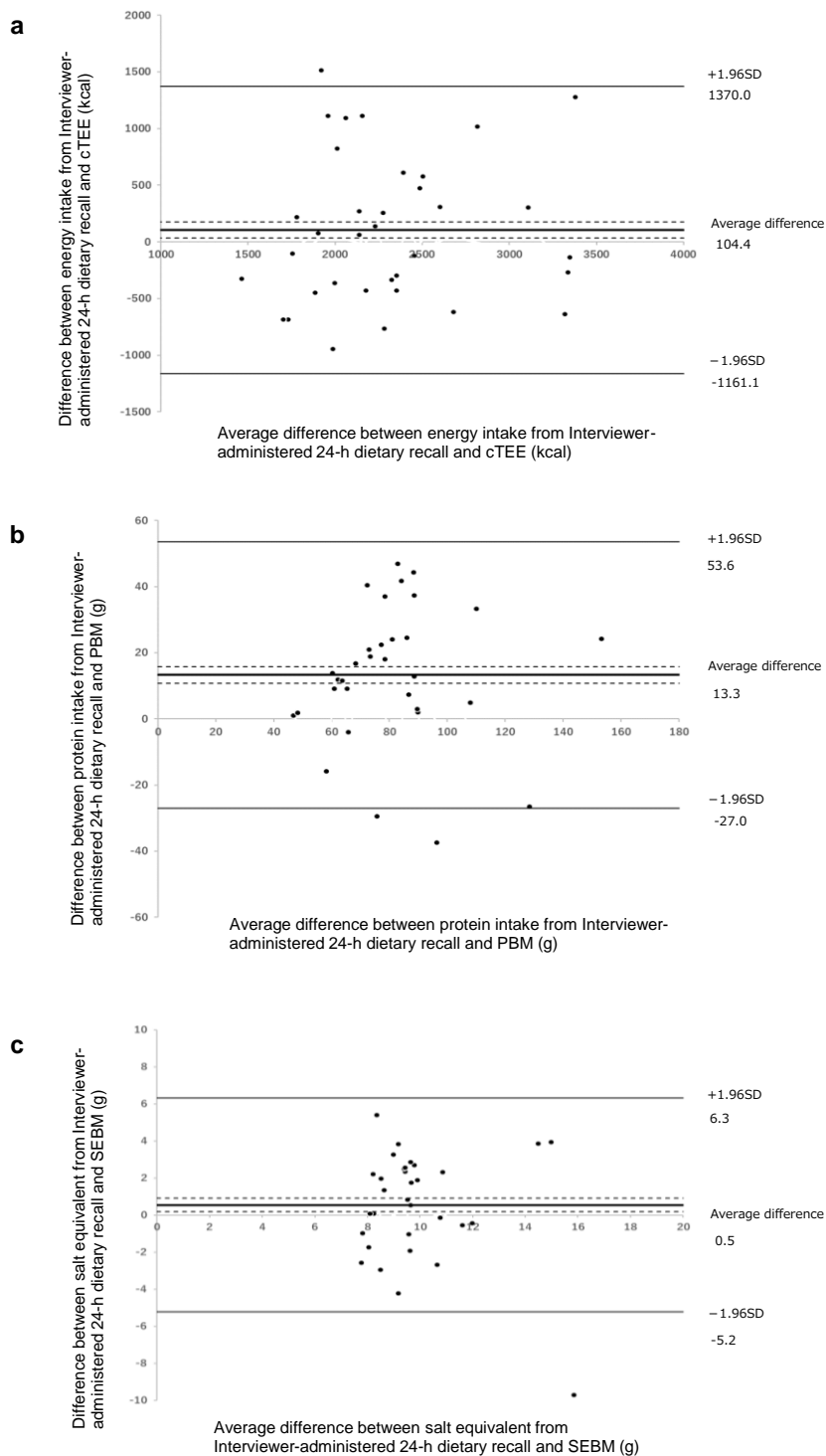


Figure 9. Bland–Altman Plots for Interviewer-administered 24-h dietary recall and biomarkers

----, 95 % CI for the mean difference.
 a cTEE : Calculated total energy expenditure.
 b PBM : Protein biomarker
 c SEBM : Salt Equivalent Biomarker.