

食事ガイドの策定に資する食品摂取パターンを明らかにする手法の検討～線形計画法、包絡分析法、食事の質スコアの比較～

研究協力者 大野 富美^{1,2}

研究分担者 松本 麻衣²

研究分担者 杉本 南³

研究協力者 大久保 公美⁴

研究代表者 片桐 諒子⁵

¹ 岐阜大学大学院医学系研究科 疫学・予防医学分野

² 医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所 栄養疫学・食育研究部

³ 東邦大学 医学部社会医学講座衛生学分野

⁴ 東京大学大学院医学系研究科 栄養疫学・行動栄養学

⁵ 千葉大学大学院情報学研究院

【研究要旨】

背景:日本人における健康的な食品摂取パターンとその実現可能性はほとんど明らかになっていない。

目的:本研究では健康的な食品摂取パターンを明らかにする手法として、数学的な手法を用いる最適化法(線形計画法と包絡分析法)および既存の知識を用いて健康的な食品摂取パターンを定義する方法(食事の質スコア)をとりあげ、それらの概要、利点、解釈上の留意点などを詳細に説明した。そのうえで、国民健康・栄養調査を用いて、線形計画法、包絡分析法で得られた栄養学的に望ましい食品摂取パターンの実現可能性と、日本人向けに開発された食事の質スコアである Diet Quality Score for Japanese (DQSJ) が栄養素摂取量の適切性の観点から有益であるかを調べた。

結果:線形計画法、包絡分析法、食事の質スコアで示された食品摂取パターンには類似点が多くあった。それぞれ解釈上の留意点があり、方法論の開発やさらなるエビデンスの構築が望まれる。線形計画法、包絡分析法で得られた栄養学的に望ましい食品摂取パターンは、各食品群でおおよそが国民健康・栄養調査の参加者が摂取している範囲内であり、集団全体としては実現可能性があると考えられた。ただし、全粒穀物、果物、種実類など一部の食品群では現在の日本人の摂取量は少なく、線形計画法、包絡分析法で得られたどちらの食品摂取パターンとも乖離が見られた。DQSJ で四分位にわけた際に最も高い群では、最も低い群に比べて多くの栄養素において不適切な摂取をする人の割合が少なかったが、ナトリウムに関しては DQSJ が高い群でもほとんどの人が目標量よりも多く摂取しており、日本人において、健康的な食品を摂取しつつナトリウム摂取量を少なくすることの難しさが示唆された。

結論:現時点では、各手法をそのまま食品ベースのガイドラインとすることは困難であるが、各手法で示された食品摂取パターンには類似点も多く、それらを統合して考慮することは現時点での食品ベースのガイドラインの基盤となると思われる。食品ベースのガイドラインの策定のためには、今後さらに様々な研究や手法論の開発が必要である。

A. 背景と目的

日本人の食事摂取基準では、科学的根拠に基づき、健康を維持・増進するために日本人が1日に摂取すべき栄養素の量が定められている¹。人々は栄養素単体ではなく食品を調理した料理を摂取しており、栄養素は目に見えないため、栄養の専門家でない人々への推奨事項としては栄養素ではなく食品の方が理解されやすいと考えられている²。しかし、日本には、科学的根拠に基づいて目標とすべき食品の量が定められたガイドラインは存在しない。そのようなガイドライン策定のためには、日本人においてどのように食品の摂取量を組み合わせると健康的であるかを多角的に評価する必要がある。評価法の1つとして、先述の食事摂取基準で定められた摂取量の指標との比較など、栄養素を適切に摂取できているかがあげられる^{3,4}。

そこで、本研究では、日本人における健康的な食品摂取パターンを定義するための手法として、数学的な手法を用いる方法と既存の知識を用いる方法とをとりあげる。数学的な手法を用いる方法として最適化法があり、そのうちの線形計画法、包絡分析法は、栄養素の摂取量が望ましくなるような食品摂取パターンを算出することを目的として先行研究で用いられている^{5,6}。既存の知識を用いる方法としては、主にそれまでのエビデンスから健康の観点で重要だと考えられる食品群、栄養素の摂取量をスコアリングして合計する食事の質スコアという概念がある²。

本研究では、それらの手法の内容、利点、解釈上の留意点などを、先行研究を具体例としてあげて詳細に説明する。そのうえで、国民健康・栄養調査を用いて、線形計画法、包絡分析法で得られた栄養学的に望ましい食品摂取パターンの実現可能性と、日本人のための食事の質スコア(Diet Quality Score for Japanese, DQSJ)⁷が栄養素摂取量の適切性の観点から有益であるかを調べた。

B. 方法

B-1. 3つの手法の概要

線形計画法、包絡分析法、食事の質スコアの3つの手法の概要、利点、解釈上の留意点については、日本人においてそれらの手法を適用した先行研究⁵⁻⁷や、それらの手法についての他国での研究⁸、総説・レビュー論文^{2,9,10}などを参考にしてまとめた。それらをもとに、各手法で定義された食品摂取パターンをどのようにガイドライン策定に生かせるかという観点を述べる。

B-2. 国民健康・栄養調査を用いた解析

国民健康・栄養調査(2018・2019年)で行われた1日間の食事記録から得た成人の食事摂取量を用いて、線形計画法、包絡分析法、食事の質スコアについて下記の解析を行った。栄養価計算は、日本食品標準成分表2015年版(七訂)および追補2016、2017年を用いて行った。食品群の定義は、可能な限りそれぞれの先行研究に従った。食事摂取基準で付加量が設定されている妊婦・授乳婦は全ての解析から除外した。

B-2-1. 線形計画法と包絡分析法で示された食品摂取パターンの実現可能性

日本人成人を対象に、線形計画法または包絡分析法を適用した先行研究で用いられた食品群について、1日の摂取量の分布を記述した。また、線形計画法および包絡分析法を用いた先行研究で示された食品摂取パターンの実現可能性を調べるため、食品摂取パターンとして提示された各食品群の摂取量よりも摂取量が多い人、少ない人の割合を計算した。

B-2-2. DQSJと栄養素摂取の不適切性との関連

DQSJを用いて対象者を個人ごとにスコアリングし、男女別にスコアの四分位で4群に分け

た。そして、日本人の食事摂取基準(2025 年版)¹で目標量、推定平均必要量が定められた栄養素について、摂取量が目標量の範囲外もしくは推定平均必要量未満の人の割合を四分位群ごとに計算した。

C. 結果

C-1. 各手法の説明

各手法の概要、利点や留意点、解釈の仕方を表 1 にまとめた。詳細について、下記に説明する。

C-1-1. 線形計画法の概要

線形計画法は、制約条件を満たし、目的関数を最適化(最大または最小に)する変数の組み合わせを算出する数学的手法である⁹。日本人を対象に、食事摂取基準を満たし、現在の摂取量からの変化が最も少ない食品摂取量を算出した Okubo ら(2015 年)の研究を例として説明する⁵。この研究では、成人男性 82 人、成人女性 92 人の 16 日間の食事記録から得た平均食事摂取量をもとに線形計画法が行われた。この研究でモデルに含められた変数は 19 の食品群の集団の平均摂取量である。目的変数は現在の集団の平均摂取量と最適化された摂取量の差の和であり、これが最も小さい変数の組み合わせが算出される。制約条件には食事摂取基準を満たすことと、食品群の摂取量が現実的な範囲内であることが含まれた。具体的には、食事摂取基準を満たすために、エネルギーと 28 の栄養素について次のような条件が制約条件の関数として含まれた: エネルギーが推定エネルギー必要量と等しくなる; 目標量が設定された栄養素は摂取量がその範囲である; 目安量や推奨量が設定された栄養素は摂取量がそれ以上である; 耐容上限量が設定された栄養素は摂取量がそれ未満である。また、食品群の摂取量が現実的な範囲内となるように、個人の平均摂取量の集団内の 5%タイルと 95%タイルの間の摂取量であることも制約条件として含まれた。ただし、全粒穀物、低

脂肪乳製品については集団全体の摂取量が少ないため、他の条件で組み入れられている。

なお、線形計画法では個人の摂取量を用いることも可能であるが⁹、我々の知る限り、日本人を対象に個人の摂取量をもとに線形計画法を使用した研究はない。

C-1-2 包絡分析法の概要

包絡分析法は、より現実的な食事を考慮して、栄養学的に望ましい食事を算出する方法として用いられる⁸。日本における先行研究では、成人男性 184 人と成人女性 185 人の 4 日間食事記録法からの平均食事摂取量を用いて、包絡分析法が行われた⁶。この論文では、まず個人の平均食事摂取量をもとに、予め決めた多く摂取した方がよいと考えられる食品や栄養素(果物、野菜、豆類、種実類、乳製品、魚介類、全粒穀物、ビタミン A)を多く、少なく摂取する方がよいと考えられる食品・栄養素(赤肉・加工肉、精製穀物、加糖飲料、エタノール、ナトリウム、添加糖類)を少なく摂取している人の食事を“効率的”とし、それ以外の人の食事を“非効率”とする。ここでは、男性 74 人、女性 71 人が効率的な食事であるとされ、残りの男性 110 人、女性 114 人は非効率な食事であるとされた。次に、それぞれの非効率な食事に対して、その食事に比較的に近くなるように、効率的な食事を組み合わせ、目的関数を最大・最小にするような代替の食事を得る。この研究では、目的関数として、栄養素摂取の望ましさを測るスコアである Nutrient-Rich Food Index 15.3 を用い、目的関数が最大になる代替の食事を得ている。NRF15.3 は、15 の望ましい栄養素の摂取量が多く、3 つの望ましくない栄養素の摂取量が少ないとスコアが高くなる。この手法では、元々効率的な食事と判断された人の食事は変化させず、非効率と判断された人の食事のみをモデル内で変化させて代替の食事を算出される。効率的な食事と代替の食事の集合

が包絡分析法で得られる食品摂取パターンとなる。

C-1-3 食事の質スコアの概要

食事の質スコアは、主に健康の観点から重要な食品群、栄養素の摂取量などをスコアリングして合計したものである¹⁰。主に、既存のエビデンスを用いて健康の観点で重要な食品群、栄養素が決められる。食品群、栄養素のスコアリングには、摂取量の集団分布または基準値を用いる。代表的なものに、アメリカの食事ガイドラインの遵守度をスコアリングした Healthy Eating Index-2015¹¹ や、地中海沿岸の食事をもとに開発された地中海食スコア¹² などがある。本研究では、日本人の健康の維持・増進を目的に開発された、DQSIJ を例にあげて説明する⁷。DQSIJ は、10 の構成要素からなり、それぞれにおいて、男女別に集団の摂取量の四分位を用いてスコアリングされる。7 つの要素(果物、野菜、全粒穀物、豆類、ナッツ、魚、乳製品)については、摂取量が多いほどスコアが高く、3 つの要素(赤肉・加工肉、加糖飲料、食塩)については、摂取量が少ないほどスコアが高くなるように 0～3 点にスコアリングされ、合計 0～30 点となる。DQSIJ の構成要素は、C-1-2 で述べた包絡分析法で効率的な食事を定めるために用いられた食品群、栄養素⁶と類似している。DQSIJ は、主に欧米諸国で死亡率や非感染性疾患との予防的な関連が報告されている 4 つの食事の質スコア¹³をもとに、日本での死亡に寄与する重要な食事因子(Global Burden of Diseases 研究より)¹⁴と、日本人の食事摂取量を考慮して開発された。

C-1-4 それぞれの手法の相違点と解釈

線形計画法と包絡分析法はデータをもとに数学的な手法を用いている。先行研究では解が得られているが、制約条件、変数の組み合わせによっては解が得られない可能性もある。また、用いるデータを変えると得られる食品摂

取パターンが異なる。どの程度の人数で、どの程度の代表性がある集団の、何日間の食事調査データであればこのような手法が妥当であるかについての議論はいまだ発展途上であることが指摘されている⁶。

今回例にあげた線形計画法で得られた食品群の摂取量は、そのように摂取をした場合、理論的には制約条件を全て満たすため食事摂取基準の基準値を満たすこととなる。ただし、実際には食品群内でどのような食品を選択するかによって、栄養素摂取量も異なり、必ずしもその限りではない。また、得られた食品群の摂取量を同時に摂取した際に制約条件を満たすため、個々の食品群のみを切り取り、その量を目指すべき量とすることは妥当ではない。また、線形計画法の際に、集団のデータを用いるか、個人のデータを用いるかでも解釈が異なる。日本での先行研究は目的変数に集団の平均摂取量と最適化後の摂取量の差の和を用いたもののみで⁵、個人の摂取量を用いたものはない。そのため、集団の平均値からの変化量が最も小さいモデルではあるが、個人個人にとっては、より変化量が小さく、かつ制約条件を満たす食品摂取パターンが存在する可能性がある。また、各食品群の摂取量は現実的な範囲内でも、得られた組み合わせが実現可能かは不明である⁹。最後に、今回の例にあげたような線形計画法では、同じ栄養素でも摂取源によって健康影響が異なるなど、食品群の違いによる健康への影響の違いは考慮されていない。

包絡分析法では、効率的と判断された人の食事全体を組み合わせで非効率な人の食事を変化させるため、線形計画法よりも実現可能性が高い組み合わせが得られると考えられる。一方で、効率的な食事が最適化の限界値となり、そのような食事も全ての側面で望ましいわけではない。たとえば、先行研究では効率的な食事の人の食塩摂取量の平均値は男性 11.6 g/2500 kcal、女性 9.8 g/2000 kcal である

⁶。このように、現実の中での効率的な食事を組み合わせるモデルのため、効率的な食事でも改善の余地が大きい部分については、最適化が難しい。包絡分析法は、理想を追求するよりも、実現可能性に重きをおいたモデルだと解釈できる^{6,8}。また、包絡分析法で得られた食品摂取パターンの摂取量は目安となるが、線形計画法と同じく、個々の食品群の平均摂取量のみを切り取り、目指すべき量とすることは妥当ではない。包絡分析法でも食品群の違いによる健康への影響の違いは十分に考慮できないが、先行研究では効率的な食事を判断する際に食品群を用いているため⁶、その分、線形計画法よりも食品群による健康影響の違いを考慮できていると考えられる。

食事の質スコアは、健康の観点から重要だと考えられる食品群、栄養素のみで構成されている一方、全ての食品群を網羅しているわけではない。たとえば、DQSJには卵、精製穀物、菓子類などは含まれていない⁷。各構成要素のスコアリングが目指すべき摂取量となる場合、スコアを満点に近づけることが健康的な食事摂取に繋がると考えられる。しかし、今回用いたDQSJは集団の摂取量の分布をスコアリングに用いているため、満点となる摂取量が健康などの観点から最適な摂取量であるとは言えない。さらに、集団によってスコアリングの基準が異なることとなり、異なる集団における得点の単純な比較はできない。DQSJの開発においても、日本人において摂取量の基準値を定める十分なエビデンスがないためスコアリングに集団の分布が用いられており、エビデンスが蓄積された場合は基準値の策定を試みる必要性が指摘されている⁷。食事の質スコアが高いほど、不適切な栄養素摂取をするものの割合が少ないことは保証されないが、検証は可能である。食事の質スコアが高い食事が、実際に実現可能かは不明であり、その検証手法も十分に確立されていない。しかしながら、後述のように、本研究の対象集団でDQSJの最

大値が男性26点、女性25点(30点満点)であることを考慮すると、1日の食事調査ではあるものの、DQSJが満点となるような食べ方をしていたものはいなかったと言える。

線形計画法と包絡分析法で得られた食品摂取パターンを用いて、他の集団をスコアリングするには新たにスコアリングの方法を開発する必要がある、他の集団に当てはめることは容易ではない。一方、食事の質スコアは、様々な集団に比較的容易に当てはめることができる。

3つの手法はともに異なるものの、示された食品摂取パターンは、全粒穀物、野菜、果物、豆類・種実類、魚介類を比較的多く摂取するものとして示され、食塩や調味料類が少なめに摂取するものとして示されるなどの共通点が見られた⁵⁻⁷。各手法で示された摂取量は値やその値が持つ意味が異なるものの、上記の定性的な特徴は、他のエビデンスも考慮したうえで、食品ベースのガイドラインとして取り入れることが可能だと考えられる。

C-2. 国民健康・栄養調査を用いた解析

C-2-1. 線形計画法と包絡分析法で示された食品摂取パターンの実現可能性

線形計画法で得られた各食品群の摂取量と、国民健康・栄養調査での摂取量との比較を表2に示した。ここでは、先行研究が30～49歳、50～59歳を扱っていたため、その年代のみを解析している。線形計画法で示された摂取量は、多くの食品群においては、通常の摂取量の範囲内と考えられた。ただし、全粒穀物では、どの世代、性別でも線形計画法で示された値よりも多く摂取している人はほとんどおらず、日常的に摂取している人も少ないと考えられる。海藻類、低脂肪乳製品、果物についても示された値よりも摂取している人が少なかった。砂糖・菓子類、アルコール飲料など、少なめに摂取することが望ましいと考えられる食品群については、線形計画法で示された値よりも実際の摂取量の中央値の方が小さかつ

た。

包絡分析法で得られた食品摂取パターンにおける平均値と、国民健康・栄養調査での18歳以上の成人全体での摂取量との比較を表3に示し、年代ごとの摂取量を表4に示した。多くの食品群で、包絡分析法で得られた食品摂取パターンの摂取量と国民健康・栄養調査での摂取量の中央値、平均値は同程度であった。なお、包絡分析法はより現実在即したモデルであるため、包絡分析法で得られた食品摂取パターンの全粒穀物の平均値は女性4g、男性37gと、線形計画法で示された値(性別、年代によって35~164g)よりも少ない。そのため、女性において包絡分析法で得られた食品摂取パターンの全粒穀物の平均値は国民健康・栄養調査の平均値と同程度であった。国民健康・栄養調査は1日調査ということもあるが、95%以上の人全粒穀物を摂取しておらず、習慣的に摂取している人は少ないと考えられた。また、果物、種実類において、包絡分析法で得られた食品摂取パターンよりも、国民健康・栄養調査での中央値や平均値は小さかった。牛・豚・加工肉、動物性油脂、砂糖・菓子類、アルコール飲料、甘味飲料など、少なめに摂取することが望ましい食品群において、包絡分析法で得られた食品摂取パターンと比べて国民健康・栄養調査の中央値や平均値は同程度か低い値であった。

B-2-2. DQSJと栄養素摂取量の不適切性との関連

DQSJのスコアリングのために用いた、各要素の摂取量を表5に示した。DQSJは各要素の男女別の摂取量の四分位でスコアリングをするが、果物、全粒穀物、乳製品、ナッツ、豆類(男性のみ)、魚、甘味飲料については、調査日に摂取していないものが集団の1/4以上であったため摂取していないものを0点(甘味飲料については3点)とし、摂取したものを三分位でわけてスコアリングした。DQSJのスコア

の範囲は男性で0~26点、女性で2~25点であった。

男女別にDQSJのスコアの四分位で4群にわけた際の食事摂取基準の目標量、推定平均必要量を満たしていない人の割合を表6に示した。なお、男女ともに年齢が高いほどDQSJのスコアが高い傾向があるため、年代ごとにDQSJの各群の割合は異なっている。ほぼ全ての栄養素において、DQSJが高くなるにつれ、不適切な栄養素の摂取をしている人の割合が低くなっていた。特に、たんぱく質(目標量)、食物繊維、カリウム、ビタミンA、B₂、B₆、B₁₂、C、カルシウム、マグネシウムなどで関連が顕著であった。また、たんぱく質の目標量の上限を超える人の割合はDQSJが高い群で若干多くなったが、たんぱく質の目標量の下限を下回るものはDQSJが高くなるほど顕著に減り、結果としてDQSJが高いほど、たんぱく質の目標量を満たさない人の割合が少なかった。例外であったのはナトリウムであり、DQSJが高くても目標量を満たさない人は多かった。また、男女ともに、75歳以上では、DQSJの各群で飽和脂肪酸の目標量を満たす人の割合はほぼ変わらなかった。一方、18~49歳、50~74歳ではDQSJが高いほど飽和脂肪酸の目標量を超えて摂取している人の割合が少なかった。以上より、ナトリウム以外の多くの栄養素について、男女ともに全ての年代で、DQSJが高いほど、不適切な摂取をしている人の割合が低かった。

D. 考察

本研究では、食品摂取パターンを得るための3つの手法について解説した。現時点では、各手法のいずれもそのまま食品ベースのガイドラインとすることは困難であるが、各手法は食品ベースのガイドラインのエビデンスとして有益なものであり、それぞれの利点や留意点をふまえて活用することが望まれる。

線形計画法で得られた食品摂取パターンや

包絡分析法で得られた食品摂取パターンは、国民健康・栄養調査での食事摂取量の分布の現実的な範囲内であることが多かった。しかし、いくつかの例外はあり、特に全粒穀物は国民健康・栄養調査の参加者の摂取量が顕著に少なかった。また、線形計画法で得られた食品摂取パターンと比較すると、年代や性別にもよるが、海藻類や低脂肪乳製品、果物も比較的摂取量が少ない結果となった。包絡分析法で得られた食品摂取パターンと比較すると、種実類も比較的摂取量が少ない結果となった。種実類、全粒穀物、果物は、DQSIJ にも含まれる要素である。国民健康・栄養調査は1日の食事調査であり、習慣的な摂取量では未摂取者は今回の結果より少ないと考えられるが、食事歴法質問票を用いて調査した結果でも種実類・全粒穀物の摂取量が少ないことが報告されている^{15 16}。

日本において、種実類、全粒穀物の摂取量を向上させることが必要かもしれないが、その前に必要な研究がいくつか存在する。たとえば、日本での種実類や全粒穀物が健康アウトカム(たとえば死亡や非感染性疾患)に対して有益であるかの研究を行う必要がある。日本での研究は少ないものの、ナッツを摂取することは死亡率が低いことと関連することが報告されている¹⁷。一方、全粒穀物と死亡率の関連を調べた研究は見当たらない。ただし、主に欧米諸国を中心とした、様々な地域の研究が全粒穀物、種実類が死亡率、循環器疾患、高血圧、(主に全粒穀物で)糖尿病などに対して有益であることを支持している¹⁸⁻²²。日本では摂取している人が少ないため関連を検出するのは難しいかもしれないが、このように様々な食習慣を持つ集団で再現されている結果は、日本にも当てはまる可能性があると考えられる。しかしながら、欧米の全粒穀物の主な摂取源がパン、シリアル、菓子類などであることを考えると²³、日本での全粒穀物と健康アウトカムとの関連が欧米のそれと異なる可能性も否定できない。さ

らに、日本では疾患との関連以前に、全粒穀物としてなにを摂取しているかの報告がほとんどない。食事記録を用いた日本の先行研究では全粒穀物の主な摂取源が玄米であると報告されているものの⁷、現在の日本の食品成分表では全粒穀物の食品の種類が少なく、食事記録法を行ったとしても全粒穀物に適切な食品成分表番号が割り当てられていない可能性がある。今後日本で全粒穀物摂取量を高い精度で記録・計算するための方法、摂取源の特定、健康アウトカムとの関連といった様々な研究が必要である。さらに、全粒穀物、種実類の摂取を増やすことの受容性も明らかにする必要がある。日本では全粒穀物については精製穀物と置き換えて摂取されることが予想されるため他の食品摂取量への影響は比較的小さいかもしれないが、特に種実類については、摂取を増やすことで他の食品摂取量がどのように変化するかは不明である。

DQSIJ のスコアが高い群では、低い群に比べて多くの栄養素で不適切な摂取をしているものの割合が少なかったが、ナトリウムは例外であり、関連がなかった。4日間の食事記録を用いた研究でも同様の結果が報告されており⁷、食塩の摂取量と、豆類、野菜類、魚の摂取量が正に相関することが理由としてあげられている。包絡分析法の効率的な食事においても、ナトリウム摂取量が依然として高いことが報告されている⁶。また、先行研究において、線形計画法で得られた食塩を含む調味料の摂取量は実際の摂取量の1/3程度になっている⁵。これらの結果から、食事の質スコアや包絡分析法により現在比較的健康的な食事を摂取していると判断されている人でも食塩摂取量が多いことが課題であり、食事摂取基準を満たすような食べ方をするには食塩摂取量を大幅に減らすことが必要であることがわかる。

なお、国民健康・栄養調査は1日調査であるため習慣的な摂取量よりも広い分布となる²⁴。そのため、日本人の食事摂取基準との比較に

において不適切な摂取をする人の割合や、線形計画法、包絡分析法で示された値未満または以上の人の割合は過少・過大に見積もられている。分布や食事摂取基準を満たさない人の割合については誤差が生じていることに留意する必要がある。本研究の目的である、線形計画法、包絡分析法で示された食品摂取パターンの実現可能性を検討する際は、特に日間変動の大きい食品群については注意を要する。なお、DQSJの4群間で栄養素摂取の不適切性との関連を調べることににおいては、各群での不適切な摂取者の割合自体をそのまま解釈することはできないが、DQSJの4群間で過少・過大に見積もられた人の割合が同程度だと仮定すれば、DQSJとの関連においては大きな影響は及ぼさない。

本研究より、食品ベースのガイドラインを策定するために、今後必要だと考えられる研究が明らかとなった。1 つめに、日本人において、現在摂取量が低い、様々な食事摂取パターンにおいて現在よりも増やすことが望ましいと考えられる食品(全粒穀物、ナッツなど)について、現状の詳細な摂取量や摂取源、増やすことの実現可能性、増やした際の他の食品群の摂取への影響を調べる必要がある。2 つめに、様々な食品群(特に、全粒穀物、種実類など)と健康アウトカムとの関連を調べる研究を増やし、各食品群がどの程度健康に重要であるか、様々なアウトカムを考えた際に適切な摂取量の範囲はどの程度かのエビデンスを構築する必要がある。3 つめに、数学的な手法論における方法論のさらなる発展が望まれる。たとえば、手法論を用いるにはどのようなデータセットが適切かの研究などがあげられる。

E. 結論

本研究では、望ましい食品摂取パターンを得るための3つの手法について解説した。線形計画法で得られた食品摂取パターンや包絡分析法で得られた食品摂取パターンを国民健

康栄養調査での摂取量の分布と比較すると、多くの食品群で実現可能性が示されたが、全粒穀物、果物、種実類などは摂取量が少なく、実現可能性が低い可能性がある。また、DQSJのスコアが高くてもナトリウムの目標量を満たす人は少なく、食塩摂取量が課題であることが示された。現時点では、各手法をそのまま食品ベースのガイドラインとすることは困難であるが、各手法で示された食品摂取パターンは、全粒穀物、野菜、果物、豆類・種実類、魚介類が比較的多く摂取するものとして示され、食塩や調味料類が少なめに摂取するものとして示されるなど類似点も多く、それらを統合することは現時点での食品ベースのガイドラインの基盤となると思われる。食品ベースのガイドラインの策定のためには、今後様々な研究や手法論の開発が必要である。

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

I. 参考文献

1. 厚生労働省,「日本人の食事摂取基準(2025年版)」策定検討会報告書 2024

- [Available from:
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_44138.html.]
2. Waijers PM, Feskens EJ, Ocke MC. A critical review of predefined diet quality scores. *Br J Nutr* 2007;97(2):219–31. doi: 10.1017/S0007114507250421
 3. Hlaing-Hlaing H, Pezdirc K, Tavener M, et al. Diet Quality Indices Used in Australian and New Zealand Adults: A Systematic Review and Critical Appraisal. *Nutrients* 2020;12(12) doi: 10.3390/nu12123777 [published Online First: 20201209]
 4. Tan MS, Cheung HC, McAuley E, et al. Quality and validity of diet quality indices for use in Australian contexts: a systematic review. *Br J Nutr* 2022;128(10):2021–45. doi: 10.1017/S0007114521004943 [published Online First: 20211216]
 5. Okubo H, Sasaki S, Murakami K, et al. Designing optimal food intake patterns to achieve nutritional goals for Japanese adults through the use of linear programming optimization models. *Nutr J* 2015;14:57. doi: 10.1186/s12937-015-0047-7 [published Online First: 20150606]
 6. Sugimoto M, Temme EHM, Biesbroek S, et al. Exploring culturally acceptable, nutritious, affordable and low climatic impact diet for Japanese diets: proof of concept of applying a new modelling approach using data envelopment analysis. *Br J Nutr* 2022;128(12):2438–52. doi: 10.1017/S0007114522000095 [published Online First: 20220113]
 7. Oono F, Murakami K, Fujiwara A, et al. Development of a Diet Quality Score for Japanese and Comparison With Existing Diet Quality Scores Regarding Inadequacy of Nutrient Intake. *J Nutr* 2023;153(3):798–810. doi: 10.1016/j.tjnut.2022.11.022 [published Online First: 20221224]
 8. Mertens E, Kuijsten A, Kanellopoulos A, et al. Improving health and carbon footprints of European diets using a benchmarking approach. *Public Health Nutr* 2021;24(3):565–75. doi: 10.1017/S1368980020003341 [published Online First: 20200923]
 9. Gazan R, Brouzes CMC, Vieux F, et al. Mathematical Optimization to Explore Tomorrow’s Sustainable Diets: A Narrative Review. *Adv Nutr* 2018;9(5):602–16. doi: 10.1093/advances/nmy049
 10. Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology. *Curr Opin Lipidol* 2002;13(1):3–9. doi: 10.1097/00041433-200202000-00002
 11. Krebs-Smith SM, Pannucci TE, Subar AF, et al. Update of the Healthy Eating Index: HEI-2015. *J Acad Nutr Diet* 2018;118(9):1591–602. doi: 10.1016/j.jand.2018.05.021
 12. Hutchins-Wiese HL, Bales CW, Porter Starr KN. Mediterranean diet scoring systems: understanding the evolution and applications for Mediterranean and non-Mediterranean countries. *Br J Nutr* 2022;128(7):1371–92. doi: 10.1017/S0007114521002476 [published Online First: 20210722]
 13. Miller V, Webb P, Micha R, et al. Defining diet quality: a synthesis of dietary quality metrics and their validity for the double burden of malnutrition. *Lancet Planet Health* 2020;4(8):e352–e70. doi: 10.1016/S2542-5196(20)30162-5
 14. Collaborators GD. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2019;393(10184):1958–72. doi:

- 10.1016/S0140-6736(19)30041-8 [published Online First: 20190404]
15. Oono F, Murakami K, Uenishi K, et al. Associations between diet quality scores and cardiometabolic status in young Japanese women: A cross-sectional study. *Asia Pac J Clin Nutr* 2025;34(1):91-103. doi: 10.6133/apjcn.202502_34(1).0009
16. Oono F, Murakami K, Shinozaki N, et al. Relative validity of three diet quality scores derived from the Brief-type Self-administered Diet History Questionnaire and Meal-based Diet History Questionnaire in Japanese adults. *Br J Nutr* 2024;132(12):1663-73. doi: 10.1017/S0007114524002058 [published Online First: 20241112]
17. Yamakawa M, Wada K, Koda S, et al. Associations of total nut and peanut intakes with all-cause and cause-specific mortality in a Japanese community: the Takayama study. *Br J Nutr* 2022;127(9):1378-85. doi: 10.1017/S0007114521002257 [published Online First: 20210621]
18. Becerra-Tomas N, Paz-Graniel I, C WCK, et al. Nut consumption and incidence of cardiovascular diseases and cardiovascular disease mortality: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Nutr Rev* 2019;77(10):691-709. doi: 10.1093/nutrit/nuz042
19. Schwingshackl L, Hoffmann G, Lampousi AM, et al. Food groups and risk of type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Eur J Epidemiol* 2017;32(5):363-75. doi: 10.1007/s10654-017-0246-y [published Online First: 20170410]
20. Schwingshackl L, Schwedhelm C, Hoffmann G, et al. Food Groups and Risk of Hypertension: A Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Prospective Studies. *Adv Nutr* 2017;8(6):793-803. doi: 10.3945/an.117.017178 [published Online First: 20171115]
21. Schwingshackl L, Schwedhelm C, Hoffmann G, et al. Food groups and risk of all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Am J Clin Nutr* 2017;105(6):1462-73. doi: 10.3945/ajcn.117.153148 [published Online First: 20170426]
22. Aune D, Keum N, Giovannucci E, et al. Whole grain consumption and risk of cardiovascular disease, cancer, and all cause and cause specific mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 2016;353:i2716. doi: 10.1136/bmj.i2716 [published Online First: 20160614]
23. Price EJ, Barrett EM, Batterham MJ, et al. Exploring the reporting, intake and recommendations of primary food sources of whole grains globally: a scoping review. *Br J Nutr* 2024;132(10):1365-76. doi: 10.1017/S0007114524002678 [published Online First: 20241104]
24. 横山徹爾. 習慣的な食事摂取量の分布を推定するための理論と実際—集団への食事摂取基準の適用の観点から—. *栄養学雑誌* 2013;71(Supplement 1 号):S7-S14. doi: 10.5264/eiyogakuzashi.71.S7

表 1 線形計画法、包絡分析法、食事の質スコアの概要のまとめ

	線形計画法による食品摂取パターン	包絡分析法による食品摂取パターン	食事の質スコア
概要	・数学的な手法を用いて、モデルに含めた条件 (例: 食事摂取基準の目標量、推奨量、目安量、耐用上限量) を満たし、目的関数を最大/最小にする (例: 各食品群摂取量の現状値と最適化値の差の絶対値の和が最小となる) 決定変数 (例: 各食品群の摂取量) を計算する	・個人の平均食事摂取量をもとに、予め決めた多く摂取した方がよい食品や栄養素 (例: 野菜) を多く、少なく摂取する方がよい食品・栄養素 (例: 食塩) を少なく摂取している人の食事を“効率的”とし、それ以外の人を“非効率”とする。非効率な食事を効率的な食事の組み合わせを用いて変化させ、基準 (例: NRF スコア) が最大になる代替の食事を得る	・既存のエビデンスから健康の観点で重要だと考えられる食品群、栄養素の摂取量をスコアリングして合計 ・食品群、栄養素のスコアリングには、摂取量の集団分布または予め定めた基準値を使う
特徴	・最適解が得られた場合、決定変数 (食品摂取量の組み合わせ) ではモデルの制約条件を全て満たす ・現実的な摂取量の範囲 (例: 集団の摂取量の 5～95% タイル) などの制約が可能	・各食品の摂取量単体ではなく、食事全体 (食品の組み合わせ) をもとにして最適な食品摂取パターンを導き出すため、線形計画法よりもより現実的な組み合わせとなる	・健康の観点から重要な食品群、栄養素のみで構成される ・対象者をスコアリングして食事を健康の側面から評価できる
留意点	・各食品の摂取量が現実的な範囲内でも、その組み合わせが実際に可能かは不明 ・集団の平均摂取量を用いた場合、個々人にとってはより変化が少ない最適な組み合わせがあるかもしれない	・効率的な食事を組み合わせで代替の食事を得るが、効率的な食事が全ての側面で望ましいわけではない (例: 効率的な食事でも、食塩、飽和脂肪酸が多い) ・得られた代替の食事が必ずしも食事摂取基準の各栄養素の基準を満たすとは限らない	・食事の質スコアが高いことが必ずしも食事摂取基準の基準を満たすとは限らない ・食事の質スコアが高い食事が現実的に可能かは不明 ・全ての食品群を網羅しているわけではない (例: DQSJ では卵、精製穀物などは含まれていない) ・食品群、栄養素のスコアリングに摂取量の集団分布を用いた場合 (例: DQSJ)、集団によってスコアリングの基準が異なる
	・モデルに入れる現在の摂取量が変わると、得られる食品摂取量も変わる ・得られた食品の摂取量を同時に摂取した際に条件を満たす (食事摂取基準を満たす、NRF を最大化する) ため、個々の食品のみを切り取って解釈をすることは難しい ・同じ栄養素でも摂取源によって健康影響が異なるなど、食品群の違いによる健康への影響の違いは考慮できない		

詳細は本文を参照。DQSJ, diet quality score for Japanese; NRF, nutrient-rich food index.

表 2 Okubo らの論文で線形計画法により得られた食事摂取基準を満たすための食品群別摂取量と、実際の摂取量の比較: 国民健康・栄養調査 (2018, 2019 年、妊婦および授乳婦を除く)

	30～49 歳女性 (n 1,361)					線形計画法で 示された値* ¹	左の値未満の 人の割合	左の値以上人 の割合
	5%タイル	25%タイル	摂取量 中央値	75%タイル	95%タイル			
穀類	150	307	404	500	647	393	47.5	52.5
全粒穀類	0	0	0	0	0	125	98.8	1.3
精製穀類	137	304	400	499	646	267	18.2	81.8
野菜類	106	246	368	519	792	577	82.7	17.3
緑黄色野菜	0	27	64	121	230	127	77.2	22.9
その他の野菜* ²	25	93	160	240	405	278	82.2	17.9
豆類 (豆・大豆・ナッツ)	0	1	38	90	237	68	66.6	33.4
いも類	0	0	21	74	166	66	72.2	27.9
きのこ類	0	0	0	23	75	16	69.5	30.5
海藻類	0	0	0	3	22	22	94.8	5.2
肉類とその代替類	80	152	209	272	395	235	60.8	39.2
卵類	0	2	39	72	125	63	68.3	31.7
肉類	0	59	110	165	268	88	39.8	60.2
魚介類	0	0	29	94	182	83	71.1	28.9
乳製品類	0	0	35	151	339	134	71.8	28.2
全脂肪乳製品	0	0	19	121	309	0	0	100
低脂肪乳製品	0	0	0	0	113	134	96.9	3.1
果物類	0	0	0	105	254	175	87.3	12.7
その他								
油脂類	0	7	15	25	41	0	0	100
調味料類* ³	11	33	50	71	153	18	8.9	91.1
砂糖・菓子類	0	4	21	73	167	93	80.2	19.8
アルコール飲料類	0	0	0	6	492	83	86.6	13.5
非アルコール飲料類	0	197	462	786	1414	1184	91.8	8.2

(続き)

(表 2 続き)

	50～59 歳女性(n 916)					線形計画法で 示された値* ¹	左の値未満の 人の割合	左の値以上人 の割合
	5%タイル	25%タイル	摂取量 中央値	75%タイル	95%タイル			
穀類	157	266	361	443	603	426	70.7	29.3
全粒穀類	0	0	0	0	0	57	98.1	1.9
精製穀類	142	259	360	441	603	369	53.4	46.6
野菜類	133	263	390	554	863	522	71.4	28.6
緑黄色野菜	0	28	69	126	237	134	77.6	22.4
その他の野菜* ²	30	102	174	258	441	214	63.8	36.2
豆類(豆・大豆・ナッツ)	0	4	45	99	271	76	66.2	33.8
いも類	0	0	24	78	176	64	69.5	30.5
きのこ類	0	0	3	26	75	14	63.4	36.6
海藻類	0	0	0	4	30	18	91.8	8.2
肉類とその代替類	66	145	200	263	366	182	42	58
卵類	0	3	43	66	114	37	46.1	53.9
肉類	0	44	92	139	221	48	27.1	72.9
魚介類	0	1	50	103	187	97	71.6	28.4
乳製品類	0	1	74	183	378	164	71	29
全脂肪乳製品	0	0	34	157	341	120	67.9	32.1
低脂肪乳製品	0	0	0	0	136	44	83.2	16.8
果物類	0	0	56	139	304	144	76.9	23.1
その他								
油脂類	0	7	14	24	41	15	53	47.1
調味料類* ³	11	31	49	75	167	22	13.8	86.2
砂糖・菓子類	0	6	23	64	142	65	75.3	24.7
アルコール飲料類	0	0	0	9	569	48	81.9	18.1
非アルコール飲料類	2	210	447	768	1332	808	77.7	22.3

(続く)

(表 2 続き)

	30～49 歳男性(n 1,320)					線形計画法で 示された値* ¹	左の値未満の 人の割合	左の値以上人 の割合
	摂取量							
	5%タイル	25%タイル	中央値	75%タイル	95%タイル			
穀類	246	466	601	747	954	642	57.8	42.2
全粒穀類	0	0	0	0	0	35	98.8	1.2
精製穀類	239	458	599	746	953	607	51.6	48.4
野菜類	96	283	418	611	913	579	71.7	28.3
緑黄色野菜	0	28	71	133	249	140	77.4	22.6
その他の野菜* ²	28	113	189	297	520	286	72.3	27.7
豆類(豆・大豆・ナッツ)	0	0	35	96	240	54	59.4	40.6
いも類	0	0	22	84	203	73	71.4	28.6
きのこ類	0	0	0	22	96	10	65.5	34.6
海藻類	0	0	1	5	33	16	87	13
肉類とその代替類	111	214	292	372	530	329	62.7	37.3
卵類	0	3	41	79	148	45	52.7	47.3
肉類	0	96	160	237	381	118	32.8	67.2
魚介類	0	0	47	120	238	166	86	14
乳製品類	0	0	9	115	335	110	74.2	25.8
全脂肪乳製品	0	0	5	74	289	73	74.8	25.2
低脂肪乳製品	0	0	0	0	100	36	90.5	9.6
果物類	0	0	0	58	218	204	94	6
その他								
油脂類	0	11	19	32	55	9	21.1	78.9
調味料類* ³	17	41	63	92	168	13	3	97
砂糖・菓子類	0	2	12	56	182	48	72	28
アルコール飲料類	0	0	0	245	1059	322	76.8	23.2
非アルコール飲料類	0	179	501	915	1711	885	73.2	26.8

(続く)

(表 2 続き)

	50～59 歳男性 (n 767)					線形計画法で 示された値* ¹	左の値未満の 人の割合	左の値以上の 人の割合
	5%タイル	25%タイル	摂取量 中央値	75%タイル	95%タイル			
穀類	208	393	529	645	846	580	61.9	38.1
全粒穀類	0	0	0	0	0	164	99.1	0.9
精製穀類	191	390	525	643	845	416	30	70
野菜類	108	267	405	583	909	526	66.8	33.3
緑黄色野菜	0	29	62	118	234	148	82.1	17.9
その他の野菜* ²	36	109	190	274	475	206	57.2	42.8
豆類(豆・大豆・ナッツ)	0	1	41	112	292	71	64.8	35.2
いも類	0	0	24	77	198	70	69.6	30.4
きのこ類	0	0	0	23	68	14	68.6	31.4
海藻類	0	0	1	7	30	16	87.4	12.7
肉類とその代替類	93	193	256	346	468	241	43.6	56.5
卵類	0	5	46	77	141	46	49.9	50.1
肉類	0	75	136	199	318	71	22.7	77.3
魚介類	0	1	54	116	244	124	77.6	22.4
乳製品類	0	0	9	130	323	174	81.1	18.9
全脂肪乳製品	0	0	5	101	272	71	72.1	27.9
低脂肪乳製品	0	0	0	0	106	103	94.5	5.5
果物類	0	0	0	92	262	115	79.1	20.9
その他								
油脂類	1	9	18	29	51	19	51.6	48.4
調味料類* ³	12	36	55	82	165	23	11.6	88.4
砂糖・菓子類	0	2	10	50	156	50	75	25
アルコール飲料類	0	0	6	473	1063	311	66.1	33.9
非アルコール飲料類	0	186	490	834	1581	796	72.9	27.1

*1 Okubo らの論文の Table 4 より。食事摂取基準 2010 を満たすように算出された食品群別摂取量の値。摂取量は、Okubo らの論文にあわせ、一定のエネルギー摂取量あたりで算出(30～49 歳女性は 2000 kcal/d、50～69 歳女性は 1900 kcal/d、30～49 歳男性は 2650 kcal/d、50～69 歳男性は 2450 kcal/d)

*2 Okubo らの論文では漬物について記載はないが、本解析では漬物を含んだ

*3 Okubo らの論文では食塩を含む調味料だが、本解析ではすべての調味料類とした

表 3 Sugimoto らの論文で示された包絡分析法で得られた代替の食事の食品群別平均摂取量と、実際の摂取量の比較：国民健康・栄養調査(2018, 2019 年、妊婦および授乳婦を除く)

	成人女性 (n 5,652)					包絡分析法で 示された値*	左の値未満 の人の割合	左の値以上 人の割合
	摂取量							
	5%タイル	25%タイル	中央値	75%タイル	95%タイル			
穀類	160	286	382	484	654	379	49.1	50.9
全粒穀類	0	0	0	0	0	4	97.4	2.6
精製穀類	145	281	380	482	654	375	48.5	51.5
いも類	0	0	30	85	194	35	52.3	47.7
豆類	0	2	47	105	252	73	63.1	36.9
種実類	0	0	0	2	17	8.2	89.3	10.7
野菜類	83	195	302	429	676	371	64.9	35.1
果物類	0	0	85	191	372	225	80.7	19.3
魚介類	0	7	59	113	206	78	57.9	42.1
肉類	0	41	86	140	234	76	44.2	55.8
牛・豚肉・加工肉類	0	13	53	101	182	39	40.8	59.2
鶏肉類	0	0	0	49	151	37	71.0	29.0
卵類	0	2	46	71	126	53	57.4	42.6
乳製品類	0	0	74	198	385	164	69.7	30.3
牛乳・クリーム・ヨーグルト類	0	0	69	193	379	160	69.8	30.2
チーズ類	0	0	0	0	26	3.9	78.5	21.5
油脂類	0	6	13	23	41	17	60.7	39.3
植物性油脂	0	5	12	21	39	15	60.2	39.8
動物性油脂	0	0	0	0	9	1.3	79.8	20.2
砂糖・菓子類	0	5	24	68	160	55	69.1	30.9
アルコール飲料類	0	0	0	5	413	37	87.5	12.5
茶・コーヒー類	0	191	447	761	1367	791	77.0	23.0
甘味飲料類	0	0	0	0	185	12	85.4	14.6
調味料類	14	35	53	78	183	80	76.6	23.4

(続く)

(表 3 続き)

	成人男性(n 5,053)						包絡分析法で 示された値*	左の値未満 の人の割合	左の値以上 人の割合
	摂取量								
	5%タイル	25%タイル	中央値	75%タイル	95%タイル				
穀類	233	407	533	663	873	532	49.7	50.3	
全粒穀類	0	0	0	0	0	37	98.3	1.7	
精製穀類	223	402	530	661	872	495	43.1	56.9	
いも類	0	0	30	88	214	56	62.2	37.8	
豆類	0	0	46	109	260	92	70.1	29.9	
種実類	0	0	0	1	15	5.3	87.7	12.3	
野菜類	79	204	312	459	723	366	60.6	39.4	
果物類	0	0	10	149	366	133	72.4	27.6	
魚介類	0	9	70	133	250	96	60.7	39.3	
肉類	0	65	123	192	314	122	49.3	50.7	
牛・豚肉・加工肉類	0	26	78	139	247	71	46.2	53.8	
鶏肉類	0	0	0	68	199	51	70.5	29.5	
卵類	0	4	48	79	141	36	43.1	56.9	
乳製品類	0	0	22	171	387	191	77.8	22.2	
牛乳・クリーム・ヨーグルト類	0	0	12	167	378	187	78.0	22.0	
チーズ類	0	0	0	0	25	3.8	82.6	17.4	
油脂類	0	8	17	28	49	22	62.6	37.4	
植物性油脂	0	7	15	26	47	20	61.9	38.1	
動物性油脂	0	0	0	0	10	2.2	82.0	18.0	
砂糖・菓子類	0	3	15	61	168	46	69.4	30.6	
アルコール飲料類	0	0	3	310	900	131	67.7	32.3	
茶・コーヒー類	0	151	441	786	1473	686	69.2	30.9	
甘味飲料類	0	0	0	0	398	23	83.7	16.4	
調味料類	17	41	61	89	180	111	86.2	13.8	

*sugimotoらの論文の Table 3. MAX(NRF)モデルでの摂取量より。男女それぞれ 196 人の中から、欧州の食事ガイドラインへの遵守度の高い人の食事選び、NRF15.3 のスコアが最大となるように組み合わせで算出された。

値は、各パーセンタイルでの摂取量。Sugimotoらの論文にあわせ、男性 2500 kcal、女性 2000 kcal あたりにエネルギー調整済。

表 4 Sugimoto らの論文で示された包絡分析法で得られた代替の食事の食品群別平均摂取量と、実際の摂取量の比較(年齢別): 国民健康・栄養調査
(2018, 2019 年、妊婦および授乳婦を除く)

	包絡分析法で示された値*	成人女性 (n 5,652)					
		全体		18～29 歳 (n 445)		30～49 歳 (n 1,361)	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
穀類	379	391	154	418	162	405	154
全粒穀類	4	4	29	1	9	4	31
精製穀類	375	387	157	417	163	401	157
いも類	35	54	71	45	63	46	62
豆類	73	74	101	59	80	64	117
種実類	8.2	3	10	2	8	3	9
野菜類	371	330	188	283	185	286	169
果物類	225	119	138	48	92	62	92
魚介類	78	73	72	52	66	55	66
肉類	76	97	76	141	91	119	83
牛・豚肉・加工肉類	39	66	63	86	73	78	69
鶏肉類	37	32	56	55	79	41	64
卵類	53	47	44	45	43	45	45
乳製品類	164	118	139	88	128	95	131
牛乳・クリーム・ヨーグルト類	160	113	138	83	126	90	130
チーズ類	3.9	5	11	5	12	5	13
油脂類	17	16	13	17	13	17	13
植物性油脂	1.3	15	13	16	13	16	13
動物性油脂	15	1	4	2	4	2	4
砂糖・菓子類	55	47	59	45	62	47	61
アルコール飲料類	37	55	189	30	139	74	230
茶・コーヒー類	791	529	476	526	532	515	470
甘味飲料類	12	29	102	36	117	28	108
調味料類	80	70	77	62	55	64	75

(続く)

(表 4 続き)

	成人女性 (n 5,652)					
	50～64 歳 (n 1,422)		65～74 歳 (n 1,306)		75 歳以上 (n 1,118)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
穀類	381	148	360	150	410	154
全粒穀類	6	38	4	28	2	19
精製穀類	375	153	356	153	409	156
いも類	52	68	63	80	61	75
豆類	77	103	86	97	77	85
種実類	4	12	4	9	3	8
野菜類	334	193	371	192	350	184
果物類	105	124	174	154	169	152
魚介類	71	70	86	74	88	73
肉類	99	73	80	64	73	63
牛・豚肉・加工肉類	66	61	58	57	52	55
鶏肉類	33	55	22	43	21	43
卵類	47	42	50	44	47	46
乳製品類	122	139	137	140	131	147
牛乳・クリーム・ヨーグルト類	117	138	132	139	128	145
チーズ類	5	12	5	11	4	9
油脂類	17	14	16	13	14	12
植物性油脂	16	13	14	12	12	12
動物性油脂	1	4	1	3	1	3
砂糖・菓子類	46	60	48	55	46	57
アルコール飲料類	81	218	44	159	24	131
茶・コーヒー類	537	483	531	453	536	479
甘味飲料類	28	105	27	91	31	96
調味料類	69	71	75	85	76	83

(続く)

(表 4 続き)

		成人男性 (n 5,053)						
		包絡分析法で示された値*	全体		18～29 歳 (n 487)		30～49 歳 (n 1,320)	
			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
穀類	532	540	196	591	190	571	203	
全粒穀類	37	4	44	7	66	3	37	
精製穀類	495	536	199	584	196	568	205	
いも類	56	58	78	55	71	52	72	
豆類	92	75	98	55	90	61	91	
種実類	5.3	3	10	1	5	2	12	
野菜類	366	349	212	286	176	323	228	
果物類	133	93	136	32	70	40	81	
魚介類	96	87	87	59	70	70	82	
肉類	122	137	99	184	101	165	108	
牛・豚肉・加工肉類	71	93	82	121	90	107	90	
鶏肉類	51	44	76	63	86	58	91	
卵類	36	52	49	50	49	48	48	
乳製品類	191	102	146	92	135	72	120	
牛乳・クリーム・ヨーグルト類	187	98	145	88	133	68	119	
チーズ類	3.8	4	12	4	15	4	12	
油脂類	22	20	15	21	14	22	16	
植物性油脂	2.2	18	15	20	14	20	16	
動物性油脂	20	2	4	2	4	2	5	
砂糖・菓子類	46	42	61	46	68	41	66	
アルコール飲料類	131	192	337	51	186	187	371	
茶・コーヒー類	686	532	505	469	491	533	522	
甘味飲料類	23	54	194	91	225	50	174	
調味料類	111	77	73	66	50	72	59	

(続く)

(表 4 続き)

	成人男性 (n 5,053)					
	50～64 歳 (n 1,197)		65～74 歳 (n 1,168)		75 歳以上 (n 881)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
穀類	381	148	360	150	410	154
全粒穀類	6	38	4	28	2	19
精製穀類	375	153	356	153	409	156
いも類	52	68	63	80	61	75
豆類	77	103	86	97	77	85
種実類	4	12	4	9	3	8
野菜類	334	193	371	192	350	184
果物類	105	124	174	154	169	152
魚介類	71	70	86	74	88	73
肉類	99	73	80	64	73	63
牛・豚肉・加工肉類	66	61	58	57	52	55
鶏肉類	33	55	22	43	21	43
卵類	47	42	50	44	47	46
乳製品類	122	139	137	140	131	147
牛乳・クリーム・ヨーグルト類	117	138	132	139	128	145
チーズ類	5	12	5	11	4	9
油脂類	17	14	16	13	14	12
植物性油脂	16	13	14	12	12	12
動物性油脂	1	4	1	3	1	3
砂糖・菓子類	46	60	48	55	46	57
アルコール飲料類	81	218	44	159	24	131
茶・コーヒー類	537	483	531	453	536	479
甘味飲料類	28	105	27	91	31	96
調味料類	69	71	75	85	76	83

*Sugimoto らの論文の Table 3. MAX(NRF)モデルでの摂取量。男女それぞれ 196 人の中から、欧州の食事ガイドラインへの遵守度の高い人の食事選び、NRF15.3 のスコアが最大となるように組み合わせて算出された。

値は、平均値、標準偏差(g/日)。Sugimoto らの論文にあわせ、男性 2500 kcal、女性 2000 kcal あたりにエネルギー調整済み。

表 5 DQSJ の要素のスコアリングに用いた摂取量 (g/1000 kcal) : 国民健康・栄養調査 (2018, 2019 年、妊婦および授乳婦を除く)

	成人女性 (n 5,652)													
	ALL		0 点			1 点			2 点			3 点		
	平均値	標準偏差	人数	最小値	最大値	人数	最小値	最大値	人数	最小値	最大値	人数	最小値	最大値
果物	55	67	2005	0	0	1122	0	50	1243	50	99	1282	100	790
野菜	152	90	1341	0	87	1329	87	136	1430	136	198	1552	198	858
全粒穀物(乾燥重量)	3	13	5004	0	0	158	0	8	242	8	29	248	29	182
乳製品	68	78	1493	0	0	1546	0	45	1466	45	113	1147	113	799
ナッツ	1	3	5094	0	0	178	0	3	185	3	8	195	8	82
豆類	36	49	1429	0	2	1318	2	23	1409	23	51	1496	51	1464
魚	24	30	2206	0	0	1067	0	25	1148	25	48	1231	48	358
赤肉・加工肉	34	31	1389	52	272	1398	29	52	1382	9	29	1483	0	9
砂糖などで甘みをつけた飲み物	16	53	324	92	997	330	45	91	309	1	45	4689	0	0
ナトリウム (mg/1000 kcal)	856	290	1578	1010	3141	1468	820	1010	1386	660	820	1220	46	659

	成人男性 (n 5,053)													
	ALL		0 点			1 点			2 点			3 点		
	平均値	標準偏差	人数	最小値	最大値	人数	最小値	最大値	人数	最小値	最大値	人数	最小値	最大値
果物	36	54	2443	0	0	821	0	38	875	38	77	914	77	609
野菜	129	81	1248	0	73	1210	73	115	1230	115	169	1365	169	1797
全粒穀物(乾燥重量)	3	14	4536	0	0	117	0	8	202	8	27	198	27	176
乳製品	55	73	1813	0	0	1283	0	34	1206	34	100	751	100	676
ナッツ	1	3	4651	0	0	124	0	3	132	3	8	146	8	129
豆類	29	38	1339	0	0	1156	0	18	1237	18	42	1321	42	483
魚	23	29	1882	0	0	968	0	22	1067	22	44	1136	44	295
赤肉・加工肉	38	32	1296	56	240	1232	32	56	1241	12	32	1284	0	12
砂糖などで甘みをつけた飲み物	26	80	373	124	2505	327	46	124	305	0	46	4048	0	0
ナトリウム (mg/1000 kcal)	795	262	1383	929	3949	1308	761	929	1221	618	761	1141	156	618

食品群の定義の詳細は Oono らの論文を参照。国民健康・栄養調査の報告書とは必ずしも定義が一致しない。

1 日調査のため、理論的に上記の論文 (4 日間食事記録法) や習慣的摂取量よりも摂取量 0 (調査日における未摂取者) が多く、最大値も大きくなることが予想される。

表6 DQSJ ごとの食事摂取基準(2025 年版)を満たしていないものの割合:国民健康・栄養調査(2018, 2019 年) (n 10,705)

	18～49 歳男性(n 1,807)								50～74 歳男性(n 2,365)							
	Q1		Q2		Q3		Q4		Q1		Q2		Q3		Q4	
	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
目標量の設定された栄養素	618	34.2	626	34.6	385	21.3	178	9.9	451	19.1	659	27.9	689	29.1	566	23.9
たんぱく質 (%E)	319	51.6	249	39.8	102	26.5	42	23.6	339	75.2	394	59.8	358	52.0	238	42.0
脂質 (%E)	353	57.1	353	56.4	201	52.2	80	44.9	239	53.0	336	51.0	324	47.0	256	45.2
飽和脂肪酸 (%E)	442	71.5	414	66.1	245	63.6	95	53.4	276	61.2	375	56.9	365	53.0	314	55.5
炭水化物 (%E)	317	51.3	293	46.8	188	48.8	66	37.1	244	54.1	332	50.4	346	50.2	253	44.7
食物繊維	484	78.3	398	63.6	191	49.6	63	35.4	363	80.5	437	66.3	367	53.3	192	33.9
ナトリウム	578	93.5	585	93.5	377	97.9	170	95.5	412	91.4	617	93.6	653	94.8	537	94.9
カリウム	524	84.8	449	71.7	200	51.9	53	29.8	376	83.4	474	71.9	341	49.5	167	29.5
推定平均必要量の設定された栄養素																
たんぱく質	6	1.0	2	0.3	0	0.0	0	0.0	7	1.6	1	0.2	0	0.0	0	0.0
ビタミン A	515	83.3	455	72.7	244	63.4	96	53.9	374	82.9	497	75.4	430	62.4	267	47.2
ビタミン B1	117	18.9	99	15.8	49	12.7	15	8.4	102	22.6	113	17.1	85	12.3	30	5.3
ビタミン B2	389	62.9	330	52.7	152	39.5	47	26.4	233	51.7	291	44.2	205	29.8	98	17.3
ナイアシン当量	2	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
ビタミン B6	252	40.8	200	31.9	57	14.8	13	7.3	206	45.7	215	32.6	141	20.5	48	8.5
ビタミン B12	374	60.5	303	48.4	120	31.2	29	16.3	253	56.1	283	42.9	213	30.9	103	18.2
葉酸	166	26.9	81	12.9	21	5.5	1	0.6	89	19.7	57	8.6	23	3.3	6	1.1
ビタミン C	409	66.2	332	53.0	173	44.9	46	25.8	252	55.9	290	44.0	225	32.7	102	18.0
カルシウム	533	86.2	459	73.3	219	56.9	51	28.7	372	82.5	459	69.7	348	50.5	155	27.4
マグネシウム	501	81.1	375	59.9	126	32.7	22	12.4	329	72.9	354	53.7	199	28.9	60	10.6
鉄 ²	72	11.7	51	8.1	10	2.6	1	0.6	60	13.3	37	5.6	13	1.9	1	0.2
亜鉛	47	7.6	34	5.4	10	2.6	1	0.6	73	16.2	69	10.5	64	9.3	28	4.9
銅	13	2.1	2	0.3	1	0.3	0	0.0	12	2.7	6	0.9	1	0.1	0	0.0
目標量の設定された栄養素の詳細																
たんぱく質下限未満	296	47.9	220	35.1	73	19.0	23	12.9	327	72.5	371	56.3	313	45.4	187	33.0
たんぱく質上限超え	23	3.7	29	4.6	29	7.5	19	10.7	12	2.7	23	3.5	45	6.5	51	9.0
脂質下限未満	74	12.0	77	12.3	42	10.9	18	10.1	76	16.9	110	16.7	104	15.1	69	12.2
脂質下限上限超え	279	45.1	276	44.1	159	41.3	62	34.8	163	36.1	226	34.3	220	31.9	187	33.0
炭水化物下限未満	258	41.7	243	38.8	161	41.8	55	30.9	210	46.6	283	42.9	298	43.3	221	39.0
炭水化物上限超え	59	9.5	50	8.0	27	7.0	11	6.2	34	7.5	49	7.4	48	7.0	32	5.7

(続く)

(表 6 続き)

	75 歳以上男性(n 881)								18～49 歳女性(n 1,806)							
	Q1		Q2		Q3		Q4		Q1		Q2		Q3		Q4	
	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
目標量の設定された栄養素	61	6.9	177	20.1	292	33.1	351	39.8	699	38.7	625	34.6	267	14.8	215	11.9
たんぱく質 (%E)	52	85.2	114	64.4	175	59.9	150	42.7	292	41.8	195	31.2	75	28.1	43	20.0
脂質 (%E)	39	63.9	102	57.6	147	50.3	167	47.6	431	61.7	387	61.9	156	58.4	104	48.4
飽和脂肪酸 (%E)	27	44.3	84	47.5	143	49.0	170	48.4	552	79.0	460	73.6	200	74.9	131	60.9
炭水化物 (%E)	27	44.3	83	46.9	123	42.1	135	38.5	344	49.2	284	45.4	118	44.2	85	39.5
食物繊維	38	62.3	110	62.1	143	49.0	108	30.8	555	79.4	390	62.4	130	48.7	71	33.0
ナトリウム	53	86.9	159	89.8	273	93.5	327	93.2	633	90.6	575	92.0	246	92.1	199	92.6
カリウム	55	90.2	130	73.4	188	64.4	121	34.5	599	85.7	446	71.4	129	48.3	75	34.9
推定平均必要量の設定された栄養素																
たんぱく質	3	4.9	1	0.6	1	0.3	0	0.0	12	1.7	2	0.3	0	0.0	0	0.0
ビタミン A	49	80.3	120	67.8	174	59.6	152	43.3	505	72.2	388	62.1	122	45.7	97	45.1
ビタミン B1	20	32.8	39	22.0	40	13.7	18	5.1	90	12.9	68	10.9	13	4.9	8	3.7
ビタミン B2	29	47.5	48	27.1	72	24.7	39	11.1	281	40.2	196	31.4	51	19.1	24	11.2
ナイアシン当量	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
ビタミン B6	38	62.3	74	41.8	84	28.8	42	12.0	378	54.1	214	34.2	55	20.6	20	9.3
ビタミン B12	36	59.0	75	42.4	85	29.1	51	14.5	501	71.7	359	57.4	124	46.4	61	28.4
葉酸	12	19.7	11	6.2	11	3.8	2	0.6	246	35.2	113	18.1	21	7.9	6	2.8
ビタミン C	30	49.2	62	35.0	73	25.0	50	14.2	464	66.4	343	54.9	98	36.7	72	33.5
カルシウム	58	95.1	126	71.2	155	53.1	85	24.2	557	79.7	414	66.2	123	46.1	67	31.2
マグネシウム	45	73.8	81	45.8	93	31.8	22	6.3	483	69.1	258	41.3	44	16.5	13	6.0
鉄 ²	6	9.8	6	3.4	7	2.4	3	0.9	434	62.1	290	46.4	75	28.1	41	19.1
亜鉛	12	19.7	21	11.9	37	12.7	31	8.8	70	10.0	53	8.5	8	3.0	4	1.9
銅	1	1.6	1	0.6	0	0.0	0	0.0	13	1.9	6	1.0	1	0.4	0	0.0
目標量の設定された栄養素の詳細																
たんぱく質下限未満	51	83.6	109	61.6	161	55.1	128	36.5	270	38.6	155	24.8	47	17.6	15	7.0
たんぱく質上限超え	1	1.6	5	2.8	14	4.8	22	6.3	22	3.1	40	6.4	28	10.5	28	13.0
脂質下限未満	26	42.6	52	29.4	74	25.3	84	23.9	51	7.3	53	8.5	17	6.4	20	9.3
脂質下限上限超え	13	21.3	50	28.2	73	25.0	83	23.6	380	54.4	334	53.4	139	52.1	84	39.1
炭水化物下限未満	15	24.6	51	28.8	80	27.4	86	24.5	299	42.8	246	39.4	107	40.1	71	33.0
炭水化物上限超え	12	19.7	32	18.1	43	14.7	49	14.0	45	6.4	38	6.1	11	4.1	14	6.5

(続く)

(表 6 続き)

	50～74 歳女性 (n 2,728)								75 歳以上女性 (n 1,118)							
	Q1		Q2		Q3		Q4		Q1		Q2		Q3		Q4	
	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%	人数	%
目標量の設定された栄養素	483	17.7	821	30.1	577	21.2	847	31	154	13.8	314	28.1	267	23.9	383	34.3
たんぱく質 (%E)	289	59.8	406	49.5	237	41.1	289	34.1	104	67.5	184	58.6	135	50.6	154	40.2
脂質 (%E)	284	58.8	464	56.5	323	56.0	443	52.3	78	50.6	176	56.1	149	55.8	194	50.7
飽和脂肪酸 (%E)	344	71.2	562	68.5	388	67.2	519	61.3	86	55.8	151	48.1	137	51.3	212	55.4
炭水化物 (%E)	242	50.1	384	46.8	254	44.0	335	39.6	60	39.0	129	41.1	113	42.3	143	37.3
食物繊維	350	72.5	466	56.8	267	46.3	246	29.0	102	66.2	177	56.4	131	49.1	133	34.7
ナトリウム	438	90.7	750	91.4	520	90.1	777	91.7	127	82.5	269	85.7	242	90.6	340	88.8
カリウム	378	78.3	500	60.9	262	45.4	231	27.3	128	83.1	228	72.6	165	61.8	155	40.5
推定平均必要量の設定された栄養素																
たんぱく質	6	1.2	1	0.1	0	0.0	2	0.2	7	4.5	2	0.6	1	0.4	0	0.0
ビタミン A	346	71.6	499	60.8	280	48.5	344	40.6	97	63.0	176	56.1	127	47.6	149	38.9
ビタミン B1	66	13.7	107	13.0	45	7.8	46	5.4	15	9.7	20	6.4	14	5.2	11	2.9
ビタミン B2	194	40.2	198	24.1	88	15.3	74	8.7	48	31.2	76	24.2	57	21.3	48	12.5
ナイアシン当量	1	0.2	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
ビタミン B6	222	46.0	254	30.9	104	18.0	86	10.2	81	52.6	131	41.7	78	29.2	62	16.2
ビタミン B12	323	66.9	428	52.1	226	39.2	223	26.3	105	68.2	172	54.8	107	40.1	94	24.5
葉酸	107	22.2	112	13.6	35	6.1	24	2.8	32	20.8	41	13.1	29	10.9	18	4.7
ビタミン C	246	50.9	315	38.4	159	27.6	158	18.7	71	46.1	116	36.9	83	31.1	74	19.3
カルシウム	374	77.4	508	61.9	250	43.3	242	28.6	122	79.2	196	62.4	120	44.9	95	24.8
マグネシウム	285	59.0	307	37.4	109	18.9	66	7.8	89	57.8	125	39.8	58	21.7	37	9.7
鉄 ²	39	8.1	41	5.0	16	2.8	10	1.2	9	5.8	13	4.1	4	1.5	1	0.3
亜鉛	83	17.2	127	15.5	65	11.3	85	10.0	23	14.9	32	10.2	42	15.7	33	8.6
銅	7	1.4	6	0.7	2	0.3	0	0.0	1	0.6	1	0.3	1	0.4	0	0.0
目標量の設定された栄養素の詳細																
たんぱく質下限未満	270	55.9	357	43.5	183	31.7	180	21.3	96	62.3	170	54.1	120	44.9	106	27.7
たんぱく質上限超え	19	3.9	49	6.0	54	9.4	109	12.9	8	5.2	14	4.5	15	5.6	48	12.5
脂質下限未満	69	14.3	104	12.7	63	10.9	102	12.0	34	22.1	82	26.1	64	24.0	68	17.8
脂質下限上限超え	215	44.5	360	43.8	260	45.1	341	40.3	44	28.6	94	29.9	85	31.8	126	32.9
炭水化物下限未満	192	39.8	301	36.7	207	35.9	270	31.9	32	20.8	66	21.0	56	21.0	89	23.2
炭水化物上限超え	50	10.4	83	10.1	47	8.1	65	7.7	28	18.2	63	20.1	57	21.3	54	14.1

%E, %エネルギー.

- 1 推定平均エネルギー必要量あたりにエネルギー調整をしてから食事摂取基準と比較
- 2 鉄摂取量の推定平均必要量について、18～49 歳女性のみ月経ありと仮定