

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 17 日現在

機関番号：82602

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K16226

研究課題名(和文)食品市場価格を考慮した健康的な食品構成の検討：最適化法を用いた解析手法の確立

研究課題名(英文) Designing healthy food intake patterns considering monetary diet cost to achieve nutritional goals through the use of linear programming optimization models

研究代表者

大久保 公美 (Okubo, Hitomi)

国立保健医療科学院・その他部局等・主任研究官

研究者番号：80407577

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,300,000円

研究成果の概要(和文)：最適化法を用いて、現在の日本人の食事摂取状況を大幅に逸脱することなく、変容かつ実現可能な範囲で日本人の健康的な食品構成と食事価格を検討した。

観察時と最適化後を比較したところ、男女ともに年齢の若い(20～49歳)群に共通して、穀類(全粒)、野菜、大豆製品、乳製品、塩味調味料の量に大きな違いが見られた。一方、50-69歳群においては、穀類(全粒)、野菜、乳製品(低脂肪)そして塩味調味料以外の食品群については、観察時の摂取量は最適化後の量にかなり近い傾向が見られた。そして、健康的な食品構成を実現させるためには、全ての性・年齢区分において現在の食事価格より7-18%増やす必要があることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Using a linear programming model, the present study explored the optimal food intake patterns and diet cost that meet the nutrient recommendations of the Dietary Reference Intakes while incorporating typical Japanese food selections.

Achieving nutritional goals required minor modifications of existing diets in older groups (50-69 years), while major modifications were required to increase the intake of refined grain, vegetables, soy products and reduced-fat dairy products, and to reduce the intake of salt-containing seasonings in younger group (20-49 years). Across all sex and age groups, diet cost from the current eating habits needed to be increased by 7-18% to meet nutrient recommendations.

研究分野：栄養疫学

キーワード：食事最適化法 食事価格 食品構成 栄養素摂取量 国民健康・栄養調査

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 昨今、所得をはじめとする社会経済状態の違いによる健康・栄養状態の格差が大きな問題となっており、経済指標を取り入れた食事評価ならびに格差縮小のための具体的な栄養政策につながるエビデンスの構築は、公衆衛生上の喫緊の課題である。

(2) これまで確立されてきた食事評価法は、食品の総合的な摂取傾向や食事全体の質を考慮した上で健康状態との関連を明らかにしたり、栄養適正(栄養基準を満たす程度)の低い集団を同定することが可能であるが、現在の食品の組み合わせの「何を」「どのくらい」「どのように」変容すれば、より栄養適正が高くなったり、より健康的な食事につながるか、ということまでは明らかにすることができない。

(3) 他分野で幅広く応用されている最適化法[制約条件がある中で複数の選択肢を組み合わせ何らかの成果を出すとき、その成果を最小または最大にする組み合わせを選択する(最適解を得る)数的手法のひとつ]を栄養学分野に導入することができれば、上記課題を解決する糸口になると考え、本研究の着想に至った。

## 2. 研究の目的

食事摂取ならびに食品の市場価格に関する全国調査の既存データを活用し、

(1) 食事価格と日本人の社会経済状況、生活習慣および食品・栄養素摂取状況との関連を明らかにすること

(2) 最適化法を用いた解析手法を確立し、現在の日本人の食事摂取状況を大幅に逸脱することなく、変容かつ実現可能な範囲で、食品市場価格を考慮した日本人の健康的な食品構成(もっとも安いコストで、もっとも栄養価の高い食品の組み合わせ)を見出すことを本研究の目的とする。

## 3. 研究の方法

(1) 食事価格と社会経済状況、生活習慣および食品・栄養素摂取状況との関連について食事摂取データから食事価格を推定するための計算プログラムの確立

平成25年度国民健康・栄養調査の食事記録に出現した1,426項目の個々の食品番号に対し、各食品の特性を考慮しながら、平成25年度小売物価統計調査から得られた各食品の価格を当てはめ、食品価格データベースを作成した。該当する食品がなく価格を当てはめることができない食品38項目については、全国に展開されているスーパーやレストランの価格を参考値として当てはめた。そして、個人ごとに各食品摂取量に対する食品価格を算出し、すべての食品価格を合計すること

により食事全体の価格(食事価格)を算出した。

食事価格と社会経済状況、生活習慣および食品・栄養素摂取状況との関係

平成25年度国民生活基礎調査の世帯票および平成25年度国民健康・栄養調査の身体状況調査、栄養摂取状況調査、生活習慣調査の既存データを活用した。生活習慣調査の対象者が20歳以上のみであるため、本研究では20歳以上の成人に限定した。そして、国民健康・栄養調査の3種類の調査および国民生活基礎調査に回答した者のうち、両調査のリンケージができた者、そして本研究で使用する項目に欠損のない4,658名を解析対象とした。

食事価格と社会経済状況および生活習慣との関連については、社会経済状況および生活習慣に関する項目ごとに、1日あたりの食事価格(円/日)およびエネルギー調整済み食事価格(円/1000 kcal)の平均値を計算し、共分散分析あるいは線形回帰分析を行った。

食事価格と食品・栄養素摂取量との関連については、エネルギー調整済み食事価格によって対象者を5分位に分類し、食品・栄養素摂取量の平均値を比較した。この際に、食事価格および食品・栄養素摂取状況に影響を及ぼすと考えられる種々の交絡要因を調整した後、各群の中央値を割当て、重回帰分析によりトレンド検定を実施した。

(2) 最適化法を用いた日本人の健康的な食品構成の検討

本研究では、「健康的な食品構成」の定義として「日本人の現在の食習慣を大きく逸脱することなく実現可能な摂取量範囲で、食事摂取基準2015で示されるエネルギーや各栄養素の摂取基準値を満たすために、どのような種類の食品を、どのくらい食べればよいかを提案するもの」とした。

平成25年度国民健康・栄養調査において、食事記録の有効なデータが得られた7801名のうち、申告されたエネルギー摂取量に過小・過大申告の可能性が少ない20-69歳男性1,733名、女性2,002名の既存データを活用した(ただし、妊産婦・授乳婦は除く)。食事摂取基準2015で示された性・年齢区分に準じ、対象者を性(男女)・年齢区分(20-29歳、30-49歳、50-69歳)別の合計6グループに分けて以下の解析を行った。

まず「健康的な食品構成」のエネルギー量については、解析対象者の性・年齢区分・身体活動レベルに応じた推定エネルギー必要量に等しくなるよう設定した。栄養素は、食事摂取基準で策定されたもののうち、日本食品標準成分表2010で成分値が掲載されている28栄養素を対象とした。そして、目標量が設定されている6栄養素については目標量の範囲内、推奨量あるいは目安量が設定されている22栄養素については推奨量あるいは

目安量の値を下限値とした。なお耐容上限量が設定されている9栄養素については耐容上限量の値を上限とした。

続いて、食事記録に出現した1,426食品を栄養成分および調理法の類似性を考慮し、各食品を食品群(5グループ+その他、20サブグループ)に分類した。そして、各食品サブグループを構成する各食品の寄与率(各食品群の総摂取重量に対する各食品の摂取量の割合)を求め、この寄与率を重み係数として、各食品サブグループ100gあたりのエネルギー、栄養素の量(nutrient profile)および価格(cost profile)を算出した。これをもとに、最適化法を用いて、性・年齢区別に各栄養素の摂取基準を満たし、かつ現在の食習慣を大きく変えない(目的変数: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)1日の食品構成、つまり最適化された食品群ごとの重量を算出した。この時に、現在の食品構成から最適化された「健康的な食品構成」にするために必要な価格を同時に得た。なお、現在の食習慣から大きく逸脱しないよう、各食品グループ、サブグループの変動の幅をそれぞれ平成25年度国民健康・栄養調査における摂取量分布の5~95パーセンタイル、0~95パーセンタイル内に収まるよう制約条件を設けた。このときの線形計画モデルを式に表すと以下のとおりになる。

$$Y = \sum_{i=1}^{i=20} |(X_i^{\text{opt}} - X_i^{\text{obs}}) / X_i^{\text{obs}}|$$

Y: 目的変数(最小値になるように設定),  
 $X_i^{\text{opt}}$ : 最適化された食品構成の食品サブグループiの摂取重量(g)  
 $X_i^{\text{obs}}$ : 観察された食品構成の食品サブグループiの摂取重量(g)

#### 4. 研究成果

(1) 食事価格と社会経済状況、生活習慣および食品・栄養素摂取状況との関係

日本人成人の1日あたりの平均食事価格は、1,022円、エネルギー調整済み価格は525円であった。エネルギー調整済み食事価格(円/1000kcal)は、若年齢、低学歴、低家計支出総額、世帯人数が多い者、運動習慣のない者、借家住まいの者において有意に少ない傾向が見られた。

食事価格への各食品群の価格の寄与率(つまり、主にどの食品に多くのお金がかかっているか)を調べたところ、野菜、肉類、魚介類、飲料、穀類、果物の順に多く、これらが全体の80%を占めていた。また性・年齢によっても主な寄与食品が異なり、男性や年齢の若い群(20-59歳)では肉類が多く、特に男性は飲料のうちアルコールが占める割合が多かった。一方、女性では野菜、高齢群(60歳以上)では野菜や魚介類が占める割合が多かった。

続いて、食事価格と食品群別摂取量との関連を調べたところ、食事価格は野菜類、果物類、魚介類、肉類、大豆製品摂取量と負の有意な関連が見られ、一方、穀類、卵類、油脂類摂取量と正の有意な関連がみられた。栄養素レベルでは、食事価格はたんぱく質、アルコール、食物繊維、コレステロール、そして検討したすべてのビタミン・ミネラル類の摂取量と負の関連が認められ、一方、炭水化物摂取量とは正の関連が認められた。

本研究により、全国規模の食事調査結果から食事価格を推定することが可能となり、さらに食事価格が低く栄養価の低い食品・栄養素摂取状況へとつながりやすい集団の特徴が示唆された。

(2) 最適化法を用いた日本人の健康的な食品構成の検討

観察時(最適化前)の食品構成では、食事摂取基準を満たしていない栄養素の数は、男女それぞれ20-29歳では12、14、30-49歳では11、12、そして50-69歳ではいずれも7つであった。しかし最適化することにより、全ての性・年齢区分において制約条件として設定した28栄養素すべての基準を満たした食品構成が数学的に得られた。

続いて、観察時と最適化後の食品構成を比較したところ、男女ともに年齢の若い20-29歳、30-49歳の群に共通して、穀類(全粒)、野菜(緑黄色、その他)、大豆製品、乳製品(低脂肪)、塩味調味料の量に観察時と最適化後で大きな違いが見られた。一方、50-69歳群においては、穀類(全粒)、野菜(その他:男性のみ)、乳製品(低脂肪)そして塩味調味料以外の食品群については、観察時の摂取量は最適化後の量にかなり近い傾向が見られた。そして、現在の食事摂取状況を大幅に変えずに食事摂取基準を満たした健康的な食品構成を実現させるためには、全ての性・年齢区分において現在の食事価格より7-18%増やす必要があることが示唆された。

食事最適化法を用いることにより、栄養基準を満たした食品構成を実現するために、現在の食習慣の「何を(どの食品を)」「どのくらい(何グラム)」「どのように(増減、食品間の置き換え)」変容すればよいかに関する情報が具体的な手段や数値として得ることが可能となった。

(3) 本研究の限界

本研究には言及しなければならない研究の限界がある。特に食品価格・食事価格は、小売物価統計調査や全国チェーンのスーパーマーケットのウェブサイトからの推計であり、実際の使用金額ではない。また、外食に伴うサービス料やもらい物等を考慮せず、全食材料を購入かつ自宅で調理したと想定のうち推定した。そのため測定誤差が大きいと思われる。しかし、平成25年度家計調査の単身世帯の食費(外食を除く)は957円で、

本研究で推定した 1022 円と大きな差はないと考えられる。

今回、「健康的な食品構成」を抽出する際に最適化法を用いたが、統計モデルの妥当性や解析に使用したデータの質、制約条件によって結果が大きく変わる。そのため最適化法から得られた結果の解釈には注意が必要である。また、本研究で用いた方法では、解析対象集団からはただ1つの食品構成しか得られない。そのため、個人の食品選択による多様性が考慮されない。

今後、ここに示す研究の限界や課題などを解決したうえで、今回得られた知見が他の日本人集団でも観察されるかを確かめる必要がある。

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

Okubo H, Murakami K, Sasaki S. Monetary value of self-reported diets and associations with sociodemographic characteristics and dietary intake among Japanese adults: analysis of nationally representative surveys. *Public Health Nutr* 2016; 19: 3306-3318.  
DOI: 10.1017/S1368980016001695

## 6 . 研究組織

### (1)研究代表者

大久保 公美 (OKUBO, Hitomi)  
国立保健医療科学院・生涯健康研究部・主任研究官  
研究者番号: 80407577

### (2)研究協力者

村上 健太郎 (MURAKAMI, Kentaro)  
東京大学・大学院情報学環・助教  
研究者番号: 00466731

佐々木 敏 (SASAKI, Satoshi)  
東京大学・大学院医学系研究科・教授  
研究者番号: 70275121

Nicole Darmon  
NORT, Aix-Marseille Université, INRA,  
INSERM, Marseille, France

Matthieu Maillot  
MS-Nutrition, Faculté de Médecine La  
Timone, Marseille, France

Florent Vieux  
MS-Nutrition, Faculté de Médecine La  
Timone, Marseille, France