

令和五年度厚生労働行政推進調査事業費補助金
(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業)

総括研究報告書

日本版栄養プロファイリングモデルの開発に関する研究

研究代表者 瀧本秀美 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所所長

研究要旨

本研究では市販加工食品や料理に適用可能な日本版の栄養プロファイリングモデル（以下「NP」という。）を開発することを目的とした。とくに、欧米の NP では試みられていない料理用 NP を開発した。**1. 日本版 NP モデル試案（カテゴリーモデル）の改良**では、各食品カテゴリーの製造過程や関連法令を調査し、実行可能性を考慮したさらなる検討を行い、一部のカテゴリーの閾値を実行可能性が担保可能な数値に更新した。**2. 日本版加工食品用栄養プロファイルモデル第 1.0 版の作成に関する研究**において、令和元年～3 年度厚生労働科学研究「栄養素及び食品の適切な摂取のための行動変容につながる日本版栄養プロファイル策定に向けた基礎的研究」（19FA2001：研究代表者：石見佳子）にて作成された日本版栄養プロファイル（NP）試案（カテゴリーモデル）をスコアリングモデルに発展的に統合し、日本版加工食品用 NP モデル第 1.0 版を作成した。**3. 日本版栄養プロファイリング・料理版試案の開発に関する研究**では、食事バランスガイド早見表に記載されている 105 種類の料理を対象とし、料理分類、評価単位（100g 当たり、1 料理あたり）、評価対象栄養素及び食品、スコアリング及びレーティングアルゴリズム等を検討し、日本版料理用 NP モデル第 1.0 版を作成した。**4. 国民健康・栄養調査等の食事調査結果を活用した料理版 NP の作成**では、令和 3 年 11～12 月に H 県内の 2,559 人を対象に実施された県民健康・栄養調査の 2 日間の食事調査（国民健康・栄養調査方式）かつ、食事調査の翌日の早朝第一尿を用いて Na/K 比を算出し得た 150 人を解析対象とした。生体指標としての尿中推定 Na/K 比（Na/K 比）が栄養プロファイリングモデル等の妥当性評価や裏付けとなり得る可能性があるのかの検証を試みた。Na/K 比が低いほど、特に男性において、より望ましい食事摂取状況である可能性が示唆された。日本版加工食品用 NP モデル第 1.0 版、日本版料理用 NP モデル第 1.0 版のいずれについても、今後実データの収集・解析によりさらなる充実が必要と考えられた。

A. 目的

我が国では、消費者が適切な食品の選択ができるよう栄養表示制度が定められている。諸外国ではこれに加えて、食品の開発・流通・利用の促進を目的に、食品の栄養価に応じてランク付けする「栄養プロファイル（NP）」が活用されている。

世界保健機関（WHO）は、NP の定義を「疾病予防及び健康増進のために、栄養成分に応じて、食品を区分またはランク付けする科学」としており、2019 年開催のコーデックス委員会栄養・特殊用途食品部会においても取り上げられた。一方、我が国においては、NP は策定されていない。

NP は食品企業への ESG 投資の判断材料

としても活用され、2021 年東京栄養サミットでは、機関投資家グループから NP の活用の推進について誓約が示された。しかし、既存の NP は欧米の食生活や栄養課題を踏まえて開発されたものであり、必ずしも日本に適合するものではない。令和元～3 年厚生労働科学研究費補助金にて「栄養素及び食品の適切な摂取のための行動変容につながる日本版栄養プロファイル策定に向けた基礎的研究」（研究代表者：石見佳子）にて日本版 NP 試案の検討も行われたが、実用化に向けて更なる検証・改良が必要な状況にある。

そこで、本研究では上記研究班で検討された日本版 NP 試案を基に、市販加工食品

(すぐに食べられる調理済み食品を含む。)や料理に適用可能な日本版 NP を開発する。日本を含むアジア諸国では、複数の食品を組み合わせた「料理」が食事を構成しており、諸外国の NP では試みられていない「料理版 NP」を示すことが不可欠と考えられる。そこで、本研究班では栄養表示義務に含まれないが栄養課題の解決のために重要な栄養成分(飽和脂肪酸等)も含め、市販加工食品や料理に適用可能な日本版の栄養プロファイリングモデル(以下「NP」という。)を開発するとともに、既存データを用いて料理版 NP の基礎的データをまとめる。令和6年度にはそれらを改良・充実させ、実用的な NP の開発を目指すとともに、食品関連事業者向けの活用ガイドを整備する。

B. 研究方法

1. 日本版NPモデル試案(カテゴリーモデル)の改良(石見・竹林)

令和元年～3年度厚生労働科学研究「栄養素及び食品の適切な摂取のための行動変容につながる日本版栄養プロファイル策定に向けた基礎的研究」(19FA2001:研究代表者:石見佳子)にて作成された日本版栄養プロファイル(NP)試案(カテゴリーモデル)を用い、食品成分表に収載されている食品群で、当該カテゴリーの閾値を満たす食品の数が50%未満のものについて、各食品カテゴリーの製造過程や関連法令を精査し、製造上必要不可欠な量を把握して実行可能性を考慮したさらなる検討を行った。

令和3年度に実施した大手食品関連事業者10社(9社10部署)を対象に日本版栄養プロファイルモデル試案の改良案に対するアンケート調査を実施した。

2. 日本版加工食品用栄養プロファイルモデル第1.0版の作成に関する研究(竹林・石見)

オーストラリアのHealth Star Rating (HSR) を参考として、最小限の変更を加えることとし、基準となる値を日本人のものに変更し、それ以降の数値は必要に応じてオリジナルの数表との乖離を補正することで、NPM-PFJ(1.0)の数表を作成した。日本版加工食品NP(カテゴリーモデル)の作成に使用した日本食品標準成分表に収載されている668の加工食品について、熱量、飽和脂肪酸、糖類、ナトリウム、FVNL(果実、野菜、ナッツ及び豆類)、た

んぱく質、食物繊維のポイントのパターンに基づきクラスター解析を実施し、結果を参考として6つの食品群を設定した。各食品群について総合スコアの分布を解析し、レーティングアルゴリズムを作成した。

3. 日本版栄養プロファイリング・料理版試案の開発に関する研究(東泉・瀧本)

食事バランスガイド早見表に記載されている105種類の料理を対象とし、オーストラリアのHealth Star Rating (HSR) を参考として、日本版料理用NPモデル第1.0版(Nutrient Profile Model for Dishes in Japan version 1.0; NPM-DJ(1.0))の基礎的アルゴリズムの開発を検討した。

スコアリングアルゴリズムはHSRを参考とし、食事バランスガイド早見表に記載されている106種類の料理を対象とし、料理分類、評価単位(100g当たり、1料理あたり)、評価対象栄養素及び食品、スコアリング及びレーティングアルゴリズム等を検討した。結果として、HSRのアルゴリズムに日本人の食事摂取基準値等を基に変更を加え、NPM-DJ(1.0)の数表を作成した。料理分類は、食事バランスガイドを踏襲した主食、副菜、主菜、主菜、複合料理①、複合料理②の5分類とした。また、評価単位は1料理当たりとし、スコアリングアルゴリズムには、制限栄養素の熱量、飽和脂肪酸、糖類、ナトリウム、推奨栄養素及び食品として、FVNL(野菜類、果物類、豆類、海藻、種実類、きのこ類重量)ポイント、たんぱく質、食物繊維を用いた。各料理分類について総合スコアの分布を解析し、レーティングアルゴリズムを作成した。

料理レシピの栄養価は栄養価計算ソフト(Excelアドイン「栄養プラス®」、建帛社)を用いて、日本食品標準成分表2020年版(八訂)に基づいて算出した。料理の栄養素は調理後の摂取する状態及び量を想定し、日本食品標準成分表に収載されている食品は調理後の値を使用し、さらに吸塩率及び吸油率を反映して算出した。

4. 国民健康・栄養調査等の食事調査結果を活用した料理版NPの作成(由田)

令和3年11～12月にH県内の2,559人を対象に実施された県民健康・栄養調査の2日間の食事調査(国民健康・栄養調査方式)かつ、食事調査の翌日の早朝第一尿を用いてNa/K比を算出し得た150人を解析対象とした。健康日本21(第二次)の栄養・食生活分野で目標値が定められている野菜、果物、食塩について目標値を満たした場合に各1点を与え、0～3点の範囲で得点化した。中央値が1点であったため、1点以下を低群、2点以上を高群とした。2群間のNa/K比、食

品群別摂取量および栄養素等摂取量を比較した。

本研究は、大阪公立大学生生活科学部生活科学研究科研究倫理審査委員会の審査と承認を得るとともに、本人の書面での同意を得て実施した(2023年12月21日申請番号：23-72)。

また、H県が実施した、いわゆる県民健康・栄養調査に関するデータについては、条例等に基づく所定の手続きを経て受け入れたものである。

C. 研究結果

1. 日本版NPモデル試案(カテゴリーモデル)の改良(石見・竹林)

改良を必要とする栄養成分と食品カテゴリーを以下の通り整理した。

食塩相当量：パン類、麺類(乾麺)、野菜加工品(漬物)、きのこ加工品、藻類加工品、魚介加工品、畜肉加工品、卵加工品
脂質：卵加工品、乳製品、洋菓子、畜肉加工品

飽和脂肪酸：畜肉加工品

調査対象とした法令及び規格基準は以下である。

- ・食品衛生法、「食品、添加物等の規格基準」(昭和34年厚生省医告示第70号)、
- ・「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令」(昭和26年厚生労働省令第512号)令和元年厚生労働省令第87号による改正(令和3年6月1日施行)
- ・厚生労働省法令などデータベースサービス及び新着法令
- ・各種食品の製造方法の基準、漬物衛生規範(令和3年6月1日廃止)等
- ・食品加工貯蔵学 東京科学同人
- ・食品工学事典 日本食品工学会
- ・食べ物と健康食品の加工 第2版 南江堂

食塩相当量の閾値の見直しにより、パン類では(0.9→1.4g/100g)対象となる11食品中閾値未満の数が0から10に増加した。保存性漬物については(0.9→3.0g/100g)と見直したことで、対象となる56食品中閾値未満の数が0から28に増加した。飽和脂肪酸の閾値の見直しにより、畜肉加工品では(3.9→7.15g/100g)対象となる32食品中閾値未満の数が1から22に増加した。

食品関連事業者を対象とした日本版

栄養プロファイルモデル試案の改良案に関するアンケート調査は、商品企画・開発担当5名、生産・品質管理5名、市場調査2名、その他(品質保証、研究開発)2名から回答を得た。栄養プロファイルモデルについて関心が「大きく増した」または「少しは増した」が半数の5社、「変わらない」が2社、「依然として関心がない」が3社であった。包装前面の栄養表示については、「実施に向けて検討している」が1社、「関心はあるが未検討」が6社であった。食品を区分する基準を設けることについては、1社が「とても望ましい」、3社が「どちらか」というと望ましい」と回答し、「どちらか」というと望ましくない」と「全く望ましくない」を合わせると半数を上回る6社に上った。

2. 日本版加工食品用栄養プロファイルモデル第1.0版の作成に関する研究(竹林・石見)

HSRのアルゴリズムから、以下の点のみを変更した。

0 ポイントの値は日本人の基準値に基づき設定する(2巡目の考え方を踏襲)
1 ポイント以降の数表は、必要に応じてオリジナルの数表との乖離を補正する
項目には糖類を入れる
V ポイントを考慮する
Protein capもHSRと同様とする
Final scoreの計算式は同一
100 g (mL) 当たりで設定する

こうして作成したNPM-PFJ(1.0)及びHSRで日本食品標準成分表に収載されている668の加工食品について評価したところ、中央値はNPM-PFJ(1.0)が4点、HSRが2点であった。

NPM-PFJ(1.0)のスコアリングアルゴリズムに基づき各栄養成分のスコアを計算し、スコアリングパターンに基づきクラスター解析を行った。Ward法による階層的クラスタリングを行い、デンドログラムを出力した。デンドログラム上の距離とクラ

スターに分類される n 数を勘案して、6 つのクラスターに分割した。

クラスターごとに特徴が出ており、飽和脂肪酸が多いものはクラスター3に、糖類が多いものはクラスター6に、ナトリウムが多いものはクラスター4に、FVNLが多いものはクラスター5に、たんぱく質・食物繊維が多いものはクラスター2に分類される傾向が認められた。クラスター1はそれ以外が分類された。分布に基づき10パーセンタイルごとの数スコアを求め、NPM-PFJ(1.0)のレーティングアルゴリズムとした。

3. 日本版栄養プロファイリング・料理版試案の開発に関する研究(東泉・瀧本)

料理分類の基本となる主食、副菜、主菜は、食事バランスガイドの分類条件を踏襲するとともに、日本の料理特性を考慮し、ガイドのサービングサイズの基準理念を用いて新たに複合料理1及び2の区分を設定した。すなわち、料理に米類(めし)、パン、麺類、その他の穀類が2/3を超えて含む場合は主食に分類し、野菜類、いも類、大豆以外の豆類、きのこ類、海藻類、種実類が2/3を超えて含む場合は副菜に分類し、肉類、魚類、卵類、大豆・大豆製品が2/3を超えて含む場合は主菜に分類した。主食の1サービング(SV)は、主材料に由来する炭水化物として40g、副菜の1SVは主材料の素材重量として70g、主菜は主材料に由来するたんぱく質として6gとした。次に、料理の主材料が2/3を超えないものは、複合料理と分類し、主食0.5SV未満+主菜、副菜のうちいずれも0.5SV以上を複合料理①、主食0.5SV以上+主菜、副菜のうち1つ以上が0.5SV以上を複合料理②と分類した。その結果、主食20料理、副菜35料理、主菜22料理、複合料理①11料理、複合料理②16料理、分類できない料理1料理、合計105料理であった。スコアリングアルゴリズムは加工食品と同様とした。

うどんのつゆ及びラーメンスープの摂取量の差(汁全量残し、半量残し、全量摂取)がFinalスコアにあたえる影響を検討したところ、天ぷらうどんでは、

汁を全量残すことによりナトリウムのスコアが18から10まで低下し、Finalスコアは値が22から15に低下した。チャーシュー麺についても、汁を全量残すことによりナトリウムのスコアが27から11まで低下し、Finalスコアは値が25から9に低下した。

レーティングは、料理分類ごとにスコアの分布を10パーセンタイルごとに分類した。

4. 国民健康・栄養調査等の食事調査結果を活用した料理版NPの作成(由田)

男女別に健康日本21(第二次)における3項目の順守度(野菜、果物、食塩)の違いによって群分けを行った。各群の人数は男性で低群47名、高群22名、女性で低群44名、高群34名であった。年齢の平均値±標準偏差は男性(低群59.6±15.5、高群62.2±17.0)、女性(低群59.4±14.4、高群60.9±14.4)であった。Na/K比は低群と高群の順に男性4.7±1.9、3.5±2.0、女性4.3±1.8、3.4±1.5であり男女ともに低群より高群で有意に低値を示した。低群より高群でエネルギー摂取量が有意に高かったため1,000kcalあたりに調整して摂取量を比較した。男性ではいも類、野菜類、果実類、魚介類、乳類の摂取量が、女性では果実類のみ低群より高群で有意に高かった。食塩摂取量は男女とも差はなかった。

D. 考察

1. 日本版NPモデル試案(カテゴリーモデル)の改良(石見・竹林)

食塩相当量: 今回の改良案により概ね閾値を満たした食品カテゴリーは、小麦・穀類その他加工品、野菜加工品・漬物、きのこ加工品、藻類加工品、練り製品以外の魚介類加工品、生ハム以外の畜肉加工品であった。パン類、魚介類の練り製品、畜肉加工品についてはさらに市場調査をする必要があると考えられた。

脂質・飽和脂肪酸: 乳製品については、乳等省令に準拠した値を採用してもチーズ・粉乳、クリームは閾値を満たす食品数が少なかった。今後は市場調査を実施してより実行可能性の高いものにする必要があると考えられた。

食品関連事業者へのアンケート調査結果から、3年前に比べて食品の包装前面表

示に対する関心は増している一方で、実際に実施するまでには至っていないことが明らかになった。また、食品を区分する基準を設けることについては依然として抵抗があることが伺えた。

2. 日本版加工食品用栄養プロファイルモデル第1.0版の作成に関する研究(竹林・石見)

NPM-PFJ(1.0)のスコアリングアルゴリズムの限界として以下が考えられた。

- 日本食品標準成分表におけるデータに不足があるため、スコアの計算が不正確な可能性がある。一部の飽和脂肪酸及び糖類のデータが欠損しており、スコアが過小評価されている。
- FVNL(%)のデータが成分表にないため、推計によりVポイントを計算しており、不正確である。
- 喫食時と異なる状態で評価している食品(乾麺等)がある。

NPM-PFJ(1.0)のレーティングアルゴリズムの限界として以下が考えられた。

- スコアリングアルゴリズムの限界により、一部不正確なスコアを含んだ分布に基づいている。
- 検討に用いた食品のスコア分布が、実際の市場を反映しきれていない可能性が高い。理由としては、1食品1成分値を原則とする日本食品標準成分表のデータを使用したため、市場に流通している製品のバリエーションが反映されていないことと、売れ筋の食品とそうでない食品の重みが同じことが挙げられる。
- クラスタ1及び5では特にスコアの分布が狭かった。分布に基づきレーティングアルゴリズムを作成した結果、数値が同じで10段階に上手くレーティングできない箇所が生じた。また、他のクラスタを含め、スコアのわずかな差によりレーティングに大きな差が生じるケースが認められた。

3. 日本版栄養プロファイリング・料理版試案の開発に関する研究(東泉・瀧本)

研究で開発したNPM-DJ(1.0)は、料理1食ごとに評価している。これまでに報告されている加工食品の栄養プロファイルは100gまたは100kcal当たりで評価する場合が多く、その場合食品の水分含量に影響を受けることや、実際に食品を食べる場合の量や状態を含めた評価が困難であった。本研究で開発したNPM-DJ(1.0)を用いることで、食事の状況を踏まえた食品/料理の評価

が可能となった。例えば、これまでのNPモデルでは醤油、味噌をはじめとした調味料100g単位での評価では評価が低くなることは避けられなかったが、本NPモデルでは、料理に見合った必要量で評価ができることが強みである。さらに、他の食品と組み合わせで評価できることから、日本の食文化や食生活を踏まえた評価と言える。

4. 国民健康・栄養調査等の食事調査結果を活用した料理版NPの作成(由田)

有力なバイオマーカーとして今回検討した尿中推定Na/K比は、男女とも健康日本21(第二次)における3項目の順守度(野菜、果物、食塩)の高群で低値を示していた。この指標は低い値であることが望ましく、先行研究においても、低い値であることが、循環器疾患のリスクを下げる方向に働いている。今後、さらに別の検討が必要であるが、日本語版栄養プロファイリングモデルが実用段階に入った際、その妥当性を評価するための指標の一つとなり得ると推察された。

E. 結論

「栄養素及び食品の適切な摂取のための行動変容につながる日本版栄養プロファイル策定に向けた基礎的研究」(19FA2001:研究代表者:石見佳子)にて作成された日本版NP試案(カテゴリーモデル)について、各食品カテゴリーの製造過程や関連法令を調査した結果、食塩相当量についてはパン類、魚介類の練り製品、畜肉加工品について、脂質については、チーズ・粉乳、クリームについて、市場調査から実行可能性の高いものにする必要があることが明らかとなった。

加工食品の栄養プロファイリングモデルの開発では、レーティングアルゴリズムについては、日本版加工食品NP(カテゴリーモデル)の作成に使用した日本食品標準成分表に収載されている668の加工食品について、熱量、飽和脂肪酸、糖類、ナトリウム、FVNL(果実、野菜、ナッツ及び豆類)、たんばく質、食物繊維のポイントのパターンに基づきクラスタ解析を実施し、結果を参考として6つの食品群を設定した。各食品群について総合スコアの分布を解析し、レーティングアルゴリズムを作成した。今後、NPM-PFJ(1.0)のさらなる改良を行うためには、日本で流通している加工食品の栄養組成に関する充実したデータが必要である。

また、料理の評価においては、日本の食文化や食生活実態を反映した料理を開発したNPM-DJ(1.0)で評価し、料理数を増や

すことで実行可能な栄養プロファイルに近づくと考える。本研究では、1食の設定は、料理レシピ作成経験のある栄養士・管理栄養士が書籍を基に重量を含む料理レシピを作成し、日本の標準的な料理1食を設定した。料理のFinalスコアやレーティング結果が誤った認識とならないよう、料理1食の食品の種類、重量等のレシピ情報も含めて公表する必要があると考える。

健康日本21（第二次）における栄養・食生活の目標である野菜、果物、食塩摂取量を満たされるような場合（食品・料理ベース）においては、他の食品群や栄養素摂取に望ましい影響を与える可能性があると考えられることから、日本語版栄養プロファイリングモデルを構築する際には、高得点（高い評価）となる仕組みを盛り込むことが求められる。

また、尿中推定Na/K比は、有力なバイオマーカーとして、食事内容の評価や栄養プロファイリングモデルの客観的な評価にも活用できる可能性が示唆された。

日本版加工食品用NPモデル第1.0版、日本版料理用NPモデル第1.0版のいずれについても、今後実データの収集・解析によりさらなる充実が必要と考えられた。

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

1. 石見佳子、日本人の食生活に適した栄養プロファイルモデルの提案に向けた取り組み. 食品と開発 58(12):4-7, 2023.

2. 学会発表

1. Jun Takebayashi. Country Report: Japan Basic research for the development of a nutrient profile model for Japan leading to behavior change for adequate intake of nutrients and foods. The 11th Asian Network Symposium on Nutrition, 2024年1月24日 (Osaka, Japan)

H. 知的所有権の取得状況

特になし