

日本版栄養プロファイリングモデルの開発

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

研究要旨

諸外国では食品の開発・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「栄養プロファイリングモデル（NPM）」が活用されている。NPM は食品企業への ESG 投資の判断材料としても活用されている。本研究では市販加工食品や料理に適用可能な日本版 NPM を開発する。とくに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」が重要であり、諸外国では試みられていない「料理版 NPM」を示すことが不可欠と考えられる。さらに、食品事業者による活用を推進するため、モデルの使用方法等の解説（試案）を作成し、スコアおよびレーティングを自動算出する Excel ベースの Visual Basic for Applications（VBA）マクロによる計算支援ツール（試案）も開発した。さらに、日本版 NPM（加工食品版・料理版）について、令和3年度及び令和5年度に実施した食品関連事業者に加えて外食関連事業者を対象としたアンケート調査を実施し、実行可能性を考慮した課題を整理することとした。食品企業からは、実際の事業活動や商品開発にどのように活用すべきかといった実務的な課題や、既存の評価指標との整合性に対する疑問の声も散見された。日本版栄養プロファイリングモデルの実用化を図るには、食品企業等との対話を通じて具体的な運用モデルの構築が必要であることが示唆された。また、諸外国では健康的な食習慣促進のため、食事の質を評価する手法が確立されているが、日本においては未だ検討・試行段階にある。そこで、諸外国における食事の質評価法を用いて日本人の食事を評価することで、その際の長所と短所を明らかにすることを試みた。

A. 研究目的

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。一方、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「栄養プロファイリングモデル（NPM）」が活用されている。NPM 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。本研究では市販加工食品や料理に適用可能な日本版 NPM を開発する。とくに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」が重要

であり、諸外国では試みられていない「料理版 NPM」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「NPM」という。）を開発する。さらに、食品事業者による活用を推進するため、モデルの使用方法等の解説（試案）」を作成し、スコアおよびレーティングを自動算出する Excel ベースの Visual Basic for Applications（VBA）マクロによる計算支援ツール（試案）も開発する。

さらに、本研究では、新たに開発した日本版

NPM（加工食品版・料理版）について、令和3年度及び令和5年度に実施した食品関連事業者に加えて、外食関連事業者を対象としたアンケート調査を実施し、実行可能性を考慮した課題を整理することとした。

また、より望ましい栄養素等摂取状況を実現する目的で、一般国民に提示する栄養プロファイリングモデルを策定するためには、既存の指針や指標を満たす内容であること、また、食事内容を客観的に評価することに繋がる客観的なバイオマーカーを用いて検討することがなど求められる。近年、尿中のNaとKの比で示した尿Na/K比が注目されている。この尿中Na/K比を低下させることは、高血圧・循環器疾患予防に有効であることが示唆されているが、尿中Na/K比と食習慣、栄養素等摂取量、食品別摂取量等を組み合わせ検討した研究は限られている。そこで、H県在住者におけるスポット尿中のNa/K比と健康日本21（第二次）の栄養・食生活指標の順守度、尿中Na/K比と栄養素等摂取量や食品群別摂取量との関連を検討し、これらが、栄養プロファイリングモデル等の裏付けとなり得る可能性があるのかを検証することを目的とした。

諸外国では健康的な食習慣促進のため、食事の質を評価する手法が確立されているが、日本においては未だ検討・試行段階にある。そこで、諸外国における食事の質評価法を用いて日本人の食事の評価することで、その際の長所と短所を明らかにすることを試みた。

B. 研究方法

B-1 市販加工食品や料理に適用可能な日本版NPMの開発

B-1-1 市販加工食品の栄養プロファイリングモデルの検討・開発

本年度は、令和5年度に開発したNPM-PFJ(1.0)の実用性を検証するため、日本食品標準成分表2020年版に記載されている加工食品668種類を

対象として以下の検討を行った。①NPM-PFJ(1.0)による最終スコアを、適切な食品カテゴリーに分類した後のHealth Star Rating (HSR)による最終スコアと比較し、両者の相関を検討した。②NPM-PFJ(1.0)における食品カテゴリーを評価するため、HSRにおける食品カテゴリーを用いた分類結果との比較を行うとともに、NPM-PFJ(1.0)で設けた6つのカテゴリーごとに各栄養成分のポイントの分布を検討した。③カテゴリーモデルで設定した食品カテゴリー別の最終スコア及びレーティング結果の分布特性を最終スコアとレーティング結果の分布を解析した。④NPM-PFJ(1.0)によるスコア・レーティングと、日本版NP試案（カテゴリーモデル）の修正前後における評価結果を比較検討した。

B-1-2 料理の栄養プロファイリングモデルの検討・開発

対象料理は、「食事バランスガイド」（厚生労働省、農林水産省）のSV早見表の主食、副菜、主菜に分類されている105料理とした。記載のない食材や調味料は管理栄養士3名が書籍等を参考に標準レシピを作成・確認した。料理の栄養価は「栄養プラス®」（Excelアドイン「栄養プラス®」、建帛社）を用い、日本食品標準成分表2020年版（八訂）に基づき、吸塩率・吸油率を考慮して算出した。また、料理の分類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、国民健康・栄養調査結果を活用し、日本の料理特性を考慮し、新たに複合料理及び主食付複合料理の区分を設定し、主食20料理、副菜34料理、主菜21料理、複合料理12料理、主食付き複合料理18料理となった。モデルのアルゴリズムは、日本版栄養プロファイリングモデル加工食品版で開発したアルゴリズムを用いたが、料理1食単位で評価した。

B-2 日本版栄養プロファイリングモデルの活

用に向けた研究

B-2-1 日本版栄養プロファイリングモデルの解説ガイドならびに計算支援ツールの開発

日本版栄養プロファイリングモデルの食品事業者による実用的な活用を促進するため、モデルの構成および使用方法等を解説した「NPM-PFJ (1.0) 食品事業者向け解説ガイド (試案)」を作成した。あわせて、モデルの評価アルゴリズムに基づき、スコアおよびレーティングを自動算出する Excel ベースの VBA マクロによる計算支援ツール (試案) を開発した。

同様に、料理版についても「NPM-DJ (1.0) 食品事業者向け解説ガイド (試案)」を作成した。あわせて、モデルの評価アルゴリズムに基づき、スコアおよびレーティングを自動算出する Excel ベースの VBA マクロによる計算支援ツール (試案) を開発した。

B-2-2 食品企業への説明会及びアンケート調査

栄養プロファイリングを推進している食品企業の担当者と Web において NPM-PFJ (1.0) の説明および意見交換を行ったのち、アンケート調査を実施した。

また、医薬基盤・健康・栄養研究所と食品企業 8 社が連携し実施している「食環境整備推進のための産学官連携共同研究プロジェクト」において、説明および意見交換を行った。

日本版栄養プロファイリングモデルについての講演および意見交換を、厚生労働省「健康的で持続可能な食環境戦略イニシアチブ」ESG 意見交換会、および栄養改善型ビジネスを支援する官民連携の枠組みにおいて実施した。

令和 3 年度及び令和 5 年度に実施した大手食品関連事業者 9 社及び新たに募集した外食関連事業者 7 社を対象に、加工食品 Nutrient Profile Model for Processed Food in Japan version 1.0 (NPM-PJ (1.0)) ならびに料理の日本版栄養プロファイ

リングモデル Nutrient Profile Model for Dishes in Japan version 1.0 (NPM-DJ (1.0))」に対するアンケート調査を実施した。対象は、前回閾値を設定した 16 の食品カテゴリーを代表する食品関連事業者ならびに大手外食関連事業者とし、依頼文書とともに、加工食品版及び料理版について、計 5 回各 1 時間程度の Web 説明会を実施し、1 か月後にアンケート調査に対する回答を得た。

B-3 食事の質を評価する手法に関する研究

B-3-1 H 県在住者における食品群摂取量と尿中ナトリウム・カリウム比との関連

2021(令和 3)年 11~12 月に H 県が実施した、県民健康・栄養調査に参加した者のうち、本調査への参加同意が得られた男性 69 人、女性 78 人、計 147 人を分析対象とした。国民健康・栄養調査方式による 2 日間の栄養摂取状況調査から食品群別摂取量の平均値を求めた。栄養摂取状況調査実施翌日の早朝第一尿を被験者自身に採取してもらい、これを専門の検査機関に送付した (2 日分とも)。早朝第一尿中に排泄されたナトリウム (Na) 濃度 (mmol/L) をカリウム (K) 濃度 (mmol/L) で除して、Na/K 比を 1 日ごとに算出し、その平均値を求めた。尿中のナトリウム、カリウムの 24 時間排泄量を Tanaka らの式により推定した。食品群別摂取量と尿 Na/K 比との関連について Spearman の順位相関係数を用いて相関係数を求めた。

B-3-2 Healthy Eating Index-2020 を用いた日本人中高年者の食事評価に関する検討

60 歳以上の自立した 71 名を対象とした秤量記録法による食事調査においてアメリカの Healthy Eating Index-2020 と日本人の食事摂取基準 (2015 年版) を用いて評価した。

HEI-2020 は 13 の食品と栄養素が評価項目であり、エネルギーあたりの摂取量によって各項目に 10 ポイントまたは 5 ポイントを上限として

ポイントが与えられる。上限と下限の 0 ポイントの間の得点に関しては、各項目のエネルギーあたりの摂取量に比例して得点化し、合計 100 ポイントを満点とする。本研究においては Added Sugars の特定が困難であったため、これを除いた 12 項目 90 ポイントを満点として評価した。さらに、日本人の食事摂取基準 (2015 年版) を用いて評価対象者の推定習慣的栄養素摂取量と比較した。これらの基準については、各年代の男女別推定平均必要量 (estimated average requirement: EAR) を用い、この値が設定されていない栄養素については目安量 (adequate intake: AI) を用いた。また、食塩の摂取量については目標量 (tentative dietary goal for preventing life-style related diseases: DG) を用いて評価を行い、この値を下回る者の割合を比較した。

C 研究結果

C-1 市販加工食品や料理に適用可能な日本版 NPM の開発

C-1-1 日本版 NPM (加工食品版, NPM-PFJ (1.0))

本年度は、NPM-PFJ(1.0)の実用性を検証するため、日本食品標準成分表 2020 年版に収載されている加工食品 668 種類を対象として以下の検討を行った。

- ① NPM-PFJ (1.0) による最終スコアを、適切な食品カテゴリーに分類した後の HSR による最終スコアと比較した。その結果、両者のスコアは高い正の相関 ($r = 0.939, p < 0.01$) を示し、中央値は HSR が 4.5、NPM-PFJ (1.0) が 5.0 であった。NPM-PFJ (1.0) は HSR を参考にしつつ日本の基準に基づくスコアリングアルゴリズムを用いており、国際的な指標と整合性のある評価が可能であることが示唆された。これは、食品企業が製品情報を開示する際の信頼性向上につながると考えられる。
- ② NPM-PFJ (1.0) における食品カテゴリーの評

価を行った。HSR における食品カテゴリーとの比較を行った結果、HSR では約 85%の食品が「2. 食品」の食品カテゴリーに集中し、日本の多様な加工食品が一律にレーティングされる傾向が見られた。一方、NPM-PFJ (1.0) では食品が 6つのカテゴリーに比較的均等に分布するとともに、カテゴリーごとに特徴的な栄養特性が示された。これにより、NPM-PFJ (1.0) によるレーティングは、日本の食品を健康的に改良するための現実的な指標として有用であることが示唆された。

- ③ カテゴリーモデルで設定した食品カテゴリー別の最終スコア及びレーティング結果の分布特性を解析した。その結果、食品カテゴリーにより最終スコアの分布には強い偏りが認められるものの、6つの食品グループに分けてから個別にレーティングを行うことで、その偏りが大きく低減されることが示唆された。ただし、「果実加工品(a) 缶詰・冷凍果実」「果実加工品(c) ジャム」「果実加工品(d) 果物ジュース (100%)」「卵加工品(d) 練り製品」「乳製品(a) チーズ・粉乳」「菓子(e) キャンディ」については、食品カテゴリー全体でレーティングが低い傾向が認められ、今後の課題であると考えられた。
- ④ NPM-PFJ (1.0) によるスコア・レーティングと、日本版 NP 試案 (カテゴリーモデル) の修正前後における評価結果の比較を行った。その結果、両モデル間に一定の整合性が確認され、特にカテゴリーモデルの閾値修正が NPM-PFJ (1.0)との整合性向上に寄与する可能性が示唆された。

C-1-2 日本版 NPM (料理版, NPM-DJ (1.0))

【ベースラインポイント】

カテゴリー全体の中央値は 9 (範囲: 0~45、95%信頼区間: 10.38~14.31)。最小値は副菜 (レタスとキュウリのサラダ)、最大値は天津麺 (主

食付き複合料理)であった。副菜は主食よりも有意に低く、複合料理は有意に高いポイントを示した。

【修正ポイント (プラス評価)】

修正ポイントの中央値は-5(範囲:-11~0、95%信頼区間:-4.64~-5.72)であった。副菜のスコアは主菜に比べ有意に低値であり、外れ値は認められなかった。

【最終スコア】

最終スコアは、ベースラインポイントから修正ポイントを差し引くことで算出された。全体の中央値は3(範囲:-9~37、95%信頼区間:5.05~9.28)であり、主食より副菜のスコアは有意に低く、主食付き混合料理は有意に高いスコアを示した。最低スコアは副菜(塩ゆで枝豆、茹でブロッコリーサラダ、春菊の胡麻和え)、最高スコアは天津麺(ラーメンスープ全量摂取)であった。外れ値として、主菜ではとんかつ(ソース添え)(スコア:23)が挙げられ、これはエネルギー、飽和脂肪酸、ナトリウムの値が高かったことによる。

【レーティング】

主食、副菜、主菜、複合料理、主食付き複合料理の各カテゴリーに分類し、最終スコアは、それぞれについて10パーセンタイルごとの分布を作成した。ただし、複合料理(12品目)および主食付き複合料理(18品目)は対象数が少なく、スコア分布に偏りが認められた。特に主食付き複合料理では、最終スコアが同じであっても、その評価範囲(レーティング)が17~19点に集中し、スコアごとの差異に比して評価結果にばらつきが生じた。

C-2 日本版栄養プロファイリングモデルの活用に向けた研究

本モデルの理解促進と事業者ニーズの把握を目的として、食品企業を対象とした説明会およびアンケート調査を実施した。アンケートの詳細な結果については、加工食品版の年度報告書に記載

している。また、医薬基盤・健康・栄養研究所と食品企業7社が連携して実施している「食環境整備推進のための産学官連携共同研究プロジェクト」において、参加企業8社への説明会および意見交換を行い、実用化に向けた具体的な課題や期待について情報を収集した。

「食品事業者向け解説ガイド(試案)」は、「概説ガイド」と「Q&A」の2部構成とした。概説ガイドは、加工食品版および料理版を対象とし、全23ページで構成されて、章構成は以下の通りである：

第1章「はじめに」

第2章「日本版NPM加工食品版・料理版の対象食品・対象料理」

第3章「日本版栄養プロファイルモデルによる評価手順の概要(加工食品版・料理版共通)」

第4章「最終スコアの計算(加工食品版・料理版共通)」

第5章「加工食品のランク付け」

第6章「料理のランク付け」

第7章「日本版栄養プロファイルモデルによる評価例」

第8章「活用における注意事項」

ガイドは図表やイラストを適宜挿入することで、食品事業者にとって理解しやすい内容とした。Q&A編では、実際に食品事業者から寄せられた質問をもとに、可能な限り平易かつ具体的な回答を掲載し、関連情報についてはURL等を併記した。また、スコアリング自動計算システム(試案)は、日本版NPMの評価アルゴリズムに基づき、スコアおよびレーティングを自動的に算出する仕組みとして開発した。ExcelベースのVBAマクロを用い、入力シートに料理の栄養成分等の必要情報を入力することで、最終スコアおよびレーティング結果の分布が自動算出される構成とした。

C-3 食事の質を評価する手法に関する研究

尿 Na/K 比と各食品群の相関係数および P 値はそれぞれいも類 ($r=-0.197$, $P=0.017$) 豆類 ($r=-0.191$, $P=0.021$)、果実類 ($r=-0.228$, $P=0.005$)、乳類 ($r=-0.350$, $P<0.001$) であり、有意な負の相関が認められた。

HEI-2020 評価結果では全体では中央値 39 ポイントで、高群と低群はそれぞれ男女別の各群の合計として、高群 39 人、低群 32 人となった。HEI-2020 スコアと栄養素等摂取量との関連では、高群の方が食塩相当量の摂取量が少なく、カリウム、カルシウム、マグネシウムの摂取量は多かった。HEI-2020 スコアと食品群別摂取量との関連では高群の方が豆類、生果、乳類の摂取量が多く、油脂類、菓子類、調味料の摂取量は少なかった。HEI-2020 スコアと日本人の食事摂取基準との関連では食塩相当量とカルシウムに関して、高群の方が食事摂取基準を満たしている者の割合が大きかった。その他の栄養素では差は認められなかった。

D 考察

D-1 市販加工食品や料理に適用可能な日本版 NPM の開発

HSR を含む従来の栄養プロファイリングモデルでは、例えば保存上の理由等により自ずと食塩含有量が高くなる野菜漬物や魚介類の塩辛といった加工食品は、食塩の量を減らす工夫をしても概ね評価が低くなる傾向にある。NPM-PFJ (1.0) では、これらを他の加工食品とは異なる食品カテゴリー (カテゴリー4) に区分してから別途評価を行うことで、食品関連事業者の工夫次第で評価の高い塩蔵加工食品を開発することが可能となると考えられた。ただし、「果実加工品(a) 缶詰・冷凍果実」「果実加工品(c) ジャム」「果実加工品(d) 果物ジュース (100%)」「卵加工品(d) 練り製品」「乳製品(a) チーズ・粉乳」「菓子(e) キャンディ」については、食品カテゴリー全体でレーティングが低い傾向が認められた。今後、NPM-PFJ

(1.0) を改良するためには、食品カテゴリー分けの見直しやカテゴリー数の変更を含めた検討が必要だと考えられた。NPM-DJ (1.0) は、各料理を摂取時の標準量 (SV) で評価し、調味料や水分量を含めた、実態に即した栄養評価を可能とするモデルである。特に、醤油や味噌などの伝統的な調味料も料理の一部として評価対象に含めた点が特徴である。一方で本研究で用いた料理は標準的な 105 品目に限定されており、全国の多様な食文化を完全には反映していない。NPM-DJ(1.0)の有用性を高めるには、実際の食習慣を反映したレシピの充実が必要であると考えられた。

D-2 日本版栄養プロファイリングモデルの活用に向けた研究

食品企業からは、実際の事業活動や商品開発にどのように活用すべきかといった実務的な課題や、既存の評価指標との整合性に対する疑問の声も散見された。日本版栄養プロファイリングモデルの実用化を図るには、食品企業等との対話を通じて具体的な運用モデルの構築が必要であることが示唆された。食品企業の多様な立場や実情を踏まえた柔軟な改良と、継続的なフィードバックループが求められる。

D-3 食事の質を評価する手法に関する研究

尿 Na/K 比と食品群摂取量の相関について、いも類、豆類、果実類、乳類の 4 つのカリウム給源と考えられる食品群との間に負の相関が認められた。一方で、主なカリウム給源の一つである野菜類は尿 Na/K 比と有意な相関は認められなかった。本研究においても野菜摂取量と推定尿中食塩排泄量に有意な正の相関 ($r=0.310$, $P<0.001$) が認められた。主なカリウム給源である野菜類の摂取量と尿 Na/K 比に有意な相関が認められなかったのは、カリウムの摂取と同時にナトリウムの摂取も増加していたからであったと推察される。

E. 結論

日本版栄養プロファイリングモデルの開発に関して、加工食品版である NPM-PFJ (1.0) は、我が国の食文化に応じた 6 つの食品カテゴリーを設定して、各カテゴリー内の最終スコアに基づくレーティングを行うことにより、他の NP モデルでは不利になりやすかった塩蔵品等の食品群においても、事業者の製品改善努力が評価されうる設計となっていることが確認された。ただし、一部食品カテゴリーにおいては食品群全体として評価が低くなる傾向が認められており、カテゴリー分類のさらなる検討が必要と考えられた。解説ガイド及び自動計算システムの試作は、食品事業者による NPM-PFJ (1.0) 及び料理版である NPM-DJ (1.0) の活用に向けた初期的な取り組みとして重要である。食品企業からは、NPM-PFJ (1.0) への期待と共に運用上の課題や改善点に関する具体的な意見が収集され、これらは今後のモデル改良と普及の方策を考えるために重要な示唆を与えるものであった。以上の結果から、NPM-PFJ (1.0) は日本における加工食品の総合的な栄養価を評価する標準的な NP システムとして発展する可能性が考えられ、NPM-DJ (1.0) は食品単位としての料理の評価への活用が期待された。ただし、その社会実装のためには、食品事業者や消費者を含む多様な関係者との建設的な対話を継続し、さらなるモデルの改良が必要であると結論される。今後は、本研究で得られた知見に基づきモデルの改善を進め、国民の健康増進に寄与する実効性の高い NP モデルの確立を目指す必要がある。

食品群摂取と尿 Na/K 比に関しては、カリウム供給源と考えられる食品群であるいも類、豆類、果実類、乳類との負の相関が認められた。野菜類や調味料類では有意な相関は認められなかった。栄養プロファイリングモデルの適切性の評価の指標となり得るかどうか検討するため

に、今後、尿 Na/K 比と料理レベルでの摂取量との分析等詳細に行っていく必要があると考えられた。

HEI-2020 によるスコアの違いにより、日本人の食事の質の差を相応に特定することが可能と示唆された。一方で、今後、日本版を検討する際には、指標の追加等の改良や対象人数を増やしての検討が必要である。

健康危機情報該当なし

F. 研究発表

1. 論文発表

1. Takebayashi, J., Takimoto, H., Okada, C., Touse, Y., & Ishimi, Y. (2024). Development of a Nutrient Profiling Model for Processed Foods in Japan. *Nutrients*, 16(17), 3026.2.
2. Touse, Y., Takebayashi, J., Okada, C., Suzuki, M., Yasudomi, A., Yoshita, K., Ishimi, Y., Takimoto, H. (2024). Development of a Nutrient Profile Model for Dishes in Japan Version 1.0: A New Step towards Addressing Public Health Nutrition Challenges. *Nutrients*, 16(17):3012.

G. 知的所有権の取得状況

該当なし

