

厚生労働科学研究費補助金
循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業

食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす
公衆衛生学的効果及び医療経済学的効果を
推定するための研究

令和6年度
総括・分担研究報告書

研究代表者 池田 奈由
(国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所)

令和7(2025)年3月

目 次

I	総括研究報告	
	食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生学的効果及び 医療経済学的効果を推定するための研究	1
	研究代表者 池田 奈由	
II	分担研究報告	
1.	事業者向け減塩支援ガイドの作成	7
	山口 美輪、榎野 いく子、三浦 克之	
2.	循環器疾患対策としての減塩施策の動向と公衆衛生学的・ 医療経済学的影響の評価	22
	池田 奈由、山口 美輪、榎野 いく子、杉山 雄大、三浦 克之、西 信雄	
3.	食環境づくりの推進を通じた減塩の取組の効果に関する 全国版シミュレーションモデル	35
	西 信雄、湊 宣明、杉山 雄大、池田 奈由、ファティン・アミナ・ハッサン	
4.	都道府県版シミュレーションモデルの作成	65
	西 信雄、湊 宣明、杉山 雄大、池田 奈由、ファティン・アミナ・ハッサン	
III	研究成果の刊行に関する一覧表	83

厚生労働科学研究費補助金（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

食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生的効果及び
医療経済学的効果を推定するための研究

研究代表者 池田 奈由

国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所
栄養疫学・政策研究センター 栄養社会科学研究室 室長

研究要旨

本研究は、食環境づくりの推進を通じた減塩の取組において科学的根拠を活用するための環境の整備として、減塩の公衆衛生的効果と医療経済学的効果をシミュレーションで推定し、事業者や自治体に具体的な方策を示すことを目的とする。そのため、研究1「食品関連事業者の減塩の目標設定と取組に関する文献レビューと事業者向け支援ガイドの作成」と研究2「食環境づくりの推進を通じた減塩の取組の効果に関するシミュレーションモデルと都道府県向け活用ガイドの作成」の二つの研究を実施している。令和6年度の主な成果は以下のとおりである。

- ① 昨年度の文献レビュー及び海外事例調査を踏まえ、食品関連事業者向けの製品減塩ガイド案を作成した。本ガイドでは、自主的な減塩の意義、目標値設定手法、組織体制の整備、行政・学術機関との連携の考え方を整理し、国内3社の事例を資料編に掲載した。さらに、日本高血圧学会減塩・栄養委員会の研究分担者及び自治体管理栄養士である研究協力者からの意見を参考に、4社を対象とした意見調査を実施し、使用部門や実務上の有用性を把握した。製品企画部門での活用が多く、第1章の製品改良の効果や資料編の国内事例が参考になったとの意見があった。全国展開企業からは社会的意義の可視化、地方企業からは海外事例の規模感に対する懸念が示され、今後の内容強化の方向性が明らかとなった。
- ② 食塩摂取の疫学的動向、減塩施策の進展、関連する先行研究の成果を整理し、日本における減塩施策の健康及び経済的影響を評価するための基礎資料を作成した。日本では、減塩と循環器疾患予防を目的とした多角的取組が推進されてきたものの、食塩摂取量は依然として高水準にある。今後は、関係機関の連携と費用対効果に基づく科学的根拠の活用が求められる。自主的目標設定と政策的アプローチを組み合わせた減塩戦略は、健康改善と社会保障費の適正化を通じて、持続可能な社会の構築に資すると考えられる。
- ③ 昨年度に作成した全国版シミュレーションモデルを改良し、40歳以上日本人を対象とする最終版モデルを完成した。3つの介入シナリオ（食品成分改質〔義務的・自主的〕、減塩食の普及促進）について、循環器疾患と慢性腎臓病の障害調整生存年、社会保障費への影響を推計した。その結果、食品成分改質による介入が減塩食普及促進による介入よりも大きな効果を示した。
- ④ 全国版モデルを基に、統計データを都道府県別に置き換えることで都道府県版シミュレーションモデルを作成した。東京都における試行的な分析では、食品成分改質や減塩食普及促進の介入シナリオにおいて、高血圧・循環器疾患の有病者数と医療費・介護費が基本シナリオと比較して低く推移する可能性が示された。今後は、他の道府県にもモデルを展開し、減塩施策の立案に活用できるインタフェースの開発・公開を進める予定である。

本年度の研究成果として作成した事業者向け支援ガイド案及び都道府県版シミュレーションモデルは、食品関連事業者による減塩目標の自主的設定や、自治体による科学的根拠に基づく施策の立案・実施を支援するための基盤となるものであり、令和7年度はこれらの実用性を高めるための改良と展開を進めていく。

研究分担者

西 信雄（聖路加国際大学 大学院公衆衛生学研究科 研究科長・教授）

三浦 克之（滋賀医科大学 NCD 疫学研究センター センター長・教授）

湊 宣明（立命館大学 大学院テクノロジー・マネジメント研究科 研究科長・教授）

杉山 雄大（国立研究開発法人国立国際医療研究センター 研究所 糖尿病情報センター 室長）

樫野 いく子（国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所 産官学連携研究センター 研究連携推進室 室長）

山口 美輪（国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所 産官学連携研究センター 国際連携栄養研究室 室長）

A. 研究目的

日本人の食塩摂取量は長期的に減少傾向にあるものの（Saito et al., 2018; Matsumoto et al., 2022）、2023 年時点での成人の平均摂取量は 1 日あたり 9.8 グラムと依然として高い水準にある（厚生労働省、2025）。主な摂取源は醤油や味噌等の調味料や加工食品であり（Takimoto et al., 2018; Matsumoto et al., 2022）、特に若年層では、中食・外食の利用増加により、市販加工食品由来の食塩摂取が多い傾向が見られる（Asakura et al., 2016）。また、令和元年国民健康・栄養調査では、1 日あたり 8 グラム以上の食塩を摂取する成人の約 40%が、食習慣の改善に無関心あるいは改善意欲がないと回答している（厚生労働省、2020）。

こうした状況を受け、健康日本 21（第三次）では、成人の食塩摂取量の平均値を令和 14 年度までに 7 グラムに減らすことが目標とされており（厚生労働省、2023）、とりわけ健康に関心の薄い層も含めて自然に健康的な選択ができるような環境整備の重要性が増している。厚生労働省が令和 4 年に開始した「健康的で持続可能な食環境戦略イニシアチブ」では、食塩の過剰摂取を栄養や重要な社会課題と位置づけ、産学官の連携によって減塩を実現するための取組が進められており、その一環として食品関連事業者の自主的な減塩目標設定も促されている（厚生労働省、2022）。

本研究は、こうした取組に科学的根拠を活用するための環境を整備することを目的として、3 年間の計画で（1）食品関連事業

者の減塩の目標設定と取組に関する文献レビューと事業者向け支援ガイドの作成と、

（2）食環境づくりの推進を通じた減塩の取組の効果に関するシミュレーションモデルと都道府県向け活用ガイドの作成を進めている（図）。2 年目である令和 6 年度においては、前年度に実施した文献調査・事例調査の知見を基に事業者向け支援ガイドを作成するとともに、全国版シミュレーションモデルを完成し都道府県版モデルへ展開した。

B. 研究方法

1. 食品関連事業者の減塩の目標設定と取組に関する文献レビューと事業者向け支援ガイド案の作成

昨年度に実施した文献レビュー及び海外先行事例調査の結果を踏まえ、『食品関連事業者向けの製品の減塩ガイド』の案を作成した。日本高血圧学会減塩・栄養委員会の研究分担者及び自治体管理栄養士である研究協力者からの情報を参照し、4 社の食品関連事業者を対象を絞って、使用者の特徴やニーズ等について意見を聴取した。

2. 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組の効果に関するシミュレーションモデルと都道府県向け活用ガイドの作成

1) 循環器疾患対策としての減塩施策の動向と公衆衛生的・医療経済学的影響の評価

食塩摂取の疫学的動向や減塩施策の進展、関連する先行研究の成果を概観し、日本における減塩施策の公衆衛生的及び医療経済学的効果を評価するためのシミュレーションモデル開発に資する基礎資料を作成した。文献・情報検索及び過去の厚生労働科学研究の成果を整理し、食塩摂取状況や関連施策の経時的な変遷を記述した。また、食環境の改善を通じた減塩推進による公衆衛生的効果・医療経済学的効果について、現時点での知見を整理するとともに、今後の課題と展望を考察した。

2) 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組の効果に関する全国版シミュレーションモデル

昨年度に作成した全国版シミュレーションモデルを改良し、最終版とした。40 歳以上の日本人を対象とし、2012 年から 2040 年にかけての減塩介入による健康及び費用面での影響を評価した。

3) 都道府県版シミュレーションモデルの作成

減塩介入に関する全国版シミュレーションモデルを基に、都道府県版シミュレーションモデルを作成した。基本方針としては、昨年度に構築した全国版モデルの構造及び係数値を維持した。全国版モデルでは係数値を全国の統計データから算出しているため、それらを各都道府県の統計データに置き換えることで都道府県版モデルへと拡張した。

(倫理面への配慮)

本研究はすでに公開されている研究論文などの資料を利用して行われたもので、「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」(令和3年文部科学省・厚生労働省・経済産業省告示第1号)の適用範囲外である。

C. 研究結果

1. 食品関連事業者の減塩の目標設定と取組に関する文献レビューと事業者向け支援ガイド案の作成

事業者向け支援ガイド案の構成は、本編3章と資料編とした。第1章では、事業者による自主的な減塩活動の重要性について、国民の栄養改善と企業の社会的責任の両面から論じた。第2章では、対象製品の選定方法、ナトリウム含有量の目標値設定、実施期間の考え方について整理し、目標値の設定方法として、売上加重平均値を用いる方法と、2024年に公表された日本版栄養プロファイルモデルに基づく方法の2つを提示した。ナトリウム含有量の設定については各事業者の判断に委ねつつ、参考となる指標を示した。第3章では、社内体制の整備と外部との連携のあり方を示し、行政や事業者との連携を促進する政府のイニシアチブ、ならびに学術機関による支援事例を紹介した。資料編には、国内3社による減塩目標設定の事例を掲載した。

4社を対象とした意見調査では、製品企画部門での活用が3社と最多であり、参考となる箇所としては、第1章における製品改良による摂取量低下の効果の記述と、資料編の国内事例が挙げられた。全国展開企業からは、減塩推進の社会的意義を可視化することへの期待が示された一方で、地方企業からは、海外事例について規模感の把握が難しいとの意見が寄せられた。国内事例のさらなる充実や、海外事例の強化に関する

提案も得られた。

2. 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組の効果に関するシミュレーションモデルと都道府県向け活用ガイドの作成

1) 循環器疾患対策としての減塩施策の動向と公衆衛生的・医療経済学的影響の評価

日本では、減塩及び循環器疾患(CVD)予防を目的とした多角的な取組が推進されてきた。食塩摂取量は減少傾向にあるものの、依然として高水準であり、今後も政府、食品業界、学術機関等の関係者が連携し、減塩食品の普及を継続的に推進していく必要がある。効果的な政策の立案と実行には、減塩施策の費用対効果に関する科学的根拠を適切に活用できる環境の整備が求められる。自主的な目標設定と、科学的根拠に基づく政策的アプローチによる減塩戦略は、食塩摂取量の低下、国民の健康状態の改善、社会保障費の適正化を通じて、持続可能な社会の構築に寄与することが期待される。

2) 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組の効果に関する全国版シミュレーションモデル

シミュレーションの結果、基本シナリオにおけるCVD及び慢性腎臓病(CKD)による障害調整生存年数(DALY)は、人口10万人あたりそれぞれ約55年及び9.5年と推計され、2040年までに社会保障費は約40兆円に達すると見込まれた。義務的な食品の成分変更を実施した場合、CVD及びCKDによるDALYはそれぞれ5.7%及び6.2%減少し、社会保障費も6.7%削減されると予測された。自主的な成分変更によっても、DALYは4.7%及び5.2%の減少、社会保障費は5.6%の削減が見込まれた。さらに、減塩食の普及促進によっても、DALYは2.8%及び3.2%、社会保障費は3.4%削減されると予測された。これらの結果から、加工食品の減塩は、減塩食の普及促進に比べて、健康改善及び社会保障費抑制の両面でより大きな影響を及ぼす可能性が示された。

3) 都道府県版シミュレーションモデルの作成

都道府県版モデルの一例として、東京都におけるシミュレーション結果を示した。全国版の係数値を用いた基本シナリオと比較すると、減塩食品利用促進シナリオ、さらに食品成分改質シナリオでは、高血圧や循

環器疾患の有病者数が少なく、これらに関連する医療費及び介護費も低く推移する可能性が示された。

D. 考察

本研究では、食品関連事業者が自主的に減塩目標を設定し製品の減塩に取り組むための支援ガイド案を作成するとともに、加工食品の成分改質や減塩食の普及促進が公衆衛生及び社会保障費に与える影響を評価するシミュレーションモデルを開発した。支援ガイド案については、目標値設定方法や体制構築に関する実務の手引きと国内事例を収録し、企業が多様な状況に応じて参照することが可能な構成となるよう作成を試みた。ヒアリング結果からは実用性等に関する肯定的な反応も得られたが、企業規模や事業形態等による受け止めの差も見られた。今後は、事業者のニーズを反映して内容を調整し、最終版を確定する予定である。

全国版モデルのシミュレーションでは、食品成分の改質（義務的・自主的）という供給側の構造的対応が、減塩食の普及促進という消費者への働きかけよりも健康・財政指標の両面で大きな影響をもたらす可能性を示した。都道府県版モデルは、全国モデルの構造を維持しつつ、統計データを置換することで、各都道府県の特徴を反映したシミュレーションを可能とする可能性がある。試行的に実施した東京都での分析では、同様の介入が医療・介護費の抑制にも寄与する可能性が示された。今後は、他の道府県にもモデルを応用するとともに、各自治体の減塩対策担当者が活用可能なインタフェースと利用ガイドを開発する。

E. 結論

本研究では、食品関連事業者が自主的に減塩目標を設定し実施するための支援ガイド案を作成するとともに、加工食品の成分改質や減塩食の普及促進が公衆衛生及び社会保障費に与える影響を評価するシミュレーションモデルを開発した。支援ガイド案は企業現場での活用可能性が示唆されたものの、今後の普及に向けた改善の余地も明らかとなった。また、全国版モデル及び都道府県版モデルを通じて、食品成分の改質による供給側の構造的取組の重要性が示唆された。今後は、都道府県版モデルの展開と各主体の活用支援に向けたインタフェースや利用ガイドの開発・調整を進め、科学的根拠に基づく減塩戦略の実装に向けた基盤の提供

に資する。

F. 健康危険情報

本研究において健康危険情報に該当するものはなかった。

G. 研究発表

1. 論文発表

- Hassan FA, Nishi N, Minato N, Sugiyama T, Ikeda N. Health and Economic Effects of Salt Reduction Interventions for Preventing Noncommunicable Diseases in Japan: A System Dynamics Simulation Study. *Systems* 2024, 12, 478.
- Ikeda N, Yamaguchi M, Kashino I, Sugiyama T, Miura K, Nishi N. Evaluation of public health and economic impacts of dietary salt reduction initiatives on social security expenditures for cardiovascular disease control in Japan. *Hypertens Res* 2025;48(4):1265-1273.
- 池田奈由. 特集 新たな持続可能な食環境戦略：食環境づくりをはじめとした栄養政策がもたらす医療経済学的効果について. *日本栄養士会雑誌*. 2024年11月号（第67巻第11号）, p.10-11.

2. 学会発表

- Hassan FA, Minato N, Sugiyama T, Nishi N, Ikeda N. Impacts of Salt Intake Reduction Interventions on Medical and Long-term Care Costs in Japan. 42nd International System Dynamics Conference. Bergen, Norway, August 6, 2024.
- 西 信雄, ファティン・アミナ・ビンティ・ハッサン, 湊 宣明, 五領田小百合, 杉山雄大, 高橋 裕, 池田奈由. 減塩の公衆衛生学的評価及び医療経済学的評価のための都道府県版モデル作成の取組. JSDカンファレンス2024, 新潟市, 新潟国際情報大学, 2024年8月26日.
- ファティン・アミナ・ビンティ・ハッサン, 湊 宣明, 杉山雄大, 三浦克之, 西 信雄, 池田奈由. System Dynamics Model of the Health and Cost Effects of Salt Reduction Interventions in Japan. 第71回日本栄養改善学会学術

- 総会, 大阪市, 大阪公立大学 杉本キャンパス, 2024年9月8日.
- 山口美輪, 榎野いく子, 三浦克之, 西 信雄, 池田奈由. 海外食品企業における自主的な減塩活動の目標設定と取組: 文献レビューと質問票調査による検討. 第71回日本栄養改善学会学術総会, 大阪市, 大阪公立大学 杉本キャンパス, 2024年9月8日.
 - 榎野いく子, 山口美輪, 三浦克之, 西 信雄, 池田奈由. 海外における事業所向けの減塩支援ガイドに関するレビュー. 第35回日本疫学会学術総会, 高知市, 高知市文化プラザかるぼーと, 2025年2月14日.

- 略イニシアチブ. 2022.
<https://sustainable-nutrition.mhlw.go.jp/>. (2025年5月8日アクセス可能)
- 厚生労働省. 国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針の全部を改正する件. 2023.
<https://www.mhlw.go.jp/content/001102474.pdf>. (2025年5月8日アクセス可能)
- 厚生労働省. 令和5年国民健康・栄養調査報告. 2025.
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/eiyuu/r5-houkoku_00001.html. (2025年5月8日アクセス可能)

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし

引用文献

- Asakura K, Uechi K, Masayasu S, Sasaki S. Sodium sources in the Japanese diet: difference between generations and sexes. *Public Health Nutr.* 2016;19(11):2011-23.
- Matsumoto M, Tajima R, Fujiwara A, Yuan X, Okada E, Takimoto H. Trends in dietary salt sources in Japanese adults: data from the 2007-2019 National Health and Nutrition Survey. *Br J Nutr.* 2022;129(4):1-14.
- Saito A, Imai S, Htun NC, Okada E, Yoshita K, Yoshiike N, Takimoto H. The trends in total energy, macronutrients and sodium intake among Japanese: findings from the 1995-2016 National Health and Nutrition Survey. *Br J Nutr.* 2018;120(4):424-434.
- Takimoto H, Saito A, Htun NC, Abe K. Food items contributing to high dietary salt intake among Japanese adults in the 2012 National Health and Nutrition Survey. *Hypertens Res.* 2018;41(3):209-212.
- 厚生労働省. 令和元年国民健康・栄養調査報告. 2020.
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/eiyuu/r1-houkoku_00002.html. (2025年5月8日アクセス可能)
- 厚生労働省. 健康的で持続可能な食環境戦

食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生的効果及び医療経済学的効果を推定するための研究

<研究の目的と必要性>

- 「健康的で持続可能な食環境戦略イニシアチブ」では、食品関連事業者等が減塩目標を自主的に設定し、産学官等が連携して推進する。
- 本研究の目的は、減塩の取組に科学的根拠を活用する環境の整備として、減塩の公衆衛生的効果及び医療経済学的効果をシミュレーションで推定し、食品関連事業者や自治体に具体的な方策を示すことである。
- 本研究は、食品関連事業者と都道府県が、科学的根拠やシミュレーションモデルを適切に参照して意思決定に活用できる環境を整備するために必須である。

<研究の特色・独創的な点>

- 申請者らは、H31～R3厚労科研「栄養政策等の社会保障費抑制効果の評価に向けた医療経済学的な基礎研究」（研究代表者：西信雄、研究分担者：池田奈由、杉山雄大、他）で、国民の減塩の医療経済学的効果に関するシミュレーションを日本で初めて実施し、研究成果を国際誌に発表した。
- 国立健康・栄養研究所は、食環境戦略イニシアチブと緊密に連携して科学的根拠を提供しており、また、「栄養と身体活動に関するWHO協力センター」として国際連携（シドニー大学等）も可能である。
- 減塩シミュレーションの実績と食環境に関する専門性を有する国立健康・栄養研究所の研究者らが中心となり、日本高血圧学会減塩・栄養委員会やシミュレーションの専門家と共同研究を実施する。

<研究の方法>

研究代表者

国立健康・栄養研究所 池田奈由（減塩シミュレーション実績）

研究	研究分担者*	研究協力者
研究① 食品関連事業者の減塩の目標設定と取組に関する文献レビューと事業者向け支援ガイドの作成 <1年目> ・海外事業者の減塩の目標設定と取組に関するシステムティック・レビュー及び事業者向け支援ガイドの海外先行事例調査 ・事業者向け支援ガイドの作成 <2年目> ・事業者向け支援ガイドの作成	国立健康・栄養研究所 ・山口美輪（管理栄養士） ・樫野いく子（管理栄養士） 滋賀医科大学 ・三浦克之 （日本高血圧学会減塩・栄養委員会委員長、食環境整備）	自治体管理栄養士 ・諸岡歩（兵庫県） ・高橋希（千葉県）
研究② 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組の効果に関するシミュレーションモデルと都道府県向け活用ガイドの作成 <1年目> ・減塩の効果のシミュレーションに関する海外先行事例調査 ・全国版シミュレーションモデルの作成 <2年目> ・都道府県版シミュレーションモデルの作成 <3年目> ・都道府県向け活用ガイドの作成	国立健康・栄養研究所 ・池田奈由（減塩シミュレーション実績） 聖路加国際大学 ・西信雄（JSD理事） 立命館大学 ・湊宣明（JSD理事） 国立国際医療研究センター ・杉山雄大（減塩シミュレーション実績）	専修大学 ・高橋裕（JSD副会長） 山形大学 ・五領田小百合（食環境・若手） 自治体管理栄養士 ・諸岡歩（兵庫県） ・高橋希（千葉県）

* JSD：日本システム・ダイナミクス学会

<本研究により期待される効果>

1. 食環境戦略イニシアチブにおける減塩のための食環境づくりを推進する過程で、科学的根拠として直接的に活用される。
 - ・国内事業者がWHOの目標値等を参考に、減塩に自主的に取り組む指針となる。
 - ・都道府県が科学的根拠を適切に活用し、地域の健康増進効果及び経済産業効果を考慮した分野横断的な減塩戦略を立案し実施する際の一助となる。
2. 減塩による生活習慣病予防と健康寿命延伸、医療費・介護費抑制を通じて、活力ある持続可能な地域社会の実現に資する。
3. 食環境づくりの日本型モデルに関する重要な科学的根拠として広く発信され、国際的な減塩の推進において日本が主導的な役割を果たすことに貢献する。

図. 本研究班の目的、方法及び期待される効果

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生学的効果及び
医療経済学的効果を推定するための研究
分担研究報告書

事業者向け減塩支援ガイドの作成

研究分担者 山口美輪 医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所
産官学連携研究センター
研究分担者 檜野いく子 医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所
産官学連携研究センター
研究分担者 三浦克之 滋賀医科大学 NCD 疫学研究センター

研究要旨

日本の平均食塩摂取量の減少のためには、食品関連事業者（以下、事業者）の協力が重要である。しかし、具体的な減塩に向けた製品改良の事業計画を立てるための情報が不足している。そのため本研究は、事業者が自主的に減塩目標を設定し、製品改良を行うための支援ガイドを作成することを目的とした。

国内外の事業者の現状を踏まえながら、研究班内で議論の上、ガイドの構成と内容を決定した。資料として掲載した国内の減塩取組事例については、メーカーまたは小売り売上上位の事業者 29 社の中で、対象製品、食塩含有量の数値目標、実施期間・目標達成年が示された事業者を選定した。また、ガイドの有用性を評価するため、研究班員を通して、事業者 4 社に対して意見調査を行った。

本ガイドは、本編 3 章と資料編で構成した。本編の第 1 章では、事業者による自主的な減塩活動の重要性について、国民の栄養改善とビジネスの両側面から示した。第 2 章では、事業者の目標設定の参考となるよう、対象製品、ナトリウム含有量の目標値、実施期間の設定の考え方をまとめた。ナトリウム含有量の目標値については 2 つの考え方を示した。1 つ目は、売上高を重み付けした売上加重平均ナトリウム含有量である。本ガイドでは、自社製品の売上加重平均ナトリウム含有量を算出し、その削減量・割合から対象製品全体の方針を検討することとした。2 つ目に、2024 年に出版された加工食品および料理の日本版栄養プロファイルモデルを活用し、採点基準（スコアリングアルゴリズム）の過程で用いるナトリウム含有量に関するスコアリングポイントの活用を提案した。ナトリウム含有量の決定は事業者が行うこととし、目安となる目標値を中心に説明した。第 3 章では、減塩活動の組織体制を検討するため、事業者内の体制と外部機関との連携について記載した。外部機関との連携には、行政や事業者間の連携を促進する政府主導の「健康的で持続可能な食環境戦略イニシアチブ」を始め、学術関連機関が事業者を支援する 2 つの活動を例に示した。資料編では、国内事業者が設定した減塩目標の設定について、29 社の候補の中から 3 社の事例を紹介した。

4 社の事業者からの意見調査の結果、本ガイドが役立つ部門は「製品企画」を選択した事業者が 3 社と最も多く、次いで 2 社が選択した「広報」であった。ガイドで参考となる箇所について、第 1 章の「事業者の自主的な製品改良による国民の食塩摂取量への効果」、及び「資料 減塩目標設定の国内事例」が 2 社から回答された。全国で製品を販売する事業者からは、第 1 章に関して製品の減塩推進を、正の外部性（社会への貢献）のつながりを指標として明確化することへの期待が示された。一方で、地方で製品を販売する事業者より、海外の事例は規模感の把握が難しいことが指摘された。その他、国内の事例をより多く盛り込むことや、海外事例の紹介を充実させることなどが提案された。

ナトリウム含有量の目標値について、全国規模の製品の売上加重平均ナトリウム含有量の提示はまだなく、日本版栄養プロファイルモデルも今後改定が予想される。今後、日本独自の目標設定ツールの開発が進むことで、根拠に基づく減塩の目標設定が立てやすくなる。事業者への意見調査より、減塩の重要性や基本的な考え方の説明については一程度の評価があった。一方で、目標設定における実用性については課題を残した。

本ガイド案は、日本の事業者、特に減塩の製品改良の初期段階にある事業者が、自社の状況に沿った事業計画立案を支援する枠組みを提供するものとして有用とみられた。今後、実用性の向上のための検討が必要である。

A. 目的

日本人の1日の平均食塩摂取量10gは経年でみると減少傾向であるが、世界保健機関(World Health Organization: WHO)が推奨する食塩摂取量1日5gと比較して多く、世界的にも食塩摂取量の多い国のひとつとして位置づけられている[1, 2]。厚生労働省が立ち上げた「健康的で持続可能な食環境戦略イニシアチブ」では、食塩の過剰摂取を栄養や環境に関わる重大な社会的課題の一つとして捉え、産官学の連携により、誰もが自然に健康になれるような食環境を整備することを目指している[3]。この中で、食品関連事業者(以下、事業者)が自主的に減塩目標を設定する取組が進められている。

減塩の製品改良を開始する、または見直しを検討している事業者には、何らかの支援が必要となる。しかし、具体的な減塩に向けた製品改良の事業計画を立てるための情報が不足している。そのため、国内の事業者が減塩に取組む際の参考となるような支援ガイドの作成が求められている。令和5年度は、海外事業者の自主的な減塩の製品改良について、事業の目標設定と取組概要を明らかにし、支援ガイド作成における基礎資料とした[4]。調査の結果、目標は食塩のみと、食塩に加えて他の栄養素を含んだものの2種類が存在することが分かった。また、海外事業者からの質問票回答から、自主的な減塩活動が、環境・社会・ガバナンス(ESG)に基づく減塩活動のインセンティブにつながるということが認識されていた一方で、製品開発・改良の過程で発生する製品の味の質の担保や経済面等での苦労が伺えた。これらの結果より、まずは減塩対策の重要性の理解を深め、次に事業者の状況に合わせて実現可能な範囲から減塩に取組む重要性が示唆された。また、事業者単独では実施困難な事業も政府関連機関や事業者間の連携によって実現性が高まる可能性も示された。

令和5年度は、事業者向けの減塩の製品改良に関連する国内外のガイダンスについてもレビューを行った[4]。調査の結果、対象食品は、市場シェアを維持しながら公衆衛生に大きな影響を与える食品、つまり国民の総ナトリウム摂取量に主に寄与する食品カテゴリーが重視されていた。また、実現性を高めるために段階的な減塩が推奨されていた。目標とする製品中ナトリウム含有量の設定には、売上高を重み付けした売上加重平均ナトリウムが主に用いられていた。

これらの調査結果のもと、本研究は事業者支援ガイドを作成することを目的とした。

B. 研究方法

1. ガイドの作成

1) ガイドの構成と内容

事業者が減塩のための製品改良を実施する上で重要な項目について、国内事業者の現状等を考慮した構成、及び項目ごとの記載内容を推敲した。構成と内容は、本研究班員の間で協議を重ねて決定した。

協議内容

- ・対象事業者
- ・減塩の目標設定の考え方
- ・売上加重平均ナトリウム含有量の活用
- ・日本版栄養プロファイルモデルの活用
- ・訴求型と非訴求型アプローチ
- ・事業の運営管理のための組織体制
- ・令和5年度調査結果の掲載内容
- ・減塩活動の国内事例の選定
- ・コラムの内容

2) 国内事例の事業者選定

対象製品とナトリウム含有量の具体的な基準、実施期間・目標達成年を明確に示していることを条件に、以下の手順で国内事例となる事業者を選定した。

- ① 株式会社富士経済発刊の市場規模に関する資料より[5]、調味料・調味食品メーカー売上高の上位10社、量販店、及びコンビニエンスストアの売上高の上位各10社、9社をもとに、事業者を選出した。
- ② 事業者の公式webサイトに掲載されている最新の統合報告書(2023年または2024年)、またはwebサイト上で記載されている内容を検索した。サイト上検索では、「食塩」、「減塩」のキーワードを用い、記載内容を確認した。実施期間は2024年7月2日～26日であった。

2. ガイドに関する意見調査

本ガイドの使用者の特徴や需要等について調べるため、事業者に意見調査を行った。日本高血圧学会減塩・栄養委員会を通じて2社に、加えて本研究協力者である千葉県、及び兵庫県の自治体管理栄養士を通じて、各1社に対し意見書への回答を依頼した。回答期

間は2025年2月20日～3月12日とした。

意見書の回答依頼内容（別添資料）

- ① 本ガイドの活用が予想される事業部門
または担当者について
- ② 本ガイドの参考になる部分について

いずれの質問も選択肢（複数回答可）と意見の自由記載（任意）で構成された。回答より、合計に対する各選択肢の割合を集計した。意見の記載は集約し、良い点と課題点に分類した。製品の販売規模による回答の比較のため、全国に製品販売する事業者（全国展開の事業者）、及び地方に製品販売する事業者（地方展開の事業者）の回答が分かるタグを結果表に記した。

C. 研究結果

1. ガイドの作成

1) 対象事業者

市場規模を限定せず、事業者や自社ブランド製品を開発・販売している食品関連事業者のうち、製品改良を検討している事業者を対象とした。総菜製造業者は対象とし、中食に分類される食堂や給食業者は対象外とした。

2) ガイドの構成

本ガイドは、本編と資料編で構成した（図1）。本編は3章から構成され、第1章では、事業者による自主的な減塩活動の重要性について、国民の栄養改善とビジネスの両側面から示した。第2章では、事業者の目標設定の参考となるよう、実現可能で段階的な目標設定のポイントを整理した。第3章では、減塩活動の組織体制を検討するため、事業者内の体制と外部機関との連携について記載した。資料編では、国内事業者による自主的な減塩目標の設定について、3社の事例を紹介した。

3) 減塩のための製品改良の重要性

第1章の最初に、世界的にまだ日本人の平均食塩摂取量は多いことから、その改善の必要性について示した。Dötsch-Klerkら（2022）[6]とTrieuら（2021）[7]の文献を引用し、事業者による加工食品の減塩が、社会全体に大きなインパクトを与える可能性を示唆した。また、事業者にとってどのようなインセンティブがあるのかについて記載した。さらに、事業者が明確で分かりやすい目標を明示

することにより、健康・栄養分野の自社のESG評価が上昇して投資が増加し、そして減塩製品の売上増加や製品改良のイノベーション、さらには消費者からの信頼度向上へとつながる好循環が期待されるイメージ図を作成した（図2）。

4) 減塩のための製品改良に向けた目標設定の考え方

第2章の最初に、国内の減塩目標の動向を示すため、日本人の食事摂取基準（2020年版）[8]、健康日本21（第三次）[9]、高血圧治療ガイドライン（2019年）[10]で示された食塩目標量を掲載した。加えて、海外の代表的な目標として、WHOが示す5g/日未満を記載した[2]。

5) 対象製品

対象製品設定のポイントを示した。まずは、減塩の実現が可能な製品を対象とすることとし、次に製品改良の事業計画で示すことを前提に、目標が明確になるように具体的な対象製品を示すこととした。加えて、ナトリウム含有量に配慮していることを消費者に示す訴求型と、消費者に示さない非訴求型の製品とするかの検討を促した。

6) 製品のナトリウム（食塩）含有量の設定

製品改良の検討段階にある事業者のために、ナトリウム含有量の設定の最初の段階として、わずかな減塩量から設定することを示した。次に、根拠に基づく設定方法として、自社製品の売上加重平均ナトリウム含有量の算出、及び栄養プロファイルモデルの活用を示した。さらに、目標とするナトリウム含有量より製品改良を進めた場合の相対減塩量の算出により、食塩削減量の実績の見える化ができることを示した。

(ア) 売上加重平均ナトリウム含有量の算出

売上加重平均ナトリウム含有量は、対象製品カテゴリーにおける各製品の販売数を考慮した平均ナトリウム量であり、海外の減塩に関連するガイドでも指標として示されている[11]。販売数が多い製品ほど重みが大きくなり、平均値への影響が大きくなるのが特徴である。自社の製品カテゴリー別の売上加重平均ナトリウム含有量を算出し、そこからどの程度のナトリウム削減が可能か、全体的な方向性を決めることをポイントとした。売上加重平均ナトリウム含有量の計算手順を

示し、日本の食塩摂取に大きく影響する味噌、醤油、漬物、水産加工品を例にして[12, 13]、売上加重平均ナトリウム含有量の計算例を示した(図3)。

(イ) 栄養プロフィールモデルの活用

日本版栄養プロフィールモデルの初版の開発に関する研究成果が加工食品版[14]及び料理版[15]で2024年に報告された。本ガイドでは、事業者がナトリウム含有量の設定の際に参考となるよう、採点基準(スコアリングアルゴリズム)の過程で用いる加工食品または料理のナトリウム含有量に関するスコアリングポイントの活用を提案した。ポイントは、ナトリウム含有量が多いほど高くなる。加工食品版と料理版の概要説明と、ナトリウム含有量設定の際に、どの情報を用いるのか、具体例を示しながら説明した。また、グローバル基準については、WHOの地域栄養プロフィールモデルを活用した食品カテゴリー別のナトリウム基準値を説明した[16]。

(ウ) 相対減塩量の算出

ベースラインから削減する減塩率(%)の決定後、その製品を販売することで、どれくらいの食塩削減に貢献するのかを示す相対減塩量を推定することを示した。日本高血圧学会が承認した減塩食品リスト掲載品の相対減塩量を例に[17]、相対減塩量の計算式を示した。

(エ) 減塩効果の分析方法

事業者による減塩の取組が国民の食塩摂取量に与える影響を実装社会で明らかにするためには、時間や費用など様々な課題が発生する。この課題に対応するため、データモデリングによる減塩効果の推定を行った研究を、分析方法を中心に紹介した[18]。

7) 実施期間と目標達成年

実施期間と目標達成年は、対象製品の規模と食塩含有量の設定の程度から決定するとした。加えて、中間評価年を設定し、段階的に減塩を実施することをポイントとした。

8) 減塩に向けた製品改良のための組織体制

事業者が減塩に向けた製品改良に取り組むためには、組織体制の整備が不可欠である。また、より現実的な目標設定や、減塩と味の担保の両立等の製品改良の課題等に関して、外部機関との連携を通して情報交換を促進

することができる。第3章では、独自の調査結果に基づき、内部の組織体制と外部機関との連携について示した。

(ア) 内部機関の組織体制

製品改良のための事業計画実施における内部機関の組織体制について、研究班のR5年度独自調査の結果を基に2つの案を示した[4]。1つ目は、製品企画・開発部門が中心となって製品改良等の減塩のための目標設定を行い、事業戦略案を作成する。これらを経営幹部が承認し、事業が運営される(図4)。2つ目は、事業者内で製品改良のための組織体制が整っていない場合や、組織体制を強化したい場合の案とした。事業者団体に参画し、他の事業者と減塩目標を共有することで、組織体制の構築の支援を受けることを検討する(図5)。

(イ) 外部機関との連携

政府の減塩に関する考え方や地域の食塩摂取量の状況などの情報交換のために行政との連携は重要である。さらに、減塩を推進する事業者や団体との連携は、情報交換や最新情報を入手する機会を提供し、事業の推進を促進する上で重要である。そのため本ガイドでは、行政や事業者間の連携を促進する政府主導の「健康的で持続可能な食環境戦略イニシアチブ」[3]と、減塩の製品改良に際して手法の助言や製品の認定を受けることができる日本高血圧学会 減塩・栄養委員会[19]、及び「塩をかるく使って美味しさを引き出す」というコンセプトの「かるしお」を中心として国立循環器病研究センターの活動と取組を説明した[20]。

9) 減塩の工夫

減塩のための製品改良における味の担保や安全性などの品質保持のための減塩の工夫を示した。特に、塩化ナトリウムを塩化カリウムに置き換える代替塩についての紹介や、野菜・ハーブ・スパイス等の配合の工夫によって減塩を試みた例をコラムとして記載した。

10) 減塩目標設定の国内事例

資料編として掲載するため、売上高上位により選出候補にあげた29社の中から、減塩対象製品と食塩含有量の数値目標、実施期間・目標達成年のいずれかが示されていない26社(調味料・調味食品8社、量販店10社、

コンビニエンスストア 8社)を除き、いずれも明確に表明した3社を選出した(図6)。ガイドの表には、目標と実施期間に加えて、具体的な取組の概要を記載した。

2. 減塩支援ガイドに関する意見

本ガイドの活用が予想される事業部門または担当者について、4社の事業者の中で、「製品企画」の回答が3社と最も多く、次いで2社の「広報」であった(表1)。全国展開の事業者より、製品企画部門では、企画・開発における目標設定、製品再組成の中長期計画、減塩に関する最新情報の収集の際に参考となる回答を得た。一方、地方展開の事業者からは、具体的な減塩の方法や目標設定に課題を抱える事業者に対するニーズに十分に応えられていない事が課題として示された。広報部門では、全国展開の事業者より、広報活動における説得力のある背景情報を得ることができると評価を得た。課題点には、地方展開の事業者より、内容の専門性が高く、理解が難しい点があげられた。全国展開の事業者からは、サステナビリティの観点より、減塩の取組みを集約し、効果的に情報公開する考え方が提供されている点が評価された。

ガイドで参考となる箇所について、第1章の「1. 事業者の自主的な製品改良による国民の食塩摂取量への効果」、及び「資料 減塩目標設定の国内事例」が2社から回答された(表2)。第1章1について、全国展開の事業者からは、製品の減塩推進が、正の外部性(社会への貢献)のつながりを指標として明確化することへの期待が示された。地方展開の事業者より、海外事例が紹介されていたことについて、規模感の把握が難しいことが指摘された。資料について、全国展開の事業者からは、国内事業者の具体的な事例を知ることが有益であると評価された。一方で、地方展開の事業者からは、具体的な事業者名の記載や、特定の事業者のみの事例への公平性についての検討の必要性が示された。

他の2社(全国展開の事業者1社、地方展開の事業者1社)においては、ガイドで参考となる箇所について回答はなく、地方展開の事業者より、製品の特長から、製造・保存の特性上、大幅な減塩は現実的ではないことや、消費者への減塩効果のある使用方法の広報・啓蒙がより重要であることが示された。

D. 考察

本ガイドは、事業者が減塩の製品改良に取

組む際に参考となるよう、減塩の目標設定を中心に作成した。本ガイドをきっかけに、事業者による減塩の取組が広がることが期待される。

事業者の減塩の取組状況は様々である。本ガイドでは、まだ減塩の取組に着手していない事業者、及び具体的な事業計画を検討中または見直しを検討する様々な事業者を対象とした。事業計画を立てるためには、減塩のための製品改良の重要性について社内で共通認識を持つことが重要と捉え、第1章を構成した。

減塩の目標設定は、対象製品、製品のナトリウム含有量の設定、実施期間と目標達成年が明確である必要性を示した。この目標設定により、外部関係者らの理解はもちろん、社内の共通認識にもつながると考えられる。

製品のナトリウム含有量の設定では、具体的な減塩率などの提案は行わず、事業者の状況に沿った目標となるよう、段階的な設定の考え方を主に示した。本ガイドは売上加重平均ナトリウム含有量の算出において、カナダのガイドを参照した[11]。カナダのように、政府が製品カテゴリー別の売上加重平均ナトリウム含有量の計算ツールが示された例がある[21]。日本ではまだ全国規模の売上加重平均ナトリウム含有量算出のための情報が不足していることから、本ガイドでは、自社製品の情報を用いて算出し、それを目安に対象製品全体の方針を決めることとした。今後、日本独自の関連計算ツールの開発が進めば、根拠に基づく減塩の目標設定が立てやすくなると考えられる。

また、日本版栄養プロファイルモデルの研究が進んだことで、本ガイドでその活用が可能となった。栄養プロファイルモデルは、食品の栄養価を総合的に評価するものであるが、本ガイドでは、評価プロセスで算出されるナトリウム含有量のスコアリングポイントを利用して、自社製品のナトリウム含有量の設定の参考とすることを示した。日本版栄養プロファイルモデルは今後も改訂され、充実を図っていく。改訂に伴い、減塩の目標設定についても定期的な見直しが必要である。

本研究班の独自調査より、減塩に取り組むためには、製品の味の質の担保や食品衛生上の安全性の確保、経済面の負担など、様々な課題が存在することが分かった[4]。そのため、本ガイドでは、これらの課題解決のために行政との連携、事業者間の連携が一助となる可能性を示唆した。政府主導の「健康的で持続

可能な食環境戦略イニシアチブ」では、行政と事業者同士の連携が進み[3]、日本高血圧学会や国立循環器病研究センターでの事業者の減塩の取組みへの支援も注目されている[19, 22]。事業者単独では困難な課題でも、これらの連携活動を通して解決の糸口を見出すことが期待される。

資料編として掲載した減塩目標設定の国内事例は、今後の減塩の取組みを検討する事業者にとって参考となるよう、取組の概要についても記載した。ESG 関連の評価を念頭に、目標設定した後の具体的な取組みの報告についても必要である。

本ガイドについての意見調査結果より、全体として、事業者による減塩にむけた製品改良の重要性や基本的な考え方については一程度の評価があった。特に、事業者の中でも製品企画、及び広報部門において有用である可能性が示唆された。今後、本ガイドの改定の際にはこれらの部門が利用することを念頭に置く必要がある。

一方で、具体的な減塩の目標設定の考え方については課題が残った。本ガイドは、事業規模、対象製品に関わらず、製品改良を検討、または見直しを検討する事業者に向けて作成した。しかし、食品の安全性からナトリウム含有量が多い製品を取扱う事業者や、事業規模などの様々な事情より減塩の製品改良を行う優先順位が低い事業者においては、本ガイドでは減塩に向けた事業に着手することにつながる可能性がある。また、全国展開の事業者においても、減塩目標の設定方法を含めて、国内で食品製造に関わる事業者に対し、より具体的な内容が求められていた。しかし、本ガイドで紹介した売上加重平均ナトリウム含有量について、国内製品のナトリウム含有量の情報はまだ整理されていない。日本版の栄養プロファイルモデルについても、今後の改定が予定されている。そのため、現時点では考え方の提案に留まった。今回、事業者への調査を経て、事業者との対話の重要性が示唆された。ガイドの充実のためには、現場の状況把握が重要である。また、事業規模や減塩の取組段階別のガイドが今後必要である。減塩の製品改良を実施する国内の事業者が増えれば、事例を基にした内容が充実すると考えられる。

E. 結論

事業者向けの減塩支援ガイド案は、国内外の減塩政策や事業者の取組みを踏まえて作

成された。しかし、実用性についてはまだ課題が残った。今後、減塩目標の目安となる指標の充実や事業者による製品改良の実例の収集が必要である。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 山口美輪, 榎野いく子, 三浦克之, 西信雄, 池田奈由. 海外食品企業における自主的な減塩活動の目標設定と取組: 文献レビューと質問票調査による検討. 第71回日本栄養改善学会学術総会, 大阪市, 大阪公立大学 杉本キャンパス, 2024年9月8日.
- 榎野いく子, 山口美輪, 三浦克之, 西信雄, 池田奈由. 海外における事業所向けの減塩支援ガイドに関するレビュー. 第35回日本疫学会学術総会, 高知市, 高知市文化プラザかるぼーと, 2025年2月14日.

G. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

H. 引用文献

- World Health Organization. NCD Data Portal. <https://ncdportal.org/> (2025年3月28日有効)
- World Health Organization. Sodium reduction. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sodium-reduction> (2025年3月28日有効)
- 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. <https://sustainable-nutrition.mhlw.go.jp/activity/> (2025年3月28日有効)
- 池田 奈由 (研究代表者). 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生学的効果及び医療経済学的効果を推定するための研究. <https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/168507> (2025年3月28日有効)
- 株式会社富士経済. 2023年食品マーケ

- ディング便覧総市場分析編；2023.
6. Dötsch-Klerk, M.; Kovacs, E.M.R.; Hegde, U.; Eilander, A.; Willems, J.I. Improving the Nutrient Quality of Foods and Beverages Using Product Specific Standards for Nutrients to Limit Will Substantially Reduce Mean Population Intakes of Energy, Sodium, Saturated Fat and Sugars towards WHO Guidelines. *Nutrients* 2022, 14, 4289.
 7. Trieu, K.; Coyle, D.H.; Afshin, A.; Neal, B.; Marklund, M.; Wu, J.H.Y. The estimated health impact of sodium reduction through food reformulation in Australia: A modeling study. *PLoS medicine* 2021, 18, e1003806.
 8. 厚生労働省. 「日本人の食事摂取基準」(2020年版). 2019.
 9. 厚生労働省. 健康日本 21 (第三次) の概要. 2023.
 10. 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会. 高血圧治療ガイドライン 2019. ライフサイエンス出版: 東京, 2019.
 11. Health Canada. Voluntary Sodium reduction targets for processed food 2020-2025. 2022.
 12. Asakura, K.; Uechi, K.; Masayasu, S.; Sasaki, S. Sodium sources in the Japanese diet: difference between generations and sexes. *Public Health Nutr* 2016, 19, 2011-2023.
 13. Anderson, C.A.; Appel, L.J.; Okuda, N.; Brown, I.J.; Chan, Q.; Zhao, L.; Ueshima, H.; Kesteloot, H.; Miura, K.; Curb, J.D., et al. Dietary sources of sodium in China, Japan, the United Kingdom, and the United States, women and men aged 40 to 59 years: the INTERMAP study. *Journal of the American Dietetic Association* 2010, 110, 736-745.
 14. Takebayashi, J.; Takimoto, H.; Okada, C.; Tousen, Y.; Ishimi, Y. Development of a Nutrient Profiling Model for Processed Foods in Japan. *Nutrients* 2024, 16, 3026.
 15. Tousen, Y.; Takebayashi, J.; Okada, C.; Suzuki, M.; Yasudomi, A.; Yoshita, K.; Ishimi, Y.; Takimoto, H. Development of a Nutrient Profile Model for Dishes in Japan Version 1.0: A New Step towards Addressing Public Health Nutrition Challenges. *Nutrients* 2024, 16, 3012.
 16. World Health Organization. WHO global sodium benchmarks for different food categories. World Health Organization: Geneva, 2021.
 17. 日本高血圧学会. 2023年度(2023/4/1-2024/3/31) JSH減塩食品リスト掲載品の販売状況～26社112製品を対象とした調査結果～. https://www.jpnsn.jp/data/salt_food_list_sales.pdf (2025年3月28日有効)
 18. Dötsch-Klerk, M.; Goossens, W.P.; Meijer, G.W.; van het Hof, K.H. Reducing salt in food; setting product-specific criteria aiming at a salt intake of 5 g per day. *European journal of clinical nutrition* 2015, 69, 799-804.
 19. 日本高血圧学会. 減塩・栄養委員会の取組、活動. https://www.jpnsn.jp/general_salt_03.html (2025年3月28日有効)
 20. 国立循環器病研究センター. かるしおプロジェクト. <https://www.ncvc.go.jp/karushio/> (2025年3月28日有効)
 21. Canada, H. Sales Weighted Average Calculator (SWA). 2012.
 22. 日本食糧新聞. 「かるしおプロジェクト」の軌跡. https://www.ncvc.go.jp/karushio/wp-content/uploads/sites/10/20240722_karushio_news.pdf (2025年3月28日有効)

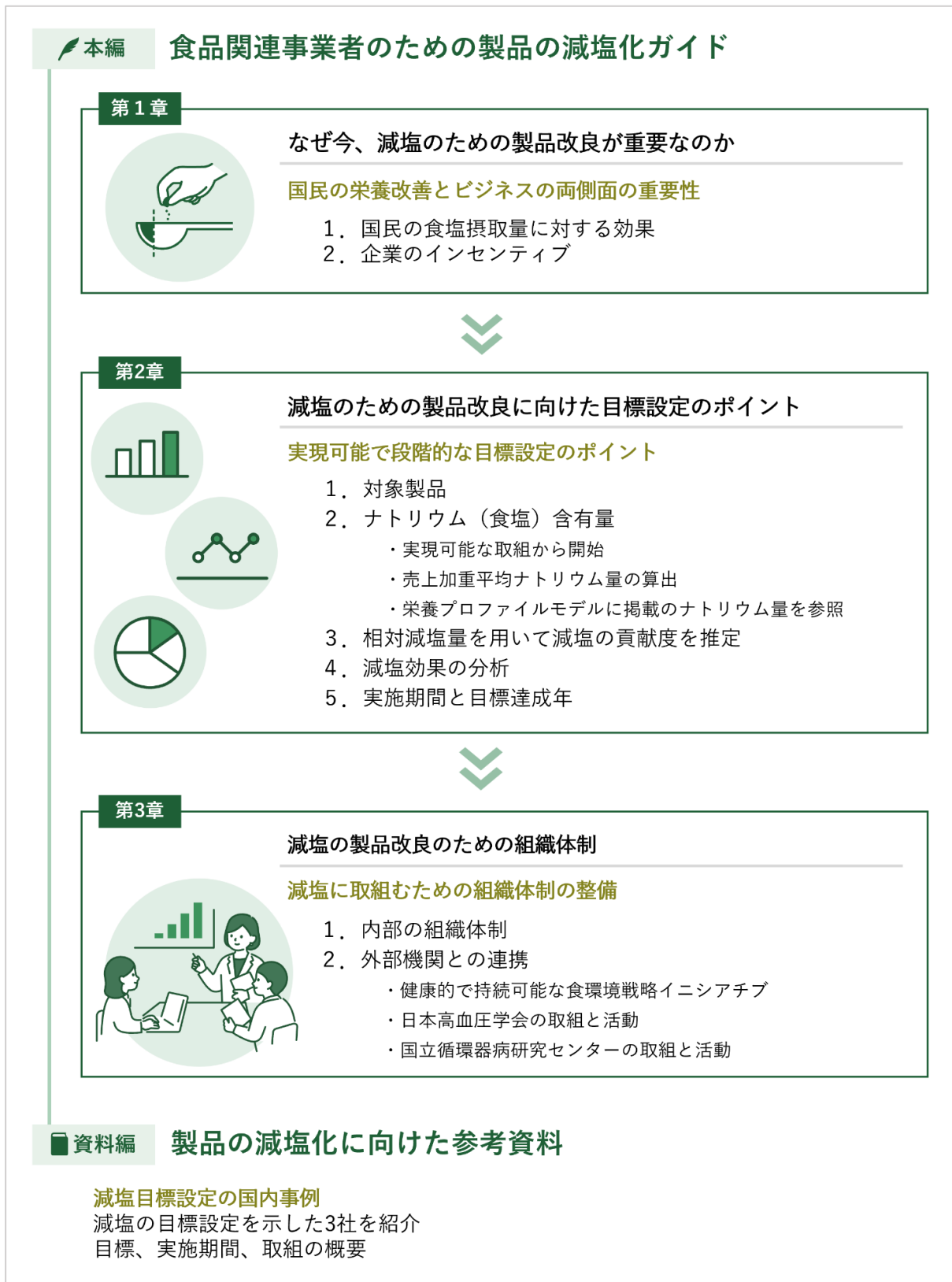


図1. 本ガイドの構成



図 2. 減塩活動に向けた事業者のインセンティブの好循環（イメージ）

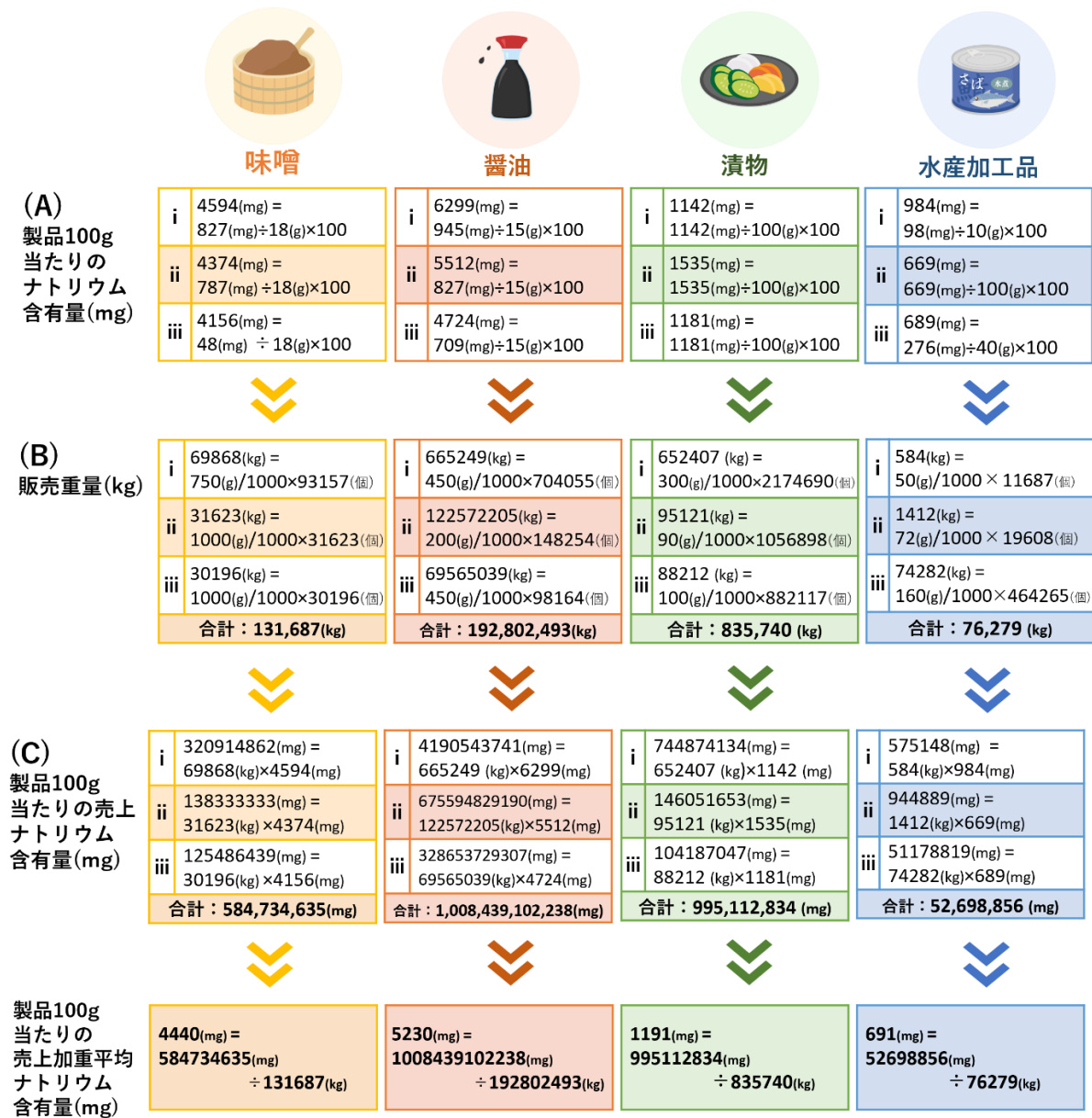


図 3. 売上加重平均ナトリウム含有量の計算例



図4. 社内の組織体制のイメージ



図5. 事業者団体を活用した組織体制のイメージ

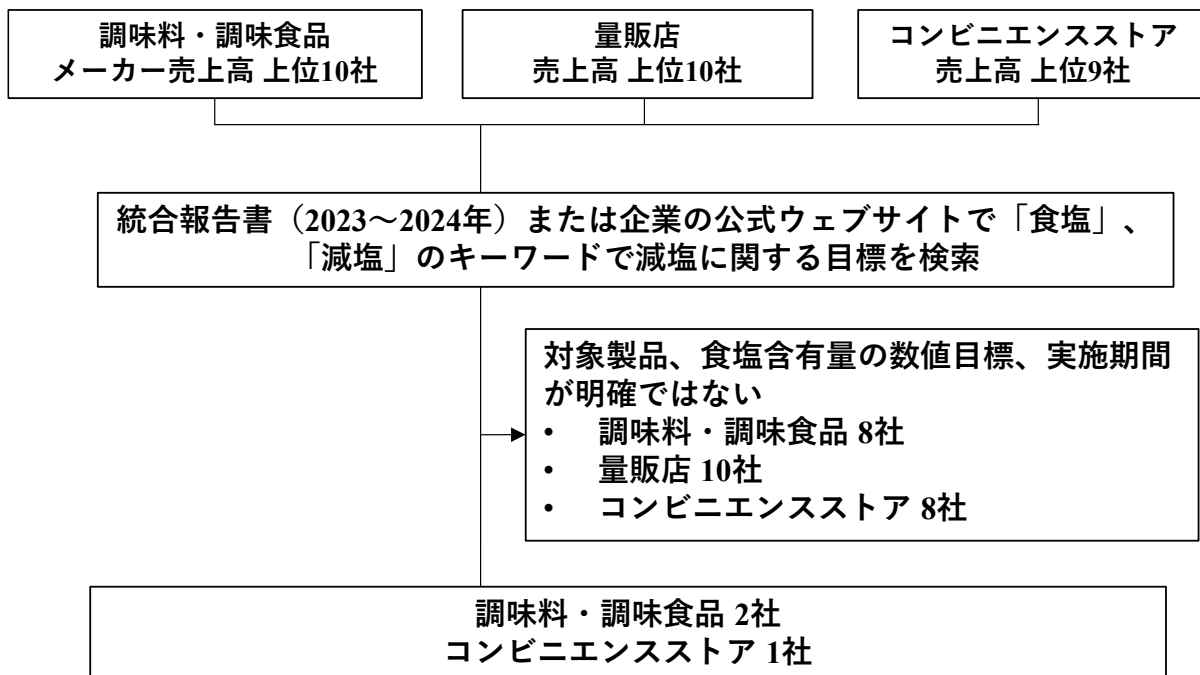


図6. 国内事例の選出の流れ

表1. 本ガイドの活用が予想される事業部門または担当者について

部門	食品関連事業者 (4社) ^a			
	該当	非該当	参考となる点	課題点
製品企画	3 (全国2、地方1)	1 (地方1)	<ul style="list-style-type: none"> ・ (地方) 企画段階や製品開発における目標設定の際に活用できる。 ・ (全国) 製品の再組成に関する中長期計画の策定を支援する情報源である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ (地方) ガイドを利用する事業者は既に減塩を意識しているか興味があり、具体的な方法や目標設定が分からない場合が多く、それに対する答えとなっているかは疑問である。 ・ (全国) 国内外の減塩に関する法規制や事業者の取り組みに関する最新情報にアクセスしやすくなるようなものがあるとよい。
製品開発 (研究、生産技術)	1 (地方1)	3 (全国2、地方1)	<ul style="list-style-type: none"> ・ (地方) 企画段階や製品開発における目標設定の際に活用できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ (地方) ガイドを利用する事業者は既に減塩を意識しているか興味があり、具体的な方法や目標設定が分からない場合が多く、それに対する答えとなっているかは疑問である。
品質 (衛生) 管理	0	4 (全国2、地方2)		
営業・販売	1 (地方1)	3 (全国2、地方1)		
管理 (経営、経理、人事、労務、総務)	0	4 (全国2、地方1)		
広報	3 (全国1、地方2)	1 (全国1)	<ul style="list-style-type: none"> ・ (地方) 自社製品のPRに減塩を活用する方法がわかる。 ・ (全国) 減塩に関する世界的な動向が、広報活動の背景情報として役立つ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ (地方) 内容が論文的で難しく、広報担当者には理解が難しい部分も多い。
その他 (サステナビリティ)	1 (全国1)	3 (全国1、地方2)	<ul style="list-style-type: none"> ・ (全国) 減塩に関する世界的な動向が、広報活動の背景情報として役立つ。 ・ (全国) 企業の減塩の取組みを集約し、情報公開する考え方が提供されている。 	

^a (全国) : 全国で販売をしている食品関連事業者、(地方) : 一部の地方で販売をしている食品関連事業者

表2. 本ガイドで参考となる箇所について

本ガイドの項目	食品関連事業者 (4社) ^a			
	該当	非該当	参考となる点	課題点
第1章 なぜ今、減塩のための製品改良が重要なのか				
1. 事業者の自主的な製品改良による国民の食塩摂取量への効果	3 (全国1、地方1)	1 (全国1)	<ul style="list-style-type: none"> ・(全国) 製品の減塩推進が、事業者の正の外部性に関わるものであることを、指標として明確化することにつながるよ。 	<ul style="list-style-type: none"> ・(地方) オーストラリアのナトリウム削減事例は、日本の事例ではないため、件数や総年数の記載があっても、規模感が把握し難い。 ・(地方) 製品(しょうゆ)の製造に食塩が必須であり、保存の観点からもある程度の塩分が必要なため、今以上の減塩の製品は現実的ではない。それよりも、消費者に向けた結果的に減塩となる使用方法の広報・啓蒙が重要である。
2. 減塩活動への事業者のインセンティブ 1) 減塩活動を含む栄養改善評価に世界が注目	1 (全国1)	3 (全国1、地方2)	<ul style="list-style-type: none"> ・(全国) 減塩の取組みを推進する上での動機付けに繋がる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・(地方) 投資家の評価がインセンティブとなるのは一部の食品製造事業者に限られるのではないかと。自社のインセンティブとしては考えづらい。
2) 事業者全体で取組む減塩のための製品改良	0	4 (全国2、地方2)		<ul style="list-style-type: none"> ・(地方) 投資家の評価がインセンティブとなるのは一部の食品製造事業者に限られるのではないかと。自社のインセンティブとしては考えづらい。
第2章 減塩のための製品改良に向けた目標設定のポイント				
1. 対象製品	0	4 (全国2、地方2)	<ul style="list-style-type: none"> ・(地方) 冒頭に日本の各摂取量目標値が記載されている点は、非常にありがたい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・(地方) 自社内の人的・経済的資源やマーケティング戦略は各社で状況が異なるため、詳細に触れない場合は入れない方がよい。
2. 製品のナトリウム(食塩)含有量の設定	1 (地方1)	3 (全国2、地方1)	<ul style="list-style-type: none"> ・(地方) 表示できるかの基準が分かるのは非常に具体 	<ul style="list-style-type: none"> ・(地方) 売上加重平均ナトリウム含量や栄養プロフィールモデルは理解が難しく、まだ

本ガイドの項目	食品関連事業者 (4社) ^a			
	該当	非該当	参考となる点	課題点
			的で良い。	一般的でない。そのため、消費者に商品の特徴やメリットを説明する際に活用しづらい。この考え方が一般的に知られるようになれば、活用できると考えられる。
3. 実施期間と目標達成年	1 (地方1)	3 (全国2、地方1)	・ (地方) 日本の摂取量目標値と目標達成年が分かるのは非常に良い。	・ コラムの「減塩の工夫」について、塩化カリウムの事例が中心となっているが、食品安全面や味への影響を考慮し、どのように減塩するのかという具体的事例については、コラムだけではなくもっと多くの事例を具体的に知りたい。これを活用する者は、商品の減塩を具体的に進める方法が知りたいと考える。
第3章 減塩の製品改良のための組織体制				
1. 内部の組織体制	0	4 (全国2、地方2)		・ (地方) 社内の事業戦略や製品改良のフローは事業者ごとに異なるため、あまり参考にならない。
2. 外部機関との連携	1 (地方1)	3 (全国2、地方1)	・ (地方) 外部機関の活動を知ることができるのは良い。	
資料1 減塩目標設定の国内事例	2 (全国1、地方1)	2 (全国1、地方1)	・ (地方) 国内事業者の具体的事例を知ることができるのは良い。	・ (地方) 資料に具体的な事業者名を記載することの必要性に疑問が残る。他にも取り組む企業がある中で、なぜ特定の企業だけを取り上げているのかということにならないか。 ・ (全国) 国内事例だけでなく、海外の事例も整理されているとよい。

^a (全国)：全国で販売をしている食品関連事業者、(地方)：一部の地方で販売をしている食品関連事業者

ご意見書

このたびは、「食品関連事業者のための製品の減塩ガイド」をご覧いただきありがとうございます。以下の点について、ご意見をいただきますようお願い申し上げます。

1. 本ガイドをどの事業部門または担当者に活用いただけるでしょうか。以下の表中で、該当する部門には、「該当」列に☑をつけてください(複数回答可)。自由記載は「ご意見」の欄にご記入ください。

部門	該当	ご意見
製品企画	<input type="checkbox"/>	
製品開発(研究、生産技術)	<input type="checkbox"/>	
品質(衛生)管理	<input type="checkbox"/>	
営業・販売	<input type="checkbox"/>	
管理(経営、経理、人事、労務、総務)	<input type="checkbox"/>	
広報	<input type="checkbox"/>	
その他()	<input type="checkbox"/>	

2. 本ガイドのどの部分が特に参考となりそうでしょうか。以下の表中で、該当する構成項目には「該当」列に☑をつけてください(複数回答可)。自由記載は「ご意見」の欄にご記入ください。

構成	該当	ご意見
第1章 なぜ今、減塩のための製品改良が重要なのか		
1. 事業者の自主的な製品改良による国民の食塩摂取量への効果	<input type="checkbox"/>	
2. 減塩活動への事業者のインセンティブ、(1)減塩活動を含む栄養改善評価に世界が注目	<input type="checkbox"/>	
(2)事業者全体で取組む減塩のための製品改良	<input type="checkbox"/>	
第2章 減塩のための製品改良に向けた目標設定のポイント		
1. 対象製品	<input type="checkbox"/>	
2. 製品のナトリウム(食塩)含有量の設定	<input type="checkbox"/>	
3. 実施期間と目標達成年	<input type="checkbox"/>	
第3章 減塩の製品改良のための組織体制		
1. 内部の組織体制	<input type="checkbox"/>	
2. 外部機関との連携	<input type="checkbox"/>	
資料1 減塩目標設定の国内事例	<input type="checkbox"/>	

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生学的効果及び
医療経済学的効果を推定するための研究
分担研究報告書

循環器疾患対策としての減塩施策の動向と公衆衛生学的・医療経済学的影響の評価

研究代表者	池田奈由	医薬基盤・健康・栄養研究所 栄養疫学・政策研究センター	国立健康・栄養研究所
研究分担者	山口美輪	医薬基盤・健康・栄養研究所 産官学連携研究センター	国立健康・栄養研究所
研究分担者	檜野いく子	医薬基盤・健康・栄養研究所 産官学連携研究センター	国立健康・栄養研究所
研究分担者	杉山雄大	国立国際医療研究センター・研究所	糖尿病情報センター
研究分担者	三浦克之	滋賀医科大学	NCD 疫学研究センター
研究分担者	西 信雄	聖路加国際大学	大学院公衆衛生学研究科

研究要旨

日本では、食塩摂取量の削減および循環器疾患の予防を目的とした多角的な取組が進められてきた。これまでに食塩摂取量は減少傾向にあるものの、依然として高い水準にあり、今後も政府、食品業界、学術機関、その他の関係者が連携し、減塩食品の普及を継続的に推進していく必要がある。効果的な政策を立案・実行するためには、減塩施策の費用対効果に関する科学的根拠を関係主体が適切に活用できる環境の整備が求められる。本研究では、自主的な目標設定および科学的根拠に基づく政策手法の確立を支援することを目的として、将来的な公衆衛生および経済への影響を予測するシミュレーションモデルの開発を進めている。これらの減塩戦略は、国民の食塩摂取量の低下と健康状態の改善、さらには社会保障費の適正化を通じて、高齢化が進む日本における持続可能な社会の構築に寄与することが期待される。

A. 目的

日本は、急速な高齢化に伴う社会保障費の増大という重大な医療政策の課題に直面している。2021年、日本の平均寿命は世界第1位（84.5歳）、健康寿命は世界第2位（73.4歳）となった[1]。現在、人口の29%が65歳以上であり[2]、この数字は2045年までに36%に上昇する可能性がある[3]。この人口動態の変化は、増え続ける医療需要を管理する公的医療制度をますます圧迫し、社会保障制度の長期的な持続可能性を脅かしている。2021年には、国民医療費は国内総生産の8%を超え、その60%以上が高齢者に割り当てられた[4]。

循環器疾患（CVD）は国民医療費の主な要因であり、全年齢層で総費用の19%、高齢者では24%を占めている（図1）[4]。CVDは、治療を必要とする健康状態の中で最も有病率が高く、2,000万人が入院または通院による治療を必要としている[5]。また、CVDの管理には、急性期以降にしばしば生じる合併症や障害に継続的に対処するために広

範な医療・看護資源が求められ、社会に多大な長期的経済負担がかかることになる。食塩の過剰摂取はCVDの主要な食事上の危険因子であり、日本におけるCVD関連の死亡および障害調整生存年数の8%に寄与している[6]。食塩摂取量を減らすことは、血圧をコントロールしCVDを予防する上で費用対効果の高い戦略である[7-9]。数多くのシミュレーション・モデリング研究において、様々な国における減塩政策や介入が将来的に健康や経済に与える影響が予測されている[10, 11]。

本稿は、食塩摂取の疫学や減塩の取組の動向、関連する先行研究の成果について概説し、日本における減塩施策の公衆衛生学的・医療経済学的効果に関するシミュレーションモデルを開発するための参考資料とすることを目的とする（図2）。

B. 方法

世界および日本における食塩摂取量とその摂取源、減塩に関する取組の実態を把握

するため、PubMed と Google を用いた文献・情報検索を行った。加えて、令和元～3 年度厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究）「栄養政策等の社会保障費抑制効果の評価に向けた医療経済学的な基礎研究」（研究代表者：西信雄）において得られた成果を整理した。これらの情報に基づき、食塩摂取の状況や関連施策の変遷を経時的に記述するとともに、食環境づくりを通じた減塩推進の公衆衛生学的効果および医療経済学的効果について、現時点での知見と今後の展望を考察した。

C. 結果

1. 食塩摂取量の推移

2019 年において、世界の成人の 1 日平均食塩摂取量は 10.8g であった[12]。国別平均はサモアの 5.0g から中国の 17.4g までの範囲で、中央値はナミビアの 7.5g であった。世界保健機関（WHO）が推奨する 5g 未満という目標を達成した国はなかった[13]。調査対象国の中では、ハンガリー（14.1g）を含む中東欧 12 カ国が中国に続いた。日本の摂取量は 10.1g で 35 位、韓国（12.1g）は 15 位、シンガポール（11.3g）は 17 位であった[12]。

日本では、例えば東北地方の農村で観察されるように、戦後から長期にわたって食塩摂取量が減少してきた[14]。この減少は、食塩を用いた保存食品に頼ってきた伝統的な食生活から、技術の進歩や社会経済の発展によって欧米化した食事パターンへ移行したことが一因であると考えられる。また、地域に根ざした栄養指導キャンペーン、特に脳卒中予防の取組も、一般集団の食塩摂取量を減らす上で重要な役割を果たしている[15]。

全国レベルでは、日本人成人の 1 日平均食塩摂取量は 1995 年の 13.9g から減少し、2010 年代半ばには 10g をやや超える程度で安定した（図 3）[16]。しかし、全国的にはかなりの地域差がみられる。2016 年では、宮城県の男性は 1 日平均 11.9g を摂取していたのに対し、沖縄県の男性は 9.1g であった。さらに、女性の食塩摂取量は沖縄の 8.0g から長野の 10.1g までの範囲に及んだ[17]。

2. 食塩の摂取源

効果的な減塩戦略を策定するためには、その国の食塩の主な摂取源を理解することが不可欠である。世界の食塩摂取源に関するシステマティック・レビューによると、国

民一人当たりの国内総生産と、一日の食塩摂取量のうち調理中や食卓で使用される食塩に由来する割合との間には逆相関があることが明らかになった[18]。高所得国では、このような裁量的な食塩摂取源は 1 日の食塩摂取量の 25% 未満であった。しかし、日本ではこの割合が 50% 以上と高く、ブラジルやインドなどの中低所得国で観察されたパターンと同様であった[18]。2013 年に実施された全国調査では、日本の成人若年層において裁量的な食塩摂取源の寄与率が低下していることが明らかになった（図 4）[19]。特に、20 代から 30 代半ばの男性は、塩分の半分以上を加工食品や外食から摂取していた。

システマティック・レビューはさらに、分析対象国の多くで、食塩の主な摂取源はパン、ベーカリー製品、シリアル、穀物、肉製品、乳製品などの加工食品であることを浮き彫りにした [18]。しかし、日本では 1 日の食塩摂取量の 44% がソースとドレッシングに起因している[18, 20]。2019 年の日本国民健康・栄養調査によると、1 日の平均食塩摂取量の 66% を醤油や味噌などの調味料が占め、次いで魚の加工品、パンとなっている（図 5）[21]。

3. 世界的な減塩への取組

WHO は、加盟国に包括的なガイドラインやリソースを提供することで、世界的な減塩への取組の旗振り役を務めてきた（表 1）。公式文書が初めて登場したのは、WHO と国連食糧農業機関（FAO）の合同専門家会議が、1 日の食塩摂取量を 5g 未満に維持するよう勧告した 2000 年代初頭であった[22]。また、2004 年の第 57 回世界保健総会では、食塩摂取量の削減、食塩のヨウ素化の徹底、加工食品の食塩含有量の低減を推進する「食事・身体活動・健康に関する国際戦略」が承認され、この取組はさらに前進することとなった[23]。

2007 年に、WHO は食塩摂取量を少なくとも 3 分の 1 に減らし、1 日 5g 未満を目指すよう勧告するガイドラインを発表した[24]。この取組は、2010 年に WHO の「プライマリヘルスケアにおける基本的な非感染性疾患介入策の包括的計画（Package of Essential Noncommunicable (PEN) Disease Interventions for Primary Health Care）」[25]に引き継がれた。また、2012 年に WHO はこれらの目標をサポートするためにナトリウム摂取ガイドラインを追加で発表し、食品業界に加工食品

の塩分濃度を下げるよう奨励した[13]。

2013年には、第66回世界保健総会において、WHOが「非感染性疾患（NCD）の予防と管理に関する2013年～2020年国際行動計画（Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases (NCDs) for 2013–2020）」を承認した[26, 27]。この計画では、2025年までに国民の平均食塩摂取量を相対的に30%削減することを含む、9つの自主的な国際目標が導入され、この目標は現在、2030年まで延長する方向で検討されている[28]。さらに、PENガイドラインが更新され、1日の食塩摂取量を制限し、加工食品の摂取を控えるよう勧告が強化された[29]。

WHOは、減塩が費用対効果の高い公衆衛生戦略であることを認識し、2030年までに早期死亡率を3分の1削減することを目標とする「持続可能な開発目標3.4 (Sustainable Development Goal 3.4)」とその取組を整合させている[30]。このミッションにおいて各国を支援するため、WHOは2016年にSHAKEテクニカルパッケージを立ち上げ、減塩の取組の開発とモニタリングのための戦略を提供している[31]。また、2017年にWHOは減塩のための4つの「ベストバイ」政策として、マスメディア・キャンペーン、公的食糧調達・サービス政策、食品中の食塩含有量変更目標、包装前面の栄養表示を挙げている[32]。

2019年にはNCDに関する国際行動計画が2030年まで延長され、減塩に対するWHOのコミットメントが再確認された。2020年に発表された最新のPENガイドラインでは、食塩摂取量を1日5g未満に制限し、調理での食塩使用量を減らし、加工食品やファストフードの摂取を制限する必要性が強調されている[33]。また、2021年にWHOは、18の製品カテゴリーを網羅する加工食品の世界的なナトリウム基準値を設定した[34]。

2023年には、WHOは2025年までに国民の平均食塩摂取量を相対的に30%削減するという自主的目標達成に向けた各国の進捗状況を評価するため、国別ナトリウム・スコアカードを導入した[28]。このスコアカードは、減塩政策やその他の施策の実施度合いに基づいて、各国を1（最低レベル）から4（最高レベル）までで評価するものである。2024年3月現在、アルゼンチン、ブラジル、チリ、コロンビア、チェコ、リトアニア、マレーシア、メキシコ、サウジアラビア、スペイン、ウルグアイの11カ国では、少なくとも

も2つの義務的政策とWHOが定めた4つの「ベストバイ」介入策のすべてを含む包括的パッケージを実施し、そのスコアカードはレベル4を示していた[35]。日本は、食品表示基準や学校給食の規制など、ナトリウム削減のための義務的措置を制定することにより、レベル3を達成した。また、2024年に、WHOはその介入勧告を更新し、組成変更政策、マスメディア・キャンペーン、有害な食品マーケティングに対する保護、メニュー表示、ポーションサイズの制限などを盛り込んだ[36]。同じ年に発表された国際ナトリウム・ベンチマークの第2版では、その対象が70の食品サブカテゴリーに拡大している[37]。

4. 日本の減塩への取組

日本は食塩摂取量を減らし、CVDを予防するために様々な取組を行っている（表2）。2000年3月、文部省、厚生省、農林水産省の3省は「日本人の食事摂取基準」を発表し、健康的な食生活の一環として1日の食塩摂取量を10g未満にすることを推奨した[38]。同時に、2000年4月には健康日本21が発足し、2010年度までに成人の1日平均食塩摂取量を13.5gから10gに減らすことを目標として掲げた[39]。

2005年4月に、日本人の成人に対する食事摂取基準（DRI）では、1日の食塩摂取量を男性で10g未満、女性で8g未満と設定した[40]。その後、2010年、2015年、2020年に改訂が行われ、2020年までにこれらの目標値は男性で7.5g未満、女性で6.5g未満に段階的に引き下げられた[41-43]。さらに、2016年6月に食生活指針が改訂され、男性は8g未満、女性は7g未満が推奨されている[44]。

公衆衛生上の継続的課題に対処するため、2022年度までに1日平均食塩摂取量を8gに削減することを目標に、健康日本21（第2次）の取組が2013年に開始された[45]。しかし、2019年までの進展は限定的で、1日8g以上摂取している成人の40%近くが、食生活の改善にほとんど関心を示さなかった[21]。これを受けて、2024年から2035年までの健康日本21（第3次）では、2032年度までに1日平均食塩摂取量を7gに減らすという、より野心的な目標が設定された[46]。

日本はまた、健康的で持続可能な食環境を育むために、多部門の協力を優先してきた。2021年2月から6月にかけて、厚生労働省は、有識者による検討会を設置し、より

健康的な食品選択を促進する環境を醸成するための戦略について議論した[47]。検討会では、食塩の過剰摂取、若年女性のやせ、経済格差に伴う栄養格差の3つを優先課題として取り上げた。また、環境の持続可能性における企業の役割を認識し、栄養と環境に配慮した食品の開発と普及のための協力を提唱した。

日本政府は、2021年12月に行われた東京栄養サミット2021 (N4G: Tokyo Nutrition for Growth) で、3つの重要な優先事項に取り組む包括的な政策パッケージを約束した[48]。これらのコミットメントは、国や世界の主要機関投資家を含む様々な利害関係者からの誓約が集約されている東京栄養宣言(グローバルな成長のための栄養に関する東京コンパクト) [49]の中で正式に表明された。この宣言は、栄養政策の推進、健康的で持続可能な食生活環境の促進、栄養改善のための多部門協力メカニズムの構築に焦点が当てられたものである。

検討会報告書とN4Gサミットでのコミットメントを踏まえ、厚生労働省は消費者庁や環境省の協力も得て、2022年3月に「健康的で持続可能な食環境戦略イニシアチブ」を立ち上げた[50]。このイニシアチブは、より健康的な選択が標準となるような食環境を作ることで、栄養面と環境面の課題に取り組むことを目的としたものであり、減塩を目的とした食品の組成変更を促進し、企業による自主目標の設定と推進を奨励している。このイニシアチブは、多分野連携による取組の事例として、WHOのレポートにも取り上げられている[51]。なお、日本のイニシアチブは、高所得国における不健康な食生活に焦点を当てた唯一のもので、ケーススタディでさらなる調査が求められる20の取組のうちの1つに選ばれた。

5. 日本高血圧学会 (JSH) の取組

日本高血圧学会は、2000年のガイドラインで、当初、高血圧患者に対し、1日の食塩摂取量を7g未満に制限するよう勧告した(表2) [52]。食塩の過剰摂取に伴う健康リスクの証拠が蓄積されるにつれ、日本高血圧学会は2004年にガイドラインを改訂し、目標を6g未満に引き下げた[53]。その後、2009年、2014年、2019年に発表された更新版でも、この推奨は維持されている[54-56]。

2013年以降、日本高血圧学会の減塩委員会は食品メーカーに減塩を呼びかけるため、減塩認定品目リストを作成し、減塩食品を

積極的に推進している。2024年4月現在、このリストには26社の108製品が含まれている[57]。日本高血圧学会が毎年行っている販売実態調査によると、2023年度には26社112品目の塩分が1,148トン減少したことが明らかになり、その79%が調味料、残りが加工食品であった[58]。2013年以降、41社292製品の累積減塩量は9,678トンに達した。

6. 減塩政策の影響に関する基礎研究

栄養政策の費用対効果を評価することは、増加する社会保障費を管理する上で不可欠である。3人の著者(池田、杉山、研究代表者:西)は、栄養政策による社会保障費の抑制に焦点を当てた基礎的な医療経済研究を行った[59]。2019年から2021年にかけて厚生労働省から資金提供を受けて実施されたこの研究は、減塩の取組を含む栄養政策が、病気や障害を予防することによって社会保障費の増加をどのように抑制できるかを評価する方法を開発することを目的としたものである。この調査は、国際的に実施された同様の調査から得られた知見をもとに行われた。

各国のCVD予防を目的とした国民全体の減塩政策に関する医療経済研究を評価するために、文献レビューを行った[60]。このレビューは、日本における栄養政策が公衆衛生および社会保障費に及ぼす影響を評価する手法の開発を導くことを目的としたものである。特定された主な医療経済シミュレーションモデルには、循環器疾患政策モデル[61, 62]、IMPACT冠動脈性心疾患政策・予防モデル[63-65]、米国IMPACT食品政策モデル[66, 67]、優先順位設定への費用対効果評価アプローチ[68]、予防影響シミュレーションモデル(PRISM) [69, 70]などがある。これらのモデルには、マルコフ・コホート・シミュレーション、マイクロシミュレーション、比例多相生命表、システムダイナミクスなどの手法が用いられており、オーストラリア、英国、米国などの国々で、健康促進キャンペーン、ナトリウム表示、食品業界の改革などの減塩戦略を評価するために適用されている。

文献レビューに続いて、公表されている研究結果や公式統計の既存データを用いて、日本における減塩政策がCVD予防に与える影響を評価するために3つのシミュレーション研究を実施した[71-73]。1つ目の研究では、1950年から2017年までの平均食塩摂取量の減少に伴う心血管死の減少についてレ

トロスペクティブに推定するために、システムダイナミクスモデルを開発し採用した[71]。食塩摂取量が変わらないという反実仮想シナリオのシミュレーションによると、1950年代以降に観察された食塩摂取量の減少により、男性で約29万8000人、女性で約11万8000人の死亡を防ぐことができた。2つ目の研究では、健康日本21（第2次）、JSH2000ガイドライン、WHOが設定した減塩目標の達成が心血管イベントと医療費に及ぼす影響をマルコフモデルを使って予測した[72]。このモデルでは、2019年からの10年間にこれらの目標を達成することで、心血管イベントの1~3%を予防し、関連する医療費を最大2%削減できると推定しており、中程度の医療経済効果を反映している。さらに、3つ目の研究では、メディアによる健康促進キャンペーン、包装前面表示、自主的な組成変更、強制的な組成変更など、英国の減塩政策を日本で実施する場合の仮想シナリオを検討した[73]。日本の同等のデータが入手できなかったため、マルコフ・コホート・シミュレーションモデルは、これらの政策に関する英国の公表データ[63]に基づいて構築された。シミュレーションの結果、政策コストを伴わない自主的・強制的な組成変更が、10年間で最大の純便益を生むことが明らかになった。

7. 食環境の取組における減塩の影響に関する研究

健康で持続可能な食環境戦略イニシアチブに関わる企業や地方自治体にとって、科学的証拠へのアクセスは不可欠である。このニーズに応えるため、著者らは2023年に厚生労働省の助成を受けて研究を開始した（研究代表者：池田）[74]。本研究は、これまでの基礎研究を基に、食品の自主的な組成変更を含む減塩政策と介入策の将来的な健康・経済効果を予測することを目的としたものである。加えて、ガイドラインやシミュレーション・プラットフォームといった実用的なリソースを提供し、情報に基づいた意思決定を支援することを目指している。

調査は、各国の食品メーカーが自主的に採用している減塩目標や取組を包括的に検討することから始まった。特に政府が自主的な行動を推奨している国々において、目標設定と減塩の取組に関する企業の実践について調べるため、アンケート調査を実施した。カナダ、英国、米国を中心に、自主的な組成変更を行う食品会社に対する政府の

ガイドラインも検討した。これらの知見に基づき、国内の食品関連企業が国の食事目標やWHOのガイドラインに沿って自主的に減塩目標を設定するのを支援する目的でサポートガイドが作成されている。

また、本調査では各都道府県における減塩戦略の公衆衛生と経済への影響を推定するシミュレーションモデルの開発を予定している。この試みを支援するため、他国のサブナショナル・レベルでの減塩効果をシミュレーションした既存の研究について文献レビューを行った。このレビューでは、米国疾病予防管理センターが地方自治体を支援するために開発したウェブプラットフォームであるPRISMシステムダイナミクスシミュレーションモデル[75]を取り上げた。PRISMを参考に、共同利用のためのシミュレーション・プラットフォームと、減塩に関するエビデンスに基づく政策立案のために地方自治体がこれらのモデルを適用するのを支援するガイドを作成する。これらのアウトプットは、減塩を促進する食環境の開発をサポートする、確かな科学的根拠を提供するだろう。

D. 考察

継続的な取組にもかかわらず、日本の食塩摂取量は諸外国に比べて依然として高い。減塩目標を達成するためには、政府、食品業界、学界、その他の利害関係者が協力し、食品を改良し、塩分を減らす努力を強化する必要がある。国民の食塩摂取量を減らすことは、CVDを予防する上で費用対効果の高いアプローチである。減塩が健康と経済に与える影響について、利害関係者が科学的根拠を適用できる環境を整えることは、十分な情報に基づいた政策立案に不可欠である。現在進行中の研究はこの方向で進んでおり、これらの取組を支援するための確かな証拠と実用的ツールを提供することを目指している。これらのイニシアチブを強化し、エビデンスに基づく戦略を実施することは、国民の食塩摂取量の大幅な削減を達成し、公衆衛生の成果を高め、社会保障費の上昇を抑え、持続可能な社会の発展に貢献するために不可欠である。

E. 研究発表

1. 論文発表

Ikeda N, Yamaguchi M, Kashino I, Sugiyama T, Miura K, Nishi N. Evaluation of public health and economic impacts of dietary salt reduction initiatives on social security expenditures for cardiovascular disease control in Japan. *Hypertens Res* 2025;48(4):1265-1273.

2. 学会発表

なし

F. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

引用文献

- World Health Organization. World health statistics 2024: monitoring health for the SDGs, Sustainable Development Goals. World Health Organization:Geneva;2024.
- 総務省統計局. 人口推計 (2023年 (令和5年) 10月1日現在). <https://www.stat.go.jp/english/data/jinsui/2023np/index.html> (2024年9月14日アクセス)
- 国立社会保障・人口問題研究所. 日本の将来推計人口ー令和3 (2021) 年~52 (2070) 年ー令和5年推計. 東京: 国立社会保障・人口問題研究所. 2023年.
- 厚生労働省. 令和3 (2021) 年度国民医療費の概況. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-iryohi/21/index.html>.(2024年9月14日アクセス)
- 厚生労働省. 令和2年 (2020) 患者調査の概況. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/20/index.html>. (2024年6月26日アクセス)
- Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2021 (GBD 2021) Results. <https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/>.Accessed June 24, 2024.
- Cobiac LJ, Magnus A, Lim S, Barendregt JJ, Carter R, Vos T. Which interventions offer best value for money in primary prevention of cardiovascular disease? *PLoS One*. 2012; 7(7): e41842.
- Murray CJ, Lauer JA, Hutubessy RC, Niessen L, Tomijima N, Rodgers A, et al. Effectiveness and costs of interventions to lower systolic blood pressure and cholesterol: a global and regional analysis on reduction of cardiovascular-disease risk. *Lancet*. 2003;361(9359):717-25.
- Webb M, Fahimi S, Singh GM, Khatibzadeh S, Micha R, Powles J, et al. Cost effectiveness of a government supported policy strategy to decrease sodium intake: global analysis across 183 nations. *BMJ*. 2017;356:i6699.
- Dotsch-Klerk M, Bruins MJ, Detzel P, Martikainen J, Nergiz-Unal R, Roodenburg AJC, et al. Modelling health and economic impact of nutrition interventions: a systematic review. *Eur J Clin Nutr*. 2023;77(4):413-26.
- Emmert-Fees KMF, Karl FM, von Philipsborn P, Rehfuess EA, Laxy M. Simulation Modeling for the Economic Evaluation of Population-Based Dietary Policies: A Systematic Scoping Review. *Adv Nutr*. 2021;12(5):1957-95.
- World Health Organization. NCD data portal. <https://ncdportal.org/>.Accessed September 14, 2024.
- World Health Organization. Guideline: sodium intake for adults and children. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241504836>.Accessed September 14, 2024.
- Shimamoto T, Komachi Y, Inada H, Doi M, Iso H, Sato S, et al. Trends for coronary heart disease and stroke and their risk factors in Japan. *Circulation*. 1989;79(3):503-15.
- 横田紀美子, 原田美知子, 若林洋子, 稲川三枝子, 大島美幸, 鳥海佐和子, 他. 地域ぐるみの減塩教育キャンペーンの実際とその評価: 筑西市協和地区・脳卒中半減対策事業 メディアによる健康教育活動. *日本公衆衛生雑誌* 2006;53(8):543-53.
- 国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所.健康日本21分析評価事業 <https://www.nibn.go.jp/eiken/kenkounippon21/en/eiyouchousa/index.html>. (2024年8月20日アクセス)
- 厚生労働省. 平成28年国民健康・栄養調査報告. <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/h28-houkoku.html>.(2024年8月20日アクセス)
- Bhat S, Marklund M, Henry ME, Appel LJ, Croft KD, Neal B, et al. A Systematic Review of the Sources of Dietary Salt Around the World. *Adv Nutr*. 2020;11(3):677-86.
- Asakura K, Uechi K, Masayasu S, Sasaki S. Sodium sources in the Japanese diet: difference between generations and sexes. *Public Health Nutr*. 2016;19(11):2011-23.
- Takimoto H, Saito A, Htun NC, Abe K. Food items contributing to high dietary salt intake among Japanese adults in the 2012 National Health and Nutrition Survey. *Hypertens Res*.

- 2018;41(3):209-12.
21. 厚生労働省. 令和元年国民健康・栄養調査報告書. 厚生労働省: 東京; 2020.
 22. Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases (2002:Geneva, Switzerland). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation, Geneva, 28 January - 1 February 2002. World Health Organization: Geneva, Switzerland; 2003.
 23. World Health Organization. Global strategy on diet, physical activity and health. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43035/9241592222_eng.pdf?sequence=1. Accessed July 12, 2024.
 24. World Health Organization. Prevention of cardiovascular disease: guidelines for assessment and management of cardiovascular risk. World Health Organization: Geneva; 2007.
 25. World Health Organization. Package of essential noncommunicable (PEN) disease interventions for primary health care in low-resource settings. World Health Organization: Geneva; 2010.
 26. World Health Organization. Resolution WHA66.10.Follow-up to the Political Declaration of the High-level Meeting of the General Assembly on the Prevention and Control of Non-communicable Disease. 2013.
 27. World Health Organization. Global action plan for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013-2020.). World Health Organization: Geneva, 2013.
 28. World Health Organization. WHO global report on sodium intake reduction. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240069985>. Accessed September 14, 2024.
 29. World Health Organization. Implementation tools: package of essential noncommunicable (PEN) disease interventions for primary health care in low-resource settings. World Health Organization: Geneva; 2013.
 30. World Health Organization. Saving lives, spending less: a strategic response to noncommunicable diseases. World Health Organization: Geneva; 2018.
 31. World Health Organization. SHAKE the salt habit: the shake technical package for salt reduction. World Health Organization: Geneva; 2016.
 32. World Health Organization. Tackling NCDs: 'best buys' and other recommended interventions for the prevention and control of noncommunicable diseases. World Health Organization: Geneva; 2017.
 33. World Health Organization. WHO package of essential noncommunicable (PEN) disease interventions for primary health care. World Health Organization: Geneva; 2020.
 34. World Health Organization. WHO global sodium benchmarks for different food categories. World Health Organization: Geneva; 2021.
 35. World Health Organization. Sodium country score card. The Global database on the Implementation of Food and Nutrition Action (GIFNA). <https://gifna.who.int/summary/sodium>. Accessed September 14, 2019.
 36. World Health Organization. Tackling NCDs: best buys and other recommended interventions for the prevention and control of noncommunicable diseases, second edition. World Health Organization: Geneva; 2024.
 37. World Health Organization. WHO global sodium benchmarks for different food categories, second edition. World Health Organization: Geneva; 2024.
 38. 農林水産省, 文部省, 厚生労働省. 食生活指針の推進について. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000129385.pdf>. (2024年7月10日アクセス)
 39. 厚生省. 21世紀における国民健康づくり運動(健康日本21)について報告書. https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/pdf/all.pdf. (2024年7月16日アクセス)
 40. 厚生労働省. 日本人の食事摂取基準 2005. <https://www.mhlw.go.jp/houdou/2004/11/h1122-2.html>. (2024年7月10日アクセス)
 41. 厚生労働省. 日本人の食事摂取基準 2010. <https://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/05/s0529-4.html>. (2024年7月10日アクセス)
 42. 厚生労働省. 日本人の食事摂取基準 2015. <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/0000041824.html>. (2024年7月10日アクセス)
 43. 厚生労働省. 日本人の食事摂取基準 2020. https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_08517.html. (2024年1月16日アクセス)
 44. 農林水産省, 文部科学省, 厚生労働省. 食生活指針. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000129379.pdf>. (2024年7月10日アクセス)
 45. 厚生労働省. 国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/0000047330.pdf>. (2024年1月14日アクセス)
 46. 厚生労働省. 健康日本21(第三次).

- https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkouinippon21_00006.html. (2024年1月14日アクセス)
47. 厚生労働省. 自然に健康になれる持続可能な食環境づくりの推進に向けた検討会報告書
https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/newpage_19522.html. (2024年1月12日アクセス)
 48. 東京栄養サミット2021. 東京栄養宣言. 別添: コミットメント.
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/100275456.pdf>. (2024年7月16日アクセス).
 49. 外務省. 東京栄養サミット2021結果概要.
https://www.mofa.go.jp/ic/ghp/page6e_000264_00001.html. (2024年1月14日アクセス)
 50. 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 (HSFE).
<https://sustainable-nutrition.mhlw.go.jp/en>. (2023年4月19日アクセス)
 51. World Health Organization. Global mapping report on multisectoral actions to strengthen the prevention and control of noncommunicable diseases and mental health conditions: experiences from around the world.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240074255>. Accessed September 14, 2024.
 52. Japanese Society of Hypertension. Japanese Society of Hypertension Guidelines for the management of hypertension for general practitioners. *Hypertens Res.* 2001; 24(6): 613-34.
 53. Japanese Society of Hypertension. Japanese Society of Hypertension guidelines for the management of hypertension (JSH 2004). *Hypertens Res.* 2006;29 Suppl:S1-105.
 54. Ogihara T, Kikuchi K, Matsuoka H, Fujita T, Higaki J, Horiuchi M, et al. The Japanese Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension (JSH 2009). *Hypertens Res.* 2009;32(1):3-107.
 55. 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン. 高血圧治療ガイドライン2014. 日本高血圧学会: 東京, 2014.
 56. 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン. 高血圧治療ガイドライン2019. 日本高血圧学会: 東京, 2019.
 57. 日本高血圧学会 減塩・栄養委員会. JSH減塩食品リスト.
https://www.jpnsj.jp/data/salt_foodlist.pdf. (2024年8月22日アクセス)
 58. 日本高血圧学会. 2023年度JSH減塩食品リスト掲載品の販売状況.
https://www.jpnsj.jp/data/salt_foodlist_sales.pdf. (2024年8月22日アクセス)
 59. 西 信雄, 由田 克士, 松本 邦愛, 池田 奈由, 野村 真利香, 杉山 雄大. 栄養政策等の社会保障費抑制効果の評価に向けた医療経済学的な基礎研究.
<https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/156568>. (2024年9月14日アクセス)
 60. 加藤 浩樹, 池田 奈由, 杉山 雄大, 野村 真利香, 由田 克士, 西 信雄. [海外における減塩政策による循環器疾患予防に関するシミュレーションモデルを用いた医療経済的評価研究の現況]. *日本公衆衛生雑誌*. 2021;68(9):631-43.
 61. Bibbins-Domingo K, Chertow GM, Coxson PG, Moran A, Lightwood JM, Pletcher MJ, et al. Projected effect of dietary salt reductions on future cardiovascular disease. *N Engl J Med.* 2010;362(7):590-9.
 62. Wang M, Moran AE, Liu J, Coxson PG, Penko J, Goldman L, et al. Projected Impact of Salt Restriction on Prevention of Cardiovascular Disease in China: A Modeling Study. *PLoS One.* 2016; 11(2): e0146820.
 63. Collins M, Mason H, O'Flaherty M, Guzman-Castillo M, Critchley J, Capewell S. An economic evaluation of salt reduction policies to reduce coronary heart disease in England: a policy modeling study. *Value Health.* 2014; 17(5): 517-24.
 64. Lavery AA, Kypridemos C, Seferidi P, Vamos EP, Pearson-Stuttard J, Collins B, et al. Quantifying the impact of the Public Health Responsibility Deal on salt intake, cardiovascular disease and gastric cancer burdens: interrupted time series and microsimulation study. *J Epidemiol Community Health.* 2019;73(9):881-7.
 65. Mason H, Shoaibi A, Ghandour R, O'Flaherty M, Capewell S, Khatib R, et al. A cost effectiveness analysis of salt reduction policies to reduce coronary heart disease in four Eastern Mediterranean countries. *PLoS One.* 2014;9(1):e84445.
 66. Collins B, Kypridemos C, Pearson-Stuttard J, Huang Y, Bandosz P, Wilde P, et al. FDA Sodium Reduction Targets and the Food Industry: Are There Incentives to Reformulate? Microsimulation Cost-Effectiveness Analysis. *Milbank Q.* 2019;97(3):858-80.
 67. Pearson-Stuttard J, Kypridemos C, Collins B, Mozaffarian D, Huang Y, Bandosz P, et al. Estimating the health and economic effects of the proposed US Food and Drug Administration voluntary sodium reformulation: Microsimulation cost-effectiveness analysis. *PLoS Med.* 2018; 15(4): e1002551.
 68. Cobiac LJ, Vos T, Veerman JL. Cost-effectiveness of interventions to reduce dietary salt intake. *Heart.* 2010;96(23):1920-5.
 69. Hirsch G, Homer J, Trogon J, Wile K, Orenstein D. Using simulation to compare 4 categories of intervention for reducing cardiovascular disease risks. *Am J Public Health.* 2014;104(7):1187-95.
 70. Homer J, Wile K, Yarnoff B, Trogon JG,

- Hirsch G, Cooper L, et al. Using simulation to compare established and emerging interventions to reduce cardiovascular disease risk in the United States. *Prev Chronic Dis.* 2014;11:E195.
71. Sugiyama T, Ikeda N, Minowa K, Nishi N. Estimation of the Effect of Salt-Intake Reduction on Cardiovascular Mortality Decline between 1950 and 2017 in Japan: A Retrospective Simulation Study. *Nutrients.* 2022;14(18).
72. Ikeda N, Yamashita H, Hattori J, Kato H, Yoshita K, Nishi N. Reduction of Cardiovascular Events and Related Healthcare Expenditures through Achieving Population-Level Targets of Dietary Salt Intake in Japan: A Simulation Model Based on the National Health and Nutrition Survey. *Nutrients.* 2022;14(17).
73. Ikeda N, Yamashita H, Hattori J, Kato H, Nishi N. Economic effects of dietary salt reduction policies for cardiovascular disease prevention in Japan: a simulation study of hypothetical scenarios. *Front Nutr.* 2023;10:1227303.
74. 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生学的効果及び医療経済学的効果を推定するための研究
https://www.nibn.go.jp/eiken/R5kouroukaken_health_economics/en/index.html. (2024年9月15日アクセス)
75. Centers for Disease Control and Prevention. PRISM: Prevention Impacts Simulation Model. <https://prism-simulation.cdc.gov/app/cdc/prism/#/>. Accessed September 15, 2024.

図表

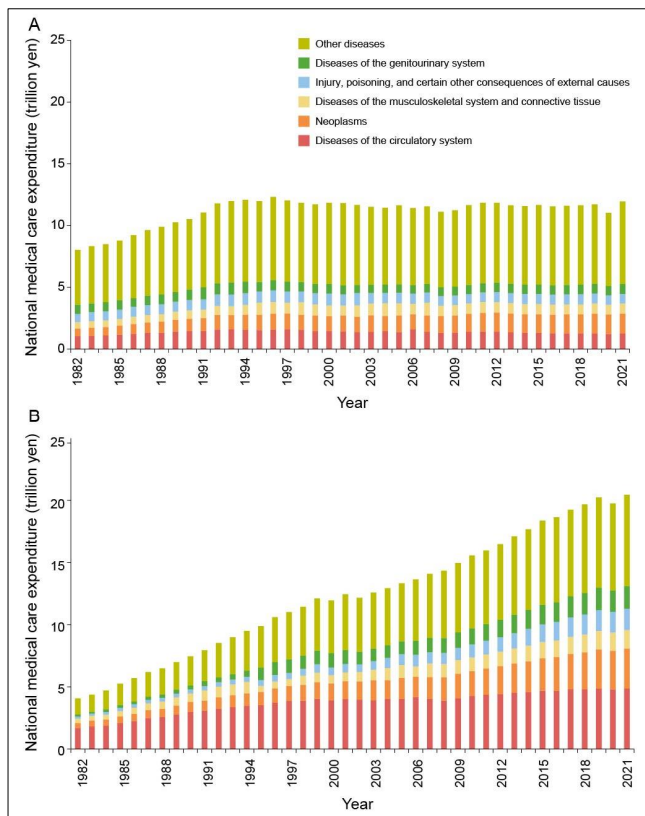


図1. 日本の傷病別国民医療費（1982-2021年）。A 65歳未満の患者、B 65歳以上の患者。データは国民医療費より引用[4]。



図2. 本研究の目的の概要図

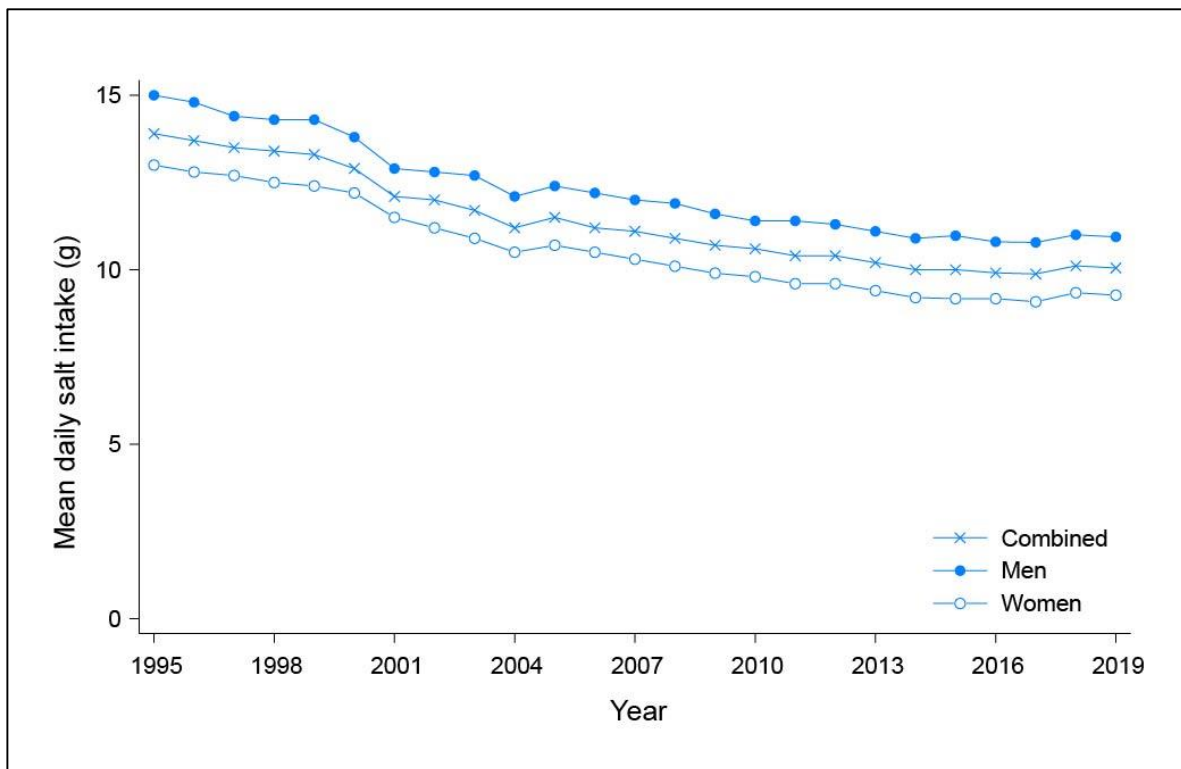


図3. 20歳以上の日本人の平均食塩摂取量(性別)、1995～2019年。データは国民栄養調査(1995～2002年)および国民健康・栄養調査(2003～2019年)より引用[16]。

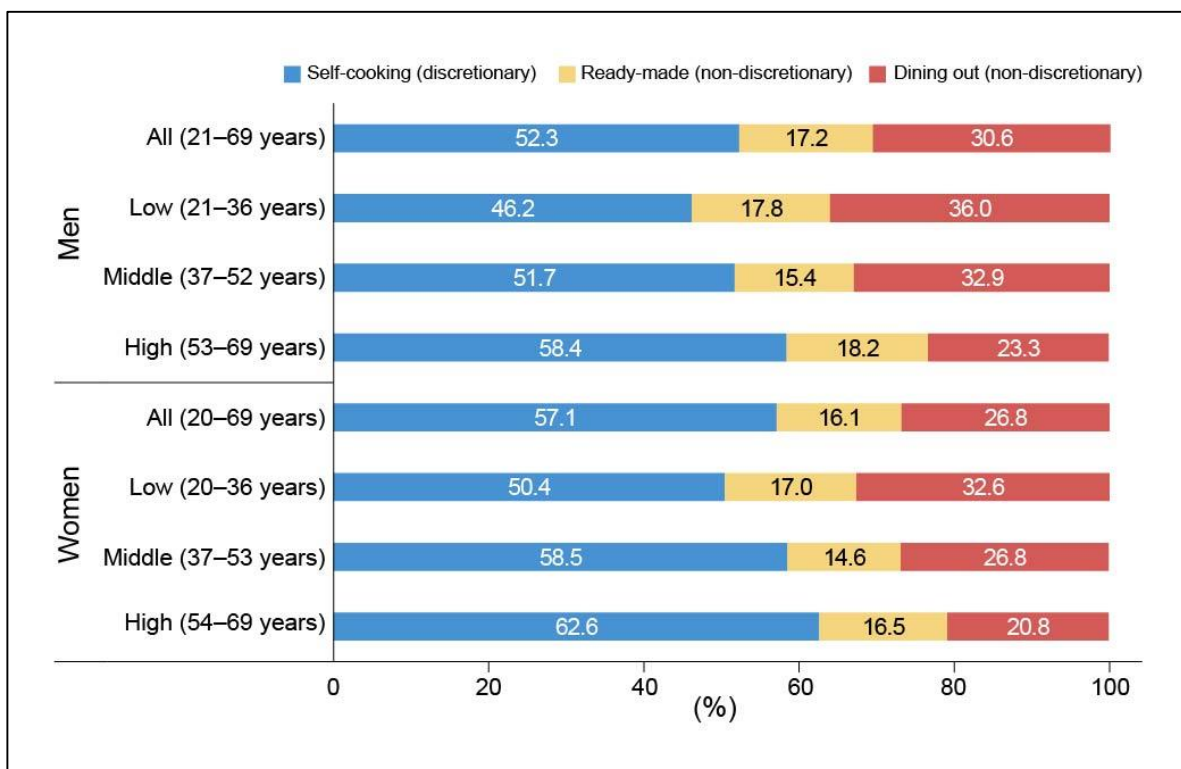


図4. 2013年の日本人成人の自己調理、調理済み食品および外食による食塩摂取の割合(性・年齢階級別)。データはAsakura et al.(2016)[19]より引用。

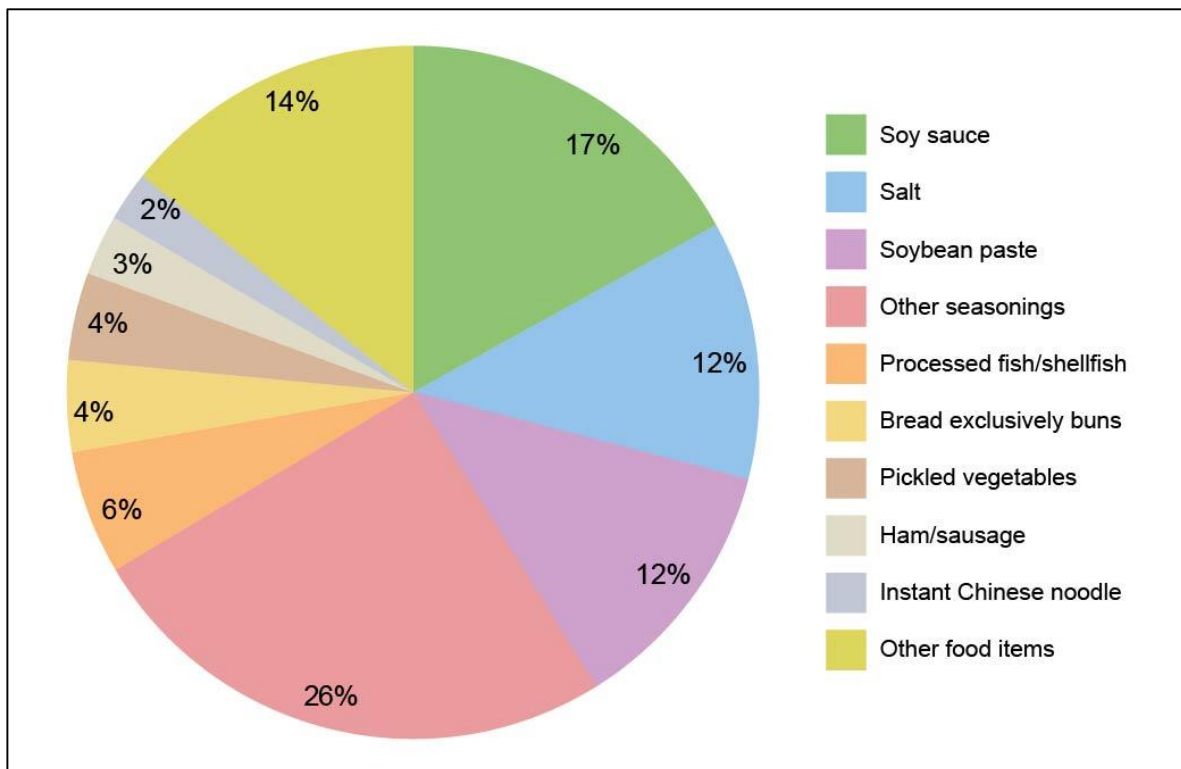


図5. 2019年の20歳以上日本人における食塩摂取源。データは2019年国民健康・栄養調査より引用[21]。

表 1. WHO による主要な減塩関連の取組と出版物

年	取組・出版物
2002	Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases [22]
2004	Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health [23]
2007	Prevention of Cardiovascular Disease: Guidelines for Assessment and Management of Cardiovascular Risk [24]
2010	WHO Package of Essential Noncommunicable (PEN) Disease Interventions for Primary Health Care [25]
2012	Guidelines on sodium intake [13]
2013	Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013–2020 [27] Implementation Tools: Package of Essential Noncommunicable (PEN) Disease Interventions for Primary Health Care in Low-Resource Settings [29]
2016	SHAKE the Salt Habit: the Shake Technical Package for Salt Reduction [31]
2017	Tackling NCDs: 'best buys' and other recommended interventions for the prevention and control of noncommunicable diseases [32]
2019	Global action plan for noncommunicable diseases expanded to 2030
2020	Package of Essential Noncommunicable (PEN) Disease Interventions for Primary Care [33]
2021	Global Benchmarks for Different Food Categories [34]
2023	Global Report on Sodium Intake Reduction [28]
2024	Tackling NCDs: Best Buys and Other Recommended Interventions for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases, second edition [36] Global Sodium Benchmarks for Different Food Categories, second edition [37]

FAO：国連食糧農業機関、NCDs：非感染性疾患、WHO：世界保健機関

表 2. 日本における減塩の取組と目標

年	主な取組	食塩摂取量の目標
2000	食生活指針 [38] 健康日本 21（第一次） [39] JSH 2000 ガイドライン [52]	10g/日 2010 年までに 10g/日 高血圧患者は 7g/日
2004	JSH 2004 ガイドライン [53]	高血圧患者は 6g/日
2005	2005 年版日本人の食事摂取基準 [40]	男性 10g/日、女性 8g/日
2009	JSH 2009 ガイドライン [54]	高血圧患者は 6g/日
2010	2010 年版日本人の食事摂取基準 [41]	男性 9g/日、女性 7.5g/日
2013	健康日本 21（第二次） [45]	2022 年までに 8g/日
2014	JSH 2014 ガイドライン [55]	高血圧患者は 6g/日
2015	2015 年版日本人の食事摂取基準 [42]	男性 8g/日、女性 7g/日
2016	改訂版「食生活指針」 [44]	男性 8g/日、女性 7g/日
2019	JSH 2019 ガイドライン [56]	高血圧患者は 6g/日
2020	2020 年版日本人の食事摂取基準 [43]	男性 7.5g/日、女性 6.5g/日
2021	東京栄養サミット（Nutrition for Growth） [49]	（目標記載なし）
2022	健康で持続可能な食環境に関する戦略的イニシアチブ [50]	（目標記載なし）
2024	健康日本 21（第三次） [46]	2032 年までに 7g/日

JSH：日本高血圧学会

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生学的効果及び
医療経済学的効果を推定するための研究
分担研究報告書

食環境づくりの推進を通じた減塩の取組の効果に関する全国版シミュレーションモデル

研究分担者 西 信雄 聖路加国際大学 大学院公衆衛生学研究科
研究分担者 湊 宣明 立命館大学 大学院テクノロジー・マネジメント研究科
研究分担者 杉山雄大 国立国際医療研究センター・研究所 糖尿病情報センター
研究代表者 池田奈由 医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所
栄養疫学・政策研究センター
研究協力者 ファティン・アミナ・ビンティ・ハッサン
医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所
栄養疫学・政策研究センター

研究要旨

減塩は、非感染性疾患予防および社会保障費抑制に向けた重要な公衆衛生施策である。本研究では、40歳以上の日本人を対象とし、2012年から2040年にかけての減塩介入による健康および費用面での効果を評価するため、システム・ダイナミクス・モデルを開発した。

モデルによるシミュレーションの結果、ベースラインのシナリオでは、循環器疾患（CVD）および慢性腎臓病（CKD）による障害調整生存年数（DALY）は、人口10万人あたりそれぞれ約55年および9.5年と推計され、2040年までに社会保障費として約40兆円の支出が見込まれた。義務的な食品の成分変更を実施した場合、CVDとCKDのDALYはそれぞれ5.7%および6.2%減少し、社会保障費も約6.7%削減されると予測された。自主的な成分変更の場合でも、DALYはそれぞれ4.7%および5.2%の減少が見込まれ、社会保障費は5.6%削減されると推定された。減塩食の普及促進により、CVDおよびCKDのDALYは2.8%および3.2%減少し、社会保障費は3.4%の削減につながると予測された。

以上の結果から、加工食品の減塩は、減塩食の普及促進よりも健康改善と社会保障費の抑制の両面でより大きな影響を及ぼす可能性が示された。

A. 目的

食塩の過剰摂取は、非感染性疾患（NCD）、特に日本人の死亡や身体障害の主な原因である循環器疾患（CVD）や慢性腎臓病（CKD）[1]の重大な食事上の危険因子である[2]。2021年には、日本におけるCVDによる障害調整生存年数（DALY）は約600万年、罹患数は約1,600万例、死亡数は約37万例と推定された。同年、CKDによるDALYは約92万年、罹患数は2,300万例、死亡数は5万例であった[3]。これらのNCDは個人の健康に影響を与えるだけでなく、日本の医療制度にも大きな財政的負担を強いており、国民医療費の30%以上を占めている[4]。この状況は、急速な高齢化により、さらに悪化している。2021年時点で、日本の人口の約29%が65歳以上であった[5]。こうした懸念の高まりを受けて、世界保健機関（WHO）は2025年までに平均食塩摂取量を30%削減することを推奨しており[6]、1人当たりの1日の

食塩摂取量を5g未満にすることを目標として掲げている[7]。世界的な取組に沿って、日本政府も国の健康増進キャンペーンで減塩を優先課題としている。2013年に開始された「健康日本21（第2次）」では、2022年までに成人の食塩摂取量を1日8gに減らすことを目標としていた[8]。その後の「健康日本21（第3次）」では、2032年までにこの値を1日7gにさらに引き下げるという目標を掲げた[9]。

世界的、国家的な取組にもかかわらず、食塩の過剰摂取はいくつかの国で観察されている[10]。日本では特にこの問題が顕著で、2019年の時点でも1日の平均食塩摂取量は約10gと変わりなく[11]、国家目標[8]と世界目標[7]の両方を上回っている。この食塩摂取量の多さは、味噌、醤油、塩などの調味料を含む伝統的な日本食によるところが大きく、1日の食塩摂取量の約70%を占めている[12]。食塩削減目標を達成するには、食品

業界を含むさまざまな利害関係者の協調的な取組が必要である[13]。日本では、産官学の連携により、特に減塩製品など、より健康的な食品の選択肢を増やすための取組が行われている[14,15]。WHOは、NCDを減少させるための費用対効果の高い戦略として食品の成分変更を提唱しており[16]、各国の目標を導き、成分変更の努力を加速させるべく、国際的なナトリウム基準値を提供している[17]。エビデンスによれば、包装食品中の食塩を減らすことで、疾病負担の軽減や医療費の削減など、大幅な健康改善と経済的利益が生まれることが示されている[18-21]。これを裏付けるように、日本での先行研究では、成分変更やその他の介入により1日の食塩摂取量を減らすことで、公衆衛生の成果を大幅に向上させることができると強調している[22]。

システム・ダイナミクス・モデリングは、医療[23-25]や公衆衛生政策[26-29]に関する先行研究で広く適用されてきた。その好例は、予防影響シミュレーションモデル（PRISM：Prevention Impacts Simulation Model）[30]である。これは、1990年から2040年までの米国における長期的な健康転帰を予測し、集団レベルの介入の費用対効果を評価するために設計された大規模なシステム・ダイナミクス・モデルである。このモデルは、さまざまなCVD介入政策を評価するために、いくつかの国で採用されている。例えば、ニュージーランドの公衆衛生研究[31]やシンガポールの研究[28,32]に適用されたシステム・ダイナミクス・モデルは、PRISMをガイドとして活用している。Georgeらによる最近の研究[33]では、システム・ダイナミクス・モデリングを用いて、イングランド南東部のケント州の住民を対象に、13種類の予防的介入が健康状態、医療の利用状況、および医療費に及ぼす影響をシミュレーションした。しかし、この方法は、日本の公衆衛生問題、特にNCDの予防において、さほど活用されていない。日本において[34]、年齢別システム・ダイナミクス・モデルを用いた研究は、1950年から2017年までの食塩摂取量の減少が心血管死亡率に及ぼす長期的影響について検討した研究1件のみである。そこで本研究では、システム・ダイナミクス・モデリングを用いて、減塩介入がCVDとCKDの予防に及ぼす長期的効果を評価するとともに、日本の国家レベルでの社会保障費の増加抑制効果についても評価することを目的とした（図1）。

B. 研究方法

1. システム・ダイナミクス・シミュレーション・モデル

システム・ダイナミクス・シミュレーションモデルを適用し、減塩政策がCVDとCKDの予防に及ぼす長期的効果と、血圧低下による社会保障費への影響を予測した。本研究では、Vensim DSS 10.2.0[35]を用いてシミュレーションモデルを開発し、検証した。

システム・ダイナミクスとは、複雑なシステムの時間経過に伴う挙動を分析するアプローチであり、さまざまな要素が互いにどのように影響しあうかを明らかにするものである。これは、間接的な関係やフィードバックループを考慮して複雑な問題の挙動を再現するため、長期的な政策分析には特に効果的なツールである[36]。この方法は、システムの構造とダイナミクスの両方を捉えるもので、研究者や政策立案者が変化の影響を理解し、特に結果までの経路が間接的であったり、遅延していたり、非線形フィードバックループの影響を受けていたりする状況において、介入の影響を予測するのに役立つ[37]。

システム・ダイナミクス・モデリングは通常、定性的な要素と定量的な要素の両方を含んでいる。定性的な側面では、システム内の因果交互作用を視覚化するために、因果ループ図（CLD）を作成することが多い[38]。CLDは、因果関係のリンクとフィードバックループを使用して、異なる変数が互いにどのように影響し合うかをマッピングし、矢印で因果関係を示す。各矢印は、その尾にある独立変数とその先頭にある従属変数との間の因果関係を示す。フィードバックプロセスには2つのタイプがある[37]。すべての矢印が正であるか、または負の矢印の数が偶数である強化プロセスと、負の矢印の数が奇数である均衡化プロセスである。フィードバックプロセスを強化すると、システムは指数関数的に成長または衰退する。一方、フィードバックプロセスを均衡化すると、これらの変化が相殺され、システムは均衡状態に達する。

定量的な側面では、システム要素がどのように相互作用し、経時的に変化するかを表すストック図とフロー図を作成する。これらの図において、箱型のアイコンで表されたストックは、疾患を伴う個人数あるいは貯水池の水量など、蓄積または枯渇する要素を示している。二重矢印で表されたフ

ローは、ストックへの流入（インフロー）とストックからの流出（アウトフロー）を表し、ストックレベルの変化を引き起こす要素の動きを示している。例えば、疫学研究では、ストックは疾病の有病率を表し、流入は新規症例を、流出は死亡または回復を表す。

2. モデルの概念化

食塩摂取量削減を目標とした介入の効果を評価するために、システム・ダイナミクス・モデルの概念的枠組みを構築した（図2）。このモデルは、食塩摂取量削減介入、食塩摂取量、非感染性疾患、社会保障費の4つの要素で構成されている。食塩摂取量削減の介入要素では、(1)国民の減塩食生活の普及、そして(2)企業による減塩に向けた食品の成分変更、の2つのアプローチを検討した。食塩摂取に関する主要評価項目は、日本の成人の平均食塩摂取量である。これは減塩食と食品の成分変更の両方の影響を受ける項目であった。非感染性疾患の項目では、高血圧、CVD、CKDの発生率と有病率を調査する。CVDとCKDは、食塩摂取が血圧上昇に与える影響を通じて間接的に影響を受ける疾患である。社会保障費には、社会保障制度でカバーされる医療費および介護費が含まれる。減塩介入により、疾病の有病率と関連コストの低減が期待される。

3. 動的仮説

動的仮説を立てるために、システム・ダイナミクス・モデルの定性的要素としてCLDを構築した（図3）。CLDには2つの強化ループ（R1とR2）と2つの均衡化ループ（B1とB2）が含まれている。動的仮説では、食生活において減塩の必要性を認識している人は、市場で入手可能な減塩製品を購入する傾向にあると想定する。こうした製品に対する需要の高まりは消費量の増加につながり、国民に減塩食を広く普及させることになる（R1）。製品の需要が増え続けるにつれて、食品業界は食品の成分変更を行うインセンティブが与えられる。その結果、減塩食品の選択肢が拡大し、より多くの人々がそれを購入するようになるため（R2）、消費全体がさらに促進され、このサイクルが強化される。

減塩食を推進する公衆衛生キャンペーンは、過剰な食塩摂取の危険性に関する認識を高め、食塩摂取量を減らすよう人々を動機付ける。より多くの人々が減塩の重要性を認識し、減塩製品を選ぶようになると、食事

からの食塩摂取量は全体的に減少する。この減少により、高血圧を生じる可能性が低下し、CVDとCKDの発生率が低下し、最終的には公衆衛生の取組が強化されると同時に、予防的ケアへの資金投入も増加することで、これらが支えられる（B1）。

食塩の過剰摂取は高血圧を引き起こし、慢性疾患の発生率を高めるため、政府は治療と予防の両方のケアに対する社会保障予算の拡大を迫られる。治療費に資金が割り当てられることで、早期高血圧患者が迅速な治療を受けられるようになる。早期介入は慢性疾患の進行を防ぎ、非感染性疾患の発症リスクを低減する（B2）。

4. モデルの構築

システム・ダイナミクス・モデリングの定量的要素として、CLDに概説された関係に基づいてストックフロー図を作成した。これらの図は、一般集団、食塩摂取量、NCD、社会保障費、減塩介入という相互に関連した5つのセクターを統合したものである。

4.1. 一般集団モデル

性別・年齢階級別（40～49、50～59、60～69、70～79、80～89、90歳以上）で層別化された年齢分布に基づいて、加齢連鎖コホート集団モデルを構築した。このモデルでは、これらの年齢層は順次関連するストック変数として扱われる（図S1）。モデルのキャリブレーションを改善するため、人口統計セクターに40歳未満の個人を表すストック変数を含めた。一般集団モデルには出生、死亡、純移動が組み込まれている。各年齢コホートと性別の集団サイズ $[5]$ は、以下の式を用いて算出した（表S1）。

$$P_{i=0,j}(\tau) = P_{i=0,j}(t_0) + \int_{t_0}^{\tau} (B_j + NM_{i=0,j} - D_{i=0,j} - T_{i+1,j}) dt \quad (1)$$

$$P_{i>0,j}(\tau) = P_{i>0,j}(t_0) + \int_{t_0}^{\tau} (T_{i-1,j} + NM_{i>0,j} - D_{i>0,j} - T_{i+1,j}) dt \quad (2)$$

$P_{i,j}(\tau)$ は年齢、 $i = \{0, 1, 2, \dots, 7\}$ 、性別による集団、 $j = \{0, 1\}$ は男女別集団、指数 $i = 0$ は40歳未満のコホート、 $i > 0$ は40歳以上のコホート、 τ は当年を表す。 B_j は年間出生数、 $NM_{i,j}$ と $D_{i,j}$ はそれぞれ純移動と純死亡を表し、 $T_{i-1,j}$ は前のコホートから次のコホートへの流出、 $T_{i+1,j}$ は次の年齢コホートへ

の流入率を表す。

出生数はモデルに入力され、最初は 40 歳未満の個人のストック変数に配置され、次のように決定される。

$$B_j = br_j \times FW \quad (3)$$

br_j は男女別の出生率を示す (表 S3) [39]。 FW は 15~49 歳の女性の数を表し、以下のように計算される。

$$FW = \sum_{i=0}^1 P_{j=1} \times fr_{FW} \quad (4)$$

$\sum_{i=0}^1 P_{j=1}$ は、40 歳未満 ($i=0$) から 40 歳代 ($i=1$) までの女性の総数を指す。 fr_{FW} は、生殖年齢の女性の割合である。

各コホートの生存者は、90 歳以上の最終コホートを除き、現在のコホートの最後の年から次のコホートの最初の年 ($T_{i+1,j}$ 、例：49 歳から 50 歳) への移行率に従って、次のコホートに移行する。

$$T_{i+1,j} = \frac{P_{i,j}}{C} \times fr_{P_{i,j}} \quad (5)$$

$P_{i,j}$ は性・年齢別の人数を表し、 C は各コホートにおける平均持続期間 (40 歳未満は 40 年、10 歳ごとの各コホートは 10 年) を表し、 $fr_{P_{i,j}}$ は各年齢群の集団に占める割合を表す。非生存者は、年齢別死亡率に基づく死亡を反映した流出としてモデルから除外された [40]。その数は時間を通じて一定であると想定された (表 S2)。流入と流出の差である純移動も、各コホート集団に加味されている。純移動率 (一定、かつ流出の場合はマイナス) は年齢層別に決定された (表 S2) [41]。

4.2. 食塩摂取モデル

食塩摂取モデルは、現在の平均食塩摂取量 [11] と減塩目標量 (図 4) [8] に基づく食塩消費量のダイナミクスを表している。

数学的には、現在の平均食塩摂取量は以下のように計算する。

$$NaCl_j(\tau) = NaCl_j(t_0) + \int_{t_0}^{\tau} (\Delta NaCl_j) dt \quad (6)$$

$NaCl_j(t_0)$ は調査期間開始時の平均食塩摂取量を示す。

食塩摂取量の変化率 ($\Delta NaCl_j$) は以下のように計算する。

$$\Delta NaCl_j = \quad (7)$$

$$\frac{\left(\frac{perceived_{NaCl}}{NaCl_j}\right) \times \%A_{LSD} \times gaps_{NaCl_j}}{AT_{\Delta NaCl}}$$

$\frac{perceived_{NaCl}}{NaCl_j}$ は認知された平均食塩摂取量と実際の平均食塩摂取量の比率を表し、 $\%A_{LSD}$ は減塩食を採用している集団の割合を表し、 $AT_{\Delta NaCl}$ は集団が食塩摂取量を減らすために必要な平均調整時間を表す [42]。このモデルには、減塩食の採用による平均食塩摂取量への影響を評価するために $\%A_{LSD}$ を含む。

食塩摂取目標量 ($goal_{NaCl}$) と現在の平均食塩摂取量 ($NaCl_j$) との差 ($gaps_{NaCl_j}$) は以下のように計算した。

$$gaps_{NaCl_j} = goal_{NaCl} - NaCl_j \quad (8)$$

4.3. NCD モデル

食塩摂取が血圧を上昇させることによって CVD と CKD の有病率に及ぼす影響を示すために、NCD モデルを開発した。NCD モデルは、高血圧、CVD、CKD の 3 つのサブモデルで構成され、疾病イベントと障害を予測する (図 S2-S4)。一般集団モデルと同様に、疾患モデルは性別によって異なる加齢連鎖プロセスとして構築した。一旦高血圧、CVD、CKD に罹患すると、死亡するまでその罹患状態が続き、未病の状態に戻ることはないことを考慮し、サブモデルには疾患からの回復は含まれていない [43]。

高血圧サブモデル

高血圧サブモデル (図 S2) は、正常血圧から高血圧への移行を示し、当初正常血圧に分類された個人が、最終的にどのように高血圧集団の一部になるかを記述している。加齢は、正常血圧 (NHTN) と高血圧 (HTN) の 2 つの健康状態に分けられる。収縮期血圧が 140mmHg 未満、拡張期血圧が 90mmHg 未満であれば NHTN、収縮期血圧が 140mmHg 以上、拡張期血圧が 90mmHg 以上の場合、または降圧薬を使用している場合は HTN とみなされる [11]。

式 (9) は、NHTN 集団の現在の状態 ($NHTN_{i>0,j}(\tau)$) が、前のコホート ($T_{i-1,j}^{NHTN}$) から移行した NHTN 集団の割合とともに増加する一方、HTN の発症 ($I_{i>0,j}^{HTN}$)、高血圧以外の事象による死亡 ($D_{i>0,j}^{NHTN}$)、NHTN 集団の次の年齢コホートへの移行 ($T_{i+1,j}^{NHTN}$) によって減少することを表している。

$$NHTN_{i>0,j}(\tau) = NHTN_{i>0,j}(t_0) + \int_{t_0}^{\tau} (T_{i-1,j}^{NHTN} - I_{i>0,j}^{HTN} - D_{i>0,j}^{NHTN} - T_{i+1,j}^{NHTN}) dt \quad (9)$$

式(10)は、各コホート(表 S4) [44]の HTN 集団が、前のコホートからの HTN 患者 ($T_{i-1,j}^{HTN}$) と HTN の偶発症例 ($I_{i>0,j}^{HTN}$) によって増加することを示している。これは、死亡 ($D_{i>0,j}^{HTN}$) と、HTN 集団の次の年齢コホートへの移行 ($T_{i+1,j}^{HTN}$) によって減少する。

$$HTN_{i>0,j}(\tau) = HTN_{i>0,j}(t_0) + \int_{t_0}^{\tau} (T_{i-1,j}^{HTN} + I_{i>0,j}^{HTN} - D_{i>0,j}^{HTN} - T_{i+1,j}^{HTN}) dt \quad (10)$$

具体的には、HTN の罹患率は、正常血圧集団 ($NHTN_{i>0,j}$)、高血圧発症リスク ($risk_j$)、新規 HTN 集団の割合 ($fr_{i>0}^{HTN}$) の積であり、以下のようになる。

$$I_{i>0,j}^{HTN} = risk_j \times NHTN_{i>0,j} \times fr_{i>0}^{HTN} \quad (11)$$

最後に、死亡率は式(12)で示すように HTN 集団と HTN 患者の部分死亡率の積である。

$$D_{i>0,j}^{HTN} = HTN_{i>0,j} \times dr_{i>0}^{HTN} \quad (12)$$

CVD サブモデル

CVD サブモデルは、血圧と CVD リスクの正の相関に基づいている(図 S3)。各コホートの現在の CVD 集団(表 S4) [3]は以下のように計算した。

$$CVD_{i>0,j}(\tau) = CVD_{i>0,j}(t_0) + \int_{t_0}^{\tau} (T_{i-1,j}^{CVD} + I_{i>0,j}^{HTNCVD} + I_{i>0,j}^{otherisk} - D_{i>0,j}^{CVD} - T_{i+1,j}^{CVD}) dt \quad (13)$$

有病率は、前コホートから合流する CVD 患者集団の割合 ($T_{i-1,j}^{CVD}$)、および、HTN ($I_{i>0,j}^{HTNCVD}$) やその他の危険因子 ($I_{i>0,j}^{otherisk}$) に関連する CVD の発生率とともに増加する。CVD 集団は、死亡 ($D_{i>0,j}^{CVD}$) (表 S5) [3]、および、CVD 集団が次のコホートに移行する割合 ($T_{i+1,j}^{CVD}$) により減少する。HTN に起因する CVD 発生率は以下のように計算した。

$$I_{i>0,j}^{HTNCVD} = risk_j \times fr_{i>0,j}^{CVD} \times HTN_{i>0,j} \times \frac{CVD_{i>0,j}}{P_{i>0,j}} \quad (14)$$

$fr_{i>0,j}^{CVD}$ は CVD の初回発症の割合を示し、 $\frac{CVD_{i>0,j}}{P_{i>0,j}}$ は CVD 集団の割合を示す。

CKD サブモデル

推算糸球体濾過量 (eGFR) は、システム・ダイナミクス・モデルを適用した先行研究において、CKD の定義と CKD の各ステージの算出に使用されている[28,45]。eGFR のデータが不足しているため、本研究では日本における CKD 総有病率を用いた[3]。一般に、CKD サブモデルは CVD サブモデルと類似しており(図 S4)、各コホートの CKD 集団(表 S4) [3]は以下のように計算した。

$$CKD_{i>0,j}(\tau) = CKD_{i>0,j}(t_0) + \int_{t_0}^{\tau} (T_{i-1,j}^{CKD} + I_{i>0,j}^{HTNCKD} + I_{i>0,j}^{CVDCKD} - D_{i>0,j}^{CKD} - T_{i+1,j}^{CKD}) dt \quad (15)$$

$I_{i>0,j}^{HTNCKD}$ は HTN に伴う CKD の発生率、 $I_{i>0,j}^{CVDCKD}$ は CVD に伴う CKD の発生率である。

障害調整生存年数

本研究では、健康アウトカムとして障害調整生存年数 (DALY) を組み入れた。各疾患の DALY は、損失生存年数 (YLL) と障害生存年数 (YLD) の合計として計算した[2]。YLL は、平均余命と比較した早死による損失年数と定義される。CVD ($YLL_{i>0,j}^{CVD}$) と CKD ($YLL_{i>0,j}^{CKD}$) の YLL は以下のように計算した。

$$YLL_{i>0,j}^{CVD} = D_{i>0,j}^{CVD} \times AYL_{i>0,j}^{CVD} \quad (16)$$

$$YLL_{i>0,j}^{CKD} = D_{i>0,j}^{CKD} \times AYL_{i>0,j}^{CKD} \quad (17)$$

$AYL_{i>0,j}^{CVD}$ と $AYL_{i>0,j}^{CKD}$ は、それぞれ CVD と CKD による平均損失生存年数を示す。平均損失生存年数は、Global Burden of Disease Study 2019 [3]から入手したデータセットを用いて、損失生存年数を死亡者数で除して算出した(表 S5~S8) [2]。

YLD は、疾患の有病率と障害の重みの積として定義される。CVD ($YLD_{i>0,j}^{CVD}$) と CKD ($YLD_{i>0,j}^{CKD}$) について以下のように計算した。

$$YLD_{i>0,j}^{CVD} = CVD_{i>0,j} \times DW_{i>0,j}^{CVD} \quad (18)$$

$$YLD_{i>0,j}^{CKD} = CKD_{i>0,j} \times DW_{i>0,j}^{CKD} \quad (19)$$

$DW_{i>0,j}^{CVD}$ と $DW_{i>0,j}^{CKD}$ はそれぞれ CVD と CKD の障害の重みを表す。障害の重みは状態の重篤度を反映し、0 (損失や負担なし) から 1 (死亡) の範囲である[46]。障害の重みは、障害共存年数を疾患有病率で除して計算した(表 S4~S8) [2]。

4.4. 社会保障支出モデル

CVD と CKD に起因する合併症は、医療セクターと個人の両方の観点から支出に大きな影響を与える。個々の患者は、薬代、頻

繁な受診、病気による収入減の可能性などで高額な自己負担を強いられ、経済的な困難に直面し、生活の質や必要なケアへのアクセスに影響が及ぶ可能性がある。しかし、我々のシミュレーションモデルでは、個人が負担する費用については考慮していない。図 5 の社会保障支出モデルは、食塩の過剰摂取に関連する疾病に関連する医療費と介護費 (LTC 費) の構造を概説している。日本における非感染性疾患集団の増加が、医療・介護両セクターの年間支出にどのような影響を与えるかを、ストック変数として具体的に示している。

日本の国民医療費は年々着実に増加しており、2019 年には国内総生産の 7.93% に達した[4]。本研究では、医療セクターにおける高血圧、CVD、CKD の患者の治療費用の発生により、医療費のストック変数 (表 S9) [4]が増加すると仮定した。したがって、これらの費用の年間累積率 (ΔMCE) は以下のように計算される。

$$\Delta MCE = MTC_{HTNCVDCKD} \times fr_{MCE} \quad (20)$$

$MTC_{HTNCVDCKD}$ は高血圧、CVD、CKD の総医療費を示し、 fr_{MCE} は医療費全体の変化の割合を示す。

治療費は以下のように計算した。

$$MTC_{HTNCVDCKD} = (AC_{CVD} \times \sum_{j=1}^6 CVD_j) + (AC_{HTN.MT} \quad (21)$$

$$TC_{HTN.MT} = \sum_{j=1}^6 HTN_j \times AC_{HBP MED} \times AU_j^{HBP MED} \quad (22)$$

AC_{CVD} と AC_{CKD} はそれぞれ CVD と CKD の患者一人当たりの平均費用[47]を示し、 $TC_{HTN.MT}$ は高血圧の治療にかかる総費用を示し、 $AC_{HBP MED}$ は降圧薬の平均費用[48]を示し、 $AU_j^{HBP MED}$ は投薬中の高血圧患者の平均人数を示す[11]。

介護保険 (LTCI) 制度では、LTC の主な財源は保険料である[49,50]。LTCI は、65 歳以上の第 1 区分と 40~64 歳の第 2 区分に分けられ、各区分で LTCI の規定に基づき異なる保険料率が適用される[51]。助成金や投資など、その他の LTC の資金源は本調査の範囲外であるため分析から除外した。LTC の年間支出の増加は以下の式で求められる ($\Delta LTCE$) :

$$\Delta LTCE = \frac{LTCE_{CVDCKD} \times TIME STEP \times fr_{LTCE}}{AT_{LTCE}} \quad (23)$$

$LTCE_{CVDCKD}$ は、CVD と CKD を有する個人の介護費の合計を表す。これには、LTC を必要とする高齢者が負担する費用も含まれる。LTC 費用と調整時間の変化率をそれぞれ fr_{LTCE} と AT_{LTCE} とする。さらに、社会保障支出モデルは、社会保障費が予防のための医療費と治療のための医療費にどのように分けられるかを示している。本研究では、社会保障費は、減塩に向けたメディアキャンペーンなど公衆衛生のイニシアチブを支援する場合は予防医療に配分される一方、患者が病状から回復する割合を増加させるための医療をカバーする場合は治療医療に配分されると想定する。

4.5. 減塩介入モデル

減塩介入モデル (図 6) は、日本における先行研究[52]のほか、イノベーションを採用すると、まだ採用していない他の人に「伝染」することを示す一般的なイノベーション普及モデル[37]を基に構築されている。このプロセスは社会的伝染または口コミとして知られている。このモデルは 2 つの介入サブモデルで構成されている。図 6 の上部は、集団に減塩食品と減塩食の導入を促す健康増進キャンペーンのサブモデルを示し、下部は製品の成分変更のサブモデルを示す。

健康増進キャンペーンのサブモデル

健康増進キャンペーンのサブモデルでは、減塩食の潜在的採用者は、減塩食の必要性を認識しているものの、いまだ変更を行っていない個人と定義される[53]。消費者は、より多くの情報を得て動機づけられ、食塩関連のラベルについてより理解を深めることができれば、減塩製品を購入する可能性が高くなる[54]。このストック変数は、健康増進キャンペーンの認知率[55]や、社会保障費のこれらの介入策への配分割合[56]の影響を受ける。

採用者とは、すでに減塩食を採用している人や、食塩摂取量が平均より少ない人、減塩食を好む人のことである。潜在的な採用者は、すでにこの行動を実践している個人と遭遇すると、減塩食を採り入れる。これは、モデルで「口コミによる採用」と示されているように、集団内でのコミュニケーションの影響を反映している。このサブモデルは、

数学的には以下のように表すことができる。

$$WOM_{LSD} = PA_{LSD} \times c \times af \times \frac{A_{LSD}}{MS} \quad (24)$$

WOM_{LSD} は潜在的採用者における減塩食の採用、 PA_{LSD} は採用者との相互作用の影響、 $A_{LSD}MS$ は市場規模（集団全体）を表している。接触率 c は、特定の期間内に減塩食を採用するよう説得された潜在的な採用者の数を測定するものである。採用率 af は、潜在的な採用者が既存の採用者と接触した際に採用する確率を表す。キャリブレーションに基づき af を 2% とする。この模倣効果は、減塩食採用者のストックへの流入率である採用率に影響を与える。減塩食の採用率 (AR_{LSD}) を以下のように計算した。

$$AR_{LSD} = WOM_{LSD} \times SS_{LSP} \times taste_{LSP} \quad (25)$$

SS_{LSP} は市場における減塩食品の入手可能性を、 $taste_{LSP}$ は減塩食品の味に対する消費者の嗜好を示す。味覚は食品の選択に大きく影響する[57]。 SS_{LSP} と $taste_{LSP}$ は、減塩介入モデルの下部の製品成分変更サブモデルからリンク付けられている。この採用効果は、2つの重要な現象を示している。すなわち、(1) 潜在的採用者数の変化は採用率に影響を与え、それによって潜在的採用者数のバランスに影響が生じる現象と、(2) 採用率の変化が採用者数の指数関数的な変化につながるという現象である。本研究において、比率 $\frac{A_{LSD}}{MS}$ は食塩摂取量を減らした人の割合を表しており、減塩食品への需要を反映していると想定している。

製品成分変更サブモデル

製品成分変更サブモデルは、高食塩食品と低食塩食品という 2 つのストック変数で構成される。このフロー率は「製品成分変更率」と表示され、減塩製品に対する需要、減塩製品の選択肢を提供する事業者の数、非感染性疾患と食品製品成分変更に関連する政策に影響される。前述の減塩食採用サブモデル（上段）との関連では、減塩食の採用が増えれば、減塩製品に対する需要が高まり、食品事業者はこうした製品の成分変更を迫られると予想される。健康への配慮や食塩摂取量の削減を目的とした政府の政策も、企業が自社製品の健康面や栄養面での成果を改善する動機付けとなっている[58]。この食品成分変更サブモデルは、数学的には以下のように表すことができる。

$$FR_{LSP} = DD_{LSP} \times HSF \times Companies_{LSP} \times Intervention_{FR} \quad (26)$$

FR_{LSP} は減塩製品の成分変更、 DD_{LSP} は減塩食品に対する需要、 HSF は高食塩食品数、 $Companies_{LSP}$ は製品を生産または成分変更している食品事業者数、 $Intervention_{FR}$ は自主的改革と義務的改革の両方に対する効果推定値を指す。

5. パラメータ化とデータソース

シミュレーション期間は2012年から2040年で、日本の40歳以上の成人に焦点を当てている。シミュレーションの開始年として2012年を選んだのは、減塩食品のデータがこの年に初めて入手可能になったからである。表1は、モデルのベースラン設定に使用した主要パラメータと初期値の一覧である。

6. シナリオの前提

本研究では、食塩摂取量の削減を目的とした3つの政策シナリオを検証する。ベースランでは、減塩食を採用する集団の割合と製品成分変更の割合は、シミュレーション全体を通して、それぞれ初期値の2%と5%で一定のまま推移した。このベースランは、3つのシナリオを比較する際の参考となる。シナリオ1では、減塩食を奨励し、消費者の行動に影響を与えることに焦点を当てた。このシナリオでは、減塩行動の採用に関連する先行研究から、減塩食を採用する個人の割合が当初の2%から12%に増加した[63]。シナリオ2は、自主的な食品成分変更である。先行研究[55,64]によると、製品成分変更の割合は5%から15%に増加した。シナリオ3では、義務的な成分変更が導入された。シナリオ2と同様に、先行研究[55,64]に従って、製品成分変更の割合は当初の5%から20%に増加した。表2は、シナリオ分析における政策変数の変化を示している。

7. 検証テスト

システム・ダイナミクスでは、モデルの構造とシミュレーションされた動作の両方に対する信頼性を構築するために、いくつかの検証テストが使用される。これらのテストは、モデルが実世界の挙動をどの程度再現しているかを評価し、根本的なシステム・ダイナミクスを正確に表現していることを確認するものである[37,65]。本研究では、医療費と介護費の変数について行動再現テストと統計的測定を行い、過去のデータと比

較した。統計的評価では、決定係数、平均絶対誤差、二乗平均平方根誤差、Theil の不等式統計の 4 つの指標を評価した。

(倫理的配慮)

本研究は文献等の公表資料を用いて行ったもので個人情報には取り扱わなかった。

C. 研究結果

1. モデルの検証

図 7 に示す行動再現テストの結果は、医療費と介護費に関するモデルの予測を、2012 年から 2019 年までの参考データと比較したものである[4,61]。この比較により、モデルがうまく調整されていることが確認された。表 3 は、医療費と介護費の決定係数、平均絶対誤差、二乗平均平方根誤差、Theil の不等式統計などの統計誤差測定値をまとめたものである。決定係数は両変数とも 95%を超えた。両変数の平均絶対誤差は 0.5 未満であり、モデル値が実際のデータに近いことを示唆している。同様に、両変数の二乗平均平方根誤差は 0.4 以下であり、このモデルを用いたデータの予測が比較的正確であることを示している。Theil の統計の結果、シミュレーションと実際のデータとの誤差のほとんどは小さく、偏りや不等分散によるものではないことが示された。バイアス (U^m) と不等分散 (U^s) の要素はゼロに近かったことから、このモデルは系統的な過大評価や過小評価をすることなく、実際のデータを正確に反映し、変動をよく捉えていることを示している。共分散成分 (U^c) は 1 に近く、モデルが実際のデータの全体的な傾向とパターンを正確に捉えていることを示している。したがって、このモデルは実際のシステムの挙動を正確に再現できると結論づけるのが妥当である。

2. ベースラン分析

図 8 は 2012 年から 2040 年にかけて、減塩介入を行わなかった場合の CVD と CKD の患者数の予測を示している。CVD と CKD の有病率はこの期間に徐々に増加し、特に 70 歳代と 80 歳代で急激な増加が予想されている。この上昇傾向は、主に日本の高齢化によってもたらされている。

2040 年までに、CVD 患者の数は 70 歳代男性で最も多くなり、約 340 万人に達すると予測されている。これに次いで、80 代が約 280 万例、60 代が約 270 万例と続く。女性では、80 歳代が最も CVD 患者数が多く、

約 470 万人と予測され、70 歳代の女性がそれに続き、約 420 万人と推定されている。全体として、CVD 有病率は高齢男性よりも高齢女性の方が高いと予想される。さらに、CKD の有病率は 80 歳代で最も高く、男性で約 390 万人、女性で約 490 万人と推定されている。これらの結果から、シミュレーション期間を通じて、CVD と CKD の症例数は 40 歳代や 50 歳代においてより少ないことが明らかになった。

3. シナリオの分析

表 4 と図 9 は、29 年間の減塩シナリオにおける主要な出力変数の動的変化のシミュレーション結果である。平均食塩摂取量は、2040 年までに 1 日 8g という目標値に向かって徐々に減少している(図 9a, b)。図 9e, f はさらに、食塩摂取量の減少と、食品成分の変更や減塩食の普及による健康状態の改善が、社会保障費の削減につながることを示している。

ベースランと比較すると、義務的成分変更と自主的成分変更の両方が、減塩食の採用増加とともに、食塩摂取量、疾病負担率、社会保障支出を減少させた。このことは、これらのシナリオの挙動を見れば明らかであり、赤線で表されるベースランの挙動と比べて、より低い結果を示している。ベースランでは、2040 年までに、CVD と CKD の累積 DALY は、それぞれ 10 万人当たり約 55 年と 9.5 年になると予測され、社会保障費に約 40 兆円(医療費は約 39 兆円、介護費は約 41 兆円と推定)が拠出されることになる。

シナリオ 1 では、CVD による累積 DALY を 2.8%削減できる可能性があり、これは 10 万人当たり 53.5 年に相当する。CKD では、DALY が 3.2%減少し、これは 10 万人当たり 9.2 年に相当する。このシナリオでは、社会保障費の削減額は約 3.4%(医療費は 3.5%、介護費は 3.4%)となり、それぞれ医療費で約 37 兆円、介護費で約 39 兆円の削減につながる。シナリオ 2 では、CVD と CKD の累積 DALY はそれぞれ 4.7%と 5.2%減少し、CVD は 10 万人当たり 52.4 年、CKD は 10 万人当たり 9 年となった。この削減は、社会保障費の 5.6%減(医療費 5.6%減、介護費 5.5%減)、医療費約 36 兆円、介護費約 39 兆円の削減につながる。

シナリオ 3 では、CVD の DALY が 5.7%減少し、人口 10 万人当たり 51.9 年となり、CKD の DALY は 6.2%減少し、10 万人当たり 8.9 年となった。このシナリオでは、社会

保障費が 6.7%減少（医療費 6.7%、介護費 6.6%）し、医療費は約 36 兆円、介護費は約 38 兆円の削減となる。興味深いことに、DALY について測定した疾病負担は、CVDの方がCKDよりも有意に大きかった。しかし、経済的負担を比較すると、介護費用は医療セクターの費用をわずかに上回っている。

D. 考察

ベースラン分析によるシミュレーション結果、高齢者の CVD と CKD の有病率は、集団の高齢化に伴って 2 倍以上になると予測された。これらの知見は、疾患の有病率が年齢とともに増加し、加齢が慢性疾患の最も重要なリスク因子の一つであることを示した先行研究と一致していた [66]。したがって、これらの予測は、日本における非感染性疾患の管理がますます難しくなっていることを浮き彫りにし、的を絞った医療戦略と資源計画の必要性を強調している。

本研究では、WHO の減塩戦略の 2 つの重要な要素、すなわち消費者行動の修正と食品の成分変更 [67] を組み入れた。シミュレーションの結果、3 つの減塩対策をすべて実施した場合、食事からの食塩摂取量は徐々に減少し、日本の健康日本 21 の食事目標 [8] で定められた 1 日 8g に近づくことが示唆された。しかし、それでも WHO 世界行動計画のナトリウム 30%削減目標には届かず、WHO SHAKE テクニカル・パッケージ [68] に沿ったより包括的な戦略が必要とされた。これらの減塩は、疾病負担の軽減と社会保障費の削減につながると期待された。このことは、日本における過去の研究でも裏付けられており、心血管死亡率の経時的な低下は、食塩摂取量の低下とその血圧低下作用に部分的に起因している可能性が示唆されている [69,70]。同様に、Lackland ら [71] の研究では、食塩摂取量の削減が血圧管理と慢性疾患の予防に極めて重要であり、効果的な減塩政策が大幅な健康改善につながる可能性があることが強調されている [72]。

さらに、本研究のシミュレーション結果は、食品企業による食品成分変更は、集団の摂食行動採用戦略と比較して、健康アウトカムの改善により大きな影響を与えることを明確に示した。また、義務的な成分変更政策は、自主的な成分変更よりもわずかに利点が大きかった。この利点は、より多くの企業が高食塩製品から低食塩製品に移行し、減塩製品の選択肢が増え、積極的に食塩摂取量を減らそうとしない消費者であっ

ても、減塩食を容易に採用できるようにするための義務的な政策によるものであった [15]。このアプローチは、消費者の適応を加速させただけでなく、集団の健康状態の改善と大幅なコスト削減につながり、食塩摂取量の削減が費用対効果に優れ、コスト削減にもつながるといった証拠を裏付けるものとなった [58,73]。さらに、消費者が時間をかけて徐々に減塩製品の味に慣れていくためには、継続的な製品の成分変更が不可欠であった [74]。したがって、効果的な減塩のためには、栄養教育による食習慣の改善と、成分変更された製品の入手可能性の向上という、複合的なアプローチが必要であることが示唆された。消費者の意識を高めることは重要であったが、知識だけでは影響が限定的であったため、食品の成分変更なしに世界および国家の減塩目標を達成することは困難であったろう [14]。

本研究にはいくつかの限界があり、特にシミュレーションやモデリング研究の文脈においては、今後の研究で考慮すべきである。第一に、今回のモデルでは減塩加工品と調味料を区別していない。第二に、このモデルは、食塩摂取量の変化が 2012 年から 2040 年まで持続すると想定しているが、消費者の需要に応じて企業が高食塩製品に回帰した場合、この想定は成り立たない可能性がある。第三に、本研究では特定の 2 つの介入策に焦点を当て、食品表示など他の介入策の潜在的利益を無視している。第四に、本研究のモデルには、減塩製品の研究開発の遅れや味覚テストの必要性は含まれていない。こうした遅れは、より健康的な選択肢の市場導入を遅らせ、減塩戦略の全体的な効果に影響を及ぼす可能性がある。今後の研究では、減塩製品の研究開発を促進する方法を模索するとともに、減塩食を成功裏に普及させるために重要な、消費者の味覚に関する認識を調査すべきである。第五に、実施結果の改善単位あたりの費用など、戦略の費用対効果を推定していない。第六に、減塩を選択した人は、そのような行動をとらなかった人よりも摂取レベルが低い可能性を考慮しなかった。この見落としは、食塩摂取量とその影響に関する調査結果の正確性に影響を及ぼす可能性がある。第七に、本研究の分析では、消費者が成分変更した製品を受け入れるかどうかは、その入手可能性に基づいていると想定しているが、これらの製品に対する個人の認識に関連する要因のデータは考慮していない。第八に、本研究の

介護サブモデルでは、在宅サービス、介護施設、地域密着型サービスなど、さまざまな介護サービスに対する高齢者の需要を区別していなかった。また、日常生活動作の発生率も無視していた。この見落としは、介護支出総額の過小評価につながる可能性がある。今後の研究では、長期的な要件とコストをより正確に評価するために、これらの側面に取り組むべきである。最後に、システム・ダイナミクスは複雑な実世界のシステムをモデル化するのに有用なツールであるが、モデルを構築する際には一定の仮定に依存する。また、本研究の結果は、シミュレーション分析を用いた仮説実験に基づいている点にも注意すべきである。調査結果の信頼性を高め、政策実施を支援するためには、さらなる開発と分析が必要である。モデルの改良を続けながら、構造方程式の改良や構造的な不確実性の考慮など、その定式化と構造を修正・強化していく。

E. 結論

本研究は、現在と将来の減塩政策の影響を評価するために、関連する社会保障費を組み込みながら、高血圧から CVD および CKD の負担への進行をマッピングした、日本初の統合的なシステム・ダイナミクス・モデルを提示するものである。減塩介入のシミュレーションによると、食塩摂取量を減らすことで、日本の高齢者における CVD および CKD に関連する DALY の 3~6% を予防できる可能性が示唆された。これらの疾患にかかる人が減り、より健康で生産性の高い集団が増えることを意味する。食塩摂取量が減れば、高血圧の割合が低下し、心臓発作、脳卒中、腎不全の発生を大幅に減らすことが期待できる。したがって、これらの慢性疾患を予防できれば、医療費や介護費を約 3~7% 節約できる可能性がある。このモデルはより詳細な分析を提供し、政府関係者や一般市民にとって貴重な教育ツールとなる。また、構築されたモデルは、相互に関連する要素や重要な変数の挙動パターンについて理解を深めるものである。今回のシミュレーションと実験の結果は、減塩に関する仮説の今後の展開を裏付けるものであり、さらなる研究のための試験環境を提供するほか、非感染性疾患と食塩の過剰摂取に関連するコスト削減を目的とした政策展開のための道筋を提供する。

F. 研究発表

1. 論文発表

- Hassan FA, Nishi N, Minato N, Sugiyama T, Ikeda N. Health and Economic Effects of Salt Reduction Interventions for Preventing Noncommunicable Diseases in Japan: A System Dynamics Simulation Study. *Systems* 2024, 12, 478.
2. 学会発表
- Hassan FA, Minato N, Sugiyama T, Nishi N, Ikeda N. Impacts of Salt Intake Reduction Interventions on Medical and Long-term Care Costs in Japan. 42nd International System Dynamics Conference. Bergen, Norway, August 6, 2024.
 - ファティン・アミナ・ビンティ・ハッサン, 湊 宣明, 杉山雄大, 三浦克之, 西 信雄, 池田奈由. System Dynamics Model of the Health and Cost Effects of Salt Reduction Interventions in Japan. 第71回日本栄養改善学会学術総会, 大阪市, 大阪公立大学 杉本キャンパス, 2024年9月8日.

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

引用文献

1. World Health Organization. Noncommunicable Diseases. Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases> (accessed on 11 March 2024).
2. GBD 2021 Diseases and Injuries Collaborators. Global Incidence, Prevalence, Years Lived with Disability (YLDs), Disability-Adjusted Life-Years (DALYs), and Healthy Life Expectancy (HALE) for 371 Diseases and Injuries in 204 Countries and Territories and 811 Subnational Locations, 1990–2021: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet* 2024, 403, 2133–2161.
3. Institute for Health Metrics and Evaluation. Global Burden of Disease 2019. Available online: <https://vizhub.healthdata.org/gbd-compare/> (accessed on 30 October 2024).
4. 厚生労働省. 国民医療費の概要. Available online: <https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/37-21.html> (2024年3月11日アクセス).

5. 総務省統計局. 2012年10月1日現在の人口推計. Available online: https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200524&tstat=00000090001&cycle=7&year=20120&month=0&tclass1=000001011679&result_back=1&tclass2val=0 (2024年3月11日アクセス).
6. World Health Organization. NCD Global Monitoring Framework, Geneva, Switzerland, 2011. Available online: <https://www.who.int/publications/i/item/ncd-surveillance-global-monitoring-framework> (accessed on 11 March 2024).
7. World Health Organization. Guideline. Sodium Intake for Adults and Children, 2012. Available online: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241504836> (accessed on 11 March 2024).
8. 厚生労働省. 国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本的な方針, 2012. Available online: https://www.pbhealth.med.tohoku.ac.jp/japan21/pdf/kenkounippon21_01e.pdf (2024年3月11日アクセス).
9. 厚生労働省. 健康日本21(第三次). Available online: https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkounippon21_00006.html (2024年3月18日アクセス).
10. World Health Organization. Noncommunicable Diseases Data Portal. Available online: <https://ncdportal.org/> (accessed on 12 September 2024).
11. 厚生労働省. 国民健康・栄養調査. Available online: https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kenkou_eiyuu_chousa.html (2024年3月11日アクセス).
12. Matsumoto, M.; Tajima, R.; Fujiwara, A.; Yuan, X.; Okada, E.; Takimoto, H. Trends in Dietary Salt Sources in Japanese Adults: Data from the 2007–2019 National Health and Nutrition Survey. *Br. J. Nutr.* 2023, 129, 690–703.
13. Vyth, E.L.; Steenhuis, I.H.; Roodenburg, A.J.; Brug, J.; Seidell, J.C. Front-of-Pack Nutrition Label Stimulates Healthier Product Development: A Quantitative Analysis. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 2010, 7, 65.
14. Takemi, Y. Creating a Healthy Food Environment as a Radical Population Approach and Japanese Initiatives. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 2022, 68, S78–S80.
15. 土橋 卓也. 日本人はどこまで食塩を減らせるか? 栄養学雑誌. 2020, 78, 49–56.
16. World Health Organization. Tackling NCDs “Best Buys” and Other Recommended Interventions for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases. 2017. Available online: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-NMH-NVI-17.9> (accessed on 11 March 2024).
17. World Health Organization. WHO Global Sodium Benchmarks for Different Food Categories. 2021. Available online: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240025097> (accessed on 11 March 2024).
18. Cobiac, L.J.; Vos, T.; Veerman, J.L. Cost-Effectiveness of Interventions to Reduce Dietary Salt Intake. *Heart* 2010, 96, 1920–1925. <https://doi.org/10.1136/hrt.2010.199240>.
19. Murray, C.J.; Lauer, J.A.; Hutubessy, R.C.; Niessen, L.; Tomijima, N.; Rodgers, A.; Lawes, C.M.; Evans, D.B. Effectiveness and Costs of Interventions to Lower Systolic Blood Pressure and Cholesterol: A Global and Regional Analysis on Reduction of Cardiovascular-Disease Risk. *Lancet* 2003, 361, 717–725.
20. Rubinstein, A.; García Martí, S.; Souto, A.; Ferrante, D.; Augustovski, F. Generalized Cost-Effectiveness Analysis of a Package of Interventions to Reduce Cardiovascular Disease in Buenos Aires, Argentina. *Cost Eff. Resour. Alloc.* 2009, 7, 10.
21. Smith-Spangler, C.M.; Juusola, J.L.; Enns, E.A.; Owens, D.K.; Garber, A.M. Population Strategies to Decrease Sodium Intake and the Burden of Cardiovascular Disease. *Ann. Intern. Med.* 2010, 152, 481–487.
22. Miura, K.; Ando, K.; Tsuchihashi, T.; Yoshita, K.; Watanabe, Y.; Kawarazaki, H.; Matsuura, H.; Kusaka, M.; Kai, H.; Kawamura, M.; et al. [Scientific Statement] Report of the Salt Reduction Committee of the Japanese Society of Hypertension(2) Goal and Strategies of Dietary Salt Reduction in the Management of Hypertension. *Hypertens. Res.* 2013, 36, 1020–1025.
23. Hassan, F.A.; Minato, N. A System Dynamics Analysis of Malaysian Healthcare Resources. *Int. J. Jpn. Assoc. Manag. Syst.* 2017, 9, 61–69.
24. Hassan, F.A.; Minato, N. A Systems Thinking Analysis of Healthcare Supply and Demand Management. *Int. J. Jpn. Assoc. Manag. Syst.* 2019, 11, 103–110.
25. Ansah, J.P.; Matchar, D.B.; Love, S.R.; Malhotra, R.; Do, Y.K.; Chan, A.; Eberlein, R. Simulating the Impact of Long-Term

- Care Policy on Family Eldercare Hours. *Health Serv. Res.* 2013, 48 Pt 2, 773–791.
26. Karanfil, Ö. Dynamics of Medical Screening: A Simulation Model of PSA Screening for Early Detection of Prostate Cancer. *Systems* 2023, 11, 252.
 27. Homer, J.; Wile, K.; Yarnoff, B.; Trogdon, J.G.; Hirsch, G.; Cooper, L.; Soler, R.; Orenstein, D. Using Simulation to Compare Established and Emerging Interventions to Reduce Cardiovascular Disease Risk in the United States. *Prev. Chronic Dis.* 2014, 11, 140130.
 28. Ansah, J.P.; Wei, S.T.Y.; Min, T.L.S. An Evaluation of the Impact of Aggressive Diabetes and Hypertension Management on Chronic Kidney Diseases at the Population Level: A Simulation Analysis. *Syst. Dyn. Rev.* 2020, 36, 497–522.
 29. Ansah, J.P.; Islam, A.M.; Koh, V.; Ly, V.; Kol, H.; Matchar, D.B.; Loun, C.; Loun, M. Systems Modelling as an Approach for Understanding and Building Consensus on Non-Communicable Diseases (NCD) Management in Cambodia. *BMC Health Serv. Res.* 2019, 19, 2.
 30. Homer, J. PRISM: The Prevention Impacts Simulation Model. Reference Guide for Model Version 3s, For RTI International and CDC, Voorhees, NJ, May 2015. Available online: https://www.academia.edu/22881706/PRISM_The_Prevention_Impacts_Simulation_Model_Reference_Guide_for_Model_Version_3q (accessed on 12 September 2024)
 31. Kenealy, T.; Rees, D.; Sheridan, N.; Moffitt, A.; Tibby, S.; Homer, J. A “whole of System” Approach to Compare Options for CVD Interventions in Counties Manukau. *Aust. N. Z. J. Public Health* 2012, 36, 263–268.
 32. Ansah, J.P.; Inn, R.L.H.; Ahmad, S. An Evaluation of the Impact of Aggressive Hypertension, Diabetes and Smoking Cessation Management on CVD Outcomes at the Population Level: A Dynamic Simulation Analysis. *BMC Public Health* 2019, 19, 1105.
 33. George, A.; Badrinath, P.; Lacey, P.; Harwood, C.; Gray, A.; Turner, P.; Springer, D. Use of System Dynamics Modelling for Evidence-Based Decision Making in Public Health Practice. *Systems* 2023, 11, 247.
 34. Sugiyama, T.; Ikeda, N.; Minowa, K.; Nishi, N. Estimation of the Effect of Salt-Intake Reduction on Cardiovascular Mortality Decline between 1950 and 2017 in Japan: A Retrospective Simulation Study. *Nutrients* 2022, 14, 3747.
 35. Ventana System Inc. Vensim DSS 10.2.0. Available online: <https://vensim.com/software/> (accessed on 10 September 2024).
 36. Sterman, J.D. Learning in and about Complex Systems. *Syst. Dyn. Rev.* 1994, 10, 291–330.
 37. Sterman, J.D. *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World*; Irwin McGraw-Hill: Boston, MA, USA, 2000.
 38. Hassan, F.A.; Minato, N. Smartphone-Based Healthcare Technology Adoption in Malaysian Public Healthcare Services. *Int. J. Jpn. Assoc. Manag. Syst.* 2018, 10, 95–104.
 39. 国立社会保障・人口問題研究所. 人口統計資料集 2024. Available online: https://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Popular/P_Detail2024.asp?fname=T04-01.htm (2024年7月26日アクセス).
 40. 厚生労働省. 人口動態調査 2012; 厚生労働省: 東京, 日本, 2012年. Available online: <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00450011&tstat=000001028897> (2024年9月12日アクセス).
 41. Immigration Services Agency. Immigration Control Statistics in 2012; Immigration Services Agency: Tokyo, Japan, 2012 Year. (In Japanese)
 42. Brown, A.D.; Bolton, K.A.; Clarke, B.; Fraser, P.; Lowe, J.; Kays, J.; Hovmand, P.S.; Allender, S. System Dynamics Modelling to Engage Community Stakeholders in Addressing Water and Sugar Sweetened Beverage Consumption. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 2022, 19, 118.
 43. Ito, C.; Kurth, T.; Baune, B.T.; Brinks, R. Illness-Death Model as a Framework for Chronic Disease Burden Projection: Application to Mental Health Epidemiology. *Front. Epidemiol.* 2022, 2, 903652. <https://doi.org/10.3389/fepid.2022.903652>.
 44. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: A pooled analysis of 1,201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet* 2021, 398, 957–980. Available online: <https://www.ncdrisc.org/data-downloads-hypertension.html> (accessed on 5 July 2024).
 45. Yinusa, A.; Faezipour, M.; Faezipour, M.A. Study on CKD Progression and Health Disparities Using System Dynamics Modeling. *Healthcare* 2022, 10, 1628.

46. Struijk, E.A.; May, A.M.; Beulens, J.W.J.; de Wit, G.A.; Boer, J.M.A.; Onland-Moret, N.C.; van der Schouw, Y.T.; Bueno-de-Mesquita, H.B.; Hoekstra, J.; Peeters, P.H.M. Development of Methodology for Disability-Adjusted Life Years (DALYs) Calculation Based on Real-Life Data. *PLoS ONE* 2013, 8, e74294.
47. 厚生労働省. 医療給付実態調査. Available online: <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00450389&tstat=000001044924&cycle=0&tclass1=000001044945&tclass2=000001064470&tclass3val=0> (2024年7月24日アクセス).
48. 厚生労働省. 平成30年度調剤医療費(電算処理分)の動向について. Available online: https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_06935.html (2024年7月24日アクセス).
49. 厚生労働省. 介護分野の最近の動向について. Available online: <https://www.mhlw.go.jp/content/12300000/01099975.pdf> (2024年8月20日アクセス).
50. 厚生労働省. 第2号被保険者にかかる介護保険料について. Available online: https://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/osirase/jigyo/18/dl/h30_hihokensha.pdf (2024年8月20日アクセス).
51. Ministry of Health, Labour and Welfare. Long-Term Care Insurance System. Available online: <https://www.mhlw.go.jp/content/12300000/00614772.pdf> (accessed on 24 July 2024).
52. Nishi, N. A System Dynamics Model of Salt Reduction at a National Level. In *Proceedings of the System Dynamics Society, Cambridge, MA, USA, 21–25 July 2013*.
53. 内閣府食育推進室. 食育に関する意識調査. Available online: <https://www.maff.go.jp/j/syokuiku/ishiki.html> (2024年3月18日アクセス).
54. Andrews, J.C.; Netemeyer, R.G.; Burton, S. The Nutrition Elite: Do Only the Highest Levels of Caloric Knowledge, Obesity Knowledge, and Motivation Matter in Processing Nutrition Ad Claims and Disclosures? *J. Public Policy Mark.* 2009, 28, 41–55. <https://doi.org/10.1509/JPPM.28.1.41>.
55. Collins, M.; Mason, H.; O’Flaherty, M.; Guzman-Castillo, M.; Critchley, J.; Capewell, S. An Economic Evaluation of Salt Reduction Policies to Reduce Coronary Heart Disease in England: A Policy Modeling Study. *Value Health* 2014, 17, 517–524. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2014.03.1722>.
56. 日本総合研究所. 健康支出 (Health expenditure) における予防支出推計の改善に向けて「社会保障施策に要する経費」を用いた再推計. Available online: <https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/jrireview/pdf/13437.pdf> (2024年7月24日アクセス).
57. Jessen, N.; Damasceno, A.; Padrão, P.; Lunet, N. Levels of Salt Reduction in Bread, Acceptability and Purchase Intention by Urban Mozambican Consumers. *Foods* 2022, 11, 454.
58. Fanzo, J.; McLaren, R.; Bellows, A.; Carducci, B. Challenges and Opportunities for Increasing the Effectiveness of Food Reformulation and Fortification to Improve Dietary and Nutrition Outcomes. *Food Policy* 2023, 119, 102515.
59. 日本高血圧学会. JSH減塩食品リスト掲載品の販売状況 2023. Available online: https://www.jpns.jp/data/salt_foodlist_sales.pdf (2024年3月11日アクセス).
60. Statistics Bureau of Japan. National Accounts. Available online: <https://www.e-stat.go.jp/en/stat-search?page=1&layout=normal&toukei=00100409&survey=gdp&metadata=1&data=1> (accessed on 18 March 2024).
61. National Institute of Population and Social Security Research. The Financial Statistics of Social Security in Japan. Available online: https://www.ipss.go.jp/site-ad/index_english/security-e.html (accessed on 11 March 2024).
62. 厚生労働省. 介護保険事業状況報告. Available online: <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00450351&tstat=000001031648&cycle=8&tclass1=000001169206&tclass2val=0> (2024年8月20日アクセス).
63. Du, X.; Fang, L.; Xu, J.; Chen, X.; Bai, Y.; Wu, J.; Wu, L.; Zhong, J. The Association of Knowledge, Attitudes and Behaviors Related to Salt with 24-h Urinary Sodium, Potassium Excretion and Hypertensive Status. *Sci. Rep.* 2022, 12, 13901.
64. Ikeda, N.; Yamashita, H.; Hattori, J.; Kato, H.; Nishi, N. Economic Effects of Dietary Salt Reduction Policies for Cardiovascular Disease Prevention in Japan: A Simulation

- Study of Hypothetical Scenarios. *Front.Nutr.*2023, 10, 1227303.
65. Sterman, J.D. Appropriate Summary Statistics for Evaluating the Historical Fit of System Dynamics Models. *Dynamica* 1984, 10, 51–66. Available online: <https://systemdynamics.org/wp-content/uploads/assets/dynamica/volume-10/10-2/4.pdf> (accessed on 18 March 2024).
 66. Atella, V.; Piano Mortari, A.; Kopinska, J.; Belotti, F.; Lapi, F.; Cricelli, C.; Fontana, L. Trends in Age-related Disease Burden and Healthcare Utilization. *Aging Cell* 2019, 18, e12861.
 67. World Health Organization. Reducing Salt Intake in Population. Report of a WHO Forum and Technical Meeting, Paris, France, 5–7 October 2006. Available online: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43653/9789241595377_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y (accessed on 20 August 2024).
 68. World Health Organization. The SHAKE Technical Package for Salt Reduction; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2016.
 69. Iso, H. A Japanese Health Success Story: Trends in Cardiovascular Diseases, Their Risk Factors, and the Contribution of Public Health and Personalized Approaches. *EPMA J.*2011, 2, 49–57.
 70. Miura, K. Epidemiology and Prevention of Hypertension in Japanese: How Could Japan Get Longevity? *EPMA J.*2011, 2, 59–64.
 71. Lackland, D.T.; Carey, R.M.; Conforto, A.B.; Rosendorff, C.; Whelton, P.K.; Gorelick, P.B. Implications of Recent Clinical Trials and Hypertension Guidelines on Stroke and Future Cerebrovascular Research. *Stroke* 2018, 49, 772–779.
 72. Wang, M.; Moran, A.E.; Liu, J.; Coxson, P.G.; Penko, J.; Goldman, L.; Bibbins-Domingo, K.; Zhao, D. Projected Impact of Salt Restriction on Prevention of Cardiovascular Disease in China: A Modeling Study. *PLoS ONE* 2016, 11, e0146820.
 73. Bibbins-Domingo, K.; Chertow, G.M.; Coxson, P.G.; Moran, A.; Lightwood, J.M.; Pletcher, M.J.; Goldman, L. Projected Effect of Dietary Salt Reductions on Future Cardiovascular Disease. *N. Engl. J. Med.*2010, 362, 590–599.
 74. World Health Organization. WHO Salt Reduction; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 2020. Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction> (accessed on 11 March 2024).
 75. Homer, J.B.; Hirsch, G.B. System Dynamics Modeling for Public Health: Background and Opportunities. *American Journal of Public Health* 2006, 96, 3, 452–458.

図表

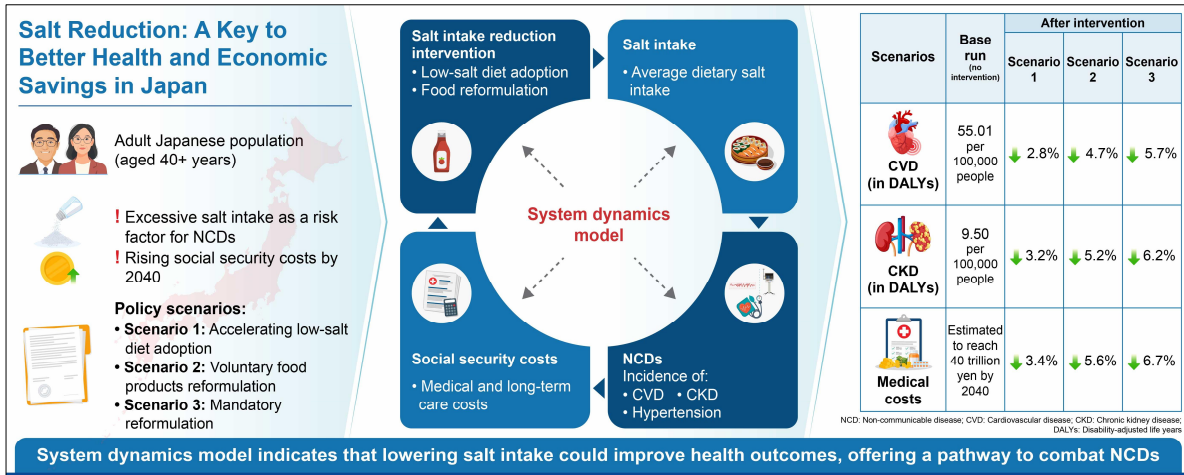


図 1. 本研究の目的の概要図

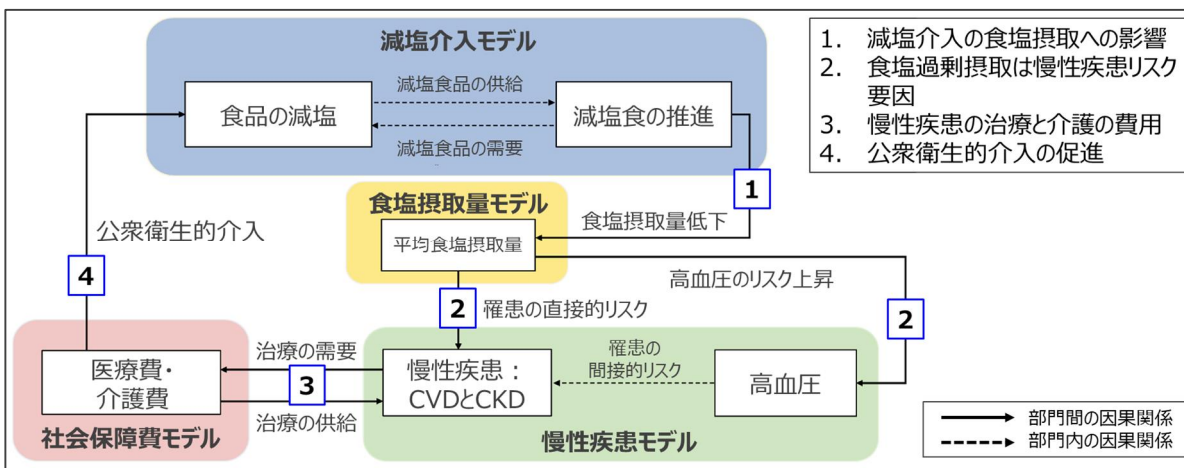


図 2. 減塩介入による健康および経済効果を評価するためのシステム・ダイナミクス・シミュレーションモデルの概念的枠組み。実線矢印はセクター間の因果関係を、破線の矢印はセクター内の因果関係を示す。CKD, chronic kidney disease; CVD, cardiovascular disease; NCD, noncommunicable disease.

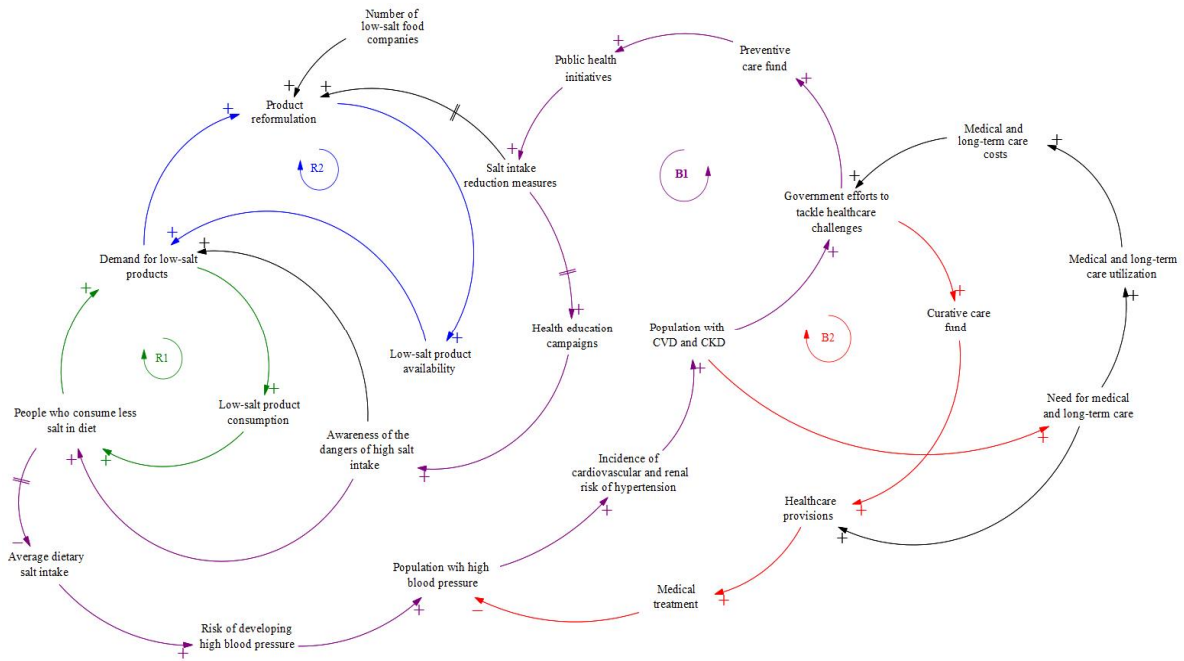


図3. 全国レベルの減塩政策の健康・経済効果を評価するためのシステム・ダイナミクス・モデルの因果ループ図。R1：減塩製品市場成長の強化ループ（緑）、R2：製品成分変更の強化ループ（青）、B1：公衆衛生意識の均衡化ループ（紫）、B2：医療処置の均衡化ループ（赤）。黒矢印は、原因から結果へのつながりを示している。矢印の先にあるプラス記号は、接続された変数が同じ方向に変化することを示し、マイナス記号は逆方向に変化することを示す。矢印の二重線はシステムの遅延を示す。CKD, chronic kidney disease; CVD, cardiovascular disease.

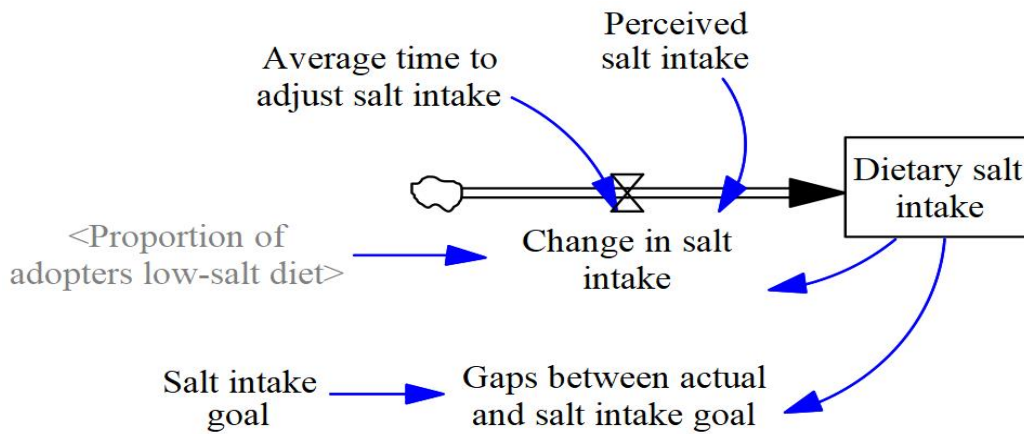


図4. 食塩摂取モデルのストック図とフロー図。グレーのフォントで示されたシャドー変数は、モデルの他の場所に現れる元の変数を表す。雲のようなアイコンは、モデル外のフローの発生源を示している。パイプ（二重矢印）は、ストック（長方形）の価値を変えるフローを示す。パイプの途中にあるバルブがフローをコントロールする。青矢印は、システム内の要素間のリンクを示す。

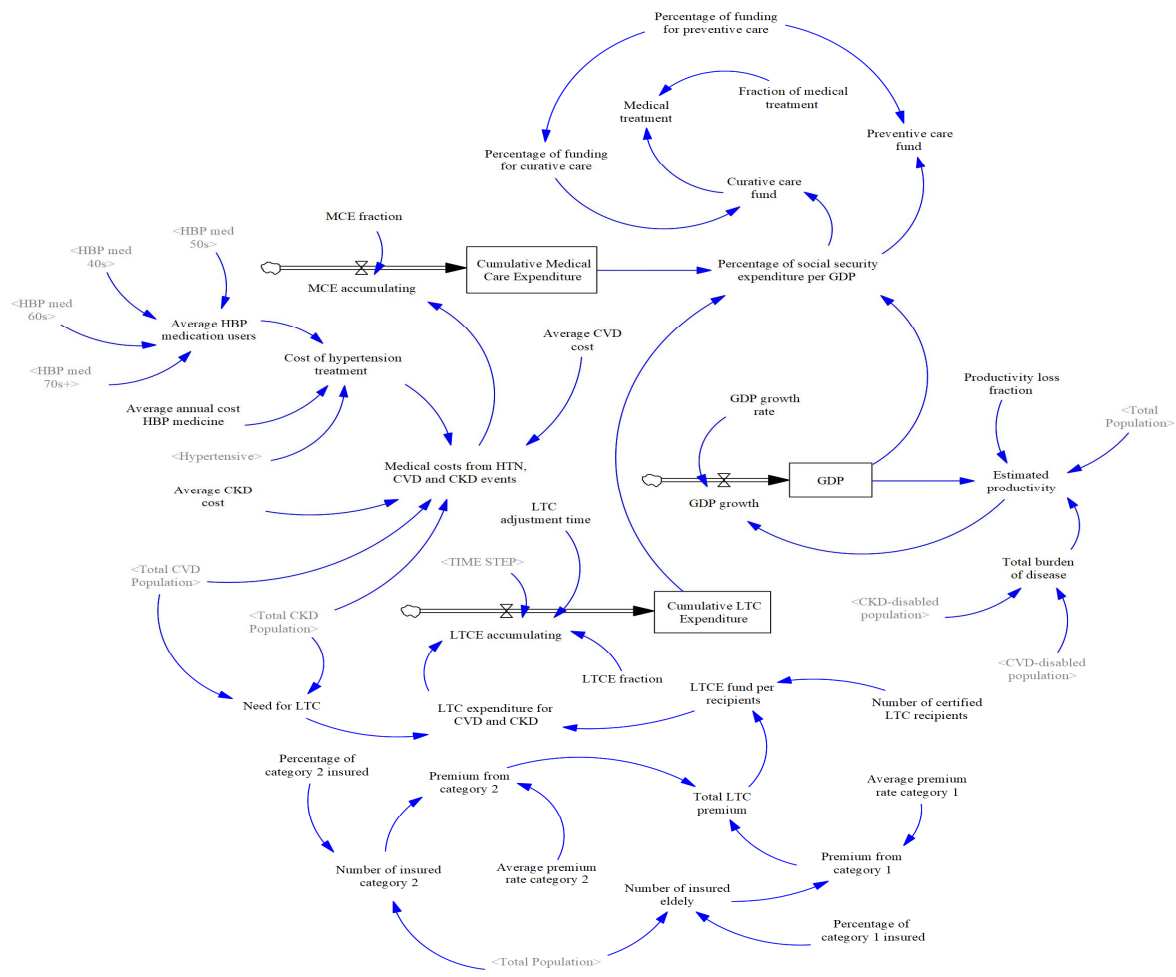


図5. 社会保障支出モデルのストック図とフロー図。グレーのフォントで示されたシャドー変数は、モデルの他の場所に現れる元の変数を表す。雲のようなアイコンは、モデル外のフローの発生源を示している。パイプ（二重矢印）は、ストック（長方形）の価値を変えるフローを示す。パイプの途中にあるバルブがフローをコントロールする。青矢印は、システム内の要素間のリンクを示す。

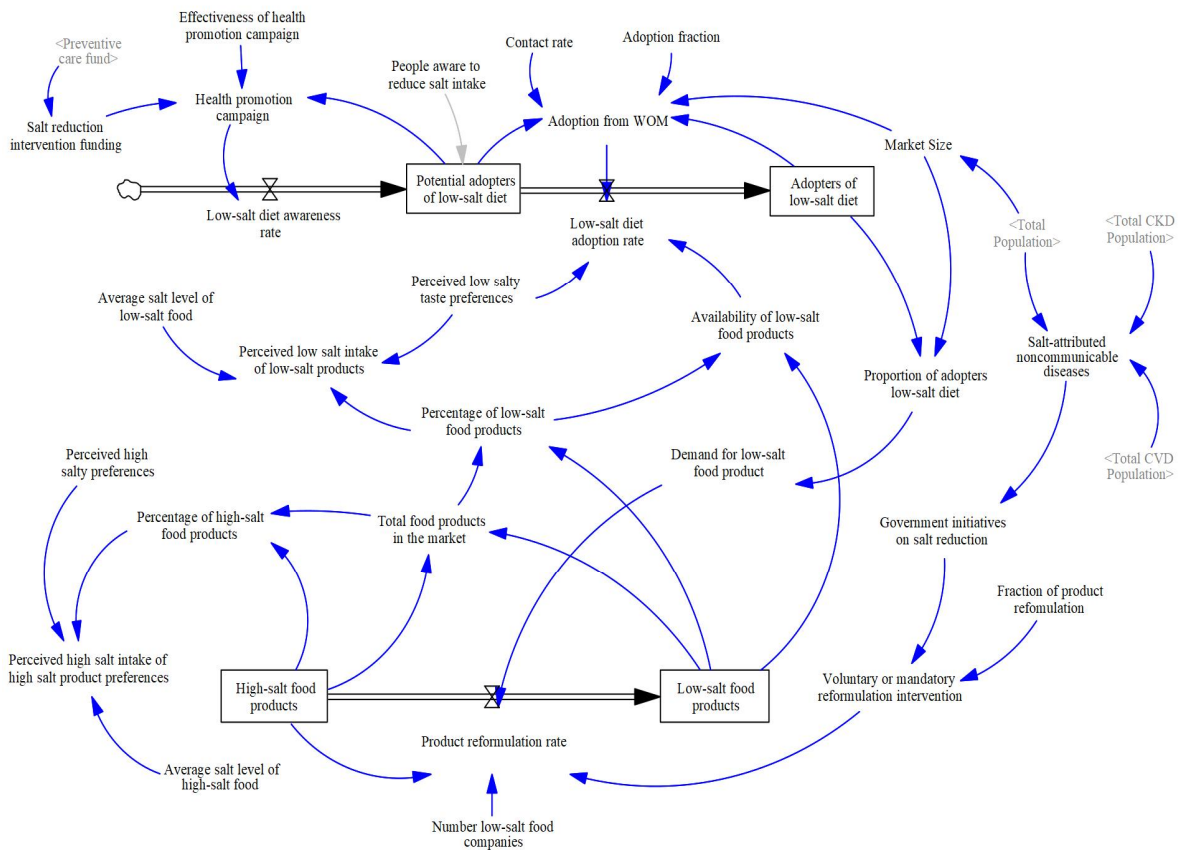
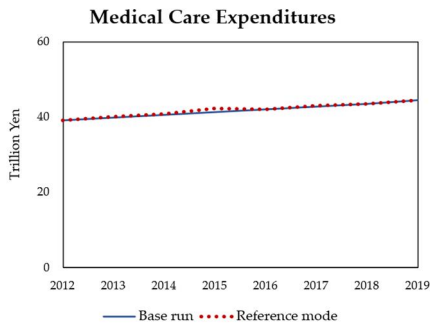
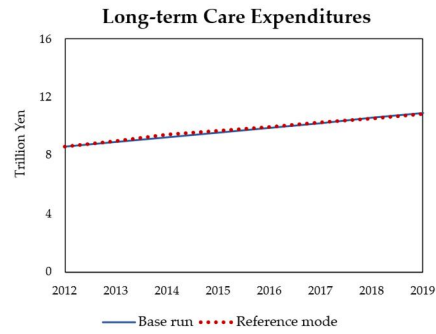


図6. 減塩介入セクターのストック図とフロー図。CKD は慢性腎臓病、CVD は循環器疾患、WOM は口コミ。グレーのフォントで示されたシャドー変数は、モデルの他の場所に現れる元の変数を表す。雲のようなアイコンは、モデル外のフローの発生源を示している。パイプ（二重矢印）は、ストック（長方形）の価値を変えるフローを示す。パイプの途中にあるバルブがフローをコントロールする。青矢印は、システム内の要素間のリンクを示す。

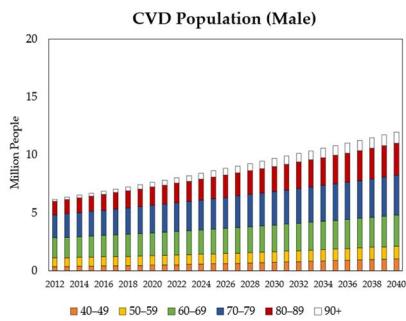


(a)

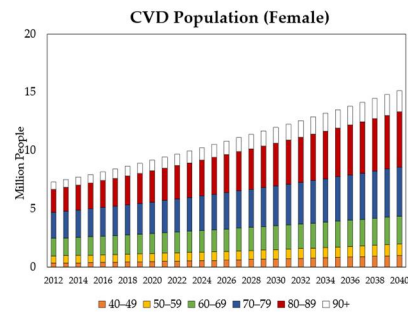


(b)

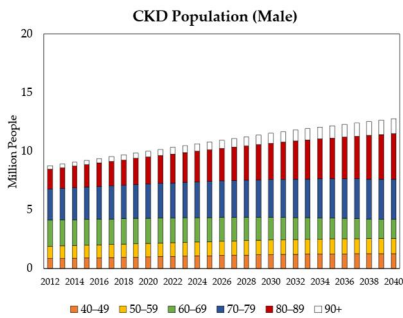
図7. シミュレーションモデルによって推定されたベースランの結果と医療費ならびに介護費の実値との比較 (2012~2019年) [4,61]。(a) 医療費、(b) 介護費。



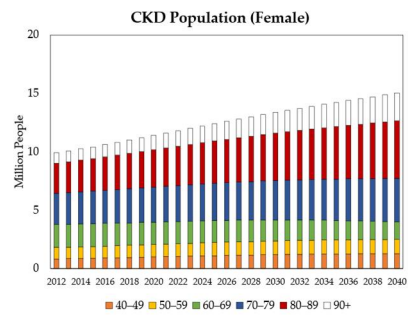
(a)



(b)



(c)



(d)

図8. システム・ダイナミクス・シミュレーションモデルにより予測された、減塩介入を行わない場合のCVDとCKDの患者数(2012年から2040年までの日本における10歳ごとの年齢群および性別によるシミュレーション)。(a) CVDの男性集団、(b) CVDの女性集団、(c) CKDの男性集団、(d) CKDの女性集団。CKD, chronic kidney disease; CVD, cardiovascular disease.

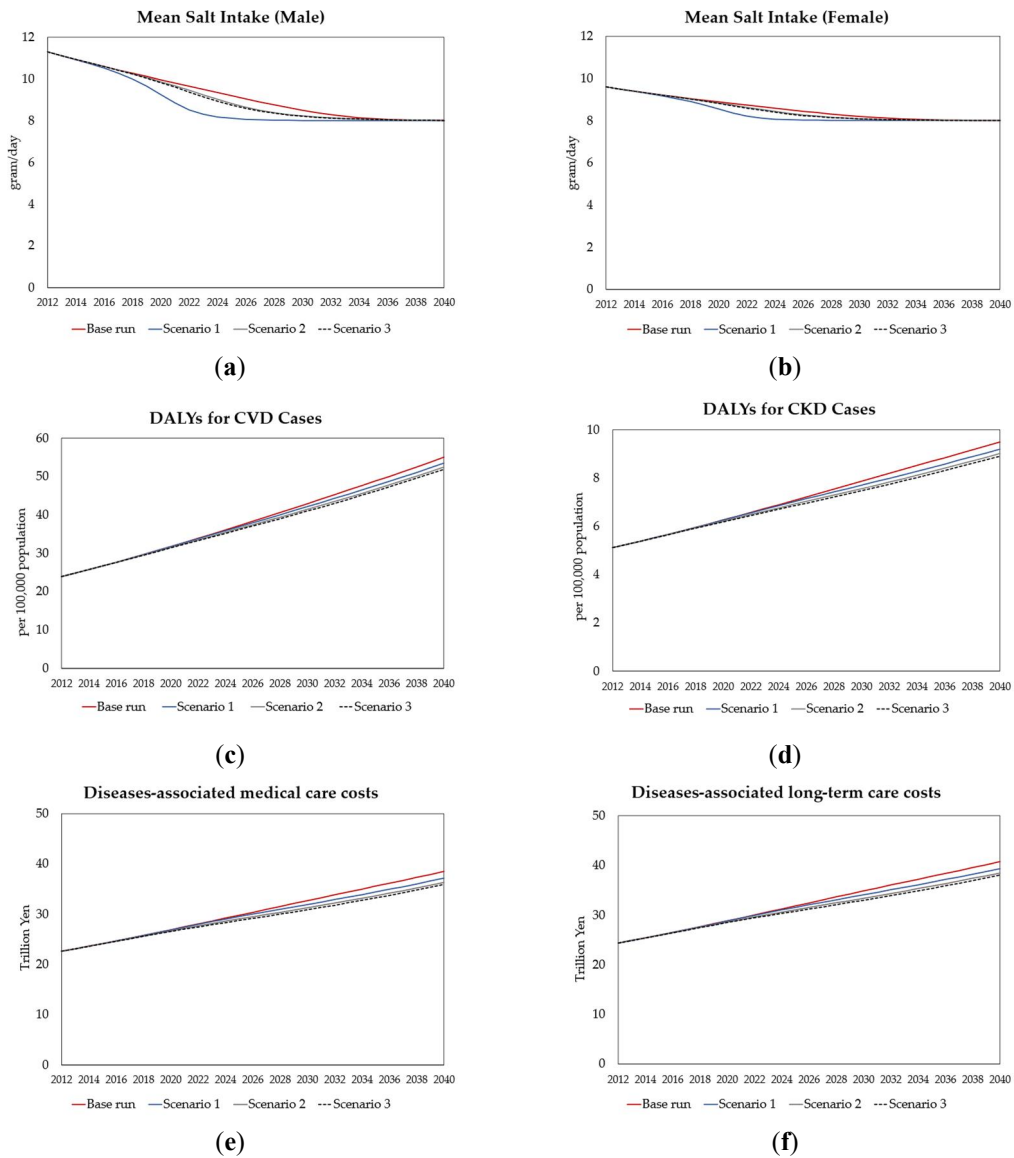


図9. 介入シナリオ案のシミュレーション結果。(a)男性の平均食塩摂取量、(b)女性の平均食塩摂取量、(c)CVD 症例の DALY、(d)CKD 症例の DALY、(e)疾患関連医療費、(f)疾患関連介護費。シナリオ1：減塩食の普及促進、シナリオ2：自主的な成分変更、シナリオ3：義務的な成分変更。CKD, chronic kidney disease; CVD, cardiovascular disease; DALYs, disability-adjusted life years.

表1. ベースラン設定の主要パラメータと初期条件のリスト

パラメータ	初期値	単位	ソース
1日あたりの平均食塩摂取量 (男性)	11.3	グラム	[11]
1日あたりの平均食塩摂取量 (女性)	9.6	グラム	[11]
1日あたりの食塩摂取目標量	8	グラム	[8]
低塩食品の数	34	製品	[59]
低塩食品企業の数	12	無次元	[59]
健康増進キャンペーン	0.02	無次元	[55]
減塩を意識する人々	94,998,675	人	[53]
国内総生産	4,994,239	億円	[60]
予防医療費の割合	0.3	無次元	[56]
国民医療費	392,117	億円	[4]
血圧の薬代	36,500	円	[48]
循環器疾患の平均費用	721,164	円	[47]
腎臓病の平均費用	678,086	円	[47]
長期介護費用	8,641,640	百万円	[61]
平均保険料カテゴリー 1	59,664	円	[49]
平均保険料カテゴリー 2	56,366	円	[50]
カテゴリー 1 被保険者の割合	0.243	無次元	[62]
カテゴリー 2 被保険者の割合	0.335	無次元	[50]
認定長期介護受給者の数	5,611,000	人	[62]

JPY は日本円 ; LTC は長期介護

表2. シナリオ分析の前提

シナリオ	政策介入変数	
	減塩食採用率	製品改質率
基本実行	0.02	0.05
シナリオ 1	0.12 [63]	該当なし
シナリオ 2	該当なし	0.15 [55,64]
シナリオ 3	該当なし	0.20 [55,64]

シナリオ 1 : 減塩食の導入加速、シナリオ 2 : 自主的な成分変更、シナリオ 3 : 義務的な成分変更。

表3. モデルの統計的検証の結果

パラメータ	R ²	MAE	RMSE	ザイル不平等統計		
				U ^m	U ^s	U ^c
医療費	0.959	0.250	0.401	0.271	0.004	0.725
長期介護費用	0.992	0.067	0.091	0.295	0.156	0.549

R²、決定係数 ; MAE、平均絶対誤差 ; RMSE、平均二乗誤差 ; U^m、バイアス ; U^s、分散比 ; U^c、共分散比率。

表4. システム・ダイナミクス・シミュレーションモデルにより予測される、2040年における日本の40歳以上の集団の循環器疾患および慢性腎臓病による障害調整生存年数（人口10万人当たり）と、これらの疾患に関連する医療・介護支出

結果変数	シナリオ			
	基本実行	シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3
循環器疾患による障害調整生存年数	55.01 (該当なし)	53.48 (-2.78%)	52.43 (-4.69%)	51.87 (-5.70%)
慢性腎疾患による障害調整生存年数	9.50 (該当なし)	9.20 (-3.15%)	9.01 (-5.15%)	8.91 (-6.19%)
疾患に関連する医療費、兆円	38.50 (該当なし)	37.17 (-3.46%)	36.34 (-5.62%)	35.91 (-6.73%)
疾患に関連する長期介護費用、兆円	40.76 (該当なし)	39.38 (-3.40%)	38.51 (-5.53%)	38.06 (-6.64%)

括弧内の数字は、基本実行に対する変化を示している。NA、該当なし。シナリオ1：低塩食の採用促進；シナリオ2：シナリオ3：強制的な改質。

補足：日本における非感染性疾患予防のための減塩介入の健康および経済効果に関するシステムダイナミクス・シミュレーション研究

補足資料 S1. システムダイナミクス・モデル

システムダイナミクス・モデルは、広範な実証データに基づいて導出された微分方程式および代数方程式によって数学的に表現される[75]。これらの方程式は、ストックの蓄積およびネットフローの統合を記述する。ストックとフローの一般的な数学的表現は以下の式 (S1~S4) によって示される。ストック方程式は、ある時点におけるストックの値が、初期値と流入・流出の差分（純増減）によって決定されることを示す。つまり、式 (S2) は特定の期間におけるストックの変化量を計算する。流入が流出を上回る場合、ストックは増加し、逆であれば減少する。式 (S3) は、ストックに対する流入率が現在のストック水準および他の要因によりどのように変動するかを示し、式 (S4) は、ストックからの流出率が同様の要因によりどのように決定されるかを表している。

$$Stock(\tau) = Stock(t_0) + \int_{t_0}^{\tau} [Inflow(\tau) - Outflow(\tau)] dt \quad (S1)$$

$$Net\ change\ flow = Inflow(\tau) - Outflow(\tau) \quad (S2)$$

$$Inflow(\tau) = f(Stock(\tau), X(\tau)) \quad (S3)$$

$$Outflow(\tau) = g(Stock(\tau), X(\tau)) \quad (S4)$$

ここで、 $Stock(\tau)$ は時点 τ におけるストックの蓄積量、 $Stock(t_0)$ は初期時点 t_0 におけるストック量、 $Inflow(\tau)$ および $Outflow(\tau)$ はストックへの流入および流出の速度を表す。 f は補助変数 $X(\tau)$ を含むストックに依存した流入関数、 g は流出関数である。

補足資料 S2. 全国版モデルに使用したデータ

以下の表は、システムダイナミクス・モデルにおいて初期パラメータ値およびモデルの較正に使用されたデータを示している。

表 S1. 2012 年における年齢階級・性別ごとの人口（単位：千人）【5】

年齢階級（歳）	男性（千人）	女性（千人）
<40	27,125	26,044
40-49	8,914	8,760
50-59	7,789	7,843
60-69	8,960	9,492
70-79	6,178	7,470
80-89	2,729	4,682
≥90	333	1,194

表 S2. 2012 年における年齢階級別の死亡および移動【40, 41】

年齢階級（歳）	死亡数[40]	死亡率 (%/年)	移動数[41]	移動率 (%/年)
<40	23,639	1.854×10^{-4}	-41,256	-3.235×10^{-4}
40-49	25,765	2.021×10^{-4}	-21,719	-1.703×10^{-4}
50-59	58,350	4.576×10^{-4}	-11,125	-8.724×10^{-5}
60-69	155,479	1.219×10^{-3}	-3,593	-2.818×10^{-5}
70-79	286,048	2.243×10^{-3}	-770	-6.039×10^{-6}
80-89	410,567	3.220×10^{-3}	-140	-1.098×10^{-6}
≥90	291,451	2.286×10^{-3}	-202	-1.584×10^{-6}

※死亡率および移動率は、2012 年の総人口を分母として計算。

表 S3. 2012～2019 年の総人口、出生数および出生率【5, 39】

年	総人口（千人）[5]	出生数[39]		出生率（人口千人当り）	
		男児	女児	男児	女児
2012	127,515	531,781	505,451	4.170	3.964
2013	127,298	527,657	502,160	4.145	3.945
2014	127,083	515,572	488,037	4.057	3.840
2015	127,095	515,468	490,253	4.056	3.857
2016	126,933	502,012	475,230	3.955	3.744
2017	126,706	484,478	461,668	3.824	3.644
2018	126,443	470,851	447,549	3.724	3.540
2019	126,167	443,430	421,809	3.515	3.343

※出生率は、男児（または女児）の出生数をその年の総人口で除して算出。

表 S4. 2012 年における日本の年齢階級・性別の高血圧、循環器疾患（CVD）、および慢性腎臓病（CKD）の有病率

年齢階級（歳）	男性			女性		
	高血圧[44]	CVD [3]	CKD [3]	高血圧[44]	CVD [3]	CKD [3]
40-49	3,565,369	357,628	815,648	2,156,610	342,532	834,439
50-59	3,115,398	765,641	1,055,687	1,930,855	631,445	976,544
60-69	3,583,768	1,732,074	2,246,791	2,336,820	1,491,468	1,970,781
70-79	2,471,040	1,985,053	2,653,200	1,839,027	2,230,856	2,676,593
80-89	1,091,529	1,153,035	1,693,770	1,152,654	1,971,691	2,573,653
≥90	133,191	189,887	295,152	293,949	638,516	886,467

表 S5. 2012 年における日本の年齢階級・性別の循環器疾患による死亡数、損失生存年（YLL）、および障害生存年（YLD）【3】

年齢階級 (歳)	男性			女性		
	死亡	生存損失年	障害生存年数	死亡	生存損失年	障害生存年数
40-49	4,048	181,785	26,842	1,282	57,514	19,319
50-59	9,145	322,075	55,701	2,751	97,110	33,362
60-69	22,899	603,649	118,422	8,049	210,362	74,380
70-79	40,023	701,952	136,793	22,950	395,590	107,881
80-89	58,613	659,789	92,478	65,762	713,950	114,551
≥90	22,487	189,189	17,629	71,770	595,737	47,972

表 S6. 2012 年における日本の年齢階級・性別別の慢性腎臓病による死亡数、損失生存年（YLL）、および障害生存年（YLD）【3】

年齢階級 (歳)	男性			女性		
	死亡	生存損失年	障害生存年数	死亡	生存損失年	障害生存年数
40-49	207	9,269	10,108	91	4,100	8,106
50-59	674	23,585	16,905	251	8,794	12,631
60-69	2,340	61,351	32,422	995	25,969	24,189
70-79	4,987	87,340	35,199	3,039	52,284	28,907
80-89	8,337	93,477	23,073	8,572	92,998	27,831
≥90	3,465	29,112	6,283	8,458	70,212	16,568

表 S7. 2012 年における日本の年齢階級・性別の循環器疾患による平均生存損失年および障害ウェイト

年齢階級 (歳)	男性		女性	
	平均生存損失年	障害ウェイト	平均生存損失年	障害ウェイト
40-49	44.91	0.075	44.86	0.056
50-59	35.22	0.073	35.30	0.053
60-69	26.36	0.068	26.14	0.050
70-79	17.54	0.069	17.24	0.048
80-89	11.26	0.080	10.86	0.058
≥90	8.41	0.093	8.30	0.075

※平均生存損失年は、循環器疾患による損失生存年を同疾患による死亡数で割って算出している。障害ウェイトは、循環器疾患による障害生存年を同疾患の有病数で割って算出している。

表 S8. 2012 年における日本の年齢階級・性別の慢性腎臓病による平均生存損失年および障害ウェイト

年齢階級 (歳)	男性		女性	
	平均生存損失年	障害ウェイト	平均生存損失年	障害ウェイト
40-49	44.78	0.012	45.05	0.010
50-59	34.99	0.016	35.04	0.013
60-69	26.22	0.014	26.10	0.012
70-79	17.51	0.013	17.20	0.011
80-89	11.21	0.014	10.85	0.011
≥90	8.40	0.021	8.30	0.019

※平均生存損失年は、慢性腎臓病による損失生存年を同疾患による死亡数で割って算出している。障害ウェイトは、慢性腎臓病による障害生存年を同疾患の有病数で割って算出している。

表 S9. 医療費および介護費の検証に使用した値 (2012～2019 年)

年	医療費 (億円) [4]	介護費 (百万円) [61]
2012	392,117	8,641,640
2013	400,610	9,019,096
2014	408,071	9,470,099
2015	423,644	9,700,356
2016	421,381	9,958,681
2017	430,710	10,278,244
2018	433,949	10,564,893
2019	443,895	10,892,132

補足資料 S3. 年齢鎖モデル

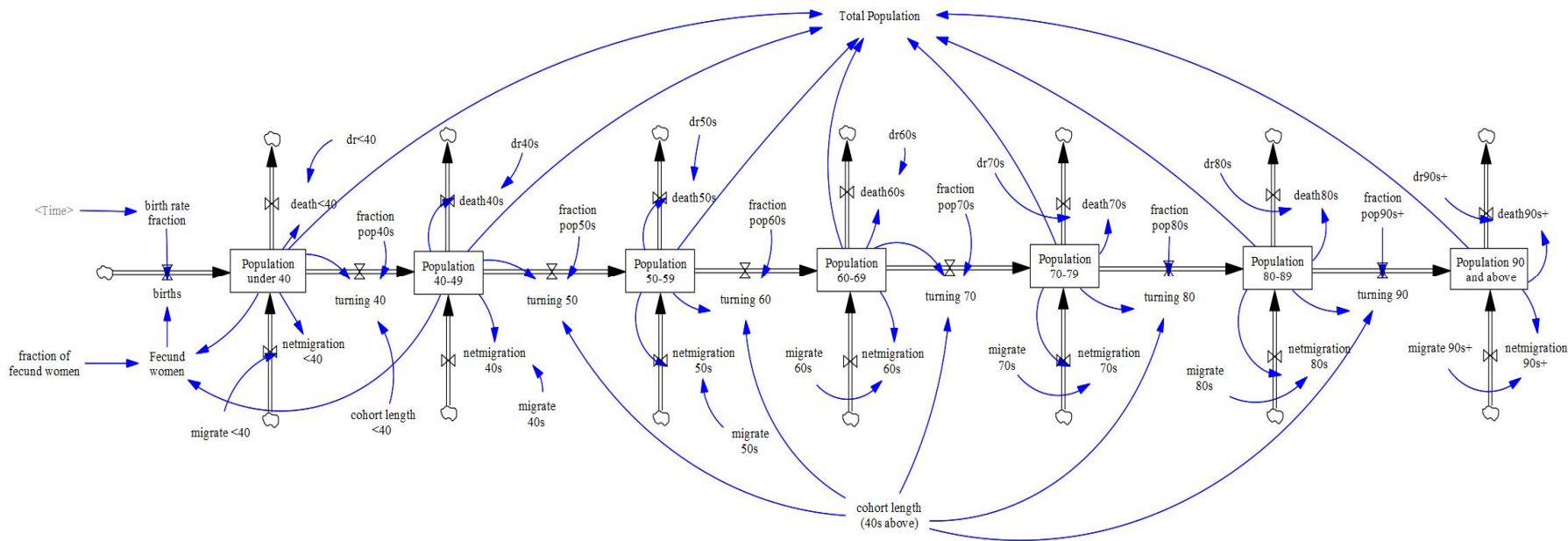


図 S1 : 人口モデルのストック・フローダイアグラム

グレーの文字で示されたシャドウ変数は、モデル内の他の場所に現れる元の変数を表す。雲のようなアイコンは、モデル外のフローの出入り口を示している。パイプ（二重矢印）はストック（四角）の値を変化させるフローを示し、パイプ中央のバルブはフローの制御を表す。青い矢印は、システム内の要素間の関係を示す。「<40」は40歳未満、「40s」は40～49歳、「50s」は50～59歳、「60s」は60～69歳、「70s」は70～79歳、「80s」は80～89歳、「90s+」は90歳以上の個人を表す。drは死亡率（death rate）、popは人口（population）を示す。

※モデルの詳細な説明は本文の「2.4.1 一般人口モデル」に記載されている。

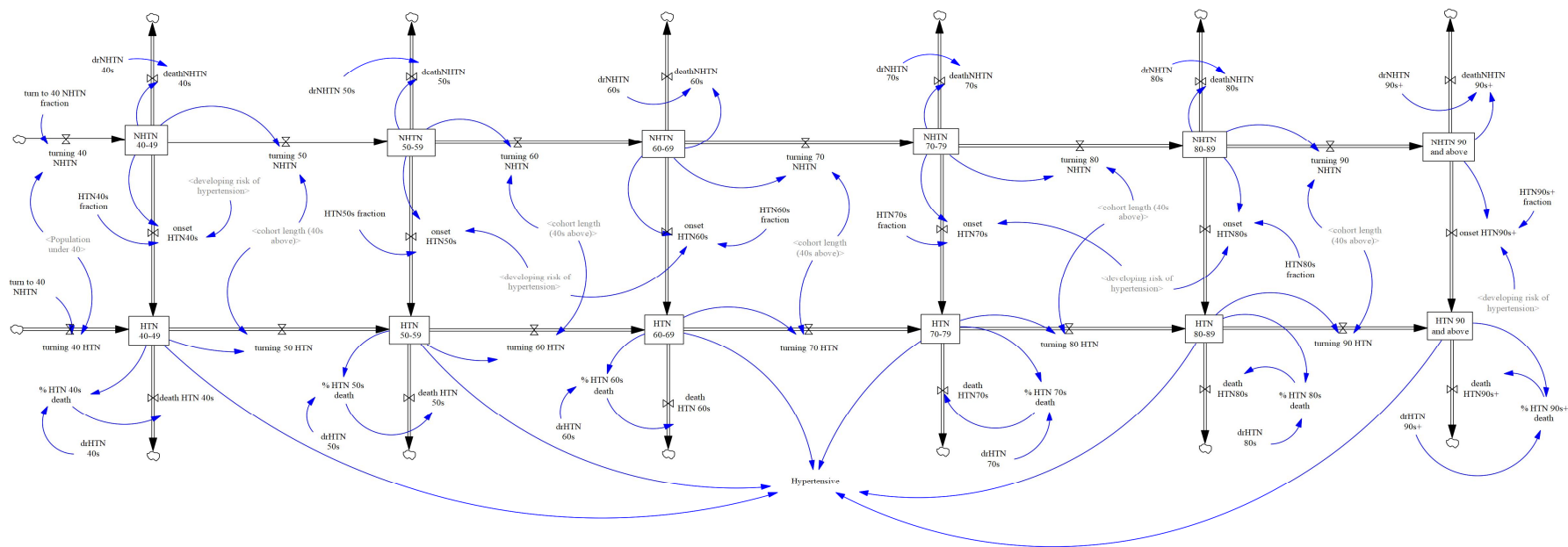


図 S2 : 高血圧サブモデルのストック・フローダイアグラム

グレーの文字で示されたシャドウ変数は、モデル内の他の場所に現れる元の変数を表す。雲のようなアイコンは、モデル外のフローの出入り口を示している。パイプ（二重矢印）はストック（四角）の値を変化させるフローを示し、パイプ中央のバルブはフローの制御を表す。青い矢印は、システム内の要素間の関係を示す。「<40>」は40歳未満、「40s」は40～49歳、「50s」は50～59歳、「60s」は60～69歳、「70s」は70～79歳、「80s」は80～89歳、「90s+」は90歳以上の個人を表す。dr は死亡率（death rate）、HTN は高血圧者（hypertensive）、NHTN は正常血圧者（normotensive）を表す。

※モデルの詳細な説明は本文の「2.4.3 非感染性疾患モデル：高血圧サブモデル」に記載されている。

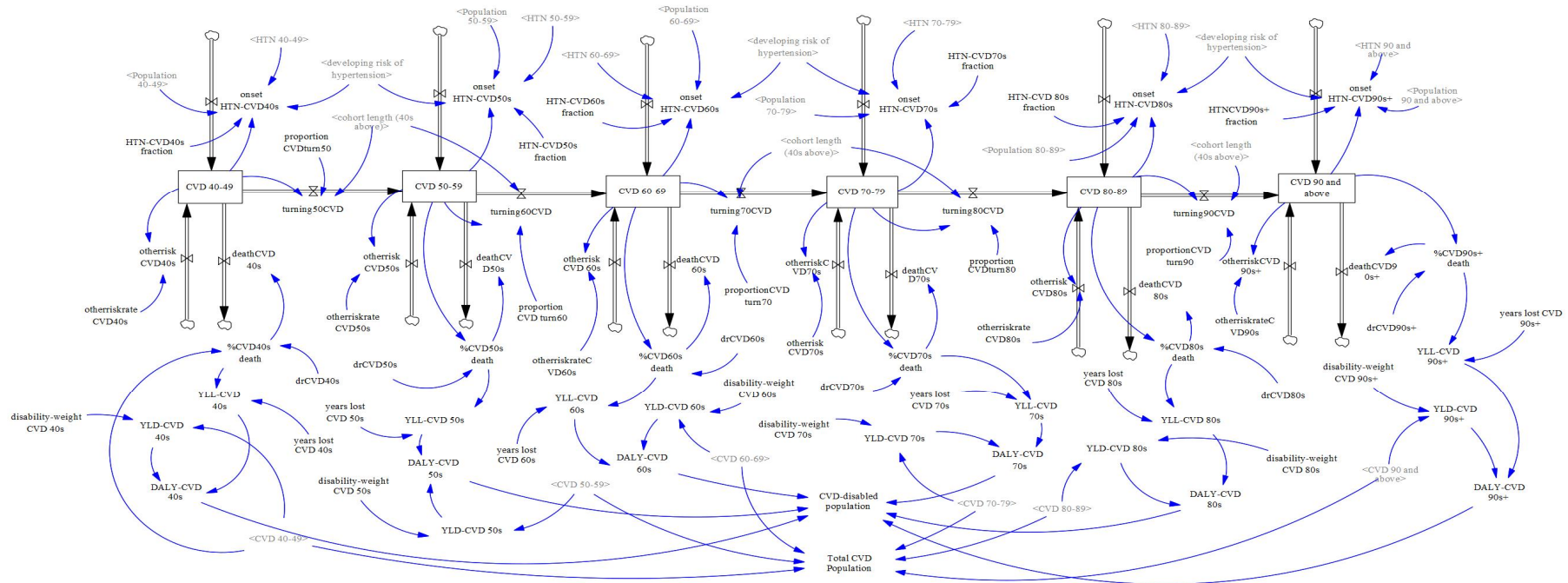


図 S3 : 循環器疾患サブモデルのストック・フローダイアグラム

グレーの文字で示されたシャドウ変数は、モデル内の他の場所に現れる元の変数を表す。雲のようなアイコンは、モデル外のフローの出入り口を示している。パイプ（二重矢印）はストック（四角）の値を変化させるフローを示し、パイプ中央のバルブはフローの制御を表す。青い矢印は、システム内の要素間の関係を示す。「<40」は40歳未満、「40s」は40～49歳、「50s」は50～59歳、「60s」は60～69歳、「70s」は70～79歳、「80s」は80～89歳、「90s+」は90歳以上の個人を表す。drは死亡率（death rate）、CVDは循環器疾患（cardiovascular disease）、DALYは障害調整生存年（disability-adjusted life years）、HTNは高血圧者（hypertensive）、YLDは障害生存年（years lived with disability）、YLLは損失生存年（years of life lost）を表す。

※モデルの詳細な説明は本文の「2.4.3 非感染性疾患モデル：循環器疾患サブモデル」に記載されている。

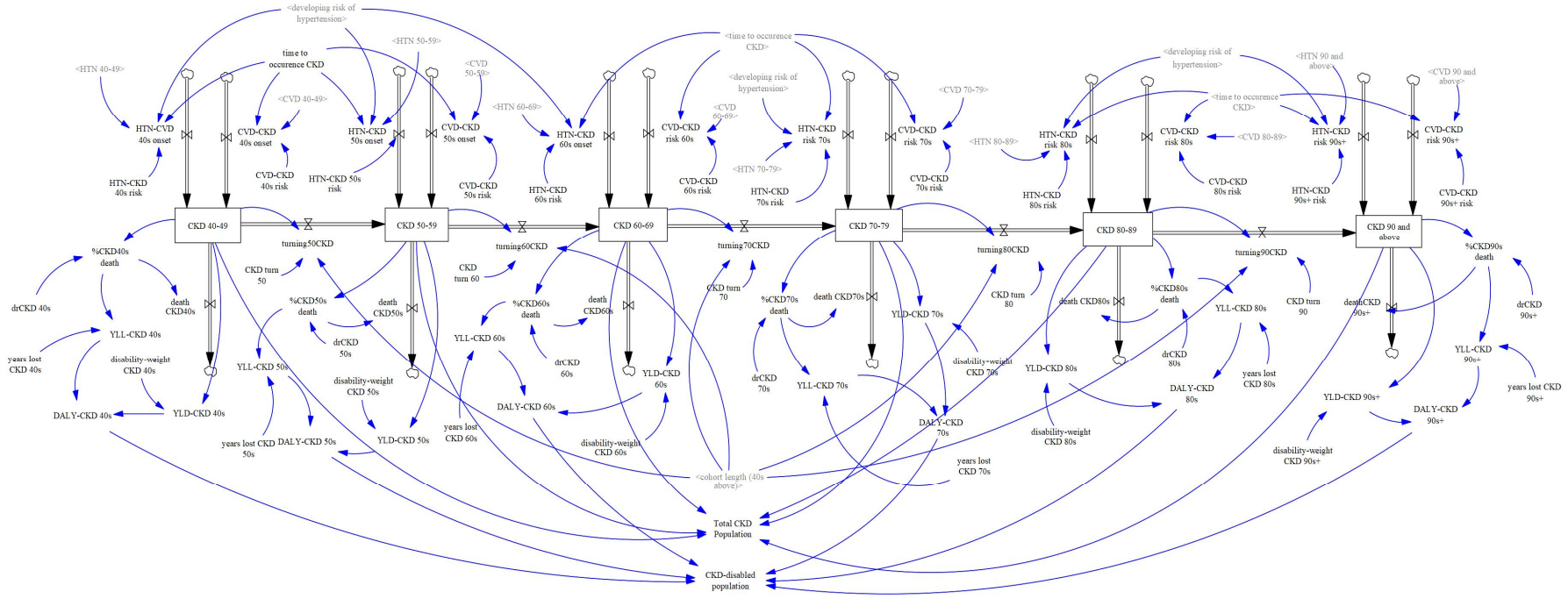


図 S4：慢性腎臓病サブモデルのストック・フローダイアグラム

グレーの文字で示されたシャドウ変数は、モデル内の他の場所に現れる元の変数を表す。雲のようなアイコンは、モデル外のフローの出入り口を示している。パイプ（二重矢印）はストック（四角）の値を変化させるフローを示し、パイプ中央のバルブはフローの制御を表す。青い矢印は、システム内の要素間の関係を示す。「<40」は40歳未満、「40s」は40～49歳、「50s」は50～59歳、「60s」は60～69歳、「70s」は70～79歳、「80s」は80～89歳、「90s+」は90歳以上の個人を表す。drは死亡率（death rate）、CKDは慢性腎臓病（chronic kidney disease）、DALYは障害調整生存年（disability-adjusted life years）、HTNは高血圧者（hypertensive）、YLDは障害生存年（years lived with disability）、YLLは損失生存年（years of life lost）を表す。
 ※モデルの詳細な説明は本文の「2.4.3 非感染性疾患モデル：慢性腎臓病サブモデル」に記載されている。

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生学的効果及び
医療経済学的効果を推定するための研究
分担研究報告書

都道府県版シミュレーションモデルの作成

研究分担者 西 信雄 聖路加国際大学 大学院公衆衛生学研究科
研究分担者 湊 宣明 立命館大学 大学院テクノロジー・マネジメント研究科
研究分担者 杉山雄大 国立国際医療研究センター・研究所 糖尿病情報センター
研究代表者 池田奈由 医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所
栄養疫学・政策研究センター
研究協力者 ファティン・アミナ・ビンティ・ハッサン
医薬基盤・健康・栄養研究所 国立健康・栄養研究所
栄養疫学・政策研究センター

研究要旨

減塩の介入に関する全国版シミュレーションモデルをもとに、都道府県版シミュレーションモデルを作成した。基本的な方針として昨年度の研究で作成した全国版モデルの構造および係数値を維持することとした。全国版モデルの係数値は全国の統計データをもとに算出されているため、全国の統計データを各都道府県の統計データに置き換えることで全国版のモデルを都道府県版のモデルに拡張した。都道府県版の一例として東京都のシミュレーション結果を図示したところ、全国版の係数値を使用した基本シナリオに比べて、減塩食品利用促進シナリオにおいて、さらに減塩食品改質シナリオにおいて高血圧や循環器疾患の有病者数が少なく、これらの疾患に関連する医療費や介護費も少ない値で推移する可能性が示された。今後、各都道府県の減塩対策担当者が利用可能なモデルのインタフェースを開発して公開する予定である。

A. 目的

慢性疾患の予防に関して、米国では疾病予防管理センター (the Centers for Disease Control and Prevention: CDC) が包括的なシミュレーションモデルである The Prevention Impacts Simulation Model (PRISM) [1]を作成し、各自治体向けにウェブサイトで公開している。また、豪州でも各自治体への対応は不十分であるものの、Sax Institute が循環器疾患負荷モデル (The National Burden of Cardiovascular Disease Model) を公開している (<https://exchange.iseesystems.com/public/sax-institute/preventing-cvd-deaths-in-australia/index.html#page1>)。

本分担研究はシミュレーション手法としてPRISMや循環器疾患負荷モデルと同様にシステム・ダイナミクス(system dynamics: SD)を採用し、主に循環器系の慢性疾患を対象に医療経済学的評価が可能な全国版のシミュレーションモデルを昨年度作成した[2]。本年度はこの全国版のモデルをもとに、都道府県版のシミュレーションモデルを作成することを目的とした。

B. 研究方法

1. モデルの構造

都道府県版のシミュレーションモデルは全国版と同様、全体を大きく食塩摂取量モデル (dietary salt intake model)、慢性疾患モデル (NCD model)、医療費・介護費モデル (social security expenditure model)、減塩介入モデル (salt reduction intervention model) と呼ぶ 4 つのモデルで構成した (図 1)。さらに、この4つのモデルの基盤として、一般人口モデル (general population model) を作成した。これらは互いに連動しており、平均食塩摂取量 (average dietary salt intake) は減塩介入モデルにある「日本人における減塩食品の利用 (populations' low-salt diet adoption)」により低下が促進され、平均食塩摂取量は慢性疾患モデルにある高血圧および循環器疾患 (CVD) と慢性腎臓病 (CKD) の罹患のリスクとなり、さらに CVD と CKD の治療が行われることによって、医療費・介護費モデルの費用が変化する。この費用の変化が公衆衛生的な介入となって、減塩介入モデルにある減塩食品への改質が促進され、

減塩食品の利用者数が増加する。

全国版のモデルでは 2012 年以降の統計値をもとに係数の最適化を行い、2040 年までのシミュレーションを 0.0625 年の時間ステップで行った。このモデルの最適化により、減塩介入モデルにおける企業の減塩食品への改質について、その割合の初期値は 3%と算出された。また、減塩食品の利用者の割合について、その初期値は 4%と算出された。

都道府県版のシミュレーションモデルは全国版モデルの構造および係数値を維持した上で、各係数値を最適化する根拠とした統計指標の全国値を各都道府県の値に置換することで、全国版と同様のシミュレーション結果が得られるものとした。

モデルの作成および都道府県値への置換には Vensim DSS 10.1.1 を用い、都道府県値の入力には添え字 (subscript) 機能を使用した。

2. 都道府県の統計指標への置換

以下の各モデルの構造にしたがい、統計指標の都道府県値への置換を行った。各モデルの図において、都道府県値に置換した変数に水色のマーカーをつけた。

①一般人口モデル (図 2)

性別に 40 歳未満、40-49 歳、50-59 歳、60-69 歳、70-79 歳、80-89 歳、90 歳以上の 7 つの年齢階級からなる年齢鎖 (aging chain) のストック・フロー図を作成した。この年齢鎖をもとに 15-49 歳の女性の人口を求め、男児および女児の 2012 年から 2021 年の出生率を表関数で与えて出生数を計算した。40 歳以上の各年齢階級のストック間は平均 10 年間の滞在期間の後に次の年齢階級に移動することとした。また、各年齢階級における死亡率、人口流入率をもとに、人口を増減させた。

各都道府県のモデルでは、男児および女児について人口動態統計をもとに 2012 年から 2021 年の出生率の表関数を作成して変数とした。また、各年齢階級における性別人口、死亡率、人口流入率については、Global Burden of Disease (GBD) の HP で公開されている各都道府県の値をダウンロードして、初期値である 2012 年の全国値を置換した。

②食塩摂取量モデル (図 3)

平均食塩摂取量 (average dietary salt intake) をストックとして、そこへのフローが一つのモデルとした。食塩摂取量の目標値を 8g/日とし、平均食塩摂取量がそれを上回れば差が負となるように計算式を設定した。

後述する減塩食品の利用者数や、平均食塩摂取量について一般に認識されている値 (perceived average salt intake) と実際に調査で得られた値の比も平均食塩摂取量の変化の計算に組み入れた。

各都道府県のモデルでは、平均食塩摂取量の初期値を平成 24 年国民健康・栄養調査における各都道府県の年齢調整値に置換した [3]。

③慢性疾患モデル (図 4、図 5、図 6)

高血圧、CVD、CKD のそれぞれについて年齢鎖を基本とするストック・フロー図を作成し、各罹患のフローを有病者のストックに流入させた。各ストックからは回復者および死亡者のフローを流出させた。非 CVD 者のストックには全人口のうち 40 歳を迎えた者が流入するようにした。さらに、これら 3 つのストック・フロー図について、高血圧有病者の中から CVD の発症があり、また CVD 有病者の中から CKD の発症があるように変数間を連結した。以上をもとに障害調整生存年 (Disability-adjusted Life Year: DALY) を計算した。

各都道府県のモデルでは、高血圧有病者については 2012 年の国民健康・栄養調査における年齢階級別の全国値を各都道府県の年齢階級別人口にそれぞれ掛け合わせて 2012 年の初期値とした。CVD、CKD については、各ストックの初期値を GBD の HP で公開されている各都道府県の値に置換した。

④医療費・介護費モデル (図 7)

医療費、介護費、国内総生産 (gross domestic product: GDP) のそれぞれについてストック・フロー図を作成し、CVD や CKD の有病者に対する医療および介護の費用がそれぞれのストックに流入するようにした。GDP については、医療ではなく減塩介入のような公衆衛生に投入される予算の計算に用いた。

各都道府県のモデルでは、平成 24 年度介護保険事業状況報告における各都道府県の値で各ストックの初期値を置換した。医療費については GDP との比の計算で用いるため、全国版の初期値を使用した。

⑤減塩介入モデル (図 3)

減塩食品の利用者と減塩食品への改質についてそれぞれストック・フロー図を作成し、先行文献 [4] や一般的な拡散モデルを参考に、ヘルスプロモーション等による減塩の必要性の自覚が減塩食品の利用を促進し、減塩食品の利用者数の増加および政策の介入が減

塩食品への改質を促進するよう各ストック・フロー図を連結した。

各都道府県のモデルでは、減塩食品の潜在的利用者数を平成 24 年 12 月の「食育に関する意識調査」（平成 25 年版食育白書）における「食塩の多い料理を控えること」に「いつも心がけている」および「ときどき心がけている」の回答割合の合計（74.5%）を各都道府県の人口にかけ合わせた人数に置換した。減塩食品の改質については、減塩食品が都道府県域を越えて流通すると考えられることから全国値を使用した。

3. シナリオを設定したシミュレーション

各都道府県のシミュレーションの実行においては Vensim DSS と互換性のある Stella Architect を用いた。本ソフトは各都道府県のシミュレーション結果の表示に優れている。

①基本シナリオ

全国版の係数値を維持したモデルの実行結果を基本シナリオ（base run）とした。

減塩食品の利用への移行率を 0.02、減塩食品への改質の移行率を 0.05 とした。

②減塩食品利用促進シナリオ

減塩食品の利用への移行率を 0.1 とし、減塩食品への改質の移行率は 0.05 のままとするシナリオを利用促進シナリオ（adoption fraction）とした。

③減塩食品改質シナリオ

減塩食品の利用への移行率を 0.02 としたまま、減塩食品への改質の移行率を 0.15 とするシナリオを改質促進シナリオ（reformulation）とした。

（倫理的配慮）

本研究は文献等の公表資料を用いて行ったもので個人情報とは取り扱わなかった。

C. 研究結果

都道府県別のシミュレーションモデルの例として、東京都について主な変数に関するシミュレーションをシナリオ別に行った。

1) 食塩摂取量（図 8）

男女とも平均食塩摂取量（salt intake）は基本シナリオと改質促進シナリオがほぼ同じ値で推移し、利用促進シナリオは 2026 年ごろまでこれらより低い値で推移した。

2) 高血圧有病者（図 9）

男女とも全体に減少する傾向を示し、基本シナリオに比べて利用促進シナリオが少なく、改質促進シナリオがさらに少ない値で推

移する結果を示した。

3) CVD 総有病者数（図 10）

男女とも全体に増加する傾向を示し、基本シナリオに比べて利用促進シナリオがやや少なく、改質促進シナリオがさらにやや少ない値で推移する結果を示した。

4) CVD による障害者数（図 11）

男女とも全体に増加する傾向を示し、基本シナリオに比べて利用促進シナリオがやや少なく、改質促進シナリオがさらにやや少ない値で推移する結果を示した。

5) CKD 総有病者数（図 12）

男女とも全体に増加する傾向を示し、基本シナリオに比べて利用促進シナリオがやや少なく、改質促進シナリオがさらにやや少ない値で推移する結果を示した。

6) CKD による障害者数（図 13）

男女とも全体に増加する傾向を示し、基本シナリオに比べて利用促進シナリオがやや少なく、改質促進シナリオがさらにやや少ない値で推移する結果を示した。

7) 高血圧、CVD、CKD による医療費（図 14）

全体に増加する傾向を示し、基本シナリオに比べて利用促進シナリオがやや少なく、改質促進シナリオがさらにやや少ない値で推移する結果を示した。

8) 高血圧、CVD、CKD による介護給付費（図 15）

全体に増加する傾向を示し、基本シナリオに比べて利用促進シナリオがやや少なく、改質促進シナリオがさらにやや少ない値で推移する結果を示した。

D. 考察

減塩の介入に関する都道府県版シミュレーションモデルを作成し、シナリオ別の結果を示した。本報告書では東京都の例を示したが、都道府県版は全国値の係数値に基づくモデルのため、シナリオ別の相対的な結果は千葉県や兵庫県でも同様であった。

食塩摂取量のシミュレーション結果は、シナリオ別の差がいったん広がった後に小さくなった。これは、目標値（8g）と各時点の現状値の差を小さくするような収束モデルの考え方を採用しているためで、目標値に近づくにつれてシナリオ別の差も小さくなるように計算されたためと考えられる。高血圧有病者数においても食塩摂取量が高血圧の発症に影響するため、食塩摂取量の推移と同様に、いったんシナリオ別の差が広がった後に小さくなる推移を示した。

CVD および CKD の総有病者数とそれらによる障害者数、さらに高血圧、CVD、CKD による医療費および介護費の結果はほぼ同様のパターンを示し、またシナリオ別の差も大きくなかった。これは、減塩のみによる高血圧有病者数の減少に限界があること、また CVD や CKD のリスクとして高血圧は重要であるものの、他のリスクも大きな役割を示していることが反映されていると考えられる。

今回の都道府県版のシミュレーションモデルでは、高血圧有病者数の計算で全国の性別年齢階級別の割合を用いているが、国民健康・栄養調査の調査票情報の利用により各都道府県の割合を用いることが可能である。また、各年齢階級別の死亡率は性別ではなく男女総数の数値を用いているため、性別の値に置き換えることも可能である。さらに、食品群別の食塩摂取量を計算に組み込むことができているため、米国の PRISM を参考にしてエクセルファイルで別途係数値等を計算させたうえでモデルに組み込むことを追加で検討したい。

来年度は、各都道府県の行政栄養士等が都道府県版のモデルが利用できるようインタフェースを完成させる予定であり、すでに Stella Architect と互換性のある isee/Exchange というソフトを用いて試行版を作成済みである。来年度は上記の課題についてモデルを改善するとともに、インタフェースを作成して、マニュアル等を整備する予定である。

E. 結論

減塩の介入に関する全国版シミュレーションモデルをもとに、都道府県版シミュレーションモデルを作成した。全国版の係数値を維持した上で、主要な変数の値を全国値から都道府県値に置換した。一例として東京都のシミュレーション結果をみると、全国版の係数値を使用した基本シナリオに比べて、減塩食品利用促進シナリオにおいて、さらに減塩食品改質シナリオにおいて高血圧や循環器疾患の有病者数が少なく、これらの疾患に関連する医療費や介護費も少ない値で推移する可能性が示された。

F. 研究発表

1. 論文発表

Hassan FA, Nishi N, Minato N, Sugiyama T, Ikeda N. Health and Economic Effects of Salt Reduction Interventions for Preventing Noncommunicable Diseases

in Japan: A System Dynamics Simulation Study. *Systems* 2024, 12, 478.

2. 学会発表

Hassan FA, Minato N, Sugiyama T, Nishi N, Ikeda N. Impacts of Salt Intake Reduction Interventions on Medical and Long-term Care Costs in Japan. 42nd International System Dynamics Conference. Bergen, Norway, August 6, 2024.

西 信雄, ファティン・アミナ・ビンティ・ハッサン, 湊 宣明, 五領田小百合, 杉山雄大, 高橋 裕, 池田奈由. 減塩の公衆衛生学的評価及び医療経済学的評価のための都道府県版モデル作成の取組. JSDカンファレンス2024, 新潟市, 新潟国際情報大学, 2024年8月26日.

ファティン・アミナ・ビンティ・ハッサン, 湊 宣明, 杉山雄大, 三浦克之, 西 信雄, 池田奈由. System Dynamics Model of the Health and Cost Effects of Salt Reduction Interventions in Japan. 第71回日本栄養改善学会学術総会, 大阪市, 大阪公立大学杉本キャンパス, 2024年9月8日.

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

引用文献

- Homer J, Milstein B, Wile K, Pratibhu P, Farris R, Orenstein DR. Modeling the local dynamics of cardiovascular health: risk factors, context, and capacity. *Prev Chronic Dis.* 2008;5(2):A63.
- Hassan FA, Nishi N, Minato N, Sugiyama T, Ikeda N. Health and Economic Effects of Salt Reduction Interventions for Preventing Noncommunicable Diseases in Japan: A System Dynamics Simulation Study. *Systems.* 2024; 12(11):478.
- 厚生労働省. 平成24年 国民健康・栄養調査 報告 <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyuu/h24-houkoku.html> (2025年2月10日アクセス可能)
- 西 信雄: 国家レベルの減塩に関するシミュレーションモデル. システムダイナミックス 12: 33-40, 2013.

図表

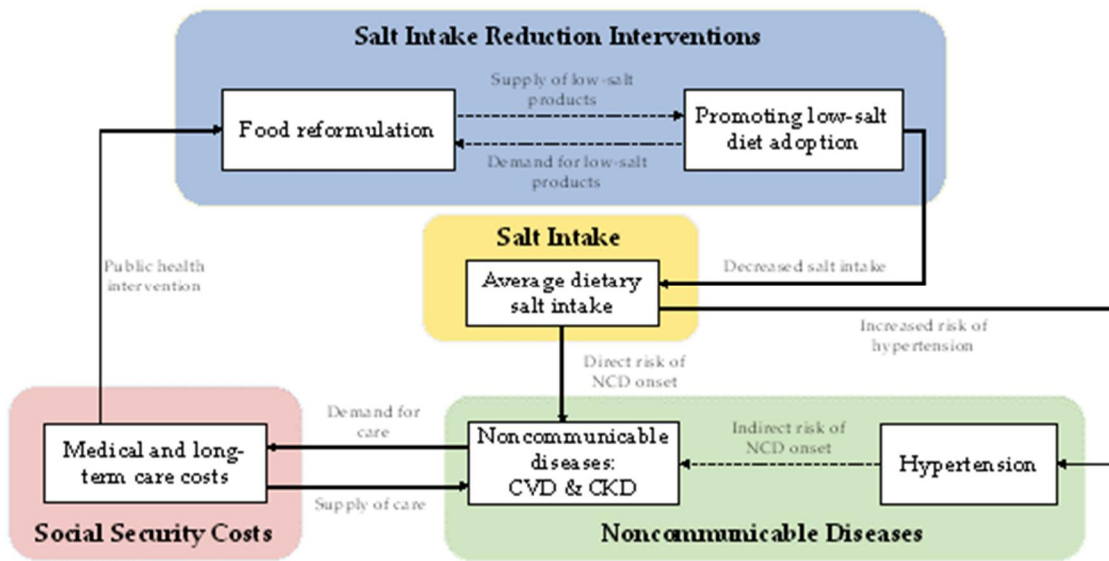


図1 減塩介入に関するモデル全体の概要図

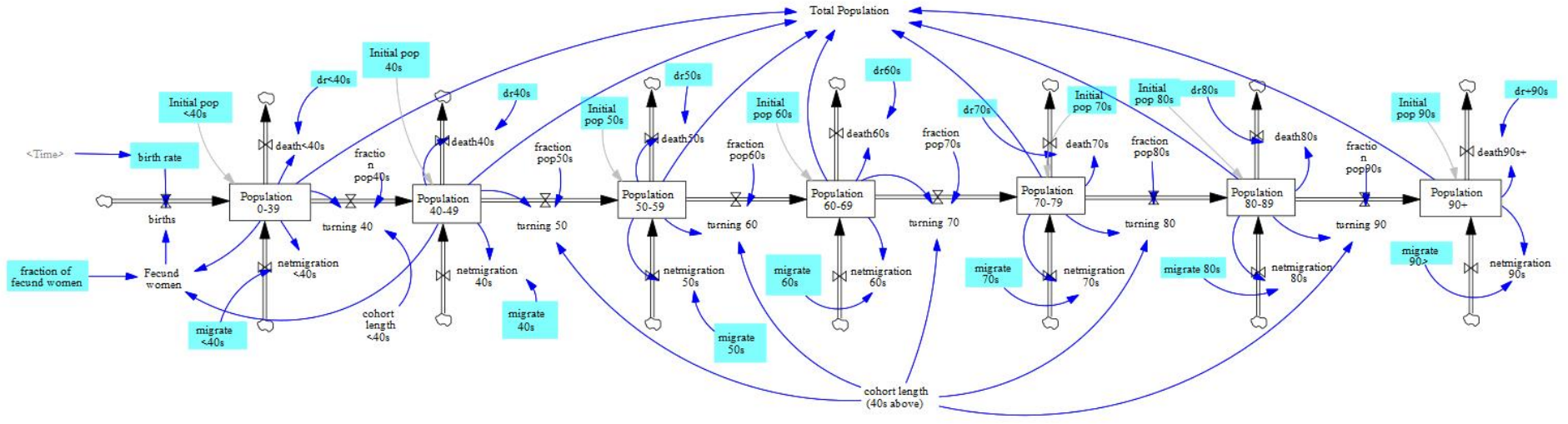


図2 一般人口モデル（水色マーカーは都道府県値に置換した変数）

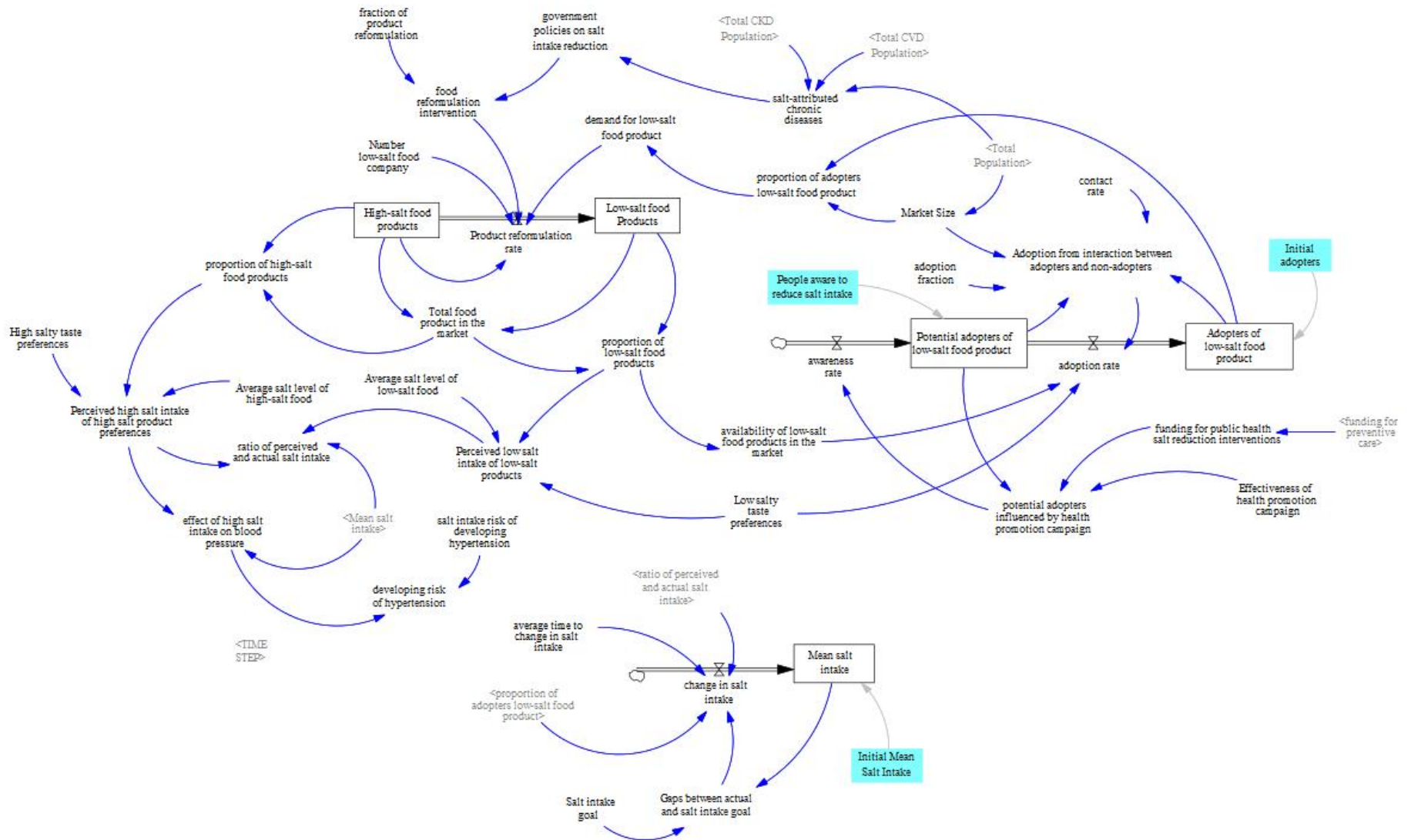


図3 食塩摂取量モデルおよび減塩介入モデル（水色マーカーは都道府県値に置換した変数）

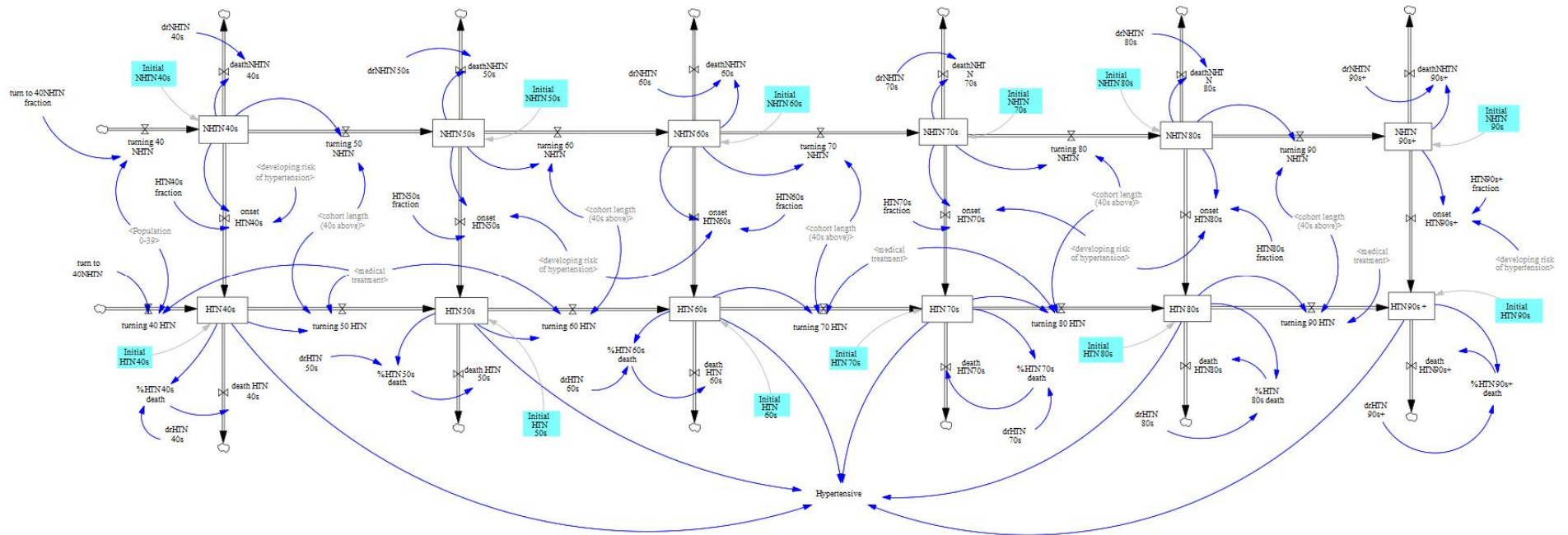


図4 慢性疾患モデル-高血圧サブモデル (水色マーカーは都道府県値に置換した変数)

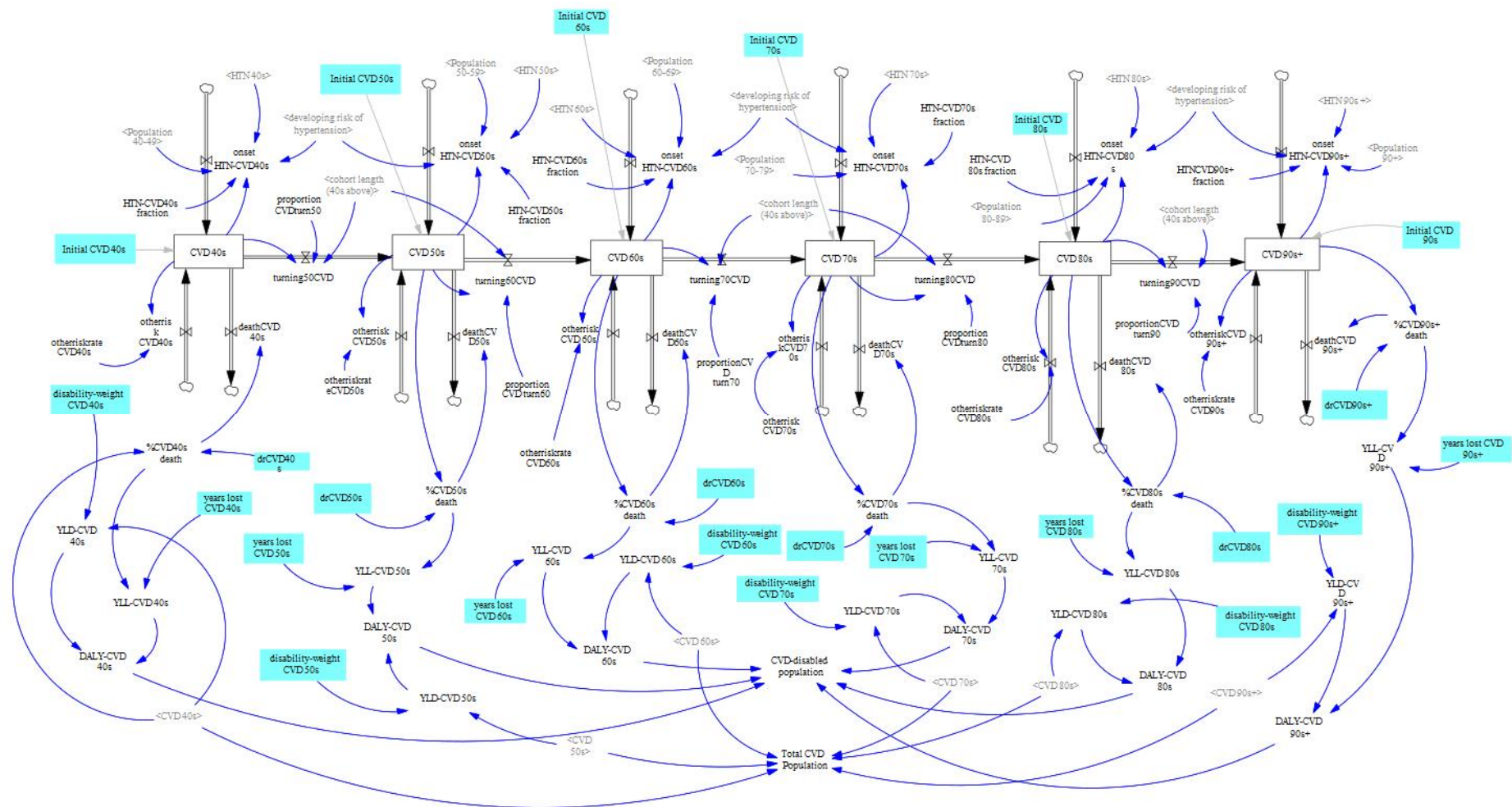


図5 慢性疾患モデルーCVDモデル（水色マーカーは都道府県値に置換した変数）

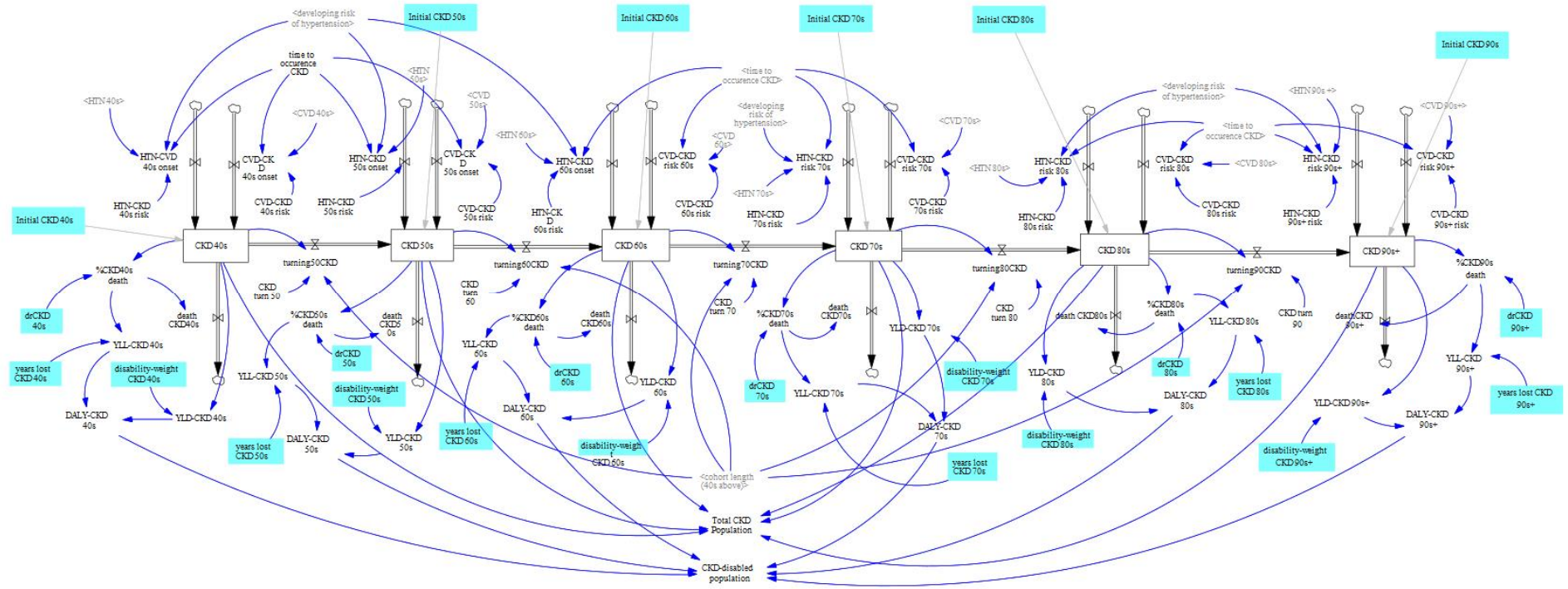


図6 慢性疾患モデル—CKD モデル (水色マーカーは都道府県値に置換した変数)

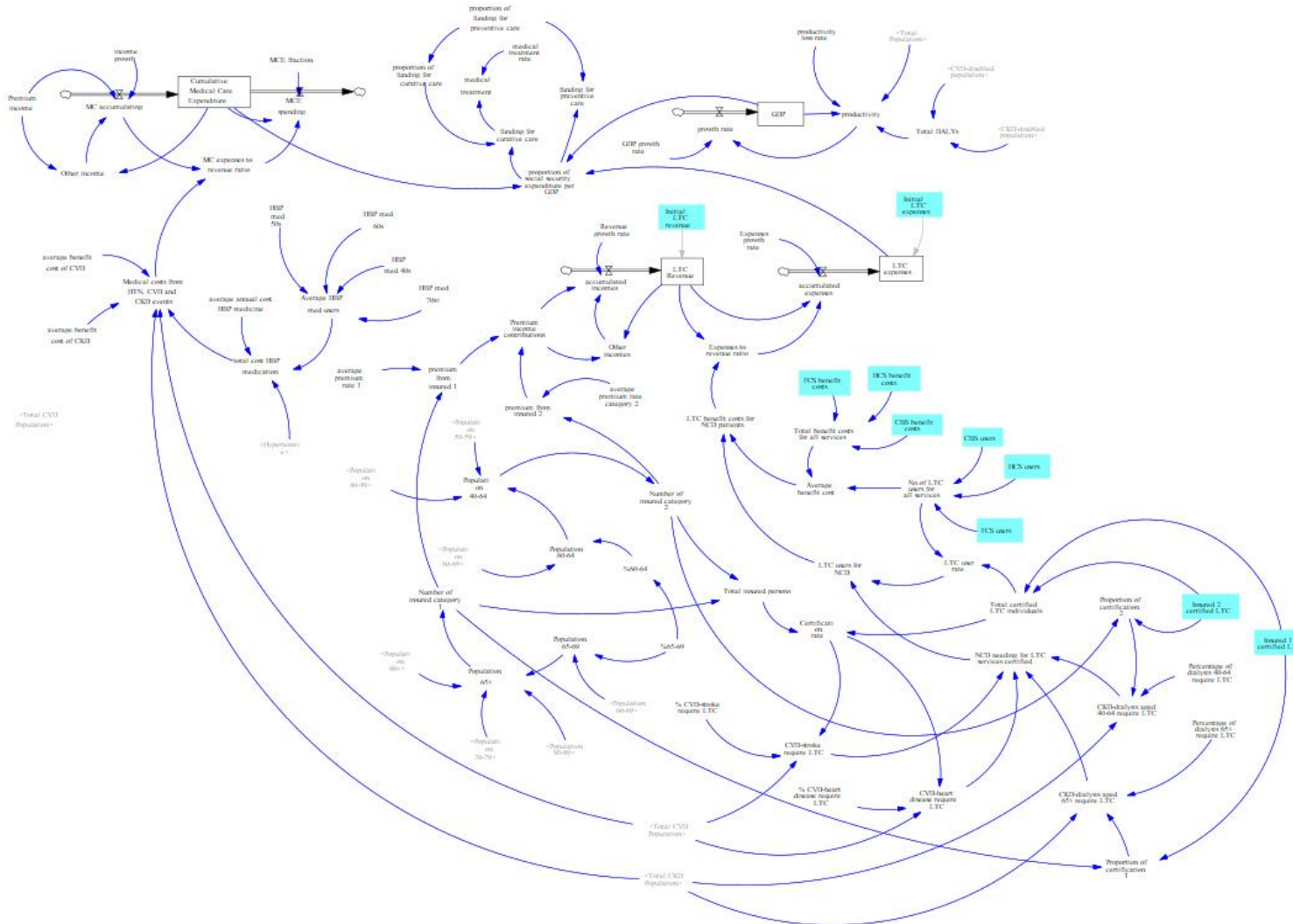


図7 医療費・介護費モデル（水色マーカーは都道府県値に置換した変数）

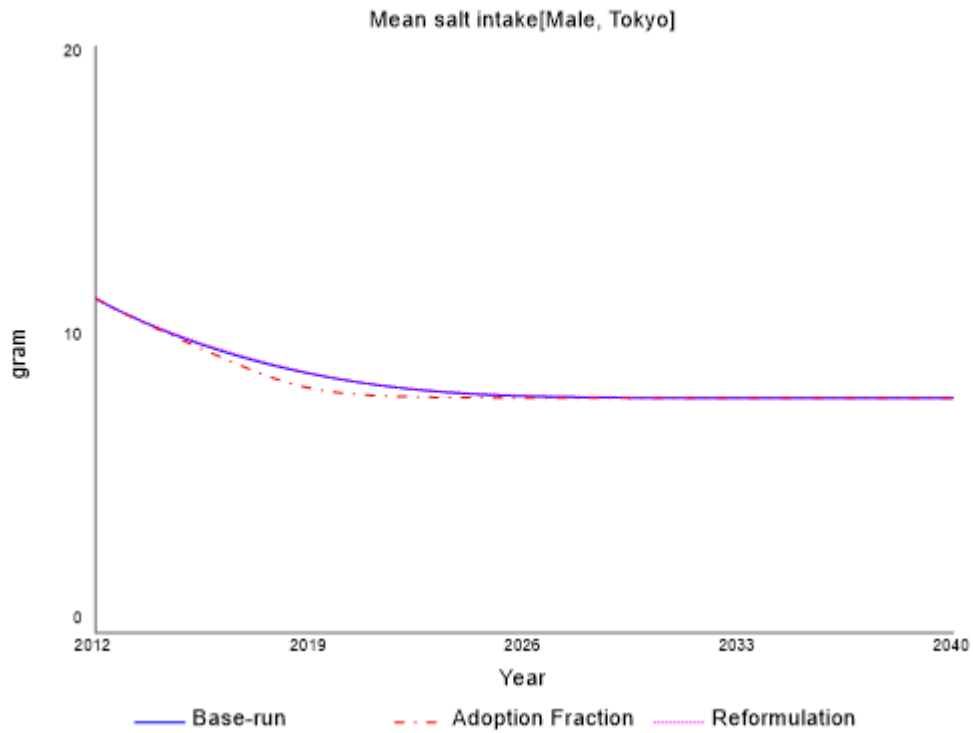


図 8-1 食塩摂取量のシナリオ別シミュレーション結果（男性、東京都）

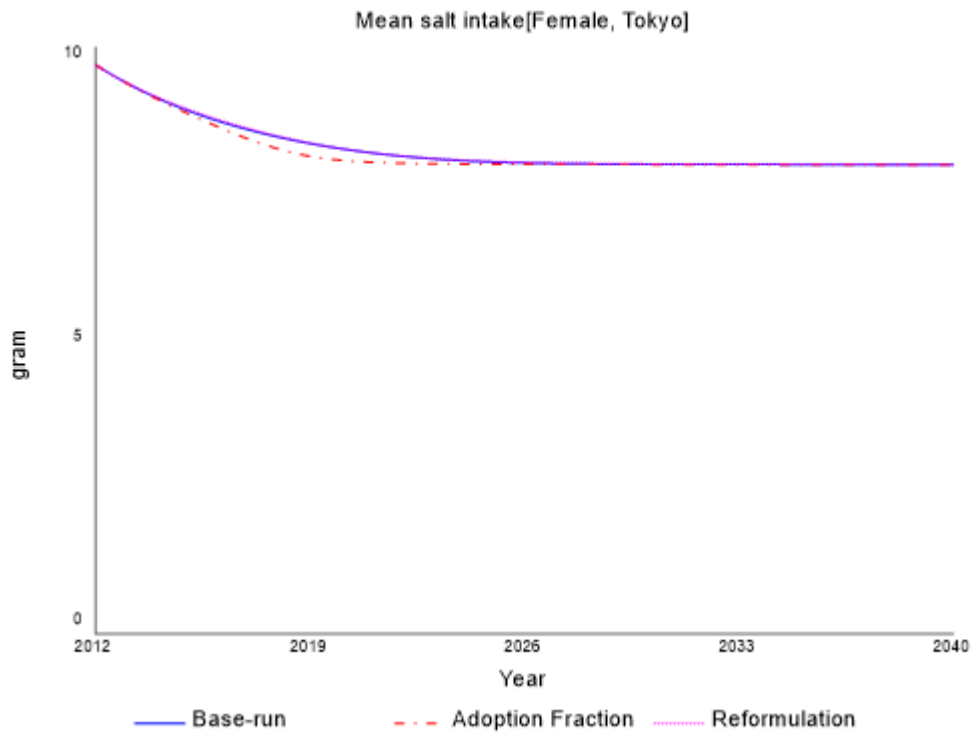


図 8-2 食塩摂取量のシナリオ別シミュレーション結果（女性、東京都）

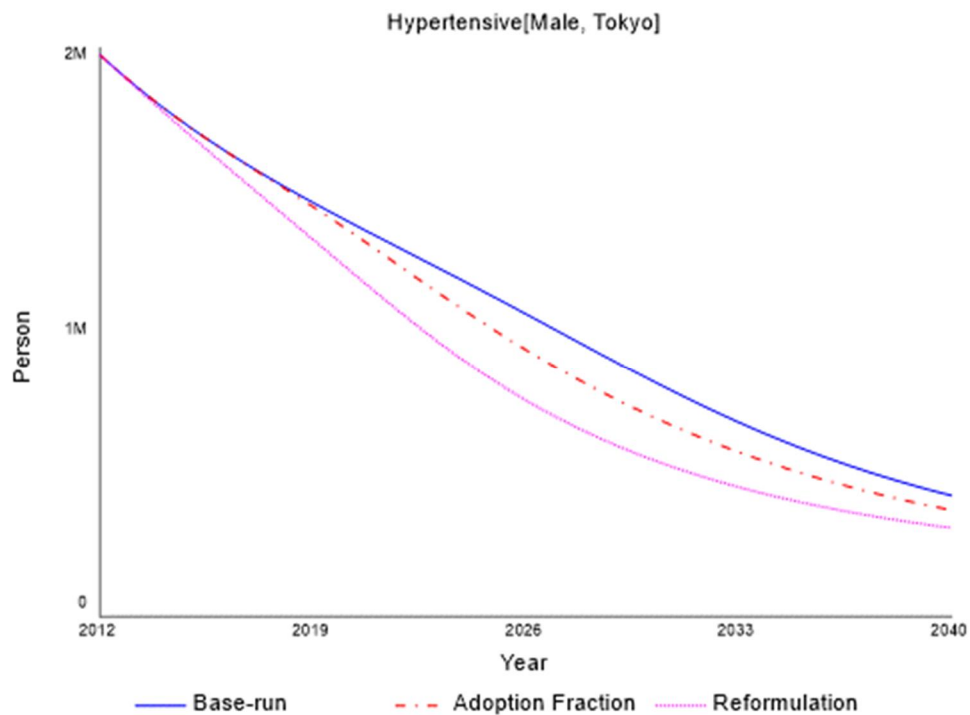


図 9-1 高血圧有病者数のシナリオ別シミュレーション結果（男性、東京都）

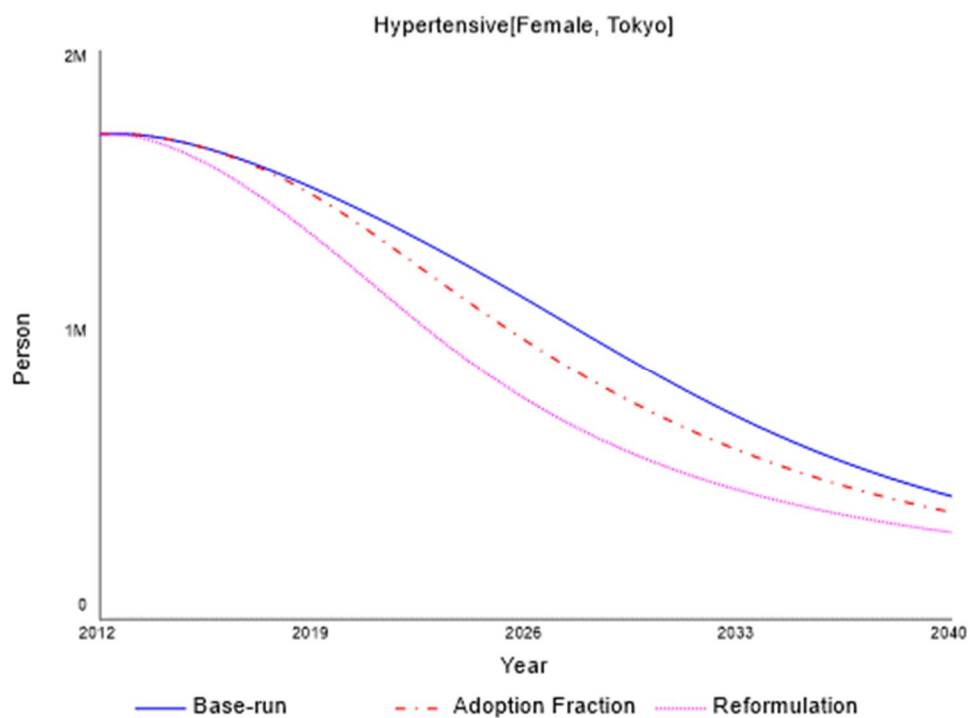


図 9-2 高血圧有病者数のシナリオ別シミュレーション結果（女性、東京都）

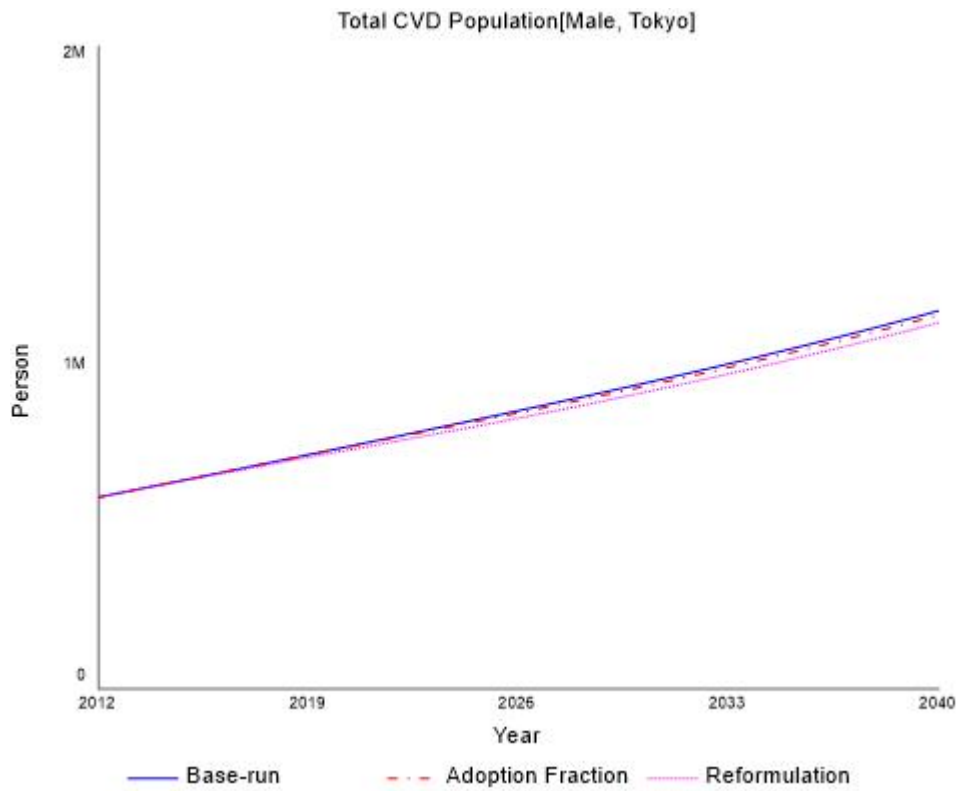


図 10-1 CVD 総有病者数のシナリオ別シミュレーション結果（男性、東京都）

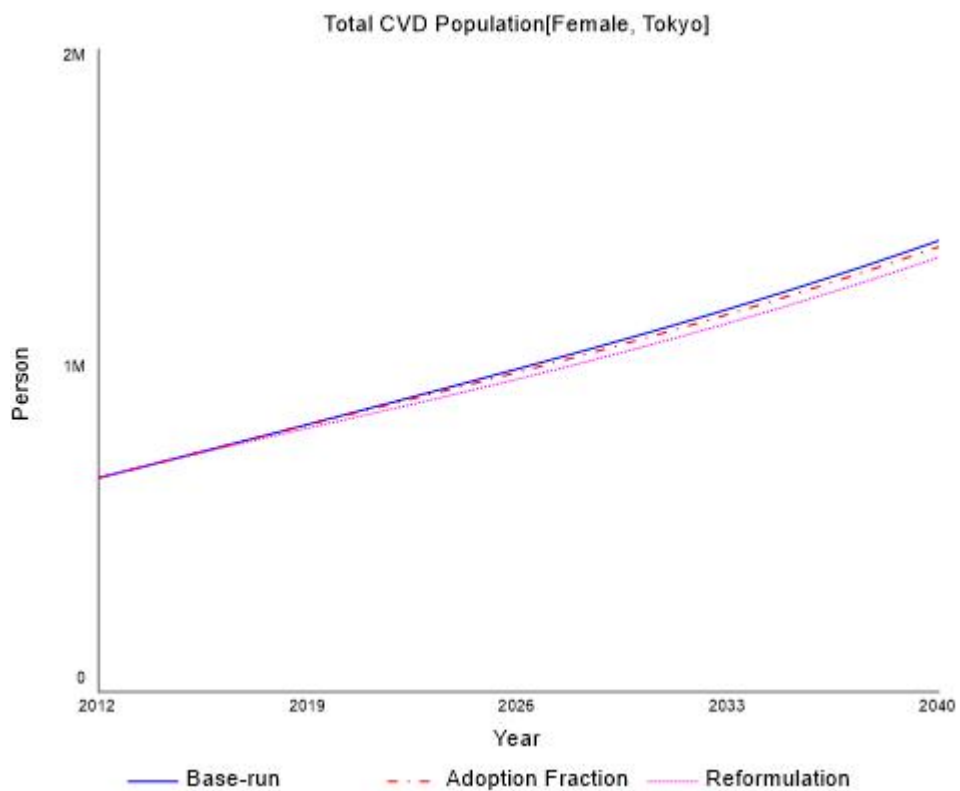


図 10-2 CVD 総有病者数のシナリオ別シミュレーション結果（女性、東京都）

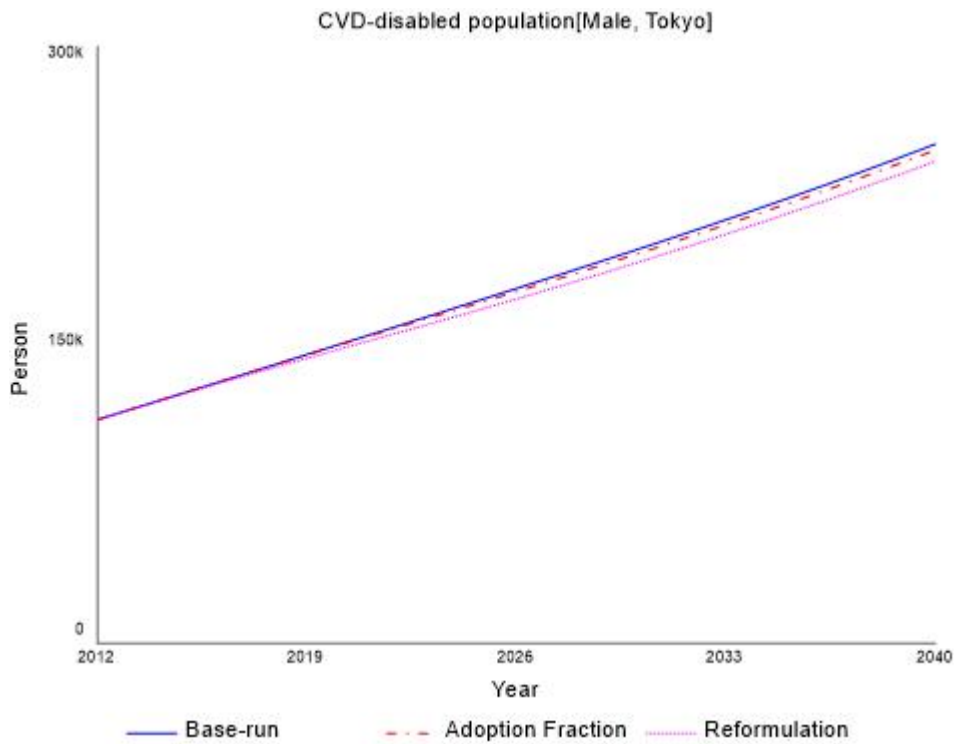


図 11-1 CVD による障害者数のシナリオ別シミュレーション結果（男性、東京都）

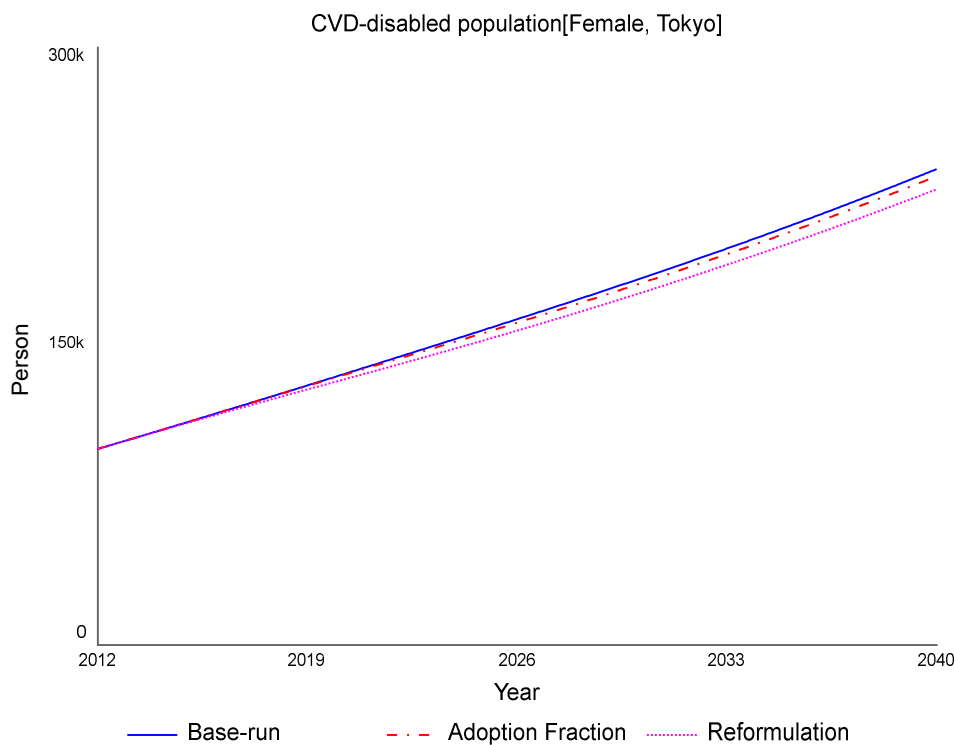


図 11-2 CVD による障害者数のシナリオ別シミュレーション結果（女性、東京都）

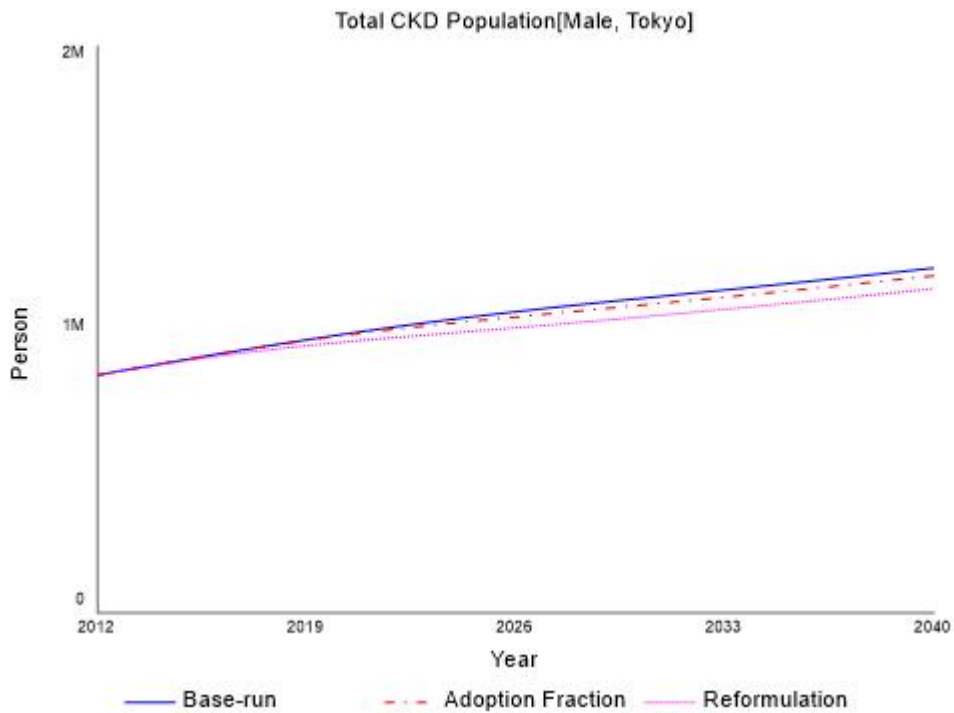


図 12-1 CKD 総有病者数のシナリオ別シミュレーション結果（男性、東京都）

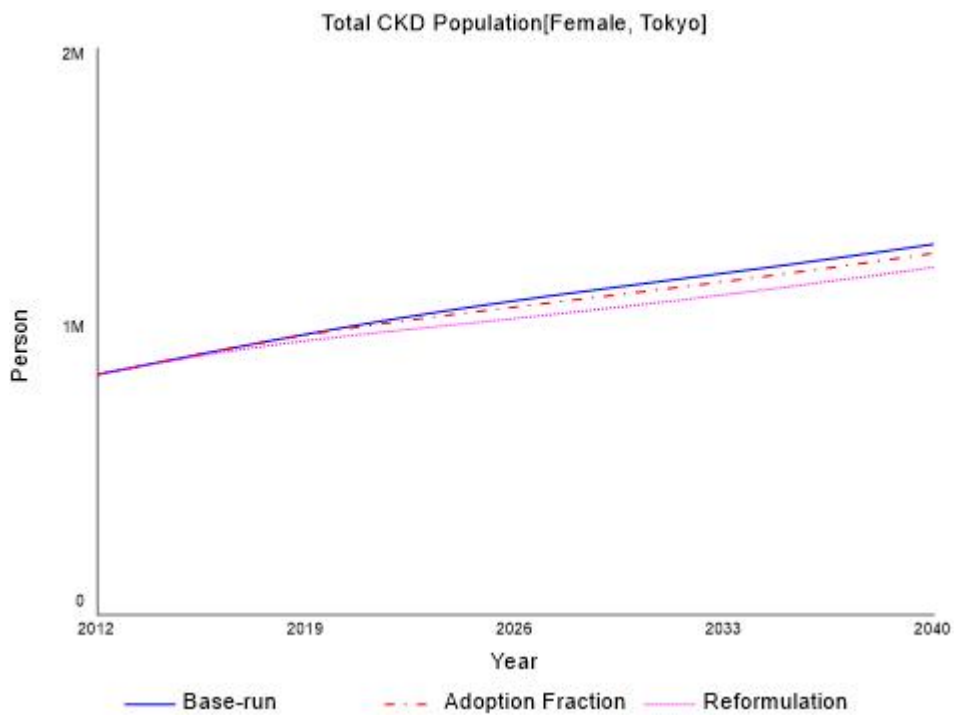


図 12-2 CKD 総有病者数のシナリオ別シミュレーション結果（女性、東京都）

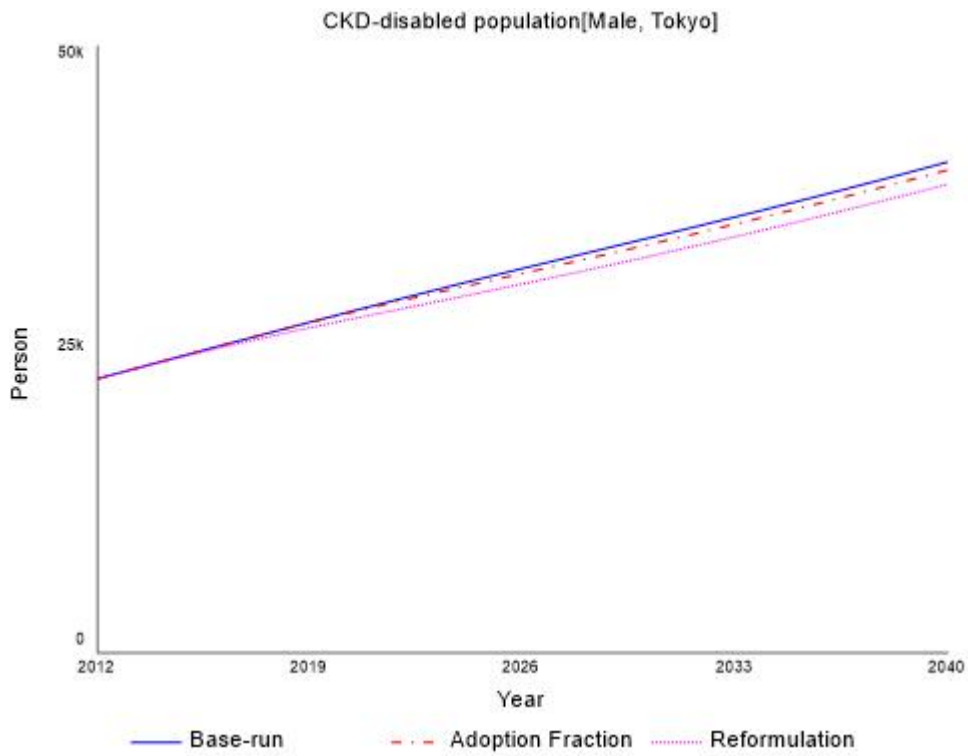


図 13-1 CKD による障害者数のシナリオ別シミュレーション結果（男性、東京都）

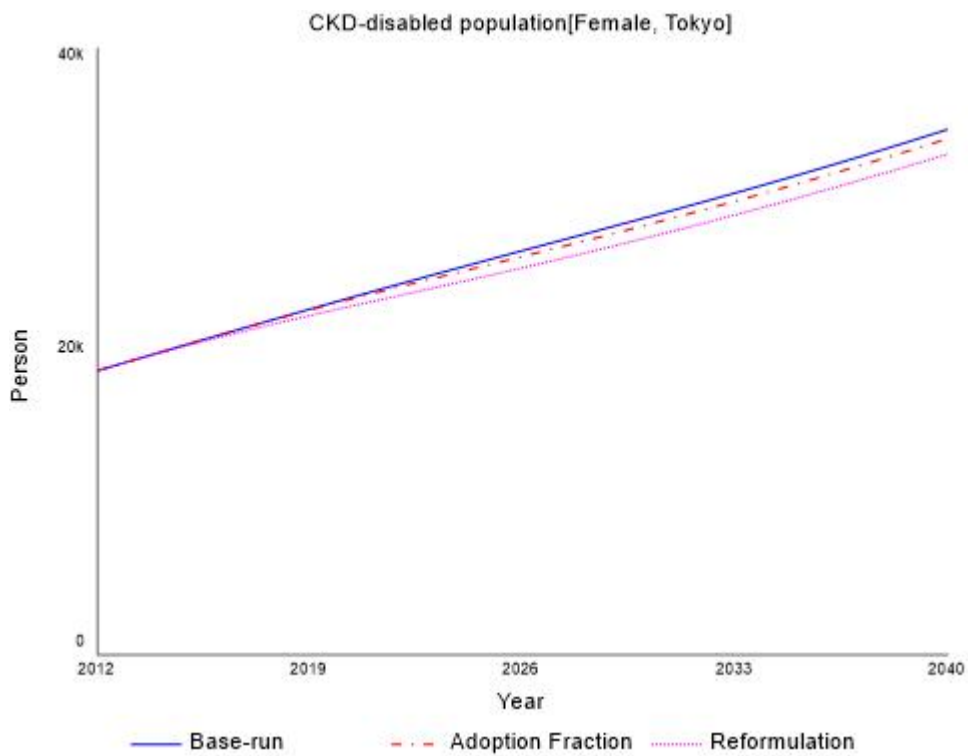


図 13-2 CKD による障害者数のシナリオ別シミュレーション結果（女性、東京都）

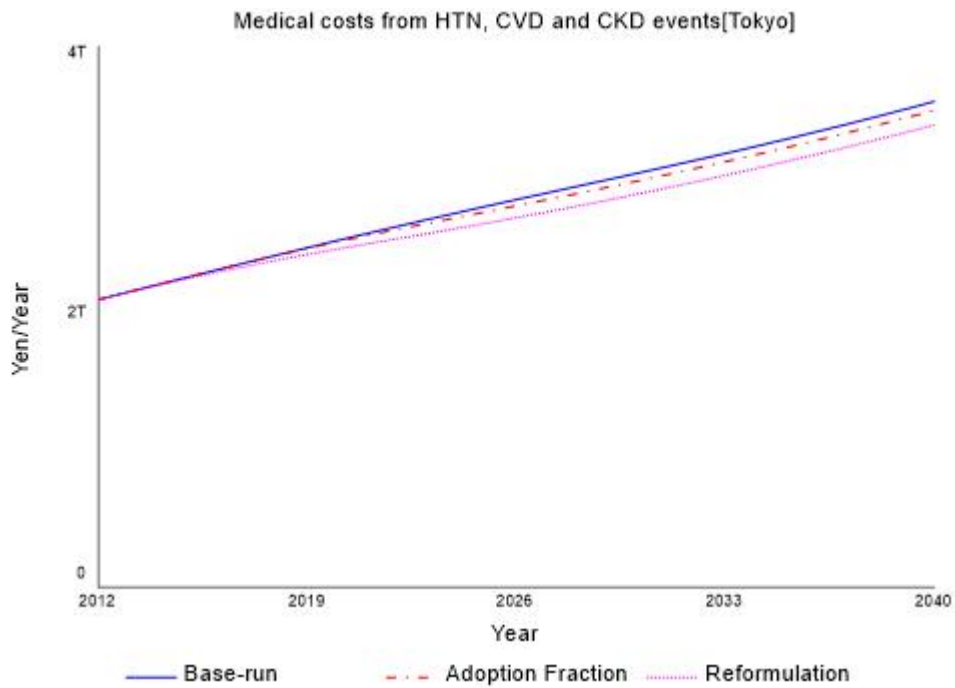


図 14 高血圧、CVD、CKD による医療費のシナリオ別シミュレーション結果（東京都）

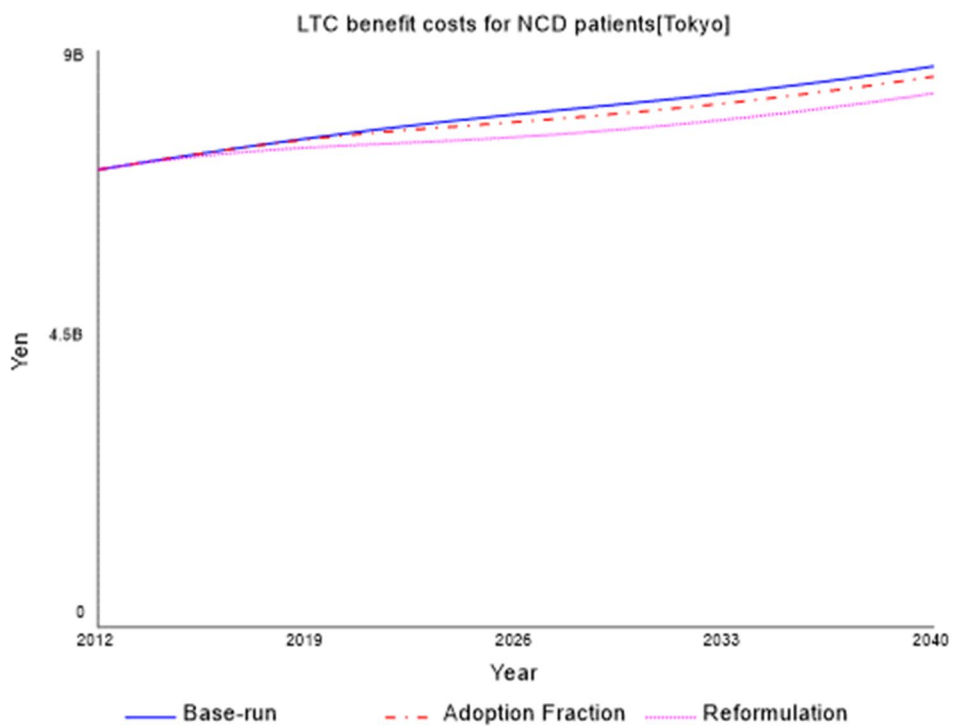


図 15 高血圧、CVD、CKD による介護給付費のシナリオ別シミュレーション結果（東京都）

Ⅲ 研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
	該当なし						

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Hassan FA, Nishi N, Minato N, Sugiyama T, Ikeda N	Health and economic effects of salt reduction interventions for preventing noncommunicable diseases in Japan: a system dynamics simulation study	Systems	12(11)	478	2024
Ikeda N, Yamaguchi M, Kashino I, Sugiyama T, Miura K, Nishi N	Evaluation of public health and economic impacts of dietary salt reduction initiatives on social security expenditures for cardiovascular disease control in Japan	Hypertension Research	48(4)	1265-1273	2025
池田奈由	特集 新たな持続可能な食環境戦略：食環境づくりをはじめとした栄養政策がもたらす医療経済学的効果について	日本栄養士会雑誌	67(11)	10-11	2024

厚生労働大臣 殿

機関名 国立研究開発法人
医薬基盤・健康・栄養研究所

所属研究機関長 職 名 理事長

氏 名 中村 祐輔

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業
2. 研究課題名 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生学的効果及び医療経済学的効果を推定するための研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 国立健康・栄養研究所 栄養疫学・政策研究センター・室長
(氏名・フリガナ) 池田 奈由・イケダ ナユ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。

・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

厚生労働大臣 殿

機関名 聖路加国際大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 堀内 成子

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業
2. 研究課題名 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生的効果及び医療経済学的効果を推定するための研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 聖路加国際大学 大学院公衆衛生学研究科・研究科長 (教授)
(氏名・フリガナ) 西 信雄・ニシ ノブオ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人滋賀医科大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 上本 伸二

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業

2. 研究課題名 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生的効果及び医療経済学的効果を推定するための研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 医学部 教授
(氏名・フリガナ) 三浦 克之 ・ ミウラ カツユキ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

厚生労働大臣 殿

機関名 立命館大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 仲谷 善雄

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業
2. 研究課題名 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生的効果及び医療経済学的効果を推定するための研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 立命館大学 大学院テクノロジー・マネジメント研究科・教授
(氏名・フリガナ) 湊 宣明・ミナト ノブアキ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入(※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査(※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針(※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他(特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

厚生労働大臣
—(国立医薬品食品衛生研究所長)— 殿
—(国立保健医療科学院長)—

機関名 国立健康危機管理研究機構

所属研究機関長 職名 理事長

氏名 國土典宏

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業

2. 研究課題名 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生学的効果及び医療経済学的効果を推定するための研究

3. 研究者名 (所属部署・職名) 糖尿病情報センター・医療政策研究室長

(氏名・フリガナ) 杉山 雄大・スギヤマ タケヒロ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入(※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査(※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針(※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他(特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和7年4月1日

厚生労働大臣
~~(国立医薬品食品衛生研究所長)~~ 殿
~~(国立保健医療科学院長)~~

機関名 国立研究開発法人
医薬基盤・健康・栄養研究所

所属研究機関長 職名 理事長

氏名 中村 祐輔

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業
2. 研究課題名 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生学的効果及び医療経済学的効果を推定するための研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 国立健康・栄養研究所 産官学連携研究センター・室長
(氏名・フリガナ) 榎野 いく子・カシノ イクコ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

厚生労働大臣 殿

機関名 国立研究開発法人
医薬基盤・健康・栄養研究所

所属研究機関長 職名 理事長

氏名 中村 祐輔

次の職員の令和6年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業
2. 研究課題名 食環境づくりの推進を通じた減塩の取組がもたらす公衆衛生学的効果及び医療経済学的効果を推定するための研究
3. 研究者名 (所属部署・職名) 国立健康・栄養研究所 産官学連携研究センター・室長
(氏名・フリガナ) 山口 美輪・ヤマグチ ミワ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。

・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。