

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 10 月 6 日現在

機関番号：82613

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24590832

研究課題名(和文) 地域別の有効な減塩施策のシミュレーションモデルの開発

研究課題名(英文) Development of simulation model of effective strategy for salt reduction by region

研究代表者

西 信雄 (Nishi, Nobuo)

独立行政法人国立健康・栄養研究所・その他部局等・その他

研究者番号：80243228

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)： 集団における減塩に関して基本的および実践的なシミュレーションモデルを開発した。基本的モデルでは学校給食における減塩あるいは成人健診での食塩摂取量検査の導入というシナリオで成人の平均食塩摂取量を比較した。その結果、健診により食塩摂取量が高めであることを認識させることが成人の平均食塩摂取量を有効に減少させることが示唆された。実践的モデルは高塩分嗜好の者による高塩分食品の選択と低塩分嗜好の者による低塩分食品の選択についてシナリオを作成して平均食塩摂取量を計算した。その結果、高塩分嗜好者に早期に低塩分食品を選択するよう誘導することが、平均食塩摂取量を低下させるために重要であった。

研究成果の概要(英文)： We developed basic and practical simulation models for salt reduction in a population. In a basic model, we compared average salt intake of adults between scenarios where school lunch with less salt was provided and salt intake test was introduced in health checkup for adults. As a result, it was indicated that recognition of high salt intake at health checkup was effective to reduce average salt intake of adults. In a practical model, we calculated average salt intake according to scenarios for selections of high-salt food by people with a strong taste for salt and low-salt food by people with a weak taste for salt. As a result, it was crucial that people with a strong taste for salt select products with low salt content earlier to lower the average salt intake of the population.

研究分野：システム・ダイナミクスを用いた健康の社会的決定要因に関する研究

キーワード：システム・ダイナミクス シミュレーション 減塩 塩分の嗜好 低塩分食品

1. 研究開始当初の背景

平成 23 年国民健康・栄養調査によると、日本人の 1 日の食塩摂取量は総数(男女平均)で約 10g であり、世界保健機関 (WHO) が掲げる 5g 未満という目標値の約 2 倍であった。本研究は日本人の食塩摂取量を減少させる施策について、食塩摂取量の地域差をふまえたシミュレーションモデルをシステム・ダイナミックスにより開発することを目的として開始した。

なお、システム・ダイナミックスは、社会システムのダイナミック(動的)な複雑性をストックやフロー、フィードバックループなどをもとにモデル化し、シミュレーションを行う手法であり、予防医学や公衆衛生の分野でも、近年米国を中心に活用されているものである。

2. 研究の目的

減塩は高血圧、心臓病、脳卒中などの非感染性疾患を予防することで、公衆衛生的な大きな成果を達成することにつながる。ただ、食品の食塩含有量は加工過程で決定されるため、集団における減塩の達成には食品企業も含めた社会的な努力が必要である。また、食塩摂取量を簡便に検査する方法が一般に広まっていないため、個人がどの程度減塩を達成できているかも評価が難しく、集団における減塩の達成を困難にしている。

本研究は、システム・ダイナミックスの手法により集団における減塩に関して基本的小および実践的なシミュレーションモデルを開発し、いくつかのシナリオ間で集団の平均食塩摂取量の低下量を比較することにより集団における有効な減塩の方法を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 基本的シミュレーションモデル(図 1)

対象集団は架空のものであるが、高齢者と濃い塩味の好みを持つ者の割合が高いという特徴を持つ集団を設定した。対象集団を未成年者(20 歳未満)、若年成人(20-49 歳)、高年成人(50 歳以上)の三つの年齢群に分けた。また、各年齢群の個人を塩味の好み(濃い塩味か薄い塩味)で二つのストックのいずれかに分けた。濃い塩味の好みから薄い塩味の好みへの変化率は、未成年者、若年成人、高年成人について別々にモデルに入れた。早期の食事の経験は乳児や幼児の塩味への反応の形成において重要であることが報告されている(Stein et al. 2012)ため、乳児は両親と同じ塩味の好みを持つという仮定のもと、出生数はそれぞれ濃い塩味と薄い塩味の好みを持つ若年成人の人口に共通の出生率(15/1,000)をかけることにより求めた。高年成人の死亡率は、濃い塩味の好みと薄い塩味の好みを持つ者についてそれぞれ 20/1,000 と 18/1,000 とした。単純化するため、未成年者と若年成人については死亡による流出

をモデルに含めなかった。モデルの各ストックの初期値を表 1 に示す。

濃い塩味と薄い塩味の好みを持つ成人の食塩摂取量をそれぞれ 1 日あたり 15 グラムと 5 グラムと仮定し、この値を若年成人と高年成人の平均食塩摂取量の計算に用いた。成人の平均食塩摂取量を、基準、学校給食、健診、組合せの四つのシナリオ間で比較した。

基準シナリオ

基準シナリオの仮定は成人の平均食塩摂取量のゆるやかな減少で、超高齢人口における身体活動の低下にともない食事の摂取量全体が減少することによるものとした。濃い塩味の好みから薄い塩味の好みへの変更率は、未成年者、若年成人、高年成人で共通の 1 年あたり 0.01 とした。

学校給食シナリオ

未成年者全員に薄い塩味の学校給食を提供するものとした。未成年者における薄い塩味への変更率を、基準の 1 年あたり 0.01 ではなく 1 年あたり 0.1 とした。本シナリオでは若年成人と高年成人における濃い塩味から薄い塩味への変更率は 1 年あたり 0.01 のままとした。

健診シナリオ

本シナリオでは新しい検査が導入されるものとした。食塩摂取量を推定するため、若年成人と高年成人の毎年の健診にスポット尿検査を追加した。これにより平均食塩摂取量が、若年成人と高年成人の平均食塩摂取量と薄い塩味の好みを持つ者の平均食塩摂取量(1 日あたり 5 グラム)との差に比例して減少するものとした(図 2)。濃い塩味から薄い塩味の好みへの変更率は若年成人と高年成人とも 1 年あたり 0.1 とした。

組合せシナリオ

未成年者における学校給食と若年成人と高年成人における健診シナリオの介入を組み合わせたシナリオとした。濃い塩味から薄い塩味への変更率は未成年者、若年成人、高年成人とも 1 年あたり 0.1 とした。

(2) 実践的シミュレーションモデル

国家レベルの減塩のシミュレーションモデルを開発した。モデルはそれぞれ一対のストックとその間のフローからなる三つの系(二つは人々についての系、残る一つは食品についての系)で構成した。減塩の必要性を自覚していない者と自覚している者の各ストックと減塩の必要性を自覚するフローを減塩の自覚系の中心的要素とし、拡散モデルをこの系に適用した。減塩の自覚系を減塩の味覚系につなぎ、減塩の味覚系は高塩分嗜好の者と低塩分嗜好の者の各ストックと低塩分嗜好に変化するフローで構成した。減塩の味覚系をさらに食品の塩分系につなぎ、食品の塩分系は高塩分食品と低塩分食品の各ストックと低塩分食品に変化するフローで構成した。集団の平均食塩摂取量を推定するため、高塩分嗜好の者による高塩分食品の選択

と低塩分嗜好の者による低塩分食品の選択を表関数で与え、選好なし、早期採用、後期採用、組合せの四つのシナリオを作成した。

4. 研究成果

(1) 基本的シミュレーションモデル

基準のシナリオ(図2)

最初の30年間のシミュレーションで、未成年者と若年成人の人口は減少し、高年男性の人口は増加した。50年間のシミュレーションの結果、濃い塩味と薄い塩味の好みを持つ人口はほぼ等しくなった。

学校給食シナリオ(図3)

濃い塩味と薄い塩味の好みを持つ者の数がシミュレーションの最初の数年間でそれぞれ劇的に変化し、5年後にこれらの人口はほぼ等しくなった。その一方で、濃い塩味と薄い塩味の好みを持つ成人の数はそれぞれゆるやかに変化し、それらは若年成人では29年後に、高年成人では43年後にほぼ等しくなった。

健診シナリオ(図4)

最初の数年間に濃い塩味と薄い塩味の好みを持つ者の数がそれぞれ急速に変化し、これらの人数は10年後に若年成人と高年成人のいずれにおいてもほぼ等しくなった。その一方で、濃い塩味と薄い塩味の好みを持つ未成年者の数はそれぞれゆるやかに変化し、これらの人口は23年後にほぼ等しくなった。

組合せシナリオ(図5)

すべての年齢群で塩味の好み別の人口が急速に変化した。濃い塩味と薄い塩味の好みを持つ者の数が、未成年者では5年後、若年成人では9年後、高年成人では10年後にほぼ等しくなった。

成人(20歳以上)の平均食塩摂取量の変化をシナリオ間で比較したところ、健診シナリオと組合せシナリオが類似の結果を示し、基準シナリオや学校給食シナリオより成人の食塩摂取量が減少する結果となった。

(2) 実践的シミュレーションモデル

選好なしのシナリオ

高塩分嗜好と低塩分嗜好の者がそれぞれ高塩分食品と低塩分食品を市場で利用可能な通りに消費するもので、平均食塩摂取量は食品の平均塩分含有量が低下するとともに減少した。

早期採用のシナリオ

低塩分嗜好の者が低塩分食品を市場に利用可能な割合の2倍(積極的に)利用するシナリオであり、選好なしのシナリオに比べて平均食塩摂取量は減少した。

後期採用のシナリオ

高塩分嗜好の者が高塩分食品を市場で利用可能な割合の2倍利用し、低塩分食品の利用を遅らせるシナリオであり、このシナリオでは集団の平均食塩摂取量の減少を遅延させた。

組合せのシナリオ

早期採用と後期採用のシナリオを組み合わせたシナリオであり、後期採用のシナリオと同様に、集団の平均食塩摂取量の減少を遅延させた。

結論として、高塩分嗜好者に早期に低塩分食品を選択するよう誘導することが、国民の平均食塩摂取量を早期に低下させるには重要であることが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

西 信雄. システム・ダイナミックスの理論と実際. 日本循環器病予防学会誌 2013; 48: 23-32 (査読有)

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 2013; 12: 33-40 (査読有)

[学会発表](計4件)

西 信雄. システムダイナミックスによる食塩摂取量を減少させる方策に関するシミュレーション. 第71回日本公衆衛生学会 2012年10月24日, 山口県山口市

西 信雄. 国家的減塩戦略のシミュレーションモデル. JSD(システム・ダイナミックス学会日本支部)カンファレンス 2012. 2012年11月24日, 京都府京都市

Nobuo Nishi. A system dynamics model of salt reduction at national level. 国際システム・ダイナミックス学会 第31回国際シナリオカンファレンス(The 31st International Conference of the System Dynamics Society). 2013年7月21日~2013年7月25日, 米国マサチューセッツ州ケンブリッジ

Nobuo Nishi. A basic simulation model for reduction of salt intake in a population. 第1回システム・ダイナミックス、ビッグデータ、クラウドコンピューティング国際ワークショップ(The 1st International Workshop on System Dynamics, Big Data and Cloud Computing). 2015年1月12日~2015年1月13日, ケニア・ナイロビ

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西 信雄 (NISHI, Nobuo)

(独) 国立健康・栄養研究所・国際産学連携センター・センター長

研究者番号: 80243228

(2) 研究分担者

奥田奈賀子 (OKUDA, Nagako)

人間総合科学大学・健康栄養学科・准教授
研究者番号: 80452233

様式 C - 19、F - 19、Z - 19 (共通)

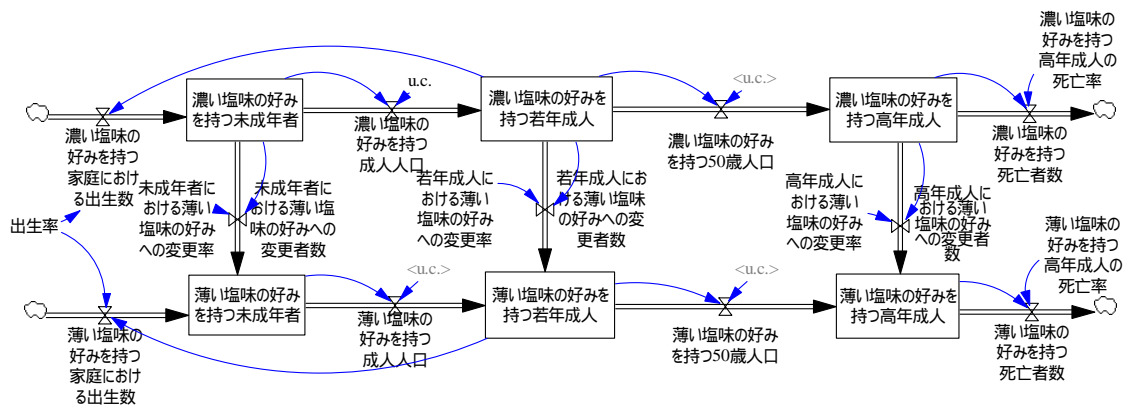


図1 基本的シミュレーションモデルの構造

表1 集団のストックの初期値 (人)

塩味の好み	年齢群 (歳)			合計
	未成年者 (<20)	若年成人 (20-49)	高齢成人 (≥50)	
濃い	12,000	40,000	36,000	88,000
薄い	3,000	5,000	4,000	12,000
合計	15,000	45,000	40,000	100,000

様式 C - 19、F - 19、Z - 19 (共通)

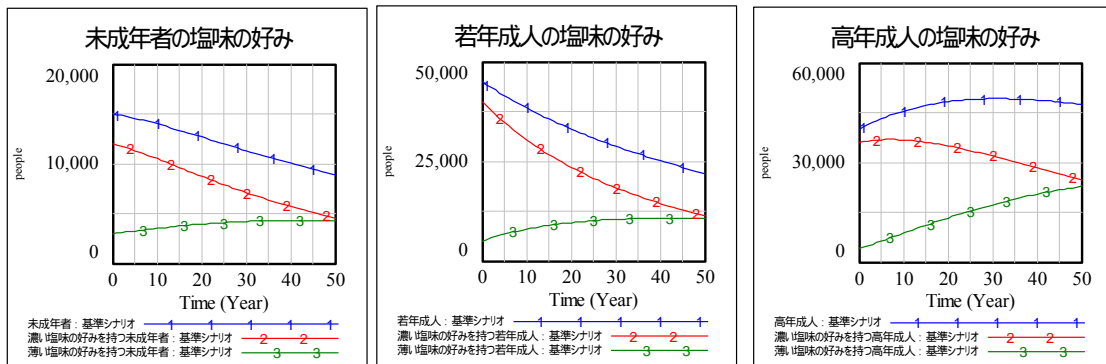


図2 基準シナリオにおける人数の変化

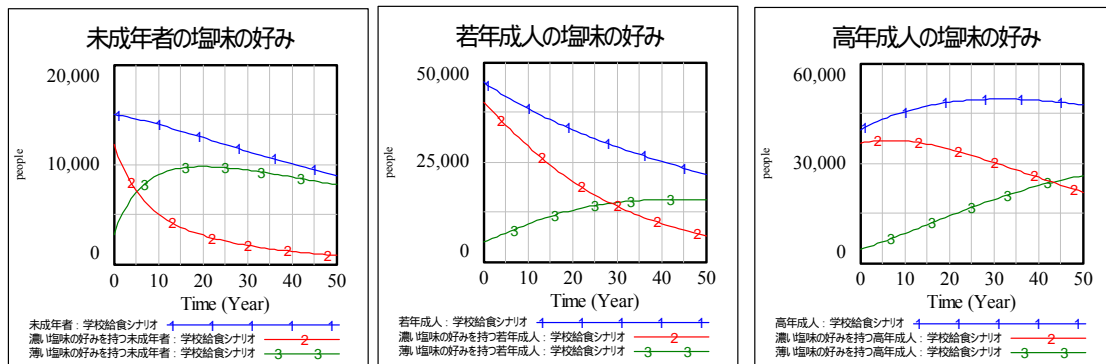


図3 学校給食シナリオにおける人数の変化

様式 C - 19、F - 19、Z - 19 (共通)

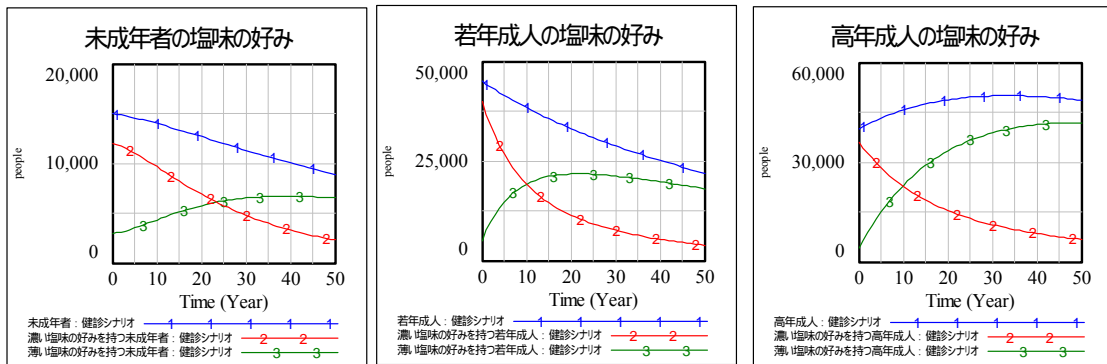


図 4 健診シナリオにおける人数の変化

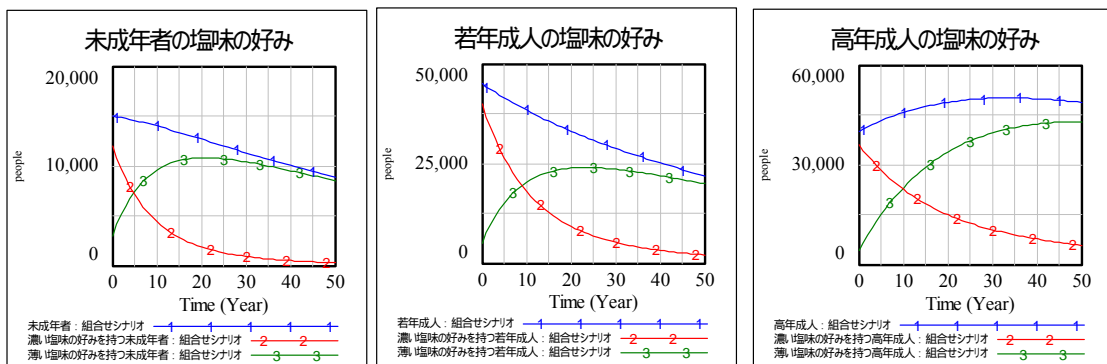


図 5 組合せシナリオにおける人数の変化