

平成 30 年 6 月 12 日現在

機関番号：84420

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K08762

研究課題名(和文) 国民健康・栄養調査における非協力者バイアス修正のための統計手法の開発と応用

研究課題名(英文) Development and application of statistical methods to correct for nonresponse bias in the Japan National Health and Nutrition Survey

研究代表者

池田 奈由 (Ikeda, Nayu)

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 国際栄養情報センター・研究員

研究者番号：20573603

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：国民健康・栄養調査の協力率は長期的に低下傾向にあり、国民全体の特徴を適切に反映した統計データが得られていない可能性があることから、非協力者バイアスとその修正方法について検討した。その結果、世帯属性等により世帯別の協力状況に差があるとともに、人口当たり協力率は低下傾向で、性・調査票別に差があることが示された。また、喫煙率の非協力者バイアスは限定的である可能性が示された。さらに、多重代入法を用いて、喫煙状況別の上半身肥満率の非協力者バイアスを修正できる可能性が示された。以上の結果を参考に、少なくとも現状の協力率を維持し、統計手法の活用により非協力者バイアスを最小限に止める方策を検討する必要がある。

研究成果の概要(英文)：The response rate of the Japan National Health and Nutrition Survey (NHNS) is 60-70%. We examined statistical methods to correct for nonresponse bias in health data obtained from the NHNS. Our results suggest that household participation status be associated with household characteristics and that individual participation rates continue to decrease until 2045. Moreover, nonresponse bias in smoking prevalence estimated from NHNS participants was limited across age groups and sexes. Multiple imputation for survey nonresponse obtained more stable trends in upper-body obesity prevalence by smoking status compared with estimates from original data, and differences in upper-body obesity prevalence attenuated through corrected waist circumference and body mass index in smokers. In conclusion, the current response rates should be at least maintained, and multiple imputation may be useful to correct for nonresponse bias in anthropometric estimates in the NHNS.

研究分野：国際保健統計

キーワード：国民健康・栄養調査 国民生活基礎調査 非協力者バイアス 統計手法 保健統計 非感染性疾患 レコードリンケージ シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

(1) 科学的根拠に基づく健康政策における保健統計情報の有用性

我が国は近年、超高齢化社会に入り、将来、高齢化率がさらに上昇し、非感染性疾患による死亡や障害がより一層増加することが予想される。疾病が社会へ及ぼす負担を軽減するためには、国民の健康的な生活の促進と予防・治療的介入による疾病管理が必須である。この問題意識に基づき、政府は健康づくりの目標を定めた国民レベルの健康づくり運動「健康日本21(第二次)」を推進しており、日本高血圧学会等の関連学会もガイドラインを作成し、臨床での危険因子管理の向上に努めている。

国民レベルでの疾病負担予防を効果的に推進するためには、科学的根拠に基づいて健康政策を立案、実施、評価することが不可欠である。その主要な情報源として、国民を代表する標本に対して国が実施する保健統計調査から得られる調査票情報の二次利用が挙げられる。我が国では、国民健康・栄養調査や国民生活基礎調査など種々の大規模横断調査が継続的に実施されており、長期の調査票情報の二次利用が可能な世界有数の国である。これらの豊富な保健統計情報を適切に活用することにより、我が国の健康政策の歴史的評価や国際比較分析から得られる科学的根拠を蓄積し、健康政策に有用な資料を提供することが可能となる。実際に国際共同研究が徐々に立ち上がっており、研究代表者が参加した研究からもその成果が主要な国際医学雑誌に発表されている¹⁻⁶⁾。

(2) 国民健康・栄養調査の重要性と問題点

国民健康・栄養調査(2002年まで国民栄養調査)は、第二次世界大戦終了後から現在まで毎年実施されており、食生活や身体活動、喫煙、飲酒といった健康行動や生活習慣、ならびに身体測定値や血液検査値、治療介入など、非感染性疾患に関連する豊富なデータを収集する重要な保健統計調査である。健康日本21(第二次)では、多くの目標値がこの調査から得られた情報に基づいて設定されている。また、上述の国際共同研究においても、当該調査の調査票情報の二次利用により、非感染性疾患の疾病負担と危険因子管理に関する日本のエビデンスが発信されている。

このように国民健康・栄養調査は国民の健康政策において非常に重要な調査であるが、世帯協力は約60%前後とかなり低いことが問題点として指摘されており⁷⁾、さらにライフスタイルや家族形態の多様化、就業状況の変化などの社会・経済情勢の変動を反映して年々低下傾向にあることが懸念されている。もし非協力者集団と協力者集団との間で特徴に差があれば、標本から得られる値には偏りが生じるため国民の真の値から乖離し、そのようなデータから得られる指標(例:喫煙率、肥満率)に基づいた従来の議論は誤っ

た結論を導いている可能性がある。国民健康・栄養調査から得られるエビデンスに基づく健康政策評価が国内外で進みつつある現在、非協力者バイアスを定量化し、それを修正するための統計手法の開発と応用を検討することは喫緊の課題であるといえる。

(3) これまでの研究の現状

国民健康・栄養調査における非協力者バイアスについて、詳細な検討を行った先行研究はまだない。研究代表者はこれまで、保健統計調査の調査票情報の二次利用を積極的に行い、国内外の研究者と共同で人口レベルでの非感染性疾患危険因子の管理に関する評価研究を行ってきた。その結果、日本国民の死亡への寄与が最も大きい危険因子は喫煙と高血圧であり、特に高血圧に関しては過去数十年間にわたる公衆衛生分野での種々の取り組みにより改善傾向にあるものの^{5,6)}、薬物療法による血圧管理の効果は最適ではない可能性を示した^{2,8)}。さらに、調査方法に関する研究として、米国の世帯調査での回答者の自己申告バイアスを修正する統計手法⁹⁾、国民生活基礎調査の標本抽出方法に関する検討を行った¹⁰⁾。

2. 研究の目的

本研究では、これまでの研究をさらに発展させて、国民健康・栄養調査における非協力者バイアスを同定・修正するための統計手法の開発と応用を通して、国民の健康行動や生活習慣をはじめとする非感染性疾患の要因と管理状況について、より正確な情報を作成し提供することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) データ

統計法(平成19年法律第53号)第33条の規定に基づき、下記の調査票情報の提供を受けた。

- 昭和61年～平成27年国民生活基礎調査世帯票・健康票(厚生労働省発政統1113第2号、平成27年11月13日;厚生労働省発政統1007第7号、平成28年10月7日;厚生労働省発政統0609第2号、平成29年6月9日)
- 昭和48年～平成14年国民栄養調査ならびに平成15年～平成25年国民健康・栄養調査(厚生労働省発健1002第3号、平成27年10月2日;厚生労働省発健0728第2号、平成28年7月28日;厚生労働省発健0524第6号、平成29年5月24日)
- 平成9年、平成14年糖尿病実態調査(厚生労働省発健1002第4号、平成27年10月2日;厚生労働省発健0728第3号、平成28年7月28日;厚生労働省発健0524第8号、平成29年5月24日)
- 昭和55年、平成2年、平成12年循環器疾患基礎調査(厚生労働省発健1002第5号、平成27年10月2日;厚生労働省発

健 0728 第 4 号、平成 28 年 7 月 28 日；厚生労働省発健 0524 第 7 号、平成 29 年 5 月 24 日)

- 第 1 回～第 14 回(平成 27 年)21 世紀出生児縦断調査(平成 13 年出生児)第 1 回～第 5 回(平成 26 年)21 世紀出生児縦断調査(平成 22 年出生児)(厚生労働省発政統 0705 第 8 号、平成 29 年 7 月 5 日)
- 平成 20 年～平成 28 年学校保健統計調査(29 受文科生第 223 号、平成 29 年 5 月 16 日)

(2) 国民健康・栄養調査の非協力者の同定

国民健康・栄養調査における非協力者を同定するため、国民生活基礎調査世帯票と国民健康・栄養調査の個人データのレコード・リンケージを行った。国民健康・栄養調査協力単位区における国民生活基礎調査のデータを抽出し、国民健康・栄養調査のデータと連結しなかった者を非協力者とした。

(3) 非協力世帯の特徴に関する検討

平成 22 年、平成 25 年のデータを用いて、非協力世帯の特徴に関する検討を行った。国民健康・栄養調査への協力状況によって、世帯員の全員または一部が協力した世帯(協力世帯)、全ての世帯員が協力しなかった世帯(非協力世帯)に分類した。これを被説明変数とする多重ロジスティック回帰分析を行い、世帯属性を示す説明変数のオッズ比を求めた。説明変数には、市郡の別、住居の種類・建て方、部屋数、世帯分類、高齢者世帯の別、要介護者の有無、世帯主の特徴(加入保険、年齢、最終学歴)を用い、調査年と都道府県で調整した。

(4) 喫煙率における非協力者バイアス

健康指標における非協力者バイアスの検討として、国民健康・栄養調査協力者から得られる喫煙率における非協力者バイアスを評価した。平成 25 年のデータを用いて、分析対象者は 20 歳以上とした(男性 4,842 件、女性 5,380 件)。国民生活基礎調査における回答に基づき喫煙状況を分類し、性別・年齢階級別に喫煙率を推定した。協力群における喫煙率を、非協力群と合わせた標本全体の喫煙率と比較した。

(5) 協力者数の将来予測

システム・ダイナミックスのモデルを作成し、国民健康・栄養調査協力者数の将来予測を行った。国民健康・栄養調査における層化二段階無作為抽出法を反映したシミュレーション・モデルを作成した。国勢調査、国民生活基礎調査、国民健康・栄養調査のそれぞれについて、5 つの年齢階級(20 歳未満、20～39 歳、40～59 歳、60～79 歳、80 歳以上)によるストックを設定し、フローで接続した。平成 7 年～平成 16 年の国民生活基礎調査と

国民健康・栄養調査から得られる年齢階級別協力者数に関するパラメーターのキャリブレーションを行い、2045 年まで予測した。

(6) 多重代入法による非協力者バイアスの修正

非協力者バイアスを修正するための統計手法として、多重代入法による喫煙状況別の身体測定指標の変化について検討した。平成 16、19、22、25 年のデータをプールし、分析対象者は 25～84 歳とした(39,620 件：協力群 26,813 件、非協力群 12,807 件)。国民健康・栄養調査で測定される身長、体重、腹囲について、非協力者では欠損値であるとしたうえで、連鎖方程式を用いた多重代入法を応用した。喫煙状況には国民生活基礎調査の回答を用いた。世帯や個人の属性に関する変数を独立変数として投入し、BMI と腹囲、喫煙状況の欠損値を性別に補完した。国民健康・栄養調査の報告書を参考に、上半身肥満を定義した(BMI25kg/m²以上かつ腹囲 85cm 以上(男性)、90 cm 以上(女性))。欠損値を補完した後のデータから、BMI と腹囲の平均値、上半身肥満率を調査年別・性別・喫煙状況別に推定し、欠損値を補完する前の元のデータから得られた値と比較した。

(7) 調査協力状況を考慮した非感染性疾患要因の分布の推定と国際比較

非感染性疾患に関連するバイオマーカー(肥満、高血圧、高血糖、食品・栄養摂取等)について、調査年別、性別、年齢階級別に集計し、世界各国の調査研究から得られたデータとプールしたデータベースを作成した。階層ベイズモデルによりサンプルサイズや非協力に関連するデータ欠損等を考慮し、1970 年代以降の分布を年別、国別、性別、年齢階級別に推定した。

4. 研究成果

(1) 非協力世帯の特徴に関する検討

非協力のオッズ比が統計的に有意に 1 より大きかった世帯の属性は、以下の通りであった(括弧内は基準値)。

- 大都市や人口 15 万人以上の都市(郡部)
- 民間賃貸住宅(持ち家)
- 共同住宅(一戸建て)
- 部屋数が 3 室以下(7 室以上)
- 世帯分類が単独、夫婦のみ、夫婦と未婚の子のみ、ひとり親と未婚の子のみ(三世帯世帯)
- 65 歳以上のみの世帯に非該当(該当)
- 世帯主の年齢が 60 歳未満(60 歳代)
- 世帯主の最終学歴が中学校以下(大学・大学院卒)

現状の国民健康・栄養調査のデータでは、上記の世帯の特徴について分布に歪みが生じている可能性がある。非協力によるバイアスのない推定値を得るためには、これらの集団の協力率を考慮した調査設計等を検討す

る必要があると考えられる。ただし、本分析の限界として、国民生活基礎調査の親標本である国勢調査との連結が不可能であるため、国民生活基礎調査への協力を得られなかった世帯が分析に含まれておらず、真の世帯分布を反映できていない可能性がある点に留意する必要がある。

(2) 喫煙率における非協力者バイアス

非協力者の割合は、最低が60代女性の24.4%、最高が20代男性の46.6%であった。協力群の喫煙率は、男性では最低が70歳以上の14.6% (95%信頼区間 12.3 - 17.2%)、最高で30代の43.5% (38.6 - 48.6%)であった。女性では最低が70歳以上の2.7% (1.9 - 3.9%)、最高が40代の12.9% (10.0 - 16.5%)であった。協力群の喫煙率を、非協力者と合わせた全体の値と比較すると、男性ではいずれの年齢階級においても統計的に有意な差はみられなかったが、女性では30代で25%低く、統計的に有意であった。

性別・年齢階級別の喫煙率において、非協力者バイアスは限定的であることが示された。特に若い女性における喫煙率の非協力者バイアスに留意しながら、少なくとも現状の協力率を維持することが重要であると考えられる。

(3) 協力者数の将来予測

国民健康・栄養調査の協力者数は、男性で1995年6,682人、2014年4,245人、女性で1995年7,364人、2014年4,703人であり、2045年には男性2,457人、女性2,689人と予測された。人口全体での協力率は、男女ともに1995年約70%、2014年50%、2045年40%と予測された。

人口と協力率の低下により、国民健康・栄養調査の協力者数は30年後に3,000人を下回ると予測された。国民の健康と栄養状態のモニタリングを改善するためには、調査デザインの見直しが必要であると考えられる。

(4) 多重代入法による非協力者バイアスの修正

喫煙状況別上半身肥満率の年次推移をみると、男性の喫煙群および非喫煙群ならびに女性の非喫煙群において、多重代入法を用いて欠損値を補完したデータから得られたものの方が、欠損値を補完する前の元のデータから得られたものよりも安定していた。特に、女性では、欠損値の補完によって喫煙群の腹囲とBMIが修正されたことにより、喫煙群と非喫煙群の間の上半身肥満率の差が縮小した。多重代入法を用いて非協力群における欠損値を補完することにより、身体測定指標を修正できる可能性が示された。

(5) 調査協力状況を考慮した非感染性疾患要因の分布の推定と国際比較

血圧の分布が高血圧の推移に与えた影響、

1975~2015年の血圧の推移、過去1世紀の成人の身長推移、1975~2016年の未成年と成人におけるBMI、低体重、過体重、肥満の推移、1990~2016年の84の行動・環境・職業・代謝因子の比較リスク評価、1980年以降の糖尿病の推移等が明らかになった。日本では、調査設計や非協力によって安定した推移が得られない集団や調査年について、他の調査や近隣諸国のデータにより補強された推移が得られた。

<引用文献>

- Ng M, Fleming T, Robinson M, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2014;384:766-81.
- Ikeda N, Sapienza D, Guerrero R, et al. Control of high blood pressure with medication at the population level: a comparative analysis of national health examination surveys in 20 countries. *Bulletin of the World Health Organization* 2014;92:10-19.
- Di Cesare M, Khang YH, Asaria P, et al. Inequalities in non-communicable diseases and effective responses. *Lancet* 2013;381:585-597.
- Danaei G, Singh GM, Paciorek CJ, et al. The global cardiovascular risk transition: associations of four metabolic risk factors with national income, urbanization, and Western diet in 1980 and 2008. *Circulation* 2013;127:1493-1502.
- Ikeda N, Inoue M, Iso H, et al. Adult mortality attributable to preventable risk factors for non-communicable diseases and injuries in Japan: a comparative risk assessment. *PLoS Medicine* 2012;9(1):e1001160.
- Ikeda N, Saito E, Kondo N, et al. What has made the population of Japan healthy? *Lancet* 2011;378:1094-1105.
- 西 信雄, 中出麻紀子, 猿倉薫子, 他. 国民健康・栄養調査の協力率とその関連要因. *厚生学の指標* 2012;59(4):10-15.
- Ikeda N, Gakidou E, Hasegawa T, Murray CJL. Understanding the decline of mean systolic blood pressure in Japan: an analysis of pooled data from National Nutrition Survey, 1986-2002. *Bull World Health Organ.* 2008;86:978-988.
- Ikeda N, Murray CJL, Salomon JA. Tracking population health based on self-reported impairments: trends in the prevalence of hearing loss in US adults, 1978-2006. *Am J Epidemiol*

2009;170:80-87.
Ikeda N, Shibuya K, Hashimoto H. Improving population health measurement in national household surveys: a simulation study of the sample design of the Comprehensive Survey of Living Conditions of the People on Health and Welfare in Japan. *J Epidemiol* 2011;21:385-390.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 8 件)

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Contributions of mean and shape of blood pressure distribution to worldwide trends and variations in raised blood pressure: a pooled analysis of 1018 population-based measurement studies with 88.6 million participants. *Int J Epidemiol*, dyy016, <https://doi.org/10.1093/ije/dyy016>, March 19, 2018. (査読有)

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet* 2017;390:2627-2642. (査読有)

GBD 2016 Risk Factors Collaborators. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*. 2017;390:1345-1422. (査読有)

Ueda P, Woodward M, Lu Y, et al. (36人中15番目) Laboratory-based and office-based risk scores and charts to predict 10-year risk of cardiovascular disease in 182 countries: a pooled analysis of prospective cohorts and health surveys. *Lancet Diabetes & Endocrinology* 2017;5(3):196-213. (査読有)

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in blood pressure from 1975 to 2015: a pooled analysis of 1479 population-based measurement studies with 19.1 million participants. *Lancet* 2017;389:37-55. (査読有)

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). A century of trends in adult human height. *ELife*

2016;5:e13410. (査読有)

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in diabetes since 1980: a pooled analysis of 751 population-based studies with 4.4 million participants. *Lancet* 2016;387:1513-1530. (査読有)

NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet* 2016;387:1377-1396. (査読有)

〔学会発表〕(計 6 件)

Ikeda N, Nishi N. Multiple imputation approach for nonresponse in the National Health and Nutrition Survey. 第28回日本疫学会学術総会, 福島市, コラッセ福島, 平成30年2月2日. *Journal of Epidemiology* 2017;28 (Suppl.1):91. (ポスター)

Fallah-Fini S, Ikeda N, Nishi N. Trends in energy imbalance gap and obesity in Japanese adult population: A system dynamics approach. 第28回日本疫学会学術総会, 福島市, コラッセ福島, 平成30年2月2日. *Journal of Epidemiology* 2017;28 (Suppl.1):91. (ポスター)

西 信雄, 池田奈由: システム・ダイナミクスによる国民健康・栄養調査協力率のシミュレーション. 第76回日本公衆衛生学会総会, 鹿児島市, 平成29年10月31日.

Ikeda N, Nishi N. Assessment of nonresponse bias in smoking prevalence by sex and age in the 2013 Japan National Health and Nutrition Survey. The 21st International Epidemiological Association World Congress of Epidemiology, Saitama, Japan, August 22, 2017.

Nishi N, Ikeda N. Projection of the number of participants in the National Health and Nutrition Survey of Japan using a system dynamics model. The 21st International Epidemiological Association World Congress of Epidemiology, Saitama, Japan, August 21, 2017.

池田奈由, 西 信雄: 国民生活基礎調査を用いた国民健康・栄養調査における非協力世帯の特徴に関する検討. 第27回日本疫学会学術総会, 甲府市, ベルクラシック甲府, 平成29年1月26日, *Journal of Epidemiology* 2017;27 (Suppl.1):73. (優秀口演賞)

6 . 研究組織

(1)研究代表者

池田 奈由 (IKEDA, Nayu)

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・国際栄養情報センター・研究員

研究者番号：20573603

(2)研究分担者

西 信雄 (NISHI, Nobuo)

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・国際栄養情報センター・センター長

研究者番号：80243228