

令和元年6月3日現在

機関番号：38001

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K17203

研究課題名（和文）肥満に関する新たな行動モデリングとプロモーション最適化に関する研究 - 沖縄を事例に

研究課題名（英文）The study of modeling the behavior related to obesity and optimization of promotion strategies-the case of Okinawa

研究代表者

金城 敬太 (kinjo, keita)

沖縄国際大学・経済学部・准教授

研究者番号：20611750

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究は、沖縄県の肥満率の低下のために経済・行動経済学的な知見を利用し、プロモーションの最適な方法を提案することを目的としている。研究は3つで構成されている。[1]肥満行動やプロモーションの理論的な数理モデルの構築など「理論」、[2]それらのデータを用いた「実証」、[3]肥満率低下に関する施策を検討する「応用」である。成果は、肥満に関連する二重過程や自制という意思決定の側面をモデル化や検証したこと、プロモーションにおいて「平等性」を導入し、社会厚生関数を用いてモデル化したこと、他分野へ応用したことである。認知バイアスの解明のため事例ベース意思決定などを導入したことが挙げられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

成果の意義は3つある。1.理論面では、ソーシャル・マーケティングの方法論では提示されていない社会厚生を考慮したプロモーションの最適化の議論を行い、理論や具体的な解を求める方法を提示したことである。それにより明示的な議論が可能になった。2.同様に理論や実証両面で、二重過程や自制、事例ベース意思決定などの認知バイアスをモデル化し、実証したことが挙げられる。過去の研究と異なりプロモーションなど応用で利用するためにデータを用いた推定法や可視化の技術の提示したことが貢献である。3.肥満の研究という面では、沖縄県での肥満の要因として、他者の影響や自制などの行動経済学的な要因を特定したことが貢献である。

研究成果の概要（英文）：This study uses economic and behavioral economic approaches to clarify the obesity problem in Okinawa Prefecture and to propose the optimal method for encouraging a reduction in the obesity rate. This study comprises three stages: [1] "Theoretical analysis," in which we construct and analyze a mathematical model of obesity behavior and promotion; [2] "Empirical analysis," in which we verify the model using data; [3] "Application," in which we consider a policy for reducing the obesity rate and for publicizing the results. Three research results were obtained during the research period. 1. We identified social factors related to obesity in Okinawa and constructed the mathematical model of dual process, and verified the model based on data. 2. We introduced and formalized "equality" in health promotion using a social welfare function and applied this method to other fields. 3. We introduced case-based decision making to model cognitive bias, and proposed an optimal method for promotion.

研究分野：商学、統計、人工知能

キーワード：肥満 二重過程 ヘルス・プロモーション 社会厚生関数 ベイズ最適化 機械学習 認知バイアス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

世界的に肥満が問題となっている。日本においても OECD 内では低いものの、男性の肥満者の割合 (BMI (Body Mass Index) が 25 以上) も 1980 年以降やや増加している (厚生労働省「国民健康・栄養調査」2012 年)。このなかで特に沖縄県では、肥満率が全国でもっとも高い水準となっている。肥満は、心血管疾患や糖尿病やガンなどの重要な疾患と関連が高い。そのため沖縄県では 20 ~ 69 歳の生活習慣病関連の比率も全国より高い水準にあり、平成 25 年に厚生労働省から公表された都道府県別生命表では平均寿命の順位は男性は 22 位から 30 位、女性は 1 位から 3 位低下するなど大きな社会問題となっている (沖縄県「健康おきなわ 21 (第 2 次)」2014 年)。そこで肥満の原因を明らかにし、さらにそれをふまえて情報のプロモーションなどを行い対策していくことが必要である。

表. 沖縄県および全国、東京における
2006 ~ 10 年の男性 (20 ~ 69 歳) 肥満率の比較

全国	東京	沖縄
31.1	30.5	45.2

(H22 年国民健康・栄養調査)

2. 研究の目的

まず、この地域における肥満の原因を解明する必要がある。肥満の原因には遺伝や社会、文化など様々なものがある。近年では経済学・行動経済学などの観点からも要因が明らかにされてきている (Ruhm, C. J. 2012)。これまでの沖縄県の肥満の研究では、アメリカの影響による食文化や運動不足などが要因ではないかと指摘されている (カワチ 他 2013)。しかし、申請者が過去行った調査でリスクの認知や未来に対する態度である時間割引関連の変数と、幸福度との関連は研究されているものの、肥満との関連は明らかではない (金城 他 2015)。また沖縄では親戚づきあいが多くソーシャル・キャピタルが重要とされている。この様な他者の行動・外部性の影響 (Kinjo, K. et al. 2015) も十分には明らかにされていない。加えて自制 (Ruhm, C. J. 2012) などの新たに心理学や行動経済学で着目される要素の影響が明らかではない。これらは相互に関連し人々の内的なメカニズムを解明し、肥満低下の施策を策定する上で重要な変数である。そこで以上をふまえて変数を導入した肥満に関する新しい行動モデルを開発し、調査を行い推定し、原因を解明する。

次に、上記の知見をふまえたうえで肥満率を低下させる施策を行う必要がある。具体的な方法の一つとして、健康や肥満に対する知見を広めて行動を変容させるといったものがある。これらは疫学やヘルス・プロモーションと呼ばれる分野で盛んに研究されている。より実践的な方法としてマーケティングの方法論を応用したソーシャル・マーケティングという分野もあり、アメリカをはじめ多くの国で実践されてきた (Grier, S. 2005)。しかし、この領域で実データに基づきどのような人々 (セグメント) に対し、どのような内容のプロモーションをどのメディアで、どの程度行えばいいかを分析する数理モデルや理論は少ない。そこで、行動の統計的モデリングをふまえて、一定の予算内で地域全体におけるメディア・ミックスなどのプロモーションを最適化する方法を開発し、この問題に適用する。具体的には、個々人の特徴を推定する階層モデルを用いて非営利組織における最適化や社会厚生に関する議論をもとに開発を行う。

最終的に、以上の研究にもとづいた提言を行う。こうした技術は肥満に関する文化的な背景をもつ外部性効果を含めた新しい汎用的な行動モデルを提示し、さらにプロモーションの最適化の手法の提案を通じて、沖縄のみならず、日本や海外でも人々の健康に貢献することが期待される。

3. 研究の方法

本研究は3つで構成されている。1つ目は理論的な研究であり、2つ目は、肥満の要因に関する実証である。3つ目は、具体的にソーシャル・マーケティングを提案する応用研究である。

[1] (理論) 新しい行動モデルの構築およびプロモーションの最適化方法の検証

[1.1] 行動経済学をふまえた行動モデルの開発とその推定方法の開発

肥満に関連するものとして、食に関する行動と運動に関する行動がある。人々のこれらの行動や BMI など行動の結果を被説明変数としてモデル化する。またその際に、行動に影響を与える背景の変数として、経済・社会的な要因(収入・学歴など)も考慮する。加えて、リスク選好や時間割引率、さらに近年モデル化が進んでいる「自制」といった医療経済・行動経済学で用いられる変数の導入も行う。また、沖縄県ではソーシャル・キャピタルなどの「他者」の影響が特に強い可能性がある(カワチ 2013)。そのため外部性を組み込んだ数理モデルおよび推定法を構築する。さらに「過去」の意思決定の影響からも人々は影響を受けることがある。その一つのモデルとして事例ベース意思決定という方法があり、こうした単純な合理的な意思決定ではない認知的なバイアスをモデルに組み込む必要がある。

[1.2] 健康におけるプロモーションの最適化方法の開発

[1.1]では、肥満関連の行動のモデル化が行われているが、これを利用して地域・社会全体として改善させるためには、どのような啓蒙活動やプロモーションを行えばいいのか。ソーシャル・マーケティングの観点からは、人々をパターンで分類し個別にアプローチしていくことの重要性が指摘されている。しかし、分類のために利用する変数の選定や全体で何が最適なのかという議論が少なく、最適化を行う実践的・数理的な理論が明らかではない。そこで非営利組織(具体的に都道府県の保健医療部や非営利法人)の目的関数や社会厚生に関する議論を参考し、数理的なモデルを構築し分析を行う。

[2] (実証) 沖縄県における肥満行動についての質問紙調査

次に、沖縄県で肥満に関する調査データの利用を行い、肥満の原因について明らかにする。その際に、[1.1]の理論で検討した行動モデルの推定を通じて、細かなメカニズムを明らかにする。具体的には、BMI など肥満や健康に関するもののほか、さきほども述べた経済・社会的な要因、そして経済学的な変数のほか、プロモーションと関連のある情報や情報源などについての調査を行う。そのうえで、統計的に検証し、どのような要因が重要なのかを明らかにする。

[3] (応用)ヘルス・プロモーションにおけるメディアの最適化および肥満率低下の施策検討

続いて2で調査したデータとその推定結果を利用し、1.2で検討したプロモーションの最適化方法を用いて、肥満度を低下させるためにどのような施策をすればいいのかを明らかにする。特に、どの人々に対してどの情報をどう提供すればいいかを提示する。

4. 研究成果

研究期間全体の成果は、大きく以下の3点でまとめられる。

・ [1.1]および[2]の成果として、肥満に関連要因を特定し、さらに二重過程という自制を含めた二つの意思決定方法をモデル化し、さらにそれをデータに基づいて検証したこと

・ [1.2]、[2]、[3]の成果として、ヘルス・プロモーションにおける最適化における平等性(社会厚生関数)の導入とその他分野への応用したこと

・ [1.1]および[2]の成果として、人々の特殊な意思決定である認知バイアス(事例ベース意思決定や他者の意思決定の影響など)下でのプロモーションの最適化を提案したこと

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

具体的には、[\(論文 1\)](#) については、[\(論文 2\)](#) . 実証研究として、沖縄県においてどのような変数が肥満に関連するののかについての調査及びデータの分析を行った。その際、行動経済学や意思決定プロセスとして重要な二重過程(デュアル・プロセス) さらにそれに関連する自制(セルフ・コントロール)などが肥満にとって重要であることが明らかとなった。その点について統計的に検証を行っている(論文 3)。[\(論文 4\)](#) . 二重過程のモデル化とその調査・推定を行い、最適な介入方法を明らかにした。人の肥満行動には、目標の体重を設定しそれを実現する合理的な行動、一方で感情的に食べるという行動もある。これらを調整するセルフ・コントロールもある。本研究では合理的行動とセルフ・コントロールが何に影響を受けているかの調査・分析を行った結果、性別ごとにこれらに影響を与えるものが異なる(知識など)ことを明らかにした(発表 1)。またこの研究で合理的な情報の提示の有効性が明らかになったが、因果関係が不明であった。そこで最終年度に全国および沖縄国際大学でその検証のためのランダム化比較実験を行った。[\(論文 5\)](#) . 上記に加えて、健康に関する重要な要因であるセルフ・コントロールの問題を明らかにするために、教育や社会的な要因を明らかにするための調査も行った。このデータについて分析をした結果、日常の行動についての将来の収益率などの「合理的な情報」を伝えることがその分野に対して投資する重要な要因であることが明らかとなった。肥満においてもそれによる損失などの情報を伝えることで行動変容に関連する可能性を示唆している(書籍 1)。

[\(論文 6\)](#) については、[\(論文 7\)](#) . ヘルス・プロモーションの際に問題となる「平等性」などを考慮に入れるために、より広範囲の価値観に対応するために目的変数として経済学で利用されている一般的な社会厚生関数(CON関数やCES関数など)を導入することを提案した。これについては学会の研究会で発表し、さらに論文としてまとめて投稿中である(発表 2、3)。[\(論文 8\)](#) . プロモーションを最適化する際に、人々の行動を行動経済学的な数理モデルではなく、従来の機械学習やディープラーニングなどを用いた方法で近似したうえで、どのような方法が最適かを導出することも考えられる。その目的のためにベイズ最適化を用いた方法を提案し、近似の際の問題点を明らかにした。それについて学会で発表を行っている(発表 4、5)。[\(論文 9\)](#) . さらに1の理論化の際に、派生的に同様の枠組みが自動運転におけるパラドックスなどの社会問題にも適用できることが明らかとなったことを受けて、その数理研究を行った(発表 6、7)。

[\(論文 10\)](#) については、肥満行動から派生し、行動経済学で扱われるいくつかの意思決定上のバイアス(「他者」や「過去」からの意思決定への影響など)をそれぞれ数理モデル化して個別事例の検証を通じて新たな施策の示唆を得ている。[\(論文 11\)](#) . まず情報が多すぎるがゆえに意思決定の際に混乱をきたすという現象をモデル化し検証した(論文 12)。その結果、人々は選択肢が増えるにつれてそれぞれの差異を明確に認識できなることを示した。これらは食事の選択の際に情報が多くある場合に問題となろう。[\(論文 13\)](#) . さらに、過去の意志決定の現在の意思決定への影響(事例ベース意志決定)についても検証を行った(論文 14、15)。結果として、どの属性に着目して過去の経験から影響を受けるのかが明らかになった。この結果は、食事や運動の選択の際にどのような経験を初めに体験させるかということに示唆的であり、政策の提案にも利用できる。また他者からの影響の効果(外部性)についても新たな実証研究を行った(論文 16)。その結果、他者の影響がある場合に、過去の影響に対する忘却がどの程度あるかによって大きく結果が異なることを示した。この成果は他者を巻き込んだプロモーションなどをする際に他者の行動を伝達することなど、どの点に注目すれば行動を促すかに有用な知見となる。

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

金城敬太, 新垣あす葉, 城間彩, 沖縄県における肥満への経済・社会的要因からの影響 - 肥満解消のプロモーションに向けたオンライン調査にもとづく試論, 沖縄国際大学経済論集, 沖縄国際大学, Vol.10, No.1, pp.41-54, 2017.

Kinjo Keita, Ebina Takeshi, Case-based decision model matches ideal point model. *Journal of Intelligent Information Systems*, Vol.50, Issue 2, pp.341-362, 2018, Springer.

Ebina Takeshi, Kinjo Keita, Consumer confusion from price competition and excessive product attributes under the curse of dimensionality. *AI & SOCIETY*, 2017, Springer. (Online first: <https://doi.org/10.1007/s00146-017-0771-y>)

Kinjo Keita, Ebina Takeshi, An advertising strategy using consumption externality and forgetting in the case of Japanese electronic books. *The Review of Socionetwork Strategies*, Vol.10, No.2, pp.55-71, 2016.

Kinjo Keita, Sugawara Shinya, Predicting empirical patterns in viewing Japanese Tv dramas using case-based decision theory. *The BE Journal of Theoretical Economics*, Vol.16, No.2, pp.679-709, 2016.

[学会発表](計6件)

金城敬太, 二重過程モデルの推定による肥満行動の分析と健康プロモーション, 日本マーケティング学会 カンファレンス・プロシーディングス Vol.7, 2018

金城敬太, 海老名剛, 連続空間上のバンディット問題とマーケティングリサーチ, 第114回人工知能学会 知識ベースシステム研究会 (SIG-KBS), 5(01), 35-39, 2018

金城敬太, 海老名剛, Social Marketing with Equality: Optimization of Promotion Strategies with Social Welfare Functions, 「マーケティングのデータ分析とモデリング・アプローチ研究部会」および「市場予測のための消費者行動分析研究部会」の合同部会, 2017年, 2017年11月, 大阪府立大

金城敬太, 海老名剛, ブラックボックス型AIにおける最適なマーケティング戦略 - ベイズ最適化の応用 Marketing Strategy Employing Bayesian Optimization with Black-box Functions, 日本マーケティング学会 カンファレンス・プロシーディングス Vol.6, 2017

Kinjo Keita, Ebina Takeshi, Optimal program for autonomous driving under Bentham-and Nash-type social welfare functions. *Procedia Computer Science*, 21st International Conference on KES, Vol.112, pp.61-70, 2017, Elsevier

金城敬太, 海老名剛, 社会厚生関数を用いた健康に関する最適なソーシャル・マーケティング, マーケティングカンファレンス 2016(日本マーケティング学会) 2016年10月

金城敬太, & 海老名剛. 人工知能における社会的な損失の最小化-自動運転やマーケティング自動化における倫理的問題とその扱い. 第109回人工知能学会 知識ベースシステム研究会 (SIG-KBS), 5(02), 19-23, 2016.

[図書](計1件)

金城敬太, 沖縄県の子どもの貧困と親の教育投資に関する社会・経済的影響と含意 教育に関するプロモーションに向けて, (宮城和宏, 安藤由美 編著:「沖縄経済の構造」), 編集工房 東洋企画, 91-130(1-254)

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

肥満に関する新たな行動モデリングとプロモーション最適化(成果)

<https://researchmap.jp/jorucu0uq-14074/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：海老名剛(明治大学)

ローマ字氏名：Takeshi Ebina

研究協力者氏名：菅原慎矢(東京理科大学)

ローマ字氏名：Shinya Sugawara

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。