

令和 4 年 6 月 16 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K09934

研究課題名(和文) NDBからの糖尿病生活習慣改善因子の因果関係の可視化と医療費シミュレーション

研究課題名(英文) Visualization of Causal Relationships and Simulation of Medical Expenses of Diabetes Lifestyle Improvement Factors from NDB

研究代表者

小笠原 克彦 (Ogasawara, Katsuhiko)

北海道大学・保健科学研究所・教授

研究者番号：90322859

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：近年、国民医療費は増加傾向にある。特に、生活習慣病と関連の深い2型糖尿病は合併症の誘発を引き起こしやすく、罹患した患者は医療費が高額になることが予想される。そこで本研究においては、地域における糖尿病患者の生活習慣の改善への効果的な支援を行うこと、またその支援の効果指標の提案を目的として、糖尿病患者の「生活習慣の改善意思」に影響を与える因子および地域性の特徴をベイジアンネットワーク可視化し、生活習慣の改善によって期待される行動変容の効果について検討した。マルコフモデルを用いた糖尿病における血糖値コントロール自己管理遠隔アプロケーションによる費用効果分析を試みた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

特定健診データ項目等を用いて地域別ベイジアンネットワークモデルを構築した。「生活習慣の改善意思」に対して、30分以上の運動習慣とBMIが直接的な影響を与えており、地方部のモデルでは30分以上の運動習慣と20歳からの体重変化、性別、飲酒習慣が直接的な影響を与えていることが示された。また、生活習慣の改善によって都市部と地方部共に、1年間の体重に対して最も影響を与える可能性が示唆された。今後、モデルの妥当性評価を行うことによって、地域性を考慮した健康増進施策の立案および実施への応用が期待できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In recent years, national health care costs have been on the rise. In particular, type 2 diabetes, which is closely related to lifestyle-related diseases, is likely to induce complications. Therefore, it is expected that affected patients will experience high medical costs. Therefore, the objectives of this study are 2 points: (1) To provide effective support for lifestyle modification for diabetic patients in the community. (2) To propose an indicator of the effectiveness of such support. Factors influencing the "intention to improve lifestyle" of diabetic patients and characteristics of regional characteristics were visualized by Bayesian network visualization, and the effect of behavioral change expected by lifestyle improvement was examined. Furthermore, we attempted to conduct a cost-effectiveness analysis using a Markov model with blood glucose control self-management remote appropriation in diabetes mellitus.

研究分野：医療情報学、医療システム学

キーワード：糖尿病 国保レセプト ベイジアンネットワーク マルコフモデル

1. 研究開始当初の背景

近年、我が国では 2 型糖尿病患者数が増加し続けており、その合併症による医療費の増加も大きな問題となっている。特に、糖尿病の慢性合併症である糖尿病性腎症が悪化した場合、患者は人工透析を受ける必要がある。人工透析の医療費は地方自治体への医療財政負担は非常に大きく、**糖尿病患者が透析導入とならないための生活習慣改善支援が不可欠**である。2 型糖尿病は食習慣や運動習慣などの生活習慣と、それによる肥満が主な原因となって発症することから、2 型糖尿病の予防と治療には生活習慣の是正が不可欠である。厚生労働省は 2008 年より、糖尿病などの生活習慣病を予防することを目的として、医療保険者に特定健診および特定保健指導を義務づけた。メタボリックシンドロームに着目した特定健診では、対象者の生活習慣およびその改善の意思を確認しており、特定健診結果は生活習慣病の発症リスクとの分析に用いられている。先行研究では肥満ではなくても、20 歳の時よりも 10kg 以上の体重増加があったグループでは有意にメタボリックシンドロームを発症しやすいことを報告している。しかし、これらの報告では生活習慣因子との相関関係の評価にとどまっており、これまでに**糖尿病患者の生活習慣因子の因果関係を考慮した生活支援の提案は少ない**のが現状である。

また、最近の、ICT が目覚ましい発展を遂げていることは論を待たない。この ICT、特に機械学習、深層学習を用いた医療ビッグデータ解析や予測モデル構築の研究が積極的進められている。糖尿病だけでも 2 型糖尿病の表現パターンアルゴリズム、糖尿病患者の受診中断予測モデルの生成などが行われている。そこで、**将来予測を可能とするシステムダイナミクス、関係性を可視化するベイジアンネットワーク、経済評価予測を可能とするマルコフモデルなどを用いた研究を試みた**。

糖尿病そのものの医療費シミュレーションであればそれほど難しくない。しかし、糖尿病の医療費を押し上げる合併症は 10～20 年後の将来に発生するものであり、**生活習慣改善によりどれだけ合併症を防ぐことができるかにより経済的な価値が決まる**。これらを全期間実測することが困難であることから、モデル分析による医療費シミュレーションを行う必要がある。慢性疾患においては、マルコフモデルが使用されるのが一般的であり、本研究においても、仮想的な患者集団が長期的に慢性腎症から透析、更には透析から死亡へ移行する各ステージに分散していくマルコフモデルによるコホートシミュレーションを試みる。

2. 研究の目的

本研究は、糖尿病の生活習慣改善による財政負担を検討するための基礎資料の提供を目的として、ビッグデータである NDB と情報技術であるベイジアンネットワークとマルコフモデルにより、生活習慣の改善により医療費のシミュレーションを行う。

3. 研究の方法

(1) 糖尿病患者の生活習慣改善の必要性と NDB からの生活習慣因子の抽出

本研究では、NDB からの抽出予定の以下の生活習慣因子の抽出可能性を明らかにする：特定健診データから対象者の性別、Body Mass Index (BMI)、腹囲、喫煙の有無、20 歳からの体重変化、30 分以上の運動習慣 (週 2 日以上)、歩行又は身体活動 (1 日 1 時間以上)、歩行速度、1 年間の体重変化 ($\pm 3\text{kg}$ 以上)、食べ方 (早食い、就寝前、間食の有無)、食習慣の変化、飲酒の頻度 (毎日、時々、ほとんど飲まない)、睡眠状況、生活習慣改善の意思 (改善するつもりはない、改善するつもりである (概ね 6 か月以内)、近いうち (概ね 1 か月以内) に改善するつもりであり、少しずつ始めている、既に改善に取り組んでいる (概ね 6 か月未満)、既に改善に取り組んでいる (概ね 6 か月以上))。

(2) ベイジアンネットワークによる糖尿病の生活習慣改善因子の因果関係の可視化

抽出した生活習慣因子を、解析アルゴリズム Greedy Search によるベイジアンネットワークモデルにより各事後確

率を推定し、得られた因子の事後確率を変化させた感度分析により、生活習慣改善の意思に大きく寄与する因子を明らかにした。ベイジアンネットワークモデル分析には BayoLink version 7.0.1 を使用した。

(3) 糖尿病患者の生活習慣改善による医療費シミュレーション

本研究においては、対象となるインスリン療法の患者は、初めに糖尿病性腎症を合併し、次いで糖尿病が起因する心疾患を合併するか透析に移行する移行確率を推定した。更に、生活習慣改善因子毎に構築したマルコフモデルについて、因子毎の遷移確率および移行確率の感度分析を行い、影響の大きい因子を明らかにした。マルコフモデルの更新期間は 20 年として、状態間の移行確率の計算には R(ver. 3.0.2)を使用した。

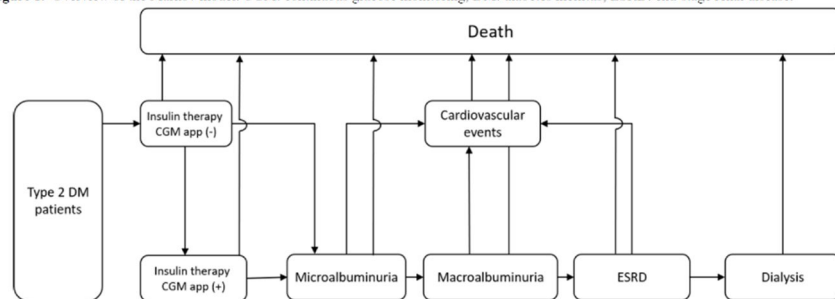
4 . 研究成果

現在までに行ってきた医療費シミュレーションに関して、以下の2論文を査読を経て公表した。

- [1] マルコフモデルを用いた糖尿病における血糖値コントロール自己管理遠隔アプリケーションによる研究;
Shintaro Tsuji, Hongjian Zhang, Teppei Suzuki, Tomoki Ishikawa, Yasuhiro Morii, Takumi Tanikawa, Jun Nakaya, Katsuhiko Ogasawara. Simulating Cost-effectiveness of Continuous Glucose Monitoring Mobile Application for Patient with Type 2 Diabetes Mellitus. Journal of Medical Internet Research 22. doi: 10.2196/16053. 2020

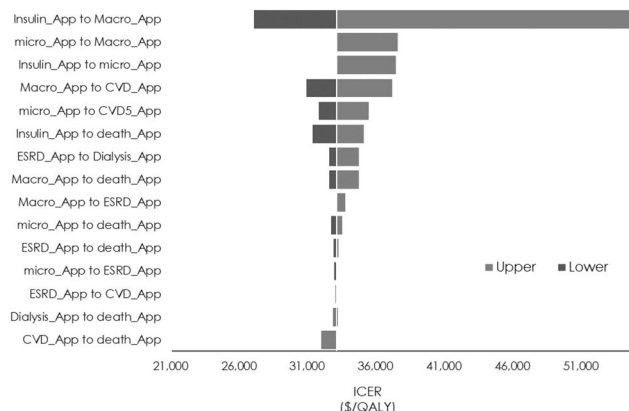
インスリン治療を受けている患者の総医療費は、CGMアプリを使用した場合20年間で50,417,581,024米ドル、アプリを使用しなかった場合20年間で

Figure 1. Overview of the Markov model. CGM: continuous glucose monitoring; DM: diabetes mellitus; ESRD: end-stage renal disease.



47,817,427,894米ドルとなり、20年間で2,600,153,130米ドルの増加となった。また、20年間の効用値、ICER、QALYの増加は、それぞれ78,699ドル、33,039ドル/QALY、0.11 QALY/人であった。患者状態ごとの医療費では、CGMアプリの使用により、インスリン療法(350万35847米ドル)、マクロアルブミン尿(2098万1856米ドル)、人工透析(1万4000米ドル)の費用が20年間にわたり増加した。透析(1,465,525米ドル)が減少したのに対し、微量アルブミン尿(842,698,713米ドル)、ESRD(428,039米ドル)および心血管疾患(78,851,346米ドル)のコストが減少した。患者数の変化では、インスリン治療を受けている患者数は20年間で21,649人、マクロアルブミン尿の患者数は20年間で830人増加したが、マイクロアルブミン尿の患者数は20年間で13,547人、ESRDは20年間で22人、透析は20年間で23人、心血管疾患は20年間で3357人が減少している。20年間の死亡者数は5529人減少した。20年間で5529人減少した。

Figure 2. Sensitivity analysis of the incremental cost-effectiveness ratio (ICER) using transition probabilities. CVD: cardiovascular disease; ESRD: end-stage renal disease; QALY: quality-adjusted life year.



[2] NDBを用いた糖尿病のベイジアンネットワークモデルによる医療費分析; Yuji Sase, Daiki Kumagai, Teppei Suzuki, Hiroko Yamashina, Yuji Tani, Kensuke Fujiwara, Takumi Tanikawa, Hisashi Enomoto, Takeshi Aoyama, Wataru Nagai, Katsuhiko Ogasawara. Characteristics of type-2 diabetic who are prone to high-cost medical care expenses by Bayesian network. International Journal of Environmental Research and Public Health 17. doi:10.3390/ijerph17155271. 2020

北海道岩見沢市の 2011 ~ 2015 年のレセプトデータを国民健康保険データベースから収集した。健康保険データベースから収集した。その記録から、2型糖尿病患者を以下の項目で特定した。年齢、性別、地域、医療サービス提供日数、疾患数、受診回数、医療機関名、医療機関名、医療機関名、医療機関名、年齢、性別、地域、診療日数、疾患数、受診回数、年間医療費、入院の有無。入

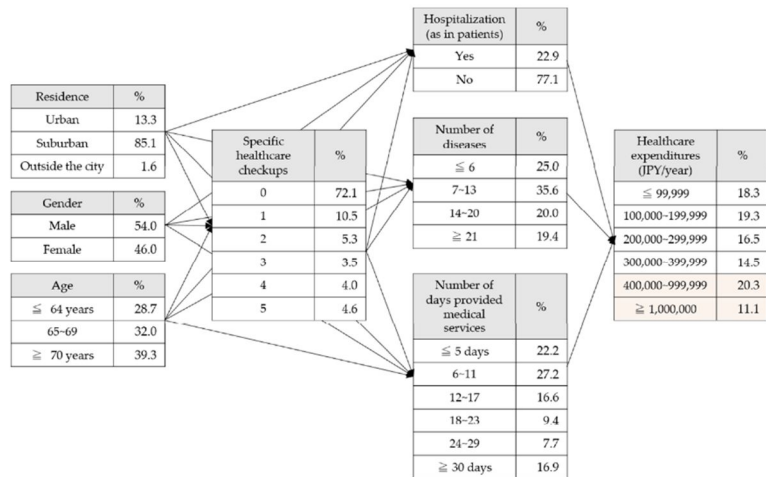


Figure 1. Bayesian network model and the observed values from the data set.

院の有無である。ベイジアンネットワークモデルを適用し、患者の特徴を明らかにした。ベイズネットワークモデルを適用し、年間医療費3607ドル以上の患者をモデルとして4つの観測値を変更した。医療費として年間3607米ドル以上支払っている患者を対象としたモデルを用いて4つの観測値を変更し、条件付き確率の変化と、年間医療費、年間医療費の条件付き確率の変化、高額医療費患者の割合の変化について分析した。

その結果、以下の4つの条件を適用した場合、高額療養費受給者の割合が増加した。「入院したことがある」「年間18日以上医療サービスを受けたことがある」「医療保険のレセプトに記載されている病名が14個以上ある」「5年間特定健診を受けていない」。2型糖尿病患者の医療費の過度な増加を防ぐためには、合併症対策や特定健診の受診勧奨を推進することが特定健診の受診勧奨が効果的であると考えられる。

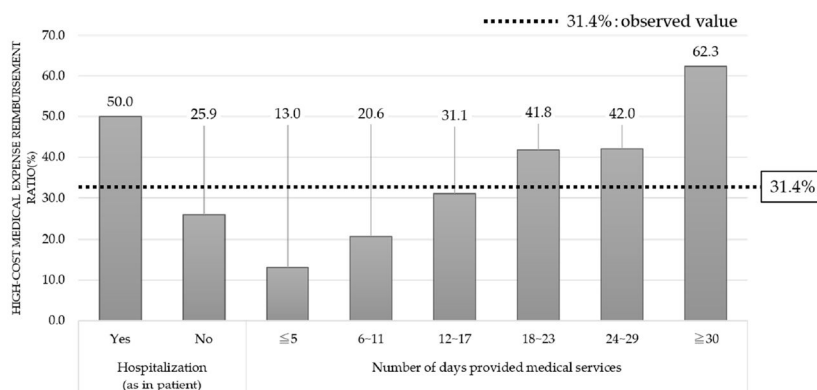


Figure 3. High-cost medical expense ratio (hospitalization and number of days provided medical services).

[3] NDBを用いた糖尿病のベイジアンネットワークモデルによる医療費分析; 鈴木哲平、田村菜穂美、榎本尚司、永井亘、小笠原克彦. 生活習慣の改善意思に影響を与える要因及び地域性の可視化-ベイジアンネットワークを用いたレセプトデータ分析-. 医療情報学39, 85-98, 2019

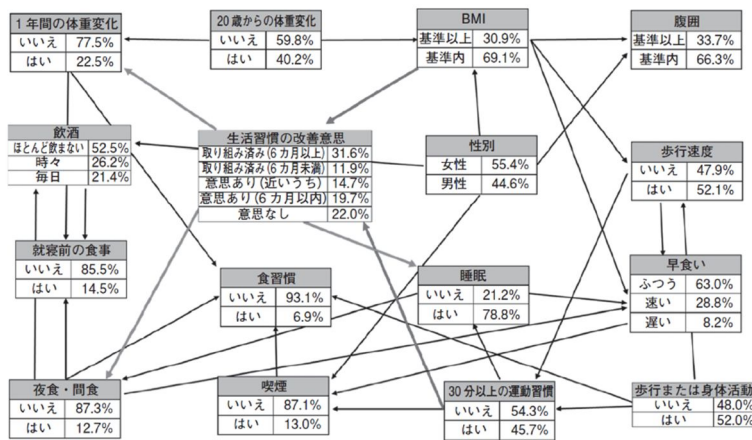


図2 岩見沢市都市部のベイジアンネットワークモデル

本研究では、地域における糖尿病患者の生活習慣の改善への効果的な支援を行うこと、またその支援の効果指標の提案を目的として、糖尿病患者の「生活習慣の改善意思」に影響を与える因子および地域性の特徴を可視化し、生活習慣の改善によって期待される行動変容の効果について検討した。北海道岩見沢市の2013年度国保レセプトデータの傷病

名「2型糖尿病」を有する患者IDと郵便番号、および特定健診データ項目を用いて、地域別ベイジアンネットワークモデルを構築した。都市部のモデルでは「生活習慣の改善意思」に対して、30分以上の運動習慣とBMIが直接的な影響を与えており、地方部のモデルでは、30分以上の運動習慣と20歳からの体重変化、性別、飲酒習慣が直接的な影響を与えていることが示された。また、生活習慣の改善によって都市部と地方部共に、1年間の体重に対して最も影響を与える可能性が示唆された。今後、モデルの妥当性評価を行うことによって、地域性を考慮した健康増進施策の立案および実施への応用が期待できると考えられる。

表3 「生活習慣の改善意思」変化量の比較（都市部）

都市部		「生活習慣の改善意思」変化量				
		取り組み済み(6カ月以上)	取り組み済み(6カ月未満)	意思あり(近いうち)	意思あり(6カ月以内)	意思なし
BMI	基準以上	-5.9%	+4.1%	+2.5%	+5.1%	-5.6%
	基準範囲	+2.7%	-1.8%	-1.1%	-2.2%	+2.6%
30分以上の運動習慣	はい	+14.5%	+0.8%	-4.8%	-7.9%	-2.5%
	いいえ	-12.2%	-0.7%	+3.8%	+6.7%	+2.2%

[4] レセプト分析システムの構築

研究の一環として、北海道保健福祉部地域医療課の協力のもと、全北海道を対象とした国民健康保険、後期高齢者のレセプト分析が可能となった。これらの全道レセプトを用いて糖尿病の詳細な医療行為に紐づいた医療費を分析するため基盤を構築した。

以上

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Shintaro Tsuji, Hongjian Zhang, Teppei Suzuki, Tomoki Ishikawa, Yasuhiro Morii, Takumi Tanikawa, Jun Nakaya, Katsuhiko Ogasawara.	4. 巻 22
2. 論文標題 Simulating Cost-effectiveness of Continuous Glucose Monitoring Mobile Application for Patient with Type 2 Diabetes Mellitus	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Medical Internet Research	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2196/16053	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Yuji Sase, Daiki Kumagai, Teppei Suzuki, Hiroko Yamashina, Yuji Tani, Kensuke Fujiwara, Takumi Tanikawa, Hisashi Enomoto, Takeshi Aoyama, Wataru Nagai, Katsuhiko Ogasawara	4. 巻 17
2. 論文標題 Characteristics of type-2 diabetic who are prone to high-cost medical care expenses by Bayesian network	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/ijerph17155271	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 鈴木哲平、田村菜穂美、榎本尚司、永井亘、小笠原克彦	4. 巻 39
2. 論文標題 生活習慣の改善意思に影響を与える要因及び地域性の可視化-ベイジアンネットワークを用いたレセプトデータ分析-	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 医療情報学	6. 最初と最後の頁 85-98
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 浜館茉緒、森井康博、中谷純、小笠原克彦
2. 発表標題 特定健康診査における受診者の HbA1cの変化に関連する因子の検討
3. 学会等名 第40回医療情報学連合大会(第21回日本医療情報学会学術大会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 清水大暉, 鈴木哲平, 森井康博, 澤田将, 小笠原克彦
2. 発表標題 特定健診・レセプトデータ分析による受診勧奨の医療費・介護費適正化への寄与率分析
3. 学会等名 第39回医療情報学連合大会(第19回日本医療情報学会学術大会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西郷緑, 森井康博, 鈴木哲平, 澤田将, 小笠原克彦
2. 発表標題 特定健康診査における糖尿病境界型該当者への受診勧奨が医療費に及ぼす影響
3. 学会等名 第39回医療情報学連合大会(第19回日本医療情報学会学術大会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木哲平、石川智基、榎本尚司、永井亘、小笠原克彦
2. 発表標題 潜在クラス分析を用いた国保レセプト患者の併存疾患別医療費の特徴抽出
3. 学会等名 第38回医療情報学連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 熊谷大樹、鈴木哲平、小笠原克彦
2. 発表標題 ベイジアンネットワークを用いた2型糖尿病患者レセプトデータ分析
3. 学会等名 日本医療情報学会 第18回北海道支部会学術大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------