

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K01179

研究課題名(和文)医療サービスとそのネットワーク化のメカニズム分析

研究課題名(英文)Analysis of Japanese Medical Services System and its Networking

研究代表者

猿渡 康文 (SARUWATARI, Yasufumi)

筑波大学・ビジネスサイエンス系・教授

研究者番号：00292524

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、需要者である生活者、供給者である医療機関、両者間の調整の役割を担う行政機関といった医療サービスを取り巻くプレイヤーの現実の行動をもとに、サービスそのものに対する課題と機能分化に対応したネットワーク化に関する課題の解決をはかった。具体的には、【課題1】生活者の医療機関の選択に関する振る舞いを導出し、【課題2】それに基づいた医療機関の連携による医療圏ネットワークのあり方を明らかにした。さらに、【課題3】選択される医療機関という視点をもとに、医療圏内外における医療機関の連携のあり方と【課題4】統合化を行った。

研究成果の概要(英文)：Based on the actual behavior of players in Japanese medical services such as consumers who are customers, medical institutions which are suppliers, and administrative agencies that play the role of coordination between the two, we solved issues arising from current Japanese medical services and its networking. Specifically, (Issue 1) we derive customers' behaviors related to the selection of medical institutions, and (Issue 2) based on customers' behaviors, we clarified how the medical institutions have to be networked. In addition, (Issue 3) based on the viewpoint that how medical institution can be selected by customers, we derived a way of cooperation of medical institutions inside and outside the medical area, and (Issue 4) their integration.

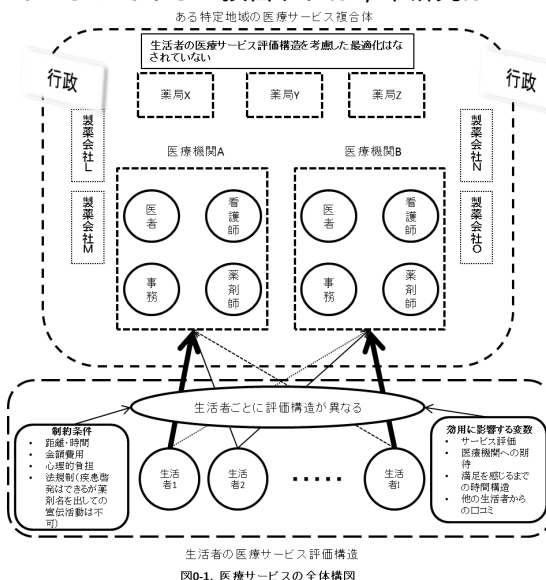
研究分野：オペレーションズ・リサーチ

キーワード：医療サービス 情報の非対称性 医療受診行動の最適化 医療機関のネットワーク化 サービス品質の評価

1. 研究開始当初の背景

我国の医療保険財政は、社会構造の変化、医療技術の進歩や医療供給体制のアンバランス等に伴って破綻の危機に直面している。政府は、世界に誇る国民皆保険制度を持続可能な形で維持するため財政健全化を含めた制度改革に着手している。医療サービスを担う医療機関に目を転じると、診療報酬制度改革による収益の大幅な減少、医療現場では外来・入院患者の顧客満足といった価値向上等の課題に直面しており、医療を支える土台も盤石とは言い難い。超高齢化社会時代に突入した日本の医療サービスは危機的状況にある。

医療サービスはサービス科学の中核をなす研究分野である。医療サービスに関連する諸課題に対しては、政策的なマクロ的な視点からオペレーショナル(タクティカル)な課題まで、経済学的あるいは法学的なアプローチを援用した研究が国内外を問わず数多く存在する。一方で、OR やマーケティングなど、数理科学的なアプローチによる研究も急速に増加している。客観的なデータにもとづいた分析や計画の必要性が叫ばれ、かつ医療サービスのステークホルダーを、分析の中心に置くことが最も重要であると再認識されてきたことによる。しかしながら、医療サービス全体をそのネットワーク化を含めて統合的に同時に捉えた研究は国内外を通して存在しない。医療サービスの需要者である生活者の態度・行動を踏まえた医療サービスの高度化の必要性は叫ばれてはいるものの、実際にその構図を明示的に取り入れた研究はほとんど存在しない。我国の医療サービスは、図 0-1 に示すように医療サービス全体を俯瞰的に捉えなければ、本質的な医療サービスの高度化は望めないことは明らかである。医療サービス全体を対象とし、生活者(需要)サイドの視点でそのサービスの質を向上させるための数理科学的手法の開発が求められているのである。換言すれば、本研究は OR



や数理最適化、マーケティングなどの数理科学的手法を複合的に活用し、先進的な医療サービスを実現する手法の開発を狙っている。

2. 研究の目的

本研究は、医療サービスとそのネットワーク、さらには機能分化に対応したそのネットワーク化のメカニズムの解明を行う。医療サービス全体を俯瞰的に扱い、医療サービスの最大のステークホルダーである生活者、医療サービスを提供する医療機関、両者間の調整の役割を担う行政機関といったプレイヤーの現実の期待される行動をもとに、サービスそのものに対する課題とネットワーク化に関する課題の解決をはかることを目的とする。

生活者を医療サービスの中心に置くこと、QOL (Quality of Life) や社会的な持続可能性を前提とすることが本研究の特色である。

3. 研究の方法

本研究の目的を達成するために、図 1-0 に示す課題を設定し、その解決をはかることで本研究の目的を達成する。

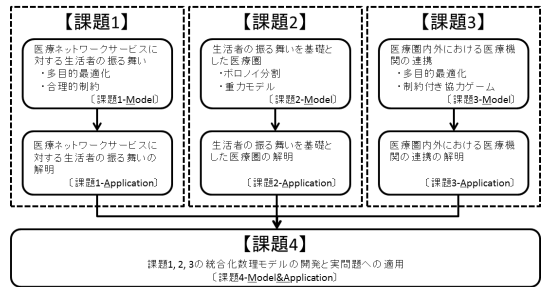


図1-0. 課題とその相互関係

“医療サービスに対する生活者の振る舞い”の数理モデルによる解明(【課題1】)を試みる。生活者ごとに、医療サービスの受容目的にはそのレベルや期待に違いがある。このことに配慮すると、生活者の振る舞いは、最適化の言葉でいえば多目的最適化の問題として定式化できる。しかし、この問題はNP 困難な問題である。そこで、現実的に即した合理的な制約を導入することで、多目的最適化の求解可能な解法を与える。生活者の振る舞いをもとに、生活者の視点に立った医療機関の商圏(医療圏)導出モデル(【課題2】)を構築する。ここでは、都市計画的アプローチを援用し、医療機関を母点としたポロノイ分割や重力モデルの高度化を実現することで、生活者の視点に立った医療圏の導出を行う。このモデルが構築できれば、中・長期的な視点での医療機関の配置といった課題に対して科学的見地からの解を与えることができる。さらに、ネットワーク化のひとつである医療機関間の連携という課題に対応して、生活者の効用関数と、行政機関が有するべき効用関数、加えて、医療機関が有する効

用関数をもとに、多主体を同時に扱う多目的最適化モデルを構築する(【課題3】)。ここでは、プレイヤーの特異性ならびに共通性に基づいたパレートな意味で最適な医療圏の導出を行う。パレート性を盛り込むためにパラメトリック最適化の技法を援用し、国民医療費のような資源を共有する制約付き協力ゲームとして解を導出する。個別プレイヤーごとの制約条件、目的関数自体が異質な構造を有していることになるため、最適化研究でこれまで提案されてきているアプローチだけでは対応できない。そのため、ベイズ型のアプローチを適宜取り込んだ新しい手法の開発を行う。最終的に、医療サービス全体を評価可能な数理モデル(【課題4】)を構築し、現実社会へフィードバックを行う。

4. 研究成果

4.1 初年度の取り組みと成果

初年度は、【課題1】に取り組み、生活者の振る舞いを“医療受診行動モデル”として数理的に表現するための基礎的な研究として文献調査を精力的に行った。生活者は、医療サービスに関する期待、他者からのクチコミなどの要因からなる効用関数を個々に有し、時間、距離、金銭のおよび心理的制約の下で、当該効用関数を最大化する受診行動を選択すると考えられる。本研究における文献調査より、サービスに対する評価特性、特に、サービス品質に関する特性導出ならびに整理を行い、それらを専門サービスである医療サービスに拡張した。

生活者の医療受診行動の解明は【課題2】の課題設定および解決方法と密接に関連する。初年度では、【課題2】の重要な観点として、医療機関からみた現状の医療サービスの評価に加えて、生活者に“選ばれる医療機関”となるための医療サービスの高度化を志向した場合の制約条件などの整理を、文献調査を中心に行った。現実を色濃く反映するために、実在する医療機関の経営を支える層に対して複数回のインタビューを行い、医療制度など、医療機関を取り巻く社会的な制約条件が複数存在していること、また、制度変更によって、医療機関の振る舞いが変化することが明らかとなった。これらを研究成果をもとに、調査を実施することとした。

4.2 第二年度の取り組みと成果

第二年度は、“生活者の振る舞い”を基礎とした医療圏(ネットワーク)の数理モデル化(【課題2】)と、医療圏内外における医療機関の連携モデル化(【課題3】)に取り組んだ。まず、その基盤となる、生活者の視点に立った“医療機関受診行動の数理モデル化”を実現した。初年度に検討を加えた調査項目をもとに、医療機関に勤務する実務家(経営

幹部ならびに看護師などを含む)と複数回の打合せを行い、実務視点での調査票の改善・精緻化をはかった。そこでは、受診行動が受診する診療科に大きく依存すること、医療機関の規模と通いやすさなどにトレードオフの関係が想定され医療機関間の連携にはこれらの点を考慮する必要があること、過去の経験(家族などを含む)、クチコミなどによる満足の構造も考慮する必要があることなどが指摘された。【課題3】との研究上の接続性を勘案して、リハビリなど、機能が異なる複数の医療機関の連携が容易に想定できる整形外科を調査対象として選定し、実際に調査を実施した。その結果、医療機関受診行動を規定する要因がそのトレードオフの関係とともに明らかとなった。結果については論文としてまとめて投稿し、現在査読中である。加えて、医療機関間の連携を含む統合化(【課題4】)の素地を作った。

4.3 最終年度の取り組みと成果

最終年度では、医療圏内外における医療機関の連携モデル化(【課題3】)の精緻化と統合化(【課題4】)に取り組んだ。

本研究では、医療機関の連携は、機能分化した医療機関が医療機関としての機能を補完するという側面ばかりでなく、医療機関を移動する生活者の医療機関受診行動を加味したものと捉える。生活者の移動とともに、生活者固有の診療情報も移動する。このように考えることで、【課題3】と【課題4】を同時に扱うことが可能となった。

まず、医療機関ネットワークと生活者の移動の実態を医療機関に勤務する実務家にヒアリングした。医療機関間では診療情報の流通への意識、さらに受け入れ側医療機関固有の施設・設備といった情報共有への意識がネットワーク構築の鍵となることが分かった。本研究では、ある医療圏を対象に、自治体などが公開している医療機関の情報をもとに、生活者が移動可能な医療機関ネットワークを構築し地理情報システム上に実装した。ここでは、生活者を受け入れる側医療機関は連携に積極的であると仮定した。実装した地理情報システム上に、前年度までに得られた生活者の医療機関受診行動をマッピングした。その結果、強固な連携が期待される、すなわち生活者に選択されうる医療機関ネットワークが明らかとなった。成果については論文として投稿する準備を進めている。

研究期間全体の研究を通して、生活者と医療機関がwin-winな関係となる医療機関連携ネットワークが明らかとなった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計15件)

[1] 山村みどり, 野本薫, 佐々木智子, 小野美穂, 北崎大輔, 松岡博, 猿渡康文, 鈴木久敏, 石井儀光, 病床利用の実態に基づいた病床管理～急性期病院一般病棟における重症度, 医療・看護必要度データを活用した試み～, 共済医療, 査読有, 採録決定, 2018.

[2] Y. Izunaga and K. Sato, A bounding algorithm for selective graph coloring problem, 数理解析研究所講究録, 査読なし, 2018.

[3] K. Sato and Y. Izunaga, An enhanced MILP-based branch-and-price approach to modularity density maximization on graphs, Computers & Operations Research, 査読有, 採録決定, 2018.

[4] 菅野智明, 猿渡康文, 「扶桑再遊記」にみる羅振玉と日本人 社会的ネットワーク分析の視点から, 書学書道史研究, 査読有, Vol.27, 2017, pp.1-16.

[5] 佐藤忠彦, 状態空間モデルのマーケティングへの応用, 岩波データサイエンス岩波データサイエンス Vol.6 特集: 時系列解析 状態空間モデル・因果解析・ビジネス応用, 査読なし, Vol.6, 2017, pp.57-67.

[6] S. Takahashi, Y. Izunaga and N. Watanabe, An approximation algorithm for multi-unit auctions: Numerical and subject experiments, RISS Discussion Paper Series, No.50, 査読なし, 2017, p.21.

[7] Y. Izunaga and Y. Yamamoto, A Cutting Plane Algorithm for Modularity Maximization Problem, Journal of the Operations Research Society of Japan, 査読有, Vol.60(1), 2017, pp.24-42.

[8] 犬塚史章, 猿渡康文, 鉄道利用における利用者の総合的な不安の分析, 国際交通安全学会誌, 査読有, Vol.41(1), 2016, pp.64-72.

[9] 山田浩喜, 佐藤忠彦, 百貨店顧客の来店回数生起メカニズムの構造異質性の解析, 行動計量学, 査読有, Vol.43(1), 2016, pp.53-68.

[10] 日高徹司, 佐藤忠彦, 消費者とブランドとの関係を考慮した階層ベイズモデルによるクロスメディア効果推定, 日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌, 査読有, Vol.59, 2016, pp.106-133.

[11] 磯野香代子, 猿渡康文, フィットネスクラブ会員の運動継続の要因分析～インタビュー分析に基づいた質的な視点から～, 査読有, 日本スポーツマネジメント学会第8回大会号, 2015, p.44.

[12] 犬塚史章, 猿渡康文, 鉄道利用における安全の対象と安心の対象の関係, 日本リスク研究学会誌, 査読有, Vol.24(4), 2015, pp.231-237.

[13] 青柳憲治, 佐藤忠彦, 3階層多変量状態空間モデリングによる動的市場反応形成メカニズムの解明, 日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌, 査読有, Vol.58, 2015, pp.70-100.

[14] 佐藤忠彦, 統計学的マーケティングと

は何か? - マーケティングで統計学を有効活用する視点から -, 統計, 査読無, Vol.67(2), 2015, pp.8-14.

[15] 宮津和弘, 佐藤忠彦, 心理的財布と購買行動の関係性のモデル化 - 階層ベイズ閾値ポアソン回帰モデルの提案, 応用統計学, 査読有, Vol.44(3), 2015, pp.161-182.

〔学会発表〕(計26件)

[1] 早川論明, 猿渡康文, DEAを用いた国内携帯電話事業者の効率性分析, 2018年度日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会, 2018年.

[2] 佐藤忠彦, マーケティングとデータサイエンス, データサイエンス講演会 in 東京(招待講演), 2018年.

[3] 佐藤忠彦, 統計モデルによる消費者理解の進化と深化, 応用統計学会2018年年会(招待講演), 2018年.

[4] 宮津和弘, 佐藤忠彦, 心理会計の影響を考慮した購買間隔ハザードのベイズ推定と小売マーケティングへの応用, 研究集会「第19回ノンパラメトリック統計解析とベイズ統計」, 2018年.

[5] 井上友彦, 佐藤忠彦, 時変係数分布ラグモデルを用いた人的販売による市場反応の解析, 研究集会「第19回ノンパラメトリック統計解析とベイズ統計」, 2018年.

[6] 伴正隆, 本橋永至, 長谷川翔平, 豊澤栄治, 佐藤忠彦, 里村卓也, 照井伸彦, 機械学習手法のマーケティング理論・概念への応用に関する研究レビュー, 日本マーケティング・サイエンス学会第101回研究大会, 2017年.

[7] 佐藤忠彦, マーケティングにおけるベイジアンモデリング, 2017年統計関連学会連合大会, 2017年.

[8] 伊豆永洋一, モジュラリティデンシティ最大化問題に対する再定式化とアルゴリズム, 日本オペレーションズ・リサーチ学会最適化の基盤とフロンティア研究部会, 2017年.

[9] 伊豆永洋一, A bounding algorithm for selective graph coloring problem, 京都大学数理解析研究所 研究集会 数理最適化の発展: モデル化とアルゴリズム, 2017年.

[10] 猿渡康文, 石井儀光, 鈴木久敏, 弘田雅美, 山村みどり, 佐々木智子, 折内奈津江, 野本薫, 鈴木義明, 久保田宜克, 松岡博, 重症度, 医療・看護必要度に基づいた診療科配置計画問題, 2017年度日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究発表会, 2017年.

[11] 佐藤忠彦, 統計モデルによるサービス科学研究, サービス科学研究センター最終年度シンポジウム, 2017年.

[12] N. Shiono and Y. Saruwatari, Location Problem of Supply Facilities in Gas Distribution Networks, ICCOPT2016, 2016年.

[13] 井上友彦, 佐藤忠彦, 時変係数分布ラグ

モデルによる市場反応分析, 2016 年度 統計
関連学会連合大会, 2016 年 .

[14] 青柳憲治, 佐藤忠彦, 異質性を考慮した
見かけ上独立なポアソン回帰モデルによる
市場反応分析, 日本マーケティング・サイエ
ンス学会 第 100 回研究大会, 2016 年 .

[15] K. Miyatsu and T. Sato, Modeling of
Relationship between Mental Accounting
and Purchase Behaviors: Proposal of
Hierarchical Bayesian Threshold Poisson
Regression Model, International Workshop
on Marketing Science and Service
Research, 2016 年 .

[16] T. Inoue and T. Sato, Market Response
Analysis using Distributed Lag Model with
Time-Varying Coefficients, International
Workshop on Marketing Science and
Service Research, 2016 年 .

[17] 塩野直志, 猿渡康文, ガス配給ネットワ
ークの送出施設密度を決めるための数理モ
デル, 日本オペレーションズ・リサーチ学会
春季研究発表会, 2016 年 .

[18] 佐藤忠彦, 動的来店行動のモデル化と検
証, 科研費研究集会, 2016 年 .

[19] 佐藤忠彦, 顧客理解のマーケティングデ
ータ分析: 購買履歴データ活用編, 日本分類
学会 (招待講演), 2016 年 .

[20] 宮津和弘, 佐藤忠彦, 階層ベイズ閾値型
モデルによる来店間隔ハザードの推定, 応用
統計学会, 2016 年 .

[21] 渡邊亮, 佐藤忠彦, 鉄道経路別満足度構
造の分析, 応用統計学会, 2016 年 .

[22] 松田淳, 佐藤忠彦, 階層ベイズ型
Fama-French モデルによる収益率の分析,
応用統計学会, 2016 年 .

[23] 佐藤忠彦, 動的来店モデルにおける状態
ベクトルの異質性の検証, 科研費研究集会 -
第 17 回ノンパラメトリック統計解析とベ
イズ統計, 2016 年 .

[24] 磯野香代子, 猿渡康文, フィットネスク
ラブ会員の運動継続の要因分析 ~ インタビ
ュー分析に基づいた質的な視点から ~, 日本
スポーツマネジメント学会, 2015 年 .

[25] 久保田宜克, 弘田雅美, 鈴木義明, 山村
みどり, 野本薫, 佐々木智子, 折内奈津江,
松岡博, 猿渡康文, 鈴木久敏, 石井儀光, 重
症度, 医療・看護必要度基準に対応した病棟
再編成の取組み, 共済医学会, 2015 年 .

[26] 宮津和弘, 佐藤忠彦, 累積購買の心理的
影響を考慮した消費者購買レジームのモデ
ル化, 日本マーケティングサイエンス学会,
2015 年 .

〔図書〕(計 1 件)

[1] 佐藤忠彦, 朝倉書店, マーケティングの
統計モデル, 2016 年, 192 ページ .

〔その他〕

ホームページ等

<http://www2.gssm.otsuka.tsukuba.ac.jp/s>

taff/saru/

6. 研究組織

(1) 研究代表者

猿渡 康文 (SARUWATARI, Yasufumi)
筑波大学・ビジネスサイエンス系・教授
研究者番号: 00292524

(2) 研究分担者

佐藤 忠彦 (SATO, Tadahiko)
筑波大学・ビジネスサイエンス系・教授
研究者番号: 40400626

伊豆永 洋一 (IZUNAGA, Yoichi)
筑波大学・ビジネスサイエンス系・特任助
教
研究者番号: 40811683