

令和 2 年 7 月 14 日現在

機関番号：32619

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2015～2018

課題番号：15H05349

研究課題名(和文)医療サービス提供のためのシミュレーションシステムの構築

研究課題名(英文)Simulation system for medical services

研究代表者

市川 学 (Ichikawa, Manabu)

芝浦工業大学・システム理工学部・准教授

研究者番号：60553873

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、少子高齢会が社会問題となり現行の医療サービスの制度見直しが迫られているなかで、シミュレーションモデルが果たせる役割に着目し、医療サービスの制度設計の評価を行うことができるシミュレーションモデルを構築した。医療機関受診シミュレーションモデル構築にあたり、人々の日常の標準生活行動を明らかにすることで、医療サービス利用の起点を作り出すこととした。また、患者の症状を起因とする医療機関の選択モデルの構築により、症例に適応した診療科を開設している最寄りの医療機関を受診する行動が表現され、この行動に基づくシミュレーション結果から、各医療機関の医療供給体制を評価することが可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

症例に適応した診療科を開設している最寄りの医療機関を受診する行動が表現され、かつこの行動に基づくシミュレーションすることができるモデルにより、各医療機関の受診患者や受診理由を推計することが可能になる。もちろん、妥当性検証のためには、受診に関する詳細なデータの分析は必要であるが、少子高齢会が社会問題となっている現代において、医療供給体制を数字で可視化する環境を作り上げることで、今後の医療計画・都市計画における参考情報を算出することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：In this study, the Aged and Aging Society becomes a social problem and this problem is the research target, and the current system of medical services should be being reviewed.

We focused on this situation and tried to construct simulation models which can visualize these focuses. Construct models in this study is targeted to evaluate the system design of medical services. In constructing a simulation model for medical institutions, we decided to create a starting point for the use of medical services by clarifying people's daily standard life behavior. In addition, by constructing a selection model of medical institutions due to the patient's symptoms, the behavior of visiting the nearest medical institution that has established a medical department adapted to the case is expressed. From the simulation results based on this behavior, it has become possible to evaluate the medical supply system of each medical institution.

研究分野：社会科学

キーワード：医療サービス シミュレーション 社会システム

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国における医療技術の高度化が進む中で、医療サービスに対する需要および範囲が多岐にわたるようになり、医療サービスを提供するための方法や制度が複雑になりつつある。ここの医療サービスとは、たとえば、救急患者の救急車による搬送や日常の患者の医療機関への受診行動・通院行動、介護を必要とする要介護者への介護施設の供給と介護サービスの選択などを意味する。これらの医療サービスの制度は、医療サービスを提供する医療圏の人口構成や世帯構成、財政に応じて政府や自治体によって見直しが必要である。

しかし、一度施行した制度を医療圏の状況に応じて修正・変更することは、制度修正後に医療機関と住民(患者)の双方にとって有益となるかについての検討が難しいことから、なかなか行われてこなかったのが事実である。今日、少子高齢化が社会問題となり、現行の医療サービスの制度では、需要と供給のバランスの維持が困難なことが明らかになるにつれて、早期の効果的な制度の見直しが求められている(医療保険の見直しや介護保険の見直しなどが該当する)。

申請者は、制度の見直しが求められているにも関わらず制度修正の検討が困難である点に着目し、これまでにシミュレーションモデルを構築して、制度見直し後の医療圏の医療サービスを利用する住民に与える影響を検討してきた。しかし構築したモデルは、公開されている医療データを活用し、シミュレーションモデルのシミュレーション結果を利用することで、制度の見直し応用できるかもしれないことを示すにとどまり、実際の制度見直しに利活用できるほどのモデルの信頼性を持ち合わせていない。さらに、医療分野における制度のあり方を見直すシミュレーション研究は、医療分野においては認知度が低く、シミュレーション技術を持つ研究者が構築するモデルを示すのが精一杯の状態であり、医療関係者の協力を得るだけの材料を揃えられていないのが現状である。しかしながら、数は少ないが、保健医療分野における情報技術の利活用については、関心が始まっていることも事実であり、例えば研究機関である国立保健医療科学院のようにシミュレーション技術に関心を持つ関係者が出てきている背景が存在する。そのほか、データ分析の技術が飛躍的に向上してきたため、これまで分析が難しかったビックデータ分析、複数データの結合による多面的分析を行う技術的環境がそろってきていることもあり、保健医療領域における情報技術の利活用の可能性が広がりつつある。

2. 研究の目的

本研究では、少子高齢化が社会問題となり現行の医療サービスの制度見直しが迫られているなかで、シミュレーションモデルが果たせる役割に着目し、医療サービスの制度設計の評価を行うことができるシミュレーションモデルの構築を目指す。具体的には、医療分野における現状を踏まえ、医療サービスのうちこれまでにシミュレーションモデルが活用できそうだと判断した、「救急搬送モデル」「日中の医療機関受診モデル」「介護制度モデル」の3つのモデルの知見を活かしたモデル構築を行う。さらに、構築するシミュレーションモデルは、医療関係者の協力が得られるだけの材料を示し、医療サービスの現場で利活用できるモデルとして必要十分なモデルへと改良を行う。本研究を通して、医療分野におけるシミュレーションモデルに対する認知度を高めるとともに利用可能性を示し、実際の現場での制度設計に利活用されるシステムの提供を目指す。

なお、研究期間内に明らかにする内容は、

- 医療サービスのシミュレーションモデルが制度設計に利用できることを示す
- 医療関係者へシミュレーションモデルの認知度を高め利用可能性を示す
- 医療サービスの制度設計にシミュレーションモデルが利活用できることを示す

公開されている医療データのみを利用したシミュレーションモデルでも、ある程度医療関係者を説得するだけのシミュレーション結果を得ることができると明らかにする。さらに、医療関係者の協力を得る課題を克服し、実際に医療サービスの現場で使用に耐えるだけの必要な医療データの提供を受けられる環境作りを行い、シミュレーションモデルが医療分野においても重要な評価指標として活用できることを目指す。

3. 研究の方法

研究内容は、社会科学(社会シミュレーション)の領域と公衆衛生(医療分野)の領域の、複数の領域にまたがる研究である。医療サービスの制度設計にシミュレーションモデルを利用する発想は、新しいものではなくこれまでも多くの研究が行われているのは事実である。しかし、これまでの医療分野におけるシミュレーションは、統計値からの予測シミュレーションが多く、医療圏の医療機関の情報や個々の住民(患者)の情報(疾患歴や年齢、性別)が考慮されたモデルはほとんど存在していない。研究目的を達成するために、医療サービスを表現するモデルの構築と、構築したモデルから得られるシミュレーション結果が医療サービスを提供する現場において受け入れてもらえることが必要である。モデルの構築については、公開される医療データのみを用いて医療現場でモデルが利活用できそうなシミュレーション結果を得ることを目標とする。医療サービスを提供する現場に受け入れてもらう段階に移行後は、医療関係者の協力のもと、医療サービスを提供する現場で利活用できるようにデータの提供を含めてモデルの改良を行い、医療圏の医療サービスのあり方をシミュレーション結果として得られるシステムを提供する。

4. 研究成果

モデル構築にあたり、人々の日常の標準生活行動を明らかにすることとした。これは、医療需要算出にあたり、日々の人々の行動の中で医療サービスへの利用が含まれていると考えたためである。医療サービス利用のシミュレーションモデル構築をする以前に、社会シミュレーションモデルを構築する際に、モデルの対象とする社会現象によっては、対象とする社会現象の実装とは別に、日々の人々の生活行動をモデルに表現する必要がある。本研究に限らず、この手間の軽減に向けて汎用的に利用可能な日々の人々の標準生活行動モデルを提案することを目的とする。ここでは、標準生活行動モデルの提案に向けて、国民生活時間調査から1日の生活時間帯の中で約70%を占める睡眠と通学(学業)・通勤(仕事)に関して、該当行為の開始時刻の分布と行為開始確率の分析を行なった。

分析結果を抜粋すると、例えば成人全体の時刻別睡眠行為の割合は、図1に示すように分布が得られた。多くの成人は、21時以降に就寝し、5時以降に起床するサイクルを得ることができた。

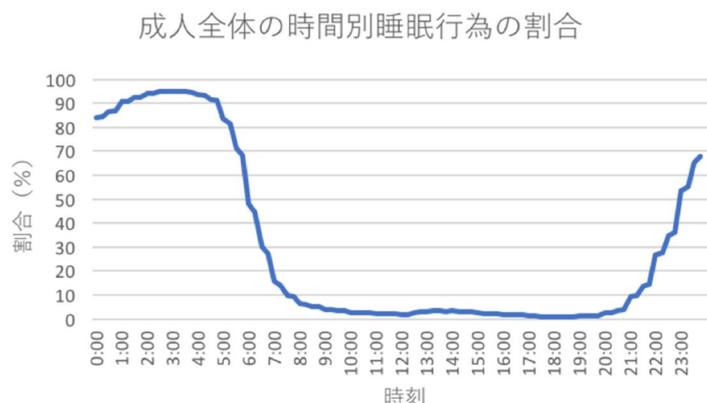


図1 成人全体の時刻別睡眠行為の割合

また、成人全体の出勤・退勤・帰宅時刻分布は図2に示す通りであり、成人全体でどの時間帯に通勤をしているか、もしくは帰宅しているかの分布を得ることができた。なお、分析自体は、小学生・中学生・高校生の学生種類別、専門職・自由業・経営者・管理職・農林漁業者の職業別の分析を同様の手法で行なった。

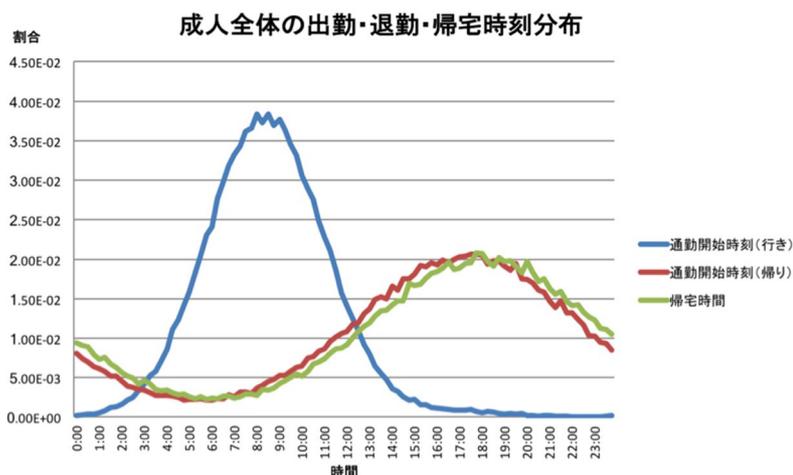


図2 成人全体の出勤・退勤・帰宅時刻分布

ここで得られた成果は、日常における医療サービスへの利用を可視化するためだけでなく、例えば、生活空間に存在するAEDの需要に関する研究への応用や、地震発生時の被害推計に関する研究、商業や娯楽活動に関する研究への応用が見込まれる。

医療サービスの効率的かつ質の高い地域保健医療体制を構築するためには、精密な医療需要の予測が必要である。実際に、地域医療構想策定時に用いられた医療需要は、NDBのレセプトデータなど各種情報・統計を活用し予測されたものである。しかし、地域医療構想策定における医療需要は二次医療圏を最小単位としたものであり、各医療機関レベルでの需要を推計したものではない。特に大規模災害時など、医療需要が増大すると同時に、当直医師や医療資機材に限られると予想されるような状況下では、より詳細な情報として医療機関単位の医療需要予測が求

表 2 患者の症状を起因とする医療機関選択結果

id_pat	性別	年齢層	患者緯度	患者経度	病状	症状・受診理由	受診診療科	id_hosp	医療機関名	医療機関緯度	医療機関経度	距離(km)
p00373	女性	65_69	136.84204	35.18542	本態性(原発性)高血圧(症)	健康診断_循	循	1237600415	安藤クリニック	35.1878158	136.842651	0.272
p00454	女性	75_79	136.81036	35.20899	本態性(原発性)高血圧(症)	健康診断_循	循	1237600399	原クリニック	35.2113978	136.809489	0.279
p01006	男性	0_4	136.7964	35.17852	急性気管支炎	風邪様症状	呼	1237600100	角田内科医院	35.1763501	136.798514	0.308
p00239	男性	70_74	136.78465	35.18684	本態性(原発性)高血圧(症)	健康診断_循	循	1237600225	しげやす内科クリニック	35.1831703	136.787251	0.472
p00574	男性	60_64	136.79364	35.17315	狭心症	体の痛み	整外	1237600126	小西整形外科	35.1729755	136.788299	0.486
p01378	女性	80_84	136.78635	35.18977	関節症	体の痛みしこり	整外	1237600639	脳神経外科のぞみクリニック	35.1860567	136.781624	0.596
p01484	男性	85+	136.78635	35.18977	脊椎障害	排便障害	内	1237600639	脳神経外科のぞみクリニック	35.1860567	136.781624	0.596
p01855	女性	85+	136.80197	35.17655	その他の明示された部位、部位不明及び多部位の損傷	損傷	内	1237600076	栄生堂医院	35.1720785	136.806547	0.648
p00665	女性	85+	136.80049	35.15808	心不全	息切れ・息苦しさ	呼	1235702643	医療法人宏友会 竹内整形外科・内科クリニック	34.9185709	136.929011	29.089
p00073	女性	60_64	136.78563	35.19092	気管・気管支及び肺の悪性新生物	食欲不振	消	1236100086	みよし市民病院	35.0794393	137.077632	29.304
p00683	男性	60_64	136.81288	35.20088	脳内出血	救急	整外	1234400249	医療法人秋田病院	35.0065872	137.035209	29.594
p00587	男性	85+	136.81293	35.20274	狭心症	息切れ・息苦しさ	呼	1234400249	医療法人秋田病院	35.0065872	137.035209	29.742
p00355	女性	60_64	136.78345	35.19696	本態性(原発性)高血圧(症)	健康診断_循	循	1236100086	みよし市民病院	35.0794393	137.077632	29.772

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 不動翔太郎, 市川学, 中井豊	4. 巻 65
2. 論文標題 エージェントベースによる夜間二次救急体制の検討	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 保健医療科学	6. 最初と最後の頁 78-89
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計18件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 小森賢一郎, 市川学, 出口弘
2. 発表標題 受診行動を考慮した医療機関単位の需要推計モデル構築
3. 学会等名 第79回日本公衆衛生学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市川学, 小森賢一郎
2. 発表標題 生活行動モデルを利用した医療需要推計モデルの検討
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 第15回社会システム部会研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 前川耀太郎, 兼田敏之, 市川学
2. 発表標題 震災時における避難所生活者のQOL指標システムの開発構想 - 健常者のQOL評価指標開発のための文献サーベイ -
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 第15回社会システム部会研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 市川学
2. 発表標題 教育・研修におけるシミュレーション&ゲーミング 多職種参加型災害訓練を通じた経験学習
3. 学会等名 第1回日本臨床薬剤師シミュレーション教育研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村由理佳、出口弘、齋藤智也、市川学
2. 発表標題 インフルエンザ流行に対する学級閉鎖の意義の検証のための小学校内行動モデルの構築
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 第11回社会システム部会研究会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 出口弘、市川学、齋藤智也、藤本修平
2. 発表標題 感染症疫学にエージェントベースシミュレーションを適用するための方法論とその意義
3. 学会等名 第75回日本公衆衛生学会総会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 市川学、齋藤智也、藤本修平、出口弘
2. 発表標題 生活空間におけるインフルエンザ感染シミュレーションを用いた感染プロセスの分析
3. 学会等名 第75回日本公衆衛生学会総会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Jiao Xue, Takao Terano, Hiroshi Deguchi and Manabu Ichikawa
2. 発表標題 Simulation Analysis of Immunization Policy Diffusion in Social Network with ABM Approach
3. 学会等名 The 3rd International Conference on Behavioral, Economic, and Socio-Cultural Computing (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 佐々木美絵、市川学、金谷泰宏
2. 発表標題 Agent based approachを用いたAEDの最適配置に関する研究
3. 学会等名 第44回日本救急医学会総会・学術集会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 齋藤智也, 出口弘, 市川学, 藤本修平
2. 発表標題 伊豆大島におけるインフルエンザ流行および対策の分析とメソスケールエージェントベースモデリングを活用した評価
3. 学会等名 第89回日本感染症学会総会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 市川学, 齋藤智也, 藤本修平, 出口弘
2. 発表標題 伊豆大島における季節性インフルエンザ流行シミュレーションモデルの構築と分析
3. 学会等名 合同エージェントワークショップ&シンポジウム2015
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 市川学, 齋藤智也, 藤本修平, 出口弘
2. 発表標題 伊豆大島におけるインフルエンザ感染シミュレーションモデルを用いた流行分析
3. 学会等名 第74回日本公衆衛生学会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 木村由理佳, 齋藤智也, 市川学, 出口弘
2. 発表標題 地域特性考慮型クリティカルパスを含めた医療システムモデルの構築
3. 学会等名 第74回日本公衆衛生学会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 薛キョウ, 市川学, 出口弘
2. 発表標題 ソーシャルネットワークにおける予防接種モデルの提案と評価
3. 学会等名 第74回日本公衆衛生学会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 木村由理佳, 齋藤智也, 出口弘, 市川学
2. 発表標題 シミュレーション言語SOARSによる小学校内行動汎用モデルの作成
3. 学会等名 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会2015
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 薛キョウ; , 市川学, 出口弘
2. 発表標題 予防接種シミュレーションを用いた保健医療政策的意決定支援
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 第10回社会システム部会研究会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 木村由理佳, 齋藤智也, 出口弘, 市川学
2. 発表標題 インフルエンザ流行に対する学級閉鎖の意義の検証のための小学校内行動モデルの構築
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 第10回社会システム部会研究会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 市川学, 佐々木美絵, Dingding Chao
2. 発表標題 ABMを用いたAEDの最適配置に関する研究
3. 学会等名 計測自動制御学会 システム・情報部門 第10回社会システム部会研究会
4. 発表年 2016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
---------------------------	-----------------------	----