



# 医療均霑化政策支援のための地域別将来集中患者数 予測モデルの構築

氏家, 魁斗  
小池, 淳司  
瀬谷, 創

---

## (Citation)

土木学会論文集, 80(2):23-00041

## (Issue Date)

2024-02-20

## (Resource Type)

journal article

## (Version)

Version of Record

## (Rights)

© 2024 土木学会

## (URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/0100496582>



# 医療均霑化政策支援のための 地域別将来集中患者数予測モデルの構築

氏家 魁斗<sup>1</sup>・小池 淳司<sup>2</sup>・瀬谷 創<sup>3</sup>

<sup>1</sup>非会員 元神戸大学 大学院工学研究科 市民工学専攻 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: 218t108t@stu.kobe-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 神戸大学教授 大学院工学研究科 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: koike@lion.kobe-u.ac.jp (Corresponding Author)

<sup>3</sup>正会員 神戸大学准教授 大学院工学研究科 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: hseya@people.kobe-u.ac.jp

医療の均霑化とは、医療サービスの地域格差をなくし、全国どこでも誰もが等しく高度な医療を受ける権利を享受できるようにすることを指す。医療の均霑化政策の具体的な検討のためには、地域の医療サービスの需要及び供給に関する将来予測が欠かせない。そのため、予測モデルの開発が喫緊の課題となっている。本研究では病院統廃合等の供給面の検討材料として重要となる集中患者数に着目し、パーソントリップ (PT) 調査データを活用しながら、重力モデルに基づく簡易な地域別将来集中患者数予測モデルの提示を行うことを目的としている。兵庫県を対象に実際にモデルを構築し、集中患者数の将来変化を可視化した結果、都市部においては高齢化による患者数の増加があるものの、多くの地域で減少が顕著であることが示された。

**Key Words:** *equalization of healthcare services, regional healthcare planning, accessibility, outpatient visits forecasting, household travel survey*

## 1. はじめに

宇沢<sup>1)</sup>は、疾病、傷害にさいして、そのときどきにおける最高の医療を受けることができることを、ゆたかな社会の基本的諸条件の1つとした。「患者の権利に関するWMAリスボン宣言」もまた、良質の医療を受ける権利を謳っている<sup>1)</sup>。しかし、人口規模が小さく採算性の低い地域では医療施設が立地しにくいいため、医療機関や診療科には偏在が生じているのが現状である<sup>2)</sup>。これにより、居住地から医療機関へのアクセスにも地域格差が生じていることが指摘されている<sup>3)</sup>。

このような地域格差に対して、医学部の入学定員変更を含む是正のための対策が検討されているが、近年でも格差は拡大傾向にある<sup>4)</sup>。医療施設の立地は、経営的な要因や大病院との位置関係など政策的にコントロールしづらい要因で決まる側面があるため<sup>4)</sup>、各種医療政策の策定においては、交通基盤整備や公共交通の充実等、アクセシビリティを高める交通施策との連携が重要にな

る。しかしながら、このような観点はほとんど考慮されていない。今後わが国で医療資源配置の地理的格差を検討する上ではアクセシビリティの観点を含めた地域の実情に応じた分析を行うことが求められる。

さて、医療の「均霑化」とは主に医療政策の分野で用いられる用語で、医療サービスの地域格差をなくし、全国どこでも誰もが等しく高度な医療を受ける権利を享受できるようにすることを指す。例えば、がん医療に関して、地域による医療水準の偏りが生じないようにする、すなわち全国どこでも誰もが標準的ながん医療が受けられるようにすることは、がん医療水準の均霑化と表される。これは、宇沢<sup>1)</sup>の「社会的共通資本としての医療」という考え方に通じる取り組みであるといえる。

医療の均霑化政策について具体的な検討をするためには、地域の医療サービスの需要及び供給に関する将来予測が欠かせない。日本では昨今、第一次ベビーブーム世代である団塊世代の高齢化が進み、医療サービスの需要が増加しつつある。2025年(令和7年)には団塊世代全

<sup>1</sup> WMA : 世界医師会 (World Medical Association)

員が 75 歳以上になるため、医療需要が急増すると考えられている<sup>注2)</sup>。一方で、同時に進行している人口減少は、医療需要の減少要因となる。総務省によれば、2008 年をピークに総人口は減少に転じており、2050 年に日本の総人口は 1 億人を下回ることが予測されている。

言うまでもなくこのような医療需要や供給の変化は全国均一に起こるわけではない。医療の均等化を目指した計画策定のためには、地域ごとのトレンドを考慮した将来予測が不可欠であり、そのための標準的な予測モデルの提示が喫緊の課題となっている。以上のような問題意識のもと、本研究では、通院トリップが大規模に把握できるという特長があるパーソントリップ (PT) 調査データを活用しながら、標準的な予測ツールである重力モデルを援用した簡易な地域別将来集中患者数予測モデルの構築を行うことを目的としている。そして、実際に本モデルを兵庫県に適用し、集中患者数の将来変化を可視化することで、いくつかの政策示唆を得る。

第 2 章で述べる通り、既往研究では、発地において病床数の充足率を求める研究が行われている。しかし、明示的に小地域の集中患者数を求めるような取り組みは、筆者らがレビューした範囲で行われていない。近年、診療科や病院の再編統合の議論が加速しているが、特に供給面の検討の下敷きとして、集中患者数を把握する必要がある。本研究では、兵庫県を事例にこのような分析を試みるものである。

以下、第 2 章では、関連する既往研究についてまとめる。第 3 章では、地域別集中患者数予測モデルの構築を行う。第 4 章では兵庫県への適用と考察を行う。最後に第 5 章で本研究に関するまとめを述べる。

## 2. 既存研究のレビューと本研究の特徴

本章では、関連する既往研究を整理し、その後本研究の位置づけを述べる。

### (1) 通院行動に関する既存研究

相馬ら<sup>9)</sup>は、平成 27 年度の全国都市交通特性調査（全国 PT 調査）と平成 20 年度の東京都市圏パーソントリップ調査（PT 調査）のデータを用いて、人々の通院行動の大枠を把握することを試みた。また、相馬ら<sup>9)</sup>は、医療機関数や病床数等の医療指標と人口や世帯等の都市特性指標を踏まえ、独自アンケート等により市町村単位での医療サービスの充実度を調査し、都市類型化や通院行

動・意識の分析を行った。海外の事例については、濱野ら<sup>7)</sup>に詳しい。

### (2) 医療へのアクセシビリティに関する既存研究

加賀屋・三木<sup>8)</sup>は、小樽市を対象に、人口、医療施設分布、交通ネットワーク（バス・鉄道・道路）の情報を入力とし、GIS を用いて医療施設へのアクセシビリティを評価するシステムを構築した。また、当該システムを用いて、医療施設配置の改善についての検討を行っている。竹牟禮ら<sup>9)</sup>は、平成 12 年度の近畿圏 PT 調査の結果より東近江地域のデータを用いて、ハフモデルの推定を行った。地域ごとの買い物・通院目的地としての魅力度を計算し、病床数よりも医療施設の密度の方が変数として現況再現に寄与することを示唆した。中平ら<sup>10)</sup>は、三重県熊野市において実施した在宅医療等に関する住民意識アンケート調査の結果に基づき、山間地域の診療所では、診療日が限定されていることや専門医が存在しないことから、住民は少し遠くても市街地の病院に通院する可能性を指摘した。佐々木・鶴飼<sup>11)</sup>は、神奈川県湘南西部と県央の 2 つの医療圏を対象に、患者数の多い呼吸器系、循環器系、消化器系の疾病それぞれについて病院へのアクセシビリティを評価し、疾病別の需給バランスを評価することを試みた。その結果、地域によっても疾病によってもアクセシビリティが大きく異なることが明らかになった。三宅ら<sup>12)</sup>は、栃木県を対象に患者の居住地から最近隣の医療施設までのアクセス分析を行い二次医療圏<sup>2)</sup>内での受療行動の完結性や圏域設定の妥当性を検討した。その結果、二次医療圏内での受療行動の完結性は低く、現在の圏域設定に課題があることを指摘した。

### (3) 医療需要推定モデルに関する既存研究

医療需要の推定モデルとしては、多くの研究で伝統的な重力モデルやハフモデルが用いられている<sup>13)</sup>。なお、ここでの推定モデルとは、将来予測ではなく現状再現を目的としたものを意味する。大場ら<sup>14)</sup>は、北海道において、人口と道路距離を説明変数とした発生制約型の重力モデルを用いて二次医療圏単位の受療行動モデルを構築した。受療動向データには、北海道保健福祉部がまとめた「平成 12 年 5 月診療分国民健康保険患者受療動向調査結果」を用いている。石塚ら<sup>15)</sup>は大場ら<sup>14)</sup>と同様の重力モデルの推定を行い、複数時点で重力モデルのパラメータの変化を分類・可視化することを試みている。

<sup>2</sup> 二次医療圏とは医療法第 30 条の 4 に基づき、都道府県が、医療計画の中で、病院の病床及び診療所の病床の整備を図るべき地域的単位として区分する医療圏として定

めるものであり、救急医療を含む一般的な入院治療が完結するように設定され、一般に複数の市区町村で構成される。

#### (4) 医療需要の将来予測に関する既存研究

日本医師会は、各都道府県医師会、郡市区医師会や会員が、自地域の将来の医療や介護の提供体制について検討を行う際の参考、ツールとして『地域医療情報システム』<sup>3</sup>を構築・公開している。そこでは、都道府県ごとの地域医療資源や、国立社会保障・人口問題研究所の将来推計人口をもとにした、2045年までの医療需要指数が推計されている。

平成 26 年に医療法が改正され、都道府県は「地域医療構想」を策定することが義務付けられた。平成 27 年 3 月に厚生労働省は、地域医療構想策定のためのガイドラインとして「地域医療構想ガイドライン」を公表し<sup>注3</sup>、これに沿って平成 28 年度中に全ての都道府県で地域医療構想が策定された。公益社団法人全日本病院協会によれば、地域医療構想では、二次医療圏を基本に全国で 341 の「構想区域」を設定し、構想区域ごとに高度急性期、急性期、回復期、慢性期の 4 つの医療機能ごとの病床の必要量を推計している。具体的には、構想区域の 2025 年の医療需要＝〔当該構想区域の 2013 年度の性・年齢階級別の入院受療率×当該構想区域の 2025 年の性・年齢階級別推計人口〕を総和したものとして推計することとされている。すなわち、性・年齢階級別入院受療率を 4 つの医療機能ごとに算定し、それを構想区域の 2025 年における性・年齢階級別人口に乗じたものを総和することによって、将来の医療需要を推計している。なお、2025 年の性・年齢階級別人口は、国立社会保障・人口問題研究所『日本の地域別将来推計人口（平成 25 年（2013 年）3 月中位推計）』を用いている<sup>注4</sup>。このように、都道府県、あるいは二次医療圏（構想区域）単位では、公的な予測結果がすでに利用できる。しかし、二次医療圏は通常複数の市区町村を含む領域であり、市区町村以下のより空間詳細な領域での予測が必要になる場合には、独自に推計を行う必要が生じる。その場合、医療需要が領域内で閉じるとは想定しづらくなるため、領域を超える医療需要を明示的に考慮する必要が出てくる。以下、このような観点での研究を概観する。

高瀬・山田<sup>10</sup>は、国勢調査による 5 歳年齢別メッシュ人口データとその将来予測結果、厚生労働省による患者調査の県別受療率（人口 10 万人に対する受療患者数）をもとに入院患者の需要予測を行った。3 次メッシュ（約 1km<sup>2</sup> 四方）を分析単位とし、ハフモデルを用いて施設の利用確率を定式化した。ハフモデルでは、利用確率が施設の魅力度（病床数）に比例し、距離の $\lambda$ 乗に反比例するという定式化がなされるが、当該研究では $\lambda =$

1.3 という設定が用いられた。ハフモデルは、距離の減衰パラメータ $\lambda$ の設定値を外生的に決めれば、実データを用いてパラメータを推定するというステップを省略できる点に利点がある。高瀬・山田<sup>10</sup>は、ある A 病院から入手した実績データとの比較を行い、ハフモデルの入院患者数の再現性が良好であることを確認している。土井ら<sup>17,18</sup>は、4 次メッシュ（約 500×500m）単位において、入院患者数の将来推計を行い、病床数と比較することで、需給バランスの評価を試みた。入力データは、高瀬・山田<sup>10</sup>と同等である。ただし、病院選択の部分はルールベースで定式化している。分析の結果、医療需要超過地域は鉄道や国道沿いに偏って現れることを示した。谷本<sup>19</sup>は、千里ニュータウン・大阪府箕面を対象に病床機能ごとの患者数を人口・入院受療率から算出し、その推定患者数と（到達可能）病床数の比を「充足率」と定義し、町丁目レベルでの評価を行っている。

#### (5) 本研究の位置づけ

既往研究のレビューに基づき、本研究の位置づけについて述べる。

本研究では、多くの既往研究同様に、地域医療構想における医療需要予測手法を踏襲しつつ、二次医療圏未満の領域（以下、小領域あるいは地域）に適用可能な簡易な地域別将来集中患者数予測モデルの構築を行う。

モデルの構築にあたっての本研究の最大の特徴は、PT 調査データと重力モデルの利用である。既往研究の多くでは、都道府県が独自調査を実施し、地域間の通院目的トリップを把握するか、あるいはハフモデルにおいて距離抵抗を外生パラメータで与えていた。一方で、PT 調査を用いれば、小ゾーン（後述）単位で、通院目的のトリップを把握し、重力モデル等でそれを推定することができる。

無論、PT 調査は特定の都市を対象としたものであり、調査が 10 年程度に一度で時間解像度が低いという課題はある。しかし、通院トリップを小領域レベルで包括的に把握できる唯一のデータソースであるといつてよい<sup>5</sup>。

病院・診療所は将来的に撤退する可能性がある。重力モデルを用いれば、ある地域の病院・診療所の撤退が他地域の医療需要を増加させるようなメカニズムが自然に記述でき、PT 調査データを用いてその感度も推定できる。また、本研究は、重力モデルと外来受療率を組み合わせ、明示的に集中患者数を求めている点が、既往研究と異なる点である。既往研究では、発地において病床数の充足率を求める研究が行われている（谷本<sup>19</sup>）。し

<sup>3</sup> <http://jmap.jp/>

<sup>4</sup> 高度急性期、急性期、回復期、慢性期、在宅医療他。

<sup>5</sup> レセプトデータベース（NDB）の整備も始まっているが、有識者会議において提供の是非が検討されるなど、まだ

まだ入手のための敷居は高いのが現状である（藤森<sup>20</sup>）。仁藤ら<sup>21</sup>は、レセプトデータを用いて、患者の医療機関選択モデルを構築した。

かし、明示的に小地域の集中患者数を求めるような取り組みは、筆者らがレビューした範囲で行われていない。2019年9月に厚生労働省が、全国の公立病院や公的病院のうち内診療実績が乏しいなどと判断した424病院に統廃合を含めた再編の検討を求めることを決め、病院名を公表したように、近年診療科や病院の再編統合の議論が加速している。このような供給面の検討の下敷きとして、集中患者数を把握する必要がある。医療の均等化のためには、需要・供給両面での検討が必要であり、本研究で提示する手法は、供給面の検討を支援することが可能であると考えられる。

本研究では、重力モデルのパラメータ推定値を結果として示す。この推定値を使えば他地域においても集中患者数の推計やシナリオ分析が可能であるものの、パラメータの時空間移転性や MAUP (Modifiable areal unit problem) の程度については別途十分な検証が必要である。

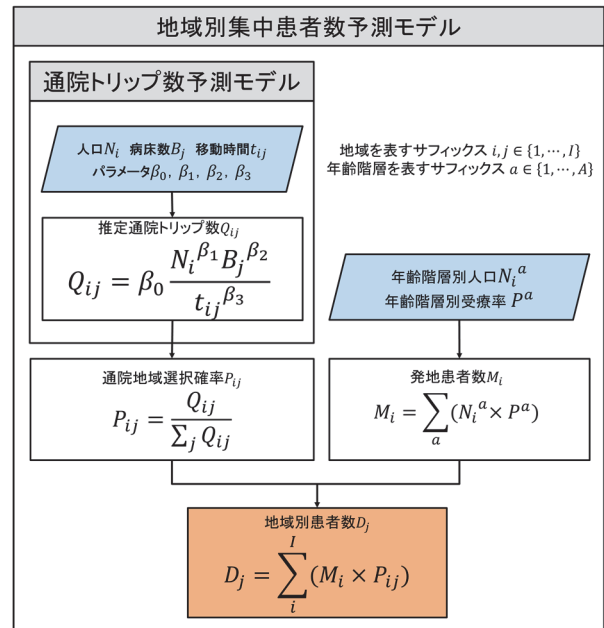


図-1 地域別患者数予測モデルのフローチャート

### 3. 地域別集中患者数予測モデルの構築

本節では、地域別集中患者数予測モデルの構築について説明する(図-1)。地域医療構想における医療需要予測方法を踏襲し、地域(小領域)別医療患者数は、

$$D_j = \sum_i^I (M_i \times P_{ij}), \quad (1)$$

によって集中トリップ数として予測する。ここで、 $i$  ( $i=1, \dots, I$ ) は発地、 $j$  ( $j=1, \dots, J$ ) は着地であり、小領域として本研究では PT 調査の最小集計単位である小ゾーンを想定する。 $M_i$  は、地域  $i$  の発生患者数、 $P_{ij}$  は、地域  $i$  の居住者の通院目的での地域  $j$  の選択確率を意味する。以下、 $M_i$  と  $P_{ij}$  の設定方法について述べる。

#### (1) 発生患者数 $M_i$ の推定

地域  $i$  の発生患者数  $M_i$  は、地域医療構想における医療需要推定方法を踏襲し、性・年齢階層別原単位に性・年齢階層別人口を乗じて、性・年齢階層について足し合わせることで推定する。具体的には、

$$M_i = \sum_a (N_i^a \times P^a), \quad (2)$$

によって推定する。ここで、 $a$  は年齢階層、 $N_i^a$  は地域  $i$  の年齢階層別人口、 $P^a$  は分析対象領域における年齢階層別受療率である(性別の添字は省略)。

#### (2) 通院地域選択確率 $P_{ij}$ の推計

通院地域選択確率は、

$$P_{ij} = Q_{ij} / \sum_j Q_{ij}, \quad (3)$$

によって求められる。ただし、 $Q_{ij}$  は、通院目的での地域  $i$  から地域  $j$  へのトリップ数である。本研究は兵庫県を分析対象とするため、PT 調査として、近畿圏 PT 調査のデータを用いる<sup>6</sup>。

通院トリップ数  $Q_{ij}$  の将来予測値を得るために、本研究では重力モデルを採用する。

$$Q_{ij} = \beta_0 N_i^{\beta_1} B_j^{\beta_2} / t_{ij}^{\beta_3} \quad (4)$$

ここで、 $N_i$  は地域  $i$  の人口、 $B_j$  は地域  $j$  の通院目的地としての魅力度、 $t_{ij}$  は地域  $i, j$  間の時間距離を示し、 $\beta = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3)'$  はパラメータである。なお、 $N_i$  を  $M_i$  で与えることも考えられるが、本研究では  $N_i$  を用いたほうがモデルの説明力が高かったため、原単位の経年変化の可能性を鑑みてこちらを採用することとした。ただし、 $M_i$  と  $N_i$  の相関係数は 0.998 と高く、どちらを用いても将来予測結果の図(図-4)は、同一となった。また、式(2)において、 $a$  に関する和を取らずに、 $M_i^a$  を推計し、式(4)で  $N_i$  の代わりに  $M_i^a$  を用いれば、 $M_i^a$  と  $P_{ij}^a$  の推計後、式(1)より  $D_j^a$  が得られる。本研究では集中患者数の総数に興味があるためこの方法はとっていないが、年齢階層別の予測を行いたい場合このような拡張を考えればよい。

#### (3) 将来予測の考え方

将来予測においては、どの変数を固定し、どの変数を将来予測値として設定するかが問題となる。本研究の設定については、次章の事例分析で述べる。

<sup>6</sup> PT 調査とは「いつ」「どこから」「どこまで」「どのような人が」「どのような目的で」「どのような交通手段を利用して」移動したのかについて調査したものである。人の動き(地域別・交通手段別等の交通実態)を総

合的に把握するための調査であり、各種の交通計画、道路計画、防災計画等の検討のための基礎資料として活用されている<sup>注5)</sup>。

## 4. 兵庫県における事例分析

### (1) 本研究における地域（小領域）区分

本研究では、第5回（H22）近畿圏 PT 調査<sup>注5)</sup>のデータを用いる。当該調査において、兵庫県は、128 の小ゾーンに区切られており、重力モデルの推定を行う場合、これが本研究のフレームで分析可能な最小単位となる。

### (2) 入力データ

#### a) 通院トリップ： $Q_{ij}$ [人/年]

小ゾーン単位で、第5回（H22）近畿圏 PT 調査のマスターデータから平日・往路のみのデータを集計したものである。集計条件は、目的が細分類における「「病院」等での受診・治療」に該当するものとした<sup>7)</sup>。データ整備は、可能な限りこの時点にあわせている。通院トリップの実測値は、小ゾーン単位の抽出率による補正を行った上で年間値への拡大を行った。具体的には、PT 調査のマスターデータに収録されている『補正拡大係数』を使用して補正を行った上で年間の平日日数を乗じて年間値に拡大した。

#### b) 移動時間： $t_{ij}$ [分]

移動時間については、今回、空間詳細な小ゾーンを分析単位としているため、目的を診療・治療に該当するものにしばってしまうと OD 単位で多くの欠損が発生し、分析が困難になるため、目的を大分類における「自由目的」に該当するものとし、トリップ数で加重平均した。具体的には、各ゾーン間において、 $\Sigma$  [移動時間 (分)  $\times$  自由目的トリップ数] /  $\Sigma$  [自由目的トリップ数] として算出した。小ゾーンが分析単位のため、ゾーン間の移動距離は、目的を変えても大きくは変わらないと考えられる。また、兵庫県の特性上、地域によって交通手段分担率が異なるため、全交通モードにおけるトリップ数での加重平均移動時間を用いた。なお、移動時間データには異常値が含まれたため、小ゾーン間の直線距離と移動時間の比率より時速 100km/h を超えるものを除き、さらに直線距離と移動時間の散布図より明らかに異常値とみられる西宮市から多可郡多可町（10 分）、宝塚市から赤穂市（10 分）、神戸市西区から赤穂市（10 分）、加古川市から豊岡市（10 分）を取り除いた。

#### c) 人口： $N_i$ [人]

平成 27 年国勢調査の人口（総務省統計局）を用いた。

#### d) 通院目的地の魅力度

通院目的地の魅力度として本研究では、高瀬・山田<sup>16)</sup>、土井ら<sup>17)18)</sup>等の既往研究同様、病床数を用いることとし

た。医療法では、病床数に基づき「病院」と「（一般）診療所」が区分され、病床数 20 床以上が「病院」、19 床以下は「診療所」とされている。本研究では病院病床数と診療所病床数の合計値を採用している。病院・診療所の立地については、国土数値情報<sup>注8)</sup>により過去数時点（平成 22 年、26 年、令和 2 年度）について把握可能である<sup>8)</sup>。

通院目的地の魅力度の指標として、他には例えば、医師数や病院・診療所数が考え得るが、前者は（筆者らが調査した範囲では）小領域単位では入手できず、後者は病院の規模を無視しているという点で問題がある。本研究では、病床数に診療所のそれも含めているため、外来の魅力度を捉えていると判断した。

#### e) 性・年齢階層別人口： $N_i^a$ [人]

市区町村未満の小領域における性・年齢階層別人口の将来推計結果としては、コーホート法に基づく小地域（町丁目）を対象とした井上<sup>20)</sup>の推計結果、4 次メッシュを対象とした国土交通省国土政策局の推計結果<sup>注9)</sup>が利用できる。ただし、コーホート法は仮定によって推定結果が比較的大きく変わる点には注意が必要である（瀬谷ら<sup>21)</sup>参照）。本研究では、国土交通省国土政策局の推計結果を利用することとし、小地域への集計単位変換（面補間）は面積按分によって行った。対応する現状の人口は、地図で見る統計（jSTATMAP）<sup>注7)</sup>より 4 次メッシュ集計値をダウンロードし、これを用いた。

#### f) 外来受療率

兵庫県地域医療構想では、病床機能別・年齢階層別の受療率が公開されていない。したがって本研究では、厚生労働省「患者調査（H29 年 10 月）」の年齢階層別受療率（調査対象期間中（平成 29 年 10 月））を用いることとする<sup>注9)</sup>。患者調査における受療率は、「外来」と「入院」に分けられており、目的に応じて必要な区分を用いればよい。本研究では、PT 調査の通院トリップ数に関連が深い「外来」患者数の予測を試みることにした。なお、原単位を 10 月としているこのデータを年間推計に用いるとバイアスが発生する。したがって、本研究の外来患者数予測結果は、絶対量としての信頼性は高くなく、解釈では経年変化や地域間比較に重きを置くべきであることを断っておく。

表-1 は、1 か月当たり外来受療率を示す。公開されている「性・年齢階級別にみた受療率（人口 10 万対）」を 10 万で割った値を示している。外来受療率は年齢に大きく影響される。0 歳～4 歳から 70 歳～にかけて、受療率が上昇する傾向が見て取れる。

等の送迎される主体の移動は含まれ、送迎する主体の移動は除かれている。

<sup>8)</sup> 歯科診療所は除いている。

<sup>7)</sup> 「その他（兵庫県以外のすべての地域）」、および「〇〇市不明」の地域を除いた。なお、「「病院」等での受診・治療」の目的を集計しているため、支援が必要な人



### (3) 重力モデルの推定結果

重力モデルの被説明変数は、通院目的のトリップであり、小領域が 128 あるため、 $128 \times 128$  の行列データとなる。ただし、ゼロトリップを除いたため、サンプルサイズは 1089 となった<sup>9</sup>。推定は、式(4)の両辺を自然対数変換の上定数項と誤差項を加え、通常最小二乗 (OLS) 法により行った。説明変数は人口・病床数・移動時間である。なお、ゼロトリップは推定からは抜いているものの、以下の将来予測においては考慮している。本研究の重力モデルは、距離以外の説明変数を導入しているため、無制約型としている。

表-2 に、パラメータ推定結果を、図-2 に実測値と推定値の散布図を示す。すべての説明変数のパラメータは、1%水準で見て統計的に有意であった。決定係数は 0.4776 となり、モデル構造がシンプルな割に、一定程度の説明力を有していることが分かる。図-2 は残差に系統的なパターンが存在する可能性を示唆している。特に、実測値が大きい部分で過小推定となっていることが分かる。これは、説明変数の影響が非線形であることを示している可能性があるため、一般化加法モデルにより、薄板スプライン関数を用いて説明変数の対数所要時間の非線形性を考慮するとともに、系統的な除外変数の影響を緩和するため、発地と着地の緯度・経度の薄板スプライン関数を回帰モデルに空間効果  $s$  (発地緯度、発地経度、着地緯度、着地経度) として導入することを試みた (R の mgcv パッケージを用いた)。付録の図-A に非線形効果のプロット、図-B に非線形効果を考慮した重力モデルの推定値と実測値の散布図を示す。図-B より、残差の系統的なパターンが、概ね解消されていることが分かる。この結果に基づいて、域別患者数の変化率を計算したが、将来予測結果の図 (図-4) は、非線形性を考慮しない場合と同一となった。したがって当該パターンは変化率としての予測結果に深刻なバイアスをもたらすものではないと考えられる。

本研究で構築した手法は、説明変数として通院目的地としての魅力度指標と人口、地域間の移動時間のデータがあれば適用可能である。このうち魅力度指標としての病床数と人口については本研究で示したデータソースより任意の地域で入手可能であるが、地域間の移動時間には PT 調査の全交通モードにおけるトリップ数での加重平均移動時間を用いており、他地域での適用には限界がある。また、高齢化等により重み自体が変化し得る可能性がある点には注意が必要である。一方で、国土交通省の提供する総合交通分析システム (NITAS) や、Google Maps の Distance Matrix API を用いた移動時間取得も可能で

表-1 年齢階層別の外来受療率 (1 か月当たり)

| 年齢階級  | 外来受療率   |
|-------|---------|
| 0～4   | 0.13793 |
| 5～9   | 0.04377 |
| 10～14 | 0.02764 |
| 15～19 | 0.01923 |
| 20～24 | 0.02108 |
| 25～29 | 0.02751 |
| 30～34 | 0.03104 |
| 35～39 | 0.03203 |
| 40～44 | 0.03362 |
| 45～49 | 0.03782 |
| 50～54 | 0.04481 |
| 55～59 | 0.05233 |
| 60～64 | 0.06279 |
| 65～69 | 0.07824 |
| 70～74 | 0.10174 |
| 75～79 | 0.12123 |
| 80～84 | 0.12551 |
| 85～89 | 0.11608 |
| 90～   | 0.09968 |

表-2 重力モデルの推定結果

|                         | 係数     | 標準誤差    | t 値   |
|-------------------------|--------|---------|-------|
| 定数項                     | 6.018  | 0.2900  | 20.75 |
| 人口[人]                   | 0.2205 | 0.02689 | 8.20  |
| 病床数[床]                  | 0.2649 | 0.02100 | 12.61 |
| 移動時間[分]                 | 1.677  | 0.05639 | 29.75 |
| Adjusted R <sup>2</sup> |        | 0.4776  |       |

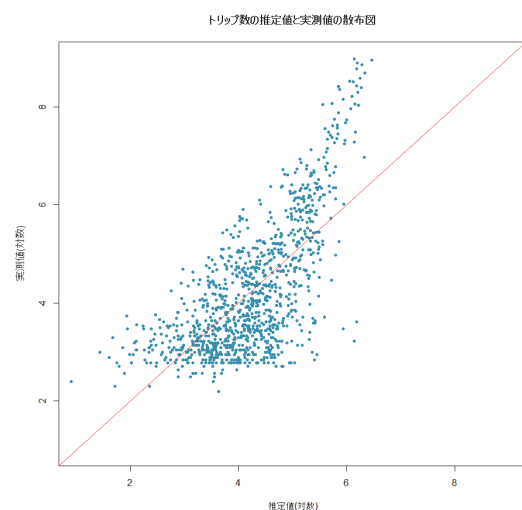


図-2 重力モデルの推定値と実測値の散布図 (対数)

<sup>9</sup> ゼロトリップは、ポワソン疑似最尤法 (PPML) などを用いれば、必ずしも除かずに推定できる。しかし本デー

タではゼロトリップの割合が高く、入れるとゼロ以外への当てはまりが悪化したため、推定から除くことにした。

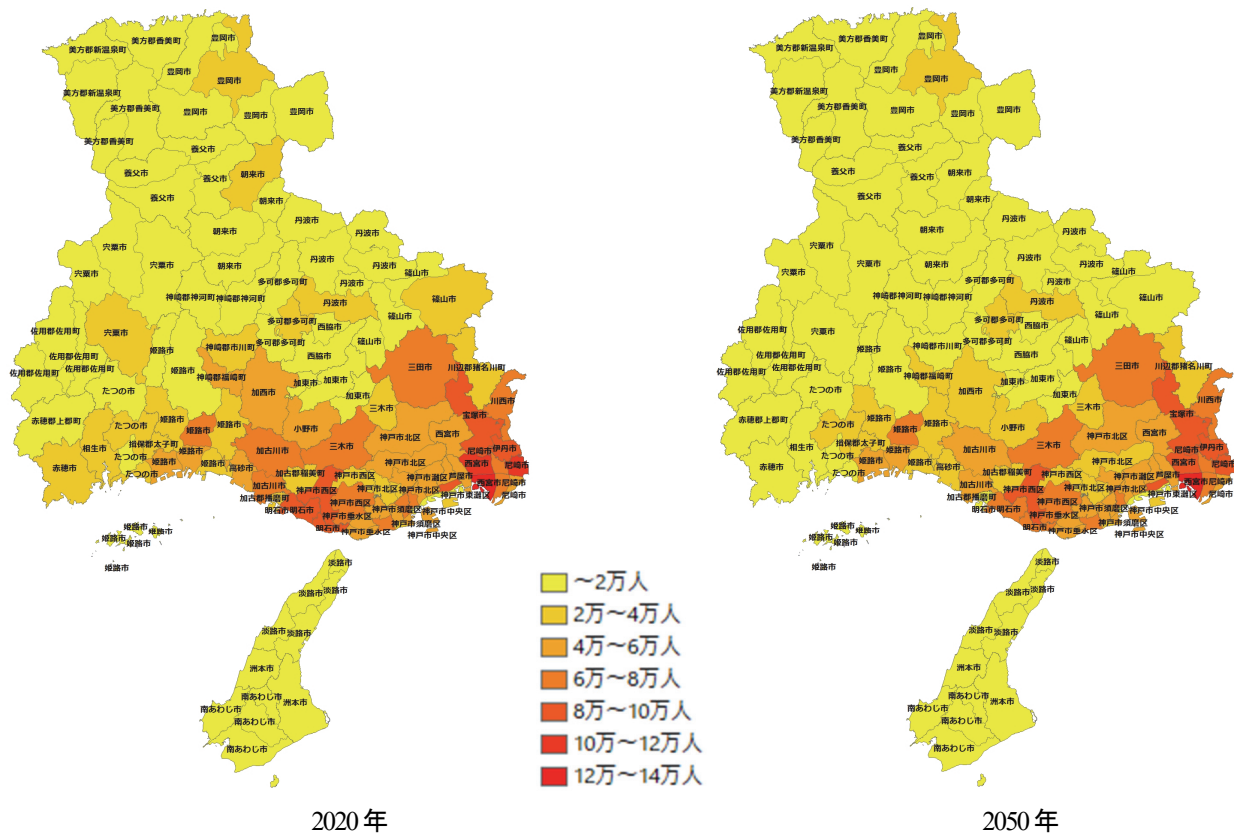


図-3 地域別患者数の分布図

あり、後者は（現状での）道路渋滞も考慮できる。

#### (4) 地域別患者数予測の設定値

式(1)に基づく将来予測にあたって、本研究では $P_{ij}$ における $t_{ij}$ 、 $B_j$ 、および $M_i$ における $P^a$ は固定することとし、人口のみに将来変化を仮定した。これについて、例えば高瀬・山田<sup>10)</sup>は、昭和55年以降、入院受療率が比較的安定していることを示し、将来予測においてこの値を固定しているため、 $P^a$ の固定はそれほど奇異な仮定ではないと思われる。 $B_j$ については、複数年で病床数の値が得られれば、計量経済モデルによる予測や時系列モデルによる外挿的な予測は可能であろう。 $t_{ij}$ については、公共交通網の変化や道路整備の効果を積極的に取り入れることが考えられる。これらの推計については、今後の課題としたい。また、重力モデルのパラメータの異時間移転性の検証も今後の課題である。なお、前述の通り、ゼロトリップは推定からは抜いているものの、将来予測においては排除していない。

#### (5) 地域別患者数予測の結果と考察

図-3は、2020年と2050年の地域別患者数（年当たり外来患者数）の予測結果を表している。まず、結果の解釈にあたっての注意点を述べたい。第一に、将来予測に

おいて定数項補正などは行っておらず、受療率の原単位自体の精度の問題もあるため、絶対値としての解釈には限界がある。そのため、この結果自体は参考程度のものであり、本実証の主眼は(6)の変化値にある。第二に、大阪府に近い兵庫県南東部は地域別患者数が過大評価されている可能性がある。これは、式(3)のようにトリップを兵庫県内で基準化しており、大阪府が分析において勘案されていないため、大阪に流れるはずの患者の数も含まれていると考えられるためである。このように県境部門の解釈には注意を要する。この問題については、対象領域を広げ、ある程度通院トリップが閉じた領域を分析対象とすることで改善ができる。

2020年の外来集中患者数の最大値は、西宮市鞍掛町で確認され、年間13万人（1日356人程度）と推計された。一方最小値は美方郡香美町小代区茅野付近で、年間約595人（1日1.6人程度）と推計された。2050年においても、最大・最小の地域は変わらず値がそれぞれ年間12万人（1日328人程度）、年間約308人（1日0.8人程度）となった。

図-3より、地方部でも集中トリップ数としての地域別患者数が大きい地域が存在することが分かる。重力モデルの定式化により、この理由には地域に病床数の多い大型の病院がある場合や、周辺地域に大型の病院がない場



合が考えられる。

一例として、518床の豊岡病院がある地域では患者数が比較的多く、大型病院の吸収力が影響していると考えられることができる。また、姫路市伊伝居地域も周辺より患者数が多いと予測された。これは隣接する地域には250床を超える病院はみられないが、当該地域には250床を超える病院が5か所点在していて、周辺地域から患者が集まっているためであると解釈できる。

一方、都市部でも地域別患者数が少ない地域の存在が確認された。これは、都市部では病院の選択肢集合が大きく、交通網も相対的に充実しているため、自地域で受診する必然性があまり高くないためと考えられる。いいかえれば、他地域の医療機関のほうが望ましいため（例えば、神戸市灘区岩屋南町、神戸市東灘区魚崎南町の小領域内には診療所しか存在しないが、周辺地域に大型病院が点在している）、そこまで通院するという結果である。対象地域は異なるが、中平ら<sup>10)</sup>のアンケートでも実際にこのような行動が確認されている。

#### (6) 患者数の地域変化の結果と考察

本節では、前節で推定した地域別患者数に基づき、2030年、2040年、2050年の地域別患者数を2020年を基準とした変化率(%)として計算し、考察する。なお、増加率や減少率は、2020年の人数が少ないところは少しの増減でも大きく出てしまう点には注意が必要である。図-4にその結果を示す。図-4より、兵庫県では当該期間に全体的に地域別集中患者数が減少するという予測結果を得た。加古川市、神戸市、西宮市、三木市、伊丹市、宝塚市で、2030年では0%～+10%となる地域が見られた。2040年、2050年と時系列順に増加領域は縮小し減少に転じる地域が増えるとともに減少率も大きくなっている。2050年には、但馬や西播磨、南あわじ市周辺を中心に、-30%を下回る小領域があり、地域別患者数の減少が顕著である。

兵庫県地域医療構想では、2025年～2040年の期間の5年ごとに2次医療圏ごとの必要病床数(床)が算出されている。この結果を活用して、表-3に2014年を基準とした必要病床数の変化率を示す。表-3の結果でも、神戸や阪神では+10%弱で増加する一方で、西播磨で約-20%、丹波、淡路で約-25%の減少がみられ、本研究の予測結果と整合的である。

図-4において、都市部では、減少率が比較的緩やかであることが分かる。これは今後高齢者人口が急激に増加し、それが患者数の増加に繋がるためである。2020年に対する2050年の地域別年齢階層別の人口比を計算すると、約4割の地域(128地域中51地域)で75歳を境に減少から増加に転じることが確認された(後期高齢者の増加とそれ以外の減少)。この約4割の地域が都市部に集

表-3 兵庫県地域医療構想における必要病床数の変化率(兵庫県地域医療構想より)

|     | 2030年   | 2040年   |
|-----|---------|---------|
| 神戸  | +9.660% | +9.314% |
| 阪神南 | +9.133% | +8.615% |
| 阪神北 | +4.752% | +5.708% |
| 東播磨 | +7.094% | +3.192% |
| 北播磨 | -1.376% | -5.787% |
| 中播磨 | -2.552% | -6.344% |
| 西播磨 | -13.36% | -19.55% |
| 但馬  | -5.156% | -11.67% |
| 丹波  | -22.52% | -26.24% |
| 淡路  | -17.97% | -24.60% |
| 全県  | +3.445% | +1.429% |

中しているため、人口減少による需要減少が相殺され、都市部の患者数の減少は相対的に緩やかになるという結果が得られている。

一方但馬、西播磨の北部等の地方部では、最大48.07%減少する地域も見られる等、減少が著しいという結果となった。これは、高齢者も含めた全世代で人口減少が予測されたためである。年齢階層別の人口増減をみると、90歳以上を除き地方部のほとんどの地域で人口が減少すると予測されている。

2050年の増加地域について考察する。2020年比で見た増加地域は2つの小領域のみと予測された。最大増加地域は+3.473%の神戸市中央区小野浜町となった。これらの地域での増加の理由は、受療率が特に高い75歳以上の高齢者人口の増加である。また、2番目に大きい地域に+0.4257%の神戸市灘区岩屋南町がある。ここは周辺地域が60歳以上の人口から増加傾向で、周辺地域の東灘区や灘区からの通院が多くなっているためである。特定のコーホートに人口が集中している場合、地域別患者数の急増に注意が必要である。

2050年の減少地域について考察する。中でも、特に減少が著しい3つの地域に焦点を当てる。予測された最大減少地域は-48.07%の美方郡香美町小代区茅野である。全ての年齢階層で人口減少が予測されていることに起因している。加えて、当該地域には現状2か所の診療所しかない。患者数減少には、医療機関の吸収力が弱いことも影響している。次いで減少率が大きいの、-45.27%の養父市安井、-44.78%の養父市おうみであった。理由は、同様に人口減少と、医療機関の少なさに起因する吸収力の弱さである。-35%以下の地域は美方郡、養父市、宍粟市、豊岡市、佐用郡に見られ、兵庫県の西部の人口規模の小さな地方に偏っている。

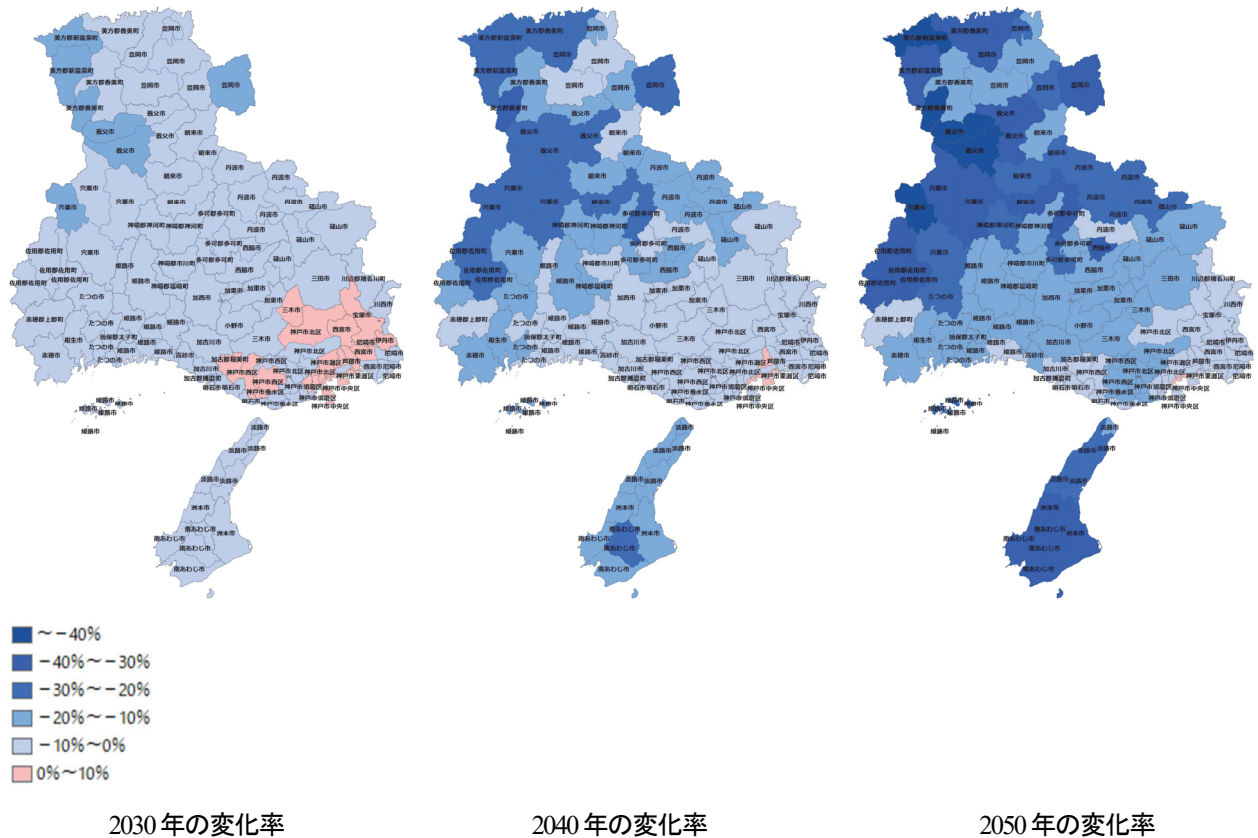


図-4 地域別患者数の変化率の分布図（2020年推計値を基準）

宍粟市、たつの市、姫路市、丹波市、西脇市では地方の中では人口規模が比較的大きく、病院も立地しているが、患者数が減少傾向にある。これは0～89歳まで人口減少の影響を受けているためである。

以上、本研究では簡易な重力モデルを用いて、地域（PTの小ゾーン）ごとに将来の地域別患者数を推計できることを示した。兵庫県地域医療構想のような2次医療圏ごとの推計（表-3）とは異なり、空間詳細な推計ができる点が利点である。

兵庫県における予測結果は、特に地方部において、今後地域別患者数が減少していき、地域によっては（2020年比で）2050年に約5割減少する可能性を示唆するものであった。言うまでもなく、患者数の大幅減は、医療機関の存続に関わる問題となり、それは住民の居住可能性にも影響を与える事態となる。今後、病院の計画的な統廃合や、公共交通の充実化等、対応を検討していく必要がある。

## 5. おわりに

医療の均等化政策の具体的な検討のためには、地域の医療サービスの需要及び供給に関する将来予測が欠かせ

ない。そのため、予測モデルの開発が喫緊の課題となっている。本研究では、このような問題意識のもと、PT調査データを活用しながら、標準的な予測ツールである重力モデルを援用した簡易な地域別将来集中患者数予測モデルの構築を行うことを目的とした。兵庫県での事例分析の結果、大半の地域で今後地域別患者数が減少することが示唆された。

本研究で使用したPT調査は特定の都市を対象としたものであり、調査が10年程度に一度で時間解像度が低いという課題はあるが、通院トリップを小領域レベルで包括的に把握できる唯一のデータソースであるといつてよい。本研究で示した手法を用いれば、BAU（Business as usual）における地域別集中患者数の推計だけでなく、医療機関の統廃合、交通アクセスの変化等様々なシナリオ分析が可能である。これらについても現在検討を進めており、別の機会に報告したい。

最後に、今後の課題について述べる。本研究では、いくつかの変数やパラメータ（受療率）を将来予測において固定しており、その妥当性については、今後検討していく必要がある。また、他地域での適用可能性、パラメータの時空間移転性についても検討が必要である。重力モデルを性別や年齢階層別に推定することについても、サンプルサイズやパラメータの時系列的な安定性

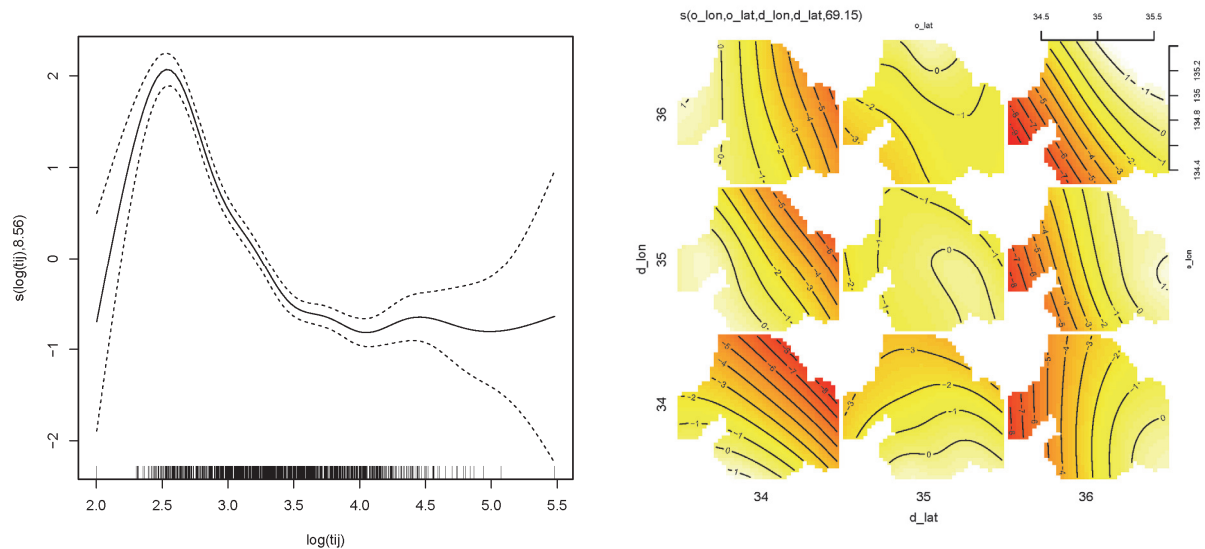
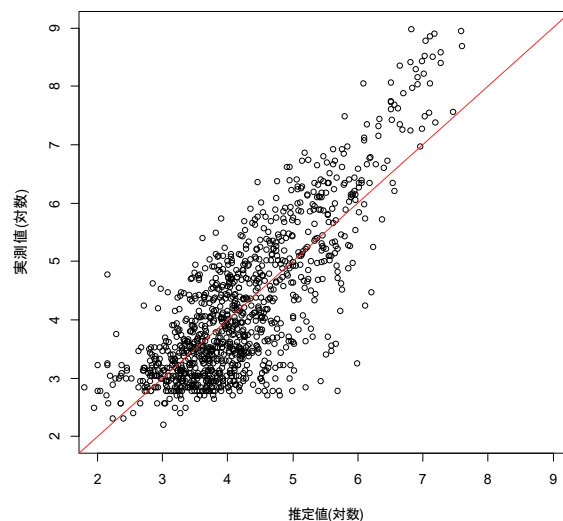
図-A 非線形効果 (左:  $\log(t_{ij})$ , 右: 緯度経度)

図-B 重力モデルの推定値と実測値の散布図 (対数)

を鑑みながら、検討していきたい。兵庫県地域医療構想では、病床機能別・年齢階層別の受療率が公開されていないため、本研究では、患者調査の年齢階層別受療率を用いることとしたが、患者調査では病床機能別の受療率は不明である。これについて、例えば谷本<sup>19)</sup>は地域医療構想の病床機能別推計受療率と患者調査の年齢階層別受療率を組み合わせた原単位を作成することを試みており、本研究にも応用できると考えられる。関連して、本研究では、モデルにおいて診療科の偏在（供給面）が考慮できていない。今後例えば人口に対する診療科のバリエーションや成立性を分析し、モデルに反映させていきたい。

さらに、本研究では、需要面のみに着目したが、医療施設の参入・撤退を含む供給面のモデル化も重要な課題

である。今後、需要・供給の両面のモデル化を行うことによって、アクセシビリティを改善する交通施策を組み合わせた総合的な医療政策検討のためのツールを開発していく予定である。

**謝辞：**本研究に対して、神戸大学経済経営研究所の下村研一教授、瀧俊毅教授、久留米大学の梶原晃教授、青木浩樹教授、谷原真一教授、桑木光太郎助教より貴重なコメントを賜った。また、一般社団法人システム科学研究所の片山慎太郎氏には、データ整備にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表します。ただし、本稿にあり得べき誤りはすべて筆者の責に帰すものである。

## 付録

図-A は一般化加法モデルの非線形効果, 図-B は一般化加法モデルを用いた際の重力モデルの推定値と実測値の散布図 (対数) を示す。

## NOTES

- 注1) 厚生労働省：医師偏在対策について，2018. (<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10800000-Iseikyoku/0000194394.pdf>)
- 注2) 厚生労働省：基準病床数と病床の必要量（必要病床数）の関係性の整理について，第一回地域医療構想に関するワーキンググループ資料，2016. (<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10801000-Iseikyoku-Soumuka/0000131788.pdf>)
- 注3) 厚生労働省：地域医療構想ガイドライン，2015.
- 注4) 公益社団法人全日本病院協会，地域医療構想 (<https://www.ajha.or.jp/guide/28.html>)
- 注5) 京阪神都市圏交通計画協議会：パーソントリップ調査とは (<https://www-1.kkr.mlit.go.jp/plan/pt/index.html>)
- 注6) 国土数値情報，500m メッシュ別将来推計人口（H30 国政局推計） (<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmpltmesh500h30.html>)
- 注7) 地図で見る統計（jSTAT MAP） (<https://www.e-stat.go.jp/gis>)
- 注8) 国土数値情報，医療機関データ ([https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P04-v3\\_0.html#prefecture 28](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-P04-v3_0.html#prefecture%2028))
- 注9) 厚生労働省：患者調査，平成 29 年（2017）患者調査の概況，2019. (<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/17/index.html>)

## REFERENCES

- 1) 宇沢弘文：社会的共通資本としての医療，日本医師会平成 21 年度医療政策シンポジウム，2009. [Uzawa, H.: Medical care as social common capital, JMA Annual Policy Symposium 2009, 2009.]
- 2) 谷原真一，張拓紅，尾島俊之，中村好一，柳川洋，小林雅典：二次医療圏毎にみた医療供給と受療行動の関連および地域格差，日本公衆衛生雑誌，Vol. 44, No. 9, pp. 688-693, 1997. [Tanihara, S., Zhang, T., Ojima, T., Nakamura, Y., Yanagawa, H. and Kobayashi, M.: Geographic distribution of medical supplies and the numbers of hospital inpatients in the secondary medical areas in Japan, *Japanese Society of Public Health*, Vol. 44, No. 9, pp. 688-693, 1997.]
- 3) 三宅貴之，佐藤栄治，三橋伸夫，熊川寿郎：地域特性からみた医療アクセスの格差に関する研究，日本建築学会計画系論文集，Vol. 81, No. 727, pp. 1971-1979, 2016. [Miyake, T., Satoh, E., Mitsuhashi, N. and Kumakawa, T.: A study on disparity in access to medical facilities from the viewpoint of regional characteristic, *Journal of Architecture and Planning*, Vol. 81, No. 727, pp. 1971-1979, 2016.]
- 4) 吉田あつし，幸野聆：茨城県における診療所間の空間的競争，日本統計学会誌，Vol. 37, No. 1, pp. 133-150, 2007. [Yoshida, A. and Kohno, S.: Spatial Competition among clinics in Ibaraki prefecture, *Japan Statistical*

- Society*, Vol. 37, No. 1, pp. 133-150, 2007]
- 5) 相馬佑成，笹林徹，谷口守：都市特性に着目した通院行動分析－“医療 MaaS”の実現を見据えた基礎的研究－，都市計画報告集，No. 18, pp. 234-239, 2019. [Soma, Y., Sasabayashi, T. and Taniguchi, M.: Accessing medical treatment behavior: A focus on city characteristics—For the realization of “Medical care MaaS”—, *Reports of the City Planning Institute of Japan*, No. 18, pp. 234-239, 2019.]
- 6) 相馬佑成，森本瑛士，谷口守：医療 MaaS 等を含むコネクティッド・メディスンの導入に向けた一考察－通院行動・意識とコロナ禍の影響に着目して－，土木学会論文集 D3（土木計画学），Vol. 76, No. 5, pp. I\_945-I\_955, 2021. [Soma, Y., Morimoto, E. and Taniguchi, M.: Adopting connected medicine such as medical MaaS—Emphasizing medical treatment behaviors, attitudes, and the influence of COVID-19—, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)*, Vol. 76, No. 5, pp. I\_945-I\_955, 2021]
- 7) 濱野強，武田美輪子，川上直美，木村義成，山崎雅之，塩飽邦憲：地理情報システム（geographic information systems）を用いた受療行動解析についての文献的考察，日本農村医学会雑誌，Vol. 62, No. 4, pp. 598-609, 2013. [Hamano, T., Takeda, M., Kawakami, N., Kimura, Y., Yamasaki, M. and Shiwaku, K.: A review of literature analyzing healthcare utilization by use of geographic information systems, *Journal of the Japanese Association of Rural Medicine*, Vol. 62, No. 4, pp. 598-609, 2013.]
- 8) 加賀屋誠一，三木正之：アクセシビリティを考慮した医療施設利用改善への地理情報システムの適用，土木計画学研究・論文集，No. 13, pp. 209-216, 1996. [Kagawa, S. and Miki, M.: An application of geographic information system to the improvement of medical facilities use in terms of accessibility, *Infrastructure Planning Review*, No. 13, pp. 209-216, 1996.]
- 9) 竹牟禮駿，小谷通泰，寺山一輝：地方都市における買い物・通院目的地の分布実態の分析－滋賀県東近江地域を対象として，日本都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集，Vol. 10, pp. 17-22, 2012. [Takemure, S., Odani, M. and Terayama, K.: An analysis on the distribution of shopping and out-patient destinations in a local city, *Proceedings of The City Planning Institute of Japan, Kansai Branch*, Vol. 10, pp. 17-22, 2012.]
- 10) 中平恭之，杉木直，松尾幸二郎：医療ニーズと移動手段の現状からみた地方部での地域包括ケアシステム構築に向けた提言，地域学研究，Vol. 49, No. 1, pp. 59-78, 2019. [Nakahira, Y., Sugiki, N. and Matsuo, K.: Proposal for building an integrated community care system in a rural area under the current situation of medical care needs and the mobility method, *Studies in Regional Science*, Vol. 49, No. 1, pp. 59-78, 2019.]
- 11) 佐々木美裕，鶴飼孝盛：病院アクセシビリティを用いた疾病別需給バランスの視覚化，オペレーションズ・リサーチ，Vol. 58, No. 11, pp. 621-627, 2013. [Sasaki, M. and Ukai, T.: Visualization of supply-demand balance of medical services by disease using hospital accessibility, *Communications of the Operations Research Society of Japan*, Vol. 58, No. 11, pp. 621-627, 2013.]

- 12) 三宅貴之, 佐藤栄治, 三橋伸夫, 熊川寿郎: アクセシビリティと受療割合から見た二次医療圏の検討—栃木県の二次医療圏を事例として—, 日本建築学会計画系論文集, Vol. 79, No. 702, pp. 1783-1790, 2014. [Miyake, T., Satoh, E., Mitsuhashi, N. and Kumakawa, T.: A study on secondary medical care district from the viewpoint of the accessibility and consultation rate—A case study on secondary medical district of Tochigi prefecture—, *Journal of Architecture and Planning*, Vol. 79, No. 702, pp. 1783-1790, 2014.]
- 13) Lowe, J. M. and Sen, A.: Gravity model applications in health planning: Analysis of an urban hospital market, *Journal of Regional Science*, Vol. 36, No. 3, pp. 437-461, 1996.
- 14) 大場久照, 小笠原克彦, 谷川琢海, 櫻井恒太郎: 空間的相互作用モデルと地理的情報システム (GIS) を用いた受療行動モデルの構築と空間的分析—北海道における遠隔医療整備のために—, 医療情報学, Vol. 26, No. 5, pp. 309-321, 2006. [Ohba, H., Ogasawara, K., Tanikawa, T. and Sakurai, T.: Development and spatial analysis of patient trip model using spatial interaction model and geographic information system (GIS): For introducing telemedicine in Hokkaido, *Japan Journal of Medical Informatics*, Vol. 26, No. 5, pp. 309-321, 2006.]
- 15) 石塚和也, 寺下貴美, 大場久照, 谷川琢海, 小笠原克彦: 重力モデルによる患者受療動向分析: 北海道二次医療圏を対象とした 5 年間推移, 日本医療・病院管理学会誌, Vol. 45, No. 4, pp. 289-298, 2008. [Ishizuka, K., Terashita, T., Ohba, H., Tanikawa, T. and Ogasawara, K.: Analysis of the patient's behavior to select a hospital using gravity model: Five years transition in Hokkaido prefecture, Japan, *Journal of the Japan Society for Healthcare Administration*, Vol. 45, No. 4, pp. 289-298, 2008.]
- 16) 高瀬大樹, 山田哲弥: 患者需要予測システムの開発と適用—医療施設計画における患者マーケティングに関する研究—, 日本建築学会技術報告集, Vol. 17, pp. 375-378, 2003. [Takase, D. and Yamada, T.: Development and an example application of the patient demand forecasting system—Marketing method for medical facilities programming—, *AIJ Journal of Technology and Design*, Vol. 17, pp. 375-378, 2003.]
- 17) 土井俊裕, 井上崇, 井出博生, 中村利仁, 藤田伸輔, 高林克己: 患者受療圏モデルによる医療需要超過地域のマッピング—地域医療政策のための患者数の将来推計と需給評価, 医療情報学, Vol. 33, No. 6, pp. 301-310, 2013. [Doi, S., Inoue, T., Ide, H., Nakamura, T., Fujita, S. and Takabayashi, K.: Mapping of over demand-
- ing medicine by using patients access area model—Expecting of number of patients and evaluation for policy in community medicine—, *Japan Journal of Medical Informatics*, Vol. 33, No. 6, pp. 301-310, 2013.]
- 18) 土井俊裕, 井出博生, 井上崇, 北山裕子, 西出朱美, 中村利仁, 藤田伸輔, 鈴木隆弘, 高林克己: 患者受療圏モデルに基づく 1 都 3 県の医療需給バランスの将来予測, 医療情報学, Vol. 35, No. 4, pp. 157-166, 2015. [Doi, S., Ide, H., Inoue, T., Kitayama, Y., Nishide, A., Nakamura, T., Fujita, S., Suzuki, T. and Takabayashi, K.: Estimation and evaluation of health services needs and demand in Tokyo metropolitan area based on a patient access area model, *Japan Journal of Medical Informatics*, Vol. 35, No. 4, pp. 157-166, 2015.]
- 19) 谷本涼: 都市郊外における病床へのアクセシビリティの将来推計—大阪都市圏北部の事例—, 人文地理, Vol. 69, No. 4, pp. 425-446, 2017. [Tanimoto, R.: Future projection of accessibility to hospital beds in the suburbs: The case of the northern Osaka metropolitan area, *Japanese Journal of Human Geography*, Vol. 69, No. 4, pp. 425-446, 2017.]
- 20) 藤森研司: レセプトデータベース (NDB) の現状とその活用に対する課題, 医療と社会, Vol. 26, No. 1, pp. 15-24, 2016. [Fujimoto, K.: Current status and issues of the national database, *Journal of Health Care and Society*, Vol. 26, No. 1, pp. 15-24, 2016.]
- 21) 仁藤慎也, 藍原雅一, 関庸一: 地域医療データバンクのレセプトデータを活用した病院選択行動のログ分析, 医療情報学, Vol. 33, No. 5, pp. 243-251, 2013. [Nito, S., Aihara, M. and Seki, Y.: Multilogit analysis of hospital selection behavior using receipt data in the community health care data bank, *Japan Journal of Medical Informatics*, Vol. 33, No. 5, pp. 243-251, 2013.]
- 22) 井上孝: 「全国小地域別将来人口推計システム」正規版の公開について, E-journal GEO, Vol. 13, No. 1, pp. 87-100, 2018. [Inoue, T.: Release of a regular version of the web system of small area population projections for the whole Japan, *E-journal GEO*, Vol. 13, No. 1, pp. 87-100, 2018.]
- 23) 瀬谷創, 堤盛人, 山形与志樹: コーホート法に基づく小地域における人口推計, 土木計画学研究・講演集, Vol. 46, CD-ROM No. 27, 2012. [Seya, H., Tsutsumi, M. and Yamagata, Y.: Population projections in small areas based on cohort methods, *Proceedings of Infrastructure Planning*, Vol. 46, CD-ROM No. 27, 2012.]

(Received February 21, 2023)

(Accepted December 13, 2023)



## DEVELOPING AN OUTPATIENT VISITS FORECASTING MODEL TO SUPPORT EQUALIZATION POLICIES FOR HEALTH CARE SERVICES

Kaito UJIIE, Atsushi KOIKE and Hajime SEYA

The concept of “equalization of healthcare services” refers to the elimination of regional disparities in healthcare services so that everyone can enjoy the right to receive high-level healthcare equally throughout the country. In order to study the policy of “equalization of healthcare services” in detail, it is essential to forecast the future demand and supply of healthcare services at district level. Hence the present study attempts to develop a simple demand forecasting model regarding the number of patients by district based on the gravity model. As a result of constructing the model in Hyogo Prefecture and visualizing the future changes in the demand for healthcare, it is shown that although there is an increase in demand due to the aging of the population in urban areas, there is a marked decrease in demand in many areas.