

受療行動を踏まえた 医療需要予測に関する実証的研究⁽¹⁾

林 亮 輔⁽²⁾

要旨

近年、医療需要予測に基づいて将来の方向性を検討する病院が増加しており、医療需要予測に対するニーズが高まっている。本稿では、精度の高い医療需要予測モデルを構築するという目的のもと、病院への入院に焦点を当て、①病院へのアクセシビリティを考慮した受療圏の特定化、②どのような基準で受療する病院を選択しているかという受療行動に基づいた「病院の魅力度」の測定、③「病院までの距離」と「病院の魅力度」によって構成されるハフモデルを用いた来院確率の推計について検討し、医療需要予測モデルを構築した。鹿児島市立病院を例にあげてモデルの精度を検証した結果、①性別・年齢階級別に分けて医療需要予測を行うこと、②来院確率を決定づける「病院の魅力度」に受療行動を踏まえた総合指標を用いること、③受療圏に来院確率を適用することで、医療需要予測の精度を高められることが明らかになった。

キーワード：医療需要予測、アクセシビリティ、競合関係

JEL Classifications: I11, I12, I18

(1) 本稿は、日本財政学会第79回大会（東洋大学）の報告論文に加筆、修正したものである。本稿の作成過程において、数多くの先生から有益なコメント及びアドバイスをいただいた。ここに記して感謝の意を表したい。本稿はJSPS 科研費JP20K01720の助成を受けたものである。本稿についての責任は、すべて筆者に帰する。

(2) メールアドレス：hayashi@konan-u.ac.jp

目次

はじめに

I モデル構築において考慮すべきポイント

I-1 病院へのアクセシビリティ

I-2 病院間の競合関係

II モデル構築

II-1 病院へのアクセシビリティを考慮した受療圏の特定化

II-2 病院同士の競合関係を考慮した来院確率の推計

III ケーススタディ：鹿児島市立病院

III-1 ケーススタディの流れ

III-2 STEP1：受療圏の特定化

III-3 STEP2：競合病院の選定

III-4 STEP3：魅力度を表す総合指標の作成

III-5 STEP4：来院確率の推計

III-6 STEP5：推計値と実績値の検証手順

III-7 予測精度の検証とインプリケーション

おわりに

はじめに

地域医療を支えてきた公立病院であるが、少子高齢化の進展に伴う医療需要の変化、財政状況の悪化を背景として、持続可能性が危ぶまれている。厳しい経営状況の中で、地域に必要な医療を安定的かつ継続的に提供できるよう、個々の病院において経営改善に向けた取り組みが進められている。

病院のあり方については、地域の将来像を踏まえた医療需要予測に基づいて議論されることが多く、医療需要予測は将来の方向性を決定する上で重要な情報となっている。医療需要予測では一般的に、①当該病院で受療する患者が住む地理的範囲（以下、受療圏）を設定した上で、②受療圏の人口に受療率を乗じることで患者数が推計される。

これまでに行われてきた医療需要予測を確認すると、病院が立地している自治体や二次医療圏を受療圏として用いているケースが多い。しかしながら、勝山他（2010）や土井他（2013・2015）において指摘されているように、自

受療行動を踏まえた医療需要予測に関する実証的研究

治体や二次医療圏は地理的・社会的条件によって規定される現実の受療圏とは乖離している。病院選択の基準として交通の便が重視されている実態を踏まえると、精度の高い医療需要予測とするには、病院へのアクセシビリティを考慮した上で受療圏を設定することが望ましい。

また、複数の病院が近接して立地している場合、病院間で患者の獲得競争が行われることから、受療圏内の医療需要すべてが当該病院の医療需要になるとは考えにくい。つまり、病院の相対的な魅力度の違いによって生じる競合関係を踏まえた上で、受療圏に住む患者がどの程度来院するかを考慮しなければ、医療需要予測は過大推計になる恐れがある。

そこで本稿では、精度の高い医療需要予測モデルを構築するという目的のもと、病院への入院に焦点を当て、①アクセシビリティを考慮した受療圏を設定するとともに、②どのような基準で受療する病院を選択しているかという受療行動に基づいて病院ごとに魅力度を測定し、「病院までの距離」と「病院の魅力度」によって来院確率が決まるとするハフモデルを用いること⁽³⁾で、受療圏内に住む患者の来院確率を推計する。

患者の受療行動を踏まえた上で魅力を指標化し、ハフモデルによって来院確率を明らかにできれば、周辺病院との競合関係を考慮した上で受療圏内の患者がどの程度来院するかを予測でき、医療需要予測の精度向上につながれる。また、魅力度の相対的な関係が変化することにより来院確率が変わるというモデルにすることで、医師数や病床数の増減によって医療需要が変化するという側面を将来予測に考慮することが可能になり、医療提供体制の変更が医療需要に及ぼす影響を確認できるようになる。

(3) 本稿では入院に焦点を当てているが、その理由として、①病床数の削減について検討されるなど、高齢化が進む日本において入院医療を検討することが非常に重要であること、②外来の場合、診療所（病床数19床以下）を考慮に入れなければならない可能性が高くなるが、診療所のデータが揃っていないという技術的な問題点があることがあげられる。

本稿の構成は次の通りである。第Ⅰ節では先行研究を踏まえ、予測精度の高い医療需要予測モデルを構築するためのポイントについて検討する。第Ⅱ節では、考慮すべきポイントを踏まえモデルを構築する。第Ⅲ節では、鹿児島県鹿児島市立病院を例にあげ、モデルの精度を確かめる。

Ⅰ モデル構築において考慮すべきポイント

Ⅰ-1 病院へのアクセシビリティ

近年、医療需要予測に基づいて将来の方向性を検討する病院が増加しており、医療需要予測に対するニーズが高まっている。例えば、石川県河北郡津幡町にある公立河北中央病院は、病院が立地している津幡町や石川中央二次医療圏における医療需要予測に基づき、2017年3月に「津幡町国民健康保険直営河北中央病院新改革プラン」を策定している⁽⁴⁾。また、岡山県備前市にある備前市市立病院は、日本医師会が提供している「地域医療情報システム」に掲載されている備前市の医療需要予測データを使用し「備前市市立病院ビジョン2035」を策定している。大阪府箕面市にある箕面市立病院は、豊能医療圏の人口推計をもとに患者数を推計し、2022年8月9日、病院の移転・建て替えに向けた答申を出している⁽⁵⁾。病院の将来を検討する上で、医療需要予測を踏まえることは重要である。しかしながら、精度の低い医療需要予測に基づいた検討結果は、病院を間違った方向へと導く恐れがある。

受療圏に関する先行研究である勝山他(2010)では、市町村という行政区域によって構成されている二次医療圏と、地理的・社会的条件によって規定される現実の受療圏が乖離していることが示されており、適正な予測を行う

(4) 石川中央二次医療圏は、金沢市・かほく市・白山市・野々市市・河北郡津幡町・河北郡内灘町によって構成されている。

(5) 豊能医療圏は、箕面市・吹田市・豊中市・池田市・豊能町・能勢町によって構成されている。

受療行動を踏まえた医療需要予測に関する実証的研究

には実態に即した受療圏を導出することが重要であるとの指摘がなされている。土井他（2013・2015）では、地域事情に合わせたきめ細やかな医療体制を考える際、都道府県単位や二次医療圏単位でのアプローチは十分であるとは言い難く、アクセシビリティに着目した上で受療圏を特定化することの重要性が述べられている。

厚生労働省「人口減少社会における医療・福祉の利用に関する意識調査」(株式会社社工業市場研究所(2020))では、入院する病院への通院にかけることのできる最大時間について調査が行われている。表1に示されているように、1時間以内と回答した人の割合が「本人の入院」の場合89.6%、「家族の入院」の場合90.8%となっている。多くの人が病院への通院時間は60分が限界と考えていることから、アクセシビリティを考慮した上で受療圏を設定することが望ましい。

表1 片道の通院にかけることのできる最大時間(%)

		30分未満	30分 ～1時間以内	1時間 ～1時間半以内	1時間半 ～2時間以内	2時間以上でも やむを得ない
日常的にかかる診療所	本人	84.5	12.7	1.6	0.4	0.9
	家族	81.1	15.8	1.9	0.4	0.8
手術・検査などを受ける 大きな病院	本人	41	44.5	9.3	2.1	3.1
	家族	43.8	42.4	9.3	2.2	2.2
入院する病院、入所する 福祉施設	本人	49.7	39.9	7.3	1.1	1.9
	家族	54.6	36.2	6.8	1	1.5

出所) 厚生労働省「人口減少社会における医療・福祉の利用に関する意識調査」。

注) 18歳以上の男女3,000人を対象に、2019年12月6日～12月13日に行われた調査。

I-2 病院間の競合関係

特に多くの病院が立地している都市部では、複数の病院の受療圏が重複する可能性がある。複数の病院の受療圏が重なり合っている地域に住む患者は、入院する際、いずれかの病院を選択することになる。つまり、受療圏が重複

し複数の病院から選択できる状況にある場合、例え受療圏内に住む患者であったとしてもその患者が来院するとは限らない。アクセシビリティを考慮した上で受療圏を特定化したとしても、受療圏内の患者がどの程度来院するかという点を考慮しなければ、予測結果が過大になる恐れがある。

厚生労働省『令和2年度受療行動調査』をみると、表2に示されているように、入院した病院を選んだ理由（複数回答）について、「医師による紹介」と回答した人の割合が55.7%、「専門性が高い医療を提供している」が26.8%、「医師や看護師が親切」が22.6%、「交通の便がよい」が21.1%、「家族・友人・知人からのすすめ」が20%、「建物がきれい・設備が整っている」が10.7%となっている。これらの要素を兼ね備えた病院が患者にとって魅力的な病院であると考えられることから、競合する病院同士の魅力度を測定し、受療圏が重なり合っている地域に住む患者が来院する確率を推計する必要がある。

以上をまとめると、精度の高い医療需要予測を行うには、①病院へのアクセシビリティを考慮した受療圏の特定化、②病院同士の競合関係を考慮した来院確率の推計が重要になる。そこで本稿では、①アクセシビリティを考慮した上で受療圏を特定化するとともに、②「病院までの距離」と「病院の魅力度」によって来院確率が決まるとするハフモデルを用いて、受療圏内に住む患者の来院確率を推計し、予測精度の高いモデルの構築を試みる。

表2 病院を選んだ理由（入院・複数回答・令和2年度）（%）

医師による紹介	家族・友人・知人からのすすめ	交通の便がよい	医師や看護師が親切
55.7	20	21.1	22.6
専門性が高い医療を提供している	建物がきれい・設備が整っている	その他	
26.8	10.7	15.7	

出所) 厚生労働省『令和2年度受療行動調査』。

注) 「病院を選んだ理由がある」者の数値である。

II モデル構築

II-1 病院へのアクセシビリティを考慮した受療圏の特定化

予測精度が高いということは、現実とモデルとのギャップが小さいということであり、そのためにはモデル構築の際、可能な限り現実を反映することが求められる。そこで本稿では、受療行動に関するデータを踏まえながらモデルを構築する。

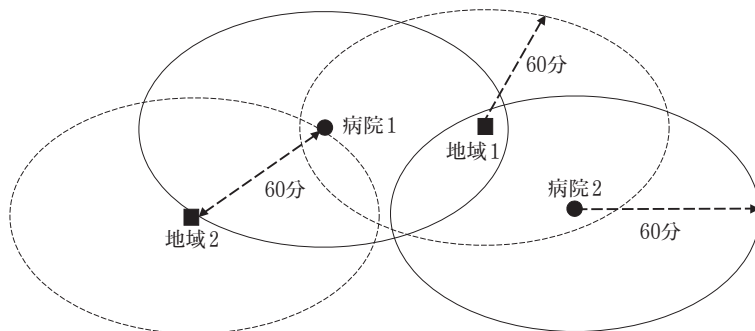
近年、地理情報システム（GIS）の発達により、患者の受療行動を把握・解析することが可能になったことから、アクセシビリティに着目し受療圏を特定化している研究が散見される。大坪（2013）では、①分析対象とした病院へ来院する患者の多数が徒歩・自転車・バスを利用していること、②3km以内の居住者が9割以上であること、③圏内には他にいくつかの拠点病院があることから、病院から半径3kmを受療圏としている。大坪（2013）では病院からの直線距離が用いられているのに対して、土井他（2015）は自動車で60分以内の移動圏を受療圏と仮定している。その理由として、千葉大学予防医学センターのアンケート調査研究において明らかになった、①患者の7割以上が自動車により移動している点、②患者の8割以上が60分以内の医療機関に入院している点をあげている。

本稿では、土井他（2015）と同様、自動車に乗って60分以内の移動圏を受療圏とする。60分以内としたのは、第I-1節の表1に示されているように、⁽⁶⁾多くの人が病院への通院時間は60分が限界であると考えているためである。

(6) 今回は厚生労働省「人口減少社会における医療・福祉の利用に関する意識調査」に基づいて60分圏域としたが、公共交通機関が発達しておらず自動車に通院するような地域も、公共交通機関が発達している地域も、60分が通院の限度なのかどうかはわからない。仮に自動車に通院する地域であっても公共交通機関で通院する地域であっても、通院時間は60分が限度であるということであれば、60分という設定のまま「移動手段」のみを変更させるという対応も考えられるし、公共交通機関

図1に示されているように、病院側の視点から見ると、病院から自動車に乗って60分以内に到達できる範囲内に住む患者が入院ということになる。これを患者側の視点から見ると、患者が住む地域から自動車に乗って60分以内で通える範囲内にある病院に入院ということになる。そして、地域1に住む患者は病院1と病院2が選択可能なことから、どちらの患者になるかは病院1と病院2の相対的な魅力度の違いによる。そこで、病院同士の競合関係を考慮した来院確率の推計が重要になる。

図1 受療圏の考え方



		病院側からの視点 (半径60分以内に住む患者が入院)			
		病院1→地域1	病院1→地域2	病院2→地域1	病院2→地域2
患者側からの視点 (半径60分以内 にある病院に入院)	地域1→病院1	○	—	—	—
	地域1→病院2	—	—	○	—
	地域2→病院1	—	○	—	—
	地域2→病院2	—	—	—	×

注) 「○」は圏域に含まれること「×」は圏域に含まれないことを表している。

で通院する地域のほうが限度の時間が短いということであれば、「電車で30分圏」とする必要があるかもしれない。

II-2 病院同士の競合関係を考慮した来院確率の推計

II-2-1(1) ハフモデル

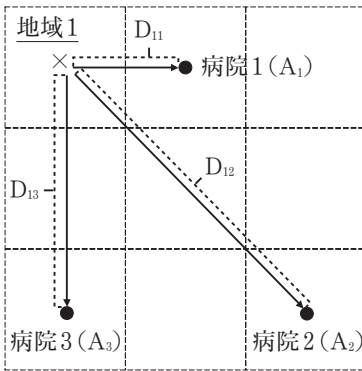
ハフモデルとは、主に商業施設の商圈分析に用いられている手法であり、ある地域に住む人がある施設を利用する確率を「施設の魅力度」と「施設までの距離」によって推計する手法である。高瀬・山田（2003）において述べられているように、病院選択が患者個人の自由意思によるわが国では、病院の選択行動を描写する上でハフモデルは相性が良く、高瀬・山田（2003）や大坪（2013）などにおいて医療施設の分析に応用されている。また最近では、岐阜県土岐市と岐阜県瑞浪市の2市による設置が進められている東濃中部地域新病院や、佐賀県多久市にある多久市立病院と佐賀県小城市にある小城市民病院を統合し設立する多久・小城地区新公立病院の基本計画を策定する際にも用いられている。

ハフモデルでは、ある地点（ i ）に住む患者がある病院（ j ）に来院する確率（ P_{ij} ）は、病院の魅力度（ A_j ）に比例し、病院までの距離（ D_{ij} ）の λ 乗に反比例するとして、来院確率を求めたい病院の吸引力（ $A_j/(D_{ij})^\lambda$ ）を分子、競合関係にある各病院の吸引力の合計値を分母とした

$$P_{ij} = \frac{A_j}{(D_{ij})^\lambda} \div \sum_{j=1}^n \frac{A_j}{(D_{ij})^\lambda} \quad \dots\dots(1)$$

によって求められる。例えば、図2に示されているように、地域1が病院1・2・3の受療圏内に位置している場合、地点1の患者が病院1に来院する確率（ P_{11} ）は、地域1の患者に対する病院1の吸引力を病院1から病院3までの吸引力の合計値で除した値になる。 λ は「距離の抵抗係数」であり、患者が住んでいる地域から病院までの道のりに存在する抵抗要因（踏切、幅広い道路、急な坂、危険地帯など）を表すパラメーターである。距離の抵抗係数（ λ ）には、医療施設の分析に関わらず多くの場合1.0や2.0という値が用

図2 ハフモデルの考え方



$$P_{11} = \frac{\frac{A_1}{(D_{11})^\lambda}}{\frac{A_1}{(D_{11})^\lambda} + \frac{A_2}{(D_{12})^\lambda} + \frac{A_3}{(D_{13})^\lambda}}$$

いられている。⁽⁷⁾

II-2-(2) 病院までの距離 (D_{ij})

高瀬・山田 (2003) は (1) 式の病院までの距離 (D_{ij}) に直線距離を用いている。⁽⁸⁾ しかしながら、中西 (2011) で述べられているように、モデルを開発した D. L. Huff は買い物にかかる機会損失を考慮するために「時間距離」をモデルに組み込んでいる。また、直線距離と道路距離との適合度比較を行った奥貫他 (2006) では、道路距離で測った方がより現実への適合度が高いことが示されている。病院までの距離 (D_{ij}) には直線距離よりも時間距離の方が望ましいと考えられることから、本稿では時間距離を用いることとする。

(7) 大坪 (2013) では距離の抵抗係数に 1.0、東濃中部病院事務組合 (2022) では 2.0 が用いられている。高瀬・山田 (2003) は、過去の研究から導き出された入院患者の平均的な値であるとし、距離の抵抗係数に 1.3 を用いている。

(8) 高瀬・山田 (2003) は、川や山などの地形条件によりアクセス経路が制限される場合、最短経路上にある橋や道路を経由する距離を用いている点に特徴がある。

II-2-(3) 魅力度 (A_i)

続いて、病院の魅力度 (A_i) について検討する。高瀬・山田 (2003) は、厚生労働省『平成8年度受療行動調査』より、医療施設の選択理由として「自宅に近い」という距離的な要因と、「名医・専門医がいる」「設備が良い」「診療科目が多い」などの施設規模に関する要因が上位を占めていることから、施設規模を端的に表すと考えられる「病床数」を魅力度の指標に用いている。大坪 (2013) も同様に、診療科目数、医師数、看護師数などを反映しているのが病床規模であるとし「病床数」を魅力度の指標に用いている。また、東濃中部病院事務組合 (2022) や多久市・小城市 (2020) では、魅力度の指標に「医師数」が用いられている。

『令和2年度受療行動調査』に掲載されている「入院した病院を選んだ理由」を性別・年齢階級別に見てみると、表3に示されているように、①男性は高齢になるほど「交通の便がよい」の回答率が高くなり、②男性15～39歳は「専門性が高い医療を提供している」の回答率が17%であるのに対して、男性65～74歳の回答率は31.1%となっている。③女性については男性に比べて「建物がきれい・設備が整っている」の回答率が高く、④女性75歳以上の「専門性が高い医療を提供している」の回答率が22.5%であるのに対して、女性65～74歳の回答率は33.6%となっている。

このように、病院の選択理由は様々であり、患者にとって魅力に感じる要素は多様であることから、先行研究のように病床数や医師数といった単一の指標で魅力度を表現するには限界がある。また、病院を選んだ理由、つまり魅力に感じる要素が性別・年齢階級別に異なっていることから、同一の病院であったとしても、性別や年齢によって魅力度が異なると考えられる。しかしながら、先行研究ではこの点について考慮されていない。そこで本稿では、病院の選択理由を踏まえて、病院の魅力を表す総合指標を性別・年齢階級別に作成する。

表3 病院を選んだ理由（入院・複数回答・令和2年度）（％）

		医師による紹介	家族・友人・知人からのすすめ	交通の便がよい	医師や看護師が親切	専門性が高い医療を提供している	建物がきれい・設備が整っている	その他
男	0～14歳	68.5	7.1	10.1	7.8	24.6	5.2	18.4
	15～39	55.9	19.9	14.3	10.3	17	7.2	17.9
	40～64	58.4	16.2	17.8	14.9	28.1	9.4	19.8
	65～74	62.2	17.7	18.9	19.5	31.1	9.8	14.1
	75歳以上	58.2	18.8	22.2	25.5	29.2	11.5	14.2
女	0～14歳	69.6	7.2	10.2	8.3	28.4	6.1	15
	15～39	49.7	20.4	21.5	14.8	27	15.1	16.6
	40～64	55.7	20.5	18.3	16.1	27.5	10.5	18.1
	65～74	54.6	22.7	21.2	22.5	33.6	10.2	14
	75歳以上	51.2	22.4	23.2	26.7	22.5	10.9	15.9

出所) 厚生労働省『令和2年度受療行動調査』。
注)「病院を選んだ理由がある」者の数値である。

II-2-(4) 魅力度 (A_i) を表す総合指標の作成方法

表3に示されているように、『令和2年度受療行動調査』では病院の選択理由として7つの選択肢が設けられている。そのうち「医師による紹介」と「家族・友人・知人からのすすめ」については患者本人が病院に対して感じる魅力ではないこと、「交通の便がよい」については「病院までの距離 (D_{ij})」としてハフモデルに組み込まれていることから、残された「医師や看護師が親切」、「専門性が高い医療を提供している」、「建物がきれい・設備が整っている」が病院の魅力を決定づける重要な要素であるとし、総合指標を作成する⁽⁹⁾。総合指標の作成手順は以下の通りである。

STEP1：各病院について「医師や看護師が親切か」、「専門性が高い医療を提供しているか」、「建物がきれい・設備が整っているか」を測る必要がある

(9) 魅力的な病院ほど患者数が多いことを考えれば、患者数をそのまま魅力度の指標として採用できるように思える。しかしながら、患者数は病院が立地している地域の人口などといった需要サイドの影響を受けることから、病院の魅力のみを表しているわけではない。

ことから、それぞれの要素を表わす適切な指標について検討する。「医師や看護師が親切か」については、医師や看護師数が多いほど手厚い医療・看護が受けられると考え、「病床当たりの医師数・看護師数」を指標とする。⁽¹⁰⁾「専門性が高い医療を提供しているか」については、標榜している診療科目数が多いほど専門性が高い医療を提供していると考え、「診療科目数」を指標とする。⁽¹¹⁾「建物がきれい・設備が整っているか」については、建築年数が浅いほど建物がきれいであり最新の設備が整っていると考え、「建築年数」を指標とする。⁽¹²⁾

STEP2：総合指標を作成するには、これらすべての指標を1つにする必要があるが、指標によって単位が異なることから単純に集計することはできない。そこで、OECD（2020）の「より良い暮らし指標（BLI：Better Life Index）」の作成方法を参考に、(2)・(3)式を用いて各指標の値を標準化する。

$$index_{std_{kj}} = \frac{index_{kj} - index_{kmin}}{index_{kmax} - index_{kmin}} \quad \dots\dots(2)$$

$$index_{std_{kj}} = 1 - \frac{index_{kj} - index_{kmin}}{index_{kmax} - index_{kmin}} \quad \dots\dots(3)$$

(10) 適正な医療を提供するためには一定数以上の人員が必要であるとの考えのもと、病院では入院患者数に対して配置する医師数や看護師数が決められている。しかし、これはあくまでも「標準」の値であり、それよりも手厚い場合もあれば、満たしていない場合もある。したがって、病床当たりの医師数・看護師数が多ければ、純粋に「手厚い」と考え、「病床あたりの医師数・看護師数」を「医師や看護師が親切か」の指標としている。

(11) わが国の医療制度では自由標榜制が採用されていることから、どの診療科目でも標榜することができる。しかし、診療科目を掲げているということは一定程度の専門的知識を有していることの証左であると考え、本稿では専門性の指標として診療科目数を用いている。

(12) ハード面については、建築年数が浅い病院ほど整っていると考えられる。しかしながら「設備が整っているか」には、提供される食事などといったソフト面も含まれている可能性があり、ソフト面の魅力については建築年数では補足できていない可能性がある。この点については検討の余地が残されている。

(2)・(3) 式における $index_{kj}$ はある病院 (j) のある指標 ($index_k$) に関する標準化前の値, $index_{kmin}$ は競合する病院の中での最小値, $index_{kmax}$ は最大値である。

病床当たりの医師数・看護師数や診療科目数のように値が大きいほど魅力度の高い指標については (2) 式, 建築年数のように値が小さいほど魅力度の高い指標については (3) 式を用いて標準化後の値 ($index_{stdkj}$) を求めることで, その指標について最も魅力度の高い病院の値が 1, 最も魅力度が低い病院の値が 0 になる。

STEP3: 各指標の値を標準化した次は, 加重総和法によって複数の指標を 1 つの総合指標にする。(4) 式を用いて各指標の標準化後の値 ($index_{stdkj}$) とその指標のウエイト ($weight_k$) を乗じて足し合わせることで, 魅力度 (A_j) を表す総合指標が完成する。

$$A_j = \sum_{k=1}^n (index_{stdkj} * weight_k) \quad \dots\dots(4)$$

ウエイト付けについては様々な方法が考えられるが, 本稿ではデータ入手の簡便さを重視し, 表 3 に示されている各選択肢の回答率からウエイトを導出する。⁽¹³⁾ 回答者 A と回答者 B が「選択肢ア… 2 点, 選択肢イ… 1 点, 選択肢ウ… 0 点」, 回答者 C が「選択肢ア… 0 点, 選択肢イ… 0 点, 選択肢ウ… 1 点」という選好を持っていたとする。回答者に点数を尋ねるアンケートであれば, 選択肢アの総合得点は 4 点, 選択肢イは 2 点, 選択肢ウは 1 点となる。しかしながら, 『受療行動調査』で実施されているアンケートは「○×」による回答であることから, 実際には「○」をつけたものの中で重要度が異

(13) ウエイトをつける際, 統計的な方法で重みづけを計算する方法である AHP (Analytic hierarchy Process, 階層分析法) を用いることも考えられるが, 本稿では特別な手間をかけずに医療需要予測が行えるという点を重視した。また『受療行動調査』の「病院を選んだ理由」を用いれば, 性別・年齢階級別にウエイト付けができるというメリットもある。

受療行動を踏まえた医療需要予測に関する実証的研究

なるとしても、「○」は1点、「×」は0点がつけられたものとみなし、選択肢アとイの総合得点は2点、選択肢ウは1点であると考え、選択肢アとイの得票率66%、選択肢ウの得票率33%をウエイト付けに用いることとする。

Ⅲ ケーススタディ：鹿児島市立病院

Ⅲ-1 ケーススタディの流れ

ここまで、予測精度の高い医療需要予測モデルを構築するためのポイントと、そのポイントを踏まえたモデル構築について説明してきた。本節では、第Ⅱ節で検討した「アクセシビリティを考慮した受療圏設定」と「受療行動に基づいて測定した魅力度によって来院確率が決まるとするハフモデル」を用いた医療需要予測の精度を確かめる。

鹿児島県鹿児島市に位置する鹿児島市立病院を例にあげ、STEP1：鹿児島市立病院の受療圏を特定化し、STEP2：鹿児島市立病院と競合関係にある病院を選定する。STEP3：各病院の魅力度を測定し、STEP4：魅力度を踏まえて受療圏内に住む人が鹿児島市立病院に来院する確率（来院確率）を推計する。STEP5：特定化した受療圏と来院確率をもとに2020年の医療需要を推計し、2020年の実績値と比較することで、モデルの精度を検証する。

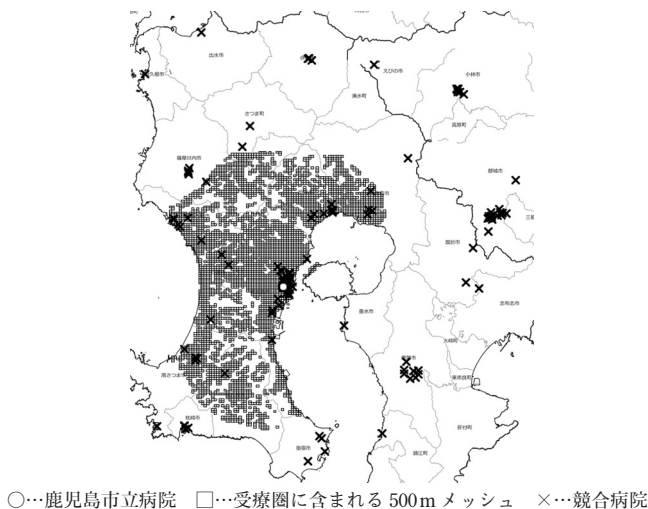
なお、鹿児島市立病院を分析対象とした理由として、①病院の数が少ない地域の場合、本稿の特徴の1つである「病院間の競合関係」が考慮しにくい一方で、病院の数が多都市部の場合、交通手段の発達により受療圏が広大になりすぎることから、地理的にも都市規模的にも鹿児島市が適切である点、②鹿児島市立病院はDPCのデータから指標を作成し情報公開しているだけでなく、前年度実績として詳細なデータが公表されている点が理由としてあげられる。

Ⅲ-2 STEP1：受療圏の特定化

第I-1節の表1に示されているように、多くの人にとって通院にかけられる時間は片道60分であることから、鹿児島市立病院から自動車に乗って60分以内で到達できる範囲を鹿児島市立病院の受療圏とする。患者側の視点から見ると、住んでいる地域から鹿児島市立病院まで自動車に乗って60分以内で通える場合に限り、鹿児島市立病院が入院先の候補に入るといえる。

GISソフトウェアであるArcGISを用いて、鹿児島市立病院の受療圏に含まれる500mメッシュを特定化した結果が図3に示されている。鹿児島市立病院が位置する鹿児島市をはじめ、枕崎市、薩摩川内市、日置市、霧島市、いちき串木野市、南さつま市、南九州市、始良市、さつま町の計3,893の500mメッシュが受療圏に含まれる。これらのメッシュに住んでいる人は60分以内で鹿児島市立病院に通えることから、鹿児島市立病院が入院先の候補になる。

図3 鹿児島市立病院の受療圏と競合病院



Ⅲ－3 STEP2：競合病院の選定

鹿児島県内には鹿児島市立病院以外にも複数の病院が存在しており、メッシュによっては鹿児島市立病院とその他の病院の受療圏が重なり合う可能性がある。受療圏が重なり合っている場合、そのメッシュに住む人は鹿児島市立病院に入院するとは限らないことから、鹿児島市立病院の来院確率を考慮しなければ需要予測は過大なる恐れがある。そこで、鹿児島市立病院と競合関係にある病院を選定する。

競合病院の第1条件は、「鹿児島市立病院の受療圏に含まれる各メッシュから自動車に乗って60分以内で通える病院」ということである。また、鹿児島市立病院は2015年に鹿児島市上荒田町に移転して以降、高度急性期・急性期医療を提供する病院としての方向性を強めている。したがって、競合病院の第2条件を「高度急性期・急性期医療を提供する病院」とし、これらの条件に合致する病院を鹿児島市立病院の競合病院とする。⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾

一般病床・療養病床を有する病院は、病床機能報告制度に基づいて、病棟の設備や人員配置、具体的な医療内容に関する情報を都道府県に報告し、報告された情報はオープンデータとして公表されている。本稿では、①ArcGISを用いて各メッシュから自動車に乗って60分以内で通える病院を特定化するとともに、②これらの病院について鹿児島県と宮崎県のウェブサイトから2020年度の報告内容を閲覧し、高度急性期・急性期医療を提供する病院を選定した。その結果、図3に示されている115病院が鹿児島市立病院の競合病

(14) 病院によって標榜する診療科が異なり、対象としている患者が異なることから、「同じ診療科を有する病院」であるかどうかも競合病院の条件となる。しかし鹿児島市立病院は30の診療科を持つ総合病院であり、様々な診療科を網羅していることから、本稿では競合病院を選定する上での条件には加えない。

(15) 自動車に乗って60分で通える病院、高度急性期・急性期医療を提供する病院であることのみが、競合病院の条件とは限らない。競合病院を識別する際の条件については、さらに検討する必要がある。

院となった。

Ⅲ-4 STEP3：魅力度を表す総合指標の作成

複数の病院の受療圏が重なり合っているメッシュに住んでいる人が病気をした場合、鹿児島市立病院に入院するのか競合病院に入院するのかは、病院への距離と病院同士の相対的な魅力度による。そこで、鹿児島市立病院と競合病院について魅力度を測定する総合指標を作成する。総合指標の作成方法については第Ⅱ-2-(4)節に示されている通りである。

はじめに各指標の値を標準化する。「医師や看護師が親切である」の代理指標である「病床当たりの医師数・看護師数」,「専門性が高い医療を提供している」の代理指標である「診療科目数」,「建物がきれい・設備が整っている」の代理指標である「建築年数」の値は、鹿児島県と宮崎県のウェブサイトに掲載されている2020年度の病床機能報告の結果から収集する。ただし、建築年数についてはデータが掲載されていない病院があることから、それらの病院については医事日報『病院情報九州・沖縄2018年版』に掲載されている病院の設立年を建物の建築年とする。(2)・(3)式を用いて収集した各指標の値を標準化する⁽¹⁶⁾。

続いて(4)式を用いて標準化後の指標を1つの総合指標にする。総合指標化する際のウエイトについては、①表3に示されている「病院を選んだ理由」から、「医師や看護師が親切」,「専門性が高い医療を提供している」,「建物がきれい・設備が整っている」について性・年齢階級ごとに回答率を足し合わせ、②各選択肢の回答率を回答率の合計値で除す。この方法を採用

(16) 「病床当たりの医師数・看護師数」については、OECD(2020)の方法を参考に、①医師(常勤), 医師(非常勤), 看護師(常勤), 看護師(非常勤), 准看護師(常勤), 准看護師(非常勤)の値をそれぞれ一般病床数で除し、②それぞれの値を(2)式を用いて標準化し、③標準化後の値を足し合わせた後に6で除すことで、「病床当たりの医師数・看護師数」の値とした。

受療行動を踏まえた医療需要予測に関する実証的研究

ことで、(4) 式を用いて測定された魅力度の総合指標は、1 が最高値になり値が大きければ大きいほど魅力度が高いことになる。

表 4 には、上述の方法で測定した鹿児島市立病院の魅力度が性別・年齢階級別に示されている。性別・年齢階級別に魅力度が異なっているが、これは表 3 に示されている「病院を選んだ理由」が性別・年齢階級別で異なるためである。性別・年齢階級別に魅力度を測定することで、より現実に即した医療需要予測が可能になる。

表 4 鹿児島市立病院の魅力度（性別・年齢階級別）

	男性	女性
0～14歳	0.78	0.79
15～39	0.71	0.74
40～64	0.72	0.71
65～74	0.69	0.68
75歳以上	0.64	0.60

Ⅲ-5 STEP4：来院確率の推計

ハフモデルを用いて各メッシュの来院確率を推計する。(1) 式の「病院までの距離 (D_{ij})」には、ArcGIS を用いて計測した各メッシュから自動車に乗って60分以内で通える各病院までの時間距離を用いる。「魅力度 (A_j)」には、第Ⅲ-4 節で測定した各病院の魅力度を用いる。「距離の抵抗係数 (λ)」は⁽¹⁷⁾2.0とする。メッシュごとに鹿児島市立病院への来院確率を推計した結果

(17) 本稿では先行研究に基づいて距離の抵抗係数を2.0としているが、2.0という数字は現在の経産省が通産省時代に日本の現状に合わせて作った「修正ハフモデル」で用いられているものであり、現在において最適かどうかはわからない。商品やサービスによって距離の抵抗係数が異なるという研究もあり、例えば、食料品の購入については距離の抵抗係数が高く、家具の購入について距離の抵抗係数が低いといわれている。したがって、距離の抵抗係数としてどの数字を用いるかについては、

が図4に示されている。

すべての性・年齢階級に共通して、鹿児島市立病院に近いメッシュほど来院確率が高く、鹿児島市立病院から離れたメッシュほど来院確率が低い。また、男女ともに0～14歳の年齢階級では来院確率の高いメッシュが広範囲に広がっているのに対して、75歳以上の年齢階級では来院確率の高いメッシュの広がりが狭い傾向にある。表3を見ると、0～14歳は「専門性が高い医療を提供している」の回答率が高いことから、相対的に専門性が高い鹿児島市立病院に入院するために、遠方から足を運ぶという傾向が来院確率に反映されていると考えられる。75歳以上は「医師や看護師が親切」の回答率が高いことから、「医師や看護師が親切」の指標である「病床当たりの医師数・看護師数」の値が大きい競合病院に入院するという傾向が来院確率に反映されていると考えられる。

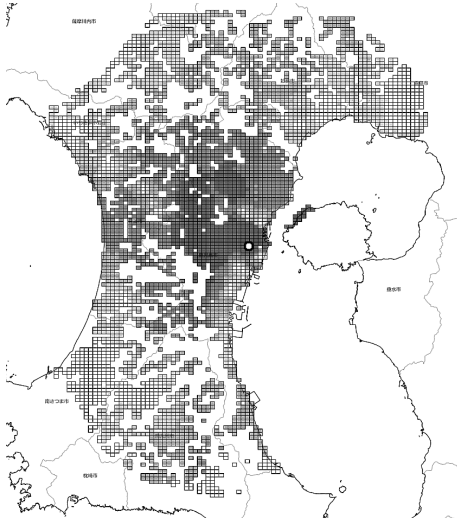
検討の余地が残されている。

受療行動を踏まえた医療需要予測に関する実証的研究

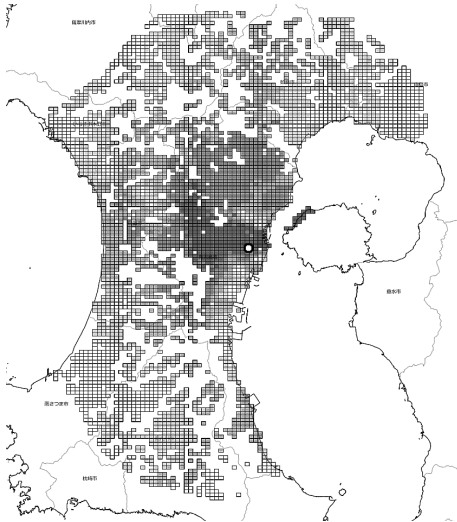
図4 鹿児島市立病院の来院確率（性別・年齢階級別）

□ : 0~2% ■ : 2~4% ■ : 4~6% ■ : 6~8% ■ : 8%~

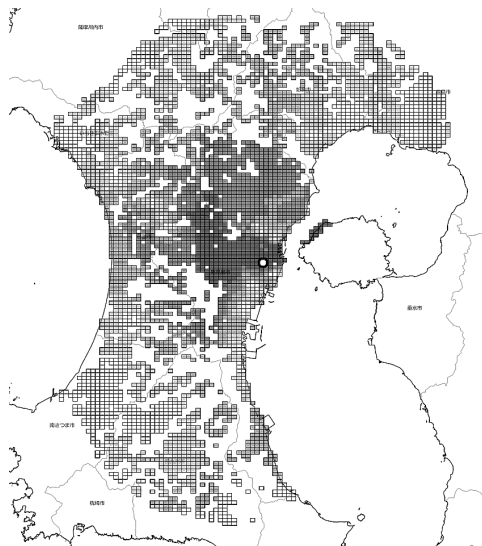
男性 (0~14歳)



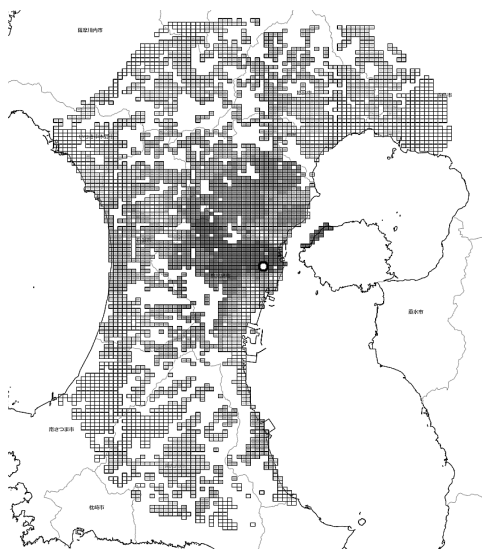
男性 (15~64歳)



男性 (65~74歳)

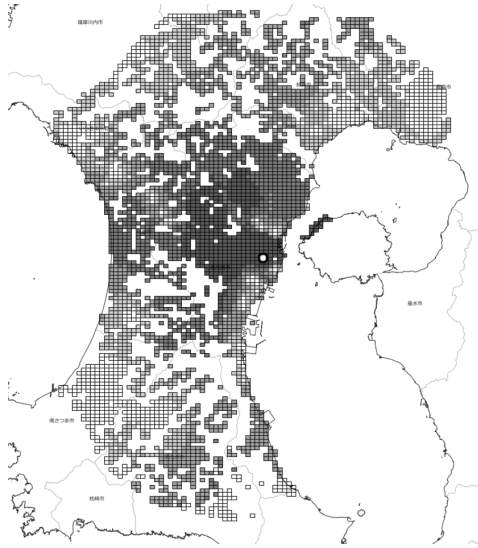


男性 (75歳~)

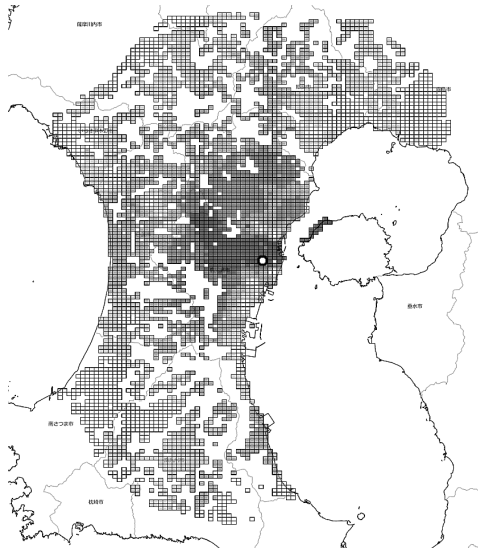


受療行動を踏まえた医療需要予測に関する実証的研究

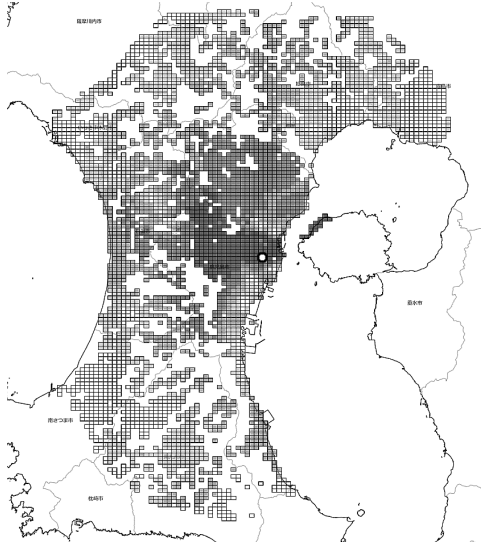
女性 (0~14歳)



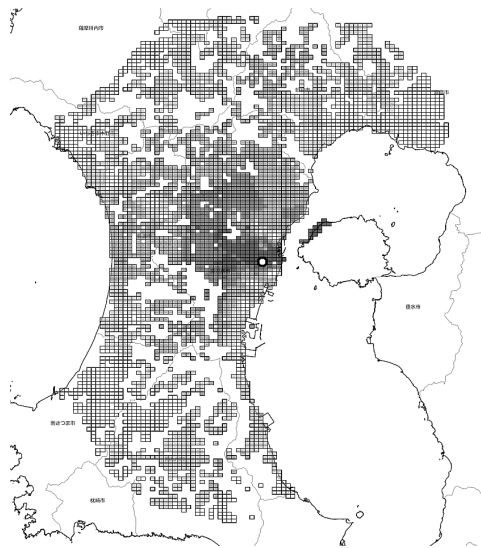
女性 (15~64歳)



女性 (65～74歳)



女性 (75歳～)



Ⅲ-6 STEP5：推計値と実績値の検証手順

最後に、特定化した受療圏と来院確率を踏まえて2020年の医療需要を推計し、鹿児島市立病院のウェブサイト「前年度実績（病院統計・住所地別患者数）」に掲載されている2020年の実績値と比較することで、モデルの精度を検証する。⁽¹⁸⁾

検証手順は次の通りである。①各メッシュの性別・年齢階級別人口に厚生労働省『令和2年患者調査』に掲載されている鹿児島県における2020年の性別・年齢階級別受療率（入院・病院）を掛け合わせることで、メッシュごとの入院患者数を推計する。⁽¹⁹⁾②各メッシュの入院患者数にSTEP4で推計した各メッシュの来院確率を掛け合わせることで、鹿児島市立病院の入院患者数を推計する。③各メッシュにおける鹿児島市立病院の入院患者数を市町ごとに集計する。④鹿児島市立病院のウェブサイトに掲載されている実績値は年間の入院延患者数であるのに対して、受療率から推計した入院患者数は1日当たりの値であることから、365（日）を乗じることで年間の入院延患者数にする。⁽²⁰⁾

(18) 2020年は新型コロナウイルス感染症の影響を大きく受けた年であるが、推計値・実績値ともに2020年のデータを用いていることから、予測精度を確かめる上では影響がないと考えている。ただし、新型コロナウイルス感染症の影響を大きく受けた数値を用いて検証したモデルを平時のモデルとして取り扱って良いかについては、慎重な判断が求められる。

(19) 厚生労働省『令和2年患者調査』には性別・年齢階級別（10歳）の受療率のデータが掲載されているが、メッシュ人口データの年齢階級（0～14歳，15～64歳，65～74歳，75歳以上）と受療率データの年齢階級が異なることから、①年齢階級別受療率に内閣府『令和2年国勢調査』から得た同じ年齢階級の人口を掛け合わせて患者数を算出し、②0～14歳，15～64歳，65～74歳，75歳以上の年齢階級となるよう患者数を足し合わせ、③患者数を同じ年齢階級の人口で除すことで、受療率を求めた。

(20) 和歌山県（2016）では、性・年齢階級別の年間入院患者延べ数（人）を365（日）で除して1日当たり入院患者延べ数を求め、これを性・年齢階級別の人口で除して「入院受療率」としている。

Ⅲ-7 予測精度の検証とインプリケーション

上述の方法で求めた入院延患者数の推計値が、表5の「分析Ⅰ」に示されている。また、性別・年齢階級別に分けて推計することの効果を確認するため、分析Ⅰとは性別・年齢階級別に推計しているかどうかのみが異なる「分析Ⅱ」、魅力度に総合指標を用いることの効果を確認するため、分析Ⅱとは魅力度指標のみが異なる「分析Ⅲ」を実施した。さらに、自治体（鹿児島市）や二次医療圏（鹿児島医療圏）を受療圏としたケースについても、同様に入院延患者数を推計した⁽²¹⁾。明らかになった点は以下の通りである。

表5 医療需要の推計値と実績値

		分析Ⅰ		分析Ⅱ		分析Ⅲ				実績値 (人)
圏域		自動車60分圏						鹿児島市	鹿児島医療圏	
魅力度指標		総合指標				病床数		—	—	
性別・年齢階級別		○		×				○	○	
推計値（単位：人）		推計値	推計値 ／実績値	推計値	推計値 ／実績値	推計値	推計値 ／実績値	推計値	推計値	
自動車 60分 圏に 含ま れる 地域	鹿児島市	166,554	176.06%	216,926	229.30%	374,543	395.91%	2,701,489	2,701,489	94,603
	枕崎市	21	0.93%	16	0.73%	57	2.58%	—	—	2,221
	薩摩川内市	2,102	38.33%	1,702	31.04%	3,606	65.76%	—	—	5,483
	日置市	8,007	103.66%	7,368	95.39%	19,122	247.57%	—	253,214	7,724
	霧島市	4,993	53.18%	5,979	63.69%	13,701	145.95%	—	—	9,388
	いちき串木野市	1,378	44.00%	1,209	38.60%	5,080	162.14%	—	153,090	3,133
	南さつま市	836	23.31%	710	19.79%	2,471	68.90%	—	—	3,586
	南九州市	2,544	62.34%	2,239	54.87%	8,654	212.05%	—	—	4,081
	始良市	6,855	78.73%	7,153	82.16%	11,173	128.32%	—	—	8,707
	さつま町	18	1.54%	13	1.12%	36	3.12%	—	—	1,144
	三島村	—	—	—	—	—	—	—	1,838	226
	十島村	—	—	—	—	—	—	—	3,337	76
	その他	—	—	—	—	—	—	—	—	34,951
圏域内の合計		193,307	138.01%	243,316	173.71%	438,443	313.02%	2,701,489	3,112,968	175,323

出所）鹿児島市立病院『前年度実績（病院統計・住所地別患者数）』。

注）実績値の「その他」には鹿屋市、阿久根市、出水市、指宿市、西之表市、垂水市、曾於市、志布志市、奄美市、伊佐市などが含まれる。

(21) 鹿児島医療圏は、鹿児島市、日置市、いちき串木野市、三島村、十島村の3市2村で構成されている。なお、入院延患者数は、鹿児島市や鹿児島医療圏の人口に性別・年齢階級別の受療率と365（日）を掛け合わせて推計する。

受療行動を踏まえた医療需要予測に関する実証的研究

①分析Ⅰと分析Ⅱを比較すると、両分析とも実績値から大きく乖離しているものの、性別・年齢階級別に分けて推計した分析Ⅰの方が乖離率は小さく、性別・年齢階級別に分けて推計することで予測精度が高まるといえる。

②分析Ⅱと分析Ⅲを比較すると、両分析とも実績値から大きく乖離しているものの、総合指標を用いた分析Ⅱの方が乖離率は小さく、総合指標を用いることで予測精度が高まるといえる。先行研究では分析Ⅲと同様、病床数という単一の指標で魅力を捉えているが、単一の指標で魅力を捉えるには限界がある。

③鹿児島市や鹿児島医療圏の入院延患者数を推計した結果、分析Ⅰ～Ⅲに比べて推計値が実績値を大きく上回った。分析Ⅰ～Ⅲとの主たる相違点は来院確率を考慮しているかどうかである。受療圏内の医療需要すべてを鹿児島市立病院の医療需要とした場合、医療需要を過大に見積もってしまうことから、予測精度を高めるには受療圏内の来院確率を考慮する必要があるといえる。

最後に分析Ⅰと実績値を比較する。明らかになった点は以下の通りである。

①鹿児島市の推計値は16万6554人となっており、実績値の9万4603人よりも76.06%過大に推計されている。

②日置市は推計値と実績値にそれほど大きな誤差はないが、鹿児島市と日置市を除くその他の地域については推計値が実績値を下回っている。

③中でも枕崎市とさつま町は推計値が実績値を大きく下回っており、その理由として、枕崎市とさつま町の一部しか自動車60分圏に含まれなかったことがあげられる。

④圏域の広がりと比較すると、実際には自動車60分圏に含まれていない鹿屋市、指宿市などからも来院しており、現実の圏域は自動車60分圏よりも広いことがわかる。

以上のことから、本稿で特定化した受療圏は現実の受療圏よりも狭く、同

じ市（町）の推計値と実績値を比較しても大きな乖離があることから、予測精度を高める余地が残されている。しかし、①性別・年齢階級別に分けて推計すること、②魅力度に受療行動を踏まえた総合指標を用いること、③受療圏内に来院確率を適用することで予測精度を高められることが明らかになった。

おわりに

本稿は、精度の高い医療需要予測モデルを構築するという目的のもと、病院への入院に焦点を当て、①病院へのアクセシビリティを考慮した受療圏の特定化、②どのような基準で受療する病院を選択しているかという受療行動に基づいた「病院の魅力度」の測定、③「病院までの距離」と「病院の魅力度」によって構成されるハフモデルを用いた来院確率の推計について考察し、医療需要予測モデルを構築した。

構築したモデルを鹿児島市立病院に適用し、モデルの精度を検証した結果、さらに精度を高める余地が残されているものの、①性別・年齢階級別に分けて医療需要予測を行うこと、②来院確率を決定づける「病院の魅力度」に受療行動を踏まえた総合指標を用いること、③受療圏に来院確率を適用することで、医療需要予測の精度を高められることが明らかになった。

本稿で構築したモデルは、病院間における魅力度の相対的な関係が変化することで、病院への来院確率が変化し、病院の医療需要が変化するという仕組みになっている。したがって、本モデルを用いて医療需要予測を行えば、人口の増減や年齢構成の変化といった側面だけでなく、医師数や診療科目数の増減といった医療提供体制の変更による医療需要への影響についても把握できることから、病院の方向性を検討する上で重要な情報源となる。

受療行動を踏まえた医療需要予測に関する実証的研究

参考文献

- ・大坪宏至（2013）「患者需要予測と適正病床数に関する考察－ハフモデル適用による分析－」『経営論集』第82号，pp. 1-11。
- ・奥貫圭一・今井美緒・森田匡俊（2006）「直線距離と道路距離のハフモデルへの適用比較」『地理情報システム学会講演論文集』第15巻，pp. 103-106。
- ・勝山貴美子・加藤憲・宮治眞・藤原奈佳子・小林三太郎・天野寛・内藤道夫・川原弘久・牧靖典・柵木充明・妹尾淑郎（2010）「受療行動からみた二次医療圏の問題と限界－愛知県における小児科と産婦人科を中心に－」『社会医学研究』第27巻第2号，pp. 11-20。
- ・株式会社工業市場研究所（2020）「令和元年度少子高齢社会等調査検討事業報告書」（<https://www.mhlw.go.jp/content/12605000/000684405.pdf>）（参照 2022年9月25日）。
- ・新市立病院整備審議会（2021）「豊能医療圏の医療需要予測」（https://minoh-hp.jp/outline/construction/pdf/gijiroku_202104_03.pdf）（参照 2022年9月25日）。
- ・高瀬大樹・山田哲弥（2003）「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－患者需要予測システムの開発と適用－」『清水建設研究報告』第77号，pp. 99-104。
- ・多久市・小城市（2020）「多久・小城地区新公立病院建設基本構想」（<https://www.city.taku.lg.jp/uploaded/attachment/11428.pdf>）（参照 2022年9月25日）。
- ・津幡町国民健康保険直営河北中央病院（2017）「新改革プラン」（<http://kahoku-hp.jp/up/img/PDF/★河北中央病院%20新改革プラン%20本編（H29）.pdf>）（参照 2022年9月25日）。
- ・土井俊祐・井上崇・井出博生・中村利仁・藤田伸輔・高林克己（2013）「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』33（6），pp. 301-310。
- ・土井俊祐・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（2015）「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』35（4）pp. 157-166。
- ・東濃中部病院事務組合（2022）『東濃中部地域新病院建設基本計画』（<https://www.union-ono.jp/wp-content/uploads/2022/04/建設基本計画.pdf>）（参照 2022年9月25日）。
- ・中西正雄（2011）「小売吸引力モデルにおける「距離」概念再考：抵抗度の直接推定」『商学論究』第58巻4号，pp. 1-21。
- ・病院事業あり方検討会（2021）「備前市市立病院ビジョン 2035」（<https://www.city.bizen.okayama.jp/uploaded/attachment/18521.pdf>）（参照 2022年9月25日）。
- ・和歌山県（2016）「和歌山県地域医療構想」（https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/050100/imuka/chikiiryokoso_d/fil/0zentai.pdf）（参照日 2022年9月25日）。
- ・OECD（2020）「OECD「より良い暮らし指標」よくある質問（日本語仮訳）」

(https://www.oecd.org/tokyo/statistics/202003_bli2020_FAQ_J.pdf) (参照2022年9月25日)。

参考資料

- 医事日報『病院情報 九州・沖縄 2018年版』。
- 鹿児島県『病床機能報告制度について（令和2年度）』（<https://www.pref.kagoshima.jp/ae01/kenko-fukushi/kenkoiryo/byosyokinohokoku02.html>) (参照 2022年9月25日)。
- 鹿児島市立病院『前年度実績（病院統計・住所地別患者数）』（<https://www.kch.kagoshima.jp/about/jisseki/>) (参照 2022年9月25日)。
- 厚生労働省『令和2年度受療行動調査』。
- —————『令和2年患者調査』。
- 内閣府『令和2年国勢調査』。
- 宮崎県『令和2年度病床機能報告の結果』（<https://www.pref.miyazaki.lg.jp/iryosei-saku/kurashi/iryo/20210412162326.html>) (参照 2022年9月25日)。