

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：24402

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17327

研究課題名(和文) 動的な需要に基づく医療資源の地理的アクセシビリティと適正配置に関する研究

研究課題名(英文) Analysis of optimum allocation of medical resources by measuring spatial accessibility of demand side

研究代表者

熊谷 美香 (KUMAGAI, MIKA)

大阪市立大学・健康科学イノベーションセンター・特任講師

研究者番号：60527779

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：保健医療サービスの地域的配分の公平化は、地域保健医療計画の基本的課題の一つである。本研究は、需要に基づいた保健医療サービスへの地理的アクセシビリティの測定によって、医療資源の適正配置を検討することを目的とした。立地-配分モデルのうち、pメディアン問題と最大被覆問題に基づき、GIS (Geographic Information System) を用いて、適地選定のシミュレーションを行った。適地候補を目的地とした時間距離到達圏におけるカバー人口を算出し、アクセシビリティの低い住民の負担を数値化した。効率性と公平性の観点で比較検討し、客観的に最適な立地点を求める手法の有用性を提示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地域の人口および人口構成が急速に変化するなかで医療資源の再編統合の必要性が迫っている。医療サービスの供給量を増加させても地域的な公平配分は容易に実現しないことも論じられており、医療機関へのアクセシビリティの地理的公平性の問題は重要な政策課題となっている。医療資源の地域的偏在を供給側の立地パターンだけでなく、需要側の地理的アクセシビリティから評価するため、立地-配分モデルを援用して適地選定のシミュレーションを行った。この手法は、保健医療行政の充実に寄与するものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Spatial fairness of accessibility has become an important policy issue in the process of planning of medical service facilities. The purpose of this study was to investigate optimum allocation of medical resources by measuring spatial accessibility. Southern part of Wakayama prefecture was taken as an example to explore the utilization of spatial simulation for pediatric emergency facility. Two different location-allocation models were applied to simulation based on the demand distribution in 2015. To measure the accessibility, car travel times were calculated based on road network analysis. As a result of p-median, average travel time was 34.4 minutes when arranging one facility in the area. In addition, candidate facilities where they can cover the most demand within 60 minutes travel time were simulated. The balance of efficiency and equality may be approached for the optimum allocation. It provided a scientific basis for the optimization of medical resources.

研究分野：人文地理学

キーワード：アクセシビリティ 医療資源 適正配置

## 1. 研究開始当初の背景

保健医療サービスの地域的配分の公平化は、地域保健医療計画の基本的課題の一つである。保健医療への経済・社会的アクセシビリティにおける不公平の是正に関しては、国民皆保険制度など各種の医療保険制度によってある程度社会階層間の公平化が図られてきた。一方で、地理的なアクセシビリティの公平性を確保するための制度化された体系は存在しないといってもよい。医療行政においては、昭和60年の医療法改正時に、量的整備から地域偏在是正を目指した医療計画制度を導入したが、医療の供給量を増加させても地域的な公平配分は容易に実現しないことも論じられており、医療機関へのアクセシビリティの公平性の問題は重要な政策課題となっている。

## 2. 研究の目的

本研究は、需要に基づいた保健医療サービスへの地理的アクセシビリティの測定によって、医療資源の適正配置を検討することを目的とした。地域の人口および人口構成が急速に変化するなかで医療資源の再編統合の必要性が迫っている社会的背景を踏まえ、保健医療サービスへの地理的アクセシビリティの公平性を考えるための客観的判断材料を提示し、保健医療行政の充実に寄与することを目指した。

## 3. 研究の方法

本研究では、立地-配分モデル（一定の制約条件を満たしつつ、ある目的を最適化する立地点を客観的かつ理論的に探索する立地論の応用モデル）を援用し、住民側（需要）の視点において地理的アクセシビリティと人口（需要量）を考慮して適地選定のシミュレーションを行った。和歌山県南部における2つの二次保健医療圏（田辺圏、新宮圏）を対象地域とし、小児救急医療施設配置を事例に、立地-配分モデルのうち、pメディアン問題と最大被覆問題に基づき、GIS（Geographic Information System）を用いて、適地選定を行った。pメディアン問題とは、需要地点から施設立地点までの移動コストの最小化を探索するものである。最大被覆問題とは、施設から一定の範囲（供給範囲）内に住民および需要地点を収め、限られた施設数で需要を最大限多くカバーする地点を探索するものである。

解析に用いたデータは、2015年国勢調査地域メッシュ統計の2分の1地域メッシュ（およそ500メートル四方、以下4次メッシュ）集計とArcGIS GeoSuite 道路網（ESRI ジャパン社）である。地域メッシュ統計は、国土を緯度・経度により方形の小地域区画に細分し、この区画に統計調査の結果を対応させて編成したものであり、本研究では総務省統計局の世界測地系4次メッシュを用いた。ArcGIS GeoSuite 道路網は、ArcGISでのネットワーク解析に必要な通行所要時間、道路・交差点間の接続、交通規制情報を有しているデータである。自動車による移動所要時間を一方通行、右左折禁止、通行禁止規制を有効化し、自動車専用道路、有料道路の使用を認める設定で用いた。

本研究では住民のうち全ての小児が等しい確率で患者になると仮定し、需要は0～14歳人口とした。需要のある4次メッシュについてGISで重心点を生成し、海域に生成された重心点を陸地最近接地点へ修正処理したものを需要地点とした。施設候補地点は、GISで生成した4次メッシュの重心点を対象地域内に含まれた地点とした。GISを用いたシミュレーションで選定された地点を適地候補とみなした。時間距離到達圏とは、目的地へ一定の所要時間で到達することのできる範囲を意味する用語として用いた。移動コストは、自動車による移動所要時間とした。

解析には、ArcGIS for Desktop Basic 10.3.3およびArcGIS Network Analyst for Desktop（ESRI ジャパン社）を用いた。

## 4. 研究成果

### （1）対象地域の概要（表1）

対象とした田辺圏と新宮圏の2圏域は9955のメッシュで覆われ、そのうち需要が存在するメッシュは1123であった。生成した重心点の位置に基づいて処理した結果、需要地点数は1113、施設候補地点数は9341であった。2つの圏域を比較すると、田辺圏と新宮圏では、需要量に2倍以上の差があった。

### （2）pメディアン問題に基づく適地選定（表2、3）

需要を加重した需要地点からの自動車による総移動所要時間が最小となる適地候補について、南部地域に1施設配置する場合（以下、pメディアン1）と、既存の2つの医療圏に1施設ずつ配置する場合（以下、pメディアン2）の2つのシナリオで解析した（カットオフ設定なし）。pメディアン1では、自動車による総移動所要時間を最小化する適地候補は、上富田町朝来に位置

するメッシュ ID : 503543424 の地点であった。この場合の総所要時間は 781732.4 分で、一人当たりの平均移動所要時間は 34.4 分であった。p メディアン 2 については、田辺圏では、田辺市新庄町に位置するメッシュ ID : 503543721 の地点が選定され、総所要時間は 196489.9 分（一人あたり平均 12.5 分）であった。新宮圏では、新宮市三輪崎に位置するメッシュ ID : 503547371 の地点が選定され、総所要時間は 126896.2 分（一人あたり平均 18.1 分）であった。

### (3) 最大被覆問題に基づく適地選定 (表 2, 3)

需要を加重した需要地点から施設候補地点までの自動車による移動所要時間を 15 分間から 60 分間まで 15 分間隔で設定し、それらの設定所要時間において需要を最大化する適地候補について、南部地域に 1 施設配置する場合（以下、最大被覆問題 1）と、既存の 2 つの医療圏に 1 施設ずつ配置する場合（以下、最大被覆問題 2）の 2 つのシナリオで解析した。2 つのシナリオでそれぞれに適地が選定され、本研究では、それらの結果から、最小の所要時間設定で需要のカバー割合が 80%を超える地点を最終的な適地候補とみなした。

最大被覆問題 1 では、自動車による移動所要時間を 15 分間に設定した場合、需要の 54.7% (12431 人/22728 人) が最大限カバーできる値であった。同様の解析を 30 分間に設定した場合の最大値は 65.9% (14979 人/22728 人) であった。適地候補の条件とした人口カバー割合 80%を超えたのは、移動所要時間 60 分間の設定のみであった。最大被覆問題 2 では、適地候補としての条件を満たした最小の設定所要時間は、田辺圏、新宮圏いずれも 30 分間の設定であった。田辺圏の適地候補は上富田町朝来に位置するメッシュ ID : 503543431 の地点で、最大カバー割合は 95.2% (14979 人/15735 人) であった。新宮圏の適地候補は那智勝浦町大字浦神に位置するメッシュ ID : 503527711 の地点で、94.1%であった。

### (4) 適地候補を目的地とした時間距離到達圏におけるカバー人口 (表 4)

最後に、p メディアン問題と最大被覆問題に基づき選定された適地候補のうち、表 3 で示したシナリオ 2 (既存の 2 つの医療圏に 1 施設ずつ配置する場合) で導出された適地候補を目的地として時間距離到達圏を解析し、その到達圏でカバーされる人口を算出した。なお、シナリオ 1 (既存の 2 つの医療圏で 1 施設配置する場合) での適地候補を目的地とした算出結果は割愛した。

p メディアン問題 2 における適地候補 (田辺市新庄町、新宮市三輪崎) を目的地とした場合では、30 分間の到達圏でカバーできる割合は 89.3% (20288 人/22728 人)、60 分間のそれは 99.4% (22592 人/22728 人) であった。最大被覆問題 2 における適地候補 (上富田町朝来、那智勝浦町大字浦神) では、30 分間の到達圏でカバーできる割合は 94.3% (21422 人/22728 人)、60 分間のそれは 98.6% (22416 人/22728 人) であった。

### (5) 考察

需要と施設利用者の移動にかかる時間距離を考慮して、地理的アクセシビリティに着目した分析手法に基づき、和歌山県南部地域における小児救急医療施設の適地についてシミュレートした。その結果、田辺圏と新宮圏における面積や需要の規模の違いから、2 つの圏域あわせて 1 施設配置するというシナリオでは住民のアクセシビリティに地域格差が生じ、需要側の観点では現実的でないことが示された。また、それぞれの圏域に 1 施設ずつ配置というシナリオにおいて、公平性 (最大被覆問題) と効率性 (p メディアン問題) の観点で検討した結果、比較的より短い移動所要時間で需要の 80%をカバーできる地点を導出することができた。

医療資源の配分について、近年、小児医療の重点化政策のもとで医療資源の集約化が進められているが、これまで住民の移動コストの観点からの議論は十分に行われてこなかった。供給側の視点だけでなく、需要側からみた効率性および公平性を検討し、移動コストについても一定基準を満たす資源配分が望まれる。医療資源の地域的偏在は、供給側の立地パターンだけでなく、需要側の地理的アクセシビリティからも評価しうる。行政においては従来、都道府県や市区町村の単位で人口 10 万人対医師数や医療施設数など、数量的指標は用いられているが、その集計単位となる地域のなかでも更に人口の偏在は生じており、その分布は一様ではない。このような需要の偏在の観点を解析に加えて、客観的かつ理論的に最適な立地点を求める手法の有用性を提示できたものと考えられる。

また、本研究では行政区としての地理的ユニットを 5 階層 (①小字レベル、②大字レベル=江戸期藩政村、③明治行政村、④昭和合併期、⑤平成合併期) 整備して同様の解析を試みたが、最小の単位である小地域 (町丁・字等) 集計の国勢調査を用いた場合でも、山間部を多く含む地域では空間的範囲 (面積) が大きく異なり、そのことが地理的アクセシビリティの解析結果に少なからず影響をおよぼし、解釈に困難をともなった。これを踏まえて、本研究では最終的に地域メッシュ統計を用いることで、より客観的な同一の空間単位で需要を測定し、小地域の再編成に影響を受けることなく、需要の経年変化を捉える空間データのフォーマットを提供できる利点も示した。

対象地域における現状の小児救急医療施設 (拠点病院・準拠点病院) の配置を踏まえると、これ以上の集約再編を行うと住民の地理的アクセシビリティにおいて、公平性が損なわれる恐れがあることが示唆された。本研究においては既存の医療資源やその配置について考慮していない点、地域における疾病構造を考慮していない点に課題が残る。適地を住民の移動時間のみによって判断することはできず、地域の医療提供体制や生活経済圏などのさまざまな観点から評価することが必要である。また、患者の受療行動は移動距離と医療機関の規模に依存することが指摘されており、小児医療の重点化は患者の受療行動にも影響を及ぼす可能性がある。今後はこのような観点を踏まえて、本研究の結果として得られた施設配置の妥当性を検討する必要がある。



図1 対象地域

表1 対象地域の概要

	全体	田辺圏		新宮圏	
		n	%	n	%
全地区数 (メッシュ) <sup>a</sup>	9955	6268	63.0	3861	38.8
需要					
0-14歳人口 (人)	22728	15735	69.2	6993	30.8
地区数 (メッシュ) <sup>a</sup>	1123	787	70.1	337	30.0
地点数 (ポイント)	1113	786	70.6	327	29.4
施設候補地点数 (ポイント)	9341	5905	63.2	3436	36.8

<sup>a</sup> 地区数 (メッシュ) については、行政界線を跨ぐ場合はいずれの圏域にもカウントされる。

表2 適地候補シミュレーション結果 (pメディアン問題1, 最大被覆問題1)

解析行ル (時間設定)	適地候補 メッシュID	適地候補地名	カバー 地点	カバー 人口	カバー 割合	所要時間 (分)	総所要時間 (分)	
最大 被 覆	15分	503543721	田辺市 新庄町	340	12431	54.7%	3416.9	106954.1
	30分	503543431	上富田町 朝来	609	14979	65.9%	9264.6	174968.0
	45分	503524611	すさみ町 周参見立野	713	16367	72.0%	19454.1	422741.9
	60分	503515874	串本町 田並	831	21303	93.7%	34516.0	973175.7
pメディアン	503543424	上富田町 朝来	1113	22728	100.0%	41775.0	781732.4	

表3 適地候補シミュレーション結果 (pメディアン問題2, 最大被覆問題2)

【田辺圏】

解析モデル (時間設定)	適地候補 メッシュID	適地候補地名	カバー 地点	カバー 人口	カバー 割合	所要時間 (分)	総所要時間 (分)	
最大 被 覆	15分	503543721	田辺市 新庄町	340	12431	79.0%	3417.1	106964.8
	30分	503543431	上富田町 朝来	609	14979	95.2%	9264.8	174978.6
	45分	503543782	田辺市 鮎川	733	15494	98.5%	17978.7	320407.3
	60分	503544901	田辺市 中辺路町北郡	784	15732	100.0%	22193.2	384792.4
pメディアン	503543721	田辺市 新庄町	786	15735	100.0%	18053.2	196489.9	

【新宮圏】

解析モデル (時間設定)	適地候補 メッシュID	適地候補地名	カバー 地点	カバー 人口	カバー 割合	所要時間 (分)	総所要時間 (分)	
最大 被 覆	15分	503547371	新宮市 三輪崎	97	4484	64.1%	926.6	38743.4
	30分	503527711	那智勝浦町 大字浦神	258	6580	94.1%	4574.5	137344.2
	45分	503527934	那智勝浦町 大字下里	307	6922	99.0%	6457.4	138063.9
	60分	503527833	那智勝浦町 大字粉白	322	6962	99.6%	7100.0	141553.9
pメディアン	503547371	新宮市 三輪崎	327	6993	100.0%	9231.1	126896.2	

表4 適地候補を目的地とした時間距離到達圏におけるカバー人口

		15分	30分	45分	60分	75分	90分
pメディアン問題による適地 (田辺市新庄町, 新宮市三輪崎)	カバー人口 (人)	16911	3377	1494	810	70	32
	累積カバー割合 (%)	74.4	89.3	95.8	99.4	99.7	99.9
最大カバー問題による適地 (上富田町朝来, 那智勝浦町大字浦神)	カバー人口 (人)	13221	8201	736	258	225	53
	累積カバー割合 (%)	58.2	94.3	97.5	98.6	99.6	99.9

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 小本修司, 熊谷美香, 水内俊雄
2. 発表標題 小地域統計を利用した明治行政村単位での再集計の提案：和歌山県の国勢調査を事例に
3. 学会等名 日本地理学会2020年春季学術大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mika Kumagai
2. 発表標題 Effect of time and location on the number of frequent emergency hospital refusal of ambulance transport calls
3. 学会等名 American Association of Geographers the 2019 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mika Kumagai
2. 発表標題 Simulation of Pediatric Emergency Care Facilities
3. 学会等名 Esri User Conference (国際学会)
4. 発表年 2019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
---------	---------