

論文審査の結果の要旨

氏名：相 羽 良 寿

博士の専攻分野の名称：博士（理学）

論文題名：公的医療施設の立地-配分分析：新潟県上越医療圏を事例として

審査委員：（主査） 教授 高 阪 宏 行

（副査） 教授 佐 野 充 教授 関 根 智 子

本論文は、新潟県上越医療圏における公的医療施設に対し、立地-配分モデルを応用して、公的医療施設の施設数や施設規模、立地点の観点から、空間的効率性や平等性、費用の最適化を実証的に分析した研究である。第1章は、研究目的と方法、研究地域を示している。研究地域に選定した新潟県上越（二次）医療圏は、北が海岸線で、西は富山県、南は長野県、東は中越医療圏の中心である長岡市というように県市界をなす山地で囲まれた、閉鎖性のある地域であり、既存データの分析から医療施設利用者の他県や他医療圏への流出が少ないことが裏付けられている。上越医療圏は、上越市のほかに妙高市と糸魚川市を含み、人口は約29.5万人であり、町丁目・字数は1,161に及ぶ。立地-配分モデルは、①施設数、②解空間、③目的関数の三つの側面からさまざまな形式で組み立てられてきた。施設数とは、本論文では公的医療施設数である。解空間には連続空間と離散空間があり、前者は連続した平面上に施設が立地する空間であり、後者は施設が離散的な地点に立地する空間である。目的関数は、代表的な関数としてp-メディアン問題、p-センター問題、集合被覆問題、最大被覆問題がある。本論文においては、離散空間内でp-メディアン問題と最大被覆問題として公的医療施設を分析している。

第2章は、上越医療圏の特徴と立地する公的医療施設について論じている。第1節では、一次、二次、三次医療圏の定義を説明した後、第2節で新潟県内の二次医療圏の現状を考察した。新潟県の七つの医療圏に対し、入院患者と外来患者の医療圏内の医療施設での自足率を求めたところ、上越医療圏は入院患者と外来患者ともに自足率が高いことが明らかとなった。第3節で新潟県内の公的医療施設の現状を説明した後、第4節において、一般病床を主とする公的医療施設が上越医療圏内には八つ存在し、それらを分析の対象に選定したことを述べている。

第3章では、まず立地-配分モデルの検証を行い、p-メディアン問題が移動距離において効率的な施設立地を導出し、人口が集中する地区に優先的に施設を立地させるモデルであることを示した。地理情報システム（GIS）を利用して、上越医療圏を構成する1,161の町丁目・字に対し中心点を生成するとともに、中心点から各施設までの道路距離を算出した。そして、上越医療圏における既存8施設に対し、町丁目・字の中心点を最近隣施設へ配分する最近隣施設選択行動に基づいた配分分析を行った。その結果、既存施設における一人あたりの平均移動距離は5,544mになり、西部の糸魚川市と上越市の東部では公的医療施設へのアクセスが悪いことが明らかになった。さらに、現在の施設数と同数の8施設に対するp-メディアン問題の最適解では、一人あたりの平均移動距離が約1,200mも短い4,341mに改善されることが判明した。施設数を6から10へ順次増加させて、立地-配分モデルを実行し、施設立地点の最適化を試みると、浦川原地区が上越医療圏の全体のバランスを考える上で、潜在的に重要な地点であることも明らかになった。

第4章では、被覆距離を10kmとして、最大被覆モデルを上越医療圏に応用して実証分析を行った。配分モデルを利用して、現状の8公的医療施設に対し被覆距離10kmの被覆人口を算出したところ約253,000人であり、上越医療圏全体の人口の約86.0%を被覆した。次に、最大被覆モデルを応用し、上越医療圏の公的医療施設数と同じ8施設数に対し最適解を求めると、上越医療圏のその被覆人口は約285,000人となり、人口被覆率は約96.7%となった。このことから、最大被覆モデルを応用することによって、人口被覆率を10.7%も改善させることが明らかになった。この結果は、高田と直江津に現在2施設ずつ隣接して立地していることが、被覆範囲でオーバーラップを起こしており、被覆という観点からは非効率な施設立地であることを示している。さらに施設数を3から13へ順次増加させて、最大被覆モデルを実行し、現状の被覆率86.0%を満たす最少施設数を割り出した結果、現在の8施設数の半分の4施設で達成される最適立地が存在することも明らかにしている。

第5章では、立地-配分モデルに費用関数を組み込むことによって、需要と供給の二つの側面を考慮して、上越医療圏における公的医療施設の最適立地を実証分析した。まず、医療施設の立地費を固定費と変動費

に分割する従来の方法を検討した。しかし、実際の資料を用いると、立地費をこのように分割することが難しいことが明らかになった。そこで本論文では、病院建設事業費モデルを参考にして、医療施設の立地費を、用地取得費、建物建設費、医療機器整備費の合計で求めた。立地費のこのような分割は、固定費と変動費から捉えるよりも現実的であり、公的資料にも対応している。用地取得費と建物建設費の費用関数を推定するため、全国公私病院連盟の資料における一般病院の病床数別 100 床あたりの敷地面積と建物総延床面積のデータをそれぞれ使用した。横軸に病院規模を表す 8 階層の病床数を、縦軸に各階層の敷地面積をとり、8 階層の病院の敷地面積をプロットした。この散布図に、回帰モデルを当てはめた結果、2 次式が適合した。この式は、一種の逓減関数であることから、施設の敷地面積は、施設規模の拡大にともない直線的に増加するのではなく、増加が頭打ちになることが明らかとなった。同様に、建物総延床面積についても 8 階層の病床数に対する散布図を作成し回帰モデルを当てはめた結果、2 次式が適合した。この式から、病院の規模が拡大するにつれて、病院の建物床面積は直線より多少高い率で増大することがわかった。

上越医療圏に費用関数を組み込んだ立地-配分モデルを応用するため、費用関数に関わる各種定数を定める必要がある。用地取得費は、2 次式から求められた敷地面積に実勢地価を乗じることで算出された。一般に、敷地はそれが位置する地理的環境に従って立地タイプに分けられることから、本論文では、都心部、市街地、周辺部と 3 タイプに分け、敷地の平均地価から実勢地価を求めた。建物建設費は、2 次式から得られる病院の建物床面積に、平方メートルあたりの建設費を乗じることで算出した。同様に、医療機器整備費は、病床数に 1 床あたりの医療機器整備費を乗じることで算出した。

次に、これらの費用関数を組み込んで p-メディアン問題を解き、平均移動距離を最小化する施設立地点とその立地費を求めた。立地費に占める各種費用の割合は、建物建設費が最も高く約 63%、次いで医療機器整備費が約 23%、用地取得費が約 14%の順になった。上越医療圏の施設数を 3~13 へと順次増加させて、立地費と平均移動距離との間の関係を考察した結果、施設数が増えるにつれて、立地費は増加するが平均移動距離が短縮するというトレードオフの関係をグラフで示すことができた。

過大な立地費を抑制するため、立地費の削減数値目標として、上越医療圏に存在する 8 公的医療施設に対し推定した立地費を基準として、その 5%の削減目標を設定した。その削減目標を満たす立地費は 733.6 億円であり、費用内に収まる立地数は、上記のグラフの分析から 5 施設であることが明らかになった。施設数は 5 と少ないが、施設の大規模化で延床面積が増大したため建物建設費が高くなった。しかし、施設数が 3 施設減少したため、立地費は 733 億円と削減目標内に収まった。この削減により、上越市中心部の高田と直江津、および妙高市にそれぞれ立地している 2 施設は 1 施設に減少した。これは、人口密集地域での施設の統合を表す結果になった。このように、費用関数を組み込んだ立地-配分モデルを応用することで、立地費を 5%削減する医療施設の最適立地が得られることが明らかになった。また、施設数 5 の最適立地に対する上越医療圏全体の平均移動距離は 5,699m であり、既存 8 公的医療施設に対する平均移動距離が 5,544m であったので、約 150m 程度長くなっているが、施設数が 3 施設減少しても、公的医療施設へのアクセスは大きな低下につながらないことが示された。

第 6 章は結論であり、本論文で明らかになったことをまとめている。GIS を利用した立地-配分モデルを上越医療圏に応用することによって、立地-配分モデルは、医療施設へのアクセスを考慮した医療施設計画の策定において有効であることが示された。特に、費用制約式を組み込んだ立地-配分モデルは、一定の予算内で、公的医療施設の施設数と施設規模、さらに立地点を空間的効率性や平等性の観点から最適化することができるため、医療施設へのアクセスと予算を同時に考慮した医療施設計画の策定を可能にすることが実証された。

本論文のユニークな点は、立地費の費用関数を、用地取得費、建物建設費、医療機器整備費に分けて特定化している点である。これは、公的資料にも対応し、係数の推定の面で実用的な関数になっている。本論文は、この費用関数を組み込んだ立地-配分モデルが、現在の地域医療が抱える予算削減下での医療サービスの維持という問題を解決するための有効な手段になることを、上越医療圏で実証している。

このことは、本論文の提出者が自立して研究活動を行い、又はその他の高度な専門的業務に従事するために必要な能力及びその基礎となる豊かな学識を有していることを示すものである。

よって本論文は、博士（理学）の学位を授与されるに値するものと認められる。

以 上

平成 27 年 2 月 19 日