

論文の内容の要旨

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

今日の医療問題は、構造・制度・改革において、それらが複雑にからみあった複合的な問題である。公的医療施設は、救急医療・周産期医療・がん診療拠点病院等の機能を持ち、地域の基幹病院としての役割を担う重要な施設であり、地域医療の安定的な医療サービスの供給に欠かせない存在であることから、本研究では公的医療施設を取り上げる。本研究の目的は、公的医療施設の施設数や施設規模、立地点の側面から、空間的効率性や平等性を分析する立地-配分モデルが、現在の医療が抱える諸問題を解決するための有効な手段のひとつであることを示すことである。また、医療行政に対する医療施設の移転・統合・新設等の立案計画の際の空間決定支援としての有効なツールであることも合わせて示す。以下、本論文を構成する6つの章の内容を示す。

第1章は、研究方法と研究対象地域を中心に説明している。本研究においては、空間的側面からの効率性（資源の集中と分散、規模）や平等性（施設利用者の移動距離）を考慮した分析を行う分析手法として、GIS（地理情報システム）上で立地-配分モデルを利用する。立地-配分モデルは、①施設数、②解空間、③目的関数の3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、本研究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、前者は施設が連続した平面上に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。また、これらから派生した関数も多く存在する。本論文においては、p-メディアン問題と最大被覆問題を取り上げて分析する。これらの問題を解く方法として2種類の解法がある。一つは計画法であり、もう一つは発見的解法である。計画法では厳密な最適解が得られるが、計算量が膨大となり、大きな問題では実行不可能となる。それに対し、発見的解法は、大きな問題を比較的速く解くことが可能で、さまざまな目的関数に利用でき、最適解だけでなく、2番目、3番目の最適解も見出すことができる。連続空間と離散空間の双方に対し研究されてきた発見的解法の中で、本研究では、離散空間に対する多くの事例で広く利用されている頂点代替法を用いる。この解法は、本研究のように問題が大規模な実証分析においても、最適解を導出する可能性が高いことが先行研究で実証されている。医療施設の立地-配分を分析するにあたり、新潟県の西部に位置する上越二次医療圏（以下、上越医療圏とする）を研究地域として選定した。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。

第2章は、新潟県の医療圏の設定と現状、新潟県内の公的医療施設とその現状、上越医療圏の公的医療施設について説明している。新潟県全域は、現在7つの二次医療圏で構成されており、下越医療圏、新潟医療圏、県央医療圏、中越医療圏、魚沼医療圏、上越医療圏、佐渡医療圏となっている。この医療圏のうち、入院受療率が一番高いのは佐渡医療圏で、以下魚沼医療圏、下越医療圏の順である。外来受療率をみると、一番高いのは佐渡医療圏で、魚沼医療圏、上越医療圏の順になっている。また、各医療圏の病院の入院患者（精神・感染症・結核病床入院患者を除く）・外来患者の住所地と受療地（医療圏）の関係を分析した結果、新潟医療圏と上越医療圏は入院・外来患者ともに自足率が高く、他の医療圏の施設を利用する率が低いことがわかった。このことから、上越医療圏は入院・外来患者ともに住民利用率が高く、他の医療圏から流入が少ないことが示された。

新潟県内の病院は、131施設のうち111施設（構成割合：84.7%）が一般病床を持ち、52施設（同：39.7%）が国・公的医療機関の施設であった。また、76施設（同：58.0%）が200病床未満の中小病院であることがわかった。病院の全病床数29,288病床のうち約半数近くの13,707病床を公的医療機関が占めていた。民間施設数と比べると、公的医療施設数は少ないにも関わらず、病床数では半数近くを占めていることから、民間施設に比べて1施設あたりの規模（病床数）は大きい。

研究対象地域である上越医療圏内には、2014年現在で9つの公的医療施設が存在しており、本研究

では、一般病床(急性期病床)を主とする医療施設を対象とするため、精神病床等に特化した医療施設を除外した8つの公的な一般病院を分析対象とした。その内訳は、県立病院が3施設、市立病院が1施設、独立行政法人が1施設、厚生連が3施設となっている。各医療施設の機能区分は、表にまとめて説明している。

第3章では、まず立地-配分モデルの検証として、p-メディアン問題の目的関数に人口を加重した場合と加重しない場合では、どのような違いが生じるのか、簡単な事例をもとに説明した。その結果、立地-配分モデルで人口の加重がない目的関数の場合は、距離の均一化を求めるタイプであることがわかった。また、人口の加重がある目的関数の場合は、人口が集中している地区に施設を配分する効率性重視のモデルであることも示された。それを受けて、上越医療圏の公的医療施設を人口で加重したp-メディアン問題としてとらえ実証的に分析した。ESRI ジャパン(株)のArcGIS上で、まず上越医療圏を構成する1,161の町丁目・字に対し、それらの中心点を生成した。そして、町丁目・字の中心点から既存の8公的医療施設への道路距離を、Network Analystを用いて測定した。さらに、配分モデルを適用して、既存の8公的医療施設の医療圏を設定するとともに、立地-配分モデルを用いて8施設に対する最適解を求めた。その結果、西部の糸魚川市と上越市の東部で公的医療施設へのアクセスが悪いことが示された。また、上越医療圏全体での現施設配置は、施設までの移動距離の側面で、ある程度合理的に立地している地区と合理的に立地していない地区とがみられることが明らかになった。県立中央病院は、内陸部の高田地区の関川沿いに県立看護大学を併設して立地している上越医療圏の基幹病院であるが、地理的条件と人口分布を考慮すると、人口が多く基幹道路の結節点である直江津地区に立地することが合理的であることが判明した。また、上越医療圏全体での移動距離を最小化する上で、浦川原地区は潜在的に重要な地点であることもわかった。

第4章では、少ない施設数で、より多くの住民をカバーするような公的医療施設の最適立地を分析することを試みた。立地-配分モデルの目的関数に最大被覆モデルを採用して、上越医療圏の実証分析を行った。最大被覆モデルを上越医療圏に応用するにあたり、既存の8公的医療施設に対し、施設から道路距離10kmを被覆距離として設定して、その被覆範囲の人口を分析した。具体的には、ArcGIS上で、配分モデルを適用して、道路距離で10kmの被覆範囲内の町丁目・字中心点を配分し、既存施設に対する10km圏を設定した。現状分析と最大被覆モデルの最適解との比較の結果、同一施設数でも人口被覆率が10.7%改善されることから、最大被覆モデルが有効な手段であることが示された。

第5章では、過大な立地費の抑制という現在の課題に取り組むため、費用関数を組み込んだ公的医療施設の立地-配分分析を行った。費用関数は、病院の立地費を構成する用地取得費、建物建設費、医療機器整備費とし、病床数8階層と各費用の関係を分析したところ、用地取得費で病床数の増加にともない単位規模あたりの用地取得費が低減することが明らかとなった。これらの費用関数を組み込んで公的医療施設の立地-配分分析を行った結果、立地費が増加すると施設への移動距離は短縮するというトレードオフの関係が現れた。過大な立地費を抑制するため、立地費の抑制数値目標として、現在の費用水準の5%を削減するという制約条件のもとで、平均移動距離を最小化する立地-配分モデル(p-メディアン問題)を実行した。その結果、上越市中心部の高田と直江津、さらに妙高市にそれぞれ立地している2施設を1施設に統廃合すれば、現在より3施設少ない5施設で、移動距離が約150mだけ長くなるが、費用削減目標を達成する最適立地パターンが存在することが明らかになった。また、この統廃合により病床数200床未満の中小病院がなくなり、病床数500床規模の病院2施設と病床数300床規模の病院3施設の計5施設となり、施設の大規模化が起きたことが示された。このような観点から、医療計画等の立案があった場合、地理的側面より医療行政に対する空間決定支援のひとつとして応用できる可能性を示した。

第6章は、本研究で明らかになったことを結論としてまとめた。GISを利用した立地-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。また、立地-配分モデルに、立地費の費用制約式を導入することにより、医療施設へのアクセスと予算を考慮した医療施設計画の策定が可能になった。このことから、公的医療施設の施設数や施設規模、立地点を空間的効率性や平等性の観点から分析する立地-配分モデルは、現在の医療が抱える諸問題を解決するための有効な手段のひとつであると同時に、医療行政に対する医療施設の移転・統合・新設等の立案計画が上がった際の空間決定支援としての有効なツールであることが結論付けられた。