

平成 21 年 4 月 4 日現在

研究種目： 基盤研究 (B)
 研究期間： 2007～2008
 課題番号： 19390145
 研究課題名 (和文) 医学・医療における地理情報システム (GIS) の応用と普及に関する研究
 研究課題名 (英文) Study on application and popularization of geographic information system (GIS) in the field of medical science
 研究代表者
 鳥谷部 真一 (TOYABE SHIN-ICHI)
 新潟大学・危機管理室・教授
 研究者番号： 20227648

研究成果の概要： 地理情報システム (GIS) は、地理情報に関連した情報を管理・操作・出力するシステムである。海外では疾病地図、空間疫学、保健医療施設設置計画、保健医療ニーズやアクセスの空間的解析など広汎な分野に活用されている。本研究では、日本における保健医療分野での GIS の活用を推進するため、診療圏解析、医療機関へのアクセス、機能分化、保険制度改訂の影響、医師偏在など、様々な保健医療上の地理的問題に関して GIS を活用して解析した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	9,300,000	2,790,000	12,090,000
2008 年度	2,600,000	780,000	3,380,000
年度			
年度			
年度			
総計	11,900,000	3,570,000	15,470,000

研究分野：医療情報学

科研費の分科・細目：境界医学・医療社会学

キーワード：GIS、包括医療、DPC、医師不足

1. 研究開始当初の背景

(1) 新潟大学においては、文部科学省の国際戦略強化事業として新潟大学国際戦略本部による5年間のプロジェクト「GIS 医療新分野への応用研究」が採用された。新潟大学へのサイトライセンス導入に伴い、「ヒューマン・ヘルス GIS センター」が医学部キャンパスに設置された。

(2) 医学・医療の分野における GIS の活用方法は当初は感染症疫学から始まったが、現在では、感染症にとどまらない疾病地図や空間

疫学調査、さらには、保険医療施設設置計画への応用、保険医療ニーズの空間的解析、保険医療機関へのアクセス解析など、広汎な分野への応用が期待されている。

(3) 研究者らは、(1)に述べた研究環境の下で、(2)で述べたように保険医療の分野での GIS の応用と普及について検討してきた。入院医療の包括評価 (DPC) 導入後、厚生労働省に報告する DPC 情報を GIS を用いて解析することにより、疾病別・診療科別の実勢診療圏を把握できることを報告した (鳥谷部他、

医療情報学 26(1), 41-6, 2006)。さらに、病
病連携・病診連携を解析することで、日本の
三次救急病院が一次・二次病院としての性格
も持っていることを明らかにした (Toyabe S,
et al. BMC Health Serv Res, 2006)。

(4) 以上の実績を踏まえて、保険医療ニーズ
と医療サービス受給の空間的分布を包括的
かつ体系的に解析する方法を確立すること、
さらに GIS を活用してこれらの空間的分布を
視覚的に把握できるシステムを構築しよう
とした。

2. 研究の目的

(1) 疾病発生状況および年齢別人口の空間
的分布から、GIS を用いて、地域ごとの保
健医療ニーズの空間的分布を視覚的に把握
できるシステムを構築する。保健医療ニーズ
の空間的分布は、疾患別、年齢別に解析で
きるようにする。

(2) GIS を用いた保健医療ニーズの空間的
分布の解析結果、現在の人的・物的医療資源
の空間的分布、交通機関の整備状況（空間
的アクセシビリティ）を反映した、疾患別、
患者背景（年齢など）、医療サービスの種別
（救急医療、一次・二次・三次医療、入院・
外来）ごとに医療圏を設定できるようにす
る。またその方法論を確立する。

(3) 将来の DPC の普及に備えて、DPC の
様式 I データから保健医療サービス受給状
況の空間的分布を視覚的にとらえるシステ
ムを構築する。

(4) 上述の方法で設定した医療圏を基に、
現在の人的・物的医療資源をどの地域にど
れだけ再配分するかについてシミュレーシ
ョンを行い、最適な医療資源の再配分方法
を見いだす。また、再配分の結果、医療資
源の分布の不均衡がどのように改善・増悪
するかを推測する。

3. 研究の方法

(1) データの収集

- ①国勢調査や福祉統計年報に基づいた、地
域別死亡統計による地域別疾病統計
- ②人口動態調査に基づく地域別年齢階層
別人口分布データ
- ③DPC 導入病院における DPC 情報（いわ
ゆる様式 I 情報）
- ④DPC 未導入病院における診療情報を把
握するために、医療機関ごとの病院統計
や退院時疾病統計を収集する。
- ⑤交通アクセスデータ（道路、線路、公
共交通機関ネットワークデータおよびア
クセス時間データ）
- ⑥各医療機関の物的医療資源データ（病
床数、医療設備、救急医療への対応、診
療科の種類）を、病院統計などから入手
する。
- ⑦各医療機関の人的医療資源データ（診
療科

別常勤・非常勤医師数）を、病院統計、
各種学会から入手する。

⑧各医療機関の稼働実績（外来患者数、
入院患者数、病床稼働率など）

⑨毎年卒業する医学生の数と、前・後
期卒業後臨床研修の動向。

⑩毎年開院・廃業する医師数。

(2) 保健医療ニーズの空間的評価：医療
機関からみた保健医療ニーズの地域差は、
医療サービスを享受する患者とそこで発
生する疾病の地域分布を解析すること
により、客観的な評価が可能となる。
したがって、国勢調査や福祉統計年報
などに基づいた地域別死亡統計で疾
病の地域分布を把握し、人口動態調
査から患者の年齢別地域分布を解析
する。

(3) GIS による解析：病院情報システ
ムから抽出した患者基本情報と、DPC
に係わる診療情報（様式 I 情報）から、
疾病の種類や重症度など診療情報を
関連づけた患者点情報を GIS を用い
て地図上にプロットする。本法を用
いることにより、患者点情報の空間
的集積性、紹介先・逆紹介先との
空間相関分析を行い、病病連携・
病診連携が十分でない地域などを
詳細に解析できる。DPC が未導入
医療機関については病院統計、退
院時疾病統計などを基に診療圏を
解析する。集計単位となる地区の
面積が広い場合や、サンプル数が
少なく詳細な検討ができない地区
には、Bayes モデルを適用する。

(4) アクセシビリティ解析：患者の
空間的分布が、どのような指標や
アクセシビリティに強く影響を
受けているかを GIS および空間
統計解析で明らかにする。患者
点情報に付随した診療情報・患
者基本情報、病院・診療所の
診療機能を共変量とした空間
統計解析を行う。モデル構築
には必要に応じ、Markov 連鎖
Monte-Carlo 法を利用した
Bayesian hierarchical Poisson
regression model を用い、
適合度の高いモデルを作成する。
以上のモデルは疾患別、患者
背景別（年齢など）、医療
サービスの種別（救急医療、
一次・二次・三次医療、入院・
外来）ごとに作成する。

(5) 保健医療ニーズを反映した
診療圏設定方法の確立：従来の
診療圏は行政区分を単位として
設定されたり、各医療機関の
診療圏もそれぞれの医療機関
を中心とした単純な同心円状
の距離内の範囲であったりす
ることが多く、必ずしも医療
ニーズを反映したものとは言
えなかった。これまでの解析
結果から実勢の医療圏を提案
する。

(6) 保健医療ニーズと医療サー
ビス受給状態との関連解析：
保健医療ニーズの空間的分布
と、現実の医療機関の診療
圏とを比較検討することで、
医療サービスに不均衡がない
かを検討する。

4. 研究成果

(1) 大学病院における紹介・逆紹介の解析
 日本では国民皆保険制度の下、医療機関へのフリーアクセスが確保されている。患者は基本的にはどのような医療機関であれ受診することができる。その一方で、近年では医療、福祉、介護の分野では機能分化が進み、急性期病院に入院した患者は急性期を過ぎるとリハビリテーションを担当する病院やその他の療養型医療施設に転院するようになってきた。急性期病院では入院医療の包括評価(DPC)が導入され、在院日数短縮が保険診療上のインセンティブになった。このような背景から病病連携や病診連携の強化が急性期医療機関にとっては重要な課題となった。三次医療を担う大学病院において、関連医療機関からの紹介や逆紹介の状況が経年的にどのように変化しているか、某大学病院の実データを用いてGISで検討した。55%の患者は自院の外来から入院しており、退院後85%の患者は自院の外来で加療されていた。このことから病病連携や病診連携はそれほど進んでいないことが明らかだった。入院患者の住所でGeocodingすると、紹介患者の密度が低い地域は病院所在地の近辺に集積しており、逆に高い地域は遠方に集積していた。すなわち、大学病院は本来三次医療を担うべきであるのに、きわめて狭い範囲の実勢診療圏を持っていた。さらに、DPC関連情報ほか患者情報から、各患者が二次医療に該当する疾患で入院したのか、三次医療に該当する疾患で入院したのかが推定できる。二次医療と三次医療に分けて実勢診療圏を検討すると、実勢二次医療圏はきわめて狭く、実勢三次医療圏はやや広いが本来カバーすべき範囲の半分ほどであった。次に、逆紹介の地域差を解析した。逆紹介先がない地域の患者は在院日数(LOS)が伸びると考えられたため、在院日数のSDスコア(LOSSDS)をプロットした

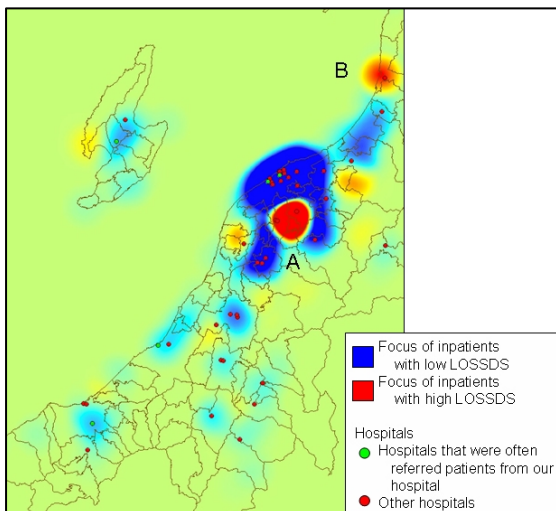


図1 LOSが極端に短い/長い患者の集積

ところ、LOSが極端に長い患者の集積がみられた(図1)。この地域は未だ病病連携や病診連携が確立していない地域と考えられる。

以上の内容を学会発表した(Toyabe S, et al. MEDOINF02007, 2007, Brisbane)。

(2) 病院機能分化のGISによる解析
 DPC関連情報をGISによって解析することで、大学病院における二次医療及び三次医療の混在状況が推測できることが示唆された。そこで大学病院の機能分化が進んでいるかを経年的に検討し、さらに二次医療及び三次医療に相当する医療圏のモデル化を試みた。全国の病院のDPCデータを解析することにより、大学病院よりも特定機能病院に有意に多いDPC(A群)と逆に一般病院に有意に多いDPC(B群)を見いだすことができた。実際、大学病院ではA群が55%、B群が28%であり、一般病院ではA群が26%、B群が57%であった。多重ロジスティック回帰分析でA群に属するDPCには昏睡、手術、高度な処置、合併症が有意に関連しており、またCharlton scoreもA群が有意に高値だった。以上から、この分類の妥当性が示唆された。某大学病院でA群とB群の割合の変化を経年的に調べたが、2003年~2006年の間でほとんど変化がなかった。従って、大学病院の機能分化はほとんど進んでいないことがわかった。次にA群とB群の診療圏をモデル化した。A群の診療圏は病院からの距離の逆数をdecay parameterとしてモデル化できた。したがって、三次医療に関しては他医療機関の影響が低いことが示された。一方、B群の診療圏は、大学病院からの距離、近隣の一般病院との距離、病院の規模(急性期病床数)から成るdecay parameterを組み込むことでモデル化できた。後者のparameterは消費者が特定の店舗で購買行為を行う確率を示すHuffモデルのparameterとまったく同じである。したがって、二次医療に相当する疾患に関しては、患者の受療動向は大学病院と一般病院とは差異がないことが示唆された。以上の結果を論文発表した(Toyabe S. Risk Management and Healthcare Policy, 2008)。日本の二次医療の受療動向にHuffモデルが適用できることを初めて示したものである。

(3) 競合する病院間の診療圏と受療動向
 次に複数の医療機関が存在するような地域において、地域に存在する主要な医療機関の入院診療データを入手し、(2)で検討した診療圏や患者の受療動向がそのままではまるかを検討した。4つのほぼ同じ規模の病院が存在する地区を対象として検討したところ、図2に示すようにHuffモデルがここでも適合した。さらにこれらの医療機関を統合

する場合を仮定して、統合後の実勢医療圏によってカバーされる住民数が最大になるような医療資源の再配分を検討した（論文投稿準備中）。

(4) 診療圏のさらに詳細なモデル化
診療圏解析を解析対象地域を拡大するとともに、疾病や診療科など詳細な臨床情報を反映したモデル作成を試みた。マルコフ連鎖モンテカルロ法によるシミュレーションを導入し、ベイズ推定を取り入れた階層的空間ワゾン回帰モデルを適用し、解析を行った（論文投稿準備中）。

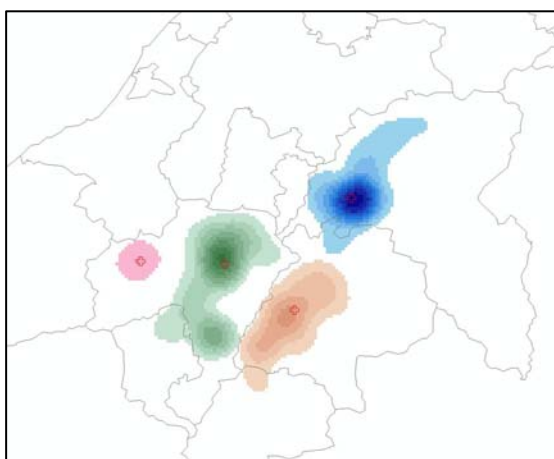


図2 4つの病院の実勢診療圏

(5) 医師偏在のGIS解析
日本では1980年代以降政策として医学部生を減らしてきた。しかし、近年医師不足が社会問題化している。日本における医師数の地域差に関しては、1980年から1990年を対象とした報告があるのみで（Kobayashi Yら、1992）、その後の医師の分布に関する学術的な解析結果は見あたらない。そのため、1996年から2006年までの医師数の変化と医師の地理的分布をGISを用いて検討した。市町村別の人口あたり医師数の地域分布を経年的に解析した。臨床医の絶対数は年々増加していたが、人口に対する医師の偏在状況を示す指標である、Gini coefficient、Atkinson index、Theil indexは2002年以降悪化していた。診療所に勤務する医師、一般病院に勤務する医師、大学病院に勤務する医師に分けて検討すると、いずれの指数も診療所に関しては増悪傾向がなかったが、病院では悪化が認められた。GISを用いた解析結果では、もともと人口あたり医師数が多い都市部において、さらに医師数の増加が認められ、逆に都市部近郊において減少していた（図3）。市町村をその人口で分けて、それぞれにおける医師数の増減を調べると、一般病院では人口が多い地域での増加が顕著であり、診療所で

はそのような傾向はみられなかった。以上の結果を英文論文で発表した（Toyabe S. International Journal of Equity and Health, 2009）。以上の結果は、医師不足の問題が医師の絶対数の不足によるものだけでなく、医師の偏在も大きく関与していることを学術的に初めて示したものである。

(6) 医療ニーズと医師偏在
上記の結果は単純な人口あたり医師数で解析したものであるが、医師不足は医療ニーズの多寡によって左右されるものであり、医療ニーズは様々な要因によって変化するものである。したがって、現実の医師不足問題を解析するためには、医療ニーズの多寡によって補正した人的医療資源の地域差を検討する必要がある。医療ニーズの多寡の指標として、地域別・疾患別患者数を用いて検討した（論文投稿準備中）。

(7) 人的医療資源の偏在と医療アウトカムの関連解析
医師や医療機関の偏在が医療アウトカムに関連があるかどうかを、NICU及び新生児医療に携わる医師数の分布と新生児死亡の地域差を例として解析した（論文投稿準備中）。

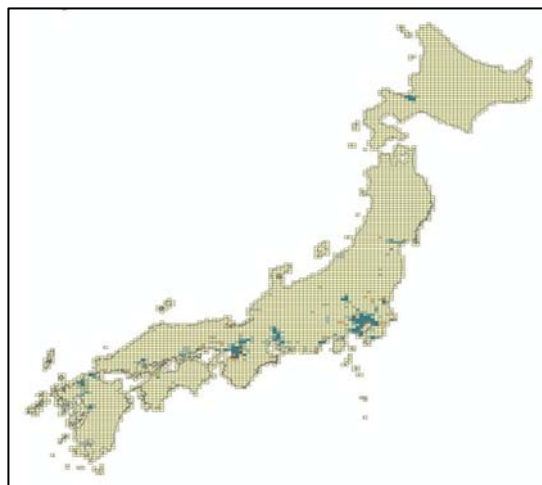


図3 人口あたり医師数の増減

5. 主な発表論文等
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計2件）

- (1) 鳥谷部真一. Non-specialized Inpatient Care Provided by University Hospitals in Japan. Risk Management and Healthcare Policy, 査読あり、1、2008、23-29
- (2) 鳥谷部真一. Trend in geographic distribution of physicians in Japan.

International Journal of Equity and Health、査読あり、8、2009、5

[学会発表] (計1件)

- (1) 鳥谷部真一, 赤澤宏平. Spatial Analysis of Referrals from Secondary Care to Aftercare in a Tertiary Care University Hospitals in Japan、MEDINFO2007、2007.8.23、Brisbane

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鳥谷部 真一 (TOYABE SHIN-ICHI)
新潟大学・危機管理室・教授
研究者番号：20227648

(2) 研究分担者

赤澤 宏平 (AKAZAWA KOUHEI)
新潟大学・医歯学総合病院・教授
研究者番号：10175771

(3) 連携研究者

赤澤 宏平 (AKAZAWA KOUHEI)
新潟大学・医歯学総合病院・教授
研究者番号：10175771