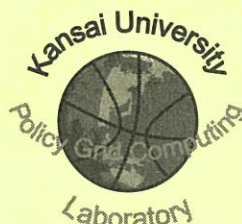


医療政策と GIS による可視化支援

松井幸一, 水田憲志, 佐々木孝恵, 松原光也



文部科学省私立大学社会連携研究推進拠点

関西大学政策グリッドコンピューティング実験センター

Policy Grid Computing Laboratory,
Kansai University
Suita, Osaka 564-8680 Japan
URL : <http://www.pglab.kansai-u.ac.jp/>
e-mail : pglab@jm.kansai-u.ac.jp
tel. 06-6368-1228
fax. 06-6330-3304

関西大学政策グリッドコンピューティング実験センターからのお願い

本ディスカッションペーパーシリーズを転載、引用、参照されたい場合には、ご面倒ですが、弊センター（pglab@jm.kansai-u.ac.jp）宛にご連絡いただきますようお願い申し上げます。

Attention from Policy Grid Computing Laboratory, Kansai University

Please reprint, cite or quote WITH consulting Kansai University Policy Grid Computing Laboratory (pglab@jm.kansai-u.ac.jp).

医療政策と GIS による可視化支援

松井幸一¹, 水田憲志¹, 佐々木孝恵², 松原光也^{1,3}

Medical Policy and Support of Visualization by GIS

Kouichi Matsui¹, Kenji Mizuta², Takae Sasaki³, Mitsuya Matsubara⁴

概要

大阪府吹田市を事例として診療サービス別の医療マップを作成したところ、高齢者医療ならびに乳幼児医療という観点から判断すると医療資源の配分に偏りがあることが明らかとなった。医療に限らず、地域の様々な課題を可視化することで、問題解決に至る方策の協議が容易となる。GIS は政策支援を目的とするシミュレーションモデルの構築において、社会調査法のひとつとして、データ管理、分析、可視化ツールとしても有効である。

Abstract

When the medical GIS Map according to treatment subject was made in Suita City(Osaka Prefecture), it became clear that there is bias in the distribution of hospital and Clinic . It is necessary that medical resource is managed for senior and baby. When the policy is discussed in a regional conference, the regional problem is arranged and the precondition is extracted by GIS using maps and statistics. GIS for simulation is a system for storing, managing, analyzing and visualizing data including social space.

キーワード：政策支援, GIS, MAS, 可視化, バスマップ

Keyword: Support of Policy Making, Geographic Information System,
Multi-Agent Simulations, Visualization, Bus Map

-
- 1 関西大学大学院文学研究科 博士課程後期課程
 - 2 関西大学文学部
 - 3 関西大学政策グリッドコンピューティング実験センター リサーチアシスタント

1. はじめに

1995年の阪神淡路大震災以後、国や地方自治体においてGISを導入するところが増加してきている。震災以前から豊中市や高槻市のように住民登録やインフラ工事などにGISを利用してきたところも存在する。地方自治体におけるGIS導入の多くは行政部署の単位ごとに進められてきたのだが、部署間または役所全体として統合化も進んでいる[1]。その進展次第では政策立案に利用することも可能である。

アメリカではGIS技術者の資格が設けられており、州政府の都市計画に関する部局ではGIS技術者の資格を有する者を1人以上所属させることが法規で定められている。都市計画を担当するチームは各専門分野の知識を有する担当者とそれらの情報を地図にまとめてコーディネートするGISの専門家で構成されるのである。都市計画では様々な分野の専門家が意見を出し合い、関係部署と調整を図るためにGISが有効活用されている。都市計画に限らず、地域の様々な情報を統合、共有、活用できる人材を育成するために、GIS学会ではGIS技術者資格の認定制度に取り込んでいる[2]。

今後はGISを用いてシミュレーションを実施し、都市計画をはじめとする政策支援に利用される機会が増えていくであろう。シミュレーションモデルおよびツールの構築において、GISは社会調査法のひとつとして、また、分析・可視化ツールとしても有効である。関西大学政策グリッドコンピューティング実験センター（PGLab）においても、情報科学、経済学、政治学、法学、社会心理学、地理学等の様々な分野にわたり、政策支援を目的とするシミュレーションツールの開発とその応用に取り組んでいる。

本稿ではGISを利用して政策立案、実施を行う過程について述べ、自治体における医療制度の検討事例をもとに医療マップの作成過程とその利活用について述べることとする。

2. GISによるシミュレーションと可視化

2. 1. GISと可視化

GIS（Geographic Information Systems）は阪神淡路大震災を契機に地理データベースの整備と共に急速に普及してきた。防災だけでなく様々な研究分野に利用されるにつれて、「空間分析を行うためのコンピュータとソフトウェア及びデータ群」の一面だけが強調されつつある[3]。空間をX, Y, Zといった座標系を軸に展開するだけでなく、それらを基盤として成り立つ地域を捉えて可視化することがGISの役割となる。従ってGISのデータは、ある対象物（フィーチャー）に対して座標情報と属性情報（人口、住所、統計情報など）からなる空間情報に加えて、座標と実際の場所との対応関係を示す投影情報を持つ必要がある。これらを統合したデータを地理情報と呼び、このデータを作成、加工、可視化することがGISの機能である。そして現実社会を対象に地域を一単位として調査・分析・認知化・利用を繰り返すための一連の作業体系が本来のGISである。ここでの作業とは学問や教育だけでなく生活も含むものである[4]。

地理学では分布図や密度図などの主題図を作成し、これらを基に分布パターンや立地特性、地域間の差異などについて考察するが、データを元に主題図を作成するツールがGISの全てではない。調査項目の設計、調査データの管理、主題図の作成、地理的な分析、分析結果の可視化と利用の過程全体がGISといえるのである。他の学問分野でGISが利用される場合、空間分析ツールとしてのGISだけが注目される面もある。しかしな

がら、それぞれの学問に合った調査、分析、可視化の過程があつてしかるべきである。教育においても生徒にテーマを考えさせ、家から学校までの店舗などについて現地調査を行わせる。それを地理情報として入力し、通学マップ¹⁾を作成する。完成した通学マップを持って毎日通学の際に気付いたことを書き留めておいて再度通学マップに反映させる。生活においては住民に必要な情報を自治体が地理情報として保持し、計画の策定や施策の実施に活用する。住民も自治会などの単位で地域マップを作成し、これを元に問題点を協議する。こうしたまちづくりの現場に役立てるなどの一連の作業が広義の GIS といえるのである。

これらは全てコンピュータを使わなければならないというわけではない。ワークショップで行われているように、紙地図の上にカードなどを貼って協議してもよい。その後の管理、利用が体系立てられていればよい。重要な点は実社会にある対象物についてその位置と属性を一度に認知できるということである。これが実社会の様々な現象を把握するのに役立つのであり、それこそが GIS の最大の利点である。

それでは何故コンピュータ技術の発展と共に GIS は進歩・普及してきたのであろうか。それは GIS を利用するにあたってコンピュータの利点を生かすことができるからである。すなわち、大量記憶と大量処理、高速性、正確性というコンピュータの3つの利点が GIS の有益性を飛躍的に向上させたのである。地図の情報は多岐にわたり、それと関連した地域の統計情報は大量のデータであるが、これらを記憶、修正、加工するのに紙地図とカードを使用しているのはかえって煩雑となり、可視化、認知化を阻害してしまう。さらに、修正、加工にあたって時間をかけているのは地域特性を考察することに十分な時間を費やせない。地域ごとに人口密度を階級区分して塗り分ける場合、一度作成するだけでなくデータの入力等を考慮すると人手とコンピュータでは作成時間に大差がないかも知れないが、しきい値を何度も検討して再度塗り分ける場合は、その所要時間は大きな差となつてあらわれる。また、人手では塗り分ける際に隣接データと見間違えて塗ってしまうこともあり得る。人手を介するのとコンピュータの処理とではその正確性についてもまた大きな格差がある。以上のことからコンピュータ技術を利用して GIS はより広い分野かつ頻繁に利用されるようになってきたが、実地調査に基づく現実社会の写像を地理情報に投影し、位置と属性を同時に捉えることによってその地域の特性を分析、認知することにより、現実社会の問題に応用するという根幹は変わらないのである。

2. 2. 地域概念

ここで GIS の基本となる地域の概念について整理しておく必要がある。地域とはある基準にしたがって集められた場所の集合体とする。ある基準とはユークリッド距離を使用する場合もあり、生活の単位を指す場合もあり、現実社会を捉える上で基準となるものである。それでは場所とは何を指すかということが問題となってくる。場所は物理的な縦、横、高さを持つ空間と時間を基本構成要素とする。空間と時間を我々が認知することによって場所というものが意味を成すのである。人間が空間と時間を認識し、把握することによって場所というものが存在し、その場所をまとめたものが地域である。

1) 地図とその中で記載される対象物に関する属性情報を連携して表示させたものを本稿では「マップ」と呼ぶこととする。

それでは、地域というものはどのように場所をまとめたものであるか、その種類について簡単に整理しておく。実際に場所をまとめて地域を捉える場合に、その地域と人間生活との関わり具合によって形式地域と実質地域に大きく二分される。形式地域はユークリッド距離、経緯度など物理的な基準で地域を構成したもので、人間生活との関わりは薄い。その代表的なものが統計に利用されるメッシュである。空間分析に適していても生活する上で自分がどのメッシュ区分に属しているかを意識することはない。次に実質地域は生活と密着しており、現実活動する場としての地域を構成する。行政界や集落の範囲など人々は生活する上で自分の属している地域を意識している。実質地域は場所をまとめる際の基準の差異によってさらに等質地域と機能地域に分けられる。等質地域は綿花地帯や熱帯などのように同じ性質を持つ場所をまとめたもので、機能地域は都市圏や通勤圏など機能的に関連する場所をまとめたものである。

形式地域や実質地域が主として現実の地域構成を対象としているのに対し、認知地域や活動地域²⁾は一種の仮想現実の世界を対象としている。認知地域はメンタルマップや案内図などのように、人間の頭の中にある地域概念を表現したものである。本来、地域自体が人間の頭の中で認知された概念であるが、実質地域の場合はその概念を一般化しており、あくまでも現実の世界を対象としている。認知地域の場合は個人が捉えた地域概念そのものを対象として、それをそのまま表現したものである。一方、活動地域は都市計画図などの住宅地域や風致地区、マーケティングにおける商圈などのように計画上の区分を対象としたものである。現実の世界をいかに変化させるか、未来の地域構成を表現している[5]。

これらの地域概念が密接に関わりながら現実社会は絶えず変化を続けている。実質地域が現実社会の地域構成を対象として空間的現象を表現したものであるから、その結果として表現された地図は既に過去のものである。様々な事象のもとに積み重ねられた結果として構成された地域というものは現実社会に影響を与え、その制約の下に成り立っているといえる。実質地域の影響を受けながら人間は生活を続け、その頭の中では常に地域の捉え方が変化している。その変化し続けている頭の中の地域概念が認知地域であり、これを現在の地域構成として基準を定めるとすれば、地域は社会生活の中で受け入れられているということになる。最初は個人の頭の中だけのことであったとしても、やがて相互に影響を受けつつ、一般化された新しい地域概念が形成されていくのである。一般化された地域概念はやがて社会の枠組みの中で新たに再構築され、活動地域として捉えられていく。計画という形で再構築される場合もあれば、歴史の流れの中で起こった出来事によって変化する場合もある。今度は社会の制度や慣習が地域に影響をもたらし、地域は変容していくのである。

2) 地域の種類については様々な説があるが、ここではこれ以上言及しない。活動地域とは経済活動や政治行政活動のおこなわれる地域を指し、経済活動地域と政治行政地域にわけられる。本稿での活動地域は主に計画の策定実施に関わる地域として用いる。

2. 3. GIS による政策支援

これまで社会における地域概念について述べてきたが、GIS はこれら社会と地域の変容の過程と共に利用されていくものである。それは学問分野に限らず、教育や生活の中でも取り入れられる。本稿では、医療政策と地域の変容との関係を例として、GIS による政策立案支援の手法、特に GIS を利用した政策シミュレーションに焦点をあてることとする。

政策実施による地域変化の過程は、GIS による政策支援の手法と密接なつながりを持つ。図1に示すように、政策支援の第1段階として基本となるのが「現実社会の写像を地図で表現」することであり、実質地域を地図で表現することにより現状を把握する。地図と統計を同時に比較することにより、事前評価を行うのである。

第2段階として事前評価を踏まえつつ、現実社会に関する「モデル構築」を試みる。初期段階では政策立案者個人の頭の中にだけしかない認知地域が、モデルを構築することにより、政策立案者グループ内での共通認識として確立されるようになる。ワークショップやフォーラムなどでは地図の上に問題点を書き込み、検討を重ねて課題を抽出する。こうした中で新たな計画や施策が考案されるのである。

第3段階として「モデル評価」が行われる。GIS によるシミュレーションはこの段階で実施される。立案された計画や施策について評価基準を設定してシミュレーションを実施する。様々な空間解析がシミュレーションや政策評価に役立つため、GIS は分析ツールとしての面ばかりが目立つ。しかしながら政策支援の過程を考慮するとその一部分に過ぎない。

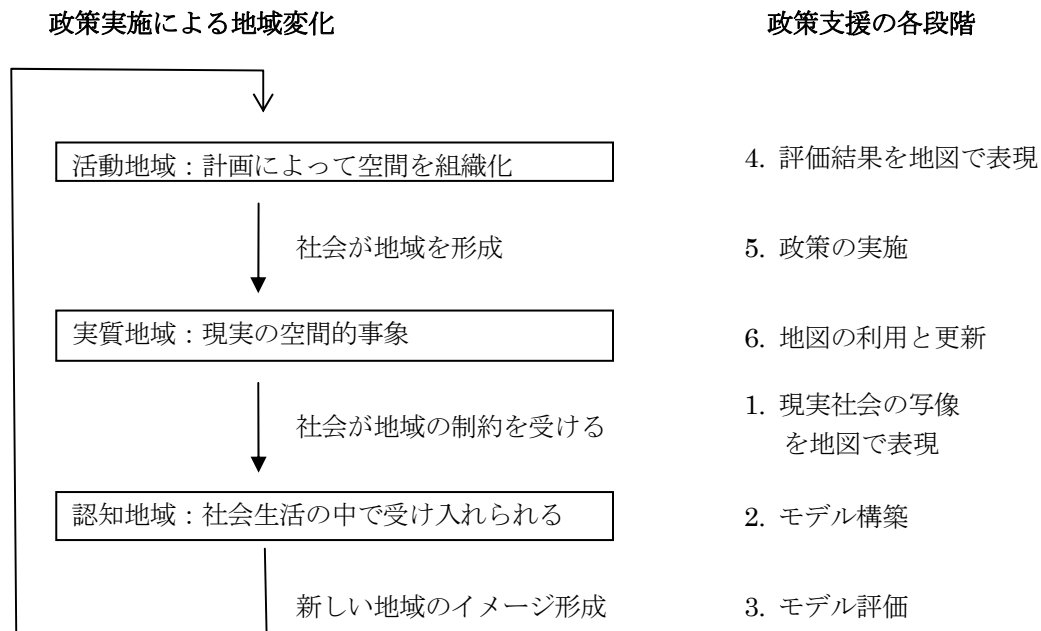


図1：GIS による政策支援の過程

第4段階は「評価結果を地図で表現」することである。シミュレーションだけに限らず分析についても評価結果を地図で可視化することにより人々の認知が容易になる。計画の概要、各地点における施策の状況を活動地域として地図で表現することにより立案者だけでなく、政策実施の担当者、施策についての説明を受ける住民にとっても施策の理解に役立つのである。これがまさに GIS の最大の利点といえる。

第5段階は「政策の実施」の際に GIS が役立てられる。計画図は完成してそれで役割が終わるわけではなく、実施段階においても常に現状と照合されなければならない。政策の実施状況も GIS により管理することが可能である。

第6段階として「地図の利用と更新」が実施されて政策支援の過程が一区切りを迎える。政策の実施に伴って常に更新されてきた地理情報は一定の段階で、再び地図として表現される。事後評価のために、政策の実施によって新たに構成された実質地域を再度表現することになる。これは同時に新たな政策への第1段階として再利用されていくのである。このように政策における一連の過程と連動して GIS は利活用される。

政策のモデルを評価する手法として GIS シミュレーションが利用可能であることを述べてきたが、その概要について触れておくことにする。GIS をシミュレーションに生かす場合に簡単な方法として、地理情報を入力パラメータとしてシミュレーションを実施することである。U-Mart のような距離の概念を必要としないシミュレーションであっても、市場参加者の数などを、対象地域の人口に比例させるなど、地域の属性情報を入力パラメータとして利用することは可能である。また、シュガー・スケープモデルのように距離の概念を用いるシミュレーションの場合は、仮想空間の各セルに座標情報と属性情報を適用することができる。

より高度なシミュレーションとしては、GIS の中にシミュレーションツールを組み込むことである。道路網を考慮した経路探索や空間解析などを用い、人や物の移動を地図で表現しながらシミュレーションを実施する。地球シミュレータで実現されている気候変動に関するシミュレーションなどはその事例であるが、GIS を利用したシミュレーションツールは高価であり、実施されるシミュレーションに合わせて独自に開発されることが多い。さらには入力パラメータとして地理情報を多く取り入れるほど、シミュレーションのモデルが複雑となる。また、空間を取り扱うだけでなく、時間の変化をも取り扱う GIS ツールが開発されているが、シミュレーションを実施する場合は時間の取り扱いが必須となる。JSTimes のように時間の概念を取り入れた多次元 GIS も存在する。効果的な地理情報の利用方法とモデルの構築手法や時間概念の導入については、今後の課題となろう。GIS を利用したシミュレーションの可能性に期待したい。

3. 保健医療 GIS の展望

本節では保健医療分野において実際に GIS がどのように使われているのか、あるいはどのような可能性をもつのかについて展望する。保健医療 GIS の研究動向や活用事例については中谷他（2004）に詳しい[6]。この本を参考に以下では保健医療分野における GIS の利用と GIS を使用したシミュレーションの可能性について述べる。

3. 1. 保健医療 GIS における研究事例

死亡率などの指標をコロプレスマップ（断彩地図）に示す方法は疾病の分析に有効であるが、さらに GIS を利用し2種類のコロプレスマップを重ね合わせることで両者の関

係を視覚的に理解することが可能となる。また、地域集団間の疾病の発生状況と要因の曝露状況を比較する生態学的研究を行う場合も GIS の利用は有効である[7]。

近年その拡大が懸念される SARS や新型インフルエンザなどの感染症対策を考える際には疾病の分子生物学的見地、疫学的見地、媒介生物の生態学的見地疾病対策の実現性の予測が不可欠である。感染症対策に GIS の理論・方法・技術を応用することによって、従来の方法では得られなかった知見を得る可能性は高い[8]。

GIS を使用しなくとも医療機関分布図を描くことが可能であるが、GIS を使用する利点のひとつにバッファリング機能が挙げられる。バッファとは任意の点、線から等しい距離にある領域を指すがこの機能を利用すれば医療機関の分布に対してより詳細な分析が可能となる。実際の医療機関へのアクセスは道路や交通網によって規定されるが、GIS を用いればこのような実際の移動距離や移動時間を考慮した医療機関の配置状況を検討することも可能である[9]。

WebGIS の活用方法は様々であり、例えば、感染症の拡散を視覚化し、その情報を広く一般に配信することは、人々の注意を喚起し、防疫への意識を高めることにつながる。また、慢性疾患の疾病分布を視覚化し、疾病の地域集積傾向を地域住民に公開することは、保健医療政策の計画と評価における住民参加の実現につながる[10]、[11]。

3. 2. 保健医療計画への活用

(1) 保険医療ニーズの評価

対象地域ごとの人口特性をもとにした保健医療サービスの需要推計とその地理的分布を明らかにする上で GIS が利用されている。人口に比例した保険医療サービスの配置計画に貢献するほか、疾病に対して大きなリスクを持つ年齢層（乳幼児・高齢者）など、人口の特性に即した保健医療サービスの供給計画立案を支援する。

(2) 医療サービスへのアクセシビリティ評価

医療サービスへのアクセシビリティ評価で GIS はその有効性を発揮する。アクセシビリティを評価する上で、直線距離、道路網のネットワーク距離（移動距離）、移動時間、移動費用などが主な指標となる。距離を測定する方法として、空間単位のポリゴンの重心と保健医療施設までの距離を測定する方法、空間をメッシュに分割して各メッシュから保険医療施設までの距離を測定する方法、ネットワークの最短経路検索機能を使ってネットワーク距離を測定する方法、などがあげられる。移動の障壁があまりない地域では直線距離を採用できるが、市街地ではネットワーク距離や移動手段（自家用車、徒歩、公共交通機関など）を考慮した距離の測定がより重要になる。距離以外では、移動の内容や時間帯も分析指標に組み入れられる。どの医療機関を利用するか意思決定は、提供される医療サービスの質や医療機関の知名度、患者の属性など様々な要因によって行われるため、アクセシビリティはそれらの要因のひとつにすぎない。近接性が高い医療機関の利用度が低い場合、その医療機関を敬遠する物理的・心理的要因が存在するか、その医療機関と住民の医療ニーズとの間にミスマッチがあると考えられる。

(3) 医療資源配分への評価

質・量の双方で限りがある医療資源を公平に配分するために、GIS を利用した医療資源配分の評価や計画立案の支援が行われている。医療資源配分の格差を是正するうえで、医療資源の絶対量に限りがある場合、医療資源そのものではなく医療資源へのアクセシ

ビリティを改善する対策が考えられる。例えば、中心市街地にコミュニティバスを導入してアクセシビリティを改善した場合に医療資源の配分格差がどの程度是正されるか、といったシミュレーションを GIS で行うことが可能である。

(4) 新規保健医療施設の適地選択

限られた医療資源のひとつである保健医療施設を新規に設置する場合、どこに配置するかは重要な問題である。これは先に述べた保健施設ニーズの評価やアクセシビリティ、医療資源配分の問題と密接に関連する。GIS の利用によって地域の人口特性を把握して新規の施設の適地選択の意思決定に資するほか、将来人口を推計した新規医療施設立地のシミュレーションにも GIS が利用される。

(5) 住民への保健医療情報配信

住民への保健医療情報配信には WebGIS を利用した厚生労働省の都道府県・市町村統計情報や西宮市による保険医療施設の案内情報システムなどがすでに実用化されている。WebGIS は WWW 技術を利用した GIS で、WWW サーバーと WWW クライアント（インターネットブラウザ）を用いる。そのため GIS アプリケーションがなくても WWW クライアントさえあれば利用可能であり、またネットワークを通じた情報の共有が可能である。現在ではクライアント側で高度な空間分析が可能なタイプまで実用化されている。WebGIS はデスクトップ GIS に比べてデータの統合性に優れているが、多様な情報源を統合するにはデータの標準化や互換性の問題を克服しなければならない。そのためにメタデータ³⁾の整備が必要とされる。

4. GIS による医療マップの作成

4. 1. 作成の目的

保健医療分野への地理的分析は GIS が利用される以前からたびたび行われてきた。しかし、従来の手法では地図上での情報結合の複雑さ、分析の煩雑さから広く活用されてきたわけではない。一方、GIS は異なる情報を一つの地図上で結合し扱うことができるため、それぞれのデータ間の関連性を分析することが可能である。特に、紙媒体において空間に関する分析は煩雑な作業を必要とするが、GIS では多数のデータが関連しあう高度な分析も容易となる。また、GIS では分析結果を地図データと合わせて表現することができるため分析結果をより視覚的に捉えることが可能である。

このような GIS の特性を踏まえれば、様々な要因が複雑に関連しあう保険医療分野において GIS を利用した分析は有効であるといえる。さらに、GIS の有用性は単に分析にのみ終わるのではなく、そのデータの再利用性から新たな分析や計画策定に容易に転換することが可能な点である。そのため本章では大阪府吹田市を事例とし、「保険医療ニーズの評価」を試みる。吹田市では高度経済成長期に建設された千里ニュータウンが老朽化し、住民の高齢化も進展している。その一方で病院などの医療機関は対処法的な施設

3) メタデータとはデータを検索するためのインデックスデータベースである。書籍でいえば目録に該当する。



図2：吹田市医療マップの構成

整備しか行われていない現状にある。そこで、医療機関分布をもとにした問題点探求に焦点を絞って GIS による分析・可視化を行い、医療マップの作成を通して今後の医療政策支援の可能性を探る。

なお、本章では GIS ソフトウェアとして ESRI 社の ArcGIS Ver9.1 を Windows XP 上で使用した。

4. 2. 作成の手順

GIS 上で分析を行う際には始めに作業基盤となる地図が必要である。本章では吹田市を事例に医療機関一覧と数値地図および統計 GIS より吹田市医療マップを作成した。ここでは吹田市医療マップの作成手順をその構成要素となる医療機関一覧、基本地図、統計データの作成手順とともに説明する。

(1) 医療機関一覧

医療機関は大きく分けて「診療所」、「病院」、「施術所」の3つから構成されるが、分析を行う際には対象とする医療機関の範囲を規定する必要がある。そのため、本研究では始めに『医事法』⁴⁾をもとに医療機関の定義を行い、分析の対象となる医療機関の範囲を決定した。

一般に小児から高齢者まで病気の種類に関わらず診療を行うのは「診療所」と「病院」であり、本章では「診療所」、「病院」を医療機関として分析の対象にする。また、歯科関係の医院・病院、救急救命センター、国立循環器病センターは対象とする疾病の特殊性のため分析より除外した。次に上記の医療機関範囲に従い吹田市内の「診療所」、「病院」を対象とした医療機関一覧の作成を行った。医療機関一覧には吹田市内における医療機関の名前と住所を診療科別に記載した。調査は主にZENリン住宅地図[12]上か

4)『医事法』では「診療所」は「医師または歯科医師が公衆または特定多数人のため、医業または歯科医業を行う場所」を指し、「患者の収容施設を有しないもの、または患者 19 人以下の収容施設を有するもので、同一の患者を 48 時間以上収容しないように努めなければならない。」とされている。また、「病院」は「医師または歯科医師が公衆または特定多数人のため、医業または歯科医業を行う場所で、患者 20 人以上の収容施設を有するもの」を指し、「施術所」は「あん摩マッサージ指圧師、はり師、きゅう師、柔道整復師が各々の業を行う目的で開設された施設」のことを指す。

ら判別を行い、補足として『2005 年度版近畿病院情報』『病院要覧 2003-2004 年度版』『大阪府病院マップ』を参考とした。さらに、市協力医療機関については吹田市市報(2006. 4. 1 号)より提供医療サービス別に一覧を作成し、医療機関一覧の名前、住所からマージを行ったうえで医療情報を追加している。

(2) 吹田市基本地図

＜データの入手と加工＞

吹田市基本地図で必要となるデータの入手は「統計 GIS プラザ」[13]と数値地図から入手した。本項ではその入手方法と GIS 上で利用可能となるまでの加工手順を説明する。

＜データの入手と加工手順の流れ＞

- ①統計 GIS プラザより吹田市のデータをダウンロードする
- ②数値地図 2500 (空間データ基盤)、数値地図 25000 (空間データ基盤) より分析上必要なファイルコピーする
- ③データの投影情報を修正する
- ④鉄道・駅の記載漏れを確認し、修正する

①統計データのダウンロード

総務省統計局「統計 GIS プラザ」では GIS の仕組みを活用し利用者の個々のニーズに合わせて国勢調査及び事業所・企業統計調査の統計データを境界図と共に提供している。2005 年 12 月現在、2000 年国勢調査と 2001 年事業所・企業統計調査が利用可能であり、国勢調査については図形データ (町丁・字界データ) と統計データ (人口データ等) が公開されている。本章では大字・町丁目単位での分析を基本としているため、吹田市国勢調査の図形データと統計データを利用した。

②数値地図データの入手

「統計 GIS プラザ」図形データの他に空間データ基盤として数値地図 (空間データ基盤) 2500, 25000 を利用した。これは国土地理院発行の地形図に表示されている項目をデジタル化したものである。本章では数値地図 (空間データ基盤) 2500 から道路線、内水面、水域界、鉄道、行政界、数値地図 (空間データ基盤) 25000 から道路区間、公共施設を使用した。

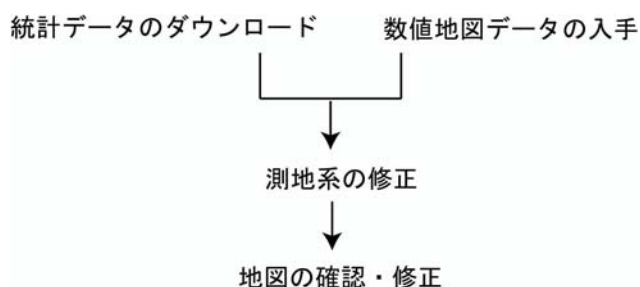


図 3 : 基本地図作成の手順

③測地系の修正

「GIS 統計プラザ」より入手した図形データと各数値地図データは測地座標系が異なるために単純に重ね合わせて分析することはできない。本章では「GIS 統計プラザ」の図形データを基準とし測地系を Arc Tool BOX を用いて統計 GIS の境界図に合わせ、投影情報を変換した。

④地図の確認・修正

数値地図上のデータには新規敷設された道路・駅など一部記載漏れが存在する。この点を補うために分析を行う上で重要となる鉄道・駅について記載漏れを確認するとともに、新たに完成した鉄道・駅を Arc Map のエディタ機能を用い追加した。

(3) 吹田市医療機関分布図

医療機関分布図(図4)は吹田市基本地図をベースマップとして医療機関一覧をデジタル化して作成していく。本項ではその手順とポイント作成に関しての手順を簡単に説明する。

始めに吹田市基本地図上に医療機関一覧の住所をもとに Arc GIS のエディタ機能を用いてポイントを作成し、作成したポイントには医療機関一覧の同じ ID を付与した。その後、付与した ID をキー項目として医療機関一覧とテーブル結合を行った。また、ポイントの作成点については住宅地図を参考として区域内の道路接点に設定し、その精度は数値地図 2500 に合わせた。

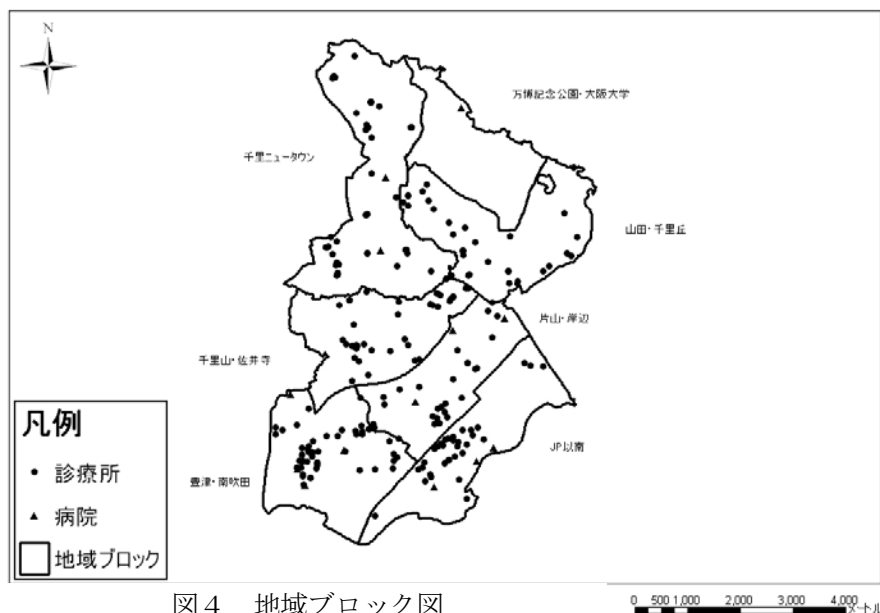


図4 地域ブロック図

地域別集計結果 (平成 12 年国勢調査第一次基本集計を参考に筆者作成)

4. 3. 吹田市の人口

本節では GIS を利用した人口分析の一例を紹介する。人口学上の分析が対象とする人口データと手法は様々であるが、ここでは吹田市内の人口分布から地区別の特性について明らかにしていくとともに、町丁目別に 0～4 歳以下人口、65 歳以上人口の分布特性についてもふれる。なお地区別の範囲は町丁目単位とし、1995 年次国勢調査における地域ブロック分析については吹田市発行の『地域別集計結果-平成 7 年国勢調査第一次基本集計-』を参考にした。

図 5 を一瞥すれば吹田市の人口はほぼ満遍なく分布しているが、北部では山田、南部では江坂を中心としてその周囲に人口が集中している。また、1995 年次の国勢調査と比較し分析すると、人口増加 1,000 人以上の町丁は、上山田、佐井寺 3 丁目、佐井寺南が丘、上山手町、原町 4 丁目、川園町である。このうち原町 4 丁目を除く全ての町丁において「1 人世帯」の増加数が多いことから、これらの町丁の人口増加は 1 人世帯が増加したためといえる。

さらにこの地区の年齢別分析を行うために年齢層を「年少人口」(0～14 歳)、「生産年齢人口」(15～64 歳)、「老年人口」(65 歳以上) の 3 つに区分して考察していく。吹田市の「年少人口」平均値が 14.7%であるのに比べ、これらの人口増加の著しい町丁目では「年少人口」が人口構成比の 20%前後を占め、特に佐井寺南が丘については 30.1%と高い。また、老年人口構成比が市平均の 12.9%より小さくなることから、人口増加が著しい地区では他の地区と比較して年齢層が若いといえる。

4. 4. 医療マップから見た吹田市の医療資源配分評価

作成した医療マップをもとに様々な角度から医療資源の配分評価を行っていく。はじめに分析を行う際の定義として徒歩圏内を規定しておく。一般に徒歩圏内は直線距離で 500m と規定されることが多いが、実際の生活の場においては道路の形状などにより始点から終点まで動線が直線であることは稀である。そのため本稿ではより生活に即した分析を行うために基準点から半径 400m 以内を分析上の徒歩圏内と設定する。

4. 4. 1. 医療機関の分布

図 5 は町丁目別人口密度分布の地図上に「医療機関」の立地を示したものである。図 6 は医療機関のカーネル密度を分布図にしたものである。ブロック別の医療機関の割合は JR 以南 15.5%、万博記念公園・大阪大学 0.3%、千里ニュータウン 22.3%、千里山・佐井寺 15.5%、山田・千里丘 12.8%、片山・岸辺 12.1%、豊津・南吹田 21.2% となり、北西部と南部には比較的多くの医療機関が存在していることが指摘できる。これを人口当たりの医療機関特化係数で表すと表 1 のようになる。JR 以南と千里山・佐井寺では医療機関の数は同数であるが、特化係数においては JR 以南 1.28、千里山・佐井寺 0.81 と大きく違いが現れるために市南部の方が人口当たりに換算すると医療が充実しているといえる。また、万博記念公園・大阪大学ブロックは人口規模が他ブロックと著しく異なるため例外として山田・千里丘ブロックが市内では最も特化係数が低くなり、豊津・南吹田ブロックとは特化係数で 2 倍以上の開きがある。このような結果から住民に対する医療機関の分布は必ずしも均等ではないといえる。

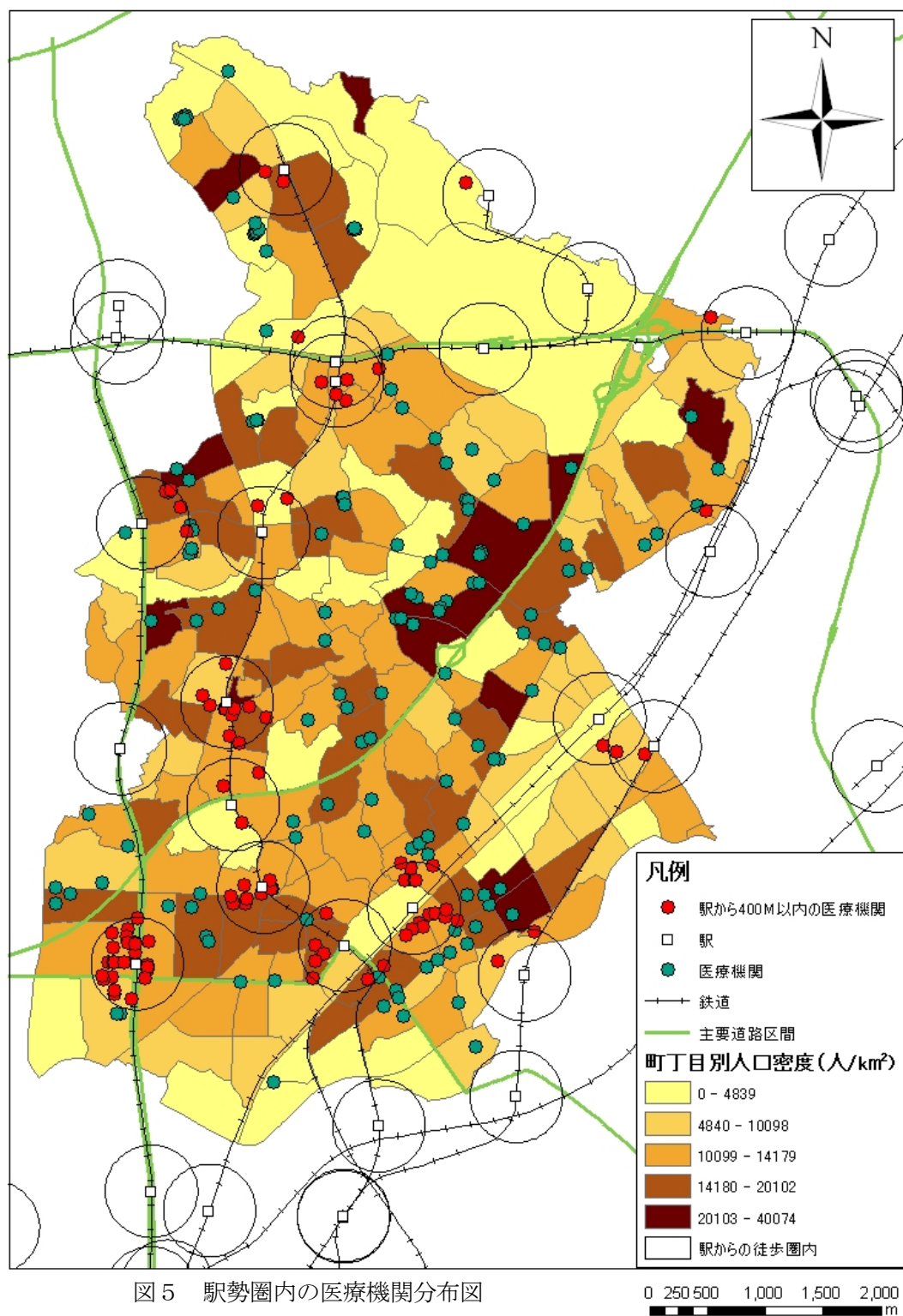


図5 駅勢圏内の医療機関分布図

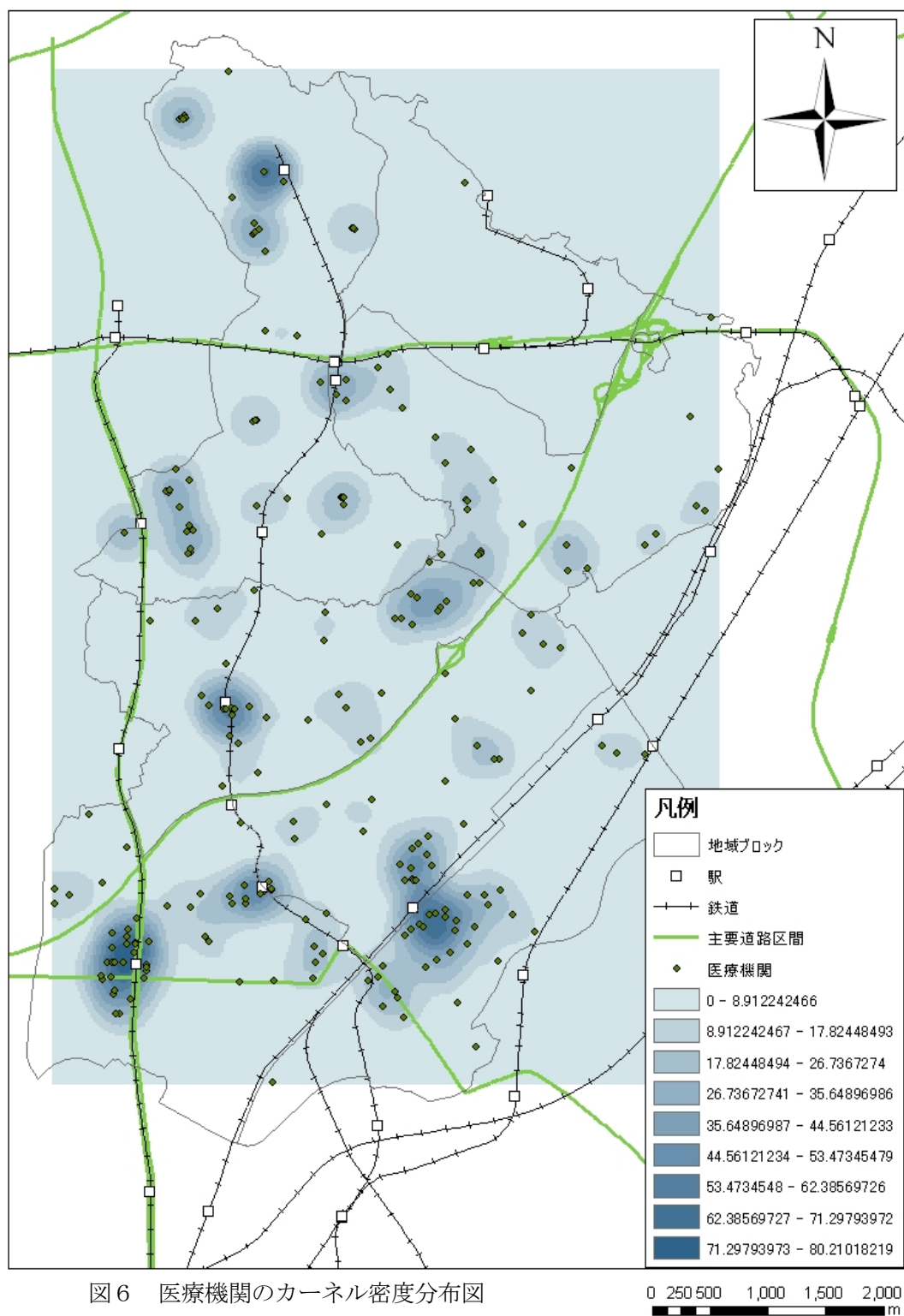


表 1：吹田市内の医療機関分布
(人口：2000 年国勢調査．医療機関数：2005 年吹田市広報)

	人口 (人)	人口構成 比 (%) : a	医療機関 数	医療機関 構成比 (%) : b	特化係数 b/a
JR 以南	42167	12.1	41	15.5	1.28
万博記念公園・大阪 大学	3264	0.9	1	0.3	0.40
千里ニュータウン	64678	18.6	59	22.3	1.20
千里山・佐井寺	66501	19.1	41	15.5	0.81
山田・千里丘	68744	19.8	34	12.8	0.65
片山・岸辺	47957	13.8	32	12.1	0.88
豊津・南吹田	54618	15.7	56	21.2	1.35
総数	347929	100.0	264	100.0	1.00

「診療所」の分布に着目するとその分布傾向として駅周辺へ集中している。駅からの徒歩圏内を 400m と考えればこれに含まれる「診療所」の数は 4 割を超え、多くの医療機関が徒歩圏内に立地していることを示している。また、その中でも特に地下鉄江坂駅、JR 吹田駅、阪急吹田駅周辺には多くの立地が見られ、徒歩圏内に立地している「診療所」の約 45% がこの 3 駅周辺に集中している。このような傾向は「診療所」が商業中心地や交通の結節点となる特定の駅周辺に集中することを示している。この特徴から「診療所」を立地形態の側面から捉えると 2 つのグループに分けられる。ひとつは人口の多い地域に存在しているタイプであり、住宅地において点在して見られることからこのタイプの多くは近年その必要性が指摘されている「かかりつけ医」の性格を持っているといえる。ふたつ目は交通の結節点に当たる駅などに集中して立地するタイプであり、特に駅周辺部では医療センタービルなどを形成し一箇所に様々な診療科を含み利便性を高めているものもある。このような医療センタービルの存在はいくつもの疾病を抱える高齢者にとっては医療機関に通院する時間が短くなるという点において利便性が高いといえる。

さらに「病院」分布の特徴を見ると市南部に比較的多いことが挙げられる。また、駅から 400m 圏内に全 13 病院のうち 6 つの病院が立地している。駅周辺の病院は公共交通を利用した通院に適しているが、それ以外の病院は幹線道路からのアクセスと広い駐車場を整備し、自家用車の利用を前提としている。

住民と「かかりつけ医」の関係からも明らかなように、住民の快適な生活には住居と医療機関との近接性が欠かせない要素である。しかし、吹田市内の診療所の分布にも一部見られるように駅周辺部への集中のように特定の地域には数多く医療機関が立地し近接性が高い一方で、身近な場所に医療機関が立地していない地域も存在する。今後、高齢化社会の進行とともに交通弱者は増加すると予想されるため、このような一部地域への医療機関の集中が進めばアクセシビリティの確保や在宅医療の充実は社会の重要な問題となってくる。

このような問題点がある中で、特に地方都市において駅周辺部に居住していない交通制約者にとってはバス交通が重要な交通機関として利用される。今回の医療マップにおける分析ではバス交通をその対象としていないが、交通制約者のアクセシビリティの確保にとってバス交通やデマンドタクシー、福祉送迎などの小容量・個別対応の交通機関は大きな要素となるため、今後その手法を含めて検討する必要がある。

4. 4. 2. 診療科目別医療機関

医療機関によって提供される医療サービスは異なり、一概に医療機関が多ければ地域医療が充実しているとはいえない。そのため地域医療を充実させるためには住民のニーズに合わせて医療サービスが提供される必要が出てくる。ここでは乳幼児（4歳以下）と高齢者（65歳以上）に対する提供医療サービスから地域医療と住民ニーズを評価する。今回は乳幼児に対しては乳幼児健診、高齢者に対しては高齢在宅医療、高齢インフルエンザ接種を提供医療サービスの指標として用いた。なお、乳幼児は小学校就学前の児童の総称（6歳以下）であるが、国勢調査の年齢階級別人口では上記の区分がないため今回は4歳以下人口を乳幼児人口として用いた。

（1）乳幼児を対象とする診療科目

吹田市の0～4歳以下人口は18000人である。これを地域ブロック別に見ると千里山・佐井寺、山田・千里丘の2ブロックで市内における0～4歳以下人口の4割を超えることから中部から北東部にかけて乳幼児が集中しているといえる（表2参照）。

図7は4歳以下人口の分布図上に乳幼児健診を行っている医療機関の立地を示したものであり、医療機関の立地をブロック別に表すと全体としては均等に分布が見られる。しかしながら、JR以南では4歳以下人口に対する医療機関特化係数が1.7となり乳幼児医療が整備されているのに対して、4歳以下人口の最も多い千里山・佐井寺ブロックでは特化係数が0.8となりブロック間によって乳幼児医療の整備に大きな違いが現れる。このような乳幼児医療整備の不足について地域ブロックの点から見れば市内北部、西部および南西部にかけて乳幼児医療が不足しているといえる。

表2：吹田市内の乳幼児診療分布

	0～4歳以下人口 (人)	0～4歳以下人口構成比 (%) : a	医療機関数	医療機関構成比(%) : b	乳幼児医療 特化係数 b/a
JR以南	1679	9.3	10	15.6	1.7
万博記念公園・大阪大学	372	2.1	0	0.0	0.0
千里ニュータウン	3110	17.3	12	19.0	1.1
千里山・佐井寺	4231	23.5	12	19.0	0.8
山田・千里丘	3686	20.5	13	20.6	1.0
片山・岸辺	2354	13.1	10	15.6	1.2
豊津・南吹田	2568	14.3	6	9.5	0.7
総数	18000	100.0	63	100.0	1.0

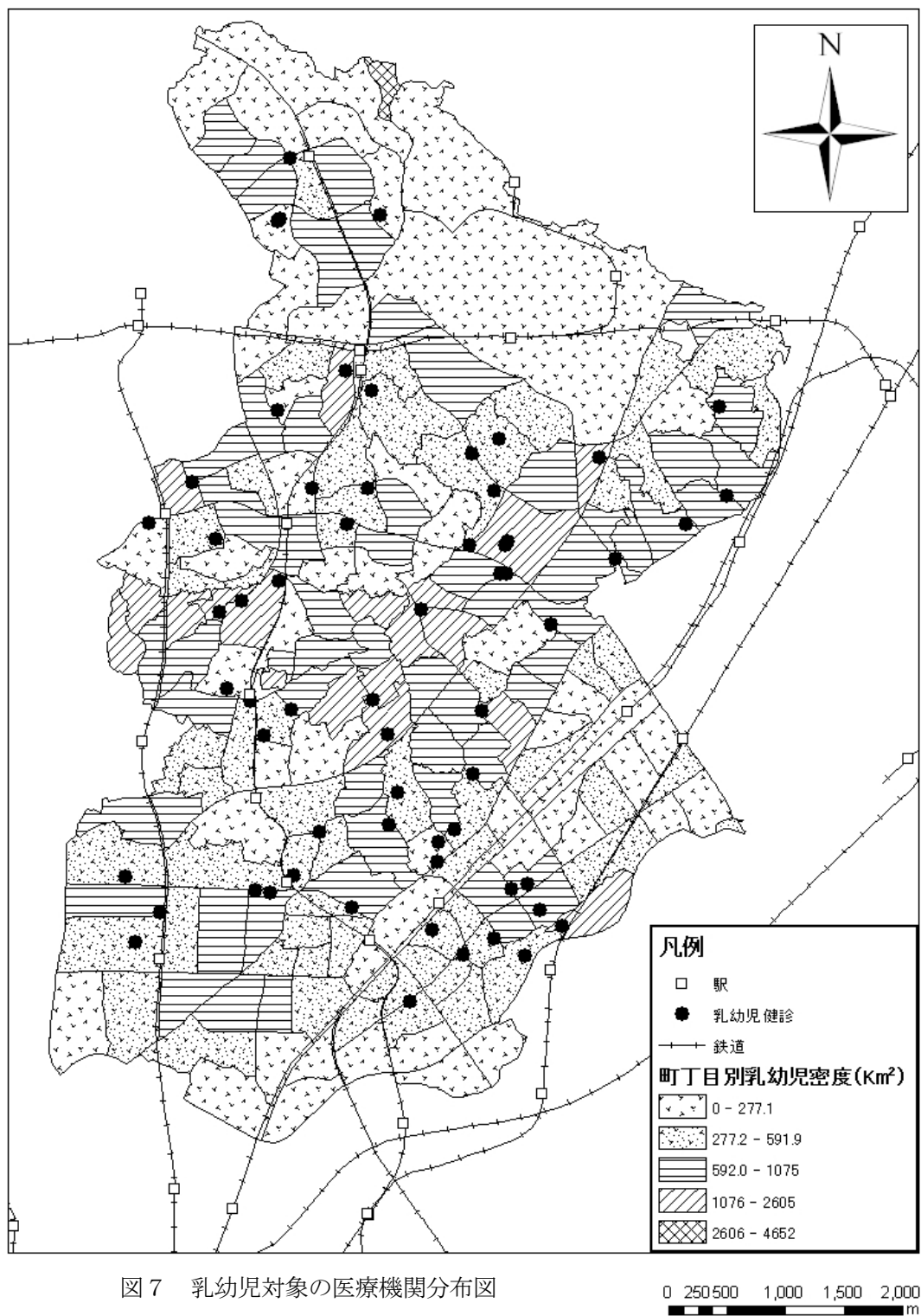


図7 乳幼児対象の医療機関分布図

(2) 高齢者を対象とする診療科目

吹田市の老年人口（65 歳以上）は 44885 人である。地域ブロック別に見ると、千里ニュータウンの老年人口が著しく高いのが特徴である（表 3 参照）。さらに高齢化状況を町丁別にみると、千里ニュータウンブロックでは該当する 42 町丁中 31 町丁というほぼ 4 分の 3 の町丁が高齢化率 15%以上である。このことから千里ニュータウン地区では高齢化問題を特定町丁の高齢化として捉えるのではなく、地域ブロック全体の問題として考えていく必要があるといえる。また、市内全域では千里ニュータウンとともに市東南部においても著しい高齢化が進んでおり、JR 以南ブロックでは全 35 町丁のうち半数を超える 23 町丁が高齢化率 15%以上である。

図 8 は 65 歳以上人口の分布図上に高齢者を対象とした医療を行っている医療機関の立地を示したものである。医療機関の立地をブロック別に人口当たりの医療機関特化係数で表すと千里ニュータウン、豊津・南吹田ブロックでは高齢者を対象とする医療機関が不足していることが指摘できる。また、65 歳以上人口に対する医療機関特化係数からみると市内北西部および南東部の高齢者医療が不足しているといえる。

表 3：吹田市内の高齢者診療分布

	65 歳以上 人口(人)	65 歳以上 人口構成 比(%) :a	医療機関 数	医療機関構成 比(%) :b	高齢者医療 特化係数 b/a
JR 以南	7796	17.3	23	27.1	1.6
万博記念公園・大阪 大学	120	0.3	0	0.0	0.0
千里ニュータウン	12334	27.5	15	17.6	0.6
千里山・佐井寺	5811	12.9	14	16.5	1.3
山田・千里丘	6091	13.6	12	14.1	1.0
片山・岸辺	6550	14.6	15	17.6	1.2
豊津・南吹田	6183	13.8	6	7.0	0.5
総数	44885	100.0	85	100.0	1.0

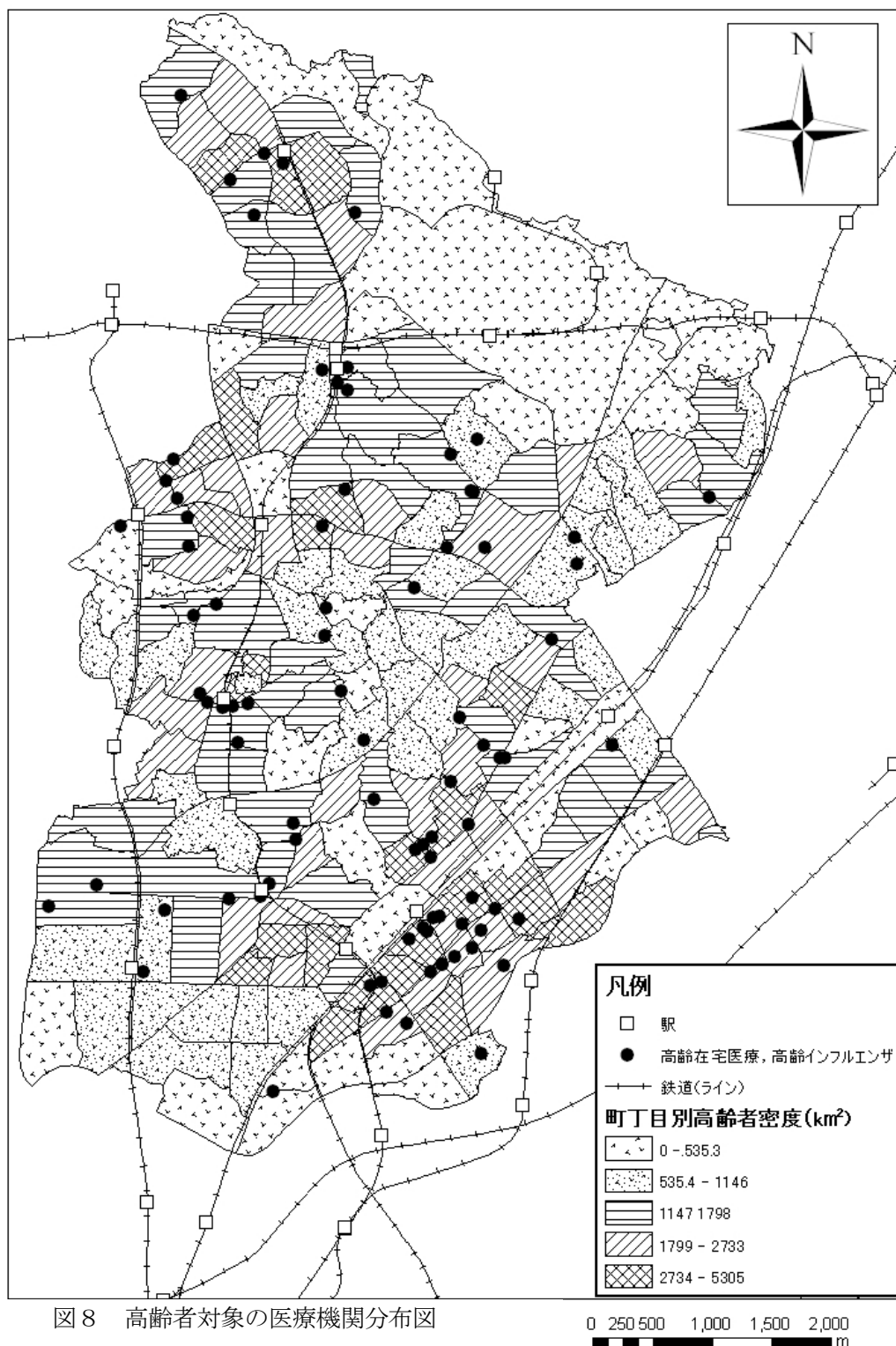


図8 高齢者対象の医療機関分布図

4. 4. 3. 医療機関の配分評価

吹田市内の住民に対して医療機関の絶対数が十分であるかは検討の余地があるが、現在の人口と医療機関の数からどのブロックに住んでいたとしても量的な面で均等な医療を受診することが可能となる医療機関配分の検討を行った。現在の特化係数1を基準として、現在の医療機関数との増減で比較すれば JR 以南 32 (+9)、万博記念公園・大阪大学 2 (-1)、千里ニュータウン 49 (+10)、千里山・佐井寺 50 (-9)、山田・千里丘 52 (-18)、片山・岸辺 36 (-4)、豊津・南吹田 41 (+15) となる。増減がプラスであるブロックは現在すでに医療機関の立地数は十分であるといえるが、山田・千里丘では 18 もの医療機関が不足している。医療機関の量的な面から捉えるならば、人口面では山田・千里丘ブロックが市内では最も多いことから今後このブロックにおける一層の医療機関の充実が望まれる。

以上のことから、市内における医療機関立地についてブロック別に医療機関の数、乳幼児医療、高齢者医療について評価する。JR 以南ブロックは医療機関の数、乳幼児医療・高齢者医療ともに十分に整備されており、「病院」の立地も多く市内では最も医療環境が整備されているといえる。万博記念公園・大阪大学ブロックは居住人口が少ないために医療機関の立地はごく少数である。また、他に比べ住宅地も少ないことから医療機関が大幅に増加することは期待できない。そのためこのブロックでは交通弱者でも他ブロックへスムーズに移動できるようなアクセシビリティの確保が重要になる。千里ニュータウンブロックは医療機関の数、乳幼児医療は十分といえる。しかし、著しい高齢化に伴って高齢者医療が不足しているといえる。また、ブロック全体において高齢化が進んでいるため今後の高齢者医療・アクセシビリティの確保はブロック全体の問題といえる。千里山・佐井寺ブロックは医療機関の数が不足している、今後の新たな医療機関の展開では乳幼児医療の充実も考慮する必要がある。山田・千里丘ブロックは市内のブロックでは最も人口が多いが医療機関の数は不足しているといえる。乳幼児医療・高齢者医療は平均値を超えているため、全体的な医療機関の増加が望まれる。片山・岸辺ブロックも山田・千里丘ブロックと同じ性格を有し、乳幼児医療・高齢者医療については十分に展開されているが医療機関の数が不足しているため今後の整備が望まれる。豊津・南吹田ブロックは医療機関の数は十分であるが、乳幼児医療・高齢者医療ともに不足している。特に高齢者医療は市内で最も不足しているために今後の充実が望まれる。

今後の自治体における医療政策立案の展開として、市内の保育園・幼稚園に児童を持つ保護者に対するアンケート調査を実施している。これらのアンケートをもとにして自宅から最も近い医療機関と実際に受診している医療機関との違いから医療機関の選択の際に考慮される要因について分析を行い、吹田市を事例として医療政策に関するシミュレーションの実施に繋げていく予定である。

5. GIS による政策立案支援の可能性—今後の展開—

GIS を利用した政策支援は医療制度に関することだけではない。全国の地方自治体でも大学や市民団体と協力して様々な GIS の利用を図っている。今後の展開も含め、住民が地域のことを考え地域の問題に取り組むために役立つマップを紹介する。ここでは GIS で管理・運用される結果として可視化される地図を含めた情報をマップと総称する。

5. 1. 生活マップ

住民が生活するうえで必要な情報を地図上にまとめる。公共施設や娯楽施設、飲食店の場所に加え、営業時間や利用料金などの情報を提供する「施設マップ」を利用できるようにする。最近問題となっている登下校時の安全や交通事故、犯罪の多発地帯を把握するための「防犯マップ」が作成されている所も多い。犯罪などの情報は警察が開示しないことが多かったものの、住民側の警戒によって防ぐことができる犯罪もあることから、警察も自治会などと協力して防犯に努める事例も増えてきた。また、環境問題もグローバルな面から生活レベルまで幅広く認識されてきた結果、里山や池の保全、ごみ問題、屋上緑化、省エネ住宅などの取り組みにつながっている。これらの情報を地図と一緒にまとめた「環境マップ」を作成することによって地域における課題として共有することができる。「生活マップ」はその地域によって問題となる事柄が異なるため、必要となるマップは自ずと違ってくるのである。

「生活マップ」の実践例として里山科学館 越後松之山「森の学校」キョロロによる住民参加型 GIS データベースを活用した地域資源調査がある。これは地域住民と共に情報を更新することによって、情報提供だけでなく、地域の生物多様性の解明、伝統文化の保存、地域振興の発展にも貢献している[14]。

5. 2. 交通マップ

住民が生活するうえで衣食住の次に必要なものとして交通が挙げられる。生活圏の広がりとともに交通手段を持ち得ていなければ衣食住もままならない状況に陥っている。地域に根ざした商店が大型ショッピングセンターやコンビニへと変化し自家用車を持たなければ生活もできない地域が広がっているが、これに対して公共交通は採算性の問題から廃止、もしくは減便を余儀なくされている。鉄道は地図上に記載され、地域の軸として認識されている。一方、バスは一部の地図で路線と停留所が記載されているものの、系統が複雑であり、記載されていても本数が少ないものがあるなど、利用者にとっては利用しづらいものとなっている。また、バス会社が複数ある地域などでは路線図が別々にしか用意されていない。そこで、地域の市民団体が中心となって「バスマップ」が作成されている。岡山の市民団体である RACDA が数社のバス路線を同一の地図上に表記して、岡山市内の公共交通利用促進の取り組みを実施したのを契機に、広島、福井、松江、仙台、などで作成されている。東京工業大学では個人に合わせたバス情報を提供する研究も行っている[15]。まだ GIS を活用した事例ではないものの「自転車マップ」など他の交通機関と合わせたものなど今後の進展が期待される。

5. 3. 防災マップ

いわゆるハザードマップとして自治体から提供されているものを地域の生活レベルに合わせた「防災マップ」が作成されている。災害の危険度、災害時の避難場所、離れた場所に通勤している場合などに安全に帰宅するまでの道のりなどを提供するものである。この中では消火槽の位置、防災用具の管理など個々の家庭では対処しきれない防災活動に役立つ情報を地域で共有していくことが重要となってくる。被災時には避難すべき場所や病院、役所なども被害を受ける可能性があるため、広域的な視点から防災も準備していかなければならない。

防災マップ作成による住民被害減行動への効果としては仙台市における町内会マップに対する研究が行われている。この研究では効果は限定的ではあるがマップ作成作業に参加することが「避難場所・経路の確認」などの「被害軽減行動」に繋がっていると指摘されている[16]。

5. 4. 観光マップ

全ての地域で作成するものではないと思われるが、自分たちが住む町を観光という視点で捉えることも意外な発見がある。観光施設や名所、食事や休憩場所、トイレの位置などを表示し、それらに至る交通経路を結んでみる。町史をひもとき主な出来事があった場所や遺跡・史跡を地図に記入してみるのもよい。初めて訪れたつもりで町を観察すると良い点や問題点が浮かび上がる。時には他地域の人々との交流を兼ねて自分の住む町を案内するとなお良い効果が得られる。地域の差を話し合うことで自分たちが気付かなかった点を指摘してもらえらるとともに気付かされることもある。訪れたい町と住みたい町を両立させるところに「観光マップ」の意義がある。

特に観光地における GIS を用いた観光マップではデジタルカメラと GPS を利用して GIS 上に観光マップを作成することが有効となる。このような観光マップでは地図上の施設をクリックすることにより施設の観光ポイント、入場時間、料金、電話番号など観光者にとって有用な情報を表示させることが可能である。また、周囲の観光施設の情報から観光ルートを組み立てることも可能となる。さらに音声や映像などを用いることによって、マルチメディアを使った総合的な地域の再現につながる[17]。

5. 5. 教育マップ

「教育マップ」は上記で述べてきた各種マップを教育に利用しようというものである。これまで述べてきたとおり、マップを作成するまでにテーマの設定、調査、整理、地図化、問題点の議論、まとめという過程そのものが教育活動といえる。これを学校や社会教育で利用することは、生活する上での知恵を身につけるということである。自分達の住むまちを頭に描き、マップ作成を通じてまちを知り、まちづくりの参加意識を育むのである。しかしながら、学校教育における GIS の導入は「情報機器導入」、「教育 GIS ソフトやデータ」、「教員のスキル」などの課題から本格的普及にはしばらく時間がかかると言える[18]。

上記のように、GIS を利用したマップ作成は生活そのものと密着している。政策を実施する上でも計画、実施、評価の各過程においてマップを利用することは有効であろう。今後は GIS を利用したシミュレーションを政策支援に生かしていくことが求められる。

6. おわりに

本稿では GIS を利用して政策立案、実施を行う過程について述べ、医療制度について検討を進めている吹田市の事例をもとに医療マップの作成過程を紹介した。地域における実地調査に始まり、モデル構築による立案、シミュレーションによる分析、視覚化及び認知化、政策実施後の評価、地理情報の再構築に至るまでの過程が GIS を構成するシステムの要素として捉えることができる。医療 GIS として保険医療ニーズの評価、医療サービスへのアクセシビリティ評価、医療資源配分への評価、新規保健医療施設の適地

選択、住民への保健医療情報配信などの手法が活用されつつある。そこで、吹田市を事例として医療マップを作成し、医療資源配分への評価を行った。医療機関が市全体に分布しているように見えても、地域別の検討や、乳幼児医療・高齢者医療といった特定科目の医療に着目すれば医療サービスが充実していない地区が存在するということが明らかとなった。関西大学政策グリッドコンピューティング実験センターでは、吹田市内の保育園・幼稚園に児童を持つ保護者に対して子育てと医療に関するアンケート調査を行った。また、高齢者医療制度についても吹田市全域を対象として、層化抽出法による郵送アンケート調査を行った。今後の展開として地域全体の傾向を捉えた上で、各世帯の生活環境、行動様式を考慮したマルチエージェントシミュレーションを実施し、医療制度をはじめとする政策支援を進めていく予定である。この手法は医療に関してのみのものではなく、生活、交通、防災、観光、教育などの GIS マップ作成を通じて、様々な分野に適用可能なものである。

参考文献

- [1] 碓井照子・松原光也・羽田康祐・三好達也・高塚麻奈美・益田大樹・前原和之・大渡徹・岡本征子・中井歩・中尾真大「阪神・淡路大震災地域における復興データベースの作成と視覚化」,『地理情報システム学会講演論文集』, Vol. 12, 2003. 10, pp. 575～578.
- [2] 碓井照子・松原光也「GIS 技術資格と継続教育 (CPD)」,『地理情報システム学会講演論文集』, Vol. 12, 2003. 10, pp. 481～484.
- [3] 吉田均・吉川眞・田中成典・北川悦司編著『基礎からわかる GIS』森北出版株式会社, 2005.
- [4] 村山祐司編著『教育 GIS の理論と実践』, 古今書院, 2004.
- [5] 森川洋「ドイツ語圏人文地理学における現代社会の認識と地域概念」地理学評論, 第 75 巻, 第 6 号, 2002, pp. 457～462 (地域概念についての原典はブロートフォーゲルによる).
- [6] 中谷友樹・谷村晋・二瓶直子・堀越洋一編著『保健医療のための GIS』, 古今書院, 2004.
- [7] 延原弘章・渡辺由美・三浦宣彦「保健福祉分野における地理情報システムの応用」, 高崎健康福祉大学総合福祉研究所紀要, 第 2 巻, 第 1 号, 2005, pp. 15～28.
- [8] 谷村晋・溝田勉「感染症対策における地理情報科学 (GIS) アプローチ」, 保健の科学, 第 46 巻, 第 6 号, 2004, pp. 457～462.
- [9] 宮澤仁編著『地域と福祉の分析法』, 古今書院, 2005.
- [10] 谷村晋・溝田勉「保健指標の WebGIS」, コンピューターサイエンス, Vol. 9, No. 1, pp. 19～26.
- [11] JACIC GIS 研究会編『WebGIS-地方公共団体のための WebGIS 導入マニュアル』, 財団法人日本建設情報総合センター.
- [12] 株式会社ゼンリン『ゼンリン住宅地図 大阪府吹田市 北』, 株式会社ゼンリン, 2005. 11.
株式会社ゼンリン『ゼンリン住宅地図 大阪府吹田市 南』, 株式会社ゼンリン, 2005. 11.
- [13] 統計 GIS <http://gisplaza.stat.go.jp/GISPlaza/>.
- [14] 永野昌博・畑田彩・澤畠拓夫「里山地域における住民参加型博物館の生態学分野における役割と課題ー等身大の科学を目指した博物館活動ー」, 日本生態学会誌, 第 55 巻, 第 3 号, 2005. 12, pp. 456～465.
- [15] 藤井聡「人々の暮らしと交通:モビリティ・マネジメントの経験から (一般の人々への期待)」, 交通工学, 第 41 巻, 第 6 号, 2006, pp. 45～48.
- [16] 里村亮「仙台市における町内会防災マップの作成と住民の被害軽減行動への効果」, 季刊地理学, Vol. 58, 2006, pp. 19～29.
- [17] 高阪宏行・関根智子「GIS を利用した地理教育の展開」, 村山祐司編著『教育 GIS の理論と実践』, 古今書院, 2004, pp. 72～80.
- [18] 小橋拓司「小中高等学校教員の GIS に対する認知と教育の課題」, 地理科学, Vol. 60, 2005, pp. 26～39.