

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19500246
 研究課題名（和文） 地理情報データの空間分析支援システムの開発とその利用
 研究課題名（英文） A spatial analysis supporting system for geographical information data
 研究代表者
 小林郁典（KOBAYASHI IKUNORI）
 徳島文理大学・理工学部・准教授
 研究者番号：90248328

研究成果の概要（和文）：計測された位置に関する情報をもつ地理情報データを3次元空間上で表示したり，クラスタリングやモデルの当てはめなどの空間分析を施した結果を観察したりして地理情報データを探索的に解析することができるシステムのプロトタイプをJava言語で構築した。また，このシステムの有用性について具体的なデータを使用して検証した。このシステムの一部はフリーで公開される。

研究成果の概要（英文）：We have developed a spatial analysis supporting prototype system for geographical information data, which has information about the point of measuring, in Java. By using the system, we can show the data in 3D space and grasp the structure, and we can apply some spatial analysis methods, e.g., clustering and multiple regression analysis.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・統計科学

キーワード：統計システム，地理情報データ

1. 研究開始当初の背景

本研究に至った背景には，徳島県警察本部と四国大学の原田教授から，徳島県で記録されてきた65歳以上の高齢者の検視発生状況を統計的，かつ，行動計量学的に分析してもらえないかという依頼があった。

検視とは，事故や急病で誰にも看取られずに死亡した場合の原因を明らかにすること

である。検視を受けなければならない死亡は“不本意な死”であり，社会福祉的な観点から見れば，できるだけ少ないことが好ましい。そこで，徳島県の市町村別にこれらのデータを集計し，さらに，インターネット上に公開されている各地域の社会基盤データ（例えば，人口密度や医療機関の数など）を集めて，地域別の発生頻度や特徴を分析した。これによ

り有益な一定の成果を導き出すことができたが、分析を進めていく過程でいくつかの疑問に直面した。そのひとつは、ある地域の単位人口あたりの医療機関数と病気による検視数との関係である。ある地域に医療機関が多ければ、病院に通いやすくなり、そのため病気による検視数は低くなると推察できる。しかし、実際に分析をしてみると、この仮説は必ずしも当てはまらなかった。これは、ある地域の住民が病気になったとき、必ずしも自分の住む地域にある病院に通うとは限らないからであろう。おそらく病気の重度や病院までの通いやすさ、交通機関の普及度、住む場所の地理的な要素が複雑に絡んでいるものと推測できる。

このようなとき、徳島県の立体地図を見ながら、あるいは、立体的な位置情報を活用した分析ができれば、検視に関するより詳細で有意義な知見を得ることができたであろう。このような分析をしようと思うとき、現状では、ESRI社のArcViewに代表される地理情報システムで立体地図を見ることができる。しかしながら、これらには位置情報を活用して空間モデルをあてはめたり、統計的に分析したりするような機能を十分にもちあわせていない。このような背景から、本研究の必要性を感じた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、(1) 3次元空間に地理情報データを投影する表示モジュールを開発すること、(2) 空間分析手法をシステムに実装すること、(3) 上記2項目とデータ解析システム Jasp を統合すること、(4) 徳島県の高齢者の検視記録データを実際に開発システムで分析すること、である。

(1) 表示モジュールの開発には、まず、ある地域の緯度、経度、標高などの地理情報、道路や鉄道などの社会基盤の位置情報などのデータベースを整備する。そして、このデータベースと Java 言語で3次元グラフィックスを描くことができる Java3D を用いて立体図形を表示するモジュールを実装する。

(2) 空間分析手法の実装とは、システム内での地理情報データの表現、変換や統合などの管理機能、空間回帰モデルや空間データマイニング手法を実際に計算できるようにすることである。これらも Java 言語で開発する。

(3) データ解析システム Jasp との統合とは、上記で説明した機能を、Jasp 上で使えるようにすることである。これにより、本研究で実装する機能が限定的な利用に留まらず、Jasp に備わっている統計手法やデータ解析機能

と併用することで、地理情報データを幅広く解析することができるようになる。

(4) 最後に挙げた検視記録データの空間分析とは、すでに説明した徳島県警察本部が過去7年間に発生した検視の記録データを開発するシステム上で実際に分析することである。検視が集中する地域はどのようなところなのか、病院の位置などの地理的な関係はどうなのか、どういうところに住んでいる人に自殺が多いのか、などを3次元地形図で視覚的に把握しながら、また、実装した空間分析手法を適用しながら調べる。そして、これにより、① 地理情報データを3次元空間で解析する効果及びその必要性、② 高齢者の検視発生状況と地理的な地域特性との因果関係について明らかにしたいと考えている。

3. 研究の方法

(1) まず、立体地図(立体地形図)を描画するプログラムを Java 言語で開発する。描く地域は、日本国内の都道府県別、あるいは、市区町村別とする。これを描くためには、すでに入手している日本の都道府県及び市区町村の境界区分データと、国土院が販売している数値地図(250mメッシュデータ)を利用する。河川や道路、鉄道、路線のデータは公開されているものを利用するが、病院などの施設の位置データは自らで用意する。ただし、これには膨大なコストがかかるので、当初は徳島県内に限定する。

(2) 以上の地理データ及び地理情報データと Java 言語で3次元グラフィックスを描くための Java3D というライブラリを利用して立体地図(立体地形図)を描画する。このとき、立体地図はマウス操作によって拡大や縮小、データの選択ができるような機能をもたせる。さらに、立体地形図を利用したコロレスマップや、円グラフマップなども整備する。一度利用した地理情報データは、別のデータの解析でも利用できるように、自動的にデータベースに登録できる機能を実装する。これには、MySQL というフリーのデータベース管理システムを利用する。

(3) 立体地図を描くためのプログラムが完成したら、これをデータ解析システム Jasp 上に組み込む。そして、Jasp のデータ形式で表現された地理情報データを立体地図上に表示できるようにする。Jasp のデータ形式に合わせることで、Jasp に備わっている2次元の地図表示機能もその地理情報データに適用することができる。次に、空間分析用の解析手法を Jasp の手法として実装する。具体的には、空間座標系の変換、補間や平滑

化, 3次元空間を2次元空間に投影, 空間回帰分析などの数値予測, 空間クラスタリングなどのグループ分け, の機能である. これらは, Java 言語や Jasp 言語を利用して実装する. ここで挙げた後半のモデルの学習には, Jasp にすでに実装済みのデータマイニング用の手法を拡張することで対応できると見込んでいる.

(4) 次に, 徳島県の高齢者の検視記録データ(発生場所)を立体地図上に描画することを試みる. このために, 徳島県警から提供された検視の個別記録から発生場所を電子化する作業からはじめる予定である. このとき, プライバシー保護の観点から検視体が発見された具体的な場所が特定できないように配慮する. さらに, 徳島県の市区町村に関する情報をインターネットや年鑑などからできるだけ多く収集する. 徳島県の検視データの分析に必要なデータが揃ったら, 次にそれを開発した分析システムで実際に解析してみる. 実装した空間分析手法を徳島県の検視データに適用したり, その結果を立体地図上で観察したりする. おそらくこの時点で, 解析上の不備や足りない機能が多く発見されると予想している. したがって, ここで明らかになるシステム上のいくつかの課題をフィードバックして, システムの拡張や修正を施す. そして, 再度, 検視データを分析するという作業を繰り返していく.

4. 研究成果

(1) 研究方法(1)に対応して立体地図(立体地形図)を描画するプログラムを開発した. これは国土地理院が販売している数値地図(標高データ)を利用して立体的に指定した地域の立体地図を描画する. そして, その上に地理情報データを円柱, 円錐, 球, 折れ線を利用して追加的に表示させることができる. また, この立体地図はマウス操作により視点の位置をインタラクティブに変えることが可能であり, ささまざまな角度から地理情報データを観察することができる. 図1に徳島県の主な病院の所在地と各病院の月額自己負担上限額を円柱の高さとして立体地図上に表示させたものである. これから, 徳島県の主な病院は海岸線沿いと吉野川流域に適度な間隔で存在していることがわかる. また, 山間部には病院がほとんど存在しないこと, 自己負担上限額には地理的な要因はあまり関係がないことなども観察することができる.

(2) 空間分析などの解析手法を地理情報データに適用することができるようにするた

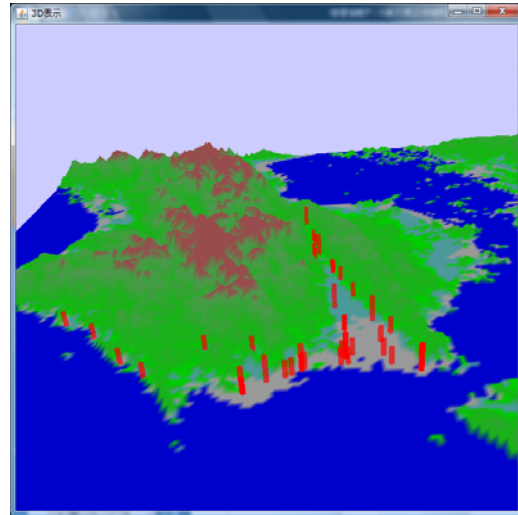


図1 徳島県の主な病院所在地

めに開発システムに解析手法を実装した. 空間分析などの解析手法は数多く提案されており, それらをすべて実装することは困難である. そこで, 代表的な手法であるクラスタリング手法(K-Means法, EMアルゴリズム)と従属変数を説明するための手法(C4.5, ニューラルネットワーク, サポートベクターマシン, 線形回帰, M5法など)に限定してシステムに追加した. これらの手法を適用した結果の一部は, 図1の立体地図上で観察することができるので, 数値としての結果だけでは把

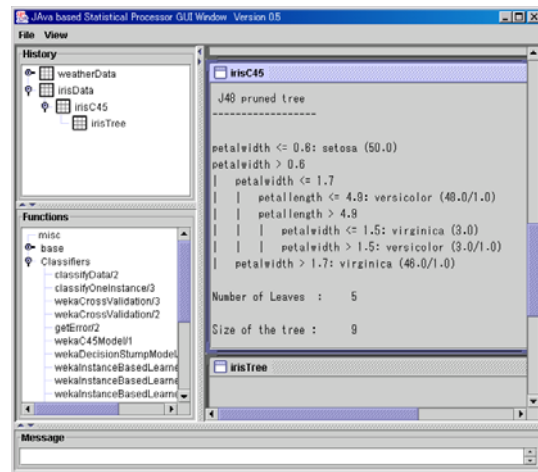


図2 解析手法を適用している様子

握が困難な解析手法と立体的な位置関係を観察することができる. 統計手法の適用は Jasp という汎用のデータ解析システム上で可能とし, ここに挙げた手法以外にも標準的なデータ解析のための環境(データクリーニング機能, グラフ表示機能など)を利用することができる. Jasp 上で解析手法を適用している様子を図2に示す.

(3) 地理情報データは地表上の位置を表す情報をもっているため、解析中にデータの集約を施したい場合がある。例えば、高松市のデータは香川県の一部としてまとめることができるし、同様に四国地方としてまとめることができる。このような操作は OLAP といわれるデータベース技術が得意とする。そこで、地理情報データを探索的に解析するために、条件付きコロプレスマップに OLAP の技術を融合した解析環境を開発した。その実行画面を図 3 に示す。

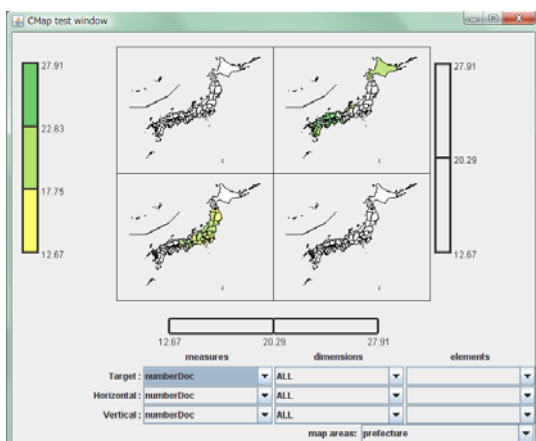


図 3 OLAP 機能を追加した条件付きコロプレスマップ

これは 47 都道府県別に集計されたデータを地方別や東西別にまとめて見たりすることによって、地域間の特性を比較により理解することができる。

(4) 徳島県の検視発生状況を本システムで解析してみた結果、徳島県西部の標高の高い地域で単位人口あたりの検視数が多いという傾向をつかむことができた。しかしこれは標高が高いということだけが理由ではなくその他のさまざまな要因が複雑に絡んでいることが空間分析などの結果から判断できた。また、高齢者自殺の状況は、地形的な要因や病院との位置関係などの住生活環境とはほとんど関係がないことがわかった。しかし、険しい山間部の人口減少率が高い地域に“看取られない不幸な死”が増加傾向にあるので、福祉的な対策が急務であると思われる。

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 小林郁典, 山本由和, 中野純司, 連動する統計グラフィックスによる多変量地理情報データの視覚化, 統計数理, 査読有,

55 巻 1 号, 2007, 113-114

- ② 中野純司, 山本由和, 小林郁典, 藤原丈史, 計算機技術と統計解析ソフトウェア, 日本統計学会誌, 査読有, 38 巻 1 号, 2008, 59-69

[学会発表] (計 4 件)

- ① Kobayashi, I., Nakano, J. Yamamoto, Y. and Lee, Jung Jin, Multivariate geographical data visualization using linked graphics, Bulletin of the International Statistical Institute 56th Session Proceedings CD-ROM (Invited session), 2007
- ② Kobayashi, I., Yamamoto, Y. and Nakano, J., Statistical data visualization using OLAP techniques, IASC2008 (Joint Meeting of 4th World Conference on Computational Statistics & Data Analysis of IASC and 6th Conference of the Asian Regional Section of the IASC) (Invited session), 2008
- ③ 石田健太郎, 小林郁典, 立体地形図上での地理情報データの視覚化, 平成 19 年度電気関係学会四国支部連合大会, 2007
- ④ 小林郁典, 矢田貝昌宏, 統計地図の立体化とその評価, 日本計算機統計学会第 23 回大会, 2009

[その他]

ホームページ等

<http://eng.bunri-u.ac.jp/~ikunori/>

<http://jasp.ism.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小林 郁典 (KOBAYASHI IKUNORI)
徳島文理大学・理工学部・准教授
研究者番号：90248328