

地域メッシュ・データの利用システムの開発

——地理情報システム (GIS) と地理学——

矢野桂司*

I. はじめに

近年、日本の地理学界において、地理情報システム Geographic (al) Information System(s) (以下、GIS と呼ぶ) に関する研究が盛んに行なわれるようになってきた¹⁾。啓蒙的にも、雑誌『地理』において、2回の増刊号や特集が生まれ²⁾、地理情報システムに関するテキストの訳書³⁾も得られた。

特に、ここ数年は、文部省科学研究費の特定研究『国土情報利用の高度化に関する研究 (研究代表者：山口岳志)』や重点領域研究『近代化による環境変化の地理情報システム (研究代表者：西川 治)』など巨額な研究助成を受け⁴⁾、GIS は多くの日本の地理学者が関与する、地理学の一大プロジェクトとなってきた。その研究成果の一部は、1991年に旭川で開催された「環境変化と地理情報システム」の国際会議⁵⁾などで、発表されつつある。そしてさらに、学際的な視点から、1991年10月に地理情報システム学会⁶⁾が創設されるに至っている。

また、GIS は、海外においても多額な研究費に支えられ、地理学の重要な研究トピックスの1つとなっている⁷⁾。GIS の学術専門雑誌である *International Journal of Geographi-*

cal Information Systems (1987年創刊) や *Mapping Awareness and GIS Europe* (1987年創刊) の発刊、Taylor⁸⁾、Martin⁹⁾ などの GIS に関するテキストや、Maguire *et al.*¹⁰⁾ の56章からなる GIS の専門書の相次ぐ出版は、GIS 研究に対する注目の表われを指し示す。

特に、*Environment and Planning A* 誌上のコメント¹¹⁾ や *Progress in Human Geography* の報告¹²⁾ によると、米国では1988年から5年間、全米科学財団 (NSF) から年額110万ドル (さらに3年間延長することもできる) の基金を受け、National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA) が設立されている。NCGIA は、California 大学の Santa Barbara 校、Maine 大学、New York 州立大学の Buffalo 校の3つから構成される連係大学 consortium of universities である。そして、そこでの研究テーマとしては、空間分析と空間統計、空間的関係の理論、人口知能とエキスパート・システム、視覚的表現方法、社会・制度・経済的問題に関する分析的・技術的テーマなどが掲げられている。また、英国においては、National Environmental Research Council (NERC) と Economic and Social Research Council (ESRC) の助成による共同研究プログラムが進行している¹³⁾。こ

* 立命館大学文学部

のように米国や英国の GIS は、国家的なプロジェクトとして制度化されつつあり、商業ベースでの GIS 産業の発展が注目されている¹⁴⁾。それゆえ、海外の GIS 研究は、日本のものとやや異なった環境下にあるものと言える¹⁵⁾。

いずれにせよ GIS が、全世界の地理学のなかで、現在最も注目されている研究トピックスの1つであることは間違いない。しかし一方で、こうした動向は‘GIS 革命’と呼ばれたり、‘計量地理学者の報復’、‘論理実証主義の復活’とささやかれているようである¹⁶⁾。そして、学問としての地理学と GIS の関係、あるいは地理教育のなかでの GIS の位置づけなど、いくつかの検討すべき課題が残されている¹⁷⁾。さらに、‘GIS 革命’は、単に地理学内部だけの問題でなく、社会科学のなかでの地理学の位置づけにも大きな影響を与えかねない。Openshaw¹⁸⁾ は GIS クライシスと題するコメントにおいて、GIS の枠組みは、認識論的にばらばらになってしまった地理学を再統合するもの、そして、科学全体のなかで地理学を重要な位置に再配置しうる可能性をもっているもの、とみなしている。

GIS を単なるコンピュータに支援された地図学とみなすのであれば、それはコンピュータに熟練した画像情報処理の一分野にすぎない。行政や企業による実務レベルでの GIS への期待や関与、そして都市計画やリモート・センシングにおける GIS への介入など、社会的にも注目されている GIS に対して、地理学はどのように対応するべきか。そして、さらに、研究面・教育面において、GIS を地理学のなかでどのように位置づけていくか。いま、まさに重要な局面に直面し、その回答を

せまられているといえる。それゆえ、時々刻々と進展する海外における GIS の問題点を整理し展望することは、日本の地理学における GIS のあり方・方向性を見定めるために不可欠なものであるといえる。

本質的に、GIS は空間情報のモデルであり、将来、地理学的研究に対する基礎的な役割を果たすであろうことには異論がない。しかし、この役割が認識され、GIS が地理学の基本的なものとなされるか、GIS は1つの技術的な流行としりぞけられてしまうか、それはまさにやってみなければ判らないものなのかも知れない¹⁹⁾。すなわち、いま展開している GIS は、コンピュータを高度に利用した地図描画の1技術なのか、1950年代後半にみた地理学の計量革命に次ぐ GIS 革命なのか。もうしばらく GIS の動向を見守らなければならない。こうした一連の動向に関しては稿を改めて展望するつもりである。

II. マッピング・システムとしての GIS

本研究では、かかる GIS の動向を踏まえ、GIS を用いて地理学的な考えを強調できるものの1つとして、全国のメッシュ・データ利用システムの1例を紹介する。

久保²⁰⁾ は、地理的情報処理のシステムを、地域情報システムと文献検索システムに分け、前者のコンピュータ処理システムを特に地理情報システムと定義している。GIS は、地域から発生する様々な情報を取得し、データベースを作成し、それらデータを必要に応じて引き出し、加工や分析を行う一連の処理過程である。そして、分析結果はコンピュータ

・グラフィックスによって、地図として出力されることになる。Hägerstrand²¹⁾は、地理情報システムの地理学における主要目的は、かかる一連の処理過程の省力化・合理化である、と述べている。GISの利用が都市計画分野における実践的な計画や、行政の地域情報提供といった側面で、極めて有効であろうことは疑う余地がない。しかし、地理学的研究において、GISはいかなる役割を果たすであろうか。

‘手間を省く’GISとしてのコンピュータ・マッピングの威力は、簡単に想像がつくであろう。例えば、1つの主題図を描く場合でも、階級区分をいくつにするか、またどのように区切るか、それぞれの階級をどのように色塗りするか、と考えただけでも、同じデータから何通りものコロプレス・マップを描くことができる。従来であれば、何度も電卓を叩いて、自分の主張したい1枚の主題図を時間をかけて作成したであろう。しかし、GISを用いれば、瞬時にして、いくつものコロプレス・マップを作成することが可能となるのである。

また、統計解析と地図化システムの統合・分析もGISの1つの重要な役割といわれている。しかし、通常の変量解析の適用ならば、‘手間を省く’GISの範疇に留まるであろう。地理学独自の空間統計量である、空間的自己相関²²⁾や最適単位地区設定問題²³⁾などの分析や、空間的相互作用モデル、都市モデルや立地・配分モデルのような、インパクト予測やシミュレーション的な分析²⁴⁾において、GISは強力なツールとなり得る可能性をもっている。そして、それらGISと連結した分析は、都市計画やマーケティング研究

に大きく貢献するであろう。

こうしたGISの応用的な展開をすすめる前に、本稿では、記述的なレベルでGISの中心となる、コンピュータ・マッピングについてみてみることにする。

コンピュータ・マッピングは、通常、ラスター型データとベクタ型データのいずれかに基づいて行なわれる²⁵⁾。ラスター型データによるものは、メッシュ・マップやランドサット・マップに代表されるように、グリッド・セル（あるいは画素）の配列からなるデータ構造をもつ地理情報を地図化したものである。これに対して、ベクタ型データによるものは、主題図やコロプレス・マップの様に、点・線・多角形（面）といった空間的要素からなる主題図・分布図などを指す。ラスター型データでは、2次元配列のグリッド・セルそれぞれに地理情報がリンクし、ベクタ型データでは、座標系上のベクトルとして特定される、点・線・面といった空間的要素に地理情報がリンクすることになる。

技術論的には、ラスター型はマッピング・プログラムが比較的単純であるが、扱うデータ量が膨大なものとなりデータの入出力やファイル管理が問題となる。一方、ベクタ型は、データ量自体は集計ソフトで扱えるぐらい小さなものでも、マッピング・プログラムは複雑で、ARC/INFOやATLAS*GISなどのGIS専用の汎用ソフトを利用する必要がある。両データ形式はそれぞれ、一長一短をもつが²⁶⁾、入手できるデータの種類や研究目的に合わせて両者を使い分ける必要があるであろう。ただし、コンピュータ・テクノロジーがさらに進歩すれば、両データ形式の互換性が達成されることは間違いない。

近年、様々な地理情報が蓄積され、それらの入手も容易となってきた。特に、日本全土をカバーするものとして、気象庁の気象データや国土地理院の国土数値情報などの自然地理学のデータと同様に、国勢調査報告などの人文地理学における基本的なデータが、市区町村単位でなく、メッシュ単位で分析可能となってきた。しかしながら、主として技術的な立ち後れから、これらの地理情報が地理学の研究に有効に活用されているとは言い難い。この主な理由は、具体的なプログラムの形で蓄積されるべきメッシュ・データ利用システムの開発が遅れているからである。そこで本研究では、ラスタ型データ形式である様々な地域メッシュ・データを、実際の地理学的研究に有効に利用することができるパソコン上での情報処理システムを地理学の立場から開発することを目的とする。

Ⅲ. 地域メッシュ・データの 利用システム

ここでは、全国の基準メッシュ・データをパソコンで表示・分析する地域メッシュ・データ利用システムの概要を述べる。全国を基準メッシュ（約1km四方）でカバーする、地域メッシュ統計は、現在、国土数値情報、国勢調査地域メッシュ統計（昭和45、50、55、60年）、事業所統計調査地域メッシュ統計（昭和53、56、61年）、農業センサス・メッシュ・データ（昭和55年）、商業統計メッシュ・データ（昭和54、57、60、63年）、工業統計メッシュ・データ（昭和52、55、57年）などが入手可能である。このメッシュ・データ利用システムでは、緯度経度によって地域を区

画する、標準地域メッシュ・システムに基づく地理情報であれば、どのようなデータでも表示することができる。

標準地域メッシュ・システムのメッシュ・コードは、20万分の1の地勢図に対応する4桁の第1次地域区画コード、2万5千分の1の地形図に対応する、2桁の第2次地域区画コード、約1kmメッシュに対応する、2桁の第3次地域区画コード（これを基準メッシュと呼ぶ）からなる²⁷⁾。その結果、日本全国は約38.6万個の基準メッシュによって覆われることになる。

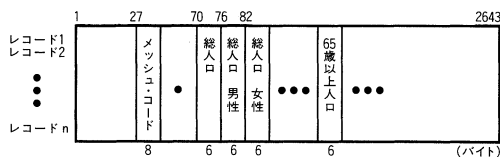
このメッシュ・データ利用システムは²⁸⁾、パソコンによる処理を前提とするもので、1)メッシュ・データベースの作成、2)フィールド・データ変換システム、3)ラスタ・データ変換システム、4)メッシュ・マップ作画システム、の4つのサブ・システムから構成されている（第1図）。

(1) メッシュ・データベースの作成

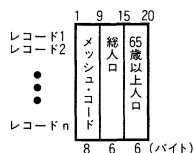
1レコードが1メッシュに対応するレコード形式のデータベースを各年次ごとに作成する。ここでの問題は、データの容量である。パソコンでの処理を前提としているので、大量データの格納が最も重要である。この点に関しては、大容量のファイル管理を可能とする光磁気ディスクを用いることによってデータ容量の問題を克服している。

例えば、昭和55年の国勢調査地域メッシュ統計の場合、1メッシュに関して、459変数のデータが収録されている。1レコードのレイアウトは、最初に当該メッシュに関するコードなどが70バイトあり、残り459変数が各6バイトで合計2,644バイトになる。そして、データが存在するメッシュは全国で

1) メッシュ・データベース(約400メガ・バイト)

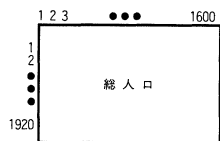


2) フィールド・データ・ファイル (約3メガ・バイト; メッシュ・コードと2つの対象変数のみを切り取った場合)



3) ラスタ・データ・ファイル (2バイト整数の場合、6.144メガ・バイト)

(対象変数をメッシュ・コードにしたがって2次元配列に変換する。この時、陸地データとリンクする)



第1図 地域メッシュ・データ利用システムのファイル構造

(昭和55年国勢調査地域メッシュ統計の例)
総レコード数nは、表章されているメッシュ数で約15万メッシュある。

152,374メッシュあるので(表章されていないメッシュを含む)、昭和55年の国勢調査地域メッシュ統計のファイル(CEN55.DAT)は、約400メガ・バイトとなる。本システムでは、このファイルを光磁気ディスク(1枚で約600メガ・バイト; 片面は約300メガ・バイトなので、この場合、CEN55.DATは2つに分けられている)に格納してある。アクセスの速度はハード・ディスクにやや劣る程度である。

なお、入手媒体となる磁気テープから光磁気ディスクへのファイル変換については、パ

ソコンと磁気ディスク装置が直結している場合は問題ないが、そうでない場合は、磁気ディスク装置を備えた大型計算機システム上でファイルを作成し、大型計算機からパソコンへファイルを転送する必要がある。

(2) フィールド・データ変換システム

対象とする変数の地図を描くためには、メッシュ・データベースから、各レコードのメッシュ・コードに基づいて、当該変数のデータを、地図上の2次元平面对応する二次元配列のラスタ型データに変換する必要がある。しかし、巨大なメッシュ・データベース・ファイルから、1変数をラスタ型に変換するには、かなりの時間を要する。そこで、対象とする少数の変数とメッシュ・コードだけからなる、フィールド・データ・ファイルを作成する。これは、メッシュ・データベースから、メッシュ・コードと対象とする変数の値だけを切り取ることになる。ただし、1変数からなるフィールド・データ・ファイルでさえ、約2メガ・バイト((メッシュ・コード8バイト+1変数6バイト)×約15万メッシュ)の大きさとなりフロッピー・ディスク1枚には収まらない。しかし、ハード・ディスクには格納可能な容量である。

(3) ラスタ・データ変換システム

ここでは、フィールド・データ・ファイルに含まれる対象変数を、メッシュ・コードにしたがって、全国をカバーする1変数ごとの2次元配列のラスタ・データ・ファイルを作成する。その範囲は、東経128度・北緯30度を南西端とし、東経148度・北緯46度を北東端とするもので、東西に1,600メッシュ、南北に1,920メッシュを並べた矩形となる。なお、全体の約88%は海洋部である。このラス

タ・データ・ファイルは、1ファイルが1変数に対応することになるが、1ファイルの大きさは、1メッシュの数値を2バイト整数とすると、6.144メガ・バイトとなる²⁹⁾。

ここでの問題は、供給される地域メッシュ統計の多くが、データが存在しない陸上の基準メッシュ・データを含んでいないことである。したがって、陸上と海洋の区別ができない。そこで、ここでは、国土数値情報の基準メッシュが存在するところを陸地とみなし、海洋と区別することにする。

(4) メッシュ・マップ作画システム

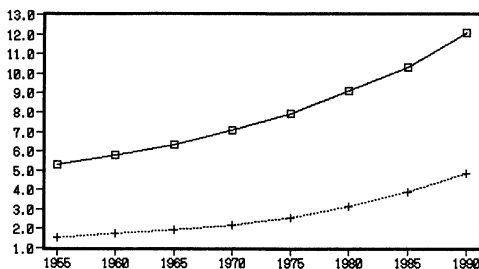
ラスタ・データ・ファイルは、1,600×1,920の2バイト整数の2次元配列なので、これを階級区分にしたがって色分けし、グラフィック画面に描画すればよい。ただし、PC98 シリーズでは、グラフィック画面の画素が、横640×縦400なので、日本全土を一度に画面に表示させることはできない。ここでは、ラスタ・データ・ファイル上(横1,600×縦1,920)の任意のメッシュ(表示する矩形の領域の西南隅にあたる)から東へ640メッシュ、北へ400メッシュの領域を表示することができるようにプログラムされている。ちなみに、PC98の場合、4,096色のうちの16色で表示させることができる。

以上、本マッピング・システムの概要を述べたが、作画時間を最小限にするため(PC98RA を用いた場合、1分足らずで一画面(640×400メッシュ)を表示することができる)、また画像表示はハードに大きく依存するために、(4)のメッシュ・マップ作画システムは、C言語で作成されている。しかし、他のサブ・システムは大型計算機での利用も考え FORTRAN 言語でプログラミング

されている。なお、本システムの開発は、パソコン上での巨大配列データ処理を可能とする DOS エキステンダ(12メガ増設)と、巨大ファイルの格納を可能とする光磁気ディスクによってはじめてパソコン・レベルで達成された。したがって、通常システムでの処理はかなり難しい³⁰⁾。

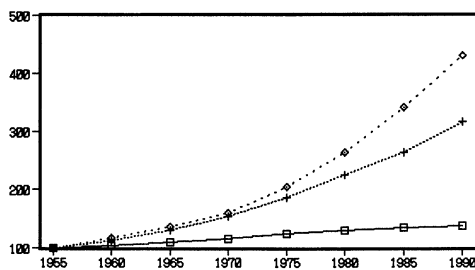
Ⅳ. 高齢人口比率の全国メッシュ・マップ

ここでは、全国の国勢調査地域メッシュ統計(昭和50、55、60年)を用いて、本地域メッシュ利用システムによる、ラスタ型データのマッピングの一例を示す。



□65歳以上人口比率 +75歳以上人口比率

a) 高齢人口比率



□人口 +65歳以上人口 ◇75歳以上人口

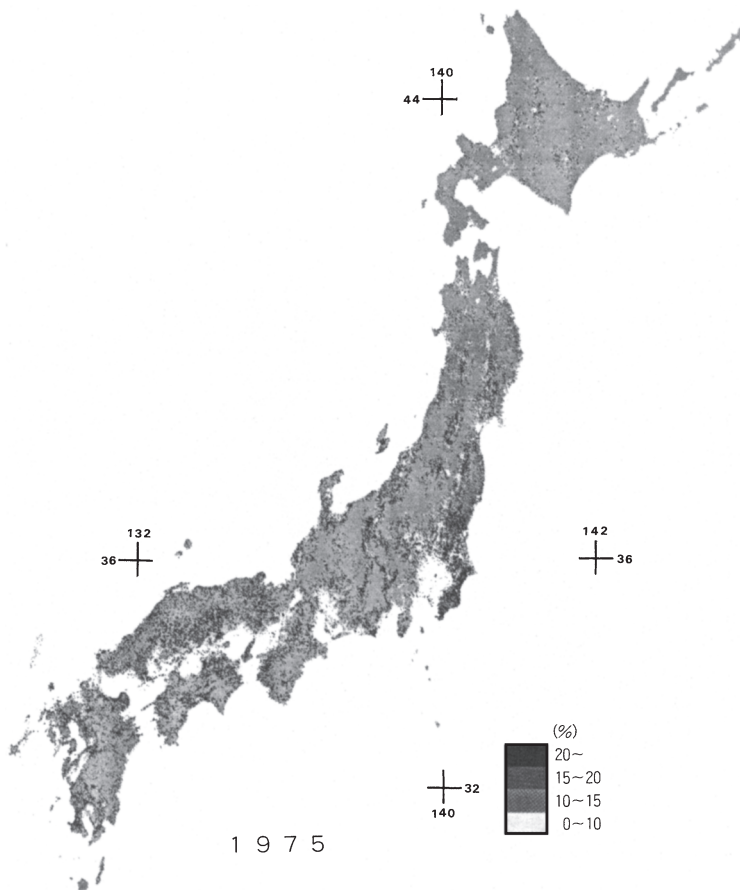
b) 高齢人口比率の伸び率

(1955年を100とした場合の伸び率)

第2図 全国の高齢人口比率の推移 (国勢調査報告による)

近年の高齢人口（65歳以上人口）の成長は、社会的関心を集めてきた（第2図）。特に、都市部における、団塊の世代をはじめとする多くの壮若年人口の存在そのものと、日本全体の平均寿命の延び、そして出生率の低下は、高齢化の傾向を進め、近い将来の高齢化社会の到来を間違いないものとしている。一方、戦後の高度成長期以降、農山漁村地域では都市域への急激な人口流出の結果、過疎化が進み、かなり早い時期から高齢化社会を迎えた。地理学における山村研究では、過疎化という側面から多くの研究成果が積み重ねられ、特

に、個別地域での挙家離村や人口動態・人口移動に関する詳細な研究が積み重なっている³¹⁾。しかし、地理学における最近の高齢化研究は、こうした農山漁村地域に関するものよりもむしろ、高齢人口の絶対数の多い都市地域における高齢化問題に注目している³²⁾。高齢化の進展は、基本的に、高齢人口と非高齢人口の純移動の差によって説明される。すなわち、非高齢人口の転出、高齢人口の滞留が、高齢人口の相対的な増大を引き起こすこととなる。この高齢化の進展は、高度成長期以降の農山漁村に典型的にみられた



第3-a図 高齢人口比率の全国メッシュ・マップ（1975年）

が、近年は、都市地域それも都心部においてもかなり進行しているのである。

地理学の高齢化問題に対する貢献としては、1) 高齢人口の居住立地や居住地移動のパターンの実態の把握、およびその重要性の評価、2) 高齢人口の居住環境の利用（活動パターン）、意味（認知、解釈）、インパクトの評価、が挙げられている³³⁾。特に、前者は、地域差という観点から高齢化社会を考えようとする立場で³⁴⁾、様々な空間スケールにおいて、高齢者がどこに居住しているか、そしてどのような変化を示しているのか、また、ど

のような人口移動パターンを呈するのか、を明らかにしようとするものである³⁵⁾。ここでは、都市地域も農山漁村地域も全て含まれた全国の高齢人口比率（65歳以上人口×100÷総人口）のメッシュ・マップを提示し、その時系列的な変化をみとめることにする。

近年の高齢化の進行状況をみるために、昭和50、55、60年の3年時点の国勢調査地域メッシュ統計からもとめた高齢人口比率の全国メッシュ・マップを比較する（第3-a、b、c図）。各年次のメッシュ・マップは、1) 10%未満、2) 10～15%、3) 15～20%、4)



第3-b図 高齢人口比率の全国メッシュ・マップ（1980年）

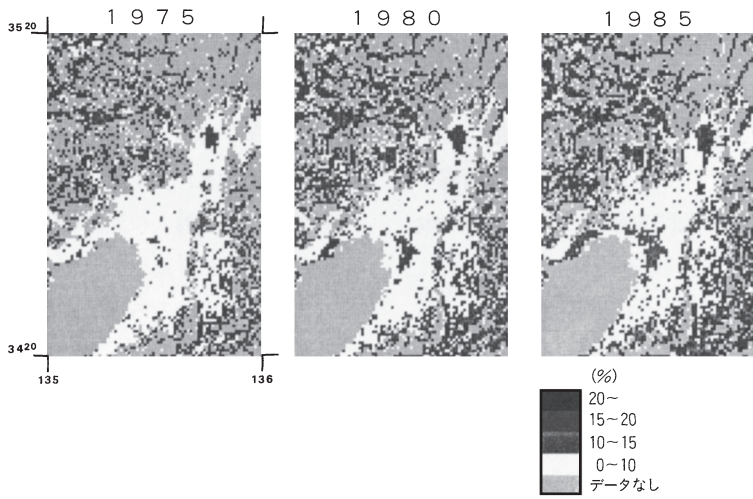
20%以上の4段階に階級区分されている。

この15年間に、高齢人口比率は急速に進行し、20%を越えるメッシュ域が着実に拡大している。特に、九州北西部、中国山地、香川・徳島、和歌山、中央高地の盆地部、新潟平野、房総半島から北関東一帯、東北地方の盆地部、北上川流域、石狩川流域などにおいて、高齢人口比率の高いメッシュが集中している。従来の山村研究において、マクロレベルでは、西南日本と東北日本の過疎の地域性が知られている³⁶⁾。西南日本は拳家離村が多く人口減少も激しい過疎頭在型で、東北日本は出稼ぎ

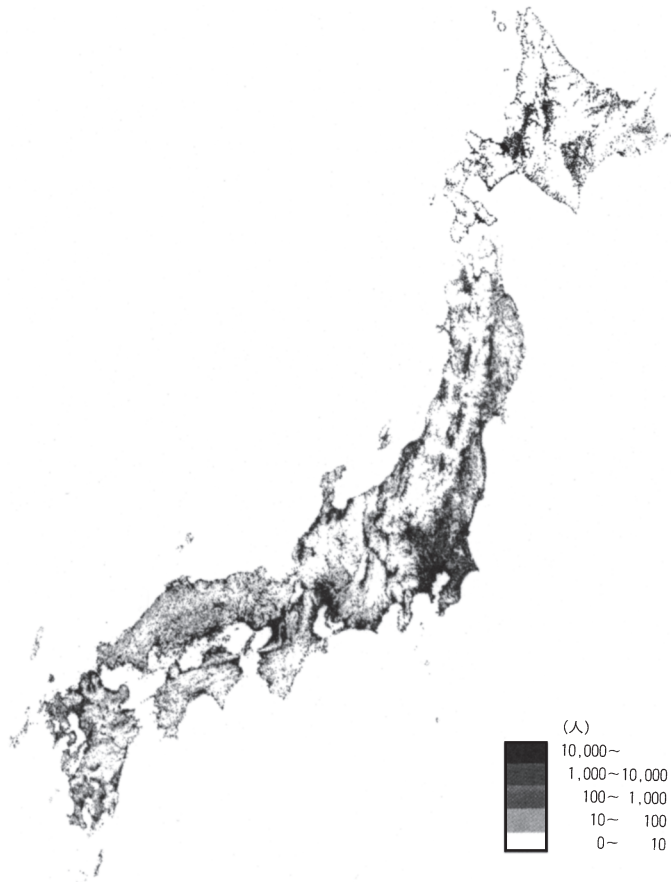
が多く人口減少のより緩慢な過疎潜在型と言われている。こうした地域性は、山村の経済的基盤（薪炭林の植林や焼畑の有無など）や村落構造の差異（旧名子制の存在など）などを背景に生まれたものと考えられている³⁷⁾。過疎地域と高齢人口比率の高い地域は概ね対応するものと考えられるが、全国の基準メッシュ・マップでみる限り、15%を越す高齢化は大都市圏を除くほとんど全ての地域で進行している。すなわち、高齢化は、過疎地域（従来の山村研究に含まれない農漁村も含めた）だけの問題ではなく全国のあらゆる地域



第3-c図 高齢人口比率の全国メッシュ・マップ (1985年)



第4図 京阪神大都市圏の高齢人口比率メッシュ・マップ (1975、1980、1985年)
(20万分の1『京都及大阪』、『和歌山』の北半分の領域)



第5図 人口の全国メッシュ・マップ (1985年)

で広がっている。そして、近年注目されている大都市圏中心部における高齢化の進行も明瞭に看取される。東京大都市圏、名古屋大都市圏、京阪神大都市圏などの中心部で高齢人口比20%以上のメッシュが拡大しているのがわかる。

京阪神大都市圏の3年時点の高齢人口比率のメッシュ・マップを拡大したものが、第4図である。大阪・京都・神戸における都心部を中心とした、近年の高齢人口比率の拡大が明らかであるのと同時に大都市圏周辺部においても着実に高齢化が進行している。

ここでみた高齢人口比率の全国メッシュ・マップは、従来、主に技術的な立ち後れから、簡単に地図化したり、分析したりすることができなかった。地理学的研究の出発点を地図に求めるならば³⁸⁾、GISはこれまで、データ量が膨大すぎて手を付けることができなかった多くの研究テーマを提供する可能性がある。例えば、高齢化人口比率の分布を説明する要因として、GISは、人口(第5図)、人口・世帯構成、就業構造をはじめ数々の社会・経済的属性の全国メッシュ・マップを提供してくれる。そしてさらに、国土数値情報などを



第6図 標高値の全国メッシュ・マップ

用いれば、標高値（第6図）、起伏量、傾斜などの地形データや、気温や降水量などの気候データのメッシュ・マップとの重ね合わせやクロス分析も簡単に行なうことができる。このように GIS は、これまでなされてきた多くの地理学的研究と結合することによって、当該の研究トピックスに新たな視点を与えうる可能性もっている。

V. おわりに

本研究では、地域メッシュ統計の全国メッシュ・マップを作成するメッシュ・データ利用システムの一部を紹介した。これによって、全国を対象とする様々なメッシュ・マップを作成することができる。倉沢³⁹⁾が、社会地区分析・因子生態研究の枠組みのなかで、東京の社会地図を作成したが、全国を対象にそうした社会地図を作成することが可能となる⁴⁰⁾。

パソコンによる高速なメッシュ・マップ作画システムは完成したが、現在、メッシュ・マップに対する基本統計量（平均、分散などの基本統計量に加え、頻度分布や重ね合わせ、相関図、クロス分析など）や、空間統計量（空間的自己相関など）のプログラムを開発中である。こうした基本的な GIS の技法を多くの地理学者が簡単に使えるようになれば、従来の地理学的研究に対して多くの新たな視点を与えることができる。科学哲学者ラカトシュ⁴¹⁾は、コペルニクスの地動説（中核）は、補助仮説である精巧な望遠鏡の開発（防護帯）によって、より強固なものとなったとする、「研究プログラム」による科学の進展モデルを提示している⁴²⁾。GIS は地理学理論

の防護帯としての役割をもつ、技術の発展に相当するものと言えるかも知れない。

近年、GIS 研究への関心が、内外の地理学、さらには地理学以外の分野においても高まりつつある。こうした状況化のなかで、学問的な地理学と GIS の関係あるいはその位置付けに関する検討が急務である。GIS を単にコンピュータに基づく地図描画の技術的な流行とみなすべきか、それとも地理学の統合を可能とする重要な枠組みを提供する革命となりうるのか。これからの GIS の動向に注目したい。

〔付記〕本研究をすすめるに際し、東京都立大学理学部地理学教室の野上道男教授、近藤昭彦助手、吉山 昭氏に技術的な協力を得た、記して感謝する次第です。なお、本研究は、平成2・3・4年度文部省科学研究費試験研究B(2)「地域メッシュ統計の利用システムの開発（課題番号02558025）」（研究代表者：矢野桂司）の研究成果の一部である。

注

- 1) 久保幸夫「地理的情報処理の動向」、人文地理32-4、1980、328～350頁。
遠藤光浩・小長谷一之・酒井高正「地理学研究教育のための GIS の課題—GIS と分析手法のリンケージ」、地理科学46-4、1991、229～241頁。
本郷 満「地理情報システムの基本概念と諸問題について」、立命館地理学3、1991、31～29頁。
- 2) 「地理とコンピュータ特集号」地理30、3月増刊、1985。
「ジオ・グラフィックス特集号」地理31、9月増刊、1986。
「特集：地理情報システム」、地理36-6、1991。
- 3) バーロー、P. A. 著、安仁屋政武・佐藤 亮訳『地理情報システムの原理：土地資源評価への応用』、古今書院、1990、232頁。
- 4) 山口岳志『国土情報利用の高度化に関する研究』、昭和61年度文部省科学研究費補助金（特定研究(1)、研究課題番号61134042）成果報告書、1987、147頁。
山口岳志『国土情報利用の高度化に関する研

- 究』、昭和62年度文部省科学研究費補助金（特定研究(1)、研究課題番号621124038）成果報告書、1988、183頁。
- 西川 治『近代化による環境変化の地理情報システム』、平成2年度文部省科学研究費補助金（重点領域研究、領域番号101）総合報告書(I)(II)、1991、318+236頁。
- 西川 治『近代化による環境変化の地理情報システム』、平成3年度文部省科学研究費補助金（重点領域研究、領域番号101）総合報告書(I)(II)、1992、290+233頁。
- 5) Ota, I. ed.: *Environmental Change and GIS*, The Organizing Committee for the International Symposium on Environmental Change and GIS, Vol. 1-2, 1991, 496+431 p.
- 6) 会長は、伊藤 滋慶應義塾大学環境情報学部教授である。
- 7) 例えば、Abler, R. F.: Awards, rewards and excellence: keeping geography alive and well, *Professional Geographers* 40, 1988, pp. 135~140.
- Fotheringham, A. S. and MacKinnon, R. D.: The National Center for Geographic Information and Analysis, *Environment and Planning A* 21, 1989, pp. 142~144.
- Rhind, D.: Geographic information systems in Britain, in Wrigley, N. and Bennett, R. J. eds.: *Quantitative Geography: A British View*, Routledge & Kegan Paul, 1981, pp. 17~35.
- Rhind, D.: Computing, academic geography and the world outside, in Macmillan, B. ed.: *Remodelling Geography*, Basil Blackwell, 1989, pp. 177~190.
- 8) Taylor, D. R. F. ed.: *Geographic Information Systems: The Microcomputer and Modern Cartography*, Pergamon Press, 1991, 251 p.
- 9) Martin, D.: *Geographic Information Systems and their Socioeconomic Application*, Routledge, 1991, 182 p.
- 10) Maguire, D. J., Goodchild, M. F. and Rhind, D. W. eds.: *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, Longman, 1991, 649+447 p.
- 11) Fotheringham and MacKinnon、前掲7)。
- 12) Goodchild, M. F.: Geographic Information Systems, *Progress in Human Geography* 15, 1991, pp. 194~200.
- 13) Goodchild、前掲12)。
- 14) Clark, G. L.: GIS—what crisis?, *Environment and Planning A* 24, 1992, pp. 323~339.
- 15) 久保幸夫「海外の地理情報システム」、地理36-6、1991、36~44頁。
- 16) Openshaw, S.: A view of the GIS crisis in geography, or, using GIS to put Humpty-Dumpty back together again, *Environment and Planning A* 23, 1991, pp. 621~628.
- Taylor, P. J. and Overton, M.: Further thoughts on geography and GIS, *Environment and Planning A* 23, 1991, pp. 1087~1090.
- Openshaw, S.: Further thoughts on geography and GIS: a reply, *Environment and Planning A* 24, 1992, pp. 436~466.
- Clark、前掲14)。
- 17) Abler, R. F.: What shall we say? To whom shall we speak?, *Annals of the Association of American Geographers* 77, 1987, pp. 511~524.
- Openshaw、前掲16)。
- 18) Openshaw、前掲16)。
- 19) Chrisman, N. R., Cowen, D. J., Fisher, P. F., Goodchild, M. F. and Mark, D. M.: Geographic information systems, in Gaile, G. L. and Willmott, C. J. eds.: *Geography in America*, Merrill, 1989, pp. 776~796.
- 20) 久保、前掲1)。
- 21) Hägerstrand, T.: The computer and the geographer, *Transactions of the Institute of British Geographers* 42, 1967, pp. 1~19.
- 22) Cliff, A. D. and Ord, J. K.: *Spatial Processes: Models and Applications*, Pion, 1981, 266 p.
- 23) Openshaw, S. and Taylor, P. J.: A million or so correlation coefficients: three experiments on the modifiable areal unit problem, in Wrigley, N. ed.: *Statistical Applications in the Spatial Sciences*, Pion, 1979, pp. 127~144.
- Openshaw, S. and Taylor, P. J.: The modifiable areal unit problem, in Wrigley, N. and Bennett, R. J. eds.: *Quantitative Geography: A British View*, Routledge & Kegan Paul, 1981, pp. 17~35.
- 24) Worrall, L. ed.: *Spatial Analysis and Spatial Policy using Geographic Information Systems*, Belhaven Press, 1991, 236 p.
- 25) 野上道男「地理情報とくにラスター型数値地図利用の高度化」、情報地質2、1991、331~339頁。
- バーロー、前掲3)。
- 26) バーロー、前掲3) 44頁。
- 27) 第1次地域区画コードは、最初の2桁がメッシュの南西端の緯度を1.5倍した数字、次の2桁は同じ点の緯度の下2桁の数字を表わす。第2次地域区画コードは、第1次地域区画を縦横8等分したもので、南西の隅が00、北東の隅が77で、最初の1桁が縦方向、続く1桁が横方向に対応する。第3次地域区画コードは、第2次地域区画を縦横10等分したもので、南西の隅が

- 00、北東の隅が99で、最初の1桁が縦方向、続く1桁が横方向に対応する。さらに、約500mの分割メッシュに対応する、1桁の第4次地域区画コードがある。
- 28) 本システムは、東京都を対象とした地域メッシュ・データ利用システム (TMGIS) (矢野桂司・塩野計司、生田 茂・望月利男「都市研究センター・地理情報システム (その1) —東京の地域メッシュ統計情報システム—」、総合都市研究39、1990、185~201頁) を全国に改良・拡張したものである。
- 29) 2バイト整数であれば、-32,768~32,767の範囲の整数が表現できる。人口や標高値 (実際のmを10倍した値) はこの範囲を越えるため、4バイトとした。ただし、C言語上では、2バイト整数 (アンサイン) で0~65,635まで扱うことができる。
- 30) 荒井良雄・茅野 基「パーソナル・コンピュータによる対話型メッシュ・マッピング」、(山口岳志『国土情報利用の高度化に関する研究』昭和62年度文部省科学研究費補助金成果報告書、特定研究(1)、1988、所収)、153~168頁。
- 31) 藤田佳久『日本の山村』、地人書房、1981、271頁。
岡橋秀典「現代日本における山村研究の課題と展望」、人文地理41-2、1989、144~171頁。
篠原重則『過疎地域の変貌と山村の動向』、大明堂、1991、330頁。
- 32) 石水照雄「高齢人口化過程における大都市地域」、(坂田明雄編『明日の都市19、大都市と大都市圏問題』、中央法規、1981、所収)、142~159頁。
香川貴志「東北地方県庁所在都市内部における人口高齢化現象の地域的展開」、人文地理39-4、1987、370~384頁。
斎野岳郎「名古屋市における人口高齢化の地域的パターンとその考察」、東北地理41-2、1989、110~119頁。
斎野岳郎「札幌市における人口高齢化の地域的考察」、東北地理42-2、1990、105~110頁。
矢野桂司・秋山哲男・望月利男「メッシュ・データによる東京都の高齢化の展開」、総合都市研究39、1990、161~183頁。
- 33) Golant, S. M., Rowles, G. D. and Meyer, J. W.: Aging and the aged, in Gaile, G. L. and Willmott, C. J. eds.: *Geography in America*, Merril, 1989, pp. 451~465.
- 34) 地理科学学会シンポジウム「高齢化社会を考える—地理学への提言—」、地理科学46-3、1991、141~207頁。
- 35) Law, C. M. and Warnes, A. M.: The changing geography of the elderly in England and Wales, *Transactions of the Institute of British Geographers* N. S. 1, 1976, pp. 453~471.
- Wiseman, R. F. and Virden, M.: Spatial and social dimensions of intraurban elderly migration, *Economic Geography* 53, 1977, pp. 1~13.
- Warnes, A. M.: Towards a geographical contributions to gerontology, *Progress in Human Geography* 5, 1981, pp. 317~341.
- Bohland, J. R. and Rowles, G. D.: The significance of elderly migration to changes in elderly population concentration in the United States: 1960~1980, *Journal of Gerontology* 43, 1988, pp. S145~152.
- Rogers, A. and Woodward, J.: The source of regional elderly population growth: migration and aging-in-place, *Professional Geographers* 40, 1988, pp. 450~459.
- Rosenberg, M. W., Moor, E. G. and Ball, S. B.: Components of change in the spatial distribution of the elderly population in Ontario, 1976~1986, *Canadian Geographer* 33, 1989, pp. 218~229.
- Kuwajima, K.: Aging in the Tohoku District, Japan, *Annals of Tohoku Geographical Association* 41, 1989, pp. 120~127.
- 香川、斎野、矢野ほか、前掲32)。
- 36) 岡橋、前掲32)。
- 37) 藤田、前掲31)。
- 38) 中村和郎「地理学にとって地図はなぜ必要か」、(中村和郎・高橋伸夫編『地理学への招待 (地理学講座1)』、古今書院、1988、所収)、1~21頁。
- 39) 倉沢 進編『東京の社会地図』、東京大学出版会、1986、305頁。
- 40) コンピュータを用いた全国マップとしては、例えば、都道府県単位で全国の様々な属性をマッピングした、
鈴木秀夫・久保幸夫『日本の食生活』、朝倉書店、1980、244頁、
や、主に自然地理学的データの全国メッシュ・マップを示した、
野上道男「数値地図1~8」、地理35、1990、裏表紙、同「数値地図9~16」、地理36、1991、裏表紙、
などがある。
- 41) ラカトーシュ著、I、村上陽一郎訳『方法の擁護—科学的研究プログラム方法論—』、新曜社、1986、482頁。
- 42) チャルマーズ、A. F. 著、高田紀代志・佐野正博訳『新版 科学論の展開—科学と呼ばれているのは何なのか—』、恒星社厚生閣、1985、310頁。