

時空間管理機能をもつ地理教育用GISの開発とその応用

谷 謙二

Development and application of an educational GIS with spatio-temporal management function

Kenji TANI

Abstract: One of the problems of the statistical mapping using GIS in Geography education is the time lag between the statistical data and the map data. This problem can be solved by using spatio-temporal GIS. We developed MANDARA system with spatio-temporal management function. The data structure we adopted is the medium between implicit and explicitly topology model. An example of the statistical mapping using Japanese administrative boundary map data since 1960 was reported.

Keywords: 教育用 GIS (educational GIS), 地理教育 (Geography education), 統計地図 (statistical map), 時空間 GIS (spatio-temporal GIS)

1. はじめに

本研究の目的は、地理教育用 GIS における時空間管理機能の必要性を検討し、その機能を実装したシステムを開発、さらに応用事例を示すことである。

近年、学習指導要領の改訂による総合的な学習の時間の新設、また地理教育における技能重視への流れという教育行政の変化が起こっている。そうした中で、GIS の低価格化やインターネットの普及が進行し、教育現場へ GIS を導入しようとする試みがなされるようになってきた。谷ほか(2001)では、汎用的な地理教育用 GIS に必要な条件とし

て、生徒自身が地図データを作成でき、そこに属性データを付与して多様な表現方法で主題図として呈示する機能が必要であるとした。

中学校地理的分野の新学習指導要領では、市町村レベルの身近な地域、都道府県レベルさらに国レベルの3つの空間スケールに応じた調査が重視されている。このうち都道府県レベルの調査では、選んだ都道府県に関する様々な資料を収集することが述べられている(文部省, 1999)。もちろん、生徒自身が都道府県内の市町村別の統計データを入力することは、作業に必要な時間を考えるとあまり現実的でないが、教師側から資料として都道府県内の市区町村別の統計データを地図化し、呈示する必要性は高いと考えられる。また、教師側が入力した統計データを、生徒が凡例等を設定して統計地図として表示することも考えられる。

その際問題となるのは、市区町村の合併・分離などによる行政界の変化であり、特に近年の市町村合併が推進は、今後大幅な行政界の変化を引き起こすと考えられる。これによって、統計データに含まれる市町村と、地図データの行政界が一致しないケースが多く発生すると予想される。このような問題に対処するためには、地図データの内容を頻繁に更新する必要があるが、一次統計の多くは調査年月日が異なっており、それぞれの統計に対応する地図データを用意することは現実的でない。

したがって、地図データ中に市区町村の合併等の時間変化に関する情報を持たせ、任意の年月日の地図を表示することのできる時空間情報システムが必要である。

2. 時空間GISのデータ構造

2.1 データ構造

すでに時空間情報を扱うことのできるシステムとして、DiMSIS (畑山ほか, 1999), STIMS (林ほか, 2001) などが提案されている。これらは主に自治体業務での使用を念頭において開発されたもので、従来のGISの多くで用いられてきた位相構造を明示的に示すデータ構造ではなく、必要に応じて位相構造を算出する位相構造暗示型(算出型)のデータ構造を採用している。統計GIS研究会(1998)によると、従来の位相構造明示型のシステムで時間情報を扱う場合、データ量とデータ作成コストの増大、プログラムの複雑化、図形IDで管理することによるデータ交換の複雑化、などが問題であるとしている。

しかしながら、位相構造明示型と暗示型の差異は、線分の結合関係や、面形状を構成する線分の向きなどが、GISに渡される前の段階で記述されているか、それともGISで表示する直前にプログラム上で計算するか、という違いであり、計算後には暗示型のGISでも明示的な位相構造を持つと考えられる。

位相構造明示型のデータ構造で、時間表現の記

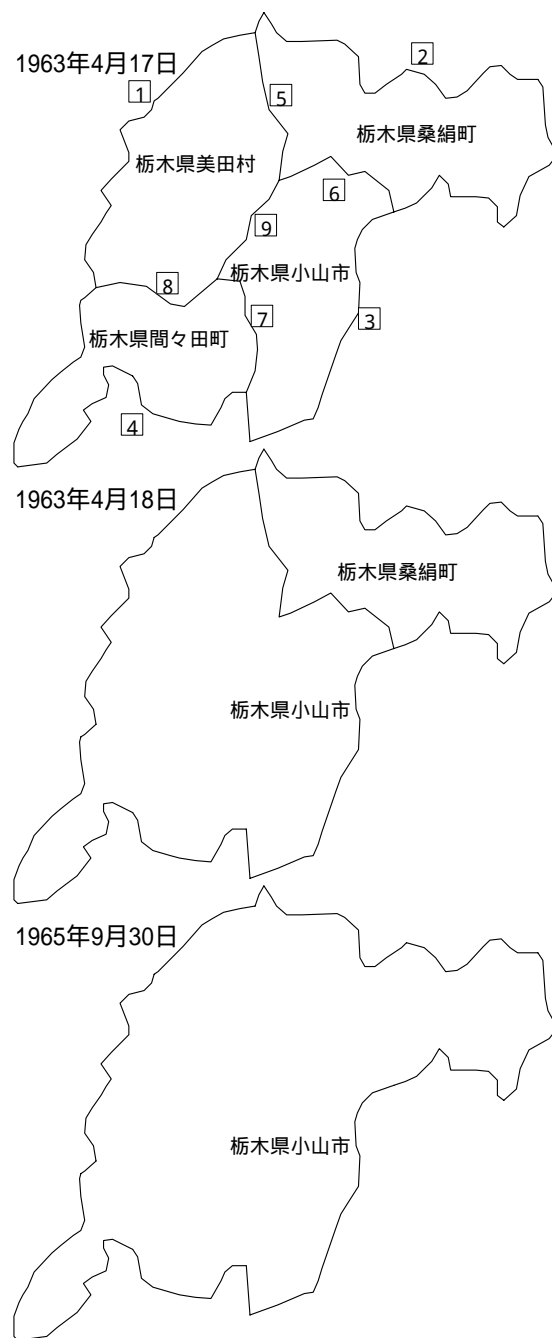


図1 栃木県小山市の行政界の変化

述が困難な理由は、面領域を構成する線分に対し、その方向を指定しなければならない点にあると考えられる。今回は、面領域を構成する線分自体に有効期間を設定した上で、面領域が当該の線分を使用する期間を設定する。さらに面領域を構成する線分の方向はプログラム上で算出することとし、この問題に対応した。これは位相構造暗示型と明

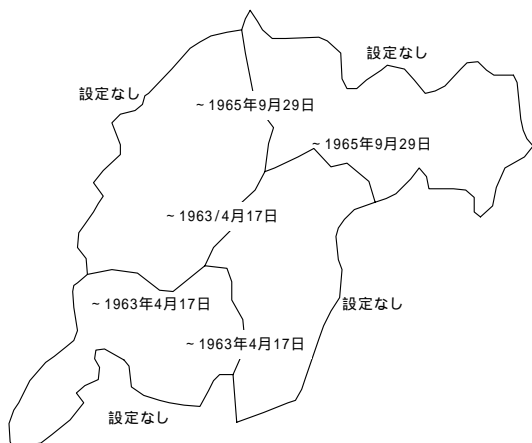


図2 線分の有効期間

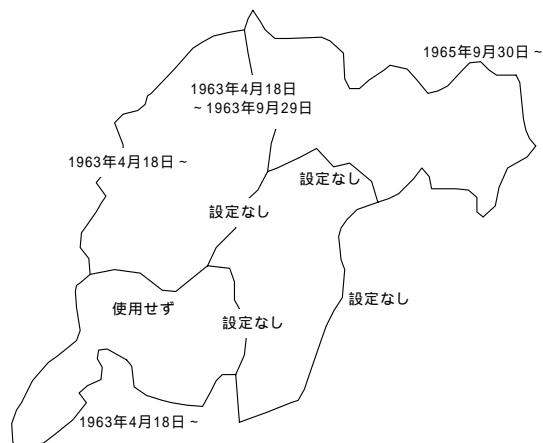


図3 小山市を構成する線分の使用期間

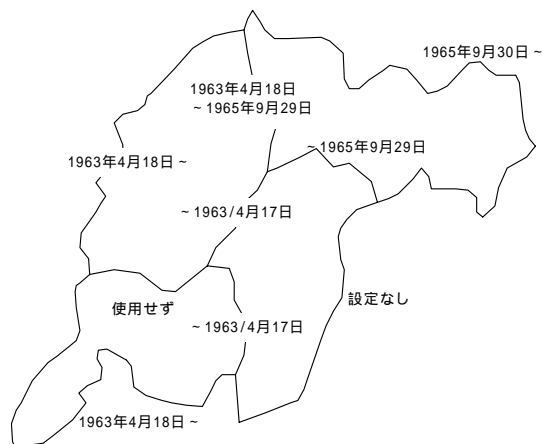


図4 小山市を構成する線分の使用期間の実際の設定

示型の中に位置するものと考えられる。位相構造暗示型のデータ構造に対し、この構造が持つ利点としては、面形状オブジェクトにおける飛地や中抜け領域に対する処理、また線形状オブジェクトに対する処理が容易になる点があげられる。

2.2 設定例

図1の栃木県小山市の行政界の変遷を例に、今回のシステムでの時間情報の設定方法を述べる。まず、属性データと地図データを結合させるキーとして、オブジェクトごとに固有のID(図1の場合は市町村名)を設定する。オブジェクトにはそれぞれ有効期間を設定する。この場合、1963年4月18日に美田村と間々田町が、1965年9月30日

表1 時間を設定する要素

設定先	設定する要素
線分に設定	線種
オブジェクトに設定	オブジェクトの名称 代表点 使用する線分 継承先オブジェクト

には桑絹町が小山市に編入されている。

この変化を記述する方法は、以下の通りである、まずオブジェクトの有効期間の終了時期を美田村と間々田町には1963年4月17日、桑絹町には1965年9月29日に設定する。さらに線分7~9番に対しては、終了時期を1963年4月17日、線分5,6番に対しては1965年9月29日に設定する(図2)。位相構造暗示型にした場合は、これだけの記述で任意の時点の面領域を復元できるが、明示型にした場合はオブジェクトの使用する線分に対して、その線分を使用する期間を設定する必要がある。この設定は当該のオブジェクトを介して行う。

美田村と間々田町、桑絹町については、オブジ

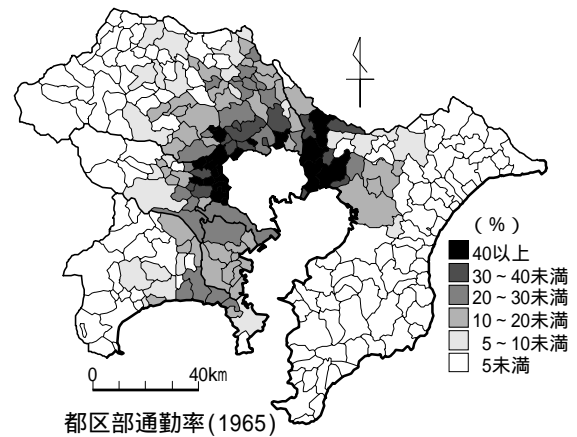
MAP LAYER TIME	日本市町村2002 1965年		
TIME	1965	10	1
TITLE	常住就業者数	東京都区部で就業	都区部通勤率(1965)
UNIT	人	人	%
埼玉県川越市	62044	10590	17.1
埼玉県熊谷市	54457	3184	5.8
埼玉県川口市	123768	36805	29.7
埼玉県浦和市	101501	39896	39.3

MAP LAYER TIME	1970年		
TIME	1970	10	1
TITLE	常住就業者数	東京都区部で就業	都区部通勤率(1970)
UNIT	人	人	%
埼玉県川越市	83407	16647	20.0
埼玉県熊谷市	60924	3292	5.4
埼玉県川口市	152382	44813	29.4
埼玉県浦和市	125942	48018	38.1

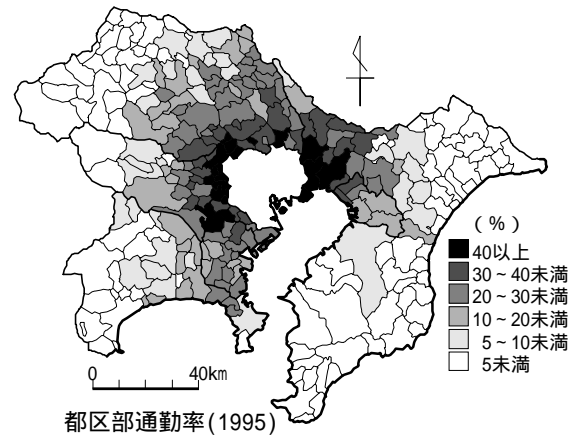
図5 統計データベースの設定

エクトの有効期間がそれぞれが使用する線分の有効期間に含まれるので、線分を使用する期間を設定する必要はないが、小山市については次のような設定が必要である。小山市が全体の期間を通して一時的にでも使用する線分は、1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9番である。このうち3番は常に使用しており、また7, 9番は線分の有効期間が使用期間に等しいので、使用期間を設定する必要はない。一方1, 4, 5番は美田村と間々田町を編入後に使用し、かつ線分の有効期間は編入前から継続しているので、小山市が1, 4番を使用開始する時期を1963年4月18日に設定する必要がある(図3)。

ただし、8番の線分のように、間々田町のみが使用している線分の場合、オブジェクトの有効期間と線分の有効期間は等しい。今回のシステムでは、オブジェクト単位に空間データの管理を行っていることから、オブジェクトの有効期間外の時期の線分が表示されることはない。そのため、8番の線分の有効期間は特に設定する必要はない。同様に、その他の線分についても有効期間を設定する必要はなく、小山市を構成するそれぞれの線分に対して、小山市が使用する期間を設定するだけでよいことになる(図4)。線分の有効期間の設



都区部通勤率(1965)



都区部通勤率(1995)

図6 統計データ表示例

定が必須となるケースは、市界が区界になるといった、線種の変更をとまなうケースに限られる。

今回のシステムでは、オブジェクトの有効期間、線分の有効期間のほか、表1に示す要素に時間を設定する。オブジェクトの名称では、村が町に、町が市など、同一のオブジェクトで名称が変更になった場合に時間を設定する。代表点は、位相構造明示型のデータには必須のものではないが、記号表現を用いて統計データを地図化する際に、記号の表示位置として使用し、時期によって異なる位置に設定できる。継承先オブジェクトは、オブジェクトが消滅し、別のオブジェクトに編入された場合や、オブジェクトが分離した場合、またはオブジェクトの一部が他のオブジェクトに編入された場合に設定する。この継承設定は、後で述べる統計データの時系列比較の際に使用される。

1990年10月1日	
	都区部通勤者数
秋川市	2232
五日市町	629

1995年10月1日	
	都区部通勤者数
あきる野市	3123

↓

	1990年10月1日の 都区部通勤者数	1995年10月1日の 都区部通勤者数
あきる野市	2861	3123

図7 市町村の合併と時系列比較

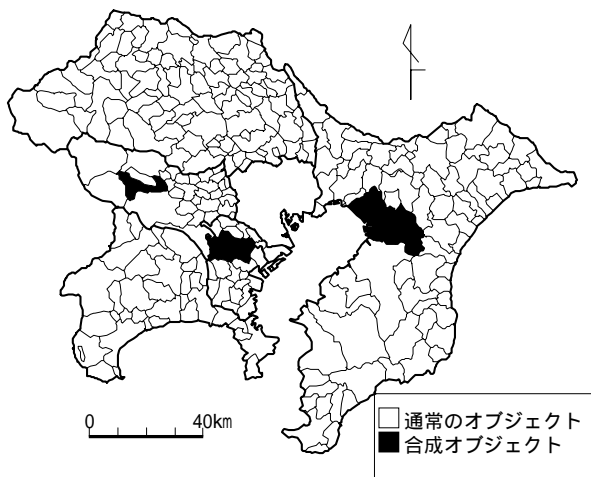


図8 1990年10月1日から95年10月1日までのオブジェクトの変化

3. 時空間GISの実装と応用

これまで述べた時空間管理の方法を、地理教育用GISの「MANDARA」(谷ほか, 2001)に実装し、1960年以降の日本全国の市区町村および海岸線の変化を記録した時空間地図データを作成した。これによって、任意の時期の統計データを表示することが可能になった。MANDARAに統計データを読み込む際には、図5のような書式で表計算ソフト上にデータ用意し、クリップボードを経由してMANDARAに読み込ませる。図5のゴシック体部分は、MANDARAにデータを渡す際にデータの内容を指示するための「タグ」と呼ぶものである。「MAP」タグは地図ファイルの名称であり、

統計データを読み込むと同時に地図データも読み込まれる。「LAYER」はレイヤ構造化することを示すものであり、ひとつのレイヤにひとつの時間を設定することができる。「TITLE」「UNIT」はデータ項目の表題と単位を示すタグである。「埼玉県川越市」などはオブジェクトの名称であり、地図データ中のオブジェクトと結びつけるためのキーである。ここで指定されていないオブジェクトは、画面上に表示されることはない。このようにして、異なる年次の統計データを一括して読み込み、処理することができる。

図6は埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県各市区町村の常住就業者に占める、東京都区部への通勤者の割合を1965年と95年について示したものである。この統計地図を表示する際に行われるプログラム中の処理は以下の通りである。まず描画すべきオブジェクトと当該のオブジェクトが含まれるレイヤの時間設定がプログラムに渡され、線分の有効期間およびオブジェクトが線分を使用する期間の設定をもとに、指定の時間に当該のオブジェクトが使用している線分を求める。ついで、その線分を面形状を構成するように並べ替え、内部を塗りつぶす。

図6から、千葉県では市原市などで大幅な市町村合併が行われ、横浜市では人口の増加によって分区がなされるなど、行政区は大きく変化していることがわかる。

さらに地図データ中には、市区町村の継承データが含まれている。これを用いることで、異なる年次の統計データを、市区町村の合併・分離を考慮して比較することが可能になる。たとえば、東京都の秋川市と五日市町は1995年9月1日に合併して、あきる野市となった。この領域内での合併前後の変化を市町村単位の統計データを使用して分析する場合、領域を合併後のあきる野市に合わせ、合併前の秋川市と五日市町の数値を加算する方法が用いられている(図7)。こうした集計は従来手作業で行われていたが、時空間GISを用いることで自動的に集計し、地図化することができる。

図8は1990年10月1日から95年10月1日に

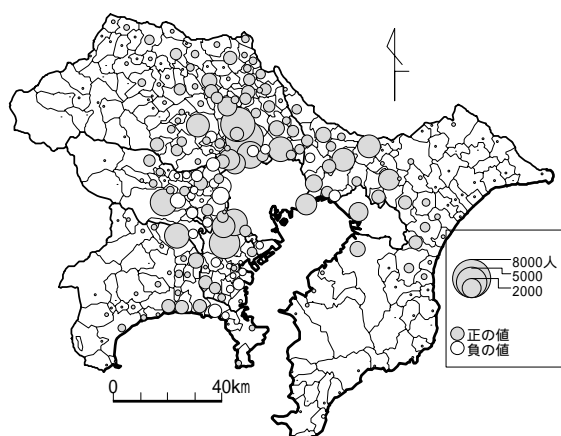


図9 1990年から95年にかけての
東京都区部通勤者の増減

かけて、オブジェクトの合併・分離があった領域を示している。前述のあきる野市のほか、横浜市では港北区が分区され、千葉市では政令指定都市への移行にともない区が誕生した。これらの指定の期間内において継承設定で結びつけられたオブジェクトを「合成オブジェクト」と呼ぶ。

このように、異なる時期のレイヤ間でオブジェクトの領域を等しくし、それに合わせて統計データを集計することで、ひとつのレイヤ内に異なる年次の統計数値を含むことが可能になる。これによって、年次間の増加数や増加率を計算することが容易にできるようになる。図9は、90年から95年にかけての都区部通勤者の増減を示したものである。

4. おわりに

本研究では、地理教育における統計地図作成に際して、時空間 GIS が必要となることを指摘し、そのシステムを開発するとともに、応用事例を示した。こうした時空間 GIS を利用した統計データの地図化は、地理教育に限られるものではなく、様々な分野での活用が可能と考えられる。なお本システムは Windows95/98/2000/XP 上で動作し、インターネット上からアプリケーション本体および地図データともに自由にダウンロード可能である (<http://www.5c.biglobe.ne.jp/~mandara/>)。

謝辞

本研究は平成 14 年度文部省科学研究費補助金（基盤研究 B）「わが国の初等・中等教育における地理情報システムの活用に関する研究」（研究代表者 伊藤悟）の補助を受けた。記して感謝いたします。

参考文献

- 谷 謙二・佐藤俊樹・岡本耕平・奥貫圭一・大西宏治(2001) 中学校地理教育用 GIS の開発と教育実践の試み, 地理情報システム学会講演論文集, 10, 235-239.
- 統計 GIS 研究会(1998) 『統計情報と空間情報処理 - 統計 GIS 研究会報告書 - 』, 財団法人統計上法研究開発センター.
- 畑山満則・松野文俊・角本繁・亀田弘行(1999) 時空間地理情報システム DiMSIS の開発, GIS - 理論と応用, 7, 25-33.
- 林悌二郎・根岸幸生・大沢裕(2001) 時空間情報システム STIMS における属性情報の管理と検索, 地理情報システム学会講演論文集, 10, 1-4.
- 文部省(1999) 『中学校学習指導要領(平成 10 年 12 月)解説 - 社会編 - 』, 大阪書籍.