

オブジェクト指向による行政領域の階層的表現の有効性について — 「MANDARA」 への実装を通じて —

谷 謙二

Effectiveness of Object-Oriented Approach for Hierarchical Representation of Administrative
Areas: An Implementation to the 'MANDARA' GIS

Kenji TANI

Abstract: Each of cities, towns and villages often composes other kind of areas such as prefecture, county or secondary medical area. They both have hierarchical relationship and this relationship is equal to the aggregation relationship in the object-oriented approach. In this perspective upper areas compose themselves by referring lower component areas. I examine the effectiveness of this object-oriented approach for management of administrative areas hierarchically in GIS.

Keywords: オブジェクト指向(object-oriented approach), 集成(aggregation), 行政領域(administrative area), 時間変化(temporal change)

1. はじめに

GIS にオブジェクト指向の概念が取り入れられるようになってから、すでにかかなりの期間がたっているが、エンドユーザーがオブジェクト指向の有効性を実感できるようなシステムは少ない。

そこで本研究では、オブジェクト指向概念のうち特に集成(集約,aggregation)オブジェクトを使用することで、行政領域の階層的な管理が容易になることを示し、その機能を筆者作成の GIS である「MANDARA」に実装する。

2. オブジェクト指向GIS

オブジェクト指向は、ソフトウェア開発のために採用された手法であり、実世界を様々なモノ(オブジェクト)の集合としてとらえ、オブジェクト間の相互作用としてシステムを構築する。こうしたオブジェクト指向の考え方は、その汎用性の高さが認められ、ソフトウェア開発だけでなく様々な領域で応用されており、GIS もその一つである。

GIS における伝統的なデータ管理手法であるレイヤ構造が、点、線、面といった地物の形状ごとに地物を管理するのに対し、オブジェクト指向 GIS モデルでは、さまざまな形状の地物を一体的に管理し、地物間の関連性を記述することができる。これによって実世界と類似した構造をデータとし

て保持することができる。

すでに、GIS における地物のモデリングは、JPGIS に見られるように、オブジェクト指向に基づいて設計され、UML および XML で記述されるようになってきている(有川・太田 2007)。従って、今後はオブジェクト指向 GIS モデリングによって作られたモデルの構造を、実際の GIS 中に実装できるようにすることが重要となる(小山ほか,2007; 村尾ほか,2007)。

3. 集成オブジェクトと行政領域

オブジェクト指向におけるクラス間の関係としては継承、集成、合成、依存関係などがある。これらのうち、今回は実用的な重要度が高いと思われる集成について検討する。

集成(集約,aggregation)とは、あるクラスが別のクラスの構成要素の一部となり、全体一部分の状態になっている関係である。このような関係は、地理空間では幅広く見られる。中でも行政領域は、市区町村一県のように、下位領域が上位領域の一つに対応しているため、この集成の関係に該当する。また市区町村は、県以外にも他の様々な領域の構成単位となっている。たとえば小選挙区区割、二次保健医療圏、広域行政圏、消防署の管轄など、市区町村を基本的な構成要素とする区画は枚挙にいとまがない。

従来のレイヤ構造では、市区町村を構成単位とするさまざまな領域は、ディゾルブやマージなどの空間解析機能を用いて、市区町村領域から派生させて別のレイヤとして作成する。新しいレイヤは、当初の市区町村のレイヤとは別のデータとして管理され、市区町村の上位領域においても、個別の線を要素として参照し、面領域を構成する。

しかしオブジェクト指向に基づけば、市区町村オブジェクトは個別の線を構成要素として参照するが、集成オブジェクトとしての上位の領域は、構成要素としての市区町村オブジェクトを参照する。場合によっては、集成オブジェクトがさらに他の集成オブジェクトを参照する場合も考えられる。たとえば、通常の市区町村オブジェクトであ

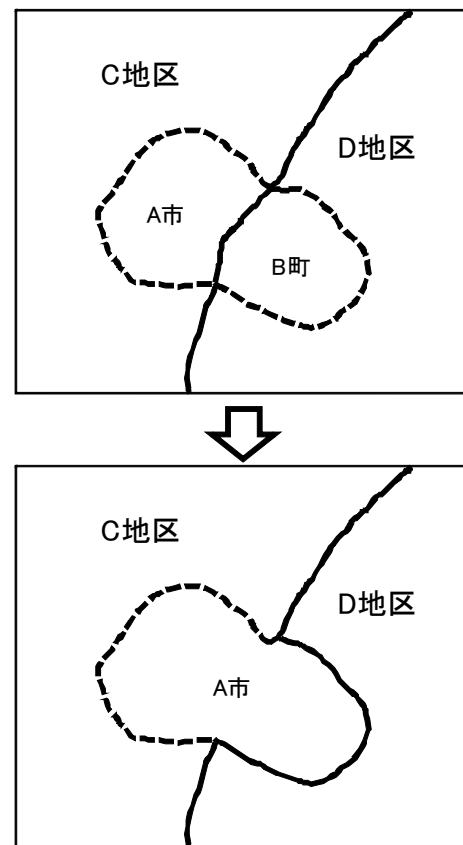


図1 合併に伴う上位領域の変化

れば、線を参照するが、政令指定都市は区を参照する集成オブジェクトとなり、さらに政令指定都市は県オブジェクトの構成要素の一部となる。

オブジェクト指向でデータを管理することによる利点として、時間変化へ容易に対応できるようになることがあげられる。たとえば B 町が A 市に編入されたケースを考える(図 1)。B 町に対しては存在期間の終了時間が設定される。A 市に対しては、参照する線に新しく町の外周が参照期間の開始時間とともに設定される。A 市と B 町との元の境界線は役割を終え、線に対しては存在終了時間が設定されるとともに、A 市における当該線の参照期間に終了時間が設定される。

この A 市と B 町が、それぞれ別の上位の領域の構成要素だったとし、A 市は C 地区、B 町は D 地区の要素だったとする。D 地区では、B 町への参照期間を終了させる。C 地区では、A 市への参照は変化しないので、何も設定しなくてもよい。このように、集成の関係を持っていれば、構成要素

の変化も参照期間を変更するだけでよく、参照する線の設定を行わなくてもよい。

このことから、オブジェクト指向の集成概念を利用することで、上位領域において下位領域の変化への対応が容易になり、データの編集の際のミスも少なくなると考えられる。

4. 行政領域と行政界

行政領域クラスとその境界線クラスの関係には、他にはない特殊な関係がある。たとえば、境界線クラスの属性として、市区町村界と県界がある場合でも、現実には県界は市区町村界を兼ねている。すなわち、行政界の属性は、当該行政界を使用して構成されている行政領域オブジェクトによって決まるという性質があり、より上位の領域で使用されている順に行政界の属性が決まるという、暗黙のルールが働いている。この暗黙のルールを地図データ中に組み込むことによって、地図データの設定が容易になり、ミスも少なくなると考えられる。

こうしたことから、行政界においては、個別の線に区界、市町村界、政令指定都市界、県界といった属性を与えるよりも、当該の線を使用しているクラスによって変化するように設定した方が効率的である。これを「オブジェクト連動型線種」と呼ぶことにする。たとえば、ある行政界クラスのオブジェクトが、県クラスのオブジェクトで使われていれば、県境、使われていなければ市町村界ということになる。

なお、このような境界線クラスの性質は、前記の集成型クラスの利用を必要条件としてはおらず、位相構造化されていれば、県クラスが直接行政界を参照してもよい。集成クラスの場合は、参照先オブジェクトを非集成オブジェクトになるまで遡及し、その参照行政界の外周部を抽出する。

この設定は、特に時間変化への対応に有効である。たとえば図 1 において、B 町が A 市に編入されたケースでは、編入により B 町の周囲の行政界は、市町村界から C・D 地区の境界線へと変化する。通常の線であれば、線種属性に期間を設定して対

応しなければならぬため、行政領域クラスと境界線クラスの両方を修正せねばならず、二度手間となる。しかし、オブジェクト連動型線種に設定しておけば、何の対応も行いうる必要がない。

5. MANDARA への実装

5.1 オブジェクトグループと線種設定

こうした集成クラスとオブジェクト連動型線種を筆者の開発している GIS「地理情報分析支援システム『MANDARA』」（後藤ほか,2007）に実装した。事例として埼玉県を選び、図 2 の UML クラス図に示される行政領域を作成することにした。市町村クラスと区クラスは、線である行政界クラスを直接参照して面形状を構成する非集成クラスである。政令指定都市クラスは区クラスを参照する集成クラスである。県クラスおよび二次保健医療圏クラスは、それぞれ非集成クラスである市町村クラスと、集成クラスである政令指定都市クラスを参照する集成クラスである。なお、MANDARA ではクラスのことを「オブジェクトグループ」と呼ぶ。

元となるデータとして国土数値情報から埼玉県分の行政界データを取得した。その際、市町村合併に伴う時間変化を設定するため、1999 年のデータを使用した。

MANDARA での地図データの編集は、「マップエディタ」と呼ぶ画面で行う。図 3 はマップエディタにおいてオブジェクトグループを設定する画面である。ここでは「二次保健医療圏」が表示されており、集成型が選択され、さらに構成要素となる「市町村」と「政令指定都市」オブジェクトグループが指定してある。非集成の場合は、構成要素となる線種を指定する。

図 4 は線種を設定する画面である。ここには「行政界」しかないが、オブジェクトグループ連動型に指定してあり、オブジェクトグループごとにパターンが設定されている。オブジェクトグループ欄で上から並んでいる順に優先度が高いが、「レイヤ内での使用に限定」にチェックすると、レイヤ内で当該オブジェクトグループが使用されている

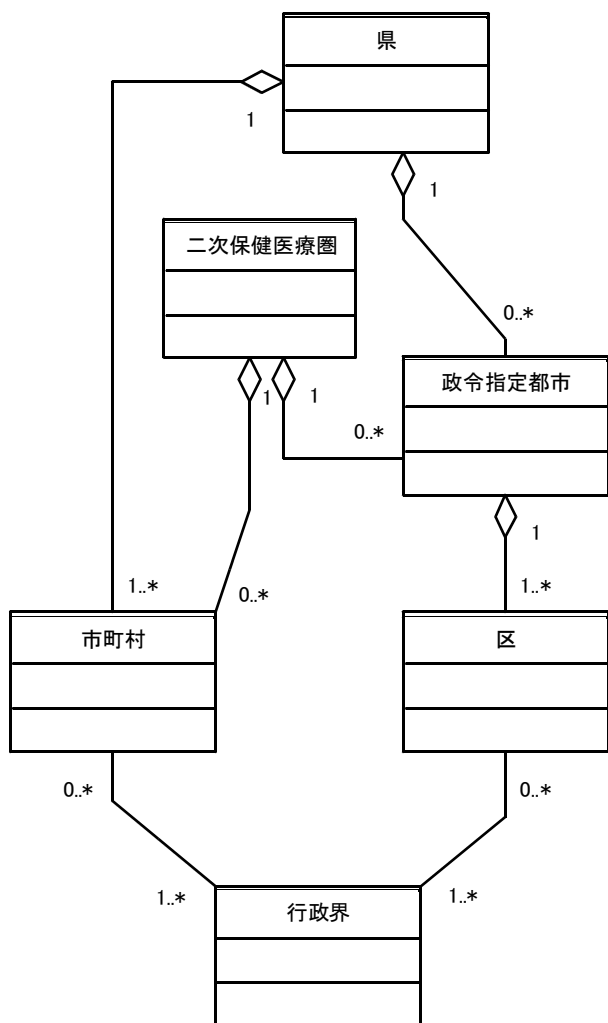


図2 行政領域に関するUMLクラス図

場合に限り、パターンが設定されるように指定することができる。今回は「二次保健医療圏」にこの設定がなされている。

5.2 集成オブジェクトの設定と時間変化

国土数値情報から取り込んだ状態では、オブジェクトはすべて市町村単位の非集成オブジェクトである。集成オブジェクトの作成は、前述のオブジェクトグループを設定した後になる。集成オブジェクトを作成する方法は二通り用意しており、一つは、構成要素となるオブジェクトを選択し、そこから集成オブジェクトを作成する方法である。もう一つは、要素を持たない状態の集成オブジェクトを作成してから、構成要素となるオブジェクトをクリックして選択していく方法である。両者

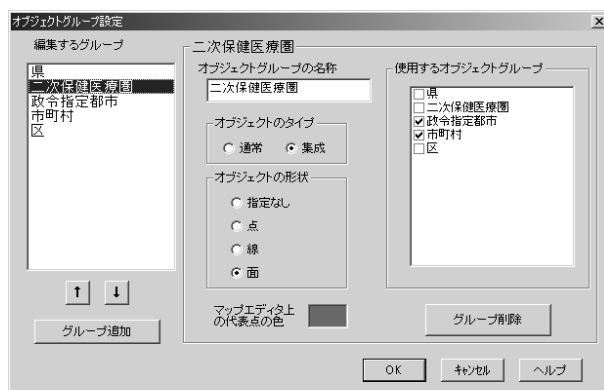


図3 オブジェクトグループ設定画面

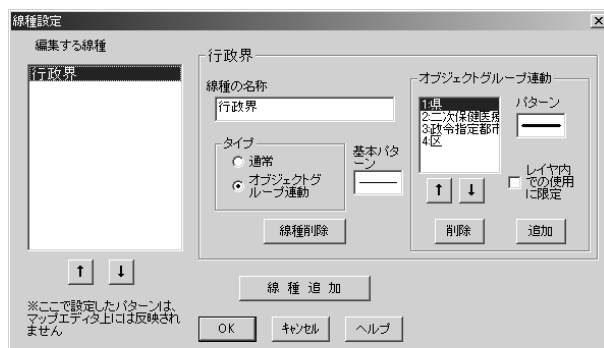


図4 オブジェクトグループ連動型線種の設定画面

を適宜使い分けて集成オブジェクトを作成していく。

時間変化への対応は、まず非集成オブジェクト同士を合併あるいは編入させておき、その後に集成オブジェクト側で集成する。埼玉県では、1999年から2008年まで、15件の市町村合併があったので、個々の非集成オブジェクトに終了あるいは開始時間を設定する。時間の設定方法については谷(2007)などで解説してある。

次に集成オブジェクト側で時間設定を行う。たとえば、2001年5月1日に3市の合併で誕生したさいたま市は、2003年4月1日に政令指定都市になり、区が設置された。地図データ上の設定では、2003年3月31日にさいたま市が終了し、2004年4月1日に集成オブジェクトの政令指定都市オブジェクトグループとして新しいさいたま市が開始させ、それぞれの区を参照する。さらに2005年4月1日には、岩槻市を編入して岩槻区が誕生した。こ



図5 集成オブジェクト(さいたま市)の設定

こでの設定では、まず岩槻市を終了させ、新たに岩槻区オブジェクトを作成する。次いで集成オブジェクトであるさいたま市側で、岩槻区を構成要素として設定する。設定は画面上でクリックしていくことで行う(図5)。

合併により市町村オブジェクトが新しく作成された場合、当該オブジェクトを集成オブジェクトである二次保健医療圏と県に構成要素として追加する。こうして追加されたオブジェクトおよび消滅したオブジェクトに対しては、本来ならば構成期間の開始または終了をそれぞれ設定する必要がある。しかし、二重に時間を設定するとミスの原因となるので、設定された構成要素期間と、構成要素のオブジェクトの存在期間とを比較し、両方に含まれる場合を実際の構成期間としている。したがって、構成期間を設定する必要があるのは、構成要素となるオブジェクトが消滅しないまま、構成要素から外れるようなケースである。

5.3 表示

作成した地図データを使って、MANDARA 上で

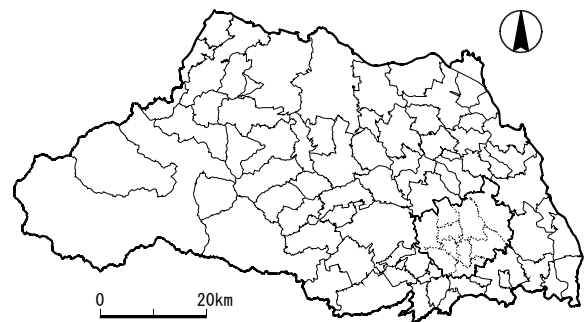


図6 埼玉県の市区町村の表示

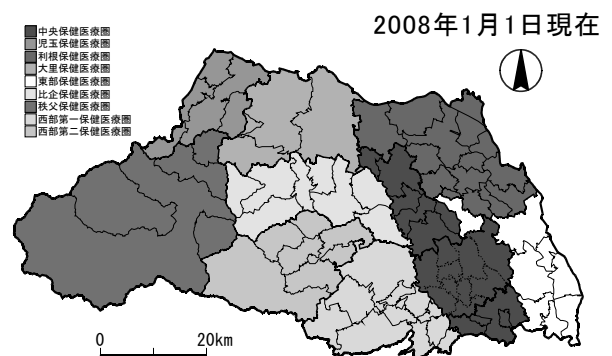
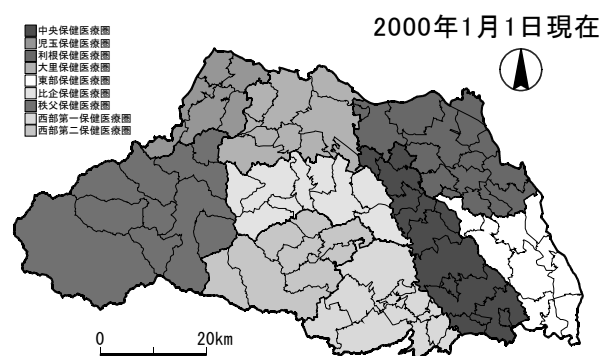


図7 埼玉県の二次保健医療圏

地図化してみる。図6は2008年1月1日現在の埼玉県の市町村および区を表示したものである。市区町村を表示した場合は、図4の設定の優先順位に従い、埼玉県オブジェクトで使用されるラインは極太線、政令指定都市で使われるラインは太線、区で使われるラインは破線で表示される。二次保

健医療圏界は、レイヤ中に二次保健医療圏が含まれる場合に表示されるよう設定してあるため、市区町村のみを表示した図 6 の場合は、二次保健医療圏界は表示されない。

図 7 は 2000 年と 2008 年の 2 時点の埼玉県における二次保健医療圏を示したものである。集成オブジェクトを表示するアルゴリズムは次のようになっている。まず特定時点の構成要素となる非集成オブジェクトを抽出する。構成要素中に他の集成オブジェクトが含まれる場合は、さらに再帰処理を行って非集成オブジェクトまでたどる。次に非集成オブジェクトの構成ラインを抽出し、そこから共有されている線を除けば、輪郭線だけが抽出される。この操作はユーザーからは見えないので、地図データ利用者は、地図データ中の集成オブジェクトと非集成オブジェクトという違いについての知識がなくとも、オブジェクトを地図化できる。

データ中に二次保健医療圏オブジェクトが含まれる場合は、使用する行政界に二次保健医療圏用の属性がセットされるため、図 6 と違い、図 7 では二次保健医療圏の境界部分が太線で表示される。また 2000 年と 2008 年の間には、埼玉県南東部の岩槻市がさいたま市に編入されたため、その結果も反映されている。なお図 7 では市区町村界も重ねて示している。

6. おわりに

本研究では、行政領域のように階層的な関係を持つオブジェクトを、オブジェクト指向の集成的考え方に基づいて GIS で扱う利点を検討し、MANDARA に実装した。その結果、集成オブジェクトを利用することで、データ作成の簡便化およびミスの防止に役立ち、それは特に時間変化を扱う場合に有効であることを示した。また、行政界の場合は線を使用するオブジェクトによって属性が変化するという特徴があり、その特徴を内部化させたオブジェクト連動型の線種を設定することで、データの作成が容易になることを示した。

今後は、UML で表現できる継承など他のオブジ

ェクト指向の概念も MANDARA に取り込んでいくことを検討している。

参考文献

- 有川正俊・太田守重監修(2007)『GIS のためのモデリング入門 地理空間データの設計と応用』,ソフトバンククリエイティブ.
- 碓井照子(2003)GIS 革命と地理学—オブジェクト指向 GIS と地誌学的方法論—,地理学評論,76,687-702.
- 後藤真太郎・谷 謙二・酒井聡一・加藤一郎(2007)『新版 MANDARA と EXCEL による市民のための GIS 講座—フリーソフトでここまで地図化できる—』,古今書院.
- 小山 潤・小川茂男・吉 迫宏・島 武男(2007)水理解析を目的とした流域 GIS データのオブジェクト構造化と応用,GIS—理論と応用,15,45-54.
- 谷 謙二(2007)時空間情報システムと大正期から昭和期にかけての南関東における人口分布の変化,森田武教授退官記念会編『森田武教授退官記念論文集 近世・近代日本社会の展開と社会諸科学の現在』,新泉社, 525-543.
- 村尾吉章・碓井照子・森本 晋・清水啓治・藤本悠・森 翔太(2007)遺構情報モデルを対象とした地理情報標準応用スキーマの実装 ,地理情報システム学会講演論文集,16,221-226