

学校教育用GISに求められる条件とその開発

谷 謙二（埼玉大学）

はじめに

近年の都市計画やビジネス分野へのGIS（地理情報システム）の普及は目を見張るものがある。そうした流れを受け、地理教育においてもGISの利用可能性が指摘されている（秋本,1996；伊藤ほか,1998）が、現在のところわが国では教育用として利用できるGISソフトはほとんど出されていない。本稿では、学校現場で利用できる教育用GISソフトの条件を考察するとともに、その条件にかなうソフトとして、筆者の開発したGISソフトを紹介する。

これまで地理学においては地図表現が重視されてきたが、それは事象の空間的關係を示すのに地図が最も適しているからに他ならない。したがって地図による表現は、空間的な意思決定を行う際のツールであるとともに、その結果をアピールするためのツールでもある。GISはこうした作業をコンピュータを援用して効率的・多面的かつ厳密に行うことができる。

近年わが国の教育行政では「生きる力」が重視されるようになり、いかに社会が変化しようと、自分で課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決するための資質や能力の育成が求められている（井田,1999a）。また、2002年以降新しい学習指導要領が小・中学校で実施されるが、その際「総合的な学習の時間」が設置される。そこでは、知識を教え込むのではなく、各教科の学習で得た個々の知識を結びつけ、総合的に働かせることが目的とされ、自ら学び、考える力を育成し、学び方や調べ方を身につけることが強調される。そして「総合的な学習の時間」では学校が創意工夫を発揮することが求められており、そうした中で学校を取り巻く身近な地域が課題として取り上げられることは十分に考えられる。そうした場において地理教育がどのような役

割を果たしていくかが重要であり、それは社会科地理分野の学習指導要領で強調される「地理的な見方や考え方」をどのように「生きる力」につなげていくかという問題である。

井田(1999b,2000)は、学校教育の地理が、単に地理的知識を伝授するのではなく、総合学習の中で地理的知識を活用し、どのように合理的判断・意思決定をしていくのかといった能力の育成が必要と指摘し、地理教育はそのように変わらなければならないと主張する。そしてGISの地理教育への導入が、地理的な問題解決・意思決定を行う上で有効な方法と指摘する。

しかしながら、現在のところわが国では大学での地理学教育を除けば、小・中学校、高等学校の学校教育の現場においてGISはほとんど用いられていない。その理由としては、前述したように教育用に適したGISソフトの欠如という問題があるが、そもそもどのようなGISソフトが教育用に適しているかという点も議論されていない。伊藤ほか(1998)、伊藤(1999)は、アメリカ合衆国の地理教育におけるGISの活用を報告し、そこには具体的かつ詳細な国家基準が存在し、プログラマーがGISソフトを開発する際に大きな助けになっていると指摘する。そして、わが国においては「学習指導要領」やそれに基づく「手引き書」があるものの、具体性に欠けていると述べる。したがって、教育用に適したGISとはどのようなものをまず考察する必要がある。

学校教育用GISの条件

1. データの構造と入力

秋本(1999)は、高等学校地理におけるGISの利用パターンとして、教員の教材作成補助ツール、生徒の自習用ツール、調査・課題学習における利用、の三つを示した。これらのうち、先

ほどの井田の指摘を考慮するならば、この調査・課題学習に対するGISの活用が今後早急に必要となると考えられる。

したがって、ここではGISを必要とする教育として、知識注入型ではなく問題解決型の教育であると仮定し、さらに身近な地域、例えば市町村レベルの空間スケールでの教育への応用に焦点を絞ってみたい。したがって、データをGIS側で事前に用意するのではなく、ユーザー自身がデータを収集し分析することが基本となる。

そこでこうした前提をもとに、学校教育用GISの条件を考えていきたい。GISとは地図と属性を統合的に管理することにより空間的な情報の統合を行う意思決定システムであり(村山,1991),この点で単なるペイントソフトやドローソフトとは大きく異なる。そして、地図と属性データの取り扱いの方法によって、ラスタ形式とベクタ形式、あるいは双方の構造を扱うGISが存在するが、前述した目的により収集されるデータは、メッシュで区切られたラスタ形式のデータよりも、町丁目別などの地区ごとのデータ、あるいは複数の地点からなるデータが多くなると考えられる。したがって、問題解決型の地理教育に対応するGISソフトとしては、ラスタ型よりもベクタ型のデータ構造を持つものの方が利点が多いと言えよう¹⁾。

ベクタ型のデータ構造を持つGISでは、行政界や道路などの地図データの入力の問題となる。都道府県別の日本地図など基本的な地図データはGIS側で用意することが可能であるが、身近な地域にかかわる市町村内のデータとなると、ユーザー自身が地図データを作成する必要がある。そのような場合、通常は地図データ作成のための入力デバイスとしてデジタイザが用いられているが、精度は高いもののその入力にはかなりの時間と労力が必要であり、また費用的にも学校で用いるには問題がある。ここではGISの教育ではなく、あくまでGISを援用した地理教育について考えているため、手間と時間を必要とするような方法は好ましくない。そうした点を考えると、精度は劣るものの、ユーザーが描いた白地図データをイメージスキャナでコンピュータに取り込み、それをGIS側でベクトル変換することによって地図データを取り込むという方法が適している。

また、扱うオブジェクト(地図図形の要素)として点・線・面の三種の基本的な形状を認識し、位相構造化したものが必要である。

属性データについては、ユーザーがフィールドワークやインターネット、既存統計などを通じて自ら収集するものとするれば、GIS側で一元的に管理するよりも、表計算ソフト上に入力したものを必要に応じてGISに取り込むという方法が適当であろう。

2. データの出力

次にデータの出力についての条件を考えてみたい。まず必要な機能は属性データと地図データを結合させた主題図を表示する機能である。そこでは、単なる塗り潰しによる表現だけでなく、記号の形や大きさによる表現など属性データの種類に応じてユーザーが選択できるようにする必要がある。また、オブジェクトの形状に応じた表現方法が自動的に選択される必要がある。例えば同じように階級区分し色分けして表示するにしても、面オブジェクトの場合は面の内部を塗り潰し、線オブジェクトの場合は線の色分けして表示し、点オブジェクトの場合は何らかの記号に置き換えてその内部を塗りつぶすなど、表示方法が異なる。

そして、一つのオブジェクトに対して与えられた一つの属性データを表示するだけでなく、一つのオブジェクトに対して付与された複数の属性データを同時に表示する機能が必要である。それは円グラフのような形を取る場合などが考えられる。さらに、異なる形状のオブジェクトを重ね合わせて表示する機能も必要である。こうした機能は、例えばある地域について標高ごとに色分けしたレイヤ(同種のオブジェクトの集合)と、人口の分布を示すレイヤとを重ね合わせて表示するような場合に用い、オーバーレイと呼ばれる。したがって、地図データベースおよび属性データベースは、レイヤが構成できるような構造にしておく必要がある。

通常GISは主題図の表示やオーバーレイだけでなく、バッファリング、ポロノイ分割などの空間解析機能も付与されている。しかし小・中・高校における教育用のGISに対しては、こうした機能はそれほど必要とされないかもしれない。一方

学校教育用GISの開発

で面積や距離の計算など、比較的単純な計測が必要とされることが多いと考えられる。

以上教育用GISに求められる条件を考察したが、最も必要なものは教師や生徒にとって利用しやすいインターフェイスである。いうまでもなく、GISの操作を憶えるために時間を費やしている、本来の目的を果たすことはできないので、直感的に操作できるソフトが必要であろう。こうしたGISソフトは、何も教育用に限ったものではなく、広く一般に必要とされるものである。

こうした条件に適合するソフトとして、筆者の開発した「地理情報分析支援システム『MANDARA』」を紹介しておきたい。本ソフトはMicrosoft windows 95/98 上で動作し、インターネットを通じて自由にダウンロードできることから、既に多くの個人ユーザーによって利用されている²⁾。なお本ソフトはMS-DOS版として谷(1994)において発表した¹⁾が、その後 Microsoft Windowsの普及とともに陳腐化したため、今回は Visual Basic を用いてバージョンアップしたものを紹介する。またその活用事例として、筆者が1992年に神戸市および芦屋市を対象として行った、校歌に歌われる景観要素に関する調査の結果を報告する。

まずMANDARAで使用するハードウェア構成は、パソコン本体、プリンタ、イメージスキャナからなっており、これは極めて標準的なものであるため、学校だけでなく一般家庭でも対応できるものとなっている。またMANDARAの主要な機能を図1に示しておく。

次にMANDARAでのデータの流れは図2のようになっている。先に述べたように、地図データの輸入はイメージスキャナでコンピュータに取り込んだデータをベクトル変換して行っている。Windows ユーザーであればその操作は容易であり、白地図データさえ準備しておけば、わずかな時間でベクタ形式の位相構造化された地図データベースを作成することができる。図3はベクトル化された後に位相構造化する場面(マップエディタ)であり、スケールやオブジェクトの名称などの地図データに関する各種設定を行う箇所である。図3の中には、神戸市および芦屋市の行政領域(面オブジェクト)、標高領域(面オブジェクト)、小・中学校(点オブジェクト)、景観要素(点オブジェクト)が含まれている。

なお、財団法人日本地図センターから発売されている「数値地図25000(行政界・海岸線)」また「数値地図200000(海岸線・行政界)」などを利用すれば、任意の領域の行政界・海岸線データを

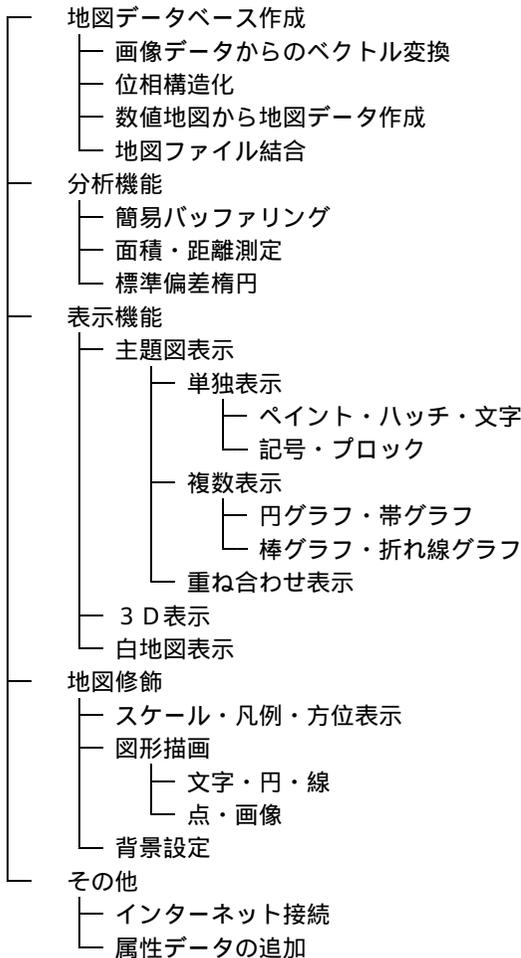


図1 MANDARAの主要な機能

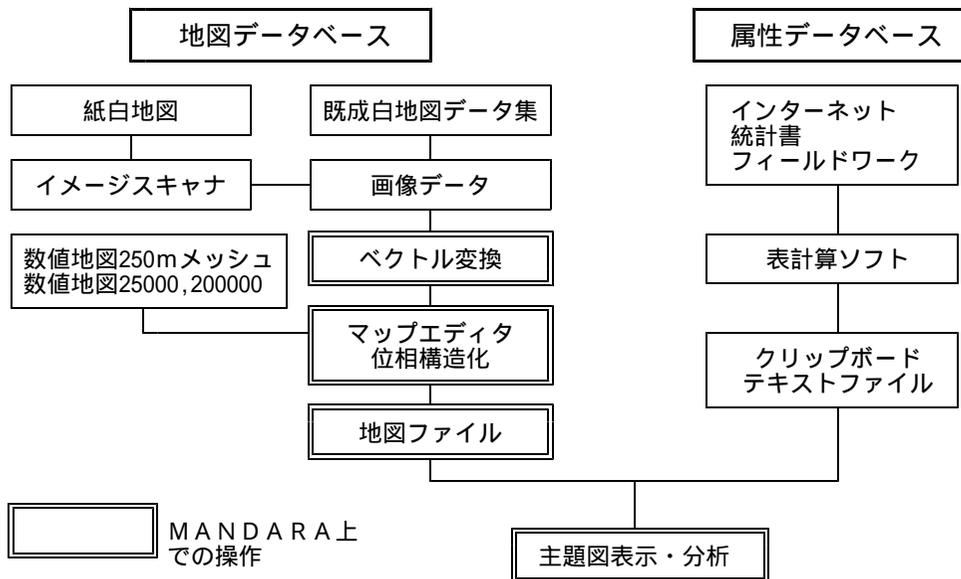


図2 MANDARAにおける主要なデータの流れ

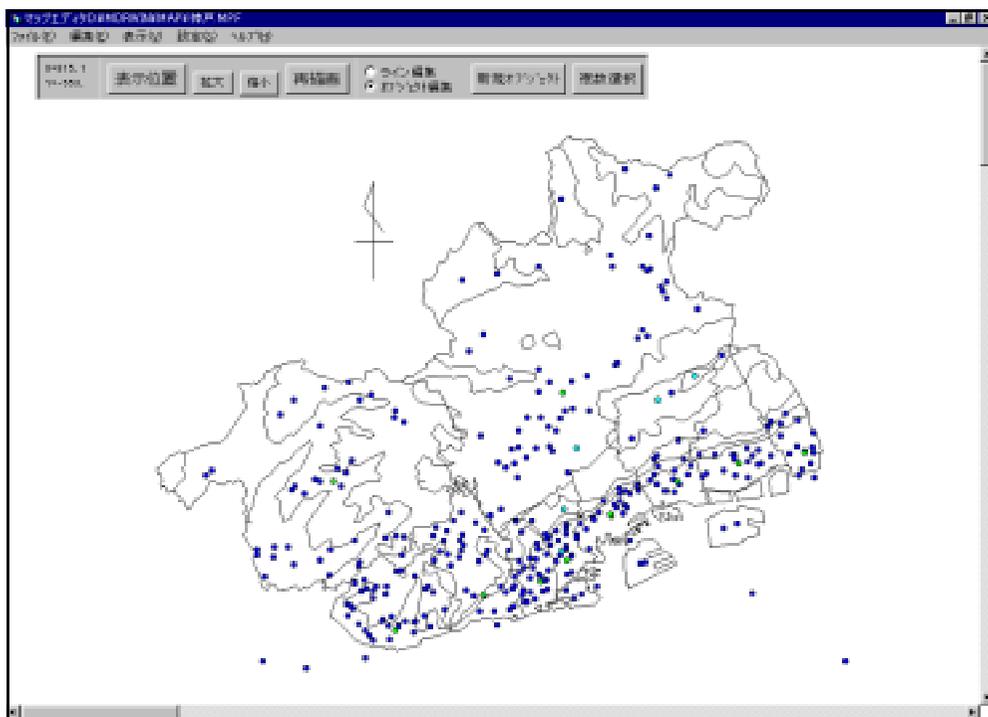


図3 マップディタの画面

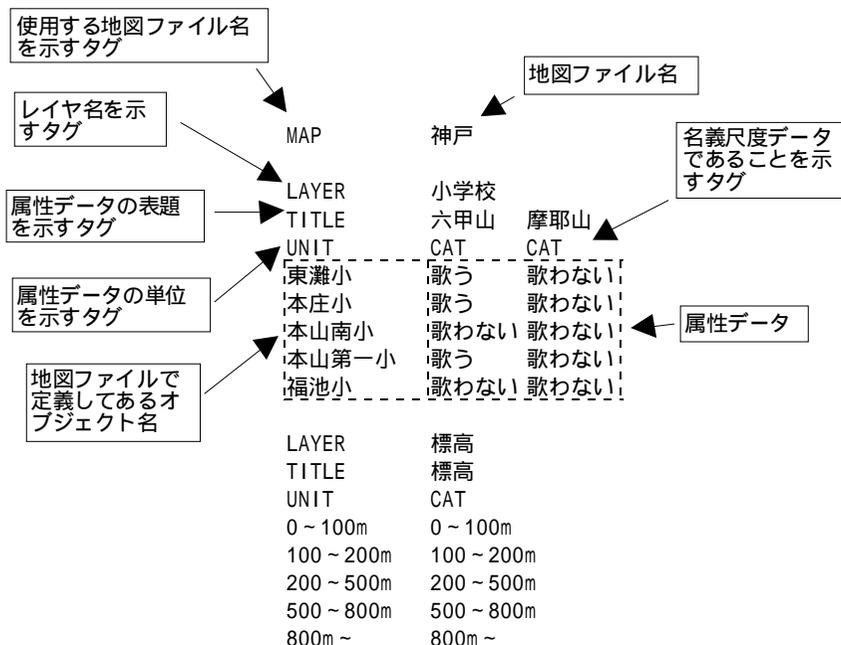


図4 属性データベースの作成例
ゴシック体はタグを示す。

抽出することができ、さらに「数値地図250mメッシュ（標高）」を利用すれば、等高線をベクトルデータとして抽出することもできる。

次に属性データベースは、主に表計算ソフト上に用意し、地理行列の形で入力する。その際、地図データベース中のオブジェクトと属性データを結合させる際のキーとなる、地図データファイル名、オブジェクト名、属性データタイトル、単位などをあらかじめ設定しておく（図4）。それぞれの項目を指定する際には、「タグ」と呼ばれる簡単な記号を記入しておく。属性データの値には通常の数値のほか、図4のような名義尺度データ、またインターネットのURLなども設定することができる。地理行列中に表記する地名は、地図ファイルを作成する際にマップエディタで定義したオブジェクト名を用いる。さらに、図4では小学校のレイヤと標高のレイヤが作られているが、MANDARAにおいてはレイヤの設定は属性データベースで行っている。こうして作成したデータをクリップボードにコピーし、MANDARAに貼

り付けると、自動的にMAPタグで指定した地図ファイルが読み込まれ、オブジェクト名をキーとして属性データと地図データがリンクされる。

MANDARA上で属性データを読み込むと、図5のような画面になる。この時点で既に地図ファイルも読み込まれている。画面のレイアウトから明らかなように、MANDARAでは属性データを主題図として表示させる機能に最も重点を置いており、誰でも容易に主題図に関する各種設定を行い、表示させることができる。図5では、「小学校」レイヤの中の「六甲山」データが示されており、ユーザーは自由にその表示方法を設定することができる。

そして図6は、図5で設定した状態で、小学校レイヤにおいて校歌の歌詞に「六甲山」が現れるか否かの属性データを小学校ごとに示したものである。この図から、六甲山の南側だけでなく、北側の小学校にも「六甲山」を歌う小学校が多くあることがわかる。出力画面中には文字や図形を描画することができるが、地図データベースにはス

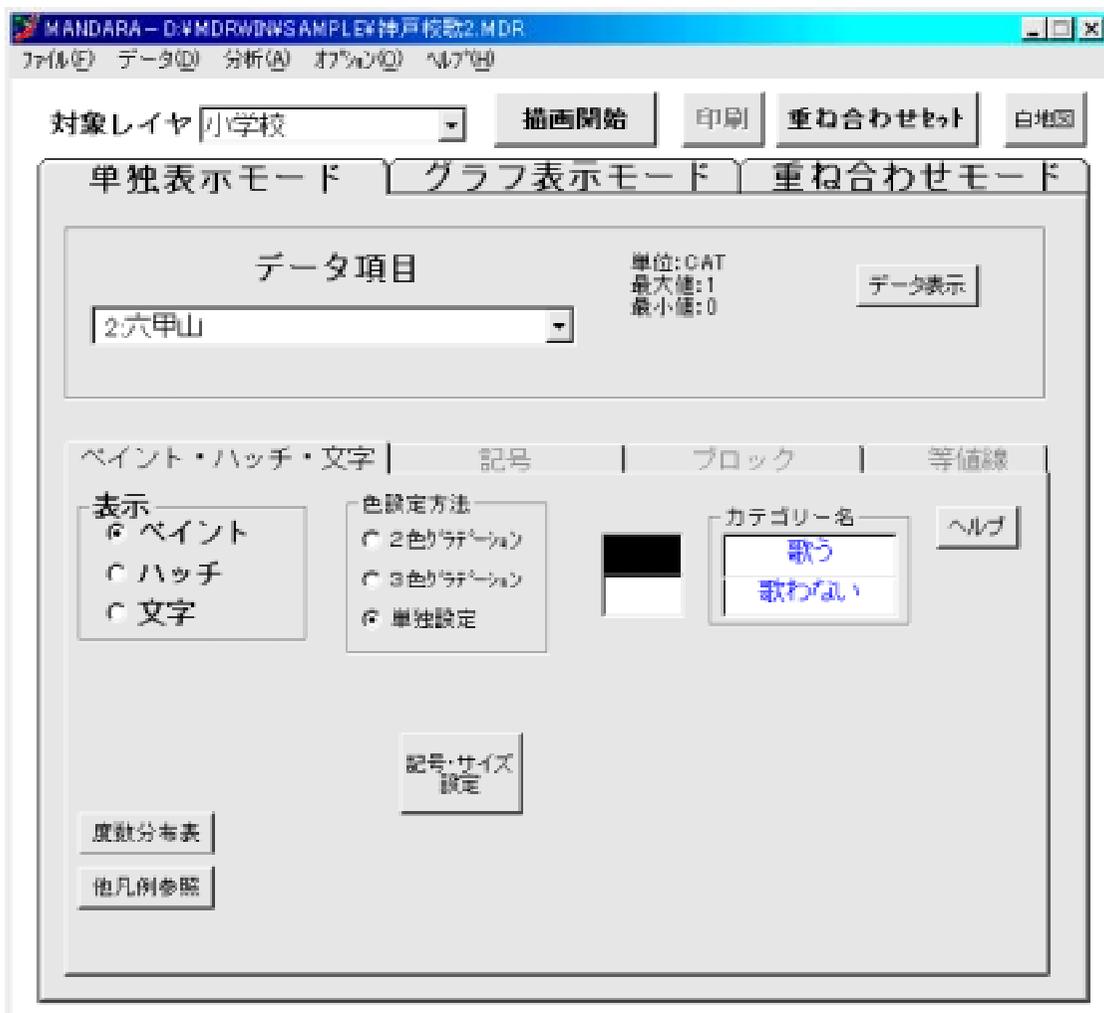


図5 主題図表示設定画面

ケールが設定してあるので、「六甲山から半径10 km」などと半径を指定して円を描くこともできる。

さらに図7は標高レイヤの標高データを示したものであるが、「海と山に挟まれた街」という神戸市の一般のイメージとは異なり、六甲山の北側にも広く市域が広がっていること、またその地域の標高が200m以上であることが認識でき、さらに市域の西部は比較的なだらかな地形となっていることがわかる。

さらに図6と図7を重ね合わせたものが図8で

ある。六甲山の山頂から10km以上離れた場所においても「六甲山」が歌われている小学校があるが、それは主として南西側である。また、標高を読むと、六甲山地が北東から南西へと連なっていることがわかる。こうしたことから、「六甲山」が一つのピークとしてではなく、北東 - 南西方向に連なる山塊として認識されていることがわかる。事実、六甲山の山頂周辺はかなり平坦であり、山頂の一角には小学校まで存在することは地形とのかかわりで考えると興味深いだろう。さらに、標高の高い北側の小学校から眺める六甲山と、南

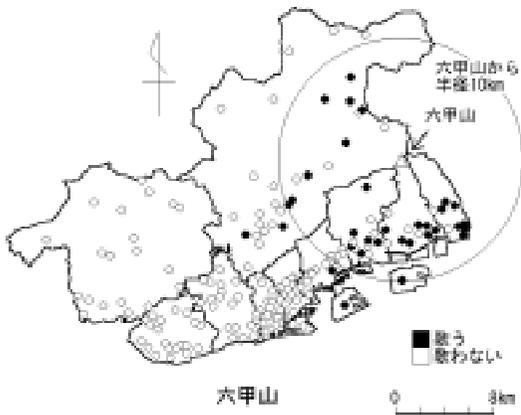


図6 小学校レイヤで、六甲山を歌うかどうかの属性データを表示

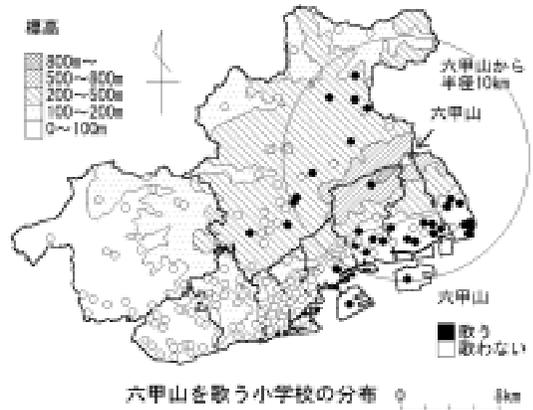


図8 標高レイヤと小学校レイヤの重ね合わせ表示

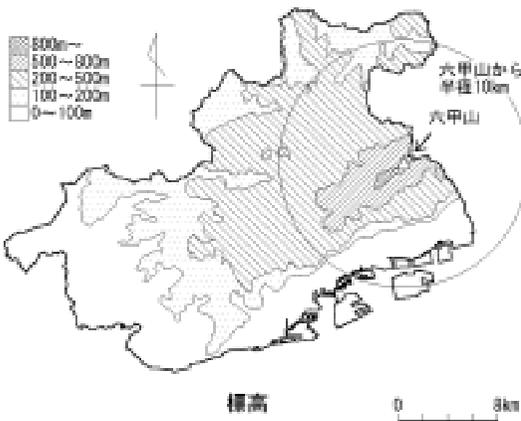


図7 標高レイヤの表示

側の海沿いの小学校から眺める六甲山とでは、その見え方がかなり異なると推測される。そうした場合、実際にフィールドに出てデジタルカメラで写真に撮り、MANDARA上に貼り付けるなどして、授業を発展させることができる。このような二種類の地図を重ね合わせて考察することは、「地理的な見方・考え方」を培う上で重要な点であり、こうした重ね合わせた主題図を容易に作成できる点でGISの援用は有効である。また「六甲山」を歌う学校は、対象とした171校中33校に過ぎず、対象地域においては六甲山以外の景観要

素も重要であることがわかる。GISを用いれば、同種の地図を何枚も容易に作成できるので、六甲山以外のさまざまな景観要素についても調査し、分布図に示すという方向にも発展できる。またデジタル化された主題図は、学習の成果をインターネットで公開するような場合にも、容易にインターネットで表示可能な画像形式に変換することができる。

さらに、校歌を調べていくと一人の詩人によって多くの校歌が作詞されていることに気付く。例えば神戸市周辺では、竹中郁氏や富田碎花氏といった地元の詩人が多くの校歌を作詞している。こうした人物に関してインターネットなどを通じて情報を集めていけば、より深みのある学習となるだろう。このようにGISを援用して地理的事象を考察することから、様々な学習テーマを引き出すことができ、総合的な学習の一環にGISを組み込むことの意義が見いだせる。

おわりに

本稿では、学校教育における意思決定や問題解決能力の育成のための教育用GISを提案した。今後はより具体的な授業内容に即して、GISを援用した教育プログラムを考えていく必要がある。

冒頭にも述べたように、都市計画やビジネスなどでのGISの活用は急速に進んでいるが、学校教育や社会一般においてはその有効性はあまり認識されていない。GISで重要な点は、意思決定ツールとして、あるいは広く自らの主張の空間的含意をアピールするための手段として用いることができるという点である。そしてGISを通して「地理的見方・考え方」を学校教育段階から学び、「生きる力」の一つとして卒業後も生かしていく必要がある。しかしながら、現在では学校教育段階から卒業後まで、大学・企業・行政に携わる一部の人を除けば、一般の人々がGISに接する機会は閉ざされている。確かにカー・ナビゲーション・システムなどはGIS技術の応用であり、広く一般に普及しているが、それは利用者にとって一方的な情報の受け手としての利用法しか持ち合わせていない。米地(1998)は生涯学習における地理教育への関心の低さを指摘し、その展開の必要性を述べるが、GISにおいても同様であろう。

寺本(1999)は、イギリスのニューカッスル市における「まちづくり学習」を紹介し、そこではPTAを含む小学校において、地元の住宅開発と関係をもった総合学習が展開されていると驚きをもって報告している。今後はわが国の都市計画分野においてもますます住民参加が求められるだろうし、また近年行政側の開発プロジェクトが住民の意見を受けて修正を求められるケースも出てきている。これらのことは、学校・市民レベルでのGIS利用の必要性を示唆するものであり、今後地理学においては、地理教育さらに一般市民の意思決定に貢献するGISについて考え、広く社会に訴えていく必要がある。

注

1) ラスタ型のデータに関しては、例えば自身で入力できるような程度のデータ量ならば、表計算ソフト等を使用して等値線や三次元表示することが可能である。また、数値地図の標高データを表示するための優れたフリーウェアも多く出回っている。

2) 地理情報分析支援システム「MANDARA」は次のURLからダウンロードできる。

<http://www.geocities.co.jp/CollegeLife-Cafe/3976/index.html>

また地図ファイルとして、日本の都道府県別の地図データ、あるいは市区町村別地図データなどが付属している。

文 献

秋本弘章(1996)：GIS(地理情報システム)と高校地理教育. 新地理,44-3,24-32.

秋本弘章(1999)：高等学校におけるGIS教育. 地理情報システム学会講演論文集,8,19-22.

井田仁康(1999a)：地理教育における意思決定支援ツールとしてのGISの利用. 地理情報システム学会講演論文集,8,7-8.

井田仁康(1999b)：変わる地理教育. 秋本弘章ほか『魅力ある地理教育 - ユニークな授業とその教育理論 - 』二宮書店,181-185.

井田仁康(2000)：意思決定を担う地理教育の学習構造. 新地理,47,45-53.

伊藤悟(1999)：アメリカ合衆国の学校教育におけるGIS利用の展開. 地理情報システム学会講演論文集,8,1-6.

伊藤悟・井田仁康・中村康子(1998)：学校教育におけるGIS利用 - アメリカ合衆国の動向とわが国の可能性 - . GIS - 理論と応用,6,65-70.

米地文夫(1998)：生涯学習における地理教育の意義と構想 - 自治域と景観の学習を中心とするアクション・プログラム - . 地理学評論,71A,98-103.

谷謙二(1994)：主題図作成・分析支援ソフト「MANDARA」. 地理,39-10,128-129.

寺本潔(1999)：まちづくりと地理学習 - 社会参加の視点から - . 秋本弘章ほか『魅力ある地理教育 - ユニークな授業とその教育理論 - 』二宮書店,31-35.

村山祐司(1991)：はじめて学ぶ地理情報システムGIS. 地理,36-6,28-35.