

地理情報システム

2020年7月23日都市・建築空間解析 授業資料 東京都立大学 吉川徹

1 実例：WebGIS

最近では、政府統計の総合窓口：地図で見る統計 (<http://www.e-stat.go.jp>), google maps など、ウェブ経由で GIS サービスを提供するシステムが多数存在する。

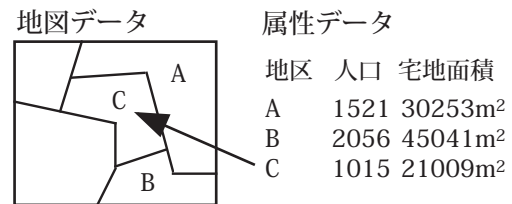


図1 地域的データのデータベースの基本構造

2 GIS とは

地域的データを作成、修正、操作、分析、表示するコンピュータシステムである。GIS Software の例として次のものがある。

コロプレス図, **choropleth map** 作成

MANDARA [2](Windows 用, 谷謙二氏による: フリーウェア, バッファも描画できる.)

バッファ, **buffer**, ネットワーク, ポロノイ図

ArcGIS (Windows 用) (株) ESRI ジャパン. SIS (Windows 用) (株) インフォマティクス. 約 40 万円. アプリケーションによっては追加コンポーネントが必要. QGIS (Windows 用, MacOS 用, Linux 用): フリーウェア.

総合 GIS システムの構築 ArcGIS (Windows 用) (株) ESRI ジャパン: 高価.

3 地域的データのデータベース化

詳細は貞広ほか [1] を参照.

3.1 基本構造

地図 (たとえば CAD) と属性 (たとえば EXCEL) を結合させる.

3.2 ラスター地図, raster map

地図を画素, pixel の集合としてデータ化する. リモートセンシング, remote sensing, 標高データ, 背景地図画像などがある. データ構造は単純で処理も簡単だが, データ量が多く, 地図に近い操作は不可能である.

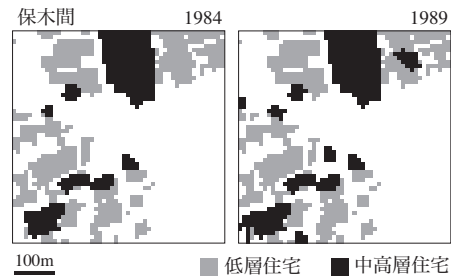


図2 ラスター地図 (国土地理院細密数値情報の例)

3.3 ベクトル地図, vector map

図形の頂点列と連結状態をデータ化する. データ構造は複雑で, 処理が困難だが, より地図に近い操作が可能であり, データ量が少ない.

データモデルは, たとえば次のようである.

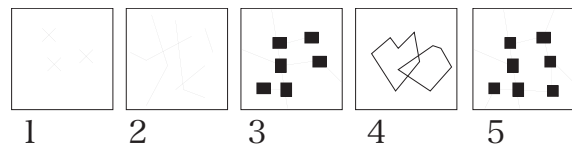


図3 ベクトル地図のデータモデル

- (1) 点
- (2) 線 (相互関係なし). 使いにくい.
- (3) ネットワーク (相互関係あり).
- (4) 面 (相互関係なし) 使いにくい.
- (5) 領域分割 (相互関係あり).

ベクトル地図のデータモデルとしては 1, 3, 5 を

よく使用する。5が最も包括的である。

4 レイヤ, layer

GISでは、CADやドローソフトウェアと同様に、異種の情報は別の「レイヤ（層）」に分ける。レイヤを重ねて目的の地図を作ることをオーバーレイ、overlayと呼ぶ。たとえば図4では住宅地、道路、学区のレイヤを重ねて、学校配置計画立案のための地図を作る。

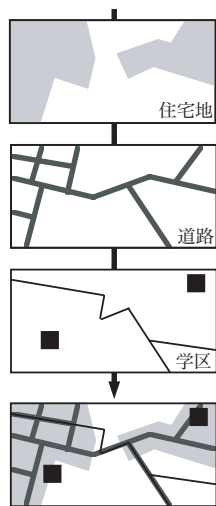


図4 レイヤ

たとえば、矢野圭司（立命館大学）の「近代京都オーバーレイマップ」(<https://www.arc.ritsumei.ac.jp/archive01/theater/html/ModernKyoto/>)のように、レイヤのオーバーレイによって都市の時空間を表現しようとする試みもある。

レイヤのオーバーレイは、ベクトル地図のみ、ラスター地図のみではなく、ベクトル地図の背景として航空写真やリモートセンシングの画像を重ねるなど、両者を混ぜることも多い。

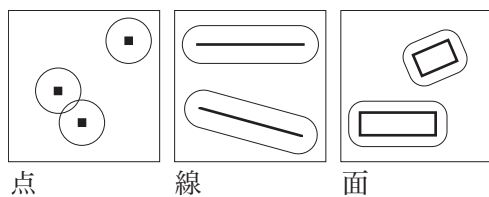


図5 バッファ生成

5 GISの機能

大きく分けると、「データ作成・修正・管理」「分析」「出力」の3機能である。

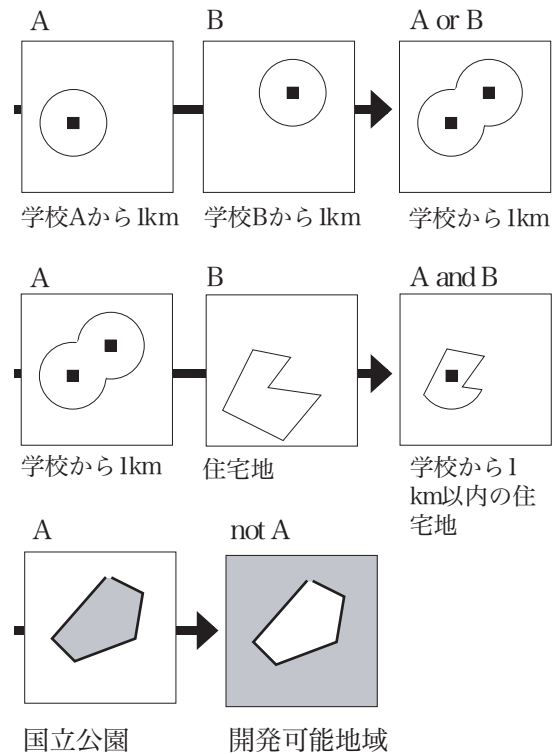


図6 ブール演算による図形の演算の例

5.1 分析機能の例

検索 特定のオブジェクトの検索、施設から一定距離内の地点の検索（図形演算を参照）など。

計測 地点総数、直線距離、面積、周長など。

ジオコーディング, geocoding 住所の座標値への変換。西宮市の地名辞書や、MapInfoなど。

バッファ生成, buffer generation オブジェクトから一定距離の範囲を覆うバッファの作成。

ポロノイ図生成 ポロノイ図の生成。

ネットワーク分析 最短経路検索、ネットワーク上のポロノイ図生成（ポロノイ図生成参照）など。

オーバーレイ レイヤの重ねあわせ。

図形演算 ブール演算, boolean operationによる図形の演算。複数のレイヤやバッファ生成、ポロノイ図をオーバーレイしてから行うことも多い。

6 地図の投影法と測地系

地理情報システムを使用する時には、地図の投影法と測地系について下記の点を押さえるとよい。

6.1 地図の投影法

地図は、地球を回転楕円体（楕円を回してつくった立体）で近似し、それを平面に無理に投影したものである。したがって、投影による歪みが生じる。また、地図ごとに投影法が異なることがあるので、GISでオーバーレイするときには問題になる。

■ユニバーサル横メルカトル図法（UTM 図法）メルカトル図法の一つであり、国際的な規約にもとづいている。通常メルカトル図法が地球に縦軸（正軸）の円筒を被せるのに対して、横メルカトル図法は地球に横軸の円筒を被せる（図7）。

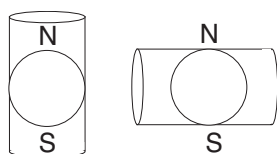


図7 メルカトル図法（左）と横メルカトル図法（右）

歪みを減らすために、経度 180 度の経線（太平洋の中央部、日付変更線上）から東回りに 6 度毎に地球を区切り笹蒲鉾状の領域に分け、その中央の子午線に円筒を合わせて投影する（添付図）。領域は順に n 帯（ n は数字）と呼ばれる（日本は 51 帯～56 帯）。国土地理院など小縮尺（縮尺を分数で表わしたときに値が小さいもの）の地図に用いられる。

■19 座標系による投影図 大縮尺の地図に用いられる。投影方法は横メルカトル図法である。我が国の国土を精密に図化するのに適切のように、19 箇所の座標原点と中央子午線が指定してある（添付図）。国土調査法施行令（1952 年）で定められたものが、修正の上で使われている。

6.2 世界測地系と日本測地系

地図では、地球を近似する回転楕円体をもとに緯度経度その他の座標を定める。この仕組みを測地系と呼ぶ。地球を近似する回転楕円体は、地球の観測技術の進歩とともにより正確なものになった。

そこで我が国では、明治時代から地図作製に用いてきた回転楕円体（ベッセル楕円体と呼ばれる）に基づく測地系（日本測地系, Tokyo Datum, TD, と

呼ばれる）を、2002 年 4 月 1 日から最新の世界共通の回転楕円体（GRS80 楕円体と呼ばれる）に基づく測地系に改めた（添付図） [3]。この結果、各地の緯度、経度は次のように変化した [4]。

表1 日本測地系から世界測地系の移行に伴う変化

	緯度の差	距離換算	経度の差	距離換算
稚内	約 + 8 秒	約 240m	約-14 秒	約 350m
東京	約 +12 秒	約 360m	約-12 秒	約 300m
福岡	約 +12 秒	約 360m	約- 8 秒	約 200m
那覇	約 +14 秒	約 420m	約- 7 秒	約 180m

一般にこのような最新の回転楕円体に基づく測地系を日本語ではしばしば世界測地系と呼ぶ。特にこの我が国が用いる世界測地系を、他国・地域のものとは区別する必要がある時には、日本測地系 2000 (Japanese Geodetic Datum 2000, JGD 2000) と呼ぶ（古い日本測地系と紛らわしいので注意）。多くの地理情報システムでは、古い日本測地系を Tokyo, 我が国が用いる世界測地系を JGD2000 と表記する。

なお、世界測地系として他によく用いられるものとして、米国が構築し GPS や Google Maps に用いられる World Geodetic System (WGS84 と呼ばれる) がある。これは JGD2000 と厳密には異なるが、差が 1cm 以下と言われている [5] ので、都市分析においては同一と考えて差し支えない。

7 メッシュシステム

人口などの地域的なデータの多くは都道府県・市区町村・町丁目といった地域単位に集計したものである。この地域単位として、不定形な形では不便なことがあるので、大きさの（ほぼ）等しい正方形ないしは長方形（メッシュと呼ぶ）を地図上に並べて、それを地域単位とすることがある。このデータをメッシュデータと呼び、地図上に設定された方形の体系をメッシュシステムと呼ぶ。

代表的なメッシュシステムとして、政府が設定した国土基本メッシュ（あるいは標準地域メッシュ）がある。これは座標系として緯度・経度を使用して、下記の方法で全国を分割する。

■第1次地域区画（緯度 40 分幅、経度 1 度幅）緯度方向は北緯 24 度を南端として 40 分ごと、経度方

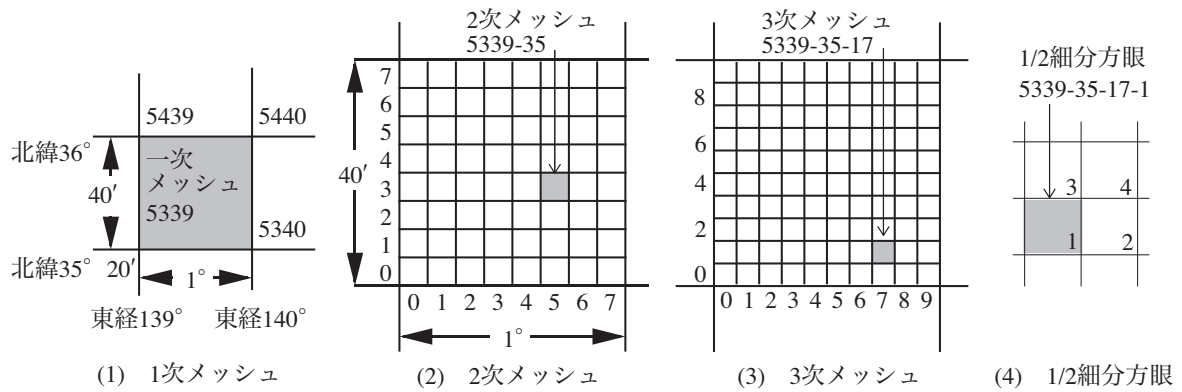


図8 国土基本メッシュ

向は東経 122 度を西端として 1 度ごとに境界線を引く。1/200,000 地勢図の区画に一致する。

これに南西隅の緯度経度を元にしたメッシュコードを付与する。このコードは、緯度を 1.5 倍した値 (2 桁) と経度から 100 を引いた値 (2 桁) をつなげたものである。たとえば、東京都が含まれる第 1 次地域区画はその南西端が緯度 35 度 20 分、経度 139 度であるため、 $35 \text{ 度 } 20 \text{ 分} \times 1.5 = 53$ 、 $139 \text{ 度} - 100 = 39$ となって、5339 となる。

■第 2 次地域区画 (緯度 5 分幅、経度 7 分 30 秒幅)

第 1 次地域区画を緯度、経度方向にそれぞれ 8 等分する。1/25,000 地形図に一致する。メッシュコードとして緯度、経度方向にそれぞれ 0 から 7 を振る。たとえば緯度方向に南から 4 番目、経度方向に西から 6 番目のメッシュは、35 が振られる。

■第 3 次地域区画 (緯度 30 秒幅、経度 45 秒幅)

第 2 次地域区画をさらに緯度、経度方向にそれぞれ 10 等分する。ほぼ 1km 四方でなる。メッシュコードとして緯度、経度方向にそれぞれ 0 から 9 を振る。たとえば緯度方向に南から 2 番目、経度方向に西から 8 番目のメッシュには 17 が振られる。

■細分方眼 第 3 次地域区画を必要に応じて緯度方向、経度方向にそれぞれ n 等分したものを $1/n$ 細分方眼と呼ぶ。たとえば 1/2 細分方眼はほぼ 500 メートル四方に対応する。東京では緯度方向 (南北) がほぼ 460 メートル、経度方向 (東西) がほぼ 570 メートルのメッシュになる。

■国土基本メッシュ単位に集計されているデータ 統計データ (国勢調査、事業所統計調査、自然環境保全基礎調査、農業センサス、工業統計データ、商業統計、宅地利用動向調査)、国土数値情報 (国土の地形

的な骨格のデータ) がある。日本測地系から世界測地系への以降に伴ってメッシュも移動している。

参考文献

- [1] 貞広幸雄ほか編集 (2018) 空間解析入門, 朝倉書店
- [2] 谷謙二 (2018) フリー GIS ソフト MANDARA10 入門, 古今書院
- [3] 国土地理院ウェブサイト「日本測地系と世界測地系」, <https://www.gsi.go.jp/LAW/G2000-g2000-h3.htm>, 2020.7.23 閲覧
- [4] 国土地理院ウェブサイト「世界測地系移行に関する質問集」, <https://www.gsi.go.jp/LAW/G2000-g2000faq-2.htm#qa2-1>, 2020.7.23 閲覧
- [5] 国土地理院ウェブサイト「世界測地系移行に関する質問集」, <https://www.gsi.go.jp/LAW/G2000-g2000faq-1.htm#qa1-20>, 2020.7.23 閲覧