

地理情報システム（GIS）の基礎理論と応用

生態系計測研究領域 D. S. Sprague

はじめに

農家のかたがたは、一日に何度でも農地の場所や形状、周辺の地形、作付け状況、近所の農家の農地との関係、などといった事柄、あるいは情報と言いかえられますが、そういったことを頭の中で思い描くことがあるでしょう。この、人間にとっては日常的で珍しくもない行為を、コンピュータで再現しようとする最近まではかなり特殊なコンピュータを使用する必要がありました。近年、地理的な情報を扱うコンピュータとソフトはとても使いやすくなってきました。これらのコンピュータとソフトは地理情報システムと呼ばれ、英語の Geographical Information System の頭文字をとって、GIS と総称されています。

本コースでは、GIS の基本的な概念と操作を紹介します。多くの GIS に共通の課題を紹介することにより、受講者の皆さまが職場に戻って GIS を操作することや、専門家と GIS の設計や構築について相談ができるようになることを目的としています。そこで、一つだけ心得ていただきたいことがあります。GIS の「概念」と「操作」を区別してください。GIS の概念は人間にとって自然に身につけている能力を反映していますので、さほど難しくありません。皆様はすでに毎日、地理情報を利用して生活しています。そうでなければ、交通機関を乗り継いでつくば市観音台まで来ることはできません。一方で、GIS ソフトの操作は細かい手順が多いので、覚えにくい部分もたしかにあります。しかし、GIS の概念を覚えておけば、操作の目的を理解して、手順を正しく実行することができるようになります。

GIS とは何か

GIS の最も基本的な目的は地図を書くことです。地図を書くことになぜ特殊なコンピュータとソフトが必要なのか、まず説明します。これには GIS と似て非なる、パソコンでお馴染みのソフトと比較しながら説明します。

1. GIS はお絵かきソフトとデータベースソフトの合体

通常のお絵かきソフトを使うと、茨城県の絵を描くことができます。人が見ればその「図形」が茨城県であることが分かります。しかし、お絵かきソフトでは、茨城県に関する様々な情報をその図形とともに記録することはおろか、その図形が茨城県であるという事実は記録はされません。逆に表計算ソフトなどによるデータベースには、茨城県に関する情報

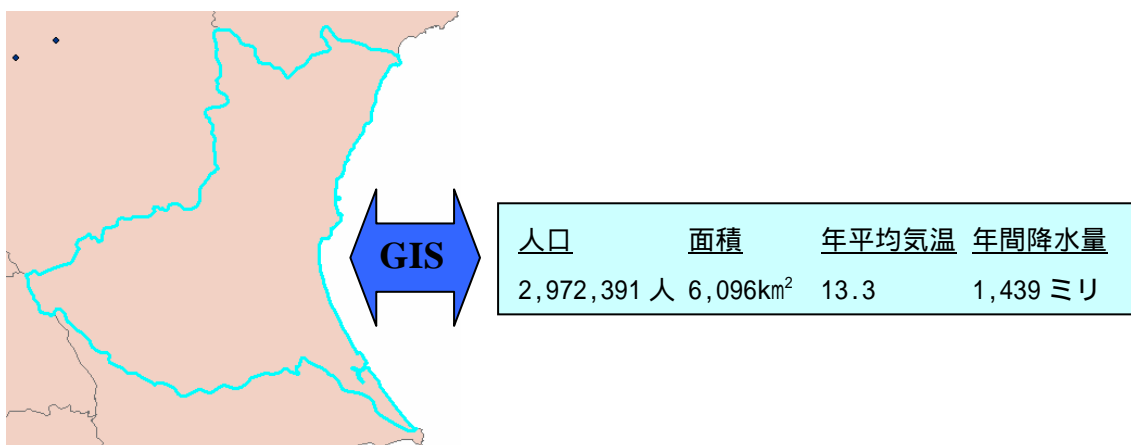


図1 図形とデータベースを繋ぐGIS

(面積や人口など)を記録することが可能です。都道府県に関するデータベースは47行のリストになります。しかし、このデータベースと都道府県の地図との間には、それだけではまだ何の繋がりもありません。

GISの最も基本的な機能は、地図とデータベースを繋ぐことです。地図の各「図形」に対応するデータベースの1行を繋ぎ、一つのセットとしてGISに「格納」します。これによりデータベースにある情報に基づく地図を作成したり、地図からデータベース内を検索することが可能になります。そしてたとえば、コンピュータ画面の地図の「茨城県」をクリックすると、茨城県に関する情報を表示することができます(図1)。これは情報の管理と利用と、言い換えることもできます。これがGISを使うということなのです。

2. 様々な「面」の関係を整理する。

コンピュータは様々な「面」を扱うことができます。一般的なワープロやお絵かきソフトでも、コンピュータの「画面」とプリンタが印刷する「紙面」の関係を手順に整理してくれます。GISは、それからさらに地理情報を扱う上で必要な、地球の「地表面」や地形図に見られる「地図面」の関係を整理してくれます。それぞれの「面」には座標があります。コンピュータはそれぞれの座標の中の位置を示す座標値によって面の上の位置を

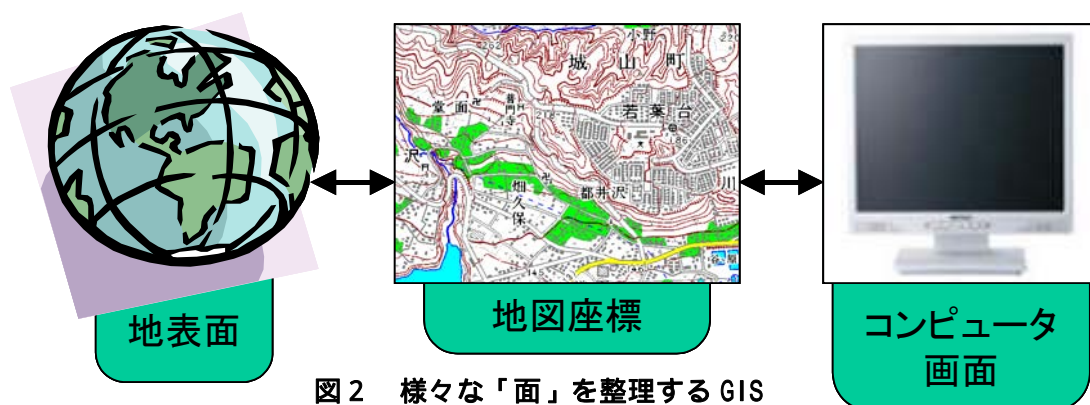


図2 様々な「面」を整理するGIS

記録します（図2）。

地図には地図座標という特殊な座標が存在します。地図座標は球面の上の位置を表す緯度経度とは異なります。地図座標は球面を平らにした地図面の上の位置を表す座標で、地図の図法によって異なります。国土地理院発行の地形図は「ユニバーサル横メルカトール図法」に従って作成されています。（UTM 図法とも呼ばれます）。実は、この UTM 図法に特有な座標系が存在します。（地形図には書いてありませんが。） 地図座標系は、図法で定義される基点から東西南北方向の距離で表します。たとえば、農業環境技術研究所の位置は、UTM 図法の基点から北へ約 3,987,000 メートル、東へ約 420,000 メートルという具合に表します。UTM 図法は縮尺 1/25,000 以上の地形図などによく使われています。もう一つ日本でよく使われる図法に、平面直角図法があります。これは縮尺 1/10,000 以下の詳細な地図によく使われています。茨城県の場合、この図法の基点の一つが県内の北緯 36 度東経 139 度 50 分に対応する地点にあります。したがって、平面直角図法による農業環境技術研究所の位置は、北へ約 2,664 メートル、東へ約 25,258 メートルと表します。

GIS の利用者は、そのときどきで常にどの図法による地図を扱っているかを認識していることが大切です。しかし、GIS は様々な地図座標と緯度経度の間を上手に整理できるので、利用者があまり意識せずにそれぞれを利用できるようになってきています。

3 . 空間解析ができる

GIS は空間解析を実行するソフトです。農地と様々なその他の地理的な要因との関係について、地図を見ながら解析することができます。基本的な空間解析法をここで二つ紹介します。



図3 ベクター形式による東京都の市町村区の地図

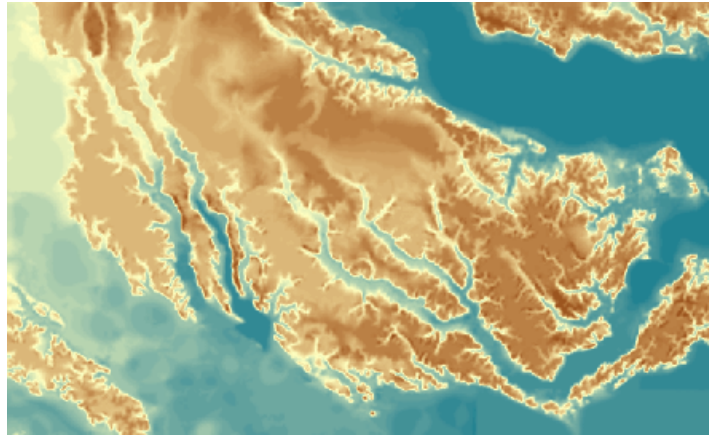


図4 ラスター形式による標高地図

- (1) 重ね合わせ (overlay) 解析：たとえば農地の地図と土壌図を重ね合わせると、各農地の中にどのような土壌が分布しているか調べることができますし、その地図を作成できます。
- (2) バッファ (buffer) 解析：一定の距離で離れている地域を割り出します。たとえば、農道から 100 メートル以内の農地の地図、といったものを作成できます。

この他にも、GIS を使って様々な図形方法を利用して空間情報に基づく解析を行うことができます。

GIS データとはどのようなものか？

GIS は二つの形式で地理情報をコンピュータの中で記録します。GIS によってはこの二つの形式を併用することもあります。どちらかに特化している場合もあります。いずれにしても、GIS を理解するためには、この二つの形式をよく理解する必要があります。

1. ベクター形式：コンピュータは点 (ポイント) と線 (ライン) と多角形 (ポリゴン) の組合せで「図形」を記録します。たとえば、茨城県は県境に対応する線で描かれ、輪郭が閉じることによりポリゴンの茨城県として記録されます。属性データはそれぞれの点、線、またはポリゴンに対応するように格納されます。
2. ラスター形式：図面を埋める格子状の点によって地図が描かれます。属性データは各点に対応して格納されます。

コンピュータ技術の都合で以上の二つの方法が存在しますが、どちらの形式がより優れているという問題はありません。というのも、それぞれに向いている情報がありますので、

上手にデータ形式を選ぶことが必要です。ベクター形式は、境界線が明確で中身が均一なものを表すのに向いています。たとえば、都道府県図はまさしく境界線の地図なので、ベクター形式に向いています（図3）。ラスター形式は、境界線が不明確で属性が常に変化する地表面を表すのに向いています。その典型は標高図です。標高は変幻無下なので、ラスター形式で表現すると、その変化がよく表せます（図4）。

これから皆様がGISによる地図を見ると、「このデータはベクター形式かラスター形式か？」と、必ず考えてください。

農業GISの構築

農業用のGISは特別なGISではありません。図4に関東平野の土壤図を示しましたが、このように、農業にとって重要な情報に基づく地図をGISに整備することにより、農業GISを構築できます。ただし、GISを構築する上で考慮すべき課題が幾つかあります。ここでは、その一つを「スケールの問題」として紹介します。

スケールは地図の縮尺や属性データの細かさのことです。GISを設計するときには、スケールを必ずあらかじめ決めておくことが重要です。農業GISの場合、農地をどの程度のスケールで描くかが重要です。一筆毎に農地の図形を描くことが望ましい場合もあれば、「水田」と「畑地」のように、大きく描く図形で十分な場合もあります。あるいは、農道や畦道を線で描くべきか、幅と面積を持つポリゴンで描くべきか、判断が難しい状況も考えられます。しかし、この判断により、GISで管理する情報の意味が異なります。データ入力の時間と労力も変わります。また、異なるスケールのデータが混ざってしまうGISは避けるべきです。たいていの場合、1/10,000の地図は1/50,000の地図より図形を詳細且つ正確に描いて使いますし、図法と座標系が異なることも想定できます。異なるス

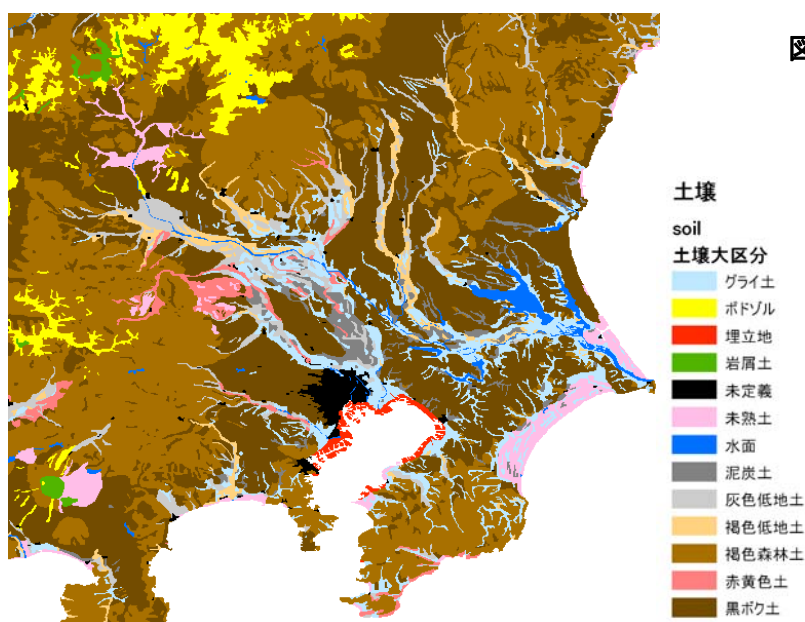


図4 国土基本図による
関東地方の土壤図
(地図データは
ベクター形式)

都道府県土連によるGIS利用ニーズ調査結果の概要

- ・ 必要となる図形情報（詳細は別紙）




	図形情報の種類	必要となる図形情報
主題データ	農地筆・区画 	農地筆、行政界、字界、農業集落、ほ場区画、土地改良区区域、資源保全対象区区域、農家所在地、担い手農家所在地、組合員所在地、3条資格者所在地、所有者所在地、構成員所在地、ハウスの位置、建物の形状と位置、農業用排水路、農業用水利施設（ダム・頭首工等）、一般道・農道、土壌分布
	農業用水利施設 	農地筆、行政界、農業用排水路、農業用水利施設（ダム・頭首工等）、パイプライン施設、暗渠排水施設、ため池、一般道、農道、農地・海岸保全、農業集落排水施設、農業集落排水施設、付帯施設（分水工、制水弁工）、水掛かり区域、ボーリング調査、公共施設、各施設別被災区域・被災幅等
背景データ		デジタルオルソ、1/2500地形図、1/25,000地形図、住宅地図、用途区分界

図5 第1回農業・農村情報整備 活用研究会：配布資料・議事概要
(<http://www.maff.go.jp/gis/>)

ケールの地図の重ね合わせや解析には、注意が必要です。

まとめ

土地を広く利用する農業にとって、GISは極めて有効です。農林水産省は農業GISの構築に取り組んでいます（図5）。最近では農地管理用のGISが市販されるようになっていきます。これらは農地台帳や水路に関する情報を詳細に管理し、農地とその周りの設備の実態を分かりやすく地図化することを容易にしてくれます。GISソフトは操作が難しい場合もありますが、基本的な原理を覚えておくことで操作は簡単になります。コンピュータ画面のどこかには座標値が表示されていますので、緯度経度なのか地図座標なのかを確認してください。市販されているGISに接する機会があれば、そのGISのデータの形式やスケールについて尋ねてください。紙面の地図からGISを構築する必要に迫られた場合は、それらの地図の図法や座標系に基づいたGISを計画しましょう。そして、GISを活用して農地と農村についての知識を深めてください。

GISコンピュータの画面から、皆さまの村や町について新しい発見があることを期待します。