

GISの基礎とその利用について

山田 敏博

Basis of GIS and Its Utilization

Toshihiro Yamada

Abstract

This note is aimed for beginners to understand a basis of GIS. The concept and the history of GIS are explained at first. Next, data and software related to GIS is summarized to start using GIS easily. Finally, the current status and the future of GIS are discussed. GIS is going towards complex modeling as 3D and 4D, including time domain, and shifting to web technology. However users should apply these new GIS technology to their tasks with taking into consideration the purpose and its applicability carefully.

キーワード：GIS, 地理情報システム, 空間データ

1 はじめに

GISとは地理情報システム (Geographic Information System) の略称である。本ノートは、このGISをこれから使う人を対象に、その基礎的な知識を解説したものである。

次章では、GISの定義と歴史を簡単に説明し、3章ではGISで扱う地理情報について、4章ではGISソフトについて解説する。5章では現状と課題について整理する。なお、キーワードについては、本文中、『二重括弧』で示している。

紙面の都合上、説明が不十分なところも多いが、さらに詳細について知りたい場合は、参考文献や記載したホームページにあたられたい。ホームページは、関連情報も豊富で、関係するサイトともリンクしているので参考になる。特に、地図データやソフトのサイトは常に最新の情報に更新されているので、この点でも便利である。

2 GISとは何か

2・1 GISの定義

GISが日進月歩の技術であり、適用分野も広いことから、様々な視点で多くの定義がなされている。例えば、日本建設情報総合センター (JACIC) のホームページ (<http://www.jacic.or.jp>) は、一般向けに、「文字や数字、画像などを地図と結びつけて、コンピュータ上に再現し、位置や場所からさまざまな情報を統合したり、分析したり、分かりやすく地図表現したりすることができる仕組みであり、行政や市民生活やビジネスの現場で幅広く利用することが可能である」と説明している。

また、村井 (1999)¹⁾ は、「土地利用、資源、環境、交通、都市施設その他行政あるいは業務に必要な案件の計画および管理に係わる意思決定を支援する目的で、地理的に関連するデータの入力、格納、検索、計算、分析および表示を行う情報システム」と定義している。

これ以外にも、数多くの定義があるが、共通している

のは、GISが「情報システム」の一種で、「空間的な分析やモデリング」に特徴があるという点である²⁾³⁾。

2・2 GISの歴史

GISが発達した背景について、地理情報標準入門⁴⁾ (<http://www.gsi-mc.go.jp/REPORT/GISISO/KMGIS/download.html>) の説明を要約すると以下のようになる。「これまでは、地理的な位置を持った情報(地理情報)を地図という紙でできた媒体に凝縮して利用してきた。地図は、国土計画・施設管理などの行政的な利用をはじめ、レクリエーションや道案内など様々な社会活動において重要な役割を果たしている。

一方、利用者が付加しようとする情報が多様化・複雑化するにつれて、紙地図を用いて地理情報を処理することの限界が顕在化してきた。例えば、いったん付加した情報は容易に加除修正することが困難であり、また幾重にも情報を重ねていくと各々の区別・認識が困難になってくるといったことである。こうしたことから紙という媒体の制限を受けず、より高度な処理を可能とするために、地理情報を電子的に処理する必要性が高まってきた。」

その発展の歴史を整理すると以下のようになる¹⁾。

<第1世代：1970年代>

GISの概念が生まれる。デジタルマッピング。

1970年代：GISの概念が発表される。

1975年：ハーバード大学が地図自動製図システム ODYSSEY完成。

<第2世代：1980年代>

GISの試験的利用。GISソフト開発。

1980年：ESRI社設立。ARC/INFO開発始まる。

1986年：ERDAS社設立。ERDAS完成。

1988年：Intergraph社MGE発表。

<第3世代：1990年代>

GISの実用的利用と普及。多くのGISソフト(PC版を含む)が市販される。

空間データの標準化。

1994年：米国で国土空間データ整備に関する大統領令。

1996年：国際標準化機構(ISO)が空間データの標準化(TC211)の検討を始める。

3 地図データについて

3・1 地理情報とは何か

『地理情報』という用語は、地図をデジタルで扱うようになってからの造語である。内容的には、従来の「地図」と「地理統計」に相当する。

地理情報は、対象物の位置や形状など空間的な特徴を表す『空間データ』とそれ以外の『非空間データ』に分けることができる。非空間データは『属性データ』ともいわれる。ただし、これは空間データを主とした場合の見方ということができる。

空間データと類似の概念で、『地図データ』という用語も使われる。前者の方が、地上や地下の空間を含む一般化した形で空間をとらえているが、ここではこれらを特に区別せず、「地図データ」を用いることにする。また、ほぼ同じような意味で『数値地図』や『デジタル地図』という用語も使われるが、概念よりは具体的なデータを指す場合が多い。

3・2 地図の座標系

地図の座標系は対象とする範囲で異なる。日本全国といった広域を対象にする場合は、地球の曲率を考慮する必要があり、経度・緯度で表される『測地座標系』を用いる。一方、狭い範囲を扱う場合は平面に投影された『地図座標系』を用いることが多い。

地図の投影とは、地球曲面上の測地座標(経度、緯度)を平面座標(x, y)に変換することである。投影面の種類(円筒、円錐)、投影面のおき方(地球と接する、交わる)、光源位置(心射、平射、正射)、投影軸(正軸、横軸、斜軸)等の組み合わせによって数百の『投影法(=図法)』が存在し、これらは縮尺や目的に応じて使い分けられる。表-1は国土地理院が採用している図法を縮尺ごとに整理したものである⁵⁾。

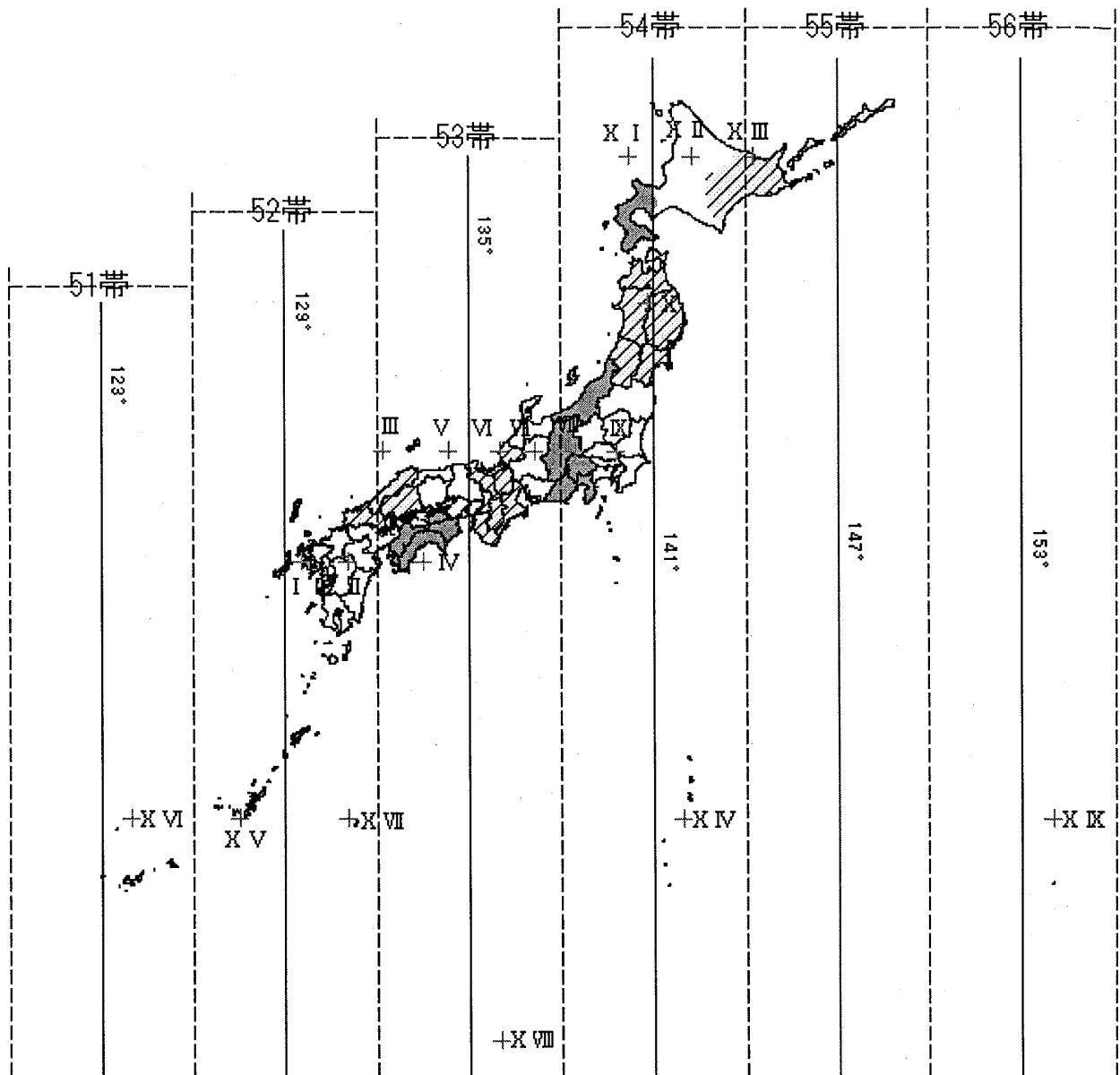
1/5,000より縮尺の大きい、いわゆる『大縮尺』の地図は、通常『平面直角座標系』による『横メルカトル図法(横軸正角円筒図法)』で作成されている。平面直角

表-1 地図の種類と図法

Table 1 Map Scale and Projection

地図の種類	図法
1/2,500 国土基本図	平面直角座標系による横メルカトル図法
1/5,000 国土基本図	
1/10,000 地形図	UTM図法
1/25,000 地形図	
1/50,000 地形図	
1/200,000 地勢図	UTM図法, 多面体図法(北海道のみ)
1/500,000 地方図	正角割円錐図法
1/1,000,000 国際図	
1/3,000,000 日本図	斜軸正角割円錐図法

地図と測量のQ&A(改訂版)(1997)による



地図と測定のQ&A (改訂版) (1997)に加筆

図-1 UTMゾーンと平面直角座標系の関係

Fig.1 Relationship between UTM Zone and Plane Rectangular Coordinate System

座標系は、『公共測量』で使われる日本独自の座標系で、全国を19の地域に分割していることから『19座標系』ともよばれている。

1/10,000~1/200,000の『中縮尺』の地形図は『UTM図法』(ユニバーサル横メルカトル図法, Universal Transverse Mercator's projection)で作成されている。UTM座標系は、地球を経度6度ごとに60の経度帯(ゾーン)に分け、各経度帯の中央経線と赤道の交点を座標原点としている。

両者はともに横メルカトル図法であるが、座標原点と縮尺係数に違いがあり、平面直角座標系の方が4倍の位

置精度を持つ⁶⁾。

ここで気をつけなければならないのは、表-1にも示すように、地形図は緯度経度で図郭割りされているが、もともとUTM座標で描かれているという点であり、図上の長さから比例配分で緯度経度を換算する方法は、実用上はあまり問題にならなくても、理論上は常に誤差を含んでいるというである。

図-1はUTMゾーンと平面直角座標系の適用範囲を示している。一般に、県単位では平面直角座標系、地方単位では平面直角座標系、またはUTM座標系を用いるのが適当と考えられる。

一方、測地座標系は全国どこにでも適用できるのが利点である。ただし、投影変換できないGISソフトでは、緯度と経度が同じ単位長さで表示され、地図が扁平に表現されることに留意する必要がある(例えば、緯度35度付近では経度1秒が26.8m、緯度1秒が30.82mであるが、これらが同じ長さで表示される)。

なお、現在日本で使われている『日本測地系』は、明治時代に作成されたものであり、『世界測地系』とは400m程度ずれている。このため、見直し作業が行われ、その成果が『測地成果2000』として公表されている。詳細については、国土地理院のホームページ(<http://www.gsi-mc.go.jp/LAW/G2000/g2000-h1.htm>)を参照されたい。

3・3 地図データ

1) ベクトルデータとラスタデータ

地図データの様式には大きく分けて『ベクトルデータ(ベクトル型データモデル)』と『ラスタデータ(ラスタ型データモデル)』がある。

地図を点(ポイント)、線(ライン)、多角形(ポリゴン)、文字などで表したものをベクトルデータ、同じ形の要素(通常は矩形)の配列で表した、『画像データ』や『メッシュ(グリッド)データ』をラスタデータという。『標準地域メッシュ』を用いた『国土数値情報』などがメッシュデータの代表例である。

一般的には、ラスタデータの方がベクトルデータに比べて作成コストは安い。特に画像データは紙地図をスキャナーで読み、座標を与える(ジオポジション)だけで利用できるのが簡便である。ただし、画像データは、一般にデータ量が大きく、属性が与えられないという欠点がある。

ベクトルデータは、現在のところ、紙地図を『デジタル化』して作成する方法が主流である。デジタル化する方法にはデジタルライザを使う方法とスキャナーで画像化した地図を使って画面上でデジタル化する方法がある。後者では、ソフトを使った『ラスタ/ベクトル変換』(半自動が主流)も利用できる。また最近では、航測写真から直接ベクトルデータ(等高線)を作成する方法も使われる。

2) 基図データと主題データ

地図データは目的によって『基図データ』と『主題データ』に分けることがある。

基図データは、目的に関係なく共通な地図データであり、地形図や白地図や背景図というのに近い。一方、主題データは目的とする対象物をデータ化したものである。

3) 地図データの入手方法

地図データは前述のようにして作ることも可能であるが、表-2に示すように、最近では様々な地図データが市販されているので、目的に合ったものがあれば作成するよりも安く地図データを準備することができる。

ただし、市販のデータの価格は、一般に1台のPCで使う場合のものなので、複数のPCで使う場合はライセンス費用を確認する必要がある。

データベースをなるべく低コストで作成したい場合には、基図データをラスタとし、主題データだけをベクトルで作成するのも一つの方法である。

また、最近では分解能1m程度(従来は20m程度)の『高解像度衛星画像』が1/2,500程度の地図に相当する精度を持つ地図データとして注目されている。表-3に使用できる(予定を含む)高解像度衛星画像の入手先を示す。その他のリモートセンシングデータについては、(財)リモートセンシング技術センター(RESTEC)のホームページ(<http://www.restec.or.jp>)を参照されたい。

4 GISソフトについて

4・1 ベクトル型GISとラスタ型GIS

GISは扱うデータの種類によって『ベクトル型GIS』と『ラスタ型GIS』に分かれる。前述のベクトルデータを扱うものがベクトル型GIS、ラスタデータを扱うのがラスタ型GISである。

一般には、世界全体や日本全体など広域を扱う場合にはラスタ型GISが用いられ、狭い範囲を扱う場合にはベクトル型GISが用いられることが多い⁷⁾。

GIS関連のソフトを表-4に示す。これ以外にも多くのGISソフトがあるが、ここでは市販されているものの中から代表的と思われるものを取り上げた。

4・2 GISソフトの機能

村井(1999)¹⁾は、「GISの機能として次の質問に答えるものでなければならない」としている。

- ① どこに何があるのか?(特定場所の属性検索)
- ② ある条件を満たす場所はどこか?(条件検索)
- ③ あるデータと他のデータの空間関係は?(空間分析)
- ④ 変化はどの程度か?(時系列分析)
- ⑤ あるモデルに従えばどうなるのか?(モデル分析)

さらに、データ入力、前処理、データベース管理、空間測定、図表示の機能等も必要である。

表-2 市販されている数値データ (地図・統計)
Table 2 Available Digital Data (Map and Statistical Data)

(平成12年10月30日現在)

種類	データ名称	仕様	発行機関	価格	備考
地図データ	数値地図2500 (空間データ基盤)	ベクトル, 空間データ基礎	作成: 国土地理院 http://www.gsi-mc.go.jp (財) 日本地図センター http://www.jmo.or.jp	CD 1枚あたり 7,500円	大都市圏対象, CD61枚
	数値地図25000 (行政界, 海岸線)	ベクトル, 白地図			日本全国, CD 1枚
	数値地図25000 (地名・公共施設)	ベクトル, 代表点や属性等			日本全国, CD 1枚
	数値地図25000 (地図画像)	TIFF画像, 254dpi			日本全国, CD75枚
	数値地図50000 (地図画像)	TIFF画像, 254dpi			日本全国, CD30枚*
	数値地図200000 (地図画像)	TIFF画像, 254dpi			日本全国, CD 3枚
	数値地図50mメッシュ (標高)	DEM, 50mメッシュ			日本全国, CD 3枚
	数値地図250mメッシュ (標高)	DEM, 250mメッシュ			日本全国, CD 1枚
	細密数値情報 (10mメッシュ土地利用)	メッシュ, 土地利用分類			三大都市圏
	JMCマップ	ベクトル, 1/200,000行政界, 道路, 鉄道, 河川他	(財) 日本地図センター	全国70,000円	全国
	JACIC TOWN	ベクトル, 1/2,500	(財) 日本建設情報総合センター http://www.jacic.or.jp	市町村単位, 10~150万円	393市町村
	Zmap-TOWN II	ベクトル, 1/2,500	(株)ゼンリン http://www.zenrin.co.jp	市町村単位, 20~数十万円	都市圏, 他各種地図データあり
	GISMAP 25000V	ベクトル, 1/25,000	(株)北海道地図 http://www.hcc.co.jp	1/25,000 図幅 あたり 5万円	全国, 他各種地図データあり
MAPPLE 50000	ベクトル, 1/50,000	(株)昭文社 http://www.mapple.co.jp	-	全国, 他各種地図データあり	
統計データ	国勢調査地域メッシュ統計	1 kmメッシュ, 人口・世帯など	総務庁統計局	-	
	事業所統計地域メッシュ統計	1 kmメッシュ, 産業別従業者など	http://www.stat.go.jp	-	

※現在, 中国・四国のみ

以下では, これらを参考にしながら, MapInfoを例にGISの基本的な機能を紹介する。

1) ナビゲーション機能

地図の见たい場所を見たい大きさに導く機能がナビゲーションである。地図の「拡大」, 「縮小」, 「グラバー (移動)」などがこれに当たる。

2) レイヤ管理機能

GISでは, いくつもの地図 (空間データ) を『レイヤ (層)』という階層に分けて管理する。これらのレイヤを追加・削除, 表示・非表示の設定, 色やシンボルの変更をするのがレイヤ管理機能である。

3) 情報機能

選択された地図上の対象物 (空間データ) の属性 (非

空間データ) を表示するのが情報機能である。前記①に相当する。属性情報は, 通常, 表形式のデータベースに保存され, ユニークな番号 (ID) で空間データと関連付けられている。

4) マルチメディアリンク機能

データベースで扱いにくい写真や図表といった文書情報は, マルチメディアリンク機能で対象物に関連付けて表示することができる。この機能により, GISを様々な文書を整理するためのプラットフォームとして利用することができる。

5) 検索機能

検索機能は, ある条件を満たす対象物を探す機能で, SQL検索, 条件検索, 空間検索などがある。前記②に

相当する。

6) バッファ解析機能

ある地点から、ある距離以内にあるものや情報を選び出す機能。前記③に相当する。

7) ネットワーク解析機能

道路などのデータを使って、最短経路や到達時間を解

析する機能。前記③に相当する。

8) その他

地図上の長さや面積の計算、空間データや非空間データの編集機能、印刷機能といった機能もある。

MapInfoを含め、PC版のGISは一般に④⑤の分析機能が弱い傾向にある。

表-3 高解像度衛星画像一覧

Table 3 List of High-Resolution Satellite Images

会社名/国内代理店	衛星名	解像度
Space Imaging社(米) http://www.spaceimaging.com 日本スペースイメージング(株) http://www.spaceimaging.co.jp	IKONOS	0.82mパンクロマチック 4mマルチスペクトル
Earth Watch社(米) http://www.digitalglobe.com 日立ソフトウェアエンジニアリング(株) http://www.hitachi-sk.co.jp	QuickBird-1 QuickBird-2	1mパンクロマチック 4mマルチスペクトル
ORBIMAGE社(米) http://www.orbimage.com (株)NTTデータ http://www.nttdata.co.jp	OrbView-3 OrbView-4	1mパンクロマチック 4mマルチスペクトル

5 GISの現状と課題

1) GISの進化過程と現状

GISは、「データの収集と目録(台帳)処理」、「分析的な処理への移行」、「意思決定支援システムへの進化」の3段階で進化すると考えられている。目録段階の良く発達したGISは数多く存在するが、分析の段階へ進んでいるものは現状では少ない²⁾。

実際の業務においても、第3段階を目指しながらも、第1段階の作業がメインとなっているのが現状である。将来を見据えた分析的な処理・意思決定支援システムへの取り組みが課題である。

台帳処理の一例を図-2に紹介する。これはGISの拡張機能として斜面防災カルテを電子化したもので、データ入力、データベース作成、カルテの印刷といった一連

表-4 GIS関連ソフトウェア一覧

Table 4 List of GIS related Software

分類	ソフト名称	開発者/国内販売代理店	価格	備考
WS版GIS (高機能)	ARC/INFO	ESRI社(米) http://www.esri.com (株)パスコ http://www.pasco.co.jp	630万円~	ベクトル型GIS, トポロジーに強い
	MGE	Intergraph社(米) http://www.ingr.com 日本インターグラフ(株) http://www.ingr.com/jp	-	ベクトルとラスタ-統合型GIS
	IMAGINE	ERDAS社(米) http://www.erdas.com (株)パスコ	80~225万円	ラスタ-型GIS, 衛星画像に強い
	TNTmips	Microimage社(米) http://www.microimages.com	87万円	ベクトルとラスタ-統合型GIS
PC版GIS*	Mapinfo	Mapinfo社(米) http://www.mapinfo.com 三井造船システム技研	34.6万円	ネットワーク解析機能 オプション: 3次元解析(25万円)
	SIS	Cadcorp社(英) http://www.cadcorp.co.uk (株)インフォマティックス	125万円	70種類以上のファイルフォーマットに対応
	ArcView	ESRI社(米)	45万円	オプション: 3次元解析(70万円)・ネットワーク解析(50万円)・画像解析(70万円)
	GeoMedia	Intergraph社(米)	45万円	
	AutoCAD Map	Autodesk社(米) http://www.autodesk.co.jp/	69.8万円	CADベースのGIS, 3次元表示
開発用GIS エンジン	MapObjects	ESRI社(米)	2.1万円	MapObjects LTは配布無料
	MapX	Mapinfo社(米)	2.4万円	
	SIS ActiveX	Cadcorp社(英)	30~50万円	
	GeoBase	(株)ドーン(日) http://www.dawn-corp.co.jp	-	

* PC版GISはすべてベクトル型GIS

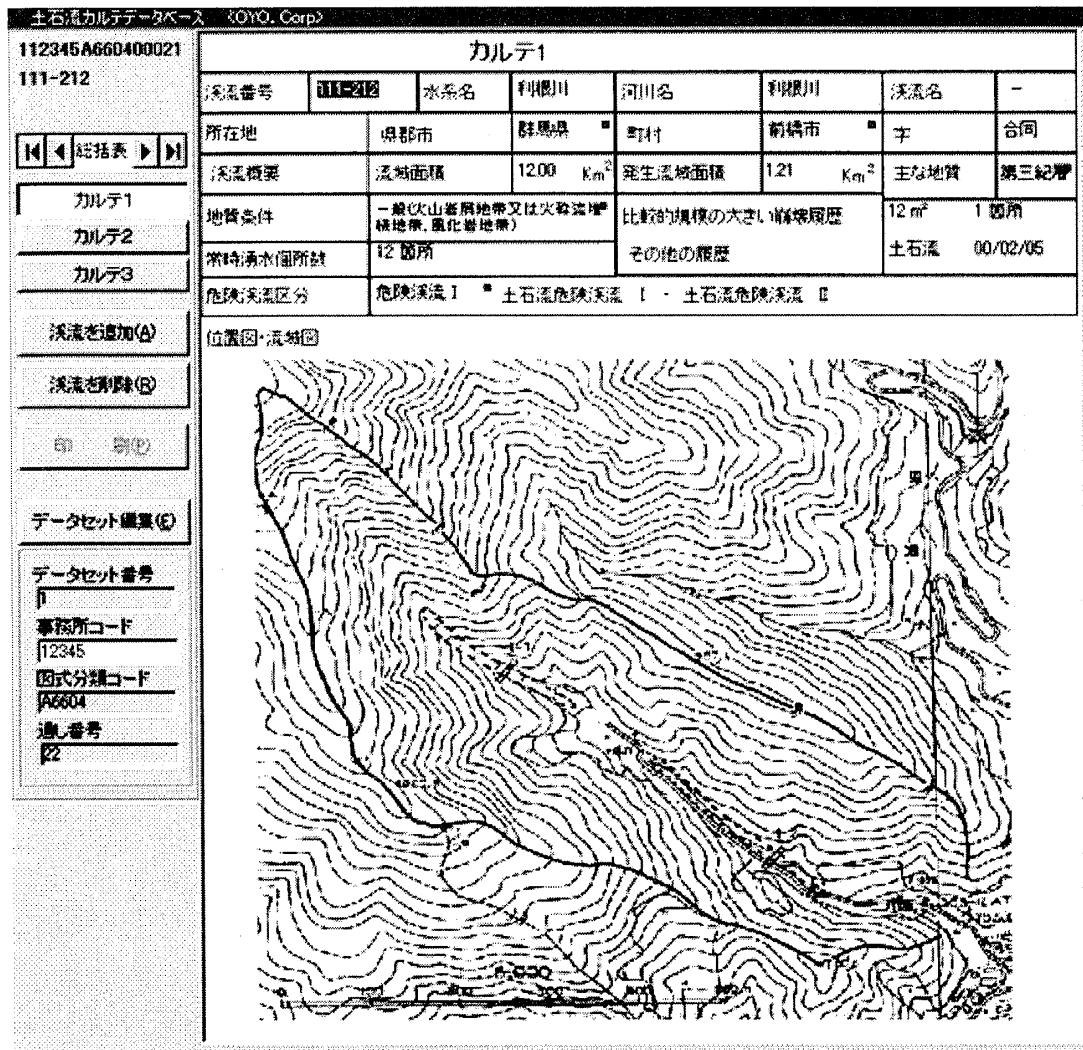


図-2 台帳処理の例(斜面防災カルテ)
 Fig.2 An Example of Inventory Processing (Template for Slope Failure Control)

の処理を可能としている。

2) 高機能が操作性か

GISのベンダーは、GISの3次元化や時間を考慮した4次元化などの高機能化を目指している。これは操作をさらに複雑にする可能性を秘めている。一方、多くのユーザーはより簡単な操作を要望している。

両方とも必要なものであり、同時に解決できることが望ましいが、現実的にはユーザーを分けて考える必要がある。GISを普及させる点からは、操作を簡単にして多くの人が使えるようにすることが重要と考えられる。

3) デスクトップGISかウェブGISか

現在、GISはデスクトップからネットワーク(LAN, WAN, インターネット=ウェブ)での利用に移行しつつある。しかし、すべてのGIS機能をネットワークに移行すべきか否かについては、ネットワークの速度など解

決すべき課題は多い。

現状では、簡単な処理はネットワークで、複雑な処理はデスクトップで行うというのが現実的な対応と考えられる。

4) GISのコンテンツについて

eビジネスでは、コンテンツ(内容)が鍵を握るといわれている。情報の価値はそれを持っているかいないかで決定する場合とそれをうまく利用する方法を持っているかいないかで決定する場合があると考えられる。近い将来、地理情報が社会基盤として公開され、広く普及した場合には、その利用方法や解釈技術を含めたコンテンツがより重要になってくると予想される。

参 考 文 献

- 1) 村井俊治 (1999) : 空間情報工学, (株)日本測量協会
- 2) 小方登・小長谷一之・碓井照子・坂井高正 訳
(1998) : GIS原典—地理情報システムの原理と方法—
[I], 古今書院
- 3) 地理情報システム学会 用語・教育分科会編 (1997)
: 地理情報科学用語集
- 4) 地理情報標準化推進委員会, 建設省国土地理院
(2000) : 「地理情報標準」入門
- 5) (財)日本地図センター編 (1997) : 地図と測量のQ&A
(改訂版)
- 6) 建設省国土地理院監修 (1998) : 数値地図ユーザー
ズガイド (第2版補訂版)
- 7) 久保幸夫 (1996) : 新しい地理情報技術, 古今書院