

7. 2 次元土木地質 GIS

7.1 GIS の基本機能

7.1.1 基図の表示・利用方法

GIS を利用して土木地質図等を作成する場合、まず、背景図となる空間データ(基図)の読み込み・設定を行う事になる。利用する空間データの種類としては 2 章で述べたようにラスタ地形図とベクタ地形図の 2 種類に大別される。ラスタ、ベクタ地形図はともに複数種類の縮尺があるため、作成する土木地質図の目的に応じた縮尺を選定する必要がある。また、作成する土木地質図に要求されるデータ精度等を考慮する必要もあろう。これら土木地質図作成の基本となる空間データの選択から読み込み設定等、表示・利用方法についての概略を以下に述べる。

(1) 空間データの選択

第 2 章で述べたとおり、空間データ(基図)の種類は、国土地理院の空間データ基盤から民間企業が作成・販売するものまで数多く存在する。また、土木地質図を作成する様な場合は、事業初期から対象地域の空間データ(地形図)を作成している場合が多い。この様な多種多様な空間データの中から、作成目的に最も適したものを選定・利用する必要がある。表-7.1 に土木地質図の種類及び作成される場合の縮尺を示す。

表-7.1 に示すとおり、同一種別の図面においてもその作成縮尺には、かなりの幅が存在する。これは、作成目的の精度要求(基図作成時の縮尺要求)による所が大きい。例えば詳細地質平面図などでは、道路や地すべりのように、その全体の地質分布や災害発生要因を把握するための図面であれば 1/2.5 千程度の縮尺で目的は達成されるが、橋梁基礎掘削のように狭い範囲の詳細な情報を求められる場合は数十分の 1~数百分の 1 の精度が求められる。また、文献地質図の様に、基となる図面の精度により決まる場合もある。

GIS を利用する場合、一般的な地質図作成時と最も異なる部分の一つとして、「縮尺」がある。GIS では縮尺という概念が無く、代わりに「データ精度」で考えなければならない。例えば、1/2.5 万の空間データ基盤を 1/5 千で表示した場合においても、画像データの様にピクセル(またはドット)が目立つ訳ではないので何ら違和感が無く利用する事ができる。しかし、1/2.5 万の空間データは、あくまでも 1/2.5 万の精度でしか作成されていないため、そこに重ね合わせるデータがそれ以上の精度を持っていた場合は「ズレ」が生じる可能性が高い。このように、精度の異なるデータ(情報)を合わせて考える事は、作成するデータ精度・品質を保証できなくなるため基本的に行ってはならない。

以上の通り、土木地質図作成に利用する基図を選定する際には、その作成目的や、データの取得・作成精度等を十分加味した上で、利用する空間データを選定するのが望まし。以下に一般的に利用される空間データについての概略を述べる。

表－7.1 土木地質図の種類と縮尺

種 別	細 目	調査段階での 作成頻度	設計段階での 利用頻度	一般的に作成され る縮尺範囲
調査位置平面図		高い	高い	1/5万～1/50
文献地質図	・文献地質図(1/5万) ・活断層分布図 ・文献リニアメント図 ・土地条件図	高い	高い	1/20万～1/2.5千
広域地質平面図	・広域平面図 ・ダム貯水池平面図 ・トンネル・道路等の広 域平面図	高い	高い	1/1万～1/2.5千
詳細地質平面図	・ダム・橋梁基礎・道路・ 地すべり等の計画地点 の詳細平面図	高い	高い	1/2.5千～1/50
等高線図	・岩級区分等高線 ・着岩線等高線 ・地下水位等高線	高い	高い	1/5万～1/500
ルートマップ		高い	低い	1/5千～1/1千
空中写真判読図	・空中写真判読図 ・リニアメント図	低い(計画初期 段階では高い)	低い	1/5万～1/1千
地形計測図	・接峰面図 ・傾斜区分図 ・起伏量図 ・水系図 ・谷密度図	低い	低い	1/2.5万～1/5千
地形分類図	・地形分類図 ・水害地形分類図	低い	低い	1/5万～1/5千
土地利用図	・土地条件図	低い	低い	1/20万～1/2.5万
火山・地震災害予想図	・火山災害予測図 ・予想深度図 ・液状化履歴図 ・液状化判定図	低い	低い	1/5万～1/1万
水理地質図	・水理地質図 ・比流量分布図 ・地下水位低下解析図 ・水質・水温分布図	低い	低い	1/5万～1/500

※国土交通省「地質調査資料整理要領(案)平成14年7月」に加筆

a) 国土地理院発行の地形図(空間データ)

容易に利用できる空間データとして国土地理院発行の地形図がある。国土地理院発行の地形図は 1/100 万～1/1 万まで幅広い縮尺のものがあり、近年では GIS の普及に伴ってラスタ化されたものや完全にデジタル化された「数値地図(空間データ基盤)」などが販売されている。

これら種類のうち GIS 上で利用しやすいものは「数値地図(数値地図は国土地理院が刊行するデジタルマップの総称)」として販売されているものである。数値地図は、印刷物として販売されている 1/2.5 万地形図等をラスタ化(254dpi 相当、印刷物として販売さ

れている地形図(25 ミクロンピッチ)からデータを間引き(100 ミクロンピッチ)している)した「地図画像」と、道路・鉄道等の項目を完全デジタル化した「空間データ基盤」がある。

1/2.5 万等の地図画像は、等高線の版、街並や道路の版、川や水面の版など、色版毎にデータ化されており、1/20 万地勢図区画内の 1/2.5 万地形図(最大で 64 枚分)を 1 枚の CD-ROM に納めている。

空間データ基盤は、25000, 2500 の 2 種がある。数値地図 25000(空間データ基盤)は、1/2.5 万地形図に相当する精度をもつ道路中心線、鉄道中心線、河川中心線、水涯線、海岸線、行政界、基準点、地名、公共施設、標高の 10 項目のデジタル化されたデータで、ほぼ全国をカバーしている。同様に、数値地図 2500(空間データ基盤)は、全国の都市計画区域(約 96,000 平方キロメートル)を対象に、道路、河川、行政区域界等の骨格的地図項目を数値化したデータで、全国的に網羅されているわけではない。

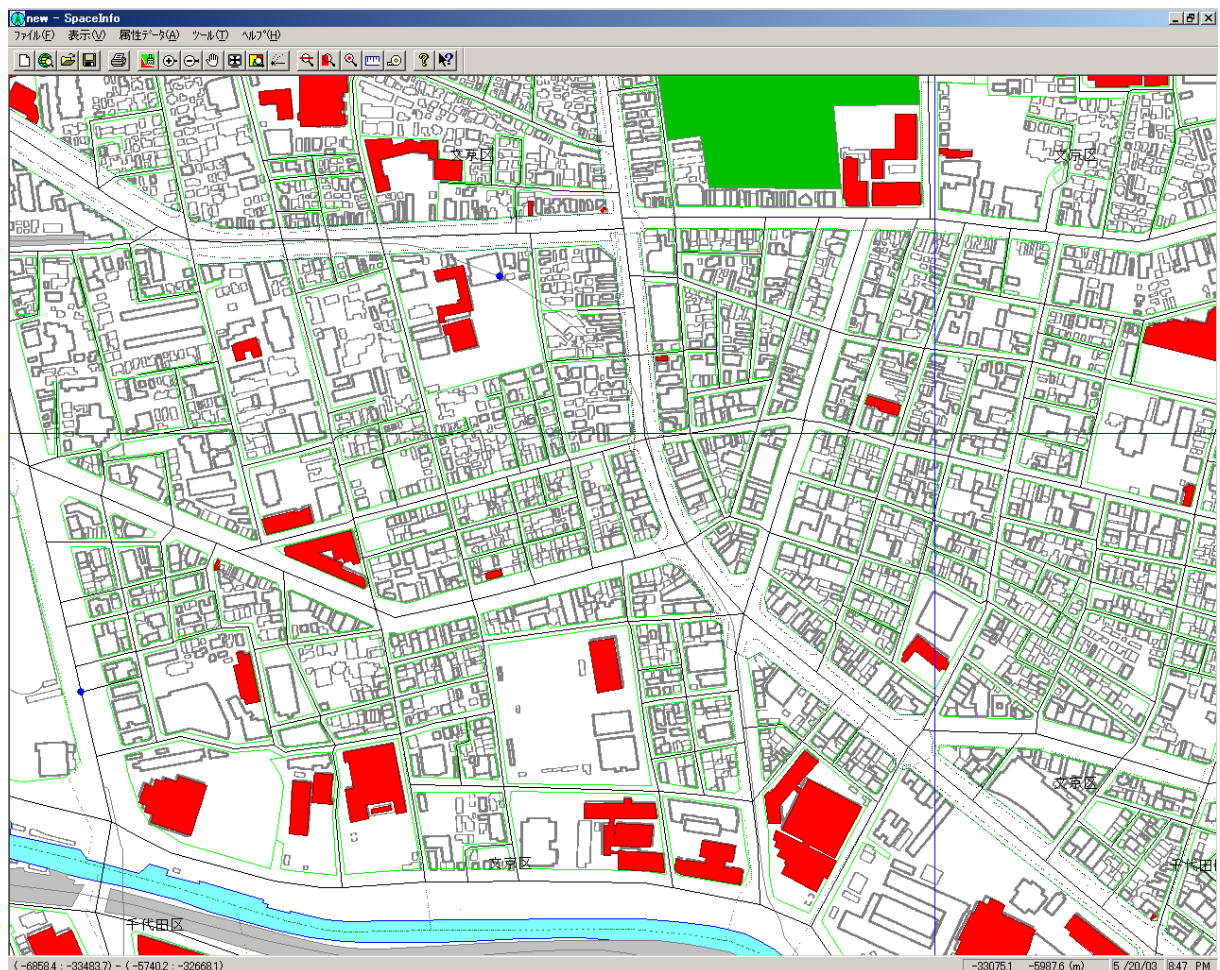


図-7.1 数値地図 2500(空間データ基盤)表示例

これら数値地図のうち、「1/2.5 万地形図」及び「数値地図(空間データ基盤)(1/2.5 万, 1/2.5 千)」においては国土地理院の HP で入手(無償; ただし試験公開)することも可能

である。1/2.5 万地形図は、印刷物として市販されている 1/2.5 万地形図を数値化(ラスタ化、解像度は約 203pixel/inch)したものを単色化し編集・加工したもので、閲覧サイズは、市販の 1/2.5 万地形図を 4 分割した範囲(東西約 6.0km×南北約 4.5km)で提供される。また、1/2.5 万同一図郭内の分割された地形図であっても重複する部分をもっている。ただし、分割を自動的に行っているため、注記(地形図上に記載されている文字)・記号が分断されている場合がある。

数値地図(空間データ基盤)(1/2.5 万、1/2.5 千)は、CD-ROM には存在する「建物形状」のデータについては HP より入手することができず、また、一部地域については非公開となっている。

以上のとおり数値地図は、デジタル化されていることから、取り扱いも容易というメリットはあるものの、GIS での利用にあたっては以下に示すような問題点もある。

- ①地図画像では図郭線外までデータ化されているため、加工が必要
- ②地図画像では、印刷物として刊行されている地形図とは色が異なる(等高線など)
- ③空間データ基盤では等高線データがないために、地形形状が反映されていない

数値地図を利用するにあたっては、上記問題があることを念頭におきながら利用する必要がある。

b) 詳細な精度を持つ空間データ

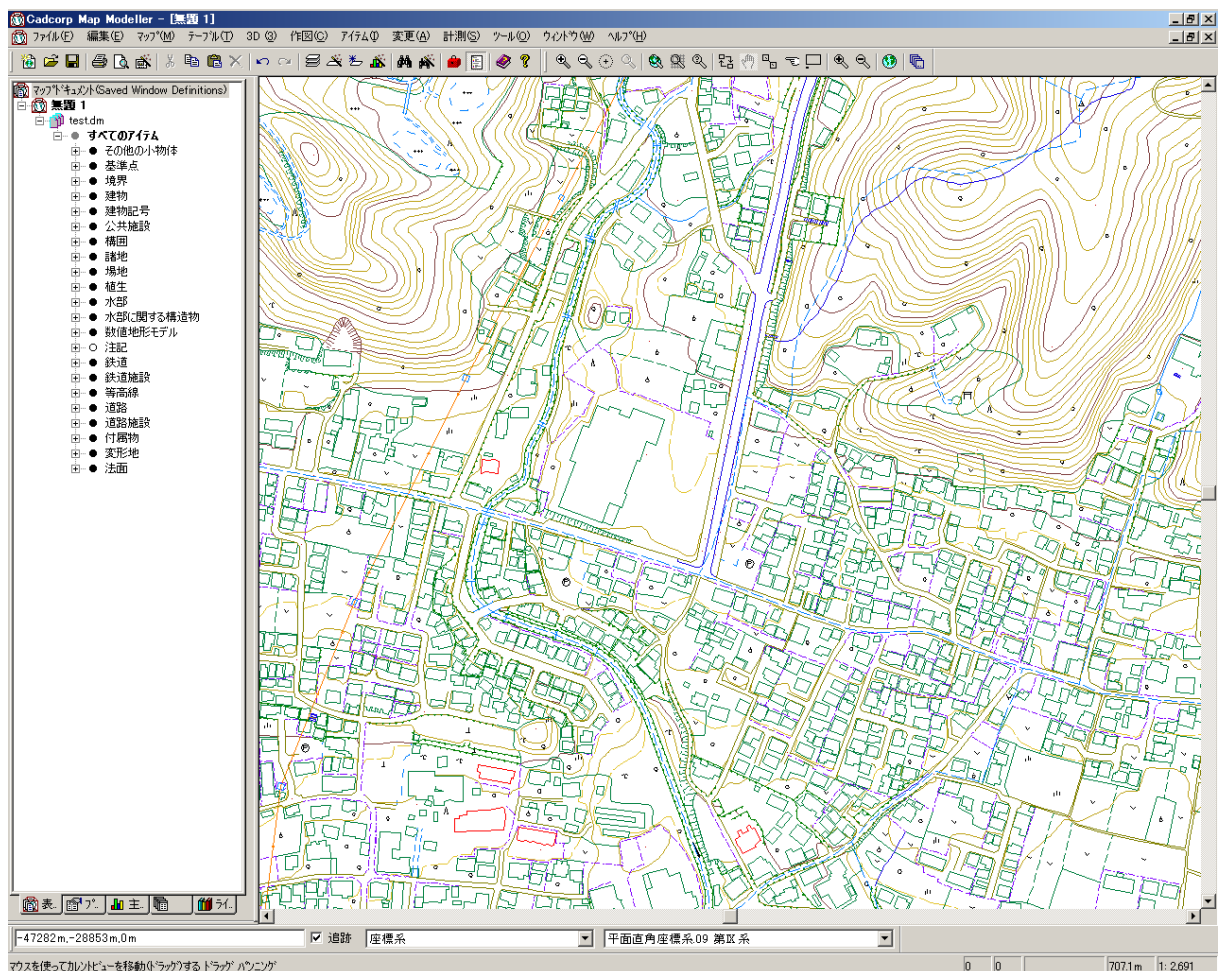
広域地質平面図や詳細地質平面図など、1/1 万以上の空間データは、市販の森林基本図、都市計画図の他、事業に利用するために作成された詳細な地形図の利用等が考えられるが、空間データの精度(地形図としてのデータ精度・品質)を考えた場合、森林基本図の利用は避けるべきであろう。

都市計画図は 1/2.5 千の精度で作成された空間データで、都市部などでは容易に入手する事が可能である。この空間データでは、等高線データを始め、家屋形状等の詳細まで記載されており、通常は印刷物で提供されるが、近年では公共測量作業規定に則り作成された DM(Digital Map)として提供される場合も多くなってきている。また、GIS アプリケーションソフト側でも DM データに対応するようになり、DM データが入手できる場合は、比較的高精度なデータを容易に利用する事が可能である。

事業目的に作成される地形図では 1/500 等(もしくはそれ以上)の精度をもつものも少なくなく、近年では DM データとして提供されるのが基本となりつつある。このため、都市計画図同様容易に利用できる環境が整いつつある。

なお、ラスタ地形図をストレスなく利用したいという場合、専用アプリケーションソフトを利用してラスタ・ベクタ変換する場合があるが、この場合、自動付加する座標の問題(ラインデータのどの様な位置にポイントを落とすか等)やトレース誤差の問題がある。ラスタ・ベクタ変換の場合、ライン上(ラインを構成するピクセルまたはドット上)を自動的に認識しトレース変換を行うのが一般的であるが、ライン幅の中心をトレースする事

は希である。このため、変換ベースとなる地形図は 1/2.5 千の精度を有していたとしても、変換後の地形図は既にその精度を失っていると考えべきである。このため、ラスター・ベクタ変換を行った地形図を利用する際は、その利用方法・精度を十分考慮して利用する必要がある。



図－7.2 DM データ表示例

(2) 空間データの設定(空間座標系の設定)

選定した空間データを GIS アプリケーションソフトで利用する場合、ラスター地形図とベクトル地形図では、その設定方法や利用する際の精度が大きく異なる。

a) ラスター地形図の設定

ラスター地形図を GIS アプリケーションソフトに読み込み利用する場合、対角もしくは図郭四隅の座標を入力して設定するのが一般的な方法である。また、国土地理院発行の地形図(地図画像)では、地形図毎にメッシュコードや座標等が決まっているため、GIS アプリケーションソフトによっては自動的に座標が設定されるものもある。ただし、地図画像は図郭外の余白部分(図郭左上隅から左方および上方に 7.5 mmの地点と図郭右下隅から右

方および下方に 7.5 mmの地点を結ぶ線を対角線とし、上辺と平行な辺を含む長方形)も含まれているため、余白部分を予め処理しておく必要がある(GIS アプリケーションソフトによっては自動的に余白を削除し設定できるものもある)。

市販されている数値地図の場合、CD-ROM の中には「KANRI.CSV」等の図郭名や地形図コードなどの記述されたファイルが格納されている。この中には地形図の四隅の緯度・経度座標及び UTM 座標が記述されているので、このデータを利用すると効率的に作業が行える。

ラスタ地形図の場合、上記の通り正確な座標を持つ位置(ポイント)は 4 点が基本となる(GIS アプリケーションソフトによっては、地形図中の任意地点に位置座標を付加することができるものもある)。このため、地形図中の座標はこれら「位置座標を持つポイントから相対的に割り当てられた仮想空間」である事を常に意識する必要がある。既存の土木地質図作成手法、例えば CAD を利用した作成では、厳密な座標(空間座標系)を意識する必要はなかったため、地形図に地層境界線やボーリング位置を入力する場合は、いわゆる「見た目」で判断していた。GIS の場合、データは見た目ではなく全て「座標」で管理されるため、ラスタ地形図を利用する際には見た目上「ズレ」が生じる場合も発生する。これを「誤り」と判断し「見た目」で修正を加えてしまうと誤ったデータを作成してしまうことになる。このため、ラスタ地形図を利用する際には、例え 1/1 千等の精度の良い地形図であっても常に仮想空間上で作業を行っている事を意識して利用する必要がある。

b) ベクトル地形図の設定

空間データ基盤や DM 等のベクトル地形図のデータは、基本的に位置座標(ポイント)データの集合体であり、この位置座標データを、それぞれの法則(フォーマット)に則って記述し作成されているものである。このため、ベクトル地形図を GIS アプリケーションソフトに読み込み利用する場合は、座標を与える等の作業は必要ない。ただし、GIS アプリケーションソフト側で、ベクトル地形図のフォーマットに対応(そのベクトル地形図を読み込み対応かどうか)している必要がある。

ベクトル地形図は、位置座標の集合であるためラスタ地形図のように仮想空間的なものではない。しかし、個々の位置座標を取得する時の精度(地形図データ作成時の精度や品質)がある事は念頭においておくべきである。

DM データなどベクトルデータの場合、等高線、道路などの情報が個別のレイヤーで管理されているのが一般的である。さらに、等高線等のレイヤー内のデータを計曲線・主曲線などに細分化して作成しているため、それぞれ個別に表示設定が可能となっている。このため、必要なデータのみを画面に表示し作業する事が可能である。

c) 空間座標系等の設定

基図データを読み込む際には、空間座標系の設定が必要である。これは、地球が回転

楕円体であるために補正が必要となるためである。国土地理院の 1/2.5 万, 1/5 万地形図等では UTM(Universal Transverse Mervator Projection: 国際横メルカトル図法を用いて表した座標)座標系が用いられている。また, 事業で利用する基図等の国土交通省公共測量作業規定に則って作成された地形図は, 平面直角座標系が用いられている。前述の様に, GIS アプリケーションソフト側で自動的に設定を行えるものでは, これら座標系においても自動的に設定されるものもあるが, 基本的には地形図を読み込む際に座標系を設定する必要がある。特に, 平面直角座標系では, 日本列島を 19 の区域に分け, 区域毎に座標系を設けているので注意が必要である。表-7.2 に平面直角座標系の系番号及び対象地域を示すが, この表を見ると, 東京の場合は島嶼部などの一部地域を除いて平面直角座標系第Ⅸ系となる。作成された地形図(DM を含む)には, 必ず座標系の情報が明記されているので, それらを見て設定するとよいであろう。

UTM 座標系の場合, 平面直角座標系と同様に日本周辺は 5 地域にゾーン区分されている。地形図を読み込む際には, 対象となる地形図がどのゾーンに対応しているかを確認し, 設定する必要がある。表-7.3 に UTM 座標系のゾーン区分を示す。

なお, ラスタ地形図を他の座標系に変換する場合には, 画像の補整(正規化)する必要があるため, ある程度座標系等に関する知識が必要である。

表－7.2 平面直角座標系の系番号及び対象地域

系番号	座標系原点の経緯度		適用区域
	経度(東経)	緯度(北緯)	
I	129度30分0秒0000	33度0分0秒0000	長崎県、鹿児島県のうち北方北緯32度、南方北緯27度、西方東経128度18分、東方東経130度を境界線とする区域内(奄美群島は東経130度13分までを含む)にあるすべての島、小島、環礁及び岩礁
II	131度0分0秒0000	33度0分0秒0000	福岡県、佐賀県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県(第I系に規定する区域を除く)
III	132度10分0秒0000	36度0分0秒0000	山口県、島根県、広島県
IV	133度30分0秒0000	33度0分0秒0000	香川県、愛媛県、徳島県、高知県
V	134度20分0秒0000	36度0分0秒0000	兵庫県、鳥取県、岡山県
VI	136度0分0秒0000	36度0分0秒0000	京都府、大阪府、福井県、滋賀県、三重県、奈良県、和歌山県
VII	137度10分0秒0000	36度0分0秒0000	石川県、富山県、岐阜県、愛知県
VIII	138度30分0秒0000	36度0分0秒0000	新潟県、長野県、山梨県、静岡県
IX	139度50分0秒0000	36度0分0秒0000	東京都(XIV系、XVIII系及びXIX系に規定する区域を除く)、福島県、栃木県、茨城県、埼玉県、千葉県、群馬県、神奈川県
X	140度50分0秒0000	40度0分0秒0000	青森県、秋田県、山形県、岩手県、宮城県
X I	140度15分0秒0000	44度0分0秒0000	小樽市、函館市、伊達市、胆振支庁管内のうち有珠郡及び蛇田郡、檜山支庁管内、後志支庁管内、渡島支庁管内
X II	142度15分0秒0000	44度0分0秒0000	札幌市、旭川市、稚内市、留萌市、美瑛市、夕張市、岩見沢市、苫小牧市、室蘭市、士別市、名寄市、芦別市、赤平市、三笠市、滝川市、砂川市、江別市、千歳市、歌志内市、深川市、紋別市、富良野市、登別市、恵庭市、北広島市、石狩市、石狩支庁管内、網走支庁管内のうち紋別郡、上川支庁管内、宗谷支庁管内、日高支庁管内、胆振支庁管内(有珠郡及び蛇田郡を除く)、空知支庁管内、留萌支庁管内
X III	144度15分0秒0000	44度0分0秒0000	北見市、帯広市、釧路市、網走市、根室市、根室支庁管内、釧路支庁管内、網走支庁管内(紋別郡を除く)、十勝支庁管内
X IV	142度0分0秒0000	26度0分0秒0000	東京都のうち北緯28度から南であり、かつ東経140度30分から東であり、東経143度から西である区域
X V	127度30分0秒0000	26度0分0秒0000	沖縄県のうち東経126度から東であり、かつ東経130度から西である区域
X VI	124度0分0秒0000	26度0分0秒0000	沖縄県のうち東経126度から西である区域
X VII	131度0分0秒0000	26度0分0秒0000	沖縄県のうち東経130度から東である区域
X VIII	136度0分0秒0000	20度0分0秒0000	東京都のうち北緯28度から南であり、かつ東経140度30分から西である区域
X IX	154度0分0秒0000	26度0分0秒0000	東京都のうち北緯28度から南であり、かつ東経143度から東である区域

表－7.3 UTM 座標系のゾーン及び対象地域

ゾーン No.	範囲(東経)	中央子午線(東経)	主な地域
51	120～126	123	沖縄地方の一部
52	126～132	129	九州地方、山口、沖縄地方
53	132～138	135	北陸、東海、近畿、中国・四国地方
54	138～144	141	北海道、東北、関東・甲信越地方
55	144～150	147	北海道の一部

(3) GIS 上での「縮尺」について

GIS アプリケーションソフトの中には「表示縮尺」や「印刷縮尺」を設定できるものがある。表示縮尺は、画面(ディスプレイ)に表示される地形図の大きさを縮尺として設定するものである。しかし、画面に表示される縮尺は設定した縮尺通りに表示されている訳

ではない。これは、使用するディスプレイの種類や設定解像度等により微妙に異なるためである。また、GISでは座標そのもので「空間」を管理しているため、表示部分にこだわる必要性がないという事もある。

(1)空間データの選定でも述べた通り、読み込んだ地形図は、画面の表示設定で作成された精度以上の表示が可能である。特にベクトル地形図であれば極端な拡大を行った場合でも何ら違和感なく利用できてしまう。このため、地形図を利用する際には、極力作成精度以上の使用は行わないようにする必要がある。作成精度が1/2.5千の地形図を1/1千程度に拡大し、その地形図データを基にデータを作成したとしても、1/1千の精度で作成されているわけではない。1/1千精度のデータを作成する場合は、1/2.5千等を拡大して利用するのではなく、1/1千の、求められる精度に見合った地形図を用意する必要がある。

GISアプリケーションソフトの中には、取り込んだ地形図毎に表示縮尺範囲を設定できるものも多く、このような機能を利用して表示範囲を規制し、利用すべき精度を逸脱しない様にするのも一つの方法である。

7.1.2 主題データの表示・利用方法

地質図などのデータも地形図と同様の手法によりGIS上で利用する事が可能である。地質図等の場合は印刷物として刊行されているものが大半ではあるが、近年になりラスタ化された地質図や、GISでの利用を前提にデジタル化されたデータも刊行(又はHPで公開)されはじめている。これらデジタル地質図のうち、主なもの(刊行範囲は日本国内)を表-7.4に示す。

表-7.4 デジタル地質図一覧

名 称	精度	仕様(フォーマット)	刊行元	価 格	備 考
数値地質図	1:100万	DLG-3(ベクトル)	(独) 産業技術総合研究所 地質調査総合センター	5,900	USGS / Digital Line Graph Format
		Arc export(ベクトル)			ESRI 社 Arc/Info 用
		DXF(ベクトル)			Autodesk 社 AutoCAD 用
		NEC PC98シリーズ用メッシュデータ(ベクトル)			
		TIFF形式画像(ラスター)			
	1:20万	JPEG(ラスター)		1,500	150dpi, 平均4,700 x 3,200 pixels
		PDF(ラスター)			
	1:100万	DLG(ベクトル)		1,200	
		Arc export(ベクトル)			
		JPEG(ラスター)			
	1:40万	DLG(ベクトル)		900	
	1:20万	TEXT(ベクトル)		1,000	
	1:20万	HTML/JPEG(ラスター)		1,100	
	1:5万	GIF(ラスター)		900	
	1:50万	shape file(ベクトル)		900	ArcView用
		aprファイル(ベクトル)			ArcView3用
		axiファイル(ベクトル)			ArcExplorer3.1用
20万分の1日本数値地質図(シームレス地質図)	1:20万	—			HP公開のみ
四国地方土木地質図 CD-ROM版	1:20万	JPEG(ベクトル)	(財)国土技術研究センター	10,290	200dpiを編集 CD-ROM単体での価格
活断層詳細デジタルマップ	1:2.5万	shapefile(ベクトル)	東京大学出版会	20,000	
地すべり地形分布図データベース	1:5万	shapefile e00(ベクトル)	(独) 防災科学技術研究所	HP	1:5万図郭 HP: http://lsweb1.ess.bosai.go.jp/jisuberi/jisuberi_mini/jisuberi_top.html
		DXF(ベクトル)			
		PNG(ラスター)			72dpi, 144dpiの2種
		BMP(ラスター)			72dpi
国土数値情報(表層岩石1Kmメッシュ)		TEXT(ベクトル)	国土交通省	HP	昭和56年 1Kmメッシュ毎の表層の堆積物、岩石の分類。6分類で示している。国土数値情報「自然地形メッシュ昭和56年 土地分類 表層岩石(G1-56M)」から作成。

ラスタ地質図の場合は、前述の数値地図を利用する方法の他、印刷物として刊行された地質図をスキャナによりラスタデータ化し利用する方法もある。いずれの場合も GIS で利用する場合は、ラスタ地形図同様の処理を行い、GIS に取り込む必要がある。

数値地質図のうち、ベクトル化されているものについては GIS アプリケーションソフト側で各仕様に対応している必要がある。対応している GIS アプリケーションソフトであれば、容易に取り込み利用することができる。ただし、ベクトル地質図のうち「DLG」フォーマット、「Arc export」フォーマット及び DXF フォーマットは、2 種類の座標のものが格納されている。GIS で利用する場合は、「緯度・経度」座標のものを利用するように注意する必要がある。

ラスタ地質図の場合は、印刷物として刊行されている地質図そのものであるため、特に背景図としての地形図は必要ない。ベクトル地質図の場合は、地質の分布等のデータのみであるため、利用する場合は地形図データを別途用意する必要がある。利用する地形図は、地質図の精度に合わせた地形図を選定する必要がある。また、データを重ね合わせて利用する場合は、座標系を合わせる必要がある。

地質図として利用する場合においても、地形図データ同様、作成精度に見合った利用をする事が原則となる。ベクトル地質図の場合は、拡大して利用する場合でも違和感なく利用できるため特に注意が必要であり、GIS の表示縮尺範囲設定等の機能を使用して利用するのがよいであろう。

ラスタ・ベクトル地質図等は、表-7.3 に示したとおり、最大でも 1/2.5 万程度である。利用にあたっては前項で述べたとおり作成精度を逸脱しない範囲で利用することが前提となる。このため、文献地質図や広域の地質概要図、案内図等の利用のみに限定するのがよいであろう。

7.1.3 データの検索

GIS アプリケーションソフトには、目的のデータを迅速に得るための検索機能を有しているのが一般的である。検索では、住所などのデータを始め、管理するデータそのものに関する情報などが対象となる。

住所検索などに利用するデータは、ベクトル地形図などに情報として含まれる場合もあるが、数値地図 25000(地名。公共施設)や国土交通省の HP「国土数値情報ダウンロードサービス街区レベル位置参照情報ダウンロードサービス(<http://nlftp.mlit.go.jp/kj/>)」など、専用のデータを利用するのもよいであろう。

地形図情報には、作成精度・品質など地形図に属する様々な情報が含まれている。また、一般的に作成されるデータについても、例えば、ある地層の分布をデータ化した場合、その地層はどのような名称でどのような地質時代のものであるか等、情報を付加することができる。このような情報を属性情報と呼んでいる。属性情報のうち、データそのものの性質、いわゆる「情報を利用するために必要な情報」をメタデータと呼んでいる。GIS の分野で

は、このメタデータを「空間データの所在、内容、品質、利用条件等を記述したデータを指し、地理情報の利用者がこのメタデータを調べ、その地理情報が利用できるかどうかを判断できるようにするためのデータ」と定義している。したがって、メタデータには、「どこに、どんな形で存在して、どうすれば利用できるか」等の利用者にとって必要かつ十分な情報が、共通の様式で記述されている必要があり、日本では地理情報標準(第 1.1a 版)に基づいて作成されている。地理情報標準においてメタデータは数百項目に分類されているが、「国土地理院地理情報クリアリングハウス」においては、クリアリングハウスの利用のために定められたカタログ情報(Japan Metadata Profile; JMP)について公開している(詳細は国土地理院 HP : <http://zgate.gsi.go.jp/ch/jmp/jmpguide.htm> を参照の事)。

以上の様に、メタデータは作成されたデータにおける重要な情報を包括したものと考えられ、検索を行う際のキーとして利用される場合が多い。また、独自にデータを作成する場合においても、メタデータを作成しておくことで検索を行う際に非常に有効である。

メタデータ等が作成されていないような場合は、データそのものや、属性データ全てを確認しながら検索する方法がある。この方法では、全てのデータを確認するために、確実に必要なデータは検索できるものの、データの中身そのものまでを全て見ていくために、時間を要する事になる。このため、「検索用のデータ」を作成して対応している場合もある。

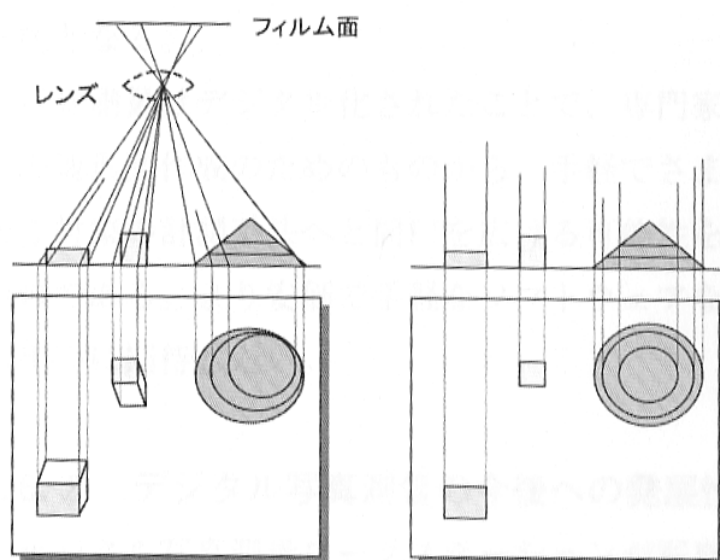
以上の様に、検索機能を利用する場合には、その検索目的等を明確にするとともに、検索対象データをどのようなものにするか等検討した上で利用すると良い。

7.2 解析機能

7.2.1 空中写真を利用した解析

GIS を利用した空中写真の利用方法として最も多いのは背景図として利用する方法である。レンズを通して得られる空中写真は中心投映像であり、レンズの歪みや土地の比高に伴う歪みが存在しているため、地形図と重ね合わせた場合に合致しない等の問題が生じる。

GIS に地形図や空中写真を取り込む場合は、画像の四隅又は対角の座標を与える事で取り込まれる。この時歪みのある画像は、擬似的ではあるが指定した点の座標から相対的な割り振りによってある程度の歪みは補正される。しかし、空中写真の場合は、地形の比高による歪みがあるため完全に合致することはできない。この問題を解決するためには、コンピュータにより画像処理を施し、正射投影像としたオルソフォトを利用するのがよい。



図－7.5 通常の中心投影(左)と正射投影(右)の概念図



図－7.6 中心投影の空中写真(左)とオルソフォト(右)

オルソフォトは、地形図と重ね合わせた場合も合致するため、地形図と空中写真とを別々に利用する場合と比較し、容易に現地状況等の判断が可能となる。また、地形図上に反映されていないような事象も写真によって判断可能になる（その逆もありうる）等、作業の効率化・品質の向上等がはかれるものと考えられる。また、写真判読など既手法では、技術者が地形図に移写するなどの作業が作業上・精度上問題となっていたが、判読結果を写真に写す事でこれら問題なども解決されることが考えられる。



図－7.7 オルソフォトと地形図の重ね合わせ表示例

（地形図では判断不可能な植生や表層崩壊等が容易に判断でき、そのまま移写が可能）

空中写真を利用した解析では、データのもつ色情報(R, G, B データや R, G, B を HSI※に変換したデータなど)を解析する手法や色情報に加え、画像そのものの変化(複数時期の写真変化)を捉える方法などがある。

色情報を利用した解析では、植生分布の把握や樹種分布の把握などの他、崩壊地や流出した土砂分布の把握などが行われている。

色情報に加え、画像そのものの変化を捉える解析では、地物の変化(人工改変や伐採の把握)を始め、崩壊地などの拡大把握、災害前後の比較・被災範囲解析等の解析が行われている。

何れの解析方法も研究等で行われているのが大半であり、誰もが容易に利用できる技術ではない。

その他、DEM(Digital Elevation Model)などの 3 次元標高データと組み合わせた解析方法については、7.2.3 章で詳述する。

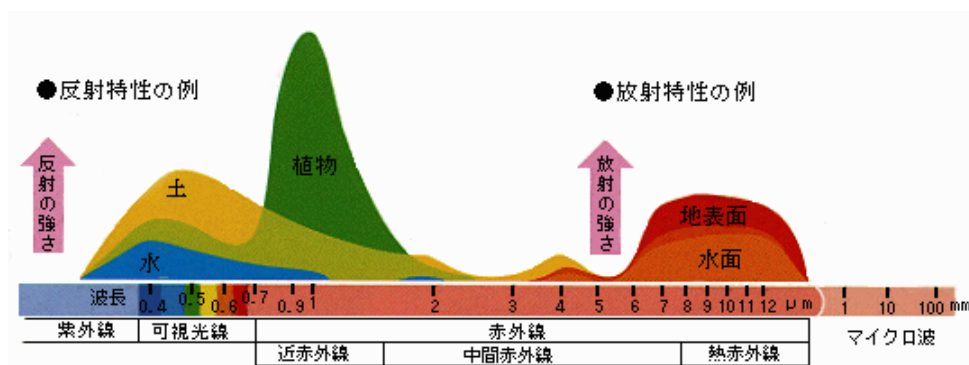
□ HIS H: hue: 色相, S: saturation: 彩度, I: intensity: 明度

7.2.2 衛星データを利用した解析

人工衛星のデータを利用した解析などは一般にリモートセンシング(Remote Sensing)と呼ばれている。リモートセンシングとは、対象となる物体やその状態に関して離れたところから物体に直接触れることなしに情報を収集し、性質を分析する遠隔探査技術で、一般には航空機や人工衛星に搭載した各種センサで対象物の観測データを取得し、それをコンピュータ処理によって解析する技術をいう。リモートセンシングでは、電磁波の反射・放射の情報を、人工衛星等に搭載された各種センサが取得し、その情報を解析することで土地の被覆状況など様々な情報を把握する事ができる。

リモートセンシングのセンサは、光学センサとマイクロ波センサに大別することができ、光学センサでは、可視光線($0.4\sim0.7\mu\text{m}$: $1\mu\text{m}$ は 100 万分の 1m)から熱赤外線($8\sim14\mu\text{m}$)までの波長帯を観測対象とし、マイクロ波センサではマイクロ波($1\text{mm}\sim1\text{m}$)の領域を観測対象としている。マイクロ波の領域では、光学センサのような受動型センサの他に、センサ自身がマイクロ波を発射し、その反射を測定する能動型の合成開口レーダー(Synthetic Aperture Radar : SAR)センサも使用されている。光学センサは、太陽光が当たらない夜間の観測はもちろん、雲があると太陽光は地上まで届かずに雲で反射してしまうため、雲の下は観測することができないが(熱赤外センサは雲がなければ夜間でも観測可能)、マイクロ波センサは天候・昼夜に左右されず観測することが出来る。

物質は太陽光等の電磁波を反射・放射するとき、その種類や状態に応じた固有の特性を持っている。このような光(電磁波)の波長毎の反射・放射特性を表したものを分光反射率または反射スペクトルといい、物質の違いなどによりその反射特性も変化するため、その違いを解析することで土地被覆や植生などの判断が可能となる。このため、利用目的に適したデータを選択・利用する必要がある。



図ー7.8 各波長帯における電磁波の反射と放射の強さ
(宇宙開発事業団 地球観測センターHP より)

現在利用されている衛星のセンサは様々な種類が存在し、それぞれのセンサから得られる情報は固有の特徴を持っている。以下にそのセンサの種類・特徴を示す。

・パンクロマチックセンサ

$0.45\sim0.9\mu\text{m}$ 程度のいわゆる可視域～近赤外域のモノクロ画像で、現在商用で利

用できる画像では Quick Bird 衛星で得られる約 0.6m 分解能の画像が最も高解像度である。

- ・ マルチスペクトルセンサ

10.40~12.60 μm 程度のいわゆる可視～赤外域の波長帯の電磁波を一度に複数(数～十数個)のバンドで観測することができるセンサである。最近の高分解能衛星のマルチスペクトルセンサは R, G, B, IR(近赤外)の計 4 バンド(一部 SWIR(短波長赤外)含む)で、人間の見た目に近いカラー画像を作成できる。近赤外は一般に植物の活性度と強い関係があることが知られており、植物情報の取得に利用されている。短波長赤外は主に鉱物資源探査の分野で有効性が確認されている。

- ・ 熱赤外センサ

地上からの熱赤外波長の電磁波の放射を捉えるセンサで、温度測定が可能である。一般に火山の監視、海面温度測定などに利用されている。

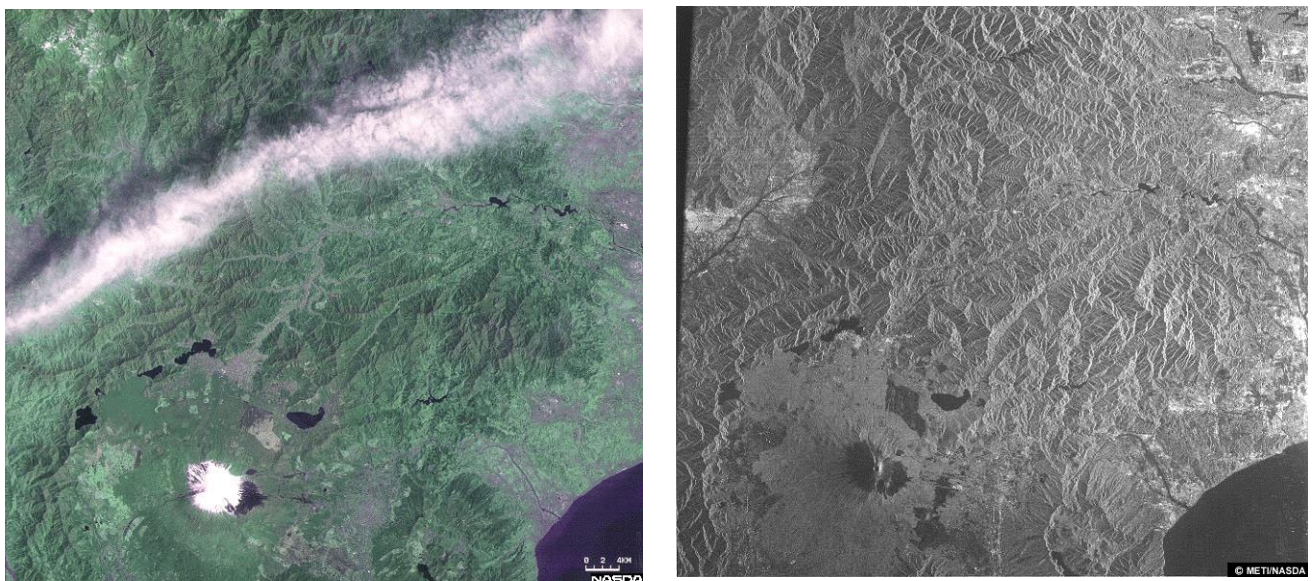
- ・ ハイパースペクトルセンサ

可視～赤外域の電磁波を数百のバンドで捉えるもので、非常に多くのスペクトルデータを観測できるため、観測対象の分光スペクトルを解析することができ、対象物の質的な性質の把握が可能である。

- ・ 合成開口レーダー (SAR)

合成開口レーダーはセンサから照射したマイクロ波の反射波の強さや位相を観測するものである。マイクロ波を利用することで、植生透過により地形状況の把握や地表面状態、土壌水分の把握など様々な利用が期待されている。

高分解能衛星等では、ポインティング機能(撮影したい場所にセンサを向けることができる機能)があり、衛星の回帰(数日～十数日)で同一地点の継続的な撮影が可能である。



図ー7.9 光学センサ(左)と合成開口レーダー(右)とのデータ比較
(左 : LANDSAT-5/TM, 右 : JERS-1/SAR 宇宙開発事業団 HP より)

衛星データを利用する解析では、土地被覆（植生、崩壊地など）の把握や断層・リニアメントの把握、地形区分や火山噴出物分布など広域情報の解析に利用される場合が多いが、解析には高度な技術を要する。

松山市周辺の土地利用変化

－人工衛星データ解析による

分類前元画像
(Band1,2,3)

1984年 5月 8日 (LANDSAT/TM)



1994年 5月 20日 (LANDSAT/TM)

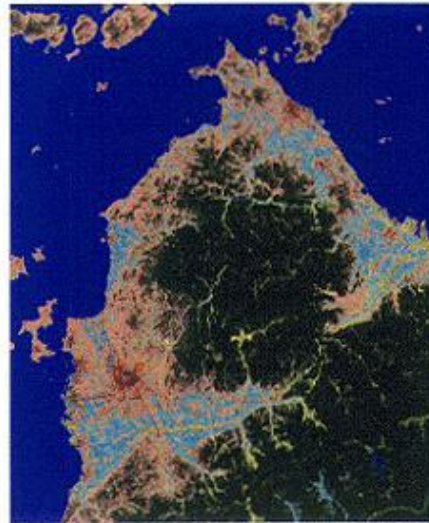


最尤法による教師付き分類画像
(Band1,2,3,4,5,7を使用)

1984年 5月 8日 (LANDSAT/TM)



1994年 5月 20日 (LANDSAT/TM)



■ 密集市街地	■ 住宅地	■ 水域	■ 水田、畑
■ 森林	■ 緑地	■ 裸地	■ 果樹園



分類画像からは、山裾に広がる果樹園や多数点状にしている池がこの地域を特徴づけている様子がわかります。また松山市周辺（画像左下）、今治市（画像右上）、東予市（画像右中央）の市街地、住宅地の拡大に伴う農耕地の減少や埋立てなどによる海岸線の変化など、10年間の変遷を窺い知ることができます。

図－7.10 土地利用経年変化解析の例

(LANDSAT-5/TM 1984年, 1994年 宇宙開発事業団 地球観測センターHP より)

7.2.3 数値標高モデル(DEM)を利用した解析

(1)数値標高モデルの種類

地形を 3 次元座標でデジタル表現するモデルを Digital Elevation Model (DEM), あるいは Digital Terrain Model (DTM) と呼び、等間隔格子点ごとに標高値を与えてそれによる補間で地形を表現することが基礎となっている。このほかにも、標高のサンプリング点を等間隔格子点でなくランダムに、あるいは地形の特徴をよく反映するように選定する場合があります、補間にはサンプル点を頂点とする三角形網を用いることが多い。このような形で表現されるモデルを TIN (Triangulated Irregular Network) モデルと呼んでいる。

地形解析等を行う場合は、より現実の地形形状を反映した TIN モデルを用いるのが最良の方法であるが、TIN モデルは独自に作成する必要があるなどの問題があり、一般的ではない。また、解析機能を有する GIS の中には、DEM 等から TIN を生成する機能を有するものも見受けられるが、このような機能を利用して生成した TIN モデルは、現実としての地形を反映させたモデルではない事(等間隔格子点を単純に利用しているもの、等間隔格子点より独自のアルゴリズムにより生成しているものなどがある)に注意が必要である。

数値地形モデルの中でも、最も一般的なものは国土地理院より刊行されている数値地図(メッシュデータ)である。数値地図は、メッシュの大きさやデータ精度等により 4 種類のデータがある。各種類の特徴等について以下に示す。

①数値地図 10m メッシュ(火山標高)

数値地図 10m メッシュ(火山標高)は、国土地理院が刊行している 1/5,000 及び 1/10,000 火山基本図に描かれている等高線をベクトル化したデータから計算によって求めた数値標高モデルデータで、基本図を南北(Y)及び東西(X)方向に、それぞれ 10m 間隔で分割して得られる各方眼の中心の標高が記録されている。データは CD-ROM1 枚に 13 の火山(雌阿寒岳、岩木山、岩手山、秋田駒ヶ岳、鳥海山、蔵王山、安達太良山、那須岳、草津白根山、鶴見岳(鶴見岳・由布岳)、くじゅう連山、阿蘇山(中岳)、霧島山)のデータが収録されている。

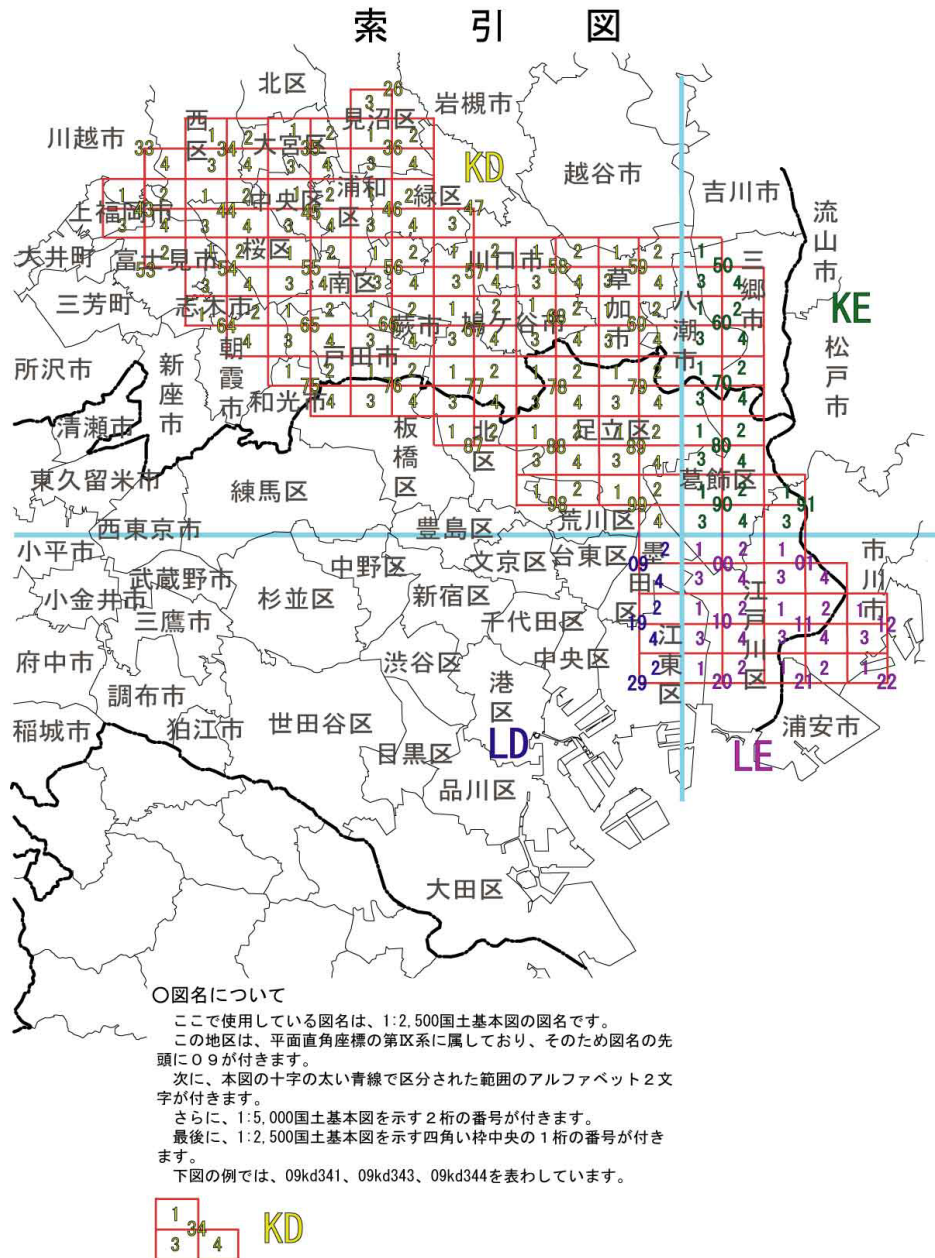
②地図 5m メッシュ(標高)

数値地図 5m メッシュ(標高)は、航空レーザスキャナ測量※による精密地盤高計測によって取得した標高データから計算によって求めた数値標高モデルデータで、計測した標高データから、地表面を遮蔽する家屋、道路・鉄道の高架部及び橋梁等の人工構造物や樹木等の植生をフィルタリング処理等により除去したデータを基に、5m 間隔に内挿補間計算をして得られたものである。

このデータは、1/2,500 国土基本図単位に、南北(y)及び東西(x)方向に、それぞれ 5m 間隔で分割して得られる方眼の中心の標高が記録されている。なお、河川(調査時点で川幅約 10m 以上)、池(調査時点で水部の大きさ約 10m×10m 以上)等の陸水部及び海部については、標高数値を「-9999」に置き換えている。なお、現在の刊行範囲は埼玉県南東部などごく一部の地域に限られている(図-7.11 参照)。

※航空レーザスキャナ測量

航空レーザスキャナ測量とは、航空機(固定翼機、回転翼機)に搭載したレーザスキャナから地上にレーザパルスを照射し、地上から反射するレーザとの時間差より得られる地上までの距離と、GPS 測量機、IMU(Inertial Measurement Unit:慣性計測装置)から得られる航空機の位置を合成した三次元計測により、精密な標高データや地形、地物の形状を求める新しい測量方法である。



図ー7.11 数値地図 5m メッシュ (標高) 刊行範囲 (国土地理院 HP より)

③数値地図 50m メッシュ (標高)

国土地理院が刊行している 1/25,000 地形図に描かれている等高線を計測してベクトルデータを作成し、それから計算によって求めた数値標高モデルデータで、

1/25,000 地形図(2 次メッシュ)を経度方向及び緯度方向に、それぞれ 200 等分して得られる各方眼(1/20 細分メッシュ, 1/25,000 地形図上約 2mm×約 2mm)の中心の標高が記録されており、標高の間隔は実距離で約 50m×約 50m となる。この数値標高モデルは CD-ROM3 枚で全国を網羅している(表-7.5 参照)。

表-7.5 デジタル地質図一覧

区分(CD-ROM 名称)	収録地域
日本Ⅰ	北海道(北方四島は除く), 東北(一部)
日本Ⅱ	東北, 関東, 北陸, 中部, 近畿(一部)
日本Ⅲ	北陸(一部), 中部(一部), 近畿, 中国, 四国, 九州, 沖縄

④値地図 250m メッシュ(標高)

国土地理院が刊行している 1/25,000 地形図に描かれている等高線から求めた数値標高モデルデータで(北方領土については衛星データより等高線(50m 間隔)を発生させて作成), 2 次メッシュを経度方向及び緯度方向に 40 等分して得られる各区画(1/4 細分メッシュ, 1/25,000 地形図上で約 1cm)の中心点の標高値が記録されている。標高点間隔は、緯度(南北)方向で 7.5 秒, 経度(東西)方向で 11.25 秒となり、実距離では約 250m となる。

本データは、全国のデータを 1 枚の CD-ROM に収録しており、これには 1km メッシュ(標高・平均標高)も加えられている。

なお、このデータの利用は 50m 標高とほぼ同じであるが、データ量が少ないだけ地形解析等の場合は精度が粗くなる。

以上の通り、現在入手可能な数値標高モデルのうち、最も詳細な標高モデルは 5m メッシュのデータである。図-7.12 は、数値地図 50m メッシュ(標高)と数値地図 5m メッシュ(標高)のデータを比較したものである。

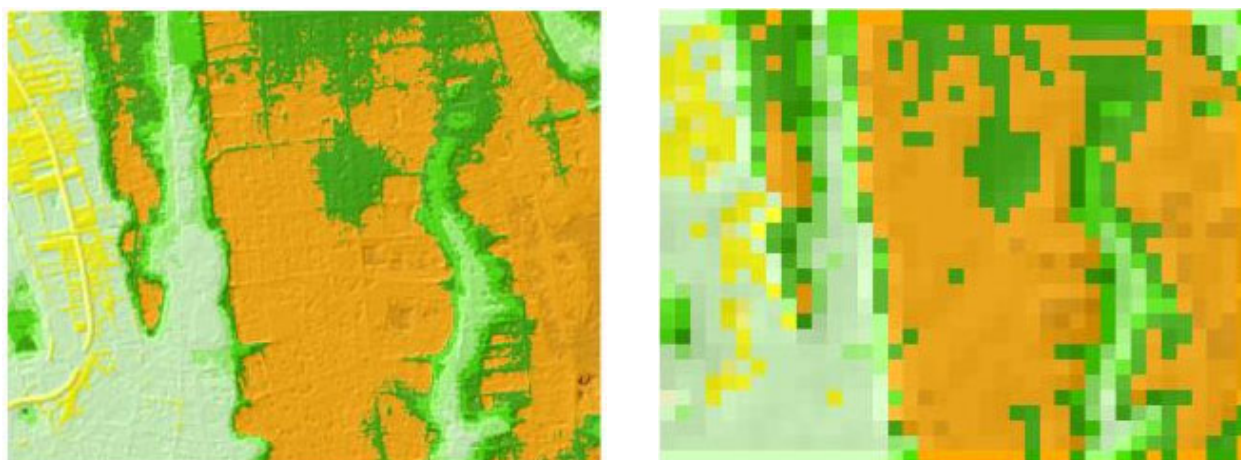


図-7.12 数値地図 5m メッシュ(標高)(左)と数値地図 50m メッシュ(標高)(右)の比較
(国土地理院 HP より)

図-7.12 示したとおり、5m メッシュのデータは 50m メッシュのデータと比較し、より詳細な地形表現が可能となり、高度な解析に利用することができるものと考えられる。

数値標高モデルの精度は、作成ベースとなる地形図などの縮尺精度を基本に考えられるが、数値標高モデル化にあたっての誤差を考える必要がある。例えば、数値地図 10m メッシュ(火山標高)のデータでは、標高値は 0.1m 単位となっている。これは 0.1m までの精度を保証しているわけではない。このデータは、前述の通り 1/5,000, 1/10,000 火山基本図に描かれている等高線を基に作成されている。これら火山基本図の等高線は 5m おきに描かれているが、この等高線自身が標準偏差で最大 2.5m の誤差を持ち、その他に、データ処理の過程で生じる誤差がある。従って、補間計算された標高値はこれらの誤差を含むことになる。数値標高モデルを利用するにあたっては、これら誤差を含んだデータであることを十分認識したうえで利用する必要がある。

(2) 数値標高モデルの利用

数値標高モデルは、入手の容易さや利用しやすさなどの理由により、以前から様々な利用・解析が行われてきた。また、利用する場合においても、データをそのまま利用した解析から、オルソフォトなどと組み合わせた利用など様々である。

データを利用した解析で基本となるのは地形解析である。地形解析では災害素因である斜面抽出などで勾配区分図(傾斜区分図)等の作成が行われている(図-7.13 参照)。GIS アプリケーションの中には、勾配区分(傾斜区分)の作成機能を有するものもあるので、容易に作成・利用する事が可能である。

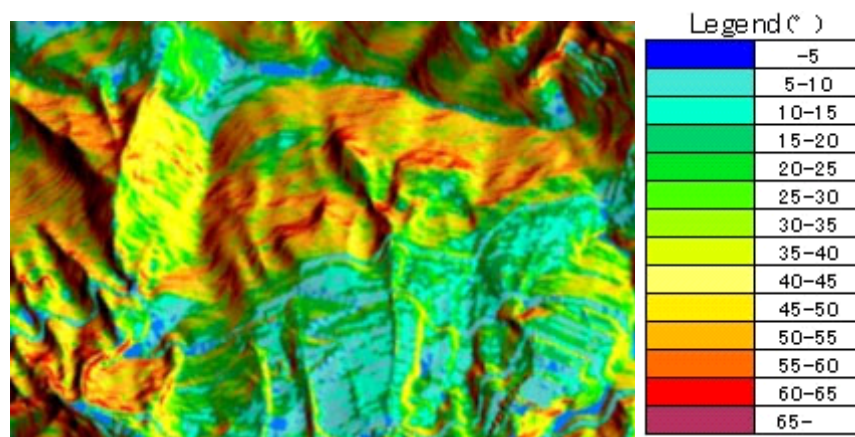


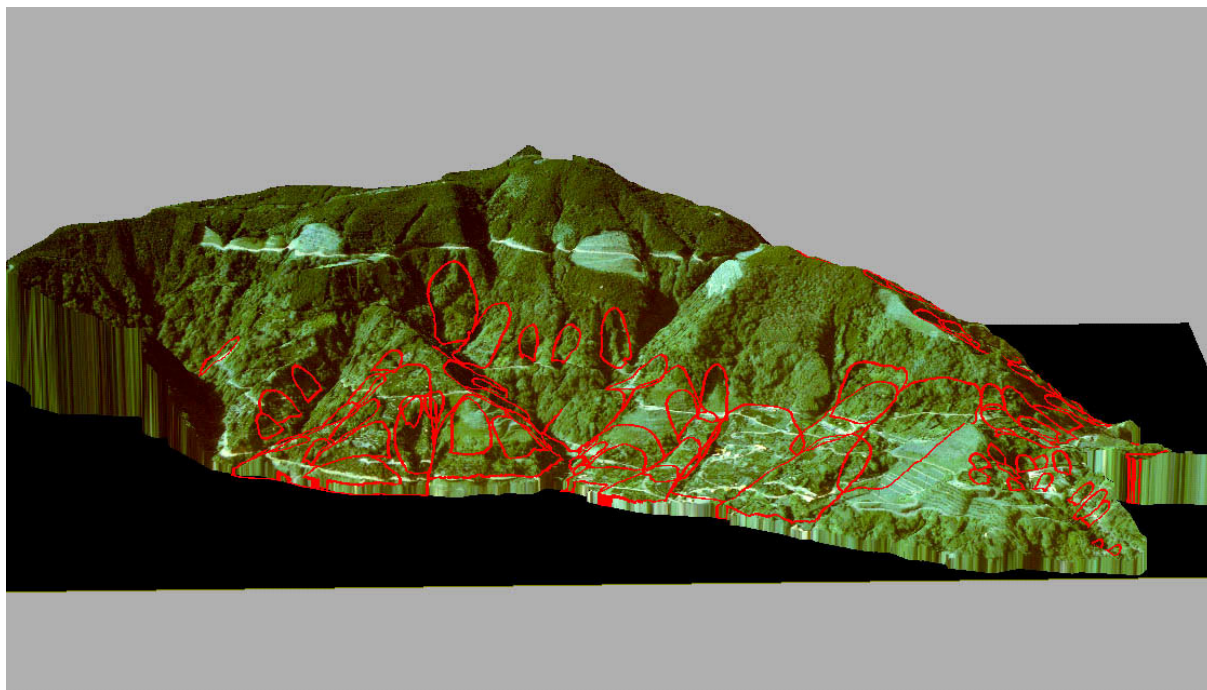
図-7.13 数値標高モデルデータを利用した斜面勾配区分図例

また、近年では勾配区分を基に自動的に地すべり地形の抽出や河川流域や流路の抽出、切峰面図の作成など様々な利用が成される様になってきているが、一般的な GIS アプリケーションの標準機能では、これら解析を行うのは難しく、解析プログラムの作成・組み込み等高度な技術が必要となる。

GIS アプリケーションの基本機能を利用し容易に解析できるものとして、3次元表示に

よる解析がある※。数値標高モデルを 3 次元で表示することで、2 次元の地形図では容易に判断できなかったリニアメント、断層などの断裂系把握・解析や地形分類などの地形解析、また、オルソフォトと組み合わせ、地すべり地形抽出などの写真判読が容易に行えるようになる。

※3 次元に対応した GIS アプリケーションが必要



図ー7.14 数値標高モデルデータとオルソフォトを組み合わせた地すべりブロック判読例

近年では、より詳細な数値標高モデルを利用した解析を行うために、空中写真や高分解能衛星のデータを利用して数値標高モデルそのものを作成する事も行われるようになってきている。また、高分解能衛星による数値標高モデルデータの配信なども行われる予定となっている。さらに、民間企業によって作成・販売されている数値標高モデルもあるため、目的に見合った精度のデータを選定し解析を行うようにするとよい。

7.3 2次元土木地質GISの作成・利用法

7.3.1 土木地質図のGIS利用・活用方法検討

土木地質図の作成は、CADを利用して作成するのが一般的であり、国土交通省においては「地質調査資料整理要領(案)」に則ったCADデータ(SXF P21)での納品が求められている。CADを利用した地質図作成は、今まで手作業で作成していた地質図をCADというツールを利用して作成し、加えて電子化することでデータ利用等を容易に行える様にしたというレベルである。実際に土木地質図の作成・流通・相互利用等を考えた場合、作成された地質図データそのものの利用しやすさも求められるが、作成根拠となる現地調査等のデータやどのような考えで作成されたか等の作成根拠そのもののといったデータが非常に重要となる。また、地質図だけでは表現できない地層の状態などといったデータも重要なデータとなろう。このような地質図上だけでは表現・管理できない情報も、GISを利用することで可能となる。

GISを利用して土木地質図を作成する場合、まず初めにどのような目的で、どのような精度・品質のデータを整備し、どのような地質図として仕上げていくかを整理する必要がある。これは、CADで作成した図面のようにいわゆる「画像」として利用するのではなく、作成されたデータそのものが成果として利用されるため、利用目的に応じた座標としての精度や品質、重要となるデータ属性・メタデータの作成、作成根拠のデータ等を管理する必要があるからである。このように、作成する地質図そのものが見た目ではなく座標としての精度・品質が求められる事、また、様々な情報を取得・管理する必要があることから、当初より詳細な内容を決定しなければ、データ作成そのものができなくなってしまうからである。

データ作成にあたっては、GISの機能を十分に生かした作成が望まれる。土木地質図の場合、広域の地質図から対象地域周辺の詳細な地質図までを作成するケースが多い。GISの場合もCADと同様レイヤーでの情報管理が可能である。また、それぞれのレイヤーで管理するデータの表示縮尺範囲指定等が可能なものもある。このような機能を利用することで、複数種の地質図を画面の拡大・縮小を行う事で自動的に切り替えて利用する事も可能であり、データ作成精度を逸脱しない範囲での利用が容易に行えるようになる。また、作成の各段階におけるデータや複数種のデータを同時に管理することで、事業全体でのデータ管理等が一括して行えるようになる。

この様に、GISを利用して土木地質図を作成する場合は、単にCADの代わりに利用するのではなく、事業そのもののデータ一括管理や会社全体での事業データ管理などGISの機能を十分発揮できる付加価値部分での利用を十分検討し利用すると良いであろう。また、後述するが、作成するデータの利活用を考慮し、今後は標準化データとして作成することも必須となろう。

7.3.2 入力情報の整理・品質管理・検討

GIS を利用した土地地質図の作成では、その利用目的に見合った精度・品質のデータ整備が必要となる。データ整備を実施する場合、想定される利用目的に対し、どのようなデータが、どのような形で利用できるようになっていれば良いか等、利用ニーズを十分検討し整備すべきデータ及び形態等を決定する必要がある。GIS では、データの属性としてのデータを付加・管理する機能を有している。単にこれら機能を利用したデータ管理の他、専用のデータベース機能を有しているものや、Microsoft Access などの外部データベースとのリンクを容易に行えるものもあり、利用目的に応じたデータ管理方法を検討する必要がある。

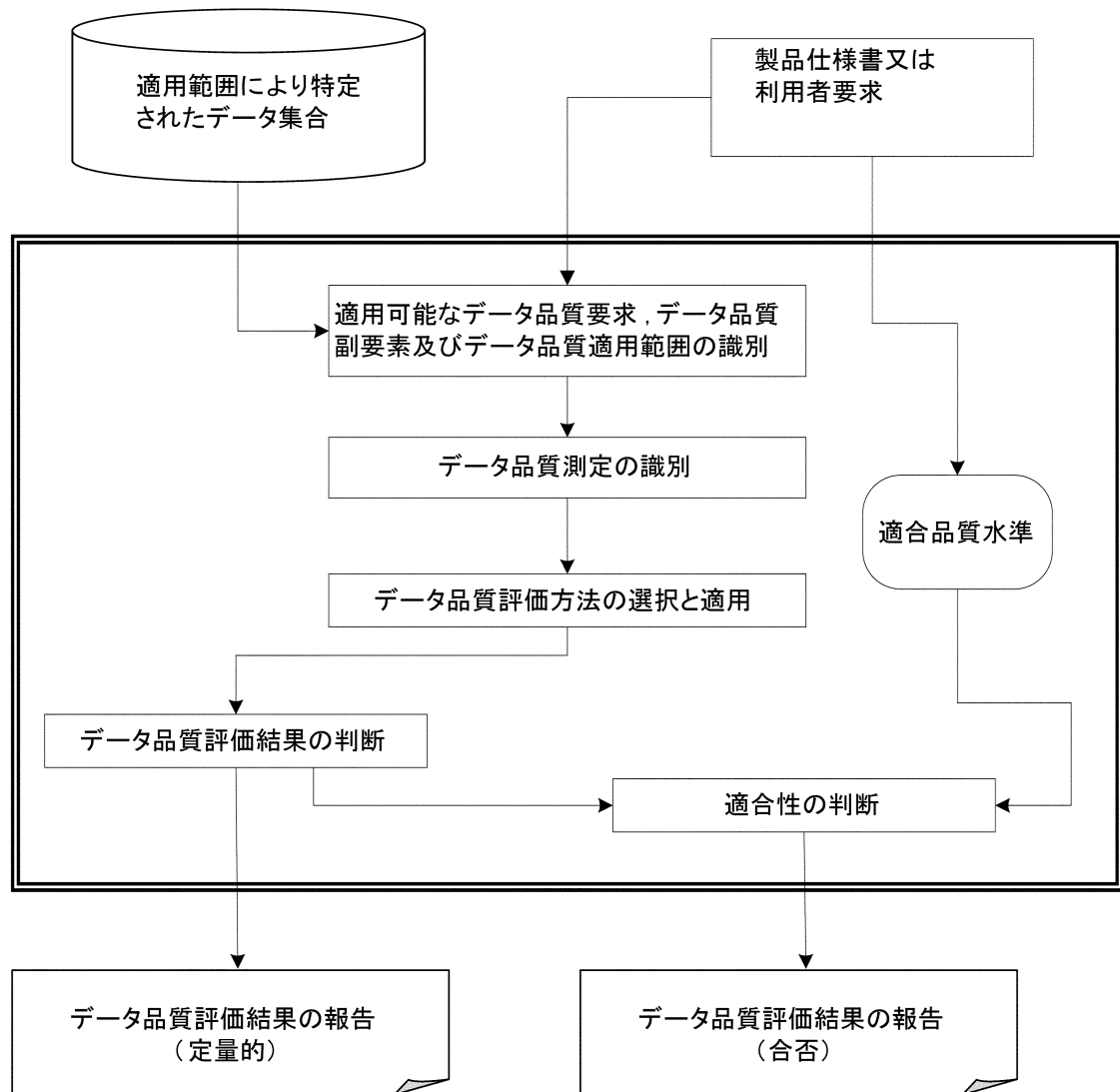
GIS を利用して地質図等のデータを作成する場合、データそのものの精度である品質を管理する必要がある。ISO/TC211 や地理情報標準第 2 版では、作成するデータの「品質原理」、「品質評価手順」について記述されている。地理情報標準第 2 版では、「空間データの品質とは、製品仕様書に従って作成された空間データのデータ集合が、その製品仕様書にどれだけ適合しているかを定義するものである。空間データの作成者が空間データの品質を説明することにより、空間データ利用者は空間データの品質を知ることができ、各々の空間データが利用者の要求にどれだけ適合しているかを評価できる。このため、空間データの作成者及び利用者が共通に扱える空間データの品質を定義するものである。」と記述されている。

品質原理では、地理情報の品質を記述するための原理を定め、品質情報の報告内容を規定している。品質は、製品仕様書に従って作成されたデータが、その製品仕様書にどれだけ適合しているかを定義するものである。品質評価手順では、地理情報に適用可能な品質評価手順の枠組みを提供し、データ品質結果の評価と報告の枠組みを規定している。このことにより、製品仕様書に記載された要件や、利用者の要件にどれだけ適合しているかを評価することができるようになる。

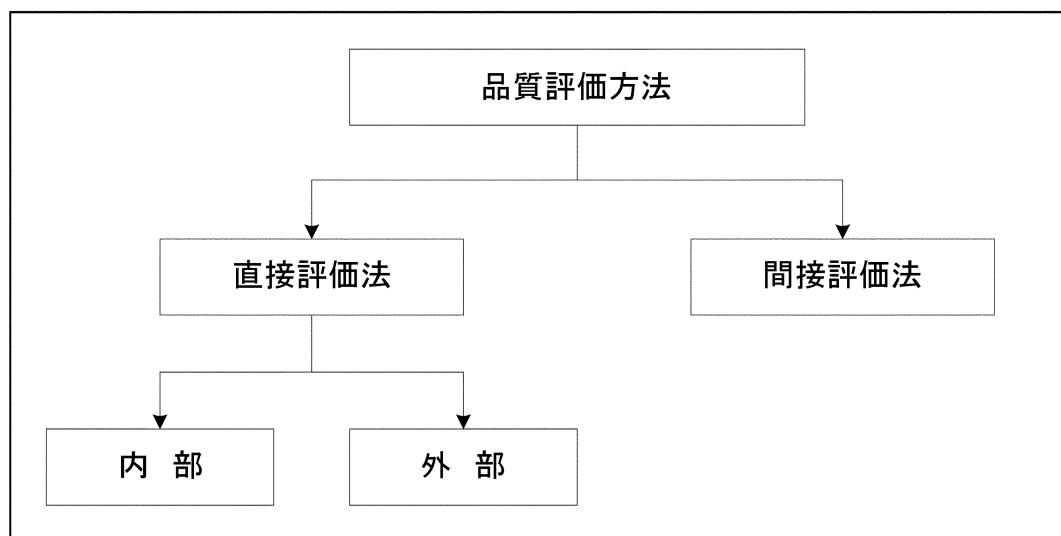
GIS を利用して土地地質図を作成する場合においても、作成する地質図がどの程度の品質を要求されているかを十分考慮し、その品質を確保しつつ作成する必要がある。特に地質図を作成するにあたっては、座標情報等の精度・品質に留意する必要がある。文献地質図や広域地質平面図などの 1/1 万～1/20 万程度の縮尺の地質図を作成する場合は、その利用目的と同様、精度はさほど求められている訳ではない。このため、既存刊行物のラスタ地質図等を利用して作成する場合においては、厳密な座標取得（トレース）を行う必要はなく、ラスタ・ベクタ自動変換などによるデータ取得でもその精度・品質は確保されていると言って良い。しかし、詳細地質平面図など 1/2.5 千等大きい縮尺の地形図を利用する場合は精度・品質が非常に高いデータが要求される。基本的には背景図として利用している地形図データと同等の精度・品質を定量的に確保する必要がある。しかし、地質図等のデータ全てにおいて地形図精度までの品質を確保するのは非常に困難である。このため、メタデータ等にどの程度の品質により作成されたデータであるか等を記述しておく必

要がある。

品質の評価については、仕様書等により定められた品質(精度)がどの程度確保できているかを定量的に確認する作業と、地質分布等のデータ(ポリゴンデータ等)がきちんと作成されているか等を確認する作業がある。この作業を行うためには、予め品質そのものをはじめ、品質評価(チェック)する方法等を検討し、チェックシート等を作成しておく必要がある。このような品質評価を行う場合は、独自の品質評価手法を用いるのではなく、地理情報標準第2版等、標準化された手法に準拠して実施することが望ましい。



図－7.15 地理情報標準第2版 データ品質評価結果の評価及び報告工程フロー



図－7.16 地理情報標準第2版 品質評価方法の分類(参考)

7.3.3 表示(オーバーレイ)情報の整理・品質管理・検討

GIS では、CAD 同様に異なるレイヤーで管理するデータをオーバーレイ(重ね合わせ)表示する事が可能である。ただし、CAD と大きく異なるのは、データを縮尺ではなく「座標」で管理している事である。様々なデータをオーバーレイ表示することで、効率的に目的に見合った図面を作成する事が可能となるが、全てのデータは座標で管理されている事を念頭において利用する必要がある。

データ作成にあたっては、使用する地形図や作成するデータ入力項目毎にレイヤーを分けて作成するのが望ましい。また、地質などは同一データであっても地層毎に個別レイヤーで作成するなど、利用目的に見合ったレイヤー構造とする必要がある。

作成したデータをオーバーレイ表示して利用する場合、背景図として利用する地形図と作成されたデータの精度・品質が同等のものを組み合わせる事が基本である。1/2.5 千地形図を 1/1 万等の図面背景図に利用する場合等は問題ないが(表示させる情報を減らす等の工夫は必要)、1/1 千等に利用する事は避けなければならない。もしこの様な利用が避けられない場合は、成果品としての地質図には、その旨を記述しておくとともに、メタデータ等に明記しておく必要がある。

作成されたデータの利用を考えた場合、レイヤー毎の情報をメタデータ等に記述しておく必要がある。これは、成果品としての精度・品質を保持し、精度・品質の異なるデータをオーバーレイ表示させて利用する等誤った利用を未然に防ぐためである。デジタルデータでは 1/2.5 万精度で作成されたデータを 1/2.5 千地形図にオーバーレイ表示しても見かけ上何ら違和感がない。このため、精度・品質が判らないとそのまま利用されてしまう可能性があり、成果品としての品質が保持されなくなってしまう。

以上のとおり、GIS においても CAD 同様オーバーレイ表示を利用することで、効率的な作業が行えるが、オーバーレイさせる地形図・データの精度・品質を常に意識しながら利用するとともに、レイヤー情報をメタデータ等に記述し、誰にでも利用できるよう準備しておく必要がある。

7.3.4 他の GIS との連携及びデータ交換についての課題

4 章でも述べた通り、現在利用可能な GIS アプリケーションソフトは膨大な種類があり、無償配布されているものから、数百万円クラスのものまで様々である。基本データとなる数値地図などの地形図データについては、対応している GIS も増えてきているので利用面での問題は少ない。しかし、GIS の機能を利用して作成したデータ等については、それぞれ独自のフォーマットである場合が大半である。このため、A 社の GIS で作成したデータを他社の GIS で利用しようとしても、データそのものを読み込む事ができない等利用できない場合がある。この様な状況では、データそのものが GIS アプリケーションソフトに依存してしまい、利用面等において非効率であることから、GIS アプリケーションソフト側で様々なフォーマットに対応できるようになってきている。ただし、このようなア

アプリケーションでは、機能が向上されている分高価になる傾向にある。

GIS 間の互換データ形式としては、米国 ESRI (エスリ) 社の Arc Info や Arc View などのフォーマットである「shape file」形式や、米国 Autodesk 社の「DXF」形式などがある。このうち、DXF ファイルは、CAD データの互換用として開発されたものであり、データ属性等を含めたデータそのものの互換には不向きである。また、shape file についてはデータ属性等を含んだ GIS のデータではあるものの、Arc Info 等以外のアプリケーションソフトで完全互換の保証はなく、実際に利用できない部分が発生する可能性がある。

以上の様に、データの互換については GIS アプリケーションソフト側の機能に依存するところが大きく、データの流通や相互利用といった面ではネックとなっていた。これら問題点を解決するために、近年では地理情報標準や G-XML 等が開発・公開されている。

地理情報標準は、具体的なフォーマットをひとつに統一するのではなく、地理情報を異種システム間で相互利用する際に必要な情報を伝達するため、データの構造、記録方法、表現方法、品質、所在、製品仕様書等についての仕組み等を定めたものである。データの相互利用を目的とした標準化への取り組みは国際的にも行われており、国際標準化機構 (ISO) においては、地理情報の標準化に関する専門委員会 (TC211) が 1994 年に設置され、標準化の検討が進められている。その国際標準案に準拠しつつ実運用における検討を行って日本の国情へ適合したものが地理情報標準 (JSGI2.0) である。

JSGI2.0 は、合計 12 の項目で構成され、各々の項目において国際標準案である ISO/TC211 を引用・参照している。JSGI2.0 と ISO/TC211 の対比及びその作業段階は表 7.5 に示す通りとなっている。なお、項目によっては、ISO/TC211 の国際標準案に対して日本よりコメントを提出しており、JSGI2.0 は、そのコメントが採用されるという前提で作成されている。

表 7.6 地理情報標準第 2 版 (JSGI2.0) 構成表

地理情報標準第 2.0 版		ISO/TC211		
No.	項目名	No.	項目名 (英文)	段階
I	空間スキーマ	19107	Spatial schema	DIS
II	時間スキーマ	19108	Temporal schema	DIS
III	応用スキーマのための規則	19109	Rules for applicationschema	DIS
IV	地物カタログ化法	19110	Methodology for feature cataloguing	DIS
V	座標による空間参照	19111	Spatial referencing by coordinates	DIS
VI	地理識別子による空間参照	19112	Spatial referencing by geographic identifiers	DIS
VII	品質原理	19113	Quality principles	DIS
VIII	品質評価手順	19114	Quality evaluation procedures	DIS
IX	メタデータ	19115	Metadata	DIS
X	描画法	19117	Portrayal	FCD
XI	符号化	19118	Encoding	FCD
XII	製品仕様書	—	—	—

DIS : 国際規格案 (Draft International Standard)

FCD：最終委員会原案(Final text of Committee Draft)

※ ISO/TC211において、製品仕様書に該当すると考えられる ISO 19131 Geographic information — Data product specifications が存在しますが、ドラフトが作成されていないため、現段階では引用・参照していない

G-XML は、GIS データがデータフォーマットや GIS アプリケーションソフト等に左右されず自由にインターネット上を流通し、さらにデータの検索や加工等も容易に行えるようにすることを目的としたデータ流通フォーマットで、もともと拡張性と汎用性に富むマークアップ・ランゲージ(マーク付け言語)である XML(eXtensible Markup Language)を GIS 向けに特化し、GIS データの相互流通性を図るために我が国の産学官協同プロジェクトで開発されたのである。

G-XML は、①インターネット上で、空間データを容易に流通させることができる、② GIS エンジンに依存しない、③空間データの分散配置、管理が容易になる、④柔軟なデータ構成、用途に応じたフォーマット変換が容易、⑤汎用の XML ツールを利用できる 等の特徴があり、特に GIS エンジンに依存しない事が利用面において非常に優位であると言え、行政における「統合型 GIS」では注目されているものである。

G-XML は既に JIS 規格化されており(JIS X 7199)、基本的な空間データには対応している。また、国の施策としての「知的基盤創成・利用技術研究開発」として地質図及びボーリングデータの G-XML 化が進められているところである。地質図の G-XML 化については、(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター(旧 地質調査所の刊行分含む)の刊行する地質図幅の G-XML 化を前提に開発が進められているため、土木地質図として利用するためには取り扱う情報の種類等が少ない可能性はある。しかし、前述の通り G-XML は用途に応じたフォーマット変換が容易に行えるため、土木地質図に対応させる事も可能であろう。また、今後の要望によっては、土木地質図向けの G-XML の開発がなされる可能性もある。

7.3.5 2次元土木地質図の課題

GIS を利用して土木地質図を作成するには、様々な課題が残されている。

(1) データの標準化について

作成した地質図の有効利用や流通等を考えた場合、GIS エンジンに依存しないデータや仕組みが必要となる。現在整備されている地理情報標準第 2 版は、空間データのための標準ではあるが、あくまでも地形図をベースに考えられたものであるため、土木地質図に適用できるかどうか問題となる。

土木地質図に最も近い国内における標準化データは、地質図用の G-XML である。この G-XML は、既存の G-XML プロトコルでは定義できない内容を地質図用に拡張して作成されたものである。しかし、この G-XML は、(独)産業技術総合研究所 地質総合研究センターにおいて整備されている地質図幅の DLG フォーマットを前提として拡張されているた

め、より詳細な情報が付加される土木地質図に対応しているものではない。特に、現在の G-XML においては 2 次元での取り扱いとなってしまうため、3 次元情報を取り扱えないという問題点もある。また、G-XML プロトコルで記述された地質図データを描画し利用するためには、GIS アプリケーションソフト側での対応が必要となる。近年では、G-XML プロトコル対応の GIS エンジンが増えてきてはいるものの、まだまだ未対応のものも多い。

この様に、土木地質図のように目的により様々な主題図データを作成するものに対応した標準化はまだまだ成されていないのが現状である。地質図データの有効活用や流通には、データ標準化は急務である。

(2) 精度・品質評価について

地質図の場合、その性質上精度・品質を確保する事が難しい。特に、詳細地質平面図などにおいては、地層境界や断層位置など、地形図精度・品質に合わせたデータ作成は困難である。このため、地質図の精度・品質に関する規定等を整備する必要がある。

地層境界や断層などは、露頭以外での位置情報付加(座標付加)は困難であるため、露頭箇所及び露頭における位置精度や品質を確保する方法等により精度・品質といったものを規定する方法が考えられる。ただし、既存の方法による位置抽出ではなく、GPS を利用して位置情報を取得する等の新たな手法を導入する必要性はあろう。また、取得された位置情報は、どの様な精度で取得されたか等を記述する地質図作成用のメタデータ等の作成も必要である。さらに、地質図の場合は、どの様な根拠・考えで地層境界を引いたか等、その作成の流れ、根拠も重要な情報となる。このため、地質図作成の段階毎にどの様なデータをどの様な形で残していくか等の基準作りも必要であらう。

(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センターでは、地質図の電子情報化に向けた様々な取り組みを行っている。この中には、既に規格化された「地質図－記号、色、模様、用語及び凡例表示(JIS A 0204)」などがある。そして、現在では「地質図－ベクトル数値地質図の品質要求事項(TR A 0018)」が、日本工業標準調査会標準部会土木技術専門委員会の審議・承認を経て、公開されている(日本工業標準調査会 HP 参照)。この品質要求事項は、ベクトル数値地質図の誤用を避け、適正に利用できる範囲を判断するのに必要な基本的事項の記述と表示の方法について規定したものである(ただし、地質図は作成者の力量、作成目的などによって内容や精度が変わるため、数値化する基本となった地質図の品質表示を求めているものではない)。

この品質要求事項では、ベクトル数値地質図は数値データセット、品質報告書、メタデータで構成され、各々について記述すべき品質事項(又は内容)を規定したものとなっている。この中で数値データセットが、ベクトル数値地質図の本体である。品質報告書は、数値データセットの概要とその解説、数値データの品質及び品質確認方法・確認環境について記述したものである。メタデータについては地理情報メタデータに準拠して記述するようになる。

このように、徐々にではあるが、精度・品質等についても標準化されつつある。しか

し、土木地質図そのものに対応したものは無いのが現状であり、早急に整備していく必要がある。

7.3.6 2次元土木地質GISの活用事例

GISを活用した事例として最も一般的な活用は、地質図の作成やボーリング柱状図などの管理である。地質図の作成は、広域地質図として地質図幅などデータを利用したものや、調査結果をGISの機能を利用して作成したものまで様々である。また、ボーリングデータや作成した地質断面図のデータ、土質試験結果など調査に関連するデータを、GISのリンク機能やデータベースを利用して管理しているものも多い(図-7.17 参照)。

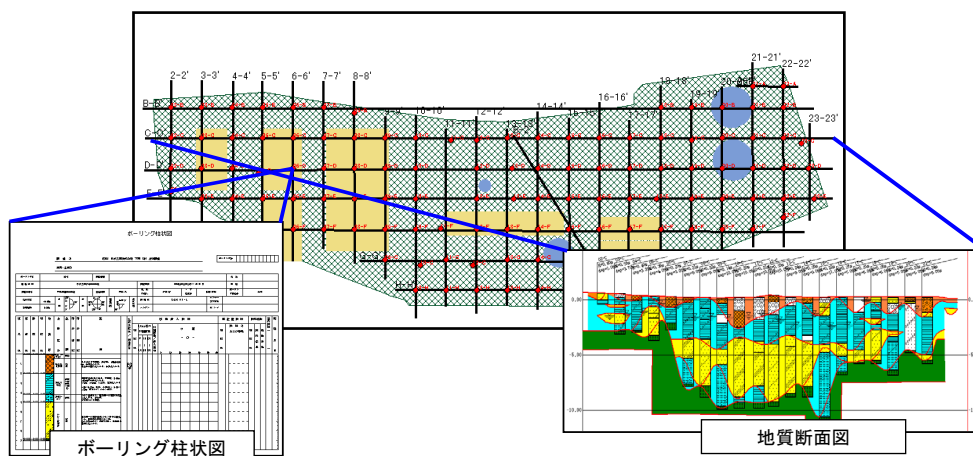


図-7.17 平面図とリンクして柱状図や断面図管理を実施している例

GISで管理しているボーリングデータや各種試験データを用いて、GISの解析機能等を利用した地層や地下水の等高線図作成、液状化などの被災予測・被災図作成など様々な利用が行われるようになってきている(図-7.18, 19 参照)。

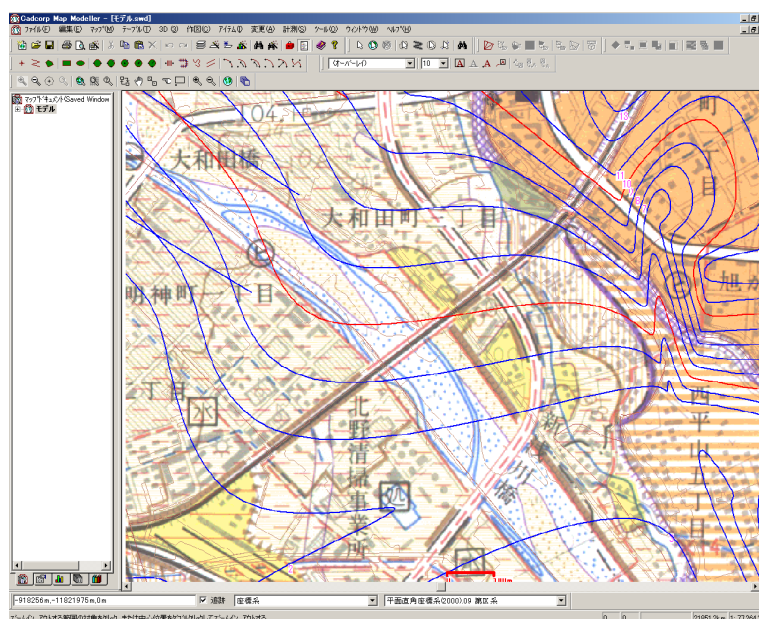
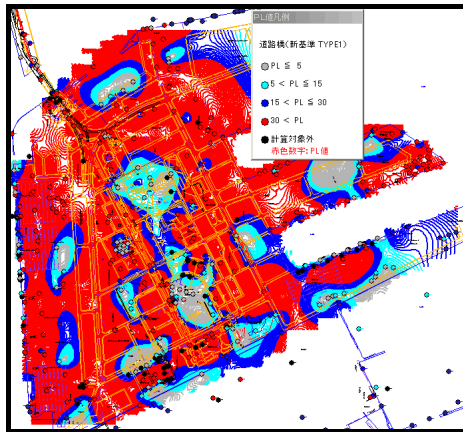
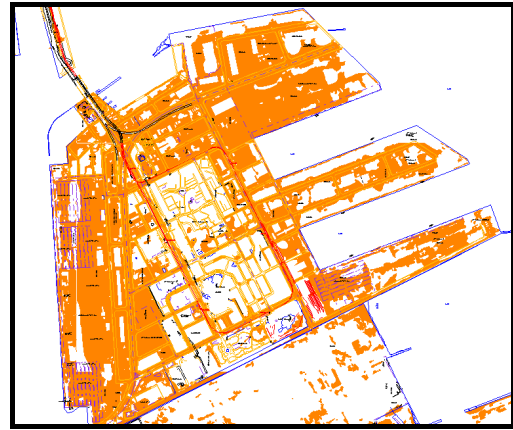


図-7.18 ボーリングデータより自動的に作成した基盤面等高線図の例



(a) 液状化計算結果



(b) 填砂マップ図(被害例)

図ー7.19 液状化危険エリアマップ作成例

参考文献

- 1) 地質調査資料整理要領(案) 国土交通省, 平成 14 年 7 月
- 2) 国土交通省 国土情報ウェブマッピングシステム HP : <http://w3land.mlit.go.jp/WebGIS/>
- 3) (独) 産業技術総合研究所 20 万分の 1 日本数値地質図データベース HP : <http://www.aist.go.jp/RIODB/db084/>
- 4) 国土交通省 国土数値情報ダウンロードサービス, 街区レベル位置参照情報ダウンロードサービス HP : <http://nlftp.mlit.go.jp/kj/>
- 5) 国土交通省 国土地理院 HP : <http://www.gsi.go.jp/>
- 6) 空間情報技術の実際 (社) 日本写真測量学会編 (社) 日本測量学会, 2002
- 7) 宇宙開発事業団 地球観測センターHP : <http://www.eoc.nasda.go.jp/>
- 8) 宇宙開発事業団 衛星総合システム本部 HP : <http://eos.nasda.go.jp/eathindex.htm>
- 9) 日本工業標準調査会 HP : <http://www.jisc.go.jp>
- 10) 中央開発(株)王寺秀介: 環境と防災への GIS の活用 GIS の現状と地盤工学への利用講習会 講演集, 2002