

1 万分 1 地形図のベクトル型データによる管理 Management for 1/10,000 Topographic Map Based on Vector Form Data

測図部 小須賀洋・古屋正樹・井坂 隆

Topographic Department Hiroshi KOSUGA, Masaki FURUYA, Takashi ISAKA

要 旨

2003年度、都市域を対象として整備している1万分1地形図の原データ管理をラスター型データからベクトル型データに転換し、ベクトル型データによる紙地図の刊行と数値地図10000(総合)をこれまでのFD版から収録項目を充実させてCD-ROM版に変更して刊行することとなった。本稿では、1万分1地形図及び数値地図10000(総合)について、これまでの歴史、整備状況、技術の変遷、データ転換に伴う関連技術開発等について報告する。

1. 1 万分 1 地形図の歴史

1. 1 旧 1 万分 1 地形図

1 万分 1 地形図は、明治19年に防予海峡地方において准正式(仮製地形図:正式測量に基づかない仮の地形図)により16方里を実施したことに始まる。明治25年には、地形図の図郭を緯度2分、経度3分とし、緯度36度付近において1面の面積が1方里(約4km×4km)と定めた。明治26年8月には、海防要塞地帯の軍事用地図の縮尺を1万分1と規定して、各地の要塞地帯の測量を始めた。明治の末期までにはほとんどの要塞地帯について実施した。大正時代は主として軍の演習場地域、昭和の初期においては大都市、昭和20年以降は地方の主要都市を対象として、昭和34年までに353面を整備した。しかしながら、昭和35年から大縮尺地形図の国土基本図整備計画が事業化されに伴い旧1万分1地形図の整備は休止した。

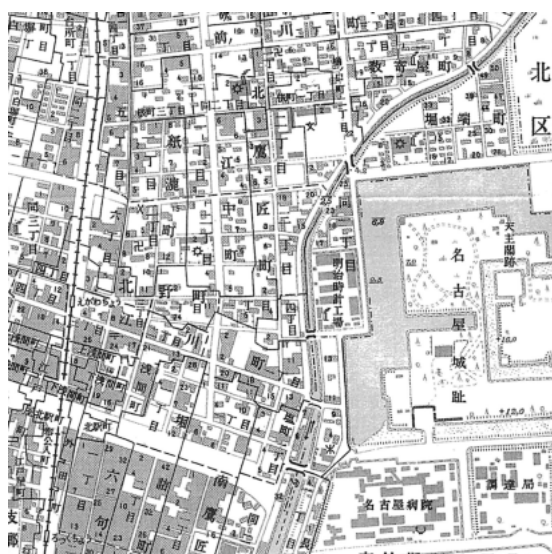


図-1 名古屋西北部(昭和12年測量、28年修正測量)

旧1万分1地形図の作製方法は、戦前は平板測量法、戦後は昭和26年より都市部を中心に写真測量法によって行われた。図式は、「仮製2万分1地形図記号」が始めに用いられた。その後、「明治24年所定2万分1地形図図式」(明治24年式)、「明治28年式地形図図式」(明治28年式)、「明治33年式地形図図式」(明治33年式)、「明治42年地形図図式」(明治42年式)、「大正6年制定地形図図式」(大正6年式)「昭和17年制定1万分1、2万5千分1及び5万分1(10万分1)地形図基本図式」(昭和17年式)が使用された(図-1参照)。

1. 2 新 1 万分 1 地形図

新1万分1地形図は、昭和50年代中盤に入ってから、都市域の土地の高度利用に伴って複雑化する都市の構造の実体を的確に表現した地形図が望まれて整備事業が始められた。図式設計の条件として以下の3点が挙げられる。

- 1) 2千5百分1都市計画図の縮小版的地形図とする。
- 2) 多色刷り地形図とするが、ラインイメージは残す。
- 3) 景観の構成要素を分類し、それぞれ別個の原図としてまとめる。

昭和51年度の横浜地区の試作を始めとして、7年間各種の作業方法を検討して昭和58年度から事業が開始された。編集作業は、地方公共団体が作成した2千5百分1都市計画図を基図とするスクライブ法による縮小編集法で実施した。1万分1地形図の修正は5年周期を原則とした。



国土地理院

和歌山 平成11年6月1日発行
1:10000地形図 和歌山/Wakayama 和歌山15-2-1・2・3・4

わかやま
和歌山

図-2 和歌山 平成11年測量

平成8年度よりラスター型デジタル修正システムによるワークステーションを用いた方法に変更された。この年からデジタル方式による作業となった。

整備状況は、事業初年度である昭和58年度は19面を作成し、昭和63年度までに首都圏、近畿圏及び中部圏について概ね整備が完了した。平成元年度から地方中核都市の整備に着手し、平成10年度の「高知」と「和歌山」図葉をもって終了した(図-2 和歌山)。

1. 3 ベクトル型データ方式作業

平成12年度、1万分1地形図原データの編集・管理を、その利便性からラスター型データからベクトル型データへ転換した。平成12年度は、これまでの原データを項目別にベクトル化する作業から始めた。「注記・記号」及び「道路・建物等」のベクトル化は、従来の、道路・鉄道版、建物版、注記・基準点版、副記号・小物体版、水部版、行政界版、その他の土地の利用景版をベクトル化したものである。併せて、編集ソフト開発、論理点検ソフト開発を実施した。平成13年度は、平成12年度と同様に、残りの地域の「注記・記号」及び「道路・建物等」のベクトル化を実施するとともに編集ソフトの改良、論理点検ソフトの改良、データ管理システムの開発等を実施した。また、ベクトル型データによる編集作業を開始した。平成14年度は、「地形・地盤」版のベクトル化を実施した。具体的には、等高線、盛土・切土、がけ、擁壁等である。

2. 数値地図の刊行

2. 1 FD版数値地図10000(総合)

平成元年、コンピュータ技術の発展と地図情報の効率的な利用のニーズが高まり、国土基本図データベース事業が始まった。この事業は3カ年の研究作業の後に開始されたもので、国土地理院が作成した地図成果と公共測量によって作成された成果のうち縮尺1/2,500から1/10,000の地図成果を数値地図として整備するものであった。

1万分1地形図については、ファイルフォーマットは国土基本図DBフォーマット(ベクタ)に準拠し、取得項目は一般道路、有料道路、鉄道、水部、行政界、基準点、地図記号及び注記であった。平成9年までに246面を整備し、数値地図10000(総合)としてFDを記録媒体として刊行した。また、平成9年には、仙台地区7面分についてCD-ROMを記録媒体として建物ラスターデータを加えて刊行した。

2. 2 CD-ROM版数値地図10000(総合)

平成11年度より、1万分1地形図の原データ管理をラスター型データからベクトル型データに転換を図り、整飾部分を除く全ての項目のデータをベクトル型に移行した。

これによって得られた成果のうち道路マスク(一般道路マスク及び有料道路マスク)、樹林マスクを除く全ての項目をFD版数値地図10000(総合)の更新版としてCD-ROMを記録媒体として刊行するものである。フォーマットの形式はCSV形式である。

3. 編集作業方法の変遷

3. 1 スクライブ法

昭和58年度より1万分1地形図作成事業が開始され、編集作業は、ポリエステルベースに遮光幕を塗布したスクライブベースをスクライブ針により幕面を切るスクライブ法により実施された。

3. 2 ラスター型データによる編集

平成8年度より、1/25,000地形図の編集システムを改良したデジタル方式による「1/10,000地形図修正システム(VRC)」(以下、「VRC」という。)を導入した。この方式に転換するために、従来のスクライブ原図を25 μ mピクセル単位のラスターデータに変換した。編集作業にはEWSが使用された。

3. 3 ベクトル型データによる編集

平成12年度よりラスター型データからベクトル型データに転換した。ベクトル型データで編集作業を実施するために、これまでのラスターデータをベクトルデータに変換する作業から始めた。作業は、「道路・建物等」「記号・注記」「地形・地盤」に分けて実施した。本格的なベクトルデータによる編集作業は、平成13年度から実施した。編集に使用するソフトは、受注会社の自由選択とした。編集作業には通常パソコンを使用している。

4. ベクトル型データによる1万分1地形図作成の概要

4. 1 データの仕様

道路・建物等のデータは、地物の種類を示す分類コード等を記録する「要素レコード」と位置座標を記録する「座標レコード」からなる。取得基準は1万分1地形図図式に基づくもので、図式の運用で行っていた異色の地物間の立体交差部など、従来の「微量の白部(図上0.2mm)」を廃し、数値データとしての利便性を考慮して、交差部の線と一致させて取得することや地物によって取得方向を規定するなど、新たに取得方法の基準を設けている。また、分類コードは、図式項目に基づいて、大分類、中分類、小分類に区分している。

注記・記号データは、注記、記号の分類や文字列などのデータベース等による検索を考慮した情報と、地形図上への文字の配置を考慮した情報をあわせ持っている。また、学校が、記号と注記により表現されている場合は、注記と記号の関連づけを行っている。

4. 2 データの種類と作成

地形図のベクトル化は、数値地図10000（総合）及び印刷図である1万分1地形図の維持管理を同時に行うことを目的に進めてきた。

したがって、ベクトルデータの仕様も数値地図と印刷図の双方を考慮している。

ベクトルデータは、道路・建物等の形状を数値化した道路・建物等データと、注記及び記号の情報を数値化した注記・記号データの2種類に分類される。道路・建物等データでは、地形・地盤に関するデータを除く各項目を先行して整備した。

ただし、一般道路マスク、有料道路マスク及び樹林マスクについては、数値地図としての刊行対象としないことから、地形図の作成、修正作業時に作成した。

また、印刷図の整飾は、従来からのラスターデータとして作成した。

ベクトル化は、これまで1万分1地形図維持管理作業に用いてきたラスターデータを利用して、ラスター・ベクタ変換、自動認識、対話処理を効果的に利用して行っている。

単純なラスター・ベクタ変換では、駅を示す斜線の記号など、データとして保持する必要のないベクトルを取得してしまったり、属性付与に膨大な時間を必要とするなど、十分な効果を上げることができない。そこで、各図形の特徴を考慮して、線の太さに応じた属性付与や不要な記号を自動で削除したり、注記・記号の取得においては、OCR技術を活用するなどして効果的に行い、1万分1ベクトル原データとして作成している。ラスター・ベクタ変換、自動認識では、不十分な分類コードなどの属性付与や形状の整形作業を対話的に行っている。

なお、これまで1万分1地形図維持管理に用いてきたラスターデータは、VRC固有のフォーマットであるBRL形式であるため、これを汎用的なTIFF形式に変換して用いている。

道路・建物等の作成のフローチャートを図-3に示す。また、地形・地盤の作成工程は、道路・建物とほぼ同一となる。

また、注記・記号の作成のフローチャートを図-4に示す。

4. 3 世界測地系への対応

平成14年4月の改正測量法の施行に伴い、1万分1地形図の位置の基準も世界測地系に移行した。世界測地系への移行に当たっては、刊行している紙地図への表示とデータベース内の原データについての変換の2点を解決した。

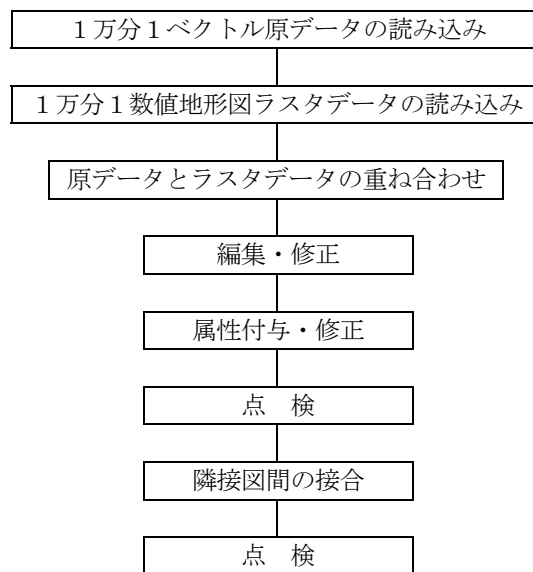


図-3 道路・建物データ作成工程

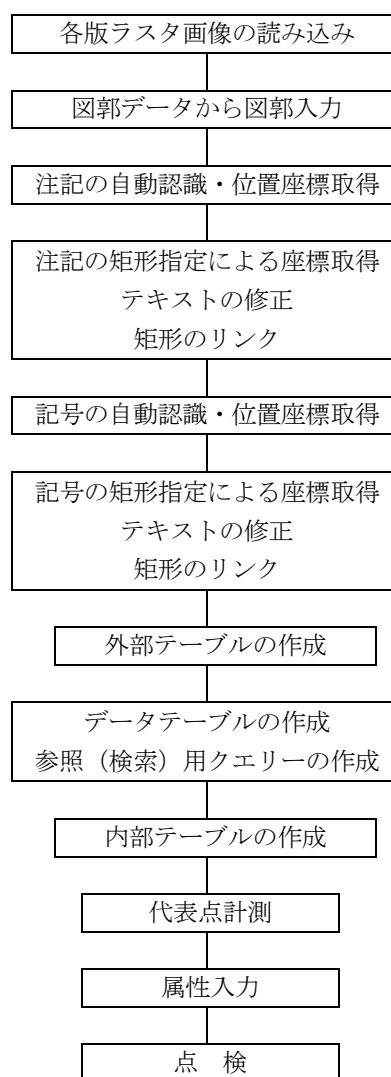


図-4 注記・記号データ作成工程

日本測地系から世界測地系への変換は、通常、座標変換ソフト「TKY2JGD」が用いられる。同ソフトは、座標系原点の移動及び楕円体諸元への変換並びに日本測地系による測地網のゆがみ補正が同時に行われる。また、地域により異なる変換パラメータを用意しており、陸域に限り適用できるものである。そのため、地形図のように図郭四隅が海域に含まれる場合は、そのための変換パラメータが用意されなければならない。そこで、測図部では、1万分1地形図から中縮尺図、小縮尺図に適用できる拡張変換パラメータを整備した。拡張変換パラメータの基本的な考えは、陸域の変換パラメータを、海域に延伸するものであり、既存パラメータが存在する隣接メッシュ（標準地域メッシュの第2次地域区画）の平均値を採用し、更に海部方向に20メッシュを最大として延伸を繰り返すことにより作成するものである。

地形図への世界測地系の表示は、図式を改定せずに、図郭四隅の経緯度値を世界測地系による数値に変更するとともに整飾欄の経緯度の目盛数値及び平面直角座標の方眼線と目盛数値を変更した。併せて、図郭四隅の日本測地系での経緯度値が分かるように整飾欄右下に模式的に表示した（図-5）。

データベース内の原データについての世界測地系への変換は、世界測地系への変換ソフト「TKY2JGD」を基本ソフトとし、1万分1数値地形図ファイルの入力及び出力のインターフェイス部のソフトを組み込んだ「G2K_10000conv」を開発して実施した。作業の手順は、①1万分1数値地形図ファイルを座標変換ソフトTKY2JGDで一括変換できる中間ファイルの書式で出力、②この中間ファイルを、TKY2JGDの入力ファイルとして拡張変換パラメータを用いて一括変換し、変換後座標値ファイルを出力、③この変換後座標値ファイルを原データとして出力、となる。

<p>図歴</p> <p>平成4年編集 平成9年修正 平成14年部分修正(新潟スタジアム) 現地調査は平成14年2月実施</p> <p>資料</p> <p>1. 使用した空中写真は平成13年3月撮影 2. 使用した都市計画基図等 新潟県・新潟市作成1:2,500国土基本図</p>	<p>図法等</p> <p>1. 投影はユニバーサル横メルカトル図法、楕圓帯は第54帯、中央子午線は東経141° 2. 図郭に付した短線は経緯度10"ごとの目盛 3. 図郭に表示したグリッド数値は平面直角座標座標系原点からの距離(キロメートル単位) 4. 高さの基準は東京湾の平均海面 5. 等高線の間隔は計曲線10m、主曲線2m、補助曲線1m 6. 磁針方位は西偏約7°50' 7. 図式は昭和58年(平成9年一部改正)1万分1地形図図式</p>
--	---

著作権所有兼発行者 国土地理院 許可なく複製を禁ずる 5色刷

図-5 「鳥屋野潟」図葉 平成14年部分修正

4. 4 整飾データ（ラスタ）作成

1万分1地形図の刊行は、前述のとおり印刷地形図と数値地図に大別される。整飾用ラスタ作成作業は、印刷地形図として刊行される図葉（新規及び修正）を対象に行うもので、成果は、1万分1数値地形図ファイル内に索引帯版・索引帯マスク・整飾用（各版）ラスタデータファイルとしてBRL形式により格納される。作成工程は、ラスタデータファイルのBRLヘッダ情報を変換用プログラムにより世界測地系座標に更新し、平面直角座標方眼線、経緯度10秒目盛り、四隅の経緯度数値、方眼索引帯枠等を描画する。次にVRCソフトウェアにより変換描画事項の手入れを行うとともに、整飾表示事項の作成・修正作業を行うものである。作業のフローチャートを以下に示す。

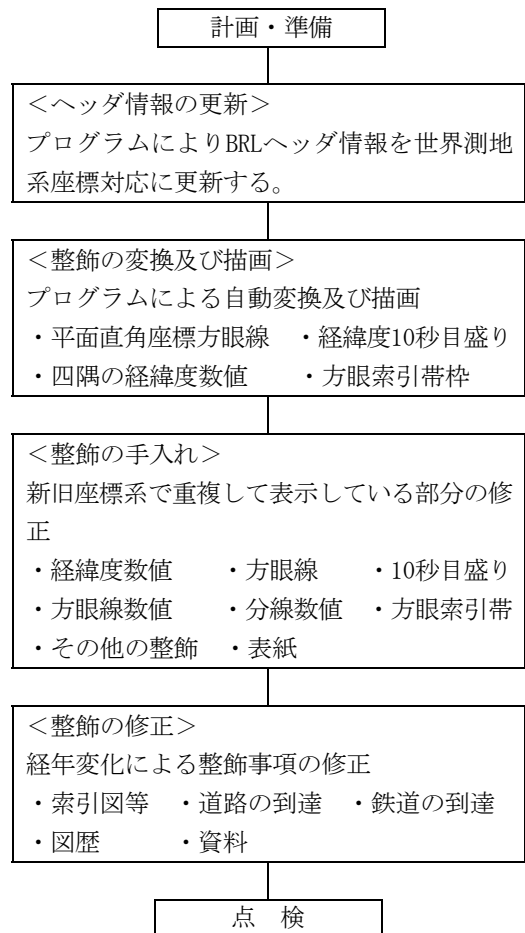


図-6 整飾データ作成工程

4. 5 地形図印刷用データ作成（ベクタ・ラスタ変換）

印刷地形図用データの作成では、従前の印刷工程への影響を極力少なくするため、従来通りのラスタ形式のデータを用いることとした。

印刷地形図用ラスタデータは、BRL形式として、ベクトルデータをベクタ・ラスタ変換して、別途作成される整

飾用ラスタデータの図郭内に配置することにより作成する。

ベクタ・ラスタ変換プログラムでは、ベクトルデータを経緯度座標からUTM座標に変換し、図式に基づく記号化を行ってラスタデータを作成している。また、1万分1地形図では、表紙部分に図郭内の一部の地域を表示しており、この部分についてもベクタ・ラスタ変換プログラムで作成している。

ベクトルデータの性格上、これまでの印刷地形図と図柄が一致できない部分が生じてしまう。例えば、従来の地形図では、判読性を考慮して立体交差部分などは、上下関係を明示するために下方の地物を上方の地物から微量の白部を設けているが、作成されるデータでは接続してしまう。また、高架部の橋脚記号や擁壁の半円、庭園路等の破線記号は、左右の記号位置が一致するように人為的に描画されているが、自動発生によるベクタ・ラスタ変換では、こうした表現を行うことができない。これらは、ベクトルデータとしての利便を考慮した結果、やむを得ない表現と考えている。

ただし、記号が不用意に重なって、判読が極めて困難な場合は、ラスタ・ベクタ変換後のVRCによるラスタ編集により対処することとしている。

なお、ラスタ・ベクタ変換による最初の地形図は、第16回国連アジア太平洋地域地図会議記念地図（英語版）として会議場で関係者に資料配付された（図-7）。



図-7 国連アジア太平洋地域地図会議記念地図（英語版）

4. 6 位置精度の検証

原データのベクトル化に伴って、それまでのアナログモザイク法を基にした基図作成から、デジタルモザイク法に転換した。アナログモザイク法は、都市計画図を1/4に縮小し、基準点を展開したベースに合わせて手作業で貼り合わせて編集基図を作成していた。今回の原データのベクトル化への転換より、新規作成する地域については、デジタルモザイク法により編集基図を作成して

いる。デジタルモザイク法は、都市計画図を25 μmピクセルでスキャンして画像化し、編集ソフトを使って図郭線及び平面直角座標系の方眼線に一致するように幾何補正、縮尺調整してできた縮小図を1万分1地形図1面にソフトウェアにより貼り合わせ・切り出しして編集基図を作成している。

編集基図に用いている都市計画図の精度を点検する必要から、基準点の展開誤差とその周辺地物を現地了点検した。

平成13年度、高槻地区「高槻」図葉及び宇治地区「八幡市」図葉において、基準点「電公アパート」及び「岩田」とGPSを用いて基図となっている都市計画図の精度点検を実施した。高槻地区では、都市計画図が、GPS観測地から南東に約1.6mずれていた。近傍の基準点も南東に約1.9mずれていた。ずれの原因は、都市計画図自体の精度と編集基図作成の両方に起因されると考えられたが、1万分1地形図作成上は、規定されている制限内であり問題なかった。

類似の精度点検を水戸地区と富山地区についても実施した。新規作成地区については、総じて問題となる結果は得られなかった。一方、アナログモザイク法により編集基図を作成している既成図（今後修正を実施しなければならない図葉）については、1図葉内でもずれの量が一定せず、制限を超える図葉もあり、次期修正作業時に部分的に位置精度向上を図らなければならないことが分かった。

4. 7 地方都市におけるデータ整備

1万分1地形図は、都市域の複雑な構造を詳細に表示する地形図として三大都市圏をはじめとして県庁所在地まで約10,000km²について整備する目的で作成されている。そのため、三大都市圏については、広域を面的に整備されている。しかし、地方都市の場合は、経度緯度で区切られた1又は2、3面のみの整備に止まっている。そのため、教育、レジャー等個人的に利用する場合は不都合を感じないことが多かったが、都市計画などの行政で使う場合は、当該市区町村が図郭線で切れてしまうことが多く、十分な利用が妨げられていた。平成13年度、実験作業として富山地区において、「富山」図葉の修正作業に加えて、その周辺の富山市と一体となる自治体の都市計画区域のうちの市街化区域のデータ取得を行った。

この部分のデータは、数値地図10000（総合）では刊行するものの、印刷地形図での刊行は行わないことにした。この方式での作業は、平成12年度、平成13年度に引き継ぐことになった。また、三大都市圏においても、その周縁部においては地方都市と同様に数値データのみの取得とした。

5. CD-ROM版数値地図10000（総合）の刊行

5. 1 仕様

CD-ROM版数値地図10000（総合）は、本作業で作成されたベクトルデータのうち、一般道路マスク、有料道路マスク及び樹林マスクを除く全データについて、1万分1地形図整備地域を全国9面での刊行を予定している。

本作業の中間の過程では、座標は全て日本測地系で扱われるが、最終的に刊行する数値地図10000（総合）では世界測地系の経緯度座標値に変換したものとなる。（4.3世界測地系への対応参照）。

データは、注記・記号データについては、CD-ROMに収録される範囲のすべてのデータが統合され、道路・建物等データについては、1万分1地形図の各図葉単位にLZH形式で圧縮されたものとなる。図葉間の接合部では、座標が一致しており、収録範囲内をシームレスに参照することができる。

また、データの他に、データ参照用の表示ソフトウェア、地理情報標準形式（Ver. 1.2）への変換プログラムが収録される。

5. 2 表示ソフトウェア

添付される表示ソフトウェアは、収録データの内容を確認することを目的とするもので、経緯度座標をUTM座標に変換して、地形図のイメージで表示する。参照したい図葉の表示は、インデックス図から図葉を特定するほか、注記文字列によるキーワード検索により当該箇所を表示することができる。

また、メモリ等利用者の環境が許す範囲で、複数の図葉を接合させて表示することができるため、図郭を意識しないシームレスな参照が可能である。その他、表示項目の取捨選択、表示色の変更、縮尺指定による表示など、利用者が必要な情報を必要な縮尺で参照して印刷することができる。

6. 期待される利用方法

1万分1地形図は、2千5百分1都市計画図を基図として縮小編集されているため、表示項目は、同都市計画図に類似している。そのため、都市計画業務の分野での利用が考えられる。特に、複数の地方公共団体にまたがる地域計画に適している。データがベクトル化されたことにより、指定した地域の面積を求める作業に有効である。

数値地図10000（総合）は、位相構造化されたデータでないが、建物データが全てポリゴン化されていることにより属性付与が容易である。また、ベクトルデータであるため、道路、鉄道などの線情報は属性が変化することなく加工が可能である。注記や記号に経緯度の位置情報が付与されているため検索が可能なることからGISでの利用にも有効と考えている。さらに、多様な地図情報が含まれているため既存のGISデータの背景地図として有効と考えられる。

DMデータと同様に全ての項目がコード化されているため、取捨選択が容易であり商業ベースで作成される道路地図や一般図への利用範囲が広がったと言える。

7. 今後の課題

1. 2 新1万分1地形図で述べたように、アナログモザイク法によって編集基図を作成した図葉には部分的に平面位置の精度が悪い図葉が存在する。そのため、基準点を元にして部分的に図形を変形するような位置精度を高めるソフトの開発が望まれる。

また、2万5千分1地形図や2500レベルGIS基盤情報と一体となった情報の更新を迅速に行う仕組みを構築する必要もある。また、更新情報をインターネットを利用して迅速に提供し、電子国土のコンテンツとする必要がある。

参考文献

1 万分 1 地形図特集（1984）、国土地理院時報、59

蒲田真理子（2002）：2万5千分1地形図の世界測地系対応について、測図部技術報告第11号、国土地理院技術資料C・2-No. 11

測図部（1999）：測図部のあゆみ（50年史）、国土地理院技術資料 C・1-No. 273

測図部国土基本図課（1998）：国土基本図整備に関する歩み（国土基本図課35年史）

測図部国土基本図課（2002）：1 万分 1 数値地形図ファイル世界測地系対応（全点変換）マニュアル

測図部国土基本図課（2003）：世界測地系変換都道府県別拡張変換パラメータ作業概要