

RASTER 方式の CAD による マップディジタルイズ

1994年 10月

APA No. 59-3

財団法人日本測量調査技術協会

佐々木康博・河戸一雄

はじめに

近年、地図データを用いた施設管理システム (FM) や地理情報システム (GIS) が様々な分野で行なわれており、民間企業はもちろん自治体においても、年々その適応分野においてニーズは高まりつつある。

総じてデータベース構築における技術も高度化しつつあるが、システムの開発が進む一方でその普及率は極めて低いのが現状である。その最大の理由は、データベース構築 (データ構築)、あるいはデータメンテナンス (経年変化修正) に要する費用がかかり過ぎることに原因がある。これを克服しコストダウンを実現すれば、必然的にシステムの導入の気運は高まると確信する。

これらを背景に、本研究では地図データベース作成のコスト削減に着眼点を置き安価に効率良く施行することを目的とし、ラスターを利用した入力と従来の方法の比較対照を行ない、その結果をまとめた。

研究のプロセス

今回研究開発したベクターデータ構築の経過。

(1)現在のデータ構築における問題点

現在ベクターデータの入力及び構築にはデジタルイザを用いることにほぼ限定されている。従来の手法を見直し新しい手法を検討した。

(2)データを構築の条件の検討

データを構築する際の様々な条件をクリアできるように検討した。

(3)データに関する認識

扱うデータの詳細を調べ本研究に適したデータを選定した。

(4)ラスターデータの取得

ラスターデータを取得するためのスキャナーを検証した。

(5)データ構築環境の検討

ラスターデータを扱う為の最適な環境を検討した。

(6)各種手法によるデータ構築の検討

異なる手法のデータ構築を検討した。

(7)データ構築の各工程の検討

各工程の手法を検討した。

(8)ベンチマークテスト

ベンチマークテストを各種項目について集計した。

(9)ベンチマークテスト結果

(10)本研究の総論

(11)今後の展望と課題

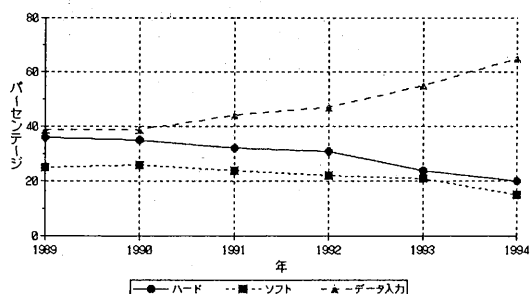
1. 現在のデータ構築における問題点

1.1 従来のデータ構築の手法

従来のデータ構築は、デジタルマッピング手法を除きほとんどがデジタルイザによる入力である。このデータ構築手法は、データ構築の費用が高く、精度についての不満があり、またデータ構築の一部である入力作業はオペレーターに「肉体的疲労」「精神的ストレス」等の負担を課している。

これは、データを構築する際のシステム構成に問題がある。パソコンとデジタルイザに貼り付けてある基図の両側を見なければ入力できないためである。

表1-1 データ構築費用経年変化



1.2 データ構築の内訳

データ構築費用は、主にハードウェア、ソフトウェア、データ入力（人件費）に大別され、過去5年のデータ構築費用経年変化（表1-1）は年を追うごとにデータ入力、すなわち人件費がデータ構築の大部分を占めるようになっていく。現在の内訳は（表1-2）。データ入力（人件費）が年々高くなり全体に占める割合が高く、ハードウェア、ソフトウェアは高性能・低価格化が進み全体に占める割合が低いことが理由である。

2. データの構築条件

2.1 データの入力に関するファクターの比重

入力作業はデジタルデータを取得する際、様々な重要なファクターがあると言えるが、その中でも以下の順で4つの比重が大きいと考えられる。

- ①：位置精度
- ②：入力編集の正確性
- ③：入力編集速度
- ④：基図とデータの照合

2.2 入力に関するファクターについての詳細

①：位置精度

位置精度については、建設省公共測量作業規定に準ずる（表2-1）。

②：入力編集の正確性

入力編集した際のもれやコードの間違いをなくすなどの正確性を要する。

③：入力編集速度

上記の①、②が満たされた上に入力編集速度が求められるが、入力経費削減の為に、さらに迅速性が求められる。

④：基図とデータの照合

成果品は、データと基図とが同じであることを正確かつ迅速に照合する必要がある。

3. データに関する概要

3.1 ベクターとラスターとの概念

図形をディスプレイに表示する場合は、「ベクターデータ」「ラスターデータ」の2種類に基本的には限定される。

①ベクターデータ

ベクターデータは2次元や3次元のXY及びZ値を始点と終点で持ちデータとして一本のラインは一個のデータとなる。

②ラスターデータ

ラスターデータは2次元データで全てが点(ドット)の集合体である。ドットが集まることにより一本のラインとしてディスプレイ上では見えるが、データとしてはドット一個一個がデータとなりラインのデータとしては認識しない。

3.2 ベクターデータの概要

ベクターデータは、ベクトルである為、コンピュータで扱うには一番優れているデータであり、ベクターによって閉じられた図形は、ポリゴンデータとして一個のデータとして認識するので、各ポリゴンやラインに対して属性データを持たせることが可能である。データ量は軽くまたラスターデータと異なり太さを持たず自由に設定が可能である。そのため、FM やGIS ではベクターデータを用いるのが一般的である。

3.3 ラスターデータの概要

ラスターデータは、ドットの集まりである為ベク

表1-2 デジタイザによるデータ構築費用

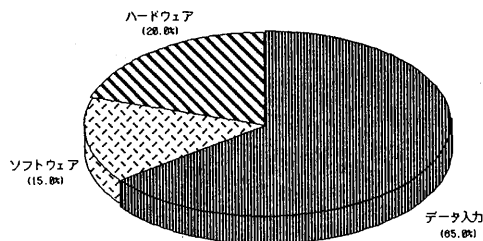


表2-1

水平位置	1/500以上 ± 0.5mm以内	1/1000以下 ± 0.7mm以内	図上距離
------	----------------------	-----------------------	------

ターデータに比べ非常にデータ量は多くなりコンピュータ上でのハンドリングは非常に悪いデータである。ラスターデータではドットの大きさを表現する単位の一つとして DPI を使用する。DPI とは“1 inch” (2.54 cm) 間のドットの数を示す。例えば、400 dpi は2.54 cm 間に400個のドットがあるということになり、1個のドットは0.00635 cm になる。

4. ラスターデータ取得

4.1 スキャニング方式

3.3で述べたようにラスターデータはドットの集まりであり、スキャナーというハードによりデータを取得する。現在では5000 dpi位まで読みとることが可能なスキャナーが発売され、スキャニング方式も様々なタイプがあり一般的なのは、シートフィード方式、フラットベット方式、ドラム方式の3種類である。

4.2 最適な取得分解能の検証

取得分解能が大きい程より基図に近いラスターデータが得られるが、大き過ぎると、コンピュータが扱う最適なデータ量を超過しハンドリングが悪くなるため、いくつかの取得分解能が最適かを3.3で述べた DPI の単位を用いて検証した。200 dpi、400 dpi、800 dpi、1000 dpi の4種類の DPI を調べることにより、コンピュータのハンドリングが良く、図形精度の保持をクリヤーする DPI として400 dpi を採用する。

4.3 取得法の検証

4.1で述べた3種類については評価テストを行なった結果を表4-1に示す。それぞれメリット、デメリットがあるが、全てを満足させるものはなく、精度に関しては最も基図に依るところが大きく、基図が歪んでいたりスケールが間違っていた場合には、正確な座標

を得ることは不可能である。強制的に幾何学補正によって座標を変えることは可能であるが、部分的に歪みが生じるので、基図は精度が良いものをベースに考える。スキャナーで読みとったラスターデータの精度を向上することは不可能な為、必然的にドラムタイプのスキャナーを用いる。しかし、余り精度を問わない物、例えば等高線等はドラム以外が考えられる。ラスターデータの幾何学補正は、処理速度がかなりの時間を要するためドラムが一番時間を要するが補正を考えれば、トータル的には、ドラムスキャナーがベターである。幾何学補正の処理速度が向上し精度が上がればドラム以外のスキャナーの使用が考えられるが今後の課題とし、本研究では、ドラムスキャナーを用いる。

4.4 ラスターデータのフォーマット

CAD では DXF フォーマットが業界標準フォーマットになっているが、ラスターのフォーマットについてはまだ、統一されておらず次に述べるフォーマットが現在、一般的に使用されている。

RLC・RNL・CG4・G3・G4・TIF・DSI・BIL・BIP

中でも最近では、CG4 (CalsG4) が標準フォーマットになる動きがある。それは、圧縮率が優れており、米国防省が採用したこともあって、今後 CG4 に統一される可能性は高いであろう。本研究では、この CG4 を用いることとする。

5. データ構築環境

最近、ハードウェア・ソフトウェアの費用が安価になり、又性能が多くの点で向上したが、人件費は逆に上がる傾向にある。その為、初期入力及び照合、編集の占める費用の割合は低減されない。ハードウェアについては、汎用機から EWS に推移しているが、パソコンの CPU が大幅に UP したことになり EWS との

表4-1 スキャナーの方式による評価

	シートフィード	フラットベット	ドラム
費用	300～400万円	600～1000万円	1000～2000万円
精度	±0.20～0.30%	±0.03～0.07%	±0.01～0.03%
読みとり速度	4～8 min	8～12 min	30～40 min

差はなくなっている。又、全体的にハードウェアの価格は安価になり性能は向上している。ソフトについては、EWSよりパソコンの方が種類のものが、安価で市場に出回っている。本研究では以下のハードウェア・ソフトウェアを使用する。

・ハードウェア

パソコン(32 bit、66 Mhz、RAM 30M)

EPSON PRO486

EWS(32 bit、RAM 32M)

Fujitsu Sun

デジタイザー(AO版)

Hitachi digitizar

ドラムスキャナー

大日本スクリーン ISC-1200PD

静電プロッター

Calcomp 6800

インクジェットプロッター

HP HP650c

・ソフトウェア

CAD

Autodesk AutoCAD

ラスター CAD

(ベクターラスター同時処理可能なソフト)

高木産業 GTXRasterCAD

兼松エレクトロニクス CADOverlay ESP

半自動変換

きもと PC-chaser

自動変換

東洋紡エンジニアリング RaterCAD Plus

兼松エレクトロニクス ESP R2V

パスコ ESRI Arc/info

6. 各種手法によるデータ構築

5.で述べたデータ構築の環境の向上より従来のデジタイザーによるデータ構築に加えラスターを用いた3種類の方法と合わせ4種類である。

①デジタイザーによる入力

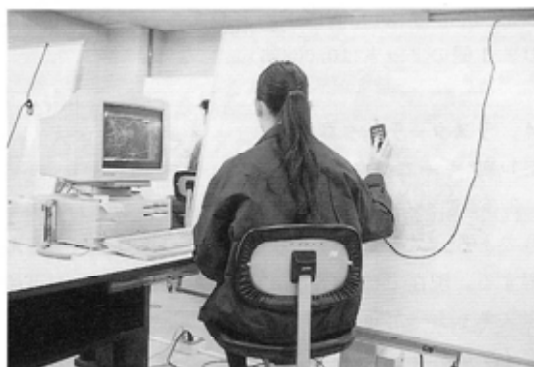
②RASTER方式のCADによるマップデジタイズ
(以下 オンスクリーンによる入力とする。)

③半自動ベクトル変換(追跡型)

④自動ベクトル変換

①デジタイザーによる入力

デジタイザーによる入力はベクターを取得する上で最もポピュラーな入力方法であり最も普及している。これは、パソコン・デジタイザー・入力ソフトが必要で全てオペレーターによって一点一点入力がされる。



②オンスクリーンによる入力(RASTER方式のCADによるマップデジタイズ)



オンスクリーンによる入力はスキャナーを用いて基図をラスターデータで構築し(この時ドラムスキャナーを用いる為基図からの精度は劣化しません)ラスターCADを用いてスクリーンに基図を写し出し、それぞれをデジタイズする。

③半自動ベクトル変換

半自動ベクトル変換は、追跡型のベクトル変換ソフトを用いる。このソフトは対話処理によりベクトルに変換する。

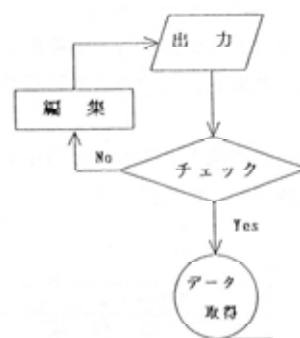
④自動ベクトル変換

自動ベクトル変換は、完全自動型のベクトル変換ソフトを用いて全てコンピュータが判断しベクターデータに変換する。

7. データ構築の各工程

7.1 基本構想

初期入力だけでは、必ずしも完全なデータは構築できない。初期入力後、出力・照合・編集等の作業をする必要がある。これらを行なわないと、データの漏れ、コード間違い、データの位置のずれ等の不都合が生じる可能性があり、これらの問題をクリアした上で、更に一連の作業に要する時間短縮を図るデータ構築手法が望まれる。初期データ取得後からのデータの構築については、以下の作業工程を順を追って説明する。



7.2 出力

現在、出力機はカラー静電式が主流である。その他インクジェット式、サーマル式等があり、それぞれの出力機（以後プロッター）の機種、性能の違いは、表7-2に示す。コスト面を考えなければ、カラー静電が

有効であると言えます。ただしサーマルはカラー表示ができないため照合には不向きである。インクジェットはコストパフォーマンスに優れていてカラー静電と比較し見劣りしない。

表7-2 各プロッターの性能

	カラー静電	インクジェット	サーマル
カラー表示	400dpi	300dpi	不可
精 度	±0.1～0.3%	±0.1～0.2%	±0.15～0.25%
処理 速度	1.5～9.0 min	3.0～8.0 min	1.0～2.5 min
Overlay出力	可	可	可
コ ス ト	700～1400万円	180万円	175万円
Size 制限	A0～	A0	A0

Overlay出力とはベクターとラスターを重複させ出力し正確な位置関係が一枚の出力図に表示できる。図

7-2（黄色がラスターです。）図7-3（基図）。

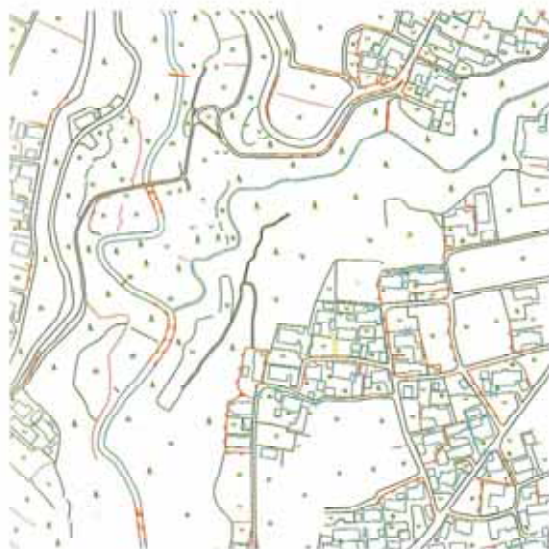


図7-2 Overlay 出力図



図7-3 基図

7.3 照合

現在考えられる照合の方法は、3種類です。この3種類について、比較し、どの照合方法が優れているかを検証する。

照合-1：基図と出力図とを照らし合わせチェックを行なう従来からの方法

照合-2：ライトテーブルにて基図と出力図を重ねチェックを行なう方法

照合-3：ラスターとベクターとの Overlay 出力図を用いチェックする方法

照合は、明らかに照合-3の手法が優れている。

表7-3 照合方法による比較

	照合-1	照合-2	照合-3
入力の有無	D	C	A
見落とし	D	C	B
入力レイヤーの判読	D	D	A
位置精度の判読	D	C	A
処理時間	D	C	A

*A B C Dの順で優れている

7.4 編集

ここでは、初期入力されたデータのチェックされた出力図を見ながら修正箇所を編集します。その際以下の3種類の手法で行なう。

編集-1：入力ソフトを使用しての編集（デジタイザーを用いる）

編集-2：ベクター編集用ソフトを使用しての編集

編集-3：ラスター CAD を使用しての編集

表7-4 編集の比較

	編集-1	編集-2	編集-3
操作性	D	C	A
ポリゴン化	D	C	B
レイヤー修正	C	C	B
位置関係の修正	C	E	A
位置関係の修正・精度	D	E	A
処理時間	D	D	A

*A B C Dの順で優れている Eは不可

表7-4の結果より、全ての項目で編集-3が最も優れた方法であるといえる。ラスターデータを背景とすることにより、位置関係についても CAD で修正を行なう為、処理にかなりの差が出る。編集-2は背景がない為位置修正を行なうことができない。

7.5 データフォーマット変換の検証

一連の入力、出力、チェック、編集を行なった結果データ構築が出来上がるが、様々なソフトウェアを用いる場合、フォーマットが異なるとその都度変換をする必要がありその処理時間を考慮しなければならない。フォーマットが多くなると変換の時間が度重なり非効率になる。その為1つのフォーマットで一連の

データ構築が行なわれていることが最も効率が良いと言える。本研究では、AutoCAD の標準フォーマットである DWG フォーマットで、出来る限り変換を行わずに行なった。

8. ベンチマークテスト

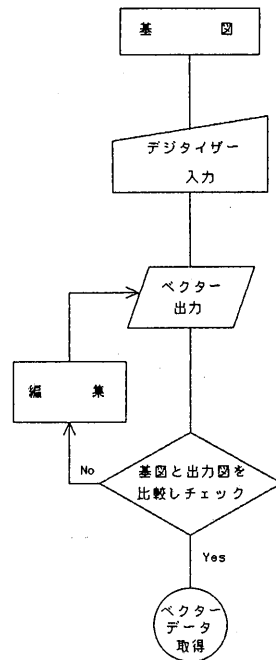
8.1 オペレータの検討

本研究では、オンザジョブに近い形でベンチマークテストを行ないできる限り各手法を公正に比較するために全ての作業は一人のオペレータにより行なった。

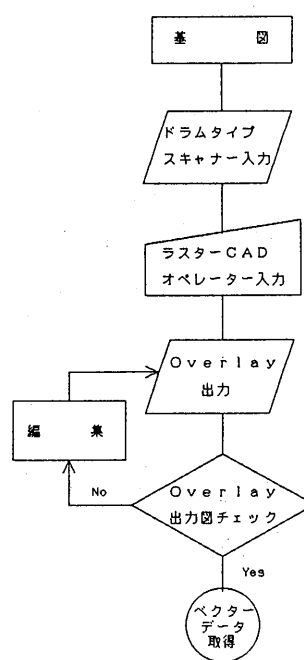
8.2 ベンチマークテストフローチャート

ベンチマークテストの作業フローチャートは①～④

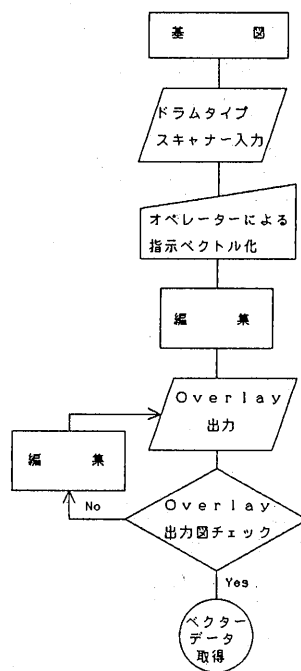
① デジタイザによる入力



② オンスクリーンによる入力



③ 半自動ベクトル変換



④ 全自動ベクトル変換

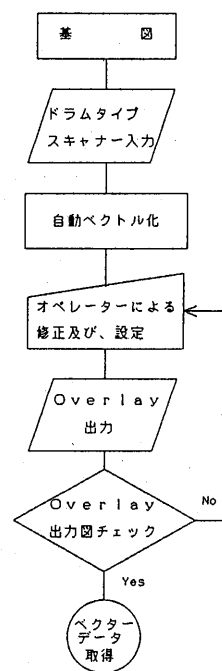
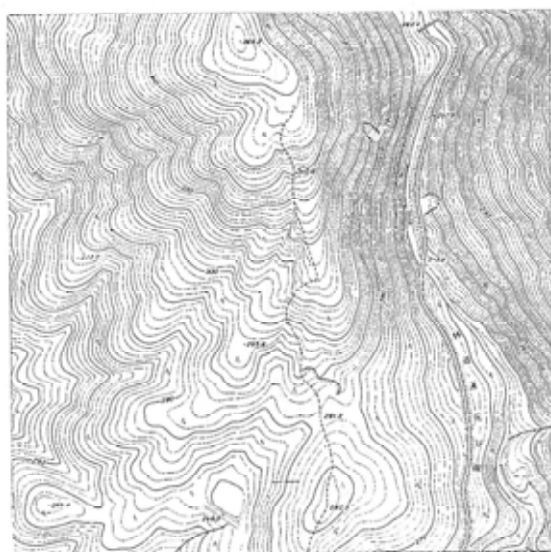


図8-1

について図8-1の通りに行なった。

8.3 ベンチマークテスト都市の選定

本テストは某都市の1/2500の都市計画基本図を用いテストを行なった。理由としては適度な大きさの市街地・郊外・山地を含み、市街地と等高線とでデータの



等高線図 (一部)

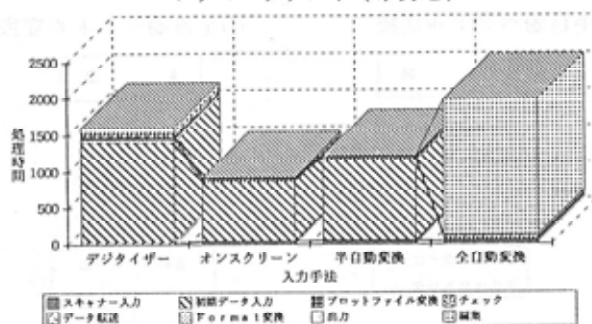


市街地図 (一部)

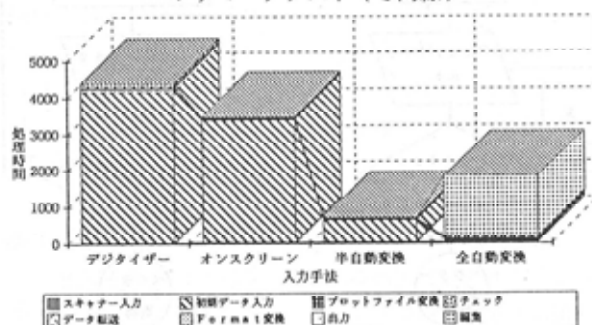
図8-3

表9-1 ベンチマークテスト集計

ベンチマークテスト (市街地)



ベンチマークテスト (等高線)



構築のテストが可能なのである (図8-3)。

4つのデータ構築方法を行ない所要時間により市街地・等高線を集計しグラフにしたものを示す。(表9-1) 処理時間につきましては、表9-1のような結果がで

9. ベンチマークテスト結果

ましたが、最も重要とされる精度については基図とデータの出力図を Overlay し検討した。その結果自動ベクトル変換はかなりのずれが生じ、公共測量作業規定値をクリアすることができなかった。規定値をクリアする為に、かなりの修正が必要となり結果的に処理時間は更に長くなった。また、半自動ベクトル変換はオペレータが1つ1つ選択（ピック）していくが、ベクトルが重複しなければならない箇所のラスターについては、不可能なのでオペレーターにより追加入力をしなければならなかった。これは自動ベクトル変換についても同じことがいえる。しかし、等高線のように重複箇所が余り存在しないものに関しては処理時間のかかるデジタイザー、オンスクリーンによるデジタイズよりも半自動ベクトル変換や自動ベクトル変換が有効といえる。以上の結果をまとめると、デジタイズや半自動ベクトル変換、自動ベクトル変換と比較するとオンスクリーンによる入力は精度や、チェック、編集等の処理に関してベンチマークテストの集計結果から優れているといえる。

10. 本研究の総論

本研究はベクトルデータの構築について述べてきたが、現在のハードウェア及びソフトウェアを考慮し比較検討すると、RASTER 方式の CAD によるマップデジタイズは市街地の基図をベースに行なう入力には大量のものを処理すればハードウェア・ソフトウェアの固定費が軽減されるので、表9-1のように従来の手法の全体で約4割コストの削減となり RASTER 方式の CAD によるマップデジタイズの設備投資は自動ベクトル変換が完成した後も有効に編集作業に使われると考えられる。ラスターを用いてのデータ構築は今後、経年変化修正業務等様々なデータ構築を促進する上で必要不可欠であると考えられる。本研究において RASTER 方式の CAD によるマップデジタイズの手法は入力業務においてルーチン化を計ることができた。

11. 今後の展望と課題

コンピュータの世界は、今なお急速な変化をとげている。本研究で論じてきたラスターデータの取り扱いやその利用分野についても、例外ではなく例えばカラスキャナーを用いて蓄積したラスターデータはそ

の色ごとに、対応した階調を決定すれば、自動ベクトル変換を行なうことによりレイヤー区分されたベクターデータを構築することが可能である。また、自動ベクトル変換においては、デフォルト値の調整具合によりニーズに適応した精度のデータを構築することが可能である。例えば、等高線のような曲線の多い図面は、点の間隔（ピッチ）の値を小さくして点数を多めにすることでカーブが滑らかになるよう調整する。逆に地番家屋図等の直線の多い図面については、直線化等の処理を行なうことによりかなり基図に近い形状のベクターデータを構築することができる。また図形データだけにとどまらず、注記文字においても基図からの自動で文字を照合しフォントを用いたデータ化の可能性は大いにあると考える。

しかしながら、漢字のパターンフォントとの識別による文字のポイント、テキストデータ化はあくまでも基図の良し悪しに委ねられ、現状としては必ずしもうまくいっていないようである。

ところで、前述した内容はいずれもラスターからベクターデータへの変換を目的とした論述であるが、ラスターデータはラスターデータとして使用する発想も大いに捨てがたいと考えられる。例えば、ラスターデータそのものを編集し管理を行えば、経年変化や多少の修正をほどこし出図するといったルーチンワークで十分対応は可能であると言える。

以上、ラスターデータを取り巻く環境と今後の進展について述べてきたが、果たしてコスト採算性といった視点からこれらの手法を考えた場合どうだろうか。今回のベンチマークテストの結果から、既測図のデータ化において「RASTER 方式の CAD によるマップデジタイズ」は、コスト面及び処理時間面で大変優れていることが分かった。ラスターを取り巻く環境は、今後も大きく変化していると思われるが、新たな分野への応用には消極的であり、常にコストの面で従来方法を用いる業界の現状の見直しを求めたい。

参考文献

- 1 日本測量協会：建設省公共測量作業規定
- 2 Peter Sgeerin : Raster- to- Vector Conversion.
Miller Freeman : JAN 1994 CADNCE
(株式会社 パスコ)