



キモリスだったころ。……デジタル標高モデル (DEM) 整備初期の記録

田中 大和

AGC メンバーにはお馴染みのカシミール 3D など地形と標高を表現するために必須であるデジタル標高モデル (DEM) データを作るために、ひたすら等高線と格闘していたころを Twitter 的に振り返ってみる。よく考えると、あのころは神に少し近かったような気がする。

最近のカーナビゲーションの普及には目をみはるものがあり、機能の高精度化もどんどん進み、経路検索からその内容の音声指示などが実現しており、そのうちカーナビが車の運転までしてくれるばかりか、うっかりするとカーナビを買おうと車がおまけでついてくるのではと冗談も言いたくなる。

このカーナビになくてはならないのが地図のデジタルデータである。現在において、地図データの作成は、デジタルカメラや GPS 等を用いて直接的にデジタルデータが取得され、コンピュータを用いてデジタル編集がなされており、この手法は「デジタル・マッピング」と呼ばれている。

これに対する似て非なる用語として「マップ・デジタイジング」と呼ばれる手法がある。地図の情報化黎明期においては、はじめからデジタルであるものは存在しなかったため、アナログである紙地図や地図製版用フィルムからデジタルの地図データを作成する手法である。

最近では DAN 杉本こと杉本智彦氏による秀逸なソフトウェアであるカシミール 3D をはじめとして、パソコンを使って鳥瞰図の作成が簡単にできるようになっているが、これらのソフトウェアで用いられている山などの地形を表現する標高データがデジタル標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) である。

国土数値情報という昭和 50 年前後から整備された歴史あるデータ群の中の標高データは、約 250m (正確には 4 分 1 細分メッシュ) ごとの格子点での標高値が記録されたものである。これがわが国で最初の全国レベルでの精緻な DEM であり、天気予報の背景画像など各方面で利用されはじめた。

国土数値情報の標高データは、地形図に格子が描かれた透明なフィルムをあてて格子天井の標高値を等高線から読み取り、「標高記録用紙」に記録して、それをコンピュータに入力して作成したものであり、情報化とはいっても、ほとんどが人力によるパワープレーだったのである。

ちょうど平成になったころ、前述の「マップ・デジタイジング」により、等高線の製版フィルムの画像データをベクトルデータにして、コンピュータにより格子点の標高を算出して、地形図 1 枚を 40,000 点で表現する約 50m メッシュ (20 分 1 細分メッシュ) の DEM の作成手順が確立された。

2 万 5 千分 1 地形図は現時点では墨、褐、藍 (いわゆる黒、茶、青) の三色で表現されているが、このうち等高線などの地形の情報が表現されているのが褐版であり、この製版用フィルムを大型スキャナで 50 μ m (=0.05mm) のピッチで読み取ることで、褐版の画像データを取得する。

大型スキャナがわが国の技術の粋を集約した機器であり、フラットベッド型、ドラム型、搬送型などの種類がある。フラットベッド型はコピー機の親分のようなもので、資料をガラス板においてセンサーが平行移動して読み取るタイプで、センサー

の平行移動のメカをいかに正確につくるかが肝である。

ドラム型は、資料を透明なドラムに貼り高速回転させ、センサー (フォトマルチプライヤ) がドラムの中心を移動して読み取るタイプで、かなり高精度である。空中写真のフィルムなども最高精度で頑張って読み取ってみると、フィルムの銀塩粒子の濃淡まで観察できる場合もある。

搬送型は、コピー機の上に付いていたりするオートシートフィーダの親分のようなもので、センサーのほうに固定されて資料のほうに搬送されるタイプで、読み取り時間が早いなど利点があるものの、資料が痛む可能性があるほか、全体のサイズの補正が必要になるなど、少々手間が必要である。

いろいろ試した結果、マスク版を含まない褐版の製版用フィルムを、きもと社の感光性フィルム『キモリス』にネガで焼き付けて、崖記号のところを透過性のないインクでマスクしたものを、搬送型のスキャナを読み取って画像データを作成する段取りが、一番効率的であることがわかった。

読み取った画像データは全体のサイズの補正をしたあと輪郭線追跡と芯線化といったプログラム処理により、等高線のベクトルデータに変換されるが、崖記号の部分は等高線が切れており、この部分の補描を行う必要がある (現在の等高線のベクトルデータは、非表示部分も描画がなされている)。

当時のコンピュータのスペックは、等高線の編集のために、地形図一面分を 64 分割していたが、4 分割となり、やっと一面全体を同時に編集することが可能となった時期である。しかも、「ファイル」「開く」としてから、実際にディスプレイに表示されるまでに、ゆっくりとコーヒーを飲むことができた。

地形図について、現在のベクトル化されたデータの容量に着目すれば、よほど平地で等高線がほとんど描画されていない場合を除き、等高線のデータがほとんどを占めており、「等高線データ (道路、建物等他の地物のデータ付)」といってしまうてもよいくらいである。地形図という名称はまさに適切な命名であるといえよう。

現在のコンピュータで、当時の作業を再現しようとしてみれば、地形図一面分の等高線のデータ表示であれば、ほぼ瞬時に、複数面の等高線のデータを同時に表示させることもほとんど表示できるようになっており、コンピュータを使う時代から、コンピュータに使われる時代が到来しているともいえよう。

64 分割しての編集作業を実施していたマシンは、現在ではヒューレット・パッカード (HP) 社に買収されているアポロ・コンピュータのエンジニアリング・ワークステーション (EWS) である。Apollo Domain と呼ばれる OS により動くマシンで、UNIX の方言のきつい感じのコマンドにより操作をしていた。

Apollo Domain は、個々のマシンは独立して動きながらも、ドメイン・リングと呼ばれる謎なディスク共有体制を持っており、それはそれで重宝する機能なのであるが、一部の機器をネットワークからははずすと、システム全体が稼働しなくなるといった現象もあり、ずいぶん楽しめる機器であった。

その後、ソニーの NEWS と呼ばれるワークステーションが導入され、これはかなり安定して動作し、かなり等高線の編集作

業の効率化に貢献した。例えば当時ワークステーションと言えば、サン・マイクロシステムズ社やシリコン・グラフィックス社のものが全盛であり、希少な選択を取っていたことになる。

当時「線つなぎ」と呼ばれた編集作業は、崖記号の部分やベクトル化の処理の中で切れてしまっている等高線について、補描しつつ接合を確保する作業である。間曲線以外の等高線は図郭以外での切断部分がなくなるまで、当時は珍しかった3つボタンのマウスをひたすらクリックし続ける作業であった。



図 崖記号が多く「線つなぎ」が困難である例(電子国土より引用)

自動化ができない部分について人間が作業をするというまさにコンピュータに使われている時代であったが、作業の練度が高くなっていくにつれ、達人の域となれば、作業中にディスプレイの電源をいたずらで消してみた場合でも、周囲の接合作業は正しく継続することが可能となるようになる。

接合が完全になされた等高線データは、その標高値を付与される。ほとんどは自動でなされるが、ピーク部分や凹地の部分は半自動で対話的に処理をする。これも達人の域となれば、当時はディスプレイの解像度においても、処理すべき部分を詳細に拡大せずに正しく標高値が付与できたものである。

標高を付与された等高線データによりDEMの算出がなされるが、当時のアルゴリズムは、格子点から八方向に等高線を探索して最大傾斜方向を求め、その方向について曲線近似をする計算方法だったため、等高線が少ない平地部分においては、DEMが不必要に波打ってしまうなどの問題があった。

そこで、平地部分には、地形図の独標点(独立標高点、「・」に標高値が添えられている点)や河川等の水域界のデータをあわせて、DEMデータの修正を行うこととした。これは地形図の高い読図能力が必要であり、深い経験を積んだ達人クラスにより神が大地を創造するがごとくの作業がなされた。

このように猛烈に人手をかけてパワープレーにより完成した数値地図50mメッシュ(標高)は、フロッピーディスク1枚に地形図1枚分200×200=40,000点のDEMを格納して、1枚1万円弱で販売されることとなった(全国のデータをそろえると約4千万円かかるので、非常に高価なデータであった)。

その後、数値地図50mメッシュ(標高)の価格は徐々に安くなり、最終的には1枚7,500円のCD-ROM全3枚に全国のデータが格納されるようになった。また、現在では、基盤地図情報の標高点のデータとして、国土地理院のウェブサイトからさらに詳細なデータが無料でダウンロード可能となっている。

かつて人力をかなり投入して作成されたDEMは、現在では、オーバーラップのある2枚の空中写真データからステレオマッチングにより自動的に作成されるのが一般的であり、この手法では、空中写真データからDEMとオルソフォト(空中写真を鉛直方面から正射投影した写真)が同時に作成される。

さらには、最近、GPS等を搭載して空中での位置を正確に特定できる航空機から地表にレーザを照射して、地表が反射するデータを取得し解析することにより、直接地形データを正確に

表現する技術も既に確立されているが、経費が高いことから一旦整備というわけにはいかないようだ。

昨秋の交通事故から懸命のリハビリを続けておられる関東治会員に本稿を贈る。関氏はキモリスだったころのDEMデータの検査や修正にかなり従事され、まさに神に近い作業を実施されておられた。機会あれば、禁断の香りがする「ぼかし」と「モザイク」についても触れようと思う。

例会の議事録

2011年1月13日(木)18:40~19:50 於JAC集会室B
出席者: 13名(北野、平野、近藤、片野、川村、高橋、寺田(正)、寺田(美)、大西、川口、山下、田中、今井(順不同))

内容: AGCレポート10周年記念号の原稿を会員にお願いしていたが、本日現在6名のみ。残念ながら発行を取りやめざるを得ない。いただいた原稿は、今後の通常号に掲載するので了解願いたい。(近藤)

国土地理院との登山道調査の件について、宮崎副会長から連絡があった。地理院測図部基本情報課との打ち合わせを1月24日に行うことにした。北野代表ほかが出席予定。(平野) 計画中の今西錦司展の計画は特に進んではいない。会報「山」の古いものを拡大して展示することを考えている。(田中) 科学委員会は3月5日(土)に「登山を楽しくする」というテーマでシンポジウムを行う。会場は立正大学(品川区大崎)で13時から17時まで。詳細は「山」1月号掲載予定。講演内容は「1,登山と観天望気 2,アクティブライフを支える 3,脚がつる原因対策 4,トムラウシの悲劇から学ぶ」が予定されている。定員200名。費用は資料代500円。希望者は申込が必要ため、AGC会員は平野会員に連絡でもよい。(平野) 科学委員会は三原山に登る探索山行を5月27日(金)夜から28,29日の日程で計画している。(平野) 平成21年AGC会計報告。会費納入は34名であった。(高橋) 多摩川分水界の次回踏査は3月26日(土)を予定する。上野原から生藤山を経て和田峠、陣馬高原下までを予定している。詳細は2月度定例会で。(北野) 3月度の**定例会は3月10日(木)**に集会室が確保できたので間違いのないようお願いしたい。(2月は16日(水)です。ご注意ください。)(北野)

終了後「鯨の家」で新年会(12名) (記録:今井)

お知らせ

次回の例会

日時 **2011年2月16日(水)** 18:30から
 於:山岳会 ルーム
 テーマ:山行計画、報告ほか

2010年・会計報告

下記のとおり報告いたします

収入		支出	
科目	金額	科目	金額
前年度繰越	45,057	通信費(切手・宅配)	19,200
会費収入34名前年1名)	35,000	事務用品(インク・用紙)	7,336
		その他(発炎筒)	3,874
		2010年繰越	49,647
	80,057		80,057

2011/1/13 会計担当 高橋
 今年度の会費(1,000-)を徴収しています。例会に出席できなかった方は下記口座に振込ください
 ゆうちょ銀行 記号:10130 番号:12841191
 口座名義:高橋素子(ゆかひこ)

AGCレポート vol-44 2011年2月1日発行
 発行:日本山岳会・山岳地理クラブ(代表・北野忠彦)
 〒102-0081 東京都千代田区四番町5-4 日本山岳会 気付
 TEL 03-3261-4433 FAX 03-3261-4441
 編集担当:近藤 E-mail:hikarikon@nifty.com