

## 100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版の 3 次元可視化ソフトウェアでの 利用—地質・地形データ読み込み用 IRIS Explorer® モジュールの作成—

竹野直人\*

Naoto TAKENO (1998) Utilization of Geological Map of Japan 1:1,000,000 3rd Edition CD-ROM version with scientific visualization software -customization of IRIS Explorer® modules for importing geological data and topographical data. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 49 (11), p. 591-597, 2 figs.

**Abstract:** Software "ReadGSJmap100C" was written for reading geology data and fault data in Mesh map database of Geological Map of Japan 1:1,000,000 3rd Edition, CD-ROM Version (Geological Survey of Japan, 1995). With this software, we can draw three dimensional geological map, using commercial scientific visualization software IRIS Explorer®. As topographical data, mesh data (elevation) CD-ROM version (Geographical Survey Institute, 1997a,b) were used, and a software "ReadGSImeshC" was also written for reading these topographical CD-ROM data. Using the graphical user interface, these softwares work as modules in cooperation with bundled modules of IRIS Explorer®, and enable us not only to present three dimensional image of topography and geology, but also to overlay the other earth science data on them. Softwares coded in this study are available from anonymous ftp site (URL=ftp://www.gsj.go.jp/pub/g0442) of Geological Survey of Japan.

### 要 旨

地質調査所発行 100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版メッシュ形式地質図データベース中の地質データと断層データを商用ソフトウェア IRIS Explorer® を用いて立体的に表示するためのデータ読み込み用ソフトウェア ReadGSJmap100C を作成した。地形データとして、国土地理院発行 CD-ROM 版メッシュデータ(標高)を利用するので、それを読み込むためのソフトウェア ReadGSImeshC もあわせて作成した。これらのソフトウェアはモジュールとして IRIS Explorer® 標準添付モジュールとともに、グラフィックユーザーインターフェース下で簡単に使用でき、地質、地形の 3 次元表示のみならず他の地球科学的データと容易に重合表示する可能性をもたらす。今回作成したソフトウェアは地質調査所の匿名 FTP(URL=ftp://www.gsj.go.jp/pub/g0442)から取得することができる。

### 1. はじめに

地球科学データには地理的な位置情報を伴うものが多く、表現を 3 次元的にすることによりその理解が容易に

なることが多い。地質データに標高データを与えて 3 次元的に表現することで地質と地形の関係を理解しやすくすることはこれまでも種々試みられている(ジオグラフィックス・ジャパン編集委員会, 1986; 日本列島の地質編集委員会, 1996)。しかしこれらの図を作成するには、かなり専門的な知識が必要とされ、だれにでも出来るというものではなかった。商用の科学的可視化ソフトは、コンピュータを利用して対話的に科学的データを 3 次元表示する汎用ソフトで、3 次元的な図を作成する際のユーザーの負担を少しでも軽減することができる。この機能を利用して地質データが簡単に 3 次元表示できるならば地質の解析のみならず重磁力データなどの地球物理学的データと総合的に解析することもさらに身近なものとなり得るであろう。

100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版(地質調査所編, 1995)には、多様なソフトウェアでの利用に応えるように様々な形式で地質データが収録されている。大きく分けるとベクトル形式、メッシュ形式、地質図画像形式の 3 つに区分できる。ベクトル形式は最も表示精度が高いがそれを十分に利用するには地理情報システムソフトなどのソフトウェアが必要である。メッシュ形式は、

\*地殻熱部 (Geothermal Resources Department, GSJ)

keywords: scientific visualization, geological map, digital map, software

ベクトル形式に比べると表示精度が粗いが他のデータと重ね合わせるのに便利な形式である。地質図画像形式もベクトル形式に比べると表示精度が粗いが、画像として簡便に他のソフトで利用できる長所がある。今回は、表示精度が劣るが、他のデータと重ねて利用しやすいという理由でメッシュ形式地質図データベース(野呂ほか, 1995)中の地質・断層データを商用科学的可視化ソフトで利用するためのソフトウェアを作成した。あわせて国土地理院発行 CD-ROM 版メッシュデータ(標高)(国土地理院編, 1997 a,b)を読み込むためのソフトウェアも作成した。

3次元立体地質図を作成するためだけならば、地質図画像データを読んで立体地形にテクスチャマッピングすることによっても可能である。また地理情報システムには国土地理院の地形データを読めるものもある。しかしながらここでの方法は表示精度がやや粗いものの、地形と地質両方のデータをメッシュデータとして統合的に持つこと、そしてそれと他のデータを重合する等のより多面的な解析の可能性があるという点で利点があると考えられる。

なお、これらの CD-ROM 出版物にはデータを表示するための簡単なビューアが添付されているが、ここに報告するソフトウェアを使用すれば、視点の変更、高距の強調、色調の変更、地形断面作成、他データとの重合表示などさらに高度な機能を利用したデータ解析が可能になる。

NAG (Numerical Algorithms Group)社製 IRIS Explorer<sup>®</sup> (以下 IRIS Explorer)は商用科学的可視化ソフトの1つで様々なプラットフォーム上で動作し、科学的可視化に利用されている。今回地質調査所発行 100 万分の1日本地質図第3版 CD-ROM 版および国土地理院発行 CD-ROM 版メッシュデータ(標高)をこのソフトで利用するための読み込み機能拡張をモジュール(データ処理を実行する一つのソフトウェア部品)の作成という形で実現したのでここにその技術的概要と利用例を報告する。これらのモジュールを用いれば、地形鳥瞰図やそれに地質図をオーバーレイし、自由な角度、高距の強調表現で観察することが可能になる。なおこれらの CD-ROM に収録されているのは陸域データのみで海域データは無い。このことはプログラムの動作に支障はないが、表示を見る際に留意してほしい。

今回作成したモジュールは、IRIS Explorer version 3.5 および IRIX<sup>®</sup> 6.2 オペレーティングシステムで開発を行い動作を確認した。これらのモジュールのためのソースファイルとバイナリーファイル(IRIX6.2用)は地質調査所の anonymous FTP から取得することができる。C コンパイラ(ANSI Cで確認)があれば、ソースファイルから他のプラットフォームの IRIS Explorer 用のモジュールを作成することもできるはずである。な

お本報告中にあらわれる IRIS Explorer<sup>®</sup> は日本ニューメリカルアルゴリズムズグループ株式会社の、また IRIX<sup>®</sup> 6.2 は Silicon Graphics, Inc. の登録商標である。それらの商品の使用を地質調査所が特別に推奨するものではないことをあらかじめお断りする。

## 2. 概 要

IRIS Explorer では、データを可視化する一連のデータ処理をいくつかの要素的な手続きに分解して、それぞれの手続きの機能をソフトウェア上でモジュールという形で実現している。ユーザは複数のモジュールをパイプラインをつなぐようにつないでデータの流れを設計し、可視化に必要なデータ処理を行う。モジュール間の接続はマップと呼ばれる画面上でグラフィックユーザーインターフェースを用いて行うことができる(第1図)。IRIS Explorer では、モジュールをユーザが作成する機能が提供されており、これによりソフトウェアの機能をユーザ自身の手で拡張することが可能になっている。今回は、これを用いて製品にバンドルされるモジュールと変わり無い使い勝手のモジュールとして地質調査所発行 100 万分の1日本地質図第3版 CD-ROM 版(メッシュ形式地質図データベース)読み込みモジュール(ReadGSJmap100C)および国土地理院発行 CD-ROM 版メッシュデータ(標高)読み込みモジュール(ReadGSImeshC)を作成した。これらのソフトの基本となる関数はC言語で書かれ、mbuilder と呼ばれるモジュール作成用ソフトにより IRIS Explorer の API と結び付けられている。

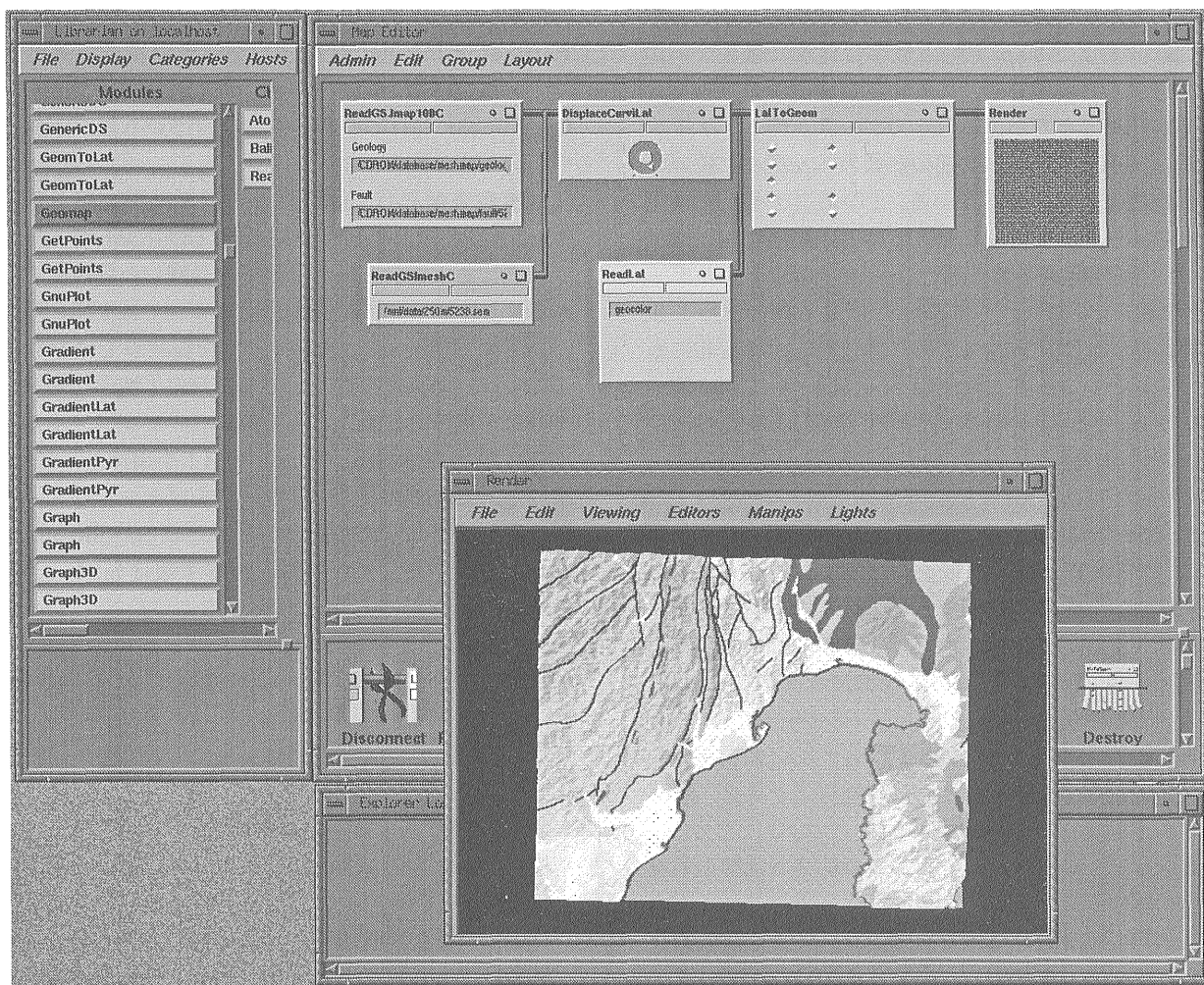
## 3. デジタル化地図データとデータ構造

### 3.1 メッシュコードについて

メッシュコードについて、本報告の理解を助ける程度に説明する。地図上の情報をデジタル化したり各種統計情報をとるために地図上の経緯度方眼として地域メッシュが定められている(日本地図センター, 1982)。

第1次メッシュは20万分の1地勢図の図郭を単位区画とし1区画の経度幅は1°、緯度幅は40'である。第1次地域区画は4桁のコードで識別され、上2桁は、メッシュの南西端の緯度を1.5倍した数字、下2桁は、同じ点の経度の下2桁の数である。

第2次メッシュは第1次メッシュを経緯度方向にそれぞれ8等分に細分して得られるメッシュで2万5千分の1地形図の図郭に相当し、1区画の経度幅は7'30"、緯度幅は5'である。第2次メッシュ区画の位置は、その属する1次メッシュ区画を行列に見立てると、南から北に向けて0から7まで振られた行番号と西から東に向けて0から7まで振られた列番号を組み合わせた番号を



第 1 図 ソフトウェアの操作画面。  
Fig. 1 Window snapshot of application software.

その属する 1 次メッシュコードに続けて示される。  
第 3 次メッシュは標準(基準)地域メッシュとも呼ばれ第 2 次メッシュを経緯度方向にそれぞれ 10 等分に細分して得られる。1 区画の経度幅 45", 緯度幅 30"である。第 3 次メッシュ区画の位置は、その属する 2 次メッシュ区画を行列に見立てると、南から北に向けて 0 から 9 まで振られた行番号と西から東に向けて 0 から 9 まで振られた列番号を組み合わせた番号をその属する 2 次メッシュコードに続けて示される。例えば 5438-23-23 という基準地域メッシュコードは 5438 という 1 次地域区画中の南から 2 番目西から 3 番目にある 2 次地域区画中のさらに南から 2 番目西から 3 番目の 3 次地域区画を示していることになる。

### 3.2 メッシュデータ(標高)の種類

利用する数値標高データは国土地理院から発行されている CD-ROM 版「数値地図 250 m メッシュ(標高)」(国土地理院編, 1997 a)および「数値地図 50 m メッシュ(標高)」(国土地理院編, 1997 b)である。

「数値地図 250 m メッシュ(標高)」には 2 次メッシュを経緯度方向にそれぞれ 40 等分して得られる各区画の中心点の標高が収録されている。メッシュの刻み幅の実距離は約 250 m である。この CD-ROM にはこのほかに 1 km メッシュ(標高), 1 km メッシュ(平均標高)データが併せて収録されており、これらのデータは 1 次メッシュごとに 1 つのファイルになっている。1 km メッシュ(標高)は 3 次地域区画の中心点の標高が収録され、1 km メッシュ(平均標高)は、1 つの 3 次地域区画に含まれる 4 つの 250 m メッシュ(標高)の平均値が収録されている。

50 m メッシュ(標高)には 2 次メッシュを経緯度方向にそれぞれ 200 等分して得られる各区画の中心点の標高が収録されている。メッシュの刻み幅の実距離は約 50 m で、データは 2 次メッシュごとに 1 つのファイルになっている。

ここで示したメッシュはいずれも経緯度方眼であるか

ら、その実距離は緯度によりわずかに異なり、ここに示した250mおよび50mという数字は目安に過ぎないことに注意する必要がある。このように4通りのメッシュデータが利用できるが、これらのデータが作るファイルの形式は共通していて、共通の形式のヘッダーに続いてデータが次のように並んでいる。1つのファイルを構成しているメッシュを行列に見立てると、東西に並ぶ行が1レコード(改行コードと改行コードの間の1行のデータ)を作る。1つのレコードの中では最も西のメッシュが先頭に置かれ東に向かって順に後に続く。最も北にある行が先頭のレコードとなり以下南に向かって順に続く。細かいフォーマットの仕様についてはCD-ROM添付のファイルに記述されている(国土地理院編, 1997 a,b)。

### 3.3 CD-ROM版100万分の1日本地質図のデータについて

100万分の1日本地質図第3版CD-ROM版には種々の地質データがいくつかの形式で収録されているが、ここで利用するのはメッシュ形式地質図データベース(野呂ほか, 1995)のもので、database/meshmap/geologyとdatabase/meshmap/faultの2つのディレクトリ下のファイルである。ここではそれぞれ地質ファイル、断層ファイルと簡単に呼ぶことにする。

地質ファイルのデータのメッシュの切り方は国土地理院発行のメッシュデータ250m(標高)と同じで、各区画で最も広い面積を占める地質区分のコード番号が収録され、1次メッシュごとに1つのファイルになっている。ただしデータの配列およびフォーマットは異なる。1つのファイルを構成しているメッシュを行列に見立てると、最も南の行のメッシュを西から東に並べ、東端に達すると北に隣る行のメッシュを西から東に向かって並べる。このように繰り返して、北東端に達して最後となる。改行コードは一番最後に1つおかれるので、この場合1ファイル1レコードということになる。実際はこのように並べられたデータはさらにrun length圧縮されている。

断層ファイルは1次メッシュごとに作成され、各断層の始点、中間点、終点が格子の座標で示されている。断層線はこれらの点をつなぐことにより得ることができる。

### 3.4 データ構造について

可視化するためのデータは一般には、座標値(1次元から3次元)と観測値(複数可)の組になっていると考えることができる。IRIS Explorerの扱うデータは座標値の性質により次の3種類(実際にはさらに多くの種類が扱える)があり、一連の観測値と座標値を合わせたデータ構造をlatticeと総称している(Silicon Graphics, Inc. and The Numerical Algorithms Group Ltd, 1995)。

**Uniform lattice:** 観測値の載っている点が等間隔の直

交座標上にある場合。

**Perimeter lattice:** 観測値の載っている点が不等間隔の直交座標上にある場合。

**Curvilinear lattice:** 観測値の載っている点が不規則に分布する場合。

地質調査所発行100万分の1日本地質図第3版CD-ROM版および国土地理院発行CD-ROM版メッシュデータはある経緯度幅を等間隔に分割した経緯度方眼である。したがって、地図投影法によっては平面に写像した結果がuniform latticeのような等間隔ではなくなる。ここでは、地図投影法として5万分の1地形図や2万5千分の1地形図で用いられるユニバーサル横メルカトル(UTMと略す)図法(坪川, 1974; 小川ほか, 1980)を用いた。これにより今回作成したモジュールはデータの経緯度座標をUTM変換して2次元のcurvilinear latticeを生成する。すなわち、座標情報はlatticeデータの規約にしたがって全ての観測点についてUTM系のx-y座標(単位km)とそれに対応する各点の観測値(m単位の標高値または地質コード)の対として記述される。

## 4. モジュールの仕様と使用例

### 4.1 標高データ読み込みモジュール

標高データ読み込みモジュールReadGSImeshCは、全てのタイプのメッシュファイル(1km(標高), 1km(平均標高), 250m(標高), 50m(標高))を読むことができる。これらのファイルのヘッダー形式が共通であるため、ヘッダー情報を利用することで全てのファイルに対応することができるからである。UTM変換に用いられているパラメータは国土地理院発行の25,000分の1地形図および50,000分の1地形図で用いられているものと同じである。UTM図法では、経度6度ごとにゾーンを作り、同一ゾーンに属する地域は同一の直交座標原点で表される。ReadGSImeshCモジュールは変換するメッシュファイルがどのゾーンに属するかを、ファイルのヘッダー情報をみて自動的に判断し、適切な座標パラメータを設定する。ユーザはモジュール中のテキストボックスにメッシュファイル名のみ(但し1つのみ)を入れればよい。

ただし次のような制限がある。1)日本以外の地域を扱うことはできない。たとえ国土地理院のメッシュデータファイル形式に従っても、国により採用している地球楕円体の表示パラメータは異なるので、厳密にはUTM変換の結果が異なる。このプログラムは地球楕円体の表示パラメータを日本で採用されている値(日本測地系)にハードコーディングしてあるのでこのような違いを扱うことはできない。

2)ReadGSImeshCモジュールは1つのファイルしか読めない。しかし、IRIS Explorerのマップにこのモ

ジュールを複数並べて、それぞれ異なるファイルを読ませて、それぞれのジオメトリデータを Render モジュールに入れることで、複数ファイルを表示することができる(但し同一 UTM ゾーン内に限る)。この場合、ファイルごとの地域の間背景色の「継ぎ目」が見える。

なお配布ファイルには、標高を地形図らしく色分けするための補助ファイルとモジュールマップ例が添付されている。

#### 4.2 地質図データ読み込みモジュール

地質図データ読み込みモジュール ReadGSJmap100C は地質ファイルと断層ファイル(database/meshmap/geologyとdatabase/meshmap/fault)をそれぞれ1つずつ読んで curvilinear lattice に変換することができる。地質ファイルと標高ファイルではすでに記したようにデータの並び方が異なるが、ReadGSJmap100C の作る lattice データは、ReadGSImeshC の作る lattice データ(但し 250 m メッシュのみ)に合わせてあるので、IRIS Explorer での両データの重合処理に支障をきたすことはない。

地質ファイルにはヘッダーという形式で UTM 座標系に関わる情報がない。そこで ReadGSJmap100C モジュールは変換するメッシュファイルがどのゾーンに属するかを、ファイル名となっている 1 次メッシュコード番号をみて自動的に判断し、適切な座標パラメータを設定している。したがってユーザはモジュール中の GeologyFileName テキストボックスにメッシュファイル名(但し 1 つのみ)のみを入れればよい。またこのためにファイル名(特に初めの 4 桁のコード番号)を変えることはできない。これは ReadGSJmap100C が 1 次メッシュのコード番号がそのメッシュの南西端の緯度経度を基に作られているという規約を利用してゾーンを判定しているからである。

ReadGSJmap100C は断層ファイルに記載される各断層の始点、中間点、終点の格子座標位置を線型補間してきめ、その地質コードを黒になるように設定する。格子座標は地質データと同じものを用いており、新たに UTM 変換しているわけではないので、このファイルの名前を変えても支障ない。

地質調査所発行 100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版では、1 から 200 までの番号が地質コードとして利用されているが、中には予約だけされて実際には未定義のものもある。配布ファイルに添付されている補助ファイル colorlattice は、IRIS Explorer に読み込まれた地質データをそのコード番号にしたがって着色するためのカラーデータを提供する 1 次元 uniform lattice データである。0 番から 255 番までのコード番号に有効である。できるだけオリジナルの RGB 値を再現するようにしたが、必ずしも正確にその通りにはなっていない。

また 255 番の使い方はオリジナルとは異なり断層線の色(黒)を割り当てようになっている。上限下限を越えるコード番号があらわれた場合、上限下限値のコード番号の色と同じ色が割り当てられる。

なお次のような制限がある。1) このモジュールは地質調査所発行 100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版メッシュ形式地質図データベース中の meshmap/geology, meshmap/fault 専用である。将来の CD-ROM 版地質図に適用できる保証はない。

2) ReadGSJmap100C モジュールは地質、断層それぞれ 1 つのファイルしか読めない。しかし、IRIS Explorer のマップにこのモジュールを複数並べて、それぞれ異なるファイルを読ませて、それぞれのジオメトリデータを Render モジュールに入れることで、複数ファイルを表示することができる(但し同一 UTM ゾーン内に限る)。この場合、ファイルごとの図郭の間に背景色の「継ぎ目」が見える。

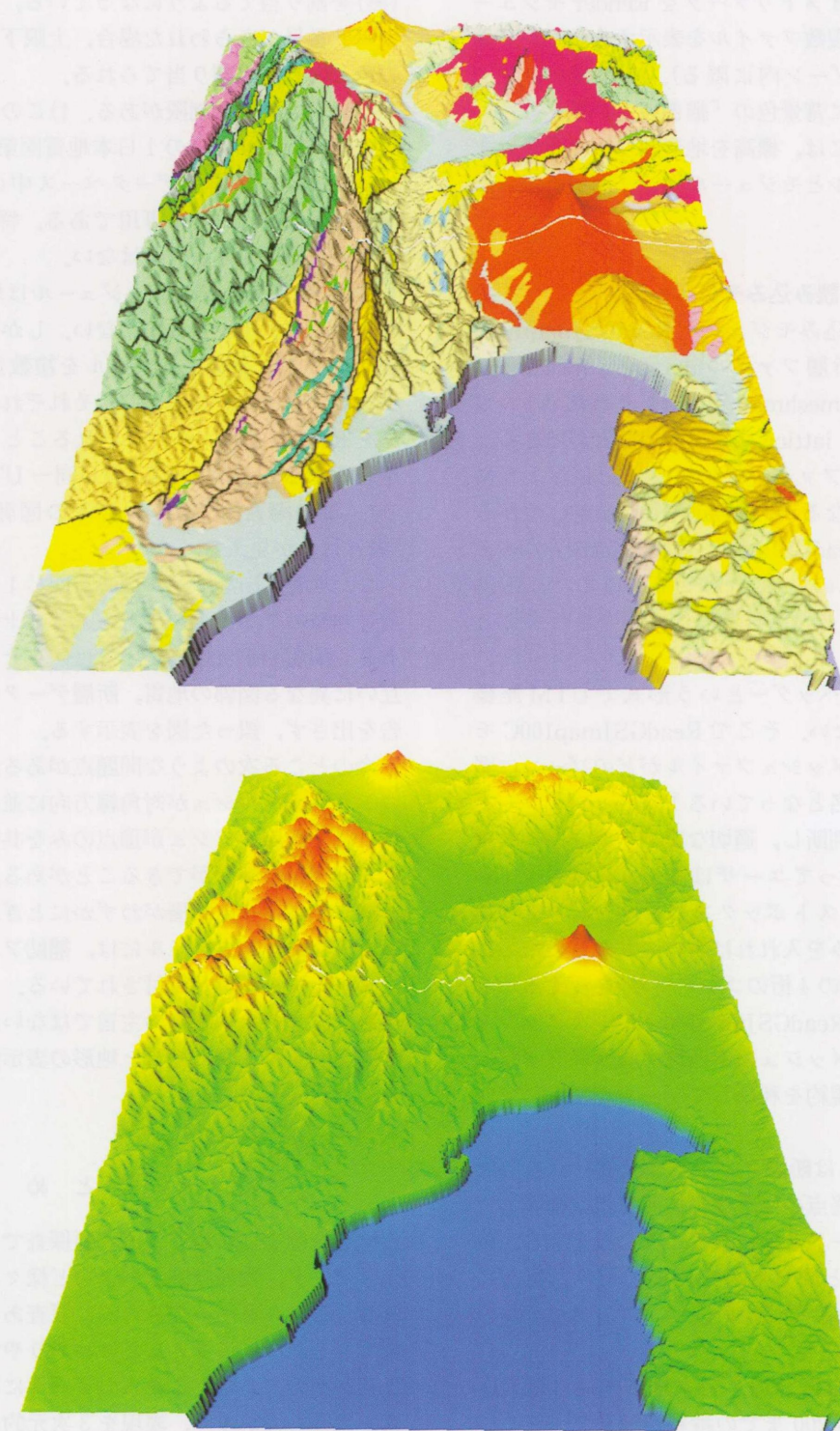
また地質、断層データは必ず同じ 1 次メッシュコード番号地域のファイルを与えるように十分注意する必要がある。地域の整合性については何らチェックをしない。互いに異なる図郭の地質、断層データを与えても何ら警告を出さず、誤った図を表示する。

今のところ次のような問題点がある。断層で黒く塗りつぶされるメッシュが対角線方向に並ぶ場合、すなわち隣り合う断層メッシュが頂点のみを共有する時、角度によりわずかな隙間ができることがある。この結果、本来連続しているべき断層がわずかにとぎれて見えることがある。なお配布ファイルには、補助ファイルのほかにモジュールマップ例が添付されている。ソフトウェアの使用法を記すのは本報告の主旨ではないので、第 1 図に操作画面例を第 2 図に地質と地形の表示例を示すにとどめる。

## 5. ま と め

地熱資源をはじめとする資源探査では地質データ、地化学データ、物理探査データなど様々なデータが取得される。これらを用いて総合的に探査あるいは資源評価に利用するためにはできるだけわかりやすい図を作成することが必要である。これらのデータには地理的な位置情報を伴うものが多く、表現を 3 次元的にして、さらにいくつかのデータを重合することにより総合的な理解が容易になる場合が多い。このようなデータ処理をコンピュータを用いて簡単に対話的に操作できれば判断を下すのにより好適である。このような目的のための様々なデータの中でも地形と地質のデータは基本と言えよう。またこれらのデータは CD-ROM として流通し手にいれやすい。そこで様々な探査データを可視化する第一歩として地形と地質のデータを読み出すソフトウェアを作成





第2図 上：静岡地域(1次メッシュコード5238)および甲府地域(1次メッシュコード5338)地質の3次元表示例。下：静岡地域(1次メッシュコード5238)および甲府地域(1次メッシュコード5338)地形の3次元表示例。いずれも図の中央付近を水平に横切る白線は図郭の境界を示す。地形の垂直強調は3倍。

Fig. 2 Top: three dimensional geological map image of Shizuoka district (primary mesh code 5238) and Kofu district (primary mesh code 5338). Bottom: three dimensional topographical map image of Shizuoka district (primary mesh code 5238) and Kofu district (primary mesh code 5338). In both images, white horizontal line in the midst of the image is boundary line between two districts. Exaggeration of vertical scale of topography is three times of horizontal scale.

し、実際に可視化を試みた結果、簡単に対話的にデータを検討できることが確認された。なお当所中野 司技官からは査読に際して、有益なコメントを得た。ここに記して謝意を表す。

## 文 献

- 地質調査所編(1995) 100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版。数値地質図 G-1, 地質調査所。ジオグラフィックス・ジャパン編集委員会編(1986) ジオグラフィックス・ジャパン, 丸善株式会社, 東京, 108p.
- 国土地理院編(1997 a) 数値地図 250 m メッシュ (標高), 国土地理院。
- 国土地理院編(1997 b) 数値地図 50 m メッシュ (標高), 国土地理院。
- 日本地図センター編(1982) 地形図の手引き, (財) 日本地図センター, 東京, 96p.
- 日本列島の地質編集委員会編(1996) 理科年表読本 コンピュータグラフィックス日本列島の地質,

丸善株式会社, 東京, 139p.

野呂春文・村田泰章・松本則夫(1995) メッシュ形式地質図データベース(Code No. 1995-GSJ-G0687-01 Ver. 1.0)。地質調査所(編)。100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版, 数値地質図 G-1。地質調査所。

小川克郎・花岡尚之・津 宏治(1980) 国土地熱資源基本図の基本設計, 昭和 55 年度サンシャイン計画研究開発成果中間報告書「国土地熱資源基本図作成に関する研究」, 91-108.

Silicon Graphics, Inc. and The Numerical Algorithms Group Ltd (1995) IRIS Explorer Module Writer's Guide Release 3, document number NP2873, 199p.

坪川家恒(1974) 測地座標, 坪川家恒・古在由秀・進士 晃・須川 力・田中寅男・檀原 毅・中川一郎・萩原幸男・藤井陽一郎編「測地学の概観—日本測地学会創立 20 周年記念—」, 12-33.

(受付: 1998 年 6 月 10 日; 受理: 1998 年 9 月 7 日)