

可視化ソフトウェアによる地形データ表示 -IRIS Explorer[®]を用いて-

竹野直人¹⁾

1. はじめに

地球科学データには、地形、地質、地球化学、地球物理学などの情報がありますが、位置情報が重要であるため、地図として表現することがデータの理解に不可欠であることが少なくありません。地形データはそれらを表示するための基図ともいえるものですが、それを3次元的に表現するためにはコンピュータがよく利用され、そのソフトにはさまざまなものがあります。NAG (Numerical Algorithms Group) 社製のIRIS Explorerは汎用の可視化ソフトウェアとして知られていますが、地球科学的データの表示にも利用されています。ここでは、ミネソタモジュールとして知られるモジュールと筆者の作成したモジュールを利用して地形データを立体的に表現する方法について紹介したいと思います。

IRIS Explorerはその知名度のわりには地球科学分野ではどのような使われかたをするのかについての情報はあまり共有されていないように見えます。ここに紹介する一文がこのような情報の共有に少しでもお役にたてれば幸いです。

なおIRIS Explorerを実際に利用されている方には役立つが、そうでない方には詳しすぎると思われる内容を[ノート]として分けて記しましたので、どんなものか一読されるだけの方は、その部分を読み飛ばされてもよいかと思います。IRIS Explorerは日本ニューメリカルアルゴリズムズグループ(株)の登録商標です。

2. 可視化ソフトウェアとは? - モジュールとは?

モジュールについて話を進める前に、それと関りの深いIRIS Explorerの可視化のアプローチに

ついて説明することにしましょう。さて可視化といっても、この言葉自体聞き慣れない方も多いかと思いますが、可視化とは大量のデータを目で見えたりわかりやすい形にすることによってよいと思います。データをグラフにするとわかりやすくなるとよく言われますが、これも可視化の一つと考えてよいでしょう。可視化はこれにとどまらずに、データを地図に表現したり、立体的に表現したり、さらには時間変化を追って映画のように表現したりすることも可視化と呼ばれます。このようにさまざまな形にデータを表現するのにコンピュータは大変便利な道具ですが、そのためのソフトウェアが可視化ソフトウェアと呼ばれています。

IRIS Explorerでは、データを可視化するためのさまざまな操作を比較的単純な操作群に分解して、その単機能とも言えるそれぞれの操作を一つ一つのモジュールと呼ばれるソフトウェア部品にわけています。データは、いくつかのモジュールの中を流れる間にさまざまな操作を受けて、人の視覚にわかりやすい形となってコンピュータディスプレイの上にあらわれます。ユーザは、どうしたらデータの本質があらわになるかを考えて、モジュールを選びその間にデータの経路を結びます。モジュールにはデータを読むモジュール、データを操作するモジュール、表示するモジュールなどがあります。

それでは次に地形データを表現するのに便利なモジュールについて具体的に眺めていくことにしましょう。

3. 便利なモジュールたち

ミネソタモジュールはミネソタ大学のPaul Morinらが1992年に開発し、James Phillipsが発展させ

1) 産総研 深部地質環境研究センター

キーワード: 可視化, IRIS Explorer, DEM, 鳥瞰図

第1表 Projectorモジュールが扱う地図投影法.

正距円筒	メルカトル円筒	ランベルト円筒	ノモン方位
平射方位	正射方位	正距方位	ランベルト方位
ランベルト円錐	アルベルス円錐	カシニ・ゾルドネル	ボンヌ円錐
ヴェルネル	サンソン・フラムスチード		

た(Phillips *et al.*, 1993)地球科学データを IRIS Explorer で表示するための一群のモジュールの総称です。ただしミネソタモジュールというのは必ずしも正式の名称ではなく通称のようですが、他にそれに代わる名称も無いようなので、本稿でもその名を踏襲しました。インターネット上で無償でダウンロードすることができます。

[ノート]ミネソタモジュールは、IRIS Explorer2.0 で開発されCで書かれたソースコードで提供されています。したがって利用するためには自分でコンパイルする必要があり、Cコンパイラが必要になります。

次の名前のモジュールが提供されています。WorldMap, CoordCrop, WorldCrop, Projector, BendBox, SimpleSphere. それでは、これらの機能を見ていくことにしましょう。

WorldMap このモジュールは、CIA World Data Bank II マップデータベースを読んで、ユーザが選択した表示範囲の地図情報を pyramid と呼ばれる緯経度上に構造化されたデータ形式で出力します。選択できる地図情報には、国境、河川などがあります。

CoordCrop 緯度、経度、深度(高度)と観測値からなる格子データから指定した緯度、経度、深度(高度)範囲のデータだけを取り出します。

WorldCrop CoordCrop と似ていますが、形式的に西経または東経180度を超えた経度を与えても、超えた地域のデータをコピーして格子データを出します。たとえば東経180°の経線をまたぐような地図を描きたいときに使用します。

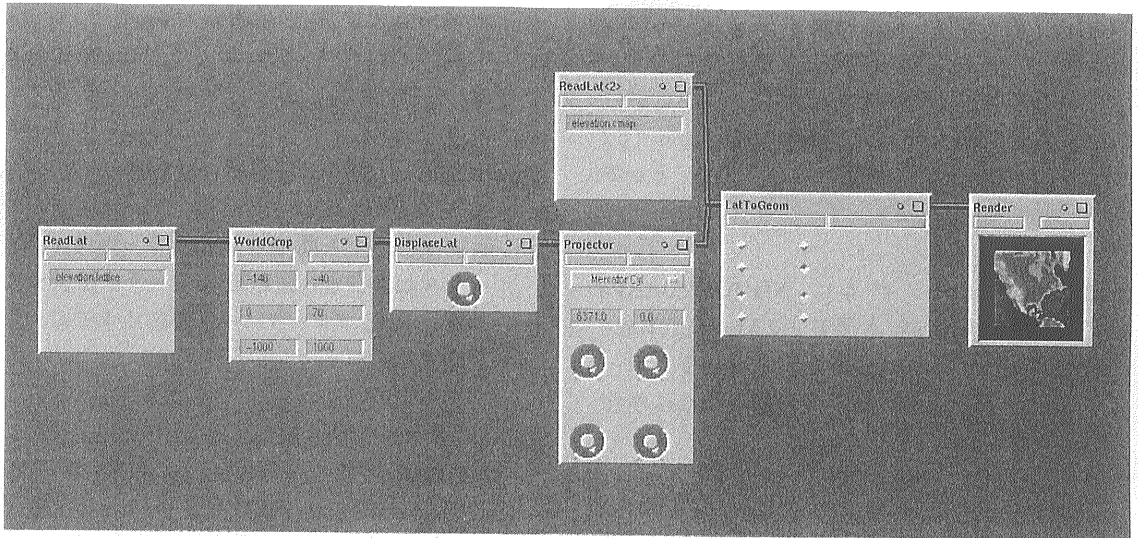
Projector 緯経度座標を、指定した地図投影法の座標に変換します。扱える投影法は、第1表に示す14種類の投影法と球表示ができます。球表示とは地球儀を眺めるように表現することで、

BendBox 地図に枠組を与えます。バウンディングボックスと言ってもよいでしょう。

SimpleSphere 任意の半径の球体を作ります。

これら全てが同時に必要となるわけではありません。これらのうちのいくつかと IRIS Explorer にはじめから用意されているモジュールを組み合わせて目的の仕事をするようになります。

メルカトル図法で投影した地図に標高(水深)データを与えて地形を立体的にして、鳥瞰図(海面下では鯨瞰図ともいう)を作成する方法を第1図に示してみました。第1図は説明のための挿絵のように見えますが、実際にコンピュータの画面にこの図(マップと言います)があらわれます。この中の一つ一つの四角がモジュールを表現しています。ユーザはマウスを用いて、ライブラリと呼ばれる画面上のパレットのような所から必要なモジュールをドラッグしてマップの上にならべます。ならばかたは自分で見やすいように自由にならべることができます。第1図ではわかりやすいようにデータが左から右に流れるようにモジュールをレイアウトしてあります。さて、モジュールをただならべただけではいけません。データの流れる道筋を指示しなければなりません。第1図のモジュール間を結ぶ線がそれです。これもマウスを使って決めることができます。第1図は最も左にある ReadLat モジュールがまずデータを読み、読み込まれたデータは次に WorldCrop モジュールに流れて、指定された緯経度の範囲が切り出されます。切り出されたデータは次に DisplaceLat モジュールに流れて、標高または深度



第1図 3次元地形鳥瞰図を表現するためのモジュールのならべ方の例。

に応じて3次元(z方向に)方向に変位が与えられます。これにより地形の高さを水平距に比べて自由に強調することができます。次にこのデータはProjectorモジュールに流れて、指定された地図投影法の座標データに変換されます。ここまでは、格子(lattice)データ(後述ノート)ですが、次にLatToGeomモジュールに入って格子データはジオメトリデータに変換されます。この時に標高(深度)に応じた彩色(標高段彩)がおこなわれます。この彩色のためのデータは、ReadLatモジュールから読み込まれた色彩データ(これも1次元の格子データ)でLatToGeomモジュールの左側のもう一つのデータ入口から入っているのがわかります。LatToGeomモジュールを出たデータはRenderモジュールに入ってディスプレイに表示されます。Renderモジュールは多機能で、画面に表示された3次元のオブジェクト(この場合立体地図)を自由に拡大・縮小・3次元回転させることができます。またオブジェクトへのライティングをかなり自由に設定することができます。このように対象を視覚的に十分吟味して、その特徴を捉えることに対して強力なサポートを提供することができます。

[ノート] 地形データはかなり大きいことが多いので、第1図に示した作業でもIRIS Explorerの作業領域のサイズであるarena sizeをできるだけ

大きくとる必要があります。筆者は500MBに設定することもあります。設定はUnixの場合ホームディレクトリのexplorerrcファイルで設定します。

[ノート] 実は観測値(例えばここでは標高データ)が割り付けられている格子には、uniform lattice, perimeter lattice, curvilinear latticeが区別されます。この詳細についてはここでは述べませんが、データの流れをマップの上で記述するとき、この違いについて意識する必要があります。これには少し「慣れ」を要するかもしれません。

4. もっとモジュールを

第1図にもどってみます。一番左にあるモジュールはReadLatというlatticeデータを読むモジュールです。この場合、データはIRIS Explorer固有フォーマットであるlatticeデータである必要があります。しかし我々が利用したい標高データはlatticeデータであることはまれで、他のさまざまなフォーマットで提供されています。そこで、このようなさまざまなフォーマットのデータがモジュール一つで簡単に読んで利用できればさらに便利になりましょう。次にご紹介するのは、筆者がこのような目的のために作成したモジュールです。ReadLatモジュールの

代わりにこのモジュールを使用することでさらに多様なデータソースを利用することが可能になります。これらのモジュールのソースコードは地質調査所の匿名FTP (<http://www.aist.go.jp/GSJ/FTP/g0442/>) から無償で手に入れることができます。

ReadTbase このモジュールは、NGDC/NOAAの全球5分間隔標高/水深データTerrainBaseを読みみます。これは地球全体を緯経度に沿って5分間隔で刻んだ格子点の標高または水深をファイルにしたものです。

[ノート] データはリトルエンディアンのバイナリファイルでNGDC/NOAAより提供されています。モジュールを使用するプラットフォームによってコンパイルスイッチする必要があります。詳しくは配布ファイルのREADMEをお読みください。

ReadGrd このモジュールは、Wessel and Smith (1995)のGMT (Generic Mapping Tools) で使用される拡張子がgrdで現わされるファイルを読みみます。

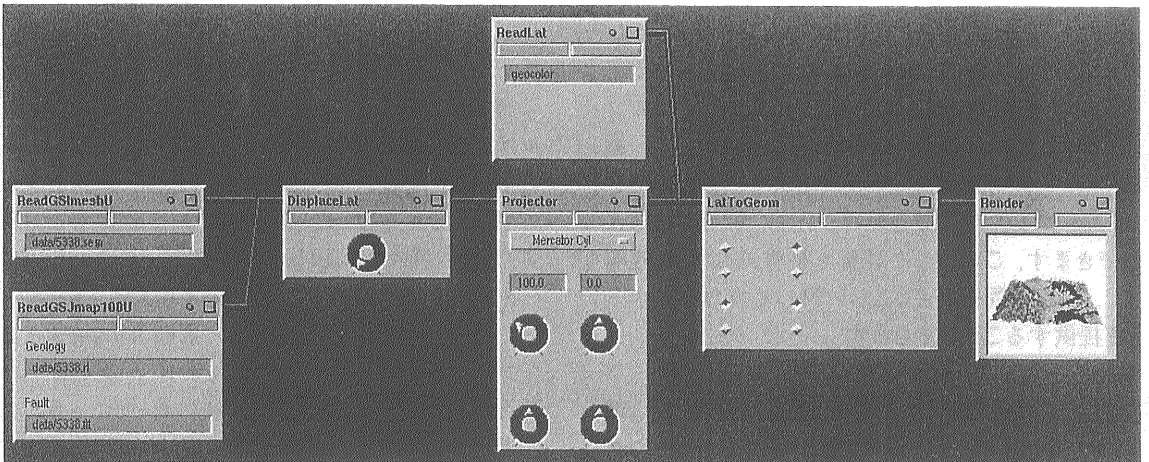
[ノート] netcdfと呼ばれる機種依存しないバイナリデータファイルを扱うフリーソフトのライブラリを利用します。コンパイルにはこれを別途用意する必要があります。

ReadGSImeshU 国土地理院のCD-ROM版メッシュデータ(標高) 50mおよび250mを読みみます。

ReadGSJmap100U 地質調査所1,000,000分の1地質図第3版 (CD-ROM版)のメッシュデータベースの地質と断層を読みみます。画像データベースおよびより高精度なデータを提供するベクトルマップデータベースは読めませんのでご注意ください。

[ノート] ReadGSImeshU と ReadGSJmap100UにはそれぞれReadGSImeshCとReadGSJmap100Cという姉妹モジュールがあります(竹野, 1998)。この違いは、末尾CのタイプがUTM変換のx-y座標(km)をcurvilinear latticeで出力するのに対し、Uのタイプが緯経度(度単位)のuniform latticeを出力することにあります。ミネソタモジュールとあわせて利用するには、Uのタイプが便利ですが、出力図を国土地理院の地形図に重ねて使用するにはパラメータの整合性の点でCのタイプが適当です。

これらのモジュールは基本的には、第1図のReadLatモジュールを置き換えるかたちで使用すればよいのですが、地質図に地形データを重ねて立体地質図とするには第2図のようにモジュールをつなぐ必要があります。さまざまなデータを利用した



第2図 3次元地質鳥瞰図を表現するためのモジュールのつながりの例。

例を口絵4ページに示しましたのでご覧下さい。

5. さまざまな情報

これまで記した内容と関連の深い情報についてインターネット上のものを次にご紹介します。

1. Minnesota モジュールと呼ばれているモジュールは、次の所から手に入れることができます。

<http://www.ks.uiuc.edu/~jim/personal/cartog/>
上のサイトは使用方法などについての詳しい説明もあります。

<http://www.scs.leeds.ac.uk/iecoe/Repository/repository.html>

2. GMT (Generic Mapping Tools) については次のwebサイトが参考になります。

<http://www.imina.soest.hawaii.edu/gmt/>

3. netcdfライブラリは次の所から手に入れることができます。

<http://www.unidata.ucar.edu/packages/netcdf/>

4. TerrainBase は次の所から手に入れることができます。

<ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/Solid-Earth/Topography/tbase-5min/>

5. 日本周辺の標高/水深グリッドデータ (grd ファイル; 駒沢・岸本, 1995) は次の所から手に入れることができます。

<http://www.aist.go.jp/GSJ/FTP/kiyo/japan1km/>

6. 国土地理院の数値地図については次の所が参考になります。

<http://www.gsi.go.jp/MAP/CD-ROM/cdrom.html>

7. 地質調査所の数値地質図については次の所をご覧下さい。

<http://www.gsj.go.jp/PSV/Map/gic/catalogu.htm>

本稿ではIRIS Explorerを用いた地形データおよび地質データの表示についてご紹介しましたが、このソフトはこれ以外のさまざまな可視化機能を持っています。シミュレーション結果のムービーファイル化や3次元地質データのVRMLファイル化についてご関心のあるかたは、筆者のホームページ (<http://staff.aist.go.jp/n.takeno/>) でその例をご覧ください。

文 献

- 駒沢正夫・岸本清行 (1995) : 日本列島周辺域の地形データ (1kmメッシュ). 地震学会ニューズレター, 7, no.4, 3-4.
- Phillips, J. M., Morin, P. J. and Yuen, D. A. (1993) : Visualizing global datasets with Explorer 2.0. University of Minnesota Supercomputer Institute Research Report UMSI 93/4.
- 竹野直人 (1998) : 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 -. 地調月報, 49, 591-597.
- Wessel, P. and W. H. F. Smith (1995) : New version of the Generic Mapping Tools released, EOS Trans. Amer. Geophys. U., vol. 76, pp. 329.

TAKENO Naoto (2001) : 3D map with visualization software-IRIS Explorer®.

<受付: 2001年2月26日>