

九州地方を例とした「地球科学アトラス」の自作： 電子地球科学情報の簡易的な統合利用に向けて

茂野 博¹⁾

1. はじめに

「アトラス(Atlas)」は単に地図帳を本来意味するらしいが、日本では様々な地理情報をシート別にまとめた大判・上質の地図帳を指す場合が多い。世界各国の政府機関は、様々な一般図・主題図を重ね合わせて見易い(座標系・投影法・縮尺などを揃えた)「ナショナルアトラス」を出版してきた。分野や地域を絞った内容のものも、「何とかアトラス」と呼ばれる場合がある。

日本とその周辺の地質～地球(地圏)科学情報に関するアトラスとしては、旧工業技術院・地質調査所によって1982年と1992年に出版されたものがある。その後、「地球科学アトラス」的な電子出版物が、日本列島の地質編集委員会編(1996, 2002)によって刊行されている。

近年、様々な地理-地球科学情報の電子的整備～データベース化が進められており、インターネット・WWWを通じて公開-利用が急速に進展している。その中で、利用者がWWW上で多種類のデータを検索・処理して、重層的な地図を作成する技術(Internet-GIS, WWW-GIS; 例えば, Plews, 1997)の利用が発展中である。例えば、米国では米国地質調査所(USGS)の総合的な電子アトラス、特に地熱関係ではグレートベースン地熱エネルギーセンター(GBCGE)のネバダ州とその周辺の地熱アトラスなどが参考となる(本説末尾のURLの一覧を参照)。日本でも、同様のWWW-GISサイトが出現しつつある。

一方、日本でも政府関係機関などから様々な地球科学情報(ベクトル型・メッシュ型などのデータ)が、画像形式のみならずテキスト形式で一般公開(CD-ROM販売, WWWダウンロードなど)されるようになった。これらのデータのフォーマットは各々独自性を持つが、

個々の研究者・技術者や一般の人々もパーソナルコンピュータ(以下パソコンと略記)上で画像閲覧のみならず、様々なデータ処理を行うことが可能であり、「地球科学アトラス」を自作することも可能となっている。

この「地球科学アトラス」作成にはいくつかの方法がある。主流は高機能の地理情報システム(GIS; 空間情報システムなどとも呼ばれる)という市販のソフトウェア(以下ソフトと略記)を使用する方法であるが、他方データのフォーマットを取り扱いやすい形式に再編集(規格化・共通化)することを通じて、簡単な自作のソフトや一般的な各種のソフト(～両者の組み合わせ)によっても可能である。

今回この第2の方法により、九州地方を事例対象として10種類以上の地理-地球科学情報の処理を試みた。この目的で簡単なソフト群を自作し、共通フォーマット化したテキストファイル群、地図画像ファイル群を作成した。さらに、市販のグラフィックスソフトによって上記の地図画像を重層的に編集し、「地球科学ミニアトラス」とした。この手法・データ群(さらに自己データを含めて)を発展させて、各種の数値処理・画像処理などを行うことも、比較的容易に実施可能と思われる。本説では上記の手法と結果を紹介する。

本説は、筆者が進めている「地理情報システムを利用した地熱資源の評価(アセスメント)の研究」の一環を紹介したもので、CD-ROM出版による本説のソフト、処理データ・画像などの公開化の計画などについて、7. おわりにで概要を述べる。なお、本説で共通フォーマット化した各種のデータファイルについては、現時点では今回の手法検討のための一時的なものである。また、本説では様々な市販ソフト、フリーソフトなどを紹介したが、筆者はそれらの使用を必ずしも推奨するものではないことをお断りする。

1) 産総研 地図資源環境研究部門(地質調査総合センター)

キーワード: 電子地球科学情報, 地理情報システム, GIS, アトラス,
データ統合利用, フォーマット変換, プログラム作成,
Visual Basic, 地熱資源, 九州

2. 基本的な考え方

ここでは若干脇道に入るが、本説の背景となっている現状の問題点、本説の基本的な考え方などを少し整理して紹介する。

自然、特に地圏を対象とした資源開発・環境保全・災害防止などに係わる分野では、各々直接対象とするデータのほかに、地形、地質、地球物理、地球化学的データや社会、環境、気象、生物などに関する多種多様なデータの利用が必要である。このため、基盤的な各種情報の公的電子化整備が、情報処理-成果公表の効率-経済化、高度-多面化、継承-発展化などの目的で望まれている。これらの情報処理では、各種データから作成された地図画像の重合処理のみでは不十分であり、数値データの統合処理(多変量解析、数値シミュレーション、定量的・確率的推定など)が必要な場合が少なくない。しかし、電子地理-地球科学情報整備の現状では、以下のような問題がある。

- (1) データの種類によっては、最も重要な基盤的な数値データ(測定-編集データ)が公開されていない。また、高価格で一般には利用が難しい場合があり、データの所有権・著作権によって利用結果の公表などが制約される場合もある。
- (2) 各種のデータは各々独自の形式・フォーマットで公開されており(規格化・標準化・共通化が進んでおらず)、GISの専門家以外には統合的処理が容易ではない。
- (3) 汎用的なGISソフトでも、特殊性が高い地質・地球物理データなどには標準的には対応していない場合が多く、それらの処理は必ずしも容易ではない(～高費用となる場合がある)。現状のWWW-GISでは画像の重合表示が主題となっており、数値的な統合解析への利用は難しい。

上記の(2)・(3)の問題点に対して、本説では以下の観点・方法で処理を試行した。

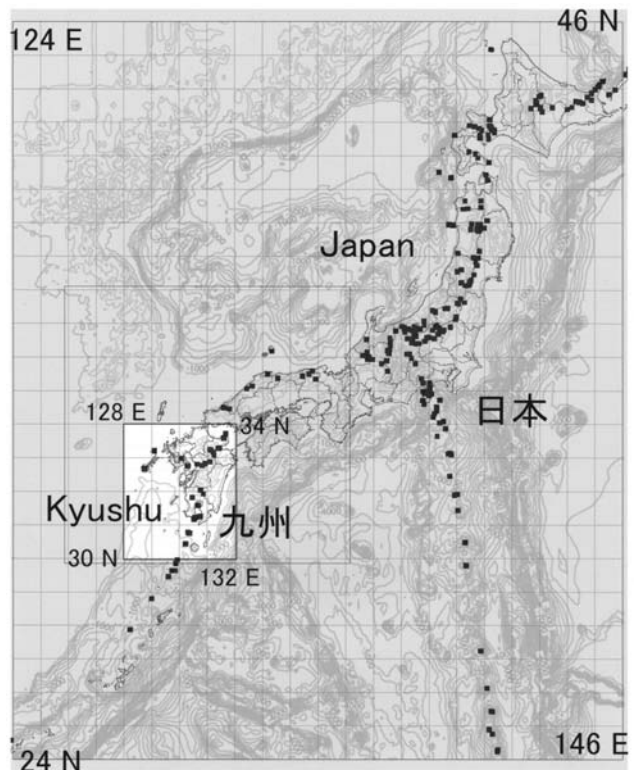
- (1) 電子地理-地球科学情報の統合的な処理を、低費用で比較的容易に可能とする。すなわち高機能の汎用GISソフトを用いずに、各種の低価格の市販～フリーソフト(表計算、数値処理、グラフィックスなど)を援用し

て多様な統合的処理を可能とする。

- (2) 上記の目的で、様々な形式・フォーマットで公開されているデータを再編集し、経度-緯度座標系のテキスト形式の共通データフォーマットに変換し、新しいデータファイル群を作成する。その目的で、必要な処理プログラム群を作成・公開する。
- (3) 上記の共通フォーマット化された新データファイルから、比較的容易に地図画像(凡例を含む)を作成可能とする。その目的で、必要なプログラムを作成・公開する。

3. 処理データ

今回の試行では、第1図に示す「九州地方」を処理対象とした。地域は、経度128.00°E～132.00°E、緯



第1図 日本の海岸線・都道府県境界(国土地理院, 2001)と第四紀火山分布(地質調査所, 2000a)および今回対象とした九州地方の範囲(紙面縮尺2,500万分の1)。作図はQMMによる。なお、日本国内外の陸上・海底地形は、米国地球物理学データセンター(NGDC)公開の標高メッシュデータETOPO5を用いてGMTにより作図した。

第1表 九州地方の地球科学ミニアトラスの作成に使用した原電子データファイルと共通フォーマット化した新データファイルの一覧表。

本説中の 図番号	カテゴ リー	デー タ項目 \$1	原データ提供元 ・媒体 \$2	原データのファ イル様式 \$3	新データファイルの概要 様式 \$4	試料点数	容量 (kB)	備考 \$5
Fig.3 (C)	地熱	温泉	GSI, CD-ROM	PV -1	LL-PPA	472	16	□ 温度, pH, 温泉地名のみを処理
Fig.4 (A)	地形	標高	GSI, CD-ROM	250 m M	LL-M	595,323	12,452	◎ 21ファイル进行处理・統合
	地形	水深	JODC, WWW	500 m M -2	LL-M	495,664	10,463	◎ ~8ファイル进行处理・統合, 海域
Fig.4 (B)	地質	地質	GSI, CD-ROM	250 m M -3	LL-M	594,587	12,154	◎ 21ファイル进行处理・統合, 圧縮解凍処理
	地質	地質断層	GSI, CD-ROM	LV	LL-M	10,000	211	◎ 21ファイル进行处理・統合, 線ベクトル进行处理
	地化	元素濃度	GSI, WWW	PV -1	LL-PPA	368	12	□ 地球化学図, K2O, MgO濃度のみを処理
Fig.4 (C)	地物	重力異常	GSI, CD-ROM	1 km M -4	LL-M	168,264	4,065	◎ 座標変換処理, 陸域+海域
	地物	地温勾配-X	GSI, CD-ROM	PV -1	LL-PP	240	7	□
Fig.4 (D)	地物	磁気異常	GSI, CD-ROM	1 km M -5	LL-M	109,342	2,218	◎ 圧縮解凍・座標変換処理, 陸域+海域
	地質	第四紀火山	GSI, CD-ROM	PV -1	LL-PPA	40	1	□ 火山名を処理
Fig.4 (E)	地物	震源	JMA, CD-ROM	PV -6	LL-PP	102,457	2,629	◎ 17ファイル进行处理・統合, 期間: 1998-2003
Fig.4 (F)	地物	GPS変動	GSI, WWW	PV -1	LL-PPA	57	3	□ 期間: 1996.04-2004.12, 基準値操作処理
	地物	GPS変動	GSI, WWW	PV -1	LL-PPA	147	6	□ 期間: 2004.06-2005.06, 基準値操作処理
Fig.4 (G)	気象	気温-Y	JMA, CD-ROM	1 km M -7	LL-M	41,157	916	◎ 年平均気温, 期間: 1971-2000
	(地熱)	地熱地域	GSI, CD-ROM	Shape	画像	---	---	GISソフトで画像化して暫定表示)
Fig.4 (H)	社会	自然公園-Z	MLIT, WWW	100 m M -8	LL-M	663,019	12,986	◎ 7 別別ファイル进行处理・統合, 期間: 1985

\$1: -X, 地殻熱流量データも存在; -Y, 最大積雪量データなども存在; -Z, 土地利用データなども存在。

\$2: GSI, 地質調査所-地質調査総合センター; GSI, 国土地理院; JODC, 日本海洋データセンター; JMA, 気象庁; MLIT, 国土交通省。

\$3: M, メッシュ(・グリッド); PV, 点ベクトル; LV, 線ベクトル; Shape, ESRI社のArc Shape-file形式; -1, 試料・測定結果を行とした多成分表; -2, 経度-緯度線に斜行; -3, ランテングス圧縮; -4, 多円錐図法に基づく; -5, ランベルト正積方位図法に基づく; -6, 震源を行とした圧縮詳表; -7, 標準3次メッシュを行とした単純表; -8, 標準3次メッシュを行とした圧縮詳表。

\$4: 新データファイル様式は, 試料を横軸に, 3~5成分を縦軸(経度-緯度座標)にした3種類の共通化テキスト形式である(本文参照)。

\$5: フォーマット変換処理は, □では表計算ソフトにより, ◎では今回VB6を用いて自作したプログラム群により実施。

度30.00° N~34.00° Nの範囲で, 九州地方の中心陸域と周辺海域を含み, 地質調査総合センター(2002)の九州地方の範囲よりもやや広い。

第1表に, 今回処理対象とした電子地理-地球科学情報を一覧表にして示す。これらの原データは, 産業技術総合研究所・地質調査総合センター(旧工業技術院・地質調査所), 国土地理院, 海上保安庁・日本海洋データセンター, 気象庁, 国土交通省(以上, 第1表などの表示順)によって公開化されている。これらの機関のWWWホームページと上記データに関連するページなどについて, 本説末尾にURLを整理して示した。なお, 第1表のデータについては, 提供方法がCD-ROMの場合は実費~数千円程度で購入が可能, WWWの場合は無料でダウンロードが可能となっている。

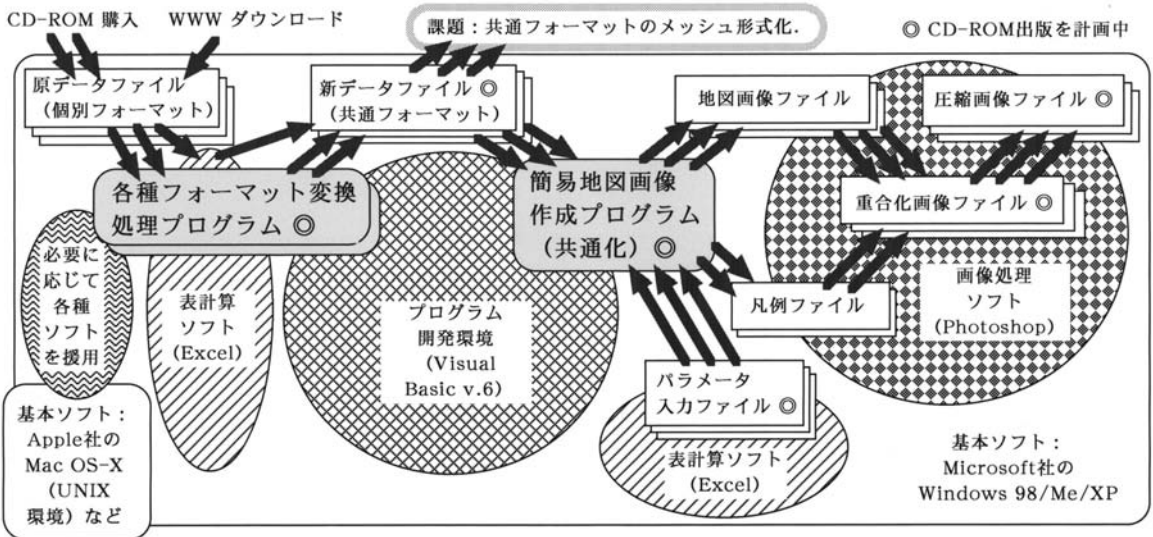
第1表に示した電子データは, 基本的に位置情報がメッシュ形式あるいは点ベクトル形式のテキストデータである(地質断層・地熱地域を除く)。例外的に地熱地域については, 非テキスト形式の線ベクトル型のデータ(ESRI社のShape-file形式; 地質調査総合センター(2002)による)を画像化して使用した。なお, 海

岸線・行政界については, 線ベクトル型である国土地理院(2001)の電子テキストデータを利用した。

4. 処理方法

今回のデータ処理の流れを, 関連ソフト環境を含めた形で第2図に示す。その概要は, 各種データについて(1)原データファイルから共通フォーマットの新ファイルへの変換, (2)共通化したプログラムによる地図画像化, (3)共通化したプログラムによる凡例の作成と地図画像との統合である。

データの処理は, 基本的にMicrosoft社(以下MS社と略記)のWindows 98/Me/XPを基本ソフトとしたパソコン上で実施した。(1)の共通フォーマット化では, 基本的にデータ種毎に簡単なプログラムを自作(開発環境としてMS社のVisual Basic v.6(以下VB6と略記)を利用)して処理した。また, 必要に応じて市販の表計算(MS社のExcel), 開発環境(Compaq社のVisual Fortran, v.6), GISソフト(MicroImages社のTNTmips, ハワイ大学Wessel氏公開のThe Generic Mapping Tools(以下GMTと略記))など各種のプ



第2図 今回のデータ処理の流れとソフトウェア環境.

プログラムを使用・援用した。

(2)・(3)の地図画像化-凡例作成-統合では、共通化した簡単なプログラムを自作(VB6を利用)して処理(一部データ種ではさらにそれを改変して使用)したが、画像の調整、重畳化、フォーマット変換などの処理には市販の高機能のグラフィックスソフト(Adobe社のPhotoshop)を利用した。なお、グラフィックスソフトについては最近では低価格で多機能-高機能のものが各種販売されており、これらの利用も十分に可能と思われるが、今回は筆者が従来から使用している上記のソフトを用いた。

以下に、上記(1)～(3)の過程の概要を説明する。

4.1 データフォーマット変換

今回試作したデータフォーマット変換処理プログラム群は、各データ種毎に形式・フォーマットなどの仕様が異なるテキスト形式の原データファイルから、共通フォーマットのテキスト形式(XXX.csv)の新データファイルに変換するものである。なお、原データフォーマットが簡単なデータ種については、表計算ソフト上の手動操作でフォーマット変換を実施したことがある。

新ファイルのデータフォーマットは、行に各試料(点、メッシュ)、列に空間情報(経度・緯度; XXX.XXXX°形式で小数点以下4桁まで)と属性情報を取った3～5列のテキスト(表)形式である。3列の場合は、空間2

次元値とそのメッシュ(あるいはグリッド)データ値の順のフォーマット(ここではLL-M形式と呼ぶ)である。一方、4列の場合は空間2次元値とその点の2種類の属性情報(測定値・分析値; 例えば深度も可)の順のフォーマット(同LL-PP形式)である。5列の場合は、4列の場合にさらに文字型の属性情報(番号、試料名、分類型など)の1列を加えたフォーマット(同LL-PPA形式)である。現状では、列間は「,」を用いて空白を入れないcsv(comma separated value)形式を使用し、大量データの小容量化を図っている。

各ファイルの先頭部には、任意の行数のファイル情報(メタデータ)を置くことができる。現状では、暫定的ではあるが共通的に(1)ファイルの名称・形式など、(2)原データの公開元、出典、ファイル名など、(3)ファイル編集の方法、備考など、(4)対象範囲、データ列数・行数など、(5)各列の表題などについての合計27行が置かれている。なお、現状の以下4.2～4.3のプログラムでは、先頭行数指定によってこれらは読み飛ばされる。

各フォーマット変換プログラムは単機能のごく小規模なもので、データ種毎に独立したものとなっている。これらは、各々原ファイルの読込、フォーマットの変換処理(特殊データの処理、経度-緯度範囲指定などを含む)、新ファイルの書出しの3部分で構成される。なお、現状ではこれらのプログラム群は、VB6のインタープリター環境で作動しており、その利用にはVB6の

開発環境が必要である。その理由は、データ種によっては日本全国が数10以上のファイルに分割(標準地域メッシュ別、県別など)される場合などがあり、ソースプログラムの修正によって効率的な一括処理・ファイル統合化、個別の特殊処理などを行う必要があるためである。将来的にはデータ種毎に実行プログラム化の予定である。

処理に当たっては、まず同一フォルダー内に原データファイル(XXX.txt, XXX.csvなど)と対応するフォーマット変換プログラム一式(XXX.vbp・XXX.frm)を置く必要がある。ソースプログラム上で処理対象となる原データファイル名と作成される新データファイル名を入力後、プログラム実行命令で作業は自動的に進行・終了する。

データフォーマット変換処理で大きな問題は、各種の原データファイルはデータ特性、過去の経緯などによって複雑・特殊なフォーマットを持つ場合があることである。今回、特に顕著な問題については以下の処理を行った。なお、陸域に関するデータ種について、海域の空白データ(-9999)などについてはファイル容量削減のために削除した。

- (1) 原データファイルでは、従来の日本測地系が使用されている場合がある。これらのデータについての世界測地系への変換は、国土地理院が無償公開しているプログラム(TKY2JGD.exe)を使用して一括処理が可能である。しかし、これについては将来的に一括処理することとし、今回は未処理とした。なお、上記の変換による経度・緯度値の変化は全国的に概略 -0.004° E, $+0.004^{\circ}$ N程度であり、変換処理の影響は100万分の1縮尺の地図では0.5mm程度に過ぎないため今回の画像表示では無視できる。
- (2) 地質(単元コード)データ(地質調査所, 1995)については、原データ形式ではランレングス圧縮が行われている。これについてまず国土地理院の数値地図250mメッシュ(標高)のフォーマットに変換し(茂野・阪口, 2002b)、続いて今回のLL-M形式に変換した。地質断層データは線ベクトル型のデータであるが、同様の2段階処理を行った。
- (3) 原データ形式が、重力異常データ(地質調査所, 2000b)については、多円錐図法の地図による直交座標グリッド系の表となっており、駒澤(2000)

の変換プログラム(xylcn, Fortran言語による)を一部改変・利用して、経度-緯度系の表へと一括変換した。同様に空中磁気異常データ(地質調査総合センター, 2005a)については、ランベルト正積方位図法の地図による直交座標グリッド系の表(ファイル圧縮あり)となっており、Apple社のMac OS-XのUNIX環境上で、GMTの変換プログラム(mapproject)を利用して、経度-緯度系の表へと一括変換した。なお、両者ともに1kmグリッド編集の該当地域データ(第1図に範囲枠線を表示)も公開されている(Geological Survey of Japan and Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 2002)が、今回は使用しなかった。

- (4) データ特性、従来の経緯などによって原データ構造が複雑な震源、自然公園などについても、今回VB6でフォーマット変換プログラム作成した。しかし、時間的制約などにより一部過去に作成したVisual Fortranプログラムを使用した場合がある。

4.2 地図画像作成

今回試作した簡易的な地図画像の作成プログラム(Quick Map Making Tool for Various Earth Science Data; 略称QMM)は、各種データについて経度-緯度直交座標系の地図画像を作成するもので、上記の新データファイルのフォーマットに沿って共通化されている。4.3に述べる凡例作成の機能についても、本プログラムに統合されている。VB6のインタープリター環境で作動するソースプログラム(QMM.vbp; QMM.frmを含めて)とその実行形式(QMM.exe)とを作成した。

QMMでの処理に当たっては、同一フォルダー内に(1)4.1で作成した新データファイル(XXX.csv), (2)地図画像作成プログラム(QMM.vbpまたはQMM.exe), (3)パラメータ入力ファイルの3つを置く必要がある。(3)については定型フォーマットが設定されており、データ種毎に準備された例題ファイル(表計算ソフト上でカラー枠を利用して分かり易く表示)の修正によって容易に作成できる。

第3図(A)に、パラメータ入力ファイルの作成例を示す。これは、(1)入力データファイル名、データ列数、先頭部行数、出力地図ファイル名など、(2)出力

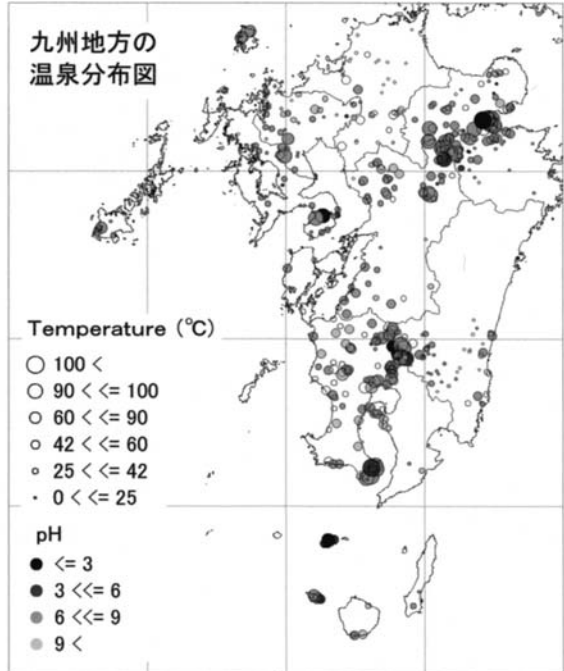
九州地方を例とした「地球科学アトラス」の自作：
電子地球科学情報の簡易的な統合利用に向けて

```

O11-***** パラメータ入力ファイル(簡易地球科学地図作成ソフト(QMM)用) ◆◆◆ (作成・使用法は茂野(2005)を参照)。(この行を一長書して下さい)｡
O12-色んな地球科学地図(メッシュまたはポイント形式)を作成するためには、このデータフォーマット(xls->.csv)を注意深く修正する必要があります｡
O13-(A) (B) (C) (D) (E) (F) (G) (H) (I) (J) 列の略号は以下同様｡
O14-凡例を全体的な設定 第3列データの設定 第4列データの設定 第5列データの設定 要注意
O15-
O16-(A)入力データファイル名、(B)間データ行数(3~5)、(C)間先頭説明文の行数、(D)出力地図画像ファイル名、(E)出力凡例画像ファイル名、
O17-(3列の場合は経度、緯度、対象データ(例、温泉の温度)；4列の場合は+第2の対象データ(例、pH)；5列の場合は+文字データ(例、地名))、
QMM-K-r 5 27 K+H5.bmp K+H5L.bmp -9999 -9999 -9999 -9999 1
O21-
O22-作成する地図(座標系・投影法は経度-緯度直交系)の、(A)印刷サイズ(A4、A3 or A2)、(B)印刷紙の方向、(C)縮尺の逆数(標準72 dpiで作図)、
O23-グラフィックスソフト処理で解像度を上げれば縮小化、(D)縮尺/解像度長比(日本の中央部では~1.22)、(E)機器画像特性(20 twips/pixelが標準)｡
A2 V 1,000,000 1.22 12 -9999 -9999 -9999 -9999 -9999
O26-作成する地図の、(A)左端経度、(B)右端経度、(C)下端緯度、(D)上端緯度、(E)経度-緯度幅を縮く？(1.範囲の外のみ？、2.経度-緯度幅)、
O27-注記-Cの付いた行は説明-コメントのためのもので、-9999 は非入力セルです(削除してはいけません(QMMがエラーを生じます))｡
128 132 30 34 1 -9999 -9999 -9999 -9999 1
O31-
O32-第3列のデータについて、(A)作図のための区分数、(D)記号型の使用(3)？、(E)記号のスタイルの使用(3)？、(F)記号の大きさの使用(3)？、
O33-(G)記号の色(ROB)の使用(3)？、(I)記号の線の太さ｡
7 -9999 -9999 3 0 3 0 -9999 -9999 2
O35-
O36-第3列のデータの地図上表示について、(A)区分の番号、(B)下閾値、(C)上閾値、使用する(D)記号の形(1.□、2.○、3.△、4.X)、
O37-(E)記号のスタイル(0.無、1.空)、(F)記号の大きさ(~0.1 mm/A)、(G)~(I)記号の色(ROB)、(J)凡例での表示文字｡
7 100 10000 2 1 192 0 0 0 100 <
6 90 100 2 1 160 0 0 0 90 <= 100
5 60 90 2 1 128 0 0 0 60 <= 90
4 2 60 2 1 96 0 0 0 0 42 <= 60
3 25 42 2 1 64 0 0 0 0 25 <= 42
2 0 25 2 1 32 0 0 0 0 0 <= 25
1 -10000 0 2 1 16 256 256 256
O41-
O42-第4列のデータについて、(A)作図のための区分数、(D)記号型の使用(4)？、(E)記号のスタイルの使用(4)？、(F)記号の大きさの使用(4)？、
O43-(G)記号の色(ROB)の使用(4)？、(I)記号の線の太さ｡
6 -9999 -9999 0 4 0 4 -9999 -9999 2
O45-
O46-第4列のデータの地図上表示について、(A)区分の番号、(B)下閾値、(C)上閾値、使用する(D)記号の形(1.□、2.○、3.△、4.X)、
O47-(E)記号のスタイル(0.無、1.空)、(F)記号の大きさ(~0.1 mm/A)、(G)~(I)記号の色(ROB)、(J)凡例での表示文字｡
1 -10000 0 0 0 128 250 250 250
2 0 3 2 0 128 0 0 0 <= 3
3 3 6 2 0 128 50 50 50 3 <= 6
4 6 9 2 0 128 150 150 150 8 <= 9
5 9 14 2 0 128 200 200 200 9 <
6 14 10000 0 0 128 250 250 250
O51-
O52-第5列のデータについて、(A)地図上に印字(1)？、(B)フォントの大きさ(ポイント)、(C)記号からX方向へのずらし、(D)記号からY方向へのずらし、
O53-(D)~(F)記号の色(ROB)、(C~D)の単位はtwips(20/pixel)｡
0 14 80 80 0 0 0 -9999 -9999 -9999
O54-
O55-第5列のデータについて別紙に、(A)凡例を作成(1)？、(B)左端から書出しのX位置、(C)下端から書出しのY位置、(D)凡例間のX距離、(E)凡例間のY距離、
O56-(F)フォントの大きさ(ポイント)、(G)文字位置のX調整、(H)文字位置のY調整、(B~E-G~H)の単位はtwips(20/pixel)、(I)は凡例項目の表数｡
1 2000 500 0 600 24 400 -250 Temperat
O57-
O58-第6列のデータについて別紙に、(A)凡例を作成(1)？、(B)左端から書出しのX位置、(C)下端から書出しのY位置、(D)凡例間のX距離、(E)凡例間のY距離、
O59-(F)フォントの大きさ(ポイント)、(G)文字位置のX調整、(H)文字位置のY調整、(B~E-G~H)の単位はtwips(20/pixel)、(I)は凡例項目の表数｡
0 2000 10000 0 600 24 400 -250 Area_Nam -9999
O60-

```

(A) ↑ (B) ↓ (C) →



第3図 簡易地図画像作成プログラム(QMM)の概要。九州地方の温泉(温度-pH)分布図の作成を例に、(A)パラメータ入力ファイル、(B)プログラムの起動時画面、(C)作図結果(100万分の1縮尺(72dpi)の作成図を紙面縮尺500万分の1化)を示す。詳しくは本文参照。

図の大きさ、地図の縮尺など、(3) 作成地図の経度-緯度範囲など、(4) データ列毎のM値・2つのP値による出力記号の形状、大きさ、色彩など、(5) A値による文字の位置、大きさなどについて、すべてを指定するものである。第3図(A)では、地質調査総合センター(2005b)の温泉データファイル(ONSEN.XLS)から作成した新ファイル(QMM-K-HS.csv; LL-PPA型)を入力データファイルとして、温泉の温度、pHを表示する場合を例示した。

QMMによる地図画像作成は、プログラムを起動後に画面上部の操作部(第3図(B)を参照)を通じて、(1) パラメータ入力ファイル名(デフォルト名としてMapParam.csvが設定されている)の書き換え、(2) 地図作成ボタンのマウスクリックによる地図画像の画面表示、(3) 保存ボタンのマウスクリックによるビットマップ形式画像ファイル(XXX.bmp)での保存の3ステップで進められ、終了ボタンのマウスクリックで終わる。第3図(C)には、上述した例についてQMMで処理を行い、九州地方の温泉の温度、pHの地図上表示を行った例を示す。

QMMを用いれば、各種のデータについて重合表示が可能な地図画像の作成が容易である(ただし、ある程度の手間と時間を要する)。しかし、現状では以下のようにその機能は限られている(VB6のソースプログラムの修正による対応などは可能)。

- (1) 出力画像は、72dpiのビットマップ形式に限られる。しかし、A4判~A2判(+サイズ)の作図ができるので、予め拡大図を作成しグラフィックスソフトで縮小変換処理を行うことによって、より高解像度の地図の作成が可能となる。
- (2) 出力地図は、経度-緯度の直交座標系でのみ作図可能である。子午線長/緯線長比は、緯度35°Nの概略値(1.22)がデフォルト値となっているが変更可能である。なお、作図の縮尺はパソコン(+プリンター)の仕様・特性によって異なる場合があるため、その調整指定(標準は20×20 points/pixel)を可能としている。
- (3) データ(M値、2つのP値)の地図上表示は、6種類の記号形状(●・○・■・□・+・×)とその大きさ(単位はtwips = 20×72 points/inch)、色(各256階調のRGB値)のパラメータ指定で行う。経度-緯度線に斜行するグリッド系などの表示では、データ間に発生する隙間や重複異常へ

の調整が必要となる。

- (4) 地図画像の形式変換、重合化処理などは、基本的に市販のグラフィックスソフトの機能を利用して行う(第2図参照)。高機能ソフト(ペイント系)を利用することにより、等高線化(輪郭検出処理)など様々な処理・表示も可能となる。なお、今回の九州地方の試行例では、データ種毎に縮尺100万分の1(A2判紙1枚内)で地図画像化を行い、多種類データの画像重合化ファイル(多数レイヤー使用; XXX.psd)の作成、データ容量が小さい圧縮化ファイル(XXX.jpg)の保存などを行った。

4.3 凡例作成・地図統合化

地理-地球科学図類については、凡例の作成と地図との統合表示の調整は手間の掛かる問題である。今回、4.2の地図画像の作成に連結して、凡例作成について若干効率的な処理を試みた。

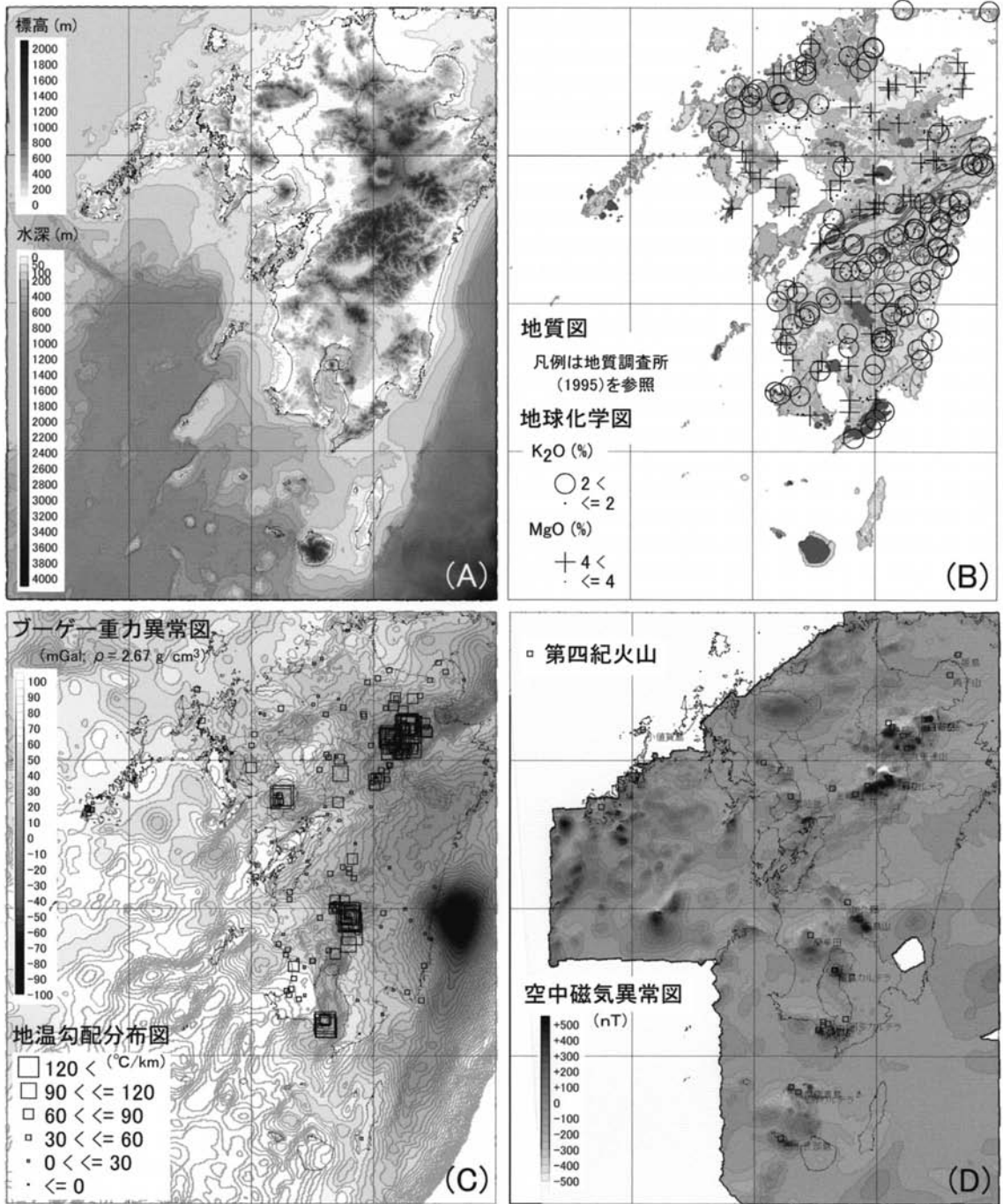
凡例作成は、QMMを用いて地図作成と同様の方法・手順で行うことができる。パラメータ入力ファイル(第3図(A)参照)では、作成する凡例図ファイル名の入力欄が上部にあるほかは、凡例関連についてはファイル末尾に入力データファイルの列毎(3~5列のみ)にまとめられている。

QMMによる凡例作成では、地図作成の場合と同様に実行画面上部の操作部で(1)パラメータ入力ファイル名の入力、(2)凡例作成ボタンのマウスクリック、(3)保存ボタンのマウスクリックの順で作業が簡単に終了する(第3図(B)を参照)。記号と文字の大きさ・位置などを調和させるためには、何度かの試行錯誤が通常必要である。

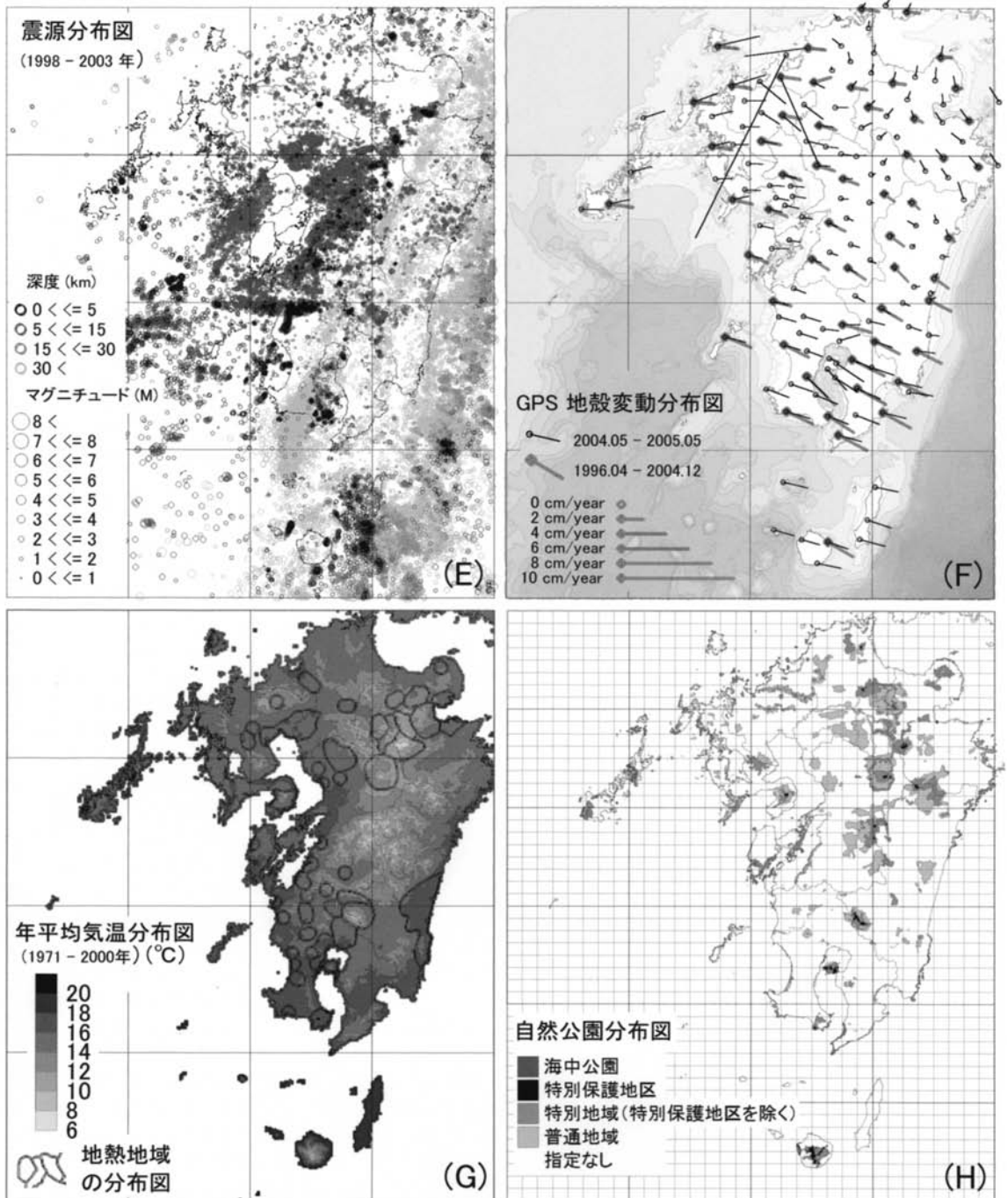
そのまま重ね合わせて地図が完成するような凡例を、QMMで作成することは不可能ではないが効率は良くない。多レイヤーが使用可能な市販のグラフィックスソフトの上で、凡例の切り張り・移動・加筆修正などの操作により、最終的な地図を完成する方が容易である(第3図(C)を参照)。

5. 結果

九州地方を対象に、3. で述べた多様な原データについて4.1の方法によりデータフォーマットの共通化変換を行い、各々単一の newText ファイルに取りまと



第4図 九州地方の地球科学ミニアトラス(その1, 紙面縮尺500万分の1). 以下の括弧内は原電子データの公開元を示し, 海岸線・県境は国土地理院(2001)のベクトルデータによる. (A) 標高(国土地理院, 1997)–水深(日本海洋データセンター, WWW)による地形分布図. (B) 地質図(地質調査所, 1995)と地球化学図(地質調査総合センター, 2004b, WWW). (C) ブーゲー重力異常図(地質調査所, 2000b)と地温勾配分布図(地質調査総合センター, 2004a). (D) 空中磁気異常図(地質調査総合センター, 2005a)と第四紀火山位置図(地質調査所, 2000a). 本文と第1表を参照.



第4図 九州地方の地球科学ミニアトラス(その2, 紙面縮尺500万分の1). 第4図(その1)を参照. (E) 震源分布図(気象庁, 2004; 1998~2003年). (F) GPS地殻変動分布図(国土地理院, WWW). (G) 年平均気温分布図(気象庁, 2002)と地熱地域の分布図(地質調査総合センター, 2002). (H) 自然公園分布図(国土交通省, WWW)と標準地域1次・2次メッシュ図. 本文と第1表を参照.

めた。第1表に、各新ファイルのデータ規模(試料点数、容量)を整理して示す。今回の原データファイルから新データファイルへの変換には様々な場合があるが、ここではその説明は省略する。

上記の新ファイル群を用いて、4.2-4.3の方法によって九州地方の各種データの地図画像化-凡例作成・統合をグレースケールで行った結果を、一部重合化を含めて編集し第3図(C)および第4図(A)~(H)に例示した。これらの原図は各々縮尺100万分の1(72dpi, A2判)であるが、今回縮小して紙面縮尺を500万分の1とした。本説の目的上、各図についての説明、比較、考察などは省略する。興味ある読者は日本列島の地質編集委員会編集(2002)の解説文などを参照頂きたい。なお、第4図(F)のGPS地殻変動分布図では、各期間について全国の平均変動値からの差異を表示しており、2004.05-2005.05のデータには福岡県西方沖地震(2005.03.20, M 7.0)の影響が含まれている。

第3図(C)と第4図(A)~(H)は、「九州地方の地球科学ミニアトラス」と呼べる内容になっている。このような容易に相互比較が(電子的には重合なども)可能な地図は、様々な目的で有用である。

本説では省略したが、上記のカラー版についても、同一のデータとソフトで作成した。また、20万分の1地勢図「大分」地域についても、より幅広いデータ種を含めて試作した。さらに、日本全国(経度124.00°E~146.00°E, 緯度24.00°N~46.00°N, 縮尺500万分の1(72dpi, A2判))についても同様に一部試作した。これらについても、前述したCD-ROMでの公開化を検討中である。

6. 若干の考察

6.1 今回の手法の背景について

2. で述べたように、基盤的な地理-地球科学情報の電子整備・公開化が近年進展しているが、各種のデータについて各々特性、従来の経緯などがあり、公開されているデータの形式、フォーマットなどは多様である。このような多様なデータの統合的な利用は現状ではまだ非常に限られており、より幅広い利用の発展に向けた具体的な方法~システムが必要である。

その一つは無論、近年高機能-多機能化が著しいGISソフトを使用する方法である。

市場占有率が高いMS社のWindows系を基本ソフトとするパソコンでは、日本語環境で利用可能な低価格の汎用GISソフトが各種販売されている。また、例えばGISソフト大手のESRI社は、閲覧用のビューソフト、多様な解析処理用のモジュール群、先進的なWWW-GISなどの体系的な日本語化製品を販売しており、相対的に高価格であるが様々な可能性を提供している。しかし、これらの市販ソフトについては、機能-操作性-費用の複雑な関係、基本ソフトと絡んだ煩雑なアップグレードによる継続性の問題などがあり、上記の統合的な利用には問題が少なくない。また、各GISソフト内部のデータ管理・処理システムは効率化のために独自性が高く、外部とのデータ交換・結合が問題となる場合もある。

一方、基本ソフトがUNIX系(近年広がり著しいLinux, アップル社のMac OS-XのUNIX環境を含む)のパソコンでは、フリーGISソフトの利用が可能である。これらは欧米諸国で開発されて、グラフィックインターフェースを持たない、日本語環境に対応していない、日本の地理-地球科学情報のデータフォーマットに直接対応していないなどの問題を抱えていた。しかし、例えば多機能-高機能のGRASSは、日本語グラフィックインターフェース、その独自データベースシステムに対応した日本の地理情報データセットが準備されて、近年その利用が広がりつつある。

またUNIX系では、前述したフリーソフトのGMTの利用が近年広がっており、WWW上で日本語情報も多い。GMTは、固有のデータベースシステムを持たずに、比較的小規模の多様な地図作成プログラム、データ変換プログラムなどの集合体からなっている。UNIXシェル環境で処理命令群を入力することにより、各種の見栄えのよい(ドロー系グラフィックスの)地図作成などが可能である。オープンソースでソースコード(C言語による)が公開されており、その改良も可能となっている。類似のものとして日本でも、地質情報表示ソフトウェア・ライブラリ(JKGLIB)などが公開されている。UNIX系のGISソフトは、UNIXの歴史的な経緯から継続性・公開性が高く費用負担が小さい点が長所であるが、UNIX環境への入門の難しさやサポート体制の乏しさなどが問題として指摘されている。

さて、本説で紹介した方法は、公開共通データフォーマットと簡易地図作成ソフトを使用する(市販のGISソフトに依存しない)もので、基本的な考え方は

UNIX-オープンソース系のGMTに近い。しかし、パソコンで現占有率の高いMS社のWindows系を基本ソフトとし、分り易く最も普及度が高い(～高かった)VB6を開発言語として、また市販のグラフィックスソフトなどを利用するもので、使用が容易になっている。すなわち妥協の産物とも言えるが、現実性の高いシステムとも言える。

6.2 今回の共通フォーマット化について

本説で紹介した手法で最も重要な点は、多種多様なデータを共通のテキスト形式のデータフォーマットで再編集することである。類似のテキスト形式のフォーマットは、すでに多くのデータ種で使用されており、基本ソフトの如何を問わず各種GISソフトを含めてほとんどすべてのソフトで容易に処理が可能である。すなわち、非互換的なプラットフォームを越えて横断的な取り扱いが可能であり、また煩雑な基本ソフト、GISソフトの更新、互換性喪失などの影響を受けないなどの長所を持つ。

この手法の問題点は、各データ種についてフォーマット変換に簡単なプログラムを作成(表計算ソフトで代行可能な場合やすでに個別に提供されている場合も多いが)・使用する必要があることである。今回、多くのデータ種に対して独自に作成したソースプログラムを使用した。これらは今後公開の予定である。また、5. で述べたようにメッシュデータなどではデータファイルの規模が巨大化する場合があり、これによってデータの処理・表示速度が低下する。しかし、パソコンのメモリーの大容量化・CPU演算の高速化は近年著しく、特に時間的制約などが大きくなければ問題は許容され得るであろう。

筆者は、多種多様なデータの幅広い統合処理の目的で、メッシュ形式の共通フォーマットでデータを整備・処理・公開することの長所を述べてきた(例えば、茂野・阪口、2002a, 2002b)。日本では1970年代からの国土数値情報整備の歴史を踏まえて、特に国土地理院の標高メッシュのデータフォーマット系(国土地理院・日本地図センター、1998)を利用した標準メッシュ系でのデータの整備-公開が、継承-発展的に望ましいと考えられる。しかし残念ながら、各種データの特性や過去の経緯、さらに近年の日本測地系から世界測地系への転換への問題もあり、最近公開された各種の電子地球科学情報について上記の方向への流

れは広がっていない。

今回の共通テキスト形式のデータフォーマットは柔軟性の高いものであり、非常に多くのデータ種について容易に適用が可能である。これによって編集された各種データについて、各種の数値処理によって上記の標準的なメッシュ系にデータを再編集することは比較的容易である。その作業は、各々のデータ利用者が独自の方法によって行うことも可能であるが、複雑な問題を避ける意味で原データの公開機関によって実施され、再規格化・共通化された形でデータ公開されることが望まれる。

今回の試行では九州地方を選択した。これは、従来の筆者の地熱資源評価研究の経緯、ファイル規模の制約によるとともに、編集した新ファイルの試験公開の目的で適当と判断したことにもよる。九州地方の中であれば、今回の簡易地図作成ソフトのほか各種のソフトを用いて多様なデータ処理が可能である。また、他のデータ種についても、今回の共通ファイルフォーマットを利用することにより、比較的容易に各種の処理・表示が可能となる。他の地方についても日本全国(陸域面積で九州の約10倍)についても、各種データについての今回の共通ファイルフォーマット化は、同様の効果を持つ。

6.3 今回の簡易地図作成ソフトについて

今回、上記の共通フォーマット化データ用に共通化した簡易地図作成プログラム(QMM)を試作した。QMMは、以下のような特徴を持つ。(1)作図に必要なデータがパラメータ入力ファイルに集約化されており、表計算ソフトの利用によってファイルの作成・修正・保存が容易になっている。(2)QMMの起動後の操作(1-2-3)が非常に簡単であり、パソコンの初心者でも迷うことがない。(3)QMMは、地図と凡例の作成を統合化しており、共通の方法での作成-統合化処理が容易に可能である。

しかしながら、QMMは以下のような問題点を持つ。(1)作図結果はピクチャー形式の画像で、また指定内容はかなり限られており、良質の地図作成のためにはグラフィックスソフトを用いた各種の後処理が必要となる。(2)特殊な形式のデータ処理(GPS地殻変動のベクトル表示、温泉化学データ・坑井検層データのような多成分データの定型処理図の地図上表示など)については、現状では対応していない。

QMMは、実行形式とともに、ソースコードを公開化の予定である。したがって、これに手を加えることによって、機能の修正・追加などを行い上記の問題にも対応することができる。前述したように本ソフトはMS社のVB6を用いて開発された。VB6は、MS社のWindows用の開発環境としては妥当な機能を持つとともに使用が容易であり、従来最も広く利用されてきた。これが、茂野・阪口(2002a)以来本ソフトを使用してきた理由である。しかし、VB6はMS社一社独自の開発言語-環境であり、爆発的に発展するインターネット・WWW社会への高度対応化の目的で仕様がより複雑なVB.Netが販売されて、VB6は販売終了となった。残念ながらVB6からVB.Netへの継承性は低く、今回の簡易地図作成ソフトはVB.Net環境には対応していない。

将来的には今回の簡易地図作成ソフトについて、Windows系を基本ソフトとして上記のVB.Net環境への移植の必要がある。別の可能性としては、基本ソフトへの依存性がより低いC++、Javaなどの開発言語への移植も考えられる。長期的にはUNIX系環境への移植が望ましいかもしれない。

各種専門分野のソフトについては、ソフト開発技術者のみならず、ソフトの使用者(その分野の専門家、ソフト作成についての知識は限られる)によってもオープンソースで改良・発展が進むことが基本的に望ましい。ソフト開発は、近年複雑なオブジェクト指向化、ネットワーク対応化などのため非常に難しくなっているが、継続性を保持した形で分かり易いソフト開発が可能となる開発環境(無論低価格で)の新たな出現・普及が望まれる。

7. おわりに

地図資源環境研究部門の地熱資源研究グループの中で、筆者らは「地理情報システム(GIS)を利用した地熱資源の評価(アセスメント)の研究」(第1期:2001-2004年度)を進め、各種の成果を誌上公開してきた(例えば、茂野・阪口,2002a,2002b;茂野,2004a,2004b,2005a,2005b)。現在その取りまとめとして、CD-ROM出版による成果の電子公開化の作業を進めている。これらでは、主に事例研究として(1)20万分の1地勢図「大分」の範囲の地域、および(2)その中の広域的に地熱有望地域である「豊肥」地域を取り

上げ、多種多様なデータ種について空間3次元を含めた標準メッシュ(-レイヤー)形式を中心に処理方法、処理結果などを取り扱っている。

上記研究の第2期(2005-2009年度)として、電子的な地熱資源評価の広域化・高度化・精緻化・融合化などを、継承-発展的に筆者は進める予定である(茂野,2005b)。その準備を兼ねて上記のCD-ROM中に、より広く九州地方を事例対象として、統合的なデータの管理・処理・表示を目指した試行結果を含める計画である。本説では、その基礎的部分の概要を紹介した。すなわち、将来の多種多様なデータの統合的な利用に向けた現状での現実的な段階として、簡易的・共通的に経度-緯度座標系に基づくデータ種別のデータファイルを作成し、同時にその簡易地図作成手法とともに「地球科学ミニアトラス」を提供することを試みた。

歴史を遡ると、産業技術総合研究所・地質調査総合センターの前身である旧工業技術院・地質調査所は、地球科学情報の総合的な編集・提供として、各種主題の200万分の1編集図を統一的な仕様で紙上出版してきた(例えば、地質調査所,1975)。また、前述したように地質調査所の創立100周年記念には「日本地質アトラス」(地質調査所,1982)、第29回万国地質学会議日本開催の折には「日本地質アトラス、第2版」(地質調査所編,1992)が大判で出版された。一方、多種多様な地球科学情報の電子的な管理・処理・公開手法が、「地熱情報データベースシステム(SIGMA)」として研究された(地質調査所,1986)。その後、上記地質アトラスに対応する電子出版物として、日本列島の地質編集委員会編(1996,2002)が出版されている。

2005年現在、地質調査総合センターでは紙上の地質図類・報告書類の出版に加えて、CD-ROMとして電子的に各種の地球科学データを整理・編集・公開している(本説末尾のWWW-URL参照)。また産業技術総合研究所のWWW公開電子データベース(RIO-DB)の中で、様々な電子地球科学情報を公開中である。現在、より高機能のWWW-GISシステムの構築が進展中である。

しかしながら、多くの機関から提供される多様な電子情報を用いて、一般の人々や研究者が各種地球科学データを統合的かつ容易に処理・作図することには、日本の現状では問題が多い。また、データの所有権・著作権などの問題も複雑である。本説および近

い将来に公開化を計画中のCD-ROMは、これらの問題の解決へ向けた簡易的な一試案ともなっている。これは、情報の利用者のみならず、編集・提供者へも向けたものである。これらが(今回の編集データの範囲は九州地方に限られるが)、様々な方々のお役に立てば幸いである。また、ご意見・ご批判などを頂ければ有り難い。

なお、地質調査総合センターの数値地質図類では、地熱関連のシリーズ(GT-1, GT-2)として「東北・九州地熱資源図(CD-ROM版)」および「日本温泉・鉱泉分布図及び一覧(第2版)(CD-ROM版)」(地質調査総合センター, 2002, 2005b)が刊行されており、上記のCD-ROMはGT-3として計画中である。また、地熱資源研究グループでは「中小地熱資源の研究」の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構による風力エネルギー利用促進のための「風況マップ」を参考に、地熱資源に関するWWW情報提供(恐らく上記のRIO-DBやWWW-GISシステムの中に位置付けられて)が計画されていることを付記する。

謝辞: 本説の原稿について、村田泰章(地質情報研究部門・地球物理情報研究グループ)・村岡洋文(地圏資源環境研究部門・地熱資源研究グループ・グループ長)の両氏から貴重なコメントを頂きました。記して感謝します。

文 献

- 地質調査所(1975):日本温泉分布図, 第2版, 200万分の1地質編集図, no.8.
 地質調査所編(1982):日本地質アトラス, 地質調査所, 119p.
 地質調査所(1986):地熱情報データベース・システムの研究, 地調報告, no. 265, 538p.
 地質調査所編(1992):日本地質アトラス, 第2版, 朝倉書店, 52p.
 地質調査所(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(2000a):日本の新生代火山岩の分布と産状Ver. 1.0, 数値地質図, G-4.
 地質調査所(2000b):日本重力CD-ROM, 数値地質図, P-2.
 地質調査総合センター(2002):東北・九州地熱資源図(CD-ROM版), 数値地質図, GT-1.
 地質調査総合センター(2004a):日本列島及びその周辺域の地温勾配及び地殻熱流量データベース, 数値地質図, P-5.
 地質調査総合センター(2004b):日本の地球化学図, 209p.
 地質調査総合センター(2005a):日本空中磁気データベース, 数値地質図, P-6.
 地質調査総合センター(2005b):日本温泉・鉱泉分布図及び一覧(第2版)(CD-ROM版), 数値地質図, GT-2.

- Geological Survey of Japan and Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources(2002):Geoscientific Maps of Southern Part of Korea, Western Part of Japan and their Adjoining Seas, 1:4,000,000(CD-ROM version), Geological Survey of Japan, Digital Geoscience Map, P-4.
 気象庁(2002):メッシュ気候値2000(CD-ROM), 気象業務支援センター.
 気象庁(2004):平成15年地震年報(CD-ROM), 気象業務支援センター.
 国土地理院(1997):数値地図250mメッシュ(標高)(CD-ROM).
 国土地理院・日本地図センター(1998):数値地図ユーザーズガイド(第2版補訂版), 471+29p.
 国土地理院(2001):数値地図200000(行政界・海岸線)(FD).
 駒澤正夫(2000):重力データベースの利用プログラム, 日本重力CD-ROM, 数値地質図, P-2, 地質調査所.
 日本列島の地質編集委員会編(1996):コンピュータグラフィックス日本列島の地質(CD-ROM付), 丸善, 139p.
 日本列島の地質編集委員会編(2002):コンピュータグラフィックス日本列島の地質CD-ROM版, 丸善.
 Plews, B.(1997)(岡崎篤行・東明佐久良・那須 充訳(2001)):インターネットGIS, 古今書院, 217p.
 茂野 博・阪口圭一(2002a):地理情報システム(GIS)を利用した地熱資源の評価(アセスメント)新計画, 地質ニュース, no. 574, 24-45.
 茂野 博・阪口圭一(2002b):地質調査所「100万分の1日本地質図CD-ROM版」メッシュデータの様々な利用法-国土地理院・標高メッシュ・ファイルフォーマット化を通じて, 地質ニュース, no. 578, 36-49.
 茂野 博(2004a):地熱流体化学データの簡易データベース化と統合解析-GISを利用した地熱資源評価研究の一環として「豊肥」地域を例に, 地質ニュース, no. 594, 58-69.
 茂野 博(2004b):地熱井の温度・地質・変質データの簡易データベース化と地図上統合表示-GISを利用した地熱資源評価研究の一環として「豊肥」地域を例に, 地質ニュース, no. 595, 43-56.
 茂野 博(2005a):標準250mメッシュレイヤー系を用いた地熱資源評価の事例研究(その1):20万分の1地勢図「大分」地域の2次元の有望地域抽出, 地質ニュース, no. 609, 19-30.
 茂野 博(2005b):標準250mメッシュレイヤー系を用いた地熱資源評価の事例研究(その2):20万分の1地勢図「大分」地域の簡易3次元の資源評価, 地質ニュース, no. 610, 22-32.

関連インターネットWWW-URL(引用サイト順)

- United States Geological Survey(米国地質調査所)
<http://www.usgs.gov/>
<http://nationalatlas.gov/natlas/Natlasstart.asp>
<http://nationalatlas.gov/atlasftp.html>
- Great Basin Center for Geothermal Energy(グレートベースン地熱エネルギーセンター)
http://www.unr.edu/Geothermal/geothermal_gis2.htm
<http://www.unr.edu/Geothermal/HTPFframeFavor/favorframe1.html>
<http://www.unr.edu/geothermal/links.html>

- (独) 産業技術総合研究所・地質調査総合センター (GSJ, AIST)
<http://www.gsj.jp/HomePageJP.html>
<http://www.gsj.jp/Map/index.html>
http://www.gsj.jp/Gtop/Riodb/db_list_n.html
<http://www.aist.go.jp/RIODB/geochemmap/index.htm>
- 国土地理院 (GSI)
<http://www.gsi.go.jp/>
<http://mekira.gsi.go.jp/>
<http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/ky2jgd/about.html>
- (財) 日本地図センター (上記関連)
<http://www.jmc.or.jp/>
- 海上保安庁・日本海洋データセンター (JODC)
http://www.jodc.go.jp/jodc_j.html
http://www.jodc.go.jp/service_j.htm
- 気象庁 (JMA)
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- (財) 気象業務支援センター (上記関連)
<http://www.jmbc.or.jp/>
- 国土交通省 (MLIT)
<http://www.mlit.go.jp/>
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>
- ESRI Japan
<http://www.esrij.com/index.shtml>
<http://www.esrij.com/community/recommend.shtml>
<http://www.geographynetwork.ne.jp/main/index.jsp>
- GRASS Development Team ほか
<http://grass.itc.it/>
<http://www.orkney.co.jp/software/grassgis.html>
<http://www.orkney.co.jp/data/datapack.html>
- The Generic Mapping Tools
<http://gmt.soest.hawaii.edu/>
- 地質情報表示ソフトウェア・ライブラリ (JKGLIB)
http://staff.aist.go.jp/murata.gsj/jkglib/index_j.html
- (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)
<http://www.nedo.go.jp/>
<http://www.nedo.go.jp/database/index.html>
<http://www2.infoc.nedo.go.jp/nedo/top.html>

SHIGENO Hiroshi (2005) : Making an 'Earth-Sciences Atlas' by yourself: A case study for the Kyushu district, Japan, toward simplified integrated-application of electronic earth-sciences information.

< 受付 : 2005年11月15日 >