

# 地質図の数値化と標準化：最近の国際動向

脇田 浩 二<sup>1)</sup>

## はじめに

私たちの暮らしの中にコンピュータが普及して、インターネットで世界中の情報が自在に取り出せる世の中になってきた。場所や食べたいものの種類を入力すると、おいしいレストランをすぐに検索してくれる。車に乗れば、カーナビが行きたいところへ案内してくれるし、近くのコンビニの位置も教えてくれる。私たちは今、情報社会もしくはIT社会と呼ばれる、とても便利な時代に生きている。

このような情報社会では、道路・電気・ガスなどのライフラインやレストランや病院などの建物の情報など様々な空間情報が数値化され利用されている。地質情報は、ライフラインなどの情報ほどは生活に密着していないが、防災や環境保全、土木工事、産業立地などの基礎になる知的基盤として重要な空間情報である。表土の下にある地質情報を示した地質図も、他の空間情報と同じように、数値化されコンピュータやインターネットで利用することによって、飛躍的に利用価値が高まることが予想される。

地質図などの地球科学図が数値化されGIS(地理情報システム)等で利用されるようになってから20年以上が経過した。近年世界各地で、地質図を初めとする地質情報を数値化し利用する技術の検討がなされてきている。数値地質図は、地質図をデジタル情報として変換したものであり、様々な利用形態がある。数値地質図は、プリンアウトやCD-ROMで出版されれば紙による印刷費用に比べて安い経費で済むので、経済的な理由で作成される場合がある。また、数値地質図は、GISを用いてコンピュータで処理が出来るので、他の情報と重ね合わせて主題図へ加工する際の非常に便利な素材と



第1図 地質調査総合センターから出版された主な数値地質図。これらの数値地質図には、ラスタ形式とベクタ形式のものがある。

して用いられる。

最近最も重視されている数値地質図の利用形態は、地質図情報のデータベース化とインターネット配信である。そしてその目的は、地質図の利用価値を高めることにある。世界中の誰でも、インターネットを通じて地質図等を検索し、必要な地質情報を得ることが出来る。世界の地質調査研究機関では、これまで蓄積した地質図や地質情報を数値化するとともに、データベース化やインターネットによる情報発信を最優先課題として積極的に取り組み、地質情報データサービスに機関の命運をかけている。また、データベース作成のための地質情報の標準化やデータモデルの構築などを実施している。一方、日本では産業技術総合研究所(以後、産総研)地質調査総合センターにおいて、数値地質図のCD-ROM販売や地質図のためのJIS規格の策定などに近年積極的に取り組んでいる。

1) 産総研 地球科学情報研究部門

キーワード: 数値地質図, 地質標準, データベース, GIS, 国際動向, USGS, NGMDB, BGS, CGKN, IUGS, CGI, DIMAS, SANGIS

この報告では、著者が最近参加した幾つかの学会や委員会を通じて得た情報をもとに、現在の世界各国の数値地質図や地質情報の標準化についての最新情報をお伝えしたい。しかし、情報化の世界は変化がとて激しいので、数ヶ月で情勢が変わっている可能性がある。読まれる際にはその点にご留意いただき、関連するウェブサイトでも最新情報をフォローすることをお勧めする。

## 数値地質図とは何か？

国内外の情勢を説明する前に、数値地質図そのものについての説明を試みる。数値地質図は、文字通り、地質図を数値化したものであるが、大きく分けて、ラスタ形式の数値地質図とベクタ形式の数値地質図がある(第1図)。

ラスタ形式の地質図は、従来の紙に印刷した地質図をスキャナなどで読み込んで、メッシュ状の数値情報に変換したデジタル画像である。デジタルカメラで撮影した写真などと同様、画面上の点それぞれがメッシュデータになっている。これはPhotoshopなどの画像ソフトで扱うことが出来る点で、紙の地質図より便利であるが、情報の統合や解析といった複雑な処理には向いていない。

ベクタ形式の数値地質図は、点(ポイント)・線(ライン)・面(ポリゴン)の情報からなる。化石産出地点は点、断層は線、地層の分布範囲は面の情報である。この点・線・面に対して、それぞれ様々な情報がデータベースとして格納される。化石産出地点ならば、緯度経度、位置認識番号、化石名、産出地層名、地質年代などである。ある地層の分布する面ならば、面を囲う点や線の位置情報、面認識番号、地層名、地層群名、構成岩相、地質年代などが記録される。ベクタ形式の数値地質図はさらに、位相構造を持つものと持っていないものに分かれる。

ラスタ形式の数値地質図ならば、拡大縮小や色による識別等の簡単な操作や画像処理はできるが、基本的にはコンピュータ上で“見る”ことが主体になる。一方ベクタ形式の数値地質図ならば、データ検索を通じて必要な情報の抽出、情報の統合、条件を与えた演算など様々な用途が考えられる。それを実行するソフトウェアがGIS(地理情報シ

テム)である。GISによってベクタ形式の数値地質図は自在に利用することができるが、GISの利用には若干の訓練が必要であり、一般の誰もが簡単に使えるわけではない。

紙に描かれた地質図は、実は多様な情報の集積体である。読みとる人間は、地質図の作成について見識があるか、説明書等を読んで、地質図から著者の意図を正確に読みとる努力を必要とする。例えば、ある地層を別の地層が不整合に覆った場合、上位の地層の境界線は下位の地層の境界を突然切るように、滑らかに描かれる。付加体などでは、付加過程の断層を普通の地層の整合関係の地層境界と同様に描くことが多い。つまり、地質図は、地質学に関する様々な知識や経験がないと読みとれないように描かれていることが多い。

ところが数値地質図は、コンピュータが理解できるように、論理的に情報を整理し、入力してあげなければいけない。それは無垢の赤子に諭すように、誰にでも分かるように、地質図の情報を分解して、整理し、明瞭な形で提示してあげる必要がある。実はこの事こそが、数値地質図を専門家のものから国民のものへと変革させ、さらにインターネットを通じて世界中で誰もが自由に取扱える地質情報へと誘うのである。

## 数値地質図と地質標準に関する最近の動向の概要

数値地質図及びそれに関する地質標準については、当初、国ごとに検討されていた。その後次第に北米、欧州、アジアと地域ごとに協力関係が形成されていき、現在は世界全体で統一する動きへと発展してきている。ここでは、その流れを概観する(第2図)。

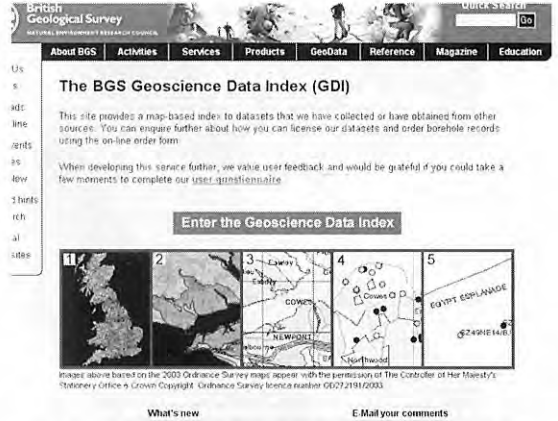
数値地質図とその標準化を最も積極的に推進してきたのは、米国地質調査所(USGS)である。1992年に制定された地質図法により、アメリカ州地質学者協会(AASG)などと協力して、合衆国地質図データベース(NGMDB)の構築が始められた。1995年に始められたプログラムは、現在第III期に至っている。

カナダでは、国内13機関が保有する地球科学情報を共有し利用するために、カナダ地球科学知識





第3図 英国のデジタル地質図(出力図：全体)。



第5図 英国地質調査所データインデックスのWebページ。

に準拠した地質図メタデータ(地質図の作成者や作成年度、キーワードなどの情報)の標準化が確立しつつある。(CCOPについては富樫, 1995, DCGMについては協田, 1995を参照, <http://www.ccop.or.th>)

### 欧米における数値地質図と地質標準に関する具体的な施策

欧米では、長期計画に基づいて、数値地質図のデータベース化と標準化が推進されている。ここでは英国のKaRプログラムやデータインデックス、カナダの地球科学知識ネットワーク、米国の地質図データベース、米・加両国が協力して推進している北米地質図データモデルについて紹介し解説する。

#### 1. 英国地質調査所の地質情報戦略

<http://www.bgs.ac.uk/>

英国地質調査所のホームページのGeoDataを覗くと、「英国地質調査所は国立の地球科学データセンターである」と書いてある(<http://www.bgs.ac.uk/GeoData/home.html>)。このURLでは、メタデータで地質情報の存在を検索したり、データインデックス(BGS Geoscience Data Index : GDI)においてデータそのものを検索可能にしてある(第5図)。また地層名辞典、岩石分類表が作成され、地質学用語が明確に定義されている。ここでは地層名検索が可能になっているほか、岩石分類のレポートがダウンロードできるようになっている。情報サービスの部署では、図書や相談業務のほかに、インター



第4図 英国のデジタル地質図(出力図：部分), 5万分の1の区画ごとに精度が極端に異なり, 地層区分も連続していない。

にて加工して提供するサービスを優先させている(第3, 4図)。このように国ごとに理念や方法論が異なる。

アジアでは、CCOP(東・東南アジア沿岸沿海地球科学計画調整委員会)を中心に、日本の主導で地質情報システムの導入がなされた。そのきっかけは、著者が提案した「東・東南アジア地球科学デジタル編さんプロジェクト(DCGM)」である。このプロジェクトをベースに各国で20万分の1~25万分の1の数値地質図の作成が推進され、さらに各国におけるGISの利用技術が著しく進展した。さらに世界標準



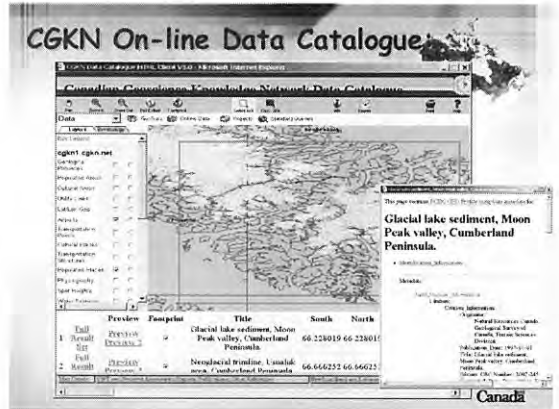
第6図 英国地質調査所の数値地質図“DiGMAP”のサンプルCD-ROM。

ネットで出版物など地質情報を販売するe-commerceが行われている。これらの情報サービスの中心となっているのが、情報サービス管理部門の長であるIan Jackson氏である。

地質図類は、DiGMAP (Digital Geological Map for Great Britain)として、英国全土の数値地質図を1:625,000, 1:250,000, 1:50,000で用意しており、また都市部を中心に1:10,000縮尺の地質図が提供されている。これらは、ラスター形式とベクタ形式の両方で用意され、サンプルデータをWeb上で見たり、ArcView, MapInfo, GeoGraphicsのフォーマットでダウンロードしたりすることができる(第6図)。

地質図以外に海洋地質図や地球化学図、地球物理図、海底地形図等が数値化されている。

英国地質調査所では、海外の地質調査機関と連携し、地質情報サービスのための戦略的な研究を実施するために、工学的知識・研究プログラム(Engineering Knowledge and Research Programme: KaR)の中で、「地質情報の価値を高めるための戦略とシステム(Strategies and systems for maximizing geoscience data value)」というプロジェクト(R-7199)を実施している。研究代表者は、John Laxton氏である(<http://www.bgs.ac.uk/dfid-kar-geoscience/summaries/r7199.htm>)。このプロジェクトの中で、メタデータやボーリングデータ、野外地質情報の管理、地質情報データモデルの研究がなされている。Laxton氏はこのプロジェクトを通じて、日本と共同でアジアの地質図メタデータ



第7図 カナダ地球科学知識ネットワーク(CGKN)データカタログのWebサイト。

の構築に力を貸し、北米の地質図データモデルを検討しているグループと連絡を取り合っている。

## 2. カナダ地球科学知識ネットワーク

The Canadian Geoscience Knowledge Network (CGKN) <http://cgkn.net>

カナダでは、国内13機関が保有する地球科学情報を共有し利用するために、カナダ地質調査所委員会(National Geological Surveys Committee: NGSC)が主導して、1998年の第1回ワークショップを手始めに、カナダ地球科学知識ネットワーク(CGKN)が構築され始めた(第7図)。

CGKNの主な目的は、

1. 地球科学情報を検索し評価するためのインターネット・ポータル(統合入口)の提供
2. 顧客とデータ提供者のリンク
3. 地球科学情報の総合化や利用のためのインフラやツールの整備
4. 地球科学情報の国内標準の策定
5. 関連機関における標準的な地質情報交換などである。

このネットワーク構築の背景は、それぞれの地質調査機関ごとに作成される地質図等の地質情報がバラバラで、同じ時期に作成されても、連続する地層の地層名が異なっていたり、境界線が連続していない、用語が統一されていないなど、全国の地質情報をインターネット配信するには多くの問題が残されていたことに起因する。

CGKNには、データカタログとデータインフラ

ラクチャーの2つの作業部会がある。前者はインターネット検索のためのメタデータカタログを検討している。一方後者は、調整、基盤地質、地球化学、地球物理、鉱物資源、堆積盆/石油資源、表層地質、XML(ネットワークに対応した記述言語)などの小作業部会に分かれて、データベース構築を行っている。基盤地質小作業部会では、カナダの地質調査所関連機関の地質図を基に、インターネットを通じて自由な縮尺の地質情報を提供することを目指している。そのために、標準的なデータモデルに基づいてデータベース化を実施し、北米層序コードやカナダ層序辞典などと関連づけた数値化を行っている。この小作業部会は地質図データベースの維持更新のために、3-5年の長期計画を策定している。XML小作業部会では、関係機関のデータをXML(eXtensible Markup Language)やGML(Geographic Markup Language)への変換や、インターネット表示ソフトへの適応化などを実施している。様々なフォーマットの地質情報をインターネット上で共通に使うための努力がこの小作業部会でなされている。

CGKNのオンラインデータカタログは、カナダの地球科学調査研究機関のデータや出版物をオンラインで検索するシステムである。システム構築のため、まず検索するためのメタデータを整備し、ツールの開発やドキュメントの準備などを実施した。このオンライン化は2002年6月に完成した。

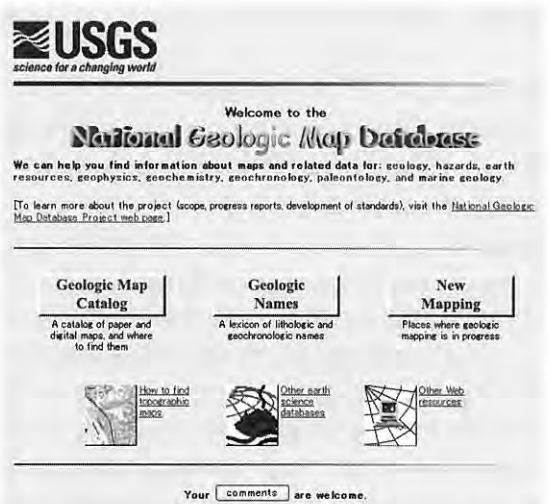
実際にCGKNのWebサイトに入って、オンラインデータカタログを見てみよう。最初にユーザー登録をして、ユーザー名とパスワードを設定する必要がある。一度登録を済ませると、次回からは直接ユーザー名とパスワードを入力して、データカタログのページに行くことができる。ここではボックスを利用して、探したい範囲を指定したり、用語で検索したりして、目的のデータを探すことができる。

現在、CGKNのサイトでは、データカタログ以外に、地球化学データ、文献データの3つのサービスが利用可能になっている。また、Webマップサービスが近日公開となっている。

### 3. 米国地質図データベース

U.S. National Geologic Map Database (NGMDB)  
<http://ncgmp.usgs.gov/>

2003年8月号



第8図 米国地質調査所の地質図データベースのWebサイト。

カナダの数値地質図プロジェクトがトップダウンで実施されているのに対し、米国地質調査所(USGS)ではボトムアップで提案され、実施されてきた。USGSには所長直属のGeographic Information Officerがいる。また、地質部門にもGIS担当者がいる。しかし今回米国地質図データベースの構築は、そのようなUSGS中枢のGIS担当者ではなく、東部地区のGIS担当者から提案されている。その中心となったのが、Dave (David R.) Soller氏である。

米国地質調査所(USGS)は、このプログラムをアメリカ州地質学者協会(AASG)や他の団体などと協力して、合衆国地質図データベース(NGMDB)の設計、作成、運用を開始した(第8図)。このデータベースは、地質図のアーカイブ(データ保管場所)であるとともに、様々な社会的な関心に応えることのできる地球科学情報の提供を目的としている(Soller and Berg, 2001)。一方、既に合衆国空間情報インフラストラクチャー(大統領令12906)が発効し、連邦地理情報委員会(FGDC)により国土空間情報クリアリングハウス(空間情報を検索するサイト)の構築が計画され、その下の地質情報小委員会において標準規格がまとめられてきた。

本計画は、1995年に始められ、3期に分けて段階的に実施されてきている。

第I期 地質図カタログの構築(1995-)

第II期 数値地質図標準ガイドライン、データモデル(1997-)

第III期 インターネット発信(2000-)

第I期は、基本フェーズであるマップカタログの構築であった。紙であるかデジタルであるかを問わず、合衆国内のあらゆる地球科学マップのカタログを作成することが主体である。ここで扱う地球科学マップとは、USGSや各州の地質調査所の出版したマップ、本や論文の図版、各種団体が出版したマップ、あるいは図の形をしていなくて地域の地質に関する記述を含む出版物などである。このカタログの利用者は、関心のある地域にどのようなマップがあるかを知り、購入するための情報を得ることができる。また地層名辞典(GEOLEX)が作成された。合衆国の地層名のほぼ75%がカバーされており、国内の地質研究者のための情報源(リソース)として利用されている。

第II期には、USGSや各州地質調査所が効率的に数値地質図を作成できるように地質標準や数値化ガイドラインなどを提供することに主眼が置かれた。1995-1996年に地質図線、ポイント記号、地図パターン及び色についての標準規格案がUSGSにより発表された。1999-2000年に連邦地理情報委員会(FGDC)の標準規格として検討され、地質情報小委員会で承認された([http://ncgmp.usgs.gov/fgdc\\_gds/mapsymb/](http://ncgmp.usgs.gov/fgdc_gds/mapsymb/))。これは、米国地質調査所のOpen-File Report 99-430, CD-ROM version 1.0 (U.S.G.S., 2000)としても入手できる。また1997年以来、毎年デジタルマッピングのワークショップを開催し、多くの人々に数値地質図の作成・分析、データベース化などの技術移転が行われた(U.S.G.S., 1997, 1999, 2001)。さらに数値地質図のデータモデルとして「北米地質図データモデル」(NGMDM)を作成した。メタデータに関しても1998年に最終報告書をまとめた。これについては、次の章で詳しく述べる。

第III期は、複雑な空間情報をWeb上で表示したり、検索するシステムについて検討が進められている。このために、隣接する地質図同士で継ぎ目に矛盾のない地質図や首尾一貫した地質情報、標準データモデルに準拠した数値地質図、地質用語や地層名などの標準化などが重要になってくる(Soller *et al.*, 2000)。

#### 4. 北米地質図データモデル

North America Geologic Map Data Model: (NAGMDM) <http://geology.usgs.gov/dm/>

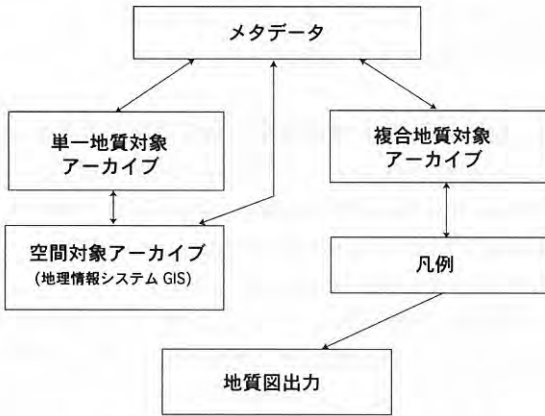
数値地質図のデータベース構築において、データモデルの確立は最も基本的で、重要である。地質図をコンピュータに理解させるためには、地質図の概念を論理的に記述する必要がある。地質図に示される断層は、伏在であるのか、地表に現れているのか？ どちら側にずれているのか？ 動いた時期はいつか？ 地層ならば他の地層や断層との関係はどうなっているのか？ 関係を明確に記述しなければならぬし、用語の定義も正確になさなければならない。このデータモデルの構築こそ、紙の地質図と数値地質図の最も大きな違いである。

米国地質調査所(USGS)、州地質学者連合(AASG)とカナダ地質調査所(GSC)は1996年以来データモデルに関する検討を続けてきた(Raines *et al.*, 1997)。地質図データモデル作業部会は、1999年にDigital Geologic Data Model version 4.3をWeb上に公開している。その後新しいバージョンは出ていない。このデータモデルを実際に適用するためにイエローストーン地域を選んで、数値地質図の構築を試みている(Whal *et al.*, 2000)。

世界で最も普及している地理情報システムArcGISを出しているESRI社は、この北米モデルを元に、地質図データモデルの世界標準を策定しようとしている。また、世界各国の地質調査機関の多くもそれぞれの数値地質図に関するデータモデルの構築を行っている。

データモデルは大きく分けて2つの部分からなる。用語のリストやタイプを示す部分と用語等の関係を示す文法の部分である。用語は標準化され、認識番号や階層、定義等が付与される。文法では、用語間の関係や階層性が示される。

北米モデルを概観すると、メタデータ、凡例、空間対象アーカイブ、単一対象アーカイブ、複合対象アーカイブからなる(第8図)。メタデータはソース、投影法、組織などの情報からなる。凡例は、色、記号、シンボルなどからなり、対象の階層性が示される。単一対象アーカイブでは、化石や走向傾斜等の単一な対象が扱われる。複合対象アーカイブでは、岩石名や地質時代など複数の要素によって定義される要素が取り扱われ、地質構造や地質年



第9図 地質図データモデルの概念図。

代、岩相、地層名など様々な要素が関係づけられ定義される。空間対象アーカイブには、対象の大きさ、形、位置などの情報が収められる。それぞれの中での関係ばかりではなく、凡例と複合対象アーカイブの関係など相互の関係も明確に定義され示される。

標準的なデータモデルを用いることによって、地質情報は手に入れた誰もが共通に利用でき、理解しやすいものとなるはずである。世界各国の地質図データベースは、この北米モデルを元にした各国独自のデータモデルに基づいて構築され始めている。北米モデルはあらゆる場合を想定して作成されたもので、非常に複雑な構造を有し、理解が困難である。しかし、今後地質図の数値化・データベース化に取り組む関係者は是非北米モデルを一読し、検討をする必要があるだろう。

### 地質情報の標準整備に係わる国際組織の動向

国際機関において地質情報の標準化を検討しようという動きがここ数年欧州を中心に高まってきた。その中で代表的な委員会を2つ紹介しよう。

#### 1. 世界地質図委員会 デジタル地質標準作業部会

CGMW Working Group on Common Standards for Digital Geological Data and data struchres, digital data dissemination (DIMAS) <http://www.geology.cz/host/dimas.htm>

世界地質図委員会 (Commission for Geological Map of the World : CGMW) では、国際的な数



第10図 デジタル地質標準作業部会 (DIMAS) のメンバーの夕べの集い。左手手前からVrielync, Janjou, Asch, Jackson, Pubellier, Tomas, Wakitaの各氏。(昼間はきちんと会合が行われた!・・・はず)。



第11図 DIMAS第1回会合が開催されたドイツ、ハノーファー市のシンボル市庁舎。

値地質図発信のための標準整備の目的で、数値地質図標準作業部会 (DIMAS) を2002年に発足させた。第1回目の会合は、2002年5月にドイツのハノーファーで行われ、目標や作業内容について議論を行った(第10, 11図)。年に2度の会合が行われ、これまでドイツやフランスで3回実施された。

この作業部会は、世界地質図委員会のもとで欧州統一地質図を担当している研究者が中心になっている。これは、欧州統一地質図を作成するに当たって、それぞれの国によって地質用語や地質表現が異なるなど、作成に非常に苦労した経験から地質標準の必要性を強く意識したものである。特に東欧と西欧の地質用語・記号等の習慣の違いは大きかったようだ。また、この地質図は世界地質図委員会としては初めての数値地質図で、検索の



ためのメタデータ標準や標準データモデルなど、デジタル地質データベースとして整備しなければならない多くの問題点を抱えていた。

現在のメンバーは、Kritstine Asch (BGR, ドイツ), Ian Jackson (BGS, 英国), Dominique Janjou (BRGM, フランス), Manuel Pubellier (CNFS, フランス), Robert Tomas (CGS, チェコ), Koji Wakita (GSJ, 日本), Bruno Vrielynck (UPMC, フランス), Dave Soller (USGS, 米国), Per Pygshaug (NGU, ノルウェー), Manie Brynard (CG, 南ア), John Broome (GSC, カナダ)である。欧州勢が多いのは設立の経緯によるもので、現在はオーストラリアと中南米のメンバーの参加を検討している。アジアからは現在著者が唯一の代表として参加している。

DIMASでは、世界地質図委員会の出版物を中心とした国際的な地質図編さんの際に適用する地質標準の策定を目指している。対象となる縮尺は150万分の1から2,500万分の1である。これらの小縮尺の地質図もしくは地質構造図に対して、メタデータ、データモデル、データ構造、データフォーマット、標準辞書、標準用語、地質記号等の標準を定めることを目指している。

そのため、現在は世界各地の小縮尺の地質図・地質構造図を調査し、最も標準となる用語・記号等の案を検討している。著者はこの中で地質構造図関連の用語・記号等についての標準案を担当している。またDIMASでは、データモデルやデータフォーマットについて北米モデルを基に検討している。またチェコ地質調査所のWebサイト上にDIMASのホームページを構築し、議論内容や関連する世界各国の地質標準へのリンクを行っている。

当面の目標は、2004年にイタリアのフィレンツェで行われるIGCにおいて開催される世界地質図委員会 (CGMW) の会合で、議論した結果に基づいてCGMWの数値地質図標準を提案することである。

著者は、アジアにおけるCCOPでの数値地質図や数値地質構造図編さんの経験を生かして、欧州の研究グループにアジアのデジタル地質情報の在り方を説明し、反映するように努力している。欧米の大陸地域の地質図は、先カンブリアの地質が詳しく、新生代の区分はととても簡素である。これをアジアの島弧地域に適用すると非常に大雑把な地質

図が出来上がってしまう。これはほんの一例だが、アジアの研究者から指摘すべき点は多い。

## 2. 国際地質連合 地球科学情報管理応用委員会

Commission for the Management and Application of Geoscience Information (CGI) / International Union of Geological Sciences (IUGS)  
[http://www.bgs.ac.uk/cgi\\_web/](http://www.bgs.ac.uk/cgi_web/)

国際地質連合 (IUGS) には、1980年代はgeodataを扱うCOGEO DATAと地質ドキュメントを扱うCOGEO DOCという2つの委員会があった。この2つの委員会が1992年に合体してCOGEO INFO (地球科学情報管理応用委員会) が結成された。COGEO INFOは、1992-1999年は活動していたが、2000-2001年と活動が停止した休眠状態にあった。

近年の地質情報の数値化や標準化の動きに対応するために、2002年のIUGSの会合で、再結成が提案された。IUGSの事務局長Werner Janoschek氏は、ドイツ連邦地質調査所 (BGR) のKristine Asch氏や英国地質調査所Ian Jackson氏をリーダーとし、COGEO INFOの再活動を促した。Werner Janoschek氏は2002年に日本を訪問し、日本もCOGEO INFOに代表を送るよう要請した。既にDIMASの活動によって、Kristine Asch氏やIan Jackson氏らと共同歩調を進めていた著者が日本からメンバーとして加わった。再活動に際して、委員会の名称は継承したが、略称をCOGEO INFOからCGIに変更した。現在は、Kristine Asch (委員長), Ian Jackson (事務局長), Max Fernandez (会計, アフリカ博物館, ベルギー), Marc Levine, (USGS, 米国) John Broome (GSC, カナダ) 及び筆者が実行委員 (executive members) として登録されている。実行委員は、オーストラリア, 南米, アフリカからさらに招いて各大陸に一人を任命する予定である。

第1回目の会合は、2002年10月ドイツのハノーファーで開催された。そこでは、委員会の目的、実行すべき課題、構成員、名称変更、会議の間隔、予算措置、今後の日程などが議論された。本委員会の活動は2002年から10年間を1期とし (IUGS規則)、2012年に継続か廃止を検討することになった。また年に1回会合を行い、普段は電子メールで



第12図 地球科学情報管理応用委員会(CGI)のWebサイト。

連絡を取り合っている。

この委員会の主な目的は、地球科学情報とそのシステムに関する知識の普及と促進にある。そのために、世界各地の地球科学情報の標準化のプログラムをリンクするクリアリングハウス(空間情報を検索するサイト)を構築し、IUGSへ委員会としての意見書を提出することや、作業部会を設け多言語辞書プログラムの更新継続を支援すること、数値地質図や標準化のワークショップを開催し世界各地に知識を普及することなどが主な活動である。現在は様々な国や機関で検討されている様々な標準化案について情報を収集・整理し評価するとともに、地質情報の標準化を促進している。

クリアリングハウスの構築はCGIの活動の中で最も重要なものである。インターネットでアクセスが可能な、世界デジタル地質情報に関する標準、基準に関する情報を一元的に検索、閲覧できるクリアリングハウスの構築を目指している(第12図)。このクリアリングハウスと同様なものは、国際数理地質学会(IAMG)の活動として、Dave Soller(USGS, 米国)が作成していたが、これもCGIのWebと連携することが提案されている(<http://ncgmp.usgs.gov/intdb/>)。情報が一元的に集まって、地質標準やデジタル地質情報に関する現状がこのクリアリングハウスを通じて世界の誰もが簡単にアクセスできるようになるのが、この委員会の重要な目的の一つである。

世界の地質標準情報が一元的に集められるよう

に、この委員会は世界の誰もが一般委員になることができ、インターネット上で意見を述べ、情報を提供できるようになっている。CGIのWebサイトにおいて、登録することによって、簡単にメンバー登録ができるので、是非多くの方にメンバーになっていただき、デジタル地質情報標準の世界がより統一的なものになるように、世界中で協力していきたい。

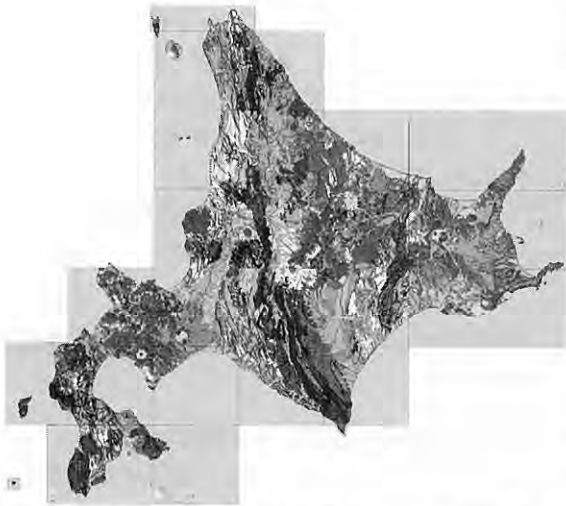
## 日本とアジアにおける数値地質図と地質標準の動き

### 1. 日本の数値地質図と地質標準の現状

日本においても、近年多くの数値地球科学情報が提供されるようになってきた。産総研では、地質調査所時代の1995年に最初のCD-ROM出版物、100万分の1日本地質図第3版CD-ROM版を出しているが、実際には2000年になってから数多くのデジタル出版物が発行されるようになった。当初は東南アジアを中心とした国際プロジェクトの成果である、東アジア磁気異常図や東・東南アジアの都市地球科学データなどが多かった。しかし最近では全国の20万分の1数値地質図がシリーズで出版されたり、海洋地質図のシリーズがすべてCD-ROM出版になるなど、従来紙で印刷されていた多くの出版物をデジタルで発信しようとする動きが急速に進展している(第1図)。日本の新生代火山岩の分布と産状(2000)や北海道地質ガイド(2001)のように、地質情報の分かりやすい情報発信にもデジタル地質情報が有効に利用されている。

またデジタル発信の時代に向けて、地質情報の標準化の動きも熱心に進んでいる。2002年には地質図に関する初めての標準JIS A 0204「地質図—記号、色、模様、用語及び凡例表示」が作成された。また、XMLをGIS用に拡張した空間データ相互流通用のプロトコルG-XML(国際規格GMLとの完全互換を指向)を地質情報に適用する研究が産総研で進められている。空間情報の国際基準であるISO/TC211への対応も検討されつつある。また現在推進している地層名辞典の作成なども標準化の重要な活動である。

平成14年度から5年計画で区画ごとに地質境界がとぎれないシームレス地質図の作成が始まっている(第13図)。シームレス地質図プロジェクトでは、



第13図 20万分の1の精度で作成されたシームレス日本地質図(北海道部分)。

標準的な層序・地質年代区分に基づく共通凡例を作成し、図画間の食い違いを除去したシームレス地質図を20万分の1の縮尺で作成し、全国をカバーする国土基本デジタル地質図として整備する。現在は北海道地域が完成しており、Web上で公開している(<http://www.aist.go.jp/RIODB/db084/>)。

メタデータについては、東南アジア各国及びCCOPと協力して、世界標準とリンクした形で、産総研が主導して東・東南アジアの地質情報メタデータの標準化を実施している。またSANGIS/CIFEGと協力してアジアの多言語辞書の確立を目指している。

## 2. アジアの数値地質図と地質標準の現状

先に述べたように、アジアの数値地質図作成は、CCOPの「東・東南アジア地球科学デジタル編さんプロジェクト(DCGM)」を契機に始まった(脇田, 1995)。このプロジェクトは日本を含めたアジアにおいて、地質図をはじめとする地球科学図にGISを導入し、数値地質図を普及することが目的であった。実際、このプロジェクトを実施した際に、ESRI社から無償で提供されたPC ARC/INFOは、インドネシアなど途上国で、地質図の数値化に積極的に利用され、各国における現在の数値地質図データベースの基礎を築いた。カンボジアの数値地質図は、我々が作成したものが唯一であったし、タイや

ベトナム、マレーシア、韓国、インドネシアでも次々と優れた数値地質図データベースが20万分の1や25万分の1縮尺で作成された。

DCGMプロジェクトの第I期(1993-1997)では、新しい200万分の1縮尺のアジアの地質図を編さんし、それを数値化した(Digital Geologic Map of East and Southeast Asia 1:2,000,000: CCOP & GSJ, 1997)。単純な作業ではあったが、各国はこの時期、地質図の数値化技術習得に必死であった。第II期は海洋地域の編集を実施した。第III期(1998-2001)になるとアジア各国は数値化技術の習得が進み、GISを利用して、多重レイヤーを持つデジタルマップの作成や解析、そしてその社会的に有用なデータの発信という所に重点を置いた、そして作成したのがアジアの都市域の地球科学数値データ(Urban Geoscientific Data of East and Southeast Asia-GIS Data Sets of 11 cities: DCGM III Working Group, 2001)である。これらのプロジェクトを通じて、アジア各国の地質図関連GIS担当者間に絆が生まれ、現在も電子メール等でやりとりが続いている。

2002年3月から日本が主導してCCOPメタデータというプロジェクトを開始した。これはアジアの地球科学情報を検索するためのメタデータ標準を確立する目的で実施されている。この標準メタデータに基づいて、各国の文献情報を数値化する作業が進行中である。これに日本の地質調査総合センター保有のアジアの文献情報を加え、本格的なアジアの地質文献データベースが構築される予定である。Web上で検索や表示をするソフトウェアも開発し、アジアの地質情報クリアリングハウスも出来上がる予定になっている。

2003年8月にはCIFEGというユネスコ傘下の団体が主導で、SANGISというプロジェクトの中で、多言語辞書の構築を始めた。この辞書は欧州で作成されている国際多言語辞書とリンクするもので、デジタル地球科学情報データベースをWebで検索・閲覧する場合、アジア各地の情報を翻訳して利用する道を開く上で重要な働きがある。日本語版(6,047語)は著者が担当し、アジア版は来年3-5月に完成予定である。将来はこれを文献情報とリンクさせて、アジア域内の地球科学情報が自由に検索・閲覧できるようになるだろう。



第14図 第3回GISの地球科学への応用に関する国際シンポジウムの参加者。



第16図 スロベニア北部の景勝地ブレッド湖。



第15図 スロベニアの首都リュブリャーナの旧市街地。



第17図 DIMASないしCGIのメンバーによる昼食会。左からJanjou, Asch, Jackson, Komac, Soller, Tomasの各氏。Komac氏はシンポジウムの代表世話人である。

### 第3回GISの地球科学への応用に関する国際シンポジウム

2003年5月下旬に「第3回GISの地球科学への応用に関する国際シンポジウム」がスロベニアの首都リュブリャーナで開催された(第14, 15, 16図)。主催は、スロベニア地質調査所である(世話人：Marko Komac氏)。スロベニア地質調査所は所員80名の小さな研究所であるが、数値地球科学図やGISに力を入れて、スタッフを充実させるとともに、欧米のGIS研究者と連携を密にして、このようなシンポジウムを企画している。この会議では、欧米の識者による基調講演に続いて、地球科学情報へのGISの応用についての事例研究が発表された。事例研究は、地すべりへのGIS適用や核燃料廃棄物処分地域選定への地質情報の利用、野外でのデジ

タル情報取得と解析などであった。またこの会合に先だて、先に紹介したDIMAS/CGMWの会合が開催されている。また、CGI/IUGSの実行委員も多く顔を出しているため、会合の合間にCGIの活動についても実質的な議論が展開された(第17図)。

この会合の講演では以下のような提言がなされた。

- ・地質学者の科学用語ではなく、一般の人の言葉でコミュニケーションしよう。これは単に普及活動を促進するのではなく、地質図など一般の人に読めないものは、これからの時代役に立たない。地盤情報を危険度や有用性などで段階的に表示するなど一般の人にわかる形に加工して提示すべきだ。これまで研究やデータ取得に人員や予算をかけすぎたので、これからは一般への情報伝

達にもっとかけるべきである。地質図が読める0.5%の国民を相手にするのではなく、国民全員にわかる情報提供をしよう(Ian Jackson, 英国)。

- 一貫性のない(inconsistent)情報提供はやめよう。IT-GIS時代には、一貫性のある体系的なアプローチが必要である。地質学用語の分類や体系の標準化、データモデルの統一などを推進する必要がある。一貫性のなさは、地質学者の恣意性に起因している。その部分を排除した情報提供が重要である(Kristine Asch, ドイツ)。

- 地質学の科学的な側面としては、情報を収集し評価し予測をする必要がある。この結果を政策に反映させ、その政策から新たな情報収集への指示が発せられる。この流れのなかでデータに基づいた科学的モデルと評価のためのモデルに対して全体を統括する論理(彼らはオントロジーと呼んでいる)が必要である。北米では、データモデルを含む論理を包括的に研究してきた(Boyan Brodaric, カナダ)。

このシンポジウム開催中に、現在活動している様々な地質標準検討を実施しているグループの見直しが議論された。特に国際数理地質学会(IAMG)での地質標準のグループや地球科学情報管理応用委員会(CGI)における役割分担が議題となった。CGIは国際地質連合(IUGS)傘下にある最も広い範囲をカバーする地質標準の委員会である。IAMGは学問的な議論の部分について、DIMASは世界地質図委員会(CGMW)関連の小縮尺の地質図についての限定的な議論とし、すべてをCGIやIUGSの下に統合をめざすことが確認された。Boyan Brodaric(カナダ地質調査所)を加えた特別会議を実施し、数値地球科学情報のデータモデルやオントロジーの構築を北米がESRIと協力して実施し、欧州が用語や記載の標準化を担当して世界標準を目指すことが確認された。今後、欧州と北米の研究者が共同歩調をとって、地質情報の標準化の検討に当たることになった。

## 新しい地質情報時代に向けて

欧米の地質調査研究機関は、地質情報サービスに非常に力を入れている。この「情報サービス」という在り方は従来の「情報提供」とは異なり、積極

的にサービスを提供するという姿勢が前面に押し出されている。したがって各研究機関はしばしば組織の3分の1-6分の1の予算と人員を情報整備・発信分野に割いて、地質情報のインフラやデータの整備を急いでいる。また提供するサービスの対象を専門家ではなく国民一般と位置づけ、これまでより分かりやすい情報伝達に心を砕いている。このように分かりやすい地質情報サービスにとって重要なポイントは、一貫性(consistency)と相互運用性(interoperable)を実現する人材や組織にある。

地質情報の一貫性(consistency)は、用語の標準や地質図のシームレス化として実現されつつある。地質図が調査研究する人や時期によって用語や解釈が異なるのでは、専門家以外の人から正確に地質情報を読みとるのは難しい。専門的な研究では常に新しい考え方や発想を要求されるので解釈が変化するのは当たり前のことだが、国民に向けて発信する地質情報はそれでは困る。地質用語や地層名の標準化が必要になり、用語の定義も世界で統一されたものが必要になる。地質図の凡例記号や説明が世界の誰もが同じように解釈できるように標準化されなければならないだろう。

地質情報の相互運用性(interoperable)は、デジタル地質情報やデータベースの標準化として検討されている。IT時代には、多くの情報がインターネットを通じて世界中に配信される。地質情報も同様に世界で自由に使えるようになる。誰でも自由に使えるためには、多言語辞書などを通して各国の言葉が自動的に変換されたり、共通のフォーマットに変換できたり、ウェブ上で自由に取り扱えるようになることが必要となってくる。この目的のために地質学用語の多言語辞書やデータフォーマットの標準化(XML化、GMLないしG-XML化等)が意味を持ってくる。各国で異なるデータモデルを用いて作成されたデータベースを相互に理解するには、世界標準のデータモデルを通じて変換することが必要になってくる。北米を中心にした地質図データモデルの標準化はそのような相互運用性の最も重要な活動の一つである。

世界の地質情報を調べるためには、クリアリングハウスの構築やリンク、世界標準に基づいたメタデータの整備が必要になる。空間情報検索のための

地質図は、専門家のためではなく、むしろ一般の人々のものである。人々は、地質学者が地質学の用語や分類、決まり事などを、単純かつ明確に表現してくれることを期待している。地質学者は、地質調査の結果を、理論物理学者や天文学者、技術者や鉱山技師、熟練した農家や工芸家といった人々みんなに、分かりやすい情報を提供する必要がある。(米国地質調査所第2代所長 ジョン ウェズリー パウエル, 1888)

“The maps are designed not so much for the specialist as for the people, who justly look to the official geologist for a classification, nomenclature, and system of convention so simple and expressive as to render his work immediately available alike to the theoretic physicist or astronomer, the practical engineer or miner, and the skilled agriculturist or artisan” (Powell, J.W., 1888, p.229)

メタデータはほぼ世界各国でISO標準に基づいて整備されつつあるが、必ずしも地質情報専用のメタデータではないので、地質図など地質情報の実情に合わせた変更が必要である。日本(地質調査総合センター/産総研)が中心にアジアで整備しているCCOPメタデータは、独自の工夫を加えており、地質情報メタデータの一つの基準となることだろう。

世界各国の地質調査研究機関は、微妙に異なるスタンスではあるが、情報サービスの充実という一定の方向に向かっている。各国で実施されているのは、国民に見える地質調査研究機関への脱皮である。ポリシーを大胆に転換し、形だけではない本質的な変革期を迎えている。その基本にあるのは、よりわかりやすく、使いやすい地質情報の提供によって、国民生活の向上に直接貢献しようとする姿勢である。具体的には、国内外の地質情報の統合、データ構造の統一、地質用語やメタデータ等の標準化などを通じて、一貫性があり、相互運用性がある地球科学情報の構築を進めている。我々も同じ目標に向かって、世界に通用する地球科学データベースの構築を目指していきたい。

我々にとって今後の課題となるのは、統一されたデータモデルやフォーマットに基づいたデータベース構築であり、数値地質図を一貫性があり相互運用性が高いデータベース群とするための再構成である。紙の地質図から数値化されただけの状態では、数値地質図は十分に機能しないし、データベースとして利用できない。地質図に描かれている意味の一つ一つを明快かつ論理的に分析し、データを関連づける必要がある。また、地層名や地質学用語を統一・標準化して、互換性のあるデータ群として提示する必要があるだろう。さらに、全国規

模で、精度の高い情報を均質に収集することも重要である。集めたデータから利用者に有益な情報として提供するために、利用者の要望を把握し、タイムリーに分かりやすい情報発信を行う知的基盤の確立を我々は目指さなければならない。

最後に米国地質調査所のDave Soller氏がしばしば引用するアメリカ地質調査所の第2代所長の言葉を上覧に引用する(和訳はかなりの意識である)。100年以上前、地質図が世の中に出始めた時期に、地質図は国民のためのものであるべきものと述べられている。IT時代における地質図も同じ志で作成していく必要があるだろう。

謝辞：産総研の地質標準やシームレス地質図、数値地質図において先導的な役割を果たしてきた産総研 地球科学情報研究部門 鹿野和彦氏にはこの分野において多くの示唆をいただいた。また産総研 成果普及部門 金沢康夫氏及び古宇田亮一氏には、世界の地質情報標準やデジタルマップの状況等について多くのご教示を受けた。産総研 地球科学情報研究部門 村上 裕氏には、メタデータやG-XMLについてご教示いただいた。さらに(株)応用地質ITセンターの原 弘氏には、米国のNGMDBプロジェクトや地質図データモデルについての情報提供を受けた。これらの方々記して感謝の意を表したい。

#### 参考になるURL

<http://www.aist.go.jp/RIODB/db084/>  
<http://cgkn.net>  
<http://ncgmp.usgs.gov/>  
<http://ncgmp.usgs.gov/intdb/>  
<http://geology.usgs.gov/dm/>  
<http://www.bgs.ac.uk/>  
[http://www.bgs.ac.uk/cgi\\_web/](http://www.bgs.ac.uk/cgi_web/)

<http://www.bgs.ac.uk/dfid-kar-geoscience/summaries/r7199.htm>  
<http://www.bgs.ac.uk/geoindex/home.html>  
<http://www.geology.cz>  
<http://www.geology.cz/host/dimas.htm>  
<http://ccgm.free.fr/>  
<http://www.brgm.fr/>  
<http://www.cifeg.org>  
<http://sangis.brgm.fr:8080/sdx/sangis/index.html>

産総研地質調査総合センターの最近の主なデジタル出版物

数値地質図 1:200万 日本地質図 第5版.  
 数値地質図 1:100万 日本地質図 第3版.  
 20万分の1数値地質図編集「北海道北部」数値地質図 G20-1.  
 20万分の1数値地質図編集「北海道南部」数値地質図 G20-2.  
 海洋地質図No.58 見島沖表層堆積図.  
 海洋地質図No.59 能登半島海底地質図.  
 日本の新生代火山岩の分布と産状.  
 富士火山地質図 CD-ROM版.  
 北海道地質ガイド.  
 土壌・地質汚染評価図 2.5万分の1「姉崎」.  
 Urban Geoscientific Data of East and Southeast Asia, GIS Data Sets of 11 cities, Digital Geoscience Map G-8.  
 Interactive Geological Hazard Map of East and Southeast Asia with GeoHazardView version 1., Digital Geoscience Map G-11.

文 献

Coordinating Committee for Coastal and Offshore Geoscience Programmes in East and Southeast Asia (CCOP) and Geological Survey of Japan (eds.) (1997) : Digital Geologic Map of East and Southeast Asia, 1:2,000,000. Digital Geoscience Map G-2, Geological Survey of Japan.  
 DCGM III Working Group (2001) : Urban Geoscientific Data of East and Southeast Asia, GIS Data Sets of 11 cities, Second Edition,

Digital Geoscience Map G-8, Geological Survey of Japan, AIST.  
 Johnson, B.R., Brodaric, B., Raines, G.L., Hastings, J.T. and Wahl, R.R. (1999) : Digital Geologic Map Data Model, version 4.3, U.S. Geological Survey Open-file Report 00-325.  
<http://geology.usgs.gov/dm/>  
 Raines, G.L., Brodaric, B. and Johnson, B.R. (1997) : Progress report - Digital geologic map data model, in Soller, D.R. ed., Proceedings of a workshop on digital mapping techniques: Methods for geologic map data capture, management, and publication: U.S. Geological Survey Open-File Report 97-269, 43-46.  
<http://pubs.usgs.gov/openfile/of97-269/raines.html>  
 Soller, D.R. and Berg, T.M. (2001) : The National Geologic Map Database: A Progress Report, U.S. Geological Survey Open-file Report 01-223.  
<http://pubs.usgs.gov/openfile/of01-223/soller1.html>  
 Soller, D.R., Berg, T.M. and Wahl, R. (2000) : Developing the National Geologic Map Database, Phase 3 - An Online, "Living" Database of Map Information. U.S. Geological Survey Open-file Report 01-325.  
<http://pubs.usgs.gov/openfile/of00-325/soller4.html>  
 富樫幸雄 (1995) : CCOP-東アジアの多国間地球科学協力フォーラム-, 地質ニュース, no.492, 16-24.  
 Wahl, R.R., Soller, D.R. and Yeldell, S. (2000) : Prototype Implementation of the NADMSC Draft Standard Data Model, Greater Yellowstone Area, U.S. Geological Survey Open-file Report 00-325.  
<http://pubs.usgs.gov/of/of00-325/wahl.html>  
 脇田浩二 (1995) : “東・東南アジアの地球科学図のデジタル編さん” -DCGM Project of CCOP- 地質ニュース, no.492, 33-40.

WAKITA Koji (2003) : International trend on digital geologic map and its standard.

< 受付 : 2003年7月1日 >