

新しいコンセプトによる 20万分の1日本シームレス地質図TM

脇田 浩二¹⁾・井川 敏恵¹⁾・宝田 晋治¹⁾

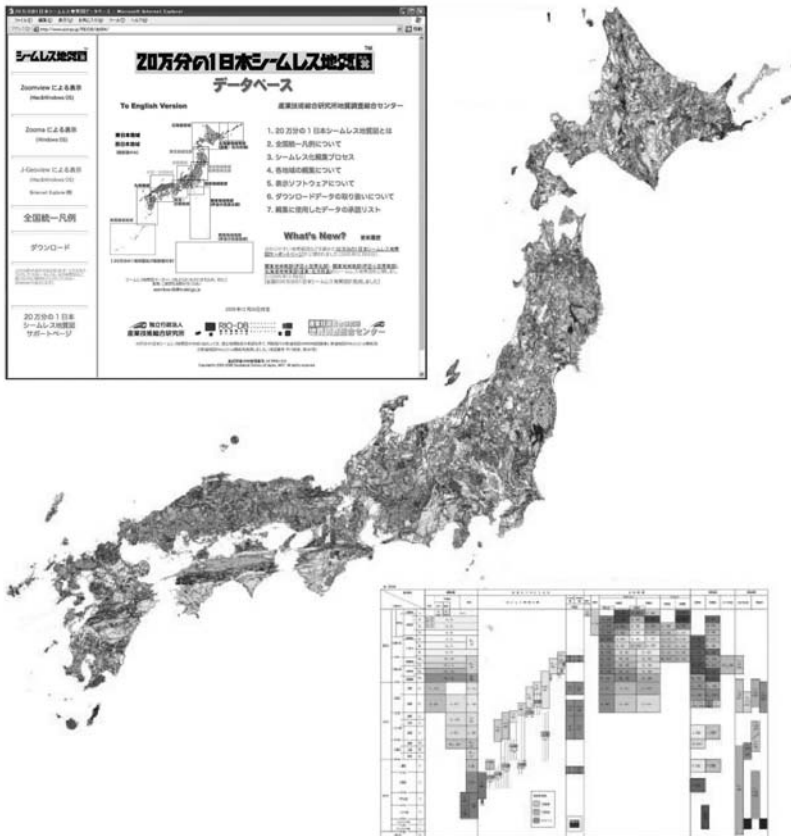
1. はじめに

20万分の1縮尺のシームレス地質図(基本版)が日本全域で完成し, 公開された(第1, 2図). この報告では, この地質図が作成された経緯, そのコンセプト, 作成プロセス, 利用形態, 今後の計画などについて解説する.

日本シームレス地質図は, 北海道から作成をはじめ

め徐々に南下し, 九州を作成したのち, 北方領土を加え, ついに日本全域が完成した. 我々は, その成果を各地方が完成するごとに, 産業技術総合研究所研究情報データベース(RIO-DB)としてWeb上で公開してきた. 幸い多くの方々にご利用いただき, アクセス件数が10万件に達しようとしている(2006年3月末現在ホームページのカウンターに基づく).

様々な研究や業務に利用したいという要望も増え



第1図
20万分の1日本シームレス地質図
の全容と統一凡例.

1) 産総研 地質情報研究部門

キーワード: シームレス地質図, 数値地質図, 地理情報システム,
GIS, 20万分の1地質図幅, 統一凡例, RIO-DB



第2図 シームレス地質図のホームページ (<http://www.aist.go.jp/RIODB/db084/>).

て、実際に土木地質図の基図、地質関係のパンフレット、活断層や重力などのデータの基図などに利用されてきている。今後は画像データに加え、ベクタデータの利用も増えることが予想される。今後の利用のガイダンスとして、これまでの経緯と今後の計画をまとめておくのが、本報告の目的である。

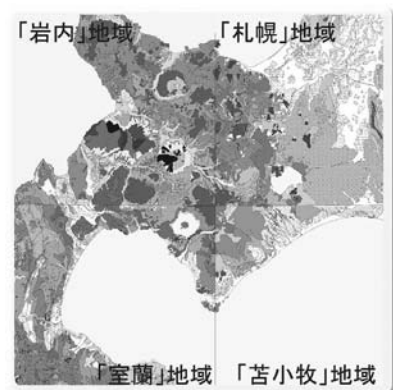
2. シームレス地質図とは何か -コンセプト-

シームレスとは、継ぎ目のないことである。地質図においては、複数の地質図を編集して、それぞれの

境界部で地層・岩石の分布境界や断層などにズレがなく、連続的につながった状態の地質図を言う。自然界において実際の地層や岩石は、地図の区画境界でズレがあるはずもなく、連続しているのが普通である。したがって、シームレスであるのは当然で、ズレがあるのが本来おかしいということになる。

しかし、地質図は、地質調査を行い、その時代ごとに最新の知識で解釈され、表現されているので、作成年代ごとに地質区分の仕方や地図上での表現が異なっている場合が多い。また、河川や海岸など限られた場所に露出している岩石や地層から、土壤や草

オリジナルの地質図幅



デジタルシームレス地質図

凡例の統一
 シームレス化
 地質境界の連続化



第3図 20万分の1オリジナル地質図からシームレス化を行う過程。

木に隠されている大部分の大地の地下を想像して描くので、作成者の経験や知識、情報量、解釈の方法によって、地質図は異なった表現をされることが普通である。

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)では、国土地理院発行の20万分の1地形図の区画ごとに20万分の1地質図幅を作成してきた。20万分の1地質図幅は、平成17年末まで124区画中108区画つまり87.1%が完成している。あと数年で全国カバーが完成する予定である。しかし、さきほど述べた理由から、これらの地質図幅は多くの場合、隣接する地質図で互いに、地質境界が連続していない。特に作成年度が離れている場合はその傾向が顕著である。第3図は、隣接する地質図幅が著しく異なっている例である。左の地質図は、20万分の1「岩内」「札幌」「室蘭」「苫小牧」を組み合わせたもので、それぞれ1991年、1980年、1983年、1972年に作成されている。地質区分や地層の分布、塗色の方法などがそれぞれ異なっている。右側のシームレス地質図では、地質境界を連続させ、地層区分を一致させ、色や模様を統一して表現してある。

今回作成した20万分の1シームレス地質図™は、旧地質調査所・地質調査総合センターが作成してきた20万分の1地質図幅をベースに、県図や土质地質図などの情報を加味して、20万分の1縮尺で全国を通じて連続した地質図として作成したものである。全国規模で連続した地質表現をとったものとしては、これまで100万分の1地質図第三版(地質調査所、1992)があったが、これは100万分の1縮尺での精度で編集したものであり、日本の地質全体を俯瞰するには適していたが、県や市町村といった生活圏における利用には適さなかった。20万分の1シームレス地質図は、それぞれの地域において実際に利用できる、はじめてのシームレス地質図といえることができる。

地質図のシームレス化は、単に隣り合った地質図の間で地層や岩石の境界を調整すればよい訳ではない。最も大切なのは、日本全域で地層や岩石の区分の方法を統一することである。つまり地質図の凡例を日本全体で同じものにする必要がある。どのような凡例が、20万分の1縮尺において最も適切か?これが最も重要な点である。

凡例の統一と地質境界の連続性、これがシームレス地質図の生命線である。

3. 作成に至る経緯

なぜシームレス地質図が必要なのだろうか?地質図は一般的に地質学を学んだ専門家が、コンサルタント業や研究などに利用するものである。利用者は、地質に関する知識があり、地質図から情報を読みとり利用する。ある地域で地質図を利用する際に、2枚以上の地質図があり、それぞれが異なる解釈で作成され、お互いに表現が異なる場合、その地域の地質の専門家でない利用者は大変戸惑うのである。産業技術総合研究所地質調査総合センターでは、長年地質図を作成してきた知識と経験が蓄積しており、この問題を解決する能力と責任を有している。

なぜ今シームレス地質図が作成されたのか?については、大きく分けて3つの理由がある。①20万分の1地質図幅がほぼ全国で完成した、②GISが普及し、数値地図の作成が容易になった、③国立研究機関が独立行政法人化した、といった理由である。

地質調査総合センターでは国土の基本地質情報である5万分の1地質図を着実に作成しながら、得られた地質情報と新しい地質概念を用いて、20万分の1地質図を編集してきた。その結果、先に述べたように20万分の1地質図はほぼ全国で完成し、20万分の1縮尺で全国の地質情報が得られる状況が今存在している。

1980年代に登場した地理情報システム(Geographical Information System)の地質図への応用は、1990年代になって世界的な動きと連動して日本でも検討が始められた。地質調査所(現:地質調査総合センター)では、1995年に100万分の1日本地質図を、1997年に東・東南アジアの地質図を相次いでCD-ROM出版した。2003-2005年には既出版の20万分の1地質図のすべてが数値化され7枚のCD-ROMとして出版された。この数値化された地質図幅の利用が地質図のシームレス化に重要な役割を果たしている。

2001年、経済産業省工業技術院地質調査所は、独立行政法人産業技術総合研究所となり、再出発した。このことは、我々職員の意識を国民への地質情報サービスへと向かわせた。しかし、独立行政法人化がなくても、世界中の地質調査所が情報サービス機関へと移行している現在の世界情勢から考えると、世の中の流れそのものと一致している。

4. 数値地質図と地理情報システム

シームレス地質図は、コンピュータで扱うことのできる数値地質図である。数値地質図をコンピュータで扱うためには、地理情報システムというソフトウェアを用いることが必要である。地理情報システム(Geographical Information System)は、数値化された地図と属性情報を関連付けて、表示・分析・検索するコンピュータシステムのことで、ソフトウェア・ハードウェア・データから構成される。

コンピュータで扱える数値地質図にはラスタ形式のものとベクタ形式のものがある。ラスタ形式は、Adobe Photoshopなどのペイント系のソフトウェアで扱うビットマップ画像で、モザイク状のピクセルに色の値が割り当てられる。ラスタ形式のデジタル画像になった地質図は、紙の地質図に最も近いものである。コンピュータで扱えるが、解析や分析、情報検索等には不向きである。ただし、ウェブ上で表示したり、他の情報を重ね合わせる基図に用いたり、手軽にズームを行ったり、ある区画で切り出したりできる。

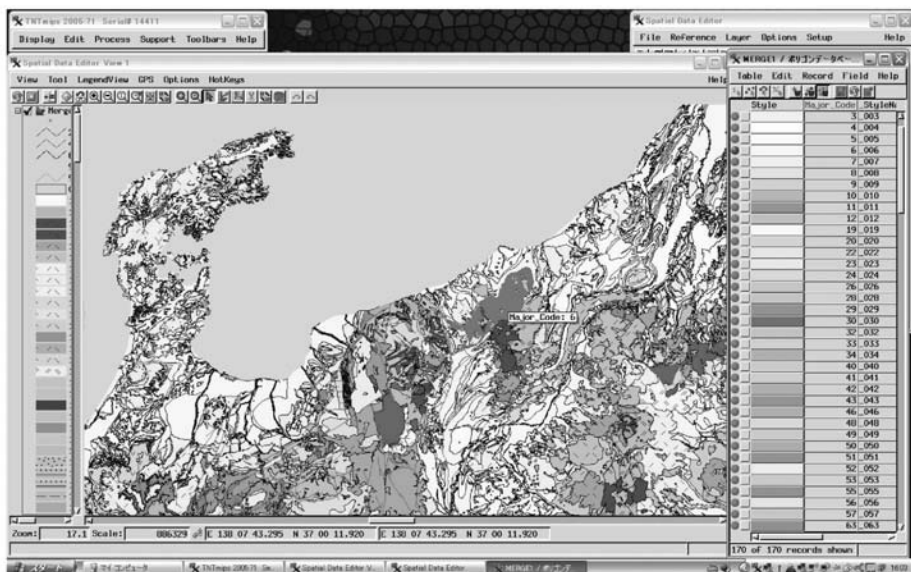
ベクタ形式の数値地質図は、線や点が計算式で与えられており、ラスタ形式のものよりデータサイズが小さく、利用の範囲は広い。ベクタ形式の数値地質図は、ドロー系ソフトウェアで扱う単純な形式、AutoCADなどの設計支援ソフトウェアで扱うCAD形式、

ArcInfoなどの地理情報システム(GIS)で一般的に扱う位相構造を持つベクタ形式などがある。位相構造を持つベクタ形式のファイルは、情報の自由な検索・表示のみならず、データ解析や分析、他の情報との重ね合わせ、縮尺・投影法の自由な変換が可能である。

地質図は、点と線と面で描かれるが、ベクタ形式の数値地質図では、それぞれポイントデータ(点データ)・ラインデータ(線データ)・ポリゴンデータ(面データ)として扱われる。そして地図上のそれぞれのデータに対応して、その内容(属性)を示したデータベースがリンクしている。地質図の場合は、化石の産地、鉱山の位置などがポイントデータで、断層・褶曲・地質境界などがラインデータである。地質境界や断層に囲まれた地質体の分布範囲がポリゴンデータである。地質図の中で最も多くの情報を含むのがこのポリゴンデータであろう。

5. 作成過程

シームレス地質図を作成するためには、いくつかのプロセスを経る必要がある。まず行うのが地質情報の収集である。編集するための基礎となる地質図を集めてくる必要がある。次にこれらの地質図を数値化し、コンピュータ上で扱えるようにする。地質図ごと



第4図 シームレス地質図の作成過程(地理情報システムTNT mipsを利用)。

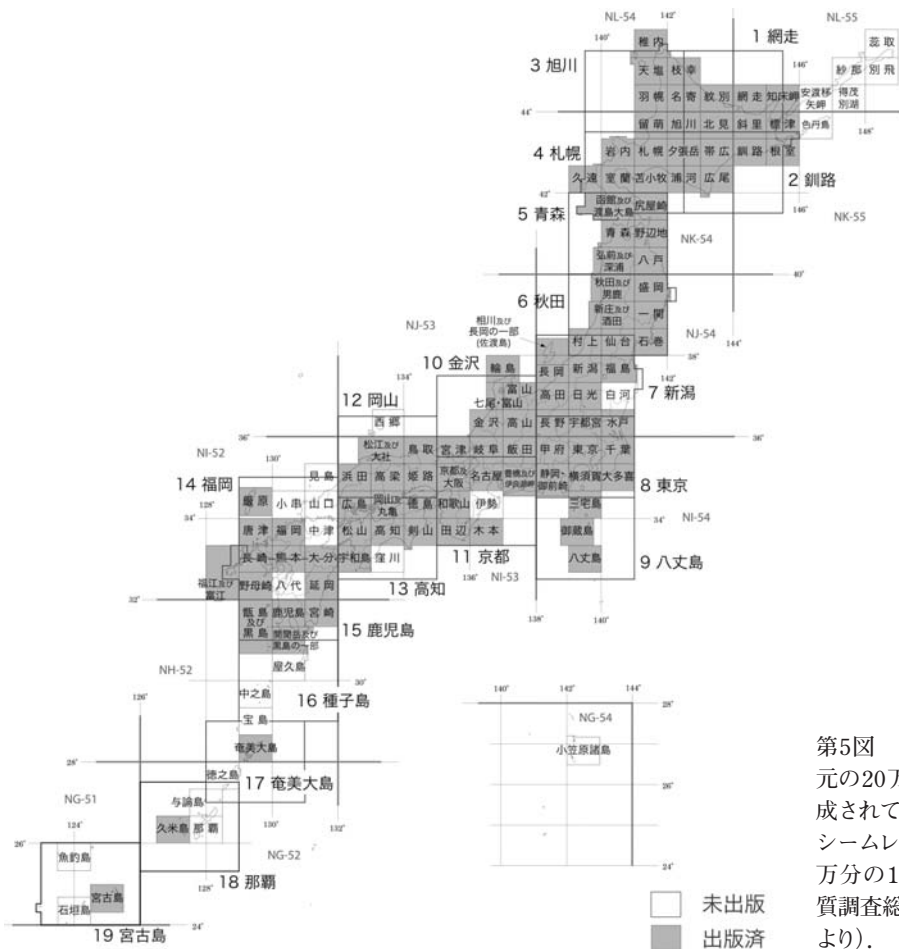
の異なる区分を統一するために、統一した凡例を作成する必要がある。数値化された地質図はすべて統一した凡例によって地質情報が置き換えられる。最後に異なる地質図同士の地質境界を連続させ、シームレス地質図が完成する(第4図)。これらの過程は、著者のうち井川が主に担当した。以下にそれぞれの過程を詳しく説明する。

編集作業では、地理情報システム(GIS)を活用した、それぞれ基になる地質図を数値化し、コンピュータ上でGISを利用して編集作業を実施した。主に利用したのは、MicroImages Co., Ltd. TNTmipsというソフトウェアである。本ソフトウェアは、世界標準となっているESRI社のArcInfoよりは安価で、素人でも扱いやすい、ベクタ・ラスタの二つの形式をともに扱う場合に優れているなどの特徴がある。

5.1 地質情報の収集

シームレス地質図は、編集図であるので、既存の地質図を利用して作成される。利用する地質図の基本は、地質調査総合センター(旧:地質調査所)作成の20万分の1地質図幅である(第5図)。20万分の1地質図幅がまだ完成していない地域や初期に作成されデータが古い地域では、20万分の1~10万分の1縮尺の都道府県作成の地質図や国土交通省作成の20万分の1土木地質図を利用した。これらの利用に当たっては、それぞれの著作権者の了解と許可を得ている。また、新たな地質情報を加えるため、最近の論文や研究者からの個人情報などを加味し、より正確な地質図作成を心がけた。

5.2 地質図の数値化



第5図
元の20万分の1地質図の区分と作成されている範囲。
シームレス地質図の元になった20万分の1地質図幅の出版状況(地質調査総合センター地質図カタログより)。

地質図の数値化には画像化(ラスタ化)とベクタ化があるが、一般に数値化というのは後者を指す。ベクタ化では、紙ベースの地質図をディジタイザで直接数値化する場合があるが、我々はまず地質図をスキャナで画像化した。そして、この画像をベースにコンピュータ上でベクタ化を実施した。その際に利用するのが地理情報システムというソフトウェアである。

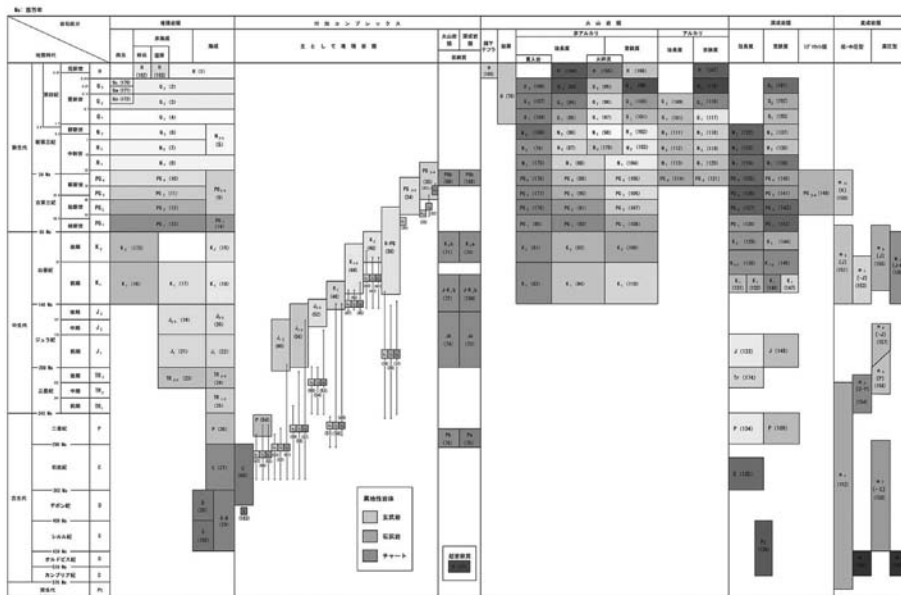
数値化のステップで一番重要なのが、ジオリファレンスである。ジオリファレンスは、基になった地質図の緯度経度、投影法、測地系、縮尺などの情報である。地質図を含めた地図は、実際は球面で立体的な地球表面の空間情報を理想的な地球楕円体を定め、投影法を決定し、二次元の紙上に表現している。そしてそれぞれの場所の位置を緯度経度で示す。数値化された地質図にはこれらの情報を与えてやる必要がある。これによってただの絵が空間上の地質情報となるのである。

地質図の大半は国土地理院の20万分の1地形図上に描かれているので、投影法、測地系、地球楕円体などの情報は基になる地形図の情報と同一になる。ただし、国土地理院の採用している20万分の1地形図で採用しているUTM(ユニバーサルトランスバースメルカトル図法)は、東西に経度3度ごとのゾーンが

異なる上、区画の境界が曲線であるので、日本全国の地質図・地形図を接合しシームレス化するためには、UTMのデータを緯度経度情報に変換する必要があるが、これは数値化が終了した後に地理情報システムで変換するので、ベクタ化の段階ではオリジナルの投影法を採用した。縮尺は20万分の1が大半であるが、一部10万分の1ないし15万分の1の県地質図を用いる場合は、その情報を与え、20万分の1に変換する必要がある。また、最近国土地理院が日本測地系から世界測地系に変換したので、この点も考慮する必要がある。

緯度経度は、四隅で与えれば、位置は特定される。しかし、地質図が描かれている紙は経年変化により伸び縮みし、さらに折り畳んだ場合は折り目や皺によって、位置情報が不正確になる。この場合、画像化する前に、丹念にアイロンがけをするなどの配慮を行うが、それだけでは不十分である。画像化された地質図の四隅以外に緯度経度が明確な数多くの地点の緯度経度情報を与え、コンピュータ上で計算を実施し、正しい位置や形に変形させることが必要となる。これを行うのも地理情報システムである。

ジオリファレンスが終了したら、初めて地質図上の情報の数値化(ベクタ化)が実施できる。地質図上に



第6図 日本シームレス地質図で用いている全国統一凡例(基本版)。100万分の1日本地質図第3版の凡例を改訂して作成した。

は様々な情報が示されている。これを点・線・面の情報に分けていく。点は、走向・傾斜や化石の産出地点や鉱山跡地・温泉などの情報である。線は、断層・褶曲・地層境界線などである。面は、地層境界や断層で囲まれた地層や岩体の分布である。まず最初に線状の情報をマウスでクリックしながら画像をなぞっていく。細かくクリックするほどラインは滑らかになり、実際の地質図に近づくが、その分作成されるファイルのデータサイズは大きくなる。マウスをクリックするたびにその位置の情報がコンピュータ上での位置として記録され、既に登録されているジオリファレンスと連携して、地球上の位置情報として認識される。クリックとクリックの間の情報は自動的に補完される。ベクタデータの場合、位置情報のみではなく、クリックして移動していく方向も記録され、その方向に対して、情報が与えられる。たとえば断層を描いていく場合、描いた方向の右側が落ちている正断層という情報を与えれば、画面上ではただの線であるがコンピュータ上では、右側が落ちた正断層として認識される。従って、線の右側に自動的にハッチを表現するなどの機能を用いることができる。

地層境界の場合、描いた線は最終的に閉じて、ある形をもった面となる。描かれた線の内側(右回りで描いた場合の右側の情報として認識される)は線で囲まれた地層の分布域である。この面に対して、地質情報(属性)を与える。この地質情報は、単一である必要はなく、地層名、地質年代、岩相、構成岩石、堆積相、それぞれの英名、などいくつかのデータセットとして与えられる場合が多い。実際の作業では、凡例上の記号もしくは番号を与え、それをあとでデータセットとリンクする。それぞれの点・線・面は、自動的に個別の番号が与えられ、固有の情報としてコンピュータ上に記録されていく。

5.3 統一凡例作成

多くの地質図は、その地域において、作成時点で作られた地質情報に基づいて、最善の解釈で作成される。そのような作成方法は当然のことであるが、広い国土全体について一斉に地質調査を実施することは、予算的にもマンパワー的にも現段階では不可能である。従って、長い年月をかけて徐々に地質図は作成されるのであるが、隣接した地域では地層や岩石の区分の方法について、異なった解釈がなされる場

合が多い。それは、作成された地質図の年代が異なることによる場合や、作成した著者が同一でないため異なる解釈がなされる場合などがあり、結果として隣接した地質図の間でしばしば異なる地質凡例が用いられる。このように図画ごとに異なる凡例を日本全体で統一することは至極困難になる。従って、20万分の1日本シームレス地質図では、100万分の1日本地質図第3版の凡例を用いることにした(第6図)。この凡例は、現段階で日本全体を通じて適応できる唯一の凡例であり、地質図担当全員の英知を結集して作成された経緯があり、まずこの凡例を使うことが決定された。そしてシームレス地質図の作成過程において試行錯誤しながら若干の追加を行った。本報告では、この凡例を全国統一凡例(基本版)と呼ぶ。100万凡例版や簡易凡例版とも呼ばれてきたが、様々な誤解を呼ぶため、これらの呼称は避けた。

全国統一凡例(基本版)は、100万分の1日本地質図第3版の凡例を基礎に、必要最小限の修正を加え作成された。元になった100万分の1地質図の凡例数は160であるが、この現在Webで公開している日本シームレス地質図における全国統一凡例(基本版)の凡例数は194と若干増えている。主な修正点は、段丘区分・砂浜・湿地及び新生代火成岩類などである。100万分の1地質図という小縮尺の地質図のために作成された凡例であるので、20万分の1地質図で表現されている細かな区分を表現するには向いていない。しかし、重力などの地球物理情報、地すべりなどの災害情報、地域の地質概観などには向いている。地質区分は100万分の1地質図とほぼ同一であるが、地質図の位置精度は20万分の1であることから、応用分野での利用が期待されている。

基になる地質図と100万分の1凡例との対応は地質図幅作成の各地域担当者が検討した。

各担当は以下の通りである。

北海道北部：中川 充 北海道東部：宝田晋治
北海道南東部：酒井 彰 東北北部：鹿野和彦
東北南部：柳沢幸夫 関東：牧本 博 北陸：
竹内圭史 東海近畿：吉田史郎 中国：松浦浩久
四国：木村克巳 九州北部：尾崎正紀
九州南部：斉藤 真 南西諸島：中江 訓

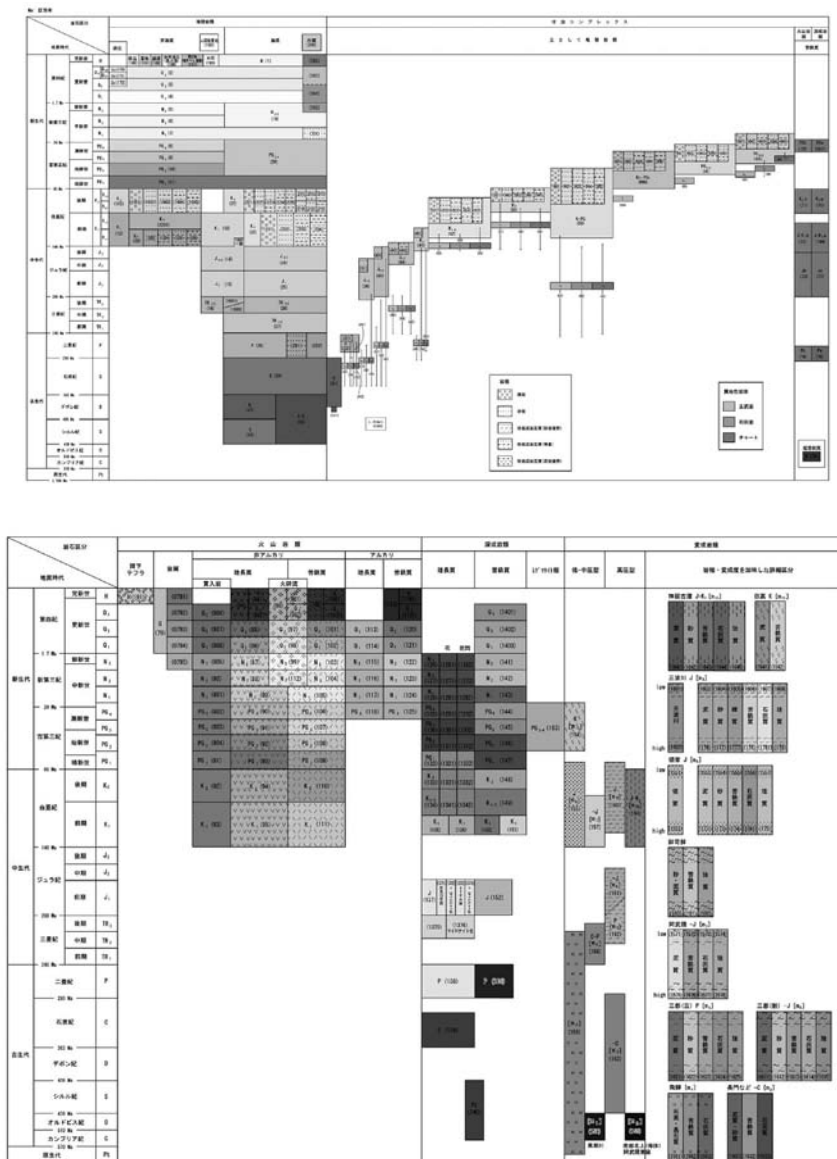
5.4 凡例の詳細化

全国統一凡例(基本版)では、20万分の1地質図幅

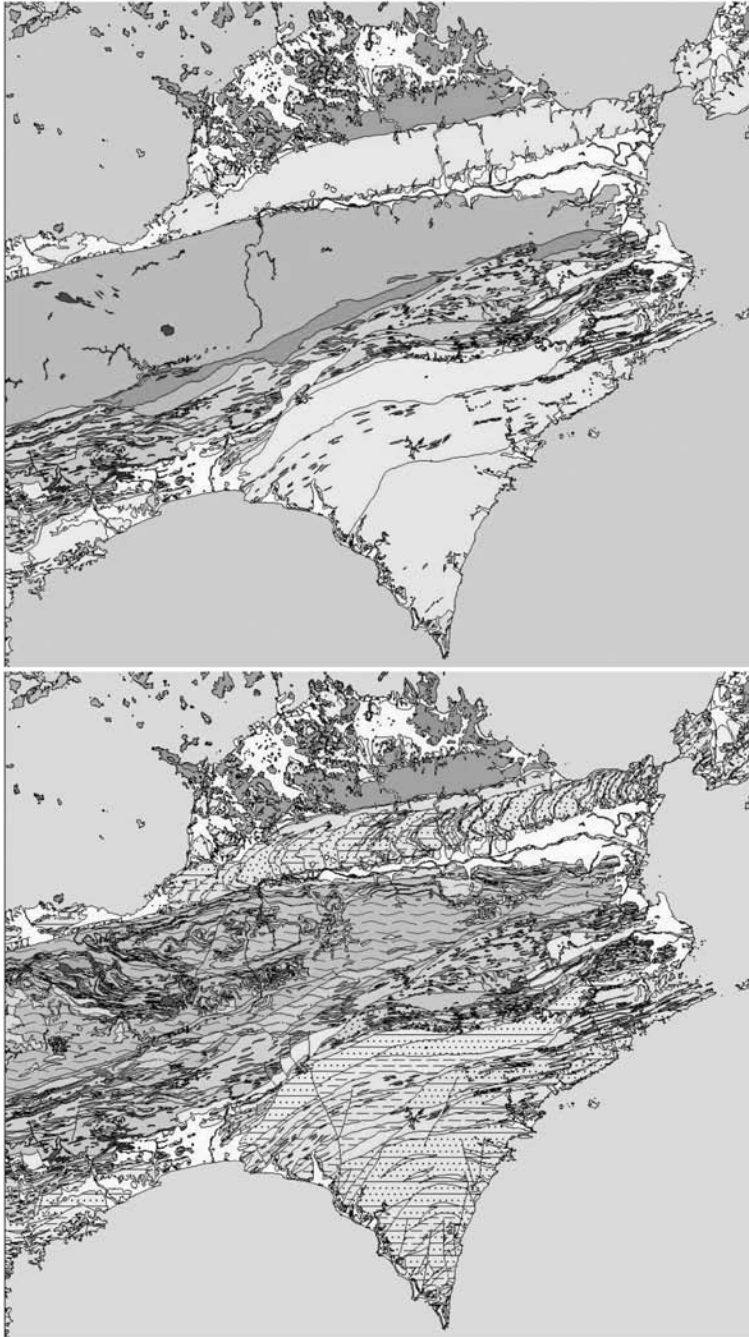
の詳しい地質情報が消えてしまう。しかし、全国の地質図を最新の20万分の1地質図幅の精度で揃えるには、数十年の歳月が必要になる。そこで折衷案として、シームレス地質図を作成する過程で、日本全体を通じて区分できる要素を抽出し、100万分の1日本地質図 第3版の凡例に基づいた基本版より詳細な統一凡例に基づくシームレス地質図を作成することにした(第7図)。これでも最近作成された一部の20万分の1地質図幅よりは凡例数が少なくなるが、白亜紀以前の

基盤岩類と第四系を中心に、地質構造がより分かるように、地質区分を細分化した。この凡例の詳細化のため全国多くの地域で、5万分の1地質図幅や県の地質図、表層地質図、土木地質図、学術論文など様々な情報を探し求め、地質上に新たな地質境界を作成し表現することが必要であった。

この全国統一凡例(詳細版)は、中国・四国地方の編集の際、基本版では、和泉層群や三波川変成帯・秩父帯、白亜紀花崗岩類などが非常に単調になり、



第7図 新たに作成中の全国統一凡例(詳細版)。凡例数は383である。



第8図 四国東部のシームレス地質図(上:基本凡例版,下:詳細凡例版).

20万分の1縮尺の本来持っている地質情報や地質構造が消えてしまわないように配慮した(第8図). 先に述べたように, 現在Webで公開しているシームレス地質図では, 凡例数が194であるが, 全国統一凡例(詳細版)の凡例数は, 384にも及んでいる. 今回の凡例

の追加・更新は白亜紀以前の基盤岩類の細分が中心であり, 新生代堆積岩・火山岩類を中心に, 今後データを充実させ, 更に詳しい詳細凡例版第二版, 第三版として, 順次改良していく予定である.

全国統一凡例(詳細版)に新たに加えた項目は以

下の通りである。

第四紀：地滑り・段丘区分・石灰岩・崖錐

白亜紀（海成層）：礫岩・砂岩・砂岩優勢互層・等量互層・泥岩優勢互層・泥岩層

付加体：未区分・礫岩・砂岩・砂岩優勢互層・等量互層・泥岩優勢互層・泥岩層

変成岩：未区分・砂質片岩・泥質片岩・緑色片岩・珪質片岩・石灰質片岩とそれぞれの高度・低度変成相（変成相が区分してない場合もある）

花崗岩：未区分・花崗岩・花崗閃緑岩

詳細凡例版は、著者らが編集過程で徐々に増やしていき、作成した。この段階では、第三系については細分化していない。第三系については、堆積盆ごとに地層区分が異なり、日本全体で統一した凡例区分が作成しにくいこと、正確な対比を行い、日本全体でさらに詳細な凡例を作成するのに4-5年の期間が必要なことが主な原因である。したがって、詳細凡例とすることに反対する意見もあったが、現在の詳細凡例版は、完成したものではなく、今後徐々に精度を上げていくべき基礎となるものである。今後の発展形を含めて、詳細凡例版と称することとした。地質図での表現の違いは第8図を参照して欲しい。

5.5 凡例の置き換え

数値化した地質図を全国統一凡例に置き換えるために、まず各地質図の凡例について、全国統一凡例のどれに当たるかを番号で表現した。これらの対応をExcel形式の表に表現する。この対応表を用いて、数値化された段階ではもとの地質区分に割り当てられていた点・線・面のそれぞれの地質情報を全国統一凡例の地質情報に置き換えていく。

これを行うのが地理情報システム(GIS)である。地理情報システム(GIS)で、それぞれの数値化されたオリジナル地質図を読み込み、既存の属性テーブルに対して、全国統一凡例の属性を割り当てていく。この作業を自動的に行うために、プログラムを組んで行う場合がある。地質調査総合センターで用いているTNTmipsではSML言語でこれを書くことになる。このようなプログラムを用いて、属性の対応が出来た後に、数値地質図内の属性テーブルは、新しい全国統一凡例のものに置き換えられる。

このような作業の結果、20万分の1地質図幅では

異なる凡例であったものが、全国統一凡例では同じ属性になることがしばしば起こる。この場合、隣接する2つ以上の面データが同じ属性を持っている場合、間の境界線を取り去る必要がある。TNTmipsでは、`dissolve`という命令を与えて、同じ属性を持つ2つ以上の面を単一の面に置き換えていく。ただし、この作業は基に戻れないので、この作業をする前のファイルは別途保存しておく必要がある。

将来のベクトルファイルの利用を考えた場合、この`dissolve`を行わないファイルが有用となる可能性が高い。従って、`dissolve`を行ったファイルと行わないファイルは、どちらも異なる場面で利用される可能性がある。

5.6 地質境界の調整

地質凡例の項でも述べたように、地質図は作成年度や作成者によって、地質の解釈や作成精度が異なっている。従って、隣接する地質図の地質境界は一致することはまれである。この地質境界を連続的につなげることが、凡例の統一とともにシームレス化のための最も大切な作業である。

実際に地質の再調査を実施し、どのような地質境界が正しいのかを検討することが望ましいが、予算的にも時間的にも困難である。そのため、日本シームレス地質図では以下の視点に基づいて、地質境界を調整していった。

- ・ 隣接する地質図では、作成年度の新しいものに描かれている地質境界を優先する。
- ・ 第四紀層や火山岩などの分布は地形と密接な関係があるので、地形を参考にする。
- ・ 関連する地域の様々な縮尺の地質図・論文・表層地質図など、ありとあらゆる地質情報を利用し再解釈する。
- ・ 新しい地質図に境界線があり、古い図に地質境界がないものは、5万分の1地質図や論文などから情報を抽出し、書き加える。
- ・ どのような分布が正しいか判断に困った場合は地域を担当する専門家に相談する。

こうして検討した結果を数値地質図に反映させるためには、以下の手順で作業を行った。

- ・ 数値化したオリジナル地質図について、カラー地質図と線情報のみを示した白黒図を出力する。
- ・ それらの出力図の上に新しい境界線を描く。

- ・ それに基づいて、地理情報システム上で新しい境界線を描き、古い境界を除去する。
- ・ 新しく作成した線情報が正しく隣接する線と接合するように留意する。
- ・ 地質情報の改変に伴い、GISでは複雑な計算を行うことから、ファイルが混乱し壊れる可能性があるので、バリデートという作業を行う必要がある。
- ・ 新たな境界線を加えた場合は新たな面データ(ポリゴン)が発生するので、その属性を与える必要がある。

これらの接合作業を20万分の1地質図の図面の境界ごとに行ってきた。北海道・東北・関東・甲信越・中部などの地方ごとに作業を行うので、それぞれの地方のデータ間で境界線をさらに調節し、連結する作業を行った。

5.7 画像データの作成

作成したシームレス地質図をインターネットで公開する方法として、最初に行ったのが、画像としての表示である。一旦作成したベクタ形式のシームレス地質図を、地理情報システムを利用して、JPEGやTIFFなどの画像(ラスターデータ)としてはき出す。こうして出来た画像データにも緯度経度、投影法などの情報を与え、ジオリファレンスを行う。このことによって、画像として地理情報システムで扱うことができるようになり、ベクタデータとの重ね合わせなども容易になる。作成した画像は、Adobe Photoshopなどのソフトウェアで色合いなどを調整する。また海域などの形も調整する。画像データの欠点は、ファイルサイズの大きさであり、閲覧者のコンピュータのパフォーマンスによっては、閲覧に時間がかかる場合がある。

5.8 地形情報との重ね合わせ

地質図の位置をよりわかりやすく示すために、国土地理院の地形情報と重ね合わせる必要がある。道路・鉄道・等高線などを示した地図情報を用いる場合と、DEM(Digital Data Model)を用いて陰影図を作成し基図とする場合がある。もちろん、陰影図に地名や鉄道・道路などの情報を重ねて用いる場合もある。

地形情報との重ね合わせの場合問題になるのが、地質情報と地形情報とのズレである。地質図は様々

な年代に作成され、その時期に発行されていた最新の地形図を基に作成されている。その後、地形図は新たな情報で描き直され、最新の情報に置き換えられていく。手動で行っていた地形図作成が自動化し、地形の描き方が変わった時期もあった。

いろいろな時期に作成された地質図を数値化し、シームレス地質図の原図としている場合、国土地理院から提供されている最新の地形情報の上に重ねると、ズレが生じる。典型的な例が、伊豆・マリアナ諸島の島々や北海道の渡島大島である。これらの島々は、古い地質図の基図となった地形図と、現在の地形図の位置が数kmずれていて、地理情報システムを用いて表示すると地形と地質図は大きくずれてしまう。このような場合は個別にジオリファレンスをつけ直す必要がある。

最も難しいのが、海岸線の形態が地形と異なっている場合である。この場合は、海岸線に沿ったすべてのポリゴンの作成をやり直さなくてはならない。このような難点を避けるには、基になる地質図の数値化の際に、海岸線に沿ったポリゴンを最新の地形情報に基づいて作成する必要がある。

5.9 断層と地質境界のズレの問題

位相構造を持つベクトルの場合、描かれたポリゴンの周囲のラインは、ラインとしての属性を持っている。1つのポリゴンでも、ある部分は断層で、ある部分は地質境界である場合がある。この場合、一つのレイヤですべての情報を盛り込むことができるし、断層だけ切り離してレイヤを作成することもできる。

数値化された20万分の1地質図の一部には、このように断層を別レイヤにしている場合があった。この場合、地理情報システムに問題があるのか、地質境界と断層にズレが生じる場合がある。このようなケースが九州や関東、北海道などで生じ、多額の費用をかけ、断層1つ1つを描き直したり、属性を与え直す必要があった。膨大な手間と費用がかかるので、地質図を数値化する場合には、断層などのライン情報は地質区分のポリゴン情報と同じレイヤで与えることが望ましい。どうしても分けたい場合は、全国すべて完成した後、分けるべきである。

5.10 作成過程のまとめ

日本シームレス地質図の作成過程を詳しく述べて

きた。これまで述べてきたように、統一凡例に従って凡例を置きかえ、隣接する図画の地質境界を連続させて、シームレス地質図は作成された。数値化された地質図を地理情報システム(GIS)を用いて作業を行ったが、この編集作業は、小縮尺の地質図を作成する際の“編さん”とほぼ同じである。それぞれの地域の地質の知識、様々な地質体への造詣を必要とし、最近の研究成果をふまえて“編さん”する必要がある。新たな地質情報を加えることも多いが、基になった地質図が古い場合には、精度の向上にしばしば限界がある。

6. データ構造とデータモデル

ポイント・ライン・ポリゴンのことをフィーチャーという。それぞれのフィーチャーには、属性テーブルがついている。属性テーブルは、いくつかの項目からなっている。最初にあるのは、フィーチャーの1つ1つについているID番号(認識番号)である。そして、それぞれのフィーチャーの属性が次々とテーブルに記される。たとえば、ジュラ紀後期-白亜紀前期の海成層(手取層群九頭竜層群貝皿層)であれば、始まりの年代(ジュラ紀中期)、終わりの年代(ジュラ紀中期)、堆積岩類、礫岩・砂岩・泥岩、手取層群、九頭竜層群、貝皿層、海成相、主要化石アンモナイトなどの属性が1つのポリゴンに付く。それぞれのポリゴンにこれらのデータが付与されることによって、地質年代や、岩相、産出化石、地層名などで、検索することができる。また、それらと化石データベースや、用語の辞書などとリンクすることができる。

このようなデータの構造や、他のデータベースとのリンク、このようなデータを表示もしくは印刷する地質図上ではどのような色や模様で描くのか?ということを示すのが、データモデルである。データベースを作成するには当然このデータモデルを考慮する必要がある。地質図のデータモデルとして最も有名なものは、北米地質図データモデル(DAGMDM)である(<http://geology.usgs.gov/dm/>)。

7. 標準凡例と標準用語

地質図の標準化は、分かりやすい地質図の出発点である。シームレス地質図の統一凡例もある種の標準

化である。産業技術総合研究所では、地質図の凡例の標準化を行い、2002年に日本工業標準 JIS A 0204「地質図 一記号、色、模様、用語及び凡例表現」を策定した。現在凡例コードの標準化にも取り組んでいる。地質図等に使われる地質学用語の標準化も最重要課題として、地質調査総合センター地質標準部会で検討している。また、ISO/TS211に準拠したメタデータやGISフォーマットの世界標準であるGML(あるいはG-XML)への対応も模索している。

8. WebGISへの対応

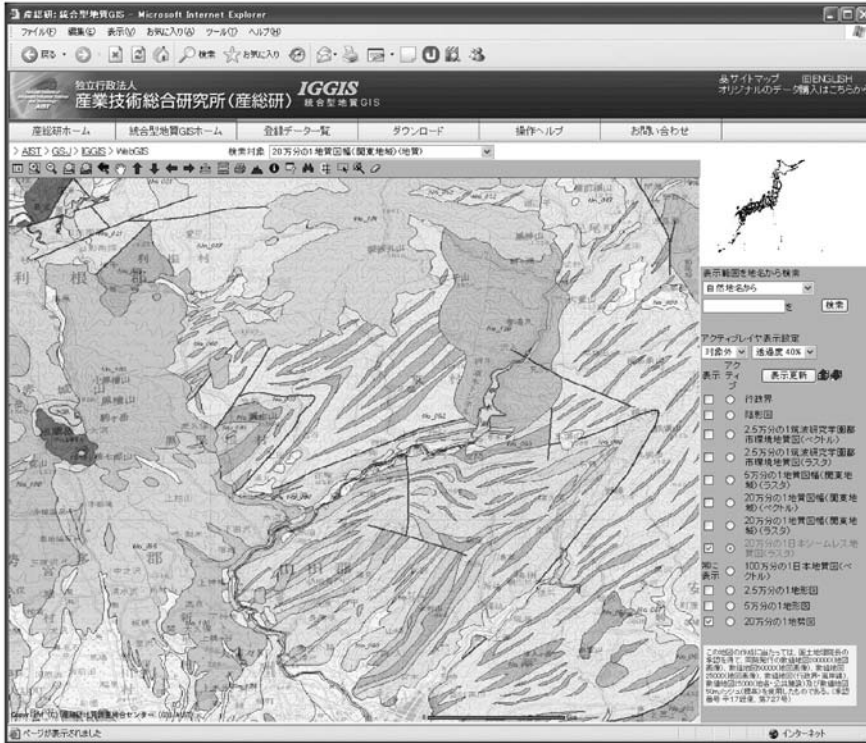
当初シームレス地質図は、ベクタデータを作成しつつ、最終的な公表は、RIO-DBサイト上で、画像ファイルを公開してきた。今年になって地質調査情報センターでは、WebGISを公開するハードとソフトを整備した。それに伴って、シームレス地質図のベクタデータをWebGISの機能を用いて公開する方策を検討し始めた。これによって、地質年代や岩相、断層の種類などによって検索し、必要な情報のみを検索したり、もとの20万分の1地質図や5万分の1地質図、活断層分布図などと比較したり、複数の情報からユーザが独自の主題図を作成し、ダウンロードすることなどが可能になってくる。シームレス地質図をベースとした情報サービスの新しい形として期待される(第9図)。

9. 表示ソフトウェアの選択と開発

現在、シームレス地質図は画像データとして、Web上で公開している。詳細な画像を作成するため、日本全体で約15GB(Tiff形式の場合)と容量の大きなデータファイルとなっている。このデータをインターネットで配信する際、受け取る側のコンピュータの負担になり、表示が遅くなったり、表示ができないという危険がある。特にデータを拡大縮小する度にデータ表示に多大な時間がかかるとは、閲覧者にとって苛立ちが大きくなり、ひいては利用されないという事態が生じる。

シームレス地質図ではデータ表示を促進するために、以下の3つのソフトウェアを用いている。それぞれに長所・短所があり、利用者に使用するソフトを選んでもらう形式となっている。使用しているのは、①ZoomView②Zooma③J-Geoviewである。

ZoomViewは、ViewPoint社のソフトウェアで、高速



第9図 WebGIS機能をもつ、統合地質図データベース上で閲覧可能な20万分の1日本シームレス地質図。各種の地質図や地形図と重ね合わせて閲覧、検索することが可能。

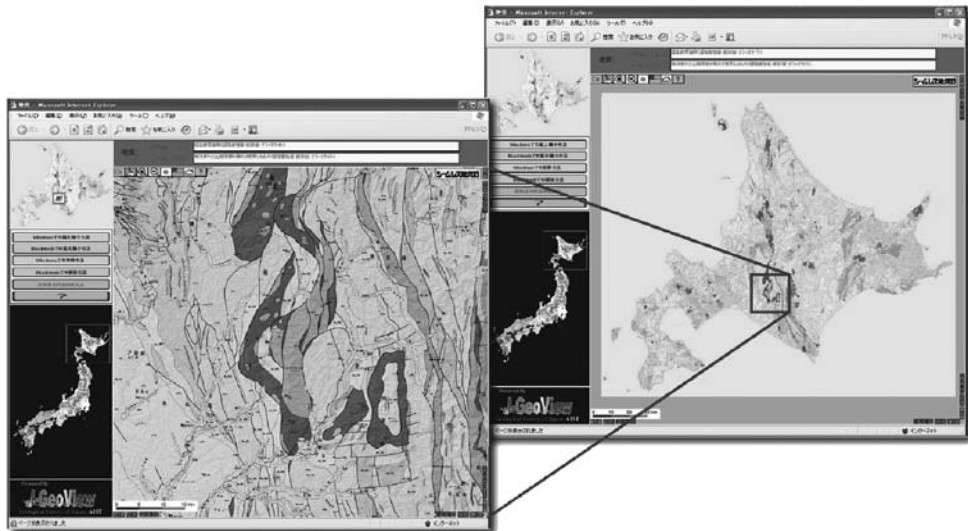
画像転送の先駆的なソフトウェアである。このソフトウェアでは、無料で提供される画像変換プログラムで作成した画像をインターネットで公開する際に1画像ごとに公表者に課金されるシステムになっている。閲覧者は、ネット上で無料の閲覧ソフトをダウンロードして用いる。WindowsにもMacintoshにも対応している。ズームはマウスをクリックすることによって実現される。ドラッグは、マウスをクリックしたまま引きずることによって行う。このシステムでは、画像を追加するごとに追加料金が必要になる。

Zoomaは、DreamTechnologie社のソフトウェアで、ZoomViewと同様の機能をもっている。このシステムでは、画像変換プログラムを購入し、自分で変換する。従って、いくつの画像を作っても、料金が追加されることはない。閲覧者は、やはりネット上で無料の閲覧ソフトをダウンロードして用いる。ソフトウェアはWindowsにもMacintoshにも対応しているが、表示速度の問題で、現在はWindowsのみの対応となっている。このソフトウェアでは、同期した2画面表示が可能で、右側に

地形図もしくは衛星画像、左側に同じ位置の地質図を表示し、同時にズームやドラッグ移動が可能になる。近い将来この機能を用いたサービスも検討している。

J-Geoviewは、産業技術総合研究所のJoel C. Bandibas氏が開発したプログラムで、ZoomViewやZoomaとほぼ同じ高速画像転送機能を有している。画像変換は必要なく、直接JPEGやTIFFなどのラスター画像を表示できる。WindowsにもMacintoshにも対応している。自前のソフトウェアであるため、費用は発生せず、必要な機能を随時追加できる。

例えば、カーソルを地質図上に持ってくると、その地層や岩石の地質年代や岩相が表示できる。日・英表示もできるし、専門家向けと一般向けの表示も同時にできる。ズームした場合に連動したスケールバーの表示も我々の希望で最近加えられた(第10図)。北海道地域の有名な火山の写真や説明も図上のポイントをクリックすると表示することが可能になっている。写真や図、ビデオなどとリンクすることも容易で、様々な応用が期待できる。



第10図 J-GeoViewによる拡大ズームの例(北海道日高山脈)。

10. ダウンロードデータの作成

Web上でのダウンロードは、欲しいときに即時にデータが手に入る、ユーザーフレンドリーな方策である。ただし、ファイルサイズが大きいとダウンロードに時間がかかり、至極迷惑な方策になってしまう。しかし、画像が粗いとユーザーの満足度が落ちることになる。ダウンロードする画像は当初東北・関東など地域ごとに行っていたが、これらのことを考慮して、元の20万区画ごとに切り直して、ダウンロードできるようにした。これによって、ユーザーは好きな場所を好きなだけダウンロードできるようにした。Adobe Photoshop等のソフトウェアを用いて、並んだ地域をシームレス表示できる。ただし、この画像は緯度経度(直交座標系)で表示したデータである。オリジナルのUTM座標系では、投影法の関係で、多くの画像をきちんとつなぐことができないからである。

ただし、別途UTM座標系のデータも作成することにした。これは、元の20万分の1地質図や地形図と重ねて表示する場合があることを想定したためである。このタイプのデータには地理情報システムで扱えるようにジオリファレンス(隅の緯度経度情報)を与えている。このデータは、無料で入手可能なArcExplorerなどのGIS用の閲覧ソフトを使うことにより、互いにつながり合わせることが可能である。

11. 著作権とディスクリミネータの取り扱い

数値地質図をはじめ、数値情報の著作権上の扱いは、難しい。一般に地質図は、自然の物理量などとは異なり、著作物と認定され、著作権上の保護を受けると考えられている。しかし、数値化され、新たな情報を加え、変更された場合、新たな著作物となり、元の著作物との関係が曖昧になる場合が考えられる。基本的には、使う側の良識に頼るのが現状であるが、電子透かしなどの技術や共同研究契約などで、保護する必要も生じてくるだろう。しかし、データは使ってもらうことが最も肝要であるので、徒に著作権保護に労力を費やすのではなく、常に新しい情報を提供する体制を作り、オリジナルの情報価値を高め続けることが最大の保護であると考えられる。

12. シームレス地質図の利用状況

はじめに述べたように、ホームページのカウンターで10万件、各ページのアクセス件数を累計すると、100万件に達していると考えられる。そして単なる閲覧ではなく、研究利用や共同研究依頼など、様々な要望が寄せられている。活断層調査や、土地地質図作成、地形-地質解析など、防災・環境などに関連した分野が多い。企業・研究機関から問い合わせや研

究所内部での利用希望もある。この後、さらに利用者が多くなると予想され、またそのように強く希望している。

13. データ更新

シームレス地質図は、デジタルデータベースである。紙に印刷した地質図とは異なる最大の点は、更新が比較的容易である点である。容易と書いたが、費用や労力は、想像以上にかかる。これは紙で作成する地質図よりも大きい問題を有している。しかし、出版費用や公表にはそれほど費用を必要としないので、更新するための、政策上の壁は高くない。

日本では、日夜、研究者、実務者、大学の学生、大学院生らが、地質調査を実施し、地質図を作成したり、新しい地質情報を獲得している。これらのデータは論文としてまとめられることもあるが、しばしば大学や職場の片隅に埋もれ、永遠に利用されなかったものも少なくない。また公表されたにしても、データ取得からかなりの時間を経てなされるものもある。シームレス地質図は、全国の研究者・実務者・大学の学生・教官と連携して、新たな地質図情報が得られたときは、シームレス地質図に反映させるべく、情報伝達のスキームを確立したいと考えている。それはデータを吸い上げるといった問題ではなく、シームレス地質図は日本の基本的な知的基盤で、地質に関与する日本のすべての人で、作成更新し、作り上げるものになりたい。

そのために、データ収集とデータ更新を常時行う体制を確立していきたい。そのために、地質学会や応用地質学会、全国地質調査業協会連合会等と連携を計っていきたい。

14. 今後の情報統合

20万分の1地質図は、日本全国でほぼデータが揃っている最も大縮尺の地質図群である。それに基づいて作成された日本シームレス地質図は、最も精度が高く、日本全体で均質な地質図であるということが出来る。この地質図は、単独で使われるばかりではなく、地球物理や地球化学のデータ、自然災害や環境の情報、道路や建築物などの情報と重ね合わせることで、新たな価値を生むことができる。単に重ね

合わせるだけではなく、地理情報システムの演算・解析機能を用いて、新たな情報、新たな主題図を作成することも可能である。多くのアイデアが生まれ、共同研究によって環境や防災、資源、エネルギーなど様々な分野での利活用が望まれる。新たな利用形態の出現によって、データベースそのものも、機能を強化し、データ内容やデータ構成などを再構築していく必要があると考えている。

15. おわりに

日本シームレス地質図は、まだ発展途上の地質図である。たぶん終わりのない旅の始まりと言ってよい。20万分の1縮尺の地質図幅がほぼ全国で完成したこと、地理情報システムや数値地質図が普及してきたこと、独立行政法人として社会に役立つ地質情報整備を推進しはじめたこと、これらのことが相まって、日本シームレス地質図は生まれた。従来型の地質図であれば、日本シームレス地質図の全国版完成は、ある意味の到達点であり、ここで一息ついて、次は10年後か、20年後にがんばろう、ということになる。しかし、デジタル情報としての地質図は、常時更新が可能であり、更新した情報をすぐにWeb上で公開できる。

もう一つ重要な点は、著作権上の許諾を得た上で、土地地質図や地方自治体の地質図を取り込み、産業技術総合研究所地質調査総合センターだけではなく、オールジャパンで、地質図編集に取り組んでいる点である。特に土地地質図では、日本シームレス地質図の情報を新たな土地地質図編集に使ってもらうなど、相互利用を進めている。国土の基盤情報として、省庁を超えて、最新の地質情報を国民に伝え、それぞれの表現方法で、国民のニーズに応えていく体制がやっとならべてきている。

地質調査総合センターでは、今後も独自の調査と情報収集を続け、最新のデータを提供していくとともに、日本中のすべての地質学研究者・実務担当者の協力を得て、自分たちが支える国土の基本情報として育てていく所存である。

WAKITA Koji, IGAWA Toshie and TAKARADA Shinji (2006) :
New Concept Geologic Map of Japan - Seamless Geologic Map of Japan at a scale of 1:200,000.

<受付：2006年3月31日>