

電子国土と地球地図

— GIS 時代の国家地図作成機関の役割 —

宇 根 寛*

Digital Japan and Global Mapping: Role of National Mapping Organizations in the Era of GIS

Hiroshi UNE*

Abstract

Recently, the circumstances of the world's national mapping organizations have changed due to various factors such as the computerization of mapping technologies, development of GIS and the Internet, global environmental problems and government restructuring. The new roles of national mapping organizations in the era of GIS should be to: 1) provide and maintain a unique framework for exchanging and sharing geo-spatial data as a social infrastructure and 2) contribute to sustainable development by providing accurate, current geographic information on the global environment. The Geographical Survey Institute (GSI), the national mapping organization of the Japanese Government, has adopted such roles by promoting the Digital Japan Project and the Global Mapping Project. GSI developed the Denshi Kokudo Web System to provide a platform for various geo-spatial data applying web-mapping technologies to realize the Digital Japan concept. This system enables users to dispatch original geographic information without having to prepare background map data. GSI also acts as the secretariat of the International Steering Committee for Global Mapping. The Global Mapping Project develops digital geographic information covering the earth's surface at 1 km resolution with standardized specifications available to all through cooperation among national mapping organizations around the world. This paper outlines the background, history and current status of these projects.

Key words : national mapping organizations, national spatial data infrastructure, Digital Japan, web mapping, global environment problems, Global Mapping, United Nations

キーワード : 国家地図作成機関, 国家空間データ基盤, 電子国土, ウェブマッピング, 地球環境問題, 地球地図, 国連

I. はじめに

2007年5月, 地理空間情報活用推進基本法(以下「基本法」)が成立し, 国は地理空間情報の活用推進のための施策を実施する責務を負った。なかでも, さまざまな地理空間情報を共有するため

の位置の基準を与える基盤的な情報を整備・提供することが, 地理空間情報社会を支えるための国の重要な任務となった。

これまで, 地球上における国土の位置を定め, 国土の現状を正確に表現した地図を作成することは, 政府の最も重要な責務のひとつであった。

* 国土地理院

* Geographical Survey Institute

このため、世界のどの国においても政府内に国家地図作成機関が存在し、基盤的な地理情報を提供してきた。わが国でも、明治政府成立後まもない1869年に、現在の国土地理院の前身にあたる組織が設立され、基準点測量の実施、基本図の整備などの事業が政府によって精力的に推進されてきた。

近年、国家地図作成機関を取り巻く環境は大きく変化してきている。具体的には、次の5つの変化があげられる。

(1) 地図作成技術の高度化

コンピュータ技術の進歩により、地図作成技術が大きく変化した。例えば、図幅ごとに図化、編集、製版、印刷という工程を経て作成・管理されてきた地理情報が、数値情報としてデータベース化され、いつでも必要な部分だけを自由に切り出して修正することが可能になった。

(2) GISの普及

優れたGISの開発が進み、行政・民間・研究に広く普及した。これに伴い、地理情報をコンピュータで扱うことのできる形で迅速に整備・提供することが求められるようになった。さらに、地理情報の流通の基盤となる骨格的な地理情報の整備・提供と地理情報の標準化を社会基盤（国家空間データ基盤：NSDI）の整備として国家レベルで進めることが求められるようになった。

(3) インターネットの発展

インターネット上にさまざまな地図提供サイトが設置され、だれもが任意の場所の地図をいつでも閲覧できるようになった。特に、世界の任意の地点について高精度の衛星画像を手軽に閲覧できるグーグルアース（Google Earth）は、これまで衛星画像などにまったく縁のなかった人々にも爆発的に普及し、地図や衛星画像はインターネットで見るもの、という認識ができつつある。

(4) 地球規模問題の発生

経済社会活動のグローバル化に伴って、地球環境問題、巨大災害、食糧問題など、さまざまな地球規模問題が顕在化してきている。これらに立ち向かうためには、客観的なデータをもとにした国境を越えた対応が必要であり、そのベースとなる

グローバルな地理情報が求められている。

(5) 行政改革の圧力

一方で、国家地図作成機関は、各国政府内での行政改革や民営化の圧力を受けつつある。先進国の多くは、全国土について基本図の整備をひと通り終え、修正・更新や、新たな付加価値のある情報提供の段階に入っている。当初の整備範囲を拡大する段階に比べて、修正・更新の重要性は理解を得にくく、ともすると任務が終わったとの誤解を受ける場合もある。その結果、行政改革の標的とされ、人員や予算の削減の強い圧力にさらされている機関も多い。また、ヨーロッパ諸国の機関を中心に、地理情報の販売等により収入を確保して独立採算を目指す動きもある。

各国の国家地図作成機関は、このような環境の変化に対応した新たな地理情報の整備・提供に取り組んでいる。本稿では、近年、国土地理院が精力的に取り組んでいる電子国土と地球地図をとりあげ、GIS時代の国家地図作成機関の役割について述べる。

II. 電子国土

1) 電子国土の概念

電子国土とは、国土地理院政策懇談会（2000）が提案した概念である。地形・動植物等の自然に関する地理情報、土地利用・人口・交通・行政・統計等の人間活動に関する地理情報、災害・環境等の自然と人間活動の関わりに関する地理情報を、ネットワークを通じて基盤データをもとに統合し、コンピュータ上に仮想的な国土を構築するというものである。電子国土を構成する地理情報は、それぞれの情報の生成者の下で分散して管理され、信頼性の高い最新の情報が提供される。

これ以降、電子国土の実現は、国土地理院の事業の基本的な柱のひとつとなった。2004年6月に策定された第6次基本測量長期計画（国土地理院, 2004）においても、「現実の変化に合った常に新鮮な地理情報が利用できるよう、国土に関する基本的な地理情報を、電子国土基幹情報として国土全域について整備し、常時更新」し、「国民だれでもが必要とする時にいつでも地理情報を

利用することができるよう、最新の電子国土基幹情報を迅速に提供」するとともに、「いつでもどこでもどこでも多次元の地理情報が利用できる環境」を構築することが、国土地理院の役割と位置づけられた。

国土地理院が電子国土の概念を打ち出した背景には、政策的には GIS 関係省庁連絡会議による国土空間データ基盤整備の推進、技術的には地形図のフルベクトル化の 2 つがあった。

2) 国土空間データ基盤

1995 年 1 月の阪神・淡路大震災を契機として、政府として GIS の整備、利用を推進することの必要性が認識され、1995 年 9 月に地理情報システム関係省庁連絡会議（以下「連絡会議」）が設置された。連絡会議は、1996 年 12 月に「国土空間データ基盤の整備及び GIS の普及の促進に関する長期計画」を決定し、国土に関する基盤的な地理情報である国土空間データ基盤を、道路や上下水道等のハードの社会基盤に匹敵する利益をもたらす社会基盤として位置づけ、行政が中心となってその整備と相互利用の環境づくりを先導することが適当であるとした。また、データの重複投資を避け、相互利用を促進するため、国土空間データ基盤およびそのメタデータ（データの種類、特性、品質、入手方法などを記述した情報）の標準化を行うとともに、クリアリングハウス（ネットワーク上のメタデータに関する情報検索システム）の構築等の環境整備を行う必要があるとした。さらに、当初 3 年間で基盤形成期とし、クリアリングハウスの構築、メタデータの標準化、国土空間データ基盤の標準化を行い、その後の 3 年間で普及期とし、国と地方公共団体が協力して、21 世紀当初までに国土空間データ基盤のひととおりの整備を完了することとした。

「国土空間データ基盤」という用語は、米国の National Spatial Data Infrastructure (NSDI) の邦訳である。米国では、NSDI の構築により連邦レベルで地理情報の利用環境を整備することを定めた大統領令が 1994 年 4 月にクリントン大統領によって署名され、その実施組織として Federal Geographic Data Center (FGDC) が指定され

た。FGDC によると、NSDI の要素は metadata, clearinghouse, standards, framework, geospatial data, partnerships の 6 つである (FGDC, 2007)。

連絡会議は、1999 年 3 月に、基盤形成期のとりまとめとして「国土空間データ基盤標準及び整備計画」を決定した。この中で、国土空間データ基盤の要素として、「空間データ基盤」¹⁾（国土全体の地勢や行政界等の基盤的な地図データ）、「基本空間データ」（空間データ基盤に結びつけて利用される台帳、統計情報等のうち、公共的観点から基本的なものと考えられるデータ）、「デジタル画像」（航空写真や衛星画像等）の 3 つが含まれるとした。このうち空間データ基盤については、その項目（測地基準点、標高・水深、交通、河川・海岸線等、土地、建物、位置参照情報）が空間データ基盤標準として標準化された。国が新たに国土空間データ基盤を巨大なデータベースとして一元的に整備・提供するのではなく、国、地方公共団体および民間が、各々整備している空間データのうち基盤的なものを電子媒体やネットワークを通じて提供し、利用者が個別に必要なデータを入手し、重ね合わせて利用するものとした。さらに、メタデータを標準化し、これを検索するためのクリアリングハウスを各データ整備主体が公開することを優先的に取り組むこととした。

国土地理院は、空間データ基盤標準に定められた項目のうち、行政区画・海岸線、道路中心線、鉄道、内水面、建物、基準点等の項目について、数値地図 2500（空間データ基盤）および数値地図 25000（空間データ基盤）として整備を進めた。2500 はおもに地方公共団体が整備した 2500 分の 1 都市計画図をもとに、25000 は国土地理院の 25000 分の 1 地形図をもとに作成された。2001 年度末までに全国の都市計画区域の数値地図 2500（空間データ基盤）が CD-ROM で刊行され、2002 年度末までには全国の数値地図 25000（空間データ基盤）が刊行された。

2000 年 10 月、連絡会議は「今後の地理情報システム (GIS) の整備・普及施策の展開について」の申し合わせを行い、空間データ基盤につい

ては「原則としてインターネットにより無償で提供することを基本とする」こととした。さらにこの後、GIS アクションプログラム 2002-2005 を策定し、基盤データの整備と標準化に加えて、政府が率先して国土空間データ基盤を利用し、行政の効率化を進めることとした。

連絡会議がこのように「空間データ基盤」の整備・流通を社会資本の一環と位置づけ、政府の役割として強力に推進してきた流れは、2007 年 8 月に施行された基本法に引き継がれた。基本法では、電子地図上における地理空間情報の位置を定めるための基準となる測量の基準点、海岸線、公共施設の境界線、行政区画その他の位置情報を「基盤地図情報」と定義し、「国は、保有する基盤地図情報を、原則として無償でインターネットを利用して提供する」と明記されている。

3) 地形図のフルベクトル化

国土地理院は、明治以来、国土の状況を詳細に表現した正確な地形図を提供してきた。かつて、国土地理院の地形図は、図化・編集・製版・印刷・刊行という多くの工程を経て作成され、土地利用変化の激しい都市部などでは、刊行された時点ですでに古くなっていることも珍しくなかった。ユーザーの求める情報が高度化・多様化する中で、内容の正確さとともに時間的精度が求められるようになったため、コンピュータ支援により各工程を短縮し、測量から刊行までのタイムラグをできるだけ小さくする努力が行われた。1993 年からは、25000 分の 1 地形図の原図がデジタル化され、ラスタ（画像）データをコンピュータ上で編集・修正して、印刷用原版を出力する方式が採用された。これにより、編集と修正に要する時間は大幅に短縮された。

しかし、情報を図幅ごとに管理し、紙地図（もしくはラスタデータ）として提供する以上、情報の新しさには限界があった。ある程度内容の変化が蓄積しなければ、新しい地図として刊行することができないからである。また、ラスタデータは GIS のネットワークやポリゴン等の解析には不向きである。GIS の基盤としての空間データ基盤は、ベクトルデータで提供することが不可欠で

ある。

そこで、国土地理院は、2002 年に、25000 分の 1 地形図の全項目をベクトル化し、図幅ごとの個別データファイルによる管理方式から、全国シームレスのベクトル型地図データベースにより一元管理する方式に移行した。作成したベクトルデータは、ネットワーク構造やポリゴン構造を持つが、ノードデータを持たない位相構造暗示型であり、アーク同士は端点の座標を一致させるのみで ID 番号を付与しない構造を適用し、管理を容易にした。また、既存のラスタデータから効率的にベクトルデータを作成するため、ラスタベクタ変換ソフトを開発し、90% 程度のデータを自動取得した（田村, 2002）。フルベクトル化を行っても、紙媒体（またはラスタ画像）の地図の刊行は維持する必要があるため、ベクトルデータから地形図の図式に従った表現を自動的に行い、ラスタ変換して地形図を再現することとした。このような地形図データベースの管理、地図データの更新・編集、印刷用データの作成までの情報の流れを統合した「新地形図情報システム（NTIS）」が、国土地理院のオリジナルソフトとして開発された。

地形図がシームレスのデータベースとして管理されるようになったため、国土の状況が変化すると同時に地形図データを修正することが可能となり、デジタルデータであれば、いつでも最新のデータをリアルタイムで提供することができるようになった。このことが、従来の地形図やその数値データだけではない新たな情報サービスを可能にした。その代表的なものが電子国土 web システムである。

4) 電子国土 web システム

2003 年 7 月、国土地理院は、「電子国土」の理念を実現するためのひとつのツールとして、「電子国土 web システム」をインターネット上に公開した。これは、ウェブマッピングの技術を応用した、地理情報を統合利用するための web システムである。Internet Explorer などの web ブラウザ用のプラグインとして提供され、電子国土ポータル（電子国土事務局, 2007）から無償でダウンロードすることができる（大野ほか, 2004）。

電子国土 web システムの最大の特徴は、背景地図が国土地理院のサーバから自動的に配信され、情報の発信者は自分の提供する主題情報だけを発信すればよい、という点である。一般的な web での地図情報提供サービスは、利用者からの要求に応じて背景地図と上乘せ情報を重ね合わせ、地図化された画像データを配信している。したがって、情報提供者は個別に背景地図データを用意する必要があった。一方、電子国土 web システムでは、国土地理院から背景地図データが自動的に配信されるため、情報発信者は主題図データとそれを表示するための HTML ページを用意するだけで地理情報を発信できる（図 1）。しかも、背景地図データは、国土地理院が NTIS で維持・管理する 25000 分の 1 地形図データベースからリアルタイムに生成されるデータであり、常に最新の正確な地図データが配信される。このほか、一部の地方公共団体が 2500 分の 1 や 500 分の 1 レベルの背景地図データの配信を行っている。また、表示される範囲に応じて、それに適した縮尺レベルの背景地図データが自動的に選択され、縮尺に応じてプラグイン側で重畳処理される。さらに、プラグイン単独で、検索や簡易な計測と作図を行うことができる。なお、電子国土 web システムでは、発信される地理情報をだれもが共有できるようにするため、地理情報標準に準拠して策定された「電子国土プロフィール」に基づく XML 形式である JSIG 形式の情報として発信することが条件となっている。

5) 電子国土 web システムの応用例

電子国土 web は、さまざまなデータの集約・追加・変更がきわめて容易であることから、災害時の情報集約・発信・共有のためのプラットフォームとしてきわめて有効である。発災後、刻々と変化する関係機関による復旧活動や、ボランティア団体による支援状況、地域の復興状況などのさまざまな地理情報をリアルタイムに伝えることができる。また、他の電子国土参加団体と情報を共有することもできる。

2004 年 10 月 23 日に発生した新潟県中越地震に関して、国土地理院は 10 月 29 日に斜面崩壊

地、道路・鉄道の崩壊・亀裂・陥没等を表示する災害状況図電子国土 web 版を公開し、さらに、河道閉塞に伴う湛水域、現地緊急調査による現地写真、本震および主な余震の震央位置、都市圏活断層図（活断層、地すべり、地形分類）などの地理情報を順次追加した（図 2）。また、従前より電子国土に参加していた団体である NPO 法人「ながおか生活情報交流ねっと」と地理情報の相互利用を行い、国土地理院のサイトで同法人が提供する災害対策本部およびボランティアセンターの位置が表示された。さらに 12 月 8 日には、国土交通省の各部局が新潟県中越地震に関して調査、収集した情報をまとめた「国土交通省新潟県中越地震情報集約マップ」が国土交通省のホームページで公開された。これは、国土交通省各部局が調査・収集した土砂災害、河道閉塞箇所、道路通行禁止区間、鉄道不通区間、河川施設被害、下水道被害、公園等の被害、被災状況航空写真、河道閉塞監視画像、震央位置、推定震度分布、排水ポンプ位置、地方公共団体ごとの建築物応急危険度判定結果等の情報を、電子国土 web システムを利用して地図にまとめたものであり、河川局災害対策室が省内の情報集約を行い、地理情報の変換・web 化・ページの作成は国土地理院が河川局河川計画課と協力して行った（宇根ほか、2005）。

電子国土 web システムによる地理情報の発信・共有を、より手軽に行えるようにしたものが、電子国土情報集約システムである。このシステムでは、例えば、災害現場などから GPS 携帯電話を用いてメールで送付された現地情報を、電子国土プロフィールデータに加工して登録できる。現地調査者が送付する情報には、現地の位置情報とともに当該位置に関する写真・動画・コメント等を含めることができる。また、GPS 携帯電話に限らずパソコンからも情報を登録することができる。この場合は、システムに付属の作図機能（点・線・面・テキスト等の図形情報を作成する機能）や各種変換ツールを介して作成した電子国土プロフィールデータとして登録することになる。このシステムは、登録情報を編集・管理する機能や、凡例部分などのページデザインを自動的

に行う機能等も有し、情報を迅速にインターネット上に公開することが可能である。災害現場と本部とのやり取りなど、居場所が異なるグループ間でのリアルタイムの情報共有にも役立てることができる。国土地理院では、このシステムを2006年8月に一般に公開し、体験的に情報を登録できるサイト (<http://zgate.gsi.go.jp/js/demonstration/> [Cited 2007/11/6]) を提供するとともに、システム一式をパッケージとして提供し、個別の登録サイトを構築することも可能としている。

電子国土 web システムのもうひとつの特徴は、25000 分の 1 地形図という唯一のデータベースから、地図データを自由に取捨選択し、自由に加工して背景地図として表示できることである。国土地理院では、電子国土 web システムのこの特徴を利用して、触地図原稿作成システムを開発した。これは、晴眼者が視覚障害者のために触地図原稿を作成することを目的としたソフトウェアである。触地図で認識できる大きさの限界は、通常の印刷図よりかなり大きく、表示される情報量にかなり制約を受ける。このため、このシステムでは、電子国土 web システムの 25000 分の 1 レベルの地図データから、視覚障害者の利用に適するように選択された情報をもとに触地図記号を生成し、必要に応じて信号・徒歩道等の情報も追加して地図の原稿を作成できるようになっている。触地図は、この原稿と立体コピーシステムを用いて作成される。

6) 電子国土 web システムの普及

電子国土が実現されるためには、国土に関する多くの地理情報が、電子国土 web システムを通じて広く公開され、それらが統合されて国土の姿がコンピュータ上で再現できるようにならなければならない。このため、国土地理院は、2005 年 3 月に電子国土 web システムの技術情報を一般公開し、だれでもこれを利用したホームページを作成することができるようにした。また、電子国土ポータルを設置、講習会の実施など、さまざまな支援を行っている。2008 年 2 月現在、電子国土のサイト数は 1000 を超えており、2009 年まで

に 2000 サイトとするという基本測量長期計画の目標を達成するべく普及に努めている。

III. 地球地図

1) 地球環境問題と地球規模の地理情報

地球環境問題が人類の生存を脅かす重要な問題として広く認識され始めたのは 1980 年代後半のことである。その背景として、この頃から地球温暖化やオゾン層の破壊など、地球規模の環境の破壊が具体的に目に見える形で現れはじめたことと、経済社会活動の国境を越えた相互依存が進み、環境問題が一国のみでは対処しきれなくなったことがあげられる。1992 年、ブラジルのリオデジャネイロに世界の首脳が一堂に会して「国連環境開発会議」（地球サミット）が開催され、その成果として、「持続可能な開発」をキーワードとする「環境と開発に関するリオ宣言」およびその行動計画である「アジェンダ 21」が採択された。これが大きな契機となって、地球環境問題が人類の最重要課題のひとつであるという認識が、世界で共有された。

地球環境問題は、物質循環、生物活動、人間活動の広域かつ長期にわたる複雑な相互作用により発生するものである。また、しばしば国家間で利害が対立し、特に環境の恵みを享受してすでに発展を遂げた先進国が環境問題を理由に開発を制約することに対する開発途上国の反発が強い。このため、地球環境問題の対策の検討は、科学的な情報に基づく国際的な合意の下に行われる必要がある。そのためには、環境の現状や変化に関する地理的情報がきわめて重要である。しかしながら、地球サミットが開催された当時は、このような科学的な情報はきわめて乏しかった。例えば、森林の減少を議論するために最も基礎的なデータである森林の面積を示す数値でさえ、研究者によって最大で倍近い差があった。「アジェンダ 21」には、直接的に地球規模の地理情報について述べた箇所はないが、随所に情報の重要性が指摘されており、特に第 40 章「意思決定のための情報」においては、データ収集活動の強化と地理情報システム等の技術を用いたデータの評価分析の改善が

主張されている。

地球を覆う統一仕様の地理情報を整備しようという構想は古くからあった。1891年に開かれた第5回国際地理学会議で、ドイツの地理学者であるAlbrecht Penckが、一定の図式の縮尺100万分の1のInternational Map of the World（万国図）の整備を提案した。その結果、1909年に万国図国際会議が開催され、投影法、縮尺、記号、注記等を含む万国図調製に関する議定書が各国に送付された。これを受けて、英国、米国などが精力的に地図を作成し、日本の陸地測量部も日本およびその周辺の100万分の1万国図22面を作成した。第2次世界大戦後、国連の発足に伴い、万国図調製の事業は国連に引き継がれたが、結局完成をみることなく、1987年の国連アジア太平洋地域地図会議において、これを中止する決議が採択された。

皮肉なことに、この頃から、地球環境問題の顕在化とともに、科学的な地球規模の地理情報を整備する必要があることが次第に世界の共通理解となり、さまざまな主体がこれに取り組み始めた（野々村・宇根, 2000）。

米国国防総省地図局（DMA：現在の国家地理空間情報局NGA）は、航空機の運航のための基礎資料として、100万分の1航空図（ONC）を作成した。ONCは、南極を除く全世界をカバーし、一般に市販されている。また、ONCを数値化したDigital Chart of the World（DCW）（現在はVMAP Level 0と呼ばれる）が、DMAと英・加・豪の共同で作成され、1992年に公開された。

地形に関しては、米国地質調査所（USGS）のEROS Data Centerが中心となり、国土地理院などが協力して1996年に作成したGTOPO30がある。これは、経緯度30秒ごとのメッシュ間隔（中緯度では約1 kmに相当）で全世界の陸域をカバーする数値標高モデル（DEM）であり、USGSのホームページなどから無償でダウンロードできる。また、米国航空宇宙局（NASA）は、2000年にスペースシャトル「エンデバー」で取得した合成開口レーダデータをもとに、高緯度地域と急峻な山岳地域を除く陸域を解像度約90 m

（一部は約30 m）でカバーするSRTM（Shuttle Radar Topography Mission）DEMを作成し、公開している。さらに、TERRA衛星に搭載されたASTERから取得された光学画像を用いて、全陸域の30 m解像度のDEMを作成するプロジェクト（ASTER G-DEM）が日本の経済産業省と米国NASAの協力によって開始され、2008年末の公開を目指している。

土地利用や土地被覆に関しては、1997年に、地球圏-生物圏国際共同研究計画（IGBP）の呼びかけに応え、USGS EROS Data Centerが中心となって、全地球土地被覆評価（GLCC）データベースが作成された。これは、NOAAの人工衛星から観測されたデータから月ごとの植生に関する指標を抽出し、それをもとに土地被覆の自動分類を行い、その結果を既存の地図を用いて修正して作成されたものであり、解像度は1 kmである。このデータはUSGSのホームページから無償でダウンロードできる。

さらに、2000年にはマイクロソフト社がテラサーバー TerraServer を公開した。これは、USGSとロシア航空宇宙局から提供を受けた全世界の衛星写真を閲覧できるようにしたものである。また、2005年には、全球の高解像度衛星画像を、だれでも手軽に、感覚的にはシームレスで見ることができるグーグルアースが公開され、その操作性の高さと相まって、爆発的に普及した。

しかし、このような情報を地球環境の分析や対策の立案といった用途に利用する際には、大きな問題がある。第一に、これらのデータの一部は、既存の地図などの限られた情報源をもとに作成されたため、情報が古かったり、作成過程が不明なものも含まれている。SRTMやGLCCは衛星データをもとに作成されており、もとにしたデータや作成方法が明示されているが、ONCの情報源や作成方法は明らかにされていない。また、ONCを更新する努力は行われているが、航空機の運行に支障をきたす地物に関する情報に重点がおかれ、道路などの他の項目は、十分に更新が行われていない。ONCをもとにして作成されたVMAP Level 0にも同じ問題がある。また、

GTOPO30には情報源が明示されているが、情報源のほとんどはONCとDMAのデータであり、それらの作成方法等は明らかにされていない。グーグルアースについても、情報源の衛星の種類や観測日などは一切公開されていない。

第二に、複数の種類の既存資料を情報源としているため、地域によってはデータにつぎはぎが多く不均質である。また、情報源自体に不均質な部分が存在する場合もある。GTOPO30やVMAP Level 0では、情報の乏しいアジア中部などにこの傾向がはっきり表れている。また、グーグルアースでも、さまざまな画像がパッチ状につなが合されている。

第三に、地球環境問題を解明していくためには、環境の変化に関する時系列的データが必要であるが、上記のデータを定常的に管理・更新していく体制は確立されておらず、今後、データが継続的に整備されていく保証がない。

このように、既存の地球規模の地理情報に問題点があることは、すでに一部の科学者に指摘されている。その一人は元米国カリフォルニア大学教授であり、後に地球地図国際運営委員会委員長を務めた故ジョン・エステスである。Estes and Mooneyhan (1994)は、「今日の、地球変化の解明を目指した研究の背後に潜んでいる重要な要素は、世界の多くの地域について、縮尺・主題・時期という点において、適当地図が存在しないことである。このことは、先進国でも開発途上国でも同じである。データの価値は、多くの場合、その新しさに決まる。地図づくりは、重要で、複雑で、経費と時間のかかる仕事である。今日、我々はこれを十分こなしているとはいえない。」(筆者仮訳)と述べている。

地球地図構想は、それぞれの国において基本的地理情報の整備に責任を持つ世界の国家地図作成機関が集結して国際的な体制をつくり、各機関が統一された仕様のもとにそれぞれの国のデータを整備し、これを国際的に公開することにより世界をカバーする情報を構築して、地球環境問題の解決に有効な地理情報データセットを提供しようという考えから提唱された。すなわち、一国や特定

のグループによる自発的な努力に期待するのではなく、国際的合意の得られる均質なデータを、国際的協調体制のもとで継続的に整備・管理することにより、上述の3つの問題点を克服することを目指しており、これまでにない画期的な枠組みである。

2) 地球地図整備のための国際協調体制

1992年に採択された「アジェンダ21」を受けて、旧建設省は、地球環境問題に取り組むための地球規模の地理情報を国際協力により整備する「地球地図構想」を提唱した。1993年度予算には、そのための調査費が盛り込まれ、「地球地図懇談会」や「地球地図研究委員会」などが設置された。これらの検討と並行して、国土地理院は測量・地図関連の国際学会や国連の会議などの国際舞台で、地球地図構想を積極的に紹介した。その結果、アジアリモートセンシング会議、国連米州地域地図会議、国連アジア太平洋地域地図会議などで、地球規模の地理情報整備を推進する決議が採択された。

1994年11月、地球地図構想への理解を深め、その実現に不可欠な国際協力体制の形成を目的として、鳥根県出雲市において、「地球地図国際ワークショップ」が開催された。このワークショップには、日本を含む14ヶ国と1国際機関から専門家が参加し、公開の講演会と円卓形式の自由討議を通じて熱心に議論が行われた結果、「出雲会議決議」が採択された。その主な内容は次の通りである。

- ・西暦2000年を目途に地球地図の整備を進める。
- ・整備された地球地図は、人類共有の財産として広く公開されるべきである。
- ・整備された地球地図は、適切に更新されるべきである。
- ・地球地図の整備を促進するため、技術的・経済的支援が進められるべきである。
- ・地球地図整備の準備活動と調整のため、運営委員会の設置を勧告する。

さらに、1996年2月には、地球地図整備に向けた調整の促進、整備方策の検討のための常設

組織の設立を目的として、「第2回地球地図国際ワークショップ」がつくば市で開催された。これにより、「地球地図国際運営委員会」(ISCGM)が設置され、同時に第1回委員会会議が開催された。委員会には、13ヶ国14名の国家地図作成機関の長クラスの委員と、国際機関等から5名のアドバイザーが参加し、委員長にはジョン・エステス教授が指名され、事務局は国土地理院が務めることとなった。これ以降、ISCGMが毎年1～2回、世界のさまざまな場所で開催されてきている。エステス委員長は、その後も継続して委員長に選出され、地球地図整備の推進に強力なリーダーシップを発揮してきたが、2001年3月9日に病に倒れ急逝された。その後、2002年5月に行われた委員長選挙で、フレーザー・テラー教授(カナダ・カルトン大学)が選出され、現在まで委員長を務めている。現在のISCGMは、委員19ヶ国20名、アドバイザー2名、関連機関代表15名で構成されている。

このような活動を通じて、地球地図構想は、次第に国際的な賛同を得ることとなったが、その過程で特に重要な役割を果たしたのは国連である。1997年の国連環境特別総会(Rio+5)で採択された「アジェンダ21の一層の実施のための計画」には、地球環境問題に関する情報への一般のアクセスを促進するため、地球地図を含む高度技術を用いるべきであるとの記述が行われ、ここに「地球地図」の必要性が初めて国連総会採択文書に盛り込まれた。これを受けて、1998年には、ISCGMのエステス委員長より、地球地図整備への参加を促す文書が、国際連合統計部長の推薦状を添えて国連の外交ルートを通じてすべての国連加盟国の国家地図作成機関に送られた。その結果、多数の国が地球地図整備に参加することとなり、地球地図プロジェクトが大きく進展することになった。

さらに、ISCGMでは、地球サミットから10年を期して2002年に南アフリカのヨハネスブルクで開催された「持続可能な開発に関する世界首脳会議(WSSD、ヨハネスブルクサミット)」を、地球地図整備と利用のさらなる促進を図る重要な会議と位置づけ、準備会合やサミット会場などの

場で、シンポジウムの実施や展示ブースの設置などの普及啓発活動を行うとともに、地球地図が採択文書に記述されるように積極的な活動を行った。地球地図は、この時点ですでに100ヶ国近い国家地図作成機関が参加している世界的プロジェクトであったことから、日本政府としても、持続可能な開発に対する日本発の重要な貢献のひとつと位置づけ、政府代表団が積極的に支援した。その結果、サミットの主要な成果である「WSSD実施計画」に、「環境影響、土地利用及び土地利用変化に関する高精度なデータを収集するため、衛星リモートセンシング、地球地図、地理情報システムを含む地球観測技術の開発と幅広い利用を推進する」および「地球地図のためのイニシアティブとパートナーシップを促進する」と記述された。さらに、パートナーシップイニシアティブに地球地図国際運営委員会が登録され、2007年までに全陸域の地球地図を整備することが表明された(政春, 2003)。その後も地球地図プロジェクトへの参加国数は順調に増加し、2008年2月現在、162の国と16の地域が参加を公式に表明し、さらに10の国や地域が参加を検討している(図3)。

実際には、各国の経済状況や技術的状况により、地球地図の作成を行うことができない場合もある。このため、参加国間で地球地図整備に関する国際協力が積極的に行われている。特に日本では、1998年度の予算から、アジア地域の開発途上国の地球地図整備のための経費が国土地理院に認められ、各国の地図作成機関と協力して整備を進めている。さらに、各国が地球地図の整備を行うために必要な技術を移転するために、国際協力機構が約2ヶ月半の集団研修「地球地図作成技術」コースを毎年実施し、毎年5～7名の研修員を受け入れて、おもに国土地理院で地球環境や地球地図に関する研修を行っている。研修に参加した研修員が、帰国後に各国の地球地図データの作成に携わり、これらの国の地球地図データの完成と公開に重要な役割を果たす例も多い。

3) 地球地図データ

地球地図は、世界各国の国家地図作成機関が、

それぞれの国土について作成したデータを持ちよることにより、世界の全陸域をカバーする一貫した均質な地理情報を構築しようとするものである。したがって、各国から提出されるデータが、統一された仕様に基づいて作成されていることが不可欠である。このため、ISCGMのもとに地球地図の仕様を検討するためのワーキンググループが設置され、精力的な検討が重ねられた。その結果、1998年11月の第5回ISCGMに仕様の最終案が提示され、「地球地図仕様バージョン1.0」として確定した。その後、4回の修正が加えられ、現在のバージョンは2007年7月に確定した1.3である。

地球地図には、交通網 Transportations, 水系 Drainage, 境界 Boundaries, 人口集中地区 Population Centers の4項目のベクタデータと、標高 Elevation, 植生 Vegetation, 土地被覆 Land cover, 土地利用 Land use の4項目のラスターデータが含まれる。ベクタデータのフォーマットは、NGAの開発したVPFとされた。VPFは多様な地理データを記述する能力を有しており、トポロジー構造を有するなど本格的なGISデータフォーマットであり、国家機関の作成した規格で、仕様が完全に公開されていることから採用された。ラスターデータについては、経度差および緯度差30秒の領域を1画素とするヘッダーなしバイナリデータであるBILフォーマットが採用された。また、地球地図仕様では、既存の地理情報や資料等を有効に利用して早期にデータを完成させるため、GTOPO30, GLCC, VMAP Level 0を原データとして利用することが推奨されており、分類項目やフォーマットもこれらのデータとの親和性が考慮されている。

国土地理院では、既存の数値地図や国土数値情報、現存植生データなどを用いて、地球地図仕様に基づく「地球地図日本」を2000年6月に完成させた。あわせて、アジア地域の地図作成機関と協力して、各国の地球地図データを作成した。作成にあたっては、相手国の地図作成機関に既存の地理情報を提供してもらい、日本でこれを変換・数値化して地球地図仕様に基づくデータとし、相

手国にこれを確認してもらう方法をとった。発行年の古い地図を利用したことにより現状と著しい不整合が認められる場合には、衛星画像をはじめとする資料を用いて現状との整合を図った(高橋, 1999)。

4) 地球地図の公開

各国の国家地図作成機関が、自国の領土について作成し、さらに事務局が運営する地球地図国際運営委員会のホームページからインターネットを通じて無償提供することに合意した地球地図データを、「地球地図第1版」と呼ぶ。この第1版が全陸域をカバーするまでは、既存の地球規模地理情報(GTOPO30, GLCC)を地球地図仕様に変換したデータも「地球地図第0版」として提供することにした。

2000年11月に広島で開催された地球地図フォーラム2000の開会にあわせて、地球地図第1版の公開が宣言され、ISCGMのWWWサーバが稼働を開始し、データの提供が公式に始まった(宇根, 2001)。最初にデータが提供された国は、ラオス、ネパール、スリランカ、タイ、日本のみであったが、その後着実に増加し、2008年2月現在、52の国・地域のデータが公開されている。WSSDのパートナーシップイニシアティブで約束された2007年末までの全球データ整備は実現できなかったものの、早期の整備に向けて参加国の努力が続けられている²⁾。

5) 地球地図の更新

2002年の第9回ISCGMにおいて、ラスターデータの整備に関するワーキンググループが設置され、千葉大学の建石隆太郎教授が座長に就任した。このワーキンググループは、ラスターデータのうち特に土地被覆について、世界の国家地図作成機関のネットワークを生かしつつ2007年末までに全球のシームレスなデータを整備するために、「国家地図作成機関による全球土地被覆(GLCNMO)」戦略を提案した。具体的には、千葉大学が2003年に観測されたMODISデータの前処理を行って16日間コンポジットを作成し、世界の国家地図作成機関が収集する約1000ヶ所の地上検証データ(土地被覆トレーニング・



図 3 地球地図プロジェクト進捗状況 (International Steering Committee for Global Mapping, 2007).
Fig. 3 Progress of Global Mapping Project (International Steering Committee for Global Mapping, 2007).

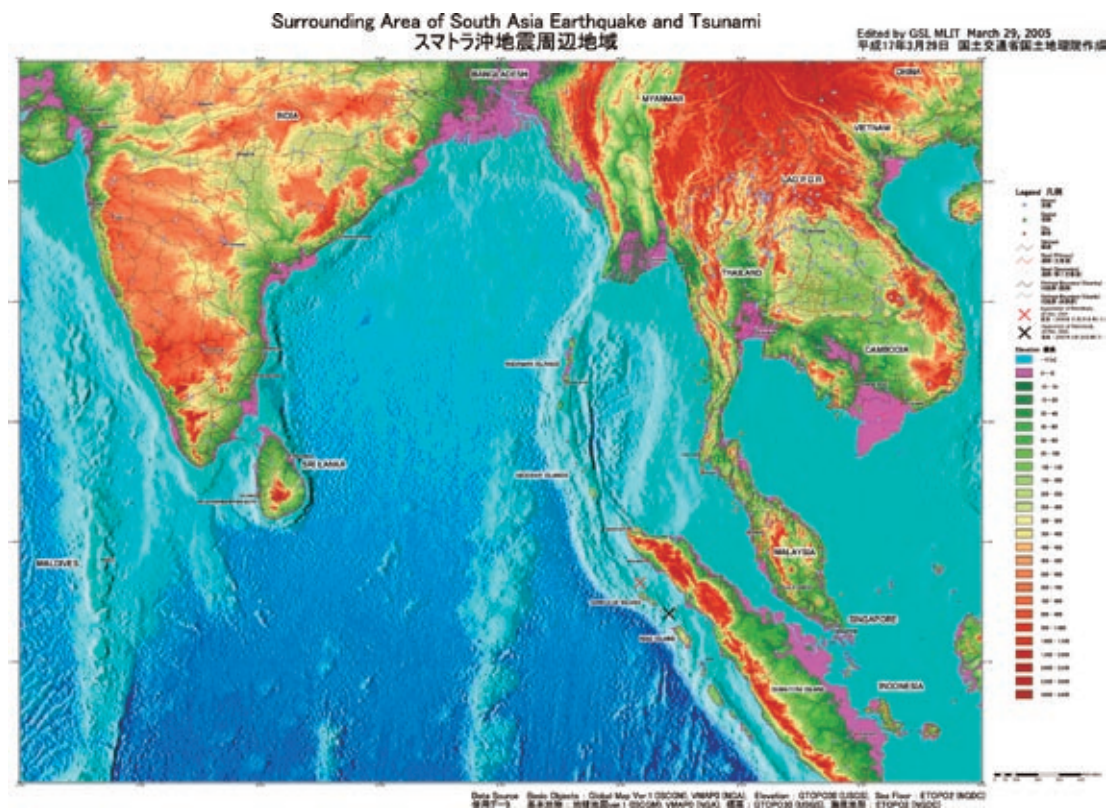


図 4 スマトラ沖地震周辺地域図 (International Steering Committee for Global Mapping, 2007).
Fig. 4 Map of areas affected by the South Asia Earthquake and Tsunami (International Steering Committee for Global Mapping, 2007).

データ)をもとに解像度1kmの土地被覆分類を行うというものであり、収集した地上検証データもあわせて公開して今後の土地被覆研究に貢献することが想定されている。凡例はFAOの土地被覆分類体系(LCCS)に基づき設定された。植生については分類項目が土地被覆とかなり重複していたため、メッシュごとの樹木被覆率データを作成し、これを植生のレイヤとすることを提案した。これらは2007年の第14回ISCGMで承認され、地球地図仕様が変更された。なお、土地被覆と植生以外のデータに関しては、各国の判断で適切な更新が行われることが期待されている。

6) 地球地図の利用

地球地図の貢献が期待される分野としては、地球環境問題のほか、国境を越えた範囲に影響を及ぼす巨大災害や異常気象が考えられる。

2004年12月26日、スマトラ沖地震に伴う未曾有の巨大津波災害がインド洋沿岸各国を襲った。その被災範囲があまりにも広大であったため、全体像を把握できる地図は公開されなかった。国土地理院では、地球地図などのデータをもとに被災地域周辺の地理的な状況を総合的に表現する「スマトラ沖地震周辺地域図」(図4)を作成し、関係の国際機関等に提供した。この際には本地図が国際的な枠組みで使用されることを想定し、できるだけ公式な地球地図第1版を活用し、未整備のデータについてはVMAP Level 0, GTOPO30, GLCCなどを使用して補足した。特に、標高データを用いて標高10m以下の地域を強調表示したため、被災地域の状況がわかりやすいとの高い評価を受けた(佐々木ほか, 2005)。

また、教育分野での地球地図の利活用を促進するため、2006年から「地球地図の学校」プロジェクトが進められている。これは、地球地図データを活用して、世界の子供も達がお互いの国・地域を知り交流するという、新しい学習のあり方を提案するプロジェクトである。具体的には、インターネット・テレビ会議システムを用いた国際交流授業が行われ、第1回目は2006年9月30日に日本とフィリピンとの間で、第2回目は2007年3月20日に日本とタイとの間で開催された。

IV. おわりに

最後に、電子国土や地球地図を通じて顕在化している国家地図作成機関の役割の変化について、筆者の私見を述べる。かつては、国家の位置を定めるための正確な地図作成には高度な技術と大がかりな設備を要し、国家地図作成機関のみが行いえる特殊な事業であるという側面があった。しかし、地図作成技術の進歩により、このような事業の特殊性は薄れてきた。一方で、多くの国民がGISやインターネットを通じて身近に地理情報を利用するようになったため、正確かつ最新の位置の基準を提供することにより、すべての国民が地理情報を利用しやすい仕組みや環境づくりなどの施策の企画立案およびその実施が国家地図作成機関の重要な役割となってきた。電子国土webシステムは、そのような役割に特化した地理空間情報のプラットフォームとみなせる。そこに付加価値の高い情報を載せる主役は国民であり、国家機関としての国土地理院は、情報流通の基盤を提供することで、国民が地理空間情報社会を具現するための下支えをしているのである。さらに国土地理院は、利用者が地理空間情報を得ようとする際に整備・管理する機関ごとに問い合わせをしなくてもすむように、1ヶ所から集中して情報を提供する仕組み(ワンストップサービス)を整え、さらに基本法に基づき基盤地図情報の整備・提供を行っていく予定である。このような活動を通じて、社会基盤としての基礎的な地理空間情報の利用と流通を促進させていく役割を、より一層強く担うこととなる。また、地球地図は、国家地図作成機関のネットワークが作成し、そのデータが国家に認証されているという点で重要な意義を持つ。ISCGMは各国によるデータの整備を調整し、集約することにより地球地図の整備を実現している。事務局である国土地理院は、ほぼすべての国・地域が参加する世界的ネットワークである地球地図の要であり、世界の大きな期待を背負っている。このように、国家地図作成機関の役割は、単なる「基本図作成」を超えて、地理情報の整備・流通の仕組みづくりに広がってきている。

このような状況の中で、国土地理院が長い歴史の中で積み重ねてきた測量や地図作成の成果と技術を、国土の適切な管理、災害の軽減、持続可能な社会の構築等に生かすことも重要である。国土地理院は、測量の記録や旧版地図・空中写真などの国土の変化を記録する地理情報をできるだけ広く公開するとともに、その資産と技術を生かした成果を積極的に発信し、国民の負託に応える必要があると考える。

注

- 1) これは米国の NSDI における framework の概念を導入したものであるが、米国では framework と、より広い概念である national spatial data infrastructure が用語上でも明確に区別されている。一方、わが国では framework を「空間データ基盤」と訳したため、「国土空間データ基盤」との概念上の混同がみられた。基本法では、「空間データ基盤」にあたる情報を「基盤地図情報」と新たに定義している。
- 2) ISCGM では、早急な全球整備を実現するため、仕様に準拠していないデータについても非公式な地球地図第 1 版データとして受け入れることとし、これらを含めれば 2008 年に地球地図第 1 版の全球整備が完成するとしている。2008 年 6 月に東京の国連大学で「地球地図フォーラム 2008」が開催され、全球整備された地球地図第 1 版が公開される見込みである。

文 献

- 電子国土事務局 (2007): 電子国土ポータル.
<http://cyberjapan.jp/> [Cited 2007/11/06].
- Estes, J.E. and Mooneyhan, D.W. (1994): Of Maps and Myths. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, **60**, 517-524.
- Federal Geographic Data Center (2007): Components of the NSDI.
<http://www.fgdc.gov/components/> [Cited 2007/11/06].
- International Steering Committee for Global Mapping (2007): Global Mapping Home Page.
<http://www.iscgm.org/cgi-bin/fswiki/wiki.cgi> [Cited 2007/11/06].
- 国土地理院 (2004): 基本測量長期計画.
<http://www.gsi.go.jp/GSI/6CYOKEI/chokei.html> [Cited 2007/11/06].
- 国土地理院政策懇談会 (2000): 21 世紀の基本測量—電子国土の実現に向けて—.
<http://www.gsi.go.jp/GSI/SEISAKU/seisaku-k.html> [Cited 2007/11/06].
- 政春尋志 (2003): 地球地図のヨハネスブルクサミットへの取組とその成果. 地図, **41**(1), 3-13.
- 野々村邦夫・宇根 寛 (2000): 地球規模の地理情報の整備—地球地図及びその他の国際プロジェクトの動向—. 環境情報科学, **29**(2), 8-12.
- 大野裕幸・明野和彦・久松文男・石関隆幸 (2004): 電子国土 Web システム. 国土地理院時報, **104**, 25-33.
- 佐々木久和・岩瀬三夫・中島秀敏・岡谷隆基・榎場新一・蒲田真理子・岸本紀子 (2005): 「スマトラ沖地震周辺地域図」について. 地図, **43**(2), 11-14.
- 高橋広典 (1999): 地球地図仕様とアジア地域のデータ作成について. 地図, **37**(4), 5-13.
- 田村栄一 (2002): 2 万 5 千分 1 地形図のフルベクトル化の概要. 国土地理院時報, **98**, 7-14.
- 宇根 寛 (2001): 地球地図の経緯と現状. 地図, **39**(4), 20-30.
- 宇根 寛・奥山祥司・根本寿男 (2005): 平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震に関する地理情報の緊急提供について. 地図, **43**(2), 1-10.
- (2007 年 11 月 6 日受付, 2008 年 3 月 10 日受理)