

## 地理情報システムの標準化動向と参照モデル

今井浩 浅井健一 稲葉真理

東京大学理学系研究科情報科学専攻

アブストラクト: 近年、社会の情報化が急速に進む中、地理情報システム (GIS) が、その応用の広さとそれを支える情報技術の進歩により、おおいに注目を集めている。カーナビゲーションシステムの普及などを通して GIS がますます多くの場面で使われるようになるにつれて、各地で蓄積されている膨大な量の地理データの共有、相互利用の重要性も大きくなってきている。そんな中、GIS の普及には欠かせない地理データの標準化が ISO で始まっている。ここでは、その動向を情報技術との関連を見ながら述べ、その参照モデルについて触れる。

## Standardization of Geographic Information Systems and Its Reference Model

Hiroshi IMAI, Kenichi ASAI, and Mary INABA

Department of Information Science, University of Tokyo  
Tokyo 113, Japan

**Abstract:** Geographic Information System (GIS) is one of the most successful multimedia databases. In this note, recent standardization work of Geographic Information in ISO/TC211 is summarized, with emphasis on model for a model for the GIS.

### 1 はじめに

近年、コンピューター技術、特にデータベース技術の発展と、それに伴う膨大なデータの蓄積により、社会の情報化が急速に進んでいる。なかでも地理情報システム (GIS) は、地図データを電子情報化することにより、様々な統計データ等と地図とを容易に対照することができるようにするものであり、単なる空間的な検索、表示ばかりでなく、種々の解析の機能を付加できるなど、幅広い応用が期待されている。具体的には、GIS の整備により、行政面では施設管理、計画策定支援、防災、環境影響評価、福祉等、また、民間ではマーケティング、顧客管理等、幅広い分野で業務の効率化、高度化を実現することが期待されている。

現在、GIS は行政の効率化、迅速化等の観点から、地方公共団体を中心に、上下水道等の施設管理等に利用され始めている。しかし、ユーザ毎に GIS 整備がなされているため、互換性がないこと、高い整備コスト負担などの問題がある。GIS を広く普及・活用していくためには、GIS を効率的に整備するとともに、誰もが利用できるように標準化することが必要不可欠である。

GIS の整備に向けて、国内では昨年 GIS 研究会が発足した。また、国際的にも、標準化に向けた種々の動きがある。ここでは、それらの動きを報告するとともに、

特に我々の参加している ISO/TC211 (地理情報の標準化) における地理データの国際標準作成の動向について、データベース技術との関連も見ながら述べ、参照モデルを示す。関連資料は、日本では、ISO/TC211 セミナーの資料 [1]、国土地理院のホームページ [2] から得ることができる。

### 2 ISO/TC211 標準化プロジェクトの構成

地理情報の標準化に向けて ISO では、1994 年 4 月にノルウェーを議長国とする専門委員会を設立した。日本も最初から公式メンバーとして参加している。参加国は現在、合計 37ヶ国であり、5つの部会にわかれて作業を行なっている。各作業部会 (Working Group, WG) とその作業項目は以下の通りである。このうち、日本は適合性とテスト、及び品質評価手順のふたつを受け持っている。

#### 2.1 WG1: 参照モデル

参照モデル 担当アメリカ。地理情報の標準を作成する環境、適用する基本原則及び標準を構築するための枠組みを記述する。参照モデルは、この標準化に必要な全ての概念と要素を定義し述べる。情報技術標準の中で構築されるので、参照モデルはどのような応用、方法論、技術からも独立となる。

概観 担当イギリス。ISO/TC211 標準体系に関する概観。

概念スキーマ言語 担当ノルウェー。地理情報の分野における概念スキーマの開発に用いる概念スキーマ言語 (CSL) の採用。

用語法 担当スウェーデン。ISO/TC211 標準体系に関連する調和のとれた専門用語集。

適合性とテスト 担当日本。この標準体系への適合を主張するために達成すべき基準とテストの構成、概念及び方法。

## 2.2 WG2: 地理情報モデリング

空間サブスキーマ 担当イギリス。オブジェクトタイプの空間特性を定義する概念スキーマの定義。

時間サブスキーマ 担当アメリカ。オブジェクトタイプの時間特性を定義する概念スキーマの定義。

アプリケーションスキーマのための規則 担当ノルウェー。アプリケーション・スキーマのための規則の定義。この規則は、地理的オブジェクトの分類原則と、地理的オブジェクトとアプリケーション・スキーマの関係を含む。

空間演算子 検索、問い合わせ、管理、処理のための演算子の定義。

## 2.3 WG3: 地理情報管理

カタログ作成 担当アメリカ。地理的オブジェクト、属性及び関係のカタログの作成の方法論の定義と、単一の国際的な複数言語カタログの整備と運用性に関する実現可能性の決定。

測地参照系 測地参照系の記述のためのガイドラインと概念スキーマの定義。この作業は特定の国際的な参照系への参照を含む。

間接参照系 担当イギリス。(住所等の)座標を持たない間接的な空間参照系を記述するための概念スキーマとガイドラインの定義。

品質 担当アメリカ。地理データに適用可能な品質のためのスキーマの定義。

品質評価手順 担当日本。データの品質を仕様化/評価する手法のためのガイドラインの開発。

メタデータ 担当アメリカ。地理情報及びサービスを記述するために要求されるスキーマの定義。

## 2.4 WG4: 地理情報サービス

測位サービス Global Positioning System (GPS) のための標準インターフェイス・プロトコルの定義。

地理情報の描画 担当ノルウェー。人間によって理解できる形式での地理情報の描画を記述するスキーマの定義で、シンボルの記述及びアプリケーション・スキーマへのスキーマの写像のための方法論を含む。この作業には地図学のシンボルの標準化を含めない。

コード化法 担当ノルウェー。地理情報に適用する概念スキーマ群と互換性のあるコード化法の選択と、概念スキーマ言語とコード化規則の間の写像の定義。  
サービス 担当ノルウェー。地理的情報のために使われるサービスインターフェイスの定義と識別、及び、オープンシステム環境 (OSE) との関係の定義。

## 2.5 WG5: プロファイル等

プロファイル 担当カナダ。この標準体系においてプロファイル/プロダクトを定義するにあたってのガイドラインの定義。

## 3 ISO/TC211 の扱う範囲

ISO/TC211 で扱う対象は、地理情報の中でも数値地理情報の分野における標準化である。最終的な目標は、地球上の位置と直接または間接に関連付けられている対象物・現象に関する情報の構造化された標準体系を確立することである。より具体的には、地理情報について、データ管理のための方法、ツールおよびサービス (定義と記述法を含む) や、異なるユーザー、システムおよび場所の間での数値的/電子的形態でのデータの取得、加工、解析、アクセス、表現および変換を規定していくことになる。

ここで注意しなくてはいけないのは、標準化により、既存のデータベースの多くが使用不能となったり、標準化のために余分に大きなコストを要するようになるのは好ましくない、ということである。このため、ISO/TC211 では、実際にシステムをどう作るべきか、あるいは、データをどう保存するべきか、等を規定するのではなく、それらが、どのような精度で、どのような項目で構成され、どのように更新されているかなどを示す「データに関するデータ」すなわち、メタデータの標準化を目指している。これにより、利用者は地理データを自由に検索して、自分の用途に使えるかどうかを判断し、必要な場合に容易に利用できるようになる。

## 4 数値地理情報標準化の参照モデル

ここでは、数値地理情報の標準化の核となる参照モデル (全体像) について、より詳細に述べていく。数値地理情報システム標準化の基礎は、地理情報と情報技術 (Information Technology, IT) のふたつである。地理情報は、空間への参照等のいわゆる地理的な情報で、システムのデータの土台となるものである。これらは、従来の地理データと大きく異なることはないが、次に述べる情報技術との関連を見て、時間や幾何データなど、これまであまり扱われてこなかった高度なデータも含まれている。これに対し、情報技術は様々な地理データの処理、転送や解析の土台となる技術である。中でも Open System Environment (OSE) は、広範囲でデータのやりとりを可能にする点や各モジュールの実現法を限定しない点で大規模な地理情報システムの構築には欠かせない技術である。

#### 4.1 地理情報

数値地理情報で扱う地理データは、一言でいえば地球上の位置と関連した様々な事物・現象である。その用途は、建設や教育、環境、地図作成に始まり、マーケティングや自然資源の管理、統計、輸送など幅広い。ISO で扱う地理情報データは大きく7つに分けられる。以下、それぞれについて述べていく。

**空間の参照** 空間の参照法はふたつに分けられる。ひとつは座標軸や緯度・経度等を使った直接的なものである。これらは、事物の位置の数学的な枠組を提供するもので、コンピュータでの処理に適している。異なる座標系は、その間の変換法を定義しておけば相互に利用可能なため、大規模なシステムの構築にも適している。

もうひとつは座標系を使わないもので、住所等による参照である。これらは、実際に我々が地理情報システムを使う上では重要である。これらは座標系で表すのが必ずしも容易ではないので、地理情報システムは座標系による参照とともに、座標系を使わない参照もできるべきである。

**幾何・位相情報** 地理データは、点、線、面、直方体などの幾何的情報や位相情報を持っている。これらの情報は、従来、コメントとして付与され、そのデータを使う人間だけが付随的に利用してきた。しかし、近年の情報技術の発展により、これらの情報は機械処理で幅広い用途に使えるようになってきた。ISO ではこれらの情報もシステムの基礎として地理データのひとつに加え、コンピュータによるデータ解析に利用できるようにしている。

**地勢** これは、地理データ特有の項目である。数学的には表せない土地のありさま、地表の起伏や深さなどの状態をあらわす。

**メタデータ** メタデータは、地理データに特有というわけではないが、その地理データにおける重要性が注目されている。メタデータは、データに関する様々なデータを保持しており、その内容はデータの構造や精度、作成方法、日時など多岐にわたる。地理データは、いろいろな人によって別々に作られることが普通であるため、メタデータはそれらの共有においては非常に重要である。メタデータについては、5節でさらに詳しく述べる。

**品質** データを使うためには、その品質が重要なポイントになる。品質を与えることで、不適切なデータの使用を防ぐことができるようになる。

**時間** 時間も事物に属する性質のひとつである。これには、その物ができた時間や消滅した時間などの瞬間を表すばかりでなく、より複雑な移動情報なども含んでいる。時間をしっかり扱うことで、リアルタイム処理や移動体の処理が可能となる。

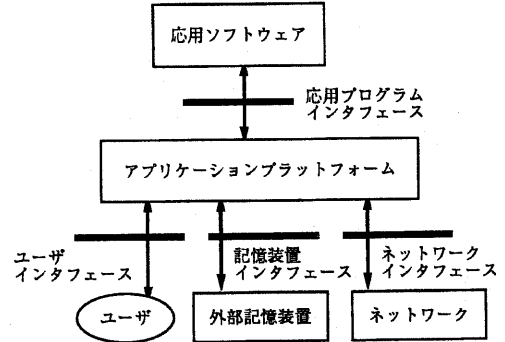


図1: OSE モデル

**表現法** 従来、地理データは地図として表現されてきた。しかし、コンピュータの普及により、地理情報の表現法にもいろいろなのが考えられるようになってきた。標準では、表現法をひとつに限定してしまうことはしないが、海図など安全性が重要な分野では一定の表現法を提案する。

#### 4.2 オープン・システムと情報技術

数値地理情報の標準化においてのもうひとつの重要な要素は情報技術である。なかでも、地理情報の標準化では Open System Environment (OSE) が注目されている。OSE の基本的な考え方は、外部とのインタフェースを規定することで、相互にやりとりの可能な環境を実現する、というものである。図1に OSE モデルを示す。

インタフェースには次の4つがある。

1. 人間との間のインタフェース
2. 外部記憶装置とのインタフェース
3. ネットワークとのインタフェース
4. 応用プログラム作成のためのインタフェース

i) は、人間がシステムを使う時に用いられるインタフェースである。これを定めることで、いつでも同じインタフェースでシステムを使うことが可能になる。ii) は、ハードディスク等の外部記憶装置とのインタフェースである。これを定めることで、別のところで作られたデータでも、プログラム側からは同じ方法でアクセスすることができるようになる。iii) はインタネット等のネットワークとのインタフェースである。これを定めることで、地理的に離れたところで作られたデータを使つての処理が可能となる。また、これはデータ共有にも役立つ。最後の iv) は、応用プログラムと地理情報システムとの間のインタフェースである。これを定めることで、応用プログラムは記憶装置やネットワークとのインタフェースを考慮することなく作成することが可能となる。

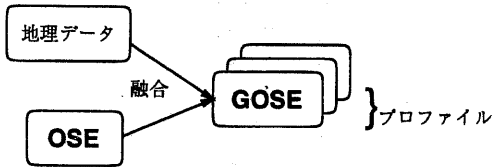


図 2: 地理情報システム標準の参照モデル

### 4.3 GOSE

以上述べてきた地理情報システムのふたつの基礎を合わせることで、情報技術に基づいた地理情報システムを得ることができる。ふたつを融合するに当たっては、データベースの概念スキーマ作成の技術が使われる。出来上がったシステムは、Geographic Open System Environment の頭文字を取って GOSE と呼ばれる。この構成を図 2 にしめす。GOSE は OSE の考え方を継承しているため、OSE の提供する大規模分散システム環境もそのまま引き継いでいる。これにより、OSE の利点を生かしながら、地理データと情報技術の融合が実現される。

GOSE は地理データと情報技術のふたつからできているため、その中身も大きくふたつに分けられる。ひとつは、より従来の地理データに近い地理データスキーマ、もうひとつは、情報的手法で地理データを処理する地理情報サービスである。地理データスキーマには、4.1 節で述べられた要素が全て入れられる。一方、地理情報サービスには、地理データを使った様々な処理が全て含まれる。これには、データの変更を伴わない地理データ管理と、データの変更も場合によっては伴う地理データ処理がある。

ここで重要なのは、地理情報のサービスを重要ととらえていること、特に、データ処理に加えて、データの解析を視野に入れている点である。具体的には、地理情報システムが標準で提供するべき機能として、従来のデータの作成、消去、変更、参照、検索等に加えて、新しい情報を得るためのデータの解析を加えている。これは、join をとるなどの従来データベースで用いられてきた操作を越えた処理を考えており、Data Mining 等の解析を目指している。その詳細は述べられていないが、利用できる情報技術は全て取り込んでいくとともに、新たに確立される情報技術もすぐに取り込めるように考えられている。このことは、地理情報システム自体が情報技術の上に成り立っていると同時に、情報技術発展のための大きなプラットフォームを作っているといえることができる。

### 4.4 プロファイル

ISO で定める標準を、すべての地理情報システムで網羅的に実現するのは大変なことである。中には、一部の限られたデータのみを使用するようなシステムも考えられ、そのようなシステムまでが標準を全てサポー

トするのは現実的ではない。このような状態に対応するため、ISO では OSE の技術であるプロファイルを取り入れている。プロファイルは、定められた標準のうち一部分のみが実現されたもので、特定の応用に使われる。プロファイルを使うことで、標準の定める範囲におさまっていないが、より特定の応用向けのシステムを作ることが可能になる。

## 5 メタデータ

メタデータとは、あるデータの属性（そのデータの作られた日時、精度、性質等）を示す「データに関するデータ」であり、データの利用可能性を判断するに当たっては重要な役割を果たす。従来、メタデータには必要な情報が順次テキストの形で保存されてきた。しかし、これでは情報の過不足が生じるとともに、検索等のコンピュータ処理には利用しにくい。

コンピュータを使ったより高度な処理を可能にするため、ISO ではメタデータ専門の作業部会を設け、その標準化に当たっている。メタデータの標準化は、メタデータの特徴、拡張、関係、そして実装の 4 つの部分に分けられる。

### 5.1 メタデータの特徴

ISO では、扱うメタデータを 9 つに分類しており、それぞれについて具体的に必要なメタデータ項目を定めている。9 つの分類は以下の通りである。

**同意情報** データについての基礎情報。データの概観、地理的範囲等が記される。

**データ品質情報** データの品質に関する一般的な評価。属性の精度や位置の精度、また画像の品質などの記述が入る。

**空間データ構成情報** データの空間情報の表現。空間参照情報、空間オブジェクト情報を含む。

**空間データ参照情報** データの座標系とコード化法。座標システムの定義が入る。

**実体・属性情報** データの内容についての情報。データの詳細な記述や概観が入る。

**配布情報** データを取得する際の配布者の情報。標準の発注プロセスや、利用可能時期などが入る。

**メタデータ参照情報** メタデータの情報と責任機関。メタデータの連絡先が入る。

**引用情報** データに付加されるべき参照情報。

**コンタクト情報** データの提供者への連絡情報。

個々のメタデータは、その名称、定義に加えて以下の属性を定めている。

- そのメタデータ項目が、必須であるか、条件つきで必要であるか、あるいはなくてもよいのか。
- そのメタデータ項目が複数あっても良いか、ひとつしか現れてはいけないか。
- そのメタデータのデータ型。これには、テキスト、整数、実数、日付が含まれる。

- そのメタデータの取り得る値の範囲。

これらを定めることにより、メタデータの情報に基づいたデータの探索・検索が可能となる。

## 5.2 メタデータの拡張

メタデータはそのデータに関するあらゆる情報を含むため、非常に多種多様である。従って、特定のメタデータを定めてしまうのは、逆にメタデータの活用範囲を限定してしまうことになる。ISO では、メタデータを拡張するに当たってのガイドラインを定めており、将来におけるメタデータの拡張も考えている。

## 5.3 メタデータの関係

各データに付随するメタデータは、そのもととなるデータの種類等によりどのようなメタデータを持つかが決まってくる。どのデータには、どのようなメタデータが存在するか、といった関係を図示してユーザにわかりやすく表示してやると、そのデータが大いに使いやすくなる。ISO では、それを HTML 等のハイパーテキスト言語を使って見せることを視野に入れている。これは、メタデータのコンピュータ処理を助けるものではないが、各メタデータの間をユーザが把握する上では重要である。

## 5.4 メタデータの実装

メタデータは概して量が非常に多くなるので、その実装に際しては、その保存法のみならず、各種の検索への対応、提示法などを考える必要がある。また、データ量が多いため、分散させることも考えなくてはならない。ISO ではインターネットとの関連を見ながら、実際の実装を制限しない範囲で、これらについて規定している。

## 6 その他の ISO/TC211 標準化

ここでは、上に述べられた部分以外の地理情報の標準化のうち、特に情報技術との関連が大きい部分について述べる。

### 6.1 時間次元

従来、空間データは（緯度と経度などの）2次元座標、あるいはそれに高さを加えた3次元座標で表され、時間に関する記述はコメントとしてメタデータに記述されてきた。これは、建物等が時間軸上であまり変化しない時には妥当な方法である。しかし、近年、GPS の発展などを通じて、移動しながら、リアルタイムに、しかもその時の情報を取りだす、などとといった要求が生じてきている。これらに対応するため ISO では、時間を付随的なデータとは扱わずに独立した次元として扱うとともに、時間を扱う専門の作業部会を設けて時間に関する事象を扱えるように考えている。

様々な事象の具体的な時間特性としては、イベント、定常状態、行動の3つがあげられている。ここで、イベントは瞬間的な事象、定常状態はある期間と関係す

る事象、そして行動はより一般的な事象を示している。一般的な行動を記述するのはまだまだ難しいため、これらの分類が有効に働くかどうかは未知数であるが、時間を独立して扱っているため、時間を考慮に入れた解析処理は視野に入れられている。

## 6.2 概念スキーマ言語と Query 言語

上にあげたような複雑な処理・解析をユーザや応用プログラムが容易に行なうことができるようにするためには、それらの処理・解析が容易に記述可能であるとともに、重要な処理については言語レベルでサポートすべきである。標準では、オブジェクト指向など最先端の情報技術を使った言語を使うべきだと明確に宣言しており、また、より良い言語が開発された時はそれも取り込んでいくべきである、としている。また、言語の記述能力とは別に、複雑な解析等も確立されたものは primitive として実行できることが望ましい。ISO では、これらの要求に答えるための専門の作業部会、空間演算子を設けている。これにより、「これとそれの重なり部分はどこか」など従来は複雑なプログラムを書くことによって実現してきた空間的な問い合わせ等も、将来的には、簡単に一命令でできるものを目指している。

## 7 ISO/TC211 における日本の役割

ISO/TC211 において、日本は適合性とテスト、及び品質評価手順のふたつを受け持っている。適合性とテストは、ある地理情報システムが与えられた時に、それが ISO 標準に適合しているかどうかのテスト手続きを規定する。これには、規定されているデータ項目がきちんと存在するか、それらは指定されたフォーマットで配置されているか、といったことが含まれてくる。適合性とテストは機械的にテストできるものを対象としており、データの中身が正しいかどうかについては基本的に何も述べていない。しかし、地理データという性質上、等高線が交わっていないか、など機械処理が簡単でないものについても、目視検査という形で検査が行なわれることも考慮に入れている。

より具体的な適合性とテストの内容については、参考文献 [3] を参照されたい。ここでは、テストにおける階層構造（図 3）、及びテストを行なう認証機関の体制の図（図 4）を示すにとどめる。

一方、品質評価手順はデータの質がどの程度であるか、それが実地の状況をどれだけ反映しているのか、を評価する手続きを規定する。こちらは適合性とテストとは異なり、よりデータの中身の正しさに近い部分を判断するものであるということが出来る。

このように、日本は地理情報システムの正しい運用に必要な不可欠なデータのフォーマットの正しさと中身の正しさのテスト手続きを受け持っている。日本は、このようなテスト技術については一定の評価を受けており、地理情報システム分野でも国際的に貢献することを望まれている。

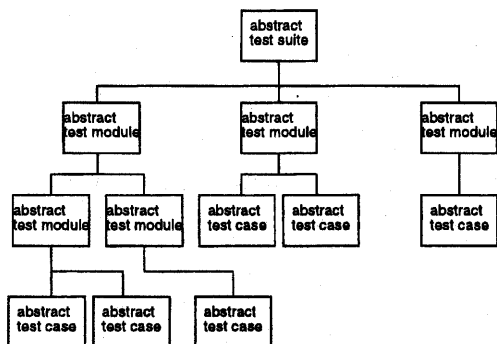


図 3: 適合性のテストを行なうためのテスト階層

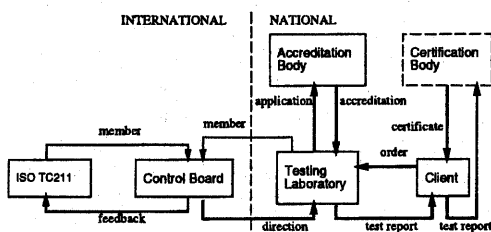


図 4: 適合性のテストを行なう機関の体制

## 8 その他の地理情報標準化の動き

地理情報の標準化については、ISO 以外にもいくつかの動きがある。ここでは、このうち主に OGIS と CEN について簡単に触れる。

### 8.1 OGIS

OGIS は Open Geodata Interoperability Specification の頭文字をとったもので、アメリカで作られている地理データの標準である [4]。OGIS は、中枢に情報技術との連携を考慮しており、ISO の標準とかなり近いものになっている。特に、異機種コンピュータ間での情報のやりとりなど分散環境での利用に力を入れており、高レベルのデータ処理・解析も視野に入れている。

### 8.2 CEN

CEN はヨーロッパで進められているフランス主導の地理情報の標準化プロジェクトである。ISO や OGIS と比べ、データの標準化により力が注がれており、データ解析やサービスなどにはあまり触れられていない。その意味で、昔の紙地図データの標準化に近いといえることができる。しかし、データの互換性等については情報技術を十分に意識しており、その点については ISO や OGIS と共通している。

### 8.3 その他の関連する動き

上記のふたつの標準化以外にも関連する動きとして以下のようなものがある。

ISO/TC184/SC4 概念スキーマ言語 EXPRESS を使った情報技術の標準化。ここでは、特に適合性とテストにも力を入れている。

ISO/TC204 インテリジェント輸送システムの標準化。

ISO/IEC JTC 1/SC 21 マルチメディアを扱うデータベース言語 SQL/MM を使った、情報の検索・移動・取り扱いについての標準化。

ISO/IEC on GII Global Information Infrastructure (GII) の標準化。

## 9 おわりに

地理データベース・地理情報処理の普及に重要な役割を示す標準化の動向について ISO/TC211 の活動を中心に解説した。地理情報の標準化においては情報技術との連携が非常に重要であることが認識されており、実際、高度な情報技術・データベース技術を視野に入れた標準化がなされようとしている。このことはまた、国土地理院や測量業界等から情報技術との技術協力が求められていることからわかる。今後、地理データベースの普及にともない、地理情報処理における情報技術の重要性はますます大きくなっていく。特にデータベース技術とデータ処理・解析技術は地理情報処理の重要な基礎技術になるとと思われる。

## 謝辞

本研究の一部は、文部省科学研究費重点領域「高度データベース」の援助を受けました。また、本原稿を書くにあたっての土台となっている研究活動については、日頃より ISO/TC211 の国内活動で、特に適合性とテストに関するプロジェクトチームでご助力頂いている ISO/TC211 国内委員会平井雄副委員長、稲葉和雄幹事長を始めとするチーム各員に謝意を表します。

## 参考文献

- [1] 日本測量調査技術協会, ISO/TC211 (地理情報の標準化) セミナー資料, 1996 年 9 月 11 日。
- [2] 国土地理院ホームページ  
<http://www.gsi-mc.go.jp/>。
- [3] 日本測量調査技術協会, "ISO Standard 15046-5, Geographic Information/Geomatics, Conformance and Testing (Draft)," presented at Seoul ISO meeting, 1996.
- [4] The OGIS Project Technical Committee, "The Open GIS Guide," OGIS TC Document 96-001, Open GIS Consortium, 1996. <http://www.ogis.org/>。