

## 地理情報システムの標準化と今後の展望

有川正俊

東京大学 空間情報科学研究センター

<http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/arikawa/>

G-XML は、XML を基本にした空間データ符号化のための規格である。G-XML の目標は、インターネット上で自由に地理情報を流通させる標準的な手段を確立することである。G-XML は、平成 13 年 8 月 25 日に、G-XML2.0 版に基づく JIS 規格「JIS X 7199 地理情報 - 地理空間データ交換用 XML 符号化法」として正式に制定された。G-XML を利用した具体的なビジネスが、Web GIS やケータイ電話におけるひとナビなどさまざまな応用分野において、すでに始まりつつある。本発表では、G-XML という標準規格およびこれを取り巻くさまざまな動向について概説を行う。また、GIS の従来技術から発展した消費者向けの技術である空間 IT(S-IT : Spatial IT) の概念および展望について説明を行う。G-XML の設計の思想と関係する S-IT は、近い将来、IT のコア技術の 1 つになると予想され、GIS の分野だけではなく、IT がそうであるように、すべての応用分野で使われるようになるだろう。

### Reviews and Prospects for Standardization of Geographic Information Systems

Masatoshi Arikawa

Center for Spatial Information Science, The University of Tokyo

<http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/arikawa/>

G-XML is a protocol for encoding spatial data through extensions built upon XML. The goal of G-XML is to provide a method for accessing and using geographic information freely over the Internet. Japan Industry Standard (JIS) X 7199, which was based on G-XML Version 2.0, was adopted on August 25, 2001. "JIS X 7199 Geographic information -- XML encoding for geospatial data exchange" is the official designation and title of the newly accepted specification. We overview G-XML as well as Spatial IT (S-IT) which is the basic concept for designing G-XML. S-IT is the technology derived from the conventional technology of GIS for supporting activities of consumers. S-IT will become a core technology of IT and will be used not only in GIS domains but also all application domains in the near future.

## 1. オープンな空間 IT 社会の到来

1990年代は、ネットワーク情報化社会と呼ばれ、コンピュータがインターネットにつながるの当然となった。そして、21世紀を迎え、屋外でのインターネット利用が当たり前となる「空間 IT 社会」がまさに到来しようとしている。この空間 IT 社会では、人々は今いる場所に関する情報を検索し、また、その場所に関する情報を発信する。あらゆるデータに時間情報が付加されるがごとく、あらゆるデータに位置情報を付加するのが当然となるであろう。たとえば、デジタルカメラで撮影した画像ファイルに、それが撮影された位置に関するメタ情報を付加することにより、コンテンツの検索や構造化を位置情報に基づいて行うことが当たり前になると予想される。しかし、これを実現するための技術的なインフラが無かったことが、G-XML プロジェクトを始める動機であった。

従来の GIS は、地図/地理データを主データとする「専門家向け」の高価なシステムであり、その上でさまざまなデータが管理されている。今日、この GIS は、Web とシームレスに利用できるように拡張され、Web GIS という形態で発展している。また、モバイルコンピューティング環境が整うと、空間データを使った、生活に密着した「消費者向け」のシステムやサービスが安価に利用できるようになるだろう。Web GIS は、従来の GIS の市場に比べると桁違いの大きな市場であり、新しい大きな産業の創出につながると言われている。このようなシステムやサービスは、GIS の拡張というよりは、現在の IT のコア技術の中に GIS の技術が導入され、IT が空間情報向けに拡張されると考えるべきである。この新しい領域は、Web GIS と呼ぶよりは、S-IT(空間 IT: Spatial IT) [7] と呼ぶべきである。

## 2. G-XML 1.0 の概要

G-XML プロジェクトは、そもそもは空間データの流通を、XML を基本としてサポートするための標準記述言語、つまり「G-XML プロトコル」の規定を第一目的とする産・官・学共同体制プロジェクトであった[1,2]。初年度(平成 11 年度)は、G-XML プロトコルを現実的で良い標準にするために、このプロトコルを利用するプロトタイプを開発し、開発の実現性・容易さの観点からプロトコルの妥当性の検証を行い、その検証結果をプロトコルの標準化作業にフィードバックさせる枠組みで活動を行った。

G-XML プロトコルは「普及」が最大の目標であり、先進的・学際的要件より、普及のための要件を優先した。WWW の普及

の歴史を振り返ってみると、1990 年初頭、文書記述言語として完成度が高い SGML が既に存在したが、WWW の普及に実際に寄与した文書記述言語は、記述能力は低い理解と実装が容易である HTML であった。そして、WWW がある程度普及し、HTML の機能拡張の必要性が多くの人々に認知されたため、HTML の上位バージョンおよび XML が生まれた。このように、標準化は普及との関係を十分に考えて、時間とともに、つまり普及とともにその役割を変えなければならない。この歴史的経験を考慮して、G-XML プロトコルは GIS 普及の第一歩として、表現能力よりもまず理解と実装の容易さを重視した。たとえば、携帯端末という、処理能力があまり高くないコンピュータの上で動作するソフトウェアが実現できる小さなプロトコルを作る必要がある。

G-XML プロジェクトでは、国際標準を積極的に利用し、オリジナリティとしては、表現能力よりも XML を有効に使うこと、また普及を念頭としたプロトコルの切り分けを行うことを考えた。当然、伝統的 GIS との連携も重要視しており、GIS エンジンとの独立性は確保した。一方、G-XML プロトコルを使った、今まで予想もしない新たな GIS アプリケーションが生まれてくることを期待しており、これにより空間情報処理の大きなパラダイムシフトが起きると予想した。そのためにも、地図データ以外のコンテンツ(たとえば、Eメール、デジカメ画像、マルチメディア文書など)との親和性も図った。このように、G-XML プロトコルはエンジニアリングユースから消費者ユースまでの広範囲を柔軟にカバーする。しかし、これを1つのプロトコルでカバーするのでは理解を困難にしてしまうので、この範囲を適切な部分で複数個に切り分け、プロトコルを理解し易いものにした。

### (i) 空間データ交換記述方式

G-XML 1.0 は、XML の DTD (Document Type Definition) で定義されたデータ記述方式であり、G-XML プロトコルと呼ばれている。G-XML プロトコルでは、空間データを以下の4つの代表的なアプリケーションパターンに分け、それぞれを別々の DTD で定義した。

- (1) Real World G-XML (RW-GXML)
- (2) Graphics G-XML (G-GXML)
- (3) Point & Direction G-XML (P&D-GXML)
- (4) Semantic G-XML (S-GXML)

RW-GXML は伝統的な空間データをサポートするものであり、現実世界を忠実に表現するためのプロトコルである。G-GXML は、絵としての地図データをサポートするプロトコルであり、写真画像データやグラフィックスデータのように表示座標を基本とする視覚データを、地球上の地理空間座標にマッピングする枠組みを提供する。P&D-GXML は、点と方向を主プリミティブとした軽いプロトコルであり、携帯端末での情報提供および情報発信サービスのための枠組みをサポートする。S-GXML は、略図を記述するためのプロトコルであり、(1) 言いたいことだけを人間に分かり易い形で表現する視覚的地図、と(2) 視覚・幾何表現には依存しない主観的空間知識表現記述、の枠組みを目指す。

#### (ii) オープンソースコードを基本としたプロトタイプ

G-XML プロトコルの実証実験を行うために開発したプロトタイプシステムは、以下の 7 つのサブシステムから構成されている。7 つのサブシステム間は G-XML プロトコルを介して相互にやり取りできる枠組みとなっている。

- (1) G-XML を見るためのビューア
- (2) G-XML を編集するためのエディタ
- (3) G-XML を電子メールとして送り、それをオンラインで見るためのメーラー
- (4) 携帯端末での G-XML の空間データの送受信ができるモバイルコミュニケーション
- (5) G-XML を次世代グラフィックス標準と考えられる SVG へ変換するラッパー
- (6) GIS の代表的空間データ(shape)を G-XML に双方向に変換するコンバータ
- (7) 関係データベースに対して G-XML データを入力・出力するためのラッパー

#### (iii) 8 つのモデル・サービスの技術評価実験

1999 年 12 月から約 2 ヶ月間という短期間で、G-XML プロトコル 版およびプロトタイプシステム 版を使って、以下の 8 つのコンソーシアムが実証実験を行った[3]。

- (1) 実地図・略地図コンテンツの流通モデル (NTT-ME / NTT 東日本 / NTT)
- (2) 多種観光コンテンツの受配信モデル (アジア航測 / ダイケイ)
- (3) GIS Web の G-XML 化によるコンテンツ配付モデル (インクリメント P / KDD 研究所 / インフォマティックス)
- (4) 道路凍結予測・土砂災害予測に基づくカーナビ向け交通災害防止モデル (新日本気象海洋 / 北海道自動車リース)
- (5) G-XML を利用した自治体向け統合 GIS モデル (バスコ)
- (6) 地方自治体向け次世代防災モデル (ウェザーニューズ)
- (7) ITS 分野における危険物輸送監視モデル (NEC)
- (8) PDA を利用したバリアフリー情報の収集・配信モデル (日立造船情報システム / セイコーエプソン)

#### (iv) プロジェクト

G-XML プロジェクトは、空間コンテンツが利用者側の電子地図や GIS エンジンなどに左右されずに自由にインターネット上を流通し、データの検索や加工なども容易に行うことができるインフラを実現することを最終目的とした産・官・学共同体制のプロジェクトとして始まった。事務局は(財)データベース振興センター[5]に設けられている。このプロジェクトの最終成果物は、G-XML という GIS コンテンツの相互流通のための"プロトコル"およびそのプロトコルを利用した"プロトタイプ"のプログラムのソースコードであった。これらは平成 12 年 5 月に本プロジェクトの成果物として無料で公開された[6]。G-XML プロジェクトは、平成 11 年度の通商産業省(現在、経済産業省)の「情報通信・科学技術・環境など 21 世紀発展基盤整備特別枠」予算の「情報システム共通基盤整備のための連携事業」の一環として推進されているものであり、平成 11 年度だけの単年度のプロジェクトであった。実質的には、約半年間という短期間で仕様の開発を行い、かつプロトタイプシステムを作り、実証実験を行ったというように極めて短期間で成果を上げる枠組みであった。これは、この仕様開発の目的が空間コンテンツの流通の普及という点にあり、その必要性が緊急を要するものであったからである。

#### 3. G-XML 2.0 の概要

平成 12 年度は、国内 / 国際標準化に向けた「(1) G-XML プロトコルの拡張(version 2.0)」、ならびに、G-XML プロトコルとプロトタイプシステムの統合型 GIS への適用の可能性を検討するための「(2) 地方公共団体における G-XML 適用業務の調査」を中心に活動が行われた。

G-XML の標準化に向けたプロトコルの拡張(version 2.0)の主な内容としては、G-XML 1.0 の 4 つのプロトコルにおいて共通化できる部分を共通化し、「部品」と「構造」というモジュール化の枠組みを積極的に導入し、G-XML の仕様をより一般的なものに改良したことである。平成 13 年 8 月 25 日に、G-XML 2.0 版に基づく JIS 規格「JIS X 7199 地理情報 - 地理空間データ交換用 XML 符号化法」として正式に制定され、8 月 27 日に官報公示(第 3187 号)された。G-XML 2.0 版の仕様は、日本語版、英語版ともに無料で公開されており、G-XML プロジェクトのホームページ[6]からダウンロード可能である。G-XML プロジェクトでは、G-XML の普及のため、技術情報を提供し、また、G-XML の利用者からの声を聞くための場として G-XML 実用化連絡会を設けている。

2002年2月末現在、G-XML 実用化連絡会の会員数は1000人を超えている（企業及び大学総数700以上）。G-XMLを利用した具体的なビジネスが、Web GIS やケータイ電話におけるひとナビなどさまざまな応用分野において、すでに始まりつつある。

平成12年度は、G-XMLを用いたモデルシステムとして以下の2つの実証実験が行われた[4]。

- (1) G-XMLを用いた観光モデル・システム構築と実証実験（徳島県）
- (2) 高知県防災・G-XMLモデル・システム

#### 4. G-XML と GML の統合の概要

G-XML プロジェクトでは、現在、G-XML の国内標準規格の制定に引き続き、国際標準規格に提案するために、国際的民間団体 OGC(Open GIS Consortium)[10]と協力して、G-XML と OGC の規格である GML[11]を統合した国際標準規格案の作成を行っている[4]。G-XML と GML の統合に関して、現時点ではほぼ確定している内容を簡単に説明する。G-XML は平成13年8月25日に JIS として制定された JIS X7199 が最新版であり、これは G-XML2.0 を基本としている。GML は2001年2月に OGC の Recommendation となった Version 2.0 が最新版であり、これを GML2.0 と呼ぶ。この G-XML と GML の統合版として GML3.0 が、2002年に完成する予定である。統合版作成の目的は、ISO/TC211 の地理情報国際標準の原案を作成することにある。ISO/TC211 の性質上、地理情報の抽象スキーマに焦点を絞った GML2.0 を拡張した形での統合の方が、実用指向である G-XML2.0 を改良したものよりも適切であると判断した。この理由から、統合版の名称は GML3.0 となる予定である。そこで G-XML という名称はなくなるかということ、そうではない。G-XML では、抽象スキーマだけではなく、GML においては比較的軽視されている応用スキーマも重要視しており、汎用応用 (Generic Applications) のためのタグ集合の定義をカバーしてきた。広義の G-XML3.0 は、GML3.0 の抽象スキーマ、G-XML3.0 独自の抽象スキーマ、G-XML3.0 の応用スキーマのモジュールを意味する。狭義の G-XML3.0 とは、広義の G-XML3.0 から GML3.0 を除いたモジュールを指す。以下では、広義の G-XML3.0 の作成における決定事項と懸案事項を紹介する。

##### (1) XML Schema を用いる

G-XML1.0、G-XML2.0、GML1.0 では、XML1.0 を基本として空間データ記述のための文書定義を与えた。この文書定義

は、それ単体では空間データベースのスキーマ定義として利用できない。つまり、XML ではデータ型、抽象データ型定義、型継承などを記述する機能は無く、要素の内容の意味記述を自然言語で説明的に行っていた。一方、GML2.0 では XML Schema が使われており、スキーマ定義として要素の内容記述が可能であり、かつ名前衝突の問題もうまく解消できる。また、ISO/TC211 の "Geographic Information - Encoding (ISO 19118)" でも XML Schema が用いられており、GML3.0 は ISO 19118 に従う予定である。

##### (2) G-XML3.0 の抽象スキーマとして GML3.0 を用いる

GML2.0 はもともと OGC の Simple Feature の部分だけをカバーする目的で作られたスキーマである。一方、GML3.0 は GML2.0+ である。つまり、現実応用を考えた場合、GML2.0 に不足していた部分を追加したものが GML3.0 である。この追加部分の多くのアイデアは、G-XML2.0 から引用されたものである。一方、G-XML2.0 には含まれているが、GML3.0 には含まれない機能もある。その代表的なものとして、POI(Point of Interest)や略地図のモジュールなどがある。G-XML3.0 では、G-XML2.0 を洗練し、さらに足りない機能を追加する。また、G-XML3.0 では、GML3.0 はコアとして用いられ、応用スキーマと足りない抽象スキーマを XML Schema のモジュールとして定義する。G-XML3.0 の試作版である G-XML3.0 版は、すでに2001年7月末の時点で完成している。これは、今年10~11月の実証実験に必要なソフトウェアコンポーネントを早急に作成するために作られた仕様である。この G-XML3.0 版は、試験的に G-XML2.0 の「計量的地理空間 (Metric Geospace)」と「関心地点 (POI)」の部分だけのスキーマ定義であり、G-XML3.0 完全版の中心的部分を XML Schema を使って作成したものである。

##### (3) Is everything a feature ?

ISO/TC211 では、地球上に関係付けられるすべての情報は feature (地物) であるという考え方 (信念) に基づいて、基本モデルが作られている。これに従えば、1つのクラス階層を使って、すべてのデータスキーマ定義が可能になり、当然、さまざまな空間データ間の一貫性が保証され、データ相互交換が可能となるだろう。この枠組みは、地図を専門とするコミュニティでのベース地図データの厳密な記述に向くであろう。しかし、空間データを専門とせず、ただ単に便利だから位置データを使いたいという一般の IT 従事者やコンテンツ提供者には必ずしも歓迎されるとは限らな

い。たとえば、POI は、地図の上に気軽に貼る付箋紙のようなもので、もともと文書やメモとしての性質が主で、位置は追加情報の性質しか持たないと考える方が自然である。付箋紙(POI)は、feature のクラス階層に組み込まれるべきではなく、むしろ、文書クラス階層の一部として直接利用できるようにするべきである。つまり、現在の IT 従事者の常識としては、位置データはマルチメディアデータを構成する 1 つのプロパティに過ぎない。Feature モデルだけでは自然な形で収まりがつかない他の例としては、グラフィックス、写真、ビデオ、音声、Web ページなどのさまざまな空間参照コンテンツがある。G-XML プロジェクトは、地理情報を専門とするコミュニティだけではなく、一般市民の生活に直結する IT 一般での利用を考えて標準作成を進めている。G-XML2.0 では、この問題を構造モジュールと部品モジュールを組み合わせて文書スキーマを導く「抽象工場」の概念を導入して解決した。G-XML3.0 でも、この考え方を引き継ぐ予定である。

## 5. ヒューマン空間 IT 社会

これまでの GIS は、専門家向けのツールとして発展・普及しており、消費者を対象とはしていなかった。これは、空間データを作成するのに多大なコストが掛かることが大きな理由となっていた。一方、IT(情報技術)は、もともとは専門家向けの技術から始まり、現在では消費者向けの技術へと進化した。この結果、IT はわれわれの生活習慣を変え、さらに従来のコンピュータ技術の在り方さえ変えてしまった。同様に、GIS も専門家向けのシステムから、より広い範囲をカバーするという意味で、消費者向けへと進化しているのが現状である。次世代 GIS における最も重要な消費者向け適用分野として「ひとナビ」がある。ひとナビでは、大縮尺の地理情報が小縮尺の地理情報よりも重要である。「地理」という用語自体が一般に小縮尺や専門家向けに使われてきた。一方、「空間」という用語は、人間の活動のための空間である現実世界を設計する建築家に好まれて使われてきた。ひとナビや IT の観点からは、「地理」という概念よりも「空間」の方が、次世代 GIS の予想される利用形態をより良く反映しているだろう。そこで、GIS の従来技術から発展した消費者向けの技術を空間 IT(S-IT: Spatial IT) [7]と呼ぶことにする。S-IT は、IT のコア技術の 1 つになるだろう。また、S-IT は、GIS の分野だけではなく、IT がそうであるように、すべての応用分野で使われるようになると予想される。

消費者向け GIS の最も有望な形態の 1 つは、LBS(Location Based Services: 位置依存サービス)を基本とするものになるだろう。LBS は、家電、乗物、人などあらゆるものの位置情報を提供ようになる。消費者は、それらの位置に依存した多くのサービスを楽しむようになるだろう。しかしながら、インターネットの特徴の 1 つとして、現実世界の位置に制約されずに情報空間が存在することが挙げられる。つまり、ネットワークは、時間と空間の制約を超えて、われわれが情報を共有できる環境を実現した。そして、インターネットは爆発的に普及し、われわれの生活スタイルそして社会のシステムをも変革した。インターネットが当たり前の環境になった現在、次に注目される機能として「モバイル」があり、現在、多くの研究が行われている。近い将来、すべての人々がコンピュータをどこでもいつでもどんな状況でも使うようになるだろう。コンピュータは、現在の機能からさらに発展して、利用する場所に制限されることなく人々の活動を支援するツールとなり、さらに、自律した存在あるいはエージェントへと発展すると予想される。たとえば、コンピュータの存在は、デジタル秘書、デジタル友人、デジタルペットなどの存在へと変化するだろう。コンピュータは、人と対話し、その人の意図や好みを理解する機能を持つことになると考えられる。また、その人自身の過去の行動履歴を記憶し、これを利用してアドバイスを人に与えたり、それに対するフィードバックを受けて、その人を深く理解する機能が実現されるだろう。

LBS は、このようなエージェントを実現するための最も重要な技術の 1 つである。エージェントは、人 (= 主人) の位置が分かっているので、その人の行動を支援する情報を提供できる。エージェントへの現在の入力情報のほとんどは、人手をかけて入力したものである。たとえば、今日、ソフトウェアアプリケーションやエージェントに対するデータや問い合わせの情報を作る場合、キーボード、マウス、ペン、あるいは音声などの物理的そして仮想的な入力デバイスを利用する。一方、LBS は、人が入力しなくても、現実世界の人の動きに関する空間情報を自動的に生成できる。LBS は、ヒューマンインタフェースの観点からは、キーボードとマウスに次ぐ、コンピュータにとって革新的な第 3 の入力デバイスになると考えられる。LBS は、現実世界に対応する地図の上に、人の動きの軌跡を線で描くような入力デバイスである。この人の軌跡の情報をを用いて、エージェントはさまざまな状況において人の活動を支援し、将来のモバイルコンピュータ環境において、最も重要でかつ便利な

入力デバイスとなるだろう。

LBS は、従来高価であった空間データ制作費用を少なく、あるいは無料にする。LBS が普及すると、人類がかつて経験したことが無いほど大量の空間データが生成され、インターネット上を流通することになる。LBS により生成された空間データはインターネットを通して収集され、大規模な自立発展的な地理データベースが構築されることになるだろう。このようなボトムアップ的な空間データ基盤は、従来の政府や測量会社などがトップダウン的に整備して来た空間データ基盤とはかなり性質が異なり、市民参加による草の根的な枠組みの実現となり、また、空間データ基盤の在り方自体も変えてしまうだろう。インターネットを普及に導いた Web も、ボトムアップ的、草の根的な枠組みであり、コンピュータ環境を一変させてしまった。同様に、ボトムアップ的空間データ/コンテンツ基盤は、S-IT が進むべき健全な方向だと考えられる。

LBS は、時計に例えることができる。時計の普及により、われわれは「時間」情報を手に入れることができた。一方、LBS の普及により、われわれは「空間」情報あるいは「位置」情報を手に入れることになるだろう。今日の社会は、時間を基準に回っていると行って良いが、LBS が安定して安価で提供されるようになると、「空間」を基準にしたさまざまな管理方法が社会の根幹に加わり、社会のシステムを変革するだろう。これは、時計の普及により、「時間」を基準にした管理方法が導入され、社会のシステムが変革された歴史と似たものとなるのではないだろうか。

LBS のもう1つの側面として、われわれが自分自身の個人的な空間データを所有することになることが挙げられる。空間データのパーソナライゼーションを実現するためには、人間の認知の解明が重要となる。エージェントは、人間の脳の中の情報をシミュレーションすることにより、各種機能を実現することになる。エージェントは、人の行動の履歴データをその人の個人空間データとして記録する。個人空間データは、現実世界におけるわれわれの行動に関する記憶の外在化と解釈することができる。このように、個人空間データを管理するエージェントを「空間パーソナルエージェント/アシスタント」と呼ぶことにする。将来のパーソナルコンピュータを空間パーソナルエージェントとして実現するに当たっては、関係する多くの領域の専門家が結集して知識を出し合うことが、大きな実質的な発展につながるだろう。

#### 4. むすび

G-XML の普及活動は、従来の GIS で最も需要があり重要であると同時に実現が困難な対象である、自治体の統合型 GIS の分野を中心に行われた。一方、一般利用者が自ら、自由に、簡単に、遊び心を持って空間コンテンツを発信できるような、インターネットが本来持つ、ボトムアップで自己組織的な普及を促進する活動はあまり行わなかった。このようなスケラピリティのある空間 IT 社会の実現に向けての普及活動は、はじめはボランティアの活動が可能である大学などの教育・研究組織を中心に行うべきであろう。そして、G-XML で記述された無料の空間コンテンツの収集・配付が今後このような NGO 的組織で行われるようになることが、G-XML の真の普及に結び付くだろう。

#### 参考文献

- [1] 有川正俊, 久保田光一, 「G-XML: 空間データ交換のための記述規格」, 特集: 位置情報を利用したモバイルコンピューティング, 会誌「情報処理」, 情報処理学会, Vol. 42, No. 4, pp. 366-369 (2001).
- [2] 中井章文: 地理情報の相互流通を目指す G-XML, 情報処理学会, デジタルドキュメンテーション研究会資料 (2000).
- [3] 「IT 時代を開く G-XML」, GIS World 日本版 増刊号, (株) 表現研究所 (2000).
- [4] 「国際化への道を開く G-XML」, GIS World 日本版 増刊号, (株) 表現研究所 (2001).

#### 参考 Web サイト

- [5] (財) データベース振興センター (DPC), <<http://www.dpc.or.jp/>>
- [6] G-XML, <<http://gisclh.dpc.or.jp/gxml/>>
- [7] 空間 IT 分科会, 地理情報システム学会, <<http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/arikawa/s-it>>
- [8] 地理情報標準, 国土交通省国土地理院, <<http://www.gsi.go.jp/REPORT/GIS-ISO/KMGIS/download.html>>
- [9] ISO/TC 211, Geographic information/Geomatics, <<http://www.isotc211.org/>>
- [10] Open GIS Consortium (OGC), <<http://www.opengis.org/>>
- [11] Geography Markup Language (GML), <<http://www.gis-news.de/xml/gml.htm>>