

解説

OpenGISが拓く 地理空間情報処理 の世界

嶋田 茂 日立製作所

山浦 晃裕 三菱商事

Lance McKee OpenGIS

最初に、地理空間情報処理の定義とその変遷の歴史を振り返るとともに、最近なぜOpenGISが注目されるようになってきたかの理由について、考えてみたいと思う。

一 * 地理空間情報処理の変遷 * 一

本稿で取り上げる地理空間情報処理（Geo-spatial Information Processing）という用語は、従来のGIS（Geographical Information System）の用語で親しまれてきた地理情報処理の分野に加えて、衛星画像処理やCAD（Computer Aided Design）処理といった空間情報を直接扱う処理系の他に、住所検索や統計可視化等の空間情報を間接的に扱う処理系を含めたすべての空間情報処理分野の意味で用いている。

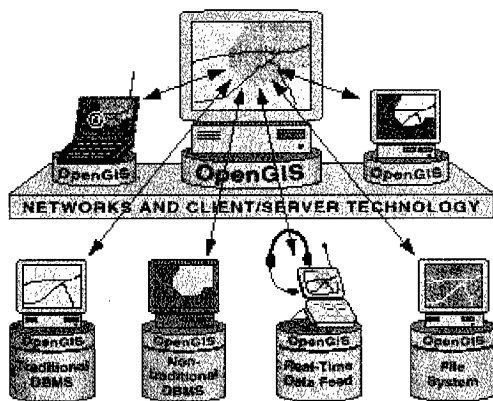
次に、現在急速に整備が進んでいる地理空間情報処理の発展状況を簡単に振り返り、各ステージにおける情報処理系としての意義を考えてみたいと思う。地理空間情報処理システムの発展状況は、その各時期に隆盛したコンピュータシステムの発展状況に深く依存している。すなわち、初期のメインフレームによる統計データの可視化ツールとしてのGISから始まり、専用コンピュータによるCADに類似した対話的な施設情報管理システム（AM/FM）を経て、さらに専用のマイクロプロセッサ構成による自動車の運転支援を行うカーナビゲーションシステム、最近ではインターネット上で空間情報と一般のマルチメディアとを関係付けた状態で提供可能な地理空間情報サービスシステム（GSIS）へと急速に変遷している。

一 * 相互運用インタフェースの標準化 * 一

このような急速な変遷の歴史において、特に最近のインターネット/イントラネットの環境下においては、従来のコンピュータシステム構成上の影響以外に情報提供方式にかかわる大きな改革が行われようとしているといってもよい。それは複数のシステムが分散して協調動作が可能な相互運用方式による複数コンテンツの並列検索機能にある。すなわち、ユーザが必要とするコンテンツが格納されている複数のサーバを同時にアクセスし、並列に検索された結果をユーザが望む形式へ動的に合成することが可能となる機能である。

ところがこのような並列検索結果の合成を行おうとする場合に問題となるのが、相互運用のためのインタフェース方式である。従来、地理情報共有のためのインタフェースとして、すでに多くの標準ファイルフォーマットが制定されてきている。たとえば、US-NISTのSDTS（Spatial Data Transfer Standards）やNATOのDIGEST（Digital Geographic Standards for Transformation）等が国際的に制定されてきた。しかしこのような標準ファイルフォーマット方式では、1つのGISファイルから他のGISファイルに変換するためには、毎回データベースのコピーを作成しなければならず、データ変換コストが膨大になることやリアルタイムな変換ができないなど多くの問題が発生していた。

そこでこれらの問題を打開するために、相互運用のた



From the Corporate Brochure of OpenGIS Consortium
<http://www.opengis.org>

図-1 OpenGISが拓く地理空間情報の相互運用イメージ

めの標準インタフェースを策定する各種の組織が設立されている。その代表例として、ISO-TC211委員会やOpenGIS Consortium（以降OGCと略称）等がある。特に後者のOGCでは、地理空間データモデルの抽象化規定だけでなく、CORBAやJava等の分散オブジェクト技術を反映した実装規定を公開している点に注目される（図-1にOGCが拓く地理空間情報の相互運用イメージを示す）。

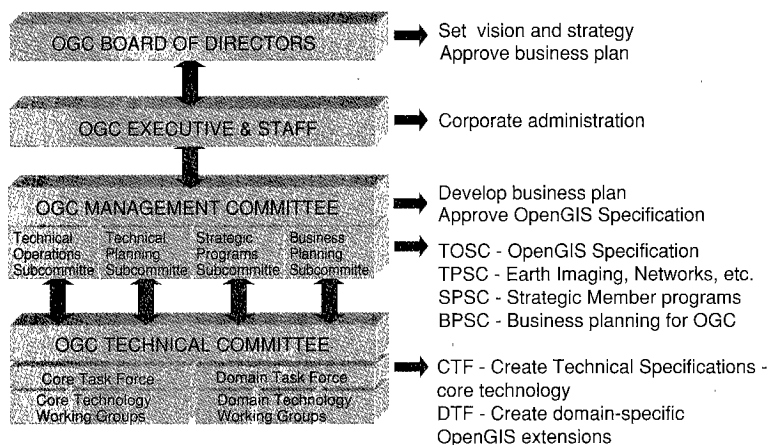
OGC (OpenGIS Consortium)

－＊ OGCの生立ちと運営 ＊－

OpenGIS (Open Geodata Interoperability Specification) ¹⁾ コンソーシアムは、1994年に米国陸軍の地理情報策定グループが核となり、空間データの情報基盤化やGISの相互運用インタフェースの標準化を目的とした民間主導の団体で、世界26カ国のGISベンダや計算機ハードウェアおよびソフトウェア会社などを中心にして、185組織の参画を得て運営されている。そして技術委員会として、カタログ・カバレッジ・地物・幾何特性およびシステムアーキテクチャ等を策定する11のCore Task Forceと、防衛・防災やテレコムといった各分野別の課題を策定する4つのDomain Task Forceとで構成されている（OGC全体の組織を図-2に示す）。

この空間データの情報基盤化の観点では、以前からヨーロッパの政府機関を中心に国際標準化を目指したISO-TC211委員会の活動があるため、OGCにおける活動がどのように違うのかが比較されることが多くなっている。

この比較に対してOGCでは、GISの相互運用に関する規定を単に論理的な標準モデルにとどめないで、実際の



From the Corporate Brochure of OpenGIS Consortium
<http://www.opengis.org>

図-2 OpenGIS Consortiumの全体組織

実装技術を反映した実装規定にまで具体化している点に特色がある。すなわちOGCでは、地物や幾何特性およびメタデータ等に関する抽象化規定と各種の分散オブジェクト技術別に相互運用の実装方式を記述した実装規定の2種類を用意している。さらに後者の実装規定では、GISベンダが開発したソフトウェア製品が、その規定に適合するかどうかの認定試験制度を設けている。これらの標準化策定や認定試験制度によって、民間のGISベンダを中心にした標準化活動は大変活性化しているといえる。

－＊ OGCの標準化規定の内容 ＊－

OGCが狙っている相互運用インタフェース標準化の目標は、一般ユーザによる地理空間情報処理の活動をオープンなインタフェースを介して容易にすることにある。OGCで作成されたオープンなインタフェースのライブラリはOpenGIS規定と呼ばれる。この規定には、すでに前節で述べたように抽象化規定と実装規定の2種類用意されており、各規定集のタイトルとその概要を表-1と表-2に示す²⁾。

まず抽象化規定では、17のトピックに分かれた詳細な抽象化モデルの記述と規定を行っており、これらの中の地物やメタデータおよびカバレッジ等に関するトピックに関しては、ISO-TC211の内容とかなりの部分が重複している。しかし用語やモデルの定義が微妙に異なっており、OGCの場合にはどちらかというモデルや対象範囲を覆うことの厳密さよりは、実装に向けた実用面を重視する方向のまとめ方となっている。そして将来的には、差分をISO-TC211への提案事項としてマージされていく方向のまとめ方を狙っている。

次に実装規定について概説する。理想的には表-2に示されたように、8つの実装規定の候補が挙げられている

Topic	Volume Name/Status	Work Group or Special Interest Group
Topic 0	OpenGIS Architecture 基本クラスと型と型を定義して、相互運用のためのクライアントとサーバの技術的な合意点を設定	Core Task Force Editor
Topic 1	Feature Geometry ISO/TC211, JTC1/SC32との協調関係にて策定中 点・線・ポリゴン基本クラス完成、曲線・面・ソリッド・複合図形へ拡張	Geometry WG
Topic 2	Spatial Reference Systems POSCとの協調関係にて、世界で使われているSRSの集合体を調整。 SRSサービスに関するRFPを1999/11月に提出予定	Coordinate Transformation WG
Topic 3	Locational Geometry Structures ISO/TC211との協調関係にて策定中 地名辞書・住所等の一般的な空間参照システムを規定化	Coordinate Transformation WG
Topic 4	Stored Functions and Interpolation TIN, Segmented Line, ImageのResampling等に見受けられる処理関数を規定化	Coverages WG
Topic 5	The OpenGIS Feature 地物の概念をオブジェクトと同様な一般概念に対応。特にSimple Featureに限定した実装規定が策定され、OGCの認定製品が出始めている	Feature SIG
Topic 6	The Coverage Type Gridded Coverageに特化した詳細インタフェースを規定化。これを基に一般的なカバレッジへの拡張を1年以内に実施予定	Coverages WG
Topic 7	Earth Imagery Case 映像特性の他に幾何特性とカバレッジ関数を備えたモデルを規定化。さらにTopic 15, 16に分割して具体化	Coverages WG and Image Exploitation Services SIG
Topic 8	Relationships Between Features Feature関係を用いた相互運用を可能とする情報構造を規定化	Feature Identity and Relationships WG and Feature SIG
Topic 9	Quality コンテンツ品質がアプリケーション要求精度に適合するかどうかのインタフェースを規定化	Metadata SIG
Topic 10	Feature Collections フィーチャのグループ化と分解に関する相互運用性を可能にするインタフェースを規定化	Feature SIG
Topic 11	Metadata ISO/TC211との協調関係にて策定中 ISOとOGC間のメタデータの名称と内容に関する合意がとれつつある	Metadata WG
Topic 12	The OpenGIS Service Taxonomy 委員長交代とWMTの影響を受け、従来のサービスアーキテクチャだけでなく、全体のシステムアーキテクチャを再度策定開始	The Services Architecture SIG
Topic 13	Catalog Services ユーザの要求するデータとサービスの探索根拠となるメタデータを記憶するインタフェースの規定化	Catalog WG
Topic 14	Semantics and Information Communities Semantic XMLと共に新規立上げ中 特に、XMLによるセマンティックス記述の標準化（オントロジ等）を策定中	Core Task Force and Semantics SIG
Topic 15	Image Exploitation Services 地域イメージ、リモートセンシングデータ等の空間データストアの生成管理に関するサービスを規定化	Image Exploitation Services SIG
Topic 16	Image Coordinate Transformation Services Topic 15をサポートする座標変換インタフェースを規定化	Image Exploitation Services SIG and Coordinate Trans WG

表-1 OpenGIS Abstract Specification

Spec	Volume Name/Status	Revision Status
Spec. 1	Simple Features Implementation Specification 幾何特性（点・線・ポリゴンで構成される簡単なベクトル図形の利用）、空間参照システム（たとえばメルカトル写像や経緯度系）、フィーチャ属性（たとえば領域カテゴリや道路形式）で記述されるシンプルフィーチャによる相互運用の実装を規定するもので、すでに分散オブジェクトの実装方式に対応した3種類の実装規定が出版されている	
	Simple Features Specification For SQL RDBMSのSQLを基本にしたシンプルフィーチャの実装規定で、ORACLE, ESRI, IBM等から適合試験に合格したソフトウェア製品が出されている	Revision 1.1
	Simple Features Specification For OLE/COM マイクロソフトのOLE/COM分散オブジェクトメカニズムに基づくシンプルフィーチャの実装規定で、CadCorpから認定試験に合格したソフトウェア製品が出されている	Revision 1.1
Spec. 2	Simple Features Specification For CORBA OMGのCORBA分散オブジェクトメカニズムに基づくシンプルフィーチャの実装規定	Revision 1.0
	Grid Coverage Implementation Specification 衛星画像・航空写真・デジタル高低差データおよび他のグリッド化データを用いたグリッドカバレッジに関する実装規定で、抽象化規定Topic 6で記述されている内容に準拠	under preparation
Spec. 3	Catalog Services Implementation Specification Webベースの地理空間データやデータ処理サービスのためのオンライン型自動ディレクトリやクリアリングハウス機能のための一般アーキテクチャ、現在OGCメンバには利用可能	under preparation
Spec. 4	Presentation (Web Mapping) Specifications オープンなWebベースのクライアント/マップサーバ相互作用に対する要求と応答に関して標準プロトコルを規定、WMT (Web Mapping Testbed)プロジェクトの成果を用いる予定	WMT Phase 1に基づく規定公開
Spec. 5	Feature Identity & Relationships Specification フィーチャ識別子の動作をモデル化するインタフェースのための実装規定	under preparation
Topic 6	Geometry Specification 3次元フィーチャや楕円・スプライン等より複雑な幾何特性を持つフィーチャの幾何特性	under preparation
Topic 7	Ordinary Coverages Specification ポリゴンカバレッジ・TIN・セグメントカバレッジなど一般的なカバレッジに拡張	under preparation
Topic 8	Coordinate Transformation 頑強で一般的な地球座標系の変換サービスを提供、1999年11月までにRFP決定	under preparation

表-2 OpenGIS Implementation Specification

が、現在までに策定され正式の規定ドキュメントとして公開されているのは、簡略化した地物モデルに基づくSimple Feature規定である。このSimple Feature規定に注目すると、さらにSQL, CORBA, OLE&DCOM, Java等の分散オブジェクトの実装技術に対応した実装規定がそれぞれ用意されている。これらによって、CORBA, DCOM,

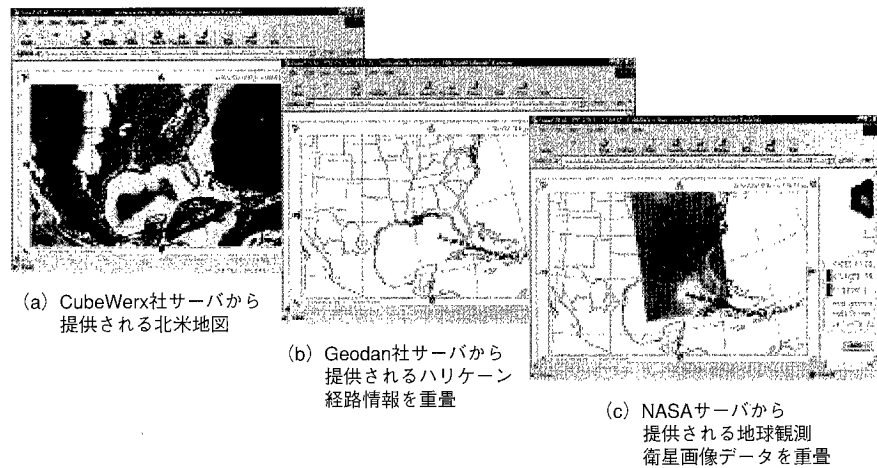


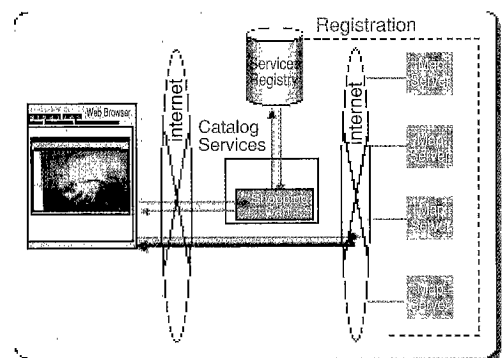
図-3 WMTプロジェクトで実現された表示画面

Java等分散オブジェクトの実装上の微妙な差異を個別に規定している。

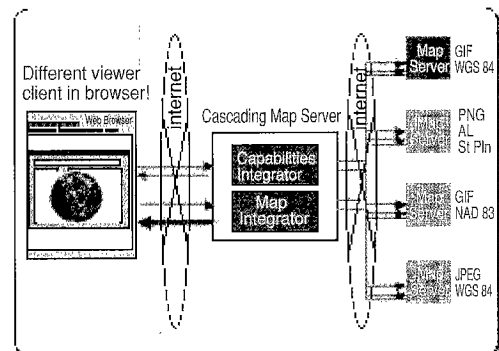
このような実装規定をより実用的にするため、OGCでは規定規則の策定方針として、実際のプログラム開発からのフィードバックを重視している。上記Simple Feature規定は、複数のベンダが共同して開発したプロトタイプ上で動作することが確認されている内容を基本に構成されており、その開発過程で発生した仕様変更等も反映されている。最近では、次節で述べるようなWMT (Web Mapping Testbed) プロジェクトで採用された内容をまとめてプレゼンテーション実装規定を素早く策定するような新しい試みも行われている。

— * WMT (Web Mapping Testbed) プロジェクト * —

以上のような標準化規定の策定の他にOGCでは、相互運用に関する開発とその試行を行うプロジェクトを頻繁に組織して、最新のWeb Mapping技術の有効性を確認する機会を設けている。その中の一つとして、最近組織されたものにWMT (Web Mapping Testbed) プロジェクトがある。このプロジェクトでは、次世代相互運用型Web-base Mapping技術の評価と開発を目的として、まずスポンサー組織が募集された。この呼びかけに対して、米国政府関係から、NIMA (National Imagery and Mapping Agency), FGDC (Federal Geographic Data Committee), NASA等の4組織と、オーストラリアのWWW Mapping ConsortiumおよびAUSLIG (Australian Surveying and Land Information Group) が応じた。一方このWMTプロジェクトへの参画企業としては、米国：14、ヨーロッパ：7、カナダ：6、日本：3、オーストラリア：1の31組織に及んだ。



(a) カタログからのショッピングカート要求方式



(b) カスケードマップサーバによる並列アクセス

図-4 WMTプロジェクトで実現されたシステム構成

WMTプロジェクトで実現されたこと

今年(1999年)1月の技術募集を皮切りに、分散した資源の相互運用に関する標準インタフェースの設立を狙って、複数の企業グループに分かれた討論と開発が急速に実行され、9月には第1期の相互運用可能なプロトタイプのデモンストレーションに成功した。このデモに至るまでの過程で策定されたインターネットGIS技術の成果としては、各ベンダのWeb Mapping技術の解析とカテゴリ化やXMLの実装方式等いろいろ考えられるが、結局一番大きな成果としては、複数のMap Serverから提供される地図コンテンツを並列に検索・統合して表示する機能を実現したことにあるといえる。

すなわち、今回のデモンストレーションシナリオでは、メキシコ湾から到来するハリケーン災害からの復旧支援が題材にされ、米国地図・衛星画像・ハリケーン経路・沿岸状況・避難経路など各種のコンテンツがFGDC, NASA, アラバマ州など各種の機関から提供され、しかもこれらのデータはESRI³⁾, Intergraph⁴⁾, Geodan, Laser-Scan, Social Change等の各種ベンダ会社提供のMap Serverで管理されるといった形態がとられた。そしてこれらのMap Serverから提供される複数のコンテンツを、CubeWerx社のサーバにて統合してクライアントへ重畳表示する機能が実現された。その表示サンプルを、図-3に示す。

このような国際的な複数のベンダが各社のオリジナルの技術を出し合って1つの主題地図を生成して情報サービスするシステムの実現は、本プロジェクトが世界で最初に行ったことになり、米国政府やオーストラリア政府などから賞賛されている。

WMTのシステムアーキテクチャ

それでは、このWMTプロジェクトで実現されたシステムアーキテクチャの構成について概要を紹介し、地理空間情報処理技術の観点からの意義を説明したいと思う。今回実現されたハリケーン災害からの復旧支援では、報道から状況把握および復旧活動に至るまでの工程に各種の空間情報が必要となり、しかもそれらのコンテンツはユーザから自由に取捨選択して地図上にマッピングできなければならない。そのために、まず図-4 (a) に示されるようなカタログサービスからのショッピングカートアーキテクチャが導入された。次に図-4 (b) に示されるような異なる形式のコンテンツ(この図の場合にはgif, jpegなど画像形式の差が示されている)をクライアントからは意識することなく、複数のMap Serverを並列にアクセス可能にするCascading Map Serverが導入された。これらの機能によってユーザは、必要とするコンテンツを自由に取捨選択してショッピングカートに入れるだけで、コンテンツの並列アクセスとそれらをマージした重畳表示が可能となる。なおこのCascading Map Serverのシステムアーキテクチャは、第3世代のメディアータ並列管理システムに分類される。

これらの機能は、3つの形式の標準プロトコル(GetMap, GetCapability, GetFeatureInfo)の制定により実現されている。そしてこれらの各プロトコルの役割は次のようになっている。

GetMap : 多くのWeb Mappingの表示対象をマージして1つの表示対象とするためのコミュニケーションプ

ロトコル。

GetCapability : Map Serverがどのようなコンテンツを提供できるかを説明する(または問い合わせる)ためのプロトコル

GetFeatureInfo : Web Mappingの地物に関する情報を得るための問合せプロトコル

さらにまたこれらのプロトコルの記述方法としては、リストの並びによる記述の他にXMLによる記述も制定され、より明快な記述が可能となっている。

今後の展望

以上OGCの生立ちから相互運用インタフェース規定、およびWMTに代表される最新の状況に至るまでの紹介を行ってきたが、さらに今後の地理空間情報処理の展望についてまとめておきたいと思う。

すでに述べたように、インターネット技術はすべてのGIS製品へ適用される状況にあり、Web Mapping技術に代表されるように、むしろ地理空間情報処理の中核技術としての位置付けにあるといえる。またその適用分野としては、従来の専門家向けエンジニアリングシステムにとどまらず、一般ユーザのためのコンシューマ向け地理空間情報提供システム(GSIS)としての重要性が高まっている。特に後者のGSISとしては、モバイル環境下で今後さらに大きく発展することが予想される。すなわち従来のパーソナルコンピュータによるデスクトップ環境から、PDA(Personal Digital Assistants)やスマートフォン(特にi-modeやEZ-Access等のWebブラウザを備えた携帯電話をスマートフォンと呼ぶ)によるモバイル環境での利用が大きくなると見込まれる。さらにこのスマートフォンに関しては、米国のFCC(Federal Communication Committee)が勧告しているように、緊急通報のための位置情報提供機能を備えることが義務付けられる傾向にあり、その役割は今後ますます重要なものになることが予想される。

そしてこれらの急速なニーズに呼応して、今後ますますOGCに代表される相互運用インタフェースの標準化規定の範囲が拡大され、世界中の地理空間情報コンテンツをいつでもどこでも気軽に利用できるような情報インフラストラクチャの実用化が期待される。

参考文献

- 1) OpenGIS Consortium: <http://www.opengis.org>
- 2) McKee, L.: Inside the OpenGIS Specification, OpenGIS Consortium (1999).
- 3) ESRI社: <http://www.esri.com>
- 4) Intergraph社: <http://www.intergraph.com/software/gis>
(平成12年2月14日受付)

