◆ 特集：GIS の国土管理への活用 ◆

GISを用いた国土管理情報基盤の整備手法

青山憲明* 奥谷　正**

1. はじめに

高度な国土マネジメントを実現するためには、国土全体を観測する観測システム、国土管理情報を流通させる情報ネットワーク、国土管理情報を蓄積、管理、配信する情報拠点などのハードの整備と、観測された情報を分析、予測するためのアプリケーション、情報の相互流通と共有化のための情報基盤などの国土管理技術の整備が必要である。

国土マネジメントに関する情報は、その対象範囲が広く、また国や地方の行政機関、大学や研究所等の研究機関、民間企業などでの幅広い利用が想定されている。国土管理情報の収集・作成には多大なコストが生じるために、整備のためのコストの重複投資を避けて、一度作成された情報はできるだけ多くの利用者が利用できることが望まれている。

このため、国土マネジメントに関する情報を共有できる環境を整えること、すなわち、情報ネットワークによる国土管理情報の管理・運用方法の確立と情報の標準化が重要となる。

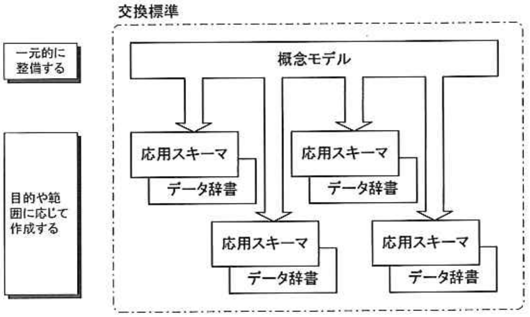
総合技術開発プロジェクト「先端技術を活用した国土管理技術の開発」(以下、国土管理総プロとよぶ) において、著者らは、道路、河川、防災などの各部門で共通利用する情報を国土管理基盤情報 (GISで扱える国土管理のための基盤情報) と位置づけて、特定のGISアプリケーションソフトに依存しないデータの整備方法と、国土管理基盤情報を相互流通、共有化するための情報基盤や運用方法の確立のための研究を実施した。前報1) では、中間的な研究成果として、国土管理情報基盤の必要性、概念、全体像、構成要素と、国土管理基盤情報の概念モデル作成方法などを報告したが、本報ではその後の研究成果であるGISを用いた国土管理情報基盤の整備方法について報告するものである。

なお、国土管理総プロにおいては、「国土管理」と「国土マネジメント」の使い分けを行っている。国土マネジメントは、国土を構成する要素間のバランスを回復し、統合性を生み出すといった広い概念で、関与する主体も、国や自治体だけでなく、住民は民間企業などを含めた多様な参加主体が関与するものを指している。従来の国が実施する公物管理に代表される国土管理と区別している。本報でも、単独で国土マネジメントと記述する場合は、同様の使い分けを行っている。

2. 国土管理基盤データ概念モデル

概念モデルは、想定される業務やサービスをサポートする汎用的なモデルであり、標準化するデータの対象範囲や分類を示すものである。国土管理基盤データの概念モデルは、基盤データ全体を俯瞰し、国土管理基盤データに含まれる情報群とその分類を明確化するためのものである (図－1)。このような国土管理基盤データの全体マップとしての役割を担う概念モデルを作成することにより、次にあげるような効果を見込んでいる。

- データの整備主体が所有しているデータや、データの利用者が利用したい情報が、国土管理基盤データに含まれているかどうかを効率的に確認することができる。
- スキーマを作成する際の優先順位や役割分担を



図－1　国土管理概念基盤データのモデルの概念

Methodology for Organizing National Land Management Information Infrastructure based on GIS

検討するための基礎資料となる。また、重複作業を排除することができる。

国土マネジメントは、国土を構成する自然環境、社会環境、社会基盤、建築・都市空間、人間活動にわたる様々な要素が全体としてバランスのとれた状態に移行していくことが目的となる。このため、京都大学防災研究所岡田憲夫教授が提唱された「国土システムの5層モデル」(国土を構成する5つの要素に分類したモデル）を用いて基盤データの情報群を分類整理した（図－2)。また、基盤データは、5層モデルに含まれる国土を構成する要素以外に、それらに影響を与える事象や5層モデルの要素全体に関係する画像データも含まれるものとした。

このように分類整理した概念モデル（案）の情報群（クラス）をUML（注1）で記述した。また、UML記述とは別に、その構成の全体像を図－3に示す。この図は、概念モデルの全体像を分かりやすくイメージ化したもので、概念モデルの主要な情報群（クラス）を表現したものである。

3. 国土管理基盤データのスキーマ、データ辞書の整備方法

(1) 国土管理基盤データのスキーマ作成にあたっての基本方針

国土マネジメントにおいて、交換・共有すべき情報の多くは属地性が高く、GISにおける利用を考慮した場合は、空間データとして取り扱うことが適当である。そのため、これらのデータ構造を記述するスキーマ（注2）は、空間データ交換におけるスキーマの記述方法やそこで利用する空間スキーマ、時間スキーマを定めた地理情報標準に従って、国土管理基盤データのスキーマをUMLのクラス図（注3）で作成するものとする。

また、国土管理基盤データのスキーマや、データ辞書を作成するにあたっては、できる限り以下に示す方針に従うものとする。

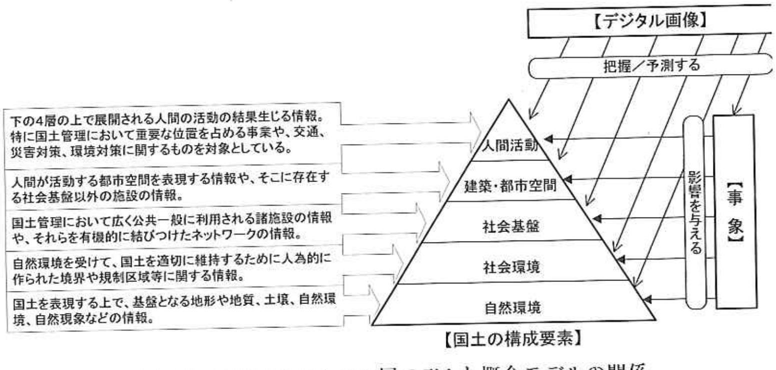
- 法令等で規定されている用語や、一般的に利用されている用語を利用する
- 整備主体の情報資源を用いるとともに、できるかぎり普遍的、汎用的な構造となるようにする
- データ交換の対象となる地物は、空間特性と時間特性を有するものとする
- 地図情報レベル1/500～2500程度の利用を想定した空間属性を定める

(2) 動的データの構造化方法

これまでもGISの利用を目的としたデータの標準化には、地理情報標準に従った応用スキーマが作成されているが、日々更新されるような動的情報についてはGISの利用を目的とした応用スキーマの作成事例は少ない。しかし、国土マネジメントを実施する上では、災害等の突発的事象や、定期的に観測される自然現象の変化を静的データと重ねて利用することが重要である。そこで、「日単位よりも高い頻度で定期的に得られるデータ、もしくは迅速な更新・提供が求められる非定期的データ」を動的データとして、そのデータ交換のためのスキーマ作成方法を検討した。

動的データには、雨量や水位など決まった地点で定期的に観測されるデータ、車両や地震など決まった地点であるが非定期的に観測されるデータ、災害状況のように不定点で非定期的に観測されるデータなど、空間特性、時間特性等の違いで表－1のようなものがある。このような種々の動的データを分類毎にスキーマのデータ構造を検討した。

検討の結果、基本的にはデータ交換の対象となるデータは、識別番号や名称などの主題属性による直接的なデータ関連づけとあわせて、時空間範囲を特定する空間特性と時間特性を有することを基本とするスキーマ作成を提案した。通常は、特定のシステム内で利用する動的データは空間特性と関連づけた固有の識別番号や名称とともにデータ交換することで空間位置が把握できる。しかし、複数の組織、機関から提供

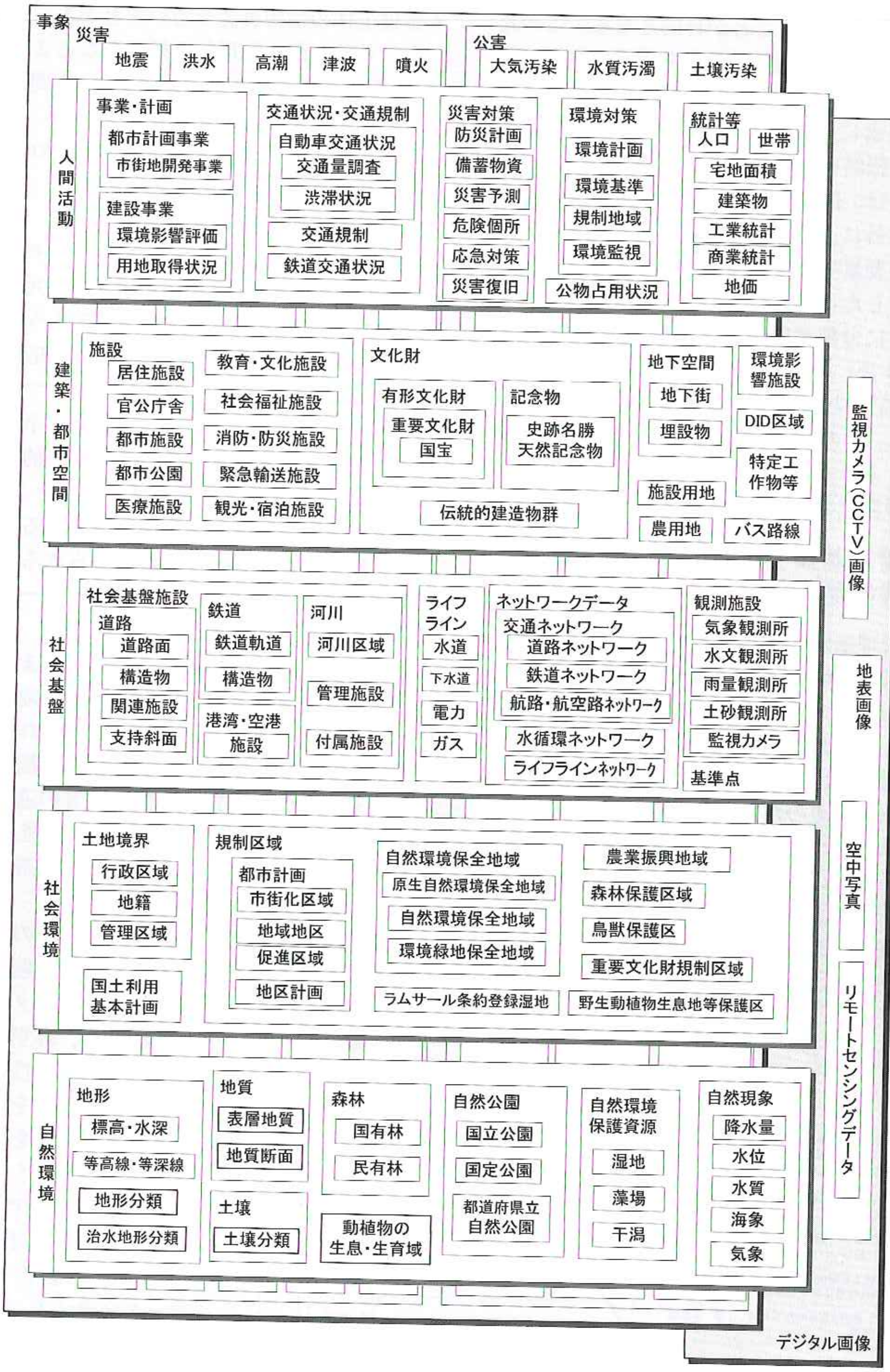


図－2　国土システムの5層モデルと概念モデルの関係

を受ける基盤データでは識別番号の管理が繁雑となることや、必ずしも識別番号が利用できない場合を想定してこのような提案となった。

(3) 定点観測データの構造化方法

雨量や水位などの観測値は、観測値に加えて、観測条件（観測方法、観測周期、観測者など）がそのデータに付加されることで、観測値の信頼性が高まる。ただし、観測条件は基本的には毎回変



図－3　国土管理基盤データの概念モデル（案）の全体像

化しないことから、観測値と観測条件を別の地物としてとらえる。これによって、観測値は動的データとして交換すべき最低限の情報だけでよく、静的に保持する観測条件と動的に交換される観測値と関連づけて利用することができる。

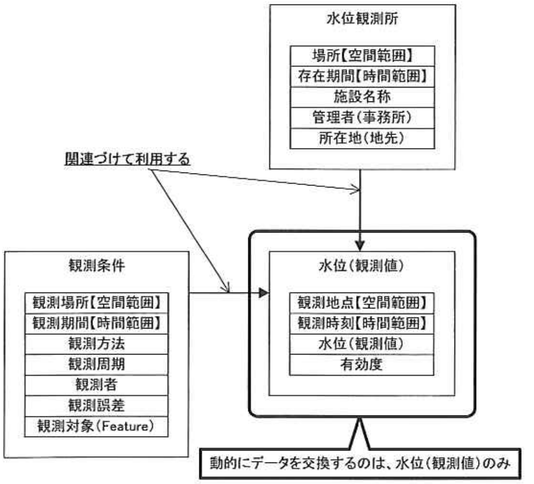
このような検討結果に基づいて、観測条件等と関連づけた基盤データの構造化方法を提案することにした。図－4に定点観測データの構造化のイメージを示す。

(4) 不定点観測データの構造化方法

不定点観測データは、主に人為的な観測である巡視などにより得られる被害状況、障害物などが含まれる。これらのデータでも、どのような条件で観測されたのか、だれが観測したのかといった情報は必要であるが、これらの情報は定点観測データの場合とは違い、動的に変化する。

表－1　動的データの分類

分類	空間特性	時間特性	例
①定点・定期観測データ	一定	定期	雨量，水位，騒音，路面状況，等
②定点・非定期観測データ	一定	非定期	車両（路側センサーによる），震度（地震計による），等
③非定点・定期観測データ	不定	定期	車両（プローブカーによる），等
④非定点・非定期観測データ	不定	非定期	浸水状況，被害状況，障害物，等
⑤規制・指定データ	不定／一定	非定期	通行規制，予警報，避難勧告，等
⑥解析データ	不定／一定	非定期	浸水予測，渋滞予測，最適経路，等



図－4　定点観測データ（例：水位）の構造化イメージ

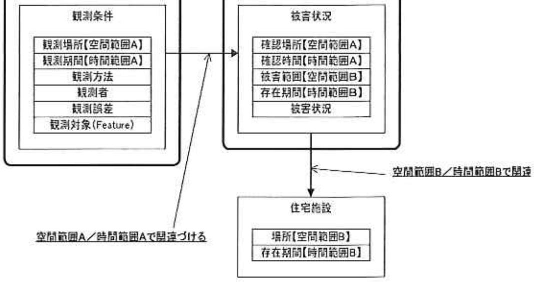
そこで、不定点観測データは、定点観測データと異なり、観測条件と観測対象のデータをどちらとも動的に交換する必要がある。従来は、このような観測条件と観測対象は、1つのオブジェクトとして取り扱っていたが、より汎用的なデータ構造とするため、観測条件と観測対象を分離させてデータ交換を行うものとする。その理由は、観測対象のデータ構造は、観測方法によらず一定であるとし、観測条件のデータ構造が変化しても影響を受けないようにするためである。

例えば、図－5の例にある被害状況は、巡視などの観測の結果得られる情報であるとともに、シミュレーション等による解析の結果得られる予測値としても取り扱うことができる。そのため、被害状況そのものは、観測結果としても、解析結果としても利用できるように一般化し、観測条件／解析条件を別に取り扱う。また、被害状況は、観測／解析などによる確認の空間／時間範囲（A）と、被害状況そのものが存在する空間／時間範囲（B）の双方を有し、例えば被害範囲内に存在する住宅施設を抽出する場合には、被害状況そのものが存在する空間／時間範囲（B）を利用して、住宅施設と関連づけるものとする。

(5) 規制・指定データの構造化方法

通行規制の発令、予警報の発令、避難勧告などの規制・指定データは、厳密にはある条件で観測した結果としてとらえることもできるが、利用する上では観測条件にあたるデータは必要ない。そこで、これらのデータを交換する際には、観測条件にあたる情報は交換しないものとする。

なお、図－6の例にある通行規制データの場合、通行規制箇所を考慮して、迂回路や最短経路などを選定するためには、道路（ネットワーク）データと関連づける必要がある。その場合、通行規制



図－5　不定点観測データ（例：被害状況）の構造化イメージ

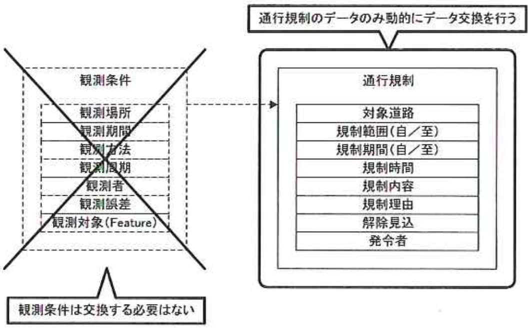
データそのものに直接的な空間形状を持たせる方法もあるが、対象道路の道路種別、路線番号、規制区間（自／至）などの属性により、間接的に対象道路を特定し、道路（ネットワーク）データと関連づけるという方法もある。

(6) 解析結果データの構造化方法

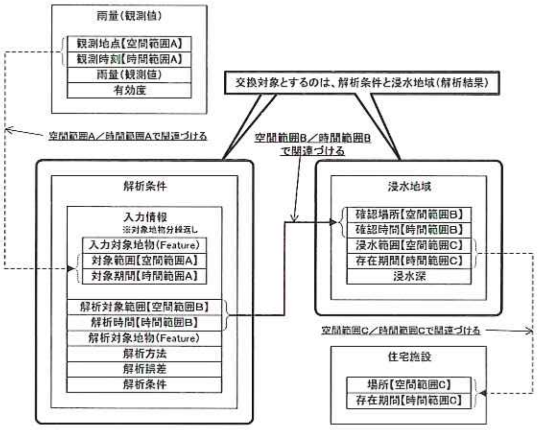
浸水予測、渋滞予測、最適経路、等の国土マネジメント上、汎用的に利用でき、その利用価値が高い解析結果に関しては、国土管理基盤データの一部として、データ交換の対象とする。

このような解析結果の情報は、解析結果そのものにあわせて、解析の方法や、条件のみならず、解析に用いた地物、事象、画像のデータも明確にする必要がある。但し、解析に用いた入力データまで交換対象に含める必要はなく、国土管理基盤データに存在する場合は、その対象地物、事象、画像の名称と範囲を解析データに明記し、国土管理基盤データに存在しない場合は、テキストで利用データの内容を記載するものとする。

また、図－7の例にある浸水地域は、解析による空間／時間範囲（B）と、浸水地域そのものが存在する空間／時間範囲（C）の双方を有し、例えば浸水地域内に存在する住宅施設を抽出する場合には、浸水地域そのものが存在する空間／時間範囲（C）を利用して、住宅施設と関連づけるものとする。間接的に対象道路を特定し、道路（ネットワーク）データと関連づけるという方法もある。



図－6　規制・指定データ（例：通行規制）の構造化イメージ



図－7　解析結果データ（例：浸水予測）の構造化イメージ

4. 国土管理基盤データの整備方針

国土管理基盤データの整備、運用にあたっては、その範囲が広く様々な専門分野に関わることから短期間で全体を整備することは難しく、また整備された国土管理基盤データも長期にわたるメンテナンスが必要とされる。

そのため、データ交換・共有性の高いものや費用対効果の大きいもの、すでに電子化、標準化の取り組みが進んでいる範囲について、国土管理基盤データの概念モデルに基づいてスキーマ及びデータ辞書を段階的に整備し、これに基づくデータ整備を進めていく必要がある。国土交通省では、地形や地質といった基盤データから、道路、河川、港湾等の社会基盤、気象、水文の観測結果、災害対策に関する情報などが、国土マネジメントにとって非常に有効なデータであり、優先的に整備すべきデータと考えられる。

また、国土マネジメントを的確に実施するためには、できる限り最新のデータを利用する必要がある。基盤データの整備主体にはできるだけ鮮度の高いデータの整備、提供が求められる。また、利用者側においても、最適な更新頻度を定め、データを更新していく必要がある。

しかし、他機関から提供されるデータを用いてアプリケーションのデータを更新する場合、

①アプリケーション側で整備したデータとの関連性の確保

②部分的に更新した箇所と更新していない箇所の調整

といった課題が発生する。①は、他機関データに関連づけて自機関データを新たに整備する場合に、他機関データが更新された場合には、自機関データを欠落なく、更新された他機関データに関連づけなければならない。この場合、識別番号等により直接関連づける方法と、時空間範囲に占める位置やその他の属性により間接的に関連づける方法がある。直接関連づける方法では、データの提供

主体が識別情報を過去のデータも含めて一意に管理、提供しなければならない。他方、時空間範囲を占める位置等で間接的に関連づける方法では、同じデータ（地物）であるにもかかわらず、空間形状が変更された場合関連づけできないといった問題があり、空間形状のずれの許容範囲を設定する、その他の属性とあわせて識別するといった方法が必要となる。

データ更新の課題についての解決方法の検証が必要であるが、本研究では実施できなかったため、今後の課題である。

5. 国土管理基盤データの運用システム、運用方法

運用システムとは、国土管理基盤データを交換・共有するための仕組みであり、①通信ネットワーク、②ハードウェア（基盤データ格納サーバ、ゲートウェイサーバ等)、③ソフトウェア（基盤データの管理、提供、交換標準へのデータ変換のためのアプリケーション、ビューア等の利用者支援GISソフト等)、④運用体制（システム、データ及びデータモデル等の管理、提供主体のデータ変換、質問等の回答のための人員等）で構成される。

考えられる運用システムとしては集中管理方式と分散管理方式が想定される。集中管理方式は、基盤データの複製、管理をデータセンターで一元的に行う方式で、利用者はデータセンターから基盤データを取得することができる。一方、分散管理方式は、基盤データを各整備主体で管理し、利用者は直接整備主体からデータを取得する方法である。分散管理方式には、データセンターに設置したクリアリングハウスゲートウェイサーバでデータの所在を確認して管理主体のデータベースにアクセスする方法と、データセンターを介さずWebサービスでデータを検索してアクセスする方法が考えられる。整備主体、利用者のシステム環境が整備されていない段階では集中管理方式をとり、システム環境整備の進捗によって分散管理方式に移行していくものと考えられる。

これらの運用システムの構築は、国が中心となり、地方自治体、NPO等の協力で整備する必要があるが、特に国土交通省がその役割を担っていく必要があると考えられる。

6. まとめ

GISを用いた国土管理情報基盤の整備手法について、国土管理基盤データの概念モデルとスキーマ、データ辞書の整備方法、国土管理基盤データの整備方針、運用方法の研究成果の概要を述べた。その成果は、国土管理総プロの報告書[2]で公表するとともに、「国土管理における情報基盤のあり方」[3]にまとめ、国総研GISサイトから公開している。

国土交通省ではGISを用いた様々なシステムの構築が予定されるなか、GISデータの交換のための標準化活動も始まりつつある。今後の課題として、本成果がこれらの標準化活動に反映されることが重要であり、そのための周知、働きかけをしていく必要がある。

注1 UML（Unified Modeling Language）：GISで用いられている概念スキーマ言語。概念や要素を視覚的な関係図で表現し、正確に情報を伝えることができる。

注2 スキーマ（schema）：データの型や定義、他のデータとの関連等を定めたデータ構造

注3 クラス図：類似した情報群（クラス）と他の情報群の関係を表した関係図

参 考 文 献

1) 奥谷他，国土管理のためのGISを活用した情報基盤の開発，土木技術資料第43巻第8号，（財）土木研究センター，20～25頁，2001.8
2) 国土交通省総合技術開発プロジェクト先端技術を活用した国土管理技術の開発報告書，国土交通省，2-1～2-101頁，平成15年3月
3) 国土管理における情報基盤のあり方，http://www.gis.nilim.go.jp/

青山憲明*

国土交通省国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター情報基盤研究室主任研究官
Noriaki AOYAMA

奥谷　正**

国土交通省四国地方整備局土佐国道事務所所長（前国土交通省国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター情報基盤研究室室長）
Tadashi OKUTANI