

## 7 ユーザニーズに基づいた空間データの効果的な利用方法についての新しい提案

### New proposal on how to effectively use spatial data based on user needs

亀井慎一郎<sup>1</sup>・白木渡<sup>2</sup>・大林成行<sup>3</sup>

Shinichiro Kamei, Wataru Shiraki and Shigeyuki Obayashi

**抄録**：地球観測データの多様化と精度向上が進む中で、空間データの利用技術に関するニーズも急速に拡大しようとしている。一方で、実体航空写真や地球観測データに代表されるように、シーン単位でのデータ配布体制が利用の促進に大きな阻害要因になっていることが指摘されるようになってきた。本研究は、ユーザニーズに基づいた空間データの利用方法について多くの視点から検討を行い、現場での効果的な利用を前提にした数多くの技術開発を行ってきたものである。膨大な量の空間データを蓄積した上で、1つ1つの技術について実証している点に特徴がある。

**Abstract**：While diversification and accuracy improvement for remote sensing data are being progressed, needs on the application technologies for the spatial data are in the pipeline for the rapid expanding. On the other hand, it is being pointed out that insufficient data providing system for each scene became significant adverse factors as typified by aerial photographs and remote sensing data. This study has conducted comprehensive examinations on how to use the spatial data based on user needs from many points of view, and has carried out many technical developments based on the effective use at each field. It has a feature in validating technologies one by one after accumulating an enormous amount of the spatial data.

**キーワード**：地球観測データ、空間データ、データベース、データセット、データ処理、データ解析、主題図

**Keywords**：Remote sensing data, Spatial data, Database, Data sets, Image processing and analysis, Thematic map

#### 1. はじめに

空間分解能と波長分解能の急速な向上といった地球観測データ（以下、衛星データと言う）の高精度化に加えて目的別に設計された地球観測衛星の運用による観測センサの多様化が実現することによって、人工衛星から得られる衛星データが空間データの中核として大きな役割を担うようになってきた。多くの面で衛星データは、航空写真や地形図などに代表される従来の空間データを凌駕する利用効果が得られるようになってきた。今後の空間データは衛星データが主体になって新しい発展の方向を模索していくことになることは容易に想像ができる。

フロンティア分野の1つとして位置付けられている我が国の宇宙開発利用技術は、ロケットや人工衛星、センサを中心としたハードウェア指向の研究開発と技術開発の時代から安全と安心を求める国民のニーズに応えることのできる研究、言い換えると、ユーザニーズに沿った地球観測、情報通信、測位等を社会基盤技術として「宇宙の利用と産業」を目的としたソフトウェア指向の時代に移ってきたと言われている。

こうした考え方は以前から多くの識者の間でも議論されてきた。例えば、「我が国における宇宙開発利用の

基本戦略（2004年）」<sup>1)</sup>でも明記されているとともに総合科学技術会議フロンティア分野推進戦略会議でも実質的な議論が行われ、「フロンティア分野推進戦略（2006年）」<sup>2)</sup>にも具体的な推進方法が記述されている。特に、後者では、重要な研究開発課題の目標の1つとして衛星データの処理技術等の開発によるデータ利用の一層の拡大が具体的に述べられている。

本研究は、宇宙空間から広域を瞬時に繰り返し観測することのできる衛星データを核として、属性データや社会データなどを加えて付加価値を高めた空間データの利用方法について新しい提案をするとともに、実在する地方自治体を対象にローカルデータベースを構築し、提案概念の有効性の検証を試みたものである。

#### 2. 空間データ活用の方向性と本研究の特徴

GIS (Geographical Information System) と言う言葉に代表されるように、空間データの利用方法についての開発事例や適用事例は多い。筆者らも、これまで、衛星データに加えて地形データや地質、植生等に関わる地理データ、人口や気象などに代表される属性データを統合利用することによって付加価値のある情報を抽出する、いわゆる主題図の作成に関する提案を数多く

1：正会員 工修 香川大学大学院工学研究科信頼性情報システム工学専攻  
(〒762-0007 香川県坂出市室町 2-5-20、TEL: 0877-44-3111、E-mail: kamei@comet.ocn.ne.jp)

2：正会員 工博 香川大学工学部信頼性情報システム工学科

3：正会員 工博 株式会社国土情報技術研究所

行ってきた(例えば、3)~5)。こうした一連の研究開発の中で、ユーザニーズに応えることのできる様々な主題図の作成を試み、その有用性について検証してきた。こうした一連の研究開発には、様々な空間データが有する特徴を見極める技術、画像処理・解析技術に関わる専門的な知識、必要に応じて高度なユーザニーズに応えることを前提とした各種の数学モデル(シミュレーションモデル)の開発、といった事柄が求められてきた。多くの研究者や技術者の指向もまたこの方法に向けられてきたと言っても過言ではない。

一方で、衛星データや実体航空写真などは特定の提供機関から予め決められたシーン単位で提供されてきた。また、地理データや植生データ、各種統計データなども前もって決められたフォーマットで整理されてきた。そのために、空間データの利用者が特定の市町村や一部の河川流域などのデータを必要とする場合には、空間データの切り出しやデジタルモザイク処理をすることが前提となる。画像処理や画像解析を専門とする技術者にとっては何の問題にもならない技術であるが、専門知識や専用の画像処理ソフトウェアを装備していないユーザにとっては空間データを利用する上で大きな障害になってきた。

また、各種の地理データや衛星データなどを画像処理・解析技術を駆使してそれぞれ単独に利用してきた時代から複数の空間データを統合利用することによって新しい情報を抽出、生成して利用する時代に变化してきたことは周知の事柄である。ユーザが求める空間データの精度も50m、30mといったメッシュ間隔から5m、1mメッシュ間隔で収集されるようになり、データの形態も2次元から3次元に変化してきた。言うまでもなく、データ量も従来の数倍から数十倍の容量を要求することになる。こうした、数学モデルを駆使した空間データの高度処理、高精度処理が求められる場合は、大多数のユーザにとって、さらに大きな困難が立ちはだかることになり、空間データを利用しようとする意欲を阻害する大きな原因になっている。

我が国では、長い間、アンカーテナントとして空間データを利用する側(主として、行政側)と空間データを提供する側(衛星データや実体航空写真、地質や土壌、植生データ等の配布機関)との間にデータの収集方法と量、蓄積方法と配布体制、蓄積データの定期的な更新技術などの面で越えることのできない大きな溝があったと言われている。空間データは「国の基幹情報」、「情報の国有財産」として国が経年的に一括管理してくれるように多くの研究団体が繰り返し画策してきたが、取り扱うデータの多様性とデータ量の膨大さのために国を中心とした公共機関はテナントユーザとしての立場を堅持することが明確になってきた。空間データの配布方法や配布体制について、従来の方法

とは異なった視点から考え直す必要性が求められている。

本研究は、以上の背景を踏まえてユーザニーズに沿った空間データの運用形態に基づいた新しい運用方法とその具体例について提案したものである。具体的には、空間データを処理・解析するために開発されてきた膨大な量のソフトウェアをソフトコンピューティング技術の概念の下に要領よく整備した。そして、様々な形態を有し、地域特性を持つ数多くの空間データを実際に収集するとともにデータベース化し、新しい運用形態に沿って数多くの適用事例を開発・整理した点に特徴がある。それらの成果は、海域環境、防災対策、地球温暖化といったテーマ毎に抽出・編集・出力して公的機関で実際に適用された実績を通じて検証が行われている<sup>6)、7)</sup>点も大きな特徴の1つである。

### 3. 空間データの新しい統合化利用のあり方

#### (1) 新しい空間データの利用についての提案

デジタル処理が主流になってきた最近の空間データの利用に際しては、実体航空写真や衛星データに代表されるように、シーン単位でのデータ配布体制の基では、画像処理や画像解析について専門知識や専門のソフトウェアを装備しないユーザにとってはデータを利用する上で多くの阻害要因があったことは前述した。加えて、近年、観測される空間データの種類は、ハイパースペクトルデータ、合成開口レーダ(SAR)データあるいはレーザプロファイラーや航空機搭載 SAR(Xバンド、Kuバンドなど)による高精度3次元データなど、それぞれ専門性を持った特徴あるセンサ開発が進められ、ますます多様化の様相を呈している。ユーザにとっては今後もデータを利用していく上での阻害要因が増していくことは容易に想像できる。

こうした現状に対して、センサの観測方式や収集されるデータの性質(空間分解能、波長分解能、観測波長域、観測幅、観測周期など)について十分に把握した技術者がユーザが望んでいるデータの利用形態(例えば、市町村や流域といった領域単位)に予め処理した形で空間データを提供するといった、ユーザ側の視点に立った新しい空間データの運用形態が求められている。ユーザが望む利用形態と一言で言っても、それぞれのユーザが抱える問題によって市町村といった行政単位、生活圈単位、河川流域単位、東京湾や大阪湾、瀬戸内海といった海域単位といったように様々であることは言うまでもない。ユーザニーズの多様性を十分に配慮した対応が求められている。

こうした背景の下、筆者らはユーザニーズに的確に応えることのできる新しい組織体制の空間データ配布機関、「空間データ運用センター」構想を提案してきた<sup>8)</sup>。ここでは、全国展開する運用センター構想を想定

したものである。空間データ運用センター構想の詳細については紙面の都合で参考文献に譲ることとする。

本研究では、空間データ運用センターの基本的な概念を活かした上で、1つの県や市町村といった行政単位を想定した地域特性を取り入れることのできる空間

データ運用センターを検証している。図-1は空間データ運用センターの運用形態を模式的に示したものである。ここでは、空間データを一次処理と高次処理に分けて配布することによって様々なユーザーニーズに直接応えることができるように配慮されている。空間データの一次処理と高次処理については後述する。

**(2) ソフトウェアが装備すべき具体的な機能構成**

本研究では、空間データの配布形態がユーザが望む利用形態になるように、簡単な画像処理や画像解析を予め施した一次処理データと複数の空間データを重複利用して付加価値のある新たな情報を抽出した高次処理データ（いわゆる主題図と呼ばれる情報）の2段階でデータ提供を実施できるようになっている。主題図の作成には、実体航空写真や衛星データに加えて地形データ、地質や植生といった各種地理データ、気象データ、社会データといった属性データを重複利用することによって効果を発揮することはこれまでの研究で明らかにされている。

本研究では、これまで筆者らが開発・整備してきたものを含めて既存のソフトウェアを可能な限り利用する姿勢の下、ソフトウェア群を一次処理機能、高次処

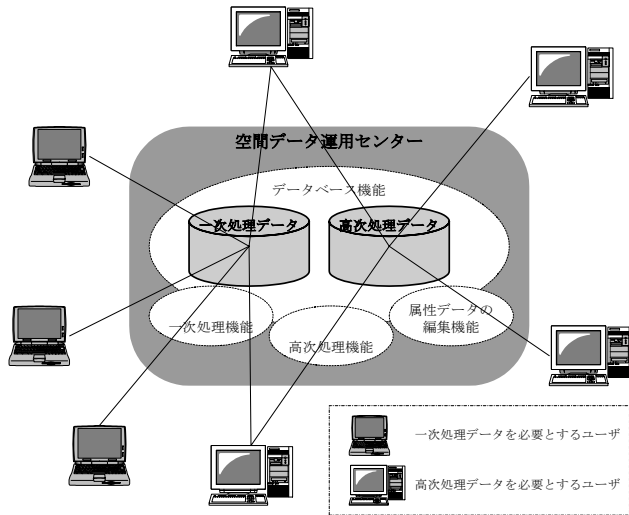


図-1 システムの運用形態

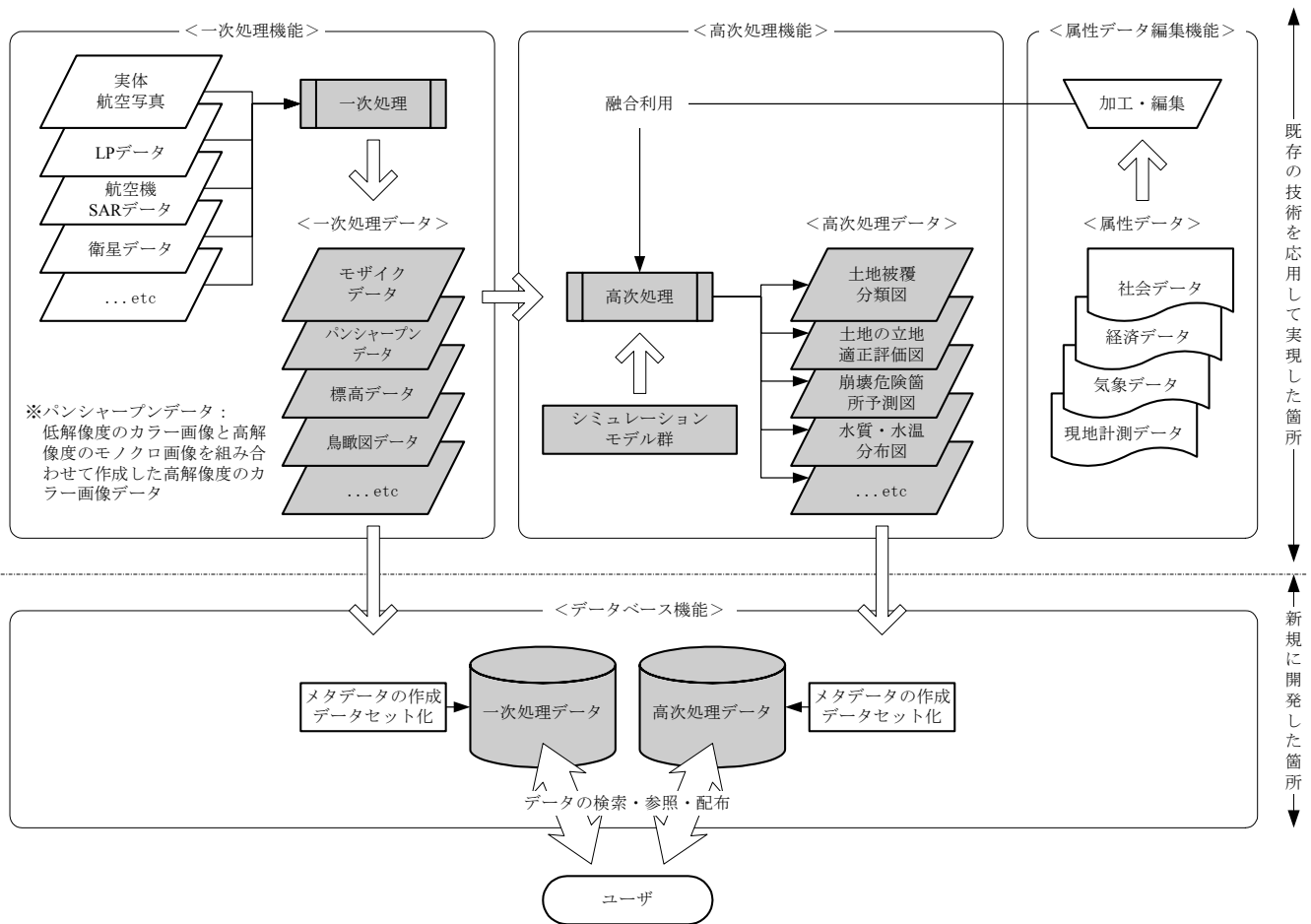


図-2 システムの全体構成

理機能、属性データ編集機能の3つに大別した。図-2は本研究で開発、整理したソフトウェアのシステム構成を示したものである。それぞれの機能は以下のとおりである。

一次処理はシーン単位のデジタルデータとして収集、整理された空間データにデジタルモザイク、領域分割、画像強調、注釈付記、等の簡単な画像処理を施すことによって初歩的なユーザーニーズに応えることのできる空間データを生成するためのソフトウェア群である。領域抽出、画像化、アナログデータのデジタル化処理、データ補正および判読支援処理といった処理内容を装備している（詳細は次章参照）。

高次処理機能は、前述したとおり、元の空間データからユーザーニーズに応じて新しい情報を生成する機能である。複数の画像処理、画像解析の処理が行われること、利用目的に応じた属性データが付加されること、処理結果が主題図といった画像出力で提供されることなどに特徴がある。ここでは、複数の空間データが統合利用されることから、各種の数学モデルが適用され、主題図がシミュレーションの結果として出力される点も大きな特徴である。

属性データの編集機能は上記の高次処理機能を補完する機能として使われることが多い。様々な形式で整理されている社会データや統計データを空間データと統合利用するために様々な要求に応じた処理（デジタル化、量子化、カテゴリー区分など）をすることができる。

従来、高次処理機能を支えるシミュレーションモデル（統計理論、確率理論、分析手法等々）は長年にわたって個別の研究対象となり、開発、検証が行われてきた（例えば、3）～5）傾向がある。これまで、空間データの高度利用を目的に開発、整備されてきたシミュレーションモデル（数学モデル）を分析すると、複数の空間データを入力データとして用いて確率理論や統計理論などの数学的手法を介して主題図を作成するといった共通点を有している。本研究で開発、整備したソフトウェアシステムの中では、こうした既存のシミュレーションモデルも含めてソフトコンピューティング技術という新しい概念の下に統括整理した点に大きな特徴がある。各機能に装備する具体的な画像処理・解析手法については次章で詳述する。

### （3）空間データ整備のあり方

#### a) 生データ

実体航空写真や衛星データに代表される空間データは年月を経るに従って国土に関する国有財産としてデータの価値が増していくことは言うまでもない。災害予測や環境予測などにおいては過去に収集・蓄積された時系列の空間データを利用したシミュレーション<sup>9)</sup>、<sup>10)</sup>がよく行われている。また、自然災害による被災

箇所の現状把握においても被災前後の空間データの時系列分析が行われる<sup>11)</sup>ことが多い。このような観点からも、過去に収集された空間データをリアルタイム体制の下で利用できる環境の構築が望まれている。

本研究では、新規に観測された空間データの生データを随時蓄積していく。生データの増大に伴い、データベース自体の利用価値がますます増大していくことになる。生データは以降の一次処理データと高次処理データとは異なり、シーン単位でデータの蓄積を進めていく。

#### b) 一次処理データと高次処理データ

一次処理データと高次処理データはユーザーニーズに基づいた利用範囲（または適用領域単位）で空間データを整備、提供していくことになる。両者の蓄積形式については基本的に同じである。

本研究では、図-3に示すとおり、地方レベル（幾つかの県が合体した領域、例えば四国全土）、都道府県レベルおよび市町村レベルといった空間スケールに応じた3つの階層構造を持つデータセット構造と河川領域や水管理領域、都市開発領域、瀬戸内海領域などに代表できる不特定の自由領域を加えた4種類のデータセット構造とした。これは、特定の県全域を対象にする場合と市全域を対象にする場合とでは空間データの分析段階で求められる精度（m/pixel）が異なることが多いからである。データの利便性やデータ容量、空間

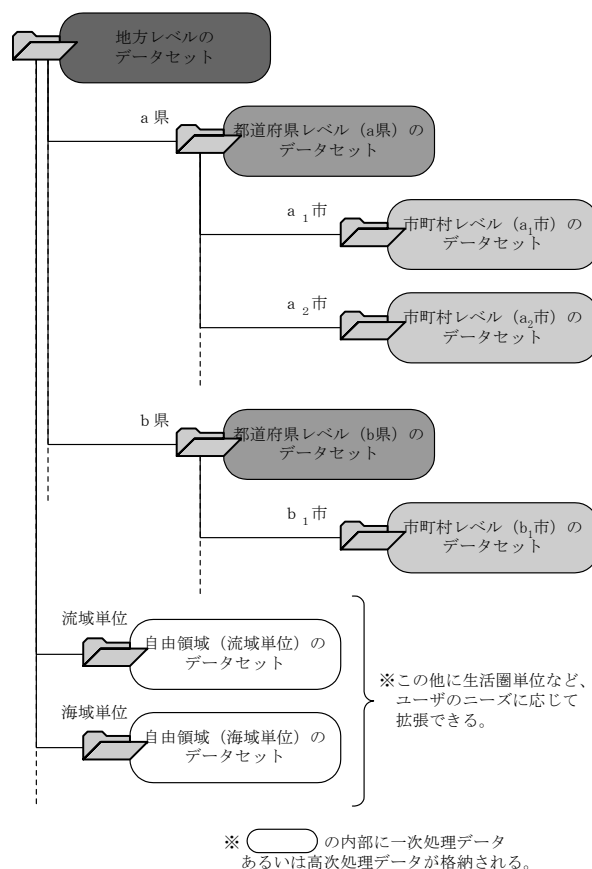


図-3 データセット構造

**表-1** 空間スケールと代表的な空間データの種類の関係

空間スケール	代表的なデータの種類の種類
地方レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地形データ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・地勢図 (1/200,000)</li> </ul> </li> <li>● 衛星データ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・Terra/MODIS データ</li> </ul> </li> <li>● 属性データ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・流域界 (1級河川)</li> <li>・漁業操業図</li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: right;">等々</p>
都道府県レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地形データ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・地形図 (1/25,000, 1/50,000)</li> <li>・旧版地形図 (1/25,000, 1/50,000)</li> <li>・海図 (1/50,000)</li> <li>・旧版海図 (1/50,000)</li> </ul> </li> <li>● 地理データ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・土地分類基本調査図</li> <li>・現存植生図</li> </ul> </li> <li>● 衛星データ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・Landsat/TM データ</li> <li>・Terra/ASTER データ</li> <li>・ALOS/AVNIR-2 データ</li> </ul> </li> <li>● 属性データ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・行政界 (数値地図 25000)</li> <li>・道路網・鉄道網</li> <li>・観光マップ</li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: right;">等々</p>
市町村レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 実体航空写真</li> <li>● 衛星データ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・IKONOS データ</li> <li>・QuickBird データ</li> <li>・ALOS/PRISM データ</li> </ul> </li> <li>● 地形データ (高精度 3次元データ)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・レーザプロファイラーデータ</li> <li>・航空機 SAR データ (Xバンド、Kuバンド)</li> </ul> </li> <li>● 属性データ                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・都市計画図</li> <li>・災害履歴図</li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: right;">等々</p>

分解能等を分析するとともに自然災害対策、自然環境対策、地域整備、詳細な事象の視認、詳細な事業計画といったユーザの意見を集約した結果、地方レベルでは縮尺約 1/20 万、都道府県レベルでは縮尺約 1/5 万、市町村レベルでは縮尺約 1/5,000 とした精度相当のデータを蓄積していくことを基本とした。空間データの種類の種類とそれぞれのデータに適した空間スケール (表-1) に応じたデータセット構造をとることとし、これによりユーザニーズの多様化にも柔軟に対応しようとしている。

**c) データセットを構築していく上での留意点**

データセットは本研究で使用する空間データにとって中核を成すものであり、データセットに蓄積する処理・解析結果の精度と形態を見極めることは重要である。一次処理データと高次処理データは生データとは異なり上述の空間スケールに応じた精度相当のデータ

**表-2** 一次処理機能に装備する代表的な画像処理・解析手法

利用形態区分	処理内容区分	一次処理機能に装備する代表的な画像処理・解析手法
共通処理	領域抽出	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 切り出し処理</li> <li>● デジタルモザイク処理</li> </ul>
	画像化	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ヒストグラム変換</li> <li>● カラー合成</li> <li>● シュードカラー表示</li> <li>● 属性データの重ね合わせ処理</li> <li>● 3次元表示</li> <li>● 注釈付記</li> </ul>
付帯処理	アナログデータのデジタル化処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 量子化</li> <li>● 細線化処理</li> </ul>
	データ補正	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 精密幾何補正</li> <li>● オルソ補正</li> <li>● 地図投影変換</li> <li>● 内挿処理</li> <li>● ノイズ低減処理</li> </ul>
	判読支援処理	<ul style="list-style-type: none"> <li>● マスク処理</li> <li>● パンシャープン処理</li> <li>● DTM 処理                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・標高区分</li> <li>・斜面方位</li> <li>・傾斜区分</li> <li>・起伏量</li> <li>・谷密度</li> <li>・水系線</li> </ul> </li> </ul>

セットを蓄積することとし、無制限に蓄積していくことによるデータ量の膨大化に配慮している。加えて、高次処理データの場合、主題図の内容と求められる精度に応じた適切な空間データの精度 (m/pixel) があることに注意が必要である。それぞれの主題図に対する精度についての詳細な記述は紙面の都合で割愛するが、データを熟知した技術者とユーザが議論を重ねた上で個別に決定していく。この作業は空間データ運用センターの役割の1つである。

**4. 解析システムが装備する機能群**

**(1) 一次処理機能群**

一次処理機能は、シーン単位で提供されている空間データに簡単な画像処理を行ってユーザニーズに基づいた利用形態 (上述の4つのデータセット) に作り直し、その結果をユーザに提供するという役割を担う。一次処理機能を構成する画像処理・解析手法を整理したのが表-2である。ここで整理した手法の殆どは既に完成しているものであり、本研究ではこれらの手法を要領よく整理した上で、稼働時にはこれらの手法を空間データの種類の種類やユーザニーズに応じて使い分けられるようになっている。

本研究では、一次処理機能に装備する画像処理・解析手法をすべての空間データに適用する「共通処理」

と空間データの種類とユーザニーズに応じて適用する「付帯処理」に大別した。前者の共通処理が一次処理機能の中核的な役割を担う部分である。ユーザニーズに基づいた利用範囲ごとのデータを新たに生成し、画像化する。単に、空間データをカラー画像化するだけでなく、強調処理や行政区界をはじめとする属性データとの重複表示、3次元表示といった手法なども含まれている。

一方、付帯処理は共通処理を補完するものであり、紙ベースとして整備されている空間データ（図面類）のデジタル化処理やデジタルデータの位置補正、注目する領域のデータのみを抽出するなどのマスク処理といった判読を支援する処理機能が主なものである。現在、空間データをデジタルデータとして整備することは当然のことで認識されているが、すべてのデータがデジタル化に対応している状況ではないため、アナログデータのデジタル化処理に必要な手法を装備している。

一次処理機能の全体のワークフローを整理したものが図-4である。空間データの利用実績を見ると、一次処理機能を使って新たに生成したデータ（一次処理データ）だけの使用例が全体の約90%以上を占めると

いった調査報告もあり<sup>1)2)</sup>、一次処理機能群の役割は極めて高いものである。

## (2) 高次処理機能群

シーン単位で配布されてきた従来の実体航空写真や衛星データを利用する場合と比較して、一次処理機能を通じて新たに生成したデジタル画像データの出力結果だけでも多くの知見を得ることができるが、さらに複数の空間データや属性データを付加して高度な画像処理・解析を通して作成した主題図からは、それまでに想像できなかった新たな知見を与えてくれることが数々の事例から立証されている。表-3は、こうした空間データの高度利用に利用される数学モデルとモデルの中核となる数学手法を整理したものである。数学モデルはユーザニーズに特化した場合が多く、利用目的に応じて大きく異なる場合が多い。したがって、これまでは空間データの利用分野ごとに開発、整理されてきた傾向にあり、全体像を把握することは難しい状況にある。数学モデルは開発された後に入念な検証を行い、有効性や信頼性を実証しなければ実際の現場で使われることはあまりない。公知公認という時間を要する努力が必要であることは多くの開発事例が経験し

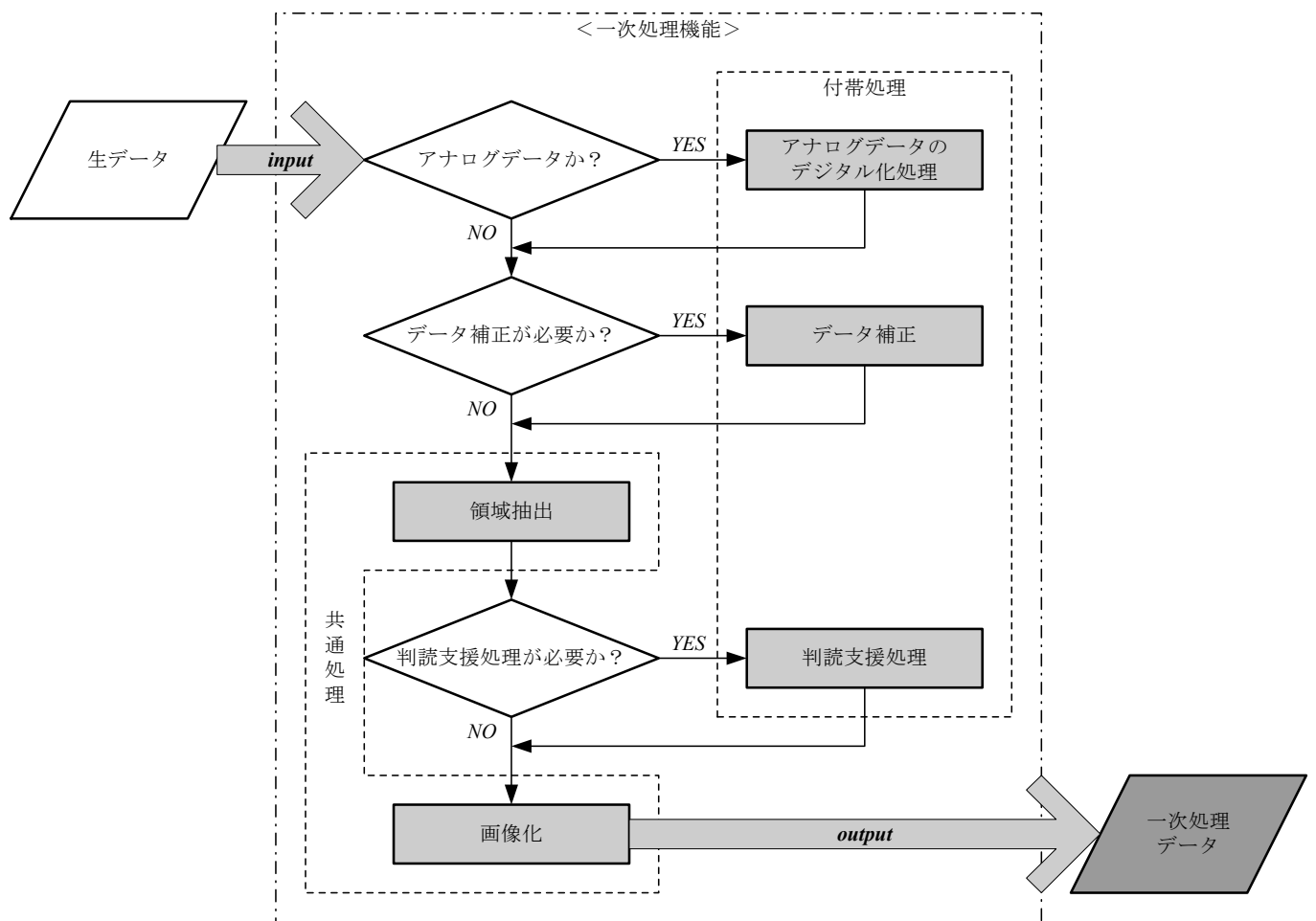


図-4 一次処理機能に装備する画像処理・解析手法の役割

表-3 高次処理機能に装備する代表的な数学モデルとその中核となる数学手法

＜高次処理機能に装備する数学手法＞

分析ツール	分類ツール	予測ツール
①因子分析 ②数量化理論第Ⅲ類 ③数量化理論第Ⅳ類 ④階層化意志決定法 ⑤フラクタル分析 ⑥クラスター分析	⑦ISODATA 法 ⑧K-means 法 ⑨最尤法 ⑩ディシジョンツリー法 ⑪遺伝的アルゴリズム ⑫ミニマックス 2 群判別	⑬確率理論 ⑭単回帰分析 ⑮重回帰分析 ⑯数量化理論第Ⅱ類 ⑰ベイズ統計 ⑱ファジィ理論 ⑲確信度 ⑳ニューラルネットワーク

＜高次処理機能に装備する代表的な数学モデル＞



代表的な数学モデル	モデルに導入される数学手法
土地被覆分類図作成モデル	教師データがない場合：⑦ or ⑧ 教師データがある場合：⑨ or ⑩ or ⑨+⑪
土地被覆変化箇所抽出モデル	③
市街地変遷形態分析モデル	⑤+⑥
土地の立地適正評価モデル	⑯+⑫ or ⑯+⑳+⑫
土地利用構想図作成モデル	⑯+⑫+④
斜面崩壊危険箇所予測モデル	⑯+⑫ or ⑰+⑫ or ⑱+⑫ or ⑲+⑫
地盤液状化危険箇所予測モデル	⑯+⑫
水温・水質分析モデル	⑭ or ⑮

てきているとおりでである。しかし、ニーズの多様化に伴って今後新たに開発、構築され、その効用が認められる数学モデルが提案された時には本システムに追加され応用することができることは言うまでもない。

### (3) 属性データの編集機能群とその必要性

本研究では、衛星データや実体航空写真、地形データ、地質や植生などに代表される地理データといった空間的な広がりを持つデータを空間データとして定義している一方で、経済データや人口などの社会データ、気象データや環境調査データなどを属性データとして定義している。これらのデータ群を組み合わせることで複合的に利用することによって空間データの高度利用を図っていかうとする点が本研究の目的の1つである。こうした観点からすると、既存のGISエンジンでも属性データの可視化やインポート機能が装備されているが、それらの具体的な利用方法についてはソフトウェアの利用者に委ねられているのが現状である。

本研究では、既存の一般的なGISエンジンなどとは別に、明確な利用目的の下に開発、体系化が行われている数学モデルを補完するために属性データの編集機能を1つ1つ整理し、いつでも利用できる形で整備した。属性データの編集機能群は空間データの高度利用にはなくてはならない補助機能であると言える。言うまでもなく属性データは種類も多く、取り扱う機能も

多様である。本研究で整備した属性データ編集機能はこうした現状に可能な限り対応できる形で用意されており、空間データの高度利用が支援できるように配慮されている。

### (4) データベース機能

データベース機能は筆者らがこれまでに実施してきた衛星データの応用事例や国土調査データの整理といったプロジェクトを通じて個別に取り扱ってきたデータ収集、蓄積、管理、提供システムの概念<sup>13)</sup>、<sup>14)</sup>を拡大利用することによって整備したものである。紙面の都合でそれぞれの内容について詳述することは割愛するが、基本的には、一次処理データと高次処理データの「検索機能」、「参照機能」、「登録機能」、「データベース管理機能」の4つから構成されている。扱っているデータが画像データ主体であること以外は一般的なデータベース機能と大きく異なる点はない。データベース機能では、様々なデータを蓄積・管理することから、データ提供段階での著作権の問題やセキュリティの問題が生ずることになるが、この点についても本研究の範囲を超えることからここでは割愛する。

### (5) それぞれの機能群を整備していく上での問題点

本研究で取り扱っている数学モデルやデータベースの内容をさらに実効性のあるものにしていくためにはユーザの意見をフィードバックし、それらを丹念に反

映させていくことが重要であることは言うまでもない。さらに、ユーザが潜在的に望んでいる利用範囲ごとのデータ提供方法や画像処理・解析結果を表示した主題図の信頼性向上（数学モデルの精度向上）などについて機能拡充を図っていく必要がある。

また、筆者らが提案してきた空間データ運用センターでは、収集される空間データをニーズに合致した形式でユーザに提供するというデータ提供者側と利用者側の橋渡しの役割を担うことから、ユーザニーズを入念に分析、把握するとともに、その結果をデータの収集段階に活かしていくことも重要な使命の1つである。

## 5. 実証事例

本研究はユーザニーズに基づいた全国規模でも十分に適用できる新しい空間データの運用形態（新規の地理データベース）の提案から、空間データの収集、収集した空間データの一次処理と高次処理の実施、データベースへの蓄積、データベースの有効性の検証までの一連のプロセスについて記述した。本章は全体の流れの中で最後の課程である蓄積したデータの有効性を

検証するために実在する県を対象に事例を作成した。すなわち、我が国の中でも空間データの整備について先進的でないと考えられてきた香川県を対象に、瀬戸内海を含めた四国を視野に入れた上で、香川県全域について空間データを収集するとともに一次処理、高次処理を実施しデータベースを構築した。

### （１）空間データの収集と整理

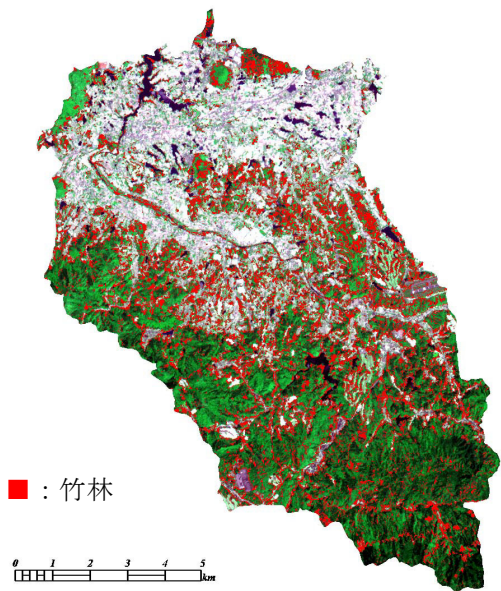
本研究では自然災害対策、自然環境対策、地域整備といったユーザのニーズを集約した上で表-4に示す空間データを収集、整理した。航空写真や衛星データに加えて地域特性のある属性データを可能な限り取り入れた。周期的な観測がなされている衛星データについては経年のデータに加えて季節ごとのデータを収集した。一部の衛星データについてはユーザの意見をデータの観測段階へフィードバックし、データの観測計画へ反映させた例もある。

### （２）高次処理データの出力事例

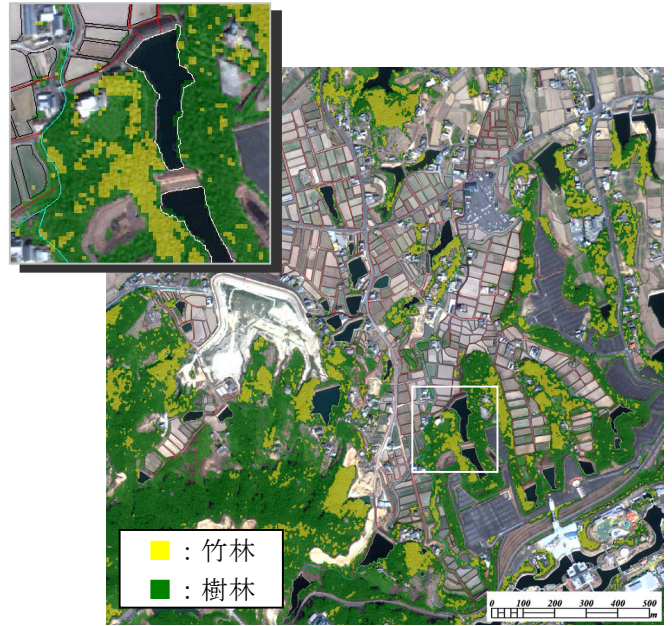
本研究ではこれまでに有効性が実証されている数学モデル（シミュレーションモデル）を介して利用分野ごとに種々の高次処理データを作成した。このうち、香川県において特にユーザのニーズが強く早急な対応が求められている農用地管理や丘陵地の効率的な管理、

表-4 本研究で収集した空間データ

空間スケール	種 類	縮尺、空間分解能等	刊行年、撮影年月日等
地方レベル	地勢図	1/200,000	2001年、2005年刊行
	漁業操業図	1/200,000	2005年作成
	漁具定置箇所一覧図	1/300,000	2005年刊行
都道府県レベル	数値地図 25000（地図画像）	1/25,000	2002年、2003年刊行
	数値地図 50m メッシュ（標高）	50m/pixel	2000年刊行
	海図、旧版海図	1/45,000	1905年、1906年、2005年刊行
	現存植生図	1/50,000	2001年作成（第5回・第6回植生調査）
	MOS-1/MESSR データ	50m/pixel	1990/3/19 撮影
	Landsat/MSS データ	75m/pixel	1975/12/30、1979/12/30 撮影
	Landsat/TM データ	30m/pixel	1984/5/8、1995/7/26、2000/4/18、 2000/12/15、2000/12/22、2000/12/29 撮影
	Terra/ASTER データ	15m/pixel	春季：2003/5/5、2004/5/7 撮影 秋季：2001/10/31、2002/10/25 撮影
	ALOS/AVNIR-2 データ	10m/pixel	2006/8/15 撮影
	数値地図 25000（空間データ基盤） ※行政界、道路網・鉄道網	1/25,000	2002年刊行
	観光マップ	1/50,000	2004年
市町村レベル	米軍撮影空中写真	1/43,880 1/43,960	1947/9/8 撮影 1948/1/21 撮影
	IKONOS データ	1m/pixel、4m/pixel	2000/6/15、2001/1/12、2002/5/25、 2003/10/30、2004/3/10 撮影
	ALOS/PRISM データ	2.5m/pixel	2006/8/15 撮影
	都市計画用途地域図	1/25,000	2005年刊行



(1) 広域の分析結果



(2) 注目箇所の詳細な分析結果

図-5 竹林分布図

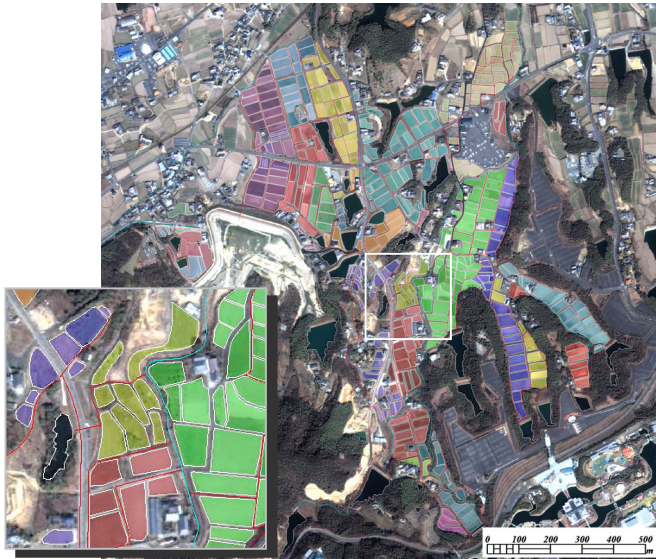


図-6 ため池管理系統図

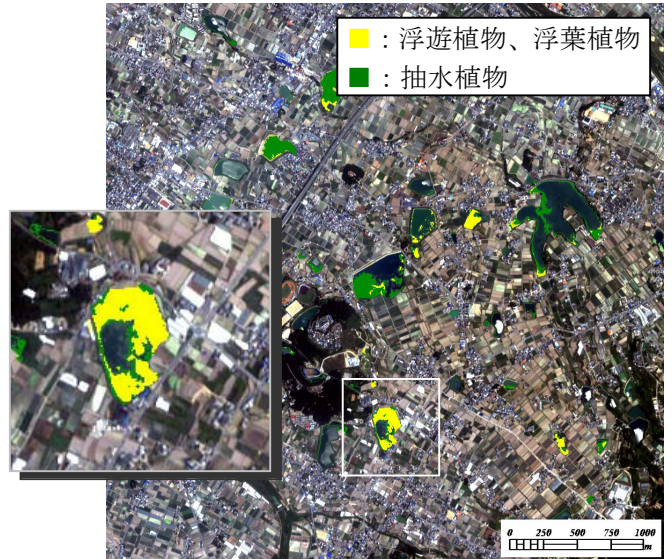
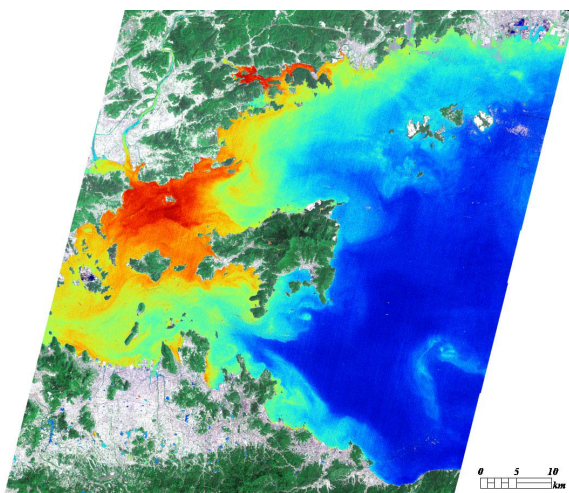
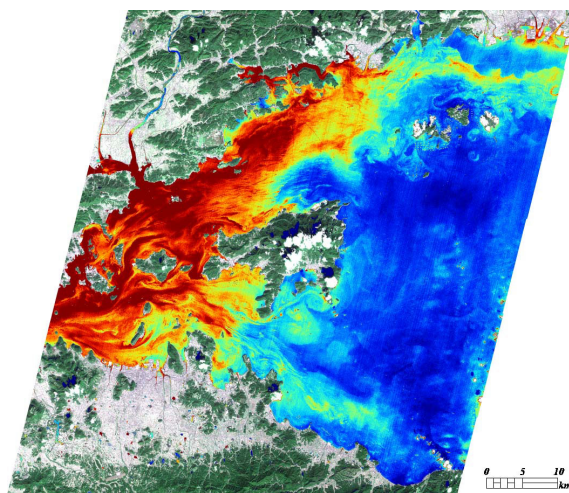


図-7 ため池管理状況図



(1) 春季 (2004年5月7日)



(2) 秋季 (2002年10月25日)

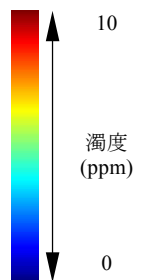


図-8 濁度分布図

内湾（瀬戸内海）漁場環境の継続的なモニタリングと  
いった課題を本研究の出力例の一部として以下に示す。

高齢化や過疎化、JA 組織の統合化、市町村合併とい  
った社会現象の下に、古来より田園景観や地域文化の  
根幹を形成してきた農用地や里山の管理が問題視され  
るようになって久しい。特に、竹林の急速な増加は、  
自然災害の誘発など、大きな社会問題にまでなろうと  
している。衛星データが有するスペクトル特性を用い  
ることで竹林の抽出が可能であることが判っており、本  
研究では市や町といった行政界、1つの里山全体とい  
った単位で竹林を正確に抽出し、里山の効果的な管理、  
運用に役立つ資料を提供しようとするものである。図  
- 5 は里山の竹林分布図である。里山を浸食する竹林  
の分布状況を詳細に認識することができる。また、図  
- 6 は我が国において特徴的な田園景観を形成して  
いる田園地帯におけるため池ごとの水系図である。さ  
らに、図- 7 はため池内の植生の分布状況について分  
析した結果である。ため池周辺の植生分布やため池内  
の土砂の沈殿状況など、1つ1つのため池についてそ  
の維持管理の程度を把握する資料として有効である。

一方、我が国の飼育漁業は多くの工夫が導入されて  
いるが、情報の収集と活用といった点からは相変わらず  
経験と勘に頼った方法が支配的であると言われている。  
飼育漁業では全国で有数の瀬戸内海においてもこの  
傾向は変わっていないと言われている。富栄養化、  
貧栄養化現象も含めて自然災害が発生する度に膨大な  
損失を出していることを考えると早急な対策が必要な  
ことは言うまでもない。これに対して飼育漁業の立地  
する内湾漁場ごとに時系列的な海面温度データや濁度  
データ、海水のクロロフィル a 濃度値を面的な視覚情  
報として関係者に提供することによって多くの新しい  
可能性と具体的な対応方法が見えてくるようになる。  
図- 8 は濁度分布、クロロフィル a 濃度分布、水温分  
布といった環境要素のうち、濁度分布について時系列  
的に分析した事例である。これらの結果は実際に行政  
機関を通じて一般市民に公表され活用が始まっている。  
その他の出力事例については論文発表時に映像で紹介  
する予定である。

## 6. むすび

空間データの利用について現状分析を丹念に実施し  
た上で、新しい幾つかの方法を提案した。単に提案す  
るだけでなく、具体的な空間データの蓄積方法を想定  
した上で、空間データの収集、蓄積からその利用方法  
に至るまでの手法やモデルについて評価の固定した既  
存のソフトウェアを取り込むと同時に必要なソフトウ  
ェアを新たに開発、構築し、その有効性を立証してい  
る点に本研究の特徴がある。本研究の成果が実務の場

で適用され、業務の効率化と精度の向上につながれば  
幸いである。

## 参考文献

- 1) 総合科学技術会議：我が国における宇宙開発利用の基本  
戦略、51 頁、2004 年
- 2) 総合科学技術会議：第 3 期科学技術基本計画分野別推進  
戦略、332 頁、2006 年
- 3) 大林成行、小島尚人、Chang-Jo F. Chung：斜面安定性評  
価モデルの精度比較とその実用化への提案、土木学会論  
文集、No.630/VI-44、pp.77-89、1999 年
- 4) 合田一洋、白木渡、大林成行：大規模土木構造物建設に  
伴う市街地変遷形態分析へのフラクタル理論の適用、構  
造工学論文集、Vol.51A、pp.313-322、2005 年
- 5) 福岡寛、白木渡、井面仁志、岩崎賢司：セルオートマン  
法を用いた塩化物イオン土壌拡散シミュレーション、土  
木情報利用技術論文集、Vol.14、pp.169-174、2005 年
- 6) 亀井慎一郎、古田明広、李雲慶、白木渡：IKONOS デー  
タの実用化事例、日本リモートセンシング学会第 42 回  
学術講演会論文集、pp.247-248、2007 年
- 7) 亀井慎一郎、白木渡、大林成行：空間データの統合化利  
用についての提案、土木学会年次学術講演会講演概要集、  
2007 年（印刷中）
- 8) 亀井慎一郎、白木渡、大林成行：実用化を前提としたニ  
ーズ対応型の空間データの処理・配布体系のあり方につ  
いての提案とその適用事例、環境情報科学論文集、No.20、  
pp.333-338、2006 年
- 9) 奥原浩之、白木渡、松原行宏、井面仁志、西村哲郎：人  
工生命技術を用いた環境保全のための仮想環境シミュ  
レータ、土木学会論文集、No.755/VII-30、pp.37-44、2004 年
- 10) 渡邊國彦：地球シミュレータによるシミュレーション、  
日本リモートセンシング学会第 42 回学術講演会論文集、  
pp.33-34、2007 年
- 11) 古田明広、白木渡、大林成行：被災領域の時系列デー  
タ整備を目的とした異種地球観測データ管理システム、土  
木情報利用技術講演集、Vol.30、pp.29-32、2005 年
- 12) 国土防災リモートセンシング研究会実務利用検討ワー  
キンググループ：国土交通省の事務所におけるリモート  
センシングデータの利用実態調査、日本リモートセンシ  
ング学会誌、Vol.26、No.5、pp.405-407、2006 年
- 13) 大林成行、建石隆太郎、小島尚人：ネットワーク環境下  
での公開を前提とした地球観測情報データセットの整  
備と管理・運用についての具体的な提言、土木情報シ  
ステム論文集、Vol.7、pp.17-24、1998 年
- 14) 大林成行、小島尚人、高井正子：国土調査情報を対象と  
した情報提供・管理システムの構築、土木情報システム  
論文集、Vol.9、pp.59-66、2000 年

(2007.5.18受付)