

I-25 地球観測情報を対象としたデータセットの区分設定と情報提供システムの構築

DESIGN OF THE DATA SET DIVISION AND THE SYSTEM DEVELOPMENT
TO OFFER INFORMATION ON THE EARTH OBSERVATION大林成行¹、小島尚人²、大瀧克則³

S.Obayashi, H.Kojima and K.Otaki

抄録：本研究は、長期的な視点から地球環境を分析・理解するための支援を最終目標とした上で、衛星マルチスペクトルデータをはじめとした地球観測に関わる技術情報を提供するシステムを構築したものである。地球観測情報を「利用目的別にデータセット」として蓄積・管理する考え方を提示し、多くの利用目的の中からニーズの高い「土地被覆情報」を研究対象としてプロトタイプシステムの設計・開発を進めた。データセットの「作成・管理、検索・表示、加工・編集」といった3つのシステム構成とし、データセットの作成、蓄積、管理、システムの運用から拡張に至るライフサイクルの効率化を図っている。特に、地球観測情報を取り扱うシステム開発におけるオブジェクト指向設計の導入意義を示している点も本研究開発の特色の一つとなる。本研究で整理した設計指針に従えば種類の異なるデータセットの設計・開発も容易となり、利用者の多様なニーズに対応できる柔軟性、拡張性あるシステムを実現している。

Abstract The objective of this study is to design of the data set division and the system development to offer information on the earth observation. According to the purpose of the utilization, various kind of information such as the satellite remote sensing data and geographical information, etc., are dealt with as "the data sets". To make the general framework of the system, the prototype system for managing the land cover information was developed with the object-oriented analysis and design. Three characteristic system, which is called "Data sets making and management system", "Data sets reference and displaying system" and "Data sets processing and compilation system", was defined as the system constitution. As the results, the improvement of the efficiency of the life cycle on the system development and the production of the data sets could be achieved. Furthermore, the significance of applying the object-oriented design was given for the system development to offer information on the earth observation. The proposed instruction of the system design must be a good guide to design and implementation of the system dealt with the other kinds of data sets.

キーワード：データセット、衛星リモートセンシング、地球観測情報、オブジェクト指向設計

Keywords: data set, satellite remote sensing, information on the earth observation, object-oriented design and development

1. はじめに

海洋観測、森林管理、都市の環境問題等、衛星マルチスペクトルデータ（以下、衛星データ）の利用分野は、数多くの領域にまたがっている。衛星データの種類の多様化し、利用分野が拡大するとともに、目的とする衛星データとそれに関連する情報を的確に入手できることが不可欠な要件となる。最近になって地球観測に関わる情報を全世界の人々に提供できるようにすることを目的とした構想が掲げられ¹⁾、種々の機関でシステム開発が進められている²⁾⁻⁵⁾。また、世界的な動向として衛星データの単独利用のみならず、地理情報や社会情報と融合利用する研究がさかんになってきており⁶⁾、空間データの分析に対応できるような「データセット」単位での蓄積・管理・運用の必要性も指摘されている。例えば、海面温度や流況を分析し

た結果や土地被覆分類図等に関連する地域情報とともに時系列データとして蓄積・管理していくことは、データの利用者にとって極めて価値あるものとなる。

このような「データセット単位での情報管理⁷⁾」は、データベースシステムに関する研究・開発を担当した技術者であれば、無意識のうちに接してきたシステムアプローチと言える。しかし、地球観測に関わる情報を蓄積・管理する際には、あまりにも情報の量が多く、しかもその種類が複雑・多岐にわたるために、データセットを整備する上で必要となるコストや労力の問題、さらにはシステムの管理・運用体制等の面で今までにない問題に直面することになる。蓄積すべき衛星データの種類や精度、整備すべきデータセットの種類や構造等を含めて、システム要件の定義、そして全体設計から詳細設計に至るまで数多くの検討課題が残されている。

以上のような背景のもとに、本研究では衛星データをはじめとした地球観測情報を取り扱うシステム開発に関わる現状の問題点について整理した上で、各種の

¹正会員 工博 東京理科大学教授 理工学部土木工学科

²正会員 工博 東京理科大学講師 理工学部土木工学科

³学生員 東京理科大学大学院

(〒278 千葉県野田市山崎2641 Tel: 0471-24-1501)

情報を「利用目的別にデータセット」として管理する考え方を提示する。整理されたシステム設計指針にしたがって、プロトタイプシステムを構築し、その適用性、拡張性について検証する。特に、本研究開発では、衛星データの入手からデータセットの蓄積、管理、検索に至るまで、データ利用者の立場からシステム設計上の特色ある提案事項が盛り込まれている。

2. 本研究開発の目的

本研究開発の目的は、以下の3点である。

①衛星データをはじめとした地球観測情報を蓄積・管理しようとする従来までの研究開発動向を調査・整理し、本研究で取り扱う範囲とシステムが具備すべき要件を整理する。

②地球観測情報を「利用目的別にデータセット」として管理する考え方について検討するとともに、柔軟性、発展性ある情報提供システムとして実現するべく、システム全体の設計指針を取りまとめる。

③整理された設計指針に基づき、衛星データから作成される土地被覆分類図をはじめとする「土地被覆情報」を研究開発対象として取り上げ、データセットの構造を検討するとともに、システムの詳細設計を進める。システム設計の手法として注目されてきているオブジェクト指向設計の手法を導入し、実際のシステム構築を通してその適用意義についても検討する。

継続的にデータセット整備を進めるとともに、本研究で整理した設計指針に従って、種別の異なるデータセットを扱うシステムの設計・開発へと展開する。

3. 現状のシステム開発と本研究開発の特色

(1) 地球観測情報を扱うシステム開発の現状

地球観測情報を扱うシステムのほとんどが、まず第1に観測された「元データ」を蓄積することを目的としている。最近ではネットワークを介して全世界に情報を発信しようとする構想等、画像データをとりまくシステム開発の話題はつきない⁴⁾。いくつかのシステム開発事例が見られるが、システムの拡張性の問題、データの継続的蓄積体制を取ることが困難であるといった根本的な問題も指摘されている²⁾。このことが、本研究開発に着手するに至った経緯でもある。

(2) 本研究開発の範囲と特色

上記の問題に対して、データ利用者の立場から研究

開発要件を絞り込んだ上で、地球観測情報を取り扱うデータベースシステムの設計指針を提示する。本研究開発の特色は次の3つの項目に整理できる。

①システム稼働環境の明確化：システム稼働環境をデータ配布者側とデータ利用者側に分けて考える。データ配布者側では、元データを出来る限り網羅してデータベース化し、利用者の検索・データ要求手続きを容易にできることが最終目標となる。このような立場のシステム開発が通常であるが、本研究開発では、データの配布を目的としたシステムの構築は想定していない。つまり、データが利用者の手元に渡った後の画像処理・解析環境での要件を取り込み、必要に応じてデータセットを逐次整備していくといった柔軟性、拡張性のあるシステム設計指針を提示する。

②データセット構造の提案：地球観測情報と一口に言ってもその種類と量は膨大であり、これらを網羅的にデータベース化していくことは不可能である。衛星データとそれに付随するカタログ的な情報を提供することは、衛星データを配布する立場から見たデータベース管理システムとしての意義はあるが、データの利用者にとっては、自らが入手した元データを効率的に蓄積・管理でき、解析結果はもとより、幾何補正やノイズ除去等の中間処理データも蓄積できるような情報提供システムの開発も望まれる。そこで、本研究では利用目的別にデータセットとしてデータを管理する考え方を提示する。データセット所属区分とデータセット構成区分に分けた上で、データセットの継続的構築を実現できるように工夫されている点が特色となる。

③オブジェクト指向設計の導入意義の明確化：最近では、システム開発に際してオブジェクト指向設計手法の導入が主流になりつつある。しかし、オブジェクト、継承、抽象化、インスタンス化、カプセル化等といったオブジェクト指向設計の基本概念に目を奪われ、システムの良否を左右するオブジェクトクラスの定義やクラス階層の設計に不備が多くなるといった問題も指摘されている⁶⁾。これは「適用業務分析」がなおざりにされていることに起因する。この点に留意して、本研究開発ではクラス階層設計に十分な時間をかけるとともに、地球観測情報を扱うシステム開発におけるオブジェクト指向設計の導入意義を示している。

オブジェクト指向設計・開発の方法論に関する欠点が指摘される一方で⁶⁾、いかにしてオブジェクト指向

設計の導入効果を引き出すかといった視点からの議論もつきない現状にある。このような状況の中、本研究開発は、オブジェクト指向設計を効果的に活用した開発事例の一つとして意義あるものと考えている。

4. 研究開発の流れ

4.1 システムの要件定義

本研究開発の基本要件として次の3つを設定した。

①システム稼働環境は、一般に利用されているEWSを採用し、メニューの内容に従って簡便な操作でデータセットの蓄積・管理、検索・表示、加工・編集ができるようにする。

②地球観測に関わる種々の情報が所属する区分を明確にし、データセットの蓄積・管理を効率的に実施できるようにする。

③常に利用者の意見を反映でき、システムの性能を高められるようにするべく、骨格となる設計指針を組み上げる。ここでの検討においてオブジェクト指向設計の導入意義を見い出す。

4.2 システム稼働環境

地球観測情報を扱うシステム設計・開発に際して、図-1に示すように「データ利用環境」と「データ配布環境」の2つに分けることが重要と考えた。

①データ利用環境：データ利用環境とは、本研究で開発するシステムを利用する環境を言う。つまり、利

用者が衛星データを入手してからデータセットを作成・蓄積し、さらにそのデータセットを検索・利用する環境である。

②データ配布環境：データ配布環境とは、利用者へ衛星データを届けるまでの処理環境を言う。

最近の地球観測に関わる情報を扱う研究開発では、これら2つの環境を意識せずにデータベースシステムを構築しようとする例がほとんどである。そのため、元データの管理だけでなく、新たに作成される利用者レベルでの処理・解析結果との関連付けも難しくなり、データベースシステムそのものが身動きがとれなくなる。特に、ネットワークを介在させる場合には、この問題は無視できなくなる。データ配布を行う場合には、データの信頼性と継続的な処理体制をとることが不可欠となり、この点を考慮に入れられないシステムの継続的稼働は期待できない。

本研究開発では、データ利用環境下でのシステムの稼働を前提とし、データ配布環境とは区別して扱うものとする。このような利用環境の定義は、地球観測情報を扱う同種のシステム開発において極めて重要な意味をもつものと考えている。

4.3 データセット構造の検討

データセットの継続的蓄積を可能とするためには、データセット構造の設計が重要な要素となる。本研究では、①データセット種別、②データセット構成区分、

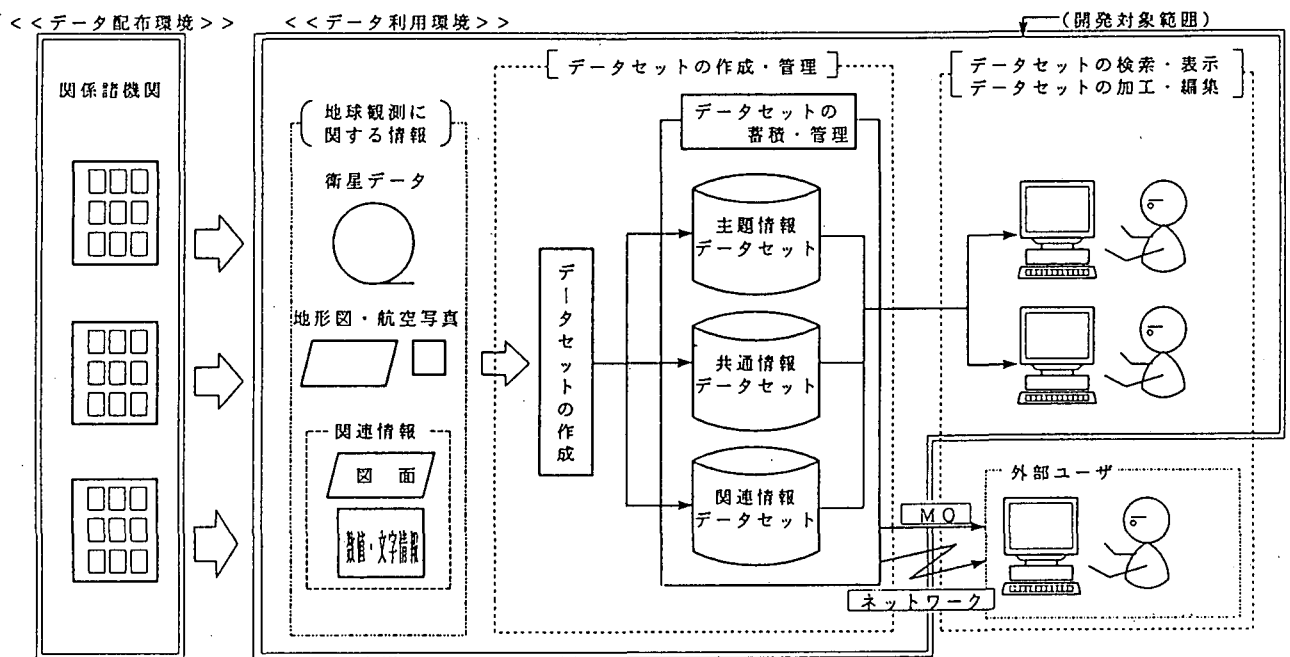


図-1 本研究開発におけるシステム稼働環境の概念

表-1 データセット構成区分

a) 主題情報データセット

データセット所属区分	画像情報	数値・文字情報
観測シーン	・土地被覆分類図 ・トレーニングデータ	・分類精度 ・データセットカタログ

b) 共通情報データセット

データセット所属区分	画像情報	数値・文字情報
観測シーン	・衛星データ ・地形図	・データ誌元 ・データカタログ
任意領域	・航空写真	

c) 関連情報データセット

データセット所属区分	画像情報	数値・文字情報
観測シーン	・境界線データ	
都道府県	・各種計画図面 ・道路網図 ・植生図 等々...	・事業計画書 ・統計データ
任意領域	・現地写真	・調査所見

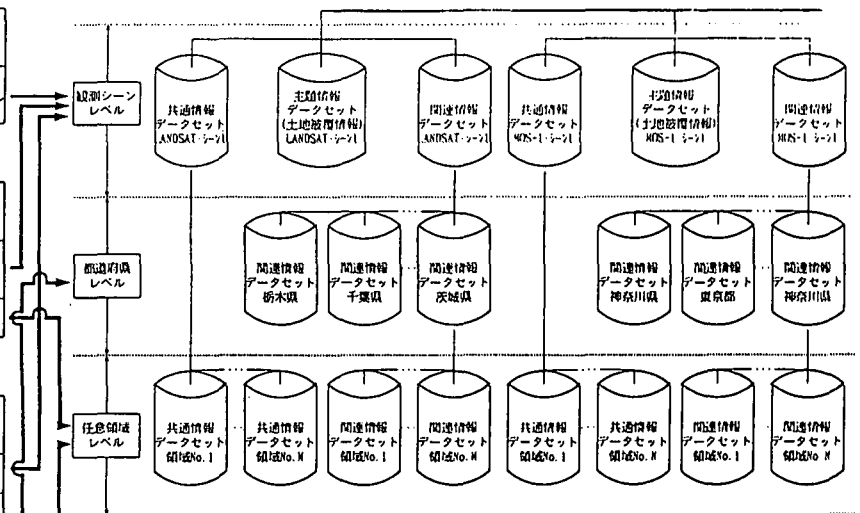


図-2 データセット所属区分 (データセット種別：土地被覆情報)

③データセット所属区分といった3つの情報区分に分けた上で、データセット構造を検討した。

(1) データセット種別

データセット種別とは、土地被覆情報、河川情報、海洋情報等といった利用目的別のデータセットの種類を言う。衛星データから作成される主題図の呼称がその候補となり、データセット種別毎にデータセット所属区分とデータセット構成区分について設計する。本研究では土地被覆情報を対象としてシステムの基本設計指針をとりまとめる。

(2) データセット構成区分

表-1に示すようにデータセットを構成する情報の種類の違いにより、「①主題情報データセット、②共通情報データセット、③関連情報データセット」の3つに区分し、これを「データセット構成区分」とする。

①主題情報データセット：データセット種別毎に基本となる情報を扱う。「土地被覆情報」では、土地被覆分類図や分類精度に関わる評価指標の値等の数値情報が蓄積される。

②共通情報データセット：主題情報データセットには属さない共通に利用される情報を言う。衛星データや航空写真等が対象となる。主題情報データセットとは別に収集し、必要に応じて蓄積・管理する。

③関連情報データセット：上記2つのデータセットのいずれにも属さないデータを扱う。特に主題情報データセットと関連性の高い情報を蓄積する。「土地被

覆情報」では、土地条件図や地質図等の地理情報があげられる。

(3) データセット所属区分

データセットは、シーン単位、都道府県単位、さらには任意領域単位での整備が想定される。そこで、本研究では、①観測シーンレベル、②都道府県レベル、③任意領域レベルといった3つに区分する。これを「データセット所属区分」と呼ぶ。前述したデータセット構成区分とデータセット所属区分の関連を判り易くするために、データセット管理の概念を図-2に整理した。「データセット種別：土地被覆情報」では、これら3つの区分すべてにおいてデータセットを整備する。他のデータセット種別については、全てのデータセット区分に該当する情報を整備する必要はなく、必要性の高いデータセットを整備していけばよい。

以上のようにデータセット種別、データセット構成区分およびデータセット所属区分を定義することによって、複雑多岐にわたる地球観測情報を効率的に取捨選択、蓄積・管理していくことが可能となる。本研究開発において入念な検討を要したところである。

4.4 システム構成の検討

表-1および図-2で示したデータセットを効率よく整備していくためには、中核となるシステムの構成、いわゆるデータセットに対する処理分担を考えると不可欠となる。本研究では、次の3つのシステム構成を考えた。

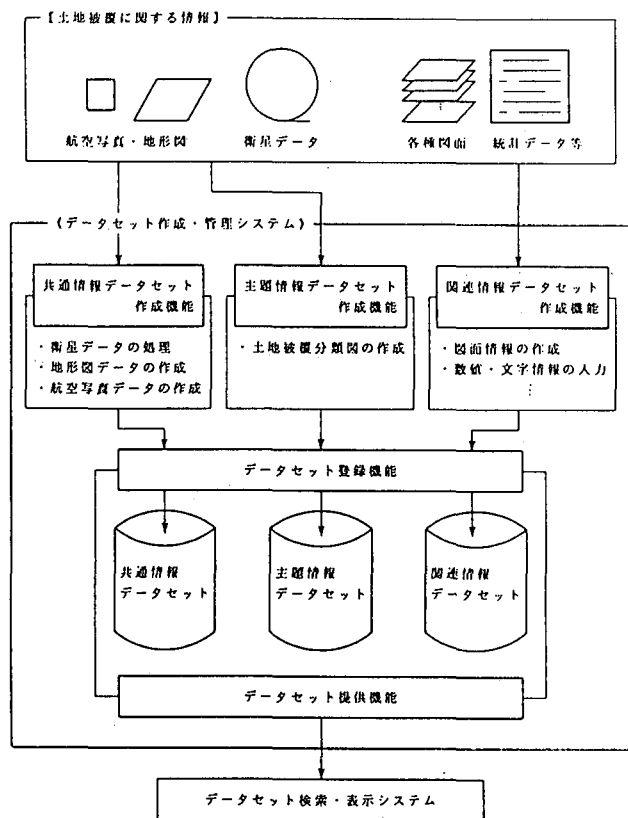


図-3 データセット作成・管理システム

(1) データセット作成・管理システム

データセットを作成するには、膨大な量のデータ処理・解析を要することから、図-3に示すように処理手順を標準化し、それぞれの処理が受け持つ機能構成を明確にした上で、ソフトウェア開発を進めることが大切となる。表-1に示した共通情報、主題情報、関連情報それぞれについて、データセットを作成する機能が用意されている。

a) 共通情報データセット作成機能：この機能は、衛星データ、航空写真、地形図をデータセット化するものである。衛星データに対する前処理、地形図や航空写真の数値化等の処理が効率よく実施できるようになっている。

b) 主題情報データセット作成機能：この機能は、衛星データから作成される種々の主題図を作成する基本となるものである。主題情報データセットを作成するための手法については、現時点において最も精度が高いと報告されている手法を採用することが必要であり、過去の研究調査を入念に行わなければならない。本研究開発では、土地被覆分類図を作成するための分類手法（教師付き最尤法）が整備されている。

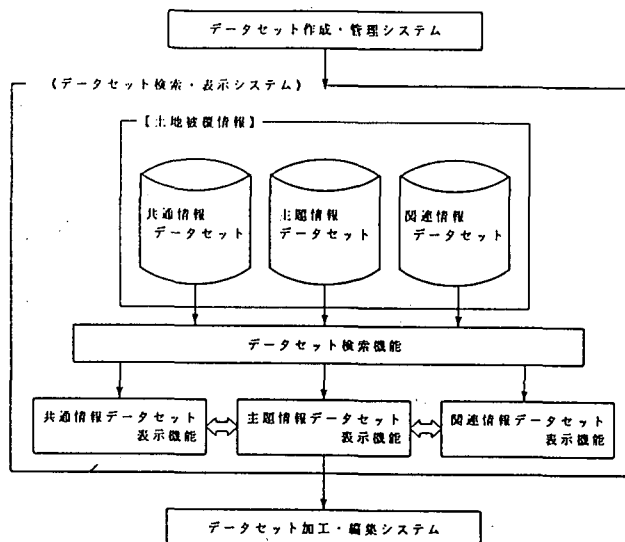


図-4 データセット検索・表示システム

c) 関連情報データセット作成機能：これは、共通情報や主題情報に關係する図面や数値文字情報をデータセットとして蓄積する機能である。土地被覆情報の場合には、評価領域に対応する地形図やその他の関連図面、現場写真等の情報がデータセットとして蓄積される。作成されたデータセットは、ネットワークや光磁気ディスクを介してデータセット検索・表示システムへ転送できるようになっている。

(2) データセット検索・表示システム

データセット検索・表示システムでは、図-4に示すように共通情報、主題情報、関連情報の検索・表示ができるように各種の機能が開発されている。例えば土地被覆情報を検索する場合には、都道府県の位置を画面上で指定した後に、種々の検索条件（センサ名、観測年月日等）を設定して目的とする情報を検索・表示できるように配慮されている。

(3) データセット加工・編集システム

このシステムには、データセットとして登録した情報を加工・編集するための機能が装備されており、図-5のような構成になっている。基本的な画像処理機能、グラフ表示機能等が用意されている。例えば、土地被覆分類クラス別に分布状況を視覚表示する機能や面積占有率を計算・出力する機能等がある。

5. オブジェクト・モデル設計

本研究開発では、OMT法 (Object Modeling Technique) の表記方法を用いて、地球観測情報を扱う場合

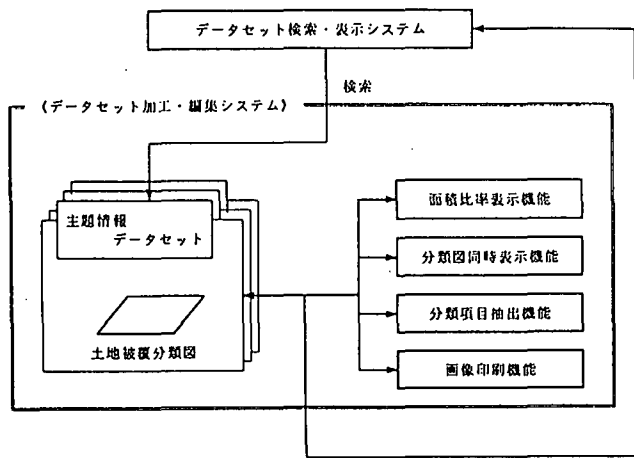


図-5 データセット加工・編集システム

のクラス階層図について検討し、システム開発のライフサイクルを効率化している点も特長の一つである。前述までの設計は、適用業務分析を基にしたシステムの全体設計と言えるものであるが、ここでの設計は、ソフトウェア開発段階における詳細設計に位置付けられる。なお、OMT法に関する方法論およびオブジェクト指向設計に関する用語と基本概念等については、多くの書籍に記載されているのでここでは割愛する。

5.1 土地被覆情報オブジェクトの全体構成

オブジェクトの全体構成を図-6に示した。「土地被覆情報クラス」がデータセット種別に対応する。さらに、データセット構成区分とデータセット所属区分

に対応するクラスを本研究開発では、「構成区分クラス」と「所属区分クラス」と定義する。

①構成区分クラス：構成区分クラスは、図-6に示すように、土地被覆分類図を属性に持つ「主題情報データセットクラス」、図面データ、統計データを属性に持つ「関連情報データセットクラス」、衛星データ、航空写真、地形図を属性に持つ「共通情報データセットクラス」から構成される。

②所属区分クラス：所属区分クラスは、都道府県名を属性に持つ「都道府県レベルクラス」、観測シーン名(Path-Row)を属性に持つ「観測シーンレベルクラス」、市町村名を属性に持つ「任意領域レベルクラス」から構成される。どの領域レベルからでも情報検索できるように図-6のようにクラス間を関連付けている。

5.2 オブジェクト指向設計の効用

最近では、オブジェクト指向設計を支援する種々の開発ツールが登場している。いかに開発ツールの利便性が向上しようとも、図-6で示したようなクラス階層図の展開が適切でなければ、構築されるシステムの有用性は保証されない。そこで、システムの全体面およびデータセットの「作成・管理、検索・表示、加工・編集」といった3つのシステム開発段階に分けた上で、本研究開発におけるオブジェクト指向設計の導入意義について表-2のように整理してみた。

最近の情報科学研究では、オブジェクト指向設計論

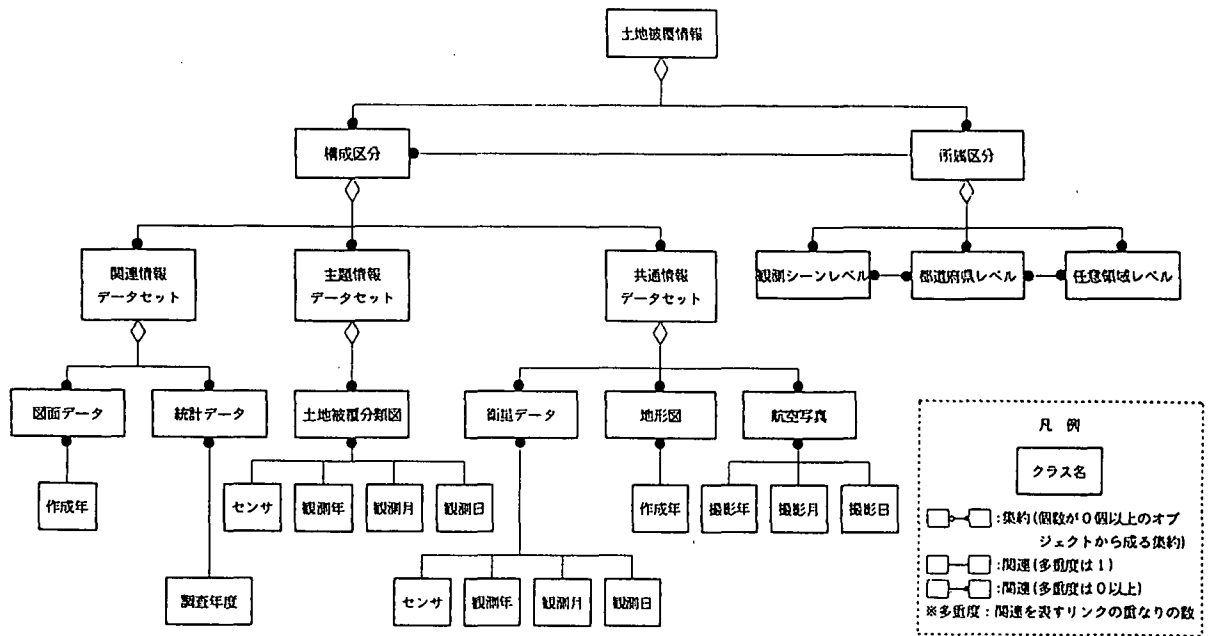


図-6 クラス階層図

表-2 オブジェクト指向設計の導入意義

(地観測情報を対象として)

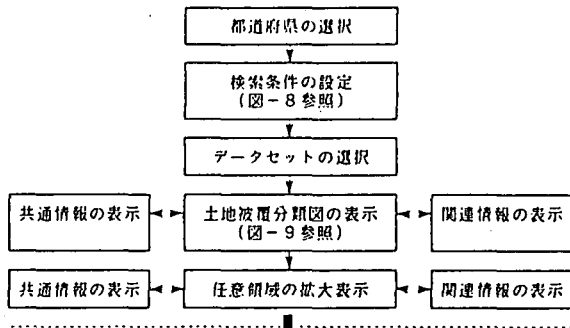
項目	システム開発上の問題点	オブジェクト指向設計による対応	
システム全体面	画面構成 データセット構造	画面構成とデータセット構造の検討を別々に考えなければならない。	オブジェクト間の関連によって画面間のつながりを表現し、画面構成とデータセット構造を同時並行して設計する。
	データセット種別の追加	データセット種別を追加する際には、新しく設計を行う必要がある。	「継承」の概念によって既存オブジェクトを再利用し、データセット種別の追加設計に柔軟に対処する。
	ソフトウェア開発	プログラミングの記述が膨大となり、ソフトウェアの保守管理、拡張面で多くの労力を要する。	オブジェクト指向プログラミングを通して、ソフトウェアの開発効率を向上させ、保守管理面での労力を軽減する。
データセット管理・管理面	データセットの作成・管理	データセットの増加に伴ってテーブル管理等が煩雑になる。	オブジェクト名やオブジェクト間の関係の管理をOODBMSに受け持たせることによって、登録処理の効率化を図る。
	データセットの登録	情報相互の関係が複雑なため登録時の操作が煩雑になる。	
	検索条件追加	利用者のニーズに応じて検索条件の修正・追加が困難である。	オブジェクト名やオブジェクト間の関係の管理をOODBMSに受け持たせ、検索条件の修正追加要求に柔軟に対処する。
	表示機能の修正・変更	新たな情報を追加する際の表示形態の修正・追加作業が煩雑となる。	「継承」の概念によって画面表示の変更・追加作業を効率化、システムの拡張性を高める。
加工・編集機能の拡張	衛星データの種別別に蓄積形式、所在を管理する必要があり、対応するテーブルが複雑化する。	オブジェクトにデータを読み出す「メソッド」を持たせ、「メッセージ」を受取ることによって、多様な種類のデータセットの読み出し、所在管理を行う。	

そのものが議論の対象となる傾向にあると言っても過言ではない。表-2のように、それぞれのシステムが担うべき役割に分けた上で、オブジェクト指向設計による具体的な対処方法を明らかにしておくことは、見逃されている点であると言える。なお、この他にも多くの要素機能開発においてオブジェクト指向設計の導入効果が整理されている。

6. システムの稼働例

データセット作成・管理システム、データセット検索・表示システム、データセット加工・編集システムそれぞれにおいて種々の処理手順があるが、紙面の都合上、利用者が最も多用するデータセットの検索・表示システムの一部について説明する。図-7にデータセットの検索手順を示した。まず、カーソルで都道府県を指定した後、図-8に示す「検索条件の設定画面」に移行する。ここでは、センサ名、観測年月日といった2つの検索条件が用意されている。センサ名の欄では複数のセンサを指定してデータを検索できる。また、観測年月日の欄では、①一定の期間を対象とした検索、②特定の年度を対象とした検索、③季節別の検

<データセット検索・表示システム>



データセット加工・編集システムへ

図-7 検索手順の例

(データセット検索条件の設定)

検索条件項目	検索条件の設定状況
センサ名	LANDSAT/TM MOS-1/MESSR
観測年月日	年: 1972年, 1982年, 1992年
	月: 3月, 4月, 5月
	日: 特に設定なし

検索条件として設定する項目をマウスでクリックして下さい。

検索実行 検索中止 前画面

図-8 検索条件の設定例

(土地被覆分類図の表示)
【東京都】

LANDSAT/TM 135-37 1992.03.03

拡大表示する領域を決定して下さい。

加工/編集 拡大 主題情報 共通情報 関連情報 前画面

図-9 共通情報、関連情報等への移行画面の例

索、④複数の年度の同時検索といった種々の検索ニーズに対応できる。

所望のデータが検索されると、図-9のように画面表示ウィンドウが開き土地被覆分類図がカラー表示される。この画面の下欄には、加工・編集システムへの環境移行、拡大表示機能、主題情報、共通情報、関連情報の検索へと展開できる。本研究で提案しているデータセット管理の概念は、このような画面表示となって実現される。画面上の指示ボタン等はオブジェクト

として管理され、検索項目の修正・追加等の要求にも柔軟に対応できるようになっている。

7. まとめ

(1) 研究の成果

本研究開発の内容と得られた成果は、以下の4点にまとめられる。

①システム開発の要件整理：衛星データをはじめとした地球観測情報を蓄積・管理しようとする従来までの研究開発動向を調査・整理し、本研究で取り扱う範囲とシステムが具備すべき要件を整理した。

②データセット構造の検討：地球観測情報を「利用目的別にデータセット」として管理する考え方について検討するとともに、データセット構造を検討した。データセットの所属区分と構成区分を定義することによって、膨大な量のデータセットの蓄積・管理・運用を可能とした。土地被覆分類図をはじめ様々な情報をデータセット単位で参照でき、必要に応じて統計処理や画像処理を施すことができるシステムとした。

③システムの基本構成の検討：データセット作成・管理システム、データセット検索・表示システム、データセット加工・編集システムといった3つのシステム構成とし、拡張性ある情報提供システムを実現した。

④オブジェクト指向設計の導入：整理された設計指針に基づき、衛星データから作成される土地被覆分類図をはじめとする「土地被覆情報」を研究開発対象に取り上げ、システムの詳細設計を進めた。システム開発・設計論として注目されてきているオブジェクト指向設計の手法を導入し、実際のシステム設計・構築を通してその適用意義を示した。

(2) 今後の展望

今後の課題として以下の2点を考えている。

①「土地被覆情報」を対象としたデータセット整備を継続するとともに、他のデータセット種別についてもシステム設計・開発を進めていく。

②衛星データの処理・解析過程で取り扱うデータは質・量ともに膨大である。衛星データの処理過程で生成される中間データや数多くのプログラム群の管理も必要不可欠となる。つまり、本研究で開発したシステムを更に拡張し、いわゆる「画像処理・解析管理システム」とでも言うべきトータルシステムの構築へと展開することが今後の課題となる。

最近では通信、ネットワークを通して、さらにこれらを統合利用するといった、いわゆるマルチメディアとしてのシステム化指向に多くの人達が注目している。しかし、ここで注意しなければならない点は、複数のメディアの活用、さらには新しい設計・開発手法や開発ツールの導入が必ずしも実用性あるシステムの開発にはつながらないという点である。高機能化が進むメディアやソフトウェア開発・設計手法がどのように進化していくにしても、今一度システム設計・開発の原点に立ち帰り、入念な「適用業務分析」を通してシステムの基本要件を明確にした上で設計・開発を進めることが大切であると考えている。

【参考文献】

- 1) John R. Townshend: Data and Information System (DIS), The 4th Meeting of National IGBP Committees, pp.13-16, 1994.3.
- 2) 川村宏：日本画像データベース、写真測量とリモートセンシング、Vol. 34, No. 1, pp. 89-92, 1995年2月.
- 3) 建石隆太郎：グローバル陸域 1 km AVHRR データセット計画、写真測量とリモートセンシング、Vol. 33, No. 5, pp. 78-80, 1994年10月.
- 4) 祖父江真一、下田陽久、新井康平：地球観測システム (EOIS) について、日本リモートセンシング学会誌、Vol. 15, No. 5, pp. 57-67, 1995年12月.
- 5) 浅沼市男：MCSST データセット、写真測量とリモートセンシング、Vol. 35, No. 1, pp. 17-20, 1994年10月.
- 6) Chung, C.F. and A.G. Fabbri: Multivariate Regression Analysis For Landslide Hazard Zonation, Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards, pp.107-133, 1995.
- 7) 小島尚人、大林成行、村上信：土地分級評価支援システムの構築とデータセット管理について、土木情報システム論文集、Vol. 3, pp. 15~22, 1994年11月.
- 8) Jan Steinman: The overselling of object technology, Object Magazine 2(3), 1992.
- 9) Goldberg, Adele and Kenneth Rubin: Succeeding with Object: decision Frameworks for project Management, Addison-Wesley, Reading, MA, 1995.
- 10) 大林成行、小島尚人、内堀富喜：地球観測情報を対象としたデータセット整備とその管理について、日本リモートセンシング学会 第18回学術講演会論文集、pp.107~108, 1995年5月.