

I-3 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

Construction and Management of the Data Set on the Earth Observation Information for Publicity under the Network Environment

大林成行¹、建石隆太郎²、小島尚人³

Shigeyuki Obayashi, Ryutarou Tateishi and Hirohito Kojima

抄録:本研究は、長期的かつグローバル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的とした上で、衛星リモートセンシングデータから得られる土地被覆情報はじめとした種々の地球観測情報をデータセットとして整備し、これらの情報を提供するシステムについて検討したものである。データセット構造を「WEBサイト」と「データベースサイト(DBサイト)」の2つに分けて考え、WEBサイトのデータをDBサイトのDBMSで管理するといった柔軟性かつ拡張性あるデータセット整備・管理の考え方を提示した。システム利用者は、データセットの所在管理等に煩わされることなく、ネットワークを介してデータセットの検索参照のみに専念できるようにしている。地理領域単位で情報を一元的に管理するとともに、データセットの収集、蓄積、管理・運用といった一連の処理作業を効率化した。本研究で提示したデータセット構造は、ネットワーク環境下における各種連携データベースシステムの構築にも柔軟に対処できるものであり、拡張性のある情報提供システムを構築している。

Abstract: To support the better understanding on the earth environment, we have been tackled to construct the data sets on the land cover information from the satellite remote sensing data, and investigate the practical use of those through the network. The structure of the data set is designed, based on the two points of view which is the "Web site" and the "Data base site", respectively. Without being disturbed in the management for the data sets, the user can only attend to retrieve the stored data sets. By the unitary management of the data sets according to the "area-unit", the improvement of the work efficiency in collecting, storing and managing the data sets could be achieved. The structure of the data sets provided in this study must be an introduction to link the other data under the global network communication system.

キーワード: データセット、土地被覆情報、衛星リモートセンシングデータ、データ資源管理

Keywords: data set, land cover information, satellite remote sensing data, data resource management

1. はじめに

地球環境保全と持続的開発の在り方が議論される中、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、種々の機関で研究が進められている^{1),2)}。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を融合利用しようとする研究がさかんになってきており、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³⁾⁻⁵⁾。

このような「データセット単位での情報管理」は、データベースシステムに関する研究開発においては、

関係者が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、しかもその情報は複雑・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、さらにはシステムの管理・運用体制等、今までにない問題に直面することになる。蓄積すべき地球観測情報の種類や精度、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多くの検討課題がある。

以上の背景のもとに、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、衛星データから得られる種々の関連情報を「データセット」として整備し、管理・運用していくための基本的考え方について検討・整理したものである。ネットワーク環境下で誰もが容易に利用できる情報提供システムを実現し、土地被覆情報のみならず、地球観測情

1: 東京理科大学理工学部教授・工博

2: 千葉大学環境リモートセンシング研究センター助教授・工博
(〒263-0022 千葉市稲毛区弥生町1-33,

Tel: 043-290-3850, e-mail: tateishi@rsirc.cr.chiba-u.ac.jp)

3: 東京理科大学理工学部講師・工博

(〒278-8510 千葉県野田市山崎2641,

Tel: 0471-24-1501, e-mail: kojima@ir.noda.sut.ac.jp)

報を例に、データセット整備に関わる種々の設計指針を整理した。なお、本研究は、日本学術会議IGBP-DIS小委員会¹⁾の研究活動を通じて全世界の関係者に情報発信することを目指すものであり、現在、本研究内容に沿って情報の収集・整備・発信の準備を進めている。

2. 研究開発の目的

本研究開発の目的は、次の3点である。

①地球環境を理解する指標の中でも最も多用される項目の1つである土地被覆に関連する種々の情報を「データセット」として整備・管理する考え方について検討するとともに、ネットワーク環境下で稼働する情報提供システムを実現するべく、設計指針を取りまとめる。本研究で開発された情報提供システムは、土地被覆以外の情報にも流用できることは言うまでもない。

②データセット整備に関わる問題点を明らかにし、データセットの収集、蓄積、管理・運用に至るまで一連の作業を効率化するための要件を検討・整理する。

③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へ反映させる。

3. 本研究開発の特色

3.1 データセット整備のあり方

地球観測情報をデータセットとして整備していこうとする構想が掲げられてから久しくなる。その間多くの研究者の努力によって、実際の情報提供システムの設計段階で要求される数多くの課題が討議されるとともに、これらを網羅的に取り入れようとする理想的なシステムの全体像が描かれている²⁾。しかし、現実には、データセットの構築に要する経費や労力の面から、データの収集、管理、運用を担う体制の整備が難しいといった根本的な問題が内在している。本研究開発では、データ提供者自らがネットワークを介してデータセットを容易に登録できる機能を整備した上で、データセット管理者側の負担を軽減し、継続してデータセットを管理できる柔軟性ある情報提供システムを実現している。ネットワーク環境が充実し、地球観測情報のデータセット構築に関する研究の成果が期待されている反面、「人的資源を含めたデータセット整備」に関する問題を明らかにし、システム設計指針として体系化した研究事例は、筆者らの知る限り見当たらない。

本研究では、取り扱う情報項目、データセット構造

を入念に検討した上で、各研究機関が個別に整備しているデータを効率よく収集し、それをデータセット化する工程を標準化する(4.5節で詳述)。この検討過程では、データセット化する一連の作業工程を考慮に入れた上で、「データセット構造」を設計することの重要性を指摘し、領域単位でデータセット整備作業を継続的かつ効率的に実施できるようにしている。こうした設計アプローチが、今後、衛星データを取り扱う情報科学研究分野において重要な検討項目になるものと考えている。

3.2 情報提供システムの拡張性

データセット整備の検討と並行して、本研究では、データセット化された情報を発信、提供するシステム、いわゆる情報提供システムの設計も進めた。筆者らは、すでに地球観測情報に関わる情報の取り扱い方に関する基本指針を整理してきたが、データセットの収集・管理・運用に関する検討およびネットワーク環境下における情報提供に関する検討については、今後の課題として残されていた^{3),7)}。そこで、本研究では、これらの研究内容をベースとして、さらに開発ステップを進め、ネットワーク環境下で情報を提供できるシステムを設計・開発した。

本研究の情報提供システムの特色は、衛星データから得られる各種の土地被覆情報を領域単位でデータセットとして一元的に管理し、全世界の人々が容易に情報を参照できるようにした点にある。また、データセット構造を「WEBサイト」と「データベースサイト(DBサイト)」の2つに分けて考え、WEBサイトの実データ構造およびデータ資源をDBサイトのDBMSで管理するといった柔軟性かつ拡張性あるデータセット整備・管理の考え方を提示している。WEBサーバとデータベースサーバ間での情報の連携を容易にする「データセット構造」とし、ネットワーク環境下において各種のデータベースと容易に連携できるような成長性あるシステム構成(連携データベースシステムへの展開)としている点も本研究開発の特徴となる。

4. システム設計

4.1 システムの要件定義

本研究開発におけるデータセット整備および情報提供システムに関する要件は次の3点である。

①全世界の技術者、研究者が常時手軽に利用できる

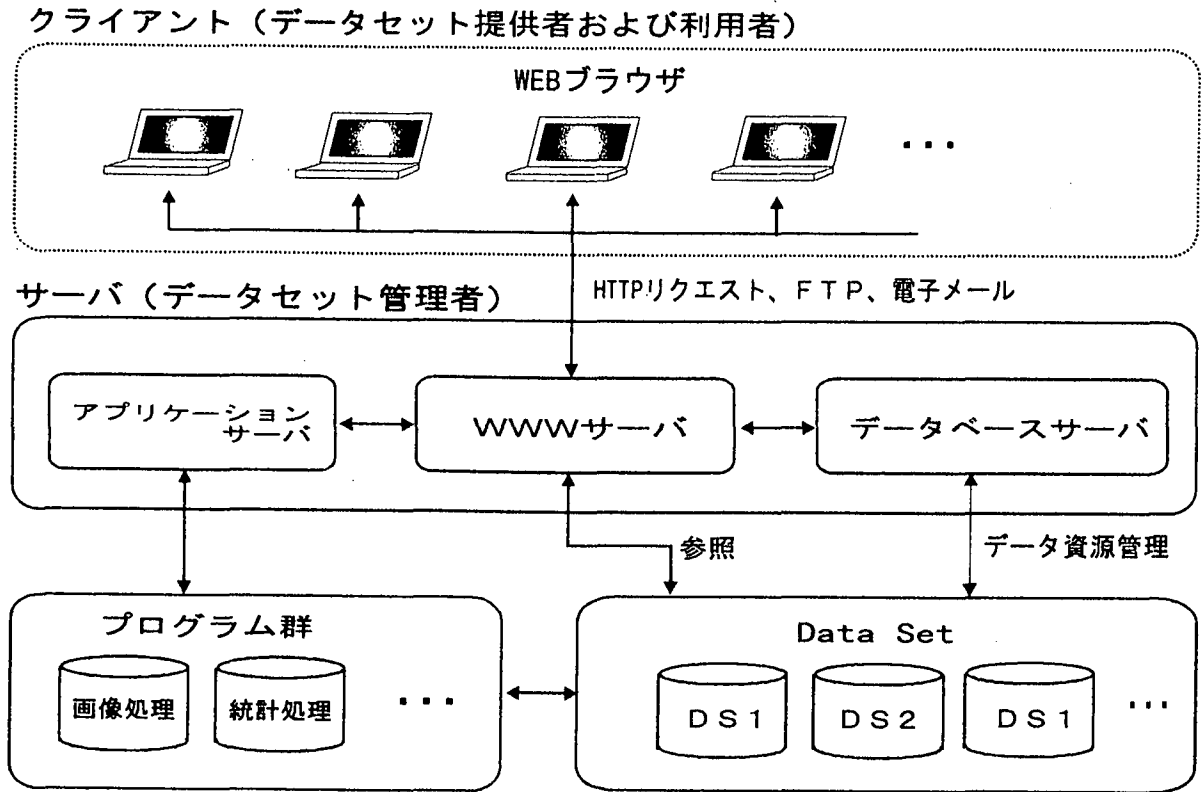


図-1 システムの稼働環境

ように、パーソナルコンピュータおよびEWSをベースとしたネットワーク環境下で稼働する情報提供システムとする。

②システムの稼働環境を「データセット作成環境」と「データセット利用環境」の2つに分けて考え、一般のシステム利用者は、データセットの所在・管理等に煩われることなく、ネットワークを介してデータセットの参照のみに専念できるようにする。

③土地被覆情報に関わる種々の情報が所属する区分を明確にし、データセットの収集・管理・運用を効率的に実施できるようにする。

4.2 システムの基本構成

(1) ネットワーク環境

システムが稼働するネットワーク環境を図-1に示す。WEBサーバを中核として、データベースサーバおよびアプリケーションサーバから構成され、それぞれデータセットとプログラム群を管理する。利用者は、WEBサーバへURLを指定（HTTPリクエスト）し、WEBブラウザを介してデータセットを参照する。データベースサーバでは、データセットに関わる各種の管理情報を蓄積したデータベースそのものを管理し、データセットの拡張に伴うこれらの管理情報の更新を

表-1 システムへのアクセス権限

システム	アクセス権	
	管理者	利用者
データセット管理システム	可	可
ソフトウェア管理システム	可	不可
ハードウェア管理システム	可	不可
ライブラリ管理システム	可	不可
画像処理・解析システム	可	可
ブラウザシステム	可	可

注) 画像処理・解析システムについては、システム管理者から承認（パスワード）を受けた者のみが利用可能。

担う。この部分はシステム管理者のみが担当する。アプリケーションサーバでは、画像処理・解析手法等を担う種々のアプリケーションプログラム群を管理・運用する。

(2) システム構成とアクセス権限

本研究で開発・整備する情報提供システムは、表-1に示す6つのシステム群から構成される。各システムの詳細については、紙面の都合上、割愛するが^{6),7)}、ネットワーク環境でシステムを稼働させることから、アクセス権限を含めたセキュリティの問題は、本研究

表-2 情報区分

	画像情報	数値文字情報
主題情報	<ul style="list-style-type: none"> 土地被覆分類図 土地被覆変化箇所情報 植生遷移、活性度 トレーニングデータ 	<ul style="list-style-type: none"> データセット管理情報 土地被覆項目 分類精度 各種統計情報 等
共通情報	<ul style="list-style-type: none"> 検索用ベースマップ 地形図 航空写真 衛星データ 	<ul style="list-style-type: none"> 衛星データカタログ 各種データ諸元
関連情報	<ul style="list-style-type: none"> 現地調査写真 各種グラフ情報 (統計処理情報) 各種地理情報 	<ul style="list-style-type: none"> グランドトランスデータ 現地調査記録書類 文献、研究報告書等

開発の重要な検討項目となる。そこで、システム管理者と一般の外部利用者に分けた上で、表-1のようにアクセス権限を整理した。

なお、データセット管理システムには、検索機能も含まれる。この検索に関する機能のみ、データベースサーバを介して外部利用者も使用できるようにしている。また、画像処理・解析システムは、システム管理者から承認(パスワード)を受けた者のみ利用できる。

4.3 情報項目

土地被覆に関わる情報項目の検討は、データセット構造の設計内容に反映されることから、情報の取捨・選択を入念に行う必要がある。本研究では、表-2のように3つの情報区分を考え、データセット構造の設計に反映させる。この情報区分は、データセットを継続して整備していく上での情報の整理区分となる。

①**主題情報**：主題情報は、土地被覆分類図やトレーニングデータ、分類項目、分類精度情報等で構成される。さらには、データセットを管理するための管理情報等も含まれる。この管理情報は、後述するデータベースサイトにあるDBMSによって管理される。

②**共通情報**：主題情報に属さない「共通に利用される情報」を言う。情報提供システムにおいて検索媒体となるベースマップ、地形図、衛星データや航空写真等が対象となる。必要に応じて主題情報とは別に収集し、データセット化していく。

③**関連情報**：上記2つの情報区分のいずれにも属さない情報を扱う。特に主題情報と関連性の高い情報を蓄積していく。現地調査写真を含めたグランドトラー

DBサイト

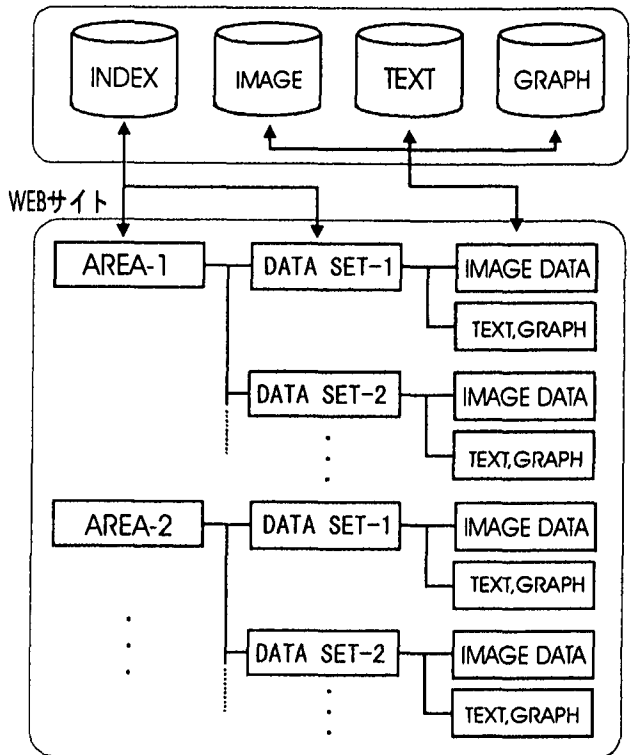


図-2 データセット構造

スデータや土地条件図、地質図等の各種地理情報が該当する。これらは「関連情報データセット」として必要に応じて蓄積していく。

4.4 データセット構造

前述したデータセット構成区分にしたがって、データセット構造について設計する。データセットの継続的かつ効率的な蓄積を実現するためには、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、WEBサイトとデータベースサイト(以下、DBサイト)の2つに分けた上で、図-2に示すようなデータセットの構造を設計した。

DBサイトでは、DBMSによって、数値文字情報、画像情報等が管理される。WEBサイトでは、領域単位で画像ファイル等を保存するフォルダを構成し、相対パス関係を持つファイルのリンク関係によって1つのデータセットが構成される。

具体的には、図-2のように「AREA_1」のフォルダの下層には「DATASET_1」、「DATASET_2」・・・といったようにデータセット毎のフォルダを用意する。さらにその下層には、「IMAGE DATA」、「TEXT、GRAPH」等のフォルダを用意する。領域別に管理されるデータセットは、すべて地図上の位置(領域)と対応し

ており、後述するデータセットの参照時にも役立つ。

DBサイトでは、WEBサイトに存在する全てのデータに関する管理情報（所属フォルダ、ファイル名、ファイルタイプ、ファイルサイズ等）がデータベース化され、「データセット資源管理情報」としてシステム管理者によって管理・運用される。この管理情報は、検索機能の拡張時にも役立つ。

例えば、利用者が直接、画像情報に関する情報のみを検索して表示したいといった要求がある場合、データベースサーバに検索要求を送り、DBMSを稼働させる。図-2に従えば、WEBサイトのデータ構造を変更しなくても対応でき、WEBサイトに開設するデータセット構造をそのまま継承してDBMSの管理へと連携していくことができる。WEBサイトのデータセット量が大きくなる程、DBサイトの資源管理情報が役立つ。ネットワーク環境下で稼働する動的なデータベースシステムの設計・開発が盛んになってきている今日、WEBページの開設から始まり、連携データベースの構築へと成長させていく上で、本研究の提言内容は、多くの示唆を与えるものと確信している。

4.5 データセットの整備手順の検討

(1) データセット諸元情報

本研究で提言する情報提供システムのデータセット整備に際しては、まず、関係研究機関や個々の研究者に、データセット管理の基本情報となる「データセット諸元情報」の作成を依頼する。少しでも多くの関係者に参加してもらうことによって、巾広いデータの発信を目指すためである。記載に際してお願いする「データセット諸元情報」は、図-3に示す12の項目から成る。以下、順に記載される内容について説明する。

①データセットの名称：データセットを識別するためのJOB名。領域単位でデータセットを管理する上でのインデックスの役目も持つ。

②データセットの地理領域：地図上でのデータセットの位置情報。矩形四隅の緯度、経度を記載する。

③データセットの属性：土地被覆、土地利用、あるいは植生比率等といった地表面に関係する情報。分類カテゴリや土地被覆に関わる関連情報を記述する。

④データセットの情報源：土地被覆分類に使用した衛星データの諸元情報。センサの種類、ROW-PATH、観測年月日、雲量、画質等の情報を記載する。

⑤データのタイプ：特定の目的をもって作成された

- | |
|--------------------|
| ①データセットの名称 |
| ②データセットの地理領域 |
| ③データセットの属性 |
| ④データセットの情報源 |
| ⑤データのタイプ |
| ⑥データセットに関する情報 |
| ⑦データ入手の可否 |
| ⑧データセットに関する連絡先 |
| ⑨文書類および関連WEBサイト |
| ⑩データセット作成者 |
| ⑪データセット諸元情報の作成者 |
| ⑫データセットに関係するブラウザ画像 |

図-3 データセット諸元情報の項目

土地被覆分類図のデータ形式（ラスター、ベクター等）および画素サイズ等の情報。

⑥データセットに関する情報：データセットに関する種々の関連情報。具体的には、データセット作成機関、土地被覆分類手法、現地調査情報等、種々の情報を記述する。

⑦データ入手の可否：データセット入手の可否に関する情報。入手可の場合には、記録媒体や入手方法等の情報を掲載する。

⑧データセットに関する連絡先：データセットに関わる問い合わせ先。住所、電話番号、FAX、電子メールアドレス等を記載する。

⑨文書類および関連WEBサイト：データセットに関係する論文、研究報告書、レポート等の情報。また、これらの入手先等に関する情報や他のWEBページへ移行できるようにURLアドレスを掲載する。

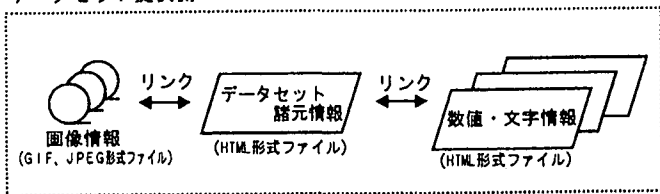
⑩データセット作成者：データセットを作成した研究機関および作成者名。

⑪データセット諸元情報の作成者：データセット諸元情報そのものを作成した担当者の氏名。

⑫データセットに関係するブラウザ画像：データセットに関係するブラウザ画像、例えば、土地被覆分類図や植生図、地形図、土地条件図等の画像情報を掲載する。これによって、利用者は情報提供システムを介して画像を参照できる。

なお、データセット諸元情報およびこれを構成する各項目に関連する情報は、世界の人々が参照すること

データセット提供側



FTP、電子メール、郵送

データセット管理側

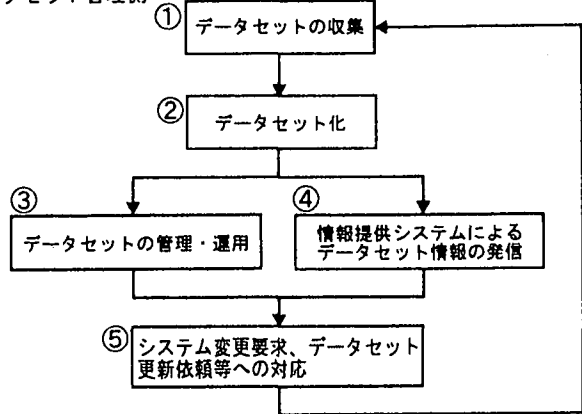


図-4 データセット整備の流れ

を前提としているので、原則として英文で記述することとした。以上の12項目は、あくまでも初期設計段階におけるデータセット諸元情報である。システムの運用とともに、利用者のニーズを反映させ、掲載項目を適宜、追加・修正していくことは言うまでもない。

(2) データセットの整備

データセット整備の全体の流れを図-4に示した。

①データセットの収集：上述したように関係研究機関にデータセット諸元情報の作成依頼を出す。データセット提供者は、システム上からインターネットを介して簡単な操作でデータセットを転送できるようになっている。また、システム管理者側からFTPあるいは郵送によってデータセットを受け取る体制も用意している。ネットワークを介してこれらの情報を取り扱うことから、データセット諸元情報やその他の文書情報はHTML形式、土地被覆分類図、現地写真等の画像情報はGIFあるいはJPEGファイルである。

②データセット化：データセット化の作業は、システム管理者が担当する。データセット諸元情報の内容とリンクする画像情報や文書情報を整理した上で、ファイル間のリンク処理作業の後、領域単位でデータセット化していく。データ管理者に作業負荷がかかるが、実用的なシステムの構築を考えて、当面の間はこの方法を踏襲することとした。

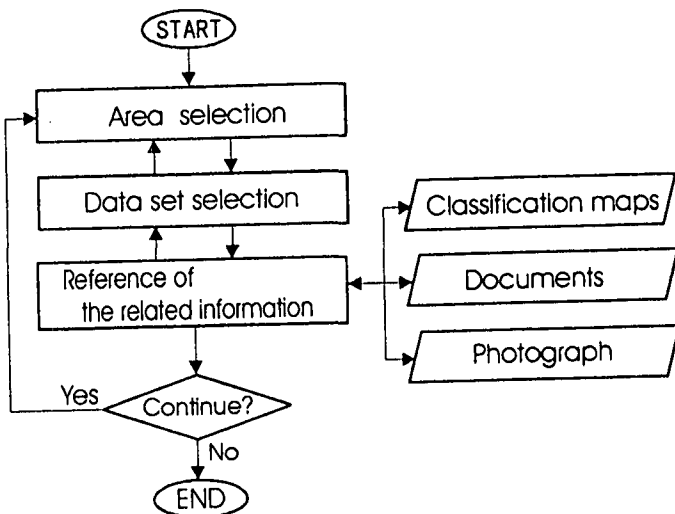


図-5 データセットの参照手順

③データセットの管理・運用：システム管理者は、蓄積されたデータセットの管理情報を作成し、DBサイトにあるDBMSによって管理する。

④データセット情報の発信：データセットを情報提供システムで参照できるようにWEBサーバ上で管理する。データセット管理情報は、図-1に示したようにデータベースサーバのDBMSが管理する。

⑤システム変更要求等への対応：情報提供システム利用者からの要求事項を整理し、常にシステムの性能を高めていく。また、データ提供者からデータセットの更新、追加、削除等の依頼に対して、迅速かつ的確に対応できるようにする。

5. 情報提供システムの稼働例

5.1 データセットの参照

情報提供システムを用いたデータセット情報の参照手順を図-5に示す。この流れに沿って、図-6には、データセットを参照する過程における情報の関係を整理した。

①データセットの位置検索：システムを稼働すると、図-6に示すようにデータセットの位置を参照するためのベースマップが画面に表示される。参照したいデータセット番号をマウスでクリックすると、この領域内に存在するすべてのデータセットのリスト一覧表示画面に移行する。

②データセットの選択：参照したいデータセット情報の番号をクリックすると、データセット諸元情報へと移行する。

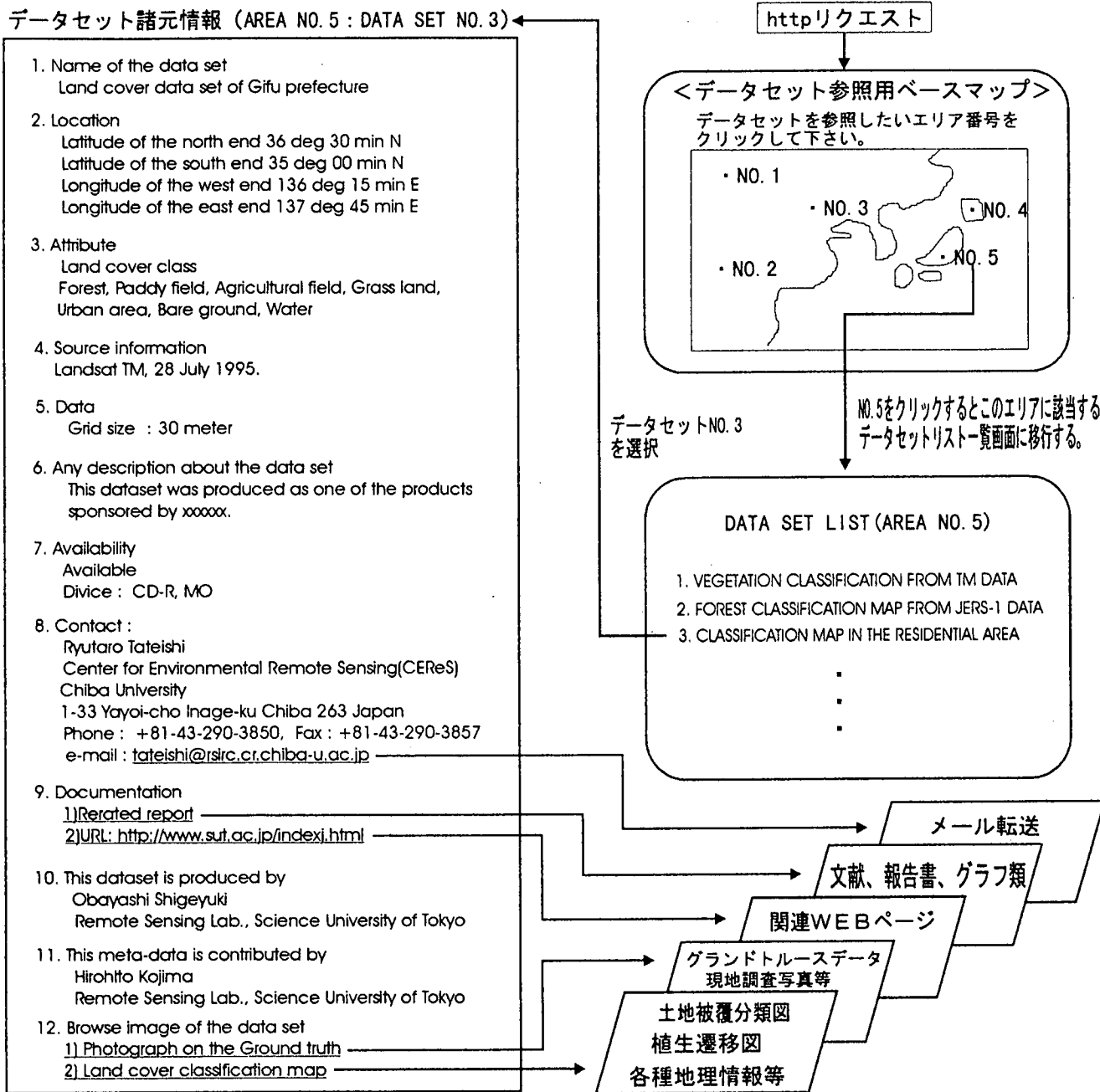


図-6 データセットの参照手順と情報の関係

③関連情報の参照：データセット諸元情報から、さらに、関連情報を参照する。例えば、図-6のデータセット諸元情報の「項目8」に記載されている「e-mailアドレス」の部分をクリックすると、電子メール管理ソフトが稼働し、メッセージを転送できる。「項目9」では、文献、報告書、グラフ類等の関連情報の参照および他のWEBページへ移行できる。さらに「項目12」では、土地被覆分類図や現地調査写真等のブラウザ画像を参照できるようになっている。

以上のように、情報提供システムの利用者は、データセットの位置情報から様々なデータセット関連情報

を参照することができ、また、関係する研究者との相互連絡もとれるようになっている。

5. 2 システム機能の拡充

データセットの量が多くなるにつれて、データセットの位置情報から検索するのではなく、データセットリスト一覧を直接参照、検索したいといった要求もあがってくる。本研究で提示したデータセット構造に従えば、利用者の要求に応じて、検索手順を別機能としてグループ化し、システムに逐次追加していくといった柔軟なシステム拡張体制をとることができる。この点についての具体的な検討（機能拡張）に関しては、

データセットの蓄積・整備があるレベル以上に達した時点での課題とする。

6. まとめ

(1) 研究開発の成果

本研究開発の内容と得られた成果は、以下の3点にまとめられる。

①システム開発の要件整理：衛星データから得られる土地被覆情報を蓄積・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情報提供システムとして具備すべき要件を整理した。

②データセット構造の検討：土地被覆に関する種々の情報を「データセット」として管理する考え方について検討した。データセット構造を「WEBサイト」と「データベースサイト(DBサイト)」の2つに分けて考え、WEBサイトのデータ構造・資源をDBサイトのDBMSで管理するといった柔軟性かつ拡張性あるデータセット整備・管理の考え方を提示した。

③情報の一元管理と情報提供システムの開発：領域単位で情報を一元的に管理するとともに、データセットの収集、蓄積、管理・運用といった一連の処理作業を効率化した。また、情報提供システムの利用者は、データセットの所在管理等に煩わされることなく、ネットワークを介してデータセットの検索参照のみに専念できるようにした。

本研究で提示したデータセット構造は、ネットワーク環境下における各種連携データベースシステムの構築にも柔軟に対処できるものであり、拡張性のある情報提供システムを構築した。

(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、例えば、土壤情報、地質情報、地形情報等のデータセット化についても考えていく。図-2で示したデータセット構造の基本は変わらないが、取り扱う情報項目、内容についての取捨・選択が重要な検討課題となる。

②本研究で検討したデータセットの整備手順に従えば、効率的かつ継続してデータセットを整備していくことができる。しかし、図-4で示した「データセット諸元情報」については、データセット提供者が作成し、システム管理者側に電子メール等で転送しなけれ

ばならない。データセット提供者が「データセット諸元情報」を作成する際に、直接WEBブラウザから入力できるようにする等、ユーザインターフェースの向上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に目を奪われる結果、必ずしも有用なシステム開発に結びついてい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、通信手段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。

最近では、インターネットを介した連携データベースシステムの開発に多くの人々が注目している。しかし、ネットワーク環境下でのDBMSの操作性や要素機能そのものは向上しているものの、対象とする分野によっては、データの蓄積・管理・運用におけるシステム全体の「ライフサイクルの停滞」を与儀なくされるといった問題も指摘されている。

本研究開発の内容は、土地被覆情報のみならず、地球観測情報を対象としたデータセットの整備および情報提供システムの開発に関わる種々の問題提起、将来にわたるデータセット整備のあり方を議論していく上で、重要な研究アプローチに位置付けられるものと考えている。

参考文献

- 1) Townshend, J.R.: Data and Information System (DIS), The 4th Meeting of National IGBP Committees, pp.13-16, 1994.3.
- 2) 祖父江真一、下田陽久、新井康平：地球観測システム (EOS) 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. 12.
- 3) Star, J.L. and Estes, J.E.: Integration of Geographic Information Systems and Remote Sensing, Cambridge University Press, 1997.
- 4) 建設省国土地理院：平成8～10年度・GISの標準化に関する調査報告書、空間データ標準化委員会、1997. 3.
- 5) 建石隆太郎：グローバル陸域1km 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. 10.
- 6) 大林成行、小島尚人：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、土木情報システム論文集、Vol. 5, pp. 187-194, 1996. 10.
- 7) 大林成行、小島尚人：衛星リモートセンシングデータの処理・管理システムのあり方について、日本リモートセンシング学会第21回学術講演会論文集、pp. 155-156, 1996. 11.