

N-LANDデータベースシステムの開発

松澤 茂[†] 川村 宏^{††} 枝松芳枝[‡] 小畑征二郎[¶]
[†]東北学院大学 ^{††}東北大学 [‡]東北緑化保全株式会社 [¶]仙台電波工業高等専門学校

人工衛星の画像データは示唆に富んだ非常に有用な情報であるが、昨今の現状においては必ずしも個人レベルの研究に容易に利用できるものではない。そこで、我々は東北大学理学部附属大気海洋変動観測研究センターで常時受信している米国の気象衛星NOAAのAVHRRデータの総合的な利用環境を構築するために、種々のデータベースの作成や自然現象を解析するための各種のソフトウェアの開発を行っている。

この一連の研究の一環として、日本の陸域のさまざまな自然現象を解析するために、AVHRRデータから日本の陸域の部分のみをデータベース化することにした。N-LANDデータベースシステムは、N-LANDデータベースの利用環境を構築することを目的として、データベースシステムの基本的な機能であるデータの登録機能、データの検索機能などの他に、陸域の位置の補正機能、雲域の識別機能、さまざまな自然現象の解析を支援するための機能などを含んだ総合的なシステムである。

A Development of the N-LAND Database System

Shigeru MATSUZAWA[†] Hiroshi KAWAMURA^{††}
Katsue EDAMATSU[‡] Seijiro OBATA[¶]

[†]Tohoku Gakuin University ^{††}Tohoku University
[‡]Tohoku Afforestation & Environmental Protection Company,Ltd.
[¶]Sendai National College of Technology

N-LAND database was developed to analyze a natural phenomenon of Japanese land area, and data of Japanese land area of the NOAA satellite data are registered. N-LAND database system was developed to build a utility environment for the N-LAND database.

In this paper ; we describes the functions of the N-LAND database system and an analysis support function of natural phenomenon.

1. はじめに

東北大学理学部附属大気海洋変動観測研究センター（観測センター）では、常時受信している米国の気象衛星NOAAのAVHRRデータの総合的な利用環境を構築するために、日本画像データベース（JAIDAS）、N-LANDデータベースなどのデータベースの構築と自然現象を解析するための各種のソフトウェアの開発を行っている。JAIDASとは、NOAAのデータを広く研究者に公開することを目的として、毎日の昼の可視データと赤外データを解析しやすいように変換して、東北大学大型計算機センターに構築している。このデータベースは1992年から一般の研究者に公開されている。JAIDASは大局的な現象の把握や時系列に自然現象を解析することが目的であるため、詳細な解析や基礎研究を行うためには不向きである。一方、N-LANDデータベースは、日本の陸域の詳細な自然現象の解析するために作成され、NOAAのデータから日本の陸域の部分のみを抽出したデータを作成してデータベース化したものである。

我々は、N-LANDデータベースの利用環境を構築する目的として、データベースシステムの基本的な機能であるデータの登録機能や検索機能の他に、N-LANDデータ固有の補正機能や日本の陸域のさまざまな自然現象の解析を支援するための機能などを含んだN-LANDデータベースシステムを開発している。

本稿では、N-LANDデータベースシステムの機能と自然現象の解析を支援するための機能などについて述べる。

2. 衛星画像NOAA/AVHRRとN-LANDデータの特徴

気象衛星NOAAは米国海洋大気庁が1978年から打ち上げ運用している気象衛星のシリーズで、その軌道は高度約800Km、周期約102分の極軌道である。気象衛星NOAAには、AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) センサーが搭載され、波長の異なる5種類の情報（チャンネル1から5）を収集することができる。チャンネル1、2は可視域で地球表面に反射する太陽光を受信することによって地上の情報を得ることができる。チャンネル3、4、5は赤外域で地球表面の温度に応じて放射される赤外線を受信することによって、海洋や陸域での温度に関する情報を得ることができる。なお、AVHRRデータの解像度は約1.1Kmである。

このAVHRRデータから、N-LANDデータを作成してデータベースに登録することになる。つ

ぎにN-LANDデータの特徴について述べる。

- (1) 雲のない晴れた日の昼頃のデータを対象にする。
- (2) 日本を北海道地域、東北関東地域、瀬戸内海地域、九州沖縄地域の4つのブロックに分けて作成する。
- (3) 受信したAVHRRデータを画像化し、その画像データを 32×32 画素の矩形域に分割し、その矩形域が沿岸域と陸域を含むものを抽出して作成する。N-LANDデータは 1024×1024 画素の大きさである。
- (4) AVHRRデータの持つ全ての情報を有効に利用する。つまり、N-LANDデータには、AVHRRデータのすべてのデータがセットされ、その1画素は2バイト（10ビット使用）である。

図1に東北関東地域のN-LANDデータを示す。

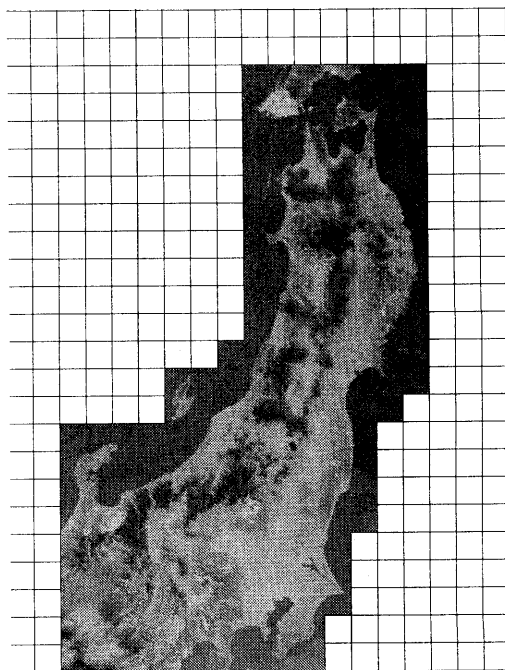


図1 N-LANDデータ（東北関東地域）

3. N-LANDデータベースシステムの概要

3.1 システムの開発目標

N-LANDデータベースシステムを開発するにあたって、つぎに示すような項目を主な目標として設計開発した。

- (1) このシステムはN-LANDデータベースを管理運用するための機能の実現と、登録されている

N-LANDデータの解析を支援するための機能を充実させる。

(2) データベースはUNIXで管理し、N-LANDデータを年単位に単純な木構造でデータベース化する。

(3) データの検索は直接画像を目視しながら簡単な手順で行えるようにする。

(4) N-LANDデータの解析の前処理として必要な陸域の位置の確認機能と、各画素ごとに雲と地表を明確に識別するための機能などを用意する。

(5) 検索で求められたN-LANDデータの解析を支援するために、処理しやすい形式に変換した新たなデータを作成できるようにする。

このような目標で作成されたN-LANDデータベースシステムは、図2に示すように、N-LANDデータベースを中心に、データの登録機能、データの検索機能、さまざまな自然現象の解析を支援するための機能などで構成されている。

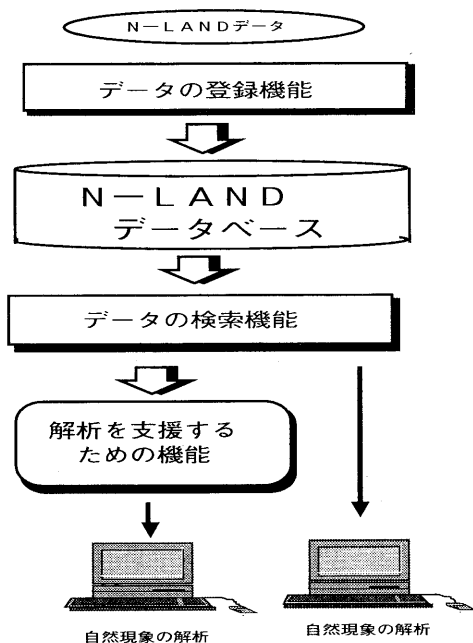


図2 N-LANDデータベースシステムの全体構成

3.2 N-LANDデータベースの構造

N-LANDデータベースは、UNIXで管理されている。N-LANDデータベースの構造は、図3に示すように各地域ごとに、年単位に単純な木構造でデータベース化されている。各N-LANDデータは日付ごとにサブファイルを作成する。

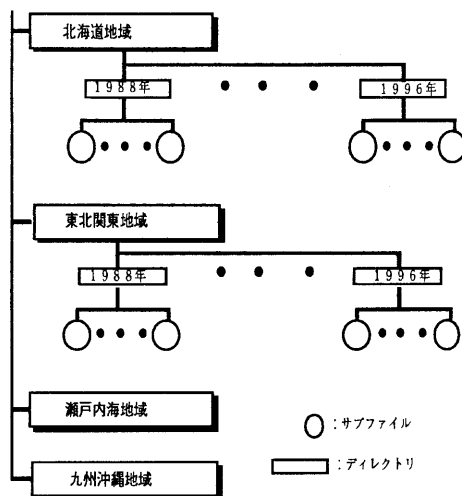


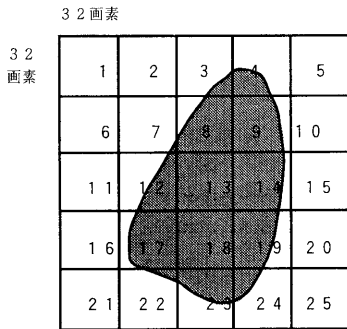
図3 N-LANDデータベースの構造概念

つぎに、N-LANDデータのデータ構造について述べる。まず、AVHRRデータを画像化し、その画像を 32×32 画素の矩形に分割する(分割された領域をセルと呼ぶ)。各セルには、識別するための1から始まる連続番号が付けられている。N-LANDデータは図4に示すように、セルを管理するためのセル管理テーブルとセル内のデータ値を格納するためのセルデータテーブル(各チャンネルごとに作成)の2つのテーブルで構成されている。

セル管理テーブルは各セルごとに、セルの中に陸域(沿岸域も含む)が含まれているかを管理するためのもので、陸域が含まれていない場合は0がセットされる。また、陸域が含まれている場合には、そのセルのデータ値が格納されているセルデータテーブルのレコード番号がセットされる。なお、この情報は画像を再構成する場合に用いられる。

セルデータテーブルは図4に示すように、複数のレコードで構成され、それぞれのレコードに各セルのデータ値が格納されている。

実際のN-LANDデータの大きさは 1024×1024 画素であるが、図4に示すような 160×160 画素の画像を用いて具体的に説明する(黒い部分が陸域を示す)。セル3、4、7、8、9、12、13、14、17、18、19、22、23、24には陸域が含まれているので、セル管理テーブルのエントリ1と2には0がセットされ、エントリ3にはセルデータテーブルのレコード番号1がセットされている。すべてのセルについて同じように処理される。



(160×160画素のデータ)

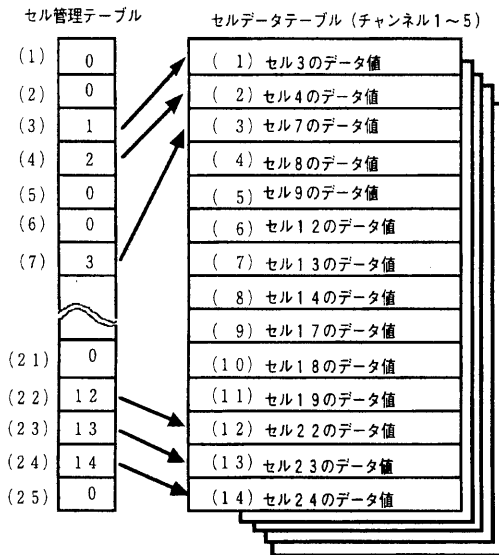


図4 N-LANDデータの構造概念

つぎに、N-LANDデータを格納するファイル形式について説明する。ファイルは1025レコードで構成され、各レコードは2048バイトである。最初のヘッダには受信月日、衛星名、軌道番号などの衛星に関する詳細な情報がセットされている。1から1000レコードには、チャンネル1から5までのデータ値が格納されているセルデータテーブルが、1001と1002のレコードにはセル管理テーブルがセットされる。残りのレコードには、各種の管理情報がセットされる。なお、ファイルのサイズは約2MBである。

3.3 データの登録処理

観測センターでは、受信したAVHRRデータの

クウィックルック画像を見ながら、雲の状況を判断してN-LANDデータを作成するかを決める。つぎに、N-LANDデータ作成プログラムを用いて4つの地域のN-LANDデータを作成する。この処理過程で基本的な位置ずれの補正処理も行なわれている。作成されたN-LANDデータはUNIXの標準的な圧縮機能を用いて圧縮されてデータベースに登録される。この登録処理は現在すべて開発者が行っている。

3.4 データの検索機能

検索機能では、データベースから必要なデータを視覚的に求めることができる。まず、目的のデータの年号を指定すると、データベースに登録されている指定された年号のすべてのデータが図5に示すように画像(128×128画素に縮小)として表示される。登録されているデータ数が多い場合には、9個のデータがひとつのウィンドウに表示される。つまり、50個のデータがあれば6つのウィンドウが生成され、それぞれのウィンドウに画像が表示されることになる。つぎに、表示されている画像を直接クリックすると、そのN-LANDデータが原サイズで表示され、データの内容を確認することができる。このデータを手入する場合には、ウィンドウ内の「画像保存」をクリックする。この一連の操作によって、データベースに登録されているデータを見ながら効率よく検索することができる。この検索機能は観測センターで実行することを基本としている。

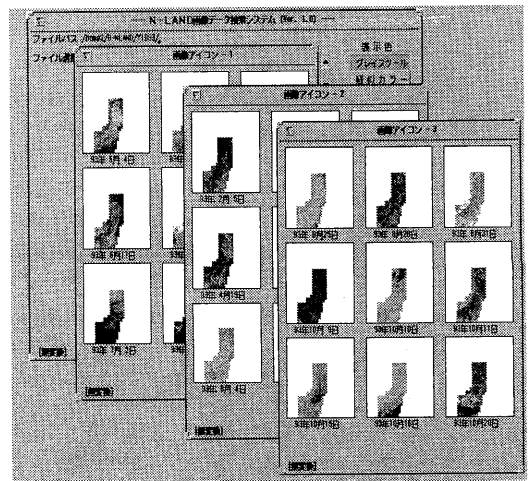


図5 データの検索機能

しかし、観測センターと研究者のコンピュータがコンピュータネットワークで接続され、さらにコンピュータ同士を接続する許可が与えられていれば、観測センターから離れた研究者のコンピュータ上でこの検索機能を実行することができる。つまり、各研究者のコンピュータにN-LANDデータベースが構築されているかのように見えることになる。

4. 解析を支援するための機能

N-LANDデータベースは陸域の解析に用いられることから、陸域海域の識別と雲域を明確に判別する必要がある。そこで、このシステムには、解析を支援するためにN-LANDデータに対して陸域の位置補正と雲域の識別をするための機能がある。さらに、N-LANDデータの解析を容易にするために、新たな形式のデータを作成するための機能も用意されている。

4.1 陸域の位置の補正機能

N-LANDデータベースは日本の陸域を解析することを目的としているため、非常に正確な地理的精度が要求される。そこで、受信したAVHRRデータからN-LANDデータを作成する際に基本的な位置合わせのための処理が行われている。この処理により、ほとんどのデータは陸域の位置のずれが補正される。しかし、データによっては数画素程度のずれが生じる場合がある。気象衛星NOAAの1画素の解像度は約1.1kmなので、この数画素のずれは陸域を解析する場合、大きな障害となり解析には用いることができない。そこで、画像を表示しながら画像全体を手動で1画素ずつ前後左右に移動しながら最終的な位置を合わせることにした。これをナビゲーションマッチング方式と呼ぶ。つぎにこの方式の処理方法について説明する。

(1) N-LANDデータは4つの地域に分けられて作成されているので、その地域ごとに海を覆う画像データを日本国土数値データから作成する(マスク画像)。

(2) N-LANDデータのチャンネル1と2のデータから植物の活動状況を指標化した植生指標値をすべての画素について求める。植生指標値は、植物の活動が活発なほど高い値を示し、植物のない場所や水域では非常に小さな値を示すことがわかっている。つまり、この値を用いることにより海域と陸域を明確に分けることができる。この植生指標値を画像化したものを植生指標画像と呼ぶ。

(3) 植生指標画像の上にマスク画像を重ねる。つまり、マスク画像の開いている部分(陸域の部分)から植生指標画像を見つめることになる。マスク画

像と植生指標画像の陸域の部分が一致している場合、海域(植生指標値の小さな部分)が見えなくなる。しかし、一致していない場合には、植生指標値の小さな海域の部分が見えることになる。図6にこの機能の実行画面を示す。画像の沿岸部の黒い部分が陸域の位置が合わない部分を示し、ヒストグラムウィンドウで確認することができる。

(4) 一致していない場合には、植生指標画像をカーソル移動キーを用いて上下左右に移動しながら、海域の部分が見えなくなるまで移動する。このような方法により、正確に陸域の位置を合わせることができるようになった。なお、一致させるために移動した画素数はN-LANDデータの管理情報にセットされる。

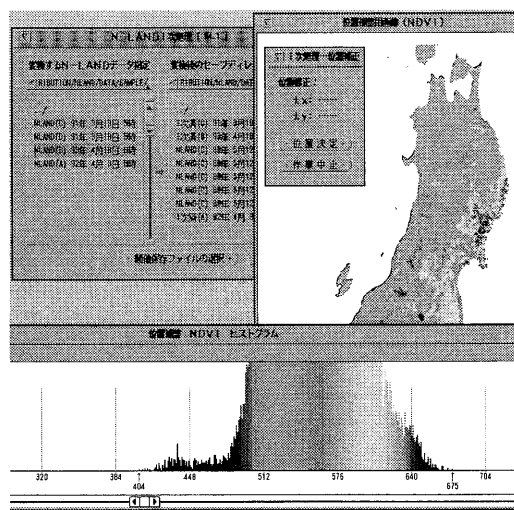


図6 陸域の位置の補正機能

4.2 雲の識別機能

衛星データを用いて自然現象を解析する場合、その位置が海域か陸域あるいは海岸線であるかを明確にする必要がある。このことは陸域の位置の補正機能によって解決された。つぎに問題になるのが、その場所が晴れているのか雲があるのかを明確に識別することである。AVHRRデータから自動的に雲を判別する方式は、以下のような理由によりまだ確立されていないと考えられる。

- ①雲の輝度は背面が海面と地表では異なる。
- ②人間の目には明らかに雲ではないと分かる海面や地表が、雲と同じ階調値を持つ場合がある。

そこで我々は、これらの問題を解決するために、AVHRRの5つのチャンネルから①植生指標値データ、②チャンネル3と4の差を求めたデータ、

③チャンネル4と5の差を求めたデータ、の3種類のデータを新たに作成することにした。この8種類のデータの画像を目視しながら雲を識別する視覚的雲判別方式を開発した。つぎに、この方式の処理方法について述べる。

(1) N-LANDデータは日本を4つの地域に分けられて作成されているので、その地域ごとに日本国土数値データから海域、陸域、海岸線を区別した画像データを作成する(陸海マスク)。

(2) 図7に示すように、必要に応じて8種類のデータを用いながら、そのデータのヒストグラムを見ながら雲、非雲の判定する(判定された結果は別のデータにも引き継がれる)。なお、雲の識別は、陸域と海域に分けて実行する。このようにして複数の画像データで別々に識別された陸域と海域の雲域の情報は、合成され最終的な雲域の識別情報として作成される。さらに、陸域と海域の雲の識別情報をもとに海岸線の雲が求められる。このようにして求められた雲域の識別情報は、各画素ごとにデータ値を壊すことなく付加される。この処理により陸域の雲域、海域の雲域さらに、海岸線上の雲域も正確に識別することができるようになる。陸域の位置の補正処理と雲の識別処理によって作成されたデータを補正済N-LANDデータと呼び、このデータもデータベースに登録できるようになっている。

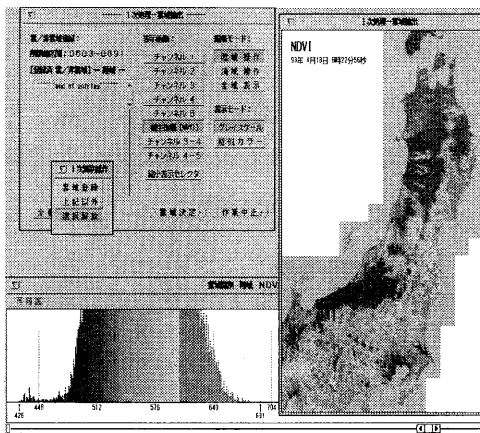


図7 雲の識別機能

4.3 解析を支援するための各種データの作成

N-LANDデータを用いて自然現象を解析する際、県境、海岸線、土地利用状況、地上での観測値などのさまざまな情報が必要になってくる。N-LANDデータから地上気温値などを算出するには、それぞれの物理量を求めるための算出式にもとづいてプログラミングをしなければならない。このこと

は、プログラミングに不慣れな研究者にとっては大きな負担になっている。そこで、この問題を解決するために、データベースに登録されているN-LANDデータ、国土地理院で作成されている国土数値情報(海岸線、県境、土地利用状況など)、地上での観測値(AMeDASなど)などのデータを用いて、衛星解析データとマッチアップデータなどのデータを作成することにした。

4.3.1 衛星解析データの概要

衛星解析データには、植物の活動状況を解析するための植生解析データ、地上の気温の状態を解析するための地上気温解析データ、各県ごとのN-LANDデータの3種類のデータで構成される。

(1) 植生解析データ

N-LANDデータのチャンネル1と2をもとに、つぎの式によって各画素ごとに植物の活性の度合いを示す植生指標値を求める。

$$\text{植生指標値} = \frac{\text{チャンネル2} - \text{チャンネル1}}{\text{チャンネル2} + \text{チャンネル1}}$$

植生指標値は-1.0から+1.0の範囲の値をとり、この値がプラスになるほど植物の活動が活発であることを示している。求められた植生指標値を0から1023の整数値に変換し、海岸線や土地利用状況などのデータを付加して植生解析データを作成する。

図8に示すように植生解析データの1画素は2バイトでできている。植生解析データはその地域全体とその地域に含まれる各県毎に作成される。そのファイルは、ヘッダ部とデータ部から構成され、ヘッダ部にはファイル識別子(解析データの種類)と県名などの情報が格納され、データ部には植生解析データがプログラムでの読み込み処理を単純化するために、画素ごとに列の形式(ベタ形式)で格納されている。なお、植生解析データファイルのサイズは約132Kバイトである。

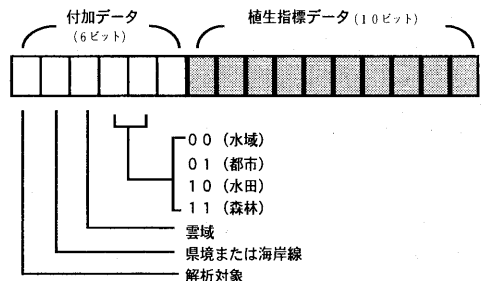


図8 植生解析データの形式

図9に、1993年5月16日の宮城県への植生解析データを256色で画像化したものを示す。赤色が植物の活動が活発なことを示している。

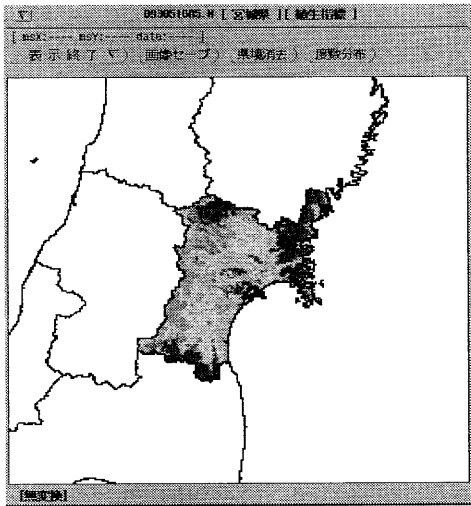


図9 宮城県の植生解析データの画像

(2) 地上気温解析データ

N-LANDデータのチャンネル4と5をもとに、各画素ごとにつぎの式により、地上気温値を求める。

$$\text{地上気温値} = a \times \text{チャンネル4} + b \times (\text{チャンネル4} - 5) + c$$

	a	b	c
森林	0.7951	2.952	2.342
水田	0.5191	4.241	1.942
都市	0.6916	2.482	0.3205

地上気温値は-5.0度から+44.7度の範囲を観測できる。求められた地上気温値は0から1023の整数値に変換し、海岸線や土地利用状況などのデータを付加して地上気温解析データを作成する。地上気温解析データのファイルの格納形式やサイズは植生解析データとおなじである。

これらの解析データにより、パーソナルコンピュータのような小規模なコンピュータ環境でも植物の活動状況や地上気温の変動などを解析できるようになった。

(3) 県N-LANDデータ

N-LANDデータは、日本を4つの地域に分けて作成されているため、県庁所在地などの狭い地域を対象にした解析には向いていない。そこで、N-

LANDデータからその地域に含まれている県の部分のみを抽出し、プログラムで操作しやすいデータ形式に変換して作成することにした。このデータを用いることにより、県や都市などの狭い地域を対象に自然現象の解析が簡単にできるようになった。

4. 3. 2 マッチアップデータの概要

N-LANDのデータとAMeDASのデータから任意の地点のそれぞれのデータを抽出して、コンピュータで処理しやすい形式に変換したマッチアップデータを作成する。マッチアップデータの形式は図10に示すようにヘッダ部とデータ部でできている。データ部は抽出点ごとに作成される。

ヘッダ部の情報
処理日時 入力ファイル名 処理モード 陸・海モード
データ部の情報 (各地点ごと)
N-LANDデータファイル名 データ取得年月日時刻 緯度 経度 チャンネル1のデータ値 チャンネル2のデータ値 チャンネル3のデータ値 チャンネル4のデータ値 チャンネル5のデータ値 位置X座標 位置Y座標 晴れか雲かの識別 雲の個数 解析対象外の個数 土地利用状況 海岸線か県境かの区別 AMeDASの観測値

図10 マッチアップデータの形式

5. むすび

自然現象について総合的な研究を行う場合、長期的な視野にたつて研究を進めなければならないため多くのデータが必要となってくる。つまり、研究の対象となっているデータを利用しやすくデータベース化することは重要な仕事である。今回は、気象衛星NOAAのAVHRRデータの日本の陸域の部分のデータをデータベース化し、そのデータの総合的な利用環境を構築するためのN-LANDデータベースシステムを開発した。このシステムでは、陸域の位置合わせや雲域の識別などの衛星画像データの持つ幾つかの問題点を、自然現象の解析の前段階で解決するための機能を用意した。この機能の実現により研究の前処理を大幅に軽減することができた。また、この処理によって作成されたデータも

データベースに登録することにより、さらに利用しやすくなったと考える。データの検索においては画像を見ながら検索する方式を採用したことにより、効率よく必要なデータを求めることができるようになった。さらに、求められたデータから各画素ごとに地上気温値などを求めた解析データを作成することにより、簡単なプログラムで自然現象を解析できるようになった。また、この解析データの形式は単純な形式になっているため、どのような種類のコンピュータでも扱うことができる。このような機能の実現により、N-LANDデータベースの利用環境を大幅に向上させることができたと考えられる。

現在、N-LANDデータベースには、1988年からのデータが登録されている。このデータベースは一部の研究者に開放され、さまざまな研究に用いられている。

これからの予定としては、N-LANDデータの自動登録機能やN-LANDデータを用いて自然現象の解析を行うための機能などを開発する予定である。

[参考文献]

- [1] 川村宏、枝松芳枝：N-LANDデータベースの開発、日本リモートセンシング学会、第10回学術講演論文集、1990、12
- [2] 松澤茂、川村宏、小畑征二郎、及川一志：衛星データにおける解析データ作成支援システムの開発、画像電子学会論文集、1994、6
- [3] 松澤茂、川村宏、小畑征二郎、及川一志：N-LAND画像データの解析支援システムの開発、情報処理学会第50回全国大会講演論文集、1995、3
- [4] 松澤茂、川村宏、小畑征二郎：N-LANDデータベースを用いた自然の総合解析システムの開発、画像電子学会第23回年次大会論文集、1995、6
- [5] 根本利弘、迫和彦、喜連川優、高木幹雄：衛星画像の格納を目的とした大規模階層ファイルシステムの設計、情報処理学会データベースシステム研究会、1995、7
- [6] 篠田英範、近藤隆志、澤田順夫：ランドサットMSS画像データベースシステムの設計と開発、情報処理学会誌、1983
- [7] 松澤茂、川村宏、小畑征二郎：N-LAND画像データにおける抽出データの作成、電気関係学会東北支部連合大会論文集、1996、8
- [8] 松澤茂、川村宏、小畑征二郎：N-LANDデータベースシステムの開発(1)、東北学院大学論文集、1996、3
- [9] 松澤茂、川村宏、小畑征二郎：N-LANDデータベースシステムの開発(2)、東北学院大学論文集、1996、9
- [10] 枝松芳枝、川村宏、松澤茂：AVHRRセンサにおける地上気温の推定(2)、写真測量学会平成8年度年次学術講演会論文集、1996、5
- [11] 高木幹雄：地球観測情報のデータベースシステムの開発に関する研究、衛星による地球環境の解明第2回シンポジウム論文集、1994、2