

インターネット上での NOAA画像データベースシステムの開発

松澤 茂
東北学院大学

小畑征二郎
仙台電波工業高等専門学校

川村 宏
東北大学

我々は米国の気象衛星NOAAのデータを受信し、さまざまな目的のデータベースを構築している。そのおもなものとして東北大学大型計算機センターで構築している日本画像データベース (JAIDAS) と東北学院大学で構築している日本陸域データベース (N-LAND) がある。今回JAIDASとN-LANDを統合したNOAA画像データベースを構築しインターネットで公開することにした。

本稿では、NOAA画像データベースシステムの構想、データベースの構造、検索機能、画像解析支援機能などについて述べる。

Development of the NOAA Image Database System on the internet

Shigeru MATSUZAWA
Tohoku Gakuin University

Seijiro OBATA
Sendai National College of Technology

Hiroshi KAWAMURA
Tohoku University

Our project has created JAIDAS and N-LAND database system which utilizes information from the meteorological satellite NOAA. The computer center of TOHOKU Univ. has charge of JAIDAS and TOHOKU-GAKUIN Univ. has N-LAND. Our project designs a Web-based database system called NOAA Image Database System that utilizes data integrated by JAIDAAS and N-LAND.

This paper describes design concept, database structure, search engine, image analysis support system and database management system in NOAA Image Database System.

1. はじめに

我々は、1990年頃からアメリカの気象衛星NOAAのデータを受信してさまざまな自然現象の解析を行ってきた。さらに、受信したNOAAのデータから目的の異なる種々のデータ類を作成し、データベース化することも行ってきた。それらの中心的なデータベースとして東北大学大型計算機センターで構築運用している日本画像データベース（JAIDAS）と東北学院大学教養学部松澤研究室で構築運用している日本陸域データベース（N-LAND）などがある。なお、JAIDASデータベースはすでにインターネットで公開している。それぞれのデータベースは異なる機関で構築されているため、データのアクセスの手順、検索の手順などが違っているため研究者はそれぞれのデータベースのデータ形式や操作手順などを意識しなければならなかった。そこで、このような問題を解決するために、JAIDASデータベースとN-LANDデータベースを統合したNOAA画像データベースを構築してインターネットで公開することにした。

本稿では、東北学院大学松澤研究室で構築しているN-LANDデータベースを中心に、NOAA画像データベースシステムの基本的な構想、データベースの構造などについて述べる。さらに、データ検索機能や解析支援機能などについても述べる。

2. NOAA画像データベースシステムの概要

NOAA画像データベースシステムは図1に示すように、東北大学大型計算機センター、東北大学理学部川村研究室、仙台電波工業高等専門学校小畑研究室、東北学院大学教養学部松澤研究室の4つの機関でデータの受信、データの登録、運用管理、データベースシステムの開発、自然現象の解析などを分担して行っている。このシステムの開発に際して、つぎに示す5項目を目標として開発することにした。

- 1：利用者にJAIDASデータベースとN-LANDデータベースを意識させない。
- 2：希望するデータを視覚的に検索できる。
- 3：検索したデータを簡単な手順でダウンロード（入手）できる。
- 4：基本的な画像の操作や解析などの処理ができる。
- 5：すべての操作がインターネットのブラウザ上で実行できる。

このような目標を考慮しながら開発しているNOAA画像データベースシステムは、JAIDASデータベースとN-LANDデータベースを論理的に一つのデータベースに統合したNOAA画像データベース、データ検索機能や基本的な解析支援機能などを備えた検索・画像解析支援システム、データ登録や運用管理などを実行するためのデータベース構築管理システムで構成されている。

検索・画像解析支援システムでは、研究などに必要なデータの検索、濃度変換や拡大表示などの解析支援処理、利用者コンピュータへのデータのダウンロード（入手）などはインターネットのブラウザから簡単に行うことができる。

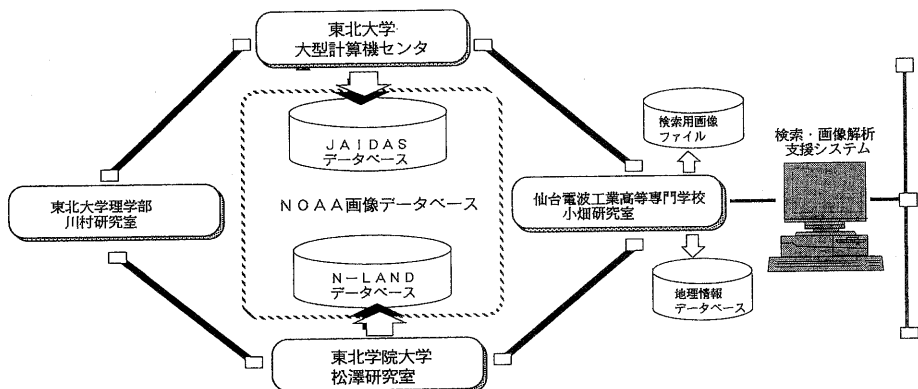


図1 NOAA画像データベースシステムの概念図

データベース構築管理システムには、衛星NOAAからの受信、各種データの作成、データベースへの自動登録、データベースの保守機能などのデータベースを維持管理するための機能が用意されている。

2. 1 気象衛星NOAAの収集するデータの概要

気象衛星NOAAは米国海洋大気庁が維持管理しているもので、この衛星にはAVHRR（改良型高解像度放射計）センサーが搭載され、可視域から赤外域までの波長の異なる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。AVHRRデータの1画素は約1.1Km、解像度は1024階調である。

2. 2 JAIDASデータベースとN-LANDデータベースの関係

NOAA画像データベースを構成するJAIDASデータベースとN-LANDデータベースについて説明する。

(1) JAIDASデータベースの概要

JAIDASデータベースは、日本の海域や水域の自然現象を把握するために作成されたもので、その特徴を以下に示す。

- (a) 日本全土の解析を目的としているため、図2に示すように受信したすべての範囲のデータを対象にする。
- (b) 日本を東日本地区、西日本地区の2つの地域に分けて作成する。各地区の画像の大きさは1024×1024画素の矩形領域である。
- (c) JAIDASデータには、AVHRRセンサーが収集したデータの可視域と赤外域の2種類のセンサーのデータがセットされる。
- (d) JAIDASデータの1画素の解像度は512階調に補正し、1画素は1バイトで構成される。
- (e) 1日1データをデータベースに登録する。



図2 JAIDASの画像
(東日本地区)

(2) N-LANDデータベースの概要

N-LANDデータは日本の陸域の自然現象を詳細に解析するために作成されたもので、その特徴を以下に示す。

- (a) 陸域の解析を目的としているため、陸域がよく見える晴天時のデータを対象にする。
- (b) 受信したデータを画像化し、図3に示すように32×32画素の矩形領域（セル）に分割し、そのセルに日本の沿岸域や陸域を含んだもののみを抽出する。
- (c) 日本を北海道地区（A）、東北関東地区（B）、瀬戸内海地区（C）、九州沖縄地区（D）の4つの地域に分けて作成する。各地区の画像の大きさは1024×1024画素の矩形領域である。
- (d) N-LANDデータには、AVHRRの5つのセンサーが収集するすべてのデータがセットされる。
- (e) N-LANDデータの1画素の分解能はAVHRRデータを有効に利用するために、1024階調で、1画素2バイトで構成される。

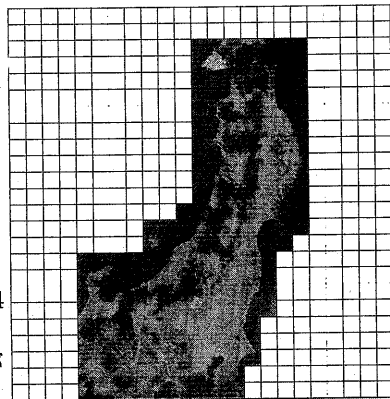


図3 N-LANDの画像
(東北関東地区)

以上のように、JAIDASデータベースとN-LANDデータベースは同じ地域範囲を対象としている

が、1画素の情報量が異なっていることが分かる。

3. NOAA画像データベースの構造

NOAAデータベースにはJAIDASデータベースとN-LANDデータベースで構成されているが、ここでは東北学院大学で構築しているN-LANDデータベースの構造について詳しく説明する。

3.1 N-LANDデータベースの構造

N-LANDデータベースの構造を図4に示す。N-LANDデータベースに登録されているN-LANDデータは、北海道地区、東北関東地区、瀬戸内海地区、九州沖縄地区の4つの地区に分類され、さらに受信年ごとに階層的に管理されている。つまり、N-LANDデータは、それぞれの地区を管理するための地区ディレクトリの下に分類され、さらに年ディレクトリの下に登録されることになる。

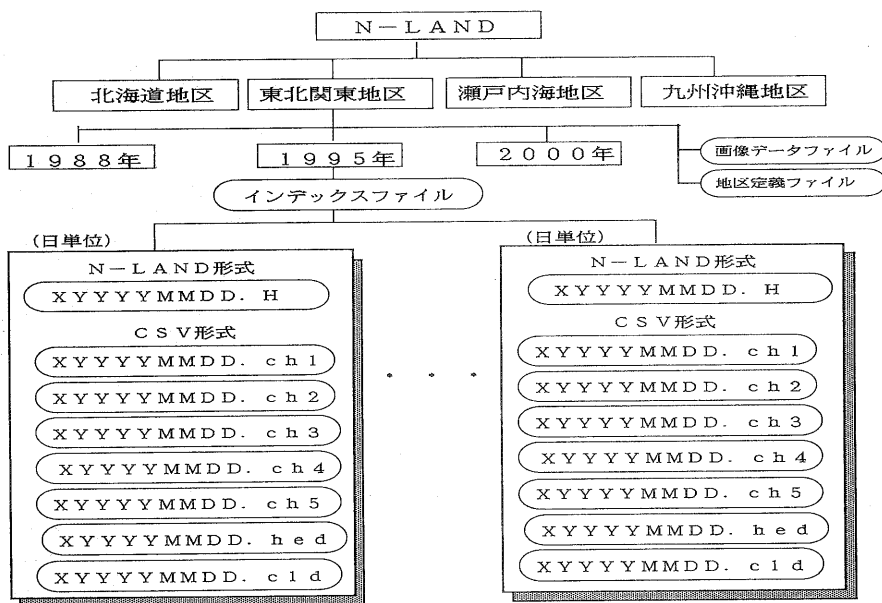


図4 N-LANDデータベースの構造

3.2 N-LANDデータの概要

従来から作成されているN-LANDデータのファイル形式はデータのサイズを小さくすること考慮したため、データ形式が非常に複雑になり、プログラムで扱うには高度なプログラミング技術が必要となっている。そこで、簡単にこのN-LANDデータを扱えるようにするために、画素値と画素値をカンマで区切った形式（CSV形式）のデータを作成することにした。このCSV形式のデータを作成することにより、プログラムから簡単な手続きのみでデータを入力し処理することができるようになった。さらに、EXCELなどのソフトウェアでも扱うことができるようになった。ただし、従来からの研究の進行に影響を与えないようにするために、N-LANDデータベースには、以前から作成されているN-LAND形式のN-LANDデータとCSV形式のN-LANDデータの2種類のN-LANDデータを登録することにした。

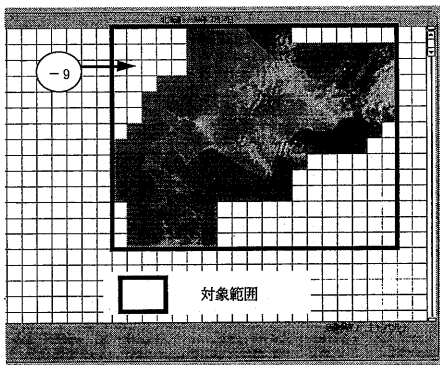
(1) N-LAND形式のN-LANDデータ

N-LAND形式のN-LANDデータは、受信したデータを32×32画素のセルに分割し、そのセル

が日本の陸域と沿岸域を含んだもののみを抽出して作成されている。N-LAND形式のファイルは直接編成ファイルで、1つのセルが1つのレコードとして作成されている。このファイルは全体で1025レコードで、1レコードは2048バイトである。最初のレコードには、受信年月日、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。レコード番号1~1000には、チャンネル1から5までのデータ値がチャンネルごとにセットされている。1001と1002のレコードには各セルを画像として再構成する際に使用するマップ情報がセットされる。さらに、レコード番号1003から1024には、衛星の位置を求めたり、反射率を補正する場合に必要な情報がセットされている。このデータの1画素は2バイトでファイルのサイズは約2MBである。

(2) CSV形式のN-LANDデータ

CSV形式のN-LANDデータは、図5に示すようにN-LANDデータ全体ではなくデータが存在する矩形領域をデータの対象範囲とする。なお、この範囲は地区によって異なり北海道地区の場合は608×448画素となる。CSV形式のN-LANDデータを作成する場合には、この矩形領域内のデータをチャンネルごとに分けてファイルを作成する。さらに、ヘッダ情報や画素ごとの雲の有無もCSV形式に変換してファイルにセットすることにした。つまり、CSV形式のN-LANDデータは7つのファイルで構成されることになる。それぞれのファイルには識別するための拡張子が付けられている。チャンネル1から5のファイルには、図5に示すように1ラインを1レコードとして、画素値と画素値をカンマで区切ってセットする。なお、データのない画素には-9をセットする。



```
-9,-9 48,40,42,48,46,39,41,45,53,57,57,49,46
43,38,38,39,38,39,39,46,43,42,42,39,40,37,40
44,45,43,39,-9,-9 -9 39,40,38,39,38,37,37,42
42,43,46,40,41,43,46,40,41,43,46,40,41,43,46
-9,-9,-9,-9,-9,-9,-9,-9,-9,-9,-9,-9,-9,-9,-9
48,44,32,29,26,26,25,25,25,25,25,25,25,25,-9
25,25,25,25,25,25,25,26,26,26,25,25,26,26,25
26,26,26,26,26,26,26,25,26,26,26,25,26,26,26
26,-9,-9,-9,-9,-9,-9,-9,-9,39,38,37,37,42,1
26,27,26,27,27,27,26,26,26,27,27,28,28,-9,-9
```

図5 CSV形式のN-LANDデータの範囲（北海道地区）とファイル内容

3.3 地区を管理するファイル

地区を管理するファイルには、それぞれの地区を示した画像データファイルとCSV形式N-LANDデータの対象になっている矩形域の座標値に関する情報（矩形領域の左上と右下の座標）がセットされている地区定義ファイルで構成されている。

3.4 インデックスファイル

年ディレクトリの下には、N-LAND形式とCSV形式の2種類の形式のN-LANDデータが登録される。インデックスファイルには、年ディレクトリの下に登録されているデータの受信年月日とファイル名に関する情報がセットされている。

4. 検索・画像解析支援システム

一般にデータベースシステムを開発する場合、データベースから希望するデータを効率よく求めるための

検索機能は不可欠の機能である。文献データベースのような文字列を対象にした場合には、文献題名や概要などに含まれる文字列を検索時の検索語として与えながら希望する文献などを求めることになる。しかし、NOAA画像データベースのように画像データを対象にした場合には、文献データベースのような検索方式を採用することができない。しかしながら、試行錯誤しながら検索するための機能は必要となる。

そこで、NOAA画像データベースシステムでは、(1) 検索機能、(2) 画像の基本的な処理を行うための解析支援機能、(3) データの入手機能などを備えた検索・画像解析支援システムを開発することにより、利用者が希望する画像データを効率よく検索できるようにした。このような2つの機能を開発することにより、文献データベースの場合のように試行錯誤しながら検索することと同じような機能を提供できると考える。

4. 1 検索機能

NOAA画像データベースには、JAIDASデータとN-LANDデータの2種類のデータが登録されているが、検索時には、2つのデータを特に意識しないで希望するデータを検索することになる。

この機能を実行する場合には、検索・画像解析支援システムのURLを指定すると、図7に示す画像の上部のプルダウンメニューの部分が表示される。このプルダウンメニューの「希望する年」、「希望する月」、「希望する地区(東日本/西日本)」、「希望するチャンネル(1から5:可視データから赤外データ)」をプルダウンメニューから指示することになる。指示された条件を満たすデータが図7に示すように表示される。ここに表示される画像は検索用画像ファイルに登録されている画像が表示される。なお、この検索用画像ファイルはJAIDASデータをもとに、各データを縮小して作成したものである。この画像を見ながら視覚的にデータを選択することになる。この機能を実行すると、希望する月日のデータの有無と、雲の状態を知ることができる。

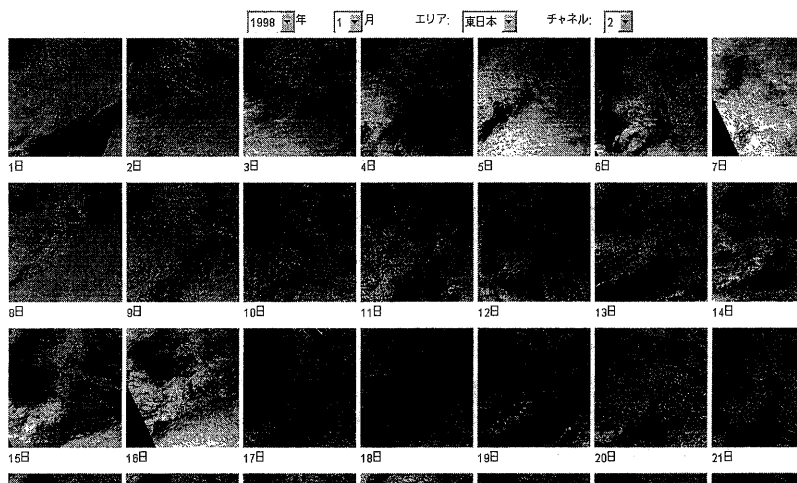


図7 検索機能の実行画面

4. 2 解析支援機能

検索機能では希望するデータの雲の状況を確認することができた。しかし、このデータを直接研究に用いることはできない。そこで、解析支援機能では、検索機能で求めたデータに対して、基本的な画像操作や解析などの処理をできるようにした。その結果、研究の前段階で画像の操作結果を知ることができ、研究の効率を上げることができる。なお、この機能はJAIDASのデータを対象に実行するようになっている。この機能の対象にするデータは、検索機能で表示されている画像の中から、希望するデータをマウスでクリックすることにより決定することができる。以下に、解析支援機能に用意されている機能について説明する。

(1) 濃度変換表示

この機能では、検索機能で求めた画像に対して、濃度変換して画像を鮮明にすることや2値化して表示することができる。変換特性直線は図8に示すように濃度ヒストグラムを見ながら視覚的に指定することができる。

(2) 擬似カラー表示

この機能では、濃度値に色を割り当て、濃度の違いを表示色の違いで表すことができる。この機能を用いると地表の温度の違いや海面の温度変化などを分かりやすく表示することができる。

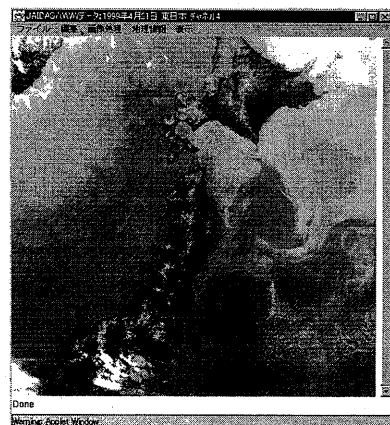
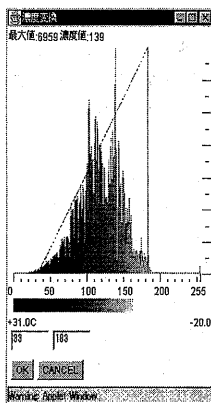


図8 濃度変換表示

(3) 特定濃度域のペイント表示

この機能では、指定した濃度域をカラー表示し、着目したい部分（濃度値）を強調して表示することができる。この機能を用いると図9に示すように同じ濃度の地域を探すことや地表温度毎の色分けしてわかりやすい画像として表示することができる。

(4) 地理情報の参照と重ね合わせ表示

この機能では表示されている画像に海岸線、県境、河川、等高線などの地理情報を重ね合わせて表示することができる。地理情報の表示色は自由に選択することができる。また、画面上の任意の点をマウスでポイントするとその地点の標高値や土地利用などの情報を知ることができる。この地理情報は、仙台電波工業高等専門学校で国土地理院が作成している国土数値データをもとに、NOAAの画像データの画素に対応するように変換補正処理したものである。なお、これらの地理情報は地理情報データベースに登録されている。図10に示した画像は選択した画像に海岸線を赤色、県境を白色、河川を青色で表示したものである。

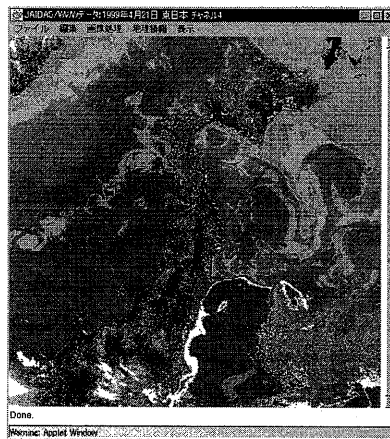


図9 特定濃度域のペイント表示

(5) プロファイル

この機能では画像上の任意の2点間を結ぶ直線上の濃度値を折れ線グラフで表示することができる。

(6) 拡大・縮小表示

この機能では任意の倍率で拡大表示や縮小表示することができる。

(7) 立体表示

この機能では、濃度値や標高値をZ軸として画像を立体的に表示することができる。表示する場合の、視点を定める仰角や方位角は視覚的に自由に設定することができるようになっている。この機能を用いると地表面温度と標高値などの関係が分かりやすく表示することができる。



図10 地理情報の重ね合わせ表示

4. 3 データの入手機能

ここまで説明した検索機能や解析支援機能によって希望するNOAAデータの受信月日を決めることができる。そこで、研究に用いるNOAAのデータがJAIDASデータかN-LANDデータかを指定すると、研究者のコンピュータに選択したデータが転送される。

5. 今後の計画

NOAAデータベースは気象衛星NOAAが受信したデータを利用しやすい形式に変換しデータベース化したものである。つまり、NOAAのデータ値そのものが登録されていることになる。NOAAデータベースに登録されているデータから地上気温や植物の活動状況などの自然現象を解析するには、プログラムでのNOAAデータの操作技法や地上気温などの物理量を求めるための計算式をプログラミンウするための技法に関する知識が必要となる。このような高度なプログラミング技術を習得することは困難である。そこで、N-LANDデータをもとに、各画素ごとに地上気温値、植生指標値、積雪域識別などを求め、それをデータベース化することを考えている。ない、このデータベースには地上気温などの情報を行政区画である県単位にデータを作成して構築することになっている。

6. むすび

我々は、1990年ころから米国の気象衛星NOAAのデータの受信と、そのデータをもとに自然現象の解析やデータベースの構築などのさまざまな研究開発を行ってきた。その成果として、日本全体の画像データをデータベース化したJAIDASデータベースをインターネットで公開している。また、日本の陸域の画像データをデータベース化したN-LANDデータベースも一部の研究者には試験的にインターネットで公開を始めている。この間研究者の方々からいろいろな意見が寄せれた。それらの意見などを考慮し、今回利用者環境を大幅に改善することになった。その大きな改善点は、JAIDASデータベースとN-LANDデータベースを研究者に意識させないで利用できるようにすること、N-LANDデータのデータ形式を利用しやすい形式に変更することであった。これらの項目を改善することにより研究環境を大幅に改善したと考える。現在このNOAAデータベースシステムの開発は、機能の一部は試験的な運用を開始している。なお、本研究の一部は文部省科学研究費基盤研究(B)(1)「No.11558044」と平成11年度日本私学振興財団補助金（特色ある教育研究の推進）の補助による。

<参考文献>

- [1] 松澤茂他：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
- [2] 篠田英範他：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
- [3] 松澤茂他：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
- [4] 松澤茂他：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
- [5] 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
- [6] 松澤茂他：N-LANDデータベースシステムの開発、情報処理学会データベース研究会、1996、10
- [7] 松澤茂、川村宏、小畑征二郎：インターネット環境におけるN-LANDデータベースシステムの構築（1）、東北学院大学論文集、1999、3
- [8] 松澤茂、川村宏、小畑征二郎：インターネット環境におけるN-LANDデータベースシステムの構築（2）、東北学院大学論文集、1999、12
- [9] 小畑征二郎他：インターネット上でのNOAAデータの検索・解析支援システム（1）、情報処理学会59回全国大会（平成11年後期）、1999、10
- [10] 松澤茂他：インターネット上でのNOAAデータの検索・解析支援システム（2）、情報処理学会59回全国大会（平成11年後期）、1999、10