

## 論文

# パソコンによる大容量リモートセンシング データ処理システム

西田 眞\*・大野光一\*\*・吉村 昇\*  
大塚 敬\*\*\*・玉本英夫\*\*\*

## Handling System for Large Scale Remote Sensing Data by Personal Computer

Makoto NISHIDA\*, Kouichi OHNO\*\*, Noboru YOSHIMURA\*,  
Kei OHTSUKA\*\*\* and Hideo TAMAMOTO\*\*\*

### Abstract

As Landsat TM data size for one full scene has about 300 Mbytes, the data are memorized in three volumes of the computer compatible tape. In general, the analysis for the large scale remote sensing data forces the use of the large computer system with the magnetic tape unit on us. Therefore, the low cost and easy analysis system for the remote sensing data is now desired.

In this paper, a system to analyze the large scale remote sensing data was studied and developed by the personal computer. The authors introduced the optical magneto disk drive system to the external memory of the personal computer. The transfer tests of the large scale remote sensing data were carried out through the ethernet system from the magnetic tape to the optical magneto disk. The total transfer time for the full scene of TM data needed about 9 hours, and one for the sub-scene (90 Mbytes) needed about 2 hours and 45 minutes. If we consider the advantage to be able to access the large scale remote sensing data with the personal computer, it is not so long time.

Further, a software to handle the large scale remote sensing data, which was memorized in the optical magneto disk, was developed by the personal computer. The software developed consists of the main utility programs as follows:

- (1) Read out the TM data from the optical magneto disk.
- (2) Reference image display with full color for full or sub scene of TM.
- (3) Clipping of study area on the full or sub scene image.
- (4) Classification of study area with minimum distance method.

The system and the software developed may offer the easy data handling for the huge remote sensing data by the personal computer.

---

1991年6月20日受理

\*秋田大学鉱山学部電気電子工学科, Department of Electrical and Electronic Engineering, Mining College, Akita University.

\*\*秋田大学大学院鉱山学研究科電気工学専攻, Master's Course of Electrical Engineering, Mining College, Akita University.

\*\*\*秋田大学鉱山学部情報工学科, Department of Information Engineering, Mining College, Akita University.

## 1. はじめに

リモートセンシングによって得られた画像データは自然環境のモニタリング、資源探査、地図作成更新など、多くの分野で広範囲に利用されている<sup>(1)</sup>。これらリモートセンシングデータは大容量であることもあって、データの供給デバイスとしては磁気テープが現在一般的に用いられている<sup>(2)</sup>。例えば、ランドサットにより取得されたリモートセンシングデータの容量は、TM (Thematic Mapper) のフルシーン(地表面に対して横 185 km, 縦 170 km に相当)では約 300 メガバイトにも達し、磁気テープ (6250BPI, 2400 Feet) 3巻に分けて記録されている。磁気テープは大容量のデータを記録できる反面、携帯性が悪く、取扱いにも注意を要することが多い等の欠点を有している。さらに、パーソナルコンピュータで磁気テープを扱うのは一般的でない。このため、リモートセンシングデータの解析処理には磁気テープ装置を有したミニコンレベル以上のシステムを必要とし、これが衛星データを幅広い分野に渡って利用する上での妨げの一つとなっている。

一方、普及の著しいパーソナルコンピュータがリモートセンシングデータの解析・処理に利用可能となれば、衛星データの利用範囲の拡大に寄与するとの思想から、パーソナルコンピュータによる解析システム及び解析用ソフトウェアの開発が推進されている<sup>(3)-(4)</sup>。しかし、パーソナルコンピュータをリモートセンシングデータの画像解析に利用する場合に問題となるのは、処理領域が小さいことにある。すなわち、パーソナルコンピュータで取り扱うデータは、基本的にはフロッピィディスクに記録可能な非常に狭い範囲(横 15 km, 縦 12 km)に限定されるため、フロッピィディスクに記録されたデータ領域が解析目的として不適當であったり、任意の地域について処理を実行しようとする場合には、その都度磁気テープから必要箇所のデータを作成し、さらにフロッピィディスクの交換作業が必要となる。この状況は実際にデータ解析を行う場合の作業を煩雑にし、効率を著しく低下させることとなり、結果的にはパーソナルコンピュータによるデータ解析の普及を妨げる要因となっている。このため、磁気テープに記録されたと同程度の広範囲なリモートセンシングデータに対して、解析に必要なとする任意の領域をパーソナルコンピュータより自由にアクセスできれば、研究室あるいは現場レベルにおいても、ミニコンと同等の画像解析を行うことが可能になるものと期待さ

れている。

この様な状況のもとに最近注目されている大容量記憶装置として光磁気ディスクが挙げられ、これをリモートセンシングデータの供給デバイスとして活用しようとの試みが報告<sup>(5)</sup>されつつある。そこで本研究では、大容量リモートセンシングデータについて、パーソナルコンピュータによる処理システムを構築することを目的に検討を加えた。具体的には、パーソナルコンピュータの外部記憶装置として書換型の光磁気ディスクを導入し、磁気テープに記録された画像データの光磁気ディスクへの転送試験を行った。さらに、光磁気ディスクに記録された画像データの全領域の表示、必要な領域の任意サイズでのデータ切り出し等を、メニュー形式で実行可能なソフトウェアの開発を行ったので報告する。

## 2. 用いたリモートセンシングデータ及びデータ処理システムの基本ルーチン

### 2.1 リモートセンシングデータ

本研究ではランドサット衛星によって取得された TM データを転送及び解析の対象として用いた。一般に、TM データのフォーマット形式には、BSQ

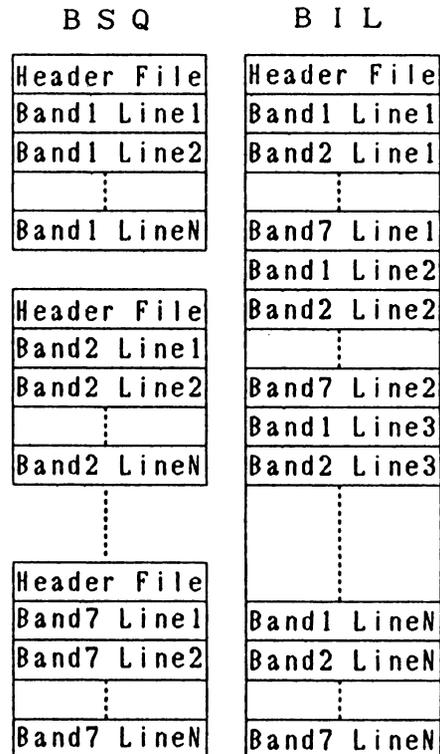


Fig. 1 Format for satellite data.

(Band Sequential) と BIL (Band Interleaved by Line) の 2 種類<sup>(2)</sup>があり、データのサイズは対象領域の広さによってフルシーンとサブシーンの 2 種類<sup>(2)</sup>に分けられる。そこで本節ではフォーマット形式及びデータサイズについて述べる。

(1) TM データのフォーマット：BSQ 及び BIL フォーマットのデータ配置を Fig. 1 に示す。BSQ フォーマットでは、1 バンドの 1 シーン分のデータが 1 ファイルを構成し、1 ラインのデータが 1 レコードを構成している。したがって、1 ファイルのレコード数がライン数に等しくなる。このため、BSQ フォーマットは単バンドのデータの解析を行う場合に適している<sup>(1)</sup>と言われている。

一方、BIL フォーマットのデータは、全バンド (TM では 7 バンド) の 1 シーン分のデータが 1 ファイルを構成し、1 バンド、1 ラインのデータが 1 レコードを構成している。すなわち、7 バンドのデータでは同一ラインのデータが連続した 7 個のレコードに記録される。BIL フォーマットはラインごとのデータ解析に適している<sup>(1)</sup>と言われている。

(2) データサイズ：歪補正後の TM データのフルシーンは、ライン数が 5965 ライン、1 ラインの画素数は 6920 ピクセルから成っており、地表面に対して約 185 km×170 km (横×縦) の範囲をカバーしている。総データ量は約 293 メガバイトとなり、6250BPI, 2400Feet の磁気テープ 3 巻に分けて記録されている。

一方、サブシーンはフルシーンをほぼ 4 分の 1 分割したもので、ライン数が 2982 ライン、1 ラインの画素数は 4220 ピクセルから成り、総データ量は約 90 メガバイトで磁気テープ 1 巻に記録されている。

Table 1 に本研究で使用した TM データの種類および取得日時等を示す。

## 2.2 データ処理システムの基本ルーチン

磁気テープに記録されたりリモートセンシングデータをパーソナルコンピュータ (以下、パソコンと略記する) で処理を行うためには、パソコンでアクセス可能な大容量の外部記憶装置にデータを転送する必要がある。本研究では TM データを、秋田大学情報処理センターのコンピュータ (ECLIPSE MV/2000) の磁気テープ装置で読み取り、いったんメモリに転送し、その後学内に敷設されているイーサネットを介してパソコンへ転送し、光磁気ディスクに記録した。この様にして光磁気ディスクに記録された TM データの全領域を、フルカラーフレームメモリを用いてディスプレイに表示し、この画像を参照

しながら必要とする任意の場所の画像データを切り出し、基本的な画像処理を行った。本研究におけるデータ転送・処理の基本ルーチンを Fig. 2 に示す。

## 3. パソコンによるデータ処理システムの構成

本研究では、次に示すようなパソコン側のハードウェア及び環境のもとで、データ転送試験及び処理用ソフトウェアの開発を行った。また、ハードウェアの概要を Fig. 3 に示す。

(1)ハードウェア：

- ① CPU：16 ビットパーソナルコンピュータ、NEC 社製 PC9801VX
- ② カラーディスプレイ：高解像度カラーディスプレイ、NEC 社製、PC-KD861
- ③ フルカラーメモリ：サピエンス社製スーパーフレーム (640×400×24 ビット表示)
- ④ ラムディスク：メルコ製 RAM ボード、HB-

Table 1 Satellite data used in this study.

Type of Format	Scene Size	Data size	Scene number	Date
B S Q	full scene	293,167,320	108 - 032	81-10-10
B I L	sub scene	90,381,600	108 - 032	86-08-29
B S Q	sub scene	90,517,680	108 - 032	84-06-04

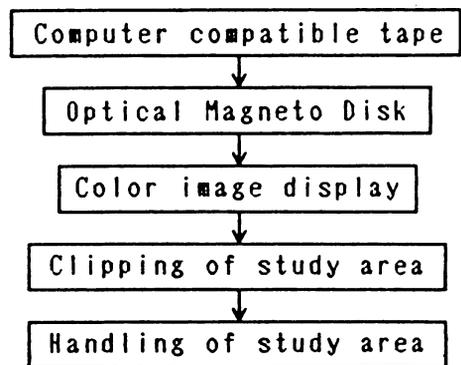


Fig. 2 Main routine in this study.

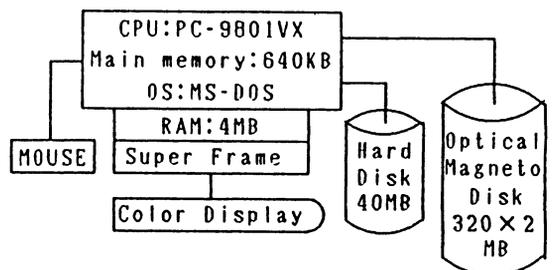


Fig. 3 Satellite data handling system.

4000 (4 メガバイト)

- ⑤光磁気ディスク：書換型光ディスクドライブ、三井石油化学製、MX-501(記憶密度：片面 320 メガバイト)
- ⑥ハードディスク：緑電子製、Little E40 mark2 (40 メガバイト)
- ⑦マウス：バスマウス
- ⑧転送用ボード：東洋通信機製ステーションインターフェイスコントローラ、Centre COM SIC-98

#### (2) 使用言語

- ① OS：MS-DOS (3.3B 以上)
- ② 言語：C 言語 (Borland TURBO C)

#### 4. イーサネットを用いたデータ転送試験

磁気テープに格納されたりモートセンシングデータの光磁気ディスクへの転送経路を Fig. 4 に示す。リモートセンシングデータの転送は次の 2 つの段階を経て実施した。すなわち、

- ①磁気テープからメモリへの転送 (情報処理センター内)。
- ②メモリからイーサネットを介して、パソコンに接続した光磁気ディスクへのデータ転送。

各経路におけるデータ転送に要した時間を Table 2 に示す。なお、 $t_1$  は磁気テープからメモリのデータ転送に要した時間、 $t_2$  はメモリからイーサネットを介して光磁気ディスクへの転送に要した時間である。

Table 2 の結果より、データサイズと転送に要する時間 ( $t_1$  あるいは  $t_2$ ) とは必ずしも比例しないことが認められる。この原因については明らかでないが、データ転送の実行中における情報処理センターのコンピュータ、あるいはイーサネットの利用状況が転送時間に影響したものと推測される。

また、単位時間あたりのデータ転送時間はおおよそ 15.5BPS~23.2BPS 程度であった。このことから、磁気テープから光磁気ディスクへのデータ転送に要する総時間は、装置の準備に要する時間を除けばフルシーンの場合で約 9 時間、サブシーンでは約 2 時間 45 分程度を要することになる。しかし、光磁気ディスクに必要な全てのデータが記憶・確保され、パソコンから常時アクセスすることが可能となること等を考慮すれば、この程度の転送時間は実用上問題とはならないものと考えられる。

#### 5. データ処理用ソフトウェアの概要

本研究では次に挙げる事項を考慮してリモートセンシングデータ処理用ソフトウェアの開発を行った。

- (1) 光磁気ディスクに記録されたりモートセンシングデータを自由に読み出すプログラム。
- (2) 全領域の画像をディスプレイにカラー合成画像として出力するプログラム。
- (3) 任意の位置のデータを規格サイズあるいは任意サイズで切り出すプログラム。
- (4) 簡単な分類処理を行うプログラム。
- (5) 以上の作業をメニュー形式で実行する。

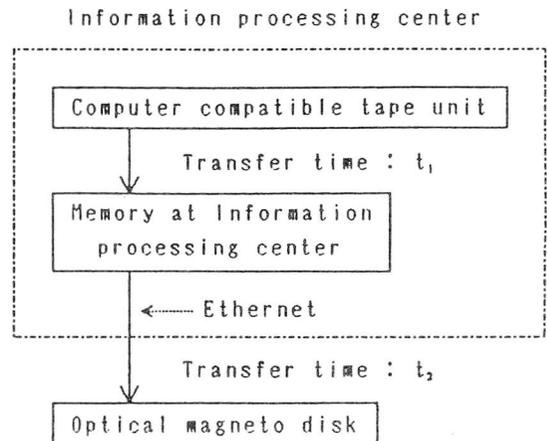


Fig. 4 Transfer route of satellite data.

Table 2 Time for transfer of satellite data.

Type of Format	Scine Size	$t_1$ (min)	$t_2$ (min)
B S Q	full scine	2 8 8	2 1 3
B I L	sub scine	8 7	9 7
B S Q	sub scine	9 6	6 5

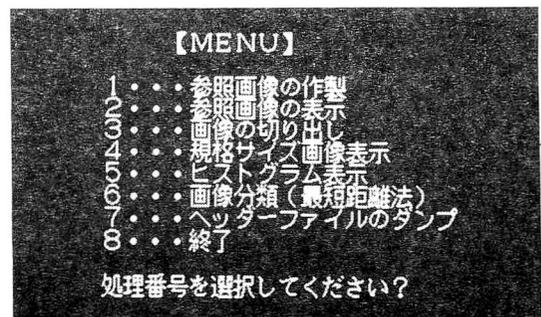


Fig. 5 Main menu of software developed.

作成した処理ソフトウェアのメニュー画面を Fig. 5 に示す。また、ソフトウェアの概要と実行結果の例を以下に述べる。

### 5.1 参照画像の作成

リモートセンシングデータの解析処理を行う場合、まず最初に、記録された TM データの全体状況を把握することが必要となる。そこで、光磁気ディスクに記録されたデータの全領域の表示（以下、参照画像と称する）を行うプログラムを作成した。以下に、その概要を述べる。

前述したように、TM データのフルシーン画像のサイズは  $6920 \times 5965$  (横 $\times$ 縦) ピクセルとなり、この全域をパソコンのディスプレイ上 ( $640 \times 400$  ピクセル) に表示するのは困難である。そこで、画像データを一定間隔で間引くことによって参照画像を作成した。なお、実際の処理作業においてはディスプレイ上にコマンドも併せて表示する必要がある。これらのことを考慮して、参照画像の表示領域をおおよそ  $512 \times 400$  ピクセル(以下、規格サイズと称する)となるような間引き間隔を検討した。その結果、フルシーンでは、横 14、縦 15 ピクセルの間引き間隔 ( $502 \times 398$  ピクセルで表示)が、サブシーンでは横 7、縦 8 ピクセルの間引き間隔 ( $489 \times 373$  ピクセルで表示)が適当であることを確認した。

作成した参照画像の出力例を Plate. 1 (フルシーン) と Plate. 2 (サブシーン) に示す。参照画像作成に要する時間 (データ読み込みから画像表示完了まで) はフルシーンの場合で約 4 分 40 秒程度、サブシーンで 3~4 分程度であった。同様の方法でフルシーンの画像表示に約 5 分を要するとの報告<sup>(6)</sup>があることから、本研究の参照画像作成プログラムは実用上十分な処理能力を有するものと考えられる。なお、参照画像作成と同時に、参照画像に対応する画像データをフロッピーあるいはラムディスクなど、任意の媒体に記録することが可能である。

### 5.2 参照画像の表示

参照画像を必要な度ごとに作成していたのでは作業効率が悪い。そこで、参照画像作成と同時にフロッピーディスク等に記憶した参照画像データを、カラー合成画像として表示するプログラムを作成した。このプログラムを用いることによって、参照画像を約 1 分で表示することが可能となった。

### 5.3 画像の切り出し

リモートセンシングデータの解析を行う場合、フルシーンあるいはサブシーン全域について一括処理を行うことは少なく、必要箇所を選択的に処理する

のが一般的である。そこで、指定した任意の場所の画像データを切り出し、これを任意の記憶媒体に記録し画像データファイルを作成するため、次に挙げる 3 種類のプログラムを作成した。なお、切り出したデータは Fig. 6 に示す BIP (Band Interleaved by Pixel) フォーマット形式に書き換えた。BIP フォーマットは 1 画素単位に各バンドデータを集中配列したもので、画素の輝度情報を利用したマルチスペク

Header File			
Line	1 Pixel	1 Band	1
Line	1 Pixel	1 Band	2
Line	1 Pixel	1 Band	3
Line	1 Pixel	1 Band	4
Line	1 Pixel	2 Band	1
Line	1 Pixel	2 Band	2
Line	1 Pixel	2 Band	3
Line	1 Pixel	2 Band	4
⋮			
Line	512 Pixel	400 Band	1
Line	512 Pixel	400 Band	2
Line	512 Pixel	400 Band	3
Line	512 Pixel	400 Band	4

Fig. 6 New format for satellite data.

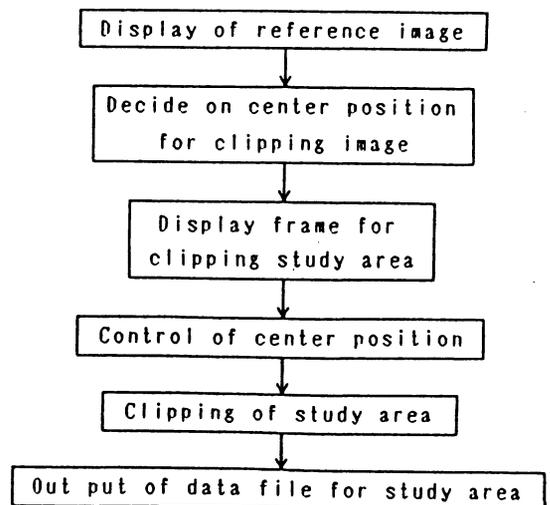


Fig. 7 Flow diagram of clipping study area.

トル解析を行う場合にデータ処理が効率的となる。

(1) 規格サイズの画像切り出し：処理面積を512×400ピクセル（規格サイズ）とし、任意の場所の画像データを切り出し、記憶するプログラムであり、その手順をFig.7に示す。参照画像を用い、必要な領域の中心座標をマウスで指定することによって切り出しが実行される。なお、参照画像は間引かれて表示されているため、実際のデータの中で間引き間隔ごとに中心座標を指定することになる。このため、中心座標が1画素ずれただけで、間引き間隔（例えばフルシーンで縦15・横14ピクセル）に対応したずれを生じる。これを調整するため中心座標の補正機能も有している。

Plate.3に規格サイズで切り出した画像の出力例を示す。また、Table.3に規格サイズの画像切り出しに要する時間を示す。フォーマットによって切り出しに要する時間が異なり、BILフォーマットにおける切り出し時間が短くなっている。これはBSQに比較した場合、BILフォーマットの方がラインごとに各バンドデータがまとめられて配置されており<sup>(2)</sup>、光磁気ディスクのアクセスに要する物理的な距離が短くて済むためと考えられる。

(2) 入力サイズの画像切り出し：これは規格サイ

Table 3 Time for clipping of normal size data.

Type of Format	Scine Size	t(min)
B S Q	full scine	2 7
B I L	sub scine	8
B S Q	sub scine	1 4

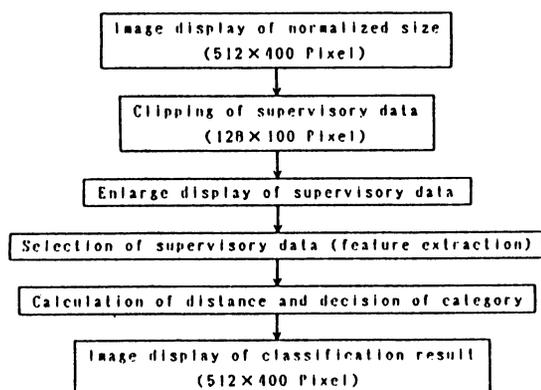


Fig.8 Flow diagram of classification by minimum distance method.

ズでは入りきれない、比較的広い領域の画像を切り出すことを目的としたプログラムである。中心座標を指定した後、入力した縦・横のピクセル数に対応した範囲の画像を切り出し、データファイルを作成する。一例として大潟村全域を切り出した画像出力をPlate.4に示す。Plate.4は横600ピクセル、縦1000ピクセルで切り出した画像で、横3、縦3ピクセル間隔で間引いて表示したものである。

(3) 未決定サイズの画像切り出し：対象領域が何ピクセルか決定できない場合や、必要な領域を最小限のデータサイズとして切り出す場合のプログラムである。マウスを用い、切り出したい部分の左上と右下の座標を指定し切り出し範囲を決定するもので、Plate.5に出力画像の例を示す。

#### 5.4 画像分類

リモートセンシングデータを用いて土地利用（地表被覆）状況の解析を行うことを想定し、本研究で開発したソフトは最短距離法による画像分類処理機能をも有している。最短距離法は教師付き分類の1種である<sup>(6)</sup>。すなわち、トレーニングエリア内からあらかじめ決められたカテゴリーに属するデータを抽出し、これを教師データとして定める。特徴抽出によって得られた各カテゴリーの教師データのスペクトル分布の中心と、任意の画素のスペクトルデータとのユークリッド距離の比較を行い、距離的に近いカテゴリーに画素を分類する方法<sup>(6)</sup>である。

本研究で作成した最短距離法による画像分類の手順をFig.8に、分類結果の例をPlate.6に示す。このプログラムを用いることによって地表被覆物の大まかな分類が可能である。

## 6. む す び

パソコンを用いたりリモートセンシングデータ解析の利点は、その手軽さとアクセスの容易さであり、欠点としては対象領域が制限されることや処理時間が長くなることであった。一方、ミニコンの利点は、対象領域を広く取れること、高速度な処理が可能なことであり、欠点としてはシステムが高価で取扱いに問題があった。そこで、本研究では大容量リモートセンシングデータについて、パソコンによる処理システムを構築することを目的に検討を加えた。得られた成果をまとめると次のようになる。

① パソコンの外部記憶装置として書換型の光磁気ディスクを用いることによって、パソコン特有のアクセスの容易さと低価格さを有し、併せて広範囲な処理を可能としたシステムを構築することができ

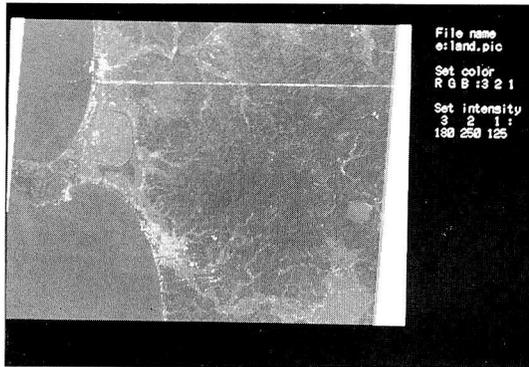


Plate 1 True color composite display of the reference image. (Full scene, 108-032, Oct. 10, 1984)

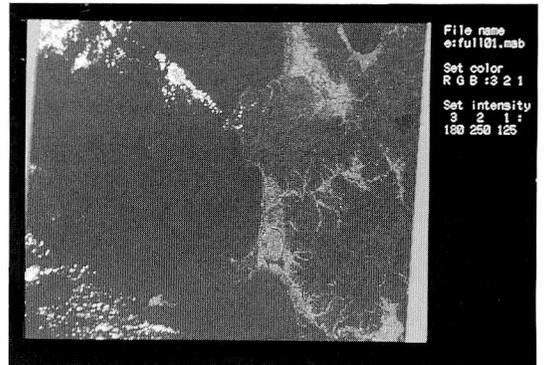


Plate 2 True color composite display of the reference image. (Sub scene, 108-032, Aug. 29, 1986)



Plate 3 True color composite display of the normal size image.

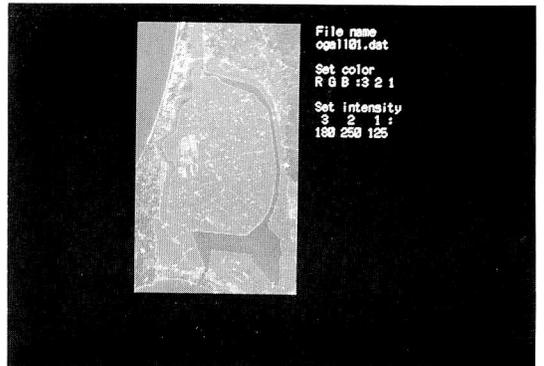


Plate 4 True color composite display of the designated size image.

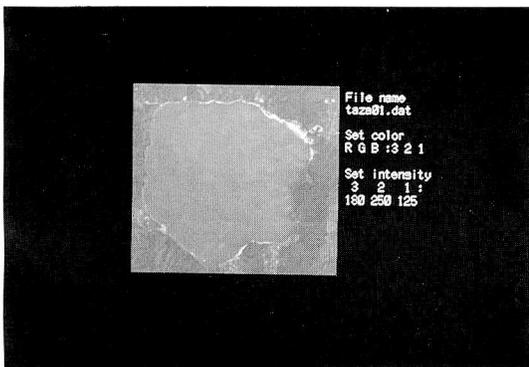


Plate 5 True color composite display of the un-designated size image.

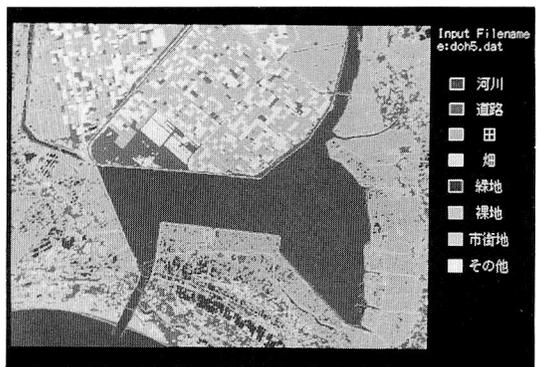


Plate 6 Classification result with minimum distance method.

た。

② イーサネットを介して磁気テープから光磁気ディスクへの大容量リモートセンシングデータ転送試験を行った。その結果、約 300 メガバイトのデータ量を有するフルシーンの場合、約 9 時間のデータ転送時間を必要とした。パソコンからのデータハンドリングの容易さを考慮すると、この程度の転送時間は許容できるものと考えた。

③ 光磁気ディスクに記録された大容量リモートセンシングデータを、メニュー形式で処理するソフトウェアの開発を行った。作成した処理ソフトウェアは、光磁気ディスクに記録されたデータの読み出し、TM データの全範囲のカラー合成画像出力、画像上の任意位置におけるデータの規格サイズあるいは任意サイズでの切り出し、最短距離法による画像分類等の機能を有している。

④ 作成した処理ソフトウェアは、フォーマットおよびシーンサイズの異なる 3 種類の TM データについて処理可能である。

最後に、リモートセンシングデータを提供下され

た(株)地球科学総合研究所関係各位に感謝申し上げます。また、本学情報処理センター小野勝美技官にはデータ転送実験に関してたいへんお世話頂きました。厚く御礼申し上げます。

#### 参 考 文 献

- (1) 例えば、和達, 土屋, 安田, 江森, 飯坂, 長尾著(1984) : リモートセンシング, 朝倉書店
- (2) 宇宙開発事業団 地球観測センター編(1986) : 地球観測データ利用ハンドブック—ランドサット編・改訂版一, (財)リモート・センシング技術センター発行
- (3) 小特集パソコンとリモートセンシング(1990) : 日本リモートセンシング学会誌, 第 10 巻, 第 1 号
- (4) 日本リモートセンシング学会編(1989) : パソコンによるリモートセンシングデータ解析, 啓学出版
- (5) パソコン LAN によるランドサット画像処理システム(1990) : 日本リモートセンシング学会誌, 第 10 巻, 第 1 号
- (6) 大容量マルチスペクトルデータ解析のための光ディスク・パソコンシステム(1988) : 日本リモートセンシング学会誌, 第 8 巻, 第 3 号