

# パーソナルコンピューターを利用した多頭型 リモートセンシングデータ解析システムの作 成

Sugimura, Toshiro / 大嶋, 太市 / 宮下, 清栄 / 佐々木, 達  
郎 / 吉村, 充則 / 田中, 総太郎 / 杉村, 俊郎 / Oshima,  
Taichi / MIYASHITA, Kiyoe / Sasaki, Tatsuro / Yoshimura,  
Mitsunori / Tanaka, Sotaro

---

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学工学部研究集報 / 法政大学工学部研究集報

(巻 / Volume)

21

(開始ページ / Start Page)

27

(終了ページ / End Page)

42

(発行年 / Year)

1985-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00004067>

# パーソナルコンピュータを利用した多頭型 リモートセンシングデータ解析システムの作成

大嶋太市\*・宮下清栄\*・佐々木達朗\*・  
吉村充則\*・田中総太郎\*\*・杉村俊郎\*\*

## Manufacturing of a Multi-Head Remote Sensing Data Analysis System Using Personal Computers

Taichi OSHIMA, Kiyoe MIYASHITA, Tatsuro SASAKI, Mitsunori YOSHIMURA,  
Sotaro TANAKA and Toshiro SUGIMURA

### Abstract

This paper describes the feasibility of a multi-head system for analyzing remote sensing data by personal computers.

Recently, it seems that the system for analyzing remote sensing data is expensive because we used to use a large computer when we treat it.

In this study, the authors attempt to distribute a large amount of calculations to each of personal computers.

We connect in parallel more than two personal computers to one image display, give special functions to each of them and analyze Landsat MSS data. We connect each of personal computers by "GP-IB".

The system configuration for this study is as follows;

- (1) I-DAS (Image Data Analysis System)
- (2) Color-Display 20"
- (3) Apple IIe 64KB
- (4) PC9801E 128KB

Using the above components of the system, the following results are obtained;

- (1) Natural color expression of Landsat MSS data
- (2) False color expression of Landsat MSS data
- (3) Land classified image based on 7 groups

From these results we obtained, it seems that this study will be useful, in the case that lots of user analyze the data at the same time.

However, the following subjects remain us still now;

- (1) Reduction of processing time
- (2) Connection of the above with different machines
- (3) Expansion of soft ware

---

\* 法政大学工学部土木工学科

\*\* (財)リモートセンシング技術センター

### §1. はじめに

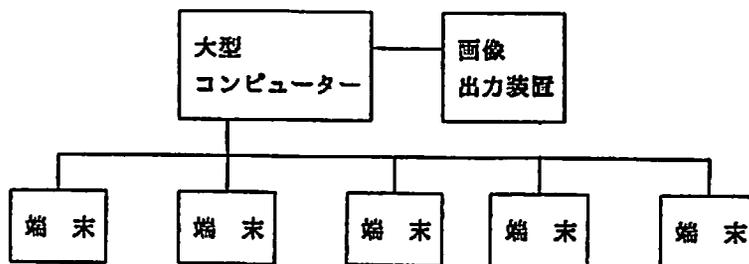
リモートセンシングとは、航空機や人工衛星などのプラットフォームに搭載されたセンサにより、地表対象物に関する情報を、電磁波を媒体として収集し、資源探査や環境観測等に利用する技術である。代表的なリモートセンシングセンサーに地球観測衛星ランドサットがある。

この衛星によって収集されたデータの量は膨大であり、これを利用するためには多くの高度計算処理を必要とする。従来、このデータのデジタル解析には、ミニコン以上の汎用計算機システム、又は専用のデジタル画像処理システムが用いられてきた。しかしながら、近年におけるパーソナルコンピュータ（以下パソコンと表現する）の高性能化、低価格化には著しいものがある。又、リモートセンシングの利用分野も拡大されており、操作が容易、かつ低価格なシステムの実現が望まれている。こうした背景から、筆者らは、パソコンを利用した多頭型リモートセンシングデータ解析システムの開発を行ってきた。

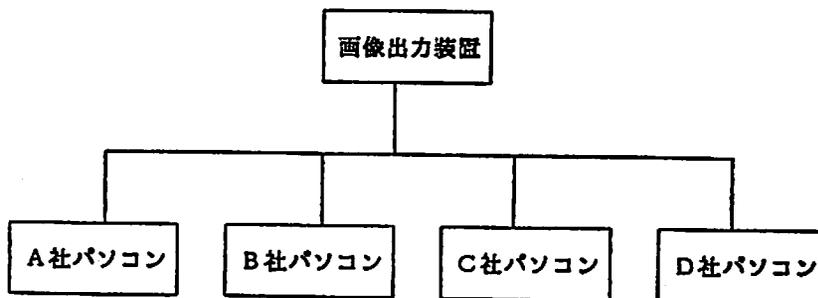
本システムは、予算的制約の範囲内で、大学の教育、研究用水準を満たす成果を得られ、かつ多数の利用者が、各自の目的を達成できることを目標としている。

### §2. リモートセンシングデータ解析システムの構想

利用者が多い場合のリモートセンシングデータ解析システムとしては、二種類考えられる。一



(1) 多端末大型コンピュータ解析システム



(2) 多頭型解析システム

図1 リモートセンシングデータ解析システム構想概念

つは、本学計算センターの大型計算機をTSS回線を用いて利用する場合の様に、一台の高速演算のできる大型コンピュータに回線を通じ多数の端末と画像処理システムを接続、一つのCPUを共同使用する方法である。他の一つは、演算は低速であるが、一台で独立したCPUを持つパソコンを、多数並列に画像出力装置と接続する方法である。

筆者らは、前者を多端末大型コンピュータ解析システム、後者を多頭型解析システムと称している。前者の利点は、述べるまでもなく、多量の高速度演算が可能であることである。そこで大型計算機一台にさせる処理を、パソコン数台に分散させることで、小容量というデータ解析におけるパソコンの欠点の克服を試みたのが後者による方法である。又、これに従えば、一度に多人数が、扱いの容易なパソコンを通して、解析に取り組めるという利点もある。

以上の観点に立ち、本論文では、多頭型解析システムについて述べる。

### § 3. 多頭型解析システム

多頭型解析システムは、インターフェース GP-IB により、15台以内という規格の範囲内で、数台のパソコンと、カラー画像表示コントローラ (I-DAS) との接続を行い、会話形式による画像解析を実現したものである。

I-DAS (Image Data Analysis System) は、パソコンがコントローラとして作動、データの収集や送出行うものである。パソコンは、フロッピーディスクからのデータ転送、画像データの記憶、分類演算等を行っている。

#### 3.1 ハードウェア構成

- a) パソコン                    Apple IIe  
                                  PC9801E
- b) カラー表示装置        I-DAS (I.C.C社製)
  - CPU            6502 (クロック 1MHz)
  - メモリ        RAM システム用 4Kbyte  
                  ルックアップテーブル (R, G, B各4Kbyte)  
                  イメージ用フレームメモリー (R, G, B各256Kbyte)  
                  カーソル用メモリー (256Kbyte)
  - ROM           システムOS用 (8Kbyte)  
                  ジョブ用        (12Kbyte)
  - CRT20"       400ピクセル×256ライン  
                  ルックアップテーブル (16ページ)  
                  512ピクセル×512ライン内で上下左右スクロール可  
                  表示色 (2<sup>24</sup>色)

c) 補助記憶装置 標準, ミニフロッピーディスク装置

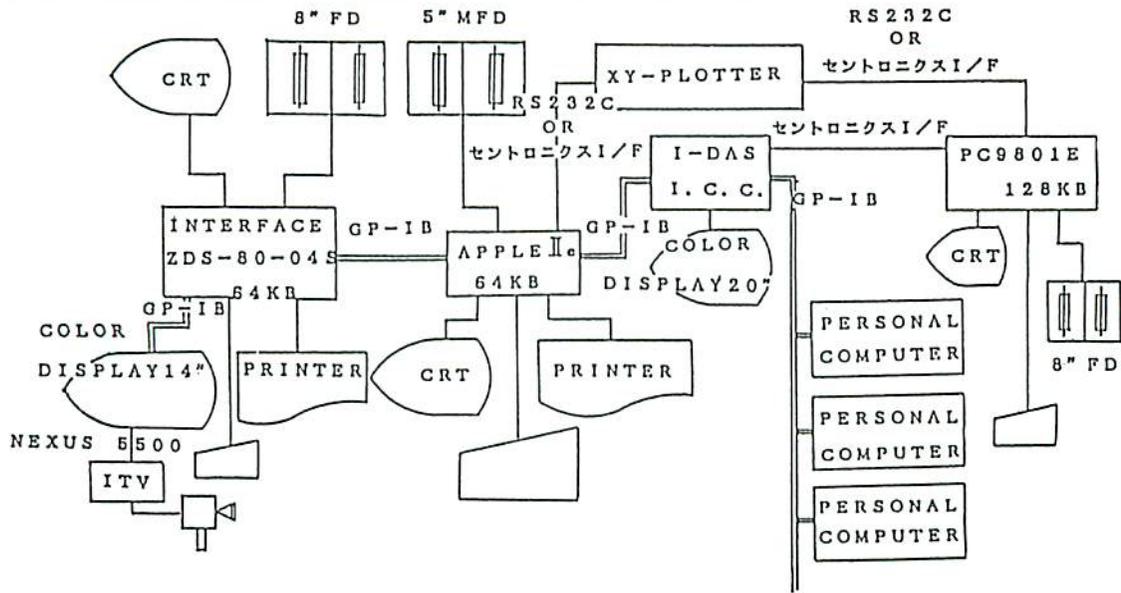


図2 システム構成図



写真1 システム全景図

今回のシステムでは、Apple IIe (以下アップルと表現する) をコントローラとし、PC9801E (以下PCと表現する) からのデータ転送の制御、カラー画像表示コントローラ (I-DAS) からのデータの収集、送付、及び解析処理を司どらせている。

それぞれのパソコンは、標準的インターフェースであるGP-IBによって接続している。PCからI-DASへのデータ転送、アップルからXYプロッターへの地図情報の出力は、セントロニクスインターフェースを用いた。

今後、アップルは、I-DASへのデータ転送、およびI-DASで求めたトレーニングエリアデー

タの送出等に当り、仲介的な役割のみを持たせたいと思っている。それは、画像データの記憶、濃度変換、解析演算等、種々な処理を、それぞれどのパソコンに割り当てるかを決定する機能のみを持たせることであり、完全なコントローラとして作動させたいということである。

### 3.2 I-DAS の機能

主な I-DAS の役割は、画像データのディスプレイである。しかしながら、画像データをそのまま表示させても、分布の状態によって、必ずしも明瞭な画像が得られるとは限らない。従って

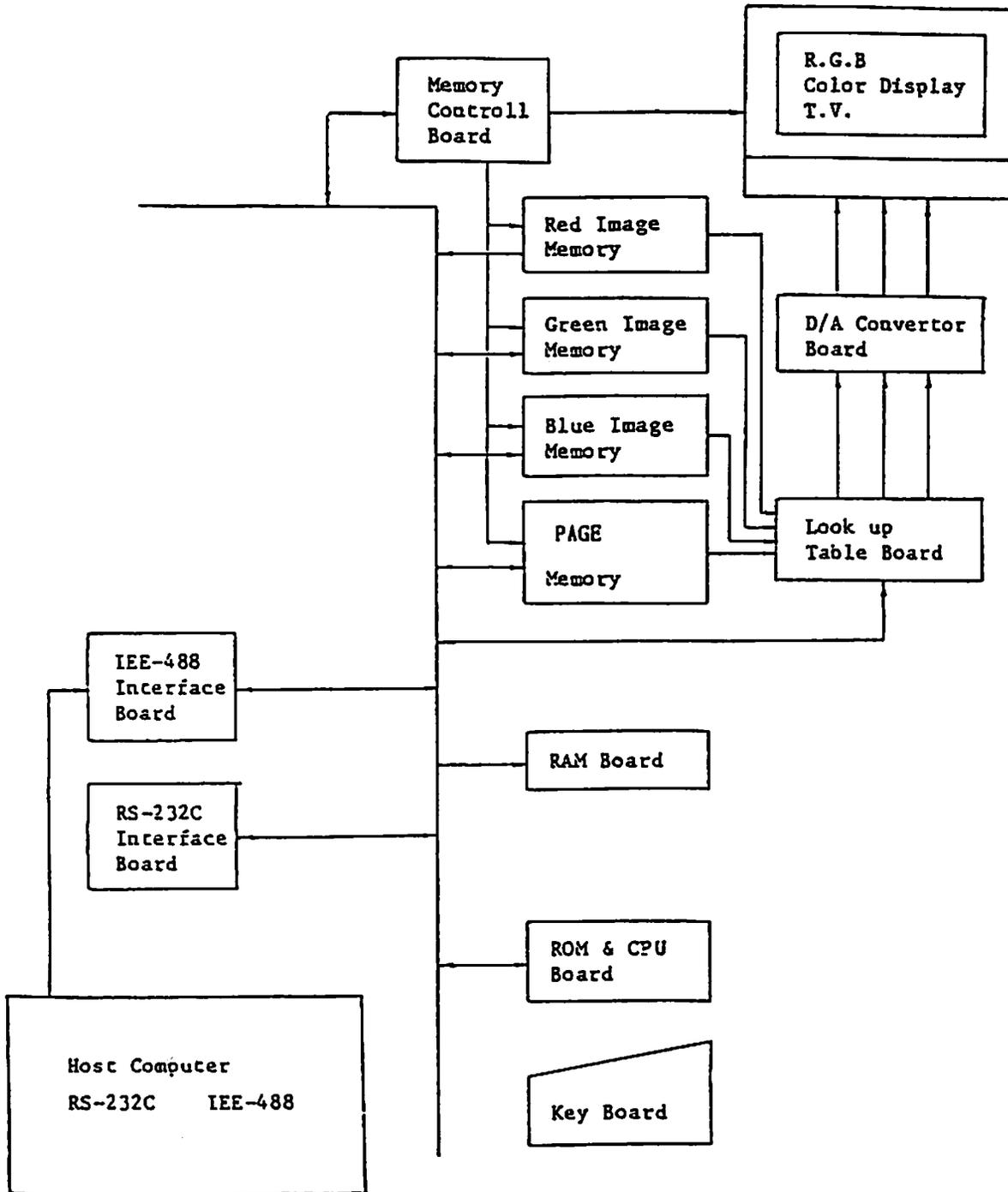


図3 I-DAS 本体のもつシステム・機能の概念図

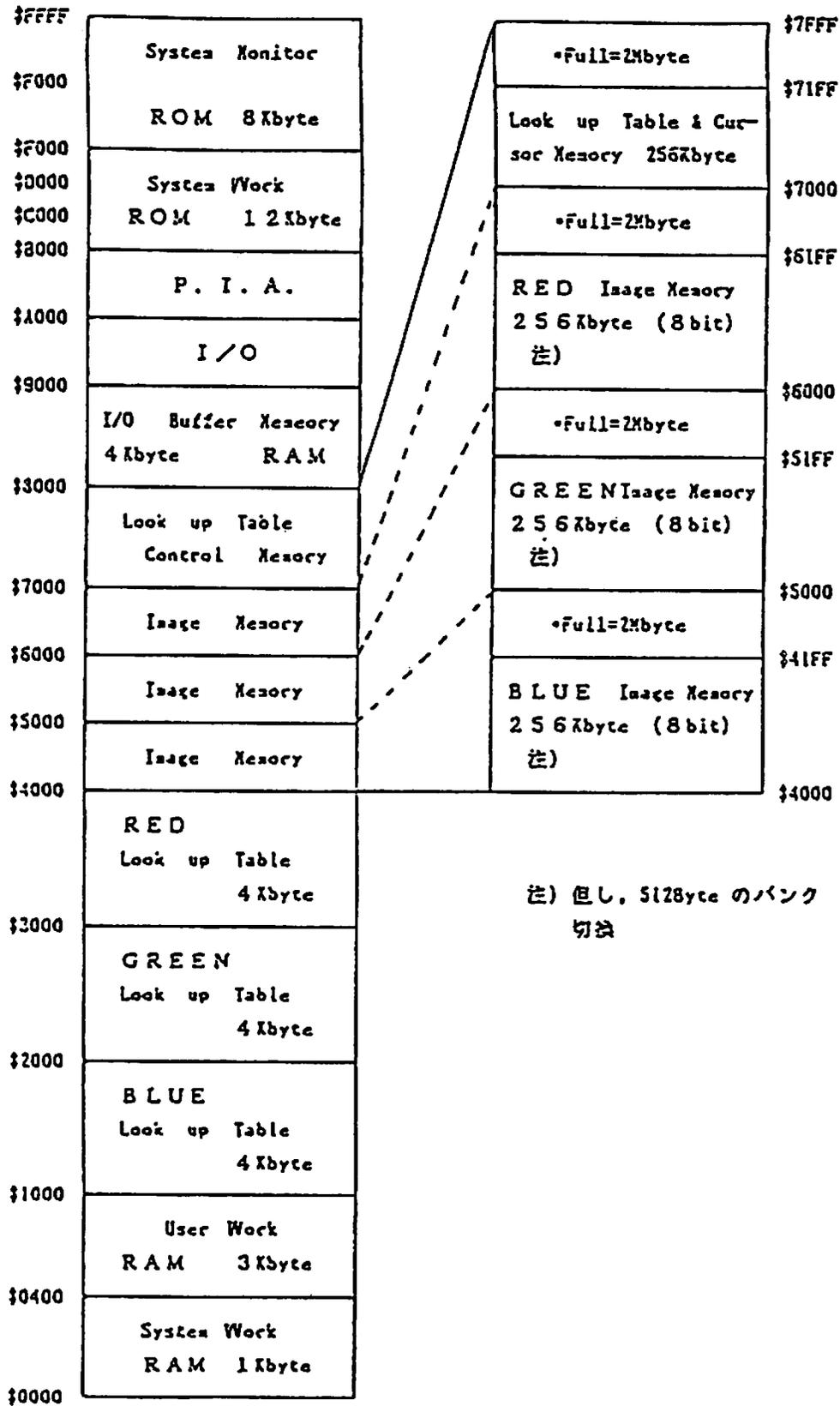


図4 Memory Map

強調処理の必要性が生ずる。これには、濃度変換によるものと、色の変換によるものの二種類が考えられる。

前者は、明度と画像データが一对一に対応することを利用し、明度の差が小さく中間明度に表示されているものの差を広め、鮮明な色の段階を得るものである。すなわち、画像データの最大値、最小値を入力することにより、その幅で256段階の明度を得るものである。実際には、直線的パラメータだけでなく画像データの必要に応じて強調したい部分の明度が決定できるため、0から255の範囲内で対応する関数でのパラメータ表現が可能であり、加えて、決して連続的パラメータでなければいけないこともなく、曲線、あるいは不連続な値の入力も許される。陸地の分布状態のみ知りたい場合など、これを利用すれば、水域を消去することができる。従来の方式によれば、デジタル処理による濃度変換には、画像データを一つずつ数値変換する必要があり、多くの時間を費していたが、本システムにおいては、I-DAS内に自動的濃度変換を行うパラメータを存在させたため、画像データの数値を変化させずに、明度を瞬時に変えることが可能となった。これは、I-DASの大きな特徴の一つである。

後者は、画像の色を決定する16ページのルックアップテーブルを利用するものである。すなわち、各ルックアップテーブルの色の濃度を調整、合成することにより、各自の必要な色として強調表現されるというものである。

I-DASには、Red, Green, Blue 3つのイメージメモリに加え、ルックアップテーブルとカーソル表示用のページメモリが存在するため、随時、画面イニシャライズ、カーソルディスプレイが可能となっている。

### 3.3 ソフトウェア構成

アプリケーション・プログラムとして、データ転送用、画面表示用と統計量算出及び分類演算用プログラムを用意した。

#### (a) PC9801E と I-DAS のデータ転送

現在のところ、PC とI-DASの間は、PC から一方向の転送に限って成立しているため、PCには、データ転送用と画像制御用プログラムを持たせている。データ転送用プログラムは、標準フロッピーディスクに記憶された画像データ、1セクター256バイトを、64バイトごと、I-DAS内のイメージメモリへ転送するものである。画像制御用プログラムは、PC上でアSEMBルし、その結果をマシン語コードとしてI-DAS内部のRAMへ転送するものである。以上は、メニュー方式を採用しており、実行にあたっては、メニュー番号を指定することにより起動させる。以下は、そのメニューである。

#### (1) TEST PATTERN

I-DAS内のルックアップテーブルを利用し、256段階の濃度テストパターンを表示する。

#### (2) IMAGE DATA READ

34 (昭和60. 3) パーソナルコンピュータを利用した多頭型リモートセンシングデータ解析システムの作成

記憶補助装置と I-DAS 内のメモリの間で画像データの入出力の制御を行う。

(3) ROOMING

I-DAS 内の画像データ収容領域は、512ピクセル×512ラインであるが、20インチカラーディスプレイ上に表示可能な範囲は、400ピクセル×256ラインであるため、その隠れた部分を見るために、画面を上下左右に移動する。

(4) CLEAR

Red, Green, Blue, それぞれのイメージメモリと、ルックアップテーブル及びカーソル用メモリに記録されているデータをクリアする。従って、20インチカラーディスプレイ上に表示中の画像もクリアされる。

(5) CURSOR WRITE

I-DAS 内の画像データ収容領域512ピクセル×512ラインの範囲で、ピクセル、ライン位置を入力すると、十字のポイントカーソルが表示される。留意点は、20インチカラーディスプレイ上に出力可能な範囲が、400ピクセル×256ラインということである。

(6) INTIAL LEVEL SET

I-DAS では、画像データ 0 から255までを、256段階の明度表現とすることが、初期設定されている。しかし、この方法によれば、データのばらつきによって鮮明な画像が得られない。そこで、Red, Green, Blue それぞれのイメージメモリ中の画像データの最大値、最小値を入力し、その範囲で256段階の明度表現をさせ、鮮明な画像を得ることを可能にした。

(b) APPLE IIe と I-DAS のデータ転送

アップル上マシン語コードと I-DAS 内部の ROM に直接書き込まれた16種処理機能間における、双方向のコマンドとデータ通信が成立している。従って、PC用プログラムが主に、画像コントロール用に対し、アップル用は、それに加え、以下で述べるメニューの組み合わせにより、統計量算出、及び分類演算プログラムも用意している。実行においては、PC と同様、メニュー番号の指定により起動する。以下は、そのメニューである。

(1) IMAGE DATA WRITE

I-DAS 内の Red, Green, Blue 3枚のイメージメモリにデータを送出し、ディスプレイを行う。Landsat MSS データを使用した場合の、4つのスペクトル帯域（バンド4～7）データの合成方法を示す。

	Red	Green	Blue
フォールスカラー	7バンド,	5バンド,	4バンド
ナチュラルカラー	5バンド,	7バンド,	4バンド

(2) CURSOR WRITE

400ライン×256ピクセルのカラーディスプレイ画面上（画像データ収容領域でカーソルの出

力可能)で、ライン及びピクセル位置の指定でポイントカーソル、加えて幅を入力すれば、レクタングルカーソル(任意の大きさの四角形カーソル)が表示される。又、ポイントカーソルは、上下左右の移動も可能。

(3) CURSOR READ

ポイントカーソルの位置、及びレクタングルカーソルで囲まれたトレーニングエリアデータ3バンド分の出力を行う。

(4) IMAGE DATA READ

I-DAS内のイメージメモリに記憶されている任意の領域の画像データを他機種のメモリーバンクに出力する。従って、このメニューを利用し、分類演算処理が実行できる。

(5) SCREEN MOVE

PCのメニュー(3) ROOMINGに同じ。

(6) TABLE SELECT

I-DAS内のメモリには、16枚のパラメータ領域があり、任意のページの指定で、画面の色の変換、又は濃度変換を行う。

(7) INITIAL LEVEL SET

PCのメニュー(6) INITIAL LEVEL SETに同じ。

(c) PC用プログラム

PCでは、画像データをI-DAS内のメモリ上に転送する以前に、単独でそのデータの状態を調べることが可能である。すなわち、データのダンプ、ヒストグラムの作成、最小値、最大値を求める処理等を前もって行い、その結果の利用により、より有効にI-DAS内に送られた後のイメージデータを使用しようというものである。

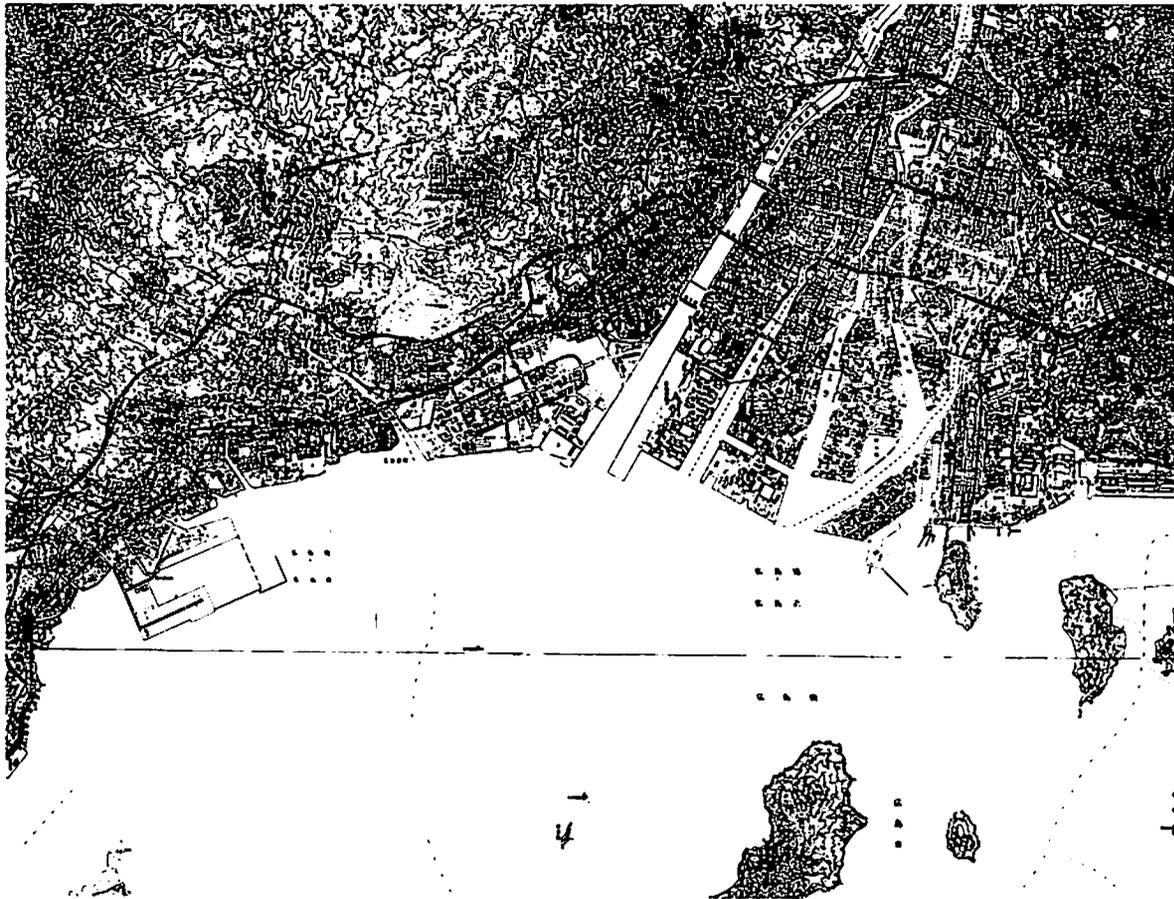
350 DATA 041C 4D,45,4E,55 : 'MENU'	520 DATA 0435 CA : 'DEX
390 DATA 0420 EA : 'NOP	530 DATA 0436 F0,23 : 'BEQ 045B MENU=4 -> TM
400 DATA 0421 EA : 'NOP	540 DATA 0438 CA : 'DEX
410 DATA 0422 EA : 'NOP	550 DATA 0439 F0,26 : 'BEQ 0461 MENU=5 -> TM7
420 DATA 0423 20,D8,E7 : 'JSR E7D8	560 DATA 043B CA : 'DEX
430 DATA 0426 20,73,E9 : 'JSR E973	570 DATA 043C F0,29 : 'BEQ 0467 MENU=6 -> CLS
440 DATA 0429 E9,30 : 'SBC #30	580 DATA 043E CA : 'DEX
450 DATA 042B AA : 'TAX	590 DATA 043F F0,2C : 'BEQ 046D MENU=7 ->
460 DATA 042C CA : 'DEX	600 DATA 0441 CA : 'DEX
470 DATA 042D F0,1A : 'BEQ 0449 MENU=1 -> TEST PATTE	610 DATA 0442 F0,2F : 'BEQ 0473 MENU=8 -> LUT INIT
480 DATA 042F CA : 'DEX	620 DATA 0444 CA : 'DEX
490 DATA 0430 F0,1D : 'BEQ 044F MENU=2 -> BIL DISPLA	630 DATA 0445 F0,32 : 'BEQ 0479 MENU=9 -> CRT INIT
500 DATA 0432 CA : 'DEX	640 DATA 0447 D0,B7 : 'BNE 0400
510 DATA 0433 F0,20 : 'BEQ 0455 MENU=3 -> ROOMING	

```

10 WRITE(1,100)
100 FORMAT(// ' INPUT MENU NUMBER...'/
  *' 1....SELECT END LINE.'/
  *' 2....SCREEN MOVE.'/
  *' 3....INITIAL LEVEL SET.'/
  *' 4....TABLE PARAMETER WRITE.'/
  *' 5....TABLE PARAMETER READ.'/
  *' 6....CANCEL!! '/
  *' 7....END'/)
310 READ(1,3002) COLOR(I)
3002 FORMAT(BN,I2)
DO 315 J=1,16
CALL TAKINI(2B)
IPAGE=J
CALL TALK(IPAGE)
CALL TALK(COLOR(J))
CALL TALK(EQI)
CALL WAIT
CALL LISINI
D=LISTN(0)
    
```

## §4. 応 用 例

以上述べてきた多頭型リモートセンシングデータ解析システムにより行った広島地域の解析結果を示す。



### 4.1 解析対象地域

広島地域の最も顕著な地理的事象は、広域中心都市広島存在である。人口でも中国地方第一位である。又、厚生、建設等、各省関係の広域行政機関が置かれており、普通の県都とは異色である。各種経済的機能においても、広域中心都市としての機能を果たしている。

当地域は、広島湾頭部に位置する。ここには、中国山地に源を発する太田川が流入し、三角州を形成している。この上に広島市がある。又、めぐる地形は、北に迫る山地、湾内に浮かぶ大小さまざまな島々。これらに発達する平坦な三角州。加えて、それらの複雑な組み合わせが特徴である。三角州は、太田川放水路分岐点から南の地域に当たり、以北は氾濫原となっている。

人口問題は、旧市内の増加低滞に対し、新市内のそれは急増しており、学校、上下水道等都市施設が追いつかない点である。これに伴い、住宅団地の造成が多い地域は、五日市町、廿日市町などである。従って広島旧市内は、人口増が鈍り、ドーナツ化が続いている。

工業地域は、瀬戸内工業地域に位置することもあり最も早くから近代工業の発達したところで、業種は、輸送用機械、一般機械が非常に有名であり、鉄鋼、食品がこれに続く。

広島市周辺の近郊農業では、都市向け需要を対象とした温室、ビニール栽培による野菜、花卉園芸、酪農等の経営が目立つ。

## 4.2 解析手法

### (a) 概要

ランドサットMSSによって得られるスペクトル帯域別データの利用法として、土地被覆分類図の作成がある。又、本データは実際のエネルギーでなく、256段階(0~255)の濃度レベル表示となっているため、数学的手法を用いた分類が可能である。すなわち、特定の土地が持つスペクトル特性の示すパターンを、MSS データを利用し、識別、表現することができる。そのため、MSS 情報を独立した変数とみなし、利用種別別に定性的に従属する識別関数を、MSS データから求め分類を行う。この識別関数を決定するための標本の与え方の相違により、大別して教師付き分類と教師なし分類がある。本研究では、前者の最短距離法を FORTRAN 言語にて作成、試行した。

### (b) 最短距離法 (Minimum Distance Method)

未知のデータの帰属すべきクラスを、数個のクラスからの最短距離を求めることにより決定する方法。概念図を以下に示す。

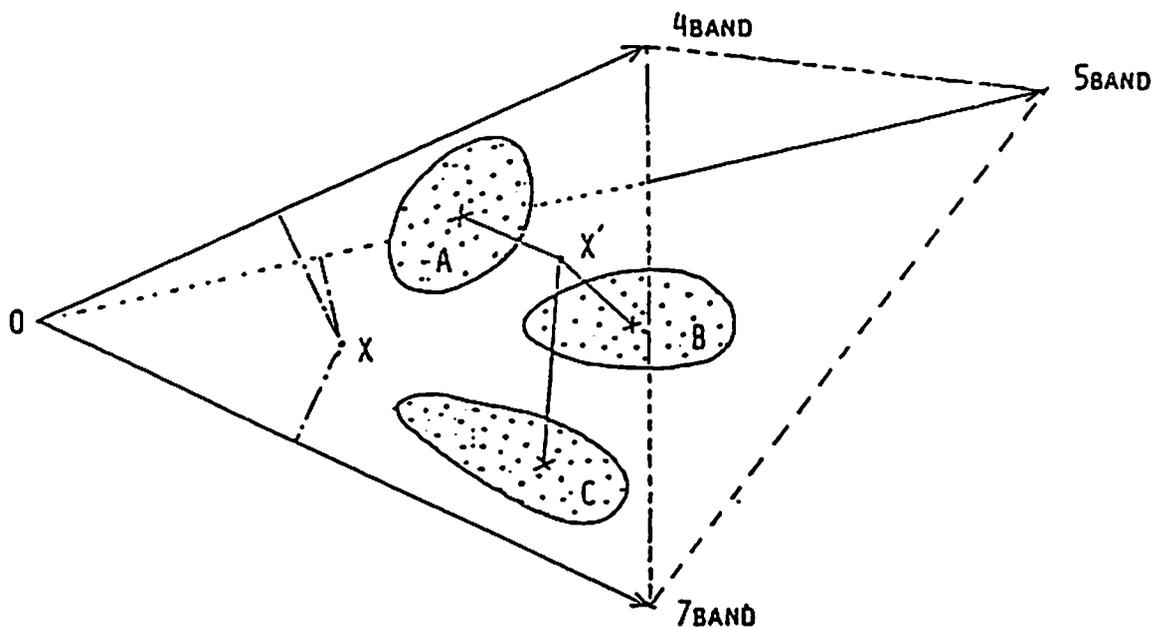


図5 CONCEPT OF MINIMUM DISTANCE METHOD

データの各画素は、4、5、7バンドを構成する数値によって、三次元座標上に位置づけられる。(POINT X) その位置から各クラス(A, B, C, ……)の平均値までの距離を比較、最小となるクラスに帰属させるものである。又、距離の概念は種々あるが、本研究では標準ユークリッド

距離を採用した。

$$D = \sqrt{\sum_{i=1}^3 \left( \frac{A_i - X_i}{\delta_i} \right)^2}$$

$\delta$  : 標準偏差

$A$  : 平均値

$D$  : 距離

$X$  : 画素の値

(c) 使用データ

(対象地域) 広島県広島市周辺地域

(撮影日) 1981年6月2日

本研究で使用したランドサット MSS データは CCT (computer compatible tape) に記録されているため、パソコンによる読み取りが可能となるよう編集しなければならない。そのため、大型計算機、及びこれに接続するフロッピーディスク装置を使用、データの標準フロッピーディスクへの切り出しを行った。以上の手法に従い、同一シーン内の任意領域 (大きさ: バンド4~

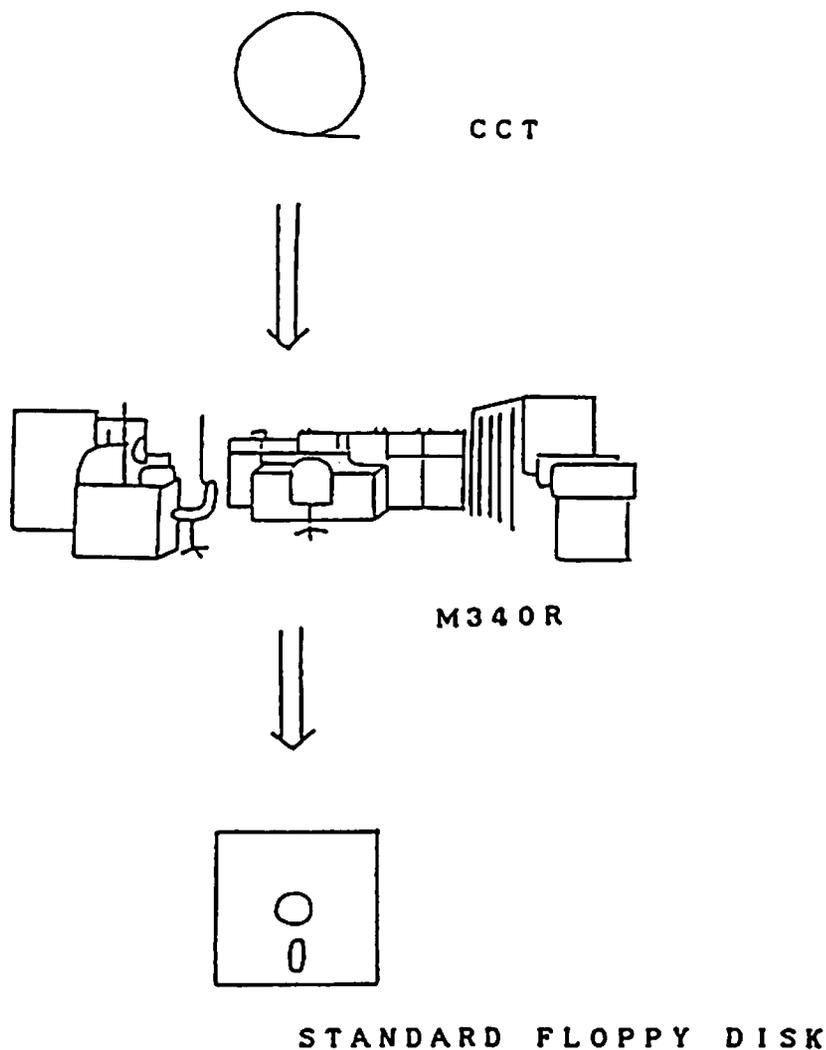


図6 CCT から標準フロッピーディスクへのデータの作成

7, 画素数512ピクセル×400ライン)を, 論理フォーマットBILを用い切り出した。図6に概念図を示す。

#### 4.3 結 果

以上の手法, データによる解析結果を示す。

本研究の土地被覆分類図作成における分類項目は, 市街地(ピンク), 住宅地(赤), 造成地(黄), 農地(濃緑), 緑地<山地>(緑), 太田川河口(シアン), 海域(青), 計七種類設定した。

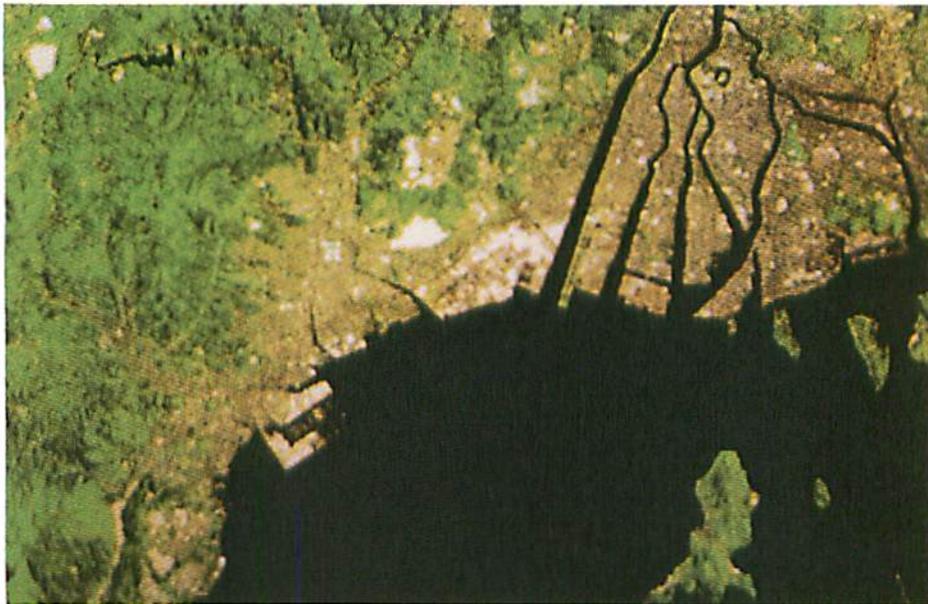


写真2 ナチュラルカラー画像



写真3 写真2の濃度変換によるナチュラルカラー画像



写真4 フォールスカラー画像



写真5 写真4の濃度変換によるフォールスカラー画像



写真6 最短距離法による土地被覆分類画像

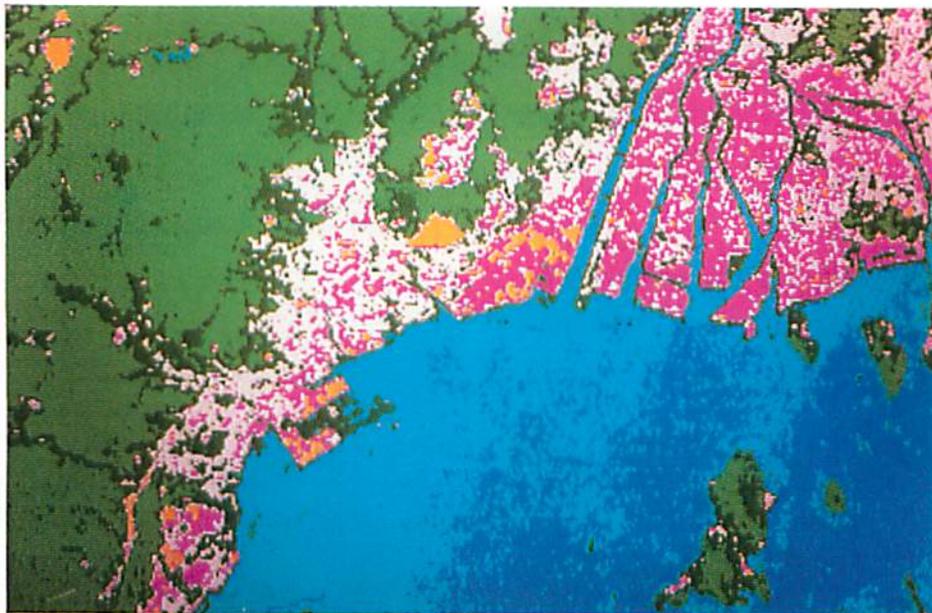


写真7 写真6の色の変換による土地被覆分類画像

写真7は、分類項目の住宅地（赤）を強調するために白へ色の変換を行ったものである。

#### 4.4 考 察

4.1解析対象地域と4.3結果の写真6, 7土地被覆分類画像を比較し, 若干の考察を行った。

海岸付近に, 造成地が多く見られるが, これは, 市街地の内側に存在しているため, 工場用地であろうと思われる。又, 農地が住宅地に隣接して存在することから, 当地域の農業は, やはり近郊農業が中心であると思われる。加えて, 住宅地が, 広島市の旧市内の市街地をとり囲むように分布していることから, 人口のドーナツ化現象が考えられる。

次に問題となることは, 得られた分類の精度であるが, これは, 国土地理院発行の土地利用図等の利用により, デジタル量的精度は得られないが, 視覚によるアナログ的精度を得ることは可能である。又, 複雑な地形を分類する場合に有効なポリゴンカーソル(多角形カーソル)の作成により, トレーニングエリアの正確な選定が可能になり, 精度の向上が期待できる。

### §5. 展 望

並列に接続されたパソコンそれぞれに, 異った機能を持たせるという目的において, 本システムは満足できるものと思われる。しかしながら, 分類演算を8ビットパソコン, アップル一台にさせた場合, 処理時間, 約10時間を要した。従って残された課題としては, 一つの処理において, データを並列に接続された異った数台のパソコンに分散させ処理する。演算速度の短縮が考えられる。すなわち, 各パソコンの処理能力に変化はないが, 一台で長時間かかる処理を, 何台かが同時に処理することにより, 全体としての能力向上をはかることを目的とするものである。加えて, 一度に多くの人々が解析に取り組むリモートセンシングの教育等にも, 本システムは微力ながら役に立てるものと思われる。又, 現在, データのMT渡しも検討中である。

従って, 本システムの開発は, 十分意味を持つものであったと思われる。

謝辞 本システムの作成にあたり, (株)I.C.C. 河本幹雄氏に終始貴重な御指導をいただいた。ここに記して感謝の意を表わす次第である。

#### 参 考 文 献

- 日本地誌研究所 「日本地誌第17巻」 1978年 二宮書店。
- 日本リモートセンシング研究会 「リモートセンシングノート」 1980年 技報堂出版株式会社。
- 大嶋, 宮下 (1983) マイクロコンピュータによるリモートセンシングデータ解析システムについて, 日本リモートセンシング学会誌 Vol. 3, No. 4.
- 大嶋, 赤木, 末広, 三戸部 (1983) リモートセンシング解析システム MASH の開発とその応用, 日本写真測量学会昭和58年度次学術講演会論文集。