

# パーソナルコンピュータによるランドサット データ解析システムについて

LANDSAT Data Analysis by Personal Computer

近藤 昭彦\*・古藤田一雄\*\*

Akihiko KONDOH and Kazuo KOTODA

## I はじめに

従来、リモートセンシングの処理システムは、膨大なデータ数を取り扱って画像解析をする関係から、大型計算機や専用の画像解析装置を使用したものが主体であったが、最近リモートセンシング技術協会よりフロッピーディスクによるランドサットデータの供給が始まり、パーソナルコンピュータ（パソコン）へのデータ入力が可能となった（長・竹内・磯，1983）。パソコン自体も16bitCPUを搭載したものが中心となってきており、記憶容量、処理速度が従来の8bitCPUのパソコンと比較して大幅に向上し、パソコンによって手軽にランドサットデータの解析が行える環境が整ってきた。そこで、16bitCPUを搭載しているPC-9801（CPU8086，5MHz）を用いた解析システムを開発したのでここに報告し、利用者の便宜を計りたい。

## II ランドサットフロッピーディスクについて

財団法人リモート・センシング技術協会では8インチ標準フロッピーディスクによるランドサットデータの供給を行っている。対象となるセンサーはマルチスペクトルスキャナ(MSS)であり、フロッピーディスク1枚には512ピクセル×400ライン×4バンド分のデータが格納されている。

第1表 BSQフォーマットによるデータの格納位置

ファイル名	HEADER の位置			スタート位置		
	シリンダ	サイド	セクタ	シリンダ	サイド	セクタ
MSSB4	1	0	1	1	0	3
MSSB5	16	1	1	16	1	3
MSSB6	32	0	1	32	0	3
MSSB7	47	1	1	47	1	3

ディスクへの記録方式は、両面倍密度、IBM方式である。PC-9801の標準OSであるN88BASIC(86)とフォーマットが同じであるので、BASICから直接読み取りが可能である。

格納されるデータのフォーマットにはBIL(Band Interleaved by Line)とBSQ(Band Sequential)の2種類があり、ユーザーの用途により選択できる。

第1表にBSQフォーマットの構成を示す。1ピクセル(画素)の輝度情報は1バイト長(7ビットまでが有効データ)のバイナリデータとして記録されているので、1セクタ/256バイトのディスクには1ライン分のデータは2セクタにまたがって格納されることになる。なお、イメージデータにはラジオメトリック補正・幾何学的補正が施されている。

\* 筑波大学・院・地球科学研究科(現 筑波大学水理実験センター)

\*\* 筑波大学水理実験センター

(1985年7月8日受理)

### III パーソナルコンピュータでの使用方法

ここでは、BASIC 言語による処理方法について簡単に述べる。ディスクから輝度データを読み出すにはディスクの物理的位置を直接指定してデータを読み込む必要があるが、そのための関数に `DSKI$` がある。これは、ディスクのドライブ、サーフィス、トラック、セクタを指定して1セクタ256バイトのデータを0番バッファに取り込む関数である。あとは、バッファの先頭位置から `PEEK` 関数を用いて輝度情報を読みればよい。

具体例を以下に示す。

```
10 FIELD#0, 128 AS A$, 128 AS B$
20 DEF SEG=VARPTR (#0,1)
30 ADR=PEEK (VARPTR (#0,0)+33)*256
   +PEEK (VARPTR (#0,0)+32)
```

10行で、バッファの領域を確保し、20行でセグメントベースを設定した後、バッファのスタートアドレスを30行で求めている。これは、一度だけ実行すればよい。

ディスクからデータを読み込むためには、

```
40 DRIVE=2      : ドライブの指定
50 SURFACE=0    : サーフィスの指定
60 TRACK=1      : トラックの指定
70 SECTA=3      : セクタの指定
80 DUMMY$=DSKI$ (DRIVE, SURFACE,
   TRACK, SECTA)
```

のように行う。ここでは、ドライブ2、サーフィス0、トラック1、セクタ3（4バンドの1ライン目の左半分）の輝度情報を読み込んでいる。読み込んだデータは `ADR` 番地から `ADR+255` 番地

に格納されているので、輝度データを取り出すには以下のようにする。

```
90 FOR I = 0 TO 255
100 BRIGHTNESS=PEEK (ADR+I)
110 PRINT BRIGHTNESS
120 NEXT I
```

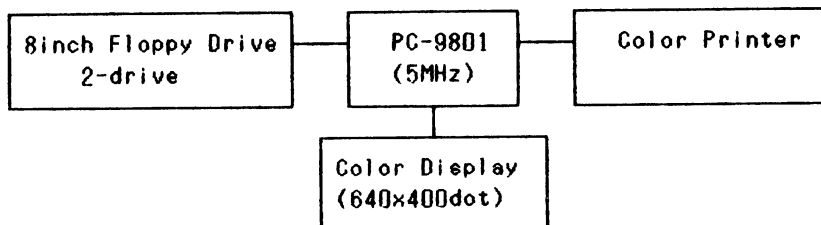
これで、1ラインの半分の輝度データを読み込むことができた。輝度は0-127の整数値であらわされるので、輝度に対応したカラーコードをあらかじめ127の大きさの配列の中に入れておくとディスプレイへの描画が早い。

### IV システム構成とプログラムの機能

PC-9801 (CPU8086) を中心に第1図のようなシステムを構成した。PC-9801 の記憶容量は256Kバイト、クロック周波数は5MHzである。外部記憶装置はランドサットデータを読み取るために8インチ標準フロッピーディスクドライブ (PC-9881K)、ディスプレイは512×400ドットの表示が可能な高解像度カラーディスプレイ (PC-KD551) を使用した。プリンターはカラーディスプレイの8色に対応して印刷できるカラーイメージプリンター (SHARP I/O-700) を使用した。

作成したプログラムの基本的機能は以下の通りである。

(a) 疑似カラー画像の作成 : 7bit (TM の場合は8bit) の16進数で表わされる放射輝度 (CCT カウント) データを読み取り、設定したしきい値に従ってカラーディスプレイ上に8色の疑似カラー画像を作成する。1シーンの一部分を切り取って描画することも可能である。また、ディスプレ



第1図 システム構成

イ上の画面はそのままカラープリンター上にハードコピーすることができる。

(b) 統計値の計算：放射輝度データの度数分布、平均値、標準偏差等の統計値を計算する。これによって、疑似カラー画像作成時のしきい値の決定を行うことができる。また、特定の小領域の度数分布を求めることも可能で、教師付き分類手法 (Supervised Classification Method) におけるトレーニング地区 (Training Area) のデータ抽出に用いることができる。

(c) バンド間の演算：地表面情報の判別式に基づいて、MSS (4バンド)、TM (7バンド) の各バンド間の演算を行う。

使用言語は N88BASIC (86) である。1画面 (512×400dot) の描画には約22分を要するが、マ

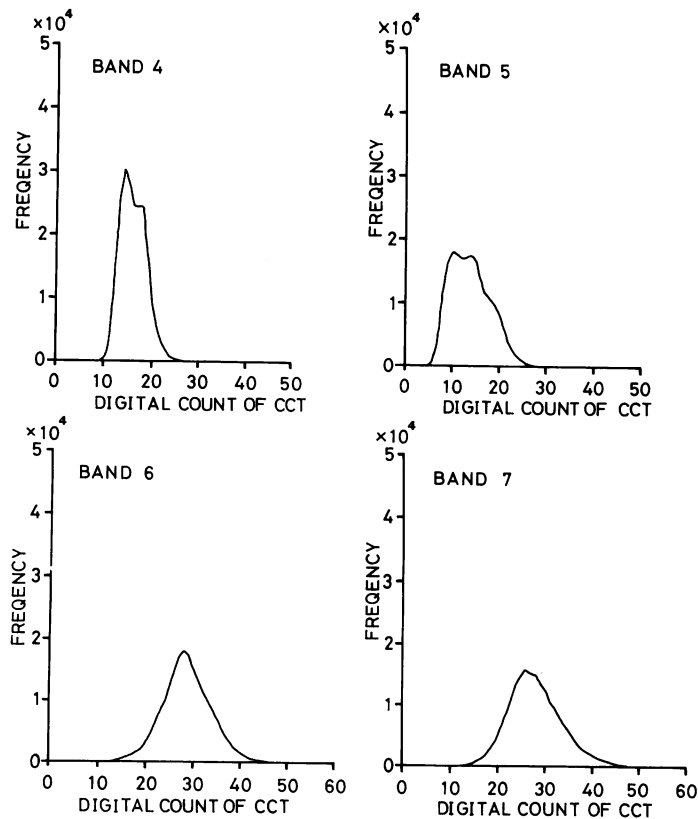
シン語の使用による高速化が可能である。

## V 恋瀬川流域および周辺地域の地表面のスペクトル特性について

筑波学園都市北方の筑波山、加波山塊に囲まれた恋瀬川流域を中心とする範囲のランドサットデータ (MSSおよびTM) を入手したので、地表面のスペクトル特性について若干の解析を行った結果を述べる。

### 1) MSS (マルチスペクトルスキャナ)

MSSの波長帯は4バンドあり、地表分解能は約80mである。それぞれの波長域は、バンド4 (0.5-0.6 $\mu\text{m}$ )、バンド5 (0.6-0.7 $\mu\text{m}$ )、バンド6 (0.7-0.8 $\mu\text{m}$ )、バンド7 (0.8-1.1 $\mu\text{m}$ ) である。フロッピーディスク1枚には512×400pixel



第2図 MSSバンド別放射輝度 (CCTカウント) の頻度分布

第2表 バンドごとの放射輝度の統計値  
(MSSデータ)

バンド	平均値	標準偏差	最大値	最小値
4	16.2	2.7	41	9
5	14.0	4.3	51	3
6	29.0	5.5	66	3
7	28.0	6.0	74	0

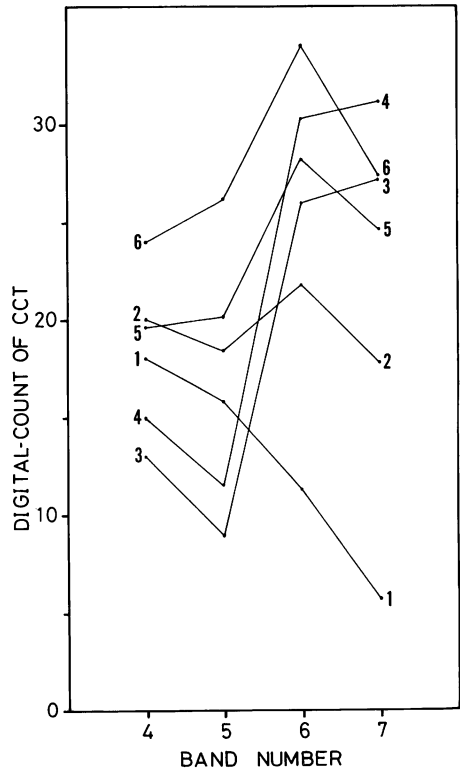
(画素)分のデータが収められており、地表面では約41×32kmの範囲に相当する。

1982年10月22日に日本上空に飛来したランドサット4号のMSSデータから恋瀬川流域を中心とした領域を切り出し、解析に使用した。MSSの輝度データは7bitで表わされているので、ダイナミック・レンジは0-127である。

各バンドごとの放射輝度の統計値を第2表に、またそれぞれの頻度分布を第2図に示す。各バンドの放射輝度はバンド4、5に比べてバンド6、7が高い。また、標準偏差は波長が長くなるほど大きくなっている。これらの4バンドの値の組み合わせによって、様々な地表面情報の抽出が可能である。

第3表は、10×10pixelの大きさの小領域をトレーニング地区(Training Area)として選定し、土地利用項目ごとの放射輝度の平均値と標準偏差を示したものである。第3図は同じく、土地利用区分ごとの分光特性を示している。

水域の放射輝度は波長が大きくなるほど低下し、バンド7では他の土地利用区分の放射輝度と比較して著しく小さな値となる。これに対して、



第3図 各種地表面の分光特性(MSSデータ)  
(1:水域, 2:都市域, 3:森林, 4:畑地, 5:水田, 6:荒地)

他の土地利用では都市域を除いてバンド4、5よりもバンド6、7の輝度が高くなっている。森林と畑地は同じような分光特性を持つが、全波長帯にわたって畑地の輝度のほうが高くなっている。都市域は各バンド間の輝度の変化が少ない。

筑波山、加波山地域に特長的な土地利用項目と

第3表 土地利用別、放射輝度の平均値と標準偏差(MSSデータ)

項目/バンド	4	5	6	7
1. 水域	18.0(1.2)	15.8(1.2)	11.3(2.9)	5.7(3.6)
2. 都市域	20.0(1.6)	18.4(2.1)	21.8(1.7)	17.8(1.7)
3. 森林	13.0(1.0)	8.9(1.2)	26.0(4.5)	27.2(5.6)
4. 畑地	15.0(2.0)	11.5(2.6)	30.3(3.5)	31.1(3.7)
5. 水田	19.6(1.2)	21.0(1.6)	28.3(2.4)	24.6(2.7)
6. 採石場	24.0(5.1)	26.2(7.8)	34.0(5.9)	27.4(7.8)

第4表 TMの波長帯別放射輝度の平均値、標準偏差

バンド	感知波長帯	平均値	標準偏差
1	0.45 — 0.52	95.6	22.8
2	0.55 — 0.60	40.8	14.2
3	0.63 — 0.69	38.3	20.0
4	0.76 — 0.90	95.8	20.6
5	1.55 — 1.75	79.1	23.6
6 *	10.4 — 12.5	159.0	5.8
7	2.08 — 2.35	28.4	14.7

\* 6バンドは熱赤外

して採石場（荒地）の放射輝度を求めてみた。これは疑似カラー画像上ではっきりと識別できる土地利用項目である。採石場の放射輝度はバンド4、5、6の順に増大し、全体として他の土地利用項目より高い値を示すが、バンド7で低下している。

このように、各バンドの輝度の絶対値およびバンド間の輝度の変化から土地利用情報の抽出が可能である。

## 2) TM（セマティックマップ）

TMは7バンドで地上分解能は約30mである。

したがって、MSSと比較してはるかに高密度な地表情報を得ることができる。また、TMの大きな特長として熱赤外の波長帯（バンド6）があげられる。これによって、地表温度に関する情報の抽出も可能である。また、TMのバンド2、3、4はMSSのバンド4、5、7と対応しているためMSSとの比較研究も可能である。

1984年7月31日のランドサット5号のTMデータを解析に使用した。TMの輝度データは8bitで表わされており、ダイナミック・レンジは0-255である。

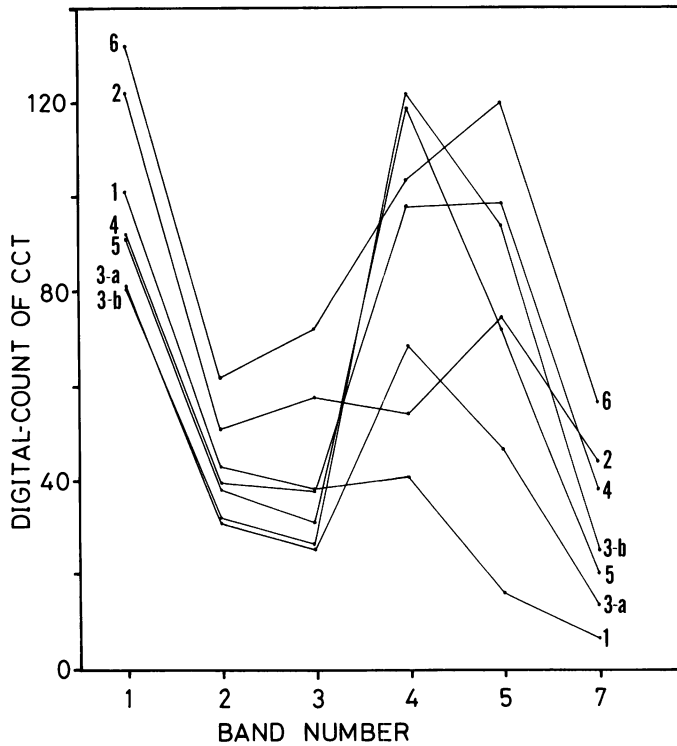
第4表は恋瀬川流域を中心とした1024×800ピクセル（31×24km）の範囲におけるバンド別放射輝度の平均値と標準偏差を示したものである。各バンドの平均輝度はバンド1、4、5が高く、バンド2、3、7が低くなっている。

土地利用区分ごとに10×10ピクセルのTraining Areaを抽出し、放射輝度の平均値と標準偏差を示したものが第5表である。第4図は同じ土地利用区分ごとの分光特性である。

水域はバンド4でやや高くなるが、全体としては波長が長くなるほど輝度は低下している。都市

第5表 土地利用別、放射輝度の平均値（上段）と標準偏差（下段）（TMデータ）

バンド	1	2	3	4	5	6	7
1. 水域	101.8 2.2	43.1 1.8	38.3 1.3	41.0 21.2	18.6 6.9	153.8 0.7	6.6 2.1
2. 都市	122.0 7.7	51.0 4.6	58.0 6.5	54.4 5.2	74.8 8.0	179.5 1.5	44.4 5.2
3-a 針葉樹	81.5 1.2	31.2 0.9	25.4 0.9	68.9 8.1	47.0 6.5	150.2 0.9	13.5 1.8
3-b 広葉樹	80.6 2.2	32.4 1.3	26.5 1.7	122.0 8.5	93.9 6.7	154.4 0.6	25.2 1.9
4. 畑、果樹園	92.2 3.2	39.5 2.0	38.0 4.9	97.9 19.5	98.8 9.5	166.3 1.9	38.5 9.3
5. 水田	91.1 1.5	38.4 0.9	31.0 1.1	119.9 3.5	72.3 3.9	153.9 0.5	20.6 1.7
6. 荒地	132.1 37.0	62.0 18.8	72.2 26.0	103.7 16.2	120.2 31.1	152.3 2.7	56.7 20.6
7. 雲	254.9 0.3	224.2 30.6	247.5 19.5	221.7 30.4	249.3 16.3	136.5 1.7	171.7 26.5



第4図 各種地表面の分光特性 (TMデータ)  
 (1: 水域, 2: 都市域, 3-a: 針葉樹, 3-b: 広葉樹, 4: 畑, 果樹園, 5: 水田, 6: 荒地, 7: 雲)

はバンド1で輝度が高くなっているが、その他のバンドでは変化が少ない。畑、果樹園は水田とよく似た分光特性を示しているが、バンド3より上の波長帯で区分が可能である。荒地はバンド4以外で他の土地利用項目よりも輝度は高くなっている。

ここでは森林を針葉樹と広葉樹に区分したが、バンド1, 2, 3では両者の区分はほとんど不可能である。ところが、バンド4, 5, 7では広葉樹の輝度が針葉樹より高くなっているので両者の区分が可能である。

ランドサットのデータは気象条件に左右されるので、雲のかかっている地域の地表面情報は得られないが、雲の輝度はバンド6を除く全波長域にわたって非常に高いので、判別は容易である。

TMのバンド6の輝度は地表面温度をあらわしている。第5表によると、都市域が最も高く、

畑、果樹園と続いている。雲は短波領域では輝度は高いが、表面温度は低いことがわかる。

TMの画像では、水田地域の中の農道、主要幹線道路、ゴルフ場のコース等かなり細かい特長も判別できる。また、針葉樹、広葉樹といった植生の違いもある程度判別可能である。このように、TMによって得られる情報量はMSSと比較してはるかに多いが、反面取り扱うデータ量も膨大になるため、演算速度の高速化(例えば、マシン語、コンパイラ言語の使用等)や大容量の外部記憶装置(例えば、固定ディスク装置)の使用などの課題が生じてくる。

### VI おわりに

パーソナルコンピューターによる画像処理は演算速度、記憶容量に若干の不満が残るが、誰でも手軽にランドサットデータの解析がおこなえると

いう点が大きなメリットであろう。処理速度、記憶容量に関してもマシン語の使用、固定ディスクの使用によってある程度の改善は可能である。今後は、今回開発したプログラムを用いて、様々な地表面情報の抽出を試みていく予定である。

本研究は、農林水産省総合研究（グリーンエナジー計画）「恋瀬川流域における水収支の実態の解明とその評価」の昭和59年度研究成果の一部である。

#### 参 考 文 献

- 長幸平・竹内章司・磯衡（1983）：フロッピーディスクによるデータ提供とマイコンによる解析システムに関する研究．日本リモートセンシング学会第3回学術講演会論文集 p. 131.
- リモート・センシング技術センター（1984）：ランドサット・フロッピーディスクフォーマット説明書．