

リモートセンシングデータの総合処理システム

山本利幸・道野敏雄（株ナック）・松野久也（環境地質部）

はじめに

リモートセンシング自体非常に広い科学技術の分野を含んでいる。すなわちセンサシステム データ収集装置 情報理論 データ処理の方法論および装置 通信理論および通信機器 人工衛星および航空機などセンサ搭載機 さらにこれらを総合して運用する巨大なシステム理論および技術が必要である。と同時に その応用分野も極めて広い範囲にわたり かつ多種多様である。このために リモートセンシング技術に対する認識の仕方や意味付けは 実際にはリモートセンシングに関係する人々の属する立場によって かなりのちがいがある。しかしながら“対象物表面からの電磁波放射エネルギー強度分布を映像の形で表示できる方式”として リモートセンシングを解釈している点では一致している。

この解釈に立って 技術的な側面から眺めてみると リモートセンシングは

- (1) 電磁波のスペクトルおよびその放射エネルギー強度の差による特徴抽出であり
- (2) 遠隔（非接触）的に
- (3) 反覆して
- (4) 面的情報

が得られるという特徴がある。

これらの特徴の個々のものは すでに従来から多くの分野で利用されてきたもので 個々の特徴からみると全く新しく独立した技術体系を意味するものではないが 現在までに これらの特徴を総合した形でのリモートセンシング技術として 例えば センサ センサ搭載機としての航空機あるいは人工衛星 データ処理手法と処理能力の開発と改良などについて急速な進歩がみられる。

一方 リモートセンシングデータを利用する立場に立てば すでに開発され 実用されている各種センサによるデータの処理において十分目的に合致した処理手法 処理装置が確立されているとは言い難い。リモートセンシングの関連分野が広範囲にわたっていることによるデータ利用目的の種類が多いこと——目的ごとに処理方法が異なる——がデータ処理の側からみて一層データ処理を複雑にしているようである。ある目的のために利用されている処理手法と処理システムが 他の目的のため

のそれらとしては余り有効でないことは当然である。これはシステムのハードウェアとソフトウェアそのものが その目的に合致しない場合もあるし 目的に対してシステムの機能としては有効であっても 処理に要する時間と費用の点で利用者の目的と一致しないこともある。これはある1つの目的のための画像データ処理をおこなうために考案されたシステムを そのままか ごくわずかな変形を加えただけで すべてのリモートセンシングデータの処理をおこなおうとしている場合が多いからである。リモートセンシングデータの処理システムを開発するにあたっては ハードウェアの機能面 ソフトウェアの応用面での能力の向上を図ることと同時に できるかぎり利用者の目的と期待に十分かなうシステムを目指すことが重要となってきた。と同時に データ収集のためのミッション さらにはそのセンサシステムについても 目的に合致したものを選び あるいは開発するという配慮が必要なことはいうまでもない。

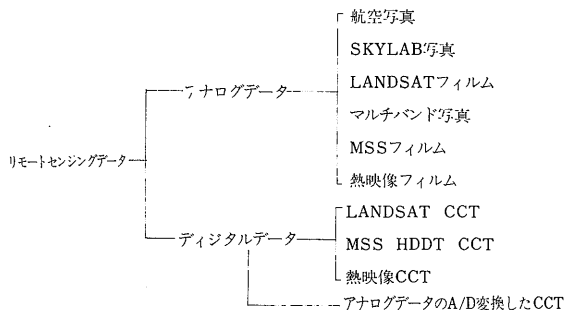
総合画像データ処理

リモートセンシングデータは いわゆる二次元の面的表示データ すなわち画像データであり そのデータ処理を広い意味での画像データ処理といえる。

現在リモートセンシングデータとして入手できるものは 第1図に示すようにアナログデータとデジタルデータとに大別できる。アナログデータとして一般的なものは 通常の航空写真を始め SKYLAB 写真 LANDSATフィルム マルチバンド写真 単チャンネルスキャナーデータ（熱映像など）をフィルムに記録したものなどがあり まれには マルチスペクトルスキャナーデータをフィルムに記録したものなどがある。

デジタルデータとして一般的なものは LANDSAT データやマルチスペクトルスキャナーデータを CCT に記録したものがあ り またアナログデータ（フィルムに記録されているものなど）を A/D 変換し デジタルデータとしたものがある。

以上のような入力データに対してデータ処理方式は アナログ方式 デジタル方式 およびこれらの両者を



第1図 リモートセンシングデータの分類

結合させたハイブリッド方式などに分類できる。これらの処理方式にはそれぞれ特徴があると同時に欠点もあり 処理目的に応じて有効に使いわける必要がある。多種多様な入力データに対して 常に適切なデータ処理をおこなうためには これらの入力データの限られた一部のものだけについての処理システムではなく より汎用的な処理システムが要求される。入力データがアナログデータであっても デジタル処理方式を活用する要求があるし その逆もある。またさらにデータ処理を円滑に効率よく実施するためには データ処理に有効なハードウェアとそのハードウェアに良く適合した効果的なソフトウェアも必要である。このような画像データ処理のための要求を満たす ハードウェアとソフトウェアを備えたシステムを 一般に総合画像データ処理シ

ステム (あるいは汎用画像データ処理システム) と称している。

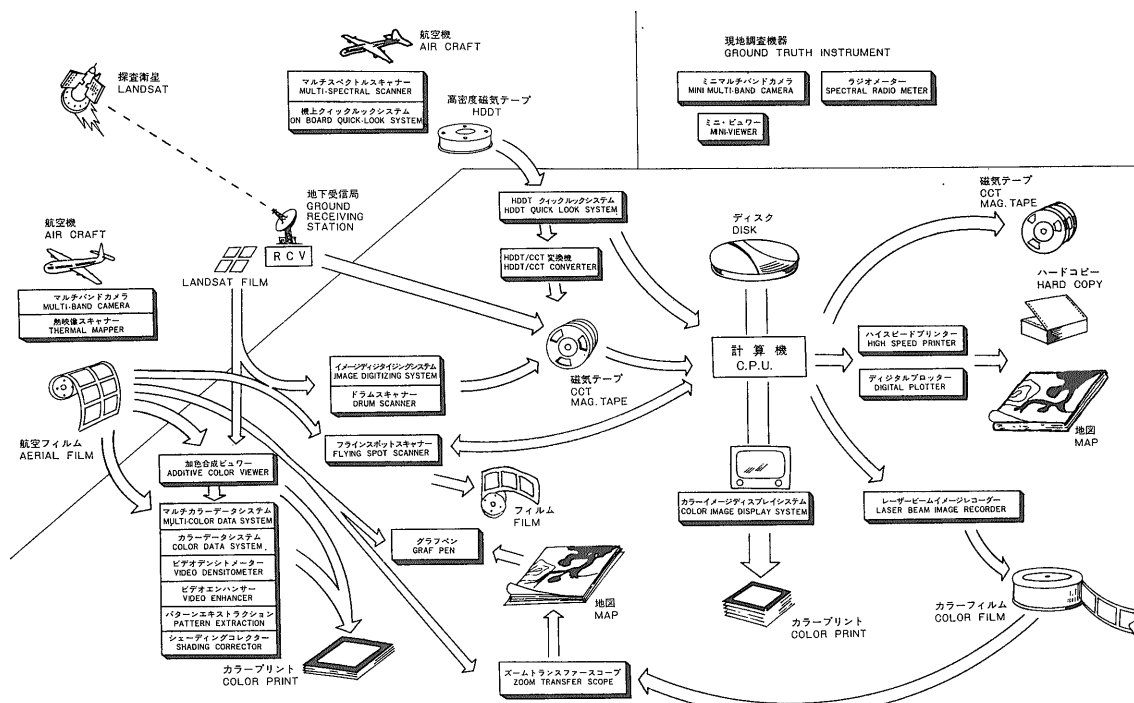
総合画像データ処理システムとしては アナログ処理あるいはデジタル処理のための独立したシステムや A/D D/A 変換装置を単に寄せ集めたものではなく これらがサブシステムとして有機的に結合されたものでなければならない。また処理速度や処理コストなどの点でも優れたシステムである必要がある。

このような総合画像データ処理システムでは リモートセンシングデータの利用者は システム全体のなかから自分の処理目的に合うサブシステムを選択し処理の実行が可能となるほか 処理精度および処理能率の向上さらに処理コストの低廉化なども可能となる。

現在 総合画像データ処理システムとして国内外においてすでに幾つかのシステムが発表され 実用されている。それらの中から手近かな NTIPS (NAC Total Image Processing System) をとりあげ その機能などについて眺めてみる。

システムの概要

ここでとりあげる NTIPS は 本来リモートセンシングデータだけでなく医学 生物学 一般産業など科学技術全般にわたる幅広い画像データ処理をも対象としているが 特にリモートセンシングのデータ処理に重点を置いて開発されたものである。



第2図 リモートセンシングデータの処理の流れ

NTIPS でリモートセンシングデータを処理する場合の処理の流れを このシステムに含まれる各装置（サブシステム）を中心にして示すと第2図のとおりである。

前述のように入力となるリモートセンシングデータはアナログデータとデジタルデータとに大別でき このシステムの処理の系列も アナログ系列とデジタル系列とに分けられる。

第2図に示すようにアナログ入力の代表的なものは4つのバンド（波長帯域）からなるLANDSAT フィルム マルチバンド写真（フィルム）である。このシステムでこれらの入力をアナログ的に処理する（アナログ処理系列）装置としては アディティブカラー（加色合成）ビューワ マルチカラーデータシステムなどがあり 主として人間の判断能力を利用した定性的処理に主眼が置かれている。またアナログデータについてデジタル系列の処理が必要となるときは データのA/D 変換装置（フォトディジタイジングシステム フライニングスポットスキャナー）によりアナログ入力をデジタル化しコンピュータ処理を主体としたデジタル系列の処理をおこなうことができる。

リモートセンシングデータでのデジタル入力の代表的なものとしては LANDSAT データを CCT (Computer Compatible Tape) に記録したものや マルチスペクトルスキャナーデータを CCT に記録したものがある。これらの入力データは コンピュータによって処理される。このコンピュータによる処理の過程での処理状態の確認や 処理に関して人間の判断能力を活用するために インタラクティブなマンマシン対話装置として カラーディスプレイ装置を利用する。データ処理が終るとその結果はプリントアウトされ またテレビモニターに出力される他 特に高精度 高解像力の出力像を得るためには レーザービームイメージレコーダが用いられる。

このようなデジタル処理系列では 以上のような装置のほか これらの装置とうまく適合したインタフェースやオペレーションソフトウェア およびデータのコンピュータ処理における多くのデータ処理ソフトウェアプログラムが開発されている。

システムの構成

アナログシステム

このシステムに含まれるアナログ処理系列の各システムは次のとおりである。

(1) カラーデータシステム

この装置（第3図）は 主として35mm幅から240mm幅までの白黒フィルムデータを対象としている。LANDSAT フィルムが70mm 通常の航空写真では普通角レンズによるものが180mm 広角レンズによるものが230mm である。装置外観において右側には測定のために対象フィルムをセットする光源ステージがあり その下に電源部がある。光源ステージの上には 対象フィルムを撮像するTVカメラがセットされている。左側はディスプレイ部（TVモニター）と制御パネルであり その下部には制御電子回路部がある。

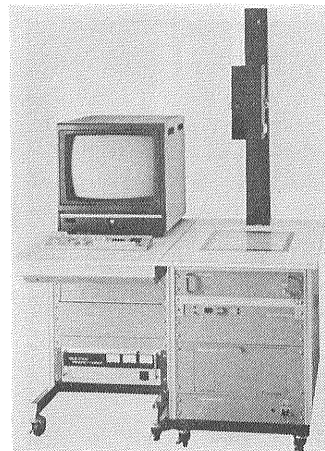
この装置では 光源ステージ上のフィルムをTVカメラで撮像し フィルム上の濃度に応じるTV信号を12段階に分割し その各々を異なった色でモニター上にディスプレイする。すなわちTVモニターにはフィルム上の等濃度域に対応するカラー表示がなされる。またモニター上での一色あるいは複数色のモニター上に占める面積比率を100分率で求めることができる。

この装置は 熱赤外映像の等温線のマッピングに手軽に用いられる。またカラー強調効果は 人間の判断の助けとして非常に効果的でもある。

(2) マルチカラーデータシステム

マルチカラーデータシステム4200の外観 5200のプロックダイアグラムを示すと第4、5図のとおりである。

マルチカラーデータシステムは マルチバンドカメラや LANDSAT フィルムなどで得られたスペクトル別に分けられた白黒フィルム 赤外フォールスカラーフィルムを入力とし フィルム上の種々の物体のスペクトル別のフィルム濃度を検出し 物体判別の資料を得るための装置である。マルチカラーデータシステムのうちモデル4200はマルチバンドカメラや LANDSAT のフ



第3図
カラーデータシステム
1200

フィルムデータのような複数の画像を同時に合成できる複数の撮像TVカメラ（3台）を持ち 一方モデル5200は赤外フォールスカラーフィルムのような一枚の画像のなかに複数のスペクトルの情報が含まれている映像を対象として 単一のカメラを持っているもので カメラ以外の機器については モデル4200 5200とも共通である。

モデル4200では3台のカメラからの信号はスペクトル毎に青 緑 赤に着色しモニター上に合成像として表示される。 また これらの電気信号は フィルム濃度 $D=0.0$ から $D=2.0$ の間を64段階に分割して読みとり 各スペクトル毎に 濃度範囲を指定して その濃度範囲にあるフィルム画像だけをモニター上に表示することができる。 これは 濃度による画像抽出あるいは画像分類を行なう基本となるものであるが 4200では 3種のスペクトル画像について 各々独立してこの濃度範囲を指定し 各々が抽出した画像部の内 互に共通の部分を最終的な画像抽出像（あるいは画像分類像）としてモニター上に表示する。 この様に3種のスペクトル像から別個に対象物の抽出を行ない その共通の抽出部分だけを表示することにより画像抽出の精度が高められる。 また モニター上で抽出された部分の面積比を100分率で表示する機能を持っている。

モデル5200は1台のカメラで撮像し その電気信号を青 緑 赤の画像信号に分割する。 分割後の電気信号の処理はモデル4200と同様である。

このように マルチカラーデータシステムでは スペクトル毎の濃度を基本にしてフィルム上に記録されている対象物の分類 抽出を行なうほか モニター像を通して 人間が合成画像を観察しながら 画像のパターンによる分類を同時に実施することも可能である。

(3) シェーディングコレクター

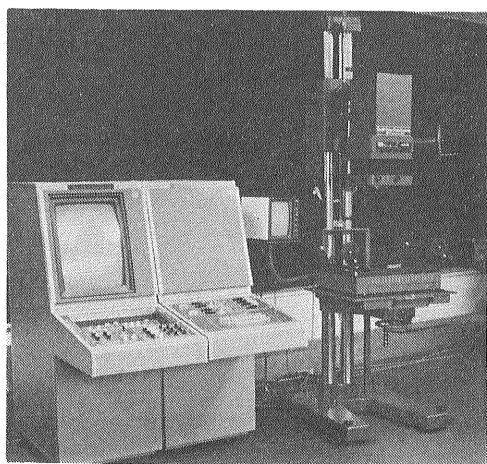
前述のカラーデータシステムや マルチカラーデータシステムのように TVカメラからの出力信号で濃度を計測する場合 光源部の明るさおよび撮像管の感度にムラがあり 濃度の計測精度低下の原因となる。 このシェーディングコレクター（第6図上）はTVカメラとモニターの間に接続し 光源部や撮像管のムラをメモリーし 撮像された画像の出力に補正を加える装置である。 この装置を使用するとシェーディング量（ムラ）は1~2%以下に改善される。 この装置による補正の効果は第6図下のとおりである。 図はTV信号の一走査線の出力レベルをオシロスコープに取り出したもので 左側がシェーディングが残っている状態の波形であり 右側がシェーディングコレクターを用いて 同じ信号を補正した後の波形を示している。

(4) ビデオエンハンサー

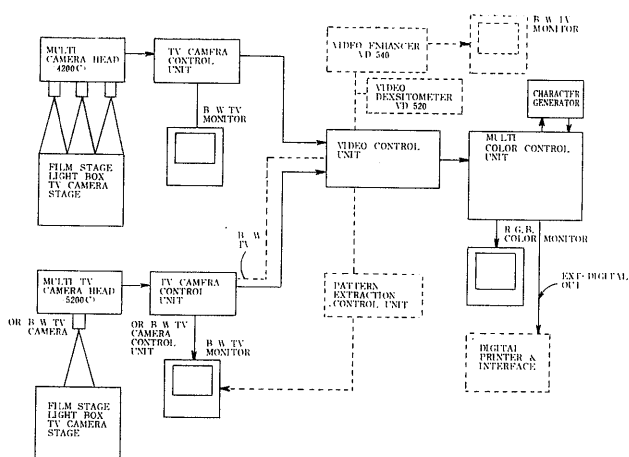
この装置はTVカメラとモニターの間に接続し カメラから得られる電気信号に対して ごくわずか時間の遅延した信号を発生させ モニターには 原信号と遅延信号を合算した形で出力させる。 また 原信号と遅延信号のどちらかの極性を逆にして（ネガにして）合算させる場合も多い。 このような操作で 画像上の対象物の輪かくを強調して表示することができ 地質線構造（断層）線の抽出（第7図）あるいは森林輪かくの強調 X線像 顕微鏡像などの像の中から各対象物の分布の境界線を強調して検出するのに利用できる。

(5) ビデオデシットメーター

この装置は TVカメラとモニターの間に接続し TVカメラで撮像されるフィルム像の透過濃度あるいはオパーク（不透明）像の反射濃度を計測する。 モニター

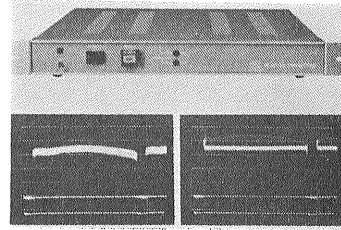


第4図 マルチカラーデータシステム 4200



第5図 マルチカラーデータシステムブロック図

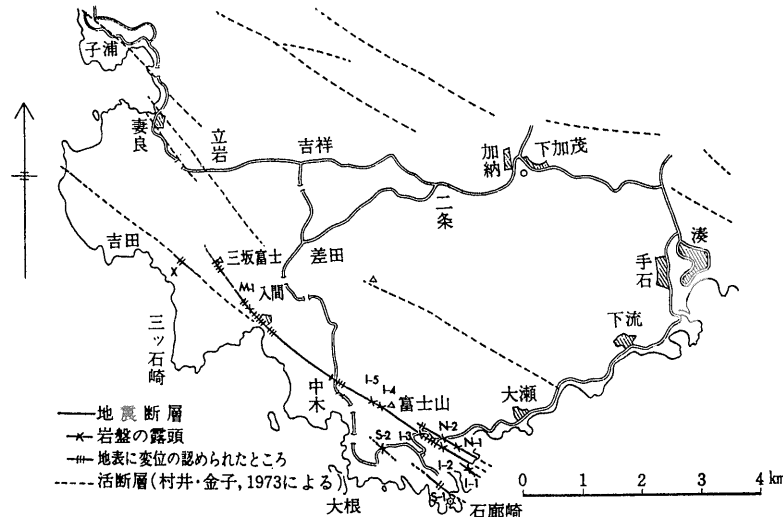
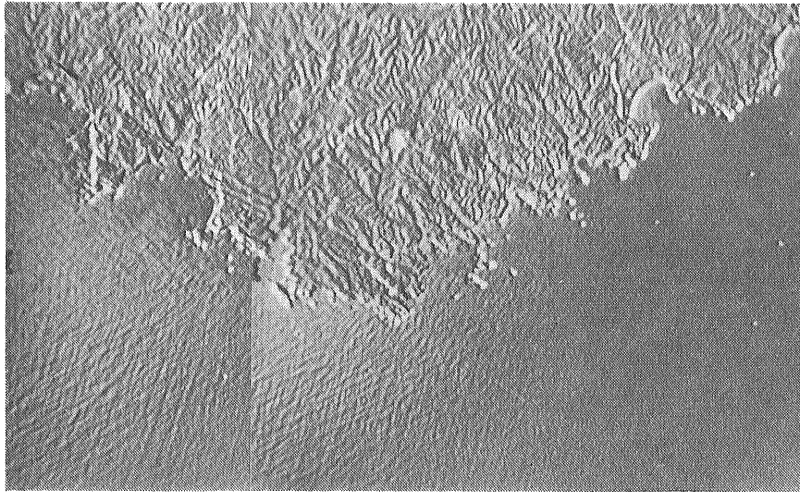
上にはTV画像の上にX Yカーソルを発生させることができ モニター画像上の必要な計測点にX Yカーソルの交点を合致させると その点の濃度値がデジタル表示されると共にX Y座標値も表示される. X Yカーソルはモニター画面内の任意の場所に自由に移動でき その移動は制御パネルのボタンスイッチの操作によって行なう. また 画面内のYカーソル線上の濃度変化をモニター上に画像と オーバーラップしてグラフ表示することもできる.



第6図
シェーディングコ
ントラクターVD-510

(6) パターン エキストラクション

この装置は前述のカラーデータシステム あるいはマルチカラーデータシステムに接続し モニターに映し出されている映像中計測対象範囲を 任意の領域に指定する装置である.



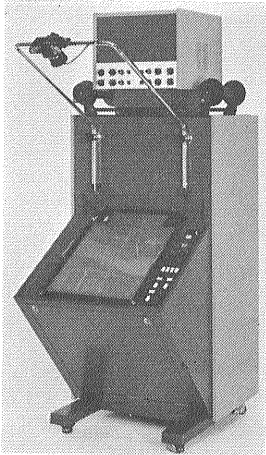
第7図 石廊崎地域の空中写真エッジ強調処理映像例と地震関連断層 (長谷: 1976)

実際にマルチカラーデータシステムで マルチバンドフィルムなどの処理を行なう場合 フィルム像のなかである部分だけ (例えば行政区画などの地域別) について画像抽出を行なう要求が多い. このような場合まず地図上に要求される計測エリアをフェルトペンなどで書きそれをTVカメラで撮像し 電気信号の形でこの装置に入力する. この装置では書かれた計測エリアの内側か外側かを指定すると その内側あるいは外側が自動的にフレームメモリーに書きこまれる. 書きこまれた信号はカラーデータあるいはマルチカラーデータシステムに供給され この信号のある部分だけについて画像抽出などが実施される.

(7) アディティブカラービューワ

この装置 (第8図) は LANDSAT およびマルチバンドカメラより得られた スペクトル帯の異なる数枚の白黒フィルム像をカラーフィルターを通してスクリーンに拡大投影 カラー合成し 対象物を色彩的に強調する. そして対象物の形状 分布パターンなどを手がかりとして フィルム上の情報を観察判読する際の補助装置である. すなわち人間の判読を助けるものである. ここにあげた装置は次のような特徴をもっている.

- (イ) 倍率可変で LANDSAT 像については 縮尺1/50万まで拡大可能である.
- (ロ) 合成する際のレジストレーションや像倍率の調整は全て電動であり 操作が容易である.



第8図 アディティブカラービューワー 地質線構造線などの強調リモートセンシングによる画像データと地図との対比や簡易図など リモートセンシングデータのアナログ処理装置としては 最も簡便なものといえる。

- (ハ) 記録撮影を考慮した注記（アノテーション）機構をもっている。
- (ニ) 透過型スクリーンが付属されていて 画像のトレースや画像と地図との重ね合わせが可能。

以上のようにこの装置では色彩的強調（カラーエンハンス）によるマルチスペクトル画像の観察エッジエンハンスによる

(8) ズームトランスファスコープ

これは2種の別々の画像を同時に観察することができる装置である。スケッチマスターと同じ機構をもち、例えば同一地区の航空写真と地（形）図との双方を同時に観察する場合に利用される。簡単な調節で縮尺を変換し双方を重ね合わせたり 回転その他の補正が可能である。したがって 写真像と地（形）図を比較したり 地（形）図上に写真像上の情報を移写する場合に簡便に利用できる。

デジタルシステム

このシステムに含まれるデジタル処理系列の各システムの詳細は次のとおりである。 デジタル処理系列

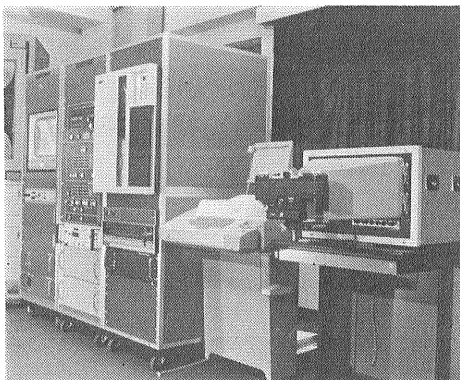
の入力データとしては LANDSAT データの CCT デジタル型マルチスペクトルスキャナー（例えば Bendix 社の M²S）の HDDT と CCT およびアナログデータから A/D 変換装置を介してデジタル化したもの（CCT 紙テープ カードなど）などである。 デジタル処理系列の各システムは コンピュータが中心となるが このシステムでは IBM S/7（メモリ96KB ディスク14MB MT1600 bpi 9トラック2台）が用いられている。

(1) クイックルックアンド CCT コンバージョンシステム

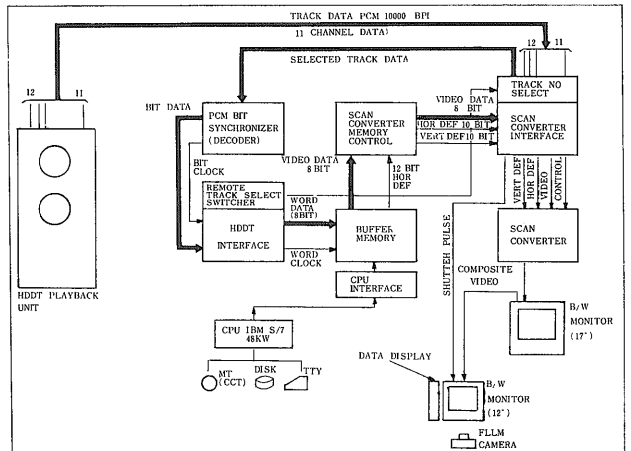
この装置（第9 10図）は デジタル記録方式の航空機搭載用マルチスペクトルスキャナー（例えば M²S）で高密度磁気テープ（HDDT）に記録されたデジタル画像データをフライト終了後 直ちにTVモニター上に画像として表示することにより 計測への使用について良否を確認するものである。 この HDDT には11バンドの波長別のデータが 10,000 bpi（1インチ当り 10,000 ビット）の記録密度で記録されており このデータはコード変換の後コンピュータへ入力される。

M²Sの画像データは 機上で1画素あたり8ビットの濃度情報がデジタル化され 1スキャンラインあたり803画素で構成され 注記（アノテーション）データと共に記録されている。

この QL-2000装置は HDDT 上の画像データ（11バンド）から任意の1バンドを選択し 航空機のフライトに沿った画像を順次TVモニター上に表示することができる。 この画像は主として飛行経路の確認 およびスキャンライン番号とそれに対応する地上 あるいは地図上の位置の確認をおこなうために利用され また必要な画像処理にあたって TVモニター上に表示された画像



第9図 クイックルックアンドCCTコンバージョンシステム QL-2000



第10図 QL-2000 ブロック図

を自動的に撮影する（写真化する）ことができる。これらの写真には 画像データの始めと終りのスキャンライン番号 バンド（チャンネル）番号が同時に記録されコンピュータで処理に当って地域選択を行なう場合の索引となる。

コンピュータへ入力された画像データは QL-2000 の TVモニターに表示することができ その確認を行なうこともできる。TVモニターには スキャンライン約 1000本分の画像データが表示される。またコンピュータへ入力された画像データは CCT に記録することができる。

(2) インタラクティブカラーイメージディスプレイシステム

一般に画像データを処理する場合 所定の結果を得るために ある一定の決められた手順（プログラム）にしたがって自動的に処理を行なう場合と 処理の途中で人間の判断を加えて修正を行ないながら処理を行なう場合がある。この ST-403 装置（第11図）は 後者の立場をとったシステムであり 画像データの処理の過程において オペレータの判断による結果をコンピュータへフィードバックすることにより 処理精度の向上と処理速度の短縮化を図ることが可能である。この装置では 以上のようにコンピュータによる画像処理に際し コンピュータとの対話を容易にし オペレータの適切な指示を加えることにより迅速な処理が可能となる。

この装置の主な機能及び特徴をあげれば次のとおりである。

(イ) 画像入力データのディスプレイ

（原データのディスプレイ）

画像入力データはデジタル画像データであり これらのデータは R（赤） G（緑） B（青）にそれぞれ対応させて 3チャンネル分をカラーモニタに表示する。また白黒画像の場合は 2チャンネル分について 各々独立又は交互に表示する。入力データとしては (a) M²S CCT データ（クイックルックシステムから直接入力も可能） (b) LANDSAT CCT データなどである。

(ロ) 画像入力データのレベル抽出

画像内の任意の点における画像データの輻射強度レベル（写真上では濃度レベル）を抽出するため 次の2つのモードがある。

(a) 手動レベル設定

レベル設定は 上 下およびその中間の3段階の指定ができ ジョイスティック又はライトペンにより指示された点の指定されたレベル部分のみが表示される。またこのレベルの設定値をコンピュータへ送ることができる。

(b) 自動レベル設定

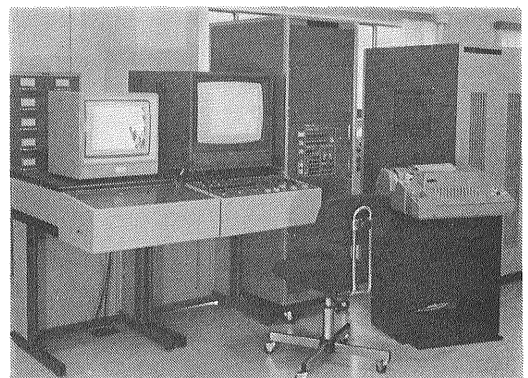
ジョイスティックまたはライトペンにより画面内の希望する任意の点を指定すると その点の R G B 各チャンネルのレベルを検出し このレベルのデータをもつ点を画面全体にわたって抽出表示する。また同時にこの設定値をコンピュータに送ることができる。

(ハ) 画像データ表示領域の指定

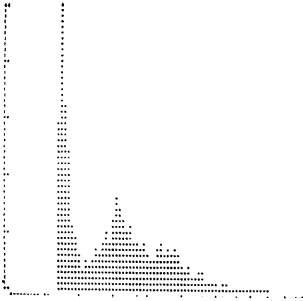
ジョイスティック又はライトペンにより画面内の任意の点を指定することにより 画面内の位置座標データをコンピュータへ伝送する。この装置では 1点 2点及び多点指示のモードをもち 指示された点を画面上に画像とオーバーラップして表示することができる。この機能はリモートセンシングの画像処理の場合には トレーニングセットを求める場合のサンプル領域の指定に必要となる。また閉曲線で囲んだ場合には その内部又は外部を塗りつぶすことを行ない 画像データ処理に際し 任意の領域のマスキングを行なうこととなる。この機能は行政区域別など地域別の画像データの処理及び分類などを行なう場合に不可欠のものである。

(ニ) コンピュータによる処理結果の表示

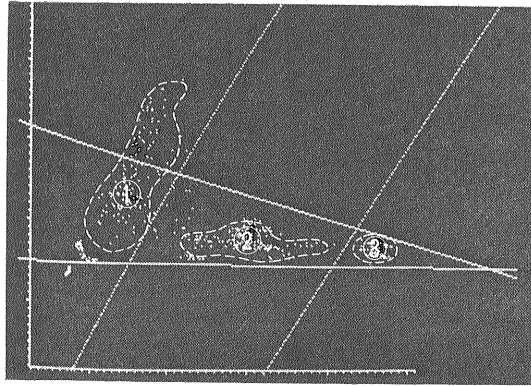
コンピュータにより画像データが処理あるいは解析された結果をテーマ別に色分けして表示する（表紙写真）。一般には R G B の組合せで 対応する色を決めるのであるが この装置では16色まではハードウェアで指定できるのでテーマ別に対応するビットを指定すればよく R G B 別々にコンピュータからデータを指定する必要はない。



第11図 インタラクティブカラーイメージディスプレイシステム ST-403



第12図 スヒトグラム1例(M²Sのch-9)
縦軸：頻度 横軸：グレースケール 左端のピークは水域 中央のそれは植物 その右の小ピークは人工構造物



第13図 M²S データからの ch-9 と ch-6 とによるスキヤットダイアグラム1例
縦軸：ch-9 横軸：ch-6 ①植物 ②湿地 ③人工構造物

(ホ) グラフィックディスプレイ

コンピュータからの指定により グラフィックディスプレイ キャラクタ シンボルディスプレイを行なう。すなわち ヒストグラム(第12図) カテゴリー別のスペクトル分布表示 スキヤットダイアグラム(第13図)などの表示を行なう。また リモートセンシングデータの場合での画像データの幾何学的歪を補正するときに基準点を指示するためにも使用される。

(3) レーザビームイメージレコーダ

この装置(第14 15図)は リモートセンシングにおけるデジタル画像データを フィルム上に画像あるいは写真像として記録するためのものである。

デジタル画像データとフィルムの形のアナログ画像データには それぞれ優れた点と欠点とがある。しかしながらリモートセンシングが本来面的情報の記録であることから原データは勿論のこと 処理されたデータの

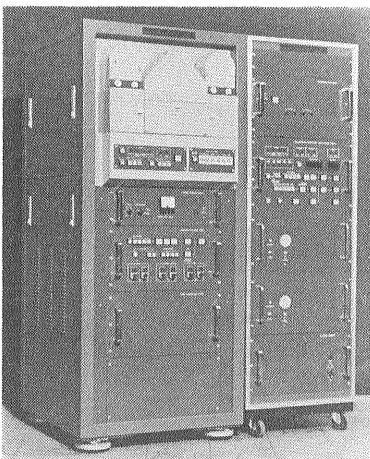
画像としての記録は不可欠である。また 対象物の相互の分布関係 それらが存在する地理的位置関係など 人間の判断に依存する解析も必要である(一条・松野:1976)。

レーザー光は エネルギー密度が高くコヒーレントな単色光で かつ指向性が強く 微少なビームを作ることができる。またレーザー光の光強度の変調が容易であるため デジタル画像データをフィルム上に記録する手段として

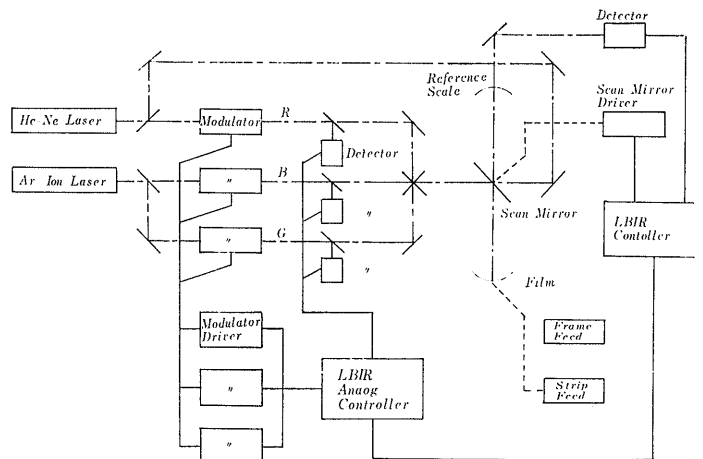
レーザー光を光源とする方法は 他の方法に比べて優れている点が多く 高密度で高品位の優れた画像を得る方法といえる。

この装置は 特にデジタル画像データを忠実に再現することを目標に設計 製作されたものであり フィルムサイズは70mmである。1走査ライン当り画素数は最大4096 光強度はレーザー光の変調により白黒像の場合8ビット(256段階) カラー像の場合 赤 緑 青の各色に対してそれぞれ5ビット(32段階)の指令ができる。

特に画像を感光材料に焼きつける場合の幾何学的位置精度を上げるためリファレンスグリッドを採用し このグリッドにより発生される基準パルスに同期してレーザー光の変調を行なっている。また画像データに対する光強度の制御は 画像データの設定値に対してフィードバックを行ない 光強度の積分値すなわち光量が設定値に対応する様に制御されている。この装置はコンピュー

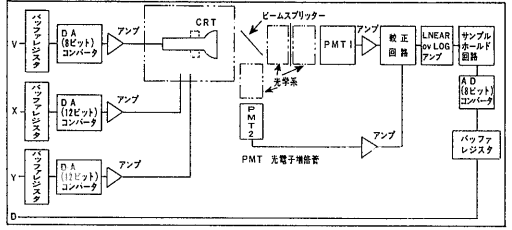


第14図 レーザビームイメージレコーダ(LBIR)



第15図 LBIR ブロック図

タからの画像データを フィルム上に記録することができるほか デジタル型マルチスペクトルスキャナ (M²S) の画像データを フィルム上に記録することが可能である。 この場合は コンピュータを介さずに前述の QL-2000 装置を用いて HDDT から直接フィルム上に記録する。 コンピュータからの画像データをフィルムに記録する場合は 原データおよびデジタル処理されたデータのいずれでもよい。 またカラー画像を得るため光源として He-Ne レーザ (赤) と Ar イオンレーザ (青および緑) の 2 種の光源をそなえている。



第16図 フライングスポットスキャナブロック図

のときフォトカソードの各部はその投影された像の明るさに比例する光電子を放射する。 この光電子は適当な偏向磁場と 集束磁場とにより アパーチャ面上に集められる。 アパーチャ面には 微小な穴があいていて この穴を通る光電子のみが有効な画像情報として光電子増倍部に入り 増幅され出力信号として取り出される。 従って偏向磁場を適当に制御することにより フォトカソード面の特定の部分 (その大きさは穴の大きさと一致する) を選択することができ その部分からの光電子量をその点の画像情報として取り出すことができる。 光電子の量は その部分の明るさに比例しているので イメージダイセクター管からの出力信号は その部分の明るさに比例したものとなる。 この偏向磁場は コンピュータからのデジタル値を D/A 変換して制御することができ また電子増倍部からの出力信号は A/D 変換することによりデジタル値として コンピュータに入力することができる。

(4) フライングスポットスキャナ

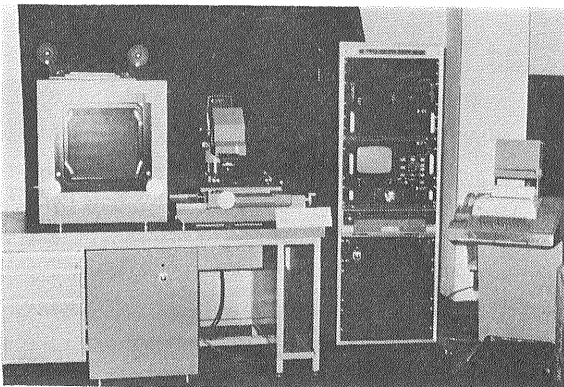
この装置 (第16図) は CRT の蛍光面で発生した輝点を光源とし外部信号により走査するもので フィルム面あるいは記録紙上の画像情報をコンピュータにデジタルの形で入力するものである。 通常はフィルム面の情報を入力するために多く使用される。 フィルム面上のデータをコンピュータに入力するには 通常デジタルの形でなければならないが この場合必要なデータはフィルム面上の位置座標データ (X Y) および濃度データ (映像信号) (D) である。 この装置の場合 フィルム面上の位置座標データ (X Y) は 原理的には CRT 面上のスポット偏向に要した電圧値を D/A 変換した値から求めており また濃度データはフィルムを透過してきた光を増幅することによって 映像信号としてとり出し この値と基準の濃度スケールを透過してきた光との対応から求めている。

(5) フォトデジタル化システム

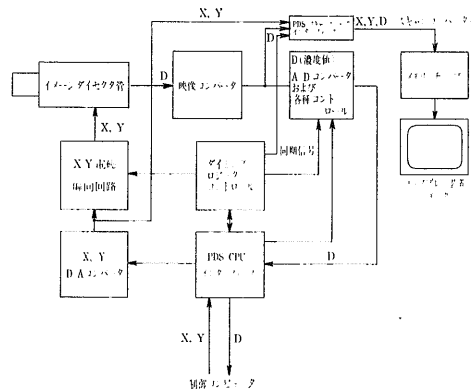
この装置 (第17 18図) は 前述のフライングスポットスキャナ装置と同様 フィルムデータをデジタル化してコンピュータに入力するためのものである。 この装置ではフィルム画像を光学系を通して イメージダイセクター管のフォトカソード面に結像させる。 こ

画像データ処理ソフトウェアプログラム

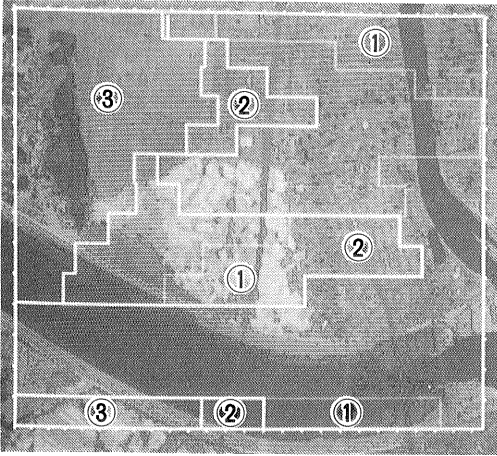
NTIPS を用いて画像処理を行なう場合 これまでに述べてきた各種の装置を用いるが 円滑で効率的な処理を実施するためには これらの装置と適切に合致するソフトウェアプログラムが必要となる。 現在までに整備されている基本プログラムの主なものは 次のとおりである。



第17図 フォトデジタル化システム (PDS)



第18図 フォトデジタル化システムブロック図



第19図 スペクトルパターン表示の1例(原図カラー)
M²S データの画像各部のスペクトル別分光強度分布が棒グラフで表示される 縦軸は M²S のチャンネル区分(上からch-1 ch-2…の順) 横軸は0-255段階のグレースケール
①(原図では赤以下同じ): 裸地 ②(白): 植物
③(緑): 水域

入出力オペレーションプログラム

- (a) スキャナーデータの入力に関するプログラム
航空機用デジタルスキャナー(M²S)で収録したHDDTをプレイバックし CCTに変換し コンピュータに入力するためのプログラム
- (b) LANDSAT・CCTの入力プログラム
LANDSATの磁気テープを解読し コンピュータへ入力するためのプログラム
- (c) フィルム像などの画像入力プログラム
マルチバンドカメラフィルムなどのフィルム像 プリント像を PDS を使用して CCT に変換し コンピュータに入力するためのプログラム および地図などのデータをグラフペンシステム あるいは ドラムスキャナシステムなどで 読み取って CCT に変換し コンピュータに入力するプログラム
- (d) レーザビームイメージレコーダ出力プログラム
コンピュータで処理した画像を LBIR を通して カラーフィルム(又はモノクロフィルム)に記録するためのプログラム
- (e) 汎用出力装置ユティリティプログラム
コンピュータで処理された結果を 磁気テープに記録し プリンタでデジタルマップやヒストグラムパターンを打ち出し(第12図) プロッタでコンタラインなどの図形を出力するなどの汎用出力機器を動作させるプログラム

アプリケーションプログラム

- (a) 映像の位置的な処理
映像の拡大 縮小 サンプリング シフト 回転 ならびに地図などの基準データとの照合 補正など

- (b) 映像のグレイレベルの処理
レベルスムージング エンハンス レベルスライス (スレッショールディング) スケールファクタ変換など
- (c) スキャナーデータの前処理
航空機用スキャナー(M²S)データのS字補正 ラジオメトリック補正 ライン変動補正などの前処理
- (d) カラーディスプレイ
スキャナーデータなどのマルチスペクトル映像のうちから 3波長を選定して3原色でカラー表示、あるいは1つの波長の映像のグレイレベルのカラーコード表示など
- (e) 基本的なスペクトル解析
カラーディスプレイによるスペクトルパターン表示(第19図) スキャッタダイアグラム表示(第13図) バイバンド比映像表示(rationing display)など
- (f) クラシフィケーション
カラーディスプレイを使用するトレーニングエリアモード あるいはノンスーパーバイズドモード によるマルチスペクトル映像のクラシフィケーション ならびに面積率計算プログラム

総合画像データ処理システムの課題

竹内ら(1976)が本誌第266号で指摘しているように リモートセンシングの実用化について 根本的な問題が大きく前に立ちふさがっているのが日本の現状である。すなわち リモートセンシングは データ収集およびこれを支援するシステムから データ処理を経て 利用面にまでわたる巨大なシステムである。このような一貫したシステムであることへの配慮がなく 部分部分の技術の研究にとどまっていることである。これに対しては高い立場から何らかの施策が必要であろう。

ここでは この点はさておいて 総合画像データ処理システムに関連して 今後の課題について2~3触れてみることにする。

大型コンピュータとの結合

画像データは 座標データ(X Y)と光強度データ(D)——フィルムデータの場合は 濃度——が基本である。しかしながら これら画像データに含まれるデータは膨大であって 処理目的によっては 上述のシステムで使用しているコンピュータでは 処理時間の許容限界(時間的 経済的にみて)を越えることが充分予想される。その解決策として 大量かつ単純なコンピュータ処理部分については 別のしかるべき施設の大型コ

ンピュータにまかせ（例えばMTを仲介として）することも考慮されなければならないであろう。

専用システムの開発

一方 目的によって 処理方法が確立し 成果品が標準化されるものについては それぞれの利用機関あるいは利用者毎に 上述のような総合システムの中のいくつかのサブシステムを利用するだけで目的の達成が可能である。このような利用面では 各装置がミニコンピュータをベースにして独立した専用システムとして構成される必要があり かつ経済的でもある。さらに 適切なインターフェイスを用いることによって それぞれの利用者が独自に保有している コンピュータとの結合も可能である。

総合データ処理システム

リモートセンシングにおいて 現在得られるセンサがすべての目的に対して有効であるとは限らない。そのデータ処理システムについても全く同様である。昭和52年度から運用に入る気象衛星システムと そのデータの処理システムの例にみられるように リモートセンシングのポテンシャルが明らかになるにつれて それぞれの目的に対応するセンサーとデータ収集ミッション およびそのデータ処理システムが次々と実現することは目に見えている。海洋動態 (ocean dynamics) 計測のため 1979年には SEASAT が計画されており 鉱物資源探査を目的とする GEOSAT (Geological Satellite) が検討されていることは周知の事実である。

これらのミッションにおいては リモートセンシングデータの収集ばかりでなく 目的に応じて可能な限りいろいろな計測手段が併用され かつ地上の観測ステーションからのデータ収集も行なわれる。これらのデータを含めて他のあらゆる手段による計測データを総合的に解析することによって 相乗的に大きな効果が生み出されるのである。

米国の ERIPS (Earth Resources Interactive Processing System) では リモートセンシングのデータに加えて 空中磁気探査 重力探査など地球物理探査データ 地質図 鉱床分布図などのほか 降雨 気温などの気象データまでを総合的に処理解析し 石油・鉱物資源の探査およびその開発に関する基礎情報を得ようとしている。

以上から リモートセンシングデータがさらに有効に利用されるためには 他の計測手段によるデータ さらには社会統計データなど 種々の情報源からのデータな

どを総合的に処理解析することが必要である。いわゆるそれぞれの目的のための総合データ処理システムの一部を構成するシステムとして 上述のような画像データ処理システムは フレキシブルに対応できる必要がある。

おわりに

LANDSAT-A による地球資源反覆観測のフィジビリティの国際的共同研究への参加 (1972年4月) 以来 各省庁 国公立の研究所 大学の他 民間の各機関において リモートセンシングに関する研究が活発におこなわれるようになった。しかしながら その投資と努力の割には 期待されたような進展が見られるにはいたっていない。わが国において これまでに実施されてきた多くの研究および技術開発は 科学および技術上の興味からだけの しかも細かな部分部分の技術にとどまっていると判断される。これら個々についてみると かなり高いレベルのものであり わが国のリモートセンシング技術における潜在的なポテンシャルを伺うことができる。

リモートセンシング技術では それぞれの技術を一貫したシステムとして機能させるよう配慮が必要であることはいうまでもない。そのためには それぞれの技術の特性および能力を効果的に発揮できる応用対象の明確化と それに対する技術の実用への転移を着実に実施しつつ 平行してより広範 かつ高度な研究と技術開発を効率よく実施して行く必要がある。

ここでは 画像データ処理について記述したが わが国では入力されるデータには著しく制限がある。スペースリモートセンシングの有効性が強く呼ばれていながら 入手できる LANDSAT データとしては 研究目的での僅かなデータしかない。入力データの系統的な入手への努力なしに画像データ処理システムの開発は 本末転倒であるという声も聞かれるが これは鶏が先か卵が先かの問題である。差当っては それぞれの専門家が上述のような視野に立って それぞれの分野で努力することが先決であろう。

参考文献

- 1) 長谷絃和 (1976) : リモートセンシングデータから地質情報抽出技法 物理探査 Vol. 29 p. 170~180
- 2) 一条敏明・松野久也 (1976) : リモートセンシングにおける写真 地質ニュース No. 265 p. 36~43
- 3) 竹内章司・上原勝徳・松野久也 (1976) : リモートセンシングデータのデジタル処理 地質ニュース No. 266 p. 1~8