

施設計画のための情報表示支援システムの開発とランドサットTMデータの適用

東京理科大学土木工学科助手 高橋康夫
東京理科大学土木工学科教授 大林成行
東京理科大学土木工学科修士 吉田 勲
東京理科大学土木工学科修士 前田宗宏

1. はじめに

リモートセンシングデータが一般に知られるようになって十数年になるが、建設の分野における普及は極めて立ち遅れている感がある。このことは、従来から言われているリモートセンシングデータの精度そのものに原因するものではなく、リモートセンシングデータが有する情報の判読の難しさや膨大な情報の取り扱いの複雑さといったことが原因して、自然と利用分野の開発が疎かにされている風潮が見受けられる。然るに、このような新しい情報は何度も繰り返し試行してみなければ、真の利用価値といったことが分からないという性質を持っている。また、利用分野が変われると、その利用形態も変わることが多く、単にリモートセンシングデータの利用といったことだけでなく、細分化した利用分野の開発とそれぞれの分野における専用システムの開発も同時に考慮した、きめこまかい対応が要求される。本研究は、建設分野におけるリモートセンシングデータの普及と利用方法の確立と集大成を最終的な目標にした上で、利用分野の1つである施設計画に着目して、道路計画の分野を対象に“路線選定のための情報表示支援システム”の開発を行なった。本論文では、データ収集、データ処理/解析、情報化といった過程を通してこれまでに得られた知見と開発成果を取りまとめた。

2. 路線選定へのランドサットTMデータの適用

従来、路線選定における計画・設計の実施にあたっては、多くの基礎調査が行なわれ、計画対象地域周辺の情報が収集されてきた。しかし、これらの情報の収集に関しては、以下に示す問題点が挙げられる。

- ①基礎調査項目に関する情報の収集に多く用いられている地形図などの既存資料は、作成から時間が経過したものも多く、現在の対象地域の状況を正確に把握することを困難にしている。
- ②対象とする地域によっては、整備されていない資料の項目もある。そのため、新たに現地調査を行なわなければならない、効率的でない。
- ③具体的な路線が絞られる以前の現地調査は、あまりにも広範囲であり、膨大な時間と労力を必要とする。また、収集されてくる情報の精度の均一性は保ち難い。さらに、情報を時系列的に観測収集することは極めて困難である。この時系列的とは、情報の価値を尊重したもので、収集される種々の情報が路線の選定評価に止らず、施工後の種々の評価に十分適用できる情報が収集・蓄積されることを意味する。
- ④航空写真によって、最新の情報を得ることはできるが、これには綿密な作業計画を作成した上で比較的大規模な作業と多額の経費を必要とする。また、写真判読には熟練した専門家の技術が要求される。
- ⑤地形図や地形図に記入された情報は、あくまでもアナログ情報であることから、より多角的な検討を加えようとした場合にデジタル情報と比較して、情報の蓄積、加工、表示といった点で非常に劣る。

これらの問題点の解決手段として、広域性、即時性、時系列性という特徴を持ち、さらにデジタル情報としてもアナログ情報としても扱うことのできるランドサットTMデータを路線選定に適用することは、意義のあることと考えられる。

しかし、路線選定に要求される情報は地形情報に加え、自然、社会・文化、経済、環境などの細部にわたることから、ランドサットTMデータでは網羅しきれない情報も少なくない。そこで、そうした詳細な情報に関しては、ランドサットTMデータと有機的に結合補足できるデジタル

データの形に変換したうえで電算機内に蓄積することが必要になる。例えば、地形図に関してはディジタイザーや濃度変換装置などの機器を利用してデジタルデータとして取り扱うことになる。また、ランドサットTMデータの持つ空間的な精度等についても利用目的に応じて十分検討したうえで、効果的な利用形態を構築していくことになる。この点で、ランドサットTMデータとその他のデータとの対応関係を明確にしておくことがシステム開発上重要な課題のひとつである。本システムの構築にあたって検討した大縮尺表示のランドサットTMデータについて幾何学的分解能を整理すると表-1のとおりである。

表-1 大縮尺表示したTMデータの検討結果

項 目	把握できる場合	把握できない場合
道路 4車線以上 (高速、国道) 2車線以下	・沿道に植生がある場合 ・沿道に植生がある場合、特に水田の中を通過する場合はかなり小規模の道路も把握できる	・市街地内を通過する場所 ・沿道に工業団地のある場合 ・ほとんどの場合 ・街路樹で道路を隠してしまう場合
鉄道	・複線でかつ幅の広い場合	・単線 ・複線でも幅の狭い場合
橋りょう	・起終点は把握できないが、水域の幅が広い部分に関しては把握できる	・橋下に大きな水域がない場合
建物	・トタン屋根の建物 ・周囲に植生があるもの	・市街地内 ・団地のように1つの建物が比較的大きくても建物と、建物との間隔が広く植生(芝など)のある場合
公園・神社	・市街地内に単独でかつ数ピクセルに渡り存在する場合	・周囲にも同様の植生がある場合
裸地	・単一の物質(土、バラスト)で構成され、かつ数ピクセルに渡るもの	・単一の物質で構成されず雑草や土などが入り混じった所

3. 情報表示支援システム

本研究の目指す情報表示支援システムは、ランドサットTMデータ、地形図、現地調査、既存資料などから得られる種々の情報を基に、比較路線の検討・評価に要求される数々の支援情報を効率良く迅速に作成し、比較路線の検討・評価に携わる計画者や設計者に対して、よりの確な判断材料を表示(情報化)することにある。

3.1 本システムで取り扱う情報

本研究では、ランドサットTMデータの有効利用を最大の目的としている。しかし、前述したように、ランドサットTMデータから得られる情報には限界があるため、地形図等の既存情報を効果的に用いることが要求される。このことから、本システムで取り扱うことのできる情報は、ポリゴン情報(点形状も含む)とメッシュ情報(画像情報も含む)の2つの形態をもつことになる。ポリゴン情報では、主に地形図から得られる幾何学的な形状と位置を扱っている。また、メッシュ情報では、ランドサットTMデータおよび地形図等から作成する数値地形モデルや主題図である。現状のシステムで取り扱うことのできる情報について整理すると表-2のとおりである。

3.2 ハードウェア構成

本システムの開発にあたっては、リモートセンシング・データという膨大な量のデータを取り扱う必要性から、取りあえずIBM3090をメインフレームとしたハードウェア構成(図-1)で開発したが、将来的にはリモートセンシング・データの普及を考え、パーソナル・コンピュータを主体にした簡易なシステムの開発を目指している。國中、フォトプリンター、ドラムスキャンデシトメータ、ディジタイザー、自動製図機の各装置はオフラインで運用している。

3.3 ソフトウェア構成

本システムにおける主なソフトウェアの機能概要をデータの入力から情報化を通じて計画者や設計者に提供される過程を“情報の流れ”という側面から明示すると図-2のとおりである。また、本システムの開発にあたっては、移行性を考慮し、すべてのプログラムをFORTRAN 言語で記述した。以下に本システムで整備されている各機能について説明を加える。

(a) 蓄積機能

後述する検索、加工、表示機能が効率よく実行できるように、各情報源から得られる情報を、それぞれの形態にふさわしい入力方式により、一定のフォーマットで磁気ディスク装置上に蓄積する機能である。以下に各情報形態別に入力手法と蓄積形態を整理する。

① メッシュ情報の入力手法と蓄積形態

本研究で取り扱ったメッシュ情報は、ランドサットTMデータと数値地形モデルである。MT装置から入力されたランドサットTMデータは、幾何学的歪補正や必要領域の切り出しを行なっ

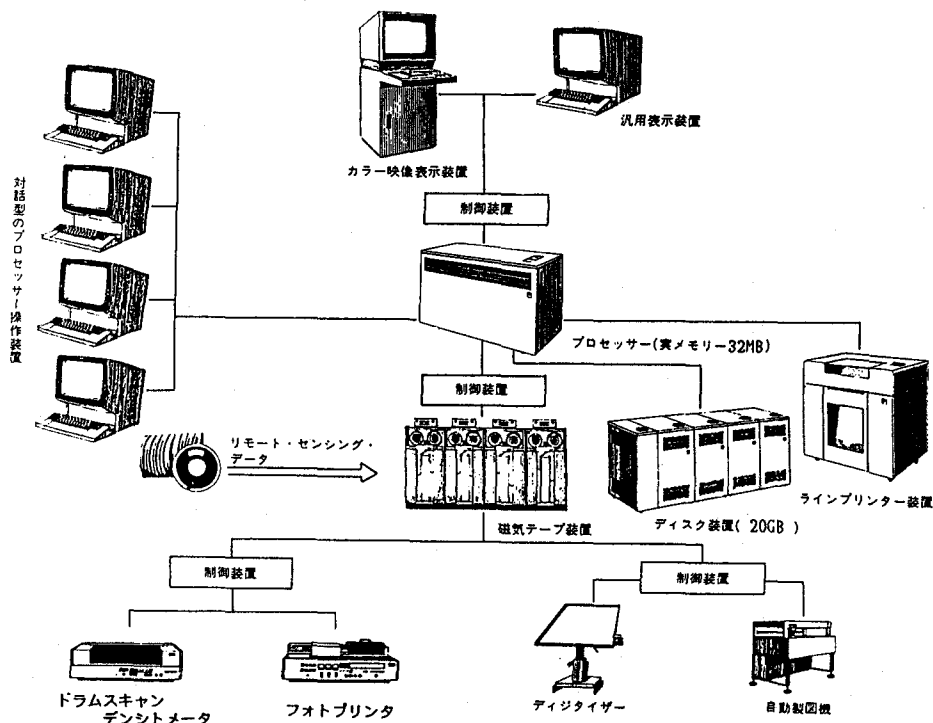


図-1 ハードウェア構成

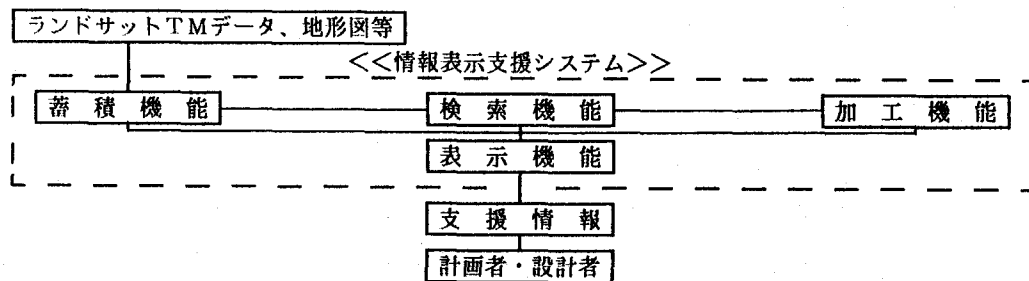


図-2 情報表示支援システムの概念図

た後、使用者が指定したファイル名で磁気ディスク装置上に固定長の画像形式で蓄積される。また、数値地形モデルは、地形図に引かれたメッシュの交点標高を読み取りデータシートに記入し、これを使用者が指定したファイル名で端末装置を用いて入力し、磁気ディスク装置上に蓄積する。さらに、ランドサットTMデータと数値地形モデルがもつ座標系の位置的な対応関係を明確にするため、各座標系で同一地点を示す座標値をコントロール・ファイルに記録し、磁気ディスク装置上に蓄積する。

②ポリゴン情報の入力手法と蓄積形態

ポリゴン情報の入力手法は、入力する情報の形態によって点情報と線情報とに分けた上でその位置をディジタイザにより入力し、点ファイル、線ファイルに蓄積する。そして、蓄積された情報の属性（種別）を関係ファイルに蓄積する。

点ファイルは、各点の点番号とその点番号に対応する座標値から成る44バイト固定長の形式をもつ。XY座標値は、広域を対象とする場合、複数の地形図を結合させる必要があるため、各地形図から入力されたデータを、緯度経度の考え方で座標変換し、容易に結合できるようにした。この点ファイルの形式は、次に述べる線ファイルの形式と同様である。

起終点コード				交点番号		座標値	
線番号	グループ内番号					X.X	Y.Y
KEY	KKEY	KIND	PKEY				
21	1	1	1			38108.05	41333.57
21	1	2	0			38203.64	41456.76
21	1	3	0			38286.47	41526.07
21	1	4	0			38350.17	41572.27
21	1	5	0			38407.52	41618.46
21	1	6	0			38796.19	41857.18

図-3 線ファイルの形式

線ファイル（図-3）は、各線の線番号とその線番号に対応する点群の座標値から成る44バイト固定長の形式をもつ。XY座標値については、点ファイルの場合と同様に複数の地形図からの入力を容易にするため、緯度経度の考え方で座標変換する。図中、始終点コードの“1”は、始点または中間点を意味し、“2”は終点を意味する。グループ内番号は、1つの

< BUNRUI-KOMOKU TABLE >			
NO.	BUNRUI-KOMOKU		PCINT-SU
1	TO-DO-FU-KEN-CHO		0
2	SHI-YAKUSHO,KU-YAKUSHO(TOKYO)		0
3	CHO-SON-YAKUBA		3
4	KEISATSU (EXCLUDE;CYUZAICHO,HASHUTSUSHO)		1
5	SHOBOSHO		2
6	YUBINKYOKU		8
7	NTT		2
8	ELSE		0

< KANKEI TABLE >			
BKNO.	KNO.	POINT-NO.	
3	1	1	
3	2	9	
3	3	16	
4	1	15	
5	1	6	
5	2	13	
6	1	3	
6	2	4	
6	3	5	

種別番号 グループ内番号 点番号 または線番号

インデックス部

関係対応部

図-4 関係ファイルの形式

線分を構成する点群の通し番号である。交点番号は、線分と線分との交点を示した番号である。線番号が異なっても交点番号が同じ場合には、同一点を示している。この交点番号により、近接した点について同一点または異なる点として識別する処理が可能となる。

関係ファイル(図-4)は道路や行政界といった各情報項目ごとに存在し、各情報項目を構成する点情報あるいは、線情報の座標値と属性(種別)とを関係付けるものである。この関係ファイルは種別番号と種別名とを対応させるインデックス部と、種別番号と点番号または線番号とを対応させる関係対応部から構成されている。また、この関係ファイルの作成は、手入力によるものではなくプログラムによって効率的に行なえるようにした。

また、ポリゴン情報とメッシュ情報との位置的対応関係を明確にするため、メッシュ情報とポリゴン情報のそれぞれの座標系で、同一地点を示す座標値をコントロール・ファイルで管理した。このことにより、形態が異なる情報の重ね合わせ処理を可能にした。

(b) 検索機能

検索機能は、磁気ディスク装置上に蓄積されている情報の中から、種々の要求に答えることのできる支援情報を作成するために必要な情報を検索し、後述する加工機能へと情報を伝達する機能である。本システムでは、情報の形態にあわせて次の2つの検索方法を開発した。

①メッシュ情報の検索

メッシュ情報の検索は、ファイル名によって必要なファイルを選択し、使用者が指定する領域の情報を検索する機能である。さらに、ここでは、蓄積された情報から必要な領域を取り出すことができる機能を整備した。領域の指定方法は、座標値を指定する方法と、カラーディスプレイ装置上でカーソルによって指定する方法の2つを開発した。

②ポリゴン情報の検索

ポリゴン情報の検索は、点情報や線情報のもつ座標値と種別との関係を示した関係ファイルを用いることによって行なわれ、使用者は各情報項目ごとに種別での検索ができる。

すなわち、郵便局の位置を検索する場合、ディスプレイ装置上に表示された情報項目から“行政機関”を選択することにより、行政機関という項目に付随する関係ファイルが参照され、ディスプレイ装置上にインデックス部が表示される。そこで、“郵便局”を選択すると関係対応部が参照され、郵便局という種別に対応する点番号が読み込まれることにより、各郵便局の位置座標が点ファイルから検索され、後述する加工機能へと渡される。

(c) 加工機能

加工機能は、検索機能により抽出された情報を用いて、要求される支援情報を作成する機能である。ここで作成する支援情報は、比較路線と周辺地域との位置関係や現状を視覚的に把握でき、また、ランドサットTMデータを効率的に利用できるように画像データの形を採った。そのため、数値地形モデルやポリゴン情報などの非画像データをさまざまな目的のもとに画像化し、ランドサットTMデータと有機的な結合ができる諸機能を開発・整備した。現在までに開発・整備した加工機能を整理すると表-3のとおりである。表中の○印は、各加工機能で使用する情報の形態を示している。

図-5は、情報が蓄積、検索、加工され、表示に至るまでの一連の流れを具体的に示した例である。ここでは、ランドサットTMデータ、ポリゴン情報、数値地形モデルを組合わせて加工処理した場合を示している。図-5(a)は、ランドサットTMデータによって作成された土地被覆分類画像に計画線などのポリゴン情報をオーバーレイし、これを3次元化することによって対象地域の土地被覆状況と計画線との関係を3次的に把握できる支援情報の作成過程を示している。また、図-5(b)は、計画線上の土地被覆状況と標高とを抽出し、組み合わせることによって、計画線上の断面図とその位置の土地被覆状況を一度に把握できる土地被覆断面図の作成過程を示したものである。将来的には、地質や断層等の情報を蓄積することにより、地質断面図といった主題図の作成が可能となる。

このように、この加工機能では、ランドサットTMデータ、ポリゴン情報、数値地形モデルといった形態の異なる情報を最大限に活用するため、多次的な加工処理ができるように考慮されており、一度加工した情報を次の加工処理に用いることもできるようにした。これによって使用者は、さまざまな情報を組み合わせた支援情報の作成ができる。

(d) 表示機能

表－２ 本システムで取り扱った情報

情報形態	情報項目		種別	原データ
メッシュ情報	ランドサット TMデータ 数値地形モデル		1～7バンド 種別なし	MT 地形図
ポリゴン情報	点情報	行政機関 工場 学校 宗教施設 病院	市役所、市町村役場、警察署、消防署、郵便局 NTT、その他 工場、発電所・変電所、ダム 大学、工専、高等学校、小中学校 神社仏閣、墓地 種別なし	地形図
	線情報	行政界 道路網 河川 湖沼・ため池 計画帯 計画線	都道府県市町村 高速自動車道路、自動車専用道路、一般国道、 その他の道路 種別なし 種別なし 計画帯名 計画線名	

表－３ 整備した加工機能の内容と使用する情報形態

機能項目	メッシュ情報			ポリゴン情報
	TM	DTM	画像情報	
土地被覆分類画像	○			
3次元化	○	○	○	
斜面傾斜角算出		○		
急傾斜地抽出	○	○		
斜面方位角算出		○		
特定斜面方位角抽出	○	○		
等高面抽出	○	○		○
断面図	○	○	○	○
多角形切り出し	○		○	○
マスク画像処理	○		○	○
イメージ・オーバーレイ	○		○	
ポリゴン・オーバーレイ	○		○	○
ポリゴン上のメッシュ抽出	○	○	○	○

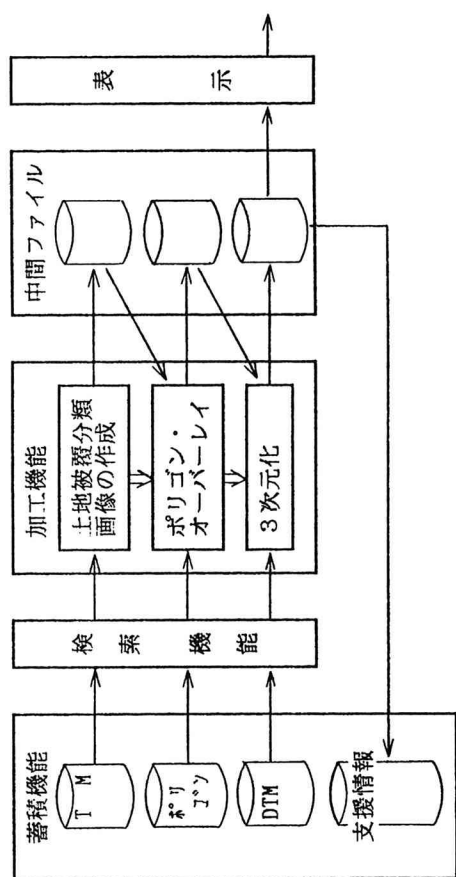
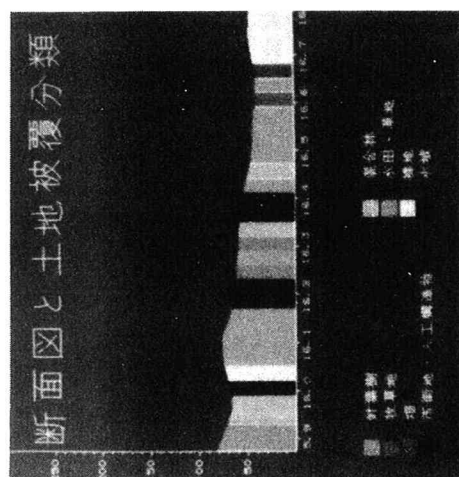
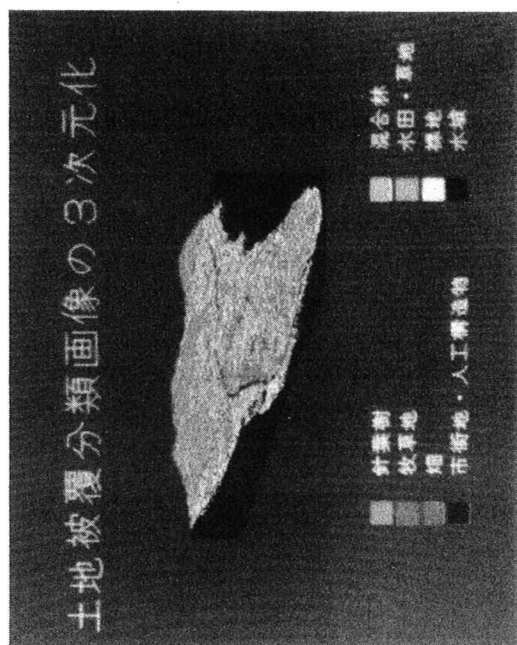


図-5 (a) 3次元土地被覆分類画像作成の流れ

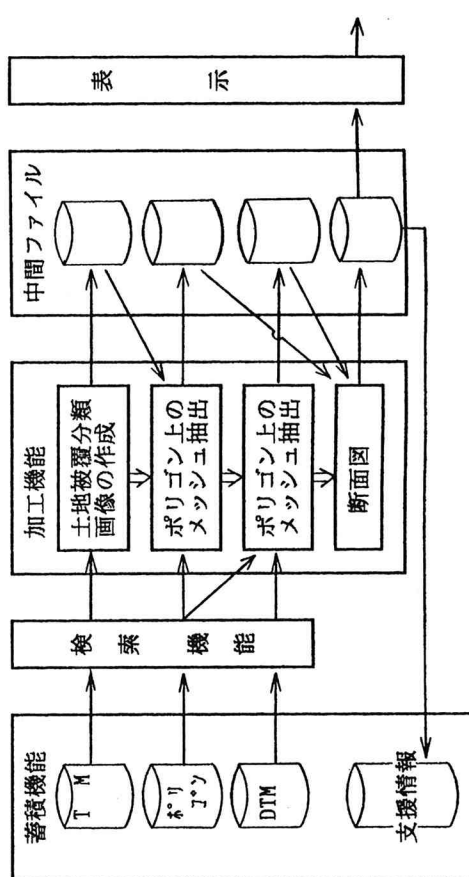


図-5 (b) 土地被覆分類断面図作成の流れ

表示機能では、作成された支援情報をカラーグラフィック装置などの出力装置上に表示することはもとより、蓄積・検索・加工のそれぞれの段階で情報の検討・評価ができ、再び各段階へフィードバックできる機能をもたせ、効果的に支援情報を作成できるように考慮した。図-6は、表示機能と各機能との間の情報の流れを概略的に示したものである。

また本研究では、カラーグラフィック装置とフォトプリンター装置への表示を考えてきたが、その具体的な機能として、カラーグラフィック装置への表示にはヒストグラム算出機能、スライス処理機能、拡大縮小表示機能、ロケーション表示機能、カーソル座標値の読み取り機能を、またフォトプリンター装置への表示にはスライス処理機能、フォーマット変換機能を開発・整備した。

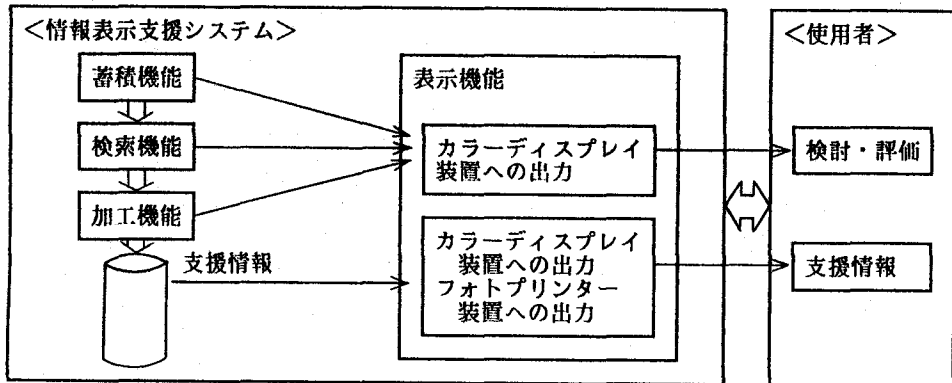


図-6 表示機能と各機能間での情報の流れ

(e) 各機能の運用・管理

本システムでは、蓄積・検索・加工・表示の各機能を連携させ、作業の効率化を図るためにメニュー形式を採用した。これにより作業の内容が明確になり、支援情報の作成がスムーズに行なえるよう考慮した。

メニューはメインメニューとサブメニューの2つの段階に分かれており、メインメニューでは作業の大まかな内容が表示され、サブメニューでは、メインメニューの指示を受けてより詳細な作業内容が表示されている。使用者は、メニュー画面で作業内容を選択することによって、要求に応じた支援情報を効率的に作成することができる。

本システムは、ひとつのメインプログラムと多数のサブプログラムから構成されている。サブプログラムには、サブメニューや各処理プログラムが含まれ、この内、サブメニューはメインプログラムで管理されている。さらに、下位ルーチンである各処理プログラムは、サブメニューで管理される階層的な構造を採っている。

4. おわりに

本研究では、ランドサットTMデータを使って、施設の計画・設計業務を効果的に支援できる視覚情報を効率よく迅速に提供できる専用システムの開発を目指してきた。この結果、本システムをベースにいくつかの固有の機能を追加することにより、路線計画以外の他の施設計画への適用は可能であると考えている。また、本研究ではパーソナルコンピュータ等へのシステム移行も考えており、より使い易く、簡便なシステムの開発にも努めている。

参考文献

- 1) 大林、高橋、李、町田；施設計画へのランドサットTMデータの利用可能性の検討、日本リモートセンシング学会第5回学術講演論文集、1985、PP. 17~18
- 2) 大林、高橋、吉田；道路計画におけるランドサットTMデータの適用性の検討、日本リモートセンシング学会第6回学術講演論文集、1986、PP.185~ 188
- 3) 東京理科大学リモートセンシング研究所；リモートセンシングデータの画像処理／解析、東京理科大学出版会、1985