

極地情報の管理と応用

Polar Information Utility System

神沼克伊* *Kaminuma Katsutada*
 内海達郎** *Utsumi Tatsurô*

従来、大学・研究所でのコンピュータ利用は、主に科学技術計算のための機能が問題にされ、データの管理・検索などに関してはあまり重視されていなかった。しかし、ソフトウェア技術の発達により、これらデータの管理・検索とFORTRANなどの高級言語による技術計算への応用が容易となった。特に、多量の貴重なデータを保有する共同利用研究所では、この結びつきを可能とするシステムが要求される。国立極地研究所では、極地データの管理のためのデータバンクシステム及び文献検索システムを含む一連の極地情報処理のためのシステムを作成し、この要求に応じた。

1 緒言

多くの研究所では、それぞれの設立目的に応じ、その研究所以外では得られない貴重なデータが多量に発生することが多い。共同利用研究所でのコンピュータ処理の大きな目的の一つに、これら発生したデータを管理し、より多くの研究者に正確な情報を提供するとともに、データの利用技術を開発し普及することがある。

国立極地研究所は、日本における極地研究の唯一の公共的な共同利用研究所である。そのコンピュータ導入に当たり、単に自然科学分野での科学技術計算ができるだけでなく、共同利用研究所として外部研究者にも容易に利用できるデータバンクや文献検索のシステムがあり、データバンクを使用した科学技術計算、画像処理ができるなど、汎用性のある利用法が要求された。この要求に対して、今回、極地情報処理のためのシステムを開発した。

本稿では、国立極地研究所のシステムを例に取り上げ、科学技術計算を主体とする共同利用研究所での情報の管理とその利用技術について説明する。

2 コンピュータ導入の背景

1957年に日本の南極観測が開始されて以来20年を経過し、昭和基地を中心とした日本隊の観測・調査、アメリカのマクマード基地やニュージーランドのバンタ基地など外国隊に参加しての観測・調査などにより蓄積されたデータや標本は膨大な量になっている。これらのデータをより多くの研究者に役立て、極地の研究を進展させる目的で、1973年に国立極地研究所が創設された。

研究所の発足後は、それまでとかく観測者の手元に分散されがちであったデータや標本を所内に集積し管理する努力が行なわれている。また発足と同時に、ミニコンピュータHITAC 10IIによるデータ処理を行なってきたが、年々増大するデータ量と複雑化する研究内容のため、より大きい処理能力をもつコンピュータの必要性が生じてきた。この要求のもとに、HITAC M-160IIを中心としたコンピュータシステムが1976年12月に導入された。

極地研究は、超高層物理学、地球物理学、地学、生物学、工学など極地域での自然現象を対象に、広範囲の分野からの解明が行なわれる。したがって、表1に示すようにコンピュー

タの利用は多岐にわたり種類の異なった目的で使用される。しかも、コンピュータにはなじみの少ない分野や外部研究者にも、使いやすいシステムでなければならない。このため、アプリケーションプログラムが豊富で、一般科学技術計算が容易にできることはもちろん、次の特徴をもつものが要求された。

- (1) 極地研究のデータセンタとしての機能が果たせるデータバンクの建設が可能であること。
- (2) 会話による文献検索ができること。
- (3) データバンクを使用しての演算から結果の表示まで、効率よく処理できること。
- (4) 多目的に使用できる画像処理が可能であること。

3 システムの概要

システムに要求される機能を処理の面から検討し、それぞれの関連を示したものが図1である。南極観測で得られるデー

表1 極地研究でのコンピュータの利用 各研究系でのコンピュータの代表的な利用目的を示す。

研究系	コンピュータ処理内容
宙空系	○ロケット、人工衛星、地上観測などで得られた各種観測データの波動解析 ○オーロラ写真の画像解析
気水圏系	○気象観測、雪氷観測の統計処理 ○気候変動の数値実験 ○南極氷床流動の解析及びシミュレーション ○雪氷の顕微鏡写真の画像処理
固体圏系	○重力や地震波動の解析 ○南極の地下構造を求めるシミュレーション ○航空写真を用いた画像処理 ○地図データを用いた解析 ○岩石やいん石の顕微鏡写真の画像処理
生物系	○動・植物の生態などに関する各種データの統計処理 ○因子分析、数量化など多変量解析手法によるデータ処理 ○生態写真や顕微鏡写真の画像処理
寒地工学系	○観測船「ふじ」のオペレーション(氷海航海計画、空輸計画など)のシミュレーション

* 国立極地研究所 理学博士 ** ファコム・ハイタック株式会社

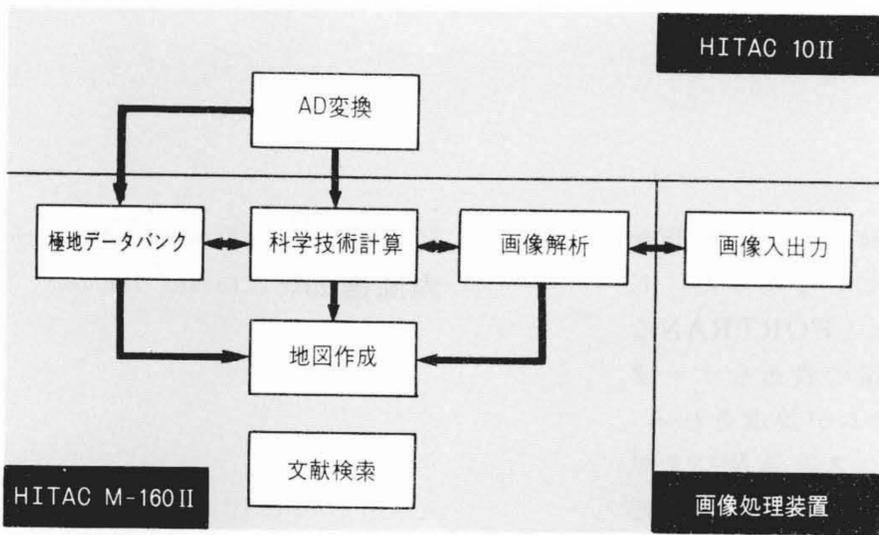


図1 極地データ処理の概要 極地情報処理の関連とハードウェア面での分担を示す。HITAC 10IIによるAD変換は、大量に発生するアナログデータをデジタルに変換するための処理であり、HITAC M-160IIとはオフラインになっている。

タは磁気テープ、チャート紙などに記録されたアナログデータが多いため、これをデジタル変換する必要がある。図1のAD変換はこのための処理で、HITAC M-160IIとはオフラインになっている。図2にハードウェアの構成を示す。ハードウェアの特徴は、画像処理装置、ディスプレイ端末装置、X-Yプロッタ、グラフィックディスプレイなど入出力に関する周辺装置が豊富なことである。

表2は、システムでの処理機能と対応するアプリケーション

表2 極地データ処理でのアプリケーションプログラム 表中*の付いたアプリケーションプログラムは、今回のシステム導入に伴い新しく開発したものである。

機能分類	処理の概要	アプリケーションプログラム
極地データバンク	海洋観測、岩石、いん石、気象、重力、生物などのデータバンク	○極地データバンクシステム*
文献検索	アメリカ議会図書館発行の Antarctic Bibliography を情報源とする極地文献の検索	○極地文献検索システム*
科学技術計算	重力、地磁気などの時系列データのスペクトル解析、観測データを使用している数値解析・統計解析などの科学技術計算処理	○数値計算副プログラムライブラリ(MSL) ○統計計算ライブラリ(BMD) ○その他日立製作所提供技術計算用アプリケーションプログラム ○会話型スペクトル解析プログラム*
地図作成	観測データとか技術計算結果をプロットするための地図の作図	○地図作図プログラム*
画像入出力	オーロラ、雪氷、地理、地形、生物などの写真、図などをカメラから入力及びカラーディスプレイへの出力	○画像処理システム*
画像解析	動きの解析やパターン分類、グラフィックディスプレイへの図形出力など	
A D 変換	地磁気、自然電波などのアナログデータ及び地震データなどのチャート紙データのデジタル化と HITAC M-160II 磁気テープデータ・フォーマットへの変換	○A D 変換プログラム*

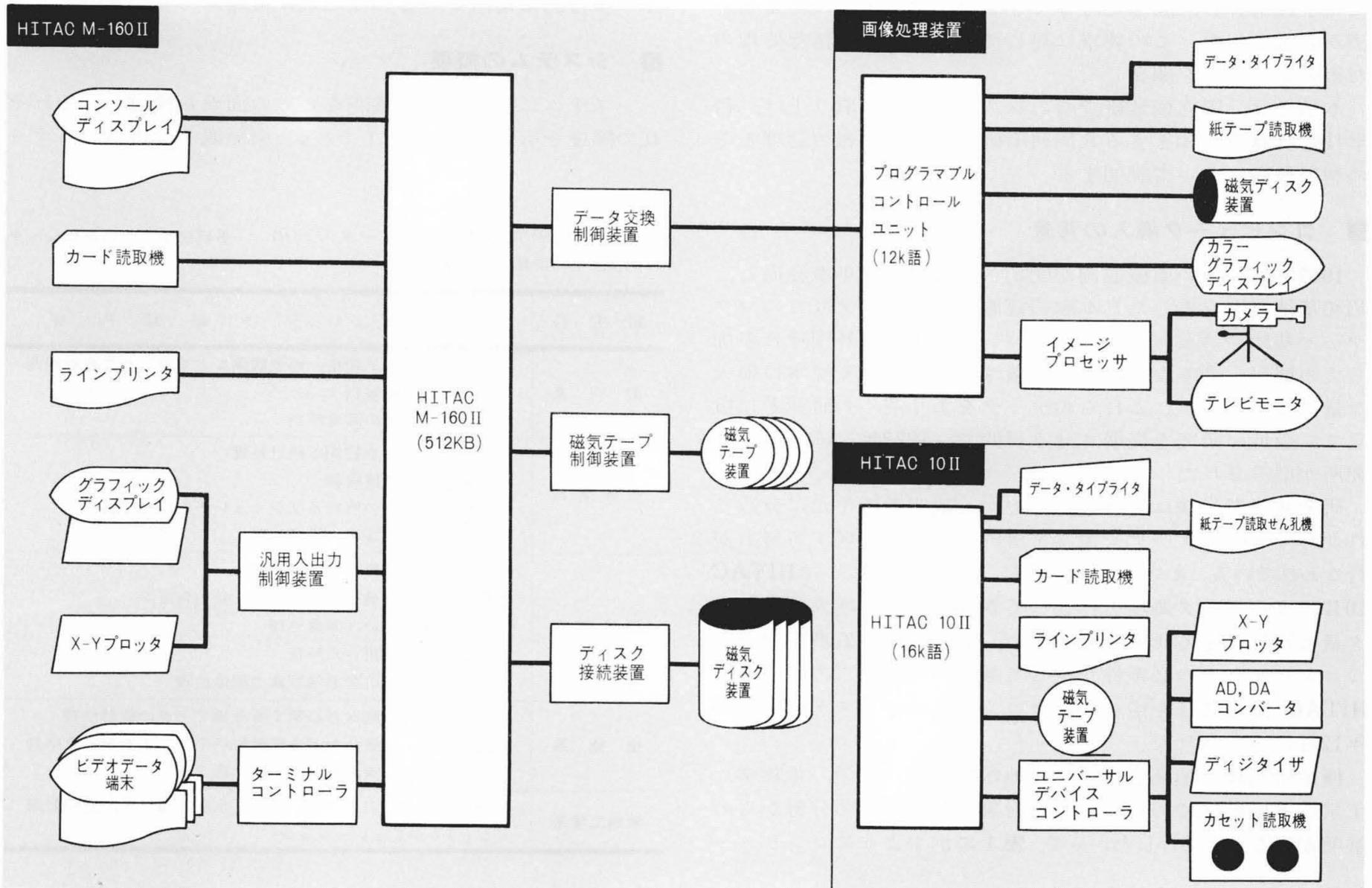


図2 ハードウェア構成図 HITAC M-160IIと画像処理装置はデータ交換機(DXC)で、またグラフィックディスプレイ、X-Yプロッタは汎用入出力装置(UIOC)でHITAC M-160IIにオンライン接続されている。

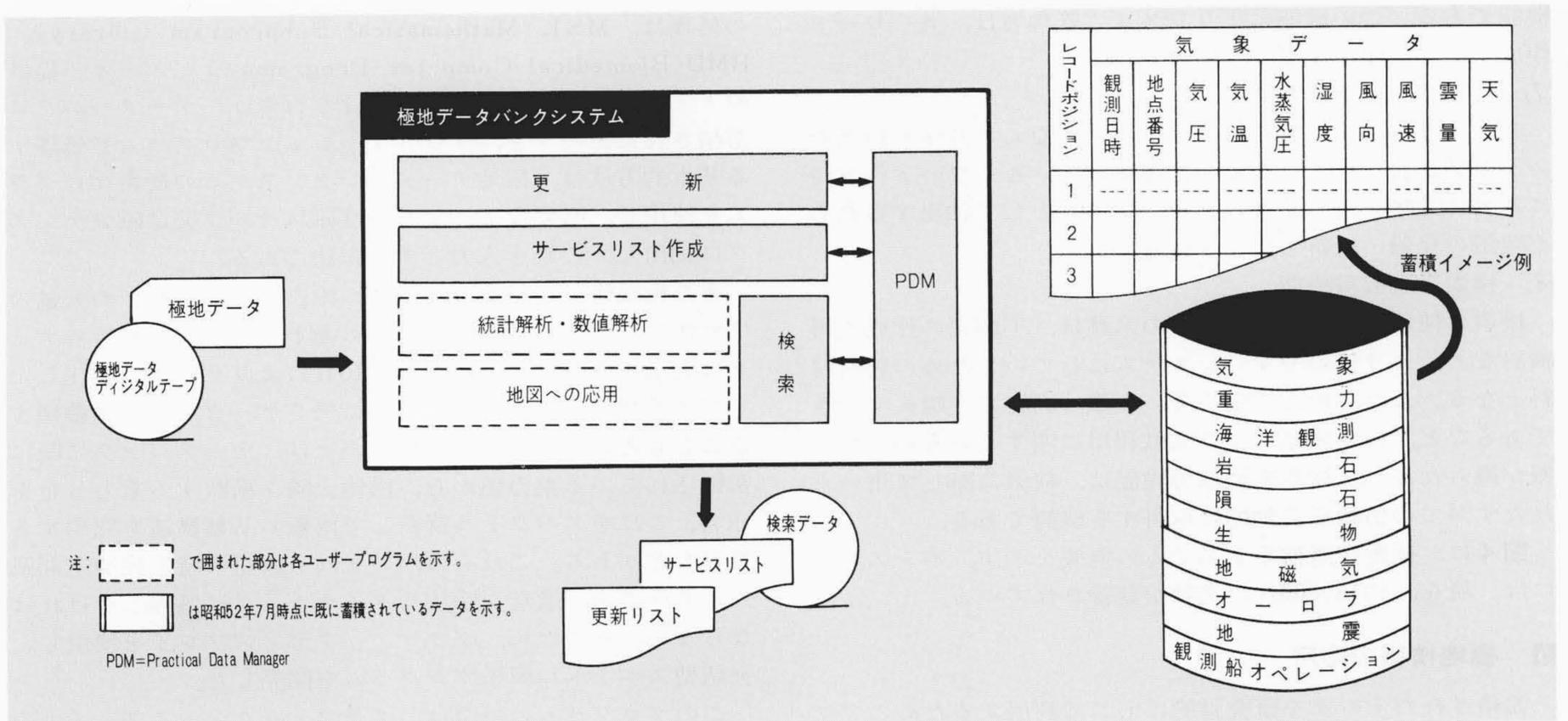


図3 極地データバンクシステムの概念図 更新、サービスリスト作成及び検索では、PDMを使用している。

ンプログラムをまとめたものである。新しく開発したもののうち、A/D変換プログラム及び画像処理システムの一部のプログラムは、HITAC 10IIで作成し、残りのものはHITAC M-160IIで作成した。

4 極地情報の管理と検索

極地観測で得られるデータは、重力、気象、生物など多くの種類がある。観測データから得られる情報には、重力や気象データのように測定された値そのものが必要なものと、生物や岩石のデータなどのように標本に関する二次的情報が必要となるものがある。極地データバンクシステムは、これらの情報の蓄積と管理を行なう。

また、研究者にとって必要な極地に関する文献を探し出すことは、研究の特殊性もあり大きな負担となっている。国立極地研究所では、会話型式による極地文献検索システムを開発し、研究者に対するサービスを行なう。以下、この二つのシステムについて説明する。

4.1 極地データバンクシステム

データバンクに蓄積する極地データは、重力、気象、海洋観測、岩石、いん石、生物、地磁気、オーロラ、地震、観測船オペレーション情報などが考えられる。これらのデータのうち、デジタル化の問題が解決されていないなどの理由により、現在まで第1段階として、重力、気象、海洋観測、岩石、いん石及び生物の6種類のバンキングを行なった。重力、岩石、いん石、生物は場所の関数(緯度、経度、標高)としてそれぞれの情報が入っており、気象は時間の関数として、海洋観測は場所及び時間の関数としてデータが蓄積されている。

データの入手サイクルはだいたい年1回、使用目的はFORTRAN言語による技術計算が主体であるなどを考慮し、処理形態はPDM(Practical Data Manager)を使用したバッチ処理とした。図3に極地データバンクシステムの概念図を示す。同図で、更新機能はデータバンクの作成やデータの保守管理のため、サービスリスト作成機能は蓄積されたデータの内容を要求に応じてリスト提供するためのものである。検索機能としては、それぞれのデータを検索・抽出するFORTRANイ

ンタフェースのサブプログラムを用意した。利用者は、このサブプログラムを組み込むことにより、時間分布や空間分布などの統計解析・数値計算処理、観測値の地図上プロット処理など、研究目的に応じた処理を簡単な作業で行なうことができる。

4.2 極地文献検索システム

極地文献検索システムは、アメリカ議会図書館が発行する極地に関する文献テープAntarctic Bibliographyを情報源とする会話型文献検索システムであり、初心者でもすぐに使える簡易なシステムであることを目標に、次の特徴をもたせた。

(1) TSSによる会話型文献検索システム

H-9415ビデオデータ端末により、問合せ応答を会話的に行ないながら検索する。会話処理は、VOS2(Virtual Storage Operating System 2)のTSS(Time Sharing System)機能を使用した。

(2) 広範囲な検索サービス形態

検索サービス形態としては、検索条件を徐々に狭め、目的とする文献を効率的に探し出す遡及検索形態と、必要とする文献の情報をあらかじめ登録することにより、ファイル更新と同時に最新該当文献を知ることのできる速報検索形態の二つとがある。遡及検索はTSS、速報検索はバッチ処理で行なう。

(3) 質問プロファイルのオンライン更新

速報検索のための情報は質問プロファイルに登録され、その更新はTSSによるオンラインで行なう。

(4) 豊富な会話コマンド

検索のための会話コマンドは11種類あり、不必要な間違いが生じないように、それぞれ一文字から成る省略形をもつ。

(5) コマンドガイダンス機能

それぞれの会話コマンドの使い方の説明を、例を示しながら分かりやすく表示する。これは(4)とともに、初心者にも容易に使用できることを考慮した機能である。

(6) キーワード自動作成機能

情報源であるAntarctic Bibliographyには、各文献の抄録が入っており、この抄録からキーワードを自動的に作成する

機能である。この機能によりシステム管理者は、キーワード作成という困難な作業から解放される。

(7) 不要語管理機能

文脈には、冠詞、接続詞及びそれ自体なんの意味も持たない不要語が含まれる。不要語管理機能は、キーワード作成時に本当に意味を持つ語だけをキーワードとして抽出するため不要語の登録・更新を行なう機能である。

(8) 検索来歴取得機能

検索に使用されたキーワードの来歴は、不要語の作成や再検討など、より使いやすいシステムにしていくための判断材料となる。また、検索頻度の多い文献は図書室で購入すべきであるなど、検索来歴により文献利用に関するいろいろな情報が得られよう。検索来歴取得機能は、検索に際して用いられたすべての情報を自動的に取得する機能である。

図4に、極地文献検索システムの概要を示す。本システムには、現在、約18,000件の文献が登録されている。

5 極地情報の応用

蓄積されたデータを研究目的に応じて利用するためのアプリケーションプログラムを、データセンタとして準備することは大切なことである。今回開発したものは、極地研究を行なう上で、共通的にどの分野でも使用されると思われるものを主体とした。これらのアプリケーションプログラムは、国立極地研究所だけでなく、広く一般にも使用できる汎用的なものである。

5.1 科学技術計算への応用

国立極地研究所では、表1に示したようにコンピュータ利用のうち、科学技術計算処理の占める割合が大きい。これら

の処理は、MSL (Mathematical Subprogram Library), BMD (Biomedical Computer Programs) などメーカー提供のアプリケーションプログラムにより行なう。データバンクに蓄積されたデータを、アプリケーションプログラムで処理する基本的な方法は、極地データバンクシステムの検索プログラムを使用し、必要なデータを一度磁気テープ又は磁気ディスクに抽出し、これを入力とする方法である。

また極地研究の特徴の一つは、地震、地磁気などの大量のアナログデータに対するスペクトル解析がある。これらのデータは大量であるため、HITAC 10IIによりデジタル化した上で周波数特性を解析し、その結果をデータバンクに蓄積することも考えられる。その他、例えば、データバンクに既に蓄積されている重力値から、南極大陸を横断する重力分布を求め、これをスペクトル解析して南極の基盤構造を究明する処理などがある。これらは、いずれも大量の時系列や空間系列のデータを、適切な手法でダイナミックに処理しなければならない。そのため、グラフィックディスプレイを使用した会話型スペクトル解析プログラムを開発した。

このプログラムの特徴は、グラフィックディスプレイ上の出力画像を見ながら、解析区間、手法、フィルタなどを会話的に選べることである。図5に南極で観測された地磁気脈動水平2成分データの解析結果の一部を示す。

5.2 地図の利用

研究を行なう過程で、観測された情報を各種地図上にプロットしたり、分布図を作成したりする作業がしばしば発生する。今回のシステム建設では、地図作図プログラムを作成し、これら一連の作業の自動化を行なった。

このプログラムへの入力には、世界、日本、南極周辺、昭和

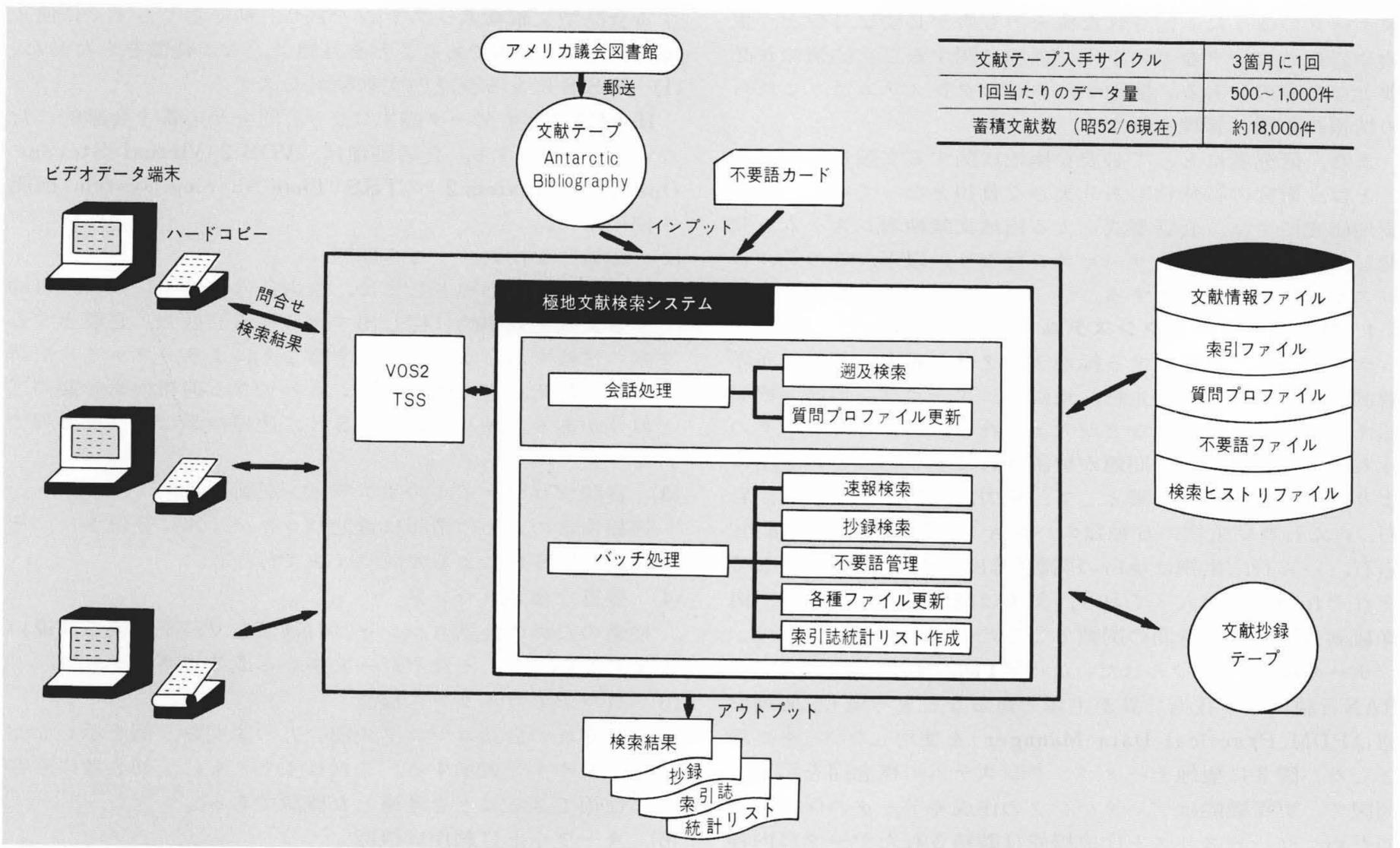


図4 極地文献検索システムの概要 ビデオデータ端末は、国立極地研究所研究棟の2階、3階及び4階に設置されている。

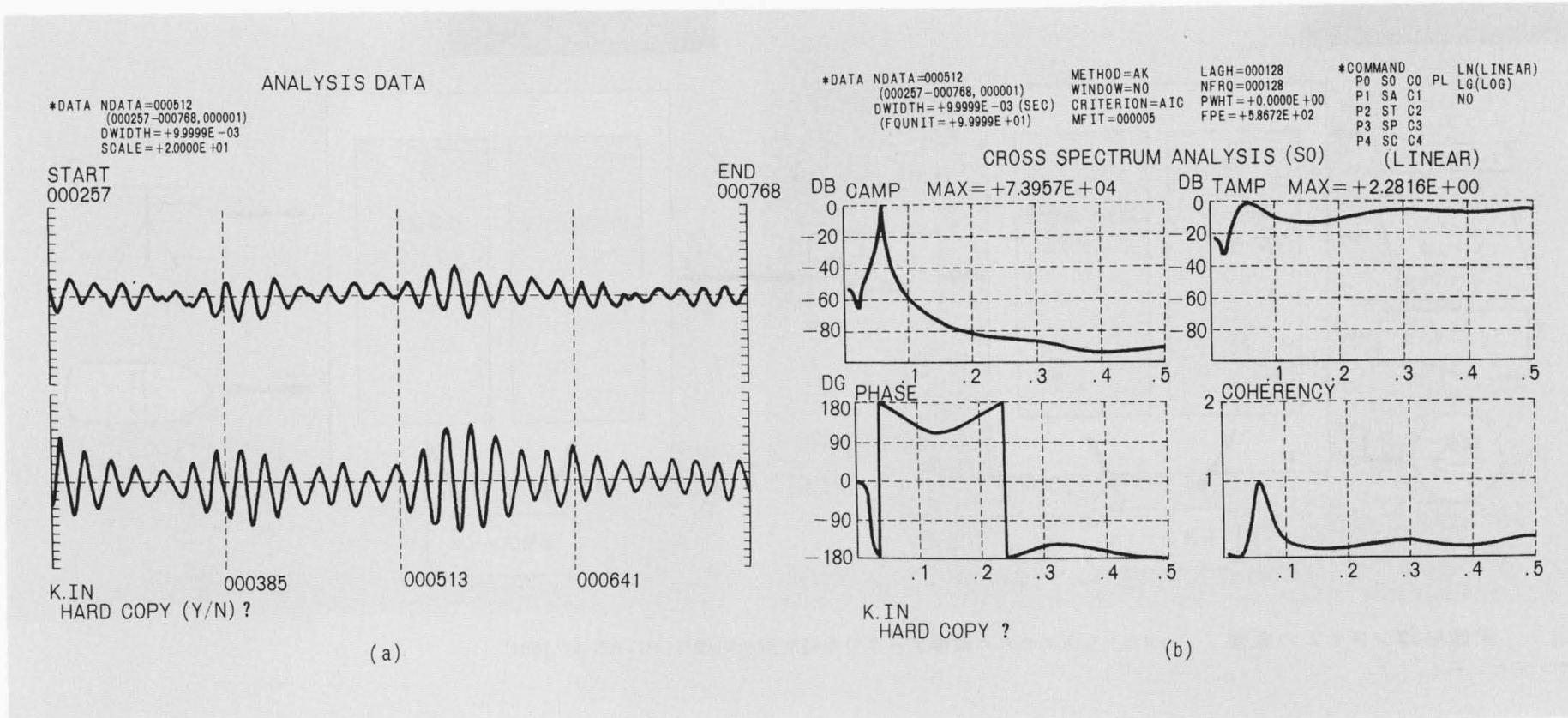


図5 会話型スペクトル解析プログラムの出力例 (a)は地磁気脈動水平2成分のオリジナルデータの解析部分を示す。また(b)は、2系列データをAKAIKE法で求めたクロススペクトルの振幅、伝達関数振幅、位相及びコヒーレンシである。

基地周辺、オングル島周辺など十数種類の地形図の情報を緯度・経度で格納した磁気テープで行なう。この磁気テープをもとにグラフィックディスプレイから縮尺、投影法、緯経線など必要な情報を会話的に与え、目的とする地図をグラフィ

ックディスプレイ上に作成し、最終的にX-Yプロットに出力する。更に、ユーザーの作成したプログラムを組み込むことにより、地図上に観測データのプロット、分布などを描くことができる。また、データバンクシステムの検索用サブプログラムを、ユーザープログラムに組み込み、データバンクから地図上へのプロットを直接行なうことも可能である。図6は、データバンクに蓄積されている重力データから、ある種の重力異常値を計算し、その結果をポラステレオ投影法で描かれた南極地図上にプロットしたものである。

5.3 画像処理への応用

南極で観測される極地データには、写真、図など図形として得られるものがある。代表的なものは、オーロラの写真、地形の空中写真、雪氷や生物の顕微鏡写真などである。画像処理システムは、これら画像データの解析を行なうためのシステムである。

図7に、画像処理システムの概要を示す。画像処理装置のハードウェアの機能及びシステムを構成するソフトウェアの概要は、次に述べるとおりである。

(1) 画像処理装置ハードウェアの機能

本装置は、画像撮像のための高解像度カメラ、画像情報をデジタル化するイメージプロセッサ部、解析及び制御を行なうプログラマブル・コントロールユニット部、結果表示のためのカラーグラフィックディスプレイから構成される。画像入力の機能としては、解像度が最大570×475ドット、分解能が白黒輝度で64レベル、1画面当たり最大読み込み速度が約20秒などである。またカラーグラフィックディスプレイの機能は、20インチ画面で最大表示絵素数が512×240ドット、表示色が赤、青、緑など14色、ジョイスティック付きなどである。

(2) 画像処理装置側画像解析プログラム

カメラとカラーグラフィックディスプレイとの入出力データのやりとりを行なう基本プログラム、絵素間の加減算、最大、最小などの基本ルーチンから成る。したがって、簡単な

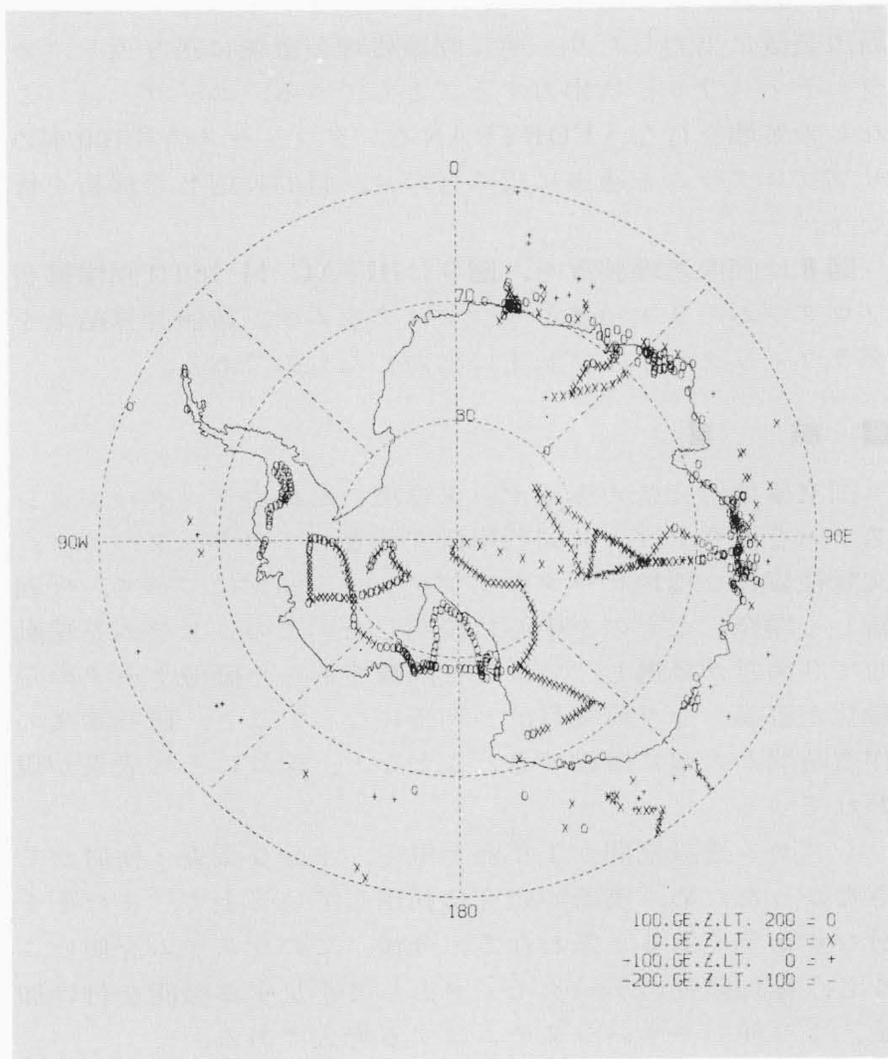


図6 地図プログラムの使用例 データバンクに格納されている重力データをもとに、ある重力異常値を計算し、ポラステレオで描かれた南極地図上にプロットしたものである。

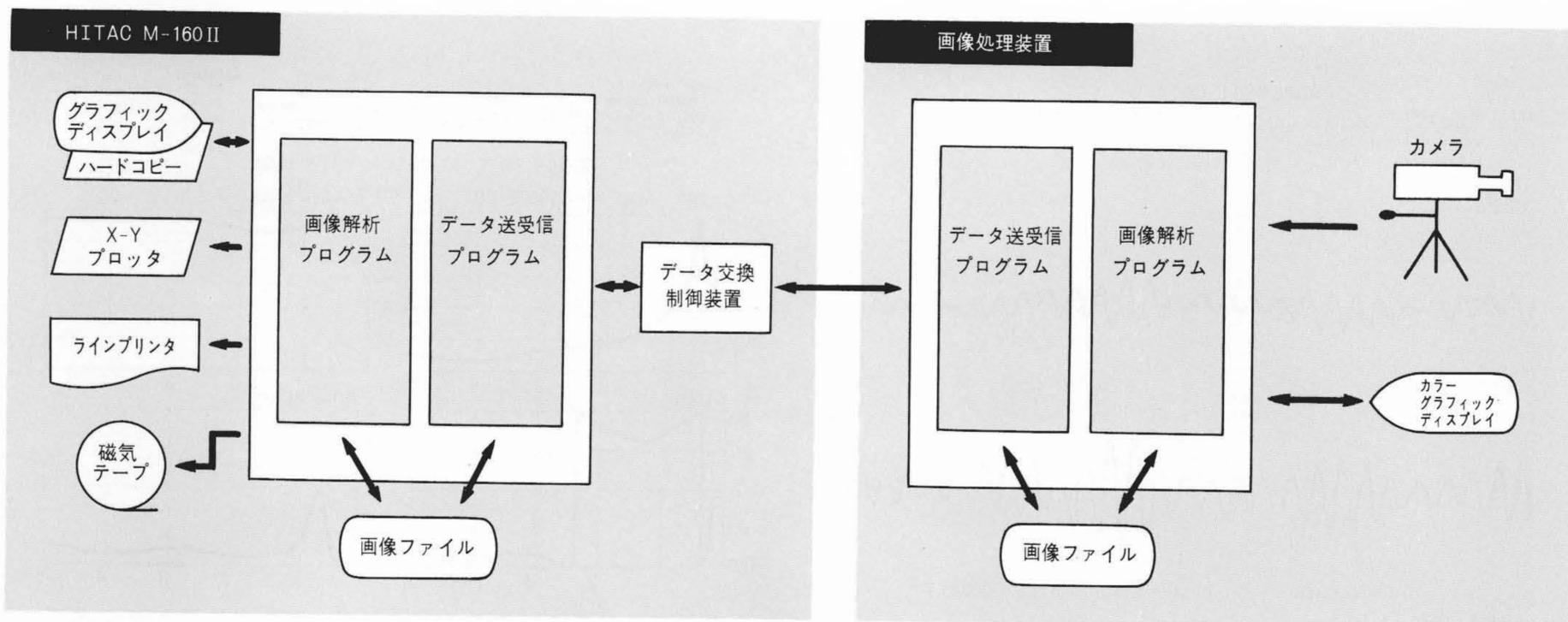


図7 画像処理システムの概要 カメラから入力された画像データの本格的解析処理は、HITAC M-160II側で行なわれる。

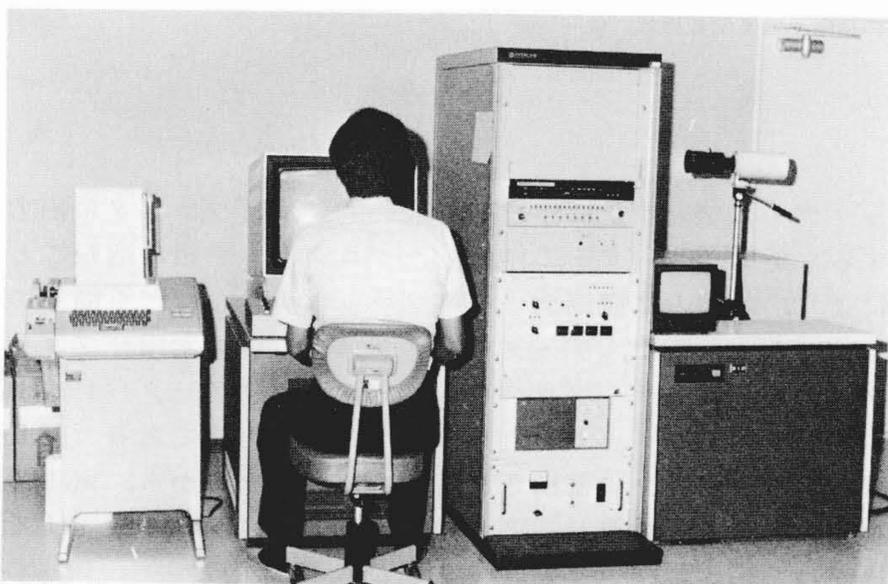


図8 画像処理装置 イメージプロセッサ部、プログラマブルコントロールユニット部は同一筐体に格納されている。カメラの前の装置はデータ交換制御装置(DXC)である。

解析処理は画像処理装置側だけで行なうことができる。

(3) 画像処理装置とHITAC M-160IIとのデータ送受信プログラム

画像処理装置とHITAC M-160II間のデータ送受信は、VOS 2の入力リーダ・出力ライタにデータ交換制御装置接続のオープンコーディングプログラムを組み込み、カードイメージ・ラインプリンタイメージで行なう。

(4) HITAC M-160II画像処理プログラム

画像処理装置から送られてきた画像情報に対して、幾何学的変換、画像の追跡、面積計算などの本格的解析処理を行なう。処理された結果を、グラフィックディスプレイなどの周辺装置に出力したり、逆に画像処理装置側に送り返し、カラーディスプレイに出力することもできる。ユーザーは、これらの処理を行なうFORTRANインタフェースの約100本のサブプログラムを適当に組み合わせ、目的に応じた解析を行なう。

図8は画像処理装置を、図9はHITAC M-160II画像解析プログラムの3次元表示サブプログラムで、数値計算結果をグラフィックディスプレイに出力したものである。

6 結 言

国立極地研究所の極地データ管理のためのデータバンクシステムを取り上げ、共同利用研究所としてのデータバンク、文献検索及び極地データのアプリケーションについて、今回新しく開発したものを中心に説明した。このシステムを稼動して3箇月が経過し、いままで困難であった画像データの定量化が容易となり研究目的が明確になったこと、研究論文の作成時間が大幅に短縮できたことなど、徐々にその成果が現われている。

システム建設期間が1年弱と短く、十分な調査・検討ができなかったため、実際の研究に利用していく上で、まだ不十分な点が多くあると思われる。今後、このシステムを使いこなし、極地研究のデータセンタとして不足する機能を付け加え、より使いやすいシステムにする考えである。

終わりに、システム建設に当たって、種々御指導・御協力をいただいた国立極地研究所及び日立製作所の関係各位に対し、深く感謝する次第である。

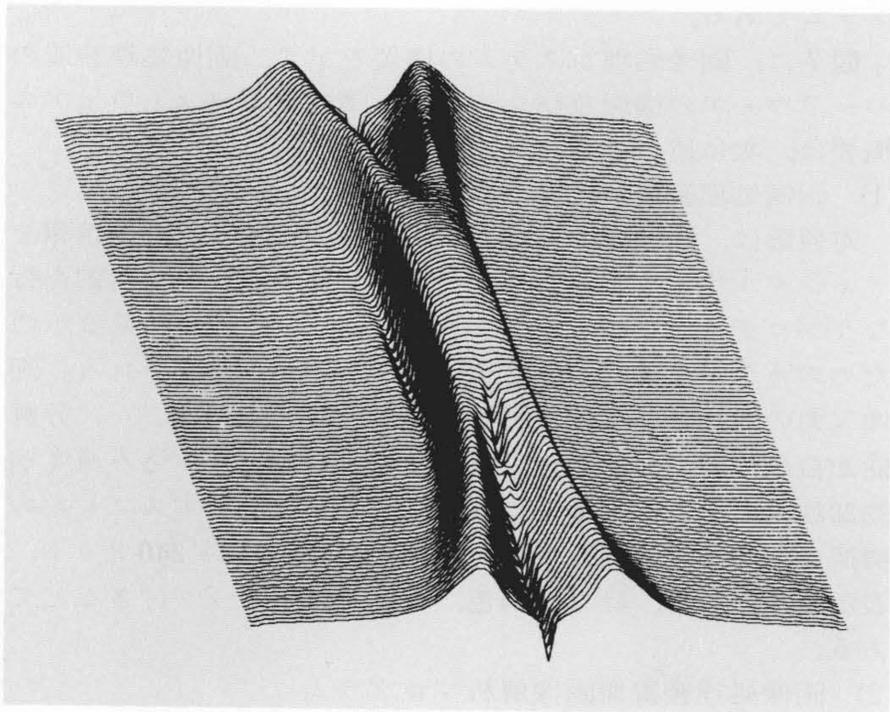


図9 画像処理システムの出力例 オーロラ発生機構の究明のため、地球磁場での電子の加速現象をシミュレートし、その結果をグラフィックディスプレイ上に3次元表示したものである。