

地層科学研究データベースシステム構築の現状

2001年9月

核燃料サイクル開発機構

東濃地科学センター

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquires about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184,
Japan



核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)

2002

2001年9月

地層科学研究データベースシステム構築の現状

吉田裕一* 中野勝志* 長谷川健*
志賀貴宏** 三枝博光*

要 旨

核燃料サイクル開発機構の東濃地科学センターでは、深部地質環境の科学的研究（地層科学研究）の一環として、広域地下水流动研究と超深地層研究所計画を実施してきている。これらの研究で取得される膨大なデータを効率よく管理し活用するために、平成8年度に地層科学研究データベースの構築に着手した。地層科学研究データベースシステム構築の目標は以下の5点に要約される。

- ①精度を保証できるデータを長期間管理する
- ②データの検索や切り出しを容易にする
- ③様々な分野の研究者間でデータを共有化する
- ④データ取得時の状況および解析過程の情報を適切に管理することによりデータの品質を保証する
- ⑤データの第三者への公開を容易にする

東濃地科学センターは、地層科学研究データベースシステムの原型となるデータベースとして地熱技術開発株式会社が開発した地下情報データベース「G★BASE」を導入した。その特徴として、様々な地下情報が管理でき、それらを自在に可視化することができる。さらに、リレーションナル型データベースを採用し、データベース部と検索・表示部が分離して設計されているので、導入時点において対応していないデータや、新たに取得されるデータに対しても導入後の改良も容易等が挙げられる。

これらの特徴を活かし、平成8年度以降、取得されるデータに対応させるために地層科学研究データベースの改良を実施してきた。また、測定データを管理するRAWデータベースとデータ取得時の情報を管理するSITEデータベースに関する調査中であり、今後、地層科学研究データベースシステムとしてこれらのデータベースを連動する予定である。

* 核燃料サイクル開発機構 東濃地科学センター

** 地熱技術開発株式会社 技術部・技術グループ

JNC TN7410 2002-003

September, 2001

The current status of geoscientific research database system

Yuichi Yoshida*, Katsushi Nakano*, Ken Hasegawa*
Takahiro Shiga**, Hiromitsu Saegusa*

Abstract

Tono Geoscience Center (TGC), Japan Nuclear Cycle Development Institute has been conducting the Mizunami Underground Research Laboratory Project and Regional Hydrogeological Study in the Tono region, central Japan, as a part of a geoscientific study of the deep geological environment. TGC has developed the geoscientific research database since 1996 in order to manage and utilize efficiently data which has been acquired by these projects. The aims of development of geoscientific research database system are summarized as follows;

- ① To manage high quality data for a long term
- ② To simplify for retrieval and getting data
- ③ To share data among the researchers of various fields.
- ④ To guarantee quality of data by charging of the condition at the time of data acquisition and the information on data analysis process.
- ⑤ To publish the data for third party effectively

As a prototype, TGC introduced the commercial database system, called G★BASE which was developed by Geothermal Energy Research & Development Co., Ltd. The advantage of the database system is to be able to manage various types of geoscientific information and visualize them. Since the function for charging the data and retrieval of the data are designed individually in the database system, the database system can be improved simply for installing and managing unexpected type of data.

Taking advantage of these features, TGC has been improving the geoscientific research database system to install and manage properly the data from various types of field investigations. TGC is also investigating the RAW DATABASE for handling the measured raw data and the SITE DATABASE for charging the site condition at the time of data acquisition. In the future, these database systems are going to be combined as the geoscientific research database system.

* Tono Geoscience Center, Japan Nuclear Cycle Development Institute

** Technology group Department of Technology, Geothermal Energy Research & Development Co., Ltd

目次

ページ

1. はじめに	1
2. 地層科学研究データベース構築の考え方	
2.1 目的	1
2.2 先行事例の調査	1
2.3 データベース構築の進め方	6
2.4 原型となるデータベースの選定	6
3. 地層科学研究データベースシステムの構築計画	7
4. 地層科学研究データベースシステムの概要	
4.1 G★BASEの概要	11
4.2 改良の概要	13
4.3 現在のシステム構成	15
5. 現在の運用状況	
5.1 地層科学研究データベース	17
5.2 管理サーバ	18
6. 考察	19
7. 今後の課題	19
参考文献	21

参考資料1 G★BASEの基本システム

参考資料2 各年度における開発・改良報告

図表一覧

ページ

図2.2.1 GEOTABの概略構造	3
図2.2.2 SUBJECT(BACKGROUND)の概略構造	3
図2.2.3 METHOD(BGHOLE)の構造	4
図2.2.4 DATA(HOLEDIAM)の概略構造	4
図2.2.5 データの流れ	5
図3.1 計画当初のシステム全体の概念	9
図3.2 再検討後のシステム全体の概念	10
図4.1.1 G★BASE基本システムの概要	12
図4.3.1 現状のシステムの概要	16
表2.3.1 予想されるデータ量	6
表4.1.1 G★BASE基本システムで扱える主なデータ	11
表5.1.1 地層科学研究データベースにおける主なデータの種類と項目	17
表5.1.2 管理サーバにおける主なデータの種類と項目	18

1. はじめに

核燃料サイクル開発機構（以下、サイクル機構とする）東濃地科学センターでは、平成6年6月に原子力委員会による「原子力の研究、開発および利用に関する長期計画」に示された、地層処分研究開発の基盤となる深部地質環境の科学的研究（サイクル機構においては地層科学研究と称す）の一環として、広域地下水流动研究と超深地層研究所計画等を実施してきている。これらの研究では地表から地下深部までの地質、地質構造、水理学的特性、地球化学的特性、および岩盤の力学的特性などの把握、およびそのモデル化のために、地質環境特性に関するデータを取得している。取得された膨大なデータを効率よく、かつ一元的に管理・活用するために、平成8年度より地層科学研究データベースシステムの構築を進めてきた。地層科学研究データベースは、地熱技術開発株式会社が開発した汎用性のリレーションナル型データベース「G★BASE」を原型にしている。このG★BASEは、地下情報（地質・物理探査・地化学調査・掘削・検層等）を管理し、4次元情報（空間+時間）を自在に可視化することができる地下情報データベースである。

本報告では、地層科学研究データベース構築の基本的な考え方、計画、現在のデータベース構築状況の概要、および今後の課題等について記述する。

2. 地層科学研究データベース構築の考え方

2.1 目的

広域地下水流动研究ならびに超深地層研究所計画においては、膨大な量のデータが取得される計画であり、そのデータを適切に管理することは、データの効率的で有機的な利用に極めて重要である。東濃地科学センターにおけるデータベース構築の主な目的を以下に示す。

- (1)精度を保証できるデータを長期間管理する
- (2)データの検索や切り出しを容易にする
- (3)様々な分野の研究者間でのデータの共有化を図る
- (4)データ取得時の状況や解析過程の情報の管理によりデータの品質を保証する
- (5)データの第三者への公開を容易にする

2.2 先行事例の調査

データベースの構築を進めるにあたり、海外での先行事例を調査した。この結果、スウェーデンのSKB（スウェーデン核燃料・廃棄物管理会社）で利用されている「GEOTAB」と呼ばれるデータベースと、データの品質保証の観点からWIPPで認証されている品質保証プログラムが重要な参考情報として挙げられた。

(1)リレーション型データベース「GEOTAB」

GEOTAB はリレーション型データベースを採用している。リレーション型データベースとは、データを 2 次元の表形式（テーブル）で管理し、管理される複数のテーブルは各データを関連づけることにより、すべてのデータを 1 つの巨大なデータベースとして活用することができるデータベースである。GEOTAB は、図 2.2.1 から図 2.2.4 のように大きく SUBJECT（分野）、METHOD（項目）、FLYLEAF（データのヘッダー情報）、DATA（データ）で構成されている。GEOTAB の特徴として、「イベント情報」を管理するテーブルが定義されていない。Aspo Hard Rock Laboratory では、このイベント情報を管理するデータベースを別に構築し、GEOTAB との結合を実施している。また、図 2.2.5 は SKB での調査におけるデータの流れの典型例である。この図 2.2.5 からわかるように、データの流れの終点に GEOTAB があり、プログレスレポートやテクニカルレポートを作成するのに必要なグラフ等はすべて GEOTAB で管理される前のデータを用いて作成されている。これは、サイト特性調査のデータがかなり蓄積されてから GEOTAB の開発が始まったことから、このようなデータの流れになったものと考えられる。

(2)WIPP による品質保証プログラム

WIPP は、アメリカ政府の規制当局によって認証された世界で初めての放射性廃棄物の深地層処分施設で、厳格な原子力産業の品質保証要求事項が、アメリカの環境保護庁によって課せられている。エネルギー省に対して科学的アドバイザーとしての立場にあるサンディア国立研究所は、認証手続きにおける実験研究や挙動評価に、上記の品質保証要求事項を満たす品質保証プログラムを適用した。この品質保証プログラムの重要要素は以下の通りである。

- (1)追跡性；データの原本と正当性、結論を導き出す他の入力を理解する
- (2)透明性；結論を導き出した論理、計算と他の操作を追跡することができる
- (3)審査性；コメントへの回答を含んだ、文書化された技術的、QA 的そしてマネージメントのレビュー
- (4)再現性；結果を再現することができる
- (5)修復性；上記のことと示す文書が修復することができる

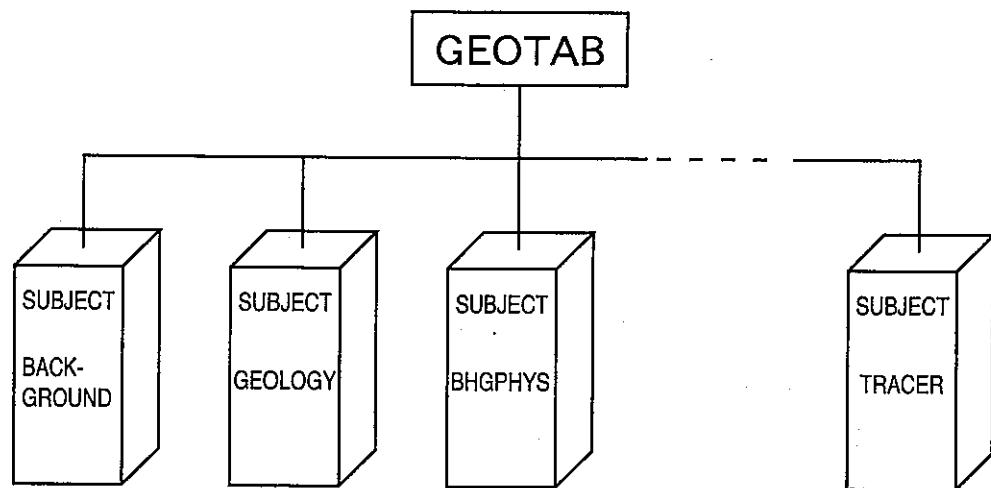


図2.2.1 GEOTABの概略構造

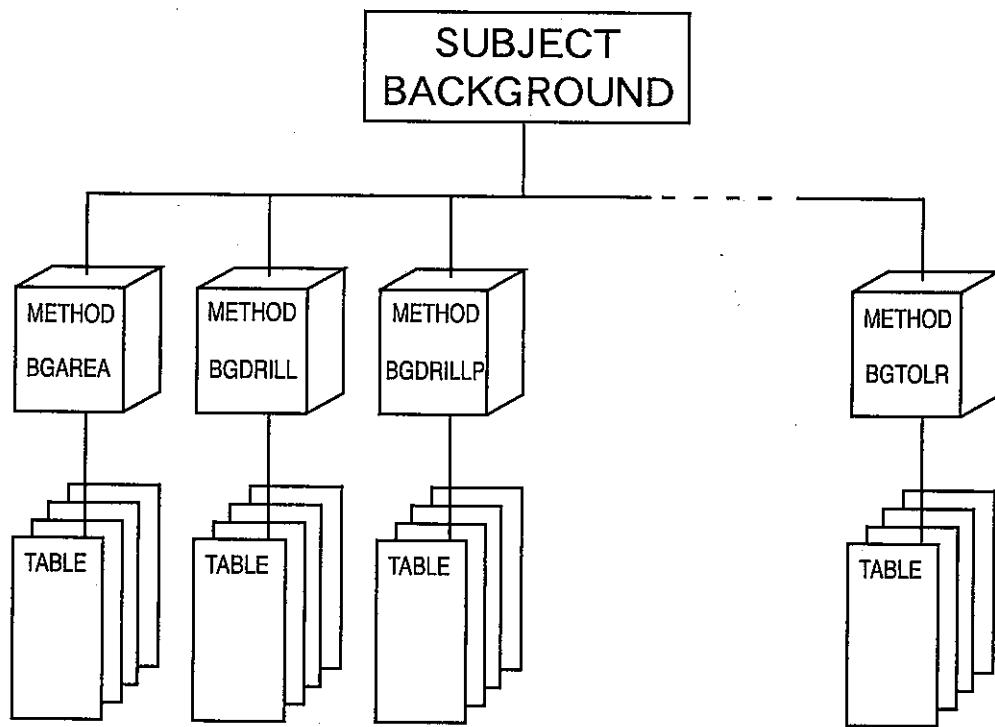


図2.2.2 SUBJECT(BACKGROUND)の概略構造

METHOD BGHOLE

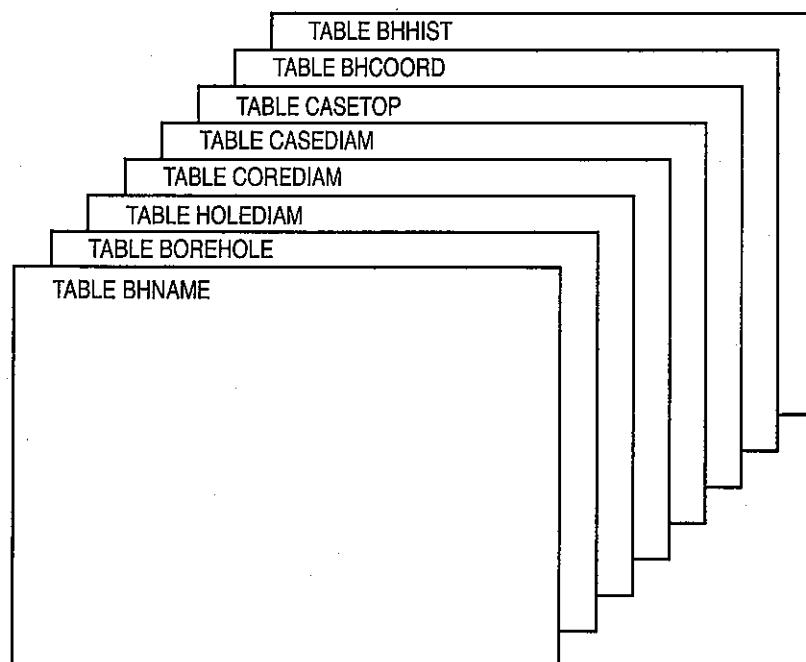


図2.2.3 METHOD(BGHOLE)の構造

TABLE HOLEDIAM

IDCODE	SECUP	SECLOW	HOLDIAM	INDAT
KAS01	0	95.85	0.155	880321
KAS01	95.85	101.00	0.056	880321
KAS02	0	93.35	0.155	880321
KAS02	93.35	924.04	0.056	880321
KAS03	0
KAS03
...

図2.2.4 DATA(HOLEDIAM)の概略構造

Piezomac logger data flow

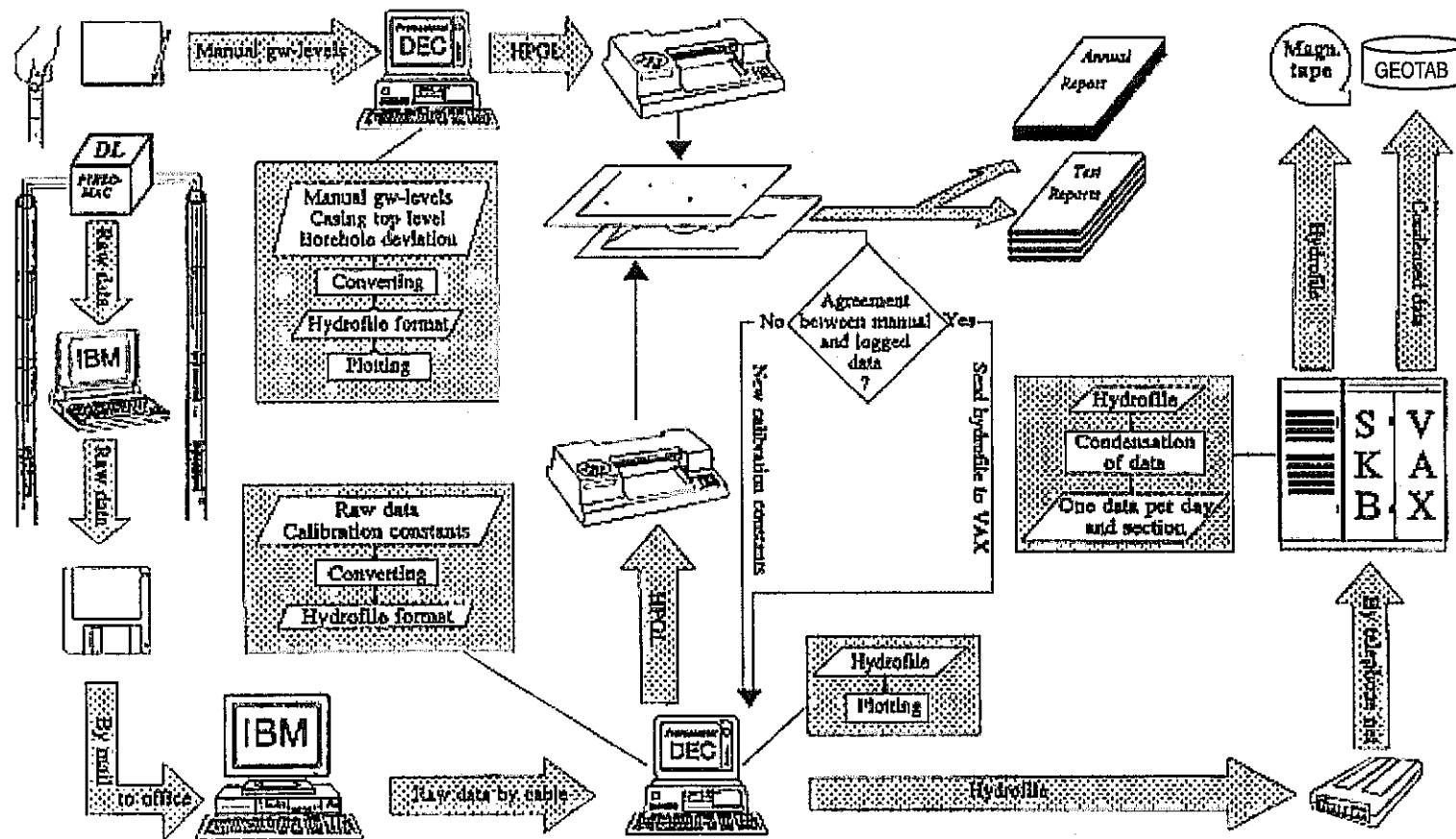


図2.2.5 データの流れ

2.3 データベース構築の進め方

東濃地科学センターでは、データベースを研究開発の品質保証の一環として位置付け、合理的に管理されたデータの集合とする。そして、データベースに管理されているデータを利用者がより簡便に利用できるように、データの可視化技術の開発を優先的に進める。また、利用可能なデータベースを一端導入し、必要に応じて改良を実施していくものとする。なお、データベースで管理するデータとして、表2.3.1に示す項目と容量を事前に予想することができた。

表2.3.1 予想されるデータ量

データ項目	データ量
表層水理観測データ (2 MB／月×12ヶ月×20年)	480 MB
1000m級試錐孔調査データ (15 MB／本×35本)	525 MB
1000m級試錐孔モニタリングデータ (0.1 MB／月／本×12ヶ月×20年×35本)	840 MB
地表調査関連データ	100 MB
環境モニタリング関連データ (1 MB／月×12ヶ月×20年)	240 MB
坑道内測定データ	1,000 MB
工事関連データ	500 MB
その他	500 MB
合計	4,185 MB

2.4 原型となるデータベースの選定

2.1章の目的および2.3章のデータベースの進め方に基づき、地層科学研究データベースの原型として、地熱技術開発株式会社が開発した地下情報データベース「G★BASE」を選定した。

このデータベースは、広域地下水流动研究と超深地層研究所計画で取得が予想されている大部分のデータを管理することができ、データをテキスト形式で切り出すことができる。また、種類の異なるデータを3次元的に展開して可視化することができる。そして、G★BASEは、データベース部と検索・表示部が分離されて設計されているため、導入時点において完全に対応していないデータや、新たに取得されるデータに対しても導入後の改良で対応することができる。

3. 地層科学研究データベースシステムの構築計画

地層科学研究データベースシステム構築においては、当初4段階に分けて実施する計画であった。

(1) 第1段階

- ①過去において取得された調査データのデジタルファイル化
- ②調査データ利用のための基本機能の整備（検索、出力、ファイル結合・比較機能等）

(2) 第2段階

- ①データ利用のためのアプリケーションの整備
- ②建設工事関連データベース（調査試験工程管理・工事工程管理）の統合

(3) 第3段階

- ①他の研究フィールド（東濃鉱山および釜石原位置試験を含む）で取得されたデータや成果の取り込み

(4) 第4段階

- ①インターネットを介したデータの公開

ただし、第2段階の建設工事関連データベースとの統合については、導入するデータベースを発展させるか、別途開発して後に統合するか検討しなければならない。システム構築計画における当初の全体の概念を図3.1に示す。

地層科学研究データベースの原型である G★BASE データベースを導入後、目標に沿ったシステムとするために当初の概念について再検討を実施し、図3.2に示す概念へ変更した。システムは大きく分けて、以下の3つのデータベースより構成される。

- (1)地層科学研究データベース：「最終データ」および「背景情報」の管理
- (2)RAW データベース：「RAW データ」の管理
- (3)SITE データベース：「データ取得時の情報」の管理

RAW データとは、ある調査で取得された補正されていない試験値・測定値（1次データ）、その1次データを補正・解析等の加工を行った2次データ、また2次データに解釈を加えた3次データのことである。これらのデータを管理するデータベースが RAW データベースである。

データ取得時の情報では、同じ敷地内で複数の調査および工事が同時に並行して実施される。また、ある地点で取得された試験値・測定値は、同時に別の地点で行われている他の研究、試験や工事の影響を受けていることも考えられる。そこで、各作業の「現場での活動の記録」を保存し、同時に行われた作業を確認することを可能にするデータベースが、 SITE データベースである。

地層科学研究データベースと SITE データベースとの間、地層科学研究データベースと RAW データベースとの間にはリレーションがとられる。ユーザーは基本的に地層科学研究データベースにアクセスし、必要があれば、地層科学研究データベースから「RAW データ」や「データ取得時の情報」を得ることができるようになる。

EarthVision などの解析・モデリングソフトウェアでは、地層科学研究データベースからデータの供給を受け、解析・モデリング結果を地層科学研究データベースで管理できるようになる。また、地形図や地質図をデジタル情報として管理する機能を追加し、GIS（数値地図）グラフィックコンピュータで、地層科学研究データベースに登録されている地形図・地質図を利用できるようになる。

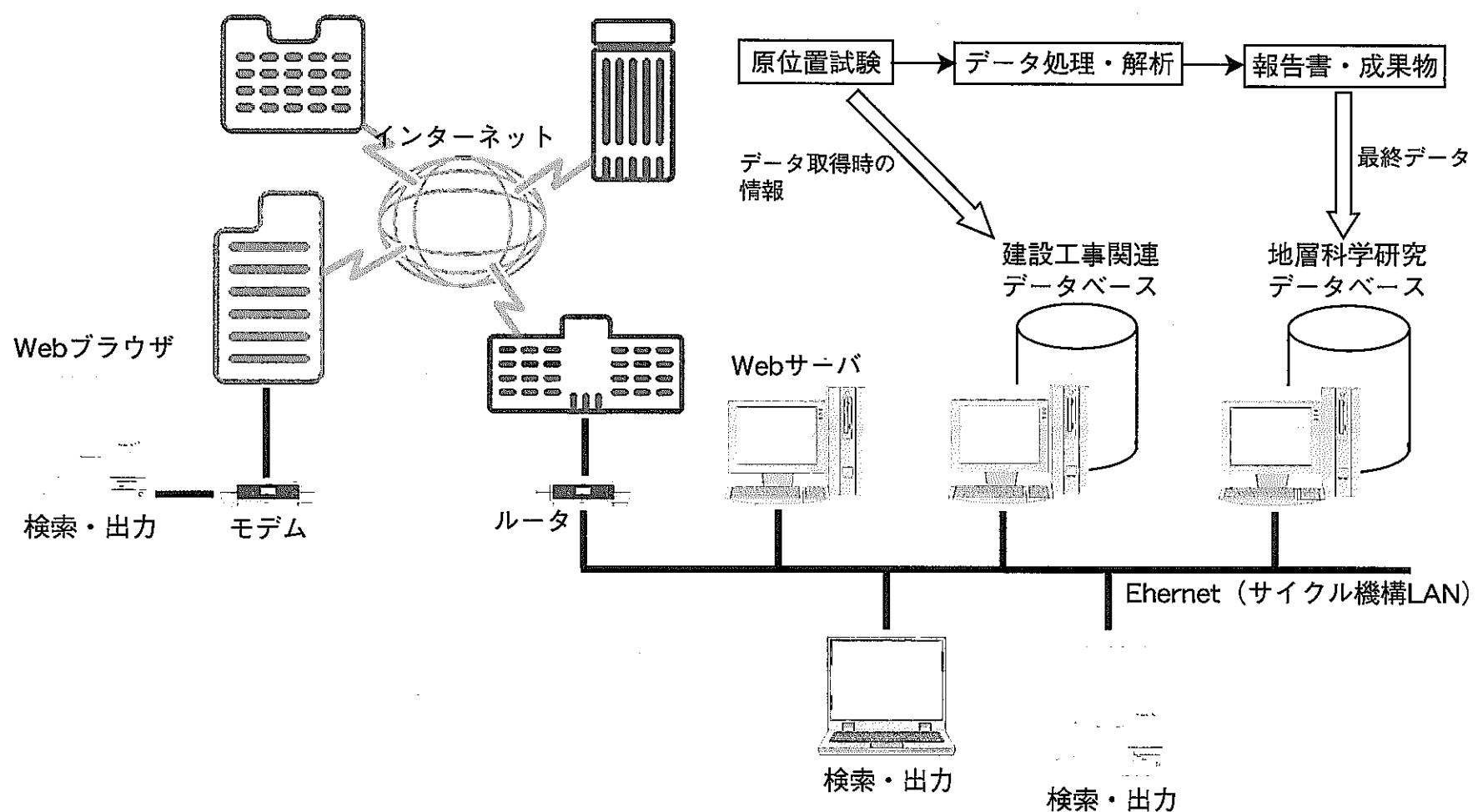


図3.1 計画当初のシステム全体の概念

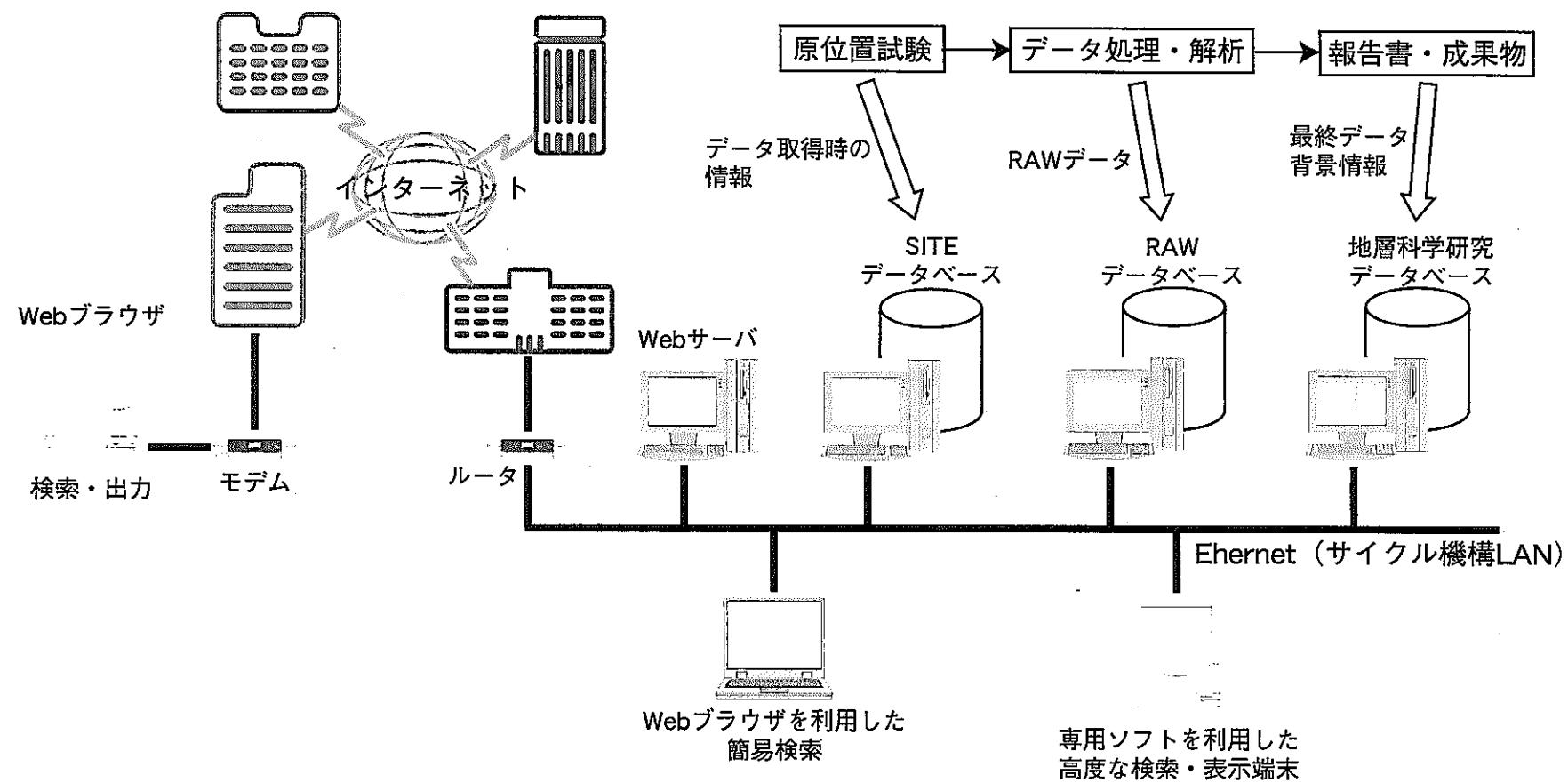


図3.2 再検討後のシステム全体の概念

4. 地層科学研究データベースシステムの概要

4.1 G★BASE の概要

G★BASE はリレーショナル型データベースであり、RDBMS (Relational Database Management System) としてオラクル社の「ORACLE」を採用している。この ORACLE はデータベース市場で 40% のシェアを獲得しており、パーソナルコンピュータからメインフレームまで機種を問わずデータベースサーバとして利用することができる。

このデータベースは、地質・物理探査・地化学調査・掘削・検層などの様々な地表・地下調査情報を管理することができる。また各データは簡単なルールで分類（キーワードを付けて管理）されるため、キーワードを工夫することで、任意のデータをスムーズに管理することができる。図 4.1.1 に G★BASE 基本システムの概要を、表 4.1.1 に G★BASE で扱える主なデータを示す。

表 4.1.1 G★BASE 基本システムで扱える主なデータ

データの種類	データの例
深度情報	試錐孔の孔曲がり 検層 逸水（イベント） 水理試験結果 室内岩芯試験結果
時系列情報	長期モニタリングデータ 気象、蒸発量、河川流量
2 次元平面情報	標高データ 断層、不連続面
3 次元分布情報	物理探査データ
ポリゴン情報	河川、道路、地図情報 地質図（デジタル） リニアメント
ベクトル情報	地下水流速
イメージ情報	衛星画像 地質図（画像）

表示・検索のアプリケーションは、画面上でマウスを使った簡単な操作（キーワードや表示体裁をマウスでクリックして選択）により、地質柱状図・検層図・2次元（平面・断面）マップ・3次元マップ・時系列データなど様々な体裁で表示でき、また異なる複数種のデータを重ね合わせて表示することができる。更に、データをファイルにダウンロードすることも容易である。

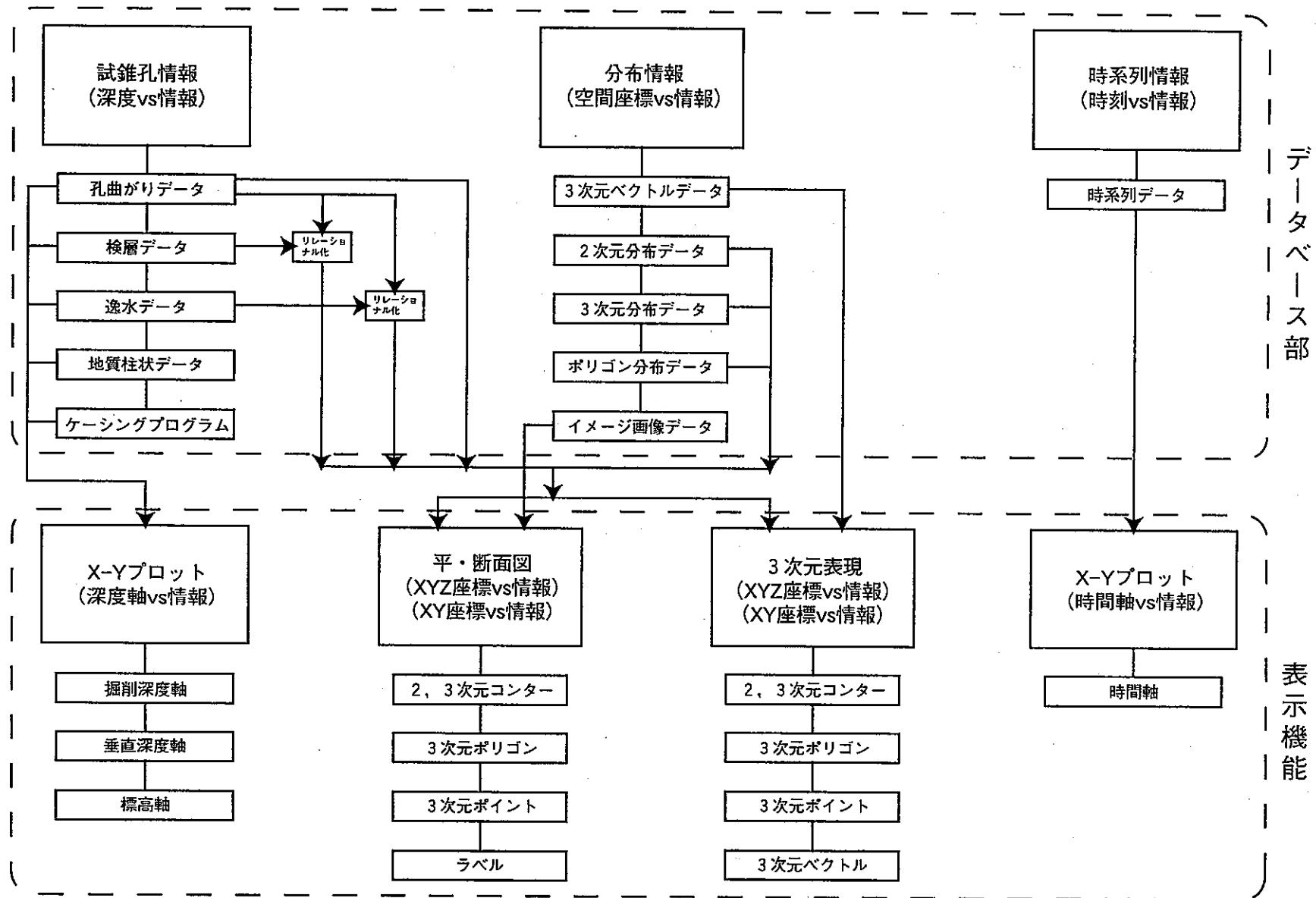


図4.1.1 G★BASE基本システムの概要

4.2 改良の概要

現在の地層科学研究データベースは、原型とした G★BASE に以下の機能を付加した。

(1)背景情報テーブル

データ取得背景や RAW データに関する情報管理テーブルを追加した。すべてのデータテーブルに対し、以下の情報が入力できるように改良した。

- ・測定、試験実施の責任者
- ・データの解析者
- ・測定、試験実施会社
- ・測定、試験に用いた装置、機材
- ・測定、試験の実施方法
- ・測定、試験の報告書名、番号等
- ・データを利用した論文および発表
- ・RAW データの保管場所
- ・測定機器等のキャリブレーションに関する情報
- ・解析過程等で利用したファイル等の保存場所
- ・各測定値の補正に関する情報
- ・測定、試験実施時のサイトの状態
- ・その他特記事項

(2)試錐孔プロパティデータテーブル（文字列）

基本システムには、試錐孔の地質情報用の地質情報テーブルが存在するが、これは試錐孔1つに対し、1つの情報しか管理することができない。1つの試錐孔に対して複数の情報が管理できる試錐孔プロパティデータテーブル（文字列）の追加を実施した。

これにより1つの試錐孔に対して複数のデータ管理が可能となり、岩芯の詳細な特徴を管理することができるようになった。

(3)試錐孔プロパティデータテーブル（数値列）

主に試錐孔内の岩石物性値（透水係数、孔隙率など）の管理に適したテーブルの追加を実施した。基本システムの既存テーブルでは、各試錐孔の物性を管理する方法として、

- ①検層データ登録用テーブル
- ②イベントデータ登録用テーブル

があるが、①は1深度に対して数値データを1つ管理でき、②は1つの深度区間にに対して

1つの数値データを管理することができる。岩石の物性値の管理を行う場合、対象深度区間にに対して1つの物性値を管理するときは②の形式が適切だが、基本システムでは複数のデータを管理することができなかつたため、これらを管理できるように改良した。

(4)試錐孔内の時系列データテーブル

基本システムでの時系列データテーブルでは、孔口（または孔内の1ヶ所）で観測された時系列データしか管理できなかつたため、キーワードに観測深度を指定できるように時系列データテーブルを追加した。

(5)研究坑道の試験、測定データテーブル

基本システムでは、坑道で取得されたデータをデータベースに管理することができないため、以下に示す坑道情報のテーブルを追加した。

- ・坑道ヘッダー
- ・坑道測量データ
(坑道の分布に関するデータ)
- ・坑道内ステーションデータ
(坑道から試錐孔を掘削する場合、掘削基地の位置や規模等に関する情報を管理)
- ・坑道内時系列ステーションデータ
(坑道内で地下水の湧水量などの観測点設置場所の位置や規模等に関する情報を管理)
- ・坑道プロパティデータ (文字列／数値列)
(試錐孔データと同様な情報を管理)
- ・坑道内ベクトルヘッダー
(試錐孔ベクトルデータと同様な情報を管理)
- ・坑道地質
(試錐孔地質データと同様な情報を管理)

4.3 現在のシステム構成

現在のシステム構成の概要を図 4.3.1 に示す。再構築後のシステム全体の概念の図 3.2 と比較すると、インターネットの Web サーバ、RAW データベース、SITE データベースをシステムに設置しておらず、現在、試運用または設計・構築中である。

地層科学研究データベースはサイクル機構 LAN に接続しており、BASEMAP（検索・表示システム）をインストールしているパソコンからデータの検索や 2 次元または 3 次元表示を実施することができる。所有するユーザー数の関係で BASEMAP を利用できるパソコンは 3 台である。

イントラネットサーバに関しては、インターネットを介したデータ公開の準備として、サイクル機構 LAN に接続しているパソコンからイントラネットで Web ブラウザを利用した簡易検索を可能にし、試運用を実施している。

また、モデル化や解析などに使用するデータセットを作成するためには、多種多様なデータが必要である。効率的な検索と出力を実施するために、検索に関しては SKB の GEOTAB データベースのテーブル構造を再調査し、出力に関しては利用者の聞き取り調査を実施した。その結果、検索に関しては、分野（試錐、地質、水理、地球化学、岩盤力学および物質移行）、種類、タイプの順番に複数のデータを一度に選択することを可能にした。また、出力に関しては、利用者ごとに出力する項目を選択でき、その項目の順番や形式を自由に設定し、テキストファイルに出力することを可能にした。

RAW データベースに関しては、従来、調査担当者個人で保管・管理しているデータ（日報、RAW データ、中間報告書等）を一括に管理サーバで保管・管理することにより、RAW データベース設計のための調査を実施している。この管理サーバでは、試錐調査を通して作成される文書（調査日報、中間報告書等）や取得・解析されるデータ（測定データ、解析値等）を分野ごとに分類して管理している。そして、調査日報のような紙で提出される文書についてはデジタル（pdf 形式）に変換し、測定データのようなデジタルで提出されるデータについては提出される形式で管理している。また、データ管理の観点から、デジタルファイルの登録・更新・削除を各個人で行ってしまうとデータ管理の統一性を失ってしまう。このため管理者のみに登録・更新・削除の権限を与え、それ以外の利用者は参照のみの権限である。

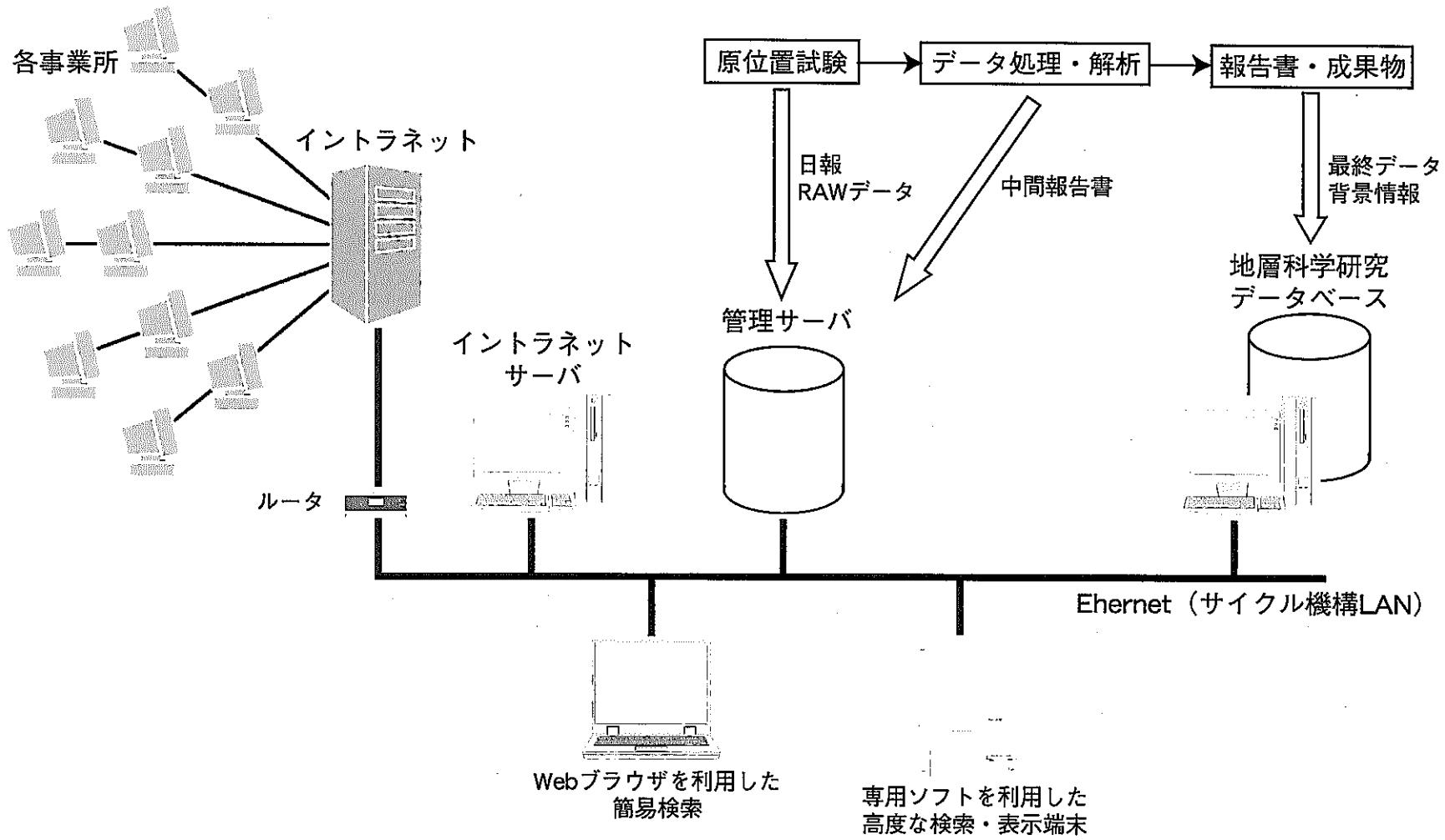


図4.3.1 現状のシステムの概要

5. 現在の運用状況

5.1 地層科学研究データベース

地層科学研究データベースでは、広域地下水流动研究および超深地層研究所計画で取得された測定データの解析・解釈後の最終データとその背景情報を管理している。地層科学研究データベースで管理している主なデータの種類と項目を表 5.1.1 に示す。

表 5.1.1 地層科学研究データベースにおける主なデータの種類と項目

	種類		項目
空間分布情報	地質	標高	土岐花崗岩中の断層下盤境界面 土岐花崗岩中の断層上盤境界面
		空中磁気探査	IGRF ^{註1)} 残差平面図
	物理探査	重力探査	ブーゲー異常
		標高	10km 四方 12km 四方 各周辺地域
	地表		
	試錐孔情報	位置情報	試錐孔の座標等
		掘削状況	掘進率、ビット荷重、逸水量等
		地質柱状図	試錐孔の地質柱状
		岩芯記載事項	試錐孔の岩芯記載
	岩芯室内試験	物理試験	空隙率、カサ比重等
		力学試験	一軸圧縮強度、引張強度等
		熱特性測定	熱伝導率、比熱等
		帯磁率・比抵抗測定	帯磁率、比抵抗
		AE/DRA 法	初期応力
	物理検層		電気検層、温度検層等
	BTV 計測		不連続面
	水理試験		間隙水圧、透水係数等
	物理化学パラメータ		pH、酸化還元電位等
	地下水分析		同位体、化学成分定量等
時系列情報	地下水位		東濃鉱山周辺の試錐孔
	河川流量		東濃鉱山周辺の河川
	正馬様気象		気温、降水量、湿度等
坑道情報	位置情報		坑道の座標等
	地質柱状図		坑道内地質柱状
	坑道内試錐孔		時系列情報等

註 1) IGRF は International Geomagnetic Reference Field の略

5.2 管理サーバ

管理サーバでは、試錐孔 MIU-4 号孔の調査で取得・解析されたデータと、調査日報や中間報告書等の提出資料を一括に管理している。これらのデータの検索・出力を考慮して、分野別（共通、試錐、地質、水理、地球化学および岩盤力学）に管理している。管理サーバで管理している主なデータの種類と項目を表 5.1.2 に示す。

表 5.1.2 管理サーバにおける主なデータの種類と項目

分 野	種 類	項 目
共通	電子メール	
	FAX	
	議事録	
	現場写真	
試錐	試錐日報	
	掘削パラメータ記録	
	傾斜・方位測定記録	
	孔内水測定記録	
	廃水記録	
地質	岩芯観察	観察日報、岩芯写真、速報、中間報告書等
	物理検層	日報、速報、中間報告書等
	BTB 調査	日報、速報、中間報告書等
	室内試験	日報、速報、中間報告書等
	Field Report	速報
水理	水理日報	
	品質管理	
	速報	
	中間報告	
	MP 観測データ	MIU-1,2 と AN-1,3 の観測データ
地球化学	作業日報	
	掘削水分析	pH、電気伝導度電極のチェック結果等
	河川水分析	日報、週報、月報等
	揚水試験化学分析	日報、週報、月報等
岩盤力学	室内試験速報	
	中間報告	
	最終報告	

6. 考察

現在の地層科学研究データベースは、管理しているデータの履歴（RAW データから最終データまでの変遷）を追跡できないことが最も大きな課題として残されている。2 章で示したサンディア国立研究所が掲げる品質保証プログラムにおける重要要素を、現状のシステム運用に当てはめてみると次の通りである。

- (1) 最終結果のデータのみ管理しており、RAW データや途中経過のデータを管理しておらず、これらのデータは、各調査担当者が所有している。
- (2) 最終結果から RAW データまでの履歴を辿ることはできず、追跡性と透明性は十分に担保していない。
- (3) 管理サーバの設置により、最近実施され取得されたデータの技術的文書やコメントを一括に管理しているが、過去の技術的文書やコメントが管理しておらず、審査性は機能していない。
- (4) 再現性は、検索手順が同じであれば、同一な検索結果を取得することができる。
- (5) データ登録後バックアップを実施しているので、何らかの障害が発生してもバックアップ時点までデータの修復を実施することができる。

このように、システム運用の現状を重要要素に当てはめると、追跡性・透明性・審査性において十分に機能していないと言える。

7. 今後の課題

4.3 章の現在のシステム構成で述べたように、公開を容易にするためのインターネットの Web サーバ、追跡性・透明性・審査性を確保するための RAW データベース、SITE データベースを追加することが今後の大きな課題である。以下に各システムを構築する場合の注意点や課題について述べる。

Web サーバ構築では、インターネットを介してデータの公開を実施する場合、不特定多数のアクセスが考えられる。データの悪用や一人歩きを防止するために、公開するデータの項目や種類を決定し、各データに順位を付ける。さらにパスワードによってアクセスする利用者の制限を行う。データの順位の例として、グラフと画像を A ランク、そのグラフと画像の数値または解析データを B ランク、その解析データの RAW データを C ランクというように順位を付ける。そしてパスワードによって、どのランクまで閲覧できるかを区別する。

RAW データベースでは、2.3 章のデータベース構築の進め方と同様に、RAW データベースに登録する RAW データの項目と種類（画像、数値、文字等）を洗い出さなければならぬ。そして、利用面においては RAW データの検索手順や出力方法について検討しなければ

ならない。また、地層科学研究データベースと連動することにより、最終結果のデータから RAW データまでの履歴を辿れるようになり、データの品質保証（追跡性・透明性・審査性）が強化される。

参考文献

- SKB : Description of geological data in SKB's Database GEOTAB Version2, SKB Technical Report 91-01 (1991)
- SKB : Description of geophysical data in the SKB Database GEOTAB Version2, SKB Technical Report 91-02 (1991)
- SKB : Description of tracer data in SKB's database GEOTAB Version1, SKB Technical Report 91-05 (1991)
- SKB : Description of background data in the SKB GEOTAB Versin2, SKB Technical Report 91-06 (1991)
- SKB : Description of hydrogeological data in SKB's database GEOTAB Version2, SKB Technical Repore 91-07 (1991)
- SKB : GEOTAB. Overview, SKB Technical Report 92-01 (1992)
- SKB : Aspo Hard Rock Laboratory Annual Report, SKB Technical Report 96-06 (1995)
- SKB : Aspo Hard Rock Laboratory Annual Report, SKB Technical Report 99-10 (1998)
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY CARLSBAD AREA OFFICE : QUALITY ASSURANCE PROGRAM DOCUMENT, CAO-94-1012, REVISION3 (1999)
- 地熱技術開発(株)：貯留層評価のためのデータベースシステム“G★BASE” の開発, 日本地熱学会平成 6 年度学術講演会要旨集 (1994)
- 地熱技術開発(株)：Graphical User Interface for TOUGH/TOUGH2 – Development of Database, Pre-Processor, and Post-Processor, Proceeding of the TOUGH Workshop '95, Lawrence Berkeley Laboratory, University of California (1995)
- 地熱技術開発(株)：貯留層評価のためのデータベースシステム“G★BASE” の開発(2), 日本地熱学会平成 7 年度学術講演会要旨集 (1995)
- 地熱技術開発(株)：地熱データベースシステム「G★BASE」を利用した葛根田地熱地域の地下構造解析
- 地熱技術開発(株)：Subsurface Interpretation based on MT Two-Dimensional Analyses Using Geothermal Database System “G★BASE”, Abstracts, 13th Workshop on Electromagnetic Induction in the Earth (1996)
- 動燃事業団：超深地層研究所計画 平成 8 年度調査研究報告書 PNC TN7410 97-042 (1997)
- サイクル機構：超深地層研究所計画 年度報告書（平成 9 年度） JNC TN7400 99-003 (1998)
- サイクル機構：超深地層研究所－地表からの調査予測研究段階計画－ 平成 10 年度, 11 年度研究計画書（技術報告） JNC TN7410 99-004 (1998)

サイクル機構：超深地層研究所計画 年度計画書（平成 10 年度）JNC TN7410 98-002 (1998)
サイクル機構：超深地層研究所計画 年度報告書（平成 10 年度）JNC TN7400 2000-001 (1999)

參 考 資 料

参考資料 1

G★BASE の基本システム

1. 管理データの種類

1.1 試錐孔情報

試錐孔の掘削深度に対して存在するデータを管理でき、その種類を以下に示す。

- ・孔曲がりデータ
- ・検層データ（イメージ画像を除く）
- ・イベントデータ
- ・地質柱状データ
- ・キャッシングデータ

1.2 分布情報

2次元、3次元空間上に展開されるデータを管理でき、その種類を以下に示す。

- ・2次元分布データ
(XY 座標に対して数値・文字データが存在するもの)
- ・3次元分布データ
(XYZ 座標に対して数値・文字データが存在するもの)
- ・3次元ポリゴンデータ
(連続する XYZ 座標データを結ぶ多角形や曲線を表現するもの)
- ・3次元ベクトルデータ
(XYZ 座標に対して XYZ 方向へのベクトル値が存在するもの)
- ・イメージ画像データ

ここで、X,Y 座標は水平方向の座標系（基準点は任意）で X が東方向（単位:m）、Y が北方向（単位:m）で、Z 座標は標高（単位:m）である。

1.3 時系列情報

時刻に対して存在するデータを管理でき、その種類を以下に示す。

- ・時系列データ
(時刻に対して数値データが存在するもの)

2. 検索・表示機能

管理されている各種データは、アプリケーションの検索・表示機能でデータのマッピングやグラフの表示、データのダウンロードが可能である。操作が簡単な GUI (Graphical User Interface) を備えているため、マウスで必要なデータのキーワードをクリックしていくことによりデータを検索することができる。

2.1 X-Y プロット（深度軸）

1.1 で示した試錐孔データを以下の軸に対してプロットすることができ、また複数のデータ列を対比することができる。

- ・掘削深度軸
- ・垂直深度軸
- ・標高軸

2.2 平・断面図

1.2 で示した情報の内、2次元分布データ、3次元分布データ、3次元ポリゴンデータ、イメージ画像データに関して以下の体裁で表示でき、また複数のデータ列を対比することができる。

- ・3次元コンターマップ
 - (3次元分布データについて任意の標高／位置での平面図、断面図が可能)
- ・2次元コンターマップ
 - (2次元分布データを3次元センターを表現している平面図、断面図上に投影可能)
- ・3次元ポリゴン
 - (任意標高の平面図上に連続直線、多角形などでポリゴンを表示可能)
- ・3次元ポイント
 - (3次元分布データについて任意標高／位置の平面図、断面図上にデータの位置および数値の大きさを円およびその大きさで表現可能)
- ・ラベル
 - (平面図上に地名などのラベルを表現可能)

また、試錐孔データの内、孔曲がりデータ、各種検層データと逸水データについても3次元展開し、他のデータと同時に表示することで対比することができる。

2.3 3次元表現

1.2で示した情報の内、2次元分布データ、3次元分布データ、3次元ポリゴンデータ、3次元ベクトルデータに関して以下の体裁で表示することができる。

- ・3次元コンターマップ

(3次元分布データについて、その物理量を色で表現し、また任意の領域を切り取って表現可能)

- ・2次元コンターマップ

(2次元分布データについて、鳥瞰図で表現可能)

- ・3次元ポリゴン

(連続直線、多角形などでポリゴンデータを表現可能)

- ・3次元ポイント

(3次元分布データの位置および数値の大きさを円およびその大きさで表現可能)

- ・3次元ベクトル

(3次元ベクトルデータに関して、その方向、大きさを矢印で表現可能)

2.4 X-Yプロット（時間軸）

1.3で示した情報を以下の軸に対してプロットすることができる。

- ・時間軸

参考資料 2

各年度における開発・改良報告の概略

1. 平成 8 年度

地層科学研究データベースの検討・調査を実施した。その結果、原型となるデータベースとして地熱技術開発株式会社が開発した G★BASE、データベースの入力システムの GIODIOS と検索・表示システムの BASEMAP を導入した。そして、G★BASE と BASEMAP は富士通株式会社製の SUN 4/20、GIODIOS は同社製の FMV-5200T にインストールし、サイクル機構 LAN に接続後、運用準備を開始した（図 1 参照）。

2. 平成 9 年度

各研究者個人で保管・管理していたデータと報告書を用いて、地層科学研究データベースの仮運用を実施した。その結果、G★BASE の基本システムにおける既存テーブルでは管理しにくいデータが存在することが判明したので、新規にテーブルを作成し、地層科学研究データベースの機能追加を実施した。

既存テーブルの項目では、データ取得時の状況や解析過程の情報の管理によりデータ品質を保証することが地層科学研究データベースにおいて不十分であったため、新規に背景情報のテーブル（DATA_INF）を作成した。この DATA_INF テーブルの項目は以下の通りである。

- ・ 測定、試験実施の責任者名
- ・ データの解析者
- ・ 測定、試験の実施会社
- ・ 測定、試験に用いた装置、機器
- ・ 測定、試験の実施方法
- ・ 測定、試験の報告書名、番号等
- ・ データを利用した論文および発表
- ・ RAW データの保管場所
- ・ 測定機器等のキャリブレーションデータに関する情報
- ・ 解析過程等で利用したファイル等の保存場所
- ・ 各測定値の補正に関する情報
- ・ 測定、試験実施時のサイトの状態
- ・ その他の特記事項

そして、この DATA_INF テーブルを、全てのデータテーブルに関連付けている。

試錐調査における岩芯記載、岩芯室内試験、水理試験、化学分析のデータを管理するテーブルを新規に作成した。これらのデータは、試錐孔内のある深度区間に對しての記載（文字形式）あるいは測定値（数値形式）である。文字形式の場合、文字データのヘッダー情報を管理する PROP_DATA_HDR_C テーブル、文字データを管理する PROP_DATA_C テーブルを作成した。同様に数値形式の場合も、数値データのヘッダー情報を管理する PROP_DATA_HDR_N テーブル、数値データを管理する PROP_DATA_N テーブルを作成した。

既存テーブルには、原位置における水理試験の圧力測定や物理化学パラメータ測定のような試錐孔内の複数の深度区間で取得される時系列データを管理するためのテーブルが対応していないため、新規に時系列データのヘッダー情報を管理する WELL_TS_HDR テーブル、時系列データを管理する WELL_TS_DATA テーブルを作成した。

これらの新規テーブルの作成により、各テーブルに対して BASEMAP (検索・表示システム) と GEODIOS (入力システム) の機能を追加した。さらに、ボアホールテレビ計測により検出された孔内岩盤亀裂情報の表示機能が存在しないため、AVTD (Azimuth Versus Traverse Distance plots) 法による傾斜方位の分散図作成機能を BASEMAP に追加した。

データの第三者への公開を容易にするための準備段階として、Macintosh 用 PC 版の簡易検索・表示システムの開発を実施した。これは、サイクル機構 LAN に接続している Macintosh の PC にこのシステムをインストールすることにより、地層科学研究データベースで管理しているデータを簡易的に検索・表示することができる。また当時、所有しているユーザー数の関係で BASEMAP を利用できるシステムが 1 台しかなかった。地層科学研究データベースの利用促進のために、Windows 用 PC 版の BASEMAP を 3 ユーザー新規に導入し、これらをサイクル機構 LAN に接続した (図 2 参照)。

3. 平成 10 年度

Macintosh 版の簡易検索・表示機能の強化として、インターネットを利用し、サイクル機構 LAN に接続している多数のパーソナルコンピュータから利用者側のコンピュータの機種を特定することなく、同時に地層科学研究データベースにアクセスすることを可能にした。また、地下の研究坑道で実施される試験や測定で取得されるデータを管理する機能、解析アプリケーションとのデータ共有を地層科学研究データベースに追加した。

インターネットを利用した地層科学研究データベース検索ソフトウェアを構築し、インターネットサーバをサイクル機構 LAN に接続した (図 3 参照)。これは、利用者がサイクル機構 LAN に接続しているパーソナルコンピュータの一般的な Web ブラウザソフト (Internet Explorer, Netscape Navigator) を使用し、地層科学研究データベースで管理してい

るデータを簡易的に検索・表示するものである。検索方法は、試錐孔、分野、項目の順番に選択し、最終的に1個のデータを絞り込む。検索から表示・出力までの流れを簡潔にまとめると、サイクル機構 LAN に接続しているパーソナルコンピュータの Web ブラウザを利用し、インターネットサーバにアクセスする。地層科学研究データベース検索画面が表示され、画面に従って検索を実施すると、その検索要求情報をインターネットサーバに送信する。インターネットサーバは、受信した検索要求情報を SQL 言語に変換し、地層科学研究データベースに送信する。地層科学研究データベースは、受信した検索要求情報をもとにデータを検索し、その検索結果をインターネットサーバに送信する。インターネットサーバは、受信した検索結果を Web ブラウザに表示させる。また、利用者は必要に応じて、検索結果をテキストファイル (csv 形式) に出力することができる (図4 参照)。

超深地層研究所計画の第2段階（立坑掘削）に備えて、地下の研究坑道で取得される試験・測定データを管理するテーブルを地層科学研究データベースに新規に作成し、検索・表示する機能を付加した。管理するデータ項目は、以下の6項目である。

- ・ 研究坑道の情報（名称、形状（断面径、断面形状））
- ・ 研究坑道の測量データ
- ・ 坑道内の試験、測定の計測点の情報
- ・ 計測点での試験、測定データ
- ・ 坑道内試錐孔の情報
- ・ 坑道内試錐孔での物理検層、測定データ

これら新規テーブルの作成により、各テーブルに対して BASEMAP と GEODIOS の機能も追加した。そして、検索する手順を坑道の選択、計測点あるいは坑道内試錐孔の選択、データの選択という順番でデータの絞り込みを行う。

解析アプリケーションとのデータの共有では、地質環境データ解析・可視化システムで利用できる形式のファイルを出力する機能を追加した。また、地質環境データ解析・可視化システムで計算された解析結果、および地質モデルを管理する機能を地層科学研究データベースに追加した。

4. 平成11年度

本年度は、地層科学研究データベースの開発・改良を実施していない。

5. 平成12年度

分野別にデータを検索する方法と、その検索結果を任意の項目・順番・形式でテキストファイルに出力する方法の2点について、地層科学研究データベース検索ソフトウェアの

改良を実施した。また、RAW データベースの前身である試験や測定で取得されるデータや提出される資料を管理する大容量のハードディスク（以下、管理サーバと称す）をサイクル機構 LAN に接続した（図 5 参照）。

平成 10 年度に開発した地層科学研究データベース検索ソフトウェアを運用していたが、解析担当者から検索・出力方法に関して指摘があった。それは、モデル化や解析などに使用するデータセットを作成するためには、多種多様なデータが必要である。現状の検索・出力方法では必要なデータの個数回、検索・出力を繰り返すことになり非効率的である。これらの点を解消するために、検索に関しては SKB の GEOTAB データベースのテーブル構造を再調査し、出力に関しては利用者の聞き取り調査を実施した。その結果、検索に関しては、分野（試錐、地質、水理、地球化学、岩盤力学および物質移行）、種類、タイプの順番に複数のデータを一度に選択することを可能にした。また、出力に関しては、利用者ごとに出力する項目を選択でき、その項目の順番や形式を自由に設定し、テキストファイルに出力することを可能にした（図 6 参照）。

管理サーバは、試錐孔 DH-12,DH-13,MTU-4 号孔の試錐調査を通して作成される文書（調査日報、中間報告書等）や取得・作成されるデータ（測定データ、解析値等）を管理するものである。データの管理方法は分野ごとに分類（図 7.1 参照）し、さらに種類（図 7.2 参照）ごとにまとめている。調査日報のような紙で提出される文書についてはデジタル（pdf 形式）に変換し、測定データのようなデジタルで提出されるデータについては提出されたデジタル形式で、管理サーバで管理している。これらのデジタルファイル名はコード化しているので、一覧表を作成し、その一覧表にはデータのヘッダー的情報を記載している。また、データ管理の観点から、デジタルファイルの登録・更新・削除を各個人で行ってしまうとデータ管理の統一性を失ってしまう。このため管理者のみに登録・更新・削除の権限を与え、それ以外の利用者は参照のみの権限である。

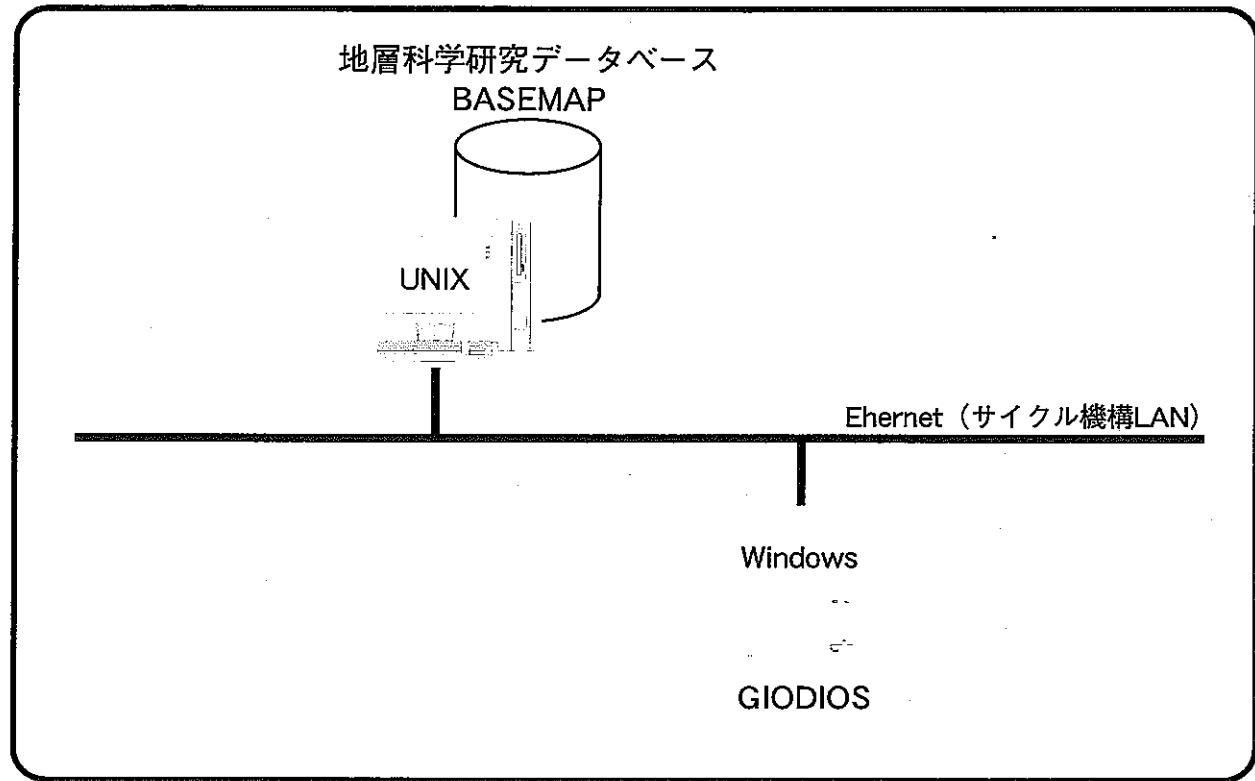


図1 平成8年度のシステム状況

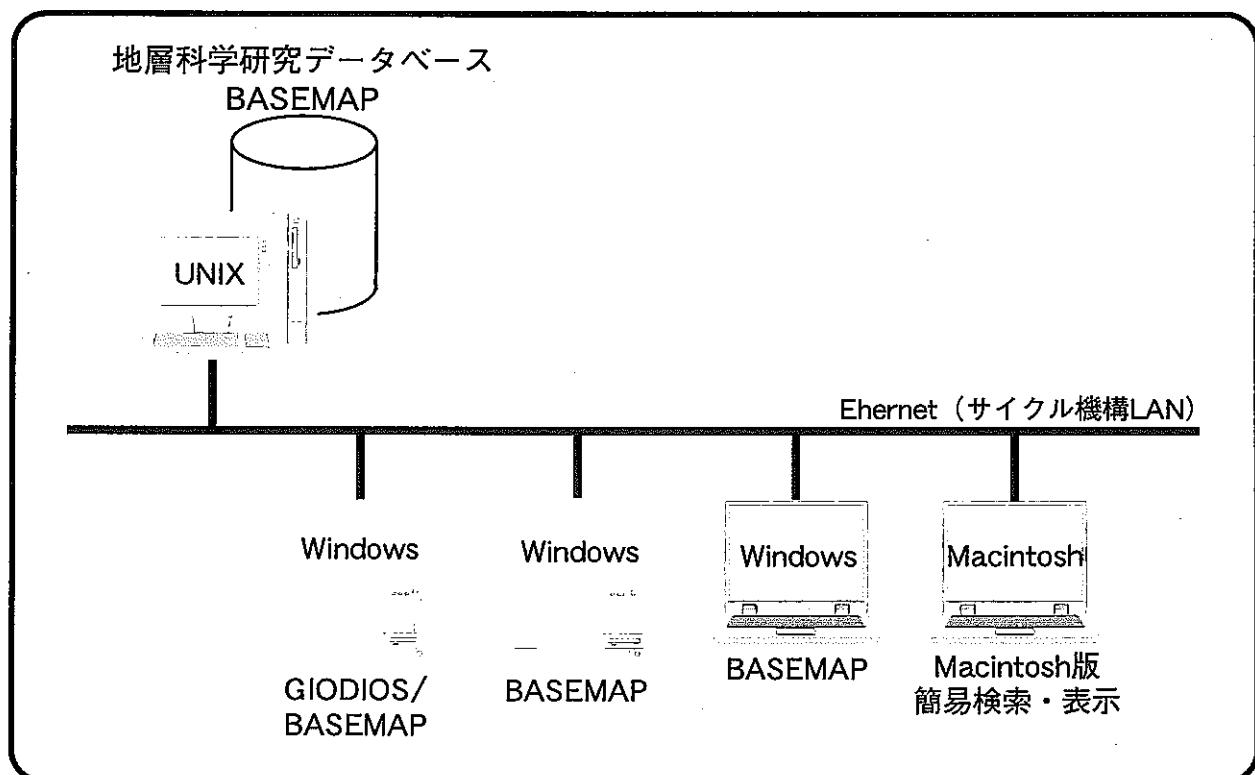


図2 平成9年度のシステム状況

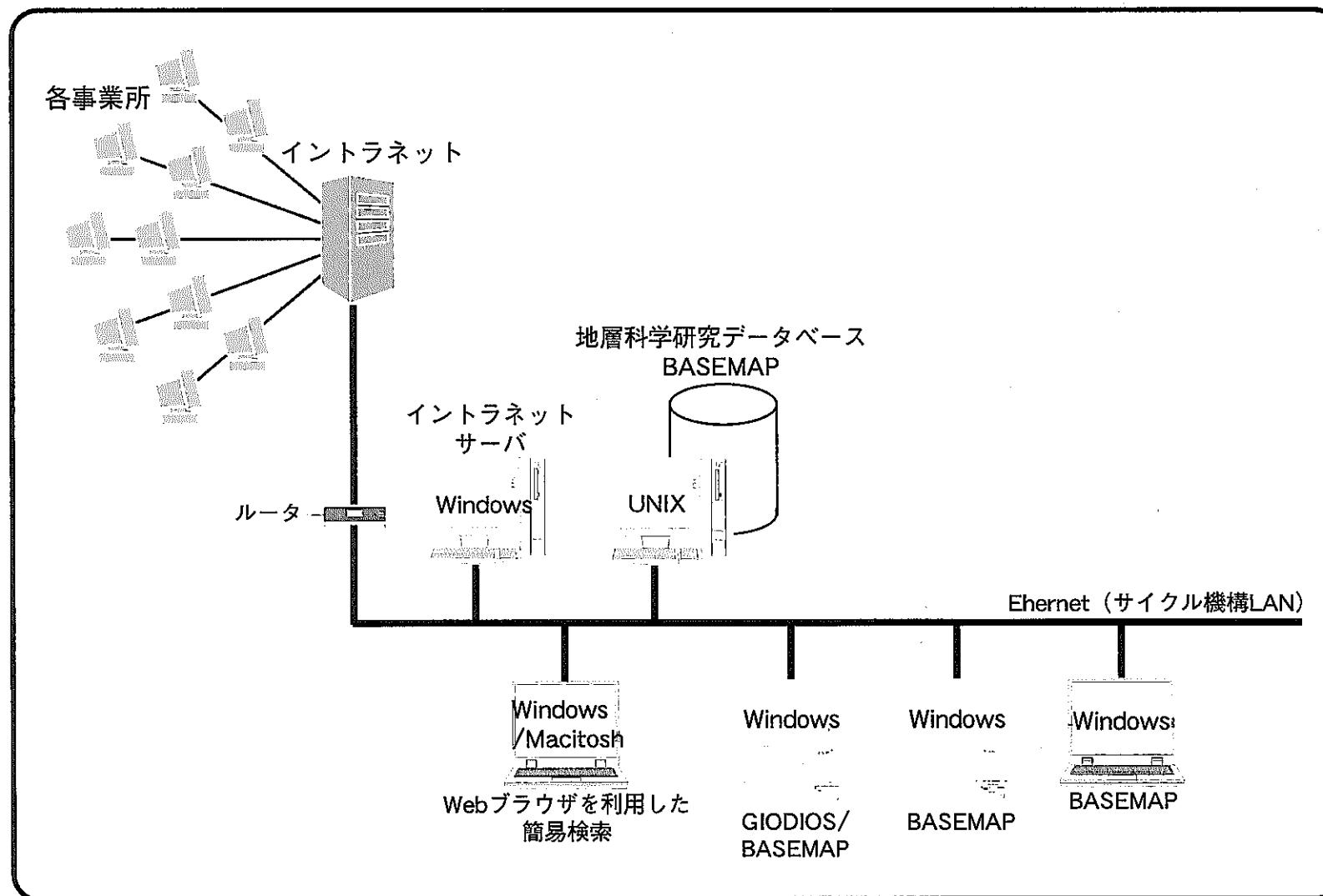


図3 平成10年度のシステム状況

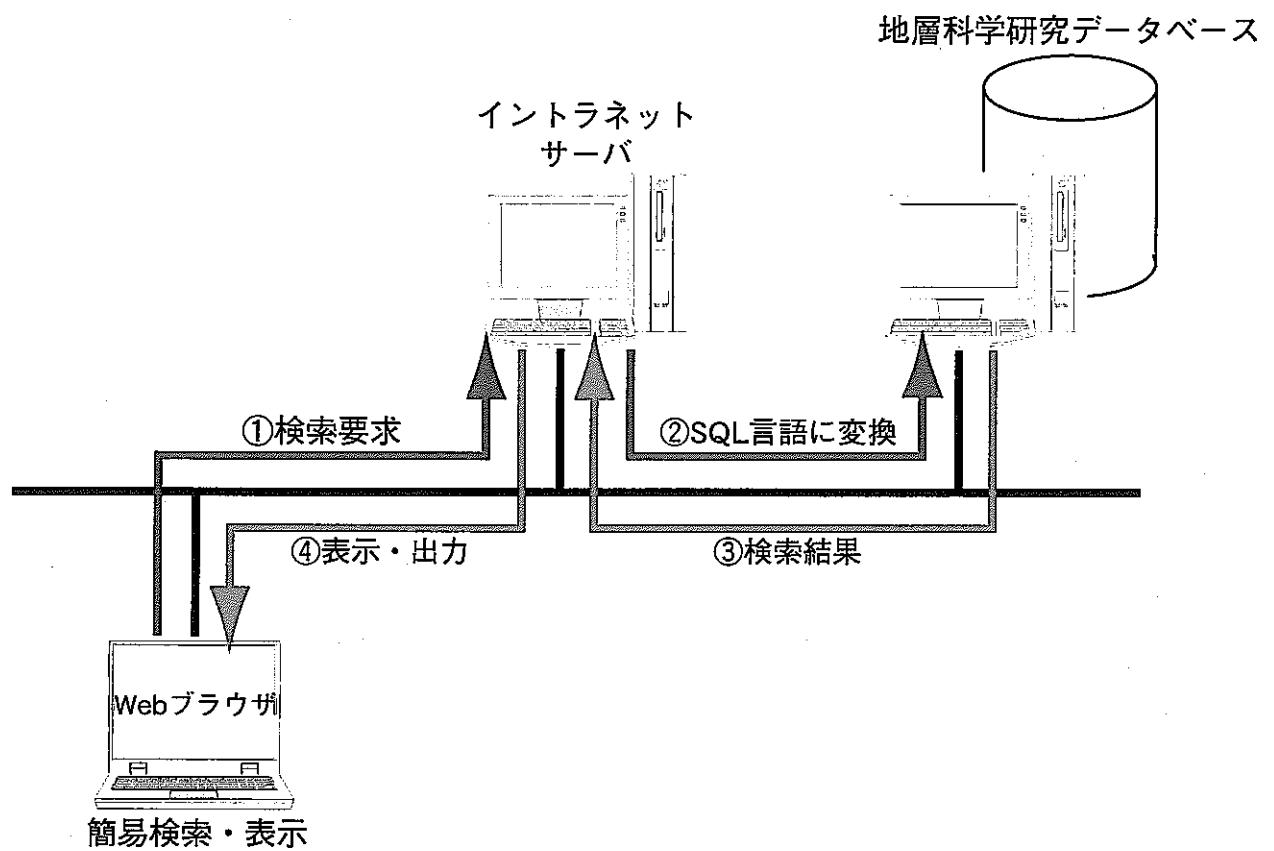


図4 検索から検索結果表示までの流れ

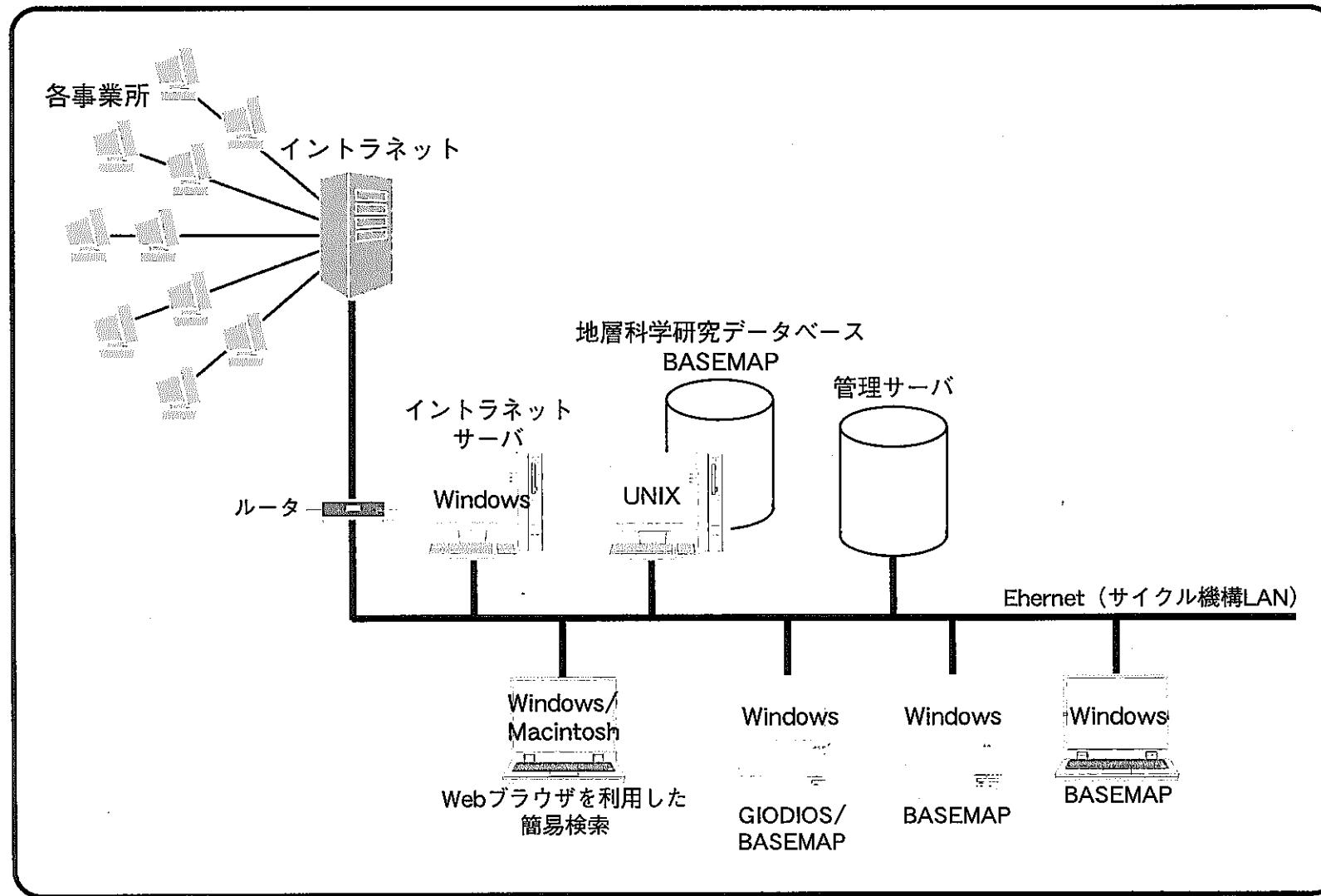


図5 平成12年度のシステム状況

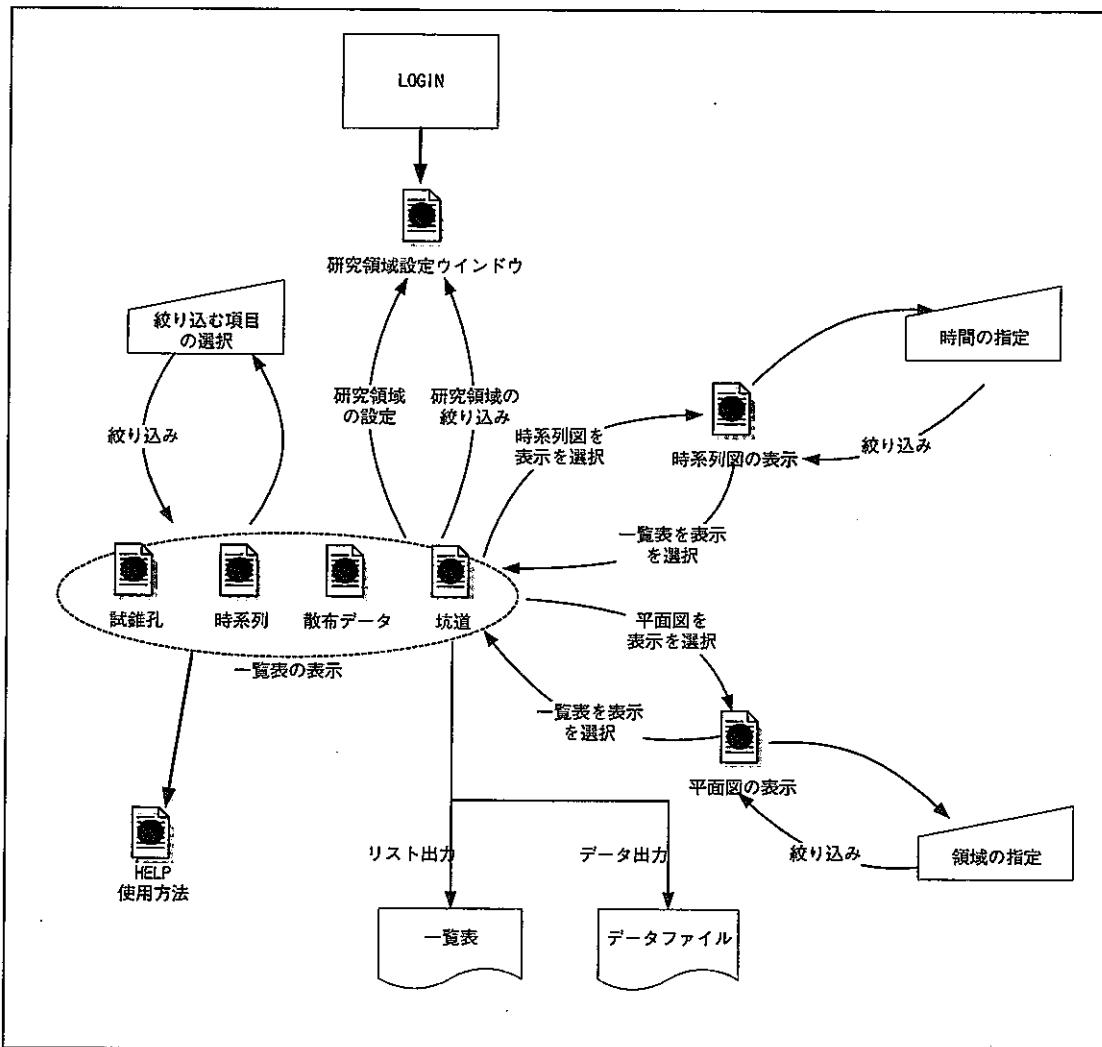


図6 全体の流れ

MIU-4号孔の管理サーバ

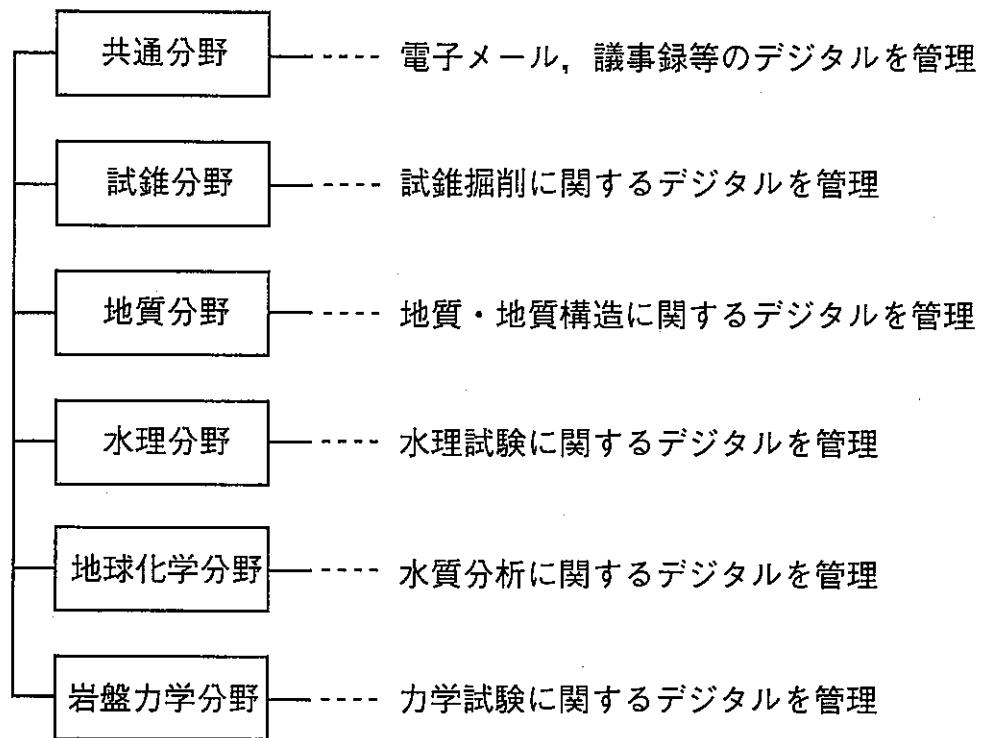


図7.1 MIU-4号孔管理サーバの全体構成

地質分野

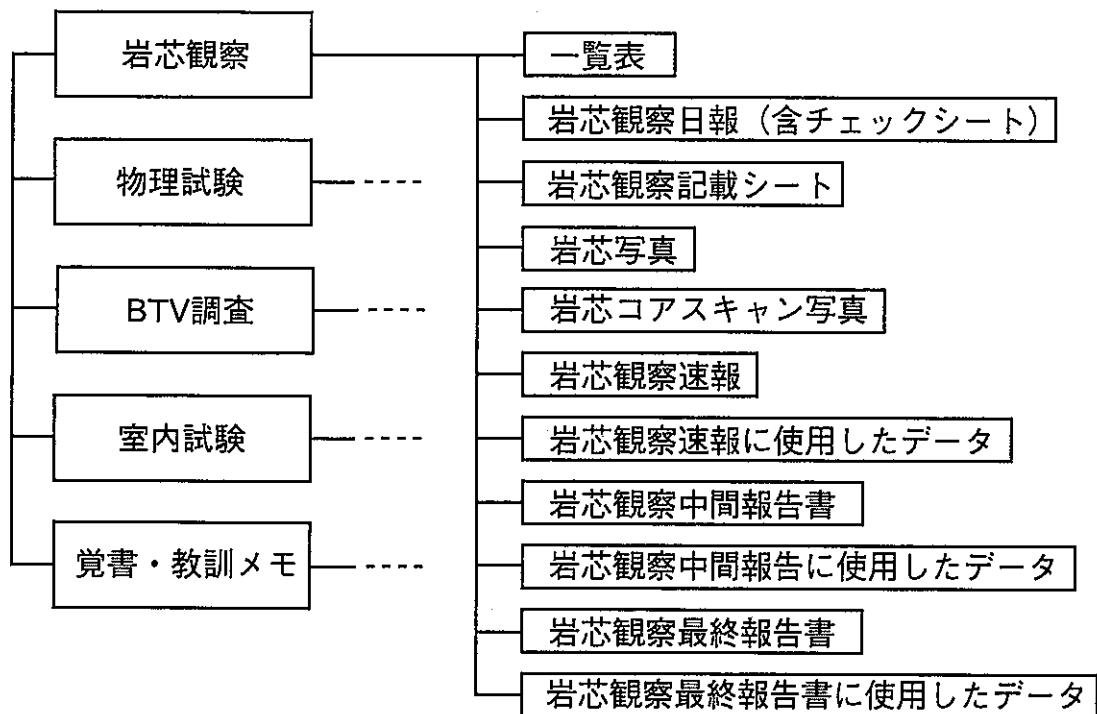


図7.2 地質分野の構成（岩芯観察の場合）