

登録区分
変更表示

PNC PJ1201 92-002

本資料は2001年11月04日付で

登録区分変更する。

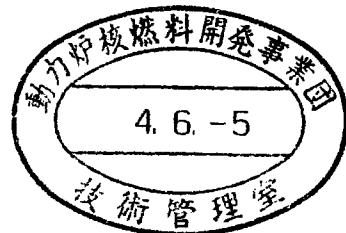
[東海事業所技術情報室]

地層処分におけるCAEシステムの開発研究(その2)

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)

概 要

1992年2月



株式会社 大林組

登録区分

変更表示

PNC T J1201 92-002

本資料は2001年11月04日付で

登録区分変更する。

[東海事業所技術情報室]

地層処分におけるCAEシステムの開発研究(その2)

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)

概 要

1992年2月

株式会社 大林組

この資料は、
製、転載、
してください。

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

電話:029-282-1122(代表)
ファックス :029-282-7980
電子メール:jserv@jnc.go.jp

Inquiries 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

上、複
理し
い。

本資料につ
いて
〒319-11

© 核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2005

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所
技術開発推進部・技術管理室



PNC T J1201 92-002

1992年 2月

地層処分におけるC A E システムの開発研究（その2）

栗原雄二**，徳永正博**，宮崎 清**，真壁宜久**
深谷正明***，大野 完***，並木和人****

要 旨

本研究は、地層処分施設の概念構築及び設計・建設のための計算機を用いた支援システムを開発することを目的とする。

今年度の開発研究では、昨年度までの研究に引き続き、データベース管理システム及び設計支援サブシステムについて検討を行った。

データベース管理システムでは、まずカタログデータベースと解析結果データベースについて機能と利用方法について検討を行い、データ項目とシステムの流れを示した。また市販データベースシステムの調査結果も示した。次に地質情報データベースについては、昨年度検討したデータ項目をもとに、パソコン用の小型データベースシステムを構築し、ケーススタディを実施した。また、地質情報処理ソフトを用いた地形・地質3次元モデル作成のケーススタディを実施し、再現性と運用に関する課題をまとめた。

設計支援サブシステムでは、まず設計フローの各段階のグラフィック表示を行うための要件について検討を実施し、課題を整理した。次に諸外国の処分場施設の設計手順について調査を行うとともに、既存のグラフィックシステムを用いて配置設計のケーススタディを実施した。

本報告書は、株式会社大林組が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。

契約番号：030D0197

事業団担当部課室および担当者：環境技術本部地層処分開発室 五月女 敏

*：土木技術本部 技術第一部， **：情報システムセンター システム開発第三部

：土木技術本部 設計第三部， *：技術研究所 土木第一研究室



PNC PJ1201 92-002

FEBRUARY, 1992

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF CAE SYSTEM FOR GEOLOGICAL DISPOSAL (2)

Y. Kurihara*, M. Tokunaga**, K. Miyazaki**, Y. Makabe**
M. Fukaya***, O. Ono ***, K. Namiki****

Abstract

The purpose of this study is to develop a CAE system to design a nuclear waste repository.

The data base system and the design aid system were investigated in this report. In the section of the data base system, the item of data and the system flow were indicated by investigating the function and using method. And a small data base system was developed on the personal computer and case studies were done by using this system.

The 3-dimensional geological model have been made by the existing modeling software.

In the section of design aid system, requisitions of the graphic system and the design flow of the foreign repository concepts were investigated. And case studies of layout design have been done by using existing visual design system.

Work performed by Obayashi Corporation under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

PNC Liaison : Geological Isolation Technology Section Atsushi Saotome

* : Civil Engineering Technical Department, Technical Division

** : Center of Information Systems, System Development Department

*** : Civil Engineering Technical Department, Design Division

**** : Technical Research Institute, Civil Engineering Division

目 次

1. 研究概要	1
1.1 目的	1
1.2 実施概要	1
 2. データベース管理サブシステムの詳細設計	2
2.1 カタログデータベース及び解析結果データベースの機能検討	2
(1) カタログデータベースの機能検討	2
(2) 解析結果データベースの機能検討	5
(3) 市販データベースシステムの調査	8
2.2 地質情報データベースの開発	14
(1) データベース仕様の検討	14
(2) データベースの設計	15
(3) 地質情報処理システムの検討（その2）	20
 3. 各種設計検討を支援するためのサブシステムの詳細設計（その2）	33
3.1 各設計項目に必要な機能の検討	33
(1) グラフィックデータの収納・呼出について	33
(2) ソフトウェアの要件	33
(3) ハードウェアの要件	34
(4) グラフィックデータ表示システムの詳細設計	34
3.2 諸外国の設計手順の検討とケーススタディ	41
(1) 検討方針	41
(2) 諸外国の設計手順	41
(3) ケーススタディ	44

1. 研究概要

1. 1 目的

地質処分システムの概念構築及び設計・建設においては、既往の研究成果や多種多様な取得データの系統的な整理活用、新規取得知見のスムーズな反映及びそれらを用いた複雑な解析検討作業が要求される。

本研究は、そのための計算機を用いた支援システムを構築することとする。

1. 2 実施概要

昨年度においては、地質情報サブシステム及び設計支援サブシステムの機能検討とケーススタディを行った。

今年度はさらにデータベースと設計支援サブシステムについて以下の項目を実施する。

i. データベース管理サブシステムの詳細設計

前年度の成果によれば、本 C A E システムで考えられているデータベースサブシステムは次の 6 つに分類される。

- ① ガイドデータベース
- ② 自然条件データベース
- ③ カタログデータベース
- ④ 設計作業用データベース
- ⑤ 積算データベース
- ⑥ 解析結果データベース

本年度はこれらデータベースに関する詳細機能検討を行なう。さらに前年度機能検討を行なった「設計解析用地質情報データベース」のサブシステムを既存のデータベースソフトを基に開発する。

ii. 各種設計検討を支援するためのサブシステムの詳細設計（その 2）

C A E システムの基本設計で示された全体配置設計及び部位設計の各設計項目に必要な機能の詳細検討を行なう。また合わせて諸外国における地層処分場の設計手順を調査し、ケーススタディを行なう。

2. データベース管理サブシステムの詳細設計

ここではデータベースサブシステムの詳細機能検討を行なう。なお本年度は、カタログデータベースと解析結果データベースを詳細検討対象とし、すでに検討済もの（自然条件）、既存成果のあるもの（積算）、データベースがほぼ完成した後に検討すべきもの（ガイド）及び他の研究成果に大きく依存するもの（設計作業）については対象外としたが、今年度成果のうちユーザーインターフェイスの考え方やシステムフローについては共通の考え方が適用できると思われる。

2.1 カタログデータベース及び解析結果データベースの機能検討

(1) カタログデータベースの機能検討

(i) データ項目

カタログデータベースは、地層処分施設に用いられる設備・機器の処分施設設計に必要な諸数値を収納するデータベースである。

データを使用するケース毎に必要となる設備・機器の共通データ項目はおおよそ次に示すとおりである。

ア. 坑道等の形状寸法の検討

- ・形状寸法
- ・標準的設置方法、位置

イ. 換気・照明等のシステム設計

- ・能力
- ・エネルギー、水、空気等の使用量
- ・使用条件
- ・排熱、排気

ウ. 施工計画

- ・能力
- ・占有面積
- ・標準的配置
- ・必要人員
- ・エネルギー、水、空気等の使用量
- ・排熱、排気
- ・供給、維持管理

エ. 設備関係の積算

- ・価格
- ・維持費
- ・補修費

オ. 操業計画

- ・能力
- ・必要人員
- ・エネルギー、水、空気等の使用量
- ・排熱、排氣
- ・供給、維持管理

カ. 安全・衛生管理計画

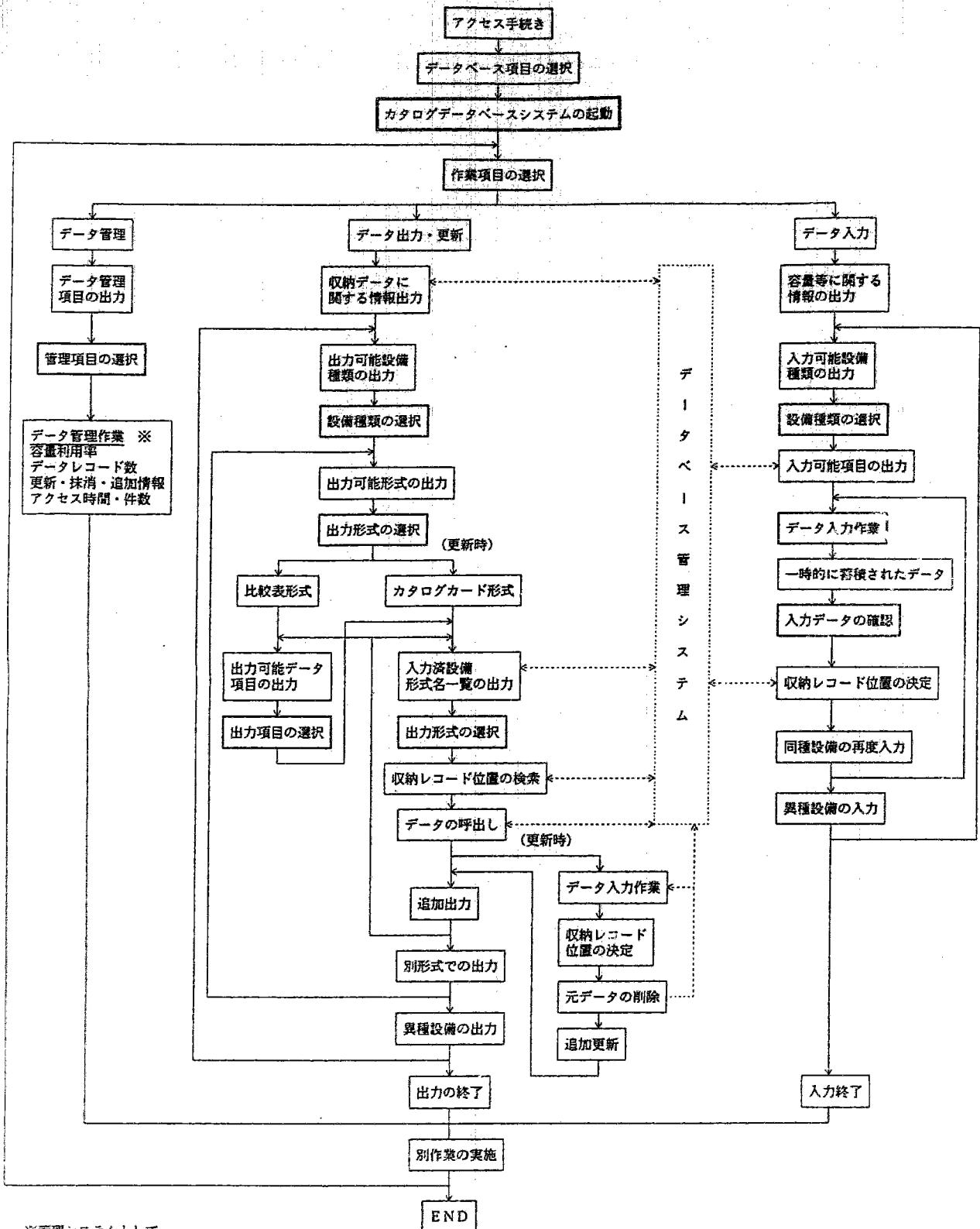
- ・人員配置、作業項目
- ・排熱、排氣

このように、本データベースの項目は多岐に渡っているため、システム構築の際に
は、記憶容量の有効的利用法の検討と効率的作業を行うための工夫（使いやすい応用
プログラムの作成等）が必要となる。

(ii) カタログデータベースシステムの流れ

ユーザーの作業に合わせたシステムの流れの例を図-2.1.1に示す。

ここで、太枠で囲ったものはユーザーが行う作業で、それ以外はシステムが行う
作業である。また、更新作業は、最初に出力作業を行うため便宜的に出力項目の
流れに含めたが、最終段階では部分的に入力作業を伴うこともあり独立した流れ
としてもよいと思われる。なおこれら流れの各要素は、今後他のデータベースシ
ステムの検討が進むにつれて統合され一本化できるものも多いと考えられる。



※管理システムとして
別途検討が必要

図-2.1.1 カタログデータベースシステムの流れ

(2) 解析結果データベースの機能検討

(i) 解析結果データベースの役割

解析結果データベースでは、他のサブシステムにおいて一回以上処理されたデータを保管する。

ユーザーがこのデータベースを用いるケースとしては次のようなものが想定される。

- ① 処分施設のレイアウトや部位形状を作成・更新する際に、保存されているデータをもとにした方が効率がよい場合。
- ② 地質断面図等の情報の多い図に対して、基となる生データを再処理作図すると時間・費用的に効率が悪いため、一度処理されたものをもとにグラフィック作業を行いたい場合。
- ③ 解析結果の数値データがほしい場合。印刷されたアウトプットリストはスペース的にムダであるし、自分のほしいデータを検索するにも苦労する。
- ④ 図や数値を編集して、報告書やアニメーションを作成したい場合。

(ii) 地質情報処理データ

地質情報処理システムの計算処理部を通過した結果を保管する。データ項目は3次元地質モデルのベース表示、任意断面表示、センター表示の3つがあげられるが、地質情報処理システムで処理された画像情報はすべて含まれると考えてよい。

データの格納形式はすべてイメージデータとする。検索・識別データについては、昨年度の地質情報データベースの機能検討における等高線図、地質断面図と同様に基とした地形図とイメージ化の手法等に関する情報とする。

(iii) 設計処分場データ

各設計検討段階のうち、設計処分場のモデルに関するデータと関連するものを以下に示す。

○ 全体配置設計

- ・処分坑道仕様 —— 坑道断面形状
- ・処分孔仕様 —— 処分孔形状
- ・坑道間隔 —— 坑道配置
- ・埋設間隔 —— 処分坑道(孔) + 廃棄体

- ・処分区画配置 —— 処分区画形状、処分区画配置形状
- ・アクセス方法、本数、配置 —— 処分区画配置+立坑+連絡坑道
- ・地上施設配置 —— 地上諸施設+処分場地下施設

○ 部位設計

- ・主要、連絡坑道配置 —— 処分区画形状
- ・主要、連絡坑道及び立坑の内空 —— 断面形状
- ・交差部形状 —— 坑道交差部形状
- ・閉鎖工 —— プラグ等の形状

(iv) 設計解析結果

設計解析結果を作図あるいは必要となった数値データの抽出のためにデータベースより引出して利用する。

(v) データの流れ

ユーザーの作業に合わせたシステムの流れの例を図-2.1.2に示す。

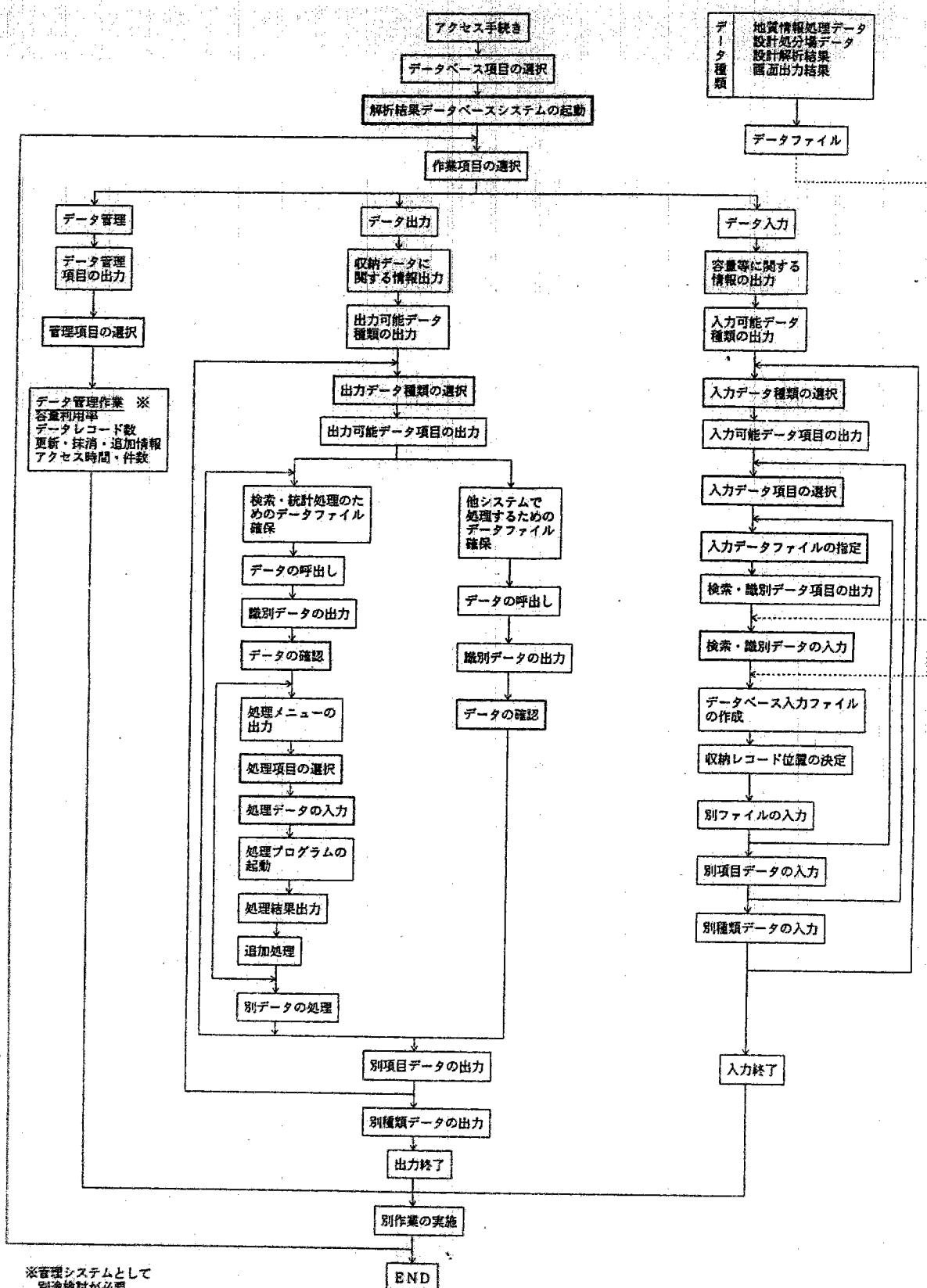


図-2.1.2 解析結果データベースシステムの流れ

(3) 市販データベース管理システムの調査

市販データベース管理システムの調査は平成元年度・委託研究成果報告書の中の「C A E システムの基本設計」で調査結果を報告しているが、動燃殿の再度の要請により、今年度も調査を行った。

平成元年度・報告書ではEWS（エンジニアリングワークステーション）の最大限の利用を念頭にEWS（UNIX系、MS-DOS系マシーン）に適用可能な多数のデータベース管理システムについて報告されていたが、C A E システムの核となるデータベース管理システムは処理速度、データの信頼性、ユーザーインターフェイスに優れたものでなければならない。昨今のコンピュータ・ハードウェアの高性能化、低価格化やネットワーク技術の進展により、UNIX系マシーンの台頭が著しく、技術分野のみならず事務分野でも飛躍的な利用がなされている。今後、C A E システムの基本ハードウェアになると思われるUNIX系マシーンで稼働するデータベース管理システムにまとを絞って調査結果を報告する。

(i) 市販データベース管理システムの動向

従来の汎用大型コンピュータでのデータベース管理システムとは違って、UNIX系マシーンの特性を活かしたデータベース管理システムが多い。ひとつはネットワーク機能を活用したクライアント／サーバー技術や分散データベース機能を利用できるようになったことである。もうひとつはグラフィカルユーザーインターフェイス（G U I）によるアプリケーションの開発環境、実行環境の向上やパソコン上の市販ソフト（表計算等）との連携により、利用性の向上が格段に図られている。

最近はUNIX系の開発言語であるオブジェクト指向型の考え方を用いたデータベース管理システムの研究・開発が盛んに行われている。従来のリレーションナル型のデータベース管理システムは事務系の処理に向いているといわれているが、オブジェクト指向型のデータベース管理システムはC A D / C A M の図形データやイメージデータ等を扱うマルチメディアの分野に適しているといわれ、今後注目すべき技術である。

(ii) 市販データベース管理システム（DBMS）一覧

- ①表-2.1.1～2.1.2にはUNIX上でよく使われているリレーションナル型DBMS、
- ②表-2.1.3にはカタログ性能上、技術分野向きといわれているDBMS、
- ③表-2.1.4にはアプリケーション開発ツールやそれらとドッキングしたDBMS、
- ④表-2.1.5にはオブジェクト指向型のDBMSを示す。

表-2.1.1 市販のデータベース管理システム（1）

名 称	概 要 / 特 徴	タ イ プ [°]	通 用 機 騒	分 散・連携 处 理	ク ラ カ ト で 利 用 可 能 市 販 フ ァ ト	価 格 / 保 守	発 売 元 / 発 売 元
ALLBASE/SQL	H P 社のハードウェア向けに最適化し、データの整合性確保や自動バックアップなど O/L T P 業務で使用するための機能も装備されている。	H P Apollo 9000 シリーズ HP3000 シリーズ	グラフィック・モニタ・4GL, /4GL, /QUERY, INGRES Tools, SQL Windows Server, モニタ・モード : ALLBASE/SQL サーバ・フレーム接続 クラウド接続	アカウント・グラフィック・モード : InterCalc SAS : HP3000(ゲートウェイ) UNIX, MS-DOS, Win. 3	(開発用) 59万円～ (実行用) 44万円～ (保守) (米) Hewlett-Packard 3.1万円～	横河ヒューレット パッカード	
Empress	図形、画像、音声、論文などの可変長バイナリ／テキストデータを扱えるマルチメディア対応 RDBMS。4GL、帳票、3GL インタフェース、DOS－UNIX統合ツールも用意されている。	Sun-3, 4 Sun-SPARC RS/6000 DECstation NEWS, 他 Convex C	グラフィック・モニタ・モード : クライアント・サーバ・モード を採用している。サーバ・モニタ : メモリフレーム接続 クラウド接続 : NFS	Express 1-2-3 Express (MS-DOS)	43万円～ 3000万円	エム・ケー・シー (加) Em press Software	
G-BASE	データ間の関連を簡潔に表現するリンク機能があり、多対多の関係も中間表を使わずに表せる。複雑な検索も高速に実行可能。最大 2 GBまでのデータを格納できるバルク型や要素数可変の配列型などの多数のデータをサポートしている。	Sun-SPARC NEWS RISC	グラフィック・モニタ・画面インターフェース, データ操作, 照会, 定義等 サーバ・モニタ : データベース, 他 メモリフレーム接続 クラウド接続 : UNIX オペレーティング・システム	IMAGINE (日立製のイメージ DB構築ツール)	82万円～ (15%)	リコー	
infomix	OLTPでの利用を目的としたリーショナルデータベース管理システムで、マルチユーチュザ環境で大量データを高速処理でき、マルチメディア・データの取扱いや分散型データベースを実現する機能を提供している。	H P Apollo RS/6000 NEWS RISC ES/4800 他	グラフィック・モニタ・モード : infomix-SQL, -4GL, -ESQL/C, -4GL/RDS サーバ・モニタ : infomix-SE, -Online メモリフレーム接続 クラウド接続 : 計画中 UNIX, MS-DOS, Macintosh ネットワーク用ソフト	1-2-3+Data sheet ADD IN e Datalink	5.8万円～ 2860万円	アスキー (米) Infomix Software	

表-2.1.2 市販のデータベース管理システム（2）

名 称	概 要 / 特 徴	タ イ プ ^o	適 用 機 種	分 散・連携 处理	ク ラ イ ア トで 利 用 可 能 市 售 ソ フ テ ー ル	価 格/保 守	発 売 元 / 開 発 元
INGRESS	UNIXマシン以外に、メインフレーム、ミニコン、パソコンなどの幅広い機種で稼働するデータベース管理システム。機種やOSが異なるマシンの間でデータやアプリケーションを共有でき、ネットワーク上の分散処理システムが構築可能である。	Sun-3,4 Sun-SPARC HP Apollo RS/6000 DECstation 他	クライアントモジュール: INGRES/ESQL./IGL, SAS /Windows 4GL サーバ・モジュール : INGRES/RDBMS メインフレーム接続 : INGRES/GatewayDB2 クライアント環境 : UNIX, MS-DOS, OS/2 ネットワーク用ソフト : INGRES/NET, /STAR	—	297万円～	イングレス・ジャパン (米)ASK Companies	
ORACLE	多数の機種やOSなど幅広い環境をサポートするリーショナル・データベース管理システム。大規模データベースにも対応できる。	Sun-3,4 Sun-SPARC HP Apollo RS/6000 IBM mainframe 他	クライアントモジュール: SQL*Plus, SQL*Menu Pro*C, Pro*Fortran サーバ・モジュール : ORACLE/RDBMS メインフレーム接続 : SQL*Connect (DB2) クライアント環境 : UNIX, MS-DOS, Mac ネットワーク用ソフト : SQL*Net	1-2-3 Excel からアクセス可能 (英語版のみ)	120万円～	オラクル	
SYBASE 日本語	クライアントの要求を並行して処理できるマルチスレッド型のデータベース管理システムである。	リーショナル RS/6000 DECstation 他 Macintosh	クライアントモジュール: SQLプロトコル (4GL, 簡易言語) サーバ・モジュール : SQL Server メインフレーム接続 : CICS, DB2 (IBM) クライアント環境 : UNIX, MS-DOS, Mac ネットワーク用ソフト : クライアントモジュール	UNIX版1-2-3 HyperCard (15%)	200万円～	伊藤忠テクノソリューションズ (日本語) 日本タスクウェア 北ヨリ, 東芝システムソリューション (米)Sybase	
UNIFY 日本語	24時間稼働を要求する、大きく、複雑なアプリケーションのためのANSI準拠SQL対応RDBMSである。24時間アップタイム仕様のため、オンラインバックアップ、自動リカバリ、5段階のセキュリティを提供している。	Sun-3,4 Sun-SPARC	クライアントモジュール: ACCELL/SQL ACCELL/CP サーバ・モジュール : UNIFY2000 メインフレーム接続 : ---- クライアント環境 : UNIX, MS-DOS ネットワーク用ソフト : ACCELL/net	— — — —	33万円～ 4320万円	エアー (米)UNIFY	

表-2.1.3 市販のデータベース管理システム（3）

名 称	概 要 / 特 徴	タ イ フ [°]	適 用 機 種	SQL/テキスト種/問合せ機能/アリケーション開発機能	価 格/保 守	発 売 元 / 開 発 元
dBASEIV	パソコン用のdBASEのデータヒソース・コードをそのままUNIX上で利用できる。パソコン版の20～50倍の処理性能がある。	未定	SQLへの対応 :○(ANSI SQL) 扱えるデータ種 :整数, 小数点, 固定長文字列, 可変長文字列等 対話型問合せ :---	未定	日本アシュトニア	(米)ASHTON-TATE
E. Base	技術情報や図形情報のような多種大容量なデータの管理を目的としたデータベース管理システムで、ベクトル型や構造体型データをRD BMS感覚で操作できる。	Sun-SPRAC SONY-NEWS VAX(VMS) IBM3090 (VMS)	SQLへの対応 :○ 扱えるデータ種 :整数, 小数点, 固定長文字列, 可変長文字列, 配列型(2, 3次元) 対話型問合せ :有(対話型検索等) アリケーション :画面設計, 帳票設計, テキスト・エディタ等 開発機能 デバッガ, アプリケーション・エクスエーラ等	100万円～ 600万円	オペレーティングシステム研究会	(米)RIM TECHNOLOGY
RTI. RIM	科学・技術文やに適したRD BMSである。米航空宇宙局(NASA)が開発したシステムを元に開発され、可変長、ベクトル、マトリックスなどのデータタイプが取り扱える。構造解析ソフトとリンクすると効果的である。	Sun-4 Sun-SPARC HP Apollo VAX(VMS) 他	SQLへの対応 :○ 扱えるデータ種 :整数, 小数点, 固定長文字列, 可変長文字列, 配列型(1, 2次元) 対話型問合せ :有(対話型検索等) アリケーション :無 開発機能 開発使用言語(C, FORTRAN)	150万円～ 年間保守(10%)	三井造船	(米)RIM TECHNOLOGY
TekBase	テクニカル分野での使用を念頭に開発されたRD BMS。豊富な数値データタイプのサポート、数値配列の取扱い、信号処理／統計解析までのデータ処理関数や各種グラフ表示の機能があり、CAT環境を提供する。	Sun-3, 4 Sun-SPARC 他	SQLへの対応 :× 扱えるデータ種 :整数, 小数点, 構素数, フール, 文字列, 数値配列(12, 800要素) 対話型問合せ :--- アリケーション :(信号処理/統計解析のデータ処理関数, プログラムのグラフ表示機能) 開発機能	180万円～	丸文	(英)Leading Technology

表-2.1.4 市販のデータベース管理システム（4）

名 称	概 要 / 特 徴	タ イ プ	適 用 機 種	価 格 / 保 守	発 売 元 / 制 造 元
ACCESS/SQL	第4世代のアプリケーション開発ツールとRDBMSをひとつの中統合したアプリケーション開発用統合システムである。	アプロケーション開発ツール+リレーショナルDB	Sun-3,4 Sun-SPARC	60万円～	エアー (米)Unity
Simplify/SQL	各種のリレーショナルデータベース管理システム(INGRESS,ORACLE,SYBASE)のための、見やすく、使いやすいOPENLOOKグラフィカルユーザインターフェイス(GUI)である。	DB用ツール	Sun-3,4 Sun-SPARC	33.3万円	ユニソル (米)Sun Microsystems
Syctops II	独自GUIをもった汎用DB開発ツールで画像データが取り扱える。クライアントサーバ構造の内蔵分散型RDB以外に他社のDBも取扱い可能。GUI構築ツール、テーブル/ビュー定義ツール、状態遷移モデルを使う記述言語などを提供している。	GUIツール+分析*オーディ	Sun-3,4 Sun-SPARC	200万円～ 開発ツール 80万円～ 実行環境	アイザック アイザック
X-Enter	UNIX標準のXウインドウを採用し、マウスを使って簡単にデータベースの操作ができる。フォームと呼ばれる表形式の画面に、関連する複数テーブルを同時に表示、検索や更新・削除・追加などが簡単にできる。	X-Window対応 リレーショナルDB	Sun-3,4 Sun-SPARC	30万円～	システムネットワーク システムネットワーク

表-2.1.5 市販のデータベース管理システム（5）

名 称	概 要 / 特 徴	適用機種	言語/00DB7/セス・インタークエイク/開発支援	価 格	発売元 / 開発元
GemStone	世界で最も早く実用化されたオブジェクト指向データベース管理システムで、従来のデータベース管理システムでは扱いが困難であつた複雑な構造のデータや、画像・音声等のマルチメディア情報が扱いやすくなっている。	Sun-3,4 Sun-SPARC 他	データベース定義 :独自言語OPAL データベース検索 :独自言語OPAL プロトコルミック* :独自言語OPAL 00DB7/セス・インタークエイク:C,C++,SmallTalk 開発支援 :あり その他 :-----	490万円～	日本電子計算 (米) Service
ObjectStore	マルチユーチャ分離環境、トランザクション支援、再開復、記録、インターラクティブな問い合わせ言語、構組、性能管理ユーティリティを備えている。	Sun-3,4 Sun-SPARC 他	データベース定義 :C++ データベース検索 :C++ プロトコルミック* :C++ 00DB7/セス・インタークエイク:C++ 開発支援 :あり その他 :-----	354万円～	東洋情報システム (米) Object Design
ONTOS	CAD、CASE、CIM、ネットワーク管理等の複雑なモデルリングを行うアプリケーション開発の為のオブジェクト指向データベース管理システム。	Sun-3,4 Sun-SPARC HP Apollo RS/6000 DECstation OS/2マシーン	データベース定義 :C++ データベース検索 :オブジェクトSQL プロトコルミック* :C++ 00DB7/セス・インタークエイク:C++ 開発支援 :あり その他 :-----	490万円～	日商エレクトロニクス (米) Ontologic
VERSANT	音声、写真、映像などのマルチメディア・データやCAD、DTP、知識ベースなどの複雑なデータをモデルリング、検索、格納するシステムの構築が可能。	Sun-3,4 Sun-SPARC HP Apollo RS/6000 DECstation 等	データベース定義 :C++ データベース検索 :C++(オブジェクトSQL プロトコルミック* :C++(予定) 00DB7/セス・インタークエイク:C,C++,SmallTalk 開発支援 :あり その他 :-----	400万円～	ニチメン データシステム (米) Versant Object Technology

2.2 地質情報データベースの開発

ここでは、最終的なデータベースシステムを構築する前段階として、パソコンレベルで稼働するデータベースソフト及び表計算ソフトを用いて、小型のデータベース作成のケーススタディを行い、データベースシステムを設計する際の参考とする。

ここで対象とするデータは、昨年度検討した解析用地質情報データ項目を用いる。

また、昨年度に引き続き地質情報処理システムのソフトウェアに関する検討とケーススタディも実施する。

(1) データベース仕様の検討

本データベースは、試験等で得られた地質関連（主に土、岩）の諸数値を収納し、解析データとして有効利用するためのものである。

ここでは、その利用方法を考慮してデータベースケーススタディの実施仕様を検討する。

(i) 使用ソフト及びハードウェア

データベースソフトは「dBASE」、表計算ソフト「LOTUS1-2-3」を用いる。ハードウェアは、「NEC PC9801」とする。

(ii) 使用方法

現在考えられている基本的な使い方として、次のようなものが考えられている。

- ① 現在保有している各種の岩石、土質試験結果をデータベースに収納する。
- ② そのデータを呼出して統計処理、グラフ化及び表の作成等を行う。
- ③ データより必要なものを選択して解析用の入力データを作成する。

データ入力は、データシートをイメージした画面で行えるようにする。

次にデータ出力は、カタログデータベース同様に、再度入力時のカード型式で出力するものと、横ならびの一覧表で出力するものの両方が要求される。また、出力された数値表（あるいは収納されているデータベースより直接）から数値を表計算ソフトに受渡してその機能を利用して統計処理が行なえるようにする。

(2) データベースの設計

今回は、表-2.2.1に示したデータを検索するデータベースの開発を行ない、実際にケーススタディを行なった。データベースは対話式とし、検索条件を入力してから条件に合ったデータを数え、検索結果が見られるように設計を行なった。そして、必要に応じて検索結果をLotus用のデータに変換出来るように設計した。なお、統計処理はLotus1-2-3を用いて行なうものとする。

図-2.2.3にデータベースの設計概念のフローを示す。

(i) データベースの構成

今回開発したデータベースは、以下に示すプログラムから構成されている。

- ①メインプログラム ————— 全体の作業を指示する。
- ②画面表示プログラム ————— スタート画面を表示する。
- ③検索条件入力プログラム ————— 検索条件入力画面の表示と入力された条件の読み込みを行う。
- ④入力条件チェックプログラム ————— 検索の実行と件数のカウント、並びに検索結果を一時ファイルへ保存する。
- ⑤検索結果表示プログラム ————— 検索結果の一覧表示と検索結果をLotus用のデータへ変換する。
- ⑥結果詳細表示プログラム ————— 各データの詳細表示を行なう。

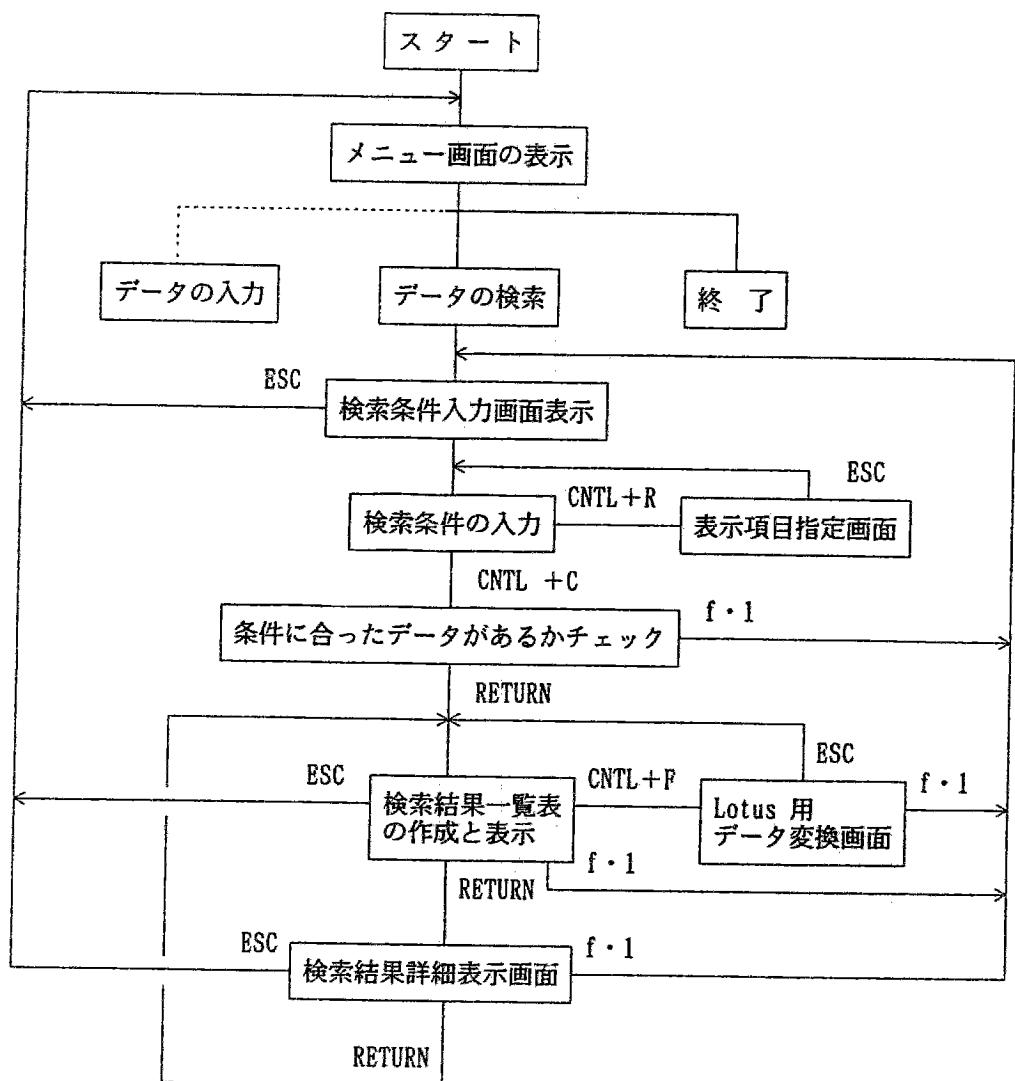


図-2.2.3 データベースフロー図

表-2.2.1 ケーススタディで使用したデータファイル

CODE	GANNAM	KENNAM	CHIKI	DEPTH	DATE	TAN	ASSHUKU	NENCHAKU	MASATSU	YOUNG	POISSON	SENDAN	IHSEI	HICHLRYU		ASUITO
														HICHLRYU	ASUITO	
1	花崗岩	岩手	久慈	100	10/10/90	2.65	1500	10.50	40.5	45000	0.15	31000				
2	花崗岩	岩手	釜石	100	/ /	2.65	1100	20.10	38.5	38000	0.15	29000				
3	花崗岩	山形		200	01/23/89	2.78	300	15.00	41.0	25000	0.20	17500				
4	安山岩	鹿児島	串木野	150	03/14/85	2.56	450	14.00	48.0	18000	0.30	12000				
5	-	-			/ /	2.68	200	15.00	39.0	25000	0.16	18000				
6	-	-			/ /	2.65	600	18.00	37.5	36000	0.20	25000				
7	泥岩	岐阜	瑞浪	200	10/10/83	2.75	100	10.50	41.0	19500	0.16	12500				
8	砂礫岩	山梨	韮崎	50	04/15/88	2.64	250	8.50	46.0	33000	0.12	25000				
9	砂礫岩	静岡	富士吉田	350	06/15/78	2.88	350	9.20	39.0	34000	0.15	25500				
10	-	-			/ /	*		6.80	32.0	7500	0.19	4900				
11	花崗岩	岐阜	土岐	200	08/08/88	2.65	300	16.00	35.0	26000	0.18	17800				
12	泥岩	岐阜	土岐	150	09/09/89	2.80	75	19.00	39.0	8900	0.16	6300				
13	砂岩	岐阜	恵那	180	07/17/79	2.65	160	18.00	42.0	11800	0.24	8800				
14	砂岩	岐阜	恵那	190	/ /	2.50	280	10.50	44.0	9700	0.23	6500				
15	-	-			/ /	*		9.50	39.5	12300	0.16	9000				
16	砂礫岩	富山	神岡	300	10/23/89	2.54	780	4.90	36.0	15500	0.19	11500				
17	泥岩	長野	小諸	150	09/19/87	2.66	175	16.00	40.0	19000	0.14	12300				
18	花崗岩	岩手	花巻	450	09/21/90	2.70	450	19.00	39.0	39000	0.16	26000				
19	花崗岩	岩手	釜石	600	05/06/78	2.80	200	11.00	45.0	42500	0.16	32000				
20	花崗岩	茨城	大洗	250	09/14/91	2.67	690	12.00	43.0	67000	0.17	45000				
21	砂礫岩	富山	高山	250	10/15/87	2.71	500	8.50	39.0	41500	0.16	27000				
22	花崗岩	山形	米沢	650	10/18/79	2.60	450	12.00	40.5	32000	0.15	19500				
23	花崗岩	愛媛	菊間	100	09/16/84	2.58	1200	16.00	48.0	45000	0.20	29500				
24	泥岩	沖縄	辺野古	25	08/30/85	2.74	350	10.50	48.0	38000	0.22	26000				
25	安山岩	鹿児島	串木野	100	06/16/88	2.68	680	9.00	39.8	26500	0.19	17800				

(ii) ケーススタディ結果

今回のケーススタディでは、表-2.2.1で示したデータファイルから花崗岩かつ圧縮強度 100kgf/cm²以上1000kgf/cm²以下のデータの検索を行なった。図-2.2.4に検索条件の入力画面を示す。

検索条件指定画面 1

1. データ No.	:	[]-[]-[]-[]
2. 岩種	:	[花崗岩]
3. 郡道府県	:	[]
4. 地域	:	[]
5. 採取深度 (m)	:	GL-[]~GL-[]
6. 単位体積重量 (g/cm ³)	:	[]-[]~[]-[]
7. 圧縮強度 (kgf/cm ²)	:	[100]~[1000]
8. 粘着力 (kgf/cm ²)	:	[]~[]
9. 摩擦角 (°)	:	[]~[]
10. ヤング率 (E4 kgf/cm ²)	:	[]-[]
11. ポアソン比	:	[]-[]
12. せん断剛性 (kgf/cm ²)	:	[]-[]
13. 异方性	:	[](1.あり 2.なし)

終了 = > E S C 検索実行 = > [Ctrl]+C 一覧表示項目指定 = > [Ctrl]+R
検索条件表示画面 2 = > [Ctrl]+W

図-2.2.4 検索条件指定画面

この条件を満たすデータを検索し、表示させたものを図-2.2.5に示す。

この図では、パラメータとしてデータNoや岩種以外に採取場所、単位体積重量、圧縮強度、粘着力、摩擦角、ヤング率、ポアソン比を表示させている。

*** 検索結果 ***				6件	1/2	*** 検索結果 ***				6件	2/2
No.	岩種	採取場所	単位体積重量	圧縮強度	粘着力	No.	岩種	摩擦角	ヤング率	ポアソン比	
		(郡道府県)(地名)	(kgf/cm ³)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)			(°)	(kgf/cm ²)		
0023-00	花崗岩	山形	2.78	300	15.00	0023-00	花崗岩	41.0	25000	0.28	
0011-00	花崗岩	岐阜	2.65	300	16.00	0011-00	花崗岩	35.0	26000	0.18	
0013-00	花崗岩	岐阜	2.76	450	19.00	0013-00	花崗岩	39.0	39000	0.16	
0019-00	花崗岩	岐阜	2.80	200	11.00	0019-00	花崗岩	45.0	42500	0.16	
0020-00	花崗岩	茨城	2.67	690	12.00	0020-00	花崗岩	43.0	67000	0.17	
0022-00	花崗岩	山形	2.68	450	12.00	0022-00	花崗岩	48.5	32000	0.15	

上下移動 = > ↑ ↓ 左右移動 = > ← → ページ移動 = > [Ctrl]+C,[Ctrl]+R
検索条件表示画面 = > F1 詳細表示画面 = > R E T U R N 閉じ = > E S C
Louts用のデータに変換 = > [Ctrl]+F

上下移動 = > ↑ ↓ 左右移動 = > ← → ページ移動 = > [Ctrl]+C,[Ctrl]+R
検索条件表示画面 = > F1 詳細表示画面 = > R E T U R N 閉じ = > E S C
Louts用のデータに変換 = > [Ctrl]+F

図-2.2.5 検索結果一覧表示

図-2.2.5では、画面に表示させるパラメータを指定して一覧表を作成した。
 図-2.2.5でデータNo.3のものについて、データファイルに含まれる全てのデータを表示させたものが図-2.2.6である。

検索結果詳細表示画面		データ No. : [0003-00]	
岩種	: [花崗岩]	採取場所	: [山形]
採取深度	: [GL-[200]m]	採取年月日	: [1989年 [1]月 [23]日]
単位体積重量	: [2.78] (gf/cm ³)	熱伝導率	: [0.00] (kcal/mh°C)
圧縮強度	: [300] (kgf/cm ²)	比熱	: [0.00] (kcal/kg°C)
粘着力	: [15.00] (kgf/cm ²)	熱伝速率	: [0.00] (kcal/m ² h°C)
摩擦角	: [41.0] (°)	潜熱	: [0.00]
ヤング率	: [25000] (kgf/cm ²)	透水係数	: [0.000000] (E-7 cm/sec)
ボアン比	: [0.20]	比貯留量	: [0.000000] (E-6 l/cm)
せん断剛性	: [17500] (kgf/cm ²)	圧力水頭	: [0.00] (m)
異方性	: []		
降伏応力	: [0] (kgf/cm ²)		
破壊基準パラメータ	: [0.00]		
ひずみ硬化パラメータ	: [0.00]		
引っ張り応力限界	: [0.00]		
終了 = > E S C 検索条件指定画面 = > F 1 結果一覧表示画面 = > R E T U R N			

図-2.2.6 検索結果詳細表示画面

次に統計処理について示す。

統計処理は、Lotus1-2-3を用いて行なう。図-2.2.5で示した検索結果をLotus用のデータに変換し、統計処理を行なったものを図-2.2.7に示す。

CODE	COCANNAME	KENNAME	CHIJKI	TANI	ASSHUKU	NENCHAKUMASATSU	YOUNG	POISSON
000300	花崗岩	山形		2.78	300	15.00	41.0	25000
001100	花崗岩	岐阜	土岐	2.65	300	16.00	35.0	26000
001800	花崗岩	岩手	花巻	2.70	450	19.00	39.0	39000
001900	花崗岩	岩手	釜石	2.80	200	11.00	45.0	42500
002000	花崗岩	茨城	大洗	2.67	690	12.00	43.0	67000
002200	花崗岩	山形	米沢	2.60	450	12.00	40.5	32000
平均				2.7	398.333	14.1666	40.5833	38583.3
標準偏差				0.07	157.630	2.79384	3.14134	14196.2
最大値				2.9	690	19	45	67000
最小値				2.6	200	11	35	25000

図-2.2.7 統計処理された検索結果

(3) 地質情報処理システムの検討（その2）

昨年度は、「地質情報処理システムの機能検討」において構成、ソフトウェア、読み込み、計算処理等の検討を行った。その中で例として用いた3次元地形・地質モデル作成ソフトウェア「GEORAMA」の使用方法に関する検討を引き続き実施した。

(i) GEORAMAを用いた3次元地質モデルの作成

GEORAMAの主要な機能としては次に示すものがある。

- ① 標高データより地表面形状を再現する機能
- ② 複数のボーリングデータより地層境界を推定する機能
- ③ 任意の入力データにより不連続面等の特殊な部分を地層モデルに組込む機能
- ④ 地形・地層モデルを様々に表示する機能

本検討では、これらのうち②及び③の一部について、プログラムの持つ計算機能、データの質及び最適化等のそれらの相互関連についてケーススタディを行い、プログラムの使用方法について留意点をまとめた。

(a) 地層境界の推定方法

GEORAMAでは、最適化原理を用いて地層境界を構成する面の推定を行っている。

この方法は、ある制約条件（通過点、上・下限、走向・傾斜等）を満たす中で、目的関数（面の振動、滑らかさ）を最小にするような最適解を求めようとするものである。

$$Q(f, \alpha) = J(f) + \alpha \phi(f)$$

Q : 拡大目的関数

J : 目的関数

ϕ : 制約条件

α : パラメータ（反復計算用）

ここで、目的関数と制約条件のそれぞれについて、パラメータを設定して地層面の決定を制御する。この式をパラメータを用いて簡略に表現すると次のようになる。

$$Q = [m_1 \times (\text{振動の少なさ}) + m_2 \times (\text{滑らかさ})] + \alpha \times [(\text{通過点制約}) + (\text{面の上限制約}) + (\text{面の下限制約}) + a_r \times (\text{走向・傾斜の制約})]$$

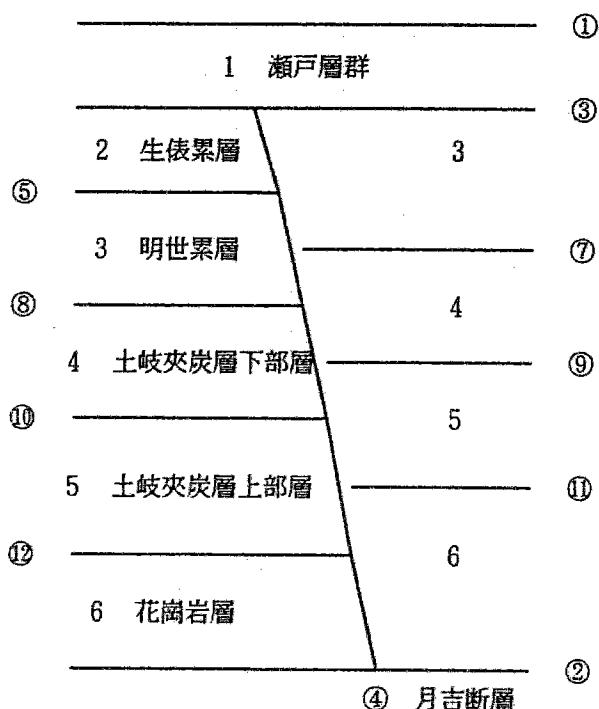
これら種々のパラメータの決定は、具体的な決定手法が確立しておらず、作成者の判断に任せられているのが現状である。しかしながら、後で述べるようにこのパラメータの値により地層面形状がかなり変化することも判明したため、パラメータの決定は重要である。

(b) モデルの作成と解析ケース

地形は、地形平面図とともに、20m間隔のメッシュ交点の標高を読み取り、3次元データとして入力した。地質モデルはボーリングデータと立坑壁面観察結果とともに作成する。参考としたボーリング地点は合計10カ所で、掘削長は130m～203mに分布している。立坑は直径6m、深さ152mで、途中には観測・試験用のギャラリーが4カ所（連絡坑道含む）設けられている。

このモデルにおいて特徴的な断層もボーリングと立坑観測より位置と走向・傾斜を決定してモデル化する。

地質モデルの概念を図-2.2.8に、解析ケースを表-2.2.2に示す。



数字は地質区分
丸囲み数字は地層面区分を表す

図-2.2.8 地質モデル概念

表- 2.2.2 解析ケース

ケースNo.	パラメータの値					
	m1 振動	m2 なめらかさ	as 初期値	ai 増分	ar 走向傾斜	at 繰返し回数
1	0.0	1.0	1.0	5.0	0.1	4
2	0.0	1.0	0.25	4.0	0.1	8
3	0.0	1.0	1.0	5.0	0.1	6
4	0.0	1.0	1.0	5.0	0.1	3
5	0.001	2.0	3.0	6.0	0.1	4

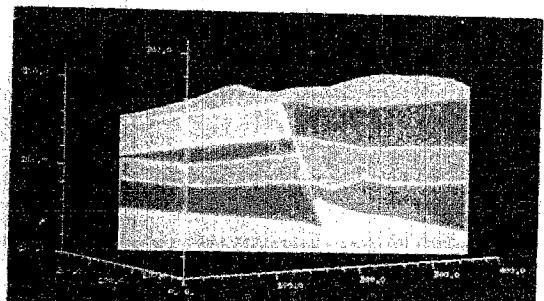
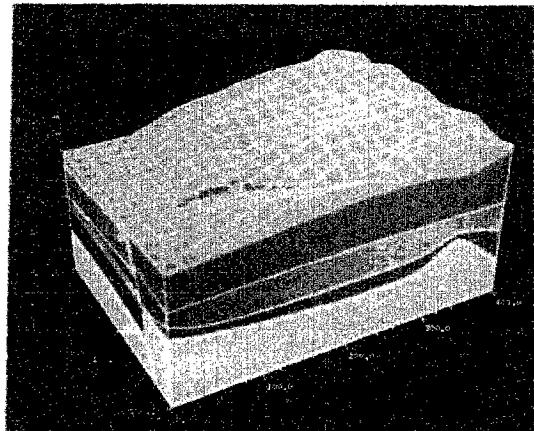
注：前述の目的関数式中の α は次のように表わされる。

$$\alpha = as + n \times ai, \quad n = 0 \sim at$$

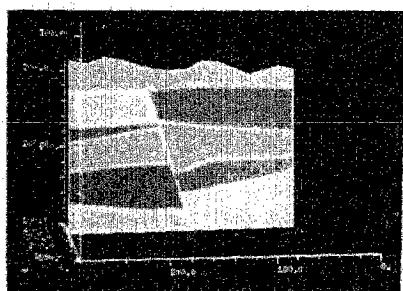
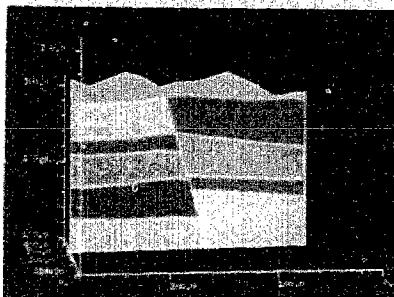
(ii) ケーススタディの結果と評価

(a) ケーススタディ結果

ケーススタディ結果のうち主要なものを以下に示す。



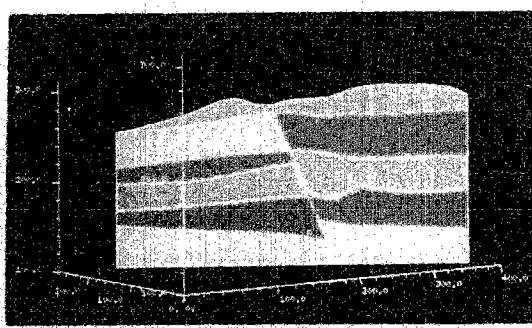
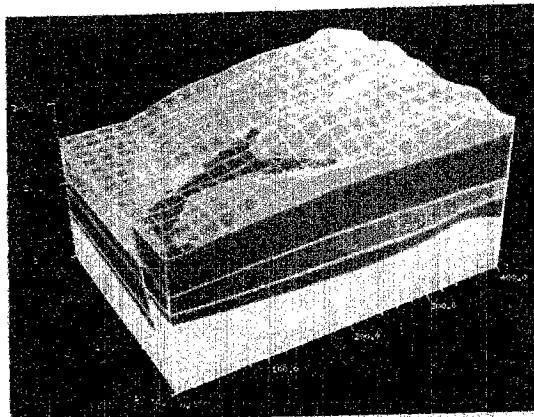
断面 - 3



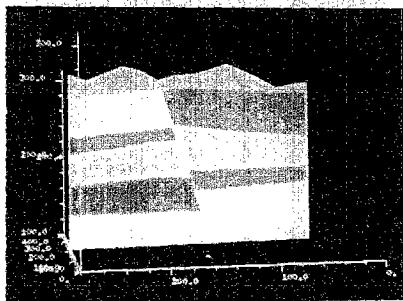
断面 - 1

断面 - 2

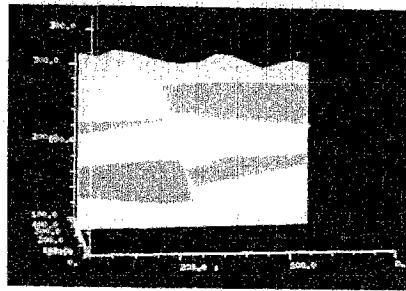
図- 2.2.9 解析結果（ケース 3）



断面 - 3



断面 - 1



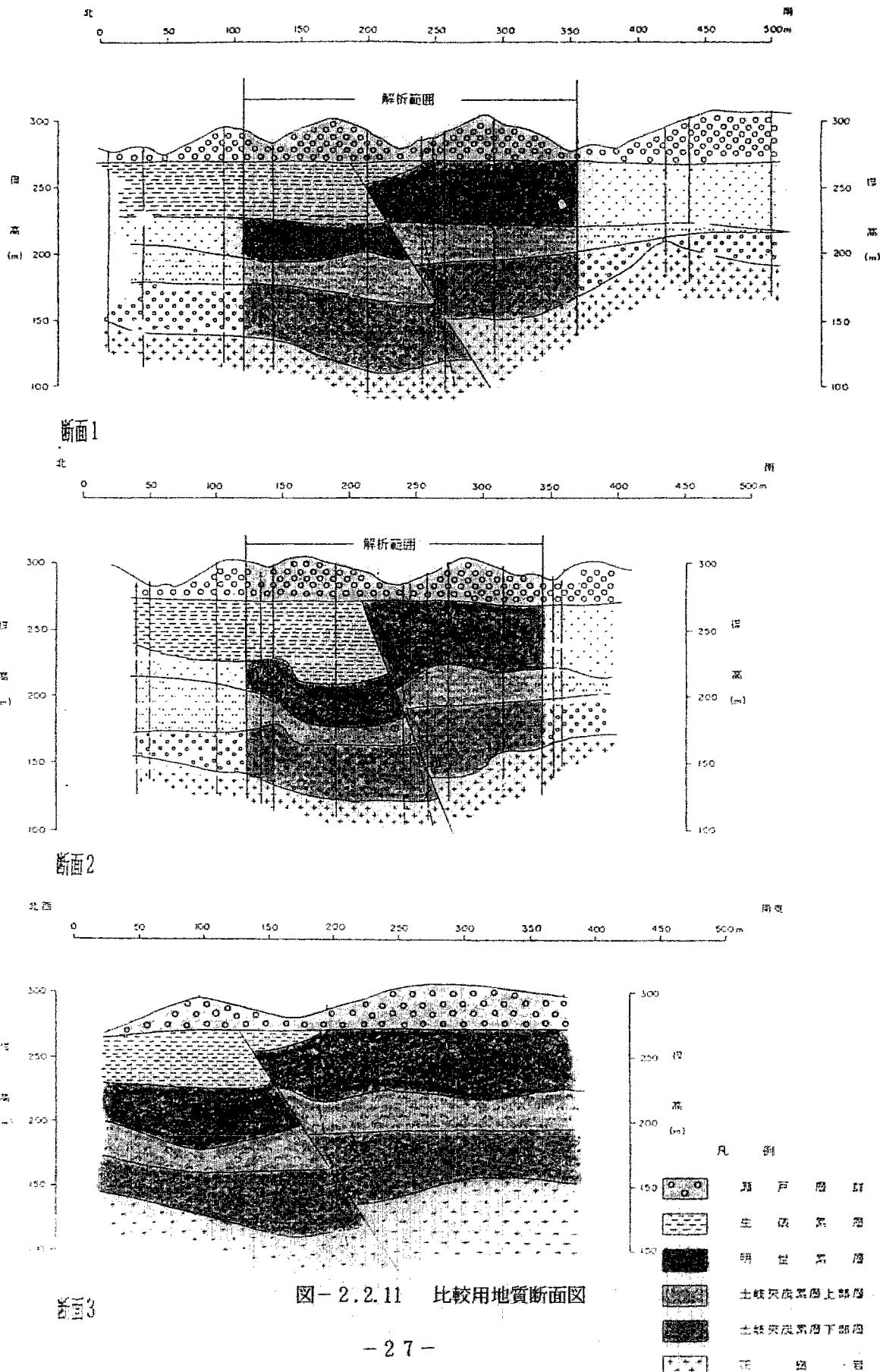
断面 - 2

図 - 2.2.10 解析結果（ケース 5）

(b) 評価手法

ケーススタディのパラメータの決定及び結果の評価は次の方法で行った。

- ①第一の基準：ケーススタディ結果の断層の位置・走向・傾斜が実際のものをどの程度再現しているか。
 - ・ボーリングデータより断層位置を入力し、ギャラリ（横坑）と断層との交差位置と図上の走向傾斜を比較する。
- ②第二の基準：ケーススタディ結果の地層境界面が別途専門家により作成済の地質断面（図 - 2.2.11）の地層境界面をどの程度再現できているか。
 - ・図 - 2.2.11 との比較により、地層境界面の形状、断層との交差位置、交差形状等を評価する。



(c) 結果の評価

ア. 断層の位置・走向・傾斜の再現性

断層の走向・傾斜の再現性を評価するために、水平・鉛直断面図より走向・傾斜を測定した。

測定の結果得られた数値は、この断層に対して一般に言われている走向・傾斜の数値に近いものとなっている。これは、パラメータを変化させてもあまり大きな変化は生じず、最終パラメータでも良い再現性をもっている。

次に、断層の位置の再現性を評価するために、立坑位置での断層位置（横坑との交差位置）を検証した。

この結果、実際の横坑と断層の交差位置と比較してもほぼ近い位置で交差しており、再現性は良いと考える。

イ. 地層境界面の位置・形状の再現性

地質断面図1～3の解析結果と専門家作成図の相互比較により、再現性の評価を行う。

1) ケース3（図-2.2.9）

このケースではまず地表露頭に生俵・明世累層がわずかしか見られないのが特徴的である。

次に断面図1～3を図-2.2.11と比較すると、まず断層の東側のブロックに生俵累層が出現していないのがわかる。これは以降のケース4, 5にも共通の現象である。また、各層の層厚もかなり異なったものとなっている。地層面の傾きはややきつく表現されており、特に解析領域端部での差が大きい。また地層面の凹凸はほとんど表現されていない。

断層位置での地層のずれについてはうまく表現できているものもあるが、そうでない部分も多い。断層左右の層厚については適合性は無い。

断層をはさんだ地層の層厚の整合性については十分でない。また、断層と交差する地層面の形状については下部の層でやや改善されているが、他の層については変化は少ない。地層のずれ具合についても同様である。

2) ケース 5 (図- 2.2.10)

このケースでは、生俵・明世累層が地表に広く露頭している。しかしながら断層東側での生俵累層の出現は見られない。

層厚の再現性は、ケース 3 よりさらに改善されているが、依然として十分でない。断層をはさんだ地層厚及び、地層境界面と断層の交差形状についても同様である。

(d) 考 察

ア. パラメータ値の変化の影響

m_1 : 振動の少なさを表わすパラメータの重みを定義する定数であるが、「GEORAMA」で振動が問題になるケースは少なく、この定数は 0 又はそれに近い小さい数を与えておけばよいと考えられる。

m_2 : なめらかさを表わすパラメータの重みを定義する定数である。今回の解析でこの値の違いが最も顕著に表われたのが、断層における地層のずれの大きさであった (m_2 を大きくすると、ずれも大きくなる)。

逆にそれ以外の部分については影響はあまり大きいとは言えない。したがって断層等の不連続面を含まない場合は、たとえば今回用いた 1.0 あたりの数を入力しておけば問題は少ない。

a_s, a_i : 制約条件（地層の標高データ等）のパラメータの初期値と増分である。

この値については m_1, m_2 のようにガイドラインが無いため、適當な数値を入力して、試行錯誤を行うこととなる。今回は増分は変化させずに、繰返し回数で調整した。

a_r : 走向傾斜データの重みを定義する定数である。データの信頼性が劣るという前提により、小さい数を入力するように推奨されており、今回の検討においても 0.1 という小さい値とした。したがって断層位置の推定はボーリングデータが重視されている。

a_t : 解析の繰返し回数 (a_i の増加回数) で、この回数が多いほど制約条件の影響度合の強い結果が得られる。

主要な制約条件としてはボーリングデータがあげられる。したがって、 a_t を大きくすれば、ボーリングデータ中の地層境界位置を重視した結果を与

え、どちらかと言えば境界面の凹凸は大きくなる傾向にある。

解析パラメータの決定は、これら各値の特性を総合的に判断して行うのが望まし。

イ. 再現性の限界

解析者が意図した（又は今回のように見本とした地質図の）地質境界形状を解析上で再現しようとした場合に、現状ではその限界というのが存在することが実感された。一例をあげれば、図-2.2.11 の断面2の生俵累層の下面境界にある窪みである。これを「GEORAMA」で再現しようすると、まず窪みの前後に境界の標高データが必要となり、その上、at の値を大きくしてそのデータを重視する解析を行う必要がある。ところが at の値を大きくする影響は当然他の部分にも及ぶため、モデル全体にわたって凹凸が強調されてしまい、望ましくない状況になってしまうこともある。

これと同様のことは断層と地層境界の交差位置の形状にもあてはまる。「断層の成立の過程から考えて、地層境界の形状はたぶんこのようになっているはずだ」という専門家の知見がうまく反映されない。これを解決するためには、その位置に仮想のボーリングデータを設定することになる。ただし、3次元的にこのような仮想データをうまく作成するのはかなり困難な作業になると思われる。

ウ. ボーリングデータの量と特性

基本的にボーリングデータ（又は断面のデータ）の量は多いほど実地質構造に忠実な解析結果が得られる可能性は増す。ただし、それを実現するためには、データの特性について、まず信頼のおけるデータであることと、ボーリング配置が適切であることの2点が重要である。

後者については、今回の検討で明らかになった事として、予想に際して重視するポイントに適合したボーリングの配置が要求されるということである。今回の解析では、ボーリング10本の内、5本がほぼ一直線上に配置されていたため、当然の事ながらその直線上の推定精度は向上しても、他の多くの領域での推定精度は、残りのボーリングデータが少ないため、あまり高いとは言えない。今回の結果で特に解析範囲の端部での地層厚や境界位置の再現性が良くないのはこのためであると考える。逆に断層の再現性が良いのはボーリングが付近に多いためである。

したがって領域全体にわたって均質な精度で推定したい場合には、均等にボーリングを配置するのが良く、逆にある部分を精度よく推定したい場合には、ボーリングを集中して配置するのが良い。ただし、定量的にどの程度の間隔が良く、どのような配置が良いかは、今後の検討課題として残る。

エ. 評価のまとめ

今回のテストの主目的は、解析者が意図した結果が、パラメータ操作により得られるかどうかであり、その最終目標として専門家が作成した地質断面図を選び、その目標にどれだけ近似しているかを評価の指標とした。結果として、前述のような再限性と、解析に関連したいくつかの留意事項が得られた。

GEORAMAに限らずこの種のソフトウェアの役目は、専門知識のない人間が、特に困難な作業をすることなく、専門家が実施した結果に近いあるいは、同等の成果が得られるというところにある。その観点から見ると、GEORAMAに要求されるのは部分的な地質構造を細かく修正可能で、それを3次元データ全体に反映させる機能である。ただし、前述のように、データの量や特性、パラメータの設定によりかなりの部分、対応可能であると思われる所以、この要求も状況によると言ってよいと思われる。将来的にはこのような細部の修正をAI等で自動的に行う機能も付加されることも予想される。

GEORAMAのような地質モデリングプログラムをCAEシステムに組込む利点は、3次元の地質構造の数値化が可能で、インターフェイス等の作成により他の解析モデリングプログラムへの受渡しを行うことができる点にある。地層処分施設の設計においては、このような地質モデルを取扱う機会が多いため、その効率化の面でも地質モデリングプログラムのより良い使い方を検討していく必要がある。

3. 各種設計検討を支援するためのサブシステムの詳細設計（その2）

3.1 各設計項目に必要な機能の検討および詳細設計

昨年度の検討で示した全体配置設計のフローに基づく各項目の成果（グラフィック画面イメージ）や熱解析サブシステムの開発（平成元年度）、地質情報サブシステムの詳細設計（平成2年度）での成果をCAEシステムのフローに従って順次選択・表示できるシステムを目標として、グラフィックデータの収納・呼出しの方法や、それに必要とされるソフトウェア、ハードウェアの要件を検討した後、詳細設計を実施した。

(1) グラフィックデータの収納・呼出しについて

現在のCAEシステムで利用されているグラフィックデータ（画面イメージ）は、そのソフトウェア（例えば、I-DEAS：解析支援システム）の中で画面イメージを保存し、再表示することが可能であるが、これから作成しようとしているユーザーインターフェイスを用いたCAE（メニュー）システムでは、グラフィックデータの取扱いが異なるので、I-DEASで保存した画面イメージ（ピクチャーファイル）をそのまま利用することはできない。

ユーザーインターフェイスはUNIX系マシーンの唯一の業界標準となっているX-Windowsシステムを利用することになると思われる。X-Windowsシステムのユーティリティで、xwd（X-Windows上のイメージの保存）、xwud（イメージの再表示）コマンドがあるので、利用ソフトウェア（例えば、I-DEAS）がX-Windows対応であれば、このユーティリティを利用することにより、メニュー・システムと一緒に画面イメージを取り扱うことができる。

この他に動燃殿保有のSunワークステーションにはX-Windowsシステムに関係なく画面イメージを保存する機能(SCREENDUMP)と再表示(SCREENLOAD)できる機能がある。これはSun特有の機能で、他メーカーのワークステーションでは利用できない。

(2) ソフトウェアの要件

ユーザーインターフェイスはUNIX系マシーンに標準で装備されているX-Windowsシステムを用いることになると思われるが、X-Windowsはウインドウ・ベースの分散ユーザーインターフェイスとしての骨組みを提供しているだけで、ユーザーの操作性(Look&Feel)に直接関係するグラフィカルユーザーインターフェイス(GUI)部分に関しては統一されていない。

そこで、ベンダーやメーカーに依存しない標準的なG U Iが求められ、2つのグループで規格が設定されたのが、U S L（ユニックス・システム・ラボラトリーズ）のO P E N L O O KとO S F（オープン・ソフトウェア・ファンデーション）のM o t i fである。これらはスタイル・ガイドと呼ぶ文書で、操作性を明確に規定すると同時に、その仕様に従ったウインドウ・マネージャや開発ツールを提供している。

メニュー・システムの開発にはいずれかのユーザーインターフェイスを選択するか、S u nの場合はX v i e wやソフトウェア・メーカーからO S F/M o t i fに対応できるものも販売されているので、動燃殿の現状のコンピュータ・システムや今後の機器の導入計画に合ったものを選択しなければならない。

(3) ハードウェアの要件

C A E システムの中では多くのソフトウェアが利用されると思われるが、X-W i n d o wシステムやグラフィックソフトを良好な操作環境で利用するには、メインメモリーは3 2 M B（メガバイト）以上、ファイルシステム（ハードディスク）はスワップ領域やO S等を考慮して、1～2 G B（ギガバイト）くらいが目安となる。

(4) グラフィックデータ表示システムの詳細設計

(i) 適用システムおよび対象データ

動燃殿保有のS u nワークステーション上でグラフィックデータ（画面イメージ）の保存が可能でメニュー選択に従ってグラフィックデータを再表示できるシステムを以下の条件で構築する。

①ワークステーション：S u n SPARC SERVER 4 7 0

（主記憶：3 2 M B、ハードディスク：約1 G B、仕様：スタンダードアローン）

②O S：S u n-O S、J L E最新版

③ウインドウ・システム：X-W i n d o w最新版

④ユーザーインターフェイス：日本語O p e n W i n d o w s最新版

⑤グラフィックデータ保存用ソフトウェア：

x w d, S C R E E N D U M P

⑥グラフィックデータ再表示用ソフトウェア：

x w u d, S C R E E N L O A D

⑦対象グラフィックデータ：

設計支援サブシステム（全体配置設計）、熱解析サブシステム、地質情報サブ

システムでのケーススタディの成果（I-DEAS、GEORAMA等の画面イメージをxwdかSCREEN DUMPで保存しているもの、または保存できるもの）と動燃殿で作成されたグラフィックデータも考慮する。

(ii) システムフローおよび画面設計

対象グラフィックデータをもとに、基本設計で示したCAEシステムのフローにもとづき、システムフローおよび画面（メニュー画面、グラフィックデータ表示画面）の設計を行った。

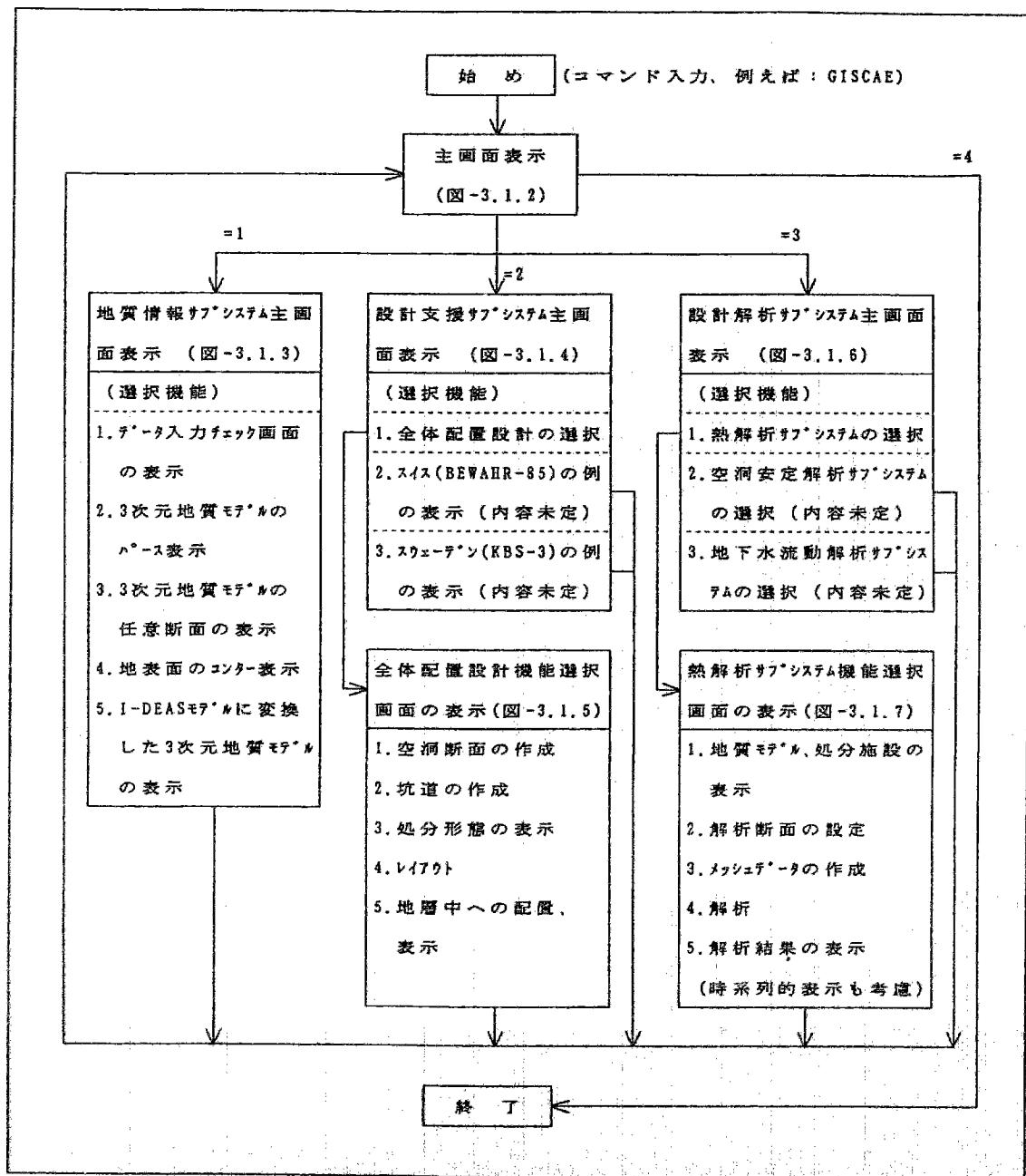


図-3.1.1 CAE（メニュー）システム・フロー図

地層処分 C A E システム

機能を選択してください。

1. 地質情報サブシステム
2. 設計支援サブシステム
3. 設計解析サブシステム
4. 終了

動燃事業団 東海事業所 地層処分開発室

図-3.1.2 C A E (メニュー) システム主画面の例

地質情報サブシステム

機能を選択してください。

1. データ入力チェック (ボーリングデータ)
2. 3次元地質モデルのバース表示
3. 3次元地質モデルの任意断面表示
4. 地表面のコンター表示
5. I - D E A S モデルに変換
6. 終了

動燃事業団 東海事業所 地層処分開発室

図-3.1.3 地質情報サブシステム機能選択画面の例

設計支援サブシステム

機能を選択してください。

1. 全体配置設計
2. スイス (BEWAHR-85) の例
3. スウェーデン (KBS-3) の例
4. 終了

動燃事業団 東海事業所 地層処分開発室

図-3.1.4 設計支援サブシステム機能選択画面の例

全体配置設計

機能を選択してください。

1. 空洞断面の作成
2. 坑道の作成
3. 処分形態の表示（坑道処分、処分孔処分）
4. レイアウト（立坑、主要坑道、処分坑）
5. 地層中の配置、表示
6. 終了

動燃事業団 東海事業所 地層処分開発室

図-3.1.5 全体配置設計機能選択画面の例

設計解析サブシステム

機能を選択してください。

1. 热解析サブシステム
2. 空洞安定解析サブシステム
3. 地下水流動解析サブシステム
4. 終了

動燃事業団 東海事業所 地層処分開発室

図-3.1.6 設計解析サブシステム機能選択画面の例

熱解析サブシステム

機能を選択してください。

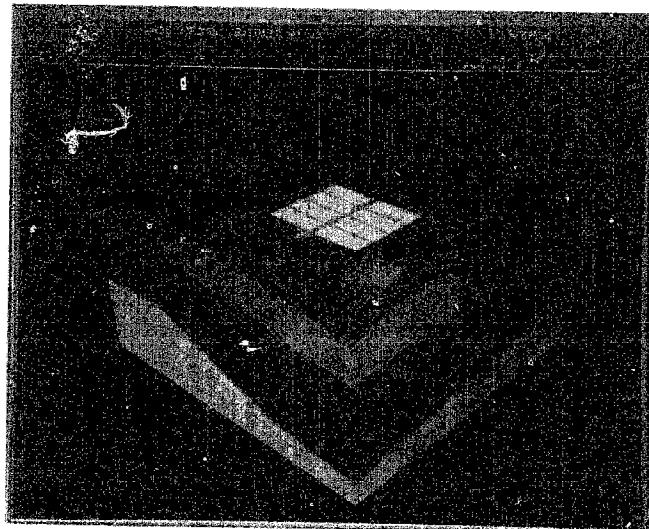
1. 地質モデル、処分施設の呼び出し
2. 解析断面の設定
3. メッシュデータの作成
4. 解析
5. 解析結果の表示
6. 終了

動燃事業団 東海事業所 地層処分開発室

図-3.1.7 热解析サブシステム機能選択画面の例

地形・地質モデル中への処分施設の配置

次画面
前画面
メニューへ

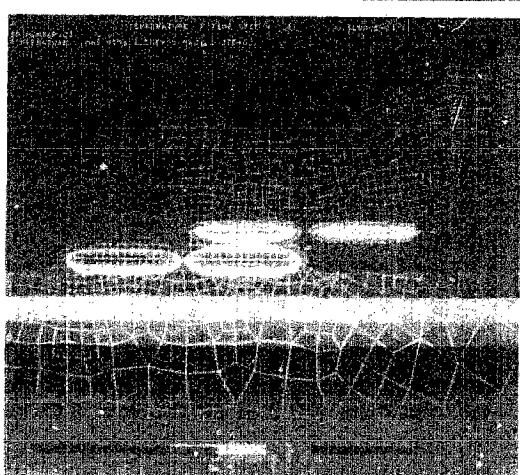


動燃事業団 東海事業所 地層処分開発室

図-3.1.8 グラフィックデータ表示画面の例（1）

熱解析結果（100年後温度分布図）

次画面
前画面
メニューへ



動燃事業団 東海事業所 地層処分開発室

図-3.1.9 グラフィックデータ表示画面の例（2）

3.2 諸外国の設計手順の検討とケーススタディ

(1) 検討方針

昨年度は、主として我が国における既往の研究成果を基に、考え得る設計手順の一例を示した。その概要は図-3.2.1に示すようなものであり、深度から閉鎖に到る設計の順序と共に、それぞれの設計方法についても検討を行った。

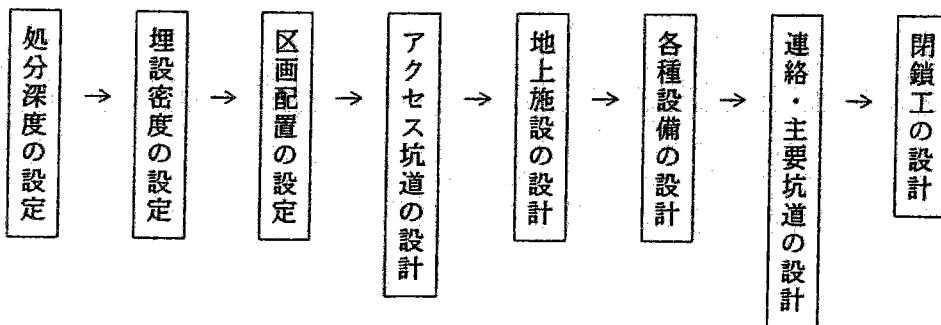


図-3.2.1 考え得る設計手順の一例

本年度はこれらの検討に資する目的で諸外国の設計手順の調査を行う事としたが、図-3.2.1に示したような設計の“順序”に関する知見は得られなかった。しかし、処分深度に対する考え方や深度の設計、坑道間隔の設定など、部分の設計に関する記述は認められたので、(2)ではこれらの記述についてのまとめを行い、その結果明らかになった処分施設配置のケーススタディを(3)で行う。なお本年度の調査対象は、処分場概念が比較的明らかな、スイス：GEWAHR-'85とスウェーデン：KBS-3の2プロジェクトとした。

(2) 諸外国の設計手順

(i) 処分深度

処分深度の設定は処分場の設計の中でも1つのポイントと考えられ、ある程度の記述が認められるため、他の設計項目とは独立させて述べる。

(a) スイス：GEWAHR-'85

処分深度に関しては、

- 土被りの厚さは、人間の意図的あるいは偶発的な侵入、破壊活動および戦争行為から、処分場を防護する。

- 地下深度に位置することで、水と氷による浸食の影響から、廃棄体および人工バリアを防護する。

のように述べており、これは処分場として必要な最小深度の規定、または処分深度を大きくする要因としてとらえられる。

一方、最大深度の制約に関しては、建設・操業時の作業環境および緩衝材の許容最高温度の面から、岩盤の許容最高温度を55°Cと規定している。処分深度の設定に関して空洞の安定性はあまり議論されておらず、これは対象地質が良質な花崗岩である事によるものと考えられる。

処分深度の設定手順として、まず Bottsteinでのボーリングより、深さ300～1500mに分布する花崗岩が選定され、岩盤の許容最高温度55°Cから最大深度の目安を1200mとしている。そして最終的には岩盤の透水係数が小さく、還元雰囲気にある深度として、処分深度約1200mを設定している。

(b) スウェーデン：KBS-3

処分深度の設定はサイト固有の条件に大きく依存するとした上で、処分深度に係る要求機能を次のように2つに分類してあげている。

① 処分深度を大きくする方に導く要求機能

○長期にわたる流水や氷河による浸食および地表における事象（爆発や地下空間利用、井戸の掘削）によって処分場の機能を失わない事。

○岩盤の透水係数が十分に小さい事。

○還元雰囲気である事。

② 処分深度を小さくする方に導く要求機能

○岩盤応力が大きくなることで処分場の建設、操業期間中の空洞の安定性が失われる事。

○雰囲気の温度が高くなるため、作業環境を十分に管理できなくなったり、予め定められた操業中の最高温度を満たさなくなったりする事。

○地表面からの調査を十分に行うことができなくなる事。

この内①のグループの要求機能に対しては、サイト特性調査の結果および地質学的な常識に基づいて、地下400～500以上深であれば要求を満足するとしている。また②のグループの要求機能に対しては、地下1000mまでは問題ないとしている。このようにして、レポートにおいては処分深度400～500mで処分場概念の検討を行

っている。

(ii) 部位の設計

ここでは処分深度を除く処分場施設の部位の設定について、スイス：GEWAHR R-'85 とスウェーデン：KBS-3 をまとめて表-3.2.1に示す。

表-3.2.1 諸外国における部位の設計

設計部位・項目		スイス：GEWAHR -'85	スウェーデン：KBS-3
区画割り・配置		<ul style="list-style-type: none"> 区画分割はないが、建設、操業の同時作業において、作業区域の分離は可能としている。 透水係数が10^{-9} m/s以上という破碎帯を4ヶ所想定しており、それを避ける配置としている。 	<ul style="list-style-type: none"> フラクチャーゾーンの透水係数が分区画の配置を左右し、透水係数が幾分大きいゾーン (10^{-8} m/s) からは100m、中位のゾーン ($10^{-10} \sim 10^{-11} \text{ m/s}$) からは25mの間隔をとるとしている。
立坑	本数	<ul style="list-style-type: none"> 1本の立坑に2つの機能をもたせ1本は操業用+排気、1本は建設用+吸気の合流2本。 	<ul style="list-style-type: none"> 輸送、サービス、換気、非常用の4つの機能を各立坑にもたせ、合計4本としている。
	形状寸法	<ul style="list-style-type: none"> 建設機械、操業ハンドリング機械の大きさを考慮して、直径6.6mとしている。 	_____
主要坑道	配置	<ul style="list-style-type: none"> 建設と操業の同時作業を考慮して区画の周囲に配置しており、片側は建設用、片側は操業用としている。 	<ul style="list-style-type: none"> 操業ハンドリング用および換気用として、区画中央に1本配置している。
	形状寸法	<ul style="list-style-type: none"> 搬送機械が2台ずれ違う事を考慮して断面の大きさを高さ8m、幅9mの馬蹄形としている。 	_____
処分坑道	配置	<ul style="list-style-type: none"> 坑道間隔は40mとしており、空洞安定性と熱的条件が考慮されている。 坑道の長さは1500mとしているが破碎帯のロケーションに上がるとしている。 坑道の本数は処分量と亀裂等地質状態により決定され、必要に応じて増設される。 	<ul style="list-style-type: none"> 緩衝材の上限温度という熱的条件より坑道間隔は1層の場合は25m、2層の場合は35mとしている。なお層間隔は100m。
	形状寸法	<ul style="list-style-type: none"> ハンドリング機械の大きさより直径3.7mとしている。(形状を円形としたのは、処分形態とTBMによる掘削によると考えられるが、記述はない) 	<p>(処分形態と発破による掘削のため馬蹄形としたと考えられるが、記述はない。) (廃棄物およびその搬送機械の寸法から幅3.3m、高さ4.5mとしたと考えられるが記述はない。)</p>
廃棄体間隔		<ul style="list-style-type: none"> 熱的条件(緩衝材の温度)より5mとしている。 地質的に不適当と判断された部分には処分せず、間隔をあける。 	<ul style="list-style-type: none"> 熱的条件(同左)より6mとしている

(3) ケーススタディ

(i) 検討方針

昨年度のケーススタディでは、平成2年度の「地層処分システムの設計研究」の施設配置成果をもとに配置のケーススタディを行った。今年度は前述の調査成果をもとに、「GEWAHR85」と「KBS-3」の2プロジェクトの配置ケーススタディを行う。

坑道断面形状、間隔、本数、区画配置等を図化する際に必要な情報のうち、前記プロジェクトレポートに明記されているもの以外のものについては、図面のスケールアップ等の方法で推定してグラフィックデータとしている。

なお背景としての地形・地質構造は、単純な構成のものを用いることとする。

(ii) 検討項目

ケーススタディの検討項目の概要を以下に述べる。

(a) 配置パーツの作成

各プロジェクトレポートより立坑、処分坑道、処分孔、主要坑道、連絡坑道等の断面形状を決定する。

(b) 処分形態の作成

坑道と処分孔を組合せて処分形態を作成する。視覚的検討を助けるために廃棄体もモデルに組入れる。

(c) 処分設置の配置

各坑道を組合わせて処分施設の全体配置を行う。坑道間隔や全体の大きさ等不明な点が多い（特にKBS-3）ため、多くの部分で仮定をして配置を決定した。

(d) 地層中への配置

完成した処分施設を地形・地質モデル中へ配置する。

(iii) ケーススタディの結果

ケーススタディの結果を図-3.2.2, 3.2.3に示す。

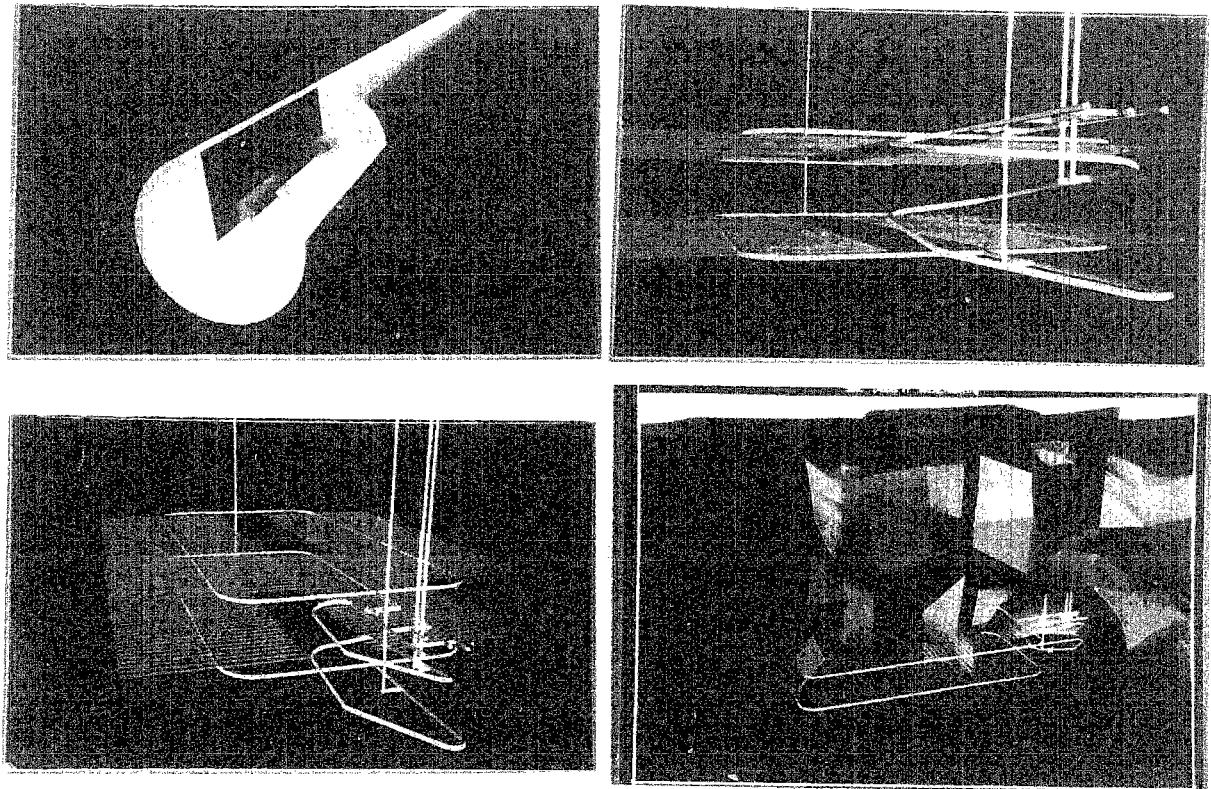


図- 3.2.2 ケーススタディ結果 (GEWAHR 85)

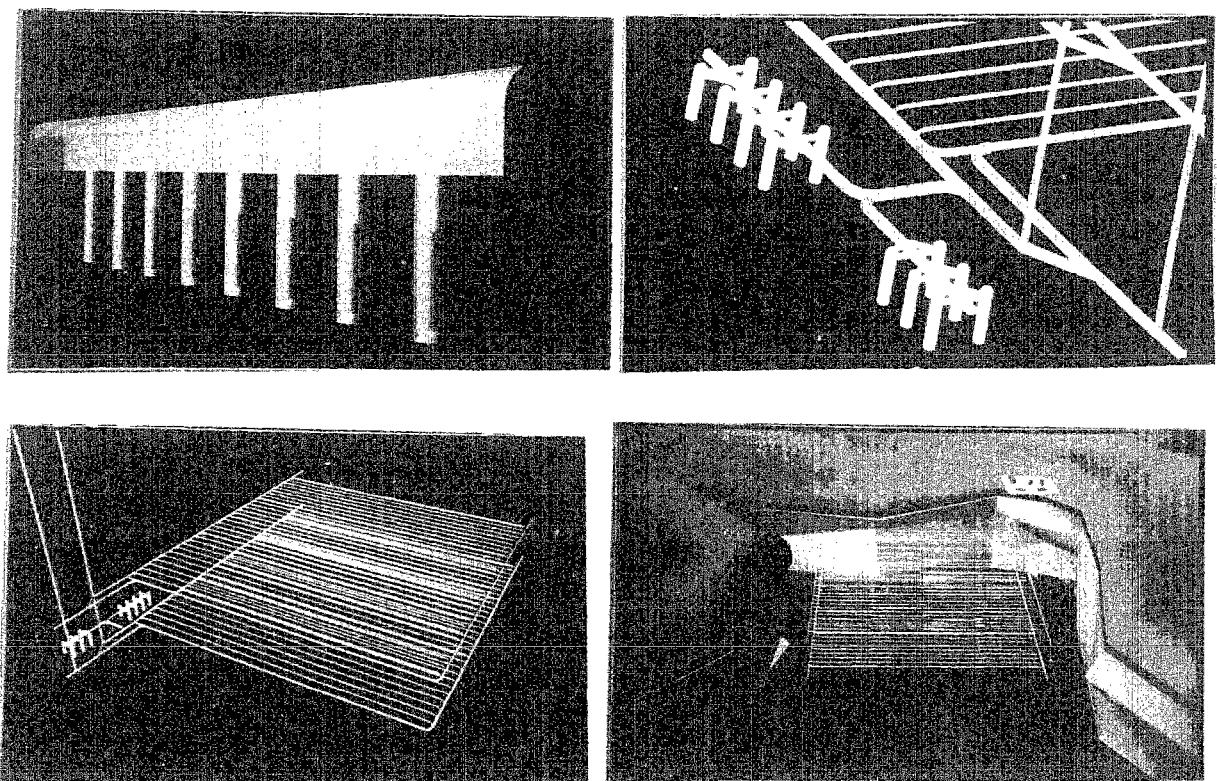


図- 3.2.2 ケーススタディ結果 (KBS-3)