

超深地層研究所計画  
年度計画書（平成9年度）

1997年8月

動力炉・核燃料開発事業団  
東濃地科学センター

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒509-5102 岐阜県土岐市泉町定林寺字959-31

動力炉・核燃料開発事業団

東濃地科学センター

技術開発課

Inquiries about copyright and reproduction should be address to: Geotechics  
Development Section, Tono Geoscience Ceter, Power Reactor and Nuclear Fuel  
Development Corporation 959-31, Jorinji, Izumi-cho, Toki-shi, Gifu-ken 509-5102, Japan.

## 〔 目 次 〕

1. はじめに	1
2. 地表からの調査予測研究段階の概要	1
3. 平成9年度 年度計画の概要	1
4. 地質構造	5
4.1 目的	5
4.2 実施内容	5
4.2.1 MIU-1号孔	5
4.2.2 MIU-2号孔	6
5. 地下水水理	9
5.1 目的	9
5.2 実施内容	9
5.2.1 表層水理調査	9
5.2.2 深層水理調査	9
5.2.3 地下水位観測	10
5.2.4 地下水流動解析	11
6. 地下水の地球科学	11
6.1 目的	11
6.2 実施内容	11
7. 調査技術・機器	12
7.1 目的	12
7.2 実施内容	12

## 1. はじめに

本計画書は「超深地層研究所地層科学研究基本計画」(PNC TN7070 96-002)および「超深地層研究所 地表からの調査予測研究段階計画(案)」(PNC PN7070 97-001)に基づき、「地表からの調査予測研究段階」の平成9年度の計画を示したものである。平成9年度は第1段階である地表からの調査予測研究段階の第2年度にあたる。

## 2. 地表からの調査予測研究段階の概要

地表からの調査予測研究段階では、地質構造、地下水の水理や地球化学などに関する研究が主体となる。この段階では物理探査や試錐調査によって地質構造の概略を把握し、これに基づいて地質構造を簡明に示す地質構造モデル、水理地質構造モデルおよび地下水の地球化学モデルを構築する。これらのモデルは、地下水流動解析や地下施設的设计などの基礎となる。また、取得される膨大な情報を効率よく管理し活用するために不可欠なデータ管理システムなどの構築を行う。これらの研究の結果に基づき、深部地質環境の特徴、地下施設の建設に伴う地下水の流動と水質の変化などを予測すると同時に、予測結果を評価する基準や方法を決定しておく。また、地下施設の詳細設計を行うとともに、この段階に続く坑道の掘削を伴う段階の詳細な研究計画を決定する。

地表からの調査予測研究段階の段階目標は、以下の3項目である。

- (1)地表から地質環境に関するデータを取得し、地下の地質環境の概略を把握し、地下施設の建設が地質環境に与える影響を予測する。
- (2)上記で行う予測の結果を、坑道の掘削を伴う研究段階に取得される情報との比較により検証するための評価方法を決定する。
- (3)本段階で取得される情報と予測結果に基づき、地下施設の詳細設計を行い、坑道の掘削を伴う研究段階の計画を決定する。

地表からの調査予測研究段階の主なスケジュールを表2. 3-1に示す。

## 3. 平成9年度 年度計画の概要

平成9年度は、平成8年度計画のうち社会情勢により実施できなかった現場調査(試錐調査(1本)、表層水理調査、電気探査)、および当初より平成9年度に計画していた試錐調査(1本)、力学調査、表層水理調査を行う予定である。また、現場以外の調査業務として、水理・地球化学用機器の製作、データベースの構築および研究成果を3次元的に可視化するために必要な計算機システムを構築する。

本計画の平成10年3月までのスケジュールを表3. 2-2および表3. 2-3に示す。なお、MIU-1号孔の試錐調査の着手については平成9年9月と仮置きした。

表 2. 3-1 地表からの調査予測研究の主なスケジュール

	H 8	H 9	H10	H11	H12	H13
(1)試錐掘削		— 2 孔 —	— 1 孔 —	— 4 孔 —	— 4 孔 —	
(2)地質構造 ・岩芯記載／調査 ・物理検層 ・室内分析／試験 ・トモグラフィ 調査			— 1 孔 —		— 2 孔 —	— 2 孔 —
(3)水理 ・機器製作 ・透水試験 ・水圧観測	— 1 台 —		— 1 孔 —	— 1 孔 —	— 4 孔 —	— 8 孔 — (H14:10 孔)
(4)地球化学 ・機器製作 ・採水・分析	— 1 台 —					
(5)解析・評価						

(注 1) 岩芯記載／調査、物理検層、透水試験等は試錐調査として実施する。

(注 2) 水圧観測の試錐孔数は、その時点で水圧観測を実施している全試錐孔数である。

表3. 2-2 平成9年度 調査スケジュール

	H9.2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	H10.1	2	3	4
(1)試錐掘削															
a)MIU-1	○ 契約							○ 契約			掘削				○ 掘削
b)MIU-2							○ 契約		○ 掘削						
(2)地質構造															
a)MIU-1								○ 岩芯記載・検層・コア試験							○ 岩芯記載・検層・コア試験
b)MIU-2									○ 岩芯記載・検層・コア試験						
c)電気探査							○	○							
d)力学試験										○	○				
e)データ解析															
(3)地下水水理															
a)表層水理調査															
・表層地下水位 面観測	○ 契約		○ 機器設置				○ 契約				観測				
・表層水理観測 システム							○ 契約		○ 機器設置					○ 観測	
b)深層水理調査															
・MIU-1								○ 揚水試験							○ 水理試験
・MIU-2									○ 揚水試験						○ 水理試験
c)地下水位観測 (既存孔)			○												
d)解析															
(4)地球化学															
・MIU-1															○ 契約



## 4. 地質構造

### 4. 1 目的

地下深部の地質環境における地下水の水理学的性質並びに地球化学的性質は、岩相あるいは割れ目帯や破碎帯などの地質構造に影響されるものと考えられる。本研究においては、超深地層研究所を中心とした研究対象領域の深部地質環境を把握するために、研究対象領域の地下深部の地質構造、岩相や割れ目分布などを地下水の流動経路や地下水の地球化学的反応プロセスを明らかにするととの観点から把握することを目的とする。

試錐調査として、MIU-1号孔およびMIU-2号孔（いずれも深さ約1,000mを予定）を掘削し、岩芯記載・物理検層・BTV・コア試験などの調査を実施する。また、電気探査、正馬様洞用地内の既存試錐孔（AN-1号孔）における力学調査およびデータ解析を実施する。

### 4. 2 実施内容

#### 4. 2. 1 MIU-1号孔

##### ①掘削内容

予定位置：図4. 2-1

予定深度：約1,000m

##### ②岩芯記載

実施項目：岩相／断層及び割れ目分布／変質帯の分布および形態／変質鉱物および割れ目充填鉱物／岩盤等級／RQDなど

##### ③物理検層

実施項目：電気検層、密度検層、中性子・ガンマ検層、音波検層、温度検層、孔径検層、孔曲がり検層、フローメーター検層、レーダー法シングルホール測定

調査区間：堆積岩部および結晶質岩部

##### ④BTV（ボアホールテレビ）調査

調査区間：堆積岩部および結晶質岩部

##### ⑤コア試験（室内分析／試験）

###### ・岩石鉱物組成調査

実施項目：顕微鏡観察、X線回折、全岩組成分析

実施数量：20m 毎に1試料

###### ・岩盤物性試験

実施項目：物理試験、力学試験、熱特性試験

実施数量：物理試験は一軸圧縮試験および三軸圧縮試験用の供試体180個を対象

力学試験は一軸圧縮試験；90供試体、三軸圧縮試験；90供試体、

圧裂引張試験；30供試体

熱特性試験；30供試体

###### ・地圧計測

実施項目：AE計測、DRA計測

実施数量：100m毎に3供試体



## (2)電気探査

実施範囲：正馬様洞用地内

目的：対象領域の浅部比抵抗分布を求め、花崗岩を被覆する堆積岩の分布およびその構造を推定する。

### 4. 2. 2 M I U - 2 号孔

#### ①掘削内容

予定位置：図4. 2-1

予定深度：約1, 000m

#### ②岩芯記載

実施項目：岩相／断層および割れ目分布／変質帯の分布および形態／変質鉱物および割れ目充填鉱物／岩盤等級／RQDなど

#### ③物理検層

実施項目：電気検層、密度検層、中性子・ガンマ検層、音波検層、温度検層、孔径検層、孔曲がり検層、フローメーター検層、レーダー法シングルホール測定

調査区間：堆積岩部および結晶質岩部

#### ④B T V (ボアホールテレビ) 調査

調査区間：堆積岩部および結晶質岩部

#### ⑤コア試験 (室内分析／試験)

##### ・岩石鉱物組成調査

実施項目：顕微鏡観察、X線回折、全岩組成分析

実施数量：20m 毎に1試料

##### ・年代測定調査

実施項目：K-Ar法／Rb-Sr 法／CHIME 法／フィッシュオントラック法

実施数量：100m毎に1試料

##### ・岩盤物性試験

実施項目：物理試験／力学試験

実施数量：物理試験は一軸圧縮試験および三軸圧縮試験用の供試体180 個を対象  
力学試験は一軸圧縮試験； 90 供試体、三軸圧縮試験； 90 供試体、  
圧裂引張試験； 30供試体

##### ・地圧計測

実施項目：A E計測、D R A計測

実施数量：100m毎に3 供試体

## (2)力学調査

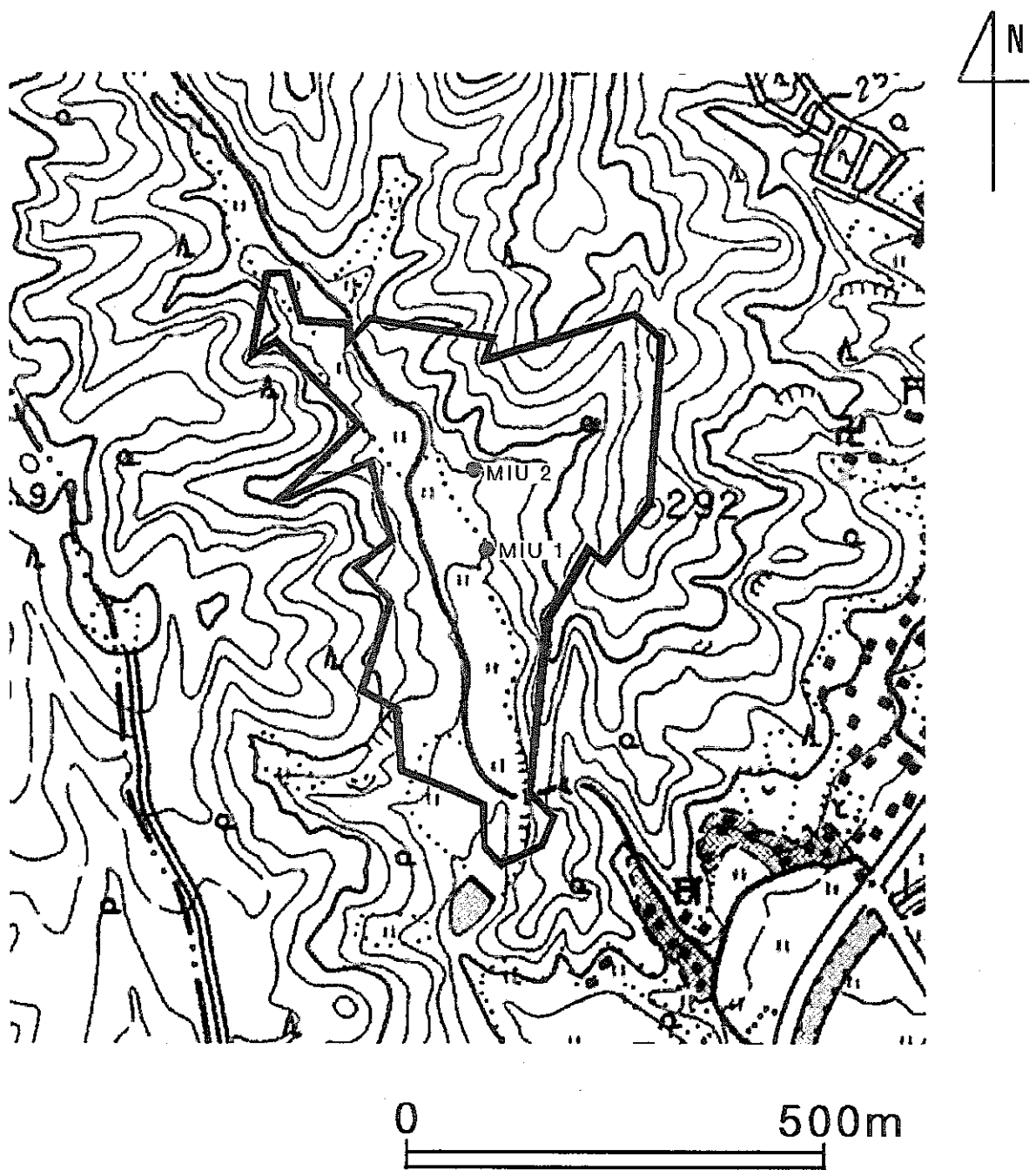
実施方法：水圧破碎法

実施場所：正馬様洞用地内の既存試錐孔 (A N - 1 号孔)

実施数量：10点

### (3)データ解析

実施内容：既存の地質構造に関するデータを基に解析を行い、正馬様洞用地およびその周辺の地質構造モデルを構築する。この地質構造モデルは、今後得られる試錐調査などのデータや広域地下水流動研究の成果により、改良される。また、今年度の調査結果を基に、地下水水理および地下水の地球化学の観点を加え、次年度以降の試錐掘削位置の検討を行う。



(国土地理院発行、1:25000地形図「土岐」を使用)

図4.2-1 超深地層研究所計画における試錐予定位置  
(平成9年度)

## 5. 地下水水理

### 5. 1 目的

本研究は、表層から地下深部までの岩盤、および断層・破碎帯などの水理地質構造の水理学的性質の把握（水理地質構造モデルの構築）、および地下施設の建設前の地下水流動と地下施設の建設に伴う水理学的影響の予測・検証のための調査・解析・評価する手法を構築することを目的として、表層水理調査、深層水理調査、地下水流動解析を実施する。この際、本調査領域を包含する広域地下水流動研究の成果についても有効に活用していく。

### 5. 2 実施内容

#### 5. 2. 1 表層水理調査

未固結砂礫層中の地下水流動および未固結砂礫層から堆積岩層への浸透量を把握するため、水位計および土壌水分計を設置する。また、表層の透水係数や不飽和特性を把握するため、試錐孔ならびに室内において試験を実施する。さらに堆積岩分布域を対象に比流量調査、河川水質調査を実施する。この成果は地下水流動解析での境界条件や初期条件の設定に反映される。

平成8年度は、正馬様洞流域の表層水理調査を行うにあたり、表層水理定数観測システムの設計を行った。これに基づき、平成9年度は、地下水位面観測孔の掘削と観測機器の設置を含む表層水理定数観測システム（気象、河川流量、自由地下水面を観測するシステム）を設置し、地下水涵養量や未固結砂礫層中の地下水流動を把握するための長期観測を開始する。

#### 5. 2. 2 深層水理調査

正馬様洞用地に掘削される試錐孔を用いて、表層から地下深部までの地下水の間隙水圧を測定するとともに、岩盤の透水性とその深度依存性を把握するための水理試験を実施する。試験区間は、地質構造調査で実施する岩芯記載、物理検層およびBTV調査の結果に基づいて決定する。また、試錐孔掘削約100m毎に掘削を停止し、1,000m対応揚水試験装置を用いて、定圧の揚水試験を行う。これらのデータを基に、水理地質構造モデルの構築および地下水流動解析における境界条件や初期条件の設定、さらに解析結果の検証などを実施する。

平成9年度は、MIU-1号孔およびMIU-2号孔（深度約1,000m）を掘削し、揚水試験および物理検層を実施する。また、岩芯を用いた室内透水試験を実施する。なお、両試錐孔とも透水試験（透水係数、間隙水圧測定）は平成10年度に実施する予定である。

- 実施項目：
- ・単孔式揚水試験
  - ・単孔式透水試験
  - ・間隙水圧測定
  - ・室内透水試験
- （以下地質構造と共通項目）
- ・物理検層
  - ・ボアホールテレビ（BTV）
  - ・フローメーター検層

### 5. 2. 3 地下水位観測

試錐孔および立坑が掘削される前の地下水位を把握するため、正馬様洞用地内の既存孔に水位計を設置し、地下水位観測を実施する。

既存試錐孔：AN-1号孔、AN-3号孔、AI-4号孔

### 5. 2. 4 地下水流動解析

#### ①水理地質構造モデルの構築

未固結砂礫層、新第三紀層および花崗岩中の地下水流動を把握することを目的とした超深地層研究所周辺の水理地質構造モデルを構築する。

平成8年度に既存資料を基に3次元の水理地質構造モデルを構築した。平成9年度は電気探査や広域地下水流動研究の成果などを基に、平成8年度に構築した水理地質構造モデルを改良する。

実施項目：・水理地質構造の概念モデルの構築

- ・調査・観測結果を基にした水理地質ユニットの区分
- ・水理定数の空間分布の推定
- ・3次元の水理地質構造モデルの改良

#### ②地下水流動解析

水理地質構造モデルを基に、自然状態の地下水流動解析を実施する。解析コードは、東濃鉦山第2立坑の掘削影響予測解析で確証された3次元飽和不飽和浸透流解析コードTAGSACを用いる。なお、主な対象が花崗岩であることから、亀裂性岩盤の適切なモデル化手法の検討を行う。

実施項目：コンピュータによる地下水流動解析

## 6. 地下水の地球化学

### 6. 1 目的

本研究では、地質学的特徴が異なる岩盤部分毎の地下水の地球化学的性質を把握し、地下水の溶存化学成分濃度分布と地下水の流動方向の概略を示す地下水の地球化学モデルを構築することによって、水質形成機構を明らかにすることを目標とする。さらに、このモデルに基づき坑道掘削に伴う地下水の地球化学的性質変化の予測を本研究の最終段階に行う。

### 6. 2 実施内容

MIU-1号孔およびMIU-2号孔を対象に実施する地下水の地球化学に関する調査の内容(場の理解のための調査)は、以下のとおりである。なお、本調査は試錐掘削が終了する平成10年度に実施する予定である。

#### (1)地下水の地球化学調査

##### ①試錐孔を利用した測定・採水

地化学検層ユニットおよび1,000m対応地下水採水装置による測定および採水を実施する。

- ・測定・採水ポイント

MIU-1号孔：5ポイント

- ・原位置測定項目

水温、pH、酸化還元電位、電気伝導度、硫化物イオン濃度

- ・採水量

20ℓ程度/ポイント

- ・測定・採水期間

MIU-1号孔：5ヶ月程度

##### ②室内分析

試錐孔より採取された地下水について、以下の項目の分析を行う。

- ・主要溶存成分

- ・微量溶存成分

- ・溶存ガス

- ・環境同位体

- ・微生物/有機物/コロイド

#### (2)岩盤の地質学的・地球化学的調査

「3. 地質構造」で得られる岩芯試料を対象とした以下のデータを編集する。

- ・母岩の変質、割れ目の形状

- ・母岩のバルクの化学組成、構成鉱物組成、各鉱物の化学組成

- ・割れ目充填構成鉱物組成、各割れ目充填鉱物の化学組成

## 7. 調査技術・機器

### 7. 1 目的

地表からの段階で対象となる深度および広がりのある領域に対し、地表から地下深部までの地質環境が本来的に有する性質を正確に把握するために、対象とする地質環境に応じた適切な調査技術や調査機器を開発する。

### 7. 2 実施内容

この段階での調査研究では既存の技術・機器を活用し、実際の調査を通じてその適用性を把握し、その有効性を確認することを原則とする。既存技術・機器では不十分な場合、あるいはそれが予想される場合については、計画の見直し、既存技術・機器の改良・高度化、新しい技術・機器の開発などについて検討する。

種々の調査で取得されるデータや坑道の掘削工事等に関連する大量のデータに関しては、それらを効率よく管理し利用するためのデータベースを構築する。また、調査で取得した多種多様なデータを総合的に解析し、その結果を3次元的に可視化するために必要な計算機システムを構築する。

#### (1)地質構造調査のための調査技術・機器開発

##### ①弾性波トモグラフィーの非破壊振源の開発

地表からの調査予測研究段階で、試錐孔を利用して弾性波、レーダーおよび比抵抗トモグラフィー調査を実施し、孔間の地質構造を推定する計画である。このうち、弾性波トモグラフィーは、試錐孔（発振孔）への影響を少なくするため、スパーカー等の非破壊振源を用いたものを使用する予定である。

平成9年度は、弾性波トモグラフィーの振源として、非破壊振源（スパーカー）の設計・製作を行う。

#### (2)水理調査のための調査技術・機器開発

##### ①高温環境型1,000m対応水理試験装置の製作

平成8年度より、使用可能な環境温度をさらに高める改良を実施する他（50℃から70℃）、機動性やメンテナンス性を高めるための改良を実施中である。

##### ②試錐孔を利用した長期モニタリング装置の開発

間隙水圧の長期モニタリングは既存のシステムで実施可能であるが、立坑の掘削によって発生する立坑近傍の地下水位の低下や、大規模な揚水試験によって発生する地下水位の低下に起因する高差圧環境に対応できるモニタリング装置を開発する。

平成8年度に実用機の設計・製作の前段階として、深度200mを対象とした実験機の設計を行った。平成9年度は、平成8年度の設計に基づき、深度200mを対象とした実験機の製作を行う。

#### (3)地下水の地球化学調査のための調査技術・機器開発

##### ①高温環境型1,000m対応地下水の地球化学特性調査装置の製作

平成8年度より、使用可能な環境温度をさらに高める改良を実施する他（50℃から70℃）、機動性やメンテナンス性を高めるための改良を実施中である。

#### (4) 試錐掘削技術

岩盤本来の透水性や地下水の地球化学的性質を極力乱さないために、試錐孔の掘削に際しては、泥水を使用せず掘削流体として清水を利用することを原則としているが、掘削流体として泥水を用いない場合は孔内崩壊が発生しやすい。そこで、出来るだけ孔内崩壊を誘発しない掘削方法（三重管掘削工法）や部分的な孔内崩壊に対応するために部分保孔技術の開発を行っている。部分保孔技術は、部分掘孔技術、部分ケーシング（ストレーナー付き）装填技術等から構成され、平成8年度は部分掘孔装置を開発した。平成9年度は、平成8年度に製作した部分掘孔装置の適用試験を実施する他、部分ケーシングならびにその挿入装置の基本設計を行う。開発した技術は、順次、本計画における試錐掘削に適用し、必要に応じて改良を加えつつ実績を重ねていく。

#### (5) 力学特性調査のための調査技術・機器開発

岩盤の力学データは地層科学研究のみならず、深地層の研究施設の設計施工に必要な情報である。岩盤の力学データの取得には、岩芯試料を用いる方法や試錐孔を用いて原位置で取得する方法など種々の方法が提案され、実際の測定に用いられているが、それぞれに長所短所を有している。そこで本計画では、既存の測定技術の評価を通して、地表から地下深部までの岩盤の変形係数や3次元の応力場に関するデータを効率的に取得可能な測定手法の開発を目指す。

平成9年度は、平成8年度の成果に基づき、3次元の応力場に関するデータ取得法として、応力解放法に関する機器開発のための課題の抽出や適用性について検討する。

#### (6) データベース

第1段階で実施される様々な調査や試験で得られるデータを一元管理し、データの効率的活用を図るために必要な調査データ用データベースシステム、ならびに調査や工事の工程を管理するために必要な工程管理用データベースシステムを構築する。

平成8年度は調査データ用データベースシステムとして、地球科学分野のデータベースの調査を行い、データベースを導入した。平成9年度は導入したデータベースへ既存の試錐調査データの登録およびシステムの運用を行い、本研究の目的により適したシステムにするため、改良点を抽出する。

#### (7) 解析・可視化技術

本計画によりもたらされる地質環境に関する多種多量のデータに基づいて地質構造をモデル化し、さらに地質構造や地下水の流動現象などを解析し、その結果を3次元的に可視化できる計算機システムを構築する。本システムは分野の異なる研究者間のモデルなどに関する認識の共有化を図ることのみならず、専門家以外への情報提供にも重要な道具（手段）となる。

平成8年度は地質環境データ解析・可視化システムを構築するために必要なソフト



ウェアについての調査を行った。平成9年度は上述のソフトウェアの調査・検討を基に、地質環境データ解析・可視化システムの構築を行う。

#### (8)VR技術・情報公開技術

超深地層研究所計画への理解を求めることを目的として、超深地層研究所の概要・研究成果を一般に公開する技術を開発する。主なテーマは①超深地層研究所の仮想体験、②研究成果のイメージ化の2点である。

##### ①超深地層研究所の仮想体験

あたかも研究所を訪れたかのように動き回れるシミュレータを作り、一般に公開し超深地層研究所を紹介する。開発は地上部・地下部に分けて行う予定である。

地上部：計画の進展により周囲の景観がどのように変わるかを疑似体験できる景観シミュレータを作る。

地下部：最新のVR技術を取り入れて、立孔、坑道などの地下部の紹介を行う。

##### ②研究成果（地下水流動、地質構造等）のイメージ化

超深地層研究所の研究の進展に伴って得られた研究成果をどのように公開していくかについて検討する。

平成9年度は第1年度のVR技術・情報公開技術開発として、VR技術を調査し、長期的な開発計画を策定する。また、超深地層研究所の仮想体験の一部を設計・開発する予定である。