

0002

JNC TN7410 2005-001

分置

# 超深地層研究所計画

## 年度計画書（2005年度）

(技術報告)

2005年5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下さい。

〒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  
ファックス：029-282-7980  
電子メール：[jserv@jnc.go.jp](mailto:jserv@jnc.go.jp)

Inquires about copyright and reproduction should be addressed to :

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

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

## ( 目 次 )

	ページ
1 はじめに .....	1
2 超深地層研究所計画の概要 .....	2
2. 1 目標 .....	2
2. 2 調査研究の進め方 .....	3
2. 3 瑞浪超深地層研究所の設置場所 .....	6
2. 4 瑞浪超深地層研究所の施設概要 .....	7
3 2005 年度の調査研究および工事計画 .....	8
3. 1 地質環境特性の研究 .....	8
3. 1. 1 研究所用地における調査研究 .....	8
3. 1. 2 正馬様用地における調査研究 .....	18
3. 1. 3 調査技術開発 .....	19
3. 2 深地層の工学技術の基礎の開発 .....	20
3. 3 研究所用地における施設建設工事 .....	25
4 2005 年度の調査研究・建設工事スケジュール .....	27
参考文献 .....	28

## 1 はじめに

核燃料サイクル開発機構（以下、サイクル機構）東濃地科学センターでは、「原子力の研究、開発および利用に関する長期計画（原子力委員会、2000）で示された国の計画・方針にしたがい、高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発として、地層処分研究開発の基盤となる深地層の科学的研究（以下、地層科学研究）を進めている。このうち、超深地層研究所計画<sup>\*1-1</sup>は、深地層の研究施設設計画の一つとして、結晶質岩（花崗岩）を対象に岐阜県瑞浪市において進めている研究プロジェクトである。

本計画は、1996年に策定した「超深地層研究所地層科学研究基本計画（以下、基本計画）」（動燃事業団、1996）に基づき、調査研究を岐阜県瑞浪市明世町にあるサイクル機構用地（図1.1：以下、正馬様用地）において進めてきた。その後、2002年1月に瑞浪市と市有地の賃貸借契約を締結し、超深地層研究所の研究坑道などの建設用地を明世町内の市有地（図1.1：面積約7.8ha、以下、研究所用地）へ変更したことを機に、基本計画を2002年2月に改訂した（サイクル機構、2002）。

本計画書は、この基本計画に基づき、超深地層研究所計画の2005年度における研究坑道の掘削とともに研究段階（第2段階）の調査研究、ならびに正馬様用地における調査研究の内容を示したものである。

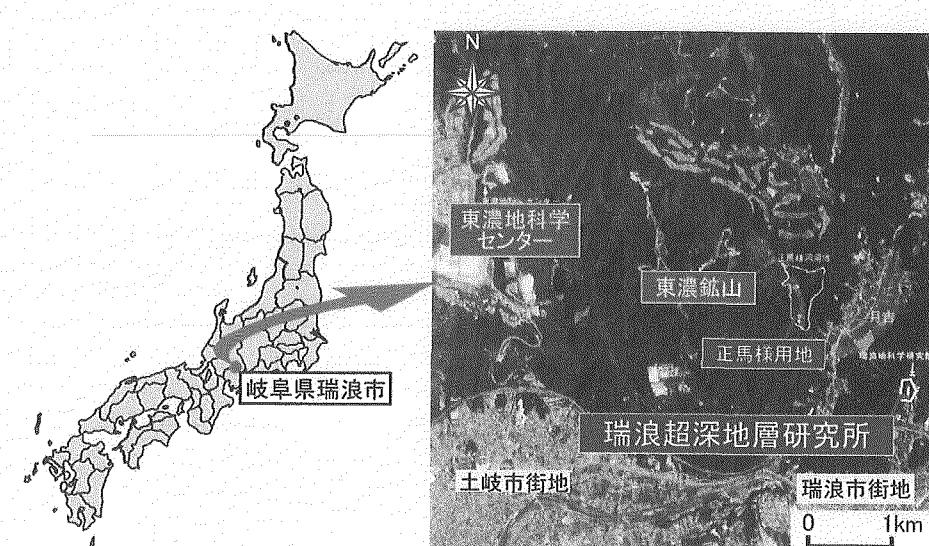


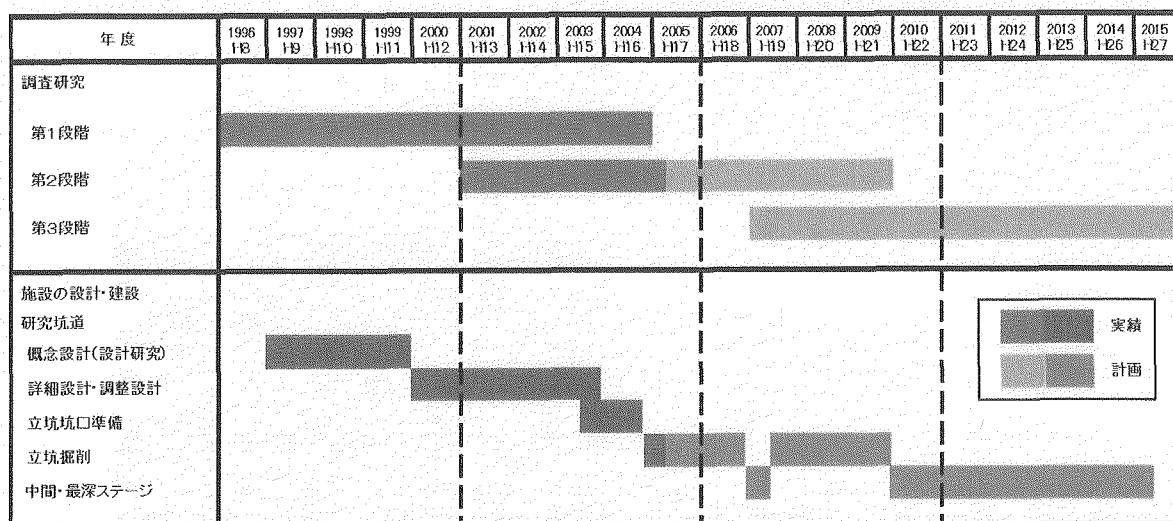
図1.1 瑞浪超深地層研究所用地の位置

\*1-1: ホームページ <http://www.jnc.go.jp/ztounou/kenkyu/miu/miu.html>

## 2 超深地層研究所計画の概要

超深地層研究所計画における地層科学的研究は、研究坑道の建設に先立って開始し、研究坑道の完成後まで約20年をかけて実施する。本計画では、研究坑道の建設工程やこれにともなう調査研究の課題、対象、空間スケールなどの違いを考慮し、計画全体を、第1段階（地表からの調査予測研究段階）、第2段階（研究坑道の掘削をともなう研究段階）および第3段階（研究坑道を利用した研究段階）の3段階に区分して調査研究を進めている。このように段階的に研究を進めることにより、人工的な擾乱を受けていない地質環境と、その地質環境が研究坑道の掘削などにより変化していく状況を把握することが可能となる。また、深部地質環境に関する情報量が段階的に増加することにより、評価すべき項目の重要度を段階的に把握するとともに、調査の種類・量、解析・評価の手法と結果の精度との関係を事例的に示すことが可能になると考えられる。超深地層研究所計画のスケジュールを表2.1に示す。

表2.1 超深地層研究所計画の全体工程（実績と計画）



### 2.1 目標

超深地層研究所計画の全体目標と段階目標を以下に示す（サイクル機構、2002）。

#### 【全体目標】

- ① 深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備
- ② 深地層における工学技術の基盤の整備

#### 【段階目標】

##### 第1段階：地表からの調査予測研究段階

- ① 地表からの調査研究による地質環境モデルの構築および研究坑道掘削前の深部地質環境の状態の把握
- ② 研究坑道の詳細設計および施工計画の策定
- ③ 研究坑道の掘削をともなう研究段階の調査研究計画の策定

## 第2段階：研究坑道の掘削をともなう研究段階

- ① 研究坑道の掘削をともなう調査研究による地質環境モデルの構築および研究坑道の掘削による深部地質環境の変化の把握
- ② 研究坑道の施工・維持・管理に係る工学技術の有効性の確認
- ③ 研究坑道を利用した研究段階の調査研究計画の策定

## 第3段階：研究坑道を利用した研究段階

- ① 研究坑道からの調査研究による地質環境モデルの構築および研究坑道の拡張による深部地質環境の変化の把握
- ② 深地層における工学技術の有効性の確認

## 2. 2 調査研究の進め方

本計画の全体目標の一つである「深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備」に関しては、地層処分の成立性や安全性を評価する上で重要と考えられる地質環境特性を、限られた調査量で効率的に理解していくという考え方に基づき、広域地下水流动研究（動燃事業団, 1997）と組み合わせ、4段階の空間スケールを設けて調査研究を進めている（図2.1, 表2.2）。

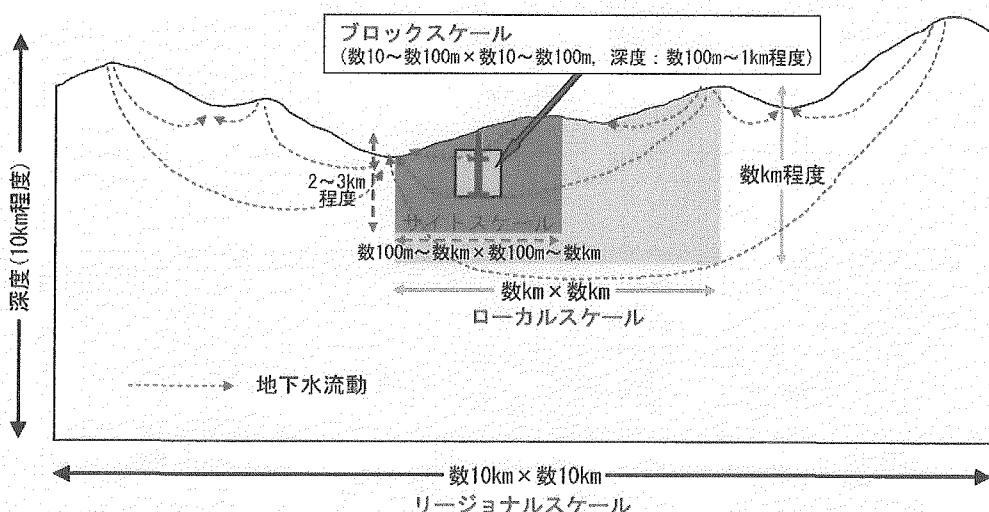


図2.1 空間スケールの概念

本計画では、実際の地質環境を対象にサイトおよびブロックスケールの調査研究をとおして、調査研究の目標や反映先を明確にし、限られた調査量やデータ精度を考慮した上で、「何をどこまで実施し、どのような手法でどのように解釈すれば、どの程度まで理解できるのか」を事例的に示すこと、適用した一連の調査・評価技術の有効性を確認すること、およびそれらの技術の組み合わせやデータの解釈およびモデル化・解析に至る調査研究の道すじを示した統合化データフロー（図2.2）を構築することを主な研究課題としている（サイクル機構, 2002）。

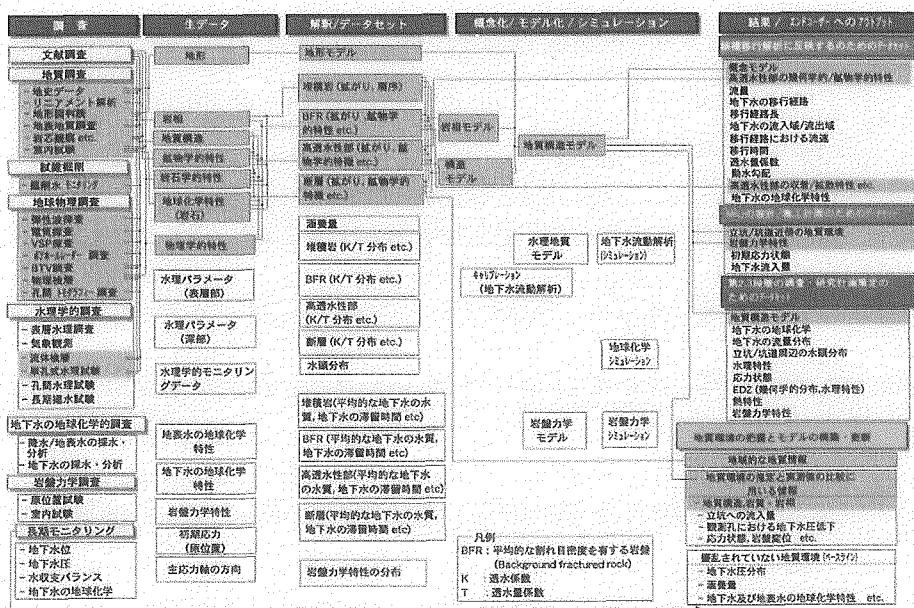
本研究の実施にあたっては、空間スケールを区分して段階的に調査研究を進め、その進展にともなう情報量の増加に応じて、地質環境特性に係る理解度（不確実

性) や調査の達成度を順次評価しつつ次の調査または段階へ移行する判断が重要であるとの考え方に基づき、図 2.3 に示す繰り返しアプローチを採用している(サイクル機構、2003b)。図 2.4 に繰り返しアプローチに基づく第 1 段階における調査研究の進め方(太田ほか、2004)を示す。

表 2.2 空間スケールと地質環境特性の記述要素(超深地層研究所計画)

		地質環境モデル				スケール
		地質構造	水理地質構造	地球化学	岩盤力学	
調査対象の複数の地質環境	サイトスケール (Site Scale)	<p>場のモデル</p> <p>領域を区切る可能性のある不連続構造の分布と性状 研究坑道の掘削対象となる岩盤およびその周辺岩盤中の不連続構造の分布密度および傾向(割れ目の不均質な分布を考慮した確率論的アプローチへの対応) 地形および基盤花崗岩の起伏面の詳細記述 層序あるいは当相に基づいた堆積岩の詳細区分</p>	<p>場のモデル/現象モデル</p> <p>地質構造モデルに記述された堆積岩区分に基づく地下水の地球化学的特徴 地質構造モデルに示された研究坑道の掘削対象となる岩盤の地球化学的特徴または深度分布(コントラストが明瞭な場合) 地質構造モデルに示された不連続構造中の地下水の地球化学的特徴 地下水移行経路に基づいた地下水の年代に関する記述 地質構造モデルに基づく岩盤の地球化学特性に関する記述</p>	<p>場のモデル/現象モデル</p> <p>地質構造モデルに示された堆積岩区分に基づく地下水の地球化学的特徴 地質構造モデルに示された研究坑道の掘削対象となる岩盤の地球化学的特徴または深度分布(コントラストが明瞭な場合) 地質構造モデルに示された不連続構造中の地下水の地球化学的特徴 地下水移行経路に基づいた地下水の年代に関する記述 地質構造モデルに基づく岩盤の地球化学特性に関する記述</p>	<p>場のモデル/現象モデル</p> <p>地質構造モデルに示された堆積岩区分に基づく地下水の地球化学的特徴 地質構造モデルに示された研究坑道の掘削対象となる岩盤の地球化学的特徴または深度分布(コントラストが明瞭な場合) 地質構造モデルに示された不連続構造中の地下水の地球化学的特徴 地下水移行経路に基づいた地下水の年代に関する記述 地質構造モデルに基づく岩盤の地球化学特性に関する記述</p>	
	ブロックスケール (Block Scale)	<p>場のモデル</p> <p>研究坑道の掘削対象となる岩盤とその周辺岩盤中の不連続構造の分布と性状ならびに分布密度と不均質性 研究坑道の掘削対象となる岩盤とその周辺岩盤および不連続構造の空間構造特性、地球化学的特徴および不均質性</p>	<p>場のモデル/現象モデル</p> <p>地質構造モデルに記述された研究坑道の掘削対象となる岩盤とその周辺岩盤および不連続構造の分布 研究坑道の掘削対象となる岩盤とその周辺岩盤の不均質性を考慮したK.Ss. 有効空隙率などの分布 Site Scale の解析に基づく境界条件</p>	<p>場のモデル/現象モデル</p> <p>地質構造モデルに示された研究坑道の掘削対象となる岩盤とその周辺岩盤および不連続構造の分布 研究坑道の掘削対象となる岩盤とその周辺岩盤の不均質性を考慮したK.Ss. 有効空隙率などの分布 Site Scale の解析に基づく境界条件</p>	<p>場のモデル/現象モデル</p> <p>対象となる岩盤の応力分布および岩盤力学的特徴の空間的分布 応力分布や力学的特性に明瞭な変化が認められるゾーンの区分</p>	平面: 数km <sup>2</sup> (数百m) ~数km × 数百m ~数km)

(サイクル機構、2003a を一部修正)



(大澤ほか、2001)

図 2.2 研究目標/反映先と系統的なデータの流れを記述・整理したフローの一例

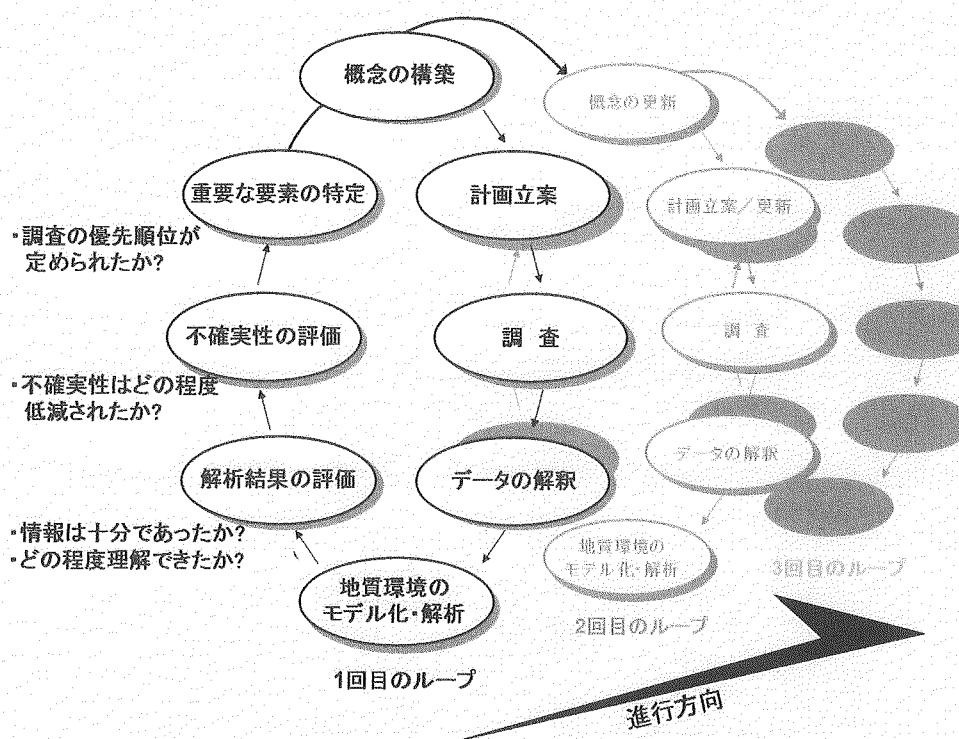


図 2.3 調査研究の繰り返しアプローチの概念

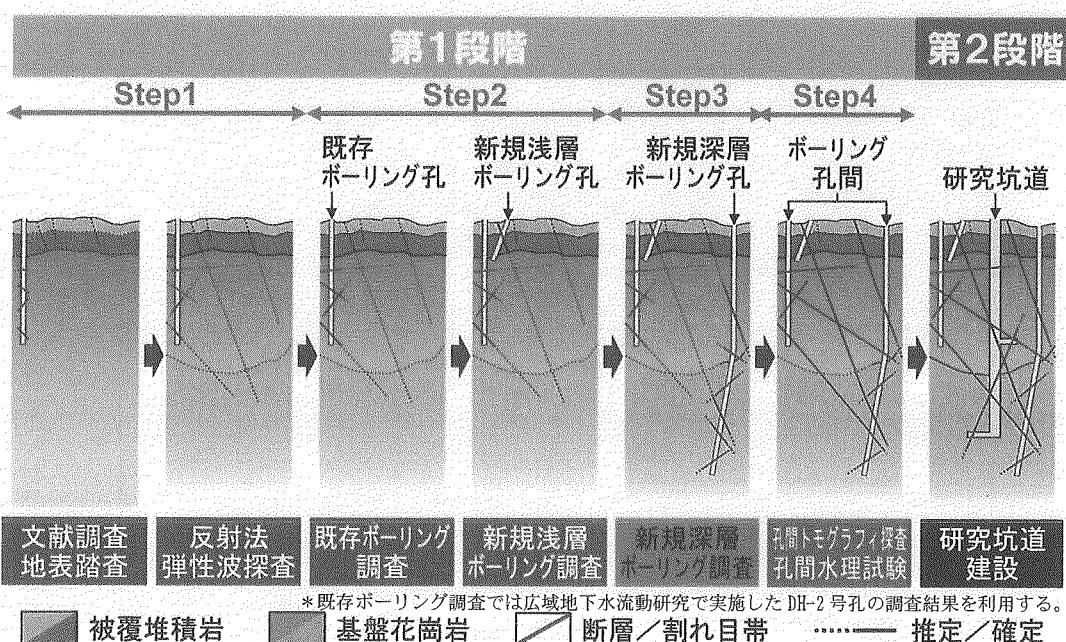


図 2.4 研究所用地における第1段階の調査研究の進め方

## 2. 3 瑞浪超深地層研究所の設置場所

瑞浪超深地層研究所の研究坑道および関連施設の建設は、岐阜県瑞浪市明世町に位置する東濃研究学園都市インターラーデン内にある市有地（面積約 7.8 ha）内において進められている。

研究所用地および正馬様用地、ならびにその周辺においては、後期白亜紀の基盤花崗岩（土岐花崗岩）を新第三紀中新世の被覆堆積岩（瑞浪層群）が不整合に覆い、さらにそれを固結度の低い新第三紀鮮新世の砂礫層（瀬戸層群）が不整合に覆っている（図 2.5）。

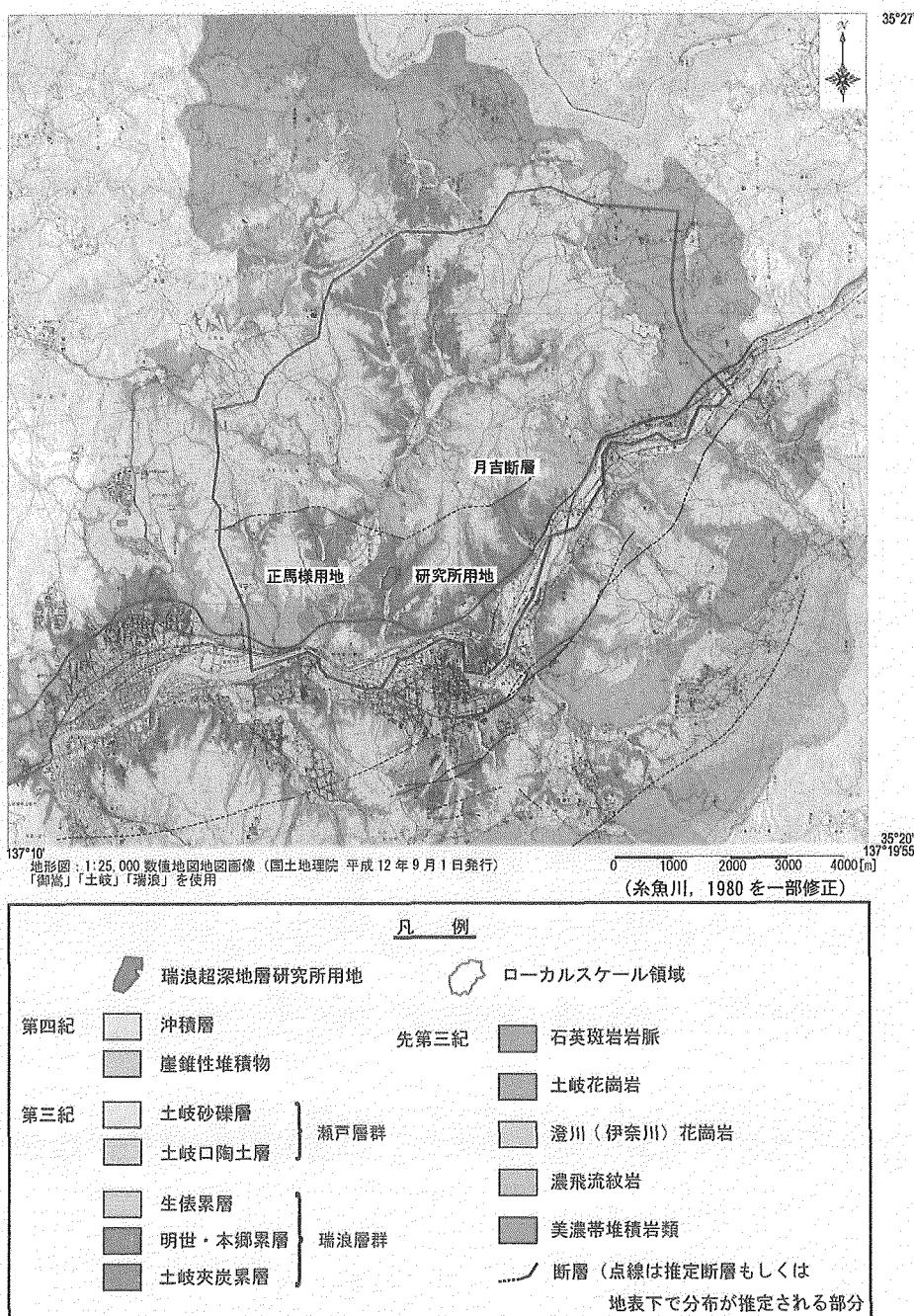


図 2.5 瑞浪超深地層研究所周辺の地質概要

## 2. 4 瑞浪超深地層研究所の施設概要

瑞浪超深地層研究所は研究坑道と地上施設からなる（図 2.6 および 2.7）。研究坑道は、主立坑、換気立坑、二つの水平坑道群（中間ステージおよび最深ステージ）および深度 100m ごとに主立坑と換気立坑をつなぐ予備ステージからなる。なお、研究坑道のレイアウトは、今後、研究所用地で取得される深部地質環境の情報に基づき、必要に応じて見直される。一方、地上施設は、立坑掘削に用いる櫓を収納した掘削タワーと巻上機、掘削にともない必要となる給排水設備、換気設備、コンクリートプラント、排水処理設備などの付帯設備、作業全体に係る設備としての受電設備、非常用発電機、資材置場、火工所、管理棟などからなる。

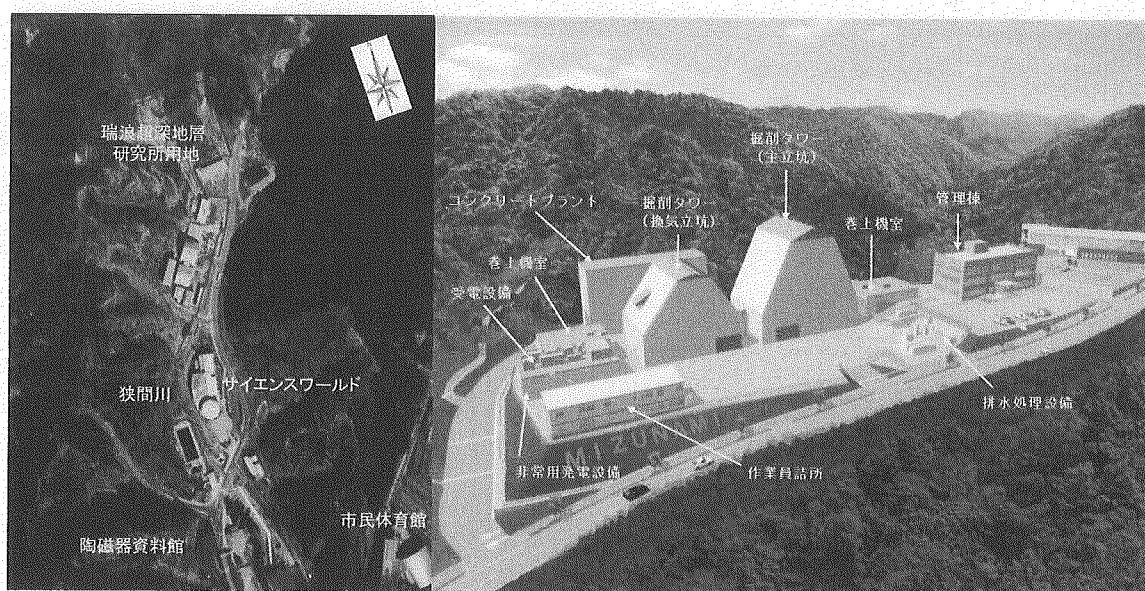


図 2.6 瑞浪超深地層研究所位置図および基本レイアウト

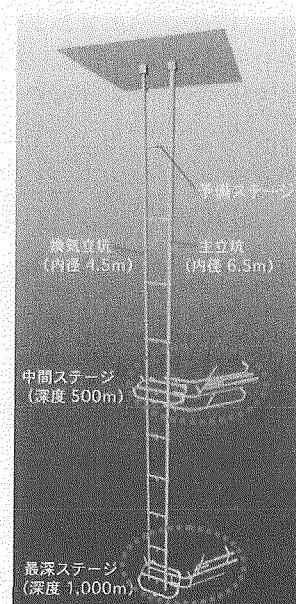


図 2.7 研究坑道の完成予想図<sup>\*2-1</sup>

\*2-1：調査研究および建設工事の進捗により変更される可能性がある。

### 3 2005年度の調査研究および工事計画

#### 3. 1 地質環境特性の調査研究

##### 3. 1. 1 研究所用地における調査研究

2004年度までの第1段階の調査研究においては、図2.4に示した研究所用地における地表からの調査研究の進め方にしたがい、ステップ3およびステップ4における調査試験を実施した。それぞれの調査試験結果に基づき地質環境モデルを更新し、不確実性の低減を図るとともに、研究坑道掘削前の深部地質環境の状態を段階的に把握した。また、適用した調査試験手法の有効性を評価した。

また、2003年7月から開始した研究坑道（主立坑および換気立坑）の掘削は、2005年3月31日現在で主立坑は深度64.6m、換気立坑は深度71.05mに到達し、2005年度末には深さ300m程度に達する予定である（サイクル機構、2004）。これらの二つの研究坑道においては、2004年度から第2段階の調査研究を開始しており、2005年度も引き続き調査研究を実施する予定である（サイクル機構、2004）。

以下に、2004年度までの調査研究成果の概要と2005年度の第2段階における調査研究計画を述べる。

###### 1) 地質・地質構造に関する調査研究

2004年度は、第1段階の調査研究として、サイトスケールの地質・地質構造を対象に、ステップ3の深層ボーリング調査、ステップ4の孔間トモグラフィ探査および孔間水理試験を実施し、地質構造モデルを更新した。さらに、2003年度までの一連の調査研究により、研究所用地周辺に分布が推定された主な不連続構造の分布特性を詳細に把握することを目的に、反射法弾性波探査を実施した。一方、第2段階の調査研究として、サイトスケールの地質構造モデルの妥当性の確認、およびブロックスケールの地質構造モデルの構築に必要な情報の取得を目的として、研究坑道の壁面調査を実施した。さらに、立坑において遭遇する地質・地質構造の前方予測ならびに主な不連続構造や割れ目帯の三次元的な分布特性の把握を目的として、立坑掘削時の発破を震源とした逆VSP探査の適用性評価を実施した。

2004年度までの調査研究の成果は、以下のとおりである。

- ・深層ボーリング調査（MIZ-1号孔：掘削長1,300.20m）で実施した、岩芯地質調査、物理検層、孔壁画像調査などにより、被覆堆積岩中の地層境界面、被覆堆積岩と基盤花崗岩の不整合面、基盤花崗岩中の風化帯、低角度傾斜を有する割れ目の集中帯ならびに上部割れ目帯について、調査実施前に予測した深度（松岡ほか、2005）の範囲内に概ね分布することを確認した。また、深度206m付近、深度666m付近および深度969m付近に確認された三つの主な不連続構造が、既知の不連続構造に連続するものと解釈できた。
- ・MIZ-1号孔を受振孔として実施したマルチオフセットVSP探査により、MIZ-1号孔において確認された主な不連続構造や割れ目帯に対応すると考えられる反射イベントを抽出した。また、MIZ-1号孔およびDH-2号孔<sup>\*3-1</sup>を利用した弾性波トモグラ

ラフィおよび比抵抗トモグラフィにより、立坑を含む両孔間の弾性波速度分布および比抵抗分布を把握し、比較的規模の大きな数条の不連続構造の分布を推定した。

- MIZ-1号孔を通過する測線配置における反射法弾性波探査により、既知の主な不連続構造について、研究所用地北方における連続性を推定するとともに、反射断面上で認められる不連続構造の特徴から、各不連続構造の変位のセンスや変位量を推定した。さらに、上部割れ目帯に対応すると考えられる低角度の反射イベントの分布を推定した。
- 立坑における被覆堆積岩を対象とした壁面調査（図3.1）をとおして、観察記載方法や画像撮影手法の有効性を確認するとともに、基盤花崗岩（とくに割れ目）を対象とした調査手法の検討を行った。また、ブロックスケールの地質構造モデルを構築するために、被覆堆積岩の詳細な分布特性および地質学的特性を把握した。
- 立坑掘削時の発破による振動を用いて逆VSP探査の適用性を評価した結果、発破を震源として利用可能であることを確認するとともに、地表受振器の設置方法、発破記録の取得方法、主な不連続構造や割れ目帯の可視化手法などを検討した。

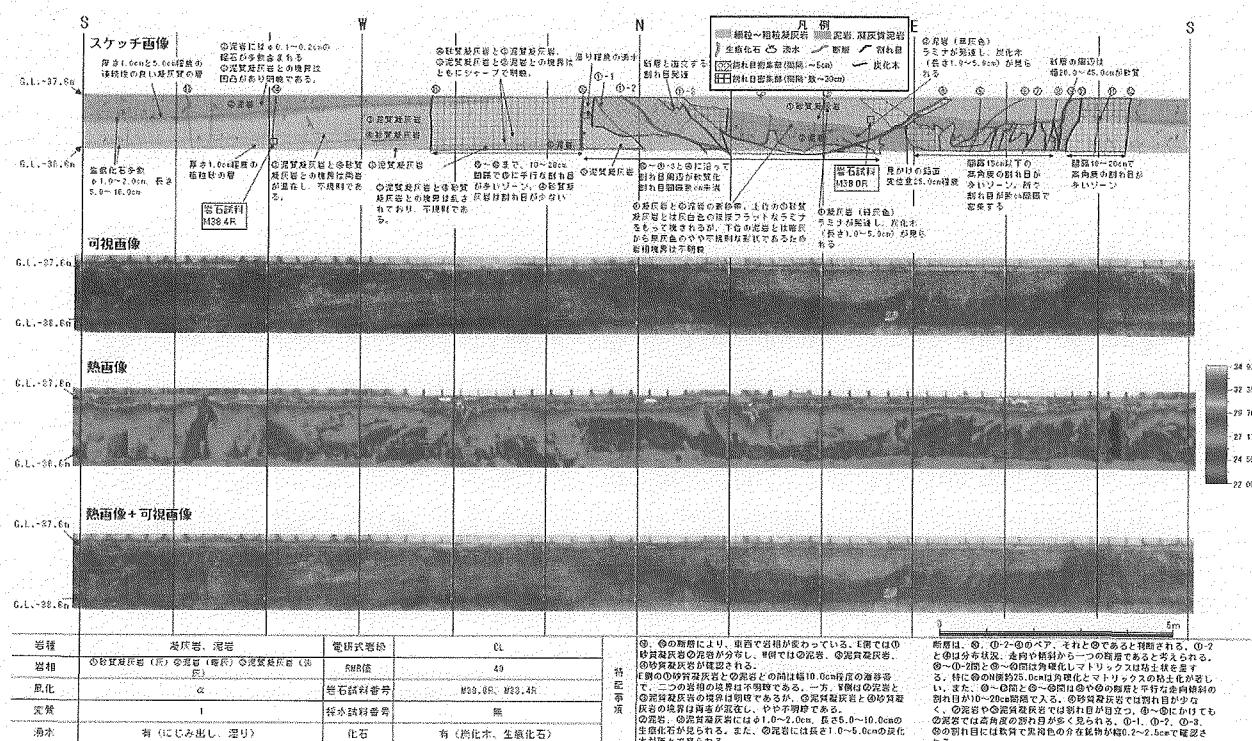


図3.1 壁面調査例

2005年度は、第2段階の調査研究として、研究坑道における深度300mまでの壁面調査および逆VSP探査を実施する。また、第1段階で構築したサイトスケールの地質構造モデルの妥当性を確認し、その更新を行うとともに、ブロックスケールの詳細な地質構造モデルを構築する。

\*3-1：広域地下水流动研究において掘削されたボーリング孔

## (1) 調査試験

### ① 研究坑道の壁面調査

壁面調査は、主立坑および換気立坑の深度300mまでの区間ならびに両立坑を接続する予備ステージ（深度100m, 200m, 300m）の掘削と併行して実施する。

2005年度の壁面調査においては、2004年度に引き続き被覆堆積岩の調査を行い、第1段階の調査研究において把握した層序・岩相や不連続構造の分布などを確認するとともに、それらの地質学的性状などを詳細に把握する。さらに、深度170m付近の不整合面以深に分布が予想される基盤花崗岩を対象として、不連続構造および湧水をともなう割れ目の分布特性・地質学的特性に着目した壁面調査を実施する。なお、調査区間や調査手法については、地質および掘削工事の状況などにより適宜変更する。

#### a) 壁面マッピング・地質記載

岩相区分、風化・変質、湧水状況、化石、岩盤分類、割れ目の形状、割れ目の走向・傾斜、条線の有無とその方向、断層岩の分類・厚さ、割れ目沿いの変質程度・変質幅、割れ目充填鉱物と充填幅などの地質学的特性を観察し、記載する。

#### b) 壁面撮影および測定

各調査区間ごとに、壁面全周を対象として、デジタルカメラによる可視画像撮影、赤外線サーモグラフィーによる熱画像撮影、および三次元レーザースキャナーによる坑壁形状などの計測を実施するとともに、数箇所の定点において、簡易な測定器を用いた岩盤物性値（帯磁率など）の測定を実施する。

#### c) 室内試験

壁面調査時に採取した試料などを対象として、それらの地質学的特性を詳細に把握するために、以下の室内試験を実施する。試料は各調査区間ごとに数個ずつ定点で採取するとともに、不連続構造、変質などの地質的な特徴を示す区間から必要な数量分を採取し保管する。なお、分析・試験の点数については、地質状況などにより適宜変更する。

- ・試験項目：岩石学的・鉱物学的調査（顕微鏡観察・鉱物組成分析など）、地球化学的調査（主要・微量元素分析、同位体分析、年代測定など）、空隙構造調査（空隙率測定など）
- ・採取箇所：基盤花崗岩健岩部（6箇所程度）
  - 基盤花崗岩中の湧水をともなう割れ目（適宜選定）
  - 基盤花崗岩中の貫入岩脈など（適宜選定）
  - 被覆堆積岩中の断層岩部（2箇所程度）
  - 被覆堆積岩健岩部（必要に応じて選定）

### ② 逆VSP探査

2004年度の検討結果に基づいて構築した調査・観測手法により、主立坑の深度80～250m区間を対象に、深度25mないし50m間隔で掘削時の発破振動などを地表に設置した受信器を用いて取得し、立坑で遭遇する不連続構造の分布などについて、デ

ータの解析・解釈を実施する。

## (2) モデル化・解析

2004 年度に構築したステップ 3 までのサイトスケールの地質構造モデルについて、ステップ 4 の孔間トモグラフィ探査および孔間水理試験の結果に基づき、その妥当性を確認する。また、その結果に基づきステップ 4 の地質構造モデルを構築するとともに、第 2 段階の調査研究において取得した結果との対比をとおして、第 1 段階における地質構造のモデル化技術についての評価を行う。

また、研究坑道の壁面調査および逆 VSP 探査により得られた情報に基づき、サイトスケールの地質構造モデルとの整合性を確認しつつ、研究坑道に分布する詳細な地質・地質構造に着目し、ブロックスケールの地質構造モデルを構築する。

## 2) 岩盤力学に関する調査研究

2004 年度は、第 1 段階の調査研究として、深層ボーリング孔 (MIZ-1 号孔) およびその岩芯を用いた室内物理・力学試験および初期応力測定を実施し、サイトスケールの岩盤力学モデルを構築した。また、坑道掘削による坑道周辺岩盤への影響予測解析を実施するとともに、三次元応力場同定手法の高度化に関する研究および長期岩盤挙動評価のための基礎的研究を実施した。

2004 年度までの調査研究の成果は、以下のとおりである。

- ・ MIZ-1 号孔の岩芯を用いた室内物理・力学試験を実施し、有効空隙率、密度、弾性波速度、一軸圧縮強度、弾性係数などの深度分布、岩盤等級ごとの統計量（平均値、中央値、標準偏差値など）を把握した。
- ・ MIZ-1 号孔の岩芯を用いた初期応力測定 (AE 法, DRA 法, ASR 法, DSAC 法) を実施し、各測定手法の適用性を把握した。その結果、AE 法、DRA 法および ASR 法については、強度や変形係数に対して採取深度が浅いために応力値の推定が困難であったものの、DSAC 法ではマイクロクラックを定量的に評価でき、初期応力比の推定が可能であることを確認した。
- ・ MIZ-1 号孔において水圧破碎試験を実施した結果、正馬様用地における測定結果と同様に、上部割れ目帯では逆断層型を示し、深度 666m 付近の破碎帯を伴う不連続構造の下盤では（深度 969m 付近の不連続構造の周辺を含めて）応力状態が変化していることを確認した。また、水平面内の最大主応力の方向については、N-S から E-W 方向までばらつきは見られるものの、概ね NW-SE 方向を示し、正馬様用地における測定結果や広域応力場と調和的であることを確認した。
- ・ モデル化および坑道掘削解析については、MIZ-1 号孔の調査結果に基づくサイトスケールの岩盤力学モデルを構築した。また、MBC モデルとクラックテンソルモデルにおける掘削損傷領域のモデル化について検討するとともに、研究坑道の深度 500m と 1,000m レベルにおける立坑と水平坑道を対象とした掘削解析を実施し、岩盤の変位やひずみ、き裂開口量、局所安全係数などの分布を予測した。その結果、岩盤変位は mm オーダーで極めて小さく、CH 級岩盤における無支保のケースで局所

安全係数が1を下回る領域はほとんど無いことを確認した。

2005年度は、第2段階の調査研究として、第1段階で構築したサイトスケールの岩盤力学モデルの妥当性を確認し、それを適宜更新する。また、ブロックスケールの岩盤力学モデルを構築するために必要な情報を取得することを目的として、室内物理・力学試験、初期応力測定および立坑掘削による坑道周辺岩盤への影響予測解析を実施する。

### (1) 調査試験

#### ① 室内物理・力学試験

予備ステージ（深度100mおよび200m）におけるボーリング調査で採取する岩芯を用いて室内物理・力学試験を実施し、予備ステージの坑道周辺における岩石の物理特性（見かけ比重、含水比、有効空隙率など）および力学特性（一軸圧縮強度、ヤング率、ポアソン比など）を把握する。

#### ② 初期応力測定

上記の予備ステージにおけるボーリング孔および岩芯を用いた初期応力測定を実施する。測定手法として、応力解放法および水圧破碎法（以上、ボーリング孔を用いた測定手法）ならびにAE/DRA法およびDSCA法など（以上、岩芯を用いた測定手法）を用い、予備ステージ坑道周辺の初期応力状態を把握する。

### (2) モデル化・解析

予備ステージにおける調査結果をもとに、ブロックスケールの岩盤力学モデルを構築する。また、対象領域内の三次元応力場を定量的かつ正確に把握することを目的として、三次元応力場の同定手法の高度化に関する研究を実施するとともに、研究所用地における地質・地質構造および岩盤物性に関する情報、ならびに初期応力測定の結果を用いて、研究坑道周辺の初期応力の分布を解析的に推定する。さらに、立坑掘削による坑道周辺岩盤への影響予測のための解析を実施する。一方、結晶質岩を対象とした岩盤の長期挙動評価手法およびモデル化手法の確立を目的とした基礎的研究を継続する。

### 3) 岩盤の水理に関する調査研究

2004年度は、第1段階の調査研究として、ステップ3の深層ボーリング調査、ステップ4の孔間トモグラフィ探査および孔間水理試験を実施するとともに、地下水の長期モニタリングを継続した。また、それらの結果に基づき、水理地質構造モデルを更新し、地下水流动解析を実施した。水理地質構造モデルの更新および地下水流动解析においては、研究坑道掘削前の地下水流动特性を評価するとともに、研究坑道掘削にともなう地下水流动場の変化を予測した。

2004 年度までの調査研究の成果は、以下のとおりである。

- ・深層ボーリング孔（MIZ-1 号孔）における電気伝導度検層により、50 ケ所以上の地下水の流入点が観測された。
- ・MIZ-1 号孔における水理試験により、研究所用地を通過すると予測された不連続構造や電気伝導度検層によって抽出された透水性割れ目の透水量係数を取得し、上部割れ目帯が高透水性を有することや、不連続構造の透水性には大きなばらつきがあることを確認した。
- ・MIZ-1 号孔における水理試験での間隙水圧測定により、低透水性を有する深度 969m 付近の不連続構造を境に、その深部の岩盤では浅部の岩盤よりも数十 m 高い水頭を有することが明らかになった。
- ・MIZ-1 号孔における揚水試験および採水作業にともなう、浅層ボーリング孔および研究所用地近傍の既存ボーリング孔（DH-2 号孔）における水圧応答の観測結果より、研究所用地を通過すると予測された不連続構造の遮水性の有無を推定した。具体的には、揚水もしくは採水区間と水圧応答が観測された区間の間に、予測された不連続構造が分布する場合、その不連続構造は遮水性を有していないものと解釈した。
- ・深層ボーリング孔、浅層ボーリング孔および研究所用地近傍の既存ボーリング孔（DH-2 号孔および 15 号孔）<sup>\*3-2</sup>を利用した孔間水理試験を実施し、研究所を通過する不連続構造や上部割れ目帯の透水性ならびに水理学的連続性を把握した。その結果、特定の不連続構造に沿って、とくに強い応答が観測されることはなく、調査領域のスケールにおいては、岩盤中の多数の割れ目が複雑に連結していると推定されることが明らかとなった。また、研究所用地中央部を通過する不連続構造については、この不連続構造の西側に分布する観測孔において水圧応答が観測されなかったこと、日本近海などで発生した地震による水圧応答がこの不連続構造を境に大きく異なることから、遮水性を有していると解釈した。
- ・水理地質構造モデルの構築および地下水流动解析において、ステップ 3 の深層ボーリング調査までのデータを用いて、不連続構造の透水性に着目した感度解析を実施した結果、ステップ 2 での感度解析により示された全水頭分布および地下水の移行経路のばらつきが減少していることを確認した。また、ステップ 3 での水理地質構造モデルに基づき、研究坑道の掘削を模擬した地下水流动解析を実施し、研究坑道の掘削にともなう地下水分布や水頭分布の変化、研究坑道への湧水量や湧水地点などを予測した。

2005 年度は、第 2 段階の調査研究として、第 1 段階で構築したサイトスケールおよびブロックスケールの水理地質構造モデルの妥当性を確認するとともに、モデルを適宜更新し、このモデルに基づく地下水流动解析に必要な情報を取得するための調査を実施する。また、研究坑道の掘削が周辺の地下水流动特性に与える影響を評価するための調査を実施する。

---

\* 3-2：広域地下水流动研究において掘削されたボーリング孔

## (1) 調査試験

### ① 立坑の集水リングを用いた湧水量計測

立坑の適当な箇所（深度 100m あたり 4 箇所程度）に設置される集水リング毎に流量計を設置して、立坑への湧水量の深度分布とその経時変化を計測する。不連続構造や透水性の割れ目帯などに遭遇した場合には、必要に応じてこれらの構造を対象に集水リングを設置することにより、その水理特性に関する情報を取得する。

また、湧水量の深度分布と経時変化のデータを利用して、第 1 段階で構築したサイトスケールの水理地質構造モデル、地下水流动解析結果の妥当性の確認、およびモデルの更新を行う。

### ② 先行鉛直ボーリング孔を用いた間隙水圧測定

研究坑道の掘削にともなう湧水量や地下水位・地下水圧などを観測することにより、第 1 段階で構築した水理地質構造モデルや地下水流动解析結果の妥当性を確認するとともに、モデルの更新を行うために、立坑壁面近傍におけるコンクリート覆工や集水マットなどの人工構造物などに起因するスキン効果が湧水量に与える影響を評価する必要がある。これらのことから、立坑壁面から数 m 離れた位置に鉛直ボーリングを掘削し、多段パッカーにより複数の観測区間を設けて立坑近傍の間隙水圧を測定する。なお、このボーリング調査は、立坑切羽前方の地質・地質構造や湧水箇所、湧水量の予測も目的とする。

具体的には、地表および予備ステージ（深度 300m）に設置するボーリング座から、それぞれ掘削長 300m 程度および 200m 程度の鉛直ボーリングを掘削し、流体検層により透水性を把握する。さらに、立坑切羽（底面）が進行する前から各深度の間隙水圧の測定を開始し、立坑掘削が地下水の間隙水圧に及ぼす影響を把握する。

### ③ 地表からのボーリング孔を用いた地下水長期観測（間隙水圧）および表層水理観測

研究坑道の掘削が地質環境へ与える影響を把握するために、第 1 段階より開始した浅層ボーリング孔 (MSB-1, 2, 3, 4 号孔) および深層ボーリング孔 (MIZ-1 号孔) における地下水長期観測、04ME-01 号孔における表層水理観測、ならびに傾斜計を用いた観測を継続して実施する。さらに、これらの観測で得られる情報を、第 1 段階で構築した水理地質構造モデルや地下水流动解析結果の妥当性の確認、およびモデルの更新に反映する。

## (2) モデル化・解析

2004 年度に構築したステップ 3 までのサイトスケールの水理地質構造モデルの更新を行うとともに、このモデルに基づく地下水流动解析を実施する。具体的には、孔間水理試験結果に基づき水理地質構造モデルを更新し、ステップ 4 の水理地質構造モデルを構築するとともに、地下水流动解析を実施する。

また、第 2 段階で取得される研究坑道掘削にともなう地下水流动場の変化に関するデータを用いて、第 1 段階でのサイトスケールの水理地質構造モデルや地下水流动解析結果の妥当性を確認し、適宜、水理地質構造モデルの更新を行うとともに、

ブロックスケールの水理地質構造モデルを構築する。

#### 4) 地下水の地球化学に関する調査研究

2004 年度は、浅層ボーリング孔 (MSB-2 号孔および 4 号孔) において地下水の水質に関する長期観測を行うとともに、深層ボーリング孔 (MIZ-1 号孔) において研究所用地深部の地下水の採水・分析を行い、研究坑道掘削前における地下水水質の三次元的分布、水質形成機構に係る各種解析を実施し、初期段階の地球化学モデルの構築を行った。

2004 年度までの調査研究の成果は、以下のとおりである。

- ・ 研究所用地周辺の地下水は、被覆堆積岩の浅部（明世累層・本郷累層）で Na-Ca-HCO<sub>3</sub> 型（岩石の風化によって地下水に供給されたと考えられるシリカ、硫酸イオンも含む）の水質を示す。一方、被覆堆積岩の深部（土岐夾炭累層）ならびに基盤花崗岩（土岐花崗岩中）ではナトリウム、塩化物イオンに富む Na-Cl 型の水質を示す。両地下水の境界は、地下水水頭の深度分布から、本郷累層下部にあると考えられる。
- ・ 被覆堆積岩の浅部の地下水は、深度に応じてシリカ・カルシウム・硫酸・炭酸水素イオン濃度が減少し、ナトリウムイオン濃度が増加する特徴がある。一方、被覆堆積岩の深部から基盤花崗岩中の地下水については、塩化物イオン濃度が深度に比例して増加する傾向が認められたことから、基盤花崗岩の深部には塩化物イオン濃度の高い地下水が存在していると推測できる。
- ・ Na-Cl 型地下水では、深度とともに硫酸イオンの濃度が低くなり、溶存ガスとして還元状態の指標となる硫化水素ガスを含むという特徴が認められることから、基盤花崗岩の深部は強還元環境にあると推察できる。
- ・ 基盤花崗岩の深部の塩化物イオン濃度の高い地下水の起源・成因については、塩化物イオン濃度や、水素・酸素同位体比および地史に基づく解析により、中新世以前に地下深部に浸透した海水に由来する塩分濃度の高い地下水が、長期の水-岩石反応により、その化学組成を変化させた化石海水の可能性が示唆される。しかしながら、得られている地下水の塩分濃度が海水に比べ低いため、長期にわたる水-岩石反応のみによって形成されるブラインである可能性も否定しきれない。したがって、基盤花崗岩の基質部の地下水の塩分濃度や同位体比などを確認する必要がある。
- ・ 地下水の pH は約 7~9 の範囲にあり、pH に係る主要な緩衝反応として、炭酸塩鉱物の溶解・沈殿反応やケイ酸塩鉱物の水和反応などが想定される。
- ・ 被覆堆積岩の浅部の明世累層における鉄の化学種（二価鉄／三価鉄）の酸化還元境界（酸化還元フロント）は深度約 10~20m、また、硫黄の化学種（硫酸イオン／硫化鉱物）の酸化還元境界は深度約 40~60m に位置しており、被覆堆積岩においては、これらの鉱物が酸化還元電位の主要な制限固相となっている可能性がある。

2005 年度は、第 2 段階の調査研究として、研究坑道の掘削と並行して周辺の地球化学環境の連続的観測を行い、研究坑道の掘削が周辺の地球化学環境に与える影響を詳細に把握することにより、第 1 段階で構築したサイトスケールの地球化学モデルの妥当性を確認し、それを適宜更新する。さらに、2004 年度までの調査研究により、第 2 段階の課題として挙げられた、モデルの検証や地下水中の溶存ガスに係るデータの取得、脱ガスの影響のない酸化還元電位の把握など（サイクル機構、2004）を解決するための調査研究を実施する。

### (1) 調査試験

#### ① 立坑壁面および集水リングを用いた坑内湧水の採水・分析

第 1 段階で構築した地球化学モデルの妥当性を評価すること、地下施設の建設が地質環境に与える影響を評価すること、ならびに割れ目の連結性に係る情報を得ることを目的として、立坑壁面での切羽湧水および集水リングにおける坑内湧水を採水し、測定・分析を行う。採水の頻度は、切羽湧水が観察時の 1 回、集水リング湧水が最初の 6 ヶ月間は 1 回／週、それ以降は 1 回／月程度とするが、地質および掘削工事の状況などにより適宜変更することとする。測定・分析項目は、水温、pH、酸化還元電位、電気伝導度、溶存酸素、蛍光染料濃度、主要・微量溶存成分、溶存ガス、安定・放射性同位体などであり、得られる試料の品質に応じて分析項目を選定して行う。

採取した地下水試料については、浅部においては、酸化還元状態に鋭敏な溶存化学成分濃度およびトリチウム濃度などに着目し、立坑掘削にともなう経時的な濃度変化の有無とその程度などを明らかにする。一方、深部においては、予備ステージからのボーリング掘削で使用されるトレーサーの検出の有無から、立坑とボーリング孔の割れ目を介した連結性についての基礎情報を得る。

#### ② 予備ステージにおけるボーリング掘削、地下水水質観測

各予備ステージ深度における平面的な水質分布の確認と掘削の進捗にともなうその変化の把握、ならびに地下施設の建設の影響によって生じた脱ガスや酸化領域の把握を目的として、深度 100m および 200m の予備ステージ内において、掘削長 100m 程度のボーリング孔（水平からわずかに下向き）を掘削して、6 箇所前後の区間から原位置環境を保持した状態の地下水を採水・分析する。採水時には、ボーリング孔に多区間水質連続モニタリング装置を設置して、水圧と物理化学パラメータの連続測定を行うとともに、区間地下水を定期的に（1 回／月程度）採水・分析する。測定・分析項目は、水温、pH、酸化還元電位、電気伝導度、溶存酸素、蛍光染料濃度、主要・微量溶存成分、溶存ガス、安定・放射性同位体などである。

また、岩芯の鉱物観察および化学分析を行い、割れ目の分布や割れ目充填鉱物の種類・変質状態といった地下水流动経路に係るデータを取得するとともに、コロイド／有機物、微生物が物質移行に与える影響を評価していくための予察データとして、固相中の有機炭素量や微量元素濃度に係る情報を取得する。

### ③ 地表からのボーリング孔を用いた地下水長期観測（水質）

地表から基盤花崗岩上部までの立坑の影響を評価することを目的として、浅層ボーリング孔（MSB-2号孔および4号孔）において、地下水の水圧測定、採水・化学分析を1回／月程度の頻度で実施する。また、深層ボーリング孔（MIZ-1号孔）において、初期条件の評価の一環として、採水・化学分析を実施する。

## (2) モデル化・解析

上記の調査試験結果に基づき、第1段階で構築した地下水の地球化学モデルの妥当性（水質形成機構や予測された三次元的な塩分濃度分布と実測値との相違など）について評価しモデルの更新を行う。また、坑道周辺の地球化学的影響領域について、溶存ガス濃度や酸化還元状態などに着目して、そのプロセスを把握しモデル化を行う。

また、構築した地球化学モデルの妥当性の評価においては、地球化学的な初期状態を表現するモデルと地下施設建設当初に起こり得る地球化学的な諸現象（例えば、複数の地下水の混合状態の変化に起因する水質変化など）に係る予察的な解析結果の妥当性を評価する。

坑道周辺（サイトスケール～ブロックスケール）の地球化学的影響に関するモデル化においては、予備ステージのボーリング孔から得られる坑道からの距離に応じた地下水の水質、pH、酸化還元状態のデータに基づき、坑道周辺の地球化学的影響領域についてモデル化を行う。とくに、坑道周辺では、水圧低下とともに溶存ガスの脱ガスや酸化的大気の岩盤内への浸入の結果、無機炭素濃度、硫酸イオン濃度の変化や酸化還元状態に関する新たな鉱物相（鉄水酸化物など）が生成することが予想され、地下水のpH、酸化還元状態が大きく変化する可能性がある。したがって、マスバランス解析による脱ガス量の推測、熱力学解析による主要な酸化還元反応鉱物の同定などをを行い、坑道周辺の地球化学的影響領域について影響範囲やその程度、経時変化などのモデル化を行う。

### 3. 1. 2 正馬様用地における調査研究

正馬様用地においては、2004 年度は、既存ボーリング孔による地下水長期観測および表層水理定数観測を実施した。その結果、月吉断層の水理学的特性や、観測システムの品質に関する知見が蓄積された。

2005 年度は、2004 年度に引き続き、地下水長期観測および表層水理定数観測を実施する。

#### ① 地下水長期観測（間隙水圧）

図 3.2 (a) に示す既存ボーリング孔（AN-1, 3 号孔および MIU-1, 2, 3, 4 号孔）に設置した多点式間隙水圧計測装置（MP システム：カナダ Westbay 社製）を用いて、各深度における間隙水圧を観測する。

#### ② 表層水理定数観測

図 3.2 (b) に示す気象観測装置、河川流量計、土壤水分計を用いて、地下水の涵養量を算定するための観測、ならびに既存ボーリング孔（97MS01, 02, 03 号孔、98MS-04 号孔、99MS-05 号孔および AI-7, 10 号孔）において地下水位観測を継続する。

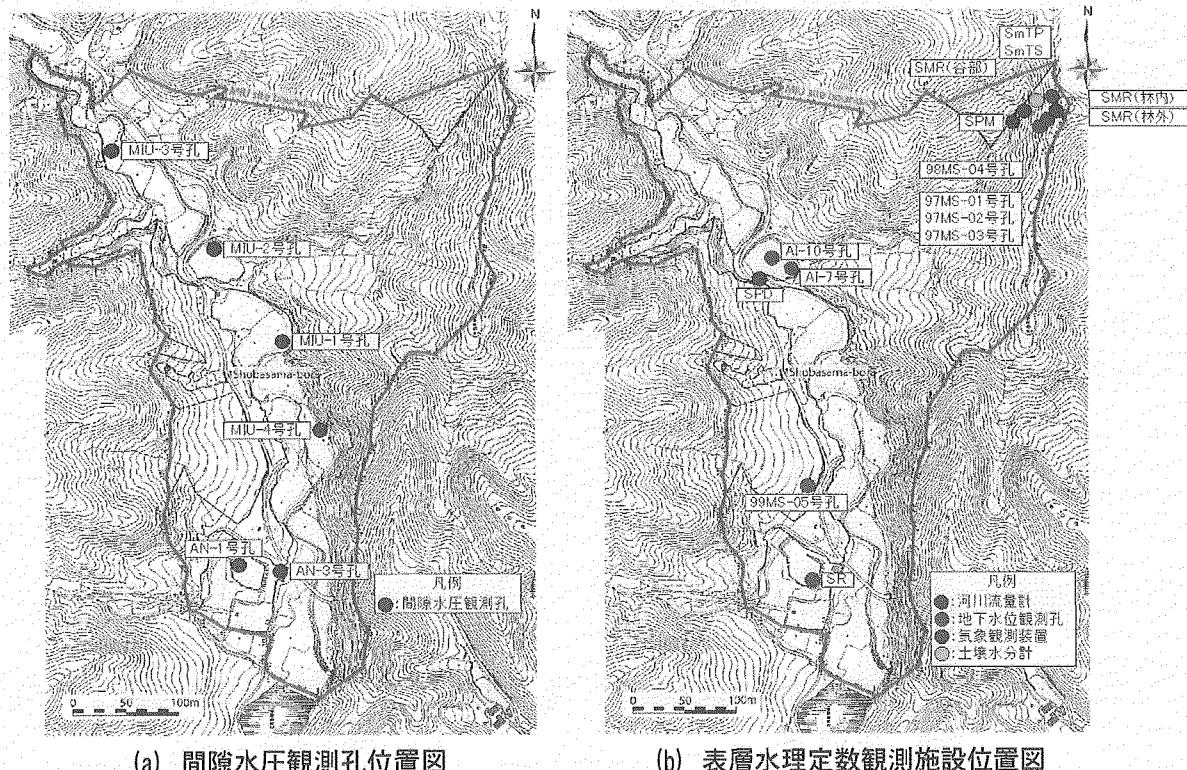


図 3.2 正馬様用地における観測施設

### 3. 1. 3 調査技術開発

第2段階においては、研究坑道の掘削をともなう調査研究で必要とされる既存の調査技術や調査機器の高度化を図るとともに、必要に応じて新規の開発を行う。また、第3段階に必要と考えられる調査技術・調査機器の開発を行う。これらの調査技術や調査機器については、地質環境特性の異なる様々な地域への適用を考慮し、第1段階において開発した技術や機器も含め、適用条件や適用範囲などを明確にしていく。2005年度における開発計画は以下のとおりである。

#### ① 地質構造調査技術開発

2004年度までに、岩芯観察、物理検層、ボアホールテレビ観察などの地質学的・地球物理学的調査により、透水性割れ目の抽出・分類手法を開発してきた。

2005年度は、これまでに開発・整備を進めてきた透水性割れ目の抽出・分類手法について、研究坑道の壁面調査における複数の調査を通じて、その適用性を確認する。

#### ② 地質環境データ解析・可視化システムの構築

2004年度までに、地質構造および水理地質構造のモデル化、地下水流動解析、ならびにモデル化・解析結果の可視化を行うためのシステムを構築してきた。

2005年度は、2004年度に引き続き、地質構造および水理地質構造のモデル化、地下水流動解析、ならびにモデル化・解析結果の可視化に関する作業を通じて、抽出されたシステムの問題点の改善および機能の拡張を適宜実施する。

#### ③ 水質モニタリング装置の設計・製作

2004年度は、深度100mおよび200mの予備ステージで実施するボーリング孔（掘削長100m程度）に装置を設置するため、地下水の採水、ならびに物理化学パラメータの長期観測が可能な多区間水質連続モニタリング装置の製作を実施した。

2005年度は、2004年度に引き続き、深度300m以深の予備ステージで実施予定のボーリング孔に設置するための多区間水質連続モニタリング装置の製作を実施する。さらに、深度100mおよび200mの予備ステージに設置する装置の適用性を確認し、より高品質な測定・採水を行うために、必要に応じた改良を行うとともに、深度300m以深の予備ステージ用の多区間水質連続モニタリング装置の設計・製作に改良点を反映させる予定である。

#### ④ データベースの構築

2004年度までに、調査・試験データを管理・共有するためのデータベース、および研究坑道の掘削工事における工事工程や関連文書などを管理するためのデータベースを構築するとともに、その運用方法について検討し、運用を開始した。

2005年度は、調査・試験データを管理・共有するためのデータベース、および研究坑道の掘削工事における工事工程や関連文書などを管理するためのデータベースについて、運用を継続するとともに、運用を通じて適宜改良を実施する。

### 3. 2 深地層の工学技術の基礎の開発

第1段階における工学技術に関する主な研究項目は、研究坑道の設計および施工計画構築に係る技術である。第2段階および第3段階では、研究坑道において各分野の調査研究が行われることから、研究坑道は従来の地下空洞やトンネルなどとは異なり、地下深部において各調査研究が合理的かつ効率的に実施できるように設計し、その施工計画を具体化する必要がある。

第1段階における工学技術に関する研究として、2003年度までに、フィードバック技術、品質を確保する技術、掘削・施工対策技術や地震動評価技術などを構築するとともに、DH-2号孔やMIU-1号孔などのデータに基づく実施設計を行った。2004年度は、研究坑道一般部の本格掘削前に、調整設計として、深層ボーリング調査(MIZ-1号孔)で取得したデータを用いて岩盤分類の見直しを実施した。

第2段階における工学技術に関する主な研究として、第1段階で検討した研究坑道の設計および施工計画構築に係る技術の適用性の評価、ならびに実際の建設工事を通じて、掘削技術、対策工、品質確保技術や安全対策などの有効性を評価していく。そのため、研究坑道掘削の進捗にあわせて、坑内における各種の計測工(A計測、B計測、C計測など)やセンサーの設置、施工に係る各種データの取得を行う。また、掘削中に取得されるデータを基に設計を見直すとともに、今後の設計、施工計画の立案に反映する。さらに、研究坑道掘削にともなう周辺の地質環境への影響を把握するためのモニタリングを実施する。第2段階における工学技術に関する主な調査研究項目は、以下のとおりである。

- ・ 計測工
- ・ 施工情報のデータベース化
- ・ 解析・検討
- ・ 深度300m以深の掘削工事(その2工事)調整設計
- ・ モニタリング調査

2004年度は、計測工、データベース化、解析・検討、モニタリングについて、坑口下部工および一般部の掘削時にデータを取得した。また、岩盤分類の方法について、坑口下部工で取得したデータを用いて見直しを実施した。

2005年度の実施項目・内容は以下のとおりである。

#### ① 計測工

研究坑道掘削中の計測工としては、以下に示すA計測、B計測、C計測の三つのカテゴリーの計測工を実施する。現在実施を計画している計測工は、以下に示すとおりである。

##### a) A計測

- ・切羽観察(予備ステージ:深度100m, 200m, 300m)
- ・内空変位計測、天端沈下計測(立坑連接部<sup>\*3-3</sup>, 予備ステージ)

##### b) B計測(深度75m, 100m, 150m, 200m, 250m, 300m)

- ・地中変位測定

\*3-3:立坑連接部の測定箇所は、深度100m, 200m, 300mとする。

- ・ロックボルト軸力測定
- ・吹付けコンクリートの応力測定
- ・覆工コンクリートの応力測定
- ・鋼製支保工応力測定
- ・光ファイバーによる先行変位測定（予備ステージ、深度 200～295m：主立坑のみ）
- ・立坑湧水量測定（深度 100m, 200m, 300m）

c) C計測

- ・壁面観察（下部工および立坑一般部、立坑連接部、約 2.6m ごと）
- ・レーザー内空変位測定（立坑一般部）
  - [1 測線：深度 55m, 120m, 175m, 225m]
  - [2 測線：深度 75m, 150m, 250m]

d) その他

○バッチャープラント

- ・コンクリートの品質管理記録（圧縮強度、スランプ、空気量、塩化物量測定、配合表など）
- ・コンクリートの打設量
- ・コンクリートの種類
- ・骨材の成績表

○排水処理設備

- ・排水処理量、給水処理量、切羽湧水量
- ・pH、温度、濁度、溶存酸素量
- ・高分子凝集剤使用量
- ・二酸化炭素使用量
- ・PAC 使用量
- ・ポンプ稼動状況

○環境測定

- ・温湿度、気圧、風速
- ・酸素濃度、二酸化炭素濃度

図 3.3 に計測工の深度方向割付図を、図 3.4 に計測位置の断面と項目（A計測およびB計測）を示す。

岩盤等級	深度(m)	水平坑道深度(m)	一般部			連接部		
			B計測	C計測 (レーザー内空変位測定)	C計測 (坑壁観察)	A計測	B計測 (内空変位測定)	C計測 (坑壁観察)
	9.0				9.0			
CL	63.2				55 75			
D	100	100	(b)	100	120 150 175	100	100	100
CL	124.2		(a)		200 225 250 275			
B	175.2	200	195 200		300 325 350 375	200 200	200	200
CH	234.2				400 425 450 475			
CM	247.2				400 425 450 475	400 400	400	400
CH	262.2				500 528 550 575 595 600	470 470 470	470 470	470
CH	300.2	300	295		600 625 650 675 695 700 725 750 775 795 800 825 850 875 900 930 960 970 1000	600 600	600 600	600
CM	309.2				1025			
CB	359.2		(c)					
E	435.2	400	395 400					
CM	466.2	470	(d)	464.5				
B	482.2	500						
B	528	528						
CH	576.2	600	(c)	595				
B	598.5	600		600				
B	700	700	(c)	695				
B	800	800	(c)	795				
CB	826.2	900	(c)	800				
CB	900	900	(c)	895				
CB	970	970	(c)	965				
CB	1000	1000						
	1025							

図 3.3 計測工の深度方向割付図

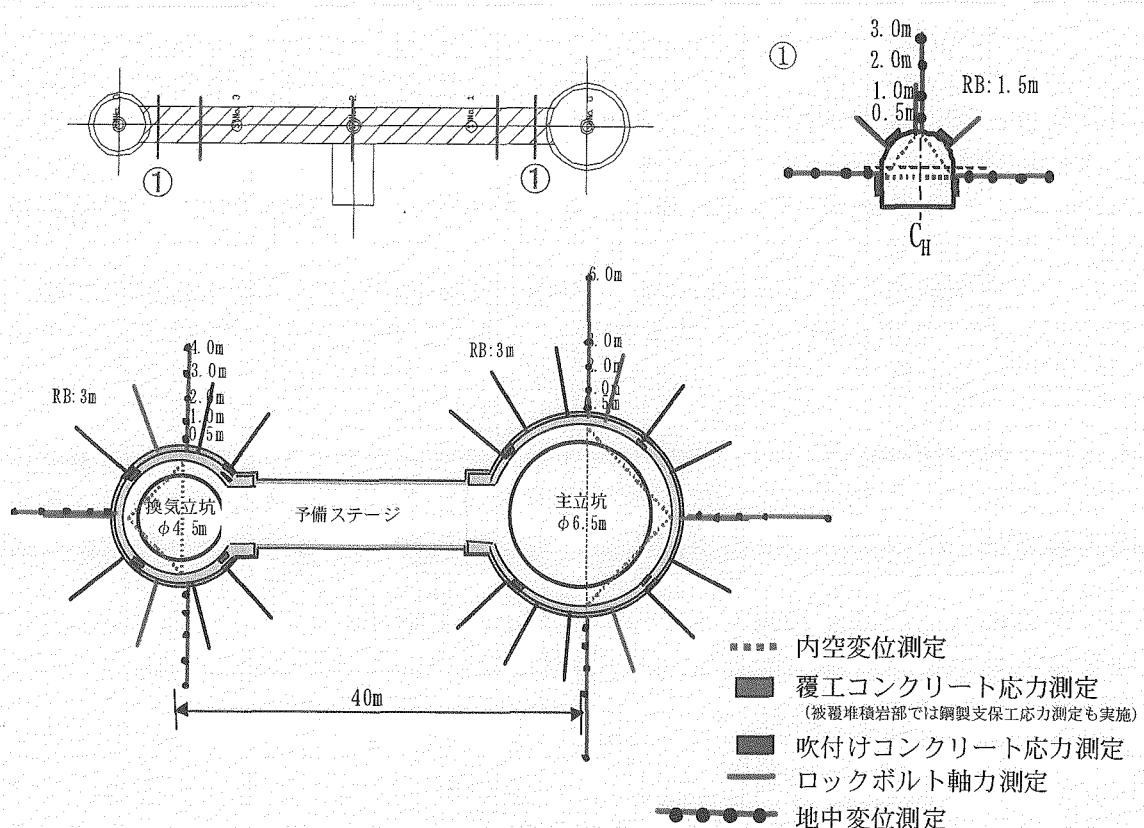


図 3.4 計測位置の断面と項目（A計測& B計測）

## ② 施工情報のデータベース化

施工の品質管理の観点から、施工に係る以下の情報についてデータを収集し蓄積する。

- ・計測工データ  
A, B, C計測, 環境計測
- ・坑内管理データ  
入坑管理, 環境管理, 火災管理, 通信管理
- ・サイクルタイムに関するデータ  
発破孔数・時間, 火薬・雷管の種類・数量, 発破時間, 発破パターン, ズリ出しの時間, ズリ量, 型枠設置, 覆工コンクリート打設など
- ・掘削の仕上がりに関するデータ  
覆工コンクリートの種類・打設量, 掘削断面・余掘り形状など
- ・掘削機械・設備に関する品質データ  
巻上機, シャフトジャンボ, シャフトマッカなどの掘削機械の稼働状況, ワイヤーロープなどの設備の点検結果および覆工コンクリートの品質データ

### ③ 解析・検討

設計結果の妥当性の評価、その詳細化および高度化のために、設計時に実施した空洞安定性解析、通気網解析、耐震解析などの各種の解析結果と、上記の計測結果とを比較・検討する。また、第2段階でデータが得られ次第、これらの数値解析を詳細に実施し、その結果を今後の施工に反映するとともに設計手法および情報化施工技術の高度化を図っていく。

また、研究坑道の掘削、支保設置、ズリ出しの一連の施工に係る合理化技術、施工中に得られる地質環境情報の品質管理システム、施工後の品質確認のための調査・計測項目や計測方法およびリスクマネジメント手法を用いた品質管理への適用性について、具体的に研究坑道掘削工事に適用しつつ評価していく。

さらに、突発湧水に関して、深層ボーリング調査（MIZ-1号孔）などの研究所用地において取得されたデータに基づき、施工上問題となる断層に対する事前調査や対策工の方法を必要に応じて再検討する。また、突発湧水対策や緩み領域の修復に用いられるグラウトについては、耐久性を有する材料、長期耐久性を保持する止水方法、緩み領域の修復を必要とするゾーンへの注入方法などについて、要求性能を整理するとともに、各種の注入方法や注入材料について評価を行い、実際の地山に対して具体的な検討を実施する。

耐震の検討については、計測計画に基づいて計器設置を行い、実際に計測されたデータを用いて地震動を評価し、検討用地震動と比較する。また、必要に応じて実際の地震動に基づいた地震時健全性評価を実施する。

### ④ 深度300m以深の掘削工事（その2工事）の調整設計

深層ボーリング調査（MIZ-1号孔）などで取得された岩盤の力学物性や初期応力などのデータを用いた地山物性、地山区分の見直し、および立坑と交わる高角度不連続面の影響（高抜け）などを検討し、深度300m以深の立坑および連接部、中間・最深ステージについてこれまでの実施設計の見直しなどを行う。

### ⑤ 周辺環境モニタリング調査

2005年度は、2004年度に引き続き、立坑掘削とともに周辺環境への影響の有無を確認するため、以下のモニタリングを継続する。

- 排水処理水の水量・水質の測定

排水処理プラントの放流水のpH、濁度などの測定を実施する。

- 河川の流量測定、水質および底質分析

研究所用地の近傍を含む狭間川の上流および下流の計3地点において河川流量測定を実施する。また、一般項目、生活環境項目および健康項目に関する水質分析、ならびに底質の分析を実施する。

- 井戸の水位測定

研究所用地近傍の10ヶ所において井戸の水位測定を実施する。

・騒音・振動測定

用地境界1ヶ所において騒音・振動測定を実施する。

### 3. 3 研究所用地における施設建設工事

研究施設の概要を図3.5に、掘削工事の施工方法概要を図3.6に示す。2003年7月に立坑坑口上部工（深度10m程度）の掘削に着手し、2004年2月～9月には坑口下部工（深度50m程度）の掘削を終了した。引き続き、櫓や巻上機などの立坑掘削設備、受電設備、およびコンクリートプラントなど、排水処理設備を除いた地上設備の設置を完了した。また、換気立坑においては、扇風機坑道を掘削した。設置した掘削設備を用いた一般部の掘削を2005年2月から開始し、2005年3月31日現在で、主立坑は深度64.6m、換気立坑は深度71.05mまでの掘削が終了している。図3.7に坑口下部工掘削終了時点の立坑状況を示す。図3.8に地上設備設置状況を示す。

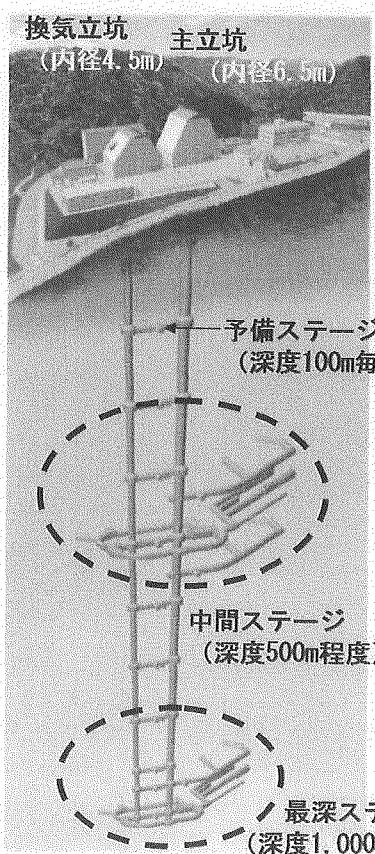


図3.5 研究施設概要図

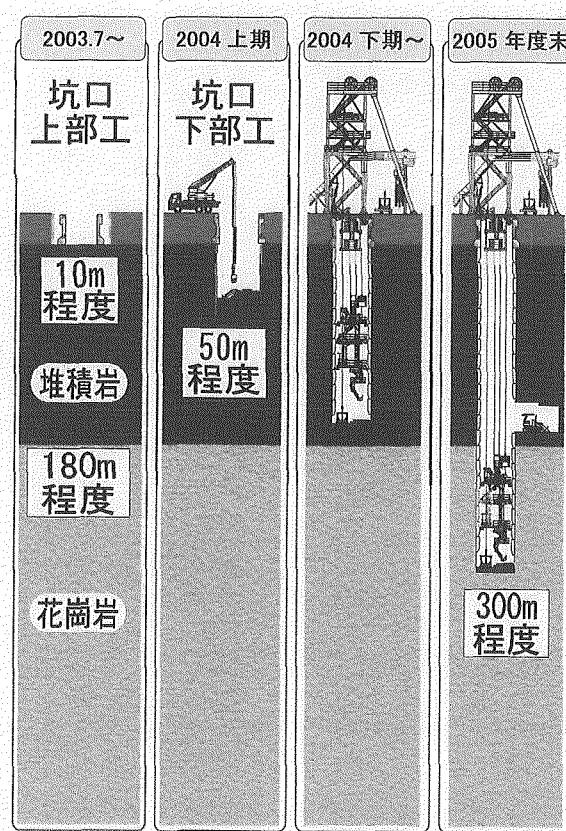


図3.6 施工方法概要図

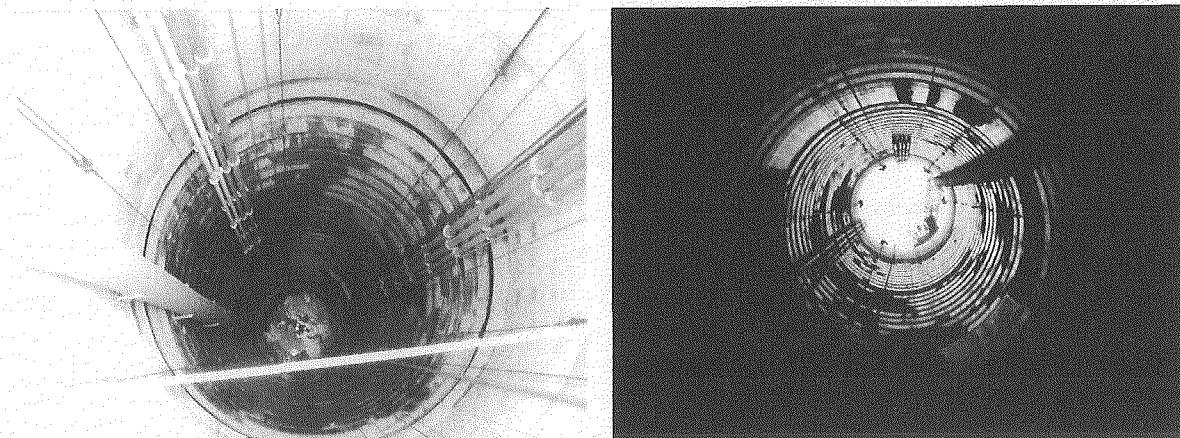


図 3.7 坑口下部工掘削終了時点 (GL. -51.7m) の主立坑状況

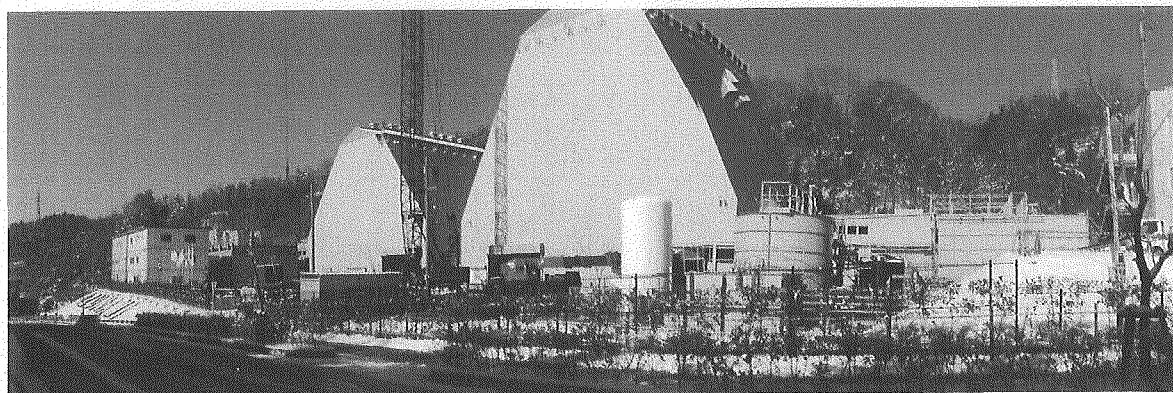


図 3.8 地上設備設置状況 (2005 年 2 月)

### ① 研究坑道の掘削

2005 年度は立坑の掘削を継続するとともに、横坑部の掘削にも着手し、深度 300m までの掘削を行う予定である。

### ② 地上設備

2005 年度は廃水処理設備の構築を完了するとともに、各種設備の点検・メンテナンスなどを実施していく。

### ③ 構内整備など

2004 年度に引き続き、下草刈り、側溝清掃などの研究所用地の環境整備を継続して行う。

## 4 2005年度の調査研究・建設工事スケジュール

2005年度に実施する主な調査研究および建設工事のスケジュールを表4.1に示す。

表4.1 2005年度の調査研究・建設工事スケジュール

	2005年											2006年		
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
【地質環境特性の研究】														
1.瑞浪超深地層研究所用地における調査研究														
1.1調査・試験														
①研究坑道の壁面調査														
②逆VSP探査														
③室内物理・力学試験														
④初期応力測定														
⑤立坑の集水リングを用いた湧水量計測														
⑥先行鉛直ボーリング孔を用いた間隙水圧測定														
⑦地下水長期モニタリングおよび表層水理観測														
⑧立坑壁面および集水リングを用いた坑内湧水の採水・分析														
⑨予備ステージにおける地下水水質観測ならびにボーリングコアの採取・分析														
・100m予備ステージ														
・200m予備ステージ														
⑩地下水長期観測(MSB-2, MSB-4)														
1.2モデル化・解析														
①地質構造モデル														
②岩盤力学モデル														
③水理地質構造モデル														
④地下水の地球化学モデル														
・地球化学モデル(初期状態)の評価														
・地球化学的影響領域のモデル化														
2.正馬様用地における調査研究														
①地下水長期観測														
②表層水理観測														
3.調査技術開発														
①地質構造調査技術開発														
②データベースの構築														
③地質環境データ解析・可視化システムの構築														
④水質モニタリング装置の設計・製作														
【深地層の工学技術の基礎の開発】														
①計測工														
②施工情報のデータベース化														
③解析・検討														
④その2工事調整設計														
⑤周辺環境モニタリング調査														
【施設建設工事】														
①研究坑道の掘削														
②地上設備														
③構内整備等														

## 参考文献

- 動力炉・核燃料開発事業団（1996）：超深地層研究所地層科学研究基本計画，動燃事業団技術資料，PNC TN7070 96-002.
- 動力炉・核燃料開発事業団（1997）：広域地下水流动研究基本計画書，動燃事業団技術資料，PNC TN7020 98-001.
- 原子力委員会（2000）：原子力の研究、開発および利用に関する長期計画（平成12年11月24日）。
- 糸魚川淳二（1980）：瑞浪地域の地質，瑞浪市化石博物館専報，1, pp. 1-50.
- 核燃料サイクル開発機構（2002）：超深地層研究所地層科学研究基本計画，サイクル機構技術資料，JNC TN7410 2001-018.
- 核燃料サイクル開発機構（2003a）：高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発－平成14年度報告－，サイクル機構技術資料，JNC TN1400 2003-004.
- 核燃料サイクル開発機構（2003b）：超深地層研究所計画年度計画書（2003年度），サイクル機構技術資料，JNC TN7410 2003-005.
- 核燃料サイクル開発機構（2004）：超深地層研究所計画における調査研究の考え方と進め方，（平成15～17年度），サイクル機構技術資料，JNC TN7400 2004-008.
- 松岡稔幸，熊崎直樹，三枝博光，佐々木圭一，遠藤令誕，天野健治（2005）：繰り返しアプローチに基づく地質構造のモデル化（Step1 および Step2），サイクル機構技術資料，JNC TN7400 2005-007.
- 大澤英昭，中野勝志，太田久仁雄（2001）：超深地層研究所計画における地表からの調査研究成果の統合化，日本原子力学会2001年秋の大会予稿集，p. 918.
- 太田久仁雄，佐藤稔紀，小出 錠，坂巻昌工（2004）：超深地層研究所計画－地層科学研究の現状－，第7回NUCEFセミナー講演報文集，日本原子力研究所研究報告書。