

超 深 地 層 研 究 所 計 画

年度計画書(平成 15 年度)

(技術報告)

2003 年 4 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

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

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

2003

(目次)

1	はじめに	1
2	超深地層研究所計画の概要	2
2. 1	超深地層研究所計画の目標	2
2. 2	瑞浪超深地層研究所の施設概要	3
2. 3	研究所用地における調査・研究の進め方	4
3	平成 15 年度の調査・研究計画	8
3. 1	研究所用地における調査・研究計画 (第 1 段階)	8
3. 1. 1	深層試錐調査 (MIZ-1 号孔)	8
3. 1. 2	モデル化・解析	12
3. 1. 3	モニタリング	13
3. 1. 4	深地層における工学技術に関する研究	13
3. 1. 5	次段階以降の調査・研究計画の策定	14
3. 2	研究所用地における施設建設工事 (第 2 段階)	15
3. 3	正馬様用地における調査・研究計画	16
3. 3. 1	既存調査の取りまとめ	17
3. 3. 2	モデル化技術の高度化	17
3. 3. 3	間隙水圧モニタリング	17
3. 3. 4	表層水理観測	17
4	調査技術・調査機器の開発	18
4. 1	平成 15 年度の実施内容	18
5	スケジュール	20

参考文献

1 はじめに

核燃料サイクル開発機構（以下、サイクル機構）で進めている超深地層研究所計画では、原子力委員会（2000）および原子力安全委員会（2000）が示している「第2次取りまとめ」（サイクル機構，1999）以降の深地層の科学的研究（以下、地層科学研究）に関連する課題のうち、特に「地表から地下深部までの調査の体系化」を行うこと、安全評価における「実際の地質環境条件を適切に考慮した設計、シナリオに基づく評価」の手法を確認していくことに必要な地質環境の情報を取得することを課題としている。

本計画は、平成8年に策定した「超深地層研究所地層科学研究基本計画」（動力炉・核燃料開発事業団，1996）に基づき、当初は調査・研究を正馬様用地（図1参照）において進めてきたが、平成12年に原子力委員会からサイクル機構に対する新たな役割が示されたことに伴い、平成13年4月に基本計画の改訂を行い（サイクル機構，2001），その後、平成13年7月に瑞浪市より瑞浪市明世町に位置する市有地に超深地層研究所の研究坑道及び関連施設を設置することについてのご提案をいただき、平成14年1月に瑞浪超深地層研究所用地（約7.5ha*、以下、研究所用地、図1）として市有地の賃貸借契約を締結した。このため基本計画の改訂を2002年2月に再度実施した（サイクル機構，2002a）。

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平成15年度研究計画を示したものである。

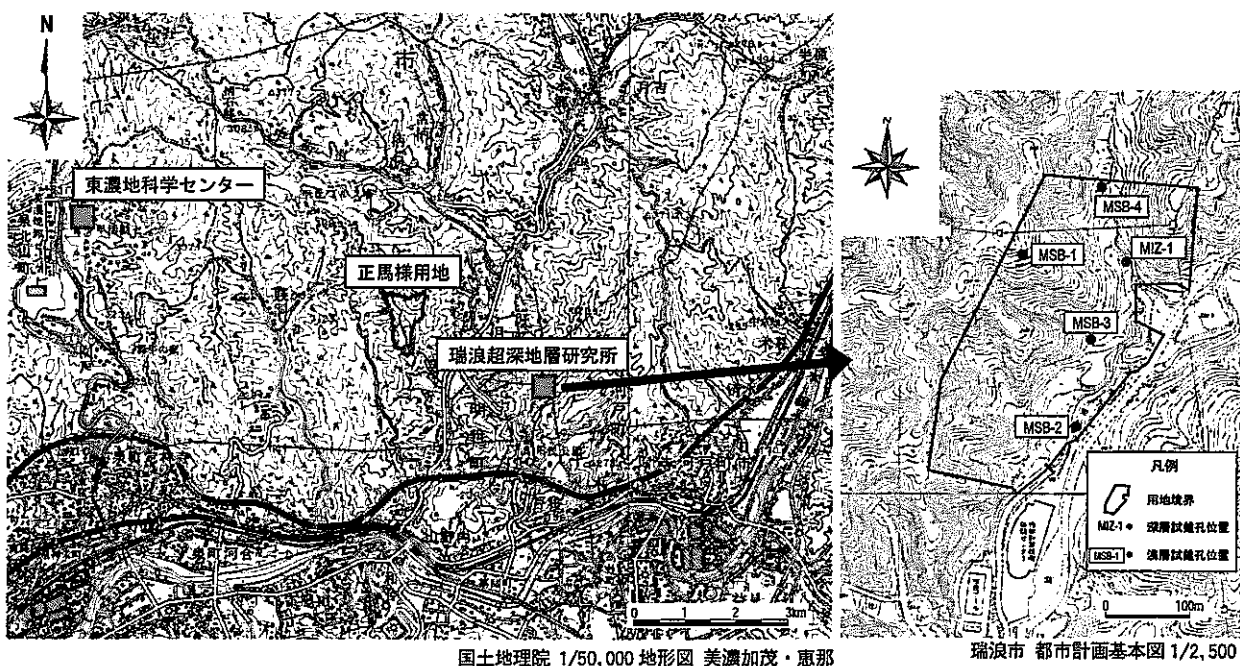


図1 瑞浪超深地層研究所用地の位置

* 瑞浪市から賃貸借する市有地の面積は、平成14年10月22日の土地賃貸借変更契約により約7.8haとなった。

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 年をかけて段階的に計画を進める。本計画では、研究坑道の建設工程やこれに伴う調査研究の課題、対象、スケールなどの違いを考慮し、第 1 段階（地表からの調査予測研究段階）、第 2 段階（研究坑道の掘削を伴う研究段階）および第 3 段階（研究坑道を利用した研究段階）の 3 つの段階に区分して調査・研究を進める。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、段階的に深部地質環境に関する情報量が増加することになり、調査の種類・量、解析・評価の手法および結果の精度との関係を事例的に明らかにすることが可能になる。超深地層研究所計画のスケジュールを表 1 に示す。

表 1 超深地層研究所計画のスケジュール

年度	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	
調査研究																					
第1段階	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■											
第2段階						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
第3段階														■	■	■	■	■	■	■	■
施設の設計・建設																					
研究坑道																					
概念設計(設計研究)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
詳細設計・調整設計					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
立坑坑口準備																					
立坑掘削																					
中間・最深ステージ																					

■ 実績 ■ 計画

2. 1 超深地層研究所計画の目標

超深地層研究所計画の全体目標および各段階における調査・研究目標（段階目標）は以下のとおりである（サイクル機構，2002a）。

<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 研究坑道の掘削を伴う研究段階の調査・研究計画の策定

第2段階：研究坑道の掘削を伴う研究段階

- ① 研究坑道の掘削を伴う調査・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・管理にかかわ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

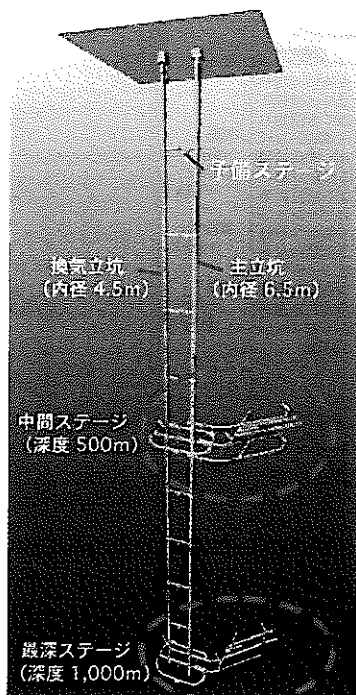
第3段階：研究坑道を利用した研究段階

- 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

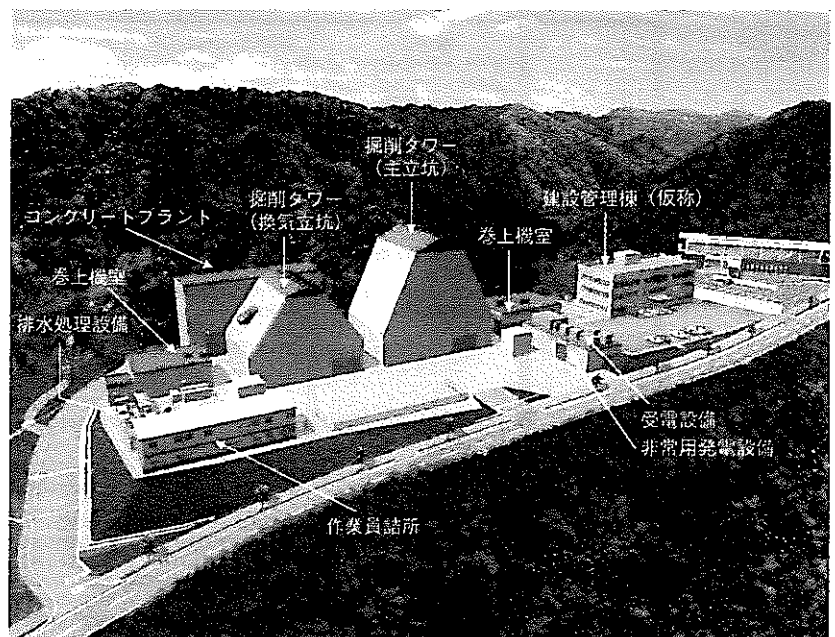
2. 2 瑞浪超深地層研究所の施設概要

瑞浪超深地層研究所は研究坑道と地上施設からなる。基本レイアウト案を図2に示す。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。

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、掘削に伴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、作業全体にかかわる設備としての受電設備、非常用発電機、資材置場、火工所、現場事務所などからなる。



研究坑道レイアウト(イメージ図)



地上施設レイアウト(イメージ図)

図2 瑞浪超深地層研究所の基本レイアウト(イメージ図)

2. 3 研究所用地における調査・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段階的に把握するとの考え方のもと、広域地下水流動研究と組み合わせて4段階の空間スケールを設け、調査研究を進めている（図3、表2）。

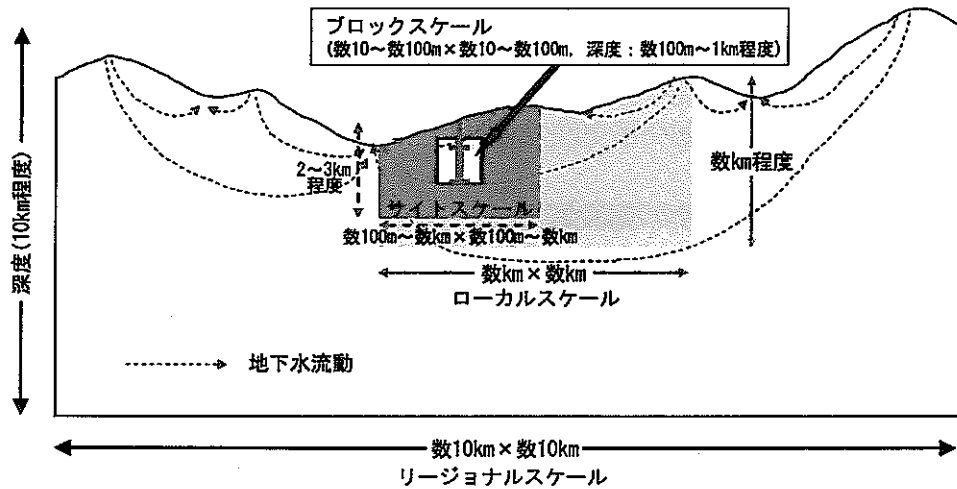


図3 空間スケールの概念（東濃地域の場合）

表2 瑞浪超深地層研究所計画で対象とするスケールと地質環境特性の記述要素

	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	
超深地層研究所計画	サイトスケール (Site Scale) 領域を区分する可能性のある長さ3km未満～数百m以上の不連続構造分布と幾何学的性状 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と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 層序あるいは岩相に基づいた堆積岩の詳細区分	地質構造モデルに記述された不連続構造の内、健全岩部に比べオーダー単位で平均透水係数が異なると考えられる構造 地質構造モデルで区分した構造においてオーダー単位で平均透水係数が異なると考えられる区分 水理学的物性 (K, Ss, fl) の不均一分布 地下水面または地表からの高差量 Local Scaleの解析に基づく境界条件	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性 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構造区分に基づく地下水の地球化学的特性または深度分布（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での地下水の地球化学的特性 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	広域応力場や歪みの情報に基づき設定した領域における研究坑道の掘削対象となる岩盤の応力分布および岩盤力学物性の空間的分布 応力分布や力学物性に明瞭な変化が認められるゾーンの区分	平面： 数km ² (数100m × 数100m) 深度： 2～3km 程度まで
	ブロックスケール (Block Scale) 研究坑道の掘削対象となる岩盤とその周辺岩盤中の長さ数100m～数10mの不連続構造の分布と幾何学的性状、分布密度および不均質性 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隙構造特性 鉱物学的・地球化学的特性および不均質性 <物質移行特性> ・母岩および地下水の移行経路となる不連続構造中での遅延（収着・マトリクス拡散）特性	地質構造モデルに記述された不連続構造の不均質性を考慮したK, Ss, 有効空隙率などの分布 母岩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	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地球化学特性および地下水の地球化学特性	対象となる岩盤の応力分布および岩盤力学物性の空間的分布 応力分布や力学物性に明瞭な変化が認められるゾーンの区分	平面： 数100m ² ～数km ² (数100m × 数100m) 深度： 数百m ～1km程度まで

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通して、限定された情報量に基づき地質環境の何がどの程度把握できるのかを事例的に示すこと、適用した各種調査・評価技術の適用性を確認すること、およびそれらの技術の組合せや手順などを示した統合化データフロー（図4）を構築することを主要な研究課題としている（サイクル機構，2002a）。

本研究を行うにあたっては、一連の調査・解析の結果を事例的に示しつつ、地質環境の調査・解析・評価技術を構築する。また、本研究は、スケールを区分して段階的に進める方法を採用していること、および調査の進展により情報量が増え地質環境特性に関わる理解度（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に基づき、図5に示す繰り返しアプローチを基本に調査研究を進めている。

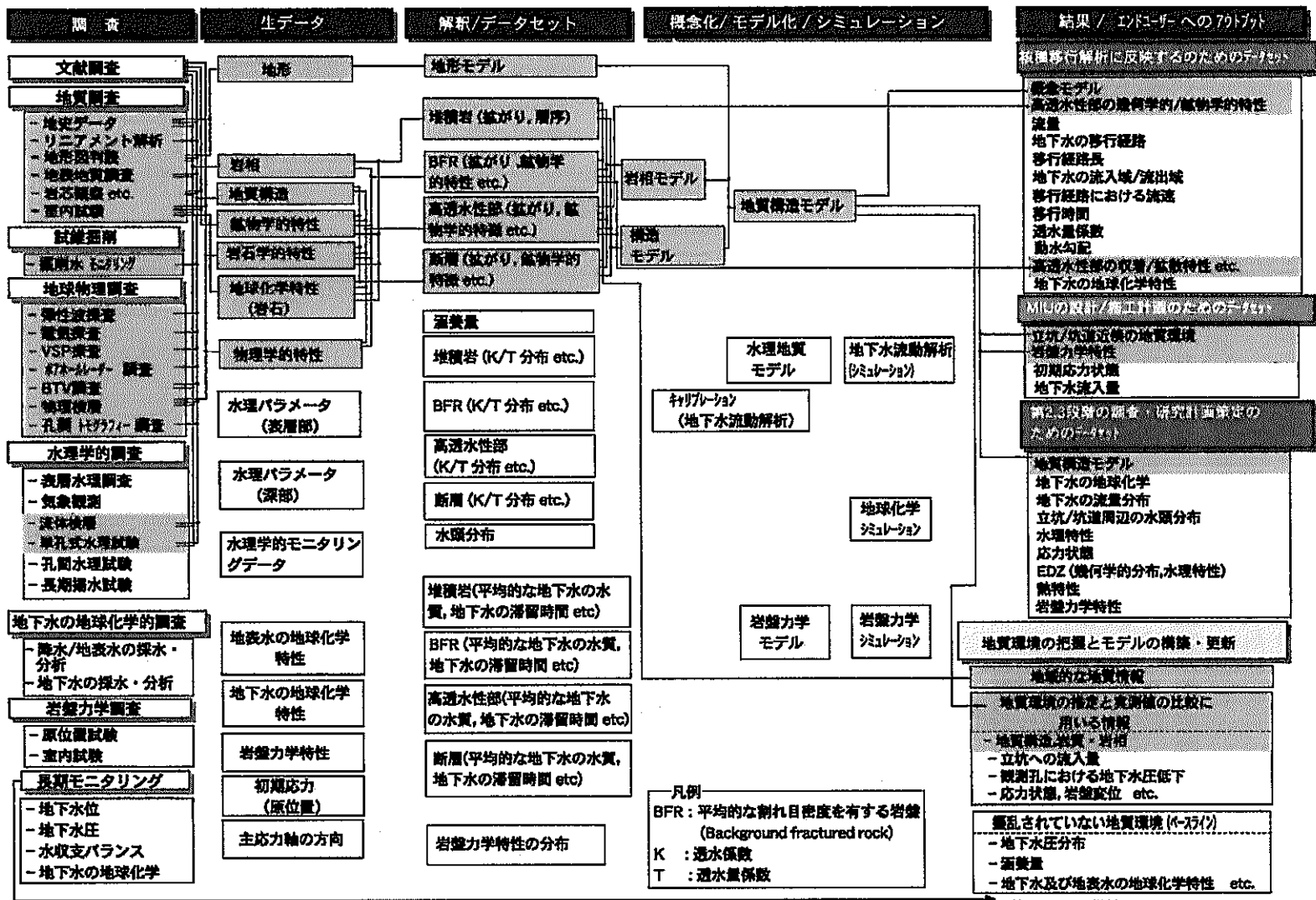


図4 超深地層研究所計画の第1段階の統合化データフローの一例 (地質・地質構造)

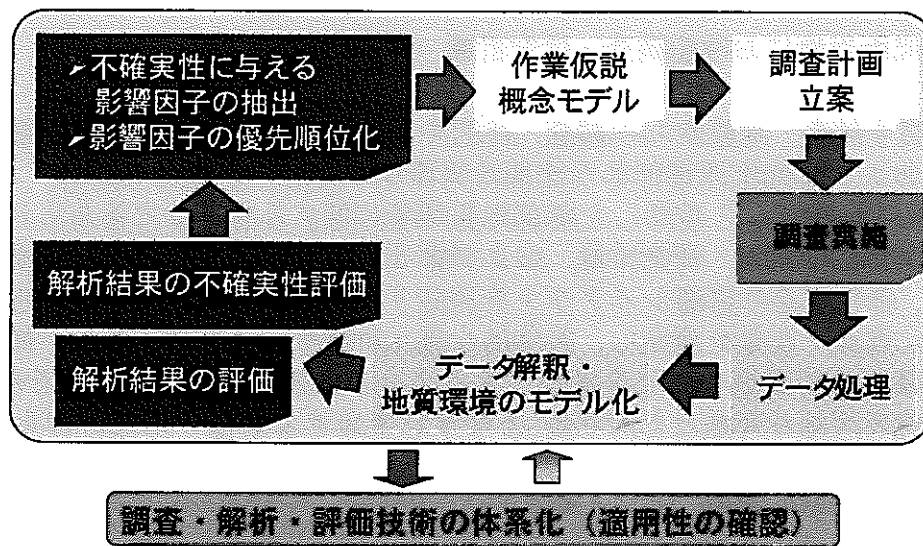


図5 調査・研究の繰り返しアプローチ

3 平成 15 年度の調査・研究計画

3. 1 研究所用地における調査・研究計画（第 1 段階）

昨年度に引き続き、地表からの調査・研究を実施し、その結果に基づき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を段階的に把握する。また、これらの調査・研究により取得した深部地質環境に関する情報などをもとに、第 2 段階における具体的な調査・研究計画、および第 3 段階における概略的な調査・研究計画を策定し、研究坑道の詳細レイアウトを決定する。あわせて、実際に適用する施工技術ならびに機械・設備を選定し、具体的な施工計画を決定する。また、研究坑道の掘削に伴う深部地質環境の変化を把握できるように観測機器の配置などを検討する。以下に、研究所用地を対象とした平成 15 年度に実施する調査・研究計画を述べる。

3. 1. 1 深層試錐調査（MIZ-1 号孔）

研究所用地における基盤花崗岩（土岐花崗岩）の最上部から深度 1,000m 以深までの地質環境を把握すること、研究坑道掘削前の水理学的・地球化学的・岩盤力学的な初期状態を把握すること、研究坑道掘削に伴う水圧応答および研究坑道掘削中から掘削後に実施される試験・研究に伴う水理学的応答を捉えるモニタリング孔として利用することを目的に、昨年度に引き続き、深層試錐調査（MIZ-1 号孔）を行う。特に、地下水の流動や水質形成などを規制すると考えられる地質構造要素（岩相、風化帯、変質帯、透水性割れ目、断層、岩脈など）に着目し、その分布および性状の詳細な把握、また、岩芯を用いた室内試験や後述する地下水の採水・分析の結果などにより、地表から地下深部までの地質学的・水理学的・地球化学的特性を把握する（Nakano et al., 2003）。予定掘削長は 1,350m である。MIZ-1 号孔の位置を図 6 に、既存調査の結果から予測される研究所用地周辺の地質・地質構造を図 7 に示す。

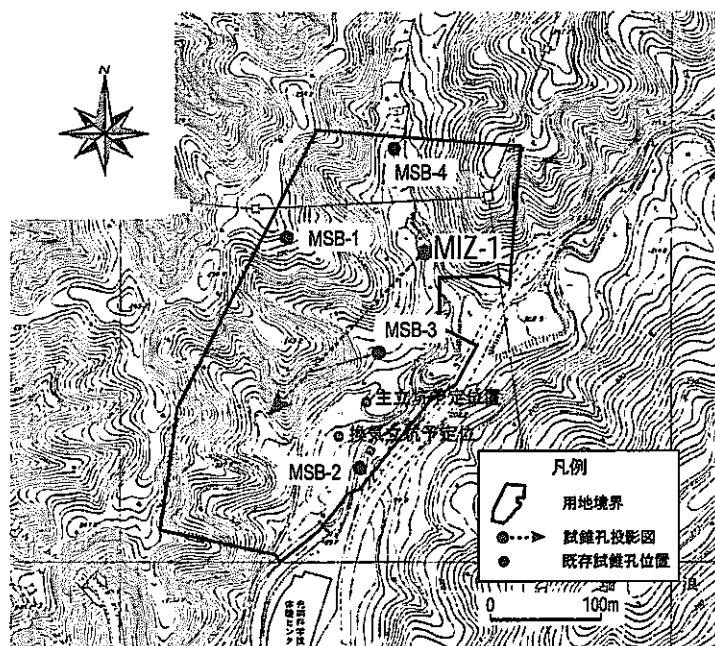


図 6 深層試錐調査（MIZ-1 号孔）位置図

(1) 地質・地質構造に関する調査・研究

研究所用地の地質・地質構造に関する情報の取得および透水性割れ目における物質移行特性に関する基礎情報の取得のため、以下の項目からなる原位置調査および室内試験を行う。ただし、下記の分析・試験点数については岩盤の状態等により変更する可能性がある。

① 岩芯観察 (5~1350mabh*)

地質学的特性 (岩相, 岩石名, 組織, 岩石中の構成鉱物およびその形状・直径, 岩石中の有色鉱物の構成比, 風化・変質, 岩級区分, RQD, 岩芯回収率, 割れ目密度, 割れ目の分布深度, 割れ目の走向・傾斜, 割れ目の形状, 条線の有無・条線の落ち, 割れ目の成因, 断層岩の分類, 断層岩の厚さ, 割れ目沿いの変質程度・変質幅, 割れ目充填鉱物・充填幅) の記載

② 物理検層 (123~1350mabh*)

電気検層, 密度検層, 中性子・ガンマ線検層, スペクトルガンマ線検層, 音波検層, 孔径検層, 孔曲がり検層, ボアホールレーダー

③ ボアホールテレビ (BTV) 観察 (123~1350mabh*)

割れ目の分布特性 (深度, 走向・傾斜, 開口幅, 充填幅, 割れ目本数, 割れ目密度など) の取得・解析

④ 室内試験 (30 試料)

試験項目: 岩石学的調査 (顕微鏡観察・鉱物組成分析など), 鉱物学的・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), 空隙特性調査 (空隙率測定など)

採取箇所: 花崗岩健岩部 20 試料
花崗岩中の代表的な産状を有する透水性割れ目 . . . 10 試料

(2) 岩盤の水理に関する調査・研究

研究所用地における基盤花崗岩 (土岐花崗岩) の最上部から深度 1,000m 以深までの地下水流動に関する情報を取得するため、以下の試験箇所・試験方法において原位置調査を行う。ただし、下記の試験点数については岩盤の状態等により変更する可能性がある。

① 水理試験 (土岐花崗岩中 39 点)

試験箇所: 出現が予想されている花崗岩浅部の逸水箇所 1 点
花崗岩全体 (区間長約 100m ごと) 12 点
出現が予想されている不連続構造部 3 点
掘削中に認められた逸水箇所 2 点
流体検層で認められた変化部 21 点

試験方法: 揚水試験, スラッグ試験, パルス試験

② 流体検層 (123~1350mabh*)

フローメータ検層, 温度検層, 電気伝導度検層

* meter along borehole の略

(3) 地下水の地球化学に関する調査・研究

これまでの調査により研究所用地の地下深部には、塩素濃度の異なる2種類以上の地下水が存在することが明らかになっており、それらの地下水の3次元的分布を把握するため、地下水採水や化学分析等を行い、研究所用地の深度約1000m付近までの地下水の主要化学成分、微量溶存成分、溶存ガス、環境同位体などに関する情報を取得する。以下に分析項目および採水箇所を記す。

① 採水・分析（土岐花崗岩中5点）

分析項目：水温、pH、酸化還元電位、電気伝導度、溶存酸素、染料濃度、主要および微量溶存成分、溶存ガス、安定および放射性同位体など

採水箇所：①出現が予想されている花崗岩浅部の逸水箇所・・・1点

②出現が予想されている不連続構造部・・・・・・・・・・2点

③掘削中に認められた逸水箇所・・・・・・・・・・2点

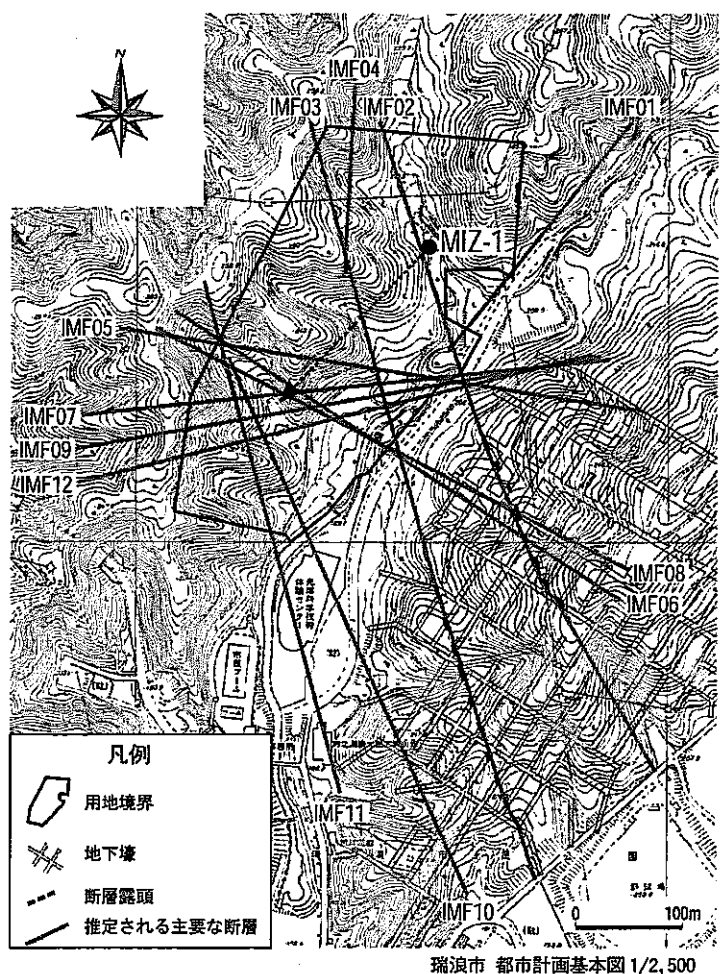
この他、水理試験区間において採水計画がされていない場合においても、揚水中に揚水試料の物理化学パラメータ測定値が一定値に収束し、掘削水に添加した蛍光染料濃度が1%以下となった場合やそれに準ずる値（数%以下）となった場合

(4) 岩盤の力学に関する調査・研究

研究所用地における土岐花崗岩の力学的な特性（物性および研究坑道掘削前の初期応力状態）を評価するため、岩芯を用いて室内試験を実施する。実施項目は以下のとおりである。ただし、下記の試験点数については岩盤の状態等により変更する可能性がある。

① 室内試験（10試料）

物理試験、力学試験、初期応力測定（AE/DRA法およびASR法）



瑞浪市 都市計画基本図 1/2, 500

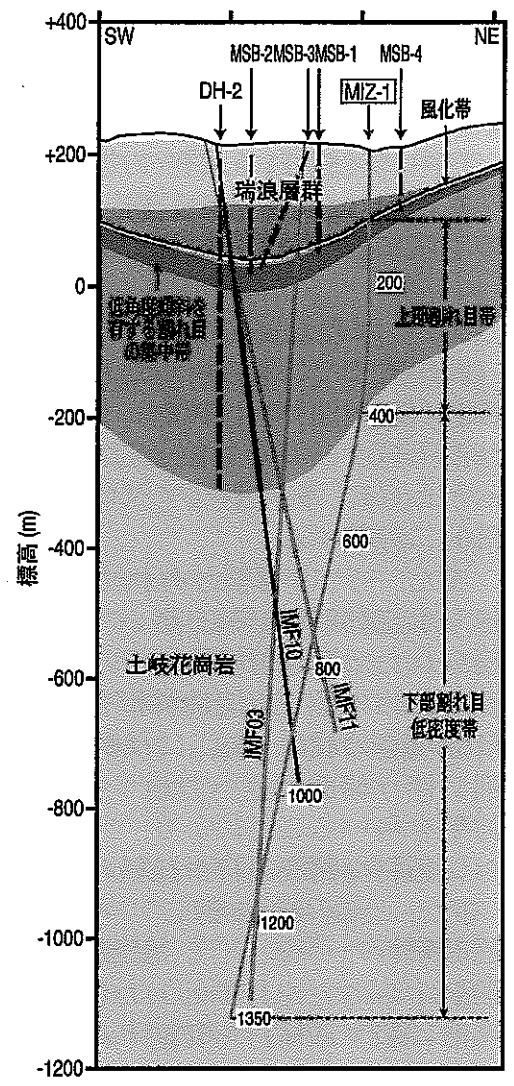


図7 研究所用地周辺で予測される不連続構造と深層試錐孔 (MIZ-1 号孔) と交差することが予想される地質・地質構造

3. 1. 2 モデル化・解析

(1) 地質・地質構造モデル

研究所用地において、昨年度までに実施した「文献調査（広域地下水流動研究の成果も含む）、物理探査（反射法弾性波探査）」、「浅層試錐孔調査」および平成 15 年度中に実施される調査の進展に伴い順次取得される情報に基づき、サイトスケールを対象とした地質・地質構造モデルを段階的に構築する。また、繰り返しアプローチの手法に基づいて、それぞれのモデルの妥当性を段階的に評価する。

(2) 水理地質構造モデルおよび地下水流動解析

昨年度までに研究所用地および研究所用地周辺において実施した「文献調査、物理探査（反射法弾性波探査）」および「浅層試錐孔調査」で取得した情報に基づいて、サイトスケールを対象とした研究坑道掘削前の状態の水理地質構造モデルを構築するとともに、繰り返しアプローチの手法に基づいて、それぞれのモデルの妥当性を段階的に評価する。

また、モデル構築とあわせて広域地下水流動研究で実施されるローカルスケールの地下水流動解析結果を用いて、研究坑道掘削前の地下水流動場を推定する。さらに構築された水理地質構造モデルを参考に、研究坑道掘削に伴う地下水流動場への影響予測のための地下水流動解析を実施し、第 2 段階以降における調査・研究計画の策定や研究坑道の設計・施工に反映させるとともに、地下水流動解析で得られた研究坑道掘削に伴う研究坑道への地下水の流入量や研究坑道周辺の地下水圧の変化などの予測結果を用いることにより、サイトスケールの水理地質構造モデルのキャリブレーションに必要な調査項目や仕様の検討などを行う。

また、上記の繰り返しアプローチにおける水理地質構造モデルの構築および地下水流動解析の一環として、試錐調査等において抽出した透水性割れ目のモデル化手法を開発することを目的とした同割れ目の規則性や連続性等の評価手法およびモデル化手法に関する検討を実施する。

(3) 地球化学モデル

昨年度までの調査・研究によって得られた情報をもとに、水-岩石反応試験や熱力学解析、多変量解析などを行い、地下水の水質形成を支配する主要な要因を抽出し、深層試錐調査で実施する地下水の採水や化学分析の結果と合わせて現有の地球化学モデル（水質形成モデル）を更新する。さらに、昨年度実施した浅層試錐孔調査や今年度実施する浅層試錐孔における採水・分析結果に基づき、塩素濃度の異なる 2 種類以上の地下水の混合を前提とした水質形成機構の解析を行う。

(4) 岩盤力学モデル

岩芯を用いた室内試験や試錐孔における力学試験（水圧破碎法による初期応力測定）などにより、研究所用地における土岐花崗岩の力学物性、割れ目面の力学的特性および土岐花崗岩の初期応力状態を把握し、三次元的な岩盤力学モデルを構築する。さらに、このモデルを用いて研究坑道掘削前の応力状態などの初期状態を推定する。

3. 1. 3 モニタリング

(1) 間隙水圧モニタリング

堆積岩および土岐花崗岩中における水理学的な基礎情報の取得，MIZ-1号孔の掘削による水圧応答の観測，研究坑道掘削前の初期状態の把握および水理地質構造モデルの構築や地下水流動解析結果の確認・モデルキャリブレーションのためのデータ取得を目的とし，昨年度掘削した浅層試錐孔（MSB-1,3号孔）において，間隙水圧計測装置による地下水圧のモニタリングを行う。モニタリングは5分間隔で実施する。

(2) 地下水の採水・分析

MIZ-1号孔の掘削による影響の確認や地球化学モデル（水質形成モデル）の構築に資するために，昨年度掘削した浅層試錐孔（MSB-2,4号孔）において，掘削水の排水後に地下水の採水・分析を1回/月程度実施する。

3. 1. 4 深地層における工学技術に関する研究

工学技術に関するおもな研究項目は，研究坑道の設計および施工にかかわる技術である。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。

平成15年度は，研究所用地において取得される深部地質環境の情報により具体化される第2段階での調査・研究計画に基づき，研究坑道の詳細設計を実施する。具体的には，施工技術への反映を目的として，以下の項目についての検討を実施する。

(1) 計測結果の設計・施工計画へのフィードバック技術の検討

研究坑道の掘削中において必要となる調査・計測項目を設定し，施工中に得られるデータを用いて設計における地山評価，支保仕様，対策工選定へのフィードバックの適用性について検討する。特に，予想外の事象に遭遇した時点での設計・施工計画へのフィードバック技術を明確に示す。

(2) 研究及び施工技術の品質を確保する技術の検討

研究坑道の掘削，支保設置，ずり出しの一連の施工にかかわる合理化技術，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及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検討を行う。

(3) 突発湧水に対する掘削・施工対策技術の検討

研究坑道の掘削中に遭遇する湧水のうち，堆積岩中の未固結層における湧水，破碎部における湧水，硬岩中の割れ目における湧水などを対象として，対策工の選定基準，施工上の対処方法の検討を行う。さらに，対策工が地質環境に及ぼす影響に対する評価方法について検討を行う。

(4) 研究坑道に対する地震動評価に関する検討

研究坑道に対する耐震解析手法の適用性について検討し、耐震安定性についての評価を行う。検討内容としては、研究所用地周辺において発生した既往地震及び活断層の存在を考慮し、当該地点における検討用地震動を作成する。また、当該地点における断層モデルによる地震動の作成方法について検討を行う。さらに、設定した地震動を用いて研究坑道の地震時健全性について評価を行う。

(5) 安全対策に関する検討

平成 14 年度までに検討してきた入出坑管理、環境管理、火災管理および通信連絡システムについて、システムを統合化することにより、熱環境解析に基づいた適切な防災計画と坑内環境の情報管理方法を連動させたシステムとすることを検討する。

なお、研究坑道掘削に伴い、研究所用地周辺の地下水位などに影響を与える可能性もあることから、研究坑道の本格的な掘削前に、周辺地域の河川流量や井戸の地下水位とその変動幅に関する調査を継続するとともに、騒音と振動の測定についても継続する。

3. 1. 5 次段階以降の調査・研究計画の策定

第 1 段階においては、地表からの調査・研究により取得する深部地質環境に関する情報や、構築した地質環境モデルなどを踏まえ、第 2 段階における調査・研究計画の具体化を図る。あわせて、第 3 段階における概略的な調査・研究計画を必要に応じて検討する。具体的には、今年度実施される地質環境のモデル解析結果を基に、第 1 段階において深部地質環境に関して予測した結果の妥当性の確認ができるように、これまでに抽出した調査・研究課題の優先度を検討し、その絞り込みを行う。この際、第 2 次取りまとめの評価報告書（原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会、2000）などに示された今後の研究開発の課題なども考慮する。また、必要に応じて新たな調査・研究課題の設定を行う。

なお、第 2 段階の調査・研究計画については、平成 14 年度以降開始された調査による地質環境の情報に基づき、適宜見直す。

3.2 研究所用地における施設建設工事（第2段階）

平成15年度の研究所用地における施設の建設工事では、以下の項目を実施する。主なスケジュールについては5章の表3に示す。なお、本工事は、研究坑道の掘削を伴う研究段階（第2段階）である。

（1）研究坑道の掘削

主立坑と換気立坑の坑口基礎工事（坑口上部工）を開始する。坑口基礎工事では、地表から約10m程度の掘削やコンクリート打設等を行う（図8）。

（2）地上設備の製作

研究坑道掘削工事に必要な櫓や巻上機、受電設備、排水プラント等の地上設備の工場製作を行い、順次、搬入し設置する（図2、表3）。

（3）構内整備等

平成14年度に引き続き、研究所用地内の環境整備を行う。また、建屋の機能等の追加検討を行い、長期的に使用する建設管理建屋（「建設管理棟」（仮称））の設計および建設を行う。

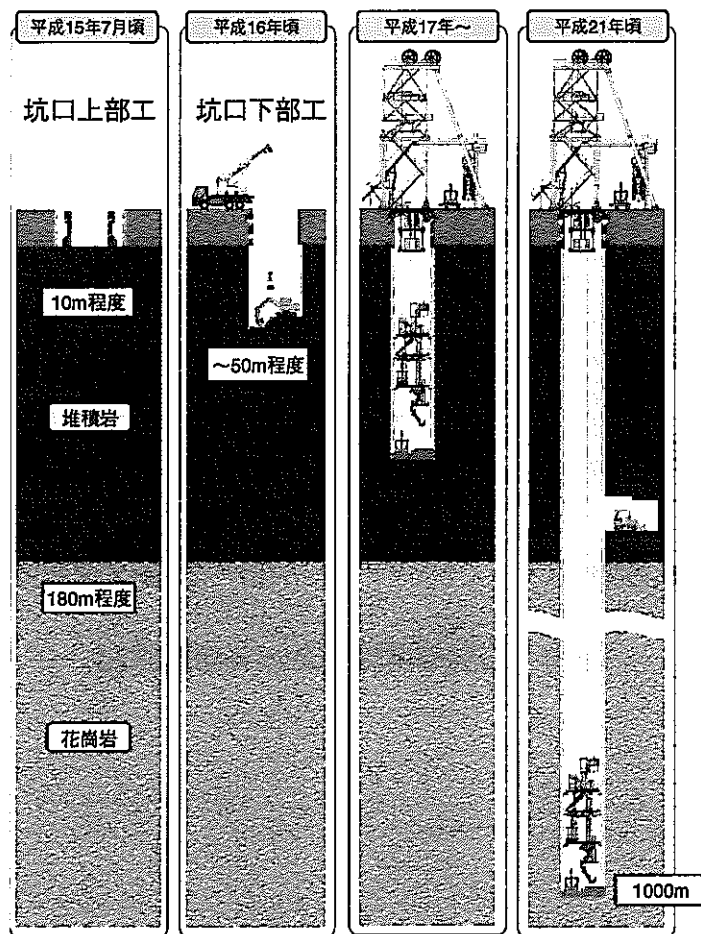
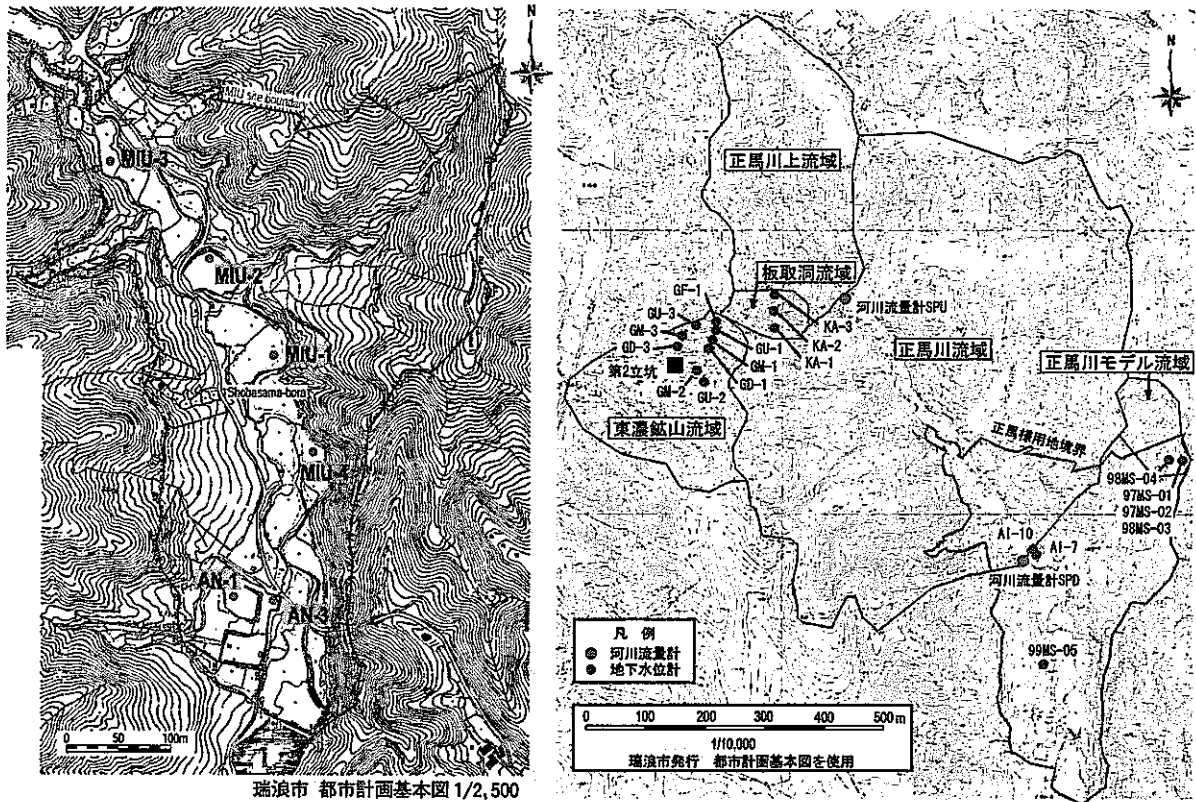


図8 施設建設の施工概要

3. 3 正馬様用地における調査・研究計画

正馬様用地では、超深地層研究所計画の全体目標のひと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連し、これまで蓄積してきた月吉断層やその周辺の地質環境情報や試錐孔などの研究資源（図9）を利用した要素技術開発の場として活用し、研究所用地での調査・研究の効率化を図るための要素技術の高度化に向けた調査・研究を実施する。また、地表からの調査結果による地質環境のモデル化に向けた調査・研究の中で抽出された不確実性の影響について評価・検討し、一連の調査・解析・評価手法の有効性を把握する。また用地内の既存試錐孔を利用した間隙水圧の連続観測および用地内・用地周辺の観測施設を利用した水収支観測や地下水位等の長期観測を前年度に引き続いて実施する。



(a) 深層試錐孔位置図

(b) 表層水理観測実施位置図

図9 正馬様用地における観測施設

3. 3. 1 既存調査の取りまとめ

平成 15 年度においては、これまで正馬様用地で実施された試錐調査等で残された重要な研究課題（深部地下水の地球化学的特性や基盤花崗岩中の三次元的応力状態などの評価、高角度の透水性割れ目の幾何学的形状の把握など）に取り組む。また、地表から深部地質環境を把握するための体系的な調査・解析・評価技術を開発する目的で実施された試錐調査 (MIU-4 号孔) で得られた情報を整理し、地質学的特性、水理地質学的特性および地下水の地球化学的特性に関する新たな知見や今後の調査に反映すべき項目等の抽出を実施する。

3. 3. 2 モデル化技術の高度化

平成 14 年度までの地表からの調査結果による地質環境のモデル化に向けた調査・研究の中で、地下水流動解析結果の不確実性要因を抽出することを目的として、調査データ、データ解釈および概念モデルの構築等の各作業段階における不確実性を包括的に取り扱うアプローチを採用した複数のモデル化・解析手法による地下水流動解析を実施してきた。平成 15 年度は、この各作業段階における個々の不確実性の影響について定量的に評価するとともに、この不確実性の影響が、一連の作業（調査→モデル化・解析→評価）の流れにおいてどのように伝播するのかを検討する。

具体的には、これまでに実施してきたモデル化・解析作業を対象として、それらの解析に至る作業を、「調査」→「生データ」→「解釈/データセット」→「概念化/モデル化/解析」→「アウトプット」までのデータの流れとそれに介在する作業や仮定を統合化データフローに準じて整理する。また、このデータの流れの整理結果に基づき、調査、データ解釈、概念化、モデル化・解析等の各作業段階で発生する個々の不確実性がモデル化・解析結果の不確実性に与える影響について、モデル化手法ごとおよびモデルの更新ごとに比較・分析する。さらに、これらの分析結果に基づいて、地下水流動解析結果に大きな影響を与える不確実性要因を抽出するとともに、その解決のために必要な調査手法やモデル化・解析手法についての検討を行う。

3. 3. 3 間隙水圧モニタリング

平成 14 年度に引き続き、図 9 (a) に示した深層試錐孔において、MP システムTMによる間隙水圧測定を継続して行う。この結果を用いて、水理地質構造モデルの構築や地下水流動解析結果の確認・モデルのキャリブレーションを実施する。

3. 3. 4 表層水理観測

平成 14 年度に引き続き、図 9 (b) に示した表層水理観測施設を利用して、河川流量、地下水位、気象等の長期観測を継続して行う。この結果を用いて、観測流域における岩盤浸透量の特長や基底流量、地下水位の変化等の観点から研究坑道掘削影響の有無を把握する。

4 調査技術・調査機器の開発

本研究所計画第1段階における調査技術・調査機器の開発の目標は、地表からの調査・研究に必要とされる既存の調査技術・調査機器の高度化を図るとともに、第2段階および第3段階に必要と考えられる調査技術・調査機器の開発すること、また、これらの技術の適用条件や適用範囲などを明確にすることである（サイクル機構，2002a）。

4.1 平成15年度の実施内容

第1段階で必要とされる既存技術については、その適用性の確認あるいは部分的な改良を図る。また、地質環境特性の異なる様々な地域への適用を考慮し、これらの技術の適用条件や適用範囲などを明確にする。以下に平成15年度における開発計画を示す。

① 地質構造調査技術開発

これまでに行った試錐調査の結果を用いて、「構造地質学的特徴に基づく割れ目調査」，「割れ目を介した（熱）水-岩石反応とその程度の特定」，「アノーマリーを示す物理検層値の統計学的解析」（サイクル機構，2002b）および「方位分布に基づく割れ目調査」を実施し、透水性割れ目の同定・分類方法および幾何学的特性を把握するための調査技術に関する検討を行ってきた。

平成15年度においては、これまでに構築してきた透水性割れ目の同定・分類方法を深層試錐調査（MIZ-1号孔）に適用しながら、手法の改良を試みる。

② 岩盤の水理特性・地下水の地球化学特性調査技術開発

平成14年度までに、地表から地下深部までの水理特性に関する信頼性の高いデータを取得するため、パッカーの多数連結・同時拡張機能の付加および深度1,500mおよび地温70℃までの地質環境での計測が可能な水理試験装置を開発した。

平成15年度においては、本装置をMIZ-1号孔の試錐調査に適応し、機能確認を行う。

③ 岩盤の力学特性調査技術開発

(a) 1,000m対応初期応力測定装置の開発

岩盤の初期応力データは、研究坑道掘削時の岩盤の力学的変形挙動などに関する研究や、研究坑道の設計施工に必要不可欠である。既存の初期応力測定方法は、それぞれに長所短所を有しており、地表から地下深部までを対象とした汎用性のある初期応力の測定方法が確立されているわけではない。したがって、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三次元初期応力に関するデータを取得することが可能な初期応力測定装置を開発している。本装置は平成12年度までに、初期応力測定プローブ（データロガー、歪計等）の製作を完了している。また、平成14年度までに原位置試験を行うために必要な付帯装置（プローブ運搬・切り離し装置、パイロット孔掘削装置等）を製作し、原位置試錐孔（最深深度200m）において適用試験

を実施した。

平成 15 年度は、前年度に引き続き、東濃鉾山の原位置試錐孔（深度 200m 以深）にて適用試験を実施する。

④ 次段階以降に必要となる調査技術・調査機器の開発

第 2 段階および第 3 段階において必要と考えられる調査技術・調査機器の開発として、立坑・坑道壁面調査手法、坑道からの試錐掘削（試錐孔閉塞）手法、坑道からの地球物理調査手法および高差圧対応調査機器の検討などを行う。

⑤ データベースの構築

本年度は、これまで使用してきた主に地表からの調査で得られるデータを対象としたデータベースについて、第 2 段階の調査・研究において取得される坑道壁面の地質情報等を登録・管理するための、機能拡張を実施する。

また、研究坑道の掘削工事における工事工程や関連文書等を管理するための、データベースシステムの構築を実施する。

⑥ 地質環境データ解析・可視化システムの構築

地質構造／水理地質構造のモデル化，地下水流動解析，およびモデル化・解析結果の可視化作業を通じて，地質環境データ解釈・可視化システムについて適宜改良を実施する。

⑦ 情報提供技術の開発

(a) VR システムの構築

本計画を一般の方々にわかりやすく説明するため，VR（バーチャルリアリティー）技術を利用した情報提供を実現する。

平成 14 年度までに，本計画に対する一般の方々の理解を促進させるために，デスクトップパソコン用の「超深地層研究所の仮想体験」ソフトを開発し VR システムの適用を開始した。また，計画の進捗にあわせたソフトの改良や機能の追加，超深地層研究所に設置する具体的なシステムの検討およびその実現に必要な VR 技術の開発などを行った。

平成 15 年度は，「一般の方々に楽しみながら本計画への理解を深めていただける VR 技術の開発」を目的に，計画の進捗にあわせた地上施設の体験ソフトの改良，Web 上への展開の検討，地下擬似体験 VR システムの開発として画像認識技術の小型化に関する要素開発などを行う。

5 スケジュール

平成 15 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 3 に示す。

表3 平成15年度 調査・研究スケジュール[瑞浪超深地層研究所計画用地](1/4)

	平成15年度											
	H15									H16		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(1)深層試錐調査(MIZ-1号孔) ・調査 ・報告書作成												
				○		○		○		○		
			中間報告1			中間報告2			中間報告3			中間報告4
(2)モデル化・解析 ・地質・地質モデルの構築 ・水理地質構造モデルの構築 ・地下水流動解析 ・水質形成機構の構築 ・岩盤力学モデルの構築									検討と構築			
										検討と構築		
									検討と構築			
										検討と構築		
(3)モニタリング ・間隙水圧・水質観測 ・速報作成								観測の継続				
			取りまとめ(1~3月)			取りまとめ(4~6月)			取りまとめ(7~9月)			取りまとめ(10~12月)
(4)深地層における工学技術に関する研究									レイアウト/施工計画/安全対策の具体化			

表3 平成15年度 施設建設工事スケジュール[瑞浪超深地層研究所計画用地](2/4)

	平成15年度											
	H15									H16		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(1)施設建設工事 ・立坑坑口基礎工事 ・地上設備の工場製作 ・構内整備等 構内環境整備 建設管理棟(仮称)の設計等 建設管理棟(仮称)の建設												

表3 平成15年度 調査・研究スケジュール[正馬様用地](3/4)

	平成15年度											
	H15									H16		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(1)既存調査のとりまとめ												
(2)モデル化技術の高度化 ・不確実性の評価・検討 ・報告書作成												
(3)間隙水圧モニタリング ・観測 ・速報作成												
	取りまとめ(1~3月)			観測の継続			取りまとめ(7~9月)			取りまとめ(10~12月)		

表3 平成15年度 調査・研究スケジュール[調査技術・調査機器の開発](4/4)

	平成15年度											
	H15									H16		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
①地質構造調査技術開発												
②地下水の水理特性・地球化学特性調査 技術開発												
③岩盤の力学特性調査機器技術開発 -1,000m対応初期応力測定装置の開発												
④次段階以降の調査技術/調査機器の開発 -試錐掘削手法の開発 -立坑壁面調査手法の開発 -坑道からの地球物理調査手法の検討 -高差圧対応調査機器の検討												
⑤データベースの構築												
⑥地質環境データ解析・可視化システムの 構築												
⑦情報提供技術の開発 -VRシステムの構築												

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.

原子力安全委員会（2000）：高レベル放射性廃棄物の処分に係る安全規制の基本的考え方について（第1次報告）.

原子力委員会（2000）：原子力の研究，開発及び利用に関する長期計画（平成12年11月24日）.

原子力委員会原子力バックエンド対策専門部会（2000）：我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分研究開発の技術的信頼性の評価（平成12年10月1日）.

核燃料サイクル開発機構（1999）：わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—，サイクル機構技術資料，JNC TN1410 99-020～-024.

核燃料サイクル開発機構（2001）：超深地層研究所地層科学研究基本計画 2001年4月，サイクル機構技術資料，JNC TN7410 2001-009.

核燃料サイクル開発機構（2002a）：超深地層研究所地層科学研究基本計画 2002年2月，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（2002b）：超深地層研究所計画年度報告書（平成13年度），サイクル機構技術資料，JNC TN7400 2002-004.

Nakano, K., Amano, K., Takeuchi, S., Ikeda, K., Saegusa, H., Hama, K., Kumazaki, N., Iwatsuki, T., Yabuuchi, S. and Sato, T. (2003) : Working Program for MIZ-1 Borehole Investigations, JNC Tech. Rep., JNC TN7400 2002-008.