

超深地層研究所計画

年度計画書（平成10年度）

（技術報告）

1998年11月

核燃料サイクル開発機構

東濃地科学センター

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

〒509-5102 岐阜県土岐市泉町定林寺 959-31

核燃料サイクル開発機構

東濃地科学センター

研究調整グループ

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Co-ordination Group,

Tono Geoscience Center,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

959-31, Jorinji, Izumi-machi, Toki-shi, Gifu-ken 509-5102,

Japan

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

1998

[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 10 年度計画の概要	1
4. 試錐調査	5
5. 地質構造および岩盤の力学特性に関する調査・研究	1 2
5.1 目的	1 2
5.2 実施内容	1 3
5.2.1 地球物理学的調査（地表）	1 3
5.2.2 解析	1 3
6. 地下水の水理に関する調査・研究	1 3
6.1 目的	1 3
6.2 実施内容	1 4
6.2.1 表層水理調査	1 4
6.2.2 深層水理調査	1 4
6.2.3 解析	1 4
6.2.4 地下水の長期観測	1 5
7. 地下水の地球化学に関する調査研究	1 5
7.1 目的	1 5
7.2 実施内容	1 5
7.2.1 場の理解のための調査	1 5
7.2.2 解析	1 6
7.2.3 地下水の長期観測	1 6

8. 調査技術・調査機器の開発	16
8.1 目的	16
8.2 実施内容	16
8.2.1 試錐掘削技術開発	17
8.2.2 地質構造調査技術開発	17
8.2.3 地下水の水理特性調査技術開発	17
8.2.4 地下水の地球化学特性調査技術開発	18
8.2.5 岩盤の力学特性調査技術開発	18
8.2.6 坑道の掘削を伴う調査研究段階以降に必要な 調査技術・調査機器の開発	19
8.2.7 データベースの構築	19
8.2.8 地質環境データ解析・可視化システムの構築	20
8.2.9 情報公開技術の開発	20
9. 参考文献	21

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」(東濃地科学センター, 1996)に基づき、核燃料サイクル開発機構(サイクル機構)が岐阜県瑞浪市に所有する正馬様洞用地を研究領域として実施する超深地層研究所計画の、平成10年度の調査・研究の計画を示したものである。

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。この段階では地表からの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などを簡明に示す、地質構造概念モデル、水理地質構造モデル、地球化学モデルなどを構築する。これらのモデルは、地下水流動解析や地下施設の設計などの基礎となる。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、引き続き実施する掘削を伴う調査研究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は、2つのフェーズに分けられ、第2フェーズの研究計画は平成10年度までの調査結果をもとに策定する。第1フェーズのスケジュールを表1～3に示す。

3. 平成10年度計画の概要

平成10年度は、地下施設掘削前の地質環境を把握するため、平成9年度に着手した現地調査(試錐調査(1本)、岩芯試験ほか)を引き続き実施すると共に、新たな現地調査(試錐調査(2本)、岩芯試験、物理探査、水理観測ほか)を実施する予定である。また、現場以外の業務として、調査技術・調査機器の開発、さらに、平成9年度に構築

表-1 第1フェーズの主な調査・研究スケジュール (1/3)

研究項目	第1フェーズ			
	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度
	H8	H9	H10	H11
(1) 地質・地質構造調査 ・地球物理学的調査（地表） ・試錐掘削 MIU-1 MIU-2 MIU-3 MIU-4 ・地球物理学的調査（試錐孔内） ・解析 地質学的調査* 地質構造概念モデルの作成				

		————		
			————	

		————		
			————	

(2) 地下水の水理 ・表層水理調査 ・深層水理調査* ・長期揚水試験 ・解析 水理地質構造モデルの作成 坑道の掘削影響の予測解析 地球統計解析 ・地下水の長期観測 地下水位観測 間隙水圧長期モニタリング				

			————	

			————	

(3) 地下水の地球化学 ・場の理解のための調査 ・解析 化学組成分布の推定 水質形成機構の解析 室内試験 地球化学モデルの作成 坑道の掘削影響の予測解析				

			————	

(注) *印は、試錐掘削に付随して実施する。

破線部は未確定。

表-2 第1フェーズの主な調査・研究スケジュール (2/3)

研究項目	第1フェーズ			
	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度
	H8	H9	H10	H11
(4) 岩盤の力学特性 ・初期応力場の把握* ・岩盤の物性の把握*			初期応力測定	
			岩芯室内試験	
(5) 調査技術・機器				
① 試錐掘削技術開発 ・三重管掘削工法の開発 ・部分保孔装置の開発		設計		製作・適用試験
		構成部品の設計・製作		適用試験
② 地質構造調査技術開発 ・弾性波トモグラフィ調査技術開発 ・既存技術の適用性の評価		震源の製作	適用試験	
				地球物理学的調査実績の取りまとめ
③ 水理特性・地球化学特性調査技術開発 ・1,000m対応水理試験装置の改良・高度化 ・1,000m対応揚水試験装置の改良・高度化 ・1000m対応地下水の地球化学特性調査機器の改良・高度化 ・試錐孔を利用した長期モニタリング装置の開発 ・水理試験データの解析手法の高度化	高温環境型製作		屈曲孔対応型開発	
			設計・製作	
	高温環境型製作		屈曲孔対応型開発	
	実験機設計・製作		適用試験	実用機設
④ 力学特性調査技術開発 ・1000m対応初期応力測定装置の開発		単孔式データ解析手法の高度化		
				多孔式データ解析手法の高度化
④ 力学特性調査技術開発 ・1000m対応初期応力測定装置の開発	文献調査	概念設計	設計・製作	適用試験

破線部は未確定。

表-3 第1フェーズの主な調査・研究スケジュール (3/3)

研究項目	第1フェーズ			
	第1年度	第2年度	第3年度	第4年度
	H8	H9	H10	H11
⑤次段階以降に必要となる 調査技術・調査機器の開発 ・連続波レーダー調査技術開発 ・立坑壁面観測システムの開発 ・正弦波水理試験データの解析 手法の開発 ・トモグラフィデータの解析 手法の開発 ・試錐孔間水理試験装置の高度化		実験機設計・製作		基礎実験
		データ解析技術の検討・プログラミン		
			文献調	
			検討・プログラミング	
			検討・プログラミン	
			改良・追加製	
⑥データベースの構築 ・調査データ用データベースシス テムの構築 ・工程管理用データベースシス テムの構築		システムの構築	運用・改良	運用
			試行・検討	システム の検討
⑦地質環境データ解析・可視化シス テムの構築		システムの構築	運用・改良	
⑧情報公開技術の開発 ・VRシステムの構築 ・説明用模型の製作		調査・プロト タイプの構築	運用・改良	
	技術説明模型製作		運用・改	
			試錐模型製	

破線部は未確定。

したデータベースおよび研究成果を3次元的に可視化するために必要な計算機システムの運用を行う。また、調査結果を基に現状での地質構造概念モデルおよび水理地質構造モデルの作成、地下水の地球化学データの取りまとめ、地下水流動解析を行う予定である。

本計画の平成11年3月までのスケジュールを表4～7に示す。

4. 試錐調査

平成10年度の試錐調査は、昨年度から継続しているMIU-1号孔(1,010m)、および新規にMIU-2号孔(1,010m)とMIU-3号孔(1,010m)の試錐掘削を実施し、それらの岩芯および試錐孔を用いて以下に示す調査を行う。但し、一部の調査項目については、掘削の進捗に合わせて来年度に継続して実施する。また、既設のAN-1号孔(1,010m)において初期応力測定を行う。試錐予定位置は、図-1に示した。これらの調査で得られた成果は、地質・地質構造、地下水の水理、地下水の地球化学、および岩盤の力学特性の各研究分野へ反映される。なお、これら以外に試錐孔を用いた調査として、地下水の長期観測があるが、これについては第6章および第7章に示した。

(1) MIU-1号孔

昨年度から継続して掘削を行い、以下に示す調査を行う。

①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

実施区間：全掘削区間

②検層

実施項目：電気検層、密度検層、中性子・ガンマ線検層、音波検層、温度検層、
孔径検層、孔曲がり検層、ボアホールレーダー

実施区間：10～1,010m

③ボアホールテレビ調査 (BTV 調査)

実施区間：10～1,010m

④岩石鉱物試験

実施項目：顕微鏡観察、X線回折、全岩化学組成分析

⑤岩芯室内物性試験

実施項目：
・物理試験（有効間隙率、密度、弾性波速度など）
・力学試験（一軸圧縮試験、三軸圧縮試験供試体、圧裂引張試験）
・熱特性試験（熱伝導率、比熱、熱膨張率）

表-4 平成10年度 調査・研究スケジュール (1/4)

	平成10年度											
	H10									H11		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(1) 試錐掘削を用いた調査												
①MIU-1	掘削・記載		検層・BTV			槽の撤去						
鉍物試験			試験									
岩芯室内試験	岩石鉍物試験・物性試験											
水理試験	揚水試験					透水試験						
採水・分析									採水・分析			
②MIU-2	搬入		掘削・記載			検層・BTV			槽の撤去			
鉍物試験									試験			
年代測定									試験			
岩芯室内試験			岩石鉍物試験・物性試験									
初期応力測定 (水圧破碎法)									測定			
水理試験			揚水試験						透水試験			
③MIU-3						搬入			掘削・記載			
岩芯室内試験									物性試験			
④AN-1									測定			

表-5 平成10年度 調査・研究スケジュール (2/4)

	平成10年度											
	H10									H11		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(2) 地質構造と力学												
電磁探査 (MT法)								調査				
地質学的調査							調査					
地質構造概念モデルの作成							データ入力・予備解析					
(3) 地下水水理												
表層水理定数観測							機器設置					機器拡充
水理地質構造モデルの作成							データ取りまとめ					
水理学的影響の予測解析							データ取りまとめ					
孔内水位観測							観測・保守					
間隙水圧長期モニタリング												
(4) 地球化学												
化学組成分布の推定												
地下水の地球化学モデルの作成												
水質の長期モニタリング												

表一6 平成10年度 調査・研究スケジュール (3/4)

	平成10年度											
	H10									H11		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(5) 調査技術・機器												
① 試錐掘削技術開発												
部分保孔装置の開発									製作			
② 地質構造調査技術開発												
連続波レーダトモグラフィ技術開発					適用試験・データ解析							
フローメーター検層					適用試験・データ解析							
既存技術の適用性の評価									MT法・反射法弾性波探査の適用・評価			
③ 地下水の水理特性調査技術開発												
1,000m対応水理試験装置の改良・高度化			改良概念の検討				改良					
試錐孔を利用した長期モニタリング装置の開発		実験機の製作				適用試験計画検討		適用試験			とりまとめ	
④ 地球化学特性調査技術開発												
1,000m対応地下水の地球化学特性調査機器の改良・高度化			改良概念の検討				改良					
⑤ 岩盤の力学特性調査技術開発												
1,000m対応初期応力測定装置の開発									設計			

表一七 平成10年度 調査・研究スケジュール (4/4)

	平成10年度											
	H10									H11		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
⑥次段階以降に必要となる 調査技術・調査機器の開発												
弾性波トモグラフィ調査技術開発	←適用試験計画検討→					適用試験	←データの解析→					
立坑壁面調査システムの開発						←文献調査→						
⑦データベースの構築												
調査データ用データベースシステムの構築			運用			←改良					運用	
工程管理データベースシステムの開発						←プロトタイプ開発→			←仮運用			
⑧解析・可視化システムの構築			運用			←改良					運用	
⑨情報公開技術の開発												
VR技術の開発	←試作ソフトでのVR体験						←試作ソフト改良				運用	
説明用模型の製作						←技術説明用模型の運用						
						←ボッキング模型の設計・製作						運用

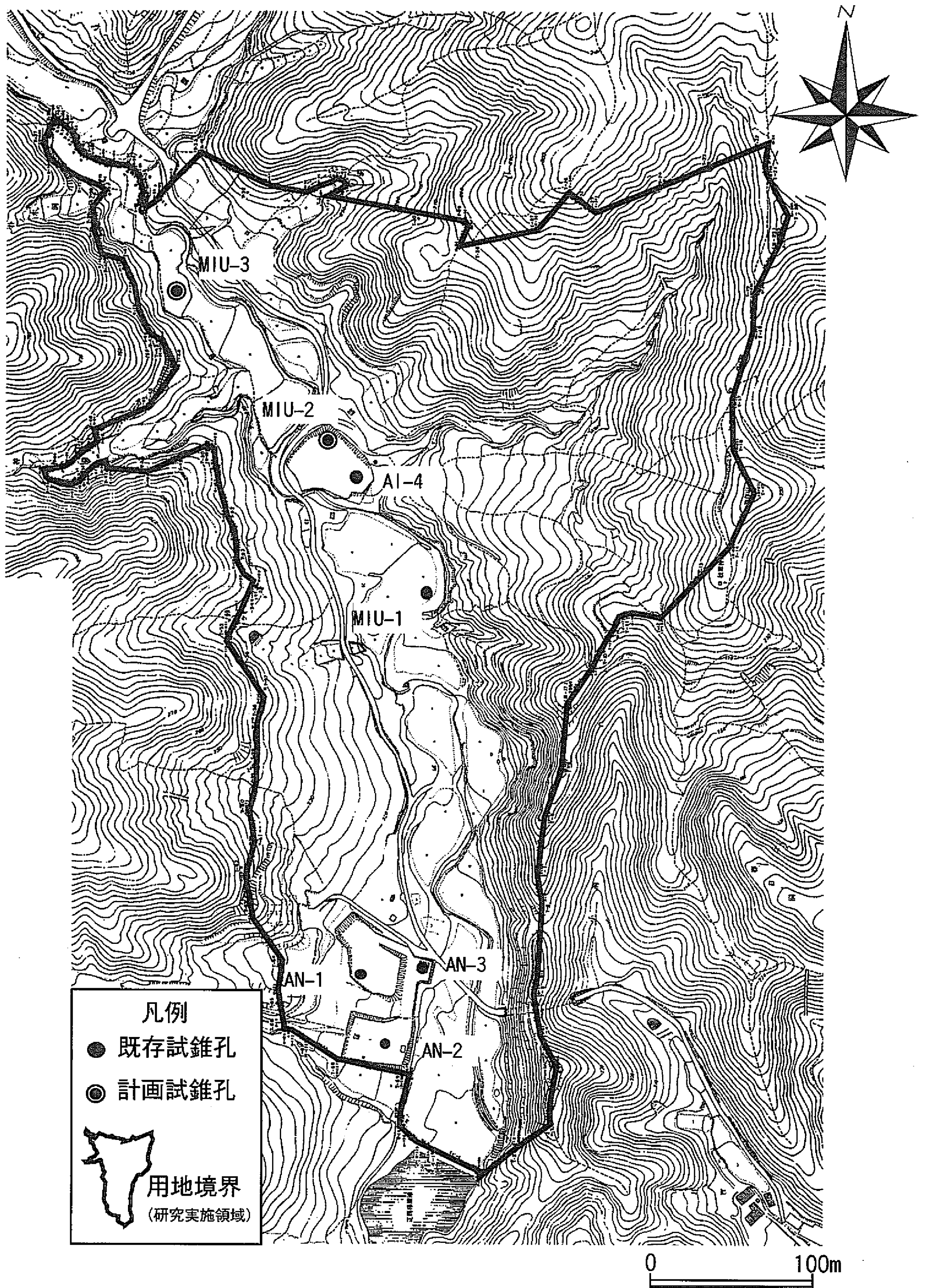


図1 試錐孔掘削計画位置図

⑥初期応力測定

実施項目：A E / D R A 試験

⑦水理試験

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、
フローメーター検層

⑧採水・分析

原位置測定項目：水温、p H、酸化還元電位、電気伝導度、
硫化物イオン濃度

室内分析項目：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

(2) M I U - 2 号孔

新規に掘削を行い、本年度は以下に示す調査を実施する。調査は次年度まで継続して
行い、孔内水の採水・分析は次年度に実施する予定である。

①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、R Q D など

実施区間：全掘削区間

②検層

実施項目：電気検層、密度検層、中性子・ガンマ線検層、音波検層、温度検層、
孔径検層、孔曲がり検層、ボアホールレーダー

実施区間：10～1,010m

③ボアホールテレビ調査 (BTV 調査)

実施区間：10～1,010m

④岩石鉱物試験

実施項目：顕微鏡観察、X線回折、全岩組成分析

⑤年代測定

実施項目：K-Ar 法あるいはCHIME 法

⑥岩芯室内物性試験

実施項目：
・物理試験（有効間隙率、密度、弾性波速度など）
・力学試験（一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、圧裂引張試験）
・熱特性試験（熱伝導率、比熱、熱膨張率）
・帯磁率・比抵抗試験

⑦初期応力測定

実施項目：水圧破碎法、A E / D R A 試験

⑧水理試験

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
フローメーター検層

(3)MIU-3号孔

新規に掘削を行い、以下に示す調査を実施する。調査は次年度まで継続して行い、
検層、BTV調査、岩石鉱物試験、年代測定、水理試験、および孔内水の採水・分析の
各調査は、次年度に実施する予定である。

①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

実施区間：全掘削区間

②岩芯室内物性試験（次年度へ継続予定）

実施項目：・物理試験（有効間隙率、密度、弾性波速度など）
・力学試験（一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、圧裂引張試験）
・熱特性試験（熱伝導率、比熱、熱膨張率）
・帯磁率・比抵抗試験

③初期応力測定

実施項目：AE/DRA試験

(4)AN-1号孔

既設の本試錐孔を用いて、以下に示す調査を実施する。

①初期応力測定

実施項目：水圧破碎法

5. 地質・地質構造および岩盤の力学特性に関する調査・研究

5.1 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、岩相に
加え、割れ目帯や破碎帯などの水みちあるいは遮水壁となる地質構造要素に影響される
ものと考えられる。また、地下空洞の設計・建設などの工学的技術開発および地質構造
の検討のためには、岩盤の物性および岩盤内の初期応力の把握が必要である。

本年度は、研究実施領域でのこれら地質構造ならびに岩盤の物性、初期応力を明らか

にするため、第4章に示す試錐調査および下記の各種試験を実施する。さらに、各調査の結果を解析し、地質構造概念モデルとして示す。

5. 2 実施内容

5. 2. 1 地球物理学的調査（地表）

(1)電磁探査（MT法）

電磁探査においてS/N比の向上が見込まれるリモートリファレンス手法の適用試験を行い、平成9年度に実施した結果の解析精度の向上を図る。

5. 2. 2 解析

これまでに取得された試錐調査結果をとりまとめ、土岐花崗岩の地質構造を三次元的に把握し、個々の地質構造要素について水理学的特性の評価を行う。また、これらの検討結果を基に、地質構造のモデル化を行う。

(1)地質学的調査

試錐調査で実施する岩芯記載、検層、BTV調査、岩石鉱物試験、岩芯室内物性試験、年代測定および地表からの地球物理学的調査の結果をとりまとめ、土岐花崗岩の有する地質学的・地球化学的特性の三次元分布を把握する。

(2)地質構造概念モデルの作成

既設のAN-1号孔および掘削するMIU-1、2号孔の調査により取得された地質構造・水理データをコンパイルし、考慮するべきと考えられる地質構造要素と水理学的特性との相関関係を把握し、地質構造概念モデルを作成する。当初は二次元的なモデルとして表現するが、最終的には昨年度構築した可視化システムを用いて三次元的な地質構造概念モデルを作成する。

6. 地下水の水理に関する調査・研究

6. 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・破碎帯などの地質構造要素の水理学的特性の把握、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する。

本年度は、表層水理調査、深層水理調査、地下水流動解析を実施する。

6. 2 実施内容

6. 2. 1 表層水理調査

(1) 表層水理定数観測システムの設置および拡充

表層に分布する未固結砂礫層中の地下水の涵養量および基盤岩への浸透量の把握、また、基盤岩風化部を含めた表層付近での透水係数や不飽和特性の把握を目的として、堆積構造、層厚、透水性、自由地下水面の高さ、水質を調査するための浅層試錐孔を掘削する。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。

本年度は、研究実施領域へ表層水理定数観測システム（地下水位計、河川流量計、気象観測装置、土壌水分計）の設置を前年度に引き続き実施し長期観測を開始するとともに、観測データを一元管理するために観測システムのテレメーター化を行う。

6. 2. 2 深層水理調査

今年度掘削するMIU-1、2号孔では、表層から地下深部までの地下水の間隙水圧を測定し、地下深部における地下水の動水勾配を把握するとともに、岩盤の透水性とその深度依存性を把握するための透水試験を実施する。透水試験区間は、試錐調査で実施する岩芯記載、検層およびBTV調査の結果に基づいて決定する。また揚水試験を、岩盤の平均的な透水性を把握するため、試錐孔の掘削を100m毎に停止し、100mの区間長で実施する。これらのデータを取りまとめ、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に利用する。

6. 2. 3 解析

(1) 水理地質構造モデルの作成

既設のAN-1号孔および今年度掘削するMIU-1、2号孔などの調査データを基に作成される地質構造概念モデルに、透水性などの水理学的情報を与え、水理地質構造モデルを作成する。

(2) 坑道の掘削に伴う水理学的影響の予測解析

研究実施領域を中心とした地域を対象とした地下水流動解析を行い、地下水流動状態の把握、および地下施設掘削による水理学的影響を予測する。

6. 2. 4 地下水の長期観測

(1) 孔内水位観測

研究実施領域内の定常的な地下水位の把握と、試錐孔の掘削などが地下水位の変化に与える影響を把握するため、研究実施領域内の下記の既設試錐孔に水位計を設置し、地下水位観測を実施する。

設置試錐孔：AN-1号孔、AN-3号孔、AI-4号孔

(2) 間隙水圧長期モニタリング

地下水流動解析の検証データ等とするため、既設試錐孔AN-1号孔および昨年度から継続して掘削中のMIU-1号孔に「多点式間隙水圧観測システム（MPシステム）」を設置し、間隙水圧の長期観測を行う。

7. 地下水の地球化学に関する調査・研究

7. 1 目的

本研究では、地質学的特徴が異なる岩相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的とする。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。

本年度は、既設試錐孔AN-1、AN-2号孔の調査結果を基に推定した地下水の地球化学モデルを、今年度の試錐調査の結果によって検証、改良を行う。

7. 2 実施内容

7. 2. 1 場の理解のための調査

(1) 地下水の地球化学的調査

地表から掘削した試錐孔（MIU-1、2号孔）において、地球化学特性調査機器を利用して、地下水の採水および地球化学検層（pH、電気伝導度、酸化還元電位、硫化物イオン濃度、水温）を行う。さらに室内での分析（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）を実施する。

(2) 岩盤の地質学的・地球化学的調査

岩芯試料を対象とした岩芯記載、岩石鉱物試験により、土岐花崗岩の造岩鉱物・岩石組織などの鉱物学的特徴をまとめる。

7. 2. 2 解析

(1) 化学組成分布の推定

地質学的特徴の異なる岩盤部分毎の地下水の化学組成分布を推定する準備作業として、AN-1、AN-2号孔において過去に取得された地下水の地球化学的データを取りまとめ、化学的成分に基づく地下水の分類の方法を検討する。

(2) 地下水の地球化学モデルの作成

今年度掘削するMIU-1号孔での試錐調査で実施する採水・分析結果および上記「(1)化学組成分布の推定」の結果を基に、地球化学モデルを検討する。

7. 2. 3 地下水の長期観測

(1) 水質の長期モニタリング

既設試錐孔AN-1号孔および昨年度から継続して掘削中のMIU-1号孔に設置される「多点式間隙水圧観測システム (MP システム)」の採水機能を用いて水質 (主要溶存成分、溶存ガス、環境同位体) の長期観測を開始する。

8. 調査技術・調査機器の開発

8. 1 目的

地表からの調査によって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整備する。

8. 2 実施内容

この段階での調査研究では、東濃地科学センターがこれまで開発してきた調査機器を含め、基本的には既存の調査技術・調査機器を適用する。適用された調査技術・調査機器の実績 (データの精度、調査機器の信頼性等) が各研究分野からの要求に達しない場合、その改良・高度化を行う。さらに、個々の調査手法を組み合わせる総合的に解析を行う体系化された地質環境調査手法を開発する。また、坑道の掘削を伴う研究段階以降に必要な調査手法の開発を現段階で行う。今年度は、各研究分野で用いられる個々

の調査手法の充実を図る。

8. 2. 1 試錐掘削技術開発

(1) 部分保孔装置の開発

部分的な孔内崩壊に対応するため、部分保孔装置を開発する。部分保孔装置は、部分拡孔用ビット、部分ケーシングおよび部分ケーシング挿入装置から構成され、新規試錐孔の掘削のみならず、調査中に崩壊した既存試錐孔の保孔技術やリーミング技術としても適用できる。

本年度は、平成9年度に実施した部分ケーシングならびにその挿入装置の基本設計を基に、部分ケーシング保孔装置を製作する。なお、平成9年度に適用試験を実施した部分拡孔装置については、順次、本計画における試錐掘削に適用し、実績を重ねつつ、必要に応じて改良を加えていく。

8. 2. 2 地質構造調査技術開発

(1) 弾性波トモグラフィー調査技術開発

地下深部での不連続面の広がり把握するために、深度1,000m程度の試錐孔を利用した、弾性波トモグラフィー調査技術を開発する。本開発は、適用試験を含む孔内震源（非破壊震源）の開発とデータ解析技術開発からなる。本年度は、既設試錐孔AN-1、3号孔を用いて、平成9年度に製作した試錐孔（発振孔）への影響の少ない非破壊震源（スパーカー）の適用試験を実施する。

(2) フローメーター検層

AN-1、3号孔での物理検層（既実施）およびトモグラフィー調査（上記①）によって試錐孔間に分布する断層や割れ目発達部（その一部は水みちであると考えられる）などの連続性が推定される。これを、孔内での地下水の流出入を連続的に把握できるフローメーター検層によって実際の水みちを確認し、それら調査手法の調査能力を検討する。

8. 2. 3 地下水の水理特性調査技術開発

(1) 1,000m対応水理試験装置の改良・高度化

地表から地下深部までの水理特性（間隙水圧、透水係数）に関する信頼性の高いデータを取得するため、既に開発されている水理試験装置（プロトタイプ）の開発技術

を基に、地下 1,000m での地温 (50℃から 70℃) に対応させ、かつ機動性や操作性を向上させた高温環境型の水理試験装置を平成 9 年度に製作し、運用を開始した。本年度は同様の装置を 2 セット製作し、来年度以降の運用を図る。また、既存のプロトタイプ試験装置を屈曲孔に対応させるための改良を行う。

(2) 試錐孔を利用した長期モニタリング装置の開発

既存技術である「間隙水圧の長期モニタリングシステム (MP システム)」は、第 2 段階での立坑の掘削や大規模な揚水試験によって発生する地下水位の低下 (高差圧環境) などを観測する性能が期待できないため、このような高差圧環境に対応した「長期モニタリング装置」を開発する。実用機の設計・製作に先立ち、平成 8 年度から深度 200m を対象とした実験機の製作を実施しており、本年度は実験機の適用試験を実施する。

8. 2. 4 地下水の地球化学特性調査技術開発

(1) 1,000m 対応地下水の地球化学特性調査機器の改良・高度化

地表から地下深部までの地下水の地球化学特性に関する信頼性の高いデータを取得するため、地球化学特性調査機器 (プロトタイプ) が開発されている。本調査機器は採水機能 (連続採水、被圧不活性状態の採水) と地球化学検層 (pH、電気伝導度、酸化還元電位、硫化物イオン濃度、水温) の機能を有する各ユニットから構成される。

プロトタイプの開発技術を基に、地下 1,000m での地温 (50℃から 70℃) に対応させ、かつ機動性や操作性を向上させた高温環境型の地球化学調査機器を平成 9 年度に製作し、運用を開始した。本年度は同様の調査機器を 2 セット製作し、来年度以降の運用を図る。また、既存のプロトタイプ調査機器を屈曲孔に対応させるための改良を行う。

8. 2. 5 岩盤の力学特性調査技術開発

(1) 1,000m 対応初期応力測定装置の開発

岩盤の初期応力のデータの取得には、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おり、地表から地下深部までを対象とした初期応力データの取得方法が確立されているわけではない。そこで、既存の測定技術の評価を通じて、地表から地下深部までの岩盤の 3 次元の初期応力場に関するデータを効率的に取得することが可能な測定方法を確立する。

本年度は、深度 1,000m 対応の応力解放法による 3 次元初期応力測定に使用するひ

ずみ計の設計を実施する。

8. 2. 6 坑道の掘削を伴う調査研究段階以降に必要となる調査技術・調査機器の開発

(1) 連続波レーダー調査法の開発

一般に、レーダートモグラフィー調査が適用されるスケール（試錐孔の孔間距離）は、数10m程度までであるが、送信・受振信号に連続波を採用することにより、特に花崗岩を対象とした場合は孔間距離を広げられる可能性がある。釜石鉾山などで適用実績のあるボアホールレーダー調査技術の高度化として、調査深度の拡大と分解能の向上を図ることを目的とした、連続波レーダー調査法の技術開発を実施する。本年度は、連続波レーダー装置の実験機を設計・製作し、既設試錐孔AN-1、3号孔を用いて適用試験を行う。

(2) 立坑壁面調査システムの開発

坑道の掘削を伴う研究段階に入ると立坑掘削が開始される。立坑掘削時における立坑壁面の地質学的観察により得られる情報は、地表からの調査予測結果を検証するデータとなり、立坑周辺の地質環境を把握する上で非常に重要である。このような立坑壁面調査は、立坑掘削工事と並行して実施でき、かつ工事工程の遅れを最小限に抑えることが要求されるため、これを可能とする立坑壁面調査システムの開発を実施する。

本年度は、トンネル切羽調査システムなどの既存技術の適用性を検討し、技術的な開発課題の抽出を行う。

8. 2. 7 データベースの構築

(1) 調査データ用データベースシステムの構築

地上からの調査予測研究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(GEObase)を構築し、平成9年度より運用を開始した。

本年度は、昨年度に引き続きシステムの運用を行うと共に、イントラネットサーバーを導入し、所内研究者の机上パソコンから GEObase を利用出来るよう、システムの改良を行う。

(2) 工程管理用データベースシステムの構築

本計画では、複数の調査および工事が同時に実施される予定である。これらは同じ敷地内で並行して実施されるので、両者の調整を行う必要がある。また、ある地点で取得された試験値・測定値は、同時に別の地点で行われている他の研究、試験や工事

の影響を受けていることも考えられる。そこで、各作業の「現場での活動の記録」を保存し、同時に行われた作業を確認することを可能とするためのデータベースを構築する。

本年度は、基本システムの仮運用を行い、平成 11 年度の調査及び施設工事での運用方法を検討する。

8. 2. 8 地質環境データ解析・可視化システムの構築

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平成 9 年度に構築した。本システムは分野の異なる研究者間の地質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。

本年度はシステムを運用すると共に、飽和不飽和浸透流解析が可能なシステムへと拡張する方法を検討する。

8. 2. 9 情報公開技術の開発

(1) VR システムの構築

超深地層研究所の概要・研究成果を一般に公開するため、平成 9 年度に以下の 2 つのテーマに沿ってヴァーチャルリアリティ（以下 VR とする）技術を利用した情報公開の方法を調査し、試作のソフトウェアを製作した。本年度は、ソフトウェアの内容を充実させるための改良を行う。

a) 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様にな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、立坑、坑道などの地下部の紹介を行う。

b) 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。

(2) 説明用模型の製作

超深地層研究所計画での研究の概要を一般に公開するための「技術説明用模型」を、平成 8、9 年度で製作し利用している。また、試錐調査に対する理解を得るための「ボ

ーリング作業の技術説明用模型」の概略設計を平成9年度に実施しており、本年度は詳細設計および模型の製作を実施する。

9. 参考文献

東濃地科学センター：超深地層研究所地層科学研究基本計画, PNC TN7070 96-002