

JNC TN7410 2000-005

超 深 地 層 研 究 所 計 画
年度計画書 (平成12年度)

(技術報告)

2000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

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)

2000

(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	2
3. 第1フェーズの成果および第2フェーズの課題	4
3.1 第1フェーズの調査・研究の成果	4
3.2 第2フェーズの調査・研究の課題	9
4. 地質・地質構造に関する調査・研究	10
4.1 目標	10
4.2 実施内容	10
4.2.1 調査	10
4.2.2 検討	15
5. 地下水の水理に関する調査・研究	16
5.1 目標	16
5.2 実施内容	16
5.2.1 調査	16
5.2.2 検討	18
6. 地下水の地球化学に関する調査・研究	20
6.1 目標	20
6.2 実施内容	20
6.2.1 調査	20
6.2.2 検討	21
7. 岩盤の力学特性に関する調査・研究	22
7.1 目標	22
7.2 実施内容	22
7.2.1 調査	22
7.2.2 検討	23

8. 物質移行に関する調査・研究	24
8.1 目標	24
8.2 実施内容	24
8.2.1 調査	24
9. 調査技術・調査機器の開発	25
9.1 目標	25
9.2 実施内容	25
9.2.1 地質構造調査技術開発	25
9.2.2 地下水の水理特性・地球化学特性調査技術開発	26
9.2.3 岩盤の力学特性調査技術開発	26
9.2.4 第2段階以降に必要となる調査技術・調査機器の開発	27
9.2.5 データベースの構築	27
9.2.6 地質環境データ解析・可視化システムの構築	28
9.2.7 情報提供技術の開発	28
10. 工学的技術	29
10.1 目標	29
10.2 実施内容	29
10.2.1 研究坑道において実施する調査・研究項目の検討	29
10.2.2 調査研究坑道に必要な設備、研究坑道の仕様決定および 施工計画の策定	29
11. スケジュール	30
用語解説	34
参考文献	35

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」(以下、基本計画)※(動燃事業団,1996)、「超深地層研究所―地表からの調査予測研究段階―平成12~14年度研究計画書」(核燃料サイクル開発機構,2000)に基づき、超深地層研究所計画の平成12年度研究計画を示したものである。

超深地層研究所計画は、地層科学研究の推進を図ることを目的として、超深地層研究所の建設と、その施設を用いた地層科学研究の推進を図ることを目的として、平成12年度から平成14年度までの3年間の研究計画を示したものである。

超深地層研究所計画は、地層科学研究の推進を図ることを目的として、超深地層研究所の建設と、その施設を用いた地層科学研究の推進を図ることを目的として、平成12年度から平成14年度までの3年間の研究計画を示したものである。

超深地層研究所計画は、地層科学研究の推進を図ることを目的として、超深地層研究所の建設と、その施設を用いた地層科学研究の推進を図ることを目的として、平成12年度から平成14年度までの3年間の研究計画を示したものである。

超深地層研究所計画は、地層科学研究の推進を図ることを目的として、超深地層研究所の建設と、その施設を用いた地層科学研究の推進を図ることを目的として、平成12年度から平成14年度までの3年間の研究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

核燃料サイクル開発機構（以下、サイクル機構）では、日本に広く分布する結晶質岩の一つである花崗岩を主たる研究の対象として、サイクル機構が岐阜県瑞浪市に所有する正馬様洞用地内において、超深地層研究所の建設を伴う調査・研究を実施する計画である。本計画では、正馬様洞用地（研究実施領域）内において、約数百m四方（施設スケールと呼ぶ）の地質環境を研究し、東濃鉦山やその周辺において進めてきたこれまでの地層科学研究（広域地下水流動研究や東濃鉦山における調査試験研究など）の一層の拡充を図っていく。とくに、広域地下水流動研究については、その実施範囲が正馬様洞用地を包含することから、研究成果を相互に活用する。これらの研究は、2,000年以降に進められる、国による地層処分に関する安全規制や実施主体による処分事業などに関わる研究開発の基盤研究として寄与するものである。

超深地層研究所での地層科学研究は、その内容が異なる以下の3段階を設け、研究坑道の建設前から完成後までの約20年をかけて実施する計画である。

第1段階：地表からの調査予測研究段階

第2段階：坑道の掘削を伴う研究段階

第3段階：坑道を利用した研究段階

第1段階においては、地表からの調査によって地下深部の地質環境を予測するとともに、第2段階で行う研究坑道の掘削が地質環境に与える影響を予測する。

第2段階においては、研究坑道の掘削と並行して行う調査により、第1段階に予測した地質環境と研究坑道の掘削が地質環境に与える影響の予測の妥当性を確認する。また、引き続き行われる第3段階で遭遇する地質環境を予測する。

最後の第3段階においては、研究坑道を利用した調査により、地質環境に関わる詳細なデータを取得するとともに、第2段階で予測した地質環境の妥当性を確認する。また、深地層における工学的技術の有効性を検証する。

本計画の全体目標としては、以下の3項目を設定している。

- ① 地質環境の総合的な調査技術を確立すること。
- ② 深部の地質環境に関する情報を収集すること。
- ③ 深地層における工学的技術の基礎を開発すること。

これらの全体目標に対し、地表からの調査予測研究段階では以下の3項目の段階目標を設定している。

- ① 地表からの調査により地質環境データを取得し、地下の地質環境および研究坑道建設に伴う地質環境の変化を予測すること。
- ② 予測結果の評価手法を決定すること。
- ③ 研究坑道の詳細設計を行い、坑道の掘削を伴う研究段階の計画を決定すること。

地表からの調査予測研究段階においては、段階目標の①と②を達成することにより、最終的に地表からの地質環境の総合的な調査技術を確立すること（全体目標①に対応）が最も重要な研究課題である。そのためには、調査技術の段階的な適用・改良・確認を繰り返し行うことが不可欠であり（サイクル機構、1998）、研究を第1フェー

ズ（平成8年度～平成11年度）と第2フェーズ（平成12年度以降）に分けて進めることとしている。

第2フェーズにおいては、第1フェーズの成果をもとに、段階目標の達成のため研究成果を取りまとめていく一方、前述した目標達成の観点から、とくに、地表からの調査に関する研究成果の統合化（調査・解析の統合化と調査・解析技術の体系化）に重点をおいて研究を進めていく。

3. 第1フェーズの成果および第2フェーズの課題

第2章に示したとおり、地表からの調査予測研究段階は、その調査・研究を第1フェーズ（平成8年度～平成11年度）と第2フェーズ（平成12年度以降）に分けて段階的に進めることとしており、本年度より第2フェーズの調査・研究が実施される。

以下に、第1フェーズにおいて得られた調査・研究の成果、および、それに基づき第2フェーズにおいて調査・研究を実施するにあたり重点的に取り組む必要がある課題を示す。

3.1 第1フェーズの調査・研究の成果

第1フェーズでは、深度約1,000mの試錐孔3孔の掘削および同試錐孔における各種の調査により、基盤花崗岩の地質・地質構造、水理学的特性および力学特性に関するデータを蓄積し、研究実施領域内の地質環境特性を把握してきた（たとえば、動燃事業団，1998；松井，1999；Ota et al., 1999aなど）。また、既存の調査・解析技術を基本に必要な応じて新しい技術を開発し、それらの適用性・有効性を確認するとともに、データベースの構築や地質構造のモデル化などを行ってきた。

以下に、第1段階の段階目標ごとに第1フェーズの成果の概要を示す。

① 地表からの調査により地質環境データを取得し、地下の地質環境および研究坑道建設に伴う地質環境の変化を予測すること

地質・地質構造については、研究実施領域の花崗岩を、割れ目密度などに基づき、上部割れ目帯、健岩部、断層（月吉断層）に伴う割れ目帯に区分した。また、鉱物量比および化学組成から黒雲母花崗岩および優白質花崗岩の2種類に区分した。

地下水の水理については、試錐調査により、研究実施領域の地下水流動を考えるうえで月吉断層が遮水バリアとして機能していることを確認した。また、水みちとなる主要な透水性割れ目が存在する区間の透水係数などを把握するとともに、土岐花崗岩中の透水係数の三次元的分布を推定した。上部割れ目帯および断層に伴う割れ目帯は、健岩部と比較して相対的に透水性が高い。

地下水の地球化学については、岩芯を利用した主要化学成分分析により得られた Fe^{3+}/Fe^{2+} 比から、深度約300mに酸化還元境界があることを推定した。

岩盤の力学特性については、岩盤の諸物性（熱物性、力学物性）が深度方向に大きく三つの区間で異なることや、鉛直方向の初期応力が土被りに比例することなどを確認した。

以上の情報をもとに地質構造モデル（図1）を構築した。

② 予測結果の評価手法を定めること

予測結果の評価を行うにあたっては、評価を行うための項目、データの取得位置・方法および解析結果の評価の基準を定義する必要がある。第1フェーズでは、これらの点を念頭において、分野ごとに海外の先行事例を調査し、検討を行った。

- ③ 研究坑道の詳細設計を行い、坑道の掘削を伴う研究段階の計画を決定すること
- 研究目標や研究内容と施設設計の関連性を考慮し、本計画における研究の全体計画の検討手順を決定した（図 2）。それに従い、国内外の先行事例や、原子力委員会（1994）が示した深地層の研究施設に求める成果などを具体的に検討し、第 2 段階以降に実施する調査・研究項目を選定した。次に、選定された項目をもとに、研究坑道の展開手順、仕様決定方法について検討し、さらに第 1 段階で取得したデータに基づき研究坑道のレイアウトを具体化した（図 3）。このレイアウトをもとに、施工工程を考慮した現実的な研究スケジュール（案）を作成した。

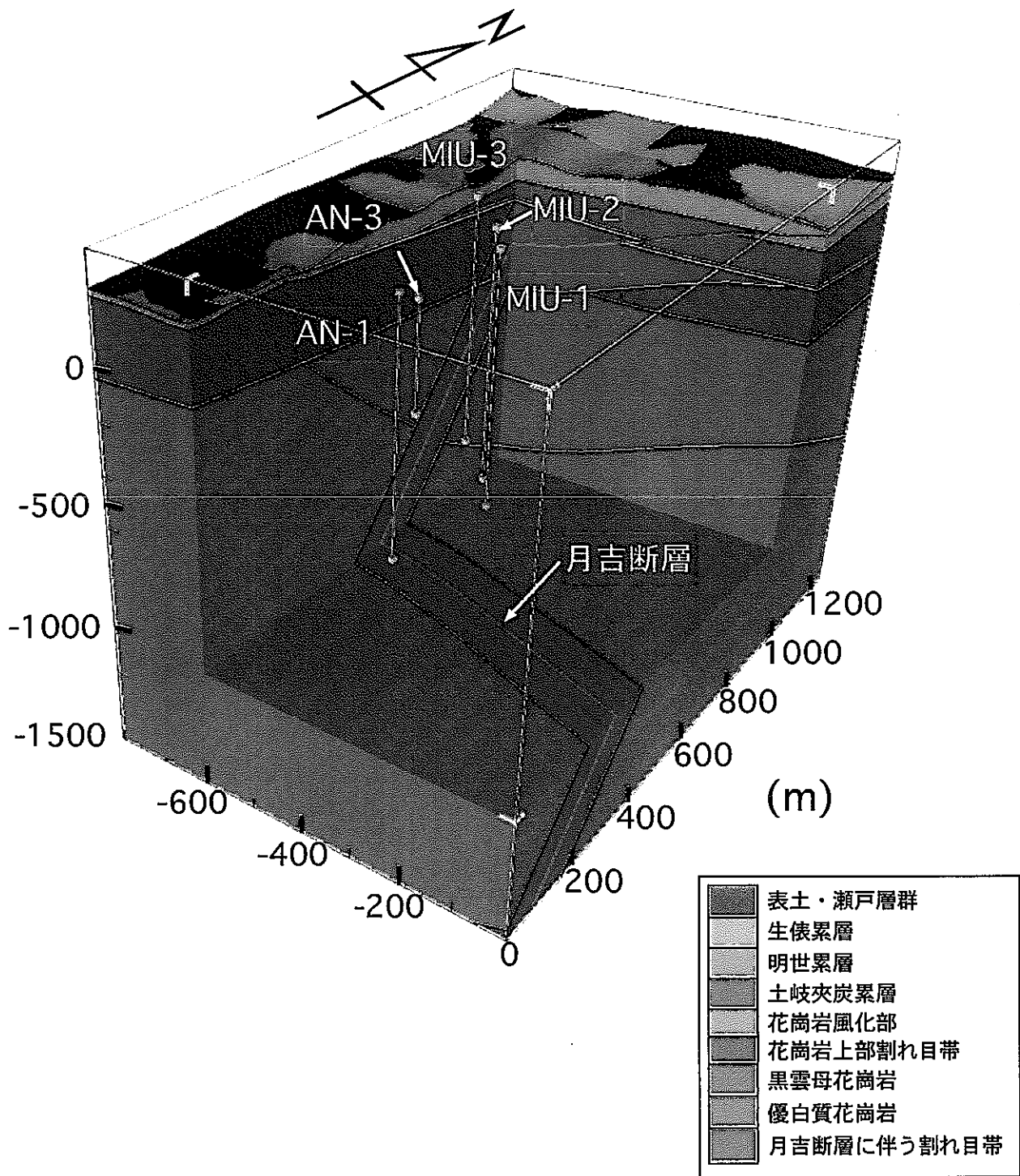


図1 地質構造モデル

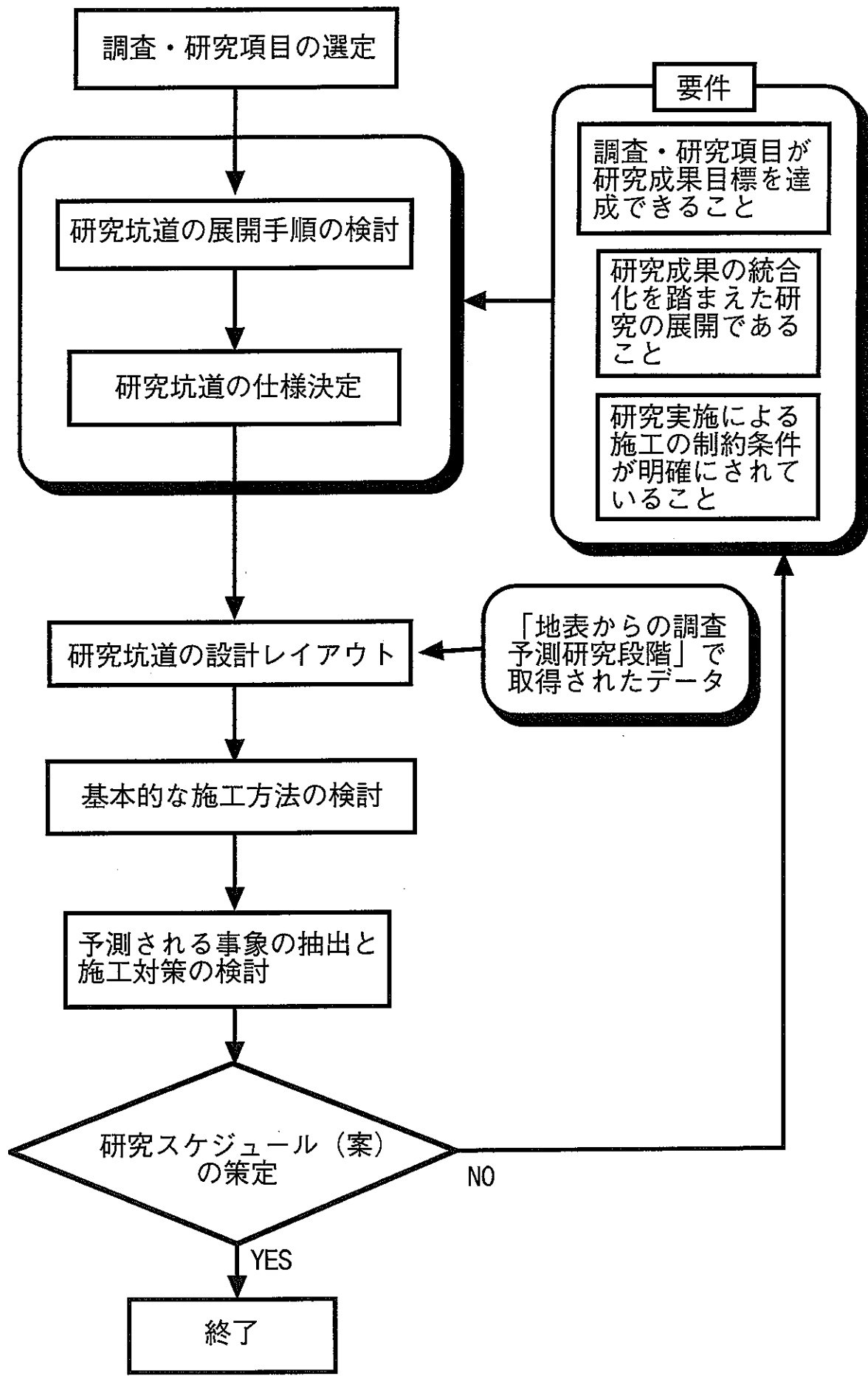


図2 研究の全体計画の検討手順

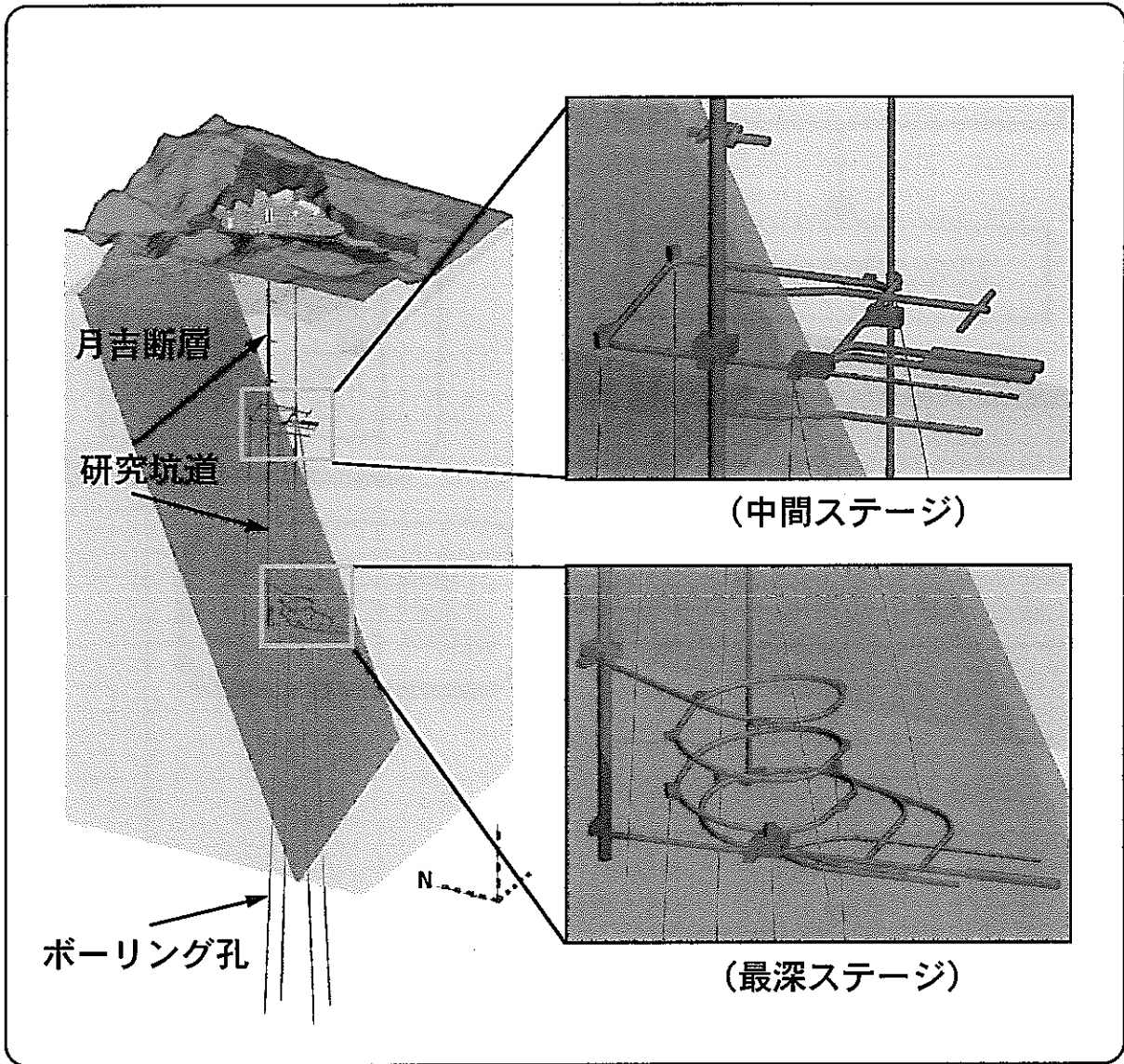


図3 研究坑道の設計レイアウト (案)

3. 2 第2フェーズの調査・研究の課題

第2フェーズに残されたおもな課題としては、地下水の地球化学特性の把握や研究坑道建設に伴う地質環境への影響の予測などが挙げられる。また、調査・解析技術の最適化（用語解説を参照）および体系化（用語解説を参照）の観点からは、調査の種類や量と地質環境に関する理解度の関係を明らかにするとともに、予測解析結果の評価の基準を決定することなどが重要な課題である。

第2フェーズにおいては、これらの課題について重点的に取り組み、それぞれの調査・研究分野間の知見・成果の整合を図ることにより、研究成果の統合化（用語解説を参照）を進めることが重要である。

以下に、第1段階の段階目標ごとの第2フェーズの調査・研究の課題を示す。

- ① 地表からの調査により地質環境データを取得し、地下の地質環境および研究坑道建設に伴う地質環境の変化を予測すること
 - ・地質・地質構造の空間的な連続性を補完するデータを取得するとともに、水みちの水理学的連続性についての情報を得る。
 - ・地下水の水質や物理化学パラメータなどの地球化学データを取得する。
 - ・取得データの不確実性（データの測定誤差、地質環境に内在する不均質性など）の評価を行う。
 - ・月吉断層による岩盤物性や初期応力状態への影響を把握する。
 - ・研究坑道建設に伴う地質環境への影響を予測する。
 - ・調査の種類や量と地質環境に関する理解度（データの解釈、モデル化に伴う不確実性を含む）の関係を把握する。
- ② 予測結果の評価手法を決定すること
 - 各分野における予測解析結果の妥当性を評価するために、以下を提示する。
 - ・第1段階の調査・研究で予測できる地質環境特性の具体的な内容（項目、精度・分解能など）
 - ・解析結果の評価基準
 - ・第2段階の調査・研究で取得する地質環境特性の具体的な内容（項目、精度・分解能など）・観測位置・方法
- ③ 研究坑道の詳細設計を行い、坑道の掘削を伴う研究段階の計画を決定すること
 - ・第1フェーズで策定した坑道の掘削を伴う研究段階の計画を、研究の必要性（優先度）を考慮したうえで見直し、具体的な内容を決定するとともに、研究計画に整合した研究坑道の詳細設計を行う。
 - ・資機材や機器設備の搬入を考慮した研究坑道の施工方法、施工と研究との調整などを考慮し、最適な研究計画の進め方を検討する。

4. 地質・地質構造に関する調査・研究

4.1 目標

平成 11 年度までに取得したデータ（試錐調査は MIU-1～3 号孔）を用いて、地質構造モデルを更新するとともに、新たに MIU-4 号孔の試錐調査を行い、研究実施領域中央部から北東部にかけての地質・地質構造に関するデータを取得する。併せて、MIU-4 号孔には傾斜掘りを採用し、高角度の割れ目（帯）（以下、高角割れ目（帯））に関するデータを取得する。既存および新たに掘削する試錐孔の位置を図 4 に示す。

4.2 実施内容

平成 11 年度までに行った文献調査、地上物理探査および MIU-1～3 号孔の試錐調査により、土岐花崗岩および瑞浪層群の地表における分布、風化帯の分布、土岐花崗岩内部の割れ目密度などを明らかにしてきた。また、土岐花崗岩は、鉱物量比および化学組成から黒雲母花崗岩と優白質花崗岩に区別できること、割れ目密度より上部割れ目帯、健岩部、断層に伴う割れ目帯に区分できることなど、地質・地質構造に関する知見を得た（動燃事業団，1998；サイクル機構，1999a）。さらに、これらの情報をもとにデータセットを作成し、平成 11 年度までに取得したデータで地質構造モデルを更新した。

しかしながら、研究実施領域北東部では試錐調査は行われていない。また、試錐孔は全て鉛直孔であるため高角割れ目（帯）との遭遇率が低く、その頻度や分布などを過小に評価している可能性がある。さらに、既存の試錐孔で確認された地質構造の連続性を評価するためのデータがないなどの課題が抽出された。

平成 12 年度は、これまでに調査していない研究実施領域北東部の地質・地質構造、および高角割れ目（帯）の頻度分布に関するデータを取得するため、調査領域中央部から北東部に向けて MIU-4 号孔（傾斜孔）を掘削する（JNC，1999）。また、既存試錐孔で確認された地質構造の連続性を推定するため、これまでに実施した地上物理探査の解析を実施する。

4.2.1 調査

(1) 地上物理探査

研究実施領域内の地形や測線長の制約により、広範囲を対象とした電磁探査および反射法弾性波探査の実施は困難であるため、これまでに実施した物理探査結果を解析し、その結果を地質構造モデルの更新などに反映する。

広域地下水流動研究で実施した電磁探査は、これまで花崗岩の上部に相対的に比抵抗の低い部分が分布していることを示している。この結果を参考に物理検層との対比を考慮した解析を行い、地質構造との対応や、その分布の推定する。反射法探査では、地質構造モデル化支援システムを用いた試錐調査結果との詳細な比較検討により、反射面と不連続構造の対応およびその広がりを推定する。

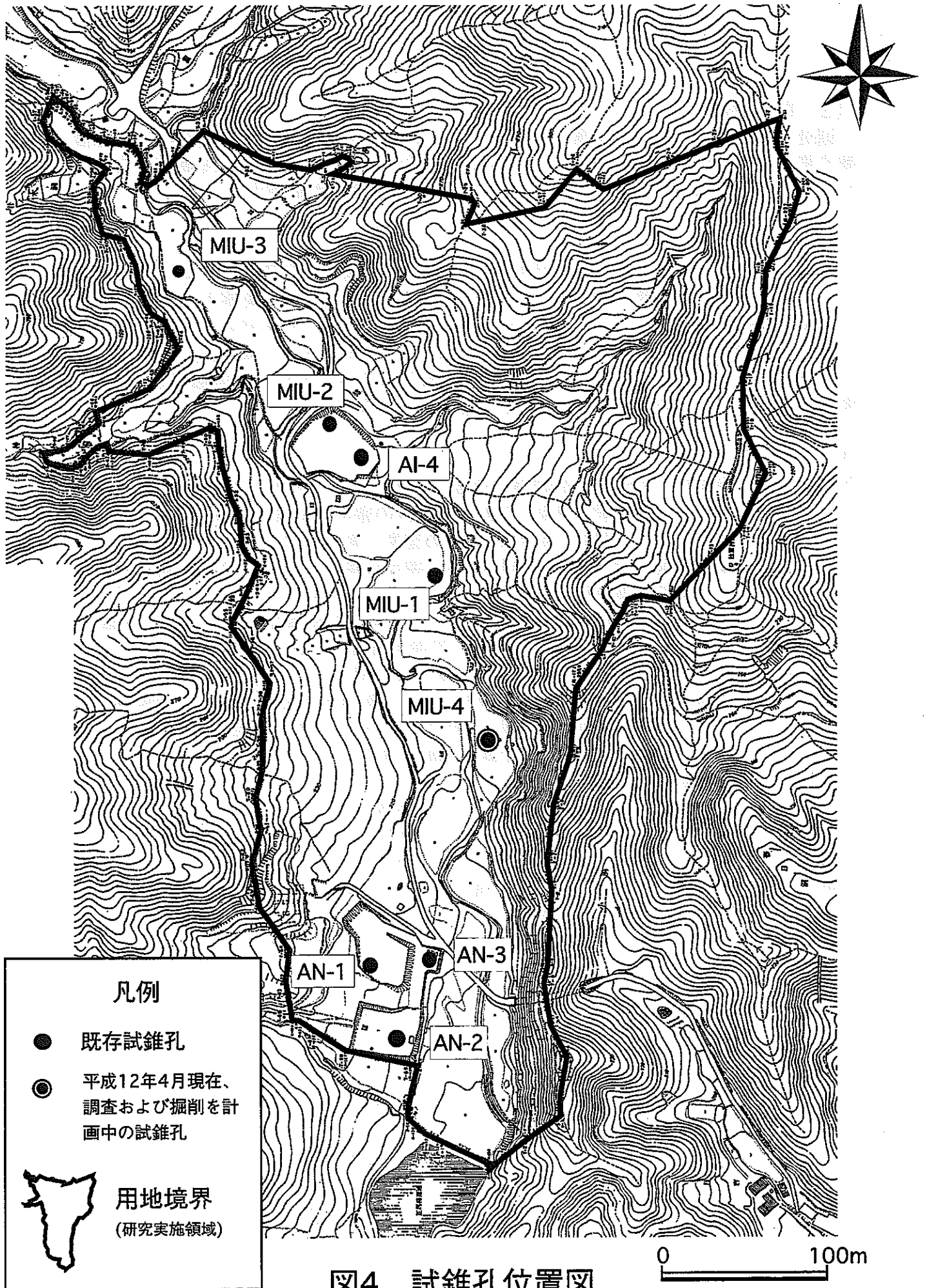


図4 試錐孔位置図

(2) 試錐調査

研究実施領域の北東部の地質・地質構造および高角割れ目（帯）の分布に関する情報を取得し、既存の地質構造モデルを検証・更新するため、MIU-4号孔を掘削する。また、試錐孔および取得した岩芯を用いて、以下に示す調査を実施する。

(a) 試錐位置

これまでに調査していない研究実施領域北東部の地質・地質構造、および高角割れ目（帯）の頻度分布に関するデータを取得するため、調査領域中央部から北東部に向けてMIU-4号孔を掘削する。これらのデータを取得するため、同孔の孔口位置はMIU-1号孔とAN-1号孔の間とし、掘削長790mで北北東に下向き60°の傾斜孔（図5,6）として掘削する。同孔は、深度約700m付近で土岐花崗岩内において月吉断層と交差し、深度約790m付近で用地境界に達すると予想される（図6）。

(b) 調査項目

- ①岩芯記載：掘削長，岩相，岩石組織，斑晶の種類・粒径・形状，有色鉱物の含有量，風化，変質，岩盤等級，RQD，割れ目の密度・位置・傾斜角・形状・幅，割れ目面上の構造，割れ目沿いの変質，割れ目充填鉱物の特徴
- ②検層：電気検層，マイクロ比抵抗検層，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
- ③ボアホールテレビ調査（BTV調査）：割れ目，断層，流理構造，岩相境界，岩脈などの不連続構造の位置，方向，幅，形状など
- ④岩石鉱物試験：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：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）
- ⑥初期応力測定：AE/DRA試験，水圧破碎法
- ⑦水理試験：流体検層（スピナーフローメータ検層，ヒートパルスフローメータ検層，温度検層），水理試験（パルス試験，スラグ試験，揚水試験）
- ⑧採水・分析
原位置測定項目：水温，pH，酸化還元電位，電気伝導度，溶存酸素，水温，染料濃度（3種類），トレーサー分析，ウラニン・LiCl分析など
室内分析項目：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，コロイド，微生物，有機物など

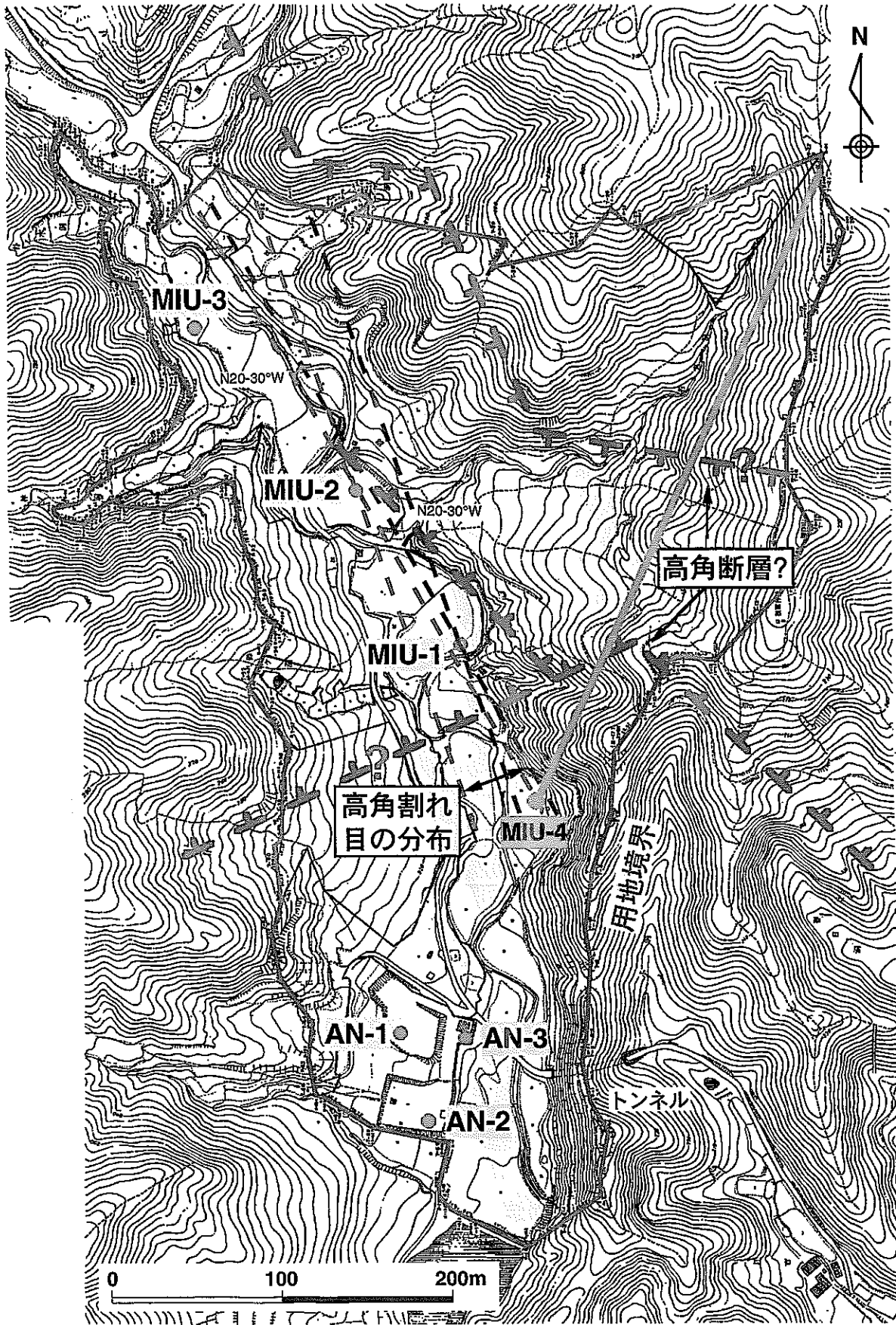


図5 MIU-4号孔の掘削予定位置図

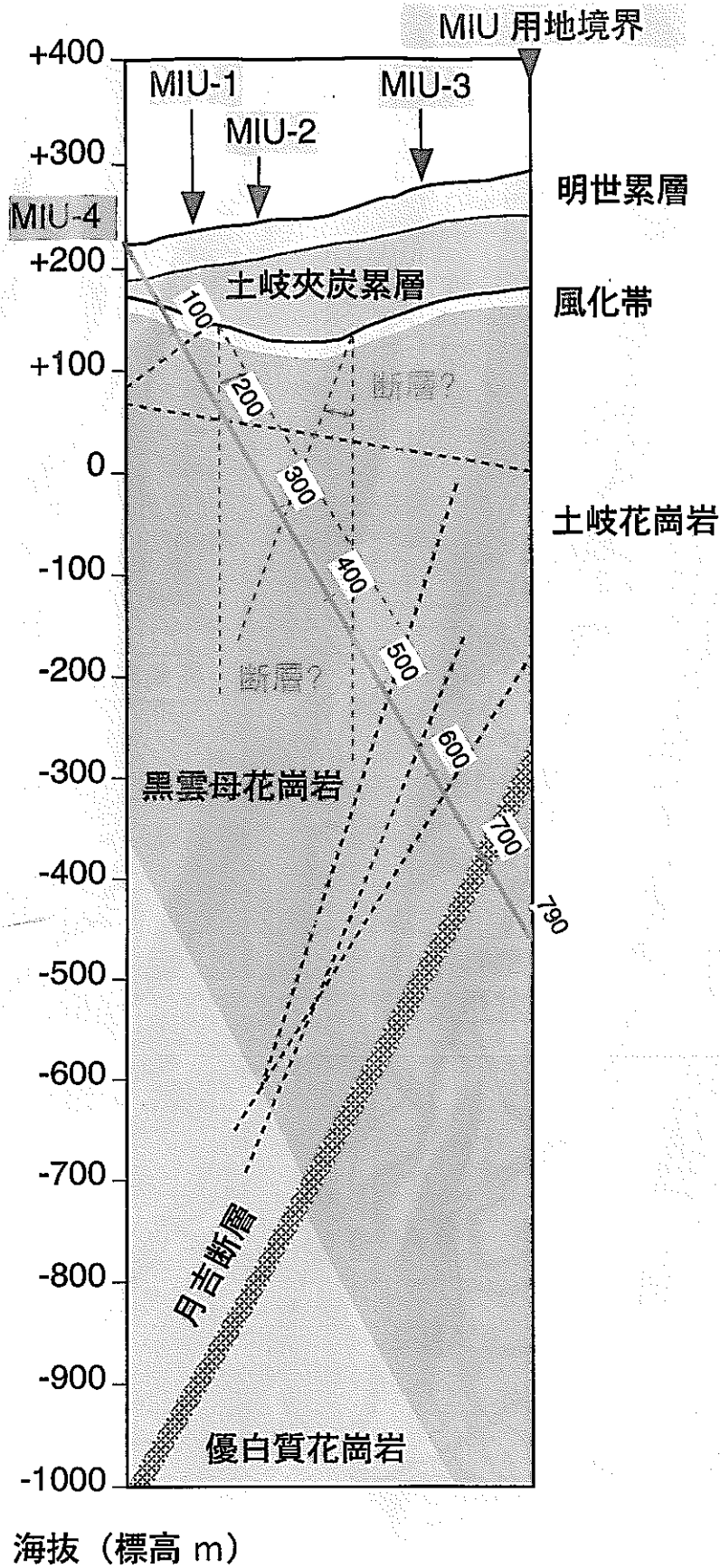


図6 MIU-4号孔試錐調査計画策定時の
正馬様用地における地質断面図 (予測)

4. 2. 2 検討

(1) 地質構造モデルの更新

地質構造モデルは、水理地質構造モデル、地下水の地球化学モデル、岩盤力学モデルの基礎、および、これら各モデル間の関係（整合性）を解釈するための基礎となるものである。

第1段階第2フェーズにおいては、MIU-4号孔の試錐調査結果およびその後実施する長期揚水試験により、既存のモデルの妥当性を評価する。この評価結果に基づきモデルを更新し、第1段階における最終的な地質構造モデルを完成させる。

平成12年度には、MIU-4号孔の掘削と並行して、平成11年度までに取得したデータ（試錐孔はMIU-1～3号孔）を用いて、既存の地質構造モデルを更新し、現時点の調査量で最も精度の良い地質構造モデルとする過程の中で、モデルの改善点を確認していく。なお、MIU-4号孔試錐調査の結果によるモデルの検証は、MIU-4号孔試錐調査の終了後の平成13年度以降に実施する。

(2) 予測結果の評価手法

第1段階に予測する地質・地質構造の評価は、第2段階の研究坑道掘削で遭遇する地質・地質構造との比較により行う。具体的には、構築した地質構造モデルに基づき、研究坑道の掘削に伴い遭遇する地質・地質構造を予測し、それと研究坑道の掘削で行う坑壁観察などの結果と比較する。

平成12年度については、予測方法や予測結果の評価手法について、スウェーデンのHRLプロジェクト(Stanfords et al., 1997)の事例などを参考にして検討する。

5. 地下水の水理に関する調査・研究

5. 1 目標

平成 11 年度までに取得したデータ（試錐調査は MIU-1～3 号孔）を用いて、水理地質構造モデルを構築する。また、MIU-4 号孔の試錐調査により研究実施領域中央部から北東部における岩盤、および岩盤中の高角割れ目（帯）の水理特性を把握する。さらに、水理学的な連続性に関するデータを取得するため、MIU-4 号孔試錐掘削に伴う周辺観測孔（AN-1 号孔、AN-3 号孔、MIU-1～3 号孔）での水圧応答観測を行う。さらに、長期揚水試験の予測のための地下水流動解析を実施する。

5. 2 実施内容

これまでに行われた温度検層とフローメータ検層の結果や、掘削中の逸水状況などといった、地下水の水理に関するデータを蓄積するとともに、各試錐孔における水理試験によって岩盤の透水性に関するデータを蓄積してきた。また、表層水収支観測によって、地下水流動解析の境界条件となる地下水涵養量を求めた。

各試錐孔における深度ごとの水理学的特性は徐々に明らかとなっているものの、これらは試錐孔近傍を対象とした単孔式の水理試験によるものである。試錐孔間の透水性割れ目の連続性および透水係数の空間分布に関するデータは、MIU-2, 3 号孔間で月吉断層周辺を対象に行った孔間透水試験以外にはほとんど取得されていない。また、地下水の涵養量は年ごとの変動幅が大きく、この原因を明確に説明できていないなどの課題が抽出された。

平成 12 年度は、深層水理調査では、試錐孔間の透水性割れ目の連続性を把握するための第一歩として、これまでに掘削された試錐孔に多点式間隙水圧測定システム（以下、MP システム）を設置し、MIU-4 号孔掘削に伴う水圧応答の観測などを開始する。また、表層水理調査では、これまでに設置した表層水理定数観測装置での観測を継続するとともに、地下水流動解析を行うにあたり信頼性（領域の代表性）のある地下水涵養量を設定するため、観測結果や涵養量算定方法を見直すとともに、大きな変動幅の原因となりうる人為的な影響についても検討する。

5. 2. 1 調査

(1) 表層水理調査

地下水流動解析の境界条件ならびに初期条件の設定、および地下水流動解析結果の検証に必要な地下水涵養量の算定のため、表層水収支観測を継続する。

具体的には、これまで正馬川流域、柄石川流域および東濃鉦山周辺（図 7）に設置した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、土壤水分計）での観測を継続するとともに、前述の変動幅の原因（地下水涵養量を算出するために必要な、降雨量、河川流量、蒸発散量などの観測データの精度や、観測流域近傍における地下水の揚水などの人為的な影響が考えられる）を解明するため、周辺井戸の諸元や揚水量、観測項目のデータの精度などを調査する。さらに、植生、地形および地質などの条件に応じた最適な地下水涵養量の設定方法についても検討し適用する。

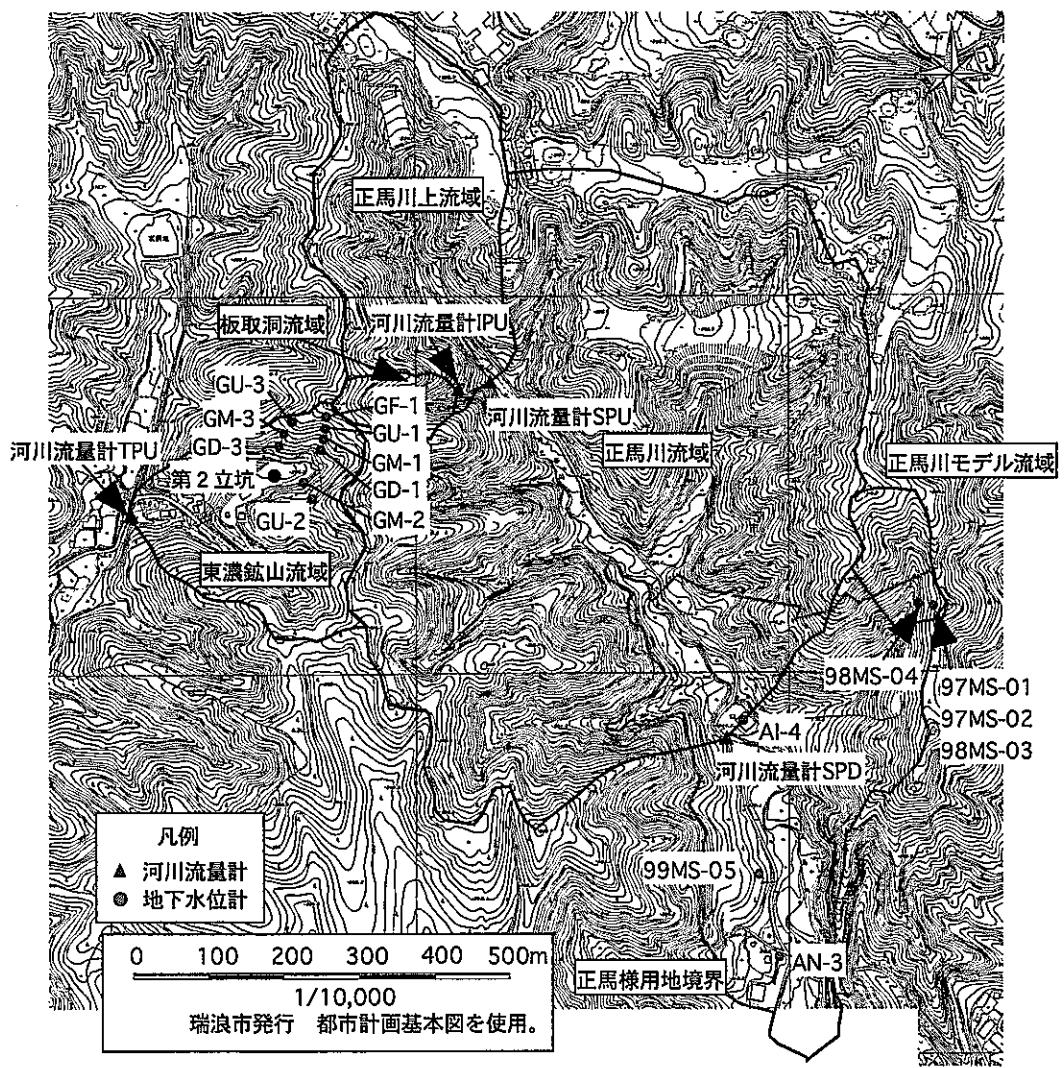
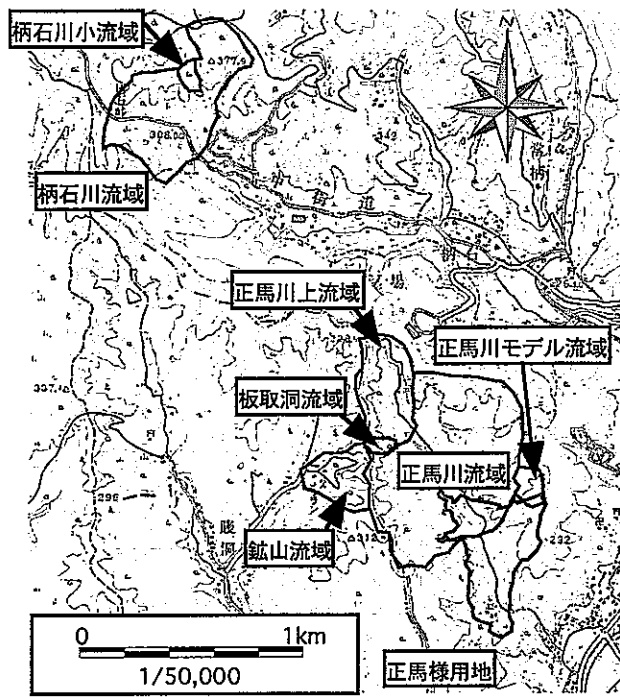


図7 表層水理調査 実施位置

(2) 深層水理調査

平成 12 年度に掘削する MIU-4 号孔において、表層から地下深部までの地下水の間隙水圧の測定、および岩盤（健岩部および割れ目（帯））の透水性を把握するための水理試験を実施する。また、割れ目（帯）の水理学的な連続性を把握するための情報を取得するため、MIU-4 号孔掘削前までに研究実施領域内の既存試錐孔（AN-3 号孔、MIU-1 号孔および MIU-3 号孔）に MP システムを設置し、平成 11 年度までに MP システムを設置した AN-1 号孔および MIU-2 号孔を加えた各孔において、MIU-4 号孔の掘削に伴う圧力応答を観測する。

また、研究坑道掘削が花崗岩風化部および堆積岩に与える水理学的な影響を把握するために、瑞浪層群の主要な帯水層（明世累層基底部、土岐夾炭累層基底部など）、ならびに花崗岩風化部への水圧計の設置および観測を実施する。ここで取得されたデータは、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。

5. 2. 2 検討

(1) 水理地質構造モデルの構築・地下水流動解析

水理地質構造モデルは、地質構造モデルに透水性などの水理学的な情報（物性値）を与えることによって構築される。このモデルを用いて、研究実施領域の地下水流動の把握および研究坑道掘削に伴う地下水流動の変化の予測のための地下水流動解析が実施される。水理地質構造モデルと地下水流動解析結果の妥当性は、表層・深層水理調査データ、間隙水圧の長期観測データや研究坑道への湧水量、地下水の水質・年代などのデータとの比較により評価される。

第 1 段階第 2 フェーズにおいては、MIU-4 号孔における試錐調査および長期揚水試験結果により、調査量と地質環境に関する理解度の関係、モデルが有する不確実性などを明確にしつつ、既存の水理地質構造モデルの妥当性を評価するとともに、複数のモデル化手法による地下水流動解析とその結果の検証を行う計画である。また、研究坑道の掘削前までに同掘削が地下水流動に与える影響の予測解析を行うこととしている。最終的には、予測結果と第 2 段階で取得するデータを比較することにより、予測解析に用いた複数の水理地質構造モデルの構築手法および地下水流動解析手法の有効性を評価する。

平成 12 年度は、水理地質構造モデルの構築手法および地下水流動解析手法の適用性の評価に向けて、連続体および不連続体の両方で、水理地質構造モデルの構築と地下水流動解析を実施する。

- ・ MIU-3 号孔までの情報をもとに、水理地質構造モデルおよび地下水流動解析に必要なデータセットの作成を行う。
- ・ 作成したデータセットを用いて、連続体および不連続体の両方について、設定した解析ケースごとに、水理地質構造モデルを構築する。
- ・ 長期揚水試験予測の一環として、定常状態の地下水流動解析を実施する。

(2) 予測結果の評価手法

海外の先行事例などを参考にして第 1 段階で予測すべき項目（地下水流動を規制する主要因子）を抽出するとともに、検証方法も含めて、予測結果の評価手法を検討す

る。この際、抽出される項目が第2段階で検証可能(取得可能)な項目か否かも検討する。水理地質構造モデルの構築や地下水流動解析は複数の方法を用いて行い、その適用性を確認する。そのため、用いる手法に応じて、予測および予測結果の評価に必要なデータを設定するとともに、評価手法についてもそれらと整合性をとるよう配慮する。また、予測結果の妥当性については可能な限り定量的に評価する手法を検討する。

評価手法については、スウェーデンのHRLプロジェクトにおいて、地表段階で抽出された主要な水みちを決定論的に水理地質構造モデルに取り込み、これに基づいて地下水流動解析を実施した事例(Rhen et al., 1997a)を参考に検討する。

参考文献

1. Rhen, G., et al. (1997a) Groundwater flow analysis in a heterogeneous aquifer system. *Journal of Hydrology*, 191, 1-15.

2. Rhen, G., et al. (1997b) Groundwater flow analysis in a heterogeneous aquifer system. *Journal of Hydrology*, 191, 16-30.

3. Rhen, G., et al. (1997c) Groundwater flow analysis in a heterogeneous aquifer system. *Journal of Hydrology*, 191, 31-45.

4. Rhen, G., et al. (1997d) Groundwater flow analysis in a heterogeneous aquifer system. *Journal of Hydrology*, 191, 46-60.

5. Rhen, G., et al. (1997e) Groundwater flow analysis in a heterogeneous aquifer system. *Journal of Hydrology*, 191, 61-75.

6. Rhen, G., et al. (1997f) Groundwater flow analysis in a heterogeneous aquifer system. *Journal of Hydrology*, 191, 76-90.

7. Rhen, G., et al. (1997g) Groundwater flow analysis in a heterogeneous aquifer system. *Journal of Hydrology*, 191, 91-105.

8. Rhen, G., et al. (1997h) Groundwater flow analysis in a heterogeneous aquifer system. *Journal of Hydrology*, 191, 106-120.

9. Rhen, G., et al. (1997i) Groundwater flow analysis in a heterogeneous aquifer system. *Journal of Hydrology*, 191, 121-135.

10. Rhen, G., et al. (1997j) Groundwater flow analysis in a heterogeneous aquifer system. *Journal of Hydrology*, 191, 136-150.

6. 地下水の地球化学に関する調査・研究

6. 1 目標

地表水および降水、MIU-4号孔における地下水、固相を対象とし、地球化学特性データを取得する。これらのデータを用いて研究実施領域の深部地下水の地球化学特性の三次元的分布を推定したのちに、地球化学モデルを構築する。

6. 2 実施内容

超深地層研究所計画における地層科学研究と同様に土岐花崗岩を対象としている広域地下水流動研究においては、現在までに、土岐花崗岩中の地下水の物理化学パラメータ、化学組成および同位体組成の深度分布が把握されつつあり、これまでの知見をもとに、地球化学モデルが構築されている。しかしながら、この地球化学モデルでは、地質構造要素（とくに、透水性割れ目および断層）と地下水の地球化学特性との関係は明確になっていない。

そのためには、地下水の化学組成と併せて、地質・地質構造、岩石の化学組成・鉱物組成を調査し、地下水の水質形成機構を把握することが必要となるが、本調査・研究では、地下水の採水・分析がまだ行われていない。そのため、広域地下水流動研究で得られた知見を参考に、透水性割れ目や断層などの地下水流動を規制する地質構造要素の分布、地下水の地球化学特性、年代値などに関するデータを取得する。この結果により、地球化学モデルを構築すると共に、地下水の年代値などにより、地下水流動解析結果の妥当性を評価できるかを検討する。

平成12年度は、降水および河川水の採取および分析を継続し、水質や環境同位体などに関するデータを取得する。また、MIU-4号孔において地下水を採取し、分析を行うとともに、既存の試錐孔においても採水・分析を行う。また、固相を対象とした調査として、地下水水質形成を支配する主要な水-岩石反応メカニズムの抽出、および地下水の年代測定値の補正を行う。

6. 2. 1 調査

(1) 地表水・降水を対象とした地球化学調査

研究実施領域内において、地下水水質形成機構および年代・起源を把握する際の初期条件を設定するため、表層水理観測地点において降水および河川水を採取し、水質や環境同位体などに関するデータを取得するとともに、その季節変動幅を把握する。

(2) 地下水を対象とした地球化学調査

MIU-4号孔において、試錐掘削と並行して地下水採水を行い、現場および室内での主要溶存成分、微量溶存成分、溶存ガス、環境同位体、微生物、有機物についての分析を行う。

既存の試錐孔（MIU-1～3号孔）においては、MPシステムの設置後に採水を行い、各種の分析（分析項目については同上）を実施する。ただし、採水を行う時期については、MIU-4号孔における試錐掘削などの水圧応答観測を優先した工程とする。

(3) 固相を対象とした地球化学調査

地質・地質構造に関する調査・研究で行う固相を対象とした岩石学的調査、鉱物学的調査、地球化学的調査、年代測定の結果を基礎情報として、地下水水質形成を支配する主要な水-岩石反応メカニズムの考察、地下水の年代測定値の補正を行う。主要な水-岩石反応メカニズムの考察にあたっては、室内における水-岩石反応試験結果との比較を行い、液相（地下水）の水質などから考察した水-岩石反応の妥当性を確認する。

6. 2. 2 検討

(1) 化学組成分布の推定

地下水の地球化学データを用いた多変量解析により地下水の化学組成分類を行う。分類した結果から地下水水質形成を支配する水-岩石反応メカニズムを考察し、固相を対象とした地球化学調査により妥当性を確認したうえで、研究実施領域内における地下水地球化学特性の三次元分布を推定する。

(2) 地下水の地球化学モデルの構築

前述の調査により取得した地球化学データを取りまとめ、それをもとに地下水の地球化学特性の三次元分布に、地質構造要素を加えた地球化学モデルを構築する。

また、研究坑道掘削に伴う地下水流動の変化の予測結果と地球化学モデルを利用した、地下水の地球化学特性の変化の予測を開始する。

(3) 予測結果の評価手法

海外の先行事例（たとえば、Rhen et al., 1997a, b）などを参考にして、下記の子測すべき項目の抽出および予測可能な項目の選定を、第1段階第2フェーズで行う。そのうち予測可能な項目について、その値の空間的な分布を、地下水流動の変化の予測結果を利用して予測する。

・ 予測すべき項目

第1段階で掘削される試錐孔を利用して採取する地下水を対象に分析を計画している項目・成分の全てが対象となる。

・ 予測可能な項目の選定

第1段階における調査の結果として得られる地下水の地球化学特性の三次元分布をもとに、たとえば地表水と地下水で有意な差がない成分、分析などの品質が担保できない（精度が悪い）成分を除外することにより、予測可能な項目の選定（絞り込み）を行う。

評価手法については、第2段階における観測で取得されるデータとの比較を行うことにより、予測の妥当性を確認する。具体的には、研究坑道掘削中に実施する試錐孔（地表から掘削した試錐孔）における地下水の採水により取得するデータを予測値と比較することにより、予測結果の妥当性を確認する。

7. 岩盤の力学特性に関する調査・研究

7. 1 目標

平成 11 年度までに取得したデータ（試錐調査は MIU-1~3 号孔）を用いて岩盤力学モデルを構築する。また、MIU-4 号孔から得られた新たなデータと、構築した岩盤力学モデルとの比較を随時行う。また、MIU-2 号孔までのデータを用いて構築した岩盤力学モデルにより、研究坑道掘削に伴う周辺岩盤の挙動などの予備的な検討を行う。

7. 2 実施内容

力学特性調査においては、AN-1 号孔および MIU-1~3 号孔で実施した力学的調査によって、月吉断層上盤側の岩盤の初期応力状態および岩石物性の分布（松井，1999；サイクル機構，1999b）と、月吉断層下盤側の岩盤の力学特性に関する情報が得られてきている。これらの調査結果により、地表から深度約 1,000m までの範囲で岩盤の諸物性（熱物性、力学物性）や初期応力状態の異なる三つのゾーンが存在することが確認された。

しかしながら、月吉断層周辺の岩盤の諸物性や月吉断層が初期応力状態などへ与える影響については詳細に把握されていない。また、亀裂性岩盤の空洞安定性評価に必要な割れ目面の力学特性についてもデータが得られていない。さらに、現段階の水圧破碎法による初期応力測定では、鉛直方向を最大主応力方向と仮定して初期応力を求めているが、MIU-2 号孔における同手法による初期応力測定結果からは、深度約 600~700m の区間で主応力軸が鉛直方向と一致していないことを示すデータが得られている。

平成 12 年度から開始する MIU-4 号孔での力学特性調査では、月吉断層周辺の力学物性と代表的な割れ目面（透水性割れ目とそれ以外の割れ目）の力学特性を把握する。これらのデータによって、正馬様洞用地内の三次元的な岩盤力学モデルを構築するとともに、研究坑道掘削に伴う周辺岩盤の挙動の予測を行う。

7. 2. 1 調査

(1) 力学特性調査

MIU-4 号孔のコアを用いて AE 法（Acoustic Emission）法による応力測定を実施する。また、不連続性岩盤の解析に不可欠な、割れ目面の力学特性に関する情報を得るため、高透水性割れ目と非透水性割れ目の 2 種類を対象に、ジョイントせん断試験を実施する。また、これまで力学特性調査で用いた調査手法に関してその適用性を評価する。具体的な調査内容は、以下に示すとおりである。

・MIU-4 号孔における力学特性調査

月吉断層上盤側の断層周辺の力学的な物性変化ゾーンの初期応力状態を把握するため、AE 法による応力測定を実施する。

・ジョイントせん断試験

対象となる土岐花崗岩内部に分布する割れ目のうち、高透水性割れ目とされている割れ目とそれ以外の割れ目を抽出し、その力学特性を室内試験によって把握する。

- ・月吉断層およびその周辺部の力学特性の予備評価
MIU-2,3号孔で実施した孔内検層の結果を用いて、月吉断層部とその周辺部の力学特性を予備的に評価する。

7. 2. 2 検討

平成11年度までに取得したMIU-3号孔までのデータを用い、岩盤力学モデルを構築する。構築された岩盤力学モデルを用いて、研究坑道掘削時の岩盤の変位挙動や再配分応力の分布および塑性域の範囲を予備的に検討する。

(1) 岩盤力学モデルの構築

平成11年度までに取得したMIU-3号孔までのデータを用い、月吉断層を挟む断層上盤と下盤の岩盤内部の強度・変形特性や初期応力状態を表す岩盤力学モデルを構築する。平成12年度から開始されるMIU-4号孔については、MIU-4号孔から新たなデータが得られた段階で、MIU-3号孔までのデータを用いた岩盤力学モデルとの比較を随時行う。

(2) 研究坑道建設による施設周辺岩盤の変形挙動などの予備解析

海外の地下研究施設における掘削影響試験で適用実績のあるExamine3dコード(三次元弾性境界要素法コード)を用い、現段階での研究坑道の建設レイアウトを考慮し、研究坑道掘削時の坑道周辺岩盤の変形挙動などに関する予備的な解析を実施する。この予備的な解析は、MIU-2号孔までのデータを用いて構築した岩盤力学モデルにより実施する。解析結果は、第2および第3段階に予定されている試験研究の計画策定に反映する。

(3) 予測結果の評価手法

平成12年度は、岩盤力学モデルに用いる物性値のばらつきの範囲を定量的に示すとともに、予測結果の妥当性を定量的に評価する手法を検討する。この検討は、既存の国内外の研究事例を参考に行う。

8. 物質移行に関する調査・研究

8. 1 目標

岩芯試料を用いて、物質移行特性に関する基礎情報（鉱物学的特性、空隙特性、収着・拡散特性など）を取得し、データセットとして整備する。

8. 2 実施内容

第1段階第1フェーズまでの地質・地質構造に関する調査結果により、透水性割れ目の位置・方向性、透水性割れ目およびその周辺岩盤における鉱物学的特性などのデータが取得されている。

平成12年度においては、これまでに釜石原位置試験などで確認した研究手法(Amano et al., 1999, Ota et al., 1999b)を適用して、試験錐孔における透水性割れ目および岩芯を利用した調査により、物質移行に関わる地質学的、水理学的、および地球化学的情報を取得する。また、室内試験・分析により、物質移行特性に関する基礎情報を取得する。取得した情報は、第2段階以降に予定されている原位置トレーサー試験の設計および物質移行解析に資するデータセットとして整備するとともに、それらの品質管理、不確実性の評価をとおして、最適化されたデータ取得方法を構築する。

また、岩芯試料を用いて天然放射性核種などの移行・遅延に関する研究を実施し、地質学的に長期間にわたる物質の移行・遅延特性についての情報を取得する。

8. 2. 1 調査

(1) 室内調査・分析

MIU-4号孔の岩芯を利用し、透水性割れ目およびその近傍岩盤における鉱物学的特性、空隙特性を把握するための室内調査・分析を行う。

(2) 天然放射性核種を利用した研究

天然放射性核種や希土類元素の分布調査などの地球化学的調査を実施し、透水性割れ目およびその近傍岩盤におけるマトリックス拡散に関する情報を取得する。

9. 調査技術・調査機器の開発

9. 1 目標

平成 11 年度までに開発の終了していない調査・解析・評価技術および調査機器の開発を行う。また、開発された個々の調査・解析・評価技術および調査機器については、その汎用性について検討し、適用条件や適用範囲を明確にする。

9. 2 実施内容

本計画の各研究分野で必要とされる調査技術・調査機器の開発として、以下の項目が挙げられる。

- ①地質構造調査技術開発
 - ・既存技術の適用性の評価
- ②地下水の水理特性・地球化学特性調査技術開発
 - ・1,000m 対応水理試験対応装置, 1,000m 対応地下水の地球化学特性調査機器の改良・高度化
 - ・1,000m 対応揚水試験装置の改良・高度化
 - ・水理試験データの解析手法の高度化
- ③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
- ④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
 - ・正弦波水理試験システムの開発
 - ・トモグラフィデータの解析手法の高度化
- ⑤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
- ⑥地質環境データ解析・可視化システムの構築
- ⑦情報公開技術の開発
 - ・VR システムの構築

以下にこれらの概要およびこれまでの開発状況、ならびに平成 12 年度における開発計画を示す。

9. 2. 1 地質構造調査技術開発

地質構造調査における各種の既存調査技術の適用結果を取りまとめ、個々の調査・解析・評価技術の適用条件や適用範囲を明確にする。

平成 11 年度までに、これまでに実施した調査の予備的な評価と取りまとめを実施した。

平成 12 年度においては、これまでの取りまとめに、MIU-4 号孔における試錐調査な

どの新たな調査の結果を順次付加し、それらの相互比較と組み合わせの検討をとおして、調査技術の適用条件や適用範囲を明確にする。

9. 2. 2 地下水の水理特性・地球化学特性調査技術開発

(1) 1,000m 対応水理試験装置, 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水理特性・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、1,000m 対応および高温 (70 度) 対応の調査機器を開発する。

平成 11 年度までに、1,000m 対応および高温 (70 度) 対応であり、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, 地球化学特性調査機器を製作し、取得するデータの解析プログラムの改良を行った。また、屈曲孔に対応させるための改良を行った (中嶋ほか, 1999a; 中嶋ほか, 1999b; 島崎ほか, 1998; 島崎ほか, 1999)。

平成 12 年度は、遮水性向上のために検層ユニットの水回路と水理試験装置光ケーブルコネクタを改良する。

(2) 1,000m 対応揚水試験装置の改良・高度化

地表から地下深部までを対象とした単孔式揚水試験に対応できる、1,000m 対応および高温 (70 度) 対応の調査機器を開発する。本装置は平成 9 年度に製作を終了し、平成 10 年度および平成 11 年度に MIU-1~3 号孔で実施した水理試験において活用した。

平成 12 年度は、揚水ポンプの直上にパッカー機能を新たに付加し、井戸貯留の影響を小さくし、短期間の揚水試験に対応できるように改良を行ったうえ、試験方法と取得データの評価を行う。

(3) 水理試験データの解析手法の高度化

試錐調査で取得した試験データをもとに、既存の解析手法の岩盤への適用性を検討するとともに、複雑な水理場で実施した試験データの解析手法を開発する。

平成 11 年度までに、単孔式水理試験データの解析手法に関して、既存の解析手法の適用性に関する検討と複雑な水理場で試験結果に適用可能な解析式の誘導を実施し、これまでに取得した試験データをもとに、これら解析式の適用性を検討した。

平成 12 年度においては、これまでに得られた成果をもとに、現場試験における試験手法の選択から試験データの解析までの解析手法の高度化を試み、MIU-4 号孔の試錐調査における水理試験に活用する。

9. 2. 3 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な不可欠である。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とおして、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測定方法を開発する。

平成 11 年度までに、それまでに実施した既存技術の評価により、原位置における応力解放法を用いた測定装置の設計を行い、装置の一部（ひずみゲージセルおよび耐圧容器）を製作した。

平成 12 年度においては、1,000m 対応初期応力測定装置のデータ収録部などの残りの部分を製作する。

9. 2. 4 第 2 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技術の開発

レーダートモグラフィー調査が適用されるスケールは、一般に数十 m 程度が限界であるが、信号に連続波を採用することにより、探査距離を拡大できる可能性がある。

平成 11 年度までに、レーダー実験機を試作し、アンテナ特性の取得など基礎試験を実施した（鈴木ほか、1998）。

平成 12 年度においては、使用周波数をより低い周波数領域に拡大し、合成開口処理や存否セプストラム解析などを適用することにより、探査距離の拡大と空間分解能の向上の両立をはかるうえで必要なロガーを開発する。

(2) 正弦波水理試験システムの開発

坑道の掘削を伴う調査においては、岩盤の平均的な水理特性のみならず、割れ目に着目した水理特性や水理学的な連続性などに関する情報を取得することが重要となる。正弦波水理試験は、坑道の掘削に伴い変化する複雑な場においても、信頼性の高いデータを取得できる有効な試験技術である。

平成 11 年度までに、2 孔間および 3 孔間での試験装置の製作を終了し、釜石鉱山における原位置試験研究に活用した（竹内ほか、1998）。

平成 12 年度においては、試験場近傍に存在する坑道床盤、坑道壁面の影響の考慮、実数次元を用いた場のモデル化、水理学的な連続性と水理特性の空間的な分布の推定方法など、試験データの解析手法に関する検討を実施する。

(3) トモグラフィデータの解析手法の高度化

坑道を利用した調査・研究段階においては、複数の試錐孔を利用した各種のトモグラフィ調査が、地下深部での不連続面の広がりを調査するうえで有効である。

平成 11 年度は、弾性波トモグラフィの分解能向上を目的としてフルウェーブインバージョンと呼ばれるデータ解析を実施し、他の調査・解析手法との比較検討を行い、今後の課題を抽出した。

平成 12 年度においては、本解析手法の改良案を策定する。

9. 2. 5 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

本計画では今後、膨大な種類と量の調査データが取得される。データの効率的かつ有機的な利用のため、平成 11 年度までに、データを適切に管理するデータベースを構築し運用している。

平成 12 年度においては、データベースの運用を継続する。また、データベースに最

最終的に登録する前の入力データの品質を担保するためのマニュアルおよび体制について、基本的な考え方を取りまとめる。あわせて、効果的な運用を図るための運用方法の改良を実施する。

(2) 工程管理用データベースシステムの構築

本計画においては、複数の調査および工事が同時に実施される。これらは同じ用地内で並行して実施されるため、それらの作業の工程を管理する必要がある。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想定される。この対策として、各作業の「現場での活動記録」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。

平成 12 年度においては、本データベースの設計・構築を平成 11 年度に引き続いて行うとともに、その試行を行う。

9. 2. 6 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地下水流動解析を行うとともに、地下水流動などの解析結果を三次元に可視化できる一連のシステムを構築する。本システムは分野の異なる研究間に地質環境の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となる。

平成 12 年度においては、平成 11 年度までに構築されたシステムが有する飽和不飽和浸透流解析コードに、研究をとおして得られた知見をもとに、割れ目の透水異方性などを考慮できる機能を追加する。

9. 2. 7 情報提供技術の開発

(1) 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 11 年度までに、本計画において実施している調査・研究について一般の方々の理解を促進させるために、VR システムの適用を開始し、本計画および研究所施設紹介のためのデスクトップパソコン用の「超深地層研究所の仮想体験」ソフトの開発と改良などを実施した。

平成 12 年度においては、従来作成したソフトウェアの整理・改良、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、関連して必要となる VR 技術の開発などを実施する。

10. 工学的技術

10.1 目標

平成12年度は、坑道の掘削を伴う研究段階および坑道を利用する研究段階に実施する調査・研究項目を明確にし、研究坑道のレイアウトおよび建設スケジュールを策定する。また、研究坑道掘削に必要な設備、研究坑道の仕様について決定し、施工計画を具体化する。

10.2 実施内容

10.2.1 研究坑道において実施する調査・研究項目の検討

平成11年度までに、国内外での研究成果を参考にしたうえで本計画の目的や役割などを考慮して、研究坑道において実施する調査・研究項目を検討し抽出した。抽出された調査・研究は、(1)大深度地質環境下における工学的技術に関する研究、(2)処分技術開発の基盤となる工学的技術に関する研究、の2項目に分類される。以下に、調査・研究の項目を示す。

(1) 大深度地質環境下における工学的技術に関する研究

- ①研究坑道の設計・施工計画構築技術の研究
- ②研究坑道の建設技術の研究
- ③施工対策技術の研究
- ④安全性を確保する技術の研究

(2) 処分技術開発の基盤となる工学的技術に関する研究

- ①掘削影響の修復・軽減技術の研究
- ②人工材料の岩盤への長期影響評価試験

これらの内容について、第2次取りまとめ報告書で示された今後の研究開発課題などの必要性を踏まえて、それぞれの調査・研究項目の目的および内容について詳細に検討し、超深地層研究所計画において実施する内容を明確にする。

10.2.2 研究坑道掘削に必要な設備、研究坑道の仕様決定および施工計画の策定

地表からの調査予測研究段階において取得されたデータに基づいて設計し、研究坑道の仕様、研究坑道掘削に必要な設備を決定する。設計は、研究坑道を構成する立坑、換気立坑、中間ステージ、最深ステージ、予備ステージなどを対象に実施する。また、研究坑道で実施する調査・研究の構成を勘案した全体レイアウトを設定し、施工計画を策定する。

11. スケジュール

平成12年度に実施するおもな調査・研究のスケジュールを表1に示す。

表1 平成12年度に実施するおもな調査・研究のスケジュール

調査・研究の名称	実施時期
1. 平成12年度調査・研究の概要	1月～12月
2. 調査・研究の進捗状況	1月～12月
3. 調査・研究の結果	1月～12月
4. 調査・研究の今後の展望	1月～12月

表1 平成12年度に実施するおもな調査・研究のスケジュール

表1 平成12年度 調査・研究スケジュール(1/3)

	平成12年度											
	H12									H13		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(1)地質・地質構造												
・地上物理探査												
・試錐調査(MIU-4)												
・検討												
-地質構造モデルの更新												
(2)地下水の水理												
・表層水理調査												
・深層水理調査												
-水理試験												
-地下水圧の長期観測(圧力応答観測)												
-瑞浪層群, 花崗岩風化部での水圧観測												
・検討												
水理地質構造モデルの構築												
地下水流動解析												
(3)地下水の地球化学												
・地表水・降水を対象とした地球化学調査												
・地下水を対象とした地球化学調査												
・固相を対象とした地球化学調査												
・検討												
-化学組成分布の推定												
-地下水の地球化学モデルの構築												
(4)岩盤の力学特性												
・力学特性調査												
-応力測定												
-ジョイントせん断試験												
-月吉断層および周辺の力学特性調査												
・検討												
-岩盤力学モデルの構築												
-研究坑道建設による施設周辺岩盤の変形挙動などの予備解析												

表1 平成12年度 調査・研究スケジュール(2/3)

	平成12年度												
	H12										H13		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
(5)物質移行													
・室内調査・分析													
・天然放射性核種を利用した研究													
(6)調査技術・調査機器の開発													
・地質構造調査技術開発													
・地下水の水理特性・地球化学特性調査 技術開発													
－1,000m対応水理試験装置, 1,000m対応 地下水の地球化学特性調査機器の 改良・高度化													
－1,000m対応揚水試験装置の改良・高度化													
－水理試験データの解析手法の高度化													
・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													
・第2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の開発													
－正弦波水理試験システムの開発													
－トモグラフィデータの解析手法の高度化													
・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													
・地質環境データ解析・可視化システムの構築													
・情報提供技術の開発													
－VRシステムの構築													

表1 平成12年度 調査・研究スケジュール(3/3)

	平成12年度											
	H12									H13		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(7)工学的技術												
・研究坑道において実施する調査・研究 項目の検討												
・研究坑道掘削に必要な設備, 研究坑道の仕様 決定および施工計画の策定												

(用語解説)

本計画書では、三つの用語（最適化、体系化、統合化）について、以下の定義で用いている。

(1) 最適化

本研究では、地質環境特性を、地質・地質構造、地下水の水理、地下水の地球化学、岩盤の力学特性および物質移行の研究分野ごとに区分しており、それらの研究分野ごとに、種々の調査・解析技術を適用し、その有効性を検討しつつ改良を加えることとしている。

それぞれの研究分野ごとに、調査・解析技術の有効性を検討しつつ、計画の枠組みの中で可能な範囲で改良を加えていく行為に「最適化」を用いる。

(2) 体系化

地質環境特性を明らかにするうえで、どのような調査・解析技術を選択し組み合わせていくかを検討し、一つの調査方法として取りまとめる行為に「体系化」を用い、取りまとめられた状態に「体系的な」を用いる。

(3) 統合化

調査・解析を実施することにより、地質・地質構造、地下水の水理、地下水の地球化学、岩盤の力学特性、物質移行という研究分野ごとに地質環境特性が把握される。これに基づき、地質構造モデル、水理地質構造モデル、地球化学モデル、岩盤力学モデル、物質移行モデルという地質環境モデルが作成される（物質移行モデルの構築については、第2段階以降に行われる）。これらの地質環境モデルの間で互いに整合性のあることが確認されることによって、間接的に研究成果の妥当性が示される。同時に、研究実施領域の地質環境が包括的に理解される。

それぞれの地質環境モデルの整合性を確認する行為に「統合化」を用いる。

また、調査・解析技術の体系化と上記の統合化の双方に基づき、研究成果全体を取りまとめる行為にも、「統合化」を用いる。

以上

参考文献

Amano, K., Ota, K., Yoshida, H. and Semba, T. (1999) : Overview of fracture systems in the Kurihashi granodiorite at the Kamaishi Mine. In: Proceedings of an International Workshop for the Kamaishi In Situ Experiments, Kamaishi, Japan, 24-25 August 1998, pp.57-65, JNC Technical Report, JNC TN7400 99-007.

動力炉・核燃料開発燃事業団 (1996) : 超深地層研究所 地層科学研究基本計画, 動燃技術資料, PNC TN7070 96-002.

動力炉・核燃料開発燃事業団 (1998) : 研究坑道掘削予定地点における試錐調査 (MIU-1号孔), サイクル機構技術資料, JNC TJ7440 98-001.

原子力委員会 (1994) : 21世紀の扉を開く原子力—原子力の研究, 開発及び利用に関する長期計画—.

Japan Nuclear Cycle Development Institute (1999) : Working Programme for MIU-4 Borehole Investigations, サイクル機構技術資料, JNC TN7410 99-007.

核燃料サイクル開発機構 (1998) : 超深地層研究所 地表からの調査予測研究段階計画 平成10年度, 11年度研究計画書, サイクル機構技術資料, JNC TN7410 99-004.

核燃料サイクル開発機構 (1999a) : 正馬様洞用地における試錐調査 (MIU-2号孔), サイクル機構技術資料, JNC TJ7420 99-016.

核燃料サイクル開発機構 (1999b) : MIU-2孔における水圧破碎法による初期応力測定, サイクル機構技術資料, JNC TJ7400 99-014.

核燃料サイクル開発機構 (2000) : 超深地層研究所 地表からの調査予測研究段階計画 平成12~14年度研究計画書, サイクル機構技術資料, JNC TN7410 2000-001.

松井裕哉 (1999) : AN-1孔およびMIU-1孔における力学的特性調査結果, サイクル機構技術資料, JNC TN7420 99-004.

中嶋幸房, 酒井幸雄, 笹尾昌靖 (1999a) : 1,000m対応地下水の地球化学特性機器 (高温環境型) の製作, サイクル機構技術資料, JNC TJ7440 99-002.

中嶋幸房, 酒井幸雄, 笹尾昌靖 (1999b) : 1,000m対応地下水の地球化学特性機器 (1号機) の改良, サイクル機構技術資料, JNC TJ7440 99-013.

Ota, K., Nakano, K., Metcalfe, R., Ikeda, K., Goto, J., Amano, K., Takeuchi, S., Hama, K. and Matsui, H. (1999a) : Working Programme for MIU-4 Borehole Investigations, JNC Technical Report, JNC TN7410 99-007.

Ota, K., Amano, K. and Ando, T. (1999b): Brief overview of in situ containment retardation in fractured crystalline rock at the Kamaishi in situ test site. In: Proceedings of an International Workshop for the Kamaishi In Situ Experiments, Kamaishi, Japan, 24-25 August 1998, pp.67-76, JNC Technical Report, JNC TN7400 99-007.

Rhen, I., Gustafson, G. and Wikberg, P. (1997a) : Äspö HRL - Geoscientific evaluation 1997/4, SKB Technical Report 97-05.

Rhen, I., Bäckblom G., Gustafson, G., Stanfors, R. and Wikberg, P. (1997b) : Äspö HRL - Geoscientific evaluation 1997/2, SKB Technical Report 97-03.

島崎 智, 山本泰司 (1998) : 地球化学検層ユニット (高温環境型) の製作, サイクル機構技術資料, JNC TJ7440 98-005.

島崎 智, 山本泰司 (1999) : 地球化学検層ユニット (1号機) の改良, サイクル機構技術資料, JNC TJ7440 99-014.

Stanfors, R., Olsson, P. and Stille, H. (1997) : Äspö HRL - Geoscientific evaluation 1997/3 Results from pre-investigations and detailed site characterization. Comparison of predictions and observations, Geology and Mechanical stability. SKB Technical Report 97-04.

鈴木敬一, 林 泰幸, 西山英一郎 (1998) : 連続波レーダートモグラフィの適用試験, サイクル機構技術資料, JNC TJ7420 98-005.

竹内竜史, 仙波 毅, 天野健治, 下茂道人, 青木智幸, 山本 肇 (1998) : 孔間水理試験装置の開発と現場適用例, 第 10 回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, pp.725-730, サイクル機構技術資料, JNC TN7413 97-024, 97-145.