

平成12年度研究開発課題評価(中間評価)報告書

評価課題 「深地層の研究施設における研究計画」

— 主に超深地層研究所計画第2段階の計画案について —

平成12年11月

核燃料サイクル開発機構
研究開発課題評価委員会
(廃棄物処理処分課題評価委員会)

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大字村松4-49

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

JNC TN1440 2000-010

2000年11月

平成12年度研究開発課題評価（中間評価）報告書

評価課題「深地層の研究施設における研究計画」

－主に超深地層研究所計画第2段階の計画案について－

核燃料サイクル開発機構
研究開発課題評価委員会
(廃棄物処理処分課題評価委員会)

要旨

核燃料サイクル開発機構(以下、サイクル機構)は、「国の研究開発全般に共通する評価の実施方法の在り方についての大綱的指針」(平成9年8月7日、内閣総理大臣決定)及びサイクル機構の「研究開発外部評価規程」(平成10年10月1日制定)等に基づき、「深地層の研究施設における研究計画」に関する中間評価を研究開発課題評価委員会(廃棄物処理処分課題評価委員会)に諮問した。

これを受け、廃棄物処理処分課題評価委員会は、本委員会によって定めた評価方法に従い、サイクル機構から提出された課題説明資料、補足説明資料及び委員会における議論に基づき、本課題の評価を行った。

本報告書は、その評価結果をサイクル機構の関係資料とともに取りまとめたものである。

目 次

1. 概要	1
2. 廃棄物処理処分課題評価委員会の構成	1
3. 審議経過	2
4. 評価方法	2
5. 評価結果（答申書）	5

参考資料（核燃料サイクル開発機構）

参考資料 1 研究開発課題の中間評価について（諮問）

参考資料 2 評価結果に対する措置

参考資料 3 課題評価委員会委員の評価意見に対するサイクル機構の
見解及び質問に対する回答（補足説明資料）

参考資料 4 深地層の研究施設における研究計画（課題説明資料）

参考資料 5 深地層の研究施設における研究計画（OHP 資料）

1. 概要

核燃料サイクル開発機構(以下、サイクル機構)は、「国の研究開発全般に共通する評価の実施方法の在り方についての大綱的指針」(平成9年8月7日、内閣総理大臣決定)及びサイクル機構の「研究開発外部評価規程」(平成10年10月1日制定)等に基づき、「深地層の研究施設における研究計画」に関する中間評価を研究開発課題評価委員会(廃棄物処理課題評価委員会)に諮問した。

これを受け、廃棄物処理課題評価委員会は、本委員会によって定めた評価方法に従い、サイクル機構から提出された課題説明資料、補足説明資料及び委員会における議論に基づき、本課題の評価を行った。

本報告書は、その評価結果をサイクル機構の関係資料とともに取りまとめたものである。

2. 廃棄物処理課題評価委員会の構成

本委員会は、平成11年1月に設置され、関連分野の専門家を中心として、社会科学の専門家、ジャーナリスト、ユーザーなど、幅広い分野の委員から構成されている。

委員長	石榑 顯吉	埼玉工業大学先端科学研究所教授、東京大学名誉教授
委 員	小佐古敏莊	東京大学原子力研究総合センター助教授
	佐藤 正知	北海道大学大学院工学研究科量子工学専攻助教授
	鈴木 潤	未来工学研究所R & D 戦略研究グループリーダー
	鈴木 康夫	原子力発電環境整備機構専務理事
	田崎 耕次	共同通信社科学部長
	田中 和広	電力中央研究所我孫子研究所地質部長
	田中 貢	日本原子力研究所バックエンド技術部長
	千木良雅弘	京都大学防災研究所教授
	土田 昭司	関西大学社会学部教授
	中杉 修身	国立環境研究所化学環境部長
	林 義次	中部電力(株)原子力管理部企画グループ部長

(平成12年7月1日から)

松田美夜子	富士常葉大学環境防災学部助教授 生活環境評論家(廃棄物問題とりサイクル)
-------	---

(交替した委員)

片山 薫	中部電力(株)原子力管理部部長	(平成12年6月30日まで)
------	-----------------	----------------

3. 審議経過

(1)第1回目の委員会開催： 平成12年6月20日

- ・評価方法の決定
- ・課題内容の説明・検討

(2)第2回目の委員会開催： 平成12年7月13日

- ・補足説明、質問への回答
- ・評価内容の検討

(3)評価結果(答申書)のまとめ

上記の審議結果に基づき、委員長が評価結果をまとめ、各委員の了承を得て答申書とした。

(4)答申： 平成12年9月14日

4. 評価方法

以下の評価作業手順及び評価項目に従い、評価を行った。

(1)評価作業手順

1)第1回目の課題評価委員会における審議(評価方法の決定、課題内容の把握・検討)

- ・評価方法を定める。
- ・サイクル機構から課題説明資料により課題内容の説明を受け、内容を把握・検討する。

なお、欠席した委員に対しては、別途、対応させる。

2)各委員の評価作業

- ・各委員は、第1回目の課題評価委員会開催後、課題説明資料及び委員会における説明を基に、評価項目に従って評価を行い、評価意見及び質問を書面で事務局に提出する。

・事務局は、これらを整理して、次回の課題評価委員会の検討資料を作成する。

3)第2回目の課題評価委員会における審議(課題の評価)

- ・各委員が行った評価、サイクル機構の課題説明資料及び補足説明、委員会における討論に基づき、課題評価委員会としての評価を行う。

4)評価結果(答申書)のまとめ及び答申

- ・委員長は、上記の審議結果に基づき、委員会としての評価結果をまとめ、理事長に答申する。
- ・答申書には、次項に示す各評価項目及び総合評価について、委員会としての評価

結果を記述する。

- ・上記と異なる意見がある場合には、答申書にその意見を併記する。

5)その他

- ・評価をより的確なものとし、また評価に対する被評価者の理解を深めるため、課題評価委員会には研究実施責任者及び担当者を出席させ、議論に参加させるものとする。

(2)評価項目

評価項目及び評価の視点（○印）は次のとおりとする。

また、研究開発を進めていく上での提言、留意点があれば、コメントする。

1)研究開発の目的・意義

- 目的・意義は明確かつ的確か。
- 重要性、緊急性が高いか。
(長期的に見て重要性が高いものか、将来に備えて今から対応しておくべき課題か、という視点を含む。)
- 社会的・経済的ニーズ、民間ニーズはあるか。
- 国の計画・方針との整合性
- サイクル機構が実施すべき課題か。
- 関連技術動向が的確に把握されているか。

2)研究開発目標

- 目標の設定・水準は適切か。
- 目的・意義達成のために十分な目標設定となっているか)
- ブレークスルーすべき点が明確か。
- 状況に応じて適切に見直しが行われているか。
- 関連技術動向が的確に反映されているか。

3)研究開発計画

- 研究開発項目の設定・内容、スケジュール、項目相互間の関連性等は具体的で妥当なものか。
- 資金計画（予算の規模・配分）は妥当であるか。
- 研究内容は独創性、創造性に富んだものになっているか。
- 計画見直しの機動性(状況に応じて計画の見直しを適切に行っているか。)

- 使用する施設・設備は適當か。
- 関連技術動向が的確に反映されているか。
- 実用化への道筋が適切に考えられているか。

4)研究実施体制

- 組織、人員・人材の配置、研究グループ間の連携、委員会の活用、運営等は妥当なものか。
- 他機関との協力・連携（国際協力を含む）は適切か。

5)研究成果

①得られた成果の内容

- 達成された具体的な成果について、水準、質、意義、当該分野への寄与の程度等の評価
- 計画と比較した達成度（要因分析を含む）
- 費用対効果（投入した費用に見合った成果が得られているか。）

②実用化との関係

- 実用化への技術的見通し
- 実用化のために必要な技術開発課題は何か。

③得られた成果の普及、公開

- 技術移転を含む成果の普及は期待できるか。
- 波及効果は期待できるか。
- 成果発表、特許出願・取得等の実績
- 広報は積極的、効果的に行われているか。

6)今後の展開

- 今後の展開、進め方等に関するコメント

7)その他（上記項目に当てはめ難い評価意見）

8)総合評価

- 上記各項目の評価を踏まえた総合的な判断

(3)評価基準

各評価項目について評価を行い、進捗状況の妥当性や、目的・目標、進め方などの見直しの必要性等を総合的に判断する。

5. 評価結果（答申書）

平成12年9月14日

核燃料サイクル開発機構
理事長 都甲 泰正 殿

研究開発課題評価委員会
(廃棄物処理処分課題評価委員会)
委員長 石榑 顯吉

研究開発課題の評価結果について（答申）

当委員会に諮問[12サイクル機構（企）005]のあった下記の研究開発課題の中間評価について、その評価結果を別紙のとおり答申します。

記

研究開発課題「深地層の研究施設における研究計画－主に超深地層研究所研究計画第2段階の計画について－」

以上

廃棄物処理処分課題評価委員会報告書
「深地層の研究施設における研究計画」
－主に超深地層研究所研究計画第2段階の計画について－の評価結果（中間評価）

評価結果の概要

「深地層の研究施設における研究計画」は、高レベル放射性廃棄物の地層処分研究に共通の基盤研究施設として超深地層研究所（岐阜県瑞浪市）と深地層研究所（仮称、北海道幌延町）を建設し、実際の深地層における体系的な調査研究を通じて、深部地質環境に関する知見の充実や「地層処分研究開発第2次取りまとめ」に示される技術・知見の確認を行い、安全の確保を前提として、地層処分技術の確立と処分計画の円滑な推進に寄与することを目的としている。

本研究計画は、地表からアプローチする調査研究（第1段階）、地下施設建設時の調査研究（第2段階）及び地下施設における調査研究（第3段階）から構成される。

本評価では、瑞浪の超深地層研究所の第2段階前半の研究計画を中心として、その前提となる第2段階の基本計画及び第1段階の平成11年度までの研究成果について評価を行った。

高レベル放射性廃棄物の地層処分を安全に行うためには、実際の深地層を対象にして試験研究を行い、地層処分に関わる種々の事象を明らかにすることが極めて有効である。地層処分における深地層の研究施設を利用した研究開発の重要性は明らかであり、その意味で、目的・意義は明確である。また、安全性を確保するためだけではなく、この処分方法が安全であることを幅広い国民各層に理解してもらうための実証的なデータを得る研究としても、本研究計画は意義がある。実施主体の設立を間近に控えて、遅滞無く計画が進められることを希望する。

既に貴重なデータが得られ始め、計画は順調に進展していると判断される。総合的に見て、本研究計画は概ね妥当であると評価できる。

本計画を進めるに当たっては、以下の点に留意する必要がある。

- これまでのサイクル機構の評価は「地域や地層を特定しない研究開発」に基づくものであったが、瑞浪での研究では結晶質岩に関してはじめて、欧米の評価手法と同様な「具体的な地質環境における研究開発」が行える。この点に関する基本認識に

たって目標設定等を行うことが必要である。また、わが国の地質特性を考慮した、わが国らしい目標の設定を行うべきである。

- ・両施設で得られるデータのみで充分ではなく、得られるデータからの知見に基づいて、更にどのような研究開発を進めていく必要があるのか、現時点からある程度の予測を基に、具体的な計画を準備しておく必要がある。また必要であるが実施出来ない課題についても、どこでどのように行うのかを示す必要がある。
- ・多くのデータがモデルの構築と解析に向けられているが、モデルの妥当性の確認とデモンストレーション（国民の理解を得るため）の意味で実証的な試験研究も重要である。
- ・処分事業の「概要調査地区」選定で判断する、特に地質環境の長期安定性に係わる結論を確認する作業（断層の活動性評価、隆起速度など）も必要である。伏在断層の評価に関する研究などは重要な検討課題と思われる。
- ・実施主体では、どの段階では、どのような技術を、どのように組み合わせて、どのような順番で適用し、その結果をどのように評価すればよいか、といった情報が必要であると思われる。各技術の可能性や限界、技術の体系化などは、深地層の研究施設のような場所でないと妥当性を確認することは難しい。具体的に、成果の反映の中身と方策を示してほしい。
- ・得られたデータが、処分の実施に向けてどのように使われようとしているのか、必ずしも明らかでない。サイト特有のものか、普遍的なものか、予測されたものか、初めて分かったものか、処分に向けてどのような所に生かされるのかなど、地下施設で得られるデータが貴重であることを、分かり易く示すことが必要である。

時間の余裕が極めて乏しい状況にあり、得られた成果の活用を明確に提示しながら、システムチックに停滞無く、計画を進めるとともに、更にその先を見越した準備をしておくことが重要である。

- ・当計画の最終目標の一つである「調査技術・手法の確立」という観点から考えると、処分予定地選定のための「必要条件」と「十分条件」を明らかにし、当期の成果によってそれらのどの部分がどれだけの信頼性で得られるようになったのかを示す必要がある。
- ・「深地層の研究施設」と実施主体との関わり、棲み分けを明確にし、本研究施設と実施主体が設置する処分サイトとを混同するような誤解が生じないよう特に留意すべきである。
- ・東海事業所の地層処分基盤研究施設（ENTRY）や地層処分放射化学研究施設（QUALITY）、幌延の深地層研究所(仮称)等と緊密に連携し、得られた結果から普

遍的な結果を導き出すよう努めることが重要である。

- ・組織・人材等の配置は幌延の深地層研究所(仮称)が動き出す段階で適切に両者に配置されることが重要である。
- ・地層処分を実現させるためには、一般の人々に理解してもらえるように、研究内容や文章表現、用語の使い方などを、正確に、分かりやすくすることが大切である。

評価結果

(1) 研究開発の目的・意義

1)高レベル放射性廃棄物の地層処分を安全に行うためには、実際の深地層を対象にして試験研究を行い、高レベル放射性廃棄物の地層処分に関わる種々の事象を明らかにすることが極めて有効である。地層処分における深地層の研究施設を利用した研究開発の重要性は明らかであり、原子力委員会が定めた現行の「原子力開発利用長期計画」にも沿うものである。その意味で、目的は明確であり、十分な意義がある。実施主体の設立を間近に控えて、遅滞無く計画が進められることを希望する。

サイクル機構はこれまで本分野において相当な研究実績を有しており、また、その設置法（核燃料サイクル開発機構法）にも本研究計画に係る業務が規定されている。従来の研究開発能力と経緯からいってサイクル機構が今後も実施すべき課題である。

2)高レベル放射性廃棄物の地層処分を実施するにあたって安全性を確保するだけではなく、この処分方法が安全であることを幅広い国民各層に理解してもらうための実証的なデータを得る研究として、本研究計画は意義があると考える。

また、地層処分のスケジュールが国の方針として定まっているのであるから、サイト選定のためにも、本研究計画の重要性と緊急性は極めて高いと考える。

3)本研究課題での「深地層の研究施設」と実施主体との関わり、棲み分けを明確にする必要があろう。瑞浪、幌延など「深地層の研究施設」立地（予定）地域の住民を中心に、本研究課題の「深地層の研究施設」と実施主体が設置する最終的な処分サイトとを混同する誤解が根強くあるようである。本研究課題を進めることによってその誤解を増大させことにならないよう特に留意していただきたい。

4)研究施設の役割は、課題説明資料に示されているように、「地下施設が建設できること及び第2次取りまとめによって示された地層処分に必要な技術や安全確保の仕組みの信頼性を実際の地質環境において確認し、実施主体が進める処分事業の推進や国が進める安全基準等の具体化に必要な技術や知見を整備すること」、「深地層を実際に体験できる場を整備し、(国民的理解に資すること)」である。研究施設自体も地元状況の影響を受けているが、早期に目的の達成へのステップの進展を望む。

- 5)これまでのサイクル機構の評価は、地層処分研究開発の第1次取りまとめ、第2次取りまとめとともに、「地域や地層を特定しない研究開発」に基づくものであった。これに対し、瑞浪での研究は結晶質岩に関して、わが国ではじめて欧米各国の評価手法と同様な「具体的な地質環境における研究開発」が行える段階が近づいたと言える。この点に関する基本認識を鮮明にすることが欠かせないと考える。そうしないと目的と意義がぼやけたものになる。また、この認識にたった目標設定が必要である。
- 6)社会的ニーズは高いといえる。民間ニーズに関しても、実施主体がその役割を果たしていく上で、瑞浪における第2段階の研究はきわめて参考になると考える。また、国の計画・方針との整合性についても、特に問題になるところはない。
- 7)研究目的の設定において何故その課題を設定するに至ったかについて、背景や処分事業全体の中での位置付けを具体的に明記したほうが良い。はじめに計画ありきのような印象を受ける。また、オールジャパンで見たときに超深地層研究所が果たす役割について明記したほうが良い。
- 8)わが国 地質の岩種や地域性に見られるバリエーション（多様性）の全てをカバーすることは難しいと思われる。できることとできないことを整理し、できないことはどのように対処するのか、例えば他機関との共同研究等、といったことも考えていただきたい。

（2）研究開発目標

- 1)第1段階及び第2段階に設定されている研究開発の目標は適切である。
- 2)3段階に分けて研究開発を進めることとしており、その進め方は妥当と考えるが、2010年頃の両施設の完成で、実際の処分地選定プロセスに間に合うかとの危惧がある。両施設の重要性は充分認識するが、両施設で得られるデータのみで充分ではなく、得られるデータからの知見に基づいて、更にどのような研究開発を進めていく必要があるのか、現時点からある程度の予測を基に、具体的な計画を準備しておく必要があるのではないか。

- 3)スウェーデン、スイス、カナダなど海外の地下研究施設での研究開発目標（内容も含めて）とほとんど同じような印象を持つが、わが国の地質特性を考慮した、わが国らしい目標の設定が必要ではないか。割れ目の評価や地圧の評価、地下水の地化學など、わが国の独自性も出せねばよいと思う。
- 4)「地質環境の調査技術の開発」については、特定のサイトのデータ取得、研究坑道建設時の地質環境変化の検証というよりも、より一般的な地質環境データの取得という立場で臨んでほしい。
- 5)第1段階での地表からの調査技術の検証も第2段階の研究の一つの目標と考える。地表から実施される調査技術（特にボーリング調査、物理探査）の実証を地下施設の掘削時に得られるデータにより行い、実施主体の「精密調査地区」の選定作業（2015年頃から開始）に反映する必要がある。（参考資料の図には示されているが、文章中にも明記した方がよい。）
- 6)瑞浪の地層を仮に日本の代表的な結晶質岩の地層の一つと見なすとき、核種移行の基本方程式の形をどのように考えるのかが重要になってくる。コアボーリングの結果、ある程度めぼしがついているのではと考えるが、その結果、マトリックス拡散や収着を期待するか否かによっては、透水係数の測定に関する深さ方向のピッチの幅が当然のことながら大きく異なる。この点を含めて目標設定は適切になされているか。
- 7)第1段階で実施しなかった（できなかった）「トモグラフィ調査」を第2段階でどのように扱うのか明確にするべきである。他の技術で十分な情報が得られる見通しがついたという判断で第2段階以降の計画から外すのであれば、代替技術の説明をお願いしたい。
- 8)地層処分の実施計画に合わせて研究のスケジュールが組まれていると思われるが、研究は必ずしも予定どおり行くとは限らない。また、他の要因から実施計画を早める必要が生じるかも知れない。このため、実施計画と研究開発目標の間には時間的な余裕を見ておくことが望ましい。

(3) 研究開発計画

- 1)研究スケジュールは全体的にタイトであるが、概ね妥当に計画されている。基本的な課題は整理されており、予算も適当と考えられる。
- 2)未知の巨大な試験体を相手に、限られたデータから、地質構造や地質環境をモデル化し、さらにはその妥当性を評価することから、結果の導出にあたっては細心の注意が必要である。また、将来、実際の処分場建設や安全基準等の具体化を行うためには、東海事業所の ENTRY や QUALITY、幌延の深地層研究所(仮称)等と緊密に連携し、得られた結果から普遍的な結果を導き出すよう努めることが重要である。
- 3)第2段階で室外での物質移行試験を実施する計画は無いか。多くのデータがモデルの構築と解析に向けられているが、モデルの妥当性の検証とデモンストレーション(国民の理解を得るために)の意味で実証的な試験研究も重要であると考える。ただし、地元の誤解を招かない注意が必要である。
- 4)第1段階の地質モデルの妥当性や地下水流动の変化の予測結果、モニタリングシステムなどを適切に評価することは、今後の事業化に当たって有効であると考えられる。また、安全規制を検討する際にも役立つことと思う。できうれば、特定サイトの問題としてよりも、一般的な立場で進められることを期待したい。
- 5)処分事業スケジュールの観点から考えると、「概要調査地区」選定で判断した特に地質環境の長期安定性に係わる結論を実証する作業も必要である。断層の活動性評価、隆起速度なども現地で実証することになると思われる。伏在断層の評価などに関する研究などは重要な検討課題と思われるので、検討に加えるべきである。
- 6)地下での研究の展開においては、どのような地質要因(地質構造要素、規模、連続性など)を評価すべきか(モデルに取り込むか?)を明確にする必要がある。その結果により、例えば断層破碎帯、割れ目などの調査技術の精度なども決まってくる。
- 7)超深地層研究所で出来る課題と、必要だが出来ない課題とがあると思われる。出来ない課題について、どこでどのように行うのかについても記述したほうがよい。ここで全てをカバーするという印象は与えないほうがよい。地域的な課題である割れ

目系岩盤における塩淡境界の問題などはどうするのか、と聞かれたときに答えられるようにしておくことが望ましい。

8)得られた成果の反映先として、実施主体がある。実施主体に対しては、ただ技術の提供だけではなく（技術だけなら実施主体も把握できると思われる）、どの段階では、どのような技術を、どのように組み合わせて、どのような順番で適用し、その結果をどのように評価すればよいか、といった情報の提供も必要であると考えられる。各技術の可能性や限界、技術の体系化などは、深地層の研究施設のような場所でないと実証は難しいと思われる。具体的に、成果の反映の中身と方策について記述したほうがよい。

9)坑道を 500m レベルと 1000m レベルに展開する計画となっているが、その理由を明確にしておく必要がある。特に、得られた結果を一般化するためのロジックにつなげる理由があることが望ましい。また、1000m レベルの坑道をスパイラルとする理由を示す必要がある。

10)水理地質構造モデルに基づいた計測機器配置を行い、空洞掘削、及びライニングに対する地下水の応答を見逃さない研究とすることが必要である。

計画にも記述されているが、地下水の空洞掘削影響を調べること、及び地化学環境の評価のために、空洞掘削時の湧水及びその処理について適切な方策を立てて掘削に臨むことが必要である。

11)地下水の調査は水理、水質とも深層を対象にして大きな括りで見ているが、建設工事に伴う影響を見るためには、近隣での利水に影響を及ぼす 100m 程度までの地下水に着目した、より詳細な研究が必要ではないか。掘削による酸化還元状態の変化による地質から地下水への有害物質の溶出可能性の変化、地下水位の変動など、帶水層ごとに細かく見る必要があるのではないか。既存の知見があれば、それを利用すればよいが、とくに有害物質について十分な検討が行われていないと思われる。モニタリングシステムについても表層近くと深層ではやり方が異なると考えられ、この点に配慮した研究計画が求められる。

深層地下水についても地質に含まれる有害物質の溶出が問題となる可能性がある。掘削によって地質からの有害無機成分の溶出がどのように変化するかを調べる必要がある。

(4) 研究実施体制

- 1)研究実施体制については評価する。
- 2)組織・人材等の配置は幌延の深地層研究所(仮称)が動き出す段階で適切に両者に配置されることが重要である。幌延の研究計画の進捗に伴い体制を見直す可能性が述べられているが、具体的にはどの程度の人員増や予算増を予定しているのかを明らかにすべきである。

実施主体設立後は実施主体との極めて緊密な連携の下に研究開発を進めることができ、言うまでも無く、必須である。
- 3)予算については、平成13年度は18億円、平成14年度以降は30億円から45億円程度と計画されている。要員については、現在と同じ55人程度としている。現段階では見通しのつかないこともあろうが、予算と要員・体制については、必要な額と人を確保していただきたい。

本研究はタイトな研究工程のもとに実施されるものであり、また、地下の状態を乱していない状態から乱した状態へと変えながら推定と確認を繰り返すものである。研究実施後には地下の環境は既に乱れてしまったものとなる。これらの意味で、この研究は、後戻りできない研究である。そのため、予算的な措置などが遅れたために必要な研究が取り残される、などの遺漏のない体制が是非とも必要である。

必要な研究開発が研究資源の不足のために実施できない場合には、増員や予算の拡充を検討するべきである。
- 4)他機関との共同研究も考えているようであるが、具体的にどのようにするのか。研究の公募などを行ってはどうか。これまでどうもクローズしたところ（仲間グループ）で研究が進められているような印象がある。

(5) 研究成果

5-1) 得られた成果の内容

- 1)計画は着実に進められている。新しい知見も多く含まれており、概ね妥当な研究成果が得られている。第1段階での成果としては、十分に評価できる。

- 2)大変貴重なデータが得られつつあると考えるが、得られたデータが、処分の実施に向けてどの様に使われようとしているのか、必ずしも明らかでない。サイト特有のものか、普遍的なものか、予測されたものか、初めて分かったものか、処分に向けてどのような所に生かされるのかなど、地下施設で得られるデータが貴重であることを、分かり易く示すことが必要である。更に、その解析と整理に基づいて、次の（第3段階以降）具体的研究計画が準備出来る用意をしておく必要がある。
- 3)昨年の事前評価に際しては、当研究計画の最終目標の1つとして「処分予定地選定のための予備的調査及び処分予定地でのサイト特性調査に必要な地表からの調査技術・手法の確立」が示されている。これは、調査手法の信頼性が処分予定地選定（あるいは除外）の根拠を国民あるいは地元に対して説明する際に非常に重要なことを想定している。それ故に、地表からの調査結果に基づく地下構造の推定が十分確実なものであり、処分予定地選定（あるいは除外）の根拠としての必要十分条件が満たされていることを示せねばならないことを意味している。この最終目標から考えると、処分予定地選定のための「必要条件」と「十分条件」を明らかにし、当期の成果によってそれらのどの部分がどれだけの信頼性で得られるようになったのかを示す必要があると考える。
- 4)調査の対象とすべき地質要因の絞込みが不明である。例えば、どのような規模の割れ目帯、破碎帯まで評価すべきかについての評価がなされていないため、どこまでをモデルに取り込めばよいかが良くわからない。
- 5)調査試験の手順を論理的に示すべきである。例えば、水理特性調査において水みちの抽出、透水試験計画の立案、長区間の試験、短区間の試験、クロスホール、揚水、トレーサー試験といったような調査技術の体系化を成果に入れたらどうか。体系化された技術が実施主体に求められていると思う。
- 6)時間が無かったから、ボーリングの配置が悪かったから、といった理由で必要と判断された技術の適用と実証ができなかったという説明を受けたが、必要と判断したのであれば、別の場所でどのように検証をするのかについて示していただきたい。このような姿勢は、研究計画全体に不信感を持たれる。

7)地下の状態を推定するために必要な調査システムを整理し、それを合理的な方法で適用したかどうかについて、懸念が残る。例えば、地下の状態を推定するのに有効と考えられているトモグラフィが工程的制約のために実施されていない。

トモグラフィ調査は、予期しなかった地下水の乱れのために、第2段階にまわした、との説明であった。しかしながら、従来、断層が地下水の透水ゾーンであるとともに遮水ゾーンでもあることは良く知られた事実であり、ボーリング孔を既知の月吉断層を貫くように設定したのであるから、それを考慮した調査計画にすべきであったと思う。本研究の成果は、実際の処分場の調査、評価、設計、建設に必要な技術開発に適切に反映されるべきものであり、一連の地質環境の体系的調査技術を適用することを考えるべきであると思う。上述のような問題が調査実施途中でおこるということ自体、調査法が体系化されていないことを示している。また、ボーリング孔が月吉断層を貫いた時の周辺地下水の応答に関するデータは重要であるが、これが観測できたのか不明確である。

8)調査－解析－評価－調査という段階を踏んで研究を進めていくのは、そのとおりであるが、地質構造モデルの改良過程を例にとり、MIU-1とMIU-2で得られた結果を基に予測したものがMIU-3とどの程度合っていたのか、この結果からどのような問題点が見つけだされ、モデルの改良にどのように生かされたかなど、具体的な説明が欲しい。

5-2) 実用化との関係

9)個別の技術により得られた成果はよく分かるが、それぞれが実際の処分事業においてどの段階で使えばよいのか、また、どのようにそれぞれの技術を組み合わせればよいのか、といったことが良く分からない。

5-3) 得られた成果の普及、公開

10)学会発表など高く評価できる。今後は是非、データも載せて、学会に論文投稿してほしい。様々な機関の査読者との内容に関する真摯なやり取りは、今後の研究の進め方に参考になるものと思われる。

(6) 今後の展開

- 1)既に貴重なデータが得られ始め、順調に進展していると判断する。今後の計画についても概ね妥当と考えるが、時間の余裕が極めて乏しい状況にあり、得られた成果の活用を明確に提示しながら、システムチックに遅滞無く、計画を進めるとともに、更にその先を見越した準備をしておくことが重要である。
- 2)幅広い国民各層の理解を得るために研究成果は、単に多くの国民の目に触れるようにすることだけでは不十分である。国民の目に触れるデータがあらゆる専門家の批判に耐えうるものでなければ、広報は逆効果を生じてしまうことさえ考えられる。その意味では、安全性を確認する「地道な」研究に多くの人員・予算・努力を注いでいただきたい。

多くの一般の国民にとって、高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全性に関してもっとも疑念をいだくのは、「高レベル放射性廃棄物に汚染された深地層の地下水が長い年月のうちに生活圏に入ってくるのではないか。」ということであろう。このような疑念を払拭する実証的なデータを確保することは重要であると考える。
- 3)ここでのデータが普遍・万能ではなく、また実際の処分地での実証も限界があるので、技術的根拠を持った推定・評価が必要である。したがって、地下施設の建設用に明らかに結果ができる（一層の技術改良等の課題は残るが）ものは別として、個々の取り組みでのその時点での評価が大切と考える。

その意味で地質環境データの取得・整理の段階でも、もう一步踏み込んだ評価をお願いしたい。また、地質環境のモデル化、地質環境の変化の予測についても、どの程度までの亀裂まで見込むべきか等の技術判断がなければ進まない。

一般的の理解のためにも、全体を踏まえた評価が必要である。
- 4)今後研究を進めるに当たり、研究の動機付けを明確にされることを望む。また、わが国独自の特色が出せれば是非出していただきたい。さらに、実施主体への技術の提供に関し、何が求められているかについて分析を行った後に、具体的に示していただきたい。
- 5)海外の同種の研究結果との比較検討などが成されると、より客観性が高まると考える。

(7) その他 (上記項目に当てはめ難い評価意見)

- 1) 深地層の研究では過去からの時間変化を追った観測を行うことが可能と考えられる。地球環境問題など、他の学問分野でも地球の過去の状況を把握することが重要なテーマとなっている。本来の研究目的の邪魔にならない範囲で、他の科学技術研究との連携を考えることも、研究施設への理解を深める助けとなるのではないか。
- 2) 2040 年を目安に始まる深地層処分を計画どおりに推進するための研究であること 研究者自身が自覚し、その目標を達成するための効率的な研究をしていただきたい。また、地層処分が安全であることを国民に担保するための研究であることを研究目的のなかに分かりやすい言葉で記して欲しい。
- 3) 全体として全ての文章が難解である。評価委員会の報告書も難解である。原子力の知識のある人でもこの委員会で使われている資料の日本語は何のことと言っているのか分かりにくいのではないかと思われる。正確に記そうとしてまどろっこくなっているところもある。できるだけ表現を短く易しくして欲しい。
非常にカタカナ語が多く、略字の専門用語も多い。バーチャルリアリティー、ソフトウェア、マイルストーン、トモグラフィなど、個人によりさまざまな受け止め方をされるカタカナ用語は、できれば初出のときに英語を（ ）で記して欲しい。TRU は原子力委員会バックエンド対策専門部会の答申の用語と統一したほうがよい。
- 4) 深地層の研究施設の広さの目安を示すとイメージがつかみやすくなる。
「地層処分研究開発第 2 次取りまとめ」のどの部分を受けての研究なのかを研究テーマごとに示していくといいのではないか。また、現在行われている研究が、国民の安心感を担保するどの部分の研究なのかというまとめ方をすると一般の人にも身近に感じられると思われる。
一般の人々に分かるように研究の発表の方法や用語の使い方もかみくだくことが必要である。原子力にたずさわる人々（研究者）は、一般の市民の前で自分の研究を具体的に分かりやすく正確に説明することができるようになって欲しい。そのためには、研究論文もそのような視点からまとめていただきたい。
研究者同士で分かりあえばよい時代では今はない。

(8) 総合評価

本研究計画の目的は明確であり、その意義も大きい。また、計画は着実に進められ、成果は上がっている。総合的に見て、本研究計画は概ね妥当であると評価できる。また適切・妥当とするだけの予算、人員、研究内容、結果が確保されるべきである。

参 考 资 料

核燃料サイクル開発機構

参考資料目次

参考資料 1 研究開発課題の中間評価について（諮問）	(1)
参考資料 2 評価結果に対する措置	(3)
参考資料 3 課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解 及び質問に対する回答	(8)
参考資料 4 深地層の研究施設における研究計画（課題説明資料）	(45)
－主に超深地層研究所計画第2段階の計画案について－	
[研究開発課題説明資料(本文)]	(46)
[用語集]	(85)
参考資料 5 深地層の研究施設における研究計画（OHP資料）	(101)
－主に超深地層研究所計画第2段階の計画案について－	

参考資料 1

研究開発課題の中間評価について（諮問）

12 サイクル機構(企) 0 0 5
平成 12 年 4 月 24 日

研究開発課題評価委員会
(廃棄物処理処分課題評価委員会)
委員長 石榑 顯吉 殿

核燃料サイクル開発機構
理事長 都甲 泰正

研究開発課題の中間評価について（諮問）

研究開発外部評価規程第 7 条第 1 項に基づき、次の事項について諮問致します。

・ 諒問事項

「深地層の研究施設における研究計画－主に超深地層研究所研究計画第 2 段階の計画について－」に関する中間評価

以上

参考資料2

評価結果に対する措置

研究開発課題評価委員会
「深地層の研究施設における研究計画」－主に超深地層研究所研究計画
第2段階の計画案について－の評価結果に対する措置

平成12年10月27日
核燃料サイクル開発機構

「深地層の研究施設における研究計画」のうち、今回評価の対象とした瑞浪の超深地層研究所第2段階前半の研究計画案を中心として、その前提となる第2段階の基本計画及び第1段階の平成11年度までの研究成果について、

- ・高レベル放射性廃棄物の地層処分を安全に行うためには、実際の深地層を対象にして試験研究を行い、地層処分に関わる種々の事象を明らかにすることが極めて有効である。地層処分における深地層の研究施設を利用した研究開発の重要性は明らかであり、その意味で、目的・意義は明確である。
 - ・安全性を確保するためだけではなく、この処分方法が安全であることを幅広い国民各層に理解してもらうための実証的なデータを得る研究としても、本研究計画は意義がある。
 - ・実施主体の設立を間近に控えて、遅滞無く計画が進められることを希望する。
 - ・既に貴重なデータが得られ始め、計画は順調に進展していると判断される。
- 総合的に見て、本研究計画は概ね妥当であると評価できる。

との評価結果を平成12年9月14日の答申によって頂いたので、本計画案を基に国や実施主体などの関係機関と調整を図りながら研究開発を進めていきたいと考えております。なお、主要なご指摘については以下の措置を講ずるとともに、その他のご指摘についても計画書に反映し研究開発を進めていきたいと考えております。

1. 実施主体との役割分担

「深地層の研究施設」と実施主体との関わり、棲み分けを明確にすること、わが国の地質の岩種や地域性に見られるバリエーション（多様性）の全てをカバーすることは難しいと思われるため、できることとできないことを整理し、できることはどのように対処するのか、例えば他機関との共同研究等も考慮することというご指摘に対し、

- ・今後行われる国や関係機関との調整により、役割分担を明らかにしたうえで、実施主体との関わり、棲み分けを明確にしていきたいと考えております。
- ・深地層の研究施設で行う研究開発で得られる成果は、極力一般化して知識情報の形で整備していきます。また、深地層の研究施設でできないことに関する点では、海外との共同研究や国内の研究機関や大学との共同研究などにより行うことを考えていきたいと考えております。

2. 我が国に特有の目標設定

わが国の地質特性を考慮した、わが国らしい目標の設定が必要ではないか、研究は必ずしも予定どおり行くとは限らないことから、実施計画と研究開発目標の間には時間的な余裕を見ておくことが望ましいというご指摘に対して、

- ・変動帯に位置する日本列島を考えれば、断層やそれに付随する割れ目帯の分布頻度や連続性などの特性や分布などの構造が地下水流動や物質移行の観点で果たす役割、また、地下水が豊富で我が国に広く見られる表層部の未固結層などが果たす役割の評価、伏在断層の調査手法などが我が国に特徴的な課題として考慮していきたいと考えております。
- ・超深地層研究所計画のスケジュールは現時点で考えられている処分の事業の進捗や、研究領域の地質環境の特徴などを考慮し、2008年を目処に研究坑道を公開することを目指して、この工程で必要な研究開発を行うように工夫した計画を策定しています。今後、国や関係機関と調整を図りながら研究開発課題の優先度を明確にしておくとともに、計画に柔軟性を持たせることで対応していきたいと考えております。

3. 研究成果の一般化と技術移転

「地質環境の調査技術の開発」については、特定のサイトのデータ取得・研究坑道建設時の地質環境変化の検証というよりも、より一般的な地質環境データの取得という立場で臨んでほしい。実施主体に対しては、ただ技術の提供だけではなく、どの段階ではどのような技術を、どのように組み合わせて、どのような順番で適用し、その結果をどのように評価すればよいか、といった情報の提供も必要であると考えられるというご指摘に対し、

- ・対象とする花崗岩は、地質学的、物性的に日本の花崗岩の平均的な性質を有しており、ここで開発・確認されていく調査・評価手法は、他の地域の花崗岩における調査・評価手法の基盤的な情報となると考えております。今後、成果のより一般化にむけた取りまとめを進めていきたいと考えております。
- ・実施主体へ反映される本計画の成果としては、花崗岩におけるデータ取得からモデル化、その妥当性の確認に至る一連の調査・評価フローを確立し、体系化していきたいと考えております。
- ・本計画で取得された知見は、ENTRY（地層処分基盤研究施設）やQUALITY(地層処分放射化学研究施設)等で行う研究と有機的に結び付けて、より普遍性のある知見としてとりまとめていくよう努めていきたいと考えております。

4. 研究実施体制

予算と要員・体制については、現段階では見通しのつかないこともあろうが、必要な額と人を確保していただきたい、本研究はタイトな研究工程のもとに実施されるものであり、予算的な措置などが遅れたために必要な研究が取り残されるなどの遺漏のない体制が是非とも必要であるというご指摘に対し、

- ・2つの深地層の研究施設計画を並行して進める体制については、地層科学研究を行っている東濃地科学センター、地層処分研究開発を進めている東海事業所処分研究部を含めて、役割/実施内容の分担を明確にし、研究者、予算を効率的に活用していく体制とし、必要な人員や予算の確保に努めてまいりたいと考えております。
- ・研究を進めるに当たっては、外部の専門家の評価を仰ぐとともに、国や関係機関と調整を図りながら行うこととしており、必要な研究項目の抜けがないようにしていきたいと考えております。
- ・本調査研究では、試錐あるいは坑道掘削により地下の状態を乱すことになるため、調査手順が前後してしまうと、データとして取り返しがつかなくなる場合も想定されます。従って、研究工程管理を十分に行うとともに、研究計画を柔軟に見直すことにより齟齬が生じないように進めていきたいと考えております。

5. 研究成果の公表

学会に論文投稿し、様々な機関の査読者との内容に関する真摯なやり取りは、今後の研究の進め方に参考になるものと思われるというご指摘に対し、

- ・研究成果の公表は重要な責務と認識しており、これまでにも学会発表などを積極的に行ってきました。ご指摘のとおり、学会発表や論文投稿を今後さらに一層進めていきたいと考えております。

6. 海外の同種研究との比較検討

海外の同種の研究結果との比較検討などが成されると、より客観性が高まるというご指摘に対し、

- ・海外の同種の研究との比較検討は、国際共同研究や各国との情報交換などを通して今後も引き続き実施し、成果の取りまとめを行っていきたいと考えております。

7. 他の科学技術研究との連携

地球環境問題など、他の学問分野でも地球の過去の状況を把握することが重要なテーマとなっている。（本来の研究目的の邪魔にならない範囲で、）他の科学技術研究との連携を考えることも、研究施設への理解を深める助けとなるのではないかというご指摘に対し、

- ・関係機関や大学との協力を含め、深地層の研究施設を広く国内外の研究者に研究の場として提供することとしたいと考えております。
- ・深地層の研究施設は、地震研究や地下利用研究等にも活用できる国際的に中核となりうる総合的な研究センターとして整備していきたいと考えております。

以上

参考資料3

課題評価委員会委員の意見に対する

サイクル機構の見解及び質問に対する回答

(補足説明資料)

課題評価委員会委員の評価意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(1/36)

(1) 研究開発の目的・意義

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> 地層処分における深地層施設を利用した研究開発の重要性は明らかであり、その意味で、目的・意義は明確である。実施主体の設立をまじかに控えて、遅滞無く計画が進められることを希望する。従来の研究開発能力と経緯からいってサイクル機構が今後も実施すべき課題である。 	拝承	
<ul style="list-style-type: none"> 研究施設の役割は、「地下施設が建設できること及び第2次取りまとめによって示された地層処分に必要な技術や安全確保の仕組みの信頼性を実際の地質環境において確認し、実施主体が進める処分事業の推進や国が進める安全基準等の具体化に必要な技術や知見を整備すること」、「深地層を実際に体験できる場を整備し、（国民的理解に資すること）」であり、研究施設自体も地元状況の影響を受けているが、早期に目的の達成へのステップの進展を望む。 	拝承	
<p>目的と意義</p> <p>第2段階である研究坑道建設時の調査研究の達成目標と意義についておおむね理解できますが、その一方で、これまでのサイクル機構の評価はH3リポートそして2000年リポートとともに、「地域や地層を特定しない研究開発」に基づくものでした。これに対し、瑞浪での研究は結晶質岩に関して、わが国ではじめて欧米各国の評価手法と同様な、「具体的な地質環境における研究開発」が行える段階が近づいていると言えます。この点に関する基本認識を鮮明にすることが欠かせないと考えます。そうしないと目的と意義がぼやけたものになるとを考えますが如何でしょうか。</p>	<p>超深地層研究所計画の役割は、具体的な地質環境条件下において未擾乱な地質環境の特性を明らかにするための調査研究を通して、地層処分に関する安全指針の策定や処分事業における調査計画の立案における科学的根拠となる技術や知見を蓄積することにあります。具体的には、「精密調査地区の選定」「最終処分施設建設地の選定」の時期に合わせ、研究成果を反映させていく計画です。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(2/36)

(1) 研究開発の目的・意義

コメント内容	対 応	備 考
<ul style="list-style-type: none"> ・重要性、緊急性 長期的に見て重要性が高く、将来に備えていまから早めに対応しなければならない課題と考えます。 	拝承	
<ul style="list-style-type: none"> ・社会的経済的ニーズ、民間ニーズ 社会的ニーズは高いといえる。民間ニーズに関しても、実施主体がその役割を果たしていく上で、瑞浪における第2段階の研究はきわめて参考になると考える。 	拝承	
<ul style="list-style-type: none"> ・国の計画・方針との整合性 特に問題になるところはない。 	拝承	
<ul style="list-style-type: none"> ・サイクル機構が実施すべき課題か サイクル機構が実施すべき課題である。 	拝承	
<ul style="list-style-type: none"> ・原子力委員会が定めた現行の「原子力開発利用長期計画」にも沿うものであり、十分な意義があると考える。 	拝承	計画書に追記
<ul style="list-style-type: none"> ・研究開発の目的・意義は適切と評価します。 	拝承	
<ul style="list-style-type: none"> ・研究目的の設定において何故その課題をするに至ったかについて背景や処分事業全体の中での位置付けを具体的に明記されたらどうでしょうか?はじめに計画ありきのような印象を感じます。 	「2.はじめに」に示した地層処分の状況や深地層の研究施設の位置付けに説明を追加します。	
<ul style="list-style-type: none"> ・オールジャパンで見たときに超深地層研究所が果たす役割について明記されたらどうでしょうか? 	昨年度評価していただいた計画書に深地層の研究施設の目的や位置付け、他の研究施設との関係を示しています。 超深地層研究所では、淡水系の地下水および結晶質岩を対象としていますが、この点を今回の計画書に追記します。	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(3/36)

(1) 研究開発の目的・意義

コメント内容	対 応	備 考
<ul style="list-style-type: none"> ・ わが国の地質の岩種や地域性に見られるバリエーション（多様性）の全てをカバーすることは難しいと思われます。できることと、できないことを整理し、できないことはどのように対処するのか？例えば他機関との共同研究等、といったことも考えていただきたい。 ・ 高レベル廃棄物の地層処分を安全に行うためには、実際の深地層を対象にして試験研究を行い、高レベル廃棄物の地層処分に関わる種々の事象を明らかにすることが極めて有効である。本研究計画の目的は明確であり、その意義も大きい。 ・ サイクル機構はこれまで本分野において相当な研究実績を有しております、また、その設置法（核燃料サイクル開発機構法）にも本研究計画に係る業務が規定されている。従って、本課題をサイクル機構が実施することは適当である。 	<p>ご指摘のとおり、超深地層研究所計画においてできることできないことを整理して進めなければならないと認識しています。できないことについては大きく地域性（用地）に起因するものと専門性に起因するものが考えられます。例えば、前者に関しては堆積岩や沿岸部といった環境を考慮した研究には限界がありますので、今後は幌延町で計画している深地層研究所において堆積岩に関する調査研究や沿岸部で想定される環境を想定した研究を進める計画です。また、後者の専門性に関しては、他の研究機関や大学と共に研究を進めるなどの処置が既にとられていますし、今後より一層、他の研究機関との共同研究を推進していく考えです。</p> <p>拝承</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(4/36)

(1) 研究開発の目的・意義

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> ・これについては、事前評価の通りである。 	拝承	
<ul style="list-style-type: none"> ・高レベル核廃棄物の深地層処分を実施するにあたって、安全性を確保するためだけではなく、この処分方法が安全であることを幅広い国民各層に理解してもらうための実証データを得る研究として、本研究計画は意義があると考える。 <p>また、深地層処分のスケジュールが国の方針として定まっているのであるから、サイト選定のためにも、本研究計画の重要性と緊急性は極めて高いと考える。</p>	拝承	
<ul style="list-style-type: none"> ・「高レベル放射性廃棄物地層処分研究の全体計画」の中に含まれる研究と考えられるが、全体計画に比べると、研究開発の目的が適切に記述されており、その意義は大きいと考えられる。 	拝承	
<ul style="list-style-type: none"> ・2040年を目安に始まる深地層処分を計画どおりに推進するための研究であることを研究者自身が自覚し、その目標を達成するための効率的な研究をして下さい。 	ご指摘の趣旨に従い、研究者一同目標を達成すべく努力していく考えです。	
<ul style="list-style-type: none"> ・地層処分が安全であることを国民に担保するための研究であることを、研究目的の中に分かりやすい言葉で記して下さい。 	超深地層研究所計画の役割は、地層処分に関する安全指針の策定や処分事業における調査計画の立案において、科学的根拠となる技術や知見を蓄積することにあります。これにより、地層処分の安全性を高めることができ、実際に深地層が体験できるようになることなども合わせ、地層処分の安全性に対する国民の理解が深まるものと考えています。	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(5/36)

(2) 研究開発目標

コメント内容	対 応	備 考
<ul style="list-style-type: none"> ・ 3段階に分けて研究開発を進める事としており、その進め方は妥当と考えるが、2010年頃の両施設の完成で、実際の処分地選定プロセスに間に合うのかとの危惧がある。両施設の重要性は充分認識するが、両施設で得られるデータのみで充分ではなく、得られるデータからの知見に基づいて、更にどのような研究開発を進めていく必要があるのか、現時点からある程度の予測を基に、具体的な計画を準備しておく必要があるのではないか。 	<p>深地層の研究施設計画の第1段階の調査により得られるデータに基づき、地質環境モデルの作成/地下施設建設影響解析を行います。そして、その妥当性を第2段階の施設建設時の調査で得られるデータにより確認します。それにより、地表からの調査について、現有技術により地表から地下深部までの地質環境がどこまで把握できるかが明らかにされます。この過程で用いられた調査手法、モデル化/解析手法は具体的な地質環境への適用により確認された体系的技術の例として提示されます。また、この過程で得られたデータの代表性や地質環境の空間的不均質性、経時変化などについての知見は、実施主体が、概要調査地区や精密調査地区において地表から行う調査計画の策定や結果の評価に際して必要な、データの取得間隔や真の地下水の考え方などのデータの品質保証の考え方等の貴重な情報となります。したがって、上記の調査を進める上で必要な基本的な手法に関する情報は両施設計画で得られるものと考えております。両施設からの成果だけでは不十分な個別の研究項目につきましては、別途行っている広域地下水流动研究や東海事業所、また、海外での施設や知見を活用していく考えです。</p> <p>これらの状況を踏まえた今後の研究開発、技術開発については、秋頃設立される予定の実施主体を含めて関係箇所と協議していきます。</p> <p>拝承</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 目的の設定・水準 適切である。 		

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(6/36)

(2) 研究開発目標

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> ・目的・意義達成のために十分な目標設定か これまでのサイクル機構の評価は、「地域や地層を特定しない研究開発」であった。これに対し、瑞浪での研究は結晶質岩に関してはじめて「具体的な地質環境における研究開発」が行える。この点に関する基本認識にたって目標設定がなされているのでしょうか。 ・瑞浪の地層を仮に日本の代表的な結晶質岩の地層の一つと見なすとき、核種移行の基本方程式の形をどのように考えるのかが重要になってくる。コアボーリングの結果、ある程度めぼしがついているのではと考えるが、その結果、もしマトリックス拡散・収着を期待するか否かによっては、透水係数の測定に関する深さ方向のピッチの幅が当然のことながら大きく異なる。この点を含めて目標設定は適切になされていると考えて良いか。 	<p>超深地層研究所計画の役割は、具体的な地質環境条件下において未擾乱な地質環境の特性を明らかにするための調査研究を通して、地層処分に関する安全指針の策定や処分事業における調査計画の立案における科学的根拠となる技術や知見を蓄積することにあります。この基本的な認識にたって、計画書に示した目標を設定しています。</p> <p>物質移行については、マトリックス拡散・収着を考慮に入れており、透水係数の測定にあたっても、地下水の流動経路となる割れ目を同定し、その割れ目を対象とした水理試験を実施することによって、マトリックス拡散・収着の現象を理解する上で必要なパラメータを取得しています。また、物質移行の研究は、本研究所計画の第3段階に行うこととなっており、坑道から単一割れ目を対象とした試験研究などを予定しています。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(7/36)

(2) 研究開発目標

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> 第1段階で実施しなかった（できなかった）「トモグラフィ調査」を第2段階でどのように扱うのか明確にするべきである。他の技術で十分な情報が得られる見通しがついたという判断で第2段階以降の計画から外すのであれば、代替技術の説明をお願いしたい。 	<p>当初の計画では、本地域の花崗岩中での透水性割れ目帯や変質帯、月吉断層など水みちとなる大きな構造を把握し、その透水性を評価するために、試錐掘削、水理試験、試錐孔間トモグラフィ、MP システムによるモニタリングと一連の調査を予定していました。しかしながら、2本の試錐孔掘削が終了した時点で、この地域では月吉断層などの大きな地質構造により水理場が規制されており、それらを貫いた試錐孔をトモグラフィ調査等のために長期間開放状態にしておくと水理場が大きく乱れ、本来の地下水状態をモデル化する上で大きな困難をきたすことが明かとなりました。また同時に、MP システムを設置した試錐孔と他の試錐孔間での圧力応答観測や干渉試験により水みちの連続性を直接把握することが可能であることがわかりました。その結果、水理地質構造をモデル化する上で、現在の水理場を大きく乱すのは望ましくないこと、圧力応答観測や干渉試験によってもモデル化のために必要なデータが取得できると考えられたこと、さらにトモグラフィ調査によって得られる情報が水みちに関する間接的な情報であることの理由により、本計画では、トモグラフィ調査にかかる手法として MP システムを用いた圧力応答観測や干渉試験を実施することにしました。</p> <p>一方、間接的な情報をどこまで直接的な情報と結び付けられるかを明らかにすること、その手法を開発することが重要な研究テーマであり、トモグラフィー技術の開発は上記の一連の調査と切り離して実施することとしました。施設領域程度のスケールでの調査に試錐孔間トモグラフィー手法を用いる場合、孔間距離が大きくならざるを得ないことから、地質環境を擾乱せず、長い試錐孔間隔まで伝達しうる信号源の開発が不可欠であり、この観点から、弾性波の振源や到達距離の大きな電磁波の連続波振源の開発を行っています。この一環として、領域南部の既存試錐孔や領域中央部の試錐孔間(MIU-1 および 2)において、</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(8/36)

(2) 研究開発目標

コメント内容	対応	備考
<p>・ 第2段階である「地下施設建設時の調査研究」は研究坑道建設時の調査研究であり、当面は瑞浪だと思われる。「地質環境の調査技術の開発」については、特定のサイトのデータ取得・研究坑道建設時の地質環境変化の検証というよりも、より一般的な地質環境データの取得という立場で臨んでほしい。</p> <p>「地質環境のモニタリング技術」は一般的なものだとは思う。</p>	<p>開発してきた振源を用いた、弾性波トモグラフィ手法の適用試験を短期間で行い、振源の基本的な性能を確認しています。今後、第2段階以降に水理場の状況を考慮しつつ、地表からの試錐孔や中間ステージおよび最深ステージから下方に掘削する試錐孔を用いて、その手法の有効性を確認する計画としています。</p> <p>なお、地上物理探査としては、基盤花崗岩と堆積岩との不整合面や花崗岩上部の風化帯を把握すること目的とした反射法弾性波探査を実施しています。</p> <p>実施主体へ反映される本計画の成果は、花崗岩におけるデータ取得からモデル化、その妥当性の確認に至る一連の調査・評価フローを確立することだと考えています。そのためにも、花崗岩における個々の技術の有効性の確認、それらを組み合わせて一連の調査・評価フローを構築する体系化の作業が重要と認識しており、これら反映される研究の成果について、今回の計画書に追記します。本計画が対象とする花崗岩は、地質学的、物性的に日本の花崗岩の平均的な性質を有しており、このような場所で開発・確認していく調査・評価手法は、他の地域の花崗岩における調査・評価手法の基盤的な情報となると考えられます。</p>	計画書に追記

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(9/36)

(2) 研究開発目標

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> 「深地層の工学的技術の基礎の開発」は、やや表現が遠慮に過ぎる。今さら「基礎」でもあるまい。 地表から実施される調査技術（特にボーリング調査、物理探査）の実証を地下施設の掘削時に得られるデータによりおこない、実施主体の「精密調査地区」の選定作業（平成5年ごろから開始）に反映する必要があると思います。参考資料の図には示されていますが、文章中にも明記されたらどうでしょうか？ 	<p>超深地層研究所計画では、地層処分研究開発の基盤研究である地層科学研究を行います。地層科学研究では、岩盤や地下水などの地質環境を主な対象としており、工学的技術に関しては、技術そのものではなく、技術を適用した地質環境あるいは人工物を含む地質環境の特性や変化を主に研究します。その結果として、工学的技術に関しても様々な知見が得られるため、「深地層における工学的技術の基礎の開発」としています。</p> <p>御指摘の通り、本研究の成果は、実施主体が行う処分事業と国が行う安全規制の策定に反映されるほか、国民に対する地層処分事業の理解促進も重要な反映先の一つになると考えられます。研究開発課題毎に反映される時期と内容について以下に示します。その概要を図 3に示します。</p> <p>1) 地質環境の調査技術開発 この研究開発課題の成果として、花崗岩におけるデータ取得からモデル化、その妥当性確認に至る一連の調査・評価フローの確立が挙げられます。また、この研究開発課題の成果は、安全審査基本指針、安全審査指針の策定において、基準等（設計要件、安全評価シナリオ、安全指標・基準値）を設ける際の科学的根拠の整備に反映できます。</p> <p>第1段階に開発し第2段階前半の調査研究によって確認した地表からの調査技術は、「精密調査地区の選定」で実施される地表からの概要調査の計画策定に反映され、第2段階後半の調査研究によって最終的に確認された地表からの調査技術は、「最終処分建設地の選定」における地表からの精密調査における計画策定、および精密調査地</p>	<p>計画書に追記</p> <p>図 3</p>

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(10/36)

(2) 研究開発目標

コメント内容	対応	備考
	<p>区を選定するための基準となる「安全審査基本指針」の策定に反映されます。具体的には、地表からの調査によるデータ取得の考え方・方法、施設スケールの地質環境モデルの考え方・方法および地下施設建設に伴う影響範囲の考え方・評価手法の提供が挙げられます。</p> <p>また第3段階に確認される坑道を利用する調査技術は、「最終処分施設建設地の選定」における精密調査で行われる地下特性調査施設での調査計画の策定、および最終処分施設建設地を選定し、処分場の設計・事業申請を行うための基準となる「安全審査指針」や「処分場の技術指針」の策定に反映されます。具体的には、地下特性調査施設建設に伴うデータ取得の考え方・方法、坑道スケールの地質環境モデルの考え方・方法の提供が挙げられます。</p> <p>超深地層研究所計画で技術の確認を行う調査技術を表 5 に示します。</p> <p>2) 地質環境モニタリング技術の開発</p> <p>この研究開発課題の成果は、処分場の岩盤や地下水などに関する状況の把握、および管理としてのモニタリングシステムの構築などに反映できます。また、この研究開発課題の成果は、モニタリングシステムの対象とする項目、有すべき機能ならびに耐久性に関する知見や、モニタリングの方法や設置地点とその数量、間隔、期間、対象項目などの考え方の提供が挙げられます。</p> <p>超深地層研究所計画においては、地表からのモニタリングとしてMP システムによる地下水の間隙水圧、およびその採水機能を用いた水質のモニタリングを行っています。研究坑道の掘削以降は、坑壁での岩盤の変位、坑内の湧水を対象とする坑道内でのモニタリングの方法や考え方を開発する計画です。また、地下施設近傍において地下水の流出による間隙水圧の極端な減少を観測することが可能な、高差圧環境に対応した地下水モニタリング装置を開発し、適用試験により有効性を確認しています。</p>	表 5

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(11/36)

(2) 研究開発目標

コメント内容	対 応	備 考
	<p>第1段階に確認される研究坑道建設前の地下水モニタリングや評価の手法は、「精密調査地区の選定」で実施する自然状態の地下水位変動や水質変化のモニタリング計画策定、および「安全審査基本指針」の策定に反映されます。</p> <p>第2段階に確認される研究坑道の建設に伴う地下水の変化のモニタリングや評価の手法、および第3段階で確認されるモニタリング装置の長期間の観測能力は、「最終処分施設建設地の選定段階」における地下施設建設による地下水位変動や水質変化の長期モニタリング計画策定、および「安全審査指針」の策定に反映されます。</p> <p>3) 深地層における工学的技術の基礎の開発</p> <p>この研究開発課題の成果は、「最終処分施設建設地の選定段階」において地表および坑内から実施される精密調査の計画立案や、処分場の詳細設計・建設計画の策定およびその施工に反映できます。また、基準等を設ける際の科学的根拠の整備に反映できます。</p> <p>第1段階で策定した地下施設のレイアウト、仕様、施工法および建設スケジュールに沿って、第2段階で実際の建設を行うことにより、その有効性を評価し、地下施設の設計例・設計方法・建設計画例・施工技術を提供します。また、施工に伴う測定を設計にフィードバックする技術、大深度地下施設建設にあたって遭遇すると考えられる各種突発事象への対策技術、前方予知探査技術、および地下施設の安全性を確保するための安全管理技術や坑内環境保全システム等の大深度工学技術の提供が可能となります。第2段階までに評価される研究坑道の建設技術は、「安全評価基本指針」の策定に反映されます。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(12/36)

(2) 研究開発目標

コメント内容	対 応	備 考
	<p>また、第3段階においては、グラウト技術や埋め戻し技術等の適用試験によって掘削影響の修復・軽減技術を評価することにより、その実用性を確認します。これらの成果は、主に処分技術の実証試験計画の立案に資するものとなり、また「安全評価基本指針」「処分場技術基準」の策定に反映されます。</p> <p>4) 国民の理解促進</p> <p>平成11年度課題評価委員会において示しました通り、深地層の研究施設における研究成果を適切に処分事業や安全規制へ反映していくことにより、深地層の研究施設計画が着実に進められ地層処分の技術的な基盤が整いつつあることを示すことと、地層処分に対する社会の理解と信頼の確保、醸成に資することができると考えられます。</p> <p>さらに積極的な方法として、瑞浪の超深地層研究所計画では研究坑道にPA施設を建設し、深部地質環境を体験する場として提供する計画です。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(13/36)

(2) 研究開発目標

コメント内容	対 応	備 考
<ul style="list-style-type: none"> ・ スウェーデン、スイス、カナダなど海外の地下実験施設での研究開発目標（内容も含めて）とほとんど同じような印象を持ちますが、わが国の地質特性を考慮した、わが国らしい目標の設定はないのでしょうか？また、基本的な考え方は万国共通なのでしょうか？ <p>割れ目の評価や地圧の評価、地下水の地化学など、、、わが国の独自性も出せればよいと思います。</p>	<p>地下研究施設の研究開発目標は基本的には万国共通なものと認識しております。しかし、サイト評価技術の開発などといった研究開発目標を一歩踏み込んで考えた場合は、各国特有の課題があります。例えば、安定大陸にある欧米諸国と比較し変動帯に位置する日本列島を考えれば、接近シナリオの重要性が高く、断層や火山などの天然事象の理解や影響の把握、将来予測などが重要です。さらに断層やそれに付随する割れ目帶は分布頻度や連続性において諸外国以上に注目して詳細にその特性や分布を把握し、これらの構造が地下水流动や物質移行の観点で果たす役割を適切に評価する技術が必要と考えられます。また、地下水が豊富で我が国に広く見られる表層部の未固結層などを考慮した場合のこれらが果たす役割の評価、伏在断層の調査手法などが、我が国の独自の課題として取り上げられると考えています。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1段階及び第2段階に設定されている研究開発の目標は適切である。 ・ 概ね妥当。ただし、第1段階での地表からの調査技術の検証も第2段階の研究の一つの目標と考える。 	<p>拝承</p> <p>拝承。</p> <p>「第1段階の調査技術の検証」は、計画書に示しました達成目標②に示すモデルの妥当性の確認や、③の予測解析結果の確認を行うことに該当します。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(14/36)

(2) 研究開発目標

コメント内容	対応	備考
<p>・ 幅広い国民各層の理解を得るために研究成果は、単に多くの国民の目に触れるようにすることだけでは不十分である。国民の目に触れるデータがあらゆる専門家の批判に耐えうるものでなければ、広報は逆効果を生じてしまうことさえ考えられる。その意味では、安全性を確認する「地道な」研究に多くの人員・予算・努力を注いでいただきたい。</p>	<p>研究成果については、関連学会での発表や国際共同研究の枠組みを活用した海外の地層処分分野の研究者との議論、本年設置した深地層の研究施設計画等検討部会などでの専門家間の議論により、成果の客観性を担保することに努めています。さらに、成果を広く公開し、より多くの専門家との技術的議論を行っていきます。また十分に専門家のレビューを経た成果を一般の人にも分かりやすい情報として発信していくように努めます。深地層の研究施設計画で行う研究開発は、地層処分の安全性をより確かなものとすることを目標としていますが、その成果を処分の事業の進展にタイムリーに反映することが求められています。また、研究開発の視点のみならず、社会的な意味からも深地層の研究施設計画を着実に進めることが極めて重要であると認識しています。このような観点から適切な人員、予算を配するばかりでなく、研究の質の向上の観点からも、その運営にあたっては、活力ある研究拠点となることを目指し、多くの優れた研究者が集う開かれた施設としていくように努力します。</p>	
<p>・ 多くの一般の国民にとって、高レベル核廃棄物の深地層処分の安全性に関してもっとも疑念をいただくのは、「高レベル廃棄物に汚染された深地層の地下水が長い年月のうちに生活圏に入ってくるのではないか。」ということであろう。このような疑念を払拭する実証データを確保することは重要であると考える。</p>	<p>深部の地下水は還元性で、放射性廃棄物を溶かし難く、また地下深部の地下水の流れは非常に遅く、岩石や鉱物は地下水に溶けた核種を収着すると考えられることから、放射性廃棄物を地下に閉じ込めることにより、超長期の安全を確保するのが地層処分の考え方です。一方、深地層の研究施設計画では、これらの</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水が還元性であること ・ 地下水の流れが遅いこと ・ 地下の岩石・鉱物は核種を収着すること <p>を示す具体的で体系的なデータが取得されます。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(15/36)

(2) 研究開発目標

コメント内容	対 応	備 考
<ul style="list-style-type: none"> ・ 地層処分の実施計画に合わせて研究のスケジュールが組まれていると思われるが、研究は必ずしも予定どおり行くとは限らない。また、他の要因から実施計画を早める必要が生じるかも知れない。このため、実施計画と研究開発目標の間には時間的な余裕を見ておくことが望ましいが、どのくらいの余裕があるのか。 ・ 2000年レポートのどの部分を受けての研究なのかを研究テーマ毎に示していくといいのではないでしょうか。また、現在行われている研究が、国民の安心感を担保する、どの部分の研究なのかというまとめかたをすると一般の人にも身近に感じられるでしょう。 	<p>地層処分の安全性は、対象とする全時間・空間領域にわたって実際に働くことを直接確認することが出来ないため、性能評価と言う数値解析により評価されます。超深地層研究所計画で取得されるデータは、測定方法や手順などが正確に記録され、品質の確認されたデータであり、この数値解析の信頼性を確認するのに重要なデータとなると考えます。</p> <p>超深地層研究所計画のスケジュールは現時点で考えられている処分の事業の進捗や、研究領域の地質環境の性質などを考慮し設定しています。現在は、2008年を目処に研究坑道を公開することを目指して、この工程で必要な研究開発を行うように工夫した計画を策定しています。今後、計画の変更を余儀なくされる事が生じた場合は、計画に柔軟性を持たせること、研究開発課題の優先度を明確にしておくことで対応していく考えです。</p> <p>計画書の「2.1 本研究計画の前提」に示しました、第2次とりまとめと本計画書で設定した研究開発課題との関係を、分りやすく対比できるように説明を追記します。</p> <p>また、国民の安心感は技術への信頼性とも関係すると考えますので、この点にも留意して、成果をとりまとめ公表していきます。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(16/36)

(3) 研究開発計画

コメント内容	対 応	備 考
<ul style="list-style-type: none"> ・ 第2段階で室外での物質移行試験を実施する計画は無いか。多くのデータがモデルの構築と解析に向けられているが、モデルの妥当性の検証とデモンストレーション（国民の理解を得るために）の意味で実証的な試験研究も重要であると考える。但し、地元の誤解を招かない注意が必要である。 ・ 段階的な取り組み方、また、現状の調査結果は、評価できる。 ・ ここでのデータが普遍・万能でないことは十分理解しているし、また、実際の処分地での実証も限界があり技術的根拠を持った推定・評価が必要である。したがって、地下施設の建設のように明らかに結果ができる（一層の技術改良等の課題は残るが）ものは別として、個々の取り組みでのその時点での評価が大切と考える。 その意味で地質環境データの取得・整理の段階でも、もう一步踏み込んだ評価をお願いしたい。また、地質環境のモデル化、地質環境の変化の予測についても、どの程度までの亀裂まで見込むべきか等の技術判断がなければ進まない。 一般の理解のためにも、全体を踏まえた評価が必要である。 	<p>第2段階は研究坑道の掘削に伴って行う研究段階のため、研究坑道の掘削に伴って明らかとなってくる地質環境とその変化の把握を主な研究内容としています。物質移行試験は、掘削された研究坑道での試験を中心とした第3段階での研究で行う計画です。なお、計画書に示しましたように、第2段階は前半と後半に分かれており、第2段階の後半と並行して第3段階を開始する計画としています。</p> <p>拝承</p> <p>本計画では、初めに安全評価上の重要な要素と、超深地層研究所計画用地の地質環境特性から、調査・評価すべき地質構造要素を設定しています。具体的には、特に地下水流动や地下水の地球化学的環境を大きく規制すると考えられる断層、割れ目帯、不整合、風化帯および岩脈に着目し、その規模と連続性および物性を把握することを優先項目としています。そして、調査によりこれらに関するデータを取得し、これを基に、地質環境のモデルを作り、さらに地下施設建設に伴う地質環境の変化の予測を行います。現在は、データ取得からモデル化の作業がひととおり終了した段階であり、今後、モデル化の結果をデータ取得にフィードバックし、どの程度の割れ目まで見込むべきかなど取得すべきデータの範囲を検討していく予定です。また、地質環境の変化の予測につきましても、研究坑道掘削前に、試錐孔での揚水試験によりその予測に用いるモデルの妥当性を予備的に確認し、ひとつおり評価した上で、坑道掘削により確認をします。以上の様に、調査によるデータ取得 地質環境のモデル化 地質環境の変化の予測 その妥当性の確認まで一連の調査研究を行い、</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(17/36)

(3) 研究開発計画

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> 第1段階の地質モデルの妥当性や地下水流動の変化の予測結果、第1段階のモニタリングシステムなどを適切に評価することは、今後の事業化に当たって有効であると考えられる。また、安全規制を検討する際にも役立つことと思う。できうれば、特定サイトの問題としてよりも、一般的な立場で進められることを期待したい。 研究スケジュールは全体的にタイトですが、適當と見えます。 予算的には適當と見えます。質問ですが、地上施設・設計に毎年10億円近い金を投資していますが、具体的にはどのようなことに使われるのでしょうか？ 研究内容について、 ・基本的な課題は整理されており適當と見えます。 	<p>その結果を評価することにより、効果的な調査評価手法のための情報が得られるものと考えております。</p> <p>実施主体へ反映される本計画の成果は、花崗岩におけるデータ取得からモデル化、その妥当性の確認に至る一連の調査・評価フローを確立することだと考えています。そのためにも、花崗岩における個々の技術の有効性の確認、それらを組み合わせて一連の調査・評価フローを構築する体系化の作業が重要と認識しており、これら反映される研究の成果について、今回の計画書に追記します。本計画が対象とする花崗岩は、地質学的、物性的に日本の花崗岩の平均的な性質を有しており、このような場所で開発・確認していく調査・評価手法は、他の地域の花崗岩における調査・評価手法の基盤的な情報となると考えられます。</p> <p>拝承</p> <p>これまで現場事務所や公園の建設などといった用地内の環境整備工事や、研究所建設のための技術的検討などを行っており、今後は、引き続き環境整備工事のほか、研究所の設計、施工、維持管理などの予算が必要になります。</p> <p>拝承</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(18/36)

(3) 研究開発計画

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> ・ 処分事業スケジュールの観点から個々での作業を「精密調査地区の選定」段階と考えると、「概要調査地区」選定で判断した特に地質環境の長期安定性に係わる結論を実証する作業も必要かと思います。断層の活動性評価、隆起速度なども現地で実証されることになると思います。伏在断層の評価などに関する研究などは重要な検討課題と思われます。検討に加えるべきと思います。 ・ 地下での研究の展開においては、どのような地質要因（地質構造要素、規模、連続性、）を評価すべきか（モデルに取り込むか？）を明確にする必要があると思います。その結果により調査技術の精度なども決まってくると思われます。例えば、断層破碎帯、割れ目など。 	<p>超深地層研究所計画は施設スケール以下のスケールを対象としているので御指摘の課題は、研究計画には含まれていませんが、ご指摘の通り特定地域において、地質環境の長期安定性に係わる結論を実証する作業は必要になるものと考えられます。そのためには、別途実施する地質環境の長期安定性に関する研究において、広域的かつ局所的なテクトニクスを考慮し、地殻変動及び地質環境の将来変化を予測する（長期安定性を評価する）技術を検討していくこととしています。</p> <p>深地層の研究施設計画の第1段階の調査により得られるデータに基づき、地質環境モデルの作成／地下施設建設影響解析を行います。そして、その妥当性を第2段階の施設建設時の調査で得られるデータを用いて確認します。それにより地表からの調査について、現有技術を用いて地表から地下深部までの地質環境がどこまで把握できるかが明らかにされます。この過程で用いられた調査手法、モデル化／解析技術は具体的な地質環境への適用により有効性が確認された体系的技術の例として提示されます。現在は、データ取得からモデル化の作業がひととおり終了した段階であり、今後、モデル化の結果をデータ取得にフィードバックし、どの程度の割れ目まで見込むべきか、どこまでの精度の調査技術が必要か明らかになってくると考えています。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(19/36)

(3) 研究開発計画

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> 超深地層研究所でできる課題と必要だができない課題とがあると思います。できない課題についてどこでどのようにやるのかについても、記述されたらどうでしょうか。ここで全てをカバーするという印象は与えないほうが良いと思います。地域的な課題である割れ目系岩盤における塩淡境界の問題などはどうするのかと聞かれたときに答えられるようにしておいたらどうでしょうか？ 得られた成果の反映先として、実施主体があると思われます。資料4の図—3にあるような、ただ技術の提供だけではなく（技術だけなら実施主体も把握できていると思われます）、実施主体ではどの段階では、どのような技術を、どのように組み合わせて、どのような順番で適用し、その結果をどのように評価すればよいかといったことを要求しているのだと思います。各技術の可能性や技術の限界の検討と技術の体系化などは地下研のような場所でないと実証は難しいと思われます。具体的に、成果の反映の中身と方策について記述されたらどうでしょうか？ 未知の巨大な試験体を相手に、限られたデータから、地質構造や地質環境をモデル化し、さらにはその妥当性を評価することから、結果の導出にあたっては細心の注意が必要である。また、将来、実際の処分場建設や安全基準等の具体化を行うためには、東海事業所の ENTRY や QUALITY 及び幌延の深地層研究所等と緊密に連携し、得られた結果から普遍的な結果を導き出すよう努めることが重要である。 	<p>ご指摘のとおり、超深地層研究所計画においてできることできないことを整理して進めなければならないと認識しています。できないことについては大きく地域性（用地）に起因するものと専門性に起因するものが考えられます。例えば、前者に関しては堆積岩や沿岸部といった環境を考慮した研究には限界がありますので、今後は幌延町で計画している深地層研究所（仮称）において堆積岩に関する調査研究や沿岸部で想定される環境を想定した研究を進める計画です。また、後者の専門性に関しては、他の研究機関や大学と共同で研究を進めるなどの処置が既にとられていますし、今後より一層、他の研究機関との共同研究を推進していく考えです。</p> <p>実施主体へ反映される本計画の成果は、花崗岩におけるデータ取得からモデル化、その妥当性の確認に至る一連の調査・評価フローを確立することだと考えています。そのためにも、花崗岩における個々の技術の有効性の確認、それらを組み合わせて一連の調査・評価フローを構築する体系化の作業が重要と認識しております。これら反映される研究の成果について、今回の計画書に追記します。</p> <p>ENTRY や QUALITY では、様々な試料に加えて、深地層の研究施設で得られる地下水や岩石を用いた分析や室内試験も行ないます。さらに、基礎試験や解析モデルの開発・解析を行ない、これらの成果は深地層で行なう試験に活用されます。天然バリア中の核種移行については、割れ目や断層の内部構造、充填物質、地球化学特性、コロイド等の天然バリア特有の諸要因が核種移行に与える影響について、ENTRY や QUALITY 等で実施する室内試験や国内外の研究機関との共同研究等を通して、これらの特性</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(20/36)

(3) 研究開発計画

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> ・ 概ね妥当に計画されている。 ・ 坑道を 500m レベルと 1000m レベルに展開する計画となっているが、その理由を明確にしておく必要がある。特に、得られた結果を一般化するためのロジックにつなげる理由があることが望ましい。 ・ 1000m レベルの坑道をスパイラルとする理由を示す必要がある。 	<p>や性能評価上の影響の程度を把握・確認し、評価手法の信頼性向上を図ります。</p> <p>拝承</p> <p>研究成果に示した通り、超深地層研究所計画の領域では、割れ目頻度の少ない岩盤(400m~700m)と断層の影響によって割れ目の多い岩盤(800m以深)の2種類の岩盤が分布しており、両者とも国内の花崗岩に普通に見られる岩盤と考えられます。これら各々の岩盤での研究の場を確保すること、および第3段階の研究期間を長く確保すること、また 500m までの掘削で得られた情報を基にモデル化・掘削技術を高度化し、1000m までの掘削に対応させるなどの理由で、最深ステージに加え中間ステージを計画しました。以上を、3.2 の前文に追記します。</p> <p>坑道最深部付近にある月吉断層を立坑掘削で貫くことにより地下水の大規模な流入が生じ、その結果として水理場が大きく乱れる可能性が考えられます。したがって断層を避けて先に 1000m の最深ステージに到達するためスパイラル坑道を計画しました。また深度 1000m までの立坑は本計画の最終の時期に掘削することとしました。なおスパイラル坑道には、工事機械の移動のし易さ、さらに立坑で月吉断層を掘削する際の水平観測孔が掘削し易いという利点があります。以上を、3.2 の前文に追記します。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(21/36)

(3) 研究開発計画

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> ・ 当然考慮されていると思うが、特に水理地質構造モデルに基づいた計測機器配置を行い、空洞掘削、およびライニングに対する地下水の応答を見逃さない研究とする必要がある。 ・ 計画にも記述されているが、地下水の空洞掘削影響を調べること、および地化学環境の評価のために、空洞掘削時の湧水およびその処理について適切な方策をたてて掘削に望む必要がある。 ・ 地下水の調査は水理、水質とも深層を対象にして大きな括りで見ているが、建設工事に伴う影響を見るためには、近隣での利水に影響を及ぼす100m程度までの地下水に着目した、より詳細な研究が必要ではないか。 ・ モニタリングシステムについても表層近くと深層ではやり方が異なると考えられ、この点に配慮した研究計画が求められる。 	<p>拝承。</p> <p>地表試錐孔には、順次 MP システムを設置し、空洞およびライニングに対する地下水の間隙水圧の変化を観測できる観測網を整えます。</p> <p>湧水処理については、施工管理、環境への配慮の点から、立坑の詳細設計、施工計画構築において充分検討していきます。</p> <p>超深地層研究所計画ではサイクル機構が所有する用地 (14ha)において調査を実施しています。その中で、深度 100m 程度の層厚を持つ堆積岩部についてもモニタリングのための試錐孔を新たに掘削し、地下水水圧・水質の長期観測を実施する計画です。一方、超深地層研究所用地を包含する約 10 km × 10 km、深度 1000m 程度の領域を対象とした研究（広域地下水流动研究）を別途実施しています。建設工事に伴う影響については、この研究における試錐孔でのモニタリングシステムも活用して研究を進めていく予定です。</p> <p>超深地層研究所用地内においては、表層水理モニタリング（気象観測、土壤水分、地下水位、河川流量）を実施しています。深度 1000 m 級の試錐孔においては、主として土岐花崗岩を対象に複数の観測区間を設定して、地下水水圧・水質の長期観測を行っています。深度 100m 程度の層厚を持つ堆積岩部については、モニタリング目的の試錐孔を新たに掘削し、地下水水圧・水質の長期観測を実施する計画です。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(22/36)

(3) 研究開発計画

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> ・ 掘削による酸化還元状態の変化による地質から地下水への有害物質の溶出可能性の変化、地下水位の変動など、帶水層ごとに細かく見る必要があるのではないか。既存の知見があれば、それを利用すればよいが、とくに有害物質について十分な検討が行われていないと思われる。 ・ 深層地下水についても地質に含まれる有害物質の溶出が問題となる可能性がある。掘削によって地質からの有害無機成分の溶出がどのように変化するかを調べる必要がある。 ・ 深地層の研究施設の広さの目安を示すとイメージがつかみやすくなります。 	<p>排水基準を定める総理府令における有害物質のうち、有機物質については人工的に製造されたものが多く、通常は天然には存在しないと考えられています。一方、無機物質のうち重金属については複数の酸化数をとるものがあり、酸化数が異なると溶解度もかなり異なる元素があります。</p> <p>超深地層研究所における研究では、研究坑道掘削（立坑および水平坑道）にともなう地質環境の酸化還元状態の変化を把握することが重要な項目の1つになっています。酸化還元状態の変化を把握するためには、これらの物質がその指標になり得ると考えており、重要な分析項目であると認識しています。</p> <p>これらについては、分析を実施しており、今後も継続する計画としています。環境汚染の観点での観測については、観測方法や観測項目について今後検討します。</p> <p>計画書に一般の人が馴染みのある大きさとの比較を示しつつ施設の大きさを追記します。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(23/36)

(4) 研究実施体制

コメント内容	対 応	備 考
<ul style="list-style-type: none"> 組織・人材等の配置は幌延施設が動き出す段階で適切に両者に配置される事が重要である。実施主体設立後は実施主体との極めて緊密な連携の下に研究開発を進める事が、言うまでも無く、必須である。 上記に関連して、必要な研究開発がリソース不足のために実施できなかつたのであれば、増員や予算拡充を検討するべきではないか。 	<p>幌延の深地層研究所計画(仮称)を具体的に進めら段階では、2つの深地層の研究施設計画を着実に進めることが、研究開発の視点のみならず、社会的な意味からも極めて重要であると認識しています。両者を並行して進める体制については、地層科学的研究を行っている東濃地科学センター、地層処分研究開発を進めている東海事業所処分研究部を含めて、役割/実施内容の分担を明確にし、研究者、予算を効率的に活用していく体制とするよう努めます。実施主体が設立された後のサイクル機構の研究開発の進め方については、実施主体の行うべき技術開発とその中でサイクル機構が担うべき役割を含めて、サイクル機構の進める研究開発が有効に処分事業の推進に反映されるよう、実施主体等の関係機関と協議していきます。</p> <p>トモグラフィ調査につきましては、当初の計画では、本地域の花崗岩に対し、一連の調査の中にトモグラフィ調査を組み入れておりましたが、トモグラフィ調査のために試錐孔を開放状態にしておくと水理場が大きく乱れることなどが明かになりました。一方で圧力応答観測や干渉試験により水みちを直接観測し、それによりモデル化のために必要なデータを取得できることがわかつたため、トモグラフィ調査にかわるものとして圧力応答観測や干渉試験を実施することとしました。</p> <p>トモグラフィ調査についてはこの一連の調査から切り離し、今後、第2段階以降に水理場の状況を考慮しつつ地表からの試錐孔や坑道内からの試錐孔などを用いてその有効性を確認する計画としております。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(24/36)

(4) 研究実施体制

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> 予算については、平成13年度は18億円と具体的に書いたが、平成14年度以降は30億円から45億円程度と幅で示した。要員については、現在と同じ55人程度としている。現段階では見通しのつかないこともあろうが、予算と要員・体制については、必要な額と人を確保していただきたい。 研究実施体制については評価いたします。 多機関との共同研究も考えておられるようですが、具体的にどのようにされるのでしょうか？研究の公募などされたらどうでしょうか？これまではどうもクローズしたところ（仲間グループ）で研究が進められているような印象をもちます。 本研究はタイトな研究行程のもとに実施されるものであり、また、地下の状態を乱していない状態から乱した状態へと変えながら推定と確認を繰り返すものである。研究実施後には地下の環境は既に乱れてしまったものとなる。これらの意味で、この研究は、あとどりできない研究である。そのため、予算的な措置などが遅れたために必要な研究が取り残される、などの遺漏のない体制が是非とも必要である。 	<p>幌延の深地層研究所計画（仮称）を具体的に進める段階では、2つの深地層の研究施設設計画を着実に進めることができ、研究開発の視点のみならず、社会的な意味からも極めて重要であると認識しています。両者を並行して進める体制については、地層科学研究を行っている東濃地科学センター、地層処分研究開発を進めている東海事業所処分研究部を含めて、役割/実施内容の分担を明確にし、研究者、予算を効率的に活用していく体制とするよう努めます。必要な人員や予算については今後検討していく考えです。</p> <p>拝承</p> <p>共同研究や既存の公募型研究制度なども活用した研究を推進していく考えです。ホームページを使っての公募なども行っており、今後とも開かれた運用をしていきます。</p> <p>ご指摘のとおり本調査研究では、試錐あるいは坑道掘削により地下の状態を乱すことになるため、調査手順が前後してしまうと、データとして取り返しがつかなくなる場合も想定されます。従って、研究工程管理を十分に行なうとともに、研究計画を柔軟に見直すことにより齟齬が生じないように努めます。また、予算の状況は近年特に厳しくなっておりますが、研究の工程管理だけでなく、対応する予算管理も的確に行なうことにより、御指摘いただいたような状況が生じないように留意いたします。</p>	計画書に追記

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(25/36)

(5) 研究成果

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> 大変貴重なデータが得られつつあると考えるが、得られたデータが、処分の実施に向けてどの様に使われようとしているのか、必ずしも明らかでない。サイト特有のものか、普遍的なものか、予測されたものか、初めて分かったものか、処分に向けてどのような所に生かされるのかなど、地下施設で得られるデータが貴重である事を、分かり易く示す事が必要である。更に、その解析と整理に基づいて、次の（第3段階以降）具体的研究計画が準備出来る用意をしておく必要が有る。 	<p>超深地層研究所計画で期待される最も重要な成果は、花崗岩におけるデータ取得からモデル化、その妥当性の確認に至る一連の調査技術・評価手法としての調査・評価フローの提供です。地表からの調査技術では、領域において調査対象として抽出された地質・地質構造の分布や地質環境特性の分布を把握する調査までの調査フローです。具体的には、空中および地上物理探査、試錐調査、地下水や力学の試験、場のモデル化、地質環境の変化の予測解析、モデルの妥当性の確認などに用いる調査の実施手順などのフローです。その中には、物理探査手法の選択や観測条件、水理試験手法の精度や測定区間の設定など個々の調査技術の有効性の評価手法や、モデル化すべき構造の抽出やモデル化に必要なデータの選択、特性の空間分布の推定の方法などモデル化技術の有効性評価手法、予測する手法の選択や、予測する項目、精度、確認の方法など予測解析技術や妥当性確認手法の有効性の評価手法などが含まれます。</p> <p>坑道を利用した調査技術では、地表からの調査が対象とするスケールより詳細なスケールで地質・地質構造の分布や地質環境特性の分布を把握するための調査フローがその成果となります。この中には、坑道の中における地下水や岩盤の計測方法やその計測期間・精度や物質移行試験の方法など個々の調査技術の有効性の評価手法や、地下水モデルや物質移行モデル、掘削影響評価のためのモデル化手法が含まれます。</p> <p>本計画が対象とする花崗岩は、地質学的、物性的に日本の花崗岩の平均的な性質を有しており、このような場所で開発・確認されていく調査・評価手法は、他の地域の花崗岩における調査・評価手法の基盤的な情報となると考えられます。</p> <p>一方、本計画で取得されるデータは、取得のために用いられた手法や機器、手順などが正確に記録されたデータであり、品質が確認されたデータと言えます。また、これらのデータは、地質・地質構造、水理、地球化学、力学の各分野を網羅して整備されたデ</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(26/36)

(5) 研究成果

コメント内容	対 応	備 考
	<p>ータセットであり、処分場の設計や安全評価に用いられる解析モデルなどの信頼性を確認していくうえで必要なものです。</p> <p>具体的には、これらのデータを ENTRY で行うモデル開発で用いることにより、普遍性のある知見としてまとめています。また、本計画で抽出される重要な現象と地質的特徴や、本計画で採取される岩石試料を用いた試験により構築されるプロセスモデル等の概念は、ENTRY 等でのモデル開発に提供されます。開発されたモデルは本計画などにおいて活用され、その妥当性が確認されます。</p> <p>例えば、割れ目の頻度や開口幅、幾何学的特性などのデータは、割れ目状媒体水理試験設備 (LABROCK、NETBLOCK) により開発された割れ目中の水理物質移行モデルの検証、地下水平水質や水一岩石反応などのデータは、化学平衡反応試験設備 (EDAS I、II) や化学反応フロント試験設備 (GEOFONT) により開発された地球化学モデルやデータベースの検証に用います。また、プロセスモデル等の概念としては割れ目充填物中の物質の拡散や物質移行経路の概念モデルなどが考えられます。このような試験で開発／確認されたモデルが処分事業や安全規制の科学的根拠として活用されていくことが考えられます。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(27/36)

(5) 研究成果

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> 昨年の事前評価に際しては、当研究計画の最終目標の1つとして「処分予定地選定のための予備的調査及び処分予定地でのサイト特性調査に必要な地表からの調査技術・手法の確立」が示されている。これは、調査手法の信頼性が処分予定地選定（あるいは除外）の根拠を国民あるいは地元に対して説明する際に非常に重要となることを想定している。それ故に、地表からの調査結果に基づく地下構造の推定が十分確実なものであり、処分予定地選定（あるいは除外）の根拠としての必要十分条件が満たされていることを示せねばならないことを意味している。この最終目標から考えると、処分予定地選定のための「必要条件」と「十分条件」を明らかにし、当期の成果によってそれらのどの部分がどれだけの信頼性で得られるようになったのかを示す必要があると考える。 	<p>ご指摘のように、サイクル機構が行う深地層の研究施設での研究の目標のひとつは、「地表からの調査技術・手法の確立」です。一方、処分予定地選定のための「必要条件」と「十分条件」は、安全規制の枠組の中で決定されていくものと考えられます。</p> <p>本計画では、初めに安全評価上の重要な要素と、超深地層研究所計画用地の地質環境を照らし合わせ、着目すべき地質構造要素を設定しています。具体的には、特に地下水流动や地下水の地球化学的環境を大きく規制していると考えられる断層、割れ目帯、不整合、風化帯および岩脈に着目し、その規模と連続性および物性を把握することを優先項目としています。そして、調査によりこれらに関するデータを取得し、これをもとに、地質環境のモデルを作り、さらに地下施設建設に伴う地質環境の予測を行います。現在は、データ取得からモデル化の作業がひととおり終了した段階であり、今後、モデル化の結果をデータ取得にフェードバックし、どの程度の割れ目まで見込むべきかなど取得すべきデータの範囲を検討していく予定です。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> 第1段階での成果の報告は、十分に評価できる。 	拝承	
<p>得られた成果の内容 新しい知見も多く含まれており、成果については評価できます。</p>	拝承	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(28/36)

(5) 研究成果

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査の対象とすべき地質要因の絞込みが不明。例えば、どのような規模の割れ目帯、破碎帯まで評価すべきかについての評価がなされていないため、どこまでをモデルに取り込めばよいかが良くわかりません。 	<p>本計画では、初めに第2次とりまとめで示された安全評価上の重要な要素と、用地の地質環境を照らし合わせ、着目すべき地質構造要素を設定しています。具体的には、特に地下水流动や地下水の地球化学的環境を大きく規制していると考えられる断層、割れ目帯、不整合、風化帯および岩脈に着目し、その規模と連続性および物性を把握することとしました。そしてこれらの情報を基に地質構造のモデル、水理地質構造のモデルを作成し、地下水流动解析を行いました。現在この結果の評価を行っており、今後これを取得したデータにフィードバックすることにより、評価すべき地質要因を明らかにすることができます。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 調査試験の手順を論理的に示されたらどうでしょうか？例えば、水理特性調査において水みちの抽出、透水試験計画の立案、長区間の試験、短区間の試験、クロスホール、揚水、トレーサー試験といったような調査技術の体系化を成果に入れられたらどうでしょうか。体系化された技術が実施主体に求められていると思います。 	<p>ご指摘のとおり、体系化された調査手法が将来の事業で最も必要とされていると認識しています。現在、本計画では超深地層研究所計画用地での調査研究を一つの事例として、調査開始から達成すべき目標までの間において、どのような基本的な戦略で、どのデータを何を用いて取得し、データをどのように解釈してモデル化・評価し、最終的な目標に到達するかを取りまとめるための研究成果の統合化を進めており、近々にこの成果を公開していく考えです。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(29/36)

(5) 研究成果

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> 時間がなかったから、ボーリングの配置が悪かったから、といった理由で必要と判断された技術の適用と実証ができなかつたという説明を受けましたが、必要と判断されたのであれば、別の場所でどのように検証をするのかについて示していただきたい。このような姿勢は、研究計画全体に不信感をもたれると思います。 概ね妥当な研究成果が得られているが、地下の状態を推定するための必要な調査システムを整理し、それを合理的な方法で適用したかどうかについて、懸念が残る。例えば、地下の状態を推定するのに有効と考えられているトモグラフィが工程的制約のために実施されていない。 トモグラフィ調査は、予期しなかつた地下水の乱れのために、第2段階にまわした、との説明であった。しかしながら、従来、断層が地下水の透水ゾーンであるとともに遮水ゾーンでもあることは良く知られた事実であり、ボーリング孔を既知の月吉断層を貫くように設定したのであるから、それを考慮した調査計画にすべきであつたと思う。 <p>本研究は、研究開発であると同時に、実際の処分場の調査、評価、設計、建設までを模擬するものであることを意識して、そのために必要な技術を体系化して適用することを考えるべきであると思う。上述のような問題が調査実施途中でおこることということ自体、調査法が体系化されていないことを示している。</p> <p>また、ボーリング孔が月吉断層を貫いた時の周辺地下水の応答に関するデータは重要であるが、これが観測できたのか不明確である。</p>	<p>トモグラフィ調査は第1段階では実施せず、第2段階以降に実施することにしました。調査技術を有効に生かす体系化が目的であるので、実施の手順が前後した場合でも、評価は可能と考えています。地下の地質環境の調査においては、予測しなかつた事象に遭遇する場合があり、それに対処するために柔軟な対応をとつていくことが重要であると考えております。トモグラフィ調査につきましては以下の通りです。</p> <p>当初の計画では、本地域の花崗岩に対し、一連の調査の中にトモグラフィ調査を組み入れ、モデル化のために必要なデータを取得する予定でおりました。しかし、トモグラフィ調査のために試錐孔を開設状態にしておくと水理場が大きく乱れることなどが明かになりました。御指摘の通り、月吉断層が遮水壁として作用することは、東濃鉱山における第三紀堆積岩での月吉断層を対象とした研究からも予測されていました。したがって、その性質を把握するために、試錐孔が月吉断層を貫くときに、周辺の試錐孔で水圧応答観測をしていました。その応答が、花崗岩中の断層においては非常に大きく、その周辺に予想以上の水の流れがあることがわかりました。そのまま放置したのでは水理場が大きく乱れその後の地下水流动の解析が困難になることが予想され、MPシステムの設置によって人為的な地下水の乱れを止めることとしました。一方で圧力応答観測や干渉試験により水みちを直接観測し、それによりモデル化のために必要な十分なデータを取得できることがわかつたため、トモグラフィ調査にかわるものとして圧力応答観測や干渉試験を実施することとしました。</p> <p>試錐孔が月吉断層を貫いた際には、周辺試錐孔で水圧応答を観測していました。研究領域内で月吉断層の上盤側の試錐孔において水位の上昇が観測され、領域外で下盤側の試孔において水位の低下が観測されており、下盤側の被圧した地下水が上盤側へ流入していたと推定できます。</p>	計画書に追記

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(30/36)

(5) 研究成果

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> ・実用化との関係 個別の技術により得られた成果はよく判りますが、それぞれが実際の処分事業においてどの段階で使えばよいのか？また、どのようにそれぞれの技術を組み合わせればよいのか？といったことが良くわかりません。 	<p>今後行う MIU 4号孔の掘削では、既存試錐孔に MP システムを設置し、間隙水圧の観測においても、周辺地下水の応答に関するデータを取得する計画です。</p> <p>トモグラフィ調査についてはこの一連の調査から切り離し、今後、第2段階以降に水理場の状況を考慮しつつ地表からの試錐孔や坑道中からの試錐孔などを用いてその有効性を確認する計画としております。</p> <p>以上のような予想外の事象に対処しつつ、調査技術を実際に適用し、第2段階で行う地質環境の予測の確認の結果を踏まえて、地上から実施する調査技術・手法を検討し体系化していく計画です。</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ・成果の普及公開 学会発表など高く評価できると思います。今後は是非、データも載せて、学会に論文投稿されたらどうでしょうか？様々な機関の査読者との内容に関する真摯なやり取りは、今後の研究の進め方に参考になるものと思います。 	<p>処分事業などに超深地層研究所計画の成果をタイムリーに提供していきます。有効な調査技術の組合せ等は第2段階でのその適用性の確認を行って明らかにできるものと考えています。なお、適用性を確認する計画の調査技術については、表 5 に示します。</p>	表 5
・ 計画は着実に進められており、成果は上がっている。	拝承	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(31/36)

(5) 研究成果

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> 調査 解析 評価 調査という段階を踏んで研究を進めていくのは、そのとおりであるが、地層構造モデルの改良過程を例にとり、MIU 1とMIU 2で得られた結果を基に予測したものがMIU 3とどの程度あっていったのか、この結果からどのような問題点が見つけだされ、モデルの改良にどのように生かされたかなど、具体的な説明が欲しい。 	<p>MIU 1、2号孔の情報から構築した地質構造モデルとMIU 3号孔の情報を付加した地質構造モデルの主な違いは以下の通りです。</p> <p>①黒雲母花崗岩における上部割れ目帯および割れ目低密度帯の有無</p> <p>②月吉断層に伴う割れ目帯の有無</p> <p>①については、MIU 1、2号孔の調査においても花崗岩を黒雲母花崗岩と優白質花崗岩に分類し、前者に割れ目帯が確認されていましたが、MIU 3号孔の調査によって、これらの分布が局所的なものではなく、少なくとも施設スケールでの広がりをもつことが明らかになったことから、割れ目帯を地質構造モデルに表現しました。また、②については、MIU 3号孔の調査によって月吉断層に伴う割れ目帯の規模（幅）が明らかになったことから、この断層に伴う割れ目帯を地質構造モデルに反映しました。この割れ目帯は、月吉断層の水理学的な性質を考える上で重要な構造であり、MIU 3号孔の調査およびMIU 2号孔とMIU 3号孔との間で実施された孔間透水試験によって月吉断層が明瞭な透水異方性をもつことが明らかになりました。</p> <p>MIU 1、2号孔の調査結果からMIU 3号孔での黒雲母花崗岩と優白質花崗岩との境界の深度および月吉断層との遭遇位置を予測した結果、実測値と良く一致した結果が得られました。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(32/36)

(6) 今後の展開

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> ・ 島原の研究計画の進捗に伴い体制を見直す可能性が述べられているが、具体的にはどの程度の人員増や予算増を予定しているのかを明らかにするべきであると考える。 ・ 海外の同種の研究結果との比較検討などが成されると、より客觀性が高まると考える。 	<p>島原の深地層研究所計画(仮称)を具体的に進める段階では、2つの深地層の研究施設設計画を着実に進めることができ、研究開発の視点のみならず、社会的な意味からも極めて重要であると認識しています。両者を並行して進める体制については、地層科学研究を行っている東濃地科学センター、地層処分研究開発を進めている東海事業所処分研究部を含めて、役割/実施内容の分担を明確にし、研究者、予算を効率的に活用していく体制とするよう努めます。必要な人員や予算については今後検討していく考えです。</p> <p>調査研究の実施においては、海外の先行事例を充分に参考しており、地質環境特性や地質環境調査技術の適用性について比較検討しています。今後、報告書の取りまとめ作業において、海外事例との比較に関する記述を含めるようにしていきます。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(33/36)

(7) その他

コメント内容	対 応	備 考
<ul style="list-style-type: none"> 深地層の研究では過去からの時間変化を追った観測を行うことが可能と考えられる。地球環境問題など、他の学問分野でも地球の過去の状況を把握することが重要なテーマとなっている。本来の研究目的の邪魔にならない範囲で、他の科学技術研究との連携を考えることも、研究施設への理解を深める助けとなるのではないか。 全体としてすべての文章が難解です。評価委員会の報告書も難解です。原子力の知識のある人でもこの委員会で使われている資料の日本語は何のこと正在っているのか分かりにくいのではないかと思います。正確に記そうとしてまどろっこしくなっているところもあります。できるだけ表現を短く易しくして下さい。 非常にカタカナ語が多く、略字の専門用語が多いです。ヴァーチャルリアリティ、ソフトウェア、マイルストーン、トモグラフィーなど、個人により様々な受け止め方をされるカタカナ用語は、できれば初出の時に英語を（ ）で記して下さい。また、MOXやTRUといった略語は初出の時に英語でキチンと記して下さい。TRUは科技庁のバックエンド専門部会の答申の用語と統一しましょう。 	<p>昨年度に評価していただいた計画書でも示しましたが、深地層の研究施設は、国際的に中核となりうる総合的な研究センターとして寄与できる活動を目指しています。地層科学研究の他、地震研究、地下利用研究等にも活用していく考えです。</p> <p>できるだけ表現を短くするなどの工夫をし、分かりやすい論理、表現になるように工夫をしていきます。</p> <p>一般的でない用語については、初出の時に英語を（ ）で記すとともに、必要に応じ、用語集に解説を追記します。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(34/36)

(7) その他

コメント内容	対 応	備 考
<ul style="list-style-type: none"> ・大切なことは深地層の処分場を開設するという目的を達成するための研究だということです。そのためには処分場を提供して頂く一般の人々に分かるように研究の発表の方法や用語の使い方もかみくだくことです。 ・原子力に携わる人々（研究者）は、一般の市民の前で自分の研究を具体的に分かりやすく正確に説明することができるようになって下さい。そのためには研究論文もそのような観点からまとめて下さい。研究者同士で分かり合えば良い時代では今はいません。 	<p>深地層の研究施設計画は、処分場とは明確に区別したものであり、本地域で処分場を開設するための研究ではありません。深地層の研究施設計画の目的は、深部地質環境に関する知見を一層充実させるとともに、第2次取りまとめによって示された地層処分の技術や知見を、実際の深地層での体系的な調査研究を通じて具体的に確認し、地層処分の信頼性を高めることです。</p> <p>地層処分に対する国民の理解を得るために、研究成果を十分に理解いただくことが不可欠であり、ご指摘のように、具体的に分りやすく情報を発信するよう留意していきます。</p> <p>同上</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(35/36)

(8) 総合評価

コメント内容	対応	備考
<ul style="list-style-type: none"> 既に貴重なデータが得られ始め、順調に進展していると判断する。今後の計画についても概ね妥当と考えるが、時間の余裕が極めて乏しい状況にあり、得られた成果の活用を明確に提示しながら、システムマチックに遅滞無く、計画を進めると共に、更にその先を見越した準備をしておく事が重要である。 「本研究成果は適切かつ妥当であると評価できる」、また妥当・適切とするだけの予算、人員・結果が確保されるべきだと考える。 研究成果全般については、適当であると評価します。今後研究を進めるに当たり、研究の動機付けを明確にされることを望みます。また、わが国独自の特色が出せれば是非出していただきたいと思います。さらに、実施主体への技術の提供に関し、何が求められているかについて分析を行なった後に、具体的に示していただきたいと思います。 	<p>本計画に求められる研究成果や反映時期などを総合的に検討し優先度や緊急性を考慮して計画を進めていきます。研究の進捗や事業の進展など外部状況を考慮して研究内容やスケジュールを見直すなど、柔軟な研究の実施に努めてまいります。</p> <p>幌延の深地層研究所計画(仮称)を具体的に進める段階では、2つの深地層の研究施設計画を着実に進めることができ、研究開発の視点のみならず、社会的な意味からも極めて重要であると認識しています。両者を並行して進める体制については、地層科学研究を行っている東濃地科学センター、地層処分研究開発を進めている東海事業所処分研究部を含めて、役割/実施内容の分担を明確にし、研究者、予算を効率的に活用していく体制とするよう努めます。必要な人員や予算については今後検討していく考えです。</p> <p>今後は、本計画の目的・意義などをより一層明確にしつつ研究開発を進めていく考えです。安定大陸にある欧米諸国と比較し変動帯に位置する日本列島を考えれば、接近シナリオの重要性が高く、断層や火山などの天然事象の理解や影響の把握、将来予測などが重要です。さらに断層やそれに付随する割れ目帯は分布頻度や連続性において諸外国以上に注目して詳細にその特性や分布を把握し、これらの構造が地下水流动や物質移行の観点で果たす役割を適切に評価する技術が必要と考えられます。また、地下水が豊富で我が国に広く見られる表層部の未固結層などを考慮した場合のこれらが果たす役割の評価、伏在断層の調査手法などが、我が国の独自の課題として取り上げられると考えています。これらのテーマをわが国独自のテーマとして設定し、研究開発を進めていきます。実施主体が必要とする技術提供については、今秋にも設立される実施主体や関係研究機関とも情報・意見の交換を進め、適切な情報・技術の提供を行っていく考えです。</p>	

課題評価委員会委員の意見に対するサイクル機構の見解及び質問に対する回答(36/36)

(8) 総合評価

コメント内容	対 応	備 考
<ul style="list-style-type: none"> ・ 本研究計画の目的は明確であり、その意義も大きい。また、計画は着実に進められ、成果は上がっている。但し、将来、実際の処分場建設や安全基準等の具体化を行うためには、幌延、東海等の本計画と関連した業務を行っている事業所と緊密に連携し、得られた結果から普遍的な結果を導き出すよう努めることが重要である。 ・ 本計画は、上記の意見を付すものの概ね妥当であると考える。 	<p>本年4月に、本社に地層処分研究開発全体を統括する部門が設置され、組織的な整備が行われつつあります。超深地層研究所計画では、地層処分研究開発の基盤となる地層科学的研究を行いますが、今後、幌延の深地層研究所（仮称）や東海事業所との情報・意見交換などの連携を強化して進め、常に総合的な評価を念頭に置き、普遍的な成果を導き出すよう努めていきます。</p> <p>拝承</p>	

参 考 資 料 4

深地層の研究施設における研究計画
－主に超深地層研究所計画第2段階の計画案について－
(課題説明資料)

【研究開発課題説明資料】

深地層の研究施設における研究計画

-主に超深地層研究所計画第2段階の計画案について-

本計画案は、第2次取りまとめの国による評価を勘案し、深地層の研究施設設計画を進める上で現段階でのサイクル機構の考え方を、廃棄物処理処分課題評価委員会の意見を反映して整理したもので、今後、国や関係機関等との調整を行う必要がある。

平成12年6月

(平成12年9月改訂)

核燃料サイクル開発機構

(目 次)

1.課題名: 深地層の研究施設における研究計画.....	1
2.はじめに.....	1
2.1 本研究計画の前提.....	1
2.2 瑞浪の超深地層研究所計画の概要.....	3
2.3 課題評価を受ける範囲.....	4
3.瑞浪の超深地層研究所計画.....	4
3.1 地表からアプローチする調査研究段階(第1段階)の平成11年度までの研究成果.....	4
3.1.1 第1段階の達成目標.....	5
3.1.2 第1段階の平成11年度までの研究成果.....	5
3.1.3 第1段階の予算・要員・体制の実績.....	12
3.1.4 第1段階での情報公開の実績.....	13
3.2 瑞浪の超深地層研究所計画における地下施設建設時の調査研究(第2段階)全体の 基本計画及び前半の調査研究計画.....	13
3.2.1 第2段階の達成目標.....	14
3.2.2 第2段階の内容.....	14
3.2.3 第2段階前半の調査研究計画.....	16
3.2.4 第2段階の予算・要員・体制.....	20
3.2.5 第2段階に期待される成果および反映先.....	21
4.幌延の深地層研究所（仮称）計画の進捗状況.....	23
5.措置の実施状況.....	23
6.おわりに.....	24
・添付図表	
・付録1 技術資料・外部発表リスト	
・付録2 用語集	

添付図表リスト

- 表－1 地層科学研究と地層処分研究開発；研究課題と実施場所
- 表－2 瑞浪の超深地層研究所計画の第1段階及び第2段階における達成目標
- 表－3 超深地層研究所計画の第1段階および第2段階の予算・要員・体制
- 表－4 超深地層研究所計画の第1段階の研究成果概要
- 表－5 超深地層研究所計画の第2段階および第3段階の調査実施内容
- 図－1 深地層の研究施設計画
- 図－2 超深地層研究所の施設計画（例）
- 図－3 超深地層研究所計画のスケジュールと期待される成果
- 図－4 第2段階における研究開発の展開

1. 課題名：深地層の研究施設における研究計画

(＊印は用語の解説があります。)

2. はじめに

核燃料サイクル開発機構（以下、サイクル機構）は、平成 11 年 11 月に「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-」（以下、第 2 次取りまとめ）を原子力委員会に提出した。第 2 次取りまとめでは、「日本でも地層処分*が技術的に十分信頼性をもって行えること」、「今後、地層処分事業を進めていく上での技術的な拠り所が得られたこと」が示され、現在、国による評価が行われている。一方、国会においては、日本で初めての地層処分に関する法律である「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が審議され平成 12 年 5 月に成立した。このことは、今後の地層処分計画は、基礎研究を主体とする段階から事業の推進や安全規制の整備を主体とする段階へと移行しつつあることを示している。それに伴って、地層処分研究開発の基盤となる地層科学的研究においても、日本の地質を幅広く想定した研究開発から、具体的な地質環境を対象として調査技術の有効性を確認する研究開発へと移行する必要がある。深地層の研究施設計画の役割は、第 2 次取りまとめに示された技術によって地層処分が安全に行われることを、国民各層（技術的専門家、地元自治体、地域住民、一般公衆）に示し、地層処分に関する理解を得ていくことである。そのためには、地下施設が建設できることと、第 2 次取りまとめによって示された地層処分に必要な技術や安全確保の仕組みの信頼性を、実際の地質環境*において確認すること、実施主体が進める処分事業の推進や国が進める安全基準等の具体化に必要な技術や知見を整備すること、深地層を実際に体験できる場を整備することが、その目的となる。

2. 1 本研究計画の前提

本計画書はサイクル機構として計画の内容を具体化したものである。これは今後の第 2 次取りまとめに対する国の評価、実施主体（2000 年の秋を目途に設立が見込まれる）との調整、国における検討などを踏まえて、適当な時期に見直していくものである。

(1) 地層処分研究開発との関係

第 2 次取りまとめでは、深地層の研究施設計画に関する 2000 年以降の研究開発として、以下の課題が示されている。

- ①地質環境の長期安定性に関する調査技術
- ②地質環境調査技術
- ③人工バリア(engineered barrier)*などの工学技術
- ④地層処分場の詳細設計手法

⑤安全評価*手法

これを受けサイクル機構では、深地層の研究施設計画で実施する地層科学的研究*の研究開発として、以下の課題を設定した。

- ①地質環境の調査技術開発
- ②地質環境モニタリング技術の開発
- ③地質環境の長期安定性に関する研究
- ④深地層における工学的技術の基礎の開発

この課題①および②は、第2次取りまとめで示された課題②に対応し、本研究成果が地層処分研究開発に反映される。課題③は同じく①に対応し、課題④は同じく③および④に対応する。第2次取りまとめで示された課題の残る⑤の安全評価手法に対しては、本計画で把握される深部地質環境の特性が、性能評価モデルやデータの信頼性向上のための事例として反映される。

(2) 反映先との関係

深地層の研究施設計画は、その成果が地層処分事業や安全規制のスケジュールへタイムリーに反映されることが重要である。実施主体は精密調査地区を選定するために概要調査地区において概要調査を実施する。また精密調査地区の選定後、最終処分施設建設地を選定するために、精密調査地区においてサイト特性調査*（精密調査）を実施する。また、これと並行して精密調査地区選定までには安全審査基本指針が、最終処分施設建設地選定までには安全審査指針や処分場の技術基準がそれぞれ整備されることが見込まれており（平成12年7月26日：「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）（案）」）、これらの基準の策定に知見を提供する必要がある。これに加え、処分事業が国民各層に受け入れられるように、地層処分に対する理解醸成や信頼の確保に寄与することが求められる。

(3) サイクル機構の研究施設

サイクル機構では、これらの研究開発課題を達成するために、岐阜県瑞浪市の超深地層研究所計画（以下、瑞浪の超深地層研究所計画）と、北海道幌延町に申入れ中の深地層研究所（仮称）計画（以下、幌延の深地層研究所（仮称）計画）を進めていく。瑞浪の超深地層研究所計画では、結晶質岩*を対象とし、内陸部で想定される淡水系の地下水を考慮した研究開発を行う。幌延の深地層研究所（仮称）計画では、堆積岩*を対象とし、沿岸部で想定される塩水の地下水を考慮した研究開発を進める。この成果は、東海事業所のENTRYなどで行うモデル開発と協力して、普遍性のある知見として取りまとめる。深地層の研究施設での研究開発は、研究坑道の建設前から研究坑道の完成後まで約20年の計画とし、これを以下の3段階に区分して進める。その中で、施設の建設工程やこれに伴う研究開発課題や調査試験対象、そのスケールなどの違いを考慮していく。

- | | |
|----------------------|-----------|
| 第1段階：地表からアプローチする調査研究 | (6～7年間) |
| 第2段階：地下施設建設時の調査研究 | (7～9年間) |
| 第3段階：地下施設における調査研究 | (10～12年間) |

2. 2 瑞浪の超深地層研究所計画の概要

瑞浪の超深地層研究所計画については、平成7年12月に四者協定（瑞浪市、土岐市、岐阜県及び旧動燃）が締結され、平成8年度より研究を開始している。研究は、全体で20年程度を予定しており、現在、広さ14haの領域を対象として、第1段階の地表からアプローチする調査研究を行っている。文献調査、地表物理探査、試錐*孔掘削ならびに試錐孔を用いた調査などにより地質環境データを取得しつつある。また地質構造や水理地質構造などの地質環境モデルを構築し、研究坑道掘削の影響の予測解析を実施する。これに基づいて第2段階での調査試験計画や施設計画の検討を行う。第1段階の調査研究は平成14年度に終了し、研究坑道の掘削を伴う第2段階の調査研究は、平成13年度から着手する計画である。

(1) 瑞浪の超深地層研究所計画での研究開発課題

超深地層研究所計画では、地層科学研究を行う。2.1項に示した4つの研究開発課題のうち、地質環境の調査技術開発、地質環境モニタリング技術の開発および深地層における工学的技術の基礎の開発、の3つの研究開発課題に取り組むこととしている。

(2) 瑞浪の超深地層研究所計画のスケジュール

この計画では、立坑の深度500m程度と深度1000m程度のところに研究のための延長400m程度の水平坑道群（中間ステージ、最深ステージ）をそれぞれ設け、「研究坑道における調査研究（第3段階）」に該当する調査研究を行う予定である。1000mという深度は、例えば東京タワー（高さ333m）を3つ重ねた深度に相当し、400mという長さは、一般的な陸上競技場のトラック一周に相当する。

深度500m程度の水平坑道での調査研究（第3段階前半）は、深度500mから1000mまでの立坑の掘削（第2段階後半）と並行して行うことが可能となる。研究工程は以下の通りである。

- ①第2段階前半（平成13(西暦2001、以下も同様)年度～平成18(2006)年度）
- ②第3段階前半（平成18(2006)年度～平成27(2015)年度）
- ③第2段階後半（平成18(2006)年度～平成20(2008)年度）
- ④第3段階後半（平成21(2009)年度～平成27(2015)年度）

(3) 瑞浪の超深地層研究所計画での研究成果の反映

本計画の各段階で得られる成果は、実施主体が行うこととなっている各段階での調査計画の策定や、国によって行われる安全指針の策定のための科学的根拠となるものである。第1段階において地表からの調査技術を適用し、地表から地下深部の地質環境の予測と研究坑道の建設に伴う地質環境の変化を予測する。これらの予測結果を、第2段階の研究坑道建設時の調査や計測により取得される実測データと比較することにより、地表からの調査技術・評価技術の有効性を確認する。これにより花崗岩におけるデータ取得からモデル化、その妥当性の確認に至る一連の調査・評価フローが確立される。さらに、この間には深部地質環境に関する知見や坑道の建設技術に関する知見が取得される。

また、第3段階に実施される坑道を利用した調査により、調査技術の適用試験の成果と、坑道建設などに用いた工学的技術に関する知見が取得される。

2. 3 課題評価を受ける範囲

平成11年度の研究開発課題評価委員会では、深地層の研究施設における研究計画のうち「地表からアプローチする調査研究（第1段階）」についての評価を受けた。瑞浪の超深地層研究所計画については、すでに平成8年度に着手していたことから、第1段階の残りの平成11年度から平成14年度の計画についての評価を受けた。幌延の深地層研究所（仮称）計画については、第1段階の計画全体についての評価を受けた。

今回の研究開発課題評価委員会では、瑞浪の超深地層研究所計画は「地下施設建設時の調査研究（第2段階）」を平成13年度より開始する予定であることから、主として今後6年間に実施する第2段階前半の調査研究計画の評価を受ける。その前提となる第2段階の基本計画および第1段階の平成11年度までの研究成果についても評価を受けることとする。併せて幌延の深地層研究所（仮称）計画の進捗状況および平成11年度研究開発課題評価委員会での指摘事項に対する措置の現状についても報告する。

3. 瑞浪の超深地層研究所計画

3. 1 地表からアプローチする調査研究段階（第1段階）の平成11年度までの研究成果

瑞浪の超深地層研究所計画では、第1段階の調査研究は平成8年度から平成14年度までの7年間で実施する。ここでは、平成11年度までに実施した調査研究の成果を示す。

3. 1. 1 第1段階の達成目標

第1段階の達成目標は以下の7項目である。

- ①地表から地下深部までの地質環境データの取得と整理
- ②地下深部の地質環境のモデル化
- ③地下施設の建設に伴う地質環境の変化の予測
- ④地質環境モニタリング機器の開発および機器の設置と観測開始
- ⑤地下施設の設計および建設計画の策定
- ⑥第2段階（地下施設建設時の調査研究段階）の調査研究計画の策定
- ⑦坑道を利用した試験の基本計画の策定

上記の目標のうち、①②③は地質環境の調査技術開発として、④は地質環境モニタリング技術の開発として、⑤は工学的技術の基礎の開発として実施している。⑥の成果はそれ自体の内容が今回の評価の対象となるため、3.2項に詳述した。⑦については現在、第3段階の基本方針を検討しており、第1段階の今後の調査研究期間で基本計画を策定する計画である。

3. 1. 2 第1段階の平成11年度までの研究成果

第1段階において適用する地表からの調査技術は、第2段階での研究坑道の掘削によって、その有効性を評価する。また第1段階では、地表での調査における適切な調査量（取得データ量）を評価するため、取得するデータ量と地質環境モデルや予測解析の精度の向上との関係を検討する計画とした。そこで、第1段階においては、「調査（地質環境データの取得）→解析（地質環境の予測、研究坑道掘削による影響の予測解析）→評価（地質環境および解析結果の評価）→調査」という繰り返しのアプローチをとることとした。ここでは、平成11年度までに適用した調査技術の評価と、それによって把握された地質環境の特性について報告する。また、把握された地質環境の特性を踏まえて策定した研究坑道のレイアウトについても報告する。

1) 地質環境の調査技術開発

地表からの調査による地質環境データの取得、地質環境のモデル化、および地質環境の地下施設の建設に伴う地質環境の変化の予測解析を行う。これまでには、個々の要素技術について適用性の確認を実施してきた。以下に平成11年度までに実施した調査研究について、地質・地質構造、地下水の水理、地下水の地球化学、岩盤の力学の各分野に分類して成果を報告する。

(1) 地質・地質構造調査

- ①地上物理探査

電磁探査*（MT・CSMT法）によって、比抵抗の低い部分（ $10\Omega\text{m}$ 以下：深度60m以浅）、比抵抗の高い部分（ $1,000\Omega\text{m}$ 以上：深度80m以深）及びその中間的な部分（深度60～80m）の3層構造が推定された。既存の資料により、この領域では上位に新第三紀堆積岩層、下位に基盤花崗岩、その間に新第三紀堆積岩層の基底礫岩層及び花崗岩上部の風化部が分布することが知られており、これらが、それぞれの比抵抗分布に対応すると考えられる。

認されている月吉断層（東西走向・南傾斜約70°の逆断層）の花またバイブレーター（vibrator）震源*による反射法弾性波探査によって、新第三紀堆積岩層がほぼ水平な堆積構造であることや新第三紀堆積岩層と花崗岩の不整合面の形状が推定されたと共に、花崗岩上部の低角割れ目発達部と考えられる反射面が確認された。さらに領域南部の花崗岩には不整合面に変位を与える南側に傾斜した反斜面が推定され断層の存在が示唆された。

②試錐孔の掘削と調査

清水を用いて3本の試錐孔を掘削し、各種検層（電気検層、音波検層、中性子・ガンマ（gamma）線検層*など）及びボアホールテレビ（bore hole television）調査*を行った。また、岩芯観察や室内試験を実施し、以下の情報が得られた。

泥岩、砂岩、凝灰岩、礫岩などからなる新第三紀堆積岩層は、ほぼ水平な堆積構造を示しており、地層内には低角割れ目が卓越しているものの、開口割れ目は殆ど認められない。花崗岩については、上部は中粒～粗粒の黒雲母花崗岩、下部は細粒～中粒の優白質な花崗岩からなり、その境界は概して領域の南側にいくほど浅くなる。これら2種類の花崗岩は、化学組成についても明らかに異なり、その形成過程が異なることが推測される。また、新第三紀堆積岩層との不整合面と地表から深度350m付近の間の岩盤と、深度約800m以深は割れ目密度が高い。深度400mから700mまでは、割れ目の少ない岩盤である。以前より分布が確立岩中ににおける破碎帶*幅は約10m（新第三紀堆積岩層中は数十cm）である。この断層に伴う割れ目帯の範囲は、断層本体から両側に約35m程度である。

③地質構造モデル*の構築

本計画以前に掘削された試錐孔データ（AN-1, 2）によるモデル、本計画で実施した物理探査や試錐孔（MIU-1, 2）を加えたモデル、さらにMIU-3号孔を加えたモデルを構築しており、調査量の増加に伴ってモデルが改良される程度を評価するための情報が整理された。MIU-1, 2号孔までの調査では花崗岩が黒雲母花崗岩と優白質花崗岩に分類され、前者には割れ目帯が確認されていた。さらにMIU-3号孔の調査によって、これらの分布が施設スケールでの広がりをもつことが明かとなった。また、MIU-3号孔までの調査結果を加えた地質構造モデルでは、地下水流动に關係すると考えられる地質構造として、鮮新世から更新世の未固結砂礫層、新第三紀堆積岩層（3層に区分）、基盤花崗岩中の上部の風化最上部層、黒雲母花崗

岩、優白質花崗岩、上部の割れ目高密度部、割れ目低密度部（中間部）、および月吉断層ならびに付随する割れ目帯が考慮されている。

(2) 地下水の水理調査

① 表層水理調査

地下水流動解析における上部境界条件（地下水涵養量*）の設定及び解析結果の確認データを取得する技術の開発として、領域内の河川流量や気象パラメータ（parameter）*などの観測を実施している。これまでの観測から地下水涵養量は降水量の数%～十数%程度の値が得られている。

② 深層水理調査

3本の試錐孔を用いた水理試験（透水試験、揚水試験など）を実施した。その結果、領域内の地下水位、岩盤の透水性、地下水流動経路と考えられる高透水性の割れ目帯及び領域内に分布が確認されている月吉断層の水理学的性質を把握することができた。また、岩盤中の主要な水みちの把握には、試錐孔の掘削中に見られる逸水箇所の同定や、流体検層（流量・温度）が有効であることが水理試験結果との対比で確認された。また岩盤区分のためには、深度方向に割れ目本数の累積曲線を作成することが有効であることが明らかにされた。これらは、水理地質構造モデル*を構築する上で、水みちの把握に関する有効な情報を提供するものと期待できる。

領域内の地下水位は、領域南部での観測により深度 20m 付近に地下水面があることが確認されている。岩盤の透水性については、新第三紀堆積岩層では 100m 区間の揚水試験によって 10^{-8} m/sec オーダーの透水係数*が得られている。花崗岩では深度 400m から 700m までの割れ目低密度部において 10^{-8} m/sec オーダー以下の透水係数（一部計測不能の低透水性区間有り）が得られている。また、領域中央部の試錐孔 (MIU-2) における深度 200m 付近の割れ目帯を掘削中に、約 300m 離れた地点の地下水位観測孔で、試錐掘削に連動する地下水位変化が観測された。これにより MIU-2 号孔の深度 200m 付近に連続性の良い高透水性割れ目の存在が示唆された。またこの部分での透水試験（パルス(pulse)／スラグ(slug) *試験：試験区間 6.5m）の結果、 10^{-6} m/sec オーダーの透水係数の値が得られた。

領域北部境界で深度約 700m 付近を南傾斜で東西に走る月吉断層は、東濃鉱山での第 2 立坑建設時の間隙水圧の変化によって、新第三紀堆積岩層中では断層に直交する方向の流動に対して遮水壁的な役割を果たしていることが報告されていた。領域内の中央部の試錐孔 (MIU-2) および北部の試錐孔 (MIU-3) が月吉断層を貫通した際に、孔内水位が口元付近まで上昇したことと、地下水位観測孔（月吉断層の上盤側で本領域の南側）でも月吉断層の下盤側からの地下水の流入によると思われる地下水位上昇が観測されたことから、花崗岩中においても月吉断層本体は遮

水壁的な役割を果たしていることが推定された。したがって、月吉断層は新第三紀堆積岩とその下位の花崗岩の両方の部分において遮水壁となっていると考えられる。また、花崗岩における月吉断層に伴う割れ目帯を対象とした、MIU-2号孔とMIU-3号孔の孔間透水試験によって 10^{-6} m/secオーダーという透水係数が得られ、断層面に沿った地下水流动が予想される。

地質・地質構造の項目で述べたように、領域内の花崗岩は割れ目の分布密度から3つの領域に区分されるが、この区分が約100mの試験区間による揚水試験から得られた岩盤の透水係数分布と調和的であることが明らかになった。

③水理地質構造モデルの構築

前述の地質構造モデルに上記の水理試験結果を反映して、水理地質構造モデル($1.2\text{km} \times 0.8\text{km} \times \text{深度 EL-1,500m}$)を構築した。このモデルは、平成13年度に予定している試錐孔における長期揚水試験の予測解析などに用い、揚水に伴う他の試錐孔における地下水の水圧の変化を予測する。その予測結果を実際の試験結果と比較することによりモデル化手法の妥当性が確認される。

④地下水流动解析

研究坑道の建設に伴う地下水流动への影響予測解析の実施に向け、平成11年度末までに、水理地質構造の概念構築、モデル化領域の範囲ならびに境界条件の設定方法などについて検討を実施した。

水理地質構造の概念構築は、領域内の2孔の試錐孔データに基づき行った。主要な水理地質構造として、新第三紀層と花崗岩との不整合付近の基底礫岩層・花崗岩の風化帯、低角割れ目が卓越する花崗岩上部の割れ目帯、ならびに断層および断層に沿って発達する割れ目帯を設定した。

モデル化領域の範囲の設定にあたっては、本計画の実施領域を包含する領域を研究の場としている広域地下水流动研究の成果を用いた。約10km四方の範囲を対象に水理地質構造モデルを構築し、有限要素法による飽和不飽和浸透流解析コードTAGSACを用いて予察的な掘削影響予測解析を実施した。その結果、モデル化領域として、本領域を中心とした $6\text{km} \times 4\text{km}$ の範囲を設定した。また、境界条件の設定方法については、広域地下水流动研究における水収支観測の結果および地下水流动解析から得られる水頭分布に基づき設定することとした。なお、解析にあたっては、水理地質構造モデルの構築・計算用メッシュ作成に、三次元的なモデル化および浸透流解析が可能な可視化システム(EarthVision)を用いて解析作業の効率化を図った。主な対象が花崗岩中の地下水流动であることから、花崗岩中の地下水流动経路と考えられる高透水性の割れ目を表現する亀裂性媒体と、岩盤部分の平均的な透水性を表現する多孔質媒体の両方を組合わせて表現可能なハイブリッド(hybrid)型の飽和・不飽和浸透流解析コード(code)(Frac-Affinity:有限差分法)を適用した。

研究坑道の掘削に伴う地下水流动への影響予測解析は、主に平成12年度末までの調査結果を基に構築する水理地質構造モデルを用いて行う。その結果を研究坑道の掘削前までに取りまとめる予定である。

(3) 地下水の地球化学調査

地下水の地球化学の調査では、水質形成機構の検討のために、平成11年度までに岩盤の地球化学特性*に関するデータを取得した。試錐孔掘削で得られた岩芯（花崗岩）中の Fe^{3+} と Fe^{2+} の量比を測定した結果、深度約300m以浅では相対的に Fe^{3+} が多く、深度約300m以深では Fe^{2+} が多い傾向が認められた。このことは、花崗岩中における岩石の酸化還元環境が、深度300m付近を境に変化していることを示していると考えられる。地下水試料を用いた地球化学特性に関するデータの取得や水質形成機構の検討などは、平成12年度以降に実施する計画である。

(4) 岩盤力学調査

① 物性試験

領域内の花崗岩の物性値は、一軸圧縮強度が100～200MPa、ヤング率(young's modulus)*が30～60GPaであり、これは日本の花崗岩の平均的な値とあまり変わらない。また、物性値の深度方向の変化は、割れ目の分布状態の変化に対応しており、深度300m付近と深度700m付近で変化が見られる。

② 初期応力試験

AE法*、DRA法*を併用した初期応力測定の結果、鉛直方向の地圧は土被り圧とほぼ一致しており、その深さ方向の勾配は0.026～0.027MPa/m程度である。また、水圧破碎法による初期応力測定によれば、水平面内の最小主応力値は概ね鉛直方向の値と等しく、水平面内の最大主応力値は、最小主応力値の1.5～2倍程度である。また水平面内の最小主応力と最大主応力の値は、深度300m付近と700m付近を境に急激に変化する。水平面内の最大主応力の方向は、地表付近では南北方向を示すのに対して、深度300m以深では北西-南東方向を示し、三角測量から得られた東濃地域における最大圧縮ひずみの方向と概ね一致する。

2) 地質環境モニタリング技術の開発

試錐孔において、研究坑道の建設前、建設中および建設後の間隙水圧及び地下水の水質を継続して観測するための装置を製作している。また既存の多点式間隙水圧測定装置（以下、MPシステムと呼ぶ）を本研究所計画以前に掘削された試錐孔（2孔）及び本研究所計画で掘削された試錐孔（3孔中の2孔）に設置し、研究坑道建設前の間隙水圧の測定を開始した。

3) 深地層における工学的技術の基礎の開発

これまでに得られた研究成果や事業化推進への反映などを踏まえ、本計画で実施すべき調査研究項目の詳細について明確にした。さらに、その調査研究項目に基づき研究坑道の仕様、レイアウトを具体化し、研究開発成果の反映時期及び施工性を考慮した建設スケジュール（案）を策定した。

超深地層研究所は地上施設と研究坑道*からなる。現時点までの検討により作成した研究坑道の例を図2に示す。研究坑道は、地下1,000m程度の深地層へアクセスするための主立坑*、第3段階の研究を行う2つの水平坑道群*（中間ステージ、最深ステージ）、主立坑950m付近に分布することが予測される月吉断層を回避して最深ステージを掘削するためのスパイラル坑道*、および換気立坑*などからなる。1)で示した通り、研究実施領域では、割れ目頻度の少ない岩盤（400m, 700m）と断層の影響によって割れ目頻度の多い岩盤（800m以深）の2種類の岩盤が分布している。これら各自の岩盤での研究の場を確保すること、第3段階の坑道を利用した調査研究の期間を長く確保すること、および主立坑が月吉断層を貫く時期をできるだけ遅くすることなどの理由で、研究坑道には、水平坑道群を中間ステージ（深度500m程度）と最深ステージ（深度1,000m程度）の2深度に設ける。また、最深部にある月吉断層を立坑掘削で貫くことにより、主立坑への地下水の大規模な流入が生じ、その結果として水理場を大きく乱すことが考えられるため、断層を避けて先に最深部に到達するためのスパイラル坑道を設ける。これにより、工事機械の移動や、立坑での掘削影響試験の観測試錐孔を水平に複数の深度で掘削することが容易になるという利点がある。

地上施設は、研究・管理棟、試料管理棟、機器の維持管理のための施設の他、立坑坑口建屋、捨石の堆積場、排水処理施設などからなる。

4) 第2段階以降の研究計画の策定

第1段階においては、第2段階（地下施設建設時の調査研究）の調査研究計画、および第3段階（地下施設における調査研究）の基本計画を策定する。第2段階の調査研究計画については、今回の課題評価委員会における主要な評価対象であり3.2に示す。以下に第3段階の調査研究計画基本計画の策定方針を示す。

第3段階の調査研究は、水平坑道群において実施し、中間ステージを実施場所とする前半と、最深ステージを実施場所とする後半に分ける。第3段階の達成目標の設定には以下の事項を考慮することとし、第1段階における今後の調査研究の成果によって、具体的な達成目標を策定する。

- ・第2段階に予測する坑道周辺の地質環境を確認する。
- ・場の地質環境（地質学的・水理学的・力学的特性の異なる岩体）を考慮した合理的で効果的な研究を行う。
- ・一般の人々が見学できる施設として整備する。

5)研究成果のまとめ

- ① 物理探査や 3 孔の試錐調査により、地表から地下深部までの地質環境データを取得し、最初の施設スケールの地質環境モデルを作成した。これにより、第 1 段階の終了までに行う調査により、地質環境モデルの構築と、研究坑道の建設に伴う地質環境の変化の予測ができる見通しができた。
- ② 地下水の長期モニタリング装置を試錐孔に設置し、研究坑道の建設に伴う間隙水圧および水質の変化を長期観測できる見通しを得た。
- ③ これまでに明らかになった地質環境特性と第 2 段階以降の研究開発計画の検討によって研究坑道のレイアウトおよび建設スケジュールを策定した。今後の研究開発期間で詳細設計および建設計画の策定が可能となった。

6)今後の予定

試錐調査によるデータの取得と、それらのデータに基づく地質環境モデルの改良と解析を実施する。そのモデルに基づき立坑掘削に伴う地質環境の変化の予測解析を行う。調査としては、MIU-4 号孔と深度 1,000m 以深のデータを取得するための MIU-5 号孔の試錐調査ならびに両孔における各種試験、室内試験・分析を実施する。また、MIU-2 号孔を揚水孔とした長期揚水試験を実施する。これは立坑掘削のための予備的な試験として位置づけられるものである。さらに、立坑掘削に伴う地質環境の変化の予測解析の信頼性が十分でないと判断される時は、必要に応じて新たな試錐孔を掘削する。

モニタリングシステム技術については、試錐孔に設置した MP システムによって、MIU-4 号孔掘削に伴う地下水応答観測を実施する。一連の調査に伴う地表近くの地下水への影響を把握するために、深度 100m 程度の層厚をもつ堆積岩部についてもモニタリングのための試錐孔を新たに掘削し、地下水水圧、水質を長期観測する。また地層からの重金属溶出の可能性や変化の観測方法などについて検討する。さらに、領域を包含する広域地下水流动研究の試錐孔でのモニタリングシステムも活用して研究を進める。

これまでにデータの取得からモデル化までの作業がひととおり終了した。今後、モデル化の結果をデータ取得にフィードバックし、どの程度の規模の割れ目までモデルに取り込むべきかなど取得するべきデータの範囲の検討を行う。花崗岩における個々の技術の有効性の確認、それらを組み合わせて一連の調査・評価フレームを構築する調査の体系化に向けた作業を開始する。

また研究坑道の詳細設計と建設計画の策定を実施する。

3. 1. 3 第1段階の予算・要員・体制の実績

本計画は、関連する他の地層科学研究（広域地下水流动研究、東濃鉱山での試験研究）とともに、サイクル機構東濃地科学センターが主体となって実施しており、これを進めるにあたっては国内外の機関や専門家との共同研究や協力を積極的に行っていている。

(1) 予算

これまでの第1段階では、約67億円（平成8年度約23億円、平成9年度約17億円、平成10年度約16億円、平成11年度約11億円）の資金で実施した。

(2) 要員・体制

第1段階の調査研究を実施するための要員は、地質・地質構造、水理、地球化学、岩盤力学、調査技術開発、モデリング、データ管理の分野の研究者を主体とする。これまでには、平成8年度は約40人（研究者約30名、総括・管理・調整約10名、施設技術者1名）、平成9年度は約50人（研究者約30名、総括・管理・調整約15名、施設技術者約5名）、平成10年度は約50人（研究者約30名、総括・管理・調整約15名、施設技術者約5名）、平成11年度は約55人（研究者約35名、総括・管理・調整約15名、施設技術者約5名）の体制で実施した。これに加え、内外の研究者（国際特別研究員、客員研究員など）を平成8年度7人、平成9年度3人、平成10年度5人、平成11年度5人を受け入れた。また、国内外の研究機関との共同研究を数多く実施した。

3. 1. 4 第1段階での情報公開の実績

本計画は、情報公開、透明性の確保などに努めることを基本として進めてきており、その研究内容や成果を積極的に公開している。具体的には以下の通りである。

- ・専門家の方々に対して

- ①有識者の評価を受けるため、大学関係者などへの研究計画および研究成果の説明をこれまで約30回、有識者を対象とした成果報告会をこれまで3回開催している。
- ②広く専門家の評価を受けるため原子力学会や応用地質学会などで、これまで約40編の発表を行っている。
- ③研究成果を広く公開するため、研究計画書や研究報告書をこれまで約60冊作成し、公開している。

- ・一般の方々に対して

- ①地元住民の方々に対し、定期的に超深地層研究所計画の進捗状況についての説明を実施している。

- ②超深地層研究所計画用地内に仮設の計画紹介施設（コミュニティープラザ）を開設し、地元住民の方々とのコミュニケーションの場として利用している。
- ③東濃鉱山（ウラン鉱山）の坑道を利用し、地層科学的研究の紹介を積極的に行っている。これまでに年間3千人程度の見学者を受け入れている。
- ④サイクル機構のホームページ上に、平成11年より超深地層研究所計画を紹介するページを開設している。
- ⑤広く国民の方々に超深地層研究所計画の内容や研究成果を紹介するため、パンフレットやPRビデオを整備した。また施設計画や調査技術を説明する模型の作成およびヴァーチャルリアリティ(virtual reality)*技術を用いた研究施設の体験ソフトウェア(soft ware)*などを整備している。

3. 2 瑞浪の超深地層研究所計画における地下施設建設時の調査研究（第2段階）全体の基本計画及び前半の調査研究計画

研究坑道のレイアウトは、3.1.2-3)に示した通り、第3段階の調査研究において異なる地質環境での研究の場を確保すること、および主立坑が月吉断層を貫く時期をできるだけ遅くすることなどから、最深部（深度1000m程度）で展開する最深ステージの水平坑道の他に、中間部（深度500m程度）において中間ステージの水平坑道を開設する。さらに月吉断層を避けて最深ステージに到達するためのスパイラル坑道を開設する。そのため第2段階における研究坑道の建設は、深度500m程度までの建設（主立坑上部、中間ステージの水平坑道、換気立坑上部）と、深度500m程度から1,000m程度までの建設（主立坑下部、スパイラル坑道、最深ステージの水平坑道、換気立坑下部）の順に進める。第2段階の研究は平成13年度から開始し、研究坑道の建設手順に合わせて地表から深度500mまでの研究坑道建設時に実施する前半と、深度500m程度から1,000m程度までの研究坑道建設時に実施する後半に分かれる。前半の調査研究によって調査技術や建設技術の高度化を図り、後半の調査研究に適用する。平成14年度に主立坑の坑口準備工事に着手し、前半の坑道掘削完了は平成18年頃、後半の坑道掘削完了は平成20年頃を予定している。

第2段階の調査研究において、2.1に示した研究開発課題のうち「地質環境の調査技術開発」では、第1段階に適用した地表からの調査技術の有効性の評価、および研究坑道建設時の調査技術の開発を行う。具体的には、地表からの調査で取得したデータに基づき予測した深部地質環境*および研究坑道建設に伴う地質環境の変化を確認することにより、地表からの調査技術の有効性を確認する。また、研究坑道建設時には、地質環境データの取得と、それを基に構築した地質環境モデルの改良を繰り返し実施することにより、坑道建設時の調査技術の開発を進めていく。また、「地質環境モニタリング技術の開発」については、機器が長期にわたり機能すること、試験や研究坑道掘削に伴う地下水の変化が検出できることなどによりその有効性を評価する。

「深地層における工学的技術の基礎の開発」については、第1段階に行った研究坑道の設計や策定した建設スケジュールに沿って実際の建設が行われたかにより有効性を評価する。

3. 2. 1 第2段階の達成目標

瑞浪の超深地層研究所計画で実施する3つの研究開発課題について、第2段階における具体的な達成目標として以下に示す①から⑦を設定する。

(1) 地質環境の調査技術開発

- ①研究坑道建設時の地質環境データの取得と整理
- ②第1段階における地下深部の地質環境モデルの妥当性の確認
- ③第1段階に予測した研究坑道の建設に伴う地質環境の変化の確認
- ④研究坑道周辺の地質環境のモデル化

(2) 地質環境モニタリング技術の開発

- ⑤地表からの地質環境のモニタリング技術の有効性の評価

(3) 深地層における工学的技術の基礎の開発

- ⑥研究坑道の設計・施工計画策定技術の有効性の評価と建設技術の適用

その他、⑦第3段階（地下施設における調査研究）の調査研究計画の策定、を達成目標とする。

3. 2. 2 第2段階の内容

達成目標に基づき、以下の内容で調査研究を実施する。

(1) 地質環境の調査技術開発

- ①研究坑道建設時の地質環境データの取得と整理

第2段階においては、第1段階に予測した施設スケールの深部地質環境および研究坑道建設に伴う地質環境の変化を確認するためのデータと、水平坑道群周辺における坑道スケールの地質環境を詳細に予測するためのデータの双方を取得する。具体的には、地表から深度1,000m程度までに展開される主立坑、水平坑道群、換気立坑の建設時に、坑壁の地質観察、湧水の調査、坑道掘削に先行する試錐孔による坑道周辺の掘削影響の観測などの調査を行う。また地表では、試錐孔に設置したモニタリング装置によって地下水水圧や化学組成などの観測や、降水量や河川流量などの表層水理観測を行う。なお地質環境の予測や確認のためのデータが十分でないと判断される時は、地質構造の三次元分布の確認やモニタリング機器の増設などのために、地表からの試錐調査や物理探査を実施することも検討する。

- ②第1段階における地下深部の地質環境モデルの妥当性の確認

第1段階で構築する施設スケールの地質環境モデル（地質構造モデル、水理地質構造モデル、地下水地球化学モデル*、岩盤力学モデル*）を、①で取得したデータを用いて確認する。この作業では、前半の深度500mまでのデータにより地質環境モデルの妥当性を確認・改良し、さらに高度化したモデルを後半の深度1,000mまでのデータで確認する。これにより、地表からの調査技術によって深部地質環境を施設スケールでモデル化する技術の有効性を評価する。

③第1段階に予測した研究坑道の建設に伴う地質環境の変化の確認

第2段階では、第1段階で予測した研究坑道建設に伴う地質環境の変化（地下水流動の変化、地下水の地球化学特性の変化、坑道周辺岩盤の力学的挙動）を①で取得したデータを用いて確認する。前項と同様に、この作業においても、前半の深度500mまでのデータにより地質環境の変化の予測を確認・改良し、さらに高度化した予測を後半の深度1,000mまでのデータで確認する。これにより、地表からの調査技術によって研究坑道建設に伴う地質環境の変化を施設スケールで予測する技術の有効性を評価する。

④研究坑道周辺の地質環境のモデル化

第2段階では、①で取得したデータに基づき第3段階でアクセスする水平坑道群周辺を対象として、坑道スケールの地質環境モデルを構築する。前半では中間ステージ周辺のモデルを構築し、後半では最深ステージ周辺のモデルを構築する。

(2) 地質環境モニタリング技術の開発

⑤地表からの地質環境のモニタリング技術の有効性の評価

第1段階においては、研究領域に掘削された試錐孔にMPシステムを設置し、研究坑道掘削前の間隙水圧、地下水の水質ならびに物理化学パラメーターを観測している。第2段階においては、研究坑道の建設に伴うと予想されるこれらの変化を観測することにより機器の耐久性、観測方法を検討し、モニタリング技術の有効性を評価する。

(3) 深地層における工学的技術の基礎の開発

⑥研究坑道の設計・施工計画策定技術の有効性の評価と建設技術の適用

第1段階には地表からの調査で取得されたデータに基づいて、研究坑道の詳細設計および施工計画が策定される。第2段階では、研究坑道の建設や設計変更の実績によって、第1段階に適用した詳細設計手法や施工計画策定手法の有効性や建設技術の有効性を評価する。前半では、地表から深度500m程度までの研究坑道の建設の実績によって有効性を評価し、詳細設計および施工計画を見直す。後半では深度500m程度から深度1,000m程度までの研究坑道の建設の実績によって、

見直された詳細設計手法や施工計画策定手法の有効性や建設技術の有効性を評価する。

(4) 研究計画書の策定

⑦ 第3段階（地下施設における調査研究）の調査研究計画の策定

第2段階においては調査研究の進展に伴い得られる情報に基づいて第3段階の詳細な調査研究計画を策定する。第2段階前半に構築される中間ステージ周辺の地質環境モデルに基づいて第3段階前半の研究計画を、第2段階後半に構築する最深ステージ周辺の地質環境モデルに基づいて第3段階後半の研究計画を策定する。

3. 2. 3 第2段階前半の調査研究計画

ここに示した第2段階前半の調査研究計画は、基本的にこれまでの第1段階の調査研究の成果に基づいて作成したものであり、今後実施する第1段階の調査研究の成果に基づき適宜見直すとともに、具体化していく。

第2段階前半では、第1段階で実施した深部地質環境および研究坑道建設に伴う地質環境の変化の予測について、主立坑上部（地表～深度500m程度）、中間ステージ（深度500m程度）、換気立坑上部（地表～深度500m程度）の建設時に実施する調査と、表層水理観測や1,000m級試錐孔に設置したモニタリング装置での観測によって確認する。これにより、地表からの調査技術による地質環境の予測技術の有効性を評価する。さらに、第3段階前半（中間ステージ）における調査研究でアクセスする地質環境を予測し、中間ステージにおける坑道スケールの地質環境モデルを構築するとともに、中間ステージで行う第3段階前半の調査研究計画を策定する。さらに、坑道建設に用いた工学的技術の有効性を評価する。

1) 地質環境の調査技術開発

(1) 地質・地質構造

第1段階において予測した施設スケールでの地質構造区分と岩相の分布ならびに特徴（岩相、風化・変質、割れ目など）を主立坑掘削に伴う地質の観察によって確認し、第1段階の地質構造モデルの妥当性を評価する。モデルと観察の結果との整合性が十分でない時には、新たに取得したデータを加え施設スケールの地質構造モデルを改良する。これにより、施設スケールの地質・地質構造を予測する一連の地表からの調査技術の有効性を評価する。さらに、研究坑道での調査研究で対象とする地質構造要素を選定し、その三次元的な分布を予測して、坑道スケールの地質構造モデルを構築する。

・ 地質構造調査

掘削した坑道の壁面観察や画像撮影などによって、岩相、風化・変質、割れ目などの地質・地質構造に関する情報や、割れ目の分布形状や充填鉱物、湧水の状況などに関する情報を取得し、その観察結果を坑壁地質展開図にまとめる。調査は主立坑、中間ステージの水平坑道、換気立坑の全区間で実施する。また、岩盤やその中の割れ目の詳細な岩石学的・鉱物学的特性を把握するために、サンプルを適宜採取し、顕微鏡観察、化学分析、X線回折などを実施する。

(2) 地下水の水理

第2段階前半では、表層水理観測を継続するほか、坑内の湧水量の観測や、試錐孔に設置したモニタリング装置によって地下水位や間隙水圧の観測を行う。また主要な水みちの水理特性を調査する。これらのデータを用いて、第1段階において実施した研究坑道建設に伴う地下水流动の変化の予測結果を確認する。予測結果と実測値が大きく異なる場合には、新たに取得したデータによって施設スケールの水理地質構造モデルの改良および境界条件の再設定を行い、再び予測解析を行う。これらにより、地表からの調査で施設スケールの地下水流动の変化を予測する一連の調査技術の有効性を評価する。

・表層水理調査

地下水の涵養量や流出特性を把握するため、河川水質・比流量調査、気象観測、表層水理定数観測（河川流量、土壤水分、自由地下水面）などの長期観測を行う。

・深層水理調査

研究坑道建設に伴う花崗岩での地下水流动の変化を把握するため、1,000m級試錐孔に設置したモニタリング装置による間隙水圧観測や、研究坑道内の湧水量の観測などを実施する。

・主要な水みちの水理特性調査

研究坑道と交わることが予測される主要な透水性割れ目を対象として、その連続性や水理特性を把握するための試錐調査や、地表モニタリング孔との圧力応答試験などを実施する。

(3) 地下水の地球化学

第2段階前半では、研究坑道内の湧水の分析や既存試錐孔に設置したモニタリング装置によって採取した地下水の分析を行い、地下水の溶存化学成分や物理化学パラメーターに関するデータを取得する。また、湧水箇所の岩石試料を分析し、その構成鉱物や化学組成データを取得する。第1段階において実施した地下水-岩石反応や地下水の化学組成の分布の予測結果との整合性を評価する。予測結果と実測値が大きく異なる場合には、新たに取得したデータによって施設スケールの

地下水の化学組成の分布を見直すほか、地表からの調査で地下水の化学組成の分布や研究坑道建設による影響を予測する技術の見直しを図る。

- ・地下水の地球化学調査

第1段階で予測した地下水の地球化学特性の分布について、その予測結果の妥当性を確認する。また、研究坑道建設に伴う花崗岩中における地下水水質の変化などを把握する。そのために、試錐孔に設置したモニタリング装置による採水や坑道内の湧水の採取を行い、地下水の物理化学パラメーターの計測や、主要溶存成分濃度、微量溶存成分濃度、溶存ガス、環境同位体*、コロイド(colloid)*／有機物、微生物の分析を定期的に行う。

- ・主要な水みちの地球化学特性調査

研究坑道と交わることが予測される主要な透水性割れ目を対象として研究坑道建設前後での水質の変化を観測する。そのために、数十m手前からその割れ目に向けて観測用の先行試錐孔を掘削する。その中に水質を観測するためのモニタリング装置を設置する。

- ・岩石-地下水反応による水質形成機構の調査

研究坑道で採水を行った湧水割れ目から充填鉱物などの岩石試料を採取し、変質鉱物、割れ目充填鉱物の化学組成、構成鉱物組成、同位体組成などの分析を行う。さらに、岩石-地下水反応の解析や室内試験などを行う。

(4) 岩盤の力学

第2段階前半では、坑内試錐孔での試験（岩石物性試験、初期応力測定など）によって、第1段階において実施した岩盤の物性や初期応力の分布および坑道周辺岩盤の変位、再配分応力、塑性域の範囲などの予測結果を確認する。予測結果と実測値が大きく異なる場合には、新たに取得したデータによって岩盤力学モデルを改良し、再び解析を行う。また、地表からの調査で研究坑道掘削の力学的な影響を予測する一連の調査技術の有効性を評価する。さらに、先行試錐孔や物理探査手法を用いて、掘削影響領域*についての詳細なデータを取得し、力学特性、水理特性の変化や、それら変化と建設工法との関係について評価するほか、調査方法の有効性を評価する。

- ・岩盤・岩石物性調査

予測した力学特性の深度方向の変化や応力分布を確認するため、坑内からの試錐孔により岩石物性試験、初期応力測定、孔内載荷試験、速度検層などを実施する。少なくとも坑道径の3倍以上の孔長の試錐孔を用いて、坑道掘削の影響範囲の外側での試験を実施する。

- ・立坑変位計測

予測解析した研究坑道の掘削による変位、再配分応力、塑性域の範囲などを確認するため、主立坑および換気立坑を対象に試錐孔を用いて岩盤の変位を計測する。主立坑では最低4方向（最大主応力方向及び最小主応力方向）に立坑

壁面より坑道径の3倍程度までの孔長で掘削し、岩盤内変位計によって岩盤に生じた変位を計測する。換気立坑では、主立坑予備ステージより換気立坑に向けた水平試錐孔により換気立坑掘削中の変位データを計測する。

- ・立坑掘削影響調査

坑道周辺岩盤には掘削影響領域が生じ、力学特性や透水性が変化することが知られている。主立坑を対象としてこれら掘削影響が発生する領域の分布を調査する。先行試錐孔を掘削し、岩盤に生じる微少破壊を検出するセンサーや3成分の加速度計を設置して発破による損傷領域を定量的に評価する。またSP検層により弾性波速度を測定し弾性波速度によって掘削損傷領域を把握する方法を検討する。

2) 地質環境モニタリング技術の開発

第1段階では地下水の間隙水圧、水質、物理化学パラメーターなどのモニタリングシステムを試錐孔に設置し、研究坑道建設前の初期値を把握するための連続的なモニタリングを実施している。

第2段階前半においては、第1段階に設置したモニタリングシステムによって地表から深度500m程度までの研究坑道の建設に伴って予想される地下水の変化を観測する。観測機器の性能や観測網の設定の仕方について有効性を評価し、適宜改良を加える。加えて、坑道からの試錐孔などに岩盤や地下水のモニタリング装置を設置し、坑道周辺の詳細なモニタリングを実施する。

その他、施設近隣での利水に及ぼす影響を、堆積岩部に掘削する試錐孔によって長期観測する。

3) 深地層における工学的技術の基礎の開発

第2段階前半では、大深度地質環境下における工学的技術に関する研究開発として(1)研究坑道の設計・施工計画構築技術の開発、(2)研究坑道の建設技術および施工対策技術の開発、(3)安全性を確保する技術の開発を実施する。

(1) 研究坑道の設計・施工計画構築技術の開発

研究坑道建設に伴って取得される情報に基づき、第1段階の詳細設計、施工計画を評価する。施工や研究の成果を反映して設計・施工計画を策定する技術（設計手法・設計体系の整備、研究の品質を確保する技術）と、施工の実績を設計にフィードバック(feedback)*する技術（設計・施工管理システム）を開発する。さらに、建設時の調査・計測結果を合理性と安全性の観点から分析し、設計の見直しが図れるように余裕をもたせる考え方を開発する。

(2) 研究坑道の建設技術および施工対策技術の開発

既存の地下構造物の施工実績などを勘案し、大深度地下での坑道建設時の地質環境の変化に対応する建設技術や、各種の突発的な事象（山はね、湧水など）への対策技術を開発する。また、修正設計を必要とするような地質環境の変化を事前に予知するための調査技術、および対策工*実施後の品質確認のための調査技術の検討・整理を行う。さらに研究開発を目的とした新たな支保材料や前方予知探査手法などの有効性の検討も行う。これらの技術は、第2段階前半での研究坑道の施工へ適用し、その有効性を評価する。

(3) 安全性を確保する技術の開発

第1段階においては、地下において展開される調査研究と、それらと並行して実施される研究坑道の建設の状況を把握し、研究者、建設業者、一般見学者が研究坑道に入坑することによる安全確保上の問題点を抽出した。想定される事故や災害への対応を考慮した安全管理計画を立案し、常時の点検管理システムと共に、非常時の情報伝達システム、指揮命令系統などを明確にした。

第2段階においては、計画された管理システムに従って管理を実施し、安全確保状況の評価を行い、安全管理システムに必要な改良を加える。

4) 実施計画書の策定

第2段階の調査研究計画においては、第2段階前半までの調査研究結果に基づき、第2段階後半での調査研究計画を具体化する。

第3段階の調査研究計画については、第2段階前半で行われる中間ステージの詳細な地質環境の情報に基づいて、前半の調査研究計画の策定を行う。

3. 2. 4 第2段階の予算・要員・体制

平成13年度には瑞浪の超深地層研究所計画は第2段階に入る。幌延の深地層研究所（仮称）計画については、本計画が受け入れられた場合、現地における調査が開始される予定である。この場合、2つの深地層の研究施設設計画を実施するための人員が大幅に増大し、その効率的実施のため要員・体制などの見直しが必要となると思われる。また、国内外の機関や専門家との共同研究を第2段階以降も積極的に推進していく。

(1) 予算

第2段階に入る平成13年度以降では施設費が大幅に増加し、平成13年度は約18億円（研究費約8億円、施設費約10億円）の資金を要する。平成14年度以降も年間30億円から45億円程度の資金を要する。ただし、平成13年度の研究費8億円には第1段階の研究費（6.5億円）も含まれている。

(2)要員・体制

第2段階の調査研究を実施するための要員は、地質・地質構造、水理、地球化学、岩盤力学、調査技術開発、モデリング、データ管理の分野の研究者を主体とする。この他、技術総括、計画・予算・工程管理、施設設計・施工管理などの調整、管理のための技術者を配する。当面は、現在と同等の55人（研究者約35名、総括・管理・調整約15名、施設技術者約5名）程度の体制を計画しているが、今後、幌延の深地層研究所（仮称）計画（申入れ中）の進捗に伴い体制を見直す必要が生じる可能性がある。これに加え、内外の研究者（国際特別研究員、客員研究員など）を積極的に受け入れる。また、第2段階の研究に係わる共同研究を、国内外の研究機関と実施することを検討する。

3. 2. 5 第2段階に期待される成果および反映先

第2段階の調査研究では以下に示すような成果が期待され、実施主体が行う処分事業と国が行う安全規制の策定に反映されるものと考えられる。また、深地層の研究施設における研究成果を適切に処分事業や安全規制へ反映していくことにより、深地層の研究施設計画が着実に進められ地層処分の技術的な基盤が整いつつあることを示し、地層処分に対する社会の理解醸成と信頼の確保に資することができると考えられる。さらに積極的な方法として、瑞浪の超深地層研究所計画では研究坑道にPA施設を建設し、深部地質環境を体験する場として提供する計画である。

1) 地質環境の調査技術開発

この研究開発課題の成果として、花崗岩におけるデータ取得からモデル化、その妥当性確認に至る一連の調査・評価フローの確立が挙げられる。また、この研究開発課題の成果は、安全審査基本指針、安全審査指針の策定において、基準等（設計要件、安全評価シナリオ、安全指標・基準値）を設ける際の科学的根拠の整備に反映できる。具体的には、空中および地上物理探査、試錐調査、地下水や力学の試験、地質環境のモデル化、地質環境の変化の予測解析、モデルの妥当性の確認などに用いる調査の実施手順などのフローである。その中には、物理探査手法の選択や観測条件、水理試験手法の精度や測定区間の設定など個々の調査技術の有効性の評価手法などが含まれる。また、モデル化手法に関するものとしては、モデル化すべき構造の抽出やモデル化に必要なデータの選択、特性の空間分布の推定の方法などモデル化技術の有効性評価手法、また予測する手法の選択や、予測する項目、精度、確認の方法など予測解析技術や妥当性確認手法の有効性の評価手法などが含まれる。

また第3段階に確認される坑道を利用する調査技術は、地表からの調査が対象とするスケールより詳細なスケールで地質・地質構造の分布や地質環境特性の分布を把握するための調査フローがその成果となる。この中には、坑道の中における地下水や岩

盤の計測方法やその計測期間・精度や物質移行試験の方法など個々の調査技術の有効性の評価手法や、地下水モデルや物質移行モデル、掘削影響評価のためのモデル化手法などが含まれる。

超深地層研究所計画で技術の確認を行う調査技術を表-5に示す。

2) 地質環境モニタリング技術の開発

この研究開発課題の成果は、処分場の岩盤や地下水などに関するモニタリングシステムの構築などに反映できる。その内容として、モニタリングシステムの対象とする項目、有すべき機能ならびに耐久性に関する知見や、モニタリングの方法や設置地点とその数量、間隔、期間、対象項目などの考え方の提供が挙げられる。

超深地層研究所計画においては、地表からのモニタリングとして、MPシステムによる地下水の間隙水圧と、その採水機能を用いた水質のモニタリングを行っている。研究坑道の掘削以降は、坑道の壁面での岩盤の変位や、坑道内の湧水を対象とする坑道内でのモニタリングの方法や考え方を開発する計画である。また、地下施設近傍においては、坑道への地下水の流出によって間隙水圧が極端に減少し、大きな差圧が発生する。その高差圧環境に対応した地下水モニタリング装置を開発し、適用試験により有効性を確認する。

3) 深地層における工学的技術の基礎の開発

第1段階で策定した地下施設のレイアウト、仕様、施工法および建設スケジュールに沿って、第2段階で実際の建設を行うことにより、その有効性を評価し、地下施設の設計方法・施工技術を提供する。また、施工に伴う測定を設計にフィードバックする技術、大深度地下施設建設にあたって遭遇すると考えられる各種突発事象への対策技術、前方予知探査技術、および地下施設の安全性を確保するための安全管理技術や坑内環境保全システム等の大深度工学技術の提供が可能となる。

また、第3段階においては、グラウト技術や埋め戻し*技術等の適用試験によって掘削影響の修復・軽減技術を評価することにより、その実用性を確認する。

4. 幌延の深地層研究所（仮称）計画の進捗状況

(1) 申し入れに対する北海道の検討状況

サイクル機構は、平成 10 年 12 月 18 日及び 19 日に北海道知事及び幌延町長に対し計画の申し入れを行なった。これを受け北海道は、真田副知事を委員長とする「深地層研究所計画検討委員会」を庁内に設置し、科技庁及びサイクル機構から計画内容の説明、慎重派からの意見聴取等を含めて 16 回の委員会を開催して検討を行ない、その結果を平成 12 年 2 月 1 日公表している。

引き続き北海道は、同検討委員会の検討結果の取りまとめについて学識経験者から意見を聞くため、「深地層研究所計画懇談会」を設置し 4 回開催した。現在、聴取した意見等を踏まえて道の考え方を取りまとめているところである。

今後、道の考え方を取りまとめ、公表し、「道民のご意見を聞く会」や議会の議論等を踏まえて、知事の判断がなされるものと考えている。

(2) 研究計画

深地層研究所（仮称）計画において実施する研究開発の成果を処分事業のスケジュールにタイムリーに反映させるため、知事判断で計画受け入れが認められた場合、速やかに関係者との協定作業に入り、また、調査研究に着手できるよう検討を行なっている。

地元の理解が得られれば、幌延町内において研究実施区域の選定を行ない、調査研究を実施することにしている。

5. 措置の実施状況

平成 11 年度に行なった「深地層の研究施設における研究計画」の評価の際に頂いた御指摘、御意見に対して、サイクル機構としての措置を明らかにしており、その措置の実施状況を別添付録-3 に報告する。主な措置の状況は、以下の通りである。

- ・今回の課題評価委員会において、2000 年以降の地層処分研究開発の全体計画について審議していただくことになっている。
- ・平成 11 年秋から関係機関との間で 2000 年以降の地層処分開発課題およびその反映先、反映時期などについての協議を行なってきている。
- ・組織改正を行ない、バックエンド推進部を設置し、2 つの深地層の研究施設設計画の効率的な推進のために体制を強化した。
- ・成果の信頼性、客観性の向上のため、地質、水文地質、岩盤力学等 16 名の専門家から構成される「深地層の研究施設における研究計画等検討部会」を設置し、平成 12 年 3 月 23 日に第 1 回会合を開催した。

6. おわりに

本計画の遂行にあたり国内外の研究機関との協力関係を構築、維持し、共同研究や人的交流、情報交流等により内外の最新の研究成果を積極的に取り入れるとともに、成果の外部発信に努めていく。調査研究の成果や研究施設を積極的に公開し、地元をはじめ社会の理解と信頼を得ていく。また、国際的な貢献も視野に入れて施設計画の運営を行なう。

以上

表-1 地層科学研究と地層処分研究開発；研究課題と実施場所

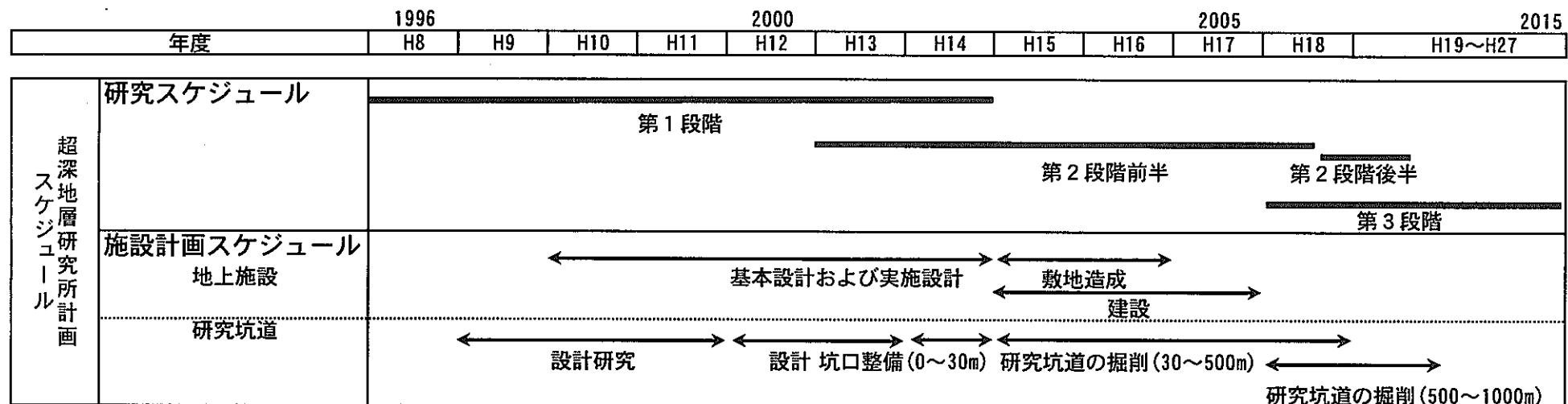
	瑞浪の超深地層研究所（結晶質岩／淡水）	幌延の深地層研究所（堆積岩／塩水）	東海事業所（ENTRY, QUALITY）	海外の地下研究施設
地質環境調査技術開発 (地質環境データの 取得を含む)		<ul style="list-style-type: none"> ・地質環境データの取得 ・地下施設建設に伴う地質環境の変化の予測 ・予測手法の確認 ・調査・解析・評価手法の体系化 		
地質環境モニタリング 技術の開発		<ul style="list-style-type: none"> ・試錐孔を用いたモニタリング技術開発 ・遠隔監視システムの開発 		
地質環境の長期安定性 に関する研究(1)		主に、地震・断層・隆起・沈降・侵食 に関する事例研究等		
深地層における工学的 技術の基礎の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・地下施設の設計・施工計画構築技術の開発・確認 ・地下施設の建設技術の開発・確認 ・施工対策技術の開発・確認 ・安全性を確保する技術の開発・確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・掘削影響の修復・軽減技術の開発 ・人工材料の岩盤への長期影響評価 		
人工バリア等の 工学技術の検証			<ul style="list-style-type: none"> ・地質環境条件の調査研究 (調査・解析・評価手法の体系化、地質環境を評価するための 技術の高度化、モニタリング技術の検証) ・処分場建設技術の取りまとめ 	
		<ul style="list-style-type: none"> ・オーバーパック搬送・定置技術の検証に 関するデータの取得 ・緩衝材施工技術の検証に関するデータの取得 ・プラグ施工技術等の検証に関するデータの取得 	<ul style="list-style-type: none"> ・オーバーパック搬送・定置装置の設計 ・緩衝材施工（定置）装置の設計 ・プラグ施工技術等の仕様設定 	<ul style="list-style-type: none"> ・カナダ(AECL)、プラグ施工技術の検証 (花崗岩、URL地下研究施設)
				<ul style="list-style-type: none"> ・イスラエル(NAGRA)、高アルカリ溶液-岩石反応評価 (花崗岩、グリムゼル地下研究施設)
地層処分場の詳細設 計手法の開発		<ul style="list-style-type: none"> ・セメント系材料が人工バリア性能に及ぼす影響 に関する検証データの取得 ・人工バリアの熱-水-応力連成現象モデルの開発・評価 ・人工バリア設置の要素技術の体系化・評価、 岩盤および緩衝材のクリープ挙動の複合評価 ・ガス移行挙動の評価（選択的ガス移行モデルの確立） ・人工バリアの総合的健全性評価（複合現象の長期挙動の評価、 解析手法の高度化） ・緩衝材仕様の合理化（密度、ケイ砂混合率他） ・プラグ仕様等の合理化 ・緩衝材の流出・侵食、長期クリープ、膨潤、長期変質挙動の評価・確認 ・岩盤の長期健全性解析（腐食膨張等による岩盤への影響評価、 処分場の性能への影響評価） ・オーバーパック腐食挙動に関する検証データの取得 ・オーバーパック腐食挙動の評価 ・オーバーパック長期腐食評価の妥当性の検討 ・腐食生成物の膨張量、物性、緩衝材への影響の評価・確認 ・腐食生成物の緩衝材への影響評価 ・人工バリアの長期変質挙動の評価 ・塩水環境下での人工バリアの特性に関する データの整備 ・塩水環境下での人工バリアの特性の評価・確認 ・品質管理手法の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ・スイス(NAGRA)、 実規模人工バリア定置試験 (花崗岩、グリムゼル地下研究施設) ガス移行・二相流試験 ・スウェーデン(SKB)、 人工バリア施工定置技術の検証 (花崗岩、エスピ地下研究施設) 	
				<ul style="list-style-type: none"> ・スウェーデン(SKB)、 水理物質移行モデルの 比較（花崗岩、エスピ地下研究施設）
安全評価手法の 信頼性向上		<ul style="list-style-type: none"> ・地層処分システムにおける物質移行試験 	<ul style="list-style-type: none"> ・水理・核種移行モデルの信頼性の向上 ・安全評価モデルの検証、安全評価データの充実 	<ul style="list-style-type: none"> ・スイス(エネルギー・国際共同研究)、物質移行データの取得 (堆積岩、モンテリー地下研究施設)

(1) 長期安定性に関する研究では、深地層の研究施設以外に、各研究項目に適した場所で事例研究を行います。

表-2 瑞浪の超深地層研究所計画の第1段階および第2段階における達成目標

研究開発課題		達成目標			
地質環境調査技術開発	(1) 地質環境データの取得技術 (2) 地質環境のモデル化技術 (3) 坑道建設に伴う地質環境の変化の予測解析技術	これまでの第1段階（平成8～11年度）	今後の第1段階（平成12～14年度）	第2段階前半 (深度0～500m程度の研究坑道建設に伴う調査研究)	第2段階後半 (深度500～1000m程度の研究坑道建設に伴う調査研究)
	○地表から地下深部までの地質環境データの取得と整理 地表調査による地質環境データの取得	地表調査による地質環境データの取得	①研究坑道建設時の地質環境データの取得と整理 研究坑道建設時の地質環境データの取得	研究坑道建設時の地質環境データの取得	
	○地下深部の地質環境のモデル化 施設スケール地質環境モデルの構築	施設スケール地質環境モデルの検証、改良	②第1段階における地下深部の地質環境モデルの妥当性の確認 第1段階の施設スケールモデルの検証、改良	第1段階の施設スケールモデルの検証、改良	
タ地 り質 のシ 開 境 發 技 術 二	(1) 試錐孔を用いたモニタリング技術開発 ○地質環境モニタリング機器の開発および機器の設置と観測開始 モニタリング機器の開発、適用性評価、改良	モニタリング機器の設置、観測開始	④坑道周辺の地質環境のモデル化 坑道スケール地質環境モデルの構築（中間ステージ）	坑道スケール地質環境モデルの構築（最深ステージ） ③第1段階に予測した研究坑道の建設に伴う地質環境の変化の妥当性の確認 第1段階の予測解析を検証、再解析	第1段階の予測解析を検証、再解析
			⑤地表からの地質環境のモニタリング技術の有効性の評価 研究坑道の建設に伴う地質環境の変化を観測	研究坑道の建設に伴う地質環境の変化を観測	
のる深 基工地 礎学層 の的に 開技お 発術け	(1) 大深度地質環境下における工学的技術に関する研究 ○研究坑道の設計および建設設計画の策定 研究坑道の設計	研究坑道の詳細設計、建設設計画策定		⑥研究坑道の設計・施工計画構築技術の有効性の評価と建設技術の適用 設計・施工計画構築技術の評価、改良建設技術の適用	設計・施工計画構築技術の評価、改良建設技術の適用
計画の策定	○第2段階の調査研究計画の策定 第2段階の基本計画策定 第2段階前半の調査研究計画策定 ○第3段階の調査研究計画（坑道を利用した試験の基本計画）の策定 第3段階の基本方針の策定	第2段階後半の調査研究計画策定 第3段階の基本計画策定		⑦第3段階（地下施設における調査研究）の調査研究計画の策定 第3段階前半の調査研究計画策定	第3段階後半の調査研究計画策定

表-3 超深地層研究所計画の第1段階および第2段階の予算・要員・体制



予算 (億円)	研究	第1段階	15.1	8.3	9.1	8.6	8.7	6.7	9.3			
		第2段階	0	0	0	0	0	1.4	1.5	8.0	10.4	9.8
施設	地上施設・設計	7.4	9.1	7.0	2.0	3.9	10.2	12.1	11.9	9.8	7.6	6.3
	地下施設	0	0	0	0	0	0	6.9	16.8	17.7	26.2	17.8
要員 (人)	研究者	30	30	35	35				35			
	総轄・管理・調整	10	10	10	15				15			
	施設技術者	1	5	5	5				5			
	合計	41	45	50	55				55			
客員研究員(国内外)												積極的に受け入れる予定
← 実績 →												計画

表-4 超深地層研究所計画の第1段階の研究成果概要

実施項目	目的	平成11年度までの実績		平成12年度以降の計画		
		実施内容	成果			
1. 地質環境調査技術開発						
(1) 地質・地質構造						
①地上物理探査	研究領域における、地表から地下深部にいたるまでの、地質、地質構造に関するデータを取得するとともに、地下水の流动や水質形成を規制すると考えられる地質構造要素を抽出し、地質構造モデルを構築する。	電磁探査(MT法、CSMT法)およびパイプレーザー震源を用いた反射法弹性波探査を実施した。	電磁探査や反射法弹性波探査により、土岐花崗岩体と瑞浪層群の不整合面や、土岐花崗岩体上部の割れ目発達部に相当すると考えられる物性変化を捉えることができた。	これまでに取得した研究領域内の弹性波探査データを再解析し、手法の有効性を評価すると共に、領域の三次元的な地質構造を詳細に推定するためのデータセットを作成する。		
②試錐孔の掘削と調査		領域内で、3本の試錐孔を掘削した。各種の物理検層およびボアホールテレビ調査を行うとともに、岩芯観察や室内試験などの地質・地質構造調査を実施した。	堆積岩の岩相分布、花崗岩と堆積岩の不整合、花崗岩体上部の風化帯および割れ目発達部、月吉断層および月吉断層周辺の割れ目帯等、主要な水みちとなる構造を確認し、割れ目頻度により岩盤が区分できることが明らかとなった。	用地北東部の地質構造、高角な地質構造(割れ目や断層)、および深度1000m以深の地質環境に関する情報を得るために、試錐孔を2孔掘削し、岩芯観察、検層、ボアホールテレビ調査を実施する。さらに、月吉断層の性状および断層周辺の割れ目帯の分布等を把握する。なお、必要に応じて1孔の試錐孔を追加する。		
③地質構造モデルの構築		地質・地質構造調査の結果を基に、研究領域とその周辺を包括した地質構造モデルを構築した。	鮮新世から更新世の未固結砂礫層、新第三紀層(3層)、基盤花崗岩中の割れ目高密度部(上部・下部)、割れ目低密度部(中間部)、及び月吉断層を考慮した3次元地質構造モデルを構築した。	調査結果を踏まえ、地質構造モデルを更新する。主に、地下水流动を大きく規制すると考えられる月吉断層周辺の割れ目帯などの水みちや遮水帯および割れ目頻度区分などの知見を基に地質構造モデルを作成する。		
(2) 地下水の水理						
①表層水理調査	研究領域における、地表から地下深部にいたるまでの、岩盤の水理特性を深度方向に連続的に把握するとともに、主要な水みちや遮水帯の空間的な連続性とその水理特性を把握する。これらの調査結果を基に、水理地質構造モデルを構築する。また、第2段階で実施する研究坑道の掘削に伴う周辺岩盤での地下水流动の変化を予測する。	領域を流下する正馬川の流域で、表層の水収支を明らかにするために、浅層試錐の掘削および表層水理定数観測装置の設置、および浅層地下水の長期観測を実施した。	正馬川流域において、表層から下層への地下水涵養量が降水率の数%?十数%程度であることがわかった。	研究領域を流下する正馬川の流域で、浅層試錐および表層水理定数観測装置を設置を用いて、表層の水収支観測および地下水位変化を観測する。		
②試錐孔を用いた調査		領域で掘削した3本の試錐孔において、流体検層(流量、温度)、単孔式の透水試験、揚水試験および間隙水圧の測定を実施した。	月吉断層が遮水壁的な役割を果たしていることを確認するとともに、それに沿った地下水流路の存在が推定された。また、堆積岩、花崗岩中の透水係数が測定され、深度方向の連続的な透水係数などが把握された。	用地北東部および深度1000m以深の水理特性を把握するため、試錐孔を利用し、流量検層、スラグ試験、揚水試験を実施する。また、既存の試錐孔に設置したMPシステムにより、当該試錐孔の掘削に伴う圧力応答観測を行い、水みちの連続性を把握するための基礎情報を取得する。		
③水理地質構造モデルの構築		領域を包含する領域の水理地質構造モデルを構築した。	地質構造概念モデルに示された地質構造区分毎に透水係数等および境界条件を設定して水理地質構造モデルを構築した。	調査により取得された水理特性に関するデータと、先に更新した地質構造概念モデルを基に連続体、不連続体それぞれの水理地質構造モデルを作成する。		
④地下水流动解析		広域地下水流动研究で構築された水理地質構造モデルを用いて予備的な地下水流动解析を実施した。	全般的な地下水の流れは大局的な地形に支配され、北から南へ流れている。	更新された水理地質構造モデルを用いて、残る期間に実施予定の長期揚水試験の予測解析を実施するとともに、研究坑道掘削に伴う地下水流动への影響を予測解析する。		
(3) 地下水の地球化学						
①岩芯分析	研究領域における、地表から地下深部に至るまでの地下水の水質や物理化学パラメータの分布を把握し、水-岩石反応などの水質形成機構について検討し、地下水の地球化学モデルを構築する。また、地下水流动の予測結果と比較することにより、双方の妥当性を確認する。	領域で実施した3本の試錐孔で採取した岩芯を用いて、鉱物組成および化学組成の分析を実施した。	花崗岩のFe ³⁺ /Fe ²⁺ 比から、深度約300m以浅では相対的にFe ³⁺ が多く、深度約300m以深ではFe ²⁺ が多い傾向が認められ、酸化還元状態が深度300m付近で変化していることが示された。	用地北東部および深度1000m以深の地下水の地球化学的データを取得するため、試錐孔を利用し地下水の採水と分析を実施する。採水・分析の結果から、研究領域内の水質形成機構について検討する。また、広域地下水流动研究で得られた水質形成機構との整合性について検討する。		
(4) 岩盤力学						
①物性試験	研究領域における、地表から地下深部にいたるまでの岩盤の物性および初期応力を調査し、岩盤の力学モデルを構築する。また、第2段階で実施する坑道の掘削に伴う岩盤の安定性を評価する。	領域内の2孔の試錐孔で採取した岩芯を用いて、物理試験および力学試験を実施した。	花崗岩の物性値は一軸圧縮強度が100?200MPa、ヤング率が30?60GPaである。花崗岩における物性の深度変化は、深度300mと700m付近で変化が見られる。	月吉断層上盤側の岩体の3次元的な応力状態と断層周辺の力学的な物性変化を把握するために試錐孔で採取される岩芯を用いた室内力学試験を実施する。		
②初期応力試験		領域内の試錐孔において、水圧破碎法および岩芯を用いたAE-DRA法により各初期応力測定を実施した。	鉛直方向の地圧は、ほぼ土被り圧と一致し、水平面内の応力状態は深度300m付近と700m付近で変化する。	月吉断層上盤側の三次元的な応力状態を計測する。		
③岩盤力学特性分布の検討				月吉断層の影響を考慮して研究領域全体の力学的性状(物性、応力)を予測し、岩盤力学モデルを構築する。		
④坑道周辺変形挙動の予備的解析				岩盤力学モデルを用いて海外で適用実績のある解析コードを適用し、坑道周辺の岩盤挙動の予測解析を実施する。		
2. 地質環境モニタリング技術開発						
①地下水のモニタリング技術	地下水流动解析の境界条件や予測解析結果の検証データとなる地下水位や地下水の水質の時間的变化を把握する手法を開発する。	既設試錐孔に多点式の間隙水圧観測装置(MPシステム)を設置し、研究坑道建設前の間隙水圧の測定を開始した。		試錐孔にMPシステムを追加設置し、研究坑道掘削前の間隙水圧や、新たな試錐孔の掘削による間隙水圧の変化を観測する。また、MPシステムの採水機能を用いて、地下水の採水を実施する。		
3. 深地層における工学的技術の基礎的開発						
①地下研究坑道の設計研究	超深地層研究所の研究坑道において実施すべき調査研究項目を抽出し、施工工程を考慮した研究坑道レイアウトや研究スケジュール(案)を策定する。	従来の研究成果をふまえ実施すべき調査研究項目を検討した。さらに、その調査研究項目から設定した研究坑道レイアウトに基づく施工性について検討した。	研究坑道の仕様、レイアウトを具体化し、地層処分事業への反映時期を考慮した研究スケジュール(案)を策定した。	研究坑道掘削に着手するまでに実施すべき調査研究項目および坑道の掘削に伴う調査研究項目を明確にする。また、掘削に必要な設備、坑道の仕様を決定し、用地における施工計画を具体化する。		

表-5 超深地層研究所計画の第2段階および第3段階の調査実施内容

本文の構成		地表から深度500m程度までの研究坑道掘削に伴う調査研究		深度500m程度から1000m程度までの掘削に伴う調査研究	
地質構造	施設スケール地質構造調査	第2段階 坑壁地質調査 坑内試錐孔（長尺）、物理探査 先行試錐孔、BTB調査	第3段階 深部領域地質調査 坑内試錐孔（長尺）、物理探査 先行試錐孔、BTB調査	第2段階 坑壁地質調査 坑壁観察、坑壁画像判読 坑道前方地質調査	第3段階 深部領域地質調査 坑内試錐孔（長尺）、物理探査
	坑道スケール地質構造調査		研究試験場地質調査 坑内試錐孔（短尺）、物理探査		研究試験場地質調査 坑内試錐孔（短尺）、物理探査
地下水の水理	施設スケール水理特性調査	表層水理調査 気象観測、表面流出量調査 浅層試錐孔地下水位測定	(継続)	深層水理調査 地表試錐孔間隙水圧観測 坑内試錐孔間隙水圧観測 坑内湧水量観測 坑内湧水トレーサー分析	(継続) (継続) (継続)
	坑道スケール水理特性調査	代表的水みちの水理特性調査 先行試錐孔、物理探査、水理試験 圧力応等試験（既設試錐孔）	岩盤透水性調査 坑道規模透水試験（水平試錐孔） 床盤透水試験 熱応力下透水試験 割れ目透水性調査 单一割れ目透水試験 複数割れ目透水試験	代表的水みちの水理特性調査 先行試錐孔、物理探査、水理試験 圧力応等試験（既設試錐孔）	岩盤透水性調査 坑道規模透水試験（水平試錐孔） 床盤透水試験 熱応力下透水試験 割れ目透水性調査 单一割れ目透水試験 複数割れ目透水試験
地下水の地球化学	施設スケール地球化学調査	地下水の地球化学調査 地表試錐孔水質観測 坑内試錐孔水質観測 坑内湧水水質観測	(継続・追加)	(継続・追加)	(継続・追加)
	坑道スケール地球化学調査	水-岩石反応調査 岩石試料分析、室内実験 代表的水みちの地球化学的性質調査（中間ステージ） 先行試錐孔水質観測	水質観測 坑壁周辺岩盤の酸化還元状態の調査（中間ステージ） 物理化学パラメータ観測 坑道周辺岩盤の酸化還元能力調査（中間ステージ） 物理化学パラメータ観測 水理／岩盤力学／地球化学複合現象の調査（中間ステージ）	(継続) (継続) (継続)	(継続) (継続) (継続)
物質移行	坑道スケール物質移行調査	単一割れ目物質移行調査（mスケール） 割れ目特性調査、原位置透水試験 トレーサー試験、レジン注入試験 破碎帶物質移行試験（10mスケール） 割れ目特性調査、原位置透水試験 トレーサー試験、レジン注入試験			破碎帶物質移行試験（10mスケール） 割れ目特性調査、原位置透水試験 トレーサー試験
	ブロックスケール物質移行調査	室内試験 バッチ収着試験 カラム（コア）拡散試験 ナチュラルアナログ研究 ガス試料を用いた物質移行試験 岩芯を用いたガス系列核種やREEの移行・遅延現象の把握	(継続・追加)	(継続・追加)	(継続・追加)
岩盤力学	施設スケール岩盤力学調査	岩盤物性、応力調査（予備ステージ） 初期応力測定、坑内載荷試験 速度検査、室内物性試験	(継続・追加)	(継続・追加)	(継続・追加)
	坑道スケール岩盤力学調査	主立坑岩盤変位調査 岩盤内変位計測 換気立坑岩盤変形挙動調査 岩盤内変位計測 ジョイント変位計測、ひずみ計測 主立坑掘削影響調査 AE計測、発破振動計測、PS検層	主立坑岩盤変位調査 岩盤内変位計測 換気立坑岩盤変形挙動調査 岩盤内変位計測 ジョイント変位計測、ひずみ計測 主立坑掘削影響調査 AE計測、発破振動計測、PS検層	水平坑道掘削影響調査（中間ステージ） 屈折法弹性波探査、孔内載荷試験 断面形状計測、割れ目分布観察 弾性波トモグラフィー [→] 長期観測（変位計測、AE計測）	坑道の長期安定性調査（中間ステージ） 屈折法弹性波探査、孔内載荷試験 断面形状計測、割れ目分布観察 弾性波トモグラフィー [→] 長期観測（変位計測、AE計測）
工学的技術の基礎	大深度地質環境の下における開発	研究坑道の設計・施工計画 構築技術の開発 研究坑道の建設技術の研究および施工対策技術の開発	設計手法、設計体系の整備 設計・施工管理システムの開発 研究の品質を確保する研究 掘削技術・支保工の適用、開発 前方予知技術 遭遇事象の予測技術（湧水、山はね等） 対策工の開発 地質環境への対策工の影響評価 長期の維持補修技術の適用性の確認 管理体系の構築 坑内環境保全システムの適用性の確認		
	基処盤分技術と技術的な開発	安全性を確保する技術の開発 掘削影響の修復・軽減技術の開発 人工材料の岩盤への長期影響評価試験	掘削影響修復技術（グラウト後の岩盤挙動研究） 坑道修復技術（埋め戻し後の岩盤挙動研究） 熱・水・応力挙動の研究 セメント系材料の岩盤への影響試験 ペントナイト系材料の岩盤への影響試験 ペントナイト-地下水相互作用調査		

図-1 深地層の研究施設計画

処分事業のスケジュールの概要		処分場の設計・事業→建設段階→搬入段階																							
		準備段階				概要調査地区の選定段階				精密調査地区の選定段階				最終処分施設建設地の選定段階											
研究成果の取りまとめ (想定される研究報告書)		第2次取りまとめ				第1段階の報告書				第2段階の報告書				第3段階の報告書											
年度		H4~H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30
瑞浪の地超深層地学層研究所での研究の課題	全体計画																								
	地表からアプローチする調査研究段階																								
	地下施設建設時の調査研究段階																								
	地下施設における調査研究段階																								
	施設建設																								
	地上施設建設																								
	地下施設建設																								
	(a) 地質環境調査技術開発	地表からの調査、解析、評価技術の適用										地表からの調査、解析、評価技術の確認													
	(b) 地質環境モニタリング技術の開発	坑道からの調査、解析、評価技術の適用										坑道からの調査、解析、評価技術の確認													
	(c) 深地層における工学的技術の基礎の開発	モニタリングシステムの開発、設置、データの取得等										地下の長期観測技術の確認													
幌延の地層研究(仮称)所での研究の課題	地下施設の設計および建設計画の策定、各種確認試験の計画策定、坑道掘削技術の評価 各種確認試験																								
	全体計画																								
	地表からアプローチする調査研究段階																								
	地下施設建設時の調査研究段階																								
	地下施設における調査研究段階																								
	施設建設																								
	地上施設建設																								
	地下施設建設																								
	(a) 地質環境調査技術開発	地表からの調査、解析、評価技術の適用 地表からの技術の確認 坑道からの調査、解析、評価技術の確認																							
	(b) 地質環境モニタリング技術の開発	モニタリングシステムの開発、設置、データの取得 地下の長期観測技術の確認																							
	(c) 深地層における工学的技術の基礎の開発	地下施設の設計および建設計画の策定、各種確認試験の計画策定等 各種確認試験																							
	(d) 地質環境の長期安定性に関する研究	長期安定性調査・解析モデルの構築 調査・解析手法の確認 長期安定性(将来予測手法の確認)																							
幌延の地層研究所での地層処分研究開発	(a) 人工パリ等の工学技術の検証	(オーバーパックの搬送定位技術等の設計研究) オーバーパックの搬送定位技術の検証																							
	(b) 地層処分場の詳細設計手法の開発	(各試験動画の検討・策定) 地層処分場の設計手法・設計モデルの検討																							
	(c) 安全評価手法の信頼性向上	(地層処分システムにおける物質移行試験動画の検討・策定) 地層処分システムにおける物質移行モデルの検討																							

※この計画はサイクル機構が策定したもので、関係機関との協議を踏まえて適宜見直していきます。

図-2 超深地層研究所の施設計画(例)

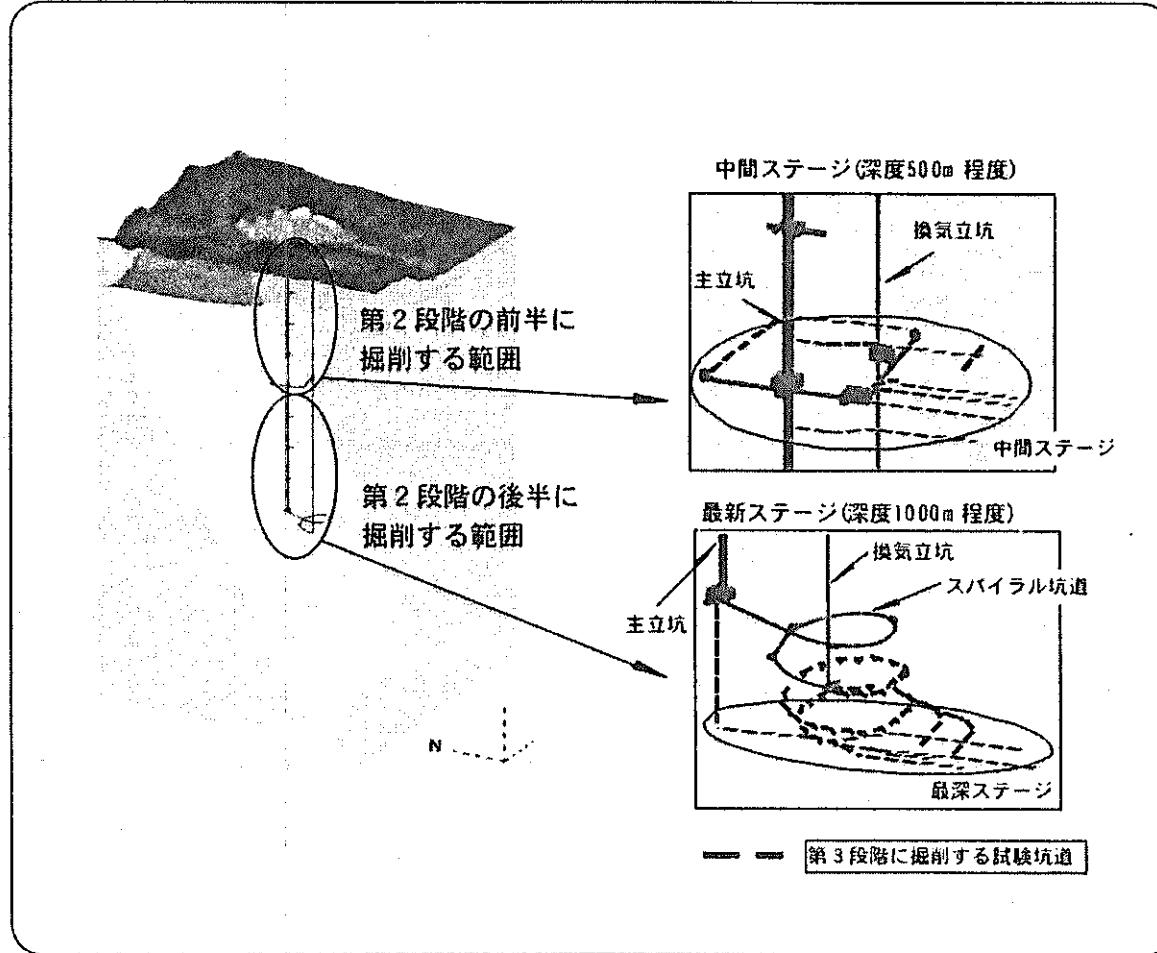
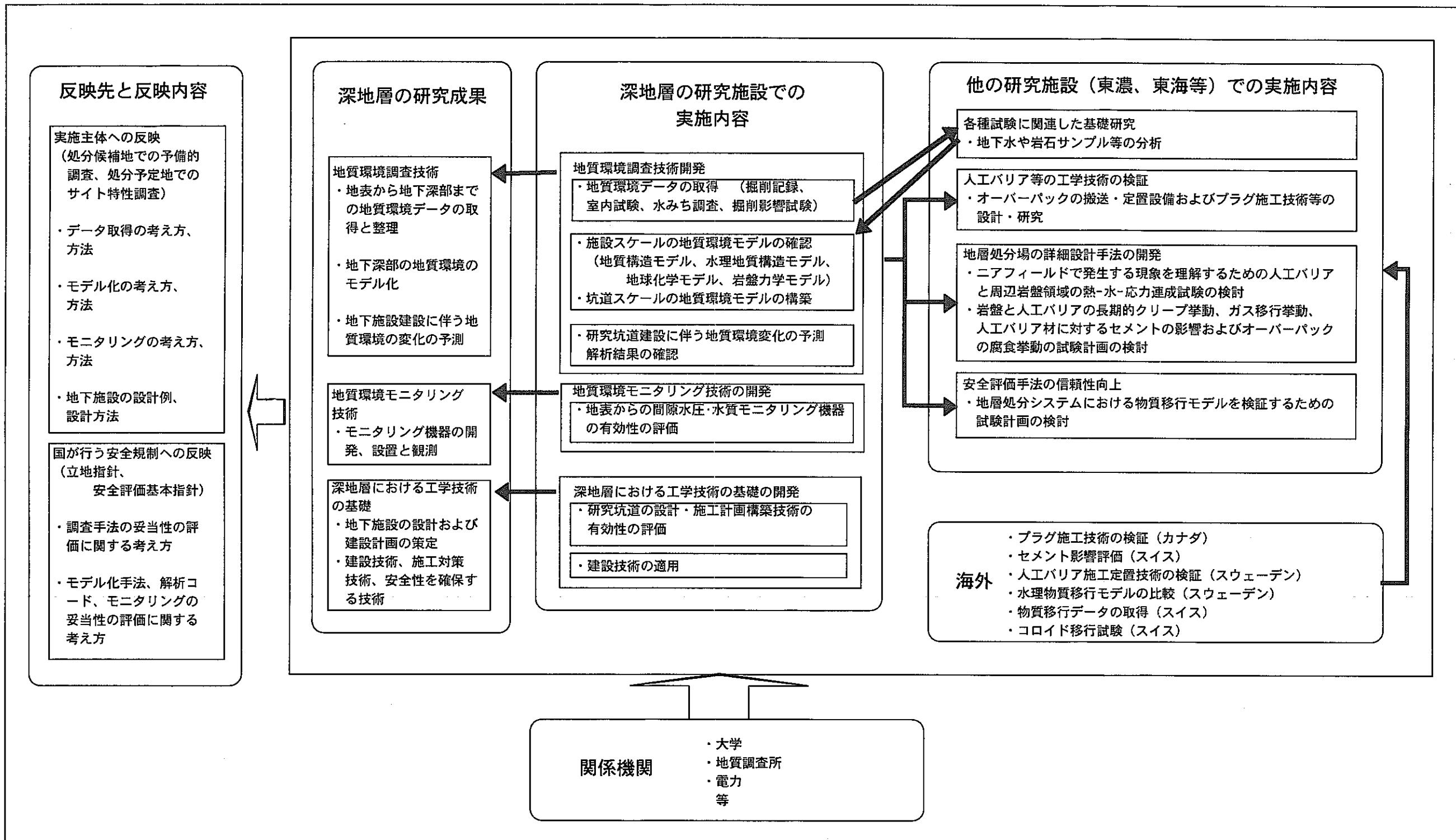


図-3 超深地層研究所計画のスケジュールと期待される成果

スケジュー ル	事業	事業スケジュール					最終処分施設建設地の選定段階 (地下特性調査施設)	処分場の設計・事業申請	建設段階	操業段階			
		準備段階		概要調査地区の選定段階 (文献調査)		精密調査地区の選定段階 (概要調査)							
		地質環境の調査		文献調査、リモートセンシング、空中物理探査などの地元立ち入りの不要な調査	ボーリング、トレンチ調査、地表踏査、物理探査などの現地調査	ボーリング、トレンチ調査、地表踏査、物理探査などの現地の追加調査	坑道調査、水平ボーリング、トマグラフィーなどの坑内での調査						
		地質環境のモニタリング		技術開発	技術開発	モニタリングの開始	モニタリングの継続						
地下施設の設計		技術開発	技術開発	地下特性調査施設の設計	処分場の設計								
期待される成果	地質環境の調査 データ取得の考え方、方法 モデル化の考え方、方法 地下施設建設に伴う影響範囲の考え方、評価方法	既存資料による調査技術・評価手法の提供	地上からの調査技術・評価手法の提供	地上からの調査技術・評価手法の提供	坑道建設時の調査技術・評価手法の提供 坑道での調査技術・評価技術の提供	坑道建設時の調査技術・評価手法の提供 坑道での調査技術・評価技術の提供							
	地質環境のモニタリング モニタリングの考え方、方法	モニタリング技術の提供		モニタリング技術の提供	モニタリング技術の提供		モニタリング技術の提供						
	工学的技術 地下施設の設計例、設計方法 地下施設の建設設計例、施工技術	地下施設の設計手法、施工計画、策定技術の提供 地下施設の建設技術の提供		地下施設の設計手法、施工計画、策定技術の提供 地下施設の建設技術の提供	地下施設の設計手法、施工計画、策定技術の提供 地下施設の建設技術の提供	地下施設の設計手法、施工計画、策定技術の提供 地下施設の建設技術の提供	地下施設の設計手法、施工計画、策定技術の提供 地下施設の建設技術の提供 処分技術の基礎的技術の提供						
研究段階		2000	2005	2010	2015	2020							
超深地層研究所計画研究開発課題	地質環境調査技術開発 地表からの調査技術・評価手法	適用性の評価、改良 追加調査による妥当性の評価、	500m掘削による妥当性の評価、改良	1000m掘削による妥当性の評価、改良									
	坑道掘削時の調査技術・評価手法		適用、有効性の評価、改良	適用、有効性の評価									
	坑道を利用した調査技術・評価手法			適用、改良	適用、改良								
	地質環境モニタリング技術の開発	機器の開発、適用性評価 モニタリング計画策定、機器の設置、モニタリングの開始	モニタリングの実施、評価	モニタリングの実施、評価	モニタリングの実施、評価								
	深地層における工学的技術の基礎的開発	設計手法、施工計画策定技術の開発、適用	0~500mの研究坑道建設による評価	500~1000mの研究坑道建設による評価 ・処分技術の基礎技術の適用	研究坑道における評価 ・処分技術の基礎技術の適用								
期待される成果	地質環境の調査 調査手法、モデル化手法、解析コードの妥当性の評価	地上からの調査技術・評価技術の評価 坑道建設時の調査技術・評価手法の評価		坑道建設時の調査技術・評価手法の評価 ・坑道での調査技術・評価技術の評価									
	地質環境のモニタリング モニタリングシステムの有すべき機能、耐久性に関する知見	モニタリング技術の評価		モニタリング技術の評価									
	工学的技術 大深度地質環境下での地下施設の設計・施工に関する知見 処分技術の基礎的技術に関する知見	地下施設の設計手法、建設設計策定技術の評価		地下施設の設計・施工技術の評価 ・処分技術の基礎的技術の評価									
安全規制	スケジュール	安全規制の基本的考え方			安全審査基本指針	安全審査指針 処分場の技術基準							

図-4 第2段階における研究開発の展開



【付 錄】

付録1 技術資料・外部発表リスト

付録2 用語集

付録1 標準資料リスト

番号	タイトル	担当者	年月
1	1,000m対応地下水の地球化学特性調査機器の製作	茂田 直孝	1996/11
2	超深地層研究所計画 年度計画書(平成8年度)	川瀬 啓一	1996/08
3	超深地層研究所 地層科学研究基本計画	戸高 法文	1996/11
4	超深地層研究所計画-公表から協定締結に至る経緯と教訓-	大澤 正秀	1996/09
5	深部花崗岩の初期応力測定に関する文献調査	佐藤 稔紀	1997/03
6	AN-1号孔における水理試験	藪内 聰	1997/06
7	AN-1号孔における指向性レーダーを用いたシングルホール調査	藪内 聰	1997/06
8	超深地層研究所計画 年度計画書(平成9年度)	戸高 法文	1997/08
9	平成9年度 地層科学研究情報交換会-資料集-	小原 武男	1997/09
10	ハイドロフォンVSP調査法の評価のための水理試験	藪内 聰	1997/12
11	超深地層研究所計画 平成8年度調査研究報告書	川瀬 啓一	1997/11
12	マルチオフセットハイドロフォンVSP調査法の亀裂性岩盤への適用試験(その2)	藪内 聰	1997/07
13	AN-1号孔およびAN-3号孔におけるフローメータ検層	藪内 聰	1998/09
14	連続波レーダートモグラフィの適用試験	藪内 聰	1998/09
15	AN-1号孔における水圧破碎法による初期応力測定	松井 裕哉	1998/12
16	MIU-1孔のコアを用いた地圧計測	佐藤 稔紀	1998/11
17	地球化学検層ユニット(高温環境型)の製作	豊嶋 賢治	1998/11
18	水理試験により得られる実測データの解析・整理手法の高度化(その2)-単孔式水理試験データを用いた解析手法の基礎的実験と情報の整理-	竹内 竜史	1998/03
19	岩石試料の化学分析	後藤 淳一	1998/07
20	MIU-1孔のコアを用いた鉱物試験	後藤 淳一	1998/09
21	超深地層研究所計画 年度報告書(平成9年度)	天野 格	1998/12
22	超深地層研究所計画 年度計画書(平成10年度)	天野 格	1998/11
23	試錐泥材の水理学的・地球化学的影響調査	濱 克宏	1998/03
24	超深地層研究所計画へのVR技術活用方法の調査報告書	川瀬 啓一	1998/03
25	MIU-2孔における水圧破碎法による初期応力測定	松井 裕哉	1999/07
26	バイブレータ振源による弾性波探査	中野 勝志	1999/03
27	試錐孔内用震源(スパークー)の適用試験	藪内 聰	1999/02
28	電磁探査(MT法)適用試験	中野 勝志	1999/03
29	立坑壁面調査システムに関する文献調査	藪内 聰	1999/03
30	正馬様洞用地における試錐調査(MIU-2号孔)報告書	池田 幸喜	1999/06
31	スパークー振源を用いた弾性波トモグラフィデータの取得作業	藪内 聰	1999/09
32	立坑掘削予定地点における試錐調査(MIU-1号孔)	池田 幸喜	1999/01
33	正馬様洞における表層水理定数観測システムの設置	三枝 博光	1999/02
34	1,000m対応地下水の地球化学特性調査機器(高温環境型)の製作	茂田 直孝	1999/01
35	地質環境データ解析・可視化システム 解析コードの改良	三枝 博光	1999/02
36	深部岩盤における初期応力測定用プローブの設計	佐藤 稔紀	1999/03
37	1,000m対応地下水の地球化学特性調査機器(1号機)の改良	茂田 直孝	1999/03
38	地球化学検層ユニット(1号機)の改良	茂田 直孝	1999/03
39	MIU-1孔のコアを用いた室内物性試験	佐藤 稔紀	1999/03
40	超深地層研究所計画 年度報告書(平成10年度)	川瀬 啓一	1999/06
41	平成11年度地層科学研究情報・意見交換会発表OHP集	佐藤 稔紀	1999/12
42	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	太田 久仁雄	1999/01
43	Working Programme for MIU-4 Borehole Investigations	太田 久仁雄	1999/08
44	Master Plan of Mizunami Underground Research Laboratory	太田 久仁雄	1999/08
45	AN-1号孔およびMIU-1号孔における力学特性調査結果	松井 裕哉	1999/06
46	深部岩盤における初期応力測定用プローブの製作および耐圧性能試験	佐藤 稔紀	2000/02
47	地質環境データ解析・可視化システム 解析コードの拡張	三枝 博光	2000/02
48	MIU-1、AN-3号孔におけるMPシステムの設置	竹内 竜史	2000/03
49	水理試験により得られた実測データの解析手法の高度化と適用	竹内 竜史	2000/03
50	MIU-2、MIU-3号孔間における孔間水理試験の実施	竹内 竜史	2000/03
51	三重管掘削装置システム設計	茂田 直孝	2000/03
52	正馬様洞用地における反射法弾性波探査	後藤 淳一	2000/03
53	MIU-3孔における水圧破碎法による初期応力測定	松井 裕哉	2000/03
54	MIU-2号孔におけるMPシステムの設置	竹内 真司	2000/03
55	東濃鉱山及び正馬川・柄石川流域の湧水点踏査確認業務	竹内 真司	2000/03
56	東濃鉱山及び正馬川流域等の気象観測データと他機関観測データの対比と整理	竹内 真司	2000/03
57	地質構造把握のための岩芯観察	島田 顯臣	2000/02
58	正馬様用地における地下水位計の設置	竹内 真司	2000/03
59	正馬様用地における試錐調査(MIU-3号孔)	池田 幸喜	2000/02
60	正馬様用地における試錐調査(MIU-3号孔)	池田 幸喜	2000/02
61	MIU-2号孔における力学特性調査結果及び月吉断層上盤側岩体の岩盤力学的概念モデル	松井 裕哉	2000/03

付録1 外部発表リスト

番号	タイトル	発表者	発表年次	発表先
1	Tsukiyoshi Geoscience Village -A Step Towards an Underground Research Laboratory-	Sakuma.H, Tsuboya.T, Osawa.M and Sugihara.K	1996	TOPSEAL'96
2	Water-Rock Interaction Analysis in Relation to Geological Structure in Deep Crystalline Rock at the	Iwatsuki.T and Yoshida.H	1996	Chemical Containment of Wastes in the Geosphere
3	1000m対応水理試験装置の開発	竹内竜史、中野勝志、田村雅彦	1996	日本原子力学会春の年会
4	1000m対応採水装置の開発	濱克宏、瀬尾俊弘、豊島賢治	1996	日本原子力学会春の年会
5	1000m対応水理試験装置の結晶質岩への適用例	中野勝志、竹内竜史、西垣誠、平田洋一、後藤和幸	1996	第31回地盤工学会研究発表会
6	長期表層水理観測による水收支と立坑掘削影響の把握-東濃鉱山周辺地域を対象として-	岡崎彦哉、小林公一、尾方伸久、小出馨	1997	日本地下水学会1997年春季講演会
7	東濃鉱山周辺領域を対象とした地下水流動解析	稻葉秀雄、竹内真司、岡崎彦哉	1996	日本応用地質学会中部支部研究発表会
8	岐阜県東濃地域における深部結晶質岩の地質構造と地下水の地球化学特性	岩月輝希、吉田英一	1997	1997年地球惑星科学関連学会合同大会
9	東濃地域における地下水の地球化学的研究-地下水の地球化学的特性と水質形成機構-	岩月輝希、濱克宏、吉田英一	1996	動燃技報・102
10	深度1000mを対象とした単孔式の揚水試験装置の開発とその機能の検討	見掛信一郎、小出馨、尾方伸久、後藤和幸、西垣誠	1997	日本応用地質学会研究発表会
11	1000m対応地下水調査機器の開発	中野勝志、濱克宏、和久田孝雄	1996	動燃技報・102
12	ハイドロポンVSPによる透水性亀裂の特性評価の精度	木口努、伊藤久男、桑原保人、宮崎光旗、戸内聰、長谷川健	1997	物理探査学会第97回
13	地層科学研究における地下水調査・解析技術開発の現状	小出馨、中野勝志、尾方伸久	1998	原子力バックエンド研究Vol.4
14	地層科学研究における地下水調査・解析技術の現状	小出馨	1998	動燃技報・107
15	The Mizunami Underground Research Laboratory in Japan-Programme for Study of the Deep Geological	Sakuma.H, Sugihara.K, koide.K, Mika ke.S and Bakblom.G	1998	The 3rd Aspo International Seminar
16	Geomass: Geological Modelling Analysis and Simulation Software for the Characterisation of Fractured Hard Rock Environments	White.M, Humm.J.P, Todaka.N, Takeuchi.S, Oyamada.K	1998	The 3rd Aspo International Seminar
17	地層科学研究における現状と課題	柳澤孝一、小出馨	1998	応用地質Vol.39
18	深地層を対象とした地下水の地球化学調査の現状	岩月輝希、豊島賢治、吉田英一	1998	原子力バックエンド研究Vol.4
19	Groundwater Chemistry and Fracture Mineralogy in the Basement Granitic Rock in the Tono Uranium Mine Area, Gifu Prefecture, Japan -Groundwater Composition, Eh Evolution Analysis by Fracture Filling Minerals-	Iwatsuki.T and Yoshida.H	1998	Geochemical Journal Vol.33
20	単一孔を用いた揚水試験による結晶質岩の透水性の評価	尾方伸久、見掛信一郎、西内哲夫、後藤和幸、鈴木克昌	1998	日本地下水学会1998年秋季講演会
21	1000m対応の応力解放法による測定装置開発の現状	佐藤稔紀、加藤春寛	1998	資源・素材学会'98
22	花崗岩中の透水性割れ目検出を目的としたハイドロポンVSP調査法の適用性研究	戸内聰	1998	サイクル機構技報・2
23	試錐孔用スパーーカー震源の製作	戸内聰、中嶋智、山根一修	1998	物理探査学会第99回
24	Artificial Neural Network :An Application to the Runoff Analysis in Tono Area	Gautam.M.R, Saegusa.H and Watanabe.K	1999	土木学会第54回年次学術講演会
25	東濃地域における物理探査による地質構造の推定	島田顕臣、後藤淳一、武田祐啓	1999	日本応用地質学会平成11年度研究発表会
26	花崗岩中の水圧観測時に得られた近傍の試錐掘削圧力応答と地球潮汐応答について	後藤和幸、鈴木克昌、尾方伸久、三好忠和	1999	資源・素材学会地下計測部門委員会、岩盤地下水理に関するワーキング
27	定圧揚水試験後の回復試験の適用性に関する一考察	三好忠和、竹内竜史、竹内真司、進士喜英、狩野裕之、後藤和幸	1999	日本応用地質学会平成11年度研究発表会
28	東濃鉱山周辺流域における水収支の算定とその今後の展望	小川田信哉、三枝博光、尾方伸久、若松尚則、岡崎彦哉	1999	資源・素材学会地下計測部門委員会、岩盤地下水理に関するワーキング
29	東濃鉱山周辺流域における水収支観測について	小川田信哉、竹内真司	1999	日本応用地質学会平成11年度研究発表会
30	APPLICATION OF TANDEM ACCELERATOR MASS SPECTROMETER(TAMS) IN ESTIMATION OF GROUNDWATER AGE	Iwatsuki.T, Xu.S and Ito.S	1999	International Workshop on Frontiers in Accelerator Mass Spectrometry
31	Estimation of groundwater age in the Tono research site, central Japan	Iwatsuki.T, Xu.S, Ito.S, Abe.M and Watanabe.M	1999	8th International Conference on Accelerator Mass Spectrometry
32	Characterizing the chemical containment properties of the deep geosphere; water-rock interactions in relation to fracture systems within deep crystalline rock in the Tono area, Japan	Iwatsuki.T and Yoshida.H	1999	Chemical Containment of Waste in the Geosphere, Geological Society, London, Special Publications, Vol.157
33	Groundwater chemistry and fracture mineralogy in the basement granitic rock in the Tono uranium mine area, Gifu Prefecture, Japan -Groundwater composition, Eh Evolution analysis by fracture filling minerals-	Iwatsuki.T and Yoshida.H	1999	Geochemical Journal, Vol.33
34	1000m試錐孔における岩盤力学の初期応力測定-東濃地域における測定例-	佐藤稔紀、前田信行、松井裕哉	1999	サイクル機構技報・5
35	In-situ Experiments on Rock Stress Condition and Excavation Disturbance in JNC's Geoscientific Research Program in Japan -A Rock mechanical Basis of Underground Research Laboratory Project	Sugihara.K, Matsui.H and Sato.T	1999	The International Workshop on the Rock Mechanics of Nuclear Waste Repositories
36	東濃地科学センター、東濃鉱山、超深地層研究所計画用地	齋藤宏、湯佐泰久、小出馨、松井裕哉、太田久仁男、濱克宏、川瀬啓一、杉原弘道、中島泰弘、吾妻嗣一	1999	サイクル機構技報・2
37	THE TONO MINE(Geoscienitific studies), The 7th International Conference on Radioactive Waste Management and Environmental Remediation(Field Trip)	Saito.H, Yusa.Y, Koide.K, Matsui.H, Ota.K, Hama.K, Kawase.K, Sugihara.K, Nakajima.T and Azuma.S	1999	The 7th International Conference on Radioactive Waste Management and Environmental Remediation

付録2 用語集

あ

安全評価：

高レベル放射性廃棄物の地層処分システムが、安全上受け入れられるものか否かを判断するため、人間とその生活環境への影響を解析した結果を基に、適切な安全基準と比較評価すること。

ヴァーチャルリアリティ：

コンピュータが作り出す仮想空間を、現実世界と同じ感覚で体験できる技術。仮想現実感。

埋め戻し：

空洞や坑道などにペントナイト等を充填し、全ての空間をなくしてしまうこと。地下施設を天然バリアの性能を損なわないような状態に復帰させる行為をいう。埋め戻しには、坑道などの空間を現地で発生した碎石や砂、ペントナイトやその混合物で埋め戻す空洞部の充填、坑道が水みちとなることを防ぐために設けるプラグ、破碎帯などの岩盤の弱部が水みちとなることを防ぐために施すグラウトがある。

AE(Acoustic Emission)法：

コアを用いた初期応力測定法。コアに対する2度目の載荷の際に発生するAEは、初回の載荷の場合と異なり、初回に加えた過重に達するまでは少なく、これを越えると多くなる。この効果を初期応力測定に応用したもの。

オーバーパック：

ガラス固化体を包み、ガラス固化体に地下水が接触することを防止し、地圧などの外力からガラス固化体を保護する容器。人工バリアの構成要素の一つ。候補材料は、炭素鋼などの金属である。

か

火成活動：

地下深部でできたマグマが地表に噴出したり、地殻内に貫入すること、及びそれらに伴う諸作用。火山の噴火、溶岩の流出、熱水や火山ガスの噴出など、地表で認められる現象のほか、地殻内に貫入したマグマが冷え固まって岩石ができるような作用も火成活動の一

つ。

活構造研究：

活構造とは第四紀以降に活動した断層、褶曲構造などの地質構造を指す。活構造研究とはそれらの構造の活動履歴、頻度、特性などを調べるために行う文献調査・地質調査・物理探査の各手法を総合的に駆使して行う研究である。

火山灰層序：

火山は噴火すると広範囲に火山灰をまき散らす。その順番に重なった火山灰層を火山灰層序と言う。火山灰を基準にすると離れた地域の地層の時間を合わせることが可能となる。また、火山は複数回噴火するのが普通であり、毎回噴出する組成が若干異なり、組成の違いにより更に詳細な地層の堆積時期や環境を推定できる。

カナダホワイトシェル地下研究施設(URL: Underground Research Laboratory)：

マニトバ州の花崗岩中に建設された地下研究施設（結晶質岩系）で、実施機関は AECL（カナダ原子力公社）。研究の目的は、処分概念の実証、カナダ盾状地の熱特性、地質構造等の知見の取得である。

ガラス固化：

再処理の過程において、使用済燃料から分離される高レベル放射性廃液をガラスと一緒に高温で加熱することにより、水分を蒸発させるとともに、非晶質に固結（ガラス化）し、物理的・化学的に安定な形態にするプロセス。廃液は、ステンレス製の堅牢な容器（キャニスター）に閉じ込められ、ガラス固化され、人工バリアの構成要素の一つであるガラス固化体となる。ガラス固化体は、放射性物質を安定な形態に保持し、地下水に対する耐浸出性に優れることが特徴。

換気立坑：

超深地層研究所計画において、坑内環境を維持させるためおよび緊急時の避難経路とするために、主立坑と並列して地表から深度1,000m付近まで鉛直方向に掘削する坑道。

緩衝材：

オーバーパックと地層の間に充填し、地下水の浸入と放射性物質の溶出・移行を抑制するもの。さらに地質の変位を物理的に緩衝するクッションの働きや、地下水の水質を化学的に緩衝して変化を抑える働きをもつ。人工バリアの構成要素の一つ。候補材料はベントナイトなどの粘土である。

岩盤力学モデル：

地表および空中からの調査・試験や試錐孔を用いた調査によって得られる、対象地盤の地質構造概念モデルと岩盤の力学特性分布を比較・検討し、対象地盤の力学特性の3次元的な分布を表したモデルである。このモデルを用いた数値シミュレーション結果は、地下坑道の設計や坑道周辺岩盤の掘削影響の検討等に反映される。

ガンマ線検層：

ボーリング孔内に測定器を降ろし、ボーリング孔のまわりの地層の物理的性質を深さに対して連続的に計測する技術である物理検層のうちの一つ。地層中に含まれる放射性物質から出るガンマ線を計測する方法、または、人工的なガンマ線によって地層の密度を測定する方法。

涵養量：

地下水系に水が供給される過程を涵養といい、その量を涵養量という。涵養量は気象、水文観測結果に基づき、降水量、蒸発散量、河川流出量などから算出することができる。

希釈・分散：

地層処分の議論においては、「希釈」とは、放射性物質が地層などの中で地下水により薄められること、「分散」とは、放射性物質が地層の中で地下水により移動する際に、その移動方向が広がることを表す。

亀裂ネットワーク：

亀裂（割れ目）を含む岩盤中での地下水、及び物質の移行経路を表現するモデルの一つ。まず岩盤中に存在する個々の亀裂を表現するモデルを作成し、それに基づき個々の亀裂から構成されるネットワーク状の移行経路を表現するモデルを作成する。

掘削影響領域：

岩盤において掘削の影響を受け、その岩盤が本来持っていた力学的、水理学的及び地球化学的な性質に変化をきたす領域。このような領域では、天然バリアとしての性能も変化すると考えられるため、その影響を把握することは重要である。

クリープ：

一定の荷重または応力が作用している状態で、時間の経過とともに徐々に材料の変形（ひずみ）が進行する現象。

結晶質岩：

地層区分研究における岩石媒体の分類の一つで、マグマが冷えて固まってできた岩石（火成岩）や、既存の岩石が熱・圧力によって構造が変化してできた岩石（変成岩）を指す。性能評価の観点から最も重要な特徴は、地下水の流動に対して亀裂状媒体（割れ目の中を選択的に地下水が移動する）として扱われること。例：花崗岩体

研究坑道：

超深地層研究所計画において、地上に建設される建屋などを地上施設と呼ぶのに対し、地下に掘削される坑道を総称して研究坑道と呼ぶ。研究坑道は、主立坑、換気立坑、スパイラル坑道、水平坑道群（中間ステージ、最深ステージ）、予備ステージから構成される。

広域地下水流动系：

大きな河川や分水嶺などで区切られた、地表から地下深部までの一連の水の流れ。水の流入と流出は主にこの中で起こっており、隣接する地域との間で水の大きなやりとりはないと考えられる。

工学規模：

ビーカーなどを使用した実験室規模の試験と、実際の地層などを利用した実規模試験との中間的なスケールを指す。

孔間透水試験装置：

岩盤内の透水性の分布などの水理特性を3次元的に評価するための試験装置。複数のボーリング孔を利用し、1本のボーリング孔内に設けた注水区間から岩盤内に水を注入し、その他のボーリング孔内に設けた観測区間で水圧の変化などを観測する。注水区間と観測区間を3次元的に配置することにより、岩盤内の3次元的な透水性を表わす指標（透水係数テンソル）や、複数のボーリング孔を含む岩盤全体の水を保持する程度（比貯留係数）などが算定される。

高レベル放射性廃棄物：

使用済核燃料の再処理の過程において分離されるストロンチウム-90、セシウム-137に代表される核分裂生成物とアメリシウム-241、ネプツニウム-237に代表されるアクチニド（原子番号98以上の元素。放射性元素である。）を含む高レベル放射性廃液、またはそれをガラス固化したもの。発熱量と放射能は時間と共に減衰する。ガラス固化体の発生量は、100万kWの原子力発電所の1年間の運転に対して、現状の技術では約30本程度である。

コード：

コンピュータで、命令やデータを符号化したもの。

コロイド：

物質の状態を示す概念で、大きさが $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-3}$ mmの粒子が水などの液体中に浮遊し、容易に沈まない状態にあるものをコロイドという。粒子の大きさがこれよりも小さい場合は溶存状態となり、大きい場合は懸濁状態となる。

さ

最深ステージ：

試験研究を集中的に実施する場であり、地下施設の最大深度となる深度 1000m前後に設定している。

サイト特性調査：

処分予定地において、処分施設の設計や処分システムの性能評価に必要な情報を取得するためには実施する調査。地表からボーリング調査や物理探査、地下施設を用いた調査などにより、地表から地下深部までの地層及び地下水の性質（例えば、地質構造、岩盤物性、地下水の水質や流動特性など）を体系的に調べる。

酸化還元電位：

地下水などの酸化還元状態を表す。酸化還元電位が高い地下水ほど、一般に物質を酸化・溶解する能力が大きい。地層処分の観点からは、オーバーパックの腐食速度や核種の溶解量などを支配する条件として、重要な地下水の地球化学特性となる。

地下水は、土壤や岩石中に含まれる鉱物や有機物と反応することにより、還元されていくため、一般には深部にいくにつれて地下水の酸化還元電位は低くなると考えられる。

GPS (Global Positioning System) :

米国国防省で開発された位置確認システム。静止衛星を使って、地球上のどの地域でも連続的な測位が可能。

試錐：

「ボーリング」参照

支保工：

支保工は、坑道の掘削に伴って力学的に不安定となる坑道周辺の岩盤を、施工中から完

成後にわたって安定に保ち、掘削作業の安全と完成後の坑道の安全な供用を確保するため設置される構造物。支保部材としては、吹き付けコンクリート、ロックボルト、鋼製支保工、コンクリート覆工が一般的であり、単純あるいは組み合わせて用いられる。

斜坑：

斜め方向に掘った作業坑や坑道

処分技術の研究開発：

与えられた地質環境条件の特性に適合した人工バリアの仕様や処分場のレイアウトを示すことにより、地層処分の工学的実現性を確かめる。

主立坑：

超深地層研究所計画において、第3段階の調査研究を実施する水平坑道群（中間ステージ、最深ステージ）にアクセスするために、地表から深度約1,000mまで鉛直方向に掘削される坑道。

人工バリア：

多重バリアシステムの構成要素のひとつで、ガラス固化体、オーバーパック及び緩衝材からなる部分。高レベル放射性廃棄物が人間の生活環境に影響を及ぼさないようにする障壁として、人工的に形成したもの。

スイスグリムゼル地下研究施設(Grimsel)：

グリムゼルの花崗岩中に建設された地下研究施設（結晶質岩系）で、実施機関はNAGRA（放射性廃棄物管理共同組合）。研究の目的は、現場実験のノウハウ蓄積、処分サイト探索・技術の開発・経験の取得、処分概念の実験的調査である。

水平坑道群：

超深地層研究所計画において、第3段階の研究を実施するために、深度500m程度および深度1,000m程度に水平方向に掘削する坑道。深度500m程度に掘削する水平坑道群を中心ステージ、深度1,000m程度に掘削する水平坑道群を最深ステージと呼ぶ。第2段階においては、各々主立坑あるいはスパイラル坑道からの取付き部分の坑道を掘削する。第3段階において、研究の一部として掘削する坑道を、特に試験坑道と呼ぶ。

水理地質構造モデル：

地質・地質構造に関する研究で明らかになった岩盤および存在が確認された断層・破碎帶、風化・変質帶、割れ目帯などの水理学的特性および、岩盤が有する水理学的な不均質

性を、試錐孔を用いた水理調査により明らかにし、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て構築したモデルである。

スウェーデンエスピ地下研究施設(HRL: Hard Rock Laboratory) :

エスピ島の花崗岩中に建設された地下研究施設（結晶質岩系）で、実施機関は SKB（原子燃料廃棄物管理会社）。研究の目的は、処分安全裕度の理解、処分概念の技術実証（含む、簡素化技術）である。

スパイラル坑道：

超深地層研究所計画において、主立坑の 950m 付近に予測される月吉断層を回避して深度 1.000m 程度の最深ステージにアクセスするために、主立坑の深度 900m 付近から螺旋場に掘削される坑道。

スラグテスト：

スラグとは、ある体積の水あるいは固体を用い、井戸（観測井）内の水頭を急激（瞬時の）に変化させることをいう。従って、スラグテストとは観測井内の水頭を瞬時に変化させ、その水頭の経時的な変化を測定することによって地層の透水係数を求めるものである。海外では地層の浸透流特性の経済的かつ有効な試験法としてよく用いられている。

性能評価：

地層処分システム全体、あるいはその要素である個別システムが有する機能について解析した結果を適切な基準と比較し、その性能について判断を行うこと。解析の対象が地層処分全体で、比較の基準が安全性に関わるものである場合には、性能評価は安全評価と同義である。

性能評価研究：

与えられた地質環境とそれに対して適切に設計された処分場とによって構築される地層処分システムの性能に影響を及ぼし得るすべての事象を考慮し、システムの長期にわたる安全性を示していく。

生物圏：

地球表面において、人間を含む生物が生息する大気圏、水圏及び地圏のうち、人間の生活に関連する領域。

ソフトウェア：

コンピュータを利用するうえで必要なプログラム。

た

対策工：

坑道の建設工事において遭遇すると想定される技術的、工学的な問題点に対する対策をいう。湧水対策、山はね対策および破碎帯、ガス、地熱、地圧等に対する対策がある。

堆積岩系：

地層処分研究における岩石媒体の分類のひとつで、海底や河床などに運ばれた堆積物や火山の噴出物などが固まってできた岩石を指す。性能評価の観点から最も重要な特徴は、地下水流动に対して多孔質媒体（岩石の粒子の間の空隙中をほぼ均一に地下水が移動する）として扱われること。例：泥岩層

多重バリアシステム：

高レベル放射性廃棄物を、長期的にわたり生物圏から隔離し、放射性物質の移動を抑えることにより、処分された放射性廃棄物による影響が、将来にわたって人間とその環境に及ぼないようにするための多層の防護系から成るシステム。工学技術により設けられる人工バリアと、天然の地層である天然バリアにより構成される。

立坑：

人間、機械、空気などが出入りする、地表と地下施設とを垂直に結ぶ通路。

地下水シナリオ：

処分場に埋設された高レベル放射性廃棄物に地下水が到達し、廃棄物中の放射性物質が地下水によって運ばれることにより、環境が生物圏へ及ぶことを想定するシナリオ。

地下水の地球化学モデル：

試錐孔を用いた地球化学的調査によって得られた地下水の溶存化学成分濃度の分布、酸化還元境界、地下水の年代などに、地質・地質構造、地下水の水理に関する研究から得られる地下水の流动方向やそれを規制する地質構造などの情報を取り入れて構築したモデルである。

地球化学特性：

地質環境の化学的な性質をいう。岩石の鉱物・化学組成や、地下水の化学組成、pH、酸化還元電位など。

地質環境（深部地質環境）：

地層処分の観点からみて重要な、地層を構成する岩石や、そこに含まれる地下水などの要素から成る地下の環境。

地質環境条件：

地層処分システムの性能にとって重要な、地質環境の現在の性質（地質環境の特性）と長期的な将来にわたる安定性（地質環境の長期安定性）とを一括して地質環境条件と呼ぶ。また、地質環境条件に関する調査研究によって取得、収集されたデータや知見などを総称して「地質環境についての情報」と呼ぶ。

地質環境条件の調査研究：

地層処分の観点から重要な地質環境条件を明らかにし、処分場の設計あるいは性能評価研究の与条件として整備する。

地質環境モデル：

既存の調査・研究により得られた情報に基いて構築される、対象領域の地質環境を単純化し表現したもの。

地質環境モニタリング：

地質環境に関するデータを長期間にわたり継続し観測すること。

地質構造概念モデル：

地表および空中からの調査・試験の結果から、地下深部から表層に達するような地質学的（水理学的）不連続構造および、表層・基盤岩類が有する岩相変化、風化・変質帯、割れ目帯などをモデル化したものである。

地層科学的研究：

地震/断層、隆起/浸食、火山などの自然現象の活動性や地質環境への影響、その将来予測に着目した地質環境の長期安定性に関する研究や鉱山など既存の地下施設を利用した地質環境特性に関する研究を進めてきており、現在、深地層の研究施設の計画が緒についた段階にある。

地層処分：

高レベル放射性廃棄物の最終処分として、ガラス固化体を地下数百mより深い地層あるいは岩体中に隔離する方法をいう。処分後のいかなる時点においても、人間とその生活環

境が高レベル放射性廃棄物中の放射性物質による影響を受けないようにすることを目的とする。

なお、高レベル放射性廃棄物に含まれる核種の特性、利用目的等に応じた分離（核種分離）を行い、有用核種の利用を図るとともに、長寿命核種の短寿命核種又は非放射性核種への核変換（消滅処理）を行う技術について、その実用性を見極めるための研究開発が行われている。

地層処分基盤研究施設 (Engineering Scale Test and Research Facility ; ENTRY) :

茨城県東海村にあるサイクル機構東海事業所の施設の一つ。サイクル機構内外の関連した研究を通じて得られる成果を集約し、地層処分の技術を確立していく役割を持つ地上の施設。深い地下の環境条件を地上の工学規模の試験装置を用いて様々に再現・変化させて試験を行うとともに、コンピュータを用いた解析を行う。この施設では、放射性物質は扱わない。

地層処分研究開発 :

研究開発項目は3つの分野、すなわち「地質環境条件の調査研究」、「処分技術の研究開発」及び「性能評価研究」のいずれかあるいは複数の中に位置づけて実施してきている。

地層処分システム :

適切な地質環境の下に多重バリアシステムを構築することによって、処分された高レベル放射性廃棄物による影響が将来にわたって人間とその生活圏に及ばないようにするための仕組み。

地層処分放射化学研究施設 (Quantitative Assessment Radionuclide Migration Experimental Facility ; QUALITY) :

茨城県東海村にあるサイクル機構東海事業所の施設の一つ。深い地下の環境を模擬するために低酸素濃度の不活性な環境を実験室レベルで構築し、セシウムなどの放射性同位元素を用いて、実験室レベルの核種の化学特性や人工バリアおよびその周辺岩盤での核種の移行特性データを取得するための研究施設。

地表地質踏査 :

地上の岩が露出している部分を観察し、岩の種類、状況を記録し、地質図等にまとめる。一般土木調査等でも必ず最初に実施される調査項目。

DRA法 :

コアを用いた初期地圧測定法。岩石の一軸圧縮試験時の力学的挙動によって、コア採取

以前に岩盤にかかっていた応力（先行応力）を測定する手法。岩石の応力-ひずみ関係の非線形性、すなわち先行応力を境にして岩石の変形率が変わることで計測する。

中間ステージ：

主要ステージの小規模のものであり、最大深度までに展開する地下空洞群と想定している。

調査・評価フロー：

領域において調査対象とする地質・地質構造の抽出から、個々の調査技術の適用、地質環境特性の分布の予測、坑道の掘削などに伴う地質環境特性の変化の予測、までに実施する一連の作業を整理した流れ図。

定置技術：

ガラス固化体を内包したオーバーパックを処分場の所定の位置に収納するための技術。

電気探査：

大地に電流を流し、それにより形成される電位から地下の比抵抗分布を解析する。地層は岩石を構成する鉱物等の比抵抗分布が異なるため、比抵抗分布から地下構造を推定する。

電磁探査：

電磁探査は、電気探査と同様に地下の比抵抗を調査することによって、地下構造を推定する。電気探査が直流電流を用いるのに対して、電磁探査は、時間変動する電磁場を用いる。地表面で測定した電磁場は、地下の比抵抗分布の影響を反映しているため、地下の比抵抗構造が把握できる。

天然バリア：

処分された廃棄物と人間の生活環境との間にある地層などを指し、天然のものではあるが、廃棄物が人間の生活環境に影響を及ぼさないようにする障壁としての役割も期待される。

同位体：

原子番号が同じで、質量数が異なる核種。このうち、放射性崩壊により他の核種に変化する同位体を放射性同位体、放射性崩壊しない同位体を安定同位体と呼ぶ。

天然における安定同位体（酸素、炭素、窒素、イオウなど）の存在比は、ほぼ一定であるが、その微小な変化を捉えることにより、環境の変化を推定することができる。

透水係数：

岩石の水の通りやすさを示す係数。動水勾配が1のときに、単位面積当たりを流れる水の速度で表わす。動水勾配が同じ場合は、透水係数が小さい岩石ほど水をとおしにくい。

動水勾配：

地下水の動きを決定づける要因の一つであり、一定の方向の単位距離あたりの水圧（正確には水頭）の変化をいう。地下水は、水圧の高いほうから低いほうへ移動するので、水圧の高さが同じところを結んだ等水圧面に垂直な方向が動水勾配の方向となる。

トンネルボーリングマシン（TBM）：

ディスクカッター、あるいは切削ビットのついたカッターヘッド（刃先のついた面板）を回転させることにより岩盤を圧碎、切削しながら坑道の全断面を一度に掘削していくトンネル掘削機の総称。掘削されたずり（岩盤の破片）は、ベルトコンベア等により搬出される。均質な岩盤には優れた掘削能力を発揮し、坑道周辺岩盤に与える掘削時の損傷も小さいという特長を持つ。

な

ナチュラルアナログ：

廃棄物埋設後の放射性核種の挙動や人工バリアの腐食・変質など、地層処分システムにおいて想定される現象と類似した、自然界で過去に起こった長期的変化に関する現象。火山から噴出した火山ガラス、古代の遺跡などから発掘される銅鐸、地下に埋設された古い鋳鉄管などは、人工バリアの候補材であるガラスや金属に類似しているため、これらの地下での長期的な変化を調べることにより、人工バリアで生じ得る現象を確認したり、評価方法の妥当性をチェックすることができる。また、天然の放射性核種を含むウラン鉱床などは、天然バリアを含めた地層処分システム全体のナチュラルアナログの研究の場として利用できる。

ニアフィールド：

人工バリアと、その設置などにより影響を受けると考えられる人工バリア近傍の地層とを合わせた領域。

は

ハイブリッド型：

（ここでは、飽和・不飽和浸透流解析コードが、岩盤を多孔質媒体と亀裂性媒体の両者で

同時に表現可能であるということ。)

バイブレーター震源：

地下の構造を知る方法としては最も有効な物理探査法の一つである反射法地震探査において、人工地震を発生させる震源の一つである。車両重量を振動板にかけて地表面に圧着させ、油圧により振動を起こして弾性波を地下に送り込むもの。

破碎帯：

断層活動に伴う断裂・圧碎などの作用によって、岩石が角れき状や粘土状に破碎された部分。断層が動いた面を中心にはほぼ一定の幅をもった帯を形成する。

パラメータ：

助変数。いくつかの変数の間の関数関係を間接に表すために用いる変数。ここでは、地下水涵養量の推定のために直接的または間接的に関係する観測項目のことを行う。

パルス試験：

ボーリング孔内における試験区間を閉鎖して、間隙水圧に対して $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度の正または負の圧力変化を瞬時に生じさせ、水圧変化を経時的に測定する方法。通常の方法と比べ、難透水性の地盤に対して有効である。

比抵抗・弾性波トモグラフィ：

岩盤中に電気や振動を発信し、これを別の場所で受信して伝わり方の違いを解析することによって、岩盤の性質や割れ目の分布を把握する手法。岩盤の性質の違いによって、電気抵抗や振動が伝わる速度に差があることを応用した物理探査技術。

フィードバック：

情報処理などで、作業の結果を分析して修正・調整を行うこと。

VLF(Very Low Frequency)法探査：

潜水艦などとの交信用に設けられた大電力の放送局から放射される VLF 電波 (3~30kHz) を利用して、地下の構造を測定する手法。アンテナからの電磁場と、誘導される地下の 2 次電磁場との関係から地下の導体の比抵抗を把握する。

VSP(Vertical Seismic Profiling)法探査：

地震探査の一種で、地表で発震（受振）し、試錐孔内で受振（発震）する形式のものをいう。弾性波を用いて、地下の速度構造、境界面からの反射波をとらえて、地下の各層の

境界面等を把握する。

プラグ：

緩衝材の移動・膨出を防ぐために、処分坑道の両端に用いる。また、湧水割れ目の隔離、坑道への人間侵入を避けるためにも適宜用いられる。材料は、コンクリート、粘土、両者の併用が考えられている。

ベントナイト：

凝灰岩やガラス質流紋岩などが長年にわたる化学的な変質作用を受けて生成された、柔らかく可塑性をもち、モンロリナイトを主成分とする粘土の一種。水を吸収して膨潤する性質、及びイオン交換性を持つ。高レベル放射性廃棄物の地層処分では、緩衝材や処分孔の埋め戻し材の原料として用いられる。ベントナイトの膨潤により緩衝材の透水性が低下し、ガラス固化体に地下水が接触するのを防ぐ。また、ガラス固化体に地下水が接触したとしても、緩衝材の透水性が低いために放射性核種の移行が遅延し、イオン交換性により放射性核種が緩衝材に吸着される。分配係数：固体と液体が存在する中に、ある物質が入り吸着などによって一部が固体部分に、残りが液体部分にある場合、その釣合の状態（平衡状態）において、それぞれに存在する割合を示す係数。放射性物質が緩衝材や岩石などの中を地下水に溶解するなどして移動する際、緩衝材や岩石などに吸着される程度を示す指標として用いられる。

ボアホール型歪み計：

ボアホールとは試錐孔のこと。ボアホール型歪み計とは、試錐孔に埋め込んで設置する岩盤歪み計である。東京大学地震研究所石井教授が開発したため「石井式歪み計」とも言う。

ボアホールテレビ調査：

ボーリング孔内に測定器を降ろし、ボーリング孔のまわりの地層の物理的性質を深さに対して連続的に計測する技術である物理検層のうちの一つ。ボーリング孔内に降ろしたテレビカメラにより得られるテレビ画像により孔壁を観測する方法。原位置における岩盤節理の観察にきわめて有効である。

ホット試験 (Hot Testing) :

放射性の核種を使って行う試験。非放射性の核種を使って行う同様の試験（コールド試験 (Cold Testing) ）に対する。放射性廃棄物関連では、土壤中の核種の拡散試験を原位置で行う場合、化学的性質の似た非放射性の核種を使うコールド試験が多く、実験室内では、放射性の核種によるホット試験とすることが一般に行われている。

ボーリング（試錐）：

地下の地質状況などを調べるために、地中深く、直径数cm~20cm程度の円筒状の孔を掘ることをボーリングという。ボーリング孔を掘る際に採取した岩石試料を用いた室内試験や、ボーリング孔を利用した各種計測によって、地下の岩石や地下水に関する様々な情報を取得することができる。

ま

モデリング：

地質環境モデルを構築すること。

モニタリングシステム：

地質環境モニタリングを行うためのシステム。

モンテリー（Mt. Terri）地下研究施設：

スイス北西部のモンテリー道路トンネルの調査坑を利用した地下研究施設（堆積岩系）で、実施機関は NAGRA（放射性廃棄物管理共同組合）。研究の目的は、オパリナス泥岩（Opalinus Clay）の水理地質学的、地球化学的、岩盤力学的特性の把握、調査坑道等の掘削技術開発である。

や

ヤング率：

太さが一様な弾性体の棒の一端を固定し、他端を軸方向に引っ張りまたは圧縮応力を加えた場合、応力に比例した縦ひずみを生じる。棒の単位断面積あたりに働く力をT、棒の単位長さあたりの伸びを ϵ とすれば、フックの法則により

$$T = E \epsilon$$

という比例関係が成り立つ。比例常数Eは棒の材料によって決まる物質常数でヤング率またはヤング係数という。

ゆるみ域：

岩盤において掘削の影響を受け、その岩盤が初期に持っていた性質より変化をきたす範囲。力学的に塑性挙動を示す力学的ゆるみ域と透水係数に変化をきたす水理学的ゆるみ域がある。

溶存ガス :

地下水中に溶け込んでいるガス。例：酸素

予備ステージ :

超深地層研究所計画において、主立坑から、深度 100m 每に水平方向に掘削する坑道。
排水ポンプを配置したり、第 2 段階に相当する調査研究を実施するために用いる。

ら

リスク :

放射線被爆による有害な影響を生じる確率。ある線量の被爆を受ける確率と、その被爆による健康への重大な影響を引き起こす確率との積で表わされる。

リモートリファレンス :

電磁法の測定手法の一つ。人工ノイズの大きい地域での測定値の信頼性を上げるために、計測点から数 km 数十 km 離れた地点に参照点を設地し、参照点で測定した信号と相関のある信号を統計処理により抽出することで、ノイズの影響を減らす手法。

リモートセンシング :

遠隔から探査する技術を総じていう。地球観測衛星（ランドサット等）を用いた調査などが有名である。対象物から反射・放射される電磁波（可視・近赤外域／赤外域／マイクロ波域）を用いて探査する技術を一般的にさす。

レーダー反射法（試錐孔用レーダーシステム）:

試錐孔および地表から電磁波を岩盤内に発信し、断層などの不連続面で反射してくる電磁波を受信して解析することにより、岩盤内の断層や割れ目の分布を推定する方法。

連成／熱 水 応力連成モデル :

現象を解析するにあたり、熱伝導、地下水の流動、応力による変形、化学反応などの現象のうち、複数の現象による相互作用を考慮することを連成という。また、ここでは、熱伝導、地下水の流動及び応力による変形のそれぞれの相互作用を考慮した解析モデルを熱水 応力連成モデルと呼んでいる。

参考資料 5

深地層の研究施設における研究計画
－主に超深地層研究所計画第2段階の計画案について－
(OHP資料)

研究開発課題：
深地層の研究施設における研究計画

核燃料サイクル開発機構

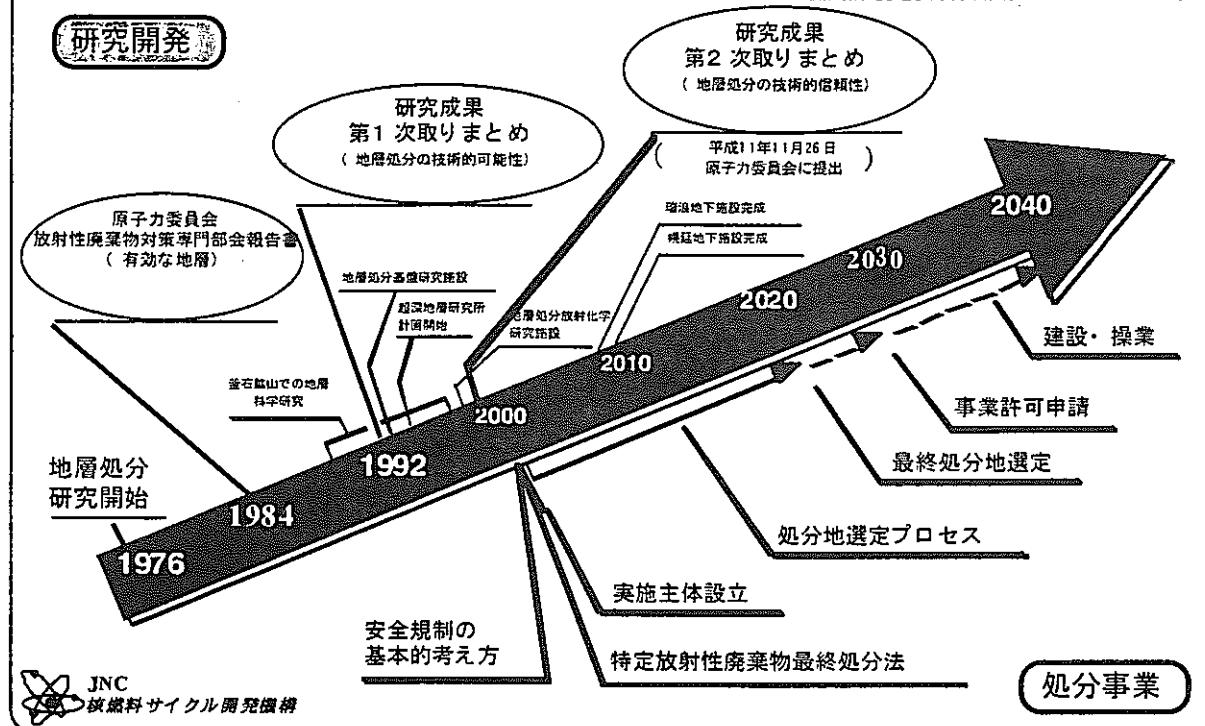
0-01

深地層の研究施設における研究計画
課題評価説明用OHP

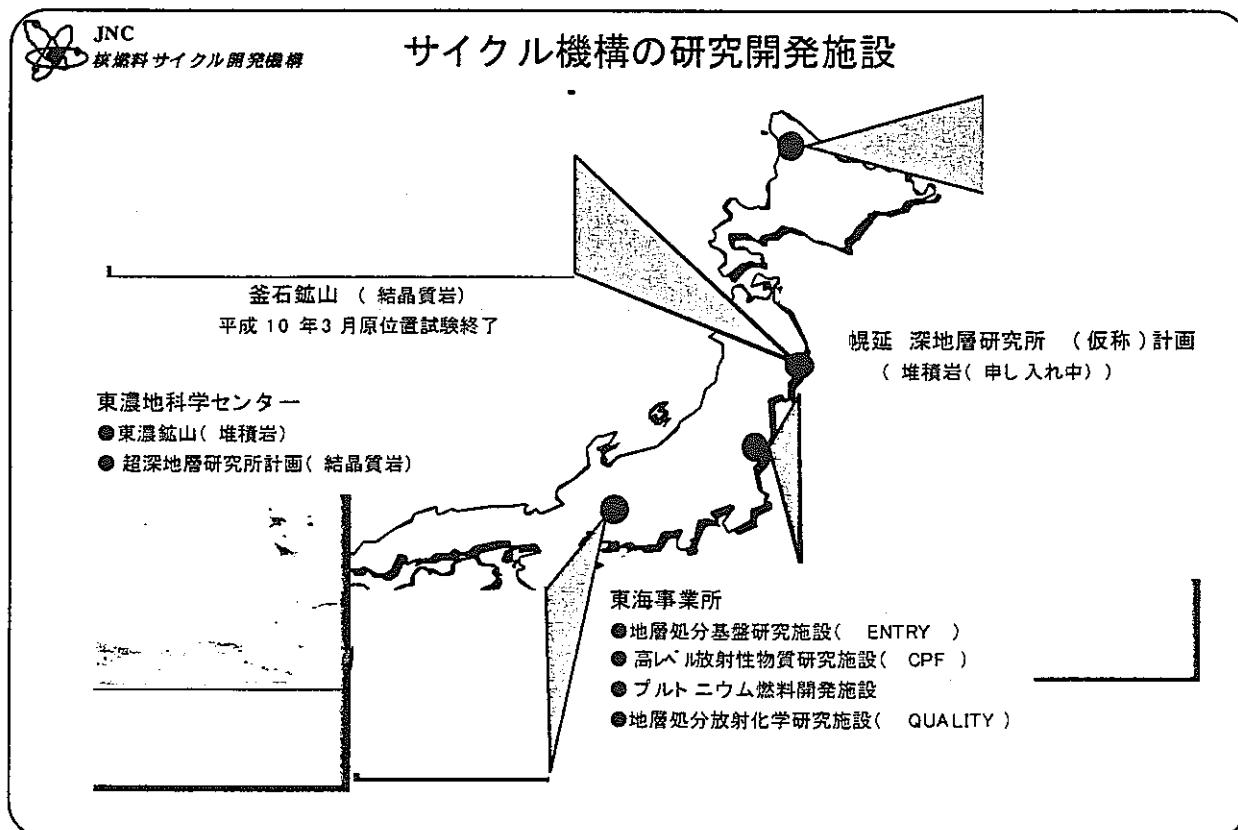
- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 1. はじめに | 4. 幌延の深地層研究所(仮称)
計画(申入れ中)の現状 |
| 2. 瑞浪の超深地層研究所計画の
第1段階の研究成果 | 5. 昨年度指摘事項への対応
状況 |
| 3. 瑞浪の超深地層研究所計画の
第2段階の研究計画 | |

1-01

高レベル放射性廃棄物地層処分の主なマイルストーン



1-02



1-03

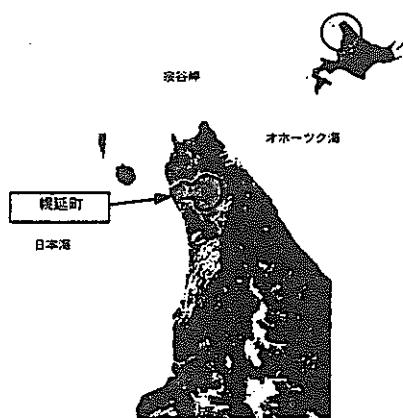
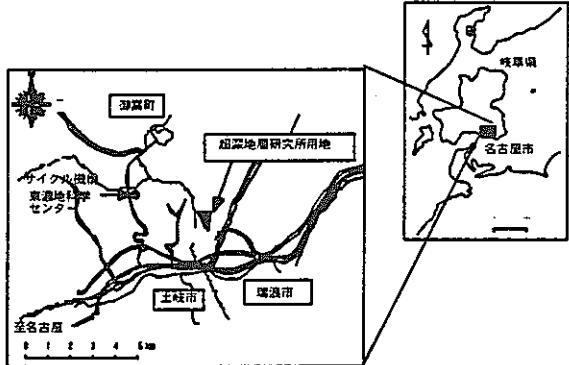
深地層の研究施設

□ 瑞浪の超深地層研究所

- ・岐阜県瑞浪市のサイクル機構所有地へ設置を計画
- ・平成7年8月21日に計画を公表、同年12月28日に、県知事・瑞浪市長・土岐市長および動燃理事長（当時）の間で四者協定を締結

□ 幌延の深地層研究所（仮称）

- ・北海道幌延町へ設置を計画
- ・平成10年12月に北海道（18日）および幌延町（19日）に立地申し入れ
- ・現在、北海道にて受け入れについて検討中



1-04

深地層の研究施設の役割①

処分事業
・研究

これまで

- ・基礎研究

2000年

第2次とりまとめ
環境整備機構発足

今後

- ・事業の推進
- ・安全規制の整備

地層科学研究

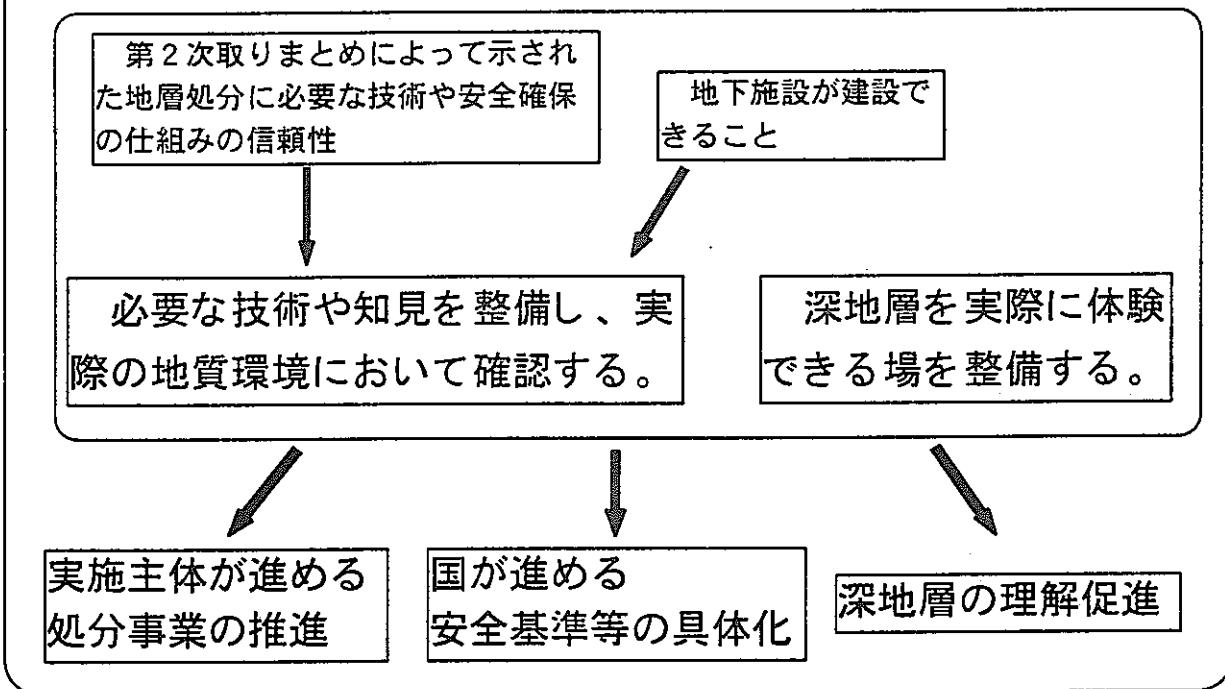
- ・日本の地質環境を幅広く想定した調査技術の開発
- ・深部地質環境データの取得

- ・具体的な地質環境を対象とした、調査技術の有効性の確認

1-05



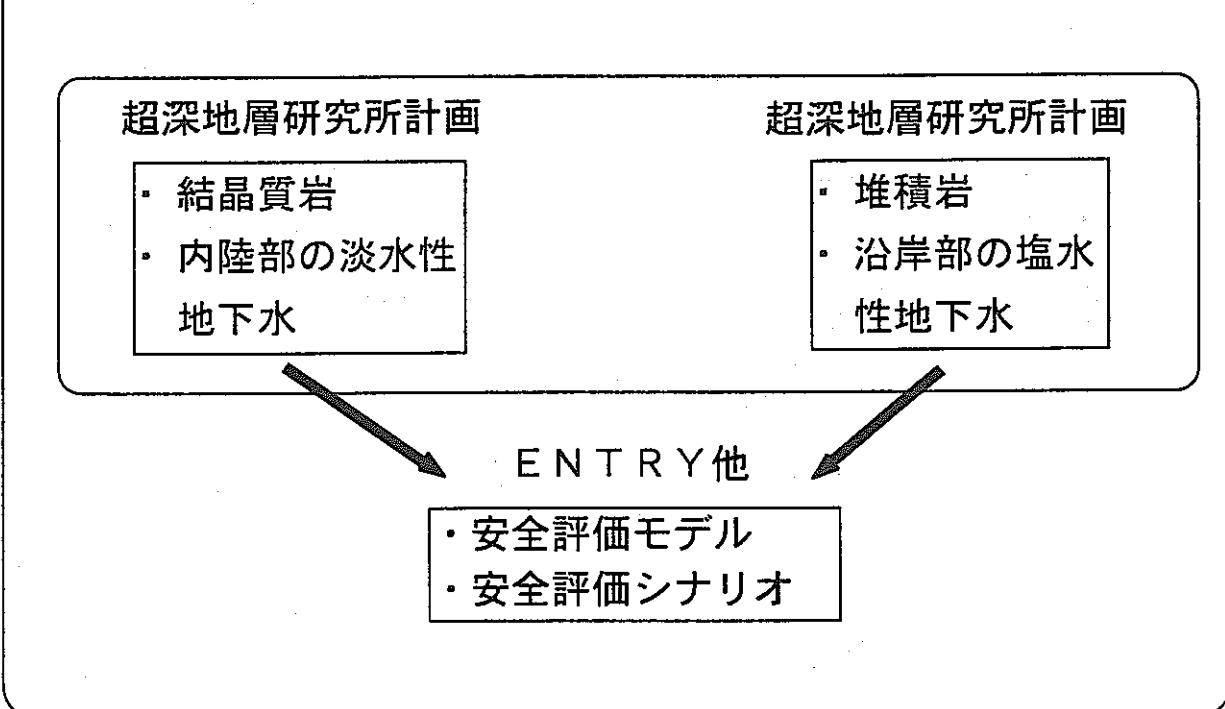
深地層の研究施設の役割②



1-06



深地層の研究施設の役割③



1-07

本研究計画の前提

- 1) サイクル機構として計画の内容を具体化したもの
- 2) 今後の第2次取りまとめに対する国の評価、実施主体（2000年秋を目途に設立見込み）との調整および、国における検討等を踏まえて、見直しを行っていくもの
- 3) 幌延の深地層研究所（仮称）計画（申入れ中）は地元の受け入れ合意が前提

1-08

評価を受ける範囲

- 瑞浪の超深地層研究所計画の、第2段階である地下施設建設時の調査研究の基本計画およびその前半6年間の調査研究計画
- 瑞浪の超深地層研究所計画の、第1段階である地表からアプローチする調査研究の、平成11年度までの研究成果
- 幌延の深地層研究所（仮称）計画（申入れ中）の進捗状況と、前回の研究開発課題評価委員会での指摘事項への対応状況について報告

1-09

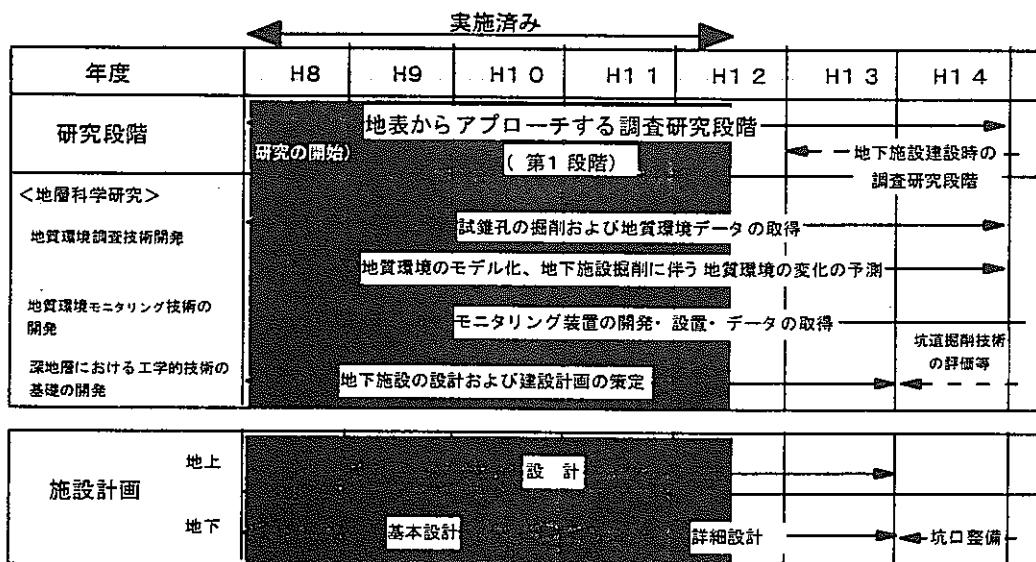
深地層の研究施設における研究計画

課題評価説明用OHP

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 1. はじめに | 4. 幌延の深地層研究所(仮称)
計画(申入れ中)の現状 |
| 2. 瑞浪の超深地層研究所計画の
第1段階の研究成果 | 5. 昨年度指摘事項への対応
状況 |
| 3. 瑞浪の超深地層研究所計画の
第2段階の研究計画 | |

2-01

瑞浪の超深地層研究所計画 第1段階のスケジュール



*この計画はサイクル機構が策定したもので、関係機関との協議等を踏まえて適宜見直していきます。

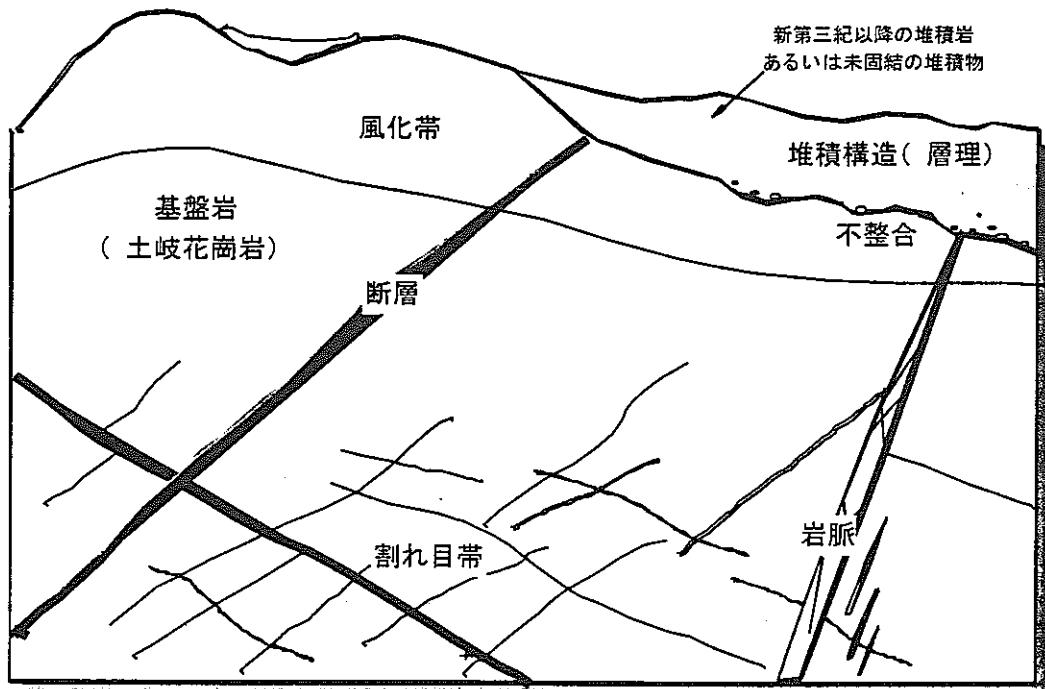
2-02

第1段階：地表からアプローチする調査研究の達成目標

- 地表から地下深部までの地質環境データの取得と整理
 - 地下深部の地質環境のモデル化
 - 研究坑道の建設に伴う地質環境の変化の予測
-
- 地質環境モニタリング機器の開発および機器の設置と観測開始
-
- 研究坑道の設計および建設計画の策定
-
- 第2段階「地下施設建設時の調査研究段階」の調査研究計画の策定
 - 坑道を利用した試験の基本計画の策定

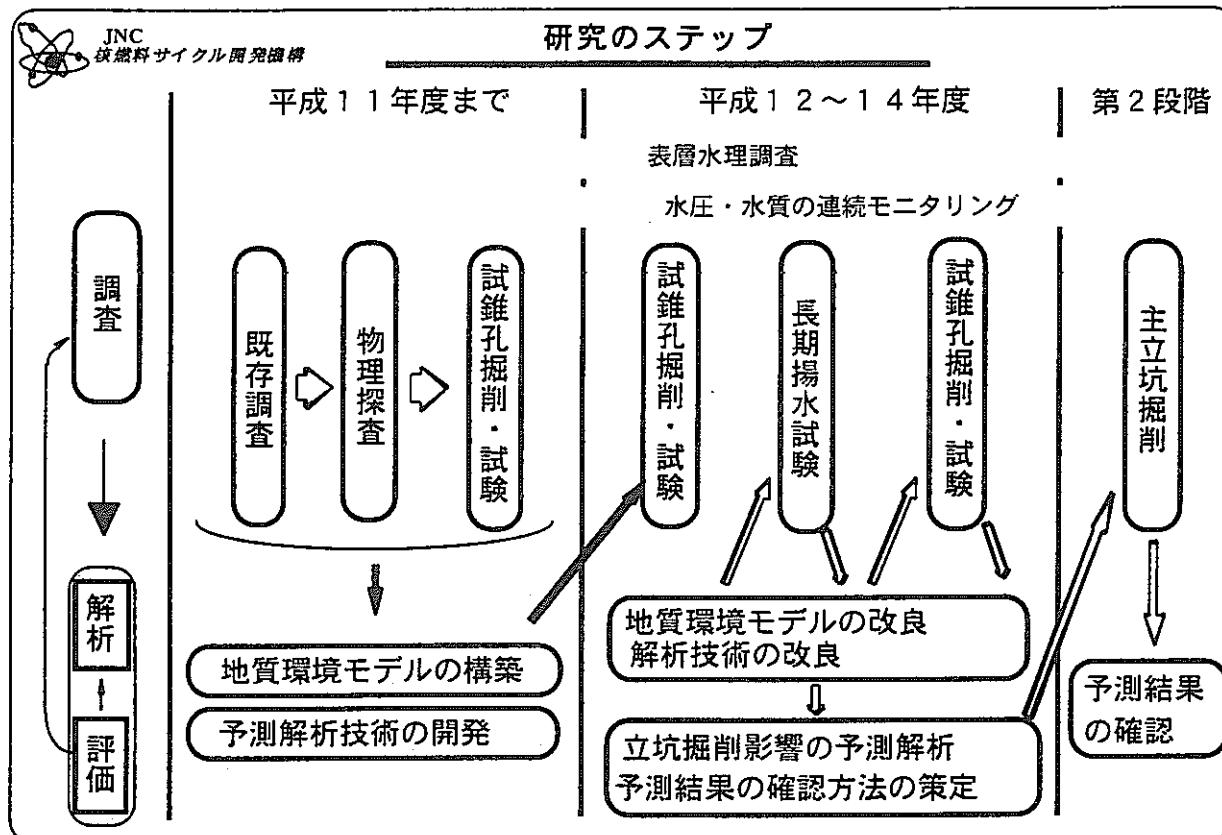
2-03

考慮すべき地質・地質構造



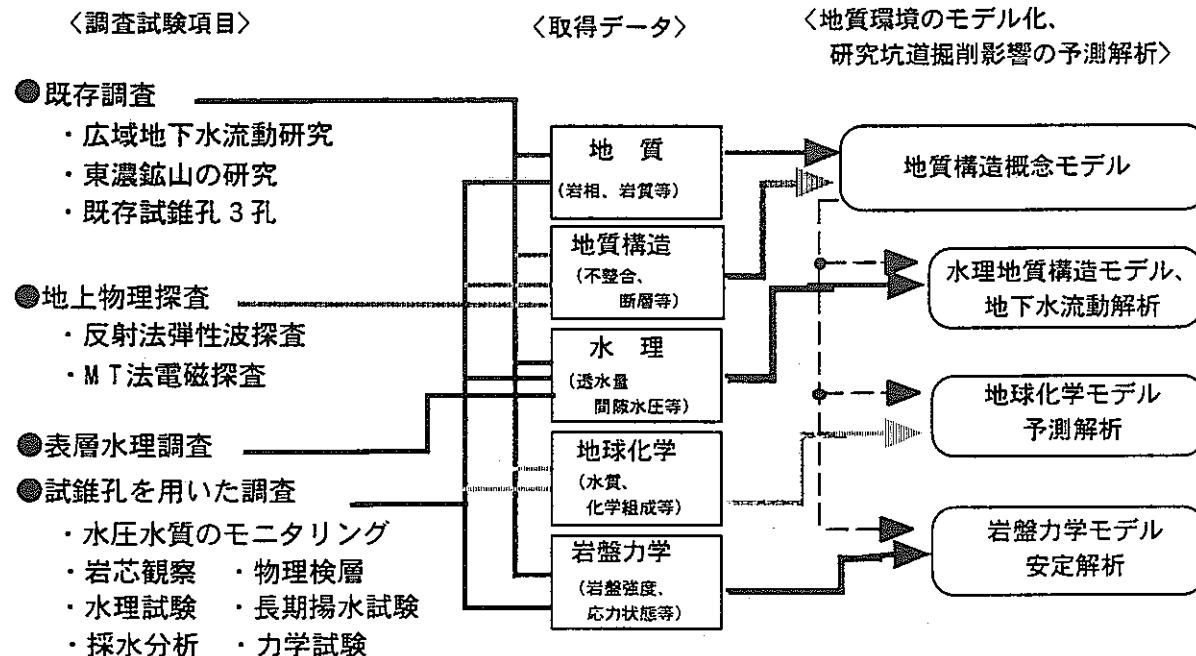
2-04

研究のステップ



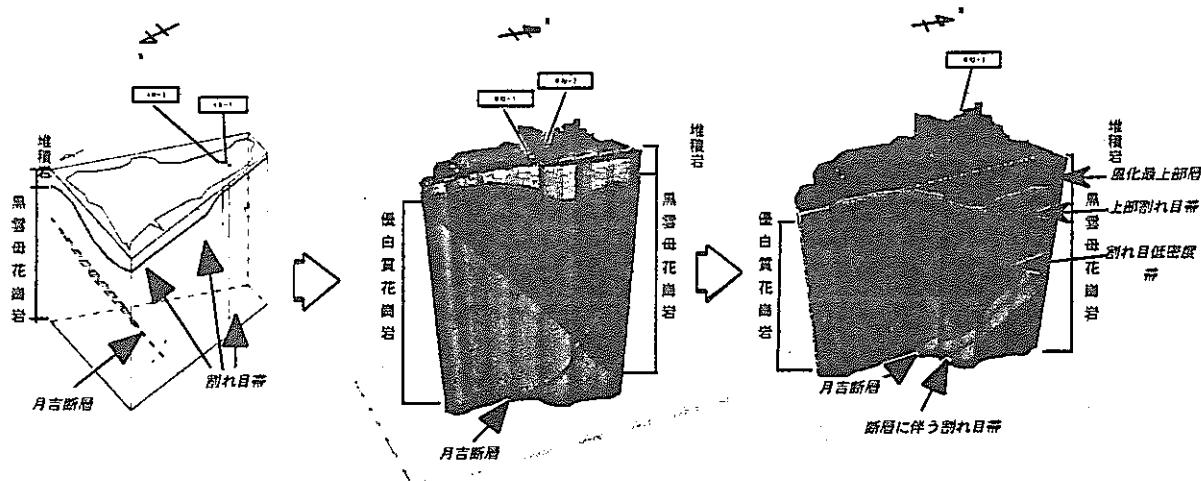
2-05

第1段階の調査研究の実施内容



2-06

瑞浪の超深地層研究所計画 地質構造モデルの改良過程



主な情報：
・既存調査

主な情報：
・試錐孔 (MU-1,2)

主な情報：
・試錐孔 (MU-3)

2-07

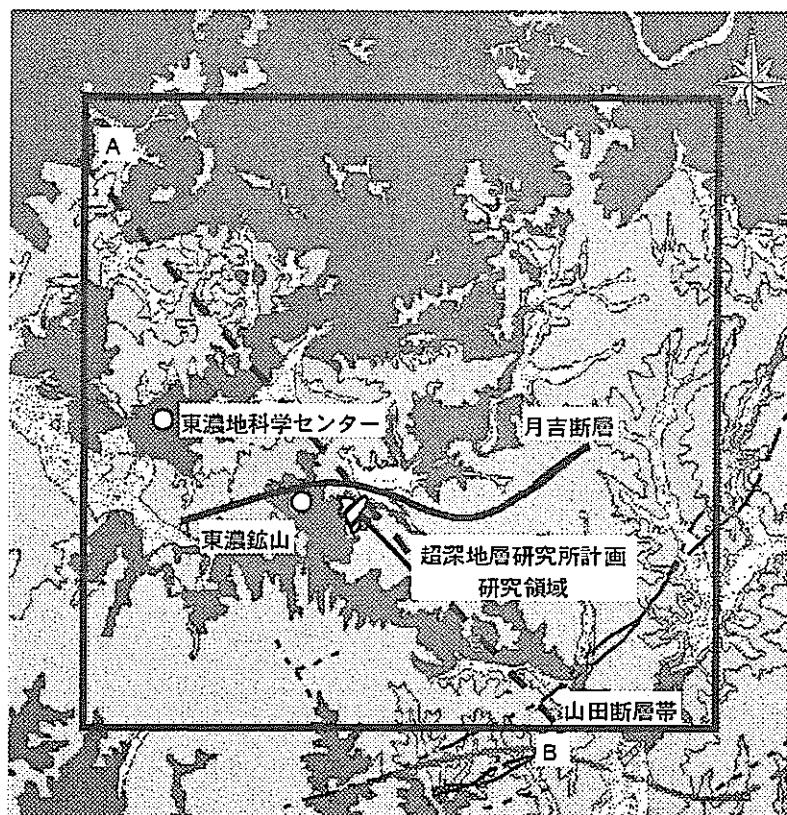
第1段階におけるこれまでの研究開発のまとめ

- 地表から地下深部までの地質環境データが取得され、第1段階終了までに、
 - ①施設スケールの地質環境モデルの構築
 - ②研究坑道建設に伴う地質環境の変化の予測ができる見通しを得た。
- 地下水の長期モニタリング装置を試錐孔に設置し、研究坑道の建設に伴う間隙水圧および水質の変化を長期観測できる見通しを得た。
- これまでに明らかになった地質環境特性と第2段階以降の研究開発計画の検討によって研究坑道のレイアウトおよび建設スケジュールが策定できた。今後の研究開発期間で詳細設計および建設計画の策定が可能となった。

2-08



JNC
核燃料サイクル開発機構



研究領域の地質

<凡例>

- 瀬戸層群
- 瑞浪層群
- 土岐花崗岩
- 濃飛流紋岩類
- 美濃帶堆積岩類
- 断層
- 広域地下水水流動
研究領域
(10km四方)

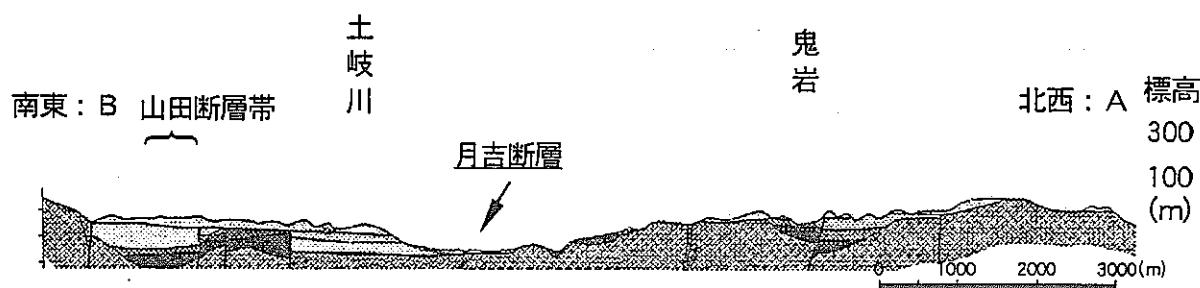
0 1000 2000 3000(m)

2-09



JNC
核燃料サイクル開発機構

地質断面図

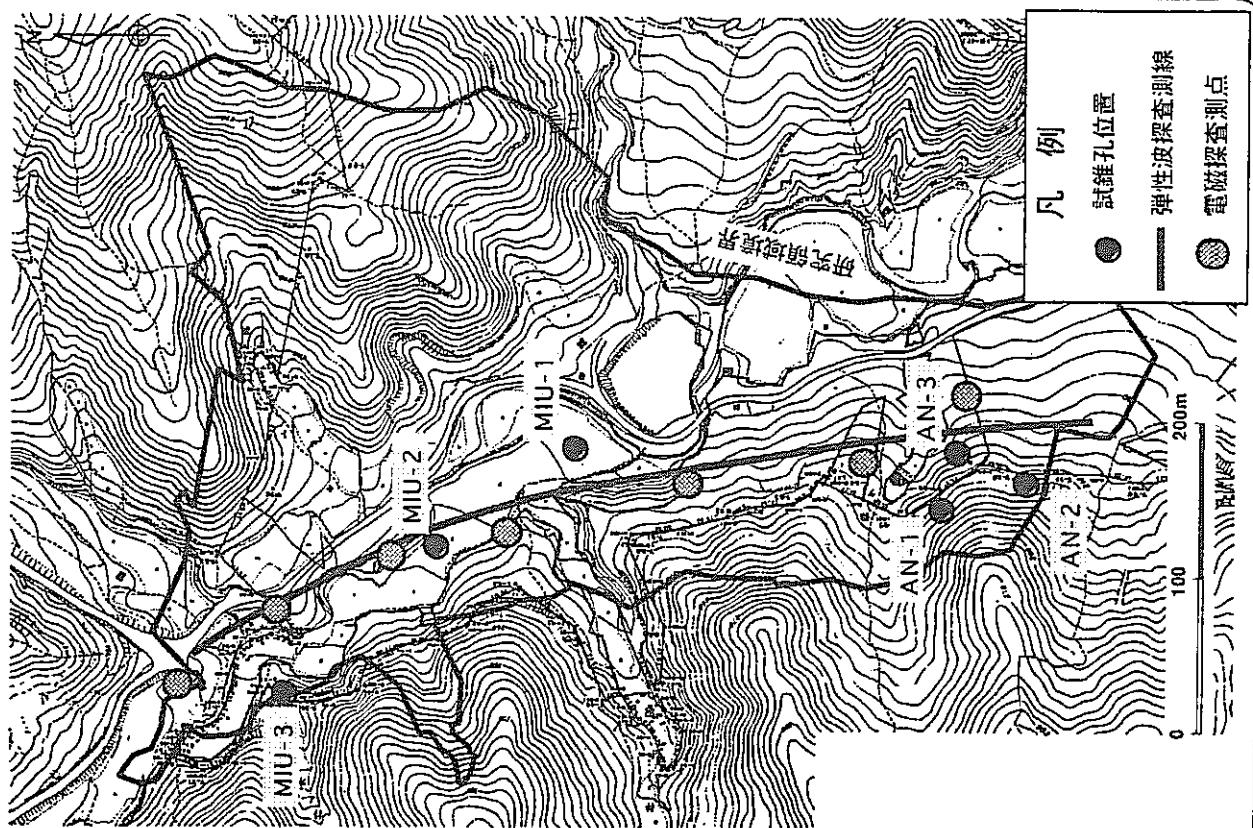


- 瀬戸層群
- 瑞浪層群
- 土岐花崗岩
- 美濃帶堆積岩類
- 断層

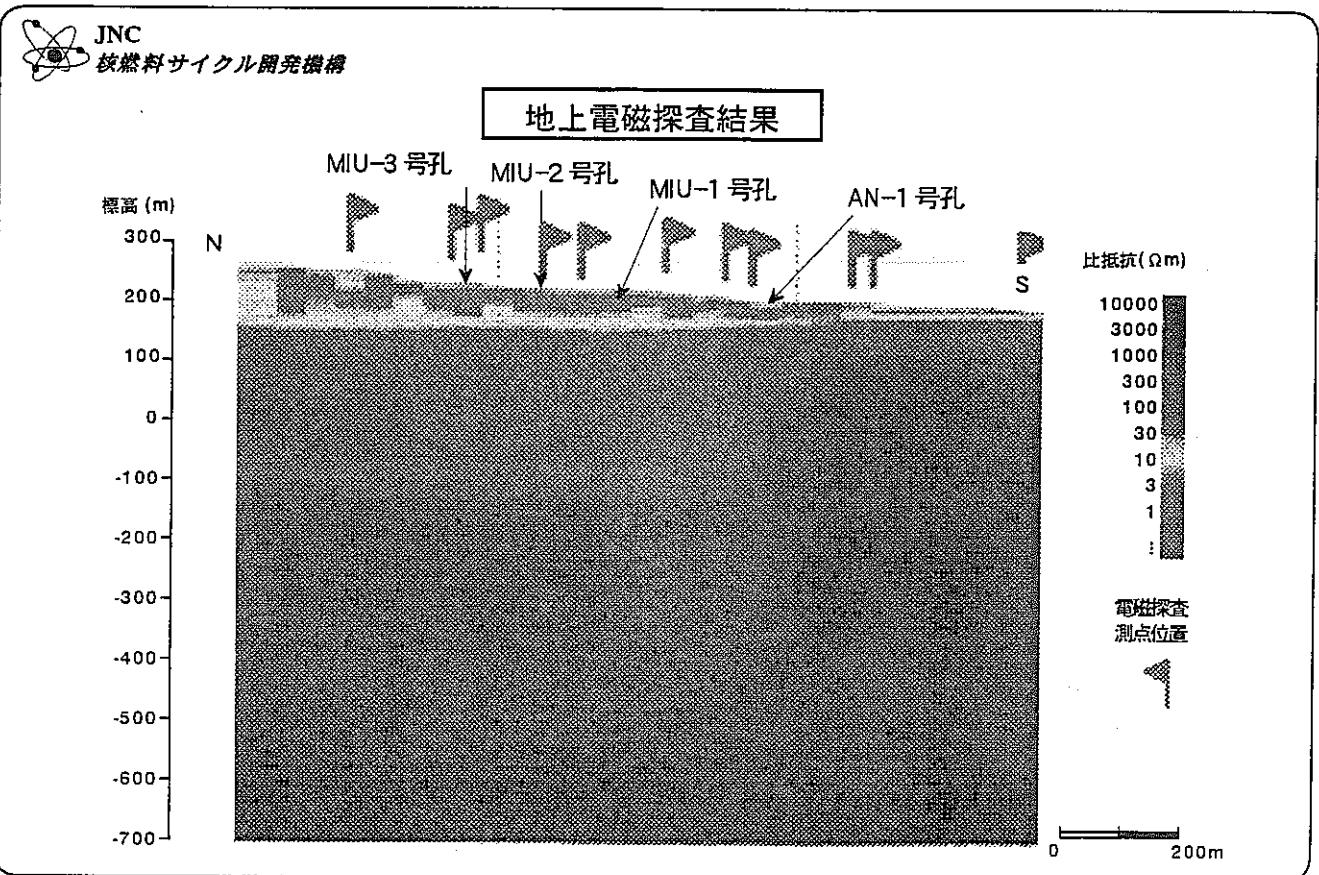
2-10

調査位置図

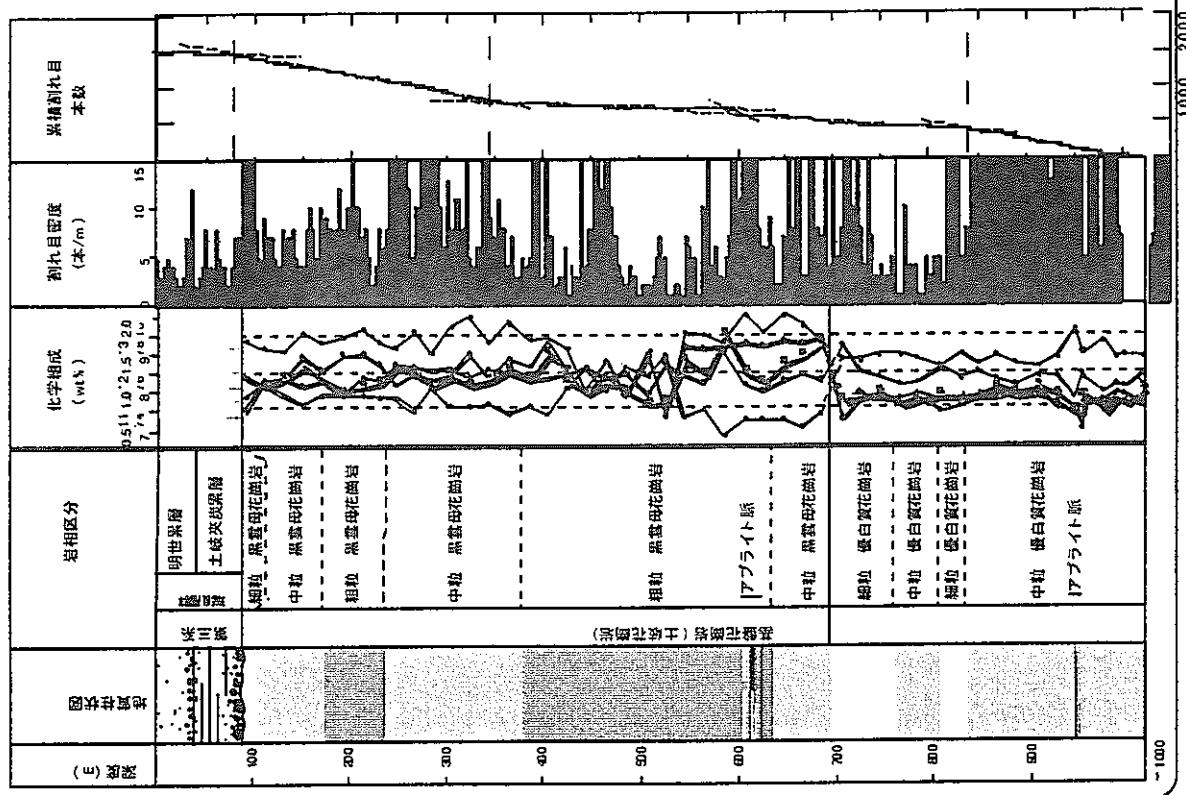
JNC
核燃料サイクル開発機構



2-11

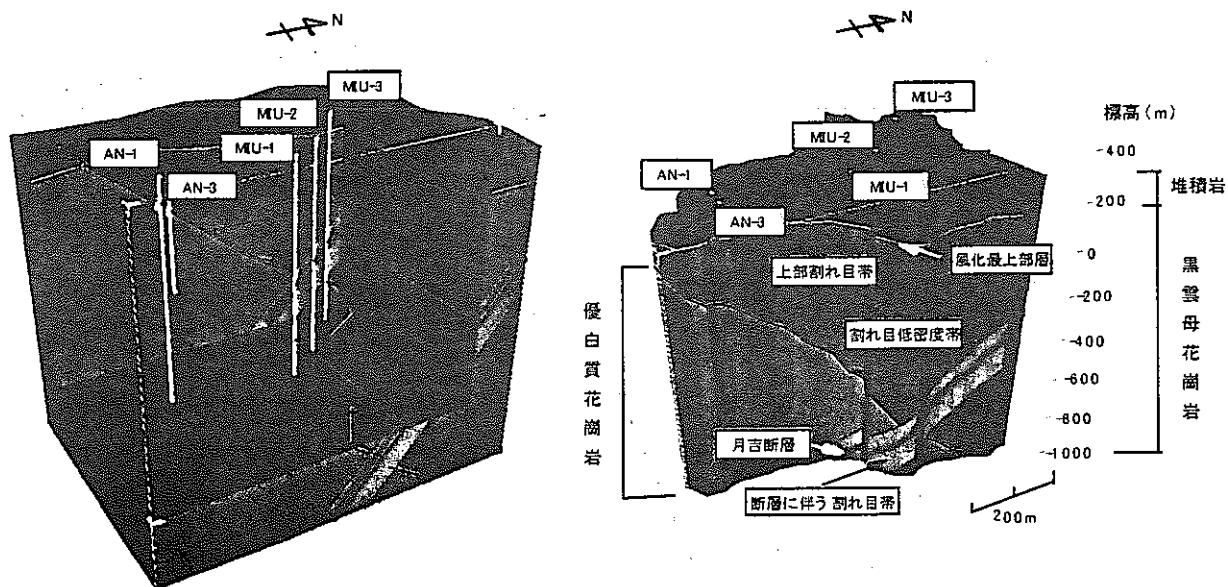


2-12



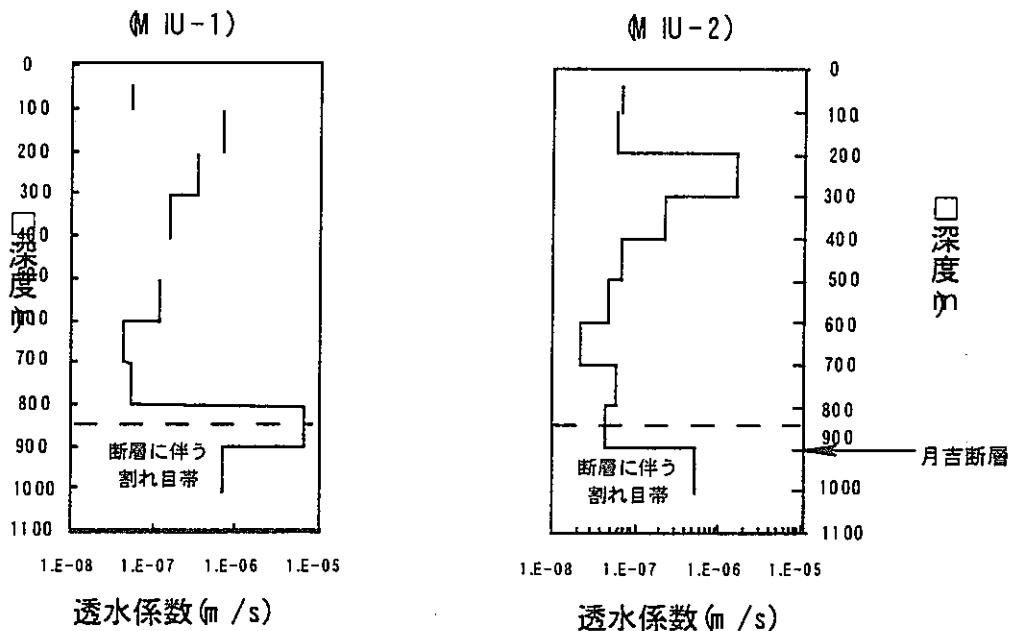
2-13

現段階までの情報をもとに作成された地質構造モデル



2-14

透水係数 (M IU-1, 2号孔)



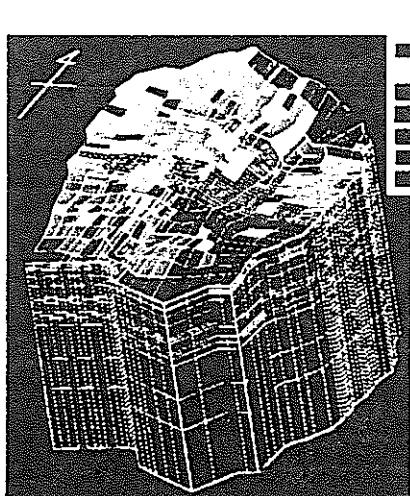
2-15



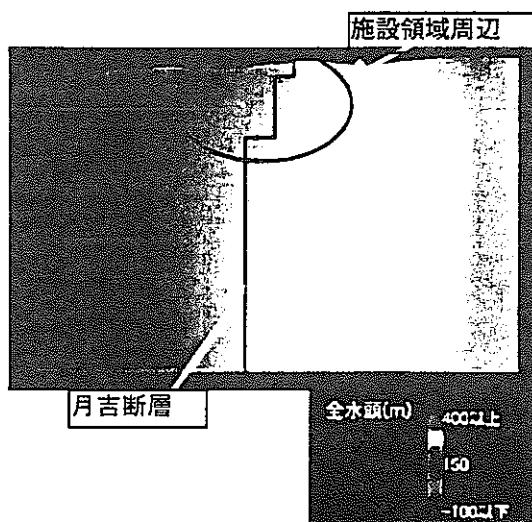
JNC

核燃料サイクル開発機構

現段階までの情報をもとに作成された
水理地質構造モデルと、予測解析の例



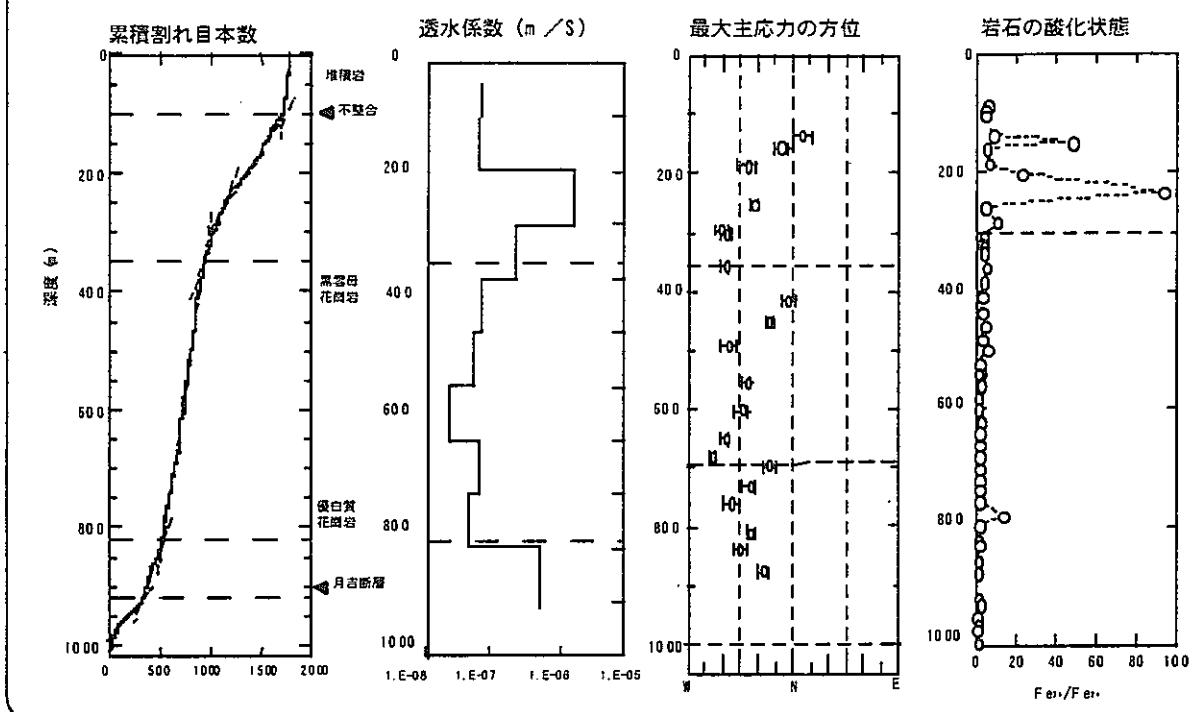
「水理地質構造モデル」



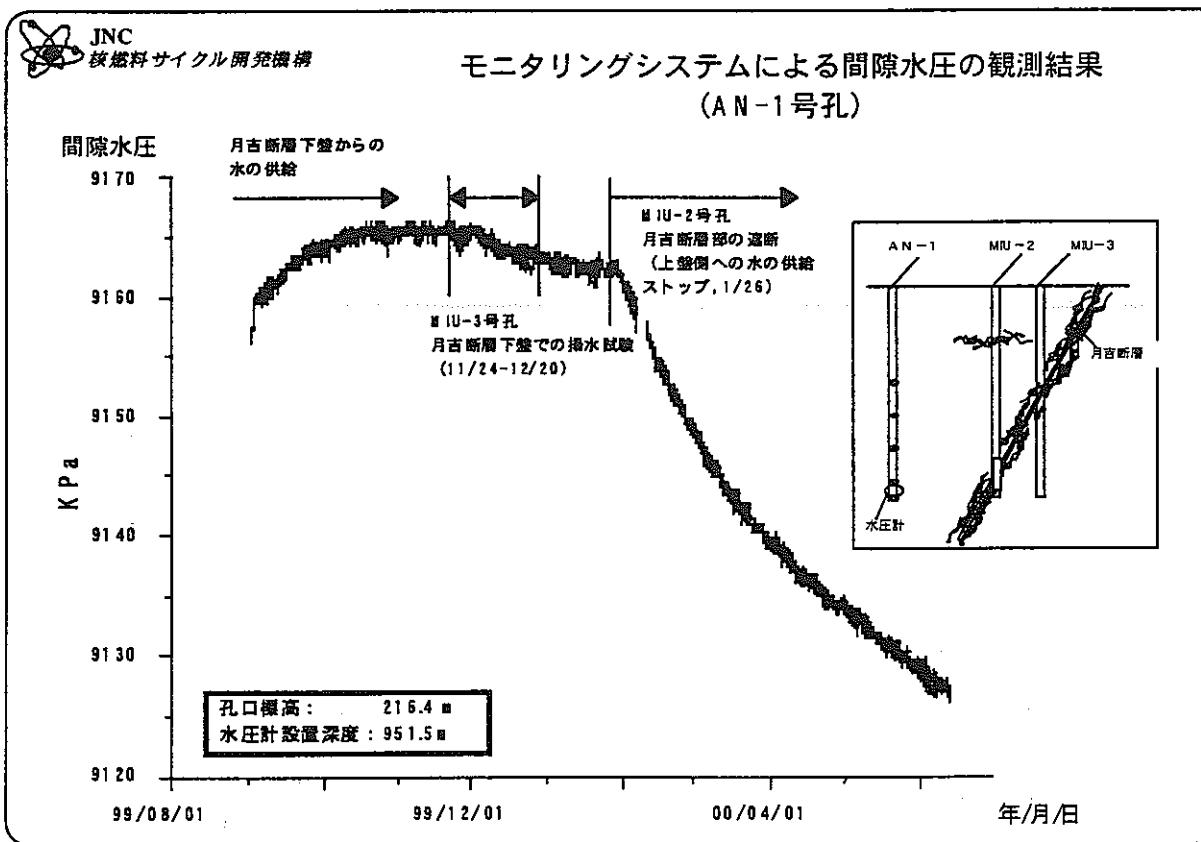
「立坑掘削前の地下水流动
の予測解析例 (全水頭:南北断面)」

2-16

割れ目本数・応力・酸化状態の分布の比較 (MIU-2号孔)

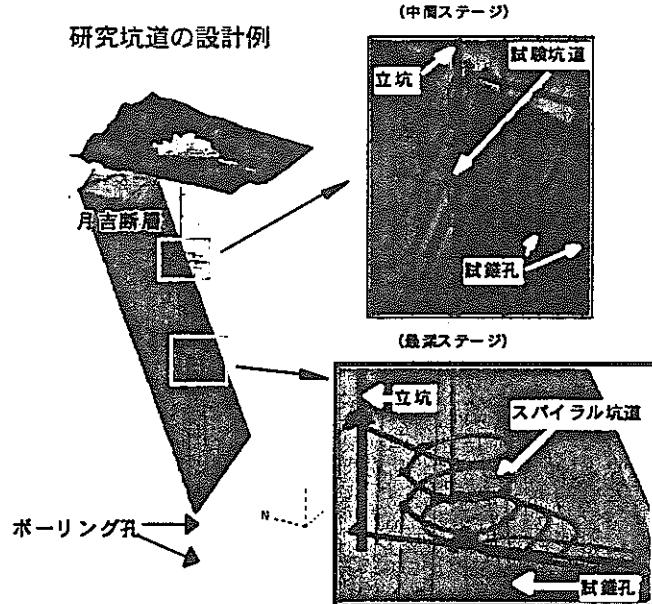


2-17



2-18

研究坑道の設計および建設計画の策定



主な設計の条件

- 超深地層研究所計画用地内で展開すること。
- 異なる地質環境(地質環境、水理学的、力学的特性の異なる岩帶)での研究の場を確保すること。
- できるだけ長く研究期間を確保すること。
- 主立坑が月吉断層を貫く時期をできるだけ遅くすること。

↓
対応

中間ステージを設ける。
スパイラル坑道を併設する。

2-19

瑞浪の超深地層研究所計画 平成8年度から11年度までの体制・予算

社内体制

要員 : 年間 40~55名

(総括・管理・調整10~15名、施設技術者1~5名、研究者30~35名)

研究者の受け入れ : 延べ 約20名

(国際特別研究員、客員研究員等)

予算

総額 : 約 67億円

平成8年度 23億円、平成9年度 17億円、平成10年度 16億円、平成11年度 11億円

2-20

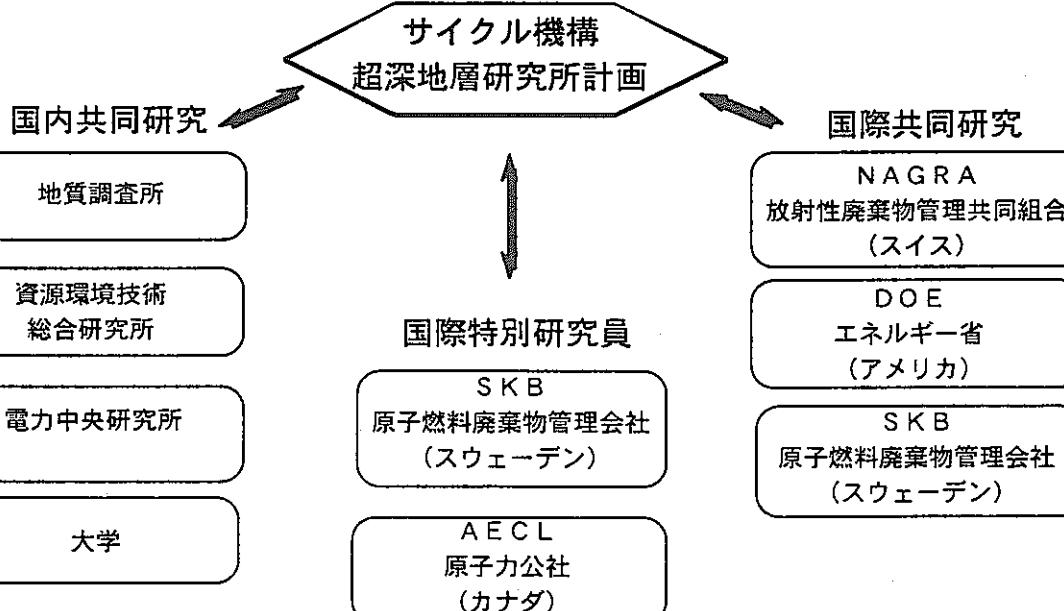
瑞浪の超深地層研究所計画における情報公開

○平成8年度から11年度までの実績

- ・大学関係者への個別説明 : 約30回
- ・専門家を集めた研究成果報告会 : 3回
- ・学会等への発表・研究計画書等 : 約100件
- ・コミュニティープラザを開設し、地元の方々と交流
- ・東濃鉱山を利用した地層科学的研究の紹介(約3,000人/年)
- ・ホームページ、パンフレット、ビデオ、模型、
ヴァーチャルリアリティーソフトウェアなどの整備

2-21

他研究機関との協力関係

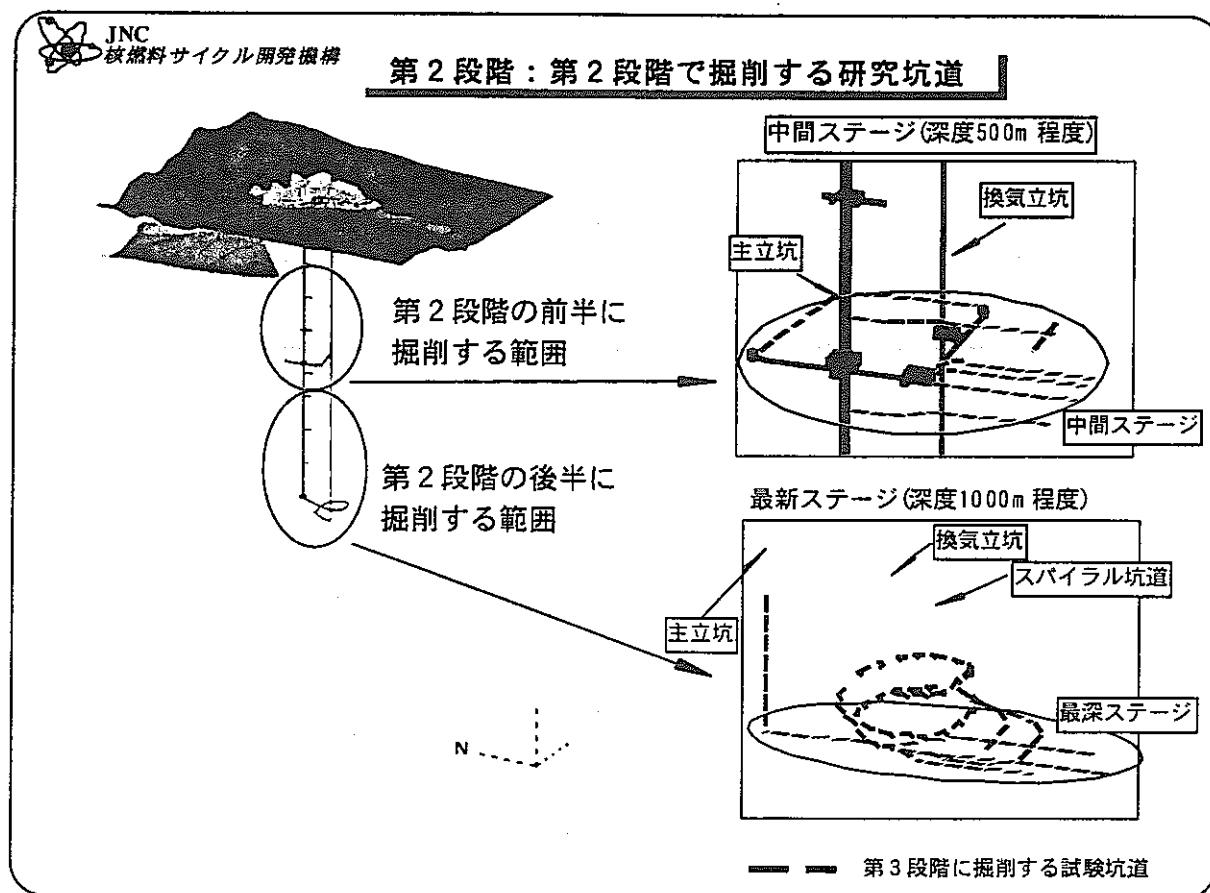


2-22

深地層の研究施設における研究計画 課題評価説明用OHP

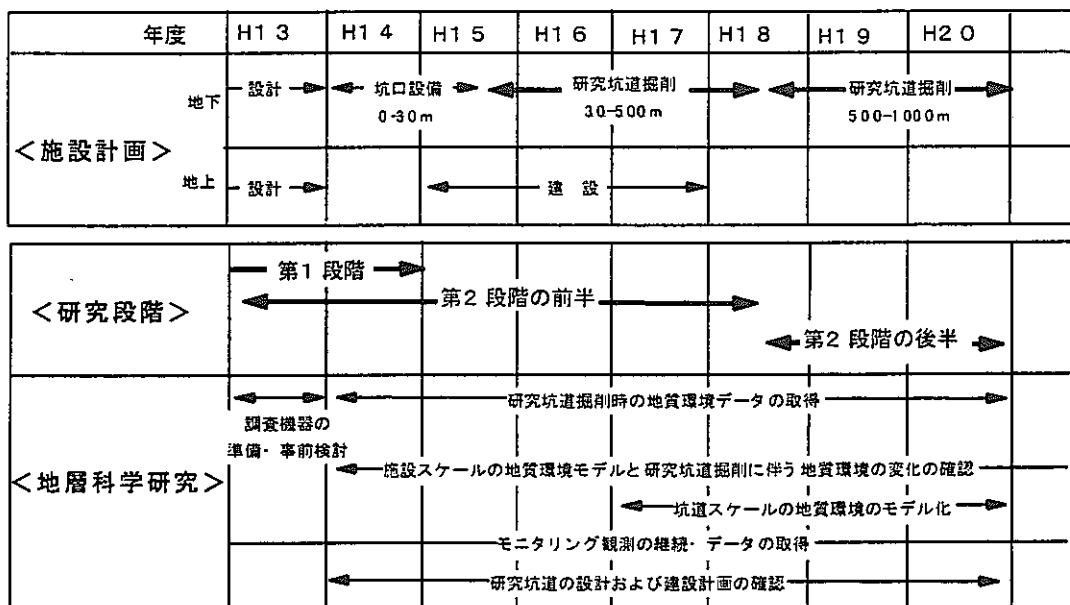
1. はじめに
2. 瑞浪の超深地層研究所計画の第1段階の研究成果
3. 瑞浪の超深地層研究所計画の第2段階の研究計画
4. 幌延の深地層研究所(仮称)計画(申入れ中)の現状
5. 昨年度指摘事項への対応状況

3-01



3-02

瑞浪の超深地層研究所計画
第2段階のスケジュール



※この計画はサイクル機構が策定したもので、関係機関との協議等を踏まえて適宜見直していきます。

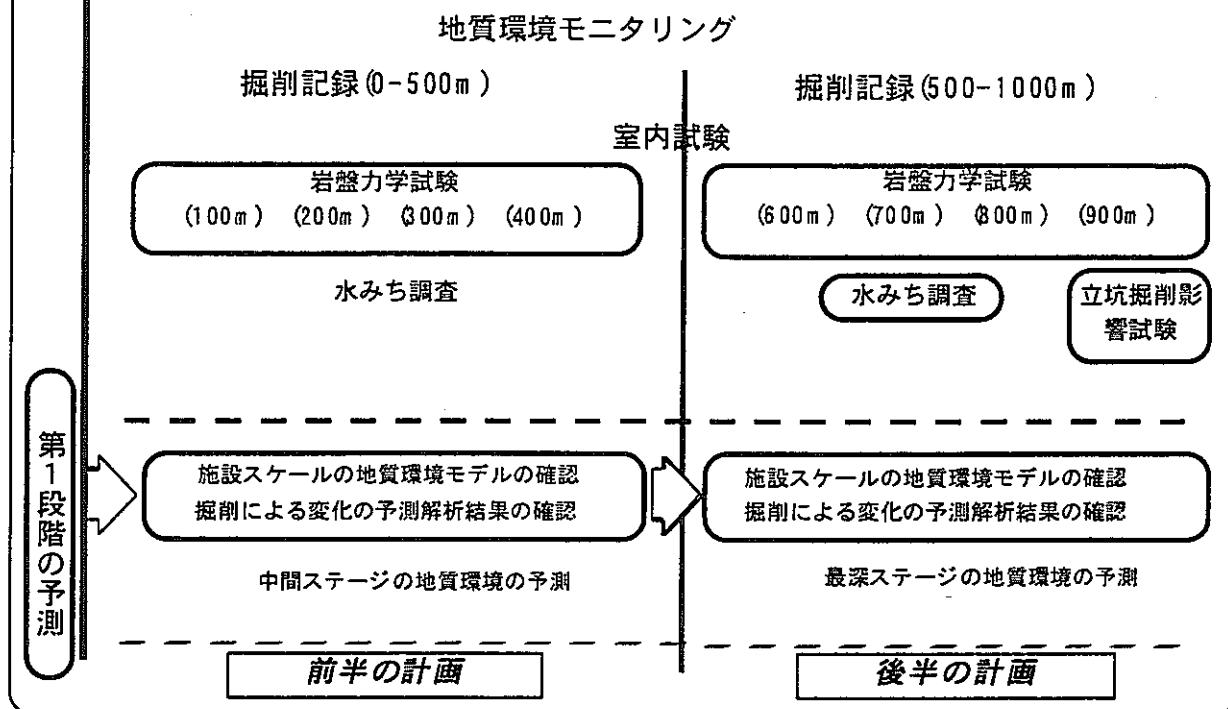
3-03

第2段階：地下施設建設時の調査研究段階の達成目標

- ① 研究坑道建設時の地質環境データの取得と整理
- ② 第1段階における地下深部の地質環境モデルの妥当性の確認
- ③ 第1段階に予測した研究坑道の建設に伴う地質環境の変化の確認
- ④ 研究坑道周辺の地質環境のモデル化
- ⑤ 地表からの地質環境モニタリング技術の有効性の評価
- ⑥ 研究坑道の設計・施工計画構築技術の有効性の評価と建設技術の適用
- ⑦ 第3段階（地下施設における調査研究）の調査研究計画の策定

3-04

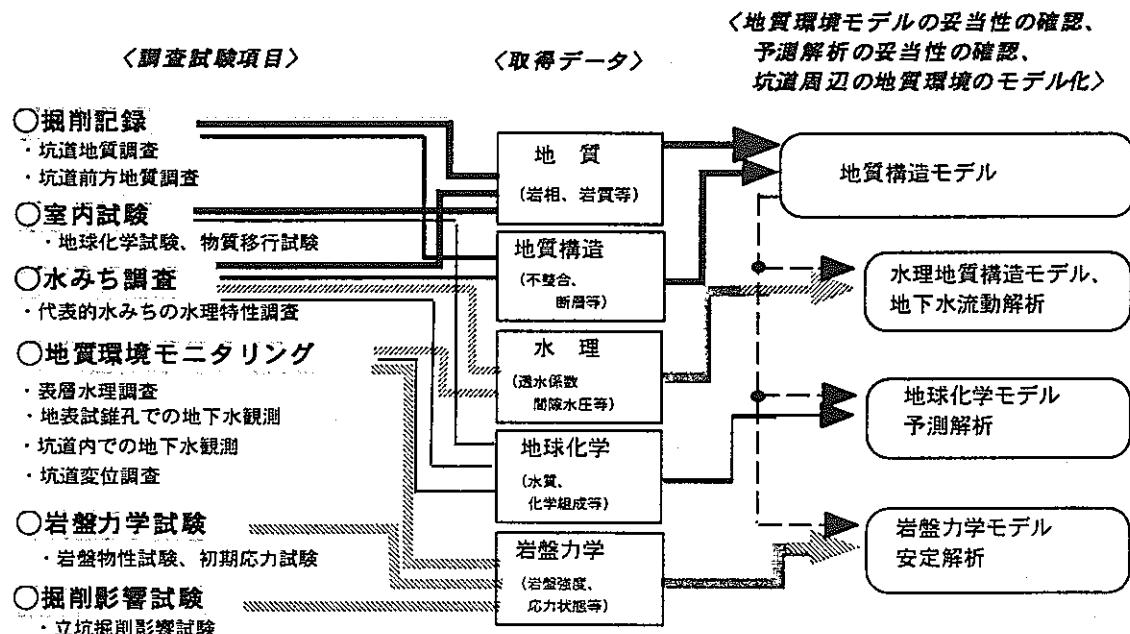
第2段階の調査研究のステップ



3-05

第2段階：地下施設建設時の調査研究段階の実施内容 その1

① 研究坑道建設時の地質環境データの取得と整理



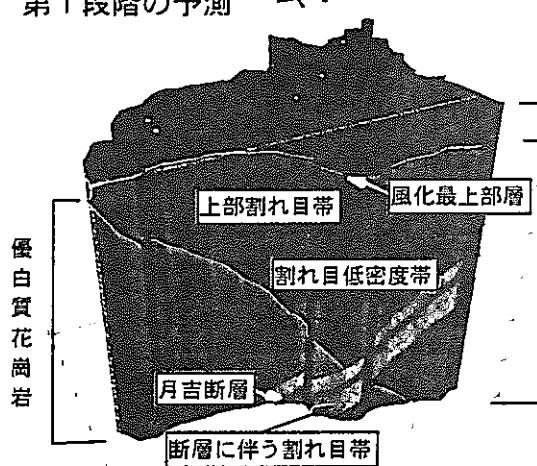
3-06

第2段階：地下施設建設時の調査研究段階の実施内容 その2

- ② 第1段階における地下深部の地質環境モデルの妥当性の確認
- ③ 第1段階に予測した研究坑道の建設に伴う地質環境の変化の確認

- 地質・地質構造 -

第1段階の予測



「地質構造モデル」

地質構造モデルを以下の項目で確認し、地質構造のモデル化技術の妥当性を評価する。

モデル：(地質構造ユニットの同定と、その分布の確認)

岩相：岩相の分布と境界など

割れ目帯：位置、走向傾斜など

岩石特性：風化、粒度、変質度など

割れ目特性：方向性、連続性、頻度など

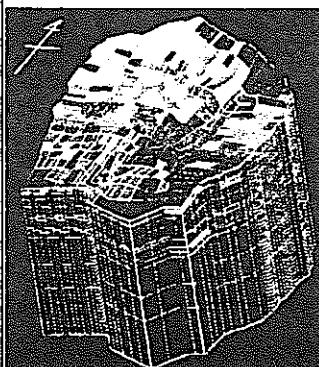
3-07

第2段階：地下施設建設時の調査研究段階の実施内容 その3

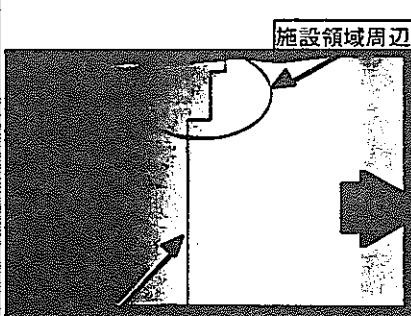
- ② 第1段階における地下深部の地質環境モデルの妥当性の確認
- ③ 第1段階に予測した研究坑道の建設に伴う地質環境の変化の確認

- 地下水の水理 -

第1段階の予測



「水理地質構造モデル」



「坑道掘削前の地下水流动の予測解析例（全水頭）」

坑道掘削による変化の予測解析結果を以下の項目で確認し、水理地質構造のモデル化技術および予測解析技術の妥当性を評価する。

予測解析：(施設領域の地下水流动及びその掘削影響の確認)

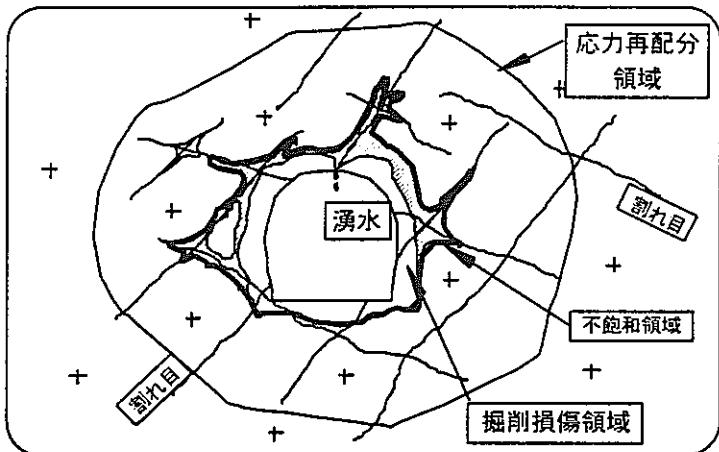
- ・研究坑道への地下水流入量
- ・地表試錐孔での地下水モニタリングによる水圧変化

3-08

第2段階：地下施設建設時の調査研究段階の実施内容 その4

④ 研究坑道周辺の地質環境のモデル化

モデル化の例（掘削影響領域）



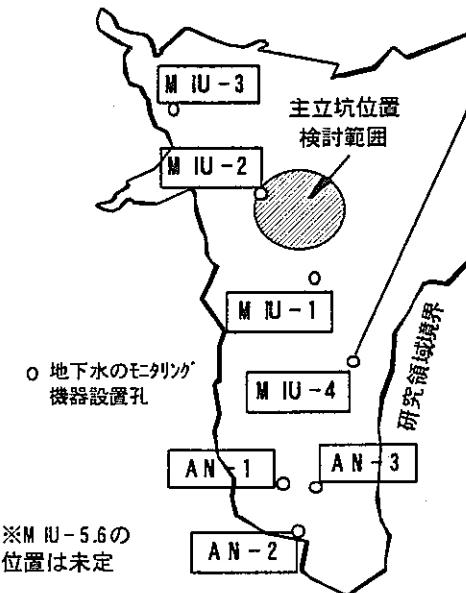
掘削影響領域の研究のために、坑道周辺の主な割れ目の分布を予測しモデル化する。

3-09

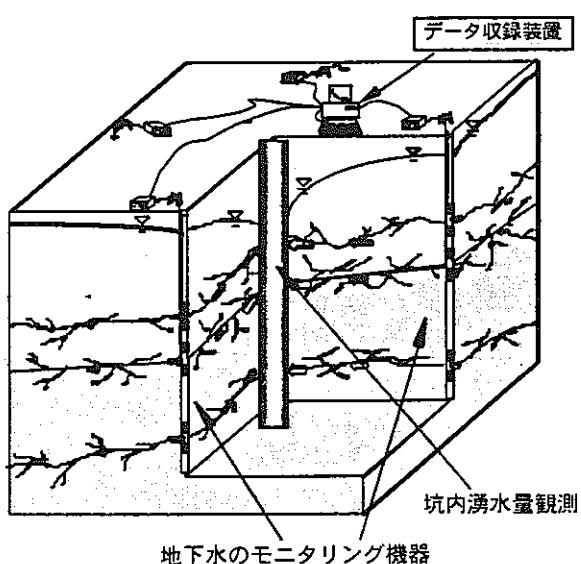
第2段階：地下施設建設時の調査研究段階の実施内容 その5

⑤ 研究坑道建設時の地質環境モニタリング技術の開発

〈地下水モニタリング機器の設置位置〉



〈地下水モニタリングの概念〉



3-10

第2段階：地下施設建設時の調査研究段階の実施内容 その6

⑥ 研究坑道の設計・建設計画構築技術の有効性の評価と建設技術の適用

1)研究坑道の設計・施工計画構築技術

- ①設計手法、設計体系の整備
- ②研究の品質を確保する研究

3)施工対策技術

- ①遭遇事象の予測技術
(突発湧水、山はね等)
- ②対策工の開発
- ③地質環境への対策工の影響評価

2)研究坑道の建設技術

- ①施工管理システムの開発
- ②掘削技術・支保工の適用、開発
- ③前方予知技術

4)安全性を確保する技術

- ①長期の維持補修技術の適用性の確認
- ②管理体系の構築
- ③坑内環境保全システムの適用性の確認

3-11

第2段階：地下施設建設時の調査研究の実施内容 その7

⑦ 第3段階（地下施設における調査研究）の調査研究計画の策定

<策定方針>

- 第2段階における坑道周辺の地質環境の予測結果の妥当性を確認する。
- 場の地質環境（地質学的・水理学的・力学的特性の異なる岩体）を考慮した合理的で効果的な研究を行う。
- 深地層を見学できる施設として整備する。

3-12

瑞浪の超深地層研究所計画 平成13年度以降の体制・予算

社内体制

要員：約55名（総括・管理・調整約15名、施設技術者約5名、研究者約35名（地質、水理、地球化学、岩盤力学、測定機器技術開発等））

体制：幌延の深地層研究所計画の進捗に合わせ、体制を整備する。上記に加え、内外の研究者（国際特別研究員、客員研究員等）の結集を図る。

予 算

平成13年度予算（概算要求（案））：約18億円

研究費（第1段階）	6.5
研究費（第2段階）	1.5
施設費	10.0

3-13

事業化推進へ向けての情報提供

第2段階の期待される成果

- 地質環境調査技術
- 地表からの調査技術・評価手法の妥当性の確認、坑道建設に伴う調査技術の開発
 - 地質環境データの取得技術
 - 地質環境のモデル化手法
 - 研究坑道建設に伴う地質環境の変化の予測解析手法
- 地質環境モニタリング技術の開発
- モニタリング技術の有効性の評価
- 深地層における工学的技術の基礎の開発
- 研究坑道の設計・建設計画策定技術の有効性の評価
- 坑道建設技術の開発

事業化推進への反映

- 妥当性が確認された地表からの調査技術・評価手法の提供
 - データ取得およびモデル化の考え方、方法の提供
 - 地下施設建設に伴う影響範囲の考え方や評価手法の提供
- 地表からのモニタリング技術の提供
- 地下施設の設計手法、建設技術の提供

3-14



JNC
核燃料サイクル開発機構

調査・研究のアプローチ

調査・研究プロセスの反復

