

平成16年度研究開発課題評価（中間評価）報告書

評価課題「幌延深地層研究計画」

2005年9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
してください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 4 9

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

電話：029-282-1122（代表）

ファックス：029-282-7980

電子メール：jserv@jnc.go.jp

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :
Technical Cooperation Section
Technology Management Division
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184, Japan

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

2005

平成16年度研究開発課題評価（中間評価）報告書
評価課題「幌延深地層研究計画」

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」という。)は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」及び「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」、並びにサイクル機構の「研究開発外部評価規程」等に基づき、「幌延深地層研究計画」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。

これを受けて、廃棄物処理処分課題評価委員会は、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 課題評価委員会の評価意見に対する
サイクル機構の見解（補足説明資料）

参考資料 4 幌延深地層研究計画（課題説明資料）

[研究開発課題説明資料(本文)]

[研究開発課題補足説明資料（質問に対する回答）]

参考資料 5 幌延深地層研究計画（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」という。)は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成13年11月28日内閣総理大臣決定)及び「文部科学省における研究及び開発に関する評価指針」(平成14年6月20日文部科学大臣決定)、並びにサイクル機構の「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、「幌延深地層研究計画」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。

これを受けて、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。

2. 廃棄物処理処分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	石樽 顯吉	埼玉工業大学先端科学研究所長・教授、東京大学名誉教授
委員	岩崎 誠	中部電力(株)発電本部原子力部サイクル企画グループ課長
	植弘 崇嗣	独立行政法人国立環境研究所計測技術研究室長
	河西 基	電力中央研究所地球工学研究所バックエンド研究センター長
	北山 一美	原子力発電環境整備機構技術部長
	小佐古敏莊	東京大学大学院工学系研究科原子力専攻教授
	佐藤 正知	北海道大学大学院工学研究科エネルギー環境システム工学専攻教授
	鈴木 潤	芝浦工業大学大学院工学マネジメント研究科教授
	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
	松田美夜子	富士常葉大学環境防災学部教授、 生活環境評論家(廃棄物問題とリサイクル)

3. 審議経過

(1) 第1回目の委員会開催：平成17年3月3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17年6月15日

- ・課題内容の説明・検討（第1回目の委員会でのコメントを踏まえ、再度説明）

(3) 第3回目の委員会開催：平成17年7月27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17年8月22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

- ① 評価方法を定める。
- ② 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

- ① 各委員は、評価に際し、課題について追加質問がある場合には、質問事項を書面で事務局に提出する。
- ② 事務局は、第1回目の委員会での質問及び委員からの追加質問に対するサイクル機構の回答を委員に送付する。
- ③ 各委員は、課題説明資料、委員会における説明及び質問に対する回答を基に、評価項目に従って評価を行い、評価意見を書面で事務局に提出する。
- ④ 事務局は、委員から提出のあった評価意見を整理して、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

- ・各委員が行った評価意見、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。なお、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。

5) その他

- ・評価をよりの確なものとし、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。

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。

○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・設備は適切か。

○関連技術動向が的確に反映されているか。

○研究開発内容は独創性、創造性に富んだものになっているか。

○実用化への道筋が適切に考えられているか。

4) 研究開発実施体制

○組織、人員・人材の配置、研究開発グループ間の連携、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) 研究開発成果

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・活用は期待できるか。

○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17年8月22日

核燃料サイクル開発機構
理事長 殿塚 猷一 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 石樽 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[16 サイクル機構（企）097]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「幌延深地層研究計画」

以上

(別紙)

廃棄物処理処分課題評価委員会報告書 「幌延深地層研究計画」の評価結果（中間評価）

核燃料サイクル開発機構（以下、「サイクル機構」という。）から説明を受けた本研究開発課題の概要は、以下のとおりである。

わが国では、使用済燃料の再処理でウラン、プルトニウム有用物質を分離したのちに発生する高レベル放射性廃棄物は、安定な形態に固化したのち、30年から50年間冷却のための貯蔵を行い、その後地層処分することとしている。

サイクル機構（旧動力炉・核燃料開発事業団）は、この基本方針に基づいて研究開発を進め、平成4年に「第1次取りまとめ」を、平成11年に「第2次取りまとめ」を公表し、地層処分の技術的な信頼性を示した。

その後、処分事業や安全規制の枠組みが整備され、わが国の地層処分計画が事業段階へと進展した状況を踏まえ、サイクル機構では平成13年に策定した「全体計画」に沿って研究開発を進めている。この「全体計画」においては、研究開発成果を「処分事業・安全規制の主なマイルストーンに先行する形で段階的に取りまとめていく」こととしている。

サイクル機構における地層処分技術に関する研究開発では、実際の地質環境への地層処分技術の適用性確認及び地層処分システムの長期挙動の理解を目標に、深地層の科学研究、処分技術の信頼性向上及び安全評価手法の高度化の3つの分野を設定し、研究を進めている。

幌延深地層研究計画では、第1段階として地表からの地質環境の予測等の調査研究を平成13年3月から平成17年度にかけて実施し、第2段階として坑道掘削（地下施設建設）を行いつつ詳細調査により第1段階での予測結果を確認するなどの調査研究を平成17年度後半から平成25年度頃にかけて展開する。その後約10年間で第3段階として地下施設を利用した試験などを行う計画である。

これらの成果は、サイクル機構の東海事業所や東濃地科学センター及び国際共同研究で実施している成果と合わせ地層処分全体の技術としてとりまとめ、処分事業や安全規制に役立つものにしていく。

第1段階の調査研究では、これまでのところ計画通りに進められ、地上からの調査研究で取得された地質環境データが整いつつある。また、これまでに得られた地質環境の知見を基に坑道掘削時に生じる可能性のある諸現象を考慮しつつ、第2段階の調査研究計画を策定した。

今回は、幌延深地層研究計画が平成17年度において第1段階から第2段階に移行していくことを踏まえ、第1段階におけるこれまでの研究成果及び今後の実施内容、並びに第2段階の研究計画の妥当性について中間評価を実施した。

本課題の評価結果は、以下のとおりである。

【総合評価】

深地層研究施設における研究開発は、我が国における高レベル放射性廃棄物の最終処分の推進などに寄与することを目的として行うものである。そのため、得られる成果は地層処分場として可能性のある地質環境をカバーするものでなければならない。北海道の幌延深地層研究計画及び岐阜県瑞浪の超深地層研究所計画が進められている地下研究施設では、地質だけでなく、水理・水質、岩盤強度、施工技術などの観点で違いがあることから、日本における地層処分の可能性のある地質環境をカバーする科学的かつ技術的な成果が得られるものとする。したがって、想定される地層処分場における処分事業の遂行及び国の施策・基準策定における技術基盤を構築するためには、これら2つの地下研究施設が必要である。また、これまでに実際の深地層の研究施設は日本にはなく、本研究計画の実施により地層処分に関する有益なデータや手法などの経験が得られることになる。

したがって、幌延深地層研究計画は、我が国における高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発の大きな柱の一つとなるべき非常に重要なプロジェクトといえる。その成果が、処分事業や国の施策・基準策定に十分役立つものとなることを、今後とも常に念頭に置きつつ、国及び処分実施主体のニーズに対しタイムリーに応えられるよう研究を進めていくことが最も重要である。

これまでの第1段階における調査研究は、着実に進展し数々の成果が得られており、目標はおおむね達成されるものと判断する。また、第2段階の計画についても、おおむね妥当である。

なお、本研究は、処分事業の推進と安全規制の両面へ貢献されるべきものであり、透明性の確保に十分留意しつつ進める必要がある。また、研究開発を効率的かつ効果的に進めるという観点から、関係機関や専門家などの総力を結集できる環境を保ちつつ着実に推進されることを期待したい。

さらに、本研究の目的の一つに、国民の理解を深めることが掲げられており、これまで積極的に広報活動に努めてきたと思われるが、可能な範囲で科学的な成果の分析を行い、その結果に基づき一層の広報活動を展開して頂きたい。

なお、各評価項目に対する結果は、以下のとおりである。

1. 研究開発の目的・意義

高レベル放射性廃棄物の地層処分には、従来の原子力施設とは異なる施設の設計、安全性の評価及び管理の概念が必要である。日本の地質環境の下、地質条件の異なる2つの地下施設でデータを入手することは、処分場の選定過程及び立地において、極めて重要な役割を果たすもの、かつ国の方針に沿って進められているものであり、目的・意義は明確である。

合理的かつ効果的な研究開発の推進という視点では、2つの地下研究施設において可能な限り役割を分担し、協働効果が出せるように研究計画が策定されているものと思われるが、重複や無駄を省き、効率的な研究を進めていくことが重要であることを今後とも念頭におきつつ、国民に分り易く説明できるよう常に心がけておくことが大切である。

2. 研究開発目標

サイクル機構の深地層の研究施設で得られるデータは、処分事業の推進面では、地下構造物の建設工法、種々の環境条件の測定法、地下環境下での移行データなど、標準的な手法や解析の基となるデータの一翼を担うものである。また、安全規制面では、各種の地下環境条件の把握や地下処分施設の安全性などを評価していく上で貴重なデータとなるものと思われる。

これらは、国や実施主体のスケジュールに沿って、必要とされる時期と内容に応えられるものになっていることが重要である。目標の設定はおおむね妥当と判断するが、事業に対する国民の理解につなげるためにも、国や実施主体が必要とする時期・内容と目標設定との関係について分り易くまとめておくことが必要である。

3. 研究開発計画

第1段階の終了までの計画と第2段階の計画内容は、おおよそ妥当と判断する。

ただし、研究計画の策定は、概要調査地区選定、精密調査地区選定、最終処分施設建設地区選定という処分事業計画との整合を図ることが重要となるが、個々の選定期間は社会的要因の影響を大きく受け不確かである。したがって、効率的かつ効果的観点から、研究計画は、柔軟性を持たせ、適宜、見直すことも必要である。

実施主体による処分場選定の手順と概略スケジュールが明示されているが、今後国の規制面への対応も求められることが予想される。どの時点でどのようなデータが必要であるかは、次第に明らかになりつつあり、これらの状況を常に考慮し、時宜を得た成果が出せるよう適宜、研究計画に反映して頂きたい。

幌延では、堆積岩に関する一般的な研究開発を進めるとともに、欧米における研究開発を参考に幌延の深地層に応じた処分概念を考慮に入れ、合理的で効率的な研究開発を推進することが期待される。

4. 研究開発実施体制

効率的な研究を進めるためには、実施主体、国、研究機関などの外部やサイクル機構の本社、東海事業所、東濃地科学センターなどの関連部署と密接な協力・連携を図りつつ進めていくことが重要である。また、透明性の確保を考慮したデータの取得、管理、評価など品質管理の体制を構築していく必要がある。さらに、研究活動により得られる知識、経験、ノウハウが職員の力として蓄積され、専門家としての人材が育成される研究体制、人員配置、業務分担となるよう配慮すべきである。

5. 研究開発成果

①得られた成果の内容

第1段階については、おおむね目標を達成する状況にあり、第2段階へ展開していくにあたっての成果は出ていると判断する。

なお、平成17年度に終了する第1段階の成果をまとめるにあたり、これまでの地上からの調査研究により、深地層について明らかとなった点や不明確な点を整理しておくことが重要である。また、推進面や規制面において貢献できるようなまとめとなるよう期待する。

②実用化との関係

研究開発成果が有効に活用されるためには、実施主体が行う概要調査、精密調査などの各段階に進む際に役立つ内容として整理することが必要である。このため、これまでのように成果がある程度まとまった段階毎にとりまとめを行うほか、毎年度データを更新させるなどを行いつつ、常に新しい情報を発信していくことが望ましい。これに関連して知識ベース化を進めるとのことであり大いに期待したい。さらに、円滑に実用化させていくには、技術データの取得のほか、施設建設に関係する作業で得られたノウハウや貴重な経験・教訓などを実施主体に反映していくことが重要である。

また、今後、段階を追って第1段階で行った予測に対する第2段階での確認が進められることになる。実際に概要調査地区などでの調査を行う場合には、適用限界を明確にした調査計画立案が不可欠となるため、調査計画立案に反映できるような研究成果のとりまとめが重要である。

③得られた成果の普及、公開

これまでの学会発表は多いと評価できるが、技術的内容の品質を高める観点から、学術誌への一層の投稿を期待する。なお、公開資料は、図・表に記載の条件や範囲を明記するなど技術的内容について誤解を受けることのないように細心の注意を払う必要がある。

深地層研究計画では、これまで積極的に広報活動に努めてきたと思われるが、今後とも、透明性のある広報活動に努力し、専門家以外でも分かり易い内容となるように心がけ、国民の理解が深まることに期待したい。なお、これまでの活動の効果について可能な限り評価・検討を行い、広報活動の更なる向上に努めて頂きたい。

また、本研究は地層処分に関して社会の理解を深めることも目的の一つとしており、施設の坑道内を一般の方々に公開することは成果の普及として大切なことである。例えば、坑道内の岩盤表面を風化させずに観察できるような工夫を考慮しておく必要がある。さらに、研究施設を大学など他機関へ開放することにより得られた成果が発信されることで、深地層の学術的研究の進展に貢献するだけでなく、サイクル機構が行う研究開発の透明性を高め、地層処分の信頼性向上や理解促進に大きく貢献できるものと考えられることから、研究施設の開放にも積極的に取り組んで頂きたい。

6. 今後の展開

今後の展開として重要なことは、本研究で得られた成果を実際の処分事業や安全規制にどれだけ貢献できるものに仕上げていくかという点である。実用化への道筋として、幌延の研究施設で得られた成果を、概要調査地区など他の地点に適用する論理立てが不可欠となるため、これらに十分配慮した研究計画となるよう常に留意し、成果を最大限有効活用できるように、他の地点でも使える一般化に必要な事項を整理し、本研究と並行してまとめていくことが必要である。

また、原子力委員会で議論が始まっている TRU 廃棄物の併置処分を視野に入れ、議論の進捗を踏まえて、実際の処分事業において併置処分を行うとした場合に、新たな地下研究施設を設けることは不合理となることから、本研究の成果を TRU 廃棄物の処分にできるだけ反映させていくことが重要である。

7. その他

本課題については、当初の内容にやや明確さに欠ける部分があったが、3回の委員会を開催し、計画内容に対する多くの意見交換などにより、最終的には凡そ妥当な計画書になったものと判断する。

地質環境の長期安定性の評価は、処分の安全性の確保と関連して重要である。本研究の成果を踏まえ、評価手法の妥当性や精度などについて検討を行って頂きたい。

以上

評 価 意 見

課題：「幌延深地層研究計画」

1. 研究開発の目的・意義

(1) 地下研究施設による深地層研究は、処分場の立地及び選定過程において、極めて重要な役割を果たすものであり、国の方針に沿って進められているもので、目的・意義は明確である。これまでの技術開発過程における JNC の位置づけ、技術的能力から見て、JNC が実施すべき課題であることも明白である。

とはいえ、昨今の財政的な状況に鑑みると、東濃施設との関係において、両施設の必要性とその役割分担等を明確に分り易く国民に説明するとともに、重複や無駄を省き、効率的研究を進めていくことが極めて重要であり、そのための一層の努力が求められる。

(2) 平成 12 年 11 月策定の原子力長計でのサイクル機構の役割に基づく研究であること、NUMO の工程、安全規制との関係、処分地選定の幅を広げる観点での堆積岩である幌延地層の研究の意義、重要性、緊急性が明確となっている。

(3) 瑞浪と幌延の 2 カ所で実施することについて、現在国では処分場の要件として地質等について限定していない状況においては、処分場として名乗があがった場合に対応可能にしておくべきである。従って、可能性のある環境条件について研究調査をすることは妥当と考えられる。瑞浪と幌延の計画は重複を避け、可能なところは分担し、協働効果が出せるように策定されているものと思われるが、地層科学研究、処分技術信頼性向上、安全評価手法の個々の項目について、合理的で最大限の成果が得られるよう策定され、結果としてその効果が見えるように示されることが重要。

(4) 目的・意義に関しては国の原子力長計等で示されている方針に照らして、整合するように明確にされており、的確である。また、国の中核的な研究機関としての役割は担えるのはサイクル機構においてはあり得ず、これだけの長期にわたる大規模な地下研究施設の研究推進はサイクル機構が実施すべき課題である。

重要性、緊急性という観点では、研究計画の目的と必要性などで述べられており、長期的に見て段階的なプロセスを経て着実に進めていくことが重要と考えられ、段階的に研究を進めていくことは適切である。

ただし、この研究における段階的研究のプロセスは、実施主体が 3 段階のサイト選定プロセスを進める事業推進との関係で各段階毎にどのように成果を反映させていくのかという考え方が必ずしも明確に示されていないので、工夫して頂きたい。

信頼を得ていくという社会的ニーズは高いことは理解できるが、瑞浪と幌延の 2 つのサイトを持つ必要性に関しては、岩体の特徴からの必要性を強調する一方で、経済的な観点での配慮をどのように考えているのかがあまり触れられておらず（例えば、将来的に実施主体のサイト選定が進み、どちらかの岩種に絞られた時点ではどうするのかなど）、できるだけ経済的にも配慮していくという姿勢を出す必要があると考える。

ここで開発される技術が民間における利用という観点ではほとんど触れられていない。基本的には実施主体の事業化推進や国における基準・指針作成等に寄与することという

本来的な目的以外にも、今後いろいろな分野での応用が考えられる技術が数多いと思われるので、処分技術としてあるいは処分以外の分野も含めての民間活用への展望も触れておくことは重要と考える。

関連技術動向としては、海外地下研（堆積岩系）の紹介をごく簡単にしているが、これまでに JNC 自身が結晶質岩系も含め国外・国内の原位置試験や地下研での研究をどのように推進してきた、またそれらをどのように評価し、その上でなぜ幌延で行う必要があるかということをしていねいに説明した方がよいのではないかと考える。

- (5) 放射性廃棄物の処分は、少数の施設、数百年に渡る管理期間、安全評価の視点が「公衆」及び「環境」というように、従来の原子力施設とは異なる施設設計、安全評価及び管理の概念が必要であり、これらに関連するデータを日本の地質環境で入手することは大変重要なことであると認識している。原子力長期計画においても処分事業に係る研究開発の推進をうたっており、サイクル機構及び統合後の新法人は、積極的にこれらの研究に取り組んでもらいたい。
- (6) 目的・意義は明確かつ的確である。重要性、緊急性が高い。中期的に見て社会的・経済的ニーズがある。国の計画・方針との整合性をとりながら進められている。サイクル機構が実施すべき課題である。
- (7) 研究開発の目的と意義は明確であり、重要性が高いと認める。
- (8) 目的・意義は明確かつ的確で、緊急性と重要性も高いのは言うまでもない。
- (9) 幌延深地層研究計画の目的と意義は明確であり、我が国において高レベル放射性廃棄物の地層処分を実施するために必要かつ重要な研究課題である。また、国の計画・方針のうえでも本研究課題はサイクル機構が実施すべき課題であることは明白である。
ただし、本研究課題に含まれる「広報活動」については、個々の活動の目的・意義をより明確に定義したうえで実施すべきではないかと思われる。
- (10) 地層科学研究、地層処分研究開発とも、原子力廃棄物の地層処分を推進する上で大変重要な研究である。

2. 研究開発目標

- (1) 深地層研究の役割の一つに、地層処分に関する研究開発に対する国民の理解を深める場としての意義が謳われている。これに関連して地域社会や地元への配慮がなされていることは評価されるが、もう少し広く国民各層の理解をと見るとき、物足りなさを感じる。今後この面で一層積極的な目標の設定を期待したい。
- (2) 第2段階の達成目標について定量的な記述がベターではあるが、定量的に表現しにくい項目ばかりと理解する。
- (3) 目標は、国、実施主体のスケジュールに沿って、必要とされる時期と内容に応えるものになっていることが重要である。したがって、まず、実施主体及び国のニーズと目標設定の対応関係を具体的に明確にすべきである。具体的には、第2段階の成果は、精密

調査地区が選定されたあとの精密調査に役立つもの、また国の安全規制の面では安全審査基本指針に反映するものでなければならない。すなわち、精密調査に必要な事項、安全審査基本指針策定に必要な具体的な事項を明確にし、それに対応した目標が設定され、取り組まなければならない。本資料からは、対応関係を意識して計画が策定されているようだが、関係がぼんやりしている感がある。必要とされる事項と目標の対応関係が具体的に外部から見てわかりやすくまとめて示すことは、事業の理解を得る上でも、また、限られた資源で効果的に進める上で必須である。

長期的変化の予測技術は処分地選択のときの重要な技術であり、立地に関する規制に大きく関係し、また、社会的に大きな関心事項であることから、説得力のある結果が期待される。要求される安定期間、予測精度との関係で、目標を設定し、調査方法等の実施内容を策定しておく必要がある。このあたりが明確に見えない。

- (4) 達成目標の設定は概ね妥当と思われるが、水準については必ずしも具体的あるいは定量的に示されていないので、十分な目標設定になっているかは判断がやや難しい。特に、項目によっては、達成目標や期待される成果で「・・・の妥当性の検討」とかの実施项目的な表現にとどまっているところもあり具体性ある表現が望まれる。

ブレイクスルーすべき点や状況に応じての見直し等に関しては、それらの考え方が留意事項などにコンパクトに記述されており、適切である。

個々の技術開発項目については、関連技術動向がどのように反映されているのか必ずしも明確でないので、検討されたい。

- (5) サイクル機構の地下研究施設は、日本国内における地下環境での数少ない研究施設となる。そして、ここで得られるデータは、処分事業を推進する上では、地下構造物の建設工法、種々の環境条件測定法、地下環境下での移行データ等、標準的な手法の基となるデータの一翼を担うものである。また、処分事業の安全規制政策を行う上でも、各種の地下環境条件を把握するのに貴重なデータとなりうるものであり、規制政策にも役立つ。

- (6) 目標の設定・水準は適切である。目的・意義達成のために十分な目標設定となっている。ブレイクスルーすべき点では、幌延深地層研究計画（廃棄物処理処分課題評価委員会資料）の2.6に、「海外での堆積岩対象深地層施設等を活用した研究の動向」について、記載がある。一般的に堆積岩に対する海外での研究例と国際協力研究について紹介しており、内容としては理解できる。その一方で、第2段階の研究計画に関連して、このような海外の地下研での取り組みに対して、幌延での研究開発の方向に関して特徴を出すべくもう少し検討課題を整理してはどうか。

同じ堆積岩でも、岩塩のように自己シール性があり、短期間に坑道破壊が生じる地層や、モルの粘土層のように難透水性で、坑道破壊が生じる地層では、処分後比較的短期間に空洞は天然バリアで封じ込められる。このため、コンクリートの使用は限られたもので充分で、アルカリ影響も特に問題とならないと考える。やや強度がある堆積岩で、透水性を有する場合は考え方は異なるものとなろう。これに対し、幌延の地層ではどの様に考えるか、触れられるべきではないか。加えて、幌延については、結晶質岩でカバーできない研究を行なうという意味で、堆積岩系の地層として広くとらえる研究も必

要で、やや硬い堆積岩の場合にどのような処分技術を採用するかという面についても触れられるべきかと考える。

低アルカリコンクリートに関する研究開発と実際の地質環境に対する適用性確認について、セメント系材料に起因する高 pH 溶液による緩衝材や岩盤への影響について、低アルカリコンクリート研究の重要性が記載されている。一つの検討課題である。その一方で、ポルトランドセメントは確かに高 pH 影響が懸念されるが、セメントの特性として研究開発の歴史は長く、一方的に低アルカリセメントの研究開発を主に行なうという展開になるのか分かりにくい。この点について説明が欲しい。場合によっては、ダクトルといった材料と複合的に用いる方法もあり得る。

幌延の地層には有機物が多く含まれている。フルボ酸、フミン酸、ヒューミンの特性評価と、これら天然有機物による核種吸着への影響がどの程度のものか、検討されては如何か。

- (7) 研究開発の成果をどの時点で、具体的にどこにどのように反映させるのかという点に関しては、やはり説明が明確でないという印象を受ける。もちろん、サイクル機構単独では決められないと思うが、この研究により得られる情報のユーザと見込まれる規制当局および NUMO とよく打ち合わせを行い、どの時点でどのような情報が具体的に必要とされているのかを確認し、それに基づいて詳しいマイルストーンを設定するべきである。

例えば、Q1-4 に対する回答において、NUMO の概要調査の予定を記述した後で、“調査手法および解析手法などの第 1 段階の成果は、これらの概要調査に反映される”としているが、それ以上の具体的な説明は無い。NUMO が行う予定の文献調査や概要調査の項目に対して、本研究の成果がどのように反映されるのか、例えば、『「文献や地上踏査から・・・のような特性を持つ地域では、具体的にボーリングの密度を 1 平方キロあたり・・・本にするべき（必要十分）」のような指針を作成する根拠を示す』、という程度にまで具体的な記述が望ましいと考える。

- (8) 目標はおおむね妥当に設定されている。

- (9) 広報活動について、その成果のうち少なくとも主たる成果と考えられるものについては定量的に測定するべきである。「広報の成果は定量的に把握できるものではない」という見解には、社会心理学を専門に研究する者として同意することはできない。例えば、定量的手法による広告効果研究や世論調査研究は少なくとも 45 年ほど前から確立された学問分野となっている。多額の資金を投入する広報活動の成果を科学的に評価することは研究開発目標の一つであるべきであると考えます。

3. 研究開発計画

- (1) 実施主体による処分場選定の手順と大凡のスケジュールが明示されており、今後国の規制面での対応も進められていくことが予想される。その中でどの時点でどのようなデータが必要であるかは、次第に明らかになりつつある。各タイミングに間に合うようデータを提供していくことが重要である。第 1 期の成果のとりまとめについては遅れ気味の印象を受ける。期末ごとに取り纏めるというだけでなく、テーマに応じて出来るとこ

ろから早めに取り纏めを行い、公表していくことが重要である。

(2) 幌延の研究計画、瑞浪の研究計画、それらを包括する深地層の研究計画と NUMO の行う処分事業、国の安全審査指針との関連で、幌延の研究が具体的にどう反映されるのか、各々のクリティカルポイントが提示されている。

(3) 概要地区選定、精密調査地区選定、最終処分施設建設地区選定という事業計画に合わせた、研究計画策定が重要であるが、個々の選定の時期は社会的要因に大きく影響を受けるもので、不確かな性格のものである。社会的要因で研究計画が大幅に遅延する事態が発生することも考えられることから、経済的、技術的に無駄なく、柔軟に対応できるような計画を策定しておく必要がある。特に、個々の研究開発項目は期間延長に依存するものと、依存しないものを区別して、依存しないものは当初の期間内で確実に終了するなどしてメリハリのない資金の膨張を避ける配慮が重要と考える。

第1段階は、第2段階への準備を行いつつ、その間の得られるデータは効果的に意欲的に取得するよう計画され、実施されている。さらに第2段階においては第1段階の成果をベースに連続的に発展させるよう計画されているものと考えられる。研究対象は広範囲にわたり、科学的にも技術的にも際限のない深さをもった領域であることから、限られた資源を考慮すると、目的にあつた的確な目標を設定し、優先度をつけた効果的な取り組みをするよう心がける必要がある。必要以上の精度、情報、機能の追求を避けることも計画策定で考慮すべき。

(4) 研究開発項目の設定と内容、スケジュールに関しては、研究計画展開の全体像がつかめる図表も示して、項目間の関連性の具体的説明も含め、もう少ししていねいな説明が望まれる。

資金計画に関しては、概略的な予算規模・と内訳が示されているだけなので、適切な規模かどうかの判断は難しい。この内、広報費が約1割を占めており、全体のバランスとして、その必要性の説明が少し会った方が良いと思われた。

計画の見直し・機動性をどのように確保していくかの考え方は、段階的な研究の進め方そのものが、機動性を意識した考えに沿っているものと思われるが、個々の技術検討においてフレキシビリティをどのように持たせていくかは重要であり、もう少し丁寧に記載することが望まれる。

使用する施設・設備や保有技術、あるいは関連する技術動向に関しては、あまり詳しく述べられておらず、具体的な実施方法の中味が伝わりにくくなっている印象を受ける。もう少し具体的な内容を補足できると良い。

研究開発内容の独創性・創造性に関しては、どの程度のレベルのものかをあまり具体的に述べていないと思われるので、もう少しメリハリをつけて記述されても良いのではないだろうか。

実用化という観点では、目的・目標が明確であり、実用化への道筋と成果の反映先は適切に考えられているものと思われる。

(5) 実施主体（原環機構）の事業スケジュールを考慮し、先行して開発した内容を実用化時期に間に合うように研究開発内容をまとめられるようスケジュールを考えて欲しい。

- (6) 研究開発スケジュールは非常にタイトであるので、速やかに実行されるべきである。
実用化への筋道として、幌延の研究施設で得られた成果を他の地点、たとえば幌延と構成、続成程度、地質学的履歴の異なる地点に適用する論理立てが不可欠であるので、その点に十分配慮した研究開発計画とすることが望まれる。
- (7) 広報活動の成果を科学的に評価することを研究開発計画に含めるべきであると考える。
- (8) 評価する計画年度の目標設定通りに行われている。しかし、当初の予定に比べると、3年遅れとも聞いている。市民としては、研究開発はできるだけ遅れないようにすべきである。

4. 研究開発実施体制

- (1) 深地層研究施設は数少ないリソースであり、地層処分の推進と規制、さらにはより一般的学術研究の場として利用されることが求められる。同じ研究の場を通して推進と規制が研究を進める上では透明性の確保が極めて重要であり、効率的な研究を進めるため、規制ニーズの把握や役割分担の明確化など、計画段階からの十分な協議が必要である。本施設に関してはこの点での対応が遅れ気味の印象を受けており、今後積極的に規制側との協議を進めていくことを望む。

また、効率的な研究を実施するため、東濃施設グループと充分密接な協力・連携を図りながら進めることが重要である。

- (2) 資料からは見えないが、研究規模、調査項目の多さから推定すると、かなりの部分は調査会社等外部に作業を発注するものと思われる。そのため、現場では発注仕様の作成（これだけでも専門性が問われる大変な仕事ではあるが）に追われ、調査や解析の大部分をメーカーや調査会社が行うことになる恐れがある。重要なことは、研究調査活動により得られる知識、経験、ノウハウが職員の力として蓄積され、専門家としての人材が育成される研究体制、人材の配置、業務分担となるよう配慮が必要。

- (3) 組織、人員・人材の配置や研究グループ間の連携という観点では、瑞浪の地下研や東海の研究施設での試験研究、安全評価研究グループなどとの密接な連携や技術交流などにより合理的な研究推進を図ることが重要と考えるが、これらの進め方については、おわりに述べられている程度である。基本的な取り組み姿勢をもう少しきちんと示すべきと考える。

委員会や他機関との協力・連携などについても、上と同様にあまり基本姿勢が示されていないので、もう少し記述が望まれる。

- (4) 「幌延深地層研究計画」から得られる放射性廃棄物の地層処分に係わるデータは、処分事業の推進及び処分事業の安全規制の両面において、有益・貴重なものであるが、そのデータの取得、管理、評価に関してはデータの質と共に透明性が問われることになる。そこで、予め事業推進に役立つデータなのか、安全規制に役立つデータなのかを見極め、データの取得、管理、評価の体制を外部との関係を含めて構築すべきものとする。

- (5) 研究開発の品質保証として、成果の吟味が委員会などで行われていることだけでなく、実際にデータ取得とデータ解析のプロセスでの品質管理をきちんとできる体制にしてお

くことが望ましい。

- (6) 広報活動はいわゆる地元対策ではなく広く国民各層に対するものであるとの見解を承った。しかしながら、広報の現場を取りまとめる者が「地域交流チームリーダー」だけであると思われる実施体制はいかがなものであろうか。国民各層に対する広報活動を主として業務とする部署も必要なのではないかと考える。

5. 研究開発成果

①得られた成果の内容

- (1) これまでの地上からの研究によって、深地層についてどこまで明らかになったか、明らかにすることができるか、不明であるところはどこか等を明確にしておくことが重要である。また今後坑道の掘削によって深地層がどのような影響を受けるかをあらかじめ予測しておくことも必要である。次期の坑道掘削の段階において得られるデータによって、不明点の解明がどれだけ進み、予め行った予測の適否を評価するなど、研究の進捗に応じてメリハリをつけた成果の取りまとめが求められる。
- (2) 第1段階については、地表から地下深部までの地質環境のデータの取得、調査技術の有効性の確認、モデルの適用性の確認などおおむね目標を達成しているようであり、第2段階へ展開していくにあたっての成果は出ているように見える。これらの研究、調査結果はレポートとしてまとめられることになっているが、レポートでは実施主体及び国の要請に応える内容で、タイムリーなまとめ方になることを期待する。また、同時に、社会の理解促進に利用できるまとめかたにもなることを期待する。
- (3) 具体的な成果に関しては目的、実施内容、成果および達成度というならば適切にまとめられている。また、できるだけ定量的な数値で表せるものは記述するように心がけられており、妥当である。
- ただし、達成度に関しては、成果を簡潔にまとめ直したのにとどまっている項目も多く、計画との対比で、目標に照らしてどこまで達成されたか、また課題として重要なものではどういうものが残されたのかというような視点のまとめ方が必要と考える。
- また、第1段階としての全体的な成果についても、上述のような視点からまとめが必要と考える。費用対効果については、判断が難しい。
- (4) 広報活動については、その成果を科学的に評価する試みがなされていないため費用対効果などの判断を行うことは困難である。
- (5) 研究所設置地区の地質環境が解明されていくのは、大変すばらしい。一般人として、幌延のすべての研究に興味と関心を持っている。

②実用化との関係

- (1) 今後現場における技術データの取得ばかりでなく、工事等の実施の中で得られたノウハウや貴重な経験・教訓（失敗例も含めて）を実施主体に伝えていくことが重要である。
- (2) 高レベル廃棄物処分事業のどのような項目にどうかかわるのか、またクリティカルポ

イントはどこかが反映されており問題ないと考える。

- (3) モニタリング技術では、モニタリングの位置づけ、要求される機能、モニタリング実施期間は地層処分サイトの管理に関する重要な概念。これらを明確にし、目標を明確にすること。長期間というだけでは漠然としている。操業期間中モニタリングか、閉鎖後モニタリングなのか、どのくらいの期間の信頼性を必要としているのか。
- (4) 上述のように、実用化に向けて、どの程度までのレベルまで達成され、課題として何が浮き彫りにされたかという観点ではまとめがあまりされていないので、今後の計画に関連して補強が可能であれば検討を願いたい。
- (5) 研究開発内容の整理にあたっては、実施主体（原環機構）が概要調査、精密調査の各段階に進む際に役に立つような形で整理して欲しい。
- (6) 研究成果は、処分事業の候補地選定及び調査にタイムリーに役立つものでなければならない。また、成果はまとめてから一括して公開するのではなく、毎年度成果を出し、後年の成果は以前のデータをバージョンアップすることが、本プロジェクトを円滑に進めていく上で重要である。
- (7) 段階を追って予測と検証が繰り返されるが、実際に処分場候補地の調査をする場合には、適用限界を明確にした調査計画立案が不可欠であるので、調査計画立案に反映できるような研究成果のとりまとめが望ましい。たとえば、ボーリングや物理探査の配置計画など。

③得られた成果の普及、公開

- (1) これまで学会発表は多いと評価するが、今後学術誌への一層の投稿を期待したい。
- (2) 研究計画から策定までの情報を積極的に公表し、成果について学会や論文として広く公開していくこととしている。

要望として、一般にもわかりやすい形での情報公開、広聴活動を望む。

- (3) 広報活動は、ひとつは研究施設立地の地元の理解促進と、社会一般の地層処分への理解促進が大きな目的として、多岐にわたり実施されており、その努力は理解できる。特に地元の理解は促進されており、その結果、地層研究施設が軌道にのってきているものと理解される。今後も、透明性のある関係で地元の理解を得る活動を継続していく必要があると思われる。

- (4) 成果の発表は多数あり、今後の実用化にも大いに期待したい。

ただし、特許出願やソフトウェアなど知的財産関係の新たな取得がどれほどあり、それらをどのように活用・技術移転していくかなどの考え方を明示していただきたい。

広報なども多くの実績が示されているが、それらが適切なものだったかどうかなどの評価とそれらを踏まえての今後の方向性も示して頂けるとより効果的なものになると考える。

(5) 成果は公開されてきているが、第1段階での論文数が6編と少ない。連携している大学や研究所の執筆も入れるともっと多いのではないかと思われる。

作成された資料が事情を良く知らない人から誤解を受けないように注意を払うことが必要である。たとえば、透水係数の表記の仕方、大曲断層の幅の図示、ボーリングコアの見かけ上の割れ目と実際上の割れ目の区別など。

堆積軟岩を坑道内で一般の人に公開することも成果の普及として大切なことであるが、その際、岩盤表面を風化させずに観察できるような工夫を考えておく必要がある。

(6) 深地層についての自然科学的研究については、望ましい成果の発表・公開がなされていると評価する。

(7) 成果の報告は、学者・研究者間だけでなく、今後は一般の人々にも広く知らせていく必要がある。広報はまだその点で不十分ではないか。例えば、一般の人々は、それぞれの研究で、何を研究して、それで何が分かったかを知りたいのである。ところが、この報告書の作成方法や、パワーポイントの作り方では、一般の素人には理解できないことが多い。研究者には自らの研究が、地層処分のための何に役立つのかを、一般の人々に伝える説明責任がある。

6. 今後の展開

(1) 原子力委員会で議論が始まっている併置処分を視野に入れ、議論の進捗を見ながら、本研究の立場から追加すべき研究課題の有無につき検討をしておくことが重要である。

(2) 広報は、社会一般の理解、すなわち国民の理解促進も重要で、その観点からは、いかに効果的に全国レベルの規模で情報発信ができるかということが課題で、その場合、単独では限界がある。国、関連機関を巻きこんで進めることが重要で、その中でいかに情報を発信していくか、時間のかかる困難な課題であるが、国内的なシステムのあり方との関係で進め方を検討する必要がある。社会の関心事は何か、社会の地層処分に関する不安、不信感は何かに応えて、社会への発信がどのようなものであれば解決に効果的かを考慮に入れて行うことが重要。

長期にわたる地層中核種挙動について原位置でトレーサ実験を行うことは、説得力はあるが、反面、内容にもよるが、環境に支配されやすく初期の目的を達成できないリスクもある。また時間と資源を要する性格のものであることから、どのくらいの期間で、どこまでの現象を実証しようとしているのか、あるいはデータを得ようとしているのか目標を明確にして、目標にあった試験条件を十分検討して開始する必要がある。

(3) 今後の展開、進め方に関しては、将来的な成果の反映先については、平成20年代後半以降については比較的詳細に書かれているが、平成22年頃という当面の5年間程度については1~2行の非常に簡潔すぎる書きぶりに留まっている。この5年間の持って行き様でその後のあり方の方向性にも大きく影響が出ると思われるので、もう少しいいいに進め方の基本方針を示して頂きたい。

(4) 幌延で得られた結果を最大限活用できるように、その一般化に必要な事項を整理して幌延での研究開発と平行して実施していくことが必要である。

- (5) 今後は、科学的な成果分析に基づいた広報活動を展開されることを強く希望する。
- (6) 地震の際の深地層の耐震設計についての記述がないが、今後必要ではないか。地下で、火災や事故が発生した場合の、働く人や研究者への対応研究などが必要である。

7. その他

- (1) 地層の長期安定性の評価は、処分の安全評価をどこまで実施するか（実施できるか）と関連して重要である。本研究の成果を踏まえて、評価手法の妥当性や精度などについての検討を行って欲しい。
- (2) 本事業は地層処分に関して社会の理解を深めることを大きな目的として取り組むことは、地層処分を実現していくときの要であることから大変意義のあること。実際の地層環境での研究の成果を社会に見せることにより理解促進に寄与することが大いに期待される。特に、研究施設の大学等への他機関への開放により得られた成果が大学等から発信されることで、地層の科学的研究の進展に貢献するだけでなく、社会の地層処分の透明性の強化、理解促進に大きく貢献するものと考えられることから、いっそうの施設開放が望まれる。
- (3) 得られた知見、技術やデータの品質管理と長期にわたる蓄積、さらには技術者の育成と知識の共有などは今後益々重要であり、これらへの取り組みの考え方を示して頂ければと思います。
- (4) 今回、これだけ説明が難航している原因は、研究開始時に具体的なマイルストーンを示せていなかったことが一つの原因であると考えられる。この同じ轍を踏まないように、具体的な目標設定を心がけてほしい。

8. 総合評価

- (1) 今期はおおむね順調に進展しており、重要な成果も得られていると判断する。現在取り纏め段階にあるが、やや遅れ気味との印象を受ける。取り纏めにおいて、得られた成果の羅列に終わることなく、処分場の選定プロセスや処分の実施などを視野に入れ、実務に合わせたメリハリの効いた成果の取り纏めを進め、これを積極的に公表して頂きたい。
- (2) 問題ないと思いますが、各先生のご意見を尊重されて進められることを要望する。
- (3) 高レベル廃棄物の最終処分の確立は我が国の重要なプロジェクトであり、その取り組みの一環として、処分実施機関、規制機関との役割分担は適切であると考えられる。進め方として、第1段階における課題は、第2段階への準備という性格のものもことから、その目標はおおむね達成されているものと考えられる。第2段階以降に引き継がれる課題は第1段階の継続調査と、第2段階から開始される坑道掘削とデータ取得で強化される構成となっており妥当である。限られた研究資源のなかで、関連機関との分担と協力を効果的にすすめ、国及び実施主体のニーズにタイムリーに応え、また、社会の理解促進に貢献することを期待する。

(4) 幌延地下研はわが国における放射性廃棄物処分研究の大きな柱となるべき非常に重要なプロジェクトであり、事業の展開や国の施策・基準策定への反映を常に念頭に置き、透明性をもって、関係機関や専門家の総力が結集できる環境を作りつつ、着実に進展させて行って頂きたいと思います。

また、上述のような意見に対して可能な限り参考として見直ししていただくとして、本計画については基本的に妥当なものと判断致します。

(5) 放射性廃棄物の処分に関する技術は、十分確立したものとは云いがたく、処分事業の推進及び安全規制の両面から、幌延の地下研究施設から得られるデータは大変有益なものである。原子力長期計画でも本研究の必要性・重要性がうたわれているが、サイクル機構及び統合後の新法人しか一貫した研究開発を実施できないので、積極的に取り組んでもらいたい。そして、タイムリーに研究開発成果を発表して、処分事業の推進及び安全規制に貢献していただきたい。

(6) 個別研究は着実に進展し、数々の成果が得られている事は認めるが、それらが大きな目的にどのように貢献するのかが明確に伝わらない。大きな目的と個別の目標の関係を整理し、明確な説明ができるよう改善してほしい。

(7) 本研究が重要かつ緊急なことは言うまでもないことであるが、その実施と成果の実用化と活用にあたっては、前述した点に十分に配慮することが必要である。

(8) 深地層についての自然科学的研究については、十分に詳しく報告されており、一定の望まれる成果があったものと判断する。また、今後の研究開発計画も概ね妥当なものであろうと評価する。

しかしながら、広報活動については、多額に資金を投入しているにもかかわらず、その成果についての科学的分析を行っておらず、また、今後を行う計画を全く立てていないことははなはだ遺憾であると言わざるを得ない。

(9) 当初の予定(平成 17 年～22 年)に対し 3 年遅れが出ている。処分事業は長期にわたるものなので、事務的には多少の遅れは取り返せると言うかもしれないが、地層処分研究・実験は時間がかかるので、この遅れは元の計画に戻すべきである。

理由は、この 6 月に、保安院と共にスウェーデンとフィンランドの地層処分施設を視察した。スウェーデンでは、現場を市民が見学できるようになっており、年間 2 万人の人々が、大型バスで地下 500m の研究現場を訪ねているとのことであった。また、最終処分地の誘致合戦が始まっていた。フィンランドでは、すでに最終処分地は決定しているので、現在最終処分場建設のための大工事が始まっていた。日本は、それらの国に比べて、原子力廃棄物の発生量が格段に多いにもかかわらず、国民の認識度は格段に低い。地層処分研究は、1 日も遅れをとってはならない。当事者はこれを認識して仕事を進めるべきである。

以上

参 考 資 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）

参考資料2 評価結果に対する措置

参考資料3 課題評価委員会の評価意見に対するサイクル機構の見解

参考資料4 幌延深地層研究計画（課題説明資料）
[研究開発課題説明資料(本文)]
[補足説明資料（質問に対する回答）]

参考資料5 幌延深地層研究計画（OHP資料）

参 考 資 料 1

研究開発課題の中間評価について（諮問）

16 サイクル機構(企)097

平成17年2月15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 石樽 顯吉 殿

核燃料サイクル開発機構

理事長 殿塚 猷一

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。

・ 諮問事項

「幌延深地層研究計画」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

廃棄物処理処分課題評価委員会
「幌延深地層研究計画」の評価結果（中間評価）に対する措置

平成17年9月5日
核燃料サイクル開発機構

核燃料サイクル開発機構（以下、「サイクル機構」という。）は、地層処分技術に関する研究開発に関して、実際の地質環境への地層処分技術の適用性確認及び地層処分システムの長期挙動の理解を目標に、深地層の科学的研究、処分技術の信頼性向上及び安全評価手法の高度化の3つの分野を設定し、研究を進めています。

幌延深地層研究計画では、第1段階として地表からの地質環境の予測等の調査研究を平成13年3月から平成17年度にかけて実施し、第2段階として坑道掘削（地下施設建設）を行いつつ、第1段階での予測結果を確認するなどの調査研究を平成17年度後半から展開し、その後、第3段階として地下施設を利用した試験などを行う計画です。

今回の課題評価委員会において、幌延深地層研究計画が平成17年度において第1段階から第2段階に移行することを踏まえ、第1段階におけるこれまでの研究成果及び今後の実施内容、並びに第2段階の研究計画について概ね妥当という中間評価をいただきましたので、計画どおり研究開発を進めていくこととします。

本評価結果において頂戴したご指摘、ご意見については今後の研究開発に反映し、以下の措置をとることとします。

【指摘事項①】

【総合評価】

「本研究は、処分事業の推進と安全規制の両面へ貢献されるべきものであり、透明性の確保に十分留意しつつ進める必要がある。また、研究開発を効率的かつ効果的に進めるという観点から、関係機関や専門家などの総力を結集できる環境を保ちつつ着実に推進されることを期待したい。」

との指摘に対し、

透明性の確保については、研究開発計画および研究成果を逐次公表するとともに、見学者の受け入れを常時実施していきます。各段階の計画および毎年度の計画をこれまで通り事前に公表し、インターネットでお知らせしていきます。研究成果についても引き続き毎年度の成果をとりまとめて報告書として公表し、自治体説明および地元説明会を毎年開催し、インターネットでも閲覧できるようにして参ります。また、研究成果については国内外で学会発表および論文投稿をこれまで以上に行って参ります。

関係機関や専門家などの総力を結集することに関しては、堆積岩を対象とした深地層の研究ができる唯一の場所として関係機関や大学との共同研究を積極的に進めて参りました。今後はさらに、経済産業省が統括する「地層処分基盤研究開発調整会議」における国の基盤的研究開発の中核的研究機関として、関係研究機関を含めた専門家の総力を結集した形で研究開発を効率的かつ効果的に進めて参ります。

【指摘事項②】

【総合評価】

「本研究の目的の一つに、国民の理解を深めることが掲げられており、これまで積極的に広報活動に努めてきたと思われるが、可能な範囲で科学的な成果の分析を行い、その結果に基づき一層の広報活動を展開して頂きたい。」

5. 研究開発成果

③得られた成果の普及、公開

これまでの活動の効果について可能な限り評価・検討を行い、広報活動の更なる向上に努めて頂きたい。」

との指摘に対し、

サイクル機構全体の活動方針やアクションプログラムを基に、地域の皆様を対象とした広報活動を盛り込んだ事業所年間広報活動計画を作成し、それに沿って実際の活動を実施しております。今後は幌延の広報活動個々の目的・意義をより明確にして参ります。また、広報活動の効果を定量的に解析するなどの科学的評価手法について検討し、広報の年間計画に反映して参ります。例えば、平成 19 年運用開始予定の PR 施設が出来る前と、出来た後の認識度や効果を知るための調査などを実施することを検討して参ります。

また、研究成果については、研究開発の進捗を出来るだけ定量的に表せるよう工夫し、分かりやすい説明に努めて参ります。

【指摘事項③】

1. 研究開発の目的・意義

「合理的かつ効果的な研究開発の推進という視点では、2 つの地下研究施設において可能な限り役割を分担し、協働効果が出せるように研究計画が策定されているものと思われるが、重複や無駄を省き、効率的研究を進めていくことが重要であることを今後とも念頭におきつつ、国民に分り易く説明できるよう常に心がけておくことが大切である。」

5. 研究開発成果

③得られた成果の普及、公開

「深地層研究計画は、研究開発に対する国民の理解を得ていく場としての意義も有しており、これまで積極的に広報活動に努めてきたと思われるが、今後とも、透明性のある広報活動に努力し、専門家以外でも分り易い内容となるように心がけ、国民の理解が深まることに期待したい。」

との指摘に対し、

限られた資源の中で、広範囲の領域にわたる研究開発を行う必要があるため、目的にあった的確な目標を設定し、優先度をつけた効果的な取り組みをするよう心がけることとします。東濃と幌延が連携して引き続き合理化を計り効率的に進めていくこととします。

また、透明性のある広報活動については、パンフレットや技術資料の作成にあたり、

分かりやすさに重点を置いて参りました。今後はさらに、事業の進展に沿った情報提供を行うとともに、対象とする方々の理解度に応じた資料作成や説明に努め、また、作成した資料は、地域の皆様の視点からチェックして分かりやすいようにして参ります。

【指摘事項④】

2. 研究開発目標

国や実施主体のスケジュールに沿って、必要とされる時期と内容に込えられるものになっていることが重要である。目標の設定はおおむね妥当と判断するが、事業に対する国民の理解につなげるためにも、国や実施主体が必要とする時期・内容と目標設定との関係について分り易くまとめておくことが必要である。」

3. 研究開発計画

「実施主体による処分場選定の手順と概略スケジュールが明示されているが、今後国の規制面への対応も求められることが予想される。どの時点でどのようなデータが必要であるかは、次第に明らかになりつつあり、これらの状況を常に考慮し、時宜を得た成果を出せるよう適宜、研究計画に反映して頂きたい。」

5. 研究開発成果

②実用化との関係

「研究開発成果が有効に活用されるためには、実施主体が行う概要調査、精密調査などの各段階に進む際に役立つ内容として整理することが必要である。このため、これまでのように成果がある程度まとまった段階毎にとりまとめを行うほか、毎年度データを更新させるなどを行いつつ、常に新しい情報を発信していくことが望ましい。これに関連して知識ベース化を進めるとのことであり大いに期待したい。さらに、円滑に実用化させていくには、技術データの取得のほか、施設建設に係る作業で得られたノウハウや貴重な経験・教訓などを実施主体に反映していくことが重要である。」

「実際に概要調査地区などでの調査を行う場合には、適用限界を明確にした調査計画立案が不可欠となるため、調査計画立案に反映できるような研究成果のとりまとめが重要である。」

との指摘に対し、

実施主体および規制側ともにタイムリーに成果を反映します。実施主体については、精密調査における「地上からの調査」や「地下での調査」に、また、規制側については、安全審査基本指針および安全審査指針、処分場の技術基準の策定に貢献できるよう、研究成果を整備していきます。

原環機構は、概要調査を実施し平成 20 年代前半を目途に精密調査地区を選定し、平成 30 年代後半を目途に最終処分施設建設地を選定して、平成 40 年代後半を目途に最終処分を開始するとされています。安全規制については、原環機構の実実施計画の進捗に応じて安全審査における評価基準を示す「安全審査基本指針」や「安全審査指針」について調査審議を行っていくこととしています(特定放射性廃棄物処分安全調査会の今後の進め方について、特調第 10-1 号)。

精密調査地区選定の目途である平成 20 年代前半(平成 22 年度頃)までに一定深度(法

定要件である 300m 以深)までの掘削・調査研究を進め、「地表調査技術の体系的整備」を行い、原環機構が行う精密調査の前段である「地上からの調査」、および国が作成する安全審査基本指針の策定に貢献できるよう研究計画に反映しています。

さらに、精密調査地区における地下施設の建設開始が見込まれる平成 20 年代後半頃には、最終深度(500m)までの地下施設を完成し、最大深度での技術(高圧下での施工技術や調査技術)の適用性確認を含む「地下施設における調査技術の体系的整備」を行い、原環機構が行う精密調査の後段の「地下での調査」、および、国が作成する安全審査指針の策定に貢献できるよう研究計画に反映していきます。

また、研究開発に係るデータや情報とそれらの相互関係・適用範囲等の知識、並びに施設建設に関するノウハウや経験・教訓などを含めた知識ベースとして整理し公開していきます。

【指摘事項⑤】

4. 研究開発実施体制

「効率的な研究を進めるためには、実施主体、国、研究機関などの外部やサイクル機構の本社、東海事業所、東濃地科学センターなどの関連部署と密接な協力・連携を図りつつ進めていくことが重要である。また、透明性の確保を考慮したデータの取得、管理、評価など品質管理の体制を構築していく必要がある。さらに、研究活動により得られる知識、経験、ノウハウが職員の力として蓄積され、専門家としての人材が育成される研究体制、人員配置、業務分担となるよう配慮すべきである。」

との指摘に対し、

電力中央研究所、原環センターなど他の研究機関とは、これまでも定期的に会議などを開催し情報の交換と共有をはかってきました。今後はさらに、経済産業省が統括する「地層処分基盤研究開発調整会議」における国の基盤的研究開発の中核的研究機関として、関係研究機関を含めた専門家の総力を結集した形で研究開発を効率的かつ効果的に進めて参ります。

本社、東海事業所や東濃地科学センターとは、技術検討会議や建設部門連絡会などの会議を定期的に開催して連携をとって参りました。新法人では、地層処分研究開発の部門長の下、東海、東濃、幌延がこれまで以上に密接な協力と連携のもとに研究を進めて参ります。

品質管理については、地表から地下深部までの地質環境データの取得、管理および評価に関する体系的なマニュアル化を進めて参ります。また、外部からのレビューとして、年 2 回開催される深地層の研究施設における研究計画等検討部会で研究計画について助言をいただき、適宜研究計画策定や研究成果のとりまとめに反映させて参りました。また、スイス放射性廃棄物管理共同組合 (NAGRA) との共同研究において、地質環境調査技術や地質環境モデルの構築手法などについて、NAGRA の専門家からの評価や意見も考慮に入れて、計画を進めて参りました。今後も同様に外部の専門家からの意見を反映させて研究を進めて参ります。さらに、学会発表や査読付きの論文投稿により専門学会での評価をうけ、研究成果の品質向上に努めて参ります。

新法人では独立行政法人日本原子力研究開発機構法の第 17 条(業務の範囲)に「原

子力に関する研究者および技術者を養成し、及びその資質の向上を図ること」とうたわれているとおり、人材育成が推進すべき1つの業務となっております。幌延深地層研究センターの人材育成については、本人の適性を見極めて適材適所を基本とし、国内外の学会での発表や論文投稿を積極的に行うことを通じ、また、海外研究機関との共同研究などをも活用して適切な業務分担や人員配置などの研究体制を整え、専門家としての知識、経験、ノウハウを習得させるように努めて参ります。NAGRAが実施しているITC (International Training Center) のような方法を参考に、地下施設を活用し、海外の研修生にも門戸を開いた人材育成計画についても検討して参ります。

【指摘事項⑥】

5. 研究開発成果

①得られた成果の内容

「平成17年度に終了する第1段階の成果をまとめるにあたり、これまでの地上からの調査研究により、深地層について明らかとなった点や不明確な点を整理しておくことが重要である。また、推進面や規制面において貢献できるようなまとめとなるよう期待する。」

との指摘に対し、

第1段階の成果の取りまとめは、地上からの調査研究によって坑道掘削による周辺地質環境への影響の範囲と程度を予測することを中心に、最終年度である平成17年度までの成果をとりまとめて参ります。取りまとめにあたっては、地上からの調査研究で明らかになった点や地上からの調査では明確にならなかった点（第2段階の地下施設建設中の調査研究で、地下に直接アクセスしなければ確認できない点など）を整理して参ります。そして、後者の不明確な点を第2段階の地下施設の建設によって明確にすることについても調査研究計画に反映して参ります。

第1段階の研究成果は、実施主体が行う地層処分事業と国が行う安全規制の両方に貢献できるよう、それぞれのニーズを十分把握して研究成果をとりまとめて参ります。

【指摘事項⑦】

6. 今後の展開

「今後の展開として重要なことは、本研究で得られた成果を実際の処分事業や安全規制にどれだけ貢献できるものに仕上げていくかという点である。実用化への道筋として、幌延の研究施設で得られた成果を、概要調査地区など他の地点に適用する論理立てが不可欠となるため、これらに十分配慮した研究計画となるよう常に留意し、成果を最大限有効活用できるように、他の地点でも使える一般化に必要な事項を整理し、本研究と並行してまとめていくことが必要である。」

との指摘に対し、

幌延での研究成果については、対象とする岩種が異なる東濃地科学センターおよび地下の環境条件を模擬できる室内実験施設を有する東海事業所などの研究成果と統合して、現象の理解や一般化をはかりながら、概要調査地区など他の地点に適用する論理立てを明確にしていきます。また、データや情報とそれらの判断根拠や適用範囲等

の知識をまとめた知識ベースには、一般化に必要な事項も含まれるものであり、これを事業側と規制側の双方が活用できるような形で整備し公開していきます。

【指摘事項⑧】

6. 今後の展開

原子力委員会で議論が始まっている TRU 廃棄物の併置処分を視野に入れ、議論の進捗を踏まえて、実際の処分事業において併置処分を行うとした場合に、新たな地下研究施設を設けることは不合理となることから、本研究の成果を TRU 廃棄物の処分に反映させていくことが重要である。

との指摘に対し、

幌延での研究成果は、高レベル放射性廃棄物の地層処分のみならず、広く地下を対象とした研究開発にも活用することが可能と考えています。とくに、TRU 廃棄物の研究開発とは共通する部分があることなどから、幌延での研究結果は、TRU 廃棄物の研究開発にとっても貴重な情報であると認識しています。そのため、TRU 廃棄物の分野とは双方の研究成果を有効に活用し合えるように、情報交換を密にして参ります。

【指摘事項⑨】

7. その他

「地質環境の長期安定性の評価は、処分の安全性の確保と関連して重要である。本研究の成果を踏まえ、評価手法の妥当性や精度などについて検討を行って頂きたい。」

との指摘に対し、

地層処分の安全性を評価にあたって、地震・断層活動、隆起・沈降・侵食および気候・海水準変動などの天然現象が地質環境へ及ぼす影響を考慮に入れることは、地質環境をより現実的に評価する観点から重要であると考えています。このため、現在構築を進めている地質環境の長期的変化を考慮した地質環境モデルについて、精度や不確実性を含めた妥当性の検討を進めて参ります。

以上

参 考 資 料 3

課題評価委員会の評価意見に対する

サイクル機構の見解

(補足説明資料)

中間評価課題：「幌延深地層研究計画」

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

(補足説明資料)

平成17年7月

(平成17年9月改訂)

核燃料サイクル開発機構

評価項目：1. 研究開発の目的・意義

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(1) 地下研究施設による深地層研究は、処分場の立地及び選定過程において、極めて重要な役割を果たすものであり、国の方針に沿って進められているもので、目的・意義は明確である。これまでの技術開発過程における JNC の位置づけ、技術的能力から見て、JNC が実施すべき課題であることも明白である。</p> <p>とはいえ、昨今の財政的な状況に鑑みると、東濃施設との関係において、両施設の必要性とその役割分担等を明確に分り易く国民に説明するとともに、重複や無駄を省き、効率的な研究を進めていくことが極めて重要であり、そのための一層の努力が求められる。</p>	<p>拝承</p> <p>東濃と幌延連携して引き続き合理化をはかり、効率的に進めていくこととします。</p>
<p>(2) 平成 12 年 11 月策定の原子力長計でのサイクル機構の役割に基づく研究であることと、NUMO の工程、安全規制との関係、処分地選定の幅を広げる観点での堆積岩である幌延地層の研究の意義、重要性、緊急性が明確となっている。</p>	<p>拝承</p>
<p>(3) 目的・意義に関しては国の原子力長計等で示されている方針に照らして、整合するよう明確にされており、的確である。また、国の中核的な研究機関としての役割は担えるのはサイクル機構においてはあり得ず、これだけの長期にわたる大規模な地下研究施設の研究推進はサイクル機構が実施すべき課題である。</p> <p>重要性、緊急性という観点では、研究計画の目的と必要性などで述べられており、長期的に見て段階的なプロセスを経て着実に進めていくことが重要と考えられ、段階的に研究を進めていくことは適切である。</p> <p>ただし、この研究における段階的研究のプロセスは、実施主体が 3 段階のサイト選定プロセスで進める事業推進との関係で各段階ごとにどのように成果を反映させていくのかという考え方が必ずしも明確に示されていないので、工夫して頂きたい。信頼を得ていくという社会的ニーズは高いことは理解できるが、瑞浪と幌延の 2 つのサイトを持つ必要性に関しては、岩体の特徴からの必要性を強調する一方で、経済的な観点での配慮をどのように考えているのかがあまり触れられておらず（例</p>	<p>拝承</p>

評価意見	サイクル機構の見解
<p>えば、将来的に実施主体のサイト選定が進み、どちらかの岩種に絞られた時点ではどうするのかなど)、できるだけ経済的にも配慮していくという姿勢を出す必要があると考える。</p> <p>ここで開発される技術が民間における利用という観点ではほとんど触れられていない。基本的には実施主体の事業化推進や国における基準・指針作成等に寄与することという本来的な目的以外にも、今後いろいろな分野での応用が考えられる技術が数多いと思われるので、処分技術としてあるいは処分以外の分野も含めての民間活用への展望も触れておくことは重要と考える。</p> <p>関連技術動向としては、海外地下研（堆積岩系）の紹介をごく簡単にしているが、これまでにJNC自身が結晶質岩系も含め国外・国内の原位置試験や地下研での研究をどのように推進してきた、またそれらをどのように評価し、その上でなぜ幌延で行う必要があるかということをしていねいに説明した方がよいのではないだろうか？</p>	<p>拝承</p> <p>地下深部を対象とした地下水調査技術や遠隔監視システム等は、CO₂の地層内処分や石油備蓄など地層処分分野以外にも応用が考えられます。今後はその応用面にも配慮した記述についても工夫いたします。</p> <p>拝承</p> <p>これまでの研究開発を含め、全体計画の中での幌延の位置づけを明確にした記述に心がけます。</p>
<p>(4) 瑞浪と幌延の2カ所で実施することについて、現在国では処分場の要件として地質等について限定していない状況においては、処分場として名乗があがった場合に対応可能にしておくべきである。従って、可能性のある環境条件について研究調査をすることは妥当と考えられる。瑞浪と幌延の計画は重複を避け、可能なところは分担し、協働効果が出せるように策定されているものとおもわれるが、地層科学研究、処分技術信頼性向上、安全評価手法の個々の項目について、合理的で最大限の成果が得られるよう策定され、結果としてその効果が見えるように示されることが重要。</p>	<p>拝承</p> <p>日本の地質環境は大きく2つに区分され、その2つについて研究開発を進めることにより、基本的にはほぼどの地質環境にも対応できると考えております。</p> <p>東濃と幌延が連携して引き続き合理化を進めていくこととします。</p>
<p>(5) 放射性廃棄物の処分は、少数の施設、数百年に渡る管理期間、安全評価の視点が「公衆」及び「環境」というように、従来の原子力施設とは異なる施設設計、安全評価及び管理の概念が必要であり、これらに関連するデータを日本の地質環境で入手することは大変重要なことであると認識している。原子力長期計画においても処分事業に係る研究開発の推進をうたっており、サイクル機構及び統合後の新法人は、積極的にこれらの研究に取り組んでもらいたい。</p>	<p>拝承</p>

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(6) ○目的・意義は明確かつ的確である。○重要性、緊急性が高い。 ○中期的に見て社会的・経済的ニーズがある。 ○国の計画・方針との整合性をとりながら進められている。 ○サイクル機構が実施すべき課題である。</p>	<p>拝承</p>
<p>(7) 研究開発の目的と意義は明確であり、重要性が高いと認める。</p>	<p>拝承</p>
<p>(8) 目的・意義は明確かつ的確で、緊急性と重要性も高いのは言うまでもない。</p>	<p>拝承</p>
<p>(9) 幌延深地層研究計画の目的と意義は明確であり、我が国において高レベル放射性廃棄物の地層処分を実施するために必要かつ重要な研究課題である。また、国の計画・方針のうちでも本研究課題はサイクル機構が実施すべき課題であることは明白である。 ただし、本研究課題に含まれる「広報活動」については、個々の活動の目的・意義をより明確に定義したうえで実施すべきではないかと思われる。</p>	<p>拝承 サイクル機構全体の活動方針やアクションプログラムを基に、地域の皆様を対象とした広報活動を盛り込んだ事業所年間広報活動計画を作成し、それに沿って実際の活動を実施しております。今後は幌延の広報活動個々の目的・意義をより明確にして参ります。</p>
<p>(10) 地層科学研究、地層処分研究開発とも、原子力廃棄物の地層処分を推進する上で大変重要な研究である。</p>	<p>拝承</p>

評価項目:2. 研究開発目標

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(1) 深地層研究の役割の一つに、地層処分に関する研究開発に対する国民の理解を深める場としての意義が謳われている。これに関連して地域社会や地元への配慮がなされていることは評価されるが、もう少し広く国民各層の理解をとおるとき、物足りなさを感じる。今後この面で一層積極的な目標の設定を期待したい。</p>	<p>拝承 地域社会や地元への配慮だけでなく、広く国民各層の理解を得るための目標設定を行うには幌延深地層研究センターの範囲を越えてサイクル機構全体で取り組む必要があります。本社広報部などと連携をとりながら対応していきます。</p>
<p>(2) 第2段階の達成目標について定量的な記述がベターではあるが、定量的に表現しにくい項目ばかりと理解します。</p>	<p>拝承</p>
<p>(3) 達成目標の設定は概ね妥当と思われるが、水準については必ずしも具体的あるいは定量的に示されていないので、十分な目標設定になっていないかは判断がやや難しい。特に、項目によっては、達成目標や期待される成果で「……の妥当性の検討」とかの実施项目的な表現にとどまっているところもあり（例えばP22,23の(iv)や(v)など）具体性ある表現が望まれる。 ブレークスルーすべき点や状況に応じての見直し等に関しては、それらの考え方が留意事項などにコンパクトに記述されており、適切である。 個々の技術開発項目については、関連技術動向がどのように反映されているのか必ずしも明確でないので、検討されたい。</p>	<p>拝承 達成目標の記載にあたっては、「……の妥当性の検討」という表現を避け、できるだけ具体的な表現をするように改めました。</p>
<p>(4) 目標は、国、実施主体のスケジュールにそって、必要とされる時期と内容に添えるものになっていることが重要である。したがって、まず、実施主体及び国の二一と目標設定の対応関係を具体的に明確にすべきである。具体的には、第2段階の成果は、精密調査地区が選定されたあとの精密調査に役立つもの、また国の安全規制の面では安全審査基本指針に反映するものでなければならぬ。すなわち、精密調査に必要な事項、安全審査基本指針策定に必要具体的な事項を明確にし、それに対応した目標が設定され、取り組まなければならない。本資料からは、対応関係を意識して計画が策定されているようだが、関係がぼんやりしている感がある。必要とされる事項と目標の対応関係が具体的に外部から見てもわかりやすくまとめ示すことは、事業の理解を得る上で、また、限られた資源で効果的に進める上で必須である。</p>	<p>実施主体および規制側ともにタイムリーに成果を反映します。実施主体については、精密調査における「地上からの調査」や「地下での調査」に、また、規制側については、安全審査基本指針および安全審査指針の策定などに貢献できるように、研究成果を整備していきます。 原環機構は、概要調査を実施し平成20年代前半を目途に精密調査地区を選定し、平成30年代後半を目途に最終処分施設建設地を選定して、平成40年代後半を目途に最終処分を開始するとされています。安全規制については、原環機構の実施計画の進捗に応じて安全審査における評価基準を示す「安全審査基本指針」や「安全審査指針」について調査審議を行っていくこととしています。(特定放射性廃棄物処分安全調査会の今後の進め方について、特調第10-1号)。 精密調査地区選定の目途である平成20年代前半(平成22年度頃)までに一定</p>

評価意見	サイクル機構の見解
	<p>深度(法定要件である300m以深)までの掘削・調査研究を進め、「地表調査技術の体系的整備」を行い、原環機構が行う精密調査の前段階である「地上からの調査」、および国が作成する安全審査基本指針の策定に貢献できるよう研究計画に反映しています。</p> <p>さらに、精密調査地区における地下施設の建設開始が見込まれる平成20年代後半頃には、最終深度(500m)までの地下施設を完成し、最大深度での技術(高圧下での施工技術や調査技術)の適用性確認を含む「地下施設における調査技術の体系的整備」を行い、原環機構が行う精密調査の後段の「地下での調査」、および、国が作成する安全審査指針の策定に貢献できるよう研究計画に反映していきます。</p>
<p>(5) 長期的変化の予測技術は処分地選択のときの重要な技術であり、立地に関する規制に大きく関係し、また、社会的に大きな関心事項であることから、説得力のある結果が期待される。要求される安定期間、予測精度との関係で、目標を設定し、調査方法等の実施内容を策定しておく必要がある。このあたりが明確に見えない。</p>	<p>拝承</p> <p>長期的変化の予測は幌延での研究だけで完結するものではないので、今後サイクル機構全体の計画の中で、御指摘の点を明確にしていきます。</p>
<p>(6) サイクル機構の地下研究施設は、日本国内における地下環境での数少ない研究施設となる。そして、ここで得られるデータは、処分事業を推進する上では、地下構造物の建設工法、種々の環境条件測定法、地下環境下での移行データ等、標準的な手法の基となるデータの一翼を担うものである。また、処分事業の安全規制政策を行う上でも、各種の地下環境条件を把握するのに貴重なデータとなりうるものであり、規制政策にも役立つ。</p>	<p>拝承</p> <p>地表から地下深部の地質環境を把握するための調査手法や解析手法および地下施設の建設工法などの標準的な手法の開発を目指し、処分事業を推進する上でも、また、処分事業の安全規制政策を行う上でも役立つよう整備することとします。</p>
<p>(7) 幌延深地層研究計画(廃棄物処理処分認知評価委員会資料)、2.6に、「海外での堆積岩対象深地層施設等を活用した研究の動向」について、記載がある。一般的に堆積岩に対する海外での研究例と国際協力研究について紹介しており、内容は理解できる。その一方で、第2段階の研究計画に関連して、このような海外の地下研での取り組みに対して、幌延での研究開発の方向に関して特徴を出すべくもう少し検討課題を整理してはどうか。</p> <p>同じ堆積岩でも、岩盤のように自己シールド性があり、短期間に坑道破壊が生じる地層や、モルの粘土層のように難透水性で、坑道破壊が生じる地層では、処分後比</p>	<p>拝承</p> <p>本文中の第2段階の計画については、幌延の第2段階で実施すべき研究課題をリストアップし、それぞれの課題に対する研究計画を概括的にまとめられています。第2段階の研究の実施にあたっては、別途、幌延の特徴を考慮した詳細な計画書を作成し、研究を実施する予定です。</p> <p>幌延においては、地層処分技術開発として、処分技術の信頼性向上および安全評価手法の高度化に研究を実施します。これらの地層処分技術開発に関する</p>

サイクル機構の見解	評価意見
<p>研究については、東海事業所処分研究部と協力しつつ進めており、幌延の特徴である堆積性軟岩、塩水系地下水、亀裂の存在、溶存ガス（メタンガス）等を考慮に入れて室内試験や解析等を実施し、基礎データを取得してきているところ。第2段階においては、取得した基礎データに基づき、原位置での実規模画を具体化するともに、それらのうちの一部については、原位置での実規模試験や性能評価試験を実施する予定にしております。これらの試験研究により得られる成果に基づき、幌延を対象とした場合の処分コンセプトを、段階的に具体化してゆく予定です。</p> <p>低アルカリセメントを用いた施工性試験については、第2段階から実施し、データを取得します。また、ポルトランドセメントは地下研究施設（立坑、水平坑道）の支保として使用する予定であることから、その施工性や性能については適宜確認を行う予定です。また、セメント系材料が緩衝材や岩盤に与える影響については、これまでのサイクル機構の研究成果や諸外国の研究成果を踏まえ、試験計画に反映させる予定です。</p> <p>天然有機物の影響については、地下水中、岩石中の有機物の分析を行い、それらの特性や分布等について分析するとともに、東海事業所と協力しつつ、室内試験等を行うことにより、有機物が核種移行に与える影響についての評価を行う予定です。</p>	<p>較的短期間に空洞は天然バリアで封じ込められる。このため、コンクリートの使用は限られたもので充分で、アルカリ影響も特に問題とならないと考える。やや強度がある堆積岩で、透水性を有する場合は考え方は異なるものとなるろう。</p> <p>これに対し、幌延の地層ではどの様に考えるか、触れられるべきではないでしょうか。加えて、幌延については、結晶質岩でカバーできない研究を行なうという意味で、堆積岩系の地層として広くとらえる研究も必要で、やや硬い堆積岩の場合にどのような処分技術を採用するかという面についても触れられるべきかと考えます。</p> <p>低アルカリコンクリートに関する研究開発と実際の地質環境に対する適用性確認について、セメント系材料に起因する高 pH 溶液による緩衝材や岩盤への影響について、低アルカリコンクリート研究の重要性が記載されている。一つの検討課題である。その一方で、ポルトランドセメントは確かに高 pH 影響が懸念されるが、セメントの特性として研究開発の歴史は長く、一方的に低アルカリセメントの研究開発を主に行なうという展開になるのか分りにくい。この点について説明が欲しい。場合によっては、ダクトルといった材料と複合的に用いる方法もあり得る。</p> <p>幌延の地層には有機物が多く含まれている。フルボ酸、フミン酸、ヒューミンの特性評価と、これら天然有機物による核種吸着への影響がどの程度のものか、検討されては如何か。</p>
<p>拝承： 御指摘の通り、サイクル機構単独では決められません。今後は原稟機構や規制側と良く調整を図り、出来るだけ具体的な形で成果が反映できるよう、その根拠となる知見やデータを提供していく方向で検討します。</p>	<p>(8) 研究開発の成果をどの時点で、具体的にどこにどのように反映させるのかという点に関しては、やはり説明が明確でないという印象を受ける。もちろん、サイクル機構単独では決められないと思うが、この研究により得られる情報のユーザと見込まれる規制当局および NUMO とよく打ち合わせを行い、どの時点でどのような情報が具体的に必要とされているのかを確認し、それに基づいて詳しいマイルストーンを設定するべきである。</p> <p>例えば、Q1-4（委員の質問）に対する回答において、NUMO の概要調査の予定を記述した後で、“調査手法および解析手法などの第 1 段階の成果は、これらの概要調査に反映される”としているが、それ以上の具体的な説明は無い。NUMO が</p>

評価意見	サイクル機構の見解
<p>行う予定の文献調査や概要調査の項目に対して、本研究の成果がどのように反映されるのか、例えば、「文献や地上調査から……のような特性を持つ地域では、具体的にボーリングの密度を1平方キロあたり……本にするべき（必要十分）」のような指針を作成する根拠を示す』、という程度にまで具体的な記述が望ましいと考える。</p> <p>(9) 目標はおおむね妥当に設定されている。</p> <p>(10) 広報活動について、その成果のうち少なくとも主たる成果と考えられるものについては定量的に測定するべきである。「広報の成果は定量的に把握できるものではない」という見解には、社会心理学を専門に研究する者として同意することはできない。例えば、定量的手法による広告効果研究や世論調査研究は少なくとも45年ほど前から確立された学問分野となっている。多額の資金を投入する広報活動の成果を科学的に評価することは研究開発目標の一つであるべきであると考ええる。</p>	<p>拝承</p> <p>拝承：御指摘の定量的手法による広報活動の成果の科学的評価手法や世論調査研究を検討していきたいと考えております。</p> <p>なお、定量的な測定とは言いがたいものの、平成14年度及び15年度に幌延深地層研究計画の概要をテレビ放映したことの反応を把握するためにアンケート調査を実施しております。調査概略の内容は以下のとおりです。</p> <p>1) 目的 幌延深地層研究センターがTVCMを放映した結果として、道民の反応を把握し、今後の広報計画策定の基礎資料に資するために実施。</p> <p>2) 実施期間 ①平成14年度 平成15年1月10日(金)11日(土) ②平成15年度 平成15年12月12日(金)13日(土)</p> <p>3) 実施場所 札幌市 4) 調査方法 セントラル・ロケーション・テスト 5) 調査対象 20～60歳の男女 6) 調査結果 別添参照 (PDFファイル)</p> <p>概要) ①その結果として、サイクル機構の認知率(64%)、認知経路(TVニュースや新聞が約8割)などがわかりました。その他、幌延深地層研究センターの認知率及び経路を同様に調査しております。 ②「センターの目的は理解できるが不安は残る」「一度見ただけでは良く分からない」という意見が代表的でした。</p>

評価項目:3. 研究開発計画

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(1) 実施主体による処分場選定の手順と大凡のスケジュールが明示されており、今後の規制面での対応も進められていくことが予想される。その中でどの時点でどのようなデータが必要であるかは、次第に明らかになりつつある。各タイミミングに間に合うようデータを提供していくことが重要である。第1期の成果のとりまとめについては遅れ気味の印象を受ける。期末ごとに取り纏めるといっただけでなく、テーマに応じて出来ることから早めに取り纏めを行い、公表していくことが重要である。</p>	<p>実施主体および規制側ともにタイムリーに成果を反映します。実施主体については、概要調査や精密調査の開始前、および地下施設の建設前に深地層の研究施設の成果を反映します。また、規制側については、安全審査基本指針および安全審査指針等の策定に役立つように成果を反映させます。</p> <p>第1段階の成果の取りまとめは、坑道掘削による周辺地質環境への影響の範囲と程度を予測することを中心に、最終年度である平成17年度中に完成させます。</p> <p>さらに今後は、地層処分技術に関する情報、知識及びそれらの相互関係を含めてデータベース化(知識ベース)、それらの管理システム(知識管理システム)を開発することとしています。本計画の研究成果についても、それらを利用して、逐次「地層処分技術に関する知識」として取りまとめられていく予定です。</p>
<p>(2) 幌延の研究計画、瑞浪の研究計画、それらを包括する深地層の研究計画とNUMOの行う処分事業、国の安全審査指針との関連で、幌延の研究が具体的にどう反映されるのか、各々のクリティカルポイントが提示されている。</p>	<p>拝承</p>
<p>(3) 研究開発項目の設定と内容、スケジュールに関しては、研究計画展開の全体像がつかめる図表も示して、項目間の関連性の具体的説明も含め、もう少し詳しい説明が望まれる。</p> <p>資金計画に関しては、概略的な予算規模・と内訳が示されているだけなので、適切な規模かどうかの判断は難しい。この内、広報費が約1割を占めており、全体のバランスとして、その必要性の説明が少しあつた方が良いと思われた。</p> <p>計画の見直し・機動性をどのように確保していくかの考え方は、段階的な研究の進め方そのものが、機動性を意識した考えに沿っているものと思われるが、個々の技術検討においてフレキシビリティをどのように持たせていくかは重要であり、もう少し丁寧に記載することが望まれる。</p> <p>使用する施設・設備や保有技術、あるいは関連する技術動向に関しては、あまり</p>	<p>計画書本文の2.7.1章に「これら各段階の研究計画については、研究の進捗に合わせて適宜見直しを行う」と記載しました。</p>

評価意見	サイクル機構の見解
<p>詳しく述べられておらず、具体的な実施方法の味方が伝わりにくくなっている印象を受ける。もう少し具体的な内容を補足できると良い。</p> <p>研究開発内容の独創性・創造性に関しては、どの程度のレベルのものかをあまり具体的に述べていないと思われ、もう少しメリハリをつけて記述されても良いのではないだろうか？</p> <p>実用化という観点では、目的・目標が明確であり、実用化への道筋と成果の反映先は適切に考えられているものと思われる。</p>	
<p>(4) 概要地区選定、精密調査地区選定、最終処分施設建設地区選定という事業計画に合わせた、研究計画策定が重要であるが、個々の選定の時期は社会的要因に大きく影響を受けるもので、不確かな性格のものである。社会的要因で研究計画が大幅に遅延する事態が発生することも考えられることから、経済的、技術的に無駄なく、柔軟に対応できるよう計画を策定しておく必要がある。特に、個々の研究開発項目は期間延長に依存するものと、依存しないものを区別して、依存しないものは当初の期間内で確実に終了するなどしてメリハリのない資金の膨張を避ける配慮が重要と考える。</p>	<p>御指摘のとおり、期間延長に依存するものと、依存しないものを明確に区別することにより、資金の膨張を防ぐとともに、研究の内容や進め方にメリハリをつけていくこととします。</p>
<p>(5) 第1段階は、第2段階への準備を行いつつ、その間の得られるデータは効果的に意欲的に取得するよう計画され、実施されている。さらに第2段階においては第1段階の成果をベースに連続的に発展させるよう計画されているものと考えられる。研究対象は広範囲にわたり、科学的にも技術的にも際限のない深さをもった領域であることから、限られた資源を考慮すると、目的にあった確かな目標を設定し、優先度をつけた効果的な取り組みをするよう心がける必要がある。必要以上の精度、情報、機能の追求を避けることも計画策定で考慮すべき。</p>	<p>限られた資源の中で、広範囲の領域にわたる研究開発を行う必要があるため、目的にあった確かな目標を設定し、優先度をつけた効果的な取り組みをするよう心がけることとします。</p>
<p>(6) 実施主体（原環機構）の事業スケジュールを考慮し、先行して開発した内容を実用化時期に間に合うよう研究開発内容をまとめられるようスケジュールを考へて欲しい。</p>	<p>現在の研究計画においては、成果を事業などにタイムリーに反映できるようにスケジュールを立てており、今後も事業の進展や動向に留意しつつ適切にスケジュール管理を行ってまいります。</p>

サイクル機構の見解	
評価意見	採承
(7) 研究開発スケジュールは非常にタイトであるので、速やかに実行されるべきである。	採承
(8) 実用化への筋道として、幌延の研究施設で得られた成果を他の地点、たとえば幌延と構成、続成程度、地質学的履歴の異なる地点に適用する論理立てが不可欠であるので、その点に十分配慮した研究開発計画とすることが望まれる。	採承 幌延での研究成果を普遍化、一般化できるよう常に研究計画の段階から成果のとりまとめまで一貫性のある研究開発を行うよう留意します。
(9) 広報活動の成果を科学的に評価することを研究開発計画に含めるべきである。	採承 今回の御指摘を踏まえ、広報活動の成果の科学的評価手法について検討していきます。
(10) 評価する計画年度の目標設定通りに行われている。しかし、当初の予定に比べると、3年遅れとも聞いている。市民としては、研究開発はできるだけ遅れないようにすべきである。	採承 これまでのところ計画は当初の予定通り順調に進んできております。予算の合理化などの観点から立坑掘削スケジュールは数年延びることになりますが、研究成果は毎年とりまとめるなどの工夫をし、タイムリーに成果を反映していくようにいたします。

評価項目：4. 研究開発実施体制

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(1) 梁地層研究施設は数少ないリソースであり、地層処分の推進と規制、さらにはより一般的な学術研究の場として利用されることが求められる。同じ研究の場を通して推進と規制が研究を進める上では透明性の確保が極めて重要であり、効率的な研究を進めるため、規制ニーズの把握や役割分担の明確化など、計画段階からの十分な協議が必要である。本施設に関してはこの点での対応が遅れ気味の印象を受けており、今後積極的に規制側との協議を進めていくことを望む。</p>	<p>拝承 幌延深地層研究計画は、実施主体が行う地層処分事業と国が行う安全規制の両方に研究成果を反映することとしております。今後双方とも情報交換を図り、透明性に留意しつつ、研究開発を進めていきます。</p>
<p>(2) 効率的な研究を実施するため、東濃施設グループと充分密接な協力・連携を図りながら進めることが重要である。</p>	<p>拝承 現在も定期的に協議を行っており、今後とも連携を強化してまいります。</p>
<p>(3) 組織、人員・人材の配置や研究グループ間の連携という観点では、瑞浪の地下研や東海の研究施設での試験研究、安全評価研究グループなどとの密接な連携や技術交流などにより合理的な研究推進を図ることが重要と考えるが、これらの進め方については、おわりに述べられている程度である。基本的な取り組み姿勢をもう少しきちんと示すべきと考え。 委員会や他機関との協力・連携などについても、上と同様にあまり基本姿勢が示されていないので、もう少し記述が望まれる。</p>	<p>拝承 東海事業所や東濃地科学センターとは、技術検討会議や建設部門連絡会などを定期的に開催して連携をとっております。</p> <p>また、電力中央研究所、原燃センターや原燃機構などの他の研究機関とは協定に基づき定期的に会議をもつて、情報交換と情報の共有を計っております。</p>
<p>(4) 資料からは見えないが、研究規模、調査項目の多さから推定すると、かなりの部分は調査会社等外部に作業を発注するものと思われる。そのため、現場では発注仕様の作成（これだけでも専門性が問われる大変な仕事ではあるが）に追われ、調査や解析の大部分をメーカーや調査会社が行うこととなる恐れがある。重要なことは、研究調査活動により得られる知識、経験、ノウハウが職員の方として蓄積され、専門家としての人材が育成される研究体制、人材の配置、業務分担となるよう配慮が必要。</p>	<p>拝承 研究開発に伴う作業は、多大な数にのぼります。その中で、ルーチン作業などは外注とし、主に作業結果に対する解析、評価、考察や全体の取りまとめなどは、サイクル機構職員自らが担当すべきものと考えております。職員が単なる仕様書書きに終わることなく知識、ノウハウが職員に蓄積されるよう留意し、研究開発を進めていきます。</p>
<p>(5) 「幌延深地層研究計画」から得られる放射性廃棄物の地層処分に係るデータは、処分事業の推進及び処分事業の安全規制の両面において、有益・貴重なものであるが、そのデータの取得、管理、評価に関してはデータの質と共に透明性が問われることになる。そこで、予め事業推進に役立つデータなのか、安全規制に役立つデータなのかを見極め、データの取得、管理、評価の体制を外部との関係を含めて構築</p>	<p>拝承 処分事業に役立つデータと安全規制に役立つデータは、共通する部分が多いとはいえ、分離すべきものも存在します。データの取得、管理、評価の体制をサイクル機構内部だけでなく、外部との関係も含めて構築することとします。</p>

評価意見	サイクル機構の見解
<p>すべきものと考ええる。</p> <p>(6) 研究開発の品質保証として、成果の吟味が委員会などで行われていることだけでなく、実際にデータ取得とデータ解析のプロセスでの品質管理をきちんとできる体制にしておくことが望ましい。</p>	<p>拝承</p> <p>プロセス情報の記録を残すよう、配慮していきます。</p>
<p>(7) 広報活動はいわゆる地元対策ではなく広く国民各層に対するものであるとの見解を承った。しかしながら、広報の現場を取りまよとめる者が「地域交流チームリーダー」だけであると思われ、実施体制はいかがなものであろうか。国民各層に対する広報活動を主として業務とする部署も必要なのではないかと考える。</p>	<p>拝承</p> <p>前回の回答においては、幌延深地層研究センターにおける体制のみについて回答いたしました。サイクル機構全体としては、広報目標や広報戦略に沿って、本社広報部をはじめ関係部署間で連携・協力しながらそれぞれの役割分担の下に広報活動を進めております。</p> <p>①幌延深地層研究計画を含む当機構の広報活動については、「広報戦略会議」（副理事長以下の機構幹部で構成される組織）、「広報委員会」（本社各部長及び事業所副所長クラスで構成される組織）で活動方針の立案・審議・決定がなされ、本社広報部及び各事業所の広報担当課は、決定された活動方針とそれに沿って策定されたアクションプログラムに基づいて広報活動を行っているところです。</p> <p>②幌延深地層研究センターは、サイクル機構全体の活動方針やアクションプログラムを基に、幌延や周辺市町村を対象とした広報活動を盛り込んだ事業所年間広報活動計画を作成し、それに沿って実際の活動を実施しております。</p> <p>③国民への広報・情報普及活動の例を以下に示します。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 地層処分技術に関する研究開発報告会：本社バックエンド推進部 ・ サイクル機構シンポジウム（敦賀、茨城、東京で開催）：本社広報部 ・ 外部展示会への出展（大阪、新宿）：本社広報部（各事業所が協力） ・ インターネットの活用（成果の公表）：本社広報部、幌延を含む各事業所 ・ 情報公開（インフォメーションルームの活用、成果の公表） <ul style="list-style-type: none"> ：本社広報部、幌延を含む各事業所 ・ プレス発表：本社広報部、幌延を含む各事業所 ・ 住民対象のフォーラム、説明会：幌延を含む各事業所

評価意見	サイクル機構の見解
	④広報活動成果の評価と高レベル放射性廃棄物の地層処分にかかわる社会的受容に向けた研究については、今後、本広報部ほか関係部署と調整をはかりながら検討していきたいと考えております。

評価項目: 5. ①研究開発成果(得られた成果の内容)

評価意見		サイクル機構の見解
<p>(1) これまでの地上からの研究によって、深地層についてどこまでが明らかになったか、明らかになることができるか、不明であるところなどはどこか等を明確にしておくことが重要である。また今後坑道の掘削によって深地層がどのような影響を受けるかをあらかじめ予測しておくことも必要である。次期の坑道掘削の段階において得られるデータによって、不明点の解明がどれだけ進み、予め行った予測の適否を評価するなど、研究の進捗に応じてメリハリをつけた成果の取りまとめが求められる。</p> <p>(2) 具体的な成果に関しては目的、実施内容、成果および達成度というならびで適切にまとめられている。また、できるだけ定量的な数値で表せるものは記述するように心がけられ、妥当である。ただし、達成度に関しては、成果を簡潔にまとめ直したのとどまっている項目も多く、計画との対比で、目標に照らしてどこまで達成されたか、また課題として重要なものではどういうものが残されたのかというような視点のまとめ方が必要と考える。</p> <p>また、第1段階としての全体的な成果についても、上述のような視点からまとめが必要と考える。費用対効果については、判断が難しい。</p> <p>(3) 第1段階については、地表から地下深部までの地質環境のデータの取得、調査技術の有効性の確認、モデルの適用性の確認などおおむね目標を達成しているようであり、第2段階へ展開していくにあたっての成果は出ているように見える。これらの研究、調査結果はレポートとしてまとめられることになっているが、レポートでは実施主体及び国の要請に応える内容で、タイムリーなまとめ方になることを期待する。また、同時に、社会の理解促進に利用できるまとめかたにもなることを期待する。</p> <p>(4) 広報活動については、その成果を科学的に評価する試みがなされていないため費用対効果などの判断を行うことは困難である。</p> <p>(5) 研究所設置地区の地質環境が解明されていくのは、大変すばらしい。一般人として、幌延のすべての研究に興味と関心を持っている。</p>	<p>拝承</p> <p>御指摘の点は、第2段階での主要な研究開発内容であり、坑道掘削による影響の範囲と程度について、予測結果と第2段階で取得するデータとを比較することにより、手法の妥当性を確認していきます。</p>	
<p>(2) 具体的な成果に関しては目的、実施内容、成果および達成度というならびで適切にまとめられている。また、できるだけ定量的な数値で表せるものは記述するように心がけられ、妥当である。ただし、達成度に関しては、成果を簡潔にまとめ直したのとどまっている項目も多く、計画との対比で、目標に照らしてどこまで達成されたか、また課題として重要なものではどういうものが残されたのかというような視点のまとめ方が必要と考える。</p> <p>また、第1段階としての全体的な成果についても、上述のような視点からまとめが必要と考える。費用対効果については、判断が難しい。</p> <p>(3) 第1段階については、地表から地下深部までの地質環境のデータの取得、調査技術の有効性の確認、モデルの適用性の確認などおおむね目標を達成しているようであり、第2段階へ展開していくにあたっての成果は出ているように見える。これらの研究、調査結果はレポートとしてまとめられることになっているが、レポートでは実施主体及び国の要請に応える内容で、タイムリーなまとめ方になることを期待する。また、同時に、社会の理解促進に利用できるまとめかたにもなることを期待する。</p> <p>(4) 広報活動については、その成果を科学的に評価する試みがなされていないため費用対効果などの判断を行うことは困難である。</p> <p>(5) 研究所設置地区の地質環境が解明されていくのは、大変すばらしい。一般人として、幌延のすべての研究に興味と関心を持っている。</p>	<p>拝承</p> <p>達成度の項目は、今後の課題についても記載するよう努めました。一例として、3.3.2章の②地下深部の地質環境のモデル化の項目については、「地質構造モデル、水理モデル、地球化学モデル、岩盤モデルをそれぞれ作成した。各モデル間に矛盾がないか、あるいは、各モデルの相互関係については、今後の課題である」と計画書に記載しました(参考資料4のp.11)。</p>	
<p>(3) 第1段階については、地表から地下深部までの地質環境のデータの取得、調査技術の有効性の確認、モデルの適用性の確認などおおむね目標を達成しているようであり、第2段階へ展開していくにあたっての成果は出ているように見える。これらの研究、調査結果はレポートとしてまとめられることになっているが、レポートでは実施主体及び国の要請に応える内容で、タイムリーなまとめ方になることを期待する。また、同時に、社会の理解促進に利用できるまとめかたにもなることを期待する。</p> <p>(4) 広報活動については、その成果を科学的に評価する試みがなされていないため費用対効果などの判断を行うことは困難である。</p> <p>(5) 研究所設置地区の地質環境が解明されていくのは、大変すばらしい。一般人として、幌延のすべての研究に興味と関心を持っている。</p>	<p>拝承</p> <p>今後成果の取りまとめにあたっては、実施主体や国の必要とする技術的内容とすることやタイムリーに成果を反映することに努め、社会の理解促進につながるよう留意していきます。</p>	
<p>(4) 広報活動については、その成果を科学的に評価する試みがなされていないため費用対効果などの判断を行うことは困難である。</p> <p>(5) 研究所設置地区の地質環境が解明されていくのは、大変すばらしい。一般人として、幌延のすべての研究に興味と関心を持っている。</p>	<p>拝承</p> <p>広報活動については、その成果を科学的に評価する試みを今後実施していくことを検討します。</p>	
<p>(5) 研究所設置地区の地質環境が解明されていくのは、大変すばらしい。一般人として、幌延のすべての研究に興味と関心を持っている。</p>	<p>拝承</p>	

評価項目 5. ②研究開発成果(実用化との関係)

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(1) 今後現場における技術データの取得ばかりでなく、工事等の実施の中で得られたノウハウや貴重な経験・教訓（失敗例も含めて）を実施主体に伝えていくことが重要である。</p>	<p>拝承 研究開発に係るデータや情報とそれらの相互関係・適用範囲等の知識、並びに施設建設に関するノウハウや経験・教訓などを含めた知識ベースとして整理し公開していきます</p>
<p>(2) 高レベル廃棄物処分事業のどのような項目にどうかかわるのか、またクリティカルポイントはどこか」が反映されており問題ないと考える。</p>	<p>拝承</p>
<p>(3) 上述(評価項目 5①)のように、実用化に向けて、どの程度までのレベルまで達成され、課題として何が浮き彫りにされたかという観点ではまともなものがあまりされていないので、今後の計画に関連して補強が可能であれば検討を願いたい。</p>	<p>拝承</p>
<p>(4) モニタリング技術では、モニタリングの位置づけ、要求される機能、モニタリング実施期間は地層処分サイトの管理に関する重要な概念。これらを明確にし、目標を明確にすること。長期間というだけでは漠然としている。操業期間中モニタリングが、閉鎖後モニタリングなのか、どのくらいの期間の信頼性を必要としているのか。</p>	<p>拝承 モニタリング技術の開発については、どのくらいの期間のモニタリングを目指すのか、開発目標を明確にした上で計画を進めていきます。</p>
<p>(5) 研究開発内容の整理にあたっては、実施主体（原環機構）が概要調査、精密調査の各段階に進む際に役に立つような形で整理して欲しい</p>	<p>拝承</p>
<p>(6) 研究成果は、処分事業の候補地選定及び調査にタイムリーに役立つものでなければならぬ。また、成果はまとまってから一括して公開するのではなく、毎年度成果を出し、後年の成果は以前のデータをバージョンアップすることが、本プロジェクトを円滑に進めていく上で重要である。</p>	<p>拝承 上記の「知識ベース」などを活用し、毎年度成果を公表していきます。</p>
<p>(7) 段階を追って予測と検証が繰り返されるが、実際に処分場候補地の調査をする場合には、適用限界を明確にした調査計画立案が不可欠であるので、調査計画立案に反映できるような研究成果のとりまとめが望ましい。たとえば、ボーリングや物理探査の配置計画など。</p>	<p>拝承</p>

評価項目:5. ③研究開発成果(得られた成果の普及、公開)

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(1) これまで学会発表は多いと評価するが、今後学術誌への一層の投稿を期待したい。</p>	<p>御指摘のとおりであり、今後は国内外の査読つきの学術誌への投稿を積極的に進めていきます。</p>
<p>(2) 研究計画から策定までの情報を積極的に公表し、成果について学会や論文として広く公開していくこととしている。 要望として、一般にもわかりやすい形での情報公開、広聴活動を望む。</p>	<p>一般の方々を対象とした説明会や広報活動も引き続き進めていきます。</p>
<p>(3) 成果の発表は多数あり、今後の実用化にも大いに期待したい。 ただし、特許出願やソフトウェアなど知的財産関係の新たな取得がどれほどであり、それらをどのように活用・技術移転していくかなどの考え方を明示していただきたい。 広報なども多くの実績が示されているが、それらが適切なものだったかどうかなどの評価とそれらを踏まえての今後の方向性も示して頂けるとより効果的なものになると考える。</p>	<p>これまで特許出願などの実績は、特にありませんでしたが、今後は特許取得など知的財産の確保についても積極的に取り組んでいきます。</p>
<p>(4) 広報活動は、ひとつは研究施設立地の地元の理解促進と、社会一般の地層処分への理解促進が大きき目的として、多岐にわたり実施されており、その努力は理解できているものと理解される。今後も、透明性のある関係で地元の理解を得る活動を継続していく必要があると思われる。</p>	<p>拝承</p>
<p>(5) 成果は公開されてきているが、第1段階での論文数が6編と少ない。連携している大学や研究所の執筆も入れると多いのではないかと思われる。</p>	<p>拝承 連携している他機関の執筆も入れると論文数が多くなるのは事実です。しかし、サイクル機構としては公表する論文の数は、まだ十分ではないと考えており、今後は国内外の査読つきの学術誌への投稿を積極的に進めていきます。</p>
<p>(6) 作成された資料が情報を良く知らない人から誤解を受けないように注意を払うことが必要である。たとえば、透水係数の表記の仕方、大曲断層の幅の図示、ボーリングコアの見かけ上の割れ目と実際上の割れ目の区別など。</p>	<p>拝承</p>

評価意見	サイクル機構の見解
(7) 堆積軟岩を坑道内で一般の人に公開することも成果の普及として大切なことであるが、その際、岩盤表面を風化させずに観察できるように工夫を考えておく必要がある。	拝承
(8) 深地層についての自然科学的研究については、望ましい成果の発表・公開がなされっていると評価する。	拝承
(9) 成果の報告は、学者・研究者間だけでなく、今後は一般の人々にも広く知らせいく必要がある。広報はまだその点で不十分ではないか。例えば、一般の人々は、それぞれの研究で、何を研究して、それで何が分かったかを知りたいのである。ところが、この報告書の作成方法や、パワーポイントの作り方では、一般の素人には理解できないことが多い。研究者には自らの研究が、地層処分のための何に役立つのかを、一般の人々に伝える説明責任がある。	<p>拝承</p> <p>今後は一般の人々にもわかりやすい資料の作成に努めてまいります。</p>

評価項目:6. 今後の展開

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(1) 原子力委員会で議論が始まっている併置処分を視野に入れ、議論の進捗を見ながら、本研究の立場から追加すべき研究課題の有無につき検討をしておくことが重要である。</p>	<p>拝承</p>
<p>(2) 今後の展開、進め方に関しては、将来的な成果の反映先については、平成20年代後半以降については比較的詳細に書かれているが、平成22年頃という当面の5年間程度については1～2行の非常に簡潔すぎる書きぶりに留まっている。この5年間の持つ行き様でその後のあり方の方向性にも大きく影響が出ると思われるので、もう少し少ないに進め方の基本方針を示して頂きたい。</p>	<p>拝承 当面5年間についての進め方の基本方針を計画書に追記いたします。</p>
<p>(3) 広報は、社会一般の理解、すなわち国民の理解促進も重要で、その観点からは、いかに効果的に全国レベルの規模で情報発信ができるかということが課題で、その場合、単独では限界がある。国、関連機関を巻きこんで進めることが重要で、その中でいかに情報を発信していくか、時間のかかる困難な課題であるが、国内的なシステムのあり方との関係で進め方を検討する必要がある。社会の関心事は何か、社会の地層処分に関する不安、不信感は何かに応えて、社会への発信がどのようなものであれば解決に効果的かを考慮に入れて行うことが重要。</p>	<p>拝承</p>
<p>(4) 長期にわたる地層中核種挙動について原位置でトレーサ実験を行うことは、説得力はあるが、反面、内容にもよるが、環境に支配されやすく初期の目的を達成できないリスクもある。また時間と資源を要する性格のものであることから、どのくらいの期間で、どこまでの現象を実証しようとしているのか、あるいはデータを得ようとしているのか目標を明確にして、目標にあった試験条件を十分検討して開始する必要がある。</p>	<p>拝承</p>
<p>(5) 幌延で得られた結果を最大限活用できるように、その一般化に必要な事項を整理して幌延での研究開発と平行して実施していくことが必要である。</p>	<p>拝承 他地点にも適用できるような一般化にも留意して計画の段階から成果のとりまとめまで、研究開発を進めていきます。</p>

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(6) 今後は、科学的な成果分析に基づいた広報活動を展開されることを強く希望する。</p>	<p>拝承 御指摘のとおり、今後、広報活動個々の目的・意義をより明確にし、実施していきたいと考えております。また、定量的手法による広報活動の成果の科学的評価手法や世論調査研究についても検討していきたいと考えております。</p>
<p>(7) 地震の際の深地層の耐震設計についての記述がないが、今後必要ではないか。 地下で、火災や事故が発生した場合の、働く人や研究者への対応研究などが必要である。</p>	<p>拝承</p>

評価項目：7. その他

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(1) 地層の長期安定性の評価は、処分の安全評価をどこまで実施するか（実施できるか）と関連して重要である。本研究の成果を踏まえて、評価手法の妥当性や精度などについての検討を行って欲しい。</p>	<p>拝承</p>
<p>(2) 得られた知見、技術やデータの品質管理と長期にわたる蓄積、さらには技術者の育成と知識の共有などは今後益々重要であり、これらへの取り組みの考え方を示して頂ければと思います。</p>	<p>拝承</p>
<p>(3) 本事業は地層処分に関して社会の理解を深めることを大きな目的として取り組むことは、地層処分を実現していくときの要であることから大変意義のあること。実際の地層環境での研究の成果を社会に見せることにより理解促進に寄与することが大いに期待される。特に、研究施設の大学等への他機関への開放により得られた成果が大学等から発信されることで、地層の科学的研究の進展に貢献するだけでなく、社会の地層処分の透明性の強化、理解促進に大きく貢献するものと考えられることから、いつそこの施設開放が望まれる。</p>	<p>拝承 今後とも施設の開放を行い、社会の地層処分の透明性の強化、理解促進に大きく貢献していきます。</p>
<p>(4) 今回、これだけ説明が難航している原因は、研究開始時に具体的なマイルストーンを示せていなかったことが一つの原因であると考えられる。この同じ轍を踏まないように、具体的な目標設定を心がけてほしい。</p>	<p>拝承</p>

評価項目: 8. 総合評価

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(1) 今期はおおむね順調に進展しており、重要な成果も得られていると判断する。現在取り纏め段階にあるが、やや遅れ気味との印象を受ける。取り纏めにおいて、得られた成果の羅列に終わることなく、処分場の選定プロセスや処分の実施などを視野に入れ、実務に合わせたメリハリの効いた成果の取り纏めを進め、これを積極的に公表して頂きたい。</p>	<p>拝承</p>
<p>(2) 問題ないと考えますが、各先生のご意見を尊重されて進められることを要望する。</p>	<p>拝承</p>
<p>(3) 幌延地下研はわが国における放射性廃棄物処分研究の大きな柱となるべき非常に重要なプロジェクトであり、事業の展開や国の施策・基準策定への反映を常に念頭に置き、透明性をもって、関係機関や専門家の総力が結集できる環境を作りつつ、着実に進展させて行って頂きたいと思えます。 また、上述のような意見に対して可能な限り参考として見直ししていただくとして、本計画については基本的に妥当なものとは判断致します。</p>	<p>拝承</p>
<p>(4) 高レベル廃棄物の最終処分の確立は我が国の重要なプロジェクトであり、その取り組みの一環として、処分実施機関、規制機関との役割分担は適切であると考えられる。進め方として、第1段階における課題は、第2段階への準備という性格のものもあることから、その目標はおおむね達成されているものと考えられる。第2段階以降に引き継がれる課題は第1段階の継続調査と、第2段階から開始される坑道掘削とデータ取得で強化される構成となっており妥当である。限られた研究資源のなかで、関連機関との分担と協力を効果的にすすめ、国及び実施主体のニーズにタイムリーに応え、また、社会の理解促進に貢献することを期待する。</p>	<p>今後とも関連機関との分担と協力を効果的にすすめ、国及び実施主体のニーズにタイムリーに応え、また、社会の理解促進に貢献できるように配慮していきます。</p>
<p>(5) 放射性廃棄物の処分に関する技術は、十分確立したものは云いがたく、処分事業の推進及び安全規制の両面から、幌延の地下研究施設から得られるデータは大変有益なものである。原子力長期計画でも本研究の必要性・重要性がうたわれているが、サイクル機構及び統合後の新法人しか一貫した研究開発を実施できないので、積極的に取り組んでもらいたい。そして、タイムリーに研究開発成果を発表して、処分事業の推進及び安全規制に貢献していただきたい。</p>	<p>拝承</p>

評価意見	サイクル機構の見解
<p>(6) 個別研究は着実に進展し、数々の成果が得られている事は認めるが、それらが大きな目的にどのよう貢献するのかが明確に伝わらない。大きな目的と個別の目標の関係を整理し、明確な説明ができるよう改善してほしい。</p>	<p>拝承 全体の目的と個別の目標との関係がわかるような記載にいたします。</p>
<p>(7) 本研究が重要なことは言うまでもないことであるが、その実施と成果の実用化と活用にあたっては、前述した点に十分に配慮することが必要である。</p>	<p>拝承</p>
<p>(8) 深地層についての自然科学的研究については、十分に詳しく報告されており、一定の望まれる成果があったものと判断する。また、今後の研究開発計画も概ね妥当なものであるとうと評価する。 しかしながら、広報活動については、多額に資金を投入しているにもかかわらず、その成果についての科学的分析を行っておらず、また、今後も行いう計画を全く立てていないことははなはだ遺憾であると言わざるを得ない。</p>	<p>拝承 御指摘のとおり、今後、広報活動個々の目的・意義をより明確にし、実施していきたいと考えております。また、定量的手法による広報活動の成果の科学的評価手法や世論調査研究についても検討していきたいと考えております。</p>
<p>(9) 当初の予定(平成 17 年～22 年)に対し 3 年遅れが出ている。処分事業は長期にわたるものなので、事務的には多少の遅れは取り返せると思いますが、地層処分研究・実験は時間がかかるので、この遅れは元の計画に戻すべきである。 理由は、この 6 月に、保安院と共にスウェーデンとフィンランドの地層処分施設を視察した。スウェーデンでは、現場を市民が見学できるようになっており、年間 2 万人の人々が、大型バスで地下 500m の研究現場を訪ねているとのことであった。 また、最終処分地の誘致合戦が始まっていた。フィンランドでは、すでに最終処分地は決定している。現在最終処分場建設のための大工事が始まっていた。日本は、それらの国に比べて、原子力廃棄物の発生量が格段に多いにもかかわらず、国民の認識度は格段に低い。 地層処分研究は、1 日も遅れをとってはならない。当事者はこれを認識して仕事を進めるべきである。</p>	<p>拝承 これまでのところ計画は当初の予定通り順調に進んできております。予算の合理化などの観点から立坑掘削スケジュールは数年延びることになりますが、研究成果は毎年取りまとめるなどの工夫をし、タイムリーに成果を反映していくようにいたします。</p>

参 考 資 料 4

幌延深地層研究計画
(課題説明資料)

幌延深地層研究計画

平成 17 年 7 月
(平成 17 年 9 月改訂)

核燃料サイクル開発機構
幌延深地層研究センター

目次

1. 課題名：幌延深地層研究計画	1
2. はじめに	1
2.1. 国－実施主体－核燃料サイクル開発機構の関係	1
2.2. サイクル機構中長期事業計画における原子力長計に関連する内容（抜粋）	1
2.3. 地層処分技術に関する研究開発全体の中での幌延深地層研究計画の位置づけ	2
2.4. 深地層研究計画の目的と必要性（中長期事業計画より）	3
2.5. なぜ幌延と瑞浪の2箇所を実施する必要があるのか	3
2.6. 海外における堆積岩を対象とした深地層の研究施設等を活用した研究の動向	4
2.7. 幌延深地層研究計画の概要	5
2.7.1. 研究計画の前提	5
2.7.2. 段階的研究	5
2.7.3. 研究開発課題	5
2.8. 課題評価を受ける範囲	6
2.9. 措置の実施状況	6
3. 幌延深地層研究計画について	7
3.1. 全体目標	7
3.2. 第1段階の目標	7
3.3. 第1段階での実施内容と主な成果	7
3.3.1. 第1段階の達成目標	7
3.3.2. 第1段階の主な調査研究成果	8
3.3.3. 第1段階での予算・要員・体制の実績	16
3.3.4. 第1段階での研究成果の公表	16
3.3.5. 第1段階での地域の皆様への説明等の実績	16
3.4. 第2段階の研究計画	18
3.4.1. 第2段階の目標	18
3.4.2. 第2段階の研究項目	18
3.4.3. 第2段階の研究内容	19
3.4.4. 第2段階の地下施設建設	23
3.4.5. 第2段階の予算・要員・体制	23
3.4.6. 第2段階に期待される成果および反映先	24
4. おわりに	27
参考文献	28
用語の解説	30

図目次

図 1	海外の地層処分研究	F-1
図 2	研究所設置地区と調査位置	F-2
図 3	岩盤の透水性（ボーリング孔 HDB-1, 3, 4, 5, 6, 7, 8）	F-2
図 4	地質・地質構造図（断面図）	F-3
図 5	解析結果（全水頭分布）	F-3
図 6	解析結果（塩分濃度分布）	F-4
図 7	M3 を用いた地下水水質に関する多変量解析結果	F-4
図 8	解析結果（地質環境の変化の予測）	F-5
図 9	地下施設実施設計レイアウト（案）	F-5

表目次

表 1	海外の地層処分研究	T-1
表 2	第 1 段階の研究成果	T-2
表 3	第 1 段階における住民説明等の実績	T-3

参考資料

幌延深地層研究センターからのお知らせ

HDB-5 孔を用いた共同研究および簡易ボーリングの終了について	R-1
----------------------------------	-----

1. 課題名:

幌延深地層研究計画

(印: 用語の説明あり)

2. はじめに

2.1. 国－実施主体－核燃料サイクル開発機構の関係

「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画(平成 12 年)」(原子力委員会, 2000) (以下、「原子力長計」という)では、高レベル放射性廃棄物*最終処分の実施に向けて必要な取り組みや役割分担が以下のとおり示された。

・実施主体:

最終処分事業の安全な実施、経済性および効率性の向上等を目的とする技術開発

・国および関係機関:

最終処分の安全規制、安全評価*のために必要な研究開発や深地層の科学的研究等の基盤的な研究開発および地層処分技術の信頼性の向上*に関する技術開発

・特に核燃料サイクル開発機構(以下、「サイクル機構」という)等:

これまでの研究開発成果を踏まえ、今後とも深地層の研究施設、地層処分放射化学研究施設*(QUALITY)等を活用し、地層処分技術の信頼性の確認や安全評価手法の確立に向けて研究開発を着実に推進。深地層の研究施設は、学術的研究の場であるとともに、国民の地層処分*に関する研究開発の理解を深める場としての意義を有し、その計画は処分施設の計画と明確に区分

さらに、「原子力の技術基盤の確保について」(総合資源エネルギー調査会原子力部会, 2001)では、高レベル放射性廃棄物処分のための研究開発について、将来の技術的な不確実性*を可能な限り小さくするもので、特に研究開発期間が長期にわたり、基礎基盤の研究を必要とするものについては、研究成果と具体的事業との直結性が低いこと等から、市場および事業主体に任せているのみでは停滞する恐れがあるとの認識に基づき、国が中心となって取り組むべき研究開発として位置づけている。そのうえで、各機関に以下の役割を求めている。

・サイクル機構:

これまでの研究開発成果を踏まえ、今後とも深地層の研究施設、地層処分放射化学研究施設等を活用し、深地層の科学的研究、実測データの着実な蓄積とモデル高度化による地層処分技術の信頼性向上*と安全評価手法の高度化に向けて研究開発を着実に推進すること。

・(財)原子力環境整備促進・資金管理センター:

国の政策立案のため、適切な技術情報の整備・提供を行うとともに、周辺基盤技術の研究開発を行うこと。

・発電用原子炉設置者:

実施主体に対する人的および技術的支援を行うとともに、放射性廃棄物に関わる共通的研究開発を行うこと。

2.2. サイクル機構中長期事業計画における原子力長計に関連する内容(抜粋)

放射性廃棄物については、原子力長計(平成 12 年)において、「その安全な処理および処分は、これを発生させた者の責任においてなされることが基本」、「放射能レベルの高低、含まれる放射性物質の種類等が多種多様であることから、発生源にとらわれず処分方法に応じて区分し、具体的な対応を図ることとする。」等が示された。

原子力長計では、「原子力の便益を享受した現世代は、原子力の研究開発利用に伴って発生

する放射性廃棄物の安全な処分への取り組みに全力を尽くす責務を有しており、今後とも、放射性廃棄物処分を着実に進めていくこととされている。高レベル放射性廃棄物については、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」(平成12年、法律第117号)(以下、「最終処分法」という)に基づき策定された「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画」(通商産業省、2000)によれば、原環機構は、文献調査を実施した後、概要調査を実施し、平成20年代前半を目途に精密調査地区を選定し、平成30年代後半を目途に最終処分施設建設地を選定して、平成40年代後半を目途に最終処分を開始するとされている。したがって、高レベル放射性廃棄物の処理処分技術に関する研究開発*は、こうした計画と整合をとって、着実に進めることが重要である。

高レベル放射性廃棄物処分については、最終処分事業の推進に寄与するため、その進捗と整合をとって着実に高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発を進めていく。「高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発」は、「地層処分研究開発*」とその基盤となる「深地層の科学的研究」として進める。「深地層の科学的研究」では、主に深地層の研究施設を活用し、設計や安全評価に関わる深部地質環境*データの蓄積や調査・評価技術の整備を図っていく。「地層処分研究開発」では、「深地層の科学的研究」の成果を活用しつつ、データの蓄積、モデルの高度化による「処分技術の信頼性向上」と「安全評価手法の高度化」を進めていく。このような研究開発の成果は公開し、原環機構が進める最終処分事業の推進や、国が行う安全基準等の策定に積極的に寄与する。

高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発については、科学的視点での国際的合意、国内研究開発の補完や効率化および国際的貢献の観点から国際協力を進める。とくに欧米諸国の地下研究施設を用いた共同研究等を積極的に行い、最新の知見を交換することを通じて、評価手法や評価結果の信頼性確認に資するとともに、サイクル機構の深地層の研究施設計画の効率的な推進を図る。

2.3. 地層処分技術に関する研究開発全体の中での幌延深地層研究計画の位置づけ

サイクル機構は、「我が国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ-」(サイクル機構、1999)(以下、「第2次取りまとめ」という)の公表、原子力長計の見直しで示された役割分担および第2次取りまとめ公表以降の処分事業推進に向けた動きの中で、課題評価委員会による評価を受けながら、平成13年12月に「高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発の全体計画」(以下、「全体計画」という)を策定した(サイクル機構研究開発課題評価委員会、2001)。この中で、第2次取りまとめ以降のサイクル機構の地層処分研究開発の全体目標を、

- ① 実際の地質環境*への地層処分技術の適用性確認
- ② 地層処分システム*の長期挙動の理解

の2つとし、これらの目標を達成するために【深地層の科学的研究】、【処分技術の信頼性向上】、【安全評価手法の高度化】という3つの研究開発分野を設定している。これらの各分野の中では、個別の研究開発項目を次のように定めている。

【深地層の科学的研究】

- ① 地質環境特性の研究
- ② 地質環境の長期安定性に関する研究
- ③ 深地層の工学技術の基礎の開発
- ④ ナチュラルアナログ*研究

【処分技術の信頼性向上】

- ① 人工バリア*の基本特性データベース
- ② 人工バリア等の長期複合挙動の研究

- ③ 人工バリア等の工学技術の検証
- ④ 設計手法の適用性確認

【安全評価手法の高度化】

- ① 核種移行データベースの整備
- ② 安全評価モデルの高度化
- ③ 安全評価手法の整備・高度化
- ④ 安全評価手法の適用性確認

幌延深地層研究センターは、【深地層の科学的研究】については①～③、【処分技術の信頼性向上】については②～④、【安全評価手法の高度化】については②と④の研究開発項目の実施場所として全体計画に定められている。

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進めている。一方、幌延の深地層研究所計画では、堆積岩*を対象とし、沿岸部で想定される塩水系の地下水を考慮した研究開発を進めている。これらの成果は、東海事業所の地層処分放射化学研究施設(QUALITY)や地層処分基盤研究施設*(ENTRY)で行う研究開発と連携して、普遍性のある知見として取りまとめる。

2.4. 深地層研究計画の目的と必要性(中長期事業計画より)

幌延深地層研究計画は、原子力長計で示された深地層の研究施設の一つとして、堆積岩を対象に地層処分技術に関する総合的な研究を行うものである。この深地層の研究施設は、地層処分技術の信頼性の確認や安全評価手法の確立に向けた研究開発を進めていく上で主要な施設であるとともに、研究開発に対する国民の理解を得ていく場としての意義を有している。

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の有効性を、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することである。これによって、実施主体が進める処分事業の推進や国が進める安全指針等の具体化に必要な最新の技術や成果を提供する。また、情報や研究の場を公開することによって、地層処分技術の研究開発*に対する社会の理解を深めることにも貢献することができる。

2.5. なぜ幌延と瑞浪の2箇所を実施する必要があるのか

地層処分システムの安全評価は、地下水により放射性物質が人間環境に運ばれる可能性に関するシナリオ*(地下水シナリオ*)を重視して検討することが、国際的にも共通の考え方となっている。主に地下水の流動に関する水理学的特徴から、わが国の地質は、砂岩・泥岩等に代表される堆積岩系と、花崗岩・安山岩等に代表される結晶質岩系という2つに大きく分けることができ、いずれの岩質も処分場候補地の対象となりうる。

堆積岩系は、岩石を構成する粒子間の空隙中をほぼ均一に地下水が移動する多孔質媒体として扱われることが多く、一方、結晶質岩系は、割れ目の中を選択的に地下水が移動する亀裂性媒体として扱われる。多孔質媒体としての堆積岩系と亀裂性媒体としての結晶質岩系とは、調査内容や解析方法が大きく異なり、どちらか一方だけの調査研究を行い、他方を代用するということができない。前者では地層の重なり具合や透水層の分布を特定することが重要であり、後者では透水性割れ目と非透水性割れ目の区別やそれぞれの分布、および、透水性割れ目の連結構造(ネットワーク構造)を明らかにする必要がある。

地下水の水質は、酸化還元状態や含有成分により人工バリアの腐食に影響を及ぼす可能性があり、安全評価上も重要な項目である。内陸部では一般に淡水が多く、沿岸部では塩水あるいは

塩水と淡水の両者が存在する可能性が高い。

堆積岩系のうち我が国に広く分布する新第三紀堆積岩は、結晶質岩系と比べて一般的に軟らかく、坑道掘削後に坑道壁面を支保しなければならない可能性が高い。これに対して結晶質岩系は一般的に硬く、坑道壁面は無支保で自立する可能性が高い。これまで述べたことを地層処分の観点からまとめると次のようになる。

地質:	堆積岩系	vs.	結晶質岩系
水理:	多孔質媒体	vs.	亀裂性媒体
水質:	塩水系	vs.	淡水系
岩石強度:	軟岩	vs.	硬岩
施工技術:	支保	vs.	無支保

これらの特徴を総合的に考慮し、また処分地選定の自由度を確保する観点から、我が国における深地層の研究施設は、主に地下水の水理学的特徴から多孔質媒体の堆積岩系と亀裂性媒体の結晶質岩系の最低2つが必須である。

地下水の水質は、本来これらと独立に設定することができるが、深地層の研究施設の数を必要最小限とするため、次のような組み合わせにより、2ヶ所で研究を進めることができる。

- ①塩水系の地下水を有する多孔質媒体で軟質な堆積岩系(幌延)
- ②淡水系の地下水を有する亀裂性媒体で硬質な結晶質岩系(東濃)

以上、堆積岩系と結晶質岩系では調査内容や評価手法が異なるという技術的理由だけでなく、処分地選定の自由度を大きくしておくという観点からも2つの深地層の研究施設が必要である。

2.6. 海外における堆積岩を対象とした深地層の研究施設等を活用した研究の動向

図1および表1に、海外における堆積岩を対象とした深地層の研究施設等を活用した研究の主な動向を示す。

モンテリープロジェクトは、スイス北西部のモンテリー・トンネル(道路トンネル)内の難透水性岩である「オパリナス粘土層」(中生代ジュラ紀:約1億8千万年前)に設けたモンテリー岩盤研究所(地下研究施設)において、平成8年に開始された国際共同研究である。同岩盤研究所は、スイス政府水資源地質局(Swiss Federal Office for Water and Geology: FOWG)が運営し、スイス放射性廃棄物管理協同組合(National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste: Nagra)をはじめ、現在、6ヶ国から11機関が参加し、水理、掘削影響、自己シール現象、掘削技術開発、高アルカリ影響、長期拡散試験、岩盤力学、熱-水-応力-化学連成挙動等に関する原位置試験が実施されている。サイクル機構は、わが国の堆積岩系の岩盤に適用可能な調査・試験手法を開発・高度化するため、難透水性堆積岩中の間隙水の地球化学を評価する技術の開発を目的として、間隙水の地球化学評価試験に参加している。

ビュールプロジェクトは、フランス・パリ盆地東部のムーズ、オートマルヌ県に分布する「カルボオックスフォード紀の泥岩層」(中生代ジュラ紀:約1億年前)に建設中の地下研究施設で、立坑^{*}の掘削がほぼ終了している。これまでに約30孔のボーリング^{*}と3次元反射法地震探査を実施し、地質構造モデルおよび地下水流動モデルを作成している。ボーリング孔を用いて透水係数、透水量係数、水頭を測定し、立坑とボーリング孔を利用して地下水の採水を行っている。また、坑道の掘削影響試験を実施している。サイクル機構はビュールプロジェクトを実施している研究機関(フランス放射性廃棄物管理機関: ANDRA)と協力協定を締結しており、毎年情報交換を行っている。

ヘイデス地下研究施設は、ベルギーの Boom 泥岩(第三紀:数千万年前)中に作られた地下研究施設で、ベルギー王立原子力研究センター(SCK・CEN)により昭和55年~昭和57年に最初の立坑が建設された。その後、第2立坑(平成9年~平成11年)および連結坑道(平成13年~平成14年)等が掘削された。試験研究としては、高レベル放射性廃棄物ガラスの溶解試験、立坑のシー

リング試験、坑道掘削影響試験、地球化学・物質移行試験等を行っている。サイクル機構は、SCK・CENとの協力協定により、高レベル放射性廃棄物ガラスの溶解試験に参加している。

2.7. 幌延深地層研究計画の概要

2.7.1. 研究計画の前提

わが国では、再処理で使用済燃料からプルトニウム、ウランの有用物質を分離した後に残存する高レベル放射性廃棄物は、安定な形態に固化したのち、30年から50年間程度冷却のための貯蔵を行い、その後地層処分することとしている(原子力委員会、2000)。サイクル機構およびその前身である動力炉・核燃料開発事業団は、この基本方針に基づいて研究開発を進め、平成4年に「第1次取りまとめ」(動力炉・核燃料開発事業団、1992)を、平成11年に第2次取りまとめ(核燃料サイクル開発機構、1999)を公表し、地層処分の技術的な信頼性を示した。その後、処分事業や安全規制の枠組みが整備され、わが国の地層処分計画が事業段階へと進展した状況を踏まえ、サイクル機構では平成13年に策定した全体計画に沿って研究開発を進めている。この全体計画においては、研究開発成果を「処分事業・安全規制の主なマイルストーンに先行する形で段階的に取りまとめていく」こととしている。

2.7.2. 段階的研究

幌延深地層研究計画は、地下施設の建設前の調査研究から地下施設の完成後の調査研究まで全体で約20年を要する計画であり、これを以下の3段階に区分して進める。

第1段階:地上からの調査研究(5～6年間)

第2段階:坑道掘削(地下施設建設)時の調査研究(7～9年間)【今回の評価対象】

第3段階:地下施設での調査研究(10～12年間)

第1段階では、地上からの調査に基づき、地質環境の推定および坑道掘削に伴う地質環境の変化の予測等を実施し、第2段階では坑道からの調査で予測結果を確認し、第3段階では坑道を利用した試験を実施する。

第1段階である「地上からの調査研究段階」は平成13年3月から開始しており、平成17年度に終了する。第2段階である「坑道掘削(地下施設建設)時の調査研究段階」は平成17年度後半より開始する。第3段階である「地下施設での調査研究段階」には、坑道を利用した地層処分技術に関する各種の原位置試験や地質環境データ取得が予定されている。これら各段階の研究計画については研究の進捗に合わせて適宜見直しを行う。

2.7.3. 研究開発課題

幌延深地層研究計画では、2.3節で述べたように、全体計画において定められた深地層の科学的研究、処分技術の信頼性向上および安全評価手法の高度化に関する研究開発を実施する。深地層の科学的研究としては、地質環境特性の研究、地質環境の長期安定性に関する研究および深地層の工学技術の基礎の開発を行う。処分技術の信頼性向上に関しては、人工バリア等の長期複合挙動に関する研究、人工バリア等の工学技術の検証および設計手法の適用性確認を行う。安全評価手法の高度化に関しては、安全評価モデルの高度化、安全評価手法の適用性確認を行う。幌延深地層研究計画ではこれらの全体計画で定められた研究開発項目を研究開発課題として設定している。地質環境特性に関する研究については、地質環境調査技術開発と地質環境モニタリング技術の開発の2つの研究開発課題に分けた。以下に幌延深地層研究計画全体における研究開発課題を示す。

【深地層の科学的研究】

- (1) 地質環境調査技術開発
- (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) 深地層の工学技術の基礎の開発

【処分技術の信頼性向上】

- (5) 人工バリア等の長期複合挙動の研究
- (6) 人工バリア等の工学技術の検証
- (7) 設計手法の適用性確認

【安全評価手法の高度化】

- (8) 安全評価モデルの高度化
- (9) 安全評価手法の適用性確認

地上からの調査研究段階(第1段階)においては、これらの研究開発課題のうち(1), (2), (3), (4), (6), (7), (9)についての調査研究を行った。坑道掘削時の調査研究段階(第2段階)においては、8つの研究開発課題(1), (2), (3), (4), (6), (7), (8), (9)についての調査研究を行う計画である。地下施設での調査研究段階(第3段階)においては、(1)~(9)にわたるすべての研究開発課題に関する調査研究を行う計画である。

2.8. 課題評価を受ける範囲

地上からの調査研究段階(第1段階)のこれまでの研究成果と坑道掘削(地下施設建設)時の調査研究段階(第2段階)の研究計画

2.9. 措置の実施状況

平成13年12月に行った「全体計画」に対する課題評価の措置に関する実施状況は次のとおり。

指 摘 事 項	実 施 状 況
国内関係機関/大学との積極的な連携や、先行している各国の地層処分に関する情報を十分に活用していくことが必要である。	大学関係では、北海道大学、京都大学、静岡大学、山口大学、埼玉大学との研究協力を実施している。国内研究機関とは電力中央研究所、原子力環境整備・資金管理センター、産業創造研究所および幌延地圏環境研究所と研究協力を実施中である。海外の研究機関では、スイスNAGRA、アメリカSNL(Sandia National Laboratories)、フランスANDRAと研究協力を行っている。また、モンテリー・プロジェクトに参画している。
第2次取りまとめ以降、次の世代において創造的な技術開発が実を結ぶためにも若い研究者の育成が必要である。各研究機関や大学と連携して調査研究を進めるとともに、若い次世代の研究者の育成を国と連携して推進していくことが望まれる。	連携大学院制度に関わる研究協力の実施や大学との研究協力等の実施を通じて、研究者の育成を進めてきた。連携大学院制度としては、金沢大学と平成14年度から研究協力を行っている。また、博士研究員1名を受け入れ、地質環境の長期安定性の研究を進めている。これらの研究協力等を進めた結果、大学側の研究成果の品質向上およびサイクル機構研究者の能力を向上することができた。

これらの指摘を踏まえ、第1段階を実施するとともに第2段階の計画を立案した。

3. 幌延深地層研究計画について

3.1. 全体目標

幌延深地層研究計画では、全体目標として以下の3つを設定している。

- ① 深部地質環境の調査・解析・評価技術の基盤の整備
- ② 深地層における工学技術の基盤の整備
- ③ 実際の地質環境での地層処分技術の適用性確認

3.2. 第1段階の目標

全体目標を踏まえて、第1段階の目標として以下の3つを設定している。

- ① 地上からの調査研究による地質環境モデル^{*}の構築および坑道掘削前の深部地質環境の状態の把握
- ② 地下施設の詳細設計および施工計画の策定
- ③ 地層処分技術の適用性確認試験のための基盤情報整備および概念検討

3.3. 第1段階での実施内容と主な成果

3.3.1. 第1段階の達成目標

第1段階での段階目標を達成するために、以下の(1)～(7)の具体的な個別目標およびその他を設定し調査研究を進めている(表2)。

(1) 地質環境調査技術開発

- ① 地表から地下深部までの地質環境データの取得
- 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 調査技術・調査機器開発

(2) 地質環境モニタリング技術の開発

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

(3) 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

(4) 地質環境の長期安定性に関する研究

地震・断層活動、隆起・沈降・侵食の過去および現在における地殻活動に関する情報の取得・整理

(5) 人工バリア等の工学技術の検証

(6) 設計手法の適用性の確認

(7) 安全評価手法の適用性確認

(8) その他

- ① 坑道掘削時の調査研究段階(第2段階)の調査研究計画の策定
- ② 地下施設での調査研究段階(第3段階)の調査研究の基本計画策定

3.3.2. 第1段階の主な調査研究成果

(1)地質環境調査技術開発

①地表から地下深部までの地質環境データの取得

(i)目的

研究所設置地区およびその周辺に分布する堆積岩を対象として、その地質環境特性を把握し、モデル化手法の開発に資するために、地表から地下深部の地質環境(地質・地質構造、地下水の水理、地下水の地球化学、岩盤力学に)関するデータを取得する。

(ii)実施内容と主な結果

【地質・地質構造】

既存データの収集・整理、地表地質調査^{*}、簡易ボーリング調査、空中物理探査(空中磁気探査、空中電磁探査^{*}、空中自然放射能探査)、地上物理探査(電磁探査、反射法地震探査、VSP探査^{*}、高密度反射法地震探査、マルチオフセットVSP探査、重力探査)、ボーリング調査等を実施した。

研究所設置地区内において地表から深度700mまでの範囲に分布する岩石は、砂岩(勇知層に対応)、珪藻質泥岩(主として声間層に対応)、硬質頁岩(主として稚内層に対応)と考えられ、珪藻質泥岩層と硬質頁岩層の間には遷移帯が存在する。珪藻質泥岩と硬質頁岩は、両者とも主に珪藻が堆積してできた岩石であり、その違いは続成作用により生じていると考えられている。強度変形特性の小さい軟岩～中硬岩に区分される堆積岩であることから、岩盤中の割れ目は相対的に少ないものと当初予想したが、その後の調査により岩盤中には多数の断層が存在することがわかった。

それらの断層はタイプ1～4の4種類に大別でき、このうちタイプ1に相当する大曲断層は、地表地質調査、反射法地震探査、電磁探査、およびボーリング調査の結果から、既往の文献等で指摘されている地表位置とほぼ同位置に存在すること、分岐構造を有する可能性があること、および高透水性を有することが示唆された。

また、大曲断層に加えてタイプ3の断層も岩盤の透水性に大きな影響を与えている可能性が示唆されている。なお、地下施設建設位置で予測される稚内層と声間層の境界深度は、現時点では325m程度と見積もられている。

【地下水の水理】

表層水理調査として、河川流量観測、気象観測、地下水位観測、土壌水分観測等を実施した。これらの観測データか層では $10^{-11} \sim 10^{-5} \text{m/sec}$ 程度の範囲に広く分布することがわかった。また、稚内層では深度が大きくなると透水係数が小さくなる傾向が認められた。このような透水係数の分布は高透水性ら、水収支法を用いて研究所設置地区およびその周辺の1年間の地下水涵養量^{*}は100mm程度と推定された。

さらに、ボーリング調査に伴う水理試験およびボーリング調査で採取した岩芯を用いた室内透水試験を実施した。水理試験から得られた透水係数は、勇知層、声間層では比較的ばらつきが小さいのに対し、稚内を示す割れ目や割れ目帯の分布に起因するものと考えられる。一方、室内透水試験から得られた透水係数に関しても深度に対して上述のような傾向が認められたが透水係数の分布範囲(幅)は水理試験のそれと比較して小さいものであった(図3)。

また、水理試験および地下水の長期モニタリングにより得られた水圧データから、研究所用地周辺の地下水はやや被圧している(静水圧に比して水頭でおおよそ+20m以下)状態であることがわかった。

上記の地質・地質構造に関する情報およびこれらの水理特性に関する情報に基づき構築した地下水の水理モデルを用いて地下水流動解析を実施した。解析の結果、研究所設置地区

およびその周辺の地下水流動は、地下浅部では清水川またはペンケエベコロベツ川に流出域を持つ局所流動系、地下深部では天塩川に流出域を持つ広域流動系に支配されると考えられ、大局的には東から西へ向かう流動方向であると推定された。

【地下水の地球化学】

表層水(河川水・降水)、ボーリング調査中に採水した地下水およびコアから抽出した間隙水の化学分析、酸素・水素同位体比および溶存ガス^{*}の分析等を実施した。これらの結果より、本地域の地下水は、表層部には降水起源と考えられる淡水系の地下水が分布し、深部には溶存成分濃度の高い塩水系の地下水が存在していることが明らかとなった。

これらの地球化学特性の分布は、調査を実施したボーリング孔で淡水系の地下水と塩水系の地下水の境界深度が異なる傾向が認められ、本地域の地質構造とは整合的ではないことがわかった。また、大気雰囲気下で間隙水抽出を行った際の酸化の影響と考えられる SO_4^{2-} イオンの選択的な溶出が確認された。

【岩盤力学】

岩盤・岩石物性の把握のため、各ボーリング孔において室内試験および物理検層を実施した。その結果、岩石の一軸圧縮強度は、声間層:5MPa 程度、声間層/稚内層の遷移部分:5~20MPa 程度、稚内層:20MPa 程度であり、有効空隙率以外の岩石物性は、国内に分布する新第三紀の泥質岩・凝灰岩の分布範囲に入っており特異なものではないことがわかった。また、物理検層結果と室内試験結果の比較により、急激な物性の変化が生じるゾーンが存在が明らかになった。

初期応力場の把握に関しては、水圧破碎法による原位置応力測定を実施し、水平面内最小主応力が推定土被り圧と概ね等しいこと、水平面内最大主応力は最小主応力の1.5倍の範囲内に概ね分布すること、最大主応力の方位が大曲断層西側ではほぼ東西であること等の測定結果を得た。

(iii) 達成度

以下のとおり、研究所設置地区およびその周辺地区の地質環境に関するデータを取得した。さらに、個々の測定・調査に適用した手法の有効性を確認することができた。

【地質・地質構造】

研究所設置地区およびその周辺の地質層序を把握し、大曲断層の三次元構造や褶曲構造を推定した。また、同地区で観察された断層について特徴に基づく分類を行った。

【地下水の水理】

表層水理調査によって得られた河川流量、降水量、蒸発散量等のデータから地下水涵養量を推定した。また、透水係数や水圧分布に関するデータを取得し、地下水流動特性を推定した。

【地下水の地球化学】

地下水の地球化学モデル^{*}の構築や解析に必要な初期の情報として、表層から地下深部にかけての地下水の地球化学特性データを取得した。この結果をもとに、本地域の地下水の地球化学特性分布を推定した。

【岩盤力学】

研究所設置地区およびその周辺の岩盤・岩石物性および初期応力分布について、深度1000m付近までのデータを取得した。データの質・量は後述する3次元な岩盤力学モデル^{*}の構築に必要な十分なデータであったと考える。また、これらのデータは地下施設設計における空洞安定性評価のための物性値設定に反映された。

②地下深部の地質環境のモデル化

(i) 目的

研究所設置地区およびその周辺において、取得した地質環境データに基づき、地質環境モデル(地質・地質構造、地下水の水理、地下水の地球化学、岩盤力学)を作成・更新するための手法を確立する。また、地下施設の建設に伴う地質環境の変化の予測や、これらのモデル化手法の妥当性を評価する技術を検討する。

(ii) 実施内容

研究所設置地区およびその周辺において取得した地質環境データに基づき、地質環境モデル(地質・地質構造、地下水の水理、地下水の地球化学、岩盤力学)を構築すると共に、各調査によって追加されたデータ等に基づき地質環境モデルを更新した。

【地質構造モデル】

大曲断層の分岐構造や割れ目密集部(割れ目帯)の分布を考慮した地質構造モデルを構築した(図4)。

【地下水の水理モデル】

更新された地質構造モデルおよび HDB-1~8 孔の水理試験等の調査結果に基づき、水理地質構造モデル^{*}を更新し、3次元有限要素法による飽和-不飽和の地下水流動定常解析を実施した。また、割れ目帯と透水係数の関係が確認されつつあることから、割れ目帯を考慮した2種類のモデル化(均質媒体としてのモデル化と不均質体としてのモデル化)を試行的に実施した。また、地下水流動とともに塩化物イオンの移流分散解析を実施し、塩化物イオン濃度分布からの地下水流動解析の検証を試みた(図5, 6)。

【地下水の地球化学モデル】

本地域の地下水の形成過程を推定するために、Multivariate Mixing and Mass balance (M3:SKB)を用いて多変量解析を実施した。その結果、本地域の地下水は降水を起源とする淡水系の地下水と深部の塩水系の地下水(古海水)との混合で説明できる可能性が示唆された。この多変量解析結果とボーリング孔の位置や分析結果から地球統計学の手法を用いて本地域における地下水の3次元的水質分布を推定した(図7)。より詳細な地下水の水質分布、水質形成過程や地下施設建設に伴う地下水の水質分布の変化を予測するために、地下水流動解析と地球化学計算を組合わせた TOUGH REACT の適用性を確認した。

【岩盤力学モデル】

研究所設置地区およびその周辺の岩石・岩盤の力学物性分布については、各種検層結果の比較から、ゾーンコンセプトにより研究所設置地区内の岩石・岩盤物性分布を場所によらず統一的に説明可能であることがわかった。具体的には、その深度変化の傾向の違いから、3つの異なる物性ゾーン(ZONE1:珪藻質泥岩層にほぼ対応、ZONE2:珪藻質泥岩と硬質頁岩の地質的遷移領域を含む、ZONE3:硬質頁岩層にほぼ対応)で構成されると考えられる。ZONE1は、50~60%の非常に大きな有効空隙率を有しており、力学特性は静弾性係数で1GPa、一軸圧縮強度は5Paより小さい。ZONE3は、有効空隙率で30%程度、静弾性係数で1-3GPa、一軸圧縮強度で5-20MPa程度の物性を有する。ZONE2は、ZONE1とZONE3の間の100m程度の間で連続的かつ大きな物性変化を生じており、研究所設置地区およびその周辺の特徴の一つと考えられる。

また、原位置岩盤としての物性に関しては、割れ目の影響は結晶質岩系に比べ相対的に小さいと考えられる。研究所設置地区内の大曲断層西側領域では、水平面内最小主応力はほぼ土被り圧に等しく、水平面内最大主応力はその1.5倍より小さい値を示す。最大主応力方

向は、地表付近から深度 700m までほぼ東西で一定である。なお、大曲断層西側領域では、深度 300m 以深からボアホールブレイクアウト現象が見られ、坑道掘削時にも坑道壁面に同様の破壊現象が生じることが想定される。

(iii) 達成度

地質構造モデル、水理地質構造モデル、地下水の地球化学モデル、岩盤力学モデルをそれぞれ構築した。また、地下水流動解析と地球化学モデルを統合化した TOUGH REACT と呼ばれるコード*を用いた解析を実施した。各モデル間の整合性や相互関係については、今後の検討課題である。

③ 地下施設の建設に伴う地質環境の変化の予測

(i) 目的

上述(2)で構築した地質環境モデルに基づき、地下施設建設に伴う地質環境の変化を予測する。立坑掘削以降は、モデルの信頼性を高めるために、予測値と実測値を比較しつつ、モデル更新を行う。

(ii) 実施内容

上述(2)で構築した地質環境モデルを用いて、地下施設建設に伴う立坑・水平坑道への地下水の湧水量や周囲の水圧の変化の予測解析を、3次元有限要素法による飽和-不飽和の地下水流動解析により実施した。解析からは、地下施設の近傍の HDB-1, 3, 6 孔では顕著な水位低下が見られるが、それ以外のボーリング孔では、地下施設完成の数十年後でも、ほとんど水位低下は見られない結果となった(図 8)。ただし、本解析は地下施設の建設工程やレイアウトを仮定した予備的なものであり、平成 17 年度においても継続して解析を進める。平成 17 年度に以下の項目を実施する

【地下水の水理】

水理地質構造モデルを用いて、地下施設の建設工程、溶存ガスの脱ガス現象等を考慮し立坑・水平坑道への地下水の湧水量を評価するとともに、地下施設周囲における地下水の水位や水質(pH)の変化等の予測解析を行う。また、密度の異なる地下水やガスが溶け込んでいる地下水の流れ方等についての解析を行う。

【岩盤力学】

岩盤力学モデルを用いて、地下施設の掘削に伴う周辺岩盤の力学的な変化の予測解析を行う。

(iii) 達成度

平成 16 年度までに構築した地質環境モデルに基づき、立坑が掘削されたときの地下水位変化に関する予察的解析を実施した。

④ 調査技術・調査機器開発

(i) 目的

ガスや石油を胚胎する堆積軟岩を対象にして、調査試験に影響の少ないボーリング孔掘削技術の検討を行う。また、ボーリング孔を用いた既存の透水試験、採水および力学試験装置の適用性確認や改良を行い、堆積岩を対象にした調査技術・調査機器開発を行う。

(ii) 実施内容

ガスや石油を胚胎することから、石油探査において使用されている掘削技術を適用することで、安全に掘削できることを確認した。調査試験では、掘削時に使用する泥水の影響を小さくするため

の試験方法を検討した。また、ガスによる試験への影響をなくすための水理試験方法を構築した。その他の有用な技術として、定方位コア採取方法、コアからの間隙水抽出技術、軟岩への適用を目指した岩盤力学測定装置の改良、原位置における地下水の地球化学パラメータ^{*}の取得装置、封圧採水装置の検討、適用性確認を実施した。

(iii) 達成度

ガスや石油を胚胎する堆積岩を対象にしたボーリング孔掘削には、既存の石油探査技術を適用することで対応できることが分かった。粘土鉱物等の膨潤^{*}性のない堆積岩を対象にした掘削は、ベントナイト^{*}のみの泥水で十分対応できることが分かった。泥水を使用することによる調査への影響については、試験方法の改良、複数の試験方法によるデータの取得等により評価できる可能性を示した。

原位置 pH-Eh 取得装置の開発およびコントロール掘削技術の開発は継続中であるが、他の技術はこれまでのボーリング調査に適用し、ボーリング孔中で用いる試験機器について、いくつかの技術を開発・実用化した。

(2) 地質環境モニタリング技術の開発

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

(i) 目的

- ① 地下施設の建設による、その周辺の地下水の水位や水質への影響を把握する。また、既存の長期観測装置の適用性や耐久性等を確認する。
- ② 地下研究施設の建設に伴う地下の構造や状態の変化を常時監視するためのモニタリングシステム^{*}として、電磁波と弾性波を用いた遠隔監視システムの開発を進める。

(ii) 実施内容

- ① これまで掘削したボーリング孔(HDB-1,2,3,6,7,8)に地下水の長期水圧モニタリング装置を設置し、地下水の間隙水圧計測を開始した。また、HDB-4 孔については、採水装置を設置し水質変化を観測している。なお、HDB-5 孔については、物探等様々な試験を行うことができるようモニタリング装置を設置していない。
- ② 遠隔監視システムの設置箇所を選定するための予備調査を実施した。その結果を踏まえて、電磁波を用いた遠隔監視システムを設置し、試験観測を開始した。

(iii) 達成度

- ① ボーリング孔 8 孔のうち 6 孔に地下水の長期水圧モニタリング装置を、他の 1 孔に採水装置を設置し、地下水の圧力ならびに水質の長期観測を開始した。H16 年度に掘削した 3 孔(HDB-9,10,11 孔)については、H17 年度に水圧モニタリング装置を設置する。地下水の水質については、ケーシングパイプの設置に使用したセメントの影響と考えられる変化が確認されつつある。
- ② 遠隔監視システムのうち、電磁波を利用したシステムについて設置を終了し、試験観測を開始した。現地適用性の確認およびシステムの改良については、弾性波を用いたシステムの設置が終了する H17 年以降に、あわせて進める予定である。

(3) 深地層における工学技術の基礎の開発

地下施設の設計および建設計画の策定

(i) 目的

地下深部において遭遇する様々な事象を考慮した坑道の安全確保、坑内環境の維持のために必要となる対策工(支保工^{*}の選定)等、施工管理の内容や方法を検討する。その成果を踏まえ、第

2 段階から建設を開始する地下施設の設計を行う。

(ii)実施内容

平成 15 年度に地下施設の基本設計、平成 16 年度に実施設計を行った。

幌延深地層研究計画において建設する地下施設は、深度約 500m の 3 本の立坑(東立坑(内径 6.5m)、西立坑(内径 6.5m)、換気立坑^{*}(内径 4.5m))と 4 深度に設置する水平坑道(内空幅 4～7m)からなる。

地下施設の建設は、第 3 段階の坑道を利用した研究を実施する場を確保するとともに、第 1 段階で予測した坑道掘削時の地質環境への影響予測結果および事前設計の妥当性の検証、現存の施工技術の適用や改良を試みつつ実規模での技術の有効性を確認する等の地層処分特有の地下研究施設としての役割を担うものである。設計・施工計画の検討においては、施設を安全に建設・維持するための空洞安定性の検討や防災対策(可燃性ガス対策、坑内作業環境、火災等)だけでなく、研究に資するための各種データを取得することを考慮し、地下施設の掘削による影響のモニタリング等を行いながら工事を進める計画とした。さらに、地下施設は一般の人々が深地層を体験する場であることも考慮して設計を行った。

空洞安定性の検討については、平成 15 年度までに地下施設予定位置近傍で実施したボーリング調査(HDB-3, 6 孔)により得られた力学試験結果等に基づいて地山区分を整理して岩盤物性値の設定を行い、それらを用いた空洞掘削時の挙動予測解析結果に基づき支保工の設計を行った。その結果、地下施設の空洞の安定性は確保できることを確認した。

防災対策については、可燃性ガスの発生が見込まれる坑内の研究・作業環境や入坑者の安全を確保するために、過去の災害事例の分析結果やガス湧出量予測解析の結果を踏まえた可燃性ガス対策、温度・湿度・風速・風量等を適切に維持するための坑内作業環境対策、坑内通気網解析結果に基づく火災時対策等の検討を行った。その結果、坑口暖房設備を設置することにより作業環境が維持され、換気ファンや風門を適切に制御することにより掘削中の坑道においても避難のための安全区域が確保できることを確認した。

(iii)達成度

地下施設の安全性を確保するために岩盤特性に応じた空洞の安定性を評価し適切な支保工の設計を行うとともに、地下施設における調査研究項目、可燃性ガス対策や通気等の防災面を考慮した施工計画を策定した。なお、地下施設の設計・施工計画については、今後掘削工事の進展に伴い当初想定していた条件と異なることが判明した場合、必要に応じて見直しを行う。

(4)地質環境の長期安定性に関する研究

地震・断層活動、隆起・沈降・侵食の過去および現在における地殻活動に関する情報の取得・整理

(i)目的

幌延地域の現在の地殻変動を把握する。また、地層に残された記録から過去の地質構造発達史を明らかにする。

(ii)実施内容

①地震研究

ボーリング孔内(深度 140m)に 1 台、地上に 4 台の地震計を設置して観測を実施し、それらデータを他研究機関の地震観測データと併合処理することにより、震源分布解析手法の検討、震源分布と活断層^{*}分布との関連性について検討した。また、2003 年十勝沖地震発生前後における地下水圧変化について検討した。

微小地震の震源分布と活構造*および地質分布を比較した結果、陸域で現在地殻変動が最も活発な地域は幌延地域西部の天塩平野であることが推定された。また、幌延地域南側および幌延町西部において、現在確認されていない地下数kmにおける地震を発生する構造の存在可能性が推測された。また、2003年十勝沖地震発生時に1kPa程度の地下水圧変化が測定されたが、すぐに回復し、太平洋岸の地震による影響は継続しないことが示唆された。

②天然現象の研究

GPS*および電磁探査機器を設置し、地殻変動に関わる観測を実施した。また、海成段丘の分布調査やその形成時期に関わる地表踏査、地層の年代層序学的検討、GPS観測データや地下地質構造断面を用いた地殻水平短縮速度の推定、および地層中に含まれる鉱物や有機物の変化に基づく侵食量の推定等を実施した。

年代層序学的検討から、陸域が100万年オーダーの時間スケールで天北堆積盆内を西方へ移動もしくは収斂することが推測された。海成段丘面の調査に基づき、約21万年前から現在に至る汀線位置の変化を記述した。海成段丘と地層中に含まれる鉱物や有機物の変化から、過去の隆起速度および侵食量を求めた。地下地質構造断面を用いた地殻水平短縮速度の見積もりでは、幌延地域の北部よりも南部、西部よりも東部で高いことが把握できた。また、GPSデータ等を利用した観測結果については、2003年十勝沖地震の発生前後において地殻変動の傾向や速度が異なるという成果が得られた。

(iii)達成度

- ① 現在地殻変動が活発な地域および地震を発生する構造の存在可能性が推測され、地震活動と地質構造の関係について、大まかな特徴を把握することができた。地震に伴う地下水圧変化については、太平洋岸で発生する地震の影響はデータを取得できたが、日本海側で発生する地震については、データを取得することができず、今後の課題となった。
- ② 幌延地域における地史について、100万年オーダー(一部は万年オーダー)の時間スケールで記述することができた。また、地殻変動の傾向や速度を異なる手法を用いて推定し、それぞれの手法の有効性や問題点を明らかにした。

(5)人工バリア等の工学技術の検証

(i)目的

低アルカリ性コンクリートに関する材料開発と実際の地質環境に対する適用性確認

(ii)実施内容

セメント系材料に起因する高pH溶液の緩衝材*や岩盤等への影響を考慮し、坑道支保工に用いるセメントとして、低アルカリ性セメント*の開発と適用性の評価を行っている。吹付けコンクリート、場所打ちコンクリート、グラウトとしての施工性の確認、目標品質の達成、品質変動の把握、耐久性の評価という4課題について検討した。

(iii)達成度

施工性に着目した材料開発と室内試験による基礎的な物性把握を行った。

(6)設計手法の適用性確認

(i)目的

人工バリアの設計手法の実際の地質環境への適用性確認と設計の観点での地質環境調査における留意点の整理

(ii) 実施内容

第 2 次取りまとめで設定した人工バリア設計フローを見直し、設計と地質環境データの関係を整理するとともに、設計に必要となる地質環境データの抽出を行った。深地層の工学技術の基礎の開発において設定された地下施設建設位置の地質条件に基づき、堅置き方式の実規模の模擬処分孔を掘削した際の空洞安定性評価を行い、力学的観点から人工バリア設置環境の検討を行った。

(iii) 達成度

地上からの調査研究段階での概略的な適用性の確認を行った。

(7) 安全評価手法の適用性確認

(i) 目的

地上からの調査研究段階において取得される地質環境データを用いて、天然バリア*中核種移行を中心に不確実性を考慮したモデル化手法の実際の地質環境への適用性確認と安全評価の観点での地質環境の調査における留意点等の整理を行う。

(ii) 実施内容

地層処分の安全機能に大きな影響を及ぼす因子である地下深部の流量、流速や移行経路情報等の地質環境データに着目し、地質環境データの有する不確実性を考慮に入れた地質環境モデル構築方法について検討した。具体的には、不確実性存在下での地質環境モデル(地質構造モデル、水理地質モデル、地下水化学モデル、岩盤力学モデル、物質移動モデル)の構築方法と地質環境モデル相互の関係を総合的にまとめ、地質構造、水理地質構造、地下水化学、岩盤力学、物質移動の 5 分野における現状の知見に基づくモデル化において考慮すべき複数のモデルオプションを提示した。

(iii) 達成度

地上からの調査研究段階で取得される地質環境データに付随する不確実性を考慮した地質環境のモデル化手法について検討し、地質構造、水理地質構造、地下水化学、岩盤力学、物質移動の 5 分野のモデルオプションは任意に組み合わせることが許されるものではなく、それぞれ対応付けをとることにより全体として統合的な総合地質環境モデルを選定すべきことを示すことができた。

(8) その他

① 坑道掘削時の調査研究段階（第 2 段階）の調査研究計画の策定

(i) 目的

第 1 段階で実施した予測結果の検証データの取得および地下施設近傍の地質環境の調査技術開発を目的とする。

(ii) 実施内容

第 2 段階で実施する試験項目と、そのために必要な坑道のレイアウトについて、基本計画を策定する。

(iii) 達成度

平成 14 年度までに得られた地質環境の知見および地下施設の基本計画検討結果に基づき、坑道掘削時に生じることが予想される諸現象を考慮しつつ、後述する調査研究の基本計画を策定し、

技術資料として取りまとめた(サイクル機構, 2003)。

②地下施設での調査研究段階(第3段階)の調査研究の基本計画策定

(i) 目的

地下施設近傍の地質環境の調査技術開発および地層処分技術の実証等を目的とする。

(ii) 実施内容

第3段階で実施する試験項目と、そのために必要な坑道のレイアウトについて、基本計画を策定する。

(iii) 達成度

予定していた基本計画を完成し技術資料として取りまとめた(サイクル機構, 2004)。今後、新たに蓄積された地質環境に関する知見および地下施設実施設計等の成果を踏まえ詳細計画の策定等を行う。

3.3.3. 第1段階での予算・要員・体制の実績

平成12年から16年までの体制・予算

[要員]: 63名(当初26名)
・研究者・技術者 35名(11名)
・管理要員 17名(13名)
・施設保全等 11名(2名)

[予算]: (単位:億円)

	全体	研究費	施設建設費	広報費
平成12年度	約 8.5	約 6.2	0	約 0.3
平成13年度	約 10.8	約 7.6	0	約 1.4
平成14年度	約 13.3	約 10.8	約 0.6	約 1.0
平成15年度	約 16.9	約 12.2	約 3.2	約 0.6
平成16年度	約 23.4	約 12.3	約 9.8	約 0.5
総額	約 72.9	約 49.1	約 13.6	約 3.8

3.3.4. 第1段階での研究成果の公表

・国内学会発表 103件
・国際会議発表 11件
・論文 6件
・年度報告書(幌延) 3件
・年度報告書(本社) 3件

この他、第2次取りまとめ以降における研究開発の成果を全体的に取りまとめた「高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する知識基盤の構築—平成17年度取りまとめ—」(核燃料サイクル開発機構, 2005;以下、「H17取りまとめ」という)に反映する予定である。

3.3.5. 第1段階での地域の皆様への説明等の実績

幌延深地層研究センターにおける広報活動については、センターで実施する研究開発に対して

広く国民の理解醸成を図るため、あらかじめ策定した年間広報活動計画に基づき実施して活動している。この計画では、

- ①調査研究が計画的に進むための理解醸成
- ②協定に基づく積極的な情報公開の推進

を目標に、業務の透明化を図るべく施設の公開・情報の発信等に努めている。具体的な実施内容としては、以下の項目を中心に広報活動を行っている(表3)。

- 広報誌の定期発行や新聞、テレビ等を活用した積極的な情報発信
- インターネットホームページを活用した情報提供の継続
- 積極的な報道対応(調査研究等の進捗に応じたプレス発表等)
- 地元行事への積極的な参加
- フォーラム等の開催(幌延深地層研究報告会、札幌)
- PR施設の設計

調査研究等の進捗に応じたプレス発表の例として、実際に新聞折り込み広告として配布したビラを参考資料として示す。

3.4. 第2段階の研究計画

第2段階の調査研究計画を策定する際には、わが国の地層処分計画に対して適切に成果が反映できるようにすることが必要となる。具体的には、精密調査地区選定の目途である平成20年代前半までに一定深度(深度要件である300m以深)までの坑道掘削、精密調査地区における地下施設の建設が開始されると見込まれる平成20年代後半頃には、最大深度までの坑道掘削を行う。

本段階では、坑道の掘削と並行して、地質環境に関する情報を取得する。断層や割れ目帯、酸化還元境界等の重要な調査研究対象が認められた地点付近においては、必要に応じて立坑から小さな坑道等を設けるとともに地上からのボーリング調査等を実施し、詳細な調査研究を行う。これらの調査研究により取得する情報に基づき、第1段階において構築した地質環境モデルの妥当性や調査・解析手法の有効性を確認する。また、坑道掘削に伴う地質環境の変化を実際に把握する。さらに、新たに取得する地質環境情報に基づき、坑道周辺を対象とした地質環境モデルを構築し、坑道を利用した調査研究段階において展開する水平坑道周辺の地質環境を推定する。本段階においても、「地質環境の概念の提示→調査研究計画の立案→調査の実施→モデルの構築および解析→評価」といった一連の手順の繰り返しにより、地質環境の調査・解析・評価手法を段階的に整備していく。

これらの調査研究と合わせて、本段階で取得する地質環境に関する情報を踏まえて、坑道を利用した調査研究の課題を抽出する。また、必要に応じて室内試験等を実施することにより、坑道を利用した調査研究段階における調査研究計画を詳細化および具体化する。一方、坑道の施工・維持・管理に関わる工学技術については、既存技術の有効性を確認するとともに高度化を行う。さらに、実際の地質環境での地層処分技術の適用性確認として地下施設建設中の実施が合理的であるものや長期の試験期間が必要なものについては、第2段階から実施する。

なお、本段階において実施する調査研究の内容については、今後取得する地質環境に関する新たな情報や知見に基づいて、適宜最適化を図っていく。また、調査研究スケジュールについても、適宜見直しを行い、最適化を図っていく。

3.4.1. 第2段階の目標

以下の4つの目標を設定し調査研究を進める。

- 坑道掘削(地下施設の建設)に伴う一連の深部地質環境の調査・解析・評価技術の整備
- 深地層における工学技術の基盤の整備
- 地層処分技術に関する工学技術の有効性の確認
- 安全評価手法の適用性の確認

3.4.2. 第2段階の研究項目

第2段階での段階目標を達成するために、2.7.3で述べたような以下の8つの研究開発課題に対して、合計11の研究項目を設定し調査研究を進める。

研究開発課題(1)：地質環境調査技術開発

- ① 地質環境データの取得
- ② 地上からの調査・解析手法の妥当性確認と地質環境モデルの構築
- ③ 調査技術・調査機器開発

研究開発課題(2)：地質環境モニタリング技術の開発

- ④ ボーリング孔を用いたモニタリング技術開発
- ⑤ 遠隔監視システムの開発

研究開発課題(3) : 深地層における工学的技術の基礎の開発

⑥ 地下施設の設計・施工および維持・管理に関わる工学技術の有効性確認

研究開発課題(4) : 地質環境の長期安定性に関する研究

⑦ 地質環境の長期的変化を考慮した地質環境モデルの構築

研究開発課題(5) : 人工バリア等の工学技術の検証

⑧ データの蓄積とモデルの高度化, 工学要素技術の検証

研究開発課題(6) : 設計手法の適用性確認

⑨ 設計手法の幌延の地質環境への適用性確認

研究開発課題(7) : 安全評価モデルの高度化

⑩ 堆積岩に関する安全評価モデルの高度化に資するデータ取得

研究開発課題(8) : 安全評価手法の適用性確認

⑪ 地質環境の不確実性を考慮した安全評価のための手法開発

3.4.3. 第 2 段階の研究内容

研究開発課題(1) 地質環境調査技術開発

研究項目① 地質環境データの取得

(達成目標)

第 1 段階で構築した地質環境モデルおよびそれに基づく地下施設建設に伴う影響予測結果の妥当性を確認するため, 地下施設および第 1 段階で設置した各種モニタリング装置により, 地質環境データを取得する。

(実施内容)

地表から深度 500m 程度までの範囲で 3 次元的に展開される立坑と水平坑道の掘削時に, 坑道壁面の地質観察, 坑道への湧水量測定, 湧水の水質調査等を行うとともに, 坑道から掘削するボーリング孔を利用して地質や地下水水圧・水質, 岩盤の力学特性等のデータを取得する。また, 採取した岩石・地下水試料を利用した室内試験を実施する。

また, 第 1 段階において掘削したボーリング孔および地表部に設置した各種長期モニタリング装置を用い, 坑道掘削に伴う地下水水圧や水質の変化の有無やその程度を観測する。また, 河川流量観測, 気象観測等の表層水理調査を行う。なお, 坑道掘削により取得する地質環境データに基づく検討結果等から, 必要があれば物理探査やボーリング調査等の地上からの調査を実施する可能性もある。

研究項目② 地上からの調査・解析手法の妥当性確認と地質環境モデルの構築

(達成目標)

①で取得した地質環境データを利用し, 第 1 段階で適用した調査・解析手法の妥当性を確認する。また, 第 1 段階で構築した地質環境モデルの妥当性を確認するとともにスケールに応じた地質環境のモデル化を行う。

(実施内容)

①で取得したデータを用い, 第 1 段階で構築した地下施設を含む数 km スケールの地質環境モデルの妥当性を確認するとともに, 必要に応じてモデルを更新する。これらの作業を通じ地上からの調査研究段階における調査の考え方・調査手法およびモデル化/解析手法の妥当性を確認する。

さらに、①で得られる坑道近傍の調査データに基づき、地層処分技術の適用性評価に関する原位置試験等に必要となる数十 m～数 m 四方のスケールの地質環境モデルを構築する。このモデルは、第 3 段階で実施する調査試験研究計画を策定するための基礎情報となる。

研究項目③ 調査技術・調査機器開発

(達成目標)

溶存ガス等を含む地下水や堆積岩を対象に、岩盤の変形挙動や水理特性、地球化学特性等を坑道内から調査するための技術および機器の開発を行う。

(実施内容)

坑道内の調査では、その特有の環境(高湿度等)や調査に使用できる空間が限られていること等、地上からの調査とは異なる条件の下での調査技術が必要となる。そのため、これまでにサイクル機構が実施してきた坑道内での調査研究(東濃鉱山における試験研究等)を通じて開発した各種計測装置等の調査技術・調査機器を適用し、その有効性を確認する。また、必要に応じて調査技術・調査機器の開発を行う。

また、坑道内における各種計測データを一元的に管理するためのシステムを構築する。

研究開発課題(2) 地質環境モニタリング技術の開発

研究項目④ ボーリング孔を用いたモニタリング技術開発

(達成目標)

第 1 段階のボーリング孔に設置した長期モニタリングシステムにより、その耐久性・有効性を確認するとともに坑道掘削による影響範囲を明らかにする。

(実施内容)

第 1 段階において掘削されたボーリング孔に地下水モニタリングシステム(MP システム, SPMP, PIEZO システム)を設置し、坑道掘削前の間隙水圧、地下水の水質を観測している。第 2 段階においては、これらのシステムを用い坑道掘削中の間隙水圧、地下水の水質観測を継続実施し、設置したシステムの耐久性や有効性を検討する。また、モニタリングデータ管理システムの構築、モニタリングデータの解析手法の構築を行う。

研究項目⑤ 遠隔監視システムの開発

(達成目標)

第 1 段階で設置した遠隔監視システム(電磁アクロスおよび弾性波アクロス)について、地下の地質環境の変化を観測する技術としての有効性の検討および必要に応じた改良を行う。

(実施内容)

第 1 段階に設置した弾性波アクロスと電磁アクロスの送受信システムを用い、地下施設建設に伴う周辺の地質環境変化の把握を試みる。この作業を通じ、地下の地質環境の変化を把握する技術としての有効性を検討する。

研究開発課題(3) 深地層における工学的技術の基礎の開発

研究項目⑥ 地下施設の設計・施工および維持・管理に関わる工学技術の有効性確認

(達成目標)

第1段階に実施した地下施設設計手法の妥当性の検証や施工計画策定等の坑道の施工・維持・管理に関わる工学技術の有効性を確認する。

(実施内容)

地下施設建設中に施工される覆工に作用する応力および覆工背面の地圧・変位等を直接計測することにより、第1段階で実施した地下施設設計手法の妥当性を検証するとともに、取得した計測データを合理的に設計・施工にフィードバックする情報化施工等の技術体系を整備する。

また、実際の地質環境が推定結果と大きく異なる場合や、想定外の事象に遭遇した場合等において、柔軟に設計変更ができること、さらに現状の対策工が適切に対応し得ることを示すことにより、設計・施工技術の有効性を確認する。さらに、地質環境の変化の事前予測や対策工実施後の品質保証のための工学技術の検討を行う。また、安全衛生面からの坑道内の研究環境の維持・管理や安全確保のための技術開発を実施する。

研究開発課題(4) 地質環境の長期安定性に関する研究

研究項目⑦ 地質環境の長期的変化を考慮した地質環境モデルの構築

(達成目標)

幌延地域における天然現象および地質環境の変遷を体系的に記述し、それに基づく地質環境の長期的変化を考慮した地質環境モデルの構築を行う。

(実施内容)

この研究では、幌延地域での観測や調査が可能な天然現象である、地震・断層活動、隆起・沈降・侵食、および気候・海水準変動を対象としている。

第1段階では、幌延地域における天然現象の変遷を把握してきた。第2段階では、天然現象が地質環境へ及ぼす影響を明らかにし、その結果を基に地質環境の長期的変化を考慮した地質環境モデルを構築する。

断層活動や隆起・沈降・侵食、気候・海水準変動等の過去の天然現象が地質環境へ及ぼした影響については、地表踏査や坑道壁面調査、採取した試料の室内試験等により影響の範囲や程度を把握する。地震等の現在も起こっている天然現象が地質環境へ及ぼす影響については、第1段階で設置した観測機器を用いて、地殻変動量や地下水水位・水圧の観測を行い、それらの変化と地震活動の特徴の関連性について検討する。

地質環境の長期的変化を考慮した地質環境モデルの構築にあたっては、過去から現在に至る天然現象および地質環境の変遷に関わる情報の収集と解析を行い、天然現象が地質環境へ及ぼす影響の因子やプロセスおよびメカニズム等を系統的に整理した上で実施する。なお、モデル作成過程においてデータ不足が生じた場合には、適宜現地調査や室内試験等を実施し、得られたデータに基づいてモデルを適宜更新していく。

研究開発課題(5) 人工バリア等の工学技術の検証

研究項目⑧ データの蓄積とモデルの高度化、工学要素技術の検証

(達成目標)

人工バリア等の工学技術の検証のための原位置試験のうち、坑道掘削時に実施する必要があるものについて原位置試験を開始する。また、第3段階に実施する人工バリア等の工学技術

の検証に関する原位置試験の詳細計画を策定する。

(実施内容)

人工バリア等の工学技術の検証のための原位置試験のうち、坑道掘削時に実施する必要がある低アルカリ性コンクリートの施工性を確認する試験を行う。低アルカリ性コンクリートに関する試験においては、坑道支保工としての基本的施工性の確認および適用範囲の把握、プラグ・グラウト等閉鎖工としての施工性の確認、鉄筋腐食等施工後の品質の確認を行う。

また、第3段階に実施予定の人工バリア等の工学技術の検証のための他の原位置試験(人工バリアの定置精度確認試験、トンネルシーリング試験等)の詳細計画策定を行う。

研究開発課題(6) 設計手法の適用性確認

研究項目⑨ 設計手法の幌延の地質環境への適用性確認

(達成目標)

設計手法の適用性確認のための原位置試験のうち、長期の試験期間が必要になるものについて原位置試験を開始する。また、H17 取りまとめにおいて構築された設計手法を用いて作成する人工バリア等を、幌延の地質環境に適用するための原位置試験仕様を検討する。

(実施内容)

設計手法の適用性確認のための原位置試験のうち、長期の試験期間が必要となるガス移行挙動試験を行う。ガス移行挙動試験は、人工バリアシステム全体の機能の評価とオーバーパック*材料の腐食に伴い発生するガスの移行評価モデルの検証を行うことを目的とする。この試験では、試験用坑道に掘削するピットを利用し、坑道およびピット周辺岩盤、緩衝材および埋戻し材中のガス等の挙動を、第2段階から第3段階にかけて連続的に観測する。

また、第1段階および第2段階で取得する地質環境データを用い、H17 取りまとめにおいて構築された人工バリア等の設計手法を適用し、第3段階に実施する設計(特に緩衝材・オーバーパックおよび埋め戻し材)の妥当性を検討するための原位置試験(熱・水理・応力・化学連成挙動評価試験等)の仕様を検討する。

研究開発課題(7) 安全評価モデルの高度化

研究項目⑩ 堆積岩に関する安全評価モデルの高度化に資するデータの取得

(達成目標)

堆積岩を対象とした安全評価手法の構築に資するため、これまでに取得された地質環境データを安全評価の観点から整理するとともに、室内試験を実施することにより水理や物質移行に関するデータを取得する。

(実施内容)

第1段階で取得した地質環境データおよび第2段階で取得する地質環境データを安全評価の観点から整理する。また、幌延の堆積岩ならびに塩水環境という条件を考慮して、岩盤中の割れ目やマトリックス部、あるいは人工バリアの構成要素である緩衝材を対象とした水理や物質移行に関する室内試験を実施する。室内試験の実施にあたっては、東海事業所の地層処分放射化学研究施設(QUALITY)や地層処分基盤研究施設(ENTRY)等を利用する。これにより幌延を1つの事例として構築する堆積岩に関する安全評価モデルの高度化に資するとともに、次段階で実施予定の安全評価手法の高度化に関する原位置試験計画策定およびそれに必要となる岩盤や緩衝材についてのデータ(分配係数、拡散係数、空隙率等)の分析・評価を行う。

研究開発課題(8) : 安全評価手法の適用性確認

研究項目⑪ 地質環境の不確実性を考慮した安全評価のための手法開発

(達成目標)

幌延の地質環境の不確実性を考慮した物質移行解析を試行するとともに、その結果に基づき坑道において実施するトレーサ試験の試験計画を策定する。

(実施内容)

幌延を1つの事例として、地下施設周辺での物質移行解析を試行する。具体的には、⑩で整理あるいは第1段階から第2段階へと段階的に取得される地質環境データおよび水理・物質移行に関する室内試験で得られたデータを利用して、地質環境の不確実性も考慮した物質移行解析を行う。この結果に基づき、安全評価の観点から地質環境の調査における留意点等を整理し、第3段階における調査計画や坑道において実施するトレーサ試験等の試験計画に反映する。

3.4.4. 第2段階の地下施設建設

(1)地下施設建設計画

地下施設の建設工事は平成17年度後半から実施する。そのうち、17年度から20年度まで4年間の建設を第I期工事として実施する。

地下施設は、3本の立坑(東立坑、西立坑、換気立坑*)と水平坑道からなる。立坑の深さは500mを目途にする。また、複数の深度に研究等のための水平坑道を展開する(図9)。

(2)安全対策

一般に堆積岩中にはメタン等の可燃性ガスが含まれていることが多く、幌延の地下施設用地周辺においても可燃性ガスの存在が確認されている。したがって、地下施設の建設および利用における安全対策としては、地下施設に共通した覆工、地下水の排水、坑内環境確保の他に可燃性ガス対策が重要となる。

防災基本コンセプトは、可燃性ガスの発生を念頭において、「万が一いかなる箇所で火災等の災害が発生しても、通気制御により安全区画を確保し、入坑者が安全に地表まで避難することができる防災システム」を基本とした安全対策を実施する。

3.4.5. 第2段階の予算・要員・体制

(1)要員

第2段階における最盛期で105名程度の要員が見込まれる。

研究者・技術者	50名
管理要員	30名
施設保全等	25名

(2)予算

第2段階における予算は、研究費および施設建設費合わせて30～60億円/年を見込んでいるが、各年度の予算は、中期計画に基づき諸状況を踏まえて年度ごとに決定される。

3.4.6. 第2段階に期待される成果および反映先

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進展に応じてタイムリーに反映されることが重要である。成果の反映先である処分事業と安全規制に関わる最近の動きは次のとおりである。これらを踏まえ、第2段階に期待される成果とその反映について述べる。

(1) 処分事業の動き

処分事業の実施主体である原子力発電環境整備機構(以下、「原環機構」という)は平成13年10月に「概要調査地区の選定手順の基本的考え方」を公表し、最終処分施設建設地を段階的に選定していくことを宣言し、平成14年12月には概要調査地区の選定にあたり「高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域」の公募を開始している。

公募にあたり、原環機構では、市町村の公募に向けた検討資料として「応募要領」(原環機構, 2002a)、「処分場の概要」(原環機構, 2002b)、「概要調査地区選定上の考慮事項」(原環機構, 2002c)および「地域共生への取組み」(原環機構, 2002d)を取りまとめている。また、上記「処分場の概要」(原環機構, 2002b)や「概要調査地区選定上の考慮事項」(原環機構, 2002c)を補完する根拠等をまとめた技術資料をそれぞれ国内外向けに公開している(原環機構, 2004a, 2004b; NUMO, 2004a, 2004b)。

(2) 安全規制の動き

原子力安全委員会は、平成12年11月に「高レベル放射性廃棄物の処分に関わる安全規制の基本的考え方について(第1次報告)」(以下、「基本的考え方」という)を取りまとめ、処分に関わる安全確保の原則とその考え方、処分地に要求される環境要件、および安全規制の在り方等を示した。

さらに原子力安全委員会は、平成13年9月に特定放射性廃棄物処分安全調査会(以下、「調査会」という)を設置し、平成14年9月には「高レベル放射性廃棄物処分の概要調査地区選定段階において考慮すべき環境要件について」を取りまとめた。今後、原環機構の実施計画の進捗に応じて「精密調査地区選定段階において考慮すべき環境要件」および「最終処分施設建設地選定において考慮すべき環境要件」について検討をおこなうとともに、安全審査における評価基準を示す「安全審査基本指針」や「安全審査指針」について調査審議を行っていくこととしている(特定放射性廃棄物処分安全調査会の今後の進め方について、特調第10-1号)。

なお、環境要件の策定に関わる課題として、最終処分法(平成12年、法律第117号)第七条第二項および第八条第二項において各段階における要求事項を下記のとおりまとめている。

精密調査地区の選定(第七条第二項)として、

- 一 当該対象地層等において、地震等の自然現象による地層の著しい変動が長期間生じていないこと。
- 二 当該対象地層等が坑道の掘削に支障のないものであること。
- 三 当該対象地層等内に活断層、破碎帯*又は地下水の水流があるときは、これらが坑道その他の地下の施設(次条第二項各号において「地下施設」という。)に悪影響を及ぼすおそれが少ないと見込まれること。
- 四 その他経済産業省令で定める事項

最終処分施設建設地の選定(第八条第二項)として、

- 一 地下施設が当該対象地層内において異常な圧力を受けるおそれがないと見込まれること
その他当該対象地層の物理的性質が最終処分施設の設置に適していると見込まれること。
- 二 地下施設が当該対象地層内において異常な腐食作用を受けるおそれがないと見込まれる

ことその他当該対象地層の化学的性質が最終処分施設の設置に適していると思込まれること。

三 当該対象地層内にある地下水又はその水流が地下施設の機能に障害を及ぼすおそれがないと思込まれること。

四 その他経済産業省令で定める事項

との適合条件を挙げている。

原環機構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地表および地下施設を利用した精密調査を実施する。

一方、国により、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思込まれている(平成 12 年 11 月 6 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)」)。

(3) 第 2 段階に期待される成果とその反映

幌延深地層研究計画の研究成果は、精密調査段階における「地上からの調査」と「地下施設を利用した調査」に分けて、下記のとおり成果を反映することとする。

①平成 22 年度頃

精密調査地区選定の目途である平成 20 年代前半(平成 22 年度頃)までに一定深度(法定要件である 300m 以深)までの掘削・調査研究を進め、「坑道掘削に伴う調査技術の体系的整備」を達成する。

⇒精密調査段階の「地上からの調査」、安全審査基本指針の策定に貢献

②平成 20 年代後半以降

精密調査地区における地下施設の建設開始が思込まれる平成 20 年代後半頃には、最終深度(500m)までの地下施設を完成し、最大深度での技術(高圧下での施工技術や調査技術)の適用性確認を含む「地下施設での調査技術の体系的整備」を進める。

⇒精密調査段階の「地下施設を利用した調査」、安全審査指針、処分場の技術基準の策定に貢献

深地層の研究施設で実施される第 2 段階の調査研究では、各研究分野から、下記に示すような成果が得られることが期待される。研究成果は、第 2 段階での妥当性の確認(坑道掘削により直接確認)を経て、地上からの調査・評価手法の体系化を行っていく。これらの研究成果は、地層処分の観点から整理し、原環機構が行う処分事業、国が行う安全規制等の策定に関わる科学的根拠の提供等に反映する。

幌延深地層研究計画における各実施項目についての期待される成果とその反映について以下に示す。

(a) 地質環境調査技術開発

本研究からは、

- ・ 地表から地下深部まで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
- ・ 地下施設の建設に伴う地質環境の変化の予測

等の成果が得られ、実施主体が行う処分地選定のための調査手法や、国が行う処分地の選定に関わる環境要件の検討、安全審査基本指針の策定等に関わる科学的根拠として提供することがで

きる。具体的には、データ取得の考え方／方法、モデル化の考え方／方法の提供および地下施設建設に伴う影響範囲の考え方や評価手法、調査手法、モデル化手法、解析コードの妥当性の評価の考え方、地下水の採水仕様に関する知見や情報等である。

(b) 地質環境モニタリング技術の開発

本研究からは、

- ・モニタリング機器の開発・設置と観測の実績

等の成果が得られ、処分場の状況の把握と管理としてのモニタリングシステムの構築に関わる科学的根拠として提供することができる。具体的には、モニタリングの考え方／方法、モニタリングシステムが有すべき機能、耐久性等に関する知見などである。

(c) 深地層における工学的技術の基礎の開発

本研究からは、

- ・地下施設の設計手法および建設計画の策定

等の成果が得られ、精密調査地区での地下施設の設計や建設計画に関わる科学的根拠として提供することができる。具体的には、地下施設の設計例、設計方法などである。

(d) 地質環境の長期安定性の研究

本研究からは、

- ・地震・断層活動、隆起・沈降・侵食等の天然現象に関するデータとその取得方法
- ・地質環境の長期的な変化を評価・予測する手法

等の成果が得られ、実施主体が行う処分地選定のための調査や、国が行う安全規制等の策定に関わる科学的根拠として提供することができる。具体的には、天然現象や地質環境の過去の履歴および現在進行している地殻変動の特徴について、サイト特性を考慮したデータ取得方法の提供など、天然現象や地質環境の長期的変化について、将来数万年以上の長期にわたり評価・予測する手法などである。

(e) 人工バリア等の工学技術の検証

本研究からは、低アルカリ性コンクリート材料の施工性やそれが周辺の地質環境に与える影響等に関する知見が得られ、処分場の支保材料の選定等技術基準の策定に関わる科学的根拠として提供することができる。

(f) 設計手法の適用性確認

本研究からは、第2段階での調査研究で取得されたデータに基づく、第3段階に実施する人工バリア等の工学技術の検証に資する原位置試験の具体的な仕様の設定方法等の成果が得られ、精密調査地区の特徴を考慮した上での地下施設を用いた原位置試験の仕様に関わる科学的根拠として提供することができる。

(g) 安全評価モデルの高度化

実施主体や規制側が実施する精密調査地区の特徴を考慮した安全評価モデルの構築や核種

移行パラメータ設定に関わる科学的根拠として提供することができる。

(h) 安全評価手法の適用性確認

安全評価のシナリオやモデル、パラメータの不確実性解析に求められる考え方や方法、量や精度等は、安全指針や技術基準の策定に関わる科学的根拠として提供することができる。

なお、このように、深地層の研究施設における研究成果を適切に反映していくことで、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になり、地層処分に対する社会の理解と信頼を得ることに資することができると考えられる。

4. おわりに

幌延深地層研究計画については、今後も国内外の研究機関との連携をはかり、大学等の専門家の協力を得つつ、計画を着実に、かつ効率的に進めていく。研究開発業務の透明性・客観性を確保する観点からは、研究計画の策定から成果までの情報を積極的に公表し、特に研究成果については国内外の学会や論文等を通じて広く公開していく方針である。

以上

参考文献

- 原子力委員会(2000):“原子力の研究,開発及び利用に関する長期計画(平成12年)”,平成12年11月24日.
- 総合資源エネルギー調査会 原子力部会(2001):“原子力の技術基盤の確保について”,平成13年6月.
- 通商産業省(2000):“特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画を定めた件”,平成12年10月2日,通商産業省告示第592号.
- 核燃料サイクル開発機構(1999):“わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—,総論レポート”,サイクル機構技術資料, JNC TN1400 99-020.
- 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)(2001):“平成13年度研究開発課題評価(中間評価)報告書,課題評価「高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発の全体計画」”,平成13年12月,サイクル機構技術資料, JNC TN 1400 2001-008.
- 動力炉・核燃料開発事業団(1992):“高レベル放射性廃棄物 地層処分研究開発の技術報告書—平成3年度—”,平成4年9月,動燃事業団技術報告書, PNC TN1410 92-081
- 核燃料サイクル開発機構(2005):“高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する知識基盤の構築—平成17年度取りまとめ—,分冊1 深地層の科学的研究”,平成17年9月22日,サイクル機構技術資料, JNC TN1400 2005-014.
- 原子力発電環境整備機構(2001):“特定放射性廃棄物処分の概要調査地区等の選定手順の基本的考え方について”,官報,号外第238号,平成13年11月8日.
- 原子力発電環境整備機構(2002a):“応募要領”,高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域の公募関係資料—1.
- 原子力発電環境整備機構(2002b):“処分場の概要”,高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域の公募関係資料—2.
- 原子力発電環境整備機構(2002c):“概要調査地区選定上の考慮事項”,高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域の公募関係資料—3.
- 原子力発電環境整備機構(2002d):“地域共生への取組み—地域と事業を結ぶために—”,高レベル放射性廃棄物の最終処分施設の設置可能性を調査する区域の公募関係資料—4.
- 原子力発電環境整備機構(2004a):“高レベル放射性廃棄物地層処分の技術と安全性—「処分場の概要」の説明資料—”,原環機構技術資料, NUMO-TR-04-01.
- 原子力発電環境整備機構(2004b):“概要調査地区選定上の考慮事項の背景と技術的根拠—「概要調査地区選定上の考慮事項」の説明資料—”,原環機構技術資料, NUMO-TR-04-02.
- NUMO(2004a):"Development of Repository Concepts for Volunteer Siting Environment", NUMO Technical Report, NUMO-TR-04-03.
- NUMO(2004b):"Evaluating Site Suitability for a HLW Repository, Scientific Background and Practical Application of NUMO's Siting Factors", NUMO Technical Report, NUMO-TR-04-04.
- 原子力安全委員会(2000):“高レベル放射性廃棄物の処分に係る安全規制の基本的考え方について(第1次報告)”,平成12年11月6日.
- 原子力安全委員会(2002):“高レベル放射性廃棄物の概要調査地区選定段階において考慮すべき環境要件について”,平成14年9月30日.

JNC (2004) : “International Workshop on Horonobe Underground Research Laboratory Project (Record)”, JNC Technical Report, JNC TN5400 2004-005.

用語の解説

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。

オーバーバック：

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防護する容器。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

活構造：

活構造とは第四期以降に活動した断層、褶曲構造などの地質構造を指す。

活断層：

最近の地質時代に繰り返し活動し、今後も活動する可能性のある断層。活断層であるかどうかの判断の第一の目安は、近い過去に活動したかどうかであるが、近い過去をどの程度まで遡るかについては、研究者によって多少の違いがある。本報告では、「過去数十万年以内に活動し、今後も活動する可能性のある断層」を活断層として扱っている。

換気立坑：

換気によって坑内環境を維持するために掘削する立坑。

緩衝材：

オーバーバックと地層の間に充填し、地下水の浸出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・試験やボーリング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。

涵養量：

地下水系に水が供給される過程を涵養と言い、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出来る。

結晶質岩：

地層処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出来た岩石(火成岩)や、既存の岩石が熱・圧力によって構造が変化して出来た岩石(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

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ノイド(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、またはそれを固化したもの。発熱量

と放射能は時間とともに半減する。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。

さ

GPS (Global Positioning System) :

米国国防総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。

実際の地質環境：

第2次取りまとめでは、地層処分概念の成立性やそれに基づく安全確保の考え方を示すため、わが国の幅広い地質環境を考慮して地層処分システムを構成する地質環境（岩種、地下水、地形）を類型化した。今後は、地層処分実施の技術的基盤の整備に向けた信頼性の高い、より現実的な評価を可能とするため、深地層の研究施設や海外の地下研究施設等で得られる地質環境の情報に基づき、地質環境特性の評価技術を確認することが必要である。さらに、深地層の研究施設等から得られる地質環境情報を活用することにより、処分技術や安全評価手法の適用性について検討し、深地層の科学的研究から得られた情報を適切に評価に取り込むための手法の検討と、その適用性の確認が必要である。これら深地層の研究施設や海外の地下研究施設等で調査研究対象となる地質環境や、深地層の研究施設等から得られる情報を活用した処分技術の適用性確認や、地層処分システムの長期挙動理解において対象となる地質環境を「実際の地質環境」という。

シナリオ：

放射性廃棄物が人間環境に及ぼす影響を評価する観点から、地層処分システムにおける処分直後の状態をもとに、長期間のうちにその状態を変化させる可能性のある一連の現象を想定し、これらを組み合わせて地層処分システムの長期挙動を描いたもの。シナリオを作成する目的は、地層処分システムの長期挙動を時系列的に記述することにより、地層処分システムの性能を解析するための道筋を規定し、その解析に必要なモデルの開発やデータ収集の枠組みを与えることである。

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に設置される構造物。支保部材としては、吹付けコンクリート、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、単独あるいは組み合わせて用いられる。

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使用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。

処分技術の信頼性向上：

「高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発」を構成する研究分野のひとつであり、「安全評価手法の高度化」とともに「地層処分研究開発」として括られる。地層処分基盤研究施設、深地層の研究施設等を活用し、人工バリア等の基本特性や長期複合挙動に関するデータの蓄積とモデルの高度化、工学要素技術の検証を行うことで、処分技術の信頼性向上を図る。また、実際の地質環境データに対する設計手法の適用性を検討する。研究分野としては、第2次取りまとめまでの「処分技術の研究開発」に相当する。

人工バリア：

多重バリアシステムの構成要素の一つで、ガラス固化体、オーバーパックおよび緩衝材からな

る部分。

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・破碎帯、風化・変質帯、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、ボーリング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。

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、水圏および地圏のうち、人間の生活に関連する領域。

た

堆積岩：

地層処分研究における岩石媒体の分類の一つで、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、地下水流動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

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：

ボーリング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動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。

地質環境（深部地質環境）：

地層処分の観点から見て重要な、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。

地質環境モデル：

既存の調査・研究により得られた情報に基づいて構築される、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300m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。

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し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及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

地表地質調査 :

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。

低アルカリ性セメント :

通常のセメント(普通ポルトランドセメント)を処分場の構造材として利用した場合、セメント空隙水は高 pH のアルカリ性となり(下記参照)、緩衝材や岩石等の処分システムに影響を及ぼす可能性がある。その影響を緩和するため、組成を変え空隙水の pH を低下させたセメント。

(参考) セメント空隙水は、まずセメント中のナトリウムおよびカリウムにより pH13 程度の高 pH 条件となる(領域Ⅰ)。ナトリウムおよびカリウムが流出した後は、水酸化カルシウムによって、セメント空隙水は pH12.5 程度となる(領域Ⅱ)。水酸化カルシウムが流出すると、pH はセメント水和物のカルシウム珪酸塩水和物(C-S-H ゲル)に支配され、pH12.5 から徐々に低下する(領域Ⅲ)。

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。

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で、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。

は

破碎帯：

断層活動に伴う断裂・圧砕などの作用によって、岩石が角礫状や粘土状に破碎された部分。断層が動いた面を中心にほぼ一定の幅を持った帯を形成する。

パラメータ：

助変数。いくつかの変数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いう。

不確実性：

地層処分システムでは、天然の地質環境という大きな空間領域を有するシステム要素を含むこと、そしてきわめて長い時間スケールを考慮しなければならないことから、システムの長期的な性能を評価する際に不確実性が生ずる。一般的に、地層処分の性能評価においては不確実性を「シナリオの不確実性」、「モデルの不確実性」、および「データの不確実性」に分類し評価を行っている。

VSP(Vertical Seismic Profiling)法探査：

地震探査の一種で、地表で発震(受信)し、ボーリング孔内で受信(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捉えて、地下の各層の境界面等を把握する。

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、軟らかく可塑性をもち、モンモリロナイトを主成分とする粘土の一種。水を吸収して膨張する性質、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。

膨潤：

ベントナイトが水を吸って膨張する現象。ベントナイトの主成分であるモンモリロナイトの層間に水が侵入することで層間が広がることによる。

ボーリング：

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

モニタリング：

地下の地質環境を連続的ないし定期的に観測すること。

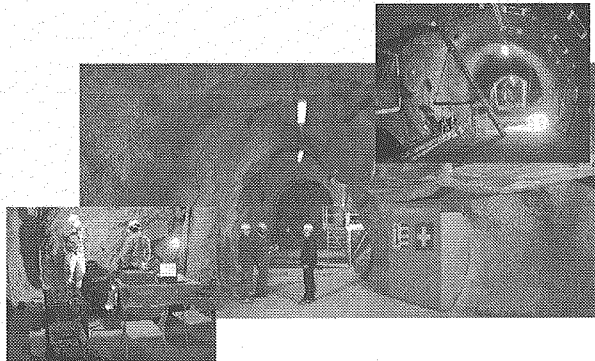
モニタリングシステム：

地質環境モニタリングを行うためのシステム。

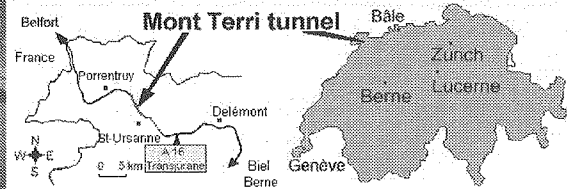
や

溶存ガス：

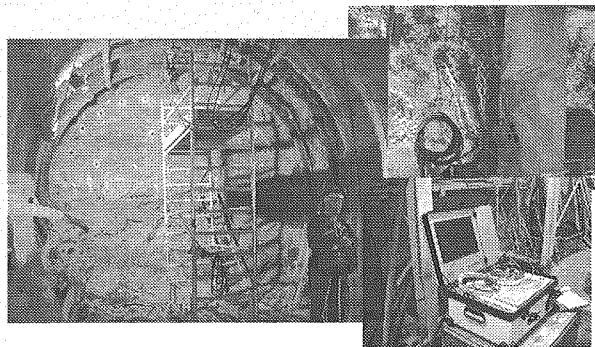
地下水中に溶け込んでいるガス。例：酸素



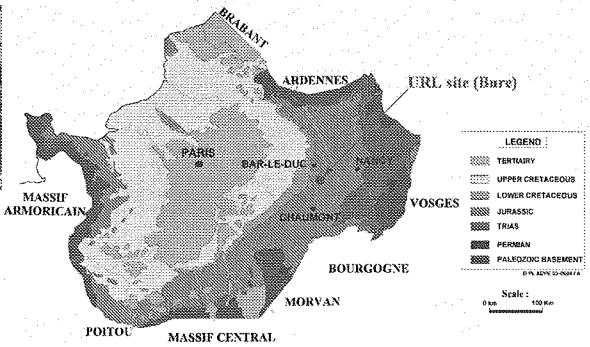
Underground rock laboratory "Mont Terri"



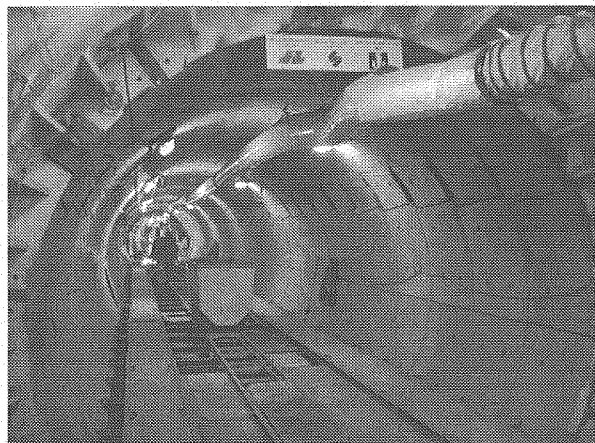
Location of Mont Terri



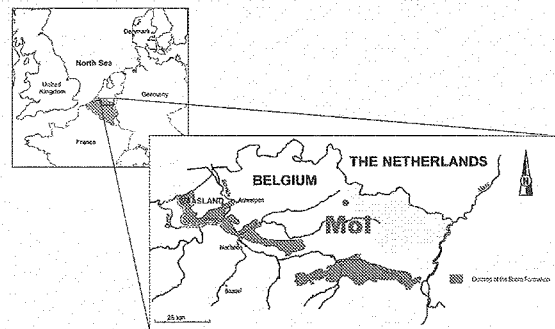
Bure URL site, ANDRA



Location of Bure URL Site

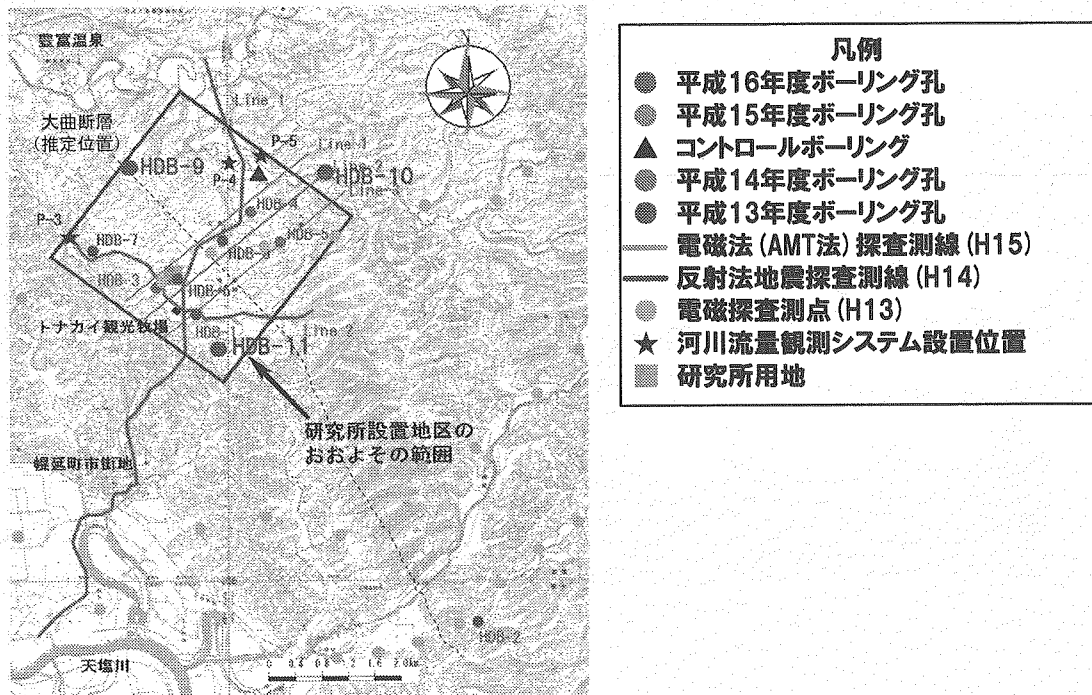


URF HADES at Mol, SCK•CEN



Location of HADES URF Site

図1 海外の地層処分研究
 (上からスイス Mont Terri, フランス ANDRA, ベルギー-SCK•CEN)
 (JNC (2004)に加筆)



国土地理院1/25,000地形図（幌延、本流、豊富、豊幌）を使用

図2 研究所設置地区と調査位置

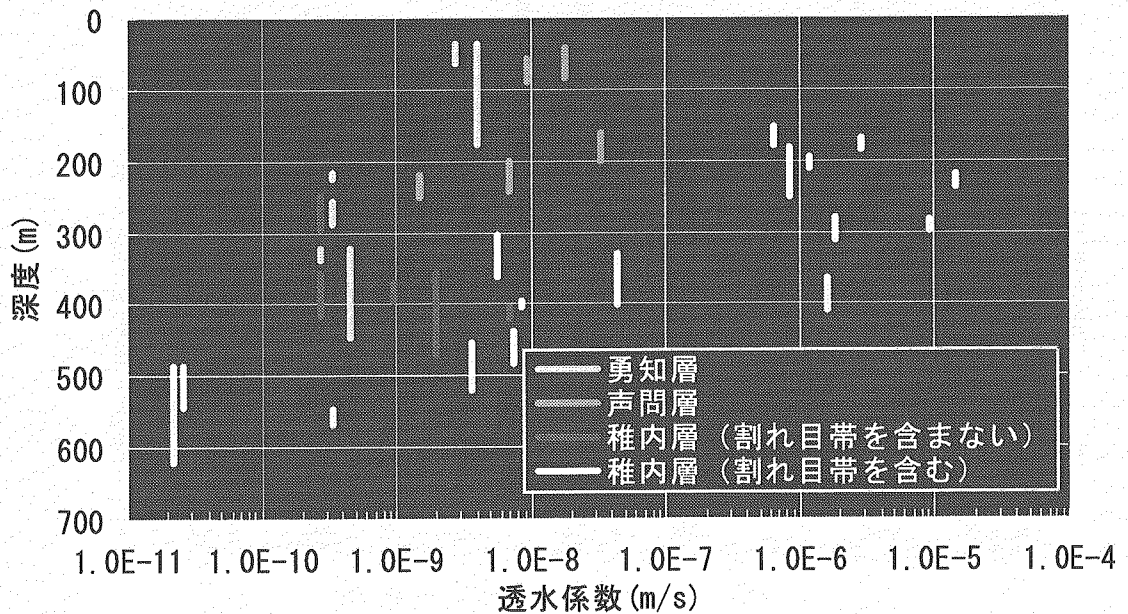


図3 岩盤の透水性(ボーリング孔 HDB-1,3,4,5,6,7,8)

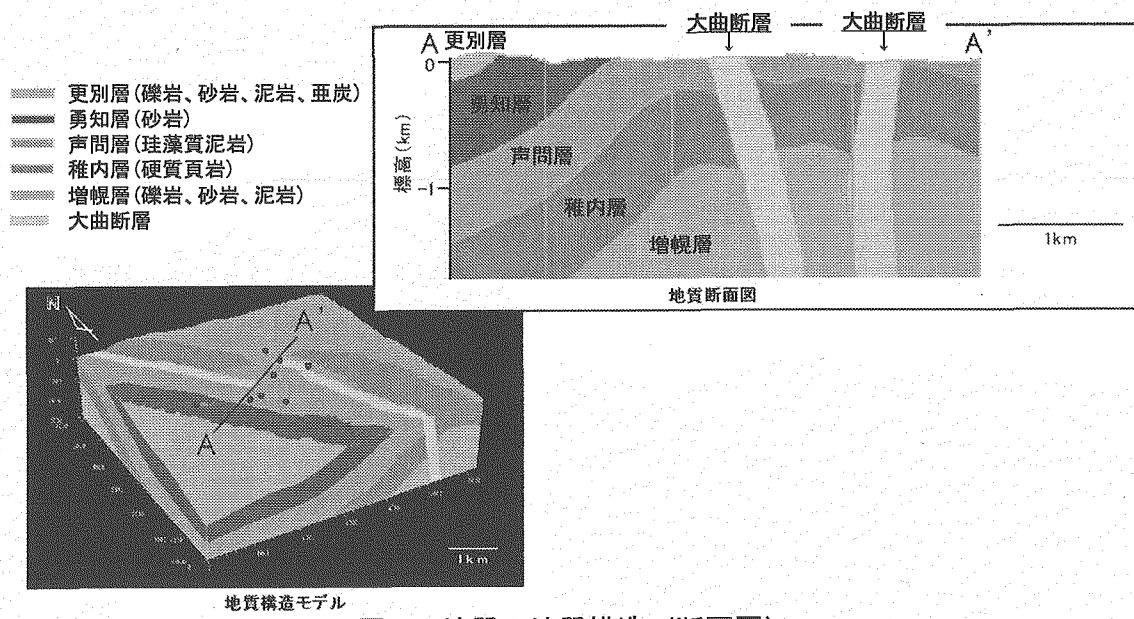
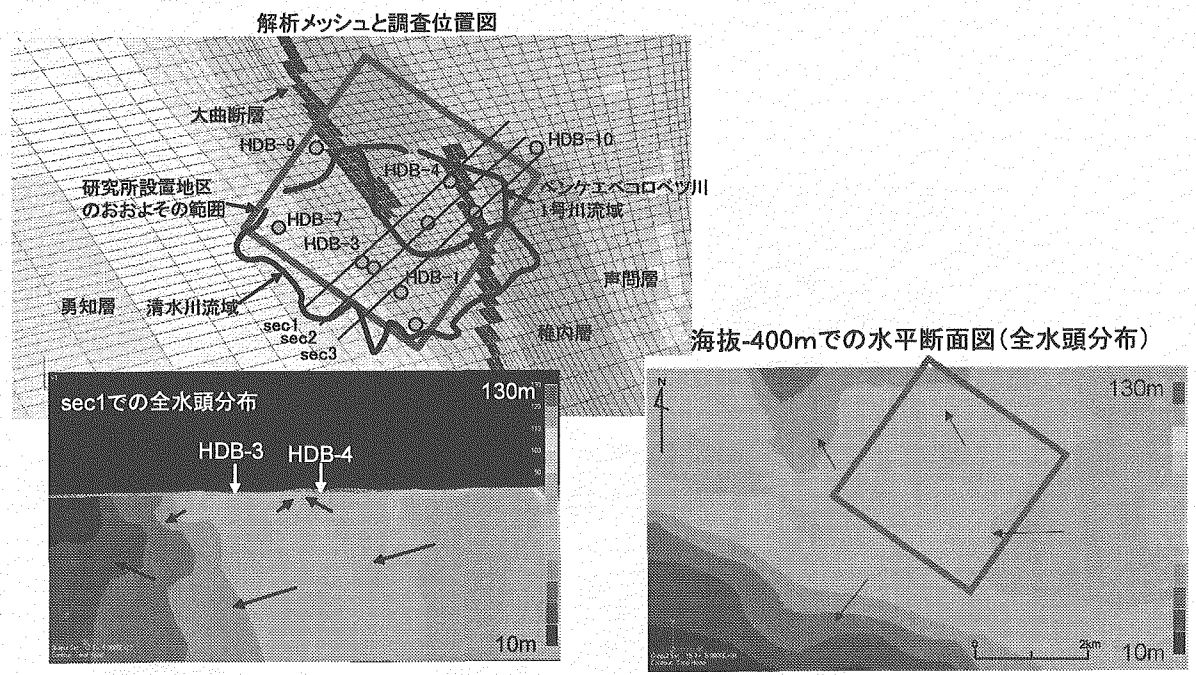


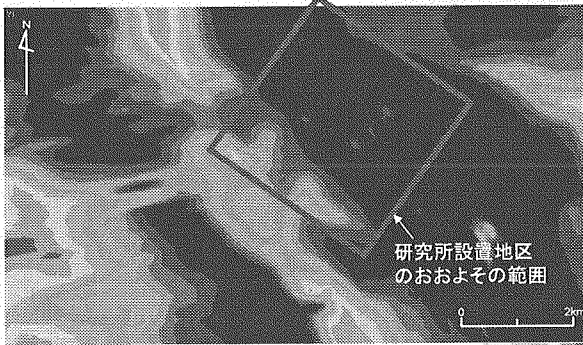
図4 地質・地質構造 (断面図)



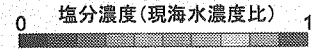
地下水の移行経路は、浅い箇所では局所流動系である清水川流域・ペンケエペコロベツ川流域に従った上昇流に支配され、深い箇所では広域流動系である天塩川流域に支配されて下降する。

図5 解析結果(全水頭分布)

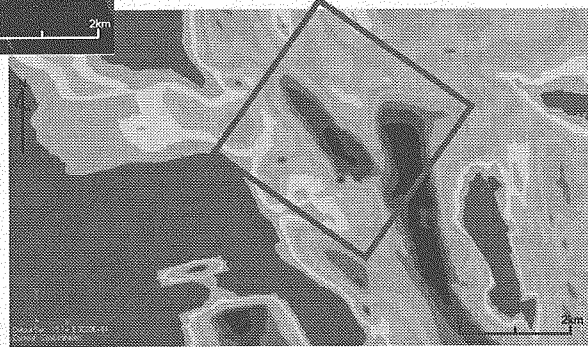
海拔-200mでの水平断面図(塩分濃度分布)



標高-200mでは、塩水系地下水が降水によって洗い出され、ほぼ降水に置換されている。



海拔-400mでの水平断面図(塩分濃度分布)



なお、この結果は洗い出し開始5年後の濃度分布を表しており、濃度は現海水の濃度で除して正規化している。

標高-400mでは、古海水が残っているが、相対的に透水性の高い大曲断層周辺では降水の影響が大きい。

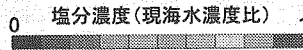


図6 解析結果(塩分濃度分布)

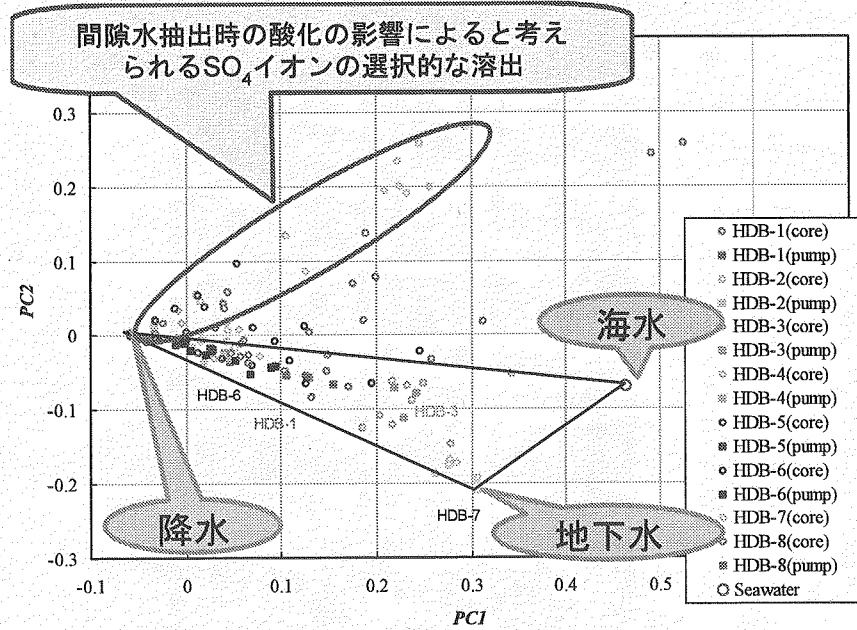


図7 M3を用いた地下水水質に関する多変量解析結果

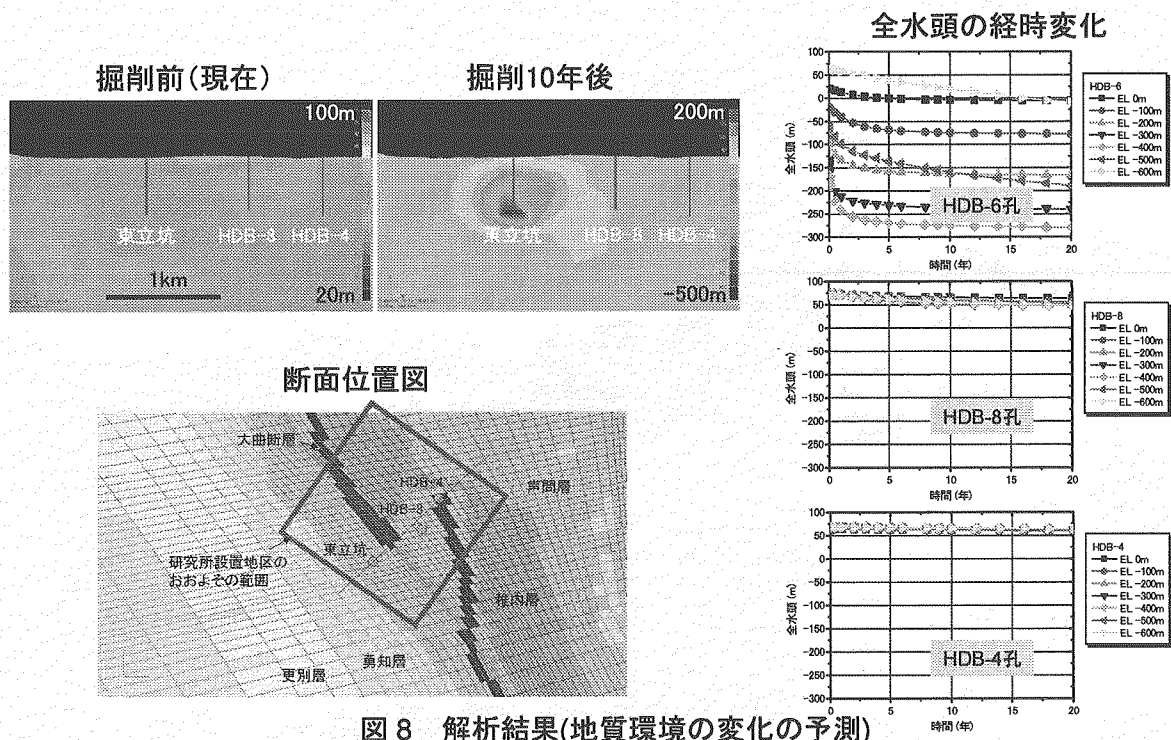


図8 解析結果(地質環境の変化の予測)

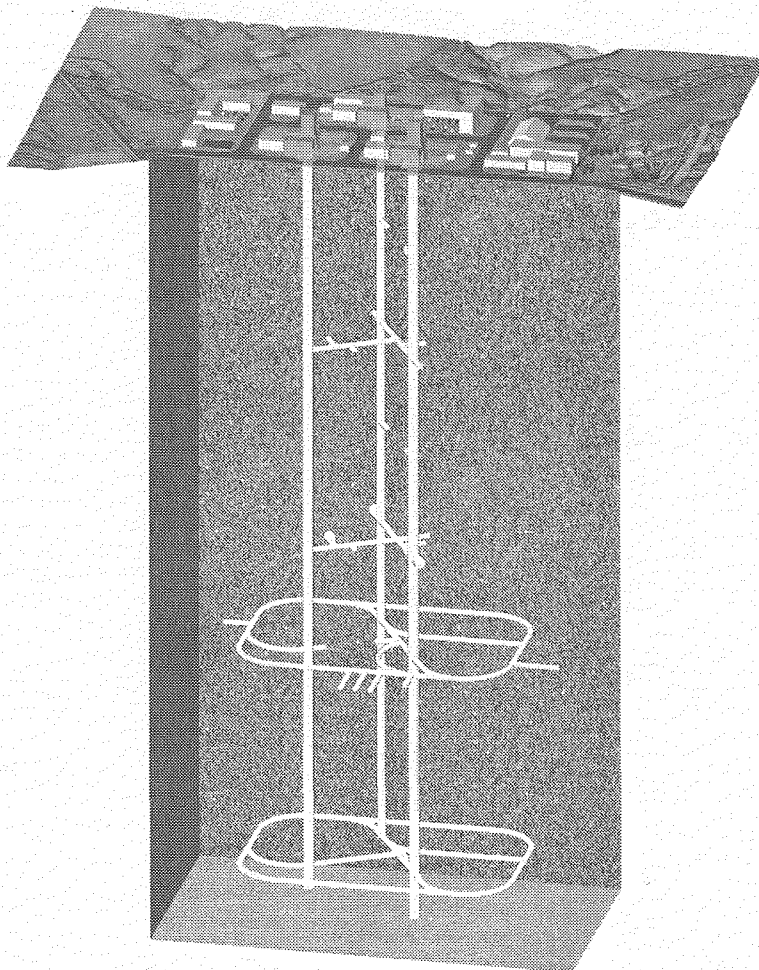


図9 地下施設イメージ図¹

¹ このイメージ図は今後の調査研究の結果次第で変わることがある。

表 1 海外での地層処分研究

国名	処分研究開発機関	実施主体	地下研究所・ 地下特性調査施設	処分研究開発計画	処分場の 候補サイト	処分場候補 サイトの地質	処分深度	処分場の規模
スイス	放射性廃棄物管理協同組合 (NAGRA)	NAGRA	グリムゼル試験サイト モン・テリ岩盤研究所	・放射性廃棄物管理計画 (1978) ・放射性廃棄物処分：概念・実現計画 (1992) ・高レベル放射性廃棄物処分：計画・研究 (1995)	サイトは未定	結晶質岩 Opalinus Clay (粘土層)	約1,000m (結晶質岩) 約650m (オパリナス粘土)	面積：未定
フランス	放射性廃棄物管理機関 (ANDRA)	ANDRA	ビュール地下研究所	・研究省：研究戦略及び計画 (1999, 2000, 2001, 2002, 2003)	サイトは未定	未定	未定	面積：未定
ベルギー	モル王立原子力研究センター (SCK-CEN)	ベルギー放射性廃棄物・ 核分裂性物質管理機関 (ONDRAF/NIRAS)	モル地下研究所 ヘイデス地下実験施設	・PRACLAYプロジェクト (SCK-CENとONDRAF/NIRASの 共同プロジェクト)	モル テッセル地区	Boom Clay (粘土層)	230m	坑道延長距離：約150m
アメリカ	連邦エネルギー省 (DOE)	DOE	ユッカマウンテン探査研究施設	・サイト特性調査計画	ネバダ州 ユッカマウンテン	凝灰岩	200~500m	面積：4.65km ² 処分坑道延長距離：56km
ドイツ	連邦放射線防護庁 (BfS) 連邦地球化学・天然資源研究所 (BGR) 他	BfS	ゴアレーベン地下施設	・ゴアレーベン・プロジェクト ・連邦経済・労働省：研究計画	ニーダーザクセン州 ゴアレーベン (選定手続検査中)	岩塩ドーム	840~1200m	未定

表2 第1段階の研究成果

実施項目	目的	平成16年度までの実績			平成17年度の計画
		実施内容	成果	達成度	
地層科学研究					
(1) 地質環境調査技術開発					
① 地質環境データの取得					
地質・地質構造	研究施設地区およびその周辺地区に分布する堆積岩を対象として、地表から地下深部に至るまでの、地質・地質構造、地下水の物理・地下化学、岩盤力学に関するデータを取得する。	既存データの収集・整理、地表地質調査、簡易ボーリング調査、空中物理探査(空中磁気探査、空中電磁探査、空中自然放射能探査)、地上物理探査(電磁探査、反射法地震探査、VSP探査、高密度反射法地震探査、マルチアセットVSP探査、重力探査)、ボーリング調査等を実施した。	研究施設地区内において地表から深度700mまでの範囲に分布する岩石は、砂岩(傷知層に対応)、珪藻質泥岩(主として声間層に対応)、硬質頁岩(主として稚内層に対応)と考えられ、珪藻質泥岩と硬質頁岩の間には遷移層が存在する。珪藻質泥岩と硬質頁岩は、両者とも主に珪藻が堆積してできた岩石であり、その違いは堆積作用により生じていると考えられている。強度変形特性の小さい軟岩中硬岩に区分される堆積岩であることから、岩盤中の割れ目は相対的に少ないものと当初予想したが、その後の調査により岩盤中には多数の断層が存在する。これらの断層はタイプ1～4の4種類に大別でき、このうちタイプ1に相当する大断層は、地表地質調査、反射法地震探査、電磁探査、およびボーリング調査の結果から、既述の文献などで指摘されている地表位置とほぼ同位置に存在すること、分岐構造を有する可能性があること、および高透水性を有することが示唆されている。また、大断層に加えてタイプ3の断層も岩盤の透水性に影響を与えている可能性が示唆されている。なお、地下施設建設位置で予測される稚内層と声間層の境界深度は、現時点では325m程度と見積もられている。	研究施設地区およびその周辺地区の地質層序を把握し、大断層の三次元構造や褶曲構造を推定した。	ボーリング調査(HDB-11孔、深度約1000m)を継続すると共に、大断層推定位置付近において確認された高比抵抗ゾーンについて詳細を把握するため、地下深部を対象とした電磁探査を実施する。
地下水の物理		表層水理調査(河川流量観測・気象観測・地下水位観測・土壌水分観測)、ボーリング調査に伴う水理試験、コアを用いた室内透水試験、地下水流動解析等を実施した。	表層水理調査から研究施設地区周辺の1年間の地下水涵養量は100mm程度と推定された。水理試験の結果から声間層と比較して稚内層の透水係数は10 ⁻¹¹ ~10 ⁻⁵ m/s程度の範囲に広く分布することがわかった。地下水流動解析の結果から研究施設地区周辺の地下水は大局的には東から西へ向かう流れであると推定された。	表層水理調査によって得られたデータから地下水涵養量を推定した。透水係数や水圧分布に関するデータを取得し、地下水流動特性を推定した。	表層水理調査ならびに水理試験(HDB-11孔)を継続して実施する。また、更新された地下水の水理モデルを用いて地下水流動解析を実施する。
地下水の地球化学		河川・降水の水質分析、揚水及びコアからの開水分析、地下水・溶存ガスの分析等を実施した。	本地域の地下水は表層部には降水起源と考えられる淡水系の地下水が分布し、深部には溶存成分濃度の高い塩水系の地下水が存在していることがわかった。これらの地球化学特性の分布は、各ボーリング孔で淡水系の地下水と塩水系の地下水の境界深度が異なる傾向が認められ、本地域の地質構造とは整合的ではない。	河川水・降水の水質データを取得した。地下水の化学組成、地下水溶存ガスの組成等のデータを取得した。	水質に関する試験を継続する。
岩盤力学		ボーリング調査に伴い、ボーリング孔を利用した試験(物理試験、水圧破砕法による応力測定等)、採取した岩石コアを用いた力学試験(一軸圧縮試験等)を実施した。	各深度での一軸圧縮強度を把握した。また、水平面最大/最小主応力を調べた結果、最大/最小主応力比が最大で1.5程度であること、最大主応力方向がほぼ東西方向であることなどがわかった。	岩石・岩盤の力学物性値の分布の傾向を把握した。	ボーリング孔を利用した試験、岩石コアを用いた力学試験を継続する。
② 地質環境のモデル化と地下施設建設に伴う地質環境の変化の予測					
③ 地質構造モデル					
地質構造モデル		地質・地質構造に関するデータに基づき地質構造モデルを作成するとともに、追加されるデータなどに基づき適宜更新した。	地質調査で得られた地層分布、大断層の分岐、割れ目密集部(割れ目体)の分布などを考慮した地質構造モデルを作成した。		新たに実施した調査の結果を基に、既存の地質構造モデルの評価・更新を行う。
地下水の物理モデル	研究施設地区およびその周辺地区において取得した地質環境に関するデータに基づき、地質環境(地質構造、地下水の物理、地下水の地球化学、岩盤力学)のモデルを作成・更新するとともに、地下施設の建設に伴う地質環境の変化を予測する。	岩盤の水理に関するデータに基づき地下水の水理モデル(水理地質構造モデル)を作成するとともに、追加されるデータなどに基づき適宜更新した。	調査結果を基に水理地質構造モデルの更新、地下水流動解析を実施し、全水頭分布や地下水の流路を予測した。また、割れ目等の空間分布が地下水流動場に与える影響を考慮するために、上記地質構造モデルに基づき新たな水理地質構造モデルを構築し、地下水流動解析を実施している。	地質構造モデル、地下水の水理モデル、地下水の地球化学モデル、岩盤力学モデルをそれぞれ作成した。各モデル間に矛盾がないか、あるいは各モデルの相互関係については、今後の課題である。	新たに実施した調査の結果を基に、既存の水理地質構造モデルの評価・更新を行うと共に、このモデルを用いて、地下施設建設に伴う地下施設への地下水の湧出量・周囲の水圧の変化などの予測解析を行う。また、密度の異なる地下水やガスが混入している地下水の流れ方などについての解析を行う。
地下水の地球化学モデル		地下水の地球化学に関するデータに基づき地下水の地球化学モデルを作成するとともに、追加されるデータなどに基づき適宜更新した。	地下水の地球化学モデルを用いて、地下水の水質(塩分濃度)形成過程を試行的に再現した。		新たに実施した調査の結果を基に、既存の地下水の地球化学モデルの評価・更新を行うと共に、地下水の水質形成メカニズムを考察する。
岩盤力学モデル		岩盤力学に関するデータに基づき岩盤力学モデルを作成するとともに、追加されるデータなどに基づき適宜更新した。	岩石の一軸圧縮強度は、声間層:5 MPa程度、声間層/稚内層の遷移部:5-20 MPa程度、稚内層:20 MPa程度であり、深度方向に3つの物性ゾーンに分けられることが明らかになった。このようなデータに基づき、岩盤力学モデルを作成した。		新たに実施した調査の結果を基に、既存の岩盤力学モデルの評価・更新を行うと共に、このモデルを用いて、地下施設の掘削に伴う周辺岩盤の力学的な変化の予測解析を行う。
④ 調査技術・調査機器開発					
	軟岩をボーリングするに当たって、調査試験に影響の少ないボーリング掘削技術の検討を行う。また、ボーリング孔中で用いる地下水に関する試験機器について、データの取得精度・耐久性の向上を図る。	ガス発生を考慮した水理試験方法の構築、定方位コア採取方法の検討、コアからの開水抽出方法の考案、軟岩への適用を目指す岩盤力学測定装置の改良、原位pH取得装置の開発、コントロール掘削技術の開発等を実施した。	原位pH取得装置の開発、コントロール掘削技術の開発を継続しており、他の技術はこれまでのボーリング調査に適用した。	ボーリング孔中で用いる試験機器について、いくつかの技術を開発・実用化している。	原位pH取得装置の開発、コントロール掘削技術について開発を継続するとともに、適用した技術の有効性を検討する。
(2) 地質環境モニタリング技術の開発					
ボーリング孔を用いたモニタリング技術開発	地下水の圧力・水質について、地下施設の建設などによる影響をモニタリングする。	これまでに掘削したボーリング孔に地下水の長期モニタリング装置(MFシステムなど)を設置した。	地下水の長期モニタリング装置を設置したモニタリングにおいて、現在、水圧ならびに水質の長期観測を行っている。また、ボーリング調査時と長期モニタリング装置で採取した地下水の分析結果を比較し、長期モニタリングシステムの信頼性を検討した。	掘削済みのボーリング孔10孔中7孔に地下水の長期モニタリング装置を設置し、観測を開始した。	HDB-9,10,11孔に地下水の長期モニタリング装置を設置し、観測を開始するとともに、モニタリング結果のリアルタイム表示や評価方法の検討を行う。
遠隔監視システムの開発	地下施設の建設に伴う地質環境の変化を電磁波・地震波を用いた遠隔監視するためのモニタリングシステムについて、現地適用性の確認及びシステムの改良を行う。	遠隔監視システム設置箇所選定のための予備調査を行い、それを踏まえて東濃地学センターで技術開発が進められている電磁波を用いた遠隔監視システムを設置した。	電磁波を用いた遠隔監視システムを設置し、現在試験観測を継続している。	電磁波を用いた遠隔監視システムを設置し、現在試験観測を継続している。	電磁波を用いた遠隔監視システムによる観測を継続するとともに、弾性波を用いた遠隔監視システムの設置を行う。
(3) 深地層における工学的技術の基礎の開発					
	地下深部において遭遇する様々な現象を考慮した坑道の安全確保、坑内環境の維持のために必要となる対策工(支保工の選定)など、施工管理を検討する。これらの成果を踏まえ、第2段階から建設を開始する地下施設の設計を行う。	第2段階以降に掘削する地下施設について基本設計および実施設計を行った。設計・施工計画の検討においては、施設を安全に建設・維持するための空間安定性の検討や防災対策(可燃性ガス対策、坑内作業環境、火災など)だけでなく、研究に資するための各種データ取得することを考慮し、地下施設の掘削による影響のモニタリングなどを行いながら工事を進める計画とした。	空間安定性の検討については、ボーリング調査(HDB-3&6孔)により得られた力学試験結果などに基づいて地山区分を整理して岩盤物性値の設定を行い、それらを用いた空間安定性の挙動予測解析結果に基づき支保工の設計を行った。その結果、地下施設の空間安定性は確保できることを確認した。 防災対策については、過去の災害事例の分析結果やガス湧出量予測解析の結果を踏まえた坑内作業環境対策、坑内気象観測結果に基づく火災対策などの検討を行った。その結果、換気ファンや風門を適切に制御することにより掘削中の坑道においても避難のための安全区域が確保できることを確認した。	地下施設の安全性を確保するために岩盤特性に応じた空間安定性を評価し適切な支保工の設計を行うとともに、地下施設における調査研究項目、可燃性ガス対策や通気等の防災面を考慮した施工計画を策定した。	平成17年度に立坑掘削に着手し、18年度より掘削による本格的な立坑掘削を開始する。
(4) 地質環境の長期安定性に関する研究					
地震研究	幌延町内に地震計を設置し、北海道北部における地震活動の特徴、地質構造と震源分布との関連性および地震が発生する構造の存在可能性について検討する。地震が地下水位等にも与える影響等についても検討を行う。	ボーリング孔内(深度140m)に1台、地上に4台の地震計を設置して観測を実施し、それらデータを地研機関の地震観測データと併合処理することにより、震源分布解析手法の検討、震源分布と活断層分布との関連性について検討した。また、2003年十勝沖地震発生前後における地下水位変化について検討した。	微小地震の震源分布と活断層および地質分布を比較した結果、陸域で現在地震活動が最も活発な地域は幌延地域西部の天塩平野であることが推定された。また、幌延地域南側および幌延町西部において、現在確認されていない地下数kmにおける地震が発生する構造の存在可能性が推定された。また、2003年十勝沖地震発生時に1kPa程度の地下水位変化が測定されたが、すぐに回復し、太平洋の地震による影響は継続しないことが示唆された。	現在地震活動が活発な地域および地震が発生する構造の存在可能性が推定され、地震活動と地質構造の関係について、大まかな特徴を把握することができた。地震に伴う地下水位変化については、太平洋で発生する地震の影響はデータ取得できたが、日本海側で発生する地震については、データを得ることができず、今後の課題となった。	幌延町およびその周辺地域で発生する微小地震観測を継続する。得られる地震観測データを用いて、地震が発生する構造の特徴や震源分布と地下地質構造などの関連性を検討するため、北海道北部地域における地下地質構造の解析を実施する。
天然現象の研究	幌延町内に観測機器を設置し、現行地殻変動を把握するとともに、幌延地域の第三紀以降における地殻変動、変動速度、および気候変動史の取りまとめを行う。	GPSおよび電磁探査機器を設置し、地殻変動に係わる観測を実施した。また、海成段丘の分布調査やその形成時期に係わる地表変位、地層の年代層序の検討、GPS観測データや地下地質構造断面を用いた地殻水平縮減速度の推定、および地層中に含まれる鉱物や有機物の変化に基づき侵食量の推定などを実施した。	年代層序学的検討から、陸域が100万年オーダーの時間スケールで天北堆積盆地を西方へ移動もしくは収束することが推定された。海成段丘の調査に基づき、約21万年前から現在に至る寸違位置の変化を記述した。海成段丘と地層中に含まれる鉱物や有機物の変化から、過去の隆起速度および侵食量を求めた。地下地質構造断面を用いた地殻水平縮減速度の見積もりでは、幌延地域の北部よりも南部、西部よりも東部で高いことが把握された。また、GPSデータなどを利用した観測結果については、2003年十勝沖地震の発生前後における地殻変動の傾向や速度が異なるという成果が得られた。	幌延地域における地殻変動について、100万年オーダー(一万年オーダー)の時間スケールで記述することができた。また、地殻変動の傾向や速度を異なる手法を用いて推定し、それぞれの手法の有効性や問題点を明らかにした。	幌延地域の第三紀から第四紀の地殻変動や気候変動史の取りまとめを行う。また、町内に設置した観測機器により、現行地殻変動が地質環境へ及ぼす影響について、継続して検討を進める。
地層処分研究開発					
(5) 処分技術の信頼性向上					
① 人工バリア等の工学的技術の検証	坑道の支保材料や坑道閉鎖に関して、第2段階以降に行う地下施設における試験内容を具体化するため、人工バリアに関する室内実験を行う。	人工バリアの搬送装置の精度、低アルカリ性コンクリート材料、軽延の地下水を用いたオーバーパック材料の腐食に関する室内試験を実施した。	人工バリアの搬送装置の精度にかかわる実験として、掘削方式の場合の緩衝材の膨張特性を明らかにした。また、低アルカリ性コンクリートについては、施工に必要な基本要件・要求強度を満たすことを確認した。	施工性に着目した材料開発と室内試験による物性把握を行った。	低アルカリ性コンクリート材料に関する室内試験などを継続し、第2段階以降に行う地下施設における試験計画に反映させる。
② 設計手法の適用性の確認	人工バリアおよびその周辺岩盤に関して、第2段階以降に行う地下施設における試験内容を具体化するため、人工バリアに関する室内実験、人工バリアの設計設計を行う。	幌延の地下水を用いた緩衝材の膨張に関する室内試験および人工バリアに関する試験設計を実施した。	幌延の地下水環境下での圧縮バントナイト混成材料の力学特性データを取得し、降下系地下水環境下での膨張を把握した。また、オーバーパック・緩衝材の仕様を決める際の条件の整理を行い、地質環境条件以外にも多くのデータが必要となったことがわかった。	地上からの調査研究段階での概念的な適用性の確認を行った。	室内実験などにより、力学特性・膨張特性などのデータを拡充するとともに、オーバーパックの沈下解析などを通して、緩衝材の仕様に関する検討を行う。
(6) 安全評価手法の高度化					
安全評価手法の適用性確認	調査の各段階で取得される地質環境データに対し安全評価の観点から評価・整理を行い、不確実性を考慮に入れた地質環境モデル解析の方法論を構築するとともにその適用性を確認する。	これまでに取得した地質環境データに対し安全評価の観点から評価・整理を行い、不確実性を考慮に入れた地質環境モデルを試行的に作成した。	不確実性存在下での地質環境モデル(地質構造モデル、水理地質モデル、地下水化学モデル、岩盤力学モデル、物質移動モデル)の構築方法と地質環境モデル相互の関係を総合的にとらめ、地質構造、水理地質構造、地下水化学、岩盤力学(亀裂分布)、物質移動の5分野における現状の知見に基づくモデル化において考慮すべき複数のモデルオプションを提示した。	不確実性を考慮した地質環境モデルのモデル化手法について検討し、複数の分野のモデルオプションは相互に対応付けたことにより全体として整合的な総合地質環境モデルを選定すべきことを示すことができた。	これまでに実施してきた不確実性を考慮する安全評価手法の構築に関する研究成果をとりまとめ、堆積岩地帯を対象とした場合の不確実性を考慮する安全評価手法を体系的かつ具体的に提示する。

表3 第1段階における住民説明等の実績

分類	項目	単位	合計
進むための理解醸成活動 調査研究計画が計画的に	広報誌の発行(道北地域)	回/年	12
	マスメディアを活用した研究計画等の紹介	回	18
	フォーラムの開催(幌延町民対象)	回/年	3
	地元行事への積極的参加	回/年	15
	各種団体等からの説明要請等への対応	件	106
	公開質問状への対応	件	20
	調査研究等の進捗に応じたプレス発表	回	43
	記者勉強会の実施	回/年	10
	印象・評価に関するアンケート実施	回	1
	パンフレット・ビデオの改訂	回	2
関係者・機関との連携強化	道庁・道経産局・連合北海道との定期的情報交換	回	335
	北大・道立地質研究所等の研究機関との情報交換	回	47
研究計画に関わる情報公開	各年度の調査研究計画/成果のウェブサイト掲載	公開率(%)	100
	現場見学会	回/年	3
	年度研究説明会・年度成果報告会の開催	各回数	3
	技術成果報告会(札幌)の開催	回/年	3

幌延深地層研究センターからのお知らせ

ご協力ありがとうございました

HDB-5孔を用いた共同研究及び 簡易ボーリングの終了について

1. 10月12日～11月7日

北進地区において、(財)電力中央研究所と共同研究の一環として、地下での水の流れやすさを測定する試験を実施しました。

2. 10月21日～11月17日

北進地区において14箇所、諏訪沢林道において7箇所の簡易ボーリングを実施しました。今後はボーリング孔を用いて地表付近のメタンガス測定や地下水位測定などを行います。調査結果は、地質環境モデルの構築や地下施設的设计などに反映します。

皆様のご理解とご協力ありがとうございました。

●お問い合わせはこちらへ！

核燃料サイクル開発機構 幌延深地層研究センター

〒098-3207 北海道天塩郡幌延町宮園町1番地8

TEL:01632-5-2022 FAX:01632-5-2033 眞鍋、佐野

中間評価課題：「幌延深地層研究計画」

**課題評価委員会委員からの
質問に対する回答
(補足説明資料)**

平成16年7月

核燃料サイクル開発機構

1. 研究開発の目的・意義関連

Q1-1:

(「二つの深地層研究の必要性」について)

この内容では、必要性を説得するのに弱い。

単に「岩質が違う」ということではなく、なぜ、2つの岩質で実施する必要があるかを記載しておくこと。

たとえば、岩質の違いで、システムに対してどのようなインパクトを与えることになるか。そのため、東濃での成果データでは代用できないものがあるため、実際に確認しておかなければならないこと。この2箇所でのデータを押えておけば、日本においては、処分に対応できるなどを記載の上、だから、2つの深地層計画は必要であることに結べるようにする。

A1-1

地層処分システムの安全評価は、地下水により放射性物質が人間環境に運ばれる可能性に関するシナリオ(地下水シナリオ)を重視して検討することが、国際的にも共通の考え方となっている。主に地下水の流動に関する水理学的特徴から、わが国の地質は、砂岩・泥岩等に代表される堆積岩系と、花崗岩・安山岩等に代表される結晶質岩系という2つに大きく分けることができ、いずれの岩質も処分場候補地の対象となりうる。

堆積岩系は、岩石を構成する粒子間の空隙中をほぼ均一に地下水が移動する多孔質媒体として扱われることが多く、一方、結晶質岩系は、割れ目の中を選択的に地下水が移動する亀裂性媒体として扱われる。多孔質媒体としての堆積岩系と亀裂性媒体としての結晶質岩系とでは、調査内容や解析方法が大きく異なり、どちらか一方だけの調査研究を行い、他方を代用するということができない。前者では地層の重なり具合や透水層の分布を特定することが重要であり、後者では透水性割れ目と非透水性割れ目の区別やそれぞれの分布、および、透水性割れ目の連結構造(ネットワーク構造)を明らかにする必要がある。

地下水の水質は、酸化還元状態や含有成分により人工バリアの腐食に影響を及ぼす可能性があり、安全評価上も重要な項目である。内陸部では一般に淡水が多く、沿岸部では塩水あるいは塩水と淡水の両者が存在する可能性が高い。

堆積岩系のうちわが国に広く分布する新第三紀堆積岩は、結晶質岩系と比べて一般的に軟らかく、坑道掘削後に坑道壁面を支保しなければならない可能性が高い。これに対して結晶質岩系は一般的に硬く、坑道壁面は無支保で自立する可能性が高い。

これまで述べたことを地層処分の観点からまとめると次のようになる。

地質:	堆積岩系	vs.	結晶質岩系
水理:	多孔質媒体	vs.	亀裂性媒体
水質:	塩水系	vs.	淡水系
岩石強度:	軟岩	vs.	硬岩
施工技術:	無支保	vs.	支保

これらの特徴を総合的に考慮し、また処分地選定の自由度を保つという観点から我が国における深地層の研究施設は、主に地下水の水理学的特徴から多孔質媒体の堆積岩系と亀裂性媒体の結晶質岩系の2つが必須である(深地層の研究施設を堆積岩系か結晶質岩系かのいずれか1つに絞ることは、処分地選定の選択の幅(自由度)を狭める)。

水質は、本来これらと独立に設定することができるが、深地層の研究施設の数を必要最小限とするため、次のように組み合わせることにより、2ヶ所で研究を進めることができる。

- ① 塩水系の地下水を有する多孔質媒体で軟質な堆積岩系(幌延)
- ② 淡水系の地下水を有する亀裂性媒体で硬質な結晶質岩系(東濃)

以上、堆積岩系と結晶質岩系では調査内容や評価手法が異なるという技術的理由だけでなく、処分地選定の自由度を大きくしておくという観点からも2つの深地層の研究施設が必要である。

Q1-2:

NUMOの設立によるJNCの役割の変更、NUMOの公募の際の「概要調査地区選定上の考慮事項」を考慮しても幌延研究の意義がありタイムリーであることをわかりやすく示す必要があると考えます。

A1-2

原子力発電環境整備機構(以下「NUMO」という)が予定している概要調査では、概要調査地区を対象に、ボーリングの実施、地表踏査、物理探査およびトレンチの掘削による地表からの調査を行い、地層・岩石の分布、地質構造、地下水の水理特性、地球化学特性、岩盤の力学特性などのデータを収集し地表から地下深部までの情報を体系的に整備することとしている(高レベル放射性廃棄物地層処分の技術と安全性、2004)。調査手法および解析手法などの第1段階の成果は、これらの概要調査に反映される。

また、精密調査では、概要調査地区を対象に、地上からさらに詳細な調査を行うとともに、地下に調査施設を建設して種々の測定・試験を実施し、地下の様々

な特性データを収集し整備することとしており(高レベル放射性廃棄物地層処分の技術と安全性、2004)、第2段階の調査研究開発の成果はこれらの調査に反映される。

Q1-3:

広報費の目的・意義を明記してください。特に、この「広報費」が国民各層を対象とした一般的な広報のためにあるのか、それとも、いわゆる地元対策費としてあるのかは明示してください。

A1-3

幌延深地層研究センターは、高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発として、地層科学研究や地層処分研究開発を行うことにより、地層処分の技術的な信頼性を、実際の深地層での試験研究等を通じて確認することを目的としている。

高レベル放射性廃棄物の地層処分については、当機構が1999年、国内における地層処分は可能である旨をまとめたレポートを公開しているが、当センターが行う研究開発の成果および広報活動の状況は、今後国が行う安全規制および処分事業主体が行う広報活動に寄与するものとして大きな意義がある。

これらのことから当センターの広報費は、国民を対象とした広報活動に用いられ、いわゆる地元対策費は広報費には含まれていない。

2. 研究開発目標関連

Q2-1:

第1段階調査研究の記述において、目的と目標が分けて明記されていないところがある。目標達成度の評価に関係してくるので目標を明記する必要がある。第2段階調査においても目的と目標を分けて示すべきでは。目標設定の妥当性の評価に関係してくるため。表4で「試験を行う」ことを目的とするのはおかしいのでは。

A2-1

御指摘の点については、幌延深地層研究計画本文中で達成目標とすべきところに目的と記載してある部分があったので、修正を行った。

3. 研究開発計画

Q3-1 :

研究成果は、処分事業の動きと安全規制の動きにタイムリーに反映されるものでなければならない。P.16 の第 2 段階の計画の説明が、処分事業の動きと安全規制の動きで、いつまでに何が必要とされ、それに対してどのような目標をかがけて取り組もうとしているかが重要。規制あるいは事業からの要請と目標の対応関係が見える資料になっているとわかりやすい。P.34 にタイムリーな関係の重要性が記載されているが。

A3-1

計画書本文および OHP において御指摘の点が明確になるような記載を行うことにしたい。

Q3-2 :

幌延の研究計画、瑞浪の研究計画、それらを包括する深地層の研究計画と NUMO の行う処分事業、国の安全審査指針との関連で、幌延の研究が具体的にどう反映されるのか、各々のクリティカルポイントは何かを分かりやすく提示すべきであると考えます。

A3-2

「幌延の研究計画、瑞浪の研究計画、それらを包括する深地層の研究計画と NUMO の行う処分事業、国の安全審査指針との関連で、幌延の研究が具体的にどう反映されるのか、各々のクリティカルポイントは何かを分かりやすく提示されている。」(委員コメント)

注) 第 2 回委員会後に同委員から出された質問に対して、第 3 回委員会資料に反映されていたため上記のようにコメントされたもの。

Q3-4 :

低アルカリコンクリートの周囲に与える影響のテストが予定されているが、珪藻の主成分であるシリカはアルカリ環境で著しく溶けやすいので、その結果としては一般的な泥岩に比べて悪い影響が出ると思われる。その点についてどう考えるか、ご意見を伺いたい。

A3-4

低アルカリコンクリートの開発は、坑道周辺岩盤への影響よりも人工バリア材である緩衝材への高 pH 浸出液の影響を低減するために実施されているものであるため、現在の室内試験等においても周辺地下水や岩盤の化学的性質への影響は検討できていない。そのようなことも含め、実際の地質環境下で施工試験をし、岩盤や地下水との相互作用まで含めた性能を確認することが第 2 段階での試験の目的である。

Q 3-5 :

物理探査としてアクロスという高価そうなシステムが導入されるようであるが、その目的と期待される成果、特に処分研究と関係して意図しているものは何か？

A 3-5

アクロスは、サイクル機構東濃地科学研究センターにおいて約 9 年間研究開発が行われてきた物理探査手法である。幌延深地層研究センターでは、地下地質環境の状態およびその変化をモニタリングする遠隔監視システムとしてアクロスを導入し、現地適用試験を実施する。

具体的には、地下研究施設の建設前、建設中、および建設後の期間を通じてデータを取得し、地下研究施設建設に伴い生じると思われる地下地質環境の変化（地下水流動、地下水水質、および割れ目分布の変化など）を長期間モニタリングする。

アクロスは、シグナル/ノイズ比を著しく向上させる観測および解析手法を用いているため、既存の物理探査手法と比較して、地下研究施設の建設に伴う影響をより高精度に把握することが可能であり、地下研究施設建設に伴う影響予測結果の検証に資するデータを取得できることが期待される。

また、実際の処分場の建設、操業、および閉鎖時に至る期間において、地下地質環境の変化をモニタリングするための一手法として、その有効性が評価できる。

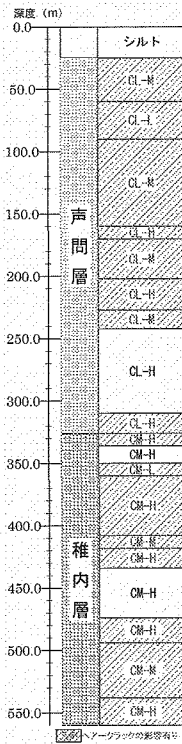
Q 3-6 :

地下施設の図に地質条件が全く入っていない。地質構造、水理地質構造、物性分布などとの関係を示して、研究開発計画を説明する必要がある。これは、一般人に対しても研究施設のレイアウトを決める基本的考え方を説明するために必要である。

A 3-6

御指摘の点については、少なくとも岩石・岩盤物性分布と鉛直方向の地質構造については地下施設レイアウトと併記する形でわかりやすく表示を行う。

実際の地下施設設計では、これまでのボーリング調査や地表地質調査などから、地下施設の 3 本の立坑中心の地質構造（声間層・稚内層の境界深度や亀裂の状況など）を予測するとともに、地質構造（亀裂の状況を含む）とボーリング調査で得られた岩石・岩盤物性分布を対比することによって設計に必要な岩盤物性を設定している。現状では 3 次元の地質構造・水理地質構造モデルがすべて完成していないため、それらの中に地下施設を組み込んだ形でわかりやすく表示することができないが、平成 17 年度に実施する地下施設建設に伴う掘削影響予測においては、そのような図面を示すこととしたい。



ボーリングコアでの岩級区分基準

地層	岩級区分	割目	ヘアークラック	岩石コアの特徴
声問層	D		—	岩石は軟質で、カッターの刃が2mm以上刺さる。コアは、角礫状～岩片状～粘土状に示す。
	CL	L	—	岩石は、カッターの刃が1mm程度刺さる硬さを有する。コアは、角礫状～岩片状を示す。
		M	有・無	岩石は、カッターの刃が1mm程度刺さる硬さを有する。コアは、概ね10cm未満の短柱状コアを主体とする。
		H	有・無	岩石は、カッターの刃が1mm程度刺さる硬さを有する。コアは、概ね10cm以上の長柱状～棒状コアを主体とする。
稚内層	CM	L	—	岩石は、カッターの刃で傷が付く程度の硬さを有する。コアは、角礫状～岩片状を示す。
		M	有・無	岩石は、カッターの刃で傷が付く程度の硬さを有する。コアは、概ね10cm未満の短柱状コアを主体とする。
		H	有・無	岩石は、カッターの刃で傷が付く程度の硬さを有する。コアは、概ね10cm以上の長柱状～棒状コアを主体とする。

*割れ目 : コア観察や検層結果によって確認できる既存の分離面

ヘアークラック : コアで柱状となる岩盤において乾燥や外的荷重により顕在化する潜在割れ目

Q 3 - 7 :

第 2 段階で縦坑道を掘削する前に、掘削影響予測はしないのか？

A 3 - 7

地下施設建設に伴う掘削影響予測は、平成 17 年度に各分野（地下水流動、力学的な掘削影響など）毎に実施する予定である。

Q 3 - 8 :

広報費の使用計画を明記してください。

A 3 - 8

平成 17 年度の主な使用計画は以下のとおりである（ほぼ前年度同）。

- | | |
|-----------------|-------------|
| (1) フォーラム・報告会関係 | 約 3,000 千円 |
| (2) 広報誌 | 約 10,000 千円 |
| (3) 広告・看板等 | 約 8,000 千円 |
| (4) ホームページ維持管理 | 約 8,000 千円 |
| (5) PR 施設展示物設計 | 約 10,000 千円 |
| (6) 気象情報取得 | 約 6,500 千円 |
| (7) その他 | |

4. 研究開発実施体制

Q 4 - 1 :

研究成果の品質管理についての基本的な考え方と管理の実態を伺いたい。研究を委託した場合も含めて。

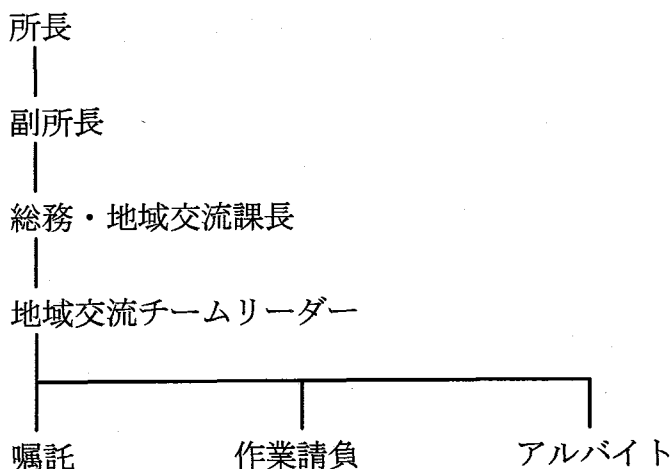
A 4 - 1

品質管理については、地表から地下深部までの地質環境データの取得、管理および評価に関する体系的なマニュアル化を進めて参ります。また、外部からのレビューとして、年 2 回開催される深地層の研究施設における研究計画等検討部会で研究計画について助言をいただき、適宜研究計画策定や研究成果のとりまとめに反映させて参りました。また、スイス放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）との共同研究において、地質環境調査技術や地質環境モデルの構築手法などについて、NAGRA の専門家からの評価や意見も考慮に入れて、計画を進めて参りました。今後も同様に外部の専門家からの意見を反映させて研究を進めて参ります。さらに、学会発表や査読付きの論文投稿により専門学会での評価をうけ、研究成果の品質向上に努めて参ります。

Q4-2:

広報の実施体制を明記してください。

A4-2



5. 研究開発成果

Q5-1:

(「②実用化との関係」について)

各成果の各項目が、高レベル廃棄物処分事業のどのような項目にどうかかわるのか、またクリティカルポイントはどこかを示すべきと考えます。

A5-1

『前回の質問事項「各成果の各項目が、高レベル廃棄物処分事業のどのような項目にどうかかわるのか、またクリティカルポイントはどこか」が計画書に反映され、修正されているので問題ないと考えます。』(委員コメント)

注) 第2回委員会後に同委員から出された質問に対して、第3回委員会資料に反映されていたため上記のようにコメントされたもの。

Q5-2:

(「①得られた成果の内容」について)

透水係数の数値が記述されているが、測定方法はどのようなものか? 堆積軟岩の場合、測定方法そのものを記述しなければ信用されない。これは、一般の人を対象とする場合にも必要。厳密な説明は不要であるが、「軟岩の場合にはボーリング掘削する場合に泥水を使って、孔壁の亀裂がふさがれてしまうが、このようにして、この問題を克服して透水係数を測定して、それが信頼できるものであることがわかった」など。

A5-2

御指摘の通り、幌延でのボーリング孔の掘削には泥水を使用していることから、

孔壁の亀裂が泥水でふさがれ、見かけ上、透水係数が実際よりも小さく求められることが懸念される。

この課題に対して、水理試験では以下の対応を行っている。

- (1) 試験前に孔内に清水を循環し、孔内洗浄を行う。孔内状況により全孔洗浄が困難な場合には、試験区間のみの洗浄を行う。
- (2) 水理試験は、減圧・水位低下後の回復過程または、揚水過程での試験を基本とする。
- (3) 同一区間において異なる試験手法により複数回の試験を実施する。

(1)は孔内の泥水および、泥壁に付着している泥材の除去、(2)は岩盤から孔内への地下水の流入を促進することによる目詰まりの低減を目的としている。

また、(3)により各試験結果を総合的に解釈することで、試験結果の信頼性を確認できるものと考えている。

これまでの試験結果から、スラグ試験および揚水試験ではほぼ同等の透水係数が得られていることから、これらの手順により試験を実施することで、泥水が透水性に与える影響を低減し、信頼性の高い結果が得られているものと考えている。

(補足)

減圧・水位低下または揚水に伴い、地下水中の溶存ガスが遊離し、試験データに影響を与える可能性がある。この課題に対しては、各試験においてガス測定等を実施し、溶存ガスの遊離状況を確認しつつ、著しいガスの遊離が生じない範囲の減圧・水位低下量を設定し、試験を実施している。

研究開発成果

Q 5 - 3 :

(「①得られた成果の内容」について)

大曲断層の幅が極めて広く断面図に示されている。その理由は何か？断層破碎帯が実態として広いのか？驚きを招きかねない。

A 5 - 3

大曲断層の幅は、ダメージゾーンも含む断層帯幅として図示している。

断層露頭において、大曲断層は、複数の小規模な断層破碎帯（幅 1~10 cm 程度の断層角礫岩あるいは幅 5 mm~3 cm 程度のガウジを伴う小断層）からなる断層帯で、その幅はダメージゾーンも考慮するとおおよそ 120 m 程度であることが確認されている。水理地質学的にはこのダメージゾーンの存在が重要であることから、地質構造モデルの大曲断層幅はダメージゾーンも考慮してある。

Q5-4 :

(「①得られた成果の内容」について)

割れ目帯の方向と大曲断層の方向が全く異なっている。割れ目帯の成因はどのようなものと考えているのか？ 成果の一般化に重要。

A5-4

割れ目帯の成因については充分にわかっていないが、現在以下のような断層の分類 (表 1) および地質構造概念モデル (図 1) を考えている。

表 1 断層の分類

名称	方向性		変位センス	変位量 (mオーダー)	充填物 (断層岩)	充填幅	備考
	層理面との関係	褶曲軸との関係					
タイプ1	高角に交差	ほぼ平行	縦ずれ優勢	10以上	断層角礫/ 断層ガウジ	0~20 cm 以上	大曲断層の fault core
タイプ2	高角に交差	平行~斜交	縦ずれ優勢	0~10 ?	断層角礫/ 断層ガウジ	0~10 cm 以上	大曲断層の damage zone
タイプ3	高角に交差	斜交(~直交)	横ずれ優勢	0~10	断層角礫/ 断層ガウジ	0~30 cm 以上	密集して分布 する傾向有り
タイプ4	ほぼ平行	ほぼ平行	縦ずれ優勢	0~10 ⁻¹	断層ガウジ	0~数 mm 以上	層面断層

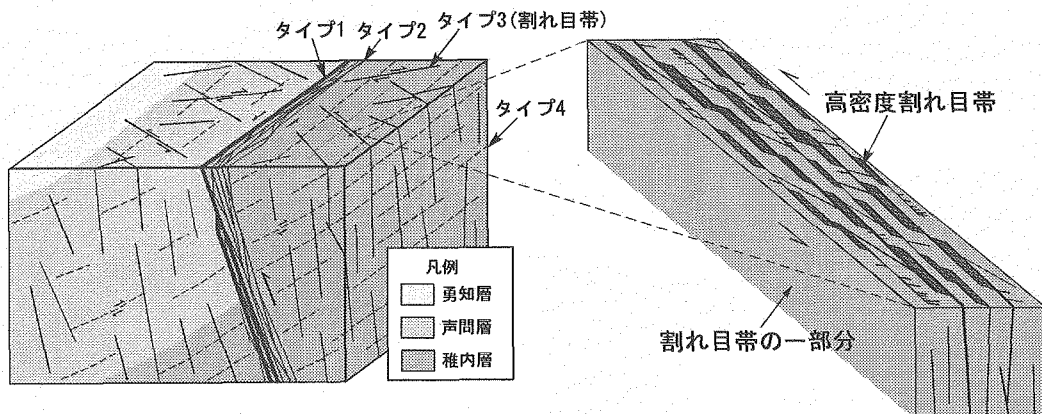


図 1 地質構造概念モデル

Q5-5 :

(「①得られた成果の内容」について)

割れ目の頻度を EMI 検層の結果を示しているが、これはコアの割れ目頻度と違うのか？ 一般の人の印象に重要。

A5-5

コアは、掘削時に形成された割れ目を含んでおり、破砕帯周辺がほとんど復元不可能な状態となっていることが多いため、コアと EMI 検層の割れ目頻度は異なっている。実際にはコアの割れ目頻度の方が多い場合が一般的である。掘削時の人工割れ目の除外やコアの復元等は十分に行っているが、現在は、原位置の状態をより反映していると思われる EMI 検層のデータの方を採用している。

Q5-6 :

(「①得られた成果の内容」について)

水の流動解析結果と、比抵抗分布で示される淡水の移動方向とが合わないが、長期的な流れの結果と現在の条件での解析とが合わないということか？

A5-6

地下水流動解析により得られた流速分布を用いて、塩化物イオンの移流分散解析を実施している。その結果として得られた洗い出し開始 5 万年後の塩化物イオン濃度の分布は、ボーリング孔の深度毎に採取したコアから抽出した塩化物イオン濃度分布と整合的であり、同時に地盤比抵抗分布とも定性的に整合している(下図参照)。解析条件(初期条件や境界条件の経時変化など)や、地盤比抵抗と塩化物イオン濃度の相関の検証などに課題はあるものの、地下水流動解析により得られた流動方向や流速のコントラストの妥当性は、地盤比抵抗分布からサポートされるものと考えている。

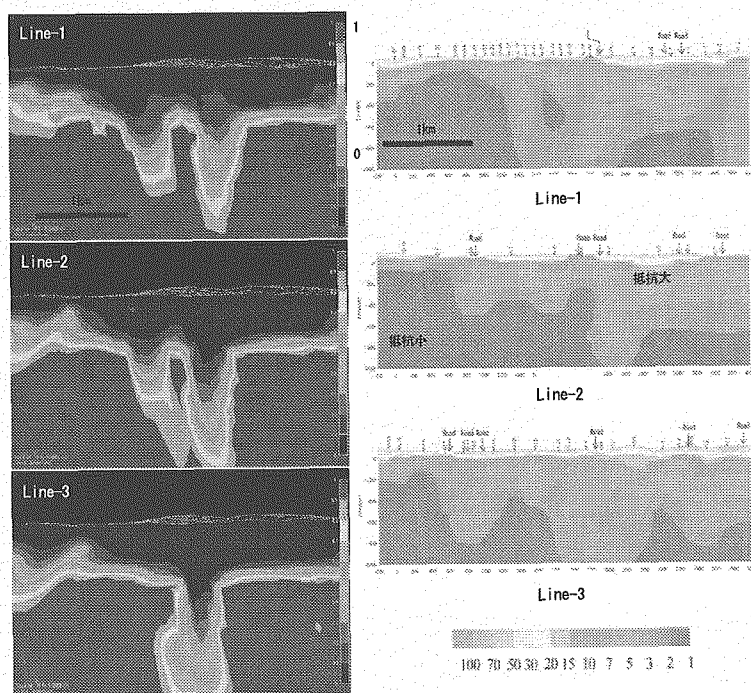


図 解析により得られた塩分濃度分布(左)と
電磁探査により得られた地盤比抵抗分布(右)

Q 5 - 7 :

(「①得られた成果の内容」について)

広報活動の成果を詳細に取りまとめてください。

A 5 - 7

平成 14 年度から平成 16 年度の幌延深地層研究センターの広報活動実績は別添のとおりであり、主な成果としては、次のとおりである。

幌延フォーラムの過去 3 年間の参加者は、平成 14 年度約 180 名、平成 15 年度約 200 名、平成 16 年度約 140 名となっております。また、平成 15 年度の着工以来幌延深地層研究センター現場の見学者は年々増加しており、平成 15 年度約 230 名、平成 16 年度約 440 名となっている。

幌延深地層研究計画及び地層処分に対する理解を深めていただくこととともに一定の成果があったと考える。

今後とも国民を対象とした広報活動を継続するとともに、より理解が得られるような内容としていきたいと考えている。また、広報活動の成果についてより定量的に把握できるような手法等を検討していきたい。

Q 5 - 8 : (「②実用化との関係」について)

幌延という特定箇所で得られた結果を他の地点にも適用するためのロジックが構築できなければ、他地点での実用化が難しいと思うが、これについての考え方を伺いたい。本研究は単に幌延地点での調査を行って、その地下地質環境を明らかにすることではないはず。堆積岩地域での地下地質環境の調査手法や調査計画戦略、評価技術を開発することにあるはずで、幌延はその材料になっているはず。

・岩石と地層のタイプ

幌延に分布するのは珪藻質泥岩とそれが続成作用を受けたオパールCT岩。一方、堆積軟岩には、泥岩、シルト岩、凝灰岩などがあり、これらに対する手法と研究結果の適用性を明確にしながら研究を進める必要がある。

・地質構造発達史と割れ目発達との関係

岩盤の透水性や透気性を支配する岩盤の割れ目（断層、節理など）は地質構造発達過程で作られてきているはずであるが、実際に得られた割れ目およびその特性の定量的データと地質構造発達史とを関連付ける必要性がある。

A 5 - 8

御指摘の通り、幌延の堆積岩について、その他の堆積岩とどのように違うのか、地質学的な特徴は異なっても、岩盤力学的特性や水理学的特性はどのようなかなどを常に意識し、全国的なデータがあるものについてはそれと比較しつつ研究を進めている。

地質構造発達史との関連についても、現状はまだ、幌延地域がどのような地質学的な変遷を経て現在の状態になったのかを調べている段階にとどまっているが、今後、その過程において地層中にどのような変化（亀裂など）が生じたかなどを具体的に関連づけながら研究を進めていきたいと考えている。

Q5-9:

(「②実用化との関係」について)

広報活動についての改善点などを記録しておくことは NUMO 等にノウハウとして受け渡す際に重要であると考えます。

A5-9

広報活動についての改善点などは記録しておくようにする。

Q5-10:

(「③得られた成果の普及、公開」について)

広報活動についての成果については、積極的に公開する必要はないかもしれないが、住民や報道関係者から開示を求められた時に速やかに提供出来るように取りまとめておく必要はあるように考えます。

A5-10

広報活動についての実績をとりまとめておくことは重要と考えている。当センターの平成16年度の広報活動実績は添付資料のとおりであり、今後とも国民を対象とした広報活動を継続するとともに、より理解が得られるよう検討したいと考えている。

6. 今後の展開

Q6-1:

幌延の研究計画、瑞浪の研究計画、それらを包括する深地層の研究計画と NUMO の行う処分事業、国の安全審査指針との関連で、幌延の研究が具体的にどう反映されるのか、各々のクリティカルポイントは何かを分かりやすく提示すべきであると考えます。

A6-1

『前回の質問事項「幌延の研究計画、瑞浪の研究計画、それらを包括する深地層の研究計画と NUMO の行う処分事業、国の安全審査指針との関連で、幌延の研究が具体的にどう反映されるのか、各々のクリティカルポイントは何かを分かりやすく提示すべき」が反映されており問題ないと考えます。』(委員コメント)

注) 第2回委員会後に同委員から出された質問に対して、第3回委員会資料に反映されていたため上記のようにコメントされたもの。

7. その他

Q7-1:

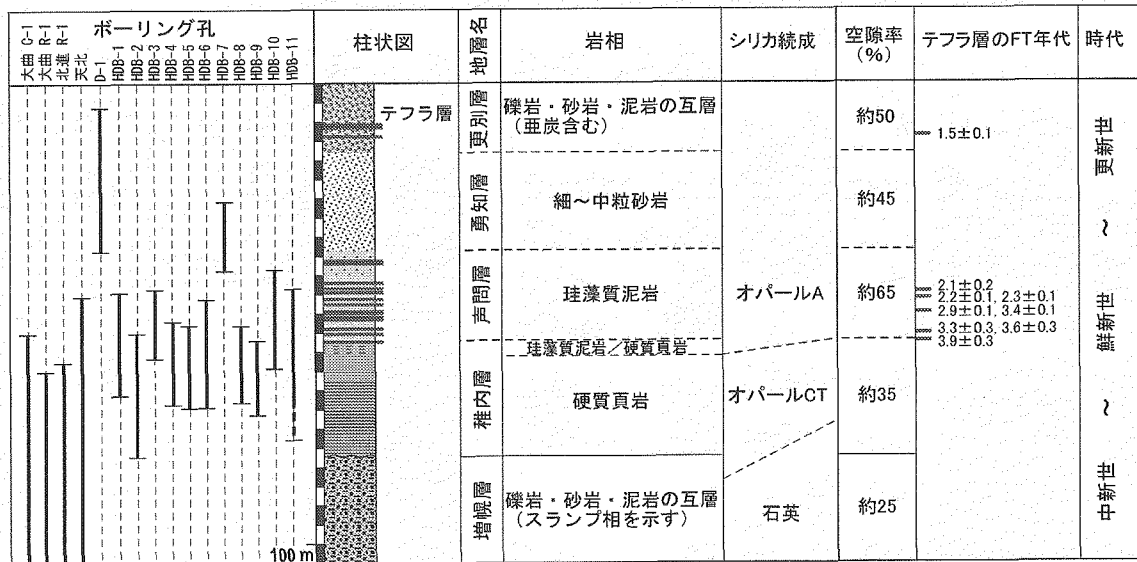
地質・地質構造が示されていますが、各々の地質時代(新生代 第2期 など)と対比可能ですか?

A7-1

下記の図に示すように、研究所設置地区付近では、

- 更別層： 新生代第四紀更新世
- 勇知層： // 第三紀鮮新世～新生代第四紀更新世
- 声間層： // 第三紀鮮新世
- 稚内層： // 第三紀中新世～新生代第三紀鮮新世
- 増幌層： // 第三紀中新世

と対比されている。



Q7-2:

地下水が淡水系と海水系からの起源を水質から推測するとのことですが、それが処分との関係でどのような意味があるのですか。

A7-2

地下水水質は地層処分システムの性能評価において人工バリアの健全性や物質の溶解度、収着・拡散挙動等に大きな影響を与える。したがって、地下の水質がどのように形成されたかを実測データに基づき解明し、モデル化を行うことは、信頼性のある評価を行う上で重要である。また、水素・酸素等の地下水中の同位体を調べることにより地下水の滞留時間や流動場の推定が可能となり、地下水流動解析結果との比較検討を行うことにより解析の信頼性を評価することができ、それに基づく地層処分システムの評価の信頼性向上につながる。

その他

Q7-3 :

地質環境モニタリング技術とは、処分前調査のどんな項目に必要なのですか。

A7-3

地質環境のモニタリングは、地下施設の主要部分である立坑や水平坑道等の掘削を行うことにより生じる地質環境の力学的、水理学的、地球化学的な変化を連続的に観測するものであり、モデルによる予測結果と比較を行うことによりモデルの信頼性を評価するために実施する。また、モニタリングデータに基づきモデルの修正や改良を行い、信頼性を向上させたモデルを構築する。したがって、サイト特有の地質環境条件（堆積軟岩、塩水系地下水、ガスの存在）に対応して、岩盤応力分布、圧力分布、水質分布等を原位置で計測可能なモニタリング技術を開発することが必要となる。

広報業務実績表(平成14年4月～)

幌延深地層研究センター

		平成14年										平成15年					
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月				
主要行事・業務進捗状況					▼12研究所設置地区公表		▼7～8おもしろ科学館		▼9/2～3/11試錐調査								
		▼平成14年度調査研究計画説明(北海道、幌延町)			▼平成13年度調査研究成果の説明(北海道、幌延町)				▼10/28～11/3土質ボーリング								
				▼17地元説明会			▼8/22～地質調査									▼2/3～6環境調査(冬)	
							▼8/22～9/2 物理探査										
								▼9/10～10/9環境調査									
							▼8/26～30環境調査(夏)										
								▼9/18～10/5岩盤力学測定装置の性能試験									
プレス	記者クラブ	▼12投げ込み(自治体説明等)			▼11投げ込み(13年度研究成果説明)				▼25投げ込み(土質ボーリングの開始)								
			▼27投げ込み(試錐調査終了)		▼15投げ込み(地質調査、物理探査、環境調査開始)			▼30投げ込み(試錐調査準備開始)	▼5投げ込み(土質ボーリングの終)					▼19投げ込み(試錐調査終了)		▼12投げ込み(土地売買契約締結、試錐調査整備終了)	
					▼10勉強会(業務進捗状況)			▼3投げ込み(物理探査終了)	▼2投げ込み(地質調査の終了)								
						▼8勉強会(業務進捗状況)		▼6投げ込み(測量、公募型研究の開始)	▼6投げ込み(幌延フォーラム)								
								▼8投げ込み(試錐調査、水理観測等の開始、公募型研究の終了)									
マスメディアを活用した広報	テレビ								▼11～25研究計画等の紹介					▼テレビCM(中止)			
	新聞(含む雑誌)												▼15(新聞広告)	▼15(雑誌広告)		▼新聞広告(中止)	
	ラジオ	▼平成14年度調査研究計画															
広報素材	ビデオ												▼内容の改定				
	広報誌			▼10広報誌(第4号)			▼31広報誌(第5号)							▼24広報誌(第6号)	▼27広報誌(第7号)		
	パンフ等				▼14年度研究計画(リーフレット)		▼13年度研究成果(リーフレット)		▼マンガパンフレット								
	その他	▼定期的な情報提供(業務の進捗に応じた、ビラ配布等(町内、関係自治体等))													▼1稚内空港へのPR看板の設置		
シンポジウム等													▼17幌延フォーラム			▼札幌フォーラム(中止)	
ホームページ		定期的な情報提供															
イントラネット		▼平成14年度調査研究計画インターネットへの掲載										▼計画進捗(13年度報告、研究所設置地区)インターネットへの掲載					▼ビデオ、CM(動画)のホームページへの掲載

広報業務実績表 平成16年3月)

幌延深地層研究センター

		平成15年									平成16年			
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
主要行事・業務進捗状況		▼1・2 平成15年度調査研究計画説明(2北海道、1幌延町)		▼16 平成14年度調査研究成果の説明(北海道、幌延町)	▼11 研究所用地造成工事着工									▼30 平成16年度研究計画説明
		▼8 地元説明会(平成15年度調査研究計画)		▼25 地元説明会(平成14年度調査研究成果)	▼30 札幌フォーラム	▼28 向志塾	▼6・7 おもしろ科学館			▼15 幌延フォーラム				
		▼31 科学実験教室												
プレス	記者クラブ	▼8 勉強会(15年度調査研究計画)		▼25 勉強会(14年度調査研究成果報告)										▼25 お知らせ(コントロールホーリング掘削終了)
		▼21 お知らせ(科学実験教室開催)		▼4・10 勉強会(研究所用地造成工事着工等)	▼10 地震観測現場公開	▼18 試錐調査現場公開					▼5 お知らせ(幌延フォーラム開催)			
		▼4 お知らせ(環境調査終了と地質調査開始)		▼15 お知らせ(試錐掘削開始、NTTアンテナ設置工事開始、岩盤力学測定装置の性能試験終了)						▼12 お知らせ(土質ホーリング開始、地形測量開始)				
		▼13 お知らせ(14年度調査研究成果報告と造成工事準備開始)		▼25 お知らせ(環境調査に係るモニタリング調査開始)						▼19 お知らせ(物理探査開始)				
		▼25 お知らせ(環境調査開催)		▼27 お知らせ(試錐調査のための準備工事開始)						▼26 お知らせ(地下水の水圧・水質観測開始)				
				▼4 お知らせ(造成工事着工)						▼29 お知らせ(コントロールホーリングの許可手続き開始)				
				▼7 お知らせ(電磁探査機器類の設置、岩盤測定装置の性能試験開始)						▼10 お知らせ(電中研との共同研究フローメータ検層開始、土質ホーリング終了)				
										▼17 お知らせ(簡易ホーリング開始)				
										▼17 お知らせ(エントリーWSテクニカルツアー)				
										▼7 お知らせ(コントロールホーリングの準備作業開始)				
										▼18 お知らせ(電中研との共同研究フローメータ検層終了)				
マスメディアを活用した広報	テレビ						▼12~18 研究計画等の紹介(着工等)							
	新聞(含む雑誌)						▼12 研究計画等の紹介(着工等)/新聞広告			▼10 研究計画等紹介/専門誌掲載				▼15 研究計画の紹介/地元紙 ▼26 研究計画の紹介/新聞広告
	ラジオ	▼通年情報提供												
広報素材	ビデオ、パンフレット									▼29 計画進捗(着工)に伴うビデオ内容の改定				
	広報誌			▼15 広報誌(第8号)				▼28 広報誌(第9号)			▼7 広報誌(第10号)			▼26 広報誌(第11号)
	ビラ	▼定期的な情報提供(業務の進捗に応じた、ビラ配布等(町内、関係自治体等))												
PR施設展示物概念・配置検討														
シンポジウム等				▼30 札幌フォーラム							▼15 幌延フォーラム			
ホームページ		▼定期的な情報提供												
		▼平成15年度調査研究計画インターネットへの掲載												
		▼計画進捗(14年度報告、着工等)インターネットへの掲載												
		▼1 英文HP運用開始												
イントラネット														

広報業務実績表(平成16年度)

幌延深地層研究センター

		平成16年									平成17年						
		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月				
主要行事・業務進捗状況		3/30 平成16年度調査研究計画説明(北海道、幌延町) ▼6 地元説明会(平成16年度調査研究計画)				▼27 幌延町3大研究機関見学会(幌延町主催) (JNC、北大研究林、地圏環境研究所)			▼4・5 おもしろ科学館(幌延町・経産局主催) (JNC:研究内容展示説明、研究現場見学会等)			▼25・26 国際ワークショップ					
				▼11 平成15年度調査研究成果の説明(北海道、幌延町) ▼23 地元説明会(平成15年度調査研究成果)		▼2 札幌フォーラム					▼7 幌延フォーラム						
プレス	記者クラブ	▼6 勉強会(16年度調査研究計画) ▼19 造成工事開始現場公開 ▼16 お知らせ(造成工事・物理探査開始)		▼23 勉強会(15年度調査研究成果報告)					▼21 試錐調査現場公開			勉強会(16年度実施概要)▼21					
		▼8 お知らせ(15年度調査研究成果報告) ▼14 お知らせ(地質調査・表層推理調査・GPS観測開始) ▼25 お知らせ(コントロールボーリング試験準備開始) ▼4 お知らせ(コントロールボーリング掘削開始)					▼16 お知らせ(試錐掘削開始)		▼18 お知らせ(国際ワークショップ開催)		▼15 お知らせ(造成工事・環境調査終了)						
マスメディアを活用した広報	テレビ 他											研究概要のインターネット広告▼2/16~3/18 研究概要のテレビ広告▼2/28~					
	新聞(含む雑誌)											▼4 幌延町小中高生東濃視察紹介/科学新聞投稿 研究計画の紹介/地元雑誌広告▼15 ▼23 研究計画の紹介/地元新聞広告					
	ラジオ	▼通年情報提供															
広報素材	ビデオ、パンフレット																
	広報誌				▼11 広報誌(第12号)		▼28 広報誌(第13号)			▼4 広報誌(第14号)			広報誌(第15号)▼20				
	ビラ	▼定期的な情報提供(業務の進捗に応じた、ビラ配布等(町内、関係自治体等))															
PR施設展示物基本設計																	
シンポジウム等												▼2 札幌フォーラム(約100名参加)		▼25・26 国際ワークショップ		▼7 幌延フォーラム(約140名参加)	
情報公開		▼21開示請求001		▼27開示請求002 ▼3開示請求003、004、005、006 ▼30開示請求007		▼19開示請求008		▼9開示請求009 ▼10開示請求010、011		▼6開示請求012		▼5開示請求014 ▼28開示請求013					
ホームページ		▼定期的な情報提供 英語版ホームページ開設															
イントラネット		▼平成16年度調査研究計画インターネットへの掲載 ▼計画進捗(15年度報告等)インターネットへの掲載															
		▼定期的な情報提供 イン트라ネットリニューアル															

参 考 資 料 5

幌延深地層研究計画
(OHP資料)

課題評価

平成17年7月

核燃料サイクル開発機構
幌延深地層研究センター

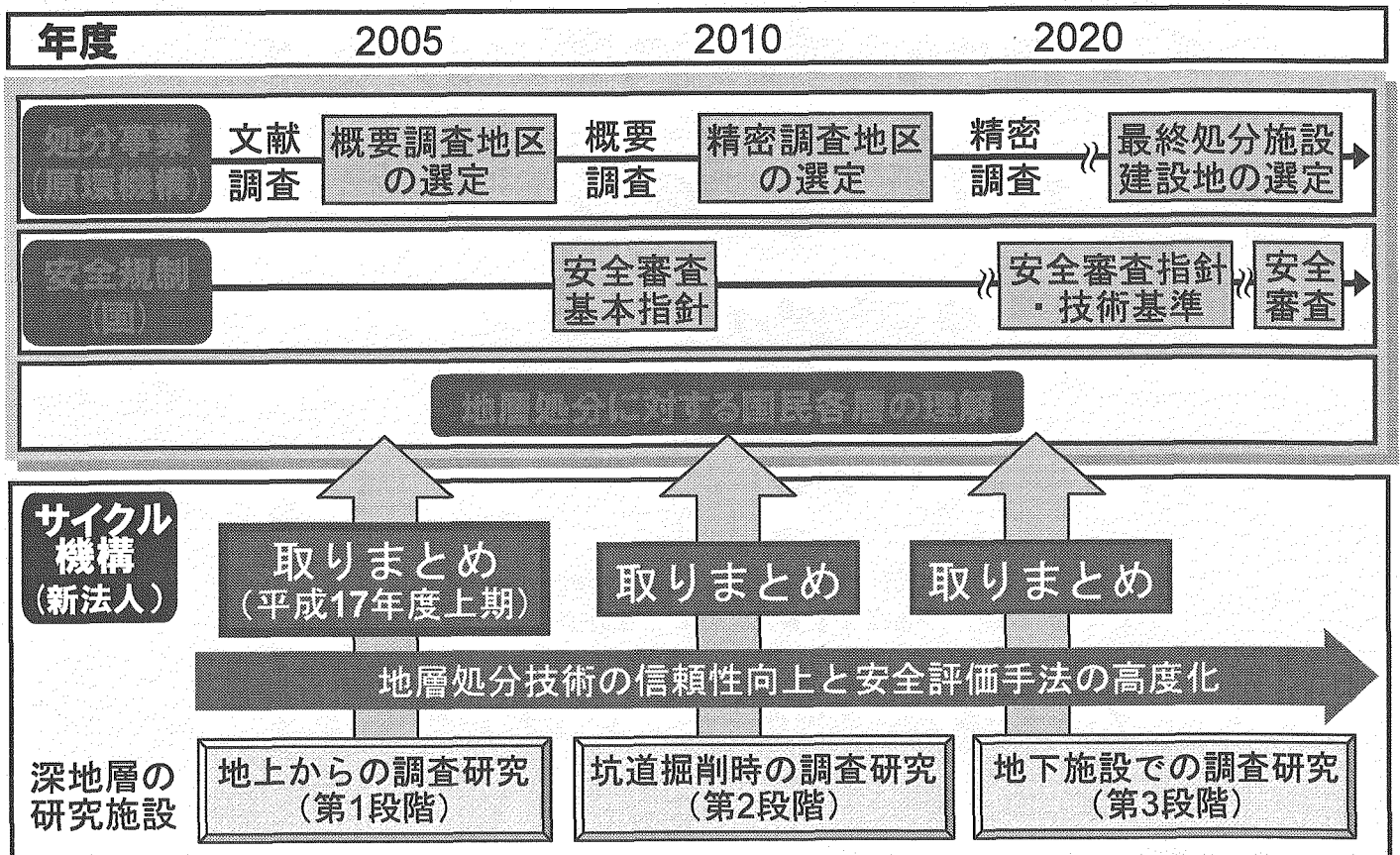
1. 前回の指摘事項と修正点
2. 第1段階の成果
3. 第2段階の計画
4. 成果の反映
 - (1) 研究所設置地区の選定
 - (2) 通気網解析と模型実験

深地層の研究施設の役割

- 『深地層の研究施設、地層処分放射化学研究施設等を活用し、地層処分技術の信頼性の確認や安全評価手法の確立に向けて研究開発を着実に推進することが必要である。』
- 『深地層の研究施設は、学術的研究の場であるとともに、国民の地層処分に関する研究開発の理解を深める場としての意義を有し、(略)』

「原子力の研究、開発及び利用に関する長期計画」
(H12年11月 原子力委員会) より抜粋

研究成果の反映先



深地層の研究施設が複数必要な理由

地層処分^{*}の安全評価⇒地下水シナリオ^{*}を重視

^{*}地下水によって、埋設された高レベル放射性廃棄物から放射性物質が人間の生活環境に運ばれる可能性

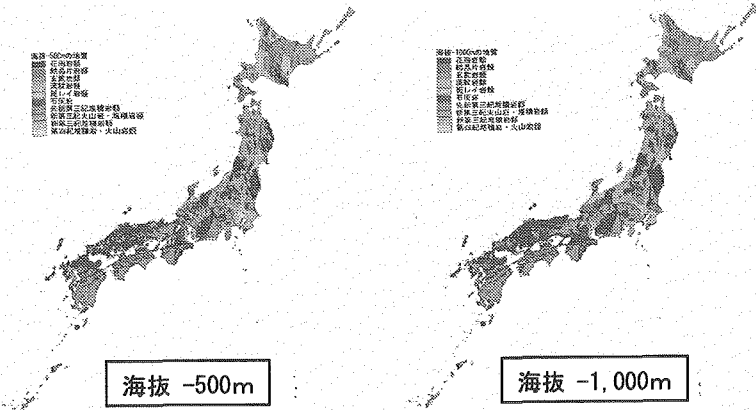


わが国の地質
⇒地下水の流動特性により2つに大別

地質	結晶質岩系	堆積岩系
水理	亀裂性媒体 	多孔質媒体
水質	塩水系(おもに沿岸部) 淡水系(おもに内陸部)	
岩石強度	硬岩	軟岩
施工技術	無支保	支保

わが国の地質の分布

* 結晶質岩系(暖色系) / 堆積岩系(寒色系)



海拔 -500m

海拔 -1,000m

□ 深地層研究計画(北海道幌延町)
 ■■■■■ 超深地層研究所計画(岐阜県瑞浪市)

前回課題評価での指摘事項

前回評価(H13年12月)での指摘は下記のとおり。

●本研究開発計画は、微視的な現象から地球規模の極めて巨視的な現象までをカバーする膨大なものであり、合理的なタイムスケジュールで達成するためには、地層処分における支配的現象の見極めと、それに基づく優先的な研究開発項目の評価・選択が不可欠である。このため、各研究開発項目に関連する研究分野を専門とする国内外の研究機関等と広く連携して本計画を効率的に推進していくことが望まれる。

●国内関係機関/大学との積極的な連携や、先行している各国の地層処分に関する情報を十分に活用していくことが必要である。

措置の実施状況 (国内での研究協力の現状)

[共同研究]

電力中央研究所:コントロールボーリング技術開発, 地下水の年代測定
原子力環境整備促進・資金管理センター:高精度物理探査技術の開発

[その他研究協力]

北海道大学:処分研究に関する協力協定

静岡大学:地下水及びコア中の微生物研究(先行基礎)

京都大学:堆積軟岩のAE特性の分析及び原位置測定手法に関する研究(先行基礎)

山口大学:メタンガスセンサーの開発(先行基礎)

金沢大学:地下水中の微生物研究(連携大学院)

埼玉大学:モニタリングデータを用いた地下水流動解析

九州大学:コア中の微化石分析

幌延地圏環境研究所:岩盤力学・微生物・ガス・プロジェクト研究

産業技術総合研究所:コアを用いた透水試験

[今後の予定される研究協力]

産業創造研究所

原子力発電環境整備機構(実施主体)

原子力安全基盤機構(安全規制)

措置の実施状況 (海外との研究協力の現状)

ANDRA(フランス):研究協力, 年1~2回情報交換

Mont Terri(スイス):間隙水の地球化学に関する
共同研究

Nagra(スイス):原位置試験に関する研究協力

SNL(アメリカ):不確実性解析に関する共同研究

LBNL(アメリカ):地下水水理に関する研究協力

Clay Club:OECD/NEA所属の堆積岩を対象にした地下研
の国際フォーラム

○第1段階である「地上からの調査研究」のこれまでの研究成果(平成16年度までの)

○第2段階である「坑道掘削時の調査研究計画」

深部地質環境の科学的研究の一層の充実を図り、地層処分研究開発の第2次と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すること

これによって

- ・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最新の技術や成果を提供する
- ・情報や研究の場を公開することによって、深地層の環境に対する社会の理解を深める

第1段階の これまでの研究成果

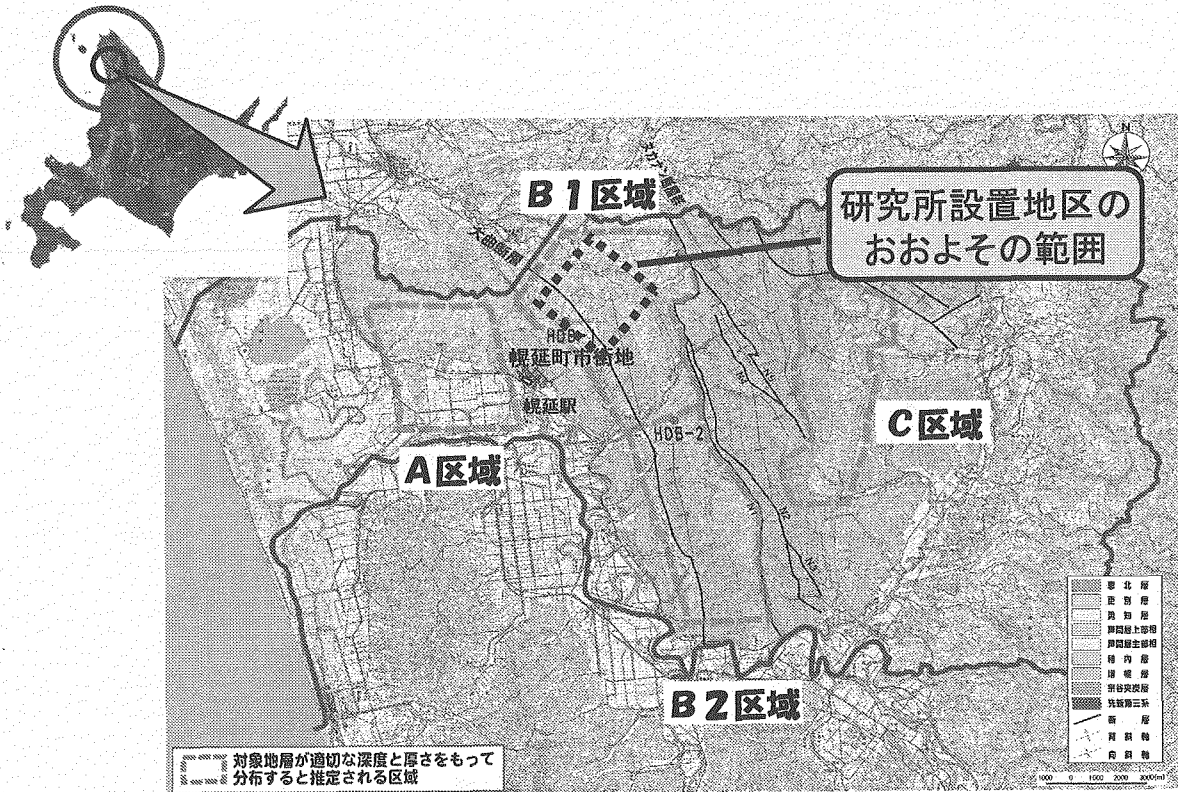
「地層科学研究」

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

「地層処分研究開発」

- ⑤処分技術の信頼性向上
 - ・人工バリア等の工学技術の検証
 - ・設計手法の適用性確認
- ⑥安全評価手法の高度化
 - ・安全評価手法の適用性確認

第1段階の目標と達成度 (研究対象範囲)



国土地理院1/50,000地形図(稚咲内、豊富、上猿払、天塩、雄信内、敏音知)を使用

研究所設置地区と調査位置



国土地理院1/25,000地形図(幌延、本流、豊富、豊幌)を使用

第1段階：地上からの調査研究段階の研究実施項目

1. 地質環境調査技術開発
 - 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調査技術・調査機器開発
2. 地質環境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
3. 深地層における工学的技術の基礎の開発
坑道の施工・維持・管理に関わる工学技術の有効性確認
4. 地質環境の長期安定性に関する研究
地震・断層活動、隆起・沈降・侵食の過去および現在における地殻活動状況に関するデータの取得
5. 処分技術の信頼性向上
 - ①人工バリア等の工学技術の検証
 - ②設計手法の適用性の確認
6. 安全評価手法の高度化
安全評価手法の適用性確認
7. その他
 - ①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
 - ②坑道を利用した試験の基本計画の策定

平成16年度までの達成度1-①

目的：地表から地下深部までの地質環境のデータの取得と整理

実施内容：地質構造) 地質調査, 簡易ボーリング調査, 物理探査(空中・地上)

水理) 室内・原位置での透水試験, 表層水理観測(河川流量観測・気象観測・地下水位/土壤水分観測)

地球化学) 河川・降水の水質分析, 揚水及びコアからの間隙水分析, 地下水・溶存ガスの分析

岩盤力学) ボーリングコアによる一軸圧縮試験, 水圧破碎法による応力測定

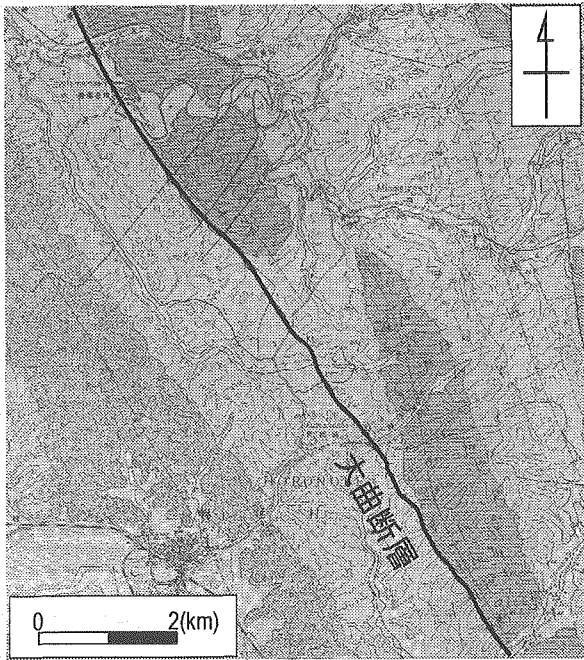
達成度：地質構造) 堆積層序, 大曲断層及び亀裂ゾーンの把握

水理) 亀裂の存在と透水係数の関係, 地下水流れの方法の把握

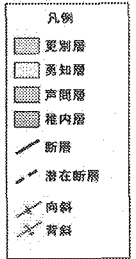
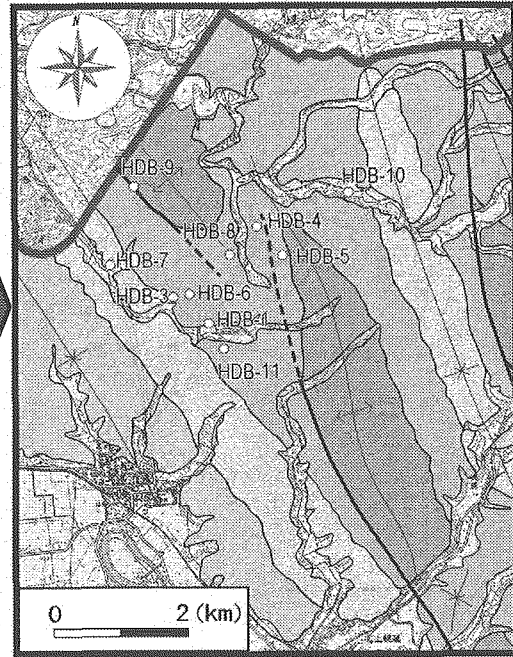
地球化学) 双方の水質の同深度における一致を確認
地下水の起源及びその推移の把握

岩盤力学) 各地層及び遷移部分での一軸圧縮強度の把握
応力の深度依存性の確認

H16達成度1-①: 地質図の更新

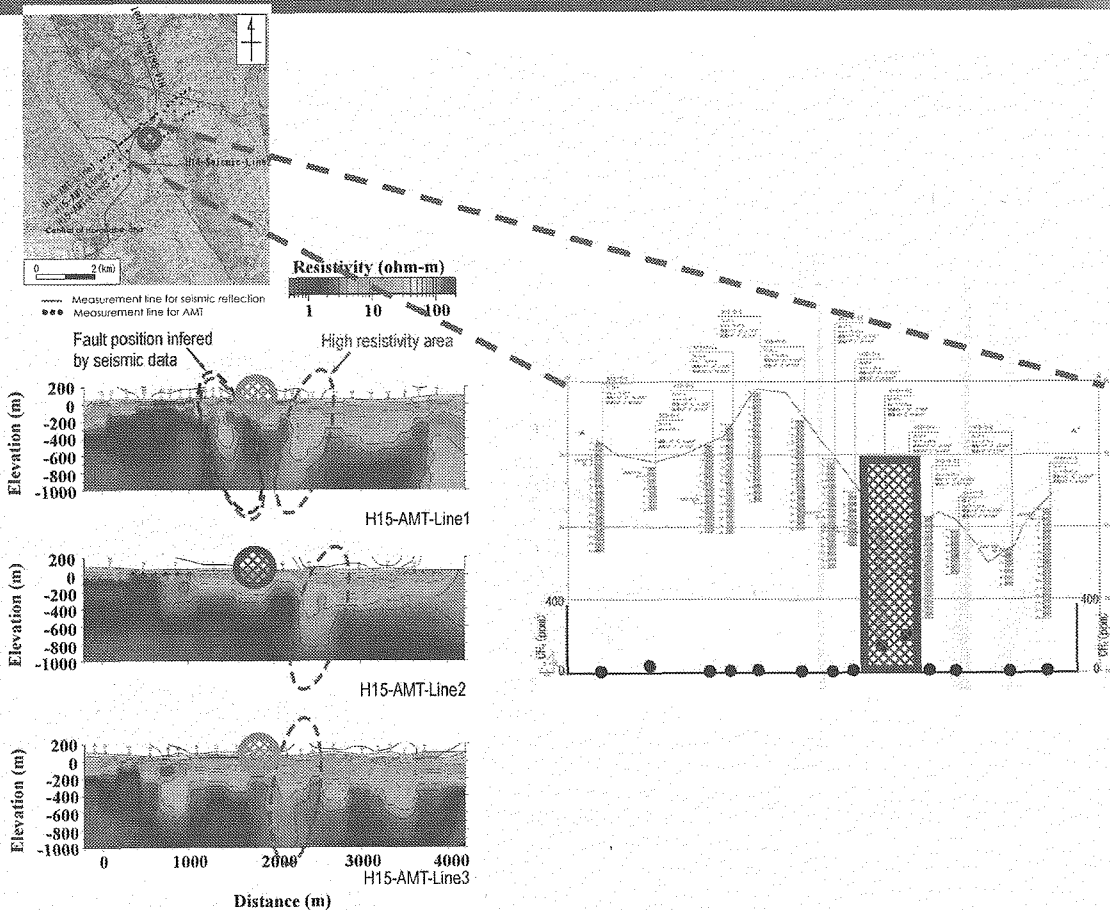


地質図については長尾(1960)を引用



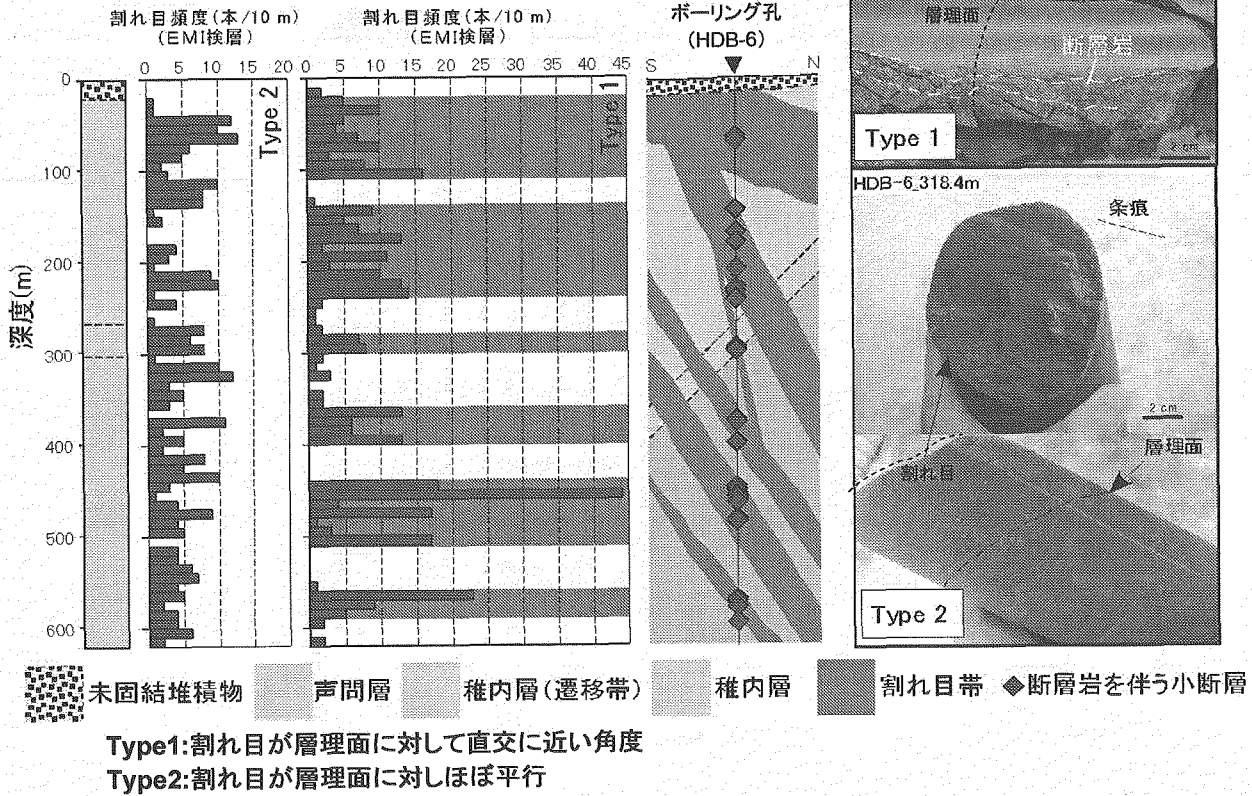
国土地理院発行5万分の1地形図「豊富」「雄信内」を使用

H16達成度1-①: 比抵抗及びメタンガスの測定結果



H16達成度1-①:ボーリング調査(コア観察)

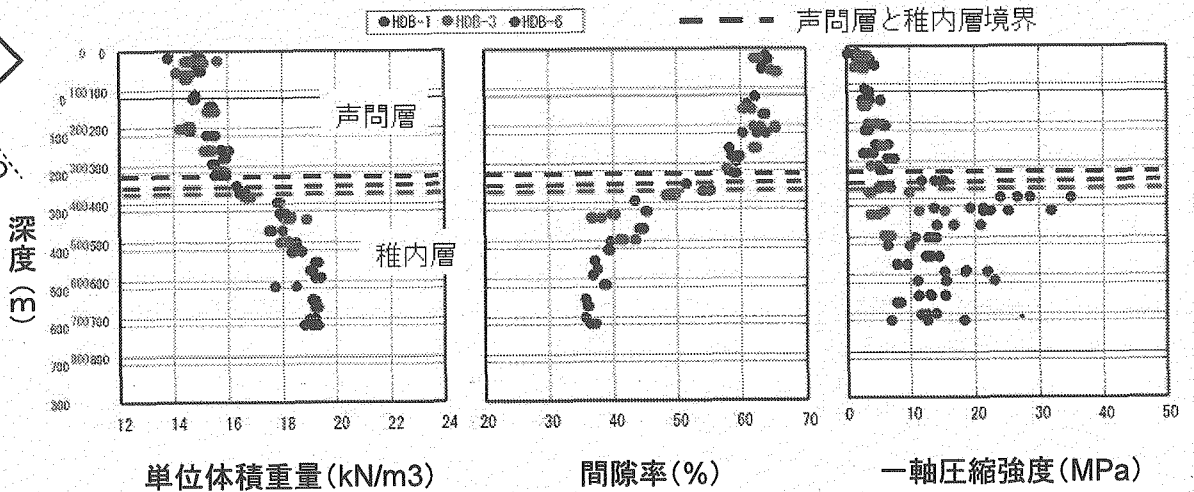
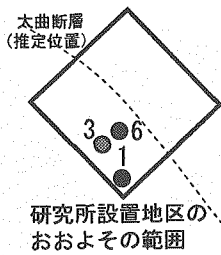
ボーリング孔(HDB-6)



H16達成度1-①:ボーリング調査(物理試験・力学試験)

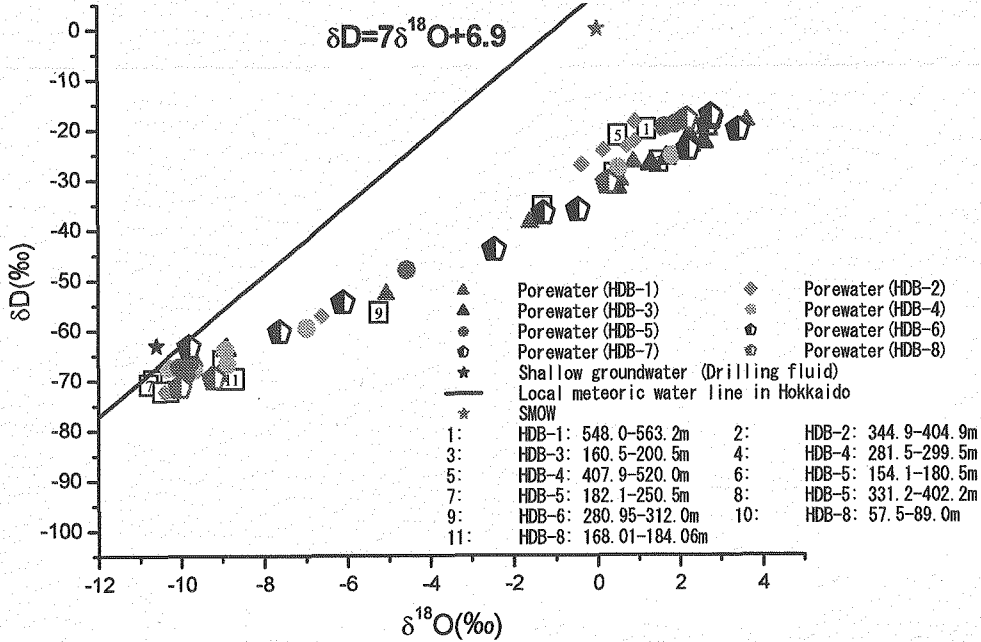
岩盤物性値の深度分布(ボーリングHDB-1,3,6孔)

ボーリング孔の概略位置

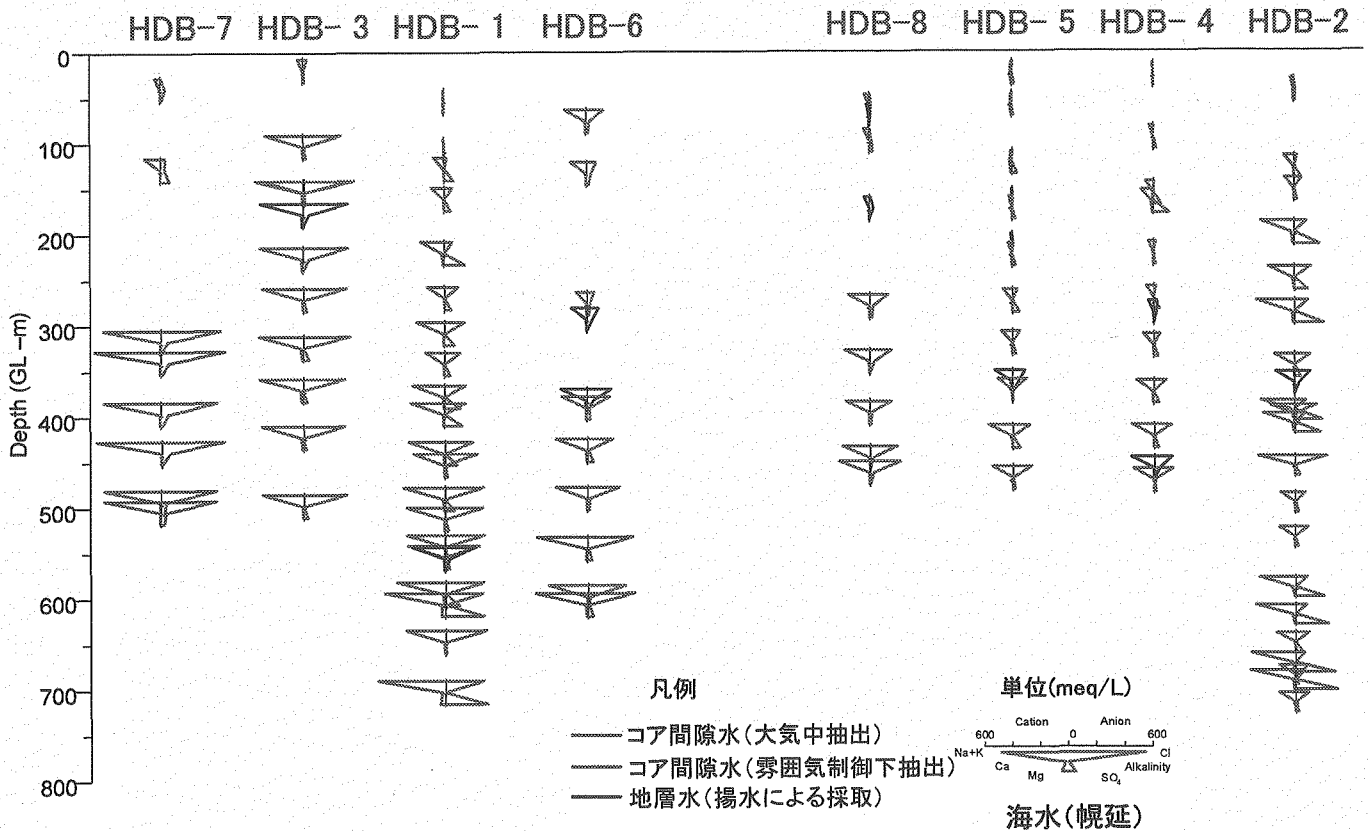


H16達成度1-①:ボーリング調査(化学分析)

ボーリング調査中に採水された地下水とコアから抽出した間隙水に含まれる酸素・水素同位体比の関係



H16達成度1-①:ボーリング調査(地下水の分析)



平成16年度までの達成度1-②

目的：研究所設置地区およびその周辺地区において取得した地質環境に関するデータに基づき、地質環境(地質構造、地下水の水理、地下水の地球化学、岩盤力学)のモデルを作成・更新するとともに、地下施設の建設に伴う地質環境の変化を予測する。

実施内容：

【地質構造】地質調査で得られた地層分布、大曲断層の分岐、割れ目密集部(割れ目体)の分布などを考慮した地質構造モデルを作成した。

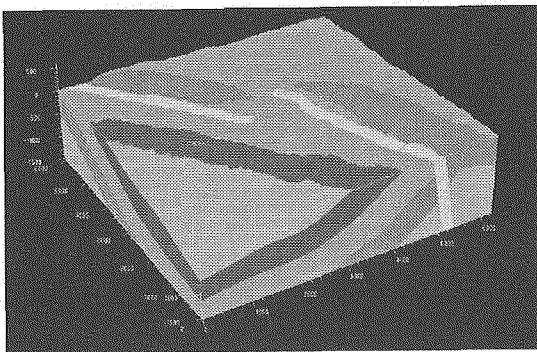
【地下水の水理】調査結果を基に全水頭分布や地下水の流路を予測した。また、割れ目帯の空間分布が地下水流動場に与える影響を考慮した地下水流動解析を実施している。

【地下水の地球化学】地下水の地球化学モデルを用いて、地下水の水質(塩分濃度)形成過程を試行的に再現した。

【岩盤力学】岩石の一軸圧縮強度は、声問層:5 MPa程度、声問層/稚内層の遷移部分:5~20 MPa程度、稚内層:20 MPa程度であり、深度方向に3つの物性ゾーンに分けられることが明らかになった。

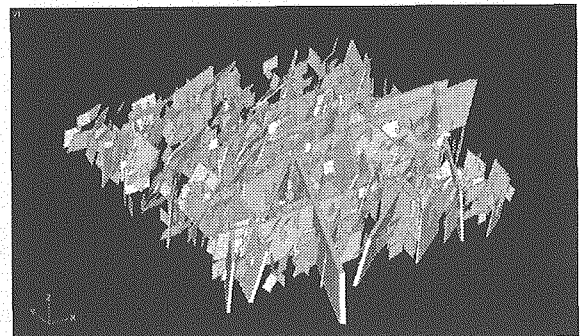
達成度：各モデルをそれぞれ作成した段階で、各モデル間に矛盾がないかどうかのチェックを今後行う必要がある。

H16達成度1-②: 地質環境のモデル化-地質構造モデル

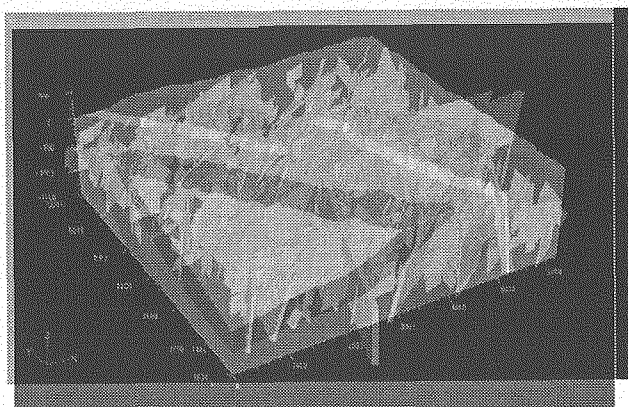


大曲断層を考慮した地質構造モデル

+

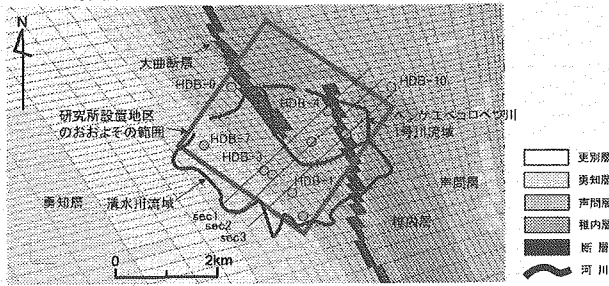


割れ目帯ネットワーク

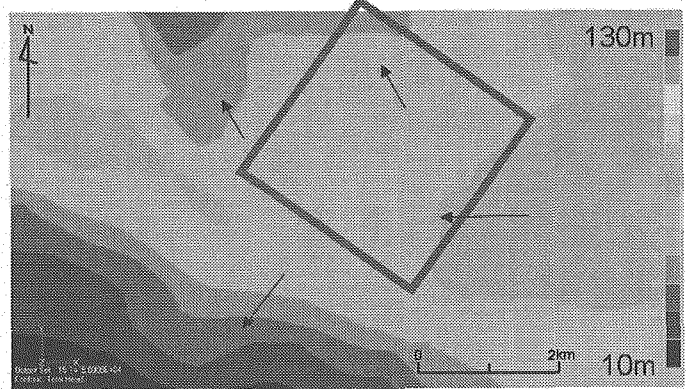


- 更別層(礫岩、砂岩、泥岩、頁岩)
- 勇知層(砂岩)
- 声問層(粘板岩、泥岩)
- 稚内層(硬質頁岩)
- 増幌層(礫岩、砂岩、泥岩)
- 大曲断層

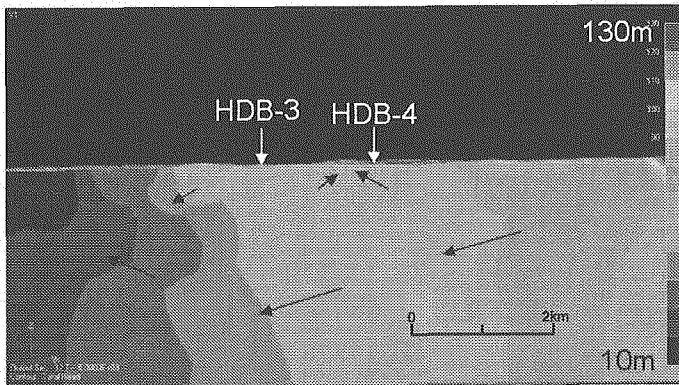
解析メッシュと調査位置図(平面図)



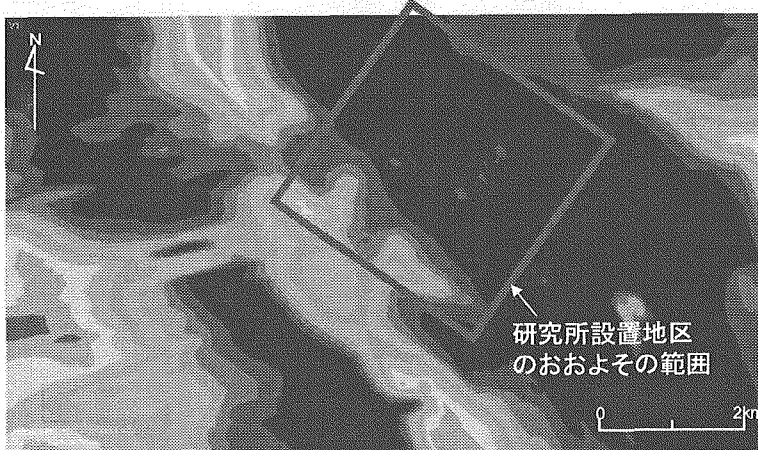
海拔-400mでの水平断面図(全水頭分布)



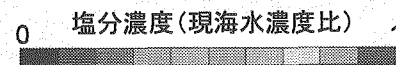
sec1断面図(全水頭分布)



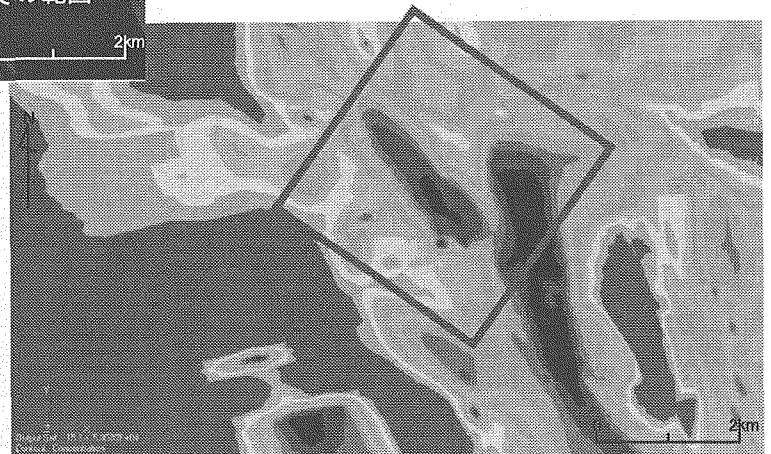
海拔-200mでの水平断面図(塩分濃度分布)



海拔-200mでは、塩水系地下水が降水によって洗い出され、ほぼ降水に置換されている。

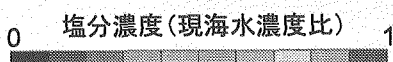


海拔-400mでの水平断面図(塩分濃度分布)



なお、この結果は洗い出し開始5万年後の濃度分布を表しており、濃度は現海水の濃度で除して正規化している。

海拔-400mでは、古海水が残っているが、相対的に透水性の高い大曲断層周辺では降水の影響が大きい。



平成16年度までの達成度1-③

目的: 取得した地質環境データ、地質環境モデルに基づいて、地下施設の建設に伴う地質環境の変化を予測する

実施内容: 取得した地質環境に関するデータ及び目標②で作成した地質環境の各モデルを用いて、地下施設の建設に伴う地質環境の変化の予測を行う

達成度: 平成16年度は地質環境のモデル化まで。平成17年度に以下に挙げる項目内容を実施する

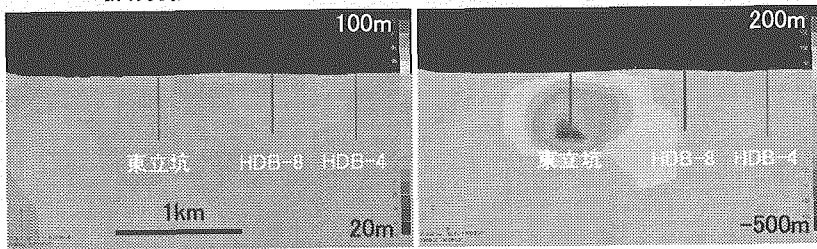
【地下水の水理】地下水の水理モデルを用いて、地下施設建設に伴う立坑・水平坑道への地下水の湧水量・周囲の水圧の変化などの予測解析を行う。また、密度の異なる地下水やガスが溶け込んでいる地下水の流れ方などについての解析を行う。

【岩盤力学】岩盤力学モデルを用いて、地下施設の掘削に伴う周辺岩盤の力学的な変化の予測解析を行う

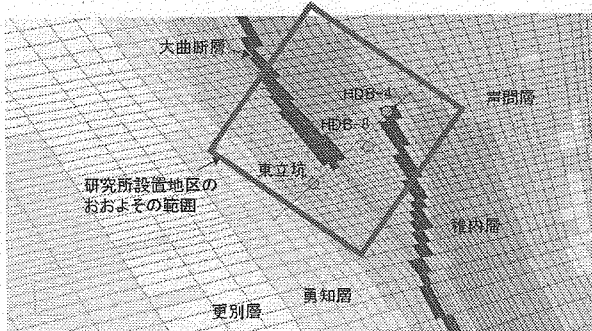
H16達成度1-③: 地下施設建設に伴う地質環境の変化予測

掘削前(現在)

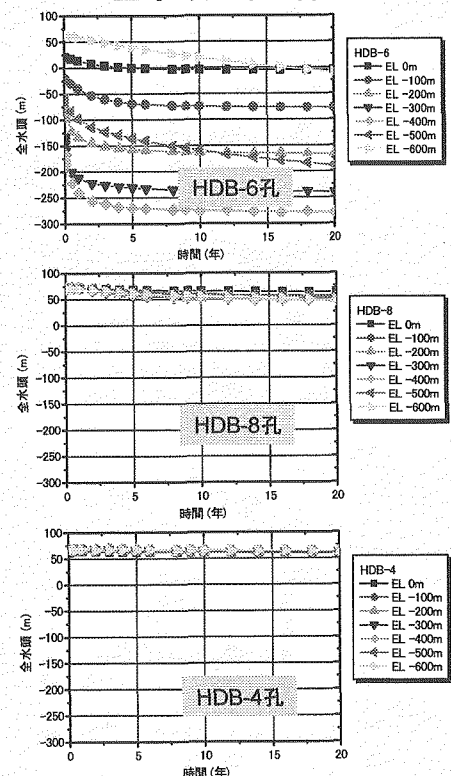
掘削10年後



断面位置図



全水頭の経時変化



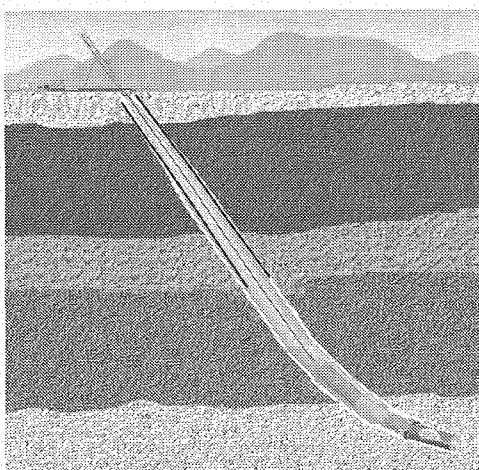
平成16年度までの達成度1-④

目的：軟岩をボーリングするに当たって、調査試験に影響の少ないボーリング掘削技術の検討を行う。また、ボーリング孔中で用いる地下水に関する試験機器についてデータの取得精度・耐久性の向上を図る。

実施内容：ガス発生を考慮した水理試験方法の構築，定方位コア採取方法の検討，コアからの間隙水抽出方法の考案，軟岩への適用を目指した岩盤力学測定装置の改良，原位置pH-Eh取得装置の開発，コントロール掘削技術の開発等を実施した。

達成度：原位置pH-Eh取得装置の開発，コントロール掘削技術は開発を継続しており，他の技術はこれまでのボーリング調査に適用した。ボーリング孔中で用いる試験機器について，いくつかの技術を開発・実用化している。

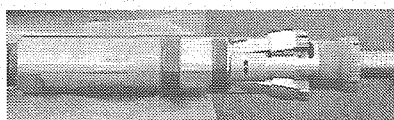
H16達成度1-④：調査技術・調査機器開発



コントロールボーリングの概念



メタンセンサー



拡径装置

平成16年度までの達成度2

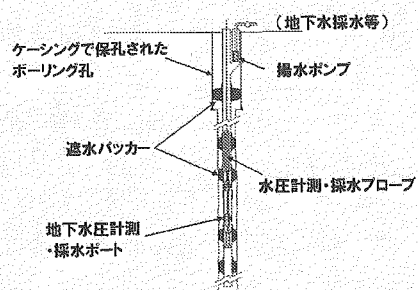
目的：地質環境モニタリング機器の開発および機器の設置と観測開始

実施内容：1) 地下水の圧力と水質の長期モニタリング装置の開発。

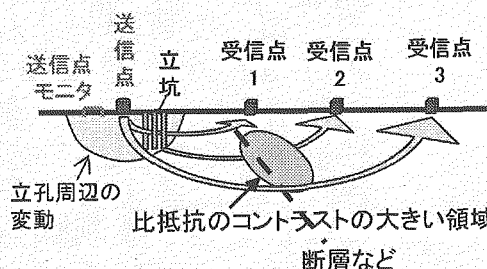
2) 地下施設周辺の構造や物性の変化を観測する遠隔監視システム(アクロス)の開発, 設置, 観測

達成度：1) 8孔のボーリング孔に長期モニタリング装置(MPシステム等)を設置し、観測を開始した。17年度は、残りの2孔に設置する。

2) 電磁アクロス観測システムを設置し、観測を開始した。また、17年度に弾性波アクロスを設置し、観測を開始する。



地下水水圧・水質長期モニタリング機器の例



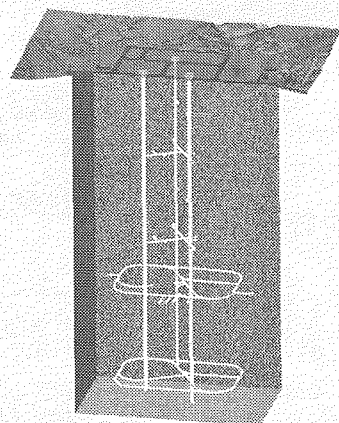
遠隔監視システムの例(電磁アクロス)

平成16年度までの達成度3

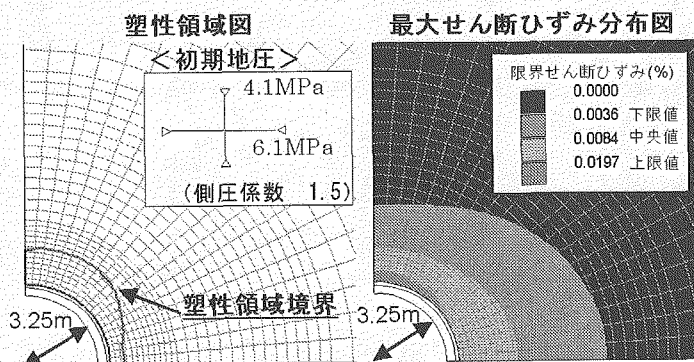
目的：現状の工学技術を適用することにより、地下深部に地下施設を設計できることを確認する。

実施内容：地下施設の安全性を確保するために岩盤特性に応じた空洞の安定性を評価するとともに、地下施設における調査研究項目、可燃性ガス対策や通気等の防災面を考慮した施工計画を策定した。なお、今後必要に応じて見直しをおこなう。

達成度：H15年度に地下施設の基本設計，H16年度に施工計画を含む実施設計を完了した。



地下施設レイアウト(案)



空洞安定性解析の一例
(アクセス立坑：深度340m部)

平成16年度までの達成度4

目的 : 幌延地域の現在の地殻変動を把握する。また、地層に残された記録から過去の地質構造発達史を明らかにする。

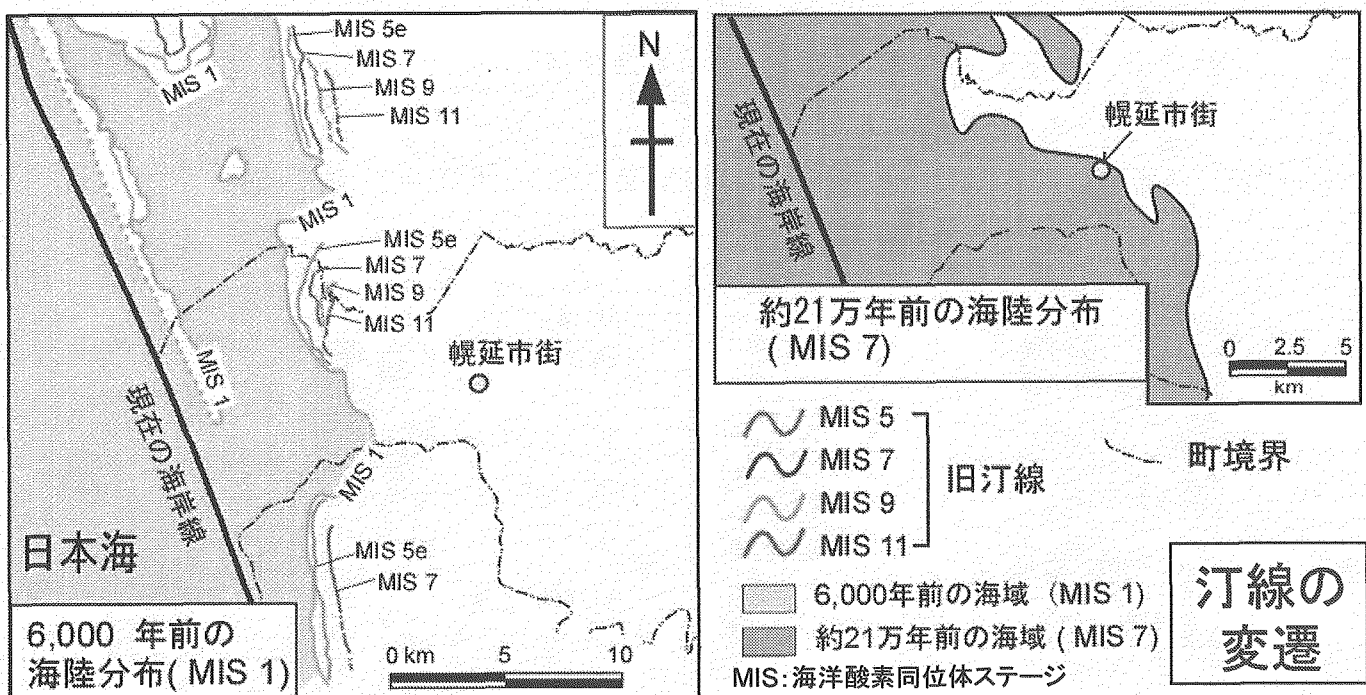
実施内容:

- ① ボーリング孔内(深度140m)に1台、地上に4台の地震計を設置して観測を実施し、震源分布解析手法の検討、震源分布と活断層分布との関連性について検討した。また、2003年十勝沖地震発生前後における地下水圧変化について検討した。
- ② GPSおよび電磁探査機器を設置し、地殻変動に係わる観測を実施した。海成段丘の分布調査やその形成時期に係わる地表踏査、および地層の年代層序学的検討を実施した。

達成度:

- ① 天塩川断層付近、築別断層群の海域延長付近および幌延町西部のサロベツ背斜付近において、現在確認されていない地下数kmにおける震源断層の存在可能性が推測された
- ② 陸域が100万年オーダーの時間スケールで天北堆積盆内を西方へ移動もしくは収斂することが推測された。海成段丘面の調査に基づき、汀線位置の変化を記述した。また、GPS観測機器の観測結果については、観測開始以降のデータに基づく解析を現在進めている。

H16達成度4: 地質環境の長期安定性に関する天然現象の研究



平成16年度までの達成度5-①

目的 : 低アルカリ性コンクリートに関する材料開発と実際の地質環境に対する適用性確認

実施内容 : セメント系材料に起因する高pH溶液の緩衝材や岩盤などへの影響を考慮した、坑道支保工である普通セメントの代替材料としての低アルカリ性セメントの開発。吹付コンクリート、場所打コンクリート、グラウトとしての施工性の確認、目標品質の達成、品質変動の把握、耐久性の評価の4課題について検討。

達成度 : 施工性に着目した材料開発と室内試験による物性把握をおこなった。

H16達成度5-①: 人工バリア等の工学技術の検証

地質環境に関する人工バリア設計入力データ項目

分類	設計入力データ項目
地球化学	溶存酸素濃度 or Eh, pH 地下水組成 優先 : $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-} / \text{H}_2\text{CO}_3$, SO_4^{2-} , $\text{HS}^- / \text{H}_2\text{S}$, Cl^- , イオン強度 (Na, Ca, K, Mg, 陰イオン) その他 : P, NO_3^- , $\text{NH}_3(\text{aq})$, NH_4^+ , B
力学	地圧, 時間依存性パラメータ, 変形係数, ポアソン比, 一軸圧縮強度, 引張強度
水理	動水勾配, 地下静水圧, 流速
熱	温度, 熱伝導率, 比熱
その他	微生物 (硫酸塩還元菌, メタン生成菌, 鉄細菌), 岩盤の亀裂状態

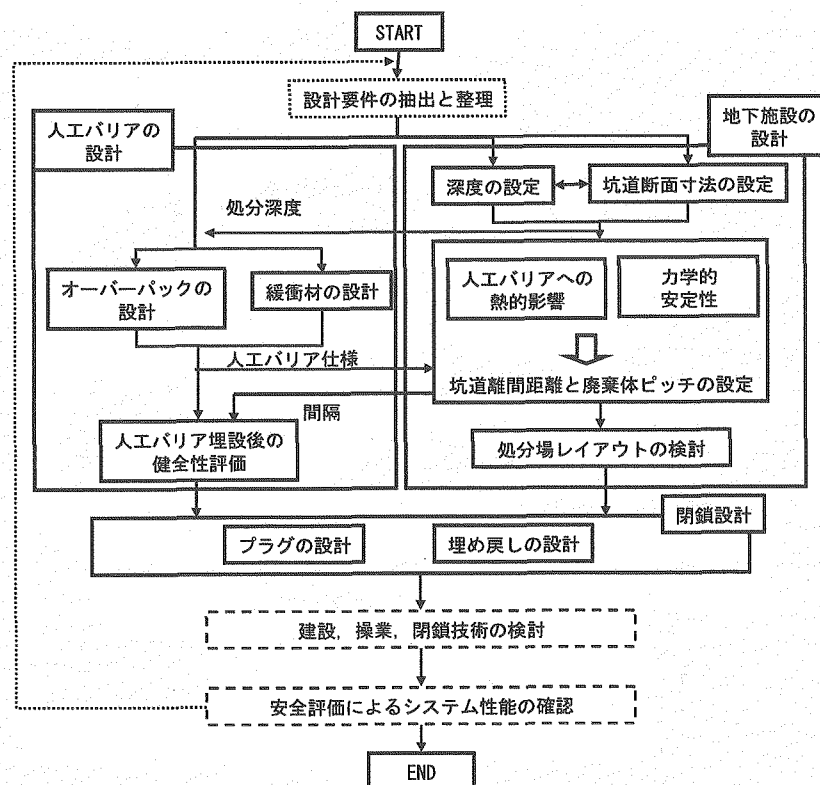
平成16年度までの達成度5-②

目的：人工バリアの設計手法の実際の地質環境への適用性確認と設計の観点での地質環境調査における留意点の整理

実施内容：人工バリア設計フローを作成し、設計と地質環境データの間を整理するとともに、設計に必要な地質環境データの抽出をおこなった。深地層の工学技術の基礎の開発において設定された地質条件に基づき、処分孔を掘削した場合の空洞安定性評価を行い、力学的観点から人工バリア設置環境の検討をおこなった。

達成度：地上からの調査研究段階での概略的な適用性の確認をおこなった。

H16達成度5-②：設計手法の適用性確認



処分場全体の設計フロー

平成16年度までの達成度6

目的: 天然バリア中核種移行を中心にシナリオ構築手法, 人工バリア中核種移行, 生物圏評価等のモデル化手法の実際の地質環境への適用性確認と安全評価の観点での地質環境の調査における留意点等の整理

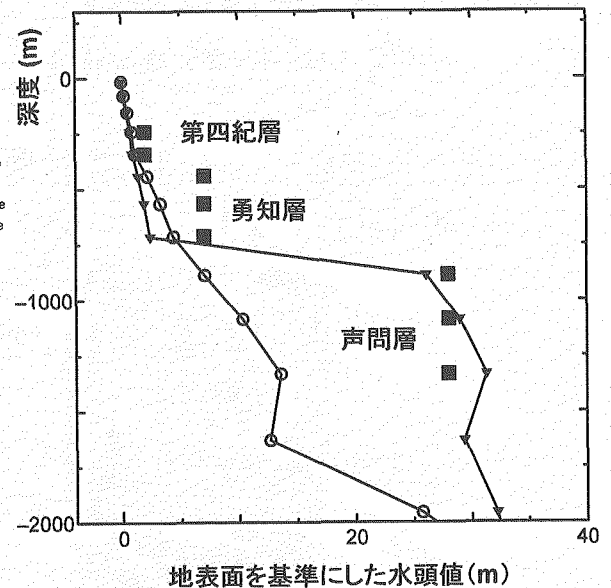
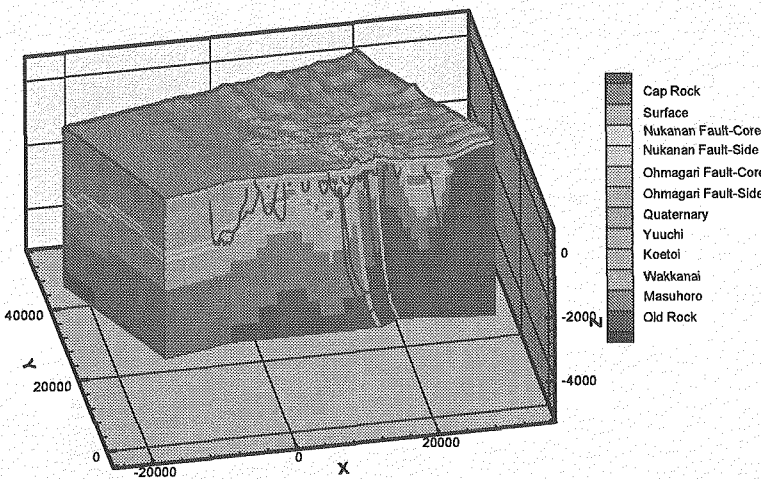
実施内容: 地層処分安全機能に大きな影響を及ぼす因子である地下深部の地下水流量, 流速や移行経路情報に着目し, それらを実地評価するための地下水流動モデル構築手続とそれに付随する種々の不確実性について事例的に検討した。具体的には, 稚内層において観測されている高い間隙水圧に着目し, 各地層の地下水位データに基づいて透水係数分布の推定をおこなった。推定には逆解析水理コード*(Finsterles and Najita, 1998)を用い, 高い間隙水圧が観測された稚内層およびその上部の声問層上部に透水性が低い部分が存在する可能性が示唆された。

達成度: 地上からの調査研究段階での概略的な適用性確認を行った。

H16達成度6: 安全評価手法の適用性確認

高間隙水圧に着目した地下水流動解析

■ 実測値 ○ キャップロックを考慮しない解析ケース
▼ キャップロックを考慮した解析ケース



幌延地域の地質構造モデルと地下水の移行経路解析結果(東西方向断面)

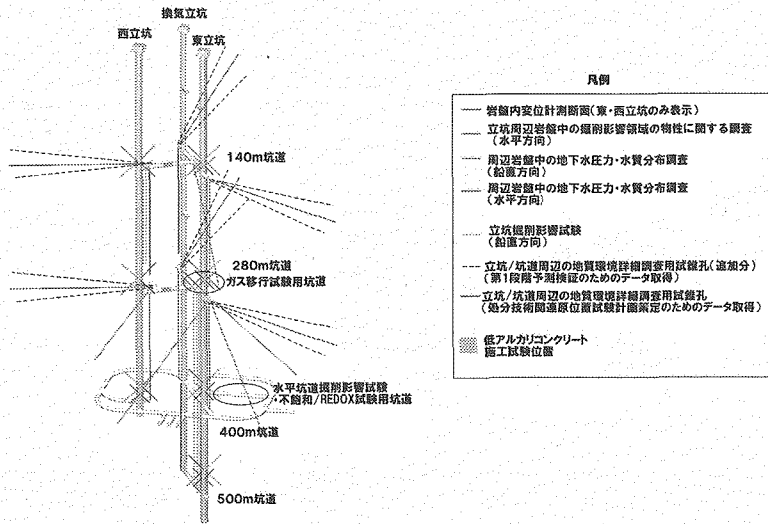
幌延深層ボーリング(D1)における全水頭値(実測値と解析結果の比較)

平成16年度までの達成度7-①

目的: 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

実施内容: 第2段階で実施する試験項目と、そのために必要な試験坑道のレイアウトについて、基本計画を策定する

達成度: これまでに得られた地質環境の知見に基づき、地下施設建設時に生じるであろう諸現象を考慮しつつ、調査研究の基本計画を策定した。

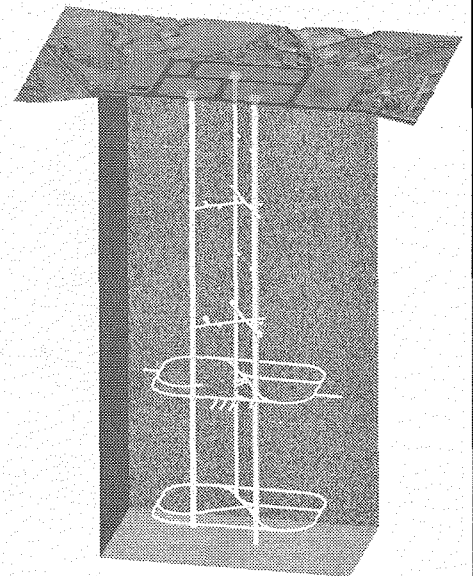
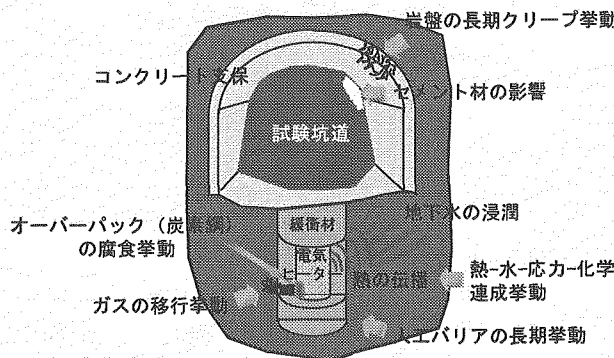


平成16年度までの達成度7-②

達成目標: 坑道を利用した試験の基本計画の策定

実施内容: 第3段階に実施する試験項目と、そのために必要な試験坑道のレイアウトについて、基本計画を策定する

達成度: 予定していた基本計画を完成した。なお、17年度に若干の見直しを行う。



第3段階の地下施設レイアウト(案)

人工バリア周辺岩盤の長期挙動のイメージ

平成12年から16年までの体制・予算

[要員] :	トータル	61名 (当初26名)
	研究者・技術者	35名 (11名)
	管理要員	15名 (13名)
	施設保全等	11名 (2名)

[予算] : (単位:億円)

	全体	研究費	施設建設費	広報費
平成 12年度	約 8.5	約 6.2	0	約 0.3
平成 13年度	約 10.8	約 7.6	0	約 1.4
平成 14年度	約 13.3	約 10.8	約 0.6	約 1.0
平成 15年度	約 16.9	約 12.2	約 3.2	約 0.6
平成 16年度	約 23.4	約 12.3	約 9.8	約 0.5
総額	約 72.9	約 49.1	約 13.6	約 3.8

■国内学会発表	103件
■国際会議発表	11件
■論文	6件
■年度報告書(幌延)	3件
■年度報告書(本社)	3件

第1段階のまとめ

- 町内から研究所設置地区を選定した。
- 地表から地下深部までの地質環境データを取得し、第1段階終了までに
 - ①地質環境モデルの構築
 - ②地下施設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。
- 地下水のモニタリング装置をボーリング孔に設置し、地下施設の建設に伴う間隙水圧および水質の変化を観測できる見通しを得た。また、遠隔監視システムのうち電磁アクロスの観測を開始するとともに、弾性波アクロスの設置の見通しを得た。
- 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、地下施設のレイアウトおよび建設スケジュールが策定できた。

今後の予定

第1段階(～平成17年度)

- 地下施設建設に伴う地下水水圧や水質などの地質環境の変化の予測を行う
- 地質環境モデル(地質構造モデル、地下水の水理モデル、地下水の地球化学モデル、岩盤力学モデル)相互間に矛盾がないかどうかの確認
- 気象・河川流量観測、水圧・水質モニタリングの継続
- 地下水流動及び塩分移動の解析と信頼性評価
- 地質環境の長期的変化を考慮した地質環境モデルの構築

第2段階の研究計画

第2段階の研究実施計画

1. 地質環境調査技術開発

- ① 坑道掘削時の地質環境データの取得
- ② 地上からの調査研究で構築した地質環境モデルの妥当性および調査・解析・評価手法の妥当性の確認
- ③ 坑道の掘削が地質環境へ与える影響の把握
- ④ 坑道周辺の地質環境モデルの構築

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 坑道の施工・維持・管理に関わる工学技術の有効性確認

4. 地質環境の長期安定性に関する研究

- ⑦ 地震観測, GPS測位, 年代層序等による断層活動, 隆起沈降, 海水準/気候変動等の明確化

5. 処分技術の信頼性向上

- ⑧ データの蓄積とモデルの高度化, 工学要素技術の検証による処分技術の信頼性向上

6. 安全評価手法の高度化

- ⑨ 地層処分システムにおける物質移行試験の試験計画策定

7. 第3段階の研究計画の策定

目標と達成に向けた実施内容1-①

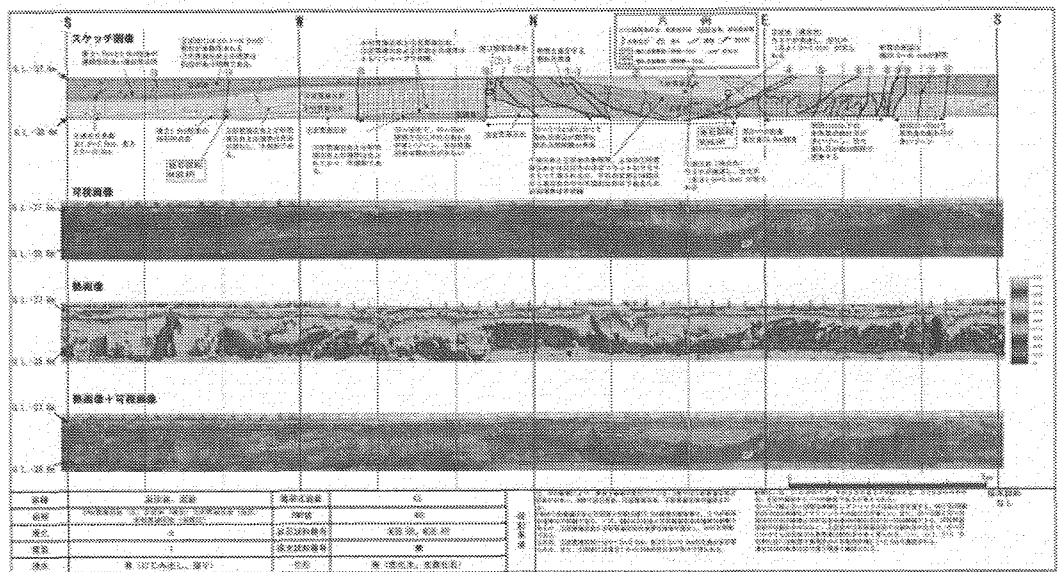
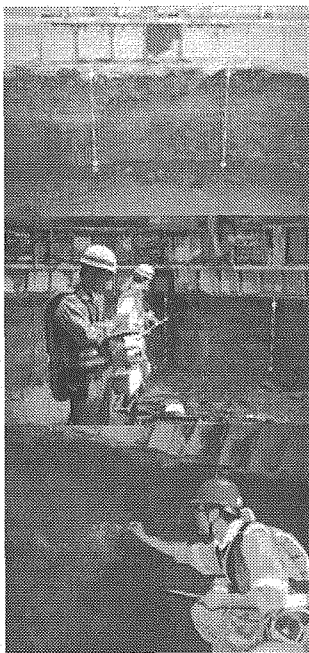
達成目標:坑道掘削時の地質環境データの取得

実施内容:

下記に示すような調査試験項目を実施して、坑道掘削時の地質環境データを取得する。

- 坑道壁面の地質観察
- 坑道への湧水量計測
- 坑道周辺の地下水調査
- 坑道周辺の地質環境詳細調査
- 坑道周辺の掘削影響領域の物性調査
- 坑道周辺の変形挙動計測
- 坑道周辺の掘削影響試験

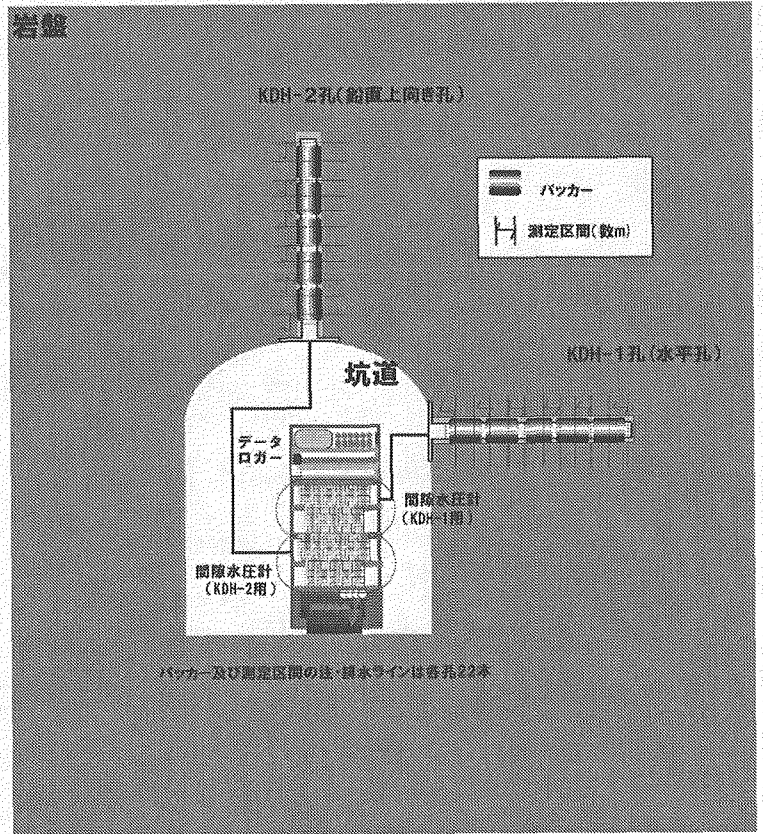
実施内容の例1-①:坑道壁面の地質観察



超深地層研究所計画における調査の例

■立坑/坑道からボーリング孔を掘削

■多連式パッカーシステムを設置し、地下施設掘削中の各測定区間の水圧変動観測や採水を実施



釜石鉱山にて実施した計測の例

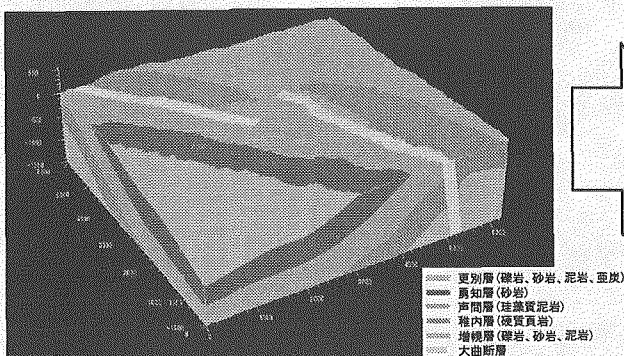
目標と達成に向けた実施内容1-②

達成目標:地上からの調査研究で構築した地質環境モデルおよび調査・解析・評価手法の妥当性の確認

実施内容:

坑道掘削時に取得した地質環境データに基づき、第1段階で構築した地質環境モデル(地質構造モデル、地下水の水理モデル、地下水の地球科学モデル、岩盤力学モデル)の妥当性を確認する。

地質環境モデル妥当性の確認の例



第1段階で構築した地質構造モデル

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, 走行傾斜など
- 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

目標と達成に向けた実施内容1-③

達成目標: 坑道の掘削が地質環境へ与える影響の把握

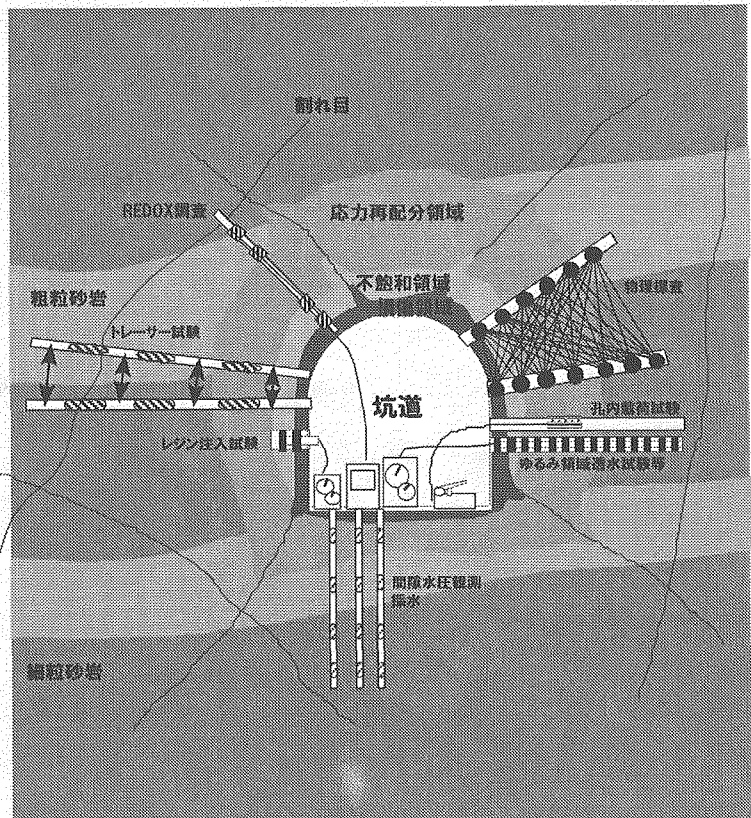
実施内容:

下記に示すような調査試験項目を実施して、坑道掘削に伴う周辺地質環境への影響を把握する。

- ・ 坑道周辺の掘削影響領域の物性調査
- ・ 坑道周辺の変形挙動計測
- ・ 空洞周辺の掘削影響試験
- ・ 周辺ボーリング孔での各種モニタリング
(地下水の水圧、水質など)
- ・ 遠隔監視システムによるモニタリング

実施内容の例1-③: 掘削影響試験

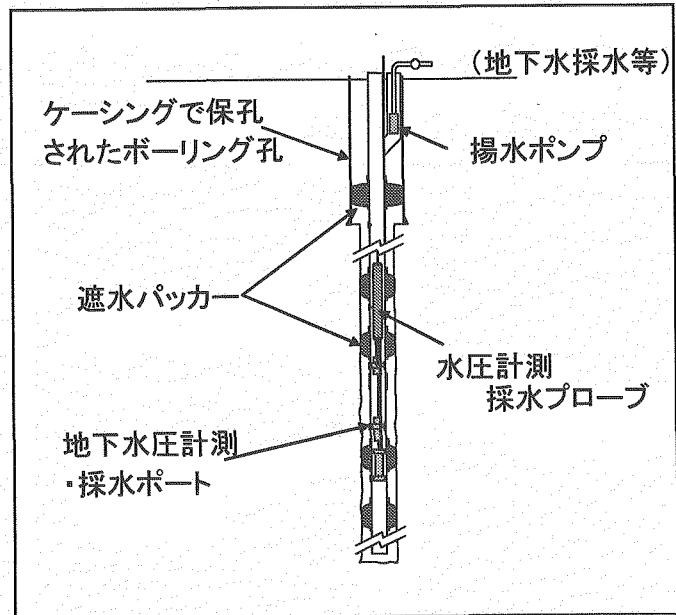
- 掘削影響領域
→ 立坑/坑道掘削に伴って岩盤/地下水の性質が変化する領域
- 掘削影響領域は損傷領域/応力再配分領域/不飽和領域の3つの領域で形成
- それぞれの領域内で生じる岩盤の力学的・水理学的性質の変化や地下水の化学的変化の程度やその範囲を多種類の調査で把握



実施内容の例1-③:周辺ボーリング孔などでのモニタリング



長期観測システムを設置する
ボーリング孔位置
(掘削深度500~1000m程度)



調査終了後ボーリング孔に設置する
地下水水圧・水質長期観測システム

目標と達成に向けた実施内容1-④

達成目標:坑道周辺の地質環境モデルの構築

実施内容:

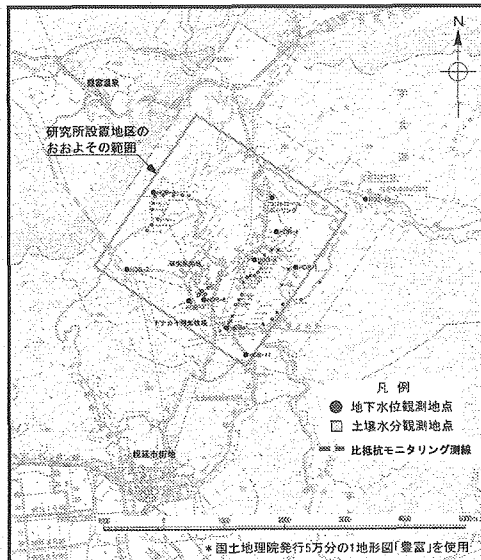
第1段階および第2段階において得られた地質環境データに基づいて、坑道周辺における詳細なブロックスケール(数十m~数百m×深度数百m程度)の地質環境モデルを構築する。

目標と達成に向けた実施内容2

達成目標: 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

実施内容:

調査技術開発の一環として今後重要視される長期モニタリング技術の適用性評価のための試験を行う



地下水位、地下水水圧・水質モニタリング
ボーリング孔位置及び3次元比抵抗モニタ
リング測線概念図

目標と達成に向けた実施内容3

達成目標: 坑道の施工・維持・管理に関わる工学技術の有効性確認

実施内容:

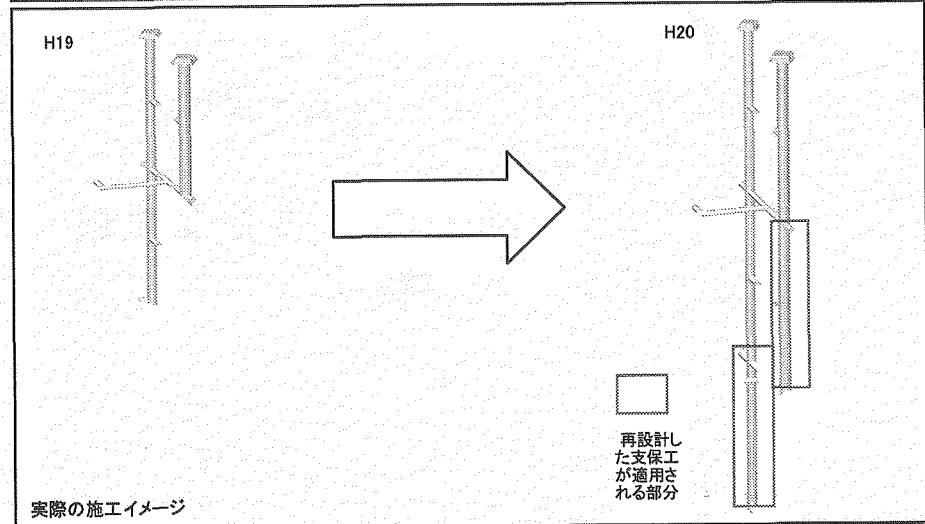
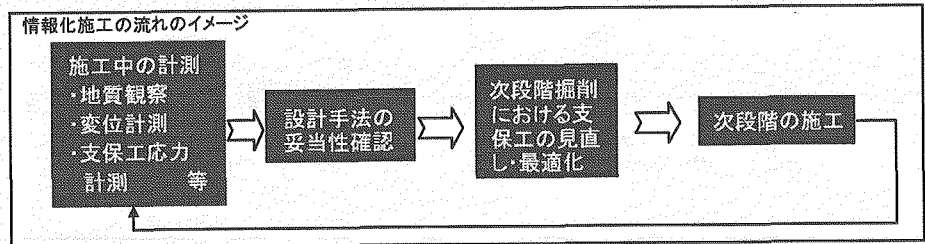
情報化施工の一環として実施する施工中の地質観察、変位計測、支保工応力測定などの結果に基づき、事前解析の結果と比較するなどして、地下施設設計の妥当性を確認する。

実施内容の例3:工学技術の有用性の確認

- 堆積岩における大深度・大規模地下構造物の設計・施工事例は少ない



- 地下施設設計手法の妥当性確認
- 情報化施工システムの構築
- 突発事象(多量の湧水など)の対策工法適用性評価



設計手法の妥当性確認・情報化施工のイメージ

目標と達成に向けた実施内容4

達成目標:地震観測, GPS測位, 年代層序等による断層活動, 隆起沈降, 海水準/気候変動等の明確化

実施内容:

天然現象が地質環境へ及ぼす影響について, 地表および地下研究施設内においてデータ取得をおこなうとともに, 第1段階までに取得したデータも含めて, 幌延地域の天然現象および地質環境の変遷に関する情報を体系的に記述し, 地質環境の長期的変化を考慮した地質環境モデルの更新をおこなう。

達成目標:データの蓄積とモデルの高度化,工学要素技術の検証による処分技術の信頼性向上

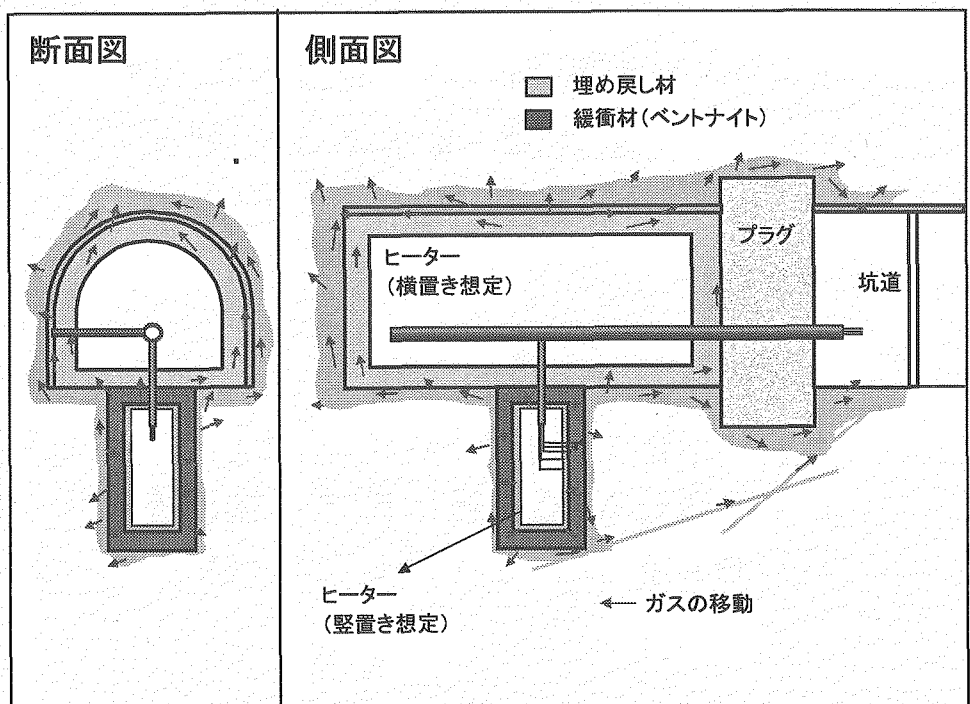
実施内容:

処分技術の信頼性向上を目的として、第2段階では下記の試験を実施する。

- ・ 低アルカリ性コンクリート施工試験
- ・ ガス移行挙動試験

実施内容の例5:ガス移行試験

- 人工バリアとなるオーバーパック腐食に伴い発生するガスの挙動評価が必要
↓
- 堆積岩系岩盤内において実際のバリア構成でのガス移行挙動を再現し、移行挙動を把握。
- 緩衝材などの飽和に時間を要するため第2段階より開始



ガス移行試験概念図

実施内容の例5:低アルカリコンクリート施工試験

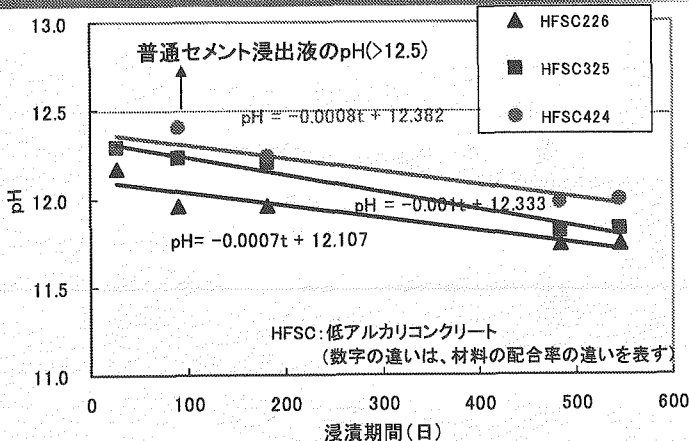
■ 低アルカリコンクリート開発の経緯

ベントナイト(緩衝材)は高アルカリ溶液中では変質を起こす可能性あり。一方、処分場建設のためにはコンクリート材料の使用が不可欠

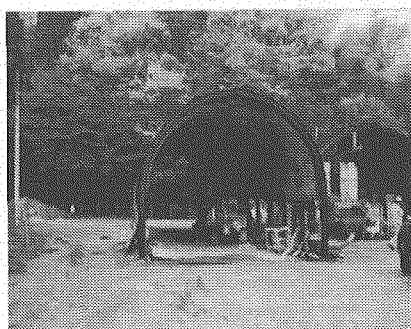
→普通セメントのような高アルカリ浸出液を出さないコンクリート材料の開発

■ 低アルカリコンクリート支保施工後、コンクリート支保及び周辺岩盤の変質劣化などの継続観測を実施

■ 実際の幌延地下施設建設中に施工試験を行うのが最も合理的であるため、第2段階で実施



円柱供試体浸出試験結果



吹き付け試験用模擬空洞
(内空幅5.2m、高さ4.4m、延長20m)



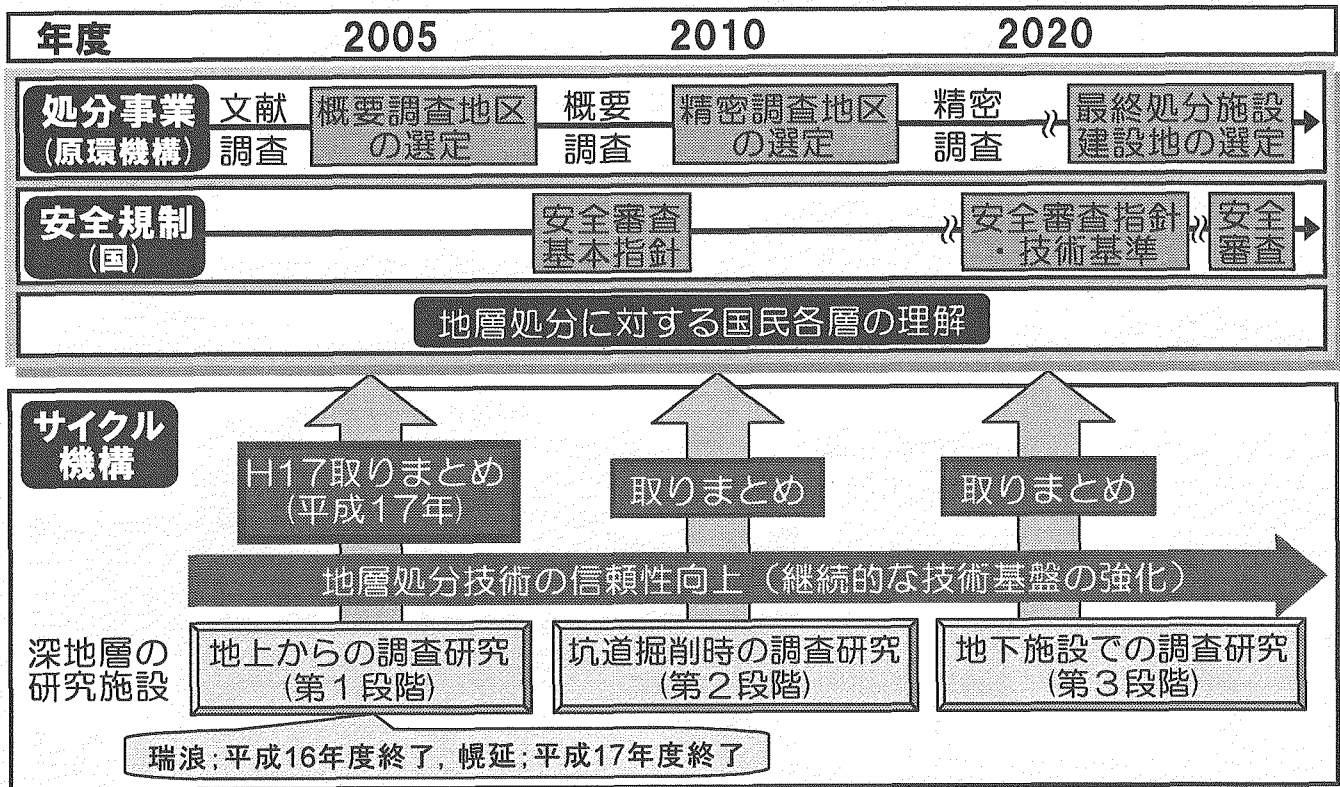
吹き付け試験状況

目標と達成に向けた実施内容6

達成目標: 地層処分システムにおける物質移行試験の試験計画策定

実施内容:

人工バリア中および天然バリア中の原位置トレーサー試験をそれぞれ水平坑道および立坑/坑道周辺部でおこなう。また、断層およびその周辺部を対象とした原位置トレーサー試験を行う。



[要員] : 105名程度 (最盛期)

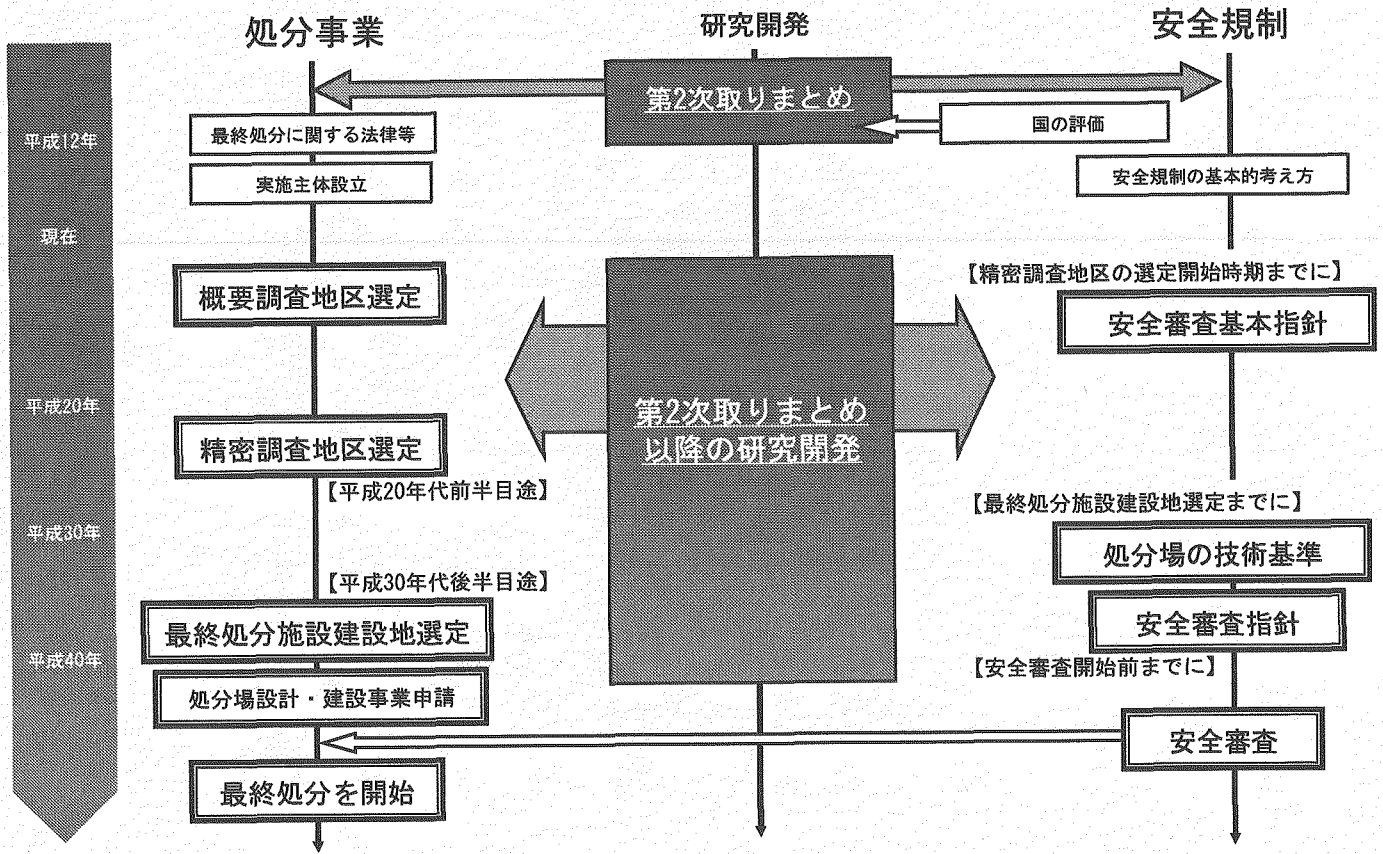
内訳	{	研究者・技術者	50名
		管理要員	30名
		施設保全等	25名

[予算] : 30~60億円/年

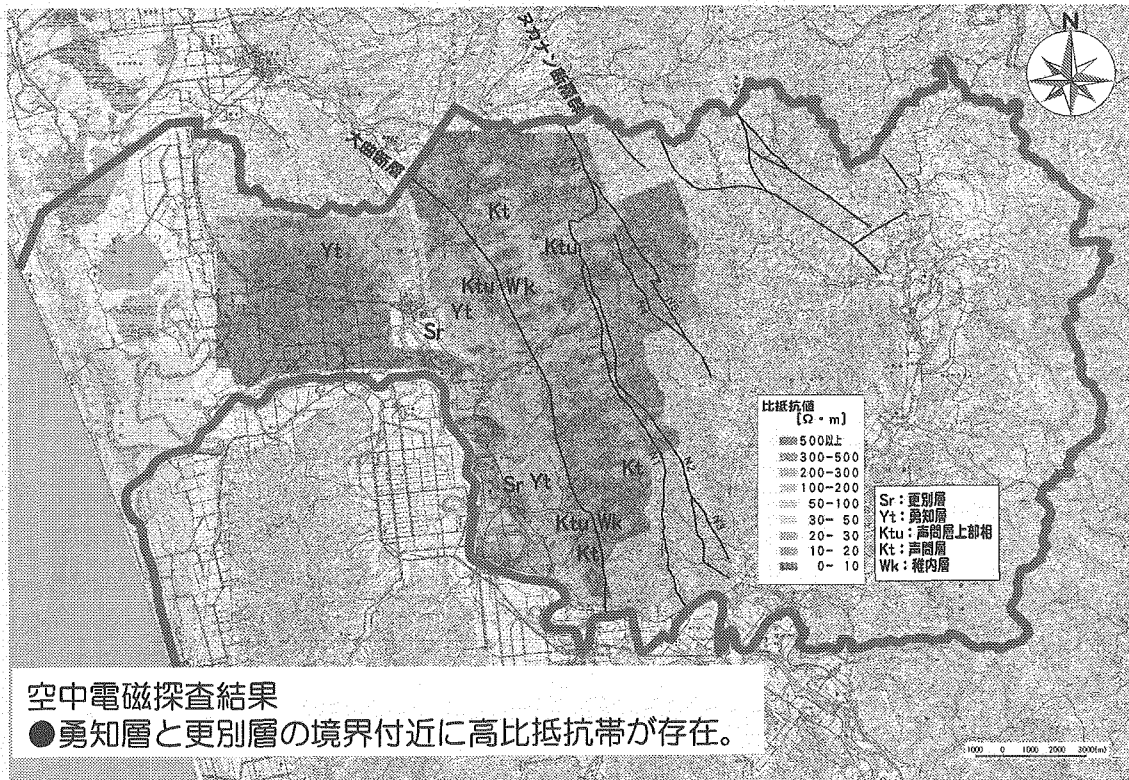
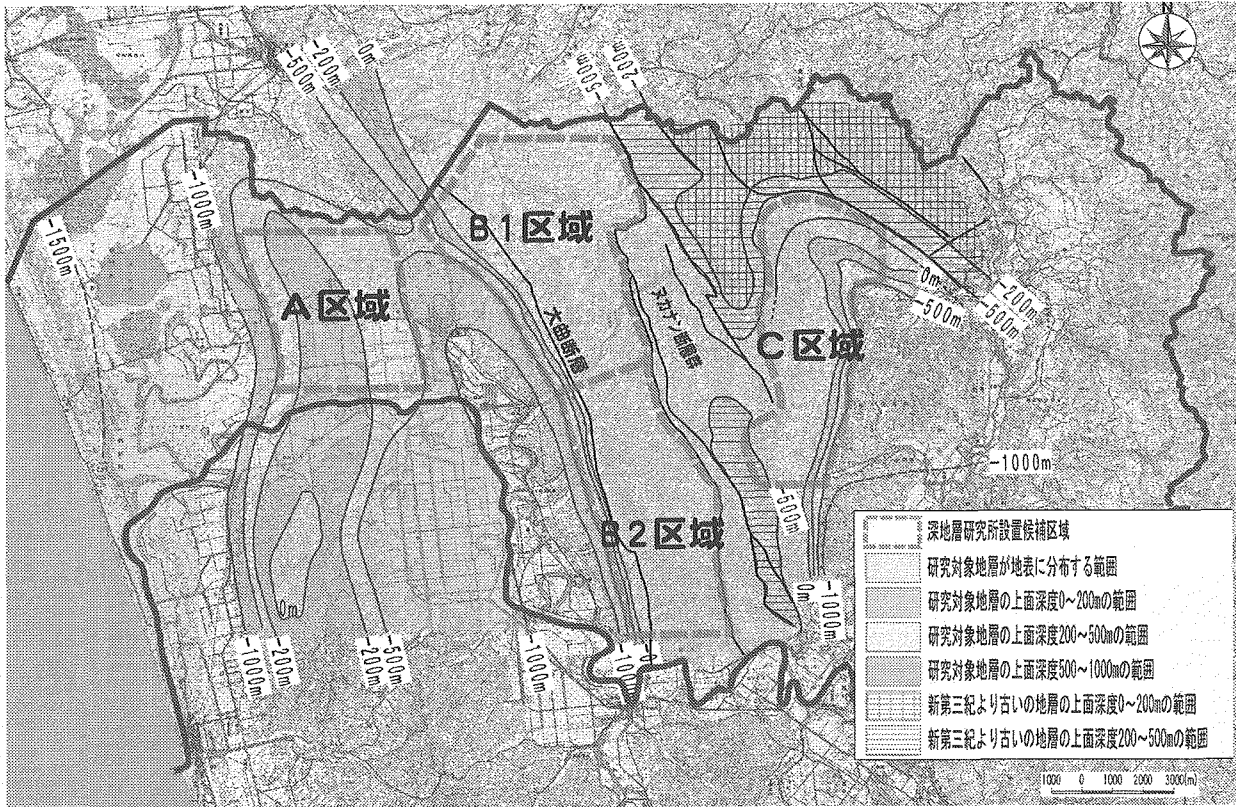
内訳	{	研究費	7~14億円/年
		施設建設費	16~48億円/年

第2段階における予算は、研究費および施設建設費合わせて30~60億円/年を見込んでいるが、各年度の予算は、中期計画に基づき、諸状況を踏まえて年度ごとに決定される。

処分事業と安全規制の今後の展開



研究所設置地区の選定

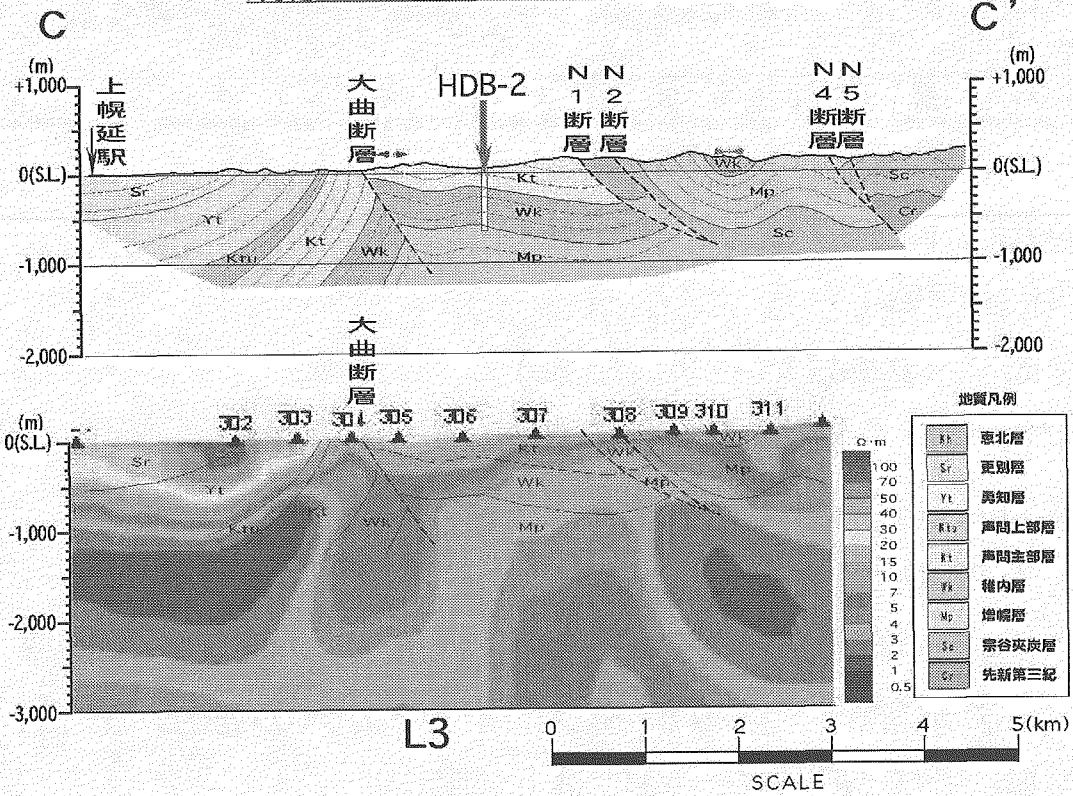


空中電磁探査結果

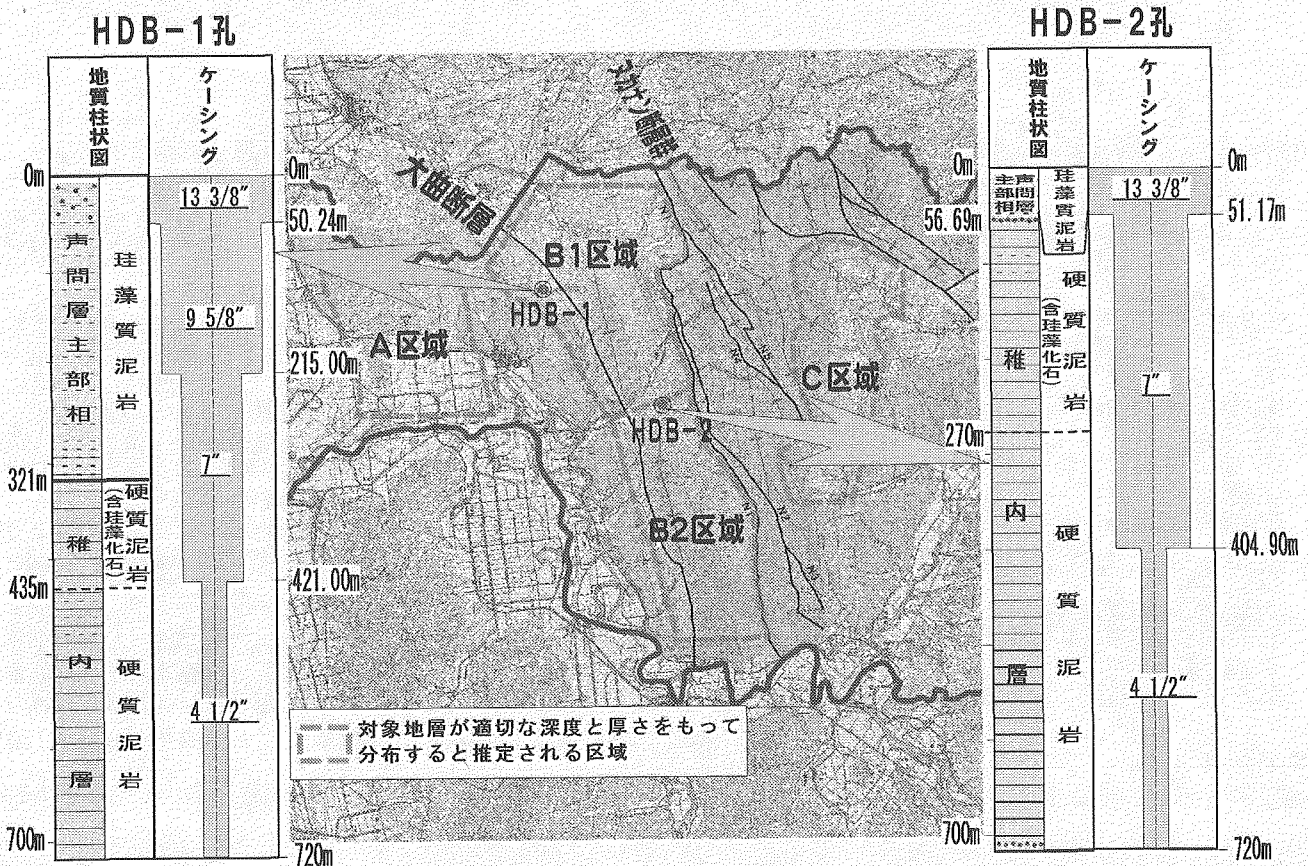
● 勇知層と更別層の境界付近に高比抵抗帯が存在。

地上物理探査 調査結果(L3断面)

既存文献に基づく推定地質断面図



HDB-1, 2孔の地質と位置

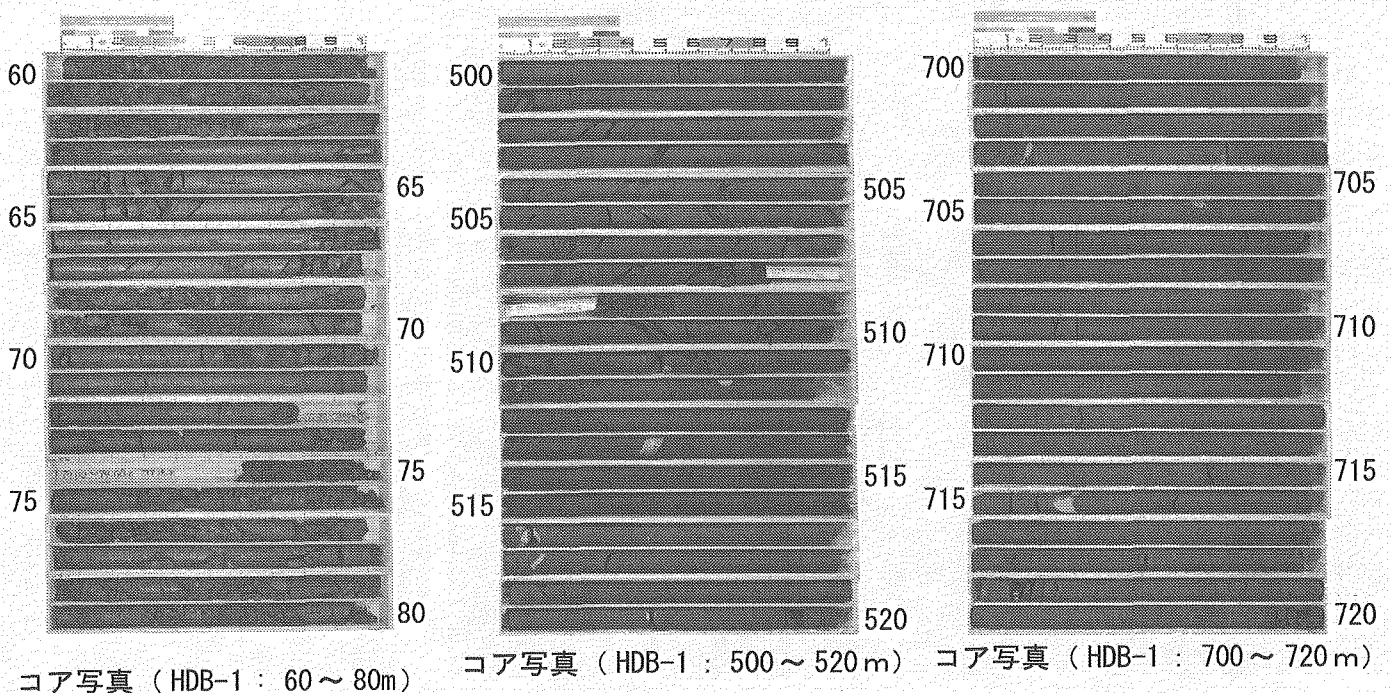


- ・深部地質構造、水理・地球化学、岩盤力学的データ取得
- ・ガスの有無、存在量の確認

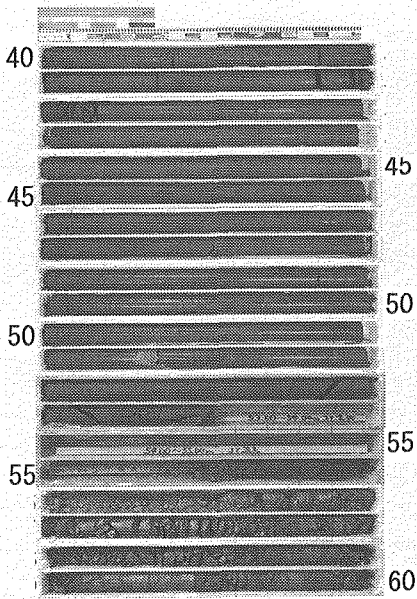
○調査内容:

- ・深度約700m × 2孔掘削
- ・岩芯採取・観察(岩相、堆積構造等)
- ・物理検層、水理試験(透水・揚水)、
地下水採水(揚水試験時)、孔内水圧破碎試験
- ・掘削時のガス成分等の連続モニタリング
- ・岩芯室内試験
基本物性、力学特性(一軸・三軸圧縮等)、熱特性/帯磁率/
比抵抗、透水試験、岩芯からの地下水・ガスの抽出/分析、
鉱物試験、微化石分析、同位体比測定

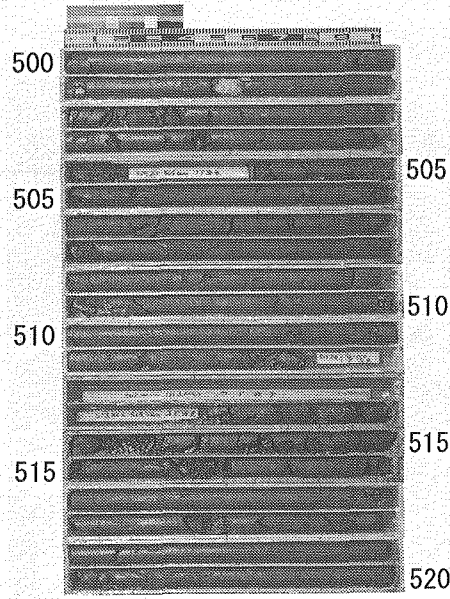
試錐調査コア (HDB-1孔)



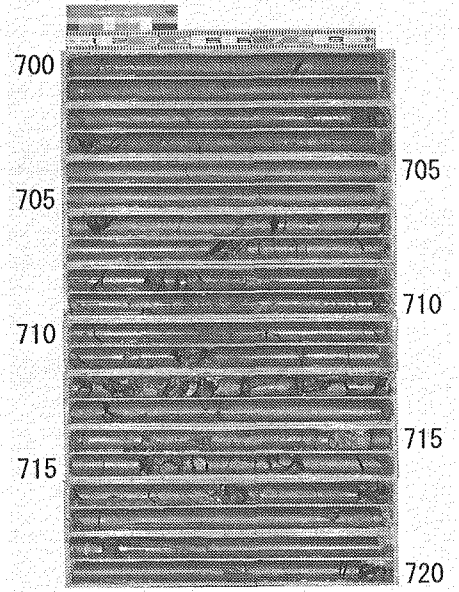
試錐調査コア (HDB-2孔)



コア写真 (HDB-2 : 40 ~ 60m)

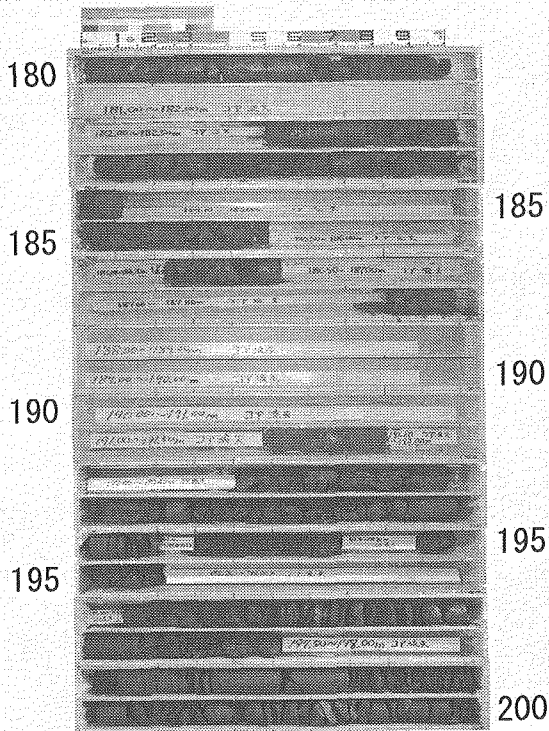


コア写真 (HDB-2 : 500 ~ 520m)

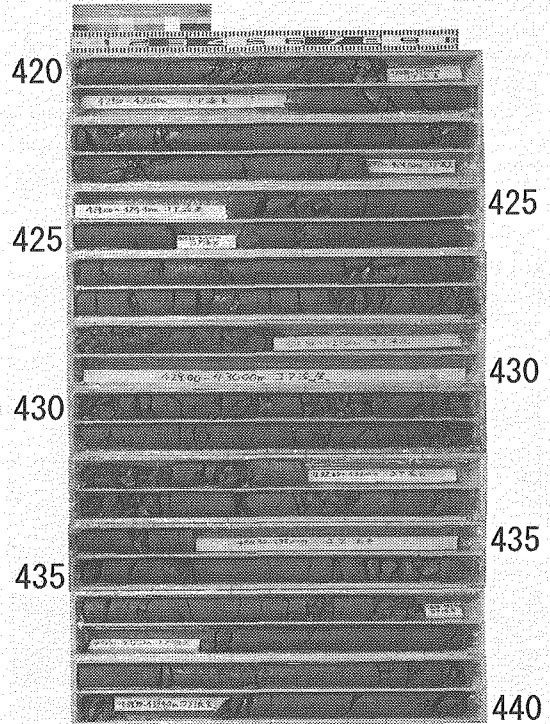


コア写真 (HDB-2 : 700 ~ 720m)

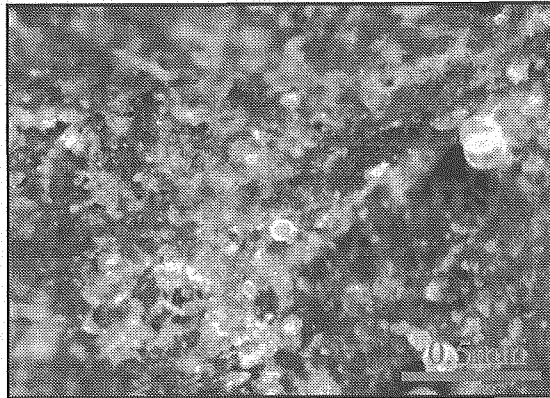
試錐調査コア (割れ目帯・コア流出部)



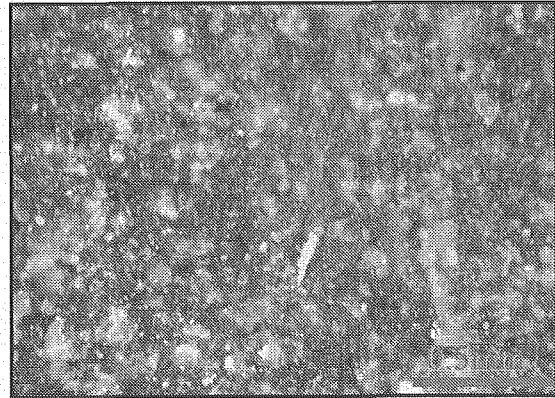
コア写真 (HDB-1 : 180 ~ 200m)



コア写真 (HDB-2 : 420 ~ 440m)

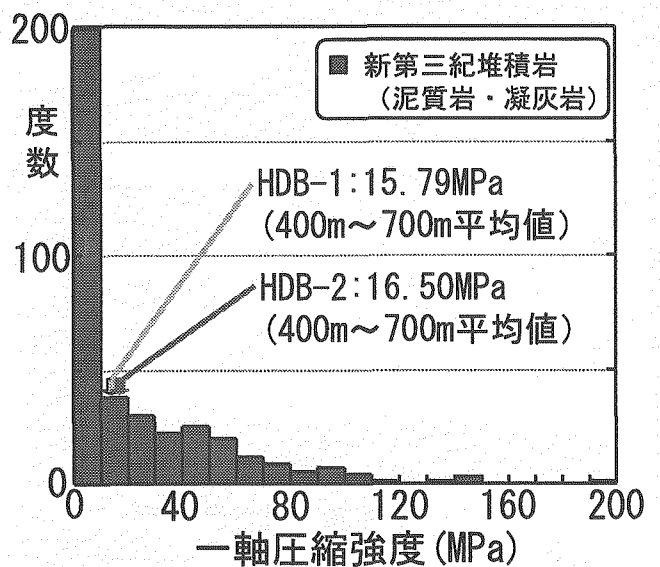
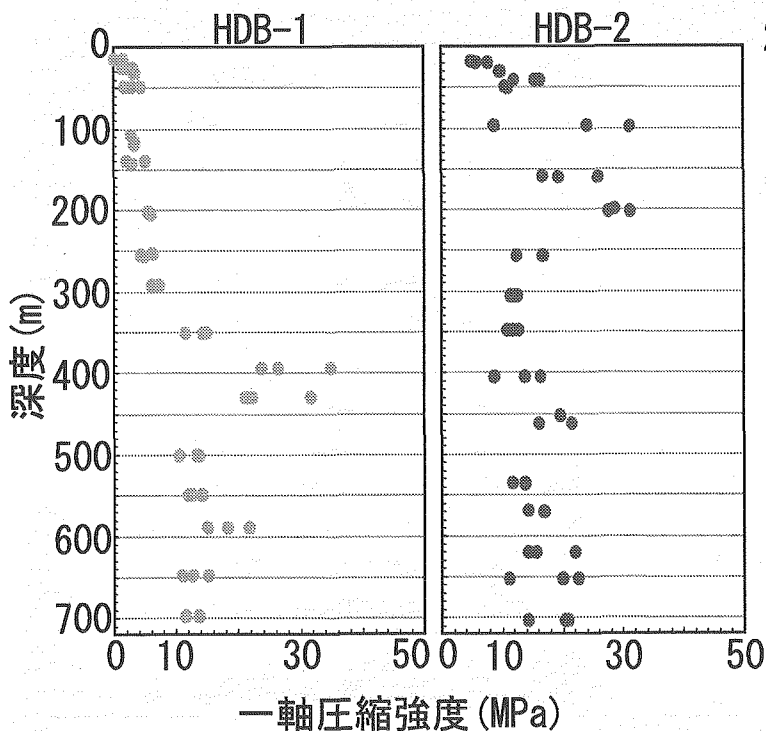


○HDB-1 深度39m
 声問層上部相
 ・オパールA帯
 (珪藻等の化石が保持)



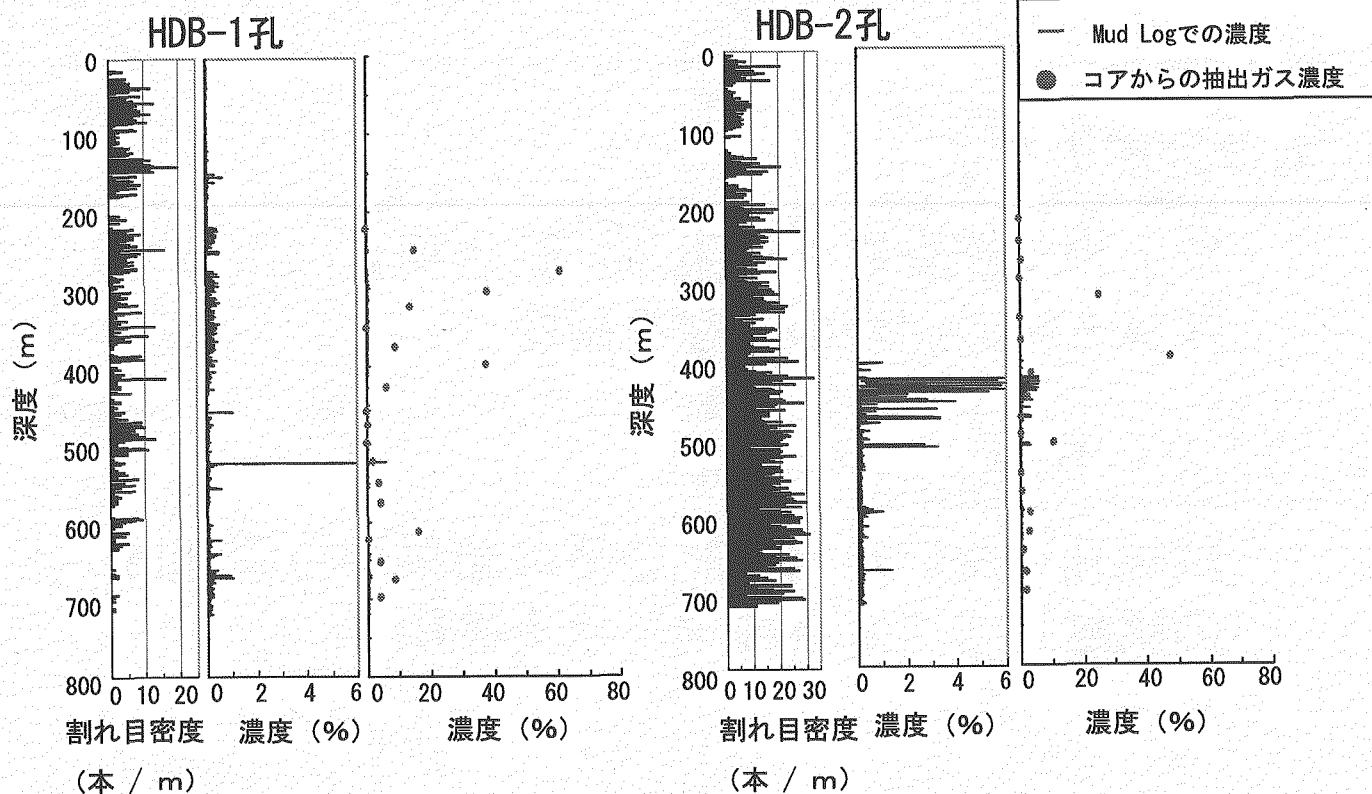
○HDB-1 深度420m
 声問層主部相
 ・オパールA/CT帯
 (珪藻等の化石が一部保持
 大部分、続成変質
 *殻は一部保持)

HDB-1, 2孔一軸圧縮強度

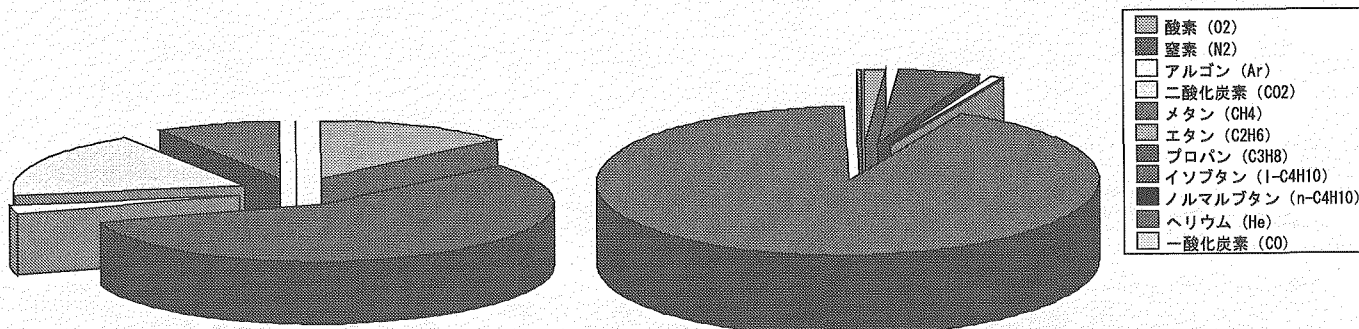


国内の泥質岩・凝灰岩物性値との比較

(サイクル機構第2次取りまとめ, 1999) に加筆



水理試験に伴うガス分析結果



HDB-1号孔 (深度548.0m~563.18m)

HDB-2号孔ガス分析結果 (深度666.50m~825.0m)

(単位Vol.%)

坑名	深度 (m)	採取日時		酸素 (O ₂)	窒素 (N ₂)	アルゴン (Ar)	二酸化炭素 (CO ₂)	メタン (CH ₄)	エタン (C ₂ H ₆)	プロパン (C ₃ H ₈)	イソブタン (i-C ₄ H ₁₀)	ノルマルブタン (n-C ₄ H ₁₀)	ヘリウム (He)	一酸化炭素 (CO)	合計 (%)
		日	時間												
HDB-1	349.90~404.90	2/9	16:10	21.5	78.5	0.908	0.075	0.127	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-	-	101.1
HDB-1	349.90~404.90	2/10	15:40	21.0	77.7	0.933	0.098	0.194	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-	-	99.9
HDB-1	349.90~404.90	2/13	13:40	21.0	78.1	0.843	0.068	<0.01	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-	-	100.0
HDB-1	548.0~563.18	5/3	10:00	13.3	84.1	2.36	17.5	8.27	<0.01	<0.01	N.D.	N.D.	<0.001	<0.01	95.5
HDB-2	666.50~682.50	5/3	16:30	8.85	39.3	0.408	0.172	52.2	0.220	0.120	<0.01	<0.01	0.0168	<0.01	101.3
HDB-2	666.50~682.50	5/5	8:57	15.8	62.7	0.758	0.070	24.1	0.092	0.032	<0.01	<0.01	0.0093	<0.01	103.6
HDB-2	666.50~682.50	5/5	19:25	1.77	5.68	0.437	0.067	80.7	0.072	0.013	<0.01	<0.01	0.0015	<0.01	88.7
HDB-2	666.50~682.50	5/6	10:01	1.43	5.26	0.718	0.058	91.3	0.138	0.024	<0.01	<0.01	0.0044	<0.01	98.9

サンプル採取時において、サンプル容器との接続部からの大気の混入の可能性があり、今後、改良の予定である。

B1, B2区域の基本的な要件の評価(1)

対象地層の存在

- ・ 地上物理探査等の結果及び試錐調査によって新第三紀の泥岩の存在を確認

地下水の存在

- ・ 試錐孔を用いた水理試験等の結果から両地区の試錐孔で塩水系の地下水を確認

B1, B2区域の基本的な要件の評価(2)

力学強度

- ・ 試錐調査で得られた力学データに基づいた解析により通常の工事方法（支保工）で建設可能であることを確認

B1, B2区域の基本的な要件の評価(3)

ガス対策

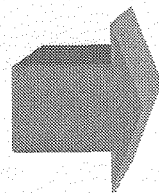
- ・ 試錐調査でガスの湧出を認めたが量は少ない
- ・ 試錐調査で得られたガス量データに基づいて建設時のガス湧出量を推定
- ・ 通気の確保、防爆機械設備の導入で対応可能

研究所設置地区の選定

[B1, B2区域からの対象地域の抽出]

調査研究の展開

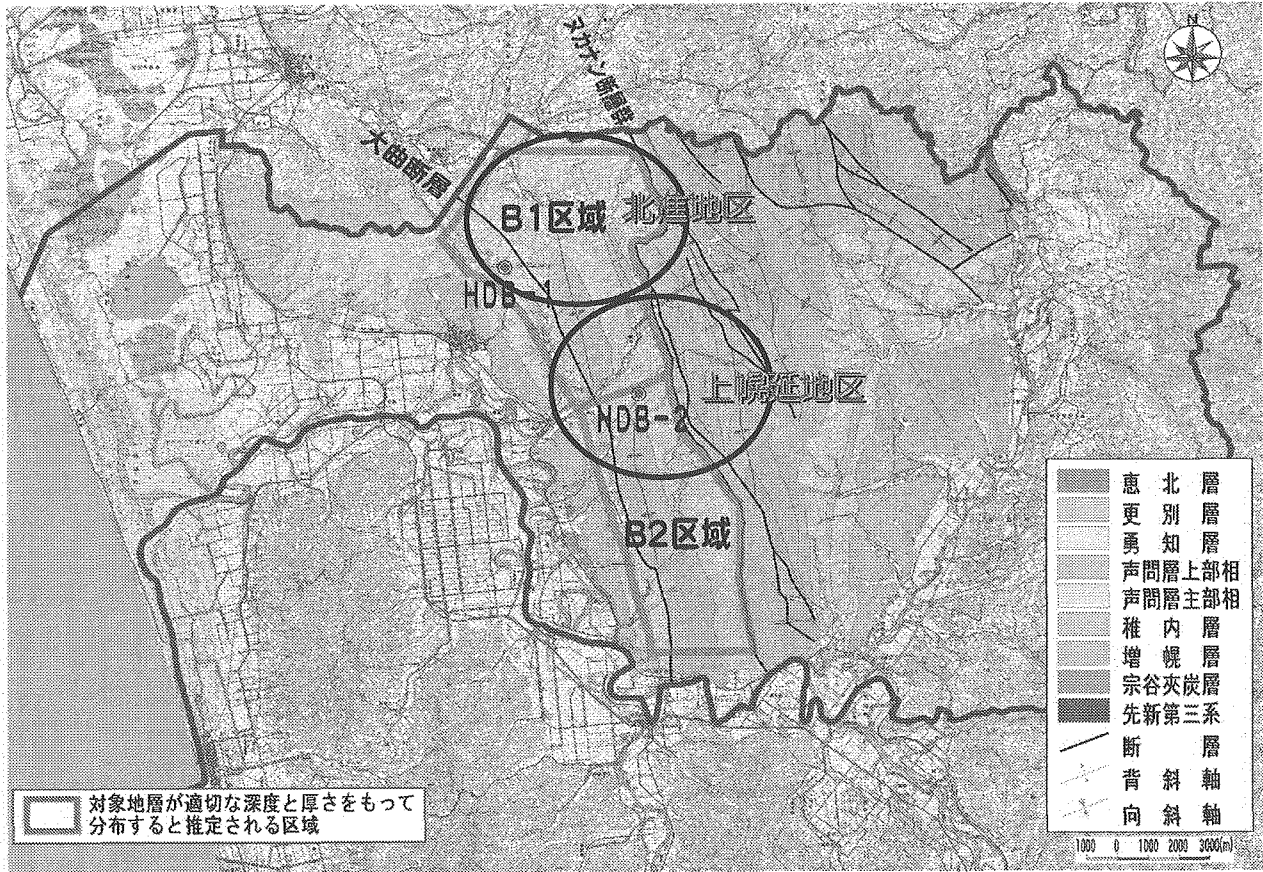
施設の建設



地形が開けている

道路が整備されている

研究所設置地区の候補



北進地区と上幌延地区の比較

地質学的条件

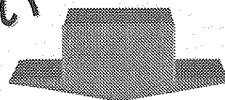
- ・ 試錐調査の実測データからは、北進地区の方が割れ目やガス量が少ない

地形/道路条件

- ・ 北進地区は上幌延地区に比べて平坦で道路の整備状況が良好

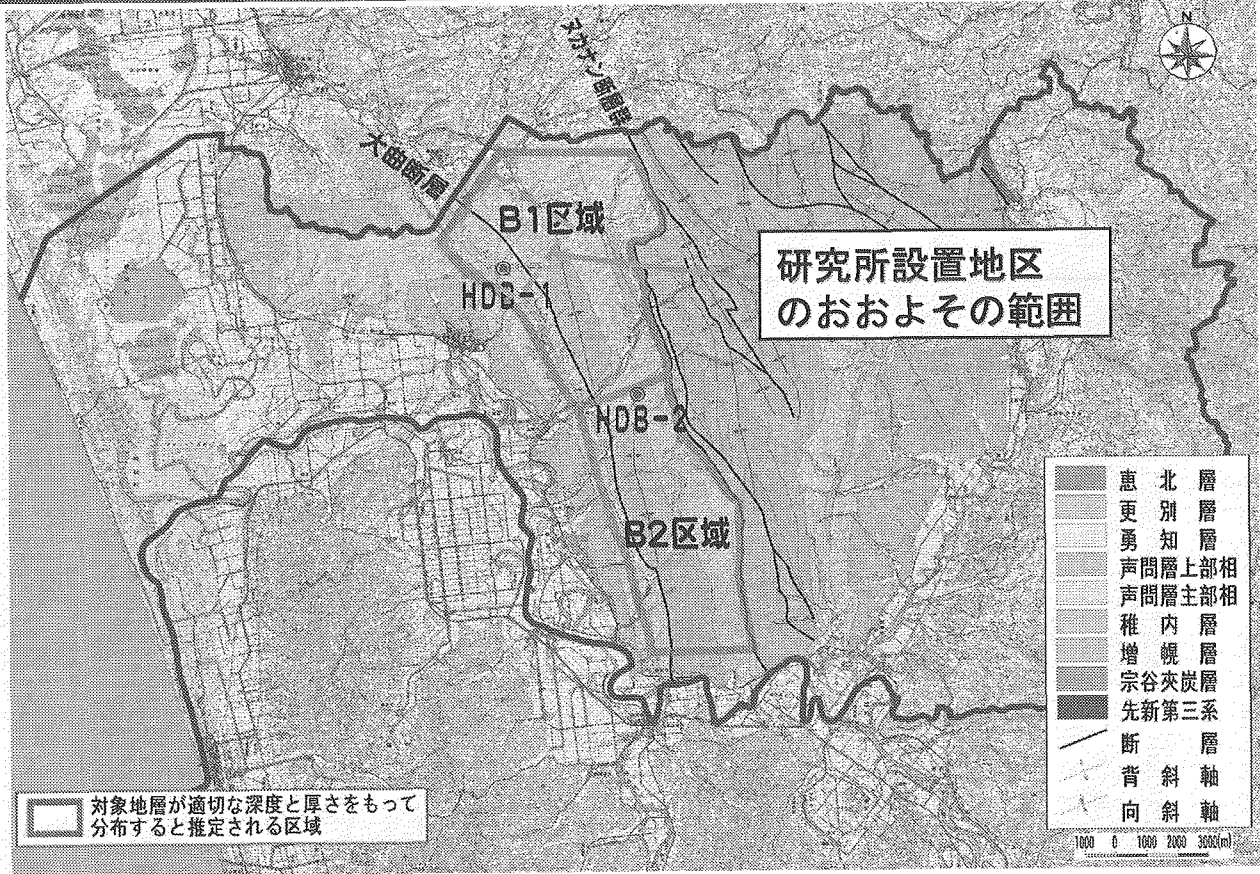
土地利用状況

- ・ 北進地区には相対的に用地の取得や開発の容易な公共機関の土地、原野が多い

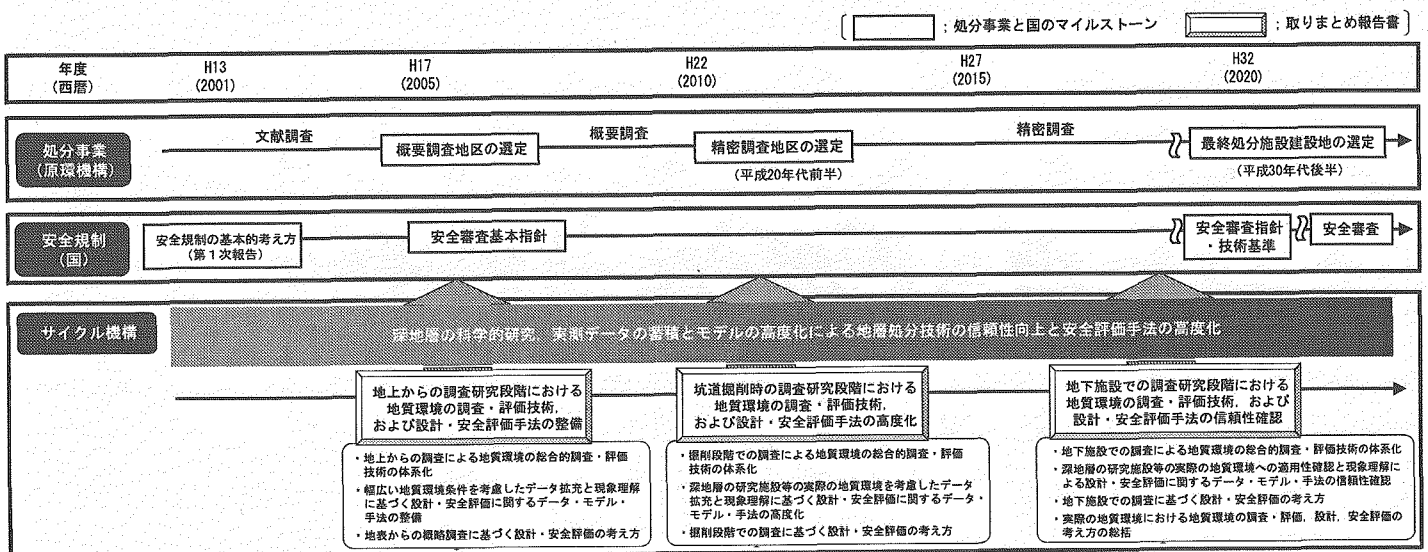


- ・ 総合的に北進地区が研究所設置地区としての要件に優れる

研究所設置地区



研究開発の段階的進展と成果の取りまとめ

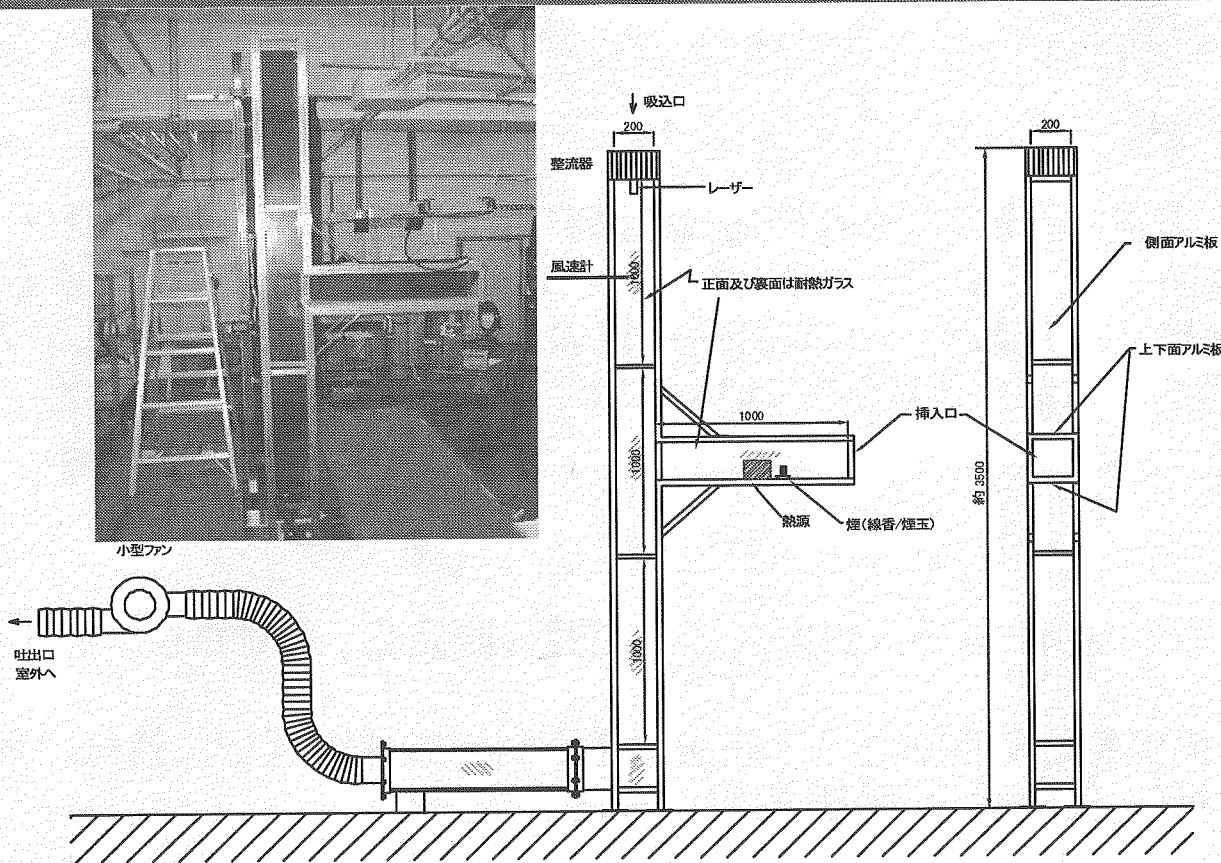




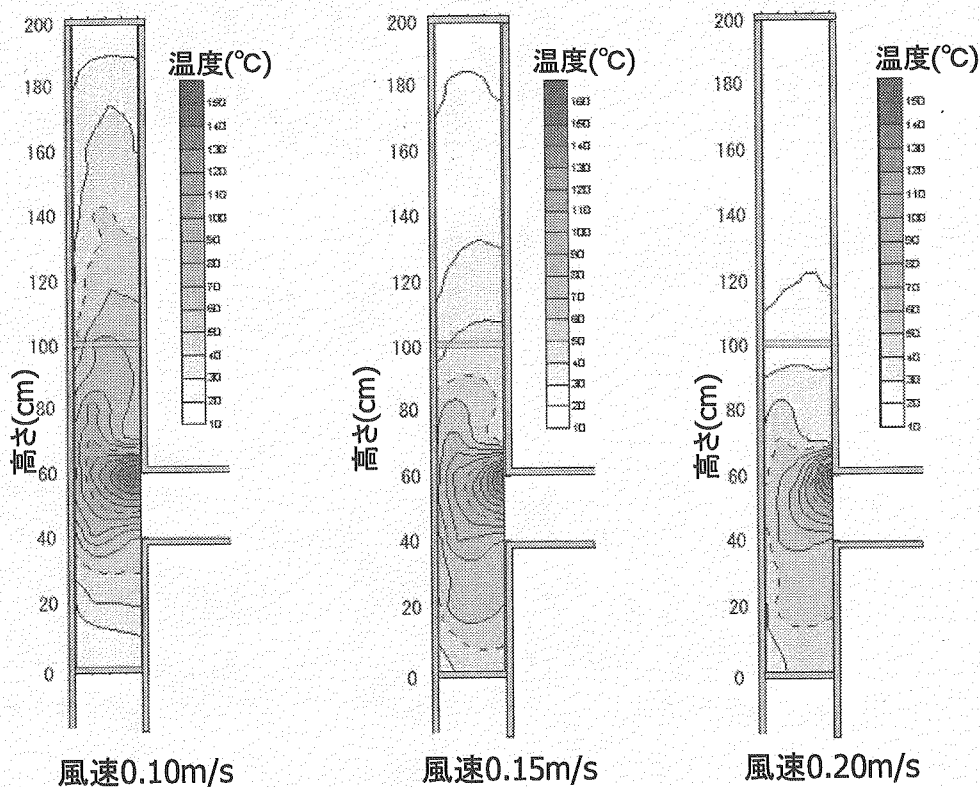
平成16年11月15日撮影

通気網解析と模型実験

<実験装置—全体図>



<実験結果—温度分布>



➤同一傾向の
温度分布形状

➤低風速で
高温域が上部まで

指針の例

核燃料施設安全審査指針(参考)

指針15 火災・爆発に対する考慮

火災・爆発のおそれのある核燃料施設においては、その発生を防止し、かつ、万一の火災・爆発時には、その拡大を防止するとともに、施設外への放射性物質の放出が過大とならないための適切な対策が講じられていること。

地層処分施設安全審査指針(案)

指針: 火災・爆発に対する考慮

- 通気制御による火災ガス影響範囲の限定化、避難路を確保すること。
- 火災影響範囲の予測、適切な通気制御方法の選択に通気網解析(火災時解析)手法を用いること。