

**幌延深地層研究計画  
平成26年度調査研究成果報告  
(概要版)**

**平成27年7月**

**日本原子力研究開発機構  
幌延深地層研究センター**

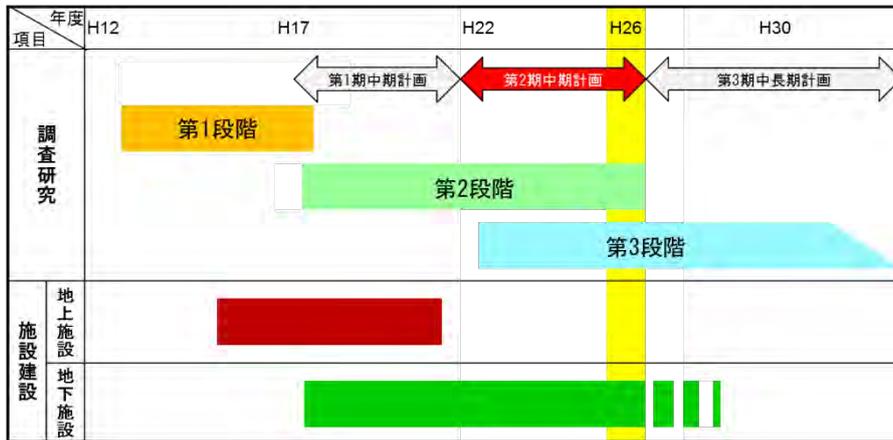


# 1. はじめに

幌延深地層研究計画は、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構（以下、原子力機構）が、堆積岩を対象とした深地層の研究を北海道幌延町で実施しているものです。

原子力機構の第2期中期計画（平成22年度～平成26年度）では、幌延深地層研究計画において、深地層の科学的研究として、「深地層環境の深度（地下350m程度）まで坑道を掘削しながら調査研究を実施し」、「地上からの精密調査の段階に必要な技術基盤を整備し、実施主体や安全規制機関に提供する」計画でした。また、地層処分研究開発として、「深地層の研究施設等を活用して、実際の地質環境条件を考慮した現実的な処分概念の構築手法や総合的な安全評価手法を整備する」こととしていました。さらに、「業務の合理化・効率化の観点から、幌延深地層研究計画に係わる研究坑道の整備等に民間活力の導入を図る」こととしており、平成22年度より施設整備、維持管理および研究支援からなるPFI契約\*1を締結して調査研究を進めています。

※本概要版中の図表番号については、報告書本体と同じ番号としています。



第1段階：地上からの調査研究段階  
 第2段階：坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階  
 第3段階：地下施設での調査研究段階

図 1 幌延深地層研究計画の全体スケジュール

\*1: Private Finance Initiative（民間資金等活用事業）の略称で、公共施設などの建設、維持管理、運営などを民間の資金、経営能力、技術的能力を活用する事で、国や地方公共団体などが直接実施するよりも効率的かつ効果的に事業を実施するための方策です。幌延深地層研究計画における、PFIの契約期間は平成23年1月31日から平成31年3月31日までです。

## 2. 平成 26 年度の主な調査研究の進め方

幌延深地層研究計画は、「地上からの調査研究段階（第1段階）」、「坑道掘削（地下施設建設）時の調査研究段階（第2段階）」、「地下施設での調査研究段階（第3段階）」の3つの段階に分けて実施しています。平成26年度は地下施設の建設を進めるとともに、第2段階および第3段階の調査研究を実施しました（図 2）。

調査研究は、これまでと同様に、「地層科学研究」と「地層処分研究開発」を行いました。「地層科学研究」では、地質環境調査技術開発、深地層における工学的技術の基礎の開発、地質環境の長期安定性に関する研究、の3項目の研究課題を設定し、「地層処分研究開発」では、処分技術の信頼性向上、安全評価手法の高度化、の2項目の研究課題を設定しています。

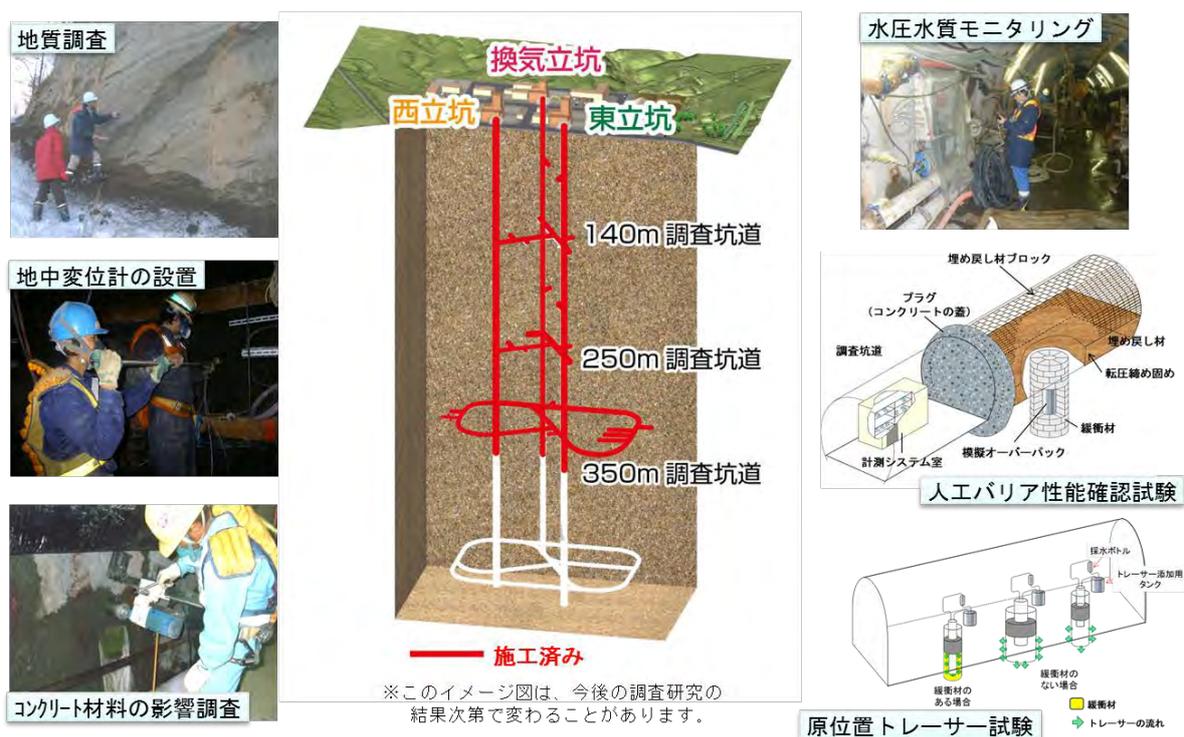


図 2 平成26年度の調査研究のイメージ

# 3. 地層科学研究

## 3.1 地質環境調査技術開発

### 地質構造

平成26年度は、坑道壁面の観察によって取得された岩相および割れ目の記載データに基づき、350m調査坑道に分布する割れ目の特徴を明らかにしました。350m調査坑道において認められた層理面に平行な断層（以下、層面断層）は、断層ガウジを主体とした1cm程度の幅の断層岩を介在し、断層岩を介在しないせん断割れ目への連続が認められました。局所的には、東周回坑道の北側において比較的厚い幅（30cm程度）の断層岩を介在する層面断層（S1断層）が認められました（図5）。層理面と交差する断層（以下、交差断層）は幅数cmから数十cmの断層角礫を主体とした断層岩を介在し、交差断層が出現した区間では、顕著な湧水が認められました。これらの割れ目の分布や発達の特徴は、第1段階の調査において構築した地質構造概念や、既往研究で示された概念と整合的でした。

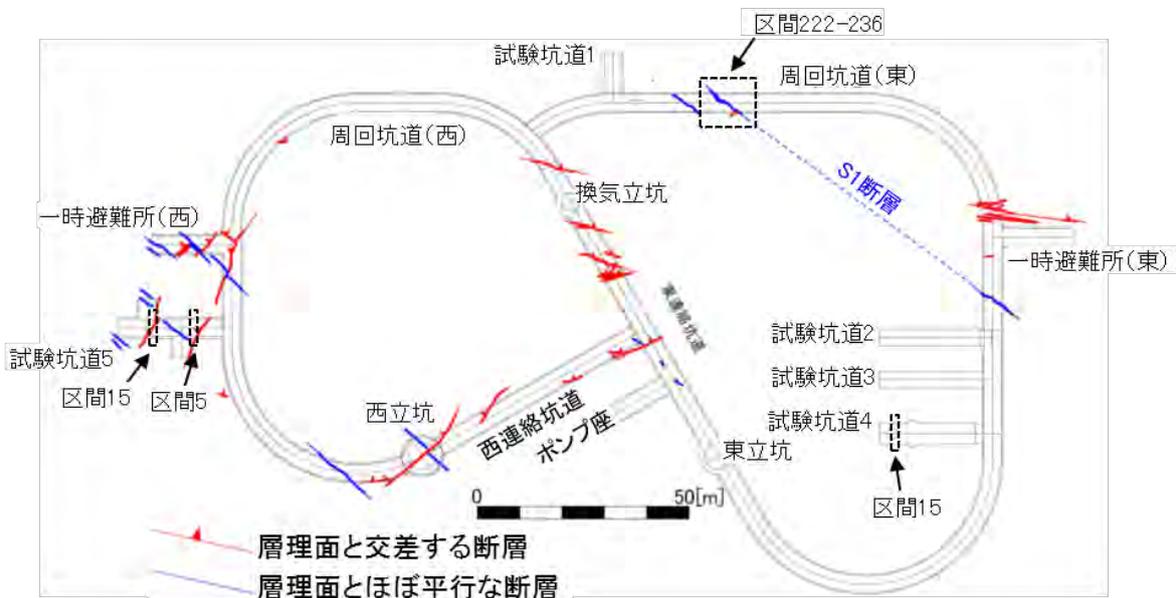


図5 350m調査坑道に分布する断層

### 3.2 深地層における工学的技術の基礎の開発

平成26年度には地下施設内の既設の地震計に加え、新たに西立坑アクセスルームに地震計を設置し、計測を開始しました。既設の地震計は250m調査坑道と350m調査坑道に埋設型の地震計を1台ずつ、350m調査坑道に床面設置型の地震計2台を設置してあります。

西立坑アクセスルームでの計測開始後に宗谷地方で2つの有感地震が発生しました。平成27年1月3日（豊富町西6条：震度2、稚内市沼川：震度1、幌延町宮園町：震度1）と2月3日（幌延町宮園町震度1）の地震の加速度波形を図31に示します。加速度波形を見ると、西立坑アクセスルームでの地表での揺れが地下での揺れよりも大きくなっています。一般に地震波のエネルギーは震源から離れると小さくなっていきますが、固い岩盤から地表の相対的に柔らかい地盤へ地震動が伝わると、S波の速度が遅くなり、波のエネルギーが集中して増幅するので、西立坑アクセスルームでは揺れが大きくなったと考えられます。

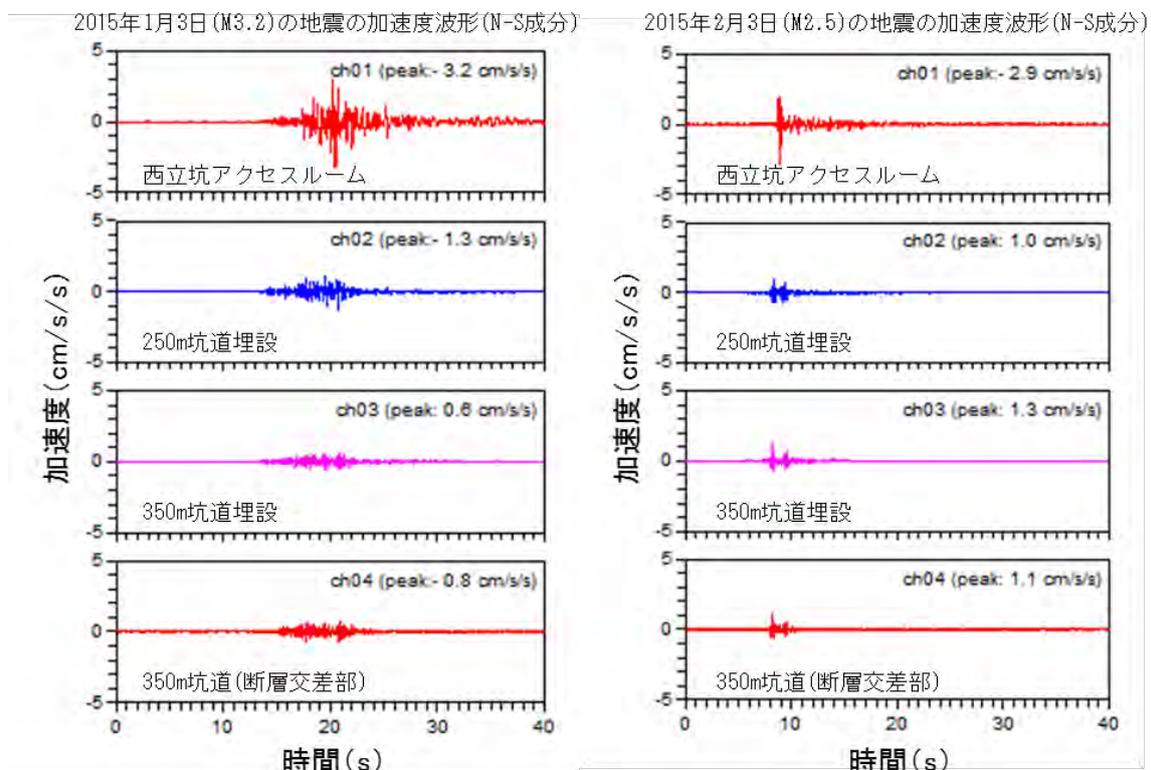


図 31 2015年1月3日(M3.2)と2月3日(M2.5)の地震の加速度波形

# 4. 地層処分研究開発

## 4.1 処分技術の信頼性向上

### 人工バリア性能確認試験

350m調査坑道の試験坑道4（図 36）における人工バリア性能確認試験（図 37）は、幌延を事例として、地層処分研究開発の第2次取りまとめ報告書で示した処分概念が実際の地下で構築できることの実証、人工バリアや埋め戻し材の設計手法の適用性確認、熱・水理・応力・化学連成挙動に係るデータの取得、を目的として実施するものです。

平成26年度は、緩衝材と電気ヒーターを内蔵した模擬オーバーパックの設置、坑道の埋め戻しおよびプラグの設置を行う（写真 3、5、9、10、13）とともに、各種計測センサーによる測定を開始しました。今後、数年間にわたり熱・水理・応力・化学連成挙動に係るデータの取得を継続し、あわせて計測センサーの耐久性を確認します。

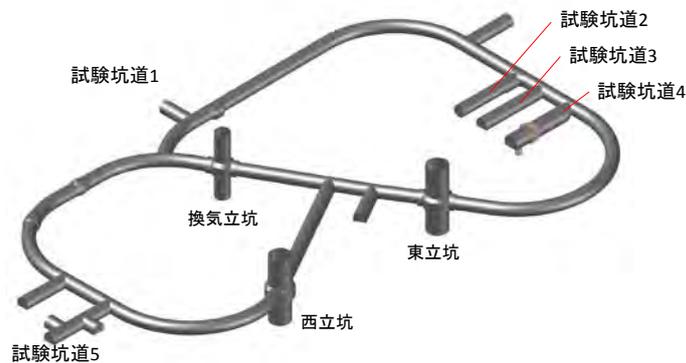


図 36 350m調査坑道レイアウト

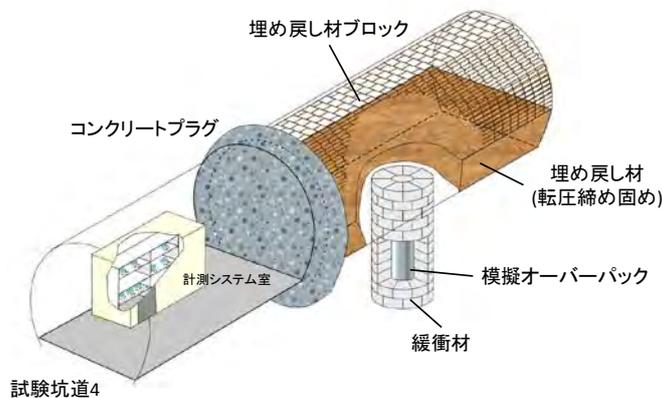


図 37 人工バリア性能確認試験の概念図



写真 3 緩衝材5段目設置  
設置した緩衝材の上には保護のためゴムシートを敷いてあります。



写真 5 模擬オーバーパックの設置



写真 9 埋め戻し材の転圧  
締め固め状況



写真 10 埋め戻し材ブロックの  
設置状況



写真 13 コンクリートプラグ施工完了

## オーバーパック腐食試験

平成26年度は、平成25年度に設計した模擬オーバーパック（直径10cm、発熱部の長さ120cm）を製作し、ドーナツ型の緩衝材に計測センサーを設置しながら模擬オーバーパックの周りに積み上げ、コンクリート支保の中に設置しました（図 39）。また、コンクリート支保の影響に関するデータを取得するため、深度350mにおける地下水をコンクリート支保の中に注水し、コンクリート材料と反応した地下水を緩衝材および模擬オーバーパックに供給できるように構造としました。さらに、廃棄体からの発熱を模擬するために、模擬オーバーパック内部に電気ヒーターを設置しました。本試験は、人工バリア性能確認試験と同様に、数年間の計測を行う計画です。

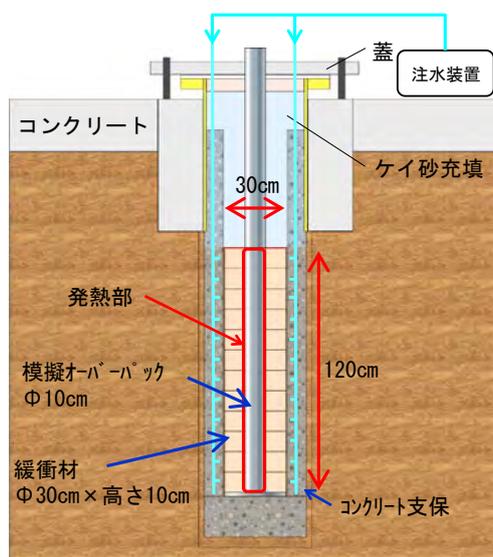


図 39 オーバーパック腐食試験の概念図



写真 17 ドーナツ型緩衝材の設置

## 4.2 安全評価手法の高度化

平成 26 年度は、250m 調査坑道で実施した原位置トレーサー試験<sup>\*2</sup>の評価を継続するとともに、350m 調査坑道で健岩部と単一割れ目を対象とした原位置トレーサー試験を開始しました（図 46、図 47）。また、原位置トレーサー試験を補完・検証するための室内試験の準備も進めました。なお、原位置トレーサー試験で使用したトレーサーは全て一般に販売されている試薬であり、放射性トレーサーは使用しません。

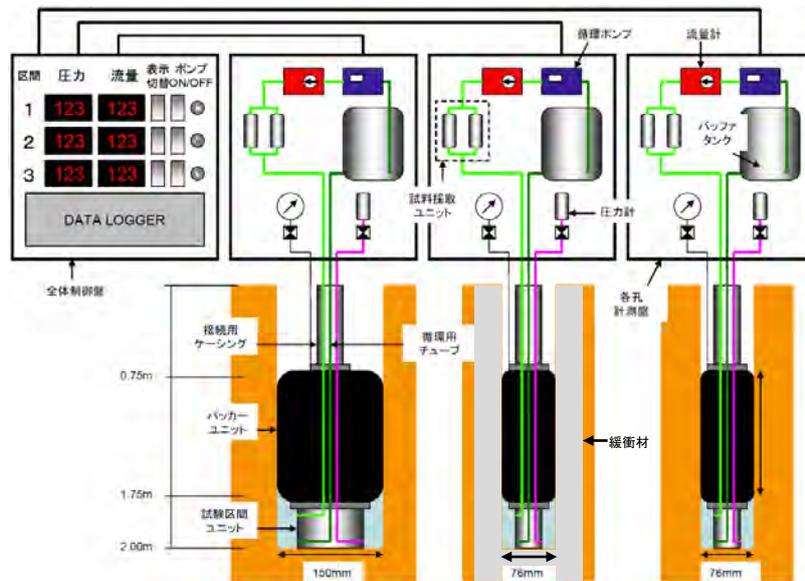


図 46 健岩部を対象とした原位置トレーサー試験装置の概念図

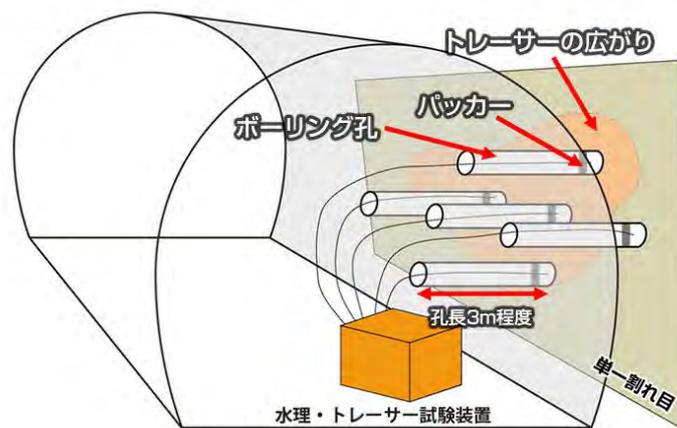


図 47 単一割れ目を対象とした原位置トレーサー試験の概念図

\*2：岩盤を対象とした原位置トレーサー試験については、これまで調査技術開発として地層科学研究の項目に記載していましたが、人工バリアを対象とした原位置トレーサー試験とあわせて実施することから、安全評価手法の高度化の項目にまとめて記載しています。

## 5. 地下施設の建設および維持管理

平成26年度は、東立坑を深度371mから深度380mまで掘削（写真 41）するとともに、深度350m調査坑道の整備を行い、平成22年度から導入しているPFI契約のうちの施設整備業務を平成26年6月末に完了しました。引き続き、維持管理業務として、地下施設内の機械設備や電気設備などの保守点検や修繕を行い、地下施設の安全性確保に努めています。なお、PFI契約による地下施設の維持管理業務は、平成31年3月末まで継続します。



写真 41 地下施設の建設状況（東立坑の掘削）

## 6. 環境モニタリング

排水処理前後の水質、天塩川の水質、浄化槽排水、清水川および掘削土（ズリ）置き場周辺の地下水について、水質モニタリング調査を行っています。これらの分析結果の詳細については、幌延深地層研究センターのホームページ\*3で公開しています。水質モニタリング調査の結果、地下施設の建設による環境への影響は観測されませんでした。

研究所設置地区を対象とした環境影響調査の調査項目は、地下施設工事により発生する可能性のある「騒音」、「振動」、変化する可能性のある「水質」、水質・水量などの変化により影響を受ける可能性がある工事範囲下流域の「魚類」、「植物」です。騒音・振動については、すべて基準値以下でした。清水川の水質については、すべての項目において特異な値は認められませんでした。魚類については、これまでと比べて大きな変化はみられず、重要種としては6種が確認されました。植物については、造成工事着手前と比較して主要種の生育状況に変化は認められませんでした。

本環境影響調査は、造成工事を開始した平成15年度以降、工事が環境に与える影響を評価することを目的として実施してきました。平成26年6月末でPFI契約のうちの施設整備業務が完了となり、工事が一時休止となることから、工事による影響の監視を目的として実施してきた騒音・振動の調査を平成26年度の調査をもって休止とします。また、造成工事に伴う影響を監視してきた植物群落調査については、安定した状態にあることが確認できたため、平成26年度の調査をもって完了とします。



写真 47 清水川の採水状況

\*3 : <http://www.jaea.go.jp/04/horonobe/suishitsu.html>

## 7. 安全確保の取組み

安全確保の取組みとして、請負作業や共同研究作業においては、作業の計画段階からリスクアセスメント評価を実施し、安全対策の妥当性の確認や改善の指導を行いました。

そのほか、所長や保安・建設課などによる定期的な安全パトロールを実施し、継続的に現場の安全確認や改善などを指導しました（写真 53）。

さらに、新規配属者や請負作業・共同研究作業の責任者などに対して安全教育を実施するほか、全国安全週間などの機会を捉えて、従業員のみならず請負企業も参加した安全行事に積極的に取り組むなど、安全意識の高揚に努めました（写真 54）。



写真 53 安全パトロールの状況



写真 54 安全行事の状況  
(安全大会)

## 8. 開かれた研究

幌延深地層研究計画で実施する地下深部を対象とした研究は、以下に示す研究機関との共同研究や研究協力をはじめ、その他にも広く関連する国内外の研究機関や専門家の参加を得て進めました。

### 8.1 国内機関との研究協力

#### ◆ 大学などとの研究協力

##### ➤ 信州大学

坑道周辺岩盤に生じる掘削損傷に関する研究

##### ➤ 室蘭工業大学

三次元レーザスキャナを用いた壁面地質観察手法の開発  
など

#### ◆ その他の国内研究機関との研究協力

##### ➤ 幌延地圏環境研究所

岩石・地下水中の微生物特性・化学特性の評価

##### ➤ 電力中央研究所

地質・地下水環境特性評価に関する研究

##### ➤ 産業技術総合研究所など

過去の地下水の化学的環境の推定に関する研究

##### ➤ 株式会社東京測器研究所

光ファイバー式ひび割れ検知センサーの原位置適用性確認

##### ➤ 株式会社大林組

マルチ光計測プローブによる岩盤挙動モニタリング

##### ➤ 原子力環境整備促進・資金管理センター

地層処分実規模設備整備事業における工学技術に関する研究  
など

### 8.2 国外機関との研究協力

##### ➤ モンテリ・プロジェクト

鉄材料の腐食に関する原位置試験

など