

地層処分技術に関する研究開発の 進捗状況

④ 深地層の科学的研究 幌延深地層研究計画

平成22年3月24日
日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門



現中期計画期間の意義・位置づけ

現中期計画(H17年度～H21年度)における個別目標(幌延に係る部分)

- 中間深度(幌延町:地下300m程度)までの坑道掘削時の調査研究を行う。
- 堆積岩を対象とした地上からの調査研究で構築した地質環境モデルを確認しつつ、地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性の評価を行う。これらを通じ、精密調査における地上からの調査で必要となる技術の基盤を整備する。
- 坑道掘削に係る工学技術や影響評価手法についても検討を行い、適用性や信頼性を確認するとともに、その後の調査研究に向けて最適化を図る。
- 地質環境データ等を考慮した現実的な処分システム概念の構築手法や全体システムモデルを整備するとともに、掘削深度を考慮して、設計、安全評価手法の深部地質環境での適用性確認を行う。

意義・位置づけ

- 地下坑道の掘削を通して、堆積岩を対象とした地層処分場の建設から処分、閉鎖に関わる事業段階に必要な、一連の地質環境調査技術、施設建設技術、地層処分技術の開発・適用性確認を行う。
- その過程で、実施主体及び安全規制機関が利用可能な技術的基盤を整備する。
- 開かれた研究を推進する。
- 相互理解促進のための施設を整備し、運用を開始する。

中期計画(幌延に係る部分の抜粋)

成果とその重要性

中間深度(幌延町;地下300m程度)までの坑道掘削時の調査研究を行う。
⇒ **ほぼ達成**

- 換気立坑250m, 東立坑210m, 140m調査坑道, 250m調査坑道(一部)までの建設を完了した。
- 地下水や地質構造等の地質環境特性に関するデータを取得した。
- 日常管理計測/ステップ管理計測により空洞安定性に係るデータを取得した。
- 250m以深の湧水対策を行なうべき高透水帯を特定し、プレグラウトの施工計画を策定した。

堆積岩を対象とした地上からの調査研究で構築した地質環境モデルを確認しつつ、**地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性の評価**を行う。これらを通じ、精密調査における地上からの調査で必要となる技術の基盤を整備する。
⇒ **現深度までにおいてほぼ達成**

- **地表調査, 物理探査, ボーリング調査結果を統合し、堆積岩中の地下水流れや物質移動の経路を規制する断層の分布及びその連続性や連結性を定量化する調査手法を例示した。**
- 地下施設近傍の地質構造モデルを構築し、現在までの坑道掘削時に得られた地質環境データと整合することを確認した。
- 地上からの調査で必要となる技術の体系化し、H17取りまとめ, 第1段階取りまとめ, クールレポとして取りまとめた。

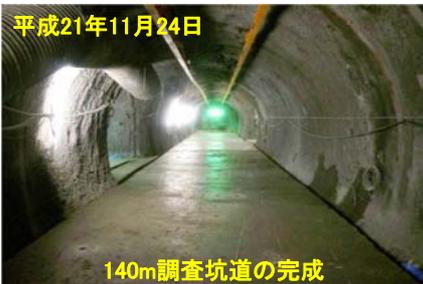
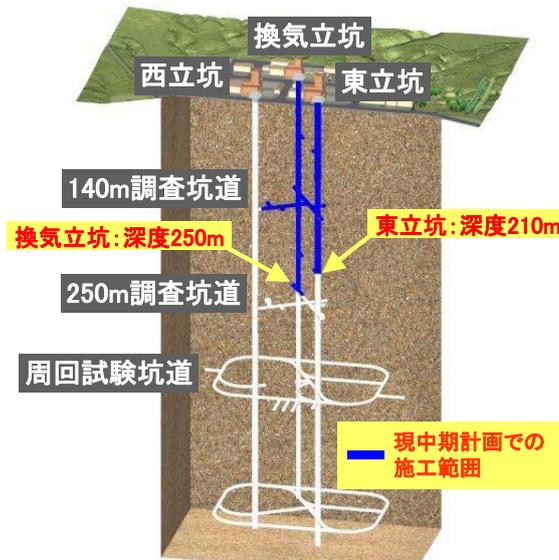
坑道掘削に係る工学技術や影響評価手法についても検討を行い、**適用性や信頼性を確認**するとともに、その後の調査研究に向けて最適化を図る。⇒ **現深度までにおいてほぼ達成**

- 情報化施工計画を運用し、計測管理に基づく施工の合理化を行なった。
- **調査坑道での掘削影響評価試験に適用した計測技術により、掘削影響領域の特性変化とその範囲を同定できる見通しを得た。**
- これまでに得られた地下施設周辺の地質環境特性に基づき、第3段階の調査研究計画を具体化した。

地質環境データ等を考慮した現実的な処分システム概念の構築手法や全体システムモデルを整備するとともに、**掘削深度を考慮して、設計、安全評価手法の深部地質環境での適用性確認**を行う。⇒ **ほぼ達成、法定深度以深において具体化する。**

- **低アルカリ性セメント材料を開発し、実際に施工することでその適用性を確認した。**
- 地質環境特性調査から安全評価へ至る一連の安全評価手法を幌延地域に適用し、事例として示した。

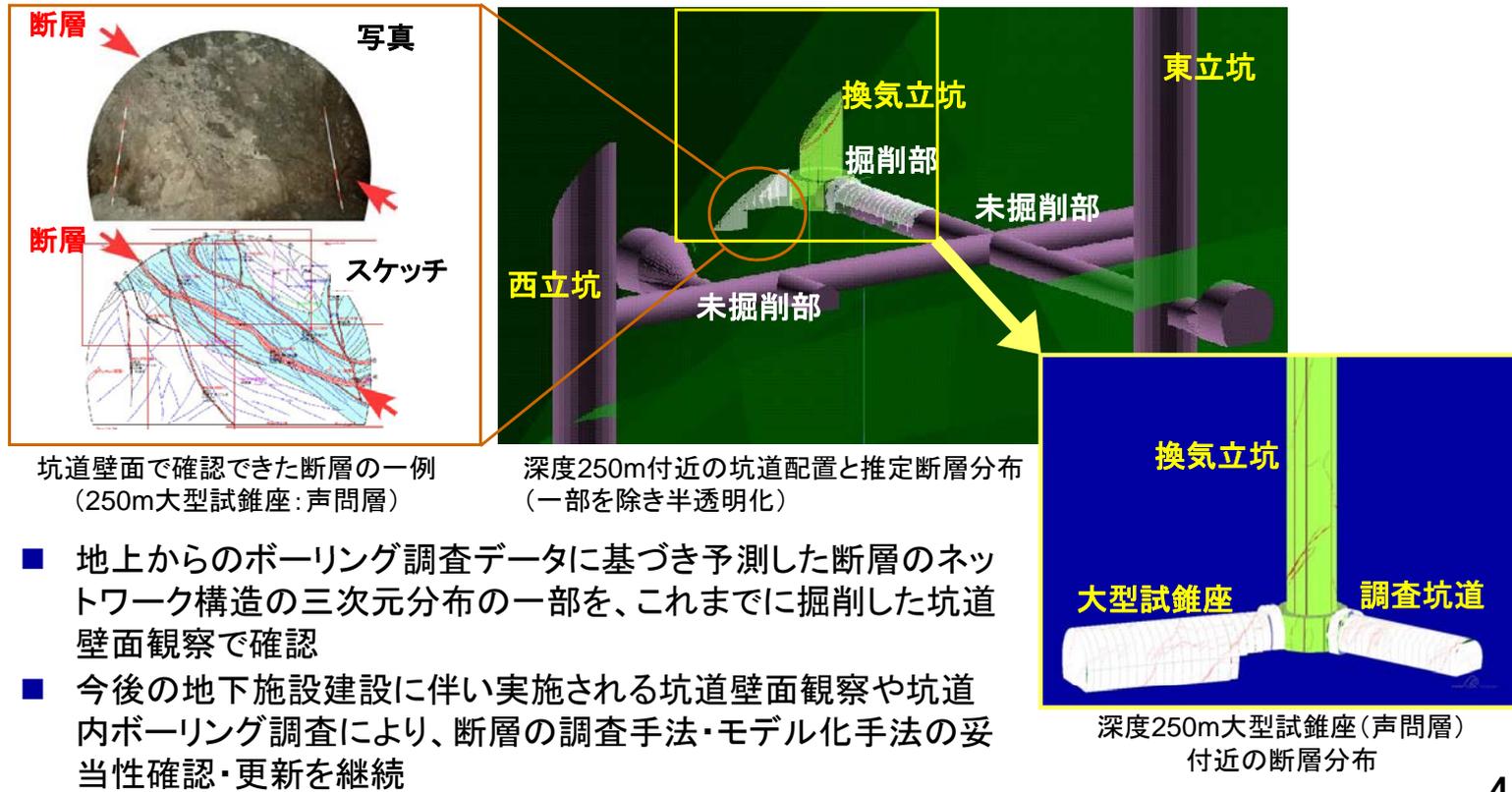
中間深度までの坑道掘削時の調査研究の実施



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ります。

■ 地質・地質構造分布の推定技術

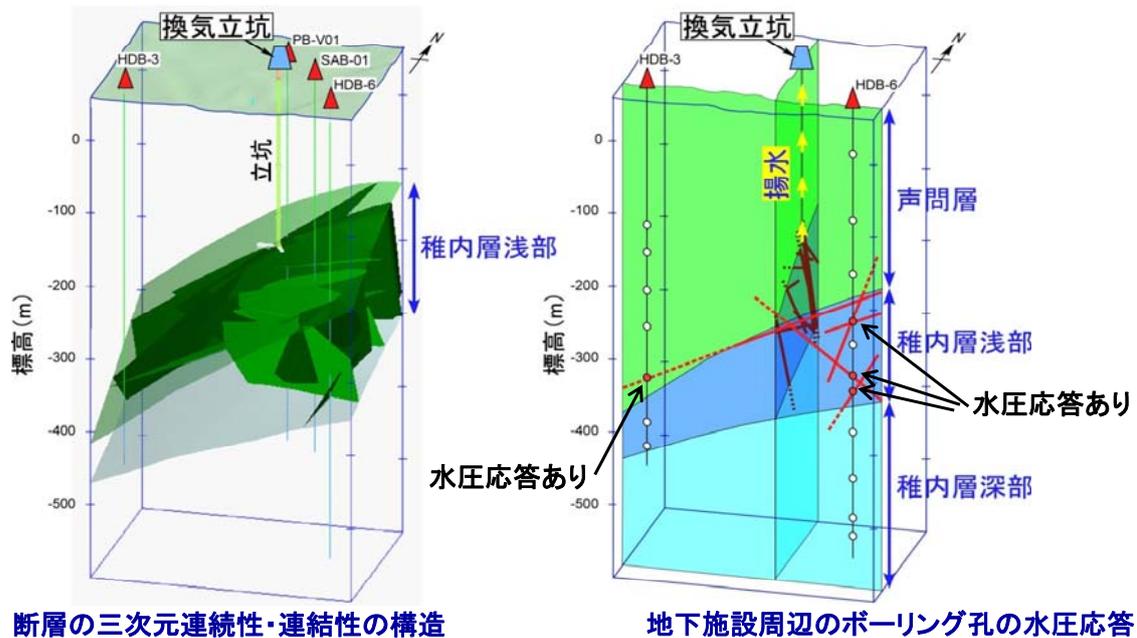
— 透水性断層の三次元的連続・連結性の確認・更新



- 地上からのボーリング調査データに基づき予測した断層のネットワーク構造の三次元分布の一部を、これまでに掘削した坑道壁面観察で確認
- 今後の地下施設建設に伴い実施される坑道壁面観察や坑道内ボーリング調査により、断層の調査手法・モデル化手法の妥当性確認・更新を継続

■ 地質・地質構造モデルの妥当性確認

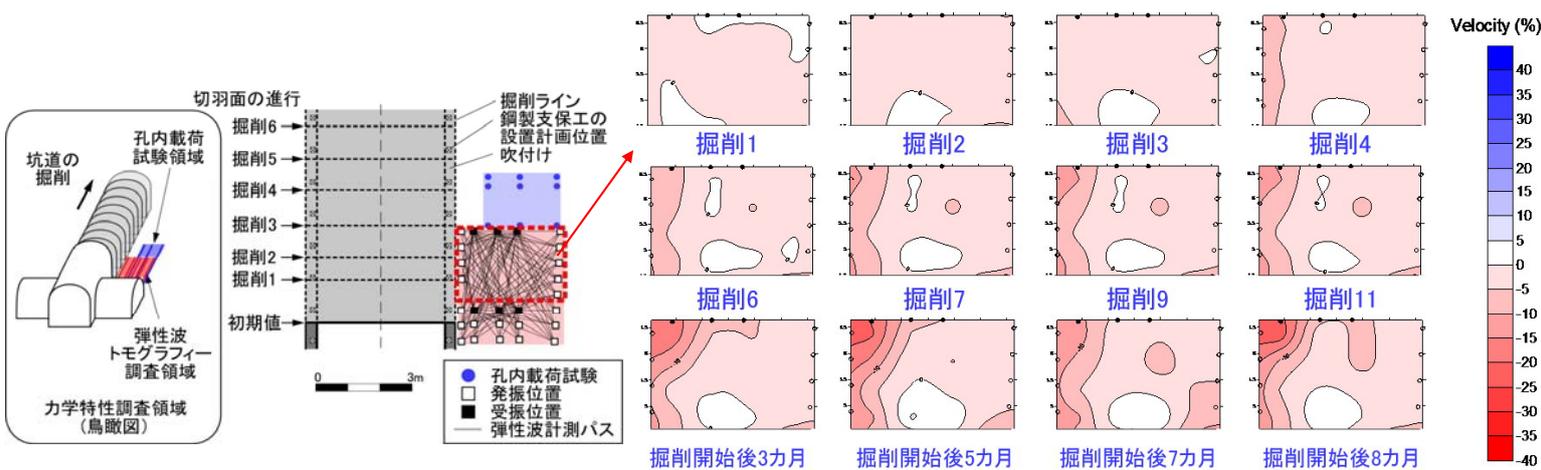
— 推定した断層のネットワーク構造の三次元的な連続性・連結性と水圧応答



- 地上ボーリング孔の調査データから推定した断層の三次元的な不連続なネットワーク構造は、換気立坑での湧水に伴って生じたHDB-3, 6孔の水圧応答を説明し得ることを確認した。
- 比較的硬質な塊状の堆積岩に存在する断層のネットワーク構造の三次元的連続・連結性に関する調査方法を整備

■ 坑道周辺の掘削影響領域評価技術

ー 140m東側調査坑道掘削影響領域に関する力学試験(弾性波トモグラフィ)



140m東側調査坑道掘削影響領域に関する力学試験実施位置(平面図)

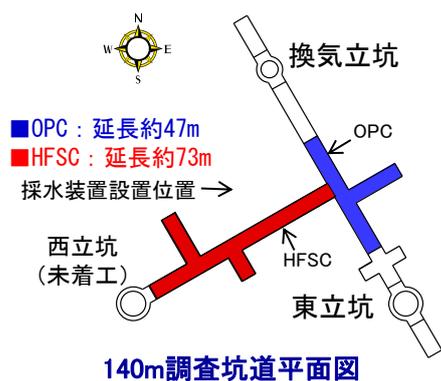
掘削前後での弾性波速度の変化率の分布

- 140m調査坑道において掘削影響領域に関する力学試験に着手し、弾性波トモグラフィの速度変化率から、坑道掘削により周囲に弾性波速度低下帯が広がることを確認できた。
- 掘削開始後、定期的に弾性波トモグラフィを実施し、掘削影響領域の経時変化を把握することが必要。
- 今後は、同じ断面で実施している音響トモグラフィ、比抵抗トモグラフィ、孔内載荷試験の結果との比較評価や、日常管理計測/ステップ管理計測の計測結果等も含めた相関性や計測手法の有効性について検討し、掘削影響の総合的評価手法の構築が重要課題。

掘削深度を考慮した設計手法の適用性確認

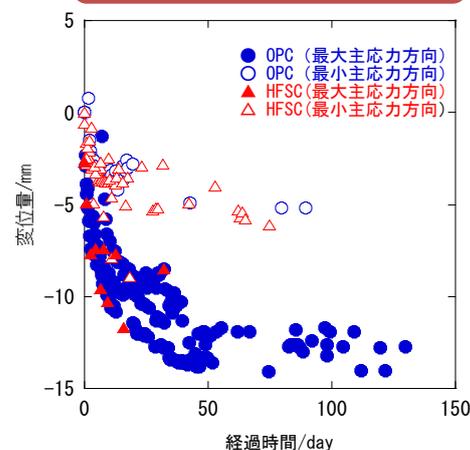
■ 処分技術の信頼性向上

ー 低アルカリ性セメント材料を用いた本格的吹付け施工(140m調査坑道)



吹付け施工の様子

- ・最大主応力方向(北東-南西)
OPCと同等の傾向
- ・最小主応力方向(北西-南東)
OPCと同等の傾向



内空変位の経時変化

低アルカリ性セメント:HFSC(Highly Flyash contained Silicafume Cement)



HFSC施工壁面からのコア採取



地下水採取装置設置

- ・低アルカリ性セメント材料を開発し、140m調査坑道において、本格的吹付け施工を行い、その施工性を確認
- ・今後は、定期的にコンクリート・岩盤のコアおよび地下水を採取し、周辺岩盤および地下水への影響について評価(約10年程度の期間について分析を継続)

■ 開かれた研究の推進

- 国内機関との研究協力
 - 大学 : 北海道大学、埼玉大学、静岡大学、東京都市大学、岡山大学、広島大学など
 - 研究機関 : 幌延地圏環境研究所、電力中央研究所、産業技術総合研究所、原子力安全基盤機構、原子力環境整備促進・資金管理センターなど
- 国外機関との研究協力
 - NAGRA(スイス)、ANDRA(フランス)、モンテリ・プロジェクト(スイス)、Clay Club(フランス)、KAERI(韓国)など

■ 相互理解促進活動



PR施設「ゆめ地創館」の整備・運用
 - 平成19年6月30日開館
 - 平成21年度来館者数:10700人、累計:32800人



国際交流施設の整備・運用
 - 平成21年10月17日開館
 - 利用者数:2200人



地下施設の見学の様子
 - バックエンド夏季セミナー見学会
 (平成21年7月31日)



ウェブサイトでの情報発信
<http://www.jaea.go.jp/01/horonobe>

次期中期計画(H22年度～H26年度)における個別目標(幌延に関係する部分)

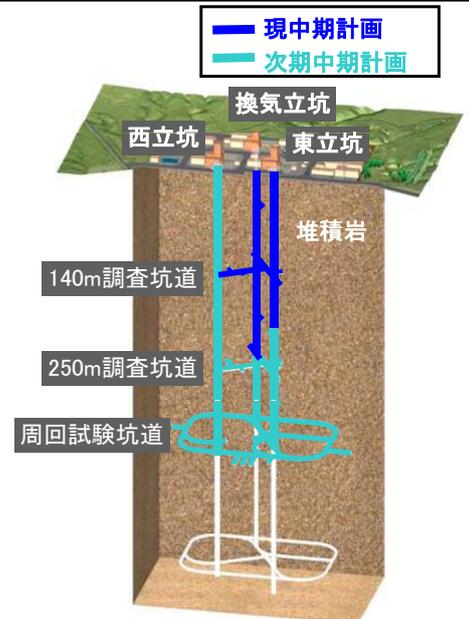
- 深地層の研究施設等を活用して、実際の地質環境条件を考慮した現実的な処分場概念の構築手法や総合的な安全評価手法を整備する
- これまでの研究開発で明らかとなった深地層環境の深度(幌延:地下350m程度)まで坑道を掘削しながら調査研究を実施し、得られる地質環境データに基づき、調査技術やモデル化手法の妥当性評価及び深地層における工学技術の適用性確認を行う。
- 平成26年度(2014年度)までに、地質環境の調査手法、地下施設建設に伴う影響範囲のモニタリング方法等の地上からの精密調査の段階に必要な技術基盤を整備し、実施主体や安全規制機関に提供する。

意義・位置づけ

- 深地層環境の深度までの坑道の掘削及び完成した坑道の利用を通して、堆積岩を対象とした地層処分場の建設から処分、閉鎖に関わる事業段階に必要な、一連の地質環境調査技術、施設建設技術、地層処分技術の開発・適用性確認を行う。
- その過程で、実施主体及び安全規制機関が利用可能な技術的基盤を整備する。
- 開かれた研究を推進する。
- 相互理解促進のための施設を運用する。

◆ 坑道掘削時の調査研究(第2段階)

- 地質環境特性調査技術の適用性確認及び地質環境モデルの妥当性評価
- 地下施設の設計手法の妥当性確認と合理化
- 地下施設建設が周辺岩盤に与える影響把握
 - 地質環境モニタリング技術開発、掘削影響評価試験
- 地下施設建設時の処分技術の実証
 - 低pHグラウト・吹付け及び覆工コンクリートの施工
- 坑道群を対象とした各種試験観測技術・双設坑道建設技術の構築



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ります。

地下施設の施工範囲(実績と計画)

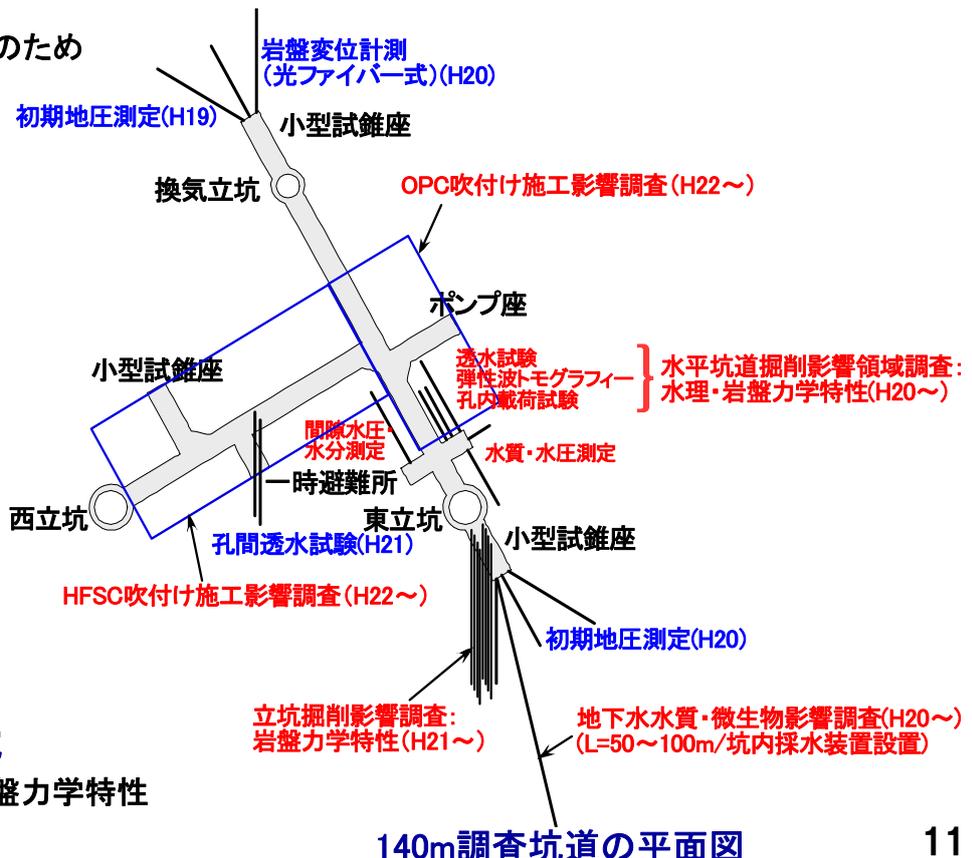
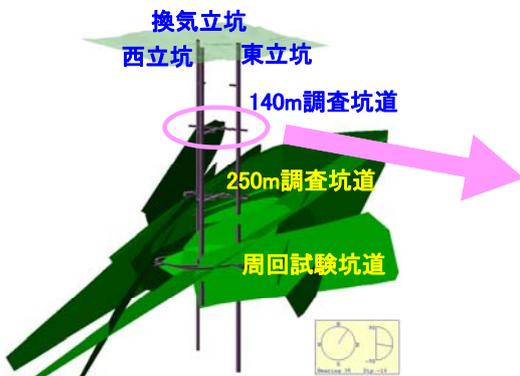
◆ 坑道を利用した調査研究(第3段階)

- 地震が地下施設に与える影響評価
- 法定深度以深の堆積岩に適用する処分技術の開発／実証
 - 低pHグラウト・吹付け及び覆工コンクリートの影響評価、処分ピットを想定した低pHコンクリートー人工バリアーオーバーバック複合試験、坑道スケールのプラグ試験など
- 坑道埋め戻しに伴う周辺地質環境の回復過程の観測・解析技術の構築
- 人工バリア／天然バリア中の水理・物質移動評価技術の開発・実証
- 幌延を事例とした処分概念構築及びそれに基づく安全評価手法の整備

平成22年度の地下施設における調査研究計画の概要

■ 140m調査坑道における調査研究

- 主として坑道掘削による影響評価のためのモニタリングを実施



■ 250m調査坑道における調査研究

- 水平坑道掘削影響調査: 水理・岩盤力学特性
- 地下水水質・微生物影響調査

140m調査坑道の平面図