

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23年3月16日
日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門

H22年度の研究開発の実施状況

年度目標

地質環境調査評価技術開発

- 概要調査～精密調査初期段階における**地質環境調査技術**の信頼性確認
- **精密調査**や**安全審査基本指針**の策定等を支える技術基盤の整備
- 調査坑道（水平坑道）を活用した**相互理解**の促進（深地層の体験等）
- 原位置での計測・試験に基づく坑道の**設計・施工技術**の適用性確認
- 坑道の湧水状況に対応した**湧水抑制対策**（グラウト）の有効性評価

主要な成果

深地層における工学技術の基礎の開発

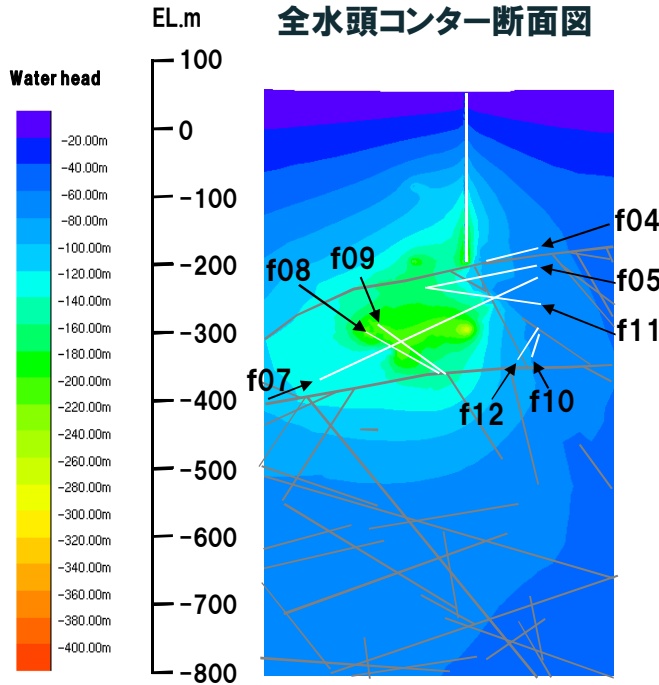
- 主に深度250m（声問層）までの**水理地質構造**や**湧水量予測**に関わる不確実性要因とその低減手法の明確化
- 坑道掘削に伴う掘削影響（坑道・施設スケール）データ（力学・水理・化学）の拡充と、**掘削影響評価**のための**モニタリング技術**の適用性の提示
- **情報化施工計画**に従い坑道掘削に伴い取得した地質環境情報と計測データ（支保応力）に基づく既往設計手法等の適用性確認
- 既往の**設計解析手法**の適用性の限界の把握と解析手法の構築
- **湧水抑制対策**のためのグラウト注入に関わる基礎データの取得と**安全対策技術**の有効性の確認

H22年度の研究開発の成果とその重要性

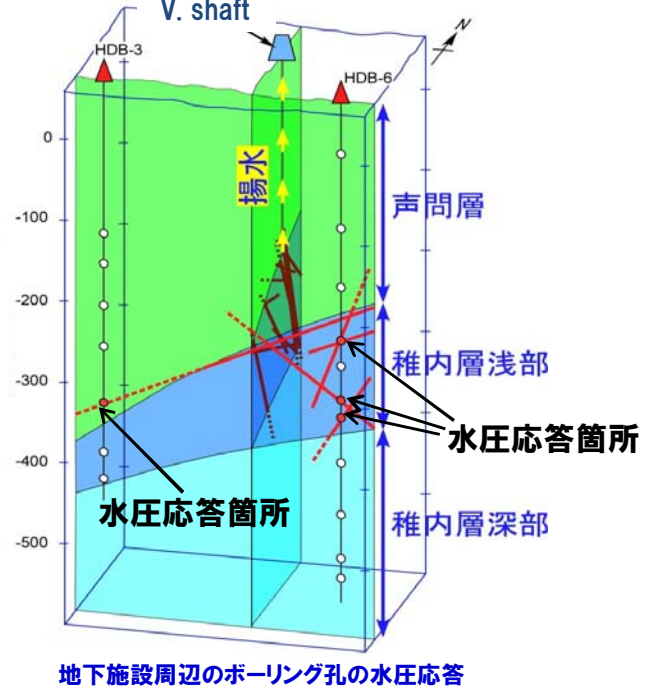
地質環境調査評価技術開発 (水理地質構造)

- ボーリング調査、水圧観測、地質構造のモデル化により、重要な**水理地質構造 (断層、割れ目)**の分布、**形成プロセス**を把握
- 堆積岩における**高透水性地質構造**の調査手法、合理的な**地下施設の設計・施工方法**を提示。また、**物質移行経路**を明確化・定量化し、**安全評価**における**物質移行解析**のモデル設定に重要

深度250m以深の坑道掘削に伴う水圧分布変化



地質構造と水圧応答

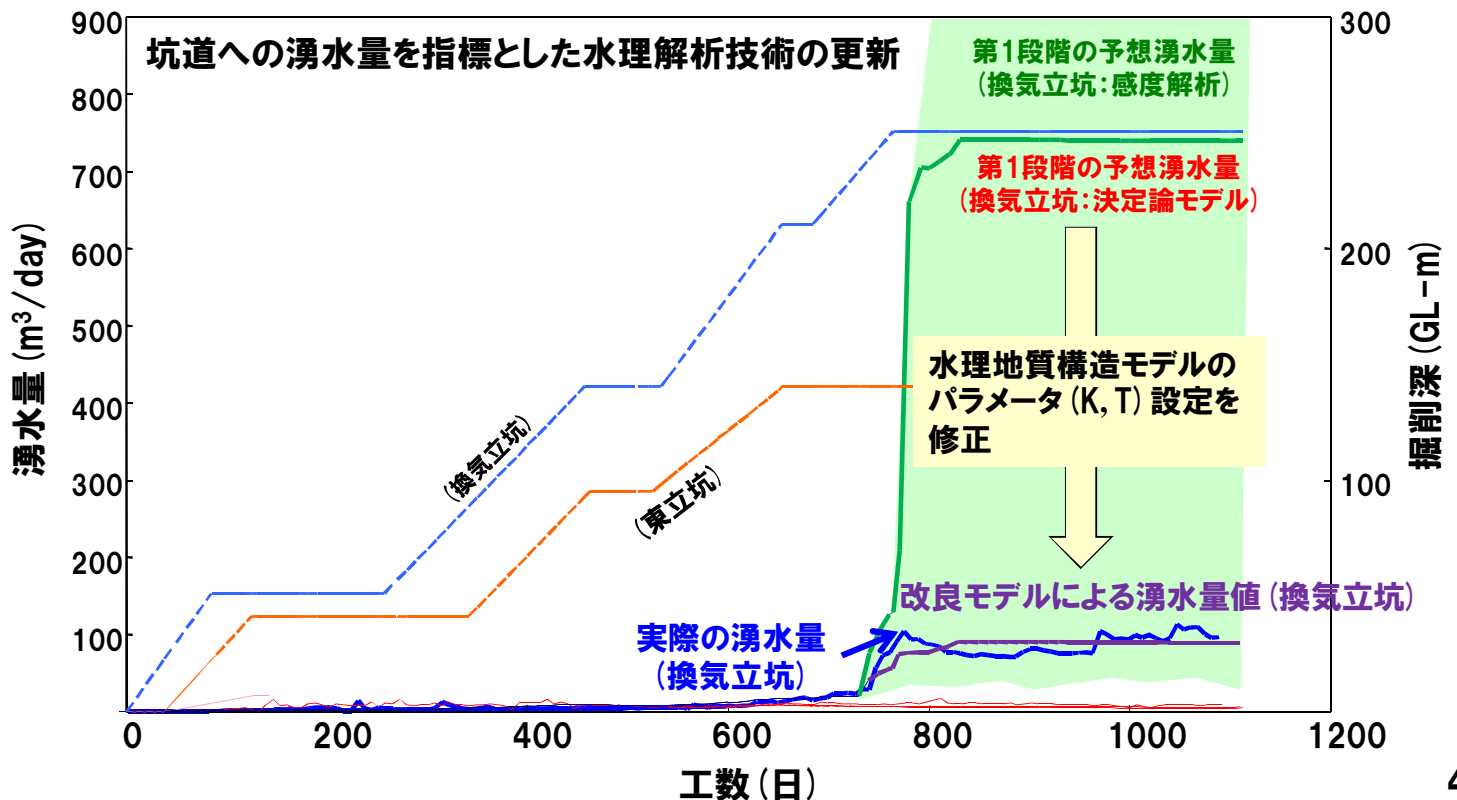


地下施設周辺のボーリング孔の水圧応答

H22年度の研究開発の成果とその重要性

地質環境調査評価技術開発 (湧水量予測)

- 施設建設プロジェクト管理において、**湧水量予測**の不確実性の取扱い方を整理
- 地下施設を建設する際の、**排水処理計画**や**グラウト施工計画 (湧水抑制対策)**を立案する際に重要



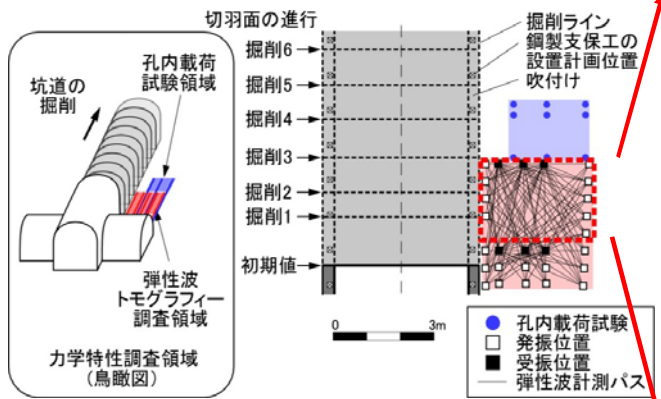
H22年度の研究開発の成果とその重要性

地質環境調査評価技術開発 (掘削影響:力学)

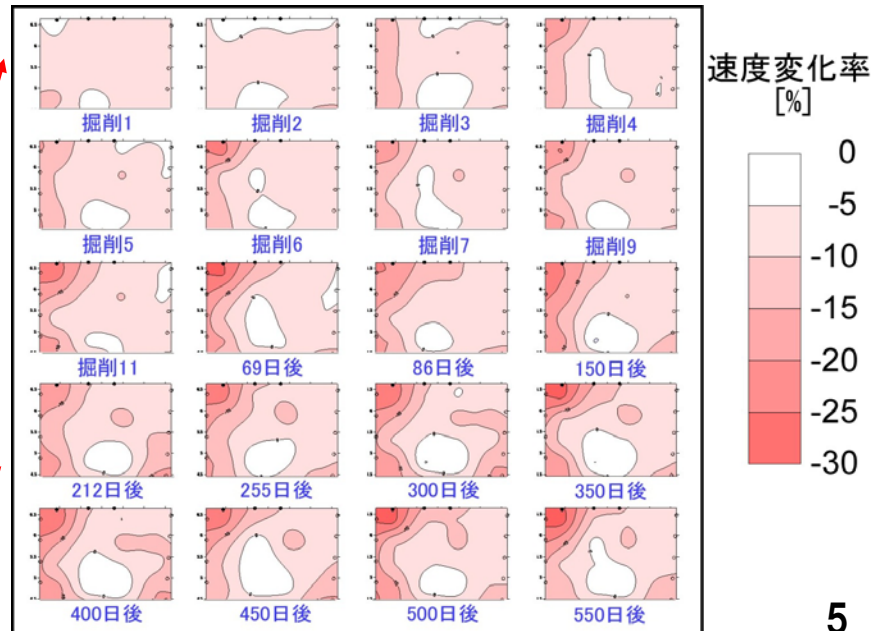
- 掘削影響領域を評価するための観測技術を開発
- 調査試験の配置や期間など、坑道で実施すべき調査の計画立案に関わる情報を整理
- 処分技術に関するプラグ (止水壁) の設計や安全評価における掘削影響領域の設定に重要

坑道周辺の掘削影響領域評価技術 (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



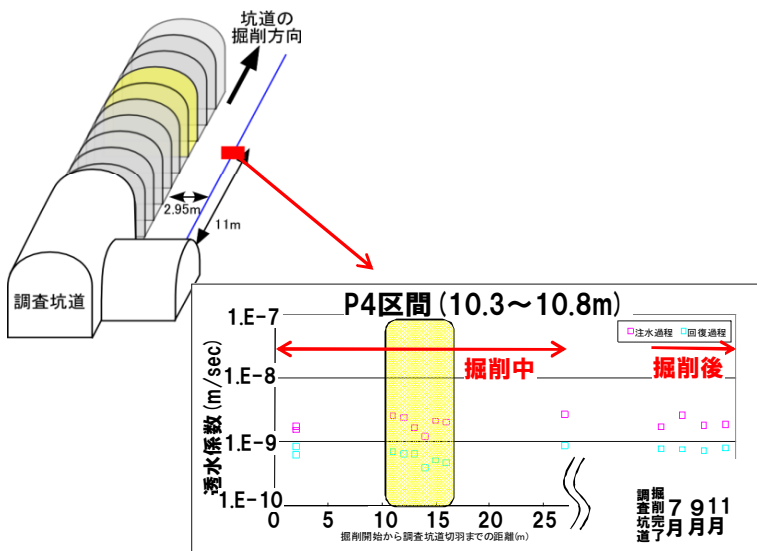
H22年度の研究開発の成果とその重要性

地質環境調査評価技術開発 (掘削影響:水理)

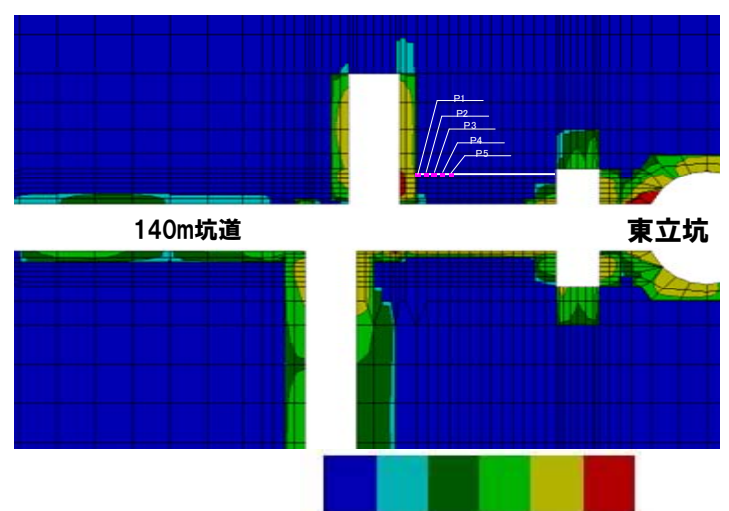
- 坑道周辺の水理学的影響領域を評価する手法を開発
- 力学-水理の複合現象として、掘削影響領域の経時変化を連成解析する手法を開発
- 処分技術に関するプラグ (止水壁) の設計や安全評価における掘削影響領域の設定に重要

坑道掘削影響領域に関する水理試験 (透水試験)

透水試験 (定圧注入試験) 結果



数値解析による坑道掘削後の透水係数分布



H22年度の研究開発の成果とその重要性

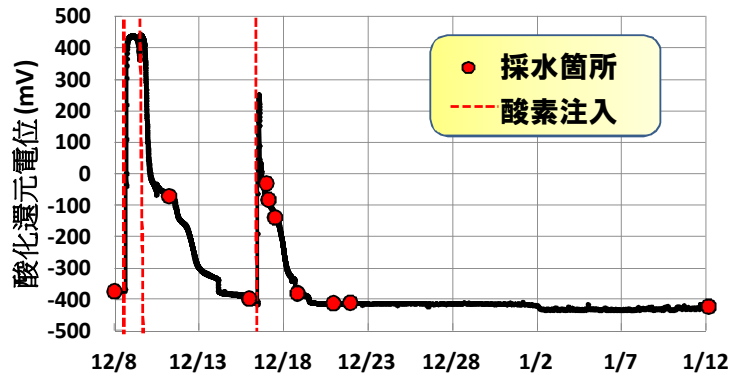
地質環境調査評価技術開発 (掘削影響:地球化学)

- 建設・作業中の化学的インパクトとその回復過程を調査するための試験機器を開発
- 第3段階の坑道閉鎖試験に関わるノウハウを蓄積
- 坑道の埋め戻し後の安全評価における物質移行解析のための地球化学的環境条件の設定に重要

坑道掘削影響領域に関する化学的緩衝能力評価試験 (REX試験)



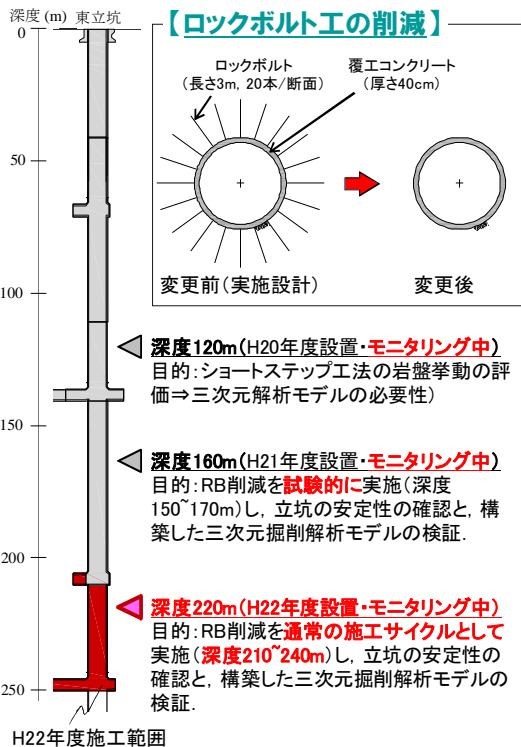
岩盤に酸化した地下水を注入・循環させる試験を行った結果、酸化環境は数日で還元環境に回復すること、微生物による生物化学的反応(水-鉱物-微生物相互作用)が重要な役割を果たしていることを確認



H22年度の研究開発の成果とその重要性

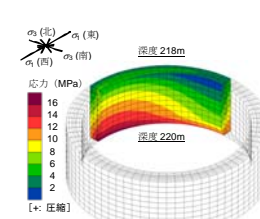
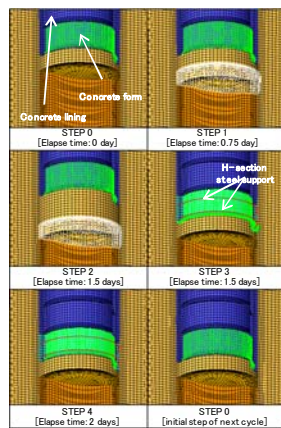
深地層における工学技術の基礎の開発

- 情報化施工計画に基づいた東立坑での岩盤・支保の力学挙動の原位置計測 (岩盤観測、内空変位、覆工コンクリート応力、ロックボルト軸力、地中変位) と既往設計手法等の適用性の確認
- 地下施設施工管理手法 (情報化施工計画) の有効性確認



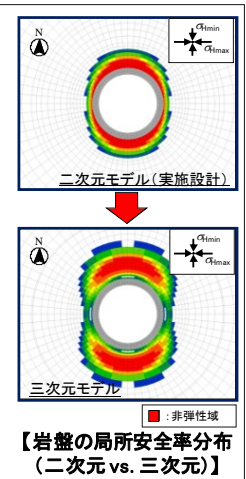
- 堆積軟岩 (一軸圧縮強度 $\leq 20\text{MPa}$) を対象としたショートステップ工法における立坑の三次元モデルの構築と適用性の検証
- 堆積軟岩に対するショートステップ工法における設計解析手法の提示

【立坑の三次元逐次掘削数値解析モデルの構築】



【覆工コンクリートの円周方向応力分布】

→ 覆工コンクリート内と周辺岩盤の応力分布を算出。実測結果に基づいて、構築したモデルの妥当性を検証。



H22年度の研究開発の成果とその重要性

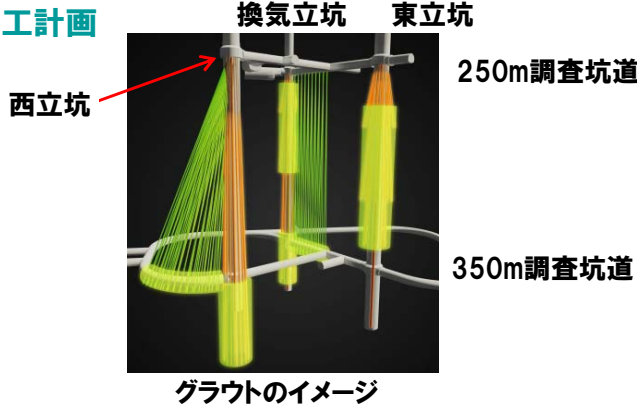
深地層の工学技術の基礎の開発

- 湧水抑制対策のためのグラウト注入に関わる基礎データの取得と**安全対策技術**の有効性の確認
- **グラウト施工計画**の策定と**プリベンダー（安全対策）**の有効性の提示

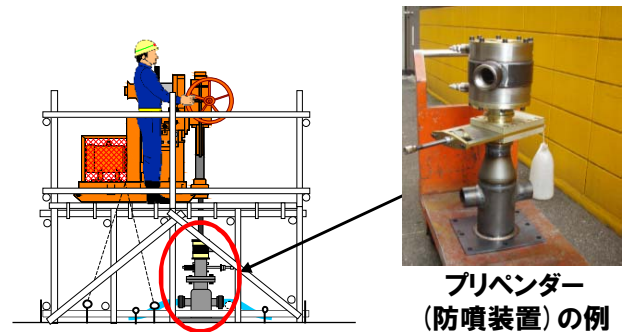
注入試験結果一覧

孔	ステージ	区間長	湧水量 (l/min)	孔内圧力 (MPa)	メタンガス	水押し試験結果 (L)	限界圧力 (MPa) 【参考】	注入剤 SF-L SF-X3	圧力比											総注入量	ステージ長	単位セメント量 (kg/m)	注入圧 (MPa)						
									1:20	1:10	1:8	1:6	1:4.4	1:3.43	1:2.79	1:2.34	1:2	1:1	1:1										
1	1	2 ~ 7	0	0	継続して発生	81.63	0.12	SF-L	1:20	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	1809	5	64.1	0.05~0.3	
	2	7 ~ 12	2	0.3	継続して発生	0.14	1.0	SF-L	1:20	100	22.5														122.5	5	1.42	0.06~0.05	
	3-1	12 ~ 14.4	14	0.35	継続して発生	4.07	0.7	SF-X3	1:20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	915	1815	2.4	375.1	0.31~1.75		
	3-2	14.4 ~ 17	1.5	0.35	継続して発生	1.34	1.0	SF-X3	1:20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		780	2.6	63.12	0.35~1.74	
	4	17 ~ 22	1.5	0.35	継続して発生	0	3.1	省略																	0	5	0		
2	5	22 ~ 27	3.5	0.4	継続して発生	0	3.1	SF-X3	1:20	73.5															73.5	5	0.72	1.9~3.0	
	1	2 ~ 7	0	0	孔口付けから発生	0.86	0.3	SF-X3	1:20	34.7																34.7	5	0.34	0.3
	2	7 ~ 12	0→3	0.1→0.92	水押し後増	0.14	1.2	SF-X3	1:20	100	16.1															116.1	5	1.3	1.2~1.5
	3	12 ~ 17	3→15	0.4→1.15	水押し後増	0.67	2.0	SF-X3	1:20	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	615.1	1515.1	5	135.1	1.15~3.0			
4	17 ~ 22	2	0.1	継続して発生	0	不明	省略																			5			

グラウト施工計画



安全対策



H23年度の研究開発の実施計画

年度目標

地質環境調査評価技術開発

- 坑道掘削を通じての地表からの調査段階における**地質環境調査技術**の信頼性の確認
- **精密調査**や**安全審査基本指針**の策定等を支える技術基盤の整備
- 調査坑道（水平坑道）を活用した**相互理解**の促進（深地層の体験等）
- 原位置での計測・試験に基づく坑道の**設計・施工技術**の適用性確認
- 坑道の湧水状況に対応した**湧水抑制対策**（グラウト）の有効性確認

期待される成果

深地層における工学技術の基礎の開発

- 深度350mまでの立坑掘削及び壁面観察による稚内層上部における岩相や断層・割れ目の分布、岩盤物性等の把握
- 岩盤中の**物質移動特性**把握のための室内試験及び予備的原位置試験を通じての原位置試験・解析技術の整備
- 坑道掘削に伴う**掘削影響**（力学・水理・化学）を評価する調査技術の構築
- **原位置岩盤物性**試験を通じての岩盤の力学特性の把握
- **情報化施工技術**の適用性の提示
- 坑道の**湧水抑制対策**（グラウト）の情報に基づく対策の有効性の提示