

平成25年度における個別研究開発の現状および今後の予定について

② 超深地層研究所計画

平成25年12月11日
日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門

超深地層研究所計画の進捗状況

平成8年度-平成16年度

第1段階

【地表からの調査予測研究段階】



反射法弾性波探査



ボーリング調査

平成16年度-実施中

第2段階

【研究坑道の掘削を伴う研究段階】



壁面地質調査



地下水モニタリング

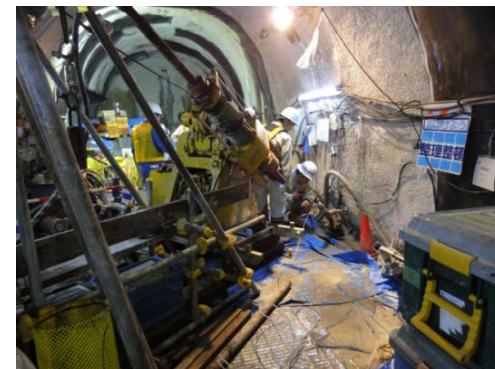
平成22年度-実施中

第3段階

【研究坑道を利用した研究段階】

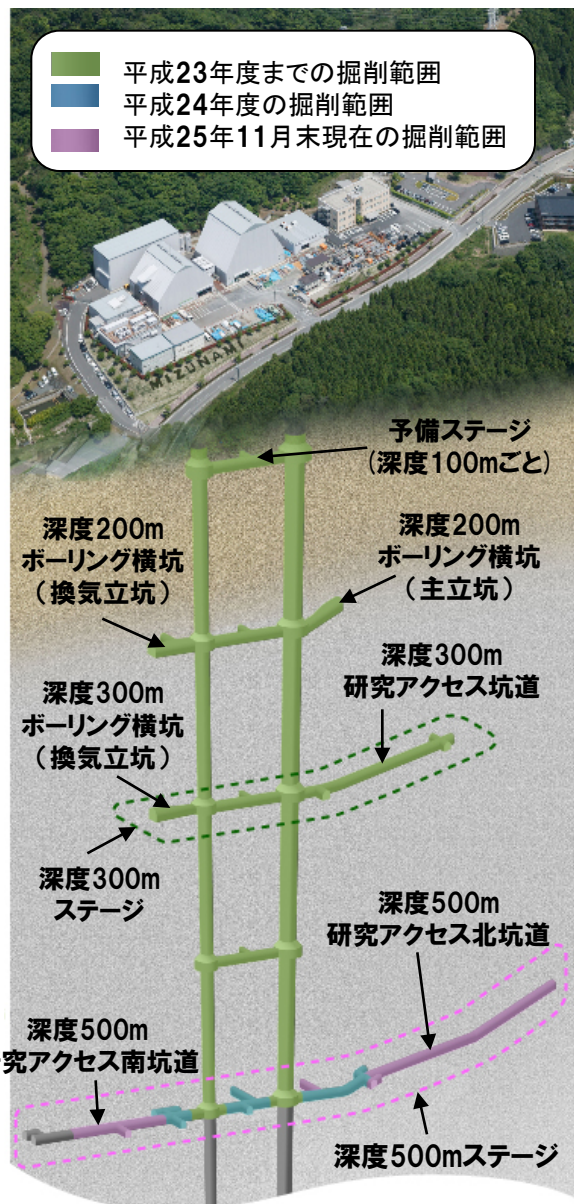


深度300m 11m計測横坑



深度300mボーリング横坑
物質移動に関する調査研究
におけるボーリング調査

研究坑道の掘削工事状況



深度500m研究アクセス南坑道



深度500m研究アクセス北坑道

平成24年度掘削範囲

【深度500mステージの掘削】

《研究アクセス北坑道》
(掘削長: 75.70m)

《研究アクセス南坑道》
(掘削長: 38.95m)

《予備ステージ》
(掘削長: 44.50m)

平成25年度掘削範囲

(11月末現在)

【深度500mステージの掘削】

《研究アクセス北坑道》
(掘削長: 161.40m)

《研究アクセス南坑道》
(掘削長: 90.60m)

※ 坑道の位置や長さなどは計画であり、地質環境や施工条件などにより、決定していきます。

平成25年度のボーリング調査

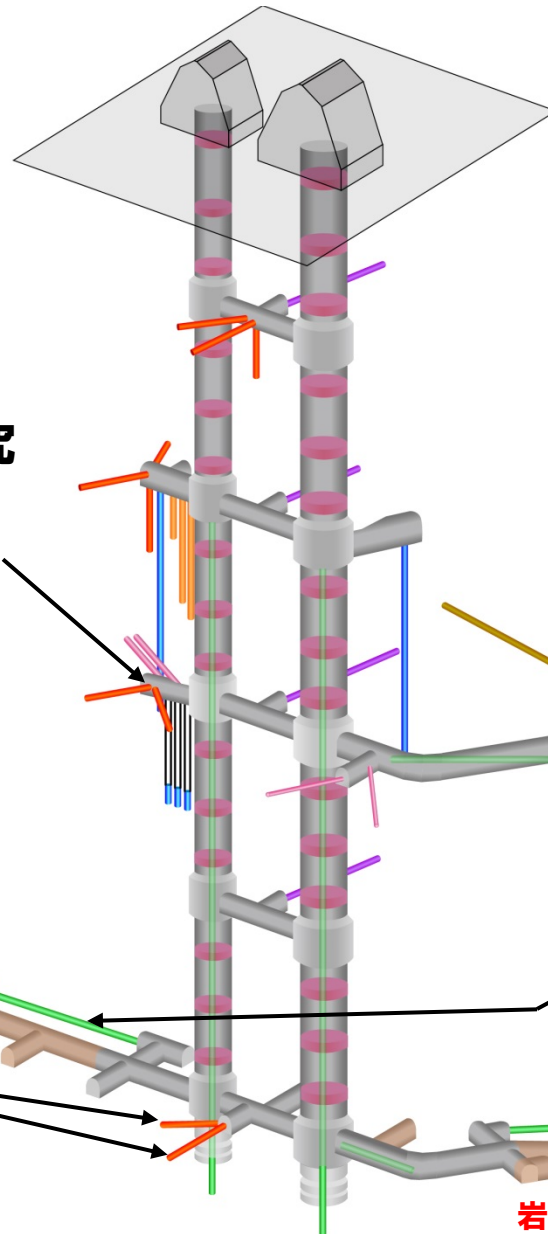


電力中央研究所との共同研究
物質移動研究における
ボーリング調査(実施中)※



初期応力測定
(11月30日:坑内作業終了)

※平成25年11月末現在



- 地下水水質観測ボーリング孔
- 岩盤変位計測・ひずみ計測ボーリング孔
- 断層・割れ目に関するボーリング孔
- 地下水水圧観測ボーリング孔
- パイロットボーリング孔
- 初期応力測定ボーリング孔
- 岩盤中の物質移動に関するボーリング孔
- 平成24年度までの掘削範囲
- 平成25年度の掘削予定範囲

* 坑道の位置や長さなどは計画であり、
地質環境や施工条件などにより、決
定していきます。

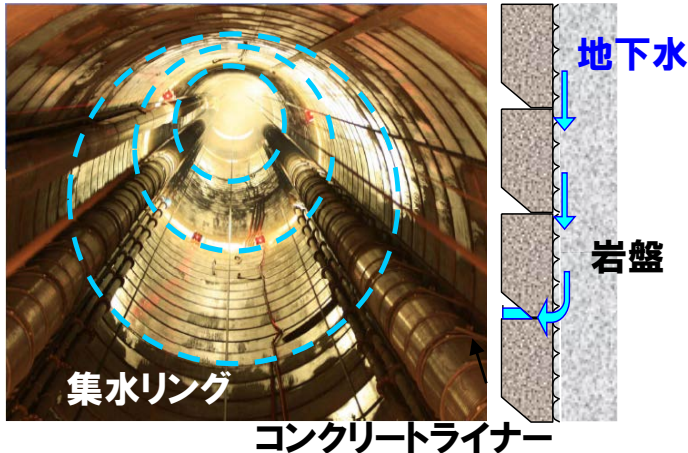


地下水水圧観測ボーリング孔
(平成25年度掘削予定)

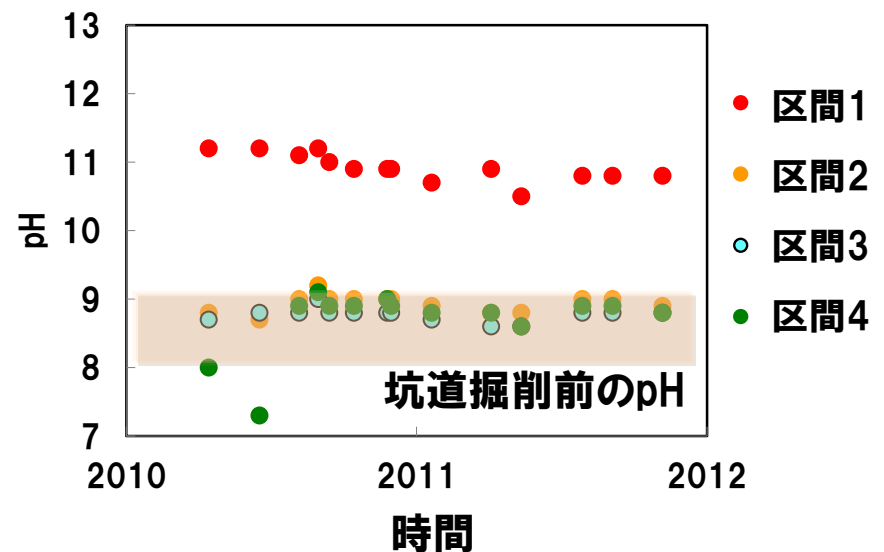
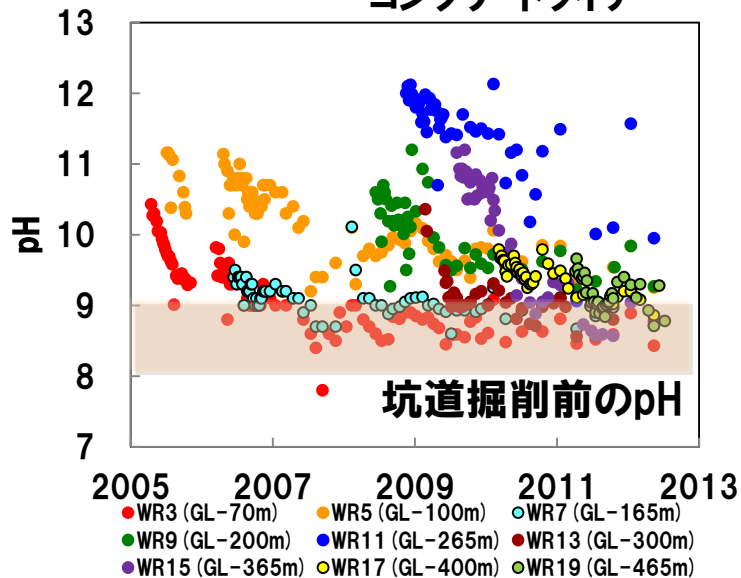
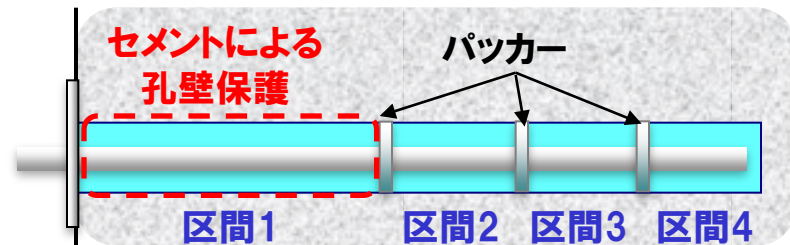
岩盤変位測定ボーリング孔
(平成25年度掘削予定)

セメントの坑道周囲の水質への影響

● 人工材料による地下水の水質の変化を把握



坑道からのボーリング孔(09MI21号孔:深度300m)



非湧水条件では、坑道周辺の地下水のアルカリ化が認められる。人工材料(セメント材料)による地下水のアルカリ化は、水理条件に応じて不均質に形成される？

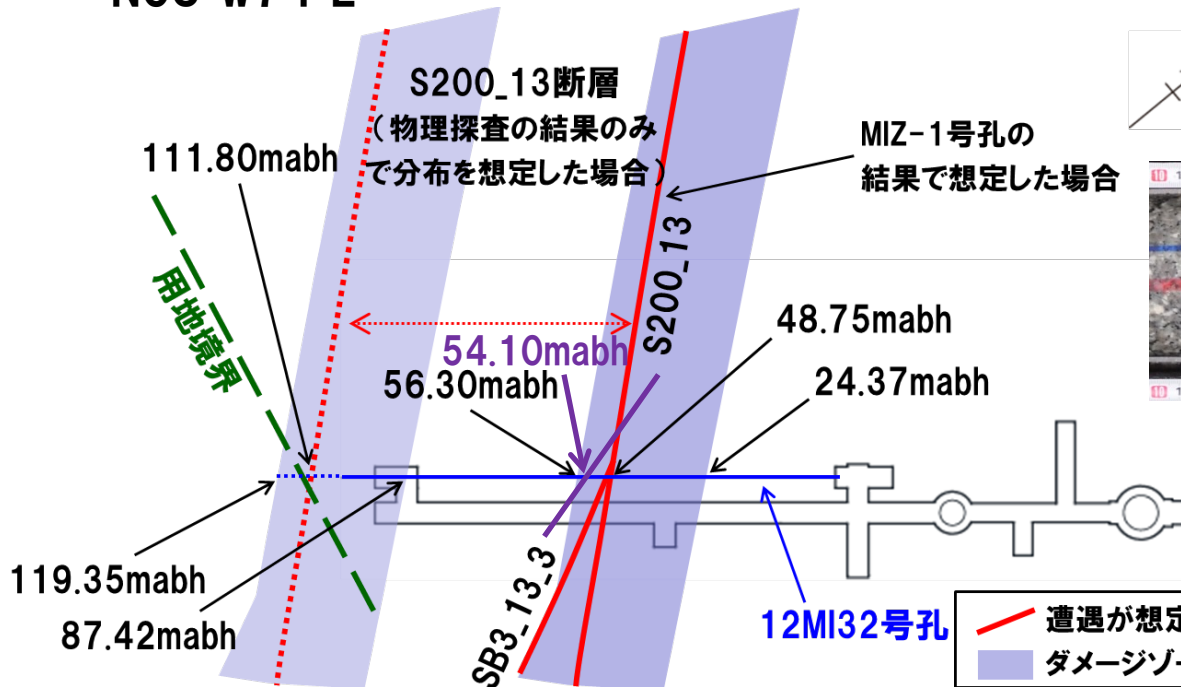
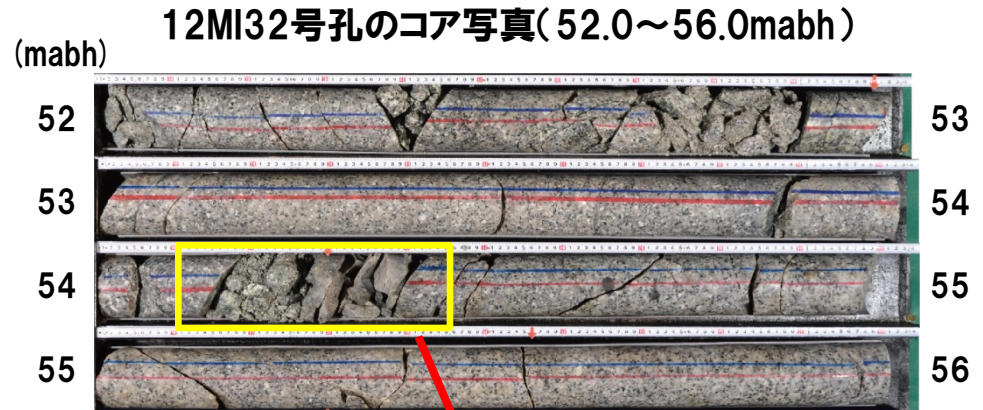
深度500m研究アクセス南坑道におけるパイロットボーリング調査

54.20～54.40mabhで確認された断層

- 幅20cm程度の断層ガウジ
- 非変質
- N13～16°W73～80°E

S200_13断層の想定

- 幅3m以上の断層ガウジと断層角礫
- 中～強変質
- N38°W74°E

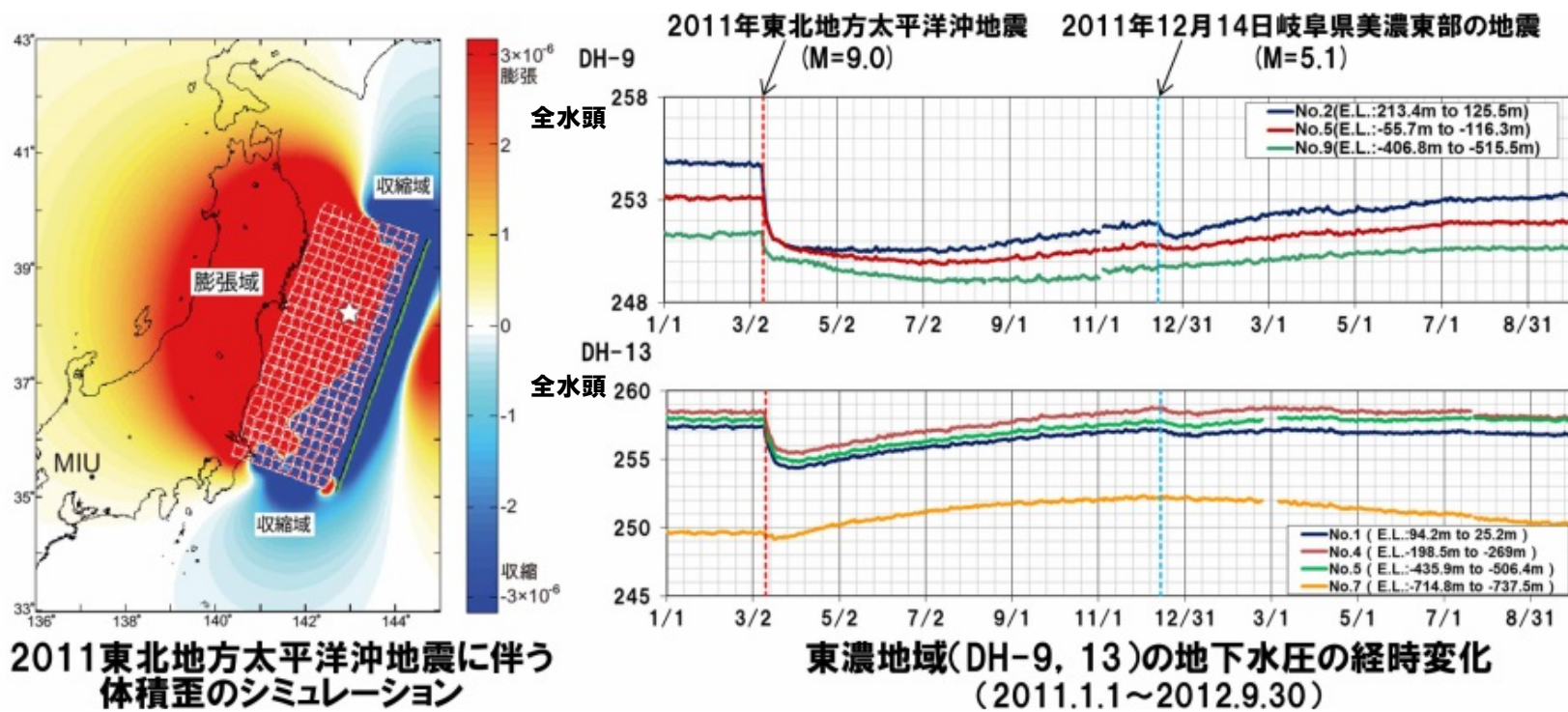


断層部の拡大(54.10～54.45mabh)

広域における水圧モニタリング

● 地震による地下水圧の変化を把握

- ✓ 地震に伴い観測された地下水圧の変化の傾向は、地震に伴う体積歪の計算結果と概ね整合的
- ✓ 地震後に変化した地下水圧は、時間が経つにつれて変化前の状態の近づく傾向にある

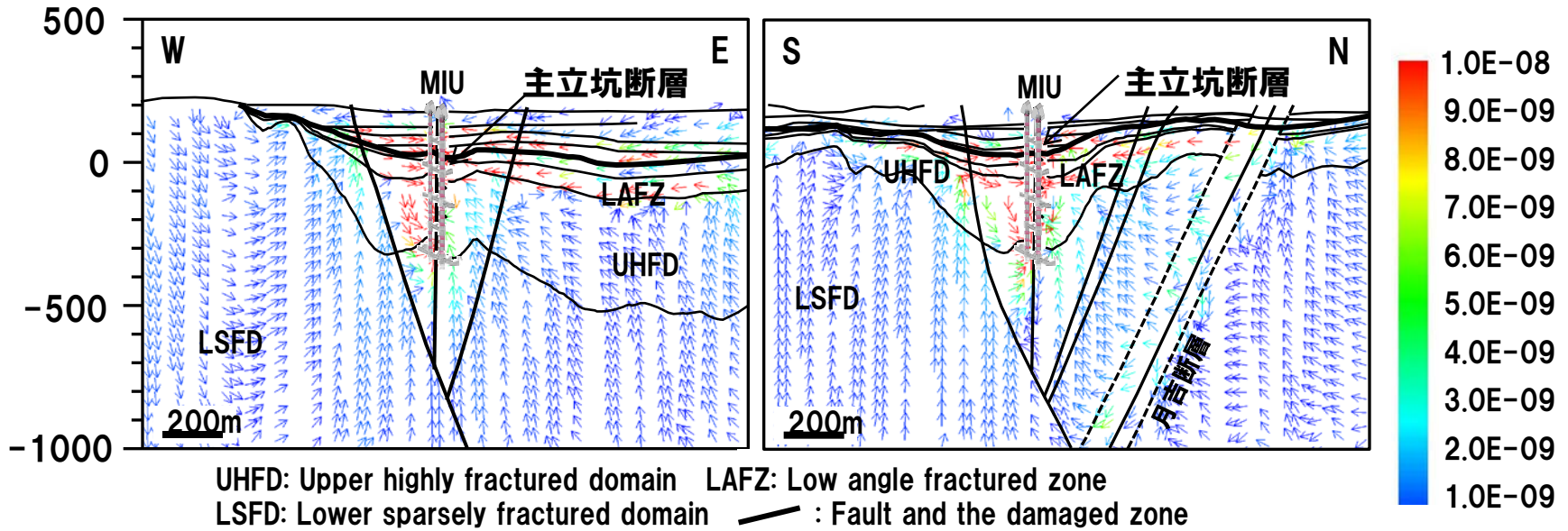


東北地方太平洋沖地震に起因する地下水水圧(全水頭)の経時変化

地下水流動解析・水質解析

- 坑道掘削中の調査により地下水流動や水質の変化を把握

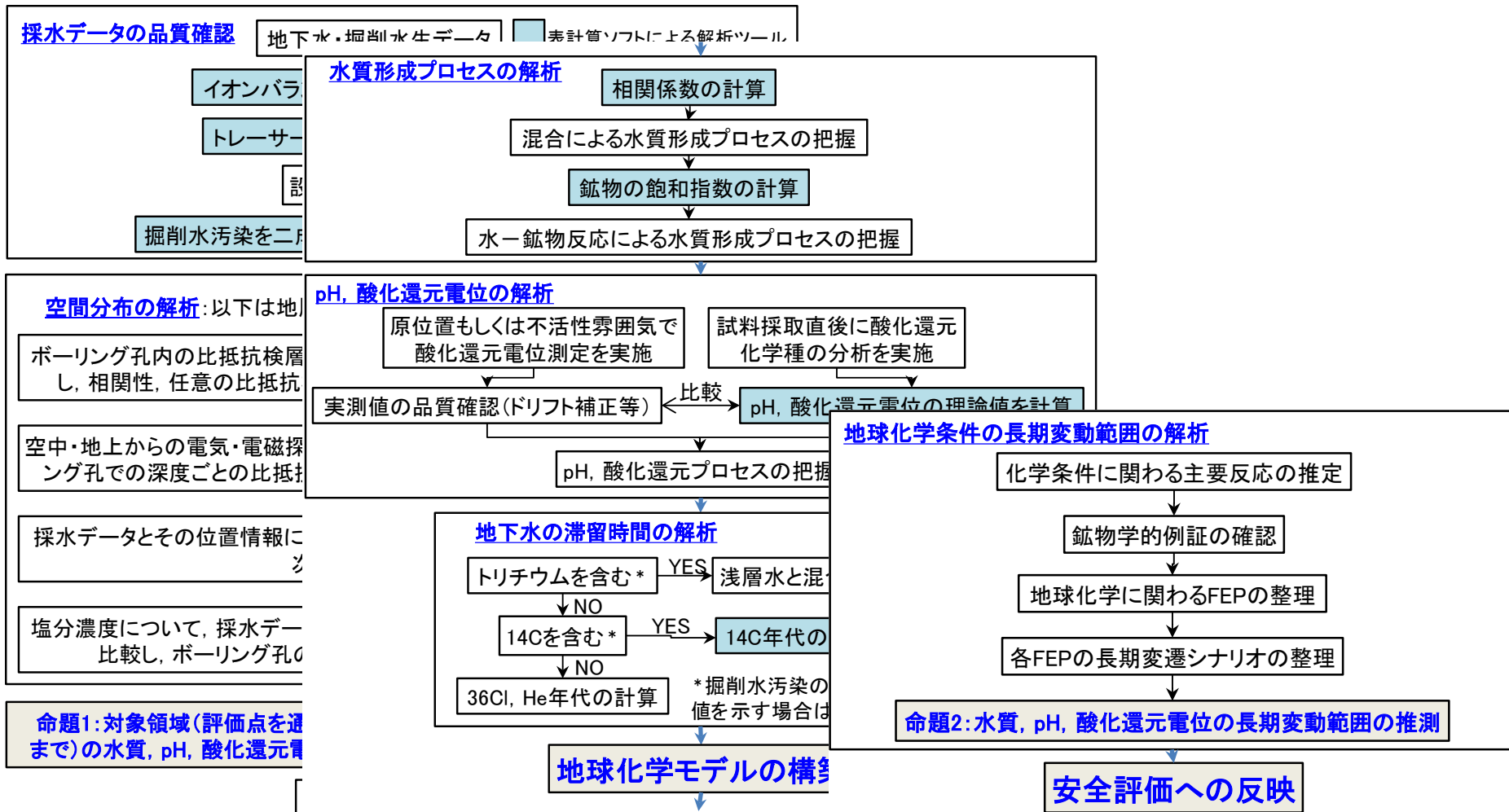
坑道掘削に伴う地下水流動変化



- 換気立坑が存在する領域(コンパートメント)で、数十～百数十mの水位低下
- 深度500m程度まで、表層水を含む浅部の地下水が流入し、水質がNa・Ca・Clに富む地下水から、SO₄・無機炭素に富む地下水組成に徐々に変化
 - ✓ 建設・維持管理時の水理学的影響はコンパートメント毎に異なる。また、坑道閉鎖時には、当該コンパートメント外からの地下水の供給が抑制される可能性もある。
 - ✓ 坑道への湧水箇所は不均質なため、閉鎖時に周辺の水圧は回復しても水質は回復しない可能性もある。

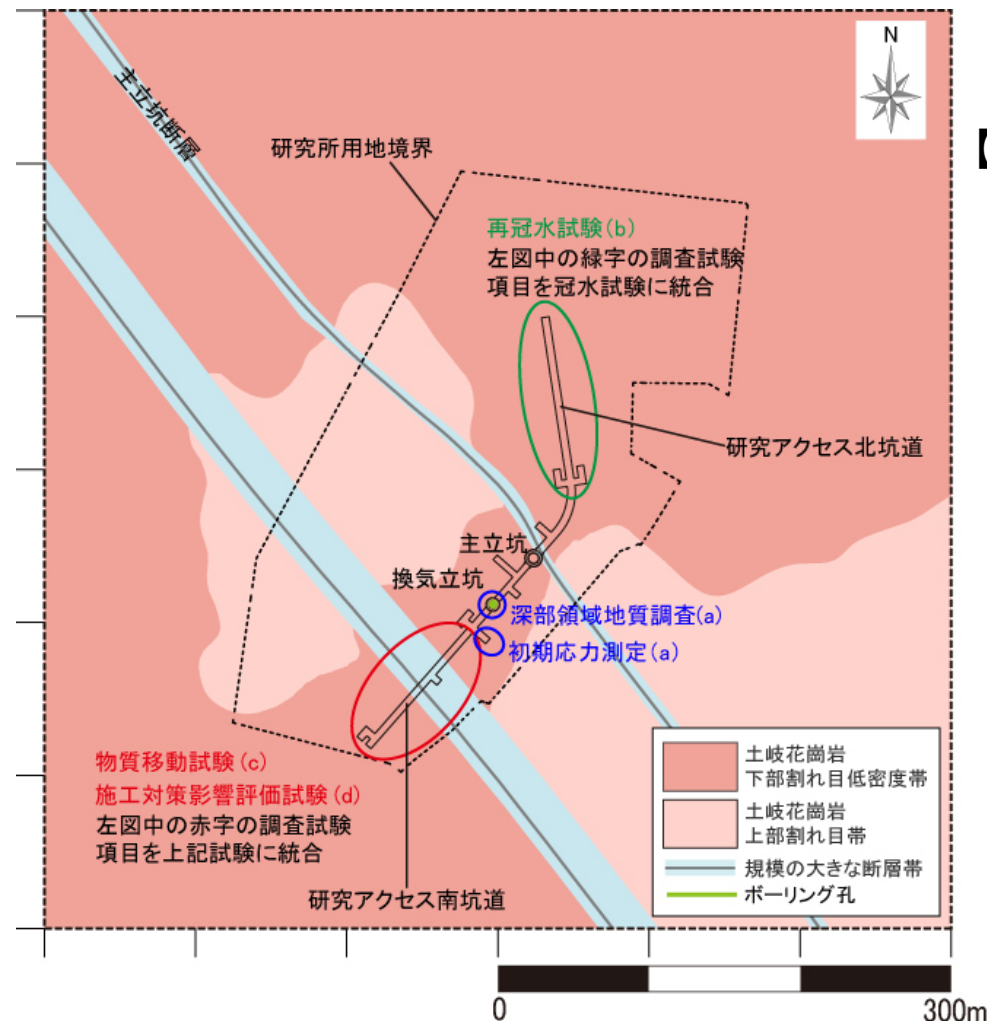
知識化の一例

● 地上からの調査による地下水の地球化学解析手順を明確化



深度500mステージでの調査試験計画

深度500mステージにおける第2・3段階の研究項目と配置(実施計画案:2012年度)



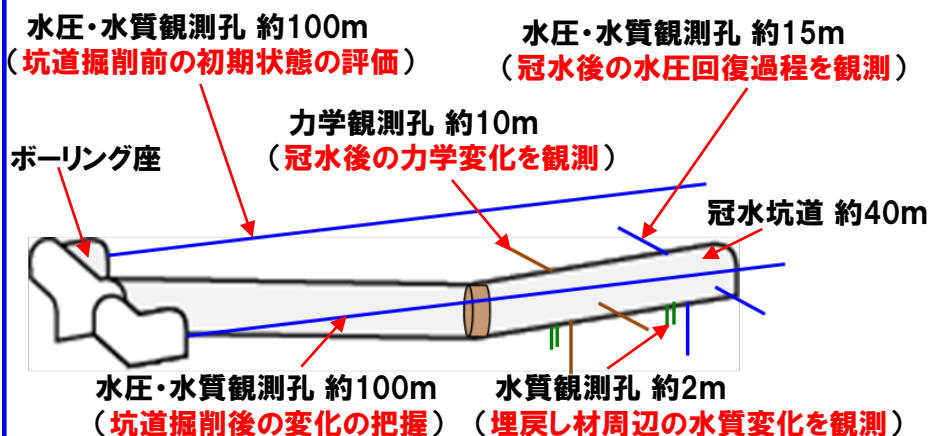
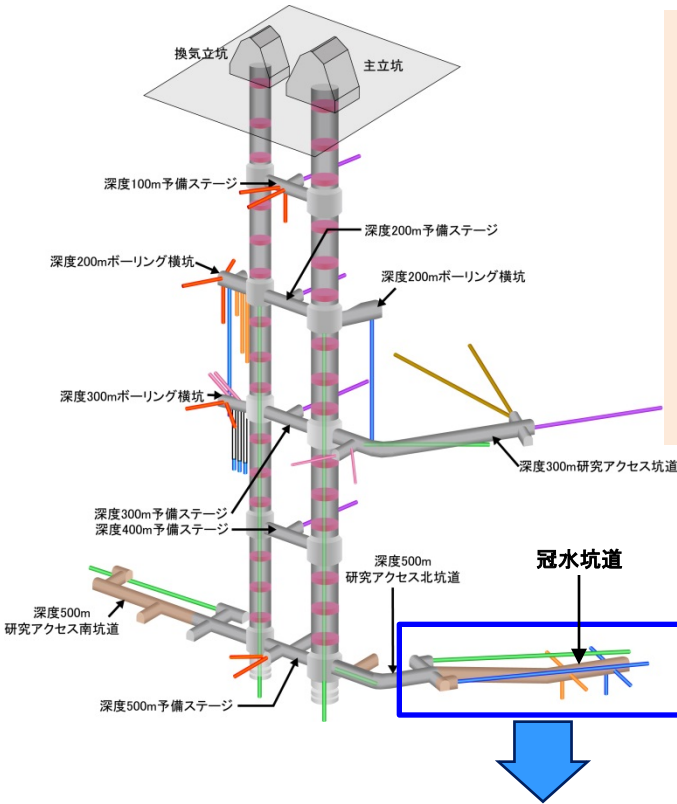
【研究テーマ】

- (a) 地上及び坑道掘削時に適用する地質環境調査技術・工学技術の実証(第2段階)
- (b) 地質環境の長期変遷に関する研究開発(第2・3段階)
 - b-①建設・操業・閉鎖に関わるモニタリング技術の実証
 - b-②坑道閉鎖に関わる地質環境調査技術・工学技術の実証
 - b-③坑道閉鎖後の地質環境の中長期変化・長期変遷解析技術に関する研究開発
- (c) 物質移動に関する調査研究(第3段階)
- (d) 施工対策影響評価試験(第3段階)

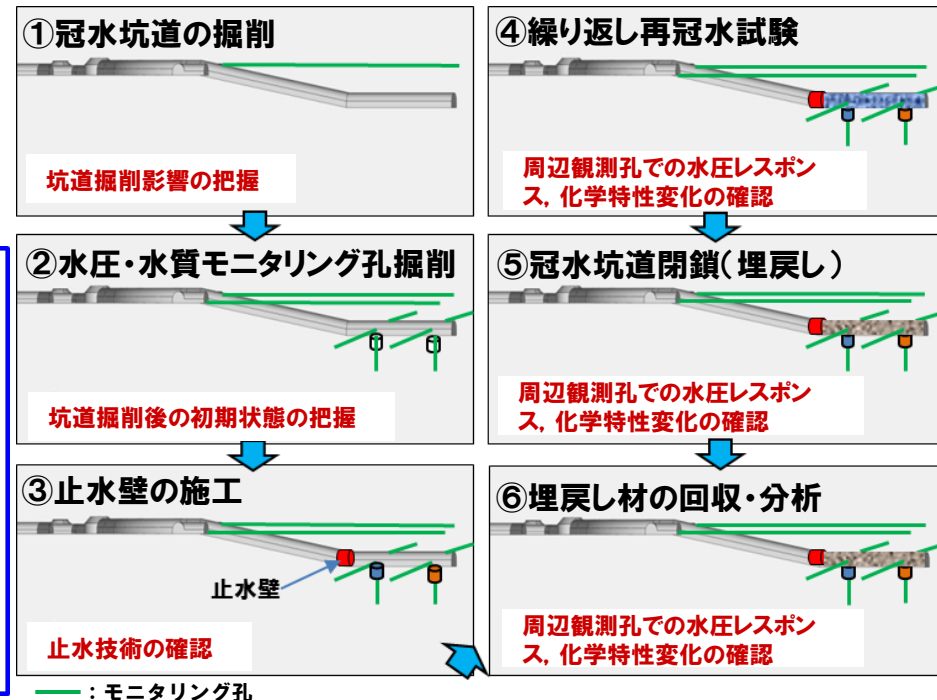
再冠水試験の概要

【目的】

- 地層処分の長期安全性に関わる不確実性低減に向け、
坑道掘削・閉鎖に伴う地質環境の変遷等の現象理解および予測技術の構築
- 坑道周辺の地質環境調査技術(特にモニタリング技術)の整備
- 地質環境の回復に有効な坑道閉鎖手順・工法等の坑道閉鎖技術の整備

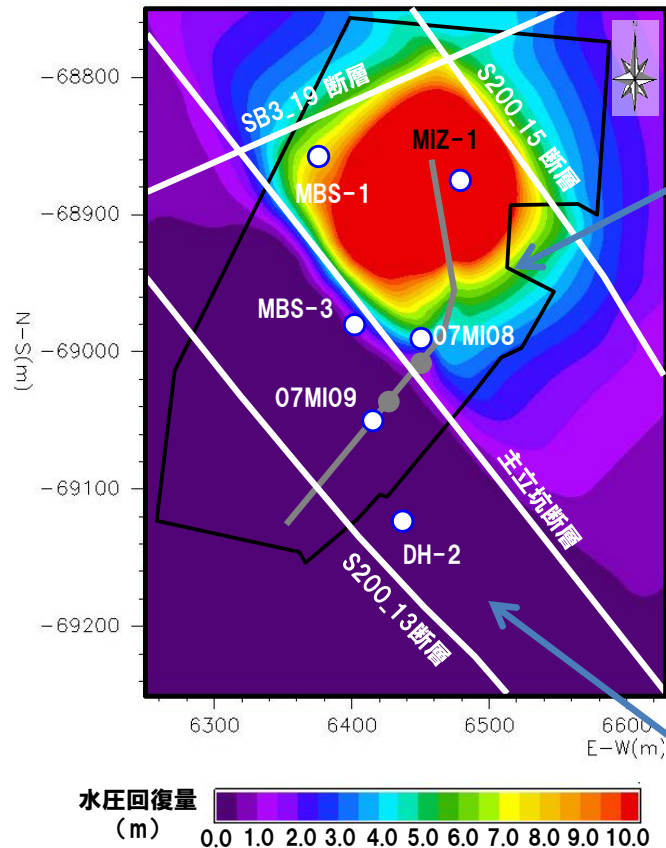


再冠水試験の手順

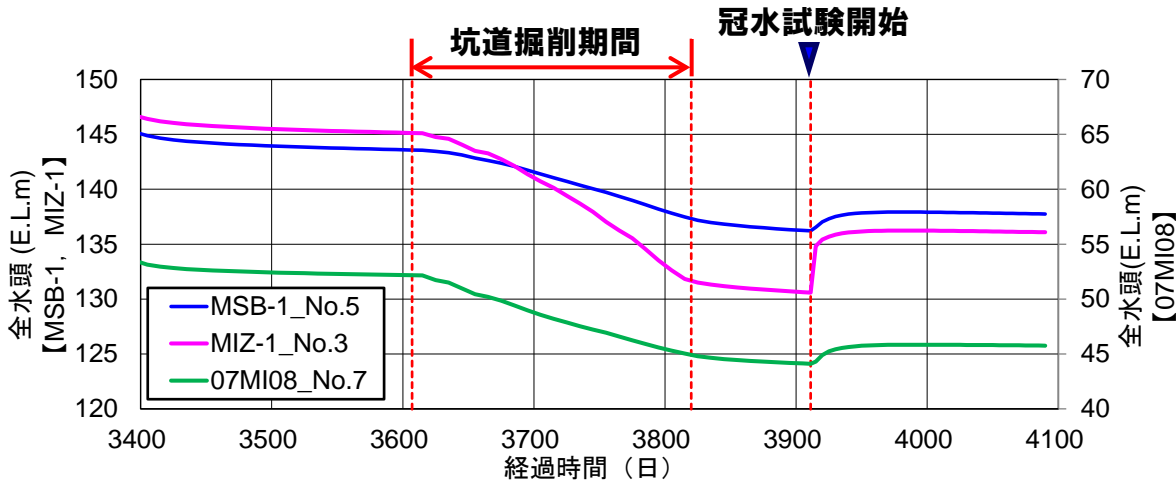


再冠水時の水圧変化に関わる解析

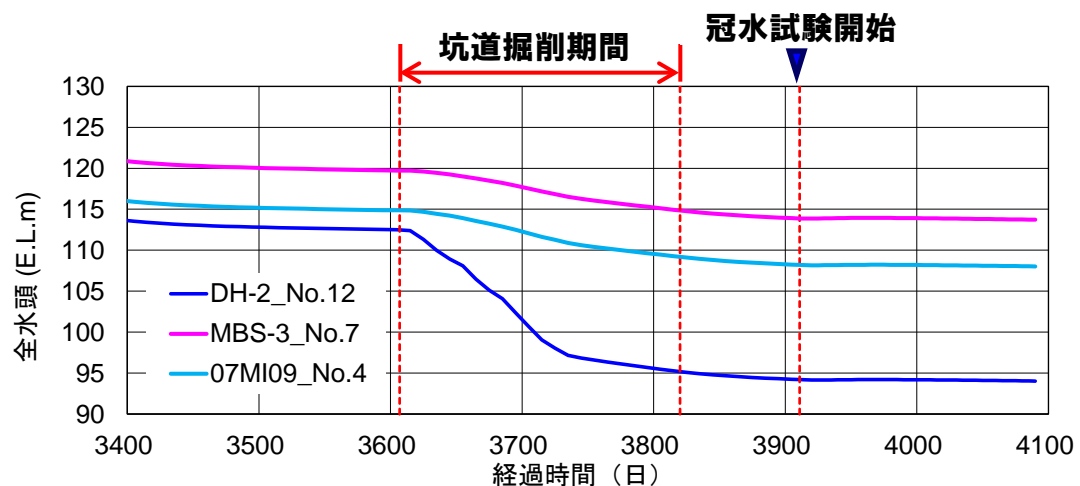
➤ 差分法による浸透流解析(Frac-Affinity)



○主立坑断層北東側の水圧観測孔: 2~6m程度の水圧回復

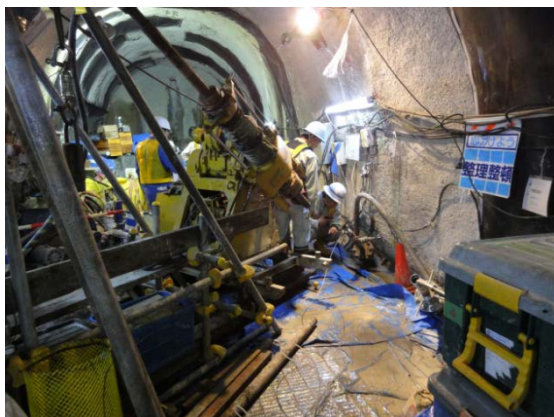


○主立坑断層南西側の水圧観測孔: 水圧回復なし



研究所の活用

共同研究



岩盤中の物質の移動に関するボーリング孔
電力中央研究所との共同研究
(深度300mボーリング横坑(換気立坑))



地下水の水質観測ボーリング孔
産業技術総合研究所との共同研究
(深度300m研究アクセス坑道 100m計測横坑)

施設供用



原子核乾板の保管ボックス
名古屋大学におけるニュートリノ
捕捉用原子核乾板の貯蔵
(深度200mボーリング横坑 主立坑)



東濃地震科学研究所における応力計の設置
(深度300m研究アクセス坑道 11m計測横坑)

地域の機関とのタイアップ (サイエンスワールドとの共催)

もぐる！地下300m！親子で体験！
深地層探検と3Dレプリカづくり！



地下300mの地下水測定



地下300mの岩石の観察

実施日：平成25年7月20日
参加人数：11組22名(親子参加)

地層処分に関する理解醸成活動：マスコミ取材

TV取材・放映一覧

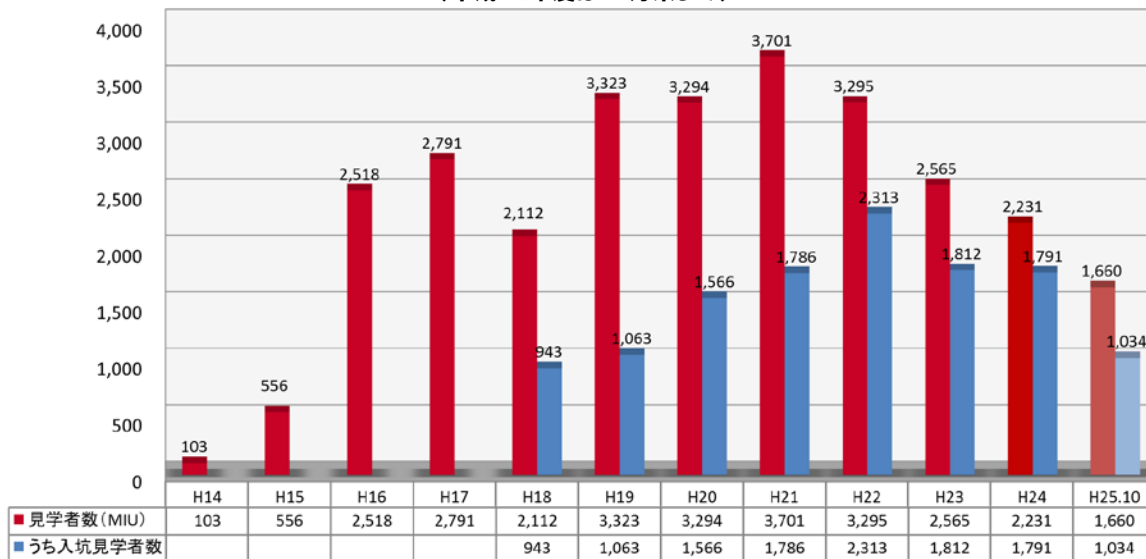
放映日	放送局・番組名	タイトル
H24.6.17	NHK Eテレ「ETV特集」	核燃料サイクル“迷走”の軌跡
H24.10.1	NHK総合「クローズアップ現代」	10万年の安全は守れるか～行き場なき高レベル
H25.2.8	CBCテレビ「イッポウ」	「核のゴミ」を十万年で・・・
H25.5.16	岐阜放送「NEWS 5 PLUS」	瑞浪超深地層研究所 今年度事業計画 深度500m地点で水平坑道掘削
H25.6.20	東海テレビ「スーパーニュース」	瑞浪の地下300mで進む調査“核のゴミ”と「地層処分」
H25.10.30	CBCテレビ「みのもんた朝ズバ」	岐阜・瑞浪 “核のゴミ”処分方法について意見交換
H25.10.30	CBCテレビ「イッポウ」	タイトルなし
H25.11.12	NHK岐阜「ほっとイブニングぎふ」	国際原子力機関 瑞浪で研修会
H25.11.19	名古屋テレビ放送(メーテレ)	訓練 地下深くから研究者救出

※ その他： 新聞26件、雑誌2件(平成24年度)
新聞10件、雑誌1件(平成25年4月～平成25年11月)

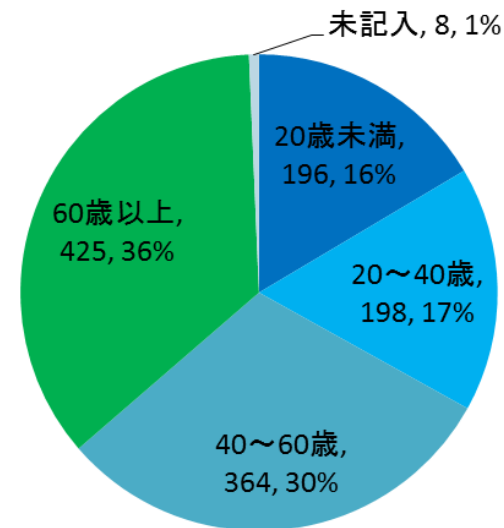
地層処分に関する理解醸成活動：研究所の見学会

見学者数

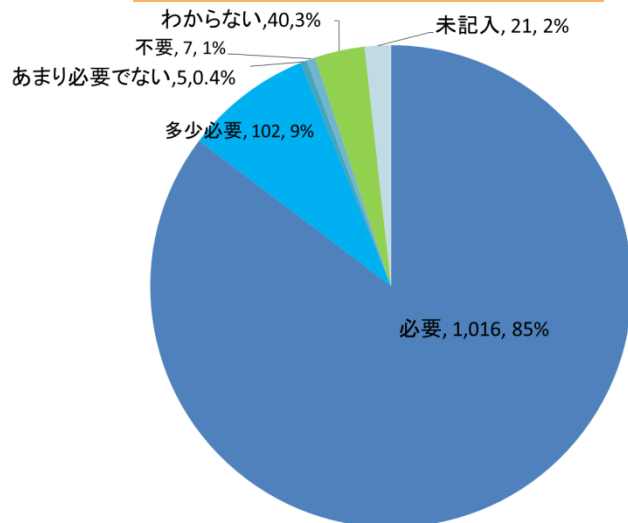
瑞浪超深地層研究所 見学者数
(平成25年度は10月末まで)



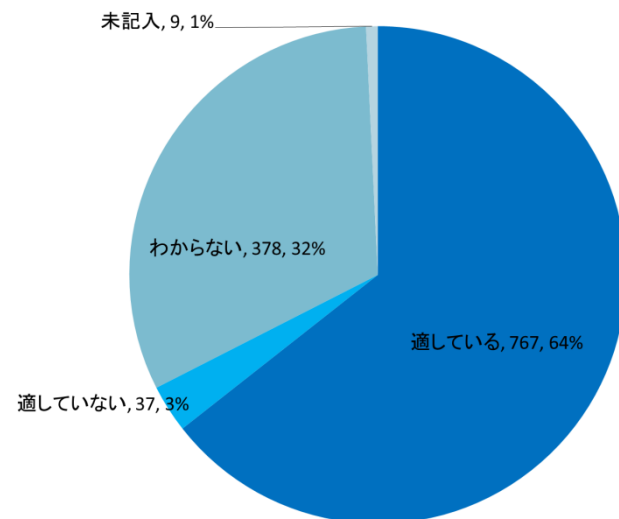
見学者の年齢 (H25.4～H25.10)



地層処分の必要性



処分方法として、地層処分が適している



参考資料

第2期中期計画(概要)

第2期中期計画期間:平成22年4月1日～平成27年3月31日

1)地層処分研究開発

- 人工バリアや放射性核種の長期挙動に関するデータの拡充、モデルの高度化
→処分場の設計・安全評価に活用できる実質的なデータベース・解析ツールを整備
- 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
→現実的な処分概念の構築手法・総合的な安全評価手法を整備

2)深地層の科学研究

〈深地層の研究施設〉

- 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(瑞浪:深度500m程度、幌延:深度350m程度)**まで坑道を掘削しながら調査研究
→**調査技術やモデル化手法の妥当性評価、深地層における工学技術の適用性確認**
→**平成26年度までに、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**

〈地質環境の長期安定性に関する研究〉

- 精密調査において重要となる地質環境条件に留意して、
→**天然現象に伴う地質環境の変化を予測・評価する手法を整備**

3)知識ベースの構築

- 知識ベースを充実、容易に利用できるように整備
→**事業・規制への円滑な技術移転を図る**

地質環境の特徴

結晶質岩

瑞浪超深地層研究所 (岐阜県瑞浪市)

- 岩石は塊状で硬岩に分類
- 地下水は岩盤中の割れ目を流れる

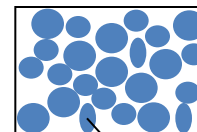


割れ目

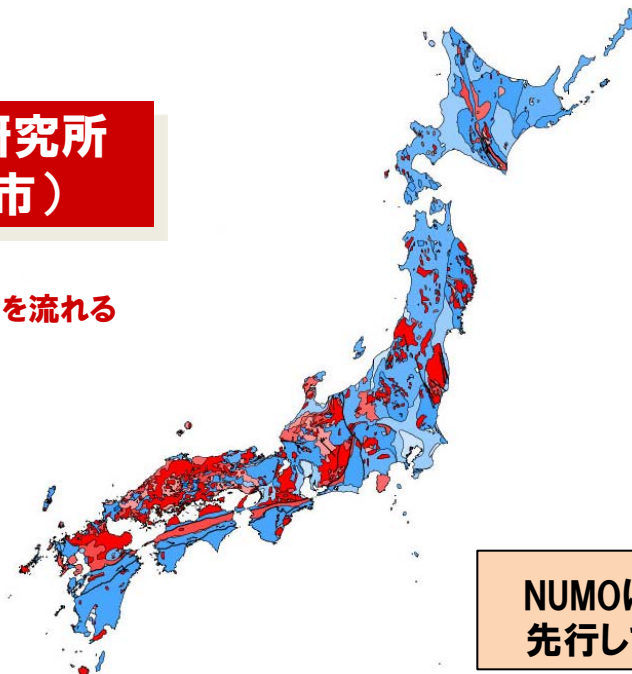
堆積岩

幌延深地層研究所 (北海道幌延町)

- 岩石は層状で軟岩に分類
- 地下水は鉱物粒子の隙間も流れる



鉱物粒子



NUMOによる処分地選定の調査に
先行して、必要な技術基盤を整備

幌延との比較

- わが国の地質は大きく結晶質岩(花崗岩など)と堆積岩(泥岩など)に分けられる
- 結晶質岩と堆積岩では、地層処分にとって重要な特性(岩石の強度や地下水の性質)が異なる
⇒ 調査機器や解析手法など、適用できる技術の仕様や適用性が異なるため、技術の実証による技術基盤の整備が必要

地質環境の特徴(海外との比較)

● **変動帯に位置・若い岩体** ● **高温多湿な気候** ● **島嶼**

要素	日本：瑞浪URL	スウェーデン：HRL	備考
岩体 隆起速度 地温勾配	<ul style="list-style-type: none"> ・7000万年前に形成 ・7000万年前から現在までの平均隆起速度は 約0.15mm/年 ・地温勾配：1.7℃/100m (日本の平均地温勾配：3℃/100m) 	<ul style="list-style-type: none"> ・18億年前に形成 ・2億年前から現在までの平均隆起速度は 約0.02mm/年 ・地温勾配：1.5℃/100m 	山崎他(2012) Soderlund(2008) Stanfors et al.(1999)
断層/割れ目頻度	約11本/m (深度300m坑道壁面)	2.5~6.5本/m	坑道内の調査結果
岩盤の透水係数	透水係数：10 ⁻⁶ -10 ⁻⁸ m/s	透水係数：10 ⁻⁸ -10 ⁻¹⁰ m/s	Mazurek(2001)
変質の程度	全体の約30%	約10%	Yoshida et al.(2009)
割れ目充填物	約30%の割れ目に粘土充填物(未固結)がある	粘土充填物はほとんど無い	
断層の認識性	<ul style="list-style-type: none"> ・100~200mの被覆層が存在 ・断層規模が被覆層と花崗岩で異なる 	<ul style="list-style-type: none"> ・被覆層は存在しない ・露頭調査、トレンチ調査などにより把握可能 	
地下水の流動 地下水の化学的特性	<ul style="list-style-type: none"> ・年間降雨量：1500mm ・年間平均気温：13℃ ・塩分濃度：低(200-400mg/L) 	<ul style="list-style-type: none"> ・年間降雨量：675mm ・年間平均気温：6.5℃ ・地下水の塩分濃度：高(800-14300mg/L) 	馬原他(1999) SKB(1999) Iwatsuki et al.(2005) Stanfors et al.(1999)