



超深地層研究所計画および 地質環境の長期安定性研究の 成果と今後の予定

**平成25年3月19日
日本原子力研究開発機構
地層処分研究開発部門**

1. 超深地層研究所計画(瑞浪)

1-1 研究坑道建設の現状

1-2 第1段階の予測結果と第2段階における検証状況

- ・深部地質環境の調査・解析・評価技術
- ・深地層における工学技術

1-3 今後の計画

2. 地質環境の長期安定性に関する研究

2-1 研究課題

2-2 研究開発の実施状況

2-3 今後の計画

3. 研究所施設の活用

3-1 体験学習への取り組み

3-2 理解醸成活動

1. 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

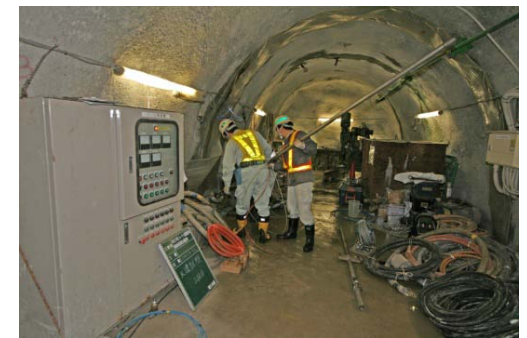


地下水モニタリング

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】

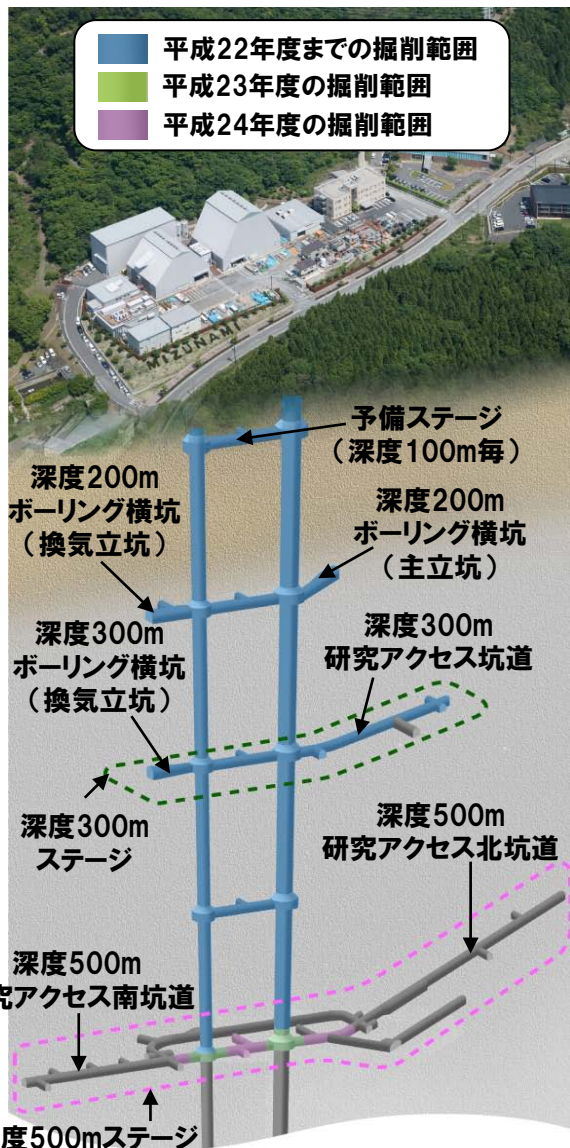


深度300m 11m計測横坑



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

1-1 研究坑道の掘削工事状況 3/15現在



※ 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。



深度500m研究アクセス北坑道

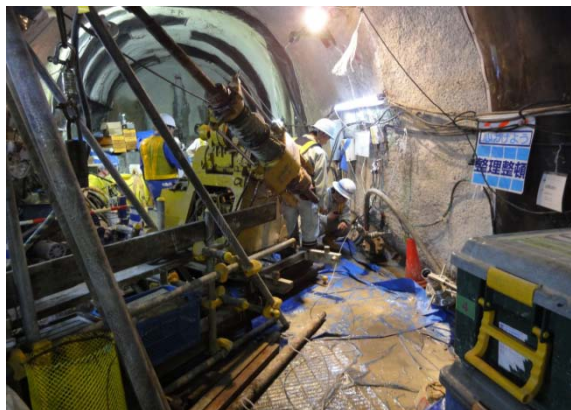


深度500m研究アクセス南坑道

平成23年度掘削範囲	平成24年度掘削範囲
<p>【立坑掘削】 (主立坑) 深度481.3m→深度500.4m (換気立坑) 深度497.7m→深度500.2m</p> <p>【500mステージの掘削】 (研究アクセス北坑道) 掘削長: 5.6m (研究アクセス南坑道) 掘削長: 6.1m (予備ステージ) 掘削長(主立坑側) : 5.0m 掘削長(換気立坑側) : 5.0m</p>	<p>【深度500mステージの掘削】 (研究アクセス北坑道): 掘削中 掘削長: 55.6m * 先行ボーリング調査実施中 (研究アクセス南坑道): 掘削中 掘削長: 19.1m * 先行ボーリング調査実施中 (予備ステージ): 掘削完了 掘削長: 30.9m</p> <p style="color: red;">現在の掘削総延長: 152.1m</p>

平成24年度の主な調査試験

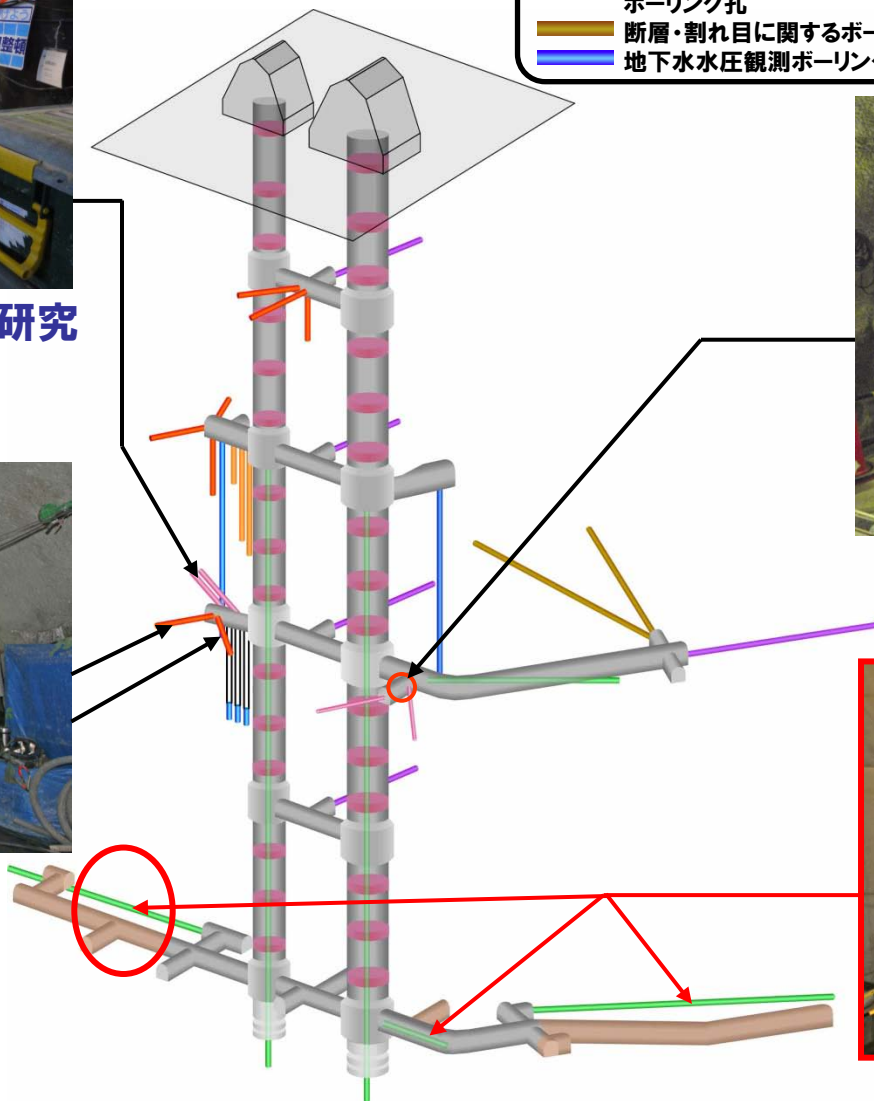
- | | |
|--------------------|--------------------|
| 地下水水質観測ボーリング孔 | パイロットボーリング孔 |
| ひずみ計測・先行変位計測ボーリング孔 | 初期応力測定ボーリング孔 |
| 断層・割れ目に関するボーリング孔 | 岩盤中の物質移動に関するボーリング孔 |
| 地下水水圧観測ボーリング孔 | 平成23年度までの掘削範囲 |
| | 平成24年度の掘削予定範囲 |



①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



②原位置初期応力測定



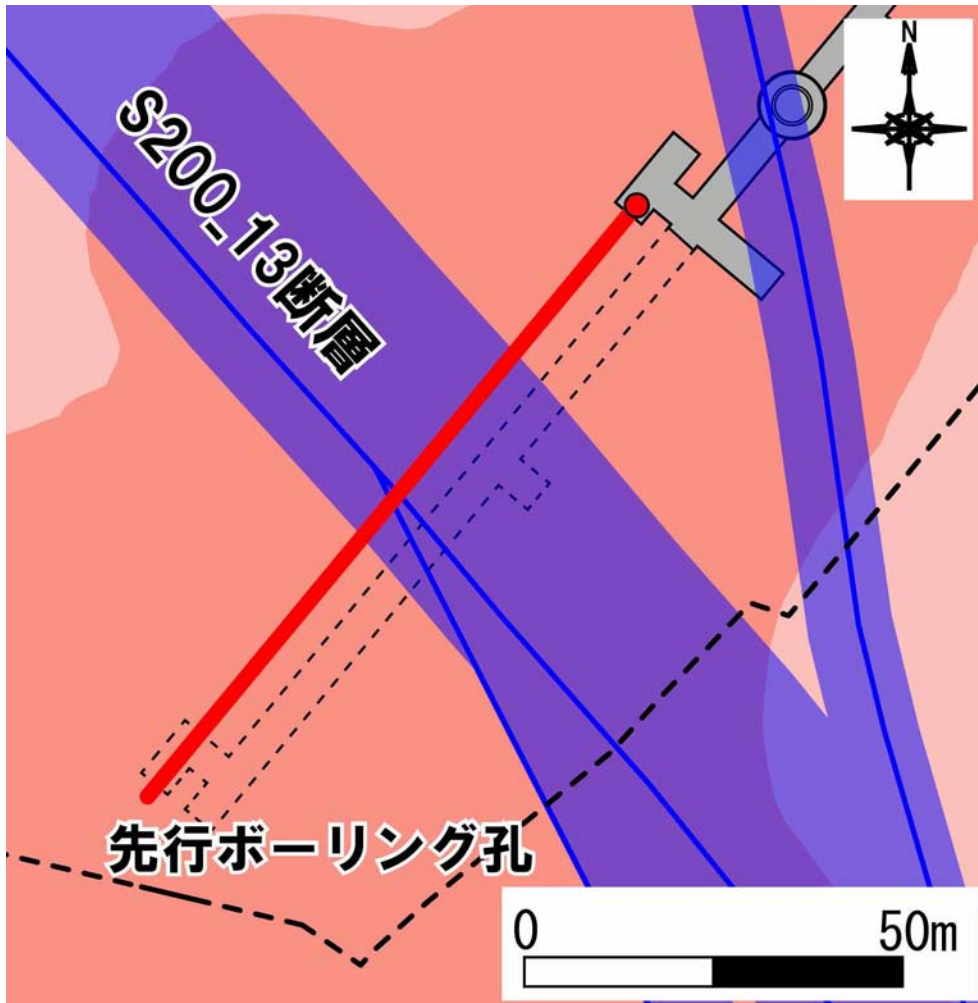
東濃地震科学研究所
応力計設置（施設供用）



③先行ボーリング調査

第2段階における検証状況

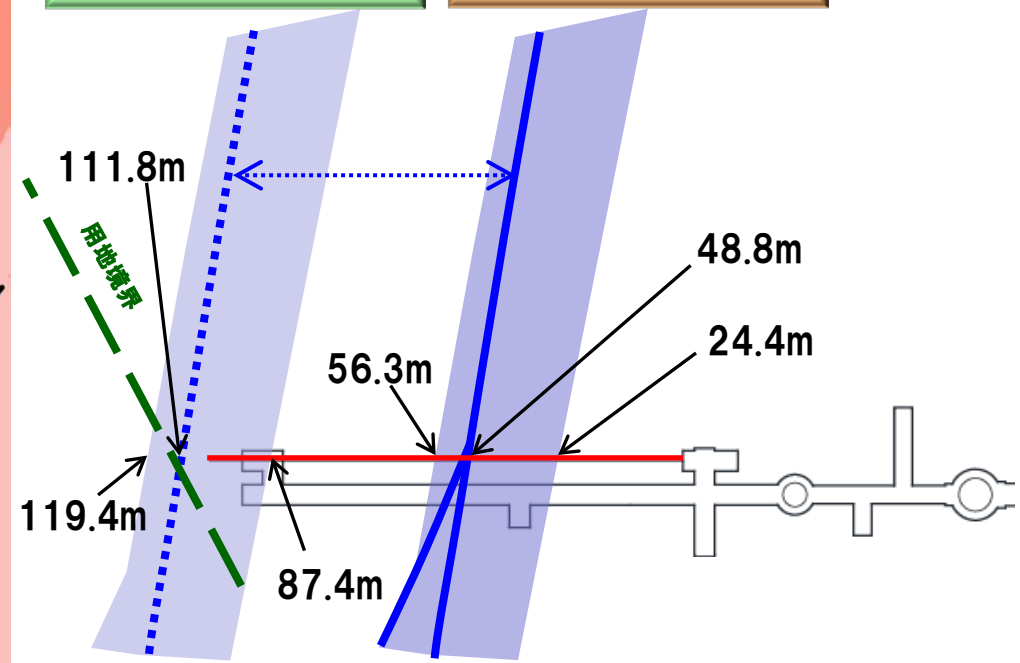
第1段階で推定した地質構造の第2段階での確認手順（事例）



深度500m研究アクセス南坑道
先行ボーリング調査位置図

反射法弾性波
探査による推定

地上ボーリング
調査による推定

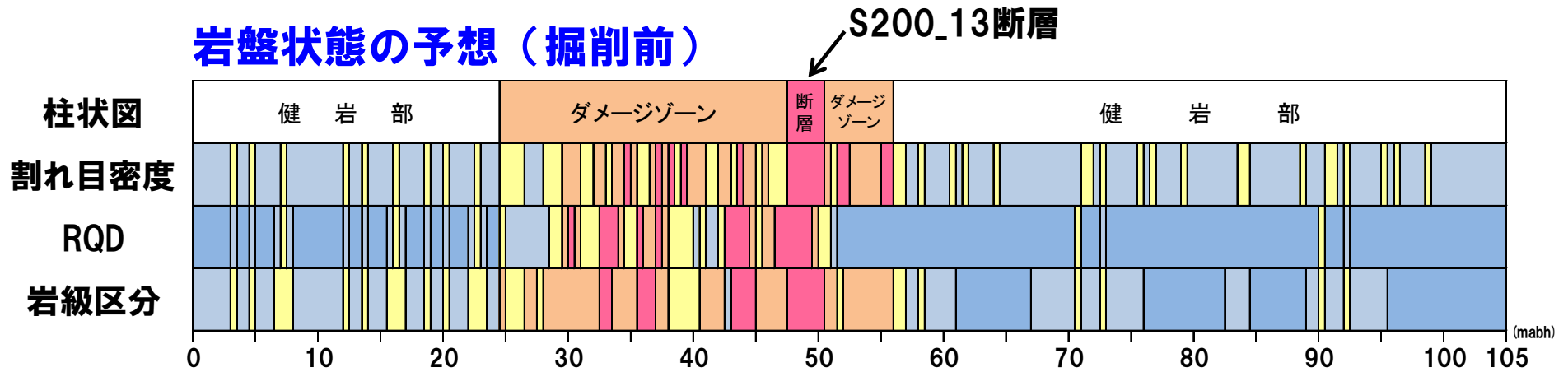


第1段階でのS200_13断層の推定結果

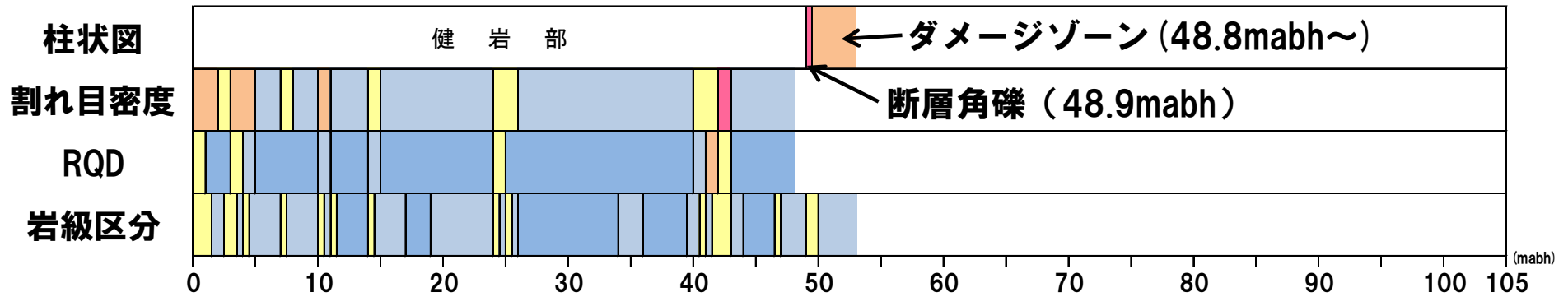
凡 例	
	土岐花崗岩（上部割れ目帯）
	土岐花崗岩（下部割れ目低密度帯）
	断層および割れ目帯

第2段階における検証状況

岩盤状態の予想（掘削前）



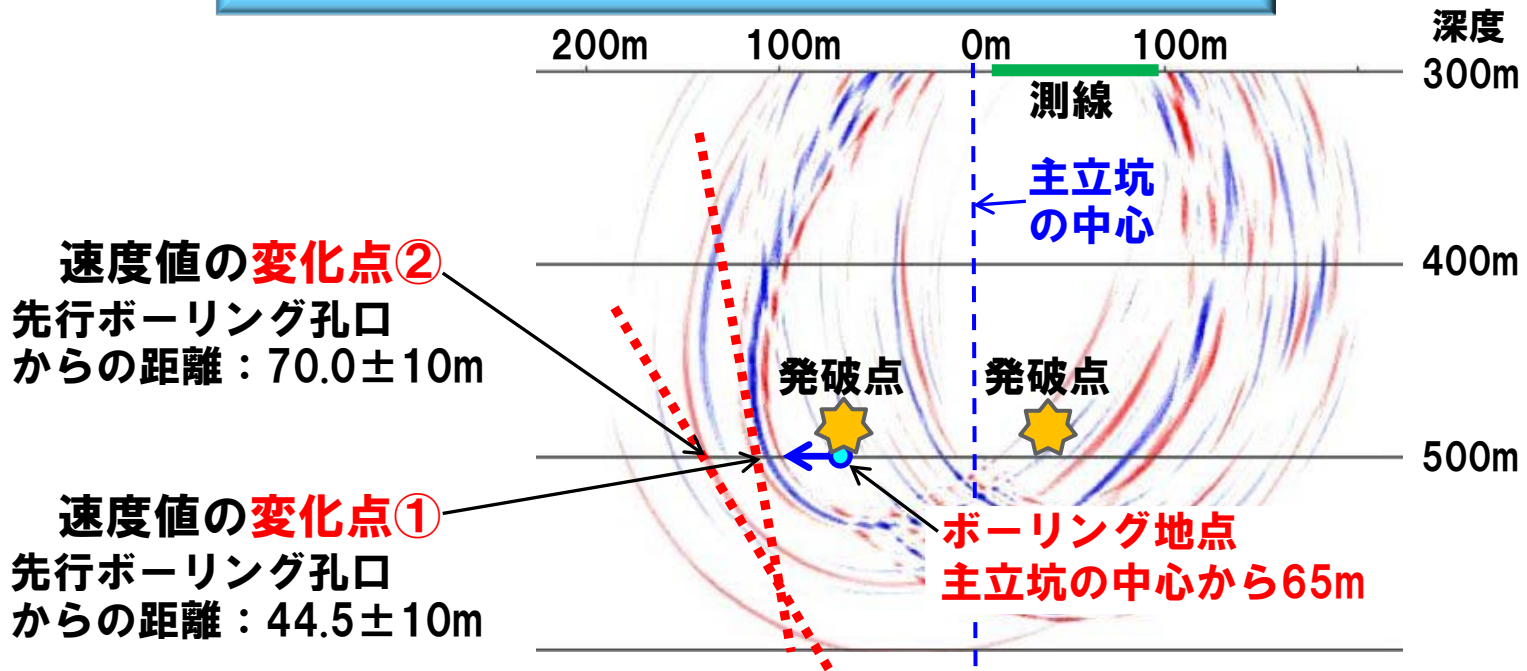
掘削後のコア観察結果（途中経過）



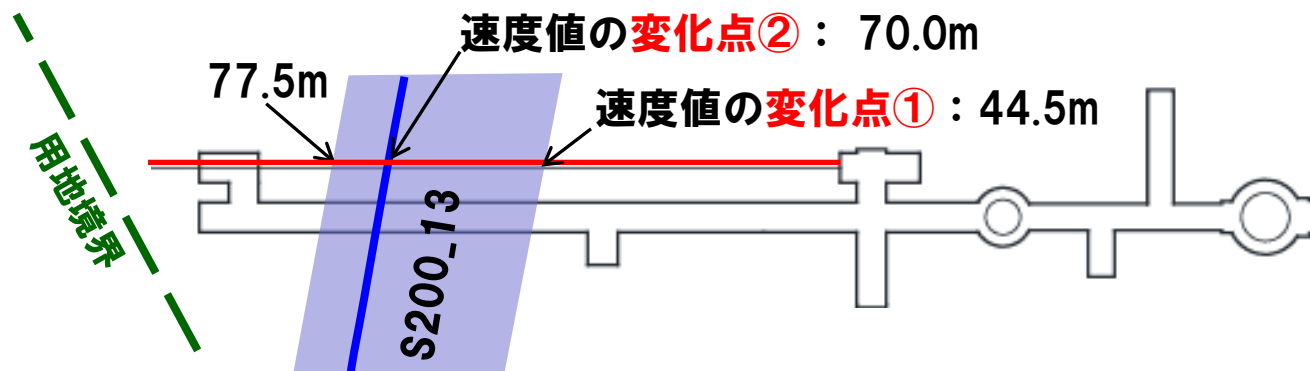
割れ目密度	15~	10~14	5~9	0~4 (n/m)	
RQD	0~19	20~39	40~59	60~79	80~100
岩級区分	D級	CL級	CM級	CH級	B~A級

第2段階における検証状況

逆VSP探査（第2段階）の解析結果



断層との遭遇が想定される位置図（現時点）



項目	第1段階	第2段階
設計・ 施工計画	(1) 空洞安定性の検討・支保設計 (2) 耐震設計	(1) 設計条件(岩盤等級等)の妥当性確認 (1) 計測結果(A、B計測)に基づく設計の妥当性確認 (2) 地震データの蓄積
建設	(1) サイクルタイム	(1) 実測データに基づく設定の妥当性確認
施工対策	(1) 突発湧水 (2) 山はね・高抜け	(1) グラウト実施・有効性評価 (2) - (3) 地山安定化対策(ボルト補強・シリカレジンを注入)
安全確保	(1) 通気網解析に基づく防災コンセプトの検討 (2) リスクマネジメント (3) 維持管理手法	(1) 各種管理システムの導入・運用 (2) データの蓄積 (3) 維持管理手法の検討・適用 ・ビデオ撮影による立坑壁面観察 ・光ファイバーひび割れ検知センサ

維持管理技術の適用評価

ビデオ撮影による立坑壁面観察



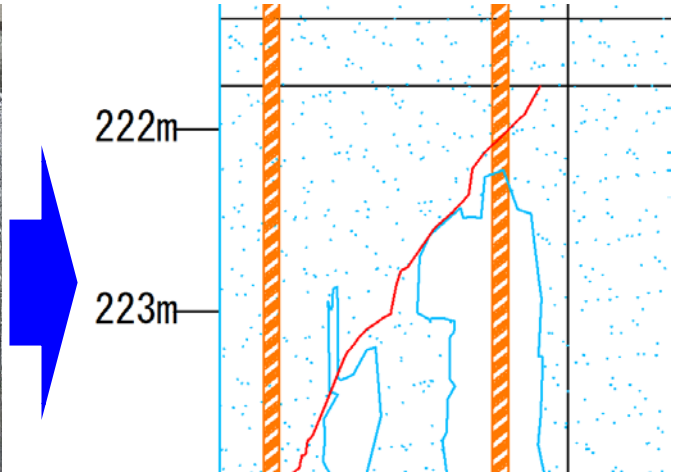
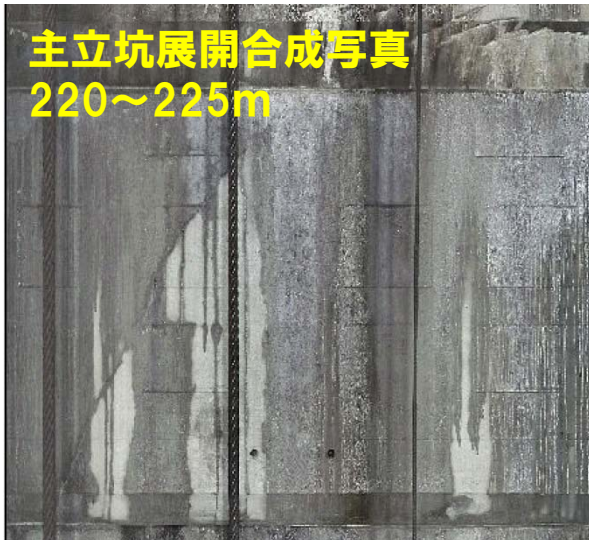
ずりキブルに架台を仮設し撮影機材を設置



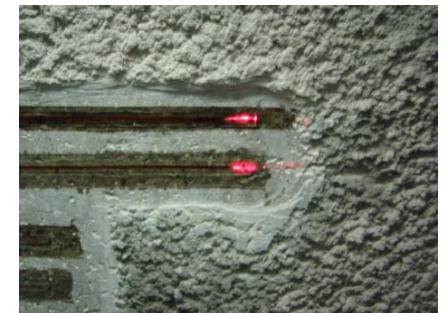
光ファイバひび割れセンサ 耐久性試験(平成23年～)



立坑内計測箇所
(計測点1:換気立坑付近)



ひび割れ幅0.2mmの認識が可能



点灯状態確認

1-3 今後の計画の検討状況

(1) 研究開発課題（最近の成果に基づく要点）

第2次取りまとめ以降に得られた東濃での知見

- ・ 高い透水量係数
- ・ 掘削に伴う地質環境の変化
- ・ 天然現象に伴う不確実性の増大



○地層処分システムの長期挙動の理解

- ・ 地下施設掘削から埋め戻しに至る間の地質環境の変化と回復状況の確認及び閉鎖後の地質環境の長期変遷の理解
 - ・ 安全評価に含まれる裕度の合理化
- ⇒実際の地質環境における物質移動現象、ニアフィールドでの現象の理解



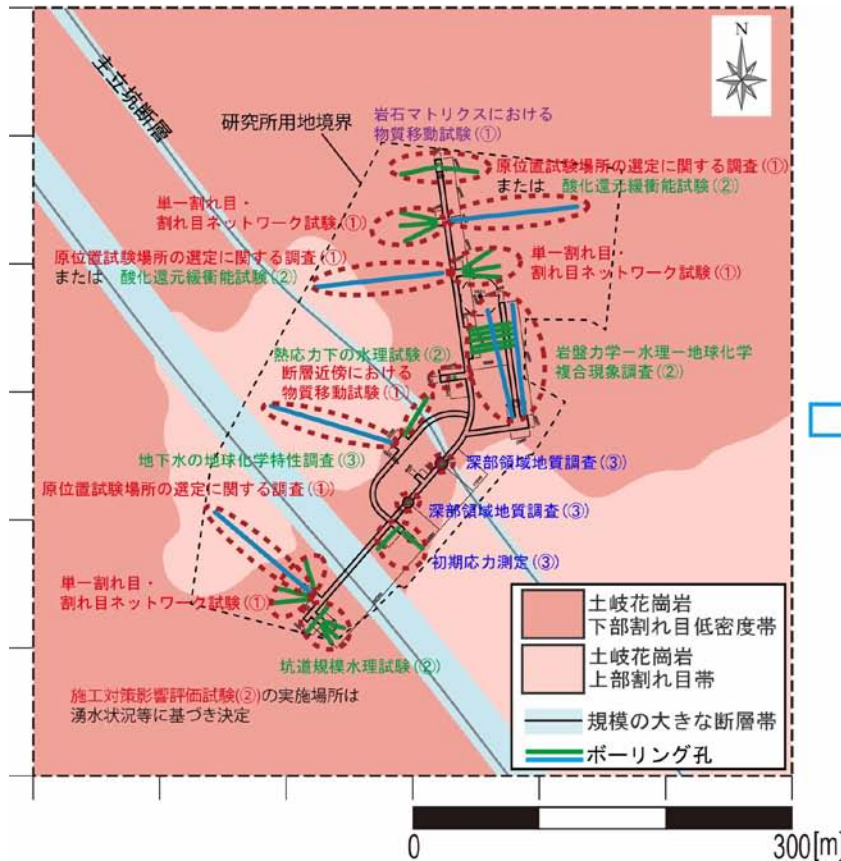
○実際の地質環境への地層処分技術の適用性確認

- ・ 個別技術の適用性確認と体系化
- ・ 地質環境の計測システムの構築



日本の地質環境における地層処分技術の実証と信頼性の向上

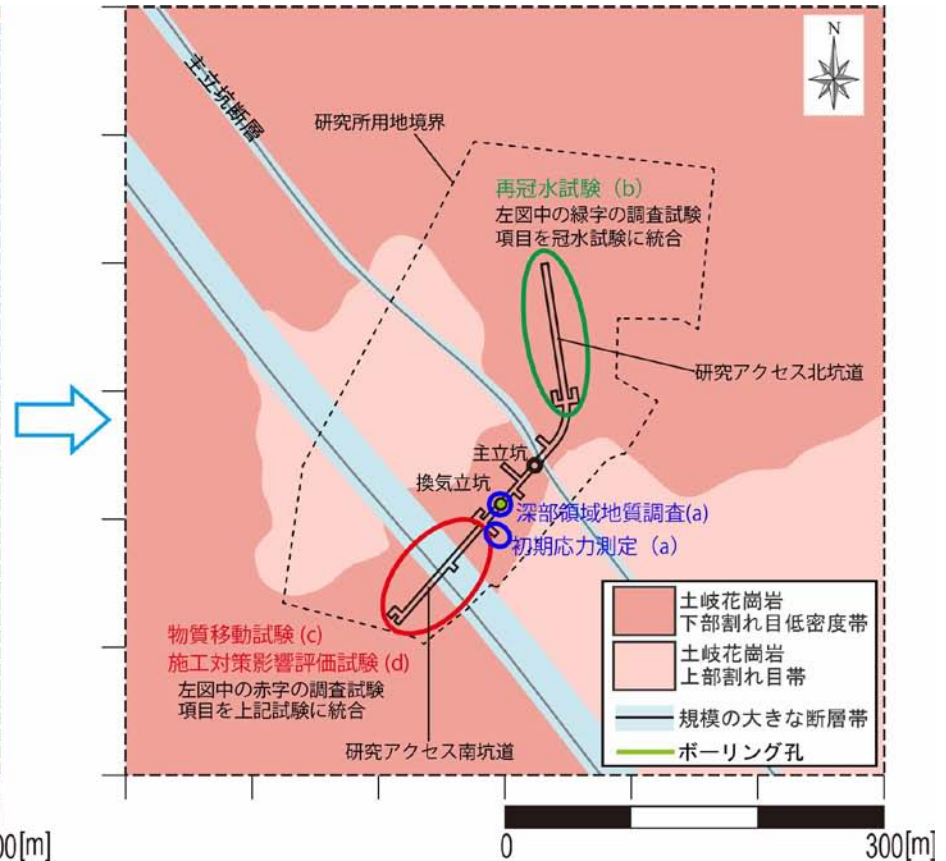
1-3 今後の計画の検討状況



深度500mステージにおける第2・第3段階の研究項目と配置（従来計画：JAEA, 2011）

研究テーマ

- ①物質移動現象・特性の評価に関する調査研究（第3段階）
- ②坑道周辺岩盤の地質環境特性の評価に関する研究（第3段階）
- ③個別の地質環境評価（第2段階）
- *紫色色の調査試験項目は合理化により取り止め



深度500mステージにおける第2・第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・第3段階）
 - ①建設・操業・閉鎖に関わるモニタリング技術の実証
 - ②坑道閉鎖に関わる地質環境調査技術・工学技術の実証
 - 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) 物質移動試験（第3段階）
- (d) 施工対策影響評価試験（第3段階）

1-3 今後の計画の検討状況

計画具体化による研究項目の整理状況

従来計画（JAEA,2011） における研究項目	研究項目の整理状況 （実施計画案：2012年度）
①原位置試験場所の選定に関する調査	試験場所3箇所を研究アクセス南坑道に集約し、外部資金での実施を目指す
①岩石マトリクスにおける物質移動試験	海外の知見を整理することで、試験を省略
①単一割れ目ネットワーク試験	数量を3箇所から研究アクセス南坑道の1箇所に集約し、外部資金での実施を目指す
①断層近傍における物質移動試験	研究アクセス南坑道において外部資金での実施を目指す
②施工対策影響評価試験	研究アクセス南坑道において外部資金での実施を目指す
②酸化還元緩衝能試験	6箇所に分かれていた試験場所を研究アクセス北坑道に集約し、再冠水試験等として実施
②岩盤力学－水理－地球化学複合現象調査	
②坑道規模水理試験	
②熱－応力下の水理試験	
③地下水の地球化学特性調査	坑道掘削工事の先行ボーリング等も利用して実施
③深部領域地質調査	
③初期応力測定	研究アクセス南坑道1箇所で実施

1-3 今後の計画の検討状況

再冠水試験の工程

冠水坑道の掘削



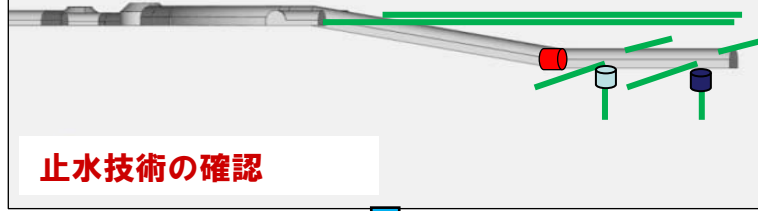
坑道掘削影響の把握

水圧・水質・力学モニタリング孔掘削



坑道掘削後の初期状態の把握

止水壁の施工



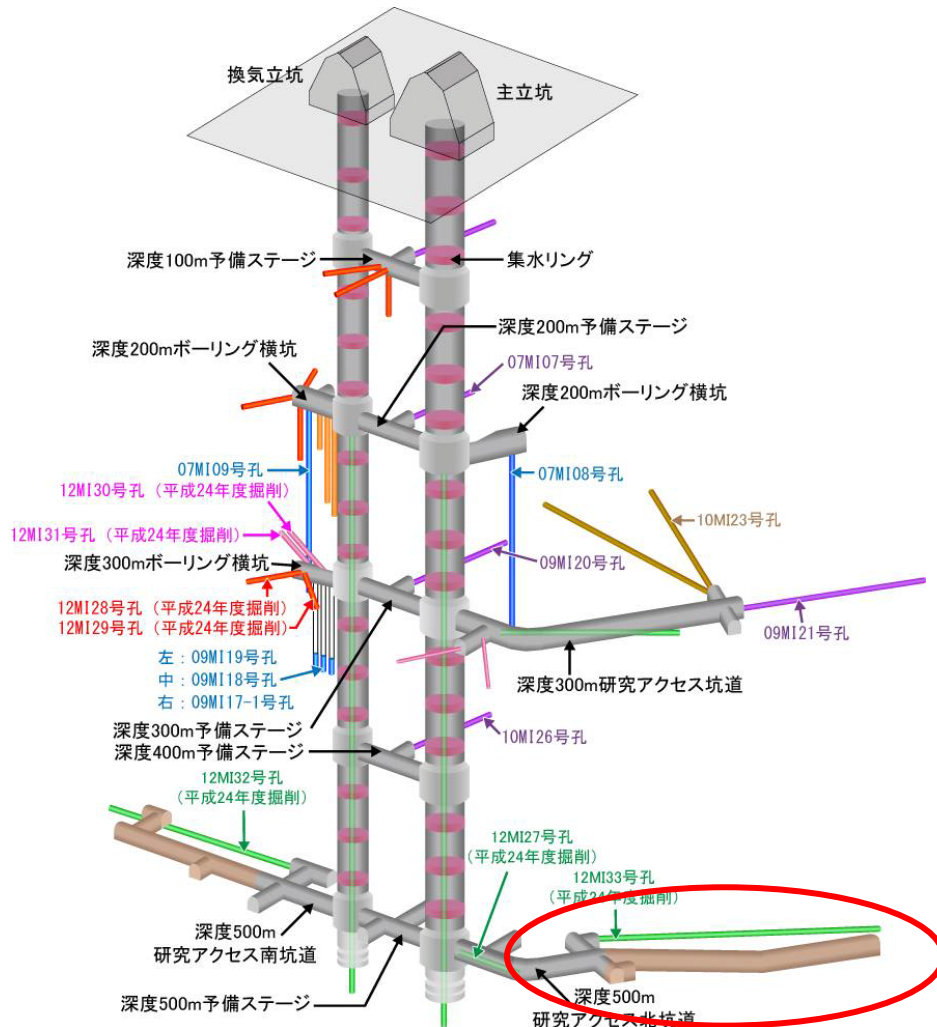
止水技術の確認

再冠水試験の実施



周辺観測孔での水圧レスポンス、
化学特性・力学特性の変化の確認

水没



※平成25年度掘削予定のボーリング孔については調整中

- | | |
|--------------------|--------------------|
| 地下水水圧観測ボーリング孔 | 地下水水質観測ボーリング孔 |
| パイロットボーリング孔 | ひずみ計測・先行変位計測ボーリング孔 |
| 初期応力測定ボーリング孔 | 断層・割れ目に関するボーリング孔 |
| 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 |

1. 超深地層研究所計画(瑞浪)

1-1 研究坑道建設の現状

1-2 第1段階の予測結果と第2段階における検証状況

- ・深部地質環境の調査・解析・評価技術
- ・深地層における工学技術

1-3 今後の計画

2. 地質環境の長期安定性に関する研究

2-1 研究課題

2-2 研究開発の実施状況

2-3 今後の計画

3. 研究所施設の活用

3-1 体験学習への取り組み

3-2 理解醸成活動

① 調査技術の開発・体系化

- 変動地形が明瞭でない活断層等に係る調査技術
- 断層の発達段階の評価に係る調査技術
- 地下で遭遇した断層の活動性に係る調査技術
- 地殻内の震源断層等に係る調査技術
- 内陸部の隆起・侵食速度の算出に係る調査技術

② 長期予測・影響評価モデルの開発

- 地形変化シミュレーション技術の高度化
- 地質断層の再活動等に係る評価技術
- 地殻変動に伴う熱水活動の形成に係るモデルの開発
- 超長期における予測・評価手法に関する検討
- 古水理地質学的アプローチによる地質環境の変化の予測・評価手法の開発

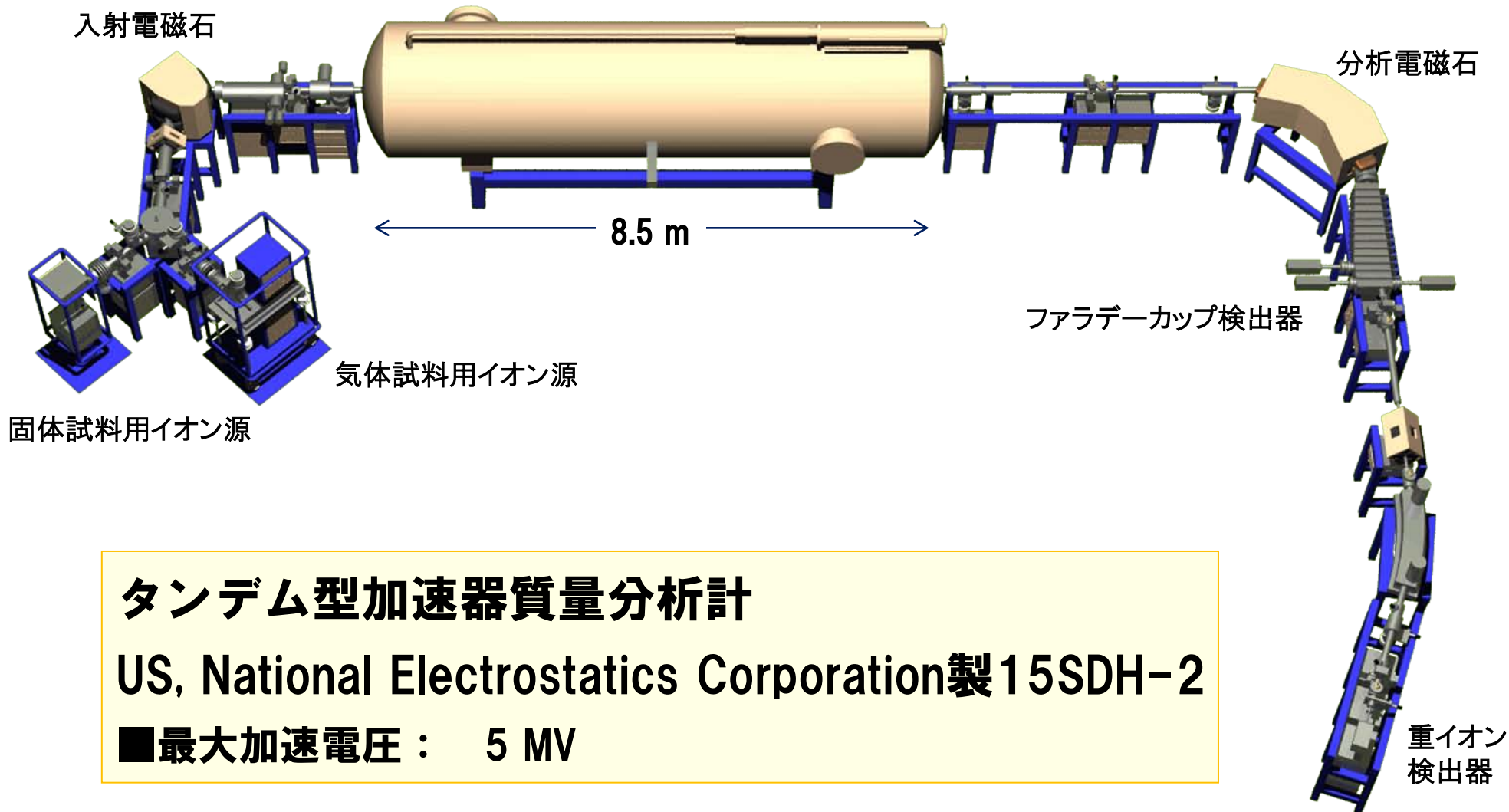
③ 年代測定技術の開発

- 加速器質量分析計を用いた ^{10}Be 年代測定法の実用化
- 四重極型質量分析計等を用いた(U-Th)/He年代測定法の実用化
- 希ガス質量分析計等を用いたK-Ar年代測定法の実用化
- 高分解能のテフラ同定手法の開発

2-2 研究開発の実施状況

JAEA-AMS-TONO (通称: ペレトロン年代測定装置)

タンデム加速器



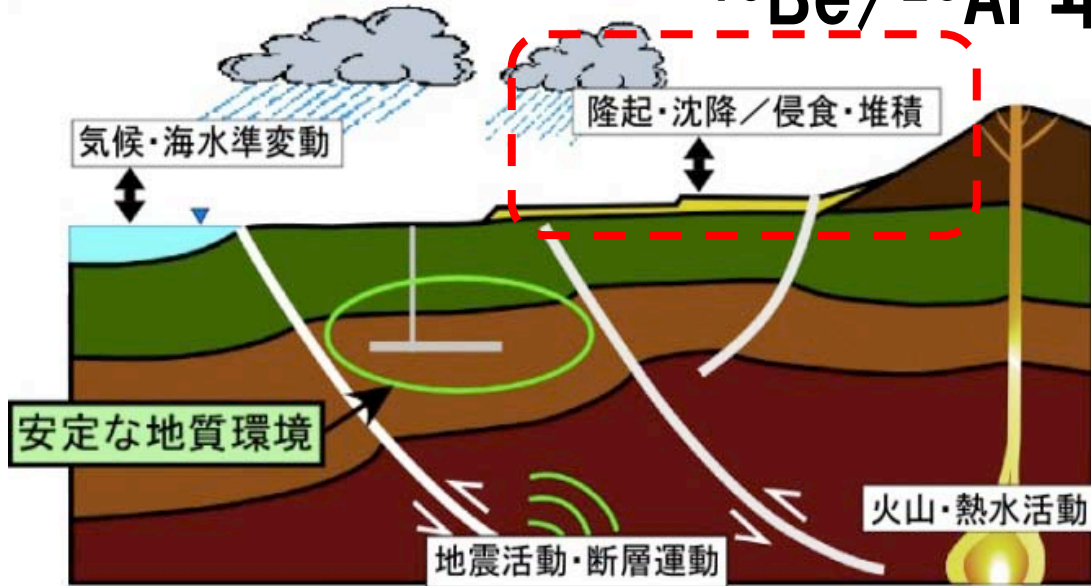
タンデム型加速器質量分析計

US, National Electrostatics Corporation製15SDH-2

■最大加速電圧: 5 MV

2-2 研究開発の実施状況

$^{10}\text{Be}/^{26}\text{Al}$ 年代測定



適用研究

- 山地斜面の削剥速度
- 地層の形成速度
- 流域からの土砂生産速度 など

適用年代： $10^3 \sim 10^7$ 年

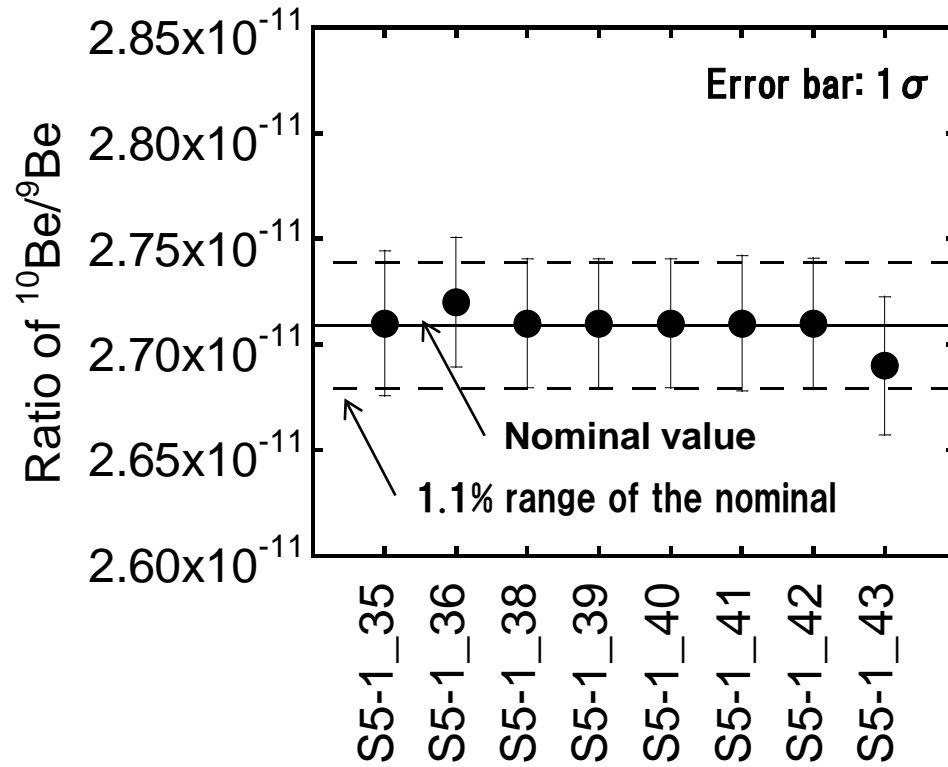
	^{10}Be	^{26}Al
$T_{1/2}$	1.52×10^6 y	7.1×10^5 y
壊変形式	β^-	β^-
主対象鉱物	石英、かんらん石	石英
主な生成反応	$^{16}\text{O} (n, 4p 3n) ^{10}\text{Be}$	$^{28}\text{Si} (n, p2n) ^{26}\text{Al}$

2-2 研究開発の実施状況

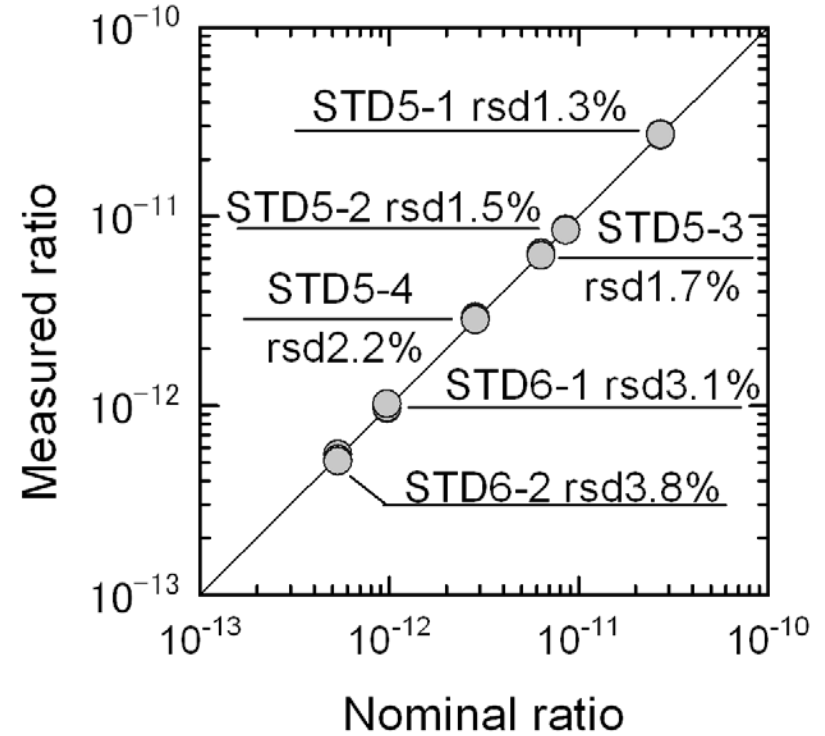
ペトロン年代測定装置による¹⁰Be測定

▶ 標準試料の測定結果

標準試料5-1



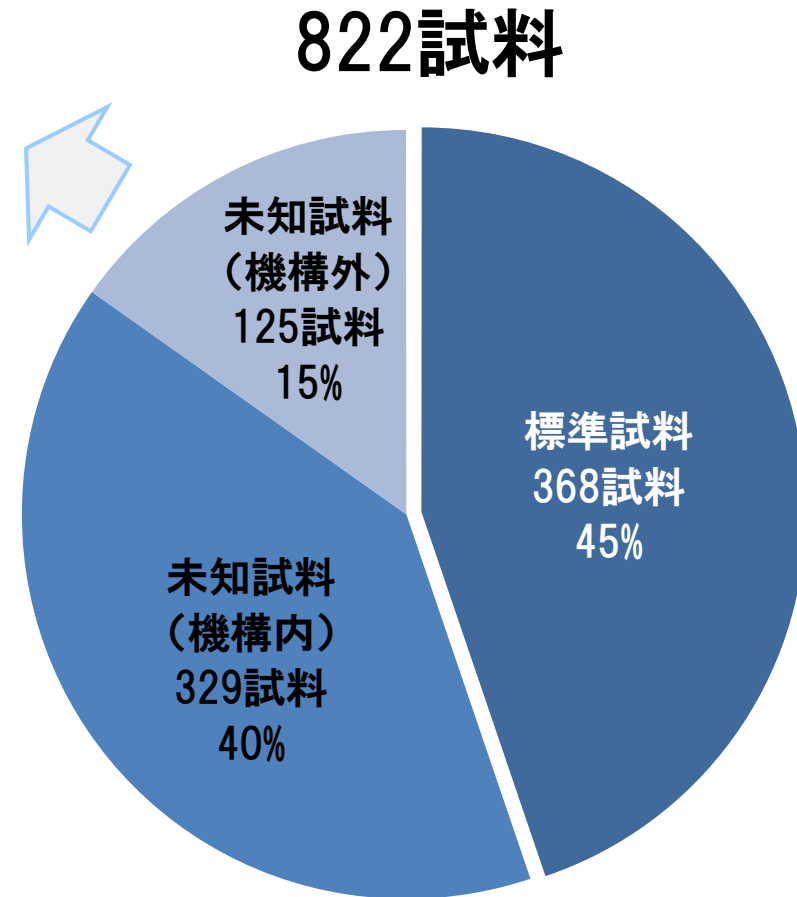
標準試料5-1 ~6-2



2-2 研究開発の実施状況

^{14}C 測定：平成23年度 測定試料数

採用課題	利用機関
堆積性土壌の微化石分析による山焼きの歴史と草原成立の解明	大阪市立大
出土した土器の年代決定の比較	熱田高校
環太平洋の火山活動史の高分解能復元のための ^{14}C 年代測定	福岡大
環境中のヨウ素-129と炭素-14の分布と挙動に関する研究	学習院大



2-3 第2期中期計画取りまとめに向けた今後の予定

- 第1期中期計画の研究開発が終了し、平成22年10月に5ヵ年の成果報告書を公開
⇒概要調査等に必要な技術を提供(NUMO2010技術レポートに反映)
(e.g., 地下深部のマグマ等の調査技術, 河成段丘を用いた隆起量の調査技術 等)
- 第2期中期計画における具体的な研究計画書を平成22年5月に公開
 - ✓ 精密調査等で必要とされる技術基盤の整備
(e.g., 変動地形が明瞭でない活断層の調査技術, 地殻内の震源断層等に係る調査技術)
 - ✓ 変動シナリオを考慮した安全評価に係る技術基盤のうち, 将来の地質環境の変化の幅を予測・評価するための手法の整備
(e.g., 地形変化シミュレーション技術の高度化, 超長期における予測・評価手法に関する検討)⇒サイト選定や安全評価のそれぞれの段階において必要となる技術をタイムリーに提示
- 東北地方太平洋沖地震の発生を踏まえて, 海溝型地震や内陸地震(断層運動)によって引き起こされる地質環境(歪・応力, 水理等)の変化の予測・評価手法の開発を推進

1. 超深地層研究所計画(瑞浪)

1-1 研究坑道建設の現状

1-2 第1段階の予測結果と第2段階における検証状況

- ・深部地質環境の調査・解析・評価技術
- ・深地層における工学技術

1-3 今後の計画

2. 地質環境の長期安定性に関する研究

2-1 研究課題

2-2 研究開発の実施状況

2-3 今後の計画

3. 研究所施設の活用

3-1 体験学習への取り組み

3-2 理解醸成活動

3-1 体験学習への取り組み①

学生を対象とした先端科学体験

【サイエンスキャンプ】



地下水の水質分析

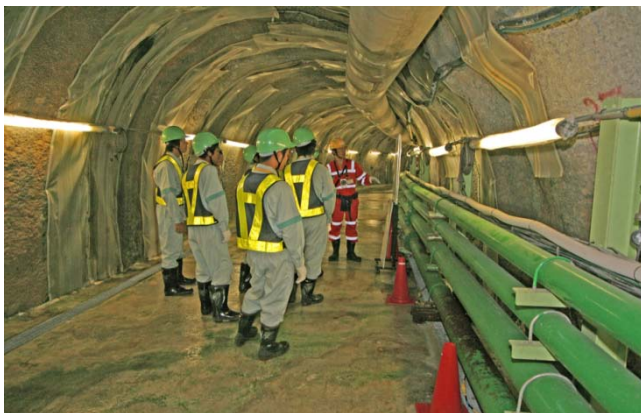


野外での断層の観察

高校生を対象とした
先進的科学技术体験
合宿プログラム

- 実施日
平成24年8月8日～10日
- 参加人数
10名

【スーパーサイエンスハイスクール】



深度300m研究アクセス坑道の見学

文部科学省が進める科学技術、理科・数学教育を重点的に行う学校をスーパーサイエンスハイスクールとして指定し、科学技術系人材の育成に資する

- 平成24年 6月：埼玉県立不動岡高等学校（3名）
- 平成24年 7月：岐阜県立恵那高等学校（84名）
- 平成24年 8月：名古屋市立向陽高等学校（9名）
- 平成24年12月：名城大学附属高等学校（43名）

【職場体験学習】

職場体験学習を通して、生徒一人一人が勤労観・職業観を見つめ直し、自らの生き方や進路に大きく関心を持つ機会を提供

(実施日)

平成24年10月16日～17日

(参加人数)

1名(日吉中学校)



河川水の採水

【もっと深～く地層探求】

サイエンスワールドとの共催で「もっと深～く地層探求」と題して、サイエンスワールド周辺の化石が含まれる地層観察、瑞浪超深地層研究所の深度500mから採取された地下水の分析や岩石の観察を実施

(実施日)

平成24年12月22日(土)

(参加人数)

12組24名(親子参加)



地下水等の分析

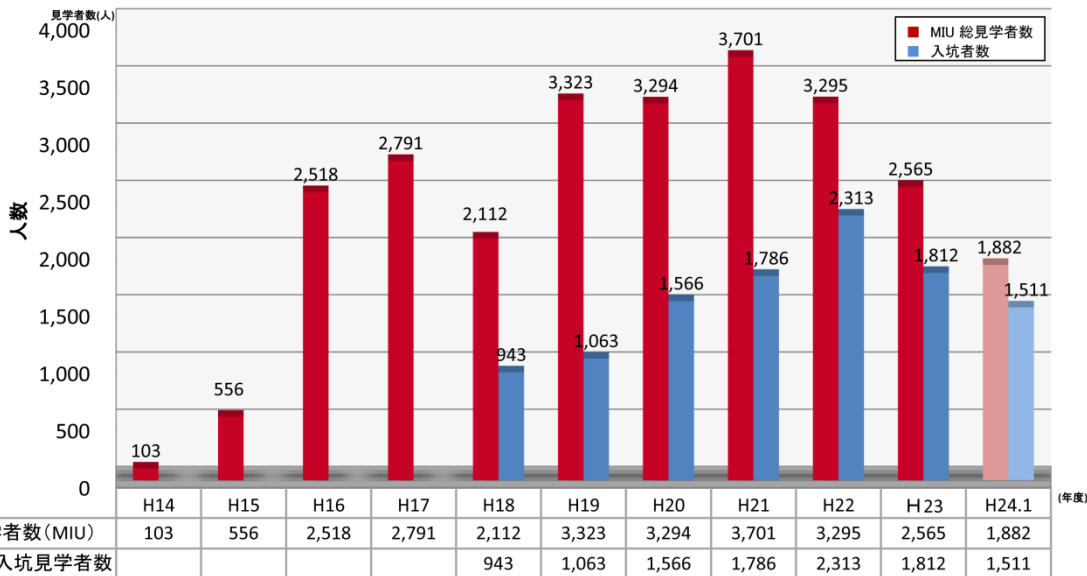
TV取材・放映一覧

放映日	放送局・番組名	タイトル
H23.6.7	名古屋テレビ「ドデスカ！」	10万年後の安全… “原発のゴミ”どこへ？
H23.8.2	読売テレビ「ニュースten！」	特集 40年間「行き場がない」「核のゴミ」どこへ行く？
H23.8.11	中京テレビ「news every.」	原発 『核のゴミ』の行方は…
H23.9.11	中京テレビ「週刊☆コダワリタイム」	放射性廃棄物の行方は？
H23.10.12	日本テレビ「NEWS ZERO」	原発を考える
H23.12.16	読売テレビ「情報ライブ ミヤネ屋」	核のゴミ 高レベル放射性廃棄物 10万年後の安全
H24.3.9	NHK総合「特集番組」	忘れない 未来のために ～東日本大震災から1年～
H24.3.11	テレビ朝日「報道ステーション SUNDAY」	どうする？原発と日本のエネルギー
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「イツポウ」	「核のゴミ」を十万年で…

※ その他： 新聞25件、雑誌4件(平成23年度)

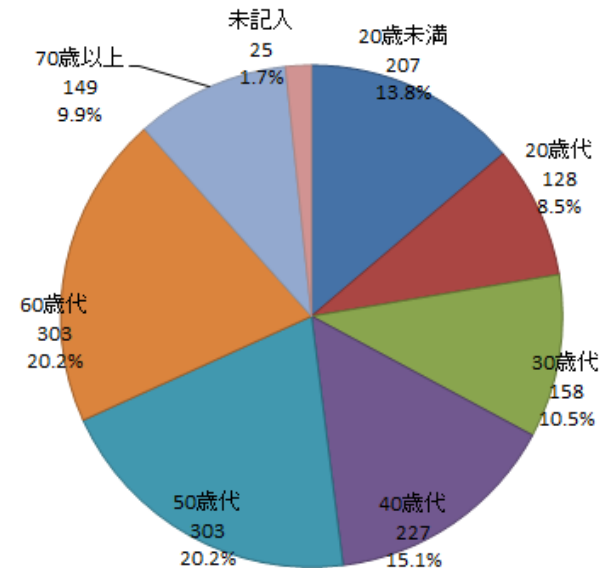
新聞28件、雑誌3件(平成24年4月～平成25年2月)

見学者数



※H14～H17の入坑見学者数は未集計。

見学者の年齢 (H24.4～H25.1)



高レベル放射性廃棄物の地層処分かを知っていた人の見学前後での意識の変化

