

写真：深度500m冠水坑道の止水壁

平成28年度超深地層研究所安全確認委員会

平成28年10月17日

# 瑞浪超深地層研究所の現状



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

バックエンド研究開発部門

東濃地科学センター

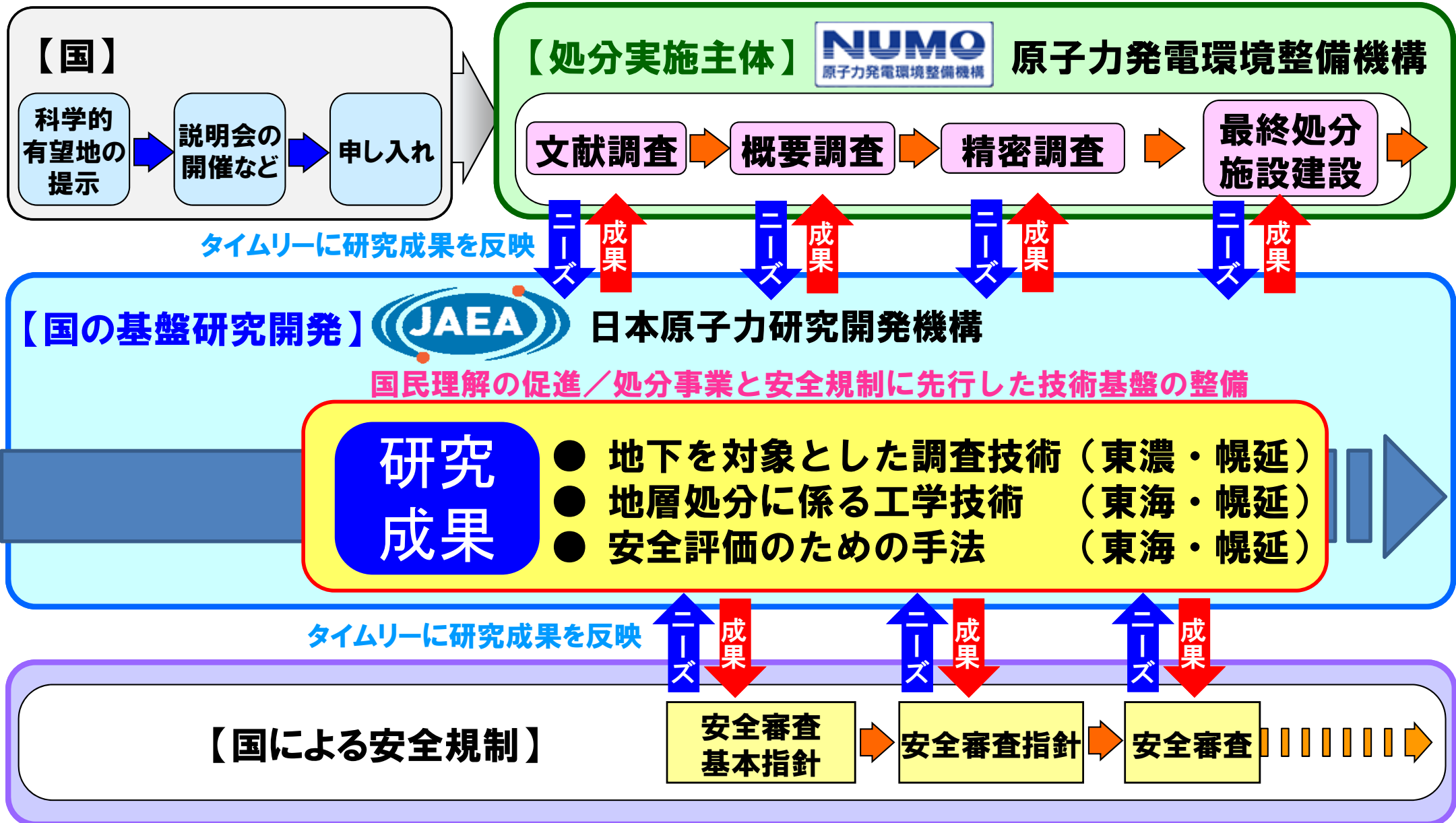
## エネルギー基本計画(平成26年4月11日:閣議決定)

- ◆ 高レベル放射性廃棄物については、各国において地層処分に向けた取組が進められている。他方、その安全性に対し十分な信頼性が得られていないのも事実である。したがって、**地層処分を前提に取組**を進めつつ、可逆性・回収可能性を担保し、将来世代が最良の処分方法を選択できるようにする。

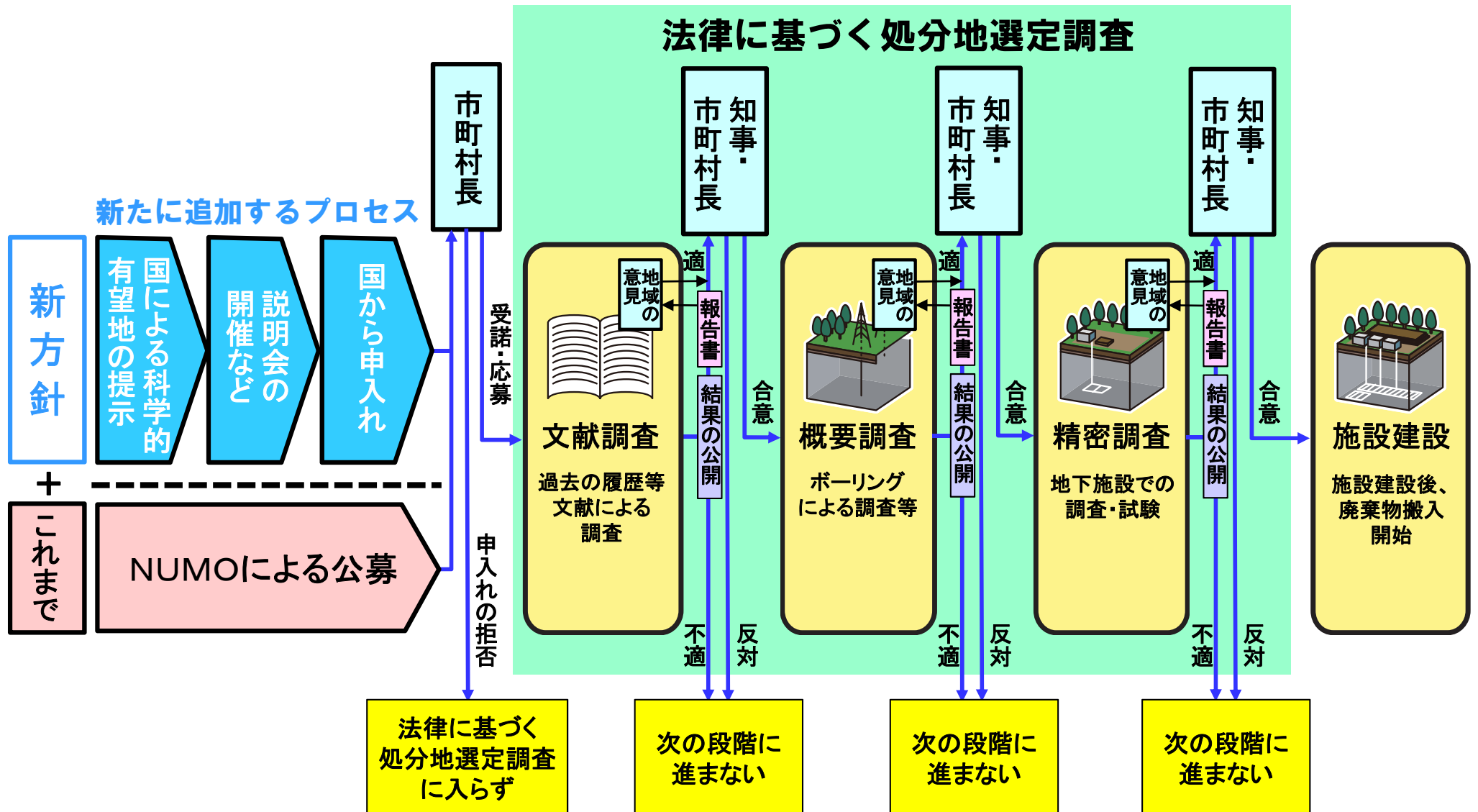
## 特定放射性廃棄物の最終処分に関する基本方針 (平成27年5月22日:改定)

- ◆ 国及び関係研究機関は、最終処分の安全規制・安全評価のために必要な研究開発、**深地層の科学的研究等の基盤的な研究開発**及び最終処分技術の信頼性の向上に関する技術開発等を**積極的に進めていくもの**とする。合わせて、最終処分施設を閉鎖せずに回収可能性を維持した場合の影響等について調査研究を進め、最終処分施設の閉鎖までの間の特定放射性廃棄物管理の在り方を具体化する。

# 国の基盤研究開発を担う原子力機構の役割



# 処分地の選定プロセス



\* 資源エネルギー庁・NUMO「いま改めて考えよう地層処分」(2015年10月)の資料、NUMOホームページの地層処分ポータルにおける「3段階の法定プロセス」及び最終処分法の施行規則に基づき作成。

# 超深地層研究所計画の経過状況

【平成7年】

■岐阜県・瑞浪市及び土岐市と「東濃地科学センターにおける地層科学研究に係る協定」締結

【平成8年】

■超深地層研究所計画開始

【平成14年】

■瑞浪市有地「土地賃貸借契約」及び「土地賃貸借契約に係る協定」締結

■瑞浪超深地層研究所開所

■瑞浪超深地層研究所造成工事着工

【平成15年】

■瑞浪超深地層研究所立坑掘削工事着工

【平成17年】

■瑞浪超深地層研究所研究坑道 深度100m予備ステージ貫通

■岐阜県及び瑞浪市と「瑞浪超深地層研究所に係る環境保全協定」締結

【平成19年】

■瑞浪超深地層研究所研究坑道 深度200m予備ステージ貫通

【平成21年】

■瑞浪超深地層研究所研究坑道 深度300m予備ステージ貫通

■瑞浪超深地層研究所研究坑道 深度400m予備ステージ貫通

【平成23年】

■瑞浪超深地層研究所研究坑道 立坑深度500m

【平成24年】

■瑞浪超深地層研究所研究坑道 深度500m予備ステージ貫通

【平成26年】

■瑞浪超深地層研究所研究坑道 深度500mステージの掘削終了

■機構改革において今後実施すべき必須の課題を抽出



立坑(坑口)掘削工事



深度300m研究アクセス坑道



深度500m研究アクセス北坑道  
(止水壁)

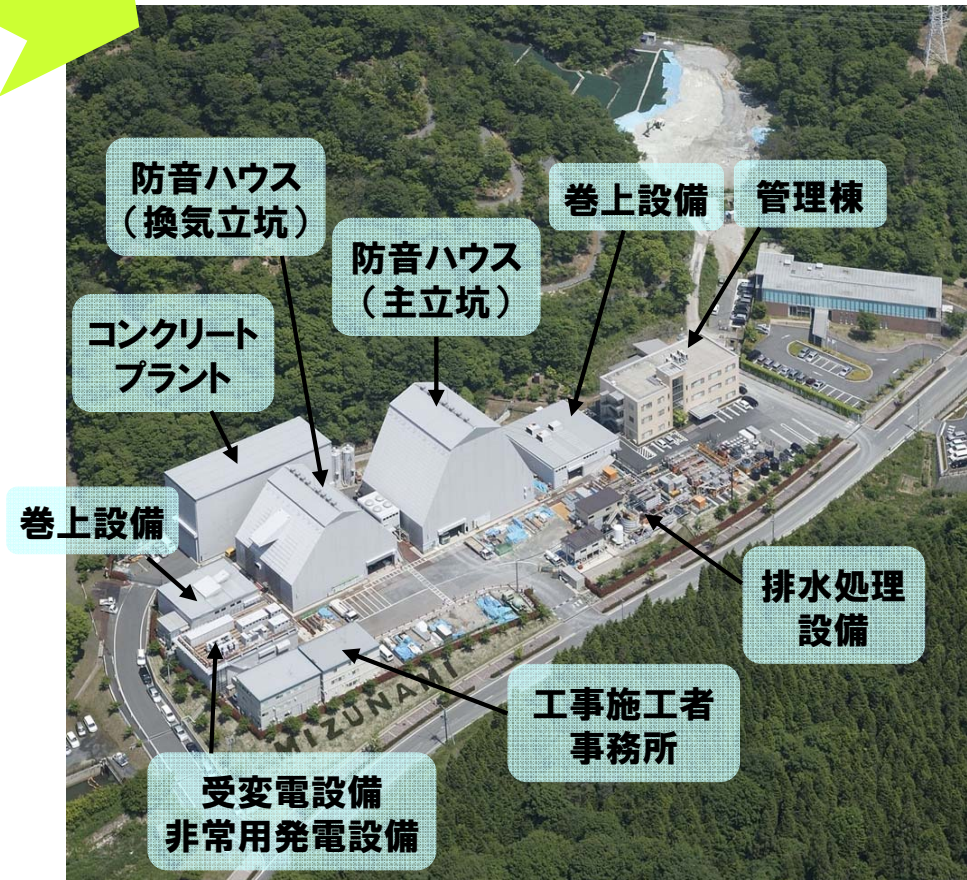
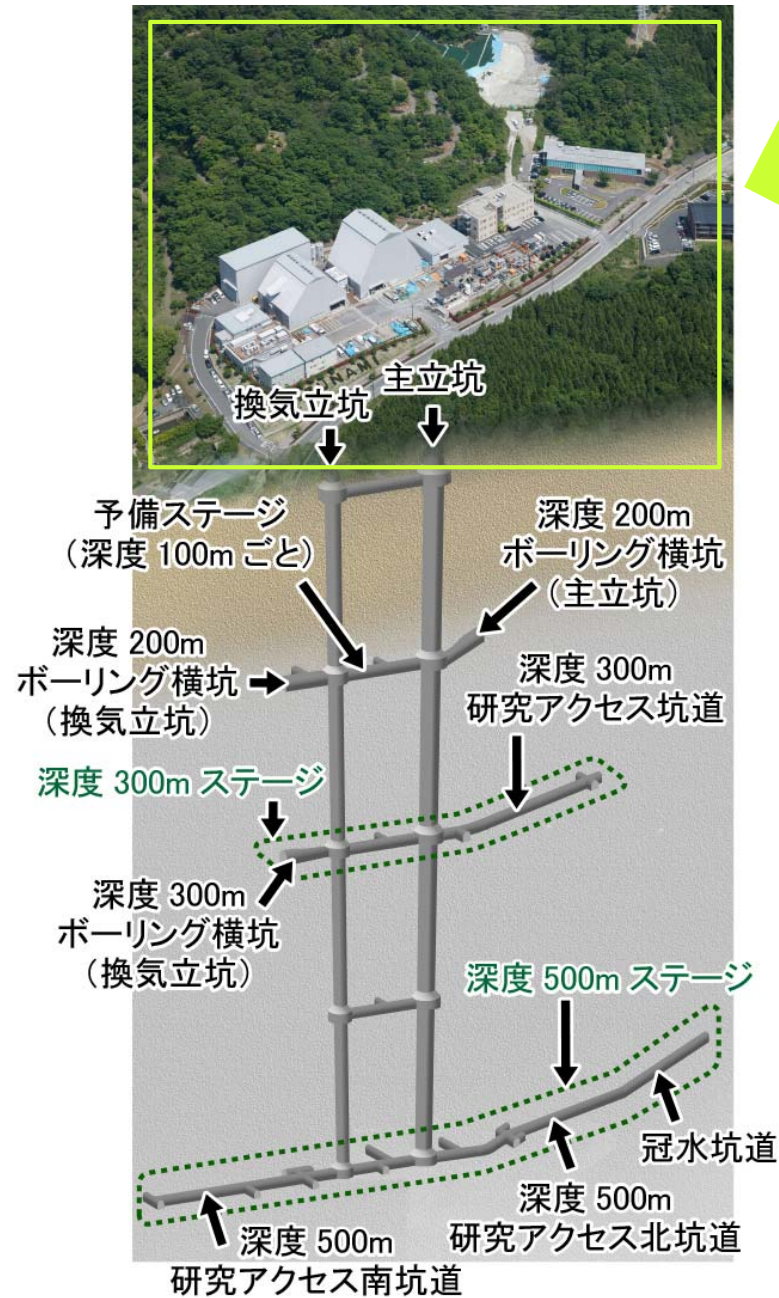
## 三つの協定を順守し研究を推進

- ✓ 地層科学研究に係る協定【平成7(1995)年】
- ✓ 研究所用地の賃貸借契約に係る協定【平成14(2002)年】
- ✓ 環境保全協定【平成17(2005)年】

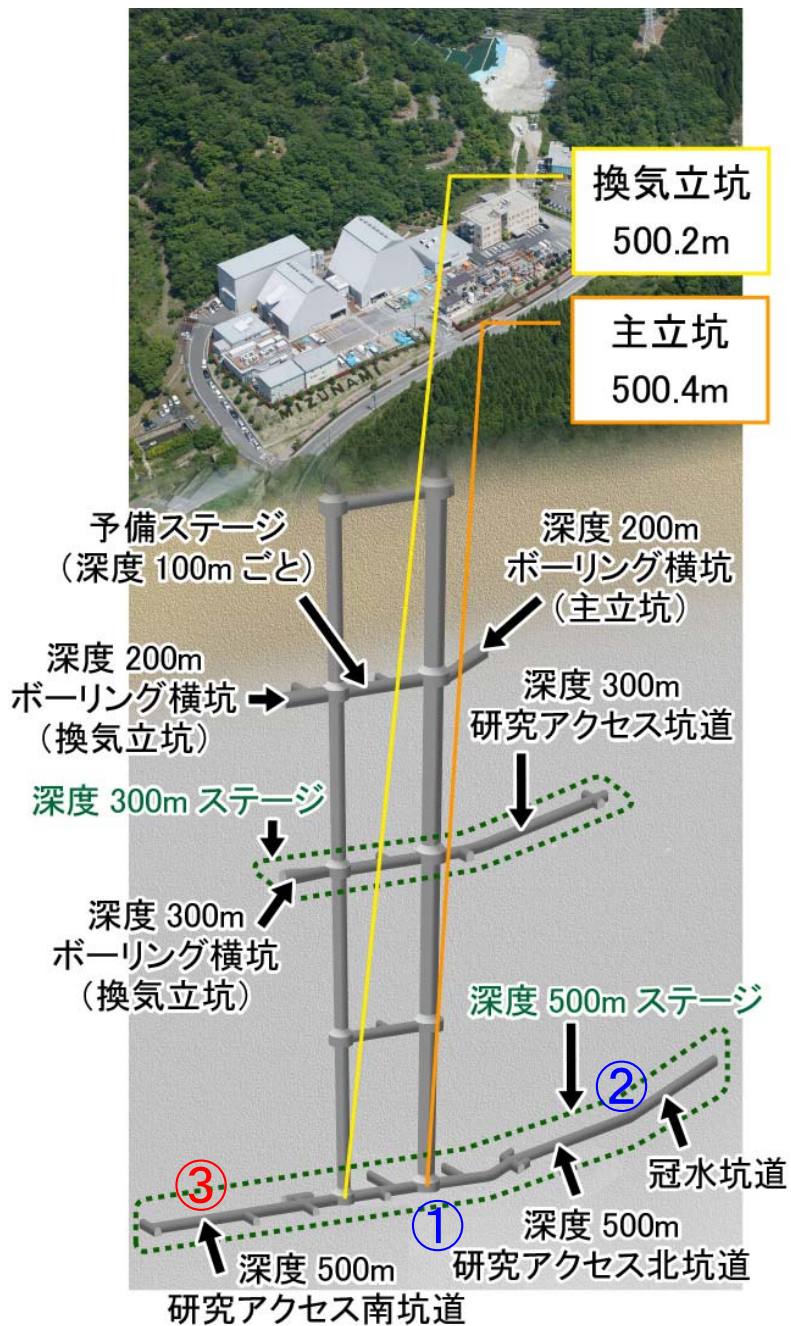
## これらの協定で以下を約束

- ✓ 放射性廃棄物を持ち込むことや使用することは一切しない。
- ✓ 将来においても放射性廃棄物の処分場とはしない。
- ✓ 研究所を公開し、開かれた施設とする。
- ✓ 地域住民の生活環境を保全する。 など

# 瑞浪超深地層研究所の施設構成



# 研究坑道の工事状況



昇降設備(らせん階段)



止水壁

平成27年度の研究坑道の工事	平成28年度の研究坑道の工事
<p>【深度500mステージ】 《主立坑》</p> <p>①昇降設備(らせん階段)の設置 《研究アクセス北坑道》</p> <p>②冠水坑道への止水壁の設置 及び機能確認試験</p> <p>《その他》 ・坑内外設備の維持管理</p>	<p>【深度500mステージ】 《研究アクセス南坑道》</p> <p>③湧水抑制対策</p> <p>《その他》 ・坑内外設備の維持管理</p>



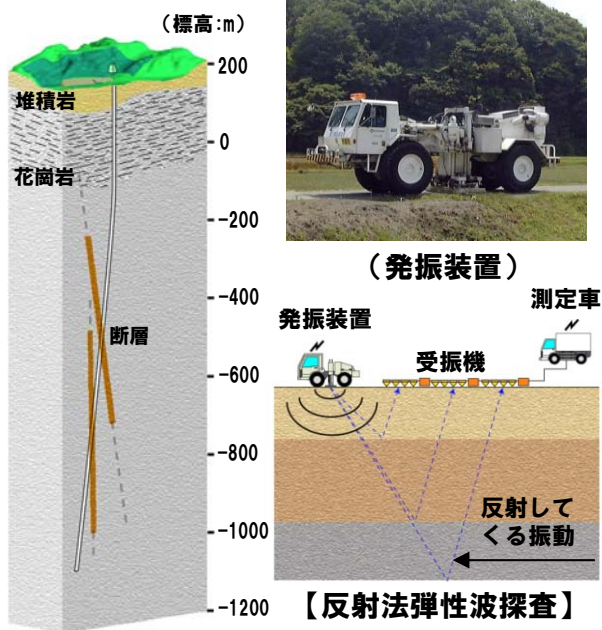
# 超深地層研究所計画の目的と進め方

## 【目的】

- ①地質・地質構造の分布、地下水の流れ方・水質、岩盤の硬さなどを把握する調査技術の確認
- ②地下深部に研究坑道のような空洞を安全に建設・維持管理する技術の確認

### 【第1段階】

(地表からの調査予測研究段階)

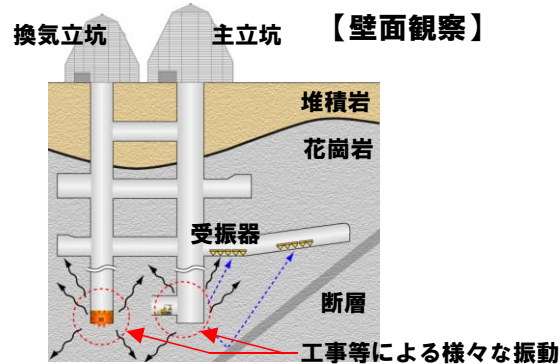


(ボーリング調査)

地表から調査して地下の様子を推定します。

### 【第2段階】

(研究坑道の掘削を伴う研究段階)



【研究坑道内での物理探査】

研究坑道を掘削しながら研究します。

### 【第3段階】

(研究坑道を利用した研究段階)



【岩盤中の物質の移動に関する調査研究】

坑道を利用して詳しく研究します。

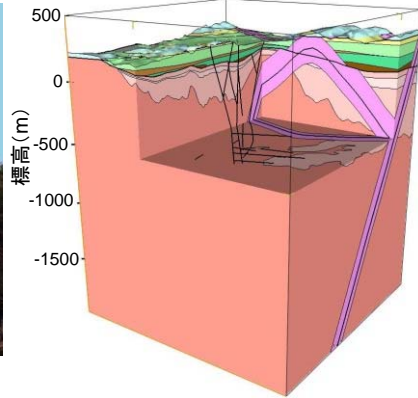
## 地質環境の調査・モデル化 手法の開発

## 坑道掘削に伴う水圧・水質等の変化の調査・評価手法の開発

## 地下深部に安全に坑道を掘削する技術の確立

ボーリング調査技術

地質構造モデル



地下水の水圧や水質モニタリング



深度500m研究アクセス北坑道



### 【主な成果】

- ◆ 地表から地下の環境を調査・解析・評価する技術を整備
- ◆ 地表から深度1,000mまで調査できる機器の開発
- ◆ 調査データの品質保証のための調査手順等のマニュアルの整備
- ◆ 地質環境モデルを構築するためのコンピュータ解析システムの整備

### 【主な成果】

- ◆ 坑道掘削に伴う地下の環境の変化を調査・解析・評価する技術を整備
- ◆ 坑道掘削に伴う地質環境の変化の調査技術や観測装置の開発
- ◆ 地質環境の変化のコンピュータシミュレーション手法の構築
- ◆ 坑道掘削に伴う地質環境の変化のデータ取得と知見の蓄積

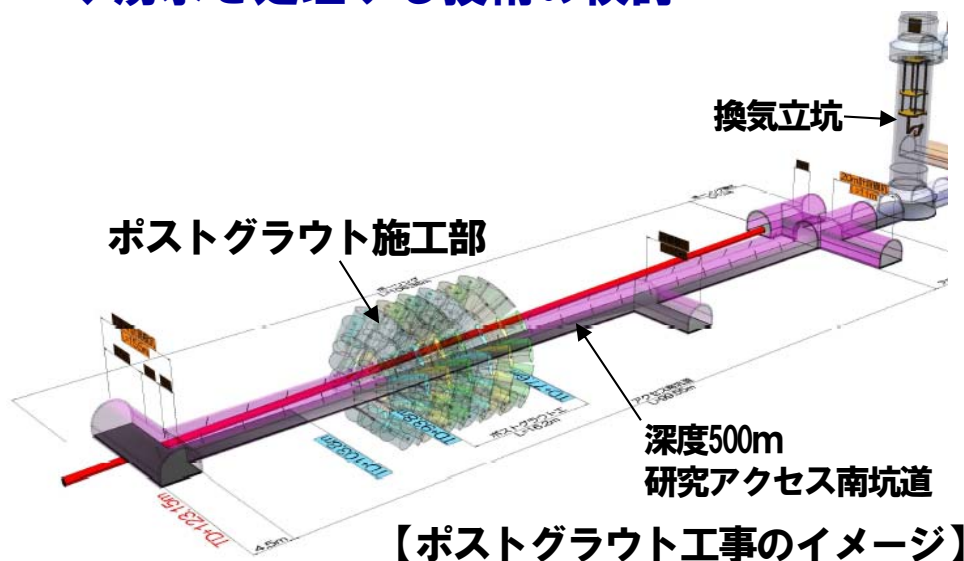
### 【主な成果】

- ◆ 深度500mの高い水圧環境の中で、安全に坑道を建設・維持する技術及び湧水を抑制する技術等を実証

# 第3段階における研究課題

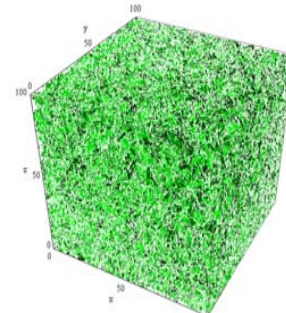
## ①地下坑道における工学的対策技術の開発

- ◆湧水の量を減らす技術の実証
- ◆湧水を処理する技術の検討

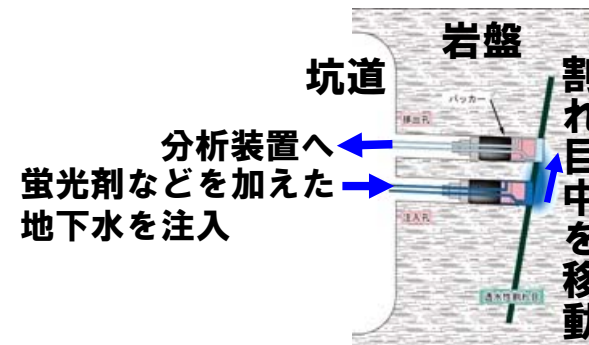


## ②物質移動モデル化技術の開発

- ◆地下水に溶けた物質の地下での移動現象を調査・解析する技術の開発
- ◆地下水の通りみちとなる割れ目や地下水の性質に関する将来変化に関する研究
- ◆地下深部では地下水の動きが緩慢であることの確認

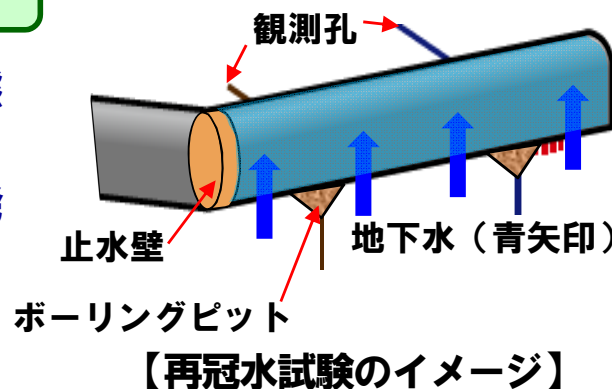


【割れ目分布モデル】【研究坑道内での物質移動試験の例】



## ③坑道埋め戻し技術の開発

- ◆坑道を埋め戻した時に地質環境が元の状態へ回復していく現象を観測・評価
- ◆地質環境の回復現象を予測する手法の開発
- ◆坑道を埋め戻す技術の構築
- ◆長期にわたるモニタリング技術の開発



【モニタリング装置】

## 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構の中長期目標を達成するための計画(平成27年4月1日～平成34年3月31日)

### 《深地層の研究施設計画》

- ◆ 超深地層研究所計画については、地下坑道における工学的対策技術の開発、物質移動モデル化技術の開発及び坑道埋め戻し技術の開発に重点的に取り組む。これらに関する研究については、平成31年度末までの5年間で成果を出すことを前提に取り組む。また、同年度末までに、跡利用を検討するための委員会での議論も踏まえ、土地賃貸借期間の終了(平成34年1月)までに埋め戻しができるようにという前提で考え、坑道埋め戻しなどのその後の進め方について決定する。

(瑞浪超深地層研究所関係抜粋)

## (1) 地下坑道における工学的対策技術の開発

- 1) 大規模湧水に対するウォータータイトグラウト技術の開発
  - ・ 湧水量の変化把握による抑制効果の評価、ポストグラウトの結果の評価
- 2) 地下水管理技術の開発：他事例の文献調査

## (2) 物質移動モデル化技術の開発

- 1) 低透水性領域での亀裂ネットワークモデル化手法の開発
  - ・ 室内試験結果の検討
  - ・ 電力中央研究所との共同研究：原位置トレーサー試験及びボーリング調査
- 2) 地質環境の長期変遷解析技術の開発：主立坑断層の詳細観察
- 3) 深部塩水系地下水の起源・滞留時間の理解：調査技術の情報収集・計画検討

## (3) 坑道埋め戻し技術の開発

- 1) 坑道閉鎖に伴う環境回復試験技術の開発
  - ① 再冠水試験：冠水中・後の地下水の水圧・水質、岩盤変位、埋め戻し材の観測
  - ② 岩盤の破壊現象評価
    - ・ 京都大学及び大林組との共同研究：岩盤の破壊現象等の観察
  - ③ 埋め戻し試験　・ 研究坑道の埋め戻しに関する概念検討
- 2) 長期モニタリング技術の開発など
  - ① 長期モニタリング：気象観測、ボーリング孔等による地下水の水圧・水質観測
  - ② 長期モニタリング技術の開発：地上からの長期モニタリング方法等の検討
    - ・ 原環センターとの共同研究：地中無線によるデータ伝送方法等の検討
  - ③ モニタリングデータの取りまとめ・評価

## (1) 地下坑道における工学的対策技術の開発

- 1) 大規模湧水に対するウォータータイトグラウト技術の開発
  - ・ 総湧水量低減のためのグラウト計画検討、ポストグラウトの実施
- 2) 地下水管理技術の開発：文献調査結果の取りまとめ

## (2) 物質移動モデル化技術の開発

- 1) 低透水性領域での亀裂ネットワークモデル化手法の開発
  - ・ 室内試験結果の検討/モデル化・解析
  - ・ 電力中央研究所との共同研究：新規ボーリング調査及び原位置トレーサー試験
- 2) 地質環境の長期変遷解析技術の開発：断層等の形成過程等の検討
- 3) 深部塩水系地下水の起源・滞留時間の理解：調査技術の情報収集・計画検討

## (3) 坑道埋め戻し技術の開発

- 1) 坑道閉鎖に伴う環境回復試験技術の開発
  - ① 再冠水試験：冠水後の地下水の水圧・水質、岩盤変位、埋め戻し材の観測
  - ② 岩盤の破壊現象評価
    - ・ 京都大学・大林組との共同研究：岩盤の破壊現象等の観察
  - ③ 埋め戻し試験　・ 試験計画の検討
- 2) 長期モニタリング技術の開発など
  - ① 長期モニタリング：気象観測、ボーリング孔等による地下水の水圧・水質観測
  - ② 長期モニタリング技術の開発：地上からの長期モニタリング方法等の検討
    - ・ 原環センターとの共同研究：地中無線によるデータ伝送方法等の検討
  - ③ モニタリングデータの取りまとめ・評価

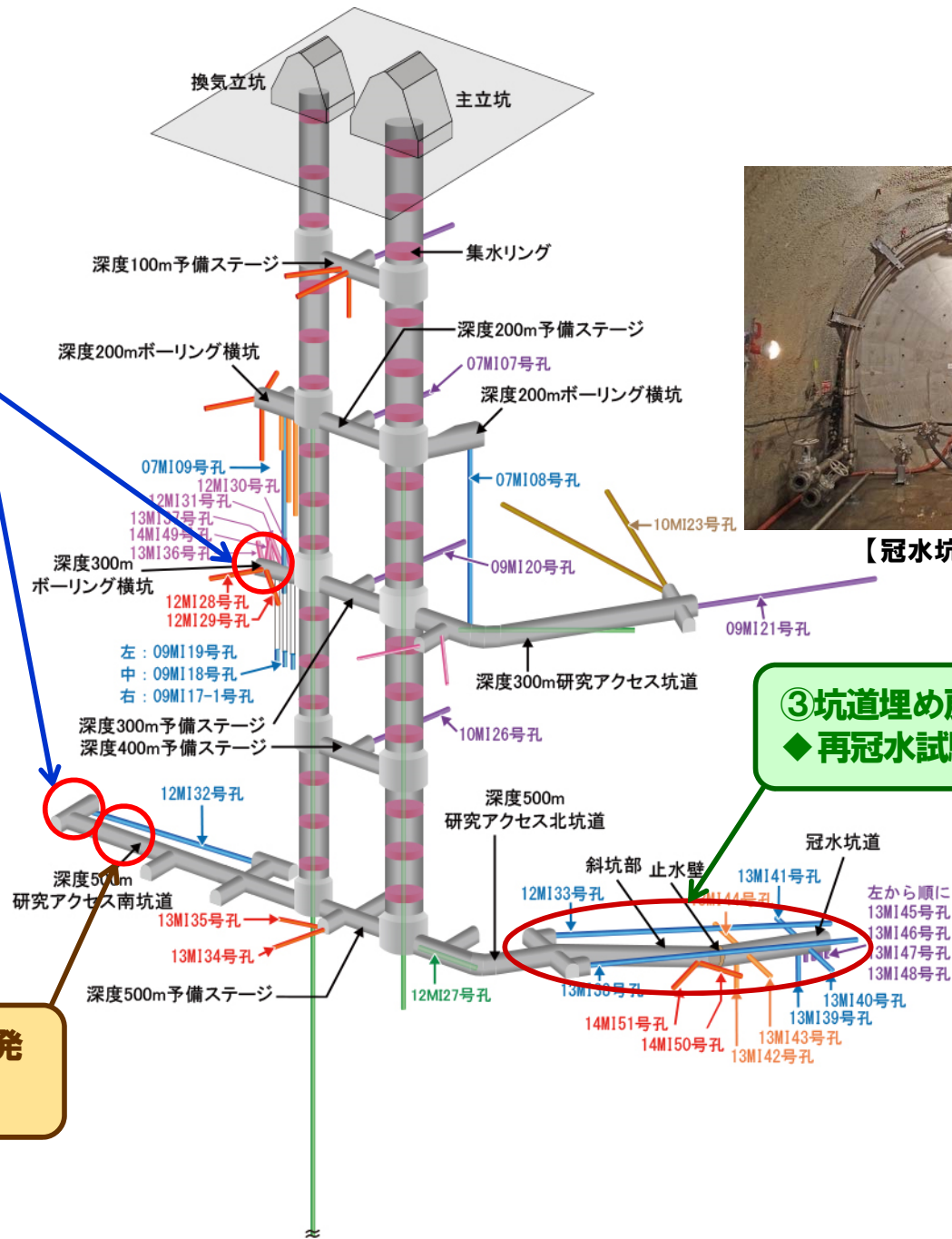
# 平成28年度における主な調査研究等の実施場所

- 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

## ②物質移動モデル化技術の開発 ◆電力中央研究所との共同研究



【深度500m研究アクセス南坑道】



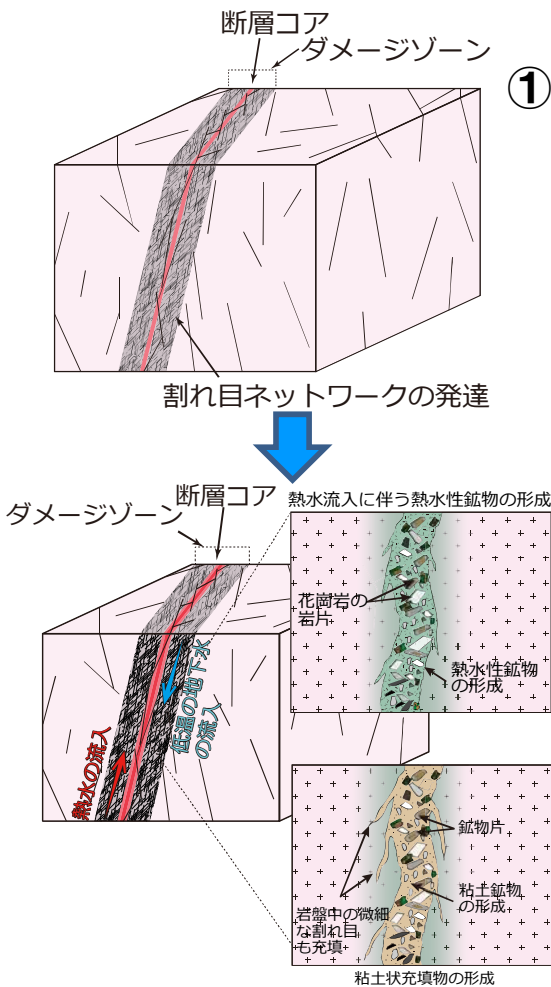
【冠水坑道(止水壁)】

## ③坑道埋め戻し技術の開発 ◆再冠水試験

## ①地下坑道における工学的対策技術の開発 ◆ポストグラウトの実施

- 我が国の花崗岩体（結晶質岩）の物質を閉じ込める機能を補強する特徴を確認 -

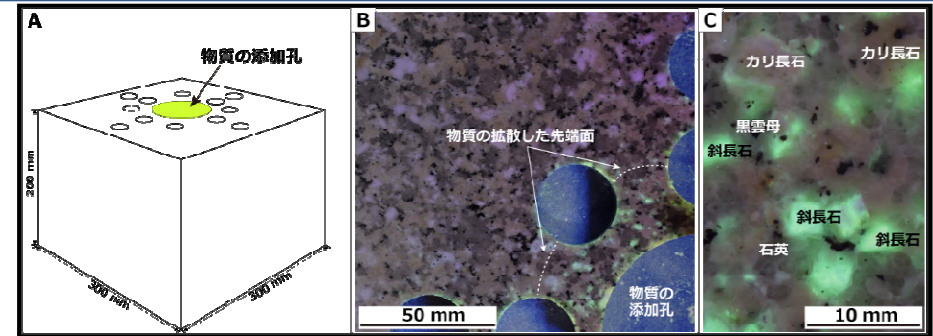
## 断層運動で損傷した岩盤の 自己修復機能を確認 (6月29日プレス発表)



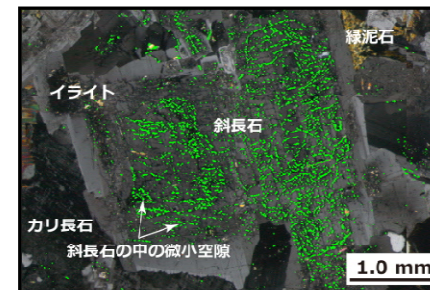
① 断層運動により岩盤の破壊領域（ダメージゾーン）が形成され、地下水が流れやすくなる。

② ダメージゾーンに地下水が流れ込み、地下水中の鉱物成分の沈殿や断層運動による粘土状物質の圧入によって、割れ目が塞がれていく。

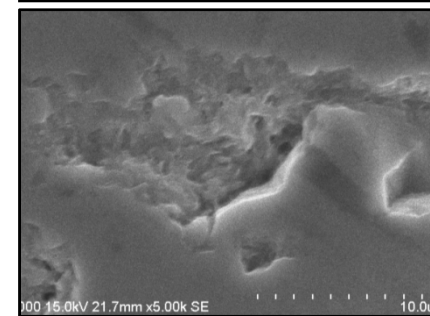
## 花崗岩の主要な構成鉱物中に物質を 閉じ込める微小空隙の存在を確認 (8月31日プレス発表)



花崗岩（健岩部）試料を用いた室内拡散試験の結果



斜長石内部の微小空隙の  
分布（緑色部分）  
(偏光顕微鏡・実体蛍光顕微鏡使用)



斜長石内部の微小空隙の  
電子顕微鏡画像



# 開かれた研究施設としての取り組み

## 共同研究と施設利用の状況(平成27年度～平成28年9月)

- 共同研究及び施設供用の状況は瑞浪市へ四半期毎に報告しています。
- 施設供用は、土地賃貸借契約に従い、瑞浪市の承認を得て実施しています。

### 共同研究

電力中央研究所	・ 地下水年代調査および評価技術の開発、物質移動特性調査および評価技術の開発
産業技術総合研究所	・ 岩盤の水理・化学・生物連成現象に関わる研究
原子力環境整備促進 ・ 資金管理センター	・ 無線計測技術（H28年度より地質環境モニタリング技術）の適用性に関する研究
東京大学	・ 地下環境の形成に関わる微生物プロセスの評価技術の研究
静岡大学	・ 大深度地球化学モニタリング技術に関わる研究
京都大学・大林組	・ 粘性流体注入に伴う周辺岩盤への影響に関する研究
清水建設・デンカ 岡山大学・日本大学	・ 低アルカリ性瞬結吹付けコンクリートと岩盤の相互作用に関する研究
鹿島建設	・ 地中レーダーによる坑道周辺岩盤における水理特性評価に関する共同研究
東京測器	・ 光ファイバーひび割れ検知センサーの安全確保技術としての適用性に関する研究

### 施設供用

東濃地震科学研究所	・ 坑内への地震計・歪計の設置（深度100～400m研究坑道）
名古屋大学	・ ニュートリノ捕捉用原子核乾板の保管（深度200m研究坑道）
早稲田大学	・ ダークマター観測のための環境中性子測定（深度100m研究坑道）
京都大学	・ 断層周辺の地下水流動特性及び物質移動特性に関する包括的研究（深度200～500m研究坑道）

# 開かれた研究施設としての取り組み

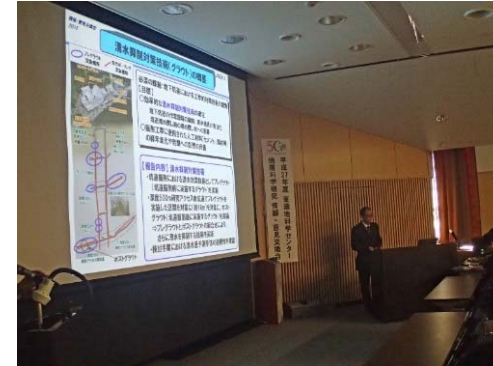
## 【児童・生徒の科学学習の支援】



(実施日)  
平成28年8月  
(参加人数)  
小学生(親子)  
中学生  
合計23名参加

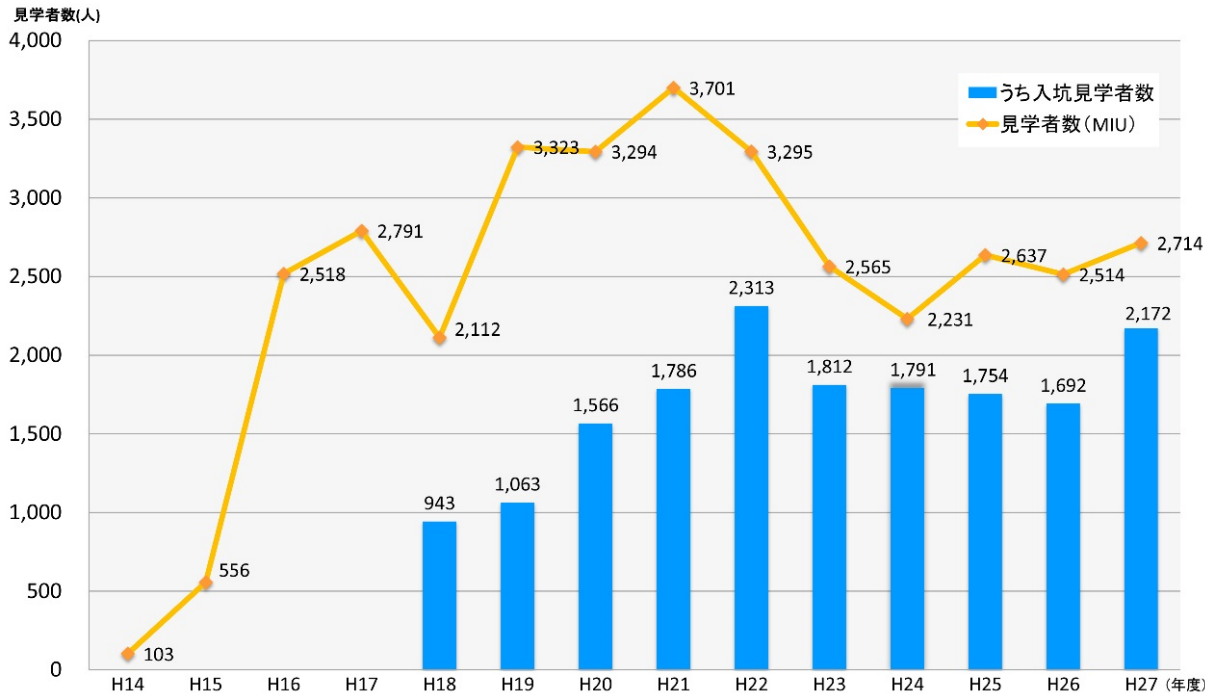
夏休みサイエンス体験イベント

## 【地層科学研究 情報・意見交換会の開催】



地層科学研究 情報・意見交換会  
(平成28年10月：117名参加)

## 【施設見学会】



## 瑞浪超深地層研究所見学者数 (平成27年度末)

累計見学者数	平成27年度見学者数
34,354 人	2,714 人
うち、累計入坑者数	うち、平成27年度入坑者数
16,892人	2,172人

**瑞浪超深地層研究所に係る環境保全協定に基づく測定結果や  
日常の排水管理状況に異常等はありませんでした。**

【平成27年度～平成28年9月】

## 「瑞浪超深地層研究所に係る環境保全協定」に基づく測定

- ① 排出水
- ② 放流先河川水
- ③ 湧水
- ④ 掘削土(主立坑及び換気立坑)
- ⑤ 花木の森散策路における空間放射線線量率

## 日常の排水管理状況

- ① 処理水の日常管理(ふっ素、ほう素の簡易測定)
- ② 処理水の水質汚濁防止法に基づく自動測定  
(全燐、全窒素、化学的酸素要求量)
- ③ 処理水と放流先河川の塩化物イオン濃度の測定

測定結果はホームページで公開しています。

([http://www.jaea.go.jp/04/tono/an\\_miuwater/an\\_miuwater.html](http://www.jaea.go.jp/04/tono/an_miuwater/an_miuwater.html))

ご清聴ありがとうございました

