

# 日本原子力研究開発機構(JAEA)における 地層処分技術に関する 研究開発の現状について

平成29年 5月31日



国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

# 本日のご説明内容

---

## 1. 研究開発の枠組み

## 2. 研究開発の内容

- ① 深地層の研究施設計画
- ② 地質環境の長期安定性に関する研究
- ③ 高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発
- ④ 使用済燃料の直接処分研究開発

## 3. 成果の発信と施設の公開

## 4. まとめ

# 本日のご説明内容

---

## 1. 研究開発の枠組み

## 2. 研究開発の内容

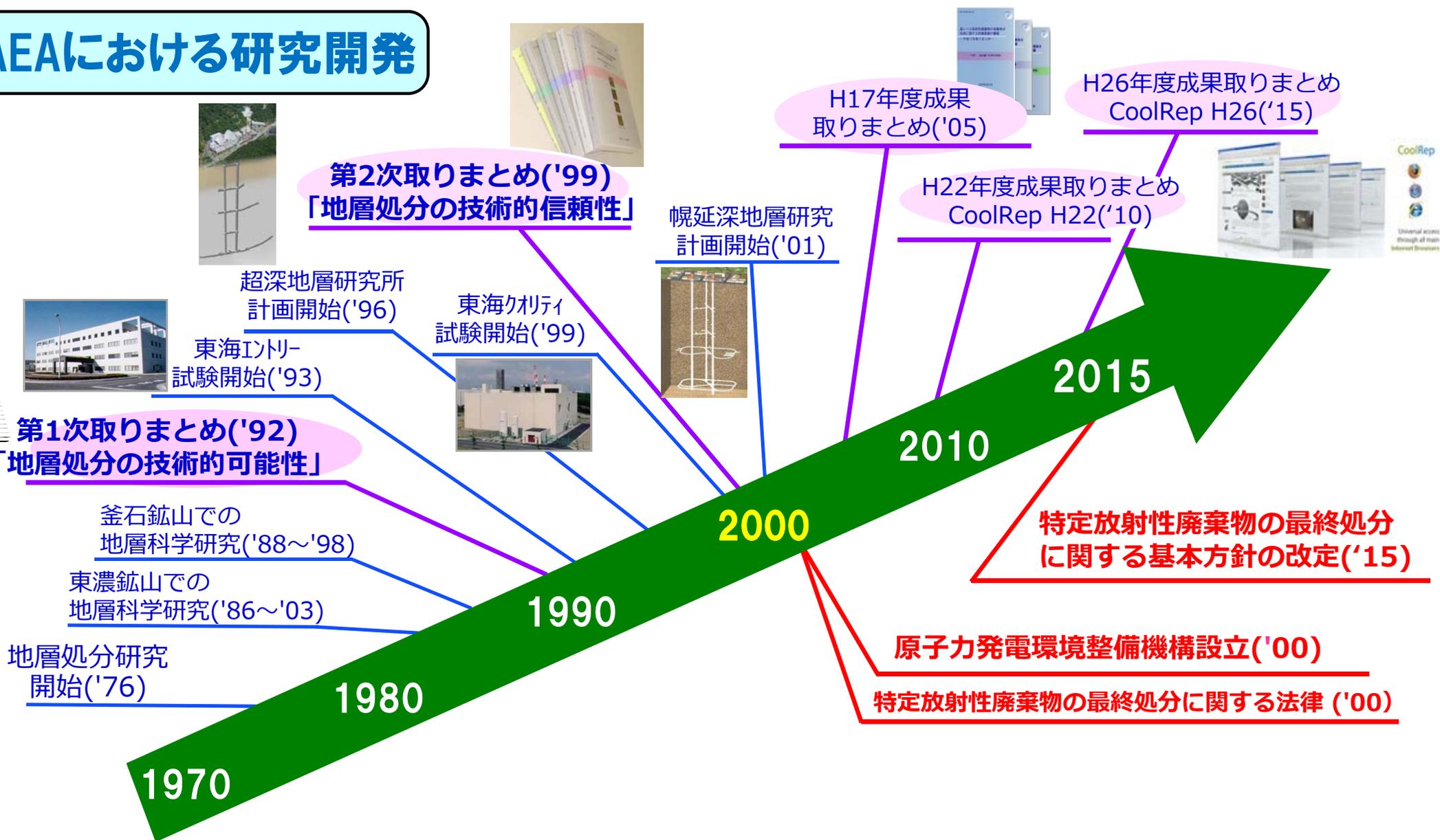
- ① 深地層の研究施設計画
- ② 地質環境の長期安定性に関する研究
- ③ 高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発
- ④ 使用済燃料の直接処分研究開発

## 3. 成果の発信と施設の公開

## 4. まとめ

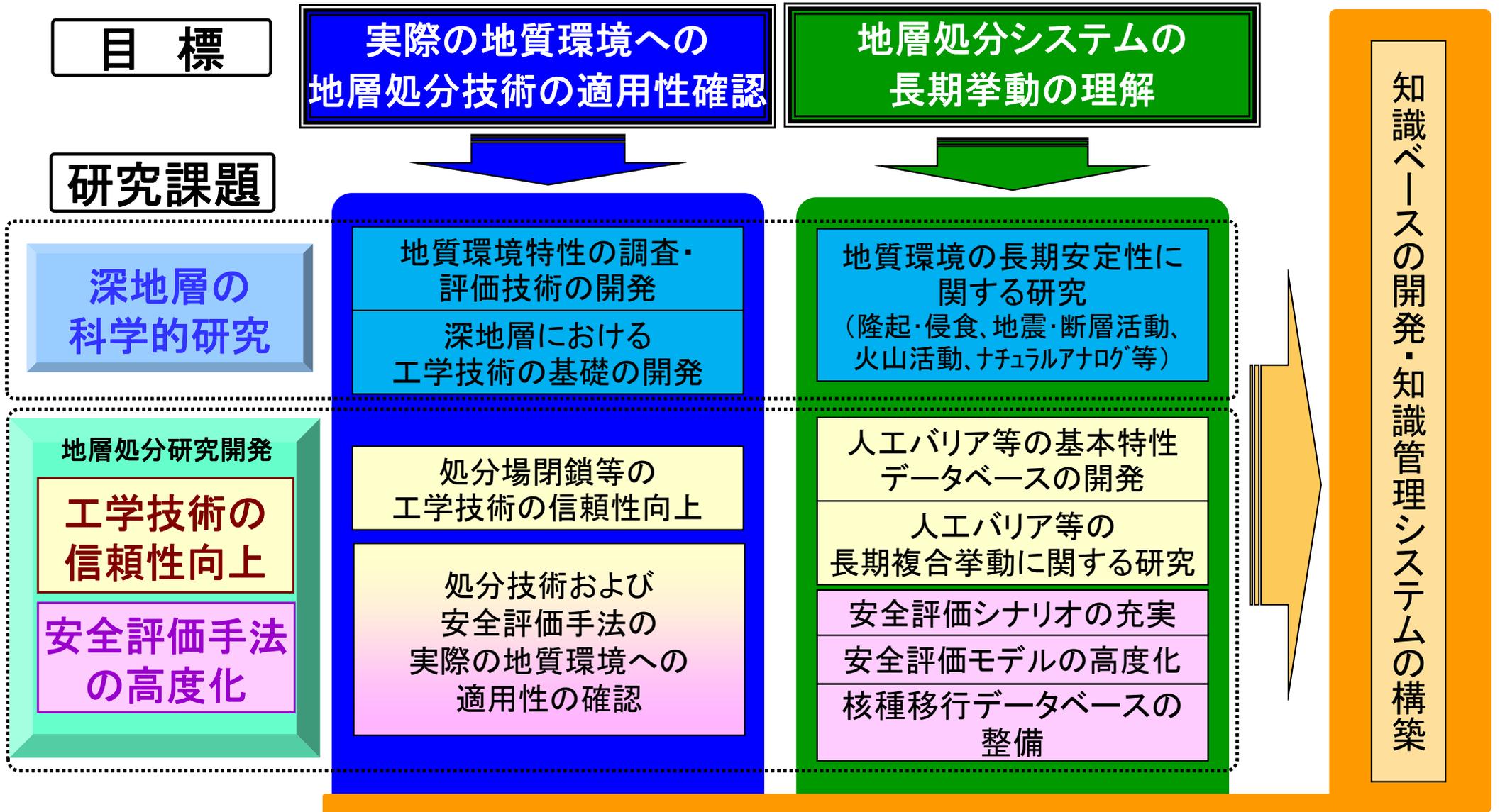
# 研究開発の経緯

## JAEAにおける研究開発

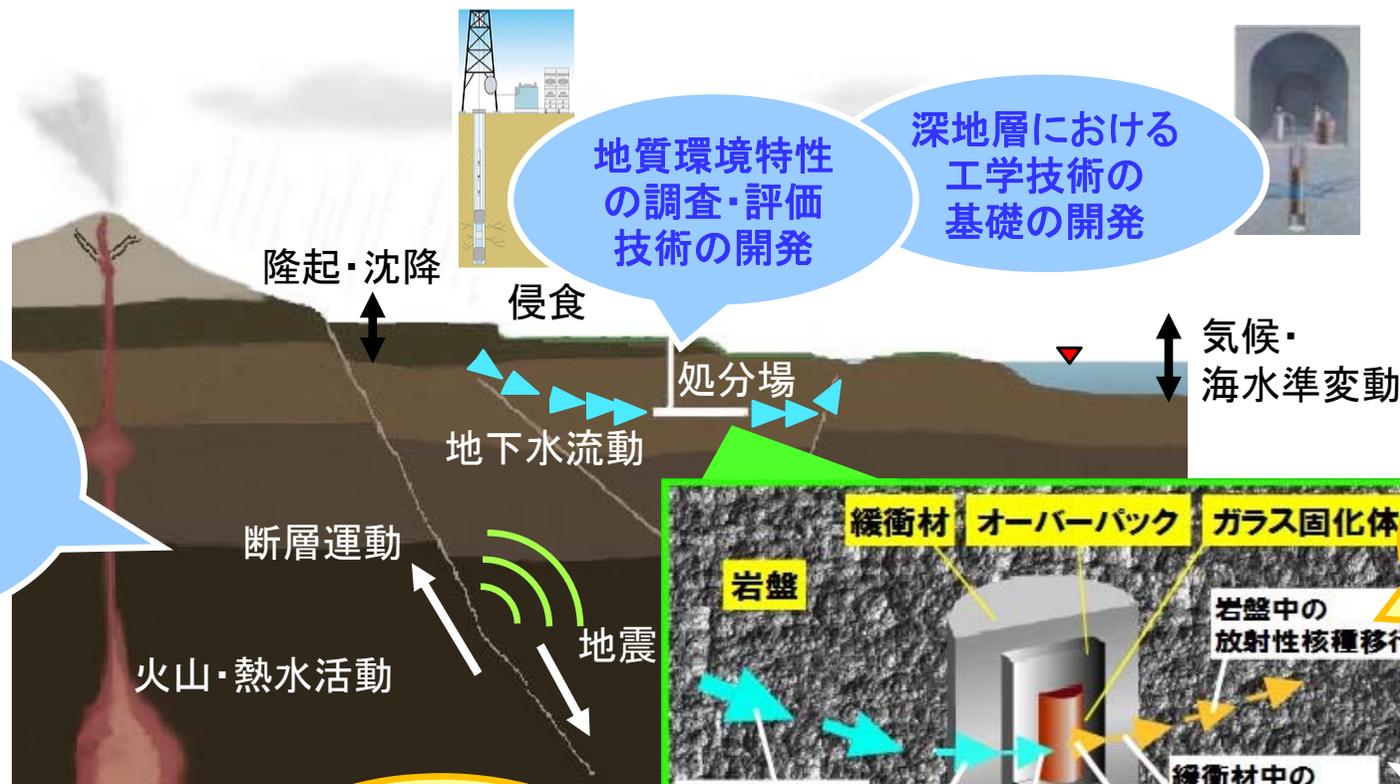


# JAEAにおける研究開発の目標と研究課題

- 地層処分の技術と信頼を支える基盤的な研究開発を推進
- 各研究課題は「地層処分基盤研究開発に関する全体計画」に基づく。



# 各研究開発項目のイメージ



地質環境特性の調査・評価技術の開発

深地層における工学技術の基礎の開発

地質環境の長期安定性に関する研究

人工バリア等の基本特性データベースの開発

処分場閉鎖等の工学技術の信頼性向上

人工バリア等の長期複合挙動に関する研究

核種移行データベースの整備



処分技術および安全評価手法の実際の地質環境への適用性の確認

安全評価モデルの高度化

安全評価シナリオの充実



# JAEAの第3期中長期計画 (H27-33年度) の概要

## ○ 高レベル放射性廃棄物の処分技術等に関する研究開発

### 1) 深地層の研究施設計画

深地層の研究施設計画における研究開発の進捗状況等については、平成31年度末を目途に、外部専門家による評価等により確認する。

- ・ 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等、必須の課題について平成31年度末までの5年間で成果を出すことを前提に重点的に取り組む。

平成31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。

- ・ 幌延深地層研究計画については、

実際の地質環境における人工バリアの適用性確認等、必須の課題について重点的に取り組む。

平成31年度末までに研究終了までの工程やその後の埋め戻しについて決定する。

### 2) 地質環境の長期安定性に関する研究

自然現象に伴う地質環境の変化を予測・評価する技術を整備する。

### 3) 高レベル放射性廃棄物の地層処分研究開発

高レベル放射性廃棄物の地層処分に係る処分システム構築・評価解析技術の先端化・体系化を図る。

### 4) 使用済燃料の直接処分研究開発

海外の直接処分に関する最新の技術動向を調査するとともに、代替処分オプションとしての使用済燃料直接処分の調査研究に取り組み、成果を取りまとめる。

# 地層処分技術に関する研究開発の拠点

(イメージ図)



瑞浪超深地層研究所  
(岐阜県瑞浪市)

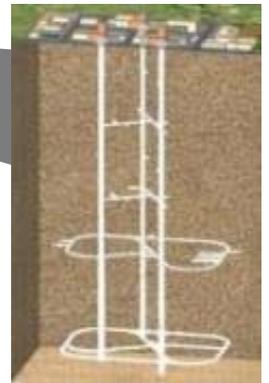


土岐地球年代学研究所  
(岐阜県土岐市)

(イメージ図)



幌延深地層研究所  
(北海道幌延町)



## 幌延深地層研究センター

● 幌延深地層研究計画(堆積岩)

深地層の科学的研究

工学技術の信頼性向上

安全評価手法の高度化

## 東濃地科学センター

● 超深地層研究所計画  
(結晶質岩)

深地層の科学的研究

## 核燃料サイクル工学研究所(東海)



地層処分基盤研究施設 (茨城県東海村)  
[エントリー]



地層処分放射化学研究施設  
[クオリティ]



工学技術の信頼性向上

安全評価手法の高度化

# 本日のご説明内容

---

## 1. 研究開発の枠組み

## 2. 研究開発の内容

- ① 深地層の研究施設計画
- ② 地質環境の長期安定性に関する研究
- ③ 高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発
- ④ 使用済燃料の直接処分研究開発

## 3. 成果の発信と施設の公開

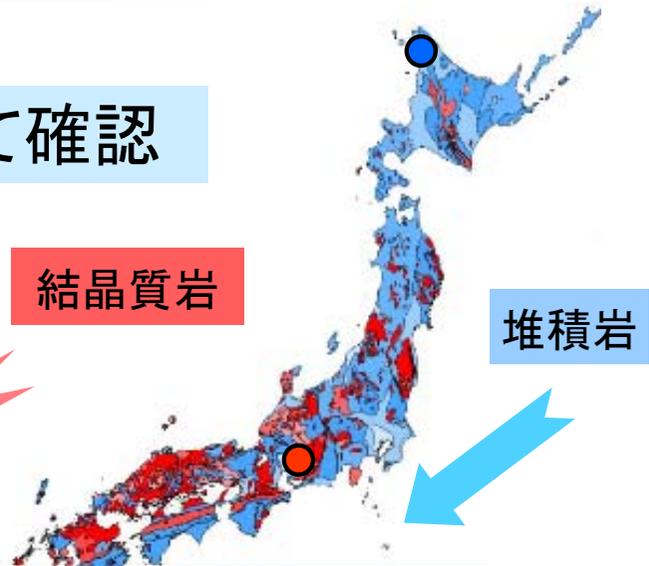
## 4. まとめ

# 深地層の研究施設計画

① 地層処分技術を実際の地質環境に適用して確認

② わが国固有の地質環境の理解

③ 深地層を体験・理解する場の整備



結晶質岩

堆積岩

瑞浪超深地層研究所  
(岐阜県瑞浪市)

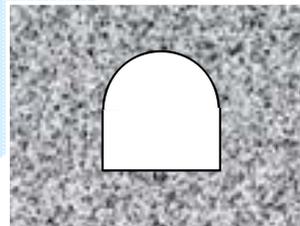
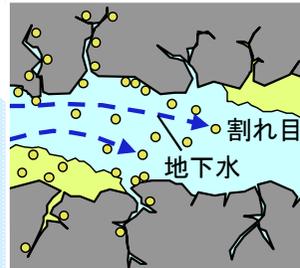
幌延深地層研究所  
(北海道幌延町)



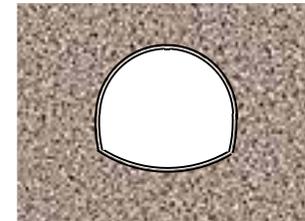
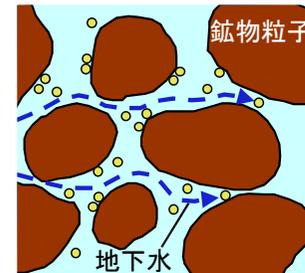
花崗岩  
(結晶質岩)

淡水系

硬岩



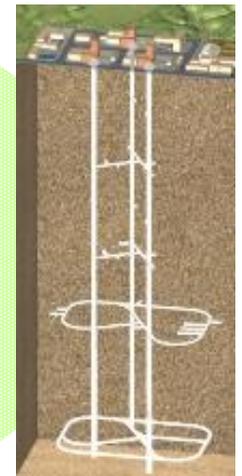
(イメージ図)



泥岩  
(堆積岩)

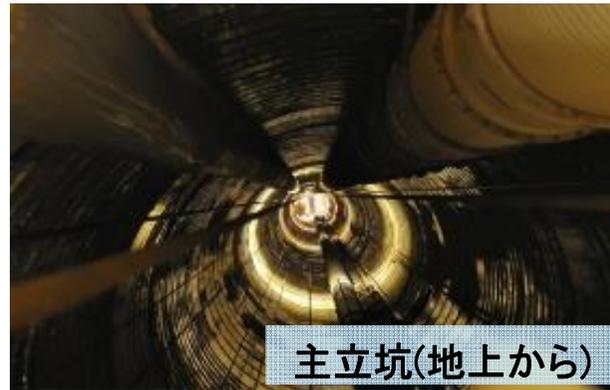
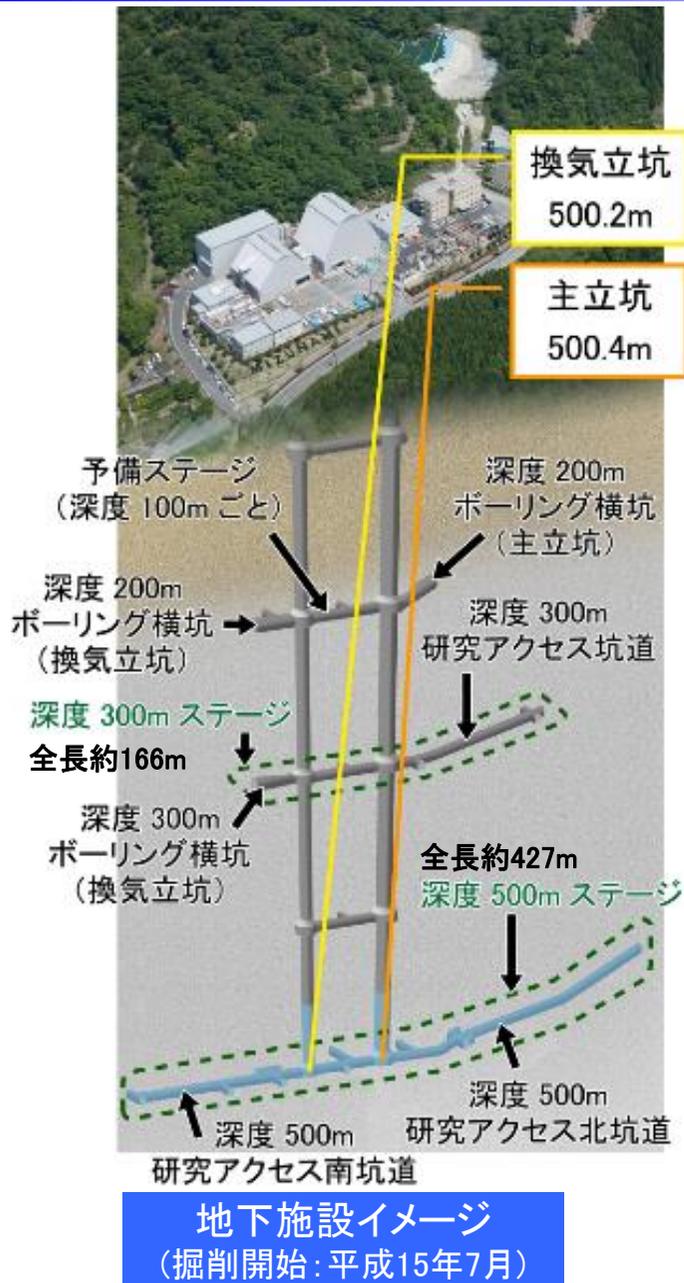
塩水系

軟岩



(イメージ図)

# 瑞浪超深地層研究所（岐阜県 瑞浪市）



深度500m研究水平坑道 掘削完了(平成26年2月4日)



# 幌延深地層研究所（北海道 幌延町）



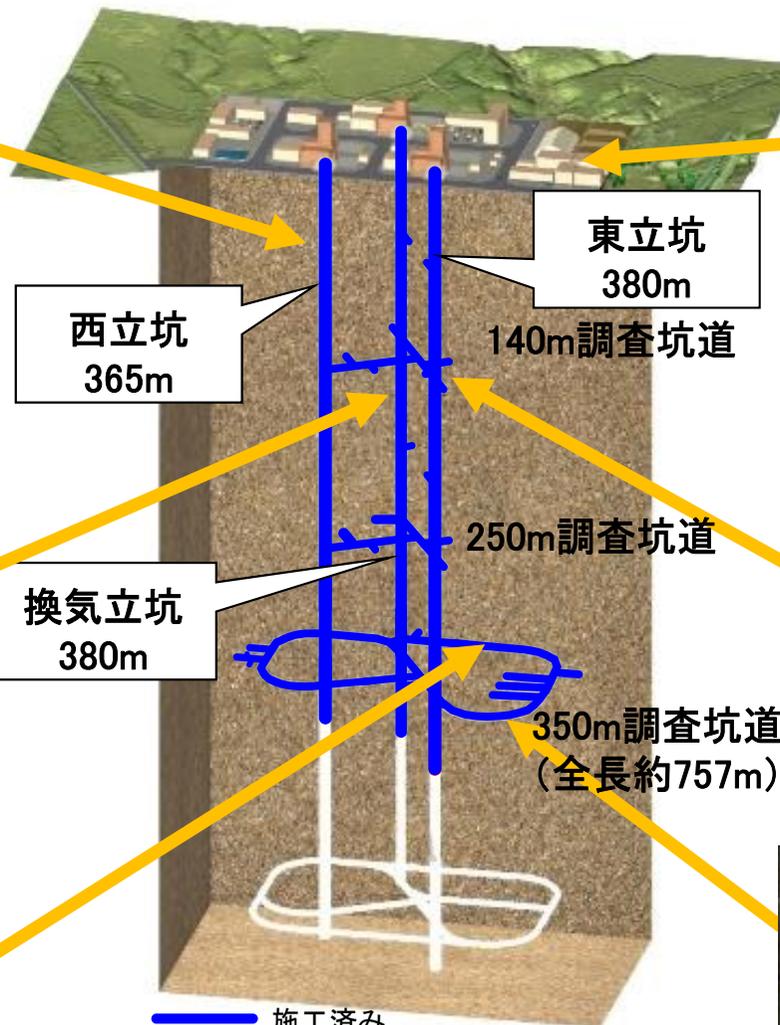
西立坑掘削工事(上部工)  
(平成23年2月25日)



換気立坑



350m調査坑道貫通  
(平成25年10月9日)



地下施設イメージ  
(掘削開始:平成17年11月)

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。

深度350m調査坑道の水平坑道整備完了  
(平成26年6月)



ゆめ地創館

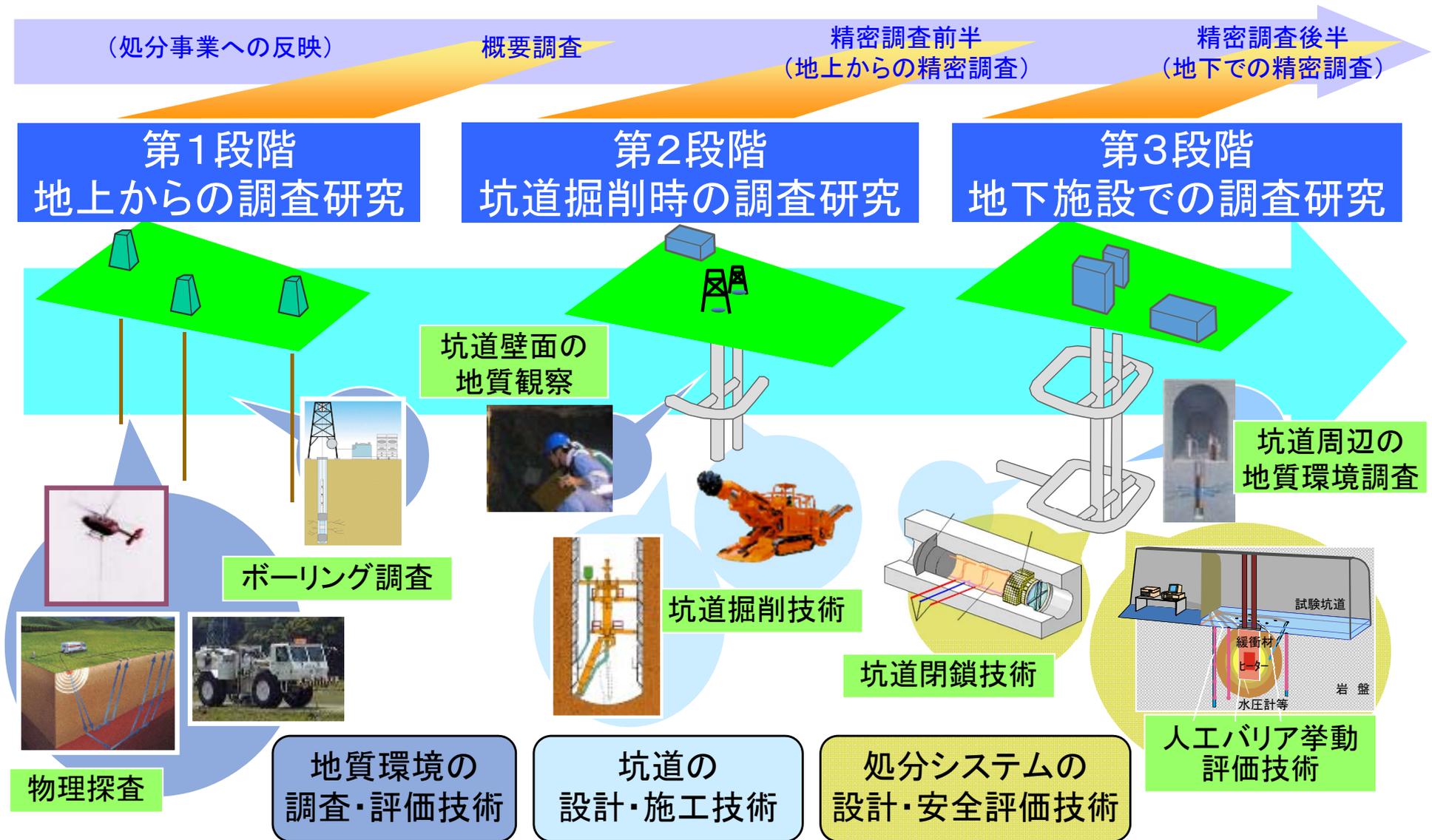


ボーリング調査



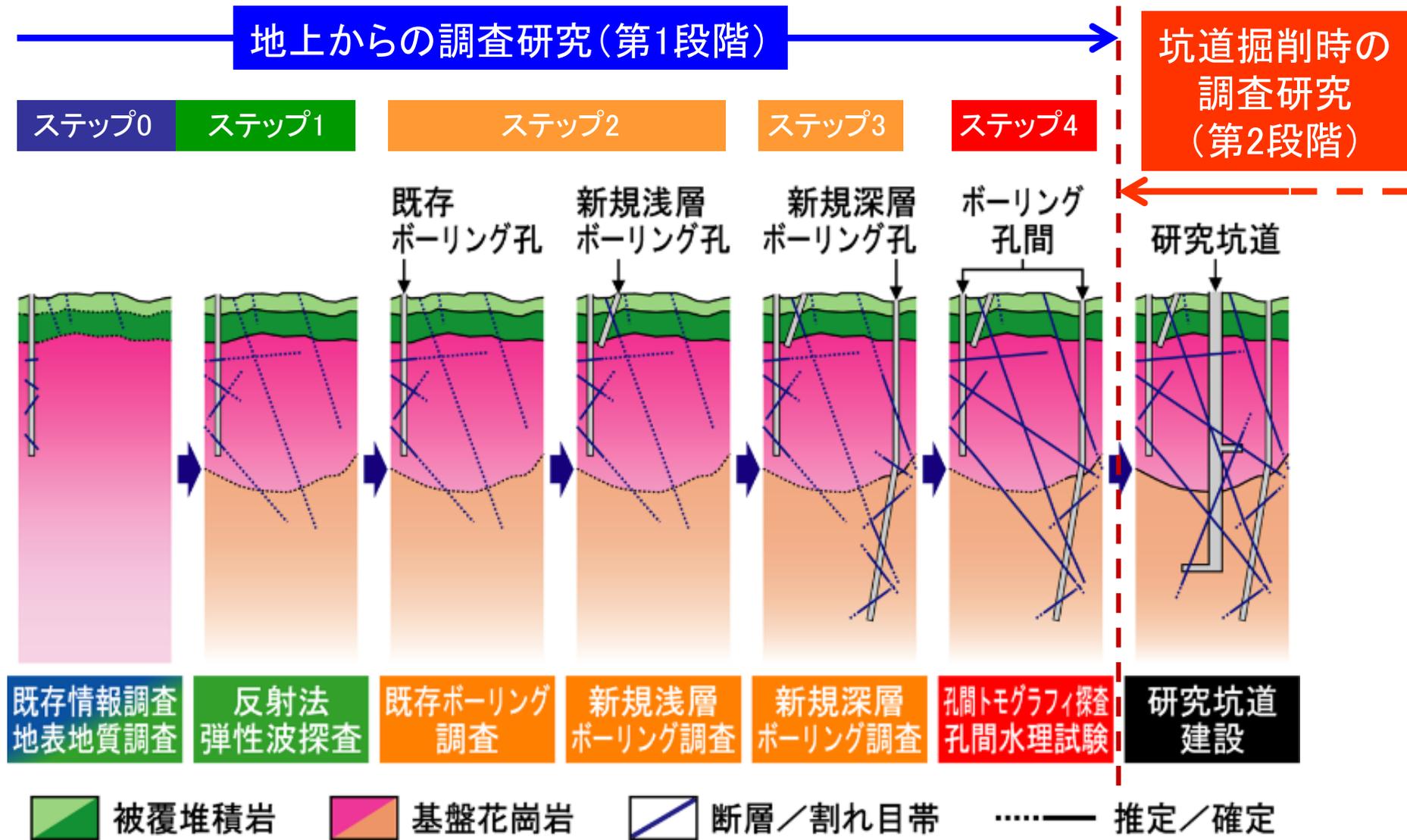
350m調査坑道

# 深地層の研究施設設計画の進め方



図はイメージ。幌延深地層研究計画では、堆積岩における地層処分研究開発も実施。

# 地質環境の調査・評価技術の体系化（瑞浪）



- 不確実性を低減するために有効な地上からの調査技術やその組み合わせを、第2段階で取得される実際の地質環境データに基づき確認しつつ技術を体系化

# 地質環境モデルの構築（幌延：地質構造モデル）

## 地上からの調査研究（第1段階）

地表地質調査



地上物理探査



ボーリング調査

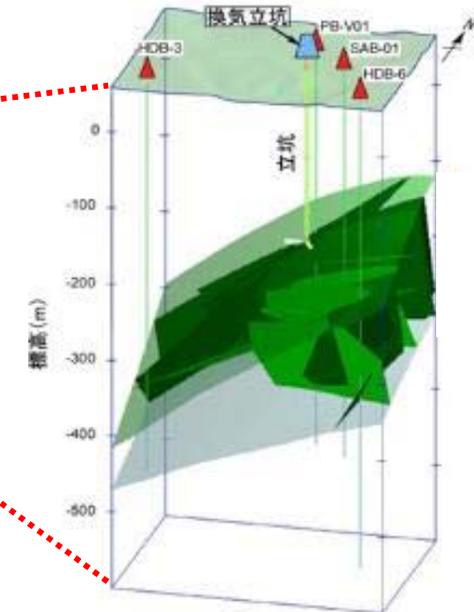
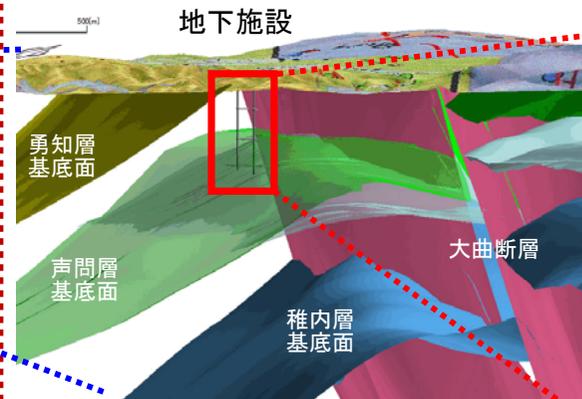
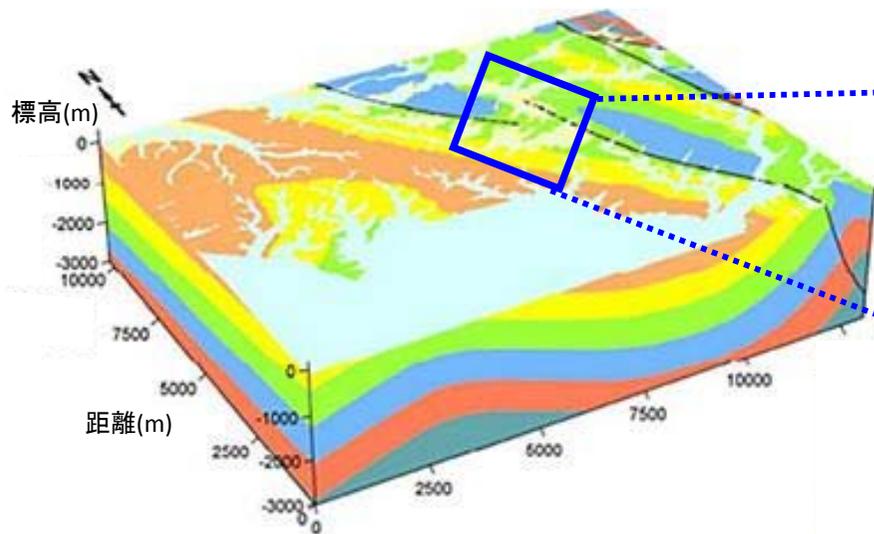


## 坑道掘削時の調査研究（第2段階）

壁面地質観察



坑道内ボーリング調査



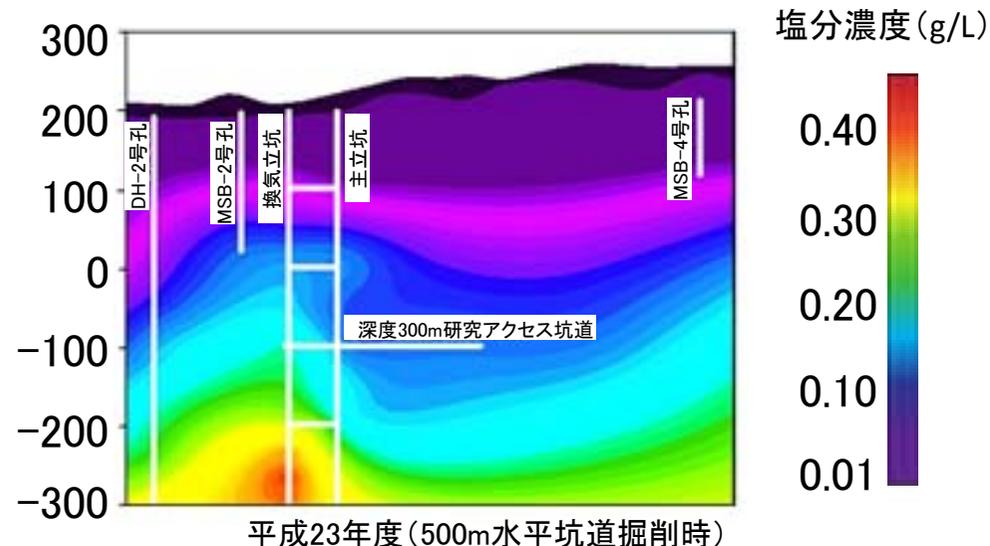
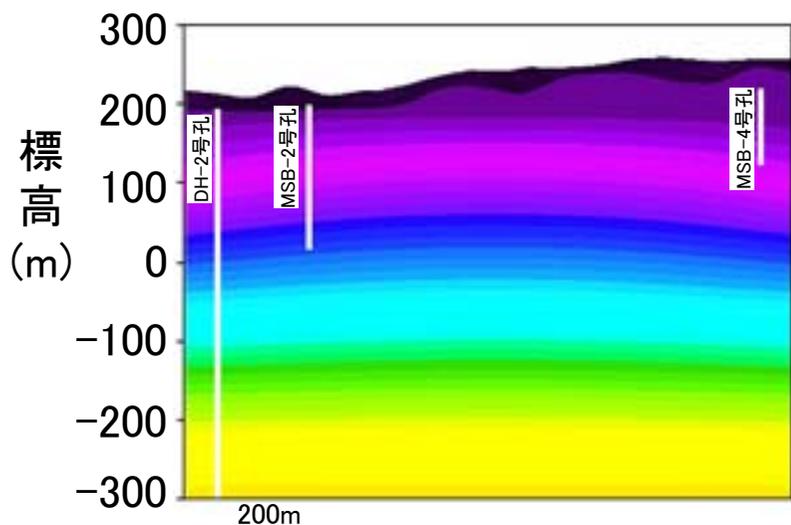
- 地上および地下での調査により、地下の地質構造の分布を効果的に推定する手法を整備
- 坑道内の地質観察等に基づき、地上から地下を推定する際の精度や限界を確認

# 地質環境の変化（瑞浪・幌延：地球化学モデル）

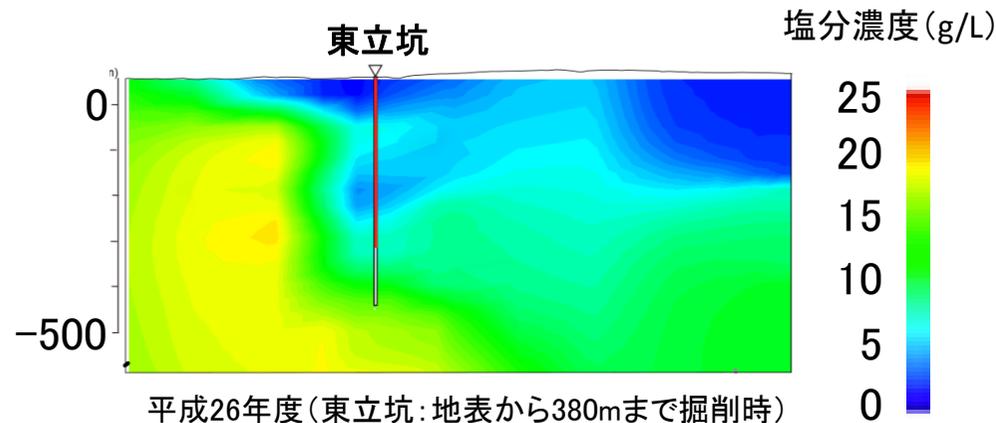
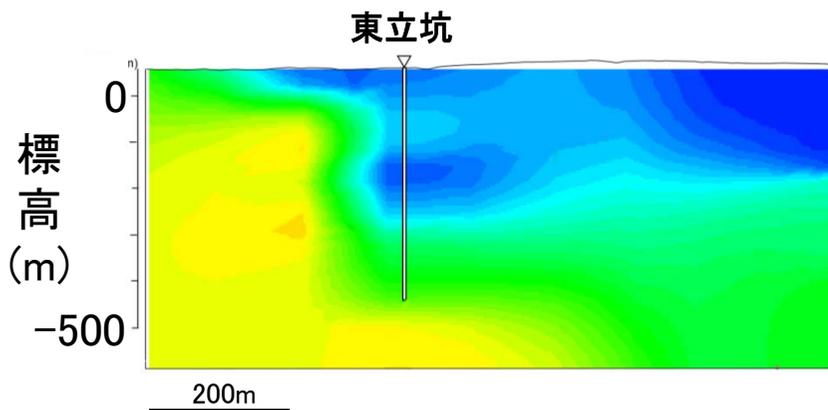
第1段階（坑道掘削前）

第2段階（坑道掘削中）

瑞浪



幌延

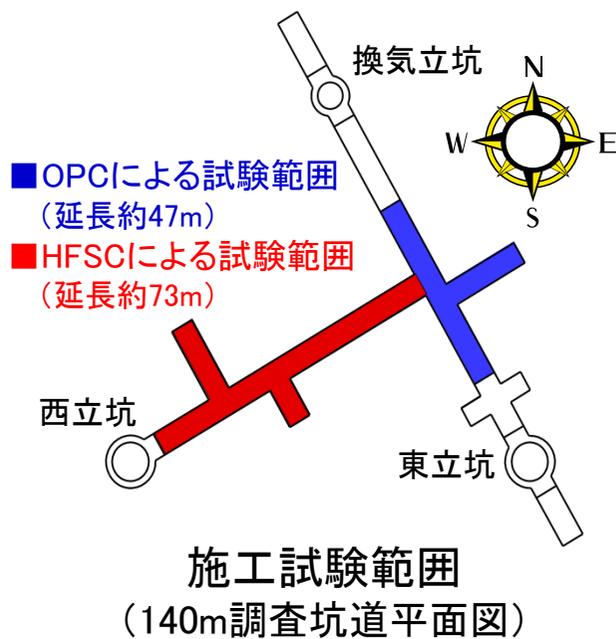


- 坑道掘削に伴う水質変化のプロセスを定量的に評価するとともに、将来変化を予測するための調査解析技術を整備

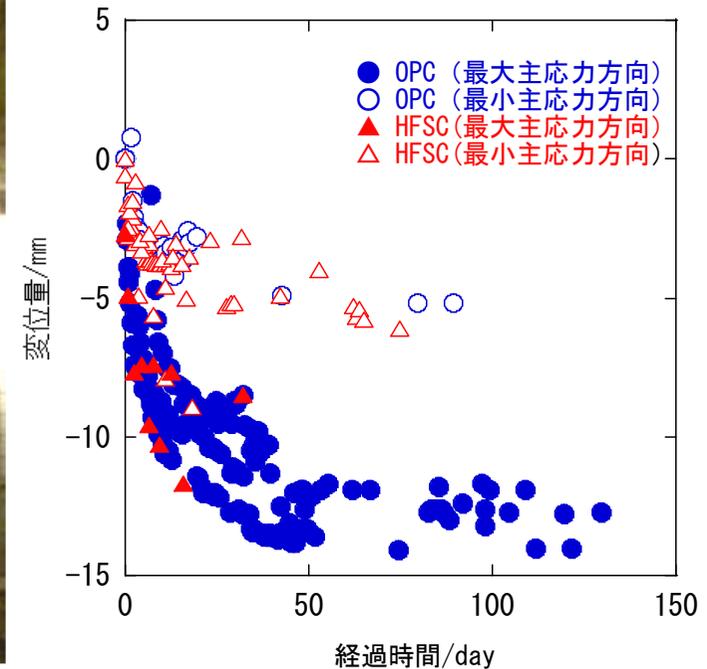
# 低アルカリ性セメントの開発（幌延）

## 低アルカリ性セメントを用いた吹付けコンクリートの原位置施工試験

- 地下坑道を維持するために用いられるセメント(普通ポルトランドセメント OPC: Ordinary Portland Cement)により、地下水が高アルカリ性(pH13程度)となり、人工バリアや周辺岩盤が変質・劣化する可能性
- ⇒ 影響を低減するため、低アルカリ化(pH11以下)を指向した低アルカリ性セメント(HFSC: Highly Fly-ash contained Silica-fume Cement)を開発



吹付け施工試験の様子



内空変位の経時変化

- 世界で初めて低アルカリ性セメントの坑道規模における吹付け施工に成功
- 普通ポルトランドセメントと同等の施工性であることを確認

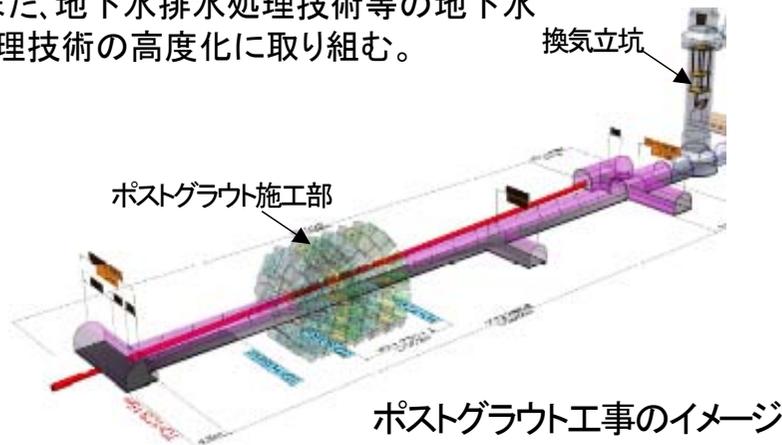
# 今後の研究開発計画 瑞浪超深地層研究所（必須の課題）

## ① 地下坑道における工学的対策技術の開発

- ◆大規模湧水に対するウォータータイトグラウト技術
- ◆地下水管理技術

[概要] 深度500mの研究坑道において、坑道への湧水量をプレグラウトとポストグラウトの組合せによって制御可能とするウォータータイトグラウト施工技術を実証する。

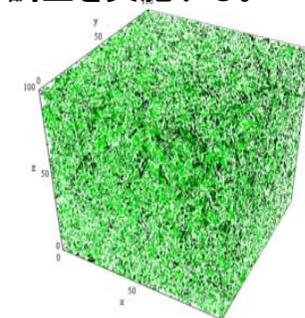
また、地下水排水処理技術等の地下水管理技術の高度化に取り組む。



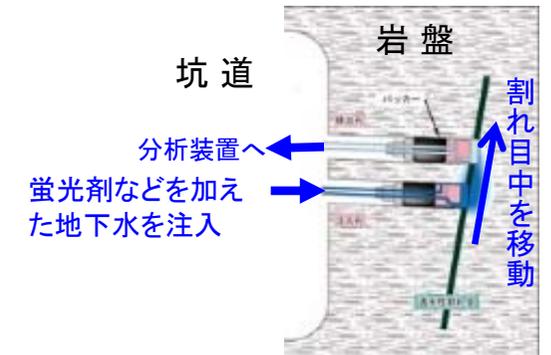
## ② 物質移動モデル化技術の開発

- ◆長期的な変遷を含めた地下深部におけるわが国固有の亀裂ネットワーク中の地下水流動・物質移動に関する試験及びモデル化技術

[概要] 深度500mの研究坑道において、結晶質岩(花崗岩)中の割れ目での物質の移動現象を理解し、モデル化するための調査解析を実施する。また、割れ目の透水性及び地下水流動・水質の長期的変化や地下水流動の緩慢さを明らかにするための調査を実施する。



割れ目分布モデル

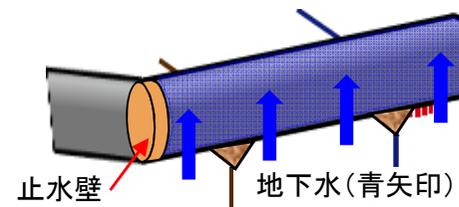


研究坑道内での物質移動試験の例

## ③ 坑道埋め戻し技術の開発

- ◆坑道閉鎖に伴う環境回復試験技術
- ◆長期モニタリング技術など

[概要] 深度500mの研究坑道において、坑道の一部を埋め戻し、地下水を自然に冠水させることによる地下水の水圧・水質及び坑道周辺岩盤の化学的・力学的変化を観察し、地質環境の回復能力等を評価するとともに、地質環境に応じた埋め戻し技術の構築を目指す。また、長期の観測に必要なモニタリング技術の開発を実施する。



再冠水試験のイメージ



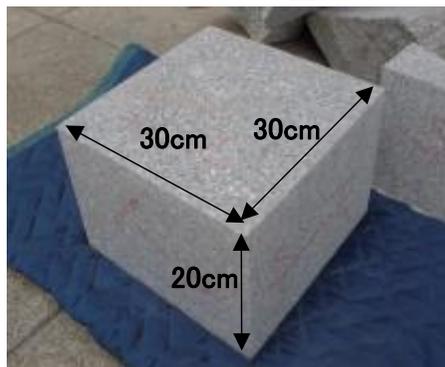
モニタリング装置

# 必須の課題に係る研究成果の一例（瑞浪）

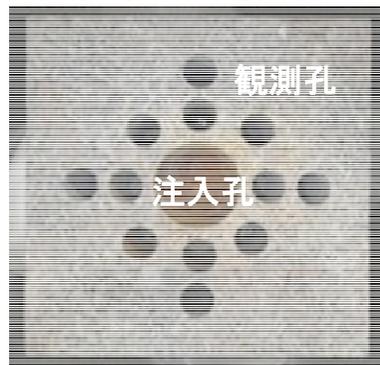
## 室内拡散試験による物質移動特性調査

## 試料の観察結果(鉛直断面)

岩石試料の整形



試験孔の掘削

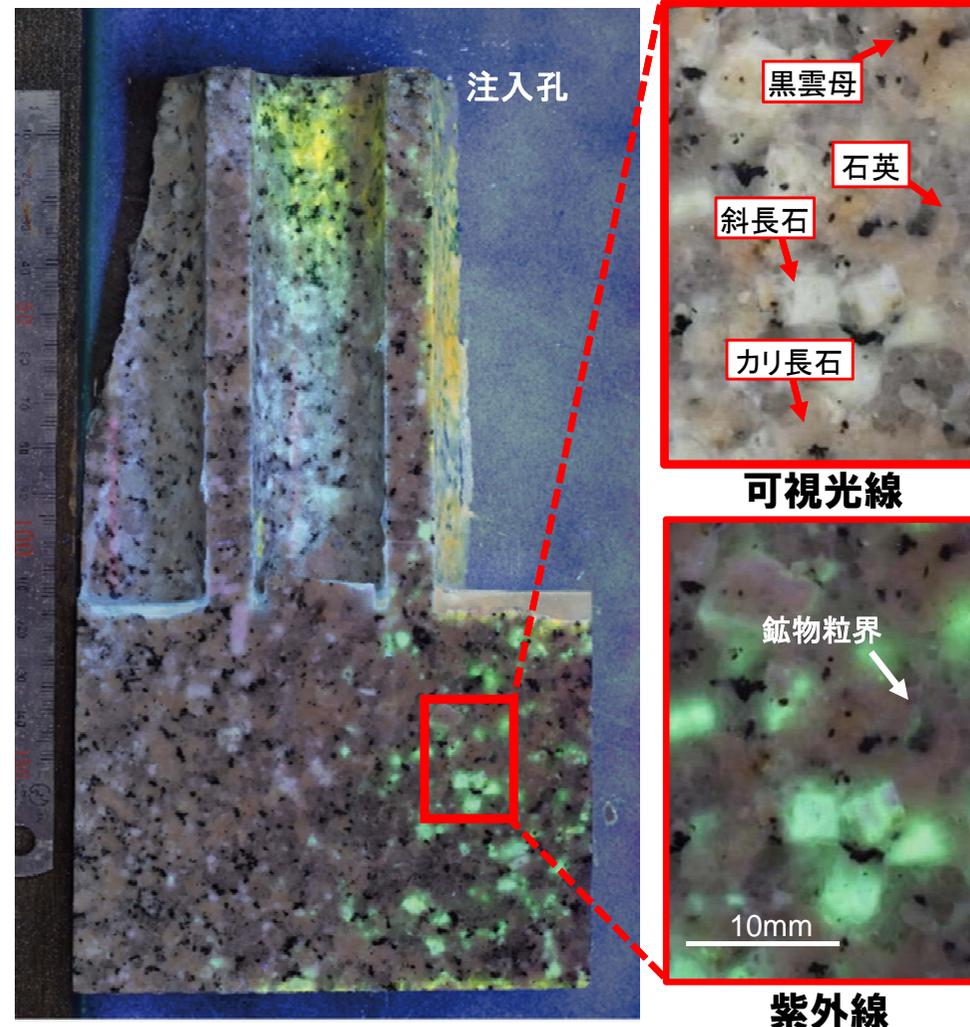
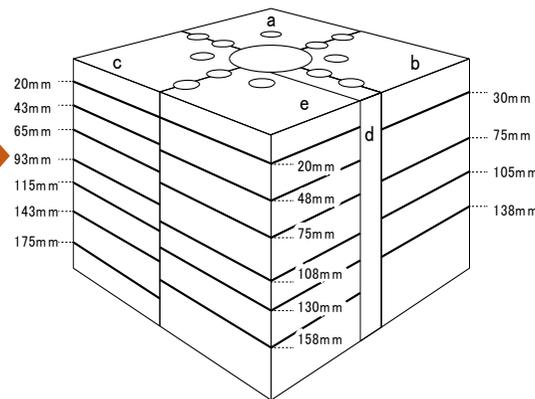


浸水・試験開始



使用トレーサー: 蛍光染料(ウラン)  
試験日数: 403日

試料の切断、観察・分析



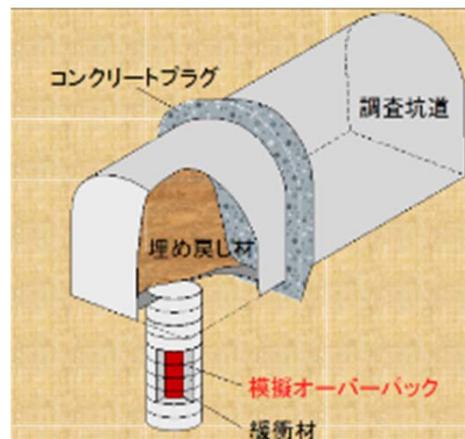
- 花こう岩を構成する鉱物のひとつである斜長石の微小空隙にトレーサーを確認
- 割れ目がない花こう岩においても、核種移行の遅延効果が期待できる可能性を示唆

# 今後の研究開発課題 幌延深地層研究所（必須の課題）

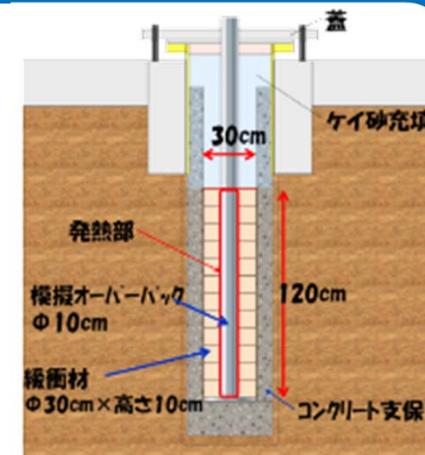
## ① 実際の地質環境における人工バリアの適用性確認

平成26年度から深度350m調査坑道で実施している人工バリア性能確認試験、オーバーパック腐食試験、物質移行試験を通して、実際の地質環境において、人工バリアや周辺岩盤中での熱-水-応力-化学連成挙動や物質移行現象などを計測・評価する技術の適用性を確認し、「精密調査後半」に必要となる実証試験の技術基盤を確立する。

- 人工バリア性能確認試験
- オーバーパック腐食試験
- 物質移行試験



人工バリア性能確認試験

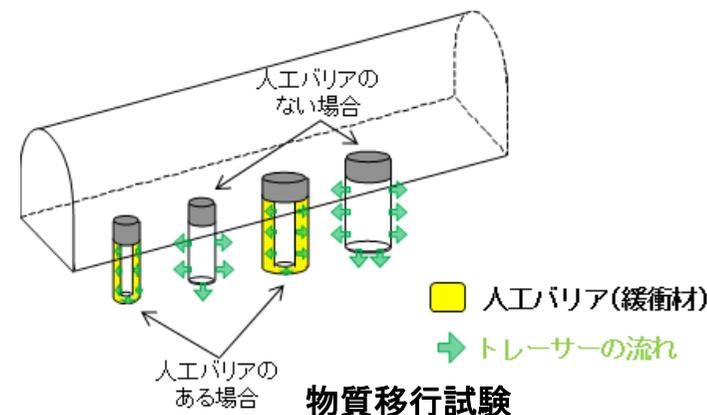


オーバーパック腐食試験

## ② 処分概念オプションの実証

人工バリア設置環境の深度依存性を考慮し、種々の処分概念オプションの工学的実現性を実証し、多様な地質環境条件に対して柔軟な処分場設計を行うことを支援する技術オプションを提供する。

- 処分孔等の湧水対策・支保技術等の実証試験
- 人工バリアの定置・品質確認等の方法論に関する実証試験
- 高温(100℃以上)等の限界的条件下での人工バリア性能確認試験



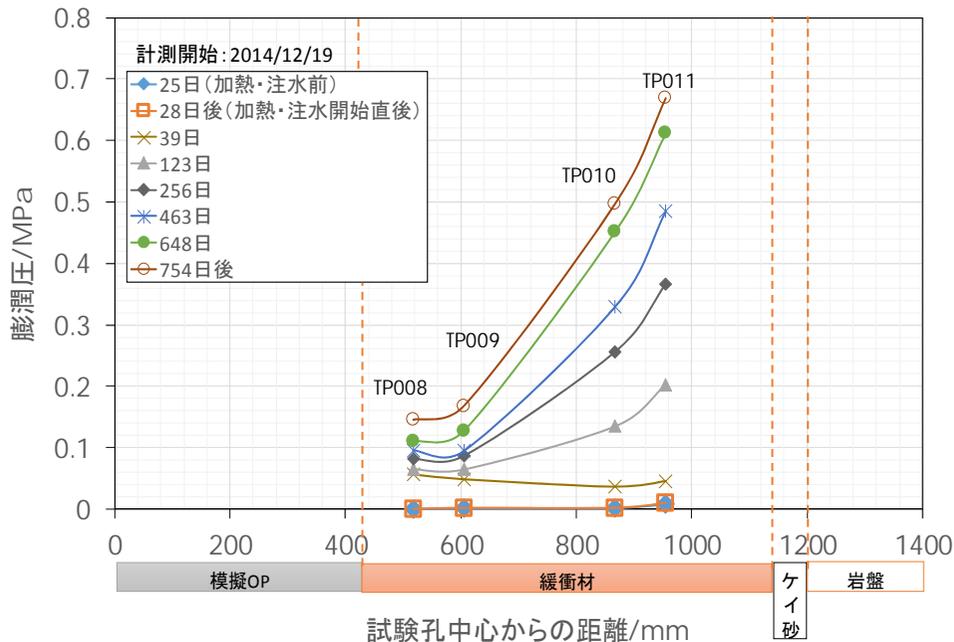
## ③ 地殻変動に対する堆積岩の緩衝能力の検証

地震・断層活動等の地殻変動に対する力学的・水理学的な緩衝能力を定量的に検証し、堆積岩地域における立地選定や処分場の設計を、より科学的・合理的に行える技術と知見を整備する。

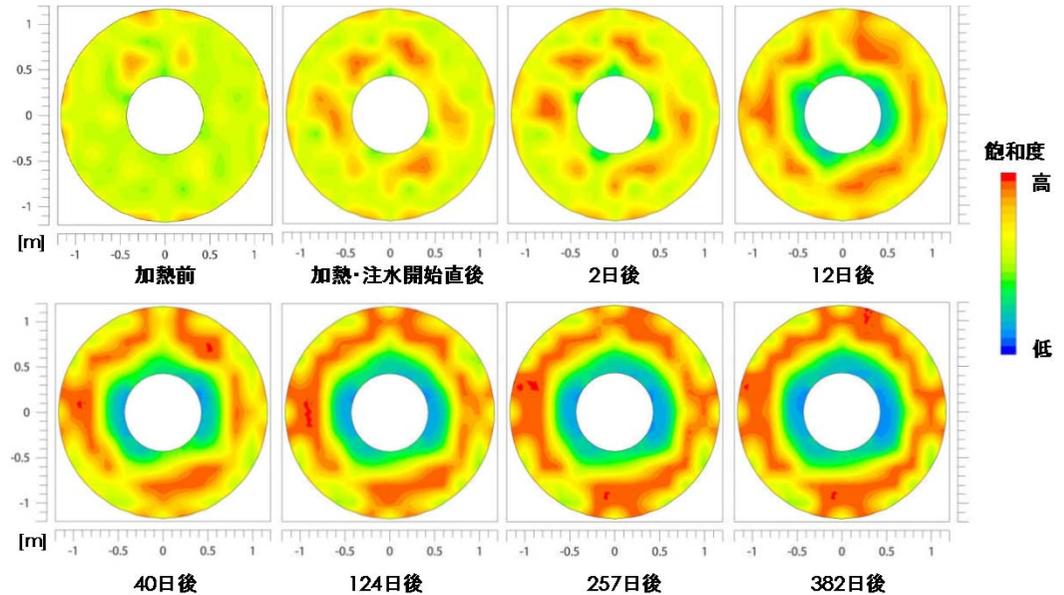
- 水圧擾乱試験等による緩衝能力の検証・定量化
- 地殻変動による人工バリアへの影響・回復挙動試験

# 必須の課題に係る研究成果の一例（幌延）

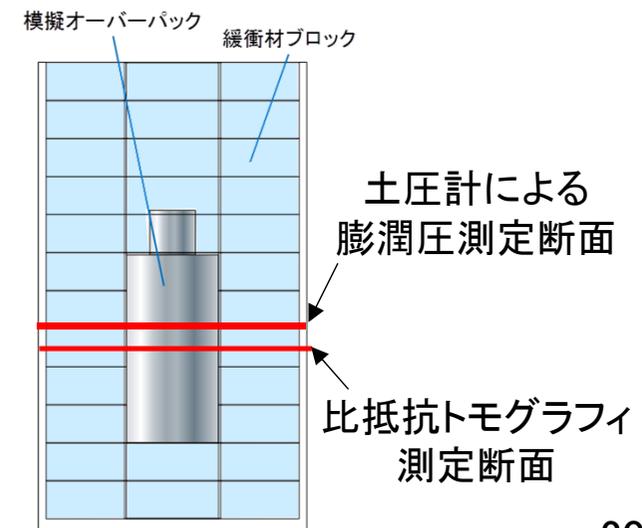
人工バリア性能確認試験における熱－水理－力学－化学に関するデータの取得



土圧計を用いて測定した緩衝材の膨潤圧



比抵抗トモグラフィを用いて測定した緩衝材の水分飽和度



- 比抵抗トモグラフィや土圧計による測定結果から、緩衝材のほぼ中間まで地下水が浸潤していることを確認
  - 今後、熱、水理、力学及び化学に関するデータによる四連成メカニズムの評価を通じて、実際の地質環境における評価手法の適用性を確認

# 本日のご説明内容

---

## 1. 研究開発の枠組み

## 2. 研究開発の内容

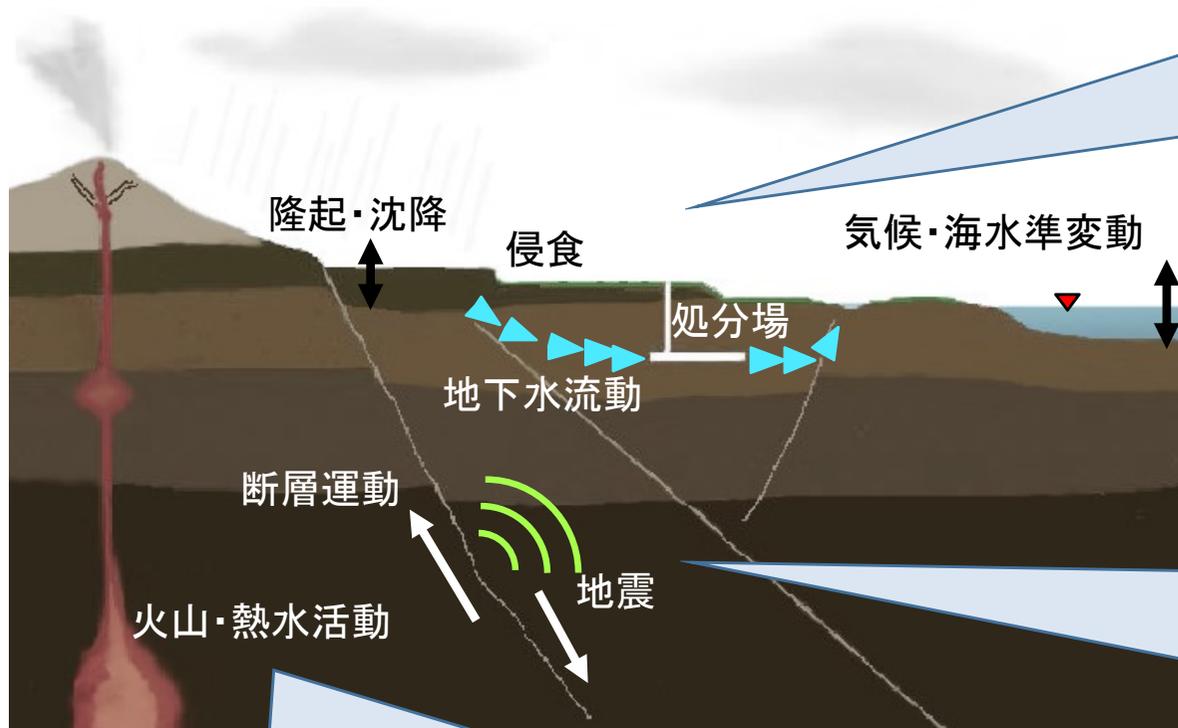
- ① 深地層の研究施設計画
- ② 地質環境の長期安定性に関する研究
- ③ 高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発
- ④ 使用済燃料の直接処分研究開発

## 3. 成果の発信と施設の公開

## 4. まとめ

# 地質環境の長期安定性に関する研究

## 地層処分において考慮すべき自然現象



### 【隆起・侵食】

### 【気候・海水準変動】

- ・処分施設及び廃棄体の地表への接近
- ・地下水の流動特性や水質の変化による放射性物質の移行等

### 【地震・断層運動】

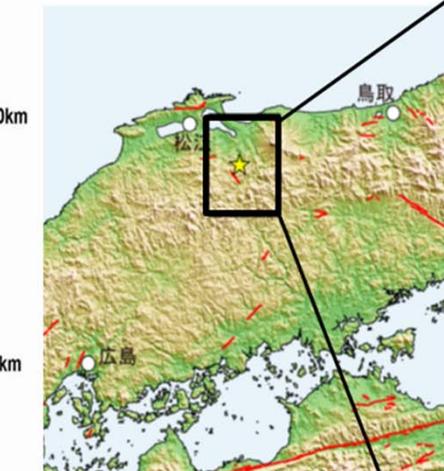
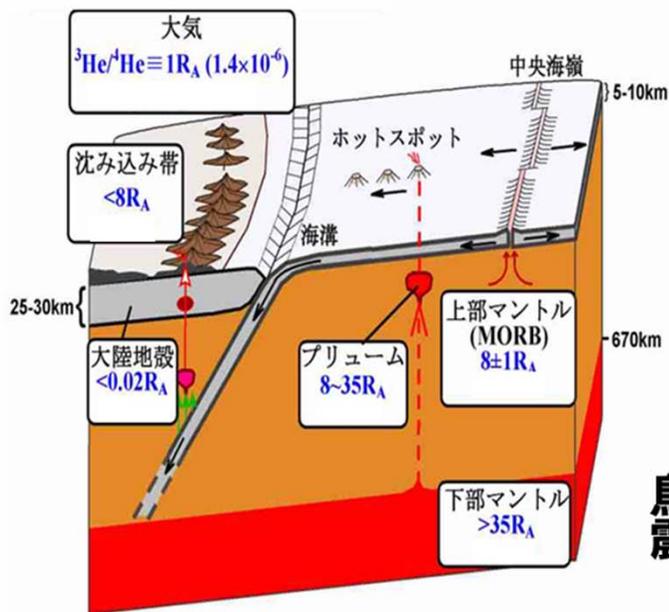
- ・岩盤の破断・破碎による処分施設及び廃棄体の破損
- ・岩盤の破断・破碎による地下水移行経路の形成, 岩盤歪に起因する地下水圧の変化等

### 【火山・熱水活動】

- ・マグマの貫入・噴出による廃棄体の破壊
- ・地温上昇・熱水対流の発生, 熱水・火山ガスの混入による地下水の水質変化等

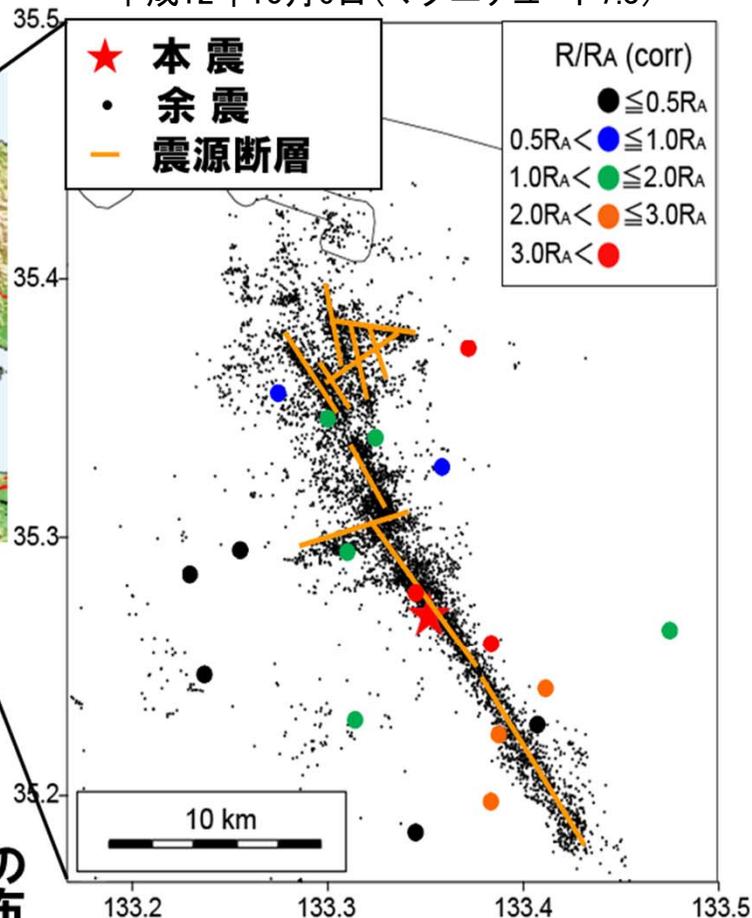
# 地震・断層運動に関する調査技術開発

変動地形が明瞭でない活断層の調査技術  
(地下水中のヘリウム同位体比の測定)



鳥取県西部地震余震域の  
He同位体比の分布

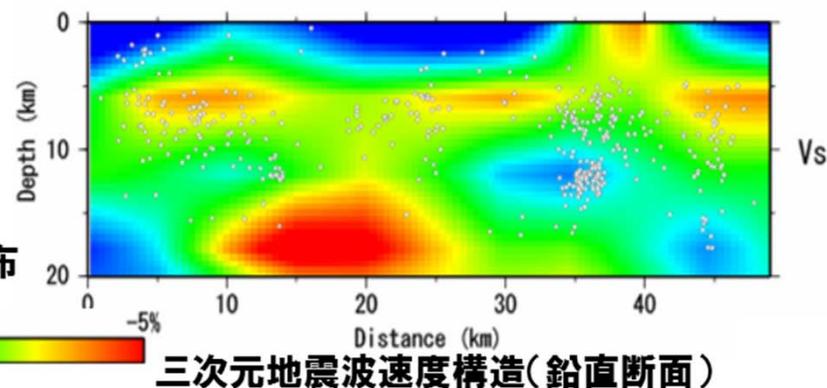
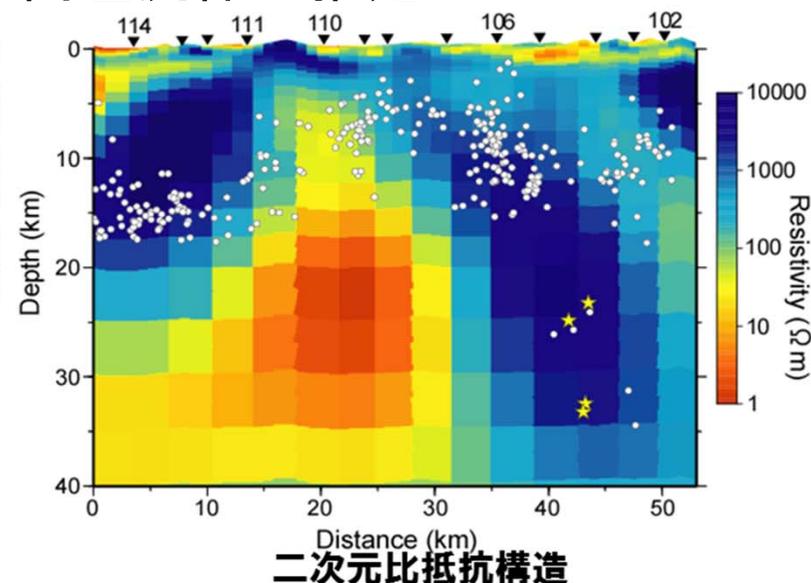
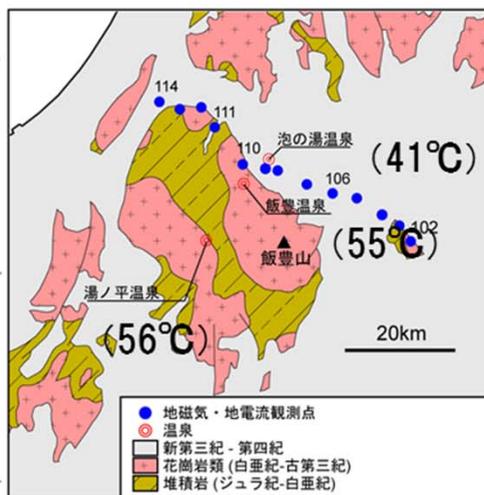
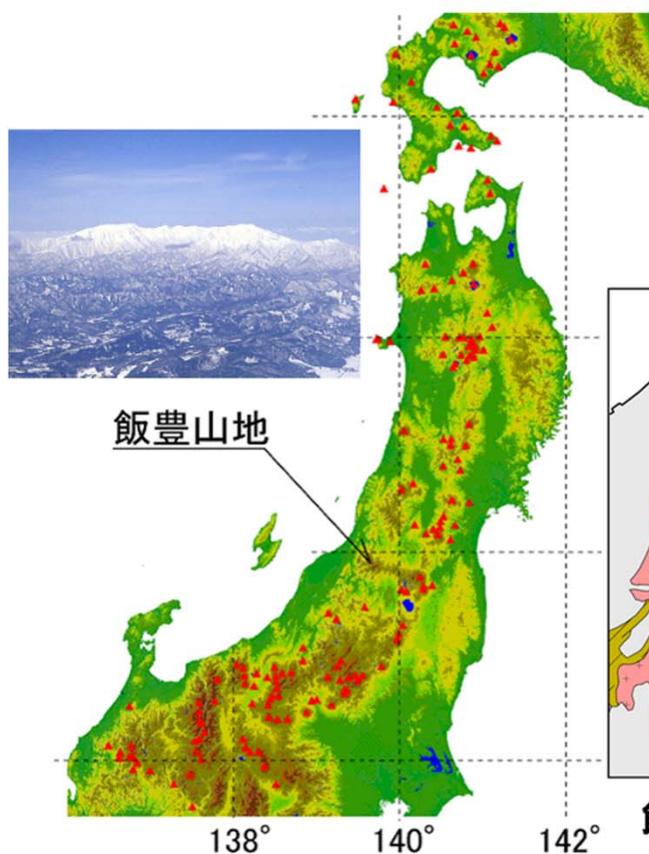
2000年鳥取県西部地震  
平成12年10月6日 (マグニチュード7.3)



- 活断層に関する調査技術を開発・整備
  - 概要調査等の段階において、地上で確認されていない活断層を評価する際に有効

# 火山・熱水活動に関する調査技術開発

電磁波や地震波を用いた物理探査によるマグマ・高温流体の推定



- 深部流体の分布に関する調査技術を開発・整備
  - 概要調査等の段階において、地上で確認されていない火成活動や熱水等の拡がり进行评估する際に有効

# 年代測定技術の開発（1）

地質現象（火山、断層、隆起・侵食など）や地下水の年代を測定する技術を開発・整備

「炭素14, ベリウム10, アルミニウム26」  
年代測定システム



断層の活動年代や噴火年代等の推定に利用  
(施設供用制度によって依頼測定も実施中)

「ウラン-トリウム-ヘリウム」年代測定システム



低温の熱水活動や侵食速度の推定に利用  
(国内で唯一測定が可能)

「光ルミネッセンス」年代測定システム



土砂の堆積年代等の推定に利用  
(平成27年度に実用化)

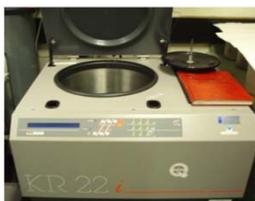
断層充填物質の「カリウム-アルゴン」年代測定 (高速増殖原型炉「もんじゅ」の敷地内破碎帯の追加調査での実施例)



もんじゅ敷地内破碎帯



凍結・融解粉碎



高速遠心分離



TEM解析



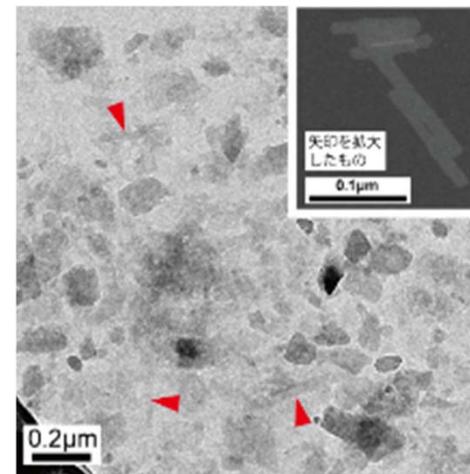
粒度分析



<sup>40</sup>Ar 定量



K 定量



今回測定した断層に含まれるイライト(鉱物)  
年代値は約5000万年前と推定

JAEAで開発した断層充填物質のカリウム-アルゴン年代測定の手順

# 年代測定技術の開発（2）

さまざまな目的や状況に対応できるように各種年代測定法を開発整備

対象施設	年代測定法	年代測定範囲（年）							主な反映先	対象物質	実用化へのスケジュール
		10 <sup>9</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>			
タンデム型加速器 質量分析計 (ペルトロン)	<sup>14</sup> C法								断層運動	地下水, 有機物	実用化済
	<sup>10</sup> Be法								隆起速度	石英	実用化済
	<sup>26</sup> Al法								隆起速度	石英	実用化済
	<sup>36</sup> Cl法								地下水年代	地下水	～H31
	<sup>129</sup> I法								地下水年代	地下水	～H33
希ガス質量分析装置	K-Ar法								断層運動	自生雲母粘土鉱物	実用化済
四重極型質量分析装置	(U-Th) / He法								隆起速度	アパタイト, ジルコン	実用化済
光ルミネッセンス測定装置	OSL法								断層運動	石英, 長石	実用化済
電子スピン共鳴装置	ESR法								後背地解析	石英, 炭酸塩鉱物	～H29
高精度希ガス質量分析装置	希ガス法								地下水年代	地下水	～H29
電子プローブマイクロアナライザ	CHIME法								後背地解析	モナザイト, ジルコン	実用化済
レーザーアブレーション 誘導結合プラズマ 質量分析装置	U-Pb法								後背地解析	ジルコン	実用化済
									断層運動	炭酸塩鉱物	～H29
	<sup>230</sup> Th- <sup>234</sup> U法								断層運動	炭酸塩鉱物	～H29
	FT法								隆起速度	ジルコン, アパタイト	～H29

 技術開発の対象年代範囲

# 本日のご説明内容

---

## 1. 研究開発の枠組み

## 2. 研究開発の内容

- ① 深地層の研究施設計画
- ② 地質環境の長期安定性に関する研究
- ③ **高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発**
- ④ 使用済燃料の直接処分研究開発

## 3. 成果の発信と施設の公開

## 4. まとめ

# 高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発

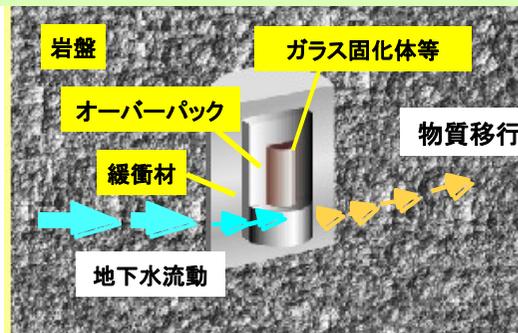
(地層処分システムの工学・安全評価技術開発)

- ・ 人工バリア等の基本特性データの拡充とデータベースの信頼性向上
- ・ 人工バリア等の長期挙動に関する研究
- ・ 安全性評価手法に関する技術整備
- ・ 核種移行に係るモデルとデータベースの拡充・整備
- ・ 実際の地質環境への適用性確認(幌延深地層研究センターとの連携)

地層処分基盤研究施設(エントリー)



地層処分における核種移行モデルの高度化



地層処分放射化学研究施設(クオリティ)



人工バリアシステムの健全性評価試験

- 熱力学・収着・拡散データベース
- 緩衝材基本特性データベース
- グラウトデータベース
- ガラス溶解データベース
- オーバーパックデータベース

各種データベースの構築(HPで公開中)

人工バリアの長期性能評価に関する室内試験やデータベースの構築



放射性物質の濃度分析



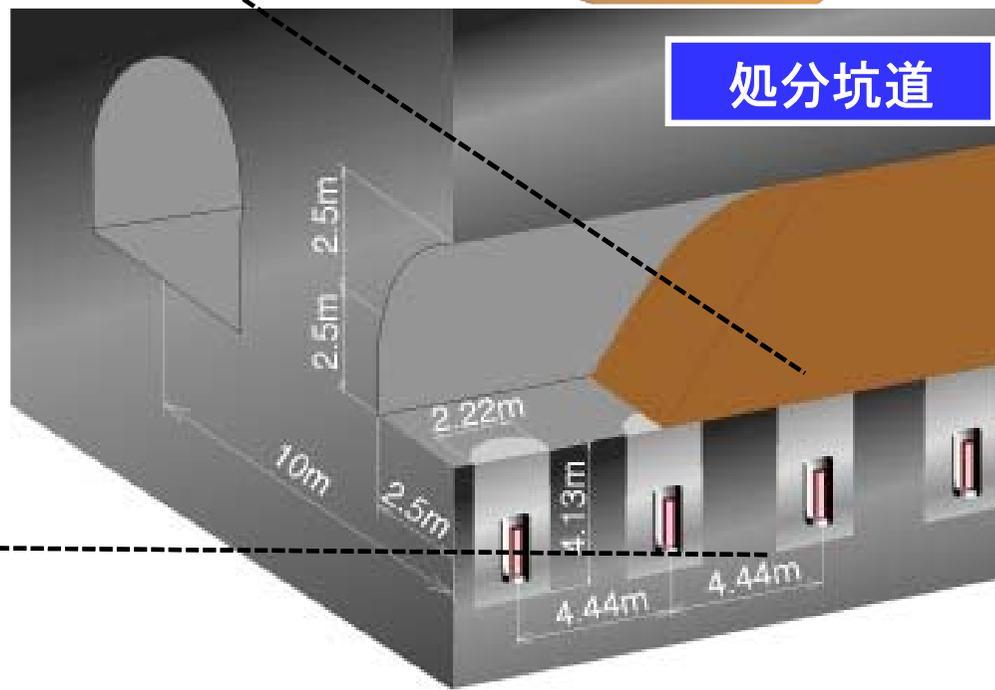
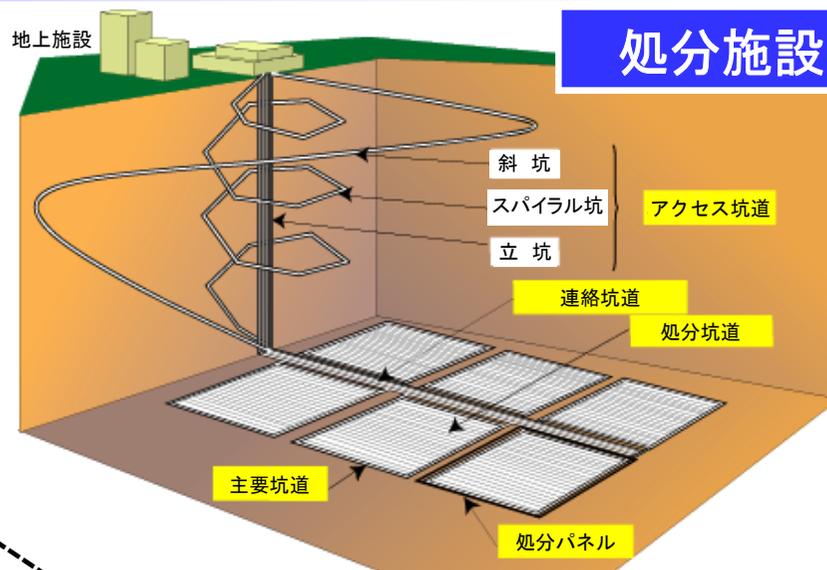
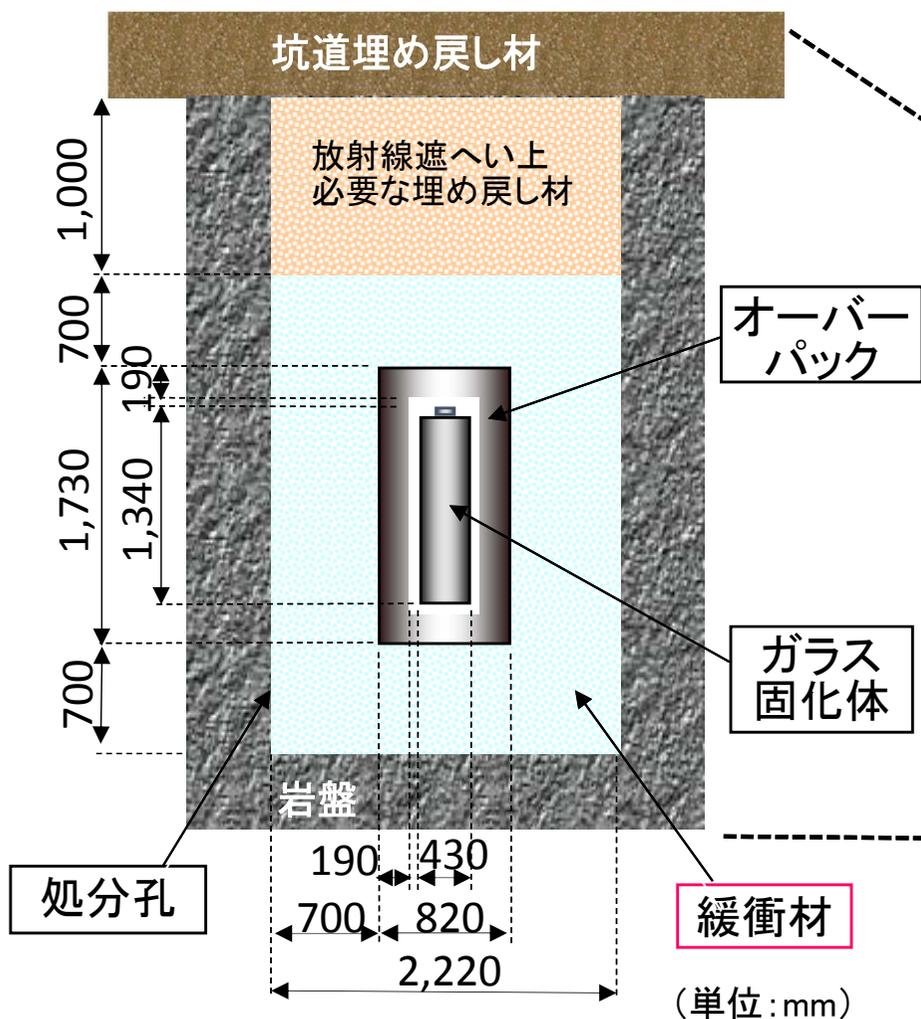
還元環境を模擬したグローブボックス内における放射性物質移行データの取得

放射性物質の溶解・移行挙動等の試験研究

# 地層処分システムの工学技術

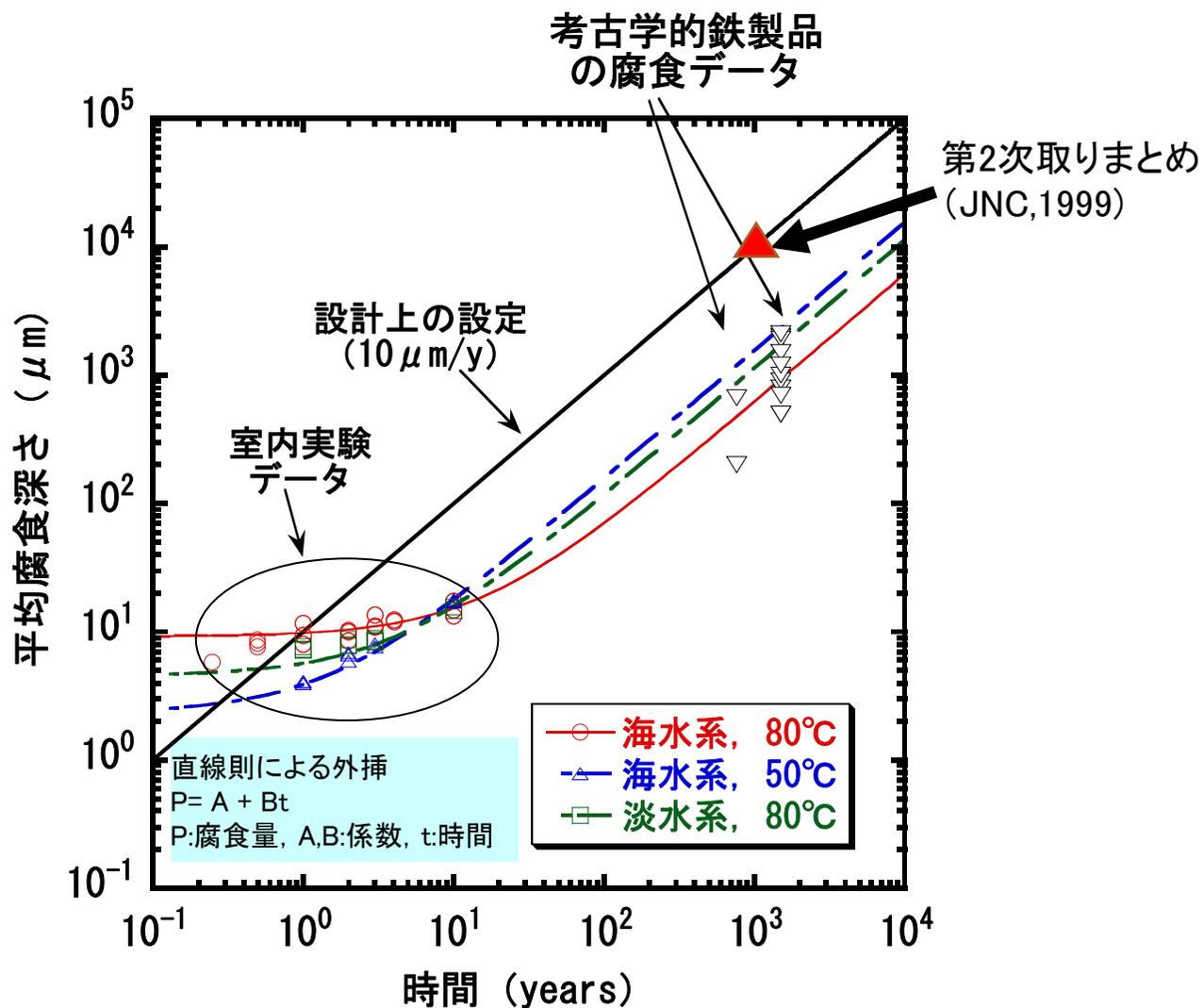
## 人工バリア等の設計例

### 人工バリアシステム



(「第2次取りまとめ」より)

# オーバパックの長期腐食モデルとその確証

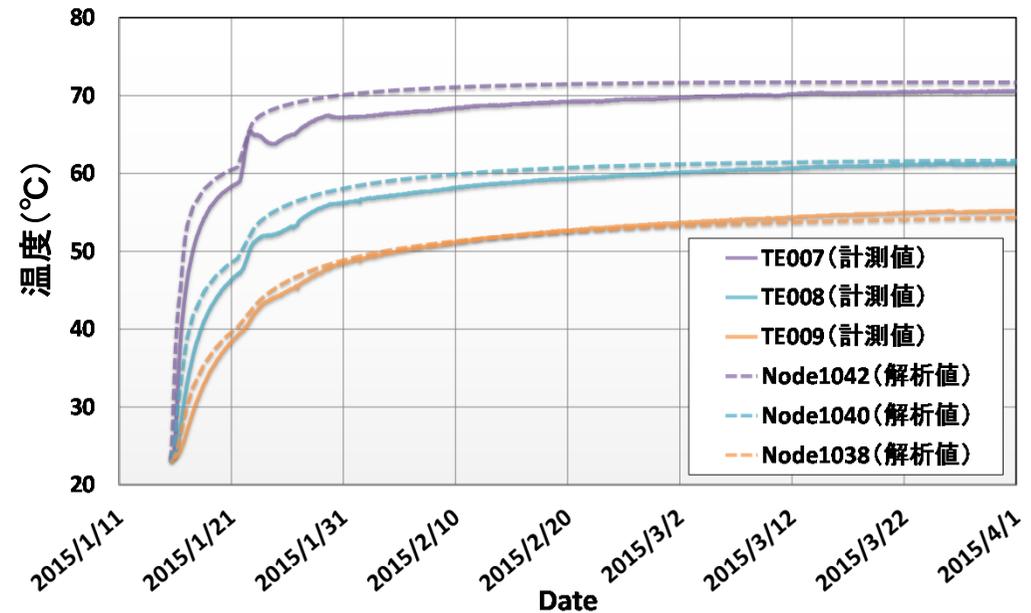
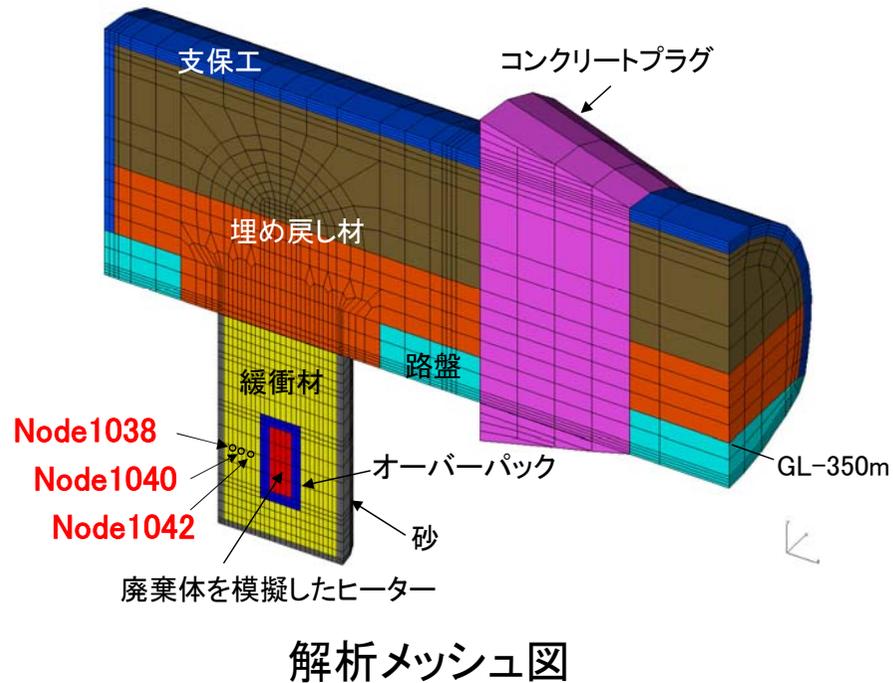


約750年間粘土に埋没していた考古学遺物 (鉄器)

- 室内試験に基づく金属腐食に関する評価モデルについて、数百年～千年程度経過した試料の調査により、長期に対する適用性を確認

# 人工バリア等の長期挙動に関する研究

## 熱-水-応力-化学連成(4連成)挙動の解析評価



- 処分坑道・人工バリアの過渡期(坑道の掘削・閉鎖・地下水の飽和)における4連成挙動評価のための解析コードを開発
- 人工バリアの過渡期の連成挙動評価を実施し、地下水化学を含むニアフィールド環境の変遷を評価⇒幌延URLの人工バリア性能確認試験の計測データとの比較を通じて、解析コードの正確性を確認
- オーバーパックの腐食評価や核種移行解析のための初期条件を提示

# 地層処分システムの安全評価の手順

- 将来予想される変化や状況をシナリオとして描き、これを表現する数学モデルとデータを用いたシミュレーションにより評価
- 将来の状態を言い当てるのではなく、安全性を判断するための材料を提供

シナリオ

- 「もし、こんなことが起こったら・・・？」
- 地下水シナリオ (基本シナリオ, 変動シナリオ)
  - 接近シナリオ



モデル&データ

シナリオを表現する数学モデル

(例)

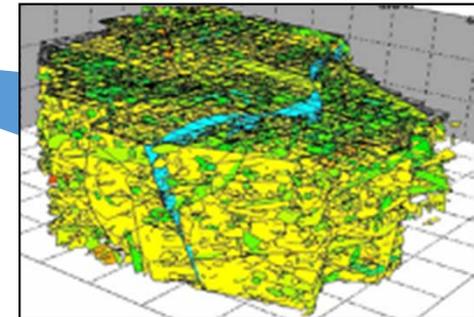
$$Rd_i \frac{\partial C_i}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C_i}{\partial x^2} - \lambda_i Rd_i C_i + \lambda_{i-1} Rd_{i-1} C_{i-1}$$

$Rd$ : 遅延係数    $\lambda$ : 崩壊定数    $D$ : 拡散係数

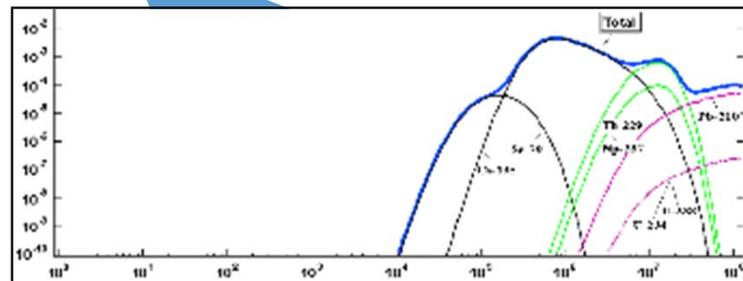


シミュレーション

数学モデルとデータを用いた評価解析



安全基準



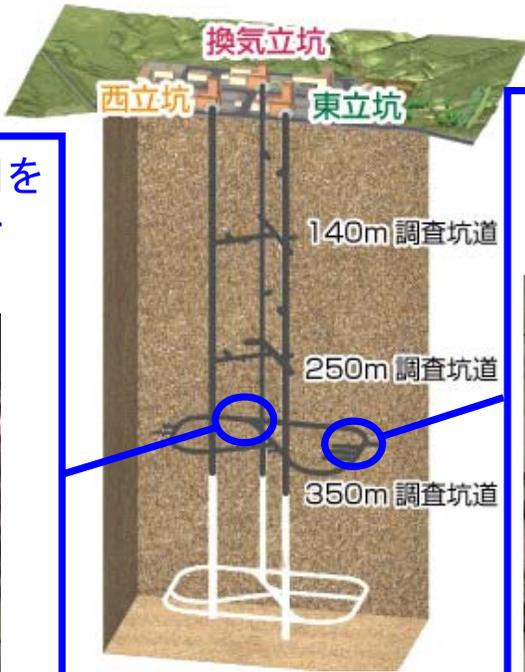
安全性の判断

# 放射性核種の移行に係わる現象理解とモデル開発

## 幌延の岩石試料を用いた室内トレーサー試験

### 幌延の地下坑道(深度350m)でのトレーサー試験

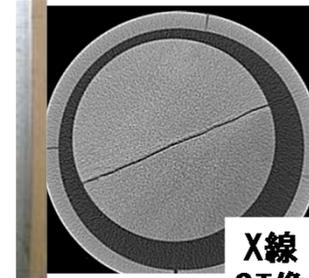
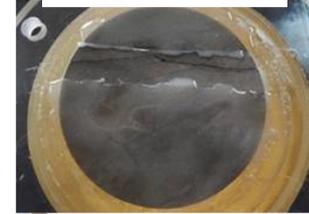
岩盤中の単一割れ目を対象としたトレーサー試験



岩盤のマトリクス部と緩衝材を対象とした拡散試験



単一割れ目コア

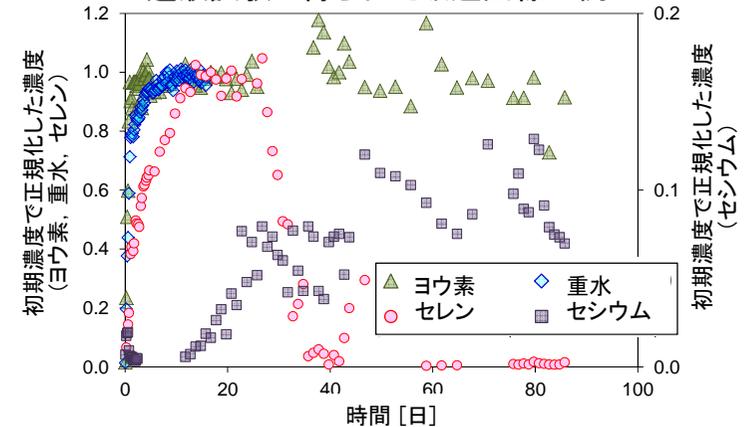


X線CT像



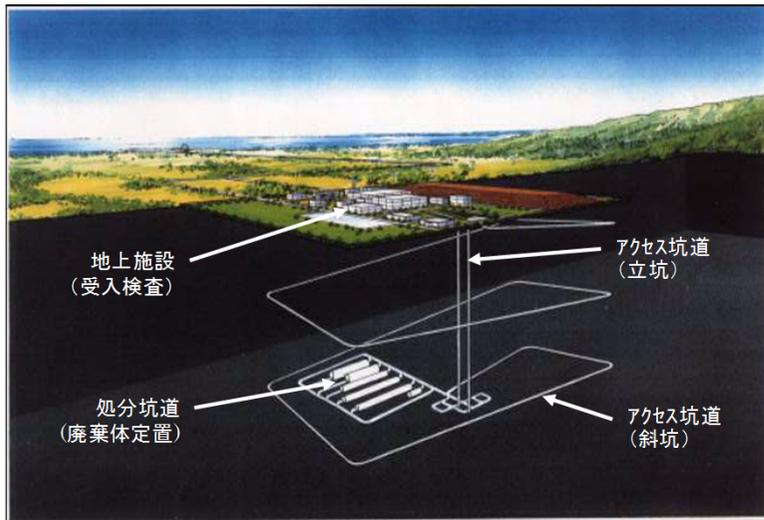
通液試験状況

通液試験で得られた破過曲線の例

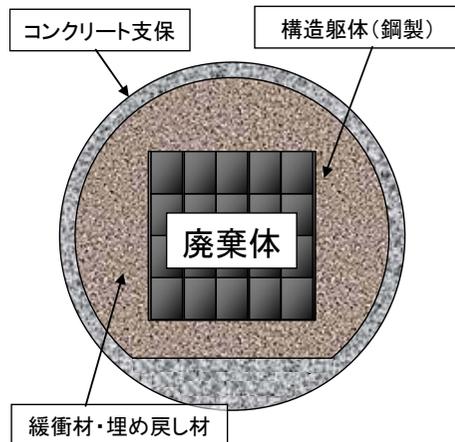


- 室内試験と原位置試験を組み合わせることにより、岩石中の物質移行現象の理解を深めながら、安全評価モデルの信頼性を向上

# TRU廃棄物処分に特有な課題に関する研究



【処分場鳥瞰図】



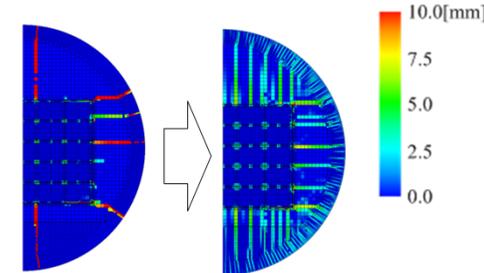
【処分坑道断面】

- HLWと同様に人工バリア及び天然バリアを組み合わせた多重バリアにより長期的な安全を確保
- TRU廃棄物は、発熱が小さいものがほとんどを占めることから、処分の効率を考慮し、比較的大きな断面空洞内に廃棄体を集中して処分
- 処分施設には多量のセメント系材料が使用され、硝酸塩等の化学物質を多量に含有する廃棄物が存在



## セメント系材料及び硝酸塩影響に関する研究を実施

25,000年後の亀裂開口幅



従来モデル

化学変質による引張強度の低下を考慮したモデル

処分施設の埋め戻し材(セメント系材料)の長期ひび割れ評価の例



アンプル試験



カラム試験

地層中に存在する鉱物(黄鉄鉱)と硝酸イオンとの反応に関する試験の例

- TRU廃棄物処分に特有な課題であるセメント系材料や硝酸塩影響に関わる評価技術の信頼性を向上

# 地層処分システムの設計・安全評価に必要な 各種データベースの整備

## ○ 人工バリア等の基本特性に関するデータの取得とデータベースの整備

- ・ オーバーパックデータベース: 約1,730件
- ・ 緩衝材基本特性データベース: 約2,200件
- ・ グラウトデータベース: 材料約200件、施工約220件

⇒ 幌延URLでの人工バリア性能確認試験等における仕様の設定、原位置での挙動予測等に反映



## ○ 核種移行に関するデータの取得とデータベースの整備

- ・ 熱力学データベース(平衡定数): 約1,800件
- ・ 収着分配係数データベース: 約58,000件, 文献数約750編
- ・ 拡散係数データベース: 約5,000件, 文献数約300編
- ・ ガラス溶解データベース: 数値データ約23,300件, 文献数約240編

⇒ NUMOの包括的技術報告書での最新の安全評価パラメータ設定への反映のほか、使用済燃料の直接処分の調査研究、福島第一原子力発電所の事故廃棄物の処理・処分に関する研究開発、および諸外国の安全評価でも活用



各種データベースは原子力機構ホームページで公開

<http://www.jaea.go.jp/04/tisou/toppage/top.html>

# 本日のご説明内容

---

## 1. 研究開発の枠組み

## 2. 研究開発の内容

- ① 深地層の研究施設計画
- ② 地質環境の長期安定性に関する研究
- ③ 高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発
- ④ **使用済燃料の直接処分研究開発**

## 3. 成果の発信と施設の公開

## 4. まとめ

# 使用済燃料の直接処分研究開発

目的：幅広い選択肢を確保する観点から、使用済燃料の直接処分その他の処分方法に関する調査研究を推進し、技術的基盤を整備

国及び関係研究機関は、幅広い選択肢を確保する観点から、使用済燃料の直接処分その他の処分方法に関する調査研究を推進するものとする。

「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 閣議決定

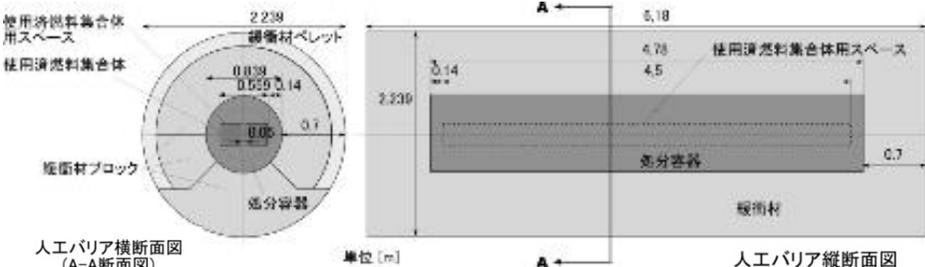
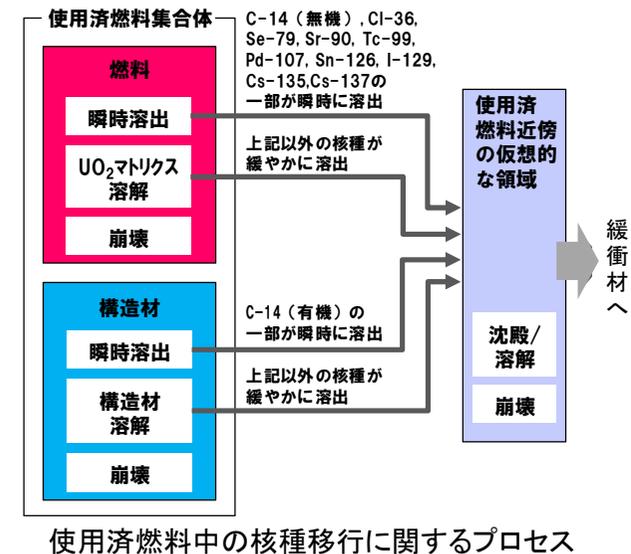
調査研究では、ガラス固化体との以下の違いに着目。

## ○ 工学技術

- ・ 使用済燃料が多様（炉型、燃焼度等）で、寸法や重量が大きく、核分裂性物質（U、Pu）が相当量含まれること→処分容器の設計等
- ・ 崩壊熱が高い→処分容器の燃料集合体数、坑道離間距離や廃棄体ピッチ等

## ○ 安全評価

- ・ 燃料及び構造材（燃料被覆管等）の両方からの核種溶出。
- ・ 一部の核種の一定割合は瞬時に放出。残りは、燃料（ $UO_2$ ）及び構造材の溶解とともに溶出。



処分容器設計例（燃料集合体2体収容）

「わが国における使用済燃料の地層処分システムに関する概括的評価 -直接処分第1次取りまとめ-」公開（JAEA-Research 2015-016）

<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JAEA-Research-2015-016.pdf>

# 本日のご説明内容

---

## 1. 研究開発の枠組み

## 2. 研究開発の内容

- ① 深地層の研究施設計画
- ② 地質環境の長期安定性に関する研究
- ③ 高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発
- ④ 使用済燃料の直接処分研究開発

## 3. 成果の発信と施設の公開

## 4. まとめ

# 研究成果の取りまとめ

多様かつ増大・進化する知識の統合、継承への対応

## 知識マネジメントシステムを開発: CoolRep + JAEA KMS

**CoolRep:** ウェブサイト上に展開し、読者の知りたい情報へのアクセスを容易にするレポートシステム  
(<http://kms1.jaea.go.jp/CoolRep/index.html>)

**JAEA KMS:** 原子力機構が地層処分研究開発の一環として開発を進めている知識マネジメントシステム  
([http://kms1.jaea.go.jp/kmsif/kms\\_login.html](http://kms1.jaea.go.jp/kmsif/kms_login.html))



### 研究開発成果の取りまとめの経緯

第1次取りまとめ  
(1992)

第2次取りまとめ  
(1999)

H17年度成果取りまとめ  
(2005)

H22年度成果取りまとめ  
CoolRepH22 (2010)

H26年度成果取りまとめ  
CoolRepH26 (2015)

# 地域説明会、情報・意見交換会の開催（幌延、東濃）

- ・ 幌延深地層研究計画 調査研究成果報告
- ・ 幌延フォーラム

幌延深地層研究センターの事業内容や幌延深地層研究計画の現状について地域の皆さま等に報告



幌延深地層研究計画 平成27年度調査研究成果報告会  
(平成28年8月3日) [調査研究成果報告の様子]

- ・ 東濃地科学センター 地層科学研究  
情報・意見交換会

東濃地科学センターの研究内容を、大学、研究機関、企業の研究者・技術者等に広く紹介し、情報・意見交換



東濃地科学センター 地層科学研究 情報・意見交換会  
(平成28年10月3日～4日) [ポスターセッションの様子]

- ・ 地元地域での事業説明会 東濃14回、幌延7回(平成28年度実績)

# 施設の公開、講師派遣

## ○ 科学技術への理解増進活動・理数科教育支援

- 大学、スーパーサイエンスハイスクール等 校外教育受入れ
  - ✓ 平成28年度: 東濃12校、幌延9校
- 講師派遣
  - ✓ 大学等集中講義、スーパーサイエンスハイスクールへの講師派遣



スーパーサイエンスハイスクール(東海)

## ○ 見学会の開催

- 定期施設見学会の開催
  - ✓ 平成28年度: 東濃10回、幌延7回
- 各研究施設の見学者数  
(平成28年度実績)
  - ✓ 東濃: 約 2,700名  
(うち地下施設見学 約1,700名)
  - ✓ 幌延: 約 7,700名  
(うち地下施設見学 約1,300名)
  - ✓ 東海: 約 800名



校外教育受入れ(東濃)



施設見学(幌延)

※ 東海は、地層処分研究開発関連施設への見学者

# インターネットサイトを通じた情報発信

- 研究成果情報の提供 (CoolRep)
- 研究施設の状況等に興味を持ってもらえるようなコンテンツ、タイムリーな情報の発信

## 【瑞浪】

- ・ 瑞浪超深地層研究所バーチャル体験
- ・ 瑞浪超深地層研究所ライブ映像、地下坑道パノラマ写真

## 【幌延】

- ・ 研究内容紹介、トピックス紹介
- ・ 調査試験の進捗状況の写真・動画の掲載

- 評価委員会等の資料・議事概要の公開
- 「地層処分ポータル」との相互リンク 等



CoolRep トップページ  
<http://kms1.jaea.go.jp/CoolRep/index.html>



地層処分技術に関する研究開発トップページ  
<http://www.jaea.go.jp/04/tisou/toppage/top.html>



幌延深地層研究センター調査研究の状況(例)  
<http://www.jaea.go.jp/04/horonobe/cyousakenkyu2609.html#0926>



瑞浪超深地層研究所バーチャル体験ポータル画面  
<http://www.jaea.go.jp/04/tono/taiken/web3d200803.htm>

# 本日のご説明内容

---

## 1. 研究開発の枠組み

## 2. 研究開発の内容

- ① 深地層の研究施設計画
- ② 地質環境の長期安定性に関する研究
- ③ 高レベル放射性廃棄物等の地層処分研究開発
- ④ 使用済燃料の直接処分研究開発

## 3. 成果の発信と施設の公開

## 4. まとめ

# まとめ

- 原子力機構は、深地層の科学的研究等の基盤的な研究開発及び地層処分技術の信頼性の向上に関する技術開発等を、関係機関との適切な役割分担と協力の下に着実に進めてきている。
- 原子力機構における地層処分技術に関する研究開発は、「地層処分基盤研究開発に関する全体計画」と整合的に、原子力機構の第3期中長期計画(平成27年4月1日～平成34年3月31日)に従って進められており、平成29年度は同中長期計画の途中段階である。
- 深地層の研究施設計画については、同中長期計画に掲げた重点課題(機構改革に際して絞り込んだ、3つずつの“必須の課題”)を着実に進めている。