



# 地層処分技術に関する研究

平成22年12月24日

第8回安全研究審議会

日本原子力研究開発機構

地層処分研究開発部門

(説明者:太田 久仁雄)

## 地層処分研究開発部門の役割

【原子力政策大綱】(原子力委員会, 平成17年10月11日)

- ・研究開発の中核的機関として, 処分事業や安全規制へ研究開発の成果を反映するよう, 地層処分技術の知識基盤を整備・維持
- ・国及び研究開発機関等は, 全体を俯瞰して総合的, 計画的かつ効率的に進められるよう連携・協力

【原子力機構の中期目標(H17.10-H22.3)】(文部科学省, 経済産業省)  
高レベル放射性廃棄物の処理・処分技術に関する研究開発(抜粋)

高レベル放射性廃棄物の地層処分の実現に向け, 基盤的な研究開発を着実に進め, 地層処分技術の信頼性の向上を図り, 原子力発電環境整備機構による処分事業と, 国による安全規制を支える知識基盤として整備する。

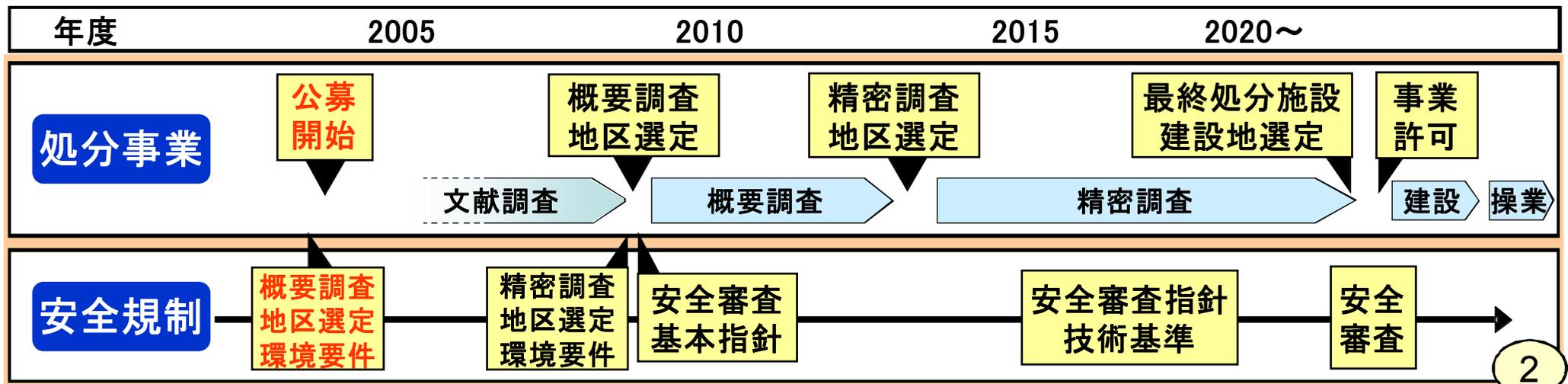
そのため, 瑞浪と幌延の深地層の研究計画について, 中間的な深度までの坑道掘削時の調査研究を進める。あわせて工学技術や安全評価に関する研究開発を他の研究開発機関と連携して実施し, これらの成果を地層処分の安全性に係る一連の論拠を支える知識ベースとして体系化する。

# 原子力の重点安全研究計画（H17～H21）

## 5. 2 IV. 放射性廃棄物・廃止措置分野 高レベル放射性廃棄物の処分

- 精密調査地区選定のための環境要件や基本指針について検討を進めていく必要がある。
- ✓ **研究内容**としては、調査の際に考慮すべき**地質環境データ等の評価**、**精密調査地区の選定条件の設定**、**安全評価の基本的考え方**（評価時間枠の取扱い、安全指標等）、**人工バリアの長期健全性評価の信頼性向上**に関する研究等が重要である。
- **得られる成果**は、原子力安全委員会が定める**環境要件、基本指針、指針の策定等に活用**できる。また、規制行政庁においては、処分場の建設から事業廃止に至るまでの安全規制の実施に当たって必要な法令や安全基準の策定等に活用できる。

### 処分事業と安全規制の段階的な進展





## 「高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究（２） 開発研究の成果の活用」

### 【研究目的】

我が国における地層処分の技術基盤を継続的に強化し、関連する科学的知見の拡充や地層処分の技術的信頼性・安全性の向上を図ることにより、精密調査地区選定のための環境要件や安全審査基本指針の検討に資する。

### 【研究内容】

イ. 人工バリア等の信頼性向上に関する研究  
ロ. 安全評価手法の高度化に関する研究

地層処分研究開発

ハ. 地質環境特性調査・評価手法に関する研究  
ニ. 地質環境の長期的な安定性評価に関する研究

深地層の科学的研究

### 【成果の活用方策】

- ・ 精密調査地区選定のための環境要件および安全審査基本指針の策定に対し、必要な最新の技術や成果を技術基盤として整備する。
- ・ さらに、最終処分施設建設地選定の要件・基準の策定において、基準を設ける際の科学的根拠を整備する。



# 「高レベル放射性廃棄物の地層処分に関する研究（２） 開発研究の成果の活用」の成果

## ○地層処分研究開発

- ・処分場の設計や安全評価に必要となる**基本的なデータベース・ツール**の整備・公開  
→実施主体や安全規制機関などへ供用
- ・実際の地質環境データに基づく、現実的な設計・施工技術や安全評価手法の整備

## ○深地層の科学的研究

### （地下研究施設）

- ・**地上からの調査**研究段階の成果取りまとめ（報告書＆報告会）  
→**概要調査**に向けた技術基盤の確立
- ・**研究用水平坑道**の整備  
→深地層の環境や研究開発の現場を**体験できる場の整備**
- ・坑道掘削時の調査研究：地上からの調査技術の妥当性評価，工学技術の適用性確認

### （地質環境の長期安定性に関する研究）

- ・変動の著しい場所を避けて，安定な地質環境を選定するための**調査技術**の整備

## 東濃地科学センター

● 瑞浪超深地層研究所  
(結晶質岩)



(イメージ図)



## 幌延深地層研究センター

● 幌延深地層研究所  
(堆積岩)



(イメージ図)



## 東海研究開発センター



エントリー



クオリティ



# 重点安全研究の進捗と今後の推進方策

## — 「原子力の重点安全研究計画」 中間評価 —

(平成20年3月 原子力安全委員会 原子力安全研究専門部会)

### 4. 重点安全研究の進捗状況と評価

#### 4.4 放射性廃棄物・廃止措置分野 4.4.1. 高レベル放射性廃棄物の処分

- 日本原子力研究開発機構において**深地層研究施設等**を活用しつつ、地質環境の調査・評価技術、処分場の工学技術、性能評価技術について**体系的に進められている**。
- 特に、深地層研究施設における**地上からの調査結果**が取り纏められるなど、原子力安全委員会の**精密調査地区選定段階**において**考慮すべき環境要件等の検討に資する成果**が蓄積されており、着実に研究が進められていると評価する。

(今後の課題・期待)

<精密調査地区の選定条件の設定に関する研究>

- ✓ 今後、成果の取り纏め及び得られる情報の提供について、**規制側等のニーズ**を十分把握した上で適切に進めていくことが重要である。

<安全評価の基本的考え方に関する研究>

- ✓ 着目する個別現象が安全評価全体へ与える影響を示すなど手法開発の妥当性を示すとともに、**モデル化及びパラメータの妥当性**に関する考察を十分に行った上で進めていくことが必要である。

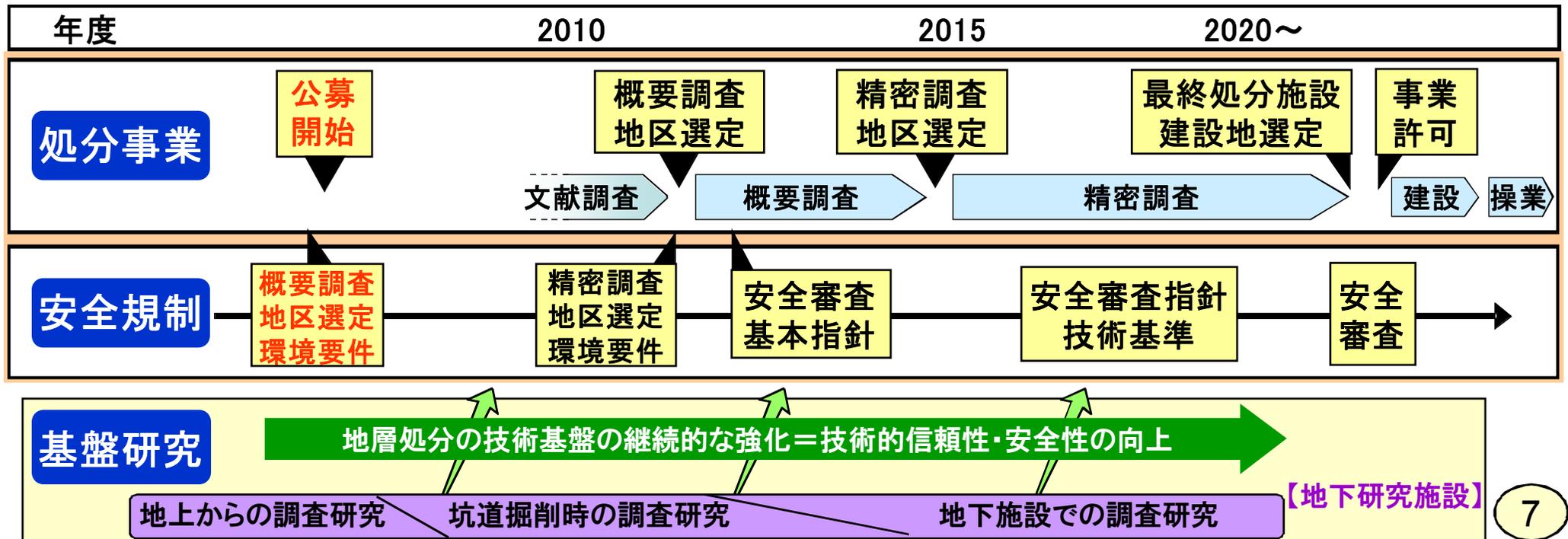
<人工バリアの長期健全性評価の信頼性向上に関する研究>

- ✓ 今後、人工バリア・天然バリアの個別現象に対して、研究成果が**安全評価手法全体の高度化**にどのように繋がっていくのか、といった検討を含めて研究を進めていくことを期待したい。
- ✓ 人工バリアの長期挙動に係る研究は、現在、関係機関において研究が進められているが、今後は、進め方の方向性についてより具体的に明らかにしつつ**実験的研究**を進めることを期待したい。

# 原子力の重点安全研究計画（第2期）

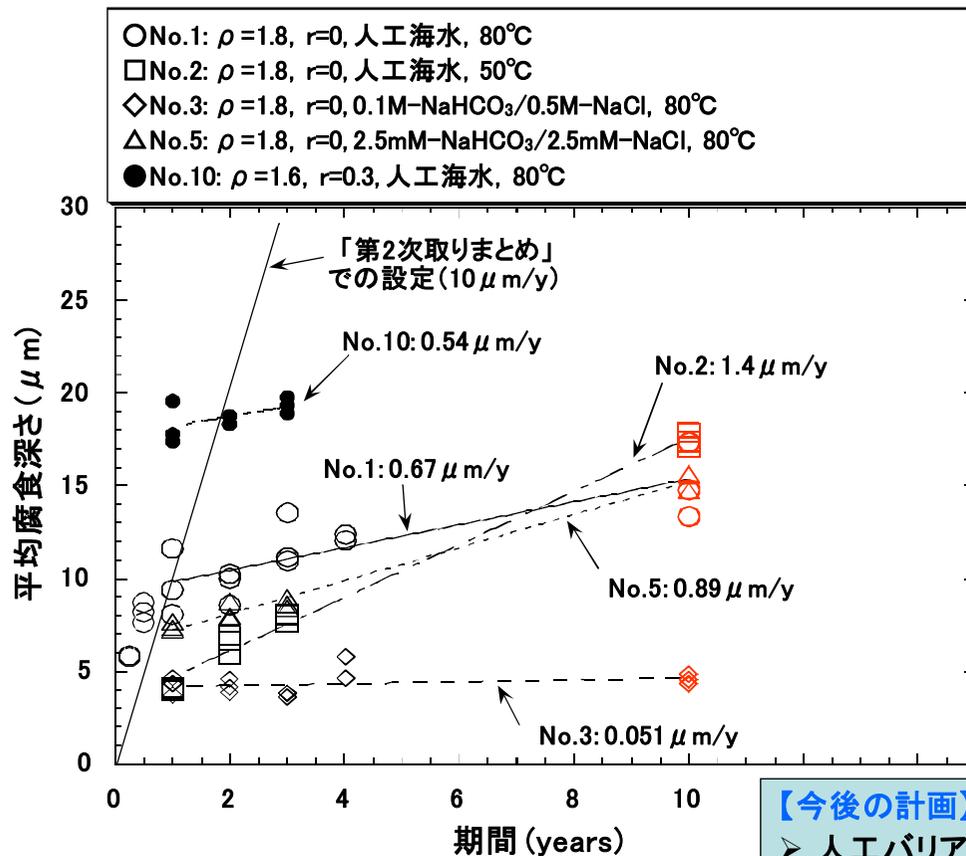
## 3. 2 III. 放射性廃棄物・廃止措置分野 地層処分技術

- 精密調査地区選定開始時期までに**精密調査地区選定のための環境要件**を、また、精密調査地区選定までに**安全審査基本指針**について検討を進めていく必要がある。
- ✓ 研究内容としては、**地質環境の調査・評価手法の開発**、**工学技術の開発**、**長期の安全評価**に関するもの等が重要である。特に重点化すべき研究内容として、**サイト特性を考慮した地質環境の調査・評価手法の開発**、**長半減期低発熱放射性廃棄物の特性を踏まえた人工バリア等の工学技術の開発**、**操業中及び閉鎖後の安全評価に係る研究**等が重要である。
- 得られる成果は、原子力安全委員会が定める環境要件、安全審査基本指針等の策定に活用

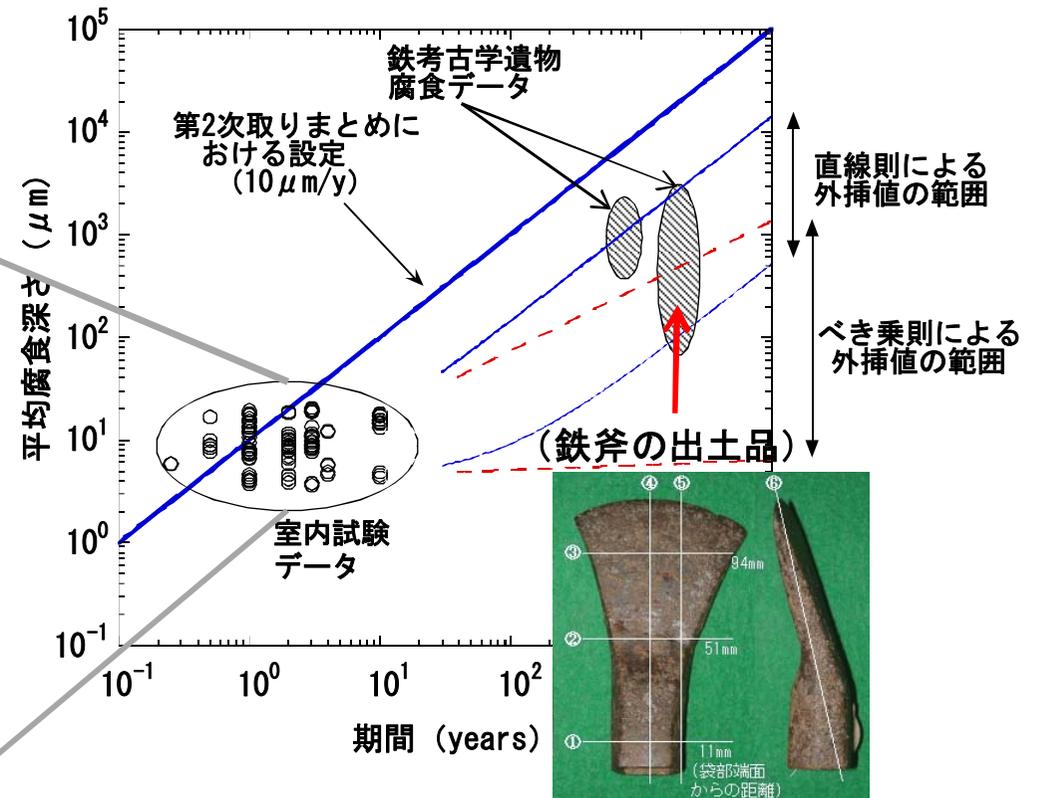


## オーバーパックに関する 10年間の長期腐食試験データ

### 室内試験結果



## 室内試験の結果とナチュラルアナログによる腐食評価



### 【今後の計画】

- 人工バリアの長期挙動に関するデータの拡充, モデルの高度化  
→ 処分場の設計に必要なデータベース・解析ツールの整備・拡充
- 深地層の研究施設等の活用(実際の地質環境条件)  
→ 現実的な処分概念の構築手法の整備

# ロ. 安全評価手法の高度化に関する研究

### 地層処分システムの現象理解

特性 (Feature), 出来事 (Event), 過程・経過 (Process) = FEP  
これらの相互関係を把握整理

火山活動 (火成活動) 地震 (活断層の動き) 隆起・沈降・侵食 気候・海水準変動 処分場 地質構造

緩衝材 オーバーバック ガラス固化体  
岩盤 容器中の放射性核種移行  
緩衝材中の放射性核種移行  
ガラスの溶解 力学的プロセス  
地下水流動 地下水の地球化学プロセス  
水分拡散 ペントナイト-水反応 オーバーバックの腐食

### 計算機支援ツール FepMatrix への展開

2007年3月 外部への提供開始

シナリオ解析に係るいろいろな機能を提供

↑ 計算機上に具現化

### 現象理解に基づく地層処分システムのモデル化とFEP解析のイメージ

マトリクス形式の整理  
階層化  
ボトムアップ

### 機能の例

FEP情報の入力・編集のイメージ

### プロセスインフルエンスダイアグラム表示による解析のイメージ

↑ トップダウン

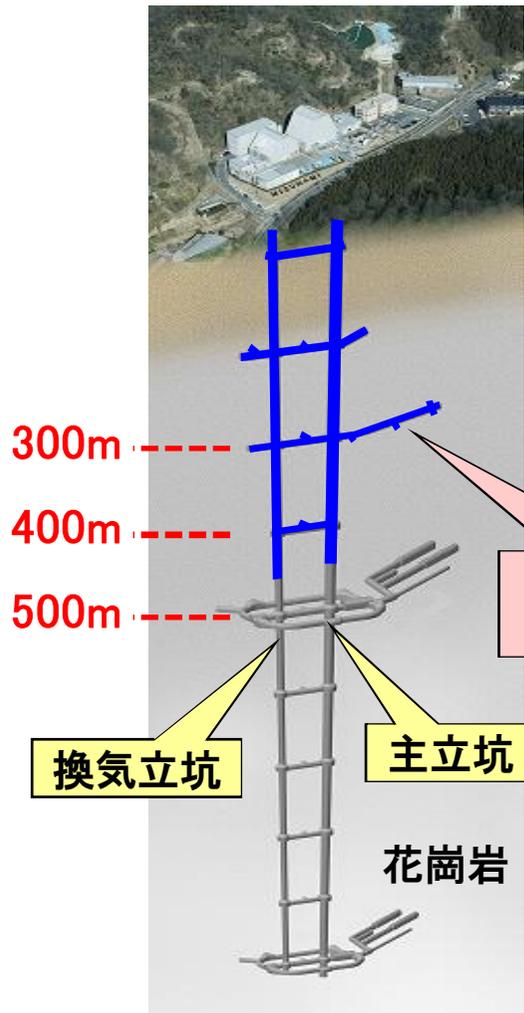
### シナリオ解析手法 (FepMatrix) の公開

- 【今後の計画】**
- 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  
→安全評価に必要なデータベース・解析ツールの整備・拡充
  - 深地層の研究施設等の活用(実際の地質環境条件)  
→現実的な処分概念を踏まえた総合的な安全評価手法の整備

# 八. 地質環境特性調査・評価手法に関する研究

## 深地層の研究施設設計画の進展

### 瑞浪超深地層研究所



300m水平坑道  
(延長約160m)



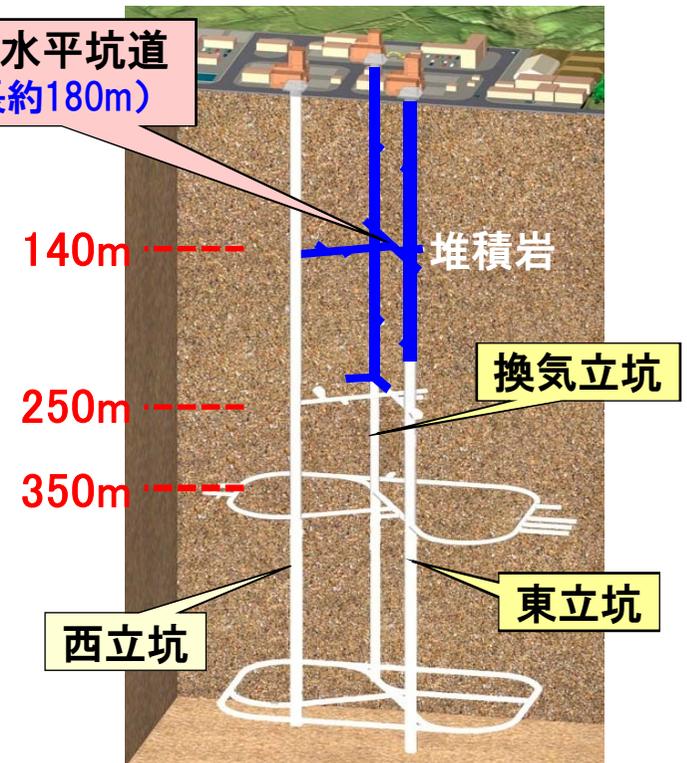
低アルカリ性セメントを用いた  
コンクリートによる吹付け施工  
(幌延140m水平坑道)



地下水モニタリング  
(瑞浪300m水平坑道)

### 幌延深地層研究所

140m水平坑道  
(延長約180m)



\* 坑道の形状等は現在のイメージであり、  
今後の検討により具体化される。

# ハ. 地質環境特性調査・評価手法に関する研究

## 地上からの調査研究段階の 成果取りまとめ



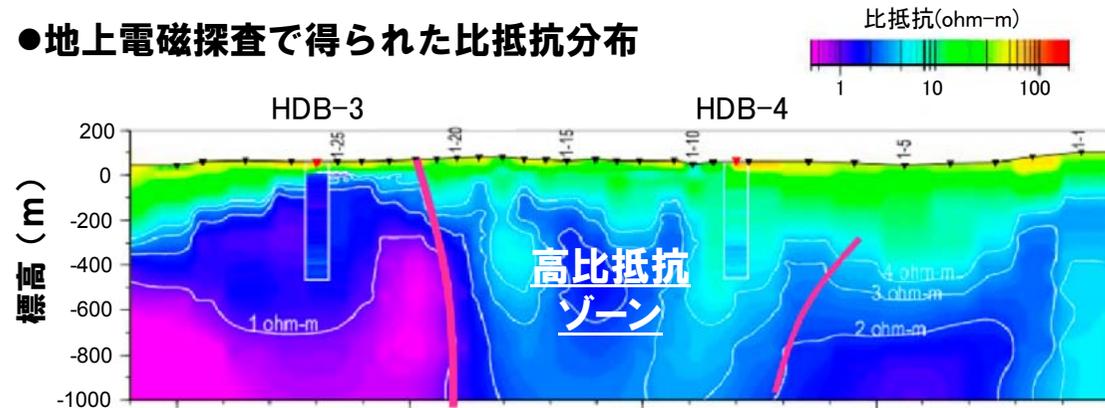
研究成果報告書の公開(2007年3月)



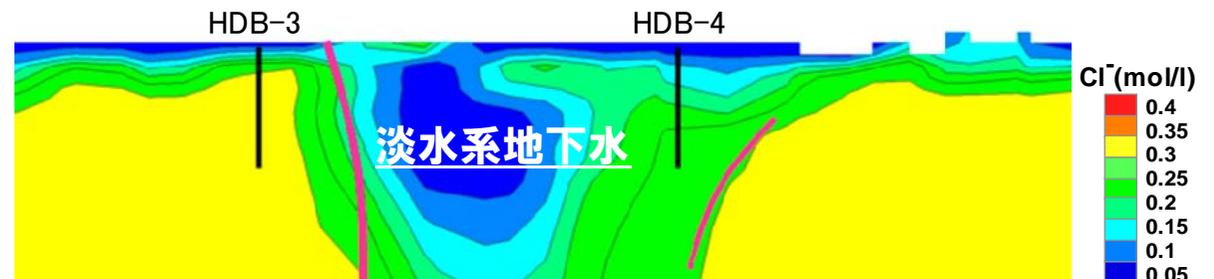
成果報告会の開催  
(2007年9月)

## 地上からの調査によって推定した地下の状態

### ●地上電磁探査で得られた比抵抗分布



### ●地下水の地球化学モデルの例



比較・検討

断層

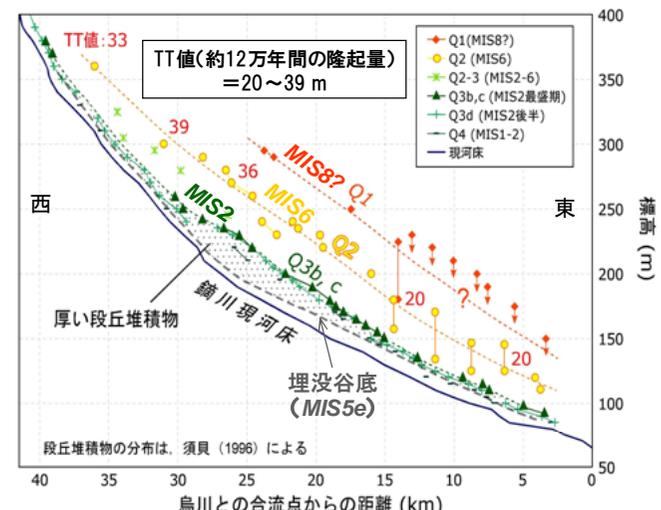
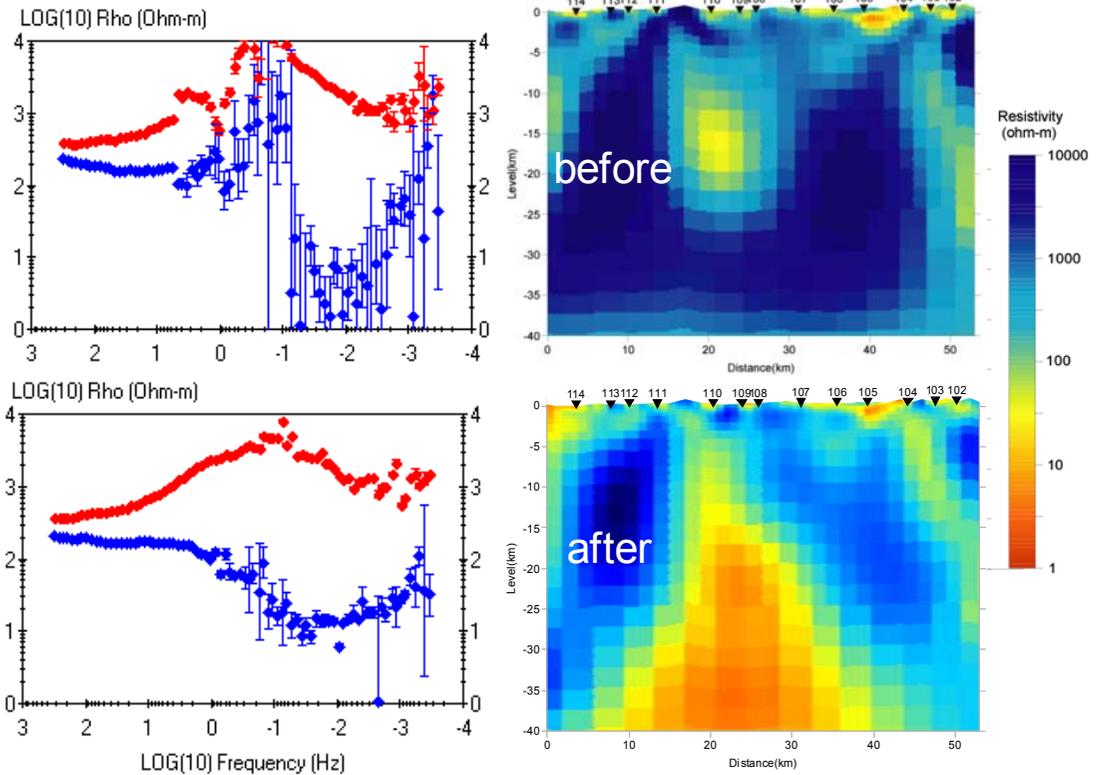
### 【今後の計画】

- 深地層環境の深度までの坑道掘削時の調査研究, 坑道内での調査研究
  - 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
  - 精密調査段階で必要となる技術基盤の整備
- 体験を通じた理解促進の場としての活用

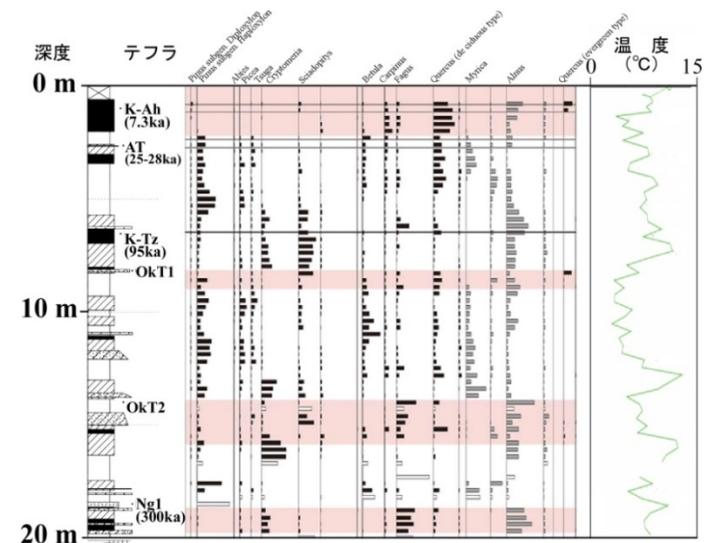
# 二. 地質環境の長期的な安定性評価に関する研究

## マグマの探査技術

## 内陸部の隆起量の推定技術



河成段丘におけるT-T法を用いた隆起・侵食量の推定



内陸小盆地堆積物を用いた古気候復元

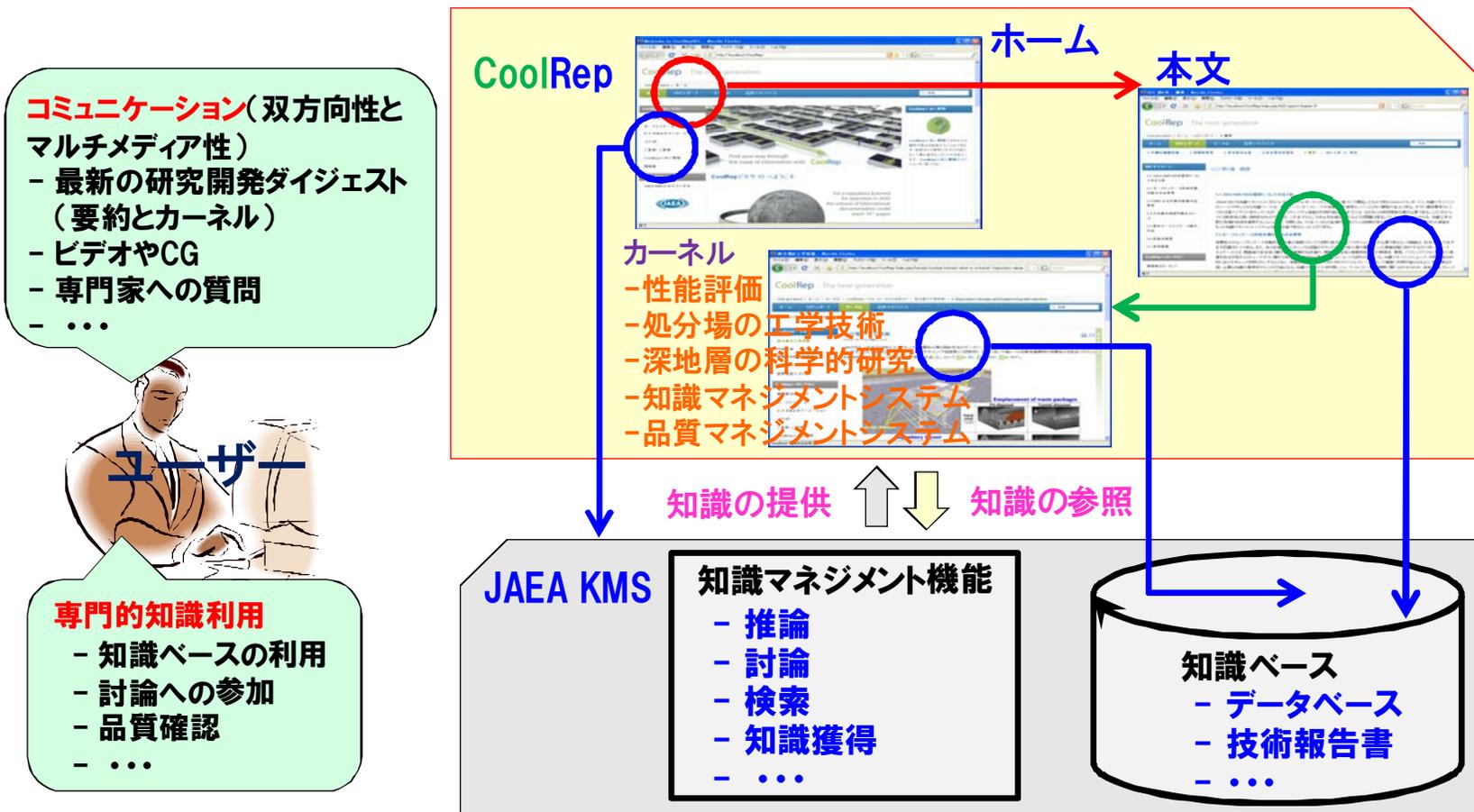
### スタッキングによる二次元比抵抗構造の違い(飯豊山地)

地磁気地電流法における観測データの処理方法及び装置(特許第4512790号)

**【今後の計画】**  
 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

# 地層処分の知識マネジメントシステム

- 知識マネジメントシステム (JAEA KMS) プロトタイプを平成22年3月に公開
- 研究開発成果の取りまとめ報告書 (次世代型文書: CoolRep H22) とリンク



- 【今後の計画】**
- ユーザーの利便性を考慮したツールの改良・高度化
  - 継続的な知識の創出, 拡充, 更新