

## **2. 国の地層処分基盤研究開発の概要**

### **(1) 地層処分基盤研究開発に係る調整会議 の枠組みと全体基本戦略**

### **(2) 日本原子力研究開発機構における 地層処分技術に関する研究開発の概要**

## 2. 国の地層処分基盤研究開発の概要

---

### **(1)地層処分基盤研究開発に係る 調整会議の枠組みと 全体基本戦略**

平成19年3月5日

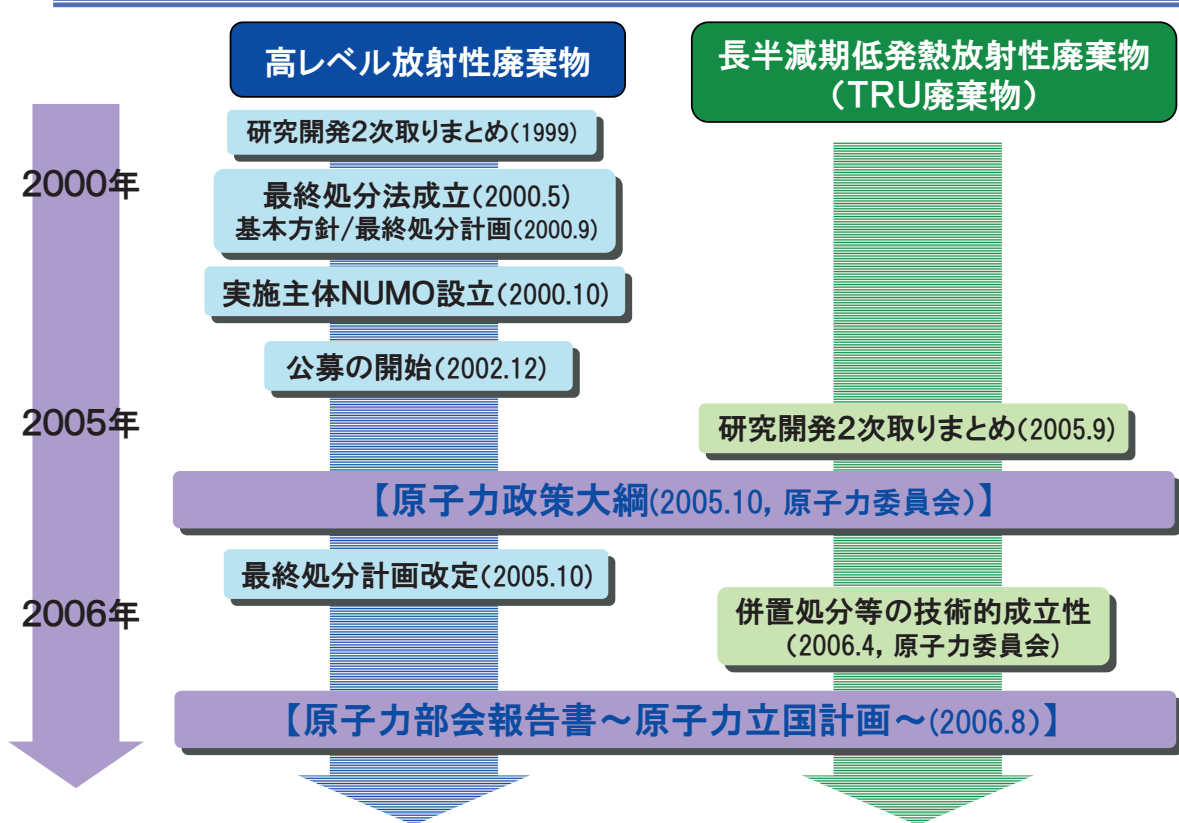
経済産業省 資源エネルギー庁  
放射性廃棄物等対策室  
吉野 恭司

### 報告内容

---

1. 地層処分関連の政策動向
2. 地層処分基盤研究開発調整会議の枠組みと  
これまでの活動
3. 地層処分基盤研究開発の全体基本戦略
  - 3-1) 高レベル放射性廃棄物
  - 3-2) TRU廃棄物  
(資源エネルギー庁の関連調査等事業の概要を含む)
4. 今後の展開と課題

# わが国の地層処分に係る政策検討状況

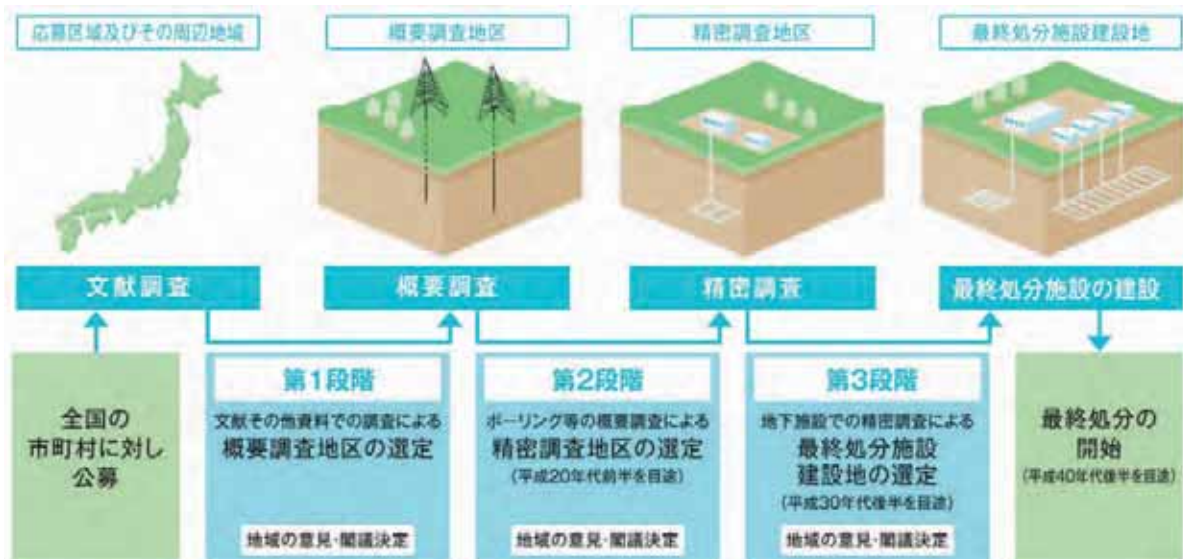


## 原子力立国計画：①HLW最終処分

### 1. 高レベル廃棄物の最終処分の候補地選定に向けた取組の強化

○今後1, 2年間で正念場との意識を持ち, 国による地域支援措置の大幅な拡充, 広報活動の強化など, 関係者が一体となって最大限努力すべき。

※H17.10に閣議決定された最終処分計画改定において, 従前の処分地選定スケジュールを維持

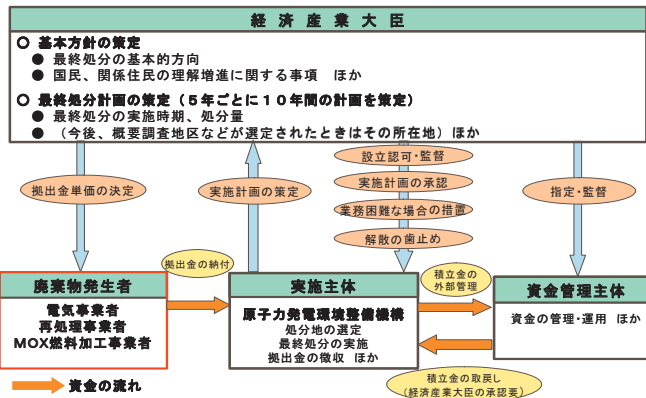


# 原子力立国計画：②TRU廃棄物

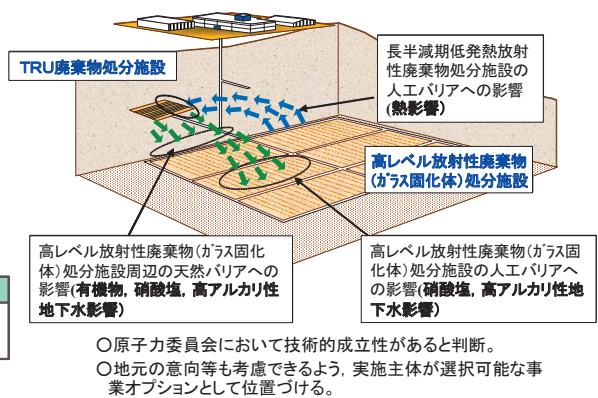
## 2. TRU廃棄物(長半減期低発熱放射性廃棄物)の地層処分についての制度的措置

- TRU廃棄物の地層処分については、「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」による高レベル廃棄物の地層処分と同様の制度的措置がなされるべき。
- 併置処分を視野に入れると、高レベル放射性廃棄物とTRU廃棄物の両方について同じ実施主体(原子力発電環境整備機構)による処分が可能となる制度とすることが適切。
- 国及び研究機関、発生者並びに処分実施主体は、密接な連携の下、理解促進活動や技術開発を着実に進めていくことが重要。

### ■TRU廃棄物地層処分手業に係る制度概要(案)



### ■高レベル放射性廃棄物との併置処分

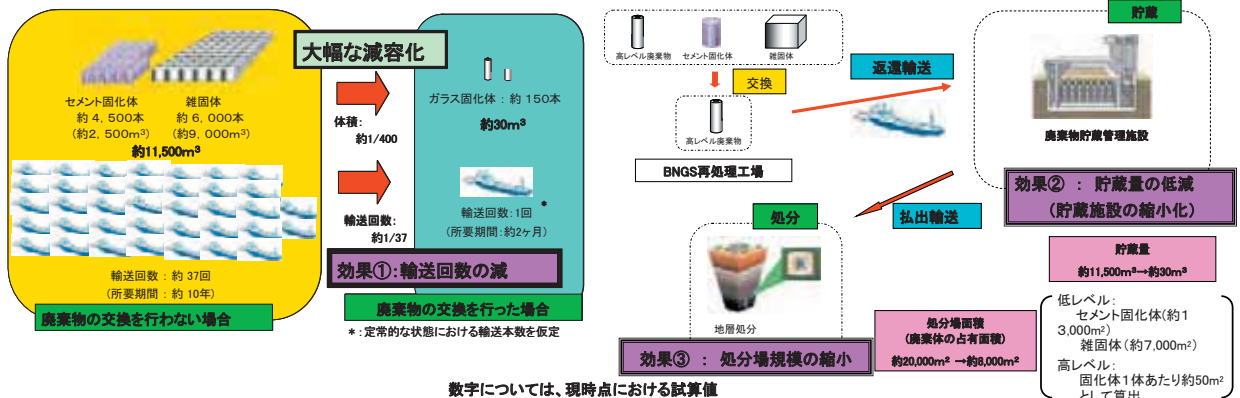


# 原子力立国計画：③返還廃棄物

## 3. 海外からの返還廃棄物に関連する制度的措置

- イギリスからの、低レベル放射性廃棄物を高レベル放射性廃棄物に交換して返還するとの提案に関し、交換のための指標(ITP)の妥当性を評価。これを踏まえ、国は、受け入れに当たっての必要な制度的措置を講じる。
- フランスより提案のあった、低レベル放射性廃棄物の固化形態の変更(アスファルト固化からガラス固化への変更)について、原子力委員会により技術的成立性が確認されたことを踏まえ、国は、処分に当たっての必要な制度的措置を講じる。

### ■イギリス提案(廃棄物の交換による返還)のメリット例



# 地層処分研究開発を取り巻く状況

## 【原子力委員会:原子力政策大綱(H17.10)】

「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・協力するべきである。」

## 【研究開発活動の着実な進展】

- 瑞浪と幌延の深地層研究の本格化をはじめとした基盤研究開発の着実な進展
- 研究開発の中核機関である「日本原子力研究開発機構」の発足
- 原環機構の事業および技術開発の段階的な展開、安全規制関連の検討の本格化



- 研究開発全体の効果的かつ効率的な推進を図ることを目的に、「**地層処分基盤研究開発調整会議**」を設置(H17.7～)

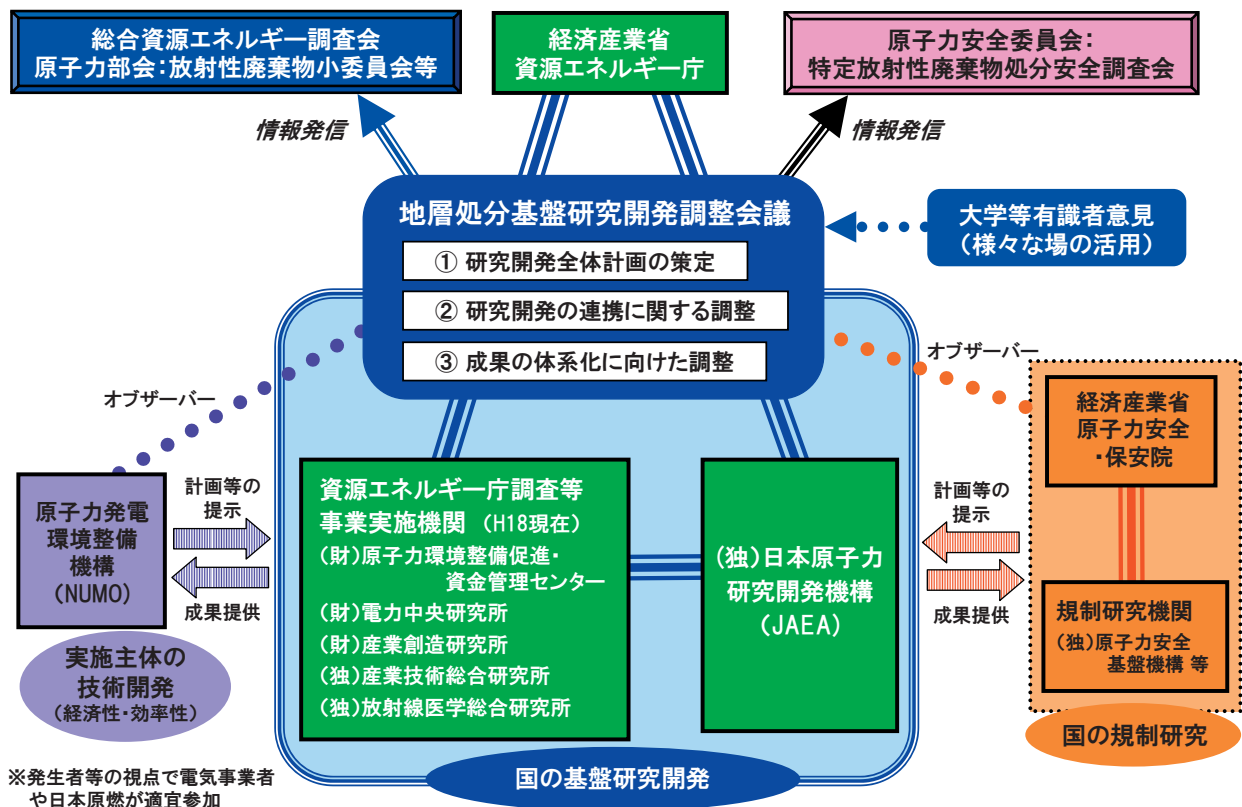
## ● 最終処分計画の改定(H17.10閣議決定)

国、関係機関及び機構は、それぞれの役割分担を踏まえつつ、密接な連携の下で、特定放射性廃棄物の最終処分にかかる研究開発を着実に進めていくこととする。

## ● 原子力部会報告書～原子力立国計画～(H18.8)

引き続き、TRU廃棄物の特性等に留意しつつ、高レベル放射性廃棄物の処分の研究開発と連携して効率的に技術開発を進めていくことが重要。

## 地層処分基盤研究開発調整会議の概念



# 調整会議の機能と組織

## ①研究開発全体計画の策定

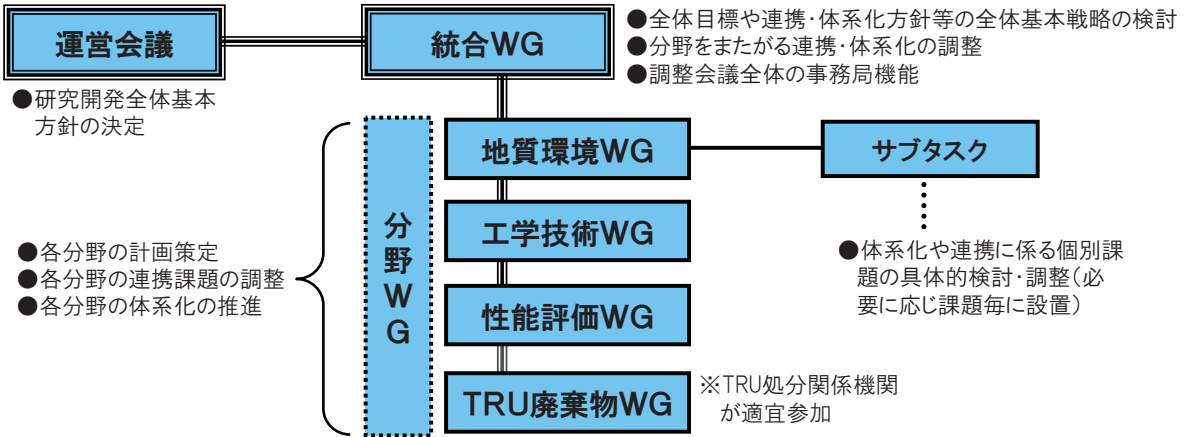
国の基盤研究開発の役割や目標、処分事業や安全規制のニーズやスケジュール等を踏まえた、連携や体系化方策を含む基盤研究開発の全体計画の策定

## ②研究開発の連携に関する調整

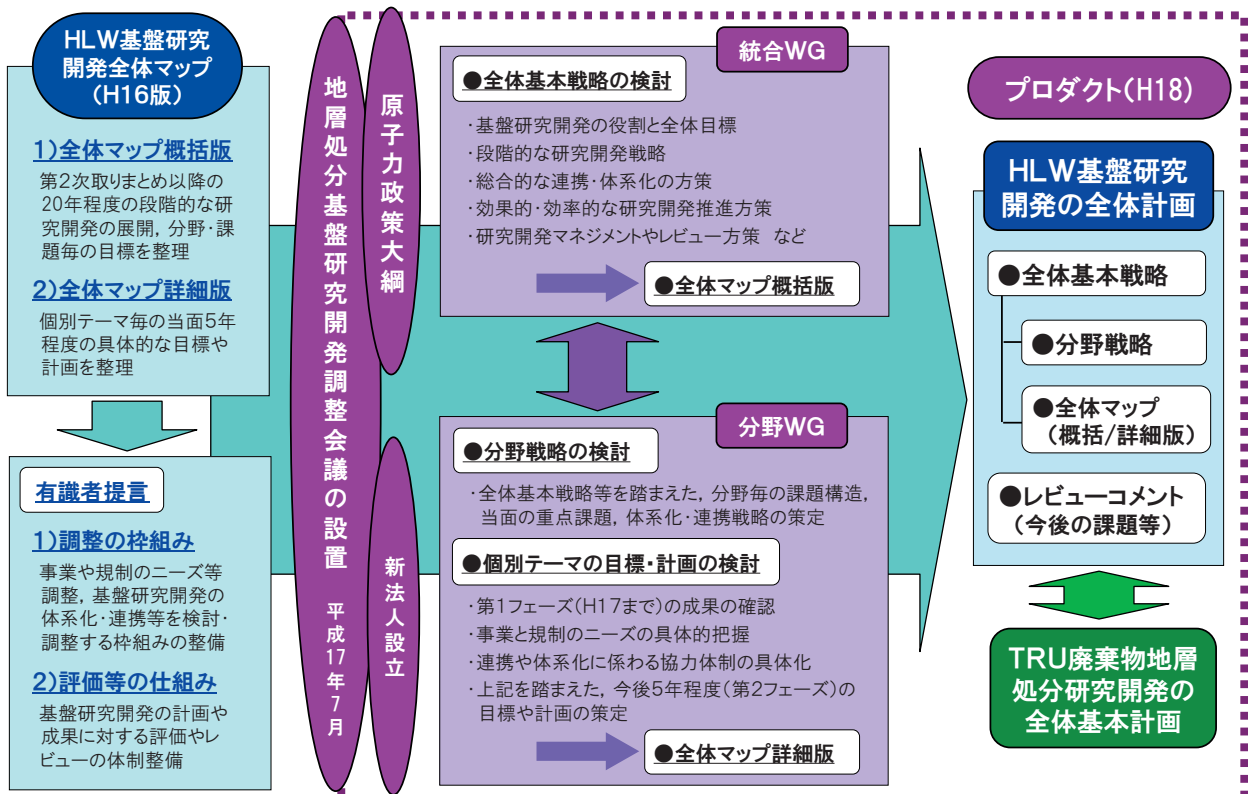
体系化や効率化の観点から連携すべき課題の明確化と、研究施設等の研究資源の有効活用を含めた共同研究等の企画・調整

## ③成果の体系化に向けた調整

研究開発成果の効果的な集約と反映を念頭においた体系化のあり方の検討と、それに基づく様々なレベル・視点での体系化作業の推進・調整

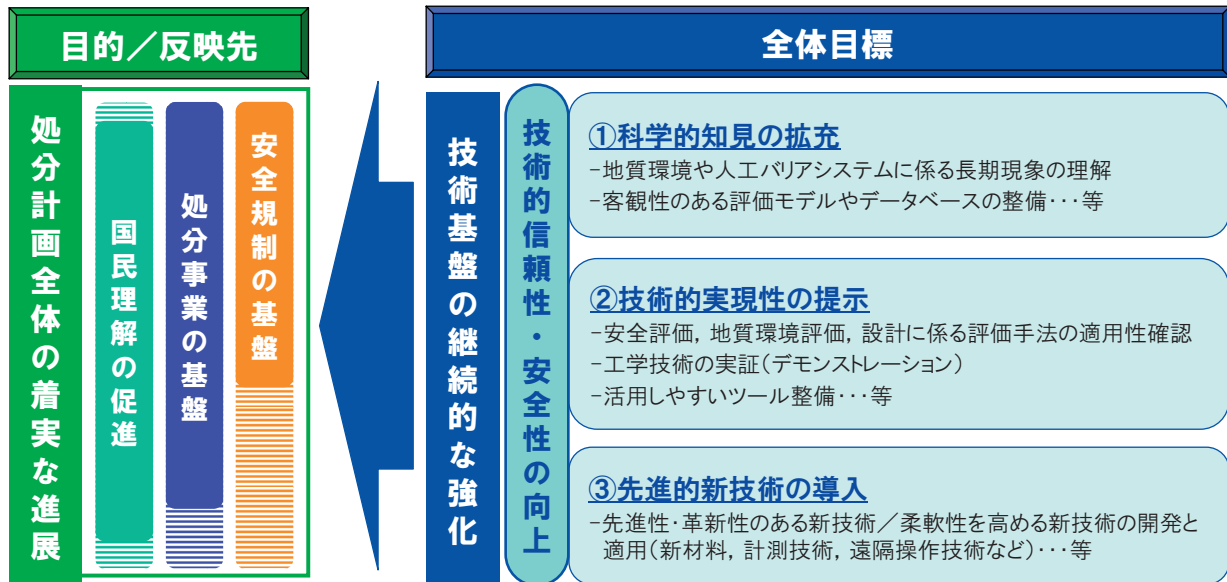


# 調整会議の活動経緯～検討と成果のポイント～

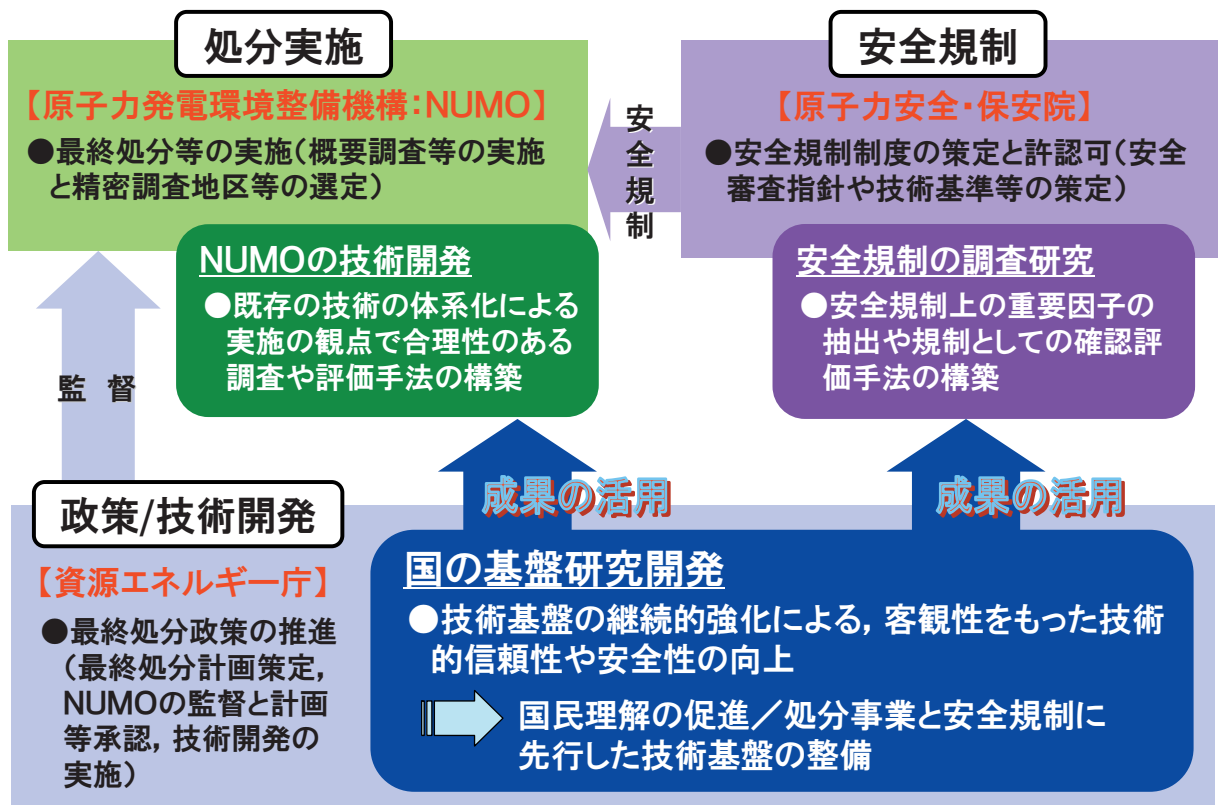


# 国の基盤研究開発の役割と全体目標

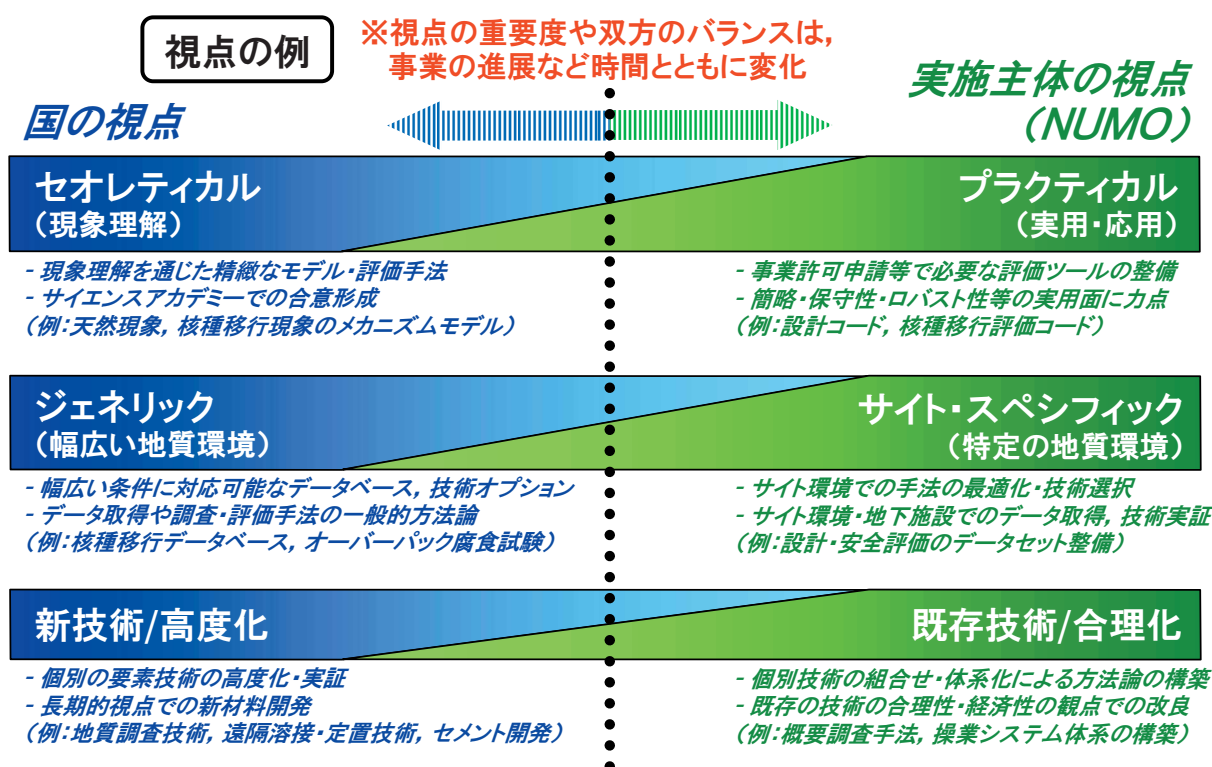
国の責任のもとで技術基盤の継続的強化を図り、客観性をもって技術の信頼性や処分の安全性を高め、もって国民の理解を促進するとともに、事業や規制に先行する形での技術の整備を通じ、処分事業や安全規制を含むわが国の処分計画全体の着実な進展に資する。



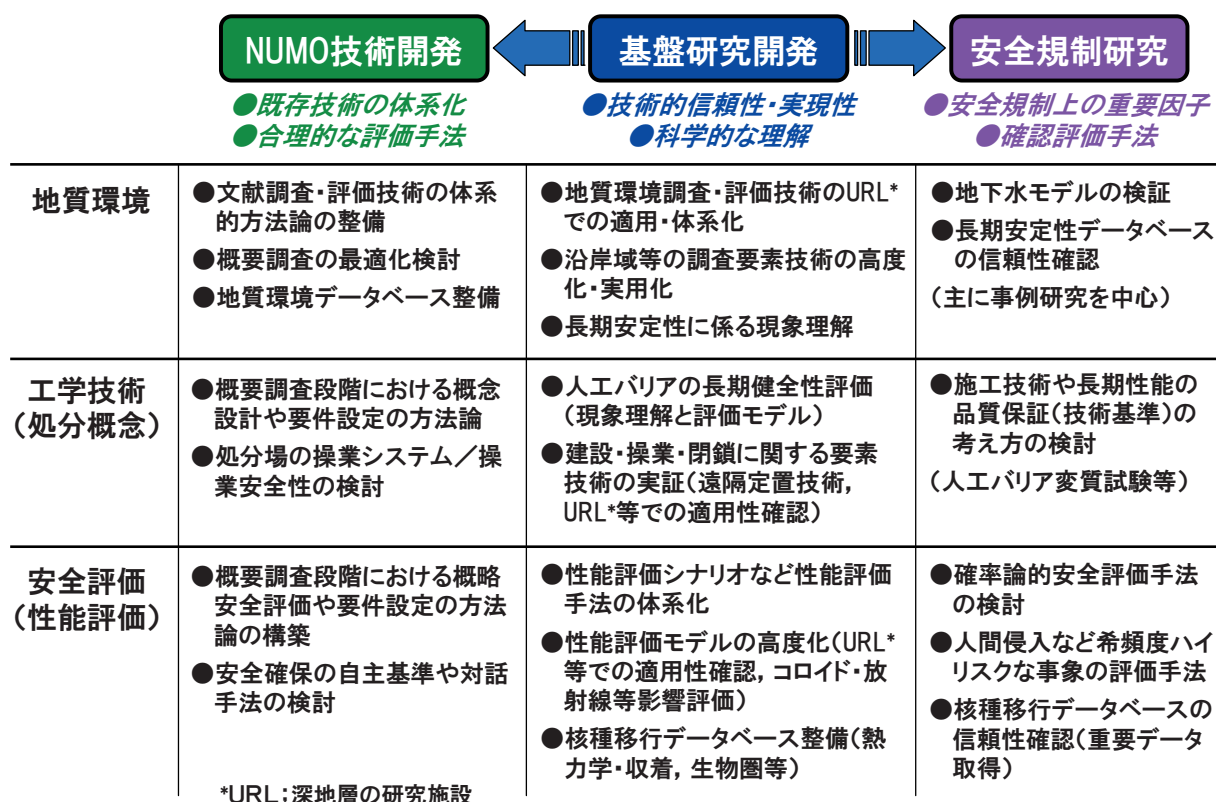
## 基盤研究開発の処分事業及び安全規制との関係



# 国の基盤研究開発と実施主体による技術開発との関係

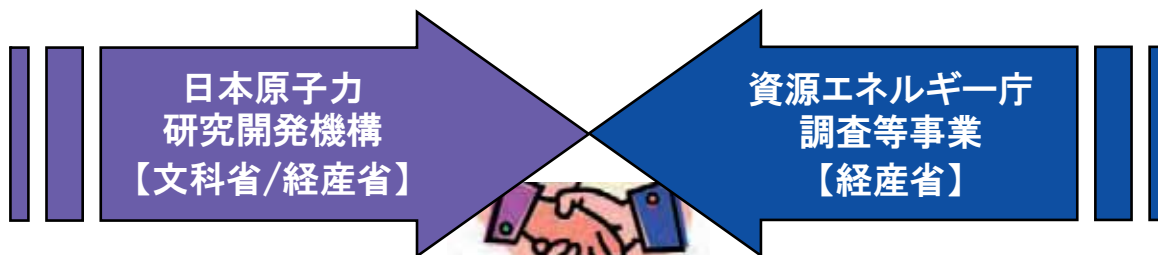


## 国の基盤研究開発と、実施主体／規制機関による研究開発の関係



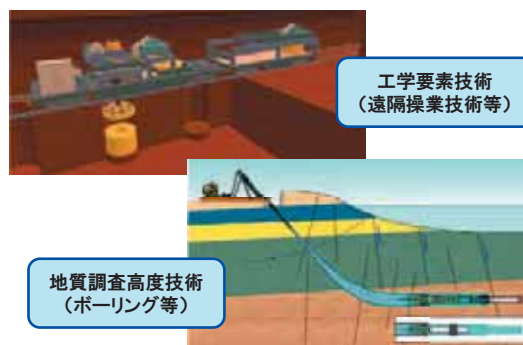


# 国の基盤研究開発の実施体制



中核研究機関として深地層の研究施設等を活用し、深地層の科学的研究や安全評価手法の高度化など主に科学的な視点や体系的な視点に重点をおいた研究開発  
**【体系的な基礎基盤技術の構築】**

地質環境調査技術や処分技術に関連した要素技術など主に工学的視点に重点をおいた周辺基盤技術の研究開発  
**【高度化実用化開発(事業への展開)と政策課題対応】**



## JAEAの研究開発: 瑞浪・幌延の深地層研究計画等

瑞浪URL



幌延URL

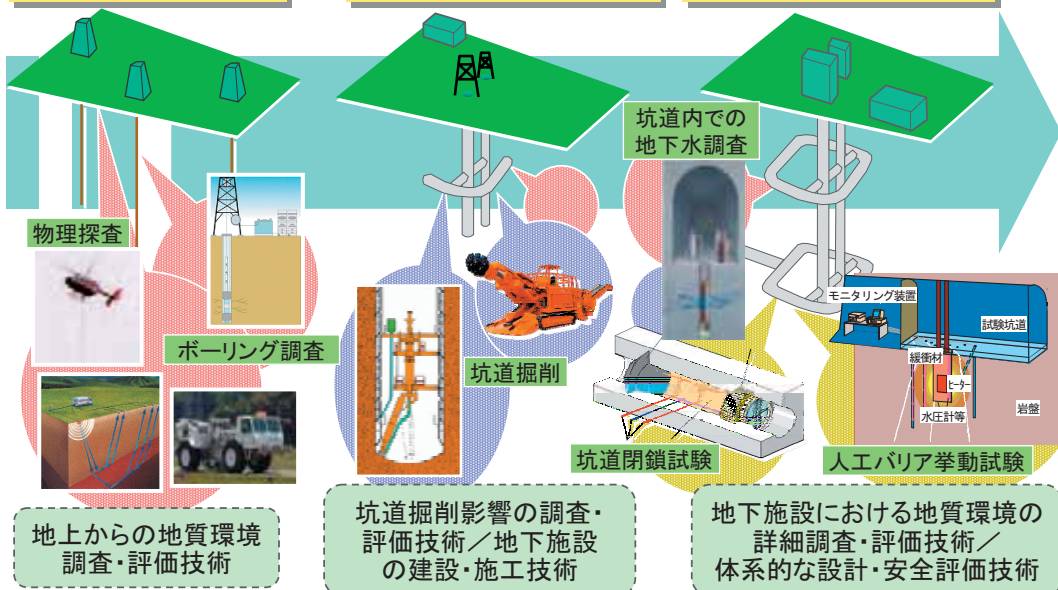


- ・瑞浪(結晶質岩, 淡水系, 硬岩), 幌延(堆積岩, 塩水系, 軟岩)
- ・地層処分技術の一連の適用性確認を通じた知識ベースとしての体系化

第1段階  
地上からの調査研究

第2段階  
坑道掘削時の調査研究

第3段階  
地下施設での調査研究

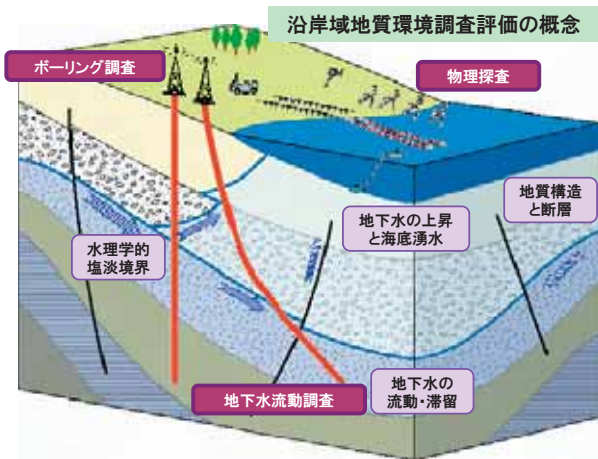


# 資源エネルギー庁の調査等事業

## 地質環境調査技術や工学技術に関連した要素技術の高度化開発など 周辺基盤技術の整備

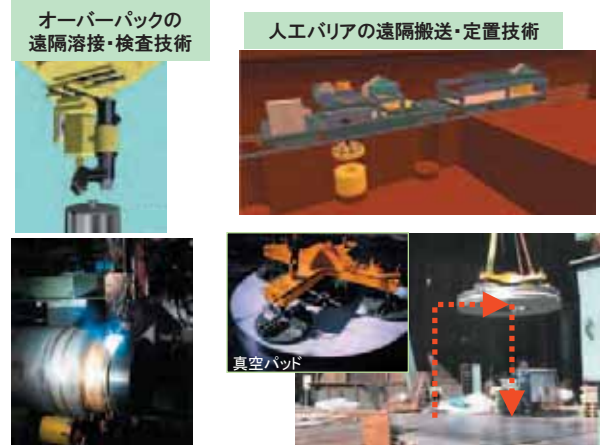
### 沿岸域調査技術高度化

沿岸域サイト評価において重要な塩淡水境界や断層評価について、物理探査やボーリング調査等の要素技術開発と効果的組合せによる総合評価手法を構築

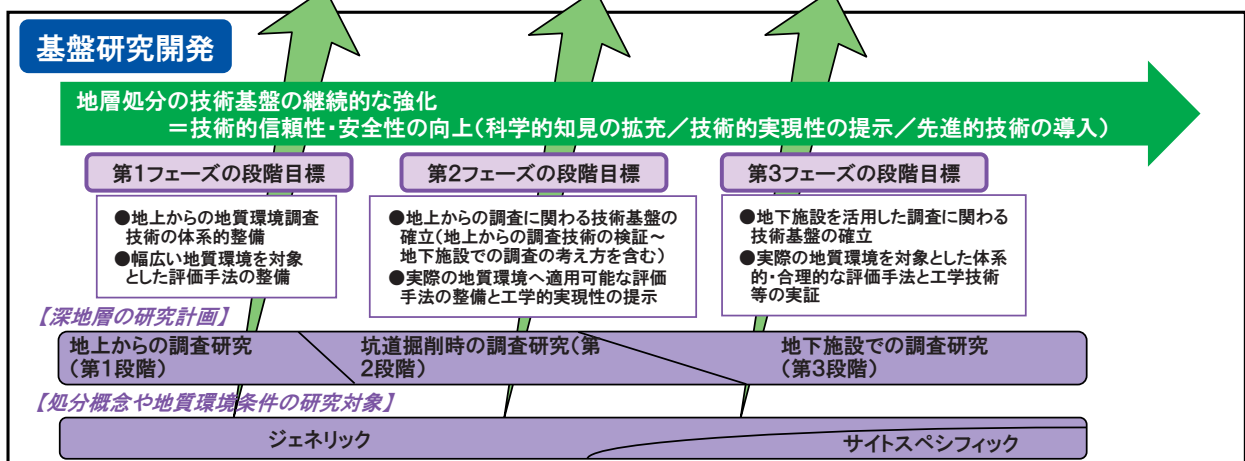
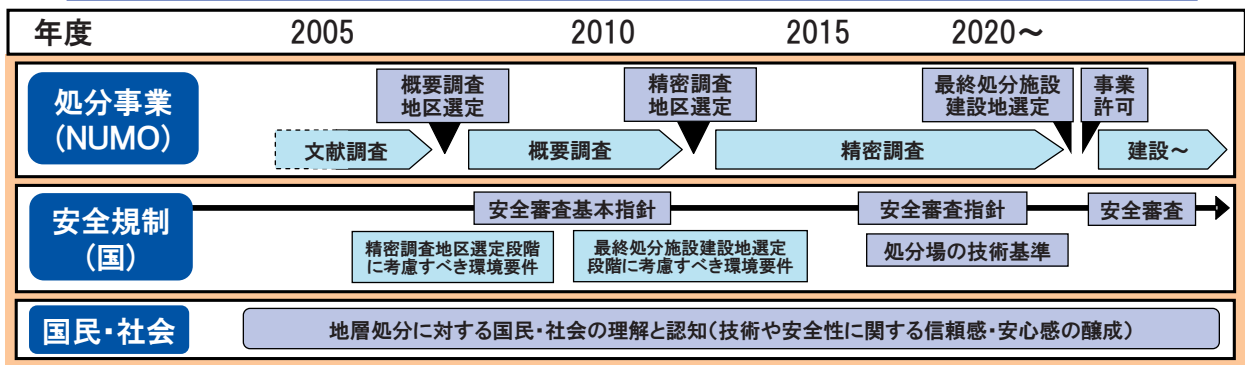


### 遠隔操作技術高度化

処分場操業に必要な遠隔操作技術(オーバーパックの溶接・検査, 廃棄体等の搬送・定置)について、様々な要素技術の高度化開発



## 段階的な研究開発の展開と成果の反映



# 研究開発のマネジメント戦略～柔軟性と具体性の両立～

## 基本的考え方(2つの視点の両立)

- ① 事業や規制の段階的な展開に対応可能な研究開発計画の「柔軟性」
- ② 現時点における合理性や効率性に配慮した研究開発計画の「具体性」

## 研究開発全体計画＝研究開発全体マップによる管理

- 処分事業や安全規制の長期的展開，地下研究施設の進め方を含めた10～20年程度の柔軟性のある長期的・段階的戦略を概括的に設定【全体マップ概括版】
- 5年程度を対象に，具体的な目標や計画の設定，様々な連携方策，節目での成果体系化と反映に向けた方策等を具体的提示【全体マップ詳細版】
- 事業や規制の展開に応じて適宜柔軟に計画を見直しつつ展開（全体計画の見直しによるタイムリーな対応）
  - サイト選定の進捗による地質環境の特定，材料や定置方式の技術選択
  - 安全規制の進捗による評価期間の特定，リスク論的評価の導入
  - その他，ニーズに応じた成果の反映(情報・技術の提供)・・・等

## 研究開発全体マップ(概括版／詳細版)

	2005(H17)	2010(H22)～	2020(H32)～
国(規制)	基盤研究開発の成果の反映先とスケジュール		
国(政策)			
実施主体			
国民・社会			
基盤研究開発	全体目標 → フェーズ1 → フェーズ2 → フェーズ3		
● 研究開発分野	H17までの達成レベル	段階目標	段階目標
(1) 分類1	達成レベル	分類目標	分類目標
(2) 分類2	達成レベル	分類目標	分類目標
● 研究開発分野	達成レベル	分類目標	分類目標
● 研究開発分野	達成レベル	分類目標	分類目標

全体マップ概括版

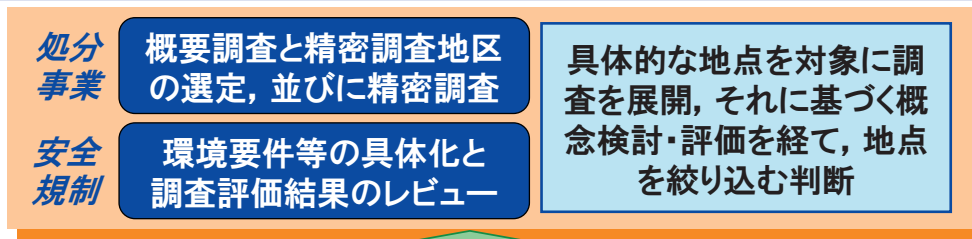
処分事業や安全規制の長期展開を念頭に，10～20年程度の柔軟性のある長期的・段階的な研究開発の目標等を概括的に設定

全体マップ詳細版

5年程度を対象に具体的な目標や計画，様々な連携や体系化方策の設定

研究開発要素			各研究開発要素の研究開発目標と課題				備考
			フェーズ1: 第2次取りまとめ以降5年程度の成果【平成17年度頃まで】		フェーズ2: 当面5年程度の計画【平成22年度頃まで】		
分野	分類	細目	達成目標と達成レベル	課題の設定, 進め方, 成果	達成目標	課題の設定, 進め方	
			<b>【達成目標】</b> ●フェーズ1の計画段階で設定された達成目標  <b>【達成レベル】</b> ●H17年度頃までの研究成果の達成レベル	<b>●課題 実施機関 </b> ・実施概要 ・成果の概要	フェーズ2の達成目標	<b>●課題 実施機関 </b> ・概要, H17年度頃までの研究開発の状況(残された課題)との関連  ・進め方(連携・体系化の方針など)	・実施主体/規制研究機関の計画 ・連携テーマ(既存, 新規) ・TRU廃棄物分野との関連

# HLW地層処分の当面5年程度(第2フェーズ)の重点課題



## 第2フェーズの段階目標

- 地上からの調査に関わる技術基盤の確立(地上からの調査技術の検証～地下施設での調査の考え方を含む)
- 実際の地質環境へ適用可能な評価手法の整備と工学的実現性の提示

### <地質環境調査評価分野>

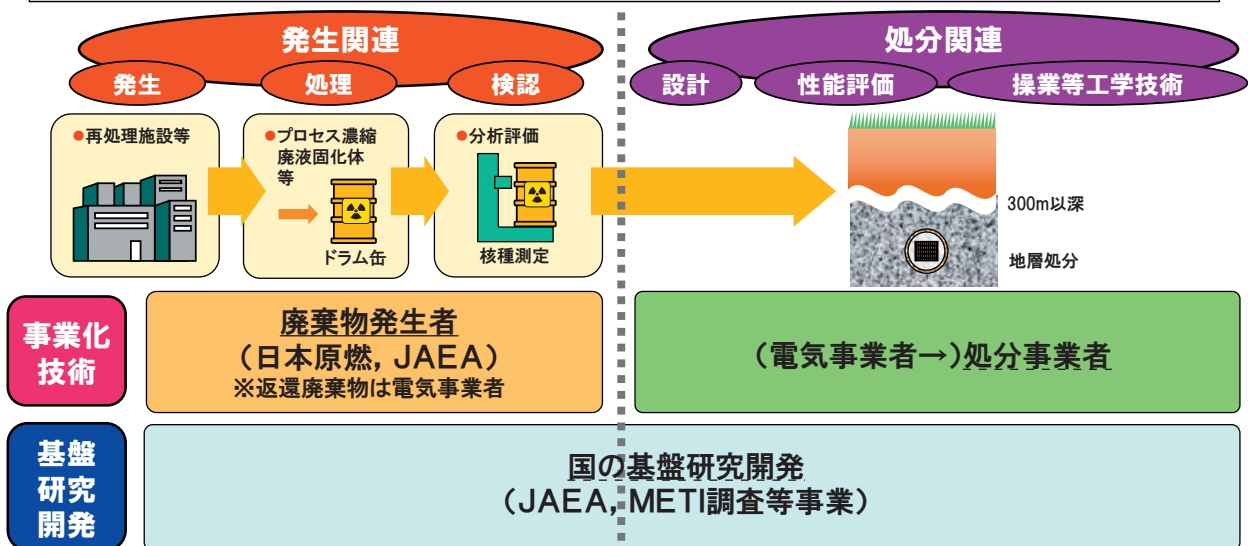
- 地上からの調査から掘削段階調査に至るまでの一連の調査評価の体系的・実用的技術
- わが国の地質環境を考慮した地下施設の現実的な掘削・施工技術(対策工)

### <処分場の工学技術/性能評価分野>

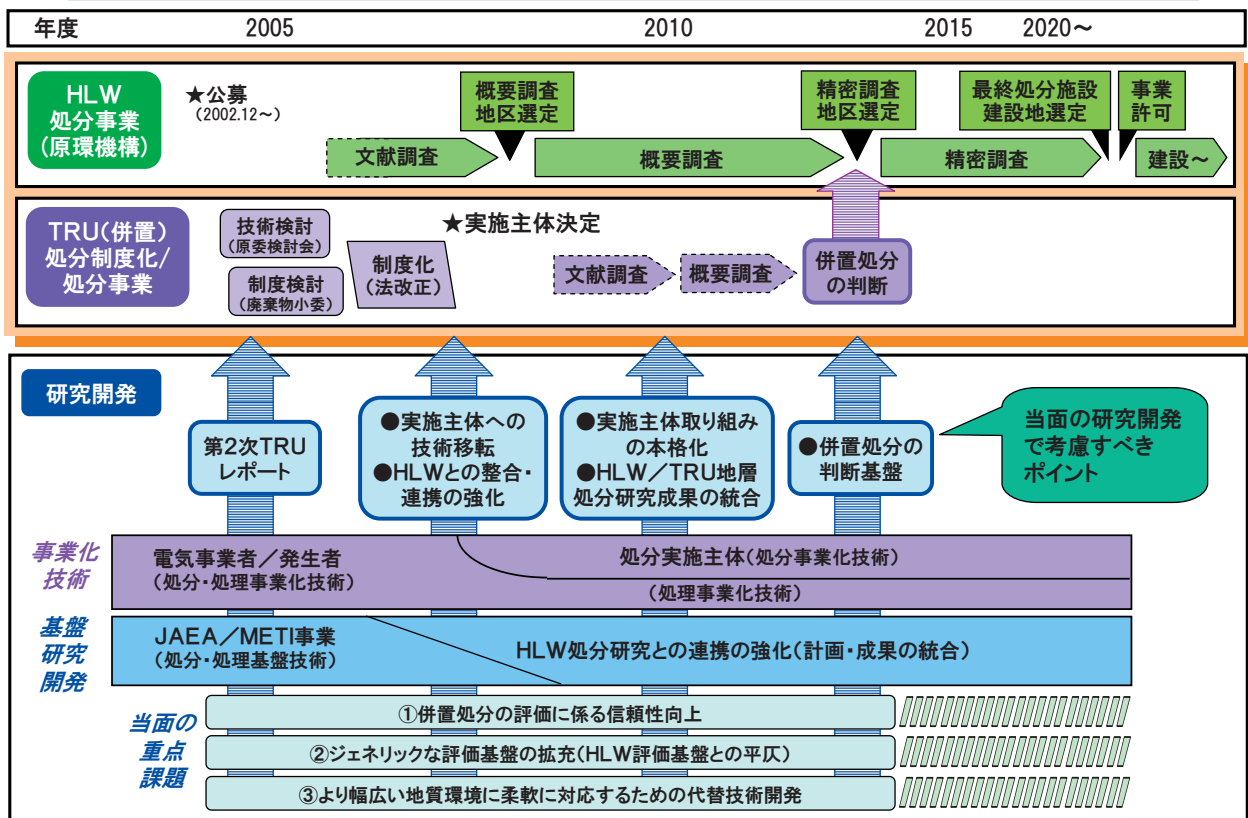
- 幅広い地質環境に対応するためのジェネリックな評価基盤の体系化(データ・モデル)と柔軟な対応を可能とする技術オプションの提示
- 実際の地質環境に適用可能な総合的な設計・性能評価手法の体系化

# TRU廃棄物の地層処分に関する研究開発

- 国及び研究開発機関は基盤的な研究開発, 発生者は廃棄物の安全かつ合理的な処理等を目的とした研究開発, 処分実施主体は処分事業の安全な実施, 経済性及び効率性の向上等を目的とする研究開発を行うとの役割分担を踏まえつつ, 密接な連携の下, 研究開発を着実に進めていくことが重要。
- その際, TRU廃棄物の特性等に留意しつつ, 高レベル放射性廃棄物の処分の研究開発と連携して効率的に行うことが重要。



# TRU廃棄物地層処分の研究開発の段階的進め方



## TRU地層処分研究開発の当面的重点課題

### ① 併置処分の評価に係る信頼性向上

- 硝酸塩等の影響に係る現象理解とデータ・評価モデルの信頼性向上
- 性能評価技術の体系化・高度化(処分場スケールでの相互影響評価の考慮など)

### ② ジェネリックな評価基盤の拡充(HLW評価基盤との平仄)

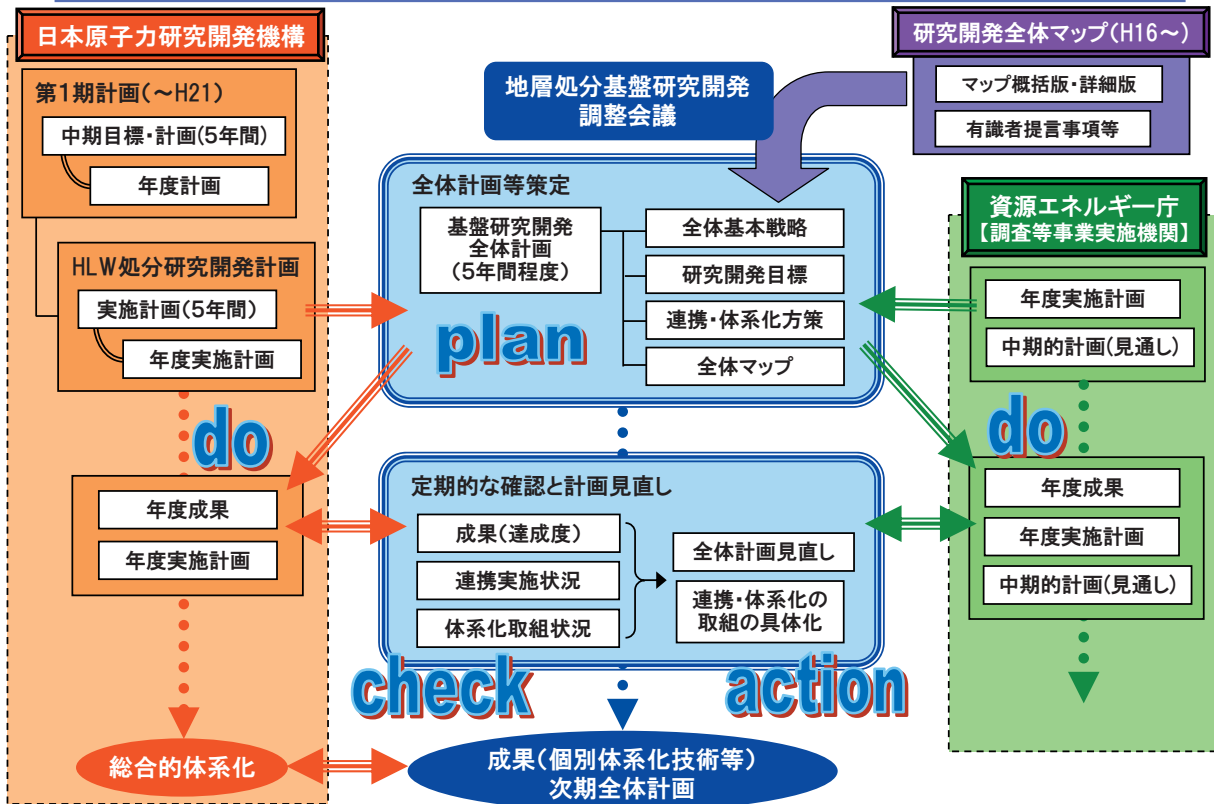
- 塩水環境下でのデータやモデルの整備など、多様な地質環境を対象とした評価基盤の拡充
- 高アルカリ環境での人工バリア等の長期健全性に関するデータ拡充と評価モデルの信頼性向上

### ③ より幅広い地質環境に柔軟に対応するための代替技術開発

- ヨウ素固定化・浸出抑制技術の実現性の提示
- C-14の放出・移行評価の信頼性向上と閉じ込め容器の開発
- 硝酸塩影響の不確実性低減のための硝酸塩分解技術

# 基盤研究開発のマネジメントスキーム

：PDCAサイクルに基づく適切な見直しと成果の体系化



## より効果的な研究開発を目指して～今後の課題①～

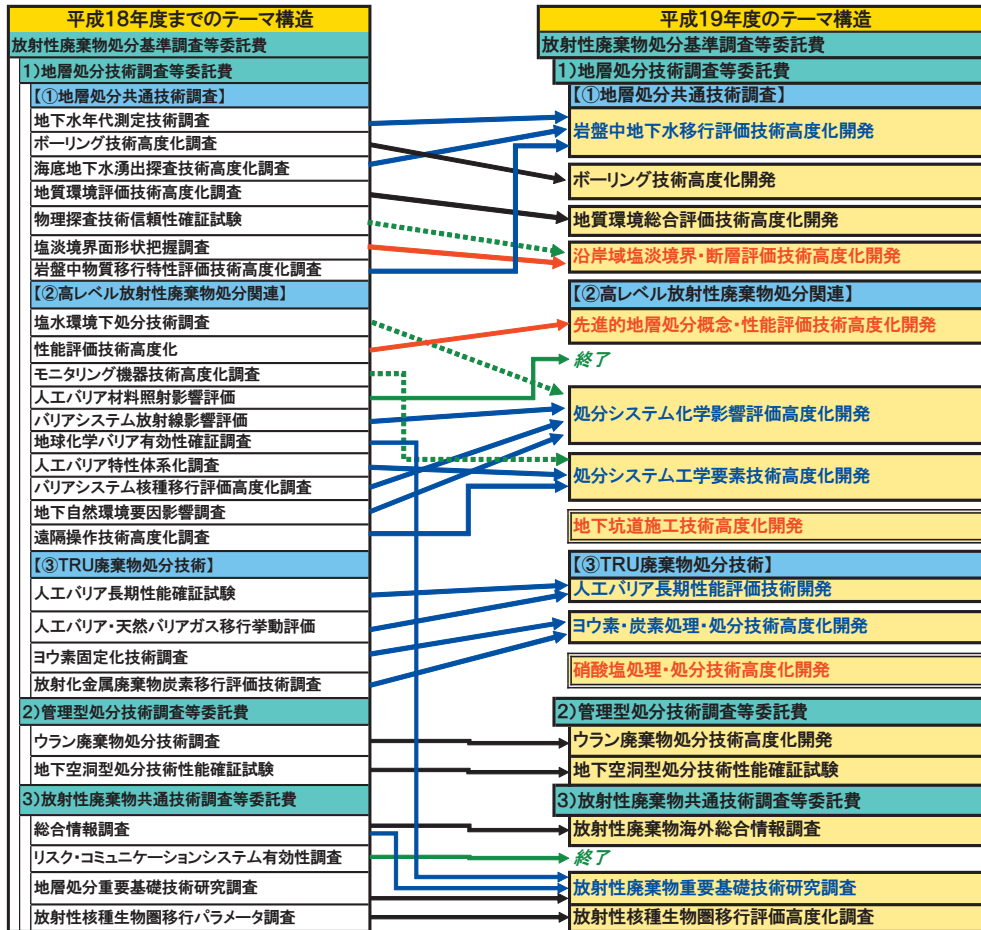
### 【効果的な技術基盤の確立と反映を目指して】

- 1) 処分事業や安全規制のニーズへの対応と反映方策の具体化
- 2) 段階的なセーフティケース構築を念頭においた成果の体系化・知識化

### 【戦略的課題への対応】

- 1) 地質環境～工学技術～性能評価の分野間連携  
(実際の地質環境での一連の評価技術, 評価の時間スケールや不確実性の取扱い, 品質管理手法等)
- 2) 高レベル放射性廃棄物とTRU廃棄物の併置処分も念頭においた連携
- 3) 回収可能性, モニタリング等の制度的管理技術
- 4) 先進サイクル等を含む長期廃棄物管理戦略





資源エネルギー庁  
の放射性廃棄物  
関連の技術開発  
テーマ構成  
(H18からH19へ  
の展開)

- 調整会議の議論の反映
- 政策動向への対応(併置処分, GNEP)
- 連携・体系化の促進

## より効果的な研究開発を目指して～今後の課題②～

### 1) 学会等を通じた幅広い協力・連携

- 事業や規制の関連研究, 大学等基礎的研究領域, 国際協力までを含む効果的な研究開発の展開

### 2) 技術的信頼性の向上／品質の確保

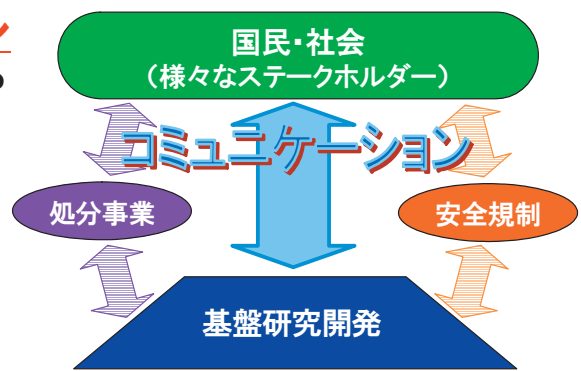
- 学会レビューや研究者ピアレビュー等の詳細技術レビューの仕組み

### 3) 国民・社会とのコミュニケーション

- 成果等情報発信活動の促進, 事業や規制等活動を介した社会ニーズ抽出

### 4) 人材育成／技術継承

- 様々な研究活動を通じた長期的視点での人材の育成と技術の継承



### 調整会議の機能・体制の強化

- 戦略課題の検討と政策への展開, 評価や調整の中立性・透明性
- 幅広い大学等有識者の参画と中心的関与, 事業や規制主体との連携

## 2. 国の地層処分基盤研究開発の概要

### (2) 日本原子力研究開発機構における 地層処分技術に関する研究開発の概要

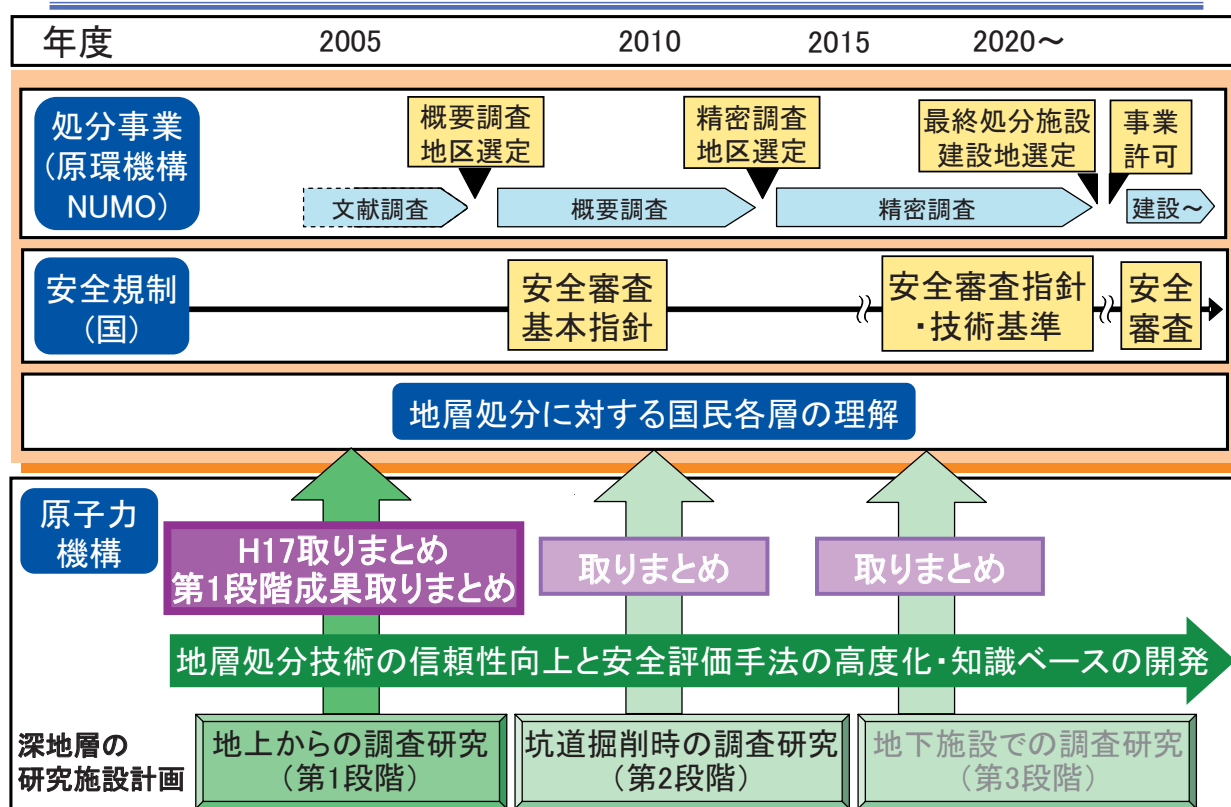
平成19年3月5日

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

地層処分研究開発部門

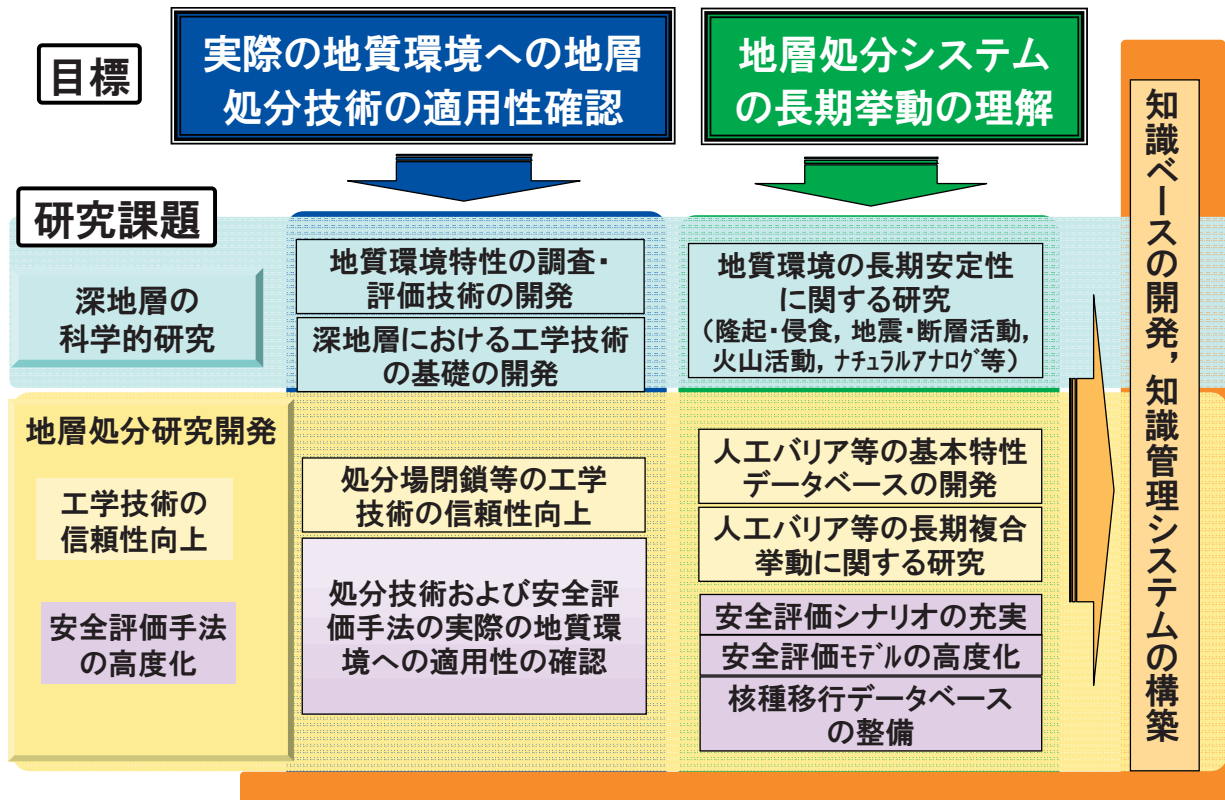
石川 博久

#### 中期計画・研究開発成果の段階的な取りまとめと反映





# 地層処分技術に関する研究開発の目標と課題

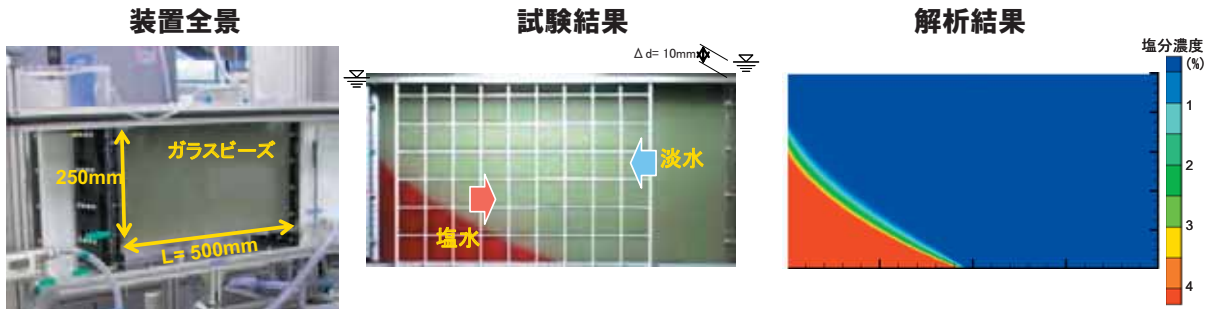


## 研究開発施設



# 研究開発の現状(エントリー, クオリティ)

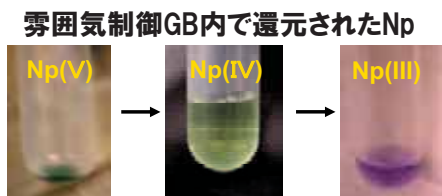
## 地層中の塩水浸入過程の把握<エントリー>



## 還元雰囲気下での核種移行特性データの取得<クオリティ>

- ・対象元素 : Cs, Np, Se, Ra等
- ・試験 : 溶解度試験, 拡散試験, 収着試験

圧縮ベントナイト中のNp拡散試験



# 研究開発の現状(URL)

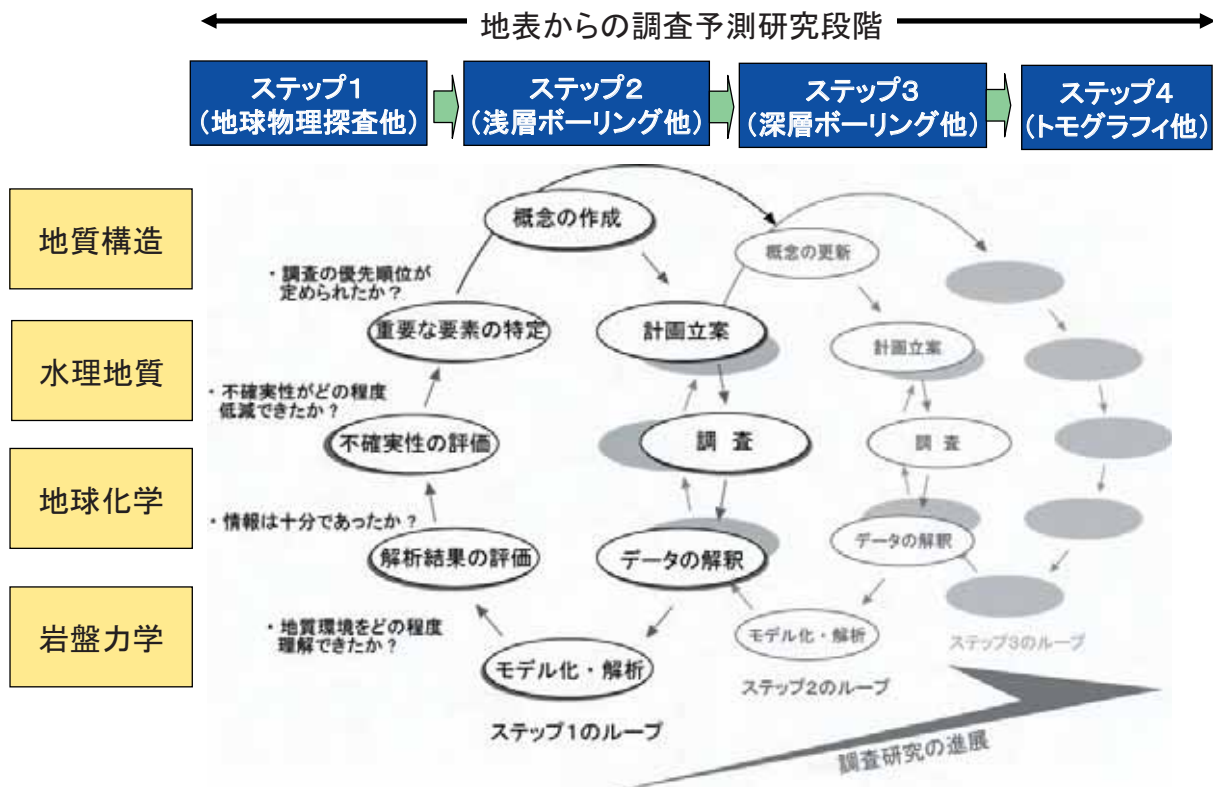
	瑞浪URL	幌延URL
第1段階 地上からの 調査研究段階	第1段階の研究成果の取りまとめ	
第2段階 坑道掘削時の 調査研究段階	<p>建設工事状況</p> <p>100m予備ステージ</p> <p>撮影:平成17年6月</p>	<p>地下施設建設現場全景</p> <p>撮影:平成19年1月</p>
	<p>主立坑掘削状況</p> <p>パイロッドボーリング用槽</p> <p>(主立坑)</p> <p>平成18年度深度200m を目標に掘削</p>	<p>PR施設</p> <p>撮影:平成19年1月</p> <p>立坑内調査状況</p> <p>撮影:平成18年10月</p> <p>平成18年度深度50mを 目標に掘削</p>

# 地質環境特性の調査・評価技術の開発

安全評価，地下施設の設計・施工および環境影響評価の観点から，調査研究の個別目標と課題として整理

	安全評価					地下施設の設計・施工				環境影響評価					
個別目標	地質構造の三次元分布の把握	地下水の流動特性の把握	地下水の地球化学的特性の把握	物質移動の遅延効果の把握	希釈効果の把握	地下空洞周辺の力学・水理状態の把握				地下の温度環境の把握		地下施設建設が周辺環境へ与える影響の把握			
課題	岩盤の地質学的不均質性の把握	被覆層の厚さの把握 移行経路として重要な構造の把握	動水勾配分布の把握 岩盤中の透水性分布の把握	酸化還元環境の把握 地下水のpH分布の把握 地下水の塩分濃度分布の把握	物質移動場の把握 コロイド／有機物／微生物の影響の把握	帯水層中の流速分布の把握	帯水層の分布の把握	応力場の把握	岩盤の物理・力学特性の把握	地下空洞への地下水流入量の把握	EDCの分布／物理・力学特性の把握	不連続構造などの有無の把握	地温勾配分布の把握	岩盤の熱特性の把握	振動・騒音の把握

## 調査研究の繰り返しアプローチ



# 研究成果の概要

深地層の研究施設での地上からの調査を通じて、

## 【地質環境特性の調査・評価技術の開発】

- 地表から地下深部までの主要な地質構造，地下水，岩盤の物理的・化学的な特性を把握
- 地表からの地質環境特性の調査・評価技術の知見，経験・ノウハウを蓄積
- 性能評価および処分技術と連携し，技術の適用性を確認

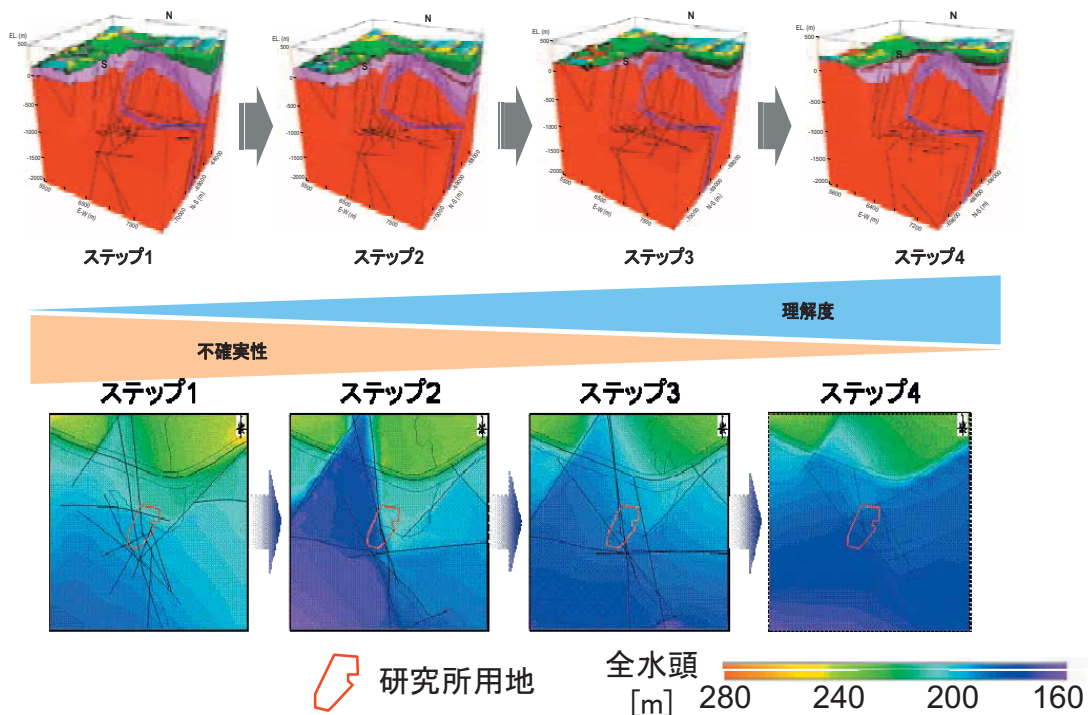
## 【深地層における工学技術の基礎の開発】

- 深地層の研究施設の研究坑道を設計，掘削に基づく経験を蓄積

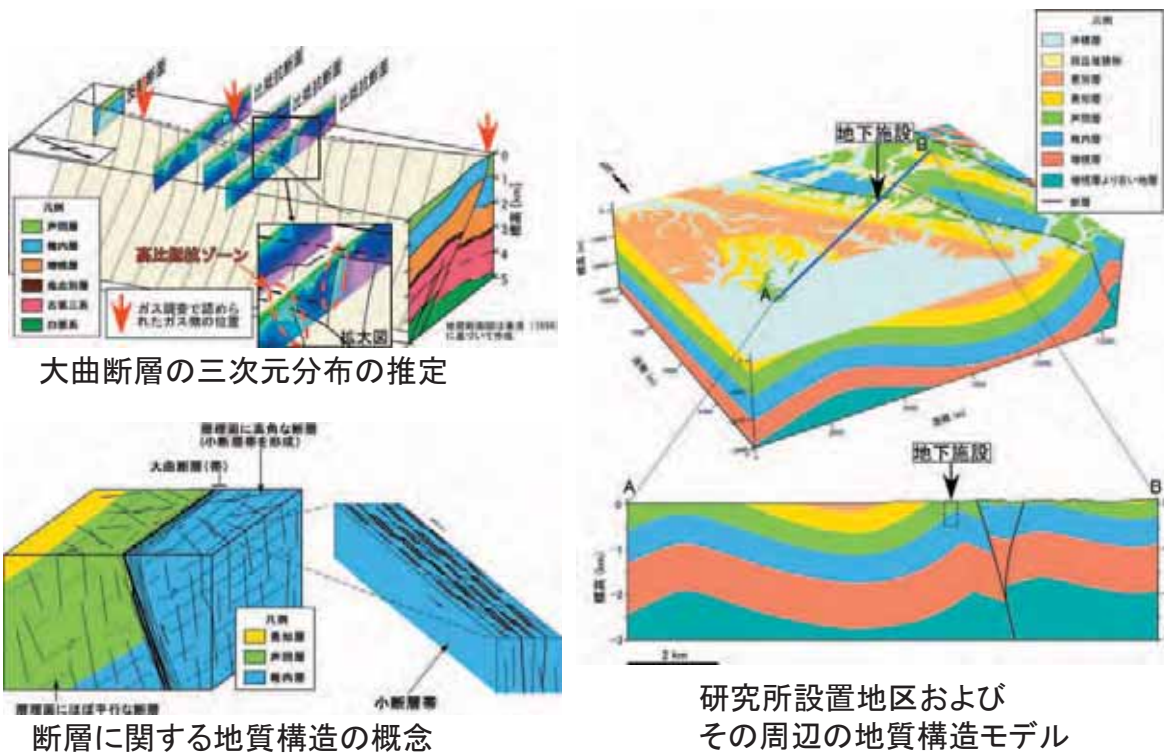
→ 統合化データフローを整備

## 地質構造の三次元構造/地下水の流動特性の把握(瑞浪URLの例)

調査・解析・評価を繰り返し実施し，次の段階で調査・評価すべき項目を抽出していくことにより，地質構造地下水流動特性に関する理解度を合理的に向上

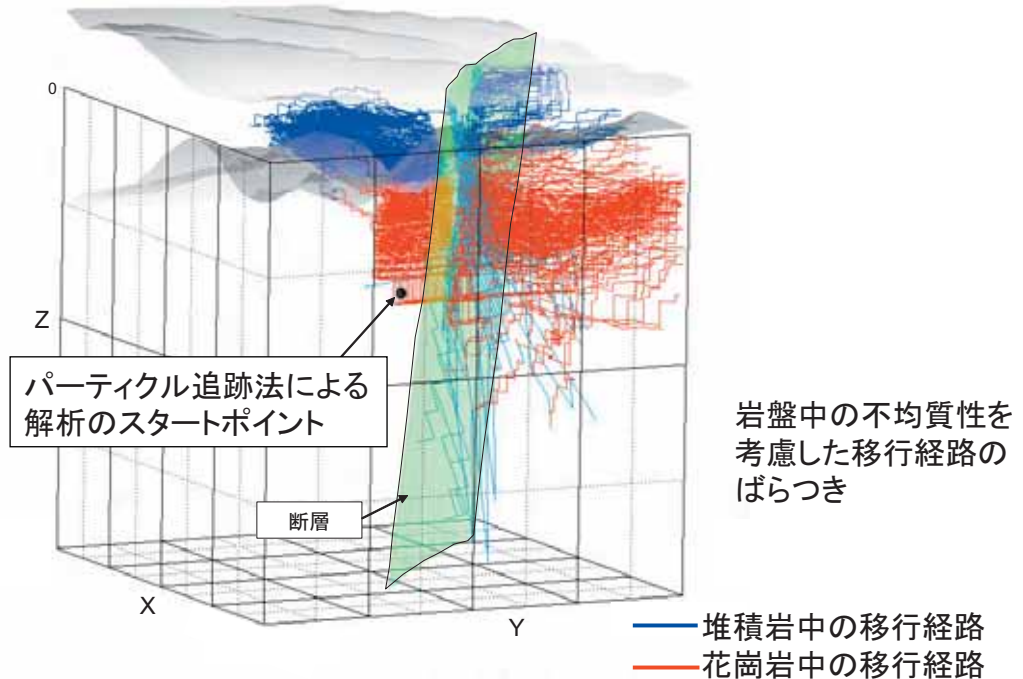


# 地質構造の三次元構造の把握(幌延URLの例)

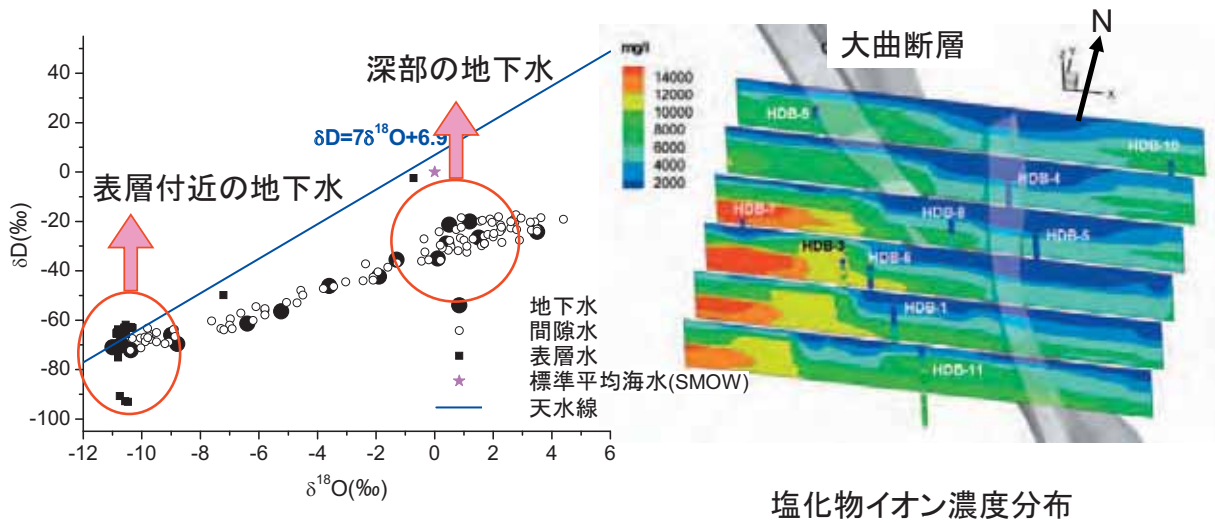


# 地下水の流動特性の把握(瑞浪URLの例)

「パーティクル追跡法」による地下水移行解析  
(研究坑道展開位置からの移行経路の解析例)

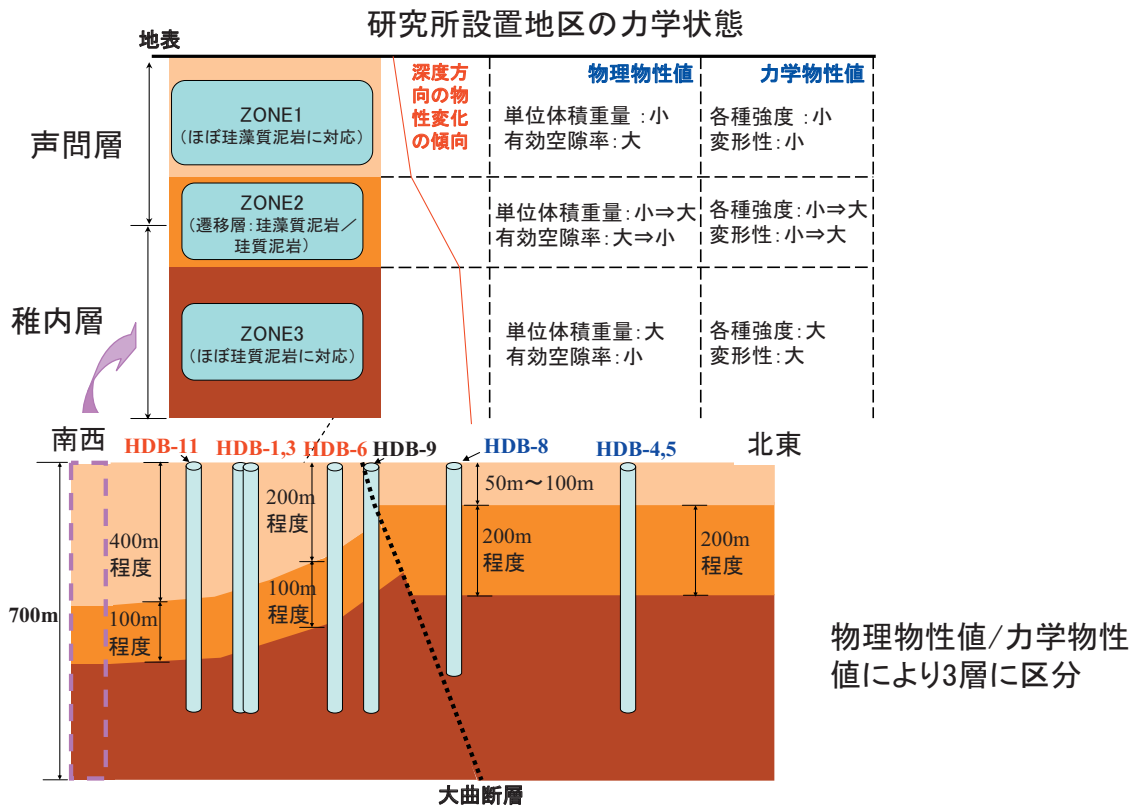


# 地下水の地球化学特性の把握(幌延URLの例)



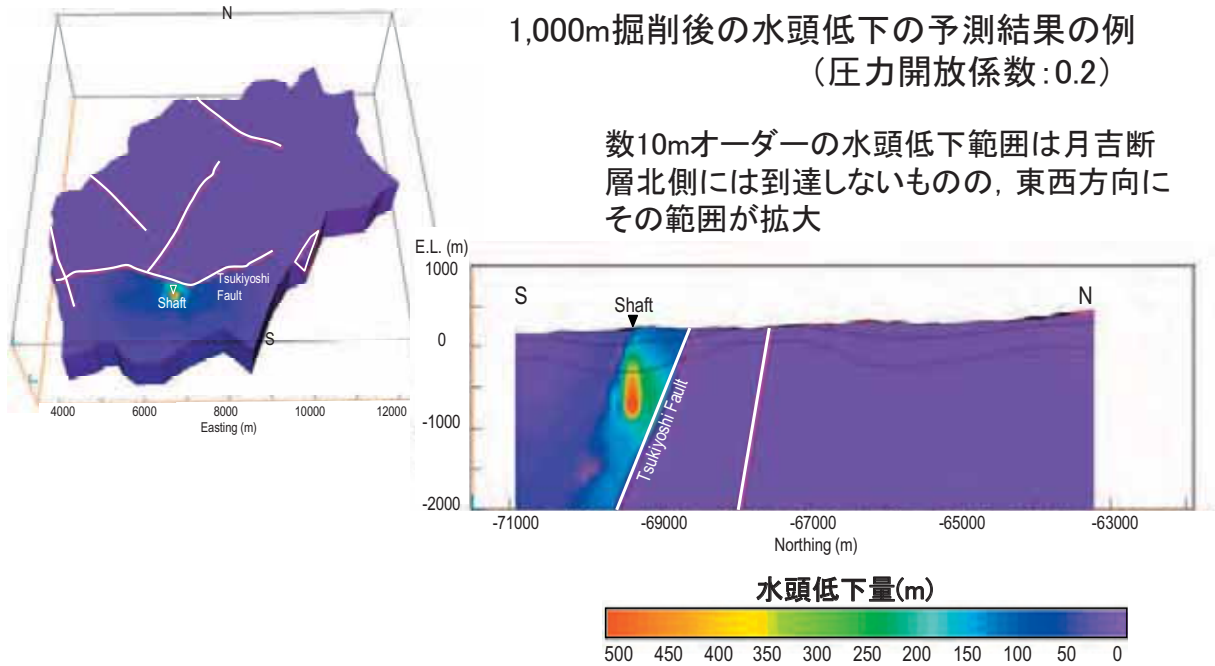
調査により得られた  
酸素・水素安定同位体の分析結果

# 地下空洞周辺の力学状態の把握(幌延URLの例)



# 地下施設建設が周辺環境へ与える影響の把握(瑞浪URLの例)

## 地下水圧分布への影響把握

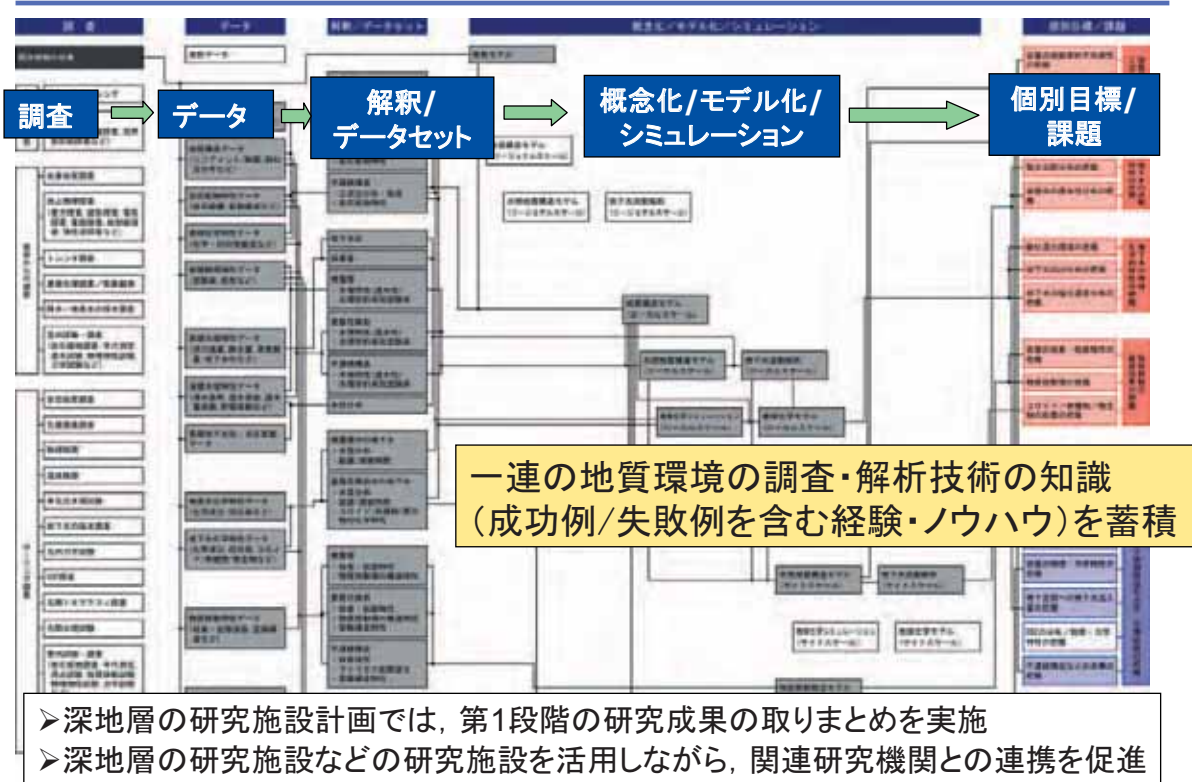


## 地質環境特性の調査・評価技術の経験・ノウハウ

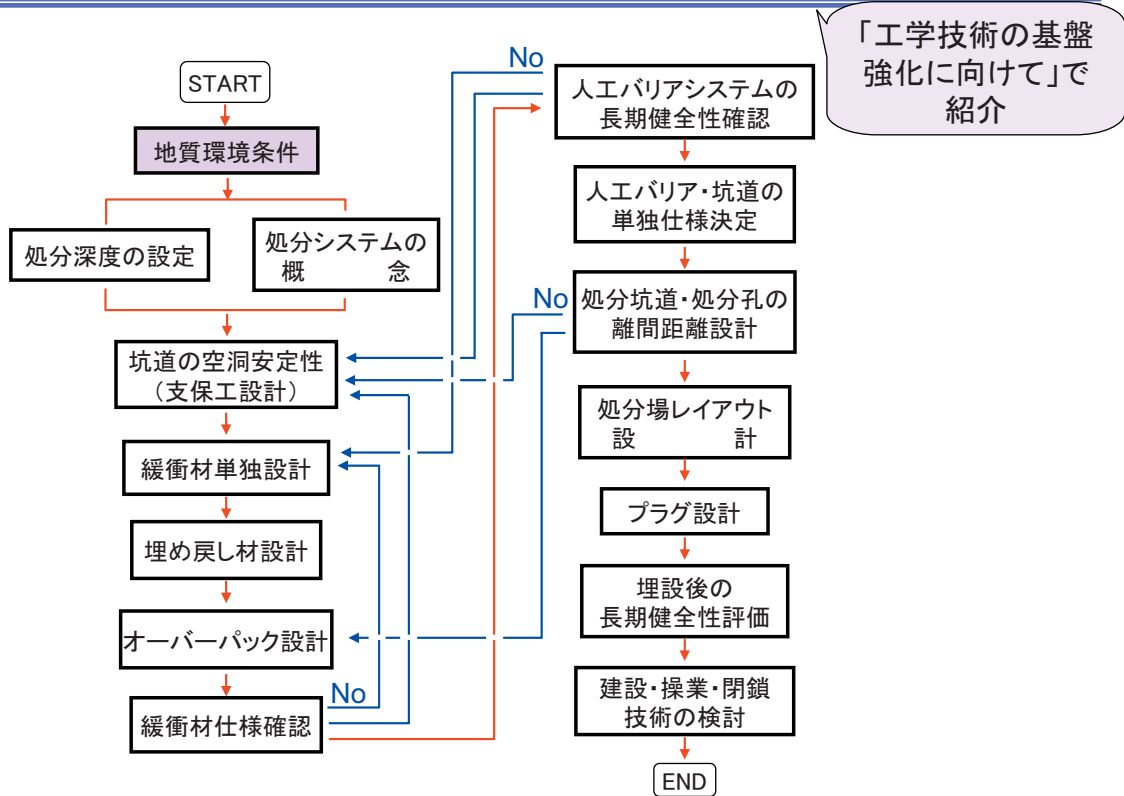
### ボーリング調査手法の例



# 地質環境特性の調査・評価技術の知識基盤の統合



## 地質環境特性の調査・評価技術の開発と 工学技術の開発との連携の例

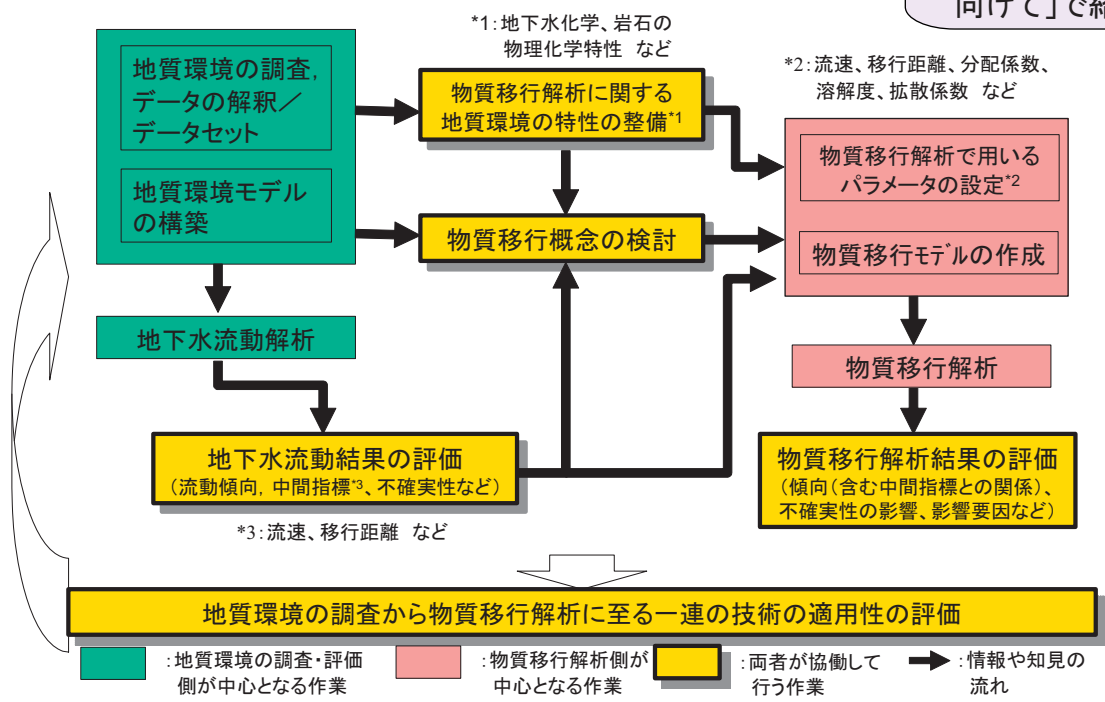




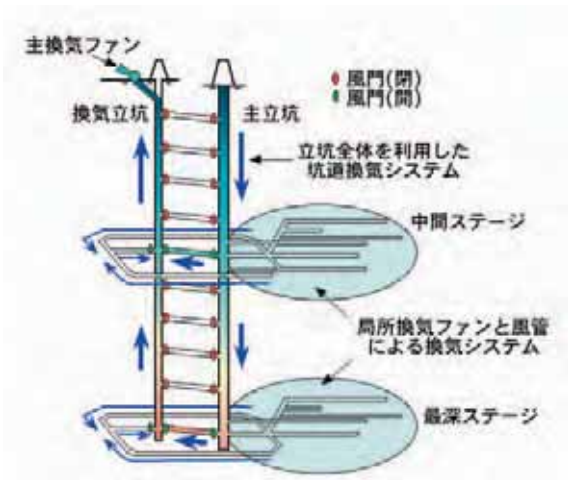
# 地質環境特性の調査・評価技術の開発と 性能評価手法の開発との連携の例

## 地質環境特性の調査から物質移行解析に いたる一連の評価技術の構築と試行

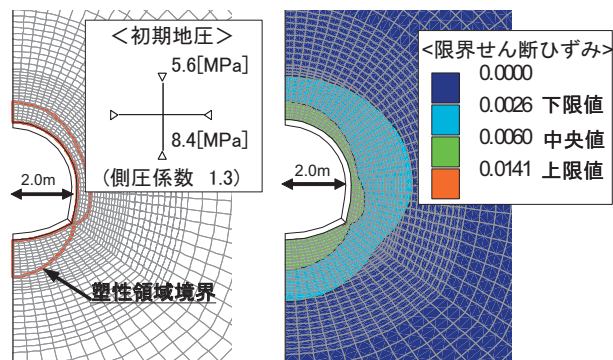
「性能評価の技術  
基盤の体系化に  
向けて」で紹介



## 深地層における工学技術の基礎の開発



通気網解析結果に基づいて  
設定した通気システムの例  
(瑞浪URL)



水平坑道(深度400m)における塑性領域  
および最大せん断歪分布の例  
(幌延URL)

# 国際協力・国際共同プロジェクト

**AECL** (カナダ) **ANDRA CEA** (フランス) **スウェーデン** **KAERI** (大韓民国)

**SKB** (スウェーデン) **アメリカ合衆国** **エネギー省 (DOE)** (アメリカ合衆国)

**スイス** **Nagra** (スイス) **国際共同プロジェクト OECD/NEAなど**

**エネギー省 (DOE)**  
 ・LBNL  
 ・PNNE  
 ・SNL  
 ・LLNL

**エスポ地下研究施設における坑道掘削試験**

**AECL地下研究施設におけるトンネルシーリング試験**

**サンディア国立研究所(SNL)との岩石中拡散・コロイド移行挙動試験**

**グリムゼル原位置試験場におけるトレーサー試験**

# 情報発信, 成果普及, 理解増進活動

**安全規制** **処分事業** **国民**

**成果の公開 報告会等の開催**

**関係学会との連携・協力**

**研究開発**  
 信頼性  
 透明性  
 効率性

**大学、関係研究機関等との共同研究**

**成果報告書**

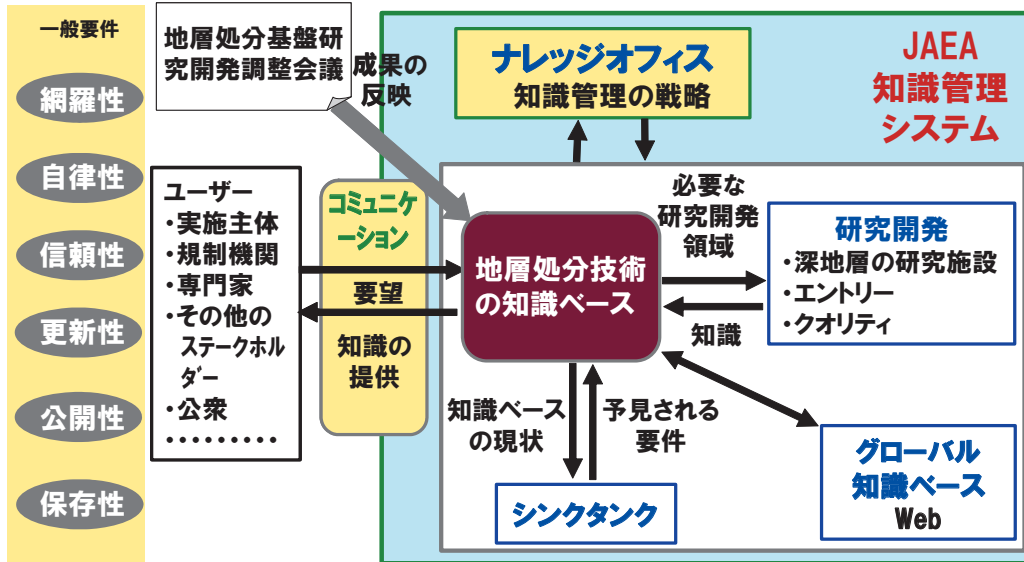
**研究開発報告会**

**学会等での研究開発成果の公表 (日本原子力学会「バックエンド」夏期セミナー)**

**電力中央研究所との共同研究 (幌延におけるコントロールポーリング)**

# まとめ

- 実施主体および安全規制機関が研究成果を活用できるよう、セーフティケースを視軸として知識マネジメントシステムを構築し、地層処分技術の知識基盤を整備



知識マネジメントシステム