



地層処分技術に関する研究開発 －研究開発の全体進捗状況－

平成19年3月20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



原子力機構(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・協力するべき

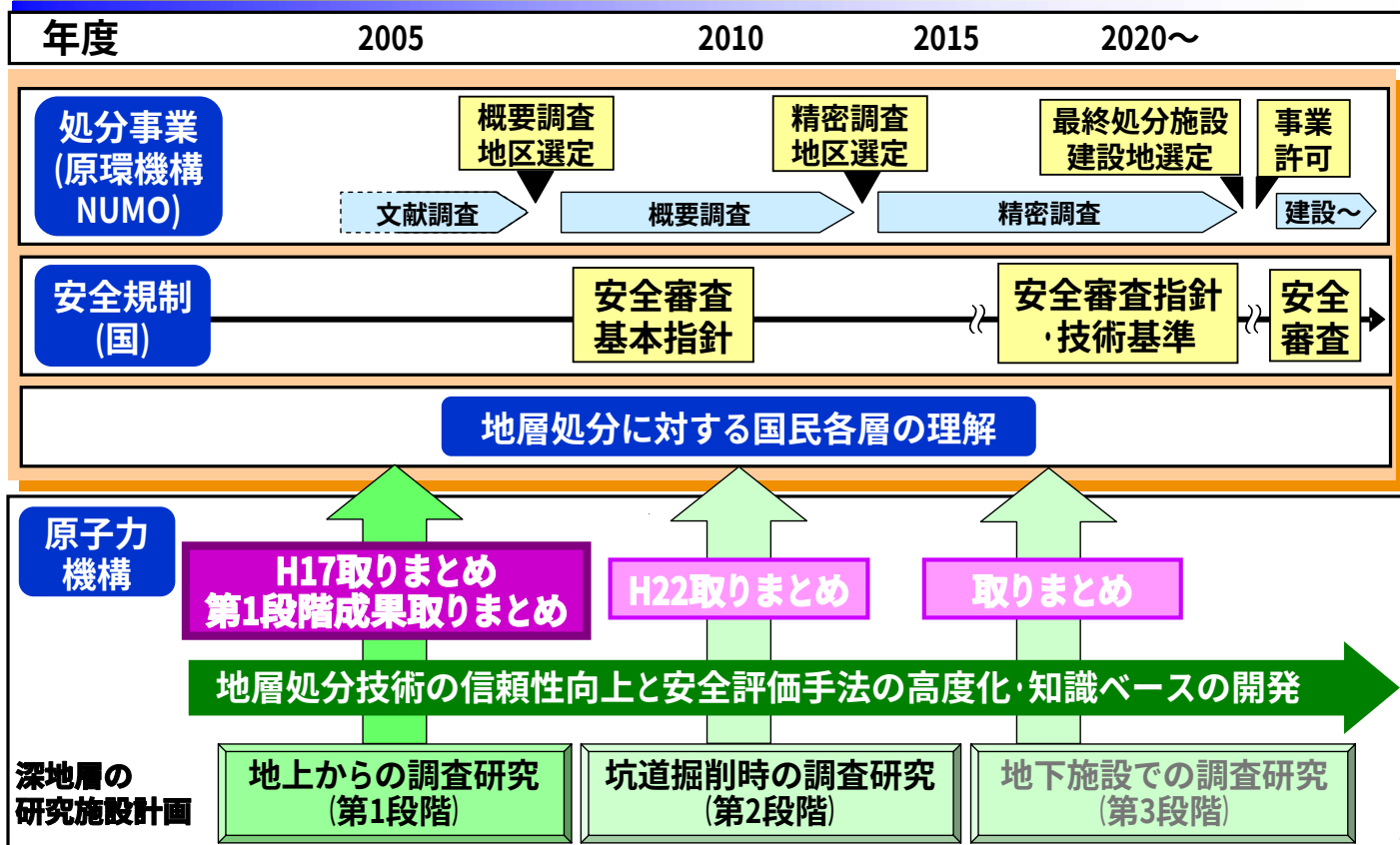
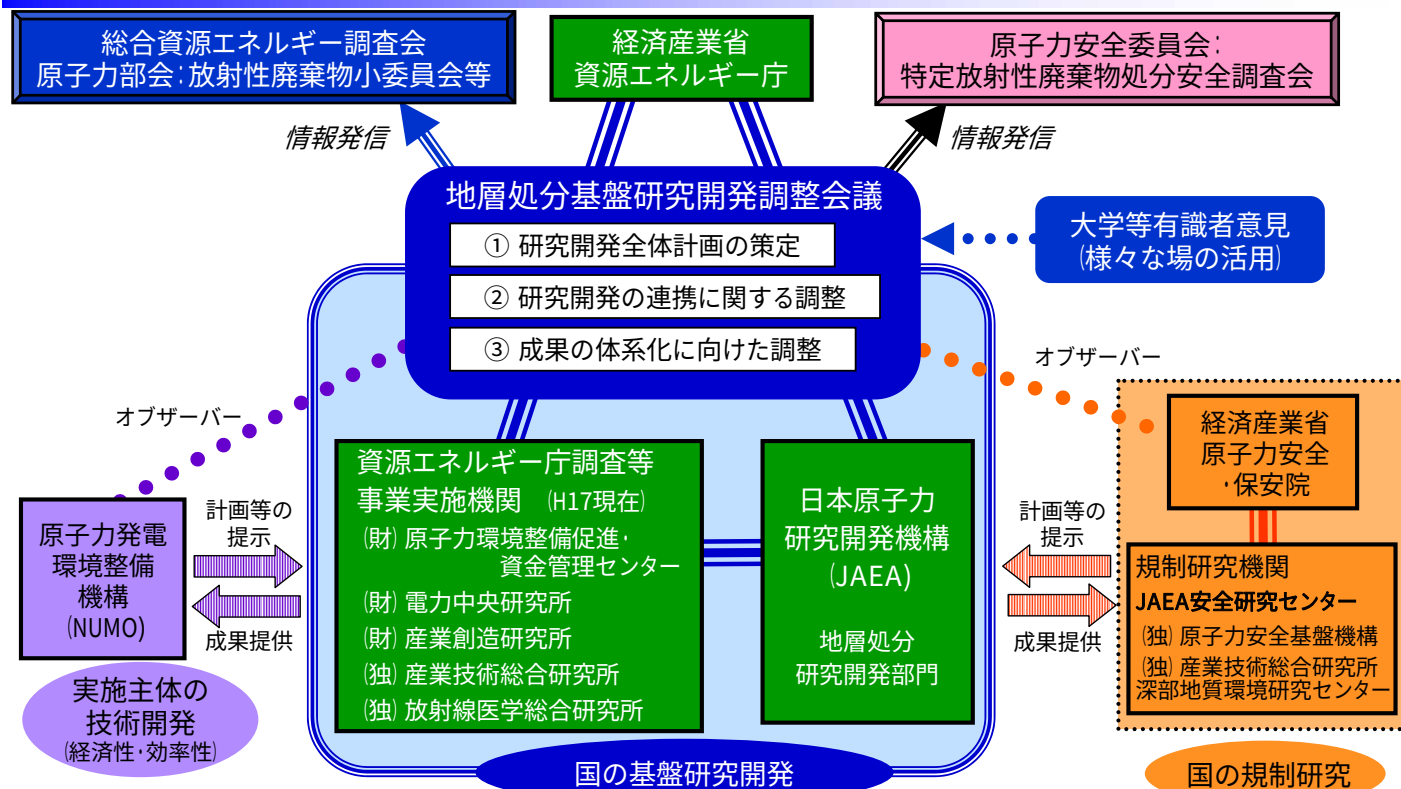
⇒「地層処分基盤研究開発調整会議」(平成17年7月21日発足)

【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。



原子力機構における研究開発目標と課題

目標

実際の地質環境への地層処分技術の適用性確認

地層処分システムの長期挙動の理解

研究課題

深地層の
科学的研究

地層処分研究開発

工学技術の
信頼性向上

安全評価手法
の高度化

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

処分技術実際の地質環境
への適用性の確認

処分場閉鎖等の工学
技術の信頼性向上

安全評価手法の実際の地質
環境への適用性の確認

地質環境の長期安定性
に関する研究
(隆起・侵食、地震・断層活動、
火山活動、ナチュラルアナログ等)

人工バリア等の基本特性
データベースの開発

人工バリア等の長期複合
挙動に関する研究

安全評価シナリオの充実
安全評価モデルの高度化
核種移行データベースの
整備

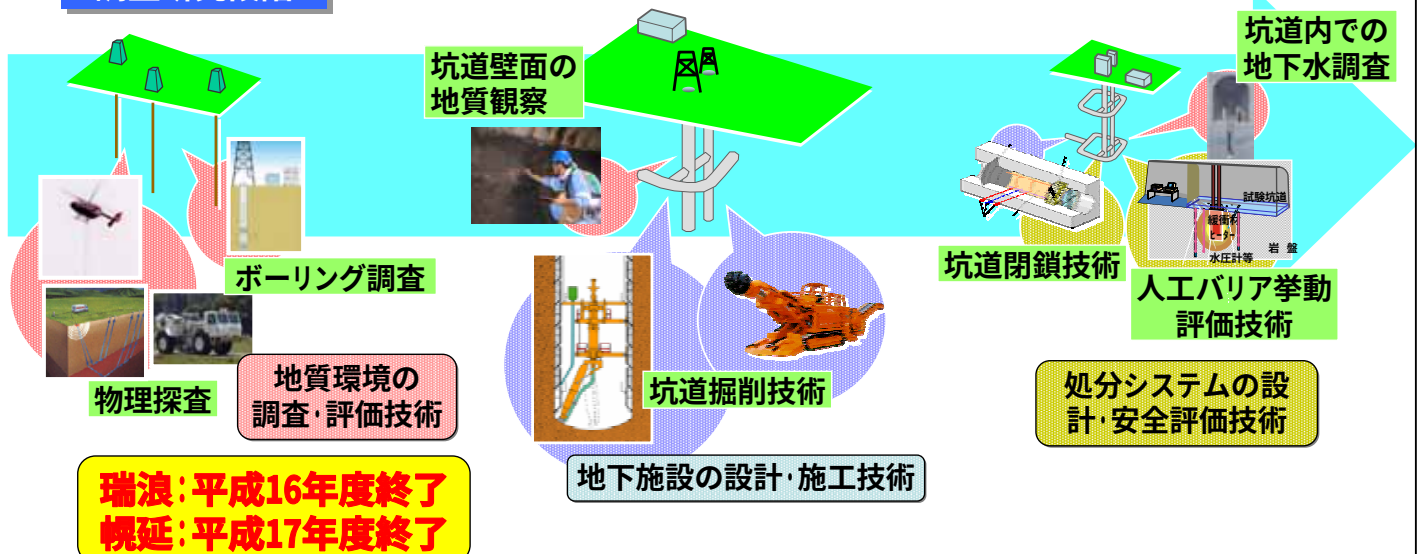
知識ベースの開発、
知識管理システムの構築

実際の地質環境への地層処分技術の適用性確認

第1段階
地上からの
調査研究段階

第2段階
坑道掘削時の調査研究段階

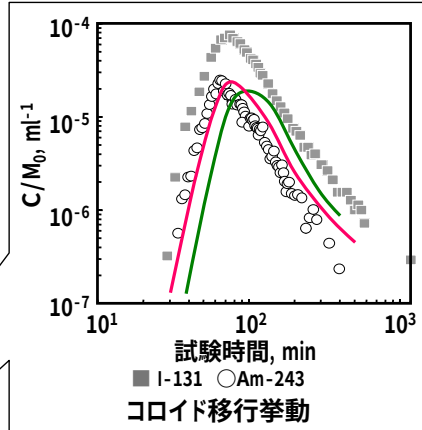
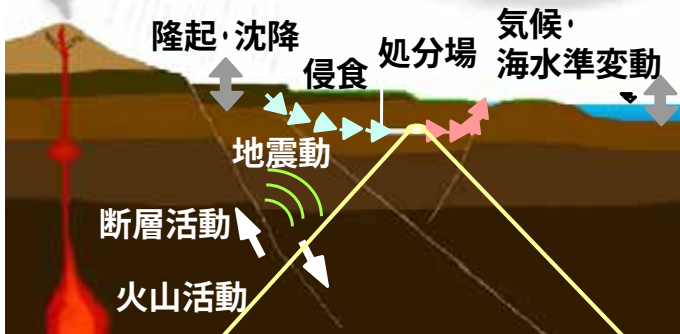
第3段階
地下施設での
調査研究段階



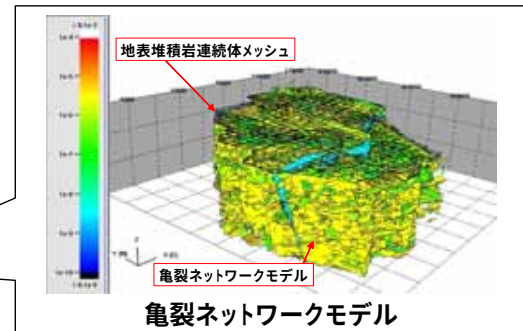
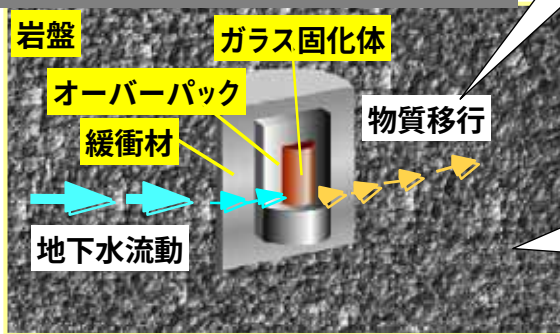
〔瑞浪超深地層研究所計画では、深地層の科学的研究のみを行う。図はイメージ。〕

地層処分システムの長期挙動の理解

地質環境の長期的変遷の把握



現象理解に基づくモデルの高度化



原子力機構の研究開発施設



イメージ図



イメージ図

東濃地科学センター

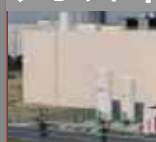
●瑞浪超深地層研究所
(結晶質岩)

深地層の
科学的研究

東海研究開発センター

エントリー

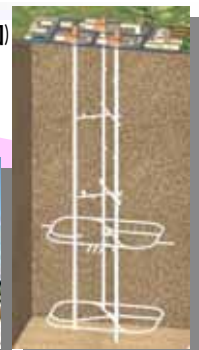
クオリティ



工学技術の信頼性向上

安全評価手法の高度化

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)

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

中期計画の概要 (平成17年度～平成21年度)

○中期計画は、中期目標を達成するため機構が作成

○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)

機構は、我が国における地層処分技術に関する研究開発の中核的役割を担い、処分実施主体である原子力発電環境整備機構による処分事業と、国による安全規制の両面を支える技術を知識基盤として整備していく。

- ◆「地層処分研究開発」と「深地層の科学的研究」について他の研究開発機関と連携して研究を推進
- ◆その成果を地層処分の安全確保の考え方や評価に係る様々な論拠を支える「知識ベース」として体系化
- ◆国内外の専門家によるレビュー等を通じて、包括的な報告書と知識ベースとして取りまとめ

地層処分研究開発

- ・処分技術の信頼性向上 (人工バリアの特性, 長期複合挙動等)
- ・安全評価手法の高度化 (核種データベース, 安全評価モデル等)

深地層の科学的研究

- ・深地層の研究施設計画 (瑞浪, 幌延)
- ・地質環境の長期安定性に関する研究 (火山, 活断層等)

処分事業 (NUMO)

国の安全規制

8

中期目標期間中における主要事項のタイムスケジュール

	平成17年度下期	平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度
研究開発成果の知識ベース化	知識マネジメントシステムおよび知識ベースの構築				
	・知識管理の基本的考え方やシステム開発概念の検討	・知識マネジメントシステムの基本設計 ・知識ベースの構造化	・知識マネジメントシステムの詳細設計 ・知識ベースの整備・拡充	・知識マネジメントシステム (計算機支援システム) の製作 ・知識ベースの拡充	・知識マネジメントシステム (計算機支援システム) および知識ベースの構築 ・プロトタイプ公開・試運用
地層処分システムの設計・安全評価技術の高度化	人工バリアの長期挙動や核種の溶解・移行等に関するデータの取得・拡充、およびデータベース更新とモデルの高度化 深地層の研究施設等のデータを考慮した処分システムの設計、長期性能の評価手法の構築				
	・人工バリアの長期挙動等に関するデータの拡充・公開	・人工バリアの長期挙動等の個別現象モデルの高度化 ・処分システムの設計、長期性能への影響検討	・人工バリアの長期挙動等の個別現象モデルの高度化 ・処分システムの設計、長期性能に関わる現象等の抽出・提示	・人工バリアの長期挙動等の個別現象モデルの適用性確認 ・処分システムの設計、長期性能に関わる現象等の評価手法の詳細化	・人工バリアの長期挙動等の個別現象モデルの取りまとめ ・処分システムの設計、長期性能に関わる現象等の評価手法構築・公開
2つの深地層の研究施設計画の推進 (瑞浪, 幌延)	坑道掘削時の地質環境調査技術の体系的整備 掘削の進捗に応じた調査・観測・試験の実施				
	・地上からの調査段階の終了	・地上からの調査研究段階成果報告書公開	・地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性評価開始	・地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性評価継続	・中間深度までの調査研究成果の取りまとめ開始
地質環境の長期安定性に関する研究	地質環境の変化を予測するための総合的なシミュレーション技術の開発				
	・第2次取りまとめの課題 (高温異常など) 解決に向けた事例研究実施	・地下深部のマグマや活断層を検出する調査技術、および将来の地形変化を予測するシミュレーション技術の開発	・断層活動履歴や高温異常域の熱源を特定する調査技術、および気候・海水準変動を考慮した三次元地形変化モデルの提示	・低活動性の活断層や高温異常域の熱源を特定する調査技術、および気候・海水準変動を考慮したシミュレーション技術の確立	・天然現象に伴う地質環境の変化を予測するための総合的なシミュレーション技術の開発

第一期中期計画報告書・知識ベースの公開 (Web上)

知識ベースへ

9

H18年度実績 (H19年度計画) :

職員等148人 (140人), 博士研究員9人 (5人)

予算総額 (高レベル廃棄物処分共通研究開発費等) 9,005百万円 (8,940百万円)

地層処分研究開発

◆研究開発成果の知識ベース化

(H18年度実績)

前年度に作成した概念検討書に基づき、知識化における思考過程のケーススタディを通じて知識管理システムに必要な機能を特定し、知識管理システムの基本設計を実施した。

(H19年度計画)

研究開発成果の知識ベース化に向け、地層処分の安全性に関する論証構造や専門家の思考過程の表出を試みる。また、課題解決に向けた思考の流れにそって、研究成果の整理を進める。

◆地層処分システムの設計・安全評価技術の高度化

(H18年度実績)

銅製オーバーパックの長期性能にとって重要な環境条件の提示、核種拡散データベースの公開および安全評価シナリオの抽出手法や天然現象影響評価手法の提案を行った。また、地下施設の建設工事が地層処分システムの長期性能に及ぼす影響の整理や、低アルカリ性セメントの現場施工試験に関する課題抽出を行った。

(H19年度計画)

人工バリア等の長期挙動や核種の溶解・移行等に関するモデルの高度化、基礎データの拡充、データベースの開発を進める。また、深地層の研究施設の地質環境データを活用し、不確実性を考慮した安全評価手法を例示する。さらに、幌延の地質環境条件に基づき、掘削影響を考慮した水-化学連成挙動解析や低アルカリ性セメントの現場施工試験準備を行う。

10

深地層の科学研究

◆2つの深地層の研究施設計画の推進

(H18年度実績)

瑞浪・幌延における地上からの調査研究段階の成果報告書を作成した。

[瑞浪] 湧水抑制対策 (グラウト) の適用性試験を行うとともに、立坑坑底からの先行ボーリング調査により、深度500m程度までの地下水の水質や湧水量を評価し、深度200m以深における掘削時の調査研究計画を検討した。また、深度200m程度までの立坑と200m水平坑道の掘削を通じて、地質環境の性状や湧水の変化等を観測しつつ、得られたデータに基づき地上からの調査評価技術の妥当性を検討した。

[幌延] 深度50m程度までの換気立坑および東立坑の掘削を通じて、地質環境の性状を観測するとともに、次年度以降のやぐらを用いた掘削に向けて情報化施工プログラムを作成した。

(H19年度計画)

[瑞浪] 深度200m水平坑道の掘削を通じて、花崗岩上部の断層・割れ目帯等の性状や湧水の変化、岩盤変位等を観測しつつ、得られたデータに基づき地上からの調査評価技術の妥当性評価を進める。また、深度200m水平坑道の掘削時に湧水抑制対策 (グラウト) を実施し、その有効性を評価するとともに、深度200m以深の掘削時に行う調査研究の準備を進める。

[幌延] 換気立坑と東立坑の掘削を通じて、堆積岩層の性状観察、湧水量や岩盤変位等の観測を定常化し、得られたデータに基づき地上からの調査評価技術の妥当性を検討する。また、先行ボーリング調査により、地下深部の割れ目帯の分布や湧水の状況を事前に評価する。

11

深地層の科学研究

◆地質環境の長期安定性に関する研究

(H18年度実績)

地層処分の長期安全性への信頼を高めるため、大学等専門家によるネットワークを活用しつつ、マグマや活断層を検出するための調査技術、将来の地形変化を予測するシミュレーション技術の適用性評価を進めた。また、陸域地下構造フロンティア研究の成果を報告書として公開した。

(H19年度計画)

地震・断層活動と隆起・侵食／気候・海水準変動の履歴を解明するための調査技術や将来の変化を評価するための予測モデルの開発、地下深部のマグマ等を検出するための手法の改良を行う。

組織経営において取り組むべき重要事項

- (1) 地層処分研究開発・評価委員会および部門内の3つの検討委員会を活用して、外部専門家や関係機関からの評価・助言を得つつ、品質向上を図る。
- (2) 各拠点との認識共有と連携協力を図り、安全・環境対策に万全を期しつつ、深地層の研究施設等を着実に整備していく。
- (3) 他部門等との協力を進める。(安全評価用データベース等／安全研究センター、TRU廃棄物処分研究開発／バックエンド推進部門、排水処理技術開発／拠点、量子ビーム応用研究部門、もんじゅ耐震見直し／高速増殖炉研究開発センター)
- (4) 中核機関として地層処分基盤研究開発調整会議を運営する(3/5に全体計画に関する報告会開催)。

特記事項

- ◎ 深地層の研究施設の今後の計画について、平成20年度以降の予算展開を見据え、瑞浪・幌延での湧水対策を含む掘削工事の工程および国の最終処分計画の動向を踏まえて検討し、最適化を図る。
- ◎ 原子力委員会の要請を受け、予算措置を伴わない規模で、使用済燃料の直接処分技術に関する情報の整理を開始した。必要に応じて関係箇所と協力しつつ進める。
- ◎ 平成19年度の経済産業省資源エネルギー庁調査事業のうち、機構の研究施設や総合的な知識・能力へのニーズが大きく、かつ機構の研究開発との補完性が高いテーマに対して、積極的に応募する。

12

研究開発成果の知識ベース化 -今後のスケジュールと課題-

2005年
(H17)

概念検討

・知識管理システム及び知識ベースの基本概念の構築

2006年
(H18)

設計

【知識ベース】

- ・最先端の知識工学的手法を活用して、知識ベースを具体化
- ・これまで取得した地層処分技術の知識を構造化し、整備
- ・ユーザーの視点で、高付加価値の知識を抽出
- ・構造化した知識を、ユーザーの視点で類型化し、知識ベースに蓄積

【知識管理システム】

- ・知識管理全体を運用・管理する仕組みの構築
- ・ユーザーとのコミュニケーションの構築
- ・シンクタンクの構築

【計算機支援ツール】

- ・既存のDBやパブリックメイン＆オープンソースのソフトウェアを活用して具現化

2009年
(H21)

システム構築

2010年
(H22)

試運用

知識ベースのプロトタイプを公開



13

平成18年度

瑞浪、幌延の第1段階 (地上からの調査研究) の成果を報告書として取りまとめ。

- ・地上からの調査による地質環境モデルの構築, 坑道掘削前の地質環境状態の把握
- ・取得したデータ, 一連の調査・解析・評価の方法論と知見 (ノウハウや失敗例) の提示
- ・地下施設 (研究坑道) の詳細設計および施工計画の策定
- ・第2段階以降の調査研究課題の設定 (モデルの検証方法等)

地層処分研究開発

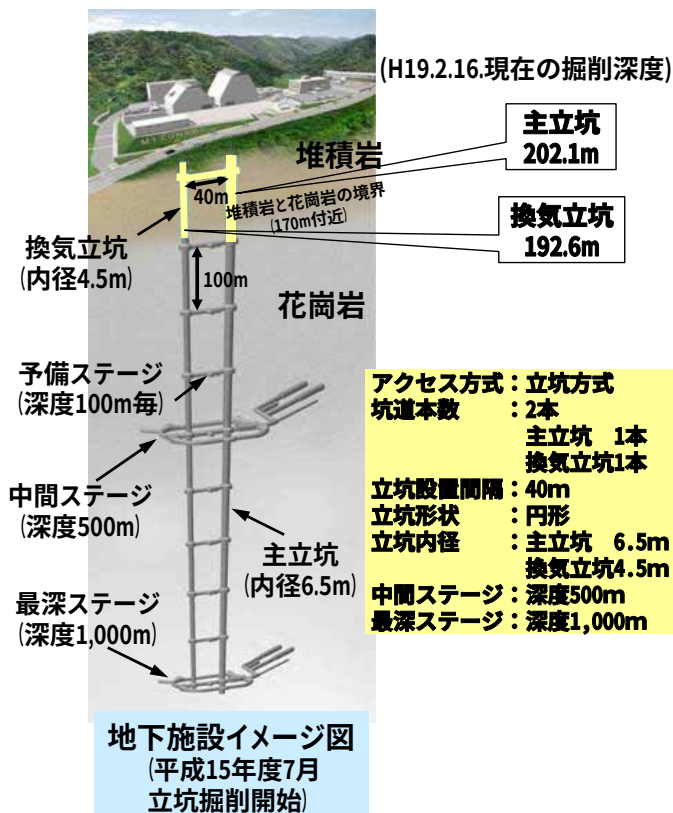
- ・処分システムの工学技術の信頼性向上と安全評価手法の高度化を進める。
- ・設計・安全評価手法の深部地質環境での適用性確認を進める。

深地層の科学的研究

- ・第2段階 (坑道掘削時の調査研究) を通じて, 第1段階 (地上からの調査研究) における予測結果を検証し, 地上からの調査技術の体系化と信頼性確認を進める。
- ・天然現象に関する調査技術の体系化と長期予測・影響評価手法の整備を進める。

平成22年度

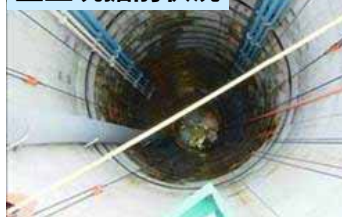
第1期中期計画 (平成17年度～平成21年度) の成果を, 「包括的な報告書および知識ベース」として取りまとめる。



建設工事状況



主立坑掘削状況



100m予備ステージ貫通状況

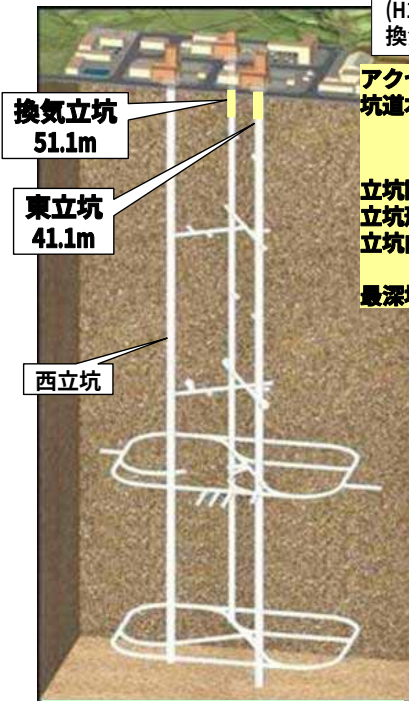


スcaffolding



パイロッドボーリング用槽





地下施設イメージ図
(平成17年度11月
立坑掘削開始)

(H19.2.16.現在の掘削深度)
換気立坑、東立坑を掘削中

アクセス方式：立坑方式
坑道本数：3本
アクセス立坑2本
換気立坑 1本
立坑設置間隔：1辺70mの正三角形配置
立坑形状：円形
立坑内径：アクセス立坑6.5m
換気立坑 4.5m
最深坑道：深度500m

PR施設建設状況



撮影：平成19年2月

地下施設建設工事状況



撮影：平成18年8月

研究管理棟・試験棟



換気立坑掘削状況



撮影：平成18年11月