



地層処分技術に関する研究開発について (全体概要)

平成18年3月28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



高レベル放射性廃棄物の処理・処分の概要

ウラン採掘



濃縮



再処理

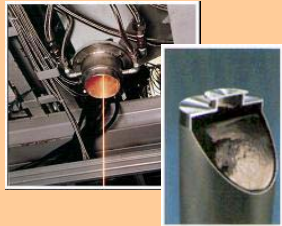


核燃料
サイクル



原子力
発電

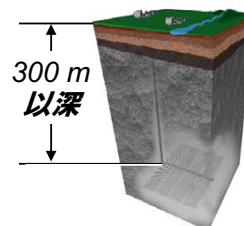
ガラス固化



貯蔵
(30~50年程度)



地層処分



ガラス固化体の特徴



- 100万kWe × 1年間運転の使用済燃料の再処理で約30本発生
- ガラスの構造中に放射性物質を閉じ込めることができる。
- 製造直後は放射能が非常に高く発熱量も高い。
- 時間の経過とともに放射能が減衰し、発熱量も減少する。
- 30年から50年間程度貯蔵し、冷却することにより最終処分可能な発熱量となる。

(サイクル機構: 第2次取りまとめ総論レポート第II章より)

長期的に安定で好ましい条件を有する地質環境に構築される**多重バリアシステム**

人工バリア

ガラス固化体

(ステンレス製キャニスタに充填されたもの)

- 放射性核種を均一かつ安定に固定
- 高い化学的耐久性により地下水への放射性核種の溶出を抑制
- 熱や放射線に対する安定性

オーバーパック

(炭素鋼)

- ガラス固化体の発熱や放射能が高い期間、地下水とガラス固化体の接触を阻止
- 地下水との反応によりガラス固化体近傍の還元性を維持
- 放射性核種の腐食生成物への収着

緩衝材

(ベントナイトを主成分)

- 低透水性(オーバーパックと地下水の接触抑制)
- 小さな物質移動速度
- 放射性核種の移行遅延(収着)
- 膨潤性と可塑性
- 化学的緩衝性
- 空隙水中での低い溶解度
- コロイド、微生物、有機物の移動に対するフィルター効果

地質環境

長期的な安定性

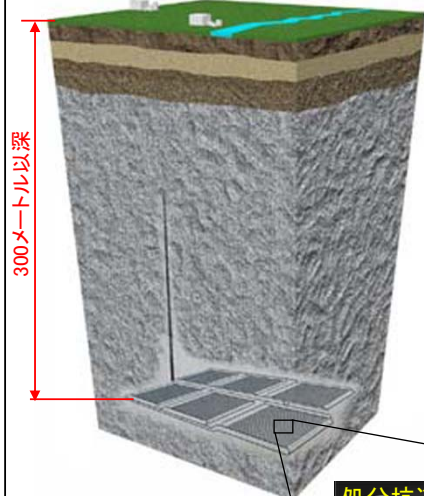
- 火山活動がない
- 活断層が存在しない
- 著しい隆起・侵食が生じない
- 気候変動によって著しい影響を受けない
- 資源が存在しない

人工バリアの設置環境

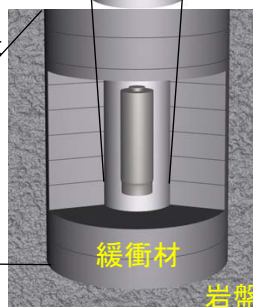
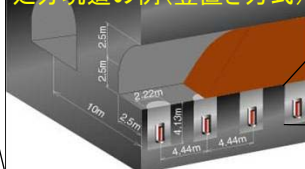
- 好ましい地下水化学(還元性等)
- 小さな地下水流束
- 力学的安定性
- 人間環境からの物理的障壁

天然バリアとしての機能

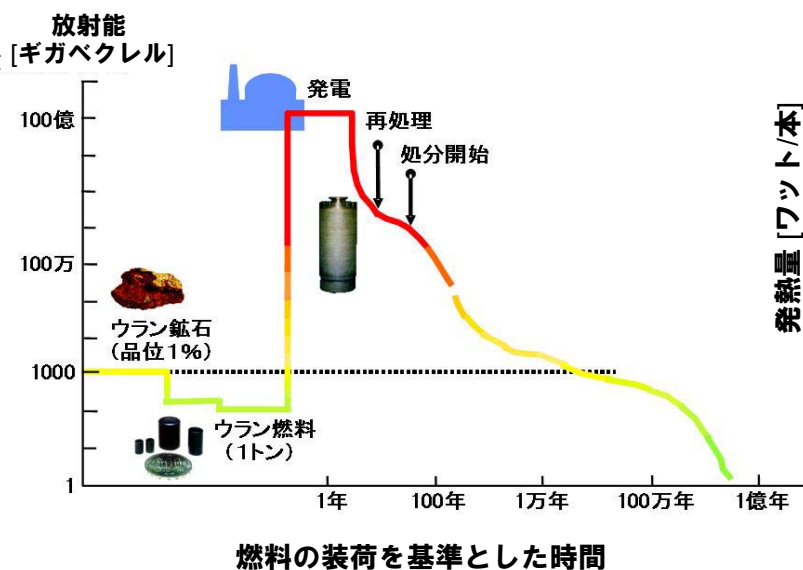
- 放射性核種の移行抑制と希釈・分散



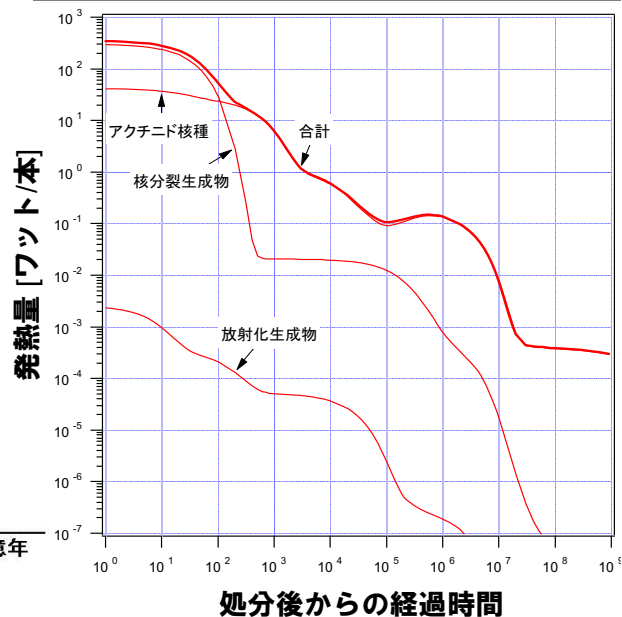
処分坑道の例(縦置き方式)



ウラン燃料1トンあたりの放射能量推移



ガラス固化体1本あたりの発熱量推移



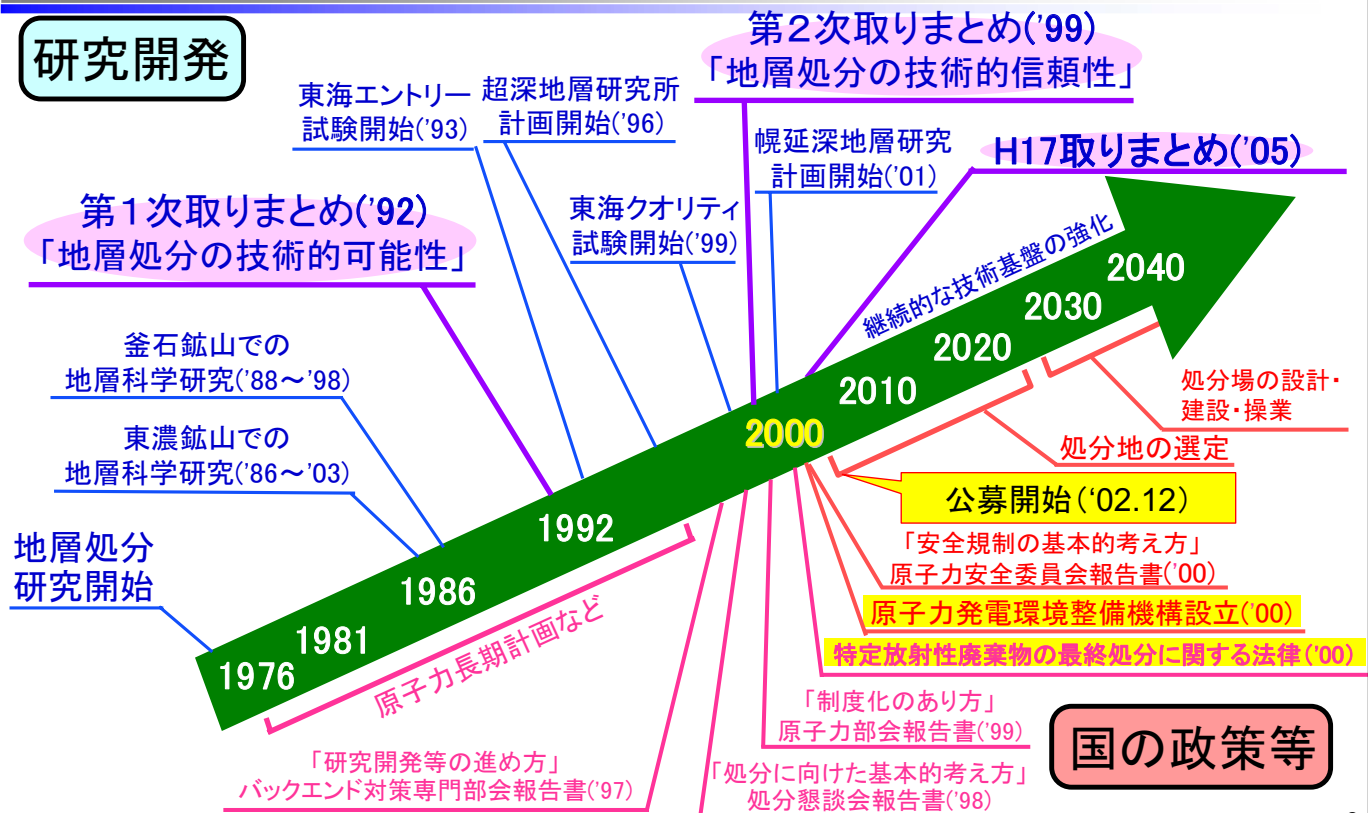
※ウラン燃料1トン≒ガラス固化体1本

4

わが国の地層処分計画の概要

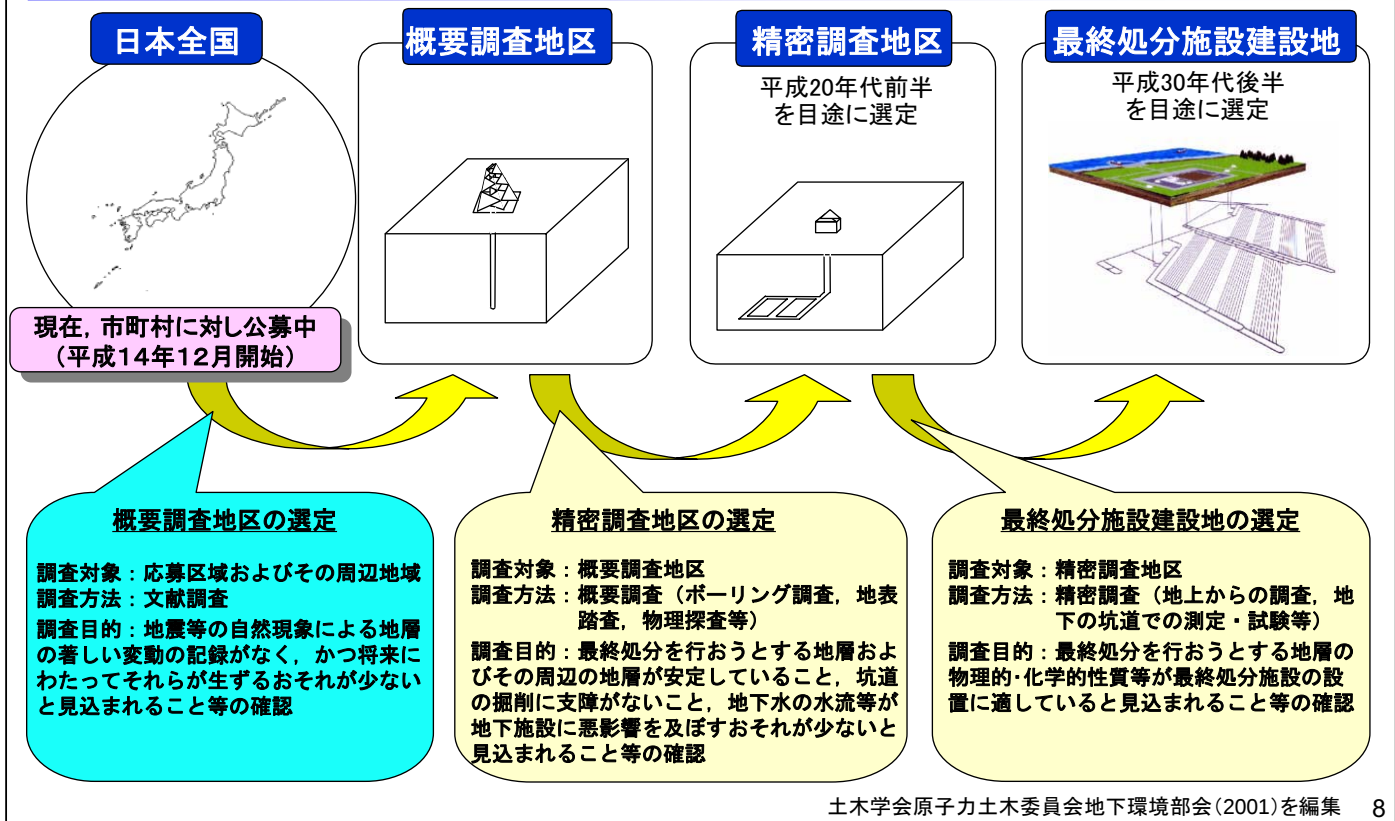
5

研究開発



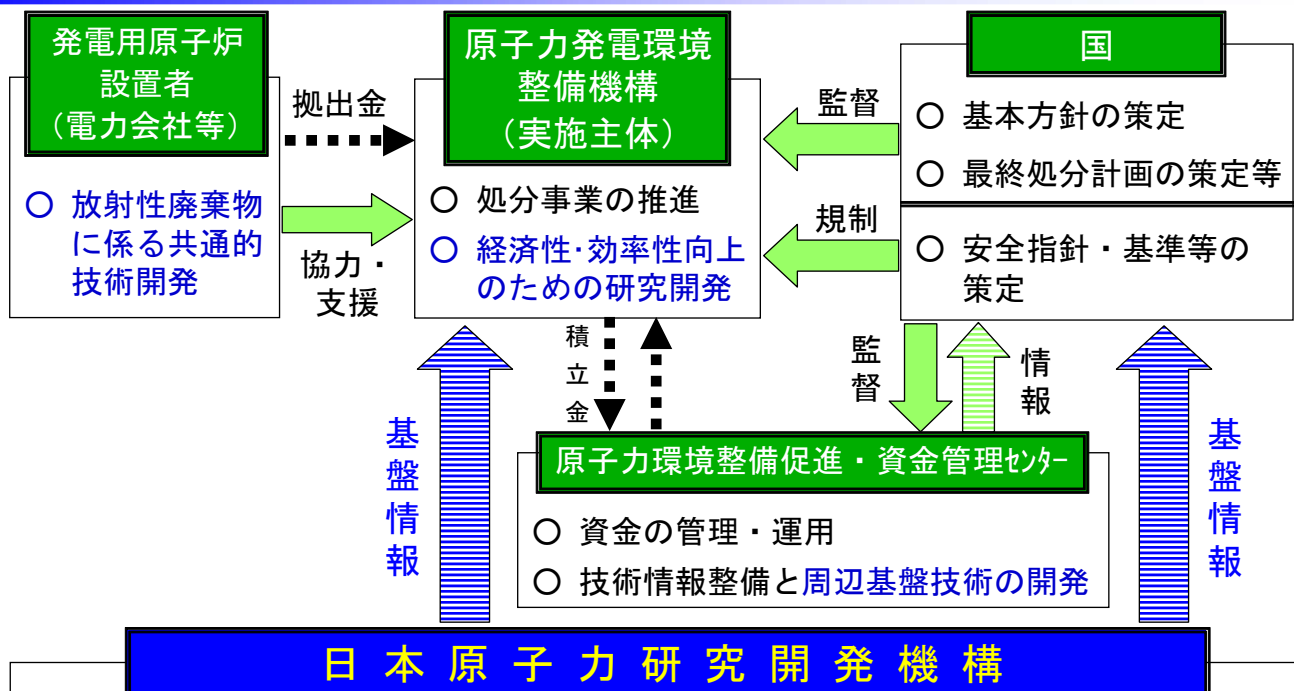
- 基本方針と最終処分計画の策定
 - 国の意思決定の明確化
 - (※) 法律に基づき策定された最終処分計画の概要(抜粋)
 - 平成40年代後半を目途に最終処分を開始
 - 1施設当たりの処分場の規模は4万本以上で、年間約1千本の高レベル放射性廃棄物を処分できる能力
 - 国、関係機関及び原環機構は、役割分担を踏まえつつ、密接な連携の下で、研究開発を着実に推進
- 実施主体の設立
 - 処分場サイトの選定から処分場の建設、操業、閉鎖までの事業
- 拠出金の制度化
 - 発電用原子炉設置者の拠出金納付の義務
- サイト選定プロセス
 - 段階的なサイト選定の進め方
 - (概要調査地区→精密調査地区→最終処分施設建設地)
- 安全確保のための規制
 - 別の法律で定めることを規定

処分事業の3段階の選定過程(原子力発電環境整備機構)

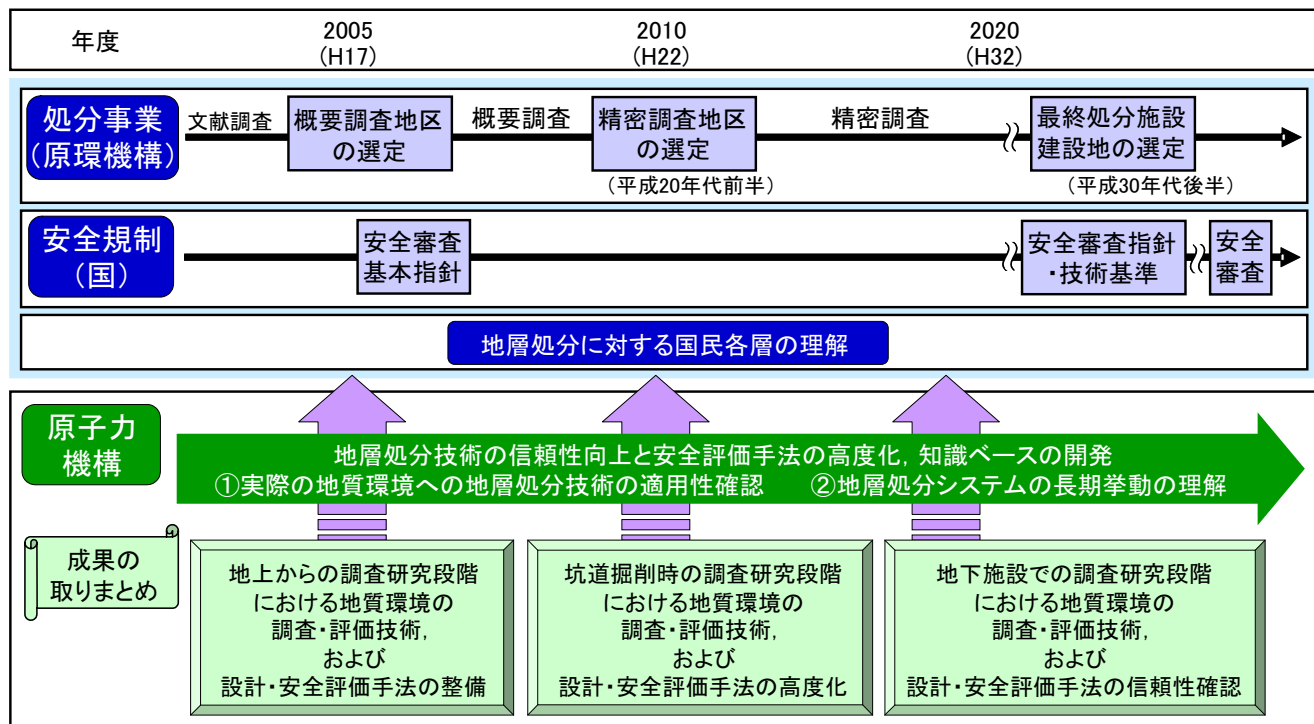


土木学会原子力土木委員会地下環境部会(2001)を編集 8

事業段階における関係機関の役割

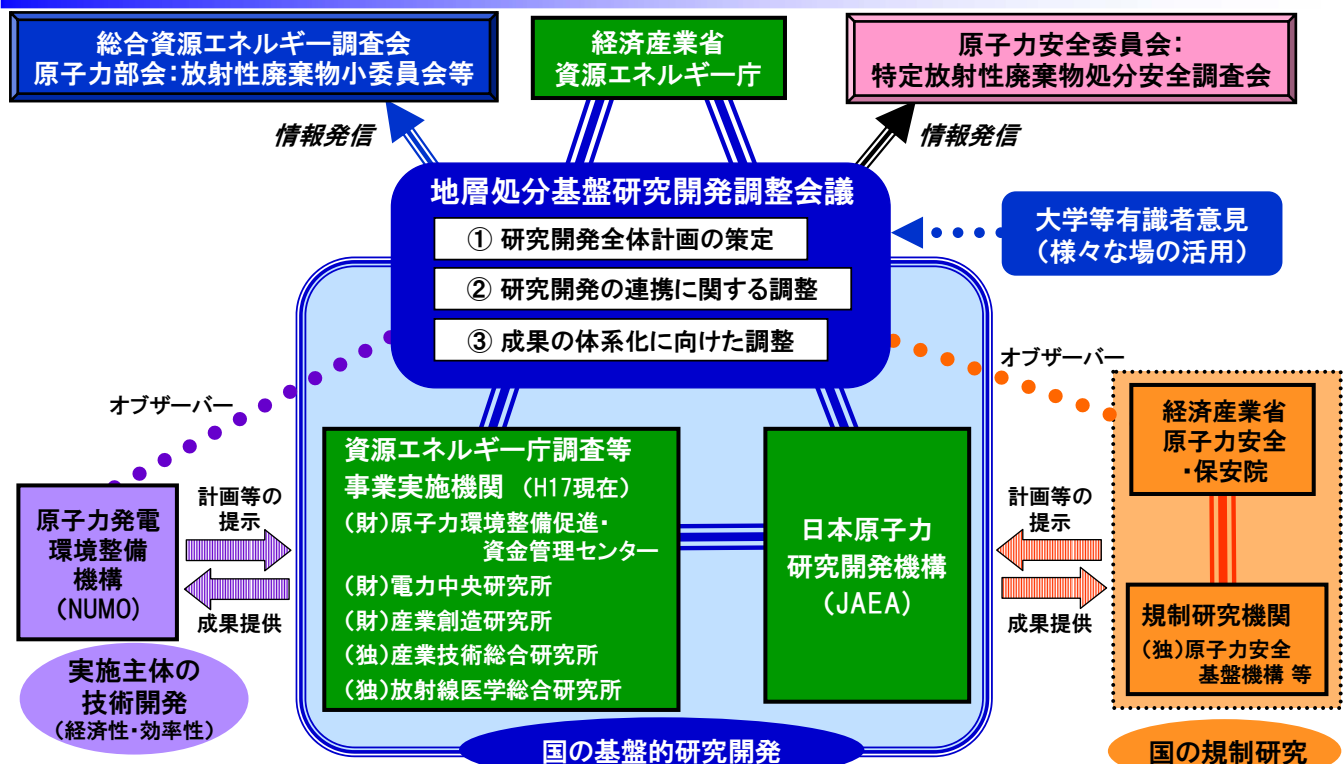


成果の段階的な取りまとめと反映



10

地層処分基盤研究開発調整会議の構成



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

研究開発の役割と目標

日本原子力研究開発機構

科学的視点が中心

研究開発の目標

- ①実際の地質環境への地層処分技術の適用性確認
- ②地層処分システムの長期挙動の理解

関係研究開発機関

工学的視点が中心

- ・技術情報の整備
- ・周辺基盤技術の研究開発

成果の反映

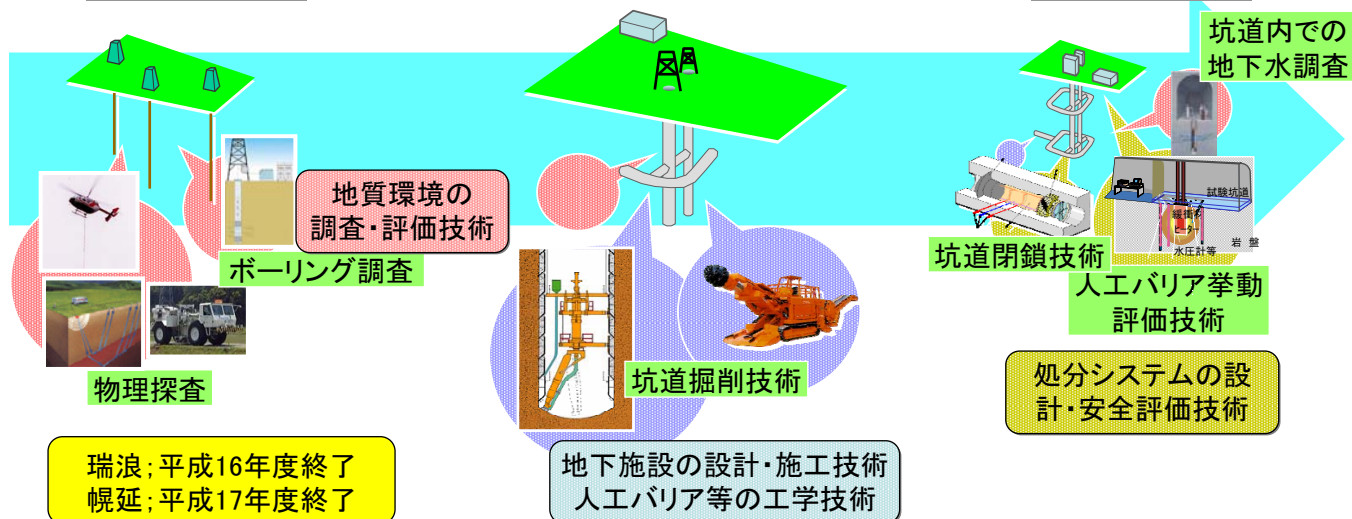
事業実施

安全規制

第1段階
地上からの
調査研究段階

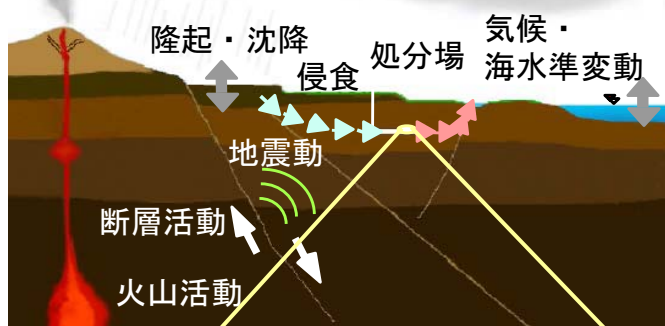
第2段階
坑道掘削時の調査研究段階

第3段階
地下施設での
調査研究段階

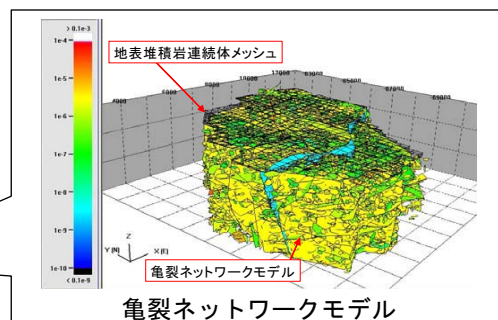
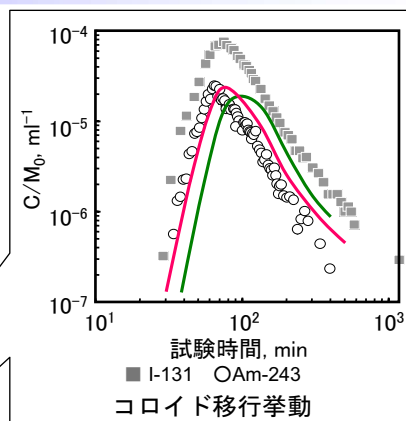
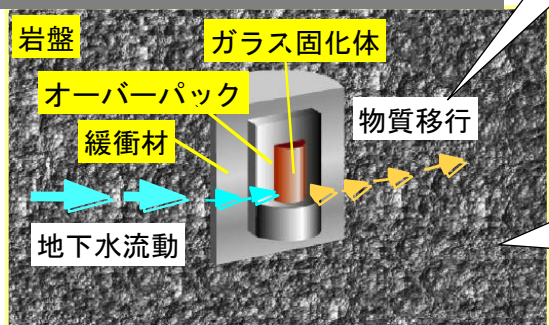


幌延深地層研究計画では、深地層の科学的研究に加えて、堆積岩における地層処分研究開発を行う。結晶質岩における地層処分研究開発は、海外の地下研究施設を活用して進めている。図はイメージ。

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



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

処分技術の
信頼性向上

処分場閉鎖等の工学
技術の信頼性向上

安全評価手
法の高度化

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

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

原子力機構の研究開発施設と担当分野



(イメージ図)



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

(イメージ図)



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

処分技術の信頼性向上

安全評価手法の高度化

東海研究開発センター

エントリー

クオリティ



処分技術の信頼性向上

安全評価手法の高度化

2つの深地層の研究施設計画

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)

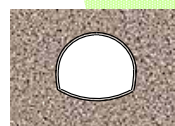
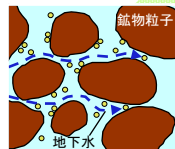
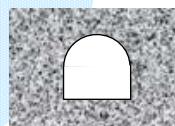
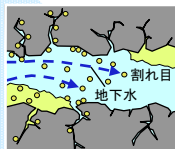


(イメージ図)

花崗岩
(結晶質岩)

淡水系

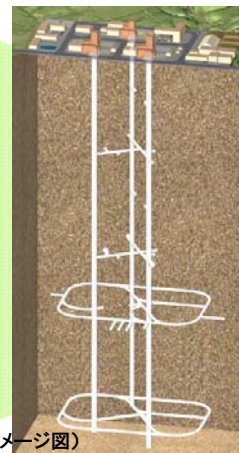
硬岩



泥岩
(堆積岩)

塩水系

軟岩



(イメージ図)

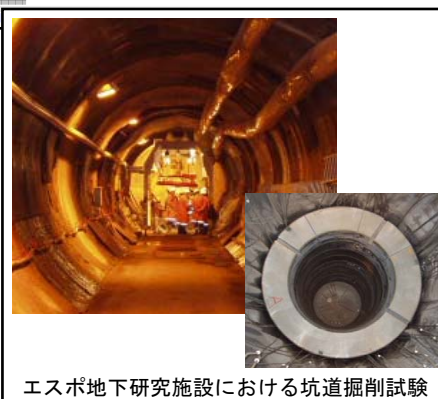
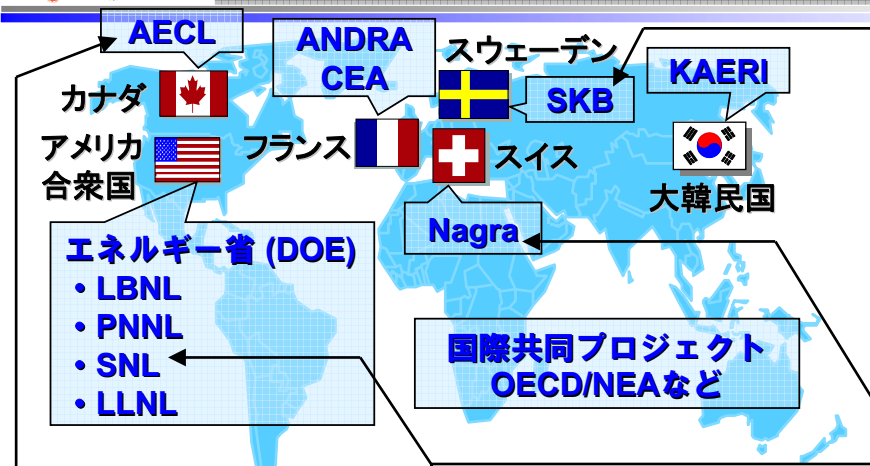
段階的な
調査研究
の進め方

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

国際協力・国際共同プロジェクト



エスポ地下研究施設における坑道掘削試験



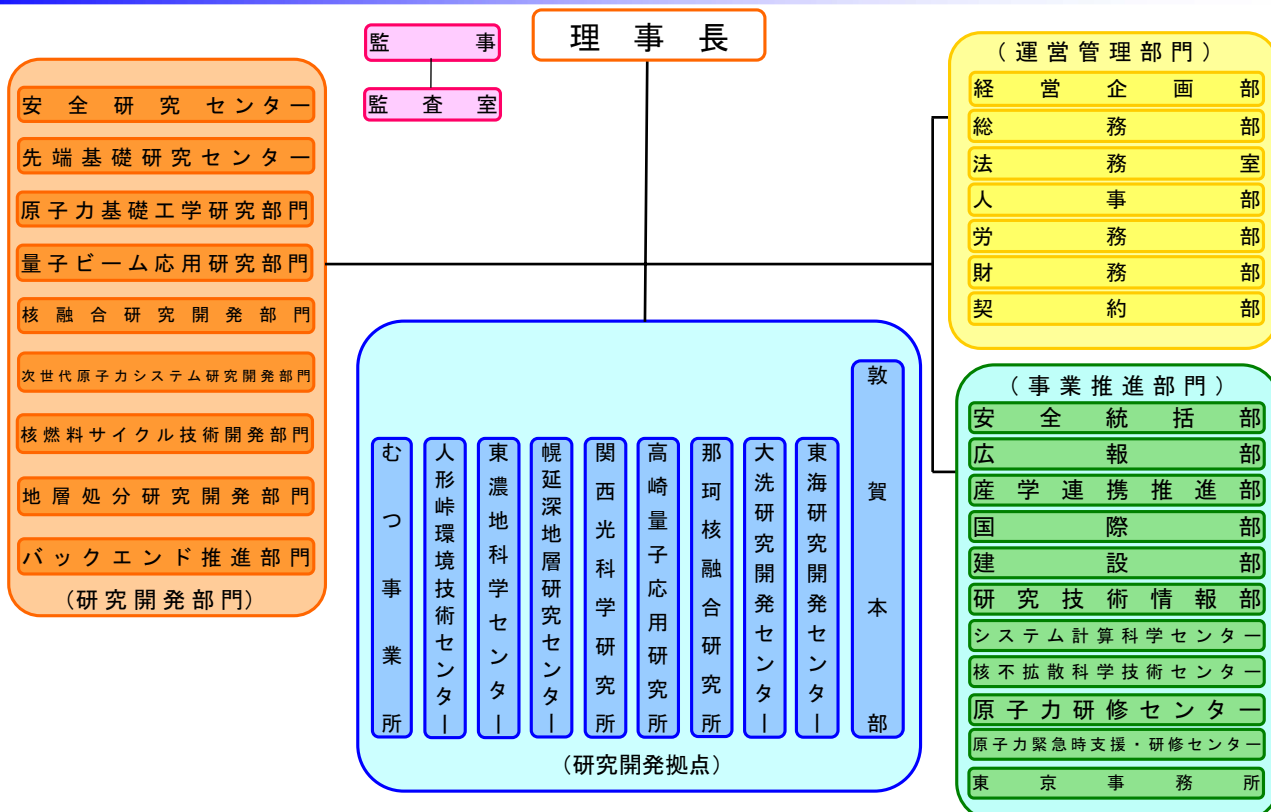
AECL地下研究施設における
トンネルシーリング試験



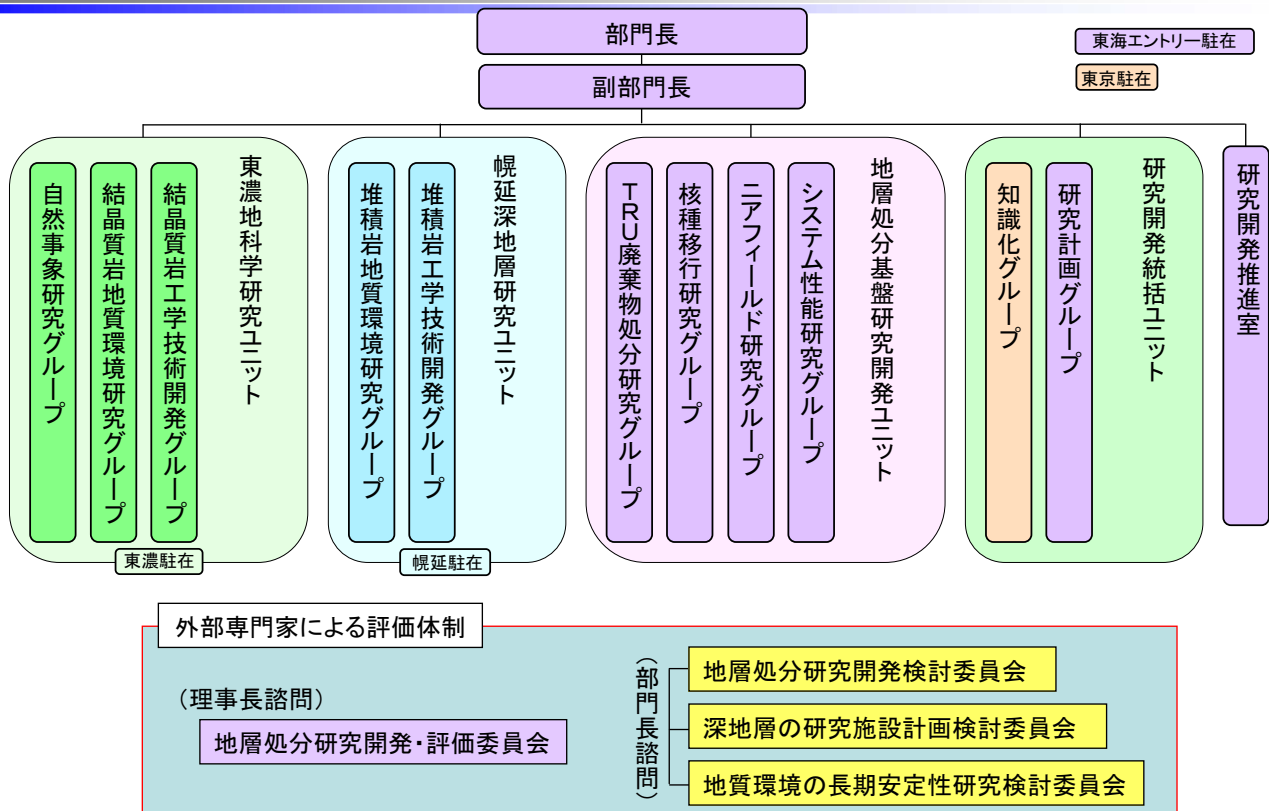
サンディア国立研究所(SNL)との
岩石中拡散・コロイド移行挙動試験



グリムゼル原位置試験場における
トレーサー試験



地層処分研究開発部門の組織



中期目標の概要

○中期目標は、主務大臣(文部科学省, 経済産業省)により定められる。

○中期目標の期間

平成17年(2005年)10月1日から平成22年(2010年)3月31日までの4年6ヶ月

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。

○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。

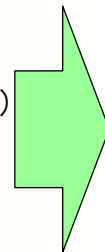
- ◆「地層処分研究開発」と「深地層の科学的研究」について他の研究開発機関と連携して研究を推進
- ◆その成果を地層処分の安全確保の考え方や評価に係る様々な論拠を支える「知識ベース」として体系化
- ◆国内外の専門家によるレビュー等を通じて、包括的な報告書と知識ベースとして取りまとめ

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

H17年度下期実績(H18年度計画):

職員等150人(148人), 博士研究員9人(9人)

予算総額(高レベル廃棄物処分共通研究開発費等) 4,642百万円(9,005百万円)

地層処分研究開発

◆研究開発成果の知識ベース化

(H17年度実績)

知識管理の基本的な考え方(品質管理や最新性と追跡性を両立できる更新の考え方など)やシステム開発概念を整理し、概念検討書として取りまとめた。

(H18年度計画)

平成17年度に作成した概念検討書に基づき、計算機支援システムの基本設計を行うとともに、知識ベースの一部構築を試みる。

◆地層処分システムの設計・安全評価技術の高度化

(H17年度実績)

深地層における分配係数測定方法の標準化や緩衝材基本特性データベースのWeb公開、深地層の研究施設を活用した設計・安全評価手法の適用性確認に関する計画書の作成などを行った。

(H18年度計画)

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拡充とモデルの高度化を継続し、処分事業に必要となるデータベースの開発、公開・更新やデータ取得方法の標準化などを進める。また、深地層の研究施設で得られるデータを用いて、地層処分システムの長期性能に対する地下施設の建設工事等による影響を検討する。

深地層の科学的研究

◆2つの深地層の研究施設計画の推進

(H17年度実績)

【瑞浪】深度約180mまでの坑道掘削時の調査研究を進め花崗岩に関するデータ取得を開始したところで(平成17年10月末)、環境保全対策のために掘削工事及び坑内水の排水が中断されたため、坑内における岩盤変位計測や地下水観測などの調査を中断した。

【幌延】平成17年度に地上からの調査研究段階を終了し、平成17年11月から換気立坑の掘削工事が開始された。

(H18年度計画)

【瑞浪】深度200m程度までの立坑と予備ステージの掘削を通じて、地質環境の性状や湧水抑制対策の効果などを観測しつつ、得られたデータに基づき地上からの調査技術やモデル化手法の妥当性を評価する。また、深度200m以深における坑道の掘削計画や掘削時の調査研究の最適化を図る。

【幌延】換気立坑の掘削継続および東立坑の掘削開始等の工程に応じて、地質環境の性状を観測し、平成19年度以降の本格掘削時に取得すべきデータの種類や計測方法などの詳細(情報化施工プログラム)を検討する。

また、瑞浪・幌延における地上からの調査研究段階の成果を報告書として公開する。

26

深地層の科学的研究

◆地質環境の長期安定性に関する研究

(H17年度実績)

地層処分長期安全性への信頼を高めるため、大学等の地球科学専門家によるネットワークを活用しつつ、地下のマグマや活断層を検出する手法の開発や、非火山地域における高温異常のメカニズムの解明など、第2次取りまとめの課題解決に向けた事例研究を実施した。

(H18年度計画)

地下深部のマグマや活動性の低い活断層を検出するための調査技術の開発や将来の地形変化を予測するためのシミュレーション技術の適用性評価を進める。平成17年度に終了した陸域地下構造フロンティア研究については、成果を取りまとめ報告書として公開する。

その他:組織経営において取り組むべき重要事項

1) 研究資源の有効活用

地層処分基盤研究開発調整会議等を通じて、事業と規制のニーズに柔軟に対応しつつ、関係機関との役割分担や連携協力を進める。あわせて、国内外の研究機関との共同研究等を拡充することにより、研究資源の有効活用、研究資金の効率的運用を図る。

2) 深地層の研究施設計画の進め方

瑞浪の深地層の研究施設計画においては、当面、湧水抑制対策等の「深地層における工学技術の開発」に重点をおくこととし、「地質環境の調査・評価技術の開発」については、湧水対策工事を含めた施設建設の工程に応じて、工事の影響や効果などを評価しつつ坑内での調査や観測を進める。

27