



核燃料サイクル工学研究所の 概況

核燃料サイクル工学研究所
所長 大森 栄一

再処理廃止措置技術開発センター（再処理技術の開発等）



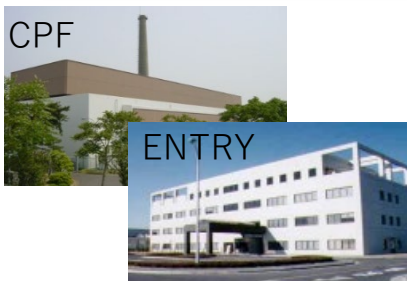
- 国内初の大型核燃料施設の廃止措置の実証
- 長期(70年)計画のWBS化、プロジェクト管理システム構築
- 東海再処理施設（TRP）のリスク低減に向けた取組みを推進
 - 高放射性廃液のガラス固化
 - 高放射性廃液貯蔵の安全性向上
 - 低レベル硝酸塩廃液等のセメント固化
 - 高放射性固体廃棄物の取出し/再貯蔵

プルトニウム燃料技術開発センター（MOX燃料の開発等）



- MOX燃料に係る基礎研究及びMA含有燃料の基礎データ取得
- 簡素化ペレット法の開発
- Pu-2廃止措置
- MOXの集約、保管体化
- 低放射性固体廃棄物（難燃性）の処理技術開発
- 民間への技術移転

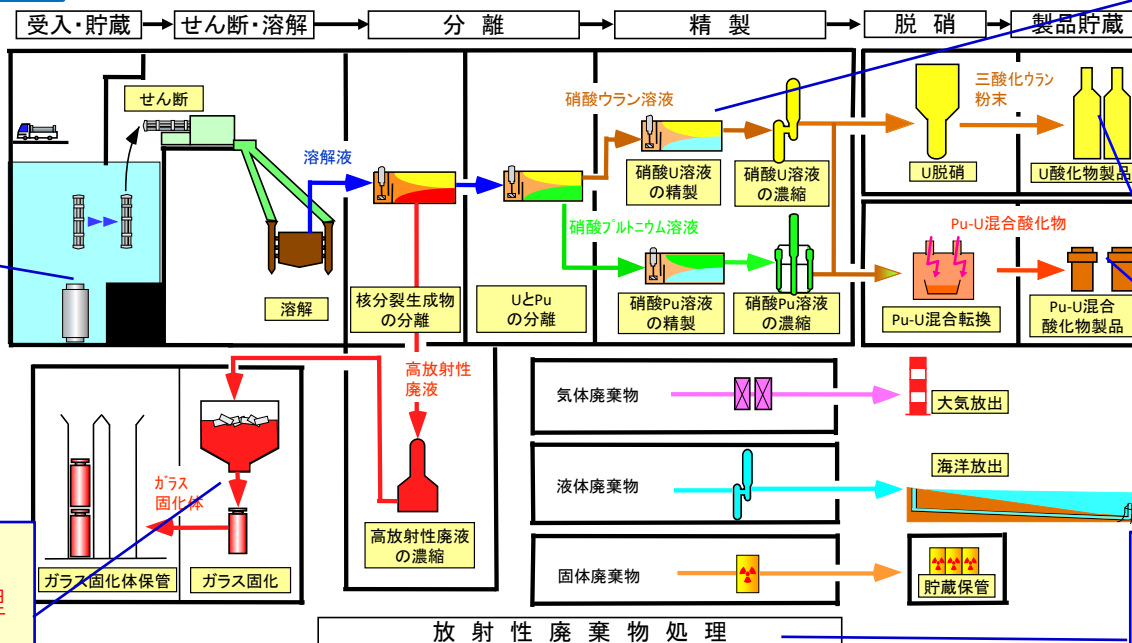
環境技術開発センター（東電福島第一原発事故、地層処分、廃止措置関連の技術開発等）



- マイナーアクチノイド分離回収による放射性廃棄物の減容・有害度低減
- 東電福島廃炉対応に係る研究開発
 - 燃料デブリ取り出し準備(模擬デブリ物性調査)
 - 汚染水処理時の二次廃棄物の処理・処分
- 放射性廃棄物の処理技術開発
- 放射性廃棄物の地層処分研究開発

- 廃止措置計画が認可（平成30年6月13日）されて以降、安全対策及び施設整備等について、継続的に廃止措置計画の変更を行いながら、着実に進めています。
- 廃止措置は、施設のライフサイクルを適切に完結させるための最後のハードル（核燃料サイクルを確立する上で不可欠で極めて重要な取り組み）
- 多くの開発要素を含む長期大規模プロジェクト
 - ✓ 廃棄物の処分に至るまでの長期間の連続性・整合性の確保
 - ✓ 事業/知識の連続性の確保（時間軸に沿ったリスク管理）
 - ✓ 革新的技術による期間短縮、コスト低減
 - ✓ 資金の確保（意義の国民理解）

廃止措置の状況



2. 使用済燃料の搬出

3. 工程内に残留した核燃料物質等の回収、系統除染

4. 核燃料物質の譲渡し

5. 廃止措置と並行し、再処理に伴い発生した放射性廃棄物の処理

1. 特にリスクの高い高放射性廃液の処理
⇒ 最優先で対応中

沿革

- 昭和41年 1月：プルトニウム燃料第一開発室研究開発を開始
- 昭和47年 1月：プルトニウム燃料第二開発室運転開始
- 昭和63年 4月：プルトニウム燃料第三開発室 (Pu-3) 運転開始
- 平成20年 4月：簡素化ペレット法の工学規模試験開始
- 平成31年 1月：Pu-3における廃止措置対象施設内のMOX集約に関する使用変更取得

主要な成果

- (1) MOX燃料製造技術の自主開発
 - ① 世界初の遠隔自動化による工学規模での生産技術を開発
 - ② 事業化する上で必要不可欠な各種要素技術を開発
- (2) プルトニウム平和利用技術の開発と確立
 - ① 核拡散抵抗性に優れた製造技術確立
 - ② 国際保障措置に合致した保障措置システムを開発・確立

主な業務

- 施設の安全性向上対応
- MOX燃料の研究開発
(基盤データ取得、簡素化ペレット法)
- Pu-3のMOX燃料製造技術の開発計画に向けた所要の対応
- Pu系放射性廃棄物の処理技術開発
- 技術協力
日本原燃株からの受託試験

【プルトニウム燃料製造技術開発】

- MOX燃料に係る基礎研究
- MA含有燃料の基礎データ取得
- 福島向け技術開発



Pu第三開発室

【Pu系廃棄物処理技術開発】

- Pu系放射性固体廃棄物の減容・安定化処理技術開発



Pu第一開発室



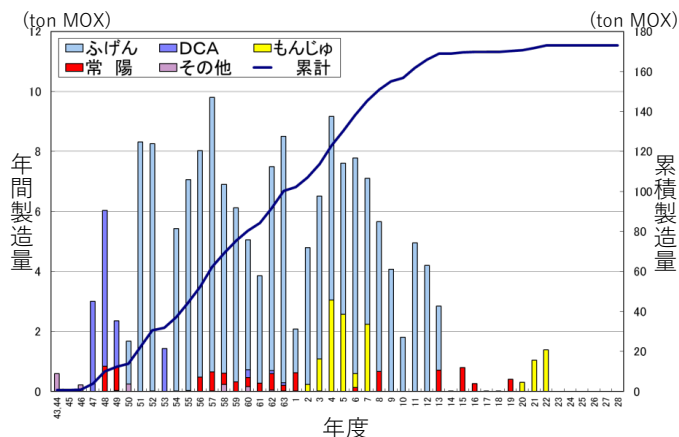
Pu廃棄物処理技術開発施設

【MOX施設廃止措置技術開発】

- 廃止措置技術開発
- 廃止措置に向けた準備作業
(残存核燃料物質の整理作業、不稼働設備の解体撤去作業)



Pu第二開発室

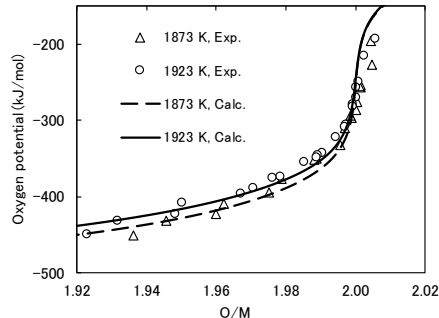
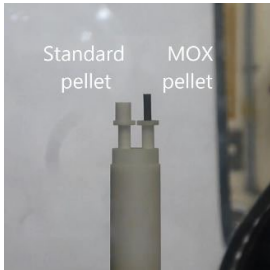


燃料種類	体数	MOX量
もんじゅ	366	約12トン
常陽	676	約8トン
ふげん	773	約139トン
その他 (敦賀1号機、SGHWR)	4	約14トン
合計	1819体	約173トン

MOX燃料製造実績(令和3年12月現在)

MA含有MOXに係る基礎研究

高レベル放射性廃棄物の減容、有害度低減に向けた燃料開発として、Am及びNpを含有するMOXの酸素ポテンシャル測定等を実施し、将来の燃料開発に必須の物性データを拡充。

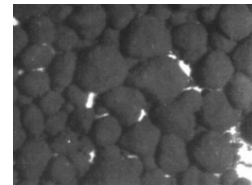


Am, Np含有MOXの酸素ポテンシャル測定結果

MA含有MOXの製造技術の高度化

○簡素化ペレット法開発

燃料製造プロセスの高度化、経済性向上に向け、簡素化ペレット法の開発を実施中。転動造粒粉 (MOX) のダイ潤滑成型から焼結までの評価試験を実施し、良好な品質のペレットが得られることを確認。



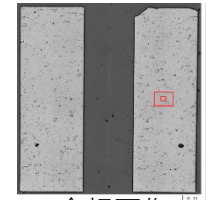
転動造粒MOX



成型・焼結



ペレット



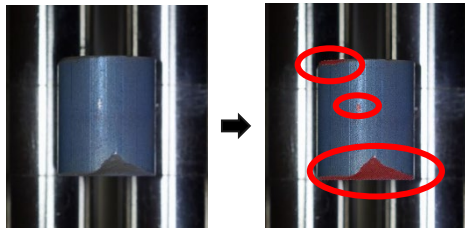
金相画像 (ペレットの断面)

熱分析装置に装荷した標準試料 (アルミナ) とMOX試料

人工知能を利用した製造技術開発

燃料製造の効率化に有望な新技術として、人工知能を用いたペレット外観検査技術を開発中。模擬ペレットを用いた試験により、割れ、欠け等の不良が識別できることを確認。

割れ・欠けのあるペレットを準備し、人工知能が学習



ペレットの欠けを人工知能が識別した結果

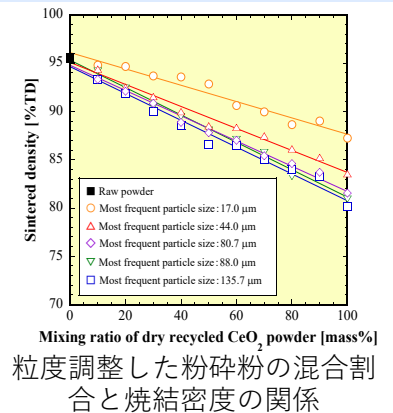
新たなペレットに対して、人工知能が割れ・欠けの有無やサイズを自動で識別

○乾式リサイクル技術開発

MOXのリサイクル技術の高度化に向け、新型ジェットミル開発を実施中。開発中のジェットミルで粉碎・粒度調整した模擬粉末を用いて、ペレット製造試験を実施し、焼結ペレットの密度制御が可能であることをコールド試験で実証。



サイクロンセパレータ 粉末回収容器
衝突板式ジェットミル装置



- ▶ MOXの貯蔵リスク低減及び施設の廃止措置に向け、プルトニウム燃料第一開発室（Pu-1）及びプルトニウム燃料第二開発室（Pu-2）では、MOXをペレット化などの適切な安定化処理を実施し、金属製貯蔵容器や保管体に封入することで、安定な貯蔵形態とします。これらをプルトニウム燃料第三開発室（Pu-3）に集約し、核物質を一元的に管理します。また、各施設からの集約スペース確保のため、Pu-3では保管体化を実施します。

再処理施設



Pu-1

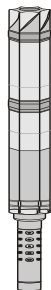
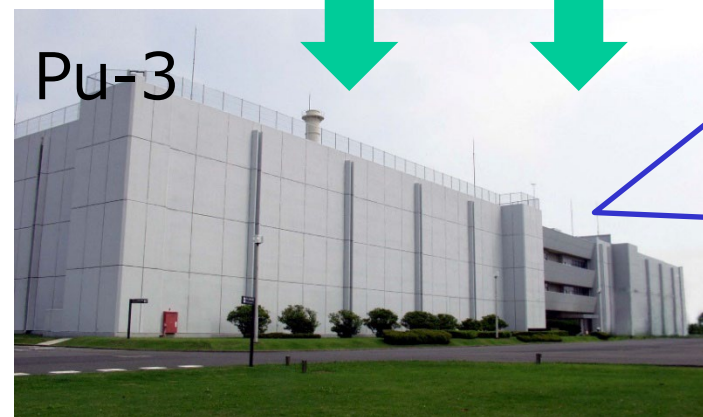


Pu-2



サイクル研で集約が必要なMOX

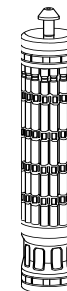
Pu-3



集約スペース確保のための保管体化



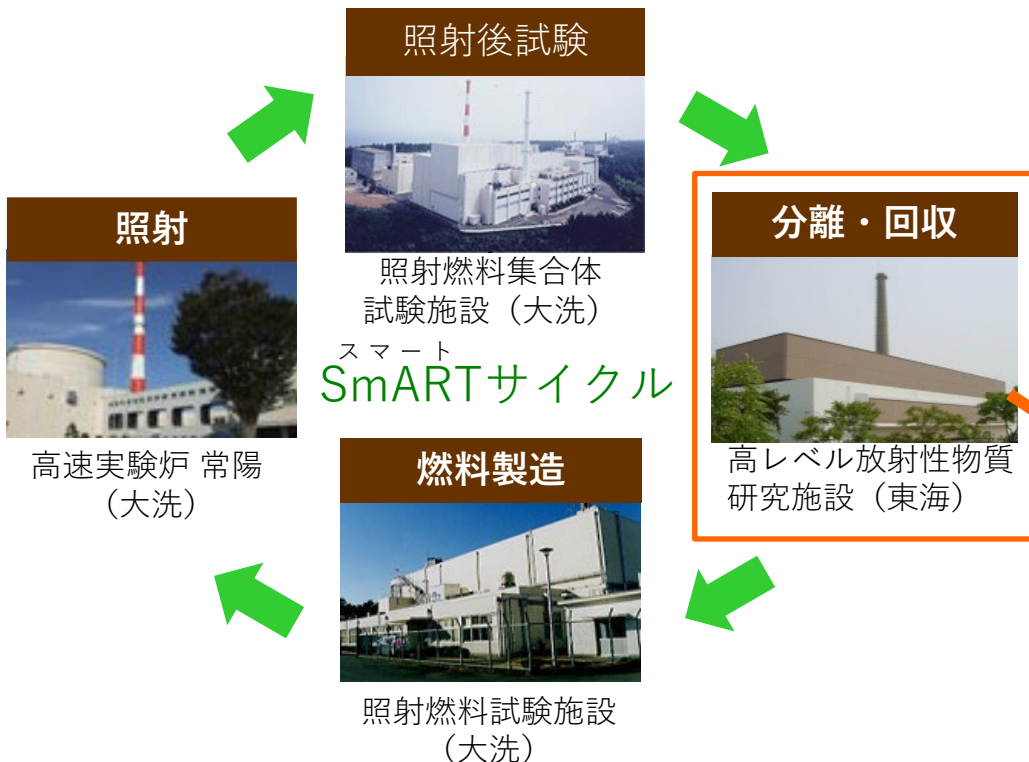
熱処理などの安定化処理したMOXを封入
金属製貯蔵容器



粉末をペレット化し、さらに燃料棒に封入し、組み立て
保管体

SmART (Small Amount of Reuse Fuel Test Cycle)

既存の施設を活用し、小規模に使用済燃料からMA (※3) 分離、プルトニウム転換、燃料製造、照射、照射後試験の一連の試験を行う計画



平成28年度に世界トップクラスの約2gのMAの回収に成功、令和3年度は製品溶液の少量の脱硝に成功

※3 : MA (マイナーアクチノイド)

ウラン、プルトニウム以外の重元素 (ネプツニウム、アメリシウム、キュリウム等) で、長期間放射線を出し続ける性質がある

MA分離回収による放射性廃棄物の減容・有害度低減 (再処理技術の高度化研究)

MA分離することで環境への負担を大きく低減

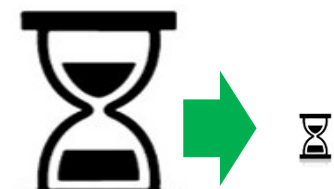
廃棄物発生量低減

処分場面積を数分の一に縮小



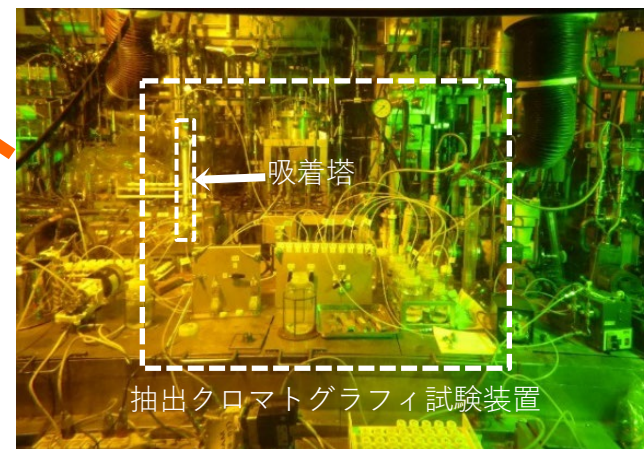
毒性低減

潜在有害度が天然ウラン並に低減するまでの期間を大幅に短縮



10万年程度

数百年程度



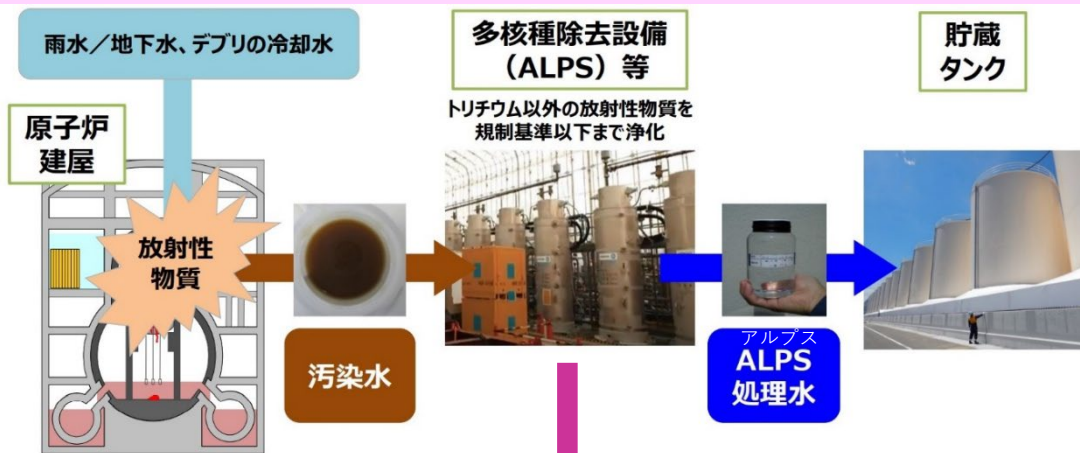
抽出クロマトグラフィ試験装置

高レベル廃液からのMA抽出試験

MA分離プロセスの性能評価に加え、安全性向上やシステム成立性の評価に係る基盤データを取得

汚染水処理二次廃棄物等の特性の研究

汚染水の処理工程



汚染水の処理工程で発生する廃棄物等は、従来の廃棄物と性状が異なるため、その処理・処分方法の新たな構築が必須

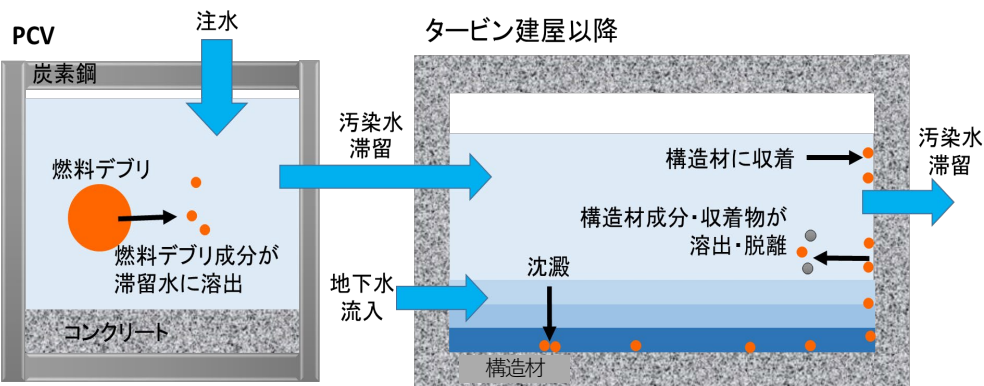
放射性核種濃度等の分析及び結果の収集・整理を実施

処理工程で発生した廃棄物 (汚泥や使用済吸着剤など)

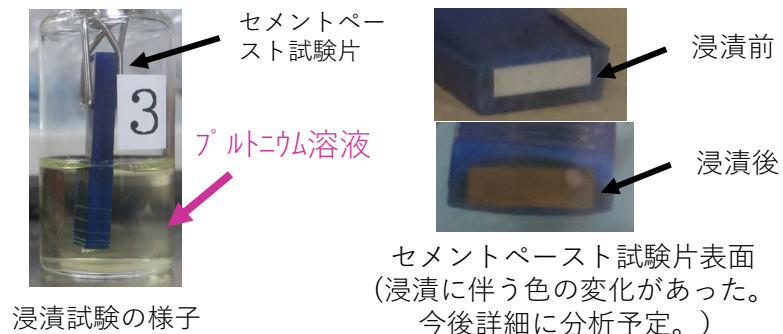


原子炉建屋底部から回収した汚泥

汚染水から建屋構造材 (コンクリート、鋼材) への放射性核種の移行挙動の評価



建屋構造材へのα核種の移行挙動の評価を実施



原子力利用に伴って発生した放射性廃棄物を物理的・化学的に安定な形態に処理するための研究開発を実施しています

○ アルカリ活性材料による放射性廃棄物の固化処理に関する研究

常温でガラスの様な構造を形成し、処理の安全性・経済性の向上と、放射性元素や鉛等の重金属の閉じ込めが期待できるアルカリ活性材料(AAM)による固化技術の研究開発を進めています。

令和3年度は流動性が良く充填性に優れた配合とした場合の放射線による水素発生量を明らかにしました。



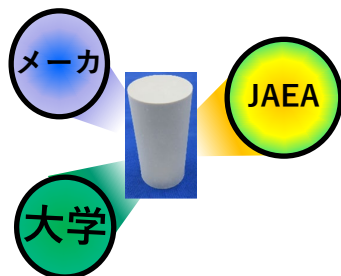
AAM固化試料



試験の様子（左：混練、右：圧縮強度試験）

⇒東電福島第一原子力発電所の廃止措置への適用を目指す

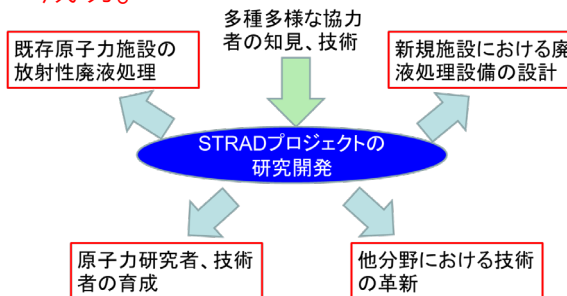
東電福島第一原子力発電所の廃炉作業により発生する放射性廃棄物の安全な処理処分に向けて、大学やメーカーと連携して、AAMの適用性評価を実施しています。



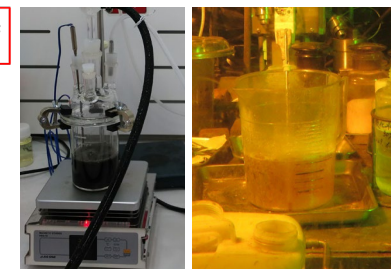
○ 放射性廃液処理に関する研究 (STRAD*プロジェクト)

※ Systematic Treatment of RAdioactive liquid waste for Decommissioning

実験や分析等によって発生した、反応性の高い化学物質が混在した放射性廃液の処理方法の確立のため、大学、メーカー、海外研究機関と協力して様々な技術をベースにしたアプローチを検討しています。令和3年度は有害度の高いアジ化物を安定な環状化合物とすることで反応性の除去に成功。



プロジェクトの狙い



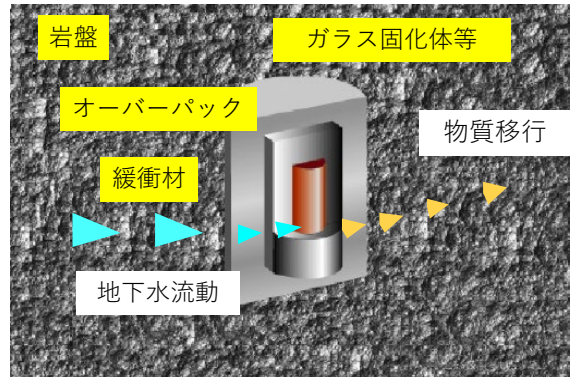
試験及び廃液処理(セル内)の様子

- 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
- 核種移行に係るモデルとデータベースの拡充、安全性評価手法に関する技術整備
(地下研で得られた地質環境知見も活用)
- 使用済燃料の直接処分などの代替処分オプションに関する研究開発
- 実施主体の原子力発電環境整備機構 (NUMO) との共同研究
(地層処分技術等の実効的共有と継承、情報交換、人材交流)

地層処分における核種移行モデルの高度化



エントリー
地層処分基盤研究施設 (ENTRY)



地層処分に必要な様々なデータベースを構築
(熱力学、収着、拡散、緩衝材特性、ガラスの溶解、オーバーパック等)

これらデータは、ホームページで公開



クオリティ
地層処分放射化学研究施設 (QUALITY)

令和3年度の主要トピックス



○地下深部の岩盤中における放射性物質の動きやすさ(移行特性)を、実際の地下深部環境と地上の室内試験との岩盤状態の差異に基づき推定する**新たな評価手法**を構築。

○今後の地層処分の候補サイトの岩盤を対象とした、**効果的な調査・試験**や**信頼性の高い安全評価の実現**に貢献することが期待。

国際誌に掲載(令和3年11月)、プレス発表(令和3年12月)

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

放射性物質の溶解・移行挙動等の試験研究

知識管理システムの構築

指針・基準整備への反映

原子力規制委員会

研究開発成果を
統合的な技術として体系化

処分事業の推進への反映

原子力発電環境整備機構 (NUMO)

今後も安全確保を業務運営の最優先事項とし、地域との共生に努めつつ、人類社会の福祉と繁栄への貢献を果たすため全力を尽くしてまいります。

