



核燃料サイクル工学研究所の概況

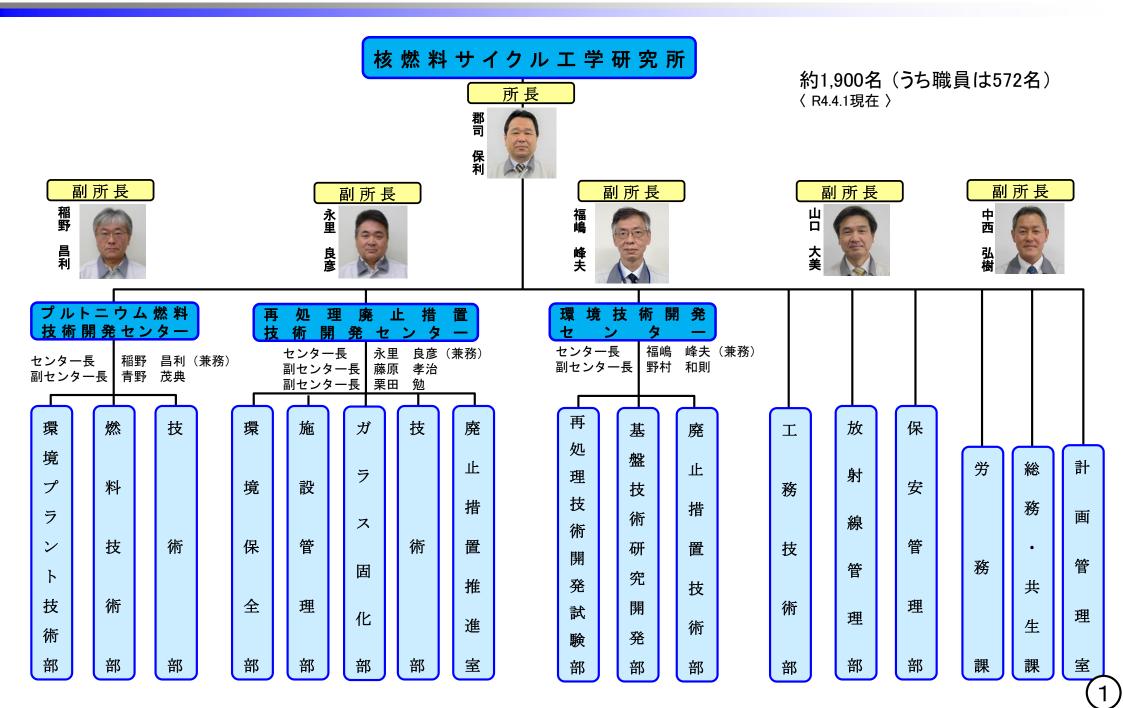
令和4年5月13日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所



核燃料サイクル工学研究所における体制







核燃料サイクル工学研究所の主要業務



再処理廃止措置技術開発センター(再処理廃止措置の実証等)



Pu-3

- 国内初の大型核燃料施設の廃止措置の実証
- プロジェクトマネジメント体制構築、長期の計画管理(WBS)
- 東海再処理施設(TRP)のリスク低減に向けた取組を推進
 - > 新規制基準を踏まえた安全性向上対策の実施
 - ▶ 高放射性廃液のガラス固化処理
 - ▶ 高放射性固体廃棄物の遠隔取出し技術開発
 - ▶ 分離精製工場等の工程洗浄

プルトニウム燃料技術開発センター(MOX燃料の開発等)

- MOX燃料及びMA含有燃料の基礎研究
- ・ 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(1F廃炉、地層処分、廃止措置関連の技術開発等)



- MA分離回収による放射性廃棄物の減容·有害度低減
- 1F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

所の共通組織

保安管理部

- 所全体の保安の統括
- 品質保証、許認可
- 核物質防護

放射線管理部

- 所全体の放射線管理
- 環境放射線/放射能監視
- 福島支援活動

工務技術部

- ・所全体のユーティリティ供給
- 新規施設建設
- 営繕

計画管理室

- 所の計画やバックエンド対策 取りまとめ
- 予算、執行管理

ワーク ブレイクダウン ストラクチャー **※1**: **W**ork **B**reakdown **S**tructure

(プロジェクトに必要な作業を細分化した構造)



茨城地区の研究開発拠点





(MEAN)サイクル研における核燃料サイクルの研究開発 (NOL)

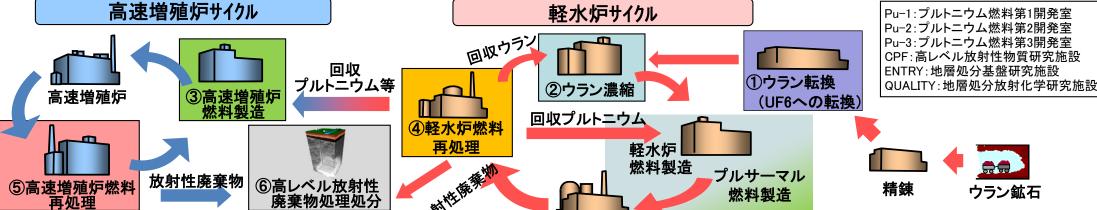


原子燃料公社 東海製錬所('57.6~) 動力炉・核燃料開発事業団 東海事業所('67.10~)

核燃料サイクル開発機構 東海事業所('98.10~)

日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所('05.10~)

	区分年代	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010 ~
1	ウラン転換	1959 ▼) 金属ウランへの転	奥に成功				
2	ウラン濃縮		196 ▼	9 「遠心分離機による	濃縮に成功		2001 ▼ウラン濃縮R&D	終了廃止措置中
3	MOX燃料製造	Pu-1		1972 ▼ 2運転開始 常陽燃料製造)	1988 ▼ Pu-3運転開 (常陽、もんじゅ燃	始	2008 2 簡素化ペレット▼ 法等の開発を開始 然料技術開発開始ノ	▼Pu-2廃止措置開始 (GB解体撤去着手)
4	軽水炉再処理 TRP		再処理施設建設開	1 <u>971</u> 1 <u>977</u> ▼ ▼ 開始 再処理	ロボット試験開始	累積処: 1000t	/D 74 4	2014 2018.6 廃止措置移行 廃止措置 方針を表明 計画認可
⑤	高速炉再処理				1982 ▼ CPF ホット運転			2014 SmARTサイクル ▼ 研究開始
6	放射性廃棄物 処理処分				ENTRY 試験開	1993 1999 始 ▼ ▼	QUALITY試験開始	
7	福島廃止措置						東日本大震災	011 ▼ 福島技術開発開始 (デプリ取出し、廃棄物処理等)
		11 4 5						



軽水炉



再処理廃止措置の実証(1/3)





東海再処理施設



ガラス固化技術開発施設(TVF)

東海再処理施設の現況 使用済燃料は 令和8年度まで に搬出予定 工程内に残留した核燃料物質等の回収(工程洗浄)を実施予定 気体廃棄物 分離精製工場 主排気筒 ウラン脱硝施設 使用済燃料 硝酸U溶液 使用済燃料 の脱硝 の受入・貯蔵 のせん断 の溶解 の精製 の濃縮 第二ウラン貯蔵所 第三ウラン貯蔵所 硝酸Pu溶液 抽出器 抽出器 PuとUの 混合転換 核燃料物質は 随時譲渡し 回収·再生 のガラス固化 ブルトニウム 高放射性廃液 高放射性 ガラス固化技術開発施設 プルトニウム転換 廃液貯蔵場 保管中の廃棄物に加え、 (HAW) 今後発生する廃棄物を処理 リスクの高い高放射性廃液はガラス固化処理 ガラス固化体等は処分施設の 新規制基準を踏まえた安全対策工事を実施 操業開始後に随時搬出予定

東海再処理施設の沿革

1977年 9月 ホット試験開始

1981年 1月 本格運転開始

1997年 3月 アスファルト 固化処理施設にて火災爆発事故

2002年6月使用済燃料の累積処理量1,000トン達成

2006年 3月 電気事業者との契約に基づく再処理終了

2007年 5月 耐震バックチェック評価に基づく耐震性向上工事を実施するため再処理運転を中断

2014年 9月 機構改革報告書にて廃止措置へ移行する 方針を表明

2017年 6月 廃止措置計画申請

2018年 6月 廃止措置計画認可

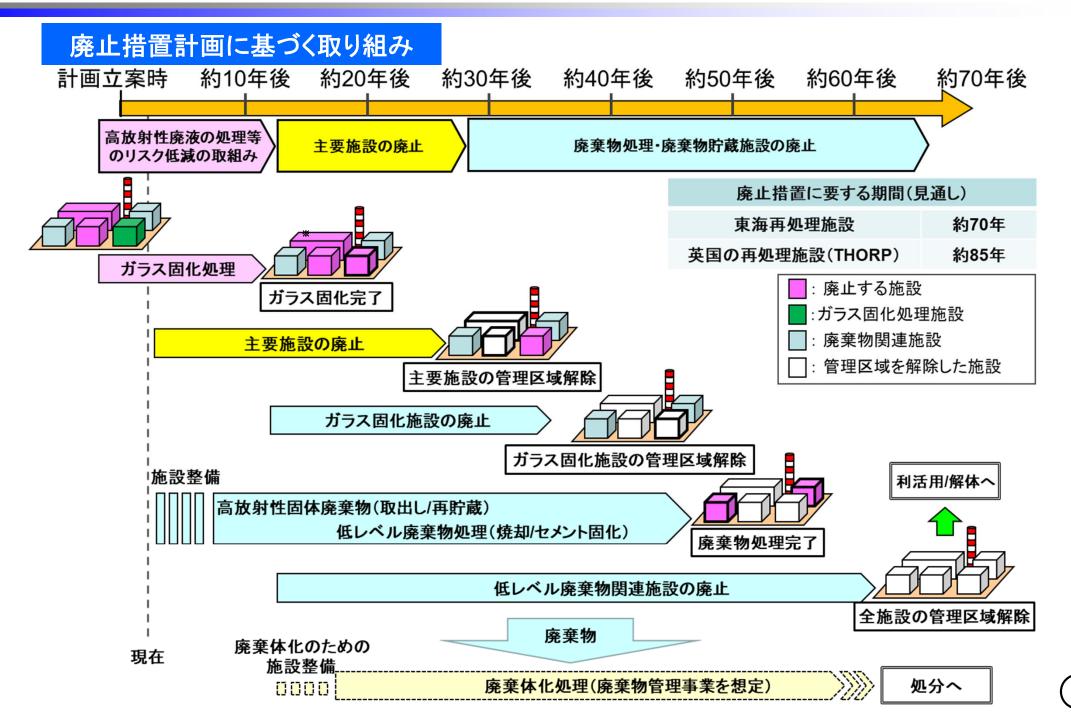
(以後、変更申請を適宜実施)

2018年7月「再処理廃止措置技術開発センター」に改称



再処理廃止措置の実証(2/3)







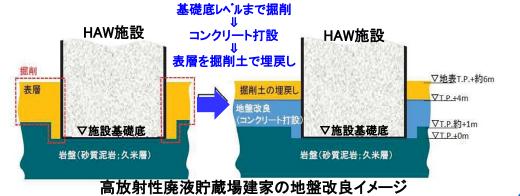
再処理廃止措置の実証(3/3)



新規制基準を踏まえた安全性向上対策の実施

-高放射性廃液貯蔵場(HAW)・ガラス固化技術開発施設(TVF)-

地震、津波、竜巻等に対する安全対策を最優先に実施

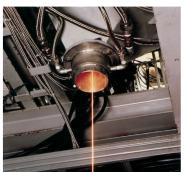


高放射性廃液のガラス固化処理

- ガラス固化技術開発施設(TVF) -

リスク低減化のため高放射性廃液のガラス固化処理を実施

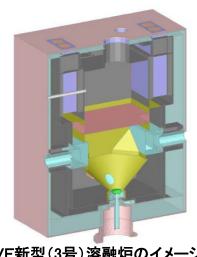




ガラス固化体

ガラス流下のイメージ

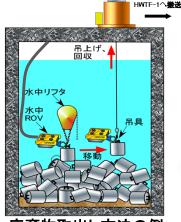
ガラス固化を着実に進めるため、 新型溶融炉の早期導入に向けた 取組を実施



TVF新型(3号)溶融炉のイメージ

高放射性固体廃棄物の遠隔取出し技術開発

- 高放射性固体廃棄物貯蔵庫(HASWS) -



廃棄物の貯蔵管理の改善を図るため、 遠隔取出し装置の技術開発を実施

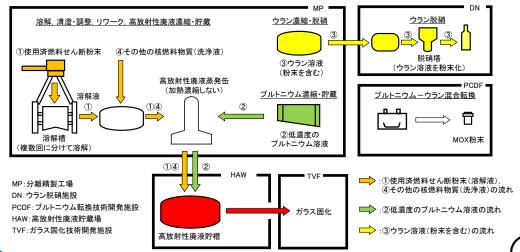


廃棄物取出し方法の例 水中ROV(作業用小型ロボット)の概要

分離精製工場等の工程洗浄

- 分離精製工場(MP)等 -

工程内に残存するウラン溶液は三酸化ウランに粉末化、 その他のものは現有する高放射性廃液に混ぜてガラス固化





MOX燃料の開発(1/2)

燃料製造工程





プルトニウム燃料第3開発室(Pu-3)



プルトニウム廃棄物処理開発施設(PWTF)

混合 成型 焼 結





充 填

検査

MOX燃料製造実績

(2022年4月現在)

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



グロープ・ボックスの中でプルトニウム等を取扱う

主要な成果

(1)MOX燃料(※2)製造技術の自主開発

- ・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
- ・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

- ・核拡散抵抗性に優れた製造技術確立
- ・国際保障措置に合致した保障措置システムを開発・確立

※2:MOX(モックス)

Mixed Oxide (ウラン・プルトニウム混合酸化物)の略語 使用済燃料から取り出したウランとプルトニウムを混ぜて作った燃料

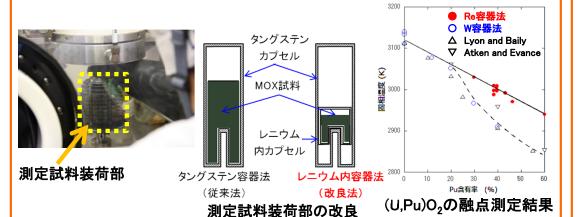


MOX燃料の開発(2/2)



MOX燃料に係る基礎研究

MOXの融点、熱伝導率など基礎物性データの測定・整備を実施し、照射燃料の許認可用のデータ等に使用

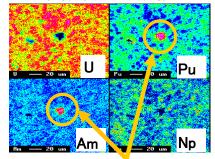


MA含有燃料の基礎データ取得

ネプツニウム(Np)·アメリシウム(Am)含有 MOXペレットの物性測定(元素分布)

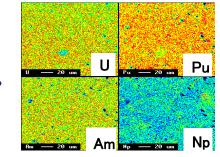


低酸素分圧で焼結



低酸素分圧の焼結では局所的に PuやAmの濃度が高い部分があり 不均質

高酸素分圧で焼結



焼結雰囲気の酸素分圧をコントロールすることで、均質の高いMA含有MOX燃料を製造

MOX燃料製造技術開発

OAIによるペレット検査技術開発

人工知能によるペレット外観検査 技術を開発している。これまで、検 査員が目視で検査を実施してきた が、人工知能による自動化で大幅 な効率改善が期待できる。





ペレットの欠けを 人工知能が識別した結果

○乾式リサイクル技術開発

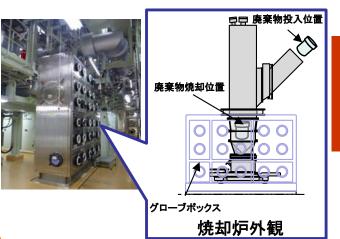
新型ジェットミルを用いて粒度調整した粉砕粉を使用したペレット密度制御評価試験や工程への導入に向けた粉砕性能確認試験を実施している。



衝突板式ジェットミル装置

低放射性廃棄物の処理技術開発

α 核種を含む難燃性廃棄物を焼却可能な世界で唯一の設備



廃棄物中の塩素含有率 を調整し、福島で発生が 想定される塩素含有放 射性廃棄物の焼却試験 もかねて実施

累積処理本数:約5,704本 (2022年3月末現在)



MOXの集約・保管体化



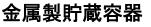
- ▶MOXの貯蔵リスク低減及び施設の廃止措置に向け、Pu-1及びPu-2のMOXについて、ペレット化などの適切な安定化処理を実施後、金属製貯蔵容器や保管体に封入し、安定な貯蔵形態としたうえで、Pu-3に集約する。
- ▶再処理施設等の廃止対象施設のMOXについても、Pu-3に集約し、一元的に管理する。
- ▶各施設からの集約スペース確保のため、Pu-3において保管体化を実施する。

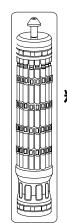






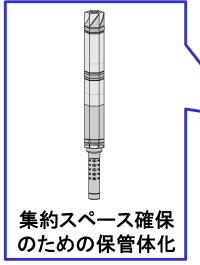


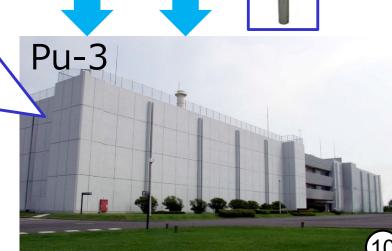




粉末をペレット化し、さらに燃料棒に 封入し、組み立て

保管体







高速炉サイクル技術開発



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

照射後試験



照射燃料集合体 試験施設(大洗)

SmARTサイクル

分離•回収



高レベル放射性物質 研究施設(東海)



高速実験炉 常陽 (大洗)



照射燃料試験施設 (大洗)

2016年度に照射済燃料からの回収量としては 世界トップクラスの約2gのMAの回収に成功

※3:MA(マイナーアクチニド)

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



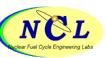
高レベル廃液からのMA抽出試験

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

11



福島第一原子力発電所の廃止措置等に向けた研究開発



汚染水処理で発生する放射性廃棄物の処理・処分技術開発

汚染水処理二次廃棄物等の特性の研究

東京電力目標工程(※):処理・処分の方策とその安全性に関する技術的見通し 2021年度頃



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

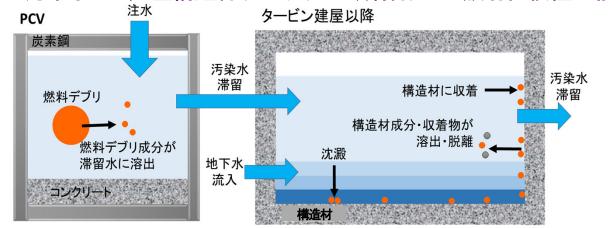
> 放射性核種濃度等の 分析及び結果の 収集・整理を実施



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 核種の移行や浸透挙動の評価を実施



浸漬前

浸漬後

セメントペースト試験片表面 (浸漬に伴う色の変化があった。 今後詳細に分析予定。)

浸漬試験の様子



放射性廃棄物の処理技術開発



放射性廃液処理に関する研究

<u>S</u>ystematic <u>T</u>reatment of <u>RA</u>dioacitve liquid waste for <u>D</u>ecommissioning (STRAD)プロジェクト

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 学等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





模擬廃液を 用いた実験



放射性廃液を 用いた実証

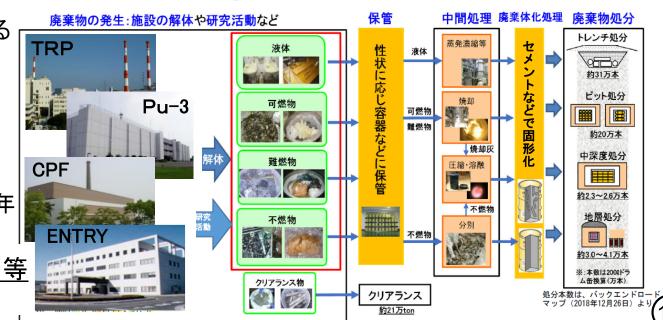


プロジェクトの狙い

技術開発のアプローチ

研究所内廃棄物に対する課題検討【廃棄物の発生から処分までの流れ】

- 核サ研の放射性廃棄物の廃棄体化に係る 「基本計画」と「技術マップ」を整理
- ※「基本計画」:核サ研の処理処分フローと施設計画案 「技術マップ」:全対象廃棄物リストと課題解決進捗状況
- ・処理処分の実現に向けた課題を摘出し 「重要度・優先度」により「厳選課題」を選定
- ・「厳選課題」に対して第4期中長期期間(7年 間)の「実施計画案」を策定中
- 喫緊に着手すべき課題から実施体制等 を整備し着実に課題解決を進めていく





放射性廃棄物の処分技術開発



- ・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)

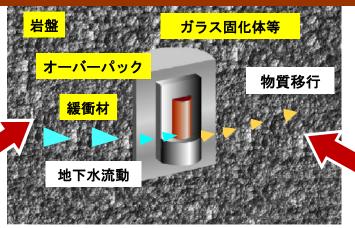


エントリー 地層処分基盤研究施設(ENTRY)



人工バリアシステムの健全性評価試験

地層処分における核種移行モデルの高度化



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



地層処分放射化学研究施設(QUALITY)



放射性物質の濃度分析



地下環境を模擬したグロー ブボックス内における放射性 物質移行データの取得

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)



施設等の廃止措置



〇 プルトニウム燃料施設の廃止措置

第二開発室(廃止措置)



グローブボックス等多数の不稼働設備

核燃料物質の安定な保管形態に 向けた整理作業



安定化処理(ペレット化等)



令和7年度末 完了予定

保安向上のための不稼働設備撤去





グリーンハウス内での解体撤去作業

令和10年度末 完了予定

その他施設の廃止措置

- ・プルトニウム廃棄物貯蔵施設(PWSF) 令和3年4月7日 管理区域解除※
- ·燃料製造機器試験室 令和4年3月28日 管理区域解除※

※管理区域解除をもって廃止措置終了

〇 東海ウラン濃縮施設等の廃止措置



L棟等の廃止措置準備

撤去前



G/H棟解体、更地化完了



L棟、内装機器撤去

跡地利用 (東海固体廃棄物廃棄体化 施設(TWTF)の建設)

その他施設の廃止措置

•廃水処理室

撤去後

令和5年度 管理区域解除※ 予定

※管理区域解除をもって廃止措置終了



廃水処理室



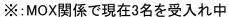
民間による核燃料サイクル事業への支援



人的支援•教育訓練

	日本原燃㈱ 技術者の受入れ	日本原燃㈱への 人的支援
再処理関係	758	359
MOX関係	91(%)	42
合 計		 401名

(2022年4月末実績)







MOX燃料加工施設技術支援

- 六ヶ所MOX燃料加工施設(J-MOX)は、海外の燃料製造プロセス (MIMAS法)を採用、 原料粉末は原子力機構が開発したマイクロ波 加熱直接脱硝MOX粉末を予定
 - ➡ 適合性を確認するためのデータ取得に貢献
- ・要請に応じて設計、建設及び運転に係る技術コンサルティング等 の技術的支援を実施
- J-MOX仕様のLSDスパイク(※4)を量産する技術の確証

※4:LSDスパイク 試料中のウランやプルトニウム濃度を正確に分析するための標準物質

再処理施設技術支援(ガラス固化技術)

- 六ヶ所再処理工場の試運転支援として 技術者を派遣
- ・運転技術の習得を目的とした技術者の 受入等の技術支援
- ・モックアップ試験棟に設置している確証 改良溶融炉(KMOC)を使用した試験等 への技術支援
- ・新型ガラス溶融炉モックアップ試験(K2MOC試験)への支援等の受託業務
- •TVFのガラス固化処理に係る情報共有



KMOC試験における溶融炉内の確認作業 出典:日本原燃㈱HP

2007年~ K施設『ガラス固化試験』等に係る支援

・技術検討会議等への技術者の参画

2009年~ 確証改良溶融炉試験(KMOC試験)に係る支援

・白金族含有ガラスの物性評価

2013年~ 新型ガラス溶融炉モックアップ試験(K2MOC試験) フェーズ I ~皿に係る支援

- ・ガラス固化技術研究評価委員会への委員の派遣
- ・K2MOCガラスの分析
- 技術情報共有会議等の実施

再処理施設技術支援(機器故障率算出)

- ・東海再処理施設で長年蓄積した運転実績・保全データ 機器故障率データ整備に係る技術支援(受託研究)
 - ⇒ 六ヶ所再処理工場の確率論的リスク評価の精度向上



地域との共生



多様な広報活動を展開する中で、学校教育支援・地域行事への参加等を通して地域とのつながりを大切にしています

理解促進活動

広報チームによる出張授業

地域の方々の視点に立った、わかりやすい原子力理解活動を目指し 1996年に広報チーム「スイートポテト」を発足 (地元特産品である干し芋から命名、研究系・技術系職員で構成)



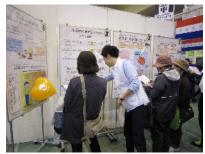




放射線や原子力について実験を交えたわかりやすい授業を提供 受講者のべ人数22,324名(2022年3月末現在) **リスクコミュニケーション活動**

報告会の開催

地域産業祭へのブース出展



パネル展示等により、原子力をわかりやすく解説



フレンドリートーク、放射線勉強会の開催



東海フォーラム

学校教育支援•人材育成

科学技術教育支援



研究者・技術者がSSH (スーパーサイエンスハイスクール)指定校で 「環境・エネルギー」についての 講義を実施。

職場体験学習受入れ



工業高校インターンシップ



地元中学生の職場体験学習

地域行事への参加

地域まつりへの参加



東海まつり(8月)

ボランティア活動



清掃活動(5,6,10月)