

# 核燃料サイクル工学研究所の概況

令和4年5月31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

約1,900名（うち職員は572名）  
 〈R4.4.1現在〉

所長  
 郡司 保利

副所長  
 稲野 昌利

副所長  
 永里 良彦

副所長  
 福嶋 峰夫

副所長  
 山口 大美

副所長  
 中西 弘樹

### プルトニウム燃料 技術開発センター

センター長 稲野 昌利 (兼務)  
 副センター長 青野 茂典

- 環境プラント技術部
- 燃料技術部
- 技術部

### 再処理廃止措置 技術開発センター

センター長 永里 良彦 (兼務)  
 副センター長 藤原 孝治  
 副センター長 栗田 勉

- 環境保全部
- 施設管理部
- ガラス固化部
- 技術部
- 廃止措置推進室

### 環境技術開発 センター

センター長 福嶋 峰夫 (兼務)  
 副センター長 野村 和則

- 再処理技術開発試験部
- 基盤技術研究開発部
- 廃止措置技術部

- 工務技術部

- 放射線管理部

- 保安管理部

- 労務課

- 総務・共生課

- 計画管理室

## 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)



- 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

### 保安全管理部

- 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: Work Breakdown Structure  
 (プロジェクトに必要な作業を細分化した構造)

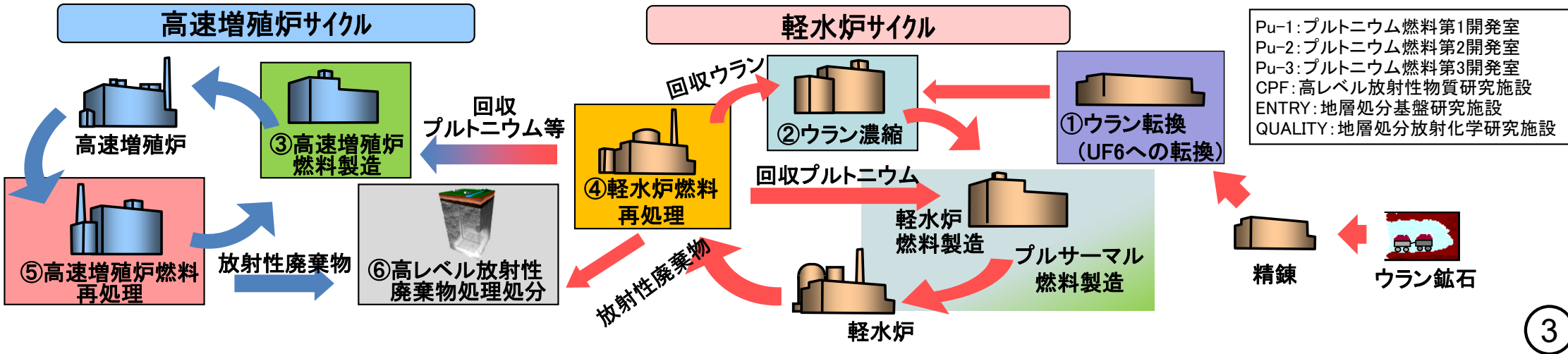
原子燃料公社  
東海製錬所 ('57.6~)

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~)

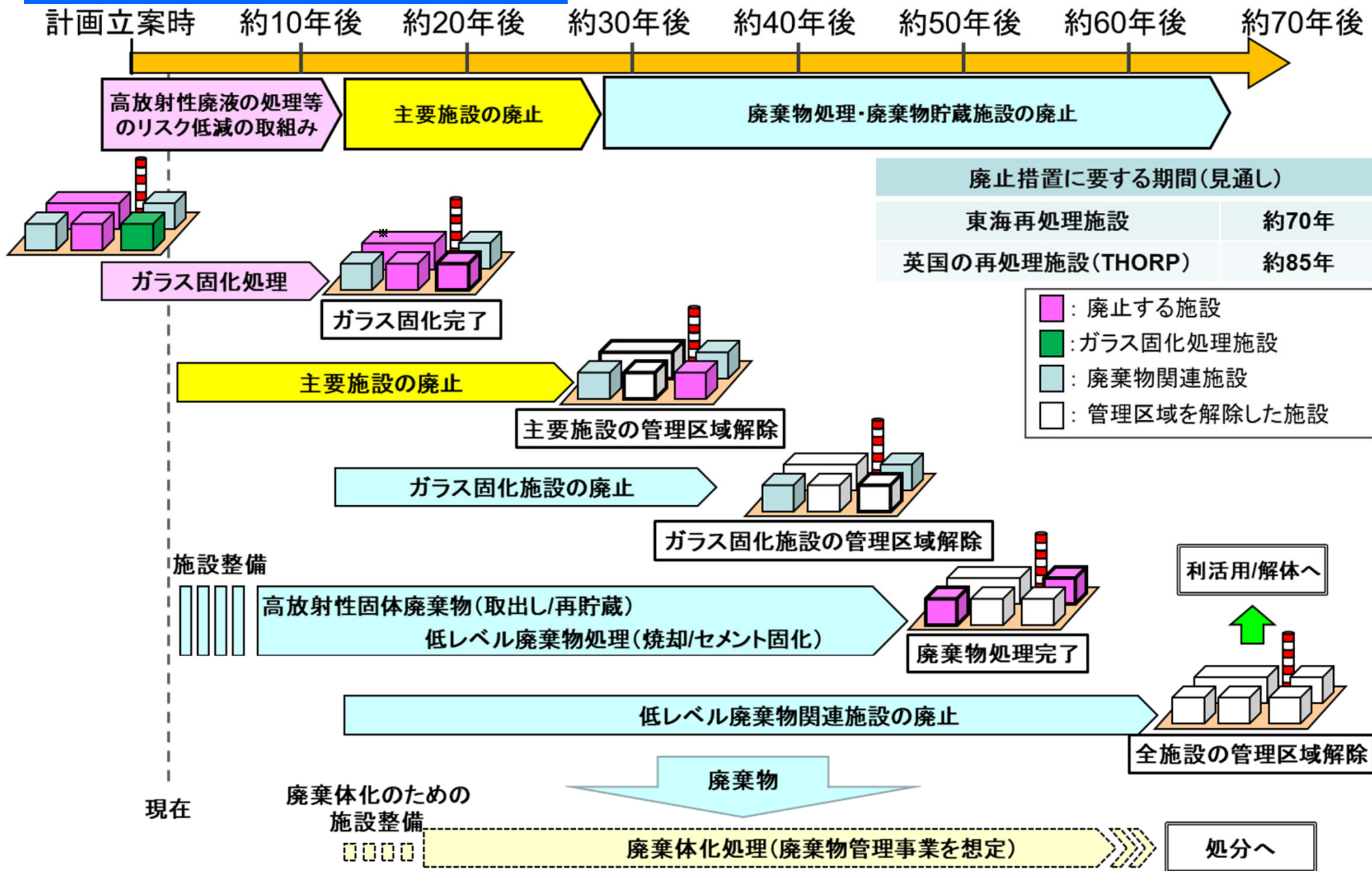
日本原子力研究開発機構  
核燃料サイクル工学研究所 ('05.10~)

区分	年代	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010 ~					
①	ウラン転換	1959 ▼ 金属ウランへの転換に成功											
②	ウラン濃縮	1969 ▼ 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	1966 ▼ Pu-1運転開始		1972 ▼ Pu-2運転開始 (ふげん, 常陽燃料製造)		1988 ▼ Pu-3運転開始 (常陽, もんじゅ燃料製造)		1998 ▼ 簡素化ペレット等の開発を開始 MA燃料技術開発開始 / 物性評価継続		2008 ▼ Pu-2廃止措置開始 (GB解体撤去着手)	2010		
④	軽水炉再処理 TRP	再処理施設建設開始			1971 ▼		1977 ▼ 再処理ホット試験開始		2002 ▼ 累積処理1000t		2006 ▼ 役務再処理終了	2014 ▼ 廃止措置移行方針を表明	2018.6 ▼ 廃止措置計画認可
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 試験開始					1993 ▼		1999 ▼ QUALITY試験開始				
⑦	福島廃止措置	2011 福島技術開発開始 東日本大震災 ▼ (デブリ取出し, 廃棄物処理等)											



Pu-1: プルトニウム燃料第1開発室  
 Pu-2: プルトニウム燃料第2開発室  
 Pu-3: プルトニウム燃料第3開発室  
 CPF: 高レベル放射性物質研究施設  
 ENTRY: 地層処分基盤研究施設  
 QUALITY: 地層処分放射化学研究施設

## 廃止措置計画に基づく取り組み





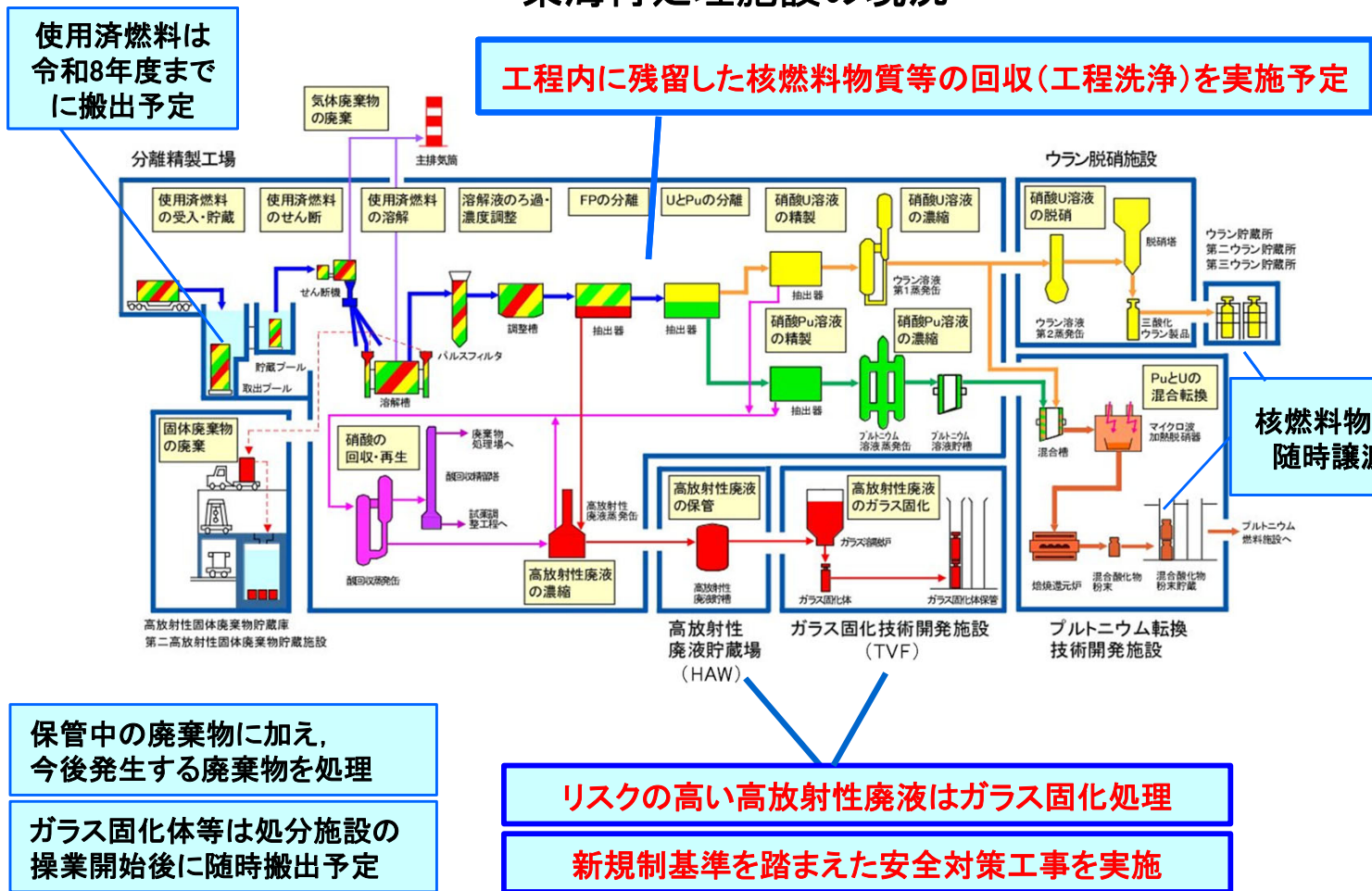


東海再処理施設



ガラス固化技術開発施設 (TVF)

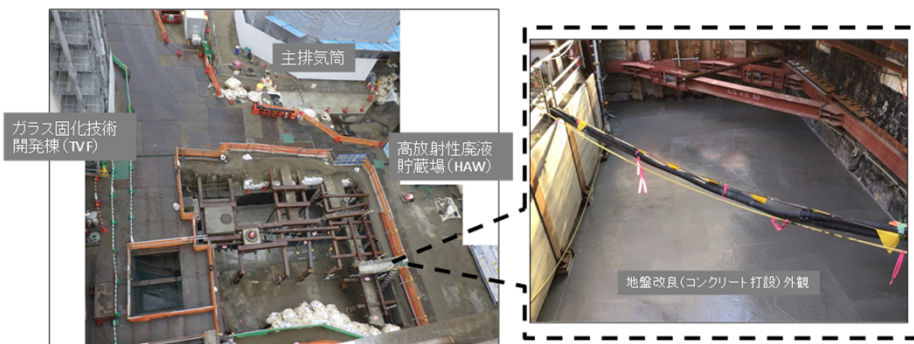
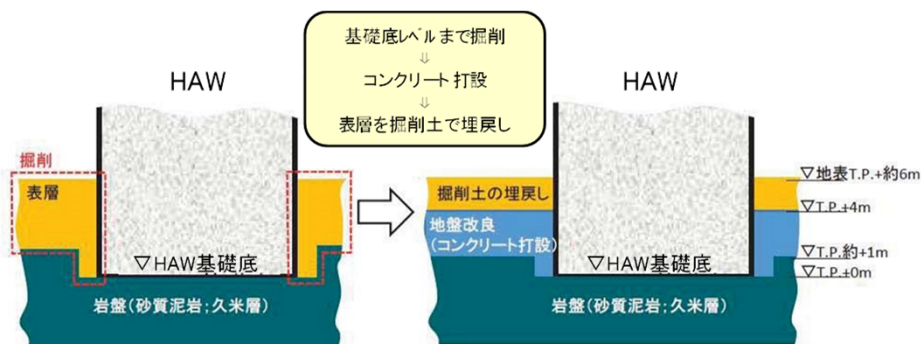
## 東海再処理施設の現況



## 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)及び配管トレンチ(T21)周辺の地盤改良工事

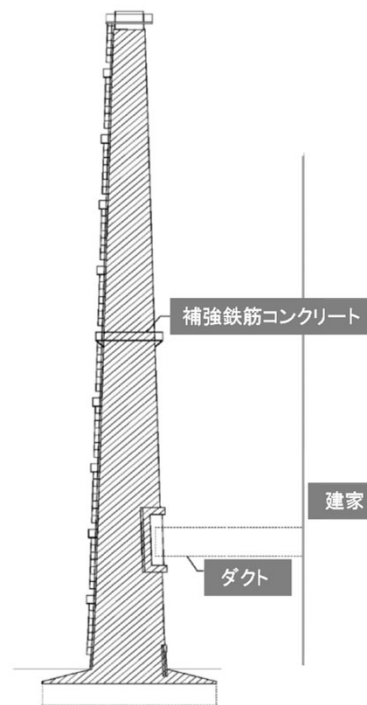
高放射性廃液貯蔵場(HAW)建家及び配管トレンチ(T21)の耐震性能向上のため、建家の地下部側面を押さえている周辺地盤を改良して建家の横揺れを低減させる対策工事を行う。



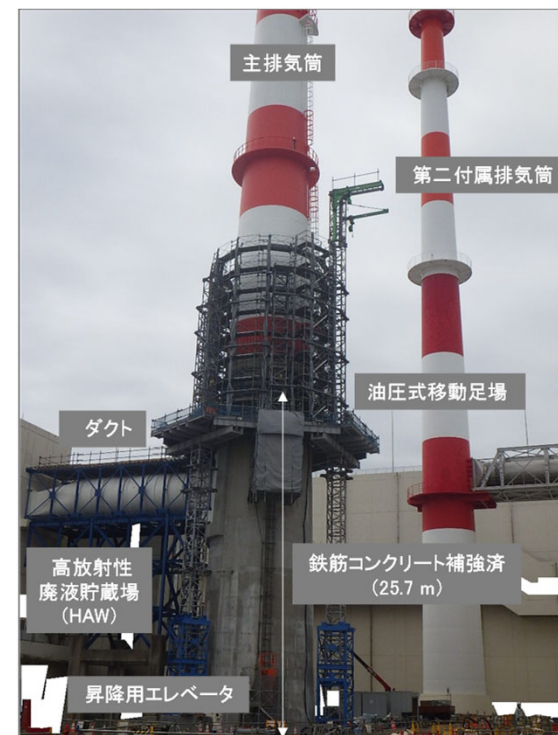
地盤改良工事の状況(令和3年12月)

### 主排気筒の耐震補強工事

主排気筒(地上高さ90m)について、廃止措置計画用設計地震動に対する耐震性を確保するため、主排気筒基礎及び筒身への鉄筋コンクリート補強を行う。



鉄筋コンクリートによる補強(斜線部分)

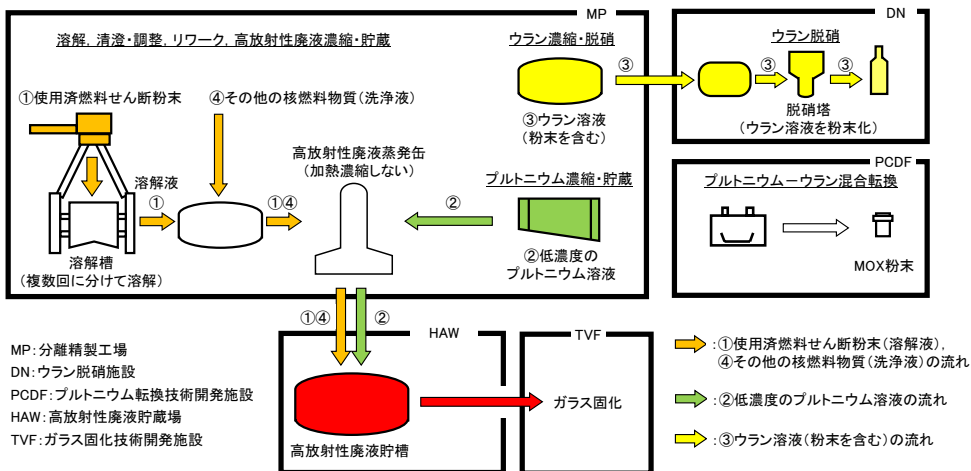


主排気筒の筒身補強工事の状況(令和4年4月)



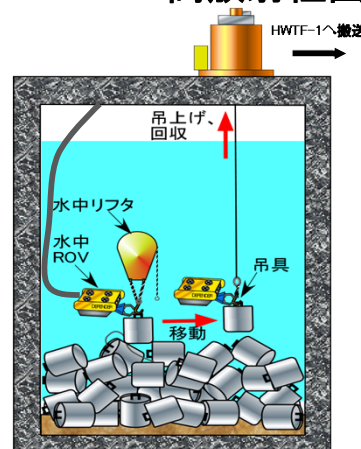
## 分離精製工場等の工程洗浄

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



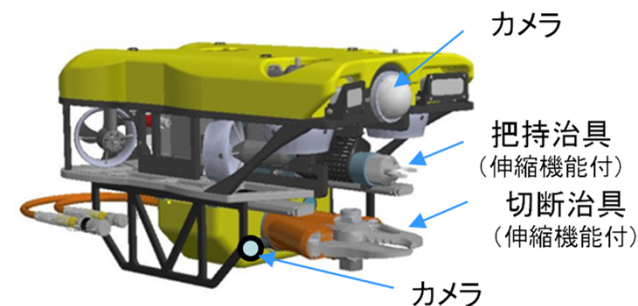
## 高放射性固体廃棄物の遠隔取出し技術開発

- 高放射性固体廃棄物貯蔵庫(HASWS) -



廃棄物取出し方法の例

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



水中ROV(作業用小型ロボット)の概要

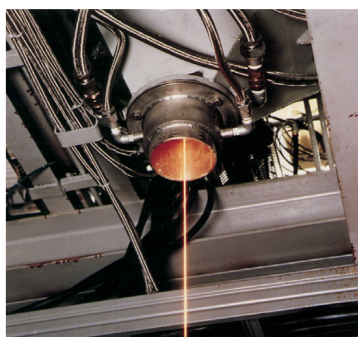
## 高放射性廃液のガラス固化処理

- ガラス固化技術開発施設(TVF) -

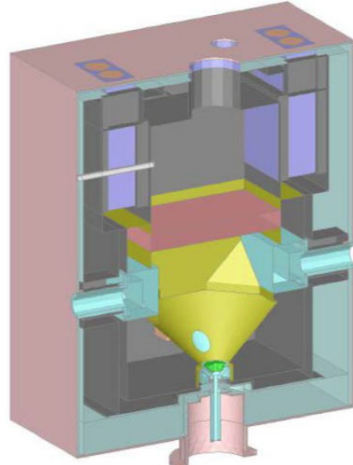
リスク低減化のため高放射性廃液のガラス固化処理を実施



ガラス固化体



ガラス流下



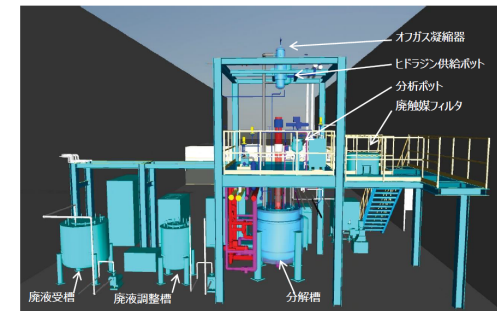
TVF新型(3号)溶融炉

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

## 低放射性廃液のセメント固化技術開発



低放射性廃棄物処理技術開発施設  
(LWTF)



硝酸根分解の実証プラント規模試験装置



セメント混練試験装置



一軸圧縮強度測定装置



硝酸根分解試験装置



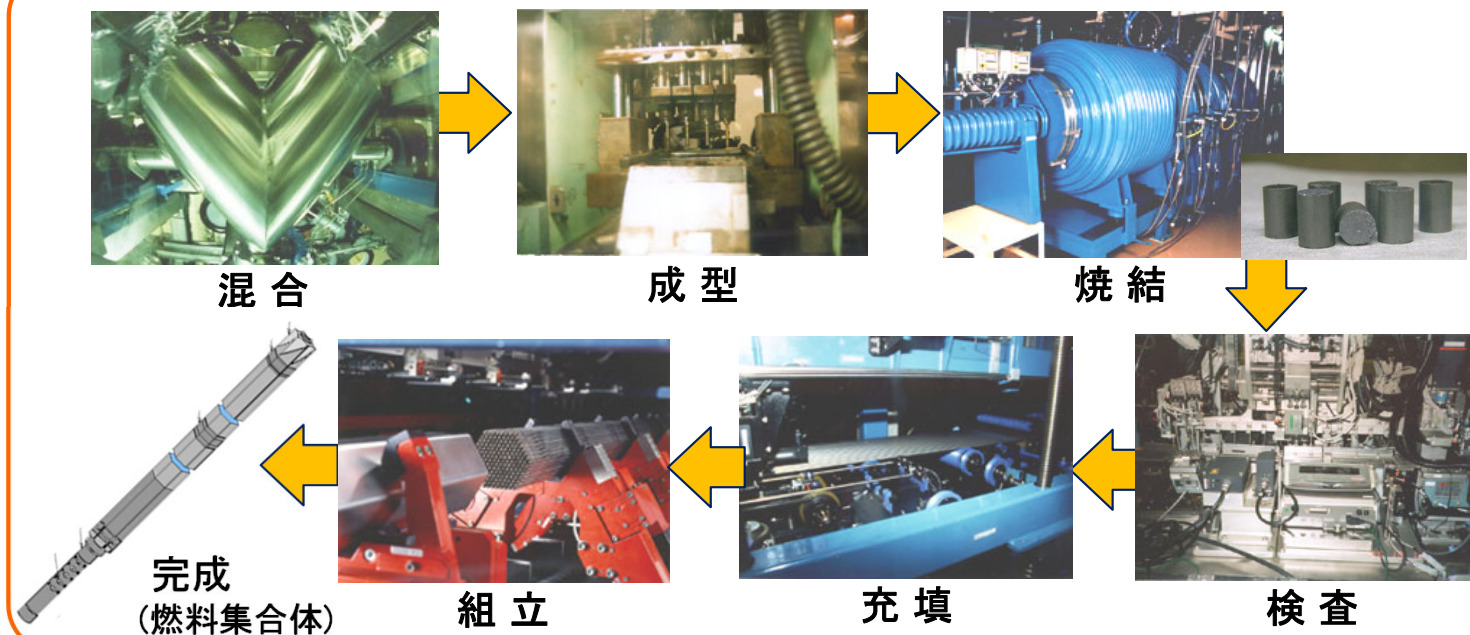


プルトニウム燃料第3開発室 (Pu-3)



プルトニウム廃棄物処理開発施設 (PWTF)

## 燃料製造工程



## 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



グローブ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

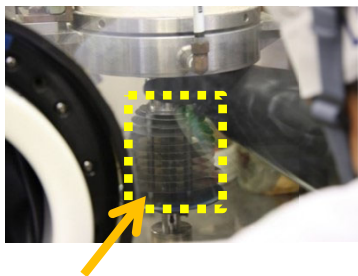
- ・核拡散抵抗性に優れた製造技術確立
- ・国際保障措置に合致した保障措置システムを開発・確立

※2:MOX(モックス)

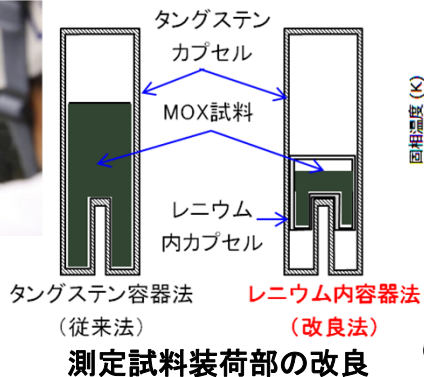
Mixed Oxide(ウラン・プルトニウム混合酸化物)の略語  
使用済燃料から取り出したウランとプルトニウムを混ぜて作った燃料

## MOX燃料に係る基礎研究

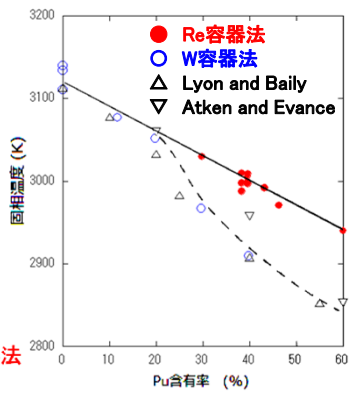
MOXの融点、熱伝導率など基礎物性データの測定・整備を実施し、照射燃料の許認可用のデータ等に使用



測定試料装荷部



測定試料装荷部の改良



(U,Pu)O<sub>2</sub>の融点測定結果

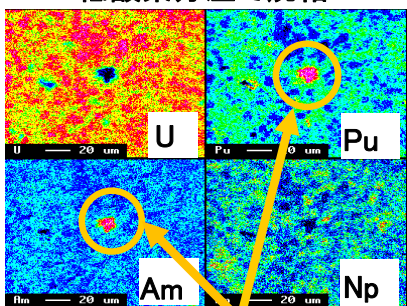
## MA含有燃料の基礎データ取得

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)

Np・Am含有ペレット

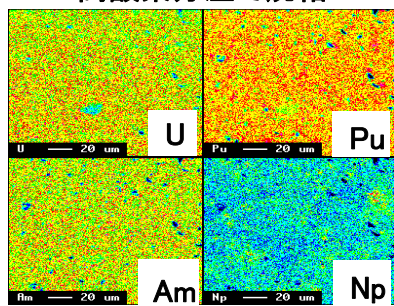


低酸素分圧で焼結



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

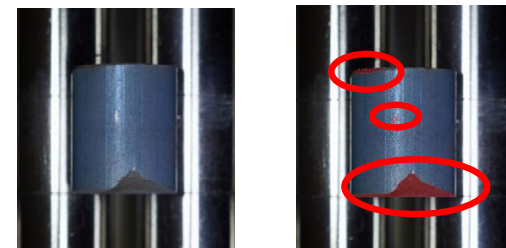


焼結雰囲気酸素分圧をコントロールすることで、均質の高いMA含有MOX燃料を製造

## MOX燃料製造技術開発

### 〇AI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

### 〇乾式リサイクル技術開発

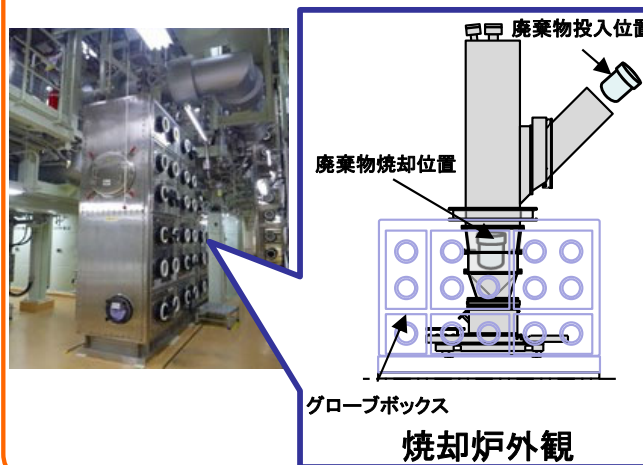
新型ジェットミルを用いて粒度調整した粉碎粉を使用したペレット密度制御評価試験や工程への導入に向けた粉碎性能確認試験を実施している。



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。

Pu-1



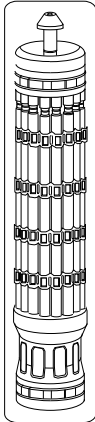
Pu-2





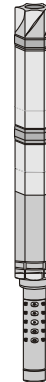
熱処理などの安定化処理したMOXを封入

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



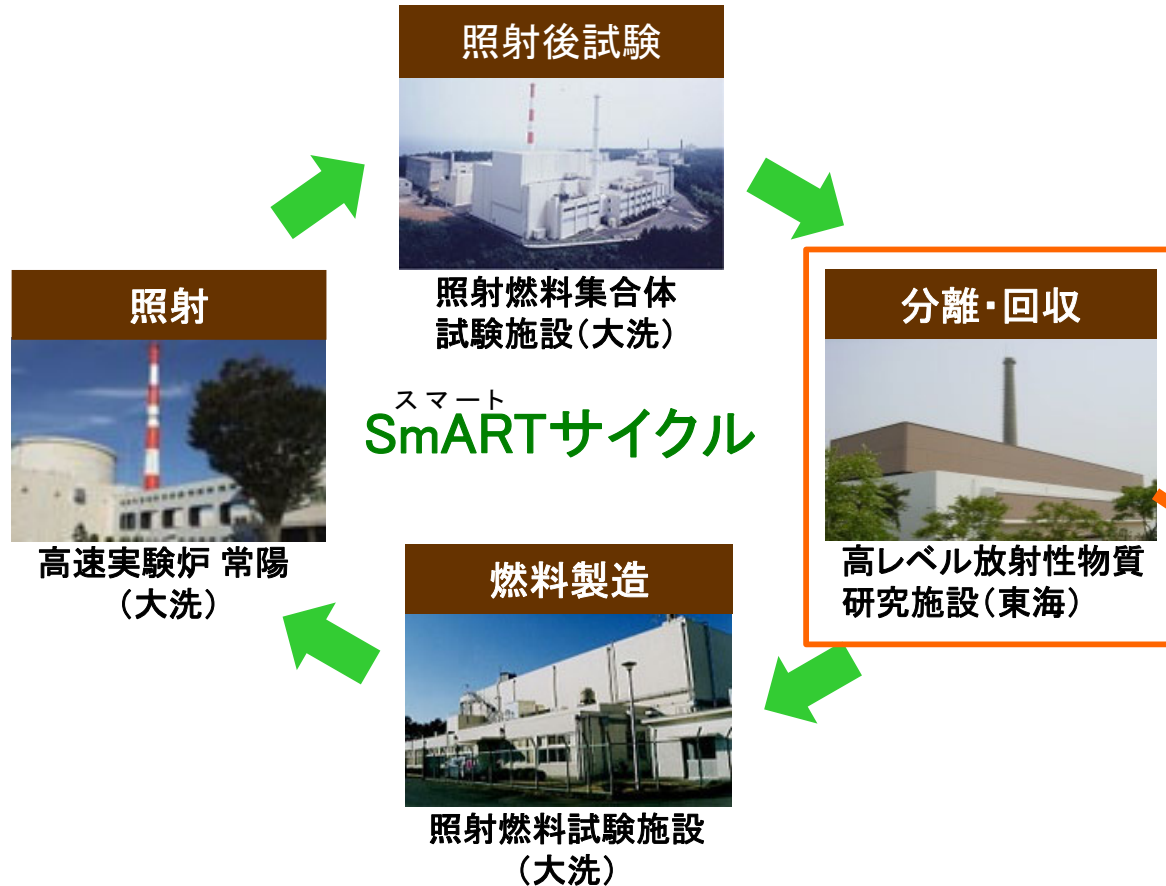
集約スペース確保のための保管体化





## 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



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

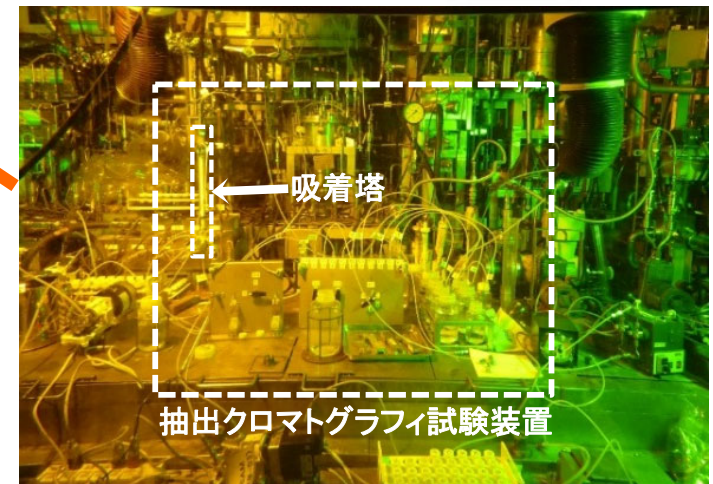
### 廃棄物発生量低減

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



高レベル廃液からのMA抽出試験

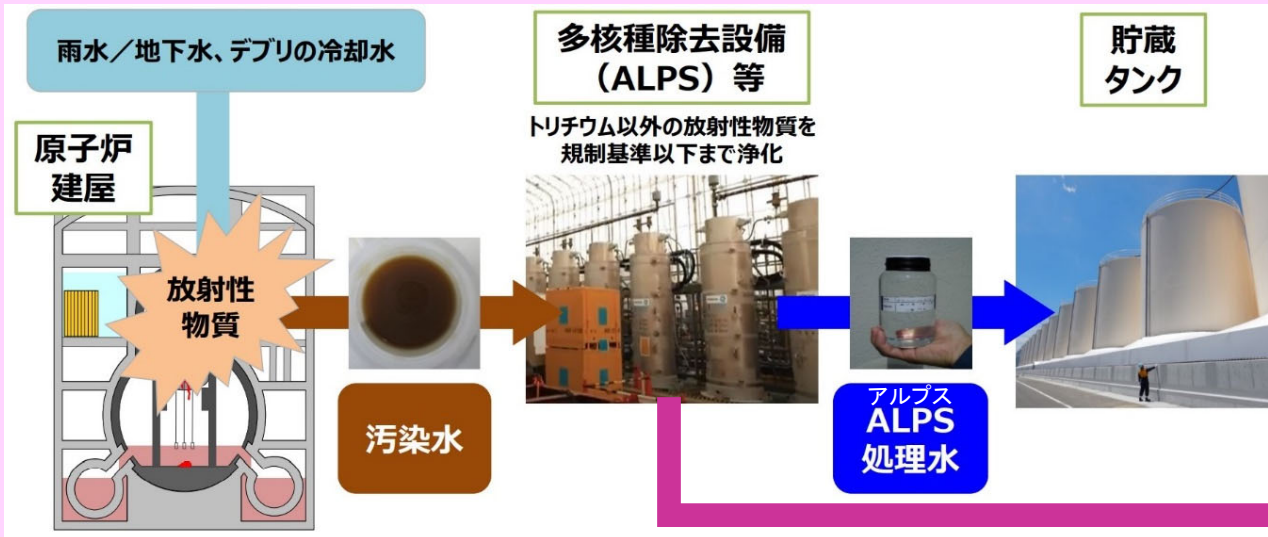
MA分離プロセスの性能評価に加え、安全性向上やシステム成立性の評価に係る基盤データを取得

## 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



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

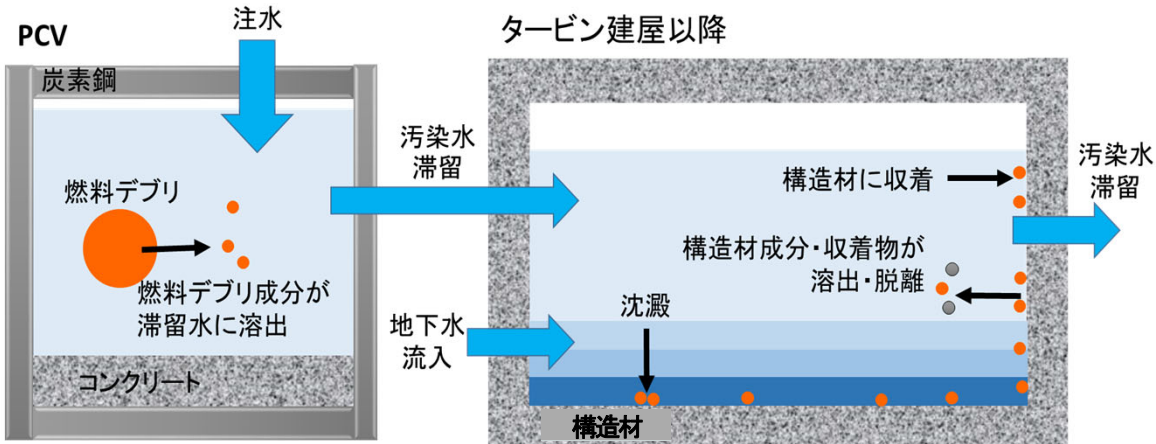
放射性核種濃度等の分析及び結果の収集・整理を実施



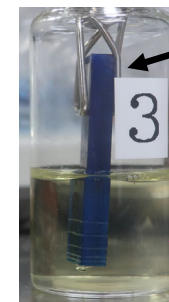
原子炉建屋底部から回収した汚泥

処理工程で発生した廃棄物 (汚泥や使用済吸着剤など)

### 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



浸漬試験の様子

セメントペースト試験片

プルトニウム溶液



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。)



## 放射性廃液処理に関する研究

### Systematic Treatment of **RA**dioactive liquid waste for **D**ecommissioning (STRAD)プロジェクト

#### 試験及び廃液処理(セル内)の様子

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



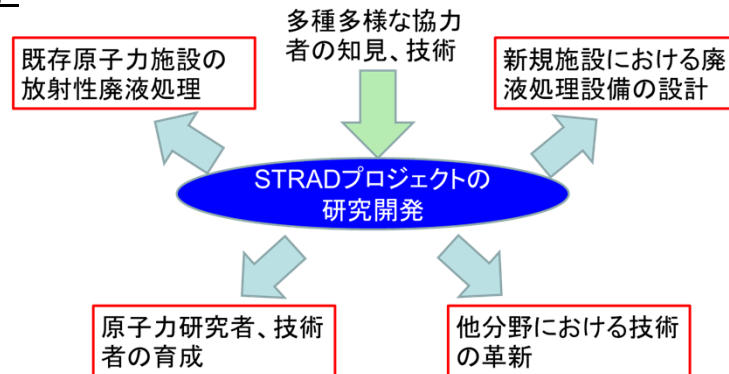
#### 技術開発のアプローチ



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

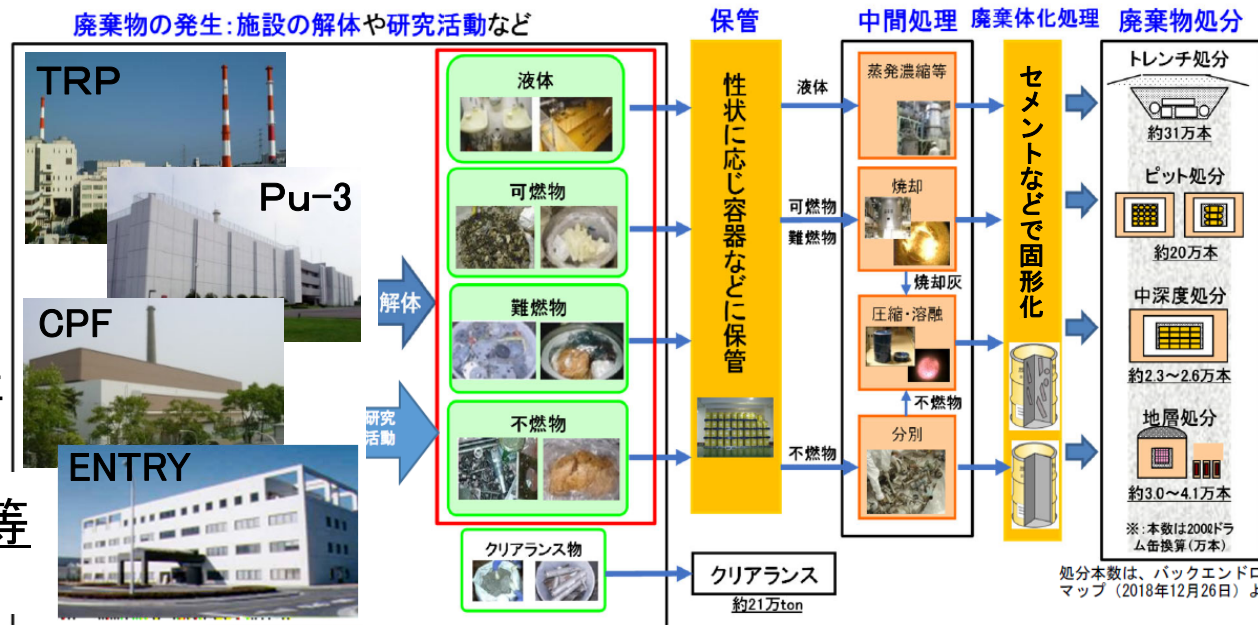
## 研究所内廃棄物に対する課題検討【廃棄物の発生から処分までの流れ】

・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抽出し「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



※:本数は2008ドラム缶換算(万本)  
処分本数は、バックエンドロードマップ(2018年12月26日)より

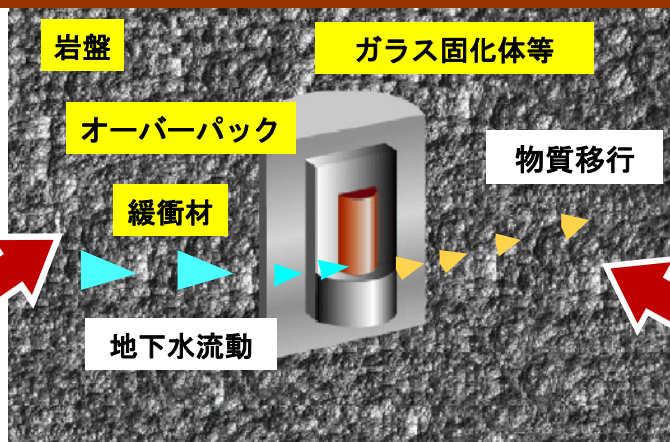


- 人工バリア等の基本特性データの拡充とデータベースの信頼性向上
- 核種移行に係るモデルとデータベースの拡充、安全性評価手法に関する技術整備(地下研で得られた地質環境知見も活用)
- 使用済燃料の直接処分などの代替処分オプションに関する研究開発
- 実施主体の原子力発電環境整備機構(NUMO)との共同研究(地層処分技術等の実効的共有と継承、情報交換、人材交流)

## 地層処分における核種移行モデルの高度化



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



地層処分放射化学研究施設(QUALITY)



人工バリアシステムの健全性評価試験



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)

## ○ プルトニウム燃料施設の廃止措置

### 第二開発室(廃止措置)



施設内に核燃料物質が残存

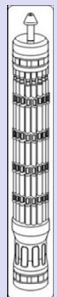


グローブボックス等多数の不稼働設備

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)



保管体化



金属貯蔵容器に封入

Pu-3へ集約

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

## ○ 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



撤去後

L棟、内装機器撤去



G/H棟廃止措置



G/H棟解体、更地化完了

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

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