

新型転換炉原型炉ふげん及び高速増殖原型炉もんじゅ の廃止措置実施状況について

2024年1月22日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

- ・「ふげん」の廃止措置工程（全体） P.1
- ・「ふげん」の廃止措置の状況（全体概要） P.2
- ・「ふげん」の廃止措置の状況（クリアランス再利用の取組状況） P.3
- ・「ふげん」の使用済燃料搬出に向けた対応 P.4
- ・「もんじゅ」の廃止措置計画について（第2段階の主な内容） P.5
- ・「もんじゅ」のしゃへい体等取出し作業について P.6
- ・「もんじゅ」のしゃへい体等取出し作業の中断について P.7
- ・「もんじゅ」の水・蒸気系等発電設備の解体撤去作業について P.8
- ・参考資料

- 2018年度より「原子炉周辺設備解体撤去期間」へ移行し、現在は原子炉周辺設備の制御棒駆動装置等の解体撤去を進めています。
- 使用済燃料の搬出計画は、2027年度に搬出を開始（当初：2023年度）し、2031年度に搬出を完了（当初：2026年夏頃）する計画に変更しました。（詳細：P4参照）

▼現時点

年度	2008	2017	2029	2038	2040
廃止措置の各期間	重水系・ヘリウム系等の汚染の除去期間	原子炉周辺設備解体撤去期間		原子炉本体解体撤去期間	建屋解体期間
主要工事	使用済燃料の搬出				
	原子炉冷却系統施設、計測制御系施設等の解体				
	核燃料物質取扱施設・貯蔵施設、重水・ヘリウム系等の解体				
			遠隔・自動化装置開発		
				原子炉本体の解体	
					管理区域解除
					建屋解体

○廃止措置の状況

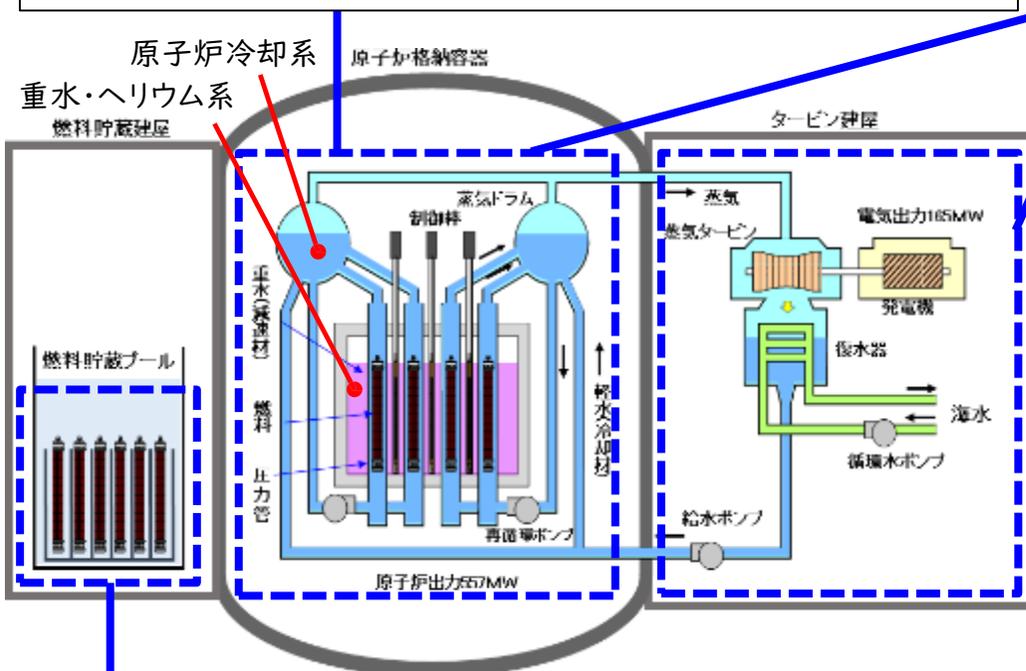
➢ 「ふげん」は2003年3月に約25年間の運転を終了しました。2008年2月に廃止措置計画の認可を受け、廃止措置を進めています。

■原子炉冷却系統の除染等

- 2003年度：原子炉冷却系統の化学除染
- 2003～2014年度：重水（減速材）の回収と施設外搬出（約270トン）
- 2008～2017年度：重水系・ヘリウム系統のトリチウム除去

■原子炉周辺設備の解体撤去

- 2019～2020年度：Aループ側設備等を解体撤去
- 2020～2022年度：Bループ側設備等の解体撤去（2022年9月完了）
- 2022～2026年度：大型機器等の解体撤去（実施中）



■タービン設備の解体撤去

- 2008～2021年度：復水器、給水加熱器、原子炉給水ポンプ、復水系計装設備等を解体撤去

■原子炉補助建屋内設備の解体撤去

- 2021年度：重水前処理装置等の解体撤去
- 2022～2023年度：アスファルト固化装置等の解体撤去（実施中）

■廃棄物処理等の推進

- 解体撤去物のクリアランス測定（2018年12月～）
確認証受領：合計約526トン（2023年6月現在）

■原子炉本体解体に向けた取組

- 残留放射能の詳細評価のため原子炉本体各部から試料を採取、分析評価
2022年度：炉心タンクから採取した試料の放射能分析（実施中）
- 炉外での水中解体モックアップ試験
- 原子炉領域解体に向けた遠隔・自動化装置の開発（実施中）
技術開発における重要なポイントの洗い出しと整理（～2023年3月）
溶接接合に係る要素試験/基本設計の着手（2023年度～）

■使用済燃料

- 燃料貯蔵プールに466体を保管、燃料搬出に向けた準備等を実施中（2021年5月輸送容器の設計承認、輸送容器を製造中）

■廃止措置計画等の変更

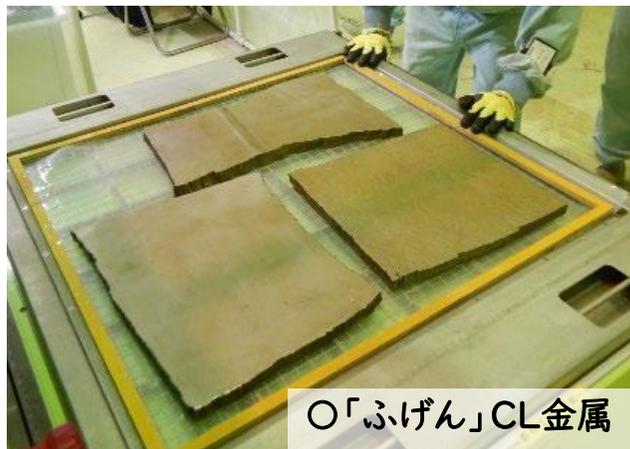
- セメント混練固化装置の整備に係る変更認可（2022年2月21日）
- 性能維持施設の見直しに係る変更認可（2022年11月16日）
- 廃止措置計画の変更（工程延伸）に係る届出（2022年11月25日）
- 使用済燃料の処分方法の記載変更に係る原子炉設置変更許可申請（2023年7月28日補正、2023年11月16日補正）

○使用済燃料の搬出

- 2022年6月24日に、仏国オラノ・リサイクル社と、保管中の使用済燃料（466体）の仏国への輸送と再処理の履行契約を締結しました。
- 再処理により回収されるプルトニウムは、平和的利用のみに供することを前提に日本以外の第三者が使用するために仏国オラノ・リサイクル社へ移転する予定です。

「ふげん」の廃止措置の状況（クリアランス再利用の取組状況）

- クリアランス（以下「CL」という）金属再利用に係る理解促進を目的とし、ふげんCL金属を再利用した製作物を県内各所に設置・展示

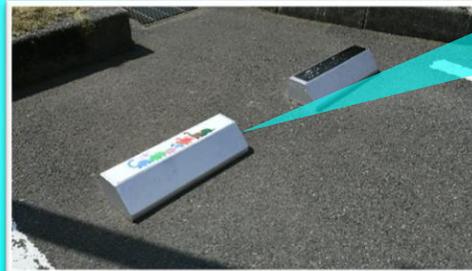


○「ふげん」CL金属

加工

加工

- 車両止めの製作 3対（6個）
2022年度の福井県嶺南Eコースト計画に基づき、ふげんCL金属を加工して車止めを製作 2023年度の活動検討中



（1個 100kg）



- 敦賀事業本部駐車場設置
2023/3/30（プレス公開）
○電力PR館施設への展示
2023/3/31

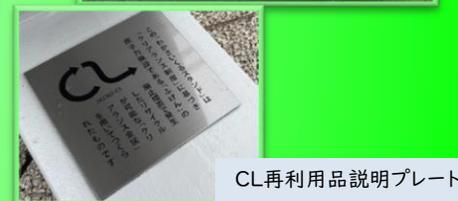
- 照明灯、サイクルスタンドの製作（国プロ※への協力）
2021年度の国プロにおいて、ふげんのCL金属約4.6tonを県内企業にて溶融し、インゴットを製作
2022年度の国プロにおいて、県内高校及び県内企業において再加工し、照明灯、サイクルスタンドを製作

照明灯（ボート形状）敦賀工業高校（2023/2/24 設置）
照明灯（水仙形状）福井南高校（2023/3/9 設置）
サイクルスタンド 若狭湾サイクリングルート（わかさいくる）上の各所に合計10箇所（～2023/3/16 設置）

※低レベル放射性廃棄物の処分に関する技術開発事業
（原子力発電所等金属廃棄物利用技術確証試験）



照明灯設置状況
（上：敦賀工業高校、下：福井南高校）



CL再利用品説明プレート

サイクルスタンド設置状況
（福井県年縞博物館 設置例）

「ふげん」の使用済燃料搬出に向けた対応

- 廃止措置計画に基づき、2023年度から2026年夏頃の期間で仏国へ搬出を完了する計画としていましたが、輸送容器の構成部品の寸法を変更する等の必要が生じたため、当該搬出計画を見直すこととし、日仏事業者間での協議、検討を行ってきました。
- その結果、①輸送容器の設計変更に伴う対応、②仏国事業者が実施する仏国の再処理許可取得に関する確認試験の実施に伴う対応を踏まえ、搬出計画を2027年度から搬出を開始し、2031年度に搬出を完了する計画に変更することとしました。
- なお、今般の見直しに伴う廃止措置計画全体への影響はなく、廃止措置の完了時期（2040年度）の変更はありません。

【見直した新型転換炉原型炉ふげん使用済燃料の搬出計画】



- 第一段階の燃料体取出しが2022年度までに完了し、2023年度から第2段階に移行しました。現在、しゃへい体等の取出しや、水・蒸気系発電設備の解体等を進めています。
- 英国内へのナトリウムの搬出に向け、英国事業者との枠組み契約（2023年4月）及び個別契約（2023年7月）を締結しました。

【廃止措置の全体工程（令和5年2月3日変更認可）】

区分	第1段階 燃料体取出し期間		第2段階 解体準備期間			第3段階 廃止措置期間Ⅰ		第4段階 廃止措置期間Ⅱ	
年度	2018	2022	現時点	2031	2032	~		2047	
主な実施事項	燃料体取出し		ナトリウム機器の解体準備			ナトリウム機器の解体撤去			
			汚染の分布に関する評価						
			水・蒸気系等発電設備の解体撤去						
								建物等解体撤去	
								放射性固体廃棄物の処理・処分	

廃止措置計画（第2段階）の主な内容

- ・ナトリウムの搬出を2028年度から2031年度に行うこととし、2031年度を第2段階（解体準備期間）の完了時期に設定
- ・ナトリウム機器の解体準備として「しゃへい体等取出し作業」を実施：2023年6月2日開始
- ・水・蒸気系等発電設備の解体撤去作業を実施：2023年7月3日開始
- ・第2段階の主要作業開始を前に、作業の安全確保の徹底と、安全意識の向上を目的とした安全大会を開催し、小口理事長より職員等へ訓示を行いました。（2023年6月1日）

年度			第2段階 解体準備期間								
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
第2段階 における 主な作業等	ナトリウム 機器の解体 準備	①しゃへい体等 取出し作業	■								
		②ナトリウムの 搬出					■				
	③水・蒸気系等発電設備の解体 撤去	■				■					
	④汚染の分布に関する評価	■				■					

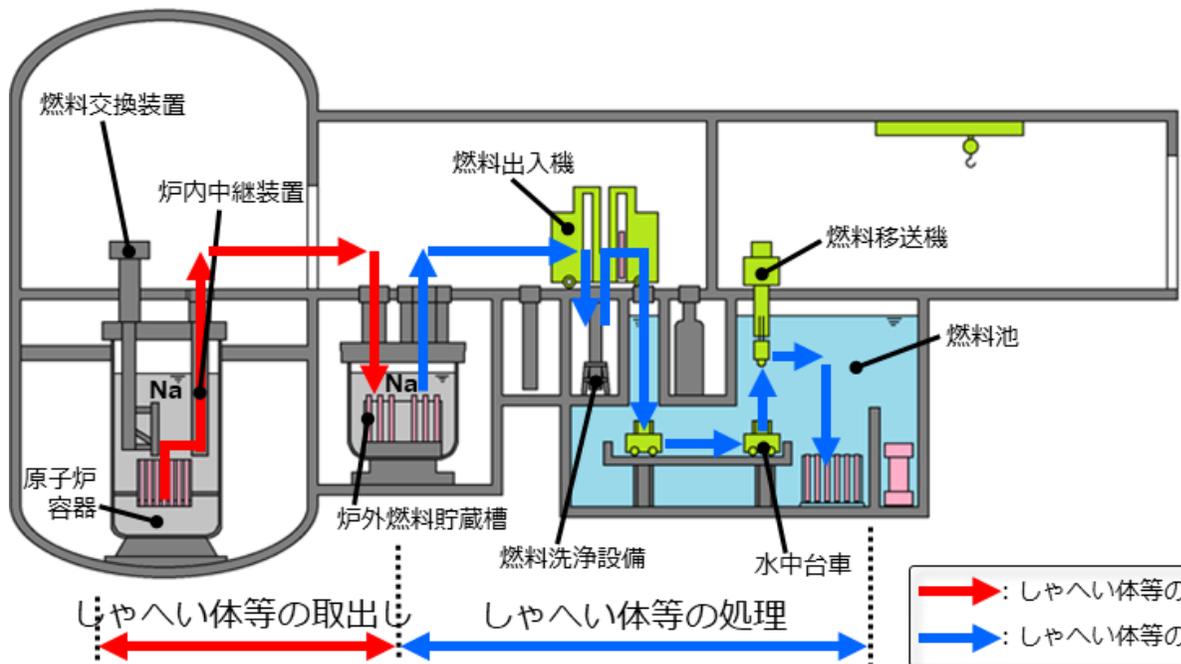
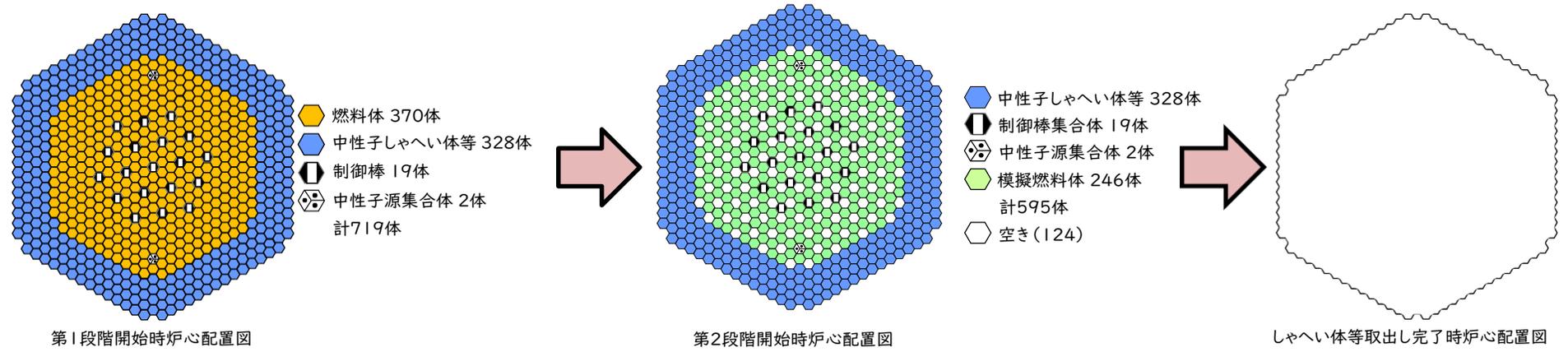


小口理事長の訓示

作業内容の検討を引き続き行い、次回以降の廃止措置計画変更認可申請で具体化予定

「もんじゅ」のしゃへい体等取出し作業について

➤ 原子炉及び炉外燃料貯蔵槽に残るしゃへい体等(計599体)について、燃料体の取出し作業で実績のある燃料交換設備等を使い、燃料池へ移送します。(2023年6月2日開始)



< しゃへい体等の取出し作業状況 >

	原子炉	炉外燃料貯蔵槽 (EVST)	燃料池
第1段階終了時	595体	4体	0体
令和5年10月25日時点	393体	192体	14体

➡ : しゃへい体等の取出し
➡ : しゃへい体等の処理

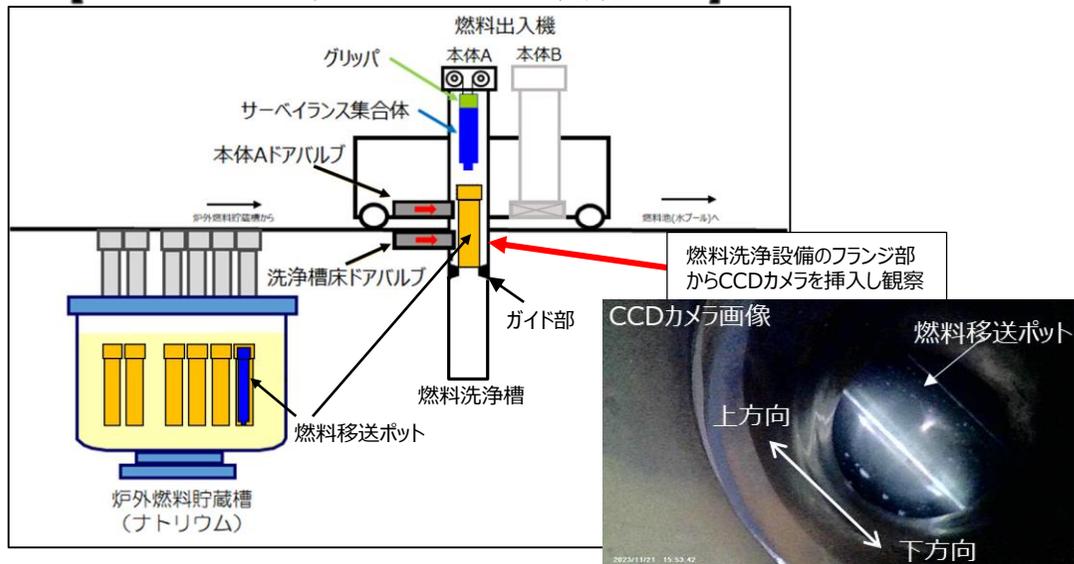
1. 事象発生からの状況

- 2023年10月25日、しゃへい体等取出し作業の15体目となるサーベイランス集合体を燃料出入機から燃料洗浄槽に吊り下ろしていた際、燃料出入機の警報が発報したため作業を中断。燃料出入機と燃料洗浄槽のドアバルブが閉止できなくなった。その後、燃料出入機のグリッパの昇降位置や荷重データを詳細に分析した結果、炉外燃料貯蔵槽 (EVST) からサーベイランス集合体を移送した際に、集合体とともに燃料移送ポットも移送したものと推定。
- 11月21日、CCDカメラで燃料洗浄槽の内部観察を行ったところ、燃料移送ポットがあることを確認。(燃料移送ポットの胴径よりも細いガイド部で停止した状態であると推定)

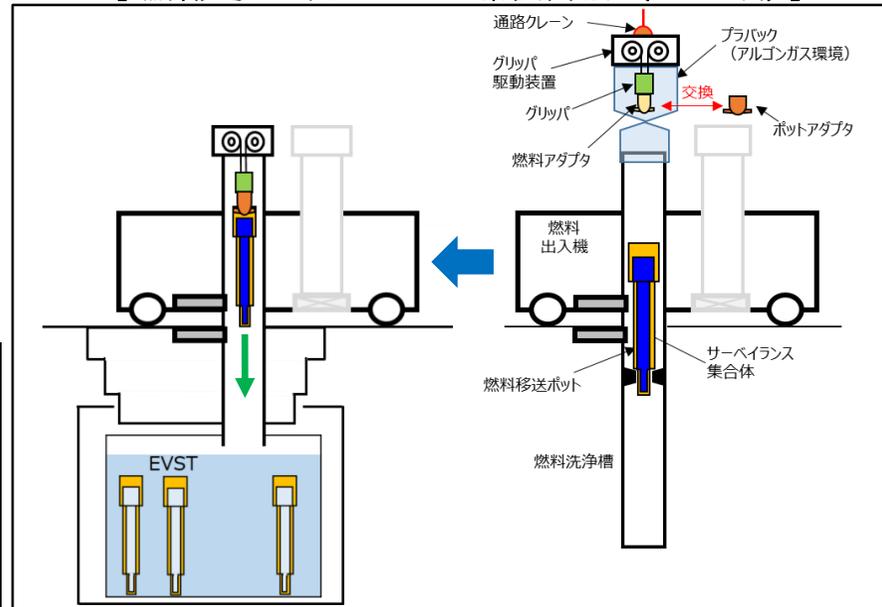
2. 今後の対応

- 2024年1月から1ヵ月程度を目途に、プラバックを利用して燃料出入機のグリッパ駆動装置を取り外した後、吊り具を燃料移送ポット用に交換し、サーベイランス集合体とともに燃料移送ポットを吊り上げ、そのまま炉外燃料貯蔵槽 (EVST) に移送する復旧作業を実施中。
- 燃料移送ポットを戻した後、予定していた定期事業者検査に入るとともに、再発防止対策等を実施していく。

【燃料移送ポットにより燃料出入機及び燃料洗浄設備のドアバルブが閉止不可となったことの概要図】



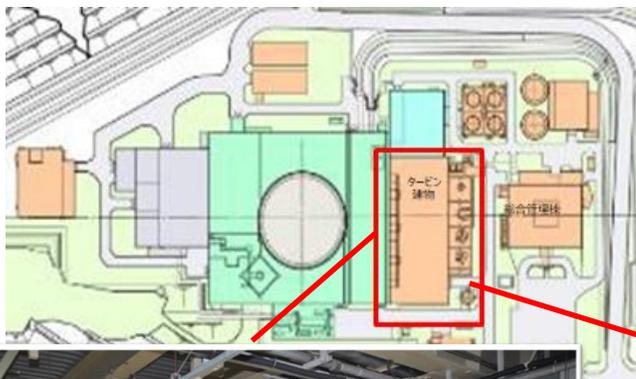
【燃料移送ポット、サーベイランス集合体取出し(イメージ図)】



「もんじゅ」の水・蒸気系等発電設備の解体撤去作業について

- ▶ 2023年度から2026年度にかけてタービン建物3階以下に設置されているタービン発電機、復水器、給水加熱器等の解体撤去を進めていきます。
- ▶ 現在は、2023年7月3日から給水加熱器等の解体撤去を開始し、順次作業を進めています。

解体する設備が設置されている場所は非管理区域で、解体撤去物は全て放射化していない廃棄物（一般産業廃棄物）です。そのため、解体撤去物については、金属資源の有効活用の観点から、可能な範囲で払い出すこととしています。



タービン発電機の解体状況



高圧給水加熱器の解体状況

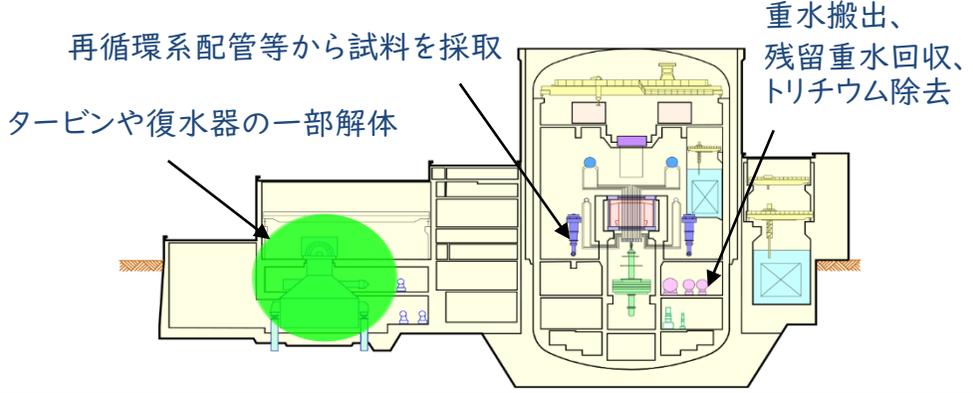


参考資料

- 2003年 3月 約25年間の運転を終了
- 2006年 11月 廃止措置計画認可申請
- 2008年 2月 廃止措置計画認可
- 2018年 8月 クリアランス測定・評価方法認可（県内初）
- 2018年 10月 使用済燃料搬出に向けた準備契約締結（地元自治体に報告）
- 2021年 5月 廃止措置計画変更認可（品質管理に必要な体制の整備等）
- 2022年 2月 廃止措置計画変更認可（セメント混練固化装置の仕様反映等）
- 2022年 11月 廃止措置計画変更認可（性能維持施設に係る記載の追加及び運用の変更）
廃止措置計画変更届（工程変更）
- 2023年 5月 クリアランス確認申請（第5回）確認証受領
- 2023年 7月 原子炉設置変更認可申請（使用済燃料の処分方法の記載変更）
- 2023年 11月 原子炉設置変更認可申請（使用済燃料の処分方法の記載変更（補正））

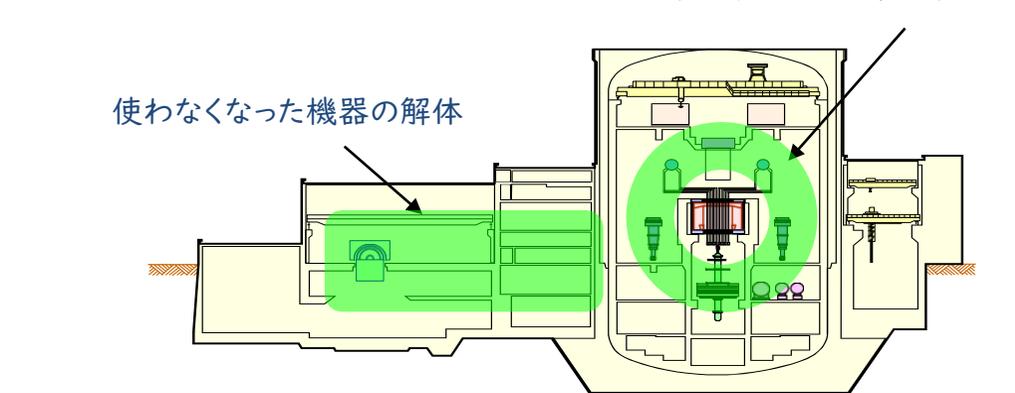
「ふげん」廃止措置計画の概要

①重水系・ヘリウム系等の汚染の除去期間



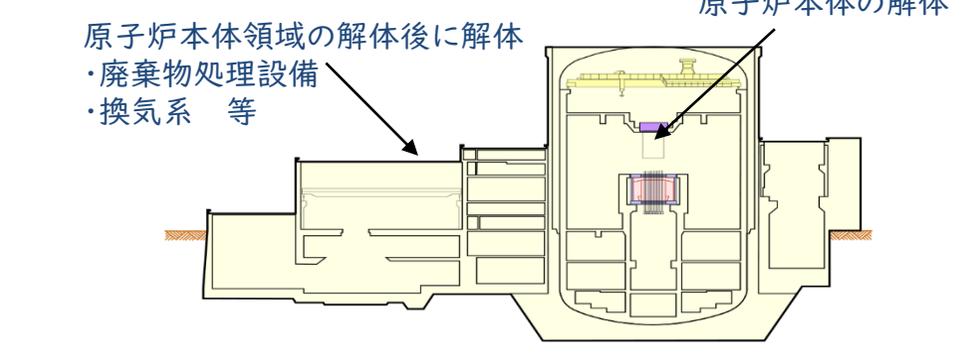
工事内容	比較的線量が低い区域で、復水器、タービンの一部設備等の解体撤去及び汚染の除去作業	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> 作業員の被ばく低減 現場の状況等に応じた解体技術導入 アスベスト対策の徹底 労働災害の発生防止
------	--	------	--

②原子炉周辺設備解体撤去期間 (現在)



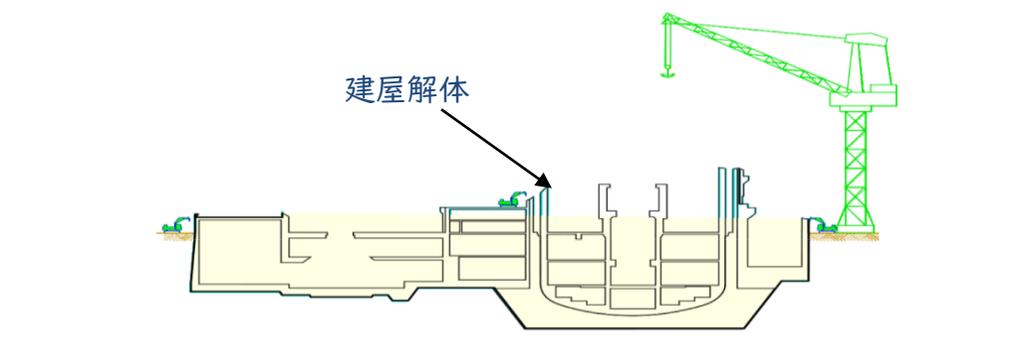
工事内容	比較的線量が低い区域で、原子炉の周辺機器やタービン、発電機等の解体撤去及び汚染の除去作業	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> 作業員の被ばく低減 現場の状況等に応じた解体技術導入 アスベスト対策の徹底 労働災害の発生防止
------	--	------	--

③原子炉本体解体撤去期間

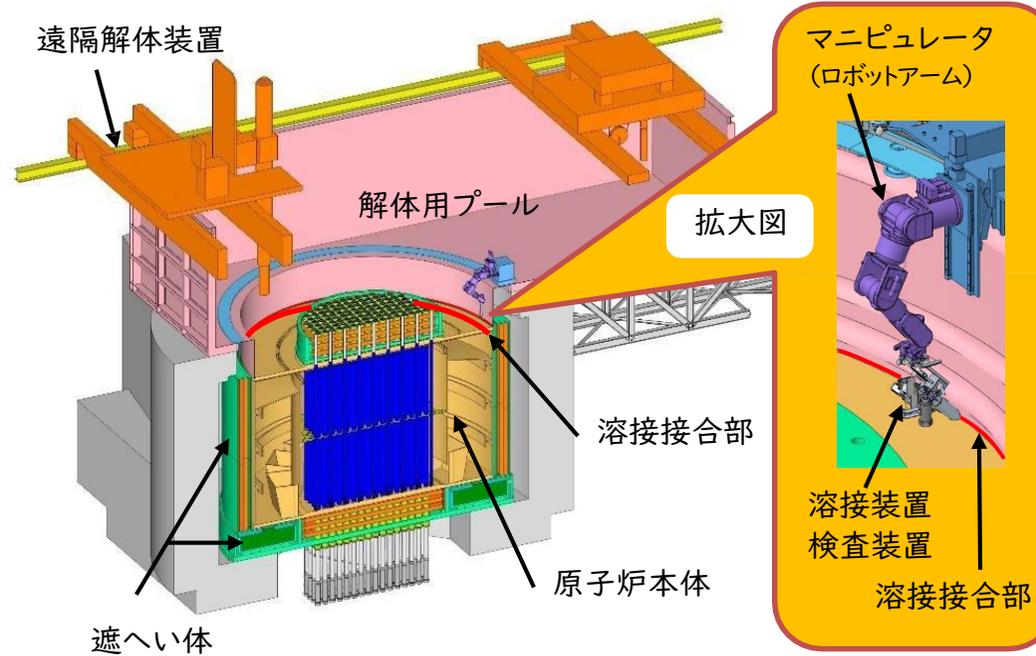


工事内容	比較的線量が高い区域内において、原子炉本体領域を解体撤去	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> 高線量区域における作業員の過剰な被ばくの防止 放射能レベルが高い解体廃棄物の発生量低減、拡散防止 労働災害の発生防止
------	------------------------------	------	--

④建屋解体期間



工事内容	管理区域の解除後、建屋等を解体撤去	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> 解体に伴い発生する粉じん等の発生量低減、拡散防止 労働災害の発生防止 (クレーンを使った重量物運搬作業に伴う玉掛けや落下、挟まれ防止等)
------	-------------------	------	---



【全体開発スケジュール】

第1段階 要素開発・詳細設計	第2段階 装置製作 単体試験	第3段階 部分模擬試験 装置改良	第4段階 総合模擬試験 据付、検証
← 技術開発 (5年) →		← 検証・評価 (2年) →	
装置設計	装置製作/動作試験	部分模擬試験	現地据付
工場			
現地	補修ツール等検討 検査及び洗浄方法検討	試験準備 /総合模擬試験	

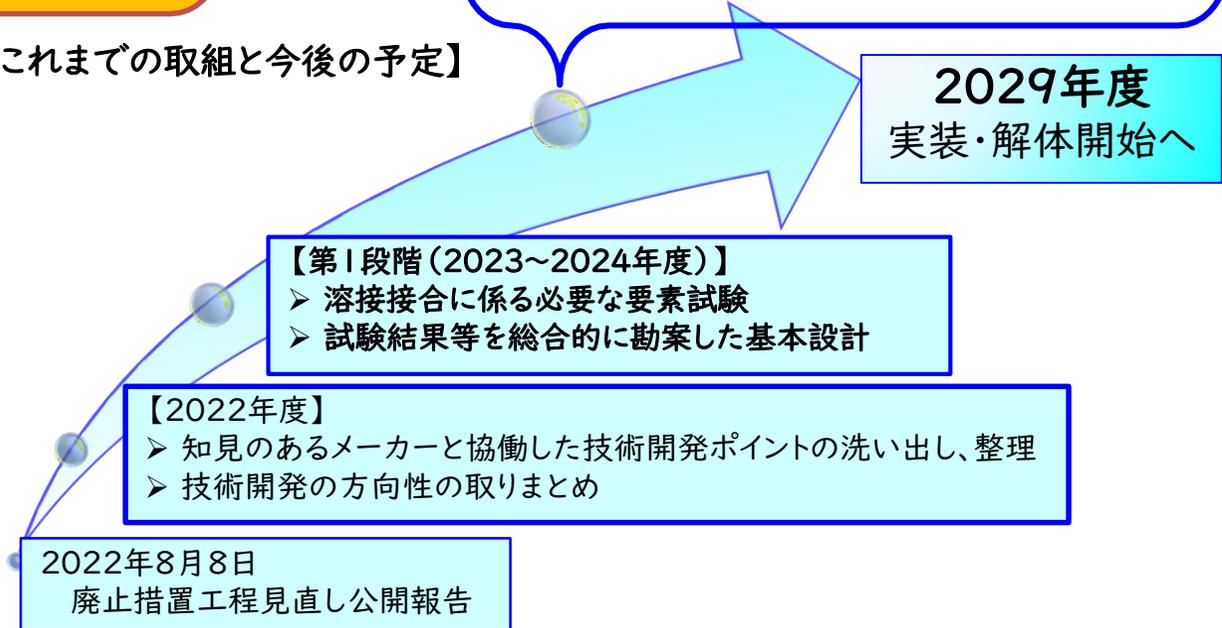
【技術開発の課題】

- ① 熟練工と同等レベルとなる溶接及び検査の遠隔・自動化の実現
- ② 溶接欠陥や故障時の遠隔トラブルシューティングを考慮した遠隔・自動化技術の確立

【技術的課題への対応】

- ① 溶接手法及び検査方法の最適条件の抽出及び設計への反映
- ② 解体用プール等の模擬設備を用いて装置の制御性及び溶接・検査の性能等を検証

【これまでの取組と今後の予定】



【第1段階 (2023~2024年度)】
 > 溶接接合に係る必要な要素試験
 > 試験結果等を総合的に勘案した基本設計

【2022年度】
 > 知見のあるメーカーと協働した技術開発ポイントの洗い出し、整理
 > 技術開発の方向性の取りまとめ

2022年8月8日
 廃止措置工程見直し公開報告

**2029年度
 実装・解体開始へ**

「ふげん」解体撤去物のクリアランス測定

【クリアランス制度とは】

原子力発電所の解体作業などに伴って発生する廃棄物等の中には、「放射性廃棄物として扱う物」以外に、「放射性廃棄物として扱う必要のない物」も含まれています。一般に、放射性物質の放射能濃度が極めて低く人の健康への影響が無視できることから、放射性物質として扱わないことを「クリアランス」といい、その基準を「クリアランスレベル」といいます。「クリアランス制度」とは、原子力発電所の解体などで発生する資材等のうち、放射能濃度が極めて低いものは、法定された国の認可・確認を経て、普通の産業廃棄物として再利用、または処分することができるようにするための制度です。

「ふげん」の廃止措置によって発生する廃棄物の量

放射能レベル区分		種別	廃止措置期間に発生する廃棄物	
			除染前(t)	除染後(t)
低レベル放射性廃棄物	放射能レベルの比較的高いもの(レベル1)	金属	約250	約250
		コンクリート	-	-
		その他	約20	約20
	放射能レベルの比較的低いもの(レベル2)	金属	約1,290	約1,290
		コンクリート	-	-
		その他	約90	約90
放射能レベルの極めて低いもの(レベル3)	金属	約6,170	約2,490	
	コンクリート	約39,200	約2,700	
	その他	-	-	
放射性物質として扱う必要のないもの(クリアランス)		金属	約510	約4,190
		コンクリート	-	約36,510
合計			約47,500	約47,500

※廃止措置計画に記載の数値を一部抜粋及び改編
 ※端数処理のため合計値が一致しないことがある
 ※除染後は、除染係数を100とした場合の各レベル毎の物量

クリアランス金属：約4,190t

《クリアランス運用に向けた取り組みの経緯》

- 2018. 8.31:クリアランス測定・評価方法の認可(金属約1,100t)
- 2018.12.10:クリアランス測定開始
- 2019.11.12:放射能濃度の確認証受領(第1回:約49t)
- 2020. 9.23:放射能濃度の確認証受領(第2回:約126t)
- 2021. 5.25:放射能濃度の確認証受領(第3回:約132t)
- 2022. 5.12:放射能濃度の確認証受領(第4回:約108t)
- 2023. 5.17:放射能濃度の確認証受領(第5回:約111t)



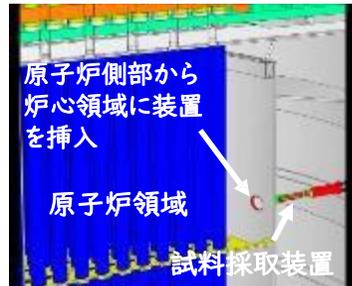
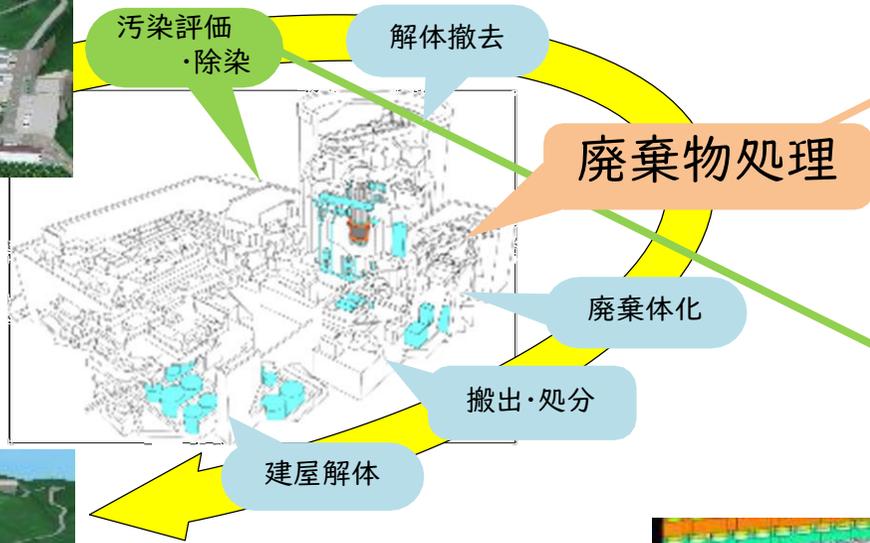
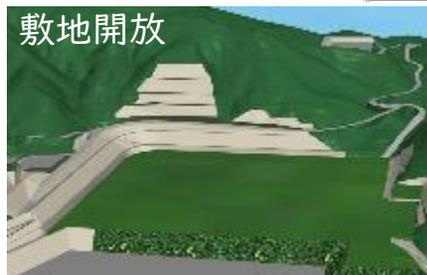
- クリアランス制度の社会への定着が重要
- 関係者のご理解を得つつ再利用に向けて取り組む

▶ 廃棄物処理等の推進

設備・機器の解体撤去工事で発生した廃棄物等のクリアランス測定や仕分け処理等、廃止措置計画に基づく廃棄物処理を継続しています。



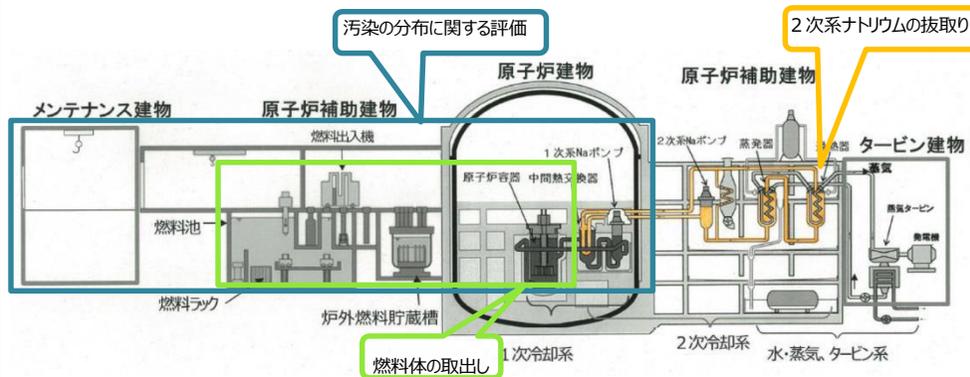
2023年5月17日：第5回目の確認証受領
(約111トン)



原子炉側部からの試料採取を実施
(2021年11月)

- 2016年12月 原子力関係閣僚会議において、「高速炉開発の方針」及び「『もんじゅ』の取扱いに関する政府方針」を決定
- 2017年 6月 政府が「『もんじゅ』の廃止措置に関する基本方針」を決定、機構が「『もんじゅ』の廃止措置に関する基本的な計画」を文部科学大臣に提出
- 2017年12月 廃止措置計画認可申請
- 2018年 3月 廃止措置計画認可
- 2019年12月 廃止措置計画変更認可（性能維持施設の維持期間の変更等）
廃止措置計画変更届（工程変更）
- 2020年 5月 廃止措置計画変更認可（模擬燃料体の部分装荷）
- 2020年 6月 廃止措置計画変更届（工程(体数)変更）
- 2021年 3月 廃止措置計画変更認可（品質管理に必要な体制の整備等）
廃止措置計画変更届（濃縮廃液等のセメント固化装置の整備計画の見直し）
- 2021年 8月 廃止措置計画変更届（工程変更）
- 2023年 2月 廃止措置計画変更認可（第2段階前半の実施内容等）

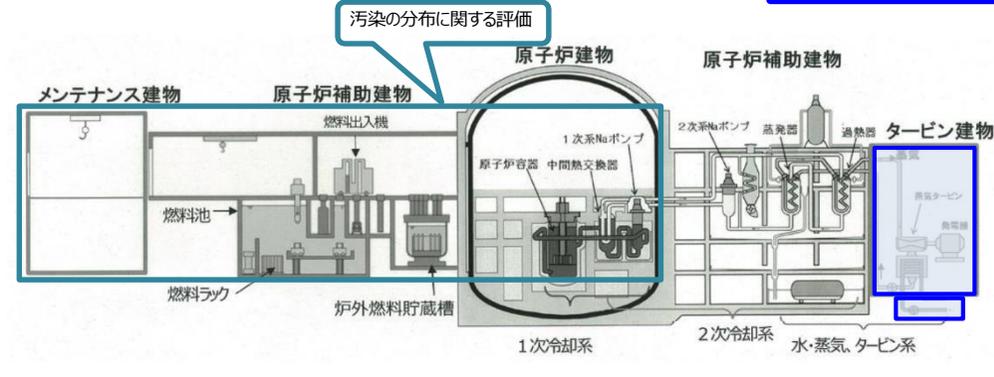
第1段階：燃料取出し期間



工事内容	<ul style="list-style-type: none"> 燃料体の取出し(→燃料池) 2次系ナトリウムの抜取り(一時保管用タンクの設定を含む) 汚染の分布に関する評価 	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> ナトリウムの飛散防止 燃料取出し作業者の教育・訓練 防護具着用による被ばく低減策等
	燃料体の取出し		2次系ナトリウムの抜取り

第2段階：解体準備期間(現在)

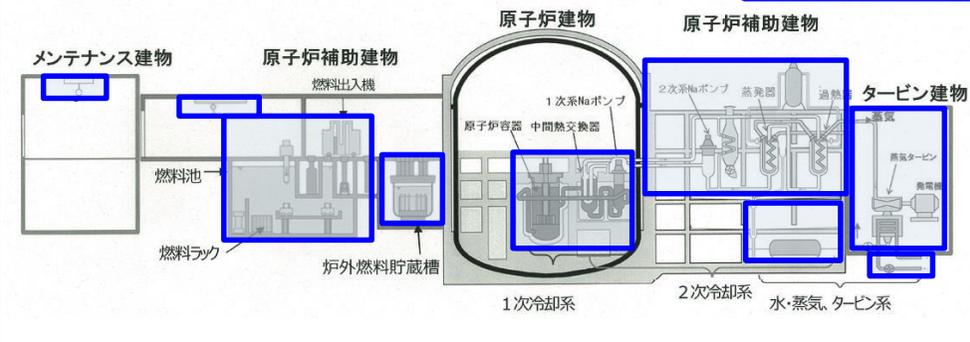
主な解体範囲



工事内容	<ul style="list-style-type: none"> ナトリウム機器の解体準備 水・蒸気系等発電設備の解体撤去 汚染の分布に関する評価(継続) 	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> ナトリウムの飛散防止 汚染防止囲い等の活用による粉じんの飛散防止 防護具着用による被ばく低減策等
	汚染の分布に関する評価		主な解体範囲

第3段階：廃止措置期間 I

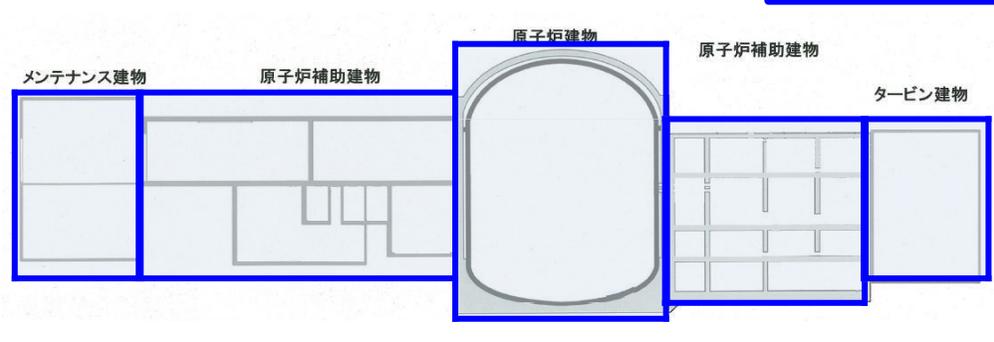
主な解体範囲



工事内容	<ul style="list-style-type: none"> ナトリウム機器の解体 水・蒸気系等発電設備の解体撤去(継続) 	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> ナトリウムの飛散防止 遮蔽の設置、遠隔操作、防護具着用等による被ばく低減策等
	主な解体範囲		

第4段階：廃止措置期間 II

主な解体範囲



工事内容	<ul style="list-style-type: none"> 管理区域の解除 建物等解体撤去 	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> 汚染防止囲い等の活用による粉じんの飛散防止等
	主な解体範囲		

- 搬出可能な全てのナトリウムを 2028年度から2031年度にかけて英国に搬出する計画としています。
(英国事業者*1に有価物として搬出することとし、2021年12月21日に原子力機構と英国事業者の間で覚書を締結済)
*1:CAVENDISH NUCLEAR LIMITED (キャベンディッシュ社)、JACOBS CLEAN ENERGY LIMITED (ジェイコブス社)

<2023年4月28日>

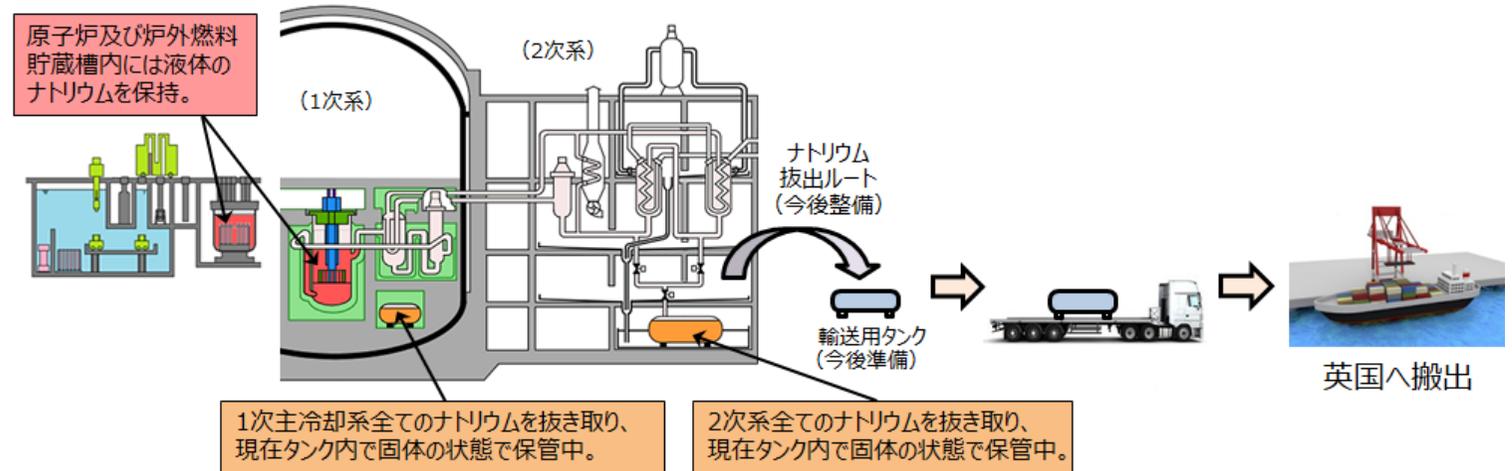
- 英国でのナトリウム処理に係る基本的な枠組みについて合意したことから、キャベンディッシュ社 (CN社) との間で「もんじゅナトリウムの英国処理に関する枠組み契約」(枠組み契約) を締結しました。
- 全体で約10年にわたる計画に共通する、全体工程や各事業者の責任と義務などの一般事項を定めました。

<2023年7月21日>

- 上記枠組み契約のもと、同社と最初の個別契約を締結しました。
- 本契約では、約2年にわたり英国内でのナトリウム処理に必要な施設・設備の設計や設置に向けた立地場所の選定、関連する許認可の対応等を実施します。



2023年4月28日もんじゅナトリウムの英国処理に係る枠組み契約締結時 (左:CN社ゴーンロール社長、右:JAEA理事長小口)



汚染の分布に関する評価

- 第1段階において、主に1次主冷却系の機器・配管等について、放射能測定を実施しました。
(結果)放射線量が十分に低いことを確認
- 第2段階においては、主に炉内構造物を含む原子炉周辺の汚染の分布評価を実施します。



測定器

放射能測定作業の様子

「もんじゅ」使用済燃料の搬出に向けた対応状況

- 使用済燃料は、県外へ搬出することとしており、再処理技術を有していることが確認されている仏国を基本としつつ、現在その他の選択肢についても排除せずに検討中です。
- 仏国での再処理に向けた搬出計画について、搬出開始見込時期を2034年度、搬出完了見込時期を2037年度とし、検討を進めています。