

新型転換炉原型炉ふげんの概要

2022年7月8日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
敦賀廃止措置実証部門 新型転換炉原型炉ふげん

新型転換炉原型炉ふげんの位置



「ふげん」の経緯

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の追加)
2021年5月	廃止措置計画変更認可	(新検査制度移行に伴う性能維持施設追加等の変更)
2019年7月	廃止措置計画変更認可	(廃止措置の進捗を踏まえた設備維持方法の見直し)
2018年5月	廃止措置計画変更認可	(使用済燃料搬出期間2017年度⇒2026年度)

2014年6月 重水搬出完了

2012年3月 廃止措置計画変更届 (使用済燃料搬出終了時期：2012年度⇒2017年度)

2011年3月 東日本大震災

2008年2月 廃止措置計画認可

2004年 2月 原子炉冷却材水抜き
 2003年12月 系統化学除染
 2003年 8月 全炉心燃料の取出し

2003年3月 運転終了

1988年6月 ふげん回収Puを使用(核燃料サイクルの輪の完結)

1984年6月 軽水炉回収Uを使用

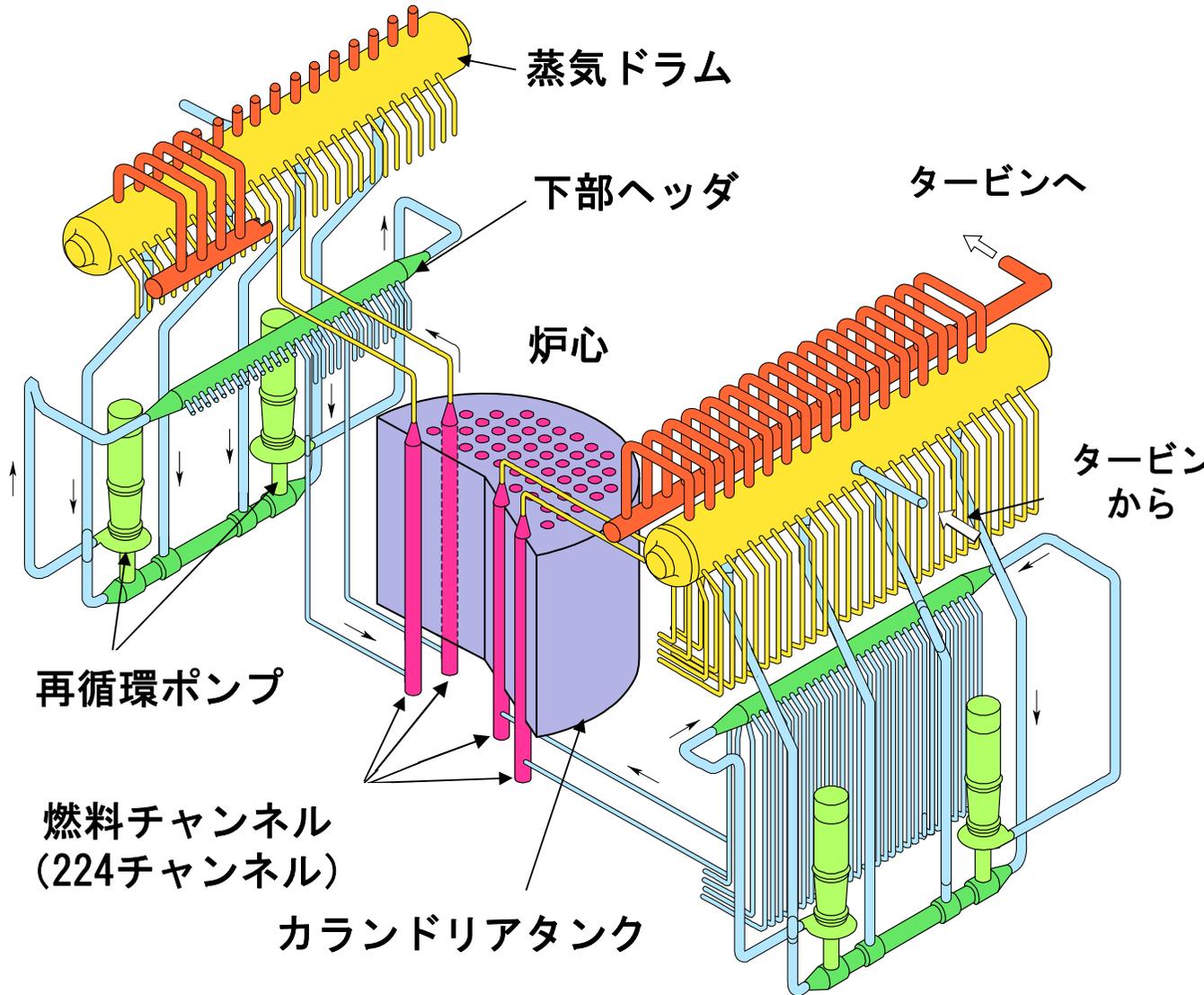
1981年10月 軽水炉回収Puを使用

1979年3月 本格運転開始

1978年3月 初臨界

運転期間：25年(初臨界～)
 設備利用率：約62%(運開～)
 発電電力量：219億kWh
 MOX燃料装荷体数：772体

「ふげん」の原子炉冷却系の概要



原子炉出力	-熱出力: 557 MWt -電気出力: 165 MWe
炉心	-高さ: 3,700 mm -直径: 4,050 mm -燃料チャンネル数: 224
重水系	-重水装荷重量: 160 t -重水温度: 70 °C
原子炉冷却系	-冷却材: 軽水 (H ₂ O) -圧力: 68 kg/cm ² -温度: 284 °C (蒸気ドラム) -炉心流量: 7,600 t/h -再循環回路数: 2ループ



「ふげん」の廃止措置の全体概要及び実施状況

「ふげん」は、2003年3月に約25年間の運転を終了。

2008年2月に廃止措置計画の認可を受け、2033年度終了の予定で廃止措置を実施中。

■原子炉冷却システムの除染等

- 2003年度 原子炉冷却システムの化学除染
- 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

- 2017～2020年度
Aループ側の設備等を解体撤去完了
- 2020～2022年度
Bループ側の設備等の解体撤去中(2021年3月～2022年9月)
- 2022～2024年度
大型機器等を解体撤去予定

■タービン設備の解体撤去

- 2008～2020年度
復水器、給水加熱器、原子炉給水ポンプ等を解体撤去完了
- 2021年度
復水系計装ラック等の解体撤去完了(2021年12月23日)

■原子炉補助建屋の解体撤去

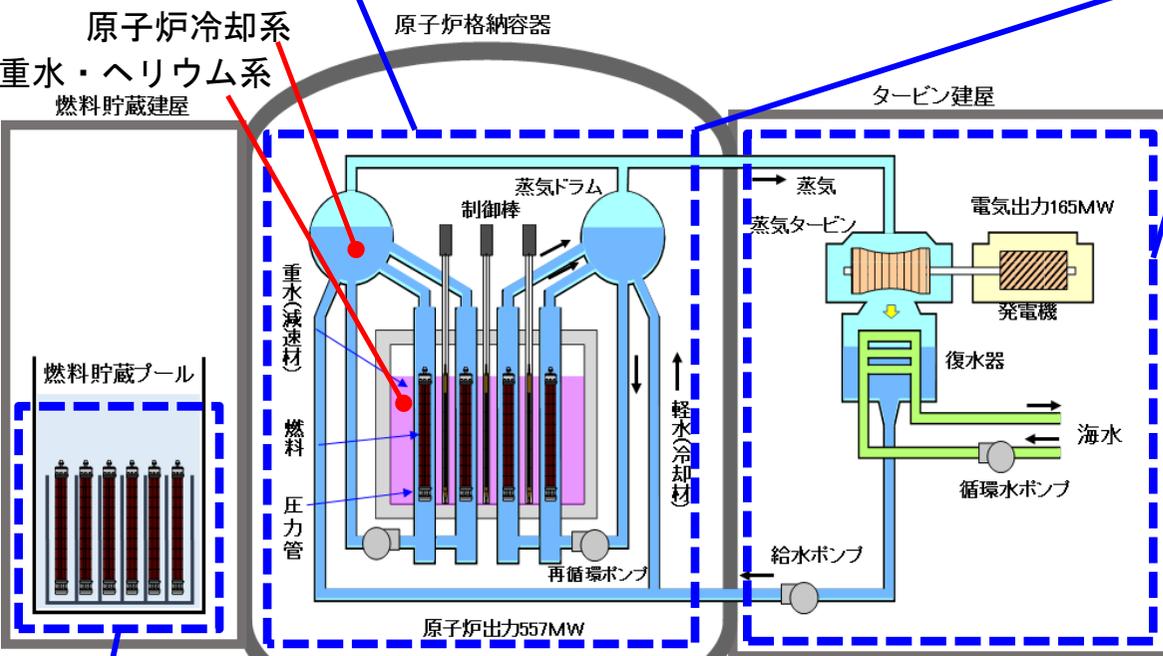
- 2021年度
重水前処理装置等の解体撤去完了(2022年2月25日)
- 2022～2023年度
アスファルト固化装置等を解体撤去予定

■廃止措置計画等の変更

- 性能維持施設の見直しに係る廃止措置計画(保安規定)の変更認可申請(2022/4/28)

■廃棄物処理等の推進

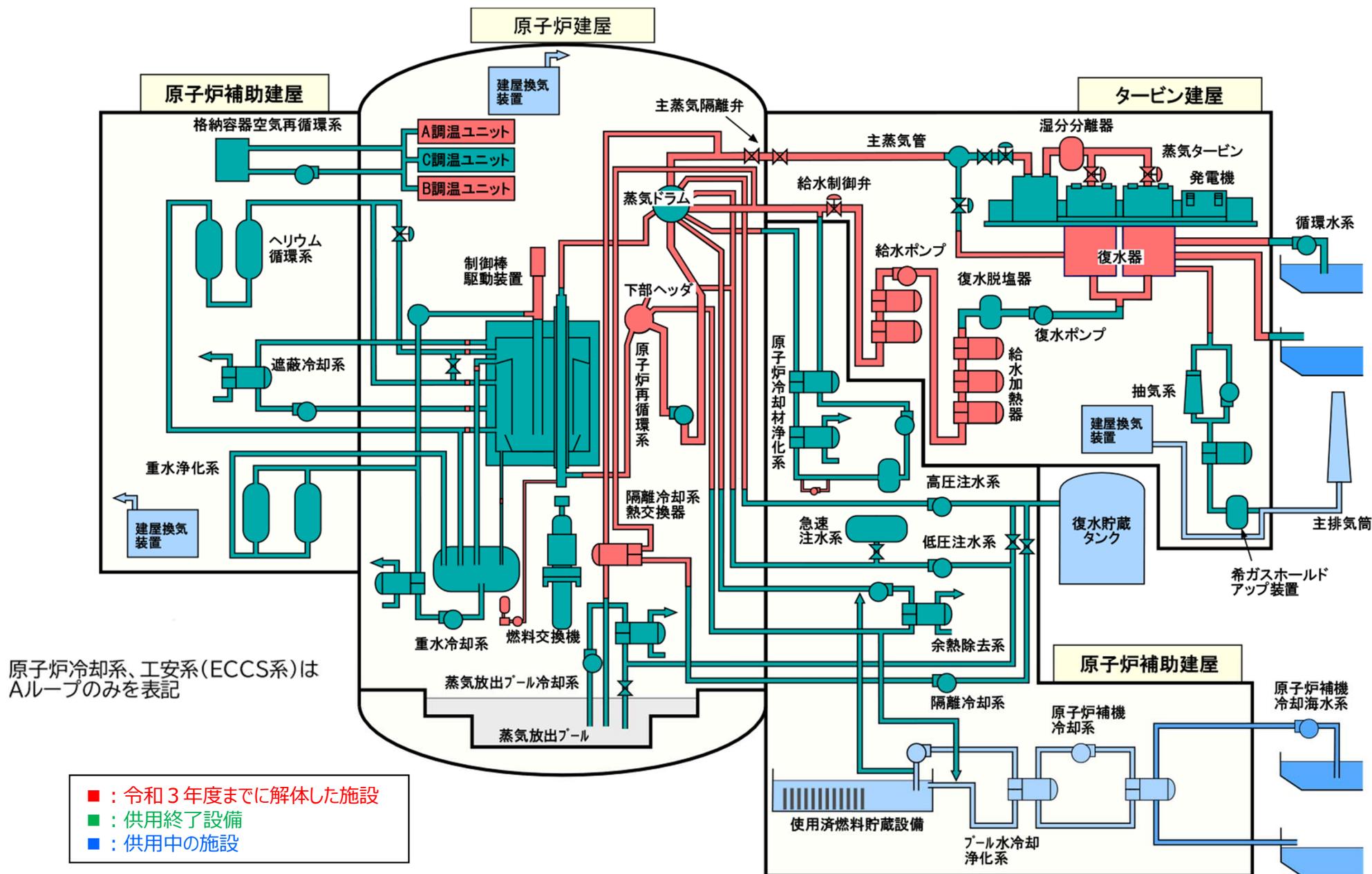
- 解体撤去物のクリアランス測定(2018年12月～)
確認証受領:合計約415トン(2022年6月末現在)
- 原子炉本体からの試料採取技術の実証
圧力管採取試料(6試料)の分析結果から解析値の妥当性を確認
原子炉側部から試料を採取(2021年11月24)
放射化学分析を実施中

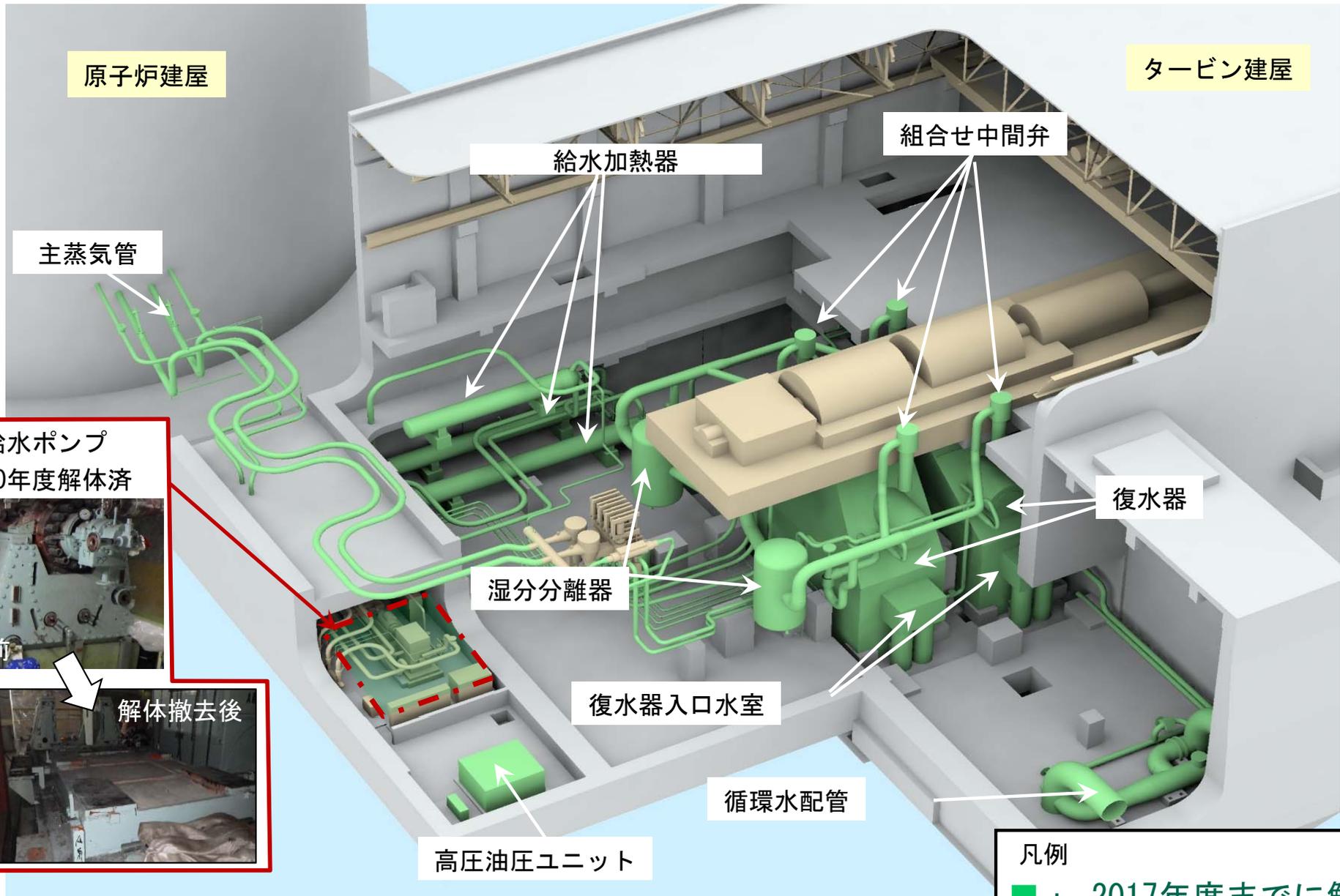


■使用済燃料

- 燃料貯蔵プールにおいて、466体を保管中
- 2023年度からの燃料搬出に向けた準備等を実施中
(2020年2月28日 輸送容器の設計承認申請、2021年4月23日 補正申請
→2021年5月13日承認)

「ふげん」の廃止措置の実施状況

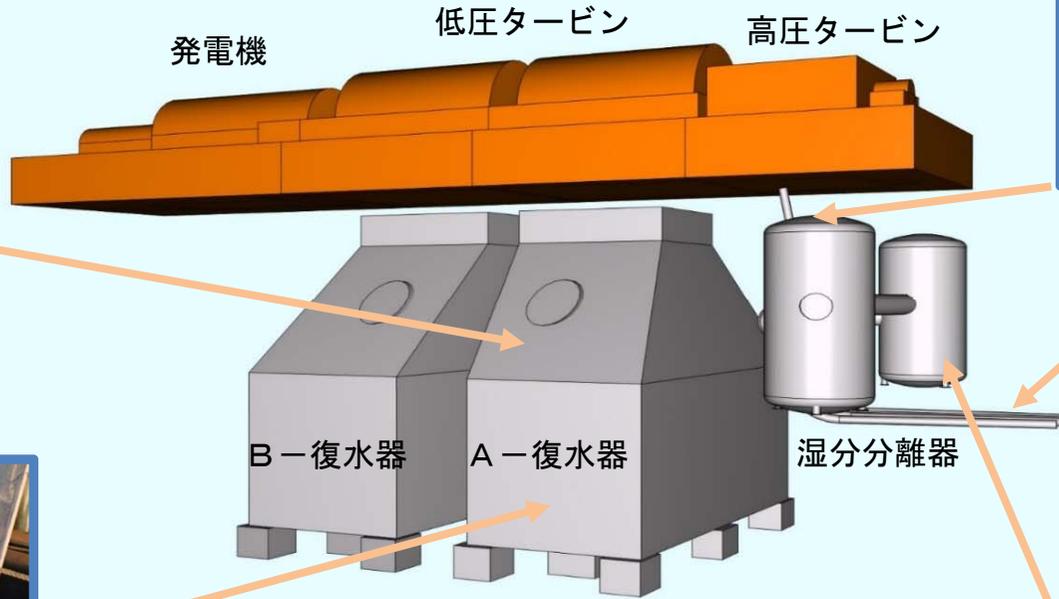




タービン建屋内での解体撤去工事 (解体撤去工事時の現場状況)



A-復水器の上部・中部胴解体撤去後の状況
(2017. 7. 24)



高圧タービン排気配管の切断
(2017. 6. 23)



主蒸気管 (高圧タービン入口配管) の切断
(2017. 7. 28)



ワイヤーソーを使った冷却管群の一括切断
(2017. 8. 7)



復水器解体撤去後
(2018. 3. 23)



湿水分離器内部構造物の切断
(2017. 8. 21)

原子炉建屋内の機器等の解体撤去工事(1/5)

年度	2018年度	2019～2020年度	2020～2022年度	2022～2024年度
	R/B地下階：機器・配管	Aループ側 大型機器を除く機器・配管	Bループ側 大型機器を除く機器・配管	大型機器
解体範囲概略図	<p>[原子炉建屋]</p> <p>B調温ユニット シールリーク検出装置 隔離冷却系</p> <p>[地下1階]</p>	<p>[原子炉建屋]</p> <p>破損燃料検出装置 (Aループ) 冷却材再循環系 (Aループ) : 下部ヘッダ、弁、配管 非常用冷却設備 冷却材再循環系 (Aループ) : マニホールド、配管 貫通口 炭酸ガス系 シールリーク検出装置</p> <p>制御棒駆動装置 A, C調温ユニット A非常用フィルタユニット 破損燃料検出装置 (Bループ) 重水ヘリウム系：配管 冷却材再循環系 (Bループ) : 下部ヘッダ、弁、配管 非常用冷却設備 冷却材再循環系 (Bループ) : マニホールド、配管</p> <p>[タービン建屋]</p> <p>Aループ側 Bループ側</p>		<p>[原子炉建屋]</p> <p>蒸気ドラム 再循環ポンプ</p>
	物量	約130 トン	約400 トン	約600 トン

 : 解体対象

原子炉建屋内の機器等の解体撤去工事 (2/5)

原子炉建屋内機器Aループ側の解体撤去を実施した。(2019~2020年度)

(原子炉格納容器内3D-CAD)



解体撤去前

下部ヘッド

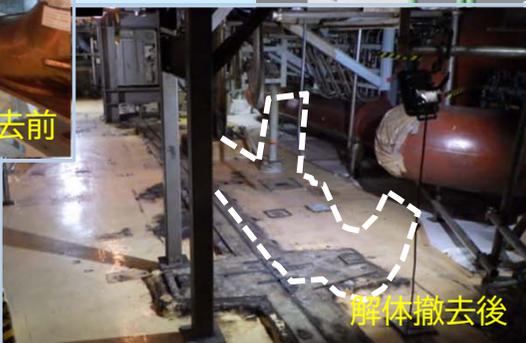


解体撤去後

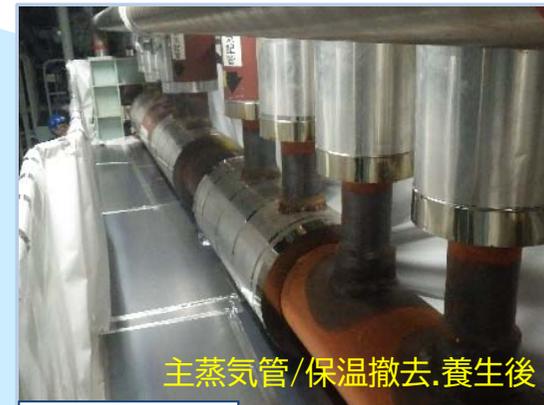
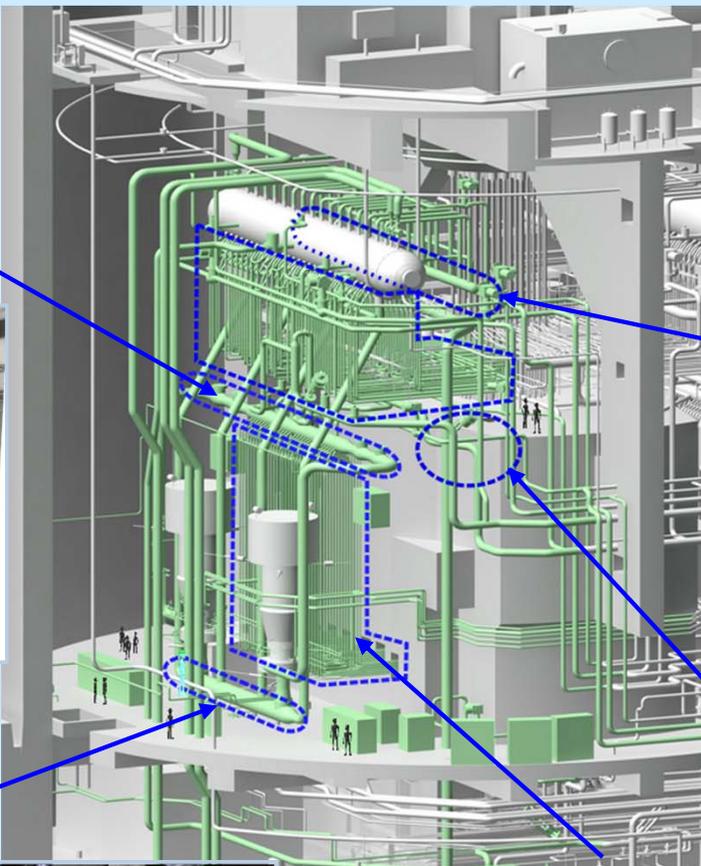


解体撤去前

再循環ポンプマニホールド



解体撤去後



主蒸気管/保温撤去.養生後

主蒸気管



解体撤去後



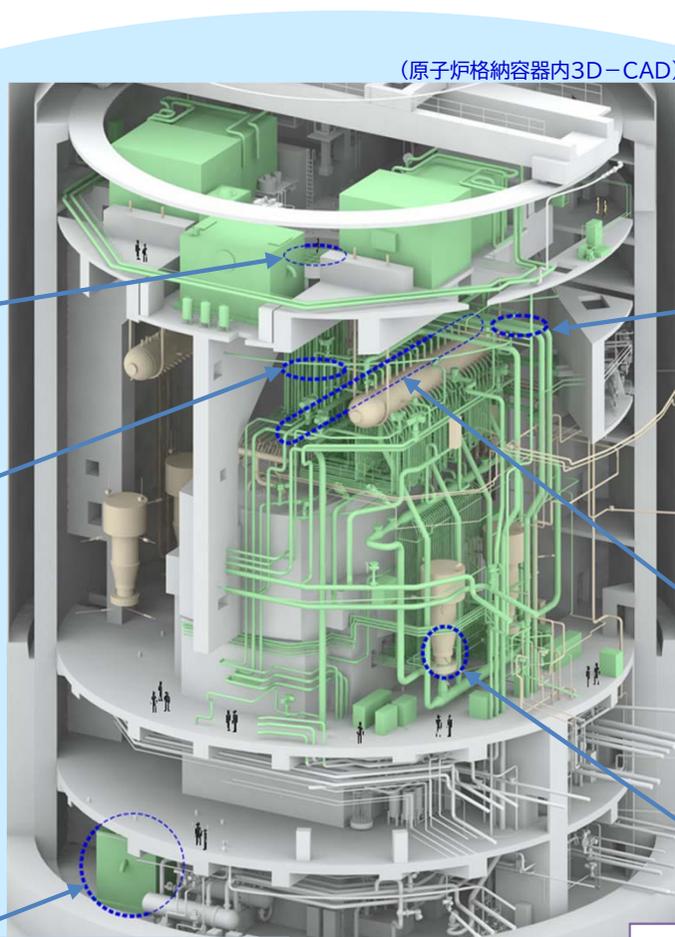
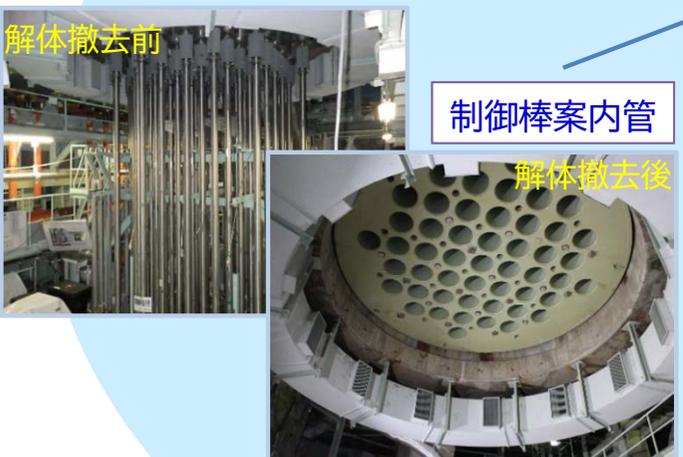
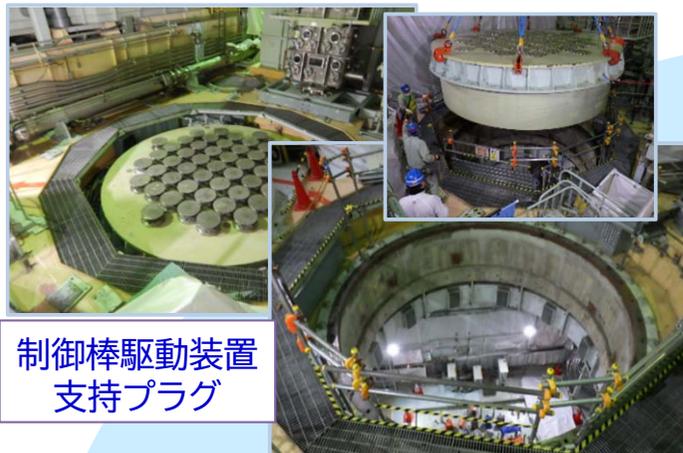
入口管の切断作業



ECCS系配管の切断作業

原子炉建屋内の機器等の解体撤去工事 (3/5)

原子炉建屋内機器B側側の解体撤去 (2020年度～)



逃がし安全弁配管



主蒸気ヘッド

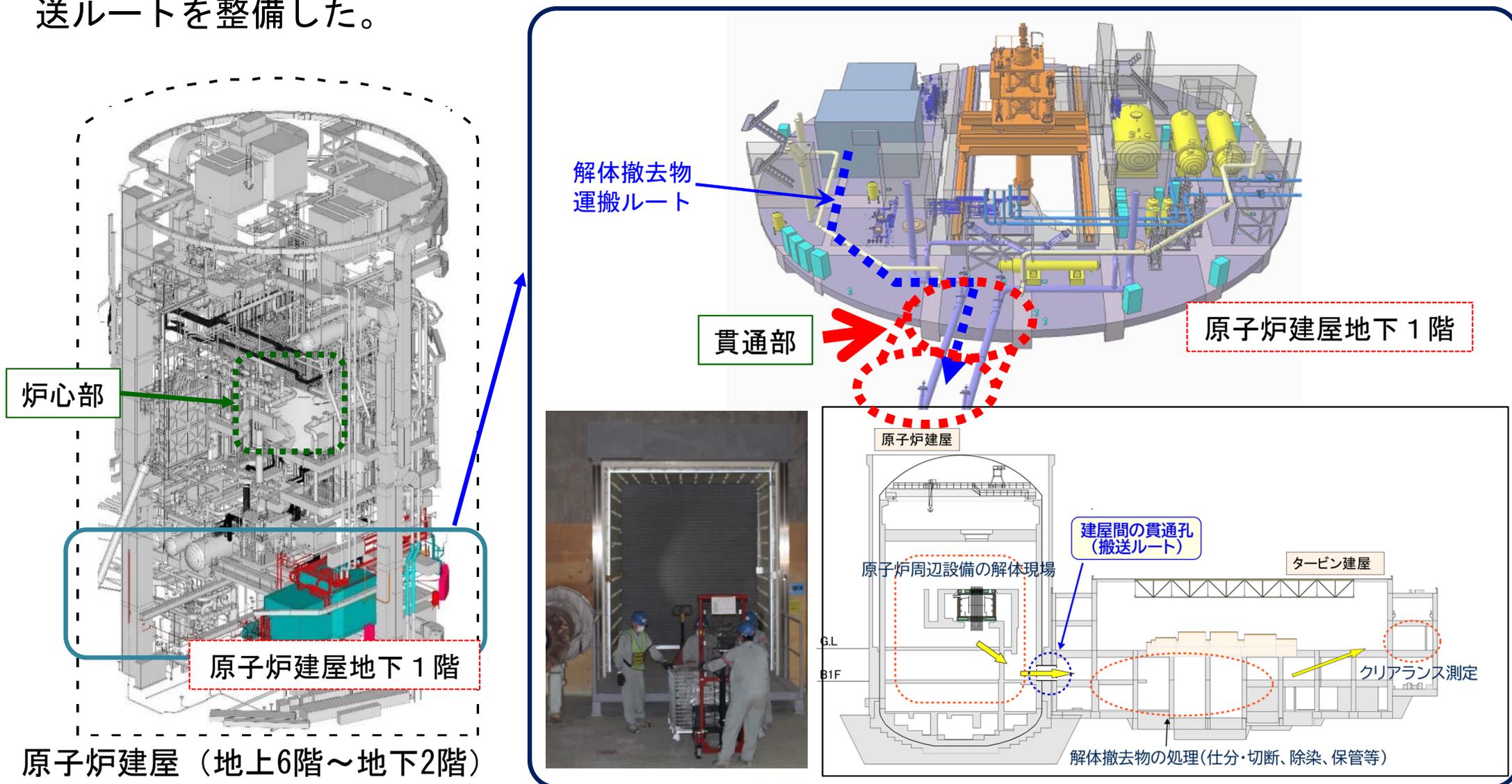


再循環ポンプシール系配管



原子炉建屋内の機器等の解体撤去工事 (4/5)

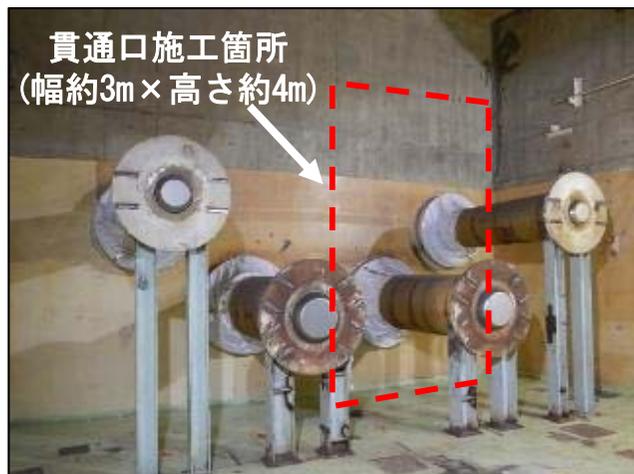
原子炉建屋内機器の解体撤去物を隣接するタービン建屋で処理・保管するため、原子炉建屋とタービン建屋の地下1階のコンクリート壁（幅約3m、高さ約4m、厚さ約4m）を貫通させ搬送ルートを整備した。



原子炉建屋内の機器等の解体撤去工事 (5/5)

原子炉建屋-タービン建屋貫通口工事

- 原子炉建屋内の解体撤去物をタービン建屋へ搬出し処理・保管を行っていくため、両建屋間のコンクリート壁を乾式ワイヤーソーでブロック状に切り分けて撤去。内壁の補強や区域管理用のシャッターを設置した後、幅約3m×高さ約4mの解体撤去物等の搬出用間口として2020年10月28日から運用開始



作業前 (タービン建屋側)



コンクリートブロックの引抜き



運用開始 (解体撤去物の搬出)



シャッター設置完了

原子炉本体に係る技術開発

原子炉本体を安全かつ確実に解体実施するためには、実機解体前にモックアップ試験により解体手順等を実証することが重要

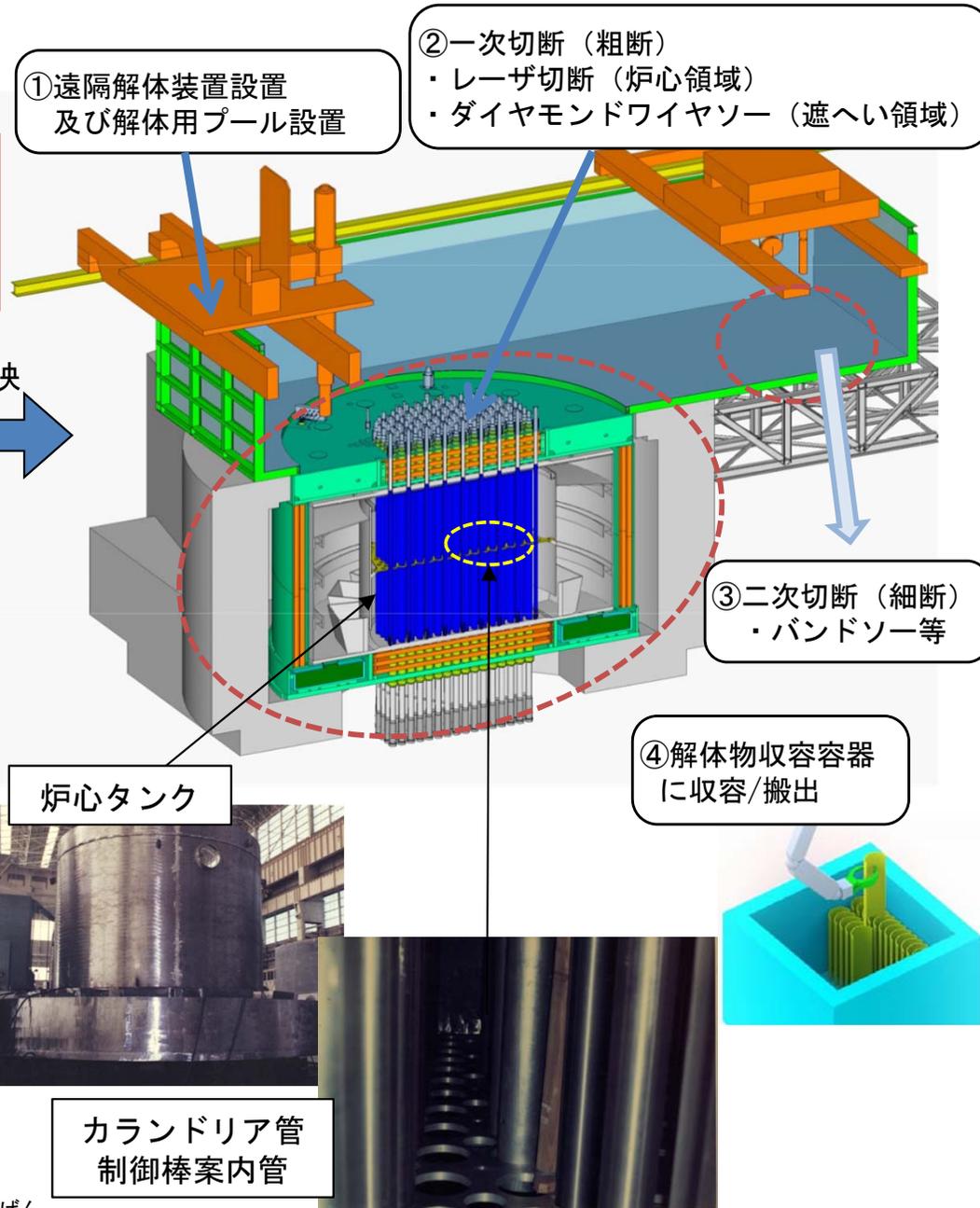


- ①管内挿入水中レーザ切断ヘッドを製作
- ②地域経済の発展と廃止措置の課題解決等に貢献するためのスマートデコミッションング技術実証拠点を活用し、原子炉水中解体モックアップ試験を実施

スマートデコミッションング実証拠点



成果を反映



円筒形プール
(外径4.5m、高さ10.5m)

多関節遠隔水中ロボット

管内挿入
水中レーザ切断ヘッド

プール内拡大

試験体把持装置

原子炉構造模擬材

汚染状況調査(原子炉構造材からの試料採取)

【試料採取目的】

放射能インベントリは、解体用プールの仕様や原子炉解体廃棄物の廃棄体化に大きく影響

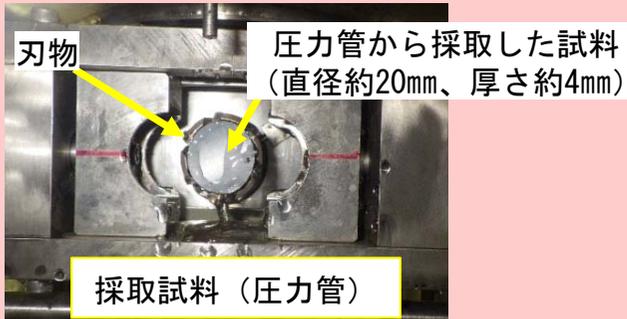
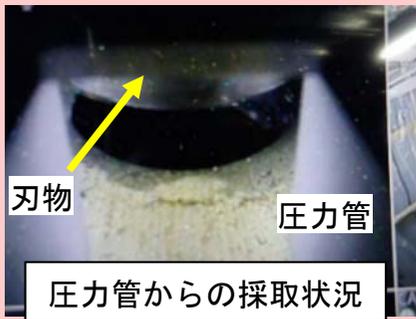
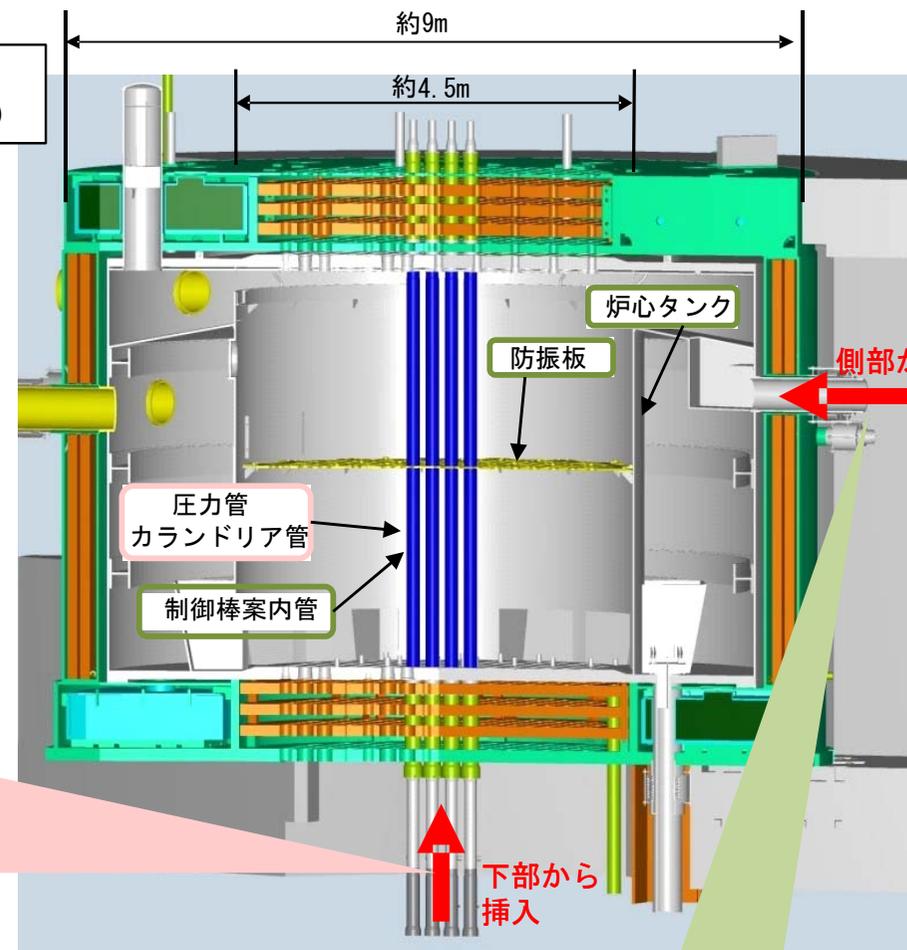
- ✓ 実機構造材から試料を採取
- ✓ 分析により放射能濃度を確認
- ✓ 放射化計算結果と比較評価

↓
解体手順、廃棄体化手順への反映

試料採取作業時の状況



下部挿入型試料採取装置
(圧力管・カランドリア管用)



側部挿入型試料採取装置
(炉心タンク、防振板、制御棒案内管用)



炉心タンクから試料を採取
2022年度、放射化学分析予定

クリアランス制度の運用

対象物の除染



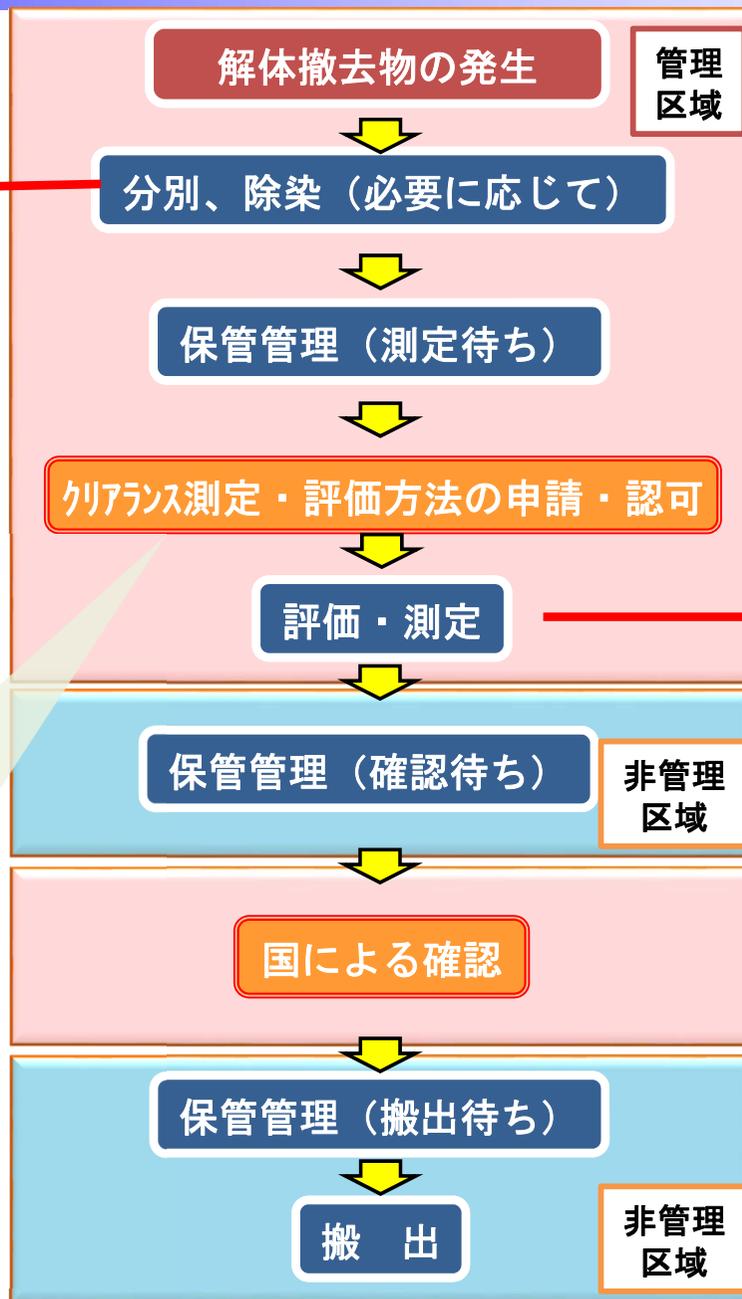
自動除染装置 (2014年度設置)

- ・方式：ウェットブラスト
- ・処理能力：～2トン/日
- ・ブラスト材：ステンレス鋼（グリッド形状）

放射能濃度の測定及び評価方法

《主な内容》

1. 対象物
各建屋から発生する金属
2. 測定及び評価する放射性物質の種類
コバルト (Co-60), トリチウム (H-3)
等の重要10核種
3. 測定及び評価方法
 - ・専用の放射線測定装置により、コバルト (Co-60) の放射能濃度を評価
 - ・その他 9核種はサンプル分析結果等に基づいて放射能濃度を評価



トレイ上に解体金属を配置



測定後の梱包

《運用に係る主な経緯》

- 2009年度 : クリアランスモニタ設置
- 2010年度～ : 各種の評価、検討、申請準備
- 2015. 2. 13 : クリアランス測定・評価方法の認可申請
- 2018. 8. 31 : クリアランス測定・評価方法の認可
- 2018. 12. 10～ : クリアランス測定開始
- 2019. 6. 11 : 放射能濃度の確認申請 (第1回)
- 2019. 11. 12 : 確認証受領 (第1回)
- 2020. 7. 28 : 放射能濃度の確認申請 (第2回)
- 2020. 9. 23 : 確認証受領 (第2回)
- 2021. 1. 13 : 放射能濃度の確認申請 (第3回)
- 2021. 5. 25 : 確認証受領 (第3回)
- 2021. 12. 23 : 放射能濃度の確認申請 (第4回)
- 2022. 5. 12 : 確認証受領 (第4回)

廃止措置計画変更認可申請の全体概要(1/2)

「ふげん」は使用済燃料(SF)が十分な期間にわたり冷却されているものとする原子力規制委員会の告示の施行を受けて、SF冷却(「冷やす」)不要に伴う設備維持管理方法の見直し計画について、廃止措置計画変更認可申請を行い、2019年7月22日に認可を頂いている。

主な設備維持管理方法の見直し内容及び実施状況は以下のとおり。

- ・プール水冷却浄化系 : SFの除熱機能を停止し、浄化機能のみに変更……………実施済
- ・余熱除去系 : SFの後備冷却機能である本システムを供用終了……………実施済
- ・原子炉補機冷却系 : 供用終了及び代替冷却装置(個別冷却装置)の設置
- ・外部受電設備 : 受電先を敦賀線(275kV)から立石線(77kV)に変更
- ・原子炉補機冷却海水系 : 希釈放出機能維持のため建屋バイパスラインの設置
- ・非常用ディーゼル発電機: 小型の予備電源設備に変更

今回の変更認可申請では、上記、設備維持管理方法の見直し内容のうち、

⇒仕様が明確となった以下の変更認可申請を実施

- ・原子炉補機冷却系 : 供用終了の妥当性及び代替冷却装置の設計及び工事の方法を追記
- ・外部受電設備 : 受電設備切替の妥当性を追記

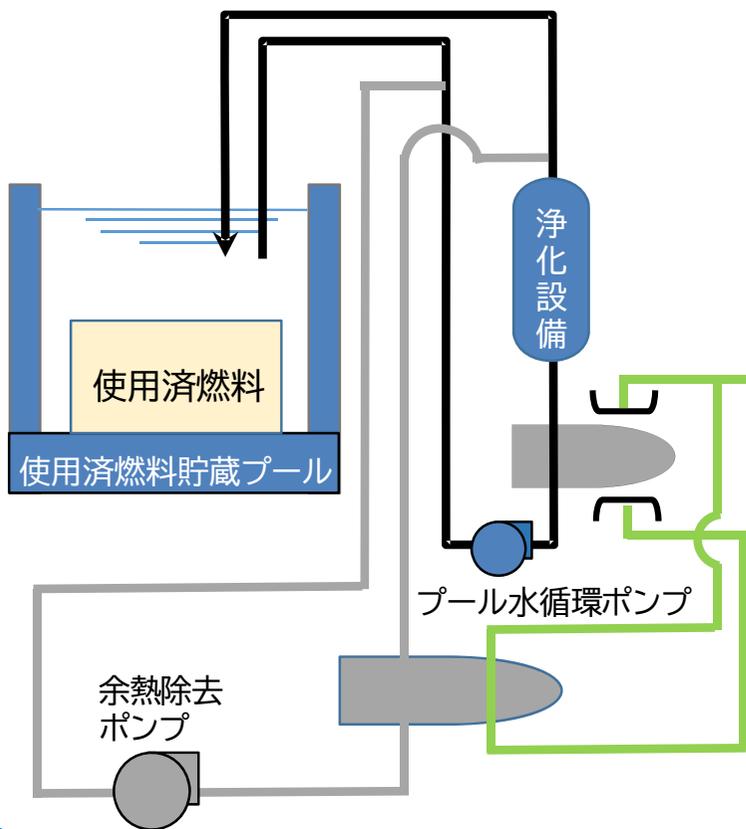
⇒この他、高経年化対策として以下を実施

- ・空気圧縮機 : 水冷式から空冷式に変更する空気圧縮機の設計及び工事の方法を追記



廃止措置計画変更認可申請の全体概要(2/2)

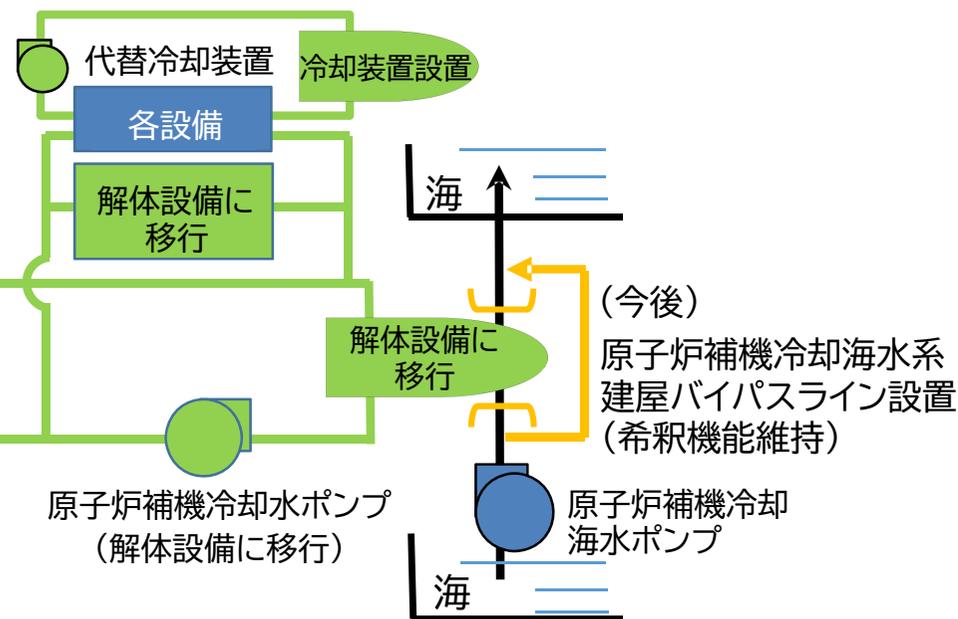
① 燃料貯蔵プールの除熱機能停止



② 原子炉補機冷却系の変更

(今回の変更認可申請)

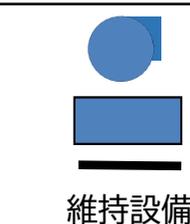
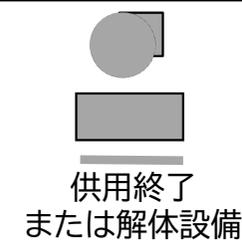
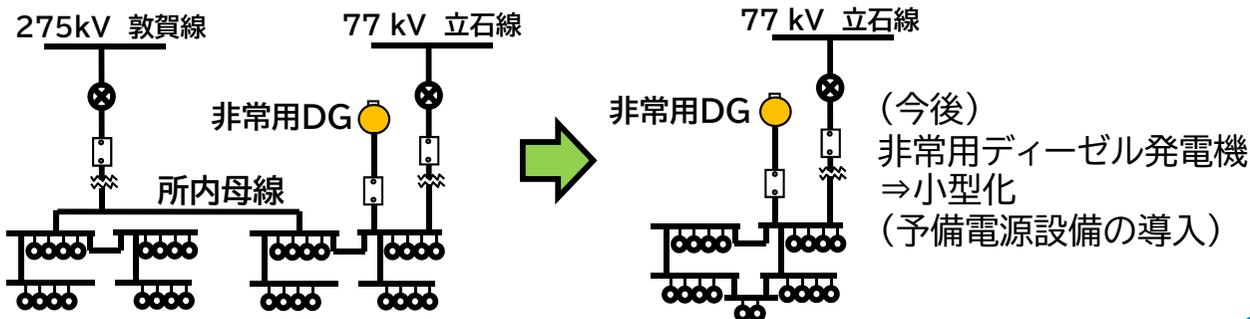
原子炉補機冷却系
⇒代替冷却装置を設置し、解体設備に移行



③ 所内電気設備の見直し

(今回の変更認可申請)

外部受電設備
⇒275kVから77kVに切替え



凡例



【概要】

廃止措置の進捗に伴い、**公衆及び放射線業務従事者の被ばく等のリスク低減しているプラント状態**、また、原子炉運転中に必要であった設備の**供用終了に伴う負荷容量低減等**を踏まえ、原子炉補機冷却系(RCW)の供用を終了するとともに、一部除熱が必要な機器には代替冷却装置を設置し維持管理を行う。

また、**高経年化対策**として水冷式のレシプロ型空気圧縮機については、空冷式のユニット型空気圧縮機に更新する。

この他、**廃止措置進捗に伴う電力量の減少等**を踏まえ、受電先を275kV敦賀線から77kV立石線に切替え、275kV開閉所を供用終了する。



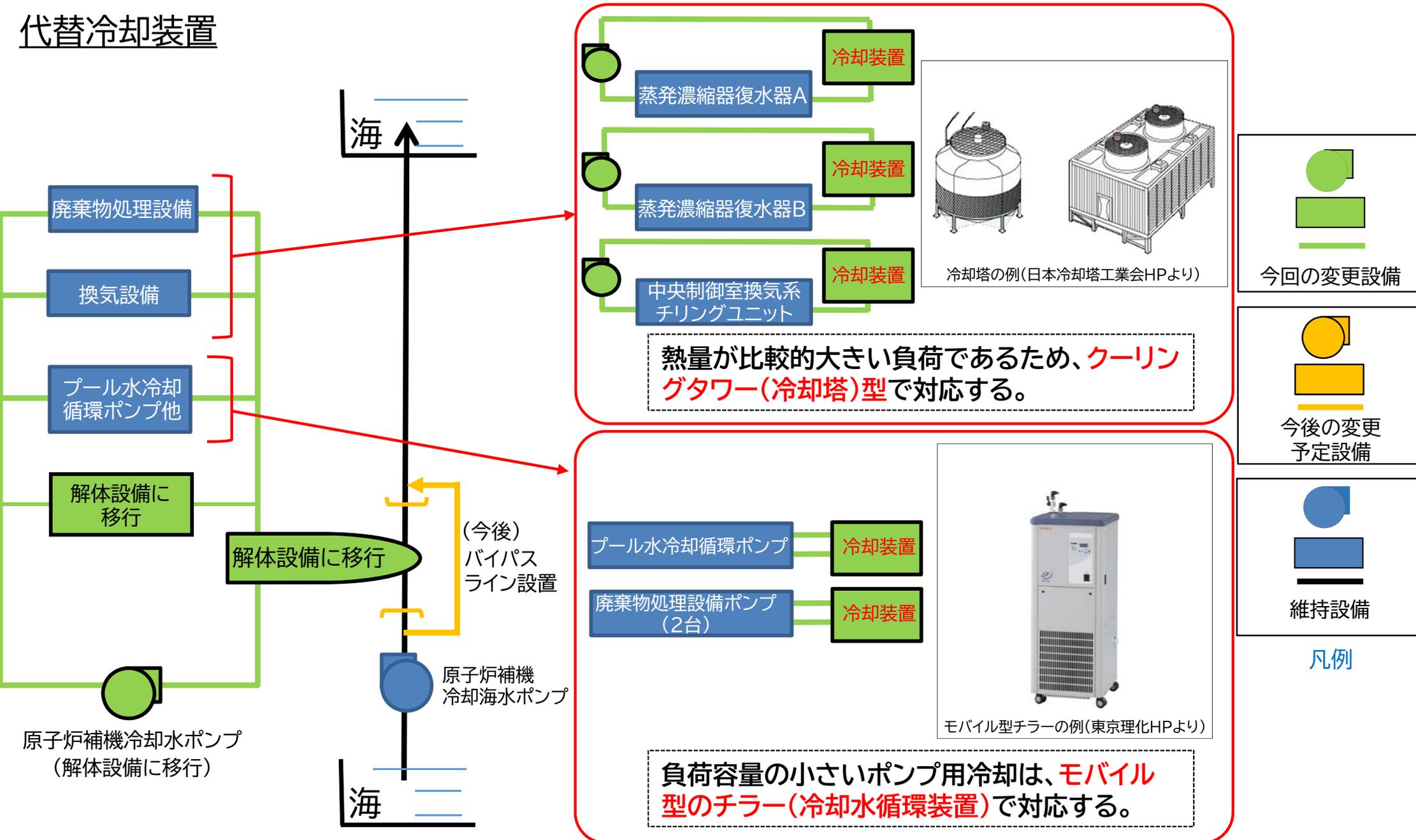
原子力規制委員会の「発電用原子炉施設及び試験研究用等原子炉施設の廃止措置計画の審査基準」等に基づき、廃止措置計画に各装置の設計及び工事の方法や安全性等の評価結果を記載し、変更認可申請を行った。

【廃止措置計画の変更該当箇所】

- ・本文6 表6-1:ユニット型空気圧縮機の装置仕様を追記
受電系統77kVの予備変圧器の名称に「77kV変圧器」を併記
- ・本文7 :RCW代替冷却装置及びユニット型空気圧縮機の設計及び工事の方法を追記
- ・添付書類6 :既設のRCW及び空気圧縮機の供用終了並びに新設する各装置の安全性や仕様の妥当性を追記
受電系統275kVの供用終了及び受電系統77kVへの切替えの妥当性を追記

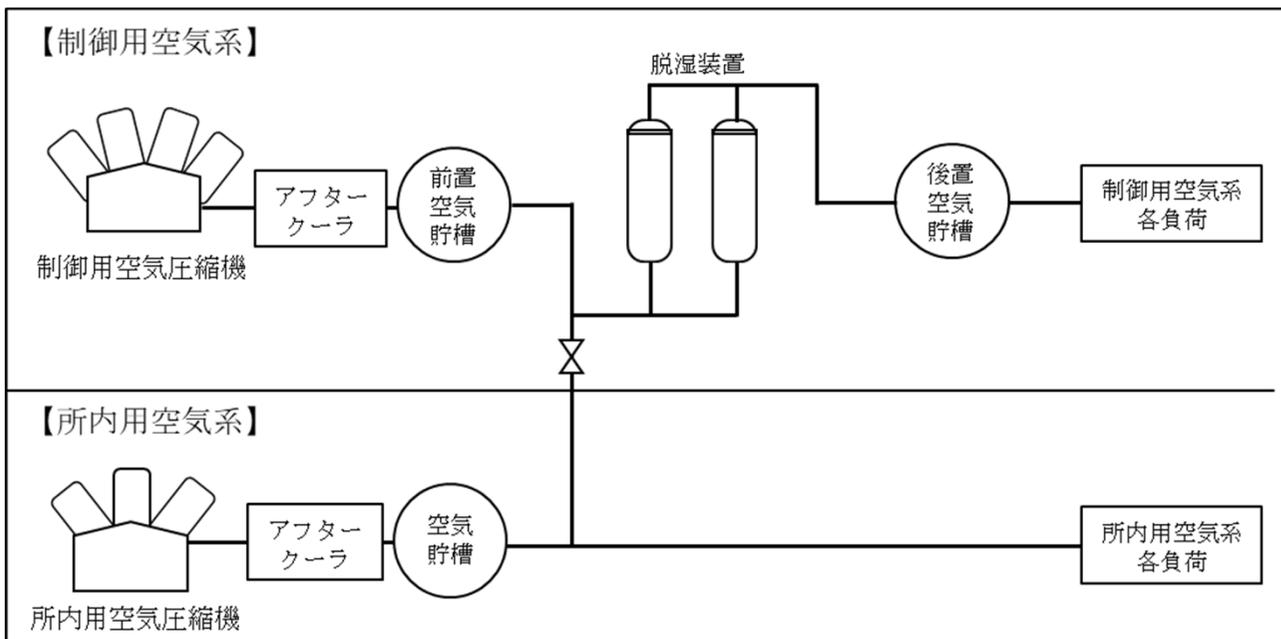


代替冷却装置

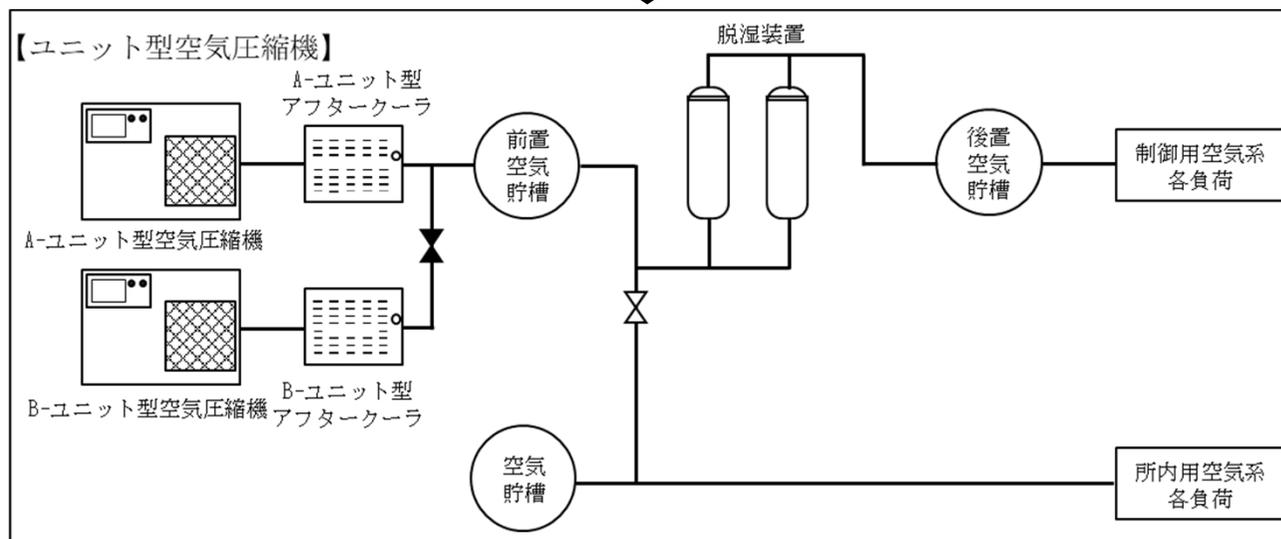




水冷式(RCWによる冷却)のレシプロ型空気圧縮機から空冷式のユニット型空気圧縮機に更新



既設の空気圧縮機



ユニット型空気圧縮機(カタログから抜粋)



空気圧縮機の設置場所の変更

解体撤去物の搬送ルートとの干渉防止及び近接する供用を終了した設備を解体可能とするため、空気圧縮機の設置場所を屋内から屋外に変更

