

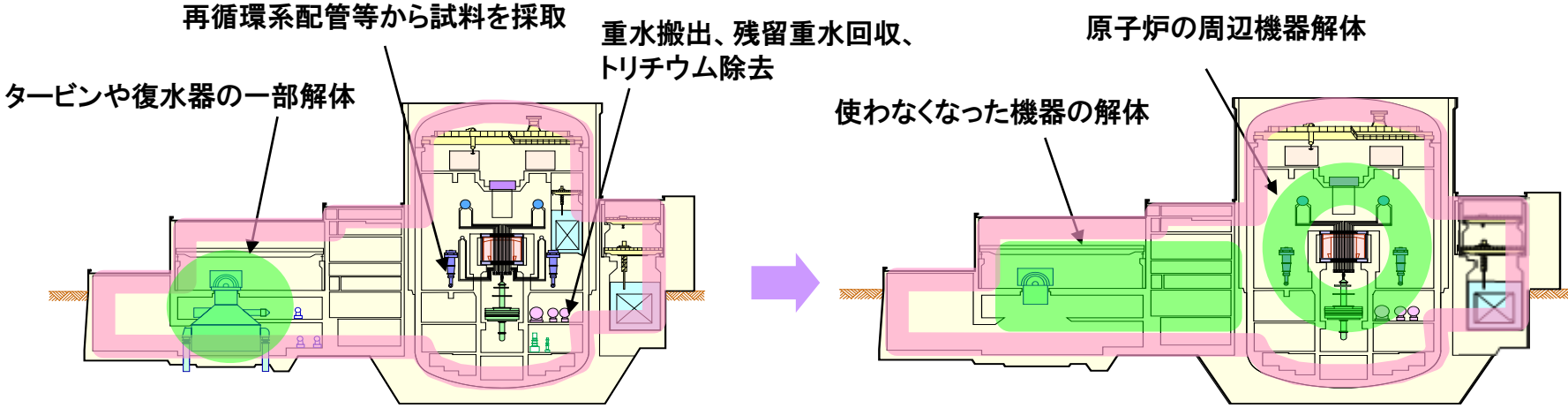
ふげん廃止措置の状況について

令和5年11月2日

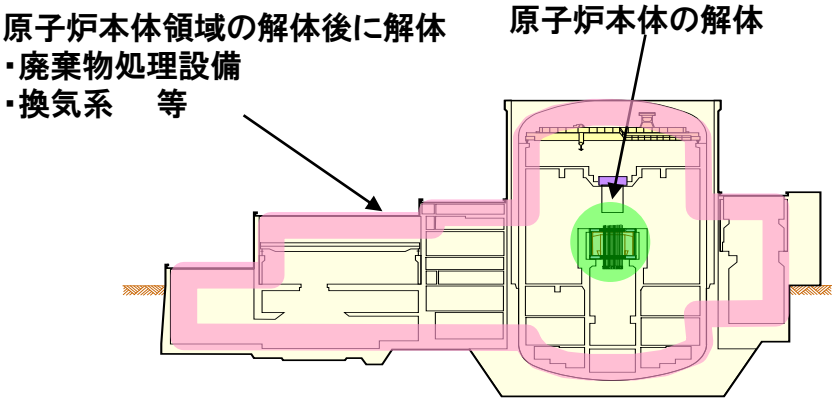
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
敦賀廃止措置実証部門 新型転換炉原型炉ふげん

廃止措置の状況 (1/18)

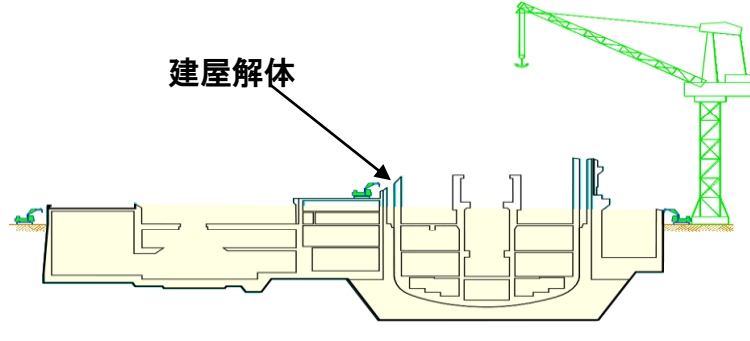
解体イメージ



① 重水系・ヘリウム系等の汚染の除去期間



② 原子炉周辺設備解体撤去期間



③ 原子炉本体解体撤去期間

④ 建屋解体期間



:管理区域の機能(負圧管理、放射線監視など)

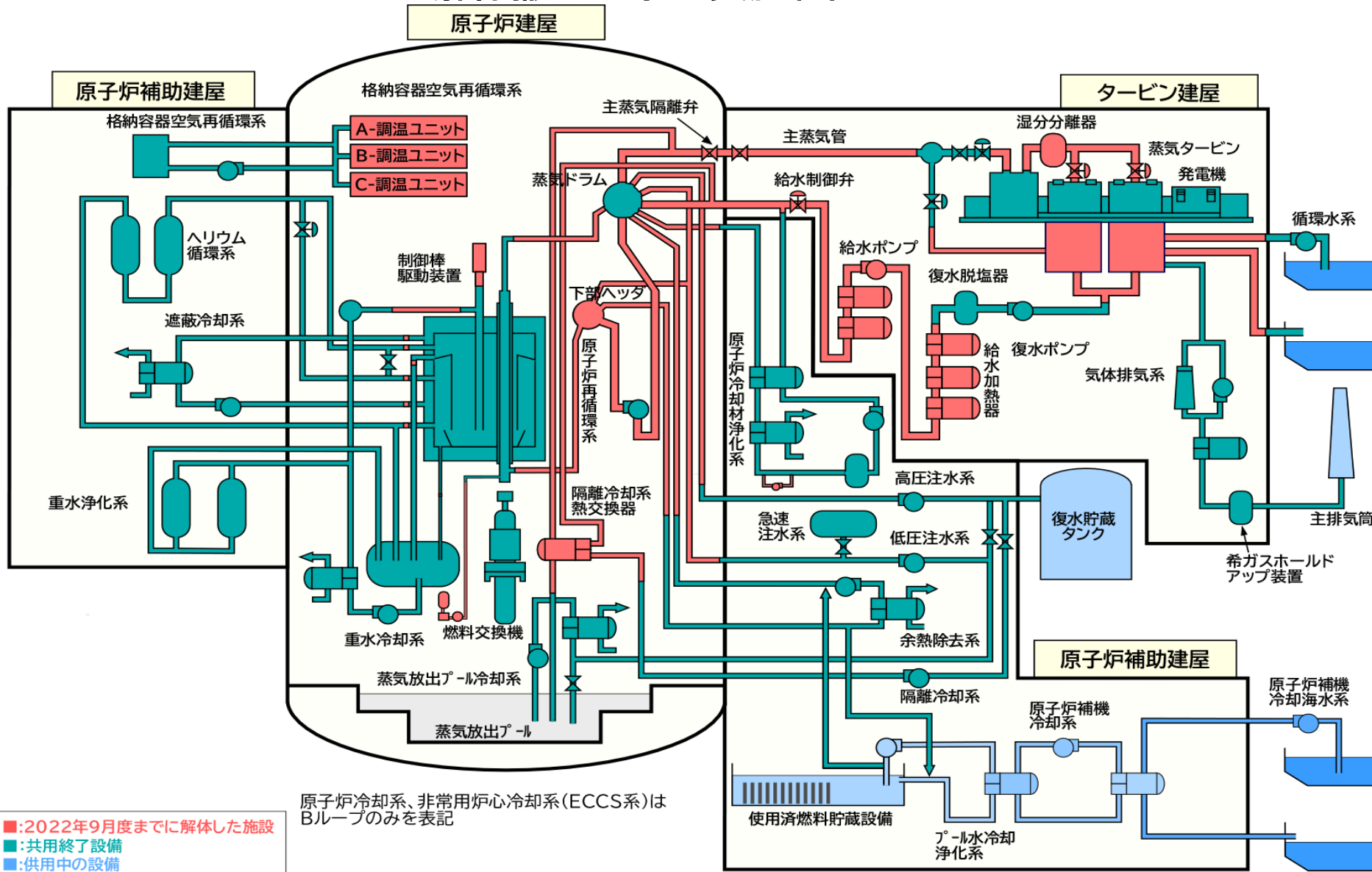
廃止措置の状況 (2/18)

ふげんの廃止措置スケジュール

運転 期間	廃止措置 準備期間	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	
		2001 H13	2002 H14	2003 H15	2004 H16	2005 H17	2006 H18	2007 H19	2008 H20	2009 H21	2010 H22	2011 H23	2012 H24	2013 H25	2014 H26	2015 H27	2016 H28	2017 H29	2018 H30	2019 R1	2020 R2	2021 R3	2022 R4	2023 R5	2024 R6	2025 R7	2026 R8	2027 R9	2028 R10	2029 R11	2030 R12	2031 R13	2032 R14	2033 R15	2034 R16	2035 R17	2036 R18	2037 R19	2038 R20
		△2005.10 原子力機構設立															▲2018.4 敦賀廃止措置 実証部門設置																						
		▼ 運転終了('03.3.29) ▼ 廃止措置計画認可('08.2.12) ▼ 廃止措置計画 変更届('12.3.22)															▼ 廃止措置計画変更認可('18.5.10) ←SF搬出期間の変更 ▼ 廃止措置計画変更認可('19.7.22) ←施設維持管理の適切化 ▼ 廃止措置計画変更認可('21.5.14) ←新検査制度移行 ▼ 廃止措置計画変更認可('22.2.21) ←セメント混練固化装置 ▼ 廃止措置計画変更届('22.11.25) ←廃止措置計画延伸																						
		使用済燃料の搬出																										※ 仏国・再処理事業者への搬 出計画の見直しを実施中											
		重水系・ヘリウム系等の汚染の除去																										重水・ヘリウム系 解体撤去											
																												原子炉冷却系統施設、計測制御系統施設等 解体撤去											
																												核燃料物質取扱施設等 解体撤去											
																												原子炉領域等解体撤去											
																												換気系等 解体撤去											
																												← 管理区域解除 →										建屋解体	

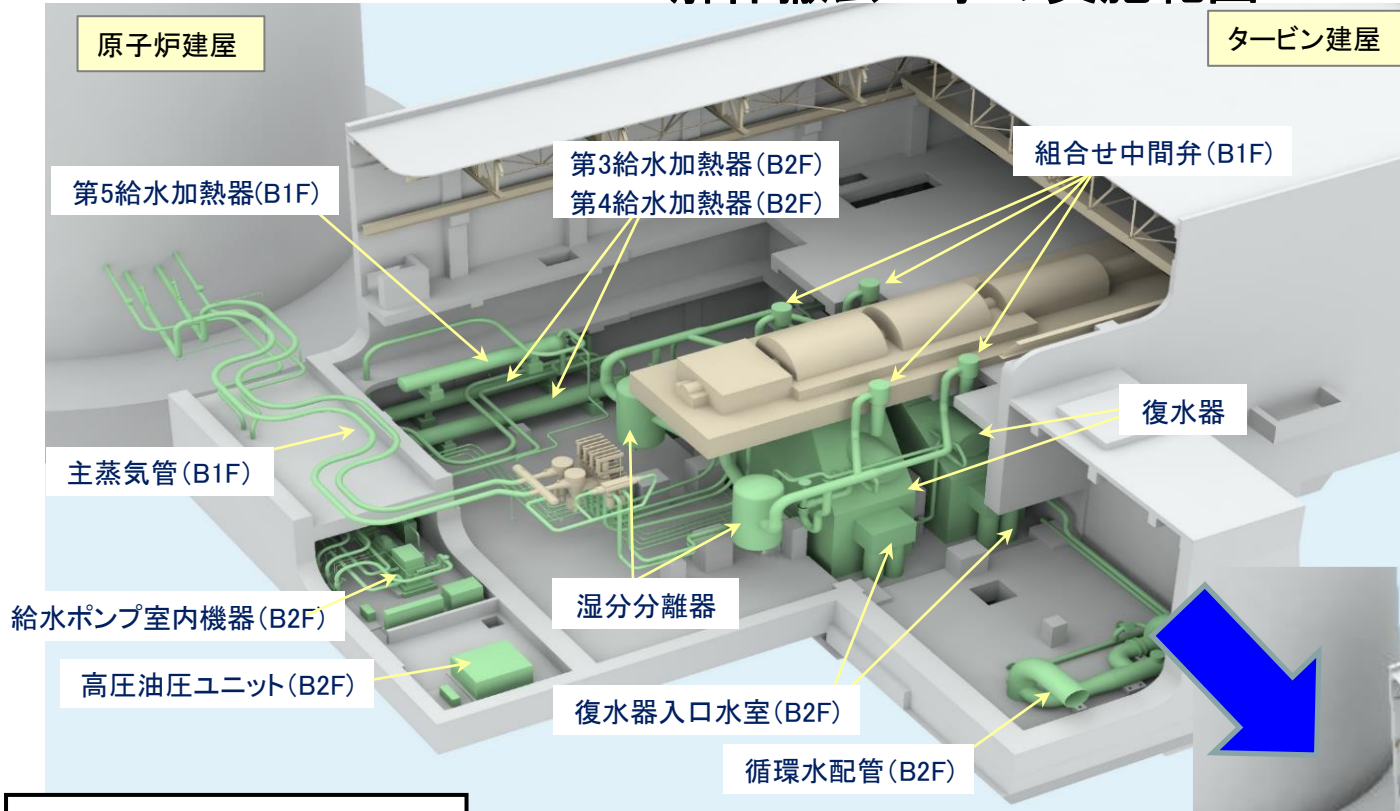
廃止措置の状況 (3/18)

解体撤去工事の実施範囲



廃止措置の状況 (4/18)

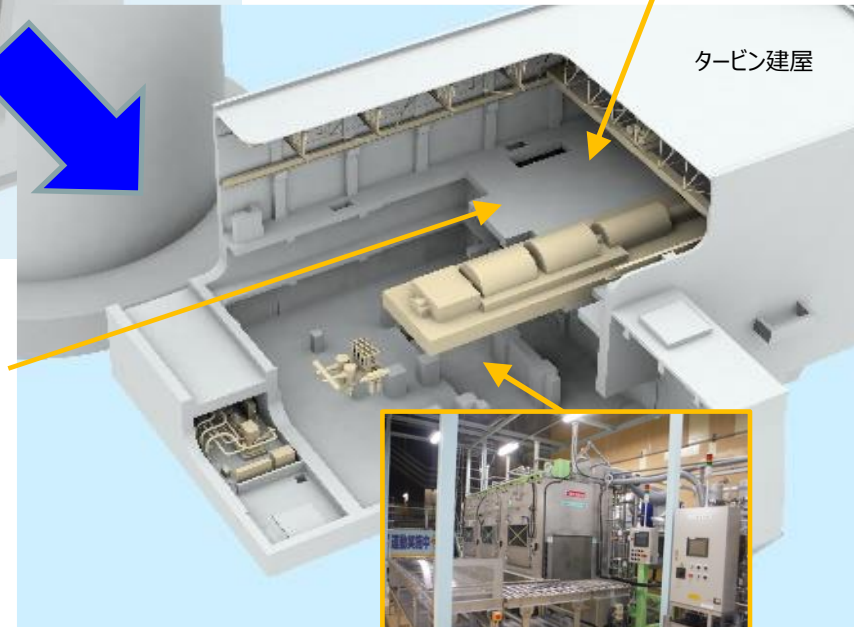
解体撤去工事の実施範囲



跡地を活用して、解体撤去物の保管、除染、クリアランス作業を実施中

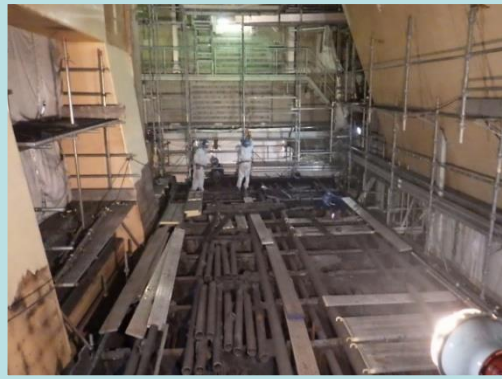


凡例
■ : ~2020年度までに解体済

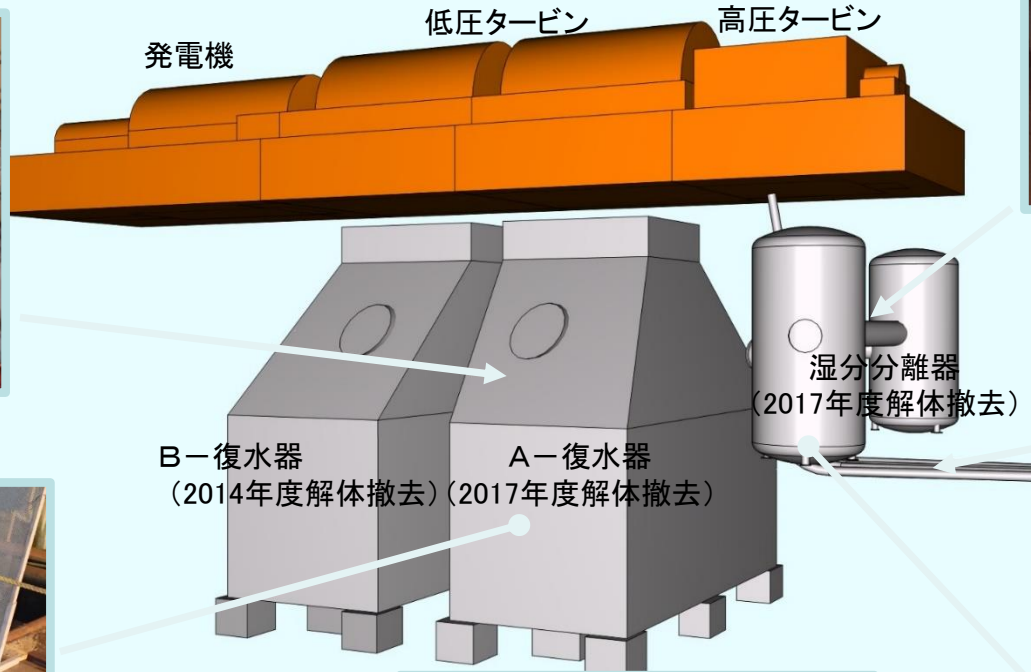


廃止措置の状況 (5/18)

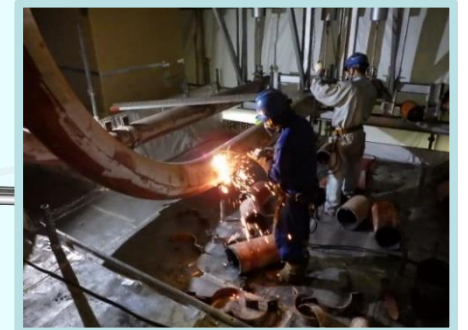
復水器等の解体撤去の実績



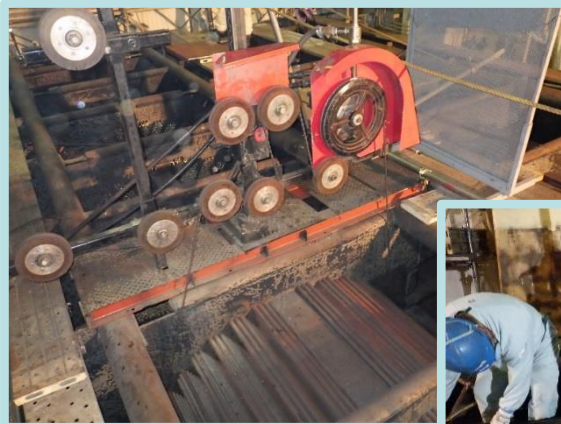
A-復水器の上部・中部胴解体撤去後の状況
(2017.7.24)



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)



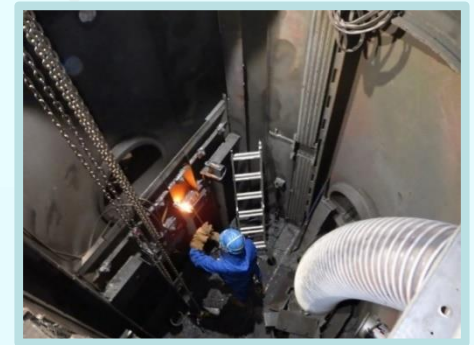
ワイヤーソーを使った冷却管群の一括切断
(2017.8.7)



ワイヤーソーのセットアップ



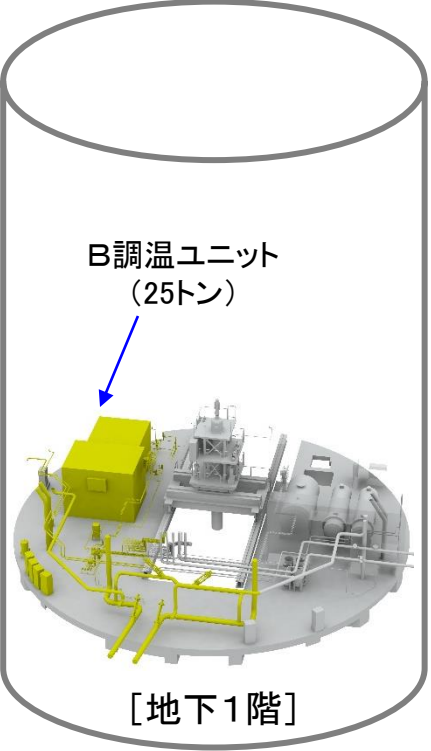
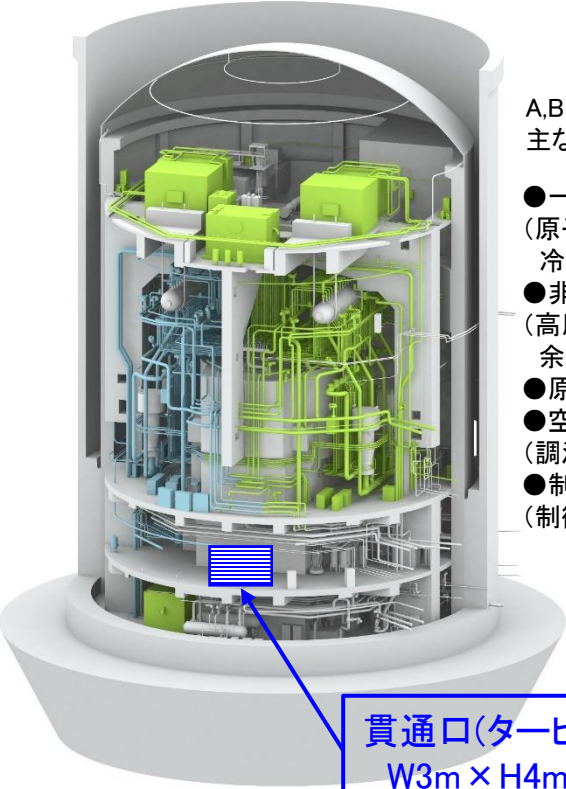
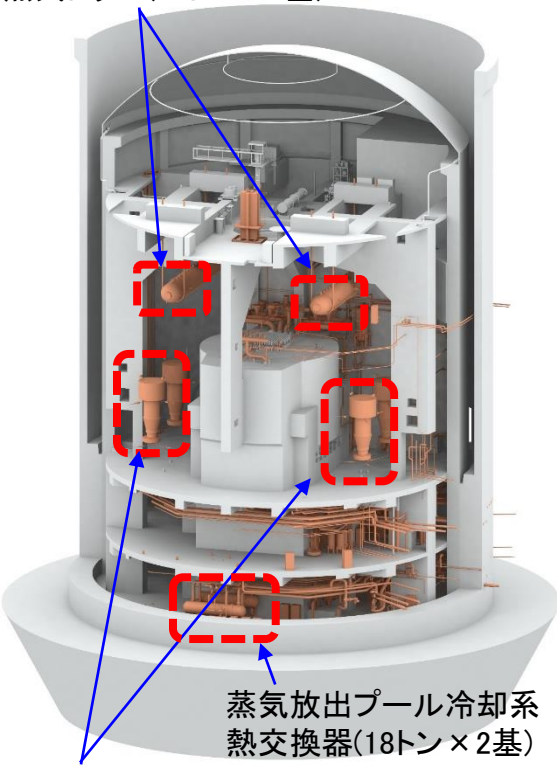
復水器解体撤去後
(2018.3.23)



湿水分離器内部構造物の切断
(2017.8.21)

廃止措置の状況 (6/18)

解体撤去工事の実施状況(原子炉建屋内)

年度	～2018年度	2019年度 ～2020年度	2020年度 ～2022年度	2022年度～2026年度
	地下階の機器・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>B調温ユニット (25トン)</p> <p>[地下1階]</p>	 <p>貫通口(タービン建屋へ) W3m x H4m x D4m</p>		 <p>蒸気ドラム(90トン×2基)</p> <p>再循環ポンプ(28.5トン×4基)</p> <p>蒸気放出プール冷却系 熱交換器(18トン×2基)</p>
	<p>● 一次冷却設備 (原子炉本体配管系、 冷却材再循環系)</p> <p>● 非常用冷却設備 (高圧給水系、 余熱除去系等)</p> <p>● 原子炉格納容器</p> <p>● 空気再循環設備 (調温ユニット等)</p> <p>● 制御設備 (制御材駆動設備)</p>	<p>物量</p> <p>約130トン</p>	<p>物量</p> <p>約340トン</p>	<p>物量</p> <p>約580トン</p>

○ : 解体対象

廃止措置の状況 (7/18)

原子炉建屋における設備機器等の解体実績(2018年度)

◆ 原子炉周辺設備解体撤去(2018年度)

⇒ 原子炉建屋内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、原子炉建屋地下1階の運搬ルート上の干渉範囲にある機器を解体撤去した。

炉心部

地下1階

原子炉建屋(地下2階～地上6階)

B調温ユニット

解体撤去物運搬ルート

隔離冷却系

シーลリーク検出装置

タービン建屋へ

主蒸気系

解体物量:
金属類約130トン

空気再循環系設備等(シーลリーク検出装置)の解体撤去状況

解体撤去前

解体撤去後

廃止措置の状況 (8/18)

原子炉建屋における解体撤去の実績(Aループ側の機器解体)

(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

主蒸気管/保温撤去.養生後

主蒸気管

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

入口管の切断作業

ECCS系配管の切断作業

廃止措置の状況 (9/18)

原子炉建屋における解体撤去の実績(Bループ側の機器解体)

(原子炉格納容器内3D-CAD)

主蒸気配管

解体撤去前

解体撤去後

下部ヘッド

解体撤去前

解体撤去後

原子炉入口管群

解体撤去前

解体撤去後

制御棒案内管

解体撤去前

解体撤去後

制御棒駆動装置
支持プラグ

解体撤去前

解体撤去後

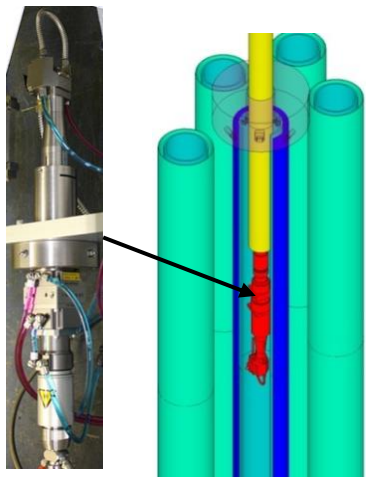
マニホール溶断作業

再循環ポンプマニホール廻り

廃止措置の状況 (10/18)

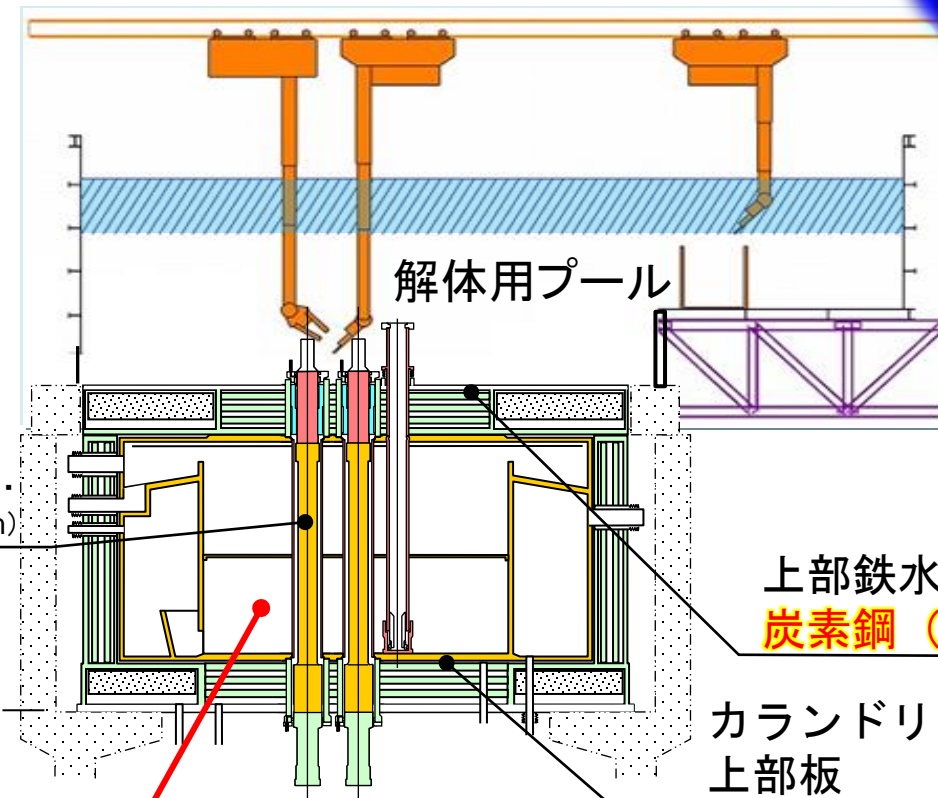
ふげん原子炉本体解体に係る課題

管内挿入型水中切断ヘッドの開発



レーザー切断ヘッド

遠隔・水中解体



解体用プール

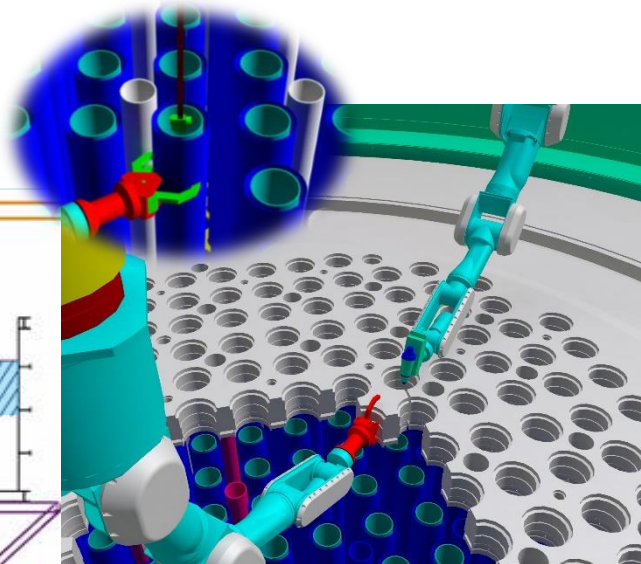
上部鉄水遮蔽体
炭素鋼 (150mm)

カランドリアタンク
上部板
ステンレス鋼 (150mm)

二重管の内側
からの切断

炉内放射線量率
約30~200Sv/h

厚板の水中切断



狭隘部での切断

放射能 (Bq/ton, γ)	
	$>10E+13$
	$>10E+12$
	$>10E+10$
	$>10E+05$ (炉停止後8年)

廃止措置の状況 (11/18)

原子炉本体解体工法に係る技術開発

廃止措置の技術課題の解決を図り、作業の効率化、安全性・信頼性向上を果たすため、技術開発を推進

原子炉本体の解体は、以下の特徴を持つ水中遠隔によるレーザ切断工法を選定。

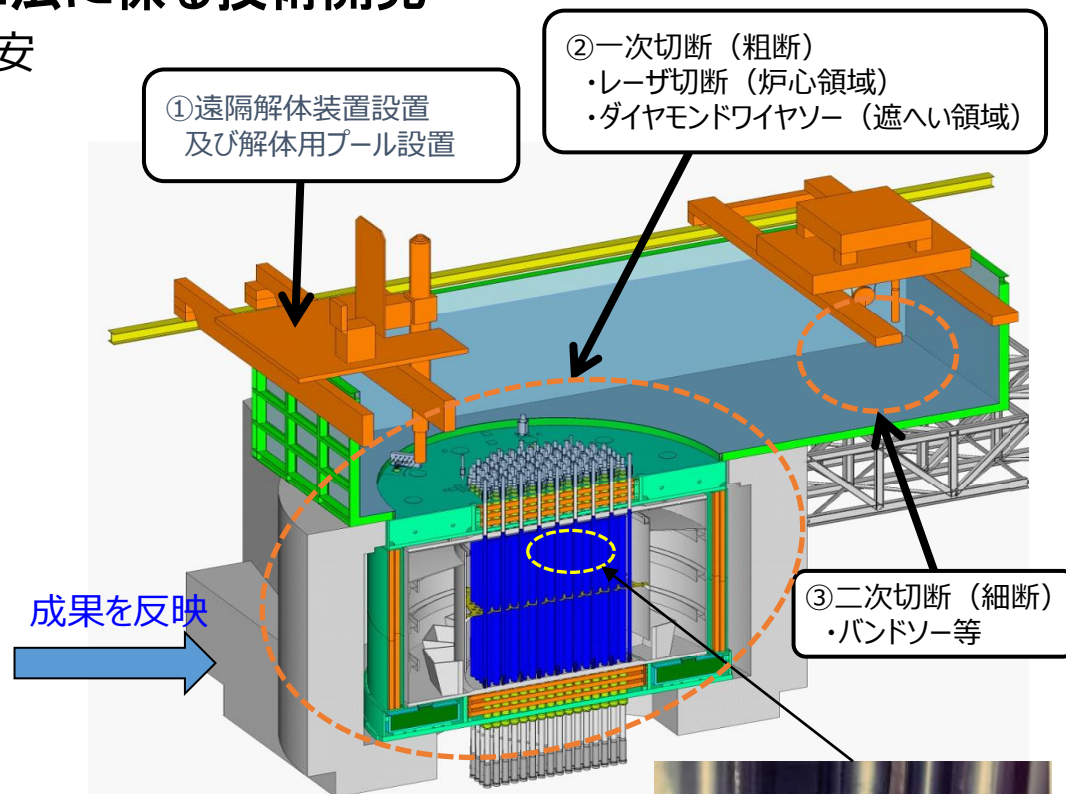
- ・原子炉本体の複雑・狭隘な構造への適用性
- ・切断速度が速く、二次廃棄物の発生が少ない



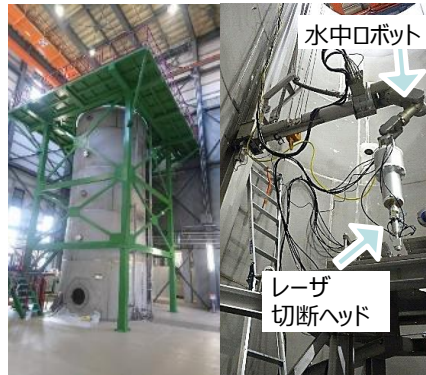
解体技術確立に向けて技術実証を展開

実規模大の原子炉水中解体モックアップ試験により解体手順等を実証※

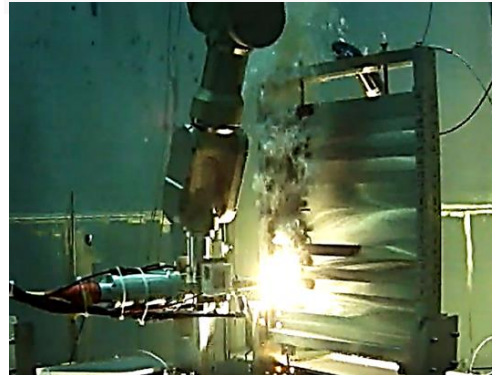
※ 文科省の補助金により整備を行った、「スマートデコミッション技術実証拠点」を活用



スマートデコミッション実証拠点



円筒形プール
(外径4.5m、高さ10.5m)



水中におけるレーザ切断状況



カランドリア管、制御棒案内管

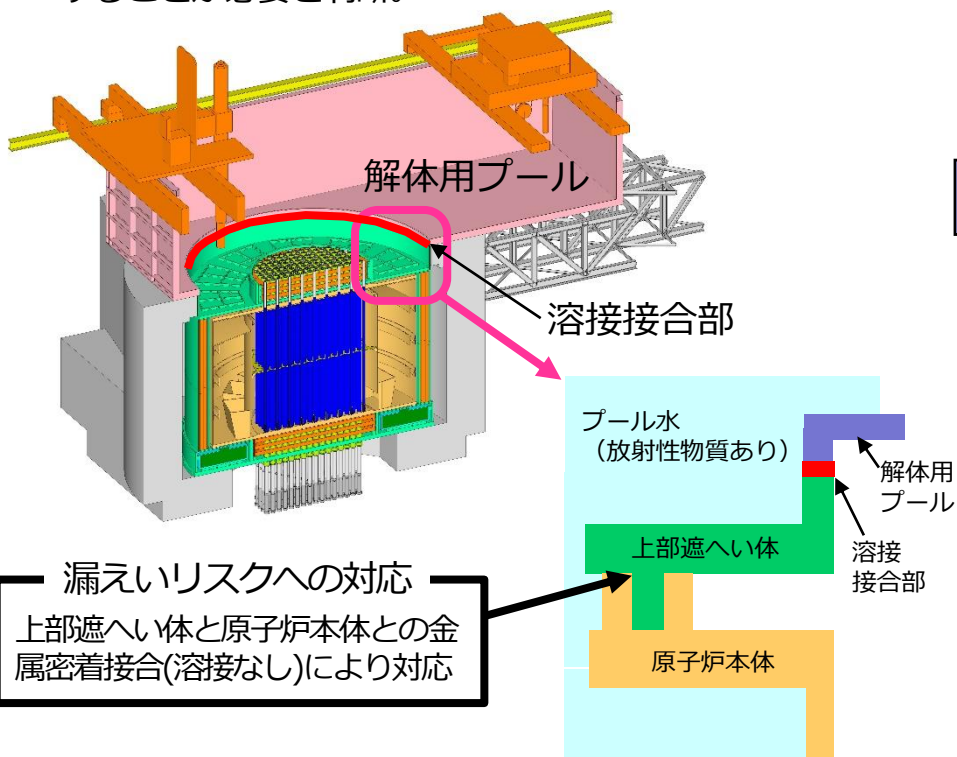
廃止措置の状況 (12/18)

原子炉本体解体に係る工法の変更(1/2)

[従来計画]

解体用プールの底板を原子炉上部にある遮へい体に溶接する工法

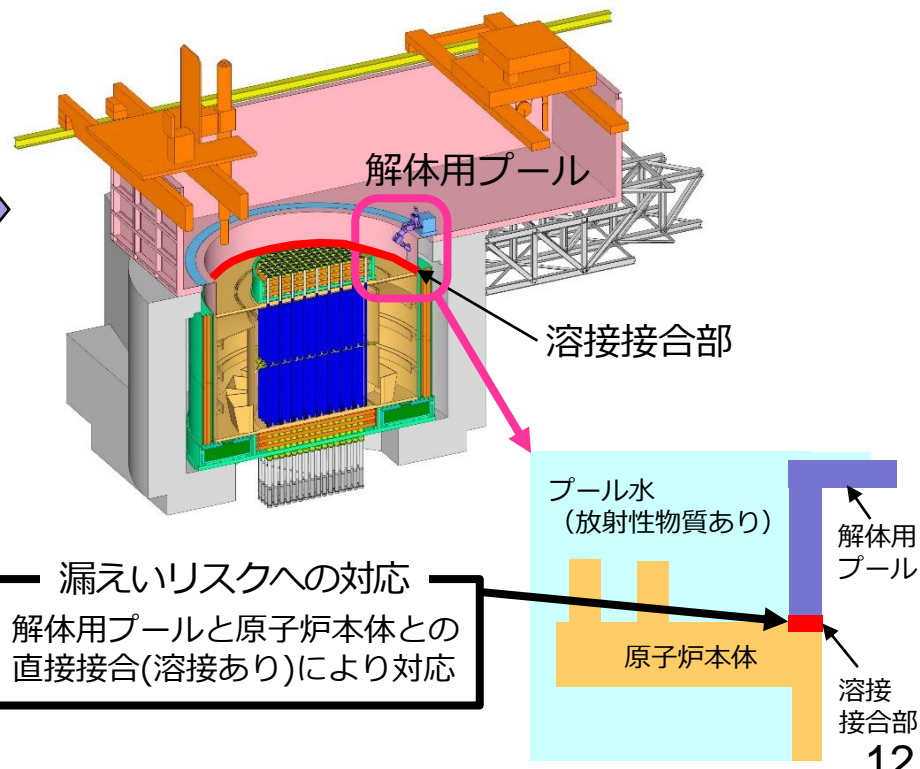
- 上部遮へい体は、原子炉本体の上にある溝にはめ込まれている構造。
- プールや水の重さで接合部が固定されており、簡単に水が漏れる構造ではないが、解体工法の詳細検討の結果、プール水が漏えいするリスクをさらに低減させた工法とすることが必要と判断。



[見直した計画]

遮へい体を撤去し、解体用プールの底板を原子炉本体に直接溶接する工法

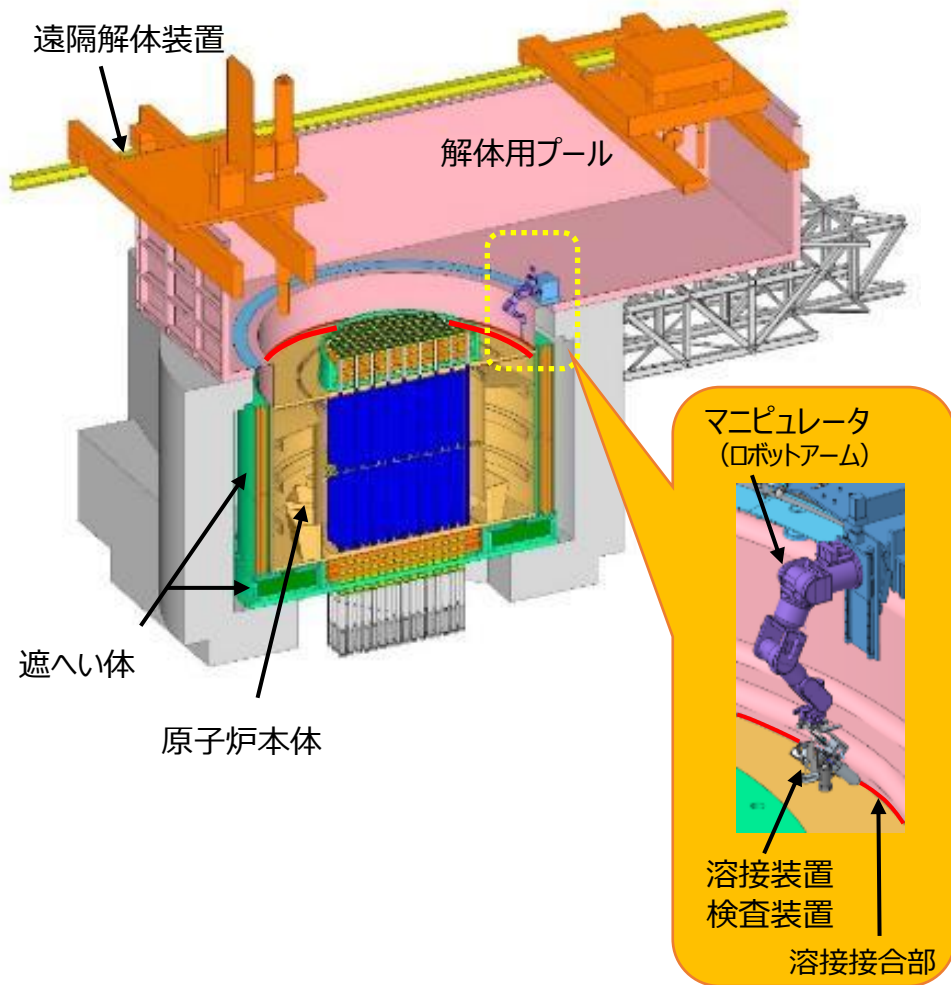
- 直接接合により、漏えいするリスクが大幅に低減。
- 遮へい体がなくなり放射線量が高くなるため、遠隔で溶接・検査を行う装置が必要。



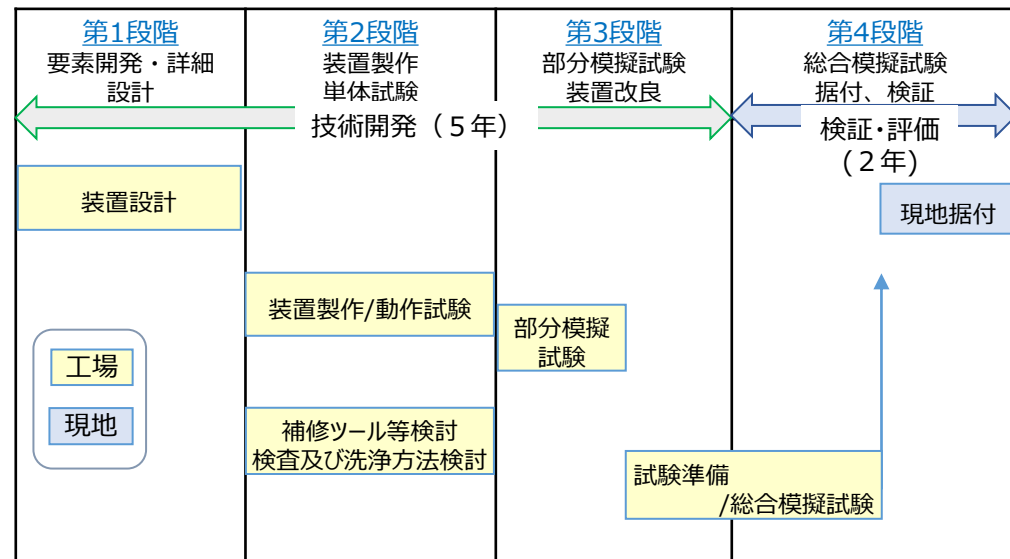
廃止措置の状況 (13/18)

原子炉本体解体に係る工法の変更(2/2)

解体用プール設置について、解体時に原子炉本体からプール水が漏えいするリスクを大幅に低減させる工法に変更
 ⇒原子炉上部の遮へい体がなくなり放射線量が高くなるため、遠隔で溶接・検査を行う装置の開発に着手



【全体開発スケジュール】



【これまでの取組
と今後の予定】

2029年度
実装・解体開始へ

【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

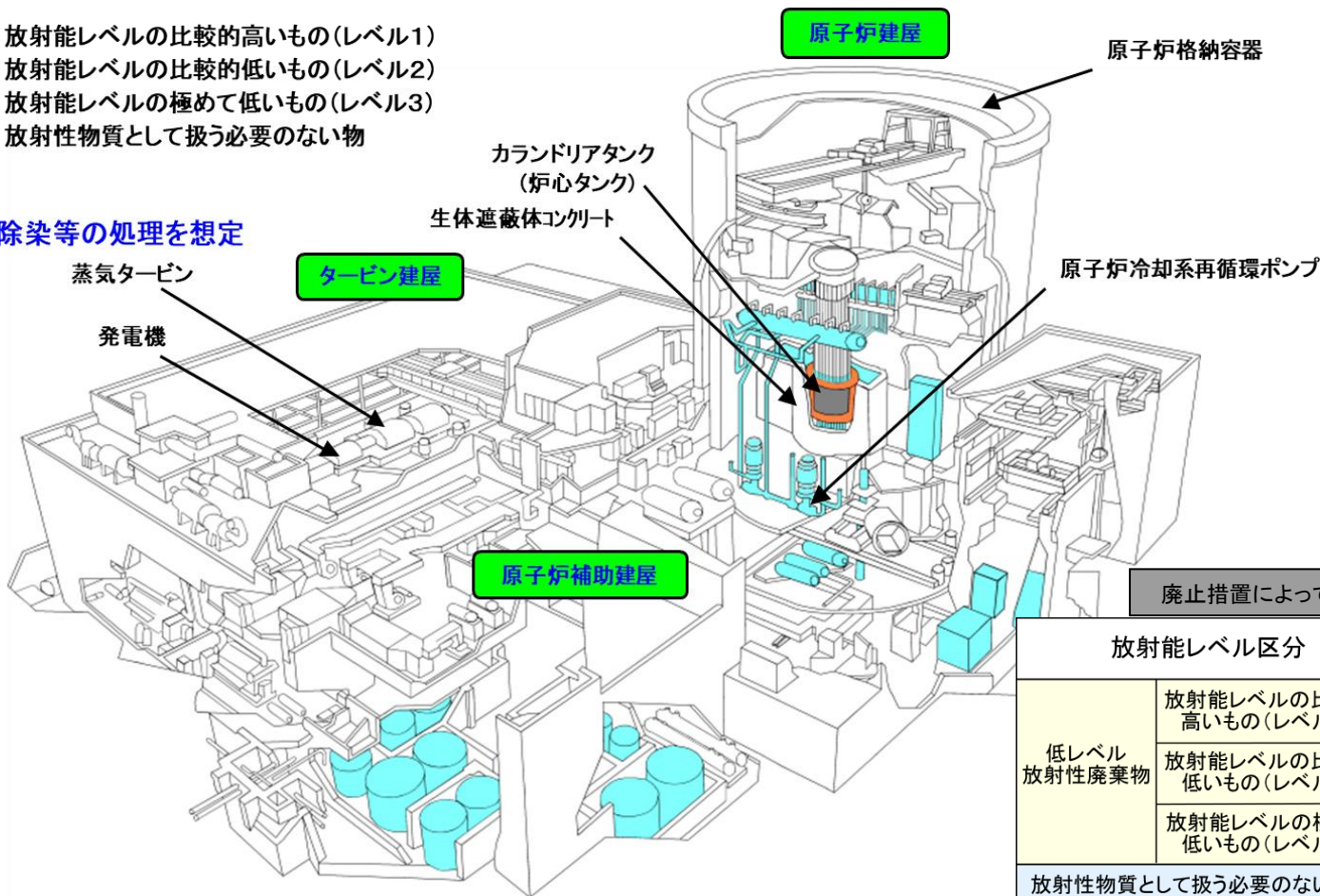
2022年8月8日
廃止措置工程見直し公開報告

廃止措置の状況 (14/18)

ふげん放射性廃棄物のレベル区分

- : 放射能レベルの比較的高いもの(レベル1)
- : 放射能レベルの比較的低いもの(レベル2)
- : 放射能レベルの極めて低いもの(レベル3)
- : 放射性物質として扱う必要のない物

(注) 除染等の処理を想定



廃止措置によって発生する廃棄物の量 (単位:千トン)

放射能レベル区分		運転中 廃棄物	廃止措置段階 における廃棄物	合計
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)	0.2	0.3	0.5
	放射能レベルの比較的低いもの(レベル2)	3.0	1.4	4.4
	放射能レベルの極めて低いもの(レベル3)	—	45.4 → 5.2	5.2
放射性物質として扱う必要のないもの(クリアランス)		—	0.6 → 40.8	40.8
放射性廃棄物でない廃棄物			138.5	138.5
汚染のない地下の建物、構造物 事務所、倉庫等			170.0	170.0
総計		3.2	356.2	359.2

● 推定発生量は、十トン単位で切り上げ、合計値については、百トン単位で切り上げた値である。
(端数処理のため合計値が一致しないことがある)

廃止措置の状況 (15/18)

クリアランス制度の運用



自動除染装置

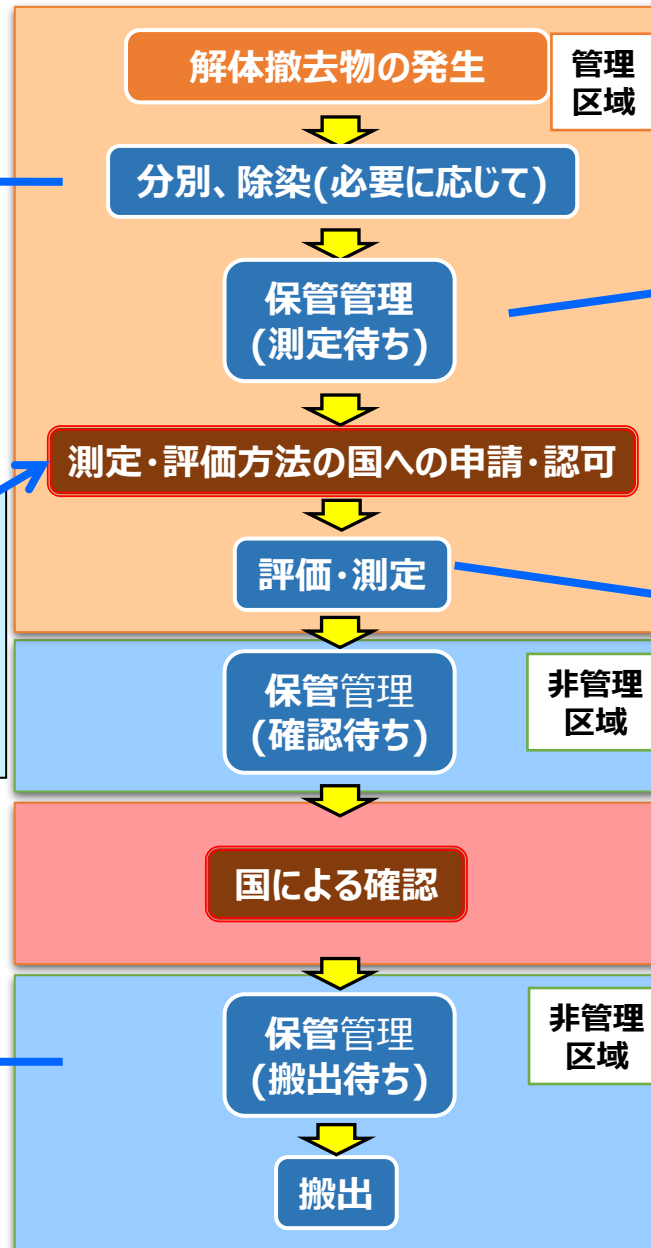


解体撤去物の保管エリア



クリアランス測定

「認可申請書の主な内容」
 ・タービン建屋から発生する金属：約1,100トン
 ・測定・評価する放射性物質の種類：Co-60、H-3等の重要10核種
 ・専用の放射線測定装置により、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に基づいて放射能濃度を評価



搬出待ちエリア(屋外倉庫)

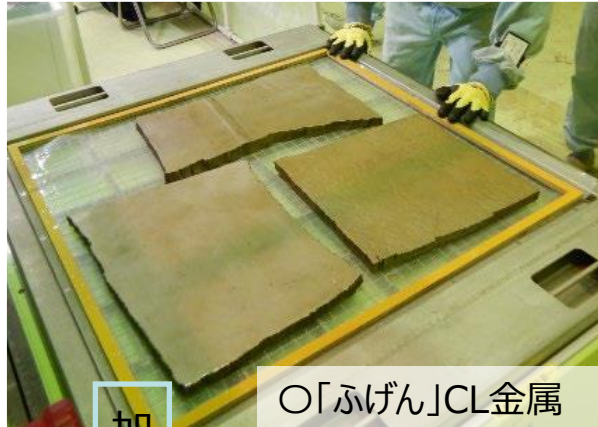
「クリアランス制度の取組みと運用の実績」
 2009年度 : 装置設置
 2015. 2.13 : 測定・評価方法の認可申請
 2018. 8.31 : 認可
 2018.12.10～ : クリアランス測定開始
 2019.11.12 : 確認証の交付 (第1回 約49トン)
 2020. 9.23 : 確認証の交付 (第2回 約126トン)
 2021. 5.25 : 確認証の交付 (第3回 約132トン)
 2022. 5.12 : 確認証の交付 (第4回 約108トン)
 2023. 5.17 : 確認証の交付 (第5回 約111トン)

合計 約526トン 15

廃止措置の状況 (16/18)

クリアランス制度の社会定着に向けた取組

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

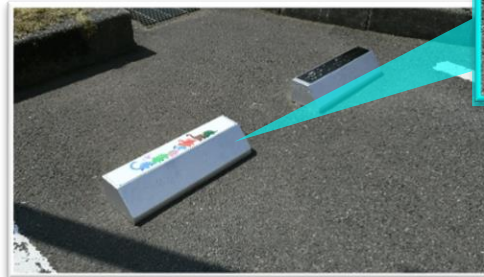


加工

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



(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認試験)



CL再利用品説明プレート

照明灯設置状況
(上: 敦賀工業高校、下: 福井南高校)

廃止措置の状況 (17/18)

国内外知見の取込み

OECD/NEAの廃止措置協力プログラム (CPD) への参画

- 2000年6月に加盟
- CPDのもとで開催される技術情報交換会議 (TAG) で情報を共有

英国/廃止措置機関 (NDA) とのBE協力協定に基づく派遣

- 2009年9月～2012年6月の間に、ふげんから3名が駐在
- 1) SGHWR (ウィンフリス : 重水減速圧力管型炉) の廃止措置
周辺設備解体実績、**原子炉本体解体計画の検討状況** 等
- 2) WAGR (ウィンズケール : 改良型黒鉛ガス炉) の廃止措置
原子炉本体の解体実績や廃棄体化处理 等の情報



ガソリン切断工法の ふげんへの適用



特徴

- ・ガス溶断に比べ爆発に対する**安全性が高い**
- ・液体ガソリンを使用するため漏えいに対して砂等で対処が可能
- ・トーチ使用中は、先端部でのガソリン蒸発による**冷却効果により長寿命化**につながる
- ・ガソリンによる鋼材の完全酸化燃焼により、**発生する火花は軽く周辺への影響小**

熱的切断 工法	切断速度(cm/分) (50cm切断時のデータを換算)	評価
ガソリン 溶断	薄肉 27.3 厚肉 11.1	・厚肉の部材に対しても切断速度が大きい ・切断面にノロの付着が少ない
ガス溶断 (手動式)	薄肉 20.0 厚肉 3.6	・切断面にノロの付着が多い
ガス溶断 (自走式)	薄肉 13.3	・切断面にノロの付着が少なく切断線が良好 ・機器の設置に時間を要するが設置後は自動制御により作業員の負担を軽減
プラズマ 溶断	薄肉 28.9 厚肉 2	・薄肉の部材に対して切断速度が大きい ・切断面にノロの付着が少ない ・ヒュームが多く発生、対策が必要

廃止措置の状況 (18/18)

使用済燃料の搬出計画について

- ふげん使用済燃料の仏国への搬出計画は、当初、搬出開始時期を令和5年度（2023年度）、完了時期を令和8年（2026年）夏頃までとし仏国事業者との間で準備を実施していたが、令和4年（2022年）7月に、輸送容器の構成部品の一部の寸法を変更する必要が確認され、可能な限り早期の実施を目指して搬出計画の見直しを仏国事業者と協議、検討中。
- 搬出計画の見直しに際しては、輸送時に使用する仏国側の港の利用可能時期、搬出計画中の他の工程への水平展開による検証状況、輸送容器の製造状況も勘案しながら、遅くとも令和5年内に取りまとめることとし、事業者間での協議、検討を継続中。
- 現状、仏国事業者により、6基の輸送容器（設計変更後の衝撃吸収カバーを含む。）を製造中（機構にて製造状況を確認中）、輸送容器の構成部品の一部の寸法等の変更に関する必要な許認可手続きの評価等を対応中。輸送容器の製造完了後に実施する法令手続きに向けた準備、検討中。
- なお、今般のふげん使用済燃料の搬出計画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（令和22年度（2040年度））についても、変更はない。

【現行の搬出計画】

