

# 高速増殖原型炉もんじゅおよび新型転換炉原型炉ふげん の廃炉作業について

令和元年7月29日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

- ・2016年12月 原子力関係閣僚会議  
「高速炉開発の方針」、「『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
- ・2018年 3月 廃止措置計画認可
- ・2018年 4月 国内初のナトリウム冷却炉の廃止措置に向け、敦賀廃止措置実証部門の発足
- ・2018年 8月 燃料体取出し作業を開始
- ・2019年 1月 2018年度の燃料体取出し作業を終了
- ・2019年 5月 廃止措置計画変更届（工程見直し等）
- ・2019年 7月 廃止措置計画変更申請（模擬燃料体の部分装荷等）

現在、次回の作業に向けて設備点検を実施中

# 「もんじゅ」の現在のプラント状態

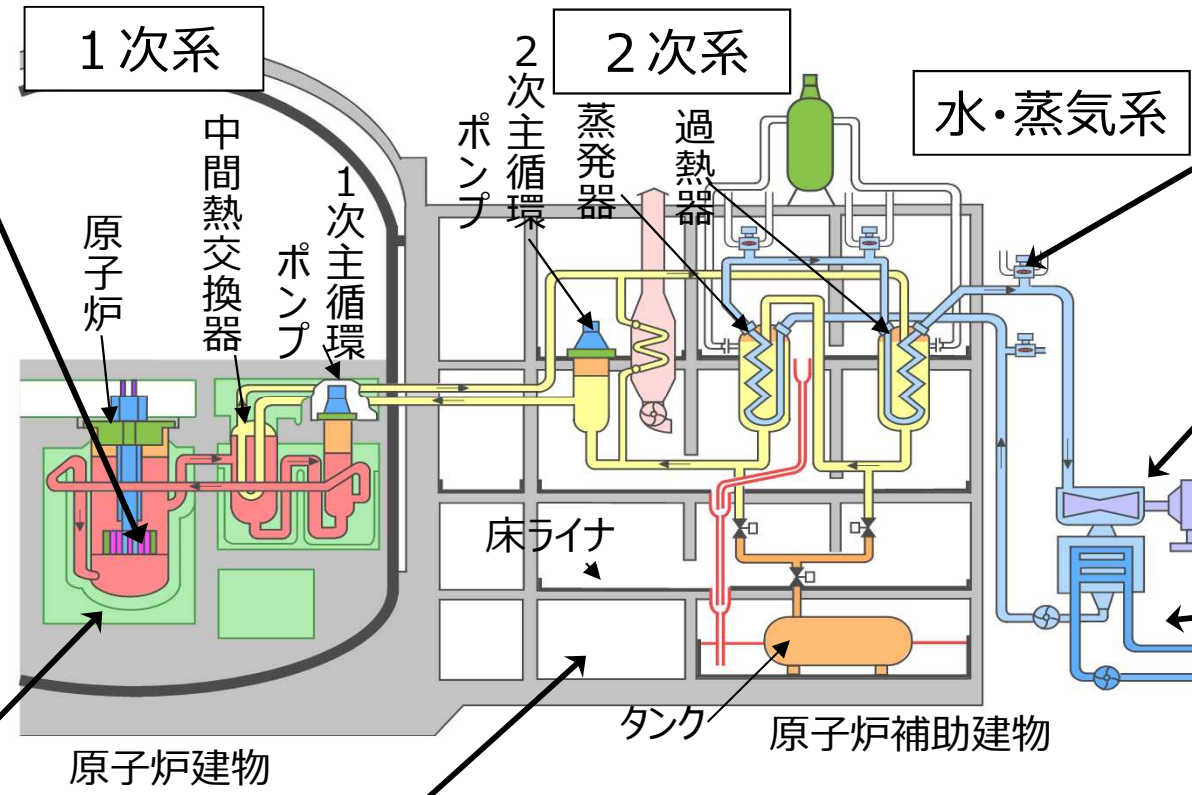
制御棒を挿入し炉は停止中

運転停止に関する恒久的な措置  
 ・原子炉モードスイッチを「運転」「起動」に切替できない措置  
 ・制御棒駆動装置への電源供給ケーブルの切断及び除去等



1次系の系統温度を約200℃に維持(Bループのみ)

窒素雰囲気を維持(窒素雰囲気なので、1次Naが漏えいしてもナトリウムは**燃焼しない**。)



窒素ガスを封入し保管中

乾燥空気にて保管中

海水を抜き、機器を分解して保管中

2018年12月5日に、2次系全てのナトリウムの抜き取りを完了し、現在タンク内で固体の状態で保管中

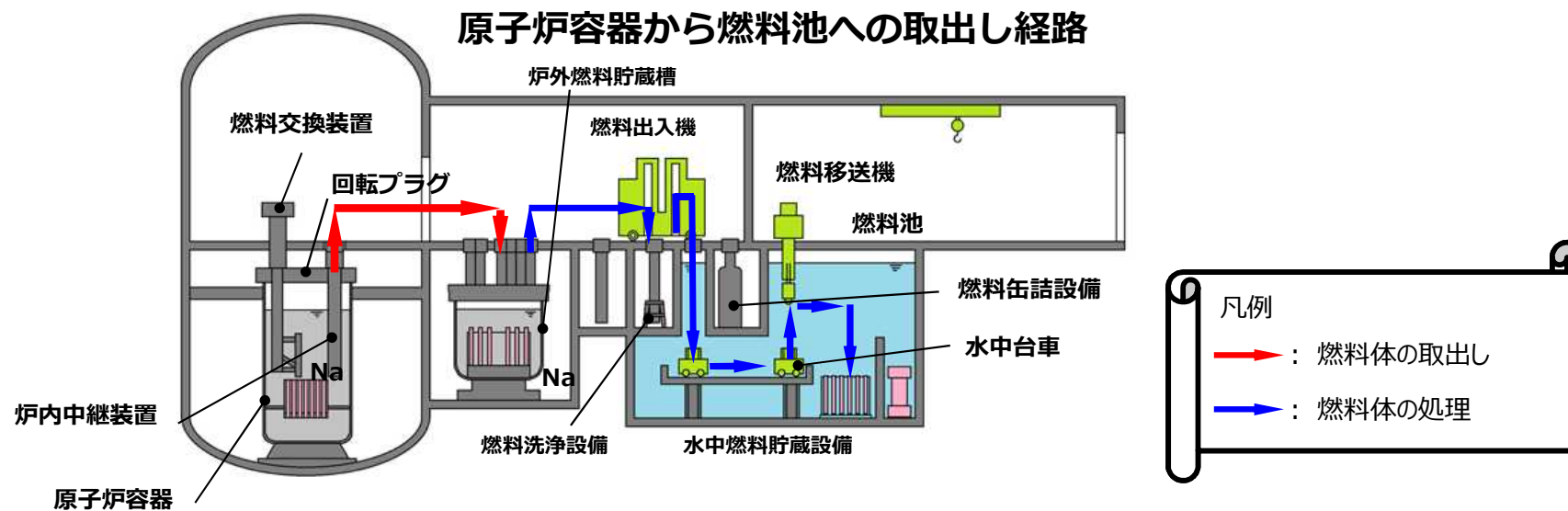
- ・炉心の崩壊熱：約30kW (原子炉容器からの放散熱約50kWよりも小さい)
- ・1集合体あたりの最大崩壊熱：約0.2 kW (白熱電球2個分)
- ・40%出力運転以降20年以上経っていることから、炉心の崩壊熱及び放射能は、当該運転直後に比べてきわめて低いレベルにある。
- ・運転期間も短いことから1次冷却材に蓄積された放射性物質の量も少ない。

# 「もんじゅ」廃止措置の全体工程

- 廃止措置の全体工程（30年間）を4段階に区分し、段階的に実施。
- まずは燃料体取出し作業を最優先に実施し、第1段階中に取出しを完了する計画。

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 (平成30) ~ 2022 (令和4)	2023 (令和5)	~	2047年 (令和29)	
主な 実施 事項	燃料体取出し作業				
		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				

注) 使用済燃料の譲渡し及びナトリウムの処理・処分に係る計画については、第1段階において検討することとし、第2段階に着手するまでに廃止措置計画に反映して変更認可を受ける。



年度		2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
第1段階における燃料体取出し作業	<b>燃料体の処理 (530体)</b> 炉外燃料貯蔵槽→燃料池	2018.8~2019.1 86体	2019.12~2020.6 130体		2021.3~2021.9 140体	燃料体取出し作業完了 ▽ 2022.6~2022.12 174体
	<b>燃料体の取出し (370体)</b> 原子炉容器→炉外燃料貯蔵槽		2019.10~2019.12 100体		2021.1~2021.3 130体	2022.4~2022.6 140体
	<b>設備点検及び改良・対策等</b>		2018.12~2020.2	2020.5~2021.1	2021.8~2022.4	

## ➤ 燃料出入機本体 A グリッパのトルク上昇

- 燃料体を本体 A グリッパでつかもうとした時などに、グリッパへの Na 化合物の付着により爪の負荷が大きくなり警報が発報。



- グリッパ洗浄を行うトルク目安値を設定し、洗浄を実施。
- 本体 A のガス入れ換え頻度等を見直し、Na 化合物生成の原因となる酸素や湿分の低減を実施。

## ➤ 燃料出入機本体 B グリッパのトルク上昇

- 燃料体を本体 B グリッパでつかもうとした時などに負荷が大きくなり警報が発報。駆動装置内の摺動抵抗※によるものと推定。

(※摺動(しゅうどう)抵抗：ものがすりあわさって動く部分の抵抗)



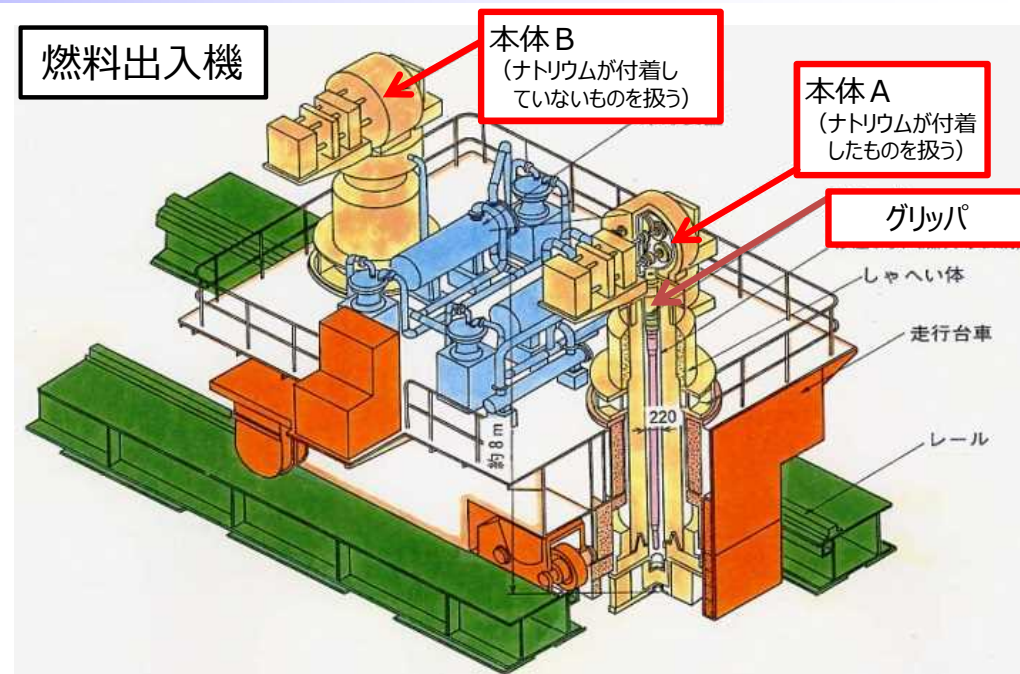
- トルク高警報が発報した場合の、機器の目視点検や動作状況の確認等の対応手順を策定。

## ➤ これらを踏まえ、燃料出入機の手入れの期間や工程予備を設定

## ➤ 5 班体制 (交代勤務) による 2 体連続処理を試行

- 2018 年度においては、3 班体制による 1 日 1 体を処理したが、5 班体制 (交代勤務) の試行により、2019 年度以降に 2 体連続処理を実施できる見通しを得た。

(試行実績) 2018.12.22~12.24 (1回目)  
2019. 1.14~ 1.16 (2回目)

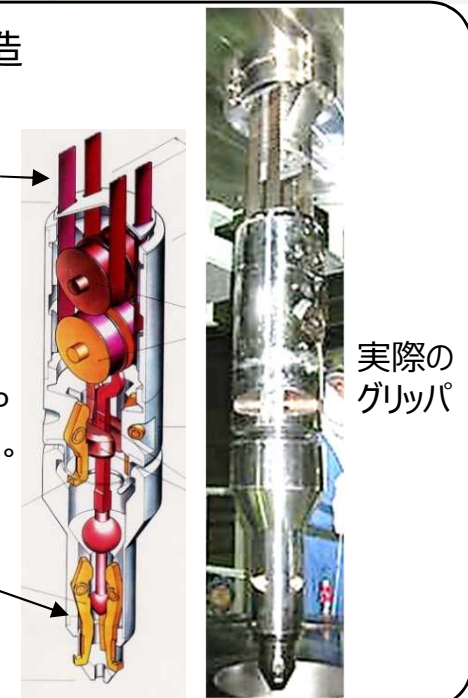


### グリッパの構造

金属テープ →

本体上部の駆動装置で金属テープを動かし、グリッパの昇降や爪の開閉を行う。

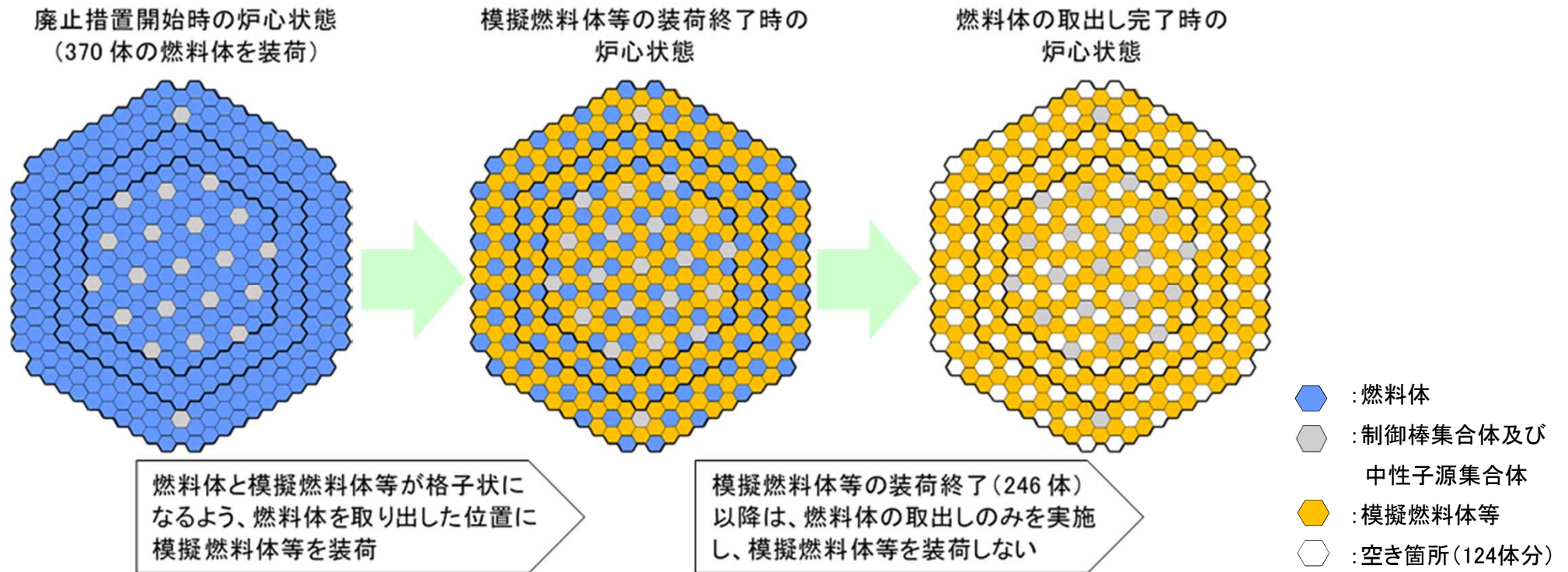
燃料等を掴む爪



実際のグリッパ

## (1) 模擬燃料体の部分装荷

放射性廃棄物発生量の低減等の観点から、炉心に装荷している燃料体の取出し箇所の一部について模擬燃料体を装荷しないこととする。



## (2) その他

今後、燃料体を缶詰処理しないとしたことから、性能維持施設のうち、燃料缶詰装置及び缶詰雰囲気調整装置の維持期間を「炉心等から燃料体を取り出すまで」から「2018年度の燃料体の処理完了(2019年1月)まで」に見直す。

- ・2003年 3月 約25年間の運転を終了
- ・2008年 2月 廃止措置計画認可
- ・2018年 4月 敦賀廃止措置実証部門の発足
- ・2018年 8月 クリアランス測定・評価方法認可（県内初）
- ・2018年 9月 敦賀廃止措置実証本部内に「使用済燃料プロジェクト推進室」を新設
- ・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）
- ・2019年 3月 廃止措置計画変更認可申請
- ・2019年 6月 クリアランス確認申請（第1回）
- ・2019年 7月 廃止措置計画変更認可



現在、原子炉周辺設備の解体撤去を実施しています。

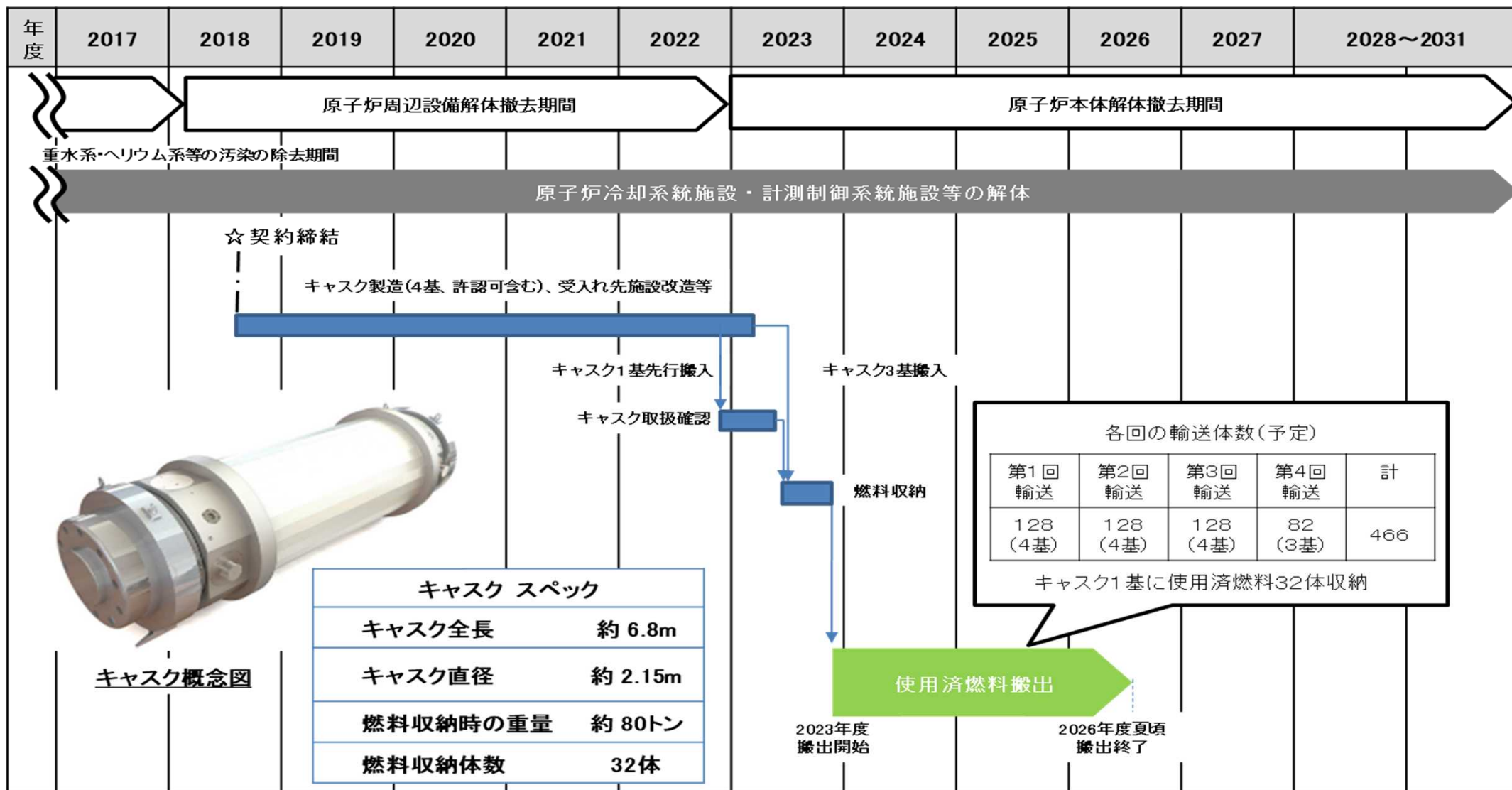
▼現在

平成19年度 2007	平成20年度 2008	平成21年度 2009	平成22年度 2010	平成23年度 2011	平成24年度 2012	平成25年度 2013	平成26年度 2014	平成27年度 2015	平成28年度 2016	平成29年度 2017	平成30年度 2018	令和元年度 2019	令和2年度 2020	令和3年度 2021	令和4年度 2022	令和5年度 2023	令和6年度 2024	令和7年度 2025	令和8年度 2026	令和9年度 2027	令和10年度 2028	令和11年度 2029	令和12年度 2030	令和13年度 2031	令和14年度 2032	令和15年度 2033
重水系・ヘリウム系等の汚染の除去工事											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			
使用済燃料の搬出																										
原子炉周辺設備・原子炉本体以外の解体撤去																										
											原子炉周辺設備解体撤去															
											原子炉本体の解体撤去															
											管理区域解除															
重水系・ヘリウム系等の汚染の除去工事																										
											重水系・ヘリウム系等以外の核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物による汚染の除去工事															
											核燃料物質又は核燃料物質によって汚染された物の廃棄															

「ふげん」使用済燃料の具体的な搬出計画について、技術的検討・協議を進め、具体的な搬出計画（搬出開始・終了時期、輸送回数、キャスク基数等）を以下のとおり取りまとめました。

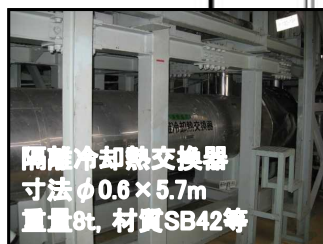
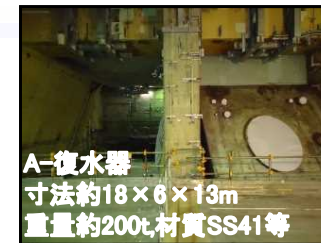
- 輸送キャスク（4基）製造時期（許認可取得含む）：2018年度～2023年度
- 使用済燃料の搬出時期（輸送回数：4回）：2023年度～2026年度

※使用済燃料搬出に向けた準備契約を仏国のオラノ・サイクル社と締結（2018年10月）

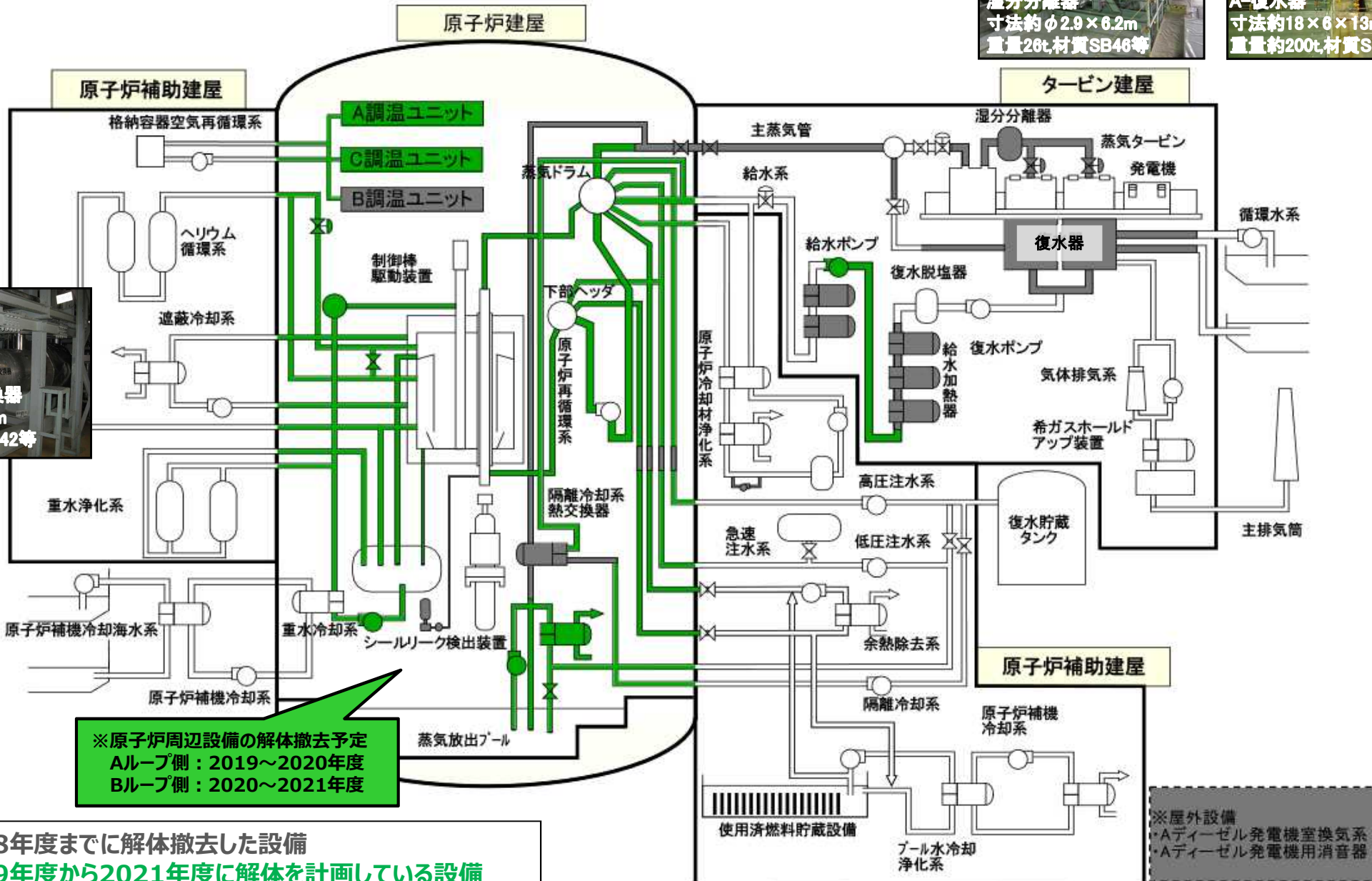


## ○設備・機器を解体撤去の状況

※ 放射性物質により汚染された設備・機器が対象となるため、放射線管理が必要



隔離冷却系熱交換器



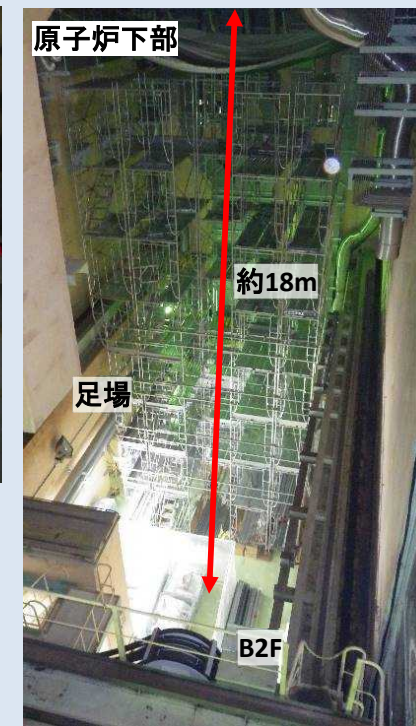
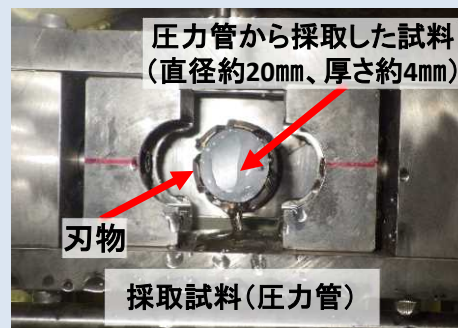
※原子炉周辺設備の解体撤去予定  
Aループ側：2019～2020年度  
Bループ側：2020～2021年度

- : 2018年度までに解体撤去した設備
- : 2019年度から2021年度に解体を計画している設備

※屋外設備  
・Aディーゼル発電機室換気系  
・Aディーゼル発電機用消音器

## 【原子炉構造材からの試料採取】

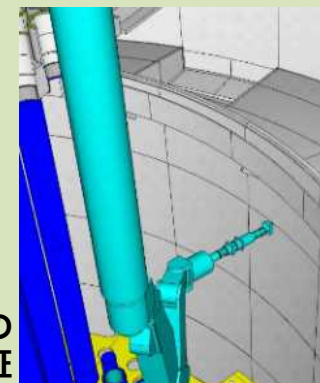
解体や廃棄体化・処分の計画策定のため、原子炉下部から炉内にアクセスし、試料採取装置を用いて圧力管（上段位置、中段位置）から6試料を採取



## 【レーザ技術を取り入れた解体技術開発】※世界初

原子炉本体解体モックアップ (2018年度～)

- ・「ふくいスマートデコミッションング技術実証拠点(スマデコ)」の水中技術実証試験エリアに設置された高さ約10.5mの円筒形プールを用いて、レーザによる原子炉水中解体実証試験に着手



水中タンク内での  
レーザ切断実証

## 【クリアランス測定作業の開始】※福井県内初

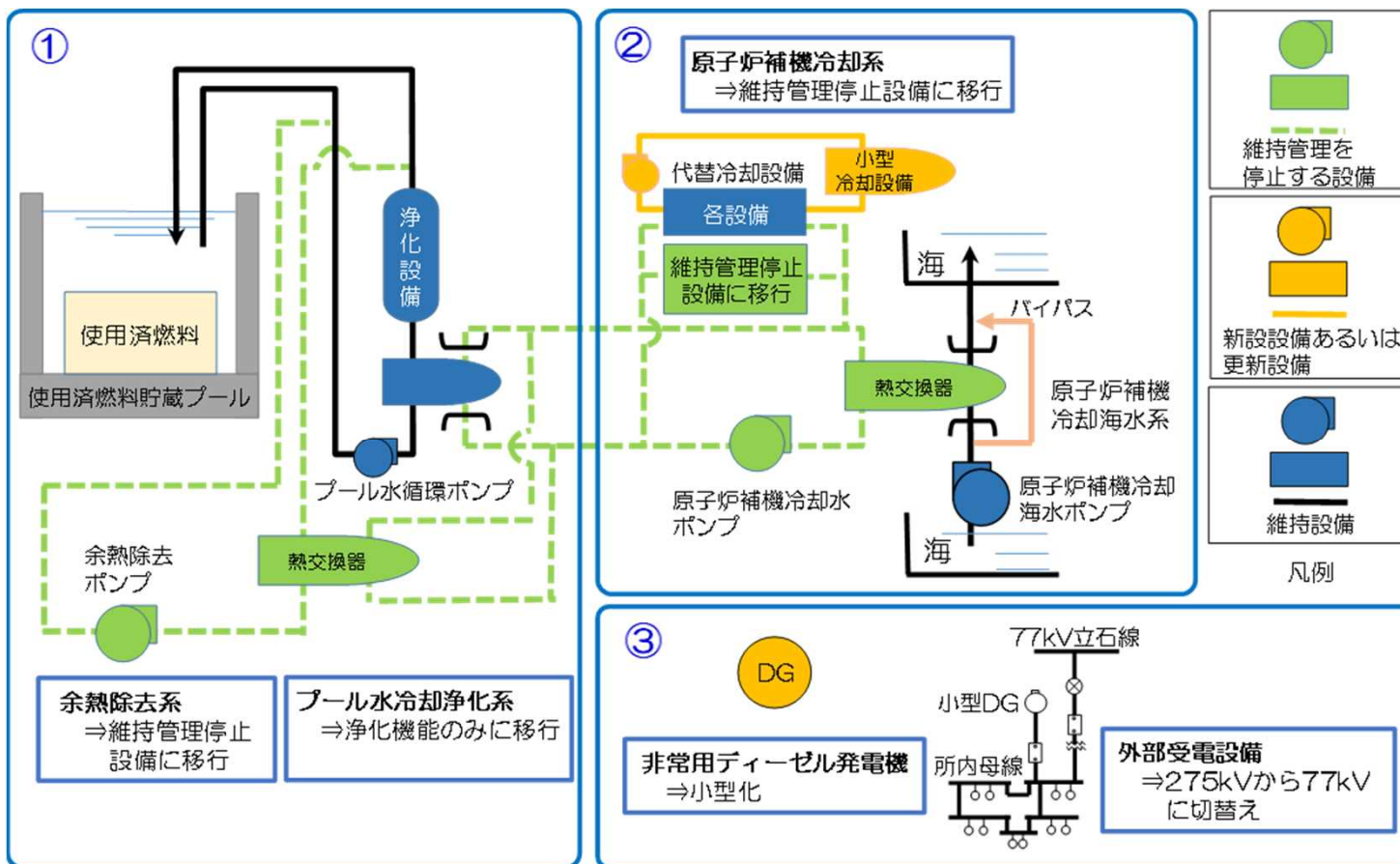
タービン設備の解体金属(約1,100トン)にクリアランス制度を適用

- ・「放射能濃度の測定及び評価の方法」の認可(2018年8月)を受け、クリアランス測定開始 (2018年12月～)
- ・約49トンの測定を実施 (2018年度実施分)
- ・測定済約49トンについて確認申請 (2019年6月)



CLモニタトレイに解体金属を設置

## (1) 設備維持管理方法の適切化



- ①使用済燃料の発熱低下に伴う貯蔵プールの除熱機能の停止**
- プール水冷却浄化系は除熱浄化機能から浄化機能のみに移行
  - プール冷却の予備設備である余熱除去系の維持管理を停止
- ②冷却を要する設備の減少に伴う原子炉補機冷却系の冷却方法の変更**
- 小型冷却設備による個別冷却方式に変更
  - 冷却が不要な設備については、維持管理を停止
- ③使用電力量の減少に伴う所内電気設備の見直し**
- 外部受電設備を275kVから77kV受電設備に切替え
  - 非常用電源(DG)を適切な容量に変更(小型化)

## (2) 放出実績に基づく被ばく評価の反映

廃止措置10年間の放射性(気体、液体)廃棄物の放出実績を用いた被ばく評価を反映

# 参考資料

## もんじゅ



電気出力：28.0万kW  
 (熱出力：71.4万kW)  
 ナトリウム冷却  
 MOX燃料炉心

### <「もんじゅ」のあゆみ>

- 1985 /10 建設工事開始
- 1994 /4 初臨界
- 1995 /8 初送電
- /10 40%出力到達
- 総発電電力量:約1億232.5kWh
- 総発電時間:約883hr
- /12 Na漏えい事故
- 2010 /5 性能試験を再開
- /7 炉心確認試験完了
- /8 炉内中継装置落下
- 2012/12、2013/5 保安措置命令
- 2016/12 「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針決定(廃炉決定)
- 2017/6 「もんじゅ」の廃止措置に関する基本計画策定
- 2017/12 廃止措置計画認可申請
- 2018/3 廃止措置計画認可**  
 (2018/4 廃止措置に移行)
- 2018/8 燃料体取出し作業開始



## ふげん

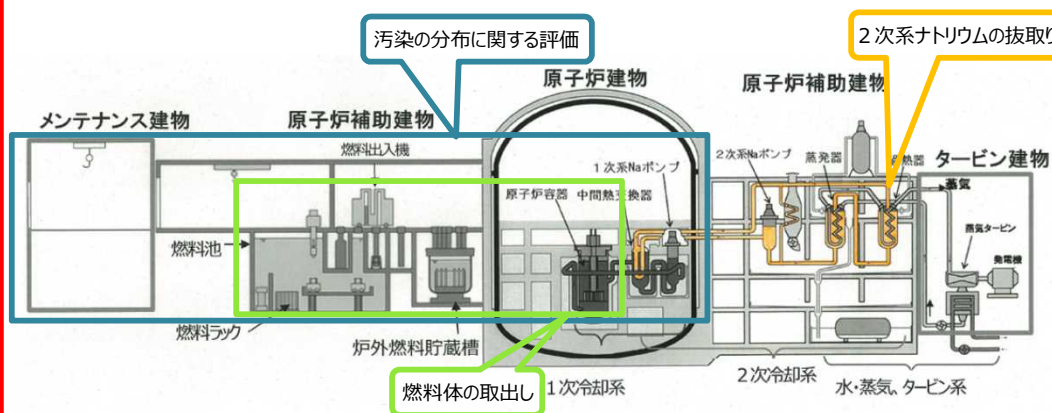


電気出力：16.5万kW  
 (熱出力55.7万kW)  
 軽水冷却(重水減速)  
 MOX燃料炉心

### <「ふげん」のあゆみ>

- 1970/12 建設工事開始
- 1978/3 初臨界
- 1978/7 初送電
- 1979/3~ 本格運転開始
- 総発電電力量:約219億kWh
- 総発電時間:約13万7千hr
- 2003/3 運転終了
- 2008/2 廃止措置計画認可**
- 2012/3 廃止措置計画変更
- 2015/2 クリアランス測定・評価方法認可申請
- 2018/4 原子炉設置変更許可
- 2018/5 廃止措置計画変更認可
- 2018/8 クリアランス測定・評価方法認可(県内初)
- 2018/10 使用済み燃料搬出に向けた準備契約締結

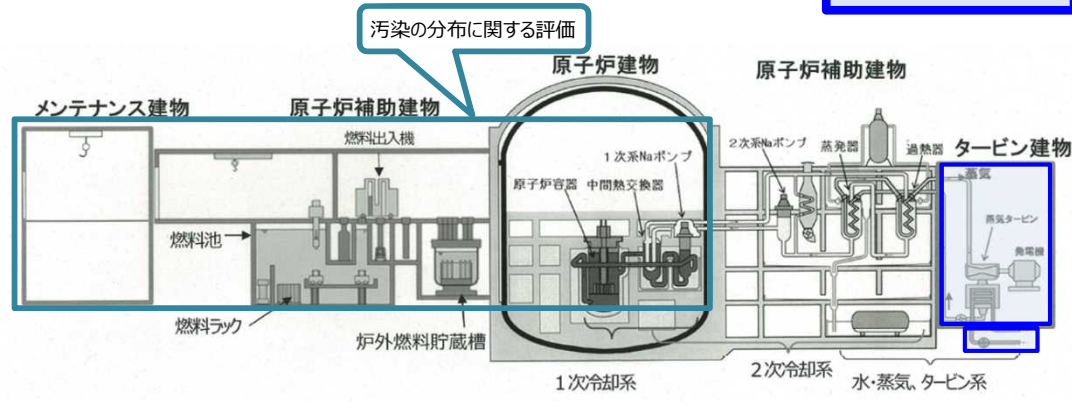
## 第1段階（燃料取出し期間）



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

## 第2段階（解体準備期間）

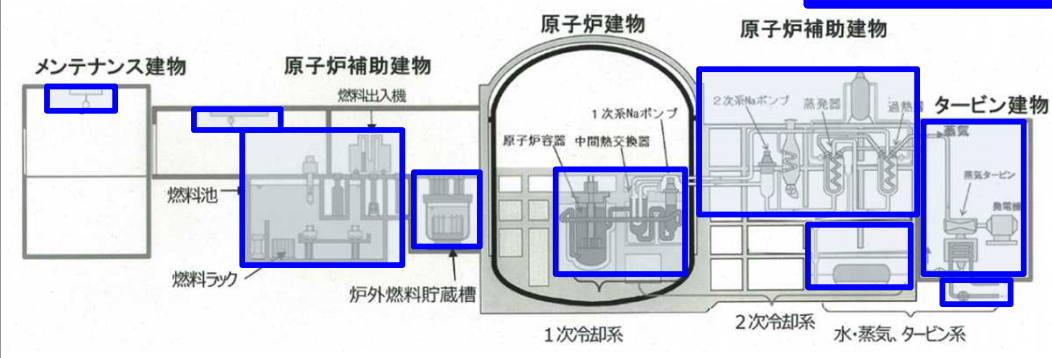
主な解体範囲



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

## 第3段階（廃止措置期間Ⅰ）

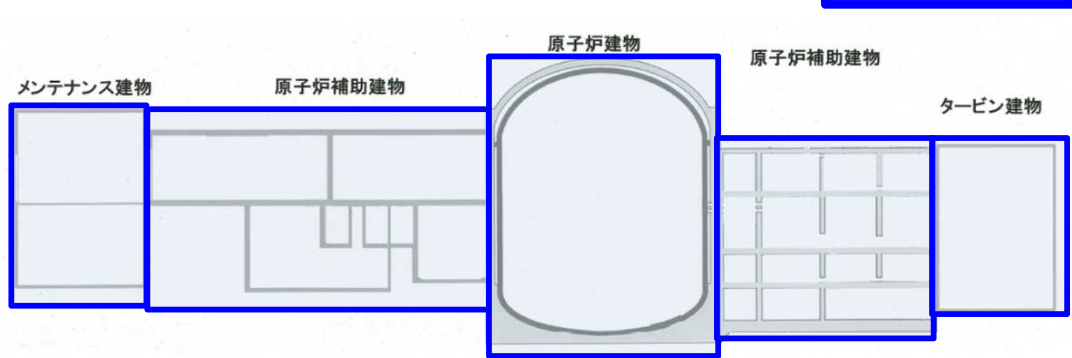
主な解体範囲



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

## 第4段階（廃止措置期間Ⅱ）

主な解体範囲



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



<p><b>① 重水系・ヘリウム系等の汚染の除去期間</b></p> <p>再循環系配管等から試料を採取 タービンや復水器の一部解体</p> <p>重水搬出、 残留重水回収、 トリチウム除去</p>				<p><b>② 原子炉周辺設備解体撤去期間(現在)</b></p> <p>原子炉の周辺機器解体</p> <p>使わなくなった機器の解体</p>			
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"> <li>作業員の被ばく低減</li> <li>現場の状況等に応じた解体技術導入</li> <li>アスベスト対策の徹底</li> <li>労働災害の発生防止</li> </ul>	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"> <li>作業員の被ばく低減</li> <li>現場の状況等に応じた解体技術導入</li> <li>アスベスト対策の徹底</li> <li>労働災害の発生防止</li> </ul>
<p><b>③ 原子炉本体解体撤去期間</b></p> <p>原子炉本体領域の解体後に解体 ・廃棄物処理設備 ・換気系 等</p> <p>原子炉本体の解体</p>				<p><b>④ 建屋解体期間</b></p> <p>建屋解体</p>			
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"> <li>高線量区域における作業員の過剰な被ばくの防止</li> <li>放射能レベルが高い解体廃棄物の発生量低減、拡散防止</li> <li>労働災害の発生防止</li> </ul>	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"> <li>解体に伴い発生する粉じん等の発生量低減、拡散防止</li> <li>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）</li> </ul>