

# 「もんじゅ」廃止措置第2段階の進捗状況

2024年3月7日

日本原子力研究開発機構 (JAEA)

「もんじゅ」廃止措置計画の全体工程及び第2段階における主な内容 . . . . .	2
「もんじゅ」廃止措置第2段階の進捗状況 . . . . .	3
①しゃへい体等取出し作業 . . . . .	4
②ナトリウムの搬出 . . . . .	9
③水・蒸気系等発電設備の解体撤去 . . . . .	10
④汚染の分布に関する評価 . . . . .	16

## 参考資料

- ・ しゃへい体等取出し作業に係る対応（時系列、復旧作業等）
- ・ 前回会合における御意見に対する回答
- ・ 仏国のナトリウム高速炉の廃止措置
- ・ 廃止措置全体像と第2段階ロードマップ
- ・ 現在のプラント状況

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	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※

※：2022年6月28日付け（2023年1月18日付け一部補正）廃止措置計画変更認可申請、2023年2月3日付け認可

- ・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」を開始。
  - ・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年度の間解体する設備を具体化。
- なお、ナトリウム搬出の具体的な作業内容や水・蒸気系等発電設備の2027年度からの解体設備は、引き続き検討し、着手までに改めて認可申請を行う予定。

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	[Green Bar]				許認可準備				
		②ナトリウムの 搬出	[Dashed Bar]					[Hatched Bar]			
	③水・蒸気系等発電設備の解体 撤去	[Green Bar]				[Hatched Bar]					
		④汚染の分布に関する評価									

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。

## ①しゃへい体等取出し作業の進捗状況 (P.4～P.8)

進捗：「取出し」⇒計画どおり（202体済／595体）、「処理」⇒中断（14体済※／599体）

トピック：処理中断原因となったドアバルブ閉止不可からの復旧・再発防止

## ②ナトリウムの搬出 (P.9)

進捗：計画どおり

トピック：廃止措置計画の変更申請に向け準備（資料2にて報告）

## ③水・蒸気系等発電設備の解体撤去 (P.10～P.15)

進捗：計画どおり

トピック：給水加熱器、タービン解体本格化

## ④汚染の分布に関する評価 (P.16～P.17)

進捗：計画どおり

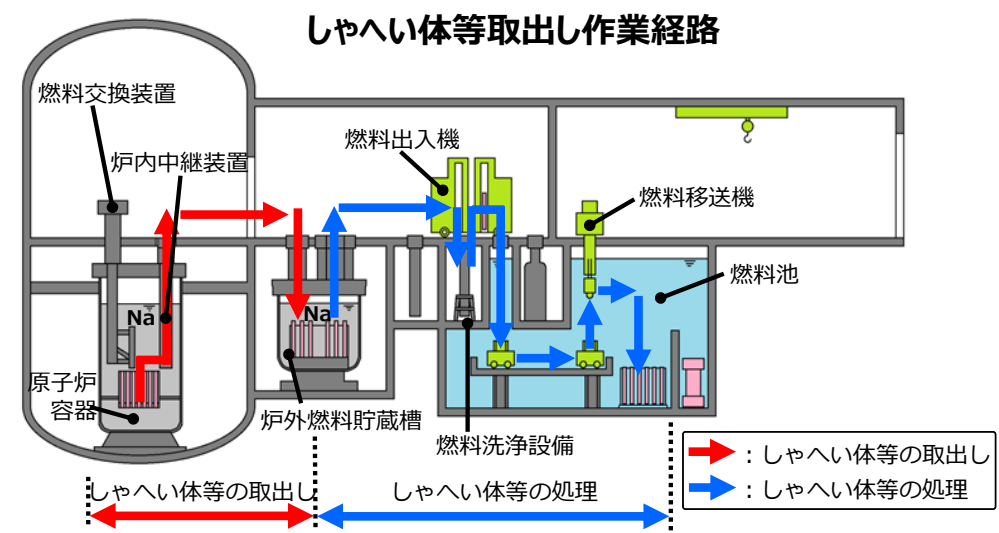
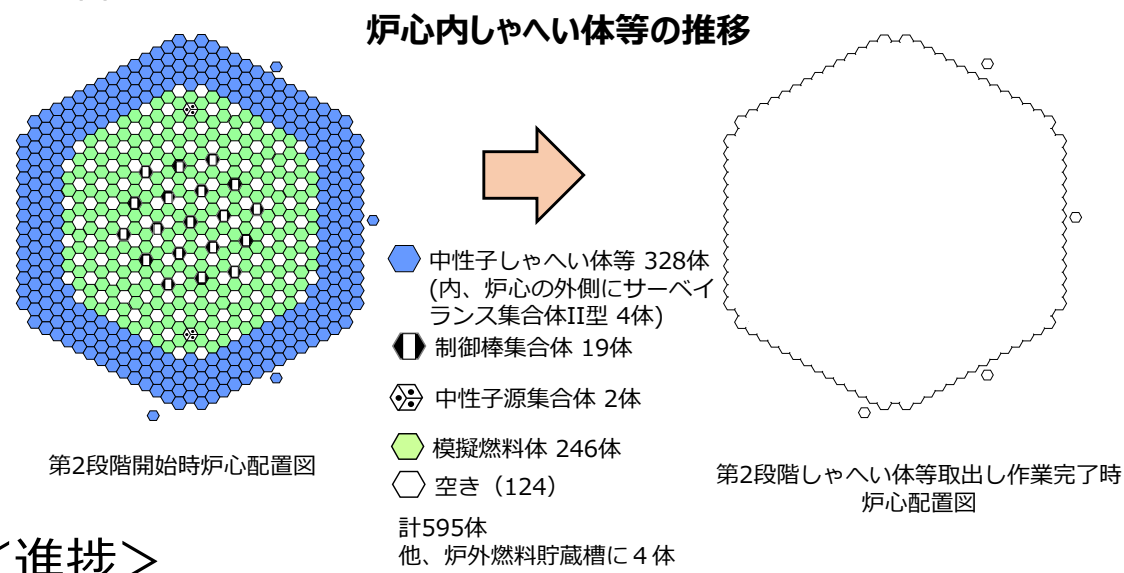
トピック：放射化汚染、二次的汚染の計算結果の検証段階

※

しゃへい体2体、中性子源集合体2体（完了）、サーベイランス集合体Ⅰ型8体（完了）、サーベイランス集合体Ⅱ型2体（残り2体）4体ある「サーベイランス集合体Ⅱ型」の内、3体目の移送時に発生。

## ①しゃへい体等取出し作業（ナトリウム機器の解体準備）

- ▶ 第3段階で実施する原子炉容器解体作業準備のため、燃料体取出し作業で実績を有する設備と手順等を使用し、原子炉内等に残るしゃへい体等（計599体）を2026年度末までに、燃料池へ移送予定。
- ▶ 使用済みの燃料体は全て燃料池に貯蔵しており、取扱い対象が燃料体ではないことから、本作業は「放射性固体廃棄物」の移送作業として管理。



### <進捗>

- ▶ 2023年度予定していたしゃへい体等の取出し作業（しゃへい体等を原子炉容器内から取出し、炉外燃料貯蔵槽(以下、EVSTという)に移送する作業）を7月4日に完了（取出し体数：202体）。
- ▶ 2023年度のしゃへい体等の処理作業（しゃへい体等をEVSTから燃料池に移送する作業）を10月18日より開始したが、サーベイランス集合体II型(以下、II型という) 2体の処理を終え、10月25日に3体目を燃料洗浄設備へ吊り下ろした際に警報が発報し、その処置手順において燃料出入機本体Aドアバルブ（以下、本体Aドアバルブ）及び洗浄槽床ドアバルブを閉止できない状態となった。原因調査の結果、燃料洗浄設備内に燃料移送ポットを移送したことが判明し、復旧作業や再発防止対策に時間を要することから2023年度のしゃへい体等の処理作業を終了\*。
- \*処理実績14体：しゃへい体2体、中性子源集合体2体（完了）、サーベイランス集合体I型8体（完了）、II型2体（残り2体）
- ▶ 2024年1月9日より燃料移送ポット及びII型をEVSTへ移送する作業を実施。今後、設備等の詳細調査、設備点検の進捗状況を踏まえつつ、以降のしゃへい体等の処理計画を見直す。

## (1)本体Aドアバルブ及び洗浄槽床ドアバルブ閉止不可の発生状況

◆2023年10月25日にII型を燃料洗浄設備へ吊り下ろした状況と警報発報後に燃料出入機本体A内に吊り上げた時の判断  
 状況：EVSTからII型を燃料出入機本体Aに収納後、燃料洗浄設備に移動し、燃料出入機本体A内から燃料洗浄設備内にII型を吊り下ろしたところ、警報が発報し自動化運転が停止した。

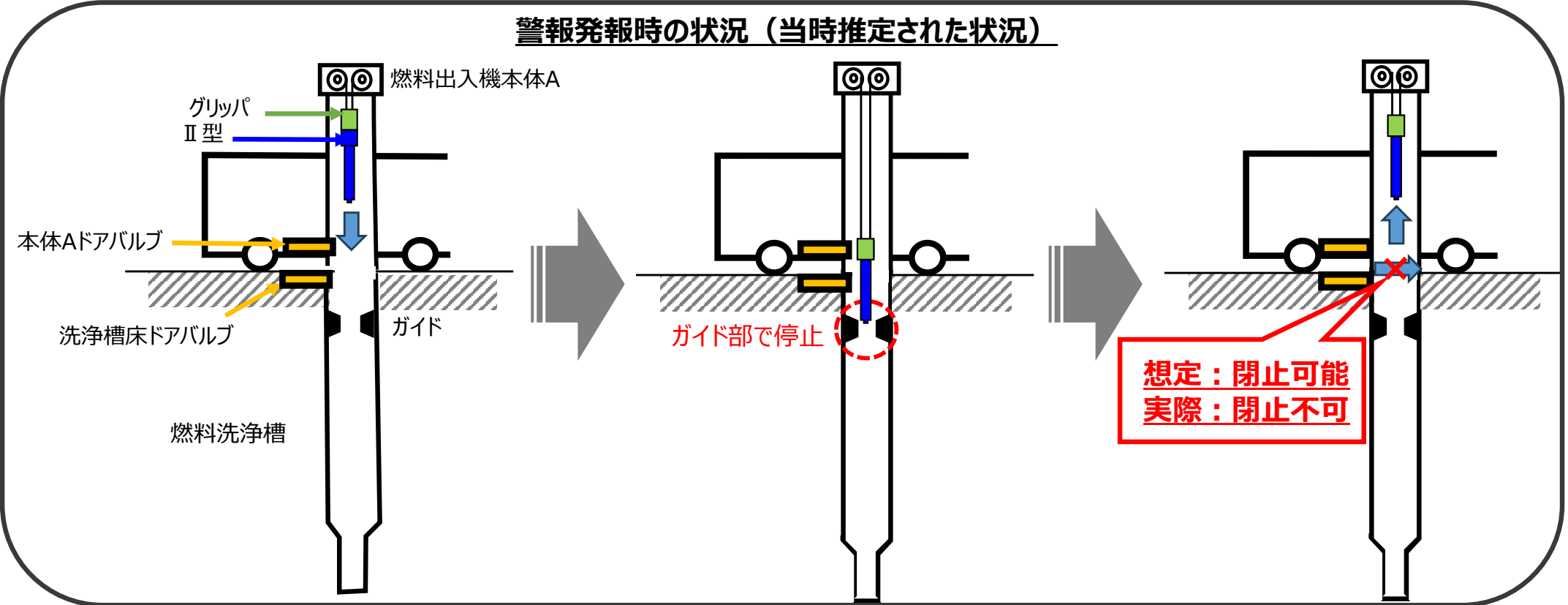
判断：II型を吊り下ろした途中で荷重が0kNとなっており、燃料体取出し作業時<sup>※1</sup>の知見からII型と燃料洗浄槽のガイド部が干渉し、燃料洗浄槽のガイド部で停止したと推定した。手順書に基づき、II型吊り上げ時の荷重（約2.58kN）が吊り上げ荷重の基準（0.84kN～4.17kN）内であることから吊り上げ状態に問題はないと判断<sup>※2</sup>した。

対応：手順書に基づき、燃料出入機本体A内に吊り上げた。

※1：参考6参照。

※2：燃料出入機のグリップは、自動、手動の運転モードにかかわらず、操作員が位置と荷重を確認して、確実に吊り上げていることを判定する手順書となっている。吊り上げ荷重の基準は、グリップで吊り上げている対象物の種類にかかわらず、「0.84kN～4.17kN」の範囲内であることとしており、これはグリップで吊り上げる対象物全ての荷重を考慮して、吊り・不吊りが判定できる値として設定している。

**警報発報時の状況（当時推定された状況）**



<本体Aドアバルブ及び洗浄槽床ドアバルブ閉止不可に対する要因分析>

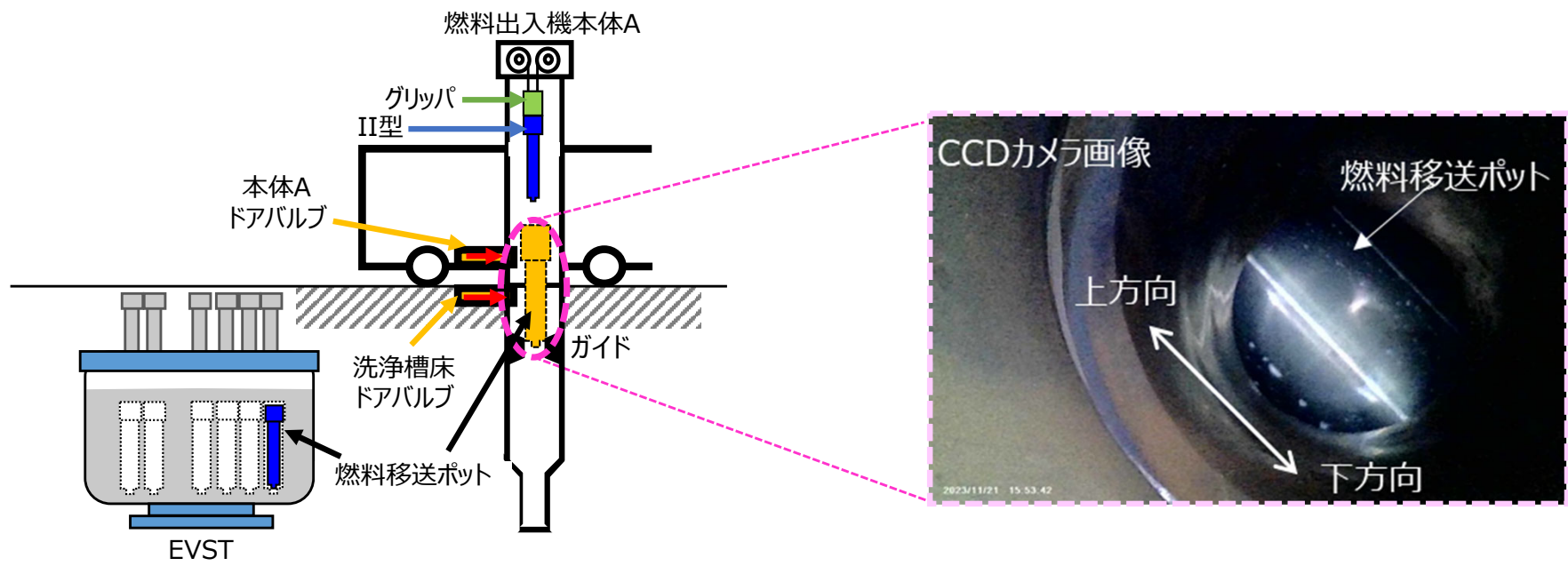
◆II型の吊り上げ荷重変動等を基に要因分析した結果、「ドアバルブ等に多量のナトリウムが付着・固化した」または「燃料移送ポットを燃料洗浄槽に持ち込んだ」ことが要因と推定。

<燃料洗浄設備の内部観察結果>

◆CCDカメラで燃料洗浄槽の内部観察を行ったところ、燃料洗浄槽内に燃料移送ポットがあることを確認。この燃料移送ポットにより本体Aドアバルブ及び洗浄槽床ドアバルブの閉止を阻害していることを確認（下図「概要図」参照）。

◆この燃料移送ポットは、II型をEVSTから燃料洗浄槽に移送する際に、II型が燃料移送ポットの吊り部に干渉し、燃料移送ポットも合わせて移動させたものと推定（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）（参考4）。

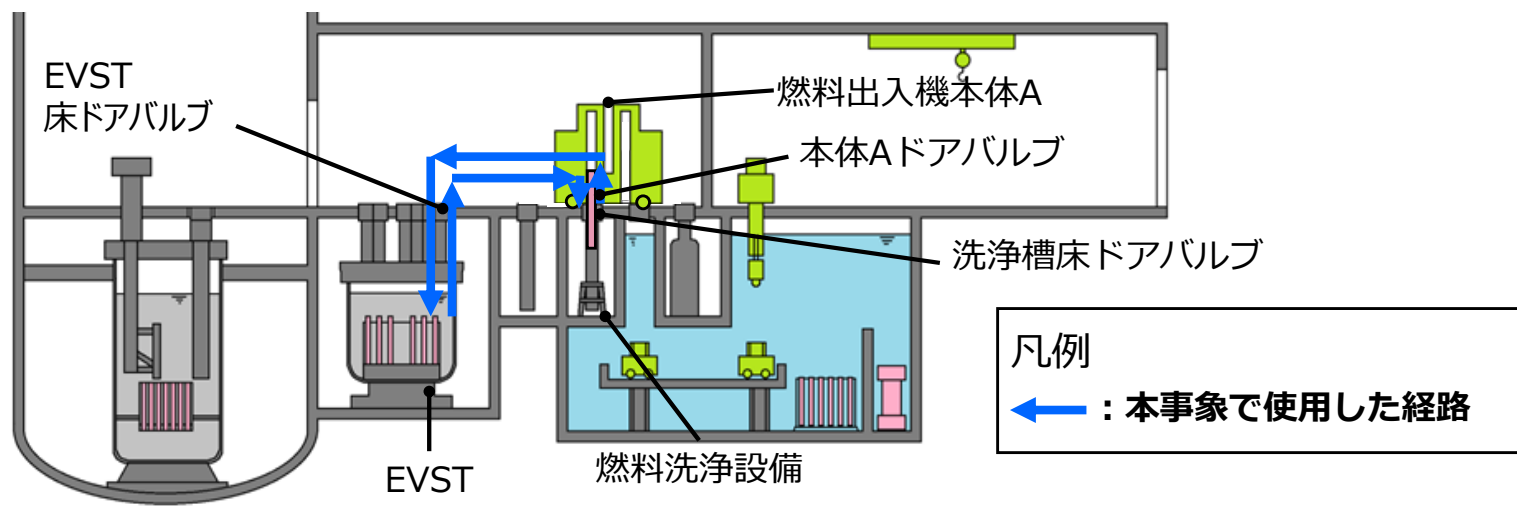
燃料移送ポットにより両ドアバルブが閉止不可となったことの概要図



◆作業再開に向けた設備状態の復旧を行う（参考5）。

- ①燃料洗浄槽に共に吊りあげて持ち込んだ燃料移送ポットをEVSTに戻す（2024年1月24日実施済）。
- ②今後、本事象の影響を受けたと考えられる対象機器を点検し機能・性能を確認する（下の図及び表参照）。

➡ **上記により正常な状態に復旧**



対象機器	維持機能	点検項目	定期事業者検査
燃料出入機本体A (グリッパ駆動装置※1、ドアバルブ※2 等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・しゃへい体等を取り扱う機能 (しゃへい体等の吊上げ、保持、吊下し及び落下防止機能)</li> <li>・ナトリウム酸化防止機能 (不活性ガス圧力の正圧保持機能)</li> </ul>	分解点検	点検後に以下の検査を実施し、維持機能を確認する。  ・燃料取扱装置の動力源喪失時における燃料体保持機能検査 ・使用済燃料貯蔵設備の系統運転性能検査
燃料洗浄設備 (燃料洗浄槽※3、ドアバルブ※2 等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・しゃへい体等を取り扱う機能 (しゃへい体等の洗浄機能)</li> </ul>	分解点検 内部確認 洗浄	
EVST床ドアバルブ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ナトリウム酸化防止機能 (不活性ガス圧力の正圧保持機能)</li> </ul>	作動確認	

通常運転時との違い

※1：長時間Ⅱ型を保持したままの状態となった。 ※2：干渉物（燃料移送ポット）がある状態で開閉した。 ※3：燃料移送ポットを内部に持ちこんだ。





## 原因と対策

- ◆ 操作員の操作、警報発報時の対応(2023年10月23,25日)は手順書の通りに行われており、問題はなかった。
  - A) 10月23日に発生した「本体 A ドアバルブ開閉モータ (高速) 故障」警報時は、滴下ナトリウムの影響と判断し、本体Aドアバルブ及びEVST床ドアバルブに付着している表面等のナトリウムを除去し、復旧 (参考 2 参照)。
  - B) 10月25日に発生した「本体Aグリッパつかみ・はなし異常」警報時、吊り上げ荷重が基準以内であり、正常と判断し、手順書に基づき吊り上げを再開 (参考 3 参照)。
  - C) 10月25日に発生した「本体Aグリッパ昇降異常」警報時は、燃料洗浄槽のガイド部で停止したと判断し、手順書に基づき燃料出入機本体A内に吊り上げた (P.5参照)。
- ◆ また、これまでの調査結果からは設備の異常は確認されていないことを踏まえ、原因を特定し対策を立案した。なお、今後の点検で不具合等を確認した場合は、必要に応じて対策を追加する。

### 【原因】

- ・共に吊り上げた原因は、II型のハンドリングヘッド径が太く胴径が細いため、吊り上げ中に燃料移送ポット上部と干渉したものと推定。
- ・専用アダプタを用いる吊り上げであり、吊り上げ荷重の基準は、対象物全てに対し、確実に吊っているかどうかの判定を行えるよう設定されていたため、共に吊り上げたことを確認できなかったものと推定。

### 【対策】

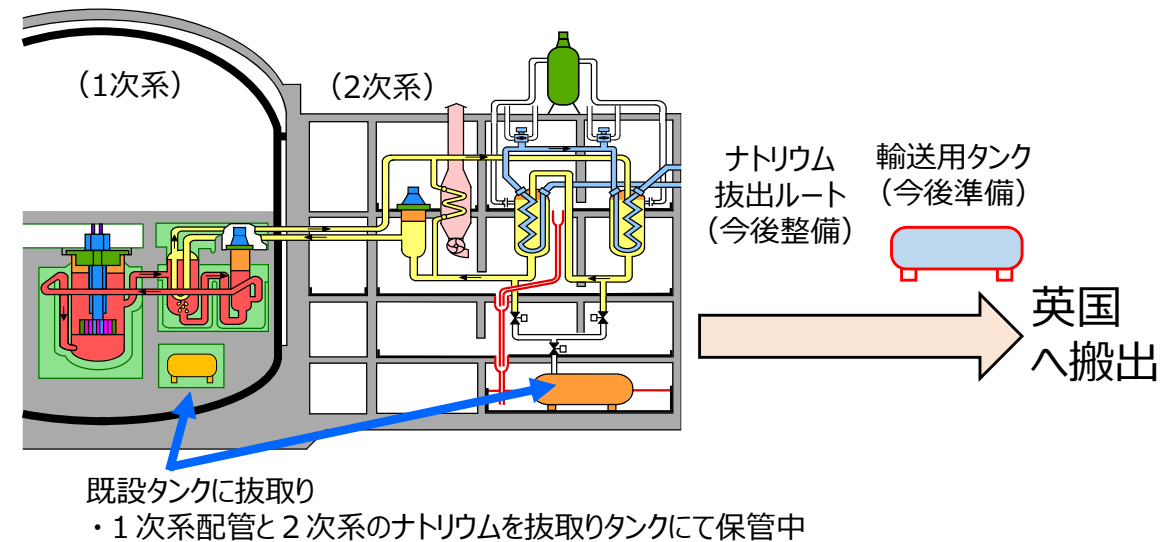
- ・計画段階で取り扱い対象物の特徴を確認し、操作手順をレビューする。
- ・吊り上げ時の判定手順に、種類ごとの荷重計画値を記載し、対象物のみを吊っていることを確認できるようにする。
- ・万が一、対象物とともに燃料移送ポットを吊り上げた場合のリカバリ策を手順書に記載する。
- ・改正した手順書及びQMS文書の周知教育を行うとともに、操作結果の振り返りや本不適合内容の事例教育を継続的に行う。



**上記により再発を防止**

## ② ナトリウムの搬出(ナトリウム機器の解体準備)

- 保有するリスクを低減しつつ、廃止措置を進めるため、しゃへい体等取出し作業後の2028年度から2031年度にナトリウムを英国に搬出する。
- 施設内の既設タンクから今後整備する輸送用タンクにナトリウムを移し替えるルートや設備、作業手順等については、着手までに廃止措置計画の変更認可申請を行う。

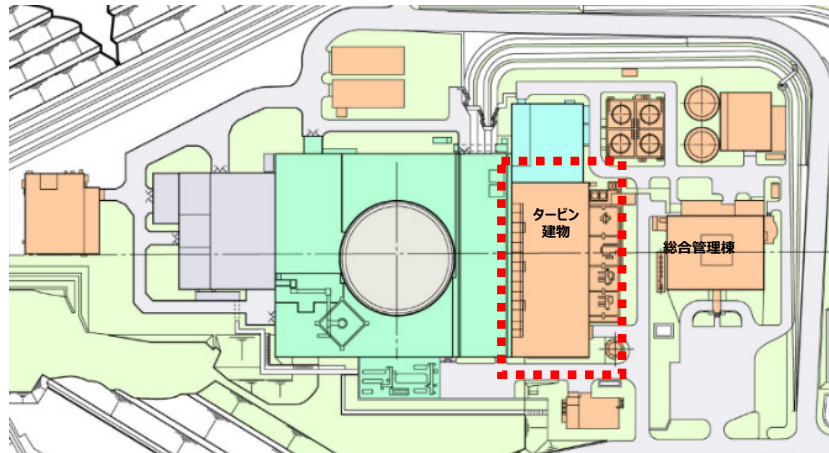


### <進捗>

- 施設内の既設タンクから今後整備する輸送用タンクにナトリウムを移し替えるルートや新設する設備を検討中（資料2にて詳細を報告）。
- 英国でのナトリウム処理に係る施設準備やナトリウムの処理等の基本的な枠組みに関する契約（枠組み契約）を2023年4月28日に英国キャベンディッシュ社と締結。
- 枠組み契約のもと、英国内でのナトリウム処理に必要な施設・設備の設計や許認可のための最初の個別契約（サービスオーダー1）を2023年7月21日に英国キャベンディッシュ社と締結。

## ③水・蒸気系等発電設備の解体撤去

- ▶ 大型の非放射性ナトリウム機器の解体撤去後の解体場所と移送ルート確保を目的とし、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、給水加熱器等を解体撤去する。
- ▶ 空いたスペースを今後の廃止措置作業に活用。



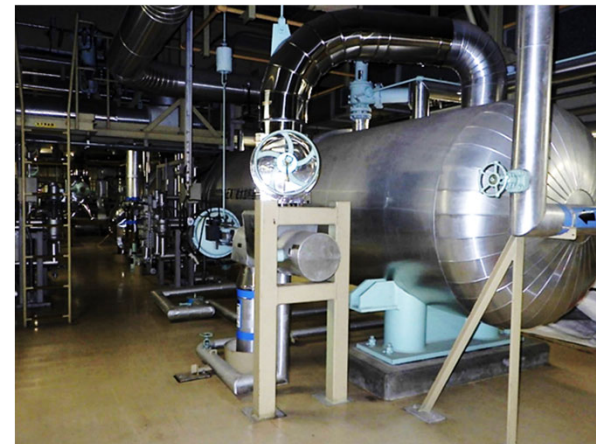
もんじゅ建物配置



タービン発電機



復水器



高圧給水加熱器

## <進捗>

➤ 性能維持施設への影響防止、労働安全の確保の観点から、解体開始前までに実施した主な作業内容は次のとおり。

- 性能維持施設と性能維持が終了した施設（解体対象設備含む）を隔離。
- 解体対象設備を図面上で識別、特定。加えて現場の解体対象設備を識別（右図）。
- 機構担当者と受注者の総括責任者・エリア責任者にて要領書の読み合わせを行い、もんじゅ安全統一ルールの遵守を徹底し、一般労働災害を防止する※よう関係者間の意識合わせを実施。

※：一般労働災害に対する対策例

- ✓ 重量物取扱作業：吊り具の確認、有資格者の配置
- ✓ 火気取扱作業：防火養生、監視人の配置
- ✓ 高所作業：転落防止措置 等

## <解体対象設備の識別>



今回解体対象設備となる配管等に赤色のマーキングを施した。

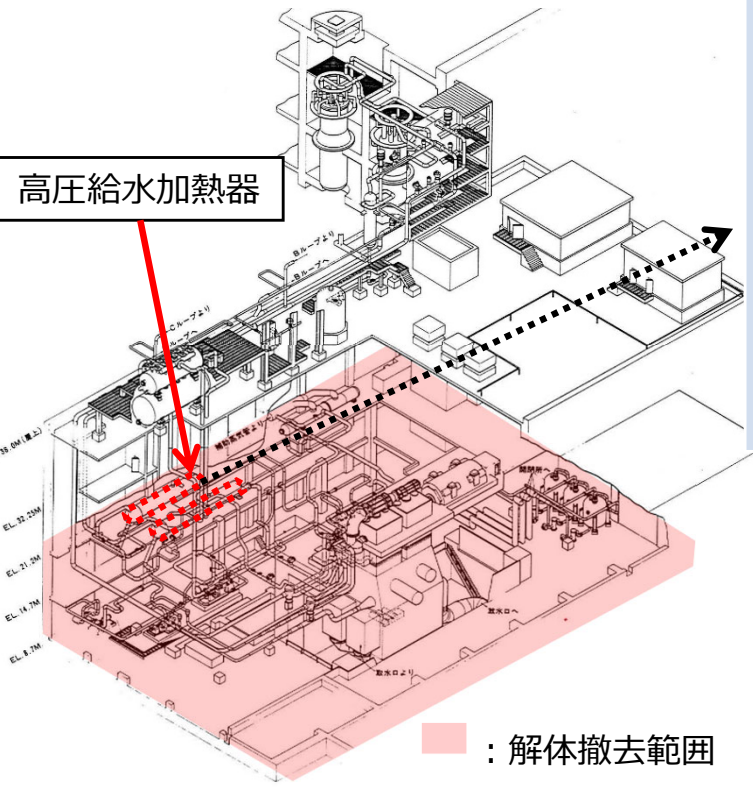
- 上記の作業を実施し、一般労働災害に対する対策の検討を踏まえ、2023年7月3日から解体撤去に着手。
- 2023年度は、タービン建物2階以下からの解体撤去物の搬出动線の確保を目的として、タービン建物オペレーションフロア（3階）中心部に設置されている高圧給水加熱器や蒸気タービン等の解体撤去を主に実施し、計画どおり進捗(P.12～P.13参照)。
- 2024年度は、タービン建物2階以下に設置されている低圧給水加熱器や復水器の解体撤去を行う予定。
- なお、2024年度以降の機器解体時の火災予防の工夫として、溶断を想定する機器のうち、内面にライニングが施工されている機器のライニング剥離作業を実施している（P.14参照）。

### 高圧給水加熱器の解体撤去

作業開始前



現状



タービン建物鳥観図

### <高圧給水加熱器の解体撤去作業の様子>

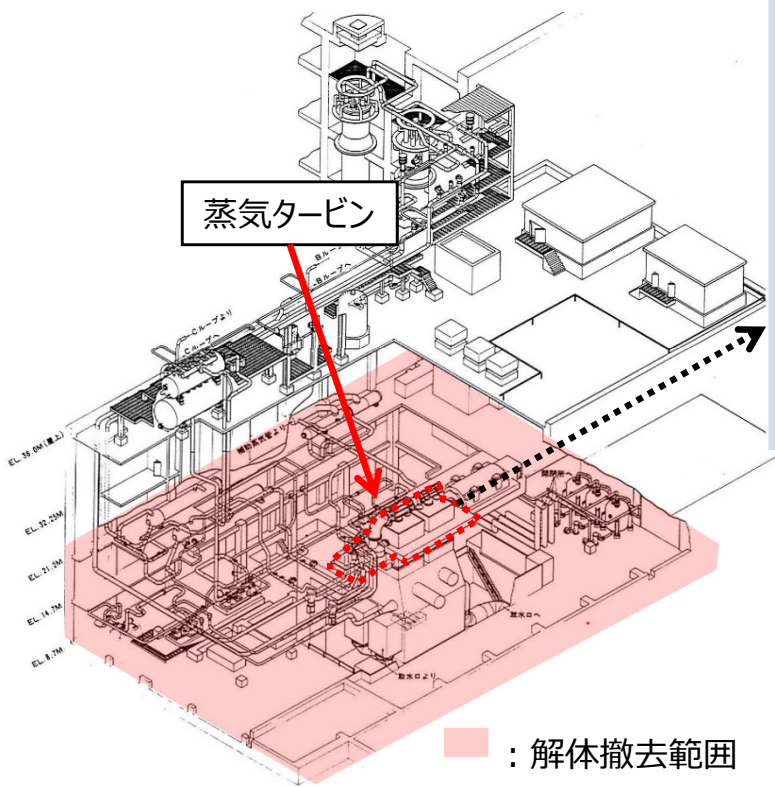


給水加熱器切断時の仮設揚重設備の設置



給水加熱器胴部のガス溶断作業

### 蒸気タービンの解体撤去



タービン建物鳥観図

### 作業開始前



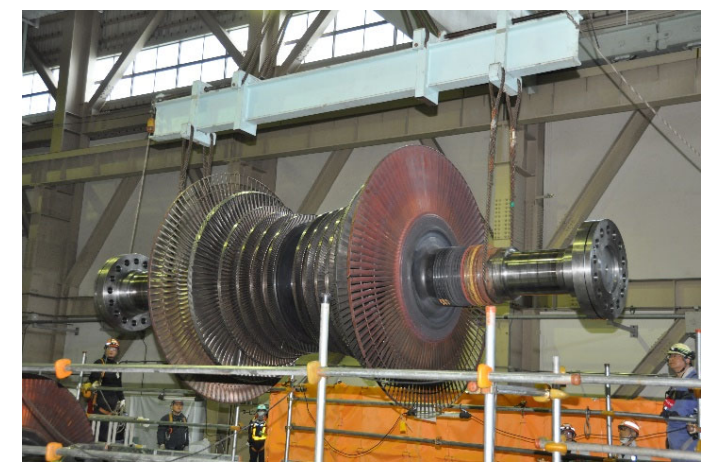
### 現状



### <蒸気タービンの解体撤去作業の様子>

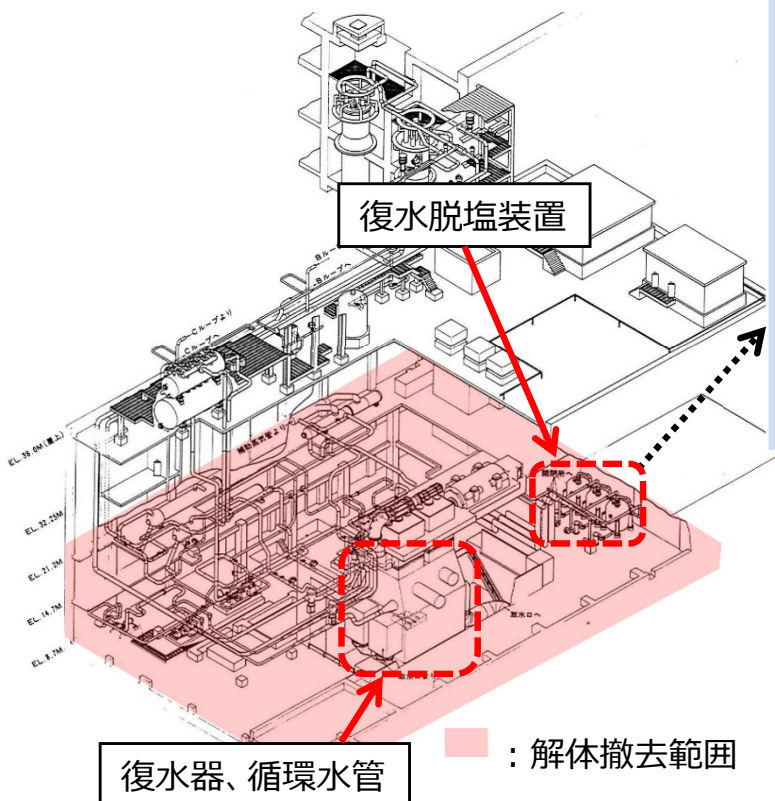


低圧タービン外部車室のガス溶断作業

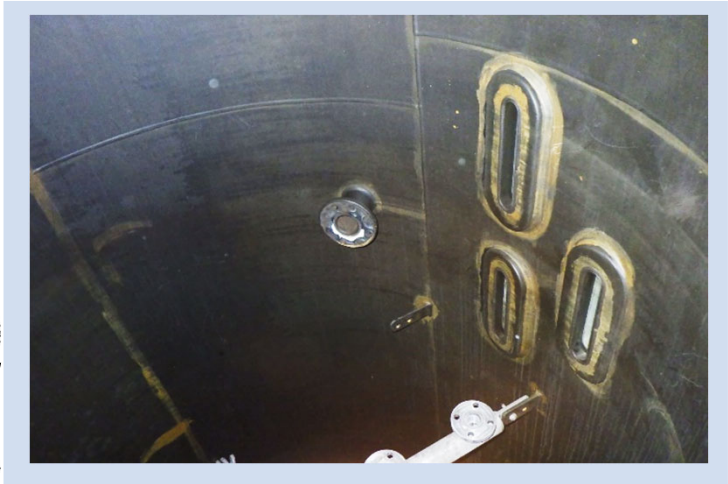


専用吊り治具を用いた低圧タービンロータの取外し作業

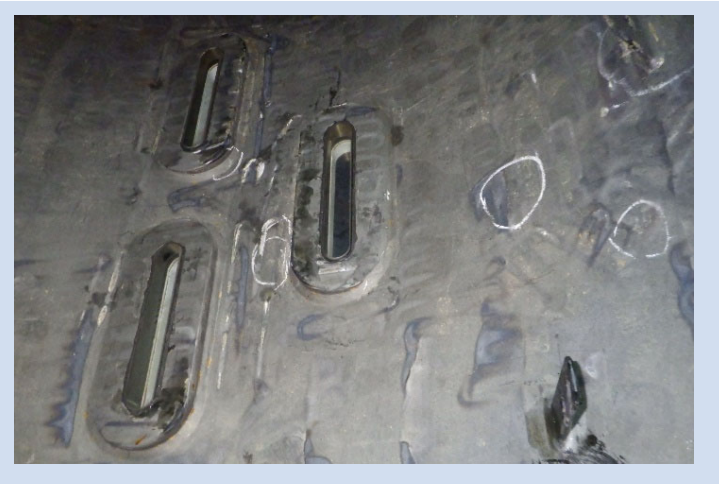
### ライニング剥離作業



作業開始前 (アニオン再生塔内面)



現状 (アニオン再生塔内面)



### <ライニング剥離作業の様子>



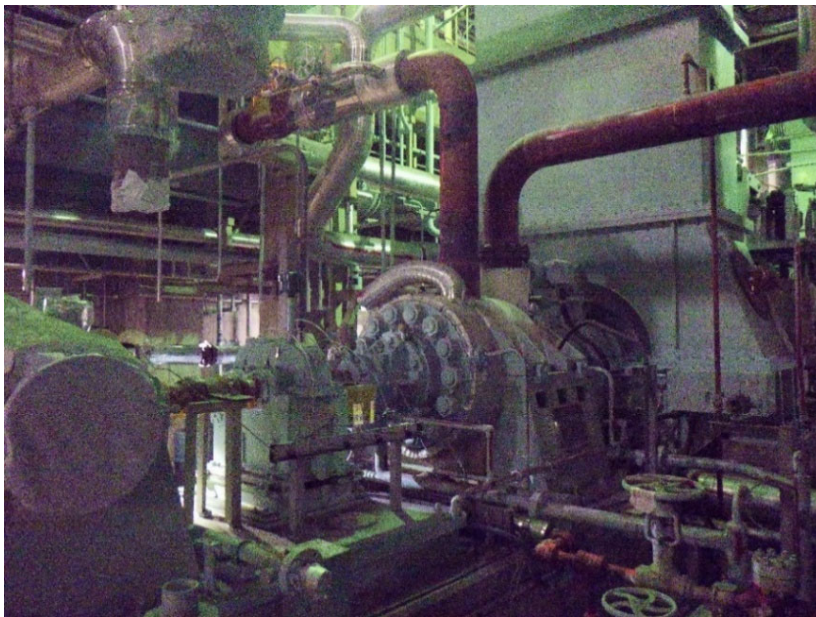
ライニング剥離作業 (IH式被膜除去装置)



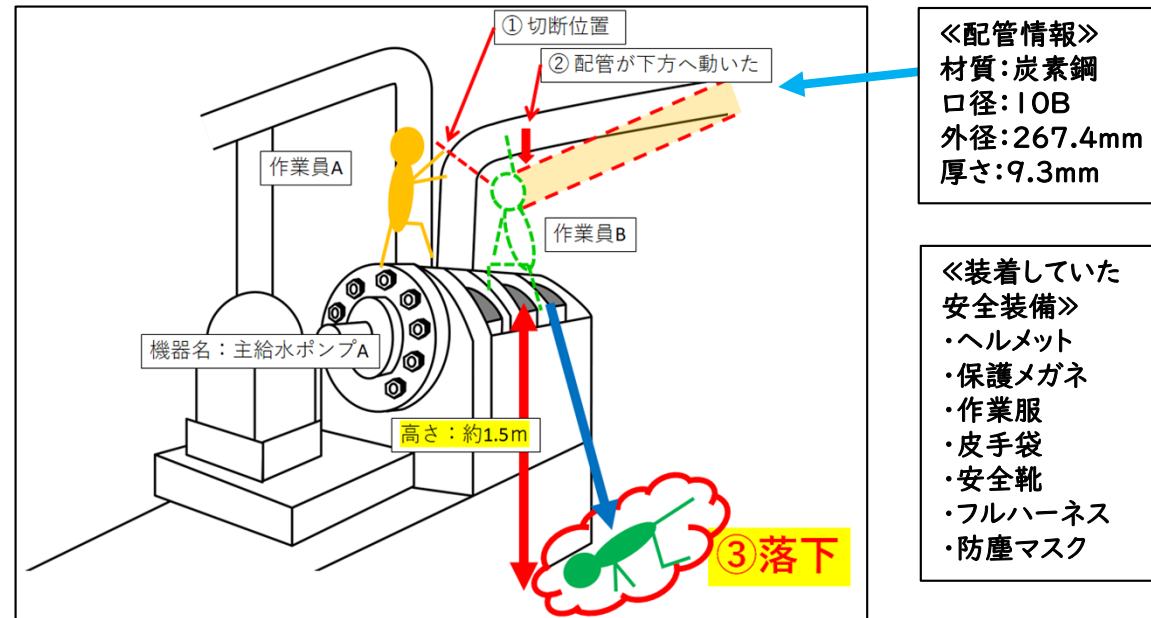
ライニング剥離作業 (スクレイパー)

- 1月25日午後、水・蒸気系等発電設備の解体作業に係るタービン建物内の給水ポンプエリア（非管理区域）において、主給水ポンプAのケーシング上部で協力会社の作業員Aが配管を切断した際、付近にいた作業員Bの方向へ振れたことで、作業員Bがバランスを崩して、落下（床から約1.5mの高さ）して負傷。
- 本事象は、不安定な態勢で作業していたこと及び配管切断に伴う配管の振れが想定できなかったことが原因と推定。
- 本事象の是正処置を適切に実施し、作業を再開する。

【現場写真（給水ポンプエリア）（配管切断前）】



【事象発生時の状況（イメージ図）】

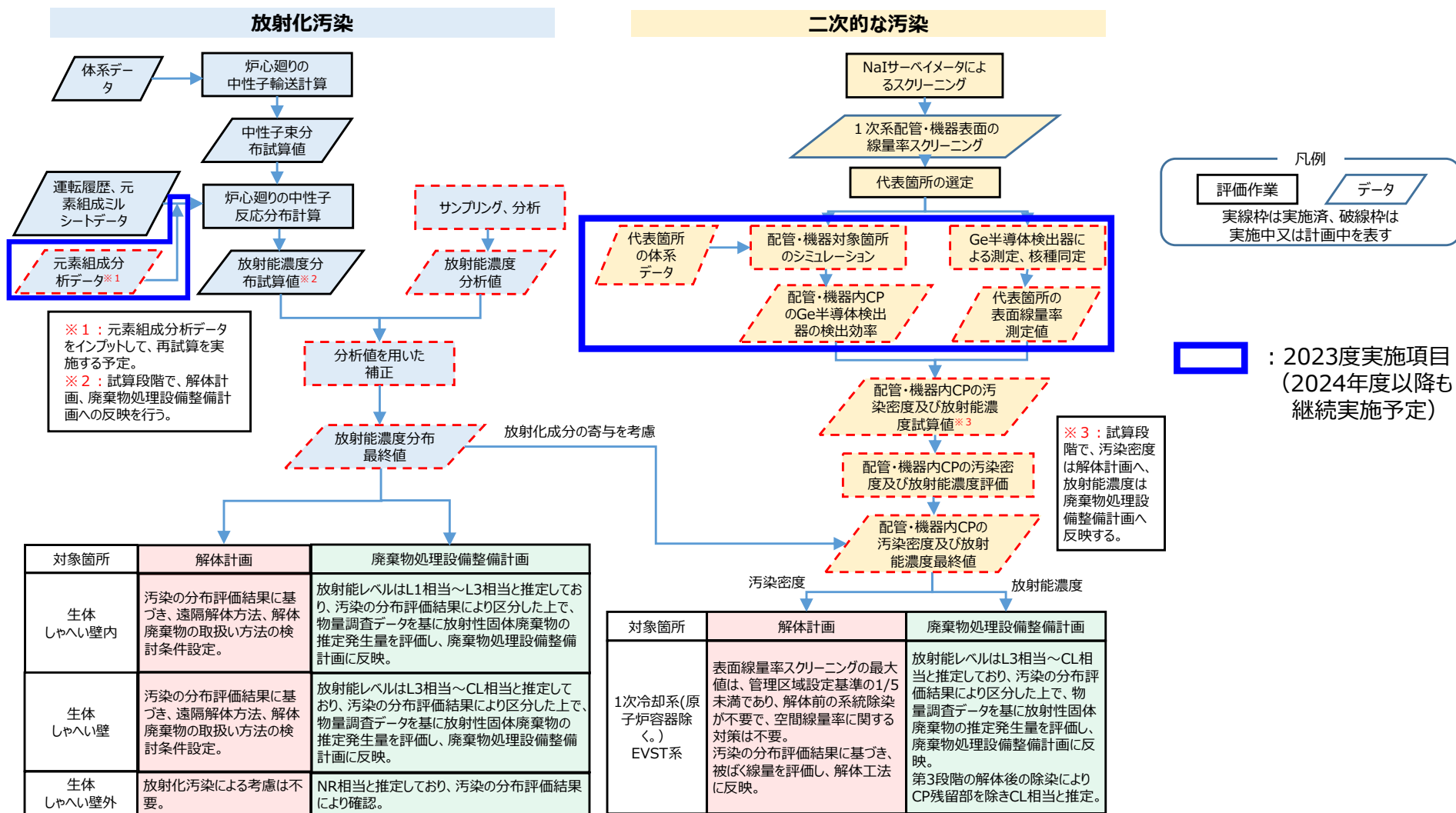




## ④ 汚染の分布に関する評価

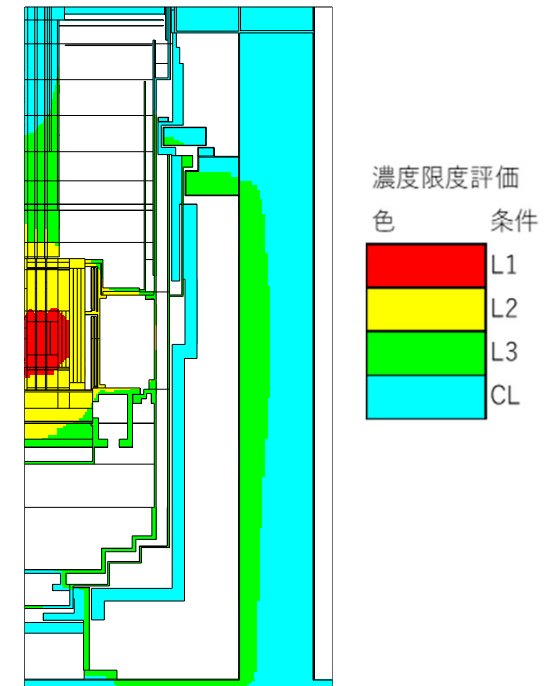
<目的>

- 放射線業務従事者及び周辺公衆の被ばくを低減した適切な解体撤去工法及び手順の策定。
  - 解体撤去工事に伴って発生する放射性廃棄物の発生量を評価。
- 上記目的に向けて、施設に残存する放射性物質の種類、放射能及び分布を把握する。



## 【放射化汚染】

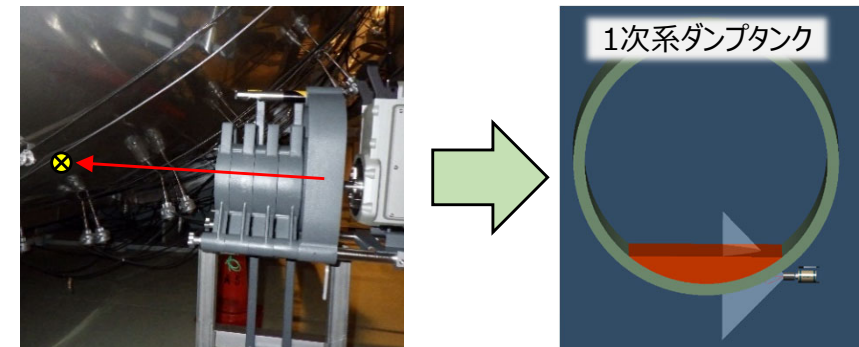
- ◆原子炉周りの放射化汚染について設計組成等を基に試算した結果、L1レベル相当の領域は炉心周辺に限定。
- ◆次のとおり、評価の高度化を図り、最終値とする。
  - 試算時には、構造材の元素組成として設計組成等を引用しているため、より実態に即した組成を用いて計算する。そのため、コールド材の微量元素組成分析結果の反映及びミルシート等の追加調査を2023年度から実施中。
  - 放射化汚染の計算結果の妥当性を確認するため、しゃへい体等取出し作業終了後に中性子しゃへい体からの試料採取・分析を実施予定。現在、この試料採取に向けた装置設計検討中。



2018/4/1(廃止措置移行日)  
原子炉周り放射能濃度区分(法令濃度基準)

## 【二次的な汚染】

- ◆NaI(Tl)シンチレーション検出器による表面線量率測定の結果から、作業者の被ばく低減を目的とした解体前の汚染の除去は不要と判断。
- ◆表面線量率が有意に上昇した箇所や系統の代表的な箇所についてGe半導体検出器によるγ線スペクトル測定を実施し、その結果を基に核種の特定及び放射能濃度の評価を実施中。
- ◆現場の測定では個別に標準線源を用意できないことから、測定体系をモデル化して測定効率を評価中。



モデル化による測定効率の評価

## 参考資料

参考1：両ドアバルブの閉止不可発生までと調査・復旧対応の時系列(1/2), (2/2)

参考2：滴下ナトリウムによる本体Aドアバルブ全閉阻害（2023年10月23日）

参考3：手動操作モード固有の警報（2023年10月25日）

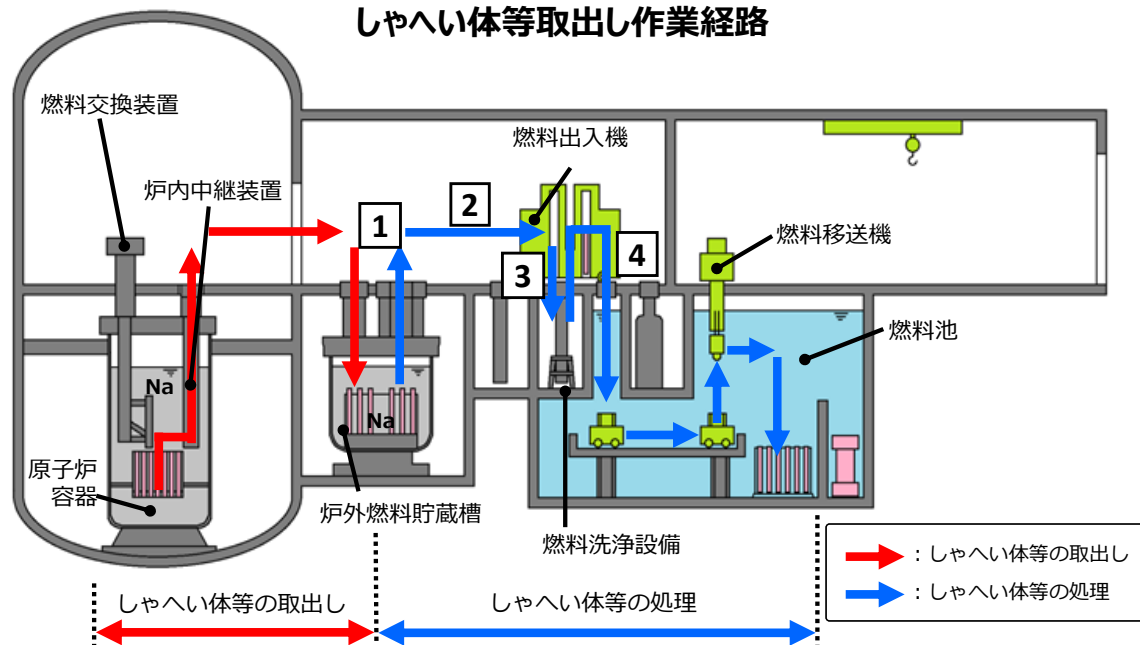
参考4：燃料移送ポットを吊り上げたメカニズム

参考5：復旧作業(その①), (その②)

参考6：昇降異常にて自動化運転が停止した経験（過去の類似事象）

- ・ 前回会合における御意見に対する回答
- ・ 仏国のナトリウム冷却高速炉の廃止措置
- ・ 廃止措置全体像と第2段階ロードマップ
- ・ 現在のプラント状況

### しゃへい体等取出し作業経路



### しゃへい体等の処理の流れ

- ① EVSTから対象物を燃料出入機本体Aに収納
- ② 燃料出入機本体Aを燃料洗浄設備に移動
- ③ 燃料出入機本体A内から燃料洗浄設備内に対象物を装荷しNa洗浄
- ④ 洗浄した対象物を洗浄設備から燃料出入機に収納し、燃料池へ移送

### 両ドアバルブの閉止不可発生までの主な時系列

<p>2023年 10月23日</p>	<p>4体あるII型のうち、2体目の処理完了後、3体目のII型の処理を開始。 EVSTからII型を引抜き、本体Aドアバルブ閉止中、「本体Aドアバルブ開閉モータ(高速)故障」警報が発報し、自動化運転が停止した(上図①作業時に発生)。 本体Aドアバルブは手動にて全閉できたが、EVST床ドアバルブは全閉できなかった。 本体Aドアバルブ及びEVST床ドアバルブが閉止できない原因は滴下ナトリウムの影響と推定(参考2参照)。</p>
<p>10月24日</p>	<p>本体Aドアバルブ及びEVST床ドアバルブに付着している表面等のナトリウムを除去し「全閉」後、シール性が確認できたことから復旧と判断した。</p>
<p>10月25日</p>	<p>手動でEVSTからII型を吊り上げたところ、「本体Aグリッパつかみ・はなし異常」警報(重いものの吊り上げ)が発報し、引抜きが停止した(上図①作業時に発生)。 本警報は、手動での軽量物(ドリッパン約0.4kN)の取り扱いを想定した固有のものであり、II型約1.1kNの吊り上げが発報原因と推定(参考3参照)。 EVSTから燃料出入機本体AにII型を収納後、燃料洗浄設備に移動し、燃料出入機本体A内から燃料洗浄設備内にII型を装荷していたところ、「本体Aグリッパ昇降異常」警報が発報し、自動化運転が停止した(上図③作業時に発生)。 燃料体取出し時の知見(参考6)から、II型が燃料洗浄槽のガイド部で停止したことが原因と推定(P.5参照)。</p>

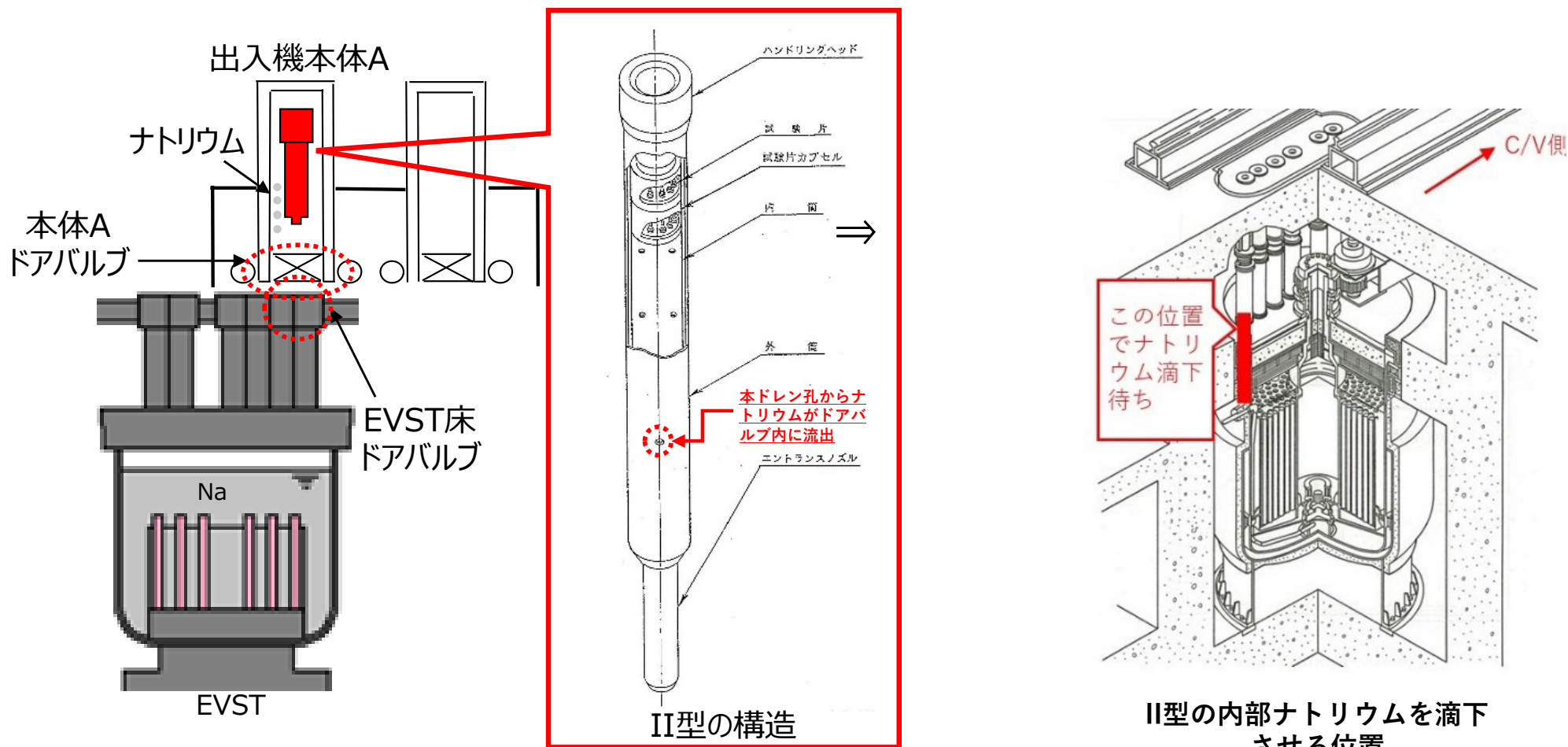
両ドアバルブの閉止不可発生までの主な時系列 (続き)	
2023年 10月25日	II型を燃料出入機本体A内に戻し燃料出入機本体Aドアバルブを閉止したところ、「本体Aドアバルブ開閉モータ (高速) 故障」警報が発報し、本体Aドアバルブが閉止できない状態となった。
	洗浄槽床ドアバルブを閉止したところ、「燃料出入設備連動運転渋滞」警報が発報し、洗浄槽床ドアバルブも閉止できない状態となった。
10月26日	本体Aドアバルブ及び洗浄槽床ドアバルブの「開」、「閉」操作を実施したところ、「開」は可能だが、「閉」は中間開度で停止し閉止不可のため、その後、「全開」とした。
	このため、しゃへい体等の処理作業の継続は不可と判断し、長期停止するための系統構成等を実施した。
調査対応	
～11月20日	II型の吊り上げ荷重変動等を基に要因分析した結果に基づき、調査を実施した。
11月21日	調査結果を踏まえ、燃料洗浄槽の液位計フランジ部より目視で内部観察を行った。その結果、燃料洗浄槽内に取扱対象でない直管状の異物(燃料移送ポット)があることを確認した(P.6参照)。
復旧対応	
2024年 1月9日～ 24日	しゃへい体等取出し作業の再開に向けた復旧作業として、燃料移送ポット及びII型をEVSTへ移送した(参考5参照)。

◆滴下ナトリウムによる本体Aドアバルブ全閉阻害

状況：2023年10月23日にEVSTからII型を引抜き、燃料出入機本体Aドアバルブ閉止中に警報が発報し、自動化運転が停止した。

判断：II型のみ内部ナトリウムを排出するドレン孔が側面についており、そのドレン孔から飛散したナトリウムがドアバルブの閉止を阻害したものと推定。

対応：ドアバルブ付近のナトリウムを除去し、ドアバルブが正常に開閉することを確認して復旧した(2023年10月25日)。ナトリウム飛散を防止する対策として、EVST内でドレン孔が露出するまでII型を吊り上げ、内部ナトリウムを滴下させる運転手順に変更。



II型の構造及びナトリウム滴下のイメージ

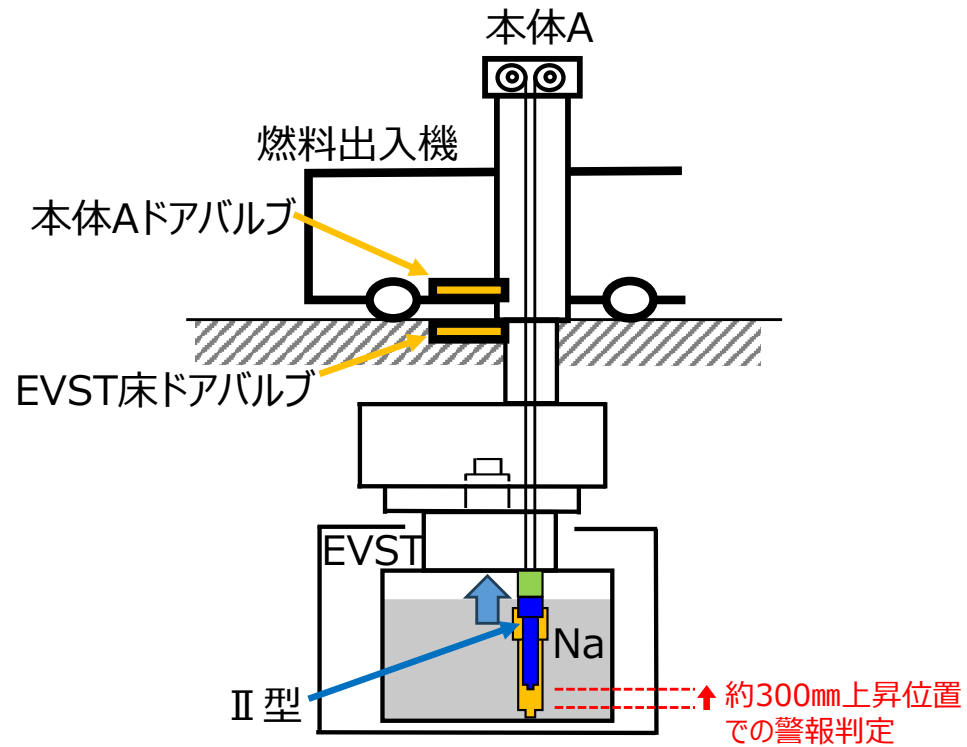
◆手動操作モード固有の警報の状況と判断

状況：手動での軽量物(ドリップパン約0.4kN)の取り扱いを想定した警報であったが、今回手動でⅡ型約1.1kNを吊り上げたことにより警報 (ドリップパンよりも重いと判定) が発報した。

判断：集合体しかつかまないアダプタを用いていること、荷重が基準以内であり、荷重が重量物であることから正常※と判断。

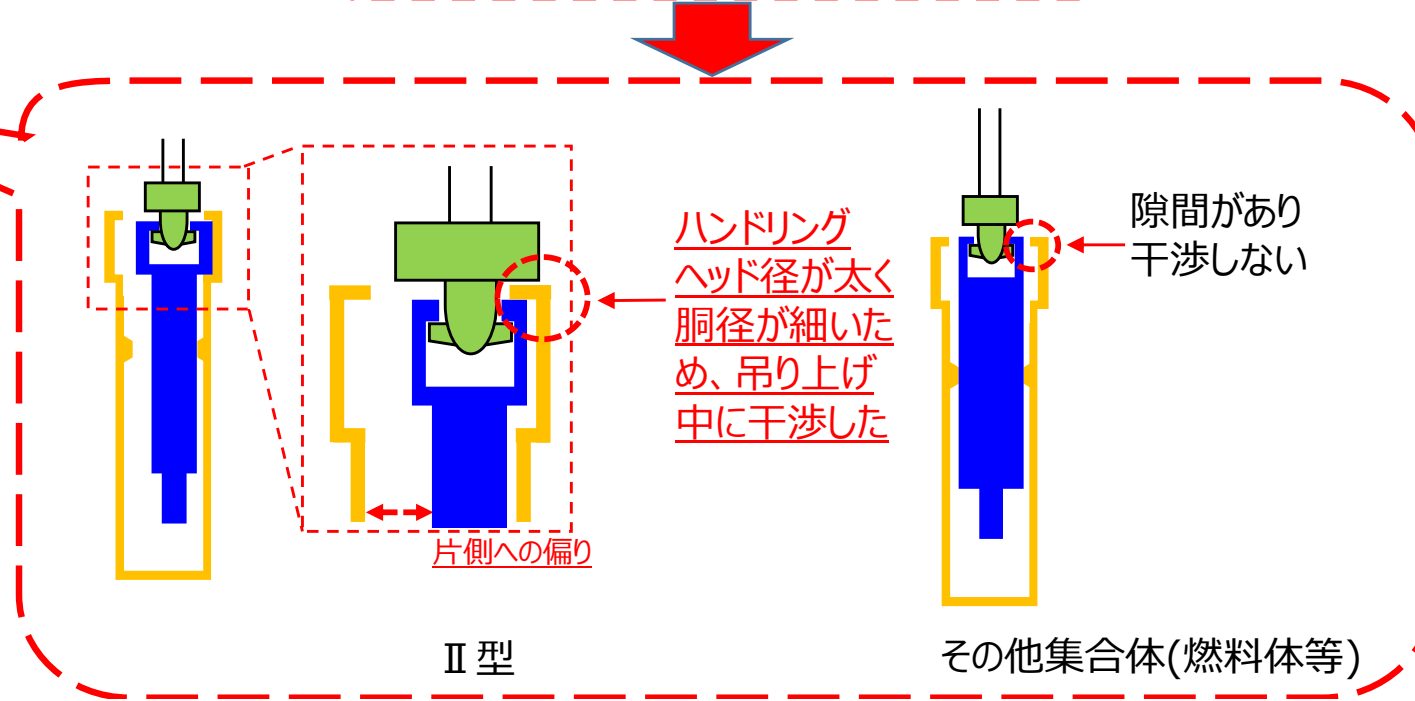
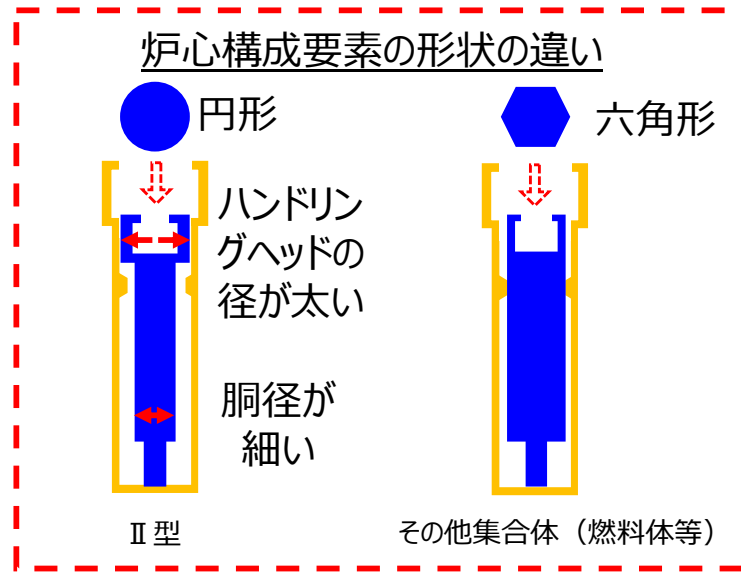
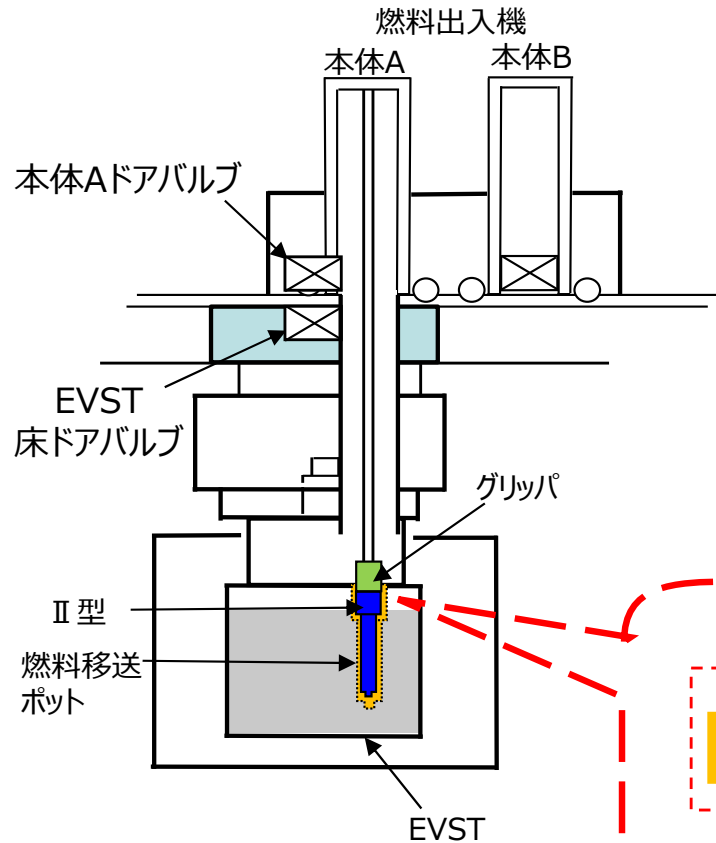
対応：手順書に基づき吊り上げを再開。

※：燃料出入機のグリッパは、自動、手動の運転モードにかかわらず、操作員が位置と荷重を確認して、確実に吊り上げていることを判定する手順書となっている。吊り上げ荷重の基準は、グリッパで吊り上げている対象物の種類にかかわらず、「0.84kN～4.17kN」の範囲内であることとしており、これはグリッパで吊り上げる対象物全ての荷重を考慮して、吊り・不吊りが判定できる値として設定している。



「本体Aグリッパつかみ・はなし異常」警報発報時の状況

- ◆II型はハンドリングヘッド径が太く胴径が細い形状。
- ◆この形状により燃料出入機本体AへのII型吊り上げ時の片側への偏りにより、燃料移送ポットのハンドリングヘッドに干渉し共に吊り上げたものと推定。





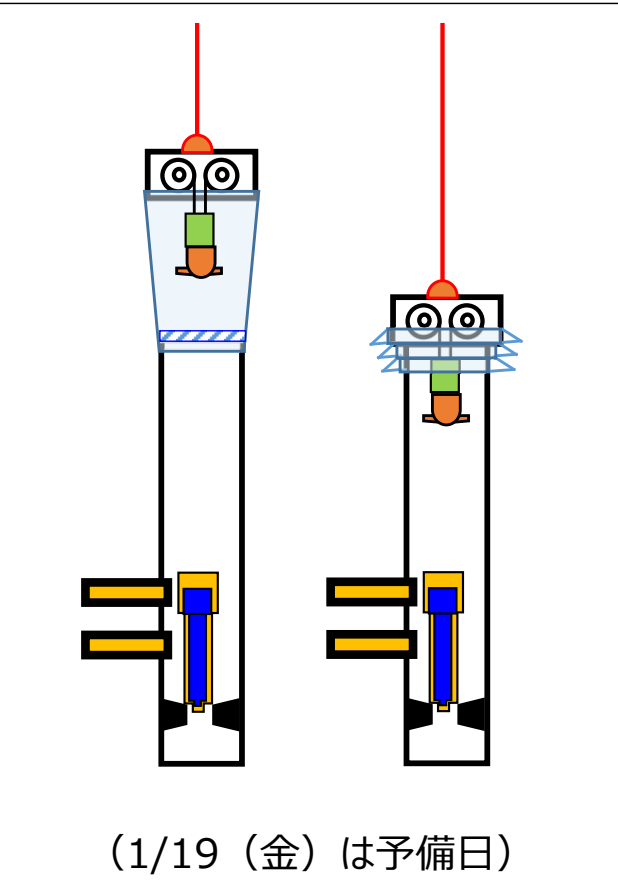
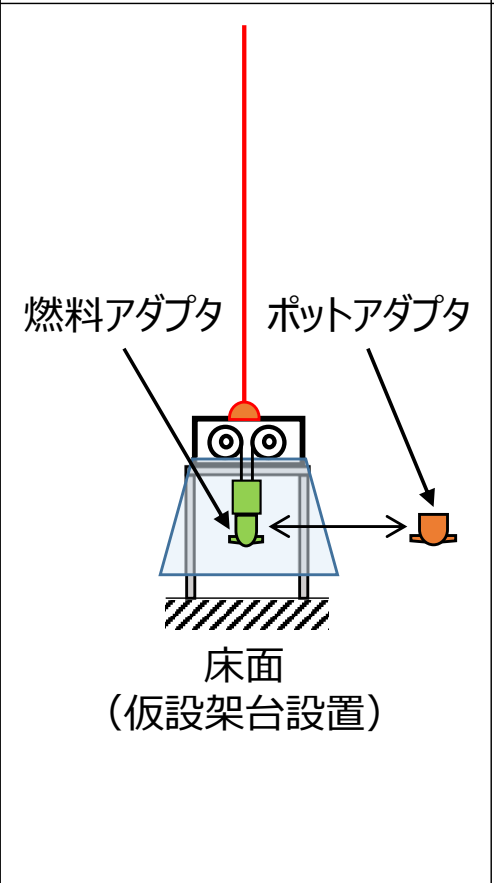
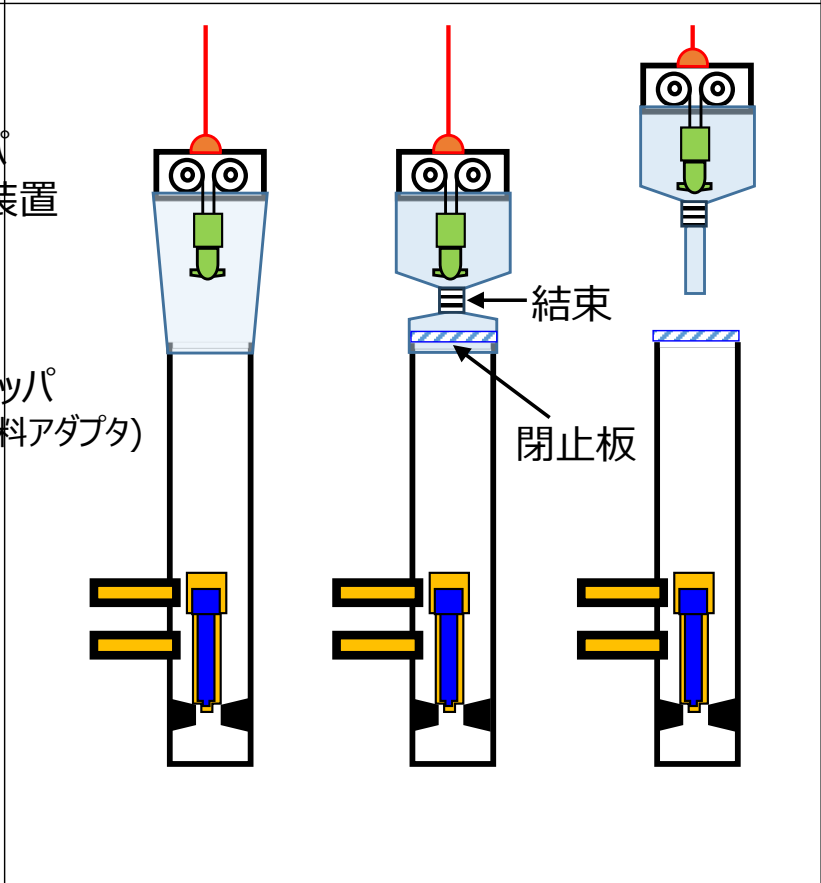
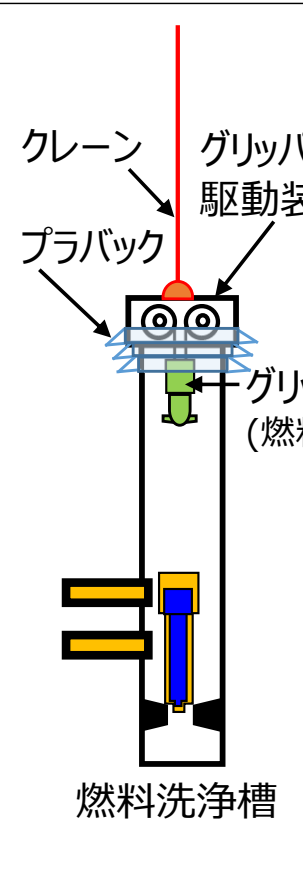
復旧方法：燃料移送ポット内のナトリウムを固化させた状態でプラバックを設置し、燃料出入機本体Aのグリッパを燃料移送ポットを吊り上げるアダプタ（ポットアダプタ）に交換する（1/4から準備を行い、1/9からB2エリアの設定等の現場作業を開始する）。

**1/12 (金)**  
 ・プラバック設置

**1/15 (月)**  
 ・グリッパ駆動装置取外し  
 ・閉止板の設置（内部観察用の観察窓付）  
 ・燃料出入機本体A内（コフィン内）の観察（可視可能範囲内の健全性確認）

・アダプタ交換  
 （燃料アダプタ→ポットアダプタ）  
 ※：必要に応じてグリッパの手入れ・清掃を行う。

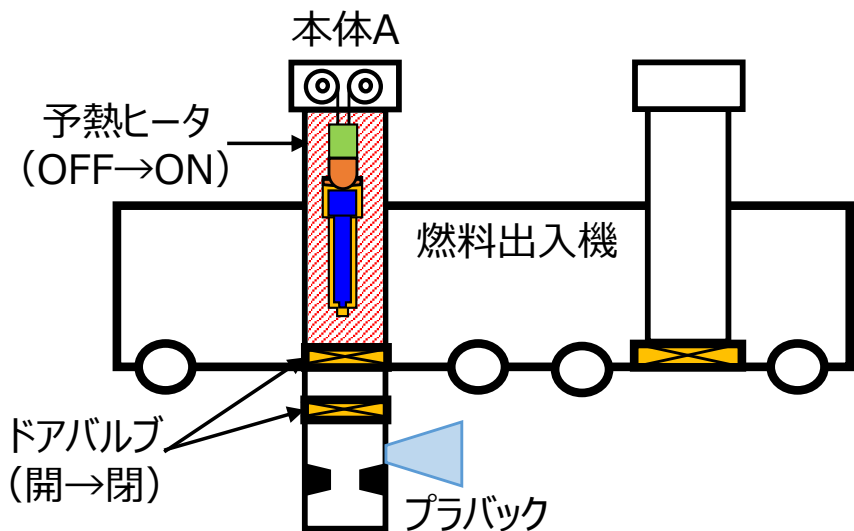
**1/15 (月) ~1/18 (木)**  
 ・グリッパ駆動装置復旧（プラバックは再利用）  
 ・復旧後、燃料出入機本体Aの昇温



移送方法：ポットアダプタで燃料移送ポットを掴み、内部に収納しているⅡ型と共に燃料出入機本体AにてEVSTへ移送する（燃料出入機本体Aの昇温後、1/24に燃料移送ポットをEVSTへ移送する）。

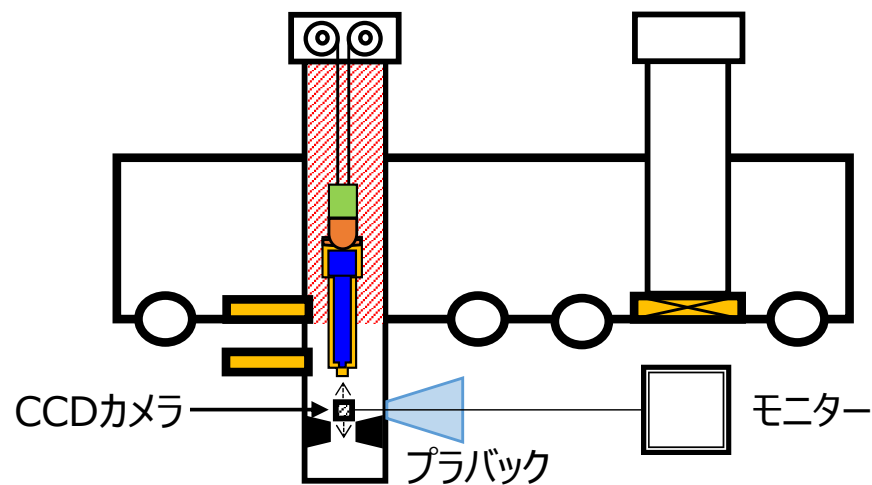
1/22（月）～1/23（火）

- 燃料移送ポットの吊り上げ確認
- ドアバルブの動作確認（開/閉）
- プラバックの設置（燃料洗浄槽の内部観察時と同じ）

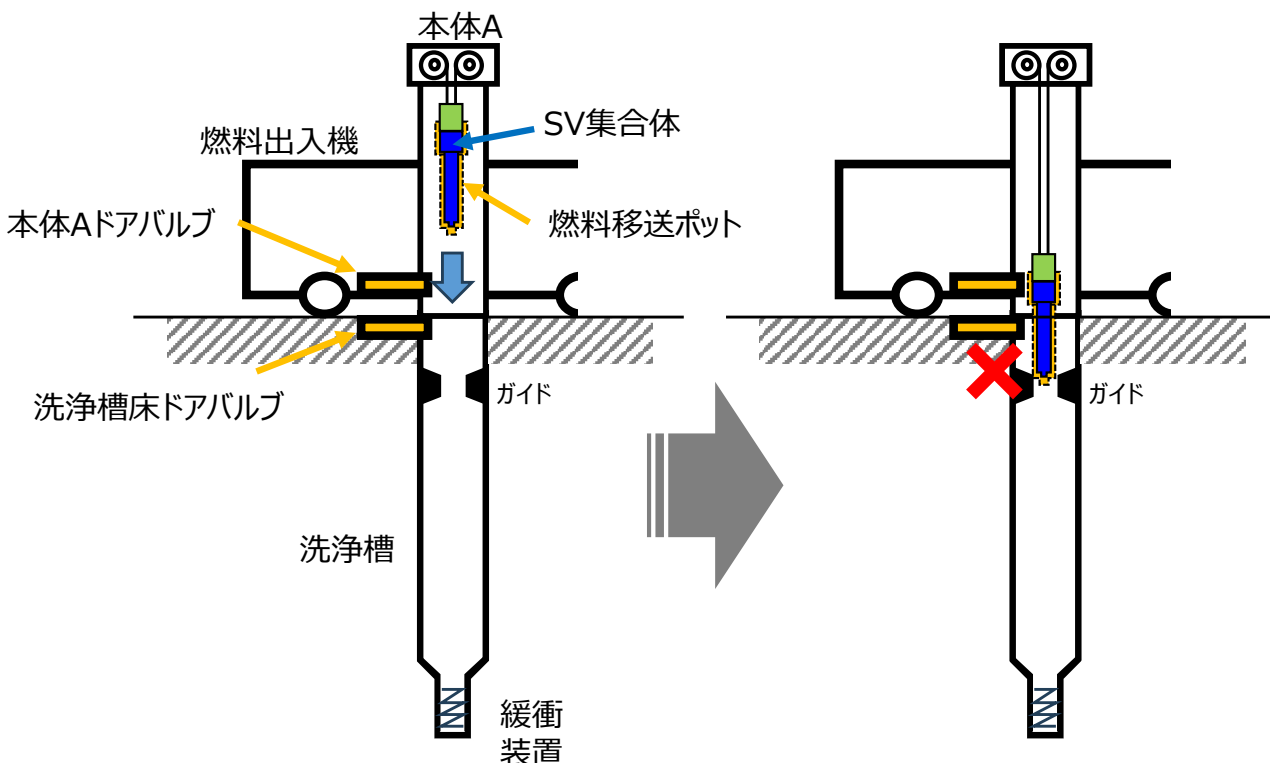


1/24（水）（予備日：1/25～1/26）

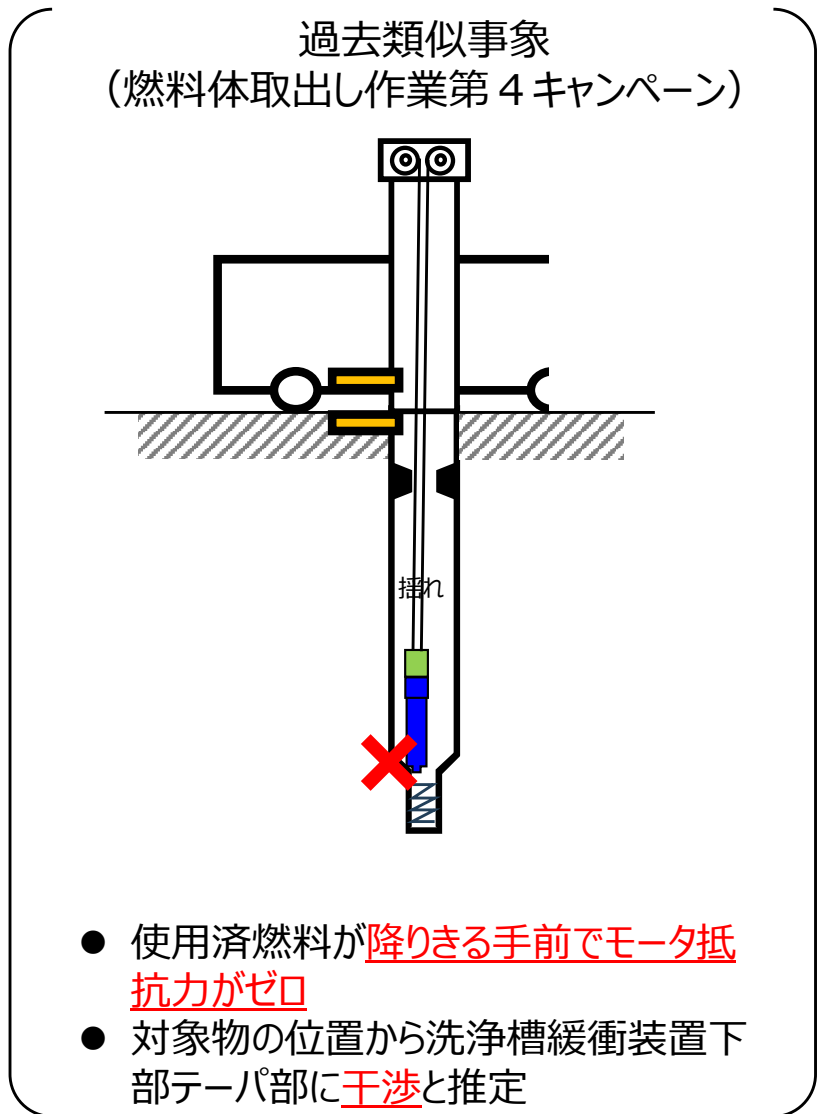
- 燃料洗浄槽内部、燃料移送ポット下部観察（CCDカメラ挿入）
- EVSTへの移送



◆過去の燃料体取出し作業にて、使用済燃料を燃料洗浄槽に吊り下ろした際に**狭隘部で干渉した**経験がある。



- II型が**降りきる手前でモータ抵抗力がゼロ**
- 対象物の位置から洗浄槽ガイド部と**干渉**と推定  
(この時点では燃料移送ポットがあると気づいていない)



- 使用済燃料が**降りきる手前でモータ抵抗力がゼロ**
- 対象物の位置から洗浄槽緩衝装置下部テーパ部に**干渉**と推定

【しゃへい体等取出し作業について】

前回会合でのご意見	回答
<p>○しゃへい体等の取出し作業におけるドアバルブの閉止不可の事象に関し、事前のリスク評価に含まれていなかったことは止むを得ないものとする。ただし、今回の事象では、原因調査を行うまでの間で比較的長期間の停止となっている状況にあることから、このような状況が発生する可能性とその際の対処に関して、事前のリスク評価にて洗い出しておく必要があることを見出せたのではないかと考える。引き続き、安全を最優先に対応いただくとともに、今回の事象を踏まえて、どのように工程へ反映していくかについても、大事な知見として検討いただきたい。</p> <p>○しゃへい体等の取出し作業におけるドアバルブの閉止不可の事象では、燃料出入機内でサーベイランス集合体を吊り下げた状態で保持している状況にある。今後の復旧作業に際しては、この状態であることを再確認するなど、気を付けながら対応いただきたい。</p>	<p>○今回発生したしゃへい体等の取出し作業におけるドアバルブの閉止不可の事象については、従前のリスク評価の中では要因として燃料移送ポットの移送による干渉が想定出来ていなかった。改めて要因分析を行い調査を行ったことから、復旧まで長期間を要したものであり、今回発生した事象については、大事な知見として手順書改正及び事例教育によって共有し、今後のしゃへい体等取出し作業をより安全に進めていくが、まずは設備の健全性を確認すると共に対策を完了させ、以降のもんじゅ廃止措置第2段階の工程に影響が無いように、安全最優先で対応していく。</p> <p>○10/25からサーベイランス集合体を吊り下げたままの状態であったことから、設備の使用前に系統の状態や荷重・ストローク等のパラメータを再確認し、サーベイランス集合体の降下/上昇の作動確認により設備の健全性を確認した。(12/8に実施)</p>

【水・蒸気系等発電設備の解体撤去について】

前回会合でのご意見	回答
<p>○水・蒸気系等発電設備の解体撤去に際しては、図面上や現場での識別、周知はもとより、その具体的な指示として、対象設備の構造や材質、解体方法等の細かな内容をマニュアル等に反映するなど、原子力機構と実際に作業に携わる方々との意思疎通をしっかりと行いながら、労働安全の確保にも努めていただきたい。</p>	<p>○もんじゅは、解体撤去作業が開始されて以降、作業担当課は協力会社合同のリスクアセスメント、現場TBM-KY<sup>注)</sup>への参画を行い、作業関係者と現場解体撤去物の識別や、解体方法に関する意思疎通を図っていたところ。しかし、令和6年1月25日の労働災害を発生させたことに対する労働安全の確保として、以下の対策を行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 日々変わる現場状況の変化に対し、変化に応じた作業方法、安全対策について、協力会社が共通認識のもと作業に従事できるよう、作業終了後の終礼、翌日作業のTBM-KY時による作業対象、作業工法、安全対策の充足性の確認の強化</li> <li>□ もんじゅ幹部、安全主任者、作業担当課による現場確認の強化</li> <li>□ 作業担当課の振り返り(反省)に加え、過去の事例に照らした安全管理活動の改善</li> </ul> <p>注) 作業開始前に当日の作業関係者全員で行う行為であり  TBM：ツールボックスミーティング  当日の作業の段取り、分担、安全対策などを確認する打合せのこと  KY：危険予知活動  当日の作業に伴う危険情報を作業関係者で共有し、危険ポイントと行動目標を定め、最後に指差呼称で安全を確認し合うこと</p>

【汚染分布に関する評価について】

前回会合でのご意見	回答
<p>○汚染分布の評価に際しては、材料中の金属元素と放射化量をパラメータとする一般化した解析を行う必要があると考える。今後の評価に際しては、この解析も行っていたきたい。</p> <p>○今後の廃止措置に伴って発生する廃棄物の種類や分類、その再利用・処理に向けた戦略等の全体像を示す必要があると考える。これは今後の廃止措置を進める上での重要となる指標にもなることから、検討、提示いただきたい。</p>	<p>○放射化汚染の評価では、先行している軽水炉等の評価でも実績のある、二次元輸送計算コード DORTで算出した中性子束分布や、元素組成（設計組成など）等を用いて放射性核種生成崩壊コード ORIGENによる放射化計算を行い、炉心廻りの放射能濃度の試算を実施した。今後は実試料（中性子しゃへい体）の元素組成分析を行い、計算結果の妥当性確認を行っていく予定である。</p> <p>○ 汚染の分布評価におけるもんじゅの特徴（運転期間は250日と短期間であり、停止後保管期間が長いこと）を踏まえて、第3段階から実施する放射性ナトリウム機器の解体、解体に伴い発生する放射性廃棄物の処理・搬出の前までに、計画的に汚染の分布評価業務を実施し、解体計画への反映、廃棄物処理設備の整備計画への反映、互いに最適化するべく進めている。なお、全体像については「廃止措置全体像と第2段階ロードマップ」(p33)を参照。  放射化汚染(原子炉運転中の中性子照射によって炉心部等の構造材等が放射化して生成されるもの)及び二次的な汚染(主として放射化された炉心部等の構造材が冷却材中に溶出して生成される腐食生成物が機器及び配管内部などに付着して残存するもの)の評価を実施し、もんじゅ内の放射能インベントリを設定する。その結果は、廃止措置に伴う被ばく評価及びもんじゅ内の機器等の放射性廃棄物の処分区分・クリアランスの基データとして評価・判定を行う。  現状は、放射化汚染の評価の継続(構造材の元素組成分析の反映等)、放射化汚染の解析結果の妥当性確認を行うために炉心装荷履歴のある中性子しゃへい体からの試料採取装置の設計、二次的な汚染の評価を実施中である。  なお、もんじゅの廃止措置に伴って発生する廃棄物は、基本的には、軽水炉やふげんと同様に金属やコンクリートである。このため、これら廃棄物の再利用・処理にあたっては既存技術の活用が可能である。  高速炉であるもんじゅの冷却材に使用しているナトリウムは解体前に大部分を抜き出す。機器内表面に残留するナトリウムについては、安定化処理を経た段階でナトリウム化合物を含有する廃液となる。この廃液については、プラスチック固化装置から更新する廃棄体化装置で廃棄体化する方針である。</p>

【使用済燃料、ナトリウム搬出に係る検討状況】

前回会合でのご意見	回答
<p>○「もんじゅ」の使用済燃料やナトリウムを国内ではなく海外で処理することについて、その理由や検討経緯を含め、一般の方々に対して分かりやすい説明を行うよう検討いただきたい。</p> <p>○「もんじゅ」の使用済燃料は仏国で再処理することを基本とし、その際は仏国で建設が計画されている施設（TCP施設）の利用を検討しているとのことであるが、この施設は仏国の高速増殖炉フェニックス、スーパーフェニックスが本来必要とするものである。今後の検討に際して、これらの廃止措置に関するロードマップや進捗状況についても示していただきたい。</p> <p>○「もんじゅ」の使用済燃料を再処理する方針については、設置許可の段階から記載されているものであるが、現在は廃止措置に移行するなど、その後の高速炉開発を取り巻く状況は変化しているものとする。今後の対応に際しては、再処理を行う目的やその理由などの戦略、全体像を適切に説明できるよう、検討、整理いただきたい。</p>	<p>○ナトリウムの処理に関しては、国内外のナトリウムの利活用ニーズ等の調査を実施し、総合的な判断の結果、英国で水酸化処理したうえで工業用の中和剤等に利活用することとし、ナトリウム処理施設の設計を進めている。使用済燃料の処理に関しては、基本的に技術的成立性が確認されている仏国での再処理を基本としつつ、その他の選択肢についても排除せずに検討中である。 これらの進捗状況も踏まえながら、一般の方々に対して分かりやすい説明を適切なタイミングで行う方向で検討を行い、対外的に公表が可能な範囲で次回以降の会合で報告していく。</p> <p>○TCP施設の建設計画については、仏国にて検討がなされているところであり、その進捗状況を注視しつつ、もんじゅの使用済燃料の検討を進めていくこととしている。なお、仏国の高速増殖炉の廃止措置の状況は、「仏国のナトリウム冷却高速炉の廃止措置」(p32)を参照。</p> <p>○もんじゅの廃止措置に関しては、「「もんじゅ」の廃止措置に関する基本方針」（平成29年6月13日「もんじゅ」廃止措置推進チーム）の政府方針に基づいて策定した「「もんじゅ」の廃止措置に関する基本的な計画」（平成29年6月 原子力機構）において、「使用済燃料は、安全に炉外に取り出した上で、再処理を行うために県外に搬出することとし、使用済燃料の搬出の方法及び期限などの計画については、推進チームの下、政府の基本方針に基づき、政府の検討に資するため、技術的な検討を着実に実施する」とことし、政府一体となって取り組んでいる。 現在、使用済燃料は、基本的に技術的成立性が確認されている仏国での再処理を基本としつつ、今後の検討のための搬出見込時期（2034年度～2037年度）を踏まえ、仏国事業者と必要な検討を進めるとともに、その他の選択肢についても排除せずに検討中である。 今後の検討に際しては、高速炉開発を取り巻く状況等も踏まえつつ、その進捗状況も踏まえながら、全体像を適時適切なタイミングで説明できるよう、検討、整理していく。</p>

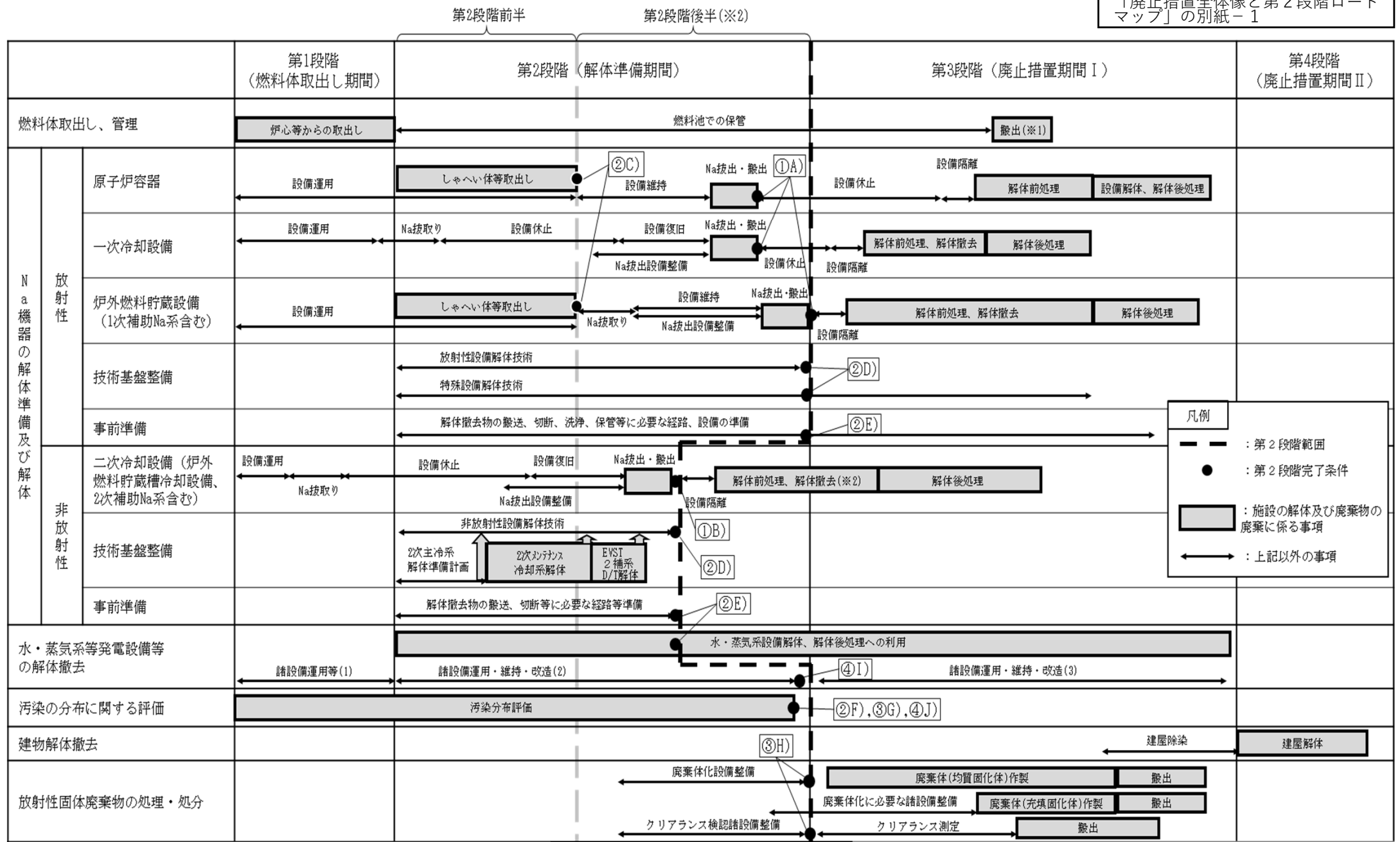
【使用済燃料、ナトリウム搬出に係る検討状況】

前回会合でのご意見	回答
<p>○「もんじゅ」の使用済燃料は、長期間の停止に伴って炉心に装荷されていたものであるなど、世界的にも例を見ない燃料組成になっているものとする。この燃料組成に関する分析評価を行い、論文等の形でまとめるなど、今後の炉心設計にも生かせるように対応いただきたい。</p> <p>○「もんじゅ」のナトリウム搬出に際しては、建屋内で新たな配管を敷設することであるが、廃止措置作業中の施設内での工事となることから、設計・建設当時の資料、考え方をよく確認し、既存の設備にも影響がないように対応いただきたい。</p> <p>○「もんじゅ」のナトリウム搬出に際しては、輸送規則等の法令要件を十分に確認するなど、安全かつ確実に対応いただきたい。</p>	<p>○長期停止に伴う燃料組成の変化については、1995年12月のナトリウム漏えい事故から14年5カ月後（2010年5～7月）に実施された炉心確認試験の結果から、臨界性などの核特性に基づく組成変化の影響評価を行っており、論文等にて発表している。今後の炉心設計に活かせるような更なる知見があれば、今後とも論文等で発表していきたい。 既発表論文：Criticality Evaluation for the Monju Restart Core(Oct.2011) Isothermal Temperature Coefficient Evaluation for the Monju Restart Core(Oct.2011)</p> <p>○設計・建設当時の資料をしっかりと調査して設備の設計根拠等を確実に押さえるとともに、性能維持施設との隔離を確実にし、今後の施設内工事が既設設備に影響を与えることのないように対応していく。</p> <p>○ 危険物（1次系は危険物かつ放射性物質）であるナトリウムの輸送にあたっては、消防法、道路交通法や輸送規則などの法令を遵守して適切な輸送を行う必要がある。このため、法令要件や輸送に必要な手続きの確認、利用可能な船・港の調査や輸送業者等のNa輸送経験者への確認等を進めている。これらの確認・調査の後、船・港を決定し、確認した手続きを行い、2028年度からの安全かつ確実な輸送を実施していく。</p>





廃止措置計画申請書本文別添資料4「廃止措置全体像と第2段階ロードマップ」の別紙-1

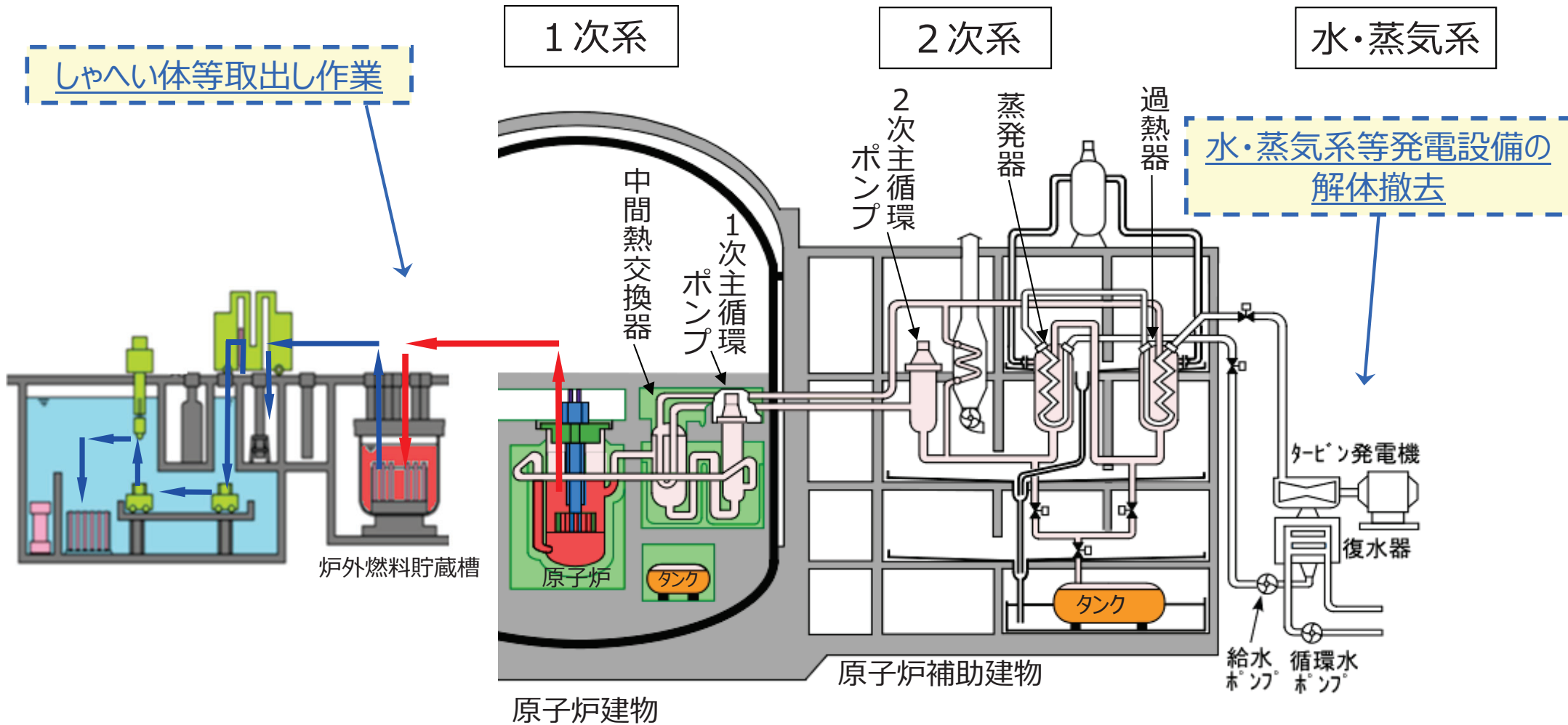


※1 譲渡先が確定した後、廃止措置計画に反映して変更認可を受ける。  
 ※2 放射性ナトリウム設備の解体準備期間(第2段階期間中)に非放射性ナトリウム設備の解体に着手する。

表中の①A)～④J)は本文中に記載の第2段階完了条件とその達成に必要な主要作業に対応する。また、表中の廃止措置手順は代表例であり、具体的な手順は系統設備毎に異なる。

<参考>

原子力機構HP : [https://www.jaea.go.jp/04/monju/current\\_status/img/haisisochi\\_shinchyoku.pdf](https://www.jaea.go.jp/04/monju/current_status/img/haisisochi_shinchyoku.pdf)

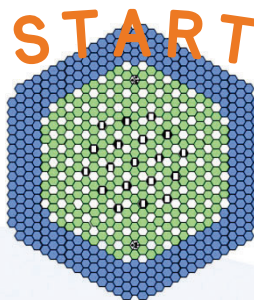


## しゃへい体等取出し作業

「もんじゅ」の原子炉内にあった燃料は全て取り出されています。

今後は、原子炉などの中にある燃料以外のもの（「しゃへい体等」と呼びます）を取り出していきます。

そうすることで、この先の原子炉の解体がスムーズに進むように準備します。



GOAL

原子炉内を「空」に!

【令和5年4月時点の炉内の状況】

青：しゃへい体  
 緑：模擬燃料体  
 そのほか：制御棒など

### 「しゃへい体等」ってなに？

以下を総称したもので、廃止措置計画第1段階(令和4年度)終了時点で原子炉と炉外燃料貯蔵槽に合計599体がありました。

- ① 中性子しゃへい体： 燃料の外側に配置されていて、運転していた時には燃料で発生する中性子を原子炉外に出にくくする役割がありました。ステンレス鋼でできています。
- ② 制御棒集合体： 主に中性子をよく吸収するホウ素でできていて、原子炉の制御(起動や停止など)に使われていました。
- ③ 中性子源集合体： 原子炉を起動させるときの中性子源(焚火で例えると最初の“火種”)として使われていたもので、ほとんどがステンレス鋼で、ごく微量のカリホルニウムという物質が使われています。
- ④ 模擬燃料体： 第1段階で取り出した燃料と入れ替わりで挿入した「形だけ燃料体に合わせた」ものです。これもステンレス鋼でできています。

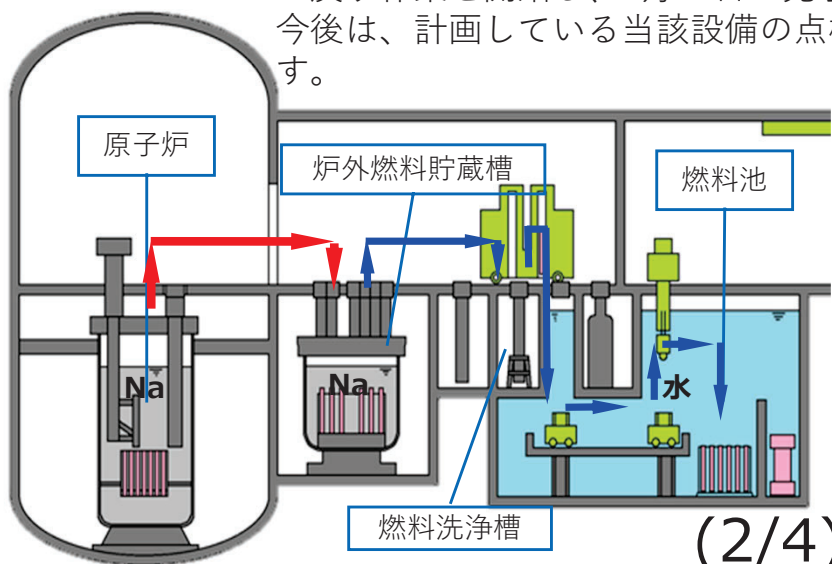
## 【作業の状況】



14体 / 599体

移送完了しました  
 (燃料池へ移送した数)

- 炉外燃料貯蔵槽から燃料池への移送作業中に、燃料洗浄槽内に対象物と共に燃料移送ポットを移送した事象が発生し、令和5年10月25日から中断していました。その後、令和6年1月9日から対象物と燃料移送ポットを炉外燃料貯蔵槽に戻す作業を開始し、1月24日に完了しました。(次頁参照)  
 今後は、計画している当該設備の点検(定期事業者検査を含む)を実施します。

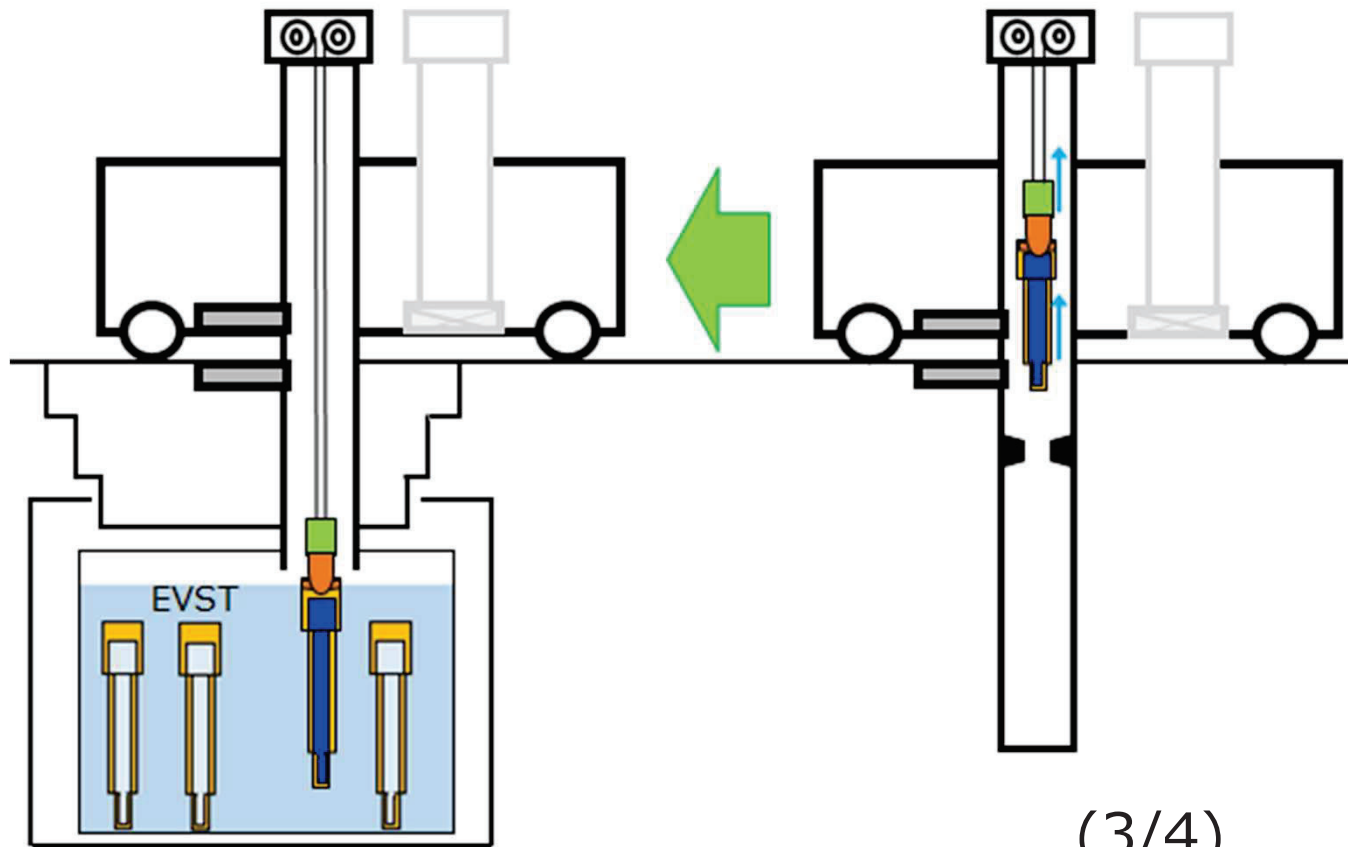


	原子炉	炉外燃料貯蔵槽	燃料池
第1段階終了時	595体	4体	0体
令和6年1月31日	393体	192体	14体

(2/4)

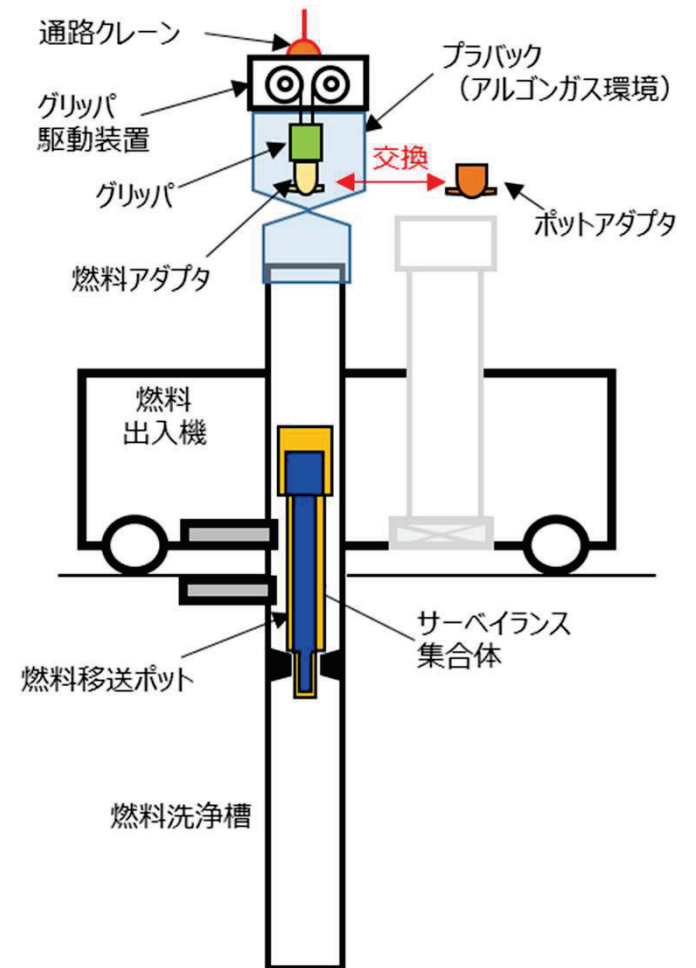
- ① プラバックを使用してグリッパ駆動装置を取り外し、吊り具を燃料移送ポット用に交換する。  
※グリッパ駆動装置を外した際グリッパ及び燃料出入機の中を可能な範囲で確認し、設備の健全性を確認する。
- ② グリッパ駆動装置を戻し、サーベイランス集合体の入った燃料移送ポットを吊り上げる。  
燃料出入機を炉外燃料貯蔵槽（EVST）に移動させ、貯蔵槽内に吊り下ろす。

②



(3/4)

①



## 水・蒸気系等発電設備の解体撤去

もんじゅ解体作業の最初の作業として、「水・蒸気系等発電設備」の解体撤去を進めていきます。

水・蒸気系等発電設備は、原子炉でつくられた熱を利用して発電するための設備でした。これらの設備、配管等にはナトリウムや放射性物質は含まれていませんが、解体作業中のけがや事故が無いように十分注意しつつ、「ふげん」の先行事例等も参考にしながら安全第一で作業を進めていきます。

解体作業で得られた経験を、今後のナトリウム機器の解体にも活かしていきます。

### 【作業の状況】



給水加熱器（解体着手前）



令和6年1月23日撮影



タービン発電機（解体着手前）



(4/4) 令和6年1月23日撮影