

# 燃料体取出し作業に向けた準備状況について

平成30年8月9日

日本原子力研究開発機構（JAEA）

- 1.燃料体取出し作業について
- 2.燃料体取出し作業の準備状況等について  
(総合機能試験等)
- 3.燃料体取出し作業の準備状況等について  
(操作訓練等)
- 4.その他廃止措置に関する取り組みについて

# 1. 燃料体取出し作業について

# 廃止措置の全体工程

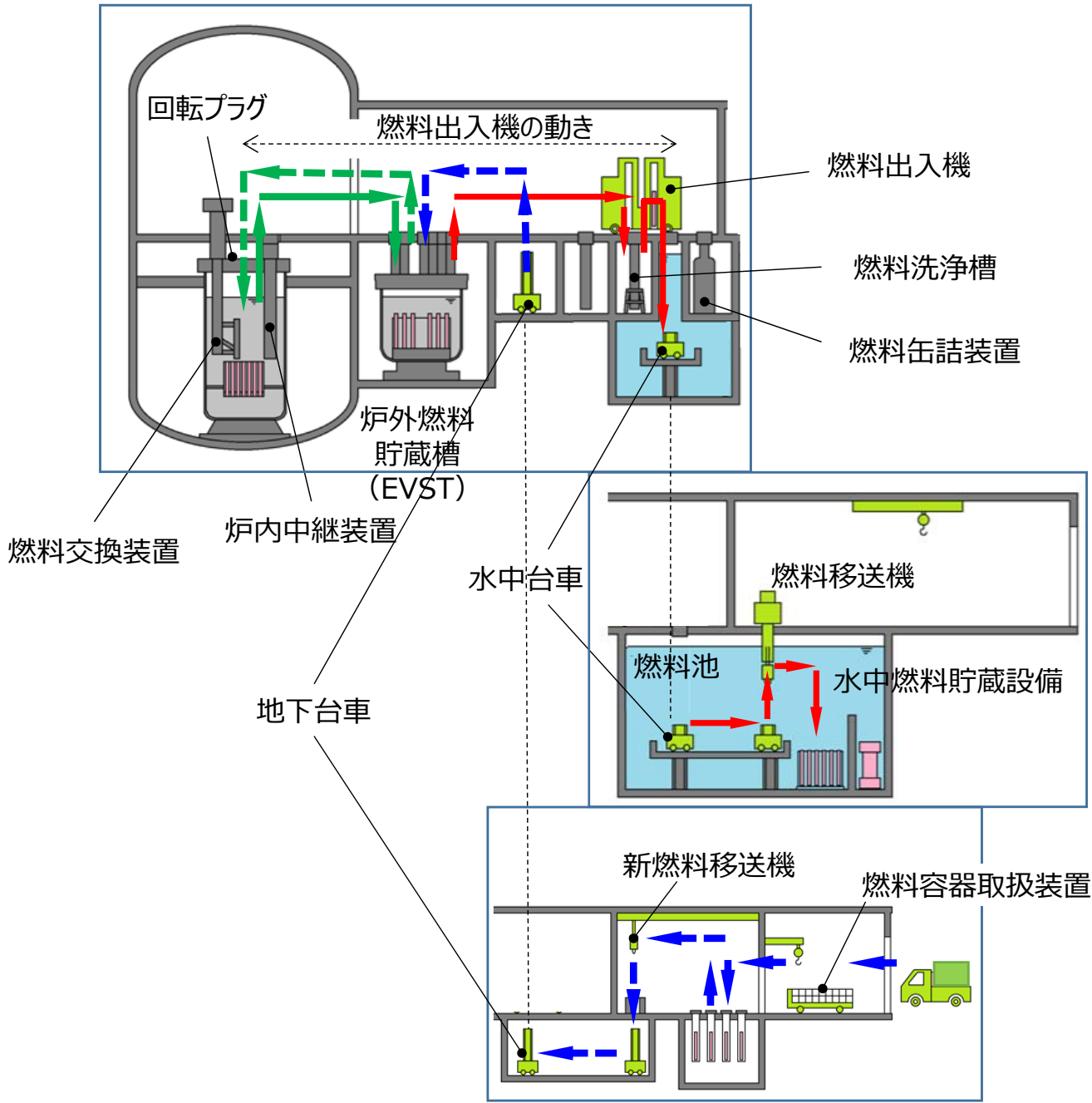
- 廃止措置の全体工程（30年間）を4段階に区分し、段階的に進める。
- 燃料体の取出しを最優先に実施し、第1段階（～2022年度）中に取出しを完了する。
- 廃止措置における早期のリスク低減を図るため、燃料体の取出しを最優先に実施する。
- ナトリウム漏えいリスク低減のため、2次系ナトリウムを系統から抜き取る。

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	2023	~	2047
主な実施事項 ※1	燃料体の取出し			
		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（放射性固体廃棄物の推定発生量：約26,700トン※2）			

※1）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、燃料体の取出し完了までに政府が結論を得る計画を踏まえ、反映する。

※2）放射能レベル区分ごとの推定発生量については、第1段階及び第2段階に実施する汚染の分布に関する評価の結果を踏まえて算出する。

# 燃料体の取出し作業の概要

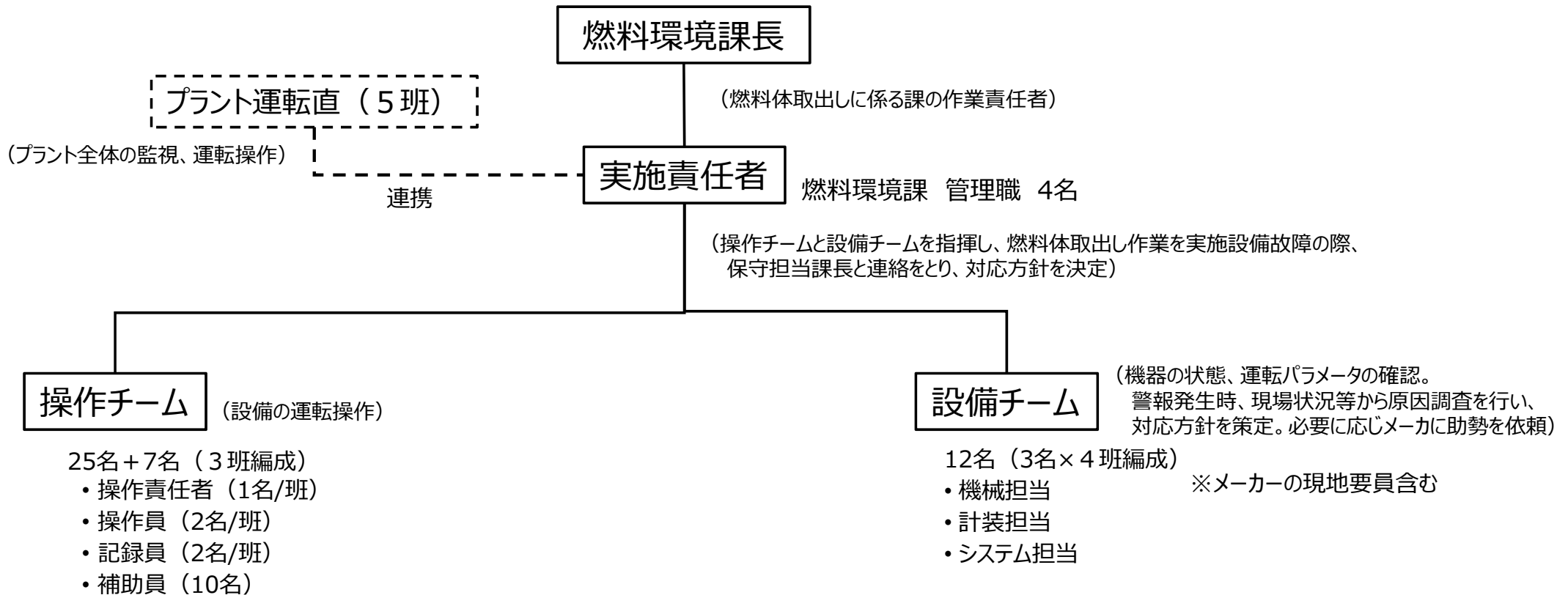


項目	2018年度	2019年度
燃料体の処理		
燃料体の取出し		
模擬燃料体の準備※		
設備点検	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

※：燃料体の取出しを安全かつ確実に  
 行うため、燃料体を取り出した後の  
 炉心位置に、形状、重量等を模擬  
 した模擬燃料体を装荷する。

## 作業体制

燃料取出し作業時のトラブルに対し、対応方針の策定、調査、復旧等の対応を迅速に進めるため、運転と保守を一体化。実施責任者の下、燃料取扱設備の操作を担当する「操作チーム」と、設備面から支援する「設備チーム」で、安全かつ確実に作業を実施する。



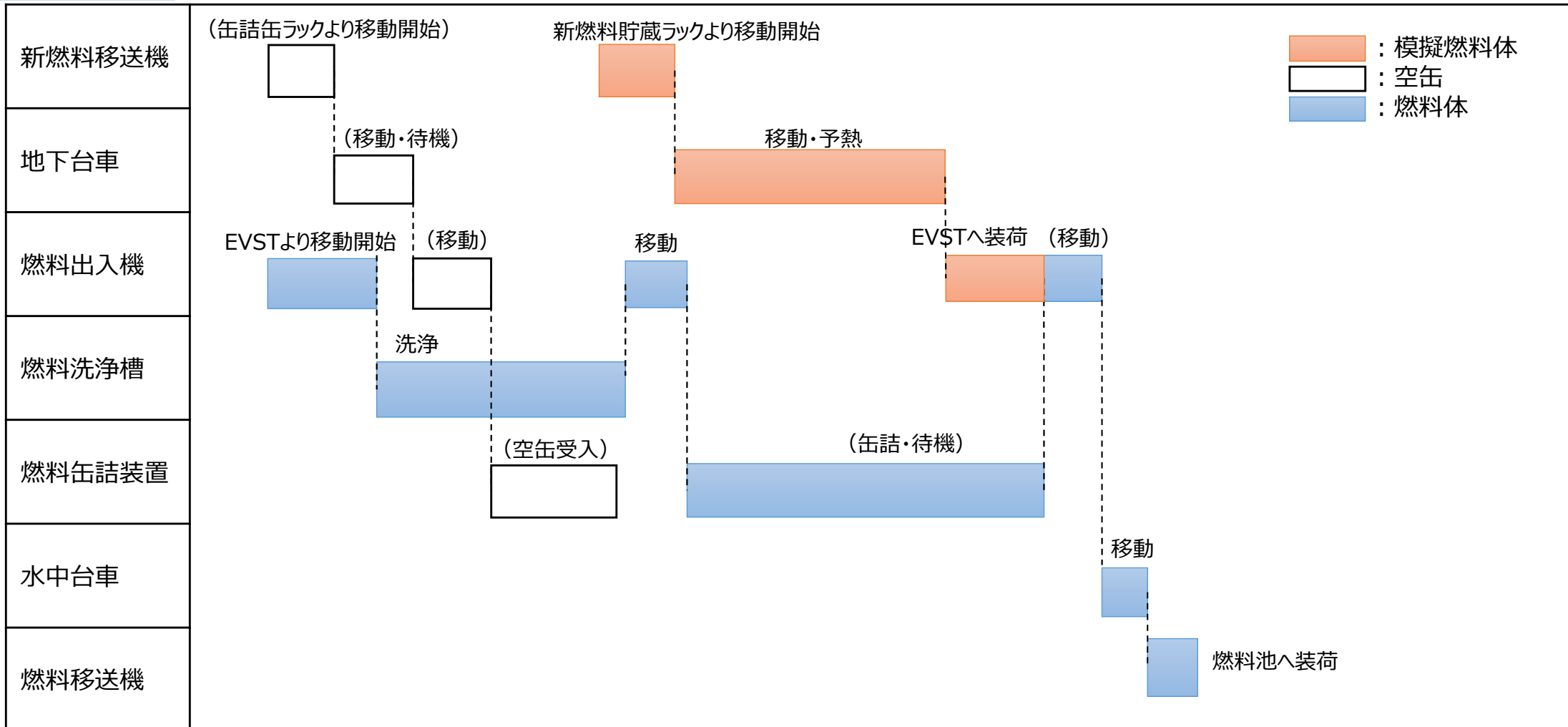
## ○今後の体制強化

模擬訓練開始時には、操作チームを25名から32名に増やすとともに、機構の支援要員2名、メーカーの増員 (10名から13名) による体制強化を図る。

# 燃料体の処理作業の工程（例）

○炉外燃料貯蔵槽（EVST）にある燃料体の移送（ナトリウム洗浄、燃料池へ貯蔵）と、新燃料貯蔵ラックにある模擬燃料体の炉外燃料貯蔵槽への移送を実施。

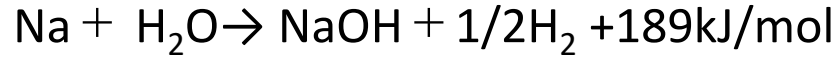
## スケジュール



注) 上記は設計上の機器の作動時間のみであり、実際は操作、確認、記録採取等により時間は長くなる。

# 燃料体のナトリウム洗浄について

- 「常陽」の運転実績を踏まえ、化学的に不活性なアルゴンガスを洗浄槽内に循環させながら蒸気を加え、燃料集合体に付着しているナトリウムと蒸気をゆっくりと反応させる「湿潤アルゴンガス洗浄」を実施。
- その後生成したナトリウム反応物 (NaOH) を洗い流す「脱塩水循環洗浄」を採用。



- 洗浄中は水素濃度や電導度、圧力、温度を常時監視。

## 燃料体の洗浄 主要工程

1. 燃料体の受け入れ

2. 湿潤アルゴンガス洗浄

3. 脱塩水循環洗浄 (×2回)

4. 燃料体の受け渡し

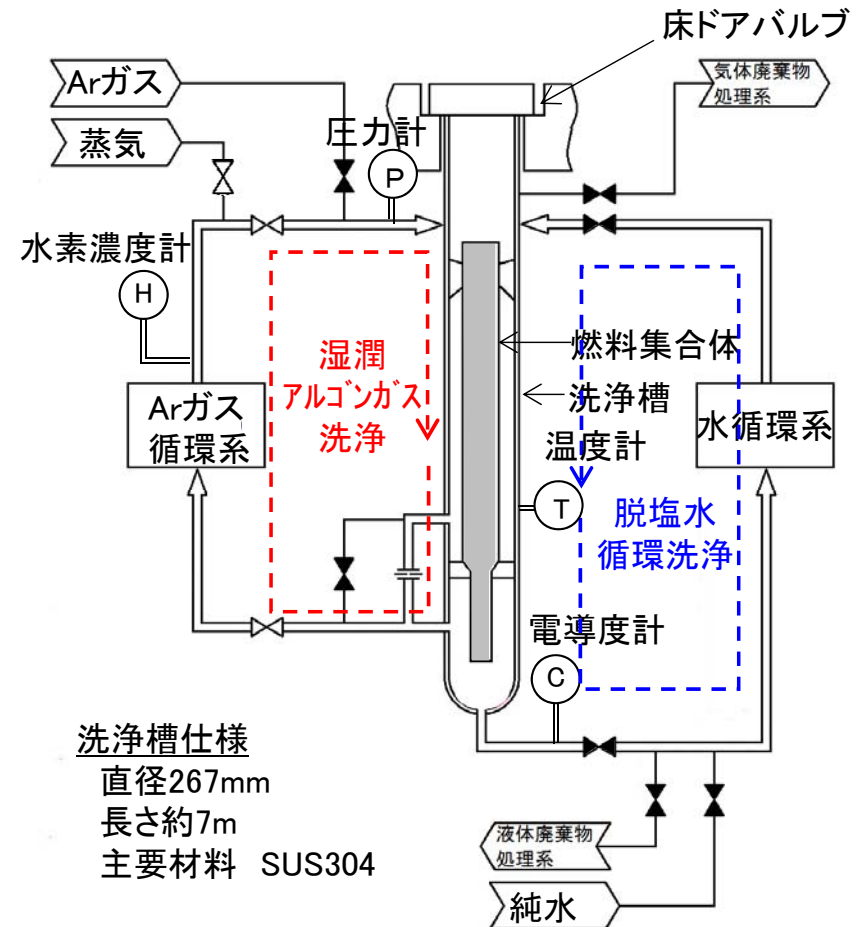
5. 脱湿、Arガス置換

### 【確認項目】

- ・蒸気温度、流量
- ・Arガス循環ブロウの差圧、流量
- ・燃料洗浄槽圧力
- ・Arガス循環系水素濃度  
(水素濃度が飽和したことを確認し次工程へ)

### 【確認項目】

- ・脱塩水注入、循環洗浄、洗浄廃液の排出、洗浄槽内Arガス置換、空気置換に伴う弁の「開/閉」状態
- ・脱塩水出口電導度  
(出口電導度が飽和したことを確認して次工程へ)

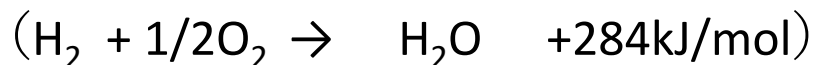




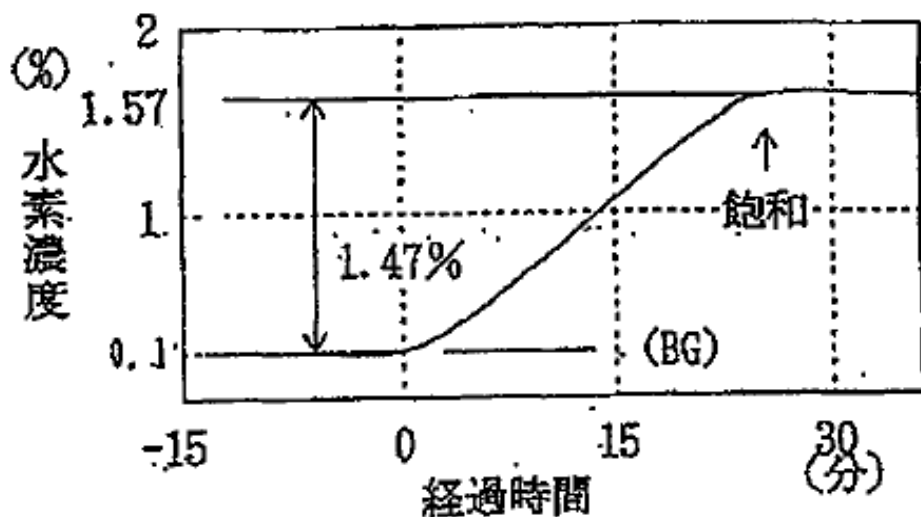
- 「湿潤アルゴンガス洗浄」にて水酸化ナトリウムと水素が発生する。



- 洗浄槽はアルゴンガスで満たされており、酸素はなく、以下の反応は発生しない。



- また、発生する反応熱についても除熱できるよう、十分なアルゴンガスを流している（500Nm<sup>3</sup>/h）。
- 洗浄中は、水素濃度や電導度のほか、洗浄槽の圧力や液位、洗浄槽出口の温度を常時監視している。仮に、急激な反応があった場合には、蒸気の流入を停止する。
- （また、ナトリウム付着量が想定より過大であった場合、一旦洗浄槽内の水素を排出後、洗浄を再開。）



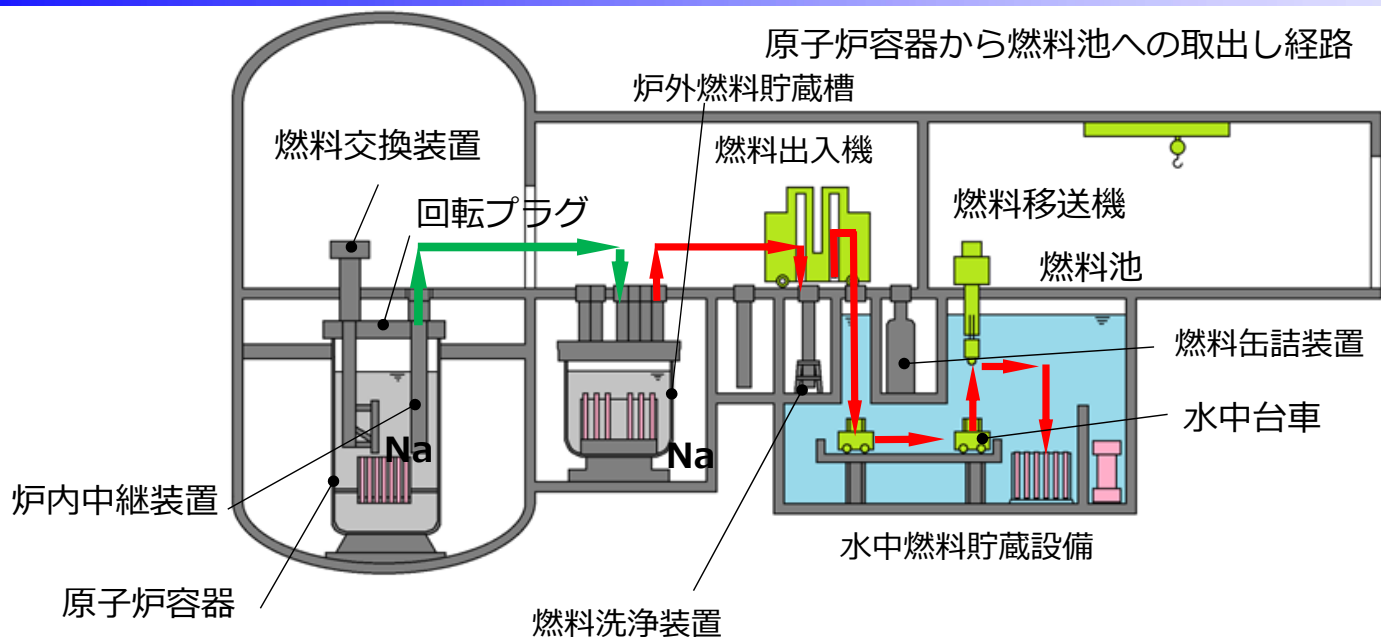
水素濃度データ (過去試験)

### 【洗浄実績】

- ① 模擬体 (1994年～1995年)
  - ・本数：198体
  - ・水素濃度：平均約1.7% (約0.7～2.4%の範囲)
- ② 使用済燃料 (2008年、2009年)
  - ・本数：2体
  - ・水素濃度：約0.4%、約1.1%

## 2. 燃料体取出し作業の準備状況等について (総合機能試験等)

# 第1段階（燃料体取出し期間）の工程



凡例

➡ (緑) : 燃料体の取出し

➡ (赤) : 燃料体の処理

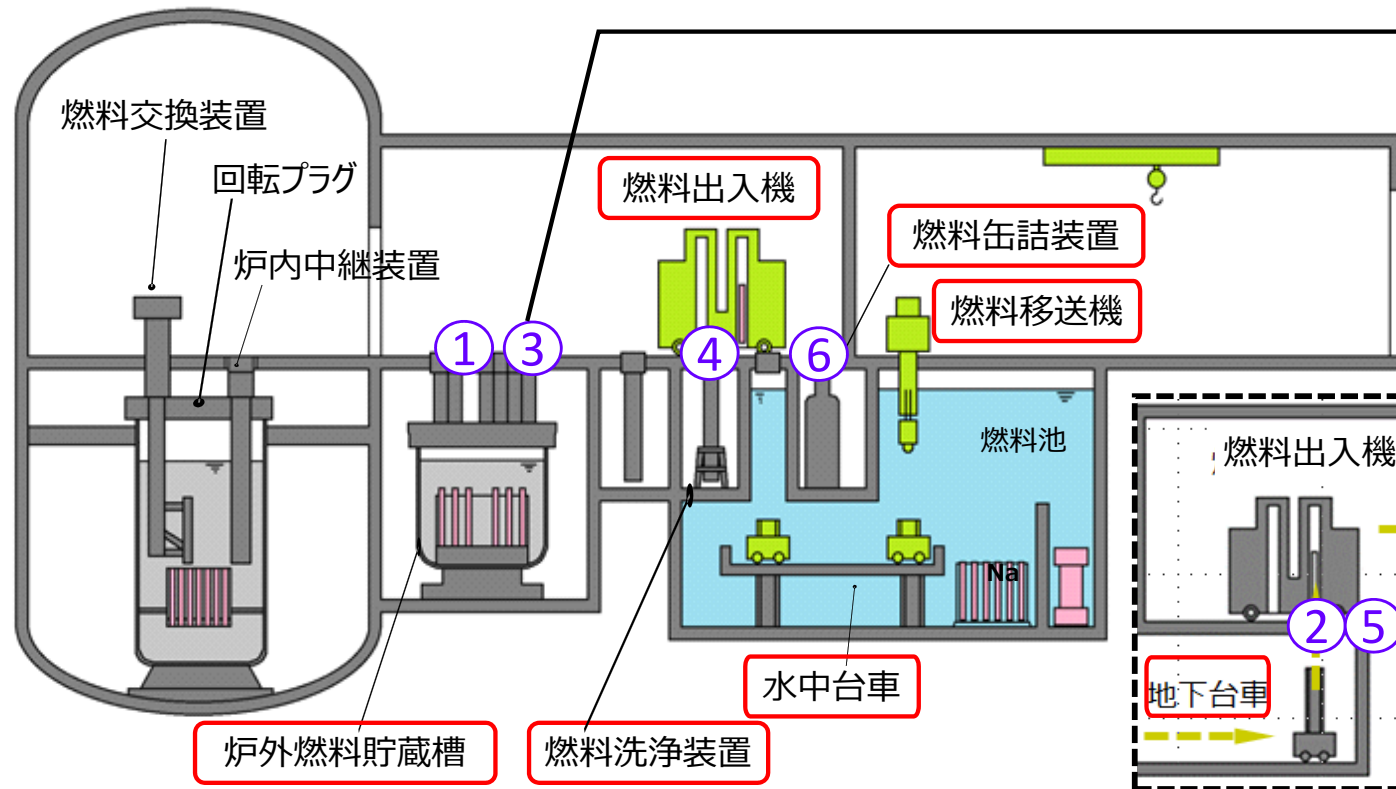
年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
第1段階における主な作業及び点検	<b>燃料体の処理 (530体)</b> 炉外燃料貯蔵槽→燃料池 2018.6.19 ~ 6.21 (模擬訓練①) 2018.7.13 ~ 7.26 (総合機能試験) 2018.8 (模擬訓練②) 2018.12 (100体)	2019.9 (130体)	2020.4 (130体)	2021.1 (130体)	2021.8 (170体)
	<b>燃料体の取出し (370体)</b> 原子炉容器→炉外燃料貯蔵槽 (模擬燃料体を移送)	2019.7 (110体)	2020.11 (130体)	2022.3 (130体)	
	模擬燃料体等の準備 2018.5 8体の現地搬入 110体	130体	130体		
	設備点検				
	2次系ナトリウムの抜取り 2018.7 一時保管用タンクの現地搬入 2018.12 完了				
	汚染の分布に関する評価 2018.6 作業開始				

○燃料体の移送や処理に使用する設備について、分解点検や機能性能試験を実施（2017/7/26～2018/7/10）

○その後、一連の運転動作を確認する総合機能試験を実施（7/13～26）

- ・燃料出入機等により、炉外燃料貯蔵槽に保管中の使用済制御棒を洗浄、缶詰缶に収納し、燃料池へ移送する。
- ・上記の作業と並行して、新燃料受入貯蔵設備に保管中の模擬燃料体を、炉外燃料貯蔵槽に移送する。

: 点検等を実施した設備



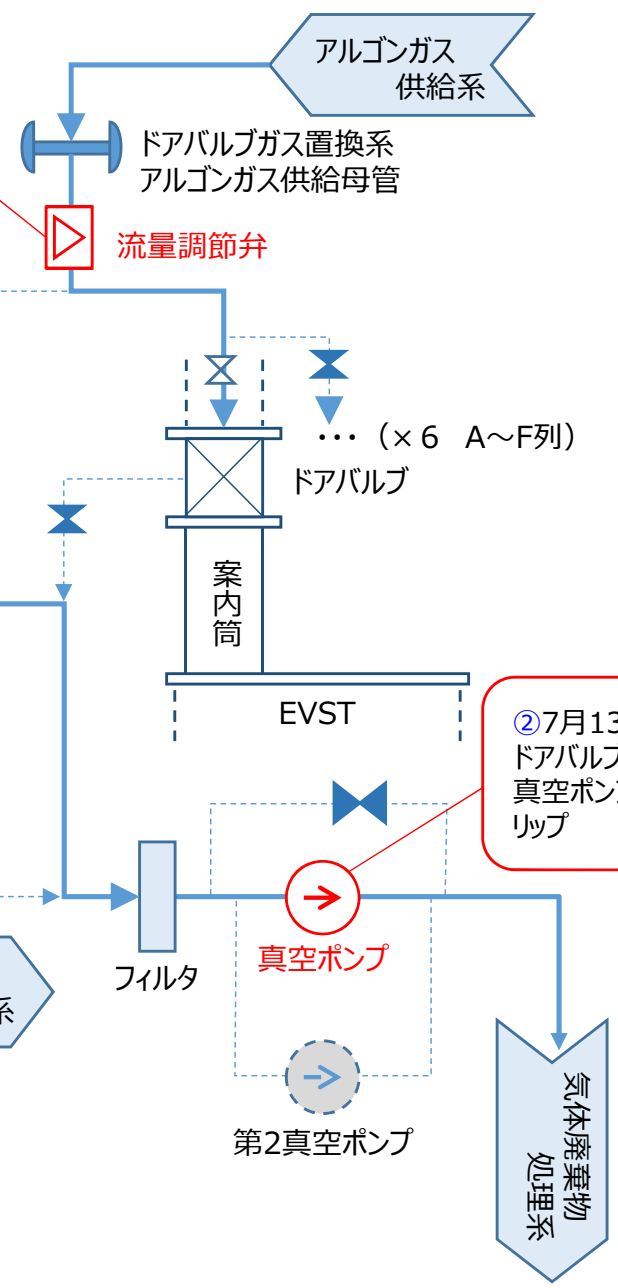
・床ドアバルブ（6連式）点検後の復旧作業状況



・缶詰装置開放点検

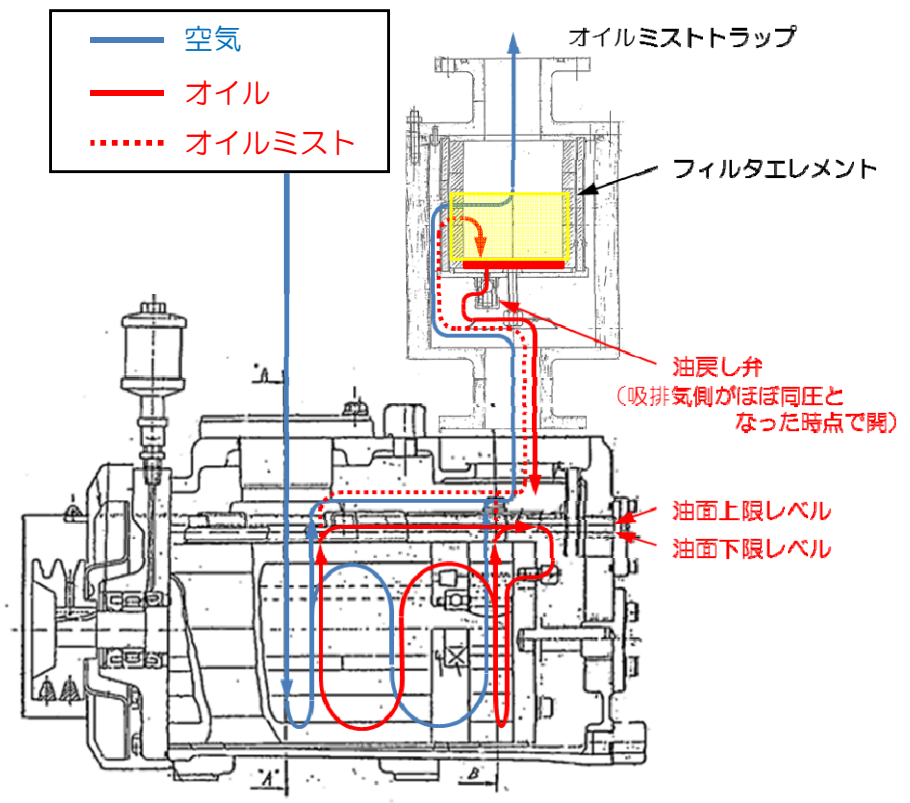
# 総合機能試験等における不具合の概要 (1/4)

①7月13日  
ブローダウン流量調整  
(燃料出入機とドアバルブが接続されて開いた際に、ナトリウムペーパーの上昇を抑えるためにアルゴンガス吹き込み系統)



②7月13日  
ドアバルブガス置換系  
真空ポンプのサーマルトリップ

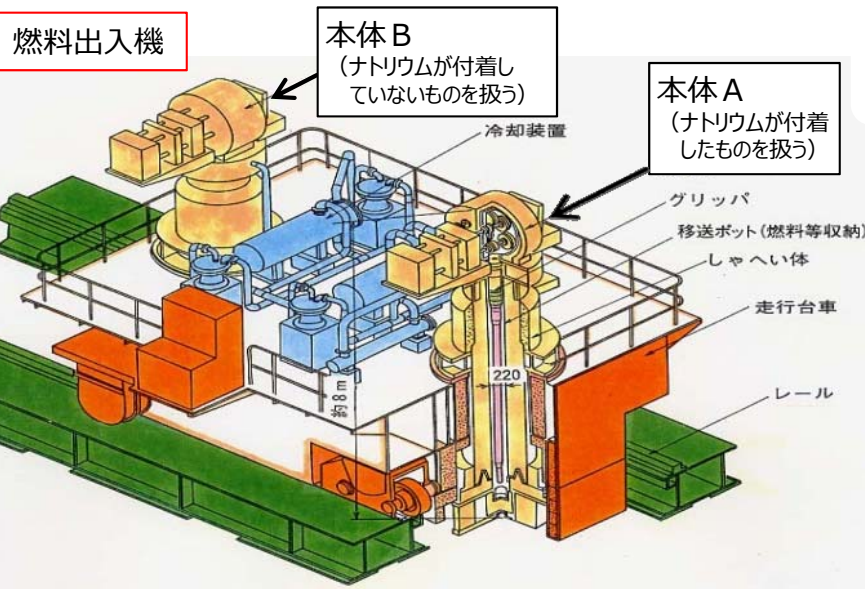
事象	原因	対策・対応状況
①炉外燃料貯蔵槽のブローダウンガス流量が所定の値を下回った (2018年7月13日)	6つのドアバルブを同じ弁開度で供給する手順としていたため	使用するドアバルブごとに弁開度を変更する手順に見直し
②地下台車内部のアルゴンガス置換作業をしていたところ、真空ポンプが停止 (2018年7月13日)	真空ポンプ内の油戻し弁の動作不良により、モータが過負荷になったと推定	予備の真空ポンプに切り替えるとともに、停止した真空ポンプの油戻し弁等の部品を取り換える



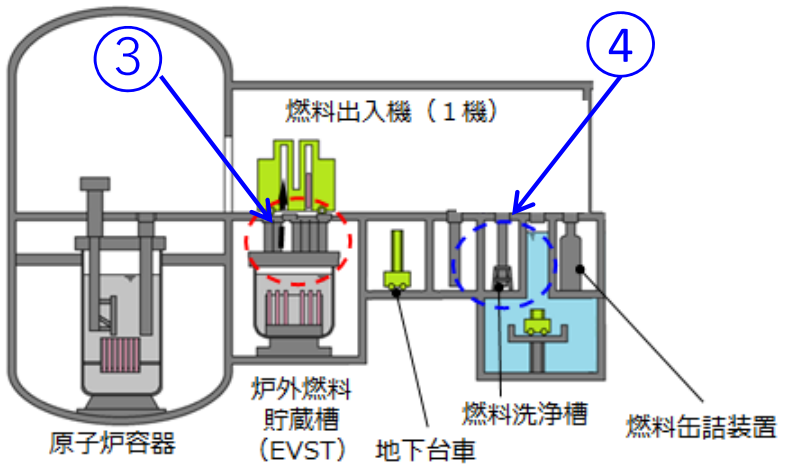
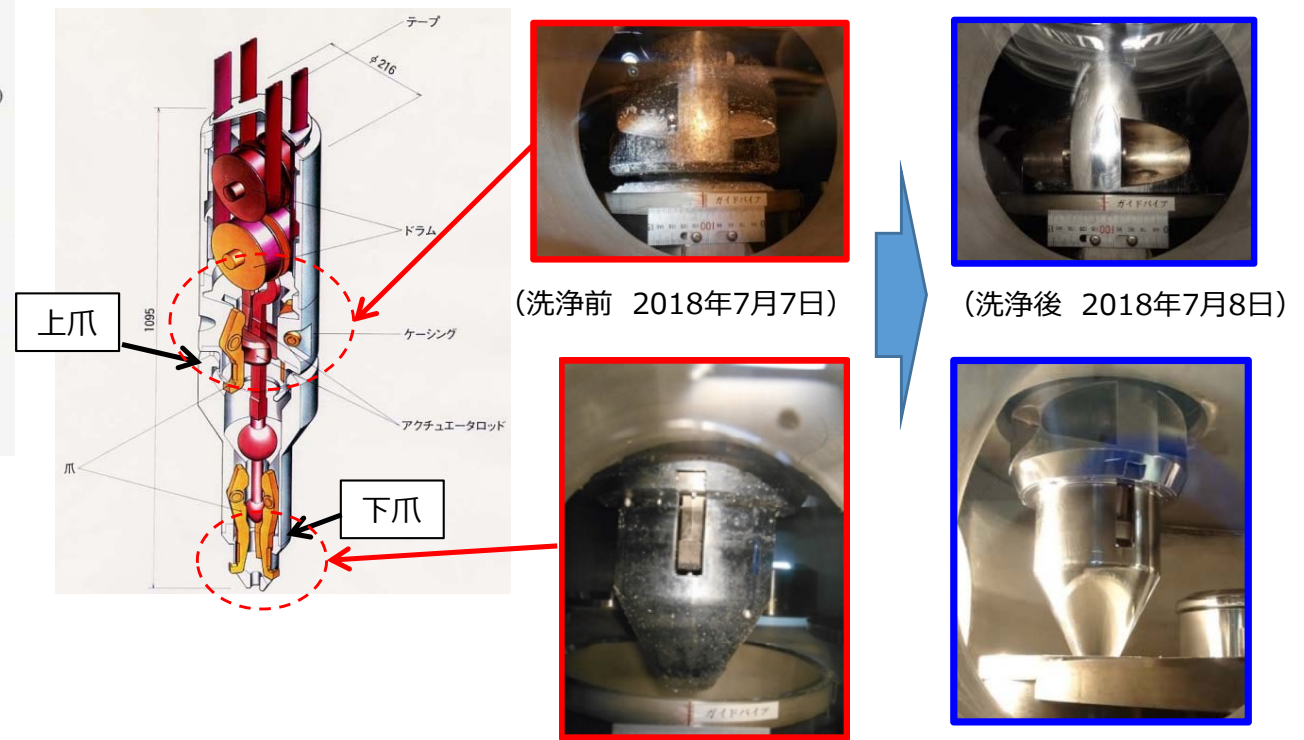
真空ポンプ運転時の空気、オイルの流れ

# 総合機能試験等における不具合の概要 (2/4)

事象	原因	対策・対応状況
③ 炉外燃料貯蔵槽において、燃料出入機 (本体A) のグリッパが動作不良 (2018年7月4日)	約3か月前の点検時に付着したナトリウムが、燃料出入機内の僅かな酸素等と反応して、化合物ができ、グリッパが固着したものと推定	グリッパ等を洗浄後、動作復旧 ナトリウムが付着する他機器についても評価し、作動性に問題ないことを確認した
④ 燃料出入機(本体A)によるテープ調整の際、一時的な警報発報 (2018年8月1日)	燃料洗浄槽内で、グリッパに付着したナトリウムが固着したものと推定	燃料出入機にグリッパを収納した後 (加熱アルゴンガス雰囲気)、燃料検査槽にて、グリッパの動作復旧



③ 3月に使用したグリッパを燃料出入機内 (アルゴンガス雰囲気中) で保管。その後、炉外燃料貯蔵槽にてグリッパの爪の開閉状態を調整するため、はなし動作をした際に、トルクが大きいことを示す警報が発生

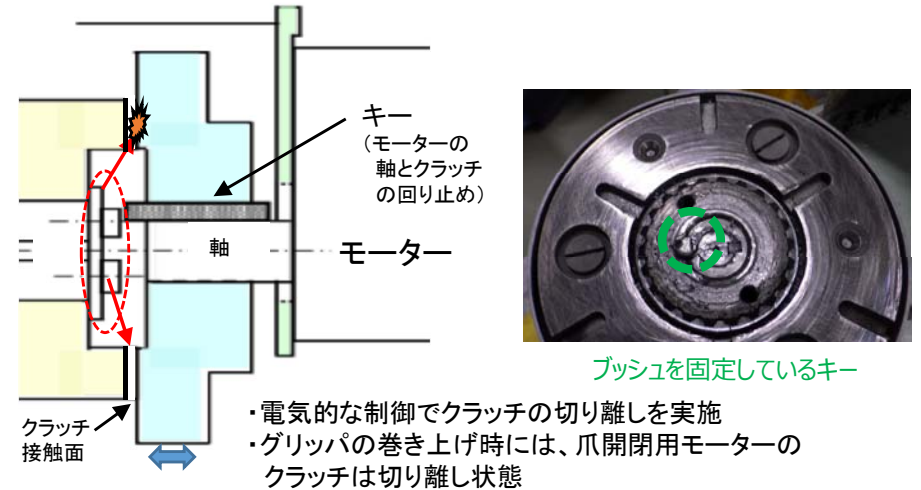
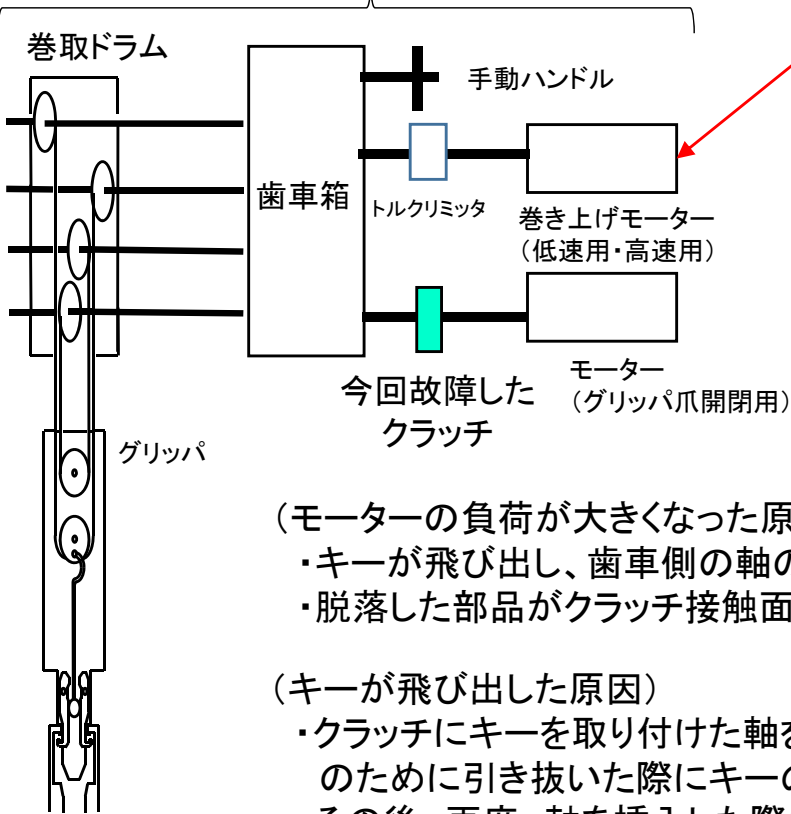


④ 使用済制御棒を燃料洗浄槽に着座し、切り離した後、グリッパのテープ調整を実施した際に、一時的にトルクが大きいことを示す警報が発生。

事象	原因	対策・対応状況
⑤燃料出入機（本体B）により、地下台車から空の缶詰缶を吊り上げていたところ、停止（自動運転の除外）（2018年7月16日）	駆動機構におけるクラッチ内部で、部品が突き出し、クラッチ板と接触したため、クラッチ板の部品が脱落し、噛みこんだものと推定	クラッチの交換、部品の固定処理（接着剤及びカシメ）、組立手順の見直しを行う 燃料体取り出し作業に使用する設備の点検実績について調査を行い、不具合が生じないことを確認

燃料出入機上部に設置

巻き上げる際、モーターの負荷が大きくなったことを検知して停止

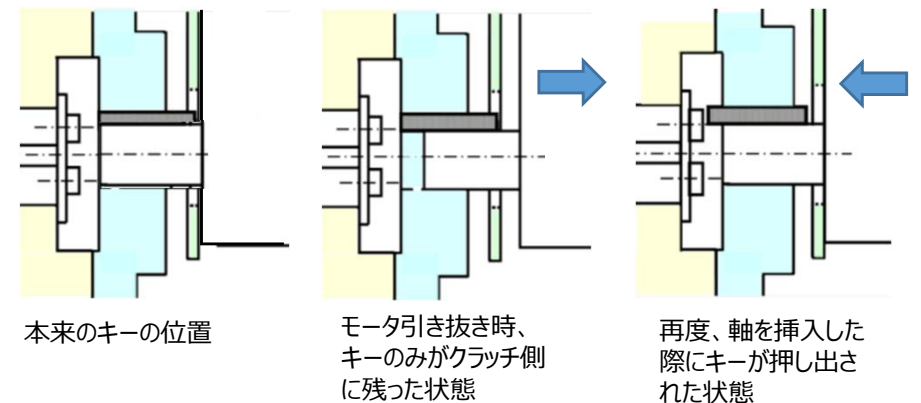


(モーターの負荷が大きくなった原因)

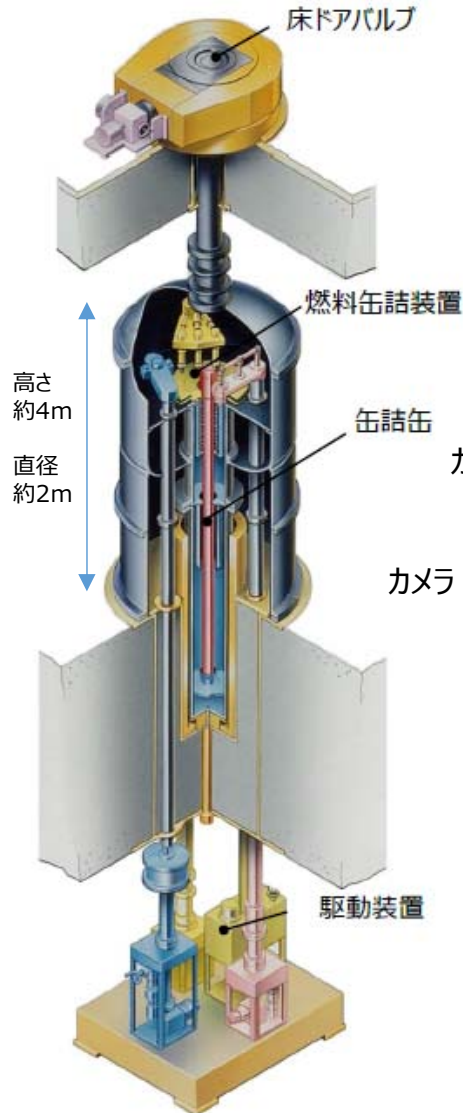
- ・キーが飛び出し、歯車側の軸の先端にあるボルトやエンドプレートに接触し、当該部品が脱落
- ・脱落した部品がクラッチ接触面の隙間に挟まり、クラッチが繋がった状態のままになった。

(キーが飛び出した原因)

- ・クラッチにキーを取り付けた軸を挿入した後、位置調整のために引き抜いた際にキーのみがクラッチ側に残った。
- ・その後、再度、軸を挿入した際にキーが押し出されたものと推定



事象	原因	対策・対応状況
⑥燃料缶詰装置において、集合体及び缶詰缶をカメラにて確認した際、視認性が悪かった (2018年7月24日、25日)	カメラレンズの保護ガラスの表面が結露し、視認性が悪くなったと推定	分解点検で保護ガラスの結露のふき取りを行うとともに、結露防止のため乾燥空気を注入する運用に変更追加の改善策を検討中



## ○缶詰作業

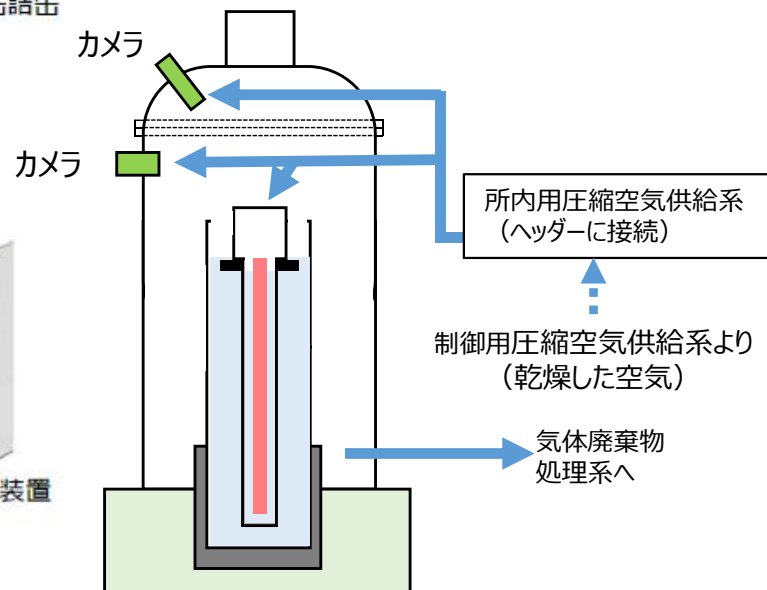
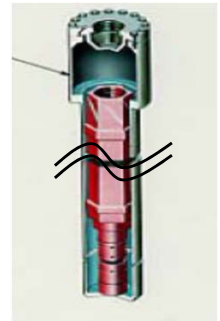
①空の缶詰缶の内外に一定の水を充てん

〔 使用済燃料の冷却ため、缶詰缶の内外に水を充てんする設計  
曇りが発生した際は制御棒を扱っており、温度としては常温程度 〕

②燃料等を缶詰缶に挿入し、缶詰缶内の水位が所定となるよう調整。

③缶蓋をボルト締装置により取り付け

燃料を缶詰処理した状態



## ○カメラ視認性低下の対応状況

(7月24日、25日)

カメラに結露による曇りが発生し視認性が低下

(7月30日)

缶詰設備からカメラを取り外し、保護ガラスの清掃等を実施

(7月31日以降)

雰囲気調整空気を乾燥空気に変更した上で、装置内空気の給排気、照明などの調整を実施

制御棒を洗浄・移送し、視認性の確認を実施

(現在の状況)

一時的に視認性が悪くなることもあり、装置内の環境測定 (温度・湿度等) や空気吹き付けノズルの向きや形状の検討等を実施中



燃料体の移送にあたり、発生する可能性のある警報と原因及びその対応を整理  
(例)

作業工程	警報	原因	対応
燃料体の洗浄中	水素濃度 高	付着したナトリウム量が過大	警報処置手順書に基づき、Arガスを追加注入し、水素濃度を下げた後に気体廃棄物処理系に排出し、洗浄再開
燃料移送機にて燃料を移送中	燃料移送機機上停止	燃料移送機のレール上に異物を発見したため、緊急停止	警報処置手順書に基づき、異物を除去し、再開
燃料体を燃料洗浄槽から水中台車へ移送中	本体Bドアバルブ開閉モータ（高速）故障	本体 B ドアバルブの開閉モータ故障	作業を中断。 保修票を発行し、補修（モータ交換等）を行う。
燃料出入機本体 A にて燃料体を吊り上げ中	本体 A グリッパ昇降異常	燃料体が下限領域以外（吊り上げている状態）で昇降トルク低となった	作業を中断し、原因を調査。 →燃料体の落下と判断された場合、通報連絡し、リカバリープランに基づき対応

- ・なお、今回の総合機能試験等で発生した警報発報についても、警報措置手順書に基づき、予め定められた手順に従って対処した。
- ・また、炉外燃料貯蔵設備ブローダウンの流量調整の手順書への反映やグリッパ爪の管理方法の改善等、QMSに基づきPDCAサイクルを回している。

### 3. 燃料体取出し作業の準備状況等について (操作訓練等)

操作員に対して、必要な机上教育に加え、燃料体の処理に向けた訓練を2018年6月から実施中

訓練名	訓練内容（実績）	訓練名	訓練内容（実績）
<p>手順確認</p> 	<p>模擬訓練実施前に、操作盤の空操作により手順を確認する。</p> <p>①模擬体搬入（6/11～6/13実施） ②模擬体移送、燃料処理貯蔵（7/2～7/4実施）</p>	<p>図上訓練</p> 	<p>警報が発報した場合を想定し、原因の特定、トラブル収束に向けた対応を机上で行う（6/26～6/28実施）。</p> <p>また、現状のプラント状態において想定される事故内容、影響等を確認する（7/5～7/6実施）。</p>
<p>模擬訓練</p> 	<p>使用済制御棒、模擬燃料体を操作盤を用いて実際に移送する。</p> <p>①模擬体搬入（6/19～6/21） ②模擬体移送、燃料処理貯蔵：8月実施予定</p>	<p>トラブル対応総合訓練</p> 	<p>敦賀廃止措置実証本部を含め、現場組織と対外対応組織と連携した訓練を行う（6/28、7/20実施）。</p>

注 ①「模擬燃料体」を、新燃料受入貯蔵設備に移送  
②「模擬燃料体」を、新燃料受入貯蔵設備から炉外燃料貯蔵槽に移送、「使用済制御棒」を、炉外燃料貯蔵設備から取り出し、洗浄・缶詰して燃料池に移送

## 目的

- 燃料体の代わりに、模擬燃料体、使用済制御棒を用いて操作を行う中で、操作チーム（操作責任者、操作員、記録員）内の連携向上を図る。

## 訓練項目

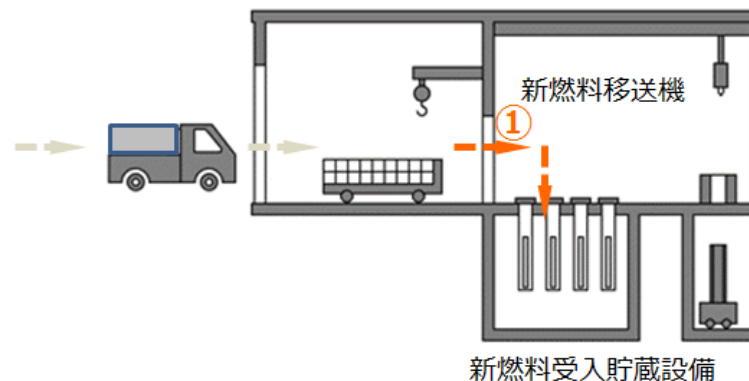
### 模擬訓練①

- 模擬燃料体を仮置き場から新燃料受入貯蔵設備へ移送（6月19日～6月21日：10体実施済み）。

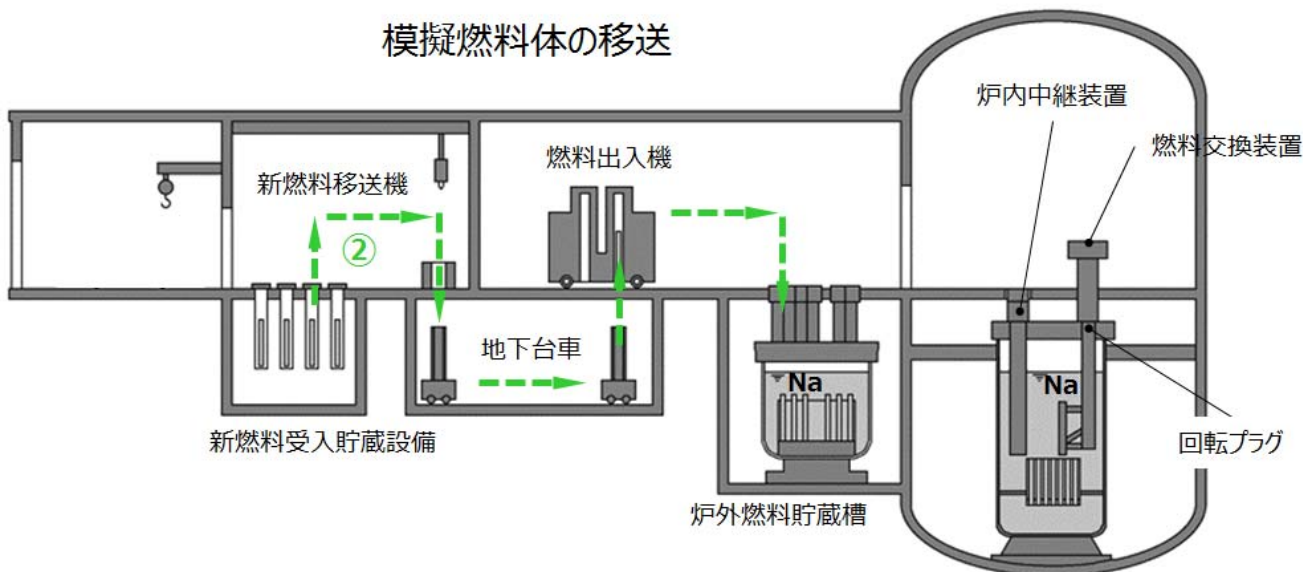
### 模擬訓練②

- 新燃料受入貯蔵設備の模擬燃料体を地下台車及び燃料出入機を使って、炉外燃料貯蔵槽へ移送。
- 炉外燃料貯蔵槽の使用済制御棒を燃料出入機を使って、燃料洗浄装置へ移送して、洗浄。その後、燃料出入機を使って、燃料缶詰装置へ移送して、缶詰缶内へ収納した後、燃料出入機から水中台車に缶詰缶を移す。燃料池内を水中台車が移動した後、燃料移送機を使って、缶詰缶を燃料池の所定位置に移送、貯蔵する。

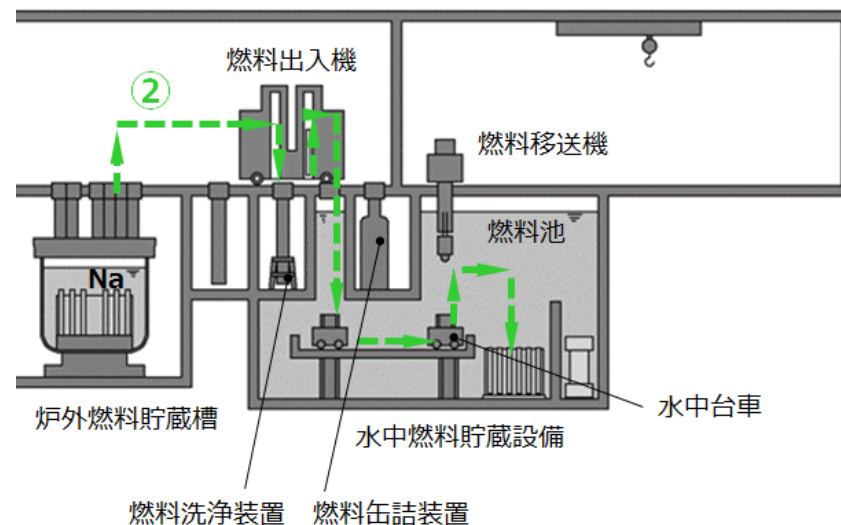
模擬燃料体の移送



模擬燃料体の移送



使用済制御棒の移送、処理、貯蔵



## 4. その他廃止措置に関する取り組みについて

## 工事概要

- 全ての2次系ナトリウムを抜き取るには、一時保管用タンクの設置が必要。
- 2次ナトリウム純化系配管及び2次アルゴンガス系配管と接続する。

## 工事期間中の安全対策

- 既設配管を切断する際はアルゴンガス雰囲気を維持するとともに、機械的工具を用いてナトリウムを溶融させない。  
なお、当該工事はナトリウム漏えい対策工事で実績のある方法である。
- また、弁等に残留するナトリウムは、必要に応じて解体前にナトリウム安定化処理を実施。

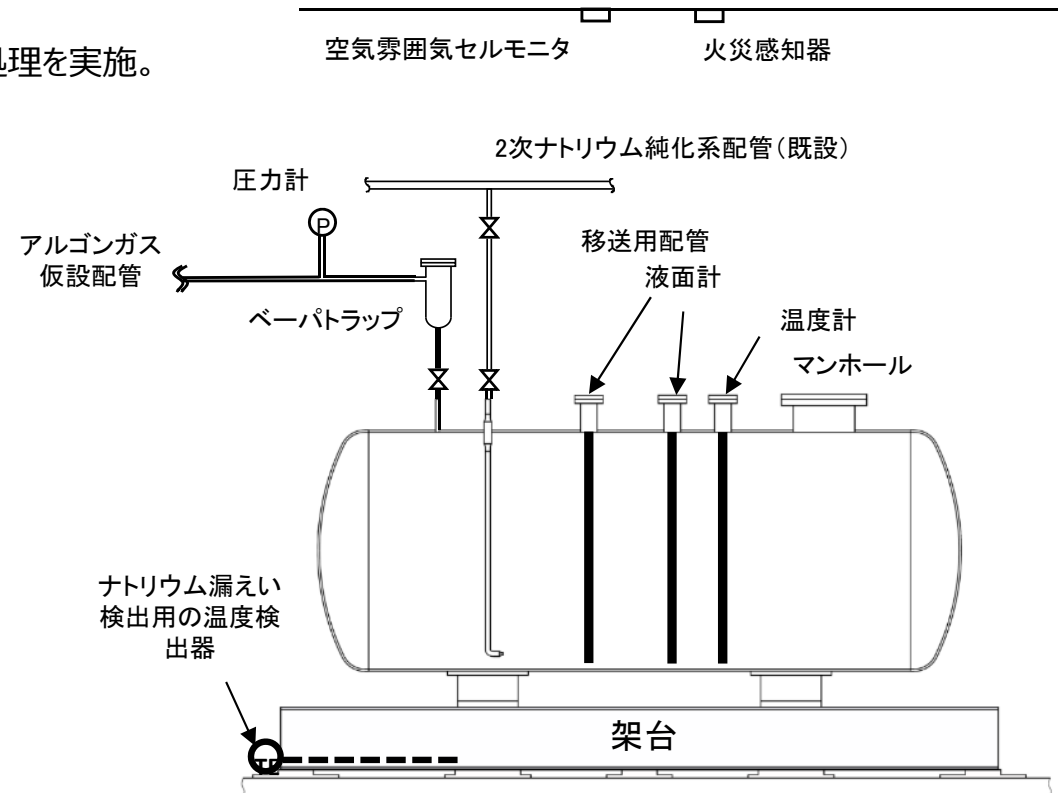
## ナトリウム移送中の安全対策

- 当該区画はナトリウム系の設備があり、従前より監視用ITV、空気雰囲気セルモニタ、火災報知機が設置されている。なお、ナトリウム漏えい時は窒素ガス注入を行い、火災進展防止を図る仕組みとなっている。
- ナトリウム捕集パン（鋼製ライナー）を設置
- ナトレックス消火器を追加配備（11月中旬予定）
- ナトリウム移送時は一時保管用タンクのナトリウム液面計にて監視する。

## ナトリウム移送後の安全対策

- 一時保管タンク内に貯留したナトリウムは放熱により、固める。
- 一時保管タンク内の上部空間は、正圧のアルゴンガスに維持し、その圧力を監視する。
- 弁等に残留するナトリウムは、必要に応じて解体前にナトリウム安定化処理を実施。

- 一時保管用タンクの設計
  - ① 最高使用圧力・温度条件で健全性が保てること。
  - ② 既設ダンプタンクと同等の構造・耐震強度を有すること。1.0の水平方向震度（タンクにかかる最大加速度：1.0G）で健全性が保てること）



一時保管用タンク設置概略図（ナトリウム移送時）

燃料取扱設備以外の設備についても、保全計画に基づき、点検期限を超過しないよう点検を実施。  
2018年4～6月には、原子炉補機冷却水系統などの設備点検（C系）を実施。  
2018年12月からは、B系の設備点検を実施し、施設定期検査受検予定。

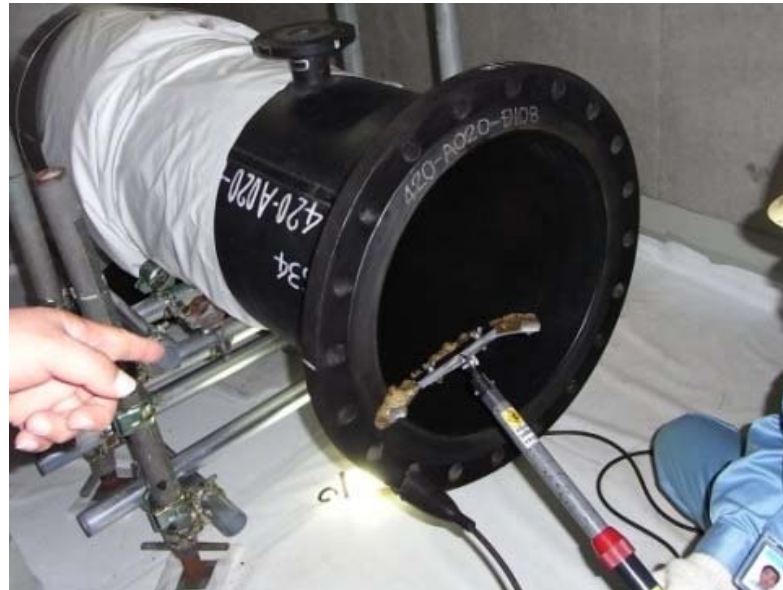
## 主な点検内容

### 原子炉補機冷却水系

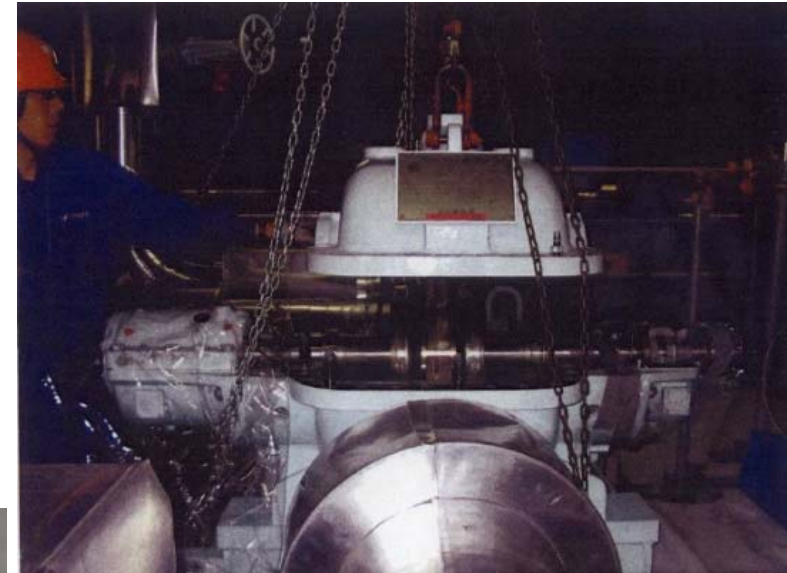
- ・冷却水ポンプC3 分解点検

### 原子炉補機冷却海水系

- ・海水ポンプC1,C3 電動機点検
- ・海水系C系逆止弁 分解点検
- ・海水系配管ライニング点検



配管ライニング点検



冷却水ポンプ分解点検

## 燃料取扱いに関する海外知見の収集（例：フランス スーパーフェニックス）

1. 燃料洗浄時のナトリウム付着量が設計値を超過 1999年12月  
燃料洗浄時、ナトリウム付着量が設計値(300gに対し400g～500g)を超過していることが判明。  
ナトリウム付着量を設計値以下になるよう燃料洗浄設備の改造等を実施。（2か月遅延）

### 「もんじゅにおける対応」

- ・模擬体及び燃料体の取扱実績において、想定値以上のナトリウム付着は確認されていない。
- ・ただし、燃料処理の実績が少ないことから、ナトリウム洗浄時の運転パラメータ等の監視を強化し作業を実施する。

2. ブランケット燃料集合体落下事象 2002年4月10日  
ブランケット燃料集合体をナトリウム洗浄作業で移送中に専用セル内で落下事象が発生。  
落下による大きな損傷や、放射線漏洩などは無かった。対策などの実施に、15週間を要した。

### 「もんじゅにおける対応」

- ・燃料を取扱うグリッパは全て荷重計が取付けられており、荷重値、荷重パターン等を監視し作業を実施する。
- ・燃料を取扱うグリッパは、機械的に「閉」状態が固定される構造であり、同様のトラブルは発生しない。

## ナトリウム処理中のトラブルに関する海外知見の収集（例：フランス ラプソディ実験炉）

### ○事故の概要 1994年3月

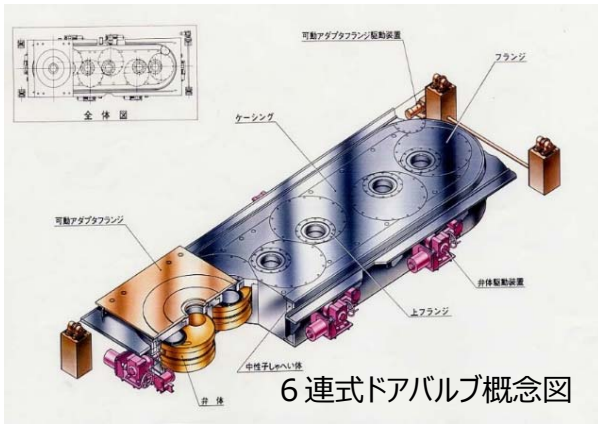
ナトリウム貯蔵容器解体の前処理として、容器内に残るNaを除去中に、急激な化学反応が起こり人身事故をとまなう爆発事故が発生。重アルコールを用いて洗浄を行ったことにより、容器内に残るナトリウム(推定100～150 kg)との間で複合的な化学反応が発生。温度が上昇、急激に化学反応が進行し爆発に至ったと推定されている。

### ○この事故の教訓

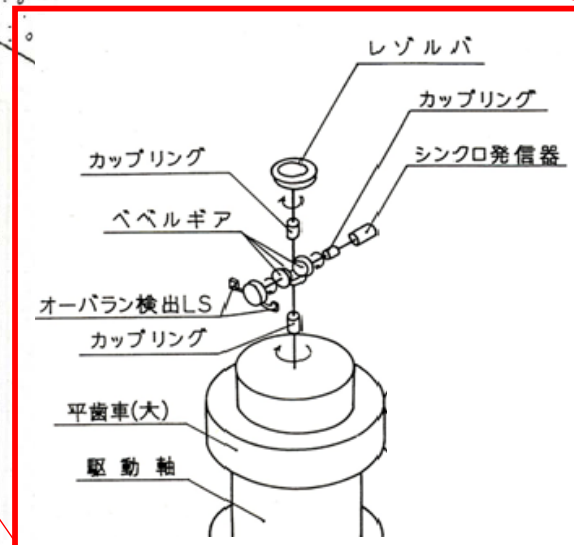
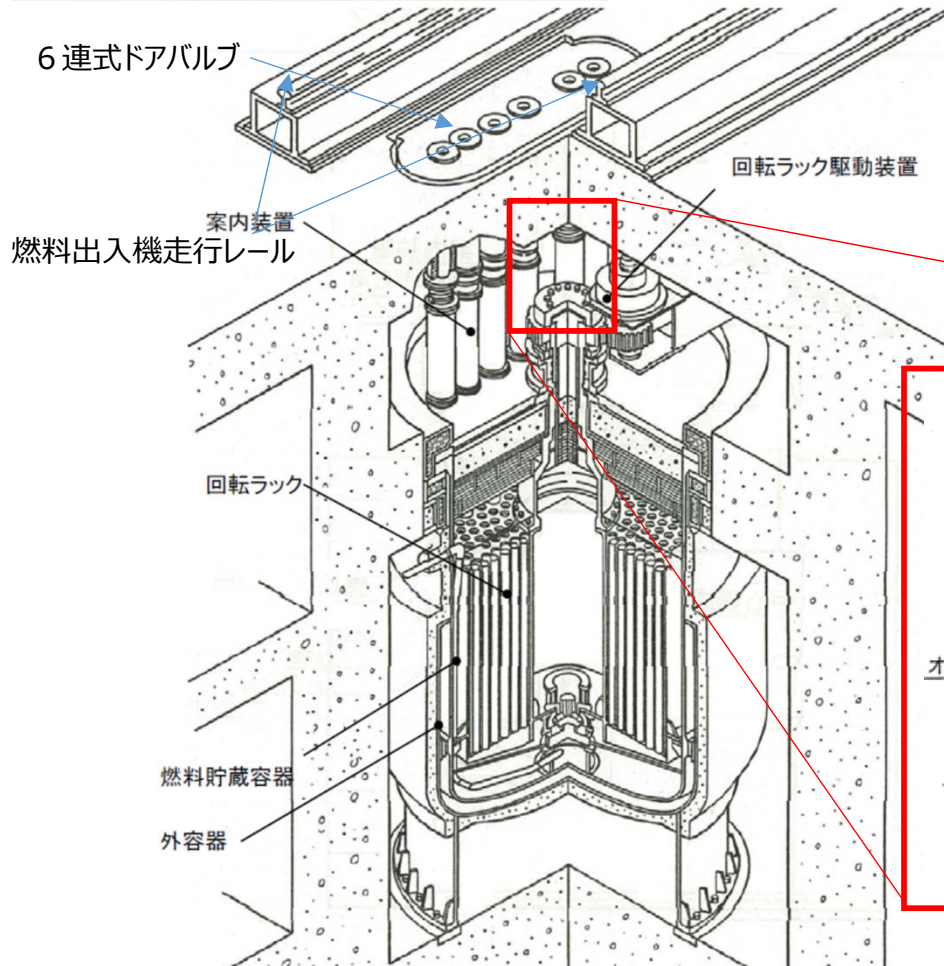
金属ナトリウムの処理に重アルコールを用いない。現在、容器内に残るナトリウムの安定化処理には湿り窒素ガス、湿り炭酸ガスが推奨されている。



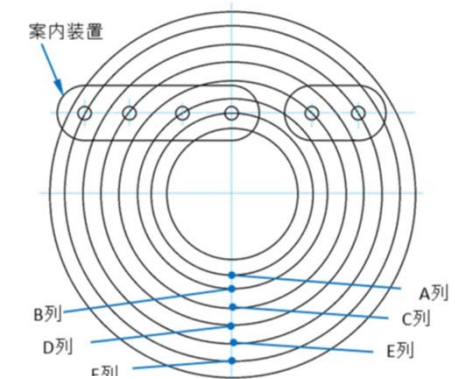
## 参考資料



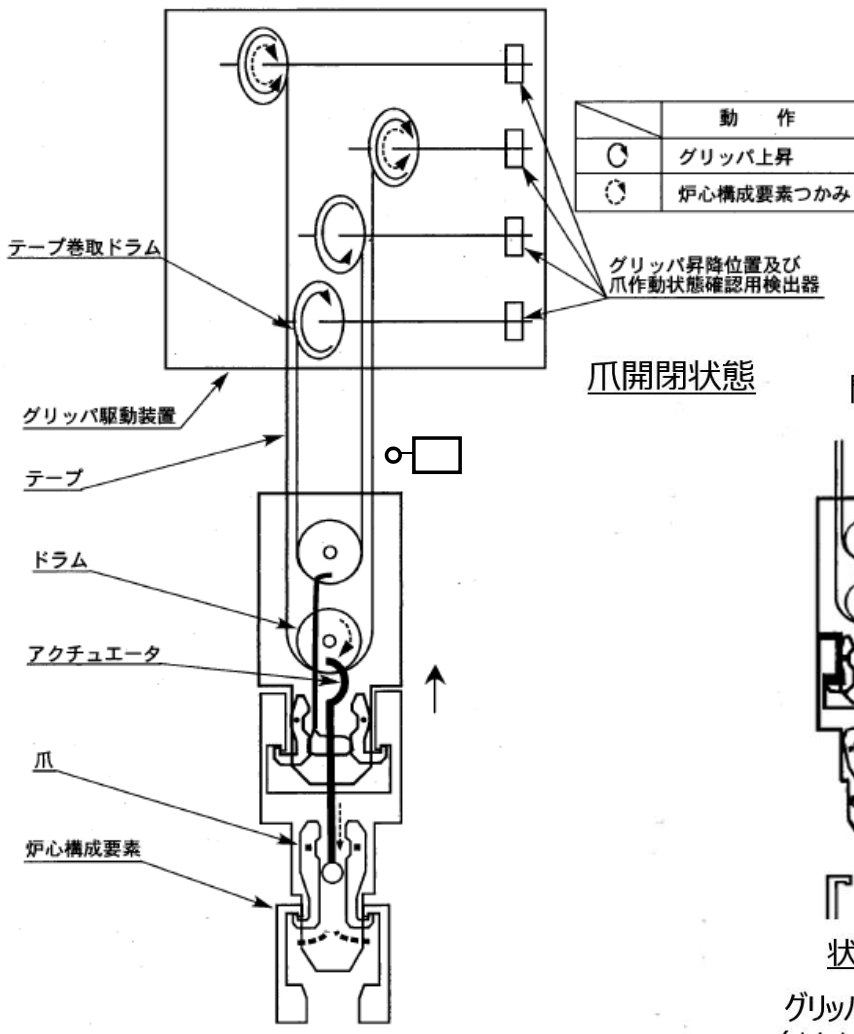
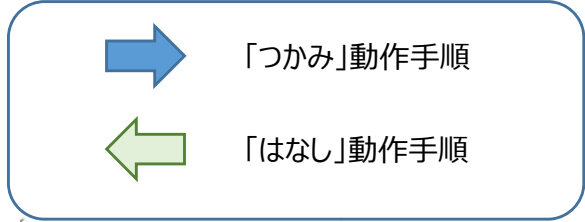
- 炉外燃料貯蔵槽の回転ラックの位置決め
- ・列方向：燃料出入機の6連式ドアバルブの接続位置で決定（右下図）。
  - ・周方向：駆動軸の回転角度を、レゾルバ（制御用）とシンクロ発信器（確認用）の2種類で相互確認しつつ検知（中下図）。 $\pm 180^\circ$ 以上の回転はオーバーラン検出リミットスイッチで検知。  
回転方向の位置決め精度 $\pm 0.1^\circ$ 。



回転角度検知概念図



回転ラックと案内装置  
(6連式ドアバルブ) の位置関係

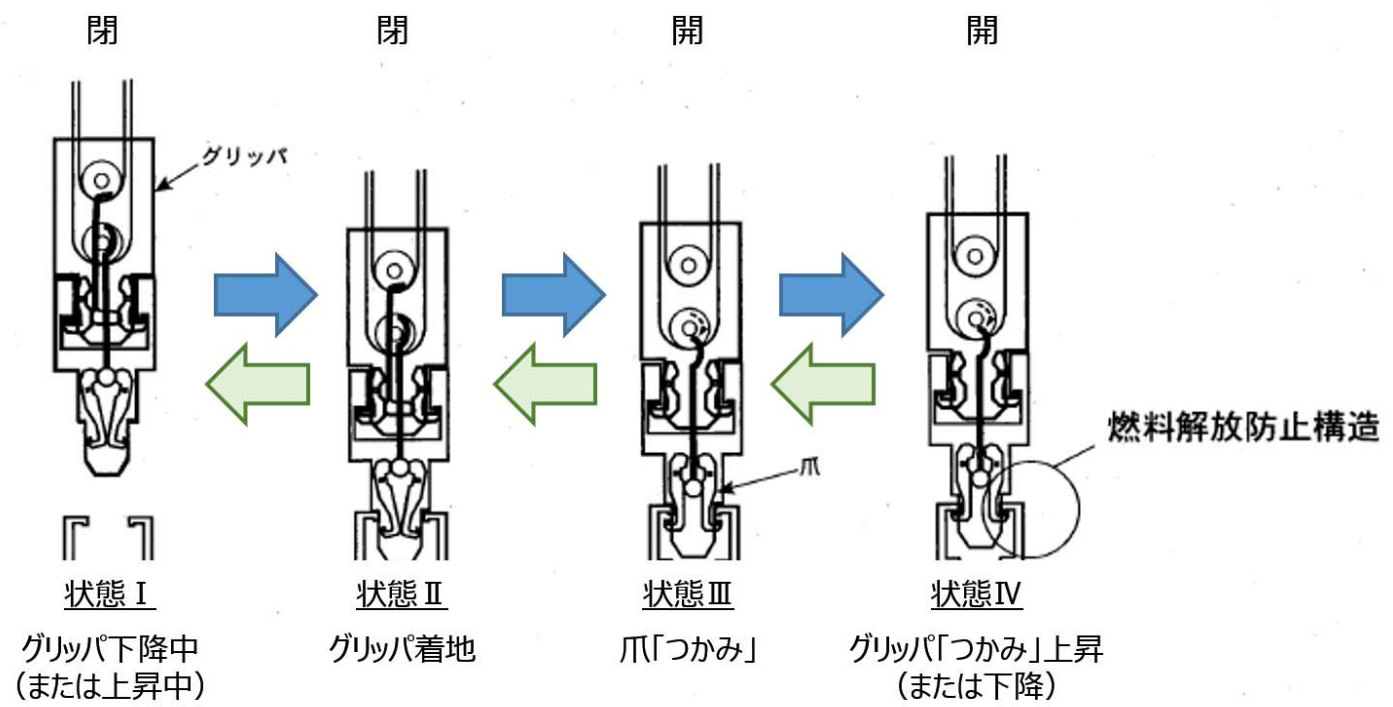


### 燃料出入機の位置決め

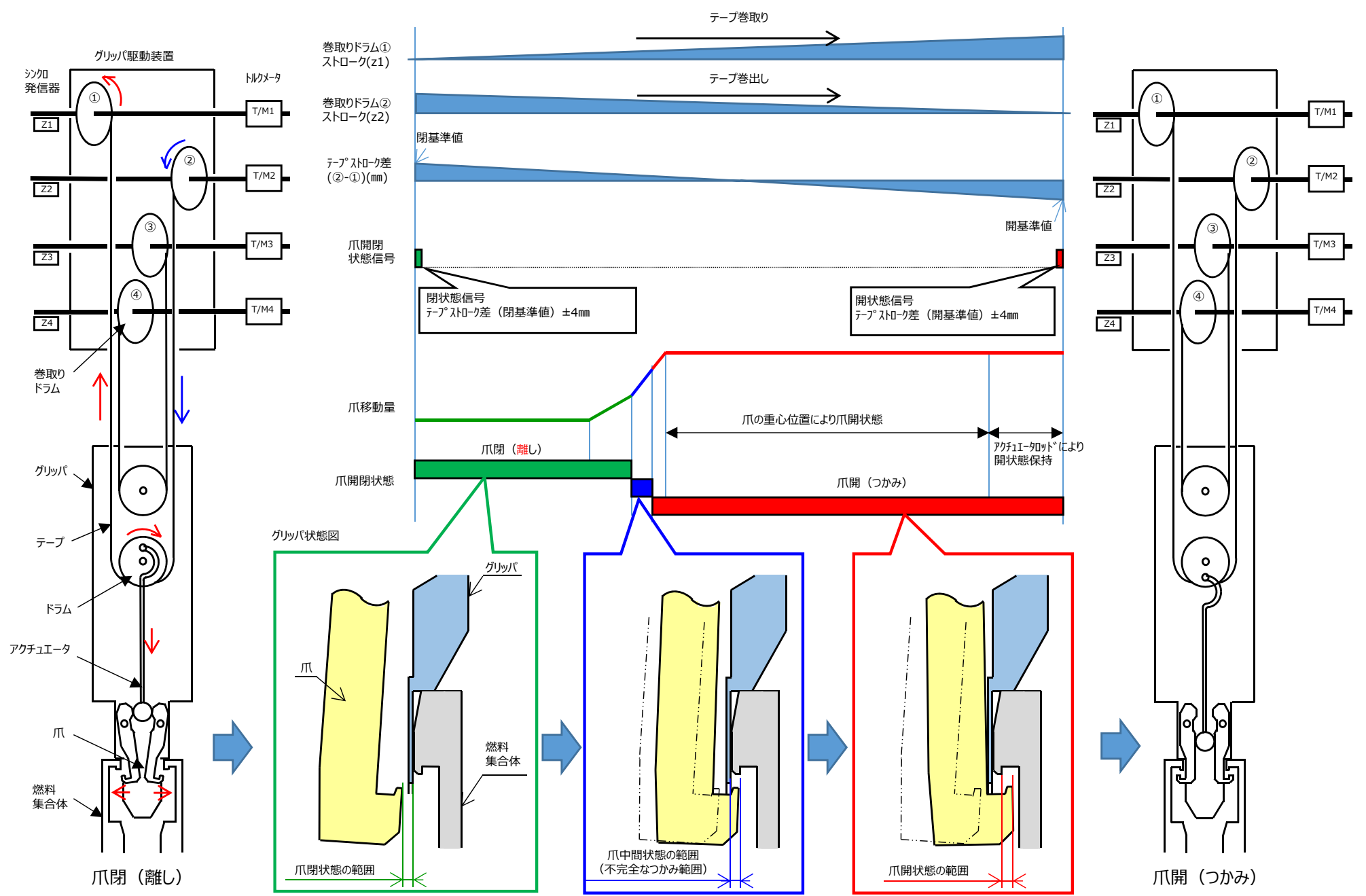
- ・昇降ストローク：グリッパ駆動装置のシンクロ発信器※
- ・爪開閉ストローク：グリッパ駆動装置のグリッパ爪開閉ドラムのシンクロ発信器※のストローク差（詳細次頁）
- ・吊り荷重：グリッパ駆動装置のトルク計

※シンクロ発信器の基準点は上上限リミットスイッチを基準点として処理前に校正

### 爪開閉状態



燃料把持動作状態説明図



## 燃料体の燃料洗浄槽までの移送工程、確認項目

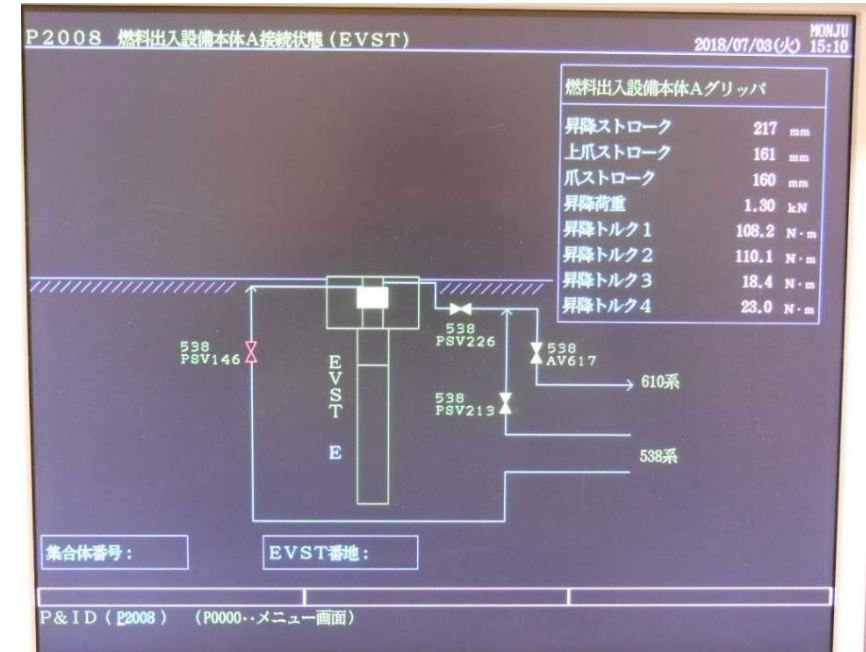
### □〈2000〉使用済燃料洗浄槽移送

- 2001 EVSTへ移動
- ↓
- 2002 DV接続ガス置換
- ↓
- 2003 EVST回転
- ↓
- 2004 使用済燃料つかみ
- ↓
- 2005 ガス置換DV切離
- ↓
- 2006 洗浄槽へ移送
- ↓
- 2007 DV接続ガス置換
- ↓
- 2008 使用済燃料はなし

- 【確認項目】
- ・EVST番地
  - ・回転ラック回転角度
  - ・回転トルク

- 【確認項目】
- ・燃料出入機本体Aグリッパ昇降ストローク、グリッパ昇降荷重、グリッパ爪の「開/閉」状態
  - ・集合体番号
  - ・ドアバルブの「開/閉」
  - ・冷却系ブロワ流量

BP2000 使用済燃料洗浄槽移送	
SBP 2003 EVST回転	番地 AAAAA EVST
1. EVST回転	EVST
	回転ラック回転角度 999.99°
	目標値まで 999.9°
	回転ラック回転トルク 99 N・m
	燃料出入設備本体A
	冷却系ブロワ出口流量 99.9 m <sup>3</sup> /min
PAGE(01/01)	



## 基本方針

- 崩壊熱が放散熱よりも低く、除熱機能が不要であることから、ナトリウム漏えい・燃焼リスク低減のため、一時保管用タンクを設置し、2次系ナトリウム全量を抜き取る。
- 2次系ナトリウムの全量抜き取り後、1次系ナトリウムは原則1ループのみ循環する。
- 全ての2次系ナトリウムを抜き取るには、タンクの容量が不足しており、一時保管用タンクの設置が必要。また、弁等に残留するナトリウムは、必要に応じて解体前にナトリウム安定化処理を実施。

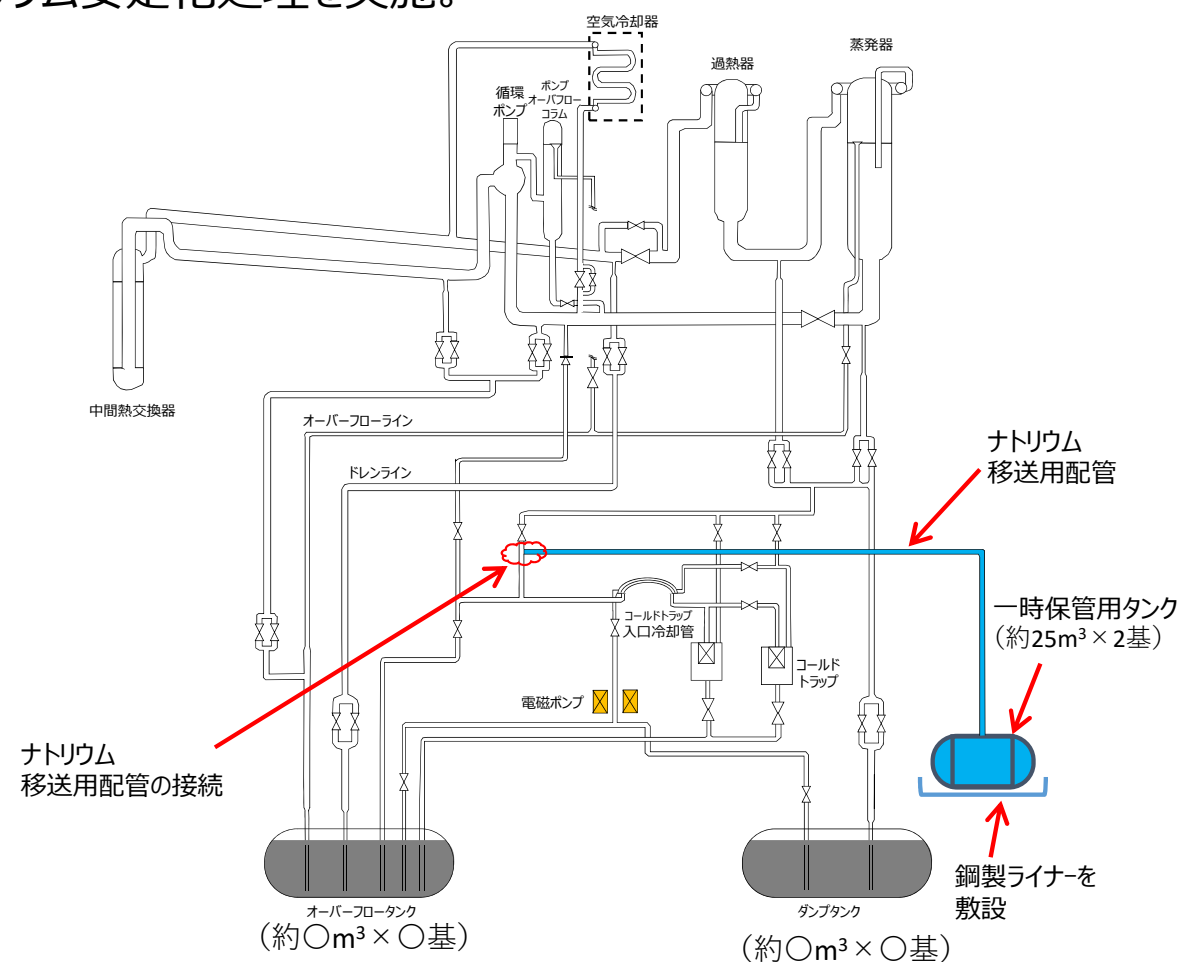
## 今後の予定等

- 7月3日、一時保管用タンク現地搬入（タービン建物に仮置）
- 8月末～9月上旬：タンク据付
- 10月中旬まで：配管(予熱ヒータ設置含)据付
- 10月中旬～11月中旬：性能試験(通電、タンク昇温)
- 11月中旬～12月：2次系ナトリウムの抜き取り、固化

### 【2次系ナトリウムの保有量と保管容量の関係】

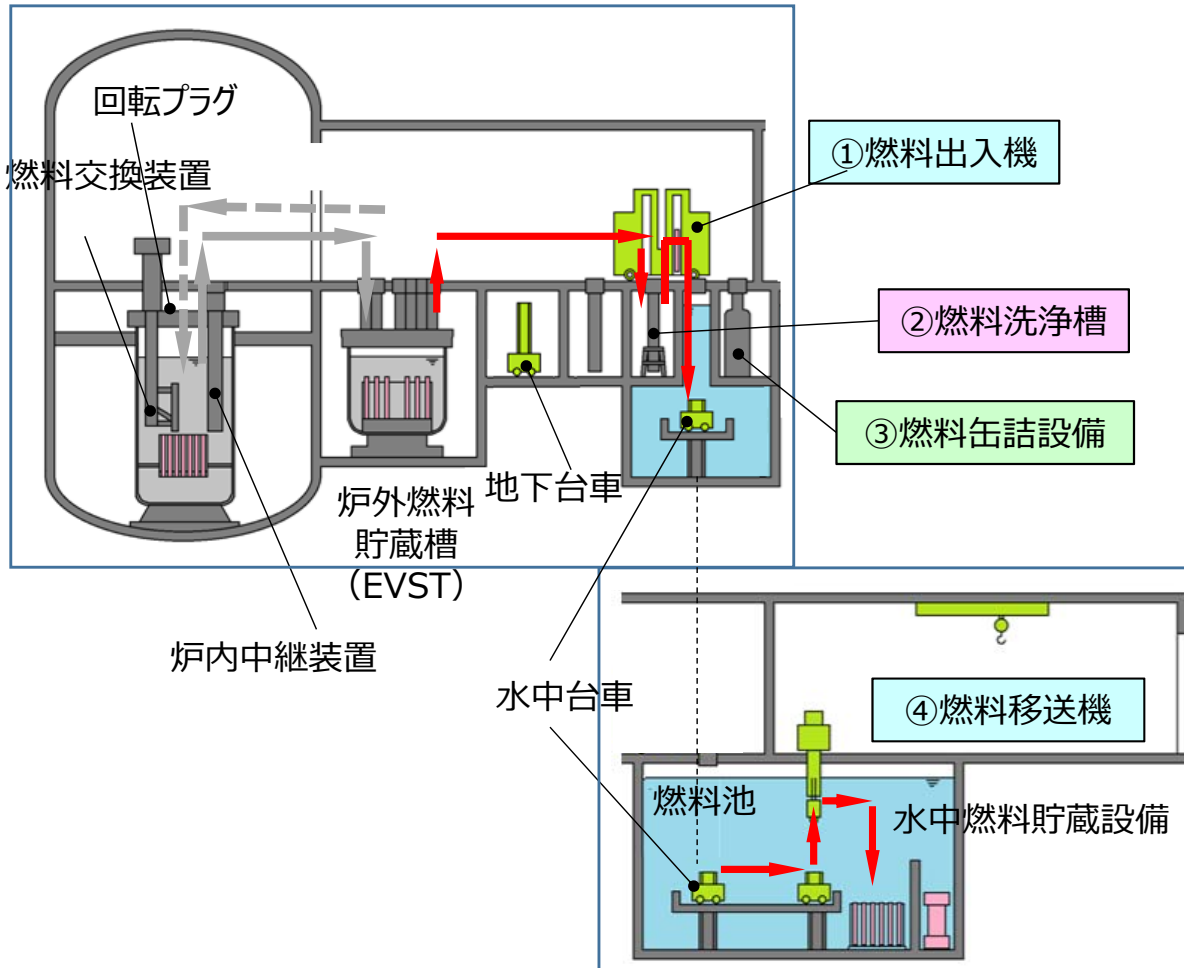
保有量	保管容量	差分
約840m <sup>3</sup>	約800m <sup>3</sup>	約40m <sup>3</sup>

差分を一時保管用タンク（約25m<sup>3</sup>×2）で賄う。



一時保管用タンク設置工事時のプラント状態 (案) (詳細は今後検討)

燃料体の処理作業について事前に安全上重要なリスク、長期停止に至る可能性のあるリスクを抽出し、対策を実施。



## ①燃料出入機、④燃料移送機

### 【安全上重要なリスク】

#### 「燃料体の落下」

燃料出入機、燃料移送機を手動運転操作時、燃料体がグリッパ爪と勘合していない状態で、計器を確認せず吊り上げ燃料体が落下

#### 「対策」

定期的な点検の実施。燃料体とグリッパ爪の勘合状態を示す計器を確認するよう操作手順書に記載し、操作員を教育。

## ②燃料洗浄槽

### 【安全上重要なリスク】

#### 「急激なナトリウム-水反応」

湿潤ガス洗浄が完了する前に、燃料洗浄槽に水が注入される

#### 「対策」

水の注入ができないインタロック設定。また、複数の弁をすべてに開としなければ、水は注入されないため、受容リスクとする。

### 【長期停止に至る可能性のあるリスク】

#### 「燃料洗浄槽床ドアバルブの故障」

床ドアバルブが故障（スティック）し、手動開閉できない。

#### 「対策」

定期的な点検の実施。予備品の確保、リカバリ-プラン（復旧手順のフロー）の策定。

## ③燃料缶詰設備

### 【長期停止に至る可能性のあるリスク】

#### 「缶詰中にアームがスティック」

アームが故障（スティック）し、手動でも昇降できない。

#### 「対策」

定期的な点検の実施。リカバリ-プラン（復旧手順のフロー）の策定。

○ 万が一の燃料体等の落下事象の発生時にも対応できるように事故後の収束対応フローとしてリカバリープランをまとめる

※1 <操作責任者>

- ・「本体A/B グリップつかみ・はなし異常」警報を確認し、実施責任者經由で、燃料環境課長、当直長に報告、作業中断。
- ・各設備、機器の状態を確認

※2 <実施責任者>

- ・設備チームを指揮し、異常原因を調査、調査結果から取扱品の落下と判断
- ・燃料環境課長を経由して現地対策本部の立ち上げを要請

※2 洗浄槽内への放射能汚染の可能性低注2)

注2) : 燃料体以外が保有する放射性物質は、構造材の放射化が主。放射性物質の飛散は少ない。

※1 燃料体等取扱作業

注1) : 落下の判断はグリップ昇降トルク、昇降ストローク位置等の指示値により判断。

※2 取扱品の落下注1)

※1 異常発生時の連絡 (当直長へ)

↓ 連絡責任者經由で所長に連絡

※2 取扱対象品は？

※2 洗浄槽内への放射能汚染の可能性有り

所長は事象の状況を把握し、現地対策本部を設置

- ・所長の指揮命令のもと、当直長、燃料環境課長、実施責任者を中心に現場及び対策本部の専門家を指揮してリカバリープランの各操作を実施、
- ・必要に応じてメーカーの協力も得る

放射線モニタの確認注3)

作業員がエリア内にいる場合は退避

放射線モニタの確認注3)

指示値上昇か？

設備状態確認と監視注4)  
放射能汚染拡大防止措置 (バウンダリの構成弁を閉)

指示値上昇か？

汚染範囲の拡大予測

有

放射能汚染状況の確認

無

環境又はエリアへの汚染拡大防止措置

ドアバルブ閉方法検討 (出入機との分離)

燃料出入機グリップとの接続状況確認

原因究明と再発防止策の検討

注6) : 未使用模擬燃料体落下の場合は放射性物質を保有しないため、事故状況を調査し、原因究明と復旧を行う。

ドアバルブ閉注5)

補修・復旧計画の検討

調査方法の検討

復旧

事故状況の調査注6)

注3) : 密閉系のため、放射性物質の系統外への放出は考えにくく、念のための確認。

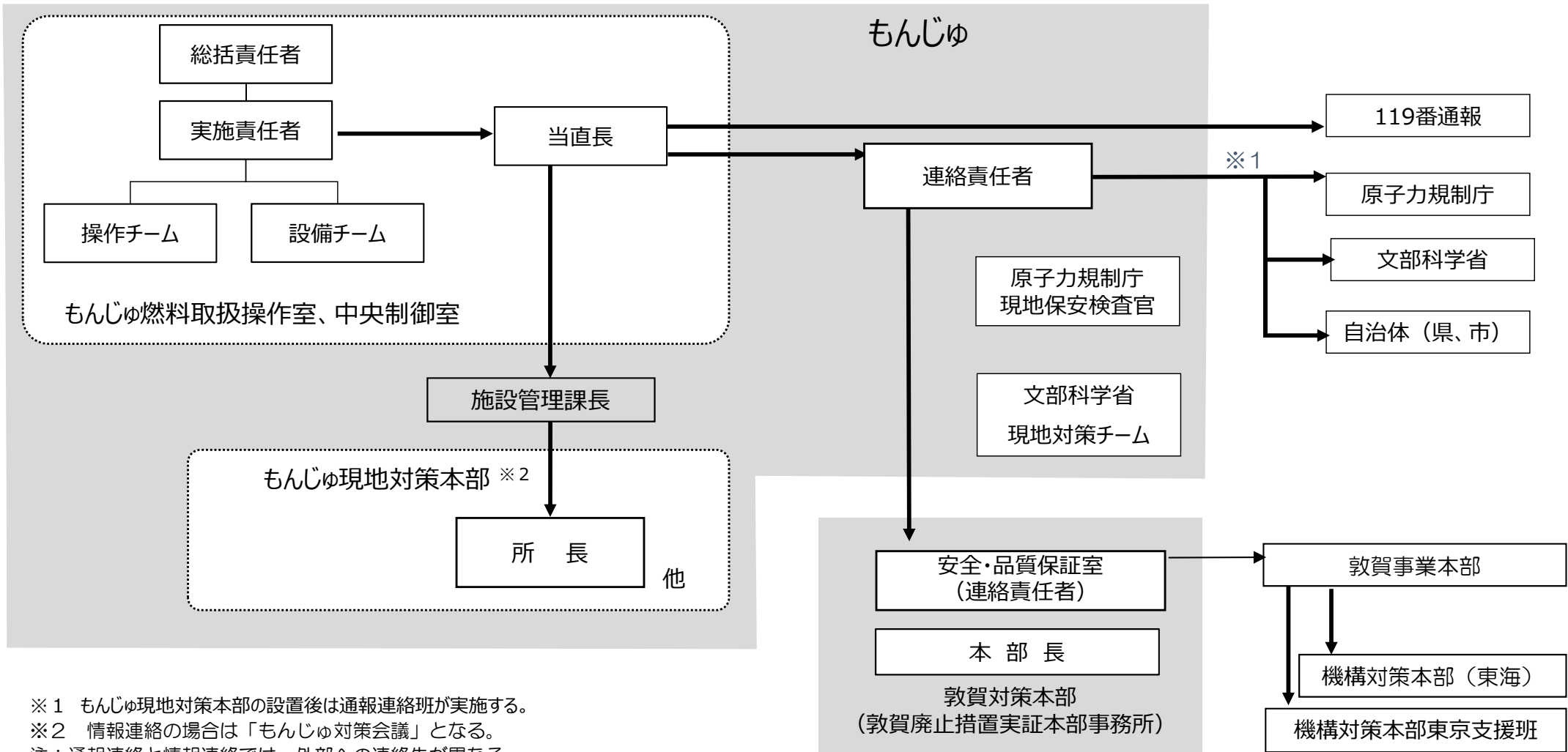
注4) : 未洗浄燃料の場合はアルゴンガス循環により冷却。可能な状況であればNaの洗浄も対応策。

注5) : 状況によってはドアバルブ閉とならない場合もある。



トラブル時は「事故・トラブル通報・連絡要領」（社内規則）に基づき、  
 発見者→当直長→連絡責任者→外部関係機関（原子力規制庁、文部科学省、自治体等）に速やかに連絡する。

## 通報連絡体制（概略）（時間内）



※1 もんじゅ現地対策本部の設置後は通報連絡班が実施する。

※2 情報連絡の場合は「もんじゅ対策会議」となる。

注：通報連絡と情報連絡では、外部への連絡先が異なる。

：現地保安検査官は安全管理課員又は渉外班が対応する。

## 人材育成

- ✓ 「ナトリウム冷却高速炉の廃止措置協力活動における人員派遣取決め」を合意（2018年1月）

（仏国CEA-JAEA間）

「もんじゅ」と高速原型炉「フェニックス」間での駐在員の派遣・交換や仏国技術者の招へいを通じて、その知見を「もんじゅ」の廃止措置に活かす。今年度中に「もんじゅ」からフェニックスへ駐在員を派遣する予定

- ✓ 廃止措置段階の軽水炉に中堅職員を派遣（2018年4月）

国内の廃止措置段階の軽水炉プラントにおける廃止措置の経験（施設の解体工事、計画管理）を学ぶため、中堅職員を派遣。



「もんじゅ」とフランスの電力会社（EDF）技術者との技術会議（2018年3月）