

# 「もんじゅ」の燃料体取出し作業の進捗状況について

案

2020年12月●●日

日本原子力研究開発機構（JAEA）

## 1. 燃料体の取出しについて

- ◆ 炉上部に機器を据え付ける燃料交換準備作業を実施中（12月25日終了予定）
- ◆ 来年1月から3月まで146体の燃料体の取出しを実施する計画
- ◆ これまで同様に操作チーム・設備チームの体制を構築し、燃料体の取出し開始前に確認事項（ホールドポイント）を設定

## 2. 定期事業者検査等の進捗状況

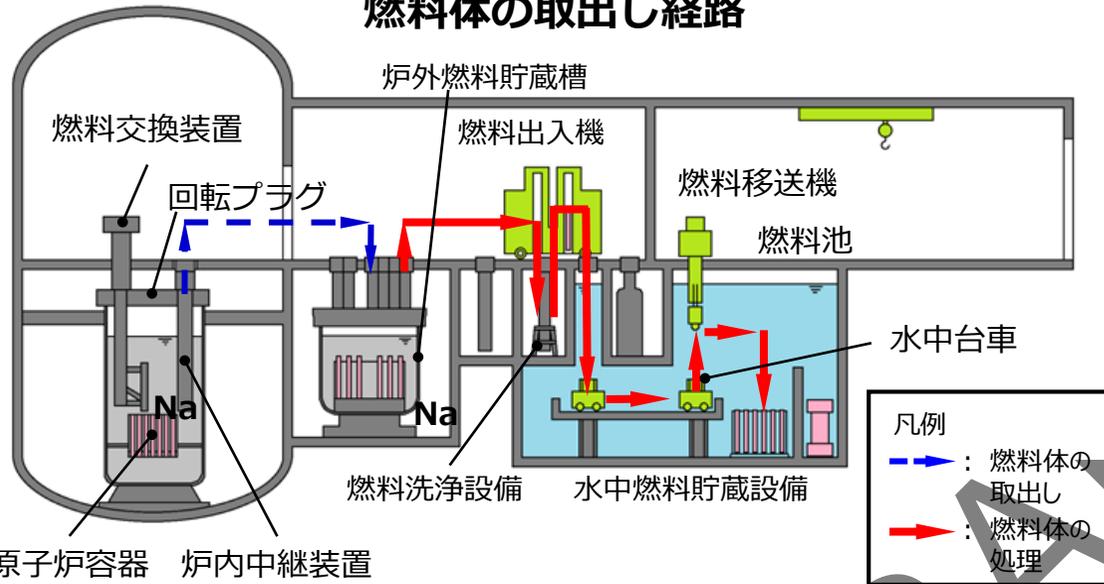
- ◆ 検査①「燃料体の取出し」までに必要な検査を計画通り進め、〇〇%終了
- ◆ 来年1月までに燃料交換設備等に係る検査①を実施

## 3. 保守・是正

- ◆ 1次主冷却系循環ポンプ潤滑油系オイルリフトポンプAの不具合
  - ・ 11月20日にオイルリフトポンプA-A及びA-Bのカップリング交換をもって保守完了  
燃料交換準備作業工程に影響無し
  - ・ あわせて、設備点検における調達管理の改善を実施中
- ◆ 施設保安の改善の取組み
  - ・ 補機冷却水系ポンプ分解点検時における浸透探傷試験の改善
  - ・ 大規模損壊時の対応に係る改善

# 燃料体取出し作業の進捗状況 (1/4)

## 燃料体の取出し経路



## 廃止措置開始以降の燃料体の装荷及び貯蔵状況

	廃止措置開始時	2020年の燃料体の処理終了時点(現在)	今回の燃料体の取出し終了時点	2021年の燃料体の処理終了時点
原子炉容器	370	270	124	124
炉外燃料貯蔵槽	160	0	146	0
燃料池	0	260	260	406

燃料池には上記表のほか、過去に取出した2体を貯蔵している。

## 第1段階における燃料体取出し工程

年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
燃料体の処理 (530体) 炉外燃料貯蔵槽→燃料池	2018.8 100体→86体(済)	2019.11 174体(済)	2020.6 146体	2021.3 146体	2022.6 124体
燃料体の取出し (370体) 原子炉容器→炉外燃料貯蔵槽		2019.9 100体(済)	2021.1 146体		2022.4 124体
定期設備点検					模擬燃料体装荷無し

# 燃料体取出し作業の進捗状況 (2/4)

課題	スケジュール	10月	11月	12月
1-(1) 燃料体の取出し作業 1-(2) 燃料体の処理作業 1-(3) 定期設備点検				
① 燃交設備		RCW・RCWS(A) 負荷機器復旧	燃料交換機据付準備作業 負荷機器復旧	燃料交換準備作業
②プラント設備		RCW・RCWS(C)点検	1次系Na純化系充填 1次系(A)(C)充填 1次系主循環ポンプ(A)(C)試運転	燃交自動化盤運転 実動作試験
凡例				
		RCW：原子炉補機冷却水系設備 RCWS：原子炉補機冷却海水系設備		
2. 定期事業者検査				
検査① (燃料体の取出しに必要な機器の検査) 燃料交換装置、燃料出入機、ナトリウム系等	検査①			
検査② (燃料体の処理に必要な機器の検査) 燃料出入機、燃料洗浄設備等	検査②			
検査③ (その他の性能維持施設に係る検査) 水消火設備等	検査③			

課題	スケジュール	1月	2月	3月
1-(1) 燃料体の取出し作業 1-(2) 燃料体の処理作業 1-(3) 定期設備点検				
① 燃交設備		定期事業者検査(燃交設備)	燃料体の取出し ★ホールドポイント 燃料体の取出し作業 開始判断	燃料体取出し訓練 燃料出入機点検
②プラント設備				
2. 定期事業者検査				
検査① (燃料体の取出しに必要な機器の検査) 燃料交換装置、燃料出入機、ナトリウム系等	検査①			
検査② (燃料体の処理に必要な機器の検査) 燃料出入機、燃料洗浄設備等	検査②			
検査③ (その他の性能維持施設に係る検査) 水消火設備等	検査③			

運転操作の習熟・反復教育及び操作チーム全体の連携を確認 (参考1)

### 作業体制

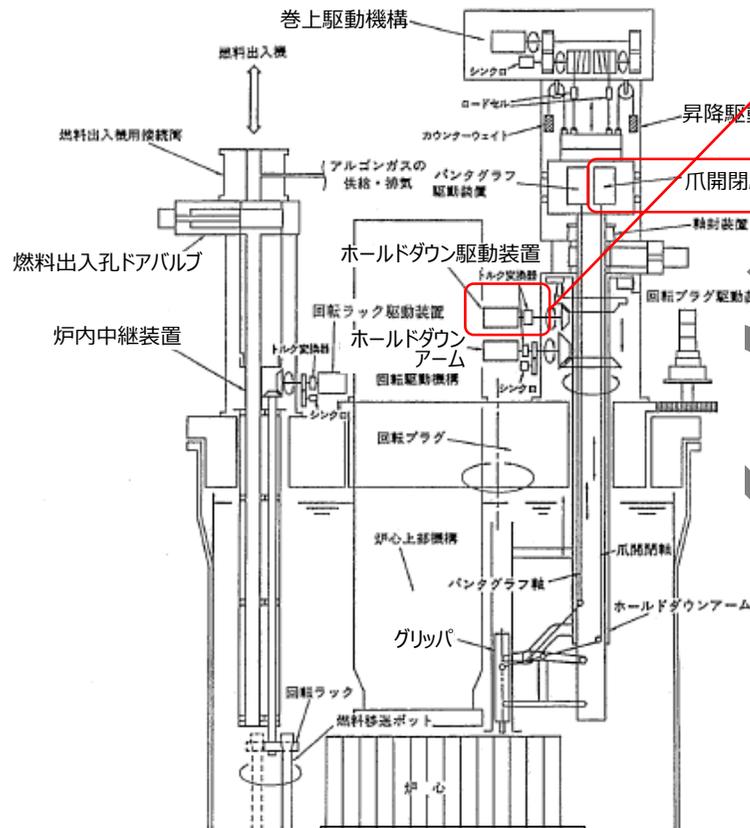
- 燃料体の処理と同様に、作業で発生した不具合等に対し、対応方針の策定、発生事象に対する調査、運転の復旧等の対応を迅速に進めるため、運転と保守とを一体化した体制を構築
- 実施責任者の下、燃料取扱設備の操作を担当する「操作チーム」（5名/班）と運転操作を設備面から支援する「設備チーム」（4名/班）とで構成
- 2交替で6～7体/日程度とし、工程予備を確保（現計画）  
（今回は、操作の習熟に重点を置き、初期トラブルの発生等も考慮したことから、前半は日勤ベースで作業を実施）

### ホールドポイント

- ホールドポイント（炉心からの燃料体の取出し作業開始判断）：所長承認
  - ◆ 訓練をはじめとした燃料交換準備作業を完了していること
  - ◆ 燃料体の取出しに必要な機能の定期事業者検査（検査①）を問題なく完了していること
  - ◆ 作業体制が整備されていること

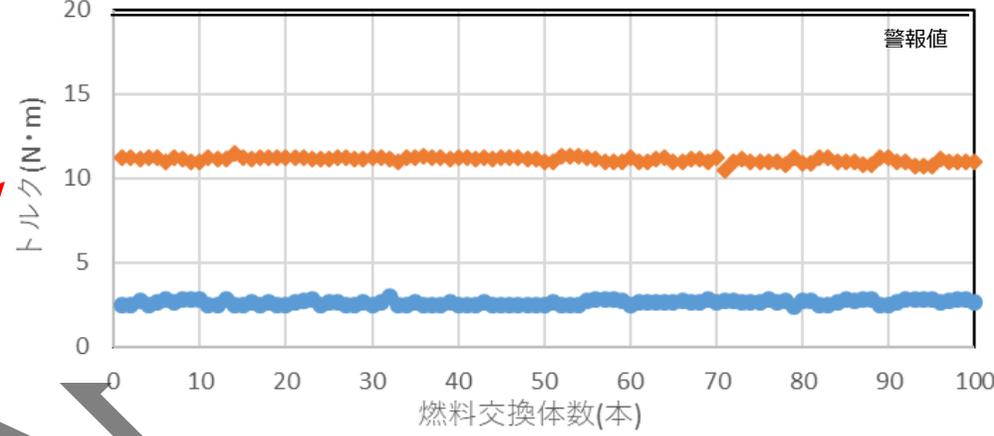
## 燃料体の取出し時の監視

- 今回の燃料体の取出しは146体実施する計画
- 前回の燃料体の取出しで採取した正常時の燃料交換装置トルク等のデータと比較を行いながら、継続的に異常の兆候の有無を監視



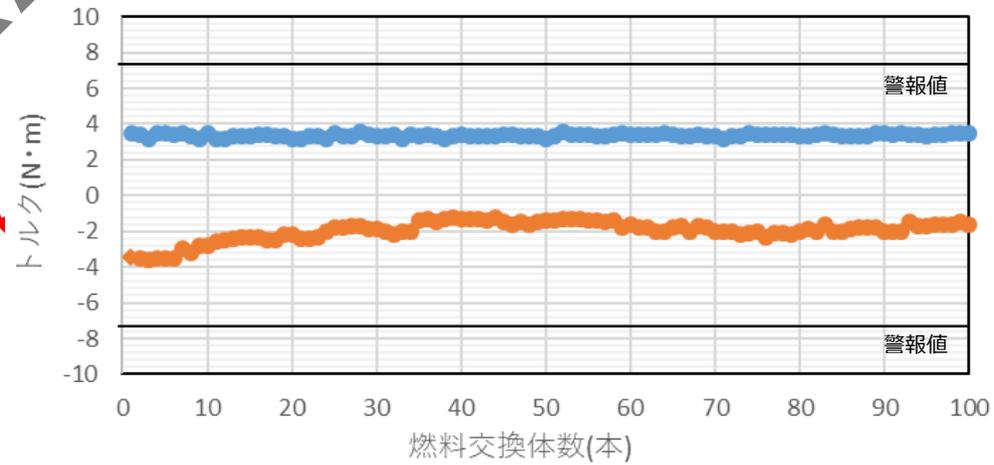
燃料交換装置

ホールドダウンアーム昇降トルク



● (下限下降時)最大値 ◆ (旋回点上昇時)最大値

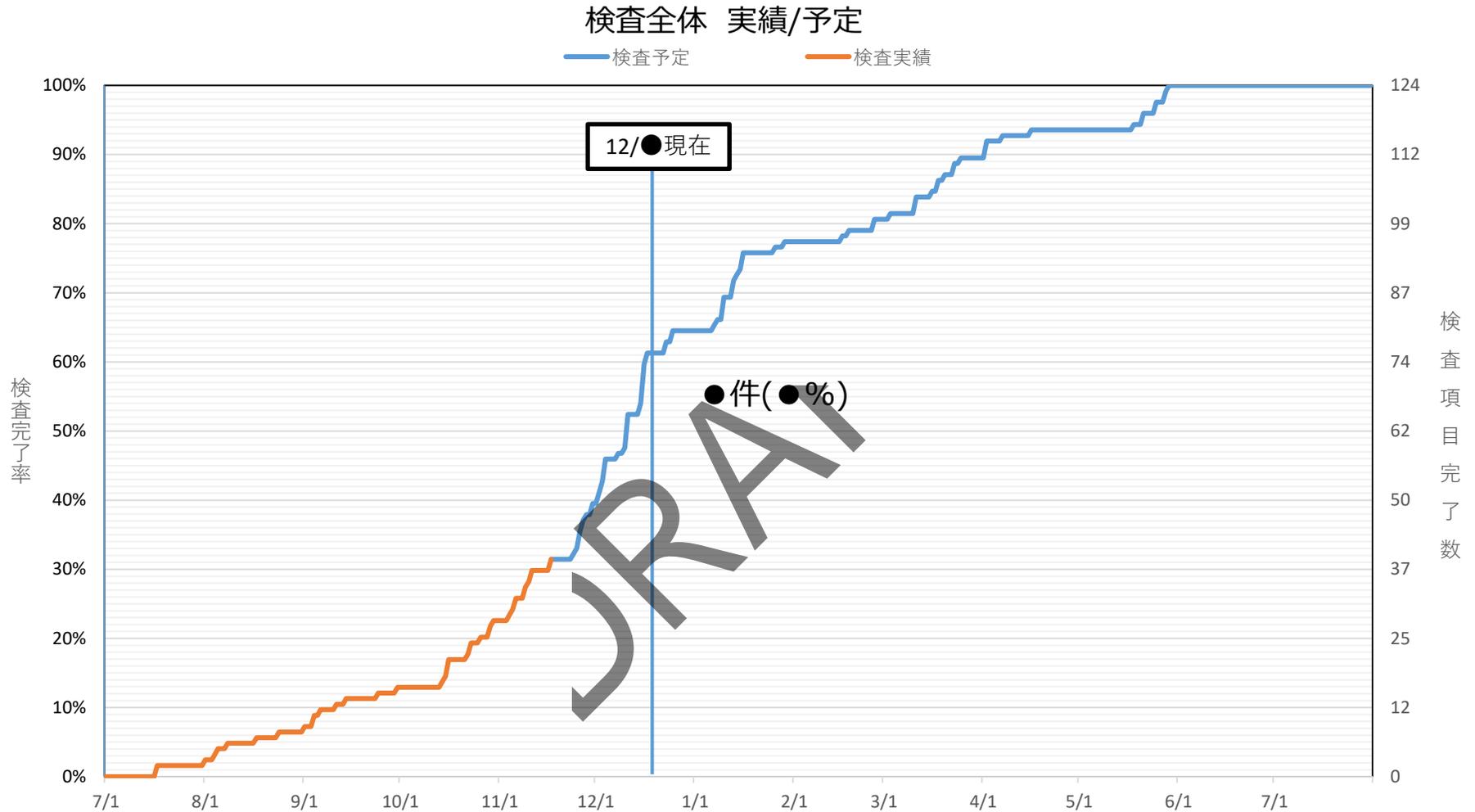
グリッパ爪開閉トルク



● グリッパ爪開閉トルク(つかみ)最大値 ● グリッパ爪開閉トルク(はなし)最大値

前回の燃料体取出し時のデータ (一例)

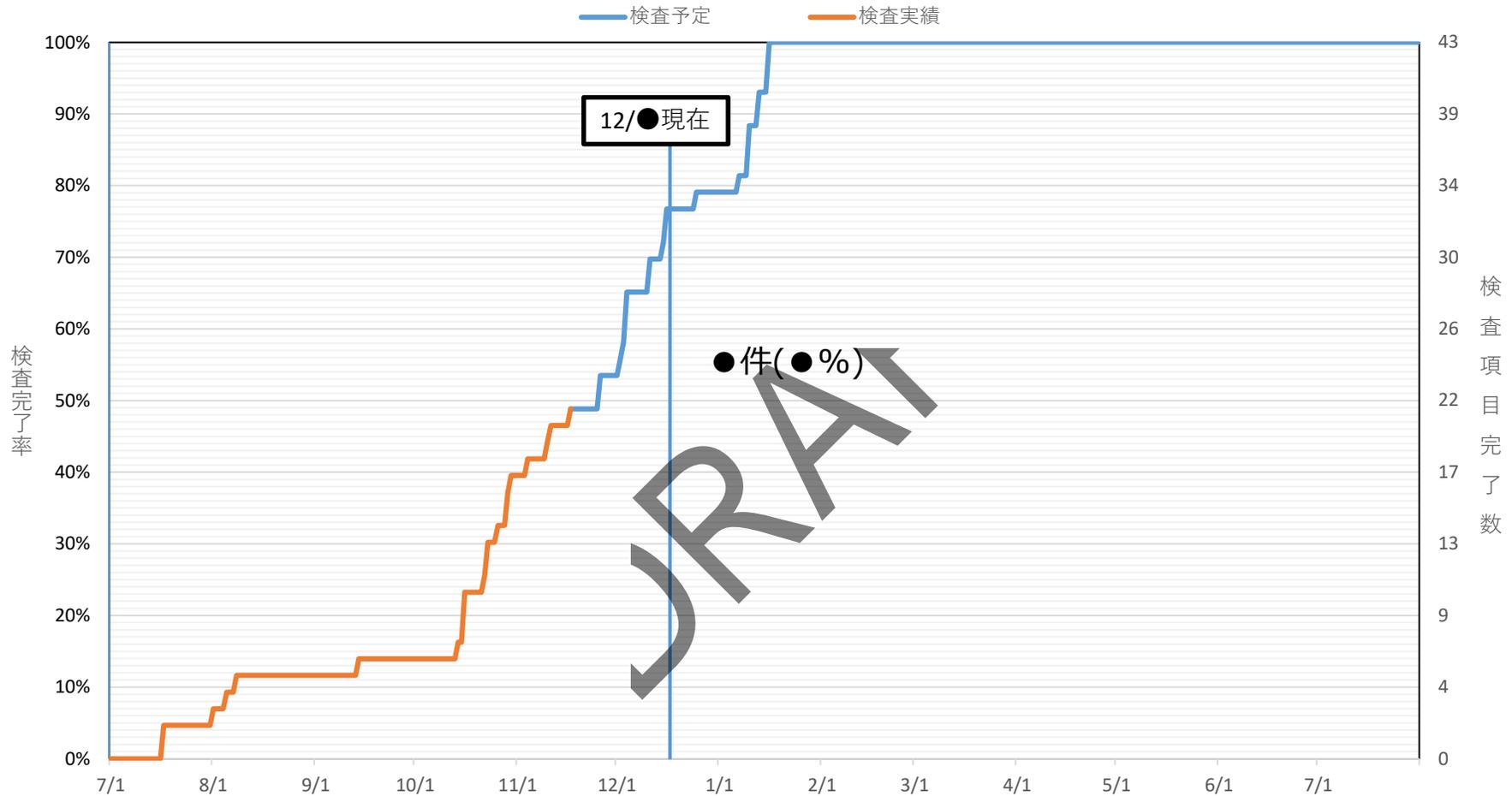
# 定期事業者検査の実施状況 (1/2)



- ◆ 定期事業者検査は、2020年7月14日～2021年5月29日の期間で実施
- ◆ 12月●日時点で全124件中●件（●%）を終了、順調に進捗している

# 定期事業者検査の実施状況 (2/2)

検査区分①：「燃料体の取出し」までに必要な検査 実績/予定



- ◆ 検査①を最優先に対応し、2021年1月までに実施
- ◆ 12月●日時点で43件中●件(●%)を終了、順調に進捗している

# 廃止措置段階における点検作業の調達管理の改善（1/3）

## 調達管理に関する不適合事案の発生と対応（参考2、参考3）

- 廃止措置段階の点検作業において、2件の調達管理に係る不適合事案（1次ナトリウム純化系コールドトラップ循環プロアA号機の故障及び1次系オイルリフトポンプの故障）が発生した。
- これらは、これまで設計建設メーカーに委託していた点検作業を機械品、電気品に分割し、電気品点検を新規受注者に発注した際、設備特有の留意すべき事項（設備特有要件）に対する対応が十分でなかったことによるものであり、調達管理上の発注者、受注者の問題に対する対策を行うとともに、もみじゅの現場力向上の取組を行うこととした。

## これまでの対応状況

- 2件の事案についての不適合管理により、不適合除去、是正処置、水平展開の対策を完了した。
- 現場力向上の取組を敦賀地区の改善の取組（One Heart計画）に追加し、実施中である。

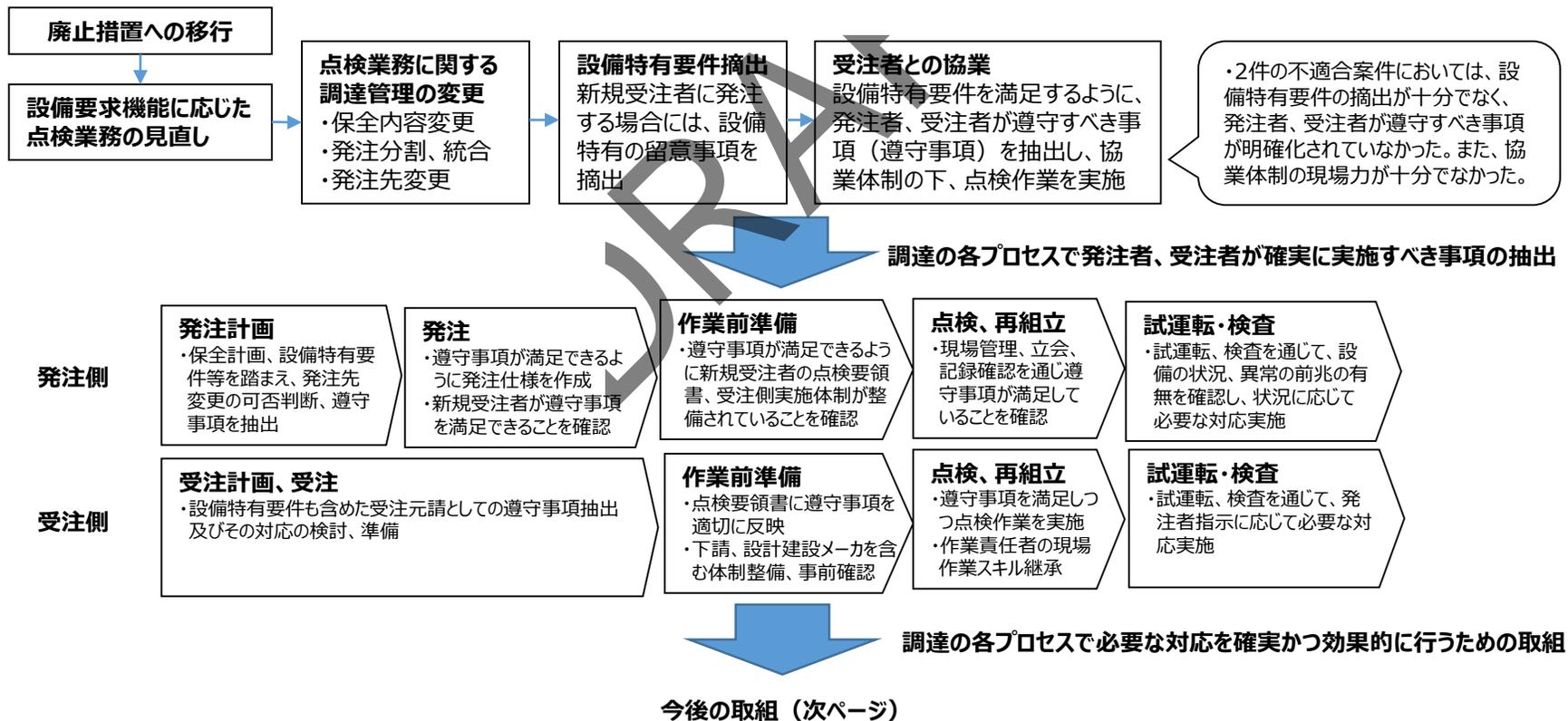
		2019										2020												
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1次ナトリウム純化系プロアA (CTB)	点検	◆4.24 負荷試験																						
	設備不具合の顕在化	← 潜在		◆7.17 プロワトリップ																				
	不適合報告書承認																				プロワ現地搬入			
	不適合の除去	プロワ搬出		プロワ修理																			プロワ現地搬入・据付け調整	
	是正処置計画書承認																				◆			
	是正処置報告書承認																				◆			
	水平展開																				◆			
1次系オイルリフトポンプ (OLP)	点検	◆4.26 電動機単体試験、センタリング測定、負荷試験		◆7.4 電動機負荷試験、最終外観検査、点検終了		7.16よりA号機、B号機の1回/月の交互運転																		
	設備不具合の顕在化	← 潜在		◆7.22 モーター停止																				
	不適合報告書承認																				◆			
	不適合の除去																				◆			
	是正処置計画書承認																				◆			
	是正処置報告書承認																				◆			
	水平展開																				◆			
現場力向上	改善計画承認																				◆			
	定期レビュー																				◆			

# 廃止措置段階における点検作業の調達管理の改善 (2/3)

廃止措置段階の点検業務の発注先を変更した場合の調達管理に関して、あるべき姿を検討し、これまで行っている再発防止対策のさらなる改善について検討した。

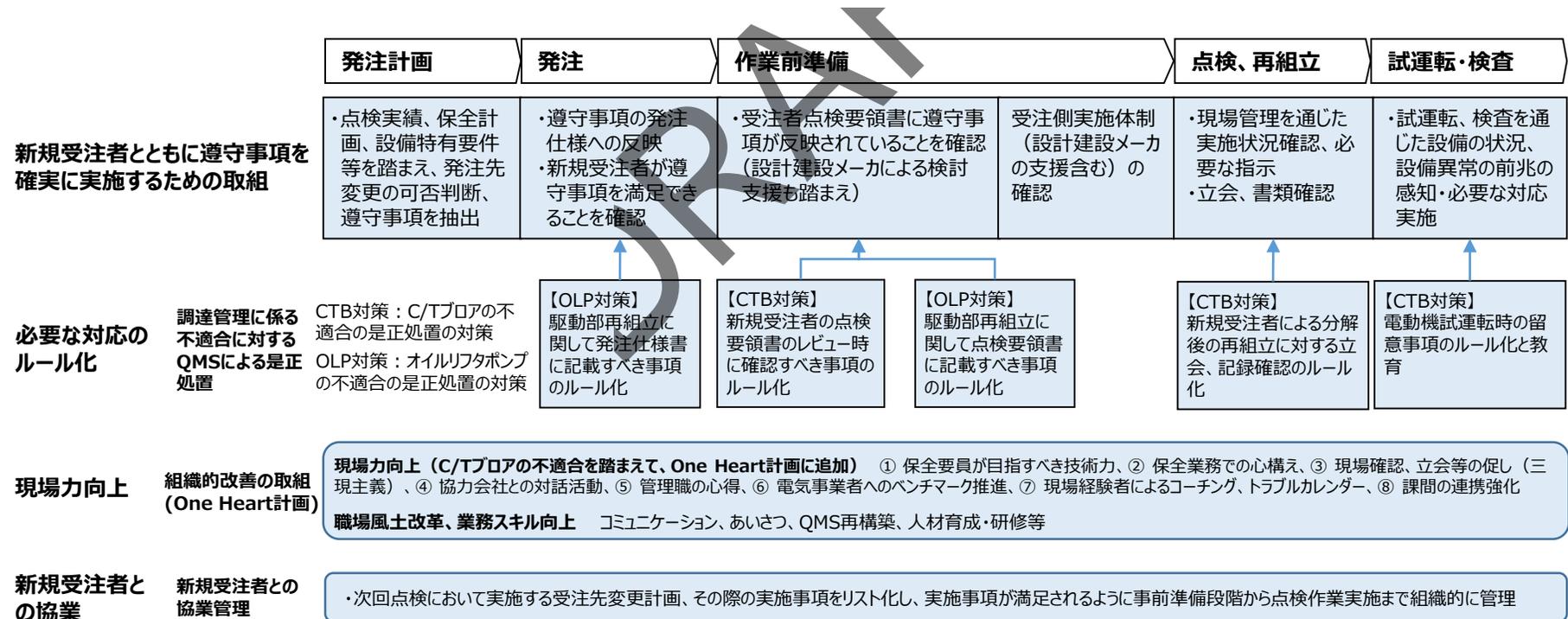
## (1) 廃止措置段階での点検業務の調達管理に関し、確実に実施すべき事項

- 廃止措置段階において設備要求機能が廃止措置の進捗とともに変化していく中で、発注先の変更を含む設備点検作業の発注計画の見直しが必要。
- 設計建設メーカーによる点検作業では、設備特有の留意事項（設備特有要件）が受注者側で適切に管理、実施されてきたが、新規受注者に委託するに当たっては、設備特有要件を満足するために行うべき事項を確実に新規受注者に伝達、指示するとともに、これが各プロセスで実施されていることを発注者として確認することが必要である。
- このため新規受注者に点検作業を発注する際には、設備特有要件を満足するために発注者、受注者が遵守すべき事項が適切に実施されるように調達の各プロセスにおいて必要な対応をルール化するとともに、これを効果的に運用できるように、発注者、受注者の現場力向上を含む協業体制が必要となる。



## (2) 廃止措置段階での点検業務の調達管理に関する今後の取組

- 新規受注者とともに、遵守事項を確実に実施していくため、**必要な対応をQMS上のルール**として定め、これを確実にかつ効果的に運用できるように**現場力向上**の取組を継続するとともに、**新規受注者との協業**が各プロセスで進められていることを管理する。
- 必要な対応のルール化**については、2件の点検作業の調達管理に関する不適合管理の是正処置の対策により、実施済み。
- 現場力向上**については、組織的改善の取組（One Heart計画）を今後も継続実施し、特に、協力会社との各層における対話、点検管理に係る現場経験者によるコーチング、現場確認・立会等の促し等の新規受注者との協業に必要な取組を強化する。
- 新規受注者との協業**については、実施事項のリスト化とそれによる管理を行う。



- ◆今年度より原子力規制検査が開始され、検査官の気付きによる改善はもちろんのこと、事業者自らの気付きが契機となり、改善活動を積極的かつ的確に運用できる事例が出てきている。
- ◆補機冷却水系ポンプ分解点検時における浸透探傷試験について、浸透液ふき取り後、速やかに現像処理していなかった。
  - ・浸透探傷試験を実施した協力会社に再試験を指示、CAPで所内注意喚起した。
- ◆大規模損壊時の対応において（参考4）
  - ・高所に設置された防火ダンパへのアクセス性改善（取扱いが容易な専用梯子等の機材を各操作場所近傍に設置、操作対象のダンパの弁番号が容易にわかるように表示）
  - ・訓練の内容見直し・実施（操作場所や方法を確認する訓練⇒操作場所ダンパの実動作を伴う実践的な訓練）
  - ・防火ダンパ点検の考え方の明確化（保安規定上の「定期的な点検」に該当する点検を定義・計画）

⇒上記の改善を12月中に完了する。
- ◆今後も、さらなる原子力安全を最優先とした保安活動を継続していく。

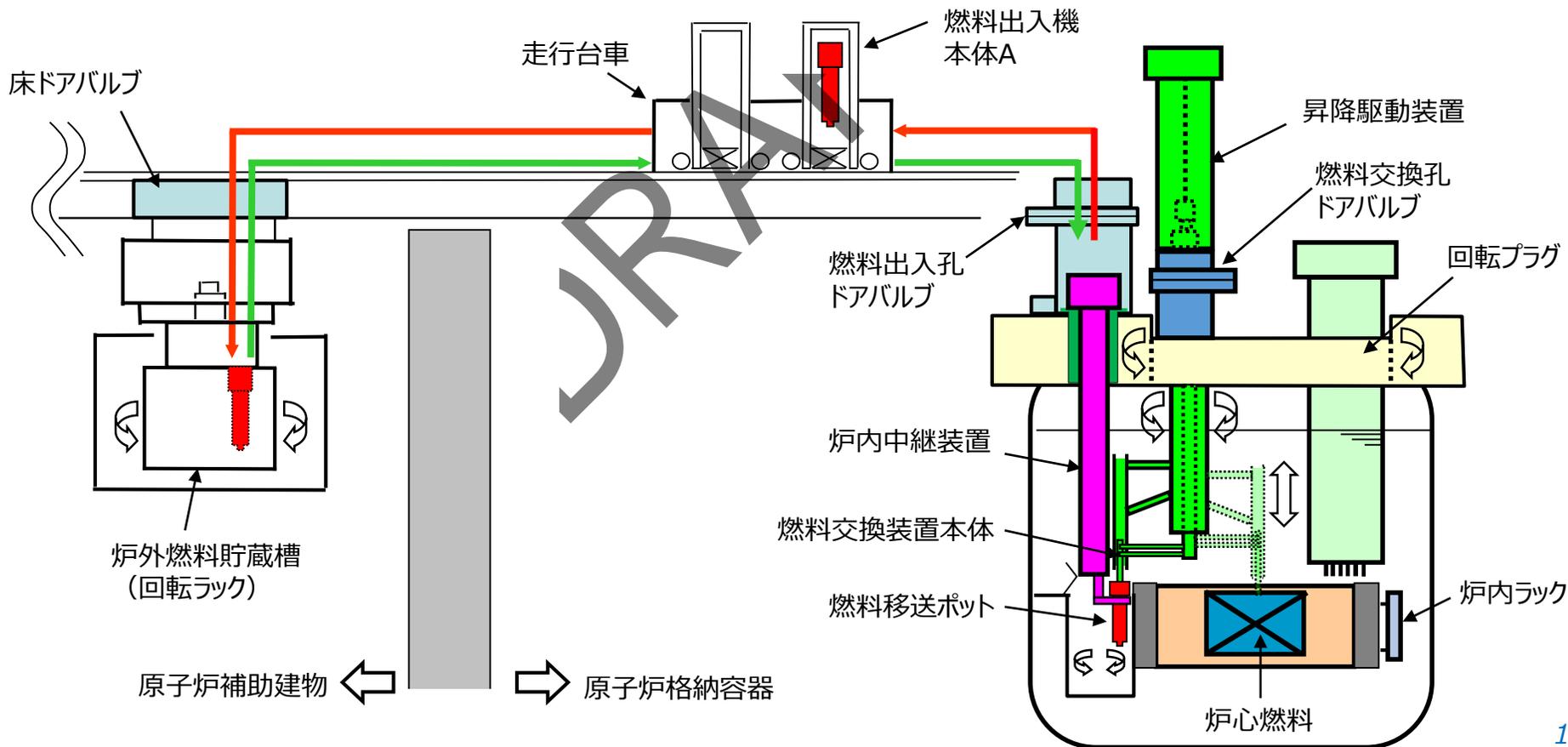
以下、参考

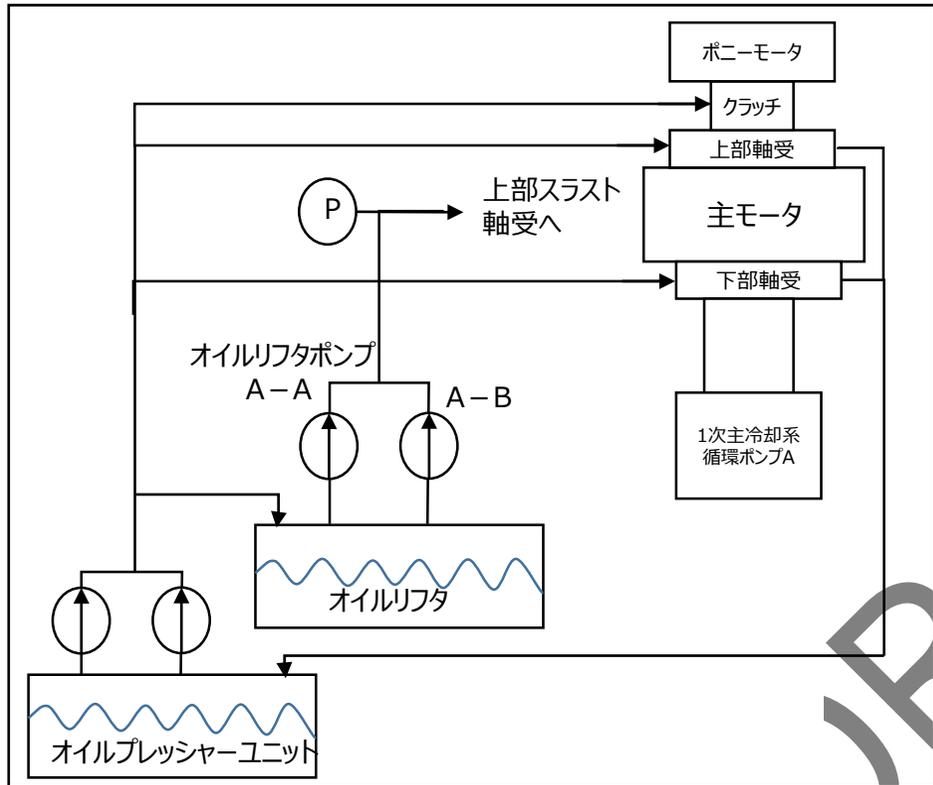
DRAFT

## 【訓練概要】

- 中性子しゃへい体を用いて一連の燃料体の取出しの自動化運転を実施  
 ( 炉心から中性子しゃへい体を取り出し、炉外燃料貯蔵槽に貯蔵  
 合わせて、炉外燃料貯蔵槽にある中性子しゃへい体を炉心に装荷 )
- トラブル対応訓練として「新燃料挿入異常」事象の対応訓練を実施

— 炉心から炉外燃料貯蔵槽回転ラックへの取扱い  
— 炉外燃料貯蔵槽回転ラックから炉心への取扱い





1次主循環ポンプAモータ上部軸受部内スラスト軸受への供給系統概要

### ○事象の概要

- ◆ 2019年7月21日、1次主冷却系循環ポンプAをポニーモータAで運転していたところ、23：50に潤滑油系オイルリフタ用ストレナ出口圧力がゼロを指示していることを確認した。このため、7月22日1：18に同ポニーモータAを停止し、1次主冷却系潤滑油系オイルリフタポンプA-A※（以下「オイルリフタポンプA-A」）を停止した。
- ※1次主冷却系潤滑油系オイルリフタポンプとは、1次主循環ポンプのポニーモータによる運転時に主モータ上部軸受部内スラスト軸受に潤滑油膜を形成させるため、高圧油を供給する油ポンプ。

- ◆ その際、オイルリフタポンプA-A本体に電動機からの駆動力を伝達するカップリング部より異音を確認した。このため、オイルリフタポンプA-Aのカップリング部の開放点検を実施したところ、カップリング部のスプロケット(歯車)及びチェーンが損傷していることを確認した。

### ○発生原因 (推定)

- ◆ 直近2019年7月の電動機点検において、カップリングの既設品再組込みを行った際にスプロケット (歯車) とチェーンの元位置合わせを実施しなかった。このため、フレッチング摩耗が発生し、スプロケット及びチェーンが損傷した。

### ○復旧等の状況

- ◆ オイルリフタポンプA-Aの同型機5基を確認した結果、A-Bはスプロケットの摩耗とチェーンの変形を確認。他の4基は健全であった。
- ◆ オイルリフタポンプA-A及びA-B電動機の健全性確認のため、単体試運転を行ったところ、反負荷側 (ポンプが接続されていない方) 軸受部より異音を確認。
- ◆ 分解点検を実施したところ、A-B電動機ベアリングの内面に微かな摩耗を確認。A-A電動機ベアリングは異常なし。
- ◆ オイルリフタポンプA-A、A-B電動機ベアリングの交換を実施し試運転の結果、異音は発生せず安定して運転できていることを確認。
- ◆ 11月20日にオイルリフタポンプA-A及びA-Bのカップリング交換をもって保修完了。

## ○要因分析、是正処置対策および実施状況

発生要因	対策	実施状況
<ul style="list-style-type: none"> <li>●発注仕様書に               <ul style="list-style-type: none"> <li>・カップリング組立時の注意点や確認事項</li> <li>・カップリング等の機械部品組立を行うための力量要件等を記載していなかった。</li> </ul> </li> <li>●カップリング等の機械部品の交換や再利用に関し、基準や注意点について点検要領書に記載していなかった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆以下について、該当するQMS文書を改正しルールとして定める。</li> <li>・機械部品の分解点検後の再組立を実施する際は機械品の受注者が再組立を実施する。</li> <li>・電動機側受注者が単独で作業を実施する場合、機械品の組立に関する知識や技能を有する作業員を配置する。</li> <li>・カップリング等の機械部品の交換や再利用について、その確認事項を明確にするか、部品を新品に交換する。</li> <li>・カップリング等の機械部品の分解・再組立について、手順、ホールドポイントを点検要領に明確にし、記録(写真)を残す。</li> <li>◆当該機器の発注仕様書、点検要領書に基準や注意点を記載する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・QMS文書「もんじゅ調達管理要領」、「施工管理運用要領」の<u>改正を行い</u>、関係者への周知<u>教育を実施</u>した。</li> <li>・当該機器の発注仕様書案、点検要領書案に<u>基準や注意点を記載済</u>。</li> </ul>

## ○カップリング不具合の水平展開(中間報告)

以下の通り水平展開を実施（水平展開フローは次ページ参照）

### ◆Phase- I : 水平展開対象の抽出

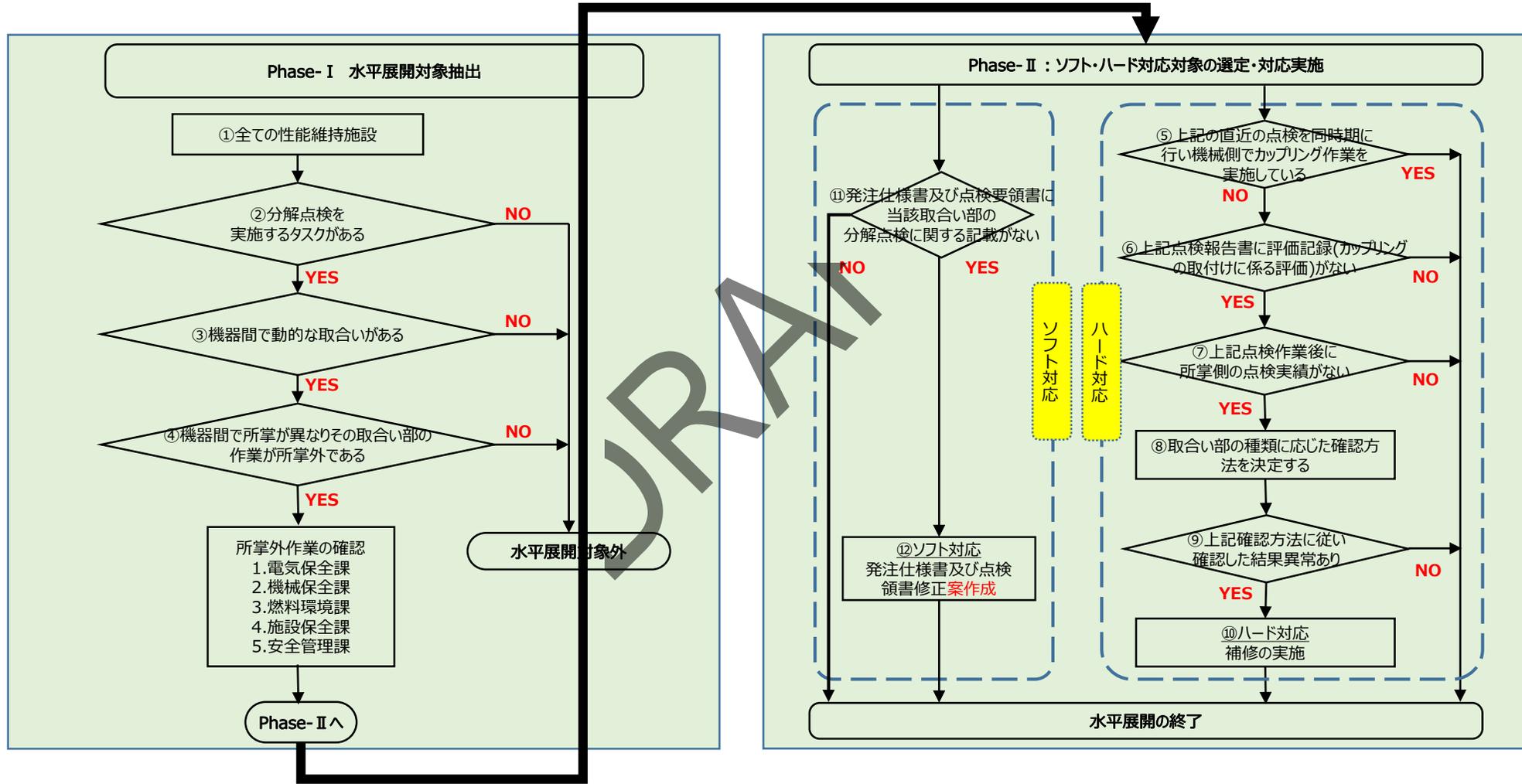
全ての性能維持施設を対象に、分解点検にて機器間の動的な取合いがあり、その作業の所掌が異なり所掌外の作業の機器を抽出。【抽出済み】

### ◆Phase- II : ソフト、ハード対応対象の選定と対応実施（Phase- I で抽出した機器について以下の対応を実施）

(ハード対応) 点検時期が異なり、評価記録がない機器のうち本来の所掌側の点検が行われていないものは、健全性確認を行い、異常のあった機器については、要因分析を実施した上で補修する。【現在、機器 1 台要因分析中。その他は健全性を確認済み】

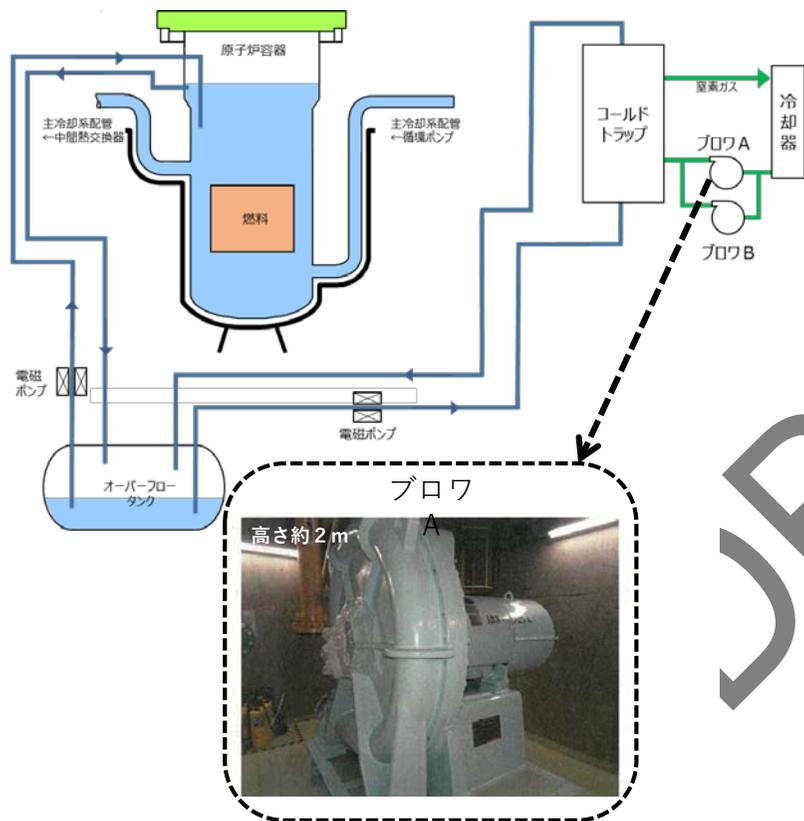
(ソフト対応) 発注仕様書及び点検要領書に当該取合い部の分解点検に関する記載がないか。記載がない場合は、再発の可能性があると考え記載を修正を実施する。【修正案の作成を完了】

## 【水平展開フロー】



## ➤ 事象発生状況

- 1次ナトリウム純化運転を開始するために循環ブロワA号機を起動したところ、(2019年)7月17日、警報とともに停止したため、B号機を起動しナトリウム純化運転を継続(現在も継続運転中)



## ➤ 点検結果

- 分解した結果、軸(シャフト)の変形、ランナ(フィン)、軸受等の損傷を確認
- 併せて、電動機の軸受が逆に取り付けられていることを確認(当該軸受は片側のスラスト力を受けるアンギュラ軸受であり、表裏がある)

## ➤ 推定原因

- 軸受を逆方向に取り付けた状態で運転したため、軸受が損傷、軸(シャフト)が偏心し、ランナ等が接触し、停止に至ったものと推測

## ➤ 事業者自主検査、施設定期検査の扱い

- 設計上、ブロワ1台で機能要求を満たすことから、ブロワB号機運転により事業者自主検査を8月23日に、施設定期検査を9月2日に実施
- A号機については、事業者自主検査の対象から除外

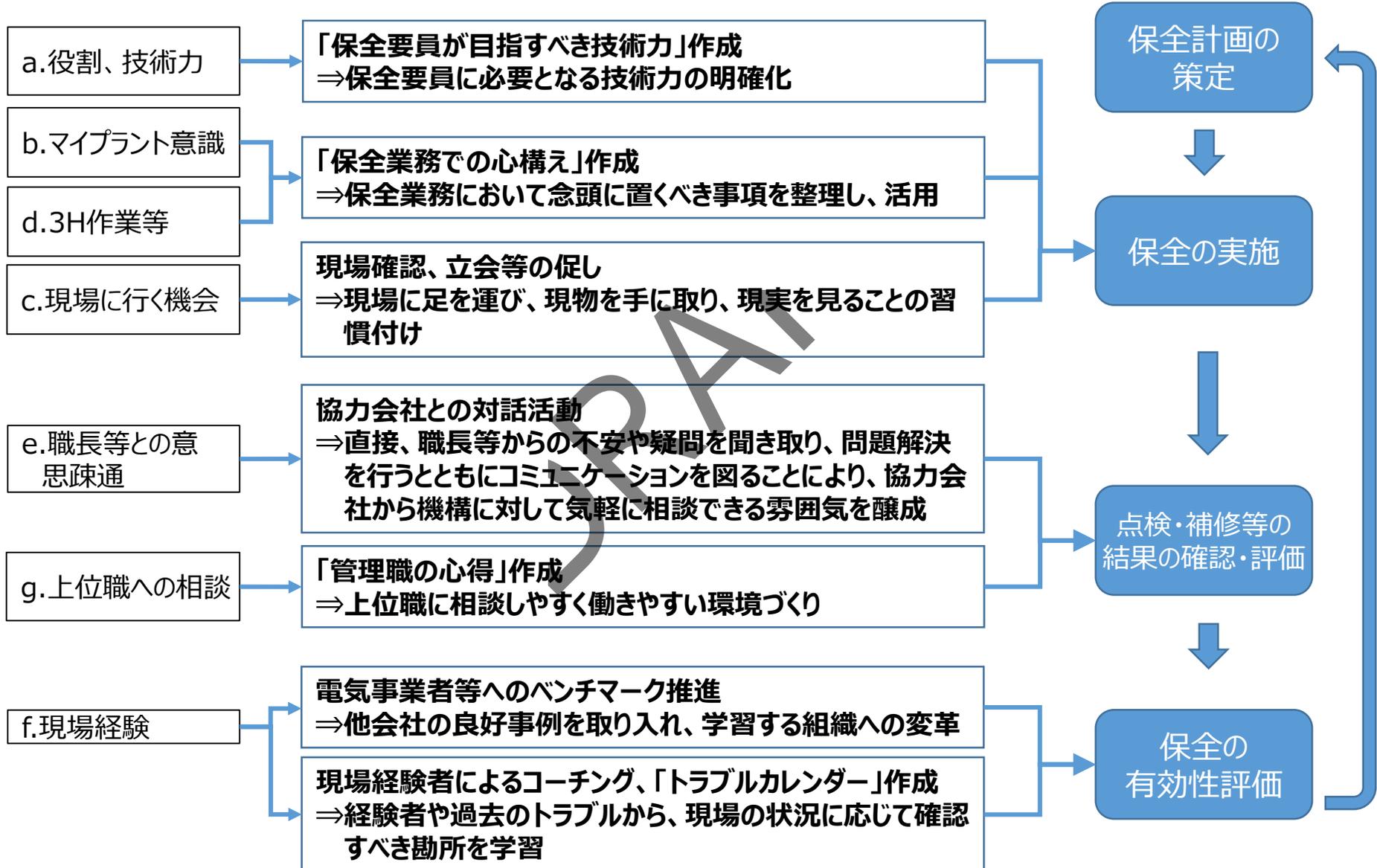
## 1次ナトリウム純化系コールドトラップ循環ブロワとは

- 1次系のナトリウムをコールドトラップで冷却することで、ナトリウム中の不純物の溶解度の温度低下を利用して不純物を除去するもの
- 循環ブロワはコールドトラップに冷却用の窒素ガスを送風する設備

### (1)循環プロワが故障に至った要因から、背後要因を考察

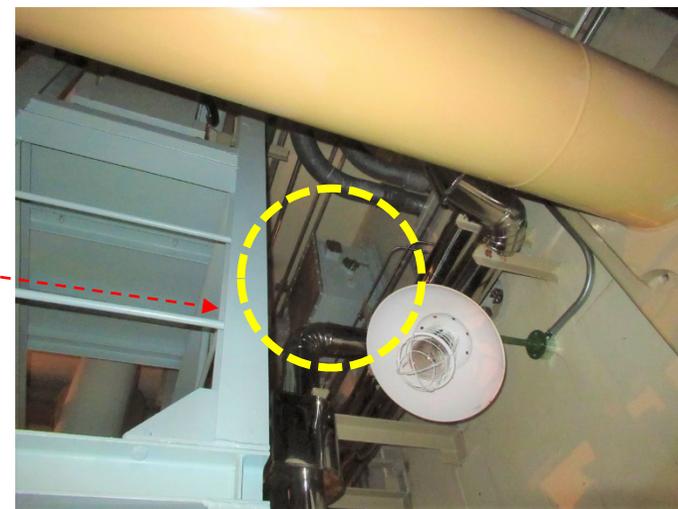
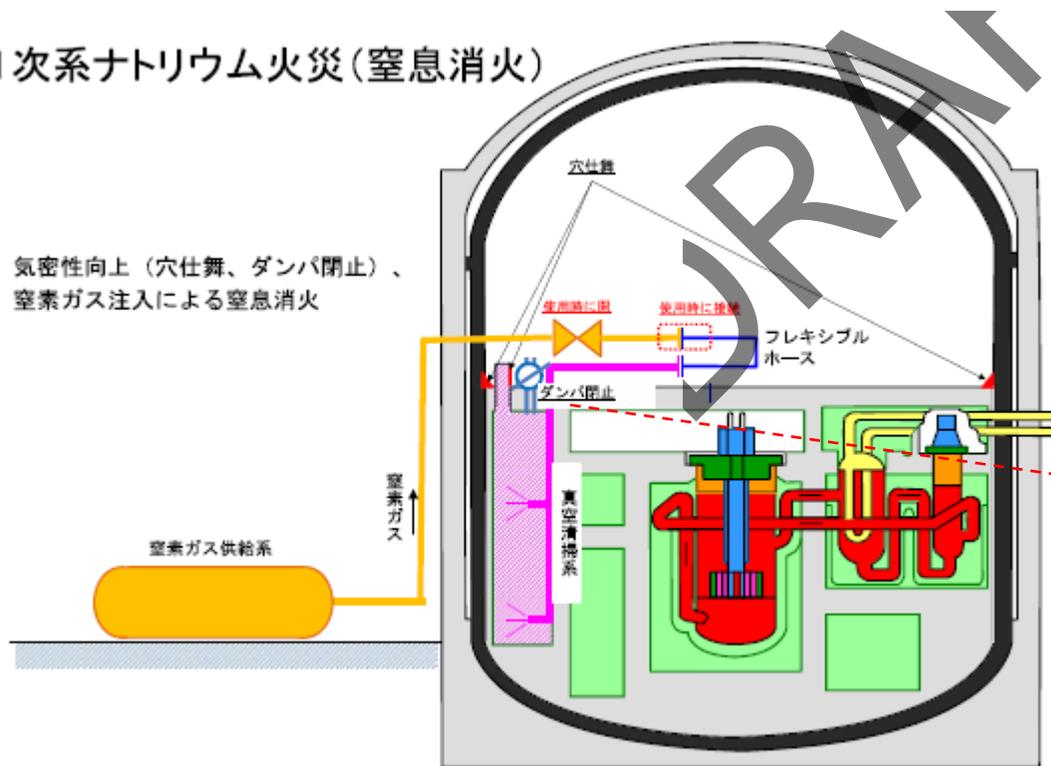
事象	要因	背後要因
電動機のベアリングを逆向きに取り付け	担当者は特殊なベアリングであることを認識せず	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 保全要員の目指すべき役割、技術力に対する認識が低い</li> <li>b. もんじゅでの勤務が短い保全要員が多く、マイプラント意識の浸透が不十分</li> </ul>
	ホールドポイント(立会項目)となっていなかったため、ベアリングの取付け確認せず	<ul style="list-style-type: none"> <li>c. 現場に確認に行く機会が減少</li> <li>d. 3H作業等の、トラブルが起こりやすい状況を認識した対応が不十分</li> </ul>
通常とは異なる電動機駆動音の上昇が異常の兆候として報告されず	判断基準内、かつ、違和感程度であったため、異常の兆候であると勇断できず	<ul style="list-style-type: none"> <li>c. 現場に確認に行く機会が減少</li> <li>e. 現場を熟知している協力会社の作業グループの職長等との意思疎通が不十分 (気になる程度の機器情報が担当者に伝わりにくい)</li> <li>f. 保全経験の少ない保全要員が多い →現場に行っても、定められた確認項目以外の確認ポイントが理解が不十分 →異常の兆候の判断に不安感</li> </ul>
	駆動音の上昇に気づいた際に上位職と相談せず	<ul style="list-style-type: none"> <li>g. 職場に繁忙感があり、現場で気づき事項や疑問点が発生しても、上位職への相談を切り出しにくい雰囲気</li> </ul>

(2)抽出した背後要因に基づき、現場力の更なる改善のため、以下の対策に取り組む



- 保安規定では、大規模な自然災害が発生した場合に対し、放射性物質の放出低減を目的とした体制整備を行うこととしており、その資機材は、現有設備の活用に加え、可搬型設備の位置的分散によって対応することとしている。
- その内、格納容器内での1次系ナトリウム火災に対しては、気密性向上（穴仕舞、防火ダンパ閉止）、窒素ガス注入により窒息消火の対応整備を定めている。

## 1次系ナトリウム火災(窒息消火)



防火ダンパ（高所設置）