

# 「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9月8日

日本原子力研究開発機構 (JAEA)

## 1. 燃料体取出し作業の進捗状況について

### (1) 燃料体の処理の実績報告

- ◆ 2月5日に開始し、6月1日に174体の処理を完了
- ◆ 燃料体の処理作業の振り返りを実施

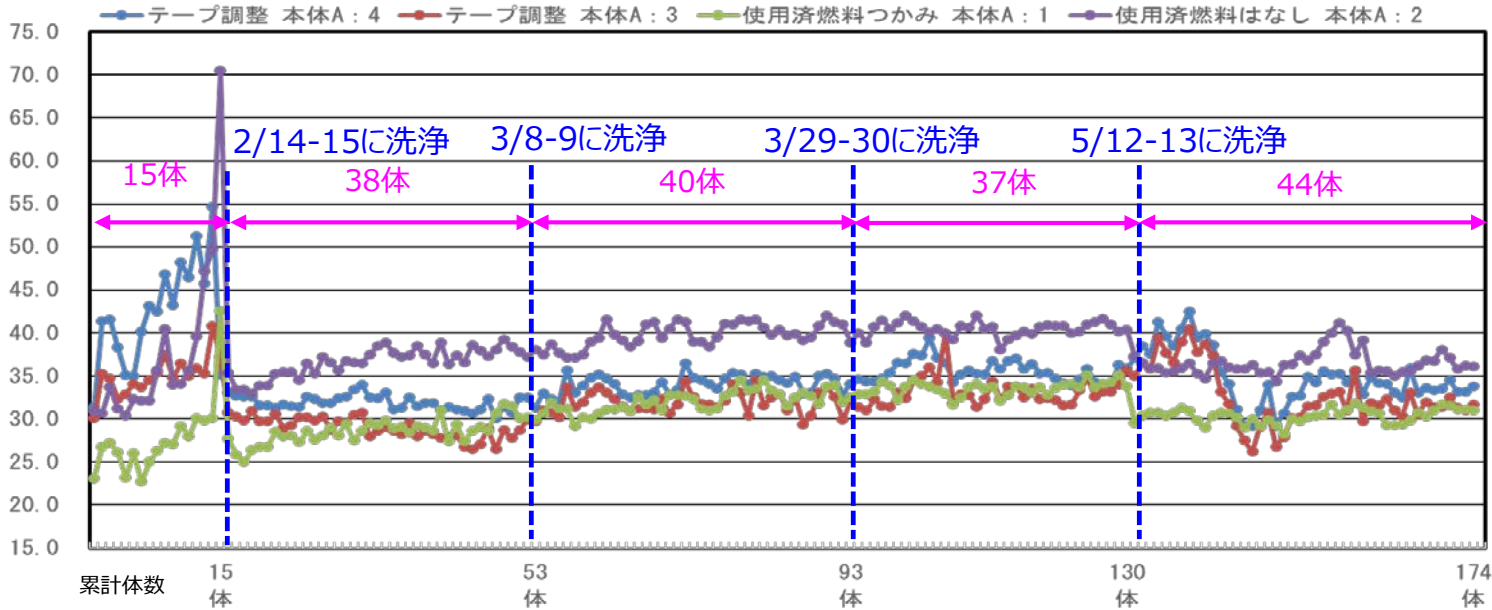
### (2) 定期設備点検／定期事業者検査の実施状況

- ◆ 6月2日に原子炉補機冷却系等の準備作業を開始、  
B系について、6月29日に停止して点検を開始し、8月1日に復旧  
A系について、8月21日に点検を開始
- ◆ 来年1月からの燃料体の取出しに向け順調に進捗
- ◆ 4月1日からの新検査制度の施行に伴い、独立した検査組織を事業者が設け、定期事業者検査を7月14日に開始し、来年5月29日に終了する予定
- ◆ 保守管理改善への取り組み  
7月21日のオイルリフトポンプの損傷に鑑み保守管理の改善を実施

## 2. その他の廃止措置の進捗状況

- ◆ 第2段階以降、実施すべきことは順調に進捗

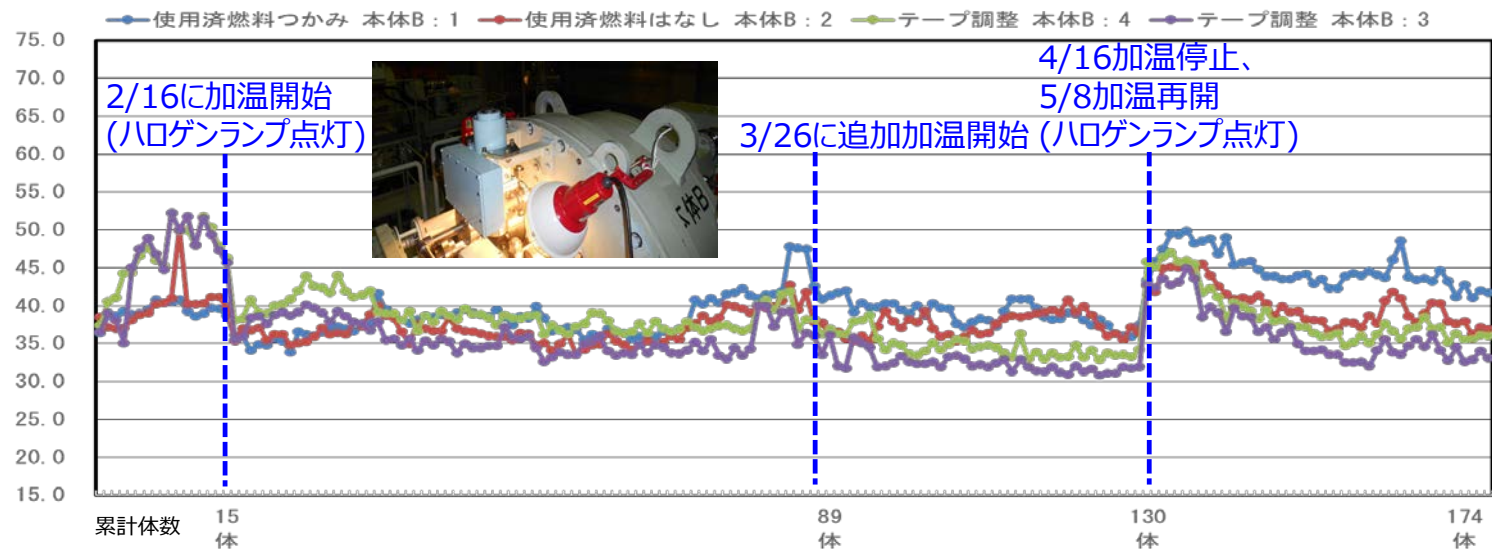
# 1-(1). 燃料体の処理作業の実績報告(1/3)



燃料出入機本体Aの爪開閉トルクの推移 (単位 : N・m)

## 燃料出入機本体Aの爪開閉トルクの推移

- ◆ 2月12日のトルク上昇については、処理作業開始前にドリップパンのみを洗浄し、燃料出入機本体Aを燃料取扱機器洗浄槽に接続したことにより、グリッパ表面に付着していたナトリウムが化合物になったことが原因と推定
- ◆ 16体目～174体目の158体の処理を行った間、爪開閉トルクは25～42 N mの範囲で安定しており、グリッパの洗浄が必要となるトルク上昇はなかった



燃料出入機本体Bの爪開閉トルクの推移 (単位 : N・m)

## 燃料出入機本体Bの爪開閉トルクの推移

- ◆ 2月12日の15体目の処理までにおいて36 N m～52 N mと高めで推移したのは、グリッパの駆動装置に用いているメカニカルシールが低温ではトルクが上昇し、ばらつきが大きくなる傾向があることから、駆動装置付近を本体Bの外側からハロゲンランプの照明で加温
- ◆ 16体目～174体目の158体の処理を行った間、爪開閉トルクは30～50 N mの範囲で推移

## 燃料出入機本体A ドリップパンへのナトリウム滴下量

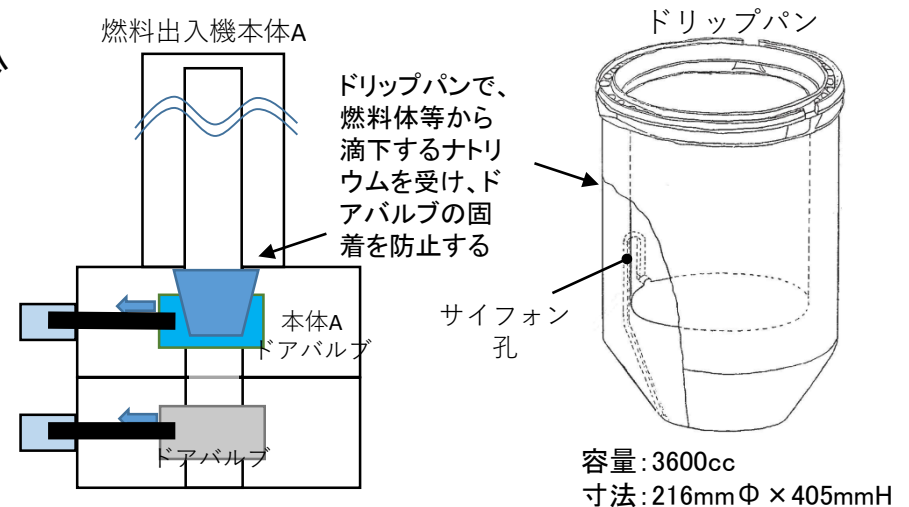
測定日	滴下量(測定値)	燃料体取扱体数	1体あたりの滴下量
2020/2/26	523cc	18体	29cc
2020/3/7	722cc	20体	36cc
2020/3/28	1827cc	40体※(炉心燃料37体)	46cc
2020/5/11	970cc	37体※(炉心燃料2体、ブランケット燃料32体)	26cc
2020/6/2	628cc	44体(ブランケット燃料)	14cc
前回の燃料体の処理作業			149cc(平均値)

※ 試験用集合体3体含む

- ◆ 直接冷却系の運転停止によりナトリウム飛散量が減少
- ◆ 本体Aドリップパンへのナトリウム滴下量は、3割以下に減少
- ◆ ブランケット燃料の場合さらに滴下量が減少することを確認
- ◆ 残りの炉心燃料、ブランケット燃料270体の内訳  
(炉心燃料138体、ブランケット燃料132体)



実績を踏まえドリップパンの最適な交換間隔を検討



## 燃料体の処理作業の振り返り

### 【燃料出入機関連】

- 前回の燃料体の処理作業で得られた不具合の経験やその改善により、自動化運転除外等の不具合等の件数が大幅に減少(2.7件/体⇒0.16 件/体)
- 発生した自動化運転除外等の警報発報については、想定された事象の範囲内であり、処理工程を変更することなく復旧手順書に従って復旧（参考1-1から1-4）
- 燃料洗浄槽の除湿対策により、燃料出入機本体Aの爪開閉トルクが安定に推移したため、この対策を継続
- ハロゲンランプによる加温により、燃料出入機本体Bの爪開閉トルクが安定に推移したため、この対策を継続
- 次回の燃料体取出し作業に向け、燃料出入機本体 A グリッパ洗浄間隔・ドリップパンの交換間隔の検討、自動化運転除外からの復旧手順書の見直し、及び、設備改善の検討を継続

### 【操作状況】

- 操作チームの練度向上により、1 体あたりの操作時間が減少
- 想定外の事象が発生しなかったことから、燃料取扱設備の初期不具合がほぼ収束との感触
- 操作チーム各班に経験者を2名以上配置したことにより、円滑なコミュニケーションを構築
- 100体の燃料体の取出し、260体の燃料体の処理作業の経験・実績を積んだ操作員15名を全員操作責任者に任命
- 操作チームとプラント運転直との迅速な連携・調整に係る運用面における課題を確認

# 1-(2). 定期設備点検／定期事業者検査の実施状況 (1/4)

課題	スケジュール	6月	7月	8月	9月
<b>1-(1) 燃料体の取出し作業</b> <b>1-(2) 定期設備点検</b> ① 燃交設備  ②プラント設備		RCW・RCWS等設備点検準備他	RCW・RCWS(B)点検	負荷機器復旧	RCW・RCWS(A)点検
<b>2. 定期事業者検査</b> <b>検査①</b> (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 <b>検査②</b> (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 <b>検査③</b> (その他の性能維持施設に係る検査) 水消火設備等		<div style="background-color: yellow; padding: 10px; display: inline-block;">修正中</div>			
			▼7/14 第1回定期事業者検査開始日 検査①		検査②

課題	スケジュール	10月	11月	12月	1月
<b>1-(1) 燃料体の取出し作業</b> <b>1-(2) 定期設備点検</b> ① 燃交設備  ②プラント設備		負荷機器復旧	RCW・RCWS(C)点検	燃料交換機据付準備作業 燃料交換準備作業	燃料体の取出し
				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	定期事業者検査(燃交設備)
<b>2. 定期事業者検査</b> <b>検査①</b> (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 <b>検査②</b> (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 <b>検査③</b> (その他の性能維持施設に係る検査) 水消火設備等		検査①	検査②	検査③	

## 独立検査組織

- 品質保証課が独立検査組織として定期事業者検査を実施。これに伴い、品質保証課に検査チームを新設
- 検査責任者は、品質保証課長。また、検査毎に品質保証課検査チームからの検査実施責任者及び検査員を任命  
(参考2)

## 検査の合理化

- 第1回事業者自主検査/施設定期検査の実績を踏まえて、検査項目を整理
- 289項目の維持機能に対して35分類、174項目の検査を設定したが、検査項目の統廃合等を行い、第1回定期事業者検査では33分類、検査項目を131項目まで削減。本作業により検査要領書数の削減のほか、検査準備作業が大幅に削減された。

削減例：

- ①同一設備の検査項目を一本化
- ②検査対象設備ごとに検査項目を分割していたところを一本化
- ③要領書の文書体系を見直し、合理化。(親要領書と子要領書⇒親要領書を廃止し、要領書を一本化)

## 検査全体 実績/予定



- ◆ 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
- ◆ 第1回施設定期検査結果を踏まえ、検査項目を整理し、全131件に見直し
- ◆ 8月19日時点で全131件中7件（5%）を終了、順調に進捗





## 検査区分①：「燃料体の取出し」までに必要検査 実績/予定



- ◆ 検査①を最優先に対応し、2021年1月までに完了する予定
- ◆ 8月19日時点で49件中5件（10%）を終了、順調に進捗

- 7月21日、1次主冷却系循環ポンプ潤滑油系オイルリフトポンプのカップリングの損傷を確認
- 保守管理の改善が必要と判断し、取り組みを実施

## ➤ 発生原因（推定）

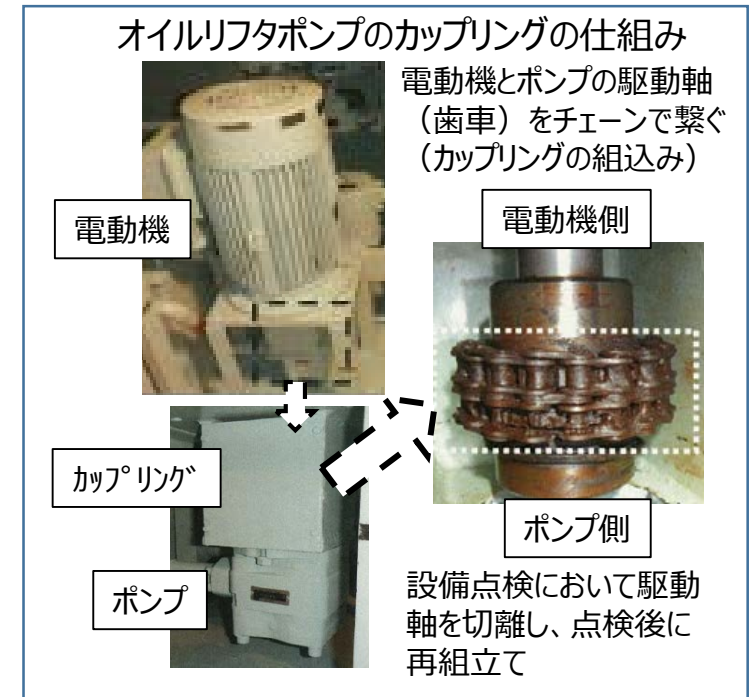
直近(2019年7月)の電動機点検において、カップリングの既設品再組込みの際にスプロケット（歯車）とチェーンの元位置合わせを実施しなかったため、フレッチング摩耗が発生し、スプロケット及びチェーンが損傷。

## ➤ 背景要因

- ・2009年度の保全計画制定時に点検周期をポンプ52M、電動機76Mとしたことにより、電動機単独で点検することになった。
- ・電動機単独で点検する際に、それまではポンプ側で点検及び組込みを実施していたカップリングの組込みが必要になったが、発注仕様書に当該作業を記載しなかったことから、作業範囲と管理が曖昧になり、作業要領書の記載が不明確（機械作業員の確保、作業手順及び記録の記載無し）になった。

## ➤ 改善への取り組み

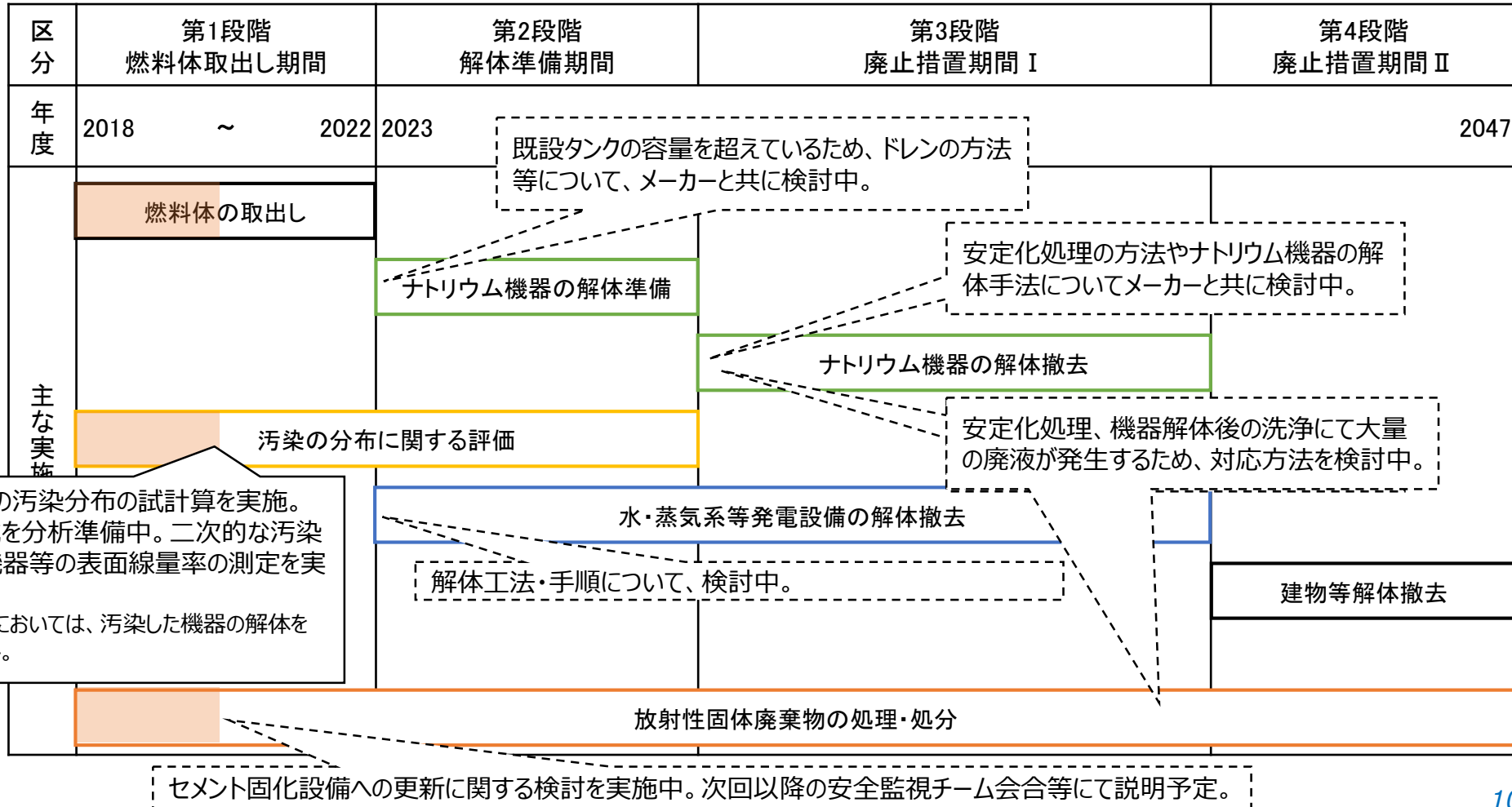
- ・機械品と電気品の取り合い点に関する指示事項の不足と捉え、発注仕様書及び点検要領書の記載内容を改定するとともに、それらの歯止めとして点検保守に係るQMS文書に具体的なホールドポイントを設け、記録を残すなどの見直しや関係者への周知、教育を実施することとしており、更なる業務水準の向上に取り組んでいく
- ・同様に分解点検の点検周期が異なる機器について水平展開調査を行い、設備の健全性確認を実施するとともに、不明確な記載を確認した点検仕様書及び点検要領書については修正を行う。



# 廃止措置全体の取り組み状況

- 第1段階として、燃料体取出し作業等を実施しつつ、第2段階以降の廃止措置計画を検討している。
- 検討において以下の課題等についてメーカー等と対応を検討している。

第11-1図 廃止措置の全体工程



原子炉まわりの汚染分布の試算を実施。他、元素組成を分析準備中。二次的な汚染については、機器等の表面線量率の測定を実施中。  
注) 第2段階においては、汚染した機器の解体を行わない見込み。

以下、参考

- 警報の発報：21件 及び 起動条件不具合による自動化除外(警報なし)：6件
- 発生した不具合等は、前々回の会合（昨年12月16日）にて報告した「燃料体の処理作業で想定される事象」7種類に該当、復旧済
- 不具合等の発生頻度は前回2.7件/体（273件/86体）から今回0.16件/体（27件/174体）に大幅に減少

No.	発生日	警報等	想定事象の番号 (SH13)	不具合対策後の状況 (SH14)
1	2/6	「Arガス循環系ガス置換」開始時における起動条件不具合による自動化運転除外	想定事象 6	対策C ⑥
2	2/7	「燃取計算機伝送異常」警報発報	想定事象 6	対策C ⑥
3		「脱塩水循環洗浄」時における「燃料洗浄槽液位 高/低」ANN発報による自動化運転除外	想定事象 6	対策C ⑥
4	2/11	「燃取計算機伝送異常」警報発報	想定事象 6	対策C ⑥
5	2/12	「使用済燃料はなし」時「本体Aグリッパつかみ・はなし異常」警報発報による自動化運転除外	想定事象 2	対策A
6	2/16	「本体Aシール漏れ」警報発報による自動化運転除外	想定事象 3	対策C ④
7	2/19	「燃料出入設備自動制御盤故障」警報発報による自動化運転除外	想定事象 6	対策C ⑥
8	2/21	「洗浄済燃料つかみ」開始時における起動条件不具合による自動化運転除外	想定事象 6	対策C ⑥
9	2/23	「新燃料移送機連動運転渋滞」警報発報による新燃料移送機連動運転停止	想定事象 6	対策C ⑥
10	2/25	「脱塩水循環洗浄」開始時における起動条件不具合による自動化運転除外	想定事象 6	対策C ⑥
11		「脱湿準備」運転時における「燃料洗浄槽圧力 高/低」警報発報による自動化運転除外	想定事象 7	対策C ⑦
12	2/26	「新燃料移送機走行トルク高」警報発報	想定事象 6	対策C ⑥
13	2/27	「新燃料移送機連動運転渋滞」警報発報による新燃料移送機連動運転停止	想定事象 6	対策C ⑥
14		「新燃料ラックへ移動」運転時「新燃料移送機走行トルク高」警報発報に伴う自動化運転除外	想定事象 6	対策C ⑥

No.	発生日	警報等	想定事象の番号 (SH13)	不具合対策後の状況 (SH14)
15	3/4	「新燃料移送機連動運転渋滞」警報発報による新燃料移送機連動運転停止	想定事象 6	対策C ⑥
16	3/10	「DV接続ガス置換」時における「出入設備連動運転渋滞」警報発報による自動化運転除外	想定事象 7	対策C ⑦
17		「ガス置換DV切離」時における「出入設備連動運転渋滞」警報発報による自動化運転除外	想定事象 7	対策C ⑦
18		「本体Aシール漏れ」警報発報による自動化運転除外	想定事象 3	対策C ④
19	3/17	「燃料番号録画」時における「新燃料移送機連動運転渋滞」警報発報による自動化運転除外	想定事象 6	対策C ⑥
20	3/20	「本体Aシール漏れ」警報発報	想定事象 3	対策C ④
21	4/7	「脱塩水循環洗浄」(2回目)終了後の自動化運転工程進行不調	想定事象 6	対策C ⑥
22	4/13	「接続ガス置換」時 「地下台車／新燃予熱系連動運転渋滞」	想定事象 7	対策C ⑦
23	4/14	「脱塩水循環洗浄」(2回目) 終了後の自動運転工程進行不調	想定事象 6	対策C ⑥
24	4/16	模擬体搬入時の「新燃料移送機走行トルク高」警報発生	想定事象 6	対策C ⑥
25	5/15	「使用済燃料つかみ」開始時の自動化運転「除外」	想定事象 6	対策C ⑥
26	5/21	「脱塩水循環洗浄」(2回目) 終了後の自動運転工程進行不調	想定事象 6	対策C ⑥
27	5/24	「脱塩水循環洗浄」時における「燃料洗浄槽圧力 高／低」ANN発報による自動化運転除外	想定事象 6	対策C ⑥



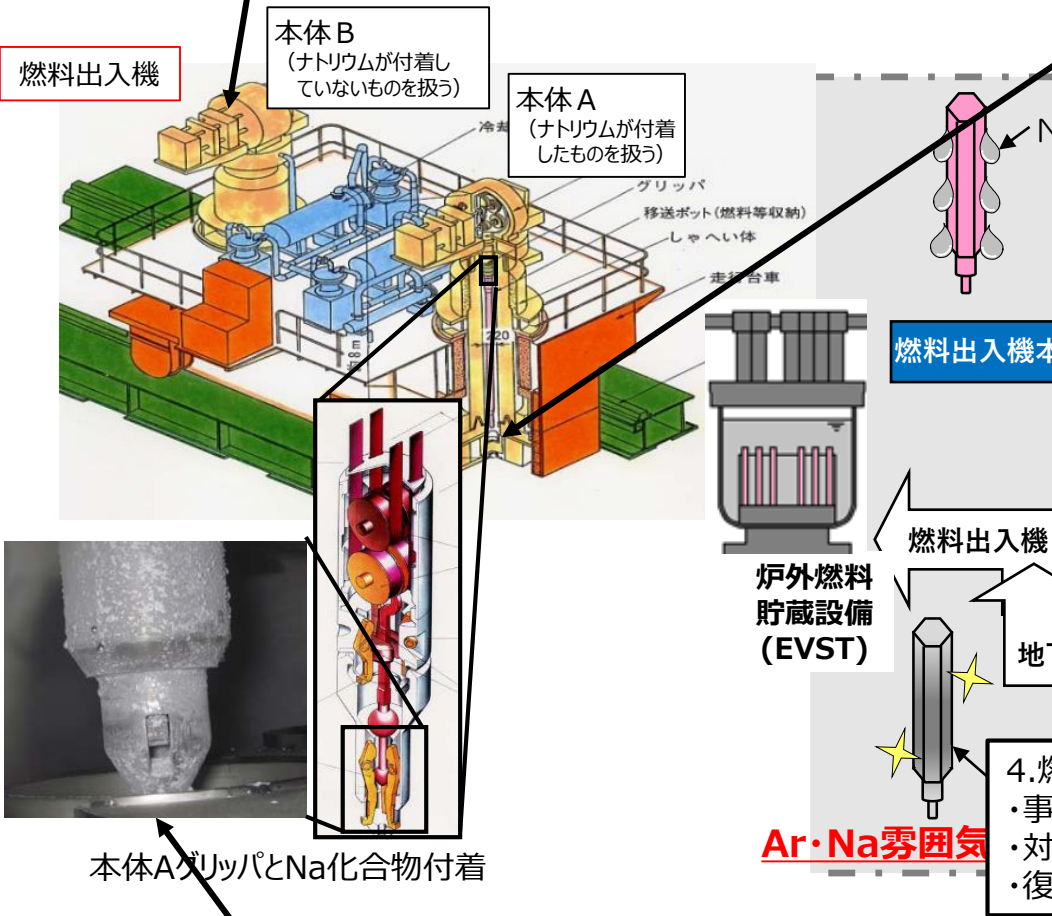
# 燃料体の処理作業で想定される事象 (2019年度の燃料体の処理作業で想定される不具合の代表例7種類)

**2. 燃料出入機本体 B グリッパのつかみはなし異常 (トルク上昇)** B

- ・事象：グリッパ駆動部メカニカルシールの摺動抵抗増加
- ・対策：メカニカルシール交換済み
- ・復旧：本体B駆動部を分解しシール交換 (約1ヶ月要、予備品確保済み)

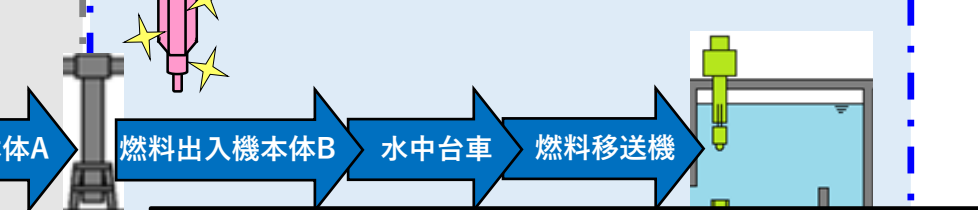
**3. 燃料出入機本体 A ドアバルブのナトリウム付着によるシール漏れ** A

- ・事象：ドアバルブ付着NaがNa化合物となりドアシールからArガス漏れ
- ・対策：本体A直接冷却系停止等対策中 (1月完了予定)
- ・復旧：本体A分解しドアバルブ付着Na等の手入れ (約1ヶ月要)



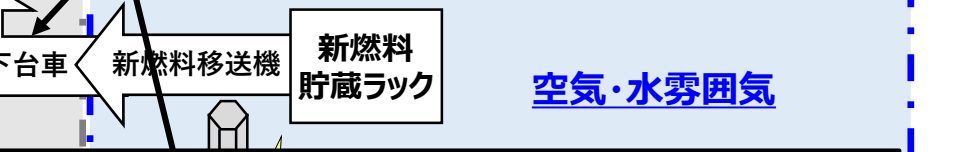
**6. 制御信号伝送異常等による自動化運転停止** C

- ・事象：制御信号伝送異常
- ・対策：伝送回路の変更対策中 (1月完了予定)
- ・復旧：再現性確認のうえ自動化運転再開 (約2時間)



**7. ガス置換時間超過による自動化運転停止 (地下台車等)** C

- ・事象：ガス置換時の低気圧等に伴う真空引き時間超過
- ・対策：ガス置換方法変更等対策済み
- ・復旧：現場確認のうえ自動化運転再開 (約1時間)



**4. 燃料洗浄槽配管予熱温度異常による自動化運転停止** C

- ・事象：配管予熱温度の部分的低下
- ・対策：予熱ヒータの警報設定値の最適化等対策中 (1月完了予定)
- ・復旧：現場予熱温度を確認し自動化運転再開 (約1時間)

**1. 燃料出入機本体 A グリッパのつかみはなし異常 (Na等の固着)** A

- ・事象：付着Naが湿分等でNa化合物となりグリッパ爪開閉動作が渋くなる
- ・対策：燃料洗浄槽の除湿対策中 (1月完了予定)
- ・復旧：本体Aグリッパ洗浄 (約3~5日要)

**5. 洗浄水の電気伝導度高による自動化運転停止 (電導度 > 500 $\mu$ s/cm)** C

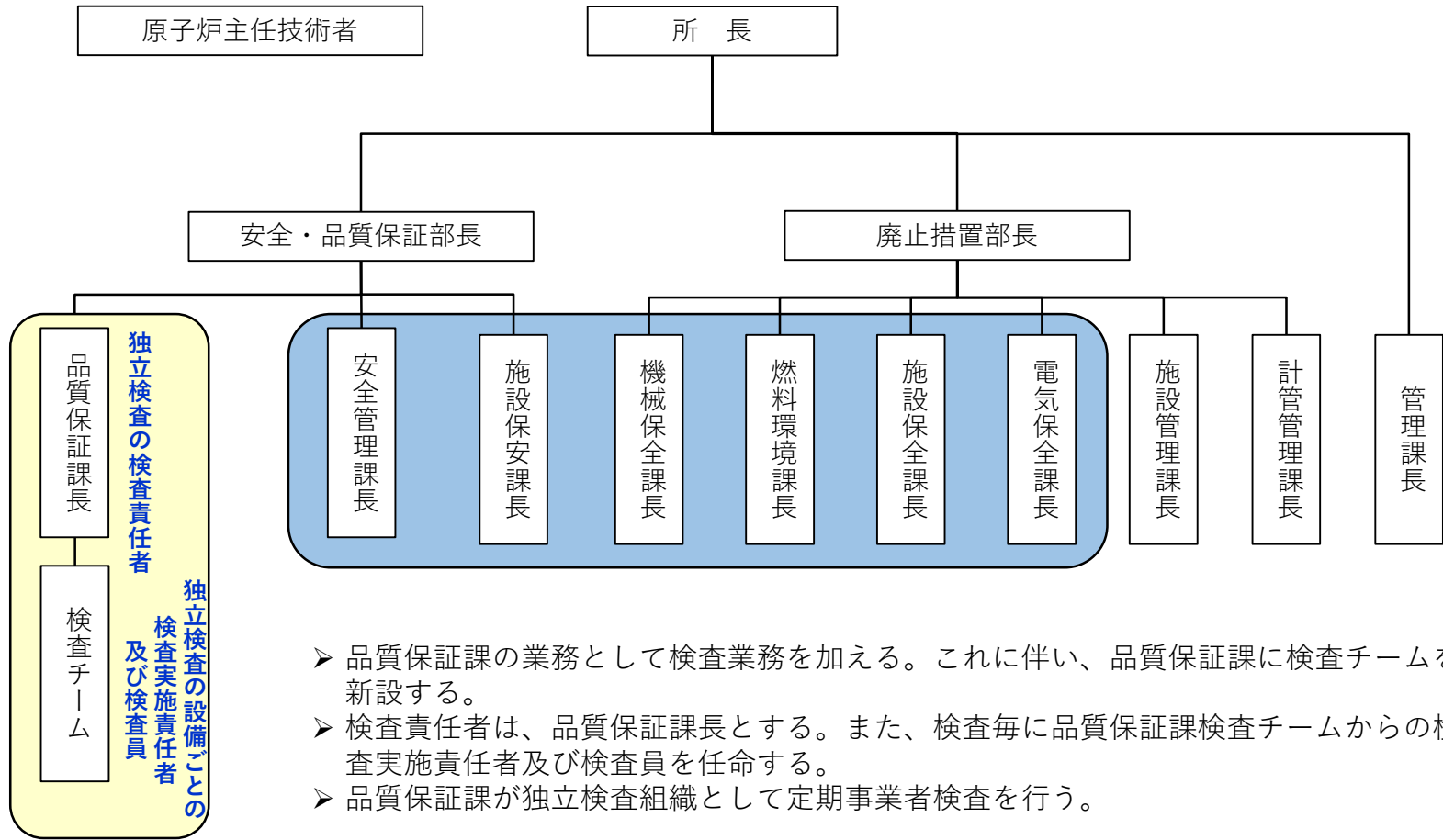
- ・事象：残留Naが多い場合にプログラム回数で電導度が規定値に達しない
- ・対策：追加洗浄運転を自動化対策中 (1月完了予定)
- ・復旧：追加洗浄 (1回当たり約30分)

- 2018年度の燃料体の処理で発生した不具合への対策後の状況を下記に示す
- 発生時の対応方法を予め準備した事象の再発はあったが、対応方法に従い、確認後、作業を継続

解決すべき課題と不具合対策		2019年度燃料体の処理での状況
【対策A】燃料出入機本体Aグリッパ（ナトリウム化合物）対策 1)燃料洗浄槽の除湿対策 2)自動化運転プログラムの修正（テープ調整場所及びガス置換回数の変更）		・トルク上昇警報により、グリッパ洗浄を1回実施、その後はトルク値監視によるグリッパ洗浄時期の計画運用により、警報の発報なし
【対策B】燃料出入機本体Bグリッパ対策 ・可動シール等トルク増大対策		・予熱によりトルク上昇のないことを確認 ・警報の発報なし
【対策C】その他不具合等の対策 1)自動化運転プログラムの修正 2)燃料処理設備の制御盤間の伝送ノイズ対策 3)自動化運転の円滑な運用に資するための対策	① 自動化運転における対象物入力不可（燃取系計算機の不具合）	・発生なし
	② 自動化運転リセット後のCRT表示不具合（過去状態の残存）	・発生なし
	③ 燃料出入機本体Aグリッパのクラッチ動作遅延	・発生なし
	④ 燃料出入機本体Aドアバルブのナトリウム付着によるシール漏れ（ナトリウム滴下防止対策）	・一時的なナトリウム化合物の付着による漏れの発生（3回）あり ・地下台車清掃により以降発生なし ・ドアバルブ開閉操作及びガス置換等の対応でシール性回復を確認後作業を継続
	⑤ 洗浄水の電気伝導度高による自動化運転停止（燃料洗浄追加手動操作の自動化）	・発生なし
	⑥ 制御信号伝送異常等による自動化運転停止（伝送ノイズ対策）	・伝送ノイズ対策が十分でないと思われる伝送異常の発生有るが、発生頻度は約1/10に低下（1.1件/体⇒0.1件/体）
	⑦ ガス置換時間超過による自動化運転停止（地下台車等）	・気圧の変動等により発生有るも発生頻度は低下（6件/86体⇒4件/174体）
	⑧ 燃料洗浄槽配管予熱温度異常による自動化運転停止	・発生なし



## 検査体制



- 品質保証課の業務として検査業務を加える。これに伴い、品質保証課に検査チームを新設する。
- 検査責任者は、品質保証課長とする。また、検査毎に品質保証課検査チームからの検査実施責任者及び検査員を任命する。
- 品質保証課が独立検査組織として定期事業者検査を行う。

: 独立性を要求する箇所
  : 保全担当課