

「もんじゅ」の燃料体取出し作業の進捗状況について

2020年10月30日

日本原子力研究開発機構（JAEA）

来年1月からの燃料体の取出しに向け、必要な諸作業を順調に進めている

1. 定期事業者検査

- ◆原子炉補機冷却系等の定期設備点検について、A系は、9月29日復旧、C系は、10月12日に点検開始。
- ◆検査①「燃料体の取出し」までに必要な検査について、順調に進捗。

2. 保守・是正

- ◆ハード対策
 - ・1次ナトリウム純化系コールドトラップ循環ブロワ停止（完了）
 - ・一般計装定電圧装置D-2電源切替不可（完了）
 - ・1次主冷却系循環ポンプ潤滑油系オイルリフタポンプA不具合（11月完了予定）
- ◆あわせて、上記に関連する設備点検調達管理の改善を実施中

3. 教育訓練

- ◆作業前に「燃料体取出し訓練」を行い、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予定。

4. 次回の燃料体取出し作業で想定されるリスク管理

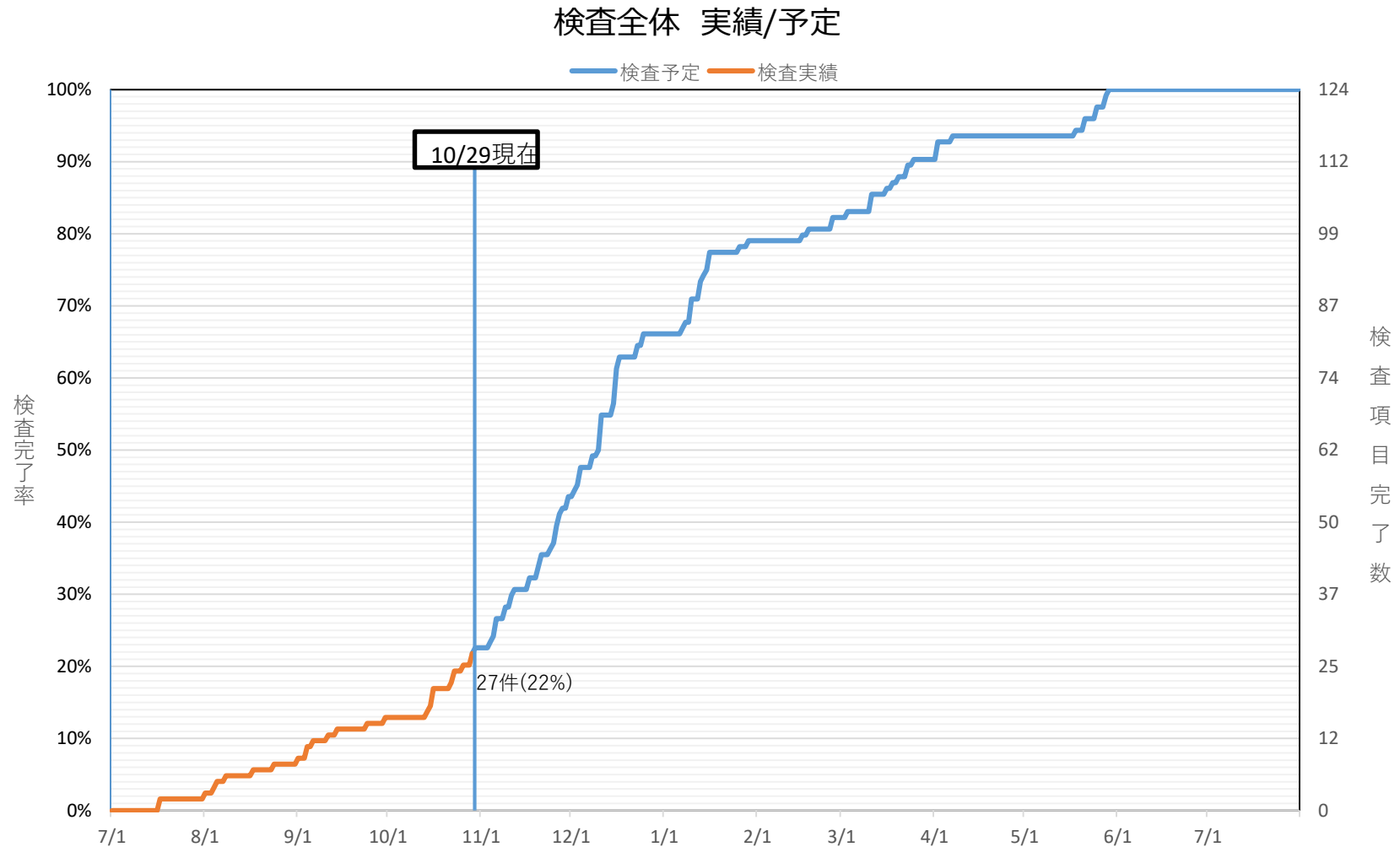
- ◆第2キャンペーンの実績を踏まえた設備対応、教育訓練の追加の取組みに既に着手。その結果を反映し第3キャンペーン作業前のリスク評価を実施中。
- ◆これらの繰り返しにより継続的な改善のサイクルを構築し、廃止措置第1段階の安全かつ確実な完遂を目指す。

燃料体取出し作業の実施状況

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) 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 燃料交換準備作業	燃交自動化盤運転 実動作試験
	②プラント設備	RCW・RCWS(C)点検	負荷機器復旧 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	
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 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		

定期事業者検査の実施状況 (1/2)

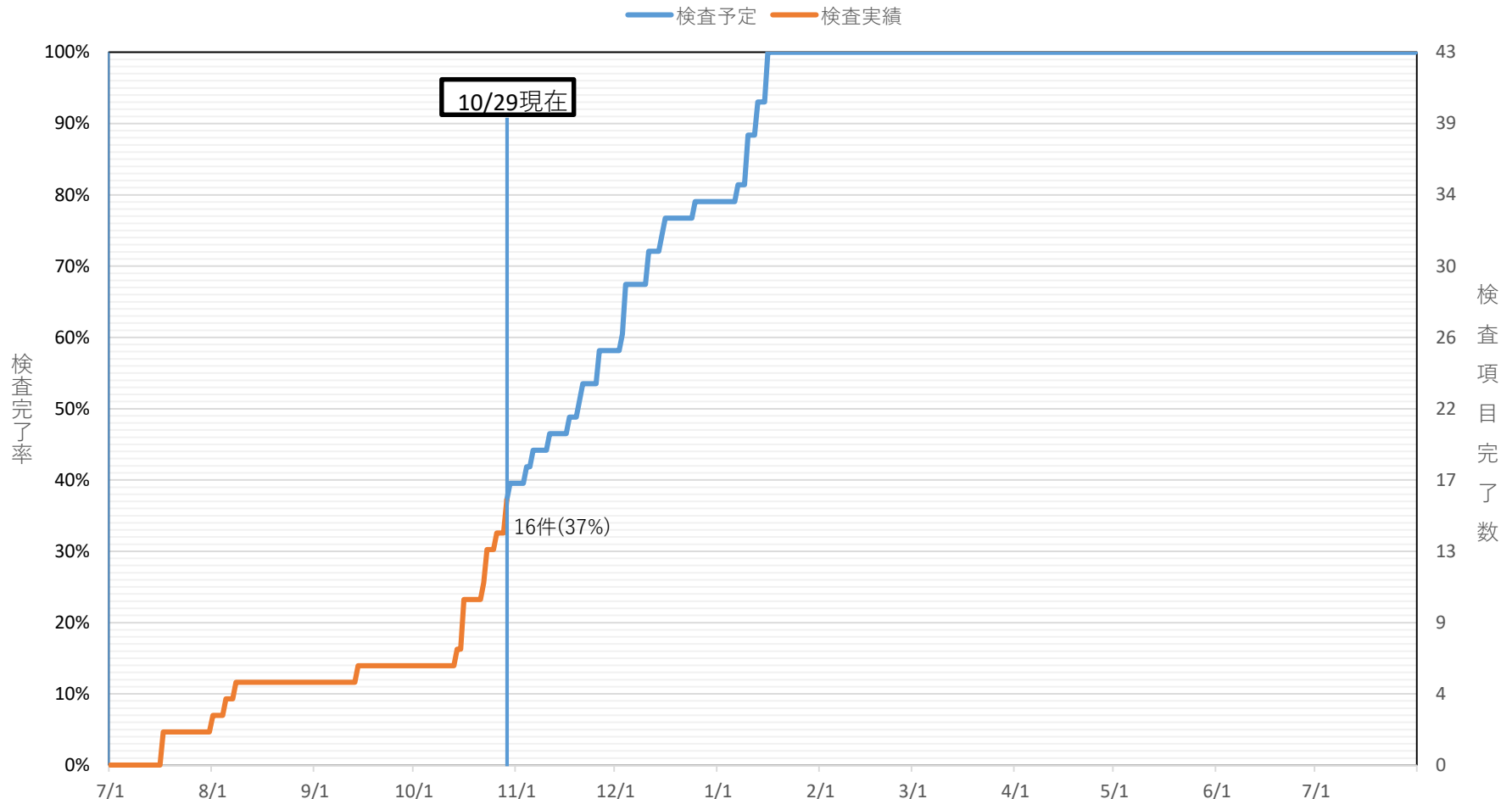


- ◆ 定期事業者検査は、2020年7月14日～2021年5月29日の期間で実施している。
- ◆ 10月29日時点で全124件※中27件（22%）を終了、順調に進捗している。

※ EVST冷却系、関連設備について、特別な保全計画管理に移行したため、定期事業者検査から除外。
 (定期事業者検査数：全体131件→124件、検査①49件→43件)

定期事業者検査の実施状況 (2/2)

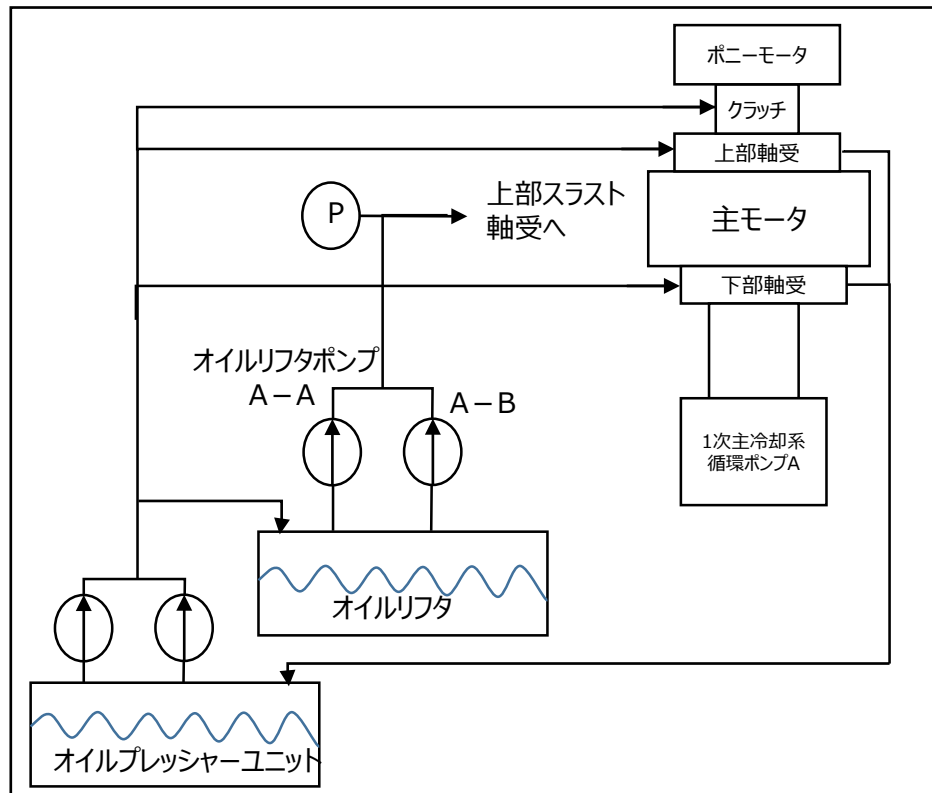
検査区分①：「燃料体の取出し」までに必要な検査 実績/予定



- ◆ 検査①を最優先に対応し、2021年1月までに完了する予定である。
- ◆ 10月29日時点で43件※中16件（37%）を終了、順調に進捗している。

※ EVST冷却系、関連設備について、特別な保全計画管理に移行したため、定期事業者検査から除外。
 (定期事業者検査数：全体131件→124件、検査①49件→43件)

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の不具合対応と設備点検調達管理の改善 (1/2)



○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ト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トポンプA-A※（以下「オイルリフトポンプA-A」）を停止した。
※1次主冷却系潤滑油系オイルリフトポンプとは、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、オイルリフトポンプ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、オイルリフトポンプ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み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。

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

○復旧等の状況

- ◆ オイルリフトポンプ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。
- ◆ オイルリフトポンプ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。
- ◆ オイルリフトポンプ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。
- ◆ 損傷したA-A及びA-Bのカップリング等の交換部品を手配中。
- ◆ オイルリフトポンプA-Aは11月下旬、オイルリフトポンプA-Bは11月上旬を目途に復旧予定（作業工程を調整中）。

○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"> カップリング組立時の注意点や確認事項について発注仕様書に記載してなかった。 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について発注仕様書に記載してなかった。 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なかった。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆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。 ・機械部品の分解点検後の再組立てを実施する際は機械品の受注者が再組立てを実施する。 ・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。 ・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。 ・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。 ◆水平展開の実施。 2006年度以降の点検実施設備において、機器間で動的な接続部分のある設備について直近の点検作業が電動機側の受注者により単独で実施された機器の抽出を行うとともに現状の組立状態、稼働状況による健全性確認を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・QMS文書「もんじゅ調達管理要領」「施工管理運用要領」を改正済。 ・水平展開の計画書を作成し、健全性確認が必要な機器の抽出及び健全性確認を実施中。 ・これまでに、電気保全課及び機械保全課分を終了し、当該カップリング2台を含む25台を抽出、うち補助ボイラ給水ポンプCのカップリングに若干の歯車部の摩耗を確認したことから、要因分析中。他は健全であることを確認した。 ・現在、他課分（燃料環境課等）の水平展開を実施中。

○是正処置対策等の妥当性確認

(1) 調達管理に関する対策の妥当性確認

令和元年7月に発生したCTブロワトリップにおいても、発生原因が異なるが上記不具合と同じく調達管理に課題があった。このため、実証本部にて、CTブロワトリップ及びそれ以降の是正処置対策から、①もんじゅ調達管理要領の改正など、調達管理上の対策を抽出し、②要因分析と対策の妥当性を確認する。

(2) 現場力向上に向けた取り組みの実施状況の確認

CTブロワトリップの背後要因に基づき、現場力の更なる向上に向けた活動に取り組んでいる。この活動について、実証本部にて、もんじゅに係る令和2年度上期までの実施状況を確認する。

	9月	10月	11月
(1)			
①	■		
②		■	
(2)			

燃料体取出し作業 第3,4キャンペーン

基本方針

- これまでの作業実績が少ないことを踏まえ、種々のリスクを精査しサクセスパスの阻害に備え着手。
- 作業期間中の実績評価、作業後の振り返り、設備・作業の課題抽出・改善、手順書改定等を行うとともに、次キャンペーン作業前に改めてリスク評価を実施。
- これらの繰り返しのより継続的な改善のサイクルを構築。

燃料体取出し作業第1キャンペーン

- 実績が少ないことから1日1体の処理を基本に作業を実施
- 燃料取扱の経験蓄積と燃料体処理作業の課題抽出、改善実施



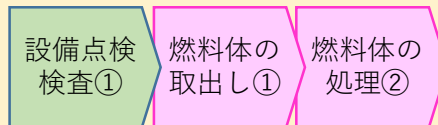
第1キャンペーン：'18/8～'19/1

第1キャンペーン前に実施したリスクマネジメント 燃料体の処理

- 燃料体の処理作業のサクセスパスを阻害する事象を特定し、「重要事象」と「それ以外の事象」に分けて整理。
- 「重要事象」に関しては発生防止策の検討を行い、手順書等へ反映。及び発生時のリカバリープランを策定。
- 「重要事象以外の事象」に対しては、リスク顕在化後の基本対応フローを整理、警報-原因対照表の整理、手順書の見直しを実施。

燃料体取出し作業 第2キャンペーン

- 操作員の習熟度等の実績を踏まえ、計画を適宜見直し
- 燃料体の取出しは、当初3～4体/日を基本に実施し、実績を踏まえ加速を目指す
- 燃料体処理は交代勤務による連続処理



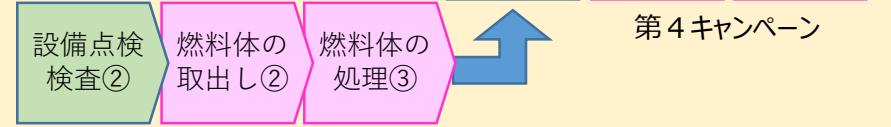
第2キャンペーン：'19/10-'20/6

第2キャンペーン前に実施したリスクマネジメント 燃料体の取出し及び燃料体の処理

- 燃料体の取出し作業に関する事象を対象に追加
- 燃料取扱経験蓄積、燃料体処理作業の課題抽出・対策の結果を反映
- 実施工程通り計画的に作業を進めるため、「重要事象以外の事象」についての対策追加
- 設備対応のみならず、ソフト面の対応策を強化（手順書、要領類に加え、工程、体制、訓練等）

燃料体取出し作業 第3,4キャンペーン

- 操作員の習熟度等の実績を踏まえ、計画を適宜見直し
- 燃料体の取出し及び燃料体処理ともに交代勤務による連続処理



第3キャンペーン：'21/1-'21/9

次回以降のリスクマネジメント 燃料体の取出し及び燃料体の処理

- 運転経験、操作員の習熟実績等を踏まえ、順次見直し

第3キャンペーン前に実施するリスクマネジメント

燃料体の取出し及び燃料体の処理

- 燃料取扱経験の蓄積、燃料体の取出し及び燃料体の処理作業の対策結果を手順書等へ反映（初期不良の対応はほぼ完了）
- 燃料体の取出し及び燃料体の処理作業の発生事象を新規認定操作員等の教育訓練へ反映

設計、製作、検査、運転実績

- 設備設計
- 製作、検査
- 燃料体取出し経験
- 廃止措置計画
- 燃料体取出し計画
- 燃取設備整備

①設備対応

- 燃料体の取出し作業では工程遅延に至るような不具合はなく、複数回発生した下記の設備のソフト改善対策を実施中。
 - ✓ FHM爪開閉基準位置LS不調による爪開停止
- 燃料体の処理作業では2018年度の下記の対策により不具合等の発生頻度は第1キャンペーン2.7件/体（273件/86体）から第2キャンペーン0.16件/体（27件/174体）に大幅に減少し、工程遅延は発生しなかった。
 - ✓ 【対策A】燃料出入機本体Aグリップ（ナトリウム化合物）対策
 - ✓ 【対策B】燃料出入機本体Bグリップ対策（可動シール等トルク増大対策）
 - ✓ 【対策C】その他不具合等の対策(自動化運転プログラムの修正等)
- 発生した事象について必要な項目を手順書等へ反映検討中
 - ✓ 2019年の燃料体の取出しからの反映項目：4件
 - ✓ 2020年の燃料体の処理からの反映項目：4件

⇒以上から初期不良の対応はほぼ完了したものとする

②教育訓練

- 第2キャンペーンにおいて発生した不具合事象について教育訓練対象事象(赤字)に追加
- 第3キャンペーンの燃料体取出しに向けて新規認定の操作員を中心に教育訓練(含む模擬訓練)を実施予定

設備名	主な警報内容	件数	対応			備考
			手順書 反映	図上 訓練	模擬 訓練	
燃料交換機 本体設備及 び制御設備	・ 新燃料挿入異常(セルフオリエンテーション異常)	10	○		○	
	・燃料交換装置下降時の燃料交換装置本体駆動装置内部圧力低	1	○	○		
	・燃料交換装置本体継ぎ目の軸封通過時の軸封アルゴンガス流量高	1	○	○		
	・一時的な電源異常に伴う自動化除外	1	○	○		
	・伝送信号異常等による自動化除外(条件不成立での自動化除外、フリッカ未点灯による自動化除外)	20	○	○		
	・ FHM爪開閉基準位置LS不調による爪開停止	10	-	○		教育対応※1
	・ 真空ポンプ出口弁閉によるポンプ過負荷トリップ	1	○			
燃料交換孔 ドアバルブ	・弁座シール電磁弁の誤閉	1	○			教育対応※1
回転プラグ	・回転プラグジャッキアップ時間のタイムオーバー	1	○			教育対応※1
	・アルゴンガス圧力制御間違いによるシリコンオイルのオーバーフロー	1	○			教育対応※1
	・回転プラグジャッキアップ時の油圧圧力高(逆止弁開放固着)	1	○			教育対応※1
炉内中継装 置(IVTM)	・ 流量計ダンパオイル不足による流量指示値ハンチング	1	○			教育対応※1
	・ IVTMブローダウン異常	2	○	○		
燃料出入機 他	・ 燃料出入孔ガス置換弁信号受信不具合	4	-	○		教育対応※1
	・ DPアダプタ吊り上げ時の本体Aつかみはなし異常	2	-	○		
	・ ガス置換排気時間超過による連動運転渋滞	1	○			

赤字：第2キャンペーンで発生した不具合事象

※1：机上教育における事例周知、注意喚起

- ・模擬訓練：今後も発生の可能性が残り、かつ対処方法が複雑で実機での訓練が必要と判断した事象
- ・図上訓練：今後も発生の可能性が残るが、操作が複雑ではなく机上での想定訓練で対応可能と判断した事象
- ・教育対応※1：今後発生する可能性はほとんどない事象

＜燃料体取出し作業のリスク管理まとめ＞

- 第1キャンペーンの作業の実績を踏まえた設備・作業の課題抽出・改善、手順書改定等を行い、第2キャンペーン作業前に改めてリスク評価を実施。リスクの顕在化の可能性を確認するとともに、不具合発生時の備えを確認。
- その結果、安全や工程に影響を及ぼす不具合は無く第2キャンペーンの作業を完了できた。
- 第2キャンペーンの実績を踏まえた追加の取組みに既に着手。その結果を反映し、第3キャンペーン作業前のリスク評価を実施中。
- これらの繰り返しにより継続的な改善のサイクルを構築し、廃止措置第1段階の安全かつ確実な完遂を目指す。