

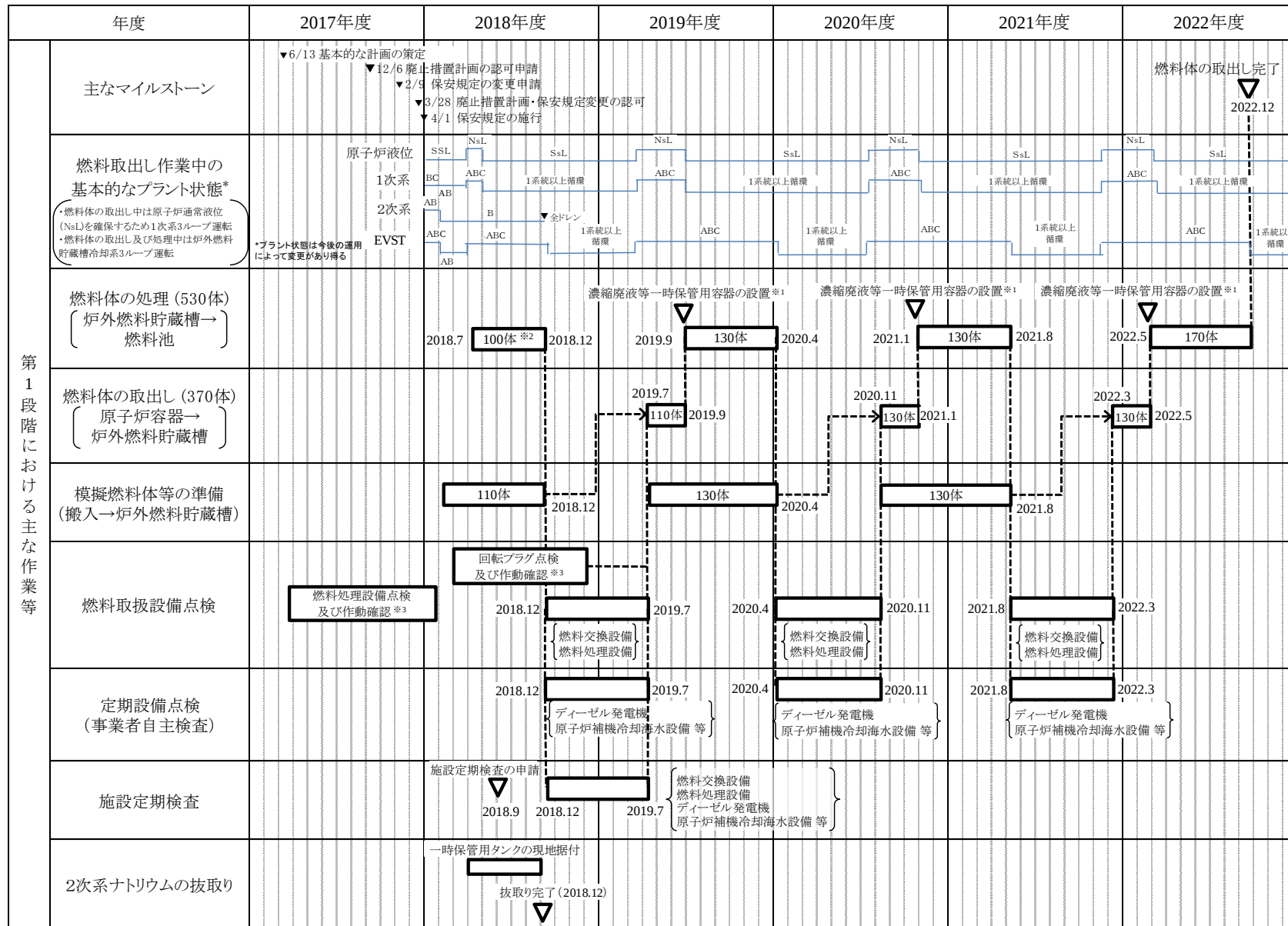
燃料体取出し作業に向けた準備状況について

平成30年 7 月13日
日本原子力研究開発機構（JAEA）

- 1.廃止措置第1段階の工程
- 2.燃料体取出し作業に向けた実施体制
- 3.燃料体取出し作業（燃料体の処理）におけるリスクマネジメント
- 4.「もんじゅ」における一連のトラブルに対する対応状況

1. 廃止措置第1段階の工程

(1) 燃料体の取出し完了までの工程



※1：2018年度の燃料体の処理実績から、廃液の推定発生量を評価し、容器の設置数(設置の要否を含む。)を決定する。

※2：100体の燃料体については、炉外燃料貯蔵槽から取り出した後、缶詰缶装置により缶詰缶に収納し、燃料池に貯蔵する。

※3：2010年以降使用していないことを踏まえ、炉心等から燃料体を取り出す前に、施設の復旧を目的として実施する点検及び作動確認であり、定期設備点検とは異なる。

1. 廃止措置第1段階の工程

(2) 当面の詳細工程（平成30年7月12日現在）

	5月			6月			7月			備考
燃料体の処理 (炉外燃料貯蔵槽(EVST) →燃料池)	操作員の机上教育（系統設計、操作手順）									* 1：模擬燃料体を用いた新燃料貯蔵ラックへの貯蔵 * 2：・模擬燃料体を用いた新燃料貯蔵ラックから炉外燃料貯蔵槽（EVST）への移送 ・制御棒（EVSTに貯蔵）を用いた燃料洗浄設備による洗浄、缶詰缶への収納及び燃料池への移送 * 3：警報（トラブル）が発生した場合を想定し、原因の特定、トラブル収束に向けた対応等を実施 * 4：設備の健全性の確認結果、作業体制の整備結果、トラブル対応体制の整備結果等を基に所長が判断
	操作員の点検時における現場OJT									
					模擬訓練*1			模擬訓練*2		
						図上訓練*3				
模擬燃料体等の準備 (搬入→EVST)										* 5：炉心燃料領域用（Puセンター→もんじゅ構内仮置き場） * 6：もんじゅ構内倉庫に保管している既存の模擬燃料体2体を含む 次回の搬入は8月上旬を予定
						新燃料貯蔵ラックへ貯蔵（10体*6）				
						模擬燃料体搬入（8体*5）				
						（Puセンター）模擬燃料体の製作（炉心燃料領域用）				
燃料取扱設備点検										
定期設備点検 (事業者自主検査)										6月28日 保安規定変更申請 6月29日 保全計画改正（所長承認） ・クラス3以下の技術根拠整備結果を反映 9月 施設定期検査申請 12月～定期設備点検（施設定期検査を受検）
2次系ナトリウムの抜取り										7月3日 もんじゅに一時保管用タンクを搬入 11月 一時保管用タンクの設置完了、ナトレックスの配備 12月 2次系ナトリウム抜取り完了

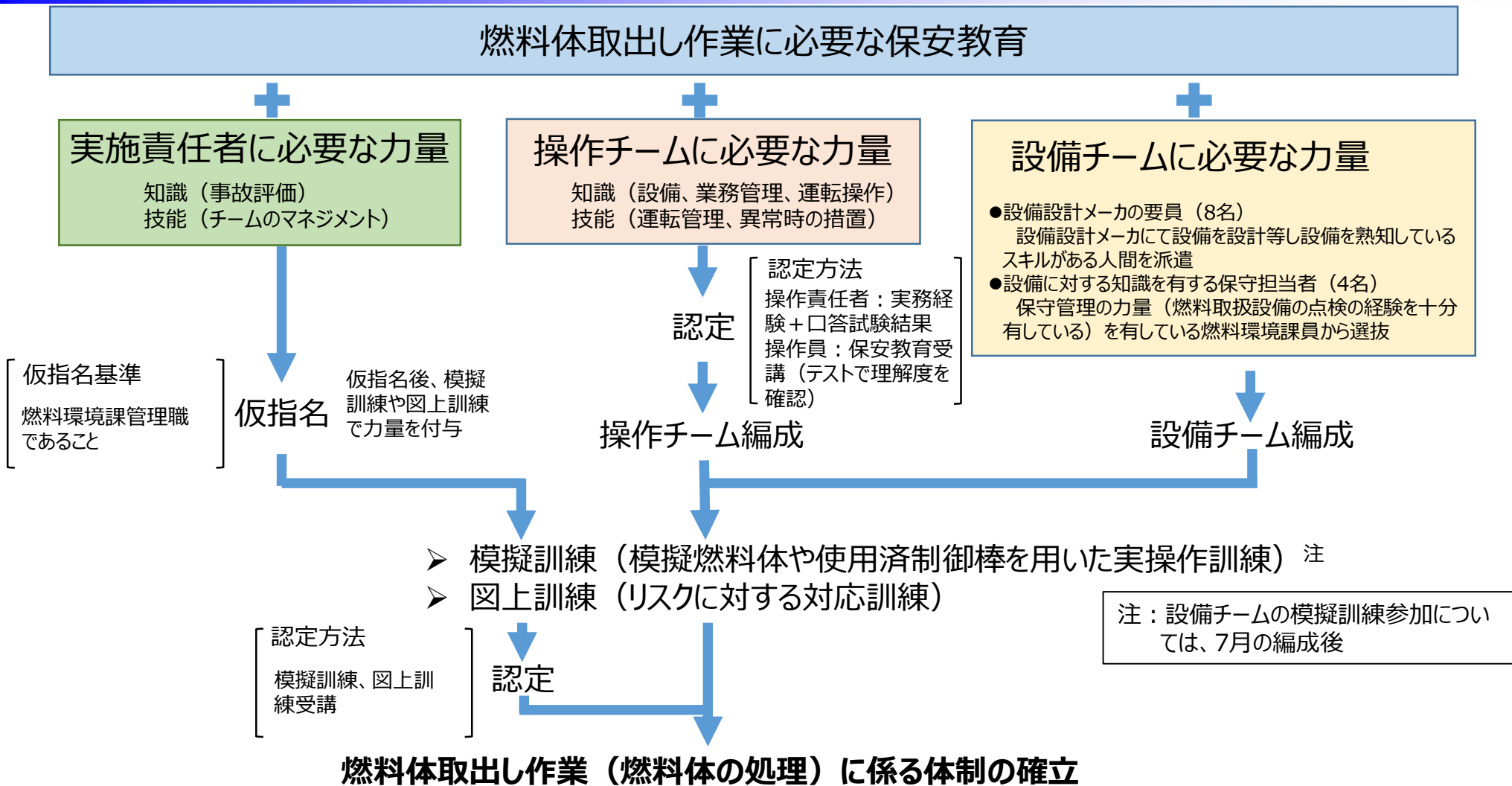
1. 廃止措置第1段階の工程

(3) 燃料取扱設備の点検状況 まとめ (平成30年7月12日現在)

燃料処理設備に係る点検の進捗状況（7月12日現在の実施状況）														・灰色網掛け：終了した点検 ・青字：現在実施中又は今後実施予定の点検項目			
点検対象設備	主要点検機器	点検項目	点検概要	平成29年					平成30年							主な確認項目	現在の状況
				8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7		
炉外燃料貯蔵設備	床ドアバルブ（6連式）	分解点検	・シールプラグ挿入、点検前作動確認 ・床ドアバルブ取外し、分解、部品手入れ、組立・据付、点検後作動試験、シールプラグ取外し													部品外観、シール部漏えい、外観・据付、作動等	終了 結果：良
	回転ラック駆動装置	機能・性能試験	・絶縁抵抗測定、外観検査 ・回転ラック作動試験 ・軸封部シール部漏えい確認						(9/30～10/18)							絶縁抵抗、外観、作動、位置決め、シール部漏えい等	終了 結果：良
燃料出入設備	燃料出入機本体A	分解点検	・点検前作動確認 ・グリップ駆動装置取外し、グリップ・グリップ駆動装置分解点検、手入れ、組立、取付け ・ドアバルブ取外し、分解点検、手入れ、組立、取付け ・コフィン清掃 ・点検後作動試験													トリウム付着状況確認、部品外観、非破壊、寸法、シール部漏えい、作動、動力源喪失試験等	終了 結果：良
	燃料出入機本体B	分解点検	・点検前作動確認 ・グリップ駆動装置取外し、グリップ・グリップ駆動装置分解点検、手入れ、組立、取付け ・ドアバルブ取外し、分解点検、手入れ、組立、取付け ・コフィン清掃 ・点検後作動試験													部品外観、非破壊、寸法、シール部漏えい、作動、動力源喪失試験等	終了 結果：良
	本体A 直接冷却系プロワA	分解点検	・点検前作動確認 ・プロワ取外し、分解、部品手入れ、組立、据付 ・点検後作動試験													部品外観、シール部漏えい、外観・据付、作動等	終了 結果：良
	本体B 直接冷却系プロワA	分解点検	・点検前作動確認 ・プロワ取外し、分解、部品手入れ、組立、据付 ・点検後作動試験													部品外観、シール部漏えい、外観・据付、作動等	終了 結果：良
	本体A 間接冷却系プロワA	分解点検	・点検前作動確認 ・プロワ取外し、分解、部品手入れ、組立、据付 ・点検後作動試験													部品外観、漏えい、外観・据付、作動等	終了 結果：良
	走行台車	機能・性能試験	・絶縁抵抗測定 ・減速機等潤滑油交換、給電装置外観点点検 ・点検後作動試験														絶縁抵抗、外観、作動等
燃料洗浄設備	燃料洗浄槽 床ドアバルブ	分解点検	・点検前作動確認 ・床ドアバルブ取外し、分解、部品手入れ、組立、据付 ・点検後作動試験													部品外観、シール部漏えい、外観・据付、作動等	終了 結果：良
	アルゴンガス循環プロワB	分解点検	・絶縁抵抗測定 ・プロワ分解、軸補修(工場)、部品手入れ、組立 ・点検後作動試験、空洗浄試験													絶縁抵抗、部品外観、漏えい、外観、作動、空洗浄試験等	終了 結果：良
燃料缶詰設備	燃料缶詰装置 容器・駆動装置	開放・分解点検	・缶詰装置容器開放、点検前作動確認 ・駆動装置等分解点検 ・点検後作動試験													部品外観、シール部漏えい、外観・据付、作動等	終了 結果：良
	燃料缶詰装置 床ドアバルブ	分解点検	・点検前作動確認 ・床ドアバルブ取外し、分解、部品手入れ、組立、据付 ・点検後作動試験													部品外観、シール部漏えい、外観・据付、作動等	終了 結果：良
水中燃料貯蔵設備	水中台車 床ドアバルブ	分解点検	・点検前作動確認 ・床ドアバルブ取外し、分解、部品手入れ、組立、据付 ・点検後作動試験													部品外観、シール部漏えい、外観・据付、作動等	終了 結果：良
	水中台車	機能・性能試験	・点検前作動確認 ・電動機電気試験、駆動装置外観点点検、潤滑油交換 ・作動試験													絶縁抵抗、駆動部外観、作動等	終了 結果：良
	燃料移送機	機能・性能試験	・点検前作動確認 ・グリップ分解点検、電動機電気試験、潤滑油交換 ・作動試験													絶縁抵抗、部品外観、外観、作動等	終了 結果：良
新燃料受入貯蔵設備	地下台車 床ドアバルブ	分解点検	・点検前作動確認 ・床ドアバルブ取外し、分解、部品手入れ、組立、据付 ・点検後作動試験													部品外観、シール部漏えい、外観・据付、作動等	終了 結果：良
	燃料容器取扱装置	機能・性能試験	・点検前作動確認 ・電動機電気試験、外観点点検、潤滑油等交換 ・作動試験													絶縁抵抗、外観、作動等	終了 結果：良
	新燃料移送機	機能・性能試験	・点検前作動確認 ・グリップ分解点検、電動機電気試験、潤滑油交換 ・作動試験													絶縁抵抗、部品外観、外観、作動等	終了 結果：良
	地下台車	機能・性能試験	・点検前作動確認 ・電動機電気試験、外観点点検、潤滑用等交換、補給 ・作動試験													絶縁抵抗、外観、作動等	終了 結果：良
総合機能試験																一連の作動試験	実施中
回転プラグ点検の進捗状況（7月12日現在の実施状況）																	
燃料交換設備（しゃへいプラグ）	回転プラグ	分解点検	・エラストマシール製作 ・点検前作動試験 ・回転プラグ分解点検、エラストマシール交換、組立 ・点検後作動試験	▼契約：（1）エラストマシール製作 材料手配：製作					▼納期：（回転プラグ点検） （エラストマシール） （6月上旬～）							点検中	

2. 燃料体取出し作業に向けた実施体制

(1) 燃料体取出し作業に係る体制の確立（操作・設備チーム）



チームの編成状況

操作チーム

- ・操作員の力量を有する者（25名以上）を選抜済
- ・そのうち、操作責任者としての力量を有する者を9名選抜済

設備チーム

- ・保守担当者（4名）は選抜済
- ・メーカー要員（8名）は7月中旬に派遣予定

2. 燃料体取出し作業に向けた実施体制

(2) チームによる訓練等概要

訓練名	訓練内容	実績、予定
手順確認	模擬訓練実施前に、実機操作盤を用いて手順を確認（空操作）する。	【実績】 ・模擬体搬入(空操作)：6月11日～6月13日 ・模擬体移送(空操作)：7月 2日～7月 4日 ・燃料処理貯蔵(空操作)：7月 2日～7月 4日
総合機能試験	機構及びメーカーにて、以下の内容を確認する。なお、操作は操作チーム員が実施。 ✓ 燃料処理・貯蔵に関する一連の自動運転 ✓ 各設備の作動状態	【予定】 ・7月13日から実施予定
模擬訓練	使用済制御棒、模擬燃料体（固定吸収体含む）を実機操作盤（主制御監視盤/補助盤）を用いて実際に移送する。	【実績】 ・模擬体搬入：6月19日～6月21日 【予定】 ・模擬体移送：総合機能試験終了後に実施予定 ・燃料処理貯蔵：総合機能試験終了後に実施予定
図上訓練	燃料体取出し作業時に警報（トラブル）が発生した場合を想定し、原因の特定、トラブル収束に向けた対応を机上で行う。 また、現状のプラント状態において想定される事故内容（事故発生時の影響を含む。）等を確認する。	【実績】 ・警報（トラブル）時の対応訓練：6月26日～6月28日 ・事故内容の確認訓練：7月 5日～7月 6日
トラブル対応 総合訓練	敦賀廃止措置実証本部を含め、現場と対外対応組織と連携した訓練を行う。	【実績】 ・6月28日

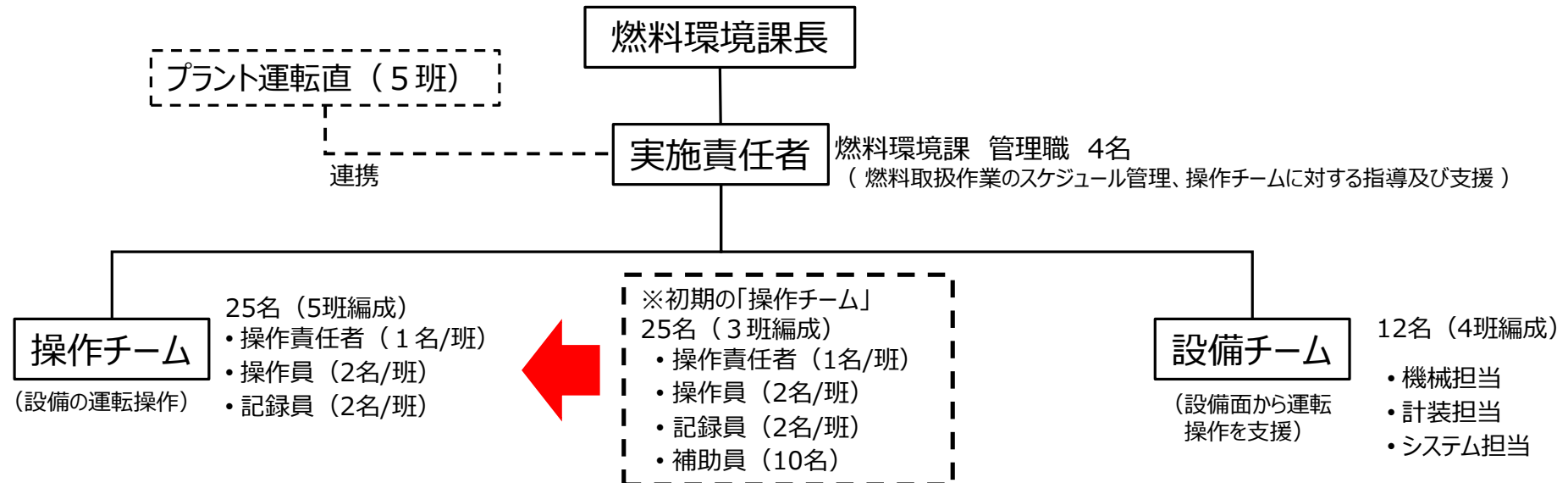
注 模擬体搬入：模擬燃料体を新燃料貯蔵ラックに移送
模擬体移送：模擬燃料体を新燃料貯蔵ラックから炉外燃料貯蔵槽に移送
燃料処理貯蔵：使用済制御棒を炉外燃料貯蔵槽から取り出して、洗浄・缶詰し燃料池に移送

2. 燃料体取出し作業に向けた実施体制

(3) 燃料体取出しに係る作業体制

作業体制

燃料取出しに係る作業で発生するトラブルに対し、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燃料取扱体制を構築することとし、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」（操作責任者、操作員及び記録員：5名/チーム）と運転操作を設備面から支援する「設備チーム」（3名/チーム）とで体制を構成し、安全かつ確実に作業を実施する。



[各責任者等の役割分担と責任範囲・権限]

各責任者等	平常時の役割	異常時の役割
燃料環境課長	燃料体取出しに係る課の作業責任者	現地対策本部への報告、現地対策本部より実施責任者に指示
実施責任者	操作チームと設備チームを指揮し、燃料体取出し作業を実施設備故障の際、保守担当課長と連絡をとり、対応方針を決定	現地対策本部の指示の下、プラント運転直と連携し、事象の収束のために必要な措置を操作チーム、設備チームに指示
プラント運転直	プラント全体の監視、運転操作	異常時、連絡責任者への連絡 現地対策本部の指示の下、異常時のプラント操作
操作チーム	操作手順書に基づく運転操作、警報処置手順書に基づく機器等の操作	現地対策本部の指示の下、異常時の燃料取扱設備の操作
設備チーム	機器の状態、運転パラメータの確認 警報発生時、警報内容、現場状況等から原因調査のために必要な情報を収集し、対応方針を策定。必要に応じメーカーに助勢作業を依頼	現地対策本部の指示の下、燃料取扱設備について必要な補修を実施

2. 燃料体取出し作業に向けた実施体制

(4) 燃料体取出し作業の初期の実施体制

- 燃料体取出し作業を行う操作チーム5班を構成できる25名を上回るチーム員の力量を認定済み
- 燃料体取出し作業の初期においては、これまでの作業実績が少ないことを踏まえ、以下の考えに基づき、力量認定した操作チーム員25名を3班に編成して作業を開始する。
 - ✓ 燃料体取出し作業の初期においては、実績が少ないことを踏まえ、慎重に確認を重ねながら進めるため、本部等の支援体制が充実している日勤時間帯の作業を基本とし、原則として1日あたり1体程度の作業速度（ペース）とする。
 - ✓ そのため、1日1直での作業が可能であり、各操作員の作業頻度を高め、より多くの実作業経験を積ませることにより、習熟度の更なる向上を図っていくことを目的とし、力量認定した操作チーム員25名により3つの班を構成し作業を開始する。
 - ✓ 5班体制への移行については、安全作業の確保を前提に、可能な限り早期の移行を目指す。第1フェーズの間に十分な習熟度の向上が可能と考えており、第2フェーズの燃料体の取出し開始（2019年7月）までには、5班のチームを編成する。

燃料体取出し作業の初期の操作チーム体制

25名（3班編成）

- 操作責任者（1名/班：施設管理課員/上級運転員）
- 操作員（2名/班：施設管理課員、燃料環境課員）
- 記録員（2名/班：施設管理課員、燃料環境課員）
- 補助員（10名：施設管理課員）
⇒ 記録員の記録の補助を行う。更に実作業において手順の確認の経験を積む。

	第1フェーズ：初回の燃料体の処理完了まで	第2フェーズ：本格的な燃料体取出し作業
フェーズ	← 約1.5年（～2018年12月） → 設備点検、体制整備 等（約10ヶ月） 模擬体調達（約1年） 燃料体の処理（約6ヶ月）	← 16ヶ月×3＝4年（2018年12月～2022年12月） → 設備点検（約7ヶ月） 燃料体の取出し（約3ヶ月） 燃料体の処理（約6ヶ月）
燃料体取出し作業内容	● 燃料体の処理：100体 ● 実績が少ないことを踏まえ、慎重に確認を重ねながら、作業を実施 ● 燃料取扱の経験を積むとともに、作業の課題等を抽出し、必要な改善を実施	● 燃料体の取出し：370体、燃料体の処理：430体 ● 操作員の習熟度等を踏まえ、工程の見直しを図りながら実施（例） ✓ 燃料体の取出し：5体/日→10体/日 ✓ 燃料体の処理：1体/日→2体/日

2. 燃料体取出し作業に向けた実施体制 (5) チームによる訓練等（手順確認）

手順確認内容

- ・ 実機操作盤にて操作スイッチには直接触れずに操作手順を確認（空操作）
- ・ 編成された班毎にそれぞれの役割（操作責任者、操作員、記録員）を与え、手順の確認や班内の連携向上を図る

手順確認項目

- ① 模擬体搬入(空操作) : 模擬燃料体を、仮置き場から新燃料貯蔵ラックへ移送する手順確認（空操作）
- ② 模擬体移送(空操作) : 模擬燃料体を、新燃料貯蔵ラックから炉外燃料貯蔵槽（EVST）へ移送する手順 確認（空操作）
- ③ 燃料処理貯蔵(空操作) : EVST内の使用済制御棒を、燃料洗浄設備で洗浄し、缶詰缶へ収納した後、燃料池へ移送・貯蔵する手順確認（空操作）

実施期間

- ・ 模擬体搬入(空操作) : 6月11日～6月13日
- ・ 模擬体移送(空操作) : 7月 2日～7月 4日
- ・ 燃料処理貯蔵(空操作) : 7月 2日～7月 4日

実施結果

- ・ 手順書と操作盤、確認する計器を現場にて確認できた。
- ・ 操作責任者、操作員間のコミュニケーションが向上した。
- ・ 燃料取扱設備操作室における作業環境の改善として、各種操作を円滑に行えるよう、操作手順書を置く場所の確保や操作責任者の位置について改善を実施した。



2. 燃料体取出し作業に向けた実施体制

(6) 総合機能試験

総合機能試験

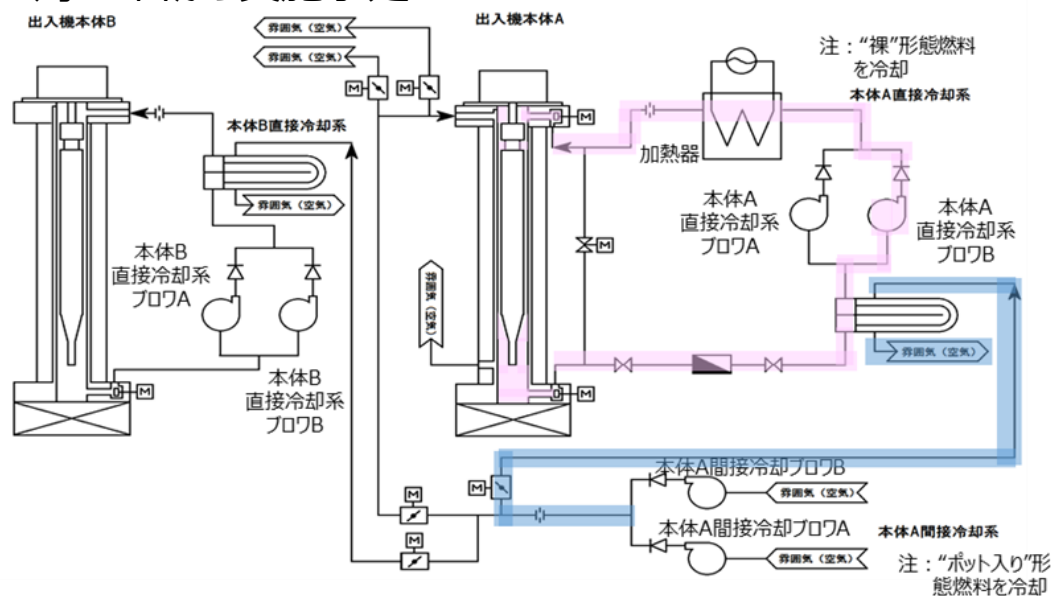
- 機構及びメーカーにて、燃料処理・貯蔵に関する一連の自動運転が問題なく進行することや各設備の作動状態を確認する。操作は機構の職員（操作チーム員）が実施。

試験項目

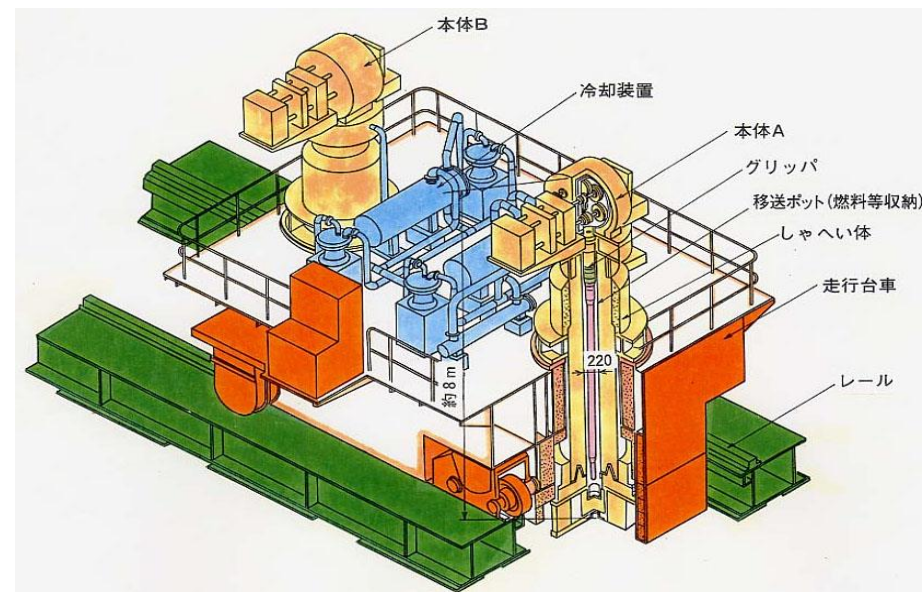
- 模擬燃料体 1 体を用い、燃料出入機の燃料体つかみ機能や冷却機能の作動状態を確認
- EVST中の使用済制御棒1体を用い、EVSTからの取出し、Na処理、燃料池移送までの自動運転を確認
- EVST中の使用済制御棒1体の取出し、Na処理、燃料池移送及び、新燃料貯蔵ラックの模擬燃料体1体のEVST移送までの、一連の自動運転を確認

実施期間

- 7月13日から実施予定



本体出入機冷却装置概略系統



2. 燃料体取出し作業に向けた実施体制

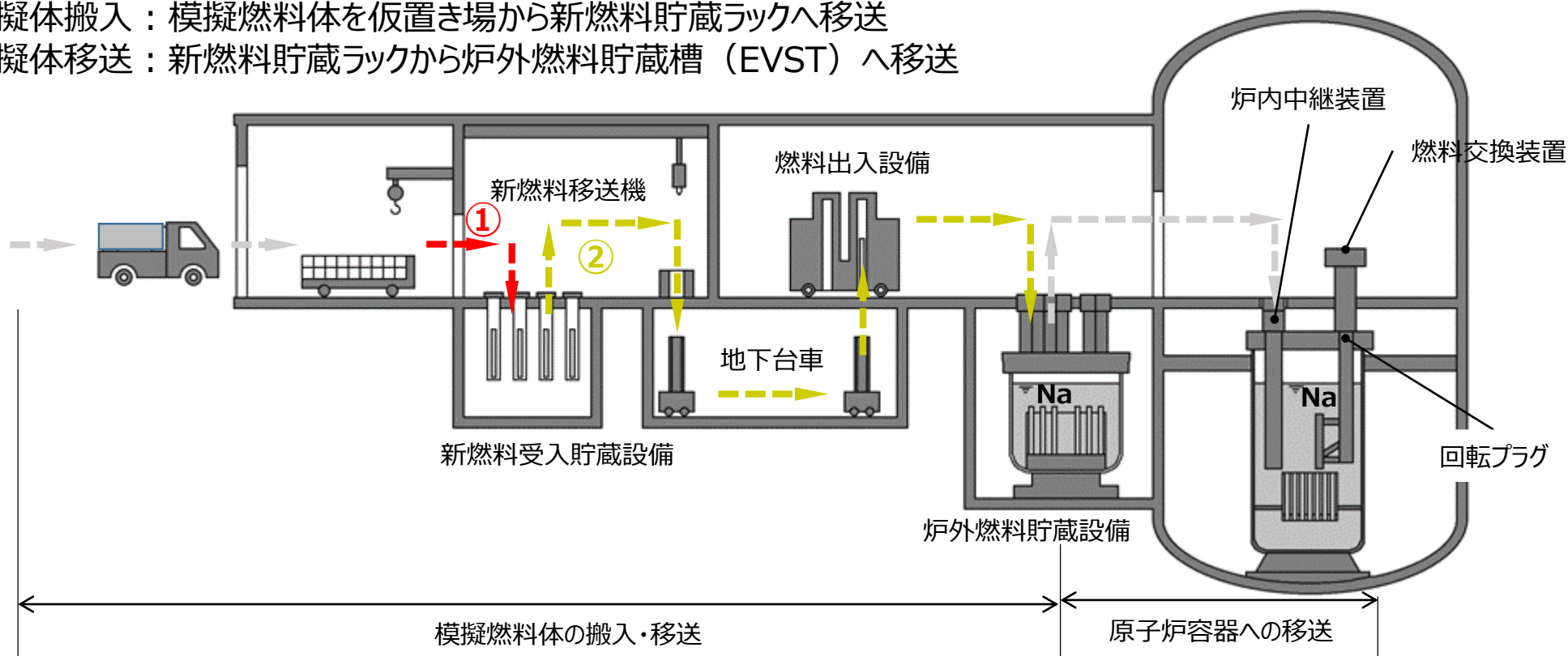
(7) チームによる訓練等（模擬訓練）（1/2）

模擬訓練内容

- 燃料体取出し作業の開始前に行う準備作業であり、模擬燃料体、制御棒を用いて実施
- 編成された班毎にそれぞれの役割（操作責任者、操作員、記録員）を与え、班内の連携向上を図る

模擬訓練項目

- ① 模擬体搬入：模擬燃料体を仮置き場から新燃料貯蔵ラックへ移送
- ② 模擬体移送：新燃料貯蔵ラックから炉外燃料貯蔵槽（EVST）へ移送



2. 燃料体取出し作業に向けた実施体制

(7) チームによる訓練等（模擬訓練）(2/2)

模擬訓練項目

- ③ 燃料処理貯蔵：炉外燃料貯蔵槽内の使用済制御棒を、燃料洗浄設備で洗浄し、缶詰缶へ収納した後、燃料池へ移送・貯蔵

実施期間

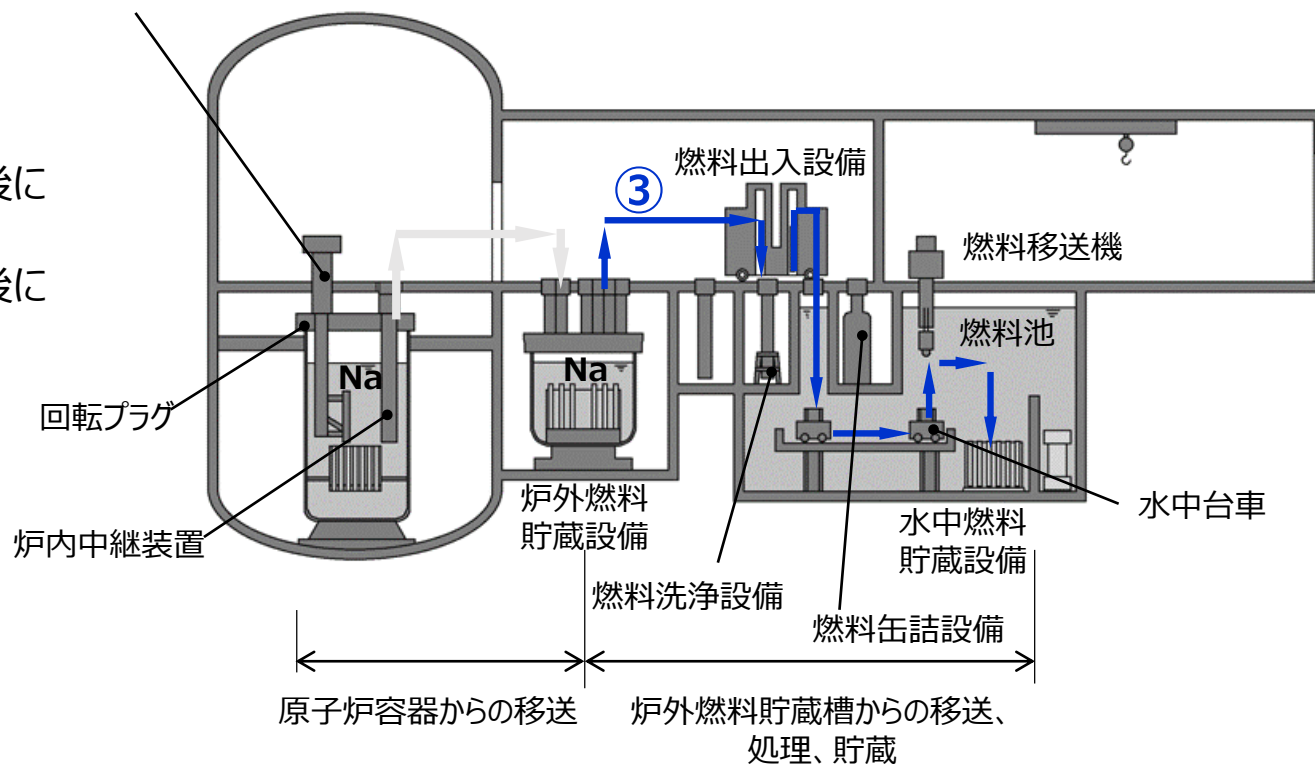
- 模擬体搬入：6月19日～6月21日
- 模擬体移送：総合機能試験終了後に実施予定
- 燃料処理貯蔵：総合機能試験終了後に実施予定

実施結果

模擬体搬入を実施した結果、

- 実機操作の習熟が図られた。
- 操作責任者、操作員間のコミュニケーションの向上が図られた。

燃料交換装置



2. 燃料体取出し作業に向けた実施体制 (8) チームによる訓練等（図上訓練）

図上訓練内容

- 想定される不具合やトラブルに対し、設備図書を用い、原因の特定、トラブル収束に向けた対応方法などの検討を実施する訓練

図上訓練（例）

○燃料洗浄設備 水素濃度上昇（「水素濃度高」警報発報）

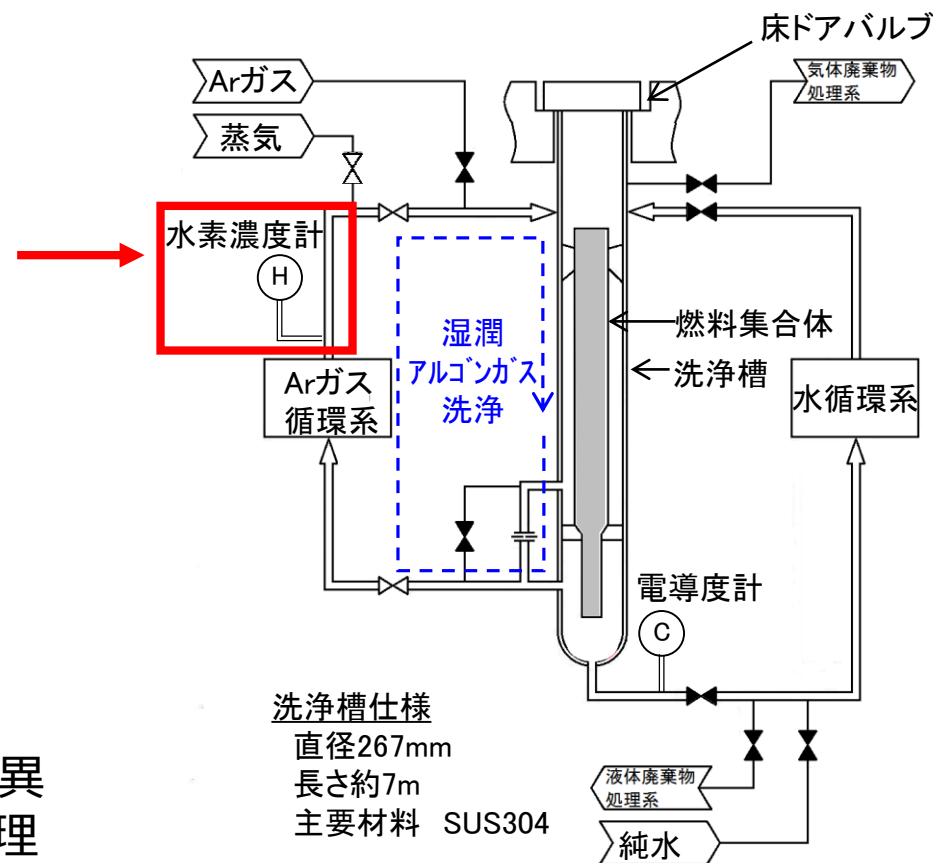
⇒蒸気供給を停止後、Arガスを供給し、系統内の水素濃度が規定値以下になった後、Arガス置換を実施し復帰する。

実施期間

- 警報（トラブル）時の対応訓練：6月26日～6月28日
- 事故内容の確認訓練：7月 5日～7月 6日

実施結果

- トラブル時の対応（原因の特定、必要な運転操作、異常事象の収束に向けたもんじゅ全体の対応）について理解が深まった。



2. 燃料体取出し作業に向けた実施体制

(9) チームによる訓練等（トラブル対応総合訓練）

目的

作業中にトラブルが発生した場合を想定。トラブル発生時の対応体制の確認及び現場と現地対策本部等の連携性の向上を図る。

訓練の流れ

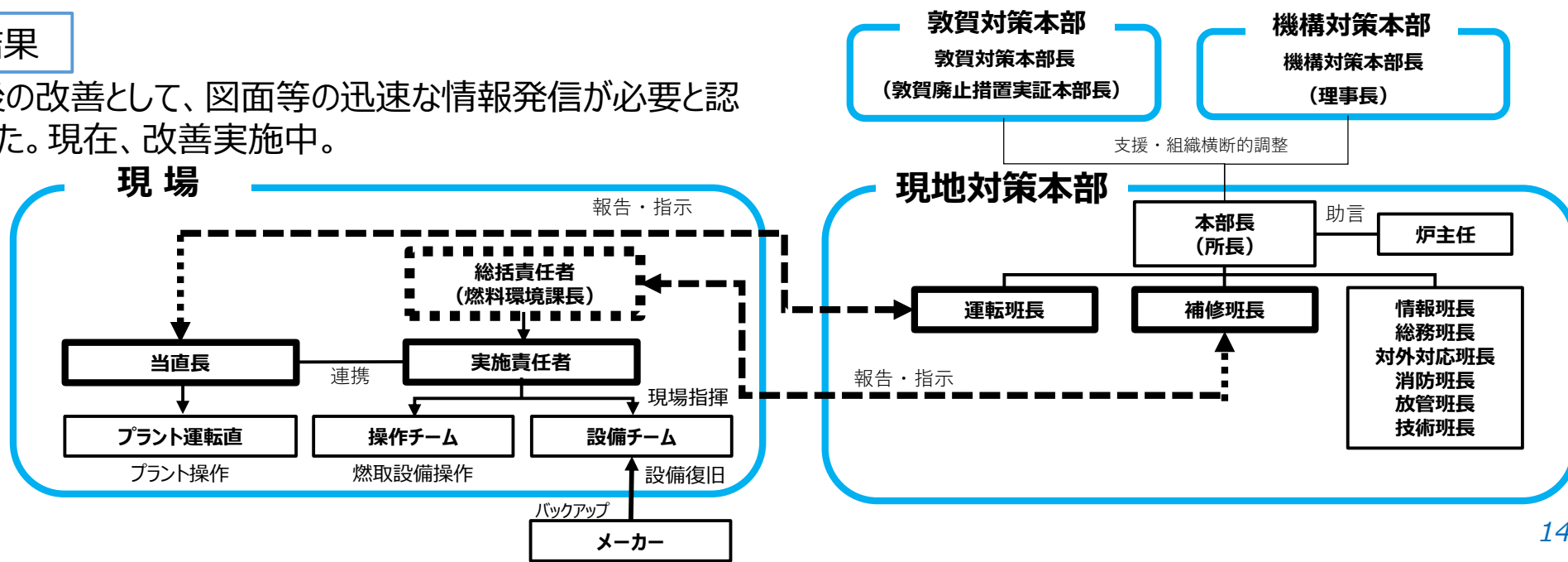
- (1) 燃料体取出し作業中にトラブルが発生
- (2) 連絡責任者による関係各所への通報連絡
- (3) 現地対策本部等の設置
- (4) 現場と現地対策本部等が連携して状況把握・対応を実施
- (5) 関係個所への通報連絡
- (6) 異常が進展せず、状況が落ち着いている事を確認し、訓練終了

実施期間

6月28日

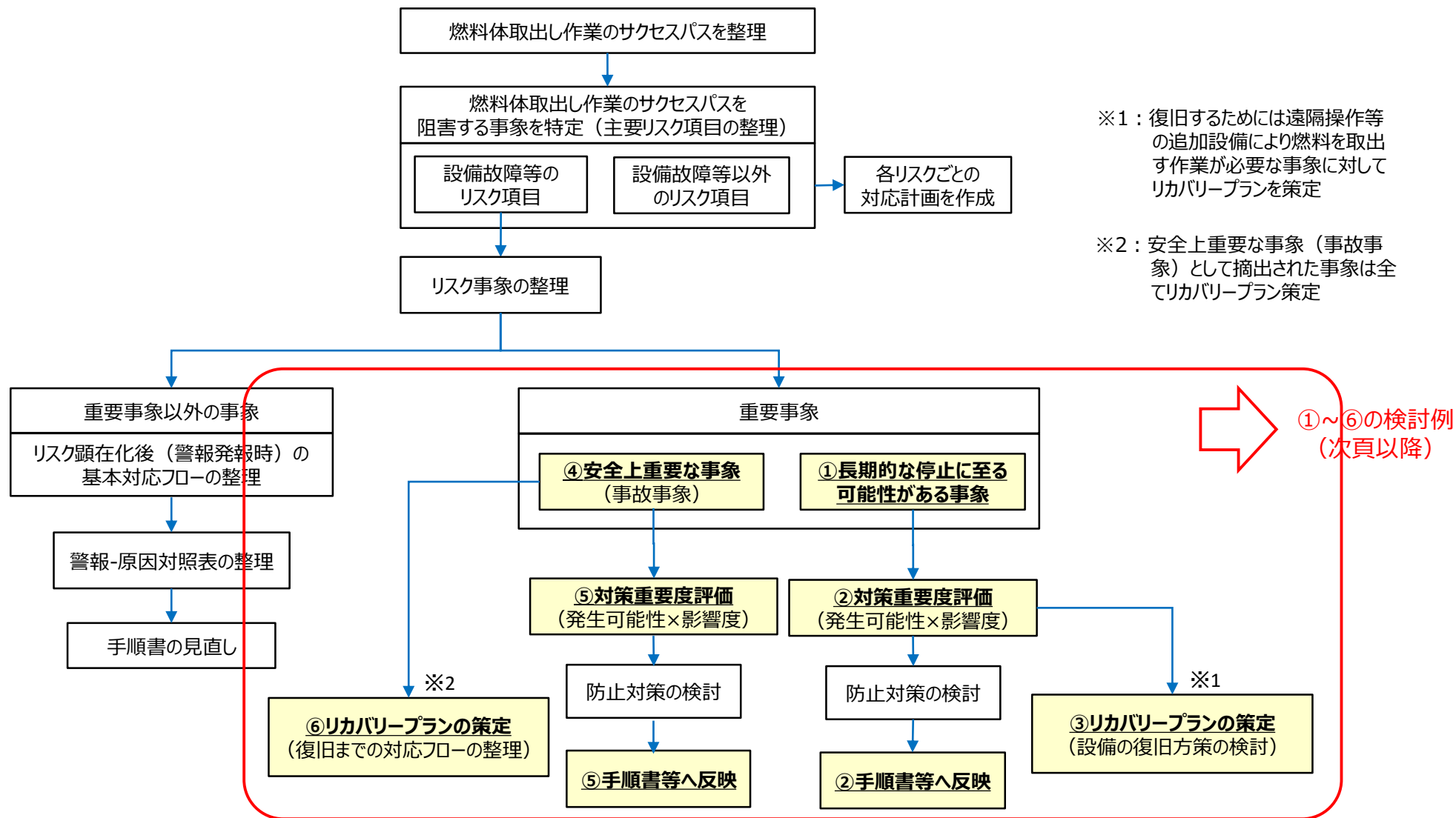
実施結果

今後の改善として、図面等の迅速な情報発信が必要と認められた。現在、改善実施中。



3. 燃料体取出し作業（燃料体の処理）におけるリスクマネジメント リスク対応計画検討フロー

- 以下のフローは「高速増殖原型炉もんじゅ廃止措置に係るリスクマネジメントについて」に基づき、廃止措置実証本部と「もんじゅ」現場関係者による検討体制を整え、検討・作成したものである。

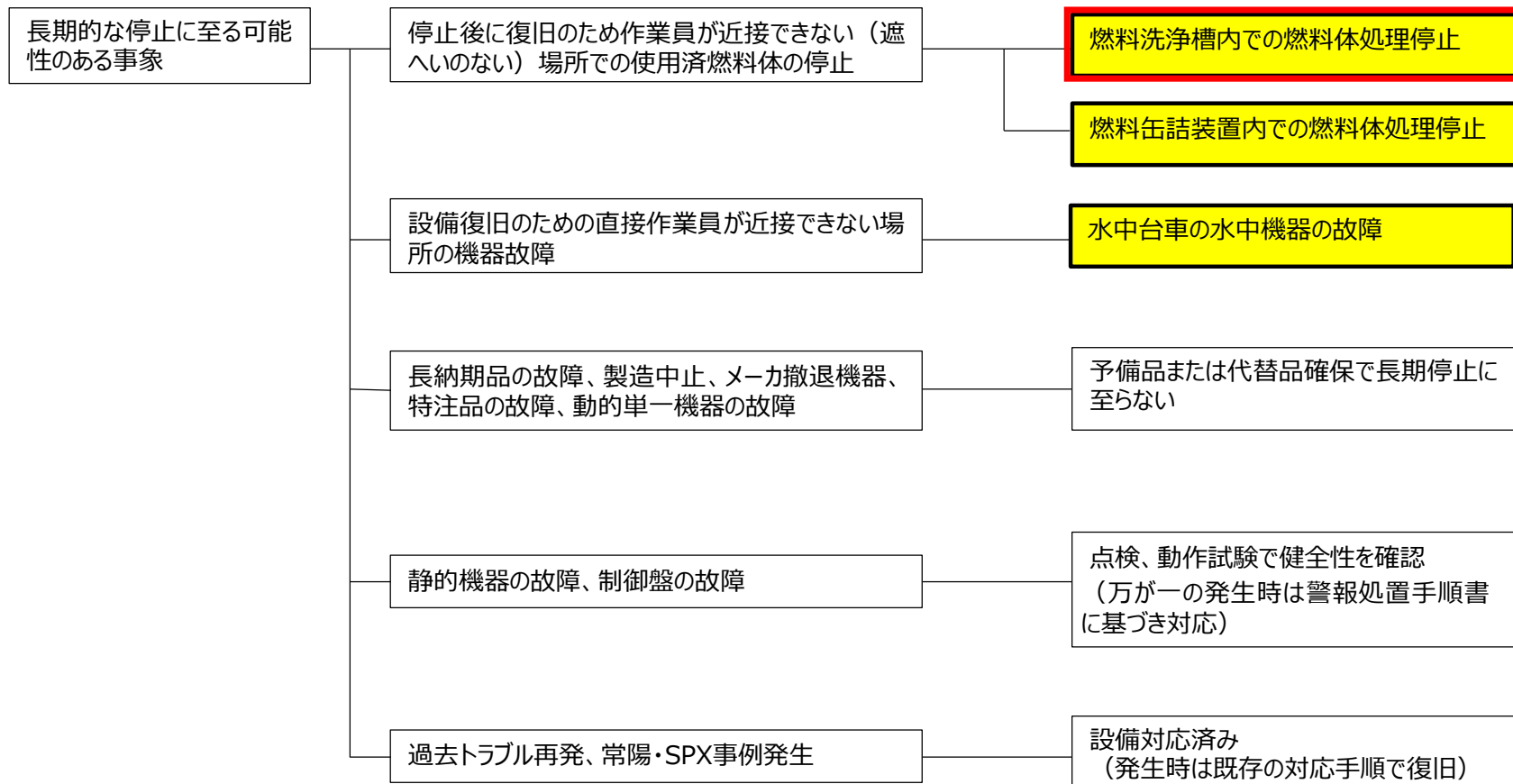


3. 燃料体取出し作業（燃料体の処理）におけるリスクマネジメント

① 長期的な停止に至る可能性のある事象の選定

○ 長期的な停止に至る可能性のある事象として、以下の3つの事象をリスク評価対象、リカバリープランの作成対象として選定した

- ①燃料洗浄槽内での燃料体処理停止
- ②燃料缶詰装置内での燃料体処理停止
- ③水中台車の水中機器の故障



：リスク評価対象、リカバリープランの作成対象

3. 燃料体取出し作業（燃料体の処理）におけるリスクマネジメント

② 長期停止に至る可能性のある事象の対策重要度評価（燃料洗浄槽内での燃料処理停止の例）

- 対策重要度B以上の項目は標準復旧要領の準備もしくはリカバリープランの策定を実施する。赤枠内はリカバリープランの立案する事象の例

燃料洗浄設備の長期停止に至る可能性のある事象（燃料洗浄槽内での燃料処理停止）のリスク評価

リスク事象に至る直接事象	直接事象に至る代表要因	左記要因の発生可能性評価		影響度評価	対策重要度評価	対策方法
「燃料冷却」運転中に、運転が異常停止する	アルゴンガス循環ブロワ（1台）が故障する	中	発生が考えられ、待機ブロワが自動起動する	不要	－	特になし
	アルゴンガス循環ブロワ（2台）が2台とも故障する	小	ブロワ（2台）は動的機器であることから、同時故障を考慮する	中	C	アルゴンガス循環ブロワは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
「湿潤ガス洗浄」運転中に、運転が異常停止する	アルゴンガス循環ブロワ（1台）が故障する	中	発生が考えられ、待機ブロワが自動起動する	不要	－	特になし
	アルゴンガス循環ブロワ（2台）が2台とも故障する	小	ブロワ（2台）は動的機器であることから、同時故障を考慮する	中	C	アルゴンガス循環ブロワは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
「脱塩水循環洗浄」運転中に、運転が異常停止する	脱塩水循環ポンプが故障する	中	ポンプ（1台）の故障を考慮する	中	B	脱塩水循環ポンプは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施するとともに標準復旧要領を準備する
「燃料受渡準備」運転中に、運転が異常停止する	廃液ドレン弁等が故障し、廃液を排出できない	中	弁類等の動的機器（1台）の故障を考慮する	中	B	弁類等の動的機器は、定期的な点検（機能・性能試験）を実施するとともに標準復旧要領を準備する
燃料洗浄槽床ドアバルブ開運転中に、異常停止する	床ドアバルブが故障する	中	床ドアバルブの故障を考慮する	中	B	床ドアバルブは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施するとともに標準復旧要領を準備する
	床ドアバルブが故障（スティック）する	小	床ドアバルブのスティック（手動開閉不可）を考慮する	大	B	床ドアバルブは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施し、ボールネジ等の予備品を準備するとともにリカバリープランを立案する

リカバリープラン（復旧方策）について「床設備のドアバルブ開不能（スティック）」の事例をP19に示す

3. 燃料体取出し作業（燃料体の処理）におけるリスクマネジメント

② 長期停止に至る可能性のある事象の対策重要度評価（操作手順書等への反映）

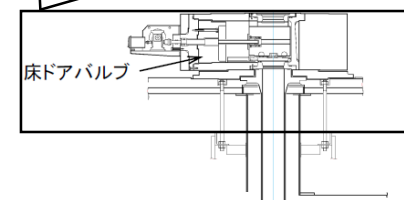
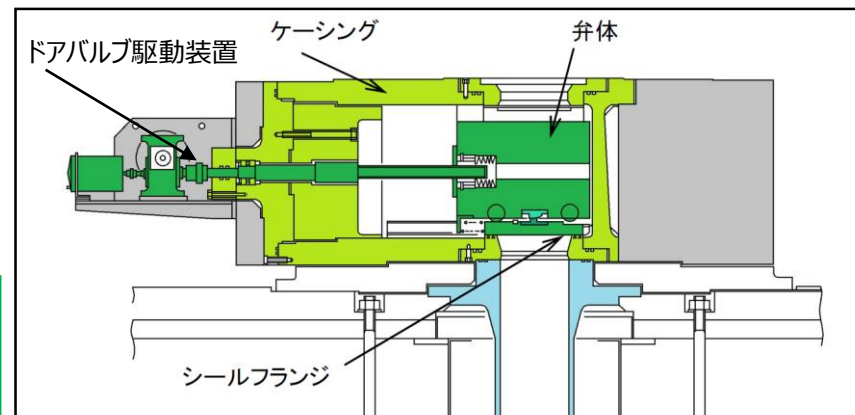
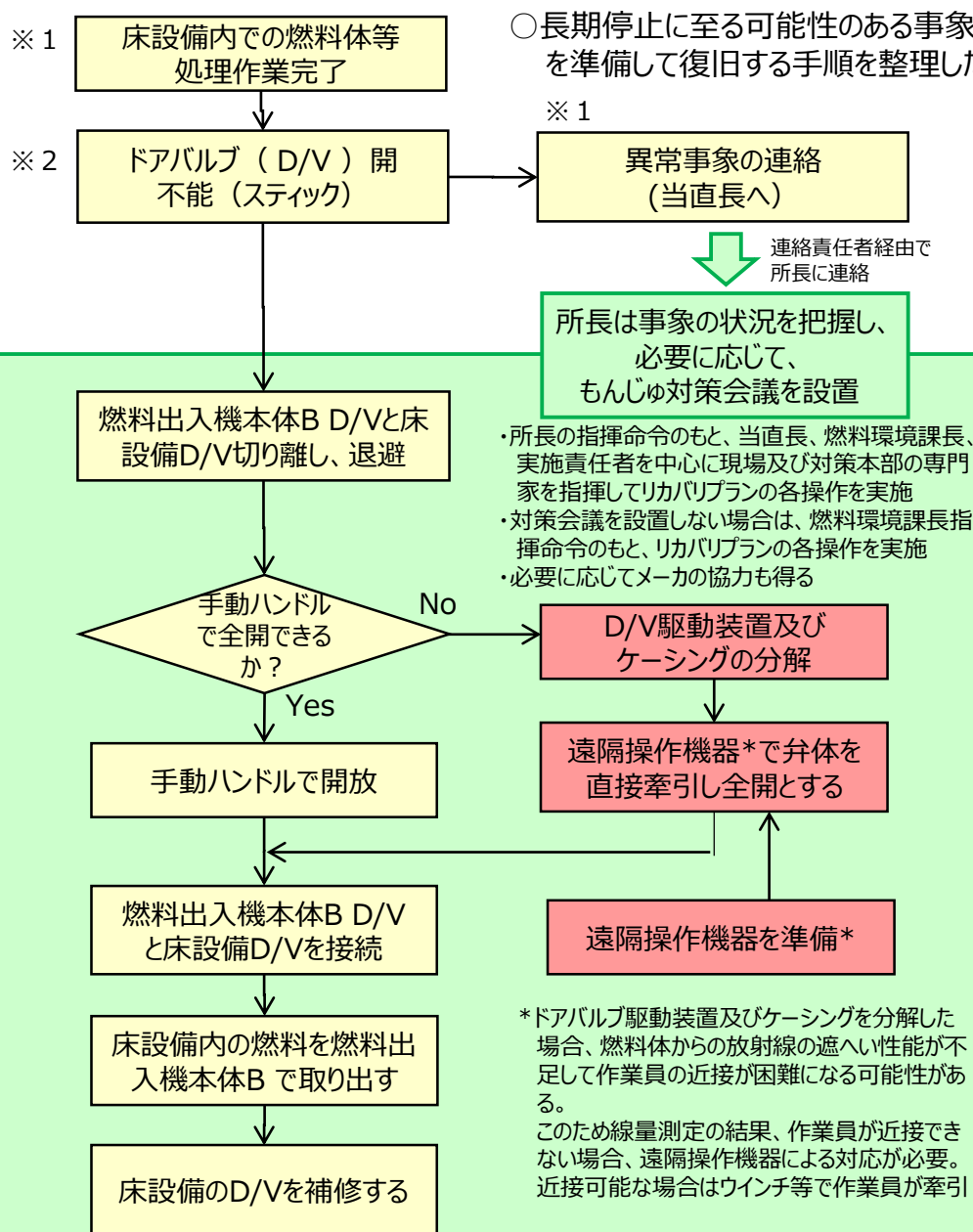
○ 各設備の長期停止に至る可能性のある事象について、リカバリープランの立案または標準復旧要領準備の必要な起因事象を整理した

長期停止 に至る リスク事象	対象設 備	起因事象及び阻害事象顕在化シナリオ	対策重要度評価	対策方法	
				操作手順書等への反映項目	点検等への反映項目
燃料洗浄 槽内での 燃料処理 停止	燃料洗 浄設備	「燃料冷却」運転中に、アルゴンガス循環ブロワ（2台）が2台とも故障する	自動連動運転：C 単独運転：C	—	アルゴンガス循環ブロワは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		「湿潤ガス洗浄」運転中に、アルゴンガス循環ブロワ（2台）が2台とも故障する	自動連動運転：C 単独運転：C	—	アルゴンガス循環ブロワは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		「脱塩水循環洗浄」運転中に脱塩水循環ポンプ（1台）が故障する	自動連動運転：B 単独運転：B	標準復旧要領準備	脱塩水循環ポンプは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		「燃料受渡準備」運転中に廃液ドレン弁等が故障し、廃液を排出できない	自動連動運転：B 単独運転：B	標準復旧要領準備	弁類の動的機器は、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		燃料洗浄槽床ドアバルブ開運転中に、床ドアバルブがスティック（手動開閉不可）する*	自動連動運転：B 単独運転：B	リカバリープランの立案	床ドアバルブは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
燃料缶詰 装置内での燃料処 理停止	燃料缶 詰設備	「空缶受入」運転中または「燃料缶詰」運転中に、動的機器が故障し運転を継続できない	自動連動運転：C 単独運転：C	—	動的機器は、点検（機能・性能試験）にて機能を確認
		「燃料缶詰」運転中に、旋回中のアーム（3種類のいずれか）が燃料（缶詰缶）の直上で故障（スティック）し異常停止する*	自動連動運転：B 単独運転：B	リカバリープランの立案	アームは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		「燃料缶詰」運転中に、昇降中のアーム（3種類のいずれか）が燃料（缶詰缶）の直上で故障（スティック）し異常停止する*	自動連動運転：B 単独運転：B	リカバリープランの立案	アームは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		燃料缶詰装置床ドアバルブ開運転中に、床ドアバルブがスティック（手動開閉不可）する*	自動連動運転：B 単独運転：B	リカバリープランの立案	床ドアバルブは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
水中台車 の水中機 器の故障	水中台 車	水中台車（燃料収納状態）走行中にプッシュプルケーブルが破断する	自動連動運転：C 単独運転：C	—	プッシュプルケーブルは、定期的な点検（外観点検、機能・性能試験）を実施する
		水中台車（燃料収納状態）走行中にワイヤロープ（2本）が同時に破断する*	自動連動運転：B 単独運転：B	リカバリープランの立案	ワイヤロープは、定期的な点検（水排出なしの外観点検、機能・性能試験）を実施する
		水中台車（燃料収納状態）走行中にワイヤロープ（2本）がガイドブリーから外れる*	自動連動運転：B 単独運転：B	リカバリープランの立案	水中台車は、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		水中台車（燃料収納状態）走行中に車輪の軸受が固着する	自動連動運転：C 単独運転：C	—	車輪の軸受は、定期的な点検（外観点検、機能・性能試験）を実施する

*：遮へいのない設備内に燃料が停止しているため、復旧するためには遠隔操作等により燃料を取出す作業が必要

3. 燃料体取出し作業（燃料体の処理）におけるリスクマネジメント

③長期停止に至る可能性がある事象のリカバリープラン（復旧方策）の検討（床設備のドアバルブ開不能（スティック）の例）

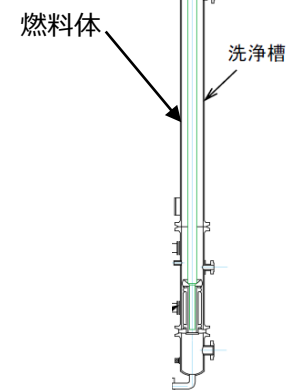


※1 <操作責任者>

- ・「燃料出入設備運動運転渋滞」警報、「A/B-E3-C/C 故障」警報を確認し、実施責任者経由で、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、調査結果からドアバルブ開不能（スティック）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

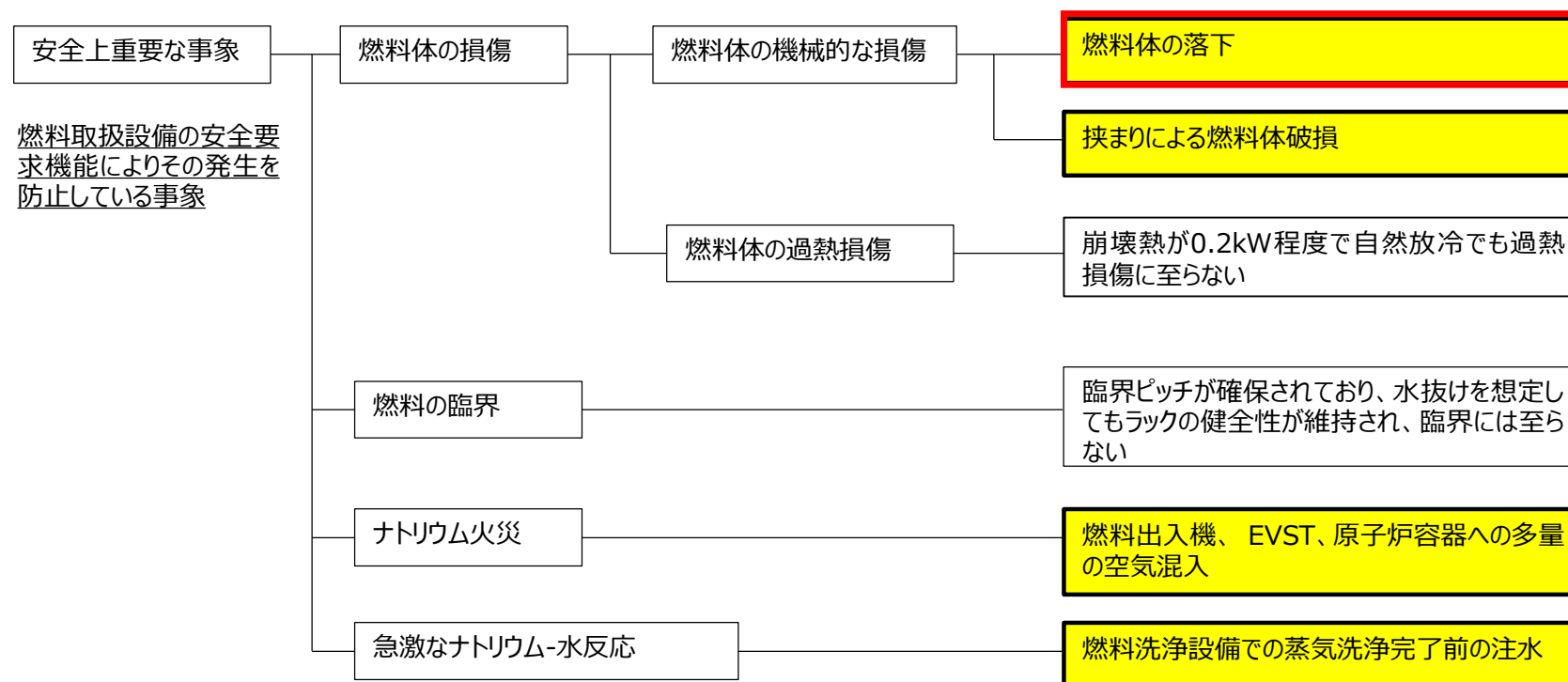


3. 燃料体取出し作業（燃料体の処理）におけるリスクマネジメント

④ 安全上重要な事象（事故）の選定

○ 安全上重要な事象として、以下の4つの事象をリスク評価対象、リカバリープランの作成対象として選定した

- ①燃料体の落下
- ②挟まりによる燃料体破損
- ③燃料出入機、EVST、原子炉容器への多量の空気混入
- ④燃料洗浄設備での蒸気洗浄完了前の注水



: リスク評価対象、リカバリープランの作成対象

3. 燃料体取出し作業（燃料体の処理）におけるリスクマネジメント

⑤ 安全上重要な事象の対策重要度評価及び操作手順書等への反映

○ 安全上重要な事象について、対策重要度B以上で操作手順書への反映項目を抽出した起因事象を整理した

リスク事象	対象設備	起因事象及び阻害事象顕在化シナリオ	対策重要度評価	対策方法	
				操作手順書等への反映項目	点検等への反映項目
燃料体の落下	燃料出入機本体 A/B	燃料体昇降又は移送（走行台車走行）中にグリッパ爪がハンドリングヘッドと確実に勘合していない状態で、振動等により爪が外れる	自動連動運転：C 単独運転：B	操作手順書に単独運転時の操作は計測器類の指示を注意して確認するよう注意事項を記載。操作員への教育を徹底。	計器類（シンクロ発信器及びトルクメータ）は、定期的な点検を実施する
		意図せず、グリッパが燃料体を吊り上げてしまい、ナトリウムによりグリッパと燃料が固着し、その後のナトリウム溶融または振動により落下する	自動連動運転：C 単独運転：B	操作手順書に単独運転時の操作は吊り荷重を十分確認するよう注意事項を記載。操作員への教育を徹底。	グリッパ吊り・不吊り判定（爪開閉リミット信号とトルク値）は、点検（機能・性能試験）にて機能を確認する
		燃料体昇降又は移送（走行台車走行）中にグリッパ爪がハンドリングヘッドと確実に勘合していない状態で、誤操作により爪を閉じてしまう	自動連動運転：C 単独運転：C	－	計器類（シンクロ発信器及びトルクメータ）は、定期的な点検を実施する
		グリッパ昇降テープ（2対・4本）が同時に全て破断する	自動連動運転：C 単独運転：C	－	グリッパ昇降テープは、点検（外観点検、機能・性能試験）にて健全性を確認する
		燃料体昇降中に、誤操作により燃料出入機ドアバルブ又は床ドアバルブを閉じてしまい、昇降テープを破断する	自動連動運転：C 単独運転：C	－	計器類（シンクロ発信器及びトルクメータ）は、定期的な点検を実施する
	燃料移送機	燃料体昇降又は移送（走行台車走行）中にグリッパ爪がハンドリングヘッドと確実に勘合していない状態で、振動等により爪が外れる	自動連動運転：C 単独運転：B	操作手順書に単独運転時の操作は爪開閉位置状態表示灯を注意して確認するよう注意事項を記載。操作員への教育を徹底	爪開閉位置検出リミットスイッチは、点検（機能・性能試験）にて機能を確認
		燃料体昇降又は移送（走行台車走行）中にグリッパ爪がハンドリングヘッドと確実に勘合していない状態で、誤操作により爪を閉じてしまう	自動連動運転：C 単独運転：C	－	爪開閉位置検出リミットスイッチは、点検（機能・性能試験）にて機能を確認
		グリッパ昇降ロープ（2本）が同時に全て破断する	自動連動運転：C 単独運転：C	－	グリッパ昇降ロープは、点検（外観点検、機能・性能試験）にて健全性を確認する
		燃料体昇降中に、誤操作により台車を横行・走行させてしまい、昇降ロープを破断する	自動連動運転：C 単独運転：C	－	計器類（グリッパ上上限リミットスイッチ等）は、定期的な点検を実施する
挟まりによる燃料体破損	燃料出入機本体 A/B	燃料体昇降中に誤操作により燃料出入機ドアバルブ又は床ドアバルブを閉じてしまい燃料体を破損する	自動連動運転：C 単独運転：C	－	計器類（グリッパ上上限リミットスイッチ等）は、定期的な点検を実施する
		燃料体昇降中に誤操作により走行台車を走行させてしまい燃料体を破損する	自動連動運転：C 単独運転：C	－	計器類（グリッパ上上限リミットスイッチ等）は、定期的な点検を実施する
	燃料移送機	燃料体昇降中に、誤操作により台車を横行・走行させてしまい、燃料体を破損する	自動連動運転：C 単独運転：C	－	計器類（グリッパ上上限リミットスイッチ等）は、定期的な点検を実施する
急激なNa-水反応	燃料洗浄設備	燃料洗浄槽内にNa附着燃料体を受け入れてから、湿潤ガス洗浄が完了するまでの間に、燃料洗浄槽内に水を注入する	受容リスク	－ （多重インタロック、弁の4重化で発生頻度極小）	－
Na火災	燃料出入機（燃料入孔D/V）	燃料出入孔ドアバルブを燃料出入機が接続していない状態で開けてしまい、原子炉容器カバーガスに空気が混入する	受容リスク	－ （多重インタロックで発生頻度極小）	－
	炉外燃料貯蔵槽（床D/V）	炉外燃料貯蔵槽床ドアバルブを燃料出入機が接続していない状態で開けてしまい、炉外燃料貯蔵槽カバーガスに空気が混入する	受容リスク	－ （多重インタロックで発生頻度極小）	－

3. 燃料体取出し作業（燃料体の処理）におけるリスクマネジメント

⑥安全上重要な事象のリカバリープラン（事故後の収束対応フロー）の策定（燃料洗浄設備での燃料体等の落下の例）

○ 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 グリッパつかみ・はなし異常」警報を確認し、実施責任者経由で、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

※1 燃料体等取扱作業

注1)：落下の判断はグリッパ昇降トルク、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)

連絡責任者経由で
所長に連絡

※2 取扱対象品は？

燃料体

※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

※2 洗浄槽内への放射能
汚染の可能性低注2)

燃料体以外
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。

放射線モニタの確認注3)

指示値上昇
か？

有

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*3

指示値上昇
か？

無

有

汚染範囲の拡大予測

環境又はエリアへの
汚染拡大防止措置

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

放射能汚染状況の確認

燃料出入機グリッパとの
接続状況確認

不可

ドアバルブ閉
が可能か？

可

ドアバルブ閉方法検討
(出入機との分離)

ドアバルブ閉注5)

調査方法の検討

事故状況の調査注6)

原因究明と
再発防止策の検討

補修・復旧計画の検討

復旧

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。

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。

4. 「もんじゅ」における一連のトラブルに対する対応状況

- 「もんじゅ」では、これまで発生したトラブルに対し、再発防止への取組みを進めてきた。
 - 近年トラブルの原因等を分析した結果、現場での確認不足に起因するもの及び計画段階のチェック不足に起因するものが主であることを確認
 - 各々の原因に対し、ダブルチェック、手順書や現場表示等の改善、教育等を実施
(改善の具体例)
 - ・ 2人以上による確認と操作作業の実施
 - ・ 誤操作防止対策及び注意喚起表示の実施
 - ・ 操作時に必ず読むべき事項を「操作項目」の欄に移すなど、判りやすい手順書への改善 等
 - また、上記とは別に以下の対策を所長指示として4月19日に発出し当面実施すべき対応を進めてきた
 - ・ チェック項目（対象、項目）を様式に定め、担当ラインでのチェックを徹底(6月29日にルール化)
 - ・ 機構OB等による隔離作業のクロスチェック体制を強化（5月7日から開始）
 - ・ より実効的な管理者・監督者によるオブザーベーションの実施（継続実施のための仕組みを7月4日に制定）
 - ・ 誤操作防止対策および注意喚起表示、判りやすい手順書への改善および、安全巡視（5月14日から毎日実施）を継続
 - ・ ポケットタイプの基本動作の確認項目チェックシートを作成、職員に配布、各自が携帯し現場で確認（5月28日配布）
- あわせて、外部機関との連携等により、以下の対応について追加実施
 - ・ 電気技術アドバイザを配置し、継続してクロスチェックする体制を構築（7月2日より活動開始）
 - ・ 外部機関からの支援を受け、ヒューマンエラー教育プログラムを充実（7月5日方針策定）
- 一連の管理不備事象に対する再発防止対策の実施に向けた検討が完了し、いずれも実施している。今後も改善の継続的な改善を図り、トラブルの再発防止に努める

1.廃止措置第1段階の工程

- 第1段階においては、燃料体の取出しを最優先に実施。7月下旬に開始、本年12月までに完了する計画。
- 設備の点検については、燃料出入設備、燃料移送機、燃料洗浄設備など、燃料体の処理作業に必要な設備の点検は完了。

2.燃料体取出し作業に向けた実施体制

- 燃料体取出し作業体制として、設備の運転操作を行う「操作チーム」と、設備面から運転操作を支援する「設備チーム」を設置する。
- 燃料体取出し作業は、5班（25名）の操作チームが直体制を組み行う方針。ただし、燃料体取出し作業の初期においては、日勤時間帯の作業を基本とし、原則として、1日あたり1体程度の処理作業を慎重に確認を重ねながら3つの班で作業を行う。
- これまで設計書や手順書など机上での教育、実機操作盤用いた模擬訓練・図上訓練、トラブル対応総合訓練等を実施した。

3.燃料体取出し作業（燃料体の処理）におけるリスクマネジメント

- 燃料体取出し作業（燃料体の処理）におけるリスクを整理し、各リスクに対する防止対策、復旧方策を検討して手順書等に反映した。

4.「もんじゅ」における一連のトラブルに対する対応状況

- トラブル再発防止に向けた当面実施すべき対応を進めた。

燃料体取出し作業の開始に向け、必要な準備を計画的に実施してきた。
今後、準備作業の最終段である模擬訓練を行う。

参考

2. 燃料体取出し作業に向けた実施体制 (参考) 操作チーム員に必要な力量及び教育・訓練内容

	主な役割	必要な力量	主な教育・訓練内容、教材
実施責任者	・ 異常の状態把握	・ リスク評価結果の知識	・ リスク評価結果
		・ 事故時評価の知識	・ 安全評価（燃料落下事故評価等）
	・ 操作チームと設備チームの連携指揮	・ チームのマネジメント	・ 模擬訓練、図上訓練
操作責任者	- 設備全体の通常状態の把握 - 手順書（通常/警報）に従って操作員へ指示 - 運転の進行判断	- 設備の動作の理解 - パラメータの変化の理解 - 次工程への成立条件の理解	- 操作手順書、警報処置手順書 - 燃取設備の点検時におけるOJT - 模擬訓練、図上訓練
	操作員 - 操作責任者の指示の下、手順書（通常/警報）に従った操作 - 担当設備の通常状態の把握 - 運転進行状態の報告	・ 責任者の指示に基づく操作	・ 操作手順書、警報処置手順書
		- 担当設備の状態把握 - 通常運転状態でのパラメータの理解	- 操作手順書、警報処置手順書 - 模擬訓練、図上訓練
		・ 操作手順の理解	- 各設備の操作手順の概要教育 - 模擬訓練、図上訓練
		・ 設備設計の理解	・ 系統設計仕様書等
	記録員 正確な記録の採取	・ 記録対象の計器の特定	・ 燃料取扱操作室（実機操作盤）でのOJT
		・ 記録対象の計器指示値の読取り	・ 燃料取扱操作室（実機操作盤）でのOJT
		・ 操作手順/設備設計の概要理解	- 各設備の操作手順の概要教育 - 系統設計仕様書等

- ・ 実施責任者4名を仮指名済
- ・ 操作員の力量を有する者を25名以上選抜済
- ・ そのうち、操作責任者としての力量を有する者を9名選抜済

発生可能性－影響度と対策重要度（A、B、C、受容リスク）の対応

影響度	発生可能性			
	極小	小	中	大
大	C	B	A	A
中	受容リスク	C	B	A
小	受容リスク	受容リスク	C	B

1) 発生可能性評価

- ・想定超え：静的な機器の多重故障（例：グリップ爪の多重損傷、配管の多重漏えい）
- ・極小：動的な機器の重故障が多重発生（例：多重インタロックの異常による誤操作、ワイヤの多重破損）
- ・小：静的な機器の損傷、動的な機器の重故障（例：配管漏えい、駆動系のスティック、ワイヤの破損）
- ・中：動的な機器の故障（例：モータ故障、検出器の機器故障）
- ・大：動的な機器の軽故障（例：モータのトリップ、制御渋滞）

2) 影響度評価（放射能の放出の影響度）

- ・小：燃料の軽微な損傷（燃料体からの放射能の漏えい無し）、燃料取扱設備の長期停止
- ・中：急激なナトリウム-水反応、小規模なナトリウム漏えい（事故事象）
- ・大：燃料破損の発生（事故事象）、ナトリウム火災及び大規模なナトリウム漏えい、放射能の環境放出に至る又は至るおそれのある事故

3) 対策重要度

- ・受容リスク：発生可能性、影響とも小さくリスクを許容
- ・C：点検等での対応
- ・B：運転要領書等への反映項目を摘出
- ・A：設計対応

発生可能性－影響度と対策重要度（A、B、C、受容リスク）の対応

影響度	発生可能性			
	極小	小	中	大
大	C	B	A	A
中	受容リスク	C	B	A
小	受容リスク	受容リスク	C	B

1) 発生可能性評価

- ・想定不要：静的な機器の多重故障（例：グリッパ爪の多重損傷、配管の多重漏えい）
- ・極小：動的な機器の重故障が多重発生（例：多重インタロックの異常による誤操作、ワイヤの多重破損）
- ・小：静的な機器の損傷、動的な機器の重故障（例：配管漏えい、駆動系のスティック、ワイヤの破損）
- ・中：動的な機器の故障（例：モータ故障、検出器の機器故障）
- ・大：動的な機器の軽故障（例：モータのトリップ、制御渋滞）

2) 影響度評価

- ・小：1週間以内に復旧可能
- ・中：1ヶ月以内に復旧可能
- ・大：復旧に1ヶ月超を要する

3) 対策重要度

- ・受容リスク:発生可能性、影響とも小さくリスクを許容
- ・C：点検等での対応
- ・B：標準復旧要領の整備またはリカバリープランの立案
- ・A：設計対応