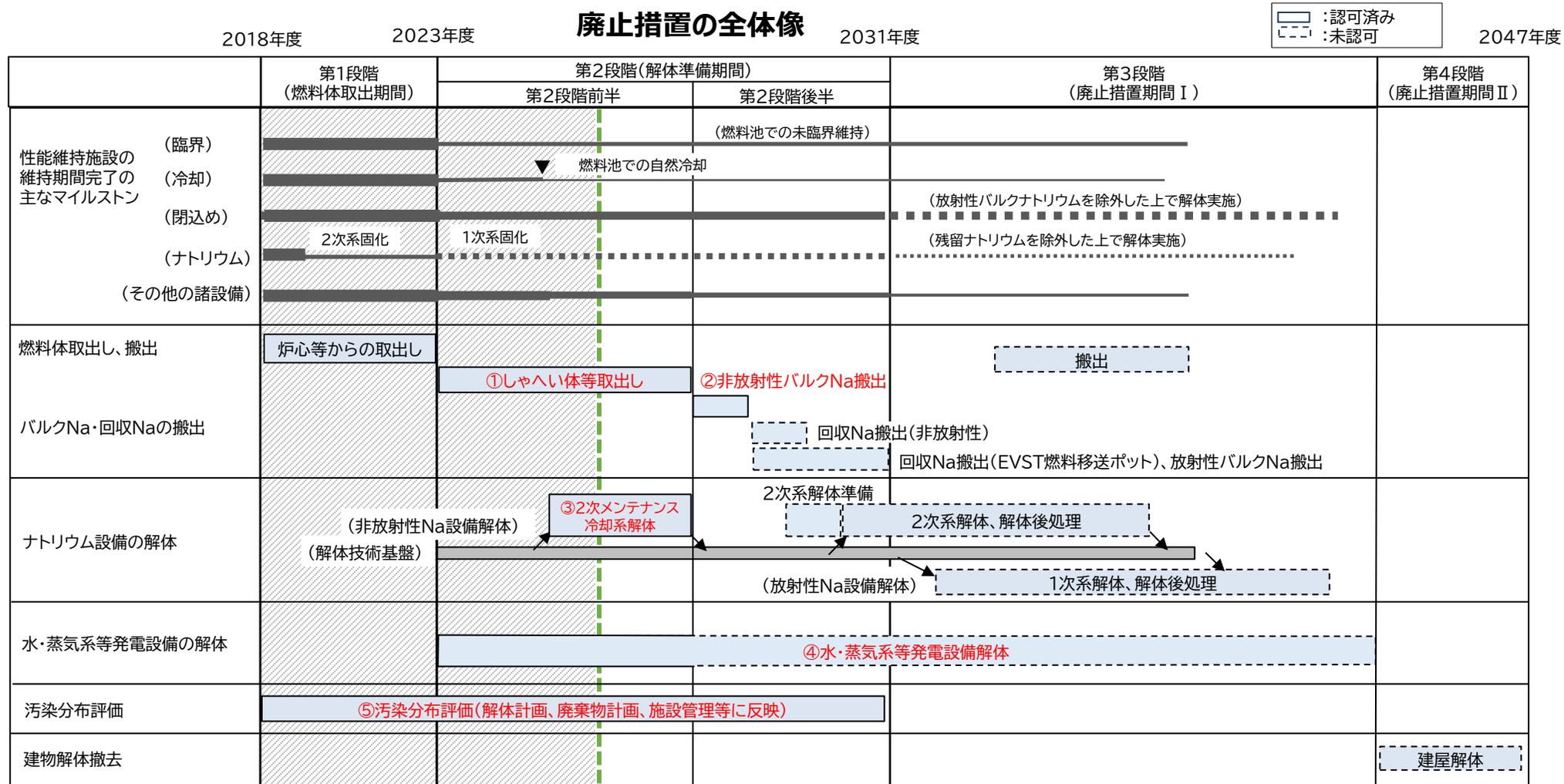


「もんじゅ」廃止措置第2段階の進捗状況

2026年 2月 26日

日本原子力研究開発機構 (JAEA)

- ▶ ナトリウム機器の解体準備として2023年度から「しゃへい体等取出し作業」、「水・蒸気系等発電設備の解体撤去」を実施中であり、2025年度より「2次メンテナンス冷却系の解体撤去」を開始した。
- ▶ ナトリウム搬出は2028年度から2031年度に行うこととし、非放射性バルクナトリウム搬出に向けた準備作業を現在実施している。



現在

注) 第2段階前半終了時期及び第3段階以降については現時点の想定

①しゃへい体等取出し作業 (P.3～P.15)

進捗：「取出し」(202体済/595体)、「処理」(205体済/599体) ⇒不具合対応を優先して工程調整中

トピック：燃料交換装置(以下、「FHM」という。)爪開閉モータ破損の対応と再発防止対策

②ナトリウムの搬出 (P.16～P.17)

進捗：非放射性バルクナトリウム搬出に向けて、工事用設備の設計及びモックアップ試験等を実施しており計画どおり

トピック：非放射性ナトリウム抜出・搬出作業に向けた準備状況

③2次メンテナンス冷却系の解体撤去 (P.18～P.20)

進捗：機器内部に残留したナトリウムの安定化処理を完了しており計画どおり

トピック：安定化処理の完了、解体撤去を通じた技術実証・評価の状況

④水・蒸気系等発電設備の解体撤去 (P.21～P.22)

進捗：計画どおり、油タンク・主給水ポンプ等の解体を実施中

トピック：主要機器の解体進捗状況

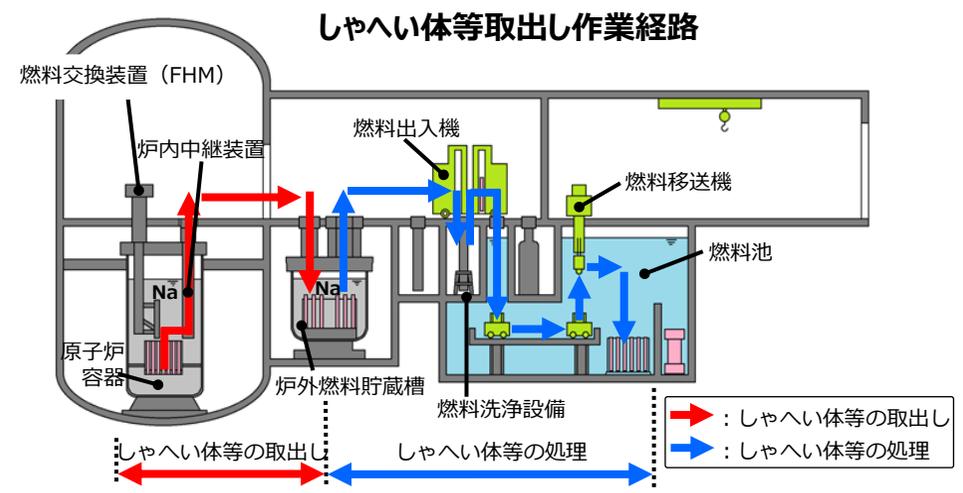
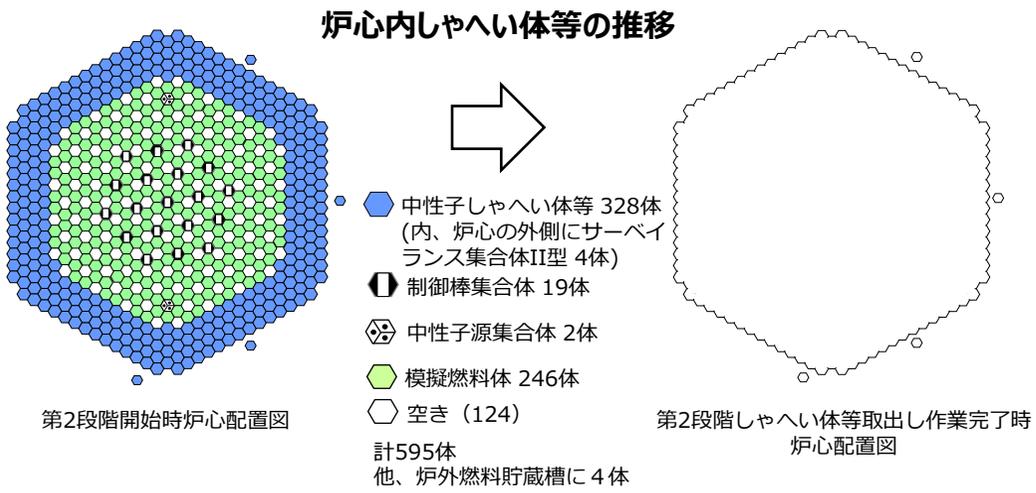
⑤汚染の分布に関する評価 (P.23～P.24)

進捗：計画どおり、放射化汚染の評価、二次的汚染評価を実施中

トピック：放射化汚染、二次的汚染の計算結果の検証状況

① しゃへい体等取出し作業（ナトリウム機器の解体準備）

- 第3段階で実施する原子炉容器解体作業準備のため、燃料体取出し作業で実績を有する設備と手順等を使用し、2023年度から2026年度にかけて原子炉内等に残るしゃへい体等（計599体）を燃料池へ移送予定。
- 使用済みの燃料体は全て燃料池に貯蔵しており、取扱い対象が燃料体ではないことから、本作業は「放射性固体廃棄物」の移送作業として管理。

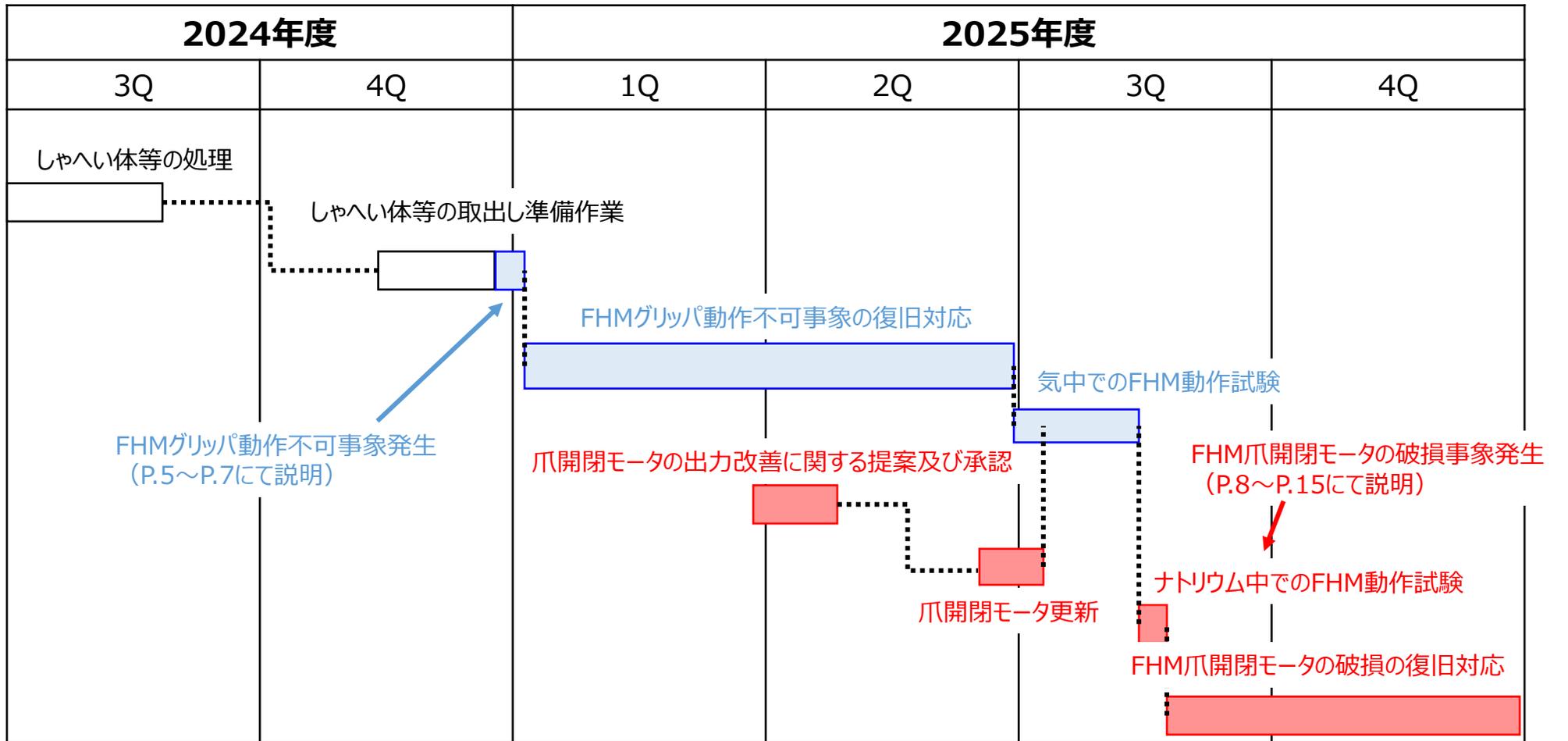


【しゃへい体等の装荷及び貯蔵状況】

	原子炉	炉外燃料貯蔵槽 (EVST)	燃料池
第1段階終了時	595体	4体	—※2
2026年2月27日時点	393体	1体※1	205体※2

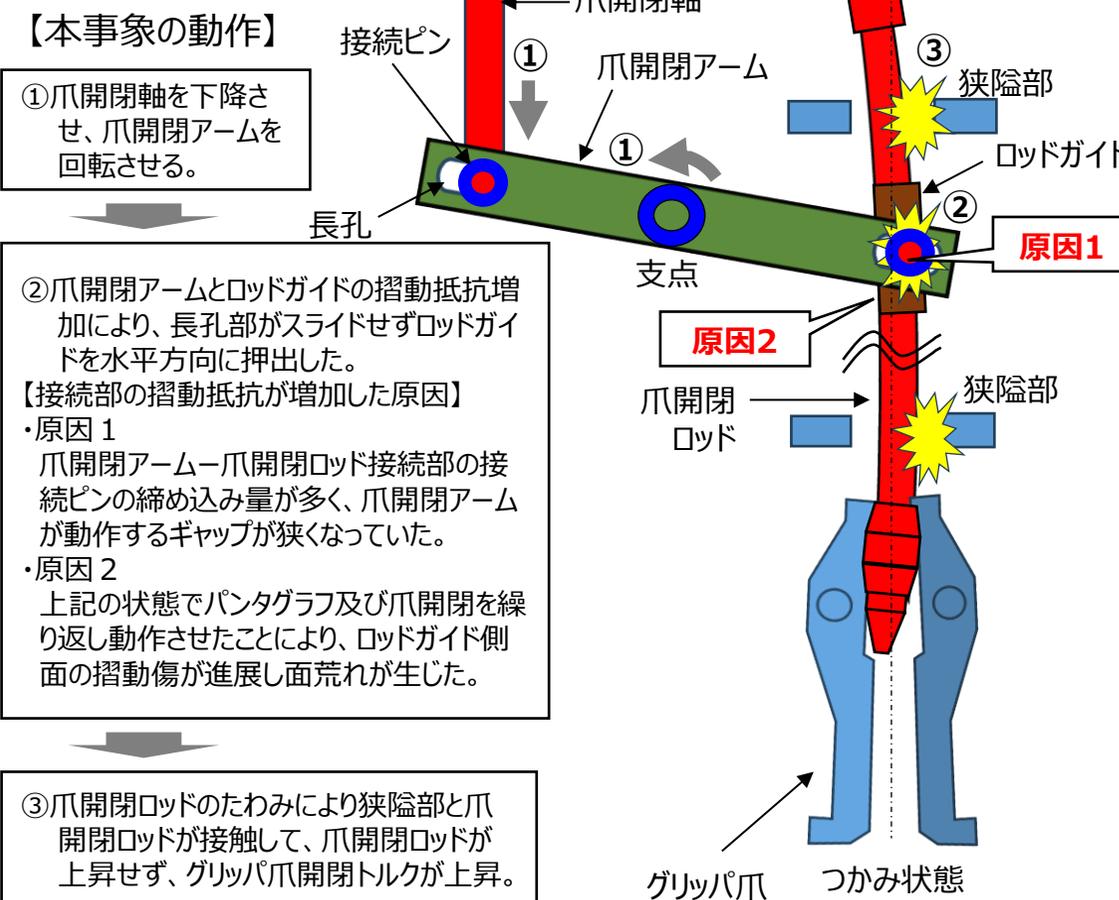
※1: 次回のしゃへい体等の取出し作業前に行う定期事業者検査で使用するため1体残している。
 ※2: 燃料池への移送体数

- 2023年6月2日にしゃへい体等取出し作業を開始し、2024年度までに累計205体の処理を完了している。
- 2025年3月27日にしゃへい体等取り出しに向けたFHM動作試験を実施した際、警報が発報し、中性子しゃへい体を保持した状態でFHM本体グリップ「はなし」動作が停止した（FHMグリップ動作不可事象）。
- 上記事象の再発防止対策を講じた後、2025年10月9日に気中でのFHM動作試験（旋回動作なし）を実施し、再発防止策が有効であることを確認した。
- 2025年11月3日にナトリウム中でのFHM動作試験（旋回動作あり）を実施したところ、FHM旋回中に警報が発報し、旋回が停止した（FHM爪開閉モータの破損事象）。

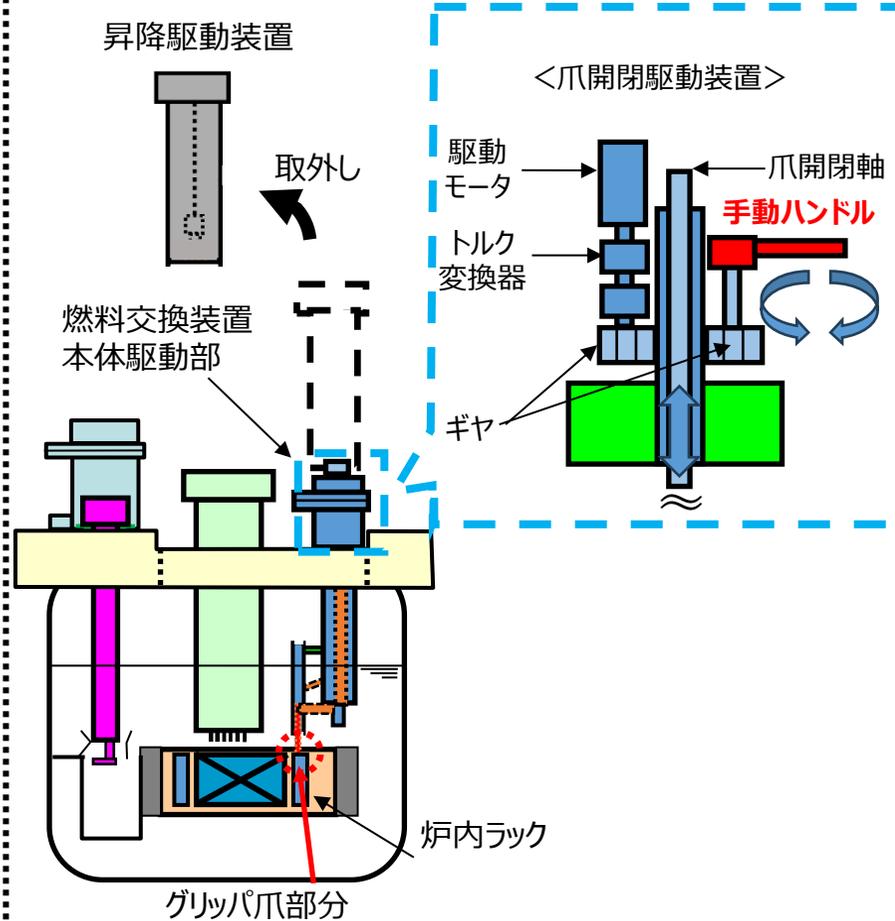


- 2025年3月27日FHMの動作試験における「はなし」動作のため、爪開閉軸を下降させた際、トルクが大きいことを検知し、途中で動作が停止した。このため、FHM本体グリップ爪が動作不可となりしゃへい体が切り離せない状態となった（原因を左下図に示す）。
- 点検・調査を実施するにはしゃへい体を切り離す必要があるため、FHM昇降駆動装置を取り外し、FHM本体駆動部に手動ハンドル（電動の2倍程度のトルク）を取り付けて、FHM本体グリップ爪を手動で動作させ、しゃへい体を切り離した（右下図）。

<本事象時のグリップ爪「はなし」操作（イメージ）>



<手動ハンドルによる「はなし」操作（イメージ）>



<原因 1>

- ◆ 爪開閉アームー爪開閉ロッド接続部の接続ピンの締め込み量が多く、爪開閉アームが動作するギャップが狭くなっていた（接続ピンの締め込み量が設計値（10.3mm）よりも多く締め込まれていた）。

<対策 1>

- ◆ 締め込み量を制限し爪開閉アームが動作可能な高さを確保できるよう接続ピンの形状を変更する。
- ◆ 点検時にロッドガイドと爪開閉アームの接続箇所のGAP測定を行う。*

※：過去の分解点検では、組立時に接続ピンをしっかり締めこむことでGAP0.3mmが確保される設計を前提とした要領としており、測定をしていなかった。

<原因 2>

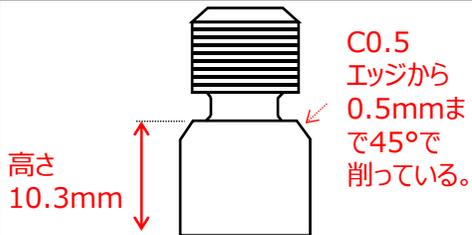
- ◆ 爪開閉アームが動作するギャップが狭い状態でパンタグラフ及び爪開閉を繰り返し動作させたことで、ロッドガイド側面の摺動傷が進展し面荒れが生じた。

<対策 2>

- ◆ ロッドガイド表面を爪開閉アームよりも硬い表面硬化処理を行い、ロッドガイドの傷を防止する。
- ◆ 爪開閉アームのエッジ部を削り、爪開閉アームの鋭角部がロッドガイドに接触することを防止する。

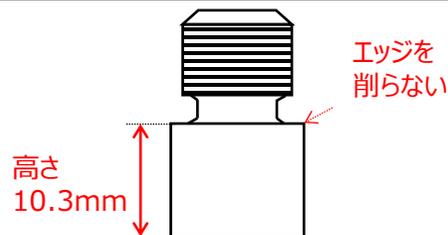
対策1 接続ピンの改善

変更前の接続ピン



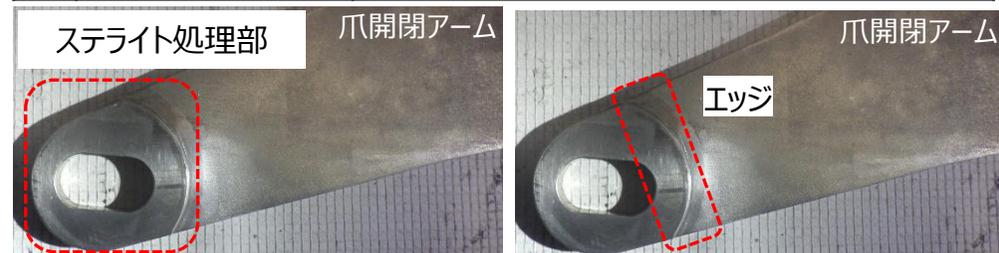
・接続ピンがロッドガイドに接触する部分のエッジを削った形状のため、設計で想定していた量よりも多く締め込まれる。

変更後の接続ピン

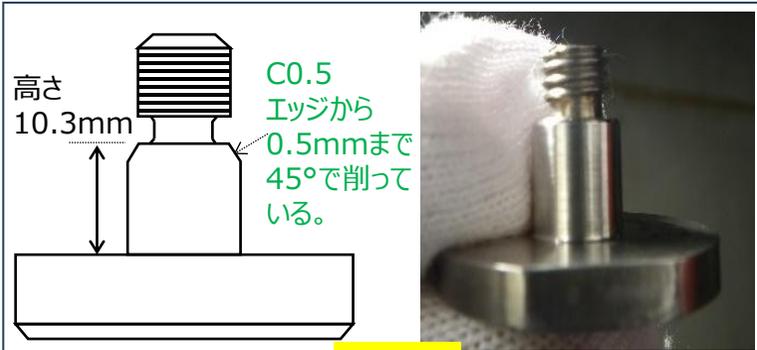


・当該部のエッジを削らない形状に変更する。
 ・接続ピンの高さには製作公差±0.05mmが発生する。
 念のために高さ10.4mmの形状の接続ピンも作成し、目的のGAPが確保できるものを使用する。

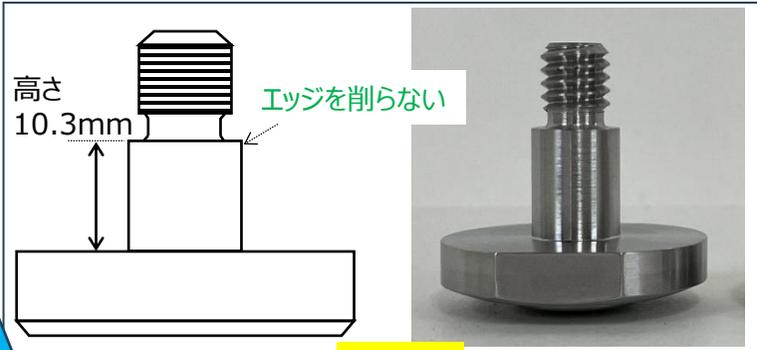
対策2	ロッドガイドの改善	<ul style="list-style-type: none"> ・ ステンレスの母材に耐摩耗性・耐久性に優れたコルモノイを肉盛溶接し、研磨することで表面を硬くコーティングする（表面硬化処理）。なお、爪開閉アームはステライトで表面硬化処理されており、ロッドガイドの表面硬化処理に用いるコルモノイはステライトよりもさらに高い耐摩耗性を持つ。
	爪開閉アームの改善	<ul style="list-style-type: none"> ・ 爪開閉アーム接触部のエッジを削り、角を無くす。



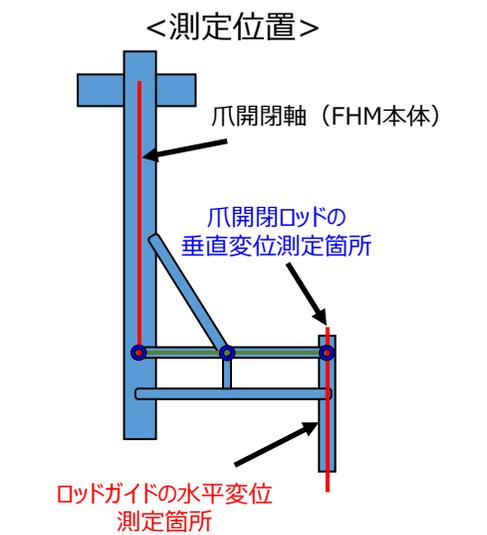
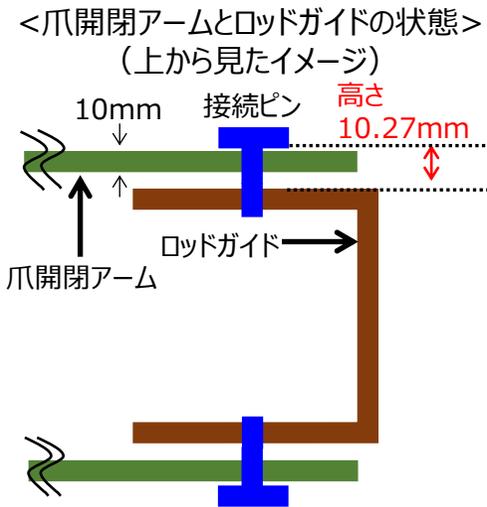
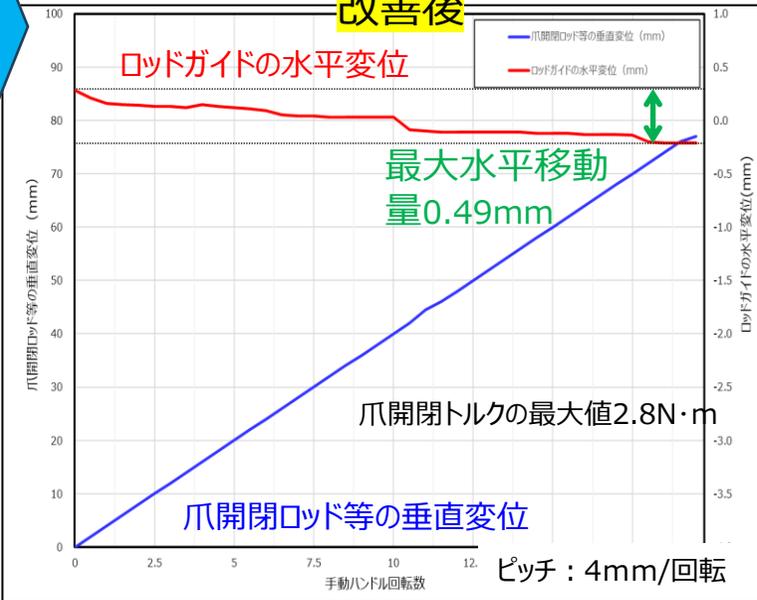
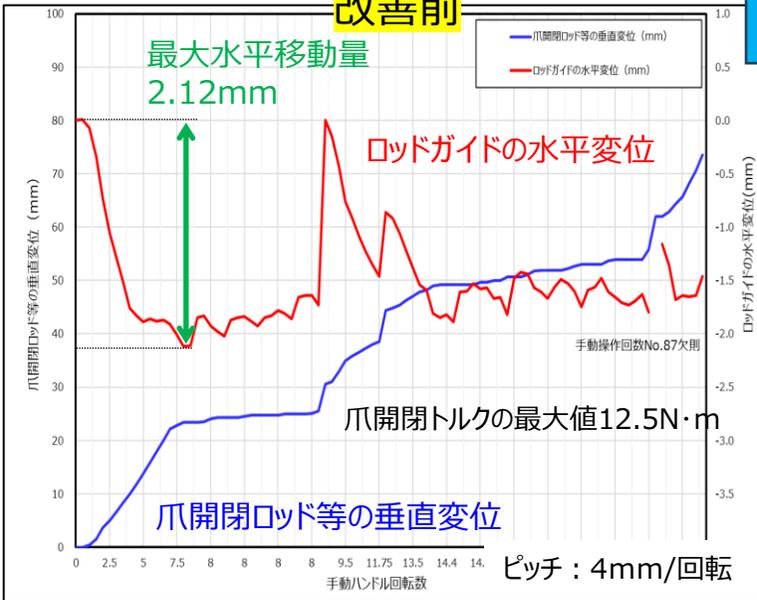
- 再発防止対策（ロッドガイド接続ピンの形状変更、ロッドガイド表面硬化処理、爪開閉アーム接触部のエッジ切削）が有効に機能し、「はなし」操作に問題がないことを確認した。
- 接続ピンの形状を改善し、ロッドガイドに接続した場合の高さ（10.3mm）が改善（10.04mm⇒10.27mm）
- 「はなし」操作時の爪開閉ロッドのタワミ（ロッドガイドの水平移動量）が改善（2.12mm⇒0.49mm）



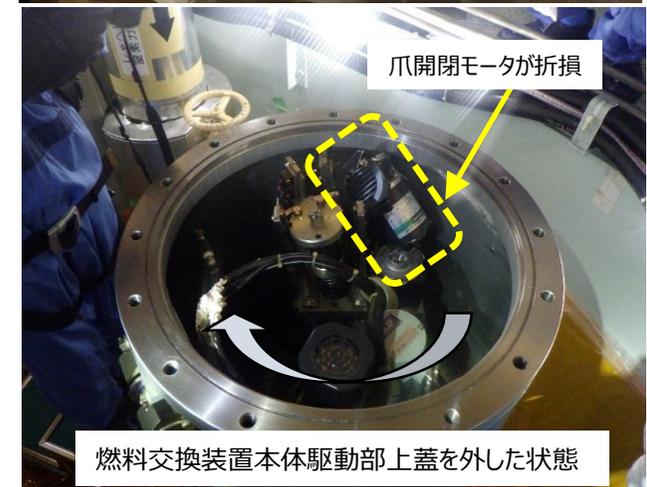
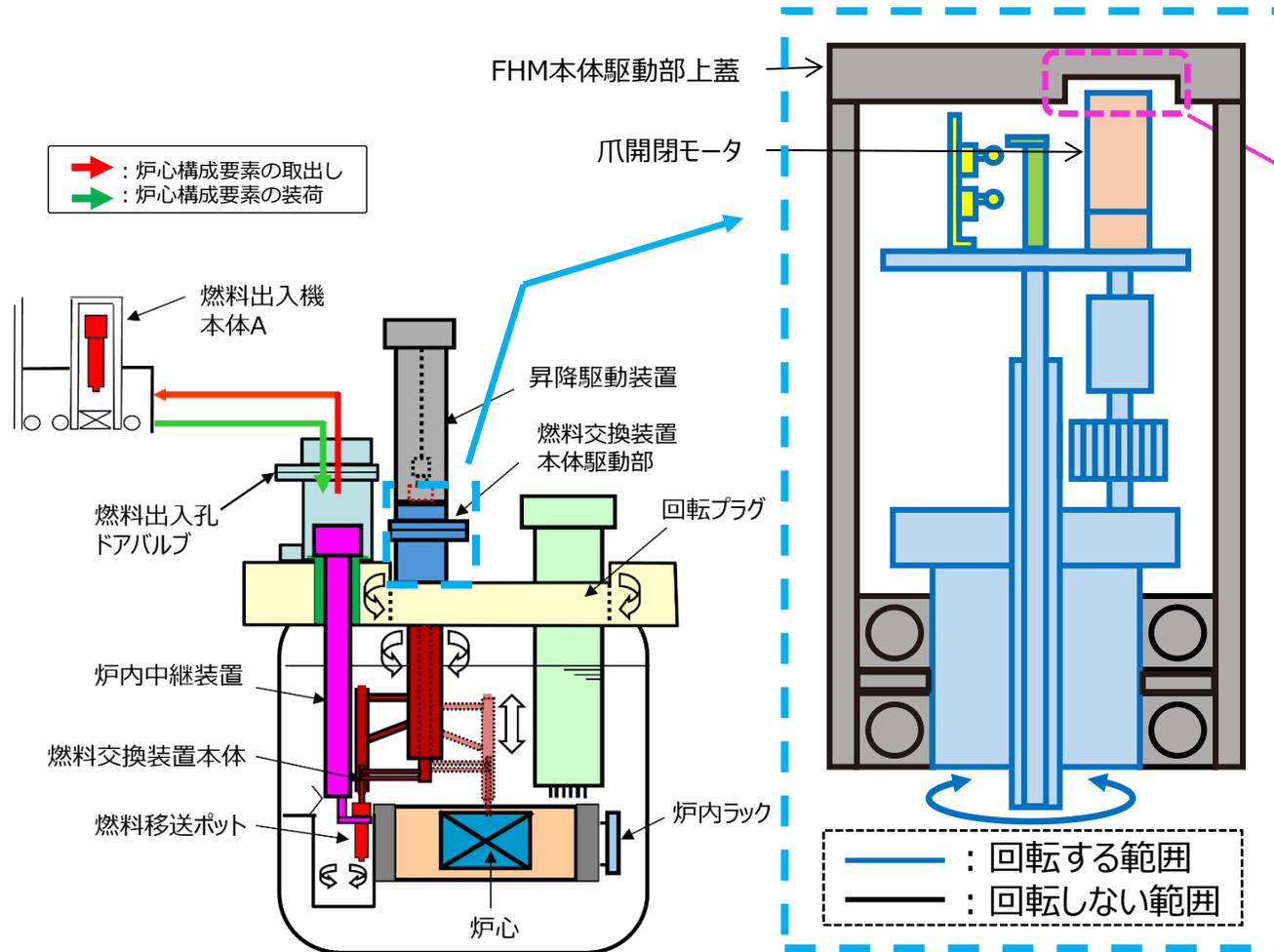
改善前



改善後

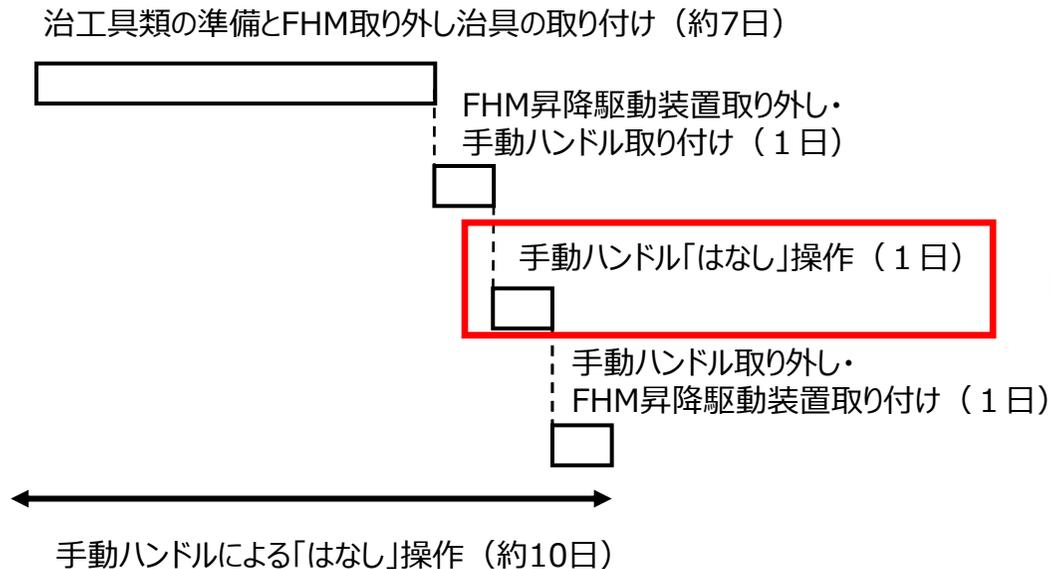


- 気中でのFHM動作試験（旋回動作なし）に問題なかったことから、次工程のナトリウム中でのFHM動作試験（旋回動作あり）を実施したところ、FHM旋回中に警報が発報し、旋回が停止した。
- 調査したところ、FHM本体駆動部にて、爪開閉モータが倒れ、近接する爪開閉用リミットスイッチの脱落と取付台の変形、感知ロッドの湾曲等を確認した。
- 原因は、爪開閉モータの出力を上げるため、既設品より長尺なモータに更新したことにより、FHM本体駆動部が旋回することを考慮していなかったため、FHM旋回に伴い回転する爪開閉モータの上部がFHM本体駆動部上蓋内面に接触し、爪開閉モータ等が損傷した。
- 更新した爪開閉モータは既設品より長尺のため、FHM本体駆動部上蓋と5mm程度干渉することから、上蓋内面を15mm削ったが、上蓋内面を削った範囲は、FHM旋回前の爪開閉モータ位置の範囲に限定されていた。



- FHM本体グリップ動作不可事象が発生した際、手動ハンドルによる「はなし」操作を実施したが、FHM昇降駆動装置の取り外しやFHM本体駆動部の開放など多数の手順が必要となり、しゃへい体等取出し作業再開への早期復旧が困難であった。
- 手動ハンドル「はなし」操作には約10日を要するが、電動での「はなし」操作を可能とすれば、治工具類の準備やFHM取り外し治具の取り付け、手動ハンドル及びFHM昇降駆動装置の取り付け/取り外しの作業が不要となり、約9日の工程短縮が可能となる。
- 今後のしゃへい体等取出し作業中に、同様のFHM本体グリップ動作不可事象が発生した場合に備え、電動による「はなし」操作を可能にするため、FHM爪開閉モータの出力を増加させる改造を行うことをJAEAとして了承した。

【手動ハンドルによる「はなし」操作工程】



FHM本体グリップ動作不可事象と同様の事象が発生した場合、電動による「はなし」操作であれば、他の作業が不要となり、1日でしゃへい体等の切り離しが可能となる。

FHM爪開閉モータの破損事象を受け、JAEA・受注者の双方は要因分析・再発防止対策等の処置を実施中である。JAEAにおいては、所内ルールが充足していないことが抽出されたことから、以下の再発防止対策及び更なる改善に向けた取り組みを実施している。

(1) JAEAとして当該事象を未然に防ぐことができなかった要因

- モータ出力の改善行為は、以下の所内ルールに該当しなかったことからJAEAとして、設計等の詳細な検討までは実施していなかった。
 - ① 廃止措置計画認可申請書の変更を伴う設備変更工事
 - ② 廃止措置計画認可申請書の変更以外で法律上の手続きを必要とする設備変更工事
 - ③ 廃止措置管理に関する操作手順書の変更を伴う設備変更工事
 - ④ 新設計に該当するもの

(2) JAEAとしての再発防止対策

- 設備の改良を行う場合（上記①～④に該当しない場合）においても、通常の設定改造に準じ、設計等を確認することを所内ルールに追加した（P.11にて説明）。
- また、廃止措置計画第2段階の準備期間以降に実施した改良について、点検作業後に運転実績がない設備に対しても、設計上の問題の有無を確認した結果、設計上の問題があった図書は爪開閉モータの改造に係る図書のみだった。

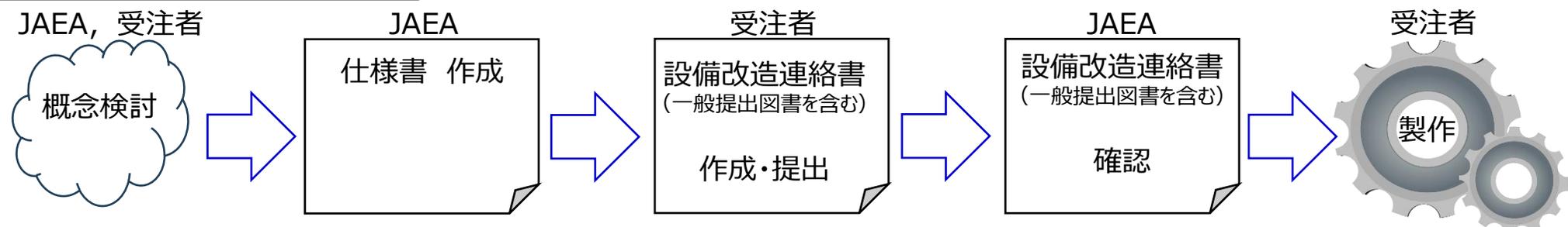
(3) 更なる改善に向けた取り組み

- 受注者不適合を受け、2026年1月29日、30日に実施した特別受注者監査において、トラブル時における設計変更管理が未実施であった等の問題を確認した。再発防止策として、トラブル発生時の設計変更管理を制度化する等の活動を実施していることを確認した（参考4参照）。
- 理事長マネジメントレビューの結果、JAEAとして受注者連携の強化に向けた安全意識の向上など組織風土改革に取り組む（P.12にて説明）。
- 改造した設備の動作確認を最終据付の前に実施できるよう、検討段階において「どの段階でどのような動作確認を行うか」という観点を含めた検討を実施する。

しゃへい体等取出し作業の進捗 (JAEAとしての再発防止対策～QMS文書の改正～)

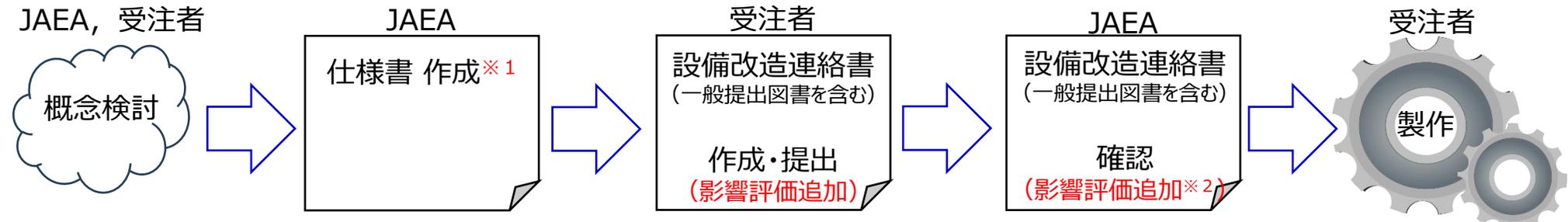
➤ 設備の改良を行う場合においても、**通常の設備改造に準じ、設計等を確認することを所内ルールに追加するよう改善**（2025年12月25日実施済）。

これまでの設備改良のプロセス



規制庁への申請書類（設工認 等）に影響する場合や他設備に影響する改造は、JAEAが責任を持つため、上記に加えて設計計画書の作成、設計審査のプロセスが追加となる。（承認申請図書）

新たに導入する設備改良のプロセス



※ 1:『仕様変更（形状・寸法・性能・機能等）を行う場合は、それに伴う設備への影響に対する評価プロセスと評価結果を提出すること。』を仕様書（QMSを含む）に追加。【もんじゅ調達管理要領（請負契約にかかわる一般仕様書）】

※ 2:『工事担当箇所は、受注者より仕様変更（形状・寸法・性能・機能等）を行うことに伴う設備への影響評価結果が提出された場合、その評価プロセスと評価結果を確認する。』をQMSに追加。【設備図書等運用要領】

効果

受注者：影響評価結果の提出が求められるため、受注者内のチェック機能が強化される。
 JAEA：確認すべきポイントが明確になるため、懸念事項に対する改善策（モックアップ製作、動作試験等）が指導し易くなる。

改革方針

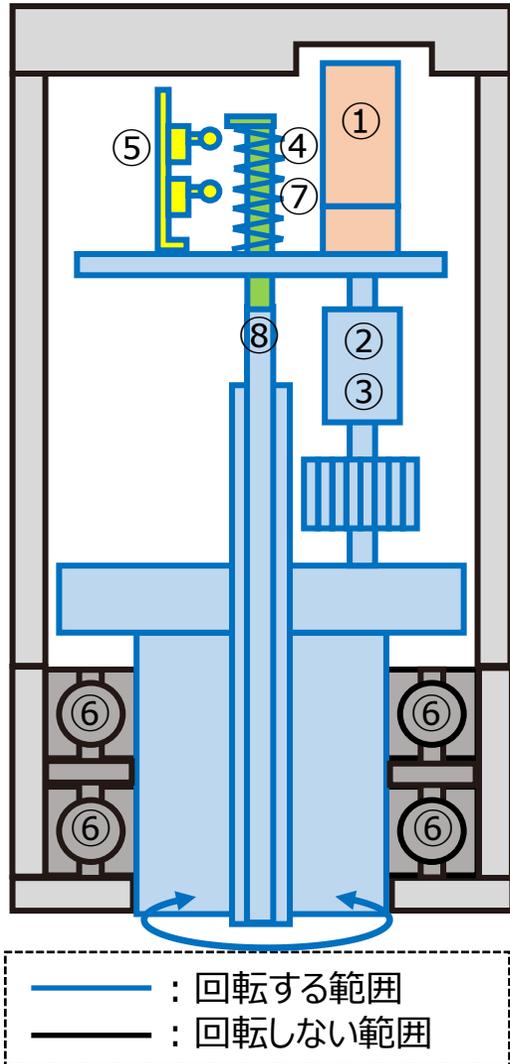
- ① JAEA-受注者の間の信頼関係を高め、双方が緊張感を持って責任所掌の業務に取り組む。
- ② 所長-部長-課長-課員の各階層間の距離感を縮め、組織としてリスクに対する感受性を上げる。

今後の施策

- ・設計方針のホールドポイントとなる打合せ時には、所長が参加して受注者の責任者の参加を促すことにより、体制を機能させ、緊張感を持って互いの責任所掌の業務に取り組む。
- ・現場作業における重要なホールドポイントは管理職も確認し、受注者とコミュニケーションを増やすことで受注者との信頼関係を高める。
- ・上記の取り組みにより、所長・管理職が業務に積極的に係わることにより、それぞれの階層間の距離を縮め、相談しやすい雰囲気醸成する。



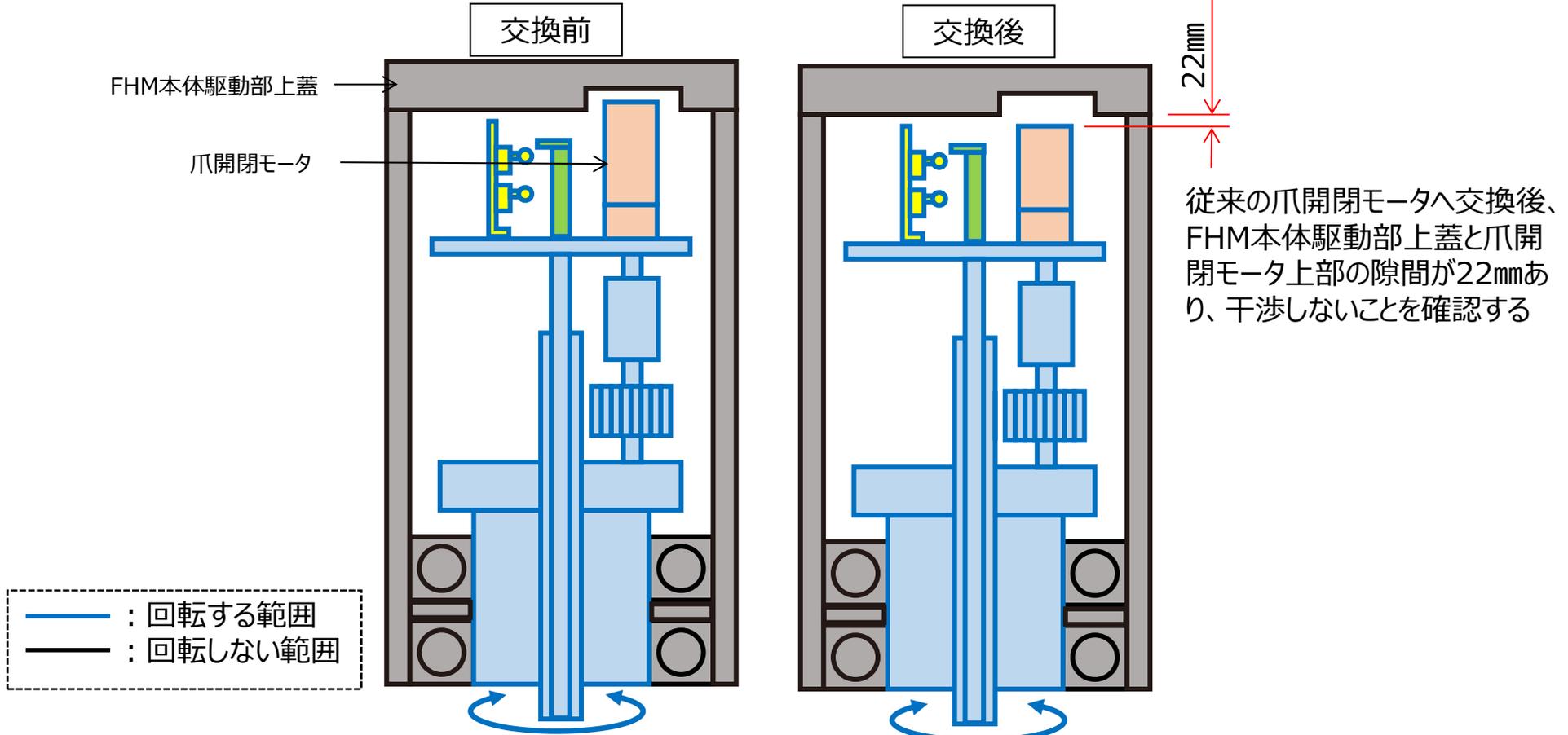
- 破損・変形がある部位以外は、個別に装置の状態を確認し、破損範囲を特定した。
- トルク変換器の単体点検、トルクテnderの動作を確認した結果、異常が認められなかった部品などは再利用する。
- 破損部品は新品と交換し、復旧する。



No.	部品名	健全確認方法	影響の状況	復旧状況
①	爪開閉モータ	外観確認	折損	旧品を再使用 (サイズ変更前のモータにて復旧)
②	トルク変換器	動作確認	異常なし	再使用
③	トルクテnder	動作確認	異常なし	再使用
④	コイルバネ	目視確認	湾曲	交換
⑤	リミットスイッチ	目視確認	折損	交換
⑥	アングュラ玉軸受	目視確認 (ファイバースコープ)	異物を除去した	再使用 (グリース入替済)
⑦	感知ロットB	目視確認	湾曲	交換
⑧	感知ロッドA	三次元解析	異常なし	再使用
⑨	消耗品類 (ボルト等)	—	—	交換

- FHMの旋回動作を考慮すると、上蓋を削ることによって干渉を回避することは不可能であり、FHM本体駆動部上蓋内面と爪開閉モータ上部が干渉しない形状のモータを選定すべきであった。
- よって、従来の出力（サイズ）の爪開閉モータに交換することとした。
- 2026年2月に従来の爪開閉モータへ交換し、FHM本体駆動部上蓋内面と爪開閉モータ上部の隙間が22mm確保されていることを確認する。さらに、気中での手動による動作確認により**爪開閉モータとFHM本体駆動部上蓋が干渉しないことも確認する。**
- なお、今後のしゃへい体等取出し作業にて、FHM本体グリップ動作不可事象が再び発生した場合は、手動ハンドル「はなし」操作には約10日を要するが、必要な作業期間は当初想定した範囲内である。

【 旧品の爪開閉モータにて復旧 】



- しゃへい体等の取出し再開に向けて、現在は部品交換等の復旧作業を実施している。
- 復旧作業が完了後は、ナトリウム中でのFHM動作試験及び定期事業者検査により健全性を確認する。
- 2025年3月27日に発生したFHM本体グリップ動作不可事象の影響による半年程度の工程遅延に加え、11月3日のFHM爪開閉モータの破損事象により更に半年程度の工程遅延を見込んでいるが、第2段階の終了時期には影響しない見通し。

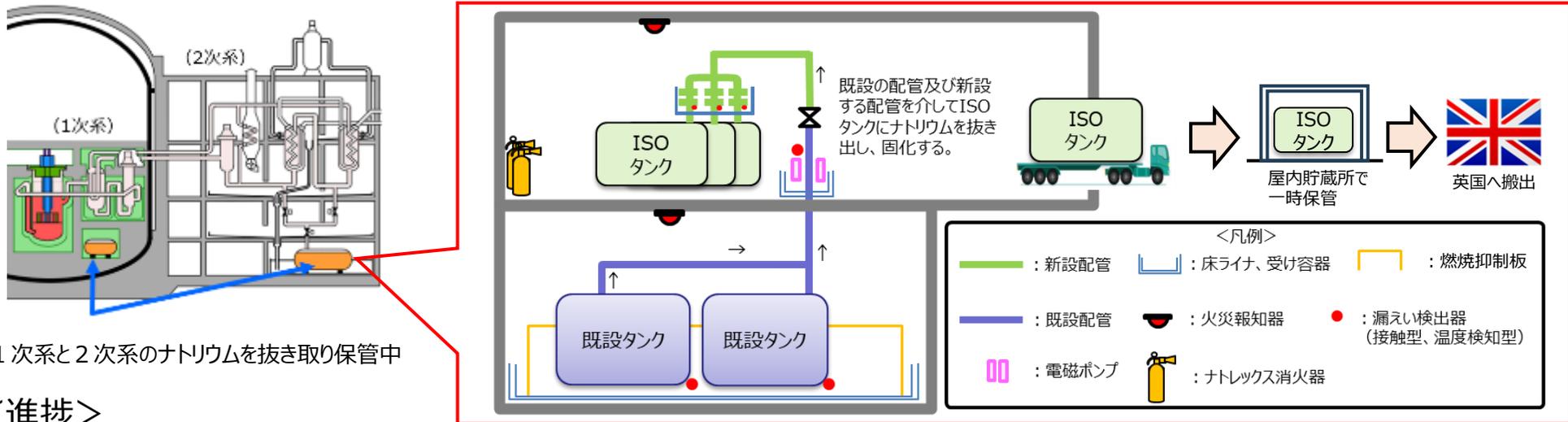
➡ 引き続き復旧作業を進め、2026年第1四半期のしゃへい体等の取出し再開を目指す



② ナトリウムの搬出(ナトリウム機器の解体準備)

- 保有するリスクを低減しつつ、廃止措置を進めるため、しゃへい体等取出し作業後の2028年度から2031年度にナトリウムを英国に搬出する。
- 2028年度から非放射性のバルクナトリウム※を搬出する。
- 非放射性バルクナトリウムの搬出で使用する設備は、作業中の一時的な期間のみ性能を発揮することが必要となるため、工事事用設備（性能維持施設外）として保安規定に基づき管理する。

※：バルクナトリウムとは、通常の移送操作により系統設備から抜出しが可能なナトリウムであり、専用の治具により取り出す必要のあるタンク底部の残留ナトリウム等を含まないナトリウムのことをいう。



<進捗>

- 英国でのナトリウム処理に係る施設準備やナトリウムの処理について、2023年4月の基本的な枠組みに関する契約（枠組み契約）、2023年7月のナトリウム処理施設・設備の設計等に係る個別契約（サービスオーダー1）の締結に続き、施設の建設、試運転及び使用のための許認可に係る個別契約（サービスオーダー2）を2025年9月19日に英国キャベンディッシュ社と締結した。
- 現在、計画通りに工事事用設備（新設設備）の設計、設置（製作）を進めている。
- 今年度は、非放射性バルクナトリウム抜出・搬出作業に向けたモックアップ試験を実施中であり、今後QMS文書に基づく工事事用設備（既設設備）の健全性確認作業に着手する予定である。（P.17にて説明。）
- 放射性バルクナトリウム搬出及び回収ナトリウム搬出について、設備整備を含む具体的な事項は、着手までに廃止措置計画の変更認可を受ける。

ナトリウムの搬出の進捗

(非放射性バルクナトリウム抽出・搬出に向けた工程)

- ◆ 工事用設備（既設設備）の健全性確認作業
 - ・ 工事用設備（既設設備）について、QMS文書に基づき、2025年10月に健全性確認のための計画書を策定し、2026年3月から健全性確認作業を開始予定。
- ◆ 非放射性バルクナトリウム抽出・搬出作業に向けたモックアップ試験
 - ・ 「ISOタンク搬出入作業」及び「プラバッグ装着状態におけるISOタンクへの配管接続・取外し作業」等の作業性を検証し、各作業の管理方法及び作業手順を確立するためのモックアップ試験を実施中であり、2026年3月末に完了予定。
 - ・ モックアップ試験で得られた成果は非放射性バルクナトリウム抽出・搬出作業工程の精緻化に活用する。

実施項目	年度	2024年度 (令和6年度)	2025年度 (令和7年度)	2026年度 (令和8年度)	2027年度 (令和9年度)	2028年度 (令和10年度)
保安規定に基づく文書整備			廃止措置計画変更認可 QMS文書（非放射性バルクナトリウム抽出・搬出要領、工事用設備運用要領） 非放射性バルクナトリウム抽出・搬出計画制定 健全性確認計画書策定			
工事用設備（既設設備）の健全性確認						
工事用設備（新設設備）の設計						
工事用設備（新設設備）の設置						
系統機能確認						
非放射性バルクナトリウム抽出・搬出作業に向けたモックアップ試験						
非放射性バルクナトリウム抽出・搬出						

廃止措置計画変更認可

QMS文書（非放射性バルクナトリウム抽出・搬出要領、工事用設備運用要領） 施行

非放射性バルクナトリウム抽出・搬出計画制定

健全性確認計画書策定

設計完了したものをから順次製作、設置

(設計へのフィードバック)



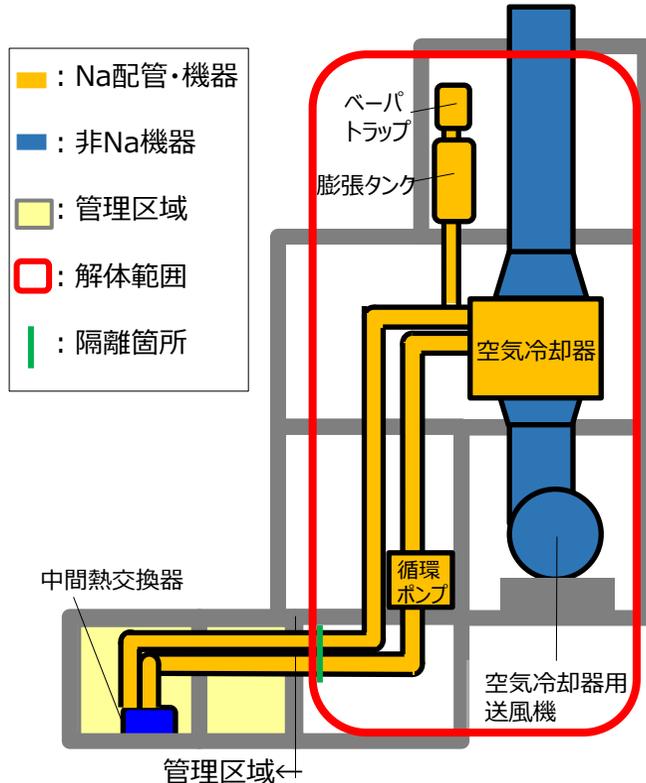
③ 2次メンテナンス冷却系の解体撤去(ナトリウム機器の解体準備)

➤ 非放射性ナトリウム設備の実設備解体を通じた技術実証・確認を目的に、2025年度から2027年度にかけて比較的小規模で機器内部に残留するナトリウムが少ない2次メンテナンス冷却系の循環ポンプや空気冷却器等を解体撤去する。

<作業フロー>

- ① 予熱・保温設備の解体 ナトリウム機器に付属している予熱・保温設備の解体を実施（完了）
- ② 解体範囲の隔離作業 解体範囲と非解体範囲の隔離を実施（完了）
- ③ 安定化处理 解体範囲に湿り炭酸ガスを供給し、機器の内部に残留したナトリウムを不活性な化合物（炭酸塩）に変換
- ④ 解体 安定化处理後、解体範囲の機器、配管等を機械的切断（セイバーソー、バンドソー）等により解体

<2次メンテナンス冷却系概略断面図>



<概略工程>

年度	2025年度 (令和7年度)	2026年度 (令和8年度)	2027年度 (令和9年度)
実施項目			
予熱・保温設備の解体	■		
解体範囲の隔離作業	■		
安定化处理	■		
解体			

◆ 次段階以降のナトリウム機器解体撤去に向けて以下を実施予定（参考10参照）。

- ・残留ナトリウムの安定化处理の実証
- ・残留ナトリウム量の評価方法の妥当性確認
- ・ナトリウムの飛散率評価

解体範囲の隔離作業： 2025年6月に着手し、2025年9月に完了。

安定化処理： 2025年10月に装置設置に着手し、2026年1月に設置を完了。

2026年1月から2月にかけて安定化処理作業を実施。

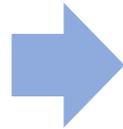
2026年2月より装置撤去中。

➡ ナトリウム機器の解体に向けて、課題等もなく順調に進捗

作業状況



安定化処理装置設置（搬入作業）



安定化処理装置設置（設置状態）



2026/01/09 11:25:55

安定化処理前の配管内部



2026/02/06 14:42:06

安定化処理後の配管内部

安全対策（一例）



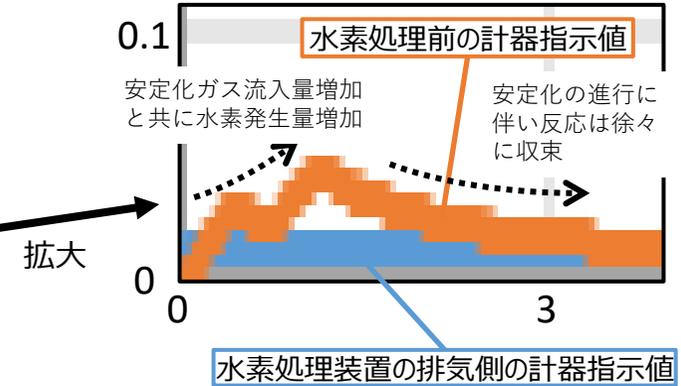
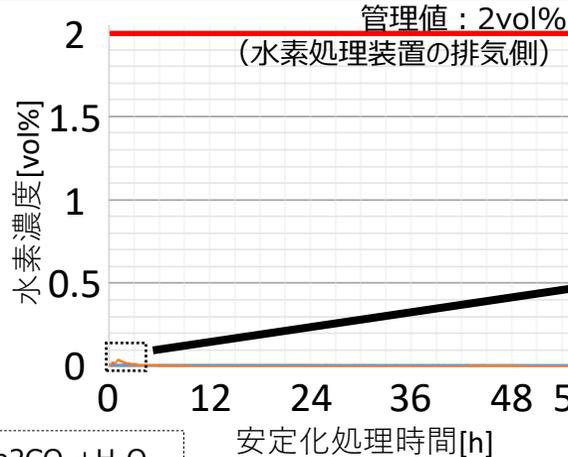
従事者のナトリウム取扱いに係る教育



安定化処理作業中の水素濃度管理

【残留ナトリウムの安定化処理の実証】

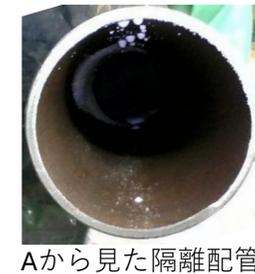
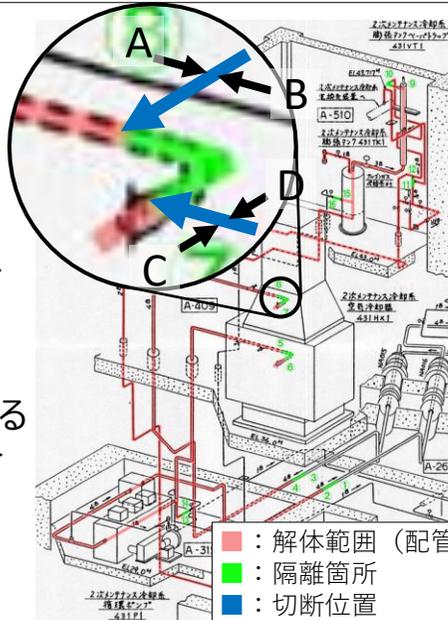
- 安定化処理反応※により発生する水素の管理が、安全及び安定化の進行状況の把握の観点でポイントとなる。
- 水素は水素処理装置によりほぼ完全に処理されており、安全な濃度（処理装置の排気側で4vol%以下（管理値としては2vol%以下））で維持されている。



安定化作業時の水素濃度推移（ホットレグ配管）

【残留ナトリウム量の評価方法の妥当性確認】

- 付着ナトリウム（接液部）の評価
方法：隔離作業の切断配管内のナトリウムを定量分析
結果：分析値最大で $6.9 \times 10^{-2} \text{ mg/cm}^2$
⇒事前評価（ 5 mg/cm^2 ）の内数であり、事前評価としては十分保守的であった。
- なお、隔離作業において局所的な滞留を確認されている
⇒このような局所的な滞留が存在することを想定し、今後のナトリウム機器解体計画に反映していく。



隔離作業時の配管内部状況

④ 水・蒸気系等発電設備の解体撤去（タービン建物3階以下に設置されている機器）

➤ 大型の非放射性ナトリウム機器の撤去後の解体場所と移送ルート確保を目的とし、2023年度から2026年度にかけてタービン建物3階以下に設置されているタービン発電機、復水器、給水加熱器等を解体撤去する。

- これまでに、蒸気タービン※、給水加熱器、復水器等の機器の解体、据付位置からの撤去を完了した。
- 2025年7月から循環水管、8月から発電機の解体作業を実施中。
- 2025年9月から油タンク、主給水ポンプ等の解体作業を実施中。
- 2025年12月に大型バンドソーを設置し、蒸気タービン※の細断を2026年1月に完了。

※：2024年度までに据付位置からの撤去について完了。一部の大型の解体物はT/B内に保管中であったため、細断して所外搬出する。

➡ 解体撤去作業は順調に進捗しており、タービン建物3階以下の解体は2026年度完了見込み

	蒸気タービン	発電機	油タンク (高圧油ユニット)	主給水ポンプ	循環水管
作業前					
解体風景	 大型バンドソーにより蒸気タービン車室を細断	 大型バンドソーにより発電機ステータを切断	 高圧油ユニットの撤去後	 ポンプ本体の取外し	 仮設揚重設備を設置し循環水管を切断

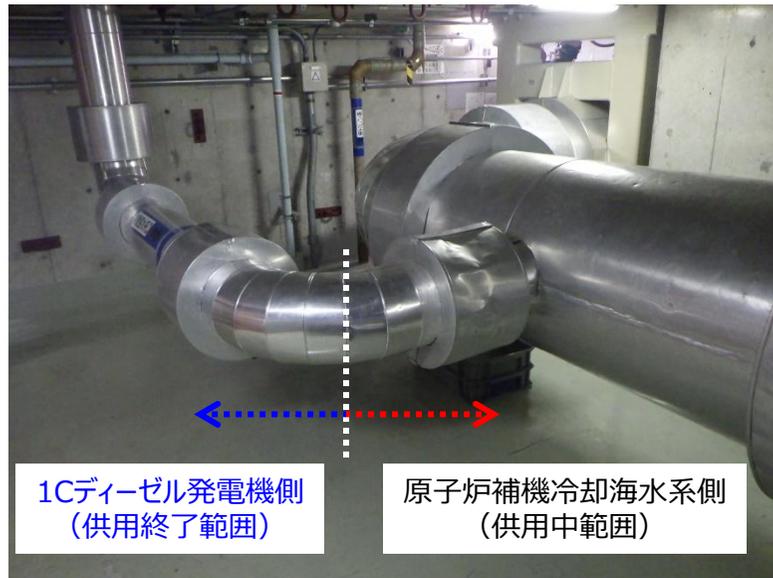
④ ディーゼル発電機の解体撤去

- ▶ 安全管理に関する設備の移設先として施設内の活用可能なエリアの確保を目的とし、2025年度から2026年度にかけてディーゼル建物2階以下に設置されている供用が終了した機器（1Cディーゼル発電機※）を解体撤去する。

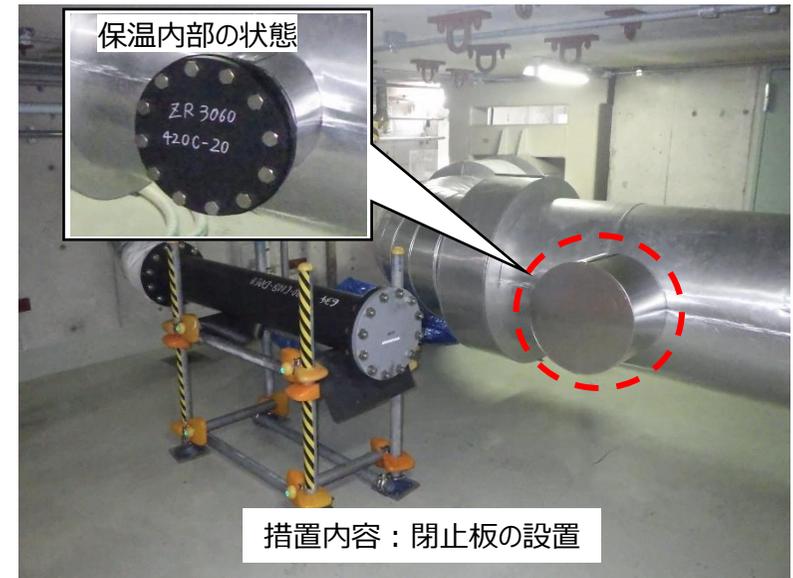
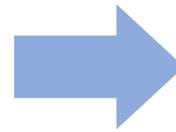
※： 廃止措置の進展により燃料の冷却が不要となり、ディーゼル発電機は3台すべて性能維持施設から除外している。

- 2025年11月、解体着手に向けた隔離措置を完了した。
- 2026年2月、エンジン及び発電機等の解体に着手した。

➡ 予定通り解体撤去作業に着手しており、1Cディーゼル発電機の解体は2026年度完了見込み



隔離作業前



隔離作業後

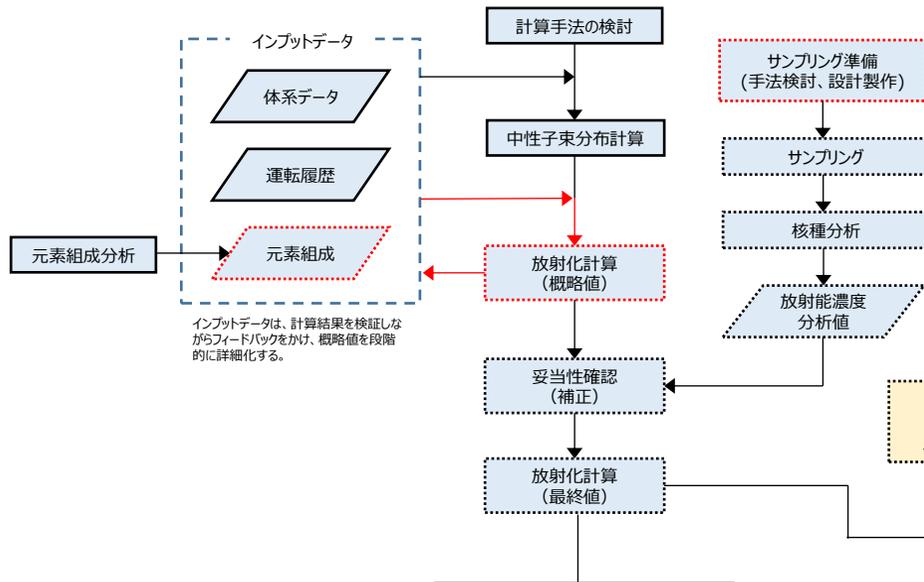
隔離措置の例
(原子炉補機冷却海水系配管：2025年10月隔離完了)

⑤ 汚染の分布に関する評価

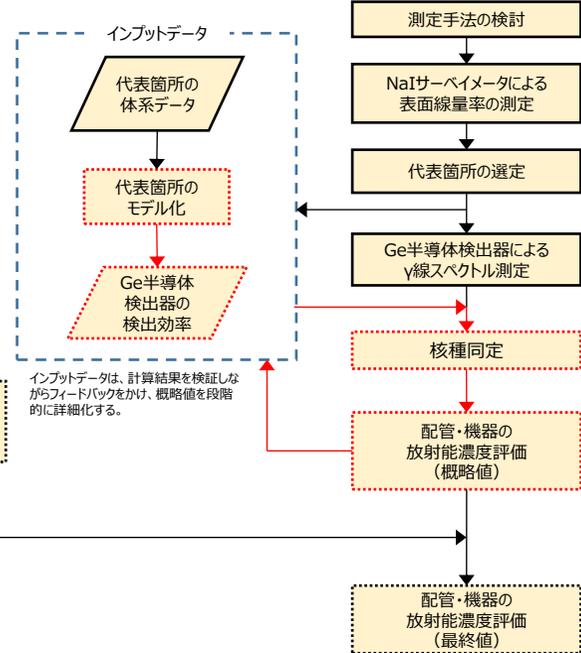
- 放射線業務従事者及び周辺公衆の被ばくを低減した適切な解体撤去工法及び手順の策定。
 - 解体撤去工事に伴って発生する放射性廃棄物の発生量を評価。
- ➡ 上記目的に向けて、施設に残存する放射性物質の種類、放射能及び分布を把握する。



放射化汚染



二次的な汚染



対象箇所	解体計画	廃棄物処理設備整備計画
生体しゃへい壁内	汚染の分布評価結果に基づき、遠隔解体方法、解体廃棄物の取扱い方法の検討条件設定。	放射能レベルはL1相当～L3相当と推定しており、汚染の分布評価結果により区分した上で、物量調査データを基に放射性固体廃棄物の推定発生量を評価し、廃棄物処理設備整備計画に反映。
生体しゃへい壁	汚染の分布評価結果に基づき、解体方法、解体廃棄物の取扱い方法の検討条件設定。	放射能レベルはL3相当～CL相当と推定しており、汚染の分布評価結果により区分した上で、物量調査データを基に放射性固体廃棄物の推定発生量を評価し、廃棄物処理設備整備計画に反映。
生体しゃへい壁外	放射化汚染による考慮は不要。	NR相当と推定される。

対象箇所	解体計画	廃棄物処理設備整備計画
1次冷却系 (原子炉容器除く。) EVST系	測定された表面線量率の最大値は、管理区域設定基準の1/5未満であり、解体前の系統除染は不要で、空間線量率に関する対策は不要。汚染の分布評価結果に基づき、被ばく線量を評価し、解体工法に反映。	放射能レベルはL3相当～CL相当と推定しており、汚染の分布評価結果により区分した上で、物量調査データを基に放射性固体廃棄物の推定発生量を評価し、廃棄物処理設備整備計画に反映。

【放射化汚染】

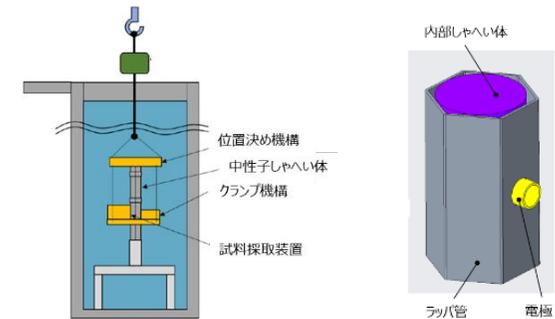
- 原子炉周りの放射化汚染について設計組成等を基に試算した結果、L1レベル相当の領域は炉心周辺に限定。
- 次のとおり、評価の高度化を進めるとともに、サンプリングによる分析結果との比較による妥当性の確認を行い、最終値とする。
 - 2025年度は、放射化計算の精緻化を目的として、これまでに実施したコード材の微量元素組成分析結果を整理し、放射化評価に影響を及ぼす微量元素（Co、Ni等）の含有量について実測値に基づき見直しを行った。今後は、当該更新条件を用いて放射化計算を実施し、実態に即した評価を行う。
 - 計算結果の妥当性を確認するため、中性子しゃへい体からの試料採取・分析を実施予定。2025年度は、試料落下防止対策として、つば付き電極及び吸着パッドを対象とした要素試験を実施するとともに、試料採取装置の詳細設計を行った。要素試験において、つば付き電極により放電加工が可能であり、電極内部に試料を回収できることをもって、試料落下防止対策の有効性を確認した。
 <右下図参照：放電加工による要素試験の様子>
 - 次年度から試料採取装置の製作段階に移行する。

【二次的な汚染】

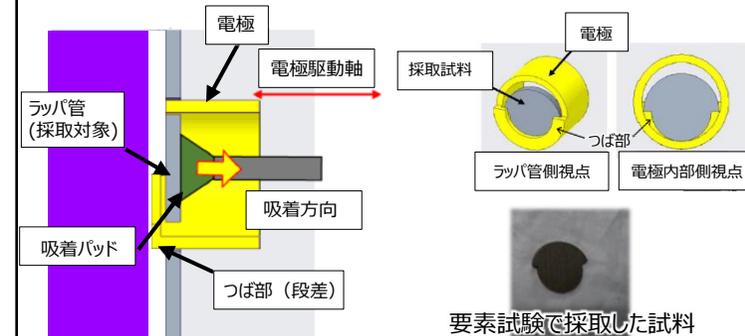
- NaIサーバイメータによる表面線量率測定の結果から、作業者の被ばく低減を目的とした解体前の汚染の除去は不要と判断。放射性廃棄物のレベル区分等を目的として、放射能濃度の評価を実施する。
 - 表面線量率が観測された箇所や系統の代表的な箇所についてGe半導体検出器によるγ線スペクトル測定を実施し、その結果をもとに核種の同定及び放射能濃度の評価を実施中。二次的な汚染核種としてCo-60等が検出されているが、放射能レベルは低いことを確認している。
 - 引き続き、測定箇所の放射能濃度評価精度向上のため、モデルの詳細化を行う。

<使用済燃料キャスク詰ピットでの試料採取イメージ>

- ✓ 燃料池に隣接する使用済燃料キャスク詰ピットに中性子しゃへい体を移送し、中性子しゃへい体を固定。
- ✓ クレーンで吊り下げた試料採取装置を用いて、水中放電加工により、中性子しゃへい体のラッパ管部から分析用の円盤状試料（約5g）を採取することを計画。



【つば付き電極による放電加工】 【つば付き電極による試料回収】



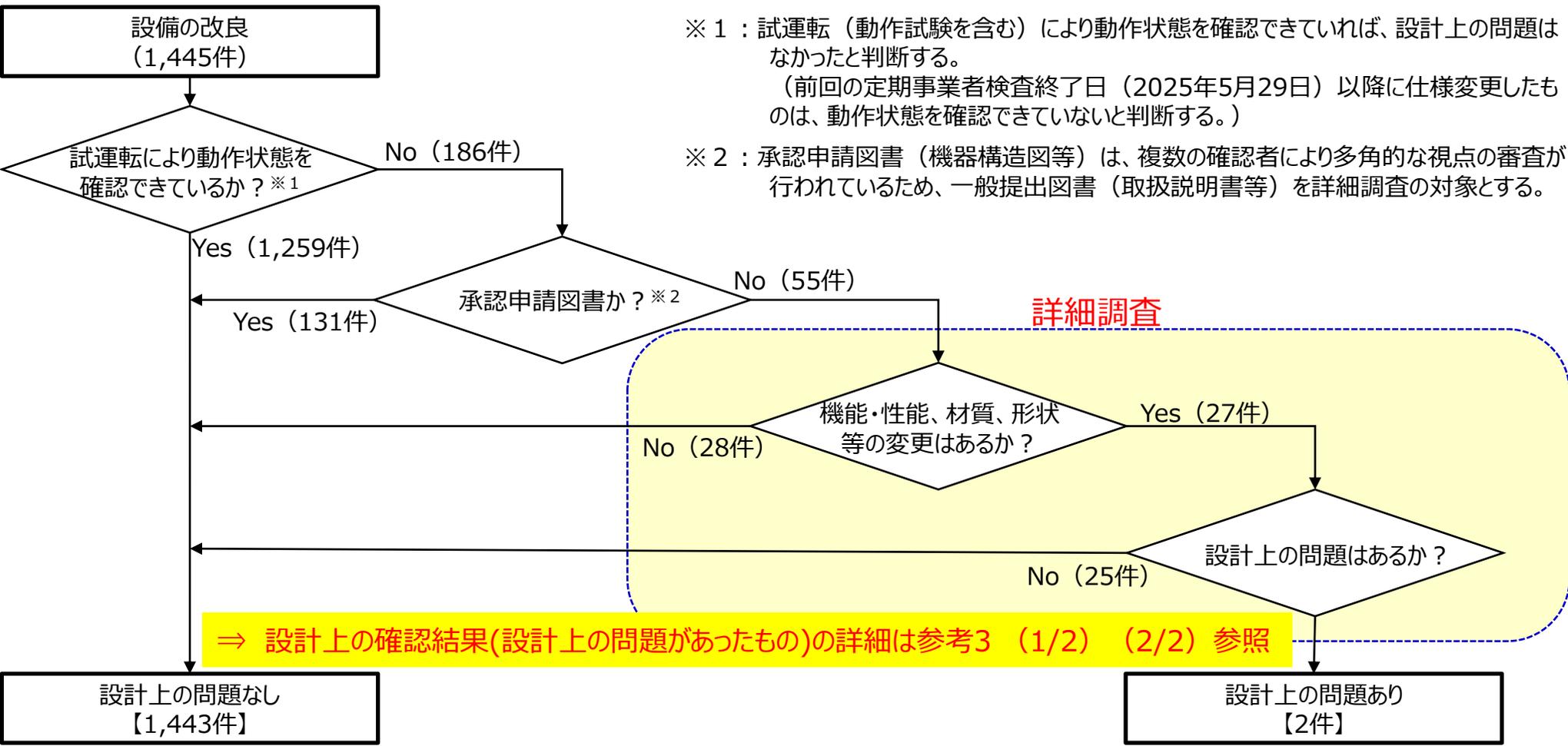
- ✓ つば付き電極とは、電極内周の下端部に試料を支持するための段差構造を設けた電極である。
- ✓ 放電加工完了後に試料が拘束を失った場合でも、つば部（段差）によって試料が電極外側へ脱落せず、電極内部に留まる構造である。

参考資料

- 参考1 : しゃへい体等取出し作業の進捗 (FHMグリッパ動作不可事象発生以降の時系列)
- 参考2 : JAEAとしての再発防止対策 (水平展開)
- 参考3 : 設備の改良に係る図書の確認結果 (1/2) (2/2)
- 参考4 : しゃへい体等取出し作業の進捗 (更なる改善に向けた取り組み～特別受注者監査～)
- 参考5 : 「もんじゅ」しゃへい体等取出し作業の工程への影響
- 参考6 : 第2段階の搬出対象ナトリウム
- 参考7 : 非放射性バルクナトリウム抜出・搬出に向けた対応 (1/3) (2/3) (3/3)
- 参考8 : メンテナンス冷却系について
- 参考9 : ナトリウムの処理方式について
- 参考10 : 2次メンテナンス冷却系解体における確認項目 (1/3) (2/3) (3/3)
- 参考11 : 2次メンテナンス冷却系の配管切断時 (隔離時) の配管内部状況
(1/7) (2/7) (3/7) (4/7) (5/7) (6/7) (7/7)
- 参考12 : 水・蒸気系等発電設備の解体撤去範囲
- 参考13 : 前回会合における御意見に対する回答
(1/8) (2/8) (3/8) (4/8) (5/8) (6/8) (7/8) (8/8)

日付	内容
2025年3月27日	2025年4月9日から開始予定のしゃへい体等の取出し作業に向けたFHM動作試験において、警報が発報し、中性子しゃへい体を保持した状態でFHM本体グリッパ「はなし」動作が停止
2025年4月28日	しゃへい体を切り離すため、手動ハンドルでの「はなし」操作を実施し成功
2025年6月30日	4月28日の『手動ハンドルでの「はなし」操作』成功を踏まえて、FHM本体グリッパ「はなし」不具合が生じた場合に電動で「はなし」操作ができるよう、爪開閉モータの容量増やすことについて提案を受けた。
2025年8月6日	<p>技術資料※¹及び取扱説明書※¹を受領し了承した（2025年9月）。</p> <p>本資料には爪開閉モータが長尺になり、FHM本体駆動部上蓋の内側を削ることが記載されている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①グリッパ爪開閉用電磁ブレーキ付モータ型式変更 ②駆動部ハンドリングヘッド座グリ形状追加加工 ③保守・点検要領書改訂の反映 <p>※¹：一般提出図書であり、設計等の詳細検討までは実施していない。</p>
2025年9月26日	ロッドガイド接続ピン、ロッドガイド、爪開閉アーム（FHM本体グリッパ動作不可事象の再発防止対策）を取付。
2025年9月30日	手動操作でのFHM動作試験を実施し、再発防止対策が有効であったことを確認。
2025年10月7日	駆動部ハンドリングヘッド座グリ加工したFHM本体駆動部上蓋をFHM本体駆動部に取付。
2025年10月9日	FHM動作試験を実施し、再発防止対策が有効であったことを確認。
2025年11月3日	FHM旋回試験を実施中にFHM制御回路用ヒューズが断線し警報が発報し、旋回動作が停止。
2025年11月8日	FHM本体駆動部内部を確認し、爪開閉モータ等の破損を確認。
2025年11月10日	「ホールドダウンアーム旋回を考慮せず、駆動部ハンドリングヘッドの座グリ加工を決めたため、必要な座グリ範囲を加工できていなかった。」との報告を受けた。

廃止措置計画第2段階の準備作業期間以降（2023年3月以降）に実施した設備の改良に対しても設計上の問題の有無を確認。



- ※1：試運転（動作試験を含む）により動作状態を確認できていれば、設計上の問題はなかったと判断する。
（前回の定期事業者検査終了日（2025年5月29日）以降に仕様変更したものは、動作状態を確認できていないと判断する。）
- ※2：承認申請図書（機器構造図等）は、複数の確認者により多角的な視点の審査が行われているため、一般提出図書（取扱説明書等）を詳細調査の対象とする。

詳細調査

調査の結果、設計上の問題があった図書は当該図書のみだった。（同一図書をレビジョンアップしているため、2件となる。）
・令和5年度 もんじゅ燃料交換設備等定期設備点検 取扱説明書 燃料交換装置（MF-511T-23143-04-R0版、W0版）

参考3 設備の改良に係る図書の確認結果 (1/2)

(設計上の問題があったもの)

様式-1

妥当性確認 (課長)	検証 (TL)	確認者

整理 No.	185
確認対象図書 ^{*1}	図書番号 MF-511T-23143-04 (W00)(D28-511T-HDNL(Z06)) 図書名称 設備改造連絡書 令和5年度もんじゅ燃料交換設備等定期設備点検 取扱説明書 燃料交換装置
確認日	2025 / 12 / 2
確認結果 ^{*2}	合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input checked="" type="checkbox"/>

※1 : 確認対象図書の写しはエビデンスとして添付すること。

※2 : 下記の確認内容Ⅱの「確認結果」に“否”がある場合は不合格と判断する。

No.	確認内容Ⅰ ^{*3}	確認結果
1-1	機能、性能の変更はあるか?	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/>
1-2	材質の変更はあるか?	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/>
1-3	形状、構造、強度変更、設備の追加又は改造はあるか?	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/>
1-4	設備間のインターフェースの変更はあるか?	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/>

※3 : もんじゅ設計管理要領 (MQAP730) 第3条 (3) の確認

上記の確認内容Ⅰの「確認結果」が全て“無”の場合には調査終了とし、以下の確認内容Ⅱには斜線を引く。

確認内容Ⅱの2-6項の確認は必須とし、その他の項目は確認が不要な場合は「確認結果」に斜線を引く。

No.	確認内容Ⅱ ^{*4}	確認結果
2-1	設計基本事項の詳細設計への継承	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-2	各種設計図書間の整合性	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-3	廃止措置計画認可申請書との整合性	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-4	定期事業者検査要領書との整合性	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-5	機器と建物間、受注者の異なる機器間、工事範囲と既設部分間の取合いの整合性	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-6	工事が既設施設に与える影響 (影響がない場合は“良”)	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-7	解析による設計評価手法の妥当性	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-8	システム設計	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-9	設備設計 (ハード・ソフト設計) の総合的評価	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-10	構造設計 (構造健全性評価)	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-11	耐震設計	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-12	設計方針の妥当性	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-13	適用すべき法令及び規格・基準類並びに指針類が正しく適用されていること。	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-14	安全性の評価	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-15	信頼性の評価	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-16	運転性及び保守性の評価	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>
2-17	保障措置及び核物質防護上の要求事項	良 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>

※4 : もんじゅ設計管理要領 (MQAP730) 別紙-2 6.1 (2) の確認

確認内容Ⅱの評価について

(設備変更概要)

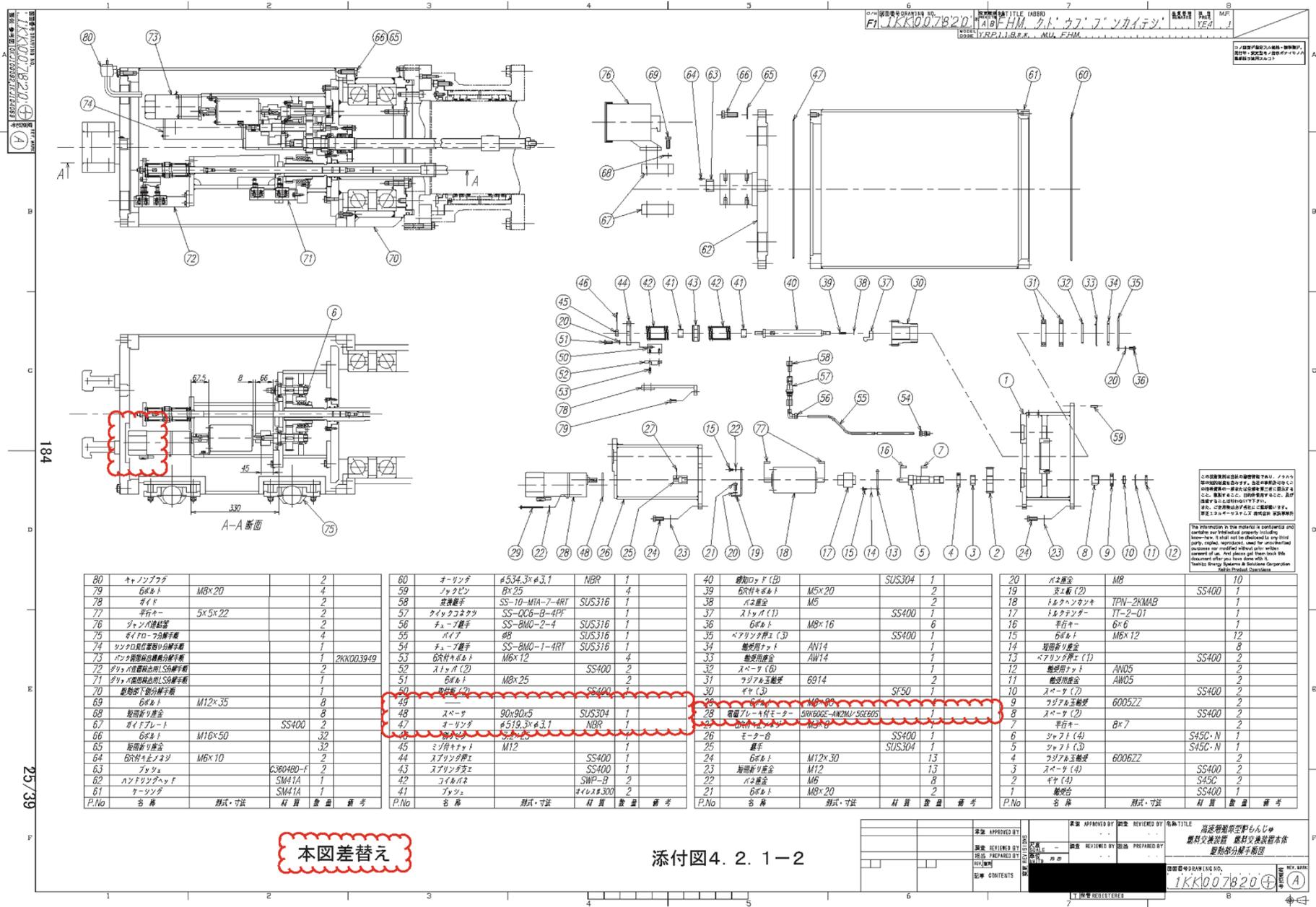
- 機能、性能の変更 : グリッパ開閉モータの出力上 40W→60W
- 材質の変更 : グリッパ開閉モータの台座にステンレス製スペーサーの追加
- 形状、構造、強度変更、設備の追加又は改造 : グリッパ開閉モータの形状 (サイズアップ)、ハンドリングヘッドのザグリ加工 (外形変更されたグリッパ開閉モータとの干渉回避)、グリッパ開閉モータにステンレススペーサーの追加

(評価結果: 不合格)

本設備改造で変更となる取扱説明書において、グリッパ開閉モータの仕様変更に伴いモータのサイズが大きくなり、ハンドリングヘッドをザグリ加工する。

しかし、ザグリ加工の範囲が狭く、燃料交換装置の駆動時にグリッパの開閉モータが干渉する。

No.	確認内容Ⅱ	評価内容
2-1	設計基本事項の詳細設計への継承	機器設計仕様書 (D36-511-01) にはモータ寸法、ザグリ加工の記載が無く、整合性に問題ないことを確認した。
2-2	各種設計図書間の整合性	●工認図面 工認図面 (第7-1-2図) にグリッパ駆動装置内部について寸法記載、ザグリ加工の記載が無く、整合性に問題ないことを確認した。 ●機器外形図 機器外形図 (M05-511-02,03-Z0) について、モータ寸法、ザグリ加工の記載が無く、整合性に問題ないことを確認した。
2-3	廃止措置計画認可申請書との整合性	廃止措置計画認可申請書に変更箇所に係る記載は無く、整合していることを確認した。
2-4	定期事業者検査要領書との整合性	定期事業者検査 (1-4-1) しゃへい体等取出機能確認試験において、今回改造範囲に関連する記載は無く、整合性に問題ないことを確認した。
2-5	機器と建物間、受注者の異なる機器間、工事範囲と既設部分間の取合いの整合性	改造範囲が機器内部に留まるため、工事範囲と既設部分間の取合いの整合性に問題ないことを確認した。
2-6	工事が既設施設に与える影響 (影響がない場合は“良”)	本設備改造に変更となる取扱説明書において、グリッパ開閉モータの仕様変更に伴いハンドリングヘッドをザグリ加工している。燃料交換装置駆動部内には回転するが、ハンドリングヘッドを含む駆動部ハウジングは回転しない。このため取扱説明書記載のザグリ加工では加工の範囲が狭く、稼働時に干渉する。
2-13	適用すべき法令及び規格・基準類並びに指針類が正しく適用されていること。	今回変更範囲について新たに適用すべき法令及び規格・基準類並びに指針類は無い。
2-14	安全性の評価	改造範囲は安全性に影響を与えない
2-15	信頼性の評価	改造範囲は信頼性に影響を与えない。
2-16	運転性及び保守性の評価	改造範囲は運転性に影響を与えない。 保守性については取廃慶説明書の内容が拡充され向上している。



本図差替え

添付図4. 2. 1-2

APPROVED BY: [Signature] DATE: [Date]

REVIEWED BY: [Signature] DATE: [Date]

PREPARED BY: [Signature] DATE: [Date]

CONTENTS: [Blank]

REGISTERED NO. 1KK007820

➤ **監査日** : 2026年1月29日・30日

➤ **監査内容** : 設計・開発体制と力量の確認

➤ **監査結果**

① 問題点

- 設計変更管理の不備により、モーター容量増加時の干渉確認が未実施となった。
- 設備改造等の追加業務において体制の構築ができず、役割分担・レビュー・ルール確認が不十分だった。

② 再発防止対策

- 設計変更管理の教育、トラブル時の設計変更管理を制度化、知見の蓄積・維持教育を実施する。
- 第三者による検証体制を整備し、設計判断・復旧方針・変更管理の各段階で牽制を強化する。

 **問題点に対し、再発防止対策を実施していることを確認した。**

➤ **今回の監査を通じて、追加で確認した事項**

① 他プラントへの展開

今回の再発防止対策にて規定するルールは、もんじゅ以外のJAEA拠点（常陽炉、HTTR等）にも適用し、類似事象の防止を目指す。

② 今後の作業体制

継続的な維持管理が必要な設備（例：ナトリウム安定化処理装置）には、適切な要員配置を行い廃止措置への影響を防止する。

③ 教訓の共有

今回の事例から得られた知見を体系化し、トラブル時の行動指針をガイドラインとして制定する。また、定期的な教育で技術伝承を図る。

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	2031	2032 ~	2047
主な実施事項	燃料体取出し			
		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				

廃止措置計画（第2段階）工程

現時点において、当初予定していた2026年度の完了時期から1年程度の遅延を見込んでいるが、第2段階の工程には影響しない見通し。

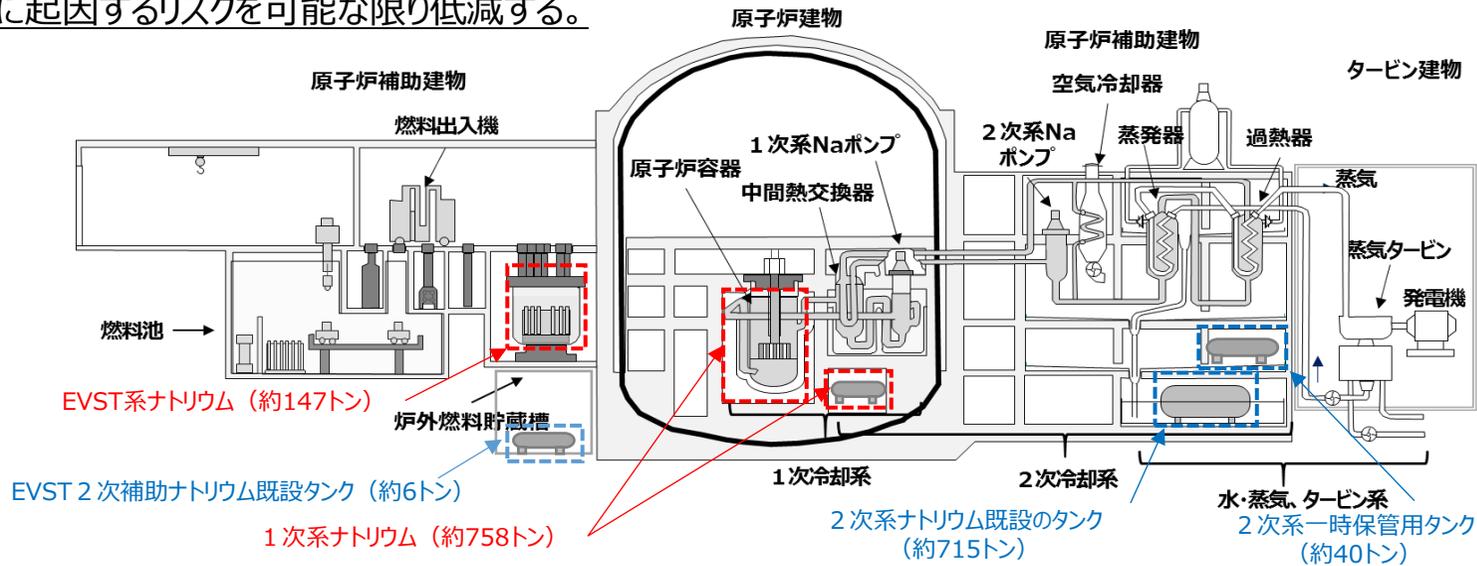
年 度			第2段階 解体準備期間								
			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
第2段階における主な作業等	ナトリウム機器の解体準備	①しゃへい体等取出し作業	[Green Bar]				[Hatched Bar]				
		②ナトリウムの搬出						[Green Bar]			
		③2次メンテナンス冷却系の解体撤去						[Green Bar]			
	④水・蒸気系等発電設備の解体撤去						[Green Bar]				
	⑤汚染の分布に関する評価						[Green Bar]				

しゃへい体等取出し作業の再開時期は、2026年度の第1四半期となる見込み。

本年3月27日に発生した「はなし」操作不可事象の影響による半年程度の遅延

11月3日に発生した爪開閉モータ破損事象の影響による更なる半年程度の遅延

- 2028年度に非放射性バルクナトリウムの所外搬出を開始し、2031年度に全てのバルクナトリウムの所外搬出作業を完了させ、ナトリウム保有に伴うリスクを低減する（廃止措置計画認可申請書記載事項）
- バルクナトリウム搬出工程に整合する範囲で、バルクナトリウム以外についても回収及び搬出を図り、第3段階での施設内のナトリウムに起因するリスクを可能な限り低減する。



「もんじゅ」におけるナトリウム (現時点における試算値)		第1段階終了時の保有量(トン)			第2段階の搬出対象ナトリウム
		バルクナトリウム※2	バルクナトリウム 以外のナトリウム	合計	
非放射性 ナトリウム	2次系	728	27	755	・バルクナトリウム ・回収ナトリウム※3(2次系既設タンク)
	EVST2補系	6	0	6	・設備解体技術基盤整備に利用する分を残し、放射性バルクナトリウムとして搬出
放射性 ナトリウム	原子炉容器、1次系	727	31	758	・バルクナトリウム
	EVST1補系	127	19※4	147	・回収ナトリウム※3(燃料移送ポット)
ナトリウム総計		1,588	77	1,665※1	—

※1 四捨五入しているため、内訳の合計と一致しない ※2 通常の移送操作により系統設備からの拔出しが可能なナトリウム

※3 バルクナトリウム以外のナトリウムのうち、第2段階において回収及び搬出を図るナトリウム

※4 このうち燃料移送ポットに残る約17トンについてはEVST内への回収を図り、バルクナトリウムとして拔出・搬出する。

<工事用設備（既設設備）の健全性確認作業>

- ◆ 現在、健全性確認の計画書策定に向け、健全性確認の内容検討を実施している。主要設備に対し、実施する健全性確認のイメージは以下のとおり。

主要設備		健全性確認
静的設備	ナトリウムタンク ナトリウム配管・Arガス配管 等	外観確認（保温材外表面 ^{【*】} からの確認）
動的設備	送風機 ナトリウム弁・Arガス弁 等	外観確認、作動確認
電気・計装	電磁ポンプ 漏えい検出器 予熱設備（ヒータ・熱電対・盤） 等	外観確認、特性試験（絶縁抵抗確認、導通確認 等）

【*】：定期事業者検査において、ナトリウム設備の外観検査は保温材外表面から確認している。工事用設備の健全性確認においても同様の方法を踏襲する。

定期事業者検査では、以下の理由から保温材の外表面から外観検査を実施している。

- ナトリウム静的設備は、これまでの管理状況（内面はアルゴンガスなどの不活性ガスの環境下）、設置環境等から経年的影響はごく僅か。
- ナトリウム静的設備は、保温材が施工されており、外的要因による著しい保温材の損傷がない限り、設備の構造健全性は担保される。

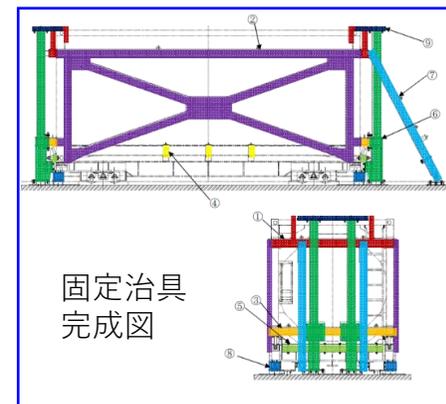
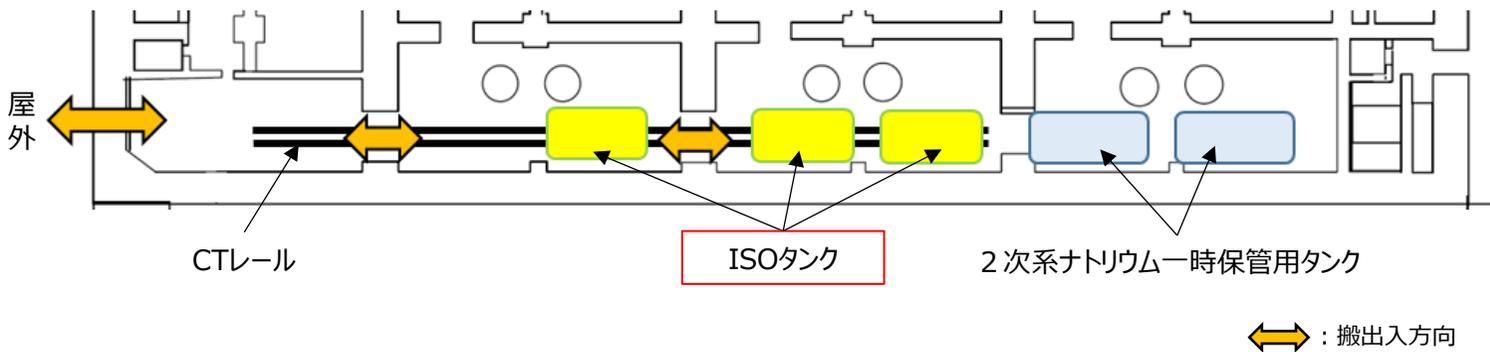
<非放射性バルクナトリウム抽出・搬出作業に向けたモックアップ試験> (1/2)

バルクナトリウムを抽出する原子炉補助建屋のスペースは1度に3基のISOタンクを設置することしかできないため、Naの抽出期間中に約100基(非放射性+放射性+回収)のタンクを搬出入作業(配管接続・取外し作業)を行う。

このため、全体作業の工数の中で、ISOタンクの固定治具取付け・取外し作業や配管接続・取外し作業が大半を占める。これら作業のモックアップ試験を実施し工程の精緻化に活用する。

試験は工場にて、現場での作業環境を模擬し行う。

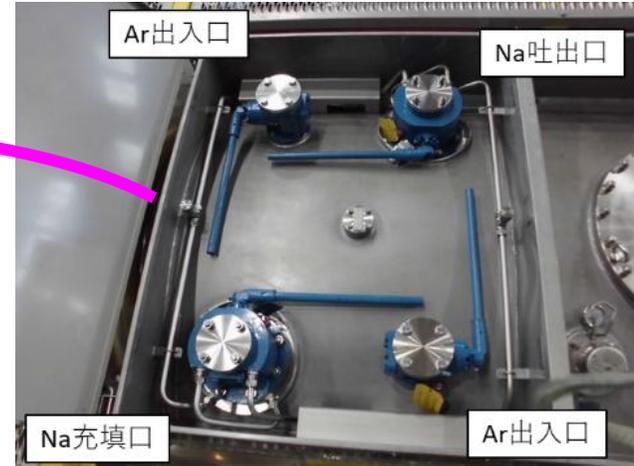
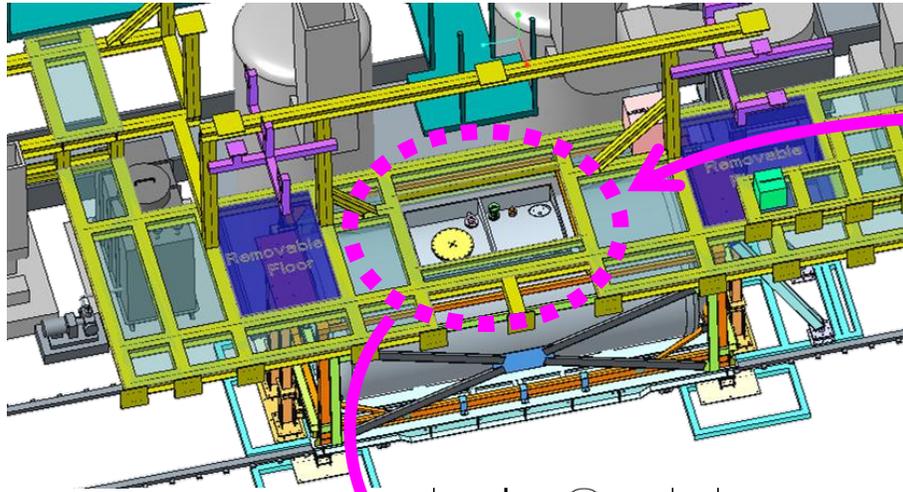
(1) ISOタンクの固定治具取付け・取外し作業や配管接続・取外し作業



レール移動は省略

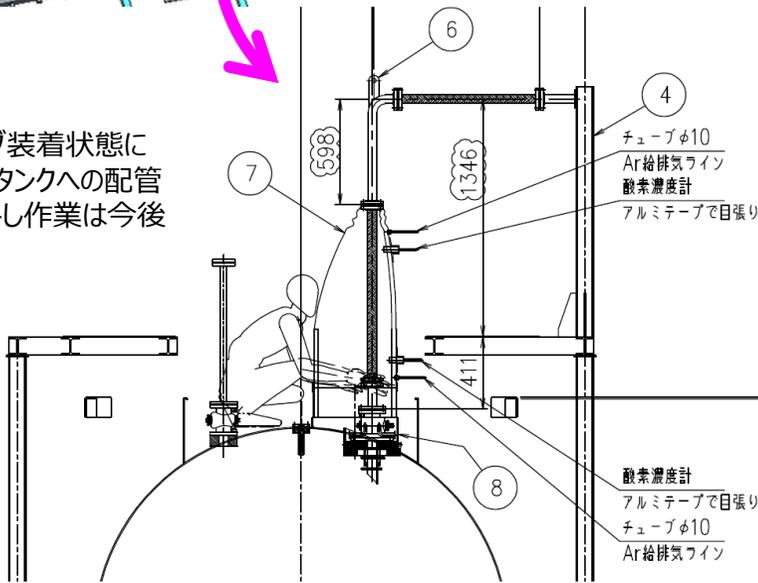
<非放射性バルクナトリウム抽出・搬出作業に向けたモックアップ試験> (2/2)

(2) 配管接続・取外し作業

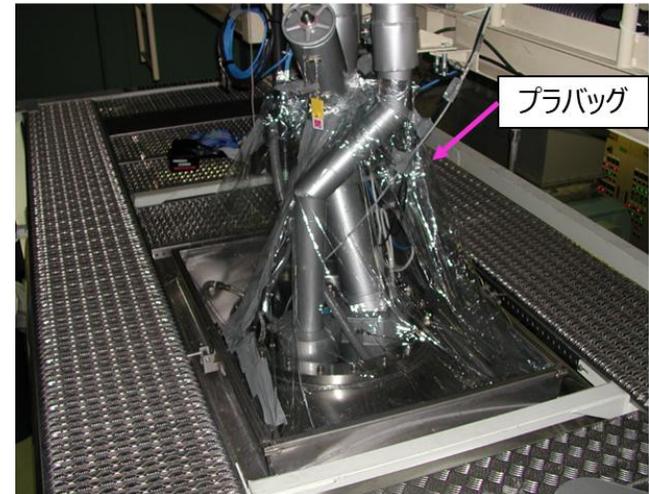
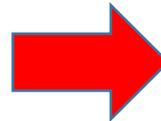


ISOタンク側の配管取合い口

※プラバグ装着状態におけるISOタンクへの配管接続・取外し作業は今後実施予定



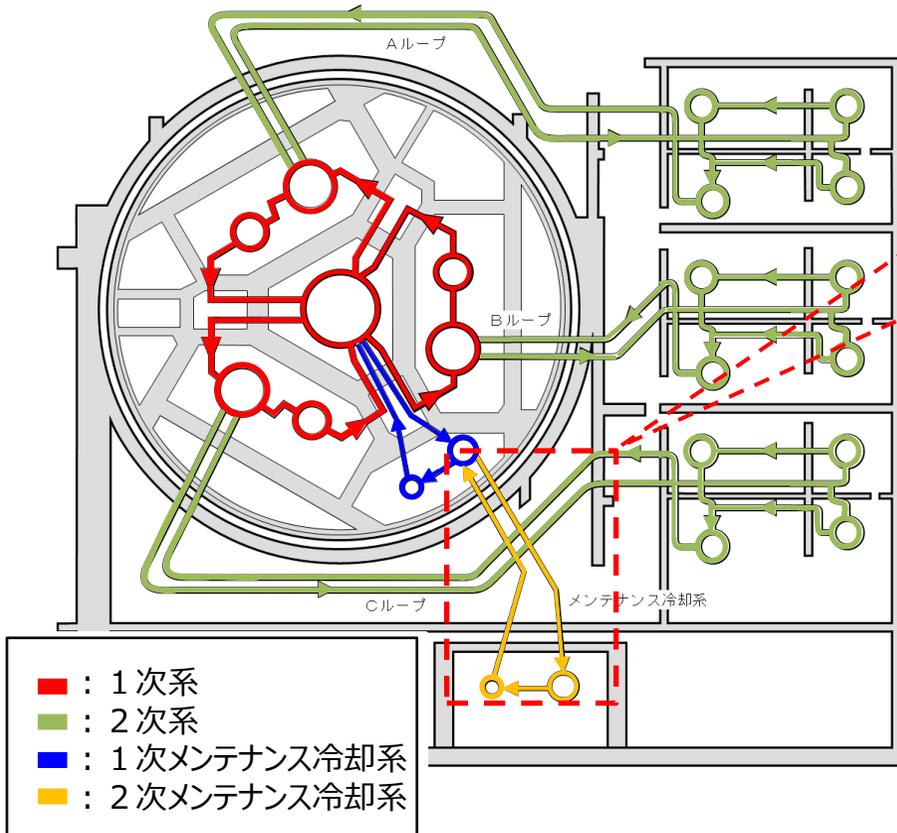
作業イメージ



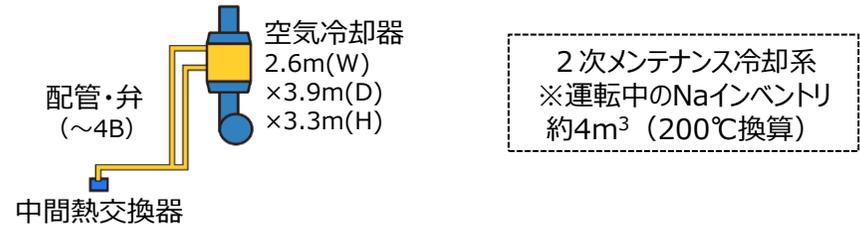
プラバグ施工のイメージ 漏えい対策工事時のプラバグ

- ◆ メンテナンス冷却系は、プラントのメンテナンス時に、1次系・2次系に代わり炉心内で発生した熱を除去するための設備。
- ◆ メンテナンス冷却系は1次系と2次系に分かれており、炉心内で発生した熱は1次メンテナンス冷却系の中間熱交換器を介して2次メンテナンス冷却系に伝えられ、2次メンテナンス冷却系の空気冷却器により大気中に放散される。
- ◆ 廃止措置移行後、運用を終了し系統内のナトリウムは抜き取った状態である。

＜メンテナンス冷却系の概要図＞

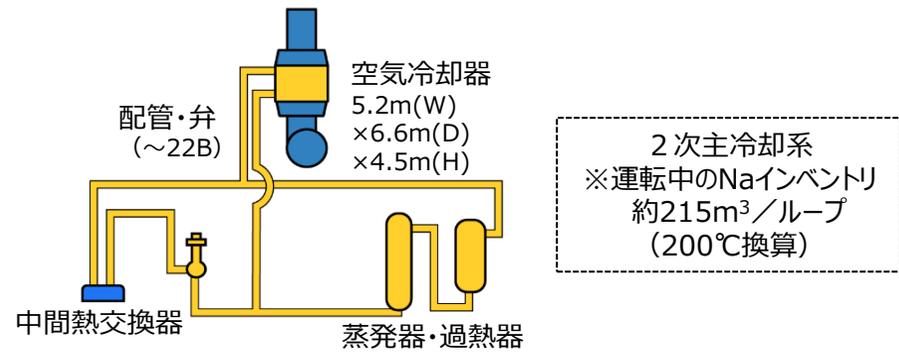


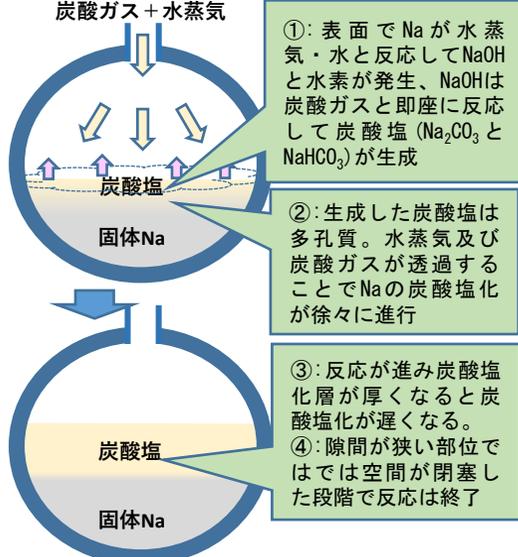
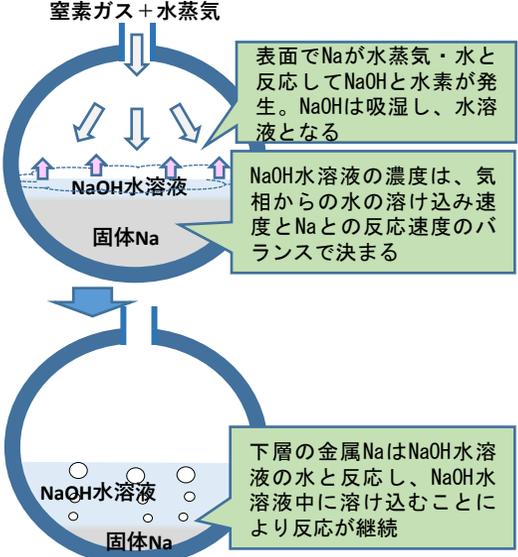
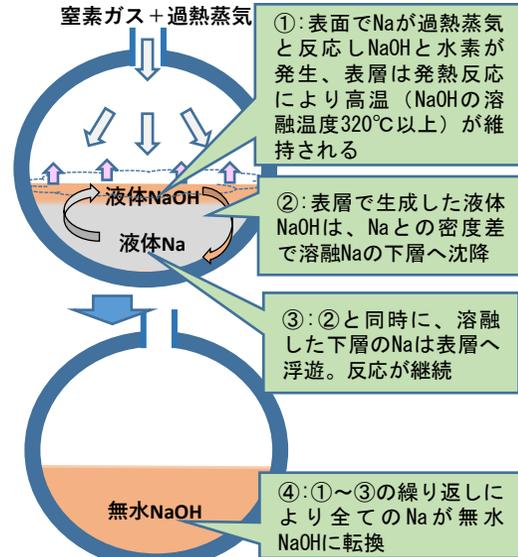
＜2次メンテナンス冷却系の概略断面図＞



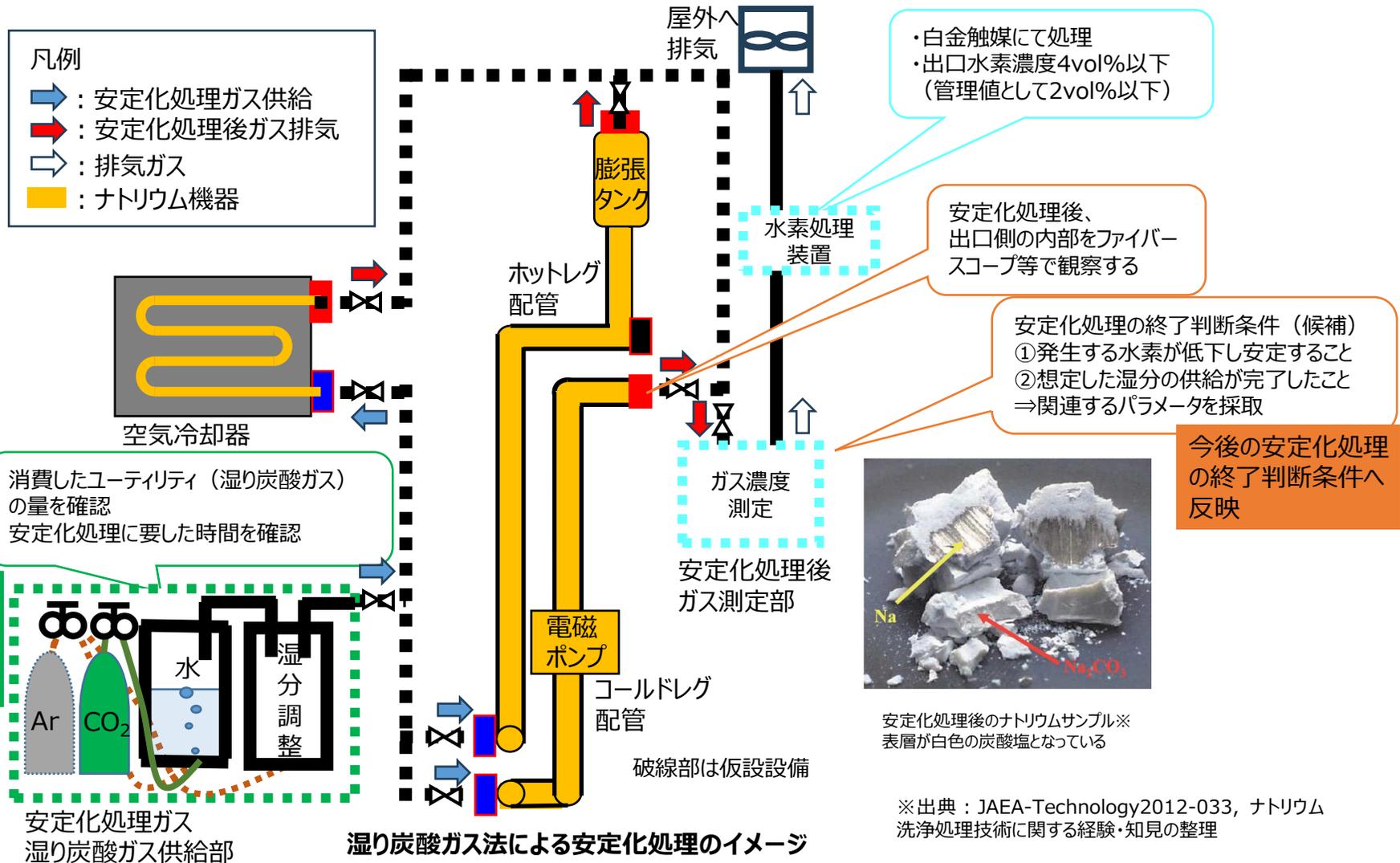
2次主冷却系に
解体知見を反映

＜参考：2次主冷却系の概略断面図＞



処理方式	湿り炭酸ガス法（炭酸塩化法）	湿り窒素ガス法（WVN法）	過熱蒸気法（SHS法）
処理概要	少量の水蒸気を含む炭酸ガス（または炭酸ガスと不活性ガスとの混合ガス）を注入することで、表層に炭酸塩（固体）を生成し、解体中のNaの燃焼を抑制する。	少量の水蒸気を含む窒素ガスを注入することで、表層から水酸化ナトリウム（水溶液または固体）に転換し、解体中のNaの燃焼を抑制する。（燃料処理等で実施している蒸気洗浄と同等）	過熱蒸気を含む窒素ガスを注入することで、水酸化物（液体）を生成しつつ、Na（液体）と対流させることで、Naを水酸化ナトリウムに転換し、解体中のNaの燃焼を抑制する。
処理の化学式	(1) : $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + (1/2) \text{H}_2$ (2) : $2\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (3) : $\text{NaOH} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{NaHCO}_3$	$\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + (1/2) \text{H}_2$	$\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + (1/2) \text{H}_2$
長所	<ul style="list-style-type: none"> • 比較的穏やかに反応が進み、急激な反応は起こりにくい。 • 基本的にNaOH水溶液は残らない。 	<ul style="list-style-type: none"> • 厚い残留ナトリウムに対して炭酸化よりも効率的に処理可能。 	<ul style="list-style-type: none"> • 厚い残留ナトリウムに対しても効率的に処理可能。 • 処理速度が速い。
短所	<ul style="list-style-type: none"> • 生成物の体積が増加する。 • 生成物の厚さ増加に伴い反応速度が低下する。 • 厚い残留Naの処理に対しては非効率。 • 処理速度が遅い。 • H₂が発生する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 表層の水溶液とNaの急激な反応が起こることがある。 • 処理速度は湿り炭酸化法と同等かそれ以上であるが、SHS法よりも遅い。 • NaOH水溶液の管理が必要。 • H₂が発生する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 温度制御が不十分であるとNaOHが表層で固化し、反応が停止、その後、水溶液が溜まる可能性がある • 加熱が必要。 • NaOH蒸気の管理が必要 処理速度に比例してH₂が発生する。
処理イメージ	 <p>炭酸ガス + 水蒸気</p> <p>①: 表面でNaが水蒸気・水と反応してNaOHと水素が発生、NaOHは炭酸ガスと即座に反応して炭酸塩 (Na₂CO₃ と NaHCO₃) が生成</p> <p>炭酸塩</p> <p>固体Na</p> <p>②: 生成した炭酸塩は多孔質。水蒸気及び炭酸ガスが透過することでNaの炭酸塩化が徐々に進行</p> <p>③: 反応が進み炭酸塩化層が厚くなると炭酸塩化が遅くなる。</p> <p>④: 隙間が狭い部位では空間が閉塞した段階で反応は終了</p> <p>炭酸塩</p> <p>固体Na</p>	 <p>窒素ガス + 水蒸気</p> <p>表面でNaが水蒸気・水と反応してNaOHと水素が発生。NaOHは吸湿し、水溶液となる</p> <p>NaOH水溶液</p> <p>固体Na</p> <p>NaOH水溶液の濃度は、気相からの水の溶け込み速度とNaとの反応速度のバランスで決まる</p> <p>③: ②と同時に、溶融した下層のNaは表層へ浮遊。反応が継続</p> <p>下層の金属NaはNaOH水溶液の水と反応し、NaOH水溶液中に溶け込むことにより反応が継続</p> <p>NaOH水溶液</p> <p>固体Na</p> <p>④: ①～③の繰り返しにより全てのNaが無水NaOHに転換</p> <p>無水NaOH</p>	 <p>窒素ガス + 過熱蒸気</p> <p>①: 表面でNaが過熱蒸気と反応しNaOHと水素が発生、表層は発熱反応により高温 (NaOHの熔融温度320℃以上) が維持される</p> <p>液体NaOH</p> <p>液体Na</p> <p>②: 表層で生成した液体NaOHは、Naとの密度差で熔融Naの下層へ沈降</p> <p>③: ②と同時に、溶融した下層のNaは表層へ浮遊。反応が継続</p> <p>④: ①～③の繰り返しにより全てのNaが無水NaOHに転換</p> <p>無水NaOH</p>

- ◆ 安定化処理中に供給したガスの流量、湿分供給量及び排気ガス中の水素発生量を適宜測定することで、処理中の水素濃度が安全な濃度で維持されている（装置出口で4%以下）ことを確認するとともに、想定した水分やガス量が妥当であったかを確認する。
- ◆ 安定化処理の終了判断条件となり得る複数のパラメータや状態を確認し、今後の安定化処理における終了判断条件に資する。

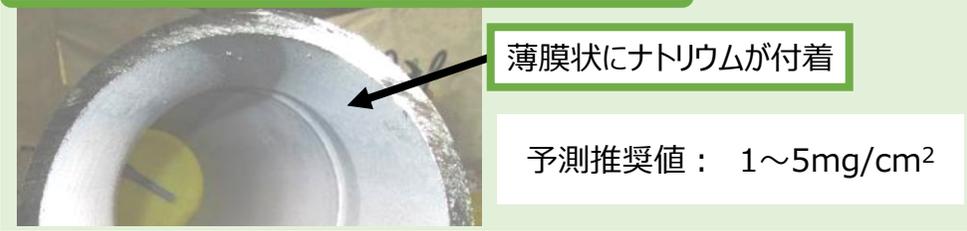


- ◆ 配管に付着しているナトリウム量を測定することで、机上で評価した付着ナトリウム量と比較し、評価方法の妥当性を確認する。
- ◆ もんじゅ全体の付着ナトリウムの予測評価に資する。

大洗研究所の設備の解体洗浄実績を基にした単位面積当たりの付着残留ナトリウム量の予測推奨値*が示されている

- ・ナトリウム接液部： 1~5mg/cm²、
- ・カバーガス部： 14mg/cm²

(大洗) 接液部 (運転液位) の付着ナトリウム

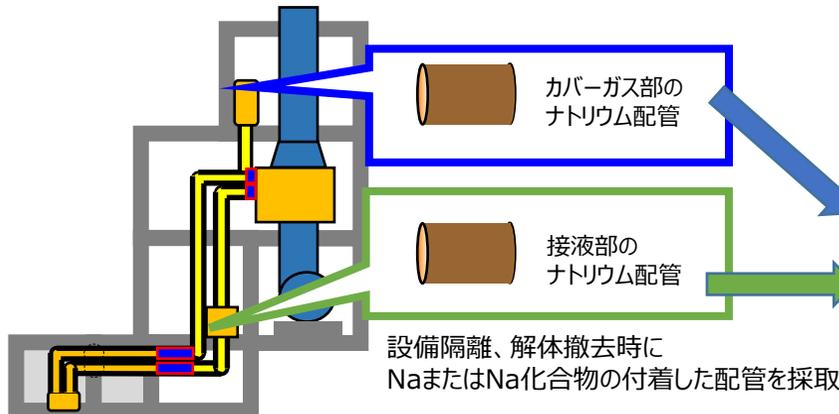


(大洗) カバーガス部の付着ナトリウム



もんじゅのナトリウム設備の付着残留ナトリウム量は、上記の推奨値の値を採用

- ・ナトリウム接液部： 5mg/cm²
 - ・カバーガス部： 14mg/cm²
- もんじゅで採用した単位面積当たりの評価値



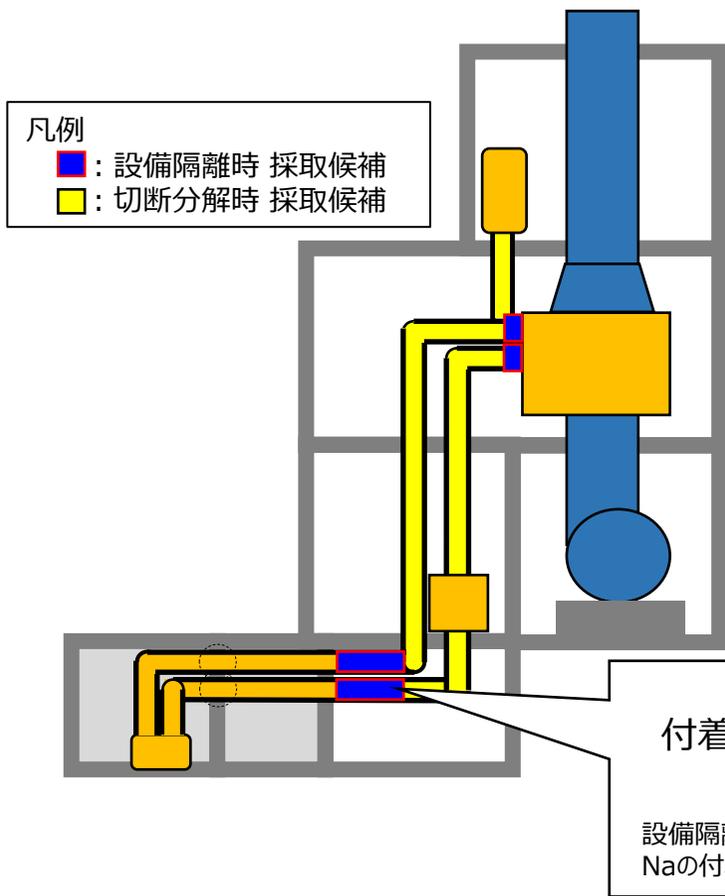
もんじゅで採用した単位面積当たりの評価値



実機 (解体物) の 単位面積当たりの付着ナトリウム付着量 (実測値)

もんじゅにおける 付着ナトリウム量の 予測に反映

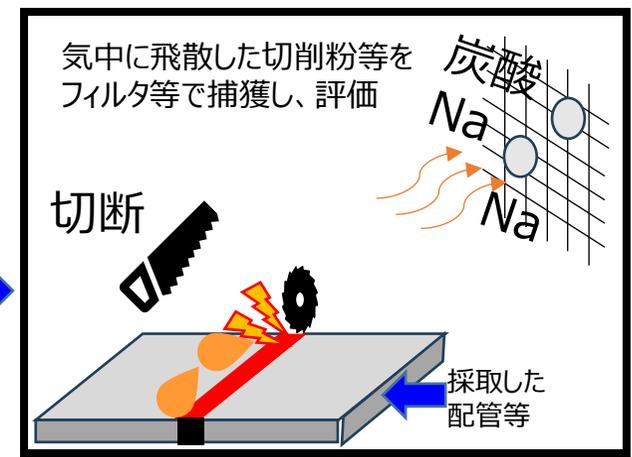
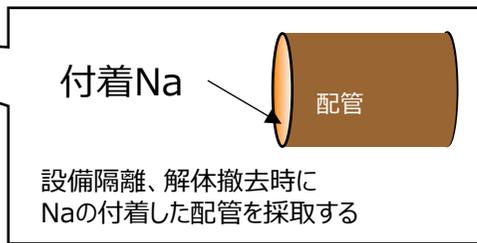
- ◆ 2次メンテナンス冷却系の解体時に発生する、残留ナトリウムの付着したナトリウム配管を用いて、1次系の解体で想定される放射性ナトリウムの飛散による被ばくの評価に資するデータを採取する。
- ◆ 機器材料についての飛散率についてはデータが存在する（ステンレス鋼の気中機械的切断において飛散率0.02%※）ものの、もんじゅ特有のナトリウムについてはデータが存在しないため、これを取得することが目的である。



<実施概要>

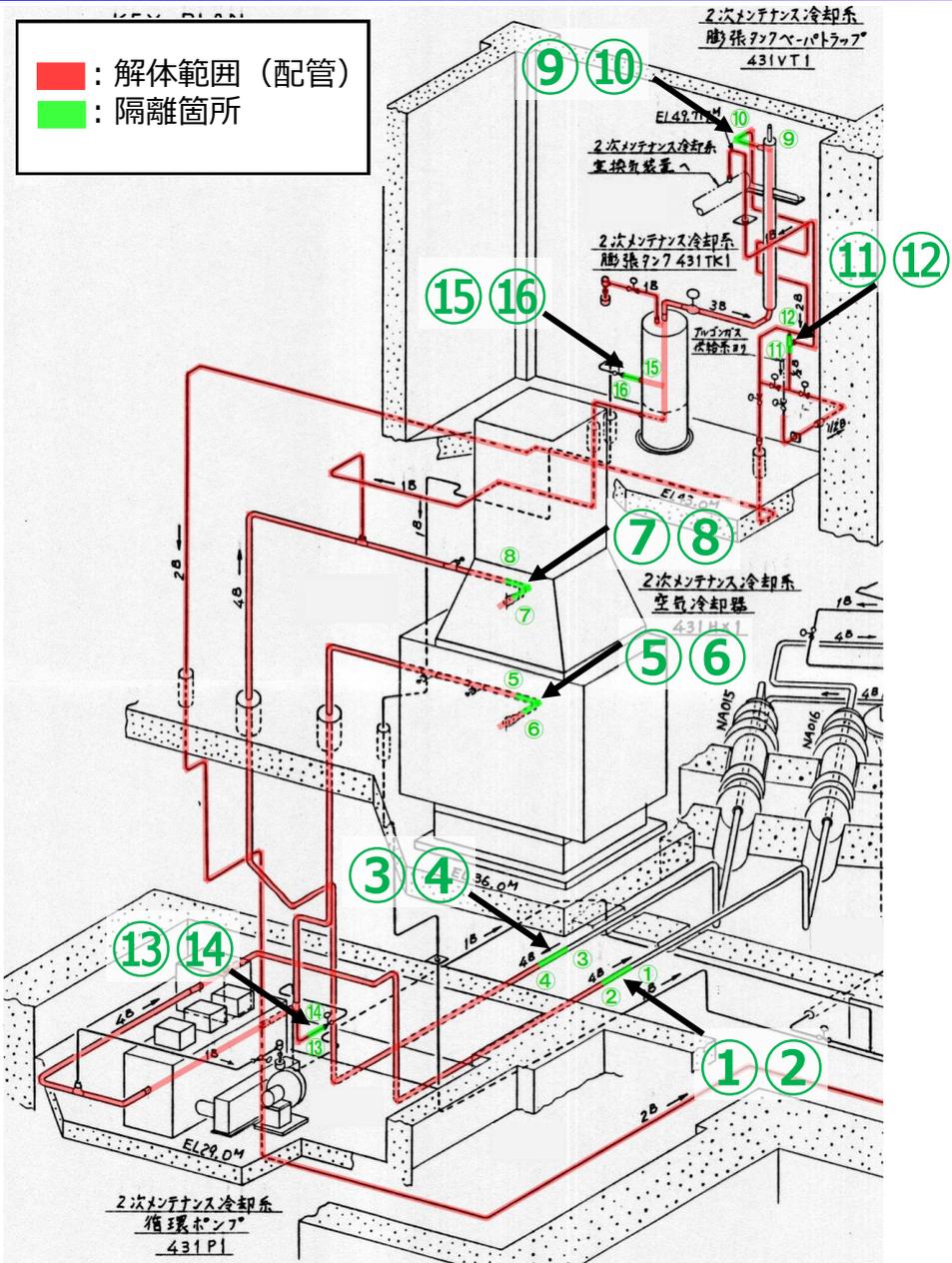
- ① 2次メンテナンス冷却系の解体物から試料を採取
- ② 採取した試料の残留ナトリウム量を測定
- ③ 採取した試料のナトリウム飛散量を測定

⇒ 1次系等のナトリウム機器解体工法の検討に資する情報源



2次メンテナンス冷却系概略断面図

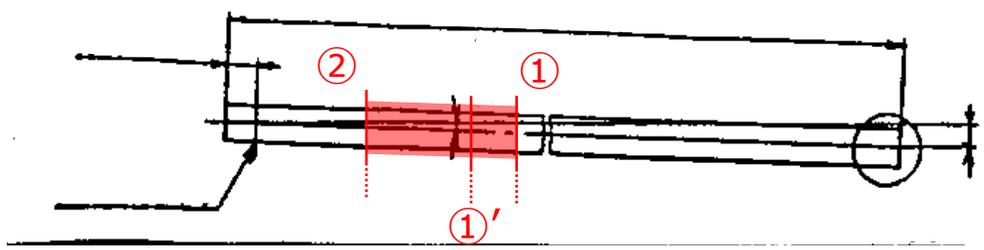
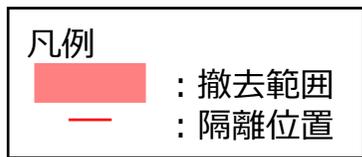
※出典：AESJ-SC-A010, 日本原子力学会標準 発電用原子炉施設の廃止措置計画における安全評価基準：2022



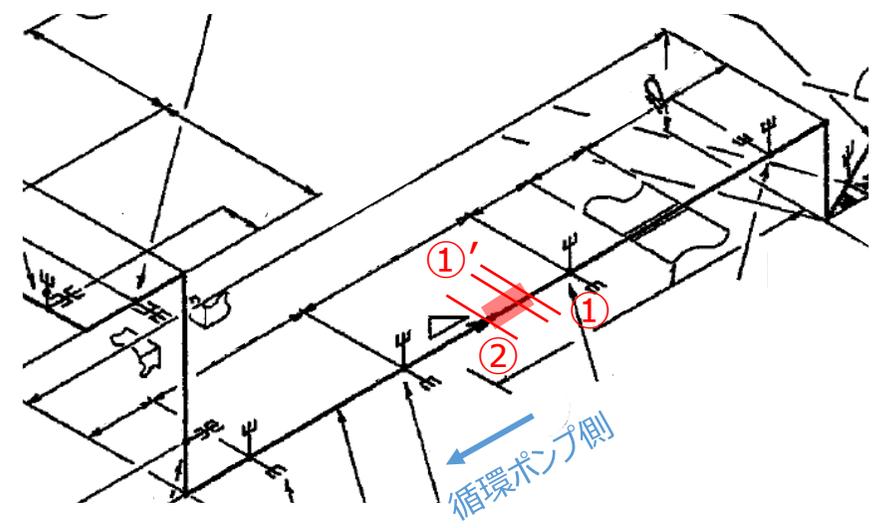
No.	箇所
①～②	コールドレグ
③～④	ホットレグ
⑤～⑥	ACS※出口
⑦～⑧	ACS※入口
⑨～⑩	VT※出口
⑪～⑫	アルゴンガス配管
⑬～⑭	循環ポンプ ～V3（弁）
⑮～⑯	膨張タンク ～V2（弁）

非Na配管のため
写真なし

※
ACS：空気冷却器
VT：ベーパートラップ



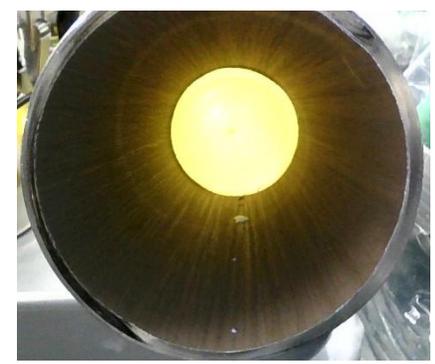
(4B Sch20s 外径φ114.3mm 厚さ4.0mm)



隔離位置②から見た
系統側配管



隔離位置①'から見た
隔離配管（循環ポンプ側）



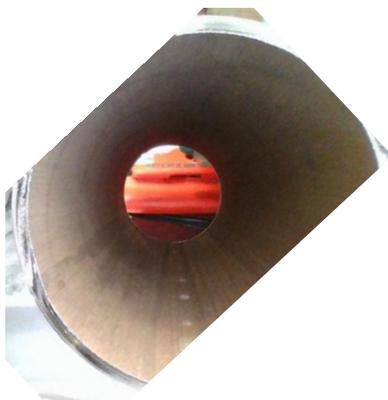
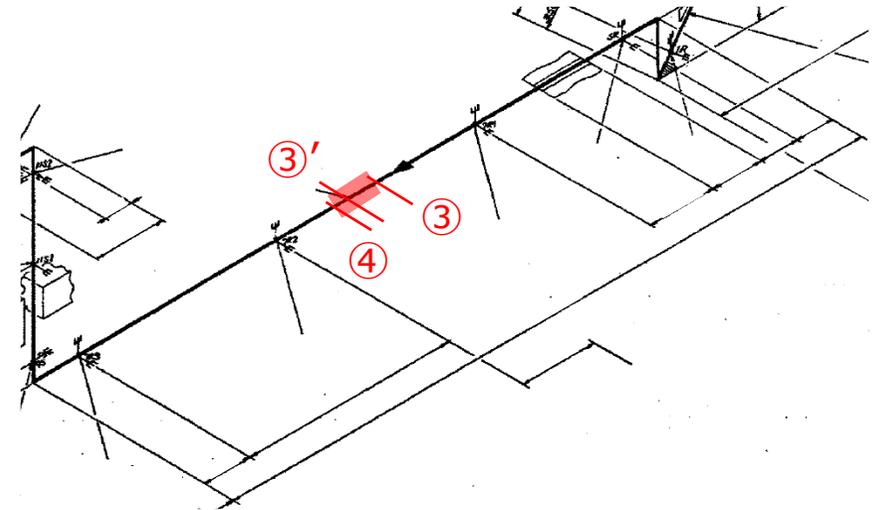
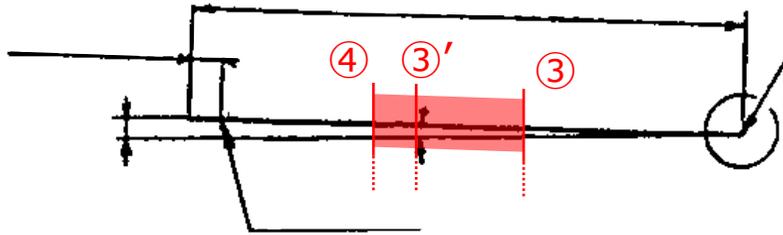
隔離位置①から見た
隔離配管



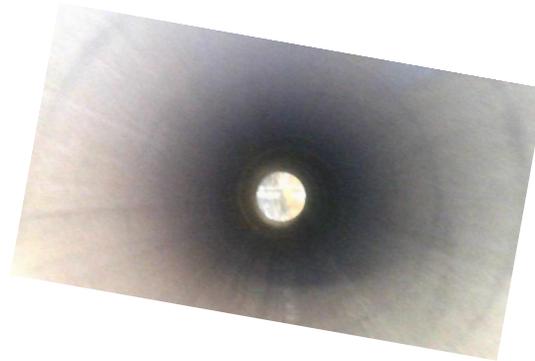
隔離位置①から見た
系統側配管



(4B Sch20s 外径φ114.3mm 厚さ4.0mm)



隔離位置④から見た
隔離配管



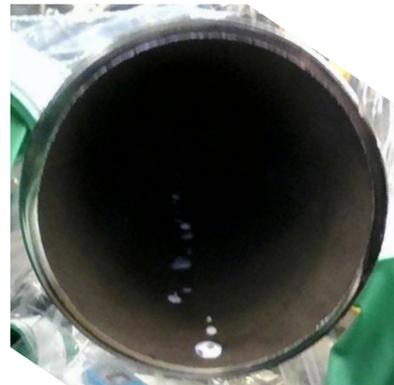
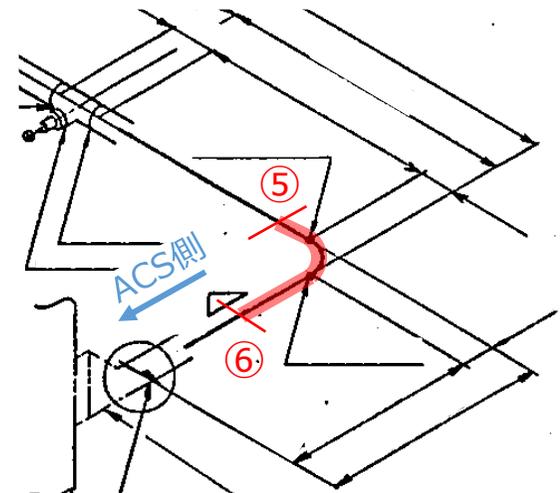
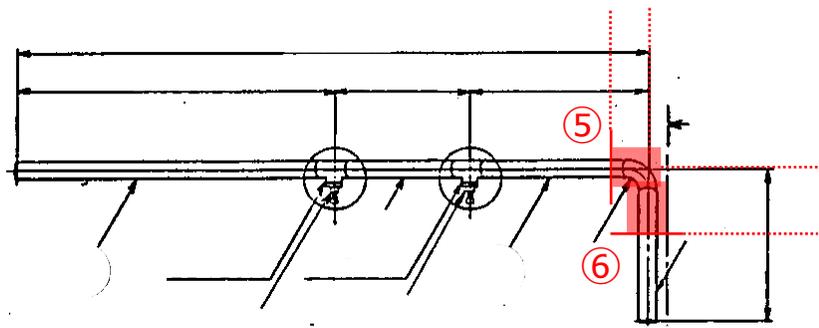
隔離位置③から見た
隔離配管



隔離位置③から見た
系統側配管

凡例
 : 撤去範囲
 : 隔離位置

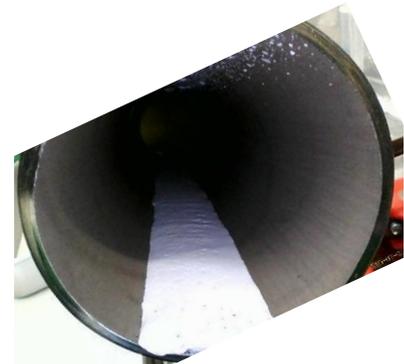
(4B Sch20s 外径φ114.3mm 厚さ4.0mm)



隔離位置⑤から見た
系統側配管



隔離位置⑤から見た
隔離配管



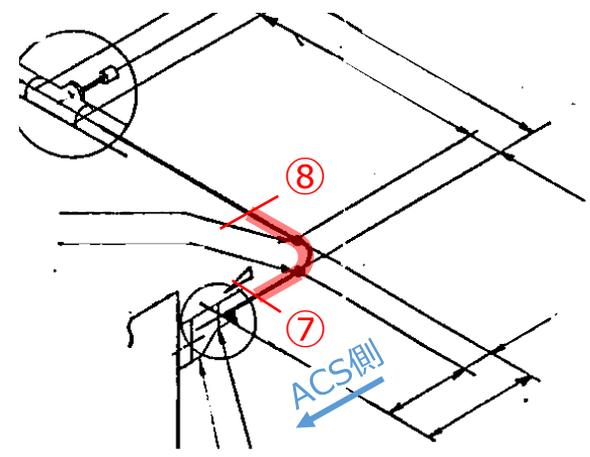
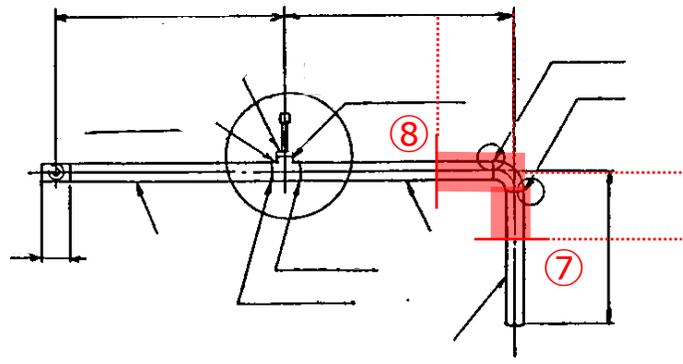
隔離位置⑥から見た
隔離配管



隔離位置⑥から見た
系統側（ACS側）配管

凡例
 : 撤去範囲
 : 隔離位置

(4B Sch20s 外径φ114.3mm 厚さ4.0mm)



隔離位置⑧から見た
系統側配管



隔離位置⑧から見た
隔離配管



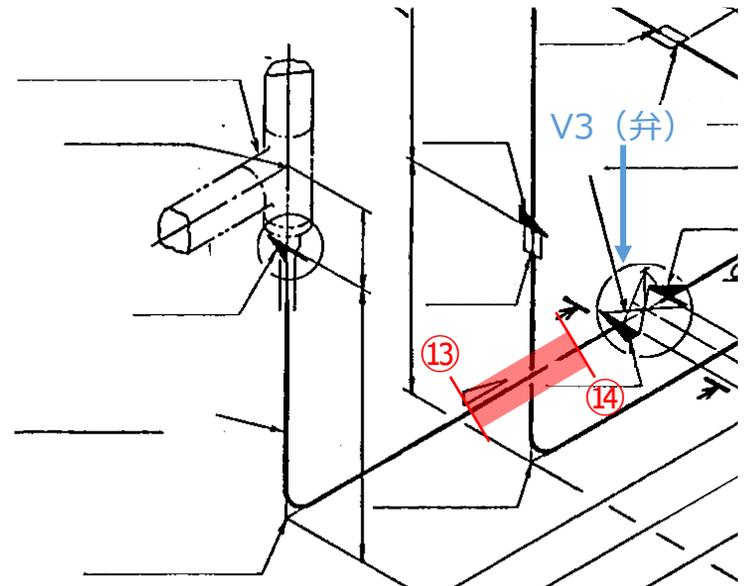
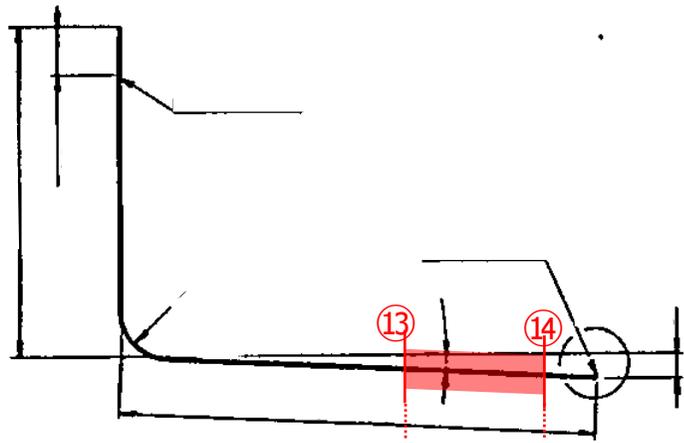
隔離位置⑦から見た
隔離配管



隔離位置⑦から見た
系統側（ACS側）配管

凡例
 : 撤去範囲
 : 隔離位置

（1B Sch40 外径φ34.0mm 厚さ3.4mm）

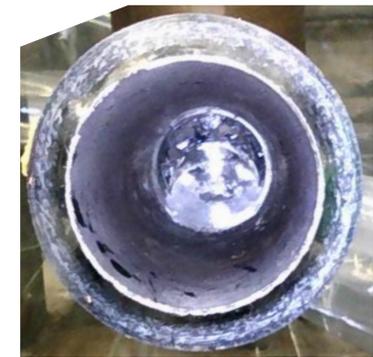
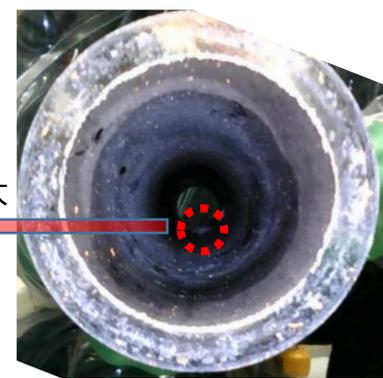


隔離位置⑬から見た
系統側配管



隔離位置⑭から見た
隔離配管

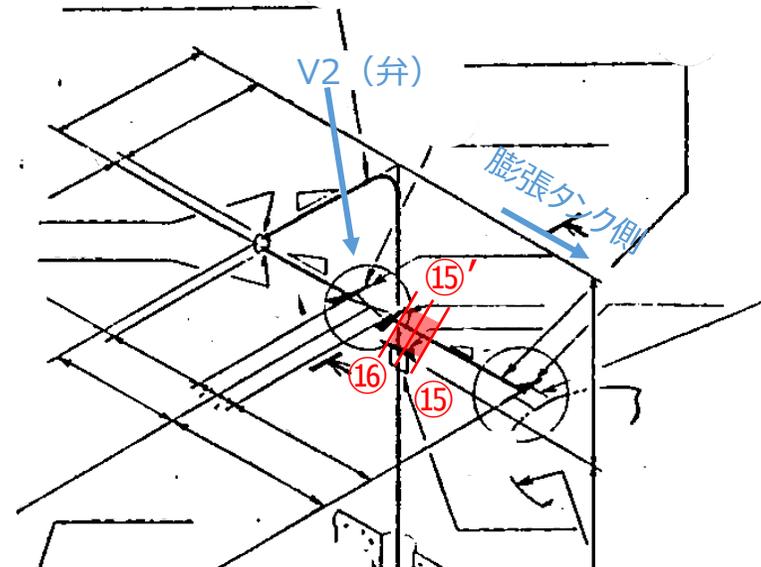
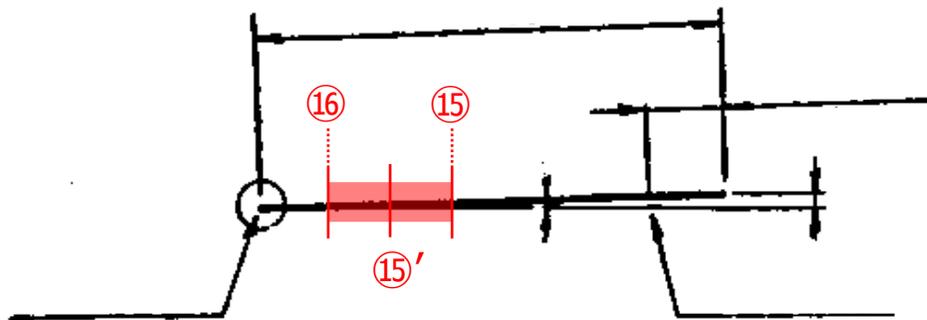
拡大



隔離位置⑭から見た
V3（弁）側配管



(1B Sch40 外径φ34.0mm 厚さ3.4mm)



隔離位置⑯から見た
V2 (弁) 側配管



隔離位置⑯から見た
隔離配管



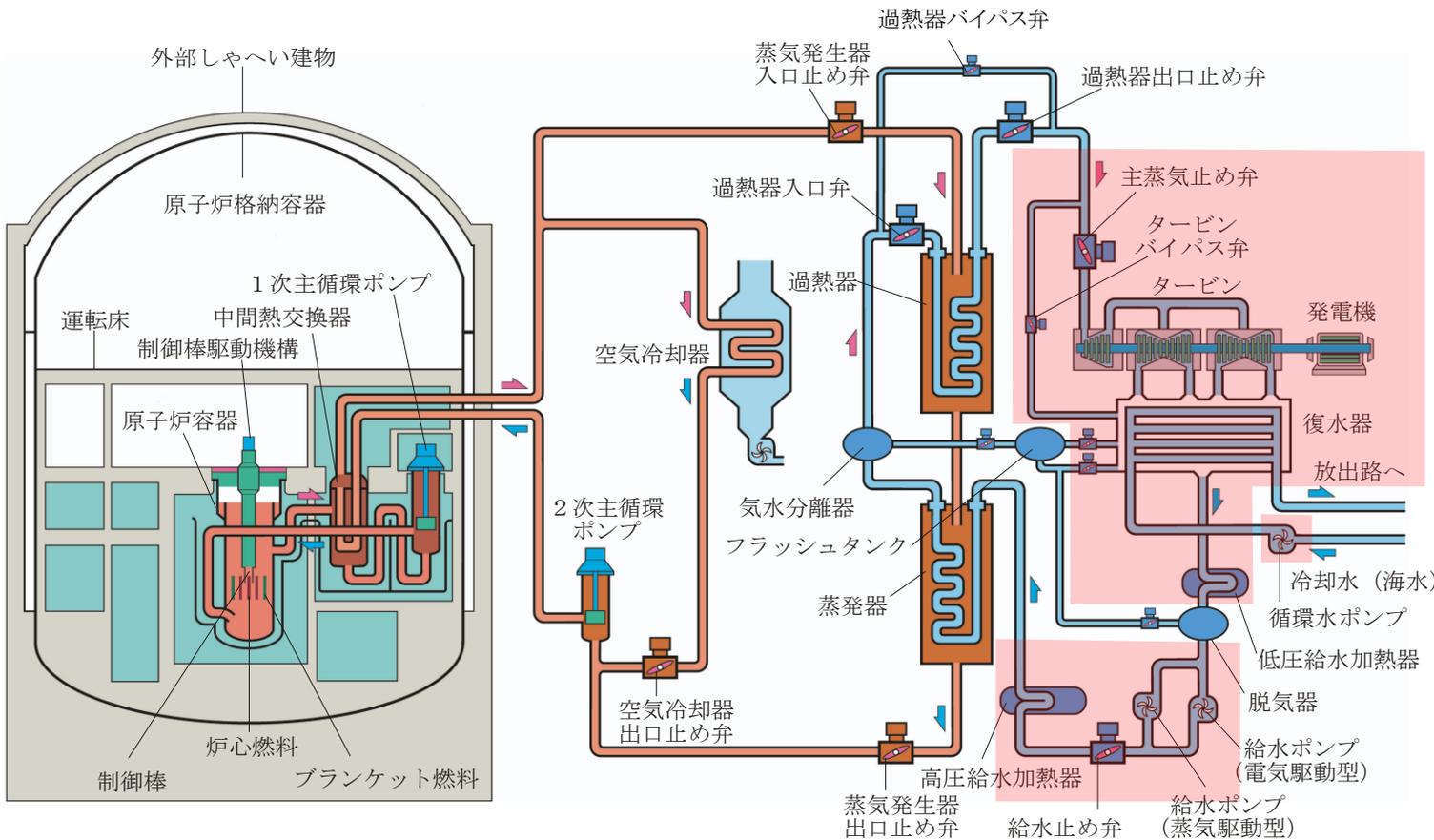
隔離位置⑮'から見た
隔離配管（膨張タンク側）



隔離位置⑮から見た
系統側配管

◆ 水・蒸気系等発電設備の解体撤去（タービン建物3階以下に設置されている機器）

■ : 解体撤去範囲



主要機器の解体撤去作業状況 完了、作業中、未着手

主要機器
蒸気タービン
発電機
復水器
復水ポンプ (含ブースターポンプ)
循環水ポンプ
空気抽出器
グランド蒸気復水器
復水脱塩装置
高圧/低圧給水加熱器
脱気器循環ポンプ
主給水ポンプ (含駆動用タービン、ブースターポンプ)
起動用給水ポンプ (含ブースターポンプ)
補給水ポンプ
冷却水冷却器/ポンプ
海水ブースターポンプ
油タンク (高圧油ユニット等)
配管、弁、サポート類

【「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合現地調査の実施結果について】

※ 「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合（第19回）
（2025年2月18日開催）

前回会合でのご意見	回答
<p>○これまでの原子力の安全と廃止措置作業の安全は視点が異なることを押さえておく必要がある。例えば、これまでの原子力の安全においては、主にハード対策でリスクを小さくしてきたが、廃止措置作業においては、その多くが、人が絡む非定常状態での作業となることから、リスク分析をして関係者全員で理解したとしても、忘れや慣れから時間経過に伴いリスクの分散が大きくなる。このことから、廃止措置作業においては、計画を策定した後、いつ見直す可能性が出てくるのか、その場合はどうするのかといったリスク分析作業を継続する必要がある。</p>	<p>○廃止措置段階の作業においては、常に現場の状況が変化することを認識しながら、その状況に応じて適切に対応することが求められると考えています。計画段階では、これまでの作業実績による現場の状況変化、得られた知見を後段の作業計画へ随時柔軟に反映することができるようなプロジェクト管理を目指してまいります。その上で、実施段階では、刻一刻と変化する現場状況に応じて臨機応変に適時適切な対応が可能となるよう、受注者との体制構築に努めてまいります。</p>

【「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合現地調査の実施結果について】

前回会合でのご意見	回答
<p>○通常の工事現場では、次々に作業があるため早いピッチで作業が進み、現場に緊張感があることから何か不具合が起きた場合は臨機応変に検討してすぐに改善していくことができる。逆に、原因分析等に時間をかけると、時間が経っているため、作業を再開した後、何か起きた場合に臨機応変に対応できないことがある。このことから、机上の分析に加え、速やかに関係者全員が現場で具体的に考えることができるよう、適切に検討、対応いただきたい。</p>	<p>○廃止措置段階の作業においては、刻一刻と変化する現場状況に応じて臨機応変に適時適切な対応が可能となるような作業環境を実現していくことが重要であると考えています。そのため、現場責任者、作業員、原子力機構担当者を含む関係者全員が、小さな不具合でも検出、共有、改善することが可能となるよう、ヒヤリハット報告や共有の徹底、有効な改善策をタイムリーに実施する体制を構築してまいります。また、その基盤として、机上検討に加え、現場を踏まえた具体的な検討など、受注者との対話を重ねることにより、相互理解に努めてまいります。</p>

【「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合現地調査の実施結果について】

前回会合でのご意見	回答
<p>○2次メンテナンス冷却系は、系統内に残るナトリウムが配管や機器表面に薄く付着する程度で非常に少ないとのことだが、必ずしも想定通りの状態にあるとは限らない。解体撤去に際しては、特に切断箇所がポイントになるので、思い込みを払拭し、総合的に検討しながら、慎重に確認、対応いただきたい。</p>	<p>○ナトリウム機器の解体に際しては、系統内に残るナトリウムが少ない箇所を選択するなど、機器図面等を用いた事前のナトリウム残留予測に基づいて切断箇所を計画することとしています。その際、想定通りではない状況であることも考慮し、その際の必要な安全対策（工法の選定、防護具の着用、火災対策等）を予め検討、講じた上で、慎重に作業に臨んでまいります。また、解体作業を通じて判明した実際のナトリウム残留状況については、目視、写真、定量分析等と、事前予測との比較評価を行うとともに、後段の解体作業に向けたナトリウム残留予測や安全対策に反映してまいります。なお、これまで実施した作業の中で確認した配管内部の状況からは、その構造から想定していなかった局所的なナトリウム滞留が確認されており、想定通りの状態にあるとは限らない知見を取得しているところです。引き続き、今後のナトリウム機器の安全な解体に向けて、これらの知見も踏まえながら、必要な安全対策を講じてまいります。</p>

【「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合現地調査の実施結果について】

前回会合でのご意見	回答
<p>○2次メンテナンス冷却系の解体作業を請け負い実施する全ての作業員に対して、その作業目的や、ナトリウム取扱い上の注意点等が伝わっているかの確認、必要な能力を有する作業員を配置すること、従事する作業員の力量向上も含めて対応いただきたい。</p>	<p>○2次メンテナンス冷却系の解体作業に際しては、作業要領書の読み合わせ等の機会を通じて、作業目的やナトリウムの取扱い上の注意点等が関係者に徹底されるよう努めているところです。作業要領書では、作業内容に応じて必要となる資格を明確化するとともに、その資格を有する作業員を配置することとしています。ナトリウムの取扱い作業に従事する者の力量については、従事者認定制度により、所定の講習を受講することを要求しています。今後、二次冷却系設備の解体撤去では、ナトリウム設備の解体撤去作業が本格化していくことから、このことを見据えながら、当該講習の充実化等も検討してまいります。</p>

【「もんじゅ」廃止措置第2段階の実施状況について】

前回会合でのご意見	回答
<p>○水・蒸気系等発電設備の解体撤去を安全かつ着実に進める上では、それに伴って発生する解体廃棄物も適切に取り扱う必要がある。解体廃棄物の保管、所外への搬出、将来のクリアランス測定を含め、引き続き適切に検討、対応いただきたい。</p>	<p>○現在実施中の水・蒸気系等発電設備の解体撤去物については、汚染のないことを確認するとともに、一時保管場所の確保等が工程上のボトルネックとならないよう、発生都度、適切に所外搬出・処分することが可能な体制を構築しています。今後発生する管理区域内の解体撤去物の取扱いについては、解体（原位置）→移動→細断→ナトリウム洗浄といった物流の流れの方針を検討中ですが、引き続き、将来のクリアランス測定を含め、適切に検討、対応してまいります。</p>

【「もんじゅ」廃止措置第2段階の実施状況について】

前回会合でのご意見	回答
<p>○過去の廃炉に係るシミュレーションから推定すると、放射線リスクの高い装置を優先的に除去しようとする動線の確保が難しくなる。一方で、できることから着手してしまうと、多くの計画が複雑に絡み合っ、最後に困難な状況に陥ってしまうことがあるため、様々な可能性を事前に検討できるかが計画に大きな影響を与える可能性がある。</p>	<p>○「もんじゅ」の廃止措置における基本的な戦略としては、小規模・非放射性の設備から解体撤去を進めることとしており、知見を蓄積しながら、段階的に大規模・放射性の設備の解体撤去を進めていくこととしています。廃止措置の検討において、多くの要素が複雑に絡み合っていることは既に認識しているところですが、これらの状況を事前に検討する上では、廃止措置計画全体を常に見据えながら、計画的にプロジェクト管理を行い、実施することができるように努めてまいります。</p>

【「もんじゅ」廃止措置第2段階の実施状況について】

前回会合でのご意見	回答
<p>○廃止措置を進めていく中では、未知の作業が発生する可能性もある。何が起こるか分からないことを前提に、テストをして未知の作業に潜むリスクを事前に確認するというプロセスは、廃止措置の計画を作成する上でも廃止措置の技術や知見を積み上げていく上でも重要となることから、このことも踏まえながら適切に対応いただきたい。</p>	<p>○廃止措置に際しては、「もんじゅ」において蓄積した知見以外の新たな工法を採用する可能性も有り得ると考えています。その場合、「もんじゅ」への適用に際しては、各工法の技術的到達度を事前に見極めた上で、段階を踏みながら適切に対応してまいります。</p>

【「もんじゅ」廃止措置第2段階の実施状況について】

前回会合でのご意見	回答
<p>○「もんじゅ」の廃止措置を進める上では、廃止措置で先行する仏国等の知見も参考になると考えるが、先行事例を「もんじゅ」へどのように反映しているのかについても示していただきたい。</p>	<p>○「もんじゅ」の廃止措置を進める上では、主にナトリウム取扱いに関する検討において、国内外の知見を参考としています。</p> <p>○一例として、2次メンテナンス冷却系への安定化工法（炭酸塩化法）の適用については、国内外の適用事例（原理、適用箇所、特徴）を調査した上で、選定しています。設計に当たっては、適用実績や知見を有する国内メーカーに委託して実施しています。2次メンテナンス冷却系への適用は、「もんじゅ」で本格的に適用するための技術実証・確認と位置付けており、作業後には評価を行った上で、次の段階の大規模設備（二次冷却設備）への適用にステップアップしていくこととしています。国内での適用実績が少ない工法を「もんじゅ」で適用する際は、基礎試験等による知見の獲得など、段階を踏みながら適切に対応してまいります。</p>