

「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合 現地調査の実施結果

2026年2月26日

文部科学省

「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合 現地調査の概要

➤ 目的

「もんじゅ」の廃止措置について、2025年度より新たに開始した2次メンテナンス冷却系の解体撤去のほか、現在実施中のしゃへい体等取出し作業に関する対応等について、第19回会合（2025年2月18日開催）における御意見等も踏まえ、これらの実施状況等を現地にて確認することにより、今後の本会合における評価や助言等に資するものとする。



➤ 場所

高速増殖原型炉もんじゅ

➤ 日時

2025年9月25日（水） 12：35～16：00

➤ 調査実施者

「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合

佐藤座長、井上委員、岩永委員、野口委員、樋口委員、村上委員、山口委員

事務局（文部科学省研究開発局原子力課）

二村もんじゅ・ふげん廃止措置対策監

横井原子力研究開発調査官、勝田係員、中村行政調査員

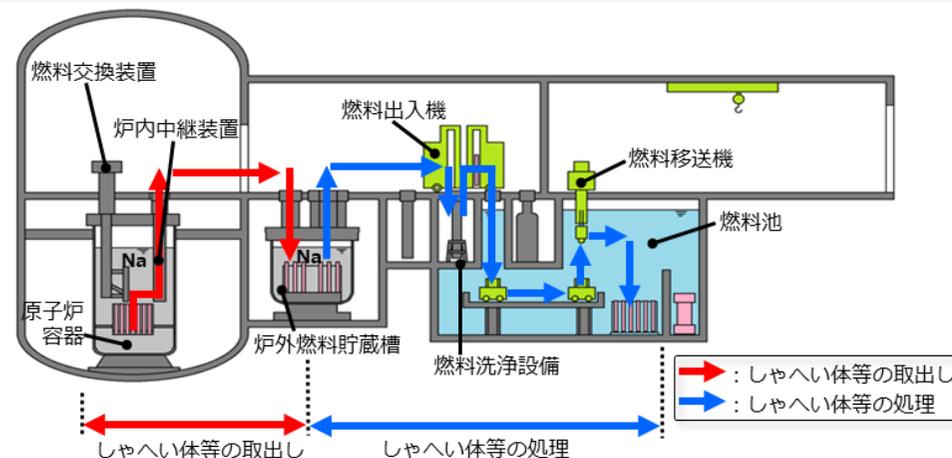
➤ 調査内容

- （1）しゃへい体等取出し作業（燃料交換装置の動作不具合）に関する対応状況の確認
- （2）2次メンテナンス冷却系の解体撤去に関する実施状況の確認
- （3）その他

(1) しゃへい体等取出し作業（燃料交換装置の動作不具合）に関する対応状況の確認

概要

- 原子力機構では、将来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燃料交換設備、燃料体取出し手順等を使用し、原子炉内等に残るしゃへい体等（計599体）を燃料池に移送予定。
- 2025年3月27日、しゃへい体等取出し作業の準備段階における燃料交換装置の作動試験として、原子炉内にあるしゃへい体の掴み・離し操作を実施したところ、離すことができなくなる事象を確認。その後、機器の分解点検、発生要因の特定、再発防止策の検討など、今後の作業再開に向けた対応を原子力機構にて実施中。



確認内容

- 燃料交換装置の動作不具合に関する発生要因の特定や再発防止策の実施状況、2025年11月のしゃへい体等取出し作業再開に向けた原子力機構の対応状況を聴取、確認。

委員からの主な御意見

- 今回の事象が発生した根本原因は、機器の構造・動作において重要となる要件を検査、確認していなかったことであると考え。水平展開を行う上では、本質を見失わないように確認いただきたい。
- 燃料交換装置の爪開閉ロッドガイドが摺動抵抗によりたわんだとのことだが、その状態に至るまでには相当の負荷が掛かっていたものと考えられる。今後のしゃへい体等取出し作業に当たっては、その兆候を事前に察知することができるよう、十分に気を付けながら確認、対応いただきたい。
- 燃料交換装置の動作不具合とその対応に関しては、今後の高速炉実証炉開発を行っていく上でも重要な知見となる。このことから、得られた知見等を原子力機構内で展開するとともに、技術継承に向けた取組を進めていただきたい。

(2) 2次メンテナンス冷却系の解体撤去に関する実施状況の確認

➤ 概要

原子力機構では、廃止措置第3段階から実施予定のナトリウム機器の解体撤去に先立ち、比較的小規模で機器内部に残るナトリウムが少ないと想定される非放射性的の「2次メンテナンス冷却系」の解体撤去を第2段階期間中（2025年度～2027年度）に実施予定。



➤ 確認内容

- 2025年度内の計画として、予熱・保温設備の解体（2025年4月～5月）、解体範囲の隔離作業（2025年6月～9月）の実施状況、2025年度内に実施予定のナトリウム安定化处理（安定化处理装置の設置を含む）に向けた原子力機構の対応状況を聴取、確認。

➤ 委員からの主な御意見

- 2次メンテナンス冷却系の解体撤去時における隔離作業では、プラバッグが使用されているが、プラバッグ内の湿度管理の必要性、ナトリウムが滴下した際の発熱の挙動などの確認も重要と考えられる。今後のナトリウム機器の本格解体に向けては、管理状態下での事前の実験や確認をしっかりと行っていただきたい。
- ナトリウム機器の解体に際しては、粒状のナトリウムが配管等の切断面から飛散する可能性があることも想定した上で、過去に発生した「常陽」メンテナンス建屋における火災事故の事例や教訓も踏まえて、安全対策に十分留意しながら対応いただきたい。
- ナトリウム機器の解体で使用した工具の洗浄に際しては、その時にナトリウムが飛散する可能性があることも想定した上で、適切な防護具の選定、着用など、作業員の安全対策に十分留意しながら対応いただきたい。作業時の服装に関しては、耐熱素材を用いた防護具に関する調査も行っていただきたい。
- ナトリウム機器の解体に伴って発生する安定化处理後のナトリウムは、廃棄物として取り扱うこととなるが、その形態等についても検討いただきたい。

(3) その他

➤ 委員からの主な御意見（総括）

- 水・蒸気系等発電設備や2次メンテナンス冷却系の解体撤去作業、2次系ナトリウムの搬出に向けた準備作業など、現場作業が本格化していく中では、作業環境と人的管理をしっかりと行っていただきたい。現在、2次メンテナンス冷却系の解体撤去を先行的に実施することとし、その解体範囲の隔離作業ではプラバッグが使用されているが、廃止措置第3段階における1次系のナトリウム機器への適用に際し、2次系での前例と改善点を踏まえながら確認、検討いただきたい。
- 燃料交換装置の不具合に対しては、その発生に至る経緯と、引き起こした原因を分析するなどの再発防止対策をしっかりと講じていただきたい。今後もナトリウム環境中での取扱いは継続することから、不具合の兆候を事前に察知することができるよう、十分に気を付けながら対応いただきたい。また、ナトリウム機器の解体撤去に際しては、配管や系統内にナトリウムが付着していることを前提とし、注意力をもって対応いただきたい。
- 「もんじゅ」の廃止措置は、高速増殖炉として初となることや、ナトリウムを取り扱う特徴があることも踏まえ、新しい技術システムとして体系化していく使命を負っていると考えられる。これまでの作業で多くの知見等が得られていると思うが、個々の知見等を体系的に整理していくことにより、大きな成果に繋げていただきたい。また、作業環境について、平常時は気付き点がない状況であっても、緊急時の際には支障が出る可能性もあるため、場面を考えながら対応可能な範囲で工夫していくことも検討いただきたい。長期に渡る廃止措置において、どのように緊張感を保ちながら取り組んでいくのかについても大きな課題となることから、本会合委員からの意見も踏まえつつ、優先順位を考えて対応いただきたい。
- 前回の現地調査（2024年11月6日）以降、現場は整然と整理され、現場で掲示されていた危険予知活動用ボード（KYボード）の内容も適切であったと感じた。引き続き、これらの取組を継続することで事故・トラブルの減少に努めていただきたい。また、ナトリウム安定化処理装置の製作、使用に際しては、事前の実験や確認を徹底的に行うなど、現場作業の安全性向上に繋がるように取り組んでいただきたい。

(3) その他

▶ 委員からの主な御意見（総括）

- 「もんじゅ」の廃止措置では、原子力工学のみならず、他の専門分野の知見も多く必要とされる場所、原子力機構では必要な対応が行われていると認識したところ。引き続き、他分野の知見や経験等も積極的に取り入れながら、廃止措置作業を効果的に進めていただきたい。
- 「もんじゅ」の廃止措置では、安価で効率的に進めていただきたいが、その際のコストをどのように評価するのかについても重要となる。今後、新たに廃止措置を行う場合は、そのコストを見積もる必要があることから、「もんじゅ」での実績を積み上げつつ、予測できない点があることも考慮しながら、作業、人工、費用を分析いただきたい。また、廃止措置を効率的に進めていくためには、現場での作業性も重要となることから、そのための工夫や取組についても継続いただきたい。
- 前回の現地調査（2024年11月6日）以降、廃止措置の進捗に伴って、設置機器が減少し、現場も整理されてきたと感じたところ。現在、2次メンテナンス冷却系の解体撤去を先行的に実施することとしているが、廃止措置第3段階における1次系のナトリウム機器解体に向け、その際に想定する工法を事前に試すなど、机上検討のみならず、実際に確認しながら確実に進めていただきたい。



「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合 委員名簿

2026年2月26日現在

- | | |
|---------|--|
| 井上 正 | 一般財団法人電力中央研究所 名誉シニアアドバイザー |
| 岩永 幹夫 | 元 福井工業大学工学部原子力技術応用工学科 教授 |
| ◎ 佐藤 順一 | 公益社団法人日本工学会 顧問 |
| 野口 和彦 | 国立大学法人横浜国立大学
IMS次世代工学システムの安全科学研究ユニット 客員教授
NPOリスク共生社会推進センター 理事長 |
| 樋口 治雄 | 元 日曹エンジニアリング株式会社 代表取締役 |
| 村上 朋子 | 一般財団法人日本エネルギー経済研究所
電力ユニット 上級スペシャリスト |
| 山口 彰 | 原子力発電環境整備機構 理事長 |

◎座長

計7名（敬称略、五十音順）

「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合

現地調査

日本原子力研究開発機構 説明資料

参考1 「もんじゅ」廃止措置第2段階の進捗状況

参考2 「2次メンテナンス冷却系の解体撤去」

「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合 現場視察説明資料

「もんじゅ」廃止措置第2段階の進捗状況

2025年 9月 25日

日本原子力研究開発機構 (JAEA)

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）の主な内容※ ※：2024年10月11日付け（2025年2月20日付け一部補正）廃止措置計画変更認可申請、2025年3月18日付け認可

- ・ナトリウムの搬出を2028年度から2031年度に行うこととし、2031年度を第2段階（解体準備期間）の完了時期に設定。
 - ・ナトリウム機器の解体準備として「しゃへい体等取出し作業」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。
 - ・水・蒸気系等発電設備の解体撤去は、2023年度より実施中。
- なお、放射性ナトリウム搬出の具体的な作業内容や水・蒸気系等発電設備の2027年度からの解体設備は、引き続き検討し、着手までに改めて認可申請を行う予定。

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	■								
		②ナトリウムの搬出					■				
		③2次メンテナンス冷却系の解体撤去			■						
	④水・蒸気系等発電設備の解体撤去	■				■					
	⑤汚染の分布に関する評価	■									

作業内容の検討を引き続き行い、次回以降の廃止措置計画変更認可申請で具体化予定。

①しゃへい体等取出し作業 (P.3～P.8)

進捗：「取出し」⇒調整中（202体済／595体）、「処理」⇒調整中（205体済／599体）

トピック：燃料交換装置（以下、「FHM」という。）不具合対応状況

②ナトリウムの搬出 (P.9～P.10)

進捗：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

③2次メンテナンス冷却系の解体撤去 (P.11～P.12)

進捗：計画どおり

トピック：予熱・保温設備の解体完了、隔離作業の着手

④水・蒸気系等発電設備の解体撤去 (P.13～P.14)

進捗：計画どおり

トピック：循環水管、発電機等の解体着手

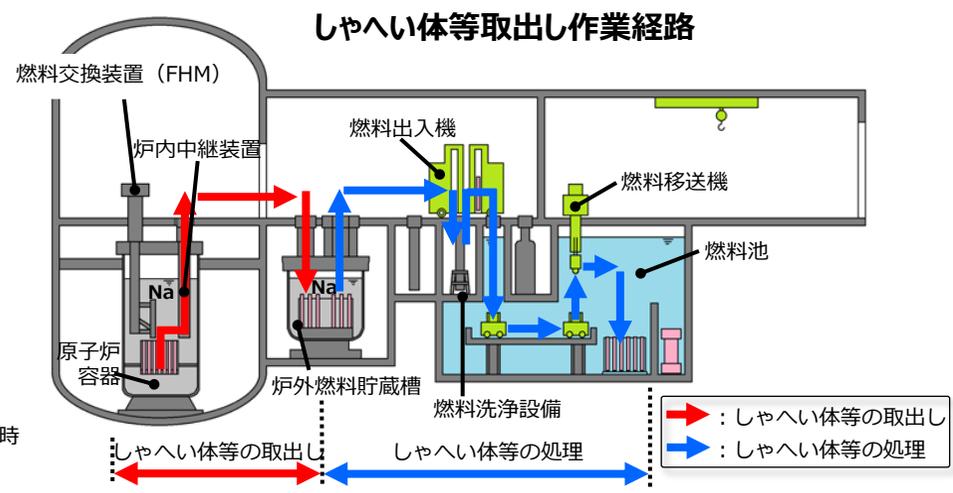
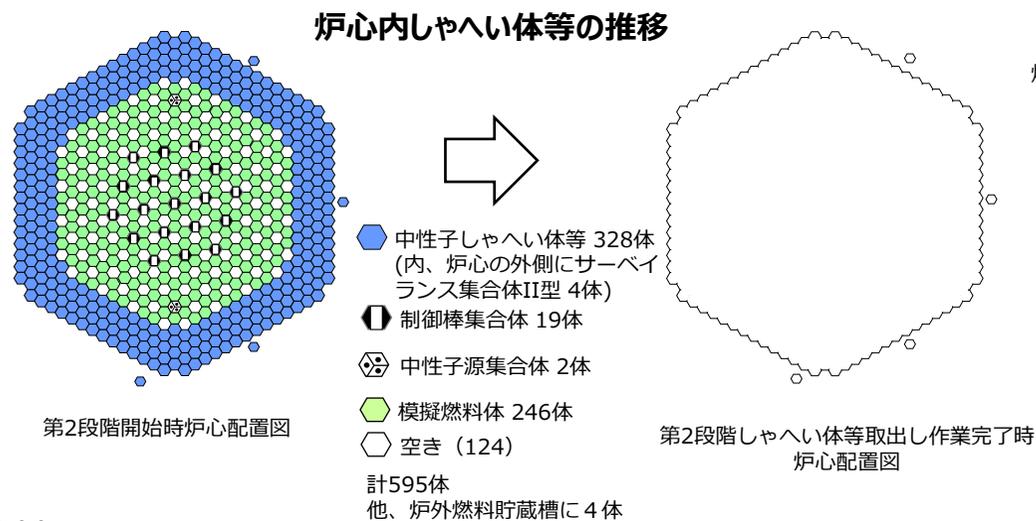
⑤汚染の分布に関する評価 (P.15～P.16)

進捗：計画どおり

トピック：放射化汚染、二次的汚染の計算結果の検証段階

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。



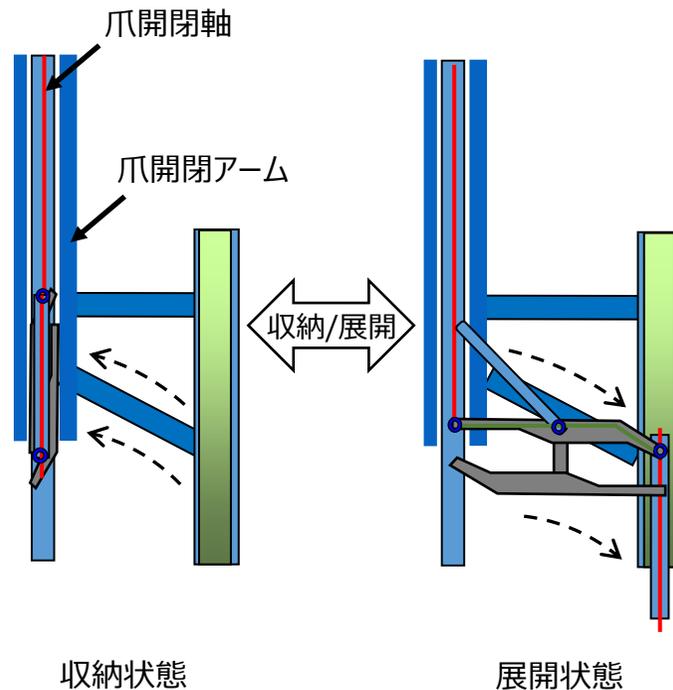
<進捗>

- これまでに累計205体の処理が完了した。2025年4月から開始予定のしゃへい体等の取出しに向けて、FHMの設置等の準備を実施していたところ、3月27日FHMの動作試験において、「はなし」動作に係る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。
- 復旧対応として手動ハンドルを取り付けて、FHM本体グリップ爪を動作させしゃへい体を切り離した（参考1）。
- FHM分解調査を実施した結果、爪開閉アーム-爪開閉ロッド接続部のギャップが狭くなっており、この状態でパンタグラフ及び爪開閉を繰り返し動作させたため、ロッドガイド側面の面荒れが生じたことが判明。この面荒れによる摺動抵抗増加に伴い、爪開閉ロッドがたわみ狭隘部と干渉したことでグリップ爪開閉トルクが上昇した。
- しゃへい体等の取出し再開に向けて、現在は再発防止対策（接続ピンの形状変更、ロッドガイド表面の硬化処理等）を実施している。

- ◆ FHMは、しゃへい体等の取出し時に炉内に挿入して直接しゃへい体等の取扱いを行う設備である。FHMの据付・取外し時にグリッパをFHM本体内に収納するためのパンタグラフ機構、しゃへい体等をつかむためのグリッパ及びそれらの駆動装置から構成される。

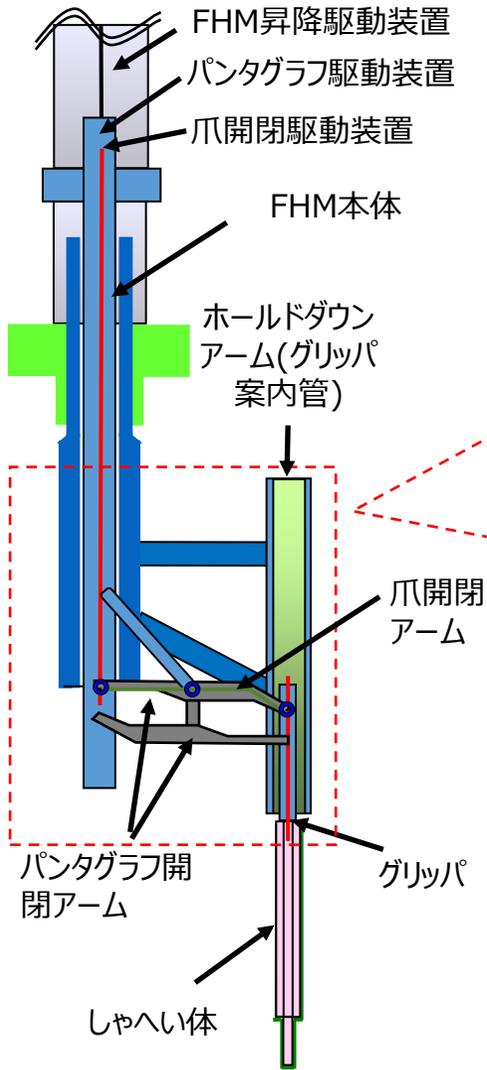
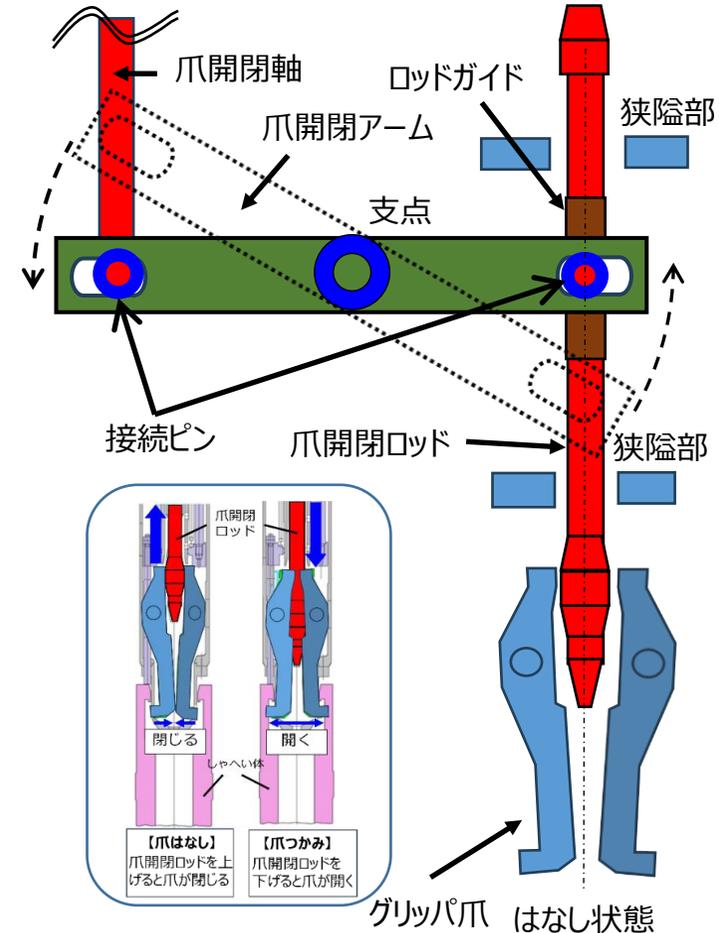
<パンタグラフ展開/収納動作>

- ✓ しゃへい体の取出しの準備として、パンタグラフ開閉アームを折りたたみグリッパをFHM本体内に収納した状態で炉内に挿入する。
- ✓ しゃへい体の取出し中はパンタグラフ開閉アームを展開した状態を保持する。
- ✓ しゃへい体の取出し終了後、パンタグラフ開閉アームを折りたたみグリッパをFHM本体内に収納し、炉内からFHMを取り出す。



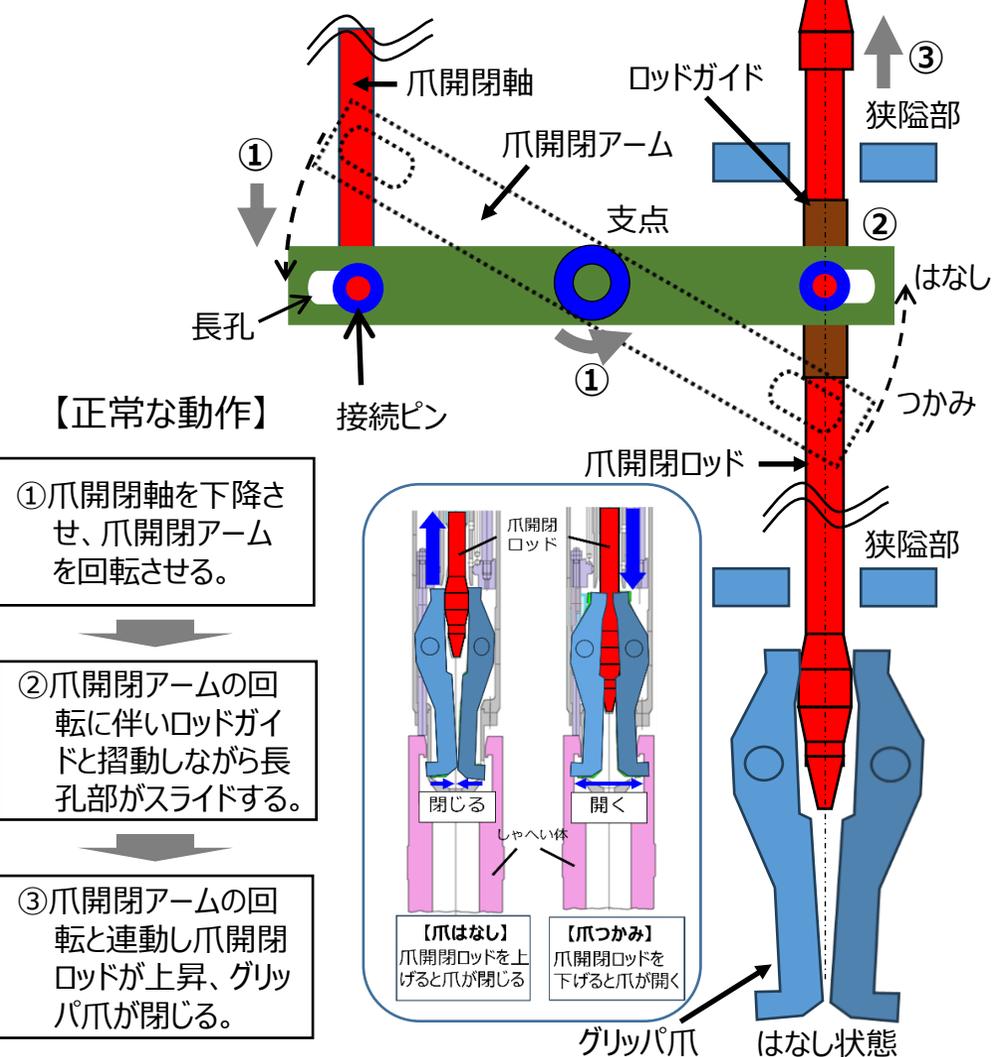
<グリッパのつかみ・はなし動作>

- ✓ 爪開閉アームを上下に動かすことで、2本のグリッパ爪の間にある開閉ロッドも上下に動き、その動作によりグリッパ爪の閉（しゃへい体をはなす）及び開（しゃへい体をつかむ）動作を行う。

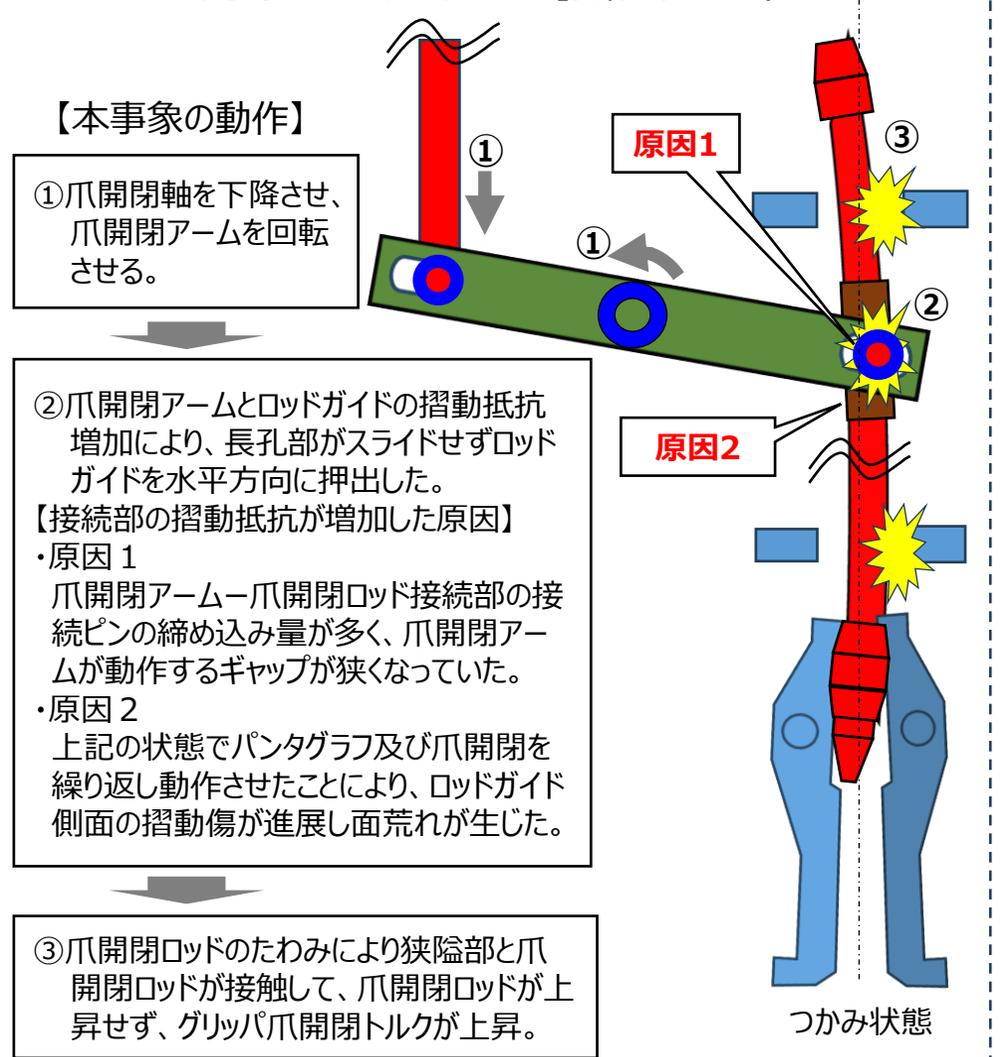


- ◆ 爪開閉アームー爪開閉ロッド接続部のギャップが狭くなった状態でパンタグラフ及び爪開閉を繰り返し動作させたことにより、ロッドガイド側面の摺動傷が進展して面荒れが生じ、接続部の摺動抵抗が増加した。
- ◆ 爪開閉アームがロッドガイドを押し出し、爪開閉ロッドがたわみ、上下の狭隘部と干渉したことでグリッパ爪開閉トルクが上昇した。

<正常時のグリッパ爪「はなし」操作 (イメージ)>



<本事象時のグリッパ爪「はなし」操作 (イメージ)>



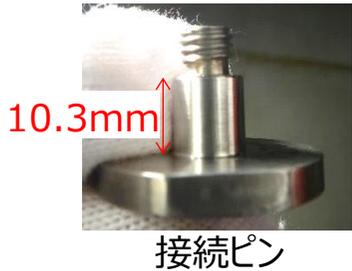
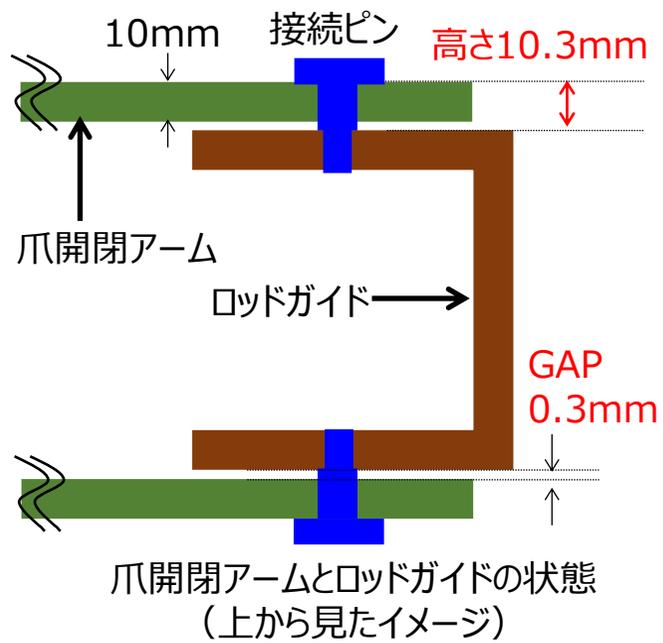
<原因1>

- ◆ 爪開閉アーム-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>

- ◆ 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に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と締めこむことで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。



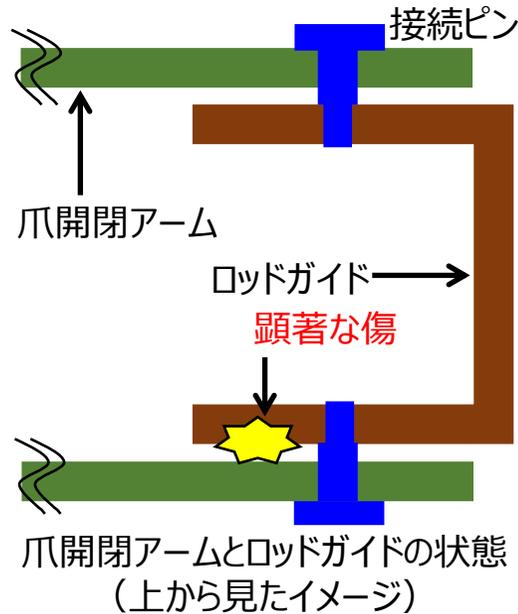
接続ピンの改善	
変更前の接続ピン	変更後の接続ピン
<p>高さ 10.3mm</p> <p>C0.5 エッジから 0.5mmまで 45°で削って いる。</p>	<p>高さ 10.3mm</p> <p>エッジを削らない</p>
<p>・接続ピンがロッドガイドに接触する部分のエッジを削った形状のため、設計で想定していた量よりも多く締め込まれる。</p>	<p>・当該部のエッジを削らない形状に変更する。</p> <p>・接続ピンの高さには製作公差 ±0.05mmが発生する。 念のために高さ10.4mmの形状の接続ピンも作成し、目的のGAPが確保できるものを使用する。</p>

<原因2>

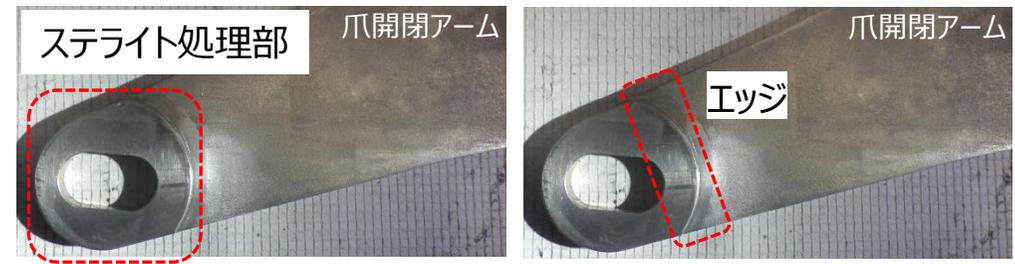
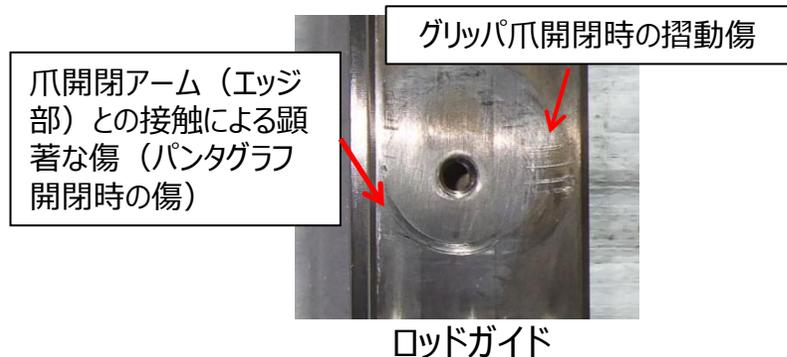
- ◆ 爪開閉アームが動作するギャップが狭い状態でパンタグラフ及び爪開閉を繰り返し動作させたことで、ロッドガイド側面の摺動傷が進展し面荒れが生じた。

<対策>

- ◆ 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。



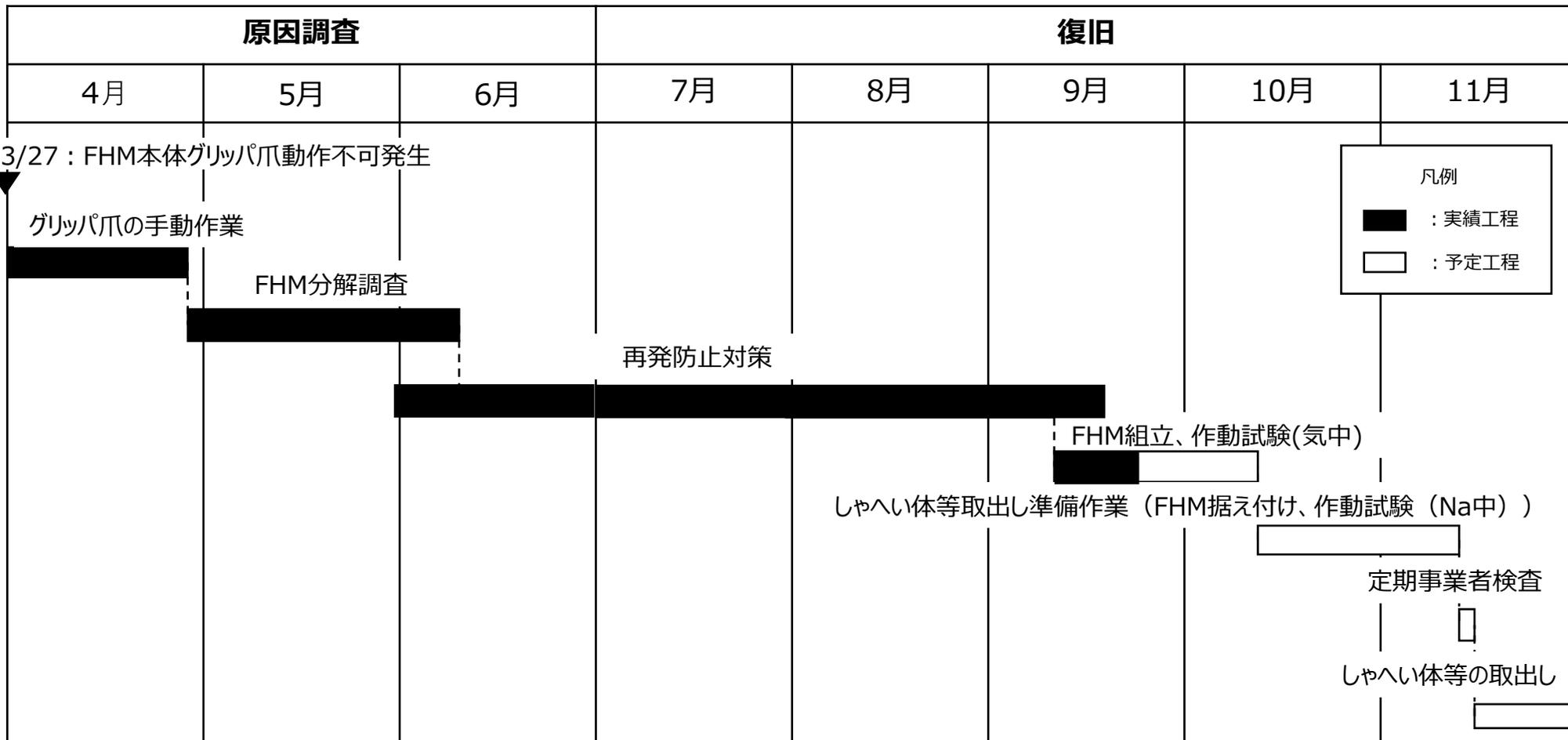
ロッドガイドの改善	<ul style="list-style-type: none"> • ステンレスの母材に耐摩耗性・耐久性に優れたコルモノイを肉盛溶接し、研磨することで表面を硬くコーティングする（表面硬化処理）。 なお、爪開閉アームはステライトで表面硬化処理されており、ロッドガイドの表面硬化処理に用いるコルモノイはステライトよりもさらに高い耐摩耗性を持つ。
爪開閉アームの改善	<ul style="list-style-type: none"> • 爪開閉アーム接触部のエッジを削り、角を無くす。



ロッドガイド

- ◆ 動作不可発生後、手動ハンドルにて切り離し操作を行い、その後のFHM分解調査により原因を特定した。
- ◆ しゃへい体等の取出し再開に向けて、現在は再発防止対策（接続ピンの形状変更、ロッドガイド表面の硬化処理等）を実施している。
- ◆ 再発防止対策完了後は、気中及びNa中でのFHM作動試験（グリッパ爪手動・電動開閉試験やパンタグラフ収納/展開の確認等）、定期事業者検査にて健全性を確認する。

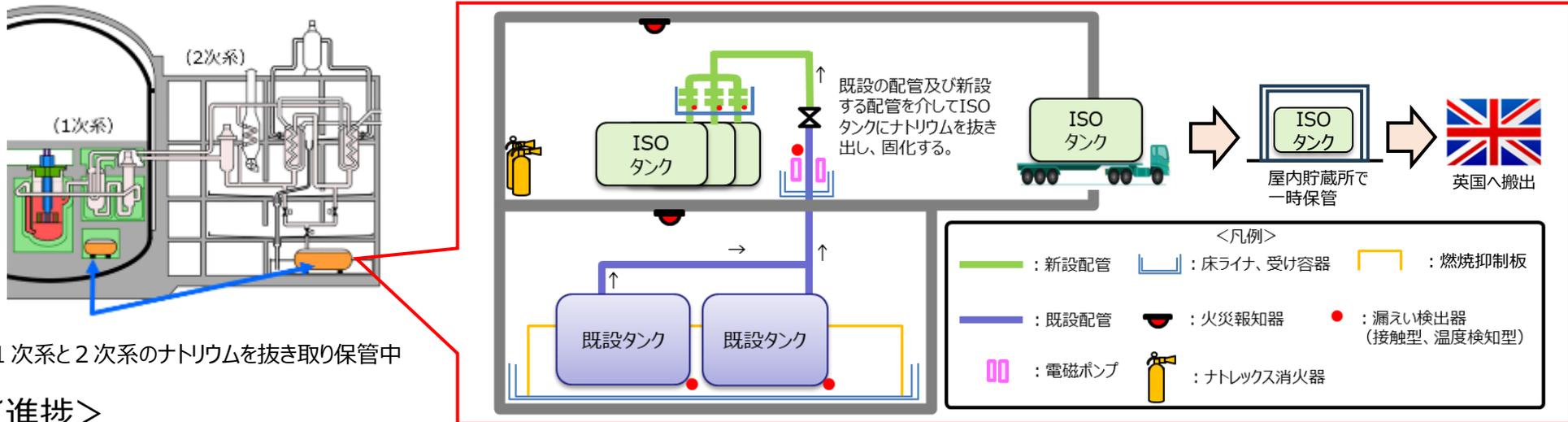
➡ **引き続き再発防止対策を進め、11月のしゃへい体等の取出し再開を目指す**



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年度から非放射性的バルクナトリウム※を搬出する。
- 非放射性的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、工事中設備（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等の基本的な枠組みに関する契約（枠組み契約）を2023年4月28日に英国キャンディッシュ社と締結し、英国ナトリウム処理施設の設計のための個別契約（サービスオーダー1）を2023年7月21日、**同施設の建設、試運転のための個別契約（サービスオーダー2）を2025年9月19日に締結した。**
- 現在、計画どおりに施設・設備の設計を実施中である。2025年4月1日に工事中設備の運用、管理方法を定めたQMS文書を施行した。今年度は、新規QMS文書に基づく工事中設備（既設設備）の健全性確認作業及び非放射性的ナトリウム拔出・搬出作業に向けたモックアップ試験を実施する（次ページにて説明）。
- 放射性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検討中であり、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、健全性確認のための計画書を策定し、2025年度下期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、2025年度下期から開始予定。
 - モックアップ試験後は、検証結果を基に非放射性バルクナトリウム抽出・搬出作業工程の精緻化を図る。

	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)
実施項目						
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）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			
工事用設備（既設設備）の健全性確認			[Bar]	[Bar]	[Bar]	
工事用設備（新設設備）の設計		[Bar]	[Bar]			
工事用設備（新設設備）の設置				設計完了したものをから順次製作、設置	[Bar]	
系統機能確認				(設計へのフィードバック)		[Bar]
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			[Bar]			
非放射性バルクナトリウム抽出・搬出						[Bar]

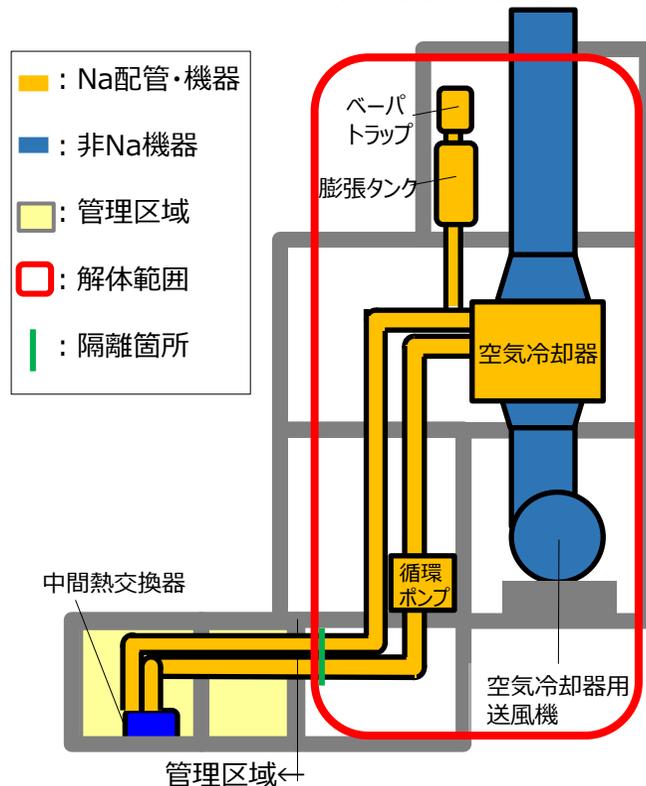
③ 2次メンテナンス冷却系の解体撤去(ナトリウム機器の解体準備)

➤ 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
- 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
- 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14参照）。

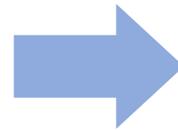
- ・残留ナトリウムの安定化处理の実証
- ・残留ナトリウム量の評価方法の妥当性確認
- ・ナトリウムの飛散率評価

- ① 予熱・保温設備の解体： 2025年4月に着手し、2025年5月に完了。
- ② 解体範囲の隔離作業： 2025年6月に着手し、2025年9月に完了。
- ③ 安定化处理： 2025年度に着手する予定（安定化处理装置設置含む）。

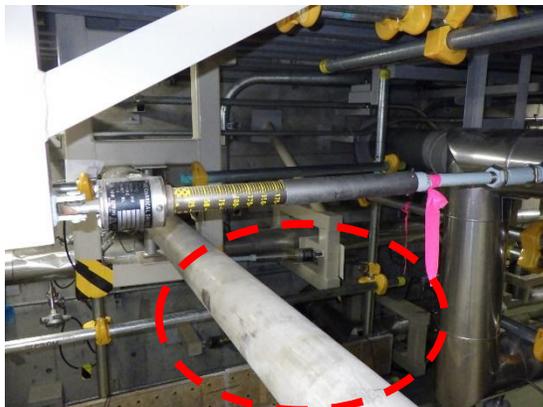
➡ ナトリウム機器の解体に向けて、課題等もなく順調に進捗



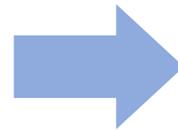
予熱・保温設備（解体前）



予熱・保温設備（解体後）



隔離作業前（中間熱交換器入口配管）



隔離作業後（中間熱交換器入口配管）

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。
 - 2024年度までに、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月に循環水管、8月に発電機、9月に油タンクの解体作業に着手した。
 - 今後、主給水ポンプ等の解体作業に着手する予定。

※：蒸気タービンの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内に保管し、2025年度以降に細断して所外搬出予定。

➡ 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

【2024年度までに解体、据付位置から撤去した機器（一例）】



復水器（解体撤去前）



高圧第1、2給水加熱器（解体撤去前）



復水器（解体撤去後）



高圧第1、2給水加熱器（解体撤去後）

【2025年度から解体する機器（一例）】



発電機



油タンク（高圧油ユニット）



主給水ポンプ



循環水管

④水・蒸気系等発電設備の解体撤去（ディーゼル建物2階以下に設置されている供用を終了した機器）

- 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。
 - ・ 現在、解体着手に向けた隔離措置を実施中。
 - ・ 今後、エンジン及び発電機等の解体に着手する予定。

※： 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。

➡ 解体着手に向けて順調に進捗

＜1Cディーゼル発電機＞

発電機



エンジン

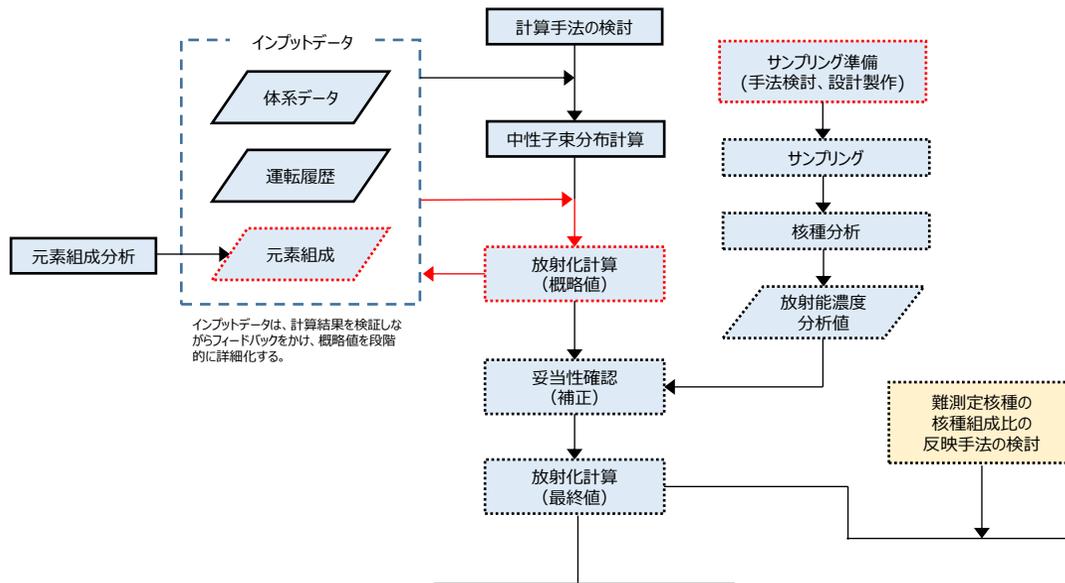


④ 汚染の分布に関する評価

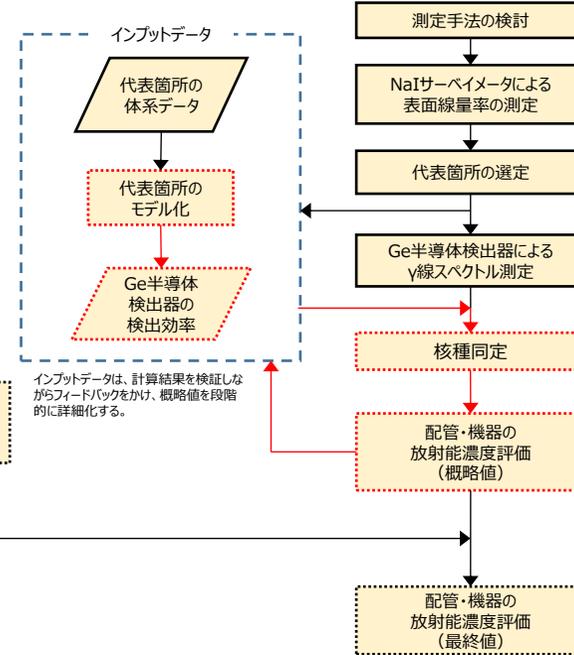
- 放射線業務従事者及び周辺公衆の被ばくを低減した適切な解体撤去工法及び手順の策定。
 - 解体撤去工事に伴って発生する放射性廃棄物の発生量を評価。
- ➡ 上記目的に向けて、施設に残存する放射性物質の種類、放射能及び分布を把握する。



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】

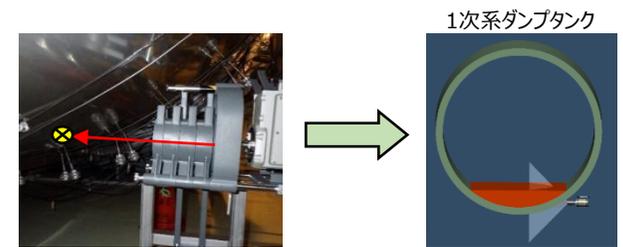
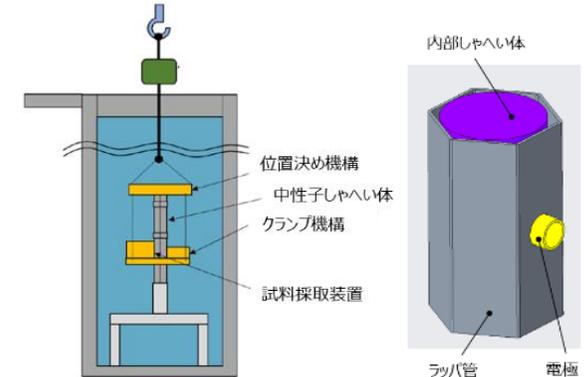
- 原子炉周りの放射化汚染について設計組成等を基に試算した結果、L1レベル相当の領域は炉心周辺に限定。
- 次のとおり、評価の高度化を進めるとともに、サンプリングによる分析結果との比較による妥当性の確認を行い、最終値とする。
 - 2025年度は、放射化計算の精緻化に向けて、これまでに実施したコールド材の微量元素組成分析結果等をもとに、入力条件の変更に伴う計算結果の比較評価を実施中。
 - 計算結果の妥当性を確認するため、中性子しゃへい体からの試料採取・分析を実施予定。2024年度までに実施した概念設計をもとに、2025年度は試料落下防止対策等の要素試験及び試料採取装置の詳細設計を実施する。

【二次的な汚染】

- NaIサーベ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。
 - 表面線量率が有意に上昇し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。
 - 2024年度までに実施した単純形状のモデル化に基づく放射能濃度の概略値の評価結果等をもとに、2025年度は、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。



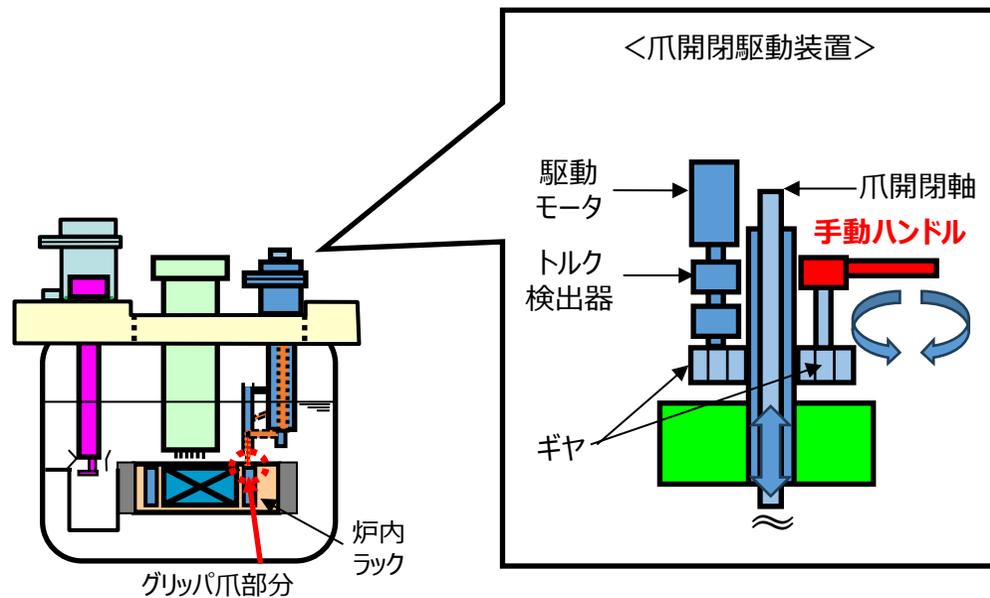
モデル化による測定効率の評価

➡ 放射化汚染の評価、二次的な汚染評価は共に計画どおり進捗

参考資料

- 参考1：FHM不具合の復旧（FHM手動ハンドルでの「はなし」操作）
- 参考2：FHM動作（パンタグラフ展開/収納動作）
- 参考3：FHM不具合対応の想定要因箇所
- 参考4：想定要因箇所に対する調査結果
- 参考5：分解調査結果（パンタグラフ展開/収納と爪開閉アームの摺動傷）（ロッドガイドと爪開閉アームの摺動傷）
- 参考6：接続ピンの調査結果
- 参考7：ロッドガイド摺動傷の調査結果
- 参考8：FHM手動作動調査の結果
- 参考9：爪開閉ロッドのたわみを早期発見するための対策
- 参考10：第2段階の搬出対象ナトリウム
- 参考11：非放射性バルクナトリウム抜出・搬出に向けた対応① ②
- 参考12：メンテナンス冷却系について
- 参考13：ナトリウムの処理方式について
- 参考14：2次メンテナンス冷却系解体における確認項目
- 参考15：水・蒸気系等発電設備の解体撤去範囲

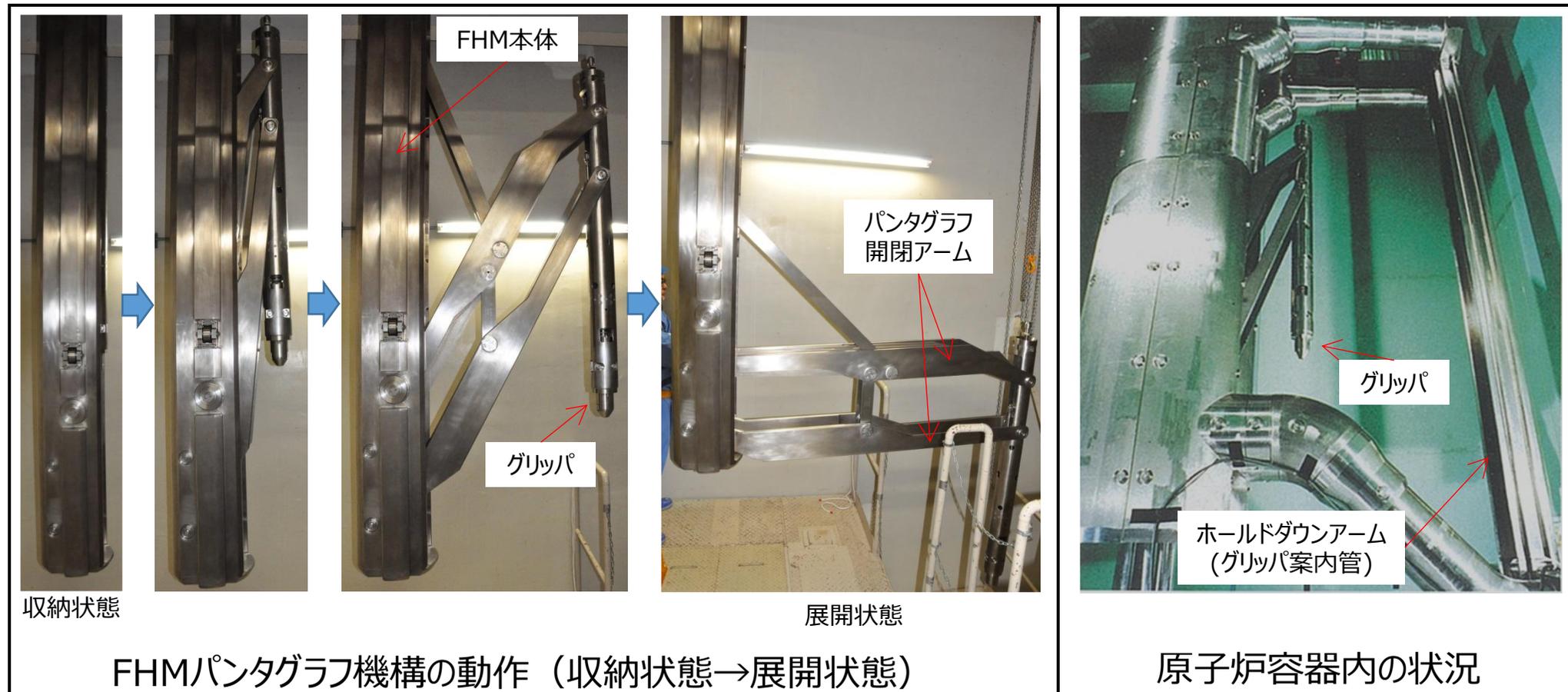
- ◆ FHM本体からしゃへい体が切り離せない事象はあらかじめ想定されており、復旧のため手動ハンドル（電動の2倍程度のトルク）を取り付けて、FHM本体グリッパ爪を動作させしゃへい体を切り離した。



- ◆ FHMは、しゃへい体等の取出し時に炉内に挿入して直接しゃへい体等の取扱いを行う設備である。FHMの据付・取外し時にグリッパをFHM本体内に収納するためのパンタグラフ機構、しゃへい体等をつかむためのグリッパ及びそれらの駆動装置から構成される。

【FHMパンタグラフ機構の動作】

- ✓しゃへい体の取出しの準備として、パンタグラフ開閉アームを折りたたみグリッパをFHM本体内に収納した状態で炉内に挿入する。
- ✓しゃへい体の取出し中はパンタグラフ開閉アームを展開した状態を保持する。
- ✓しゃへい体の取出し終了後、パンタグラフ開閉アームを折りたたみグリッパをFHM本体内に収納し、炉内からFHMを取り出す。



FHMパンタグラフ機構の動作（収納状態→展開状態）

原子炉容器内の状況

3. 頂部ロッドと上部外筒ヘッドとの摺動性悪化 (摺動抵抗増加の要因)
(ギャップ: 0.1mm)

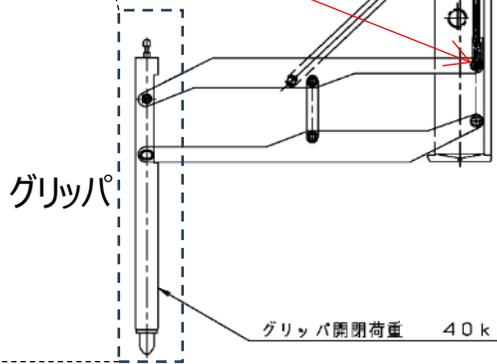
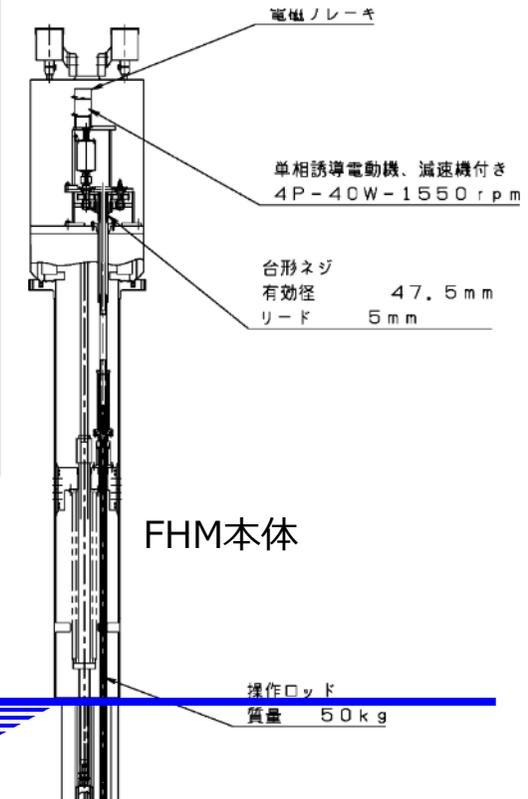
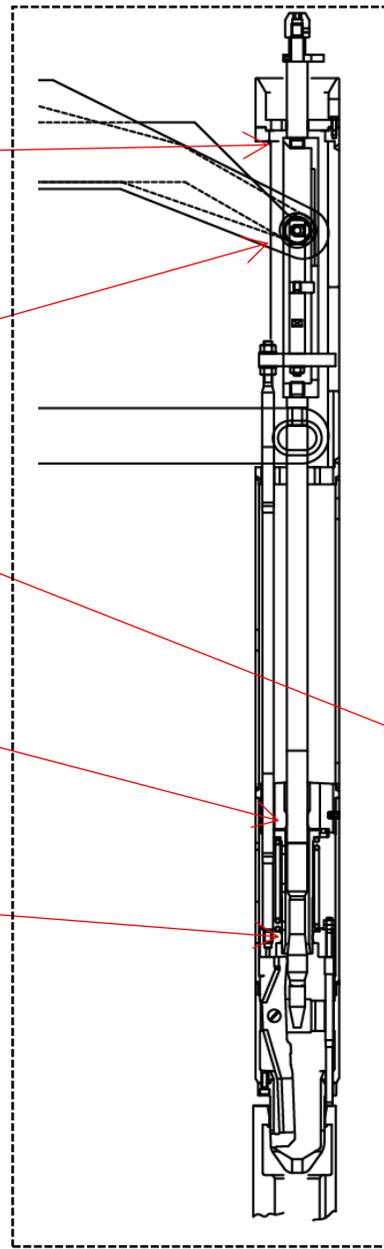
4. ロッドガイドと爪開閉アームとの面荒れ (摺動抵抗増加の要因)

5. 爪開閉軸と感知ロッド軸への結合部かじり (摺動抵抗増加の要因)

2. 爪開閉ロッドと下部ブッシュの接触 (摺動抵抗増加の要因)

1. グリッパ爪と爪開閉ロッド摺動部への異物残留、かじり (摺動抵抗増加の要因) (ギャップ: 0.07mm)

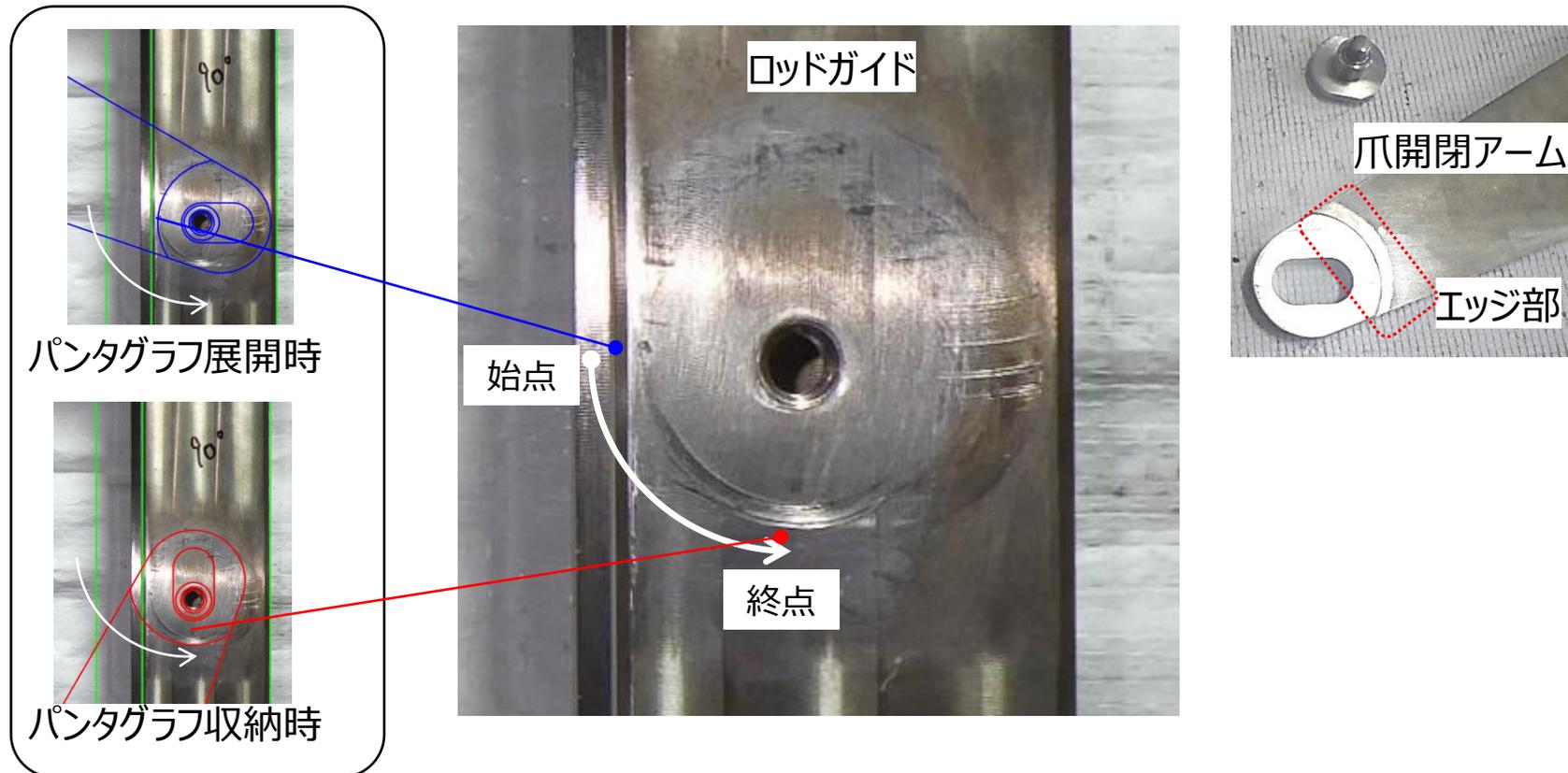
6. Arガス中に移行したNa浸漬部の固着 (環境影響の要因)



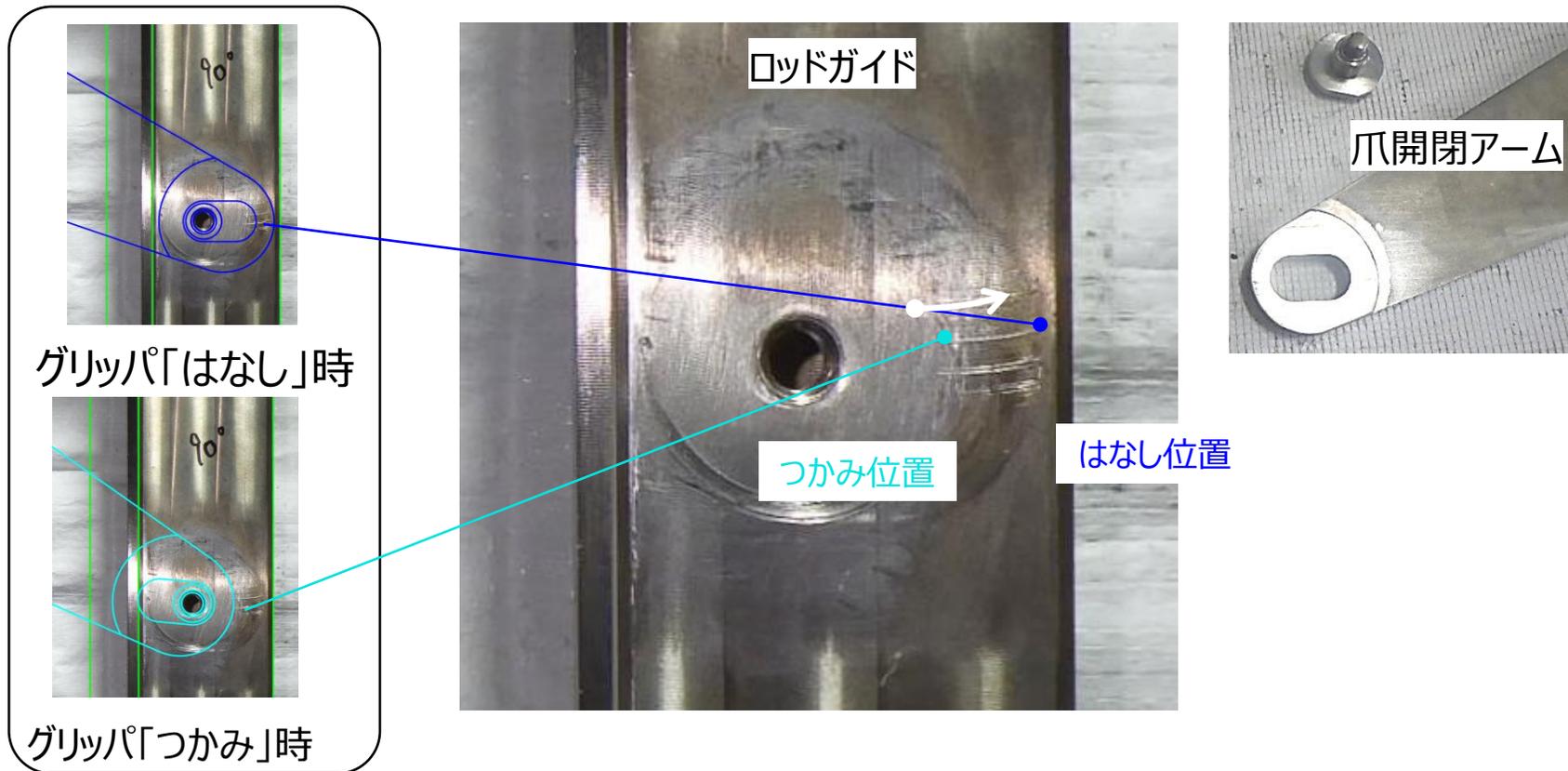
炉内のしゃへい体のイメージ

要因		確認方法	結果	
グリッパ内部（狭隘部）での摺動抵抗増加	1	グリッパ爪と爪開閉ロッド 摺動部への異物残留、 かじり	<ul style="list-style-type: none"> 分解調査（摺動傷の確認） 	<ul style="list-style-type: none"> 有意な異常はない。
	2	爪開閉ロッドと下部ブッシュの接触（摺動）	<ul style="list-style-type: none"> 作動調査（動作状況の確認） 分解調査（摺動傷の確認） 	<ul style="list-style-type: none"> はなし操作時にロッドガイドが水平方向に約2mm変位し、上部の狭隘部（上部外筒ヘッド）と接触していた。 なお、下部の狭隘部（下部ブッシュ）は装置内のため、目視できない。 外観、分解調査での有意な異常はない。
	3	爪開閉ロッドと上部外筒ヘッドとの摺動性悪化	<ul style="list-style-type: none"> 外観調査 作動調査（動作状況の確認） 分解調査（摺動傷の確認） 	
爪開閉アーム接続部での摺動抵抗の増加	4	ロッドガイドと爪開閉アームとの面荒れ	<ul style="list-style-type: none"> 分解調査（摺動傷の確認） 	<ul style="list-style-type: none"> 爪開閉アーム接続部（ロッドガイド部）に通常とは異なる摺動傷・面荒れを確認した。 摺動傷の発生原因を調査した結果、爪開閉アームと爪開閉ロッドの接続部の接続ピンが深く締めこまれていたことが判明。
パンタグラフ機構での摺動抵抗増加	5	爪開閉軸とロッド軸への結合部かじり	<ul style="list-style-type: none"> 分解調査（摺動傷の確認） 	<ul style="list-style-type: none"> 有意な異常はない。
原子炉容器内の環境影響	6	Arガス中に移行したNa浸漬部の固着	<ul style="list-style-type: none"> 分解調査（外観の確認） 	<ul style="list-style-type: none"> 有意な不純物の付着はなく、異常はない。

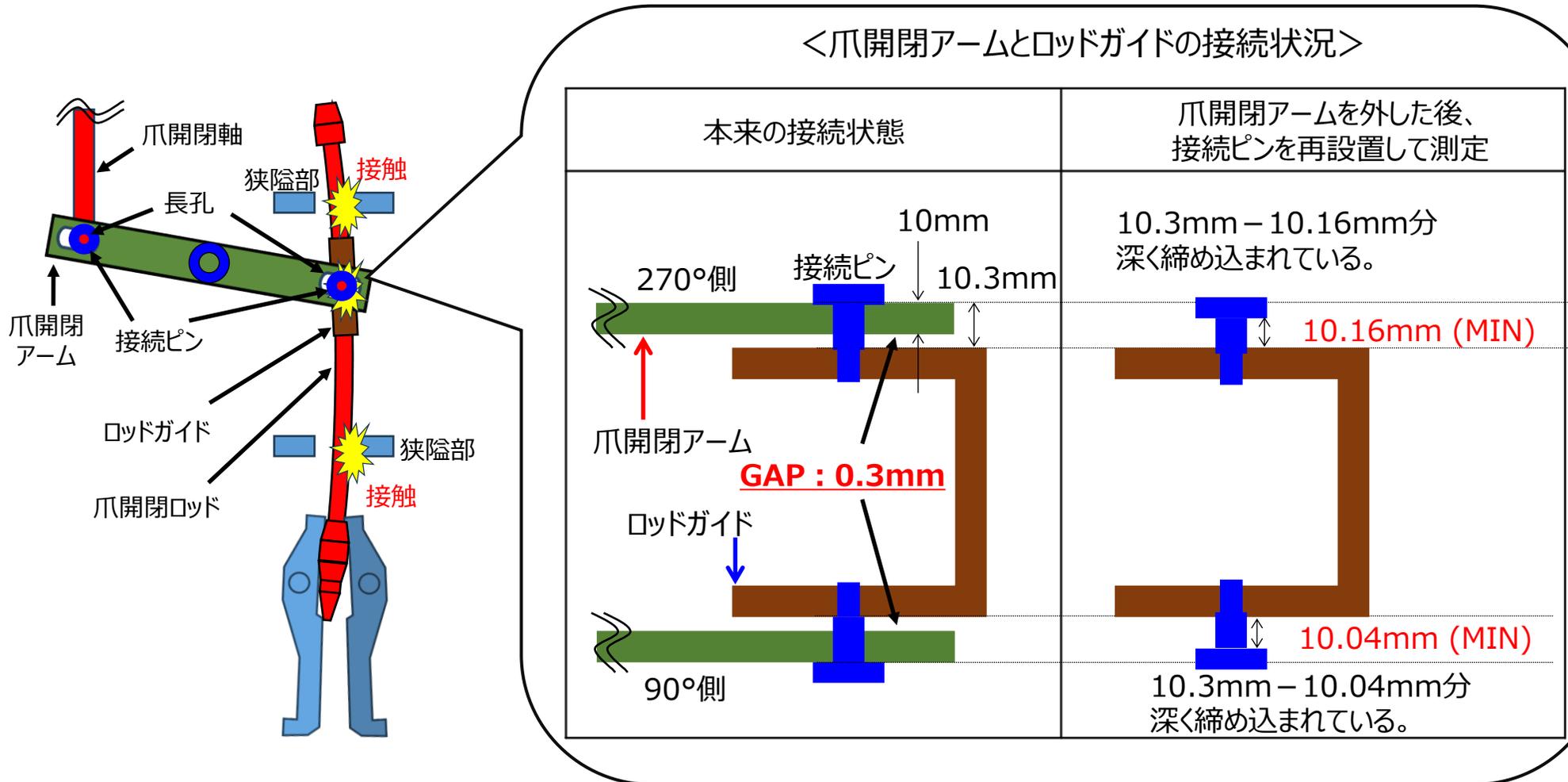
- ◆ ロッドガイドと爪開閉アームの接続部にパンタグラフ機構の収納/展開時に発生する摺動痕を確認した。
- ◆ パンタグラフ機構を収納/展開する時にロッドガイドと爪開閉アームのエッジ部が接触する部分。
傷は、始点が深く終点が浅くなる傾向となるため、パンタグラフ機構を収納する時に発生した傷と推量される。
- ◆ 2021年度にロッドガイドを交換して以降、パンタグラフ機構の収納/展開を42回実施しており、その間に傷が進展していったと推量される。



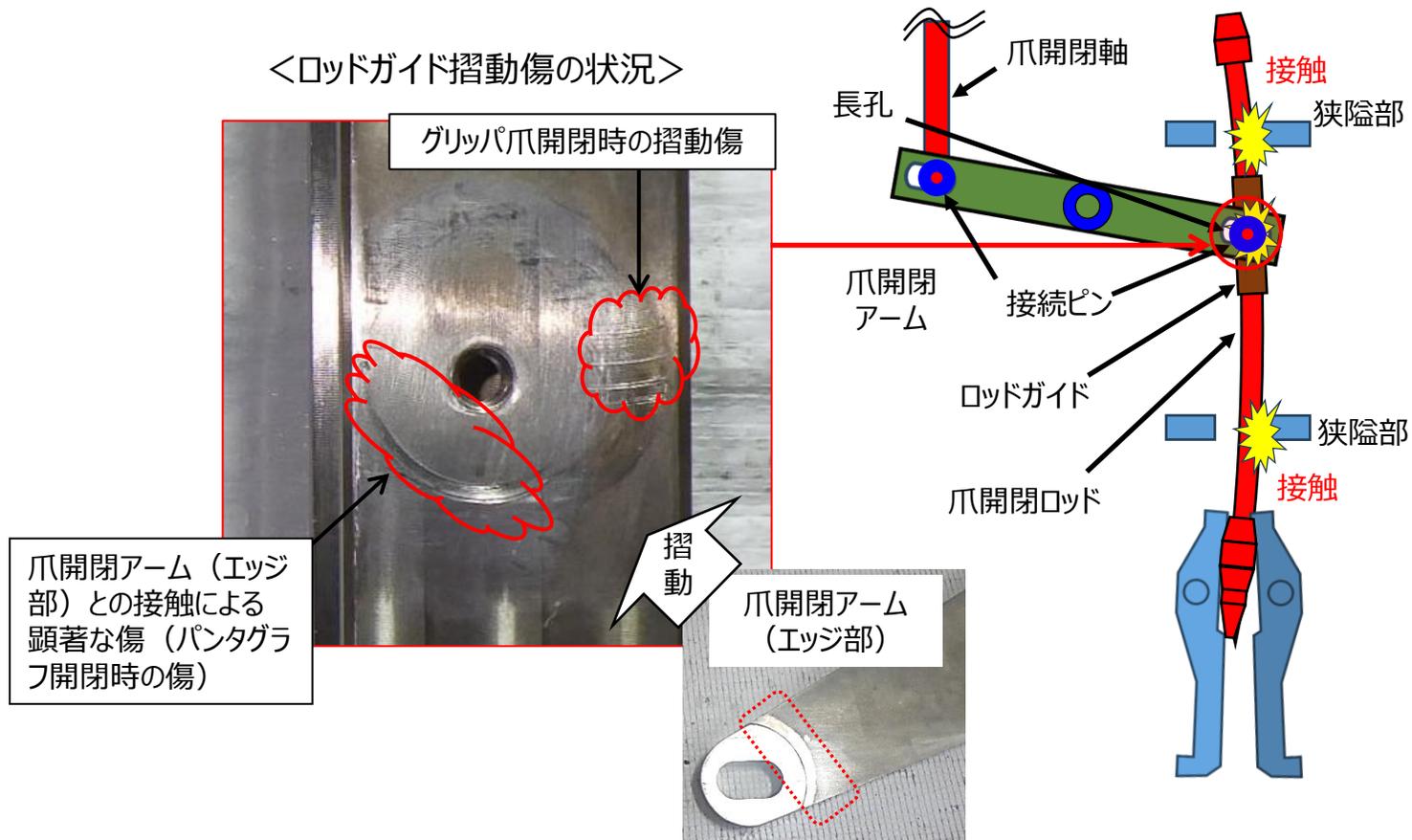
- ◆ ロッドガイドと爪開閉アームの接続部にグリッパ爪の開/閉時に発生する摺動痕を確認した。
- ◆ グリッパ爪を開閉する時に摺動する部分（爪開閉アームの長孔を接続ピンがスライドした時に摺動）。



- ◆ 分解調査をした結果、爪開閉アームと爪開閉ロッドの接続部の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ことが判明した（90°側：約0.26mm多い、270°側：約0.14mm多い）（下図）。

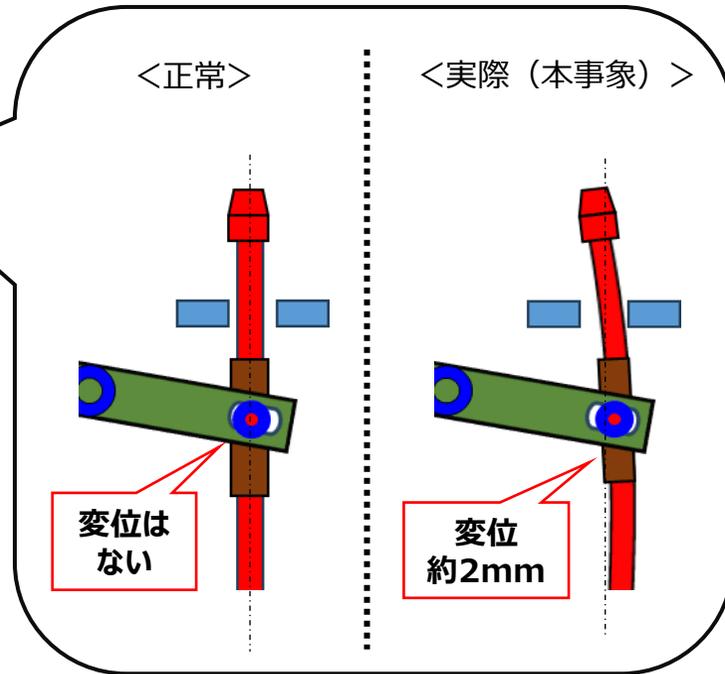
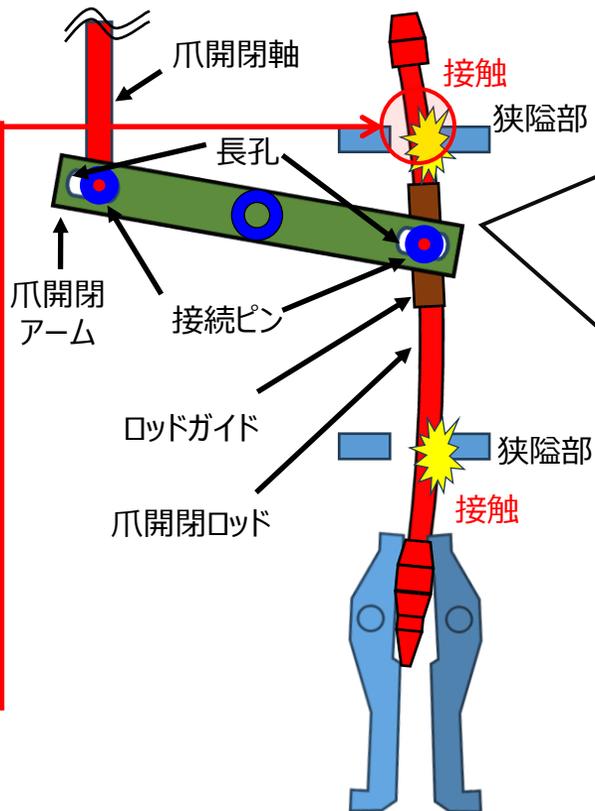


- ◆ ロッドガイドと爪開閉アーム（エッジ部）の接触面に摺動傷による面荒れを確認した（左図）。
- ◆ この面荒れは、パンタグラフ及び爪開閉の繰り返しにより摺動傷が進展したものである（2021年度のロッドガイド交換後にパンタグラフ機構の展開/収納を42回実施）。

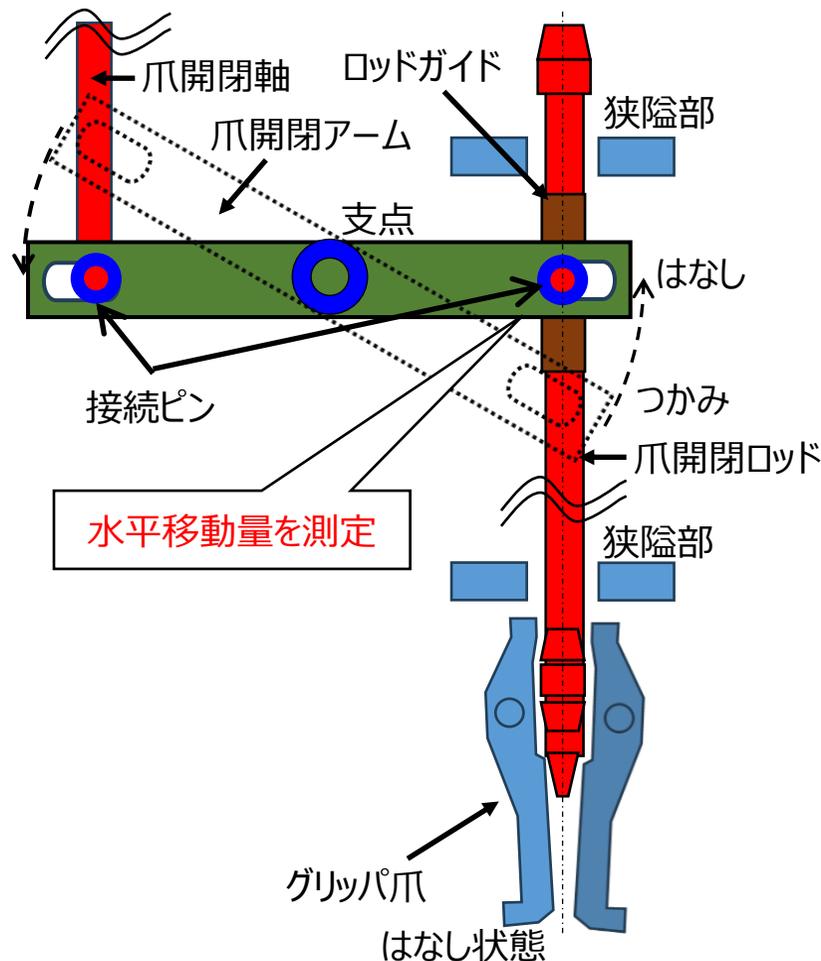


- ◆ 爪開閉ロッド上部の狭隘部に塗料を塗布してはなし動作を確認したところ、爪開閉ロッドと狭隘部が接触していることを確認した（左図）。
- ◆ FHM本体の手動作動調査（気中）にて爪開閉軸と爪開閉ロッドの垂直方向の変位を確認した結果、正常であれば爪開閉ロッドは水平方向に動かない（変位がない）ところ、水平方向に約2mm動くこと（変位約2mm）を確認した。

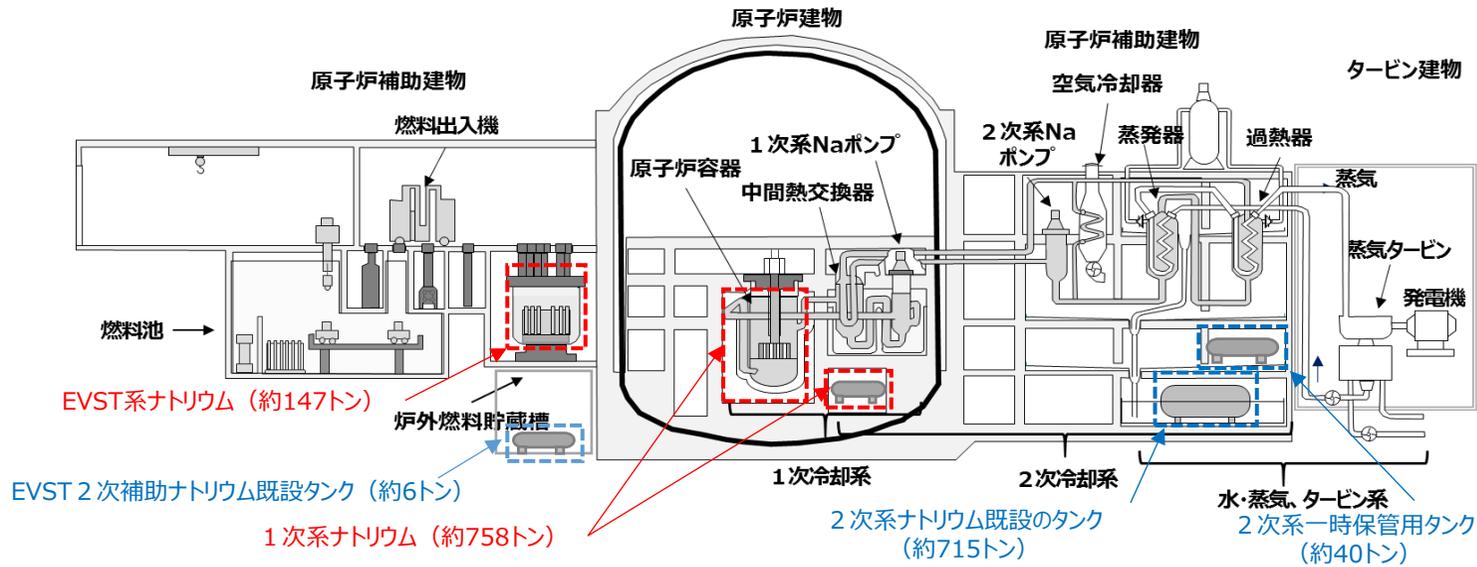
<爪開閉ロッド上部の接触状況>



- ◆ 爪開閉ロッドのたわみが防止できていることを確認するため、点検時にロッドガイドの水平移動量を測定し、たわみ状態を確認する。



作動試験時の改善
・毎回しゃへい体等の取出し前に行うグリッパ爪開閉作動試験（気中）時、ロッドガイドの水平移動量を測定し、グリッパ爪開閉時の爪開閉ロッドのたわみ状態を確認する。



「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 ・第2段階回収可能ナトリウム※3(主にタンク底部を目標) 設備解体技術基盤整備に利用するため搬出対象外
	EVST2補系	6	0	6	
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 ・第2段階回収可能ナトリウム※3(主にタンク底部、燃料移送ポット内を目標)
	EVST1補系	127	19	147	
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 既設設備を用いて通常操作で輸送用タンクへ抜き出すナトリウム

※3 バルクナトリウム以外のナトリウムの内、第2段階で回収可能なナトリウム

<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。

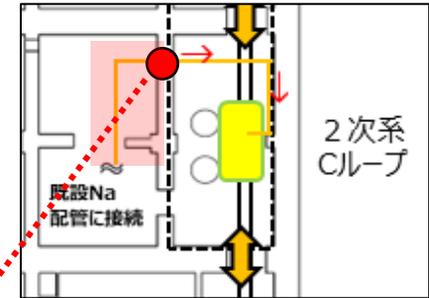
- ナトリウム静的設備は、これまでの管理状況（内面はアルゴンガスなどの不活性ガスの環境下）、設置環境等から経年的影響はごく僅か。
- ナトリウム静的設備は、保温材が施工されており、外的要因による著しい保温材の損傷がない限り、設備の構造健全性は担保される。

<工事用設備（新設設備）の設計>

- ◆ 新設設備の設計（系統設計、機器設計、配置設計等）について、2026年度完了を目標に進めており、設計が完了したものから、製作及び現場設置を進めていく。
- ◆ 配置設計の例（ナトリウム抽出し用配管（新設）：Cループ、既設取合い側）

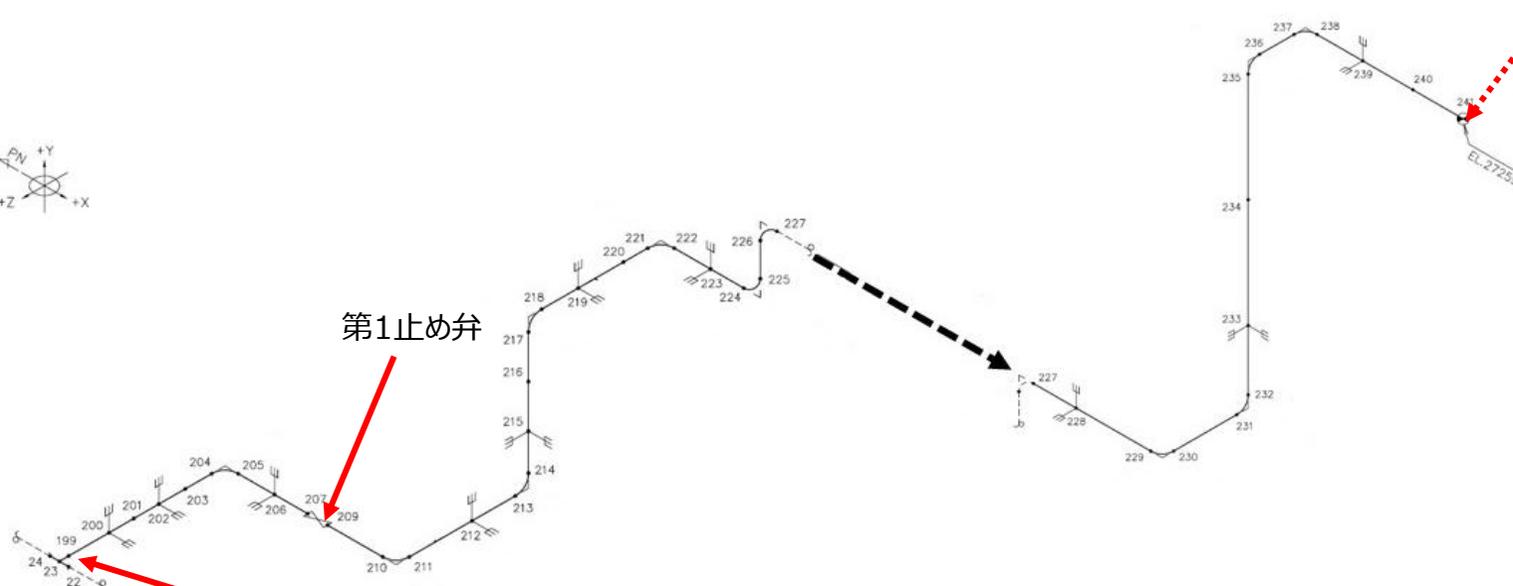
配管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料
既設分岐から第1止め弁まで (1-1/2B Sch 40)	0.785	200	48.6	3.7	SUS304TP
第1止め弁からアンカー点まで (1-1/2B Sch 40)	0.5	150	48.6	3.7	SUS304TP

記号	内容
●	耐震設計上の評価点
⊗	アンカー
ヨ	レストレイント



2次系Cループにおける平面配置イメージ

- 凡例
- (Yellow line): ナトリウム抽出し用配管（新設）
 - (Red arrow): ナトリウム抽出しの流れ
 - (Yellow box): ISOタンク
 - ↔ (Yellow double arrow): ISOタンク搬出入方向
 - ≡ (Black line): CTLレール (ISOタンクを専用台車で搬出入する際に使用)
 - - - (Dashed line): ナトリウム抽出しエリア (ISOタンク設置エリア)
 - (Red dot): アンカー点 (完全拘束点)
 - (Pink box): 配管鳥瞰図範囲

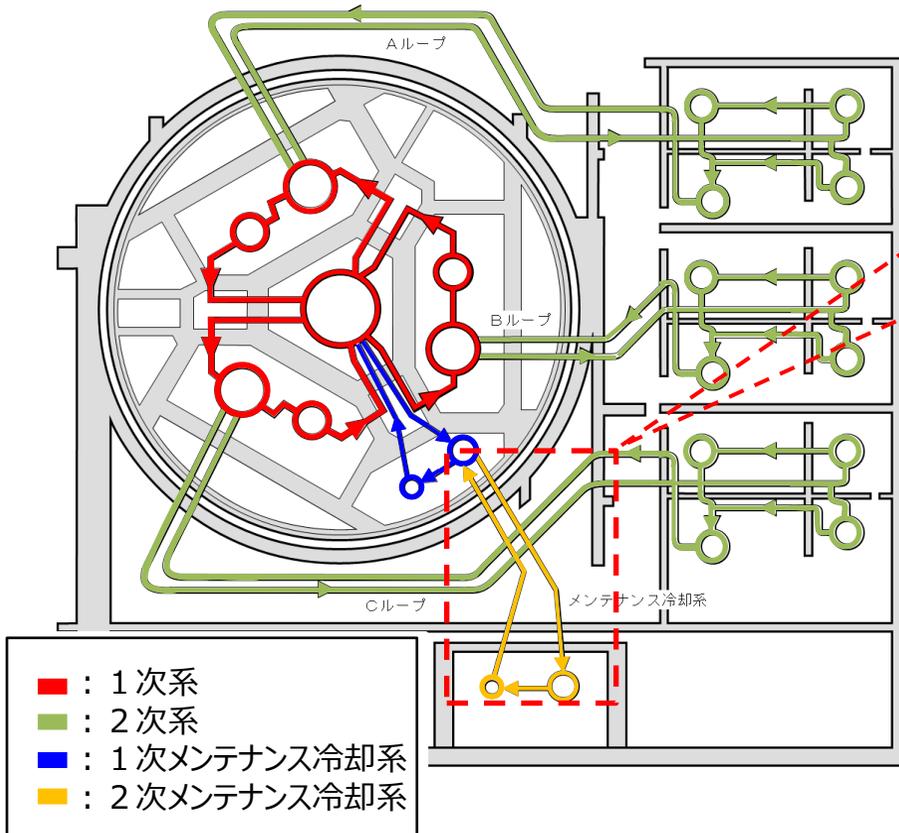


既設分岐

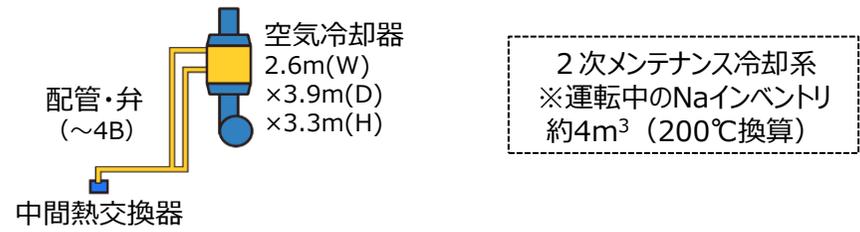
配管鳥瞰図（既設取合い側）

- ◆ 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>

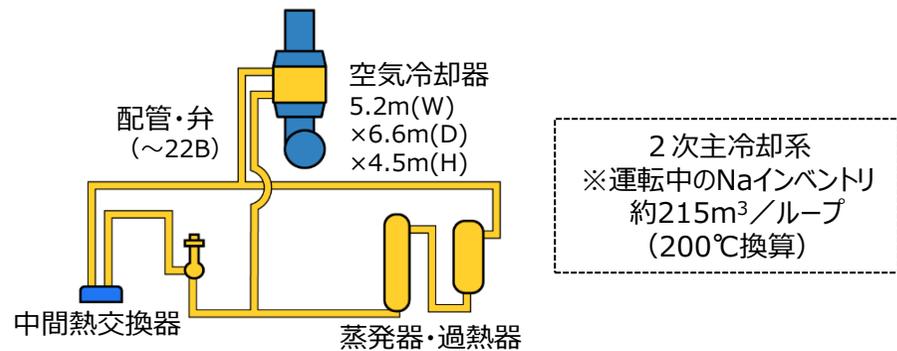


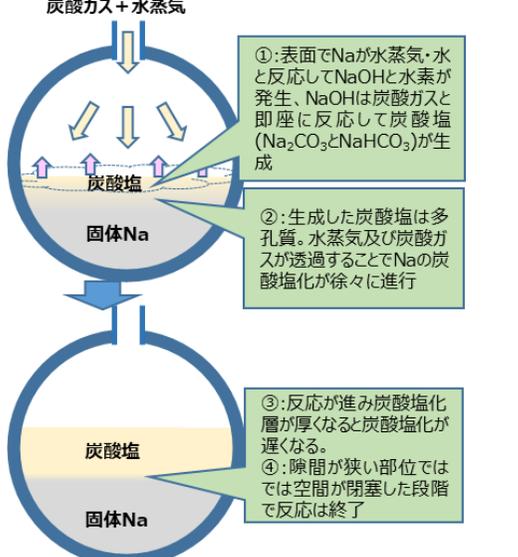
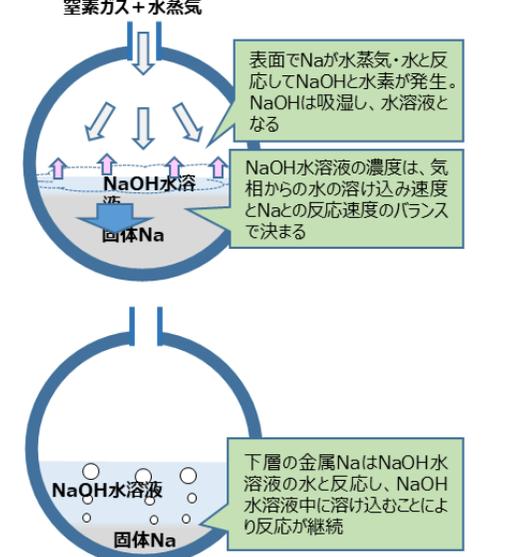
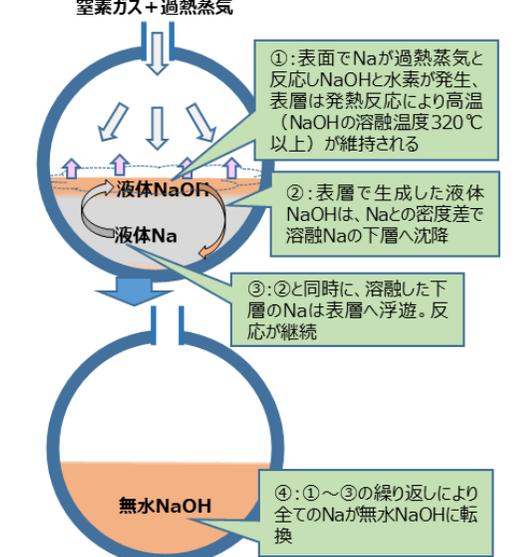
<2次メンテナンス冷却系の概略断面図>



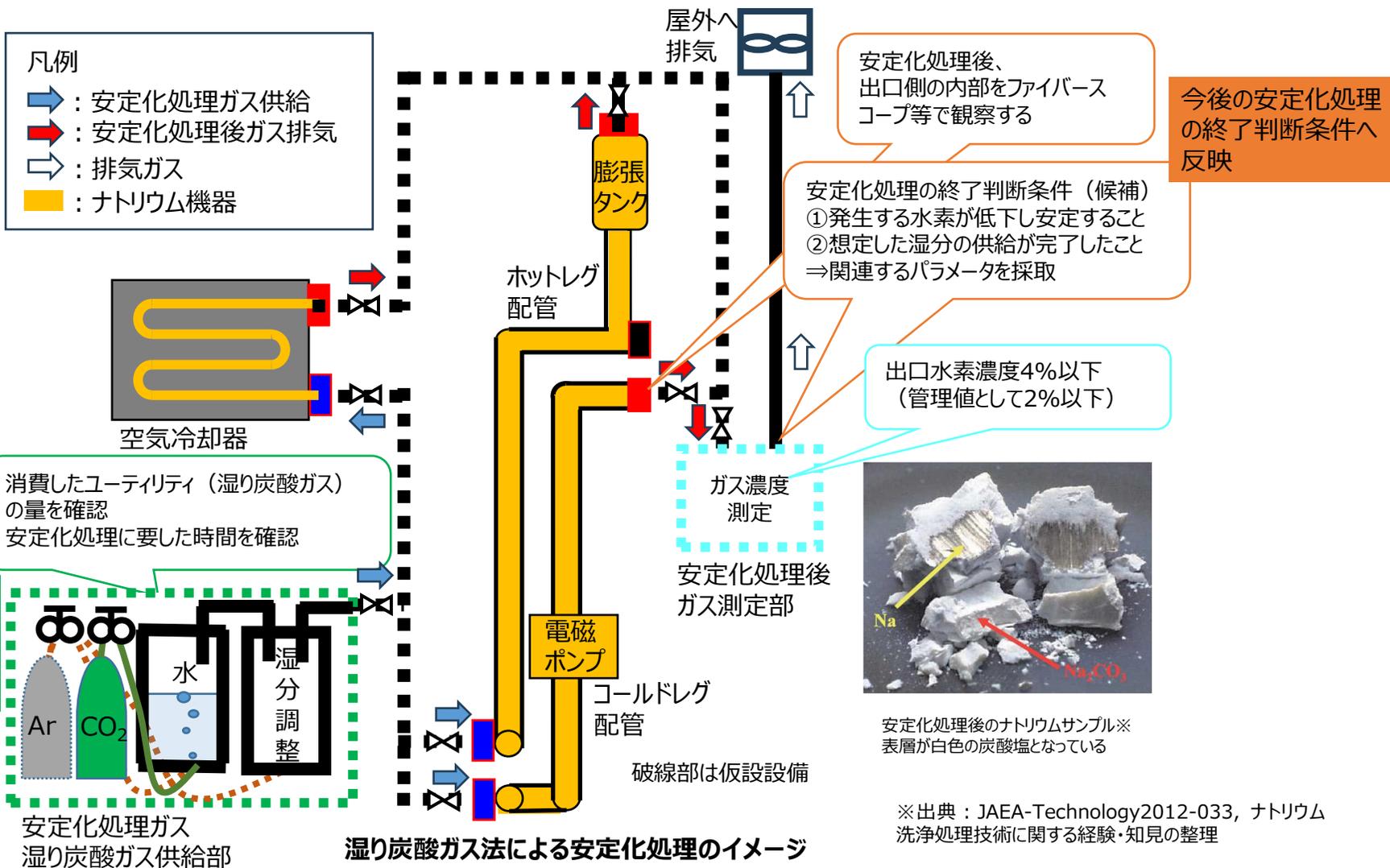
2次主冷却系に
 解体知見を反映

<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"> 比較的に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>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>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>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>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>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、熔融した下層の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>

- ◆ 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



薄膜状にナトリウムが付着

予測推奨値： 1～5mg/cm²

(大洗) カバーガス部の付着ナトリウム



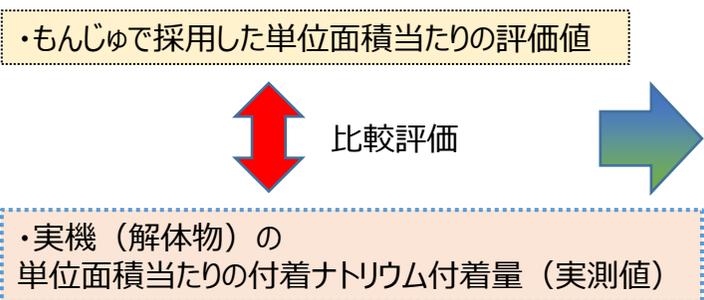
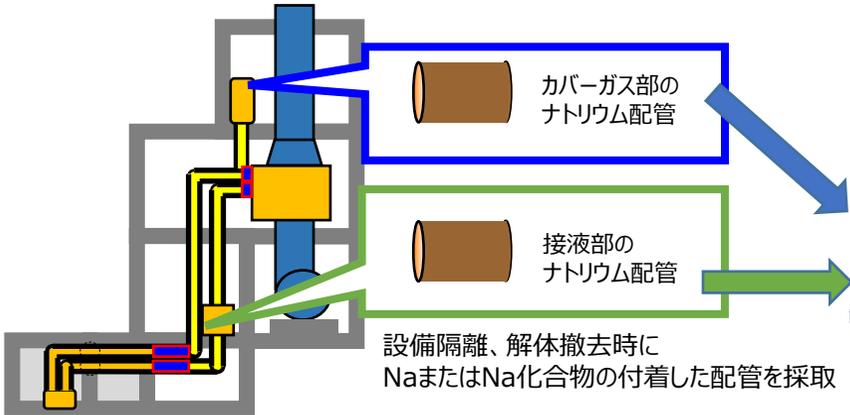
粒状にナトリウムが付着

予測推奨値： 14mg/cm²

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

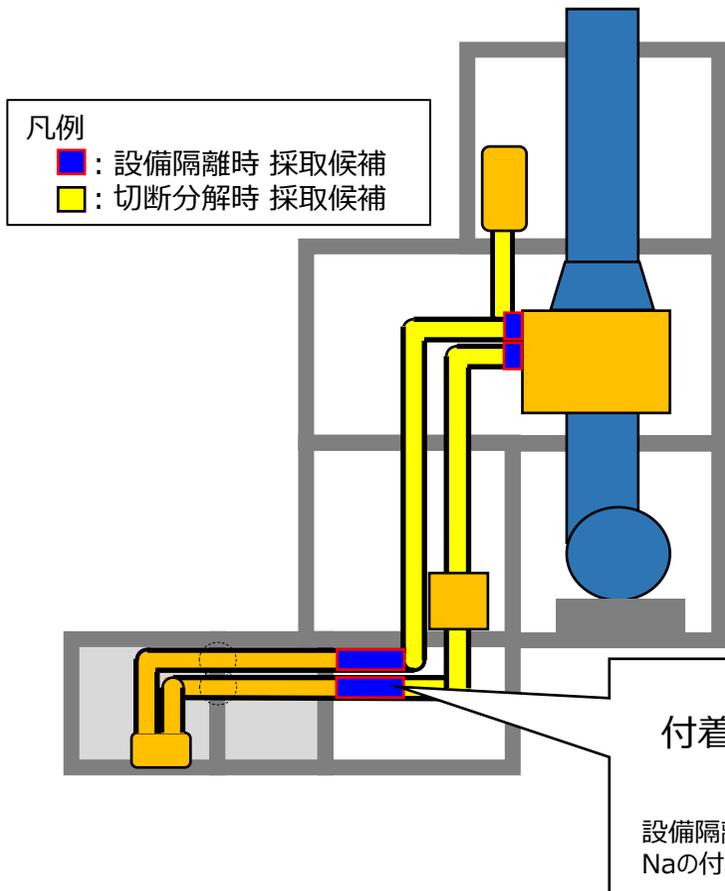
- ・ナトリウム接液部： 5mg/cm²
- ・カバーガス部： 14mg/cm²

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

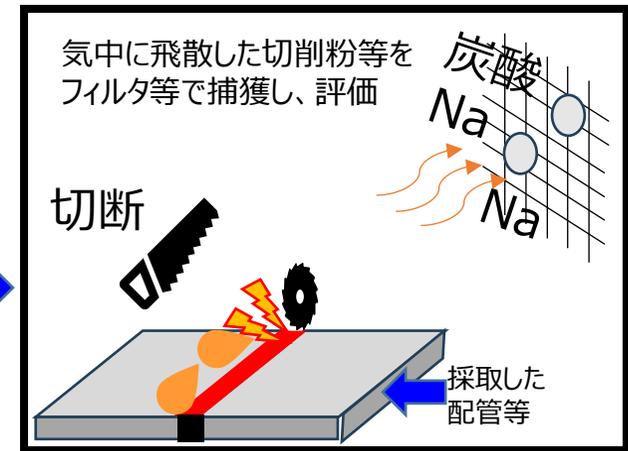
- ◆ 2次メンテナンス冷却系の解体時に発生する、残留ナトリウムの付着したナトリウム配管を用いて、1次系の解体で想定される放射性ナトリウムの飛散による被ばくの評価に資するデータを採取する。
- ◆ 機器材料についての飛散率についてはデータが存在する（ステンレス鋼の気中機械的切断において飛散率0.02%※）ものの、もんじゅ特有のナトリウムについてはデータが存在しないため、これを取得することが目的である。



<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

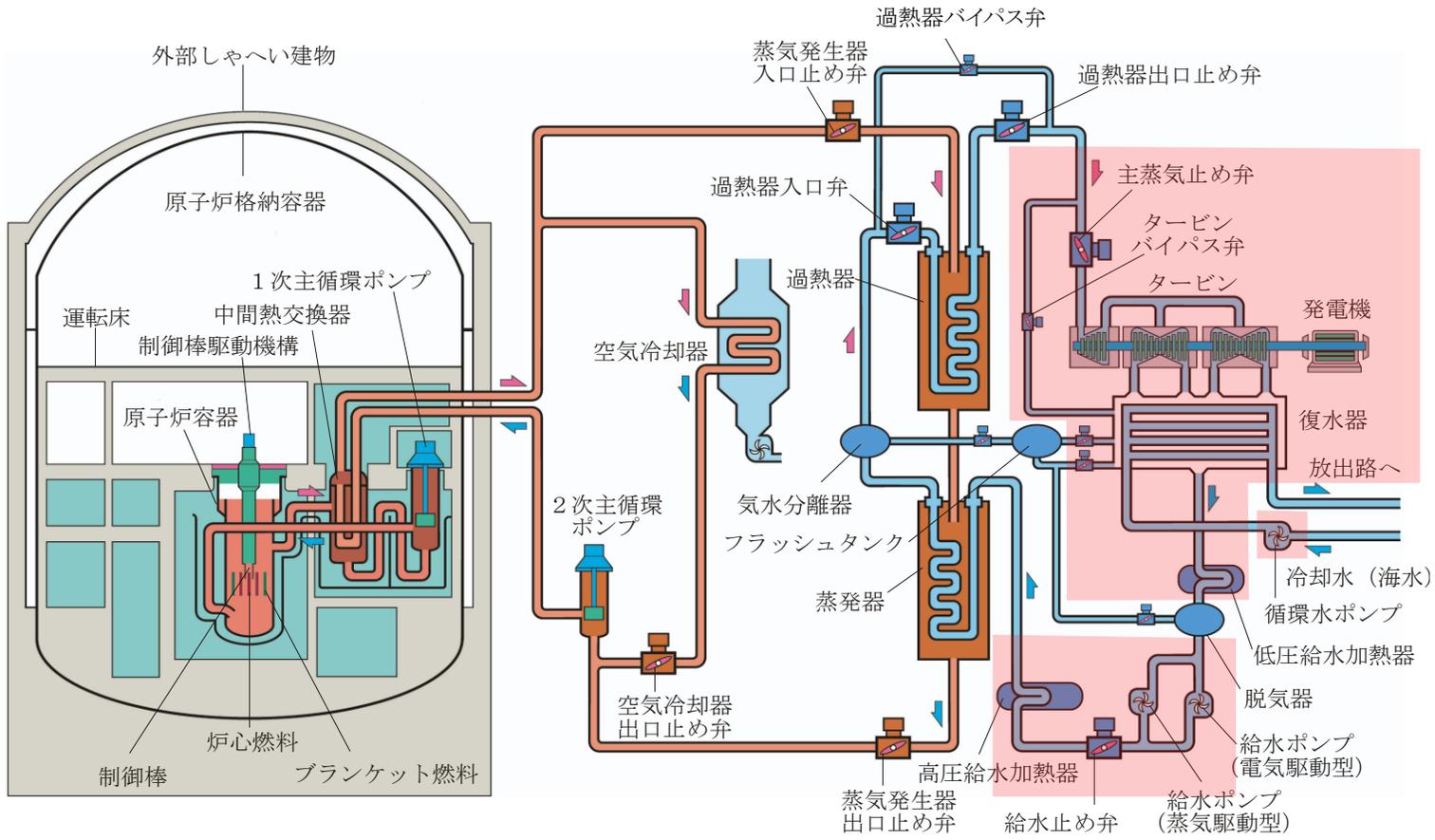


2次メンテナンス冷却系概略断面図

Na飛散量の測定イメージ

◆ 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



「もんじゅ」廃止措置評価専門家会合 現場視察説明資料

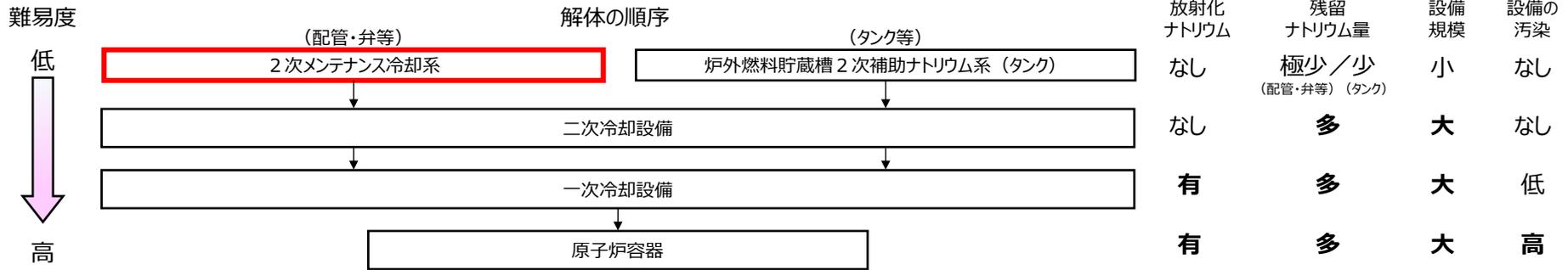
「2次メンテナンス冷却系の解体撤去」

令和7年9月25日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

高速増殖原型炉もんじゅ 廃止措置部 技術実証課

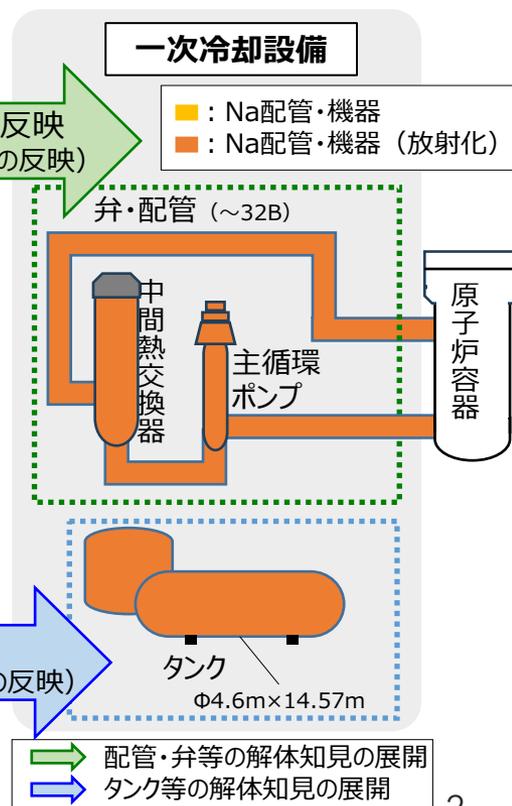
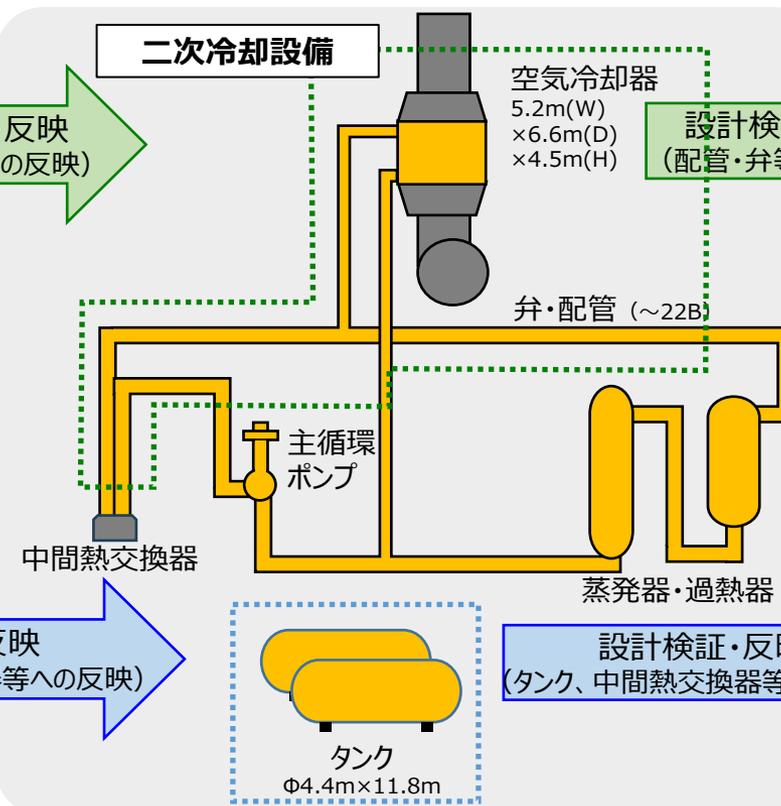
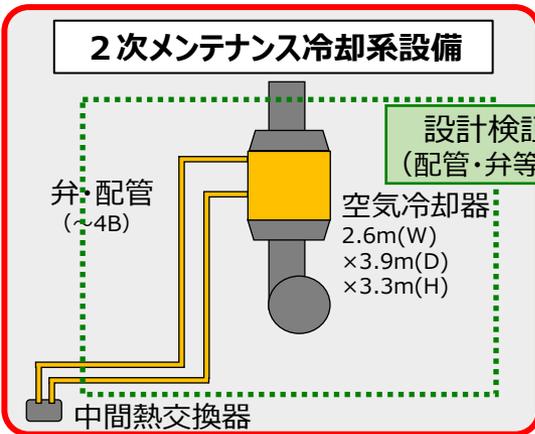
「もんじゅ」ナトリウム機器の解体戦略



小規模・非放射性機器

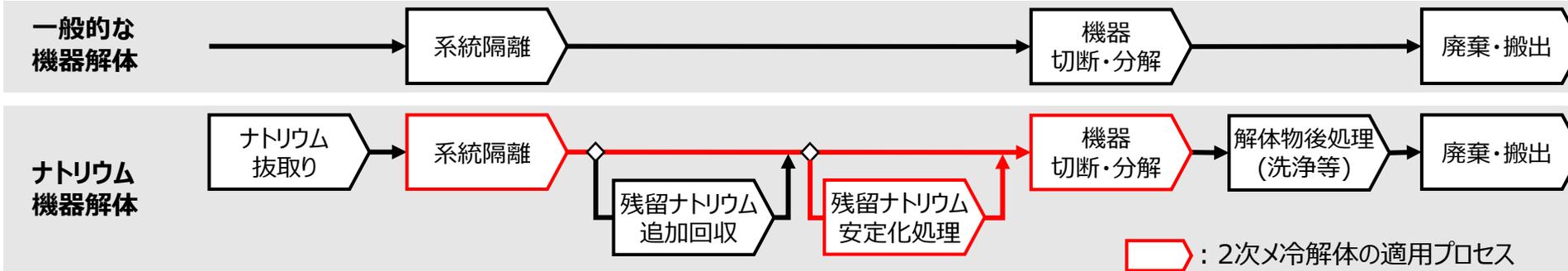
大規模・非放射性機器

大規模・放射性機器



ナトリウム機器解体プロセス及び安全対策

○「一般的な機器解体」と「ナトリウム機器解体」の違い



ナトリウム機器解体特有のプロセス

- ・ナトリウムの性質を踏まえ、機器の切断・分解前に内部に残留するナトリウムの採取、追加回収、安定化处理等を実施する。
- ・解体物にナトリウムが付着している場合、廃棄・搬出前に付着したナトリウムの処理を行う。また、処理までは適切に保管する。

ナトリウムの性質

- ・物理的及び化学的性質：水との接触により発火する。水に触れると自然発火するおそれのある可燃性・引火性ガスを発生。
- ・有害性：ヒトにおいて、重篤な皮膚の薬傷・眼の損傷のおそれがある。

○2次メンテナンス冷却系の解体撤去における安全対策

①ナトリウムの脱落、散逸対策：

- ・作業箇所に鋼製の受け皿等を設置
- ・専用の保管容器の設置及び解体物等を収納

②ナトリウム安定化处理時の水素濃度管理：

- ・処理反応により発生する水素濃度が安全な濃度（処理装置の排気側で4%以下）であることを維持

③ナトリウムの反応抑制

- ・プラバッグを使用（系統隔離時）
- ・機械的切断を適用

④防護具の着用：

- ・ナトリウムとの接触やナトリウムから発生するエアロゾル等に対し適切な防護具を着用

⑤ナトリウム火災の対策：

- ・万が一の火災発生に備え消火剤（ナトレックス）を配備

⑥酸欠対策：

- ・作業中に取扱うアルゴンガスによる酸欠を防止するため換気を確保

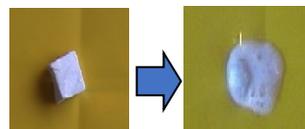
ナトリウム機器解体プロセス及び安全対策

①ナトリウムの脱落、散逸対策

トラブル事例：「常陽」管理区域におけるナトリウム小片の発火と建屋火災事故

<p>状況</p>	<p>平成13年10月31日発生 ○管理区域内にある機器洗浄槽上部作業場において火災が発生した。 ○当日は小型Na弁の解体作業を行い、その後弁を機器洗浄槽上部のグリーンハウス内に移動し、弁の内部に残っているNaを洗浄するための準備作業を実施した。</p>
<p>原因</p>	<p>○小型Na弁の解体作業で脱落したNaの小片が作業に伴って発生した廃棄物または作業着に付着し、ぬれキムタオルから湿分の供給のある環境下で、Naが自然発火し、廃棄物入りカートンボックスに延焼したものと推定される。（基礎実験結果による） ○作業に伴い発生するNaの小片に対する管理が不十分であった。</p>
<p>対策</p>	<p>○Naの脱落対策： ・取扱い機器等の下に鋼製キャッチパンを置き、Naが脱落したとしても安全に回収できるようにする。 ○Naの散逸防止： ・脱落したあるいは付着したNaは専用の鋼製保管容器に回収し、水等により反応させて処理する。 ・Naが付着した恐れのある物はぬれキムタオル等でふき取り、使用後のぬれキムタオル、放射線防護具、工具等は鋼製容器または鋼製バットに保管する。 ○Naの放射性廃棄物への混入防止： ・ぬれキムタオル等は付着している恐れのあるNaをフード内で水等により洗浄してからカートンボックスに入れる。</p>

基礎実験の様子

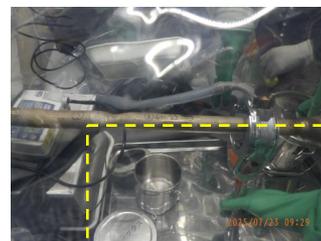


事象発生現場の様子



2次メンテナンス冷却系の解体撤去における安全対策例

○Naの脱落対策



作業箇所にて鋼製の受け皿等を設置

○Naの散逸対策



保管容器に解体物等を収納



作業エリア全体の脱落対策



専用の保管容器 (イメージ) 4

ナトリウム機器解体プロセス及び安全対策

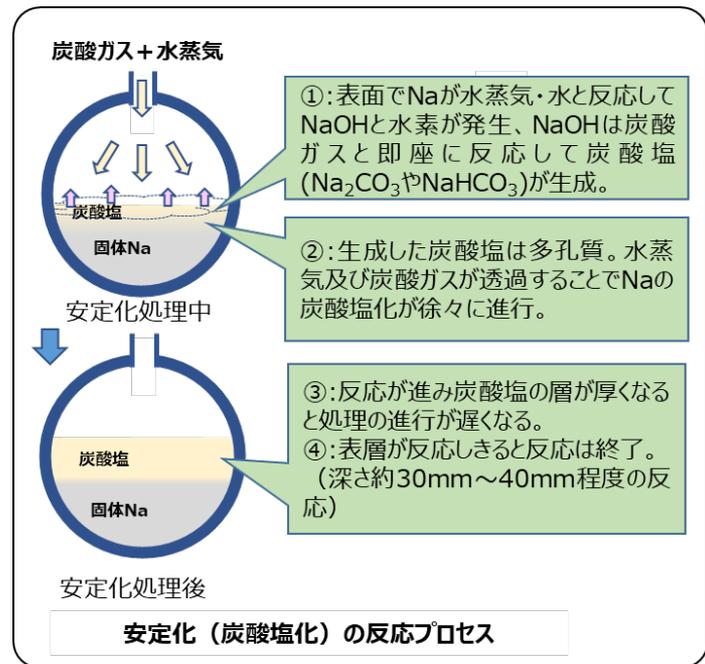
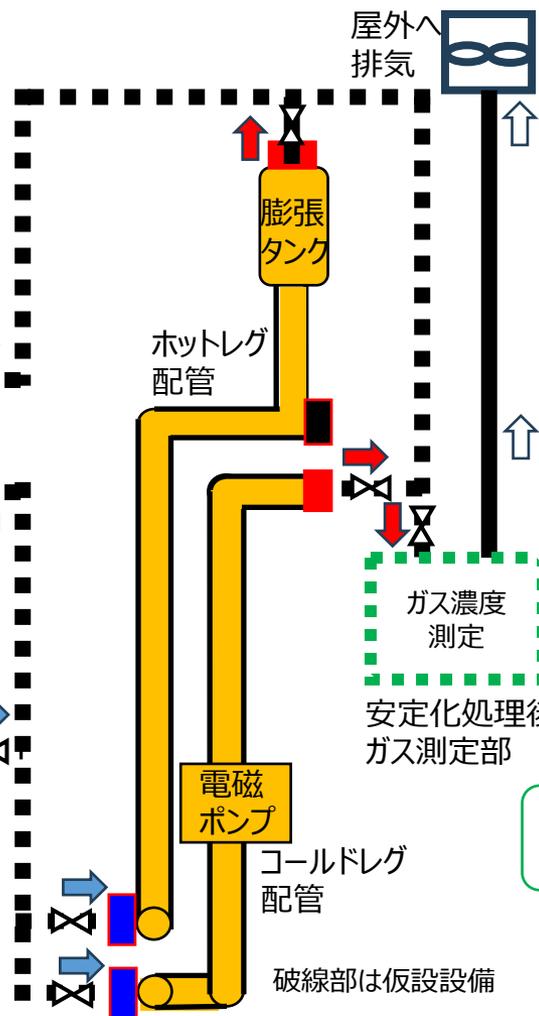
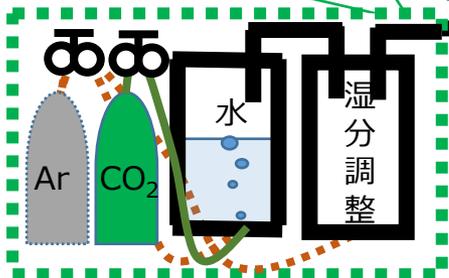
②ナトリウム安定化処理時の水素濃度管理

凡例

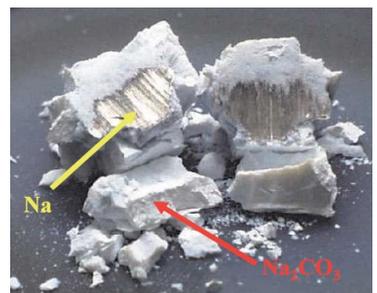
- ➡ : 安定化処理ガス供給
- ➡ : 安定化処理後ガス排気
- ➡ : 排気ガス
- : ナトリウム機器



消費したユーティリティ（湿り炭酸ガス）の量を確認
安定化処理に要した時間を確認



出口水素濃度4%以下
(管理値として2%以下)



安定化処理後のナトリウムサンプル※
表層が白色の炭酸塩となっている

※出典：JAEA-Technology2012-033
ナトリウム洗浄処理技術に関する経験・知見の整理

湿り炭酸ガス法による安定化処理のイメージ

ナトリウム機器解体プロセス及び安全対策

③ナトリウムの反応抑制

系統隔離時、内部の残留ナトリウムが空気中の湿分と反応しないよう、プラバグを用いて不活性ガス内にて作業を実施



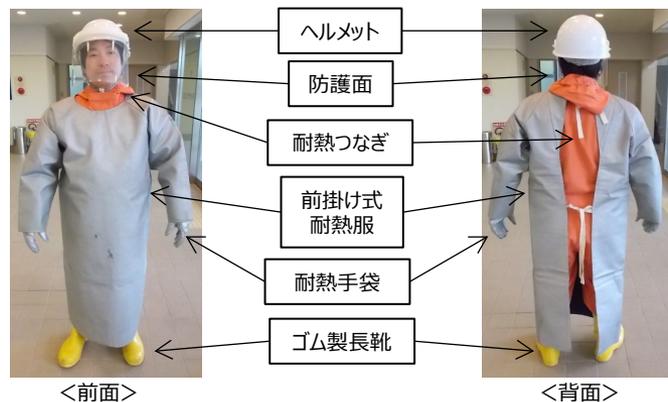
プラバグを使用した隔離作業の様子

機器内に残留したナトリウムの溶融や燃焼を抑制するため、入熱の少ない機械的切断により行う。



ナトリウム配管の機械的切断（イメージ）

④防護具の着用



<前面>

<背面>

防護具の着用例（作業内容に合わせて選択）

⑤ナトリウム火災の対策

万が一の火災発生に備え消火剤（ナトレックス）を配備



ナトレックス消火器（既設）



ナトレックス（追加配備）

発注者の責任範囲と役割

	計画段階	施工段階			
		作業前	作業中・作業後		
JAEA	リスクアセスメントの実施 ・JAEA安全主任立会いのもとリスクアセスメントを実施し、多角的なリスク抽出・評価によりリスク低減対策を充実化 安全管理体制への要求 ・作業内容に応じて必要な有資格者の配置を要求 ・経験・資格を有する人員により作業体制が構築されていることを要領書にて確認 ・従事する作業員が安全教育を受講していることを確認	全体作業計画の共有 ・作業従事者は作業要領書の読み合わせを行い、全体作業計画の認識を共有	作業着手確認 ・当日の作業内容について、どのような作業指示、注意喚起が行われているのかを確認	作業状況確認 ・安全対策の遵守状況を確認 ・追加的な対策が必要な場合、対応を指示	作業終了確認 ・当日作業結果及び翌日の作業内容を確認 ・リスクの高い作業を抽出し、安全対策の充足性を確認 ・課題及び改善事項の共有、協議
元請		作業管理体制の確保 ・計画に従った作業体制が構築されていることを確認 ・構築した作業体制が有効に機能していることを確認	TBM・KY ・作業員の健康状態、作業内容、役割分担、注意事項等を確認 ・作業責任者は、作業指示及び注意喚起に対して、作業員が理解したことを確認	作業実施 ・作業責任者の監督のもと、作業計画等に基づき安全を確保したうえで作業を実施 ・作業で異常が認められた場合は、作業を中断し、定められた連絡体制に基づき情報連絡 ・要領書で定めたホールドポイント（安全対策措置時等）について、JAEA立会いにて措置状況を確認	終礼 ・片付け後の現場状況の確認 ・翌日の作業内容及び安全対策の確認 ・課題及び改善事項の抽出、協議
1次		作業の変更管理 ・計画作業に変更がないことを確認	・変更が必要な場合は、リスクを再評価したうえで対策を見直し、作業計画を変更		
2次					
3次					

<概略工程>

■ : 実績 □ : 予定

年度 実施項目	2025年度 (令和7年度)		2026年度 (令和8年度)	2027年度 (令和9年度)
予熱・保温設備の解体	■			
解体範囲の隔離等作業		■		
安定化処理		装置設置	安定化処理	
解体				

予熱・保温設備の解体

循環ポンプ出口配管



解体前 (4月14日撮影)



解体後 (5月15日撮影)

解体範囲の隔離作業

中間熱交換器入口配管



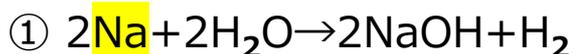
隔離前 (5月22日撮影)



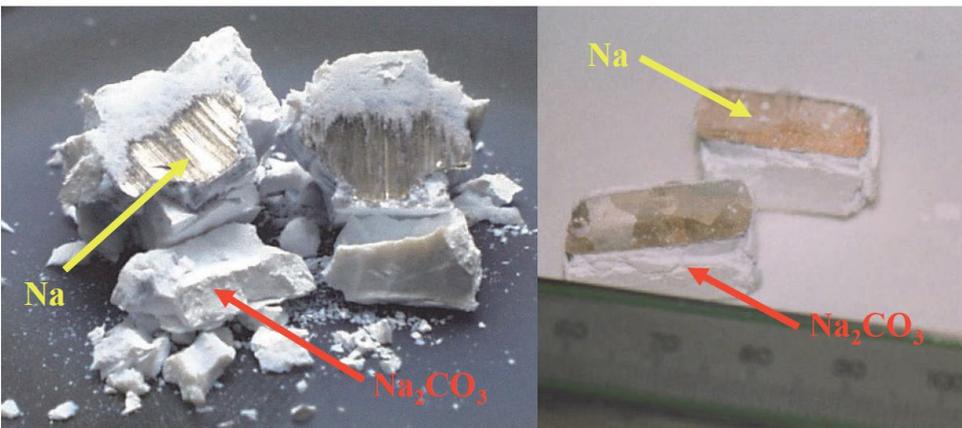
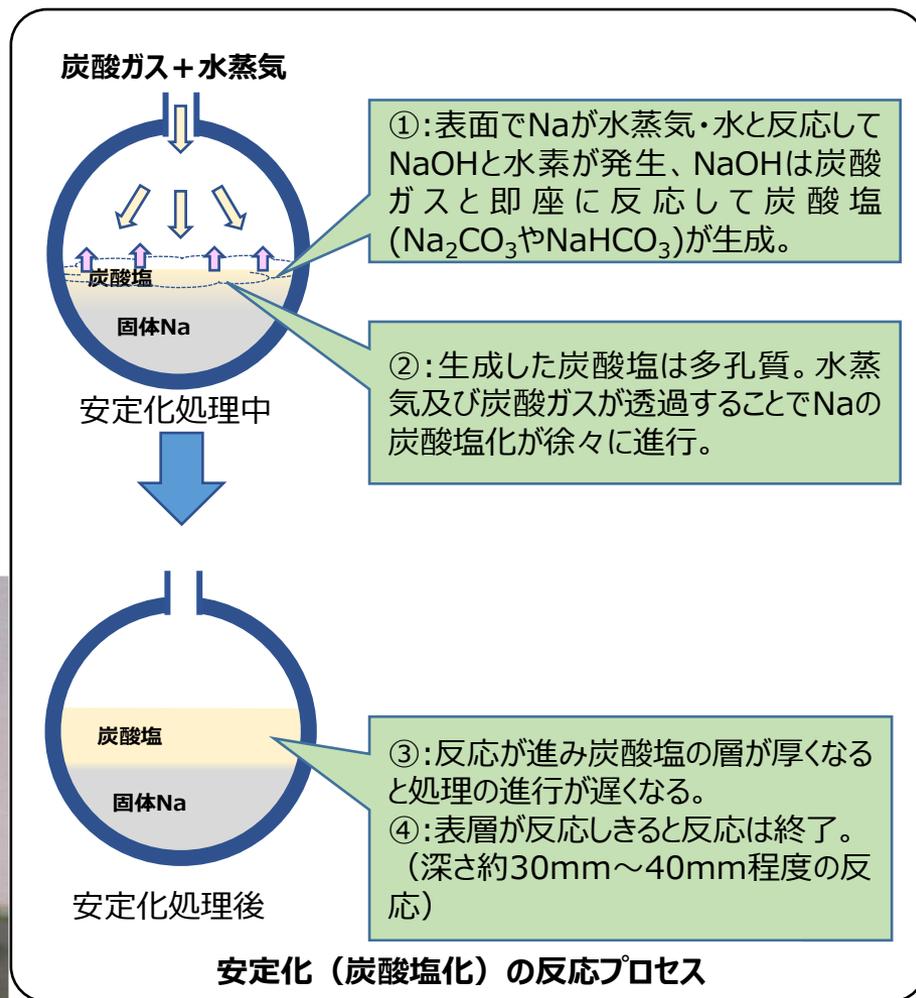
隔離後 (8月8日撮影)

作業概要

- 解体範囲に安定化処理装置を接続し、安定化処理ガス（湿り炭酸ガス）を供給して設備内部の残留ナトリウムを空気に対して安定な化合物（炭酸ナトリウム等）に転換する。



- 安定化処理中は、排気ガス中の水素発生量を適宜測定し、常時水素濃度を4%以下で管理する。



安定化（炭酸塩化）後の反応生成物の例