

高速増殖原型炉もんじゅ 廃止措置計画認可申請書の概要 及び作業の安全確保について

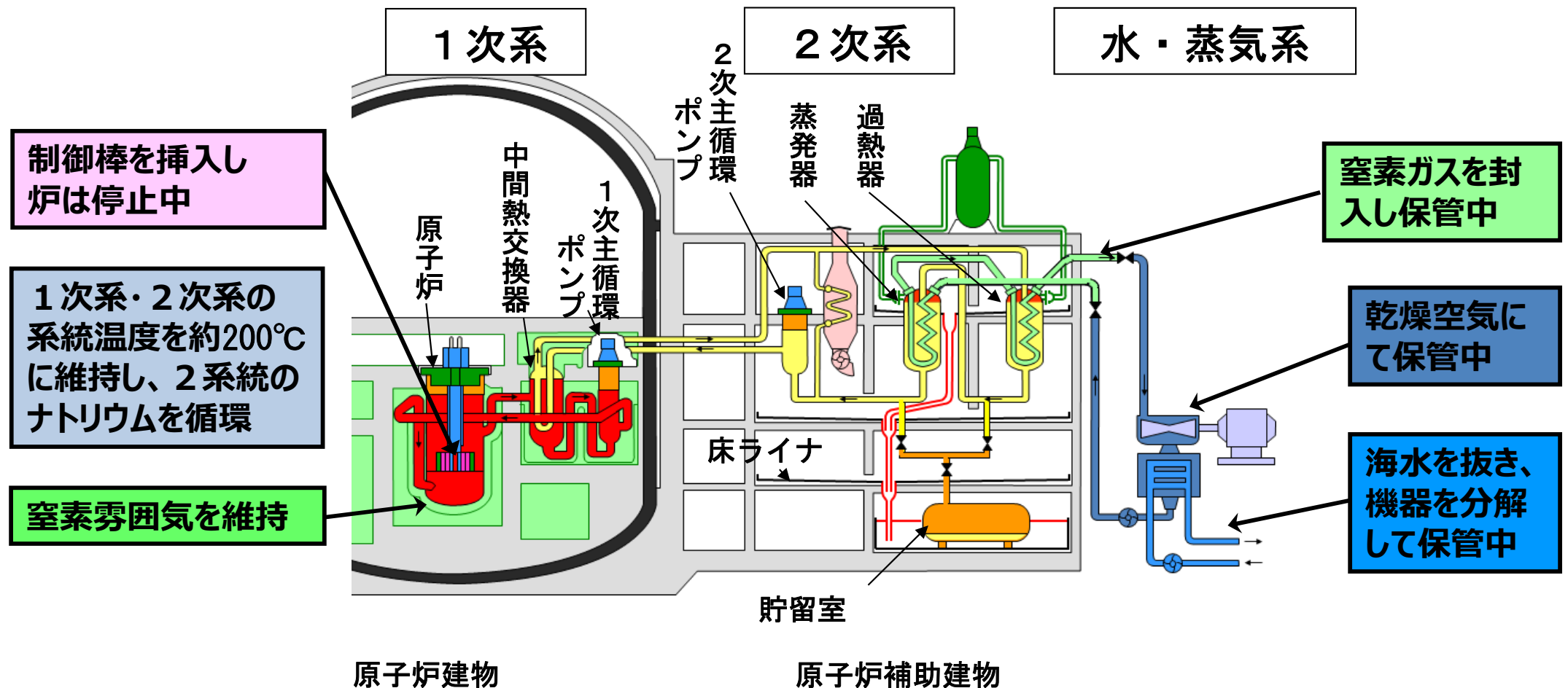
平成30年3月8日

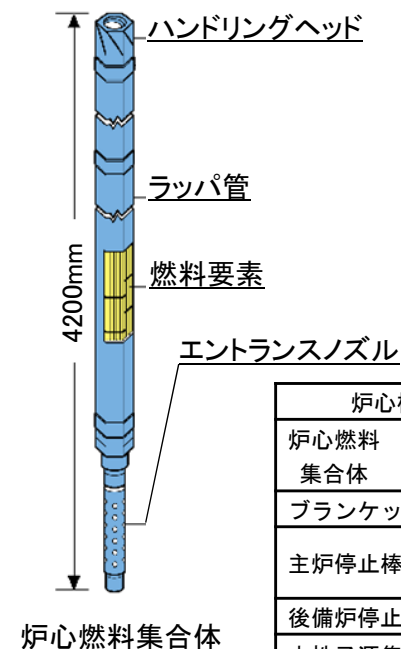
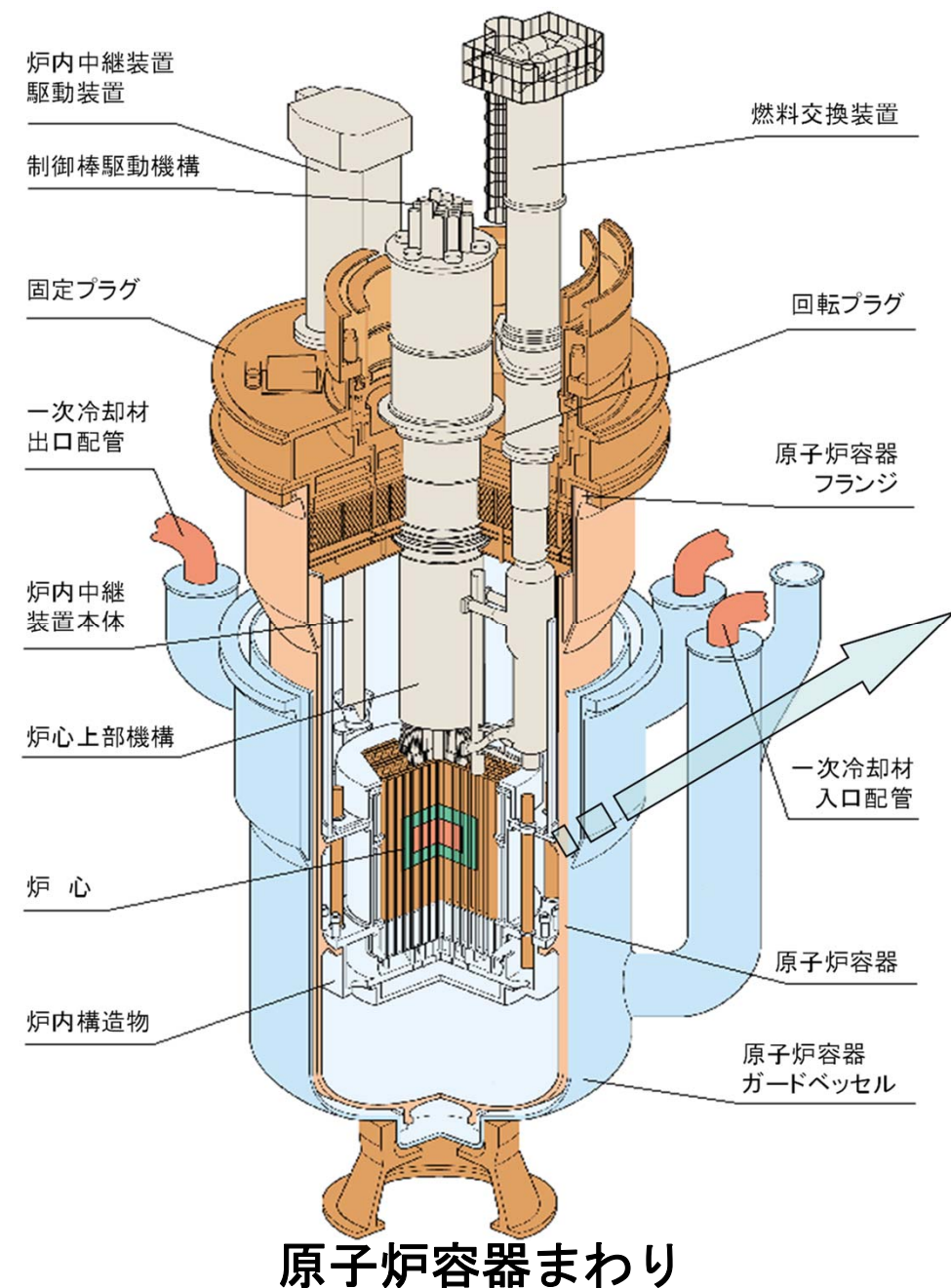
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構

- ・平成24年11月27日 保守管理不備を公表
- ・平成25年5月29日 原子力規制委員会による保安措置命令*1
保守管理体制・品質保証体制の再構築や保安規定の変更等を命令
- ・平成27年11月13日 原子力規制委員会から文部科学大臣への勧告
機構に代わって出力運転を安全に行う者の特定、又は、安全上のリスクを明確に減少させるよう施設の在り方を抜本的に見直すことを勧告
- ・平成28年12月21日 原子力関係閣僚会議
「高速炉開発の方針」、「『もんじゅ』の取扱いに関する政府方針」を決定
- ・平成29年 6月13日 「もんじゅ」廃止措置推進チーム、「もんじゅ」廃止措置現地対策チーム
➢ 政府が「『もんじゅ』の廃止措置に関する基本方針」を決定
➢ 機構が「『もんじゅ』の廃止措置に関する基本的な計画」を文部科学大臣に提出
- ・平成29年12月 6日 原子力規制委員会に「もんじゅ」廃止措置計画提出
- ・平成30年 2月 9日 原子力施設保安規定の変更認可を申請
- ・平成30年 2月23日 原子力規制委員会に「もんじゅ」廃止措置計画認可の補正を提出

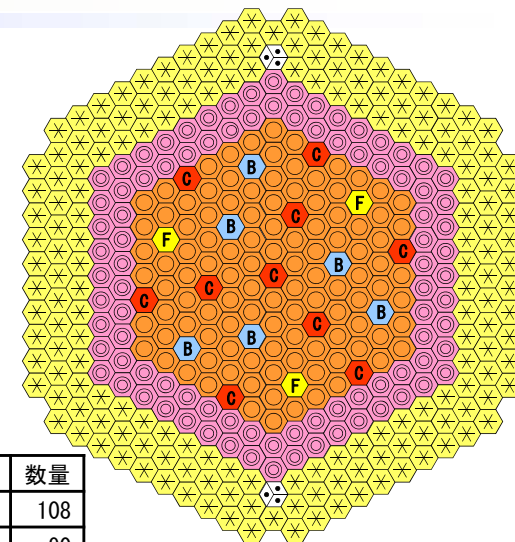
*1) 平成29年 1月18日に原子力規制委員会が効力を失ったものと判断

- ✓ 原子炉は制御棒が挿入され停止中
- ✓ 1次系・2次系設備はナトリウムを充填し、3ループのうち、1ループ毎にドレンして点検を実施中
- ✓ 水・蒸気系設備は保管状態





炉心構成要素		記号	数量
炉心燃料集合体	内側炉心		108
	外側炉心		90
ブランケット燃料集合体			172
主炉停止棒	微調整棒		3
	粗調整制棒		10
後備炉停止棒			6
中性子源集合体			2



もんじゅ内 貯蔵場所		種類及び数量			
		新燃料		使用済燃料	
		炉心燃料 集合体	ブランケット 燃料集合体	炉心燃料 集合体	ブランケット 燃料集合体
原子炉 建物内	炉心	33体	—	165体	172体
原子炉補 助建物内	新燃料 貯蔵ラック	4体	2体	—	—
	炉外燃料 貯蔵槽	—	34体	121体※1	5体※1
	燃料池	—	—	1体	1体
合計		37体	36体	287体	178体

※1 試験用集合体を含む。

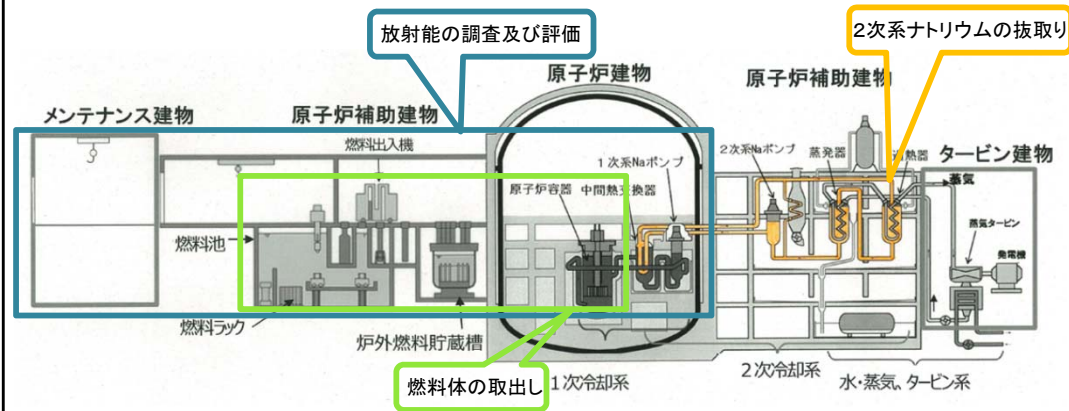
- 廃止措置の全体工程（30年間）を4段階に区分し、段階的に進める。
- 燃料体の取出しを最優先に実施し、第1段階（～平成34年度）中に取出しを完了する。
- 廃止措置における早期のリスク低減を図るため、燃料体の取出しを最優先に実施する。
- ナトリウム漏えいリスク低減のため、2次系ナトリウムを系統から抜き取る。

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	H30(認可後) (2018) ～ H34 (2022)	H35 (2023)	～	H59 (2047)
主な実施事項 ※1	燃料体の取出し			
		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（放射性固体廃棄物の推定発生量：約26,700トン※2）			

※1）使用済燃料の譲渡し及びナトリウムの処理・処分に係る計画については、燃料体の取出し完了までに政府が結論を得る計画を踏まえ、反映する。

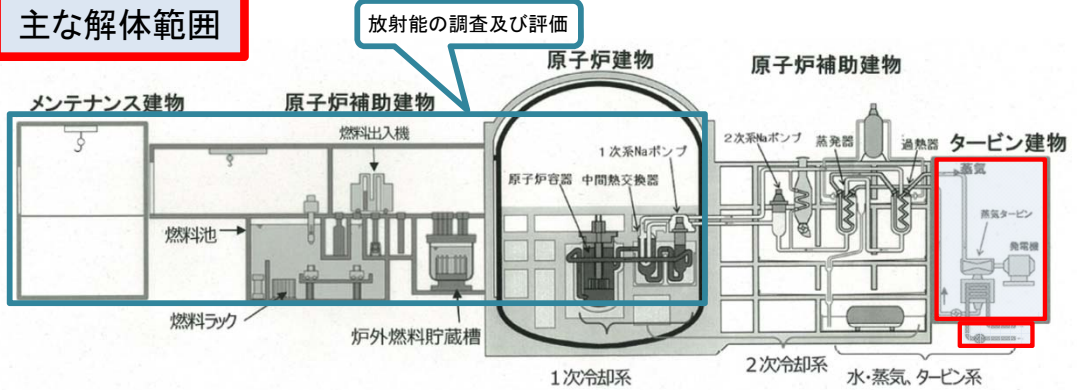
※2）放射能レベル区分ごとの推定発生量については、第1段階及び第2段階に実施する汚染の分布に関する評価の結果を踏まえて算出する。

①燃料取出し期間



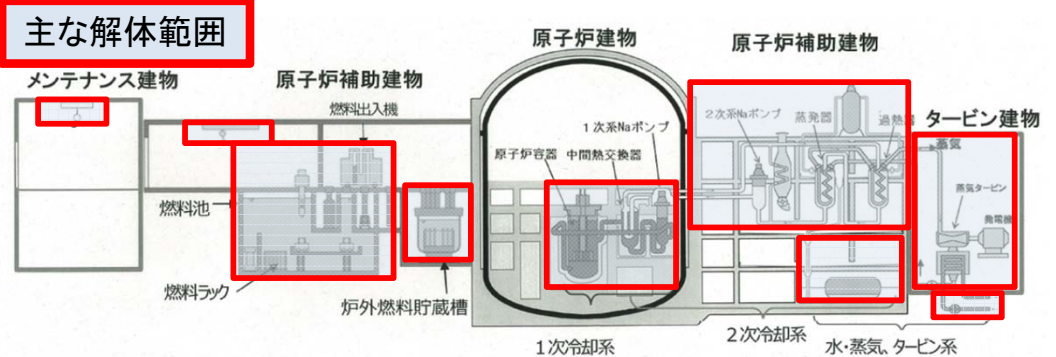
工事内容 ・燃料体の取出し(→燃料池) ・2次系ナトリウムの抜き取り(一時保管用タンクの設置を含む) ・放射能の調査及び評価	安全対策 ・ナトリウムの飛散防止 ・燃料取出し作業者の教育・訓練 ・防保護具着用による被ばく低減策等
---	---

②解体準備期間



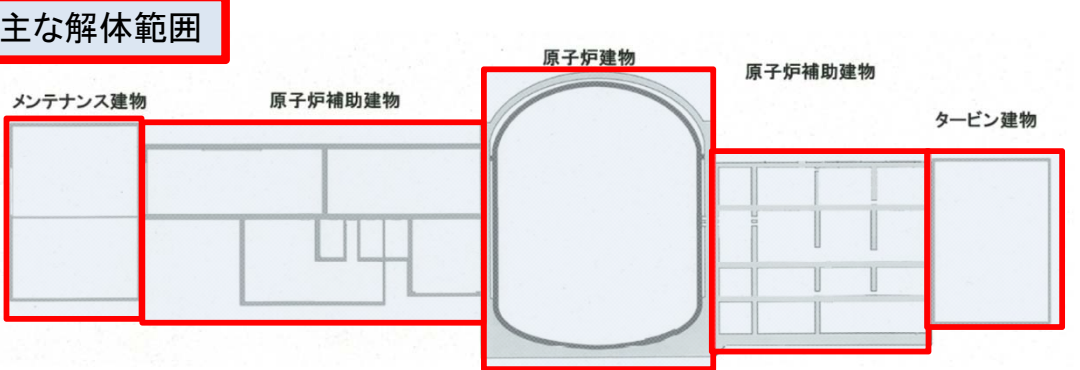
工事内容 ・ナトリウム機器の解体準備 ・水・蒸気系等発電設備の解体撤去 ・放射能の調査及び評価(継続)	安全対策 ・ナトリウムの飛散防止 ・汚染防止囲い等の活用による粉じんの飛散防止 ・防保護具着用による被ばく低減策等
--	--

③廃止措置期間 I



工事内容 ・ナトリウム機器の解体 ・水・蒸気系等発電設備の解体撤去(継続)	安全対策 ・ナトリウムの飛散防止 ・遮蔽の設置、遠隔操作、防保護具着用等による被ばく低減策等
---	--

④廃止措置期間 II



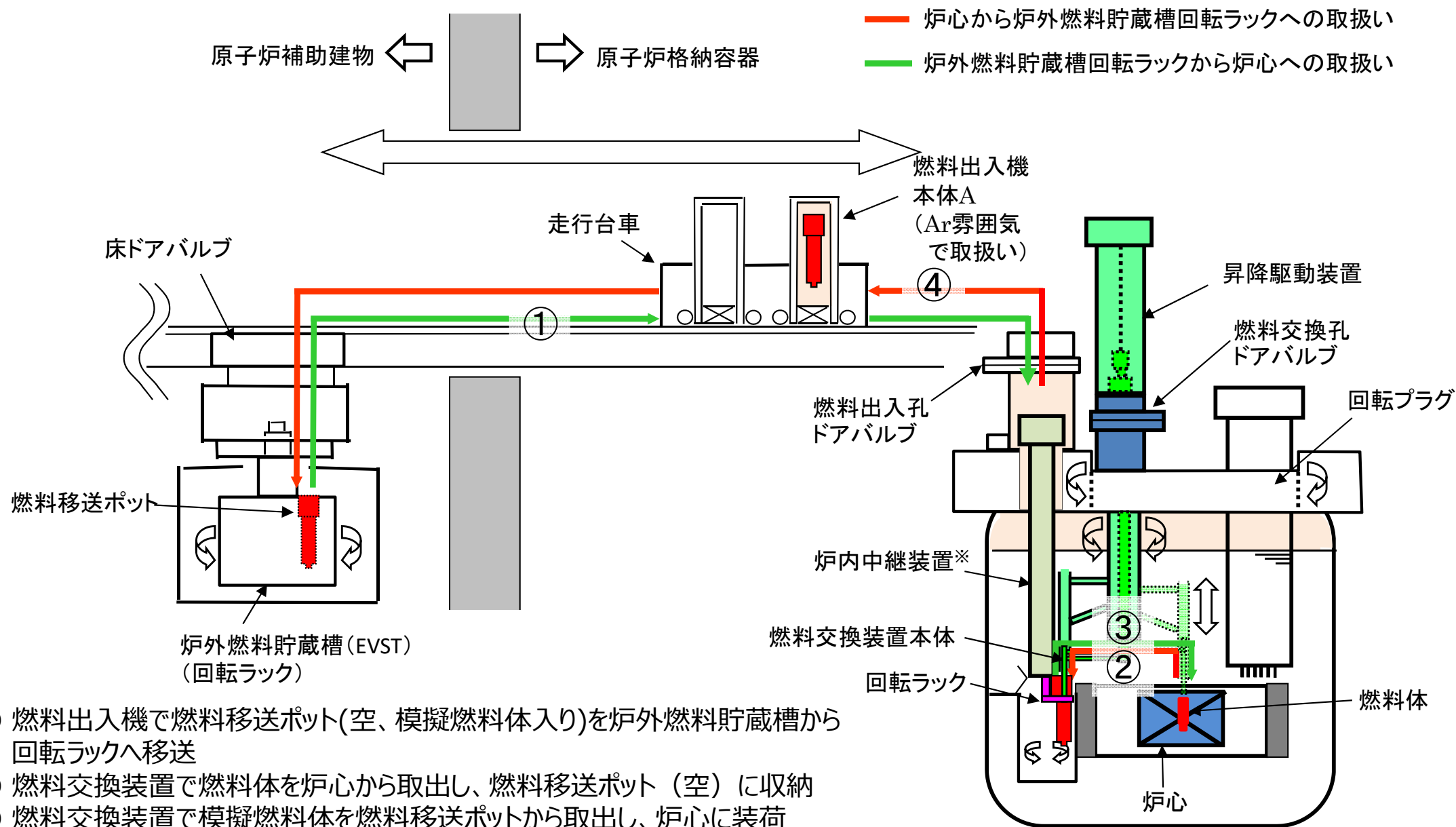
工事内容 ・管理区域の解除 ・建物等解体撤去	安全対策 ・汚染防止囲い等の活用による粉じんの飛散防止 等
--	--

- 炉心等からの燃料体の取出しと設備点検を交互に行い、平成34年度までに取出しを完了する。
- 解体撤去工法の策定、放射性廃棄物発生量の評価などのため、汚染の分布に関する評価を行う。
- 平成29年7月から燃料取出しに必要な設備点検や交換部品の調達等を実施している。

年度		平成30年度 (認可後) (2018年度)	平成31年度 (2019年度)	平成32年度 (2020年度)	平成33年度 (2021年度)	平成34年度 (2022年度)
第1段階における主な作業及び点検	燃料体の処理 炉外燃料貯蔵槽 →燃料池 (530体)					燃料体の取出し完了 ▽
	燃料体の取出し 原子炉容器 →炉外燃料貯蔵槽 (370体)					
	模擬燃料体の準備					
	設備点検					
	2次系ナトリウム の抜取り	完了 ▽				
	汚染の分布に関する 評価					

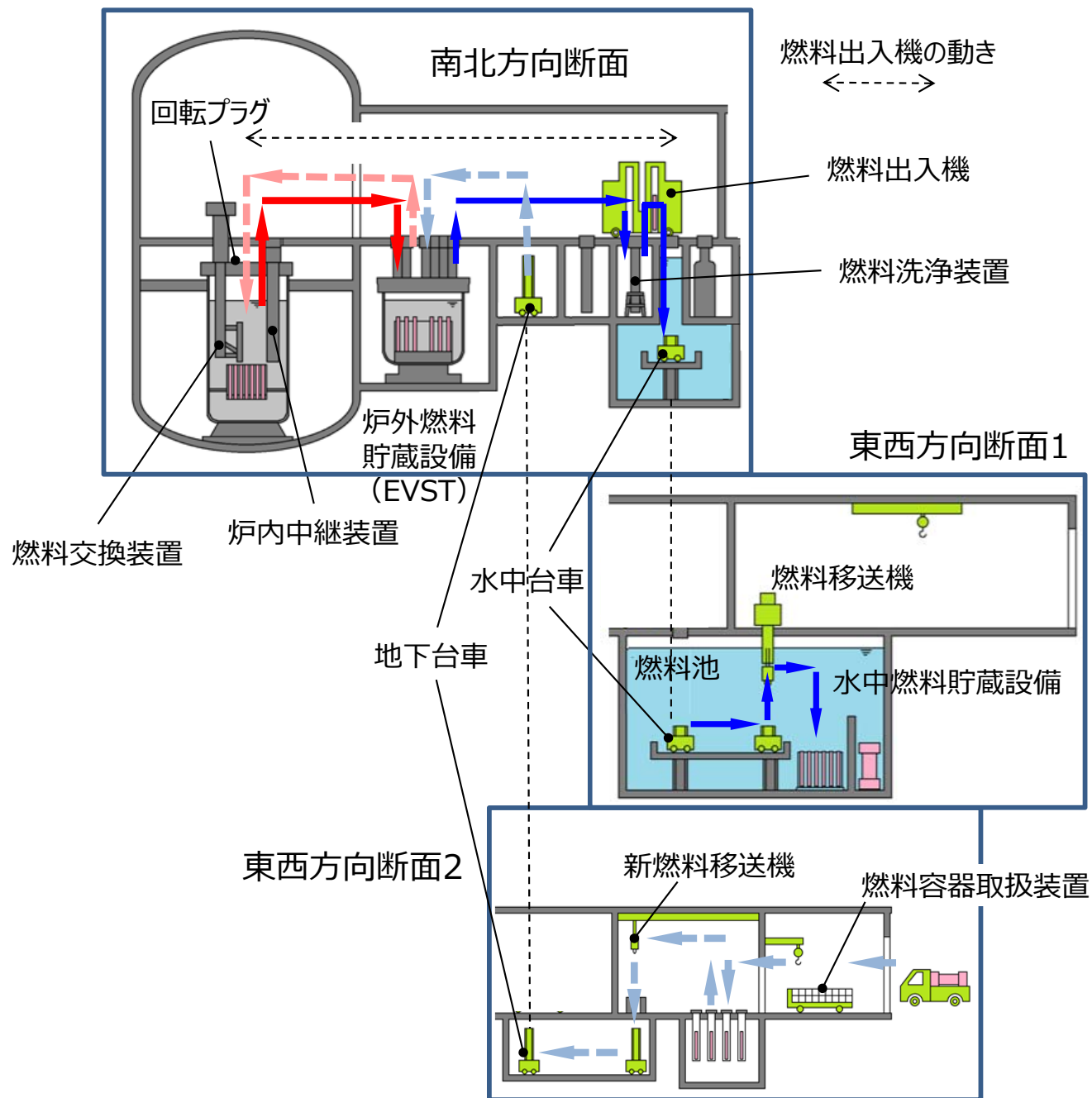
「もんじゅ」の燃料交換について

原子炉への新燃料の移送・装荷・使用済燃料の
取出を説明したものです。



※：平成22年8月に炉内中継装置本体を落下

- ① 燃料出入機で燃料移送ポット(空、模擬燃料体入り)を炉外燃料貯蔵槽から回転ラックへ移送
- ② 燃料交換装置で燃料体を炉心から取出し、燃料移送ポット（空）に収納
- ③ 燃料交換装置で模擬燃料体を燃料移送ポットから取出し、炉心に装荷
- ④ 燃料出入機で燃料移送ポット（燃料体入り、空）を回転ラックから炉外燃料貯蔵槽へ移送

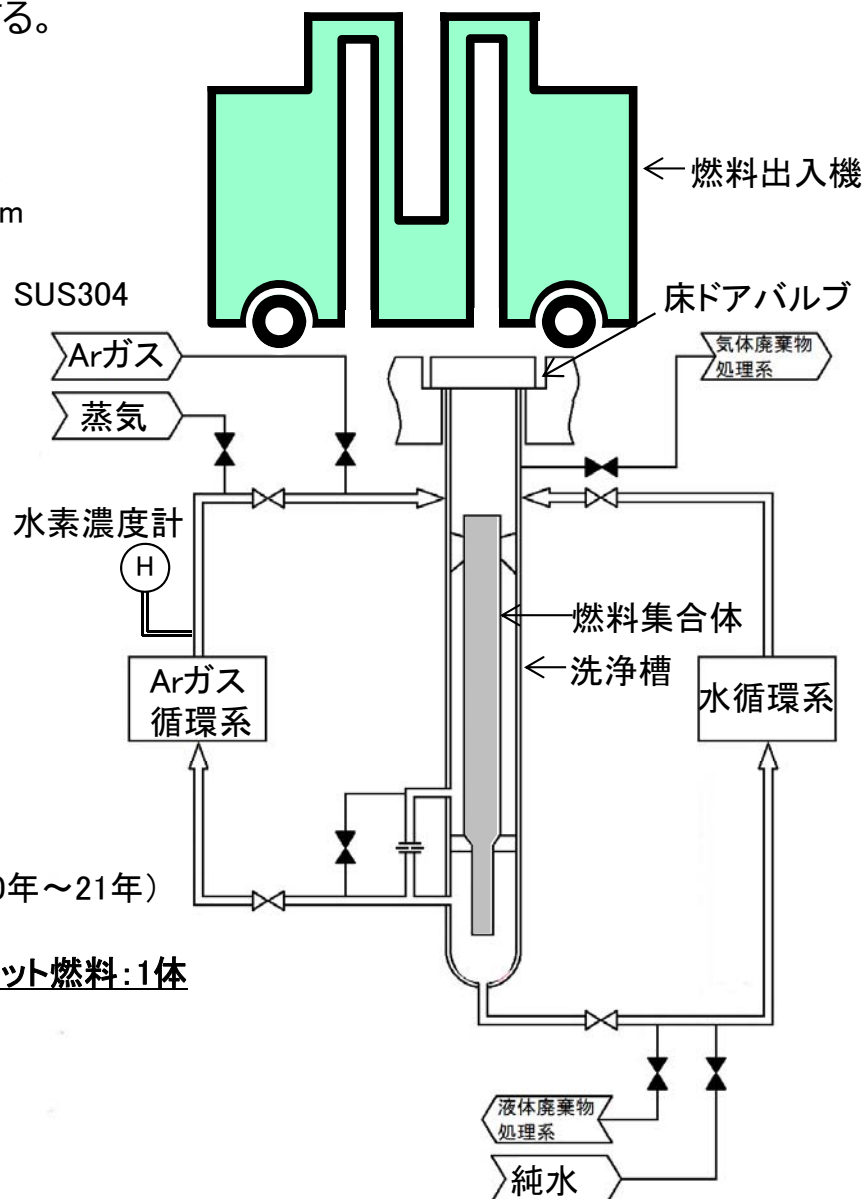


項目	平成30年度	平成31年度
燃料体の処理		
燃料体の取出し		
模擬燃料体の準備※		
設備点検	☐	☐

※：燃料体の取出しを安全かつ確実に行うため、燃料体を取り出した後の炉心位置に、形状、重量等を模擬した模擬燃料体を装荷する。

- ナトリウム洗浄は、アルゴンガス中（規定値の蒸気との混合ガス）で実施する。よって、支燃性ガスがなく、水素燃焼には至らない。
- 加えて、洗浄時の水素濃度は、実績ベースで約2%（参考 空気中の水素濃度の燃焼下限 4%）
- さらに、水素濃度が一定値以上に上昇した場合は、洗浄を停止し、速やかに 洗浄槽内をアルゴンガスパージして、水素濃度を低下させる処置を実施する。

洗浄槽仕様
直径267mm
長さ約7m
主要材料 SUS304



【燃料洗浄の実績】

- ①初臨界（平成6年）時の
模擬体の処理：
模擬体：198体
・炉外燃料貯蔵槽
↓（燃料洗浄）
燃料池
- ②燃料健全性確認（平成20年～21年）
時の燃料処理貯蔵：
炉心燃料：1体、ブランケット燃料：1体
・炉外燃料貯蔵槽
↓（燃料洗浄）
↓（缶詰処理）
燃料池

燃料体の洗浄 主要工程

1. 燃料体の受け入れ

2. 湿潤ガス洗浄（Ar + 蒸気）

【ナトリウムと水を緩やかに反応させる洗浄】
$$\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + 1/2\text{H}_2$$

燃料洗浄槽内（ループ内）はアルゴンガス雰囲気となっており、その中にアルゴンガスと規定値の蒸気との混合ガスを吹き付けることにより酸化反応を緩やかにしナトリウムを洗浄していきます。
（水素ガスの上昇がなくなるまで継続）

3. 脱塩水循環洗浄（×2回）

【仕上げ洗浄】

4. 燃料体の受け渡し

5. 脱湿、Arガス置換

点検対象設備	主要点検機器	点検項目	平成29年					平成30年						
			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） 回転ラック駆動装置	分解点検 機能・性能試験												
燃料出入設備	燃料出入機本体 など 走行台車	分解点検 機能・性能試験												
燃料洗浄設備	燃料洗浄槽床ドアバルブ アルゴンガス循環ブロブ	分解点検 分解点検												
燃料缶詰設備	燃料缶詰装置 など 床ドアバルブ	開放・分解点検 分解点検												
水中燃料貯蔵設備	水中台車 など 床ドアバルブ	機能・性能試験 分解点検												
新燃料受入貯蔵設備	燃料容器取扱装置 など 床ドアバルブ	機能・性能試験 分解点検												
燃料交換設備（しゃへいプラグ）	回転プラグ	分解点検												

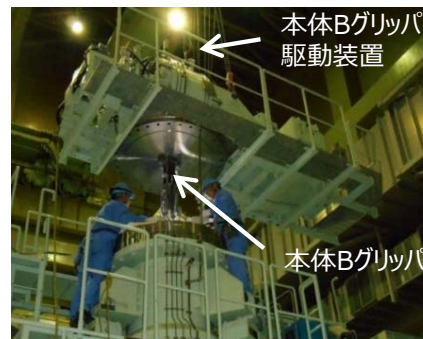
2月28日現在の実施状況を示す。

燃料取扱いに係る模擬訓練
（平成30年6月予定）

- EVSTに貯蔵している制御棒を用いて、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・貯蔵を行う。



床ドアバルブ（6連式）の分解点検
（平成29年7月～10月）



燃料出入機本体の分解点検
（平成29年10月～）

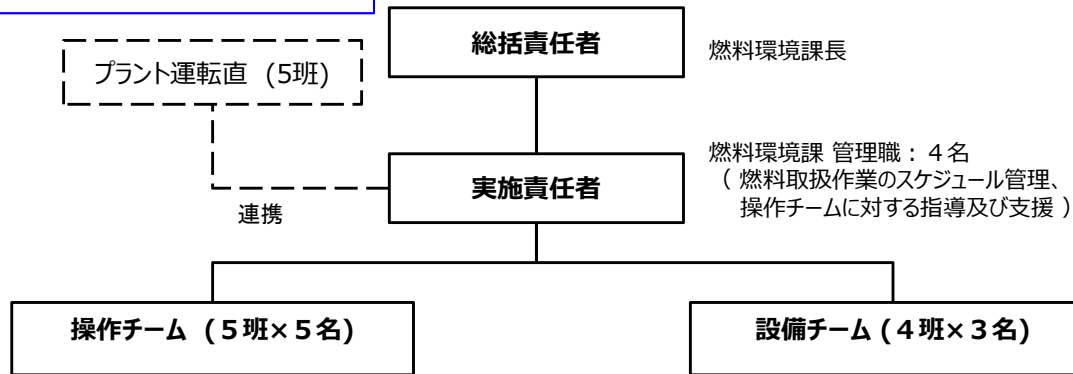


缶詰装置容器開放点検
（平成29年9月～）

(1) 燃料取扱体制の整備状況

運転と保守を一体化した燃料取扱体制を構築し、実施責任者の指示のもと安全かつ確実に作業を実施する。

燃料取扱体制



「操作チーム」

- ・発電課員（10名）、燃取設備の保守経験者（5名）を選抜済。今後、燃料取扱作業の模擬訓練開始までに10名を追加し、合計25名で構成する予定
- ・選抜済15名は、保安教育等を終了し「操作員」に指名済
- ・系統・手順書等教育（机上教育）を計画的に継続実施中

「設備チーム」

- ・4班×3名で構成予定。（H30年6月までに構成）
- ・要員については、現在設備設計メーカー（過去の経験者）と人員の支援について調整を進めている。

- ・燃取設備の点検時における操作方法等のOJTを平成29年9月から実施
- ・燃料処理作業開始までに燃料取扱作業の模擬訓練を予定（H30年6月）

(2) 操作員教育・訓練の状況

- ・系統・手順書等教育（机上教育）
- ・燃料処理設備点検に係るOJT
 - ①点検前作動確認
 - ②点検後作動試験（実施中）

教育内容の例

- ・系統設備の安全機能、操作方法等の机上教育
- ・燃料取扱い経験者又は設備に精通した講師による現場OJT

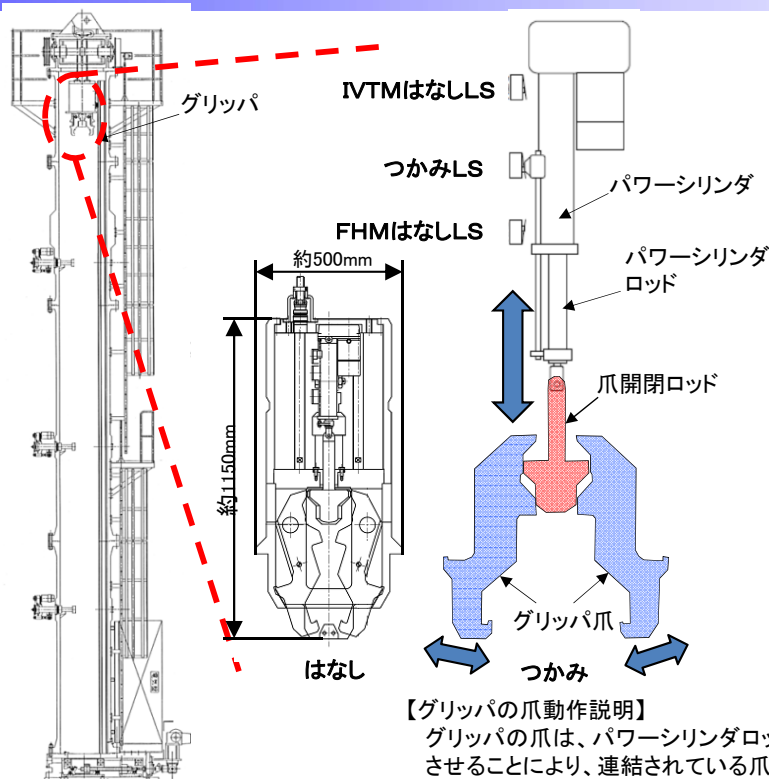


件名：炉内中継装置 (IVTM本体) の落下

発生年月：平成22年8月

概要：

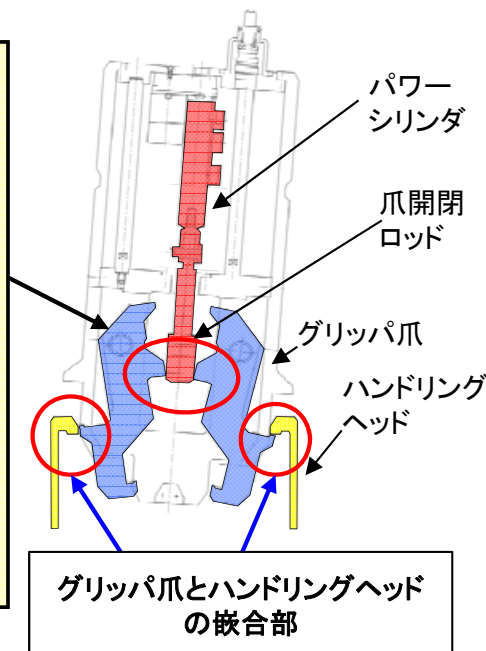
- 燃料交換後の後始末として、炉上部より原子炉機器輸送ケーシング(AHM)を使用してIVTM本体を引抜き作業を実施。
- この際、グリッパの爪開閉ロッドが回転し、爪が正常に開かなかったため、ハンドリングヘッドに両方の爪がかからず、片吊りとなり、約2m引抜いた際に外れ、IVTM本体が落下。



全 長: 約 16.3m
本体外径: 約 1.1m
重 量: 約 65t



平板形状の爪開閉ロッドが回転したため、爪が正常に開かない状態となった。



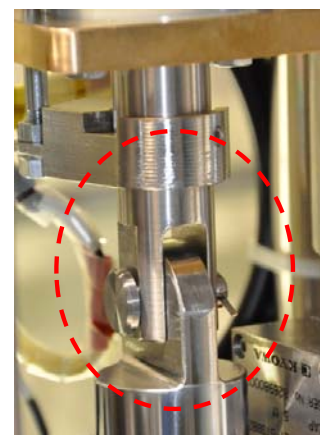
対策

対策：

- グリッパのパワーシリンダとグリッパ爪開閉ロッドの接続部のネジ構造の排除（ロッドとU字金具を一体で削りだし）
- グリッパ爪開閉ロッドにガイド（爪支持板）を設け、回転を防止
- 使用する前にグリッパ爪開閉状態が確認できる構造等の改善

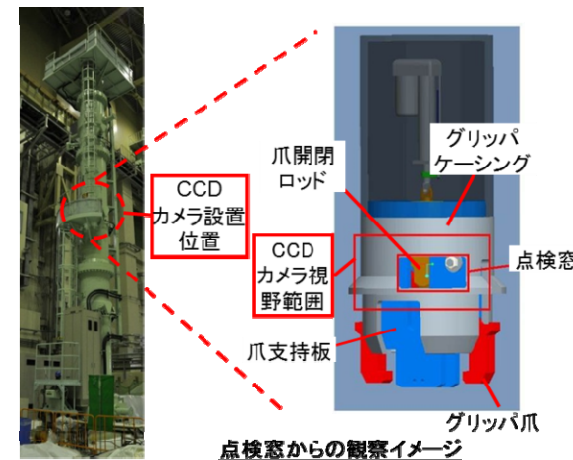
実動作による確認：

平成24年6月 旧保安院の使用前検査として、実際の燃料交換（模擬燃料）を実施し、正常に燃料交換が可能なことを確認



U字金具回転防止
(ねじ構造の排除)

- ・グリッパのケーシングに点検窓を追加
- ・吊り上げ作業直前に原子炉機器輸送ケーシングの点検孔からCCDカメラで爪の開閉動作を確認

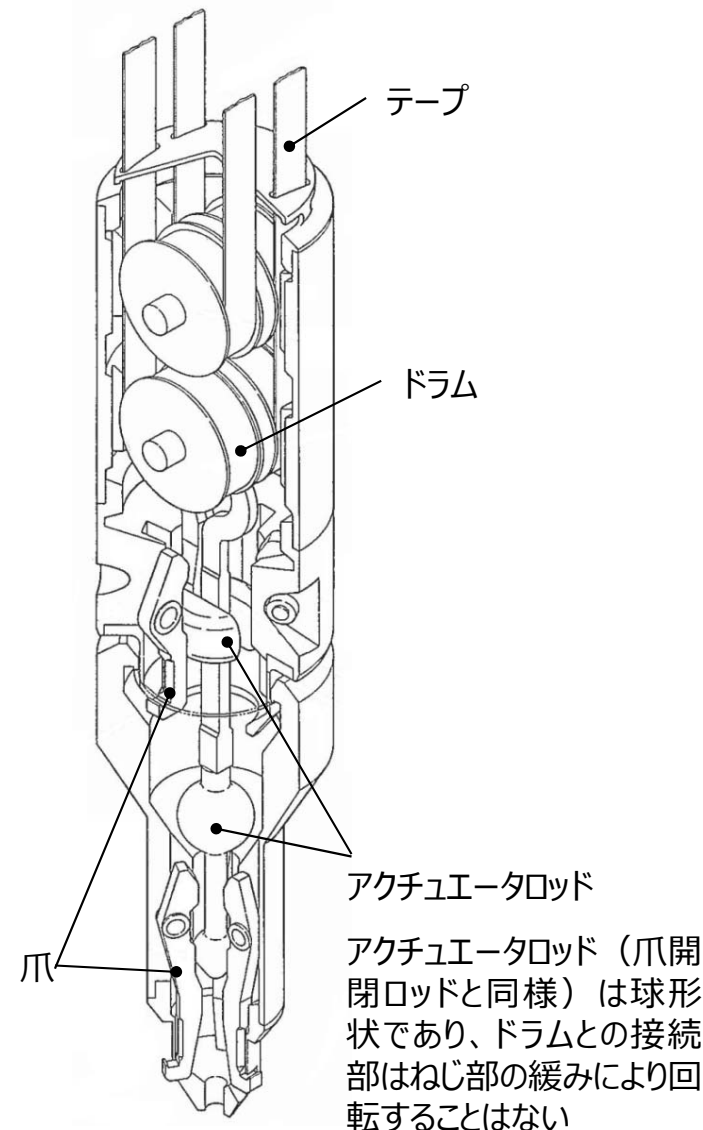


水平展開：

同様のグリッパ機構を有する燃料体の取出しや処理・貯蔵に用いる設備を含め、14設備（燃料交換装置、燃料出入機等）については、爪開閉ロッドの形状及びねじの緩みによって取扱対象物を落下させることが無いことを確認。

その他、安全上重要な機器を吊る設備（クレーン類）については、機器の破損、動作不良等によって取扱対象物を落下させることが無いように、年次点検時及び月例点検時において適切に点検されていることを確認した。

例 燃料出入機本体 A グリッパ



区分	No	設備名称
グリッパ機構を有する設備	1	プラグ取扱機
	2	保修用取扱機
	3	燃料交換装置
	4	燃料交換装置昇降駆動装置
	5	燃料切離装置
	6	炉外燃料貯蔵槽プラグ取扱機
	7	燃料移送機
	8	新燃料移送機
	9	原子炉容器廻りSI付帯設備 HV本体保護筒・プラグ取扱機
	10	原子炉容器廻りSI付帯設備 ベDESTAL貫通・プラグ取扱機
	11	燃料出入機本体A
	12	燃料出入機本体B
	13	燃料洗浄設備フィルタ交換装置
	14	燃料右詰設備缶蓋取扱機

AHMと同様に、グリッパを用いて吊荷を把持し昇降させる左記14設備について、以下の観点から点検を実施。

- ① つかみ・離し機構にねじが使用されているか。
- ② ねじが使用されている場合、回り止めが施されているか。
- ③ ねじの緩みによるつかみ・はなし機能への影響の有無。
- ④ 取扱対象物の吊り・不吊り判定基準が明確か。

点検の結果、各設備は、ねじの緩みによって取扱対象物を落下させることが無いことを確認した。

燃料交換装置昇降駆動装置はAHMと同様、パワーシリンダが使用され、U字金具の連結部がねじ構造であることから、念のため点検時にU字金具とパワーシリンダロッドを一体構造に変更する（次年度に実施予定：参考6-1～6-2参照）。

基本方針

- 安全確保を前提に、崩壊熱が放散熱よりも低く、除熱機能が不要であることを踏まえ、ナトリウム漏えい・燃焼リスク低減のため、段階的に2次系ナトリウムの抜き取りを実施。
- 通常のメンテナンス時に使っているナトリウム抜き取り方法で抜き取りを実施。
- 全てのナトリウムを抜き取るには、一時保管用タンクの設置が必要。また、配管勾配の関係で弁等に残留するナトリウムは、解体前に必要に応じてナトリウム安定化処理を実施。

2次系ナトリウムの保有量と保管容量

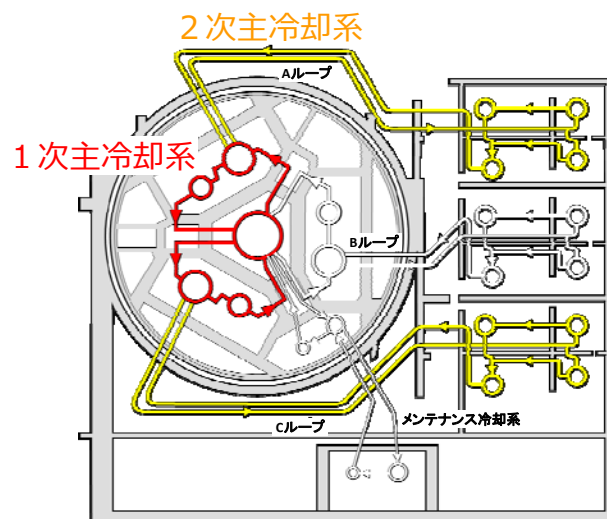
保有量	保管容量	差分	備考
約840m ³	約800m ³	約40m ³	差分を一時保管用タンク（約25m ³ ×2）で賄う。

① 2ループ分の抜き取り

準備が出来次第、2ループドレン

② 全抜き取り

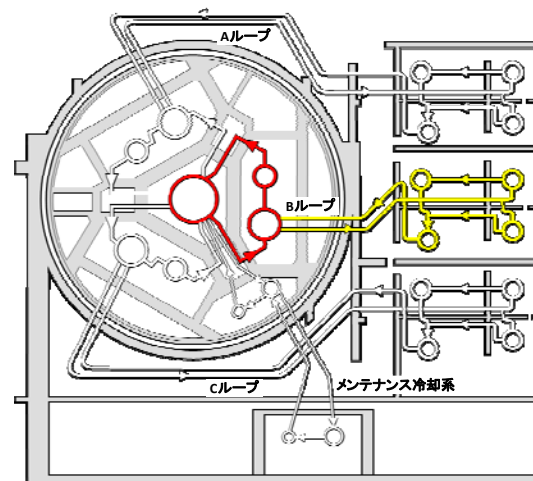
一時保管用タンク設置後、第1回設備点検に着手するまでに2次ナトリウム系を全ドレン



平成29年10月現在のプラント状態



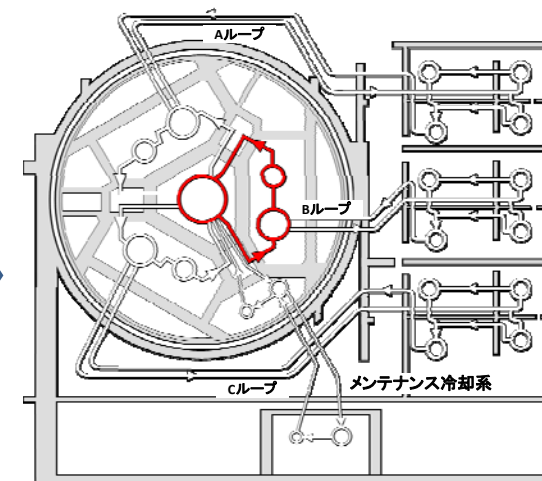
①



2ループドレン実施後のプラント状態



②



2次系全ドレン後のプラント状態

工事概要と工事時の安全対策

- 2次ナトリウム純化系配管及び2次アルゴンガス系配管と接続
 - 既設配管を切断する際はアルゴンガス雰囲気を維持できるようにビニールバッグ方式で行うとともに、ナトリウムを溶融させない温度管理を行う。
 - 工事の実施に際しては、消防法上の第3類危険物の適用のための諸手続きを実施
 - 設置者の自主管理の下、溶接検査を実施
- なお、タンクの設置や配管の接続など、当該工事は、ナトリウム漏えい対策工事で実績のある方法で実施する。

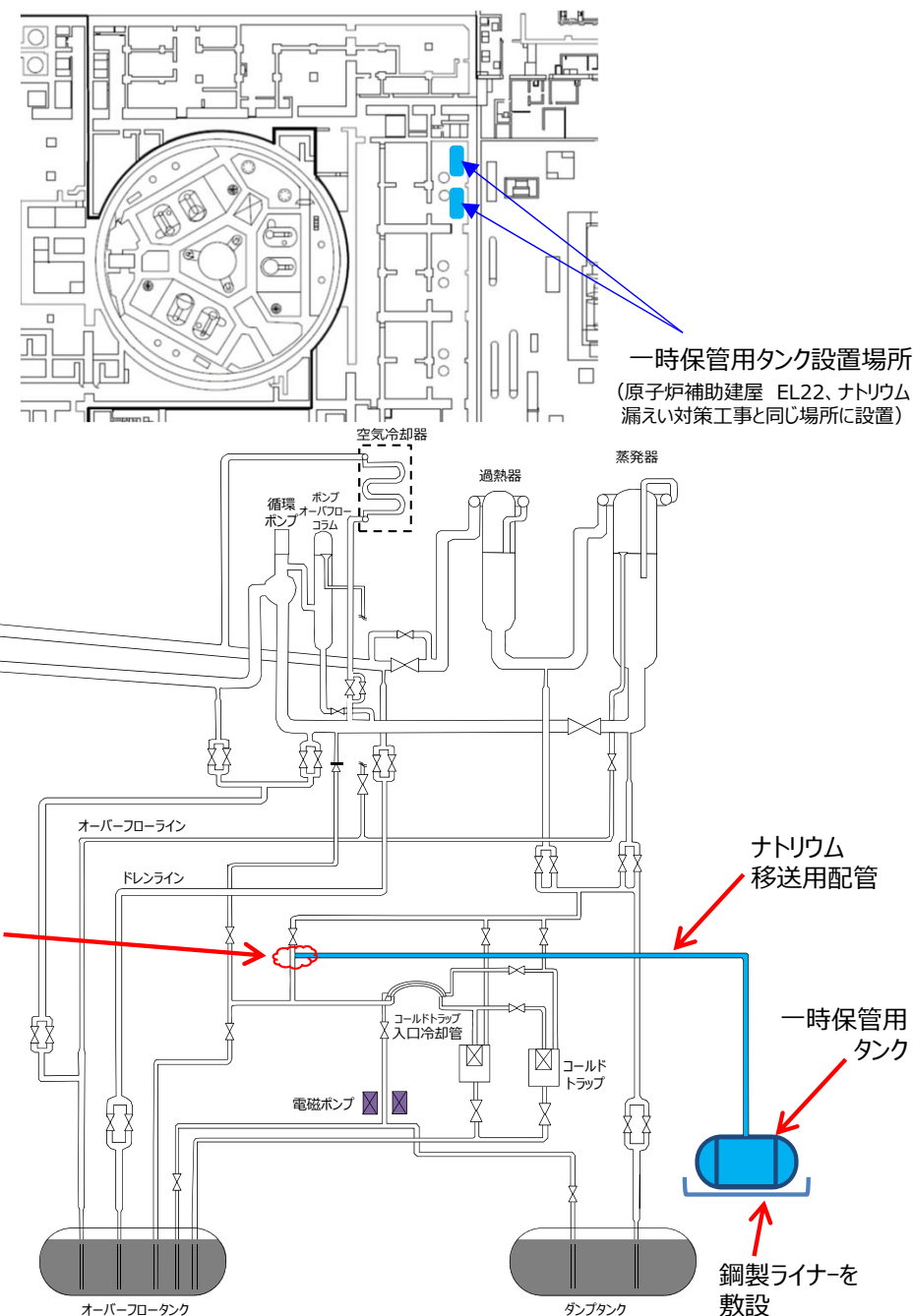
その他の安全対策

【タンクの設計】

- 最高使用圧力・温度条件で健全性が保てること。
- 既設ダンプタンクと同等の構造・耐震強度を有すること。
(1.0の水平方向震度（タンクにかかる最大加速度：1.0G）で健全性が保てること）

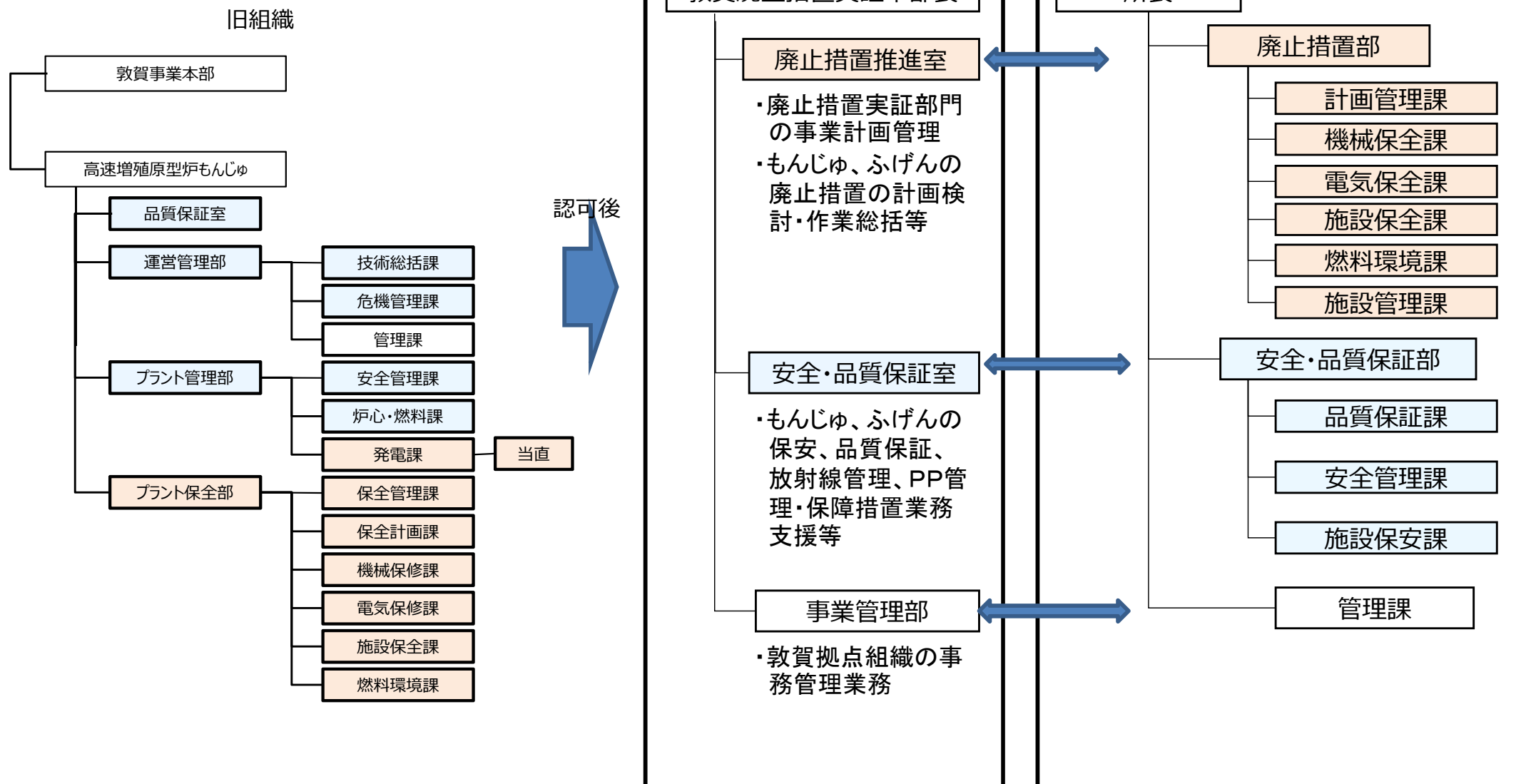
【ナトリウム移送時の安全対策】

- 移送用配管及びカバーガス供給配管の予熱（約130℃）が完了していることなどを確認後に、オーバフロータンクから一時保管用タンクへのナトリウムの移送を行う。なお、移送時には一時保管用タンクのナトリウム液位計にて監視する。
- 万一のナトリウム漏えいへの対策として、ナトリウム捕集パン（鋼製ライナー）の設置とナトレックス消火器の配備等を実施



一時保管用タンク設置工事時のプラント状態（案）（詳細は今後検討）

- 4月に敦賀廃止措置実証本部を設置するとともに、「もんじゅ」の体制についても、本部組織と連携を強化した体制に見直すこととし、平成30年2月9日に規制委員会に保安規定変更認可を申請（現在、審査中）



敦賀対策本部

本部長
(敦賀事業
本部長)

本部長代理、本部長スタッフ
(本部長代理、副本部長他)

補佐・助言

情報専任者
(安全担当室長)

情報班

地域対応班

広報班

総務班

資材調達班

厚生医療班

予め約80名(うち1次
出動要員60名、2次出
動要員20名)を指名

事故時には、機構本部の対策本
部を支援

機構対策本部 <本部(茨城)・東京事務所>

本部長
(理事長※)

副本部長※(理事)
本部付(安全担当部長他)

補佐・助言

※ 規模に応じ変更

情報班長
(安全担当課長)

情報班

支援班

広報班

総務班

東京支援班

予め約100名を指名

指示・助言、
支援調整

機構大で
の支援調
整

もんじゅ対策会議

軽微事象(異常事象未満の関連
警報の発報など)で設置

議長
(所長)

補佐・助言

副議長、対策会議スタッフ
(所長代理、副所長他)

情報専任者
(部長級から選任)

情報班(各課より選抜)

運転班(施設管理課)

総務班(管理課他)

対外対応班(各課より選抜)

放射線管理班(安全管理課)

補修班(機械保全課
電気保全課等)

予め約100名(=1次出動要員)を指名し、事象に応じて招集

もんじゅ現地対策本部

異常事象(施設保安基準※逸脱
など)で設置

本部長
(所長)

補佐・助言

副本部長、本部長スタッフ
(所長代理、副所長他)

情報専任者
(部長級から選任)

情報班

追加
技術班(安全管理課他)

総務班

対外対応班

放射線管理班

補修班

運転班

追加
消防班(各課より選抜)

予め約220名(うち1次出動要員約100名、2次出動要員約120名)を指名

情報班: 対策本部内の総括と対策本部間の連絡・調整など

総務班: 記録資材調達、避難救急対応など

技術班: 事故拡大防止策検討対応

補修班: 電源・海水系応急復旧を含む

※ 廃止措置段階における L C O に相当

○原災法10条事象(特定事象)に進展する恐れがある場合
には、原子力事業者防災業務計画に基づき対応

➤ 平成29年11月13日 気体廃棄物処理系格納容器隔離弁の閉止

(概要) 電気保守課員が機器の点検のため、回路のヒューズの引抜き作業を実施した際、点検対象外のヒューズの引抜きを行い、気体廃棄物処理系格納容器隔離弁が閉止した。

(対策) 当面の間、2名以上で確認および操作作業を実施する。

➤ 平成30年1月11日 1次系ナトリウム漏えい検出器の誤停止による運転上の制限の逸脱

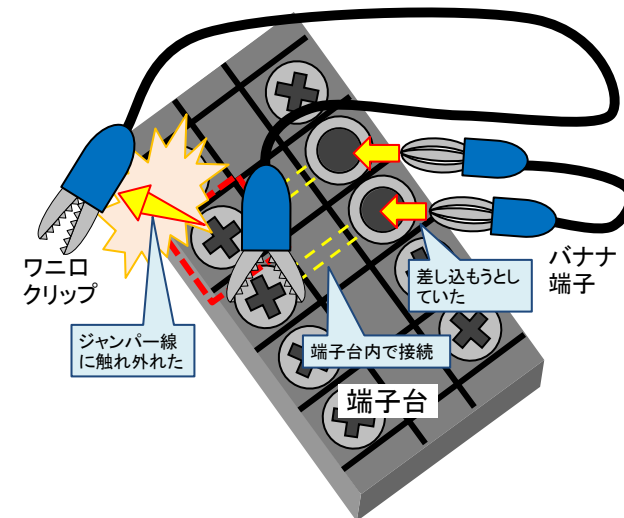
(概要) 運転員が点検のため、1次系ナトリウム純化系の弁閉止作業を実施中に、手順書の確認が不十分であったことなどから、ナトリウム漏えい検出器のサンプリング配管の弁を閉止したため、同検出器が停止した。

(対策) 手順書の明確化等を図る。

➤ 平成30年1月16日 格納容器外コンファイメント形成警報の発報に伴う換気装置の停止

(概要) 電気保守課員が燃料出入設備の放射線モニタの点検のため、安全処置として干渉するジャンパ線について、ワニ口クリップからバナナ端子に取り換える際、手が接触し外れたため、燃取換気系の空調が燃料浄化系に切り替わった。

(対策) ジャンパー作業については、ダブルチェックを徹底し、確実に行われていることを管理者等が適宜確認、指導を行う。



➤ 平成30年3月6日 「ANN盤軽故障」警報発報

(概要) 電気保守課員が制御盤の点検のために回路の接続を変更する際に、通電状態の回路に別の回路を接続したため、中央制御盤の警報表示が機能していない可能性を示す「ANN軽故障」警報が発信した。

(対策) 事前の作業計画に問題がなかったかなどについて調査を行い対策を検討



対応方針

- 今春から廃止措置実証部門体制に移行することを念頭に、もんじゅと廃止措置体制準備室が協力し、作業安全の徹底、トラブル再発防止活動を定める。
- 速やかに作業安全の徹底に係る対応を実施し、安全性の確保を図る。
- 中長期的にトラブル再発防止活動を展開する。

作業安全の徹底に係る対応

1. 現在実施中もしくは計画中のジャンパー健全性の確認
 - ① ジャンパー箇所が適切か確認【完了】
 - ② 電気保修課を加えたジャンパー作業体制の確立【完了、体制を継続】
2. 現場作業管理の強化
 - ① チェックシートを用いた管理者等による現場作業の確認【実施中】
 - ② 機構と協力会社が一体となった基本動作浸透活動【実施中】
 - ③ 過去のトラブルを教材とした事例研究【実施済、今後も継続して実施】
 - ④ 事前の作業計画に問題がなかったかなどについて調査を行い対策を検討

参 考

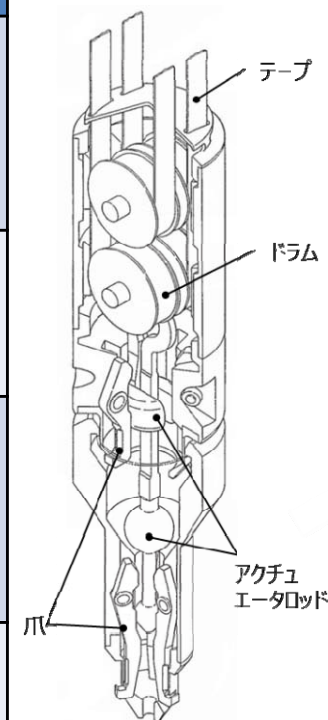
改正前	改正案	理由				
(崩壊熱及び他の残留熱の除去に係る系統－低温停止及び燃料交換) 第 4 1 条 原子炉の状態が低温停止及び燃料交換において、崩壊熱及び他の残留熱の除去に係る系統は、別表 4 1－1 で定める事項を運転上の制限とする。 4 原子炉の状態が低温停止において、崩壊熱が原子炉の放散熱以下となり、次の各号を実施することを条件に、第 1 項を適用除外とすることができる。 (1) 炉心・燃料課長は、崩壊熱が原子炉の放散熱以下となり、第 1 項を適用除外とするための必要な安全対策を定め、関係課長と協議の上、各部長及び原子炉主任技術者の確認を受け、所長の承認を得る。 (2) プラント管理部長は、前号の事項を確認するに当たり、あらかじめ保安管理専門委員会の審議を受ける。 (3) 炉心・燃料課長は、崩壊熱が原子炉の放散熱以下となっていることを確認し、所長及びプラント管理部長に報告するとともに、運営管理部長に通知する。 (4) 運営管理部長は、前号の通知を受けた場合、プラント管理部長及びプラント保全部長と協議の上、第 1 項を適用除外とするための適用除外期間を定め、原子炉主任技術者の確認を受け、所長の承認を得る。 別表 4 1－1 崩壊熱及び他の残留熱の除去に係る系統（低温停止及び燃料交換）の運転上の制限 <table><tr><th>項目</th><th>運転上の制限</th></tr><tr><td>崩壊熱及び他の残留熱の除去に係る系統</td><td>除熱機器を持つ系統設備のうち 2 系統以上が動作可能であること</td></tr></table>	項目	運転上の制限	崩壊熱及び他の残留熱の除去に係る系統	除熱機器を持つ系統設備のうち 2 系統以上が動作可能であること	第 4 1 条 (削除)	現状の崩壊熱を踏まえると除熱機能を期待しない（崩壊熱より放散熱が高い）ことから削除
項目	運転上の制限					
崩壊熱及び他の残留熱の除去に係る系統	除熱機器を持つ系統設備のうち 2 系統以上が動作可能であること					

全体の取り組み方針

廃止措置第1段階の初回の燃料処理作業、原子炉からの取出し作業を対象として、リスクの抽出及びその対応について検討する。実際の作業で確認された新たなリスクについては今回の整理に追加し必要な対応を検討し、次回以降の作業や点検内容に反映する。

燃料出入機についての設計の確認（例）

設計上の 想定事象	設計上の 燃料落下防止対応	点検時の 燃料落下機能確認
2対（4本）のテープのうち、1対のテープが破断	・1対（2本）のテープにて荷重を受け、爪のつかみ（開）状態は変わらない設計 ・テープは、残りの1対のテープで燃料を保持できる十分な強度を有する設計	分解点検時に、テープの健全性確保を確認 ・外観点検 ・非破壊検（PT）
3本の爪のうち、1本の爪が破損	・爪は、残りの2本の爪で燃料を保持できる十分な強度を有する設計	分解点検時に、爪の健全性確保を確認 ・外観点検 ・寸法検査 ・非破壊検査
誤操作による燃料落下	・燃料集合体を吊り上げた状態では、グリッパ爪と燃料集合体の嵌合部のそれぞれの先端に設けた引っ掛かり部により、機械的に爪をれない設計	分解点検時に、引っ掛かり部の健全性確保を確認 ・外観点検 ・寸法検査 ・非破壊検査
グリッパ駆動装置の動力電源の喪失	・巻上駆動用モータ付ブレーキ、クラッチ・ブレーキ（電磁式）は、フェイルセーフ側に動作し、4本の駆動軸は状態を保持し、グリッパの昇降停止位置及び爪開閉状態を維持する設計	分解点検後の性能・機能試験により機能確認 ・動力源喪失試験



燃料出入機本体Aグリッパ

燃料出入機についての運転上の確認（例）

燃料落下 想定事象	考えられる要因		事象発生条件	事象発生 防止対策
グリッパ（爪閉状態）と燃料がナトリウムにより固着した状態で燃料を吊り上げ、移送途中の昇温によりナトリウムが溶融して燃料が落下（燃料洗浄槽）	連自動運転	・燃料がグリッパに引っ付いて上昇しているのに、トルクメータがグリッパ単体の荷重に相当する正常荷重信号を発信。	下記条件が共に成立 ・4軸のトルクメータの同時故障 ・燃料が吊り上げられているにも関わらず、グリッパ単体時の荷重信号を発信	・運転中の状態監視 ・点検によりトルクメータの健全性を確保
	単独運転	・燃料がグリッパに引っ付いて上昇しているのに、操作員が燃料を吊っていないと誤判断。	下記条件が共に成立 ・単独操作のため、自動制御盤による吊り・不吊り判定しない ・操作員がトルクメータで吊り・不吊りを確認する際に不吊り状態と誤判断	・運転中の状態監視 ・単独操作時は、グリッパの吊り・不吊り状態に応じた荷重値であることを確認（手順等への反映）
巻取ドラム（又はスクレーパ）とテープがナトリウムにより固着し、巻取ドラムの回転によりテープが折られるなどして全テープが破断して燃料が落下	連自動運転	・グリッパ駆動装置予熱温度低下を検出不可 ・グリッパ下降時、テープがたるんでいるのに、トルクメータが荷重無しを検出不可 ・上記において、テープのテープスラック検出L/Sがテープのたるみを検出不可	下記条件が共に成立 ・グリッパ駆動装置予熱温度計の故障、かつ、正常温度を発信 ・4軸のトルクメータの同時故障、かつ、正常値（誤信号）の発信 ・各巻取ドラムのスラックテープ検出器全てが故障	・運転中の状態監視 ・点検により、温度計、トルクメータ、スラック検出L/Sの健全性を確保
	単独運転	・上記の要因と同じ	・上記の条件と同じ	・運転中の状態監視 ・点検により、温度計、トルクメータ、スラック検出L/Sの健全性を確保
グリッパ昇降中（燃料つかみ状態）にドアバルブを誤って閉じてしまい、全テープが破断して燃料が落下	連自動運転	・グリッパが上限ではないのに、シンクロ発信器が上限位置（ドアバルブ開閉条件信号）を発信。	下記条件が共に成立 ・4軸のシンクロ発信器が同時故障 ・グリッパが上限位置にないにも関わらず、上限位置のストローク信号（誤信号）を発信	・運転中の状態監視 ・点検によりシンクロ発信器の健全性を確保
	単独運転	・グリッパが上上限位置にないのに、上上限位置L/Sが動作。	・上上限位置L/Sが故障して上上限信号（誤信号）を発信	・運転中の状態監視 ・点検により上上限位置L/Sの健全性を確保

- ・ 海外では実験炉を含めると10基以上の廃止措置経験あり、高速炉特有の廃止措置技術が蓄積されている。(燃料取出しに5年以上、廃止完了までは30年程度)

国	施設名	タイプ	冷却材	出力	運転期間	廃止措置の状況(2017年1月時点の調査結果)
フランス	Rapsodie	実験炉	Na	4万kWt	1967-1983	1983-1994年：燃料取出し、Na処理及び1・2次系機器を解体。2030年までに廃止措置完了予定。
	Phenix	原型炉	Na	25万kWe	1974-2010	2016年許可取得。2022年燃料取出し完、2031年1次系Na処理完了予定。2045年廃止措置完了予定。
	Superphenix	実証炉	Na	124万kWe	1986-1998	1998年法的停止命令。2003年燃料取出し完。2015年Na処理完。2028年廃止措置完了予定。
イギリス	DFR	実験炉	NaK	1.5万kWe	1962-1977	2012年一部を除きNaK抜き取り完。2018年燃料取出し完了予定。2025年廃止措置完了予定。
	PFR	原型炉	Na	25万kWe	1975-1994	1996年燃料取出し完。2008年Na処理完。2015年燃料サイト外搬出開始。2026年廃止措置完了予定。
アメリカ	EBR-I	実験炉	NaK	0.2万kWe	1951-1963	1975年廃止措置完了。
	EBR-II	実験炉	Na	2万kWe	1965-1994	1996年燃料取出し。2001年Na抜き取り完。2002年から安全貯蔵。2015年グラウト注入による封鎖完。
	Fermi	実験炉	Na	6.5万kWe	1963-1972	1973燃料サイト外搬出完。1984年1次系Naサイト外搬出完。安全貯蔵。
	FFTF	実験炉	Na	40万kWt	1980-1992	2007年Na抜き取り完。2009年燃料取出し等を含む放射能低減措置完。最終的措置まで監視保管。
ドイツ	KNK-II	実験炉	Na	2万kWe	1977-1991	1993年から廃止措置に着手。2001年原子炉容器廻りの解体開始。2021年廃止措置完了予定。
カザフスタン	BN-350	原型炉	NaK	15万kWe+ 淡水化	1973-1999	2001年燃料取出し完。2012年燃料サイト外搬出完。50年安全貯蔵後解体、2075年頃廃止措置完了予定。

施設名	運転期間	廃止措置の状況
仏 Superphenix	1986- 1998	フランス電力公社（EDF）プレス資料 <u>1998 最終停止令</u> 燃料取出し完（5年間で実施、1999-2003） <u>2006 解体許可取得・現在は原子炉容器解体中</u> 大型ナトリウム機器解体完（4年間で実施、2009-2012） ナトリウム処理完（7年間で実施、2009-2015） <u>2028 廃止措置完了予定（燃料取出し開始から29年間）</u>
仏 Phenix	1974- 2010	解体計画（2011）における計画 <u>2015 最終停止令および解体許可取得（→2016取得済）</u> 燃料取出し（9年間で実施予定、2014（開始）～2022） <u>2045 廃止措置完了予定（燃料取出し開始から31年間）</u>

他の廃止措置中の高速炉

フランス	Rapsodie（2030年廃止措置完了予定）	アメリカ	EBR-I（1975年廃止措置完了） EBR-II（2015年グラウトによる封鎖完） Fermi（1984年1次系Na搬出完） FFTF（2009年から監視保管）
イギリス	PFR（2026年廃止措置完了予定） DFR（2025年廃止措置完了予定）		
ドイツ	KNK-II（2021年廃止措置完了予定）	カザフスタン	BN-350（2075年頃廃止措置完了予定）