

枠内は機密情報のため公開できません

2021年*月*日開催予定
第**回もんじゅ廃止措置安全監視チーム会合資料（素案）

「もんじゅ」廃止措置第2段階に向けた検討状況

(案)

2021年●月●●日

日本原子力研究開発機構（JAEA）

- 「監視チーム会合説明の進め方」(2020年12月)に沿って、検討結果、検討状況を説明する
- 「ナトリウムを保有するリスクを適切に管理し、早期に低減する」方針Aのもと、しゃへい体等の取出し時のプラント運用を検討した結果、
 - 原子炉容器(R/V)ナトリウム液位を下げる運用を実施する
 - しゃへい体等取出しの設備運用の見直し(EVSTバイパス取出し)を実施しないこととしたまた、模擬燃料体に残留するナトリウムのドレン性に課題があるため、残留量の把握と残留量低減の対策の検討を進めていく
- 同方針の下でのナトリウムの搬出は、
 - 1次系：既設設備を用い、既設タンクを介してISOタンクへ移し替えて搬出する案を検討中。今後、各ケースの課題について評価し、最適な搬出方法を絞り込んでいく
 - 2次系：これまでの検討案に加え、ISOタンクへの移送工程短縮のため既設タンクから直接ISOタンクへ移送する従案を並行して検討中。今後、最適な搬出方法を絞り込んでいく
 - EVST系：ナトリウムの搬出条件、移送に伴う漏えいリスク、コスト等から総合的に評価していくまた、設備設計は既設の考え方にに基づき設計し、特に、ISOタンクと既設設備との取り合い部のナトリウム漏えいリスクに対し、プラバックや鋼製ライナ等の影響緩和策を採用することとした
- 「工事等を安全・確実に行い、プラントの安全確保に影響させない」方針Cのもと、水・蒸気系は、性能維持中の設備(2次主冷却系や補助蒸気設備)に影響を及ぼさないよう隔離し、解体する
- 合理的に廃止措置を進める観点から、直流電源設備等のダウンサイジングを実施する
- 第2段階の事故想定及びその評価は第1段階の廃止措置計画で既に評価済みの事象に包含され、新たな評価は不要との見通しを得た

(案)

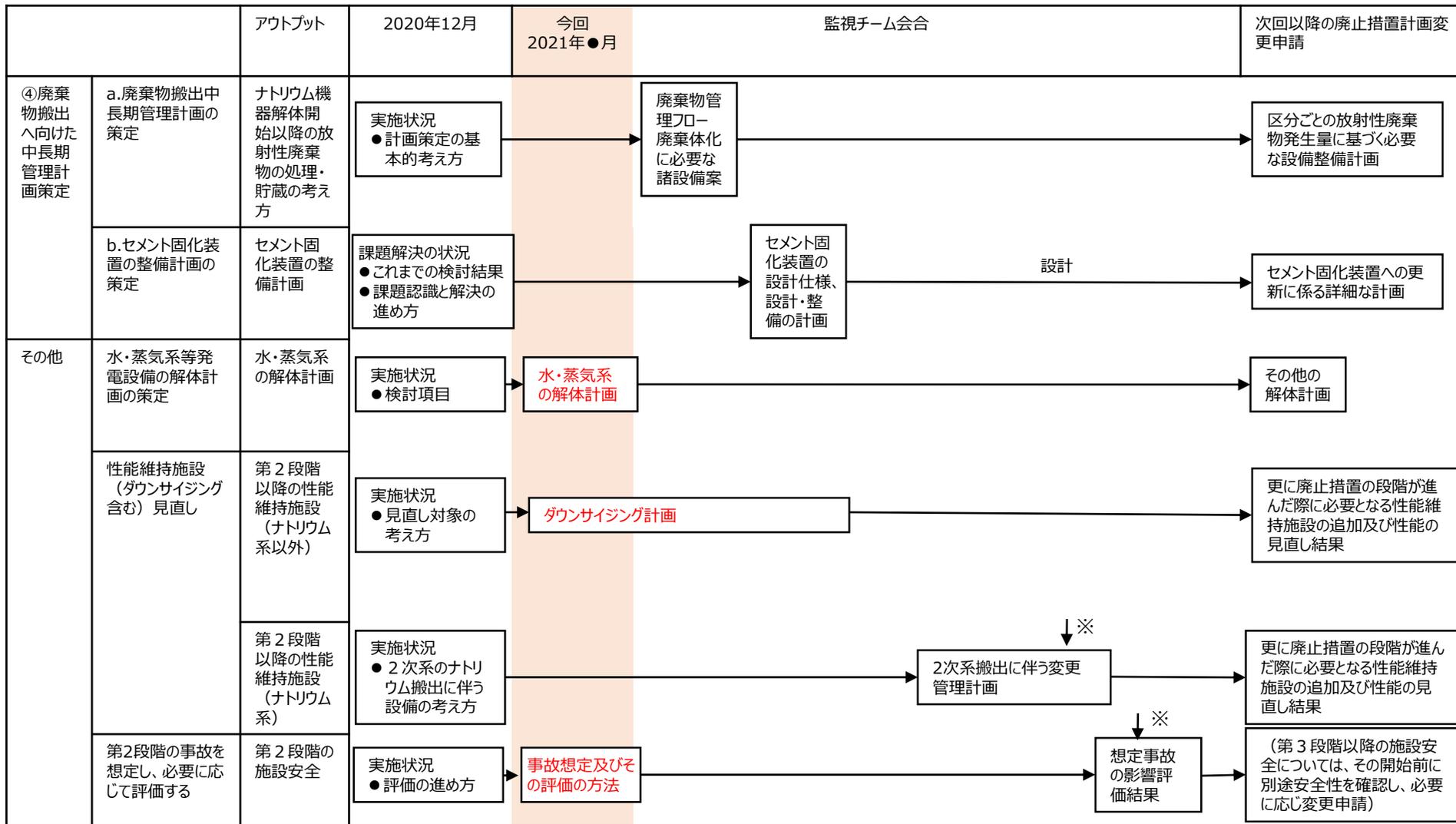
今回の説明範囲 (1/2)

		アウトプット	(2020年12月)	今回 2021年●月	監視チーム会合	次回以降の廃止措置 計画変更申請	
全体		廃止措置計画変更申請書 (案)	課題・課題解決スケジュール			廃止措置計画変更申請書 (案)	
①ナトリウム搬出準備 (方法及び時期等)	a.1次系等ナトリウムドレンまでの計画策定	プラント運用計画	R/V、EVSTナトリウムのドレンタイミング (結論:しゃへい体取出し後) ● タイミングの安全上の考え方 ● 付随する課題	● 付随する課題の検討結果	構造が特徴的な新しい模擬燃料体のナトリウムドレン性の検討、他		
	b.ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定	1次系、EVST系	余剰ナトリウムの取扱い (結論:ナトリウムドレン後、余剰ナトリウムを液体で保管) ● 液体での保管の安全性・合理性	搬出手順の概要 課題・課題解決の見通し	復旧・改造設備の設計要求	設計	主要設備の技術基準適合性 休止設備の復旧方法 付帯設備及び総合的な安全対策
		2次系	復旧・改造設備の安全性	搬出手順の概要 (結論:一時保管タンクを活用し搬出) ● 搬出手順の概要 ● 必要な復旧・改造設備の概要 ● 技術基準	復旧・改造設備への設計要求	設計	主要設備の技術基準適合性 休止設備の復旧方法 付帯設備及び総合的な安全対策
	②大型ナトリウム機器の解体計画策定に向けた開発 (2次メンテナンス冷却系の解体)	a.ナトリウム機器の試験解体及び技術課題解決のための計画策定	2次メンテナンス冷却系の解体計画 (解体方法、安全措置) 技術課題対応計画の成果 (次回以降の廃止措置計画の変更申請に反映)	主系解体に至る経験反映の考え方 ● 技術基盤構築の手順 既知の課題認識 (例:残留ナトリウム) ● 既知の課題・課題解決の方向性	2次メンテナンス冷却系の解体を通じたデータ取得計画 残留ナトリウムの処置 安定化等の課題・課題解決見通し	2次メンテナンス冷却系の解体工法及び、安全措置	主系の解体工法及び、安全措置
③汚染の分布の評価の継続及び必要な取り組み	汚染の分布の評価結果 (解体に伴う作業安全、区分毎の放射性廃棄物量)	実施状況 ● 評価手法、条件等		評価継続	中間結果 サンプリング調査の課題	(サンプリング) 解体時の被ばく管理 廃棄物管理	

注) 検討状況に応じて課題の追加、順序の見直しの可能性がある。

(案)

今回の説明範囲 (2/2)



注) 検討状況に応じて課題の追加、順序の見直しの可能性がある。

(案)

ナトリウムを保有するリスクの管理・低減

【第2段階以降の廃止措置計画の策定方針】

A ナトリウムを保有するリスクを適切に管理し、早期に低減（1次系、EVST系）

矢印の手段をもって方針を具体化（ナトリウム漏えいが発生しうる箇所を局所化）

手段に伴う課題を解決（吹き出しの課題解決結果・方向性を個別解説）

凡例

○：充填

△：一部未充填

×：未充填（残留Naあり）

【しゃへい体取り出しとドレンのタイミングと方法（12月予告済み）】

原子炉容器（R/V）ナトリウム液位を下げる運用→P9～

しゃへい体等取出しの設備運用の見直し（EVSTバイパス取出し）→P20～

模擬燃料体のドレン性→P22～

系統	プラント状態				
	廃止措置前 (原子炉運転)	第1段階 燃料体取出し	第2段階 しゃへい体等取出し	第3段階以降 (1次Na搬出前)	第3段階以降 (1次Na搬出時)
①原子炉容器	○ (NsL：約500m ³)	○ (NsL：約500m ³)	△ (SsL：約370m ³)	△ (約240m ³)	×
②1次主ループ	○ (約280m ³)	○ (約280m ³)	×	×	×
③1次メ冷	×	×	×	×	×
④1次系タンク等 (OF/T,D/T)	×*1	×*1	○ (約470m ³)	○ (約600m ³)	×
搬出設備	-	-	-	×	(○)
⑤EVST貯槽	○ (約150m ³)	○ (約150m ³)	○ (約150m ³)	△ (約100m ³)	×
⑥EVST1次タンク (Dr/T,OF/T)	×*2	×*2	×*2	○ (約60m ³)	×

* 1 1次系純化運転中 約60 m³

* 2 EVST純化系運転中 約10 m³

【新規】1次系ナトリウムの搬出設備
設置にかかる概要→P25～

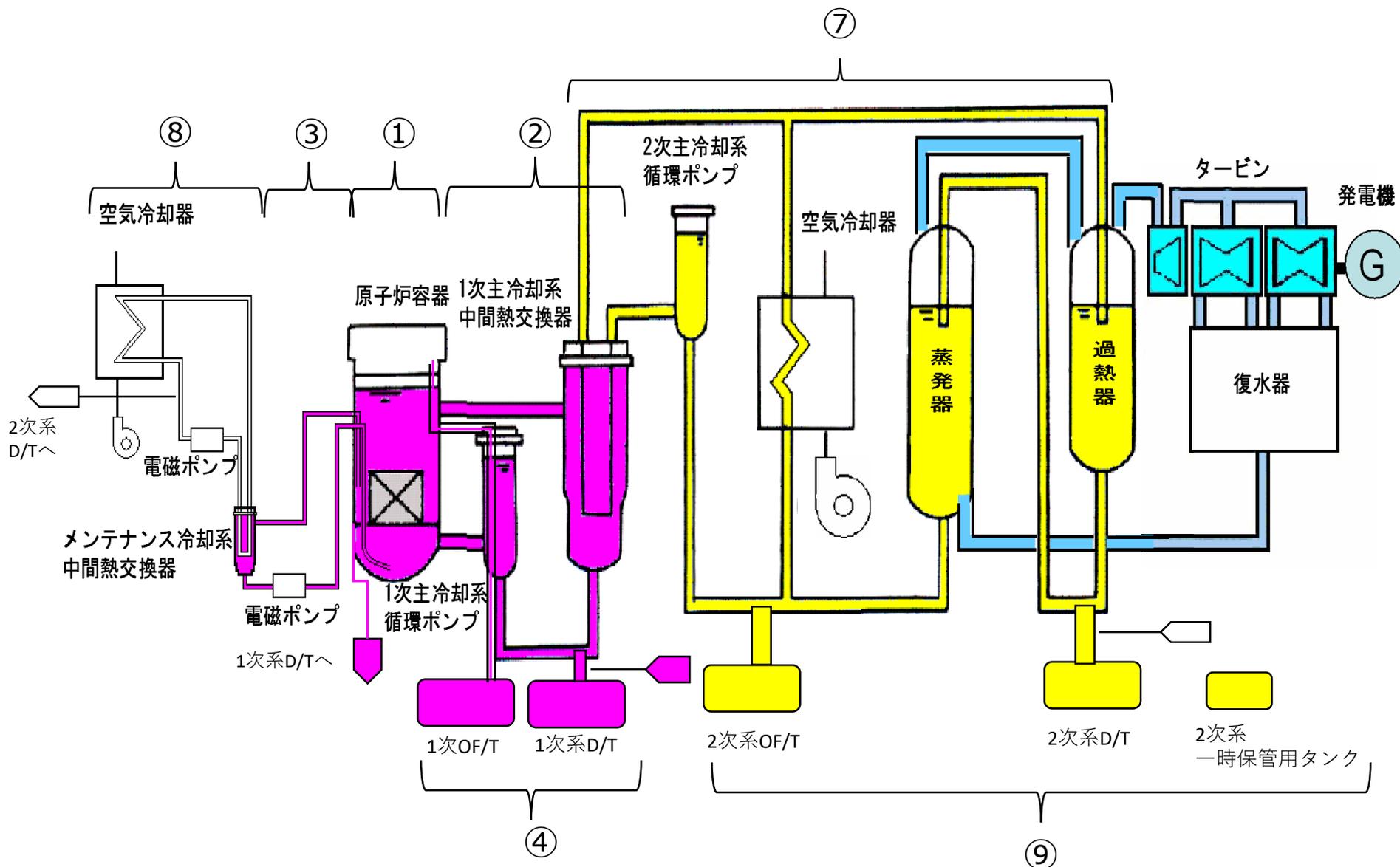
EVST系(2次)

搬出

(案)

参考 廃止措置の各段階におけるナトリウムの所在 (1/2)

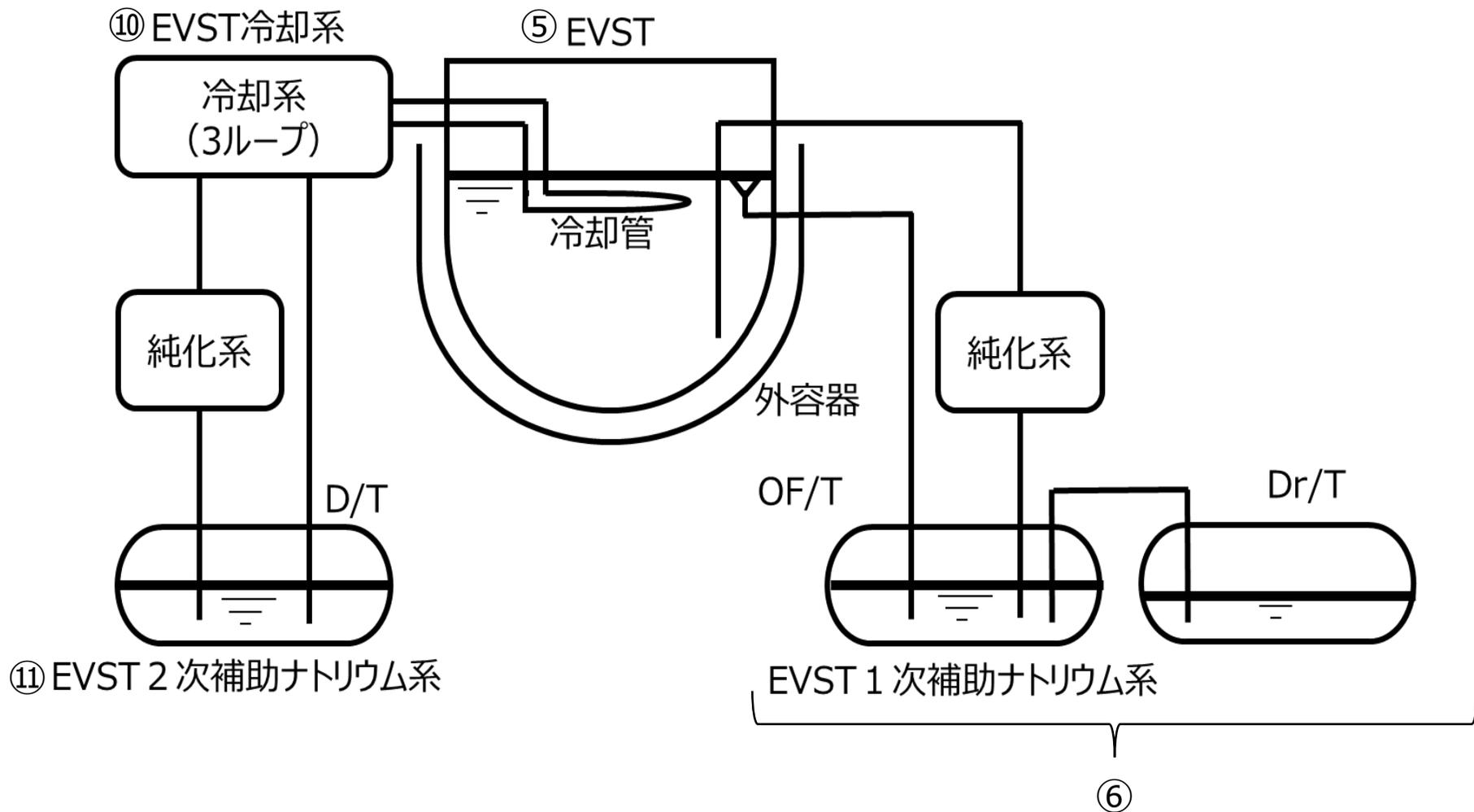
丸数字はP4、P31の表の丸数字に対応



(案)

参考 廃止措置の各段階におけるナトリウムの所在 (2/2)

丸数字はP4、P31の表の丸数字に対応



- 「①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等）
 - a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定」
 - 付随する課題の検討結果

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

「説明骨子」

<原子炉容器ナトリウム液位を下げる運用：実施する>

- ① ナトリウムに不純物が混入する可能性は低く、約160℃であるため金属ナトリウムの凍結の恐れはない
- ② 温度分布による熱膨張差を考慮することでしゃへい体取出し時の位置決め精度を担保可能
- ③ 万が一、燃料交換設備の動作不良が発生した場合でも燃料体取出し作業で立案済のリカバリープランで対応可能

<しゃへい体等取出しの設備運用の見直し（EVSTバイパス取出し）：実施しない>

- ① 燃料出入機本体Aグリッパの駆動テープに付着したナトリウムが化合物を形成した場合、分解点検が不可避であり機器不具合・工程遅延のリスクが大きい

<構造が特徴的な新しい模擬燃料体のナトリウムドレン性>

- ① 追加課題解決のため模擬体のドレン性に係る実験を行う。合わせて解決の見通しを得る計画を2021年上期までに策定

<1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定>

- ① 1次系等ナトリウムのドレンまでの具体的な計画の策定で、模擬体のドレン性に係る課題解決見通しを考慮ししゃへい体等取出しの期間を決定する

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

<原子炉容器ナトリウム液位を下げる運用：実施する>

(2020年12月監視チーム資料p27で提示した検討課題)

①ナトリウムに不純物が混入する可能性は低く、金属ナトリウムの凍結の恐れはない

・ナトリウム純度悪化の可能性

⇒新たな炉心構成要素の持ち込みはない。燃料交換設備据付時、ドアバルブ接続時の空気混入もわずかであり、純化運転しなくともナトリウムの純度は維持される(P 10 「ナトリウム、カバーガス純度」参照)

⇒カバーガス純度を監視することで、ナトリウム純度を管理する
各機器の動作トルクを監視し、兆候を監視する

・温度

⇒原子炉容器ナトリウム温度は200℃。カバーガス空間は約160℃。凍結の恐れはない
(P 11 「原子炉容器内の温度分布」参照)

②温度分布による熱膨張差を考慮することでしゃへい体取出し時の位置決め精度を担保可能

原子炉容器の液位をSsLに下げた場合、燃料交換設備は200℃のナトリウム中から、約160℃のアルゴンガスの環境で作動する部分が発生。熱膨張差、浮力の減少があり、その影響を確認した (P 12 「参考 原子炉容器ナトリウム液位をSsLとした場合の燃料交換設備の動作への影響参照」)

⇒浮力減：重量増となるものの、駆動トルクに対し、十分な余裕あり

⇒熱膨張差：パンタグラフ開閉位置は、熱膨張差を考慮した設定値の変更で対応可能

③万が一、燃料交換設備の動作不良が発生した場合でも燃料体取出し作業で立案済のリカバリープランで対応可能

長期停止に至るリスク事象に影響があるものは、燃料交換設備のみ

但し、アルゴンガス空間は約160℃の環境。燃料体の処理のように洗浄槽からの持込はなく、不純物の析出による固着は考えにくく、発生頻度はほとんど増加しない

燃料体取出し作業で立案済のリカバリープランで対応可能 (P16 参考 SsLとした場合のリスク評価への影響検討(2/5)参照)

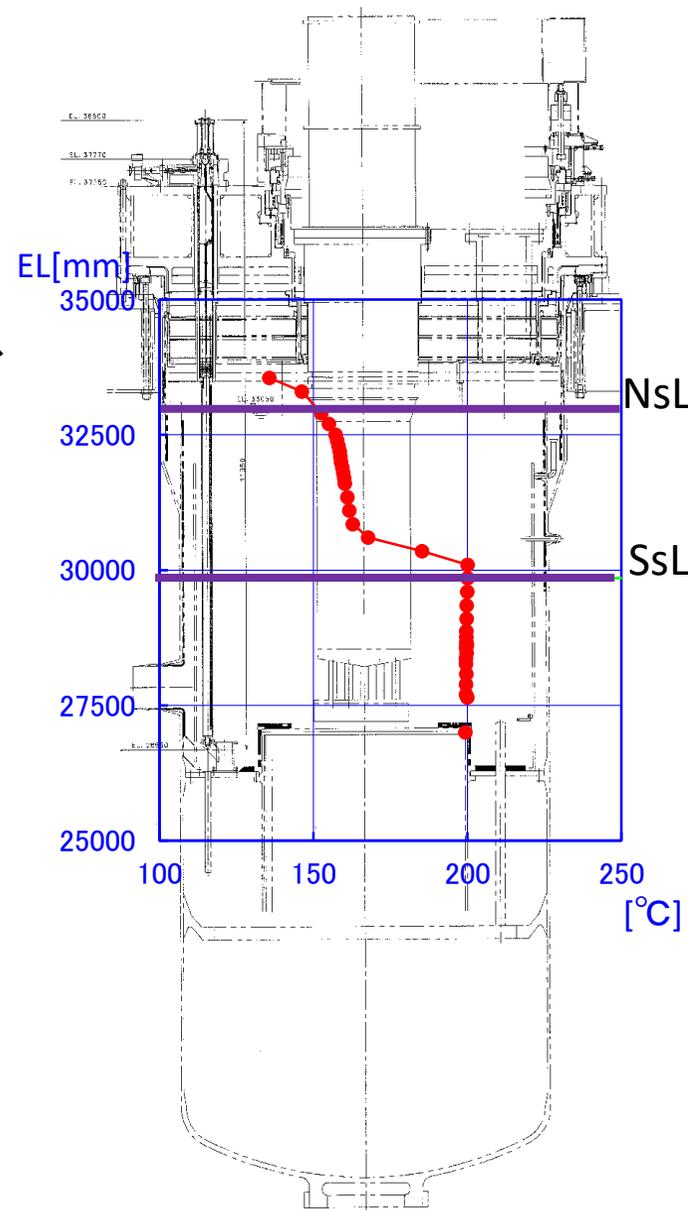
(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

ナトリウム及びカバーガスの温度分布

ナトリウム凍結の恐れはない（右図参照）

- SsL運用時、原子炉容器内のナトリウムはヒータ加熱により約200℃を維持。軸方向の温度分はほとんどなく、パンタグラフ下側のアームも同様の環境
- アルゴンガスは加熱・循環。原子炉容器内では液面近傍、熱しゃへい板近傍で軸方向に分布はあるものの、高温環境。パンタグラフ上側のアーム（摺動部）付近は約160℃であり、ナトリウムミストが付着しても凍結の恐れはない



(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

参考 原子炉容器ナトリウム液位をSsLとした場合の燃料交換設備の動作への影響

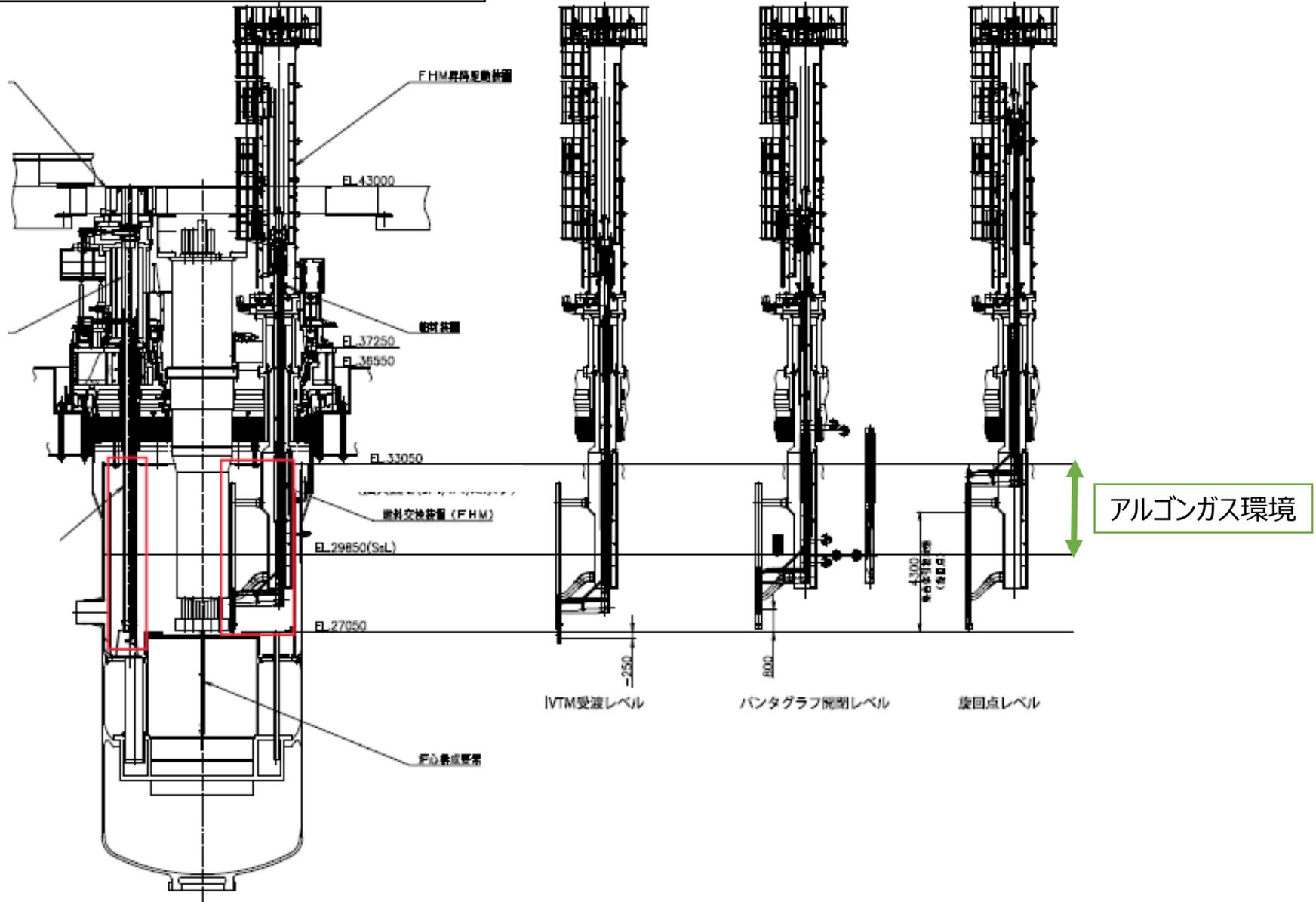
一部を除き、NaとArガスの温度差及び浮力の影響は無視できる

設備	動作	NaとArの温度差（熱膨張）	浮力
燃料交換装置	グリッパ爪開閉	影響は無視できる （爪開閉ロッドとFHM本体胴の温度差は小さく、影響は無視できる）	-
	感知ロッド動作	影響は無視できる （感知ロッドとFHM本体胴の温度差は小さく、影響は無視できる）	-
	パンタグラフ開閉	有 （折りたたみリンク部が約160℃のArガス中での動作となるため、熱膨張差を考慮した設定値（位置）の変更が必要）	-
	昇降機構	影響は無視できる （グリッパストローク指示が熱膨張差から2.2mm程度減少するが、リミットスイッチ作動の許容範囲内(±10mm)）	-
	ホールドダウンアーム上下	影響は無視できる （アームの一部がArガス中に露出するのみで、影響は無視できる）	影響は無視できる （浮力減に伴い重量が増えるが、駆動トルクに裕度があるため影響は無視できる）
	ホールドダウンアーム旋回	影響は無視できる （アームの一部がArガス中に露出するのみで、影響は無視できる）	影響は無視できる （浮力減に伴い重量が増えるが、駆動トルクに裕度があるため影響は無視できる）
炉内中継装置	回転ラック旋回	影響は無視できる （Na中のユニバーサルジョイント部で吸収されるため、影響は無視できる）	-
回転プラグ	旋回	-	影響は無視できる （浮力減に伴い重量が増えるが、駆動トルクに裕度があるため影響は無視できる）
燃料交換装置 +回転プラグ	位置決め	有 （許容偏心量20mmの範囲内。一方、約160℃の環境に合わせ炉心アドレスの設定すれば、位置決め精度の向上可能）	-

(案)

①ナトリウム搬出準備 (方法及び時期等)
a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

参考 燃料交換装置のナトリウムの浸漬範囲



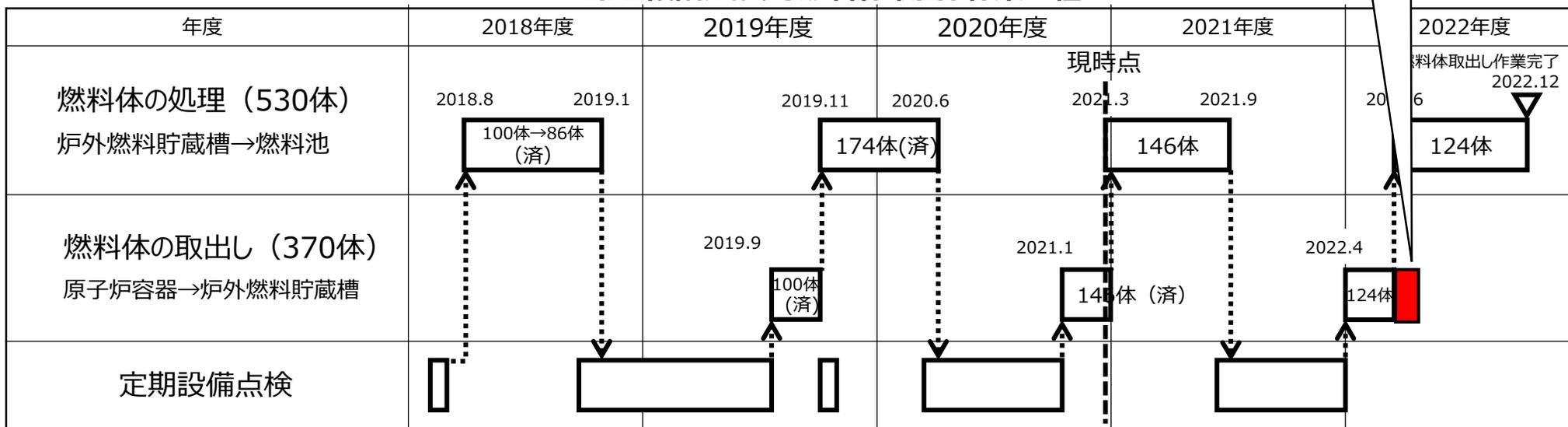
(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

SsL運用に向けた確認試験

パンタグラフ開閉と位置決めにかかる熱膨張差の影響をなくすため、設定値を変更する。
設定値変更後、念のため燃料交換装置（FHM）等の作動確認を行うことを計画中。

第1段階における燃料体取出し作業工程



注記：点線の矢印は、燃料体取出し作業の流れを示す

なお、燃料体取出し作業に影響を与えない設備の点検については並行して実施する

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

参考 SsLとした場合のリスク評価への影響検討(1/5)

- 安全上重要な事象について、SsLとした場合においても影響はない（Naの固化等の影響がない）ことを確認

*：炉外⇒炉外機器がクリティカル、液位⇒液位によらない

リスク事象	対象設備	起回事象及び阻害事象顕在化シナリオ	対策重要度評価	Sslの影響*	対策方法	
					操作手順書等への反映項目	点検等への反映項目
燃料体の落下	燃料出入機本体 A	燃料体昇降又は移送（走行台車走行）中にグリッパ爪がハンドリングヘッドと確実に吻合していない状態で、振動等により爪が外れる	自動連動運転：C 単独運転：B	なし (炉外)	操作手順書に単独運転時の操作は計測器類の指示を注意して確認するよう注意事項を記載。操作員への教育を徹底。	計器類（シンク発信器及びトルクメータ）は、定期的な点検を実施する
		燃料体昇降又は移送（走行台車走行）中にグリッパ爪がハンドリングヘッドと確実に吻合していない状態で、誤操作により爪を閉じてしまう	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉外)	-	計器類（シンク発信器及びトルクメータ）は、定期的な点検を実施する
		グリッパ昇降テープ（2対・4本）が同時に全て破断する	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (液位)	-	グリッパ昇降テープは、点検（外観点検、機能・性能試験）にて健全性を確認する
		燃料体昇降中に、誤操作により燃料出入機ドアバルブ又は床ドアバルブを閉じてしまい、昇降テープを破断する	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉外)	-	計器類（シンク発信器及びトルクメータ）は、定期的な点検を実施する
	燃料交換機	燃料体昇降又は移送（アーム旋回等）中にグリッパ爪がハンドリングヘッドと確実に吻合していない状態で、振動等により爪が外れる	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉外)	-	爪開閉感知ロッドリミットスイッチは、点検（機能・性能試験）にて機能を確認
		燃料体昇降又は移送（アーム旋回等）中にグリッパ爪がハンドリングヘッドと確実に吻合していない状態で、誤操作により爪を閉じてしまう	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉外)	-	爪開閉感知ロッドリミットスイッチは、点検（機能・性能試験）にて機能を確認
		グリッパ昇降ワイヤロープ（2本）が同時に全て破断する	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (液位)	-	グリッパ昇降ワイヤロープは、点検（外観点検、機能・性能試験）にて健全性を確認する
		爪開閉ロッド上部の構成部品の損傷により爪が閉じてしまう	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (液位)	-	計器類（グリッパ上上限リミットスイッチ等）は、定期的な点検を実施する
挟まりによる燃料体破損	燃料出入機本体 A	燃料体昇降中に誤操作により燃料出入機ドアバルブ又は床ドアバルブを閉じてしまい燃料体を破損する	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉外)	-	計器類（グリッパ上上限リミットスイッチ等）は、定期的な点検を実施する
		燃料体昇降中に誤操作により走行台車を走行させる、EVST回転ラックを回転させるまたは炉内中継装置回転ラックを回転させてしまい燃料体を破損する	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉外)	-	計器類（グリッパ上上限リミットスイッチ等）は、定期的な点検を実施する
	燃料交換機	燃料体昇降中に、誤操作により回転ブラグ、炉内中継装置回転ラックまたはホールドダウンアームを回転させてしまい燃料体を破損する	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉外)	-	計器類（旋回点リミットスイッチ等）は、定期的な点検を実施する
		燃料体昇降中に、誤操作によりパンタグラフアームを収納してしまい、燃料体を破損する	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉外)	-	計器類（パンタグラフ開閉点リミットスイッチ等）は、定期的な点検を実施する
燃料交換装置の炉内機器と干渉し、燃料体を破損する	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉外)	-	計器類（旋回基準位置リミットスイッチ等）は、定期的な点検を実施する		
Na火災	燃料出入機（燃料入孔D/V）	燃料出入孔ドアバルブを燃料出入機が接続していない状態で開けてしまい、原子炉容器カバーガスに空気が混入する	受容リスク	なし (炉外)	-	（多重インタロックで発生頻度極小） -
	炉外燃料貯蔵槽（床D/V）	炉外燃料貯蔵槽床ドアバルブを燃料出入機が接続していない状態で開けてしまい、炉外燃料貯蔵槽カバーガスに空気が混入する	受容リスク	なし (炉外)	-	（多重インタロックで発生頻度極小） -

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

参考 SsLとした場合のリスク評価への影響検討(2/5)

- SsL運用としたことによる長期停止に至るリスク事象に影響があるものは、燃料交換設備のみ
- 但し、Arガス空間は約160℃の環境。燃料体の処理のように洗浄槽からの持込はなく、不純物の析出による固着は考えにくく、発生頻度はほとんど増加しない
- 燃料体取出し作業で立案済のリカバリープランで対応可能

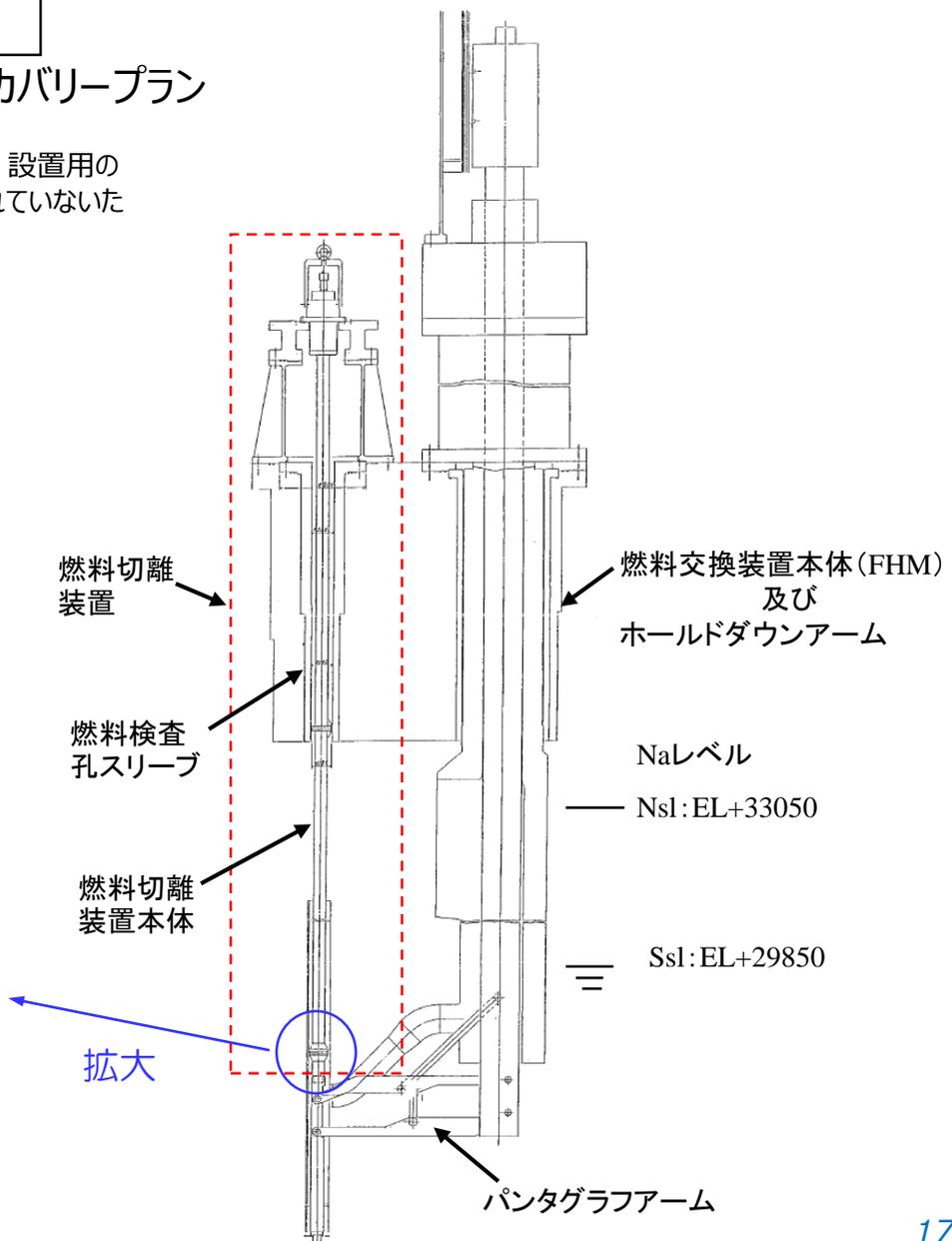
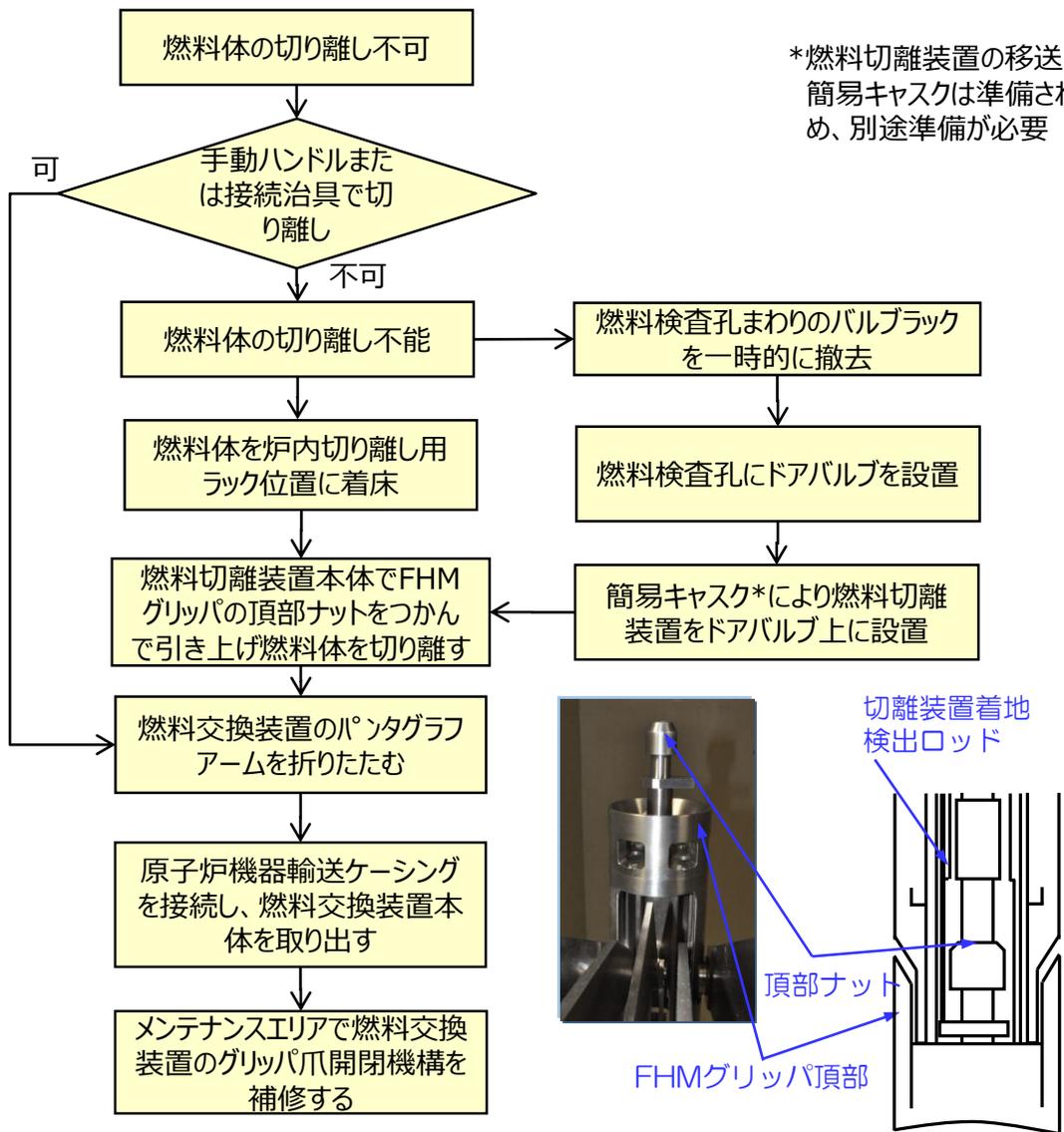
長期停止に至るリスク事象	対象設備	起因事象及び阻害事象顕在化シナリオ	対策重要度評価	SsL影響	対策方法	
					操作手順書等への反映項目	点検等への反映項目
燃料交換装置本体の取出し不能	燃料交換設備	燃料交換装置本体電源供給用コネクタの故障（爪開閉駆動モータ、パンタグラフアーム駆動モータ電源喪失）	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉上部機器)	-	ケーブルコネクタは、接続前に定期的な点検（導通・絶縁抵抗測定）を実施する
		燃料交換孔ドアバルブの故障（スティック）	自動連動運転：B 単独運転：B	なし (炉上部機器)	リカバリープランの立案済	ドアバルブは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		ホールドダウンアームの旋回または昇降不能	自動連動運転：B 単独運転：B	なし (炉上部機器)	リカバリープランの立案済	ホールドダウン駆動機構及び旋回基準位置リミットスイッチは、定期的な点検（絶縁抵抗測定、機能・性能試験）を実施する
		パンタグラフアームの異常等による折りたたみ不能	自動連動運転：B 単独運転：B	あり (アーム機構のNa固着)	リカバリープランの立案済	パンタグラフアーム折りたたみ機構は、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		グリッパ爪開閉及びセンシング機構の損傷または固着に伴う燃料体の切り離し不能	自動連動運転：B 単独運転：B	あり (機構部のNa固着)	リカバリープランの立案済	グリッパ爪開閉及びセンシング機構は、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		炉内機構のスティック等による燃料交換機本体の昇降不能	自動連動運転：B 単独運転：B	あり (炉内部のNa固着)	リカバリープランの立案済	昇降機構は、定期的な点検（分解点検、機能・性能試験）を実施する
炉内中継装置の取り出し不能	炉内中継装置	回転ラック駆動装置のトルク検出器の故障	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉上部機器)	-	トルク検出器は、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		燃料出入孔ドアバルブの故障（スティック）	自動連動運転：B 単独運転：B	なし (炉上部機器)	リカバリープランの立案済	ドアバルブは、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
		回転駆動部の摺動部の異常による回転ラックの旋回不能	自動連動運転：B 単独運転：B	なし (炉上部機器)	リカバリープランの立案済	回転駆動部は、定期的な点検（機能・性能試験）を実施する
回転プラグの大口径機器の故障	回転プラグ	駆動装置モータの故障	自動連動運転：C 単独運転：C	なし (炉上部機器)	-	定期的な点検（絶縁抵抗測定・性能試験）を実施する
		駆動装置ギアのかみこみによる動作不能	自動連動運転：B 単独運転：B	なし (炉上部機器)	標準復旧要領準備済	定期的な点検（各部計測・性能試験）を実施する
		旋回歯車の損傷による動作不能	自動連動運転：B 単独運転：B	なし (炉上部機器)	標準復旧要領準備済	定期的な点検（各部計測・性能試験）を実施する
		旋回軸受けの損傷による動作不能	自動連動運転：B 単独運転：B	なし (炉上部機器)	標準復旧要領準備済	定期的な点検（各部計測・性能試験）を実施する

(案)

①ナトリウム搬出準備 (方法及び時期等) a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

参考 SsLとした場合のリスク評価への影響検討(3/5)

- グリッパ爪開閉機構の損傷に伴う燃料体の切り離し不能のリカバリープラン

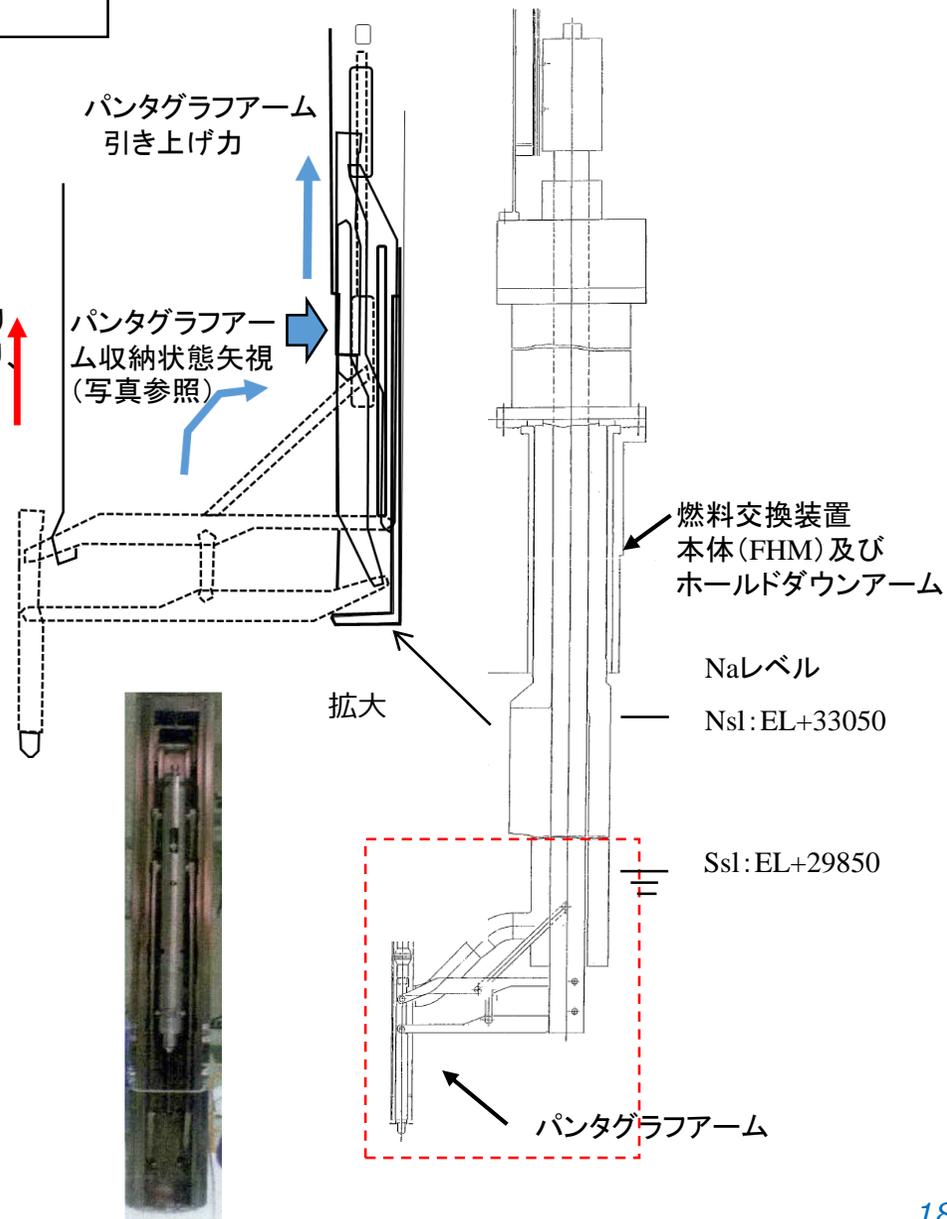
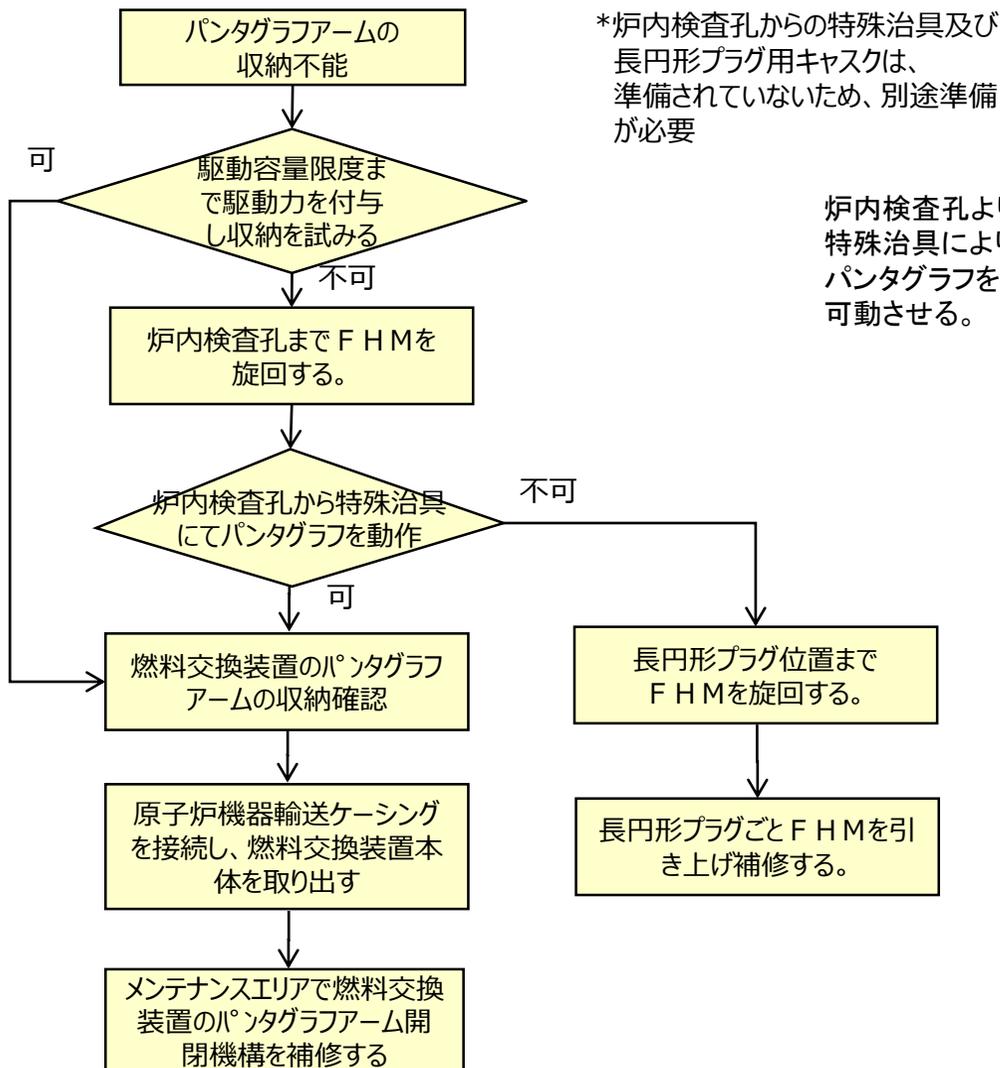


(案)

①ナトリウム搬出準備 (方法及び時期等) a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

参考 SsLとした場合のリスク評価への影響検討(4/5)

● パンタグラフアーム収納不能時のリカバリープランの例

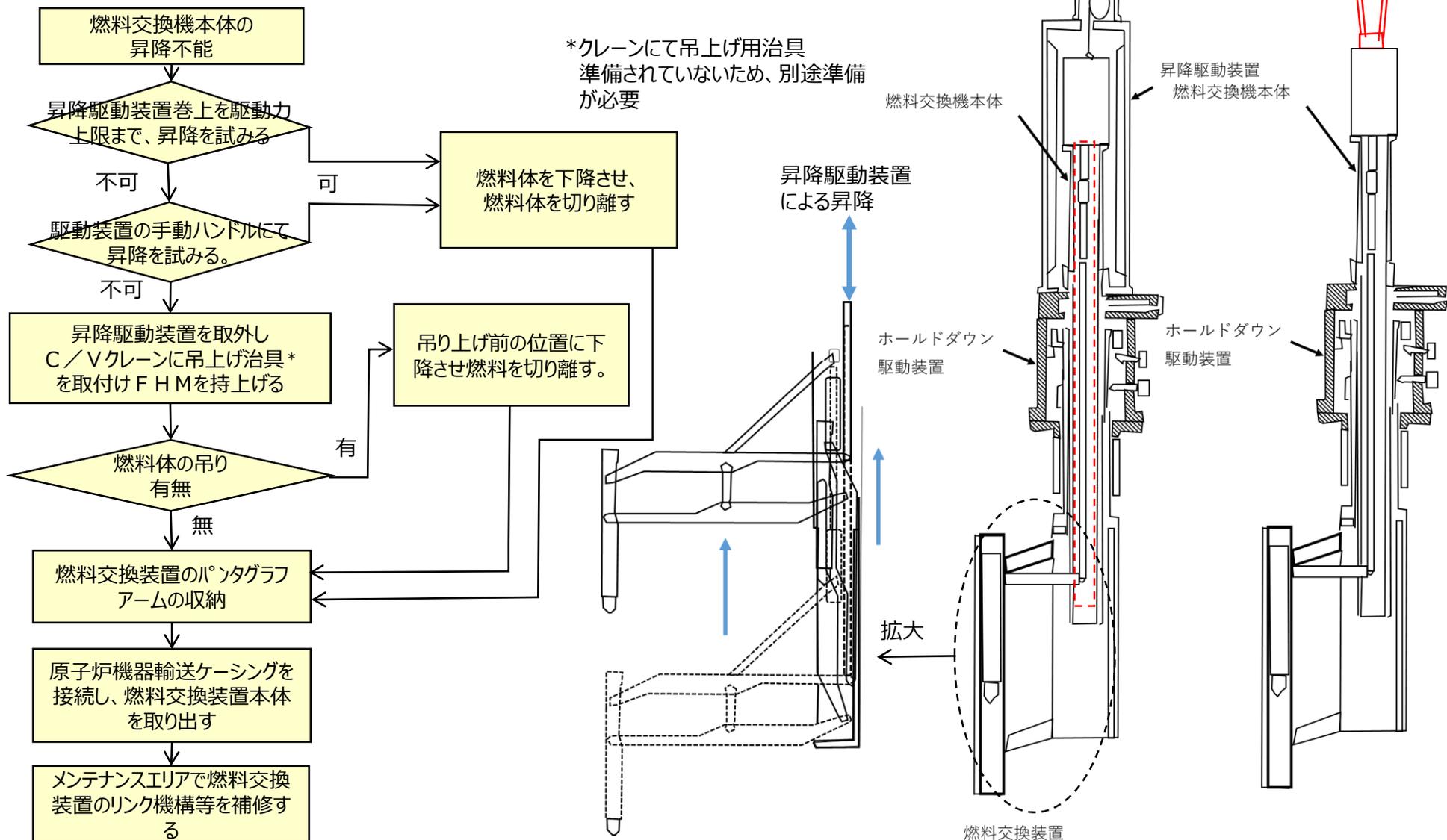


(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

参考 SsLとした場合のリスク評価への影響検討(5/5)

- 炉内機構のスティック等による燃料交換機本体の昇降不能のリカバリープランの例



(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

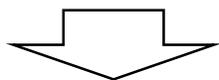
<しゃへい体等取出しの設備運用の見直し（EVSTバイパス取出し）：実施しない>

（2020年12月監視チーム資料p28で提示した検討課題）

- ① 燃料出入機本体Aグリッパの駆動テープに付着したナトリウムが化合物を形成した場合、分解点検が不可避であり機器不具合・工程遅延のリスクが大きい

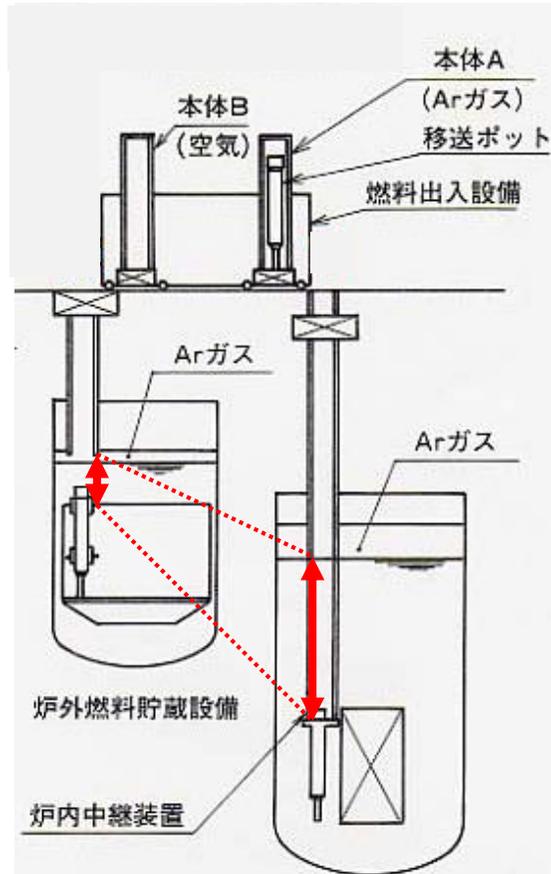
EVSTバイパス運用にすると、原子炉容器と燃料洗浄槽が燃料出入機を介して接続する

⇒IVTM回転ラックからしゃへい体を取り出す際、燃料出入機AのグリッパはEVSTでしゃへい体をつかむ位置よりも下降し、ナトリウムが付着する範囲（テープ部）が増加
（565mm→3050mm(SsL)）（次ページ 燃料出入機下降位置参照）



燃料体の処理時に発生したナトリウム化合物付着による燃料出入機グリッパの動作不良の発生頻度、箇所が増加する恐れあり。特にテープ部にナトリウムが付着し、仮に燃料洗浄槽との接続時に湿分と反応すればナトリウム化合物が形成されスクレーパの部分で固着すると機器洗浄槽でグリッパを洗浄しても解消できず、燃料出入機本体Aを分解してナトリウムを除去する必要がある（1.5カ月/回の遅延）

なお、EVSTバイパス運用にしてEVST早期ドレンを行うには、ドレン先となる新たなタンクの設置等に時間がかかる。（設計・製作・工事で4年以上（次ページ参照））

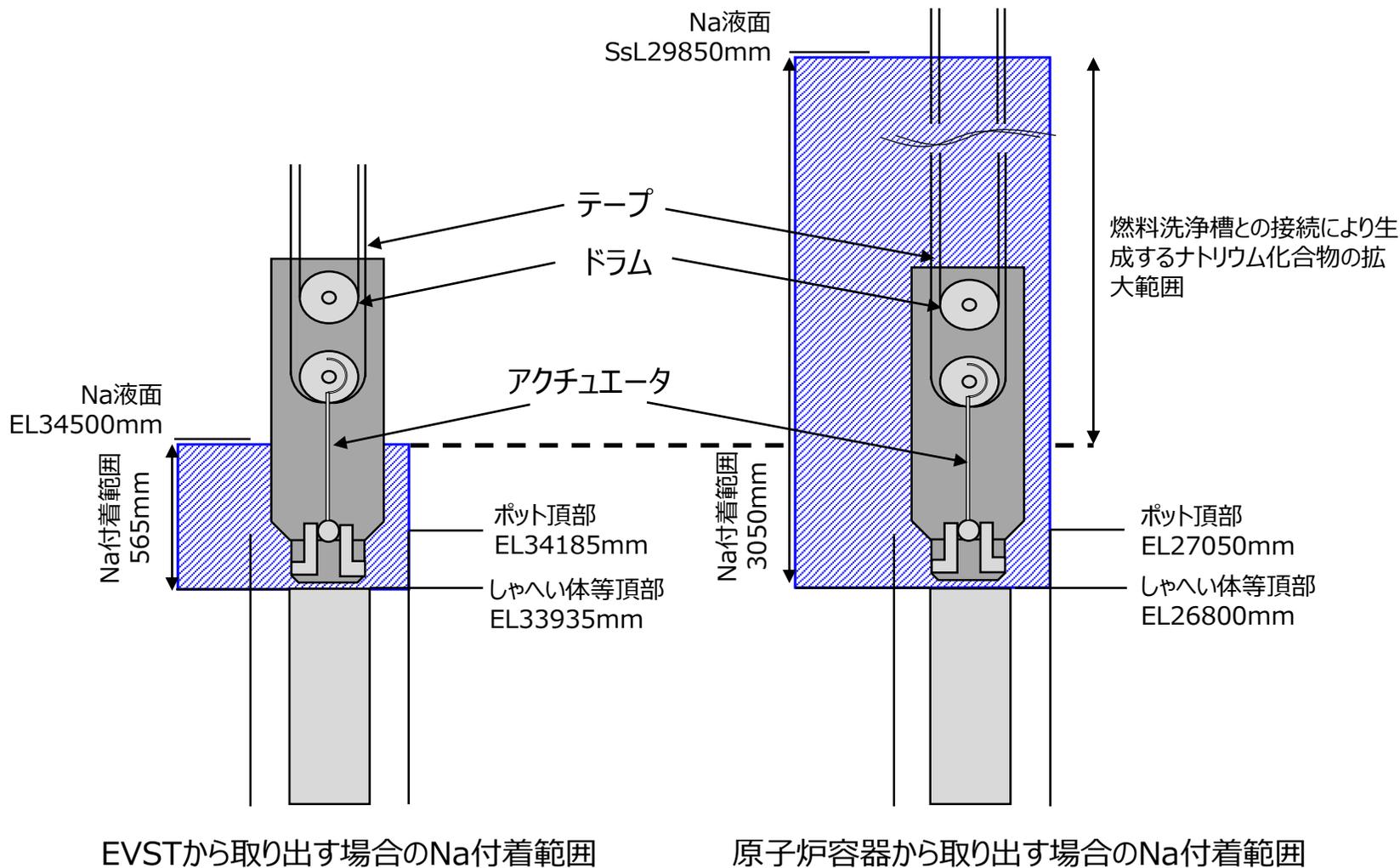


(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等）
a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

参考 燃料出入機下降位置

EVSTを経由せず原子炉容器からしゃへい体等を取り出した場合、燃料洗浄槽の湿分と燃料出入機本体Aの付着ナトリウムの接する範囲が広がり、ナトリウム化合物の生成により動作不良リスクが増加する



(案)

①ナトリウム搬出準備

a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

<構造が特徴的な新しい模擬燃料体のナトリウムドレン性>

- ① 追加課題解決のため模擬体のドレン性に係る実験を行う。合わせて解決の見通しを得る計画を2021年上期までに策定

【新たな課題】

構造が特徴的な新しい模擬燃料体のナトリウムドレン性を確認する必要がある

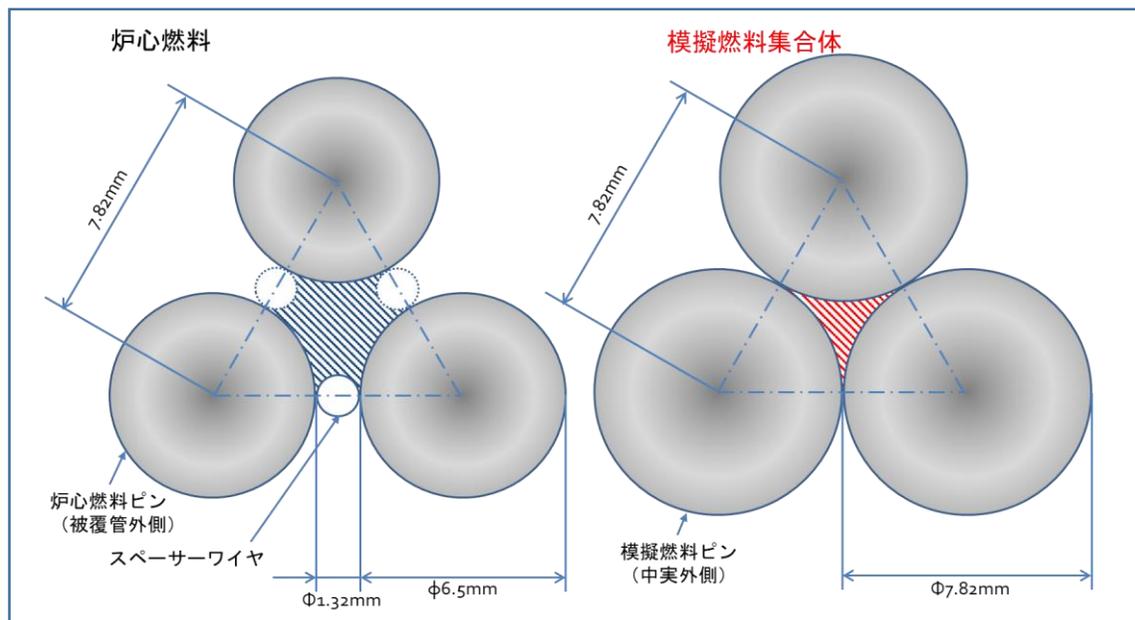
<構造の特徴>

模擬燃料集合体にはワイヤースペースがなく、流路が直線ピン径が太く、流路面積が小さい

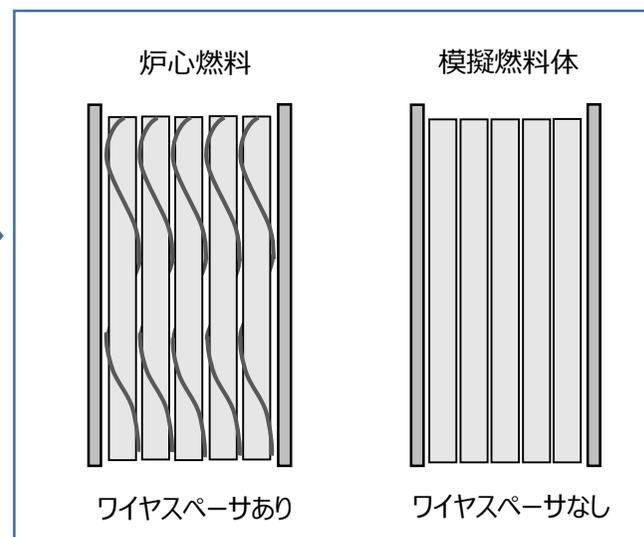
<課題の内容>

ナトリウムの流路面積が小さく、表面張力の影響により重力だけでは抜けきらない可能性あり

<模擬燃料集合体・燃料体の断面図比較>



<ワイヤースペースの有無によるNa流路部分のイメージ>

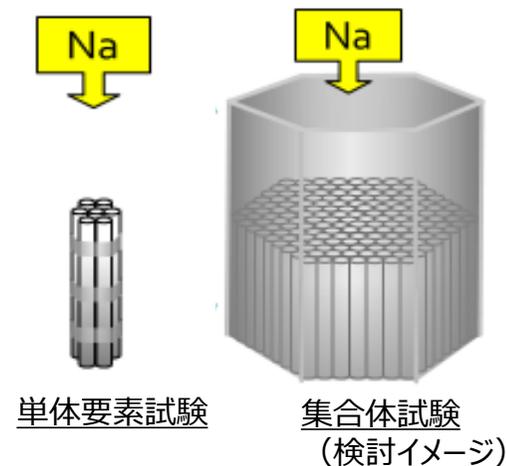


(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） a. 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定

【検討方針】

- 単体要素試験と集合体試験を組み合わせ、残留ナトリウムを定量的に把握する。
- 並行して残留ナトリウムが多い場合を想定した残留ナトリウムの低減対策（燃料出入機本体A直接冷却系によるブローダウン、燃料出入機しゃへい体持ち上げ時の保持時間の変更、洗浄時間延長等）を検討する。



単体要素試験（目的：現象の把握、流路長さの影響等）

残留ナトリウム低減対策の検討

+

集合体試験（目的：残留ナトリウムを定量的に評価するためのデータ取得）

||

残留ナトリウムの定量把握

残留ナトリウムの除去方法

構造が特徴的な新しい模擬燃料体のナトリウムの除去

< 1次系等ナトリウムのドレンまでの計画策定 >**【しゃへい体等取出作業（第2段階）】**

模擬燃料体のナトリウムドレン性によって対策はいろいろあり、その選択によって以下の影響がある。現段階では付着ナトリウムは定量把握できていないので選択できず、現段階では工程の不確かさを有している。今後、不確かさを解決し、しゃへい体等取出しの期間を決定する。

- 燃料出入機本体A直接冷却系によるブローダウン：ドアバルブへのナトリウムの付着増、復旧のための時間のロス
- 燃料出入機しゃへい体持ち上げ時の保持時間の変更：SBPの時間追加、ドリップパン交換頻度の変更
- 洗浄時間延長：SBPの時間追加、洗浄廃液量が増加

「①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等）

b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定
（1次系、EVST系）」

搬出手順の概要、課題・課題解決の見通し

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

「説明骨子」

<1次系等ナトリウム搬出ルート検討の考え方>

- ① A)放射性物質の漏えい防止（管理区域限定）、B)放射性廃棄物発生量の低減（既設設備の利用）、C)ナトリウム漏えいリスク低減（距離・改造有無）の3つの観点で搬出ルートを検討する
- ② 搬出開始時点で、1）既設タンクと2）原子炉容器に存在する1次系ナトリウム、3）既設タンクと4）EVST内に存在するEVST系ナトリウムをサイト外へ安全かつ合理的に搬出することが目標

<1次系等ナトリウムの搬出方法>

- ① 1）～4）の4か所にそれぞれ設備を設置してナトリウムを搬出することはB)及びC)の観点で望ましくない
- ② 原子炉容器及びEVST内のナトリウムは既設設備を用いて既設タンクを介してISOタンクへ移し替えて搬出する

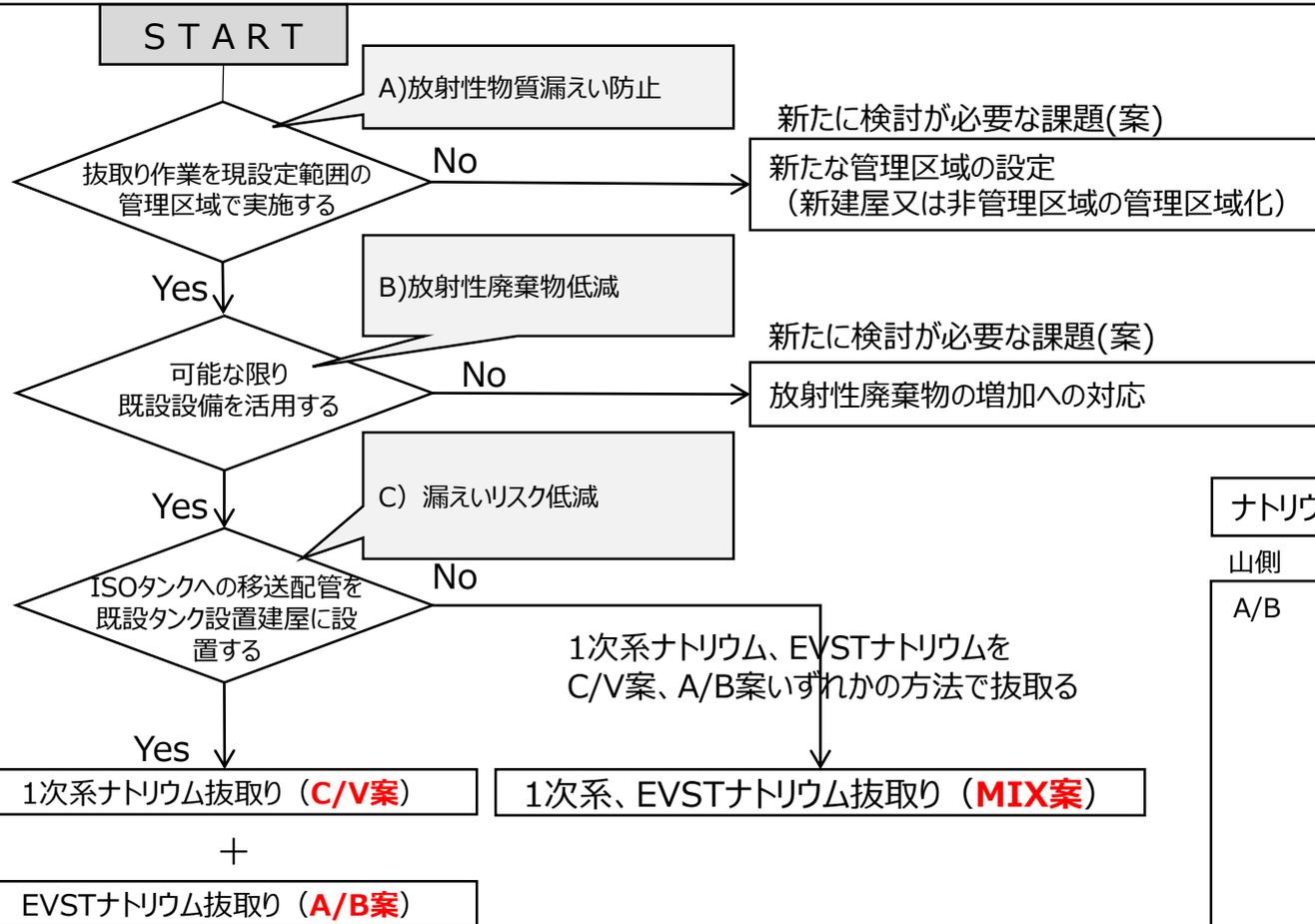
<1次系等ナトリウムの抜き取り箇所と搬出ルート案>

- ① 現時点で以下の2案を検討中
 - 1次系ナトリウムを1次ナトリウム補助設備から新設する汲み上げ配管を介して原子炉建屋内（格納容器内）に設置するISOタンクへ移送し、ISOタンクを燃料出入機通路を介して外へ搬出（C/V案） + EVST系ナトリウムをEVST補助設備からナトリウム供給設備配管を介して原子炉補助建物内に設置するISOタンクへ移送し、ISOタンクを機器ハッチを介して外へ搬出（A/B案）
 - 上記の一方を採用し、他方のナトリウムをナトリウム供給設備配管を介して移送（Mix案）
- ② 共通の課題はISOタンク搬出入ルートの確保、移送配管の敷設、ISOタンク搬出時の落下リスク低減等である。これらの課題解決方法について検討中

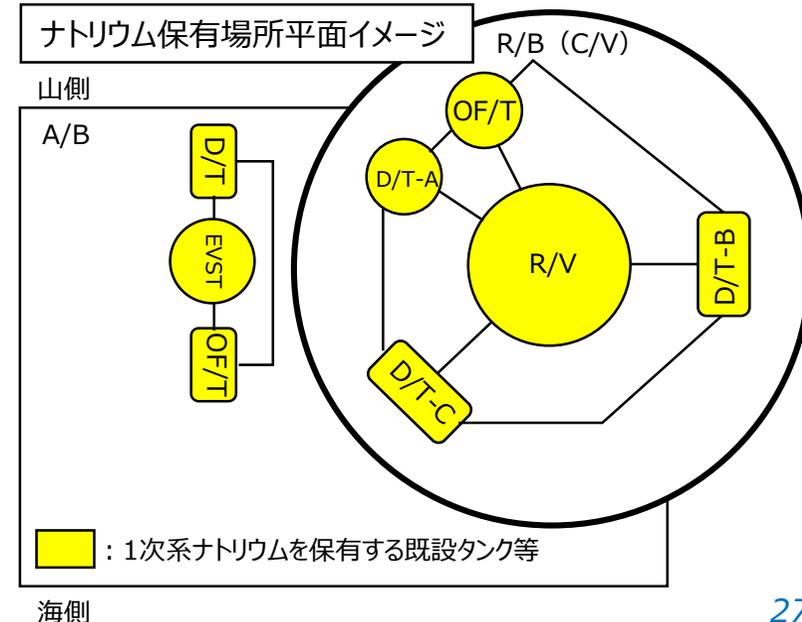
(案)

①ナトリウム搬出準備 (方法及び時期等) b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

3つの観点 (A)放射性物質の漏えい防止 (管理区域限定)、B)放射性廃棄物発生量の低減 (既設設備の利用)、C)ナトリウム漏えいリスク低減 (距離・改造有無) によるナトリウム採取方法の検討を行い、C/V案、A/B案、MIX案を整理した



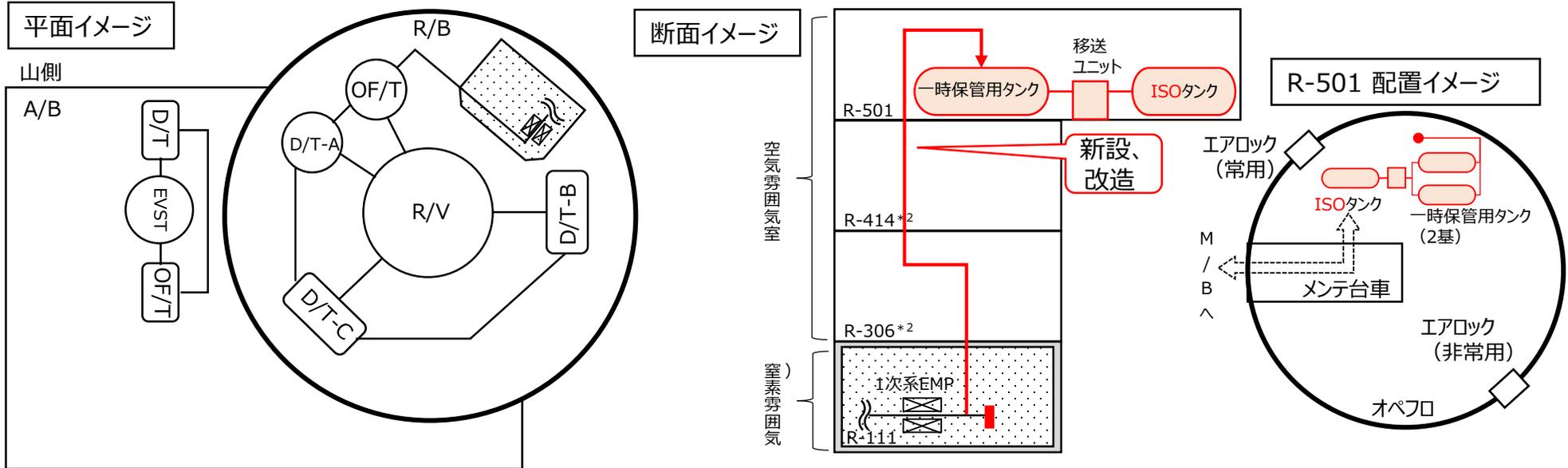
1次系ナトリウム量	約760t (1次系) 約140t (EVST系)
【1次系ナトリウム採取前提条件】	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ ナトリウムはサイト外へ搬出する。 ✓ サイト外への搬出はISOタンクを用いる。 ✓ ISOタンクへのナトリウム採取はサイト内で実施する。 	



(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

C/V案



*1：既設のナトリウム供給系配管の活用を検討中

*2：窒素雰囲気室を通ず選択も有り

概要：輸送用のISOタンクをC/Vオペフロ上に設置。電磁ポンプ(EMP)を用いて1次冷却系のタンクからISOタンクへナトリウムを移送。

ISOタンクの搬出入：M/B⇔メンテナンス台車⇔C/Vオペフロ

ナトリウム移送配管：EMP出口からISOタンクまでを配管で接続。

(1次ナトリウム補助設備のうちオーバーフロー系配管を活用することで、新設する移送配管敷設範囲の削減も可能)

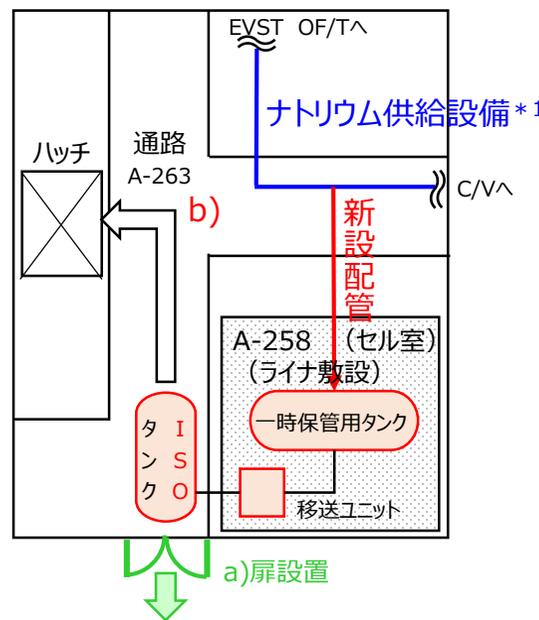
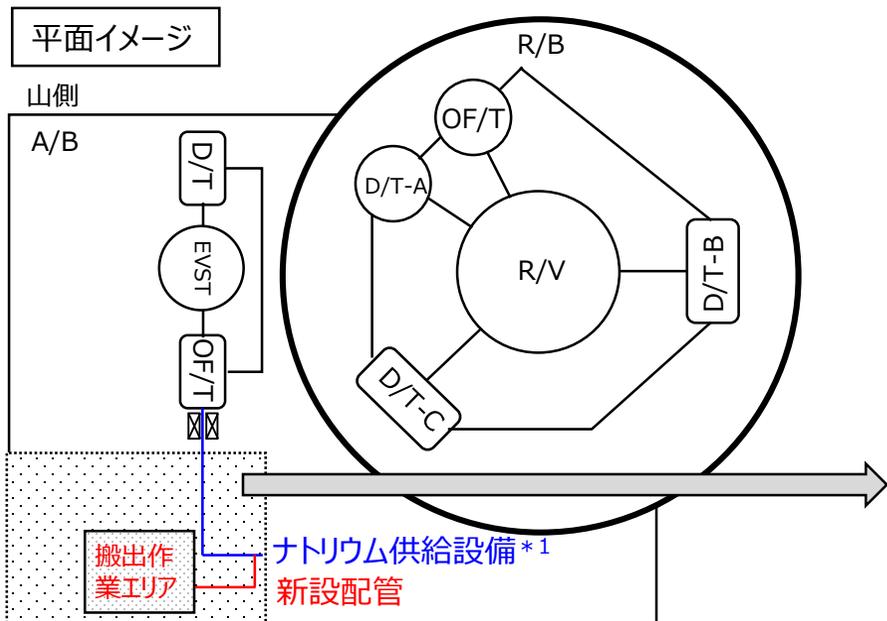
課題：ISOタンクがC/Vオペフロを占有するため、ナトリウム抜取り作業期間中、C/V内の並進工事は難しい

(C/V内機器の解体工事計画を検討中であり、現時点で影響程度の評価は困難)

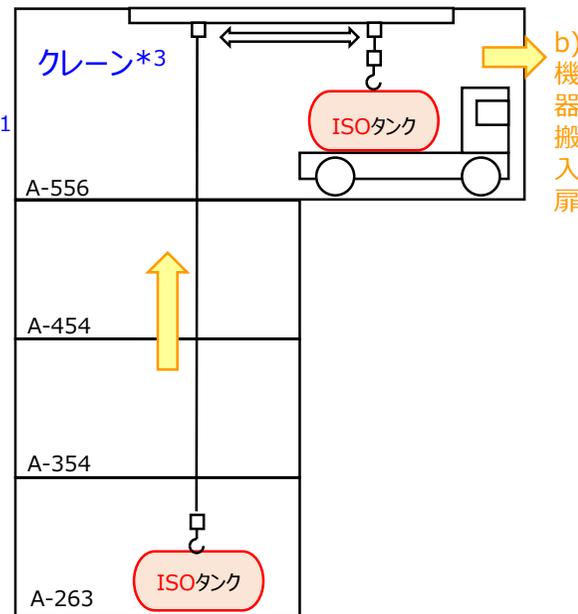
(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

A/B案（ISOタンクの搬出入について2案あり）



*3 : ISOタンク重量に見合った容量のクレーンに更新



海側 *1 : 既設のナトリウム供給設備配管の活用を検討中

概要 : 輸送用のISOタンクをA/B管理区域2階に設置。OF/Tに接続されている電磁ポンプ(EMP)を用いてEVST系のタンクからISOタンクへナトリウムを移送

ISOタンクの搬出入 : a) 2階に新規扉を設置して搬出入or b) A-556室⇔(クレーン)⇔A-263室の何れかを選択

ナトリウム移送配管 : EMP出口からISOタンクまでを配管で接続(既設のナトリウム供給設備配管を活用することで、新設配管敷設範囲の削減も可能 : 検討中)

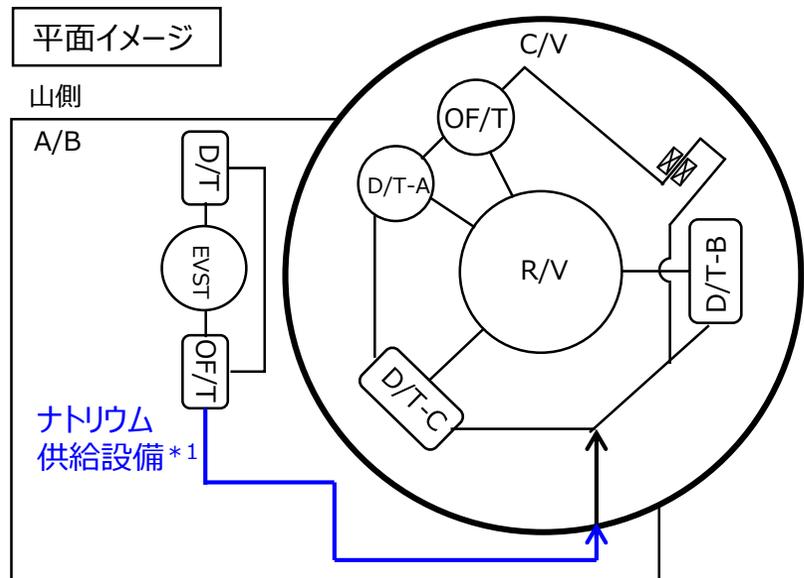
課題 : エリア管理、工事規模が大(搬出入扉設置に伴う海側壁面の開口、機器ハッチ開口の拡張、クレーンの設置)

(案)

①ナトリウム搬出準備

b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

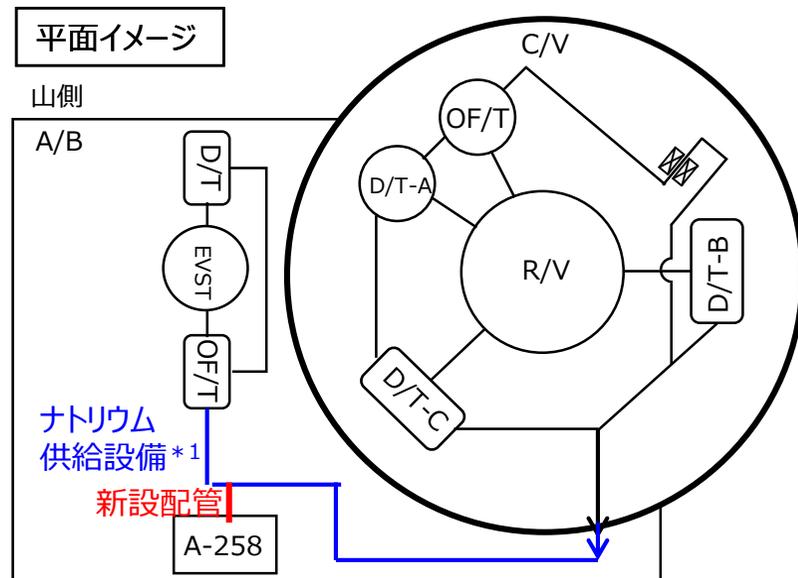
③Mix案（C/V案、A/B案の一方を採用し、他方のナトリウムをナトリウム供給配管を介して移送）



*1：既設のナトリウム供給設備配管の活用を検討中

概要：A/BのEVSTナトリウムをナトリウム供給設備を介して、C/Vの1次系既設タンクへ移送する。

又は



*1：既設のナトリウム供給設備配管の活用を検討中

概要：C/Vの1次系ナトリウムをナトリウム供給設備を介して、A/BのA-258（一時保管用タンク）へ移送する。

課題：1次系とEVSTの両者を繋ぐナトリウム供給配管の復旧範囲が広がる

(案)

廃止措置の各段階におけるナトリウムの所在

【第2段階以降の廃止措置計画の策定方針】

A ナトリウムを保有するリスクを適切に管理し、早期に低減（2次系）

矢印の手段をもって方針を具体化（ナトリウム漏えいが発生しうる箇所を局所化）

手段に伴う課題を解決（吹き出しの課題解決結果・方向性を個別解説）

凡例

○：充填

△：一部未充填

×：未充填（残留Naあり）

系統	プラント状態				
	廃止措置前 (原子炉運転)	第1段階 一時保管タンク設置 後	第2段階 しゃへい体等取出し	第3段階以降 (2次Na搬出前)	第3段階以降 (2次Na搬出後)
⑦2次主ループ	○	×	×	×	×
⑧2次メ冷	×	×	×	×	×
⑨2次系タンク (OF/T,D/T) (一時保管タンク)	×*3	○ (約800m ³)	○ (約800m ³)	○ (約800m ³)	×
	-	○ (約40m ³)	○ (約40m ³)	○ (約40m ³)	
搬出設備	-	-	-	×	(○)
⑩EVST冷却系 (EVST2次系)	○	○	×	×	×
⑪EVST2次タンク (D/T)	×	×	○	○	×

1次系搬出

搬出

*3 2次系純化運転中 約150m³

<炉外燃料貯蔵槽冷却系ナトリウムの取扱い> P33~

<2次系ナトリウム搬出に向けた設備の復旧> P34~

<2次系ナトリウム搬出に向けた設備設計の考え方（詳細）> P37~

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

「説明有り」

<EVST2補系ナトリウムの取扱い>

- ① EVST2補系のナトリウム（6t未満）は非放射性ナトリウムである。
- ② 当該ナトリウムを搬出する案は以下のとおり
案1 2次ナトリウムと一緒に搬出する（2次系の搬出エリアまで長距離の移送をする）（前回説明案）
案2 EVST1次ナトリウムに混合して搬出する（EVST1次系のタンクまで短距離の移送をする。漏えいリスク低減）
- ③ EVST2補系ナトリウムは量が少ないため、ナトリウムの搬出条件、移送に伴う漏えいリスク、コスト等から総合的に評価していく。

<2次系ナトリウム搬出に向けた既設設備の改造>

- ① 主案は一時保管用タンクを介してISOタンクに移送する案（前回提示済み）
- ② ISOタンクへの移送工程短縮のため既設タンクから直接ISOタンクへ移送する従案を並行して検討

<2次系ナトリウム搬出に向けた設備の復旧>

- ① 移送のためにナトリウムが通液する範囲を復旧する。原則、通液する範囲からみて第1止め弁の予熱ヒータを「切」にてフリーズシールを形成しバウンダリを確保する。
- ② そのため、廃止措置計画にて性能維持施設として復旧する範囲・期間を明確にする。

<2次系ナトリウム搬出に向けた設備設計の考え方（詳細）>

- ① ナトリウムを内包する機器は、ナトリウムと空気の接触防止を講じるよう、既設の考え方に基づき設計する。
- ② 耐震についても既設の考え方に基づき、大量の液体ナトリウムを内蔵する設備としてBクラスとする。
- ③ 火災に対する安全確保の観点からナトリウム漏えい時の化学反応の影響抑制対策を講ずる。
- ④ ISOタンクは移送容器として国際規格の認証を受ける。更にISOタンクへナトリウムを移送中に地震が発生した場合を想定し、ISOタンクの横滑りや転倒による他機器への影響を防止するよう治具を敷設する。
- ⑤ ISOタンクはナトリウムを受け入れ後、既設設備と切り離して搬出するため、既設設備との取り合い部は着脱できるようフランジ構造となる。このため、溶接構造となる既設設備よりナトリウム漏えいリスクが高い。
よって、以下に想定するナトリウム漏えいに対し、影響緩和策をとる。

微少漏えい（着脱時）：接続部をプラバック等で覆い、ナトリウム漏えい時の飛散防止を図る。

大漏えい（移送時）：鋼製受皿、窒素注入設備、漏えい検出器、ナトレックスを準備、及び運転員による移送停止措置を実施する。

(案)

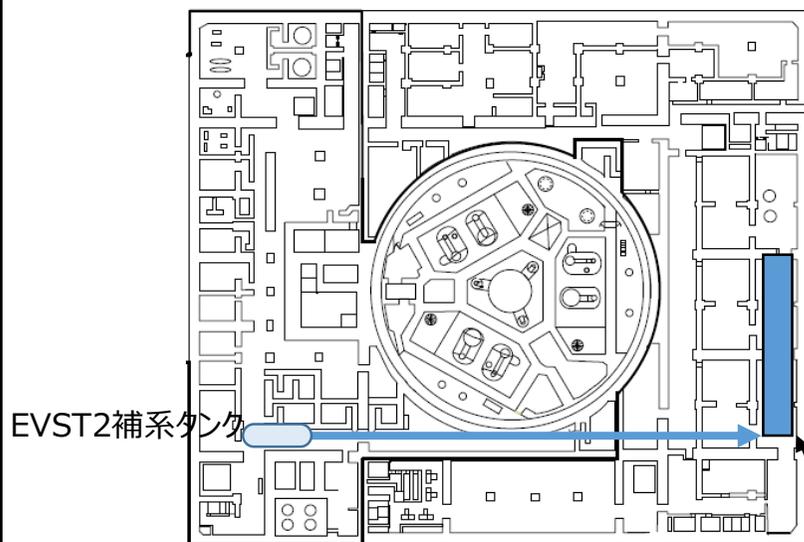
①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

<EVST2補系ナトリウムの取扱い>

EVST2補系ナトリウムは量（6t未満）が比較的少ないため、ナトリウムの搬出条件、移送に伴う漏えいリスク、コスト等から総合的に評価していく。

EVST2補系ナトリウムを搬出する2つの案を検討中。

案1（前回紹介）



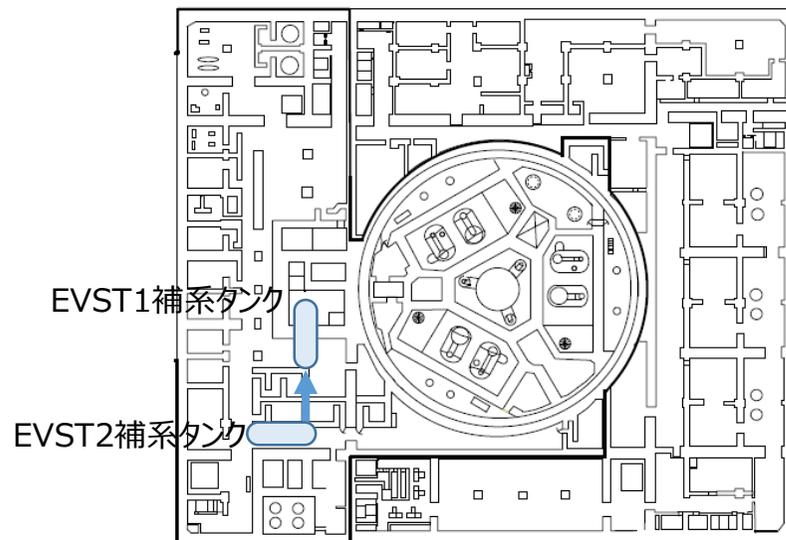
— : EVST 2 補系から2次系への移送距離

課題

- 休止中の移送ラインの復旧、配管接続、改造
- 漏えい対策（範囲が広い）

移送用タンク
（ISOタンクコ
ンテナ取扱エリア）

案2



— : EVST 2 補系からEVST1補系タンクへの移送距離

課題

- 休止中の移送ラインの復旧、改造
- 漏えい対策
- 1次系の搬出時期となる

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

<2次系ナトリウム搬出に向けた既設設備の改造>

ISOタンクへの移送工程短縮のため既設タンクから直接ISOタンクへ移送することも検討中。

	主案（前回紹介）	従案1	従案2
作業イメージ	<p>OF/T-A, OF/T-B, OF/T-C D/T-A, D/T-B</p> <p>タンク間移送</p> <p>電磁P</p> <p>一時保管用タンク</p> <p>ISO</p> <p>搬出</p>	<p>OF/T-A, OF/T-B, OF/T-C D/T-A, D/T-B</p> <p>一時保管用タンク</p> <p>圧送</p> <p>ISO</p> <p>搬出</p>	<p>OF/T-A, OF/T-B, OF/T-C D/T-A, D/T-B</p> <p>一時保管用タンク</p> <p>電磁P</p> <p>ISO</p> <p>搬出</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 広範囲の配管にナトリウムが通液するため残留ナトリウムが多く発生し、復旧範囲や漏えいリスク箇所の増大が懸念される ➢ バッチ処理で一時保管用タンクに移送するため作業期間が比較的長い ➢ 漏えい時は電磁ポンプを停止することで漏えいを停止させる 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ナトリウムが通液する範囲がタンク廻りのみで限定的であり、残留Naの低減、復旧範囲や漏えいリスク箇所の低減が期待できる ➢ 各タンクの移送を並行して実施でき、作業期間が比較的短い ➢ 漏えい時はバントにより圧力を抜くことで漏えいを停止させる 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 広範囲の配管にナトリウムが通液するため残留ナトリウムが多く発生し、復旧範囲や漏えいリスク箇所の増大が懸念される ➢ 各タンクの移送を並行して実施でき、作業期間が比較的短い ➢ 漏えい時は電磁ポンプを停止することで漏えいを停止させる

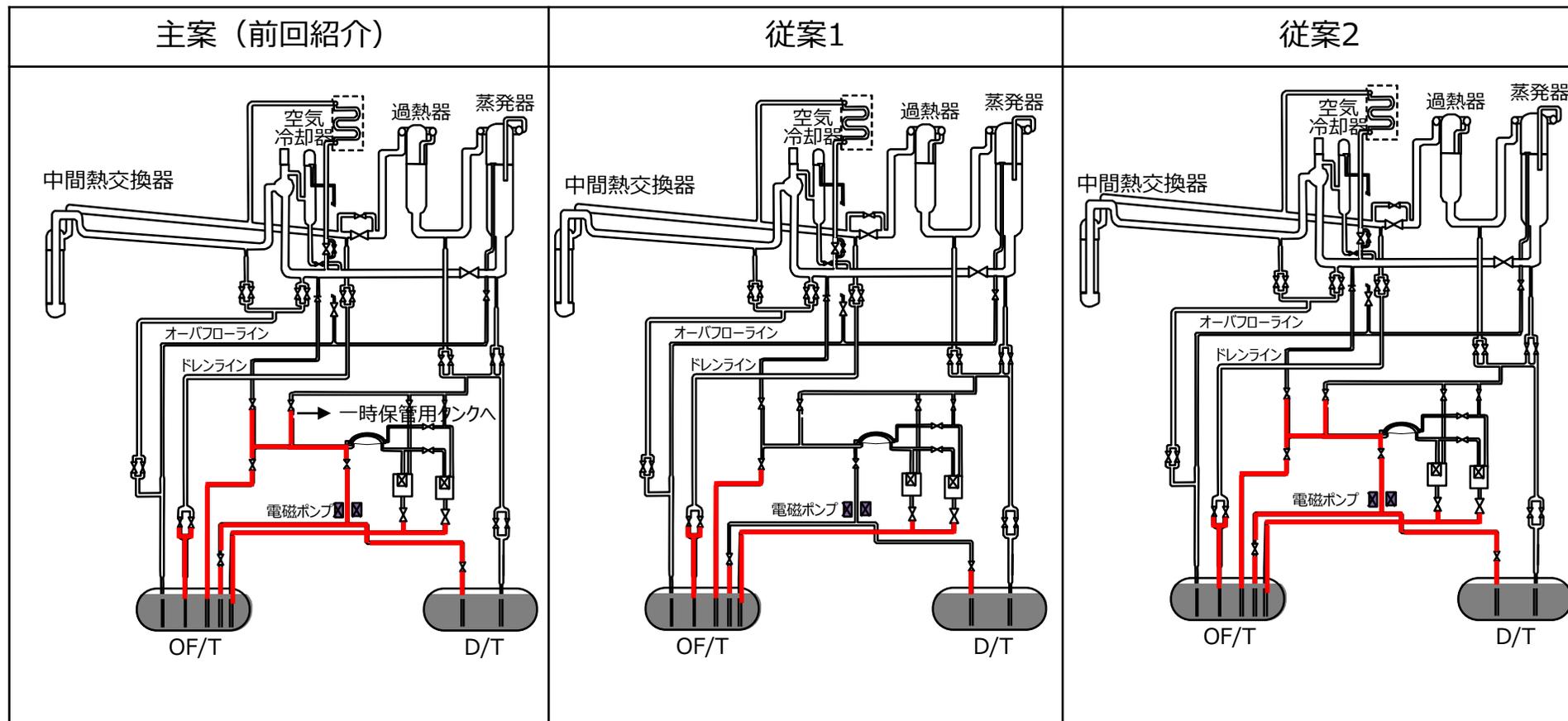
主案を中心に検討し、ナトリウムを取り扱う（ISOタンクへ移送する）期間の漏えい時の対応、コスト等の観点から総合的に評価していく

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等）
b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

移送のためにナトリウムが通液する範囲を復旧する。

———：ナトリウムの通液範囲イメージ



(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

<2次系ナトリウム搬出に向けた設備の復旧> (2020年12月監視チーム資料p32で提示した検討課題)

設備復旧の範囲は、ナトリウムの移送方式により異なる。移送方式は、ガス圧送又は電磁ポンプによる移送の2つがあり、以下の長所と短所がある

	電磁ポンプ移送（主案、従案2）	ガス圧送（従案1）
移送方法	▶ 電磁ポンプによる推進力をナトリウムへ与えナトリウムを移送する方法	▶ タンクカバーガス空間に圧力差を与え、その水頭（ヘッド）差によりサイフォンを形成し、ナトリウムを移送する方法
長所	▶ 漏えい時は電磁ポンプを停止することでただちにナトリウム移送を停止させることができる	▶ 短時間で多くのナトリウムを移送することが可能。 ▶ ナトリウムが通液する範囲はサイフォン形成部に限定でき、残留ナトリウムの低減、復旧範囲や漏えいリスクの低減が期待できる
短所	▶ 電磁ポンプの復旧が必要 ▶ ポンプ廻りのナトリウム充填により広範囲に通液する <ul style="list-style-type: none">• 残留ナトリウムが多く発生• 復旧範囲の増加• 漏えいリスク範囲の増加	▶ 漏えい時はベントにより、圧力を下げて漏えいを停止させる。よって圧力が低下するまでの間、漏えいが継続する。

2つの移送方式を漏えい時の対応、コスト等の観点から総合的に評価し、具体的な復旧範囲を明確にする。

（原則、通液範囲の第1止め弁でバウンダリを構成する。第1弁の予熱ヒータを「切」として弁をフリーズすることで、最終バウンダリを確保）

- 2次系の機器は維持期間を終了しているため、ナトリウム移送時までに必要な点検（耐圧漏えい試験、絶縁抵抗測定等）を行い、廃止措置計画第6-1表に性能維持施設の復旧する範囲・期間を明確にし、定期事業者検査にて維持機能を満足していることを確認する
- 休止期間が長く更新が必要となる機器（予熱制御盤等）があるため、更新や代替品で機能が満足していることを確認する

< 2次系ナトリウム搬出に向けた設備設計の考え方（詳細） >

（2020年12月監視チーム資料p32で提示した検討課題）

1) 安全確保の考え方

- これまで研究開発段階発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則、研究開発段階発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則に定める基準を満足するよう、設置許可で設計の考え方を具体化し、工認で設置許可の考え方に基づき製作されていること確認し安全を確保してきた
- 廃止措置においても、上記既設の考え方に基づき設計することで安全を確保する
- 更に、万が一ナトリウムの漏えいが発生した場合に、化学反応の影響抑制対策を講じている

2) ナトリウムに対する設計上の考慮

- ナトリウムを内包する機器は、ナトリウムと空気の接触防止を講じるよう、既設の考え方に基づき設計する（「参考 既存設備の設計の考え方（P38 設置許可申請書添付書類八（方針5 抜粋、加工）」参照）

3) 耐震クラス

- 既設の考え方では、大量の液体ナトリウムを内蔵する設備はBクラスとして設計（「参考 既存設備の設計の考え方（P39 設置許可申請書添付書類八 方針2.（抜粋、加工）」参照）
- 2次冷却材ナトリウム一時保管用タンクは、使用期間も未確定でありナトリウム保有した状態が長期化しても問題ないよう安全裕度をとり、1.0の水平方向震度で健全性が保てるよう設計
- 2次系ナトリウム搬出に関わる設備は、使用する期間がナトリウムの搬出時に限定されていること、一時保管用タンクの設置運用で漏えい対策が整っていることから既設の考え方に沿って原則Bクラスとして設計する

参考 既存設備の設計の考え方（設置許可申請書添付書類八（方針5（抜粋、加工）））

方針5. ナトリウムに対する設計上の考慮

- 1 ナトリウムを内包し、内部に液面を有する機器は、その液面上を不活性ガス雰囲気とするとともにナトリウムが空気と接触しない構造とすること。
- 2 ナトリウムを循環する安全上重要な系統および機器は、ナトリウムの凍結により安全機能を失うことがないように考慮された設計であること。
- 3 安全上重要な構築物、系統および機器は、ナトリウムの漏洩時においても、ナトリウムの化学反応の影響により安全機能を失うことがないように考慮された設計であること。
- 4 事故時に一般公衆および従事者が放射線被曝を受けるおそれのある原子炉冷却材の漏洩に対しては、その化学反応または反応生成物による過度の影響を緩和するよう適切な手段を備えること。
- 5 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、ナトリウムの漏えい時においても、ナトリウムの化学反応の影響により、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であること。

適合のための設計

(1) ナトリウムを内包し、内部に液面を有する機器、即ち、原子炉容器、1次主冷却系循環ポンプ、2次主冷却系循環ポンプ、蒸気発生器等の液面上はアルゴンガスでおおうとともに隔壁等を設けることにより、ナトリウムと空気が接触することを防止する構造とする。

(2) 循環するナトリウムを内包する1次主冷却系及び2次主冷却系の配管、機器等にはナトリウムの凍結防止のため保温材及び予熱設備を設ける。

(3) 機器で安全上重要なものについては、系統分離を行ってナトリウム漏えいの影響を小さくする。ナトリウムを保有する系統、機器を収納する部屋には必要に応じて、ナトリウムとコンクリートが直接接触することを防止するため、鋼製のライナ等を設置する。さらに水などナトリウムと反応し易い物質を可能な限り隔離するよう設計する。

(4) 放射性のナトリウムを保有する系統、機器を収納する部屋には適切な場所にナトリウム漏えい検出設備を設け、ナトリウムの漏えい事故に対処できるようにする。さらに、運転時の雰囲気を低酸素濃度窒素雰囲気とするよう設計上考慮する。

原子炉容器及び1次主冷却系の配管、機器は原子炉格納容器の内部に設置するとともにアニュラス循環排気装置を設置することにより1次主冷却系の1次冷却材漏えい事故に対しても、一般公衆の放射線災害を防止できるようにする。

(5) 空気雰囲気下でナトリウムが漏えいした場合には、当該系統のナトリウムを緊急にドレンすることによって漏えいを早急に停止させる。このように、ナトリウムとコンクリートとの直接接触を防止する鋼製のライナ等の設置とあわせて、漏えいナトリウムによる影響を緩和する対策を適切に講じることにより、原子炉施設の安全性が損なわれない設計とする。

参考 既存設備の設計の考え方（設置許可申請書添付書類八 方針2（抜粋、加工））

方針2. 自然現象に対する設計上の考慮

- 1 安全上重要な構築物，系統および機器は，地震により機能の喪失や破損を起こした場合の安全上の影響を考慮して，重要度により耐震設計上の区分がなされるとともに，敷地および周辺地域における過去の記録，現地調査等を参照して，最も適切と考えられる設計地震動に十分耐える設計であること。
- 2 安全上重要な構築物，系統および機器は，地震以外の自然現象に対して，寿命期間を通じてそれらの安全機能を失うことなく，自然現象の影響に耐えるように，敷地および周辺地域において過去の記録，現地調査等を参照して予想される自然現象のうち最も苛酷と考えられる自然力およびこれに事故荷重を適切に加えた力を考慮した設計であること。

(略)

適合のための設計

1. 原子炉施設の耐震設計は「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針について」の基本的考え方を参考にして，以下の方針に基づいて行う。
原子炉施設は想定されるいかなる地震力に対してもこれが大きな事故の誘因とならないよう十分な耐震性を有するように設計を行う。

(1) 建物・構築物は原則として剛構造にする。

(2) 重要な建物・構築物は原則として岩盤に支持させる。

(3) 原子炉施設の耐震設計上の重要度を，地震により発生する可能性のある放射線による環境への影響の観点から，次のA，B，Cのクラスに分類する。

Aクラス：自ら放射性物質を内蔵しているか又は内蔵している施設に直接関係しており，その機能喪失により放射性物質を外部に放散する可能性のあるもの及びこれらの事態を防止するために必要なもの並びにこれら事故発生の際に，外部に放散される放射性物質による影響を低減させるために必要なものであって，その影響，効果の大きいもの

Bクラス：上記において，影響，効果が比較的小さいもの

Cクラス：Aクラス，Bクラス以外であって，一般産業施設と同等の安全性を保持すればよいもの

なお，ナトリウムの性質を考慮し，Aクラス以外の施設で大量の液体ナトリウムを内蔵する設備はBクラスとして設計する。

この原則に従って分類した各施設のうち，上位の分類に属するものは，下位の分類に属するものの破損によって波及的事故を起こさないように設計する。

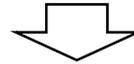
(略)

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等） b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定

3) ISOタンクへのナトリウムの移送に関する課題

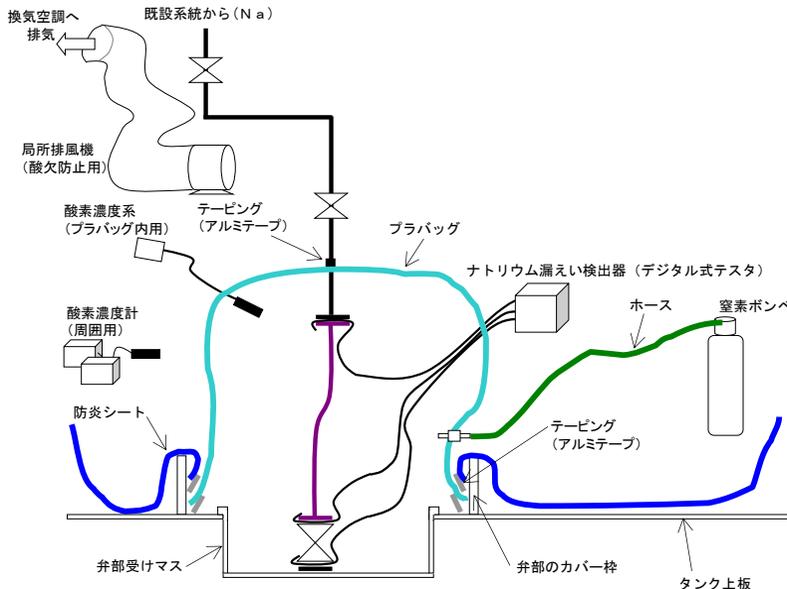
ISOタンクはナトリウムを受け入れ後、既設設備と切り離して搬出するため、既設設備との取り合い部は着脱できるようフランジ構造となる。このため、溶接構造としている既設設備よりナトリウム漏えい発生リスクが高い



ISOタンクへのナトリウム移送時のナトリウム漏えいに対して、以下の影響緩和策をとる

微少漏えい(着脱時)：接続部をプラバック等で覆い、ナトリウム漏えい時の飛散防止を図る（フランジ付け替え時に滴下するナトリウムの飛散防止にも対応）

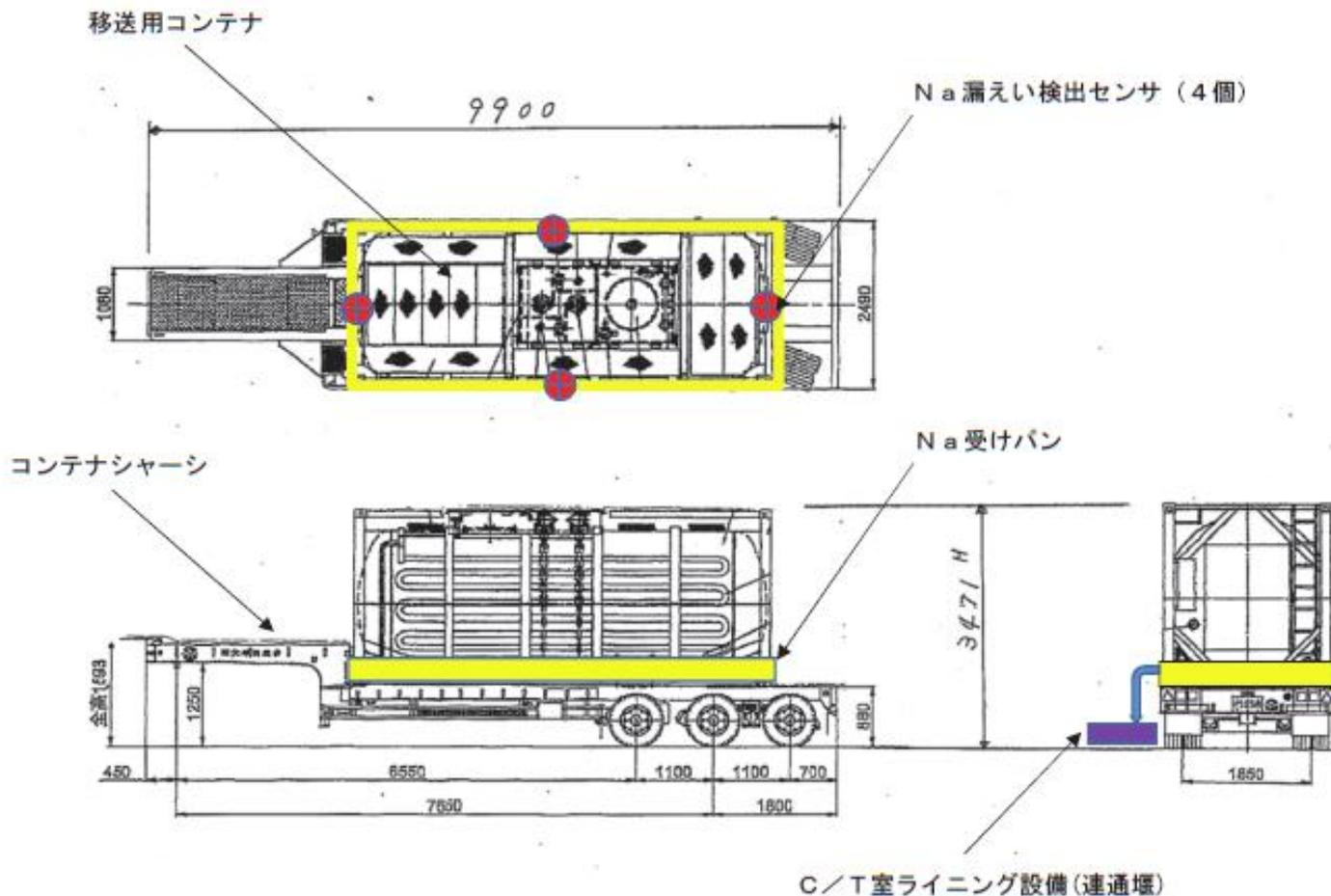
大漏えい(移送時)：鋼製ライナの追設、窒素注入設備の供用、漏えい検出器の追設、ナトレックスの配備、運転員による移送停止措置



参考 微少漏えいや滴下ナトリウムへの対策のイメージ
(2次系改造工事における安全対策の例)

(案)

①ナトリウム搬出準備（方法及び時期等）
b. ナトリウム搬出に向けた設備の復旧・改造計画の策定



大漏洩への対策（鋼製ライナ）イメージ

「その他

水・蒸気系等発電設備の解体計画の策定」

水・蒸気系の解体計画

「説明骨子」

工事等を安全・確実に行い、プラントの安全確保に影響させない（方針C）に基づき、

- ① 第2段階より水・蒸気系等発電設備の解体を開始する
- ② 2次系ナトリウムはドレン済みであるものの、配管内面の残留ナトリウムの前処理技術開発・準備と並行して先ずタービン建物（非管理区域）にある水・蒸気系を解体し、その後、残留ナトリウム前処理等を行ったうえで蒸気発生器等の原子炉補助建屋にある水・蒸気系を解体する
- ③ タービン建物には、性能維持中の設備が存在しており、解体にあたっては、性能維持中の設備（2次主冷却系や補助蒸気設備）に影響を及ぼさないよう隔離し、解体する
- ④ 非管理区域の解体であり、解体工法は先行炉と同様に熱的、機械的切断を選択する。よって先行炉と同様に労働安全に留意して解体する
 - ・ 必要に応じて局所排風機の設置、粉じん等の拡散防止措置を講じる
 - ・ 火気使用作業前には、周辺に可燃物がないことを確認し、防火シート等を用いて養生を行う、等
- ⑤ 解体撤去物（放射性物質を含まない）は、一般産業廃棄物として廃棄
- ⑥ タービン建物にある性能維持設備は、性能維持期間終了後に順次解体撤去する

(案)

水・蒸気系の解体計画

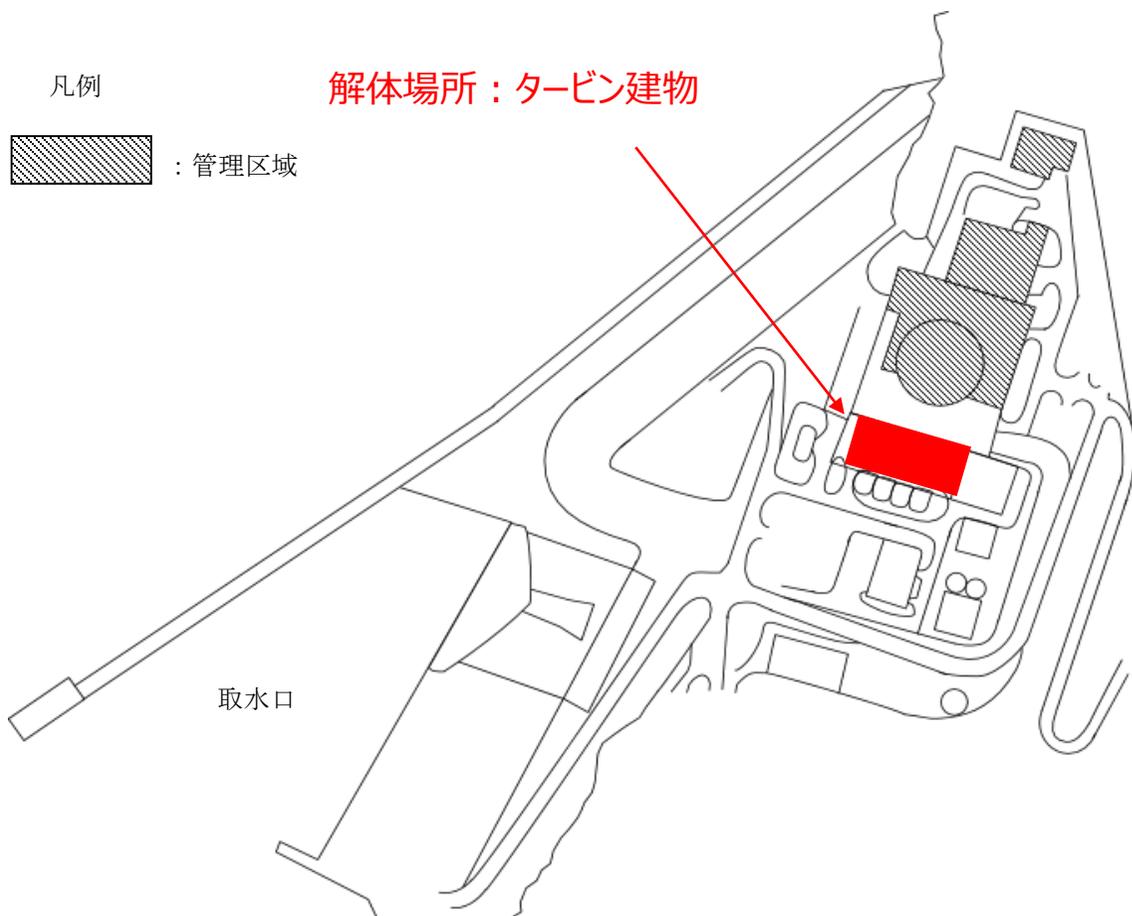
解体撤去の場所

・タービン建物（非管理区域）にある水・蒸気系を解体

凡例

解体場所：タービン建物

 : 管理区域



タービン建物内設備		解体予定
タービン建物		
タービン 及び 付属 設備	主蒸気系設備	一部
	蒸気タービン設備	○
	復水設備	○
	給水設備	○
	補給水設備	一部
	軸受冷却水設備及び軸受冷却海水設備	○
	補助蒸気ヘッダ	
補助蒸気設備		
所内用圧縮空気設備		
制御用圧縮空気設備		
窒素ガス供給系供給設備		
淡水供給設備		
排水処理設備		
電気 設備	発電機及び励磁装置	○
	主要変圧器	
	所内高圧系統	
	所内低圧系統	

(案)

水・蒸気系の解体計画

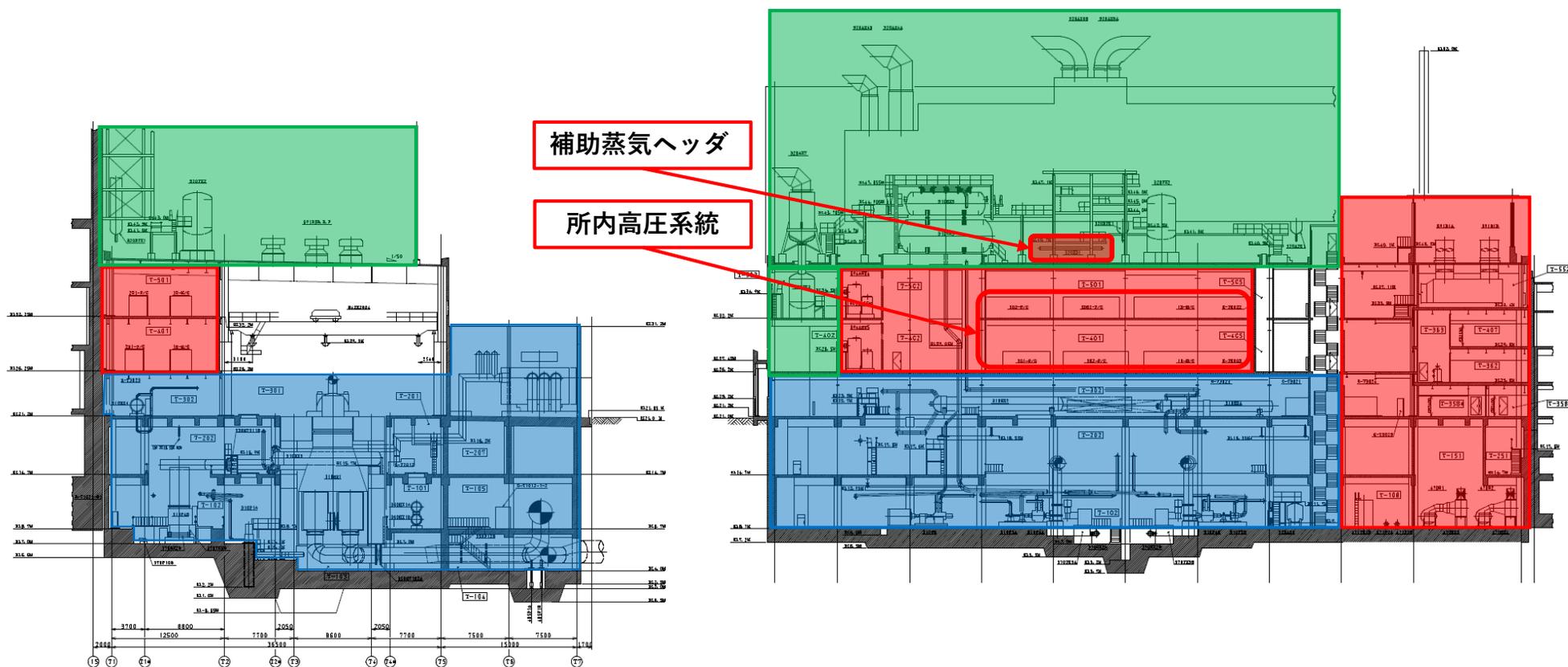
解体にあたっては、性能維持施設・設備に影響を及ぼさないよう隔離し、解体する

- タービン建物には非解体対象（性能維持施設含む）（赤色）が存在する
- 解体対象には、性能維持施設と取合うもの（緑色）と、安全に撤去可能なもの（青色）がある

課題

- 性能維持施設（赤）と安全に撤去可能（青）が隣接
⇒床で仕切られ、相互に影響することはない
- 性能維持施設と取合うもの（緑）の中に性能維持施設（赤）が存在する
⇒隔離・識別・養生によって性能維持施設に影響を及ぼさないよう解体する

-  : 非解体対象範囲（性能維持施設（所内高圧システム等）が多数設置されている範囲）
-  : 解体対象範囲（性能維持施設と取合う機器（補助蒸気ヘッド等）が設置されている範囲）
-  : 解体対象範囲（現時点で安全に解体撤去可能な範囲）



(案)

参考 水・蒸気系の解体計画

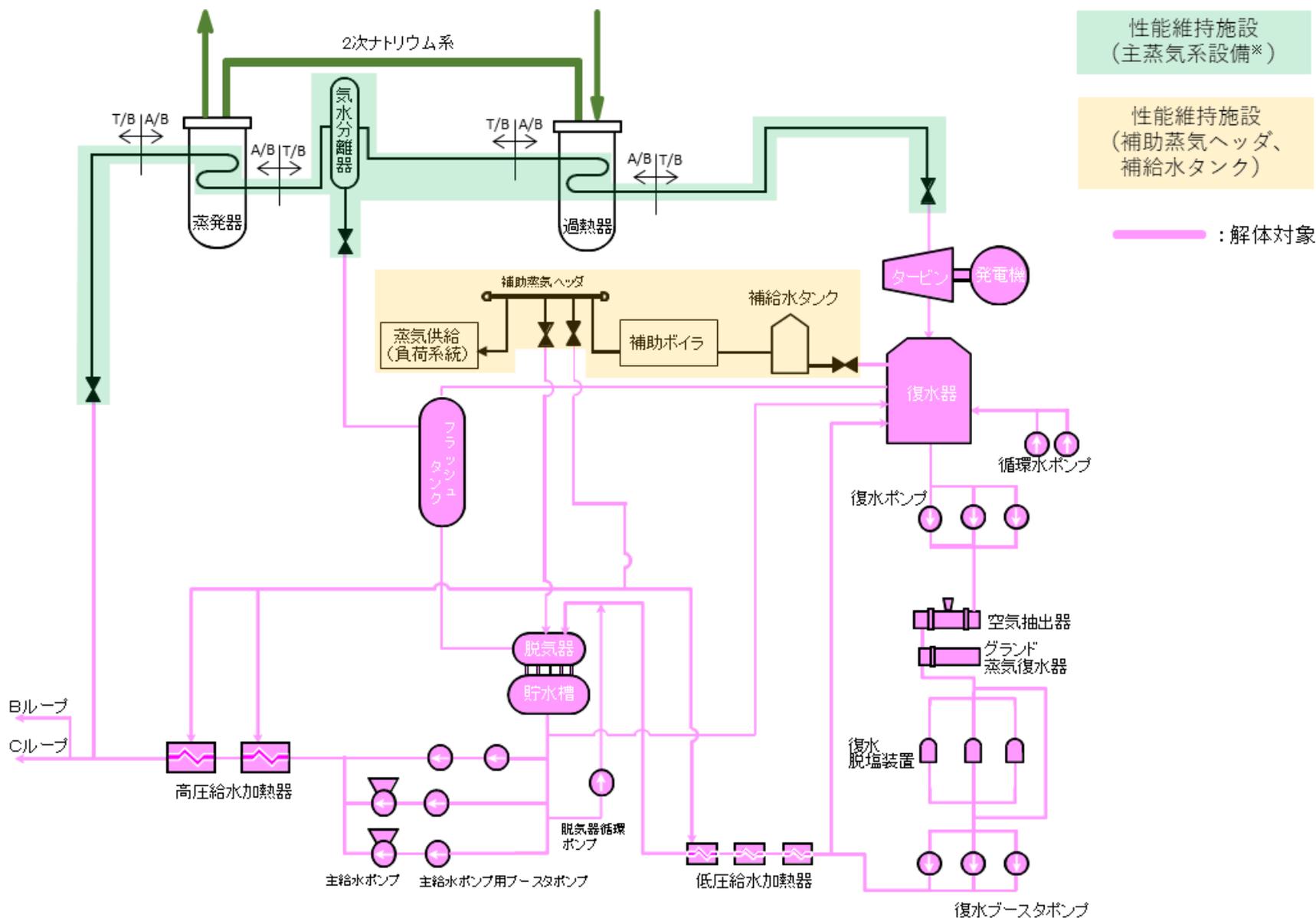
解体にあたっては、性能維持施設・設備に影響を及ぼさないよう隔離し、解体する蒸発器、過熱器は2次主冷却系とのバウンダリをなすことから、第1止め弁で隔離し、解体しない

タービン建物内設備		解体予定	性能維持施設との系統接続の有無	解体にあたって、影響を及ぼさない措置
タービン建物				<ul style="list-style-type: none"> 建物強度に影響のないよう解体する。(必要に応じ補強)
タービン及び付属設備	主蒸気系設備	○*	○	<ul style="list-style-type: none"> 蒸発器、過熱器へ供給する第1弁で隔離する。 隔離弁下流側を切断し、シートリークが発生する恐れがある箇所は、隔離措置を検討する。(閉止板(閉止キャップ)等)
	蒸気タービン設備	○		<ul style="list-style-type: none"> 解体対象物をマーキング等で識別し、誤切断を防止する。 解体対象近傍の性能維持施設に影響を与えないよう、養生する。
	復水設備	○		<ul style="list-style-type: none"> 解体対象物をマーキング等で識別し、誤切断を防止する。 解体対象近傍の性能維持施設に影響を与えないよう、養生する。
	給水設備	○		<ul style="list-style-type: none"> 解体対象物をマーキング等で識別し、誤切断を防止する。 解体対象近傍の性能維持施設に影響を与えないよう、養生する。
	補給水設備	○*	○	<ul style="list-style-type: none"> 水・蒸気系へ供給する第1弁での隔離する。 隔離弁下流側を切断し、シートリークが発生する恐れがある箇所は、隔離措置を検討する。(閉止板(閉止キャップ)等)
	軸受冷却水設備及び軸受冷却海水設備	○		<ul style="list-style-type: none"> 解体対象物をマーキング等で識別し、誤切断を防止する。 解体対象近傍の性能維持施設に影響を与えないよう、養生する。
	補助蒸気ヘッダ		○	<ul style="list-style-type: none"> 解体対象物をマーキング等で識別し、誤切断を防止する。 解体対象近傍の性能維持施設に影響を与えないよう、養生する。 水・蒸気系へ供給する第1弁で隔離する。
補助蒸気設備			○	<ul style="list-style-type: none"> 水・蒸気系へ供給する第1弁で隔離する。 隔離弁下流側を切断し、シートリークが発生する恐れがある箇所は、隔離措置を検討する。(閉止板(閉止キャップ)等)
所内用圧縮空気設備			○	
制御用圧縮空気設備			○	
窒素ガス供給系供給設備			○	
淡水供給設備			○	
排水処理設備			○	<ul style="list-style-type: none"> 排水処理設備へ供給する第1弁で隔離する。 隔離弁下流側を切断し、シートリークが発生する恐れがある箇所は、隔離措置を検討する。(閉止板(閉止キャップ)等)
電気設備	発電機及び励磁装置	○		<ul style="list-style-type: none"> 解体対象物をマーキング等で識別し、誤切断を防止する。 解体対象近傍の性能維持施設に影響を与えないよう、養生する。
	主要変圧器			(他の性能維持施設と距離が離れており、影響を及ぼさない)
	所内高圧系統		○	<ul style="list-style-type: none"> 電源を「切」とし、識別することで誤投入を防止する。
	所内低圧系統		○	

(案)

参考 水・蒸気系の解体計画

蒸発器、過熱器は2次主冷却系とのバウンダリをなすことから、第1止め弁で隔離し、解体しない



安全管理上の措置

非管理区域の解体であり、解体工法は先行炉と同様に熱的、機械的切断となる。解体にあたっては、以下の措置を講じる

- 性能維持施設に影響を及ぼさないことを確認した上で実施する
 - 必要に応じて局所排風機の設置、粉じん等の拡散防止措置を講じる
 - 解体に着手するまでに危険物、毒劇物（タービン高圧油、ヒドラジン等）を回収する
 - 火気使用作業前には、周辺に可燃物がないことを確認し、防火シート等を用いて養生を行う
- 解体撤去物（放射性物質を含まない）、一般産業廃棄物として廃棄（約3,000トン）

拡散防止措置の例（管理区域内で大型機器切断時の写真）



「その他
性能維持施設（ダウンサイジング含む）見直し」
ダウンサイジング計画

「説明骨子」

【第2段階以降の廃止措置計画の策定方針】

- C 工事等を安全・確実に行い、プラントの安全確保に影響させない
一方、合理的に廃止措置を進めることも必要

<ダウンサイジングとは>

- 廃止措置を安全に進めるため、「線量の抑制・低減に必要な設備」や「ナトリウム取扱設備」の維持機能と性能を維持しつつ、設備の維持範囲を縮小し、合理的なプラント運用を行う
- このうち、過剰な性能の設備を縮小・停止するために必要な改造を行う（ダウンサイジング）

<直流電源設備及び交流無停電電源設備>

- a. 当初設計は、原子炉停止系及び冷却系の機能維持のため、直流電源及び交流無停電電源設備には非常用3系統、常用2系統の計5系統が要求されていた
- b. 第2段階では炉心に燃料体はなく、原子炉冷却系の性能維持のため多重の系統要求（系統分離要求）は必須でない。また、未臨界を確認する中性子計装も性能維持終了
- c. その他不要な負荷が減少することをあわせ、直流電源設備及び交流無停電電源設備の容量を最適化する

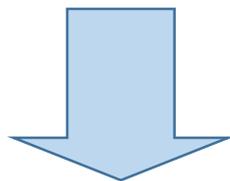
(案)

ダウンサイジング計画 (ダウンサイジングとは)

要求される機能を維持しつつ、廃止措置の進捗に応じて合理的に設備の運用形態を変化させていくことで安全かつ合理的に廃止措置を進める

- ・機能維持が必要で、その性能を縮小するもの：「線量の抑制・低減に必要な設備」や「ナトリウム取扱設備」等
(例 原子炉の冷却システムの独立性を確保するため、複数台の機器を設置していたが、廃止措置段階では原子炉の停止及び冷却が不要で、それらを必要な機器を含め給電可能な電気設備は過剰)
- ・機能維持が不要なもの：維持期間が満了した設備

一方で、設備の形態を変化させることに伴う課題も解決し、トータルで合理性を持たせることを【ダウンサイジング】としたい



解体工事計画を検討中であり、具体的なダウンサイジングの対象・範囲は慎重に決める必要がある
必要な維持機能・性能に影響を与えることなく、準備が整った設備から順次実施
(電源設備, 原子炉補機冷却系, 原子炉補機冷却海水系, 補助蒸気設備 等について検討)

メリット

- ・点検が不要になり、資源の合理化が図られる
- ・解体撤去により、作業の自由度が広がる

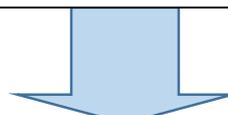
(案)

ダウンサイジング計画 (その1 直流電源設備のダウンサイジング)

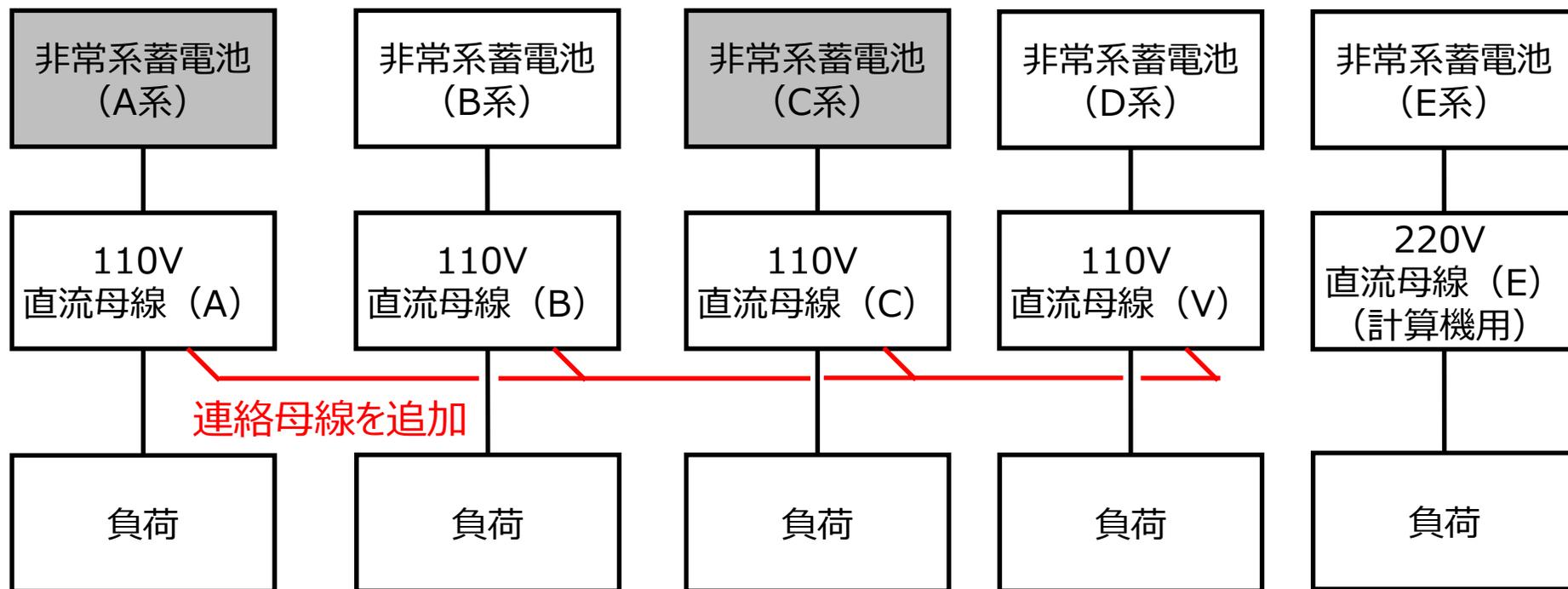
設置許可段階での安全設計の方針（電源喪失に対する設計上の考慮（抜粋））

- ◆ 電源設備は高度の信頼性を有するものを複数設け、それらが同時に機能を失うことのない設計とする
- ◆ 安全保護系は蓄電池3組を電源とする

電源系統（蓄電池を含む）は、非常系（安全系）3系統と常用系の合計5系統設置



- ◆ 原子炉の停止及び冷却が不要となり、システムの独立性、多重性が必須でない状態となった
- ◆ 廃止措置段階では、直流電源系統の負荷が減少し、過剰な設備容量となっている
- ◆ 一方で、3つの直流母線につながる負荷先に給電する必要、蓄電池を点検する必要がある（課題）



(案)

ダウンサイジング計画 (その1 直流電源設備のダウンサイジング)

◆ 課題解決の見通しあり

- ・ 連絡母線を追加し、Bの蓄電池から融通することで、すべての系統に供給可能
- ・ 蓄電池Bのメンテナンス時は蓄電池Dから供給する

(プラント状態の監視に必要な電源は、電源車からも給電可能)

「線量の抑制・低減に必要な設備」や「ナトリウム取扱設備」等のプラント維持に必要な電源容量

母線	設備容量【VA】	負荷容量【VA】	維持する主な負荷
110V直流母線 (A) 【A/B-5A1】	34,916 (浮動充電時)	3,180	・配電盤 (M/C, P/C) 制御電源 ・1次冷却系継電器盤 ・1次Arガス系隔離弁盤 等
110V直流母線 (B) 【A/B-5B1】	34,916 (浮動充電時)	6,350	・配電盤 (M/C, P/C) 制御電源 ・1次冷却系継電器盤 ・交流無停電インバータ盤 ・1次Arガス系隔離弁盤 等
110V直流母線 (C) 【A/B-5C1】	20,468 (浮動充電時)	1,570	・配電盤 (M/C, P/C) 制御電源 ・1次冷却系継電器盤 等
110V直流母線 (D) 【A/B-5D1】	90,300 (浮動充電時)	16,100	・275kV GIS, 配電盤 (M/C, P/C) 制御電源 ・中央制御盤 ・無接点アナンシエータ盤 ・換気空調設備ソレノイド分電盤 ・補助ボイラ制御盤 ・廃棄物処理系補助盤, 計装分電盤 等
合計	180,600	27,200	

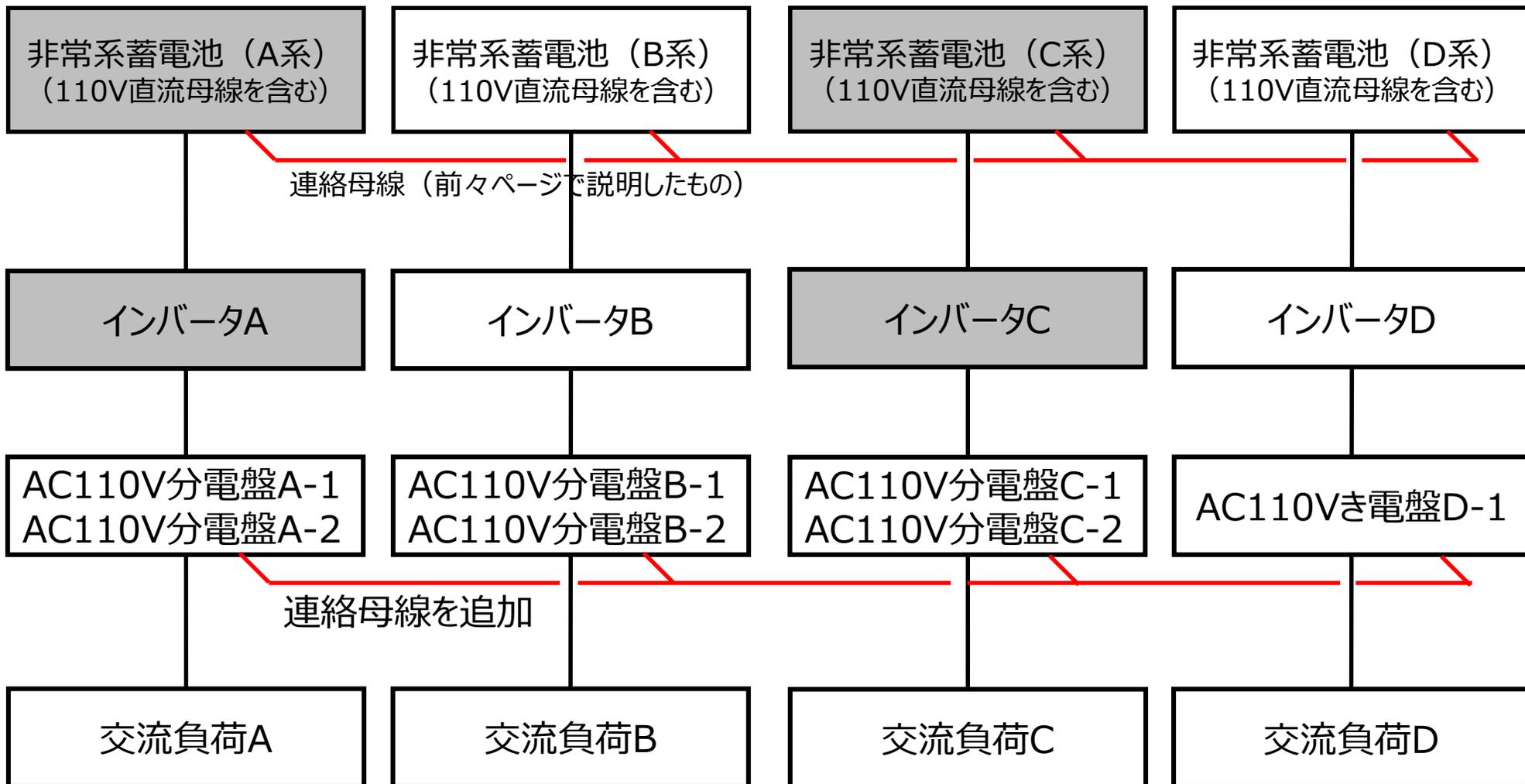
蓄電池Bの容量内

(案)

ダウンサイジング計画

(その2 交流無停電電源設備のダウンサイジング (1-1))

- ◆ 蓄電池負荷の交流無停電電源設備も直流電源設備と同様にシステムの独立性、多重性が必須でなく、負荷が減少し、過剰な設備容量となっている
- ◆ 一方で、3つの交流負荷につながる負荷先に給電する必要、インバータを点検する必要がある (課題)



(案)

ダウンサイジング計画

(その2 交流無停電電源設備のダウンサイジング (1-2))

◆ 課題解決の見通しあり

- ・ 連絡母線を追加し、B系からA,Cに融通することで、A,B,Cの各の系統に供給可能
- ・ B系のメンテナンス時はD系から供給する

(プラント状態の監視に必要な電源は、電源車からも給電可能)

「線量の抑制・低減に必要な設備」や「ナトリウム取扱設備」等のプラント維持に必要な電源容量

	配電盤	設備容量【VA】	負荷容量【VA】	維持する主な負荷
A系	AC110V分電盤A-1 【A/B-6A101】	10,000	1,850	・1次冷却系計装盤 ・工学的安全施設中央制御盤 ・補助冷却・原子炉補助設備中央制御盤 ・制御用地震計 等
	AC110V分電盤A-2 【A/B-6A102】	10,000	2,010	・共通電気計装設備計測制御分電盤 (燃料池の水位計, 温度計を含む) ・放射線監視設備 ・中央制御室空調装置計装盤 ・燃料取扱設備室換気装置計装盤 等
B系	AC110V分電盤B-1 【A/B-6B101】	10,000	1,280	・1次冷却系計装盤 ・工学的安全施設中央制御盤 ・補助冷却・原子炉補助設備中央制御盤 ・制御用地震計 等
	AC110V分電盤B-2 【A/B-6B102】	10,000	1,330	・共通電気計装設備計測制御分電盤 (燃料池水浄化装置計装盤を含む) ・放射線監視設備 ・中央制御室空調装置計装盤 ・燃料取扱設備室換気装置計装盤 等

(案)

ダウンサイジング計画

(その2 交流無停電電源設備のダウンサイジング (1-3))

前頁の続き

	配電盤	設備容量【VA】	負荷容量【VA】	維持する主な負荷
C系	AC110V分電盤C-1 【A/B-6C101】	10,000	1,410	・1次冷却系計装盤 ・制御用地震計 等
	AC110V分電盤C-2 【A/B-6C102】	10,000	950	・放射線監視設備 ・中央制御室空調装置計装盤 ・換気空調盤 等
D系	AC110Vき電盤D-1 【A/B-6D1】	70,000	8,700	・常用1次冷却系計装盤 ・中央制御盤 ・放射線監視設備 ・火災報知盤, 防災盤 ・燃料取扱設備室窒素雰囲気調節装置計装盤 ・納施設換気空調設備計装盤 ・廃棄物処理系補助盤 等
	合計	130,000	17,530	

「その他」

第2段階の事故を想定し、必要に応じて評価する
事故想定及びその評価の方法

【実施内容詳細と検討事項】

- ◆ 第2段階に応じた事故時の安全性を確認する（方針A、C）
- ◆ 以下の第2段階のプラント状態・作業の特徴を踏まえ、発生可能性のある事故を選定・評価する必要がある
 - 全ての燃料体を燃料池にて貯蔵中であり、燃料池に追加されるのはしゃへい体等
 - 1次系ナトリウムをドレンし既設タンクで固化・保管するものと、原子炉容器内等で液体保管するものがある
 - 2次系ナトリウム搬出のための設備整備を行う

【課題解決の状況（2020年12月監視チームまで）】

- ◆ 第2段階のプラント状態・作業が、第1段階の廃止措置計画で既に評価済みの事象に包含される項目を整理・確認し、改めての評価の要否を検討中

「説明骨子」

① 地震、津波、竜巻、火山活動、火災、内部溢水

今回の申請範囲では、2次系ナトリウム搬出のための改造・追加設備を除き、既設建物・設備を改造しない。これらの建物・設備に係る地震、津波、竜巻、火山活動、火災、内部溢水の影響評価結果は、第1段階の評価結果と同じ

2次系ナトリウム搬出のための改造・追加設備は、既設ナトリウム機器と同じ耐震クラスで設計し、ISOタンクと一時保管タンクとの接続部の地震時対応は一時保管タンク運用の経験を踏まえ、運転員による停止措置、鋼製ライナ、窒息消火で影響を緩和することで安全を確保できる見通し

② 事故評価

上記並びに第2段階の作業に即した事故想定により、放射線被ばくに係る仔細な事故評価は不要と判断。

具体的には、しゃへい体等取出し作業時に燃料池でしゃへい体等を落下させ燃料体を破損させる事故想定、及び1次系ナトリウムの漏えいに係る事故想定は、第1段階の評価と同条件であるため評価結果は変わらず、事故時の敷地境界外の最大被ばく線量は基準値以下である

「説明骨子」(続き)

③ 重大事故

第1段階では、燃料池中の全ての燃料体が破損し希ガス及びよう素が瞬時全量放出される状況、並びに放射化した1次系ナトリウムが瞬時全量放出される状況の評価し、敷地境界外の被ばくリスクが小さいことを確認。また、全ての燃料体が燃料池に存在する状態で池水全量喪失し、冷却機能喪失しても重大事故に至らないため、重大事故等対処設備が不要であることを確認

今回の申請範囲では、全ての燃料体が燃料池に存在することは変わらず、また、第2段階で燃料池に貯蔵する中性子しゃへい体等の線源や熱源も第1段階の評価条件として既に考慮済みであるため評価結果は変わらず、敷地境界外の被ばくリスクは小さく、継続して重大事故等対処設備も不要である

④ 大規模損壊対応

今回の申請範囲では、2次系ナトリウム搬出及び1次系等ナトリウムのドレンを含む。

ナトリウムが存在する範囲・状態は局所化されているものの、施設内にナトリウム、燃料体を保有しているため、原則的に第2段階も第1段階と同様の大規模損壊対応とする

ただし、燃料体の取出し作業を最優先することから実施を見送っていた1次系ドレン・ベントラインの常時メルト運用は、前述SsL運用を行うことから要求が無くなるため不要となる

⑤ なお、セメント固化装置への更新に伴う事故時の安全性の確認は、設計、工事計画が確定した段階で確認する

第2段階の廃止措置計画における事故時の影響評価の基本的な考え方

- ◆ 第1段階と第2段階のプラント状態の相違点や第2段階の作業計画を考慮し、第2段階の作業に即した事故を想定
- ◆ 第2段階で想定した事故が、第1段階の廃止措置計画で既に評価済みの事象に含まれることを確認し、含まれない場合は改めて評価を実施し安全性を確認（地震及び津波等の自然災害に対しても同様）
- ◆ 大規模損壊対応は、施設内に燃料体及びナトリウムを保有する状況は変わらないことから、原則的に第1段階と同様の対応を実施

第1段階と第2段階のプラント状態の相違点	<ul style="list-style-type: none">◆ 第2段階では<u>全ての燃料体が</u>原子炉等から<u>燃料池へ搬出された状態</u>となる◆ 一方で、施設内に<u>燃料体及びナトリウムを保有している状態は変わらない</u>
第2段階の主な作業計画	<ul style="list-style-type: none">◆ しゃへい体等の取出し◆ 1次系ナトリウムのドレン◆ 2次系ナトリウムの搬出のための改造◆ 水・蒸気系等発電設備の解体

なお、セメント固化装置への更新に伴う事故時の安全性の確認は、セメント固化装置の工事計画が確定した段階で確認する（今回の変更申請では対象外とする）

1. 地震、津波、竜巻、火山活動、火災、内部溢水評価について

- ◆ 第2段階は第1段階の評価結果を変更する必要がないことを確認
- ◆ 今後の検討過程で評価の見直しが必要となった場合は適時評価を実施

項目	第1段階の評価概要	第2段階の評価概要	結論
地震	建物・構造物は損壊の恐れなし	同左 (耐震クラス設備の変更なし)	評価結果の <u>変更なし</u>
津波	「津波最大水位」<「敷地高さ」より建物内に海水の大量浸水なし	同左 (津波水位や敷地高さの変更なし)	評価結果の <u>変更なし</u>
竜巻	固縛等により竜巻飛来物による建物への影響なし	同左 (建物位置、固縛運用の変更なし)	評価結果の <u>変更なし</u>
火山活動	建物への火山灰と積雪との重畳を評価し、短期荷重への耐性を確認。長期には除去で対応可能	同左 (建物位置の変更なし。近隣の軽水炉における火山灰堆積厚さの想定が最大25cmに変更されているが、もんじゅの許容火山灰堆積厚さの範囲内のため影響なし)	評価結果の <u>変更なし</u>
火災	もんじゅの現状のプラント状態に鑑み適切に組合せた設計を維持し、火災の発生防止及び発生時の影響緩和を図る	同左 (火災発生防止、影響緩和対応の変更なし)	評価結果の <u>変更なし</u>
内部溢水	原子炉補助建物最下層フロアの禁水エリアへの影響なし	同左 (溢水源や左記の禁水エリアの変更なし)	評価結果の <u>変更なし</u>

2. 事故評価について

- ◆ 前述の第2段階の主な作業に即した事故想定は、しゃへい体等取出し作業時に燃料池で燃料体が破損する事故、及び液体状態で存在する1次系等のナトリウムの漏えい事故
- ◆ それぞれ第1段階の「燃料取扱事故」、及び「1次冷却材漏えい事故」に相当し、第1段階の評価と同条件であるため評価結果は変わらず、事故時の敷地境界外の最大被ばく線量は基準値以下

	第1段階	第2段階	第2段階の事故評価
燃料体	【存在箇所】 ・原子炉容器 ・炉外燃料貯蔵槽 ・燃料池	【存在箇所】 ・ <u>燃料池のみ</u>	・燃料池での燃料体の破損条件は変更なし ⇒評価結果の <u>変更なし</u>
1次系 ナトリウム	【状態】 ・充填・循環	【状態】 ・ <u>ドレン・保管（固 化）</u>	・漏えい事故条件の変更なし ⇒評価結果の <u>変更なし</u>
2次系 ナトリウム	【状態】 ・ドレン・保管（固 化）	【状態】 ・保管（固 化） ・ <u>搬出準備</u>	・保管（固 化）の状態は変更なし ・搬出設備は、その <u>設計と一時保管タンク設置時 の経験を反映し安全確保</u>

3. 重大事故に至るおそれのある事故又は重大事故評価について

- ◆ 第2段階で燃料池に貯蔵する中性子しゃへい体等の放射能や崩壊熱は、第1段階の評価条件で既に考慮済みであるため評価結果は変わらず、敷地境界外の被ばくリスクは小さく、継続して重大事故等対処設備は不要
- ◆ 中性子源を有する中性子源集合体を燃料池に貯蔵するが、第1段階の未臨界性評価に影響を与えないため、重大事故等対処設備は不要

評価項目	第1段階	第2段階	第2段階の評価
放射線被ばく	【評価条件】 ・瞬時全量放出（燃料体の希ガス及び ・燃料池水喪失、第2段階で燃料池に貯蔵するものの放射能も含む（スカイシャイン線）	【評価条件】 ・同左 ・同左	・瞬時全量放出の評価条件は変更なし ・放射能として既に考慮済みであるため評価条件の変更なし ⇒評価結果の変更なし
燃料体の健全性（除熱機能喪失評価）	【評価対象・条件】 ・原子炉容器 ・炉外燃料貯蔵槽 ・燃料取扱設備 ・燃料池（第2段階で燃料池に貯蔵するものの崩壊熱も含む）	【評価対象・条件】 ・燃料池のみ	・崩壊熱として既に考慮済みであるため評価条件の変更なし ⇒評価結果の変更なし
未臨界性	【評価条件】 ・無限体系（最も反応度の高い新燃料）	【評価条件】 ・同左（ただし中性子源追加）	・中性子源集合体は 2体のみ であり、 燃料体を除く炉心構成要素等のエリア に貯蔵 ⇒未臨界性評価に 影響を与えない

第1段階の廃止措置計画 添付書類四※における説明内容と第2段階の考え方

※廃止措置中の過失、機械又は装置の故障、地震、火災等があった場合に発生すると想定される事故の種類、程度、影響等に関する説明書

1. 地震、津波、竜巻、火山活動、火災、内部溢水評価について

【第1段階の説明内容】

- ◆「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の廃止措置計画の認可の審査に関する考え方」（平成29年4月原子力規制委員会）に記載されたこれらの事象の影響評価を行い、燃料体やナトリウムを保有する原子炉建物や原子炉補助建物の頑健性等を示し、事故の起因事象とはならないことを確認



【第2段階の考え方と結論】

- ◆ 燃料体やナトリウムを原子炉建物及び原子炉補助建物内に保有する状態は第2段階でも同じ
- ◆ 2次系ナトリウム搬出のための改造を除き、既設建物・設備を改造しない。これらの建物・設備に係る地震、津波、竜巻、火山活動、火災、内部溢水の影響評価結果は、第1段階の評価結果と同じ
- ◆ 2次系ナトリウム搬出のための改造・追加設備は、既設ナトリウム機器と同じ耐震クラスで設計し、ISOタンクと一時保管タンクとの接続部の地震時対応は一時保管タンク運用の経験を踏まえ、運転員による停止措置、鋼製ライナ、窒息消火で影響を緩和することで安全を確保できる見通し

(案)

事故想定及びその評価の方法 (参考 地震及び津波等の評価)

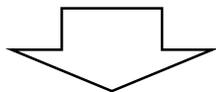
- ◆ 下表のとおり、第2段階の評価結果は第1段階の評価結果と変わらないことを確認
- ◆ 今後の検討過程で評価の見直しが必要となった場合は適時評価を実施

項目	第1段階の評価概要	第2段階の評価
地震	耐震バックチェックにおいて、耐震安全上重要な原子炉建物・原子炉補助建物、ディーゼル建物、機器・配管系及び屋外重要土木建造物の安全性は、基準地震動Ss に対して確保されることを確認。廃止措置段階においても耐震安全上重要な原子炉冷却材バウンダリ、燃料取扱及び貯蔵設備の安全性は、軽水炉の基準地震動を参考に加速度応答が同等レベルとなるように策定した地震動に対しても確保される	耐震Sを要求される設備に影響を与える工事はなため、左記の結果は変わらない
津波	津波水位は最大でも8.8mであり、敷地高さ（21m）まで津波水位は到達しないことから、大量の海水が建物内に浸水しない	敷地高さや津波高さに変更ないため左記の結果は変わらない
竜巻	燃料体を保有する原子炉建物及び原子炉補助建物はコンクリート造であり、風荷重に対して十分な耐性がある。竜巻飛来物に対しては、固縛等の必要な対応を実施することにより両建物の健全性を維持する	竜巻飛来物に対しては固縛等の必要な対応を引き続き実施するため左記の結果は変わらない
火山活動	原子炉建物及び原子炉補助建物ともに、火山灰と積雪の重ね合わせ（火山灰堆積厚さ10cm、積雪堆積厚さ200cm）を考慮した荷重は許容される短期荷重以内であり、構造健全性は確保される。また、許容される火山灰堆積厚さは両建物ともに約65cmである	近隣の新規制基準への適合性が確認された軽水炉における火山灰堆積厚さの想定が最大25cmに変更されているが、もんじゅの許容火山灰堆積厚さの範囲内であるため左記の結果は変わらない
火災	火災に起因する動的機器及び電源の機能喪失を想定しても燃料体の健全性が損なわれることはない。発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針（昭和55年11月6日原子力安全委員会決定、平成14年9月30日一部改訂。）に基づく「火災発生防止」、「火災検知及び消火」及び「火災の影響の軽減」の3方策を、もんじゅの現状のプラント状態に鑑み適切に組合せた設計を維持する	「火災発生防止」、「火災検知及び消火」及び「火災の影響の軽減」の3方策を、もんじゅの現状のプラント状態に鑑み適切に組合せた設計を引き続き維持するため左記の結果は変わらない
内部溢水	溢水に起因する動的機器及び電源の機能喪失を想定しても燃料体の健全性が損なわれることはない。溢水水位が管理区域、非管理区域のいずれにおいても禁水エリア境界高さ未満に留まることから、禁水エリアに影響を与えない	溢水源や評価対象（原子炉補助建物の最下層フロア）の禁水エリアに変更はないため左記の結果は変わらない

2. 事故評価について

【第1段階の説明内容】

- ◆ 炉心等から燃料体を取り出し、付着するナトリウムを洗浄後、燃料池へ移送し、燃料体を貯蔵する状況に即し、事故時に環境へ放出される放射性物質により周辺公衆の受ける放射線被ばく線量を評価。周辺の公衆に対して著しい放射線被ばくリスクを与えないことを確認
- ◆ プラント状態は、原子炉運転中の燃料取替取扱時と同等の状態が継続。「原子炉設置許可申請書 添付書類十」の代表事象選定の考え方を参考に、以下の事故を想定し評価を実施
 - ✓ 燃料取出しに係る事故：**燃料取扱事故**
 - ✓ ナトリウムの漏えいに係る事故：**1次冷却材漏えい事故**



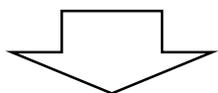
【第2段階の考え方と結論】

- ◆ 前述の第2段階の主な作業に即した事故想定は、しゃへい体等取出し作業時に燃料池でしゃへい体等が落下する等により燃料体が破損する事故、及び液体状態で存在する1次系等のナトリウムの漏えい事故
- ◆ それぞれ第1段階の「燃料取扱事故」、「1次冷却材漏えい事故」に相当し、第1段階の評価と同条件であるため評価結果は変わらず、事故時の敷地境界外の最大被ばく線量は基準値以下

3. 重大事故に至るおそれのある事故又は重大事故評価について

【第1段階の説明内容】

- ◆ 燃料池中の全ての燃料体が破損し希ガス及びよう素が瞬時全量放出される状況、並びに放射化した1次系ナトリウムが瞬時全量放出される状況の評価し、敷地境界外の被ばくリスクが小さいことを確認
- ◆ 原子炉容器、炉外燃料貯蔵槽、燃料池及び燃料取扱設備の各々において除熱機能を喪失する事故評価を行い、燃料被ふく管肉厚中心最高温度は熱的制限値（675℃）を下回ることを確認（液位低下事象まで考慮）
- ◆ 燃料池については、燃料池水喪失時においても、臨界を防止できること及びスカイライン線による周辺公衆の放射線被ばくの影響程度を確認し、これらの結果から重大事故等対処設備が不要であることを確認



【第2段階の考え方と結論】

- ◆ 第2段階で燃料池に貯蔵する中性子しゃへい体等の放射能や崩壊熱は第1段階の評価条件で既に考慮済みであるため評価結果は変わらず、敷地境界外の被ばくリスクは小さく、継続して重大事故等対処設備は不要
- ◆ 中性子源を有する中性子源集合体を燃料池に貯蔵するが、第1段階の評価に影響を与えないため、重大事故等対処設備は不要

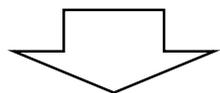
【未臨界性評価】

- ◆ 第1段階の評価は、「燃料体」と「燃料体を除く炉心構成要素等」は異なるエリアで貯蔵することとし、保守的に最も反応度の高い新燃料体を貯蔵することを想定し、さらに貯蔵ラック内で燃料体が偏る効果を考慮した燃料中心間距離とした無限体系で実施
- ◆ 第2段階に燃料池に貯蔵する中性子源集合体（2体）はCf-252を有する。ただし、中性子源集合体は「燃料体を除く炉心構成要素等の貯蔵エリア」に貯蔵
- ◆ 「燃料体を除く炉心構成要素等の貯蔵エリア」と「燃料体の貯蔵エリア」との距離は、第1段階の評価体系における中性子の平均自由行程の約10倍程度あるため、中性子源集合体から発生する中性子は評価に影響を与えない
⇒第1段階の評価に影響を与えない



4. 大規模損壊について

- ◆ もんじゅの廃止措置においては、化学的に活性なナトリウムを保有する炉心等に燃料体が存在した状態から開始するという残留リスクがあるため、大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによって以下の大規模損壊が発生した場合における体制を整備
 - ✓ 大規模損壊発生時における大規模な火災が発生した場合における消火活動に関すること
 - ✓ 大規模損壊発生時における使用済燃料貯蔵槽の水位を確保するための対策及び使用済燃料貯蔵槽の損傷を緩和するための対策に関すること
 - ✓ 大規模損壊発生時における放射性物質の放出を低減するための対策に関すること



【第2段階の考え方と結論】

- ◆ ナトリウムが存在する範囲は第1段階と比較して局所化されるものの、施設内に燃料体及びナトリウムを保有する状況は変わらないことから、原則的に第1段階と同様の大規模損壊対応を実施
- ◆ ただし、第2段階では前述SsL運用により1次系を全ドレンするため、1次系ドレン・ベントラインの常時マルチ運用は要求がなくなり不要となる

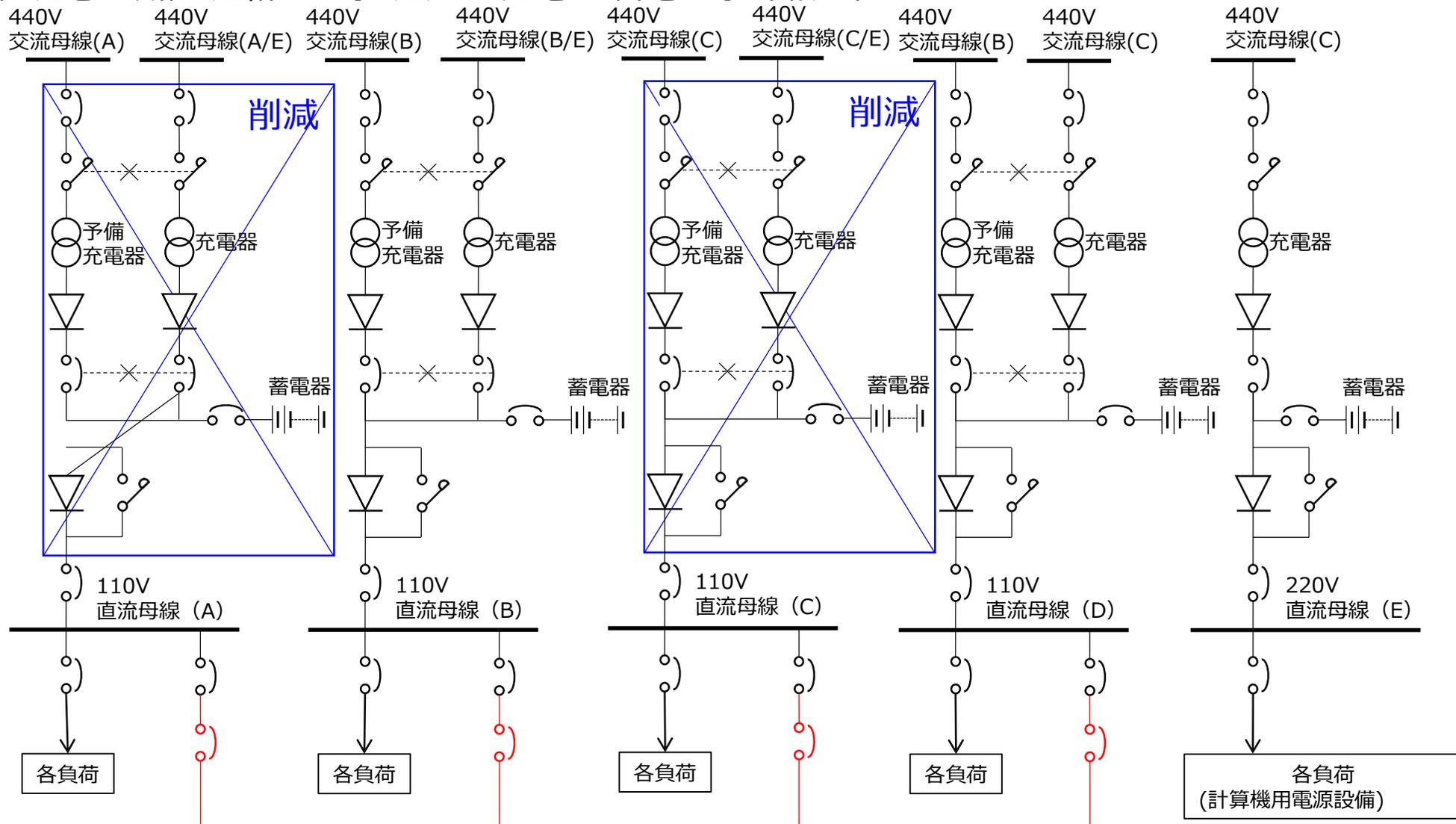
(案)

以下參考資料

(案)

参考 ダウンサイジング計画 (直流電源設備のダウンサイジング概略系統)

外部電源、ディーゼル発電機設備が接続されている交流電源（交流母線）を直流電源（蓄電池を含む）に変換する
直流電源設備に連絡母線等を追加し、充電器・蓄電池等の台数を削減する



連絡母線等を追加

(案)

参考 ダウンサイジング計画 (交流無停電電源設備のダウンサイジング概略系統)

蓄電池に接続されている直流電源（直流母線）を交流電源に変換する交流無停電電源設備に連絡母線等を追加し、インバータ・バックアップ変圧器等の台数を削減する

