

# もんじゅ廃止措置第2段階後半に向けた検討状況

2024年 2月 26日

日本原子力研究開発機構 (JAEA)

➤ 第2段階後半に向けた検討の概要（P3～P9）

第2段階後半の主要作業の概要と、もんじゅの廃止措置の特徴を踏まえた今後の廃止措置計画検討の基本方針を説明

➤ バルクナトリウム搬出に向けた検討状況（P10～P14）

現在は、第2段階の後半の主要作業の一つであるバルクナトリウムの搬出に係る検討に特に注力。今回、搬出に用いる設備設計や安全確保の基本的考え方を説明

➤ 性能維持施設の見直しに向けた検討状況（P15～P17）

第2段階の後半のプラント状態と廃止措置作業の変化に伴う性能維持施設の見直しの検討のポイントを説明。特に、今後のナトリウム関連設備の取扱いについて、もんじゅが整理した考え方を説明

1. 第2段階後半に向けた検討の概要
2. バルクナトリウムの搬出に向けた検討状況
3. 性能維持施設の見直しに向けた検討状況

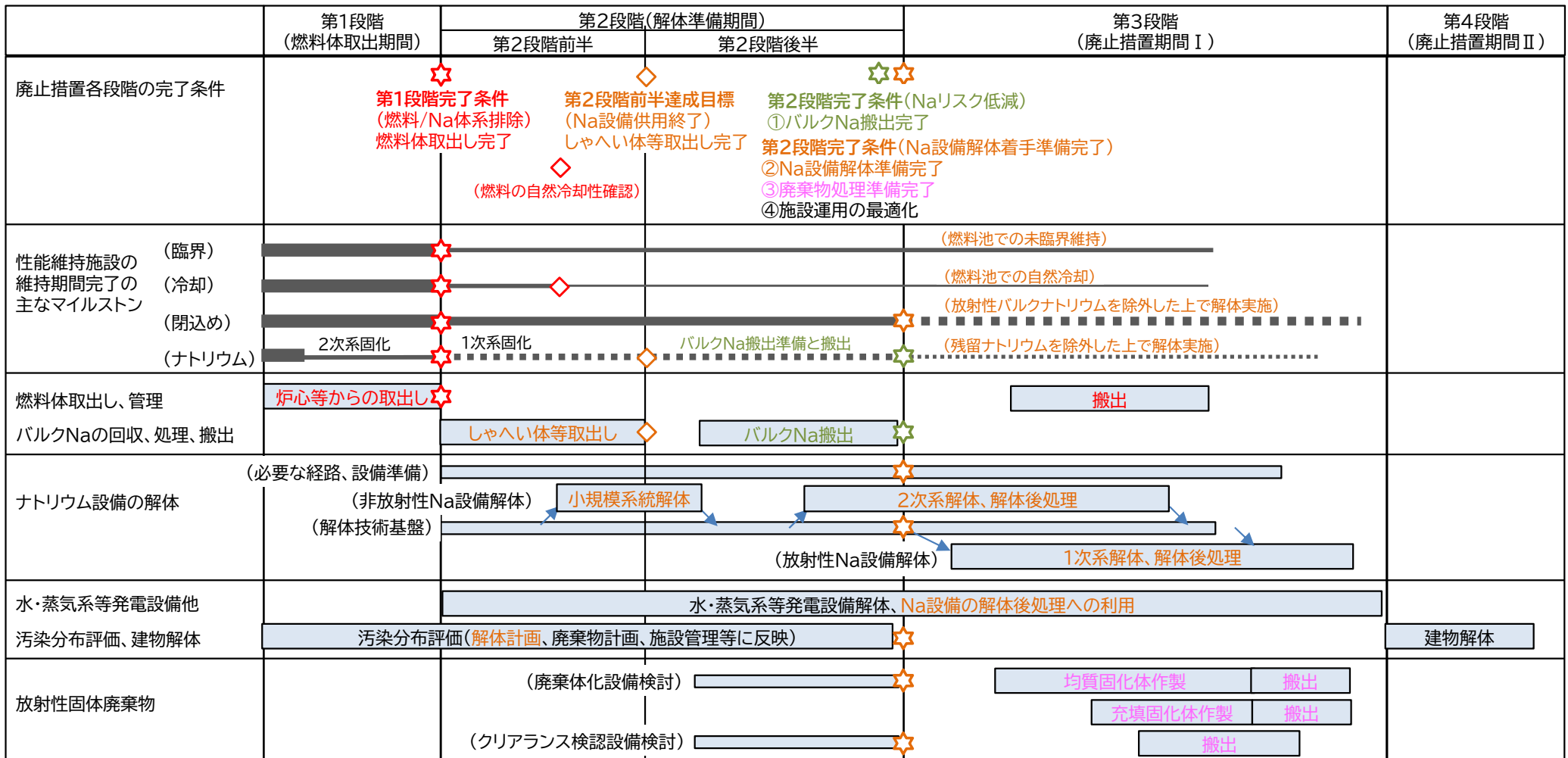
# 1. 第2段階後半に向けた検討の概要

## (1)もんじゅ廃止措置計画全体像における各段階の位置付け

- もんじゅの廃止措置を安全、確実、かつ速やかに実施するため、以下の4段階から構成する
  - 第1段階：燃料体取出しを完了し、燃料/ナトリウム体系を排除
  - 第2段階：バルクナトリウム搬出を完了するとともに、ナトリウム設備本格解体着手の準備を完了
  - 第3段階：燃料体搬出、ナトリウム設備解体、廃棄物搬出を完了
  - 第4段階：建物解体を完了し、廃止措置を完了

廃止措置計画全体像（各段階の完了条件、施設の性能維持要求の変遷及び主な廃止措置作業）

注）第3段階以降については現時点の想定

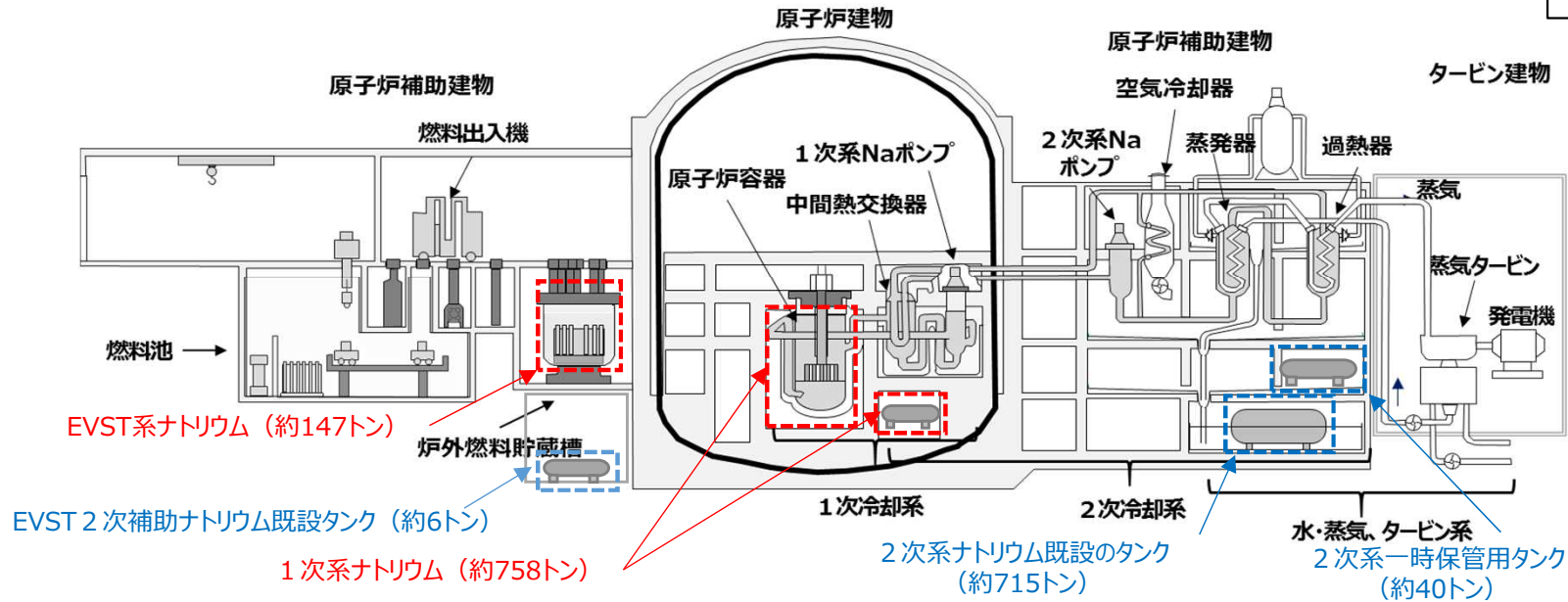


# 1. 第2段階後半に向けた検討の概要

## (2)バルクナトリウムの搬出 ～第2段階の搬出対象ナトリウム～

- 2028年度に非放射性バルクナトリウムの所外搬出を開始し、2031年度に全てのバルクナトリウムの所外搬出作業を完了させ、ナトリウム保有に伴うリスクを低減する（廃止措置計画認可申請書記載事項）

第40回監視チーム会合資料2-2 (P1) を更新  
(下線部：更新箇所)



「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)
	EVST2補系	6	0	6	設備解体技術基盤整備に利用するため搬出対象外
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

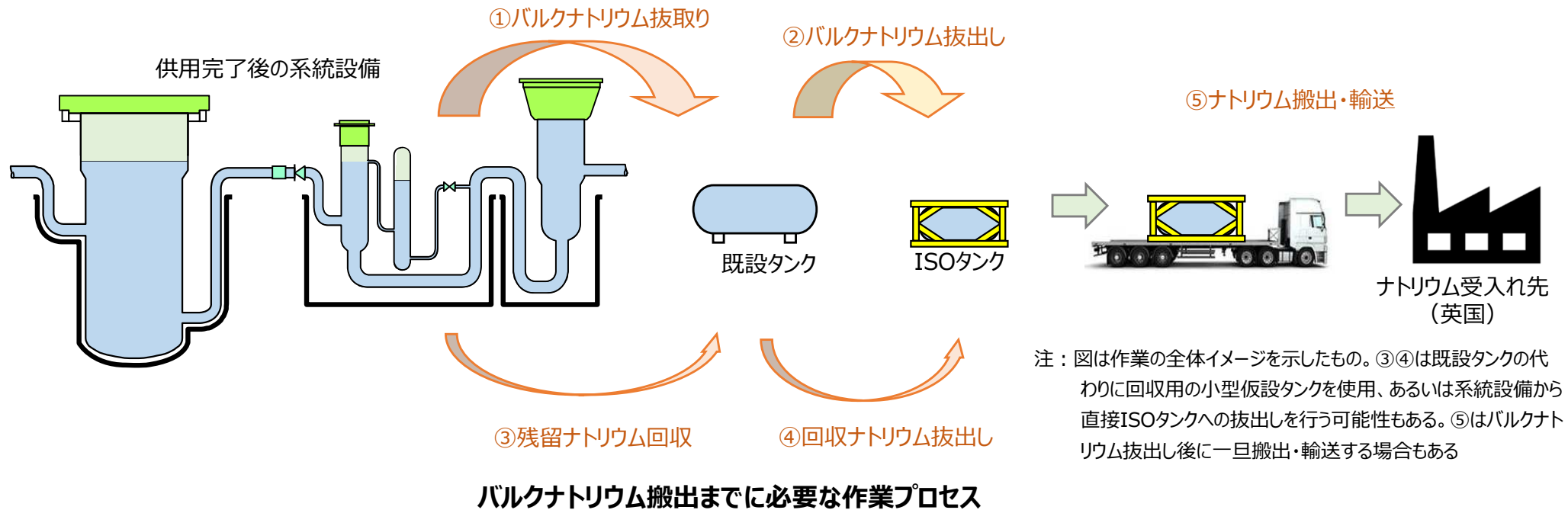
※3 バルクナトリウム以外のナトリウムの内、第2段階で回収可能なナトリウム

# 1. 第2段階後半に向けた検討の概要

## (2)バルクナトリウムの搬出 ～作業プロセス～

- バルクナトリウム搬出完了に必要な作業プロセスは、以下のとおり
  - ① 系統設備から既設タンクへの「バルクナトリウム抜取り」
  - ② 既設タンクから輸送用のISOタンクへの「バルクナトリウム拔出し」
  - ③ 「バルクナトリウム抜取り」後の系統設備に残留した「残留ナトリウム※回収」
  - ④ 回収したナトリウムの輸送用のISOタンクへの「回収ナトリウム拔出し」
  - ⑤ ISOタンクをナトリウム受入れ先である英国へ搬出する「ナトリウム搬出・輸送」
- バルクナトリウム搬出に向けて多くの机上検討を実施。現場工事等を含めた事前準備を確実に進め、バルクナトリウムの搬出作業を安全・確実・速やかに実施する
- バルクナトリウムの搬出に係る基本スケジュールと、搬出に向けた検討手順を次頁以降に示す

※ 前頁の※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）に該当するもの



# 1. 第2段階後半に向けた検討の概要

## (2)バルクナトリウムの搬出 ～基本スケジュール～

- 主要クリティカル工程を安全、確実に9年間で実施し、バルクナトリウム搬出を2031年度に完了する
  - ・ しゃへい体等取出し作業：約600体のしゃへい体等取出し作業を4年間で実施
  - ・ 非放射性ナトリウムの抜出・搬出作業：抜出設備の整備準備から抜出・搬出までを4年間で実施
  - ・ 放射性ナトリウムの抜出・搬出作業：抜出設備の整備準備から抜出・搬出までを5年間で実施
  - ・ 抜出・搬出に向けた体制整備や事前訓練等は改造工事期間を利用して実施

バルクナトリウム搬出に関する主要作業の基本スケジュール（現時点の想定）

バルクナトリウムの抜出・搬出主要工程	第2段階（前半）				第2段階（後半）				
	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度	2031年度
抜出・搬出に係る 基本事項検討	・概略工程 ・抜出エリア、ルート ・設備管理方針		・詳細工程		・手順書整備 （非放射性）		・手順書整備（放射性）		
非放射性 バルクナトリウム	認可事項 ・Na抜出・搬出方法、Na搬出工程 ・非放射性Na抜出設備、安全管理		許認可	抜出設備の整備準備／改造工事		抜出・搬出			
放射性 バルクナトリウム	しゃへい体等取出し				認可事項 ・放射性Na抜出設備、安全管理		体制整備等		
	認可事項 ・残留Na回収計画(放射性、非放射性含む)		許認可	認可事項 ・残留Na回収設備、安全管理 (EVST燃料移送ポット)		抜出設備の整備準備／改造工事		抜出・搬出	
バルクナトリウム抜出後の 残留ナトリウムの第2段階中の回収	回収に向けた検討（燃料移送ポット、大型タンク）				残留ナトリウムの回収対応				
	（搬出するNaは英国にて再利用するため、切子等の不純物の混入を避け、汲み上げ又はオーバーフローによる回収を基本とする）								

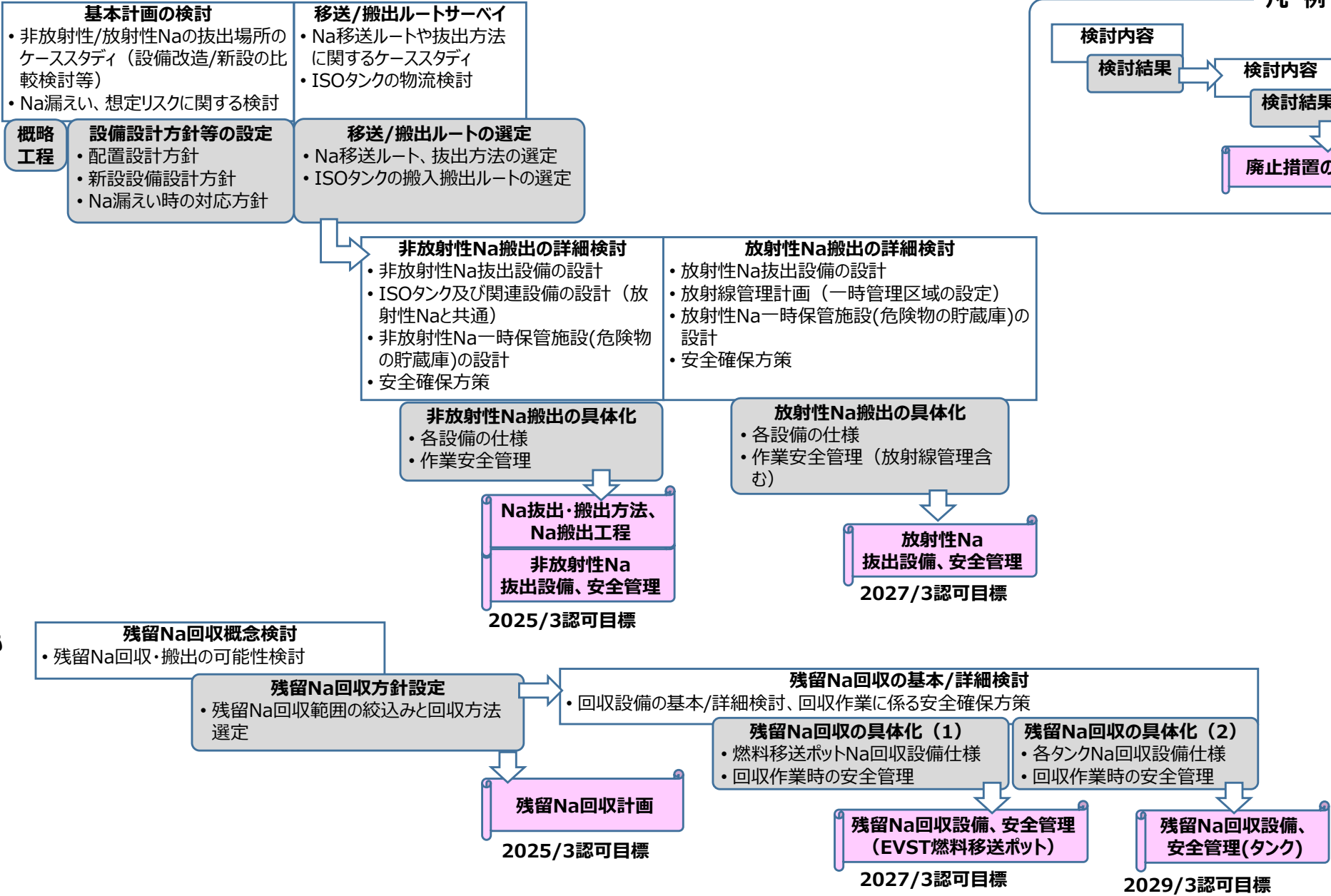
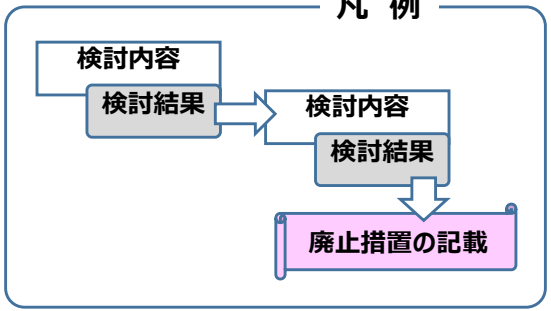
# 1. 第2段階後半に向けた検討の概要

## (2)バルクナトリウムの搬出 ～搬出に向けた検討手順～

バルクNaの搬出

バルクNaとともに搬出する残留Naの回収

凡例



現在概念検討中のため申請時期が変わる可能性もある



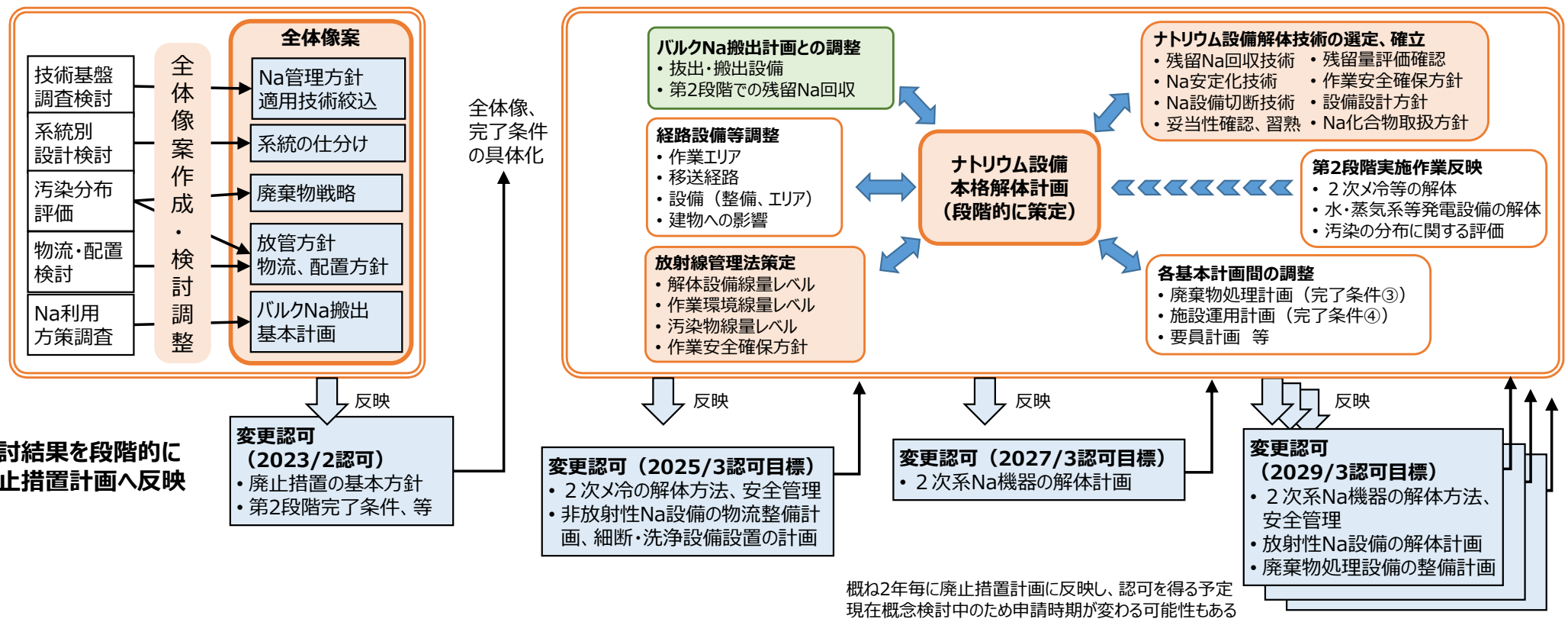
# 1. 第2段階後半に向けた検討の概要

## (3)ナトリウム設備の本格解体着手準備等 ～本格解体に向けた検討手順～

- 第2段階の準備作業の内容は、第3段階に行うNa設備の本格解体の計画に基づき設定する
- 第3段階の本格解体の計画の策定に当たっては、以下の特徴に留意する
  - ・ 我が国初の原子炉施設のNa設備解体であり、解体技術基盤の整備、適用に当たっての検証、作業習熟が必要（ナトリウム設備の解体には多段の作業ステップが必要であり、作業量が多い）
  - ・ タンク、配管、ポンプ等の共通的な機器の他、原子炉容器、コールドトラップ等の特殊機器があり、共通的な機器は2次メンテナンス冷却系(2次メ冷)等の小規模系統、2次系、1次系と段階的に解体技術の検証、習熟が可能である一方、特殊機器については個々の技術開発、検証、習熟が必要
  - ・ 解体作業のためには、作業エリア、移送ルート確保、設備整備が必要があり、これらは、解体により発生する解体廃棄物の管理、放射線管理、施設運用計画、要員計画等との整合が必要
- 上記を踏まえ、系統設備の解体順序に応じ、段階的に本格解体の計画を具体化していく

### これまでの検討

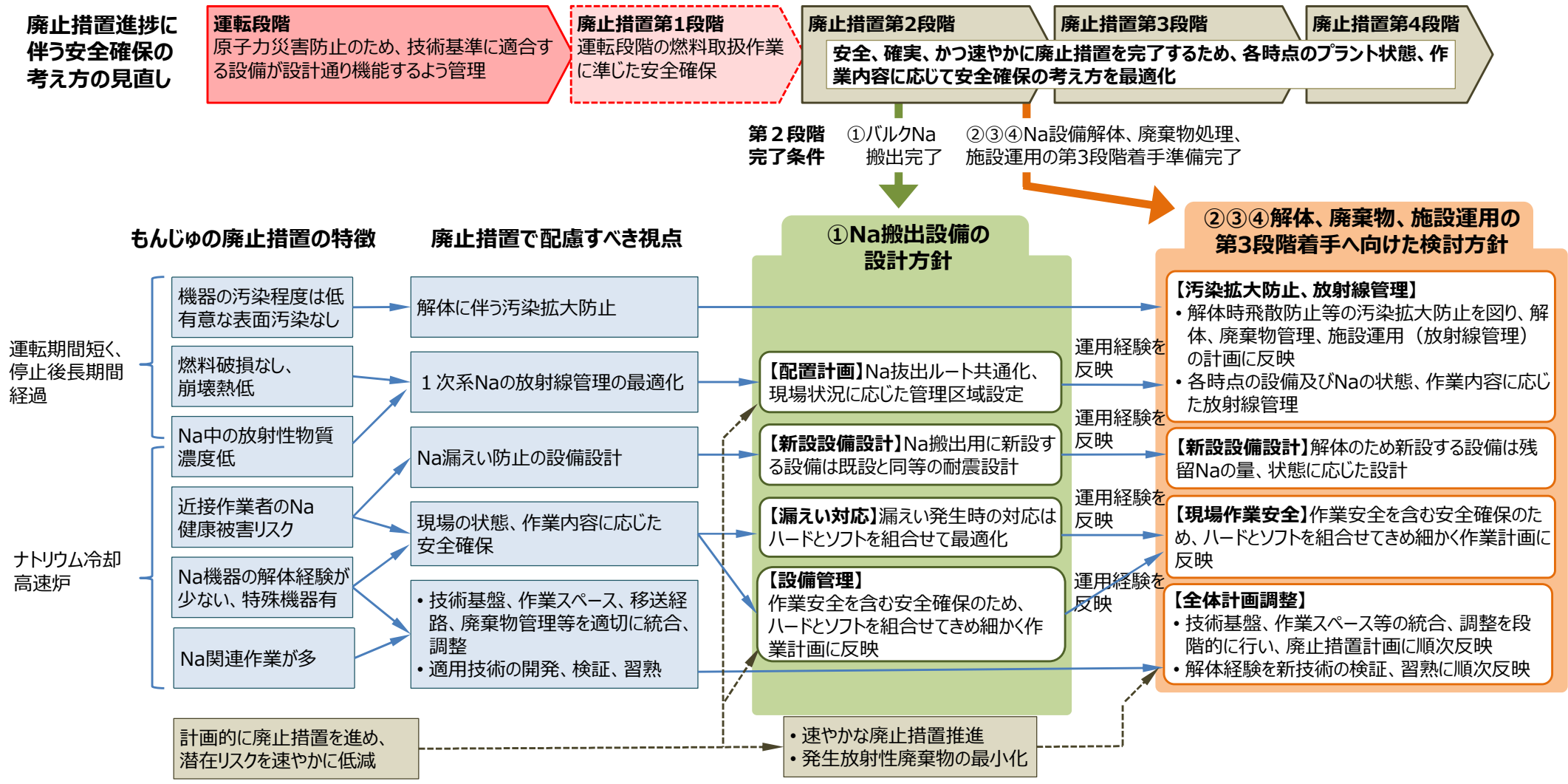
### ナトリウム設備本格解体に向けた各種検討・調整事項イメージ



# 1. 第2段階後半に向けた検討の概要

## (4)もんじゅの廃止措置の特徴を踏まえた今後の廃止措置計画検討の基本方針

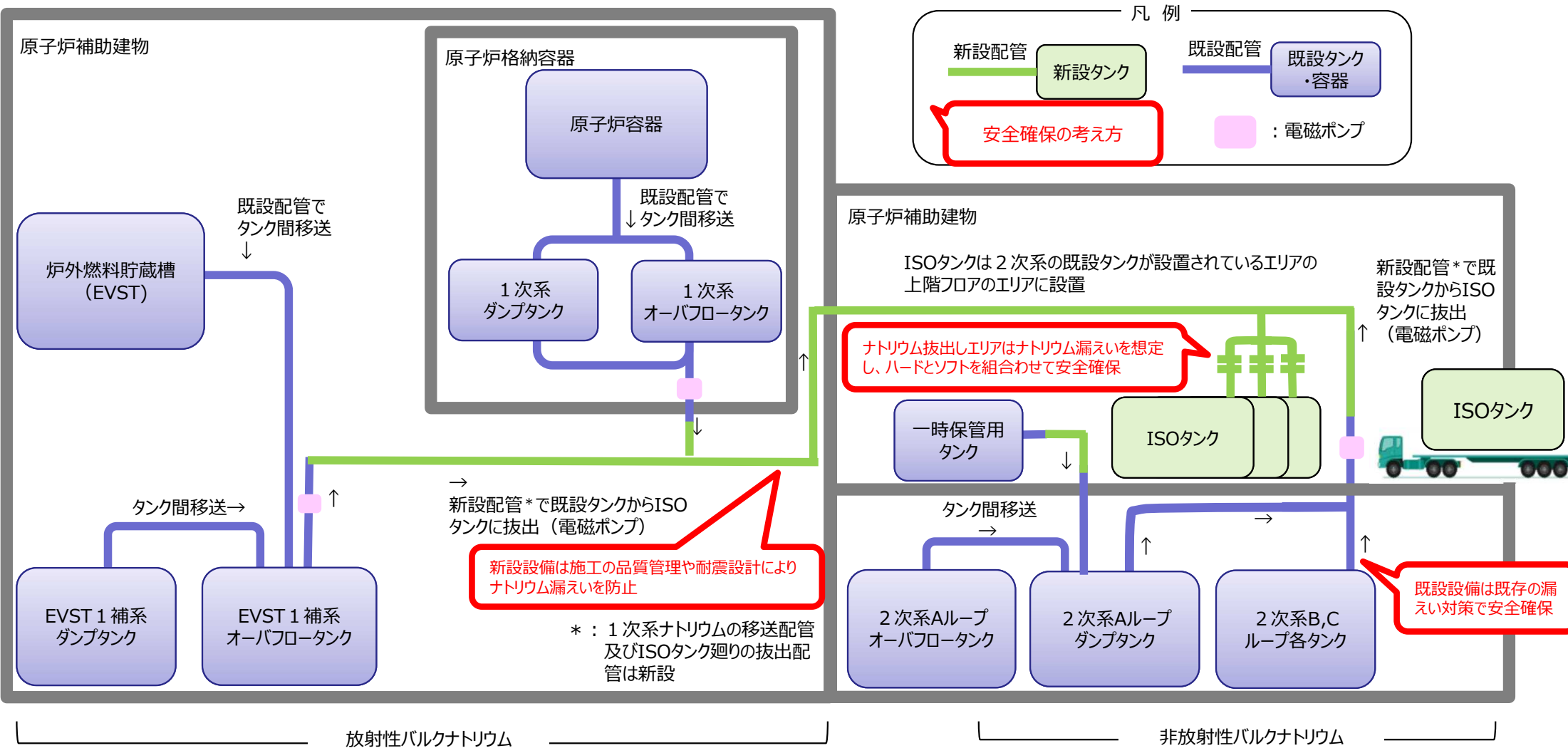
- 安全確保の考え方は、もんじゅの廃止措置の特徴と廃止措置各段階のプラント状態、作業内容の変化を考慮して見直し。廃止措置計画の検討方針へ反映する等して、廃止措置各段階の安全確保方策を具体化



## 2. バルクナトリウムの搬出に向けた検討状況

### (1) ナトリウムの移送ルート等の概要と安全確保の基本的考え方

- ナトリウムの抜取り、拔出しに係るナトリウムの移送ルート及び拔出し方法の概要を下図に示す（過去の監視チーム会合における説明内容からの進捗等を含めたバルクナトリウムの搬出に向けた検討の進捗状況は参考資料1を参照）
- ナトリウム漏えいを最大の安全阻害要因と捉え、**新設設備においては漏えいを防止する設計（P11~P12）、既設設備においては既存の漏えい対策を有効に活用して安全を確保**
- 作業員が近接して特有の作業を行う**拔出しエリアにおいては、ナトリウム漏えいを想定してハードとソフトを組み合わせる安全を確保（P13~P14）**



#### 1. 基本的考え方

- 新設するISOタンクやナトリウム移送用の配管は、もんじゅ内の設備からナトリウムを排出するために一時的に使用する工事用の設備
- 一方、ナトリウムは化学的に活性であり、ナトリウム漏えいはナトリウム移送作業に従事する作業者の安全に影響を与えるだけでなく、廃止措置工程を大きく遅延させるおそれ
- 従って、工事用の設備とはいえ、ナトリウム移送に用いる設備は、**ナトリウム漏えい防止を第一に考えて設計**する

#### 2. 設備設計方針

##### ① 施工の品質管理

技術基準は、施設供用に向けた設置、運転等の基準であるが、ナトリウム移送時の作業員の安全確保及びナトリウム漏えい時の工程遅延リスクに鑑み、新設するナトリウム移送配管は、**高速原型炉第4種機器\*<sup>1</sup>相当として、以下の技術基準に適合するよう設計**

- ナトリウム冷却型高速炉に関する構造等の技術基準\*<sup>2</sup>
- ナトリウム冷却型高速炉の溶接の技術基準\*<sup>2</sup>
- ナトリウム冷却型高速炉の溶接の方法等\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup> : 「高速原型炉第4種機器（容器及び管）」とは、高速原型炉第1種機器、高速原型炉第2種容器、高速原型炉第3種機器及び高速原型炉第5種機器（管）以外の容器又は管（内包する流体の放射性物質の濃度が37ミリベクレル毎立方センチメートル（流体が液体の場合にあつては、37キロベクレル毎立方センチメートル）以上の管又は最高使用圧力が零メガパスカル（ゲージ圧）を超える管に限る。）をいう。JSME 発電用原子力設備規格 設計・建設規格ではクラス3機器(管)に該当

\*<sup>2</sup> : 「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の解釈」に添付されている別紙1、2、3参照。これら基準に記載されたJISの引用年次が古い、あるいは記述が古い場合は、直近のJIS、又はJSME 発電用原子力設備規格の設計・建設規格、材料規格、溶接規格を適用する

## 2. 設備設計方針 (続き)

### ② 耐震設計

#### ➤ 配管

- 今回新設する配管の耐震要求は、設置許可申請書添付書類八、耐震設計のクラス別施設：第1.3-1表の「Aクラスに属さない施設に該当し、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」に相当すると考えられるため、耐震クラスはB
- しかし、ナトリウムの移送配管は空気雰囲気中のエリアに設置されることから、地震起因による配管の損傷を排除\*することを目的に、**Sクラス地震にも耐える設計となる耐震クラスB(S)とする**

\*：「原子力発電所の内部漏水影響評価ガイド」において、耐震クラスがB、Cクラス機器であっても、基準地震動による地震力に対して耐震性が確保されるものについては、漏水を考慮しないことができる旨の記載がある

#### **新設配管の漏えい対策方針について**

ナトリウム移送配管は、供用時間も短く、構造材料の劣化に伴う配管の損傷は考えられない。このため、前述の施工の品質管理や耐震設計を確実に行うことで、ナトリウム漏えいを排除できる。従って、新設配管の漏えい対策方針としては、ナトリウム漏えいの監視は可能な状態とするが、**ナトリウム漏えいを想定した樋や床ライナまでは敷設しない**

#### ➤ ISOタンク

- 国際規格に適合したISOタンクは輸送時に加わる荷重を考慮した設計となっているものの、Sクラス地震動想定の評価は実施されていない
- 従って、**ナトリウム拔出エリアに固定したISOタンクにナトリウムを充填した状態での各部位（ISOタンク本体及びフレーム、ISOタンク専用台車等）の構造評価を実施し、ナトリウム漏えいが生じないことを確認**

#### 1. 基本的考え方

- ISOタンクと移送配管との接続部は、フランジ接続。ISOタンクの接続/切り離しを繰り返す（非放射性ナトリウム抽出しで40回以上）行うことから、作業性や工程成立性などを総合的に考えるとフレキシブル配管を用いた接続となる
- 一方、フランジ接続は、溶接構造とは異なり、シール材を用いた密封構造となり、シール部からのナトリウム漏えいの可能性を完全には排除できない
- ナトリウム抽出しエリアには近接して作業を行う作業員も存在することから、作業員の安全確保のため、**次頁に示すようなフランジ部からの微小漏えいを想定した漏えい対策を行う**
- **また、ナトリウム漏えい対策は、作業区画毎に漏えいの検出・停止・周辺設備等への影響緩和をハードとソフトを適切に組み合わせる**

#### 2. ナトリウム抽出しエリアにおける漏えい対策の方針

##### ① 漏えいの検出（監視）

- 既設の火災感知器に加え、漏えい想定箇所であるフランジ部から漏えいしたナトリウムを検出できるよう、ISOタンクの上部にナトリウム漏えい検出器を設置（ハード）
- 近接して作業を行う作業員等が現場で直接監視するとともに、異変を感じた場合は速やかに中央制御室へ連絡。ナトリウム漏えいを中央制御室にて早期に判断（ソフト）

##### ② 漏えいの早期かつ確実な停止

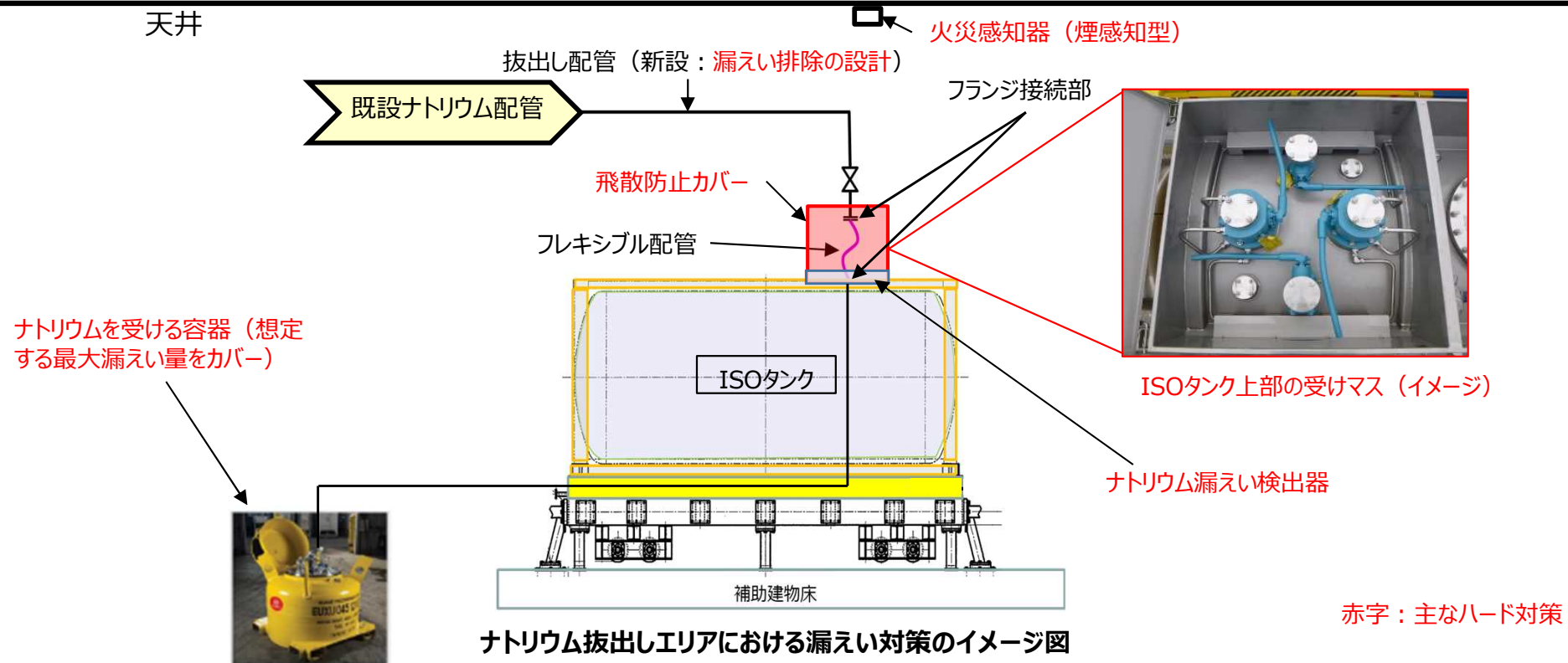
- 電磁ポンプの停止又は弁の閉止等の操作を速やかに実施できる体制を整備。漏えいの停止の対応はナトリウム抽出しエリア（漏えいの発生エリア）以外でも可能な状態にしておく（ソフト）

##### ③ 漏えいの影響緩和

- 換気系の運転停止し、空気供給を遮断するとともにナトリウムエアロゾルの拡散を抑制（ソフト）

#### 2. ナトリウム抽出しエリアにおける漏えい対策の方針 (続き)

- 漏えいを想定するフランジ部にはナトリウム漏えい時のナトリウムの飛散を防止するカバー等を設置 (ハード)
- ISOタンク設置位置の直下には既設の床ライナはないため、フランジ部から漏えいしたナトリウムを受ける容器等をISOタンク周囲に設置し、ナトリウム-コンクリート反応を防止。漏えいしたナトリウムを当該容器等に導くよう、ISOタンクの上部には受けマスを設置 (ハード)
- 容器等の容量は想定する最大漏えい量をカバーできるものとする (ハード)
- ナトリウム抽出しエリアにはナトレックス消火剤を配備し、漏えいを確認次第作業員等が速やかに初期消火 (ソフト)



#### (1) 廃止措置の進捗に応じた性能維持施設の抽出と検討のポイント

以下のもんじゅ固有の事項を踏まえ、その時々への対応の方向性を模索しながら、性能維持施設の維持を含めた廃止措置を実施中

1. 炉心に燃料体がある状態から廃止措置へ移行
2. 冷却材として化学的に活性なナトリウムを使用する原子炉施設

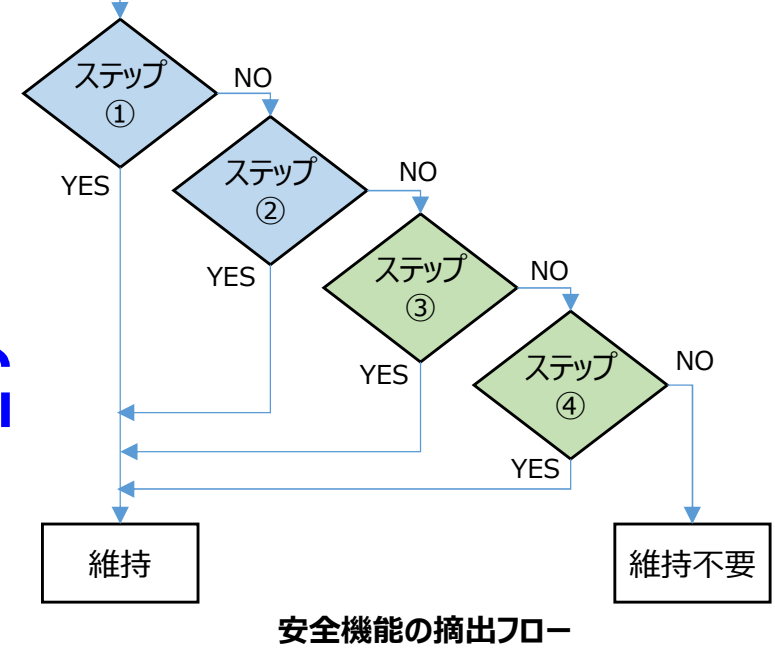
第2段階（後半）の性能維持施設の抽出における基本的考え方（別紙及び参考資料2）

- 現在のもんじゅは燃料体取出し作業を完了しており、軽水炉の廃止措置開始状態と基本的に同じ状況
- 従って、性能維持施設を抽出する観点とは、軽水炉と共通（**公衆及び放射線業務従事者の受ける線量の抑制又は低減**）
- 加えて、廃止措置全体を通じた公衆及び放射線業務従事者の受ける**線量の計画的な低減を損ねるリスク（大幅な工程遅延リスク）を早期低減する観点**が必要

第2段階（後半）の検討のポイントは以下のとおり

- **ステップ①：重要な安全機能か？（止める、冷やす、閉じ込める）**
  - 使用済燃料の強制冷却が必要ないことを確認し、燃料池水冷却に関する安全機能を除外（参考資料3）
- **ステップ②：大規模損壊対応に必要な機能か？**
  - サイト内に燃料及びバルクナトリウムが存在することから、大規模損壊等への対応については引き続き機能を維持
- **ステップ③：もんじゅの特殊性を考慮して維持すべき機能か？**
  - しゃへい体等取出し作業終了後は、リカバリープランを除外
  - **バルクナトリウムの拔出・搬出作業に用いる設備については、設備の使用方法、作業安全確保の在り方等を検討の上、管理方法を決定し、維持/除外を判断**
- **ステップ④：廃止措置の安全確保上、必要な機能か？**
  - 上記①～③の結果を踏まえ判断
- また、安全機能の見直し結果、プラント状態の変更を踏まえ、より効果的な設備運用を図るため、予備機、維持台数を見直すとともに、設備運用の最適化を図る（参考資料4）

第2段階前半において必要とした全ての安全機能及び追加、使用する設備の安全機能

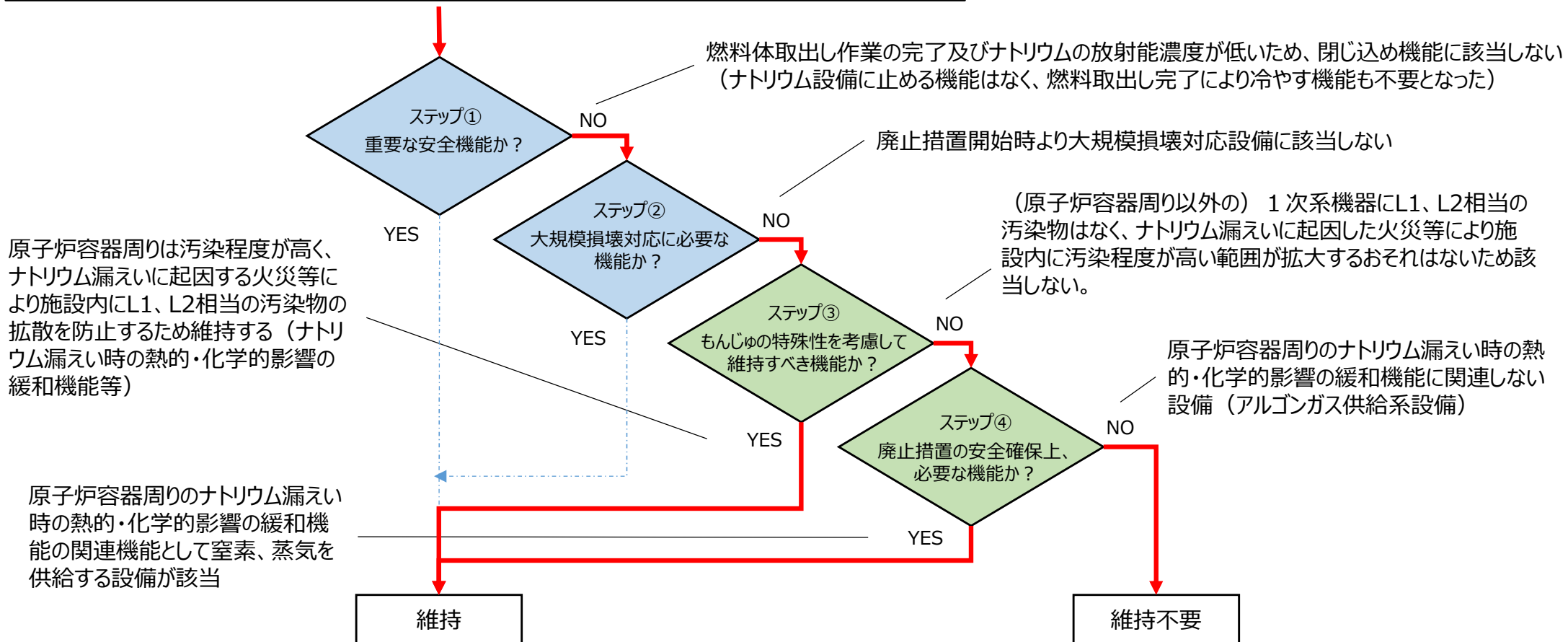




### 3. 性能維持施設の見直しに向けた検討状況 (2)ナトリウム関連設備の性能維持の考え方

- 第2段階（後半）の性能維持施設の抽出における基本的考え方の内、線量の計画的な低減を損ねるリスク（大幅な工程遅延リスク）を早期低減するためには、汚染程度が低い原子炉施設の状態を確実に維持し、解体計画が延長するリスクを排除することが必要
- したがって、ステップ③にて放射化汚染レベルが高い原子炉容器廻りの機能を維持し、ステップ④ではステップ①～③の関連機能を維持することで汚染程度が低い原子炉施設の状態を維持させる
- この考え方をもとに、性能維持施設の抽出判断例を以下に示す

第2段階前半において必要としたナトリウム関連設備の安全機能及び追加、使用する設備の安全機能



#### 設備管理の考え方

- 性能維持施設から除外したナトリウム関連設備は、工事用仮設設備として保安規定に基づき、作業に供する設備の管理方法を設定し安全確保

#### 設備の管理方法

保安規定に基づき、具体的な設備管理の方法を設定し管理

- 設備使用前は、点検、自主的な検査、消防法に基づく検査により健全性を確認
  - 既設設備（再使用設備を含む）・・・従前の点検内容を踏襲した点検、自主的な検査
  - 新設設備・・・消防法に基づく検査（耐圧検査等）、自主的な検査（溶接検査等）
- 作業中は、設備状態の監視により健全性が確保されていることを確認

#### メリット

- 定期事業者検査は不要
  - ナトリウムを取り扱う期間が短縮
  - 検査独立性のために必要であった人員が削減
- 作業管理の中で運転状態をきめ細かく監視し、異常の早期発見、対処



- ナトリウムを保有するリスクの早期低減に寄与
- 余剰リソースを他の廃止措置作業の検討に分配

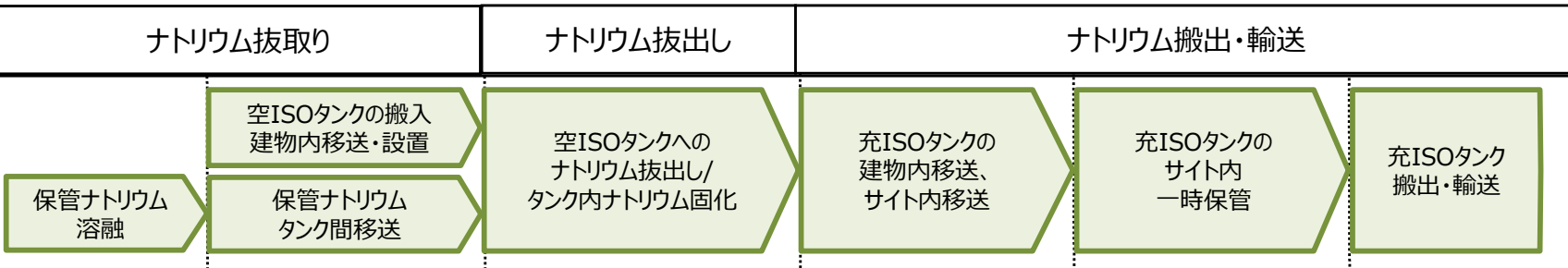


より安全確実速やかにバルクナトリウム拔出、搬出が可能

## 参考資料1

ナトリウム搬出に係る検討の進捗状況

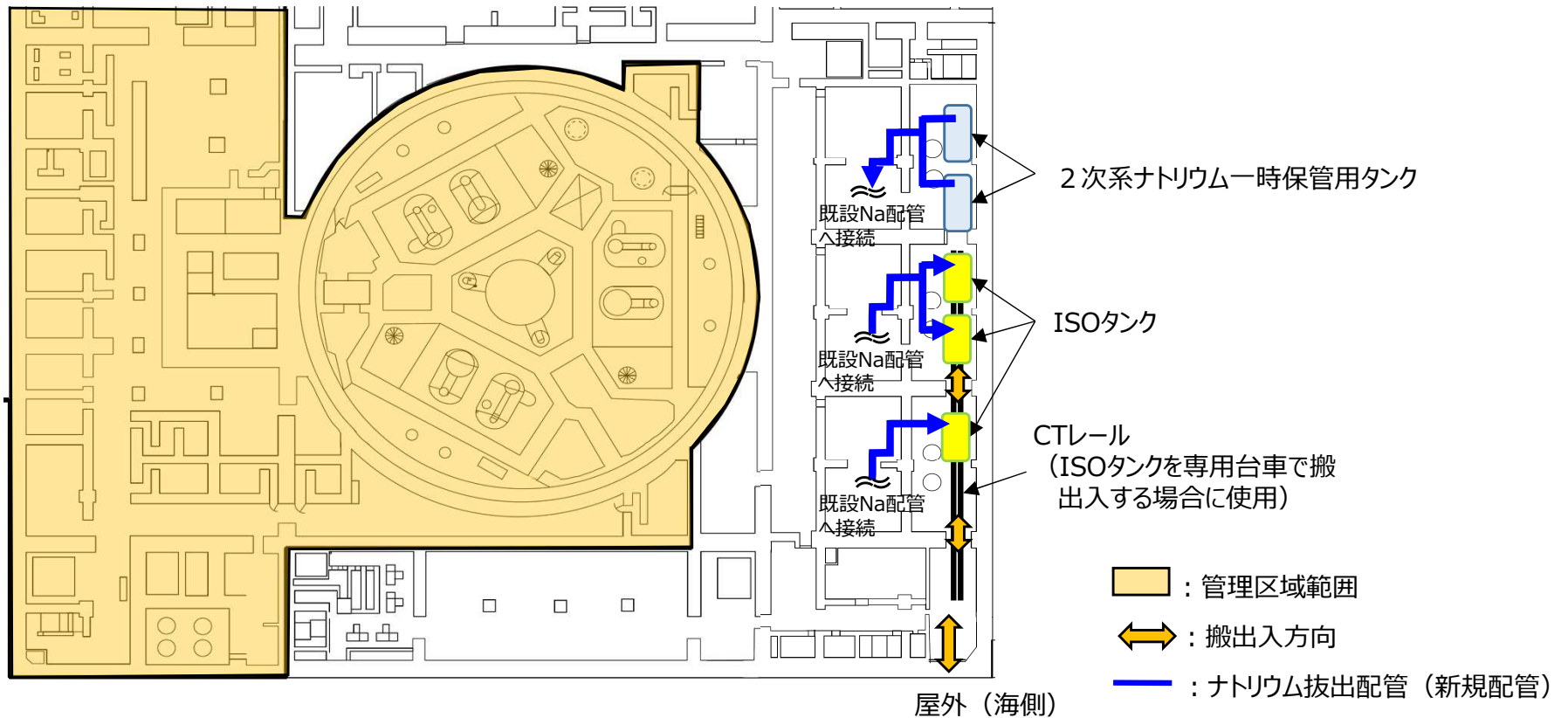
- 配置設計においては、ISOタンク取回し、ナトリウム抽出しエリア、ナトリウム移送を考える必要がある。ISOタンクを設置するナトリウム抽出しエリアは広いエリアが必要であり、ISOタンク取回しやナトリウム移送ルートとも密接に関連する。**ナトリウム抽出しエリアを優先して選定し、その後、具体的な配置を設備設計と合わせて進めることが効率的**
- 建物へのISOタンクの搬出入は、廃止措置第1段階で実施した2次系ナトリウム一時保管用タンクと同じルートを活用すると建物の改造を最小限にでき、また非放射性ナトリウムを保管している既設タンクの近傍。ナトリウム抽出し配管整備の点からも合理的であるため、**本エリアを非放射性ナトリウムの抽出しエリア**とし、設計検討を進める
- 搬出対象の放射性ナトリウムの放射能レベルは低く、ナトリウム移送ルート、抽出しエリア、ISOタンク移送ルート等を非放射性ナトリウムと共通化できる可能性がある。ナトリウム抽出しエリアの共通化により、追加スペースが削減されるだけでなく、追加工事規模も減り、発生廃棄物量の削減にもつながる
- このため、放射性ナトリウムの抽出しエリアは非放射性ナトリウム抽出しエリアと共通化する方向で検討を進める

		ナトリウム採取	ナトリウム抽出	ナトリウム搬出・輸送			
採取・抽出・搬出プロセス		 <p>保管ナトリウム溶融 → 空ISOタンクの搬入建物内移送・設置 → 保管ナトリウムタンク間移送 → 空ISOタンクへのナトリウム抽出/タンク内ナトリウム固化 → 充ISOタンクの建物内移送、サイト内移送 → 充ISOタンクのサイト内一時保管 → 充ISOタンク搬出・輸送</p>					
作業に必要な エリア・ルート 及び 設備整備	ISOタンク 取回し		ISOタンク搬入・移送ルート整備		ISOタンク 一時保管エリア整備	ISOタンク構外 搬出ルート整備	
	ナトリウム抽出 エリア		ナトリウム抽出しエリア整備 ・ISOタンク設置 ・ナトリウム抽出しルート接続				
	ナトリウム 移送	ナトリウム移送設備（既存設備再使用）		ナトリウム移送ルート整備			

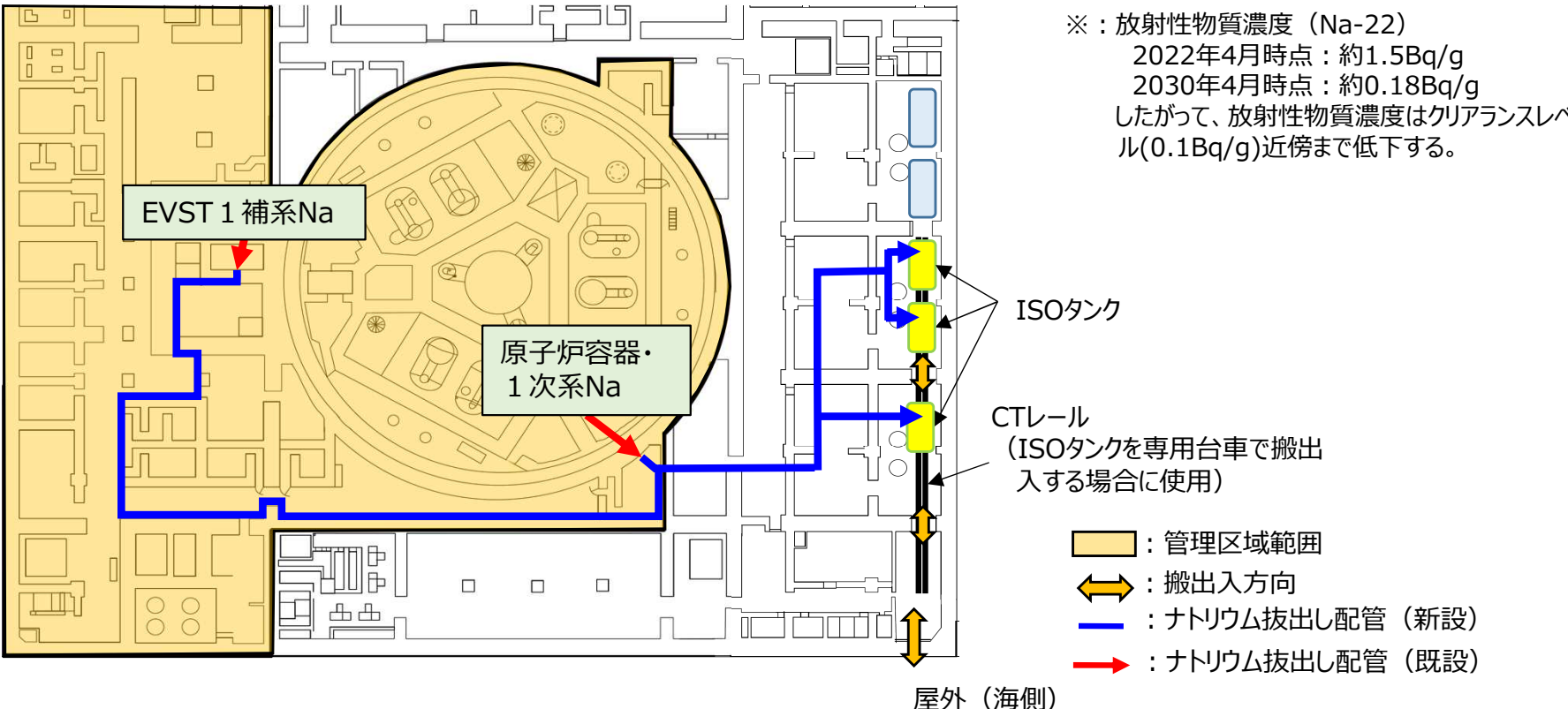
バルクナトリウムの抽出・搬出に必要なエリア・ルートの確保と設備整備

● **非放射性ナトリウムの抜き出しエリア**

- 非放射性ナトリウムは、原子炉補助建物（非管理区域）に設置されている2次系既設タンク内で保管中
- ISOタンクをこれらの2次系既設タンク近傍に設置することが最も合理的な配置
- ISOタンクの運搬ルートは、過去に廃止措置第1段階で実施した2次系ナトリウム一時保管用タンク搬入ルートを活用することが合理的
- 上記のルートを活用した場合、設備設置スペース及び抜出作業スペースを考慮し、下図に示すエリアが最も適切



- 放射性ナトリウムは、原子炉建物に設置されている原子炉容器、1次系既設タンク及び原子炉補助建物（管理区域）に設置されている炉外燃料貯蔵槽（EVST）、EVST 1 補系既設タンク内で保管中
- 放射性ナトリウムを取扱うことから、既存の管理区域内のエリアを前提とした検討をこれまでに実施。限られた期間内で搬出を達成するために、抜き出しエリアに複数基のISOタンクを設置することを前提としており、既存の管理区域内で最もスペースが確保できる原子炉格納容器オペレーションフロアを候補として検討を進めてきた（次頁参照）
- 一方で、廃止措置第1段階において燃料を破損させることなく燃料体取出し作業を完了したこと、1次系ナトリウム中の放射性物質濃度は低く※、抜き出し作業時のISOタンク廻りの放射線レベルも低いと想定されることを踏まえると、放射性ナトリウム抜き出しエリアは、**一時管理区域を設定する必要はあるものの追加工事規模を最小化でき、ナトリウムの早期搬出が見込める非放射性ナトリウムと同一場所とすることを前提に検討を進める**（一時管理区域の設定は2027年3月頃の認可を目標）



● 過去の検討の経緯

【第39回監視チーム会合における説明内容】

放射性ナトリウムの抽出し検討については、昨年度は ISO タンクを格納容器オペレーションフロアへの設置を想定し、1次冷却系ナトリウム抽出し方法の検討を実施した。今年度は炉外燃料貯蔵槽ナトリウムの抽出し方法を含め、原子炉補助建物への ISO タンク設置による抽出し方法を検討し、比較評価を行っている。図6に格納容器オペレーションフロアへの設置による抽出し方法イメージを示す。

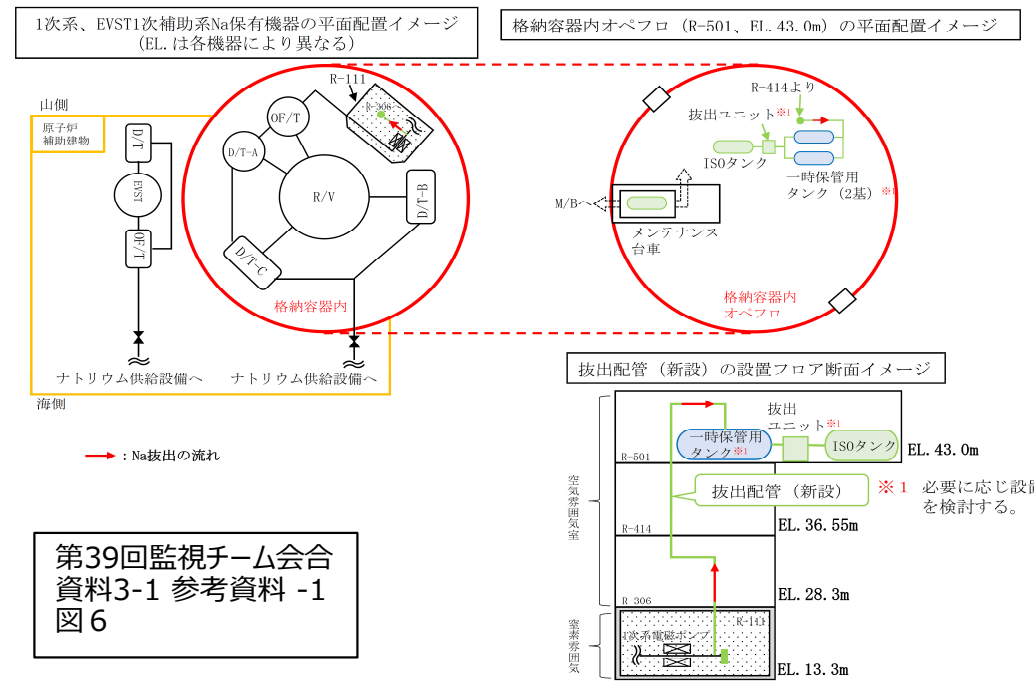
第39回監視チーム会合  
資料3-1 参考資料 -1  
P7より抜粋

● その後の検討状況

- 抽出しエリア共通化により、ISOタンクを固定するための設備、取回しのための揚重設備等を共通にでき、設計検討や工事物量を低減できる見込み。
- また、管理区域内の工事物量を低減することで、将来の放射性廃棄物の発生量の最小化にも寄与。

(参考) 原子炉格納容器オペレーションフロア上の課題

- 床応答スペクトルの加速度は高所であるほど大きくなるため ISOタンク固定を剛構造とするための設備規模は、低所に比べ大きくなる
- 加速度を押しさえるために免振構造とした場合は、加振試験の実証を含め、長期に渡る検討が必要となり、搬出工程に影響が及ぶおそれ
- Na抽出・搬出作業にてオペレーションフロアを占有することになり、他の廃止措置作業（設備点検など）へのエリア干渉が生じる

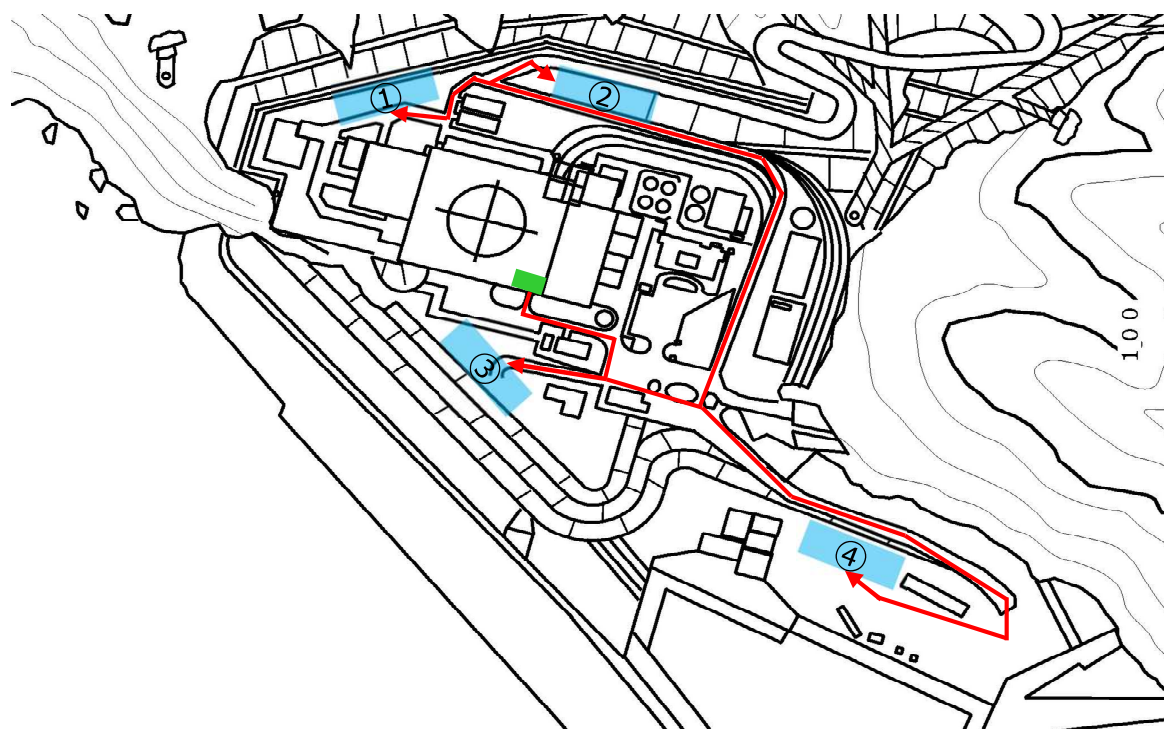


第39回監視チーム会合  
資料3-1 参考資料 -1  
図6

図6 格納容器オペレーションフロアへの設置を想定した抽出し方法

● **非放射性ナトリウムを充填したISOタンクの一時保管エリア：**

- まずは非放射性ナトリウムに係る一時保管エリアを先行して検討し、現時点において下図に示す4つの候補を選定
- 絞込みにおいては、**将来発生する他の工事との干渉、ISOタンクを運搬するトレーラーの取回しの容易性（労働災害の防止）、必要基数をまとめて保管できるスペースの確保**（空ISOタンクも合わせて保管可能なエリアであれば、充填したISOタンクと空ISOタンクを速やかに交換してナトリウム抜き出しエリアに運ぶことが可能となり合理的）などの観点が必要
- **上記観点からは④港湾エリアが最適**
- 非放射性ナトリウムの一時保管エリアは変更認可申請までに決定し、当該エリアに設置する一時保管施設的具体化を、消防法に沿って進める。また、放射性ナトリウムの一時保管エリアの検討を進める（放射性ナトリウムの一時保管施設は2027年3月頃の認可を目標）



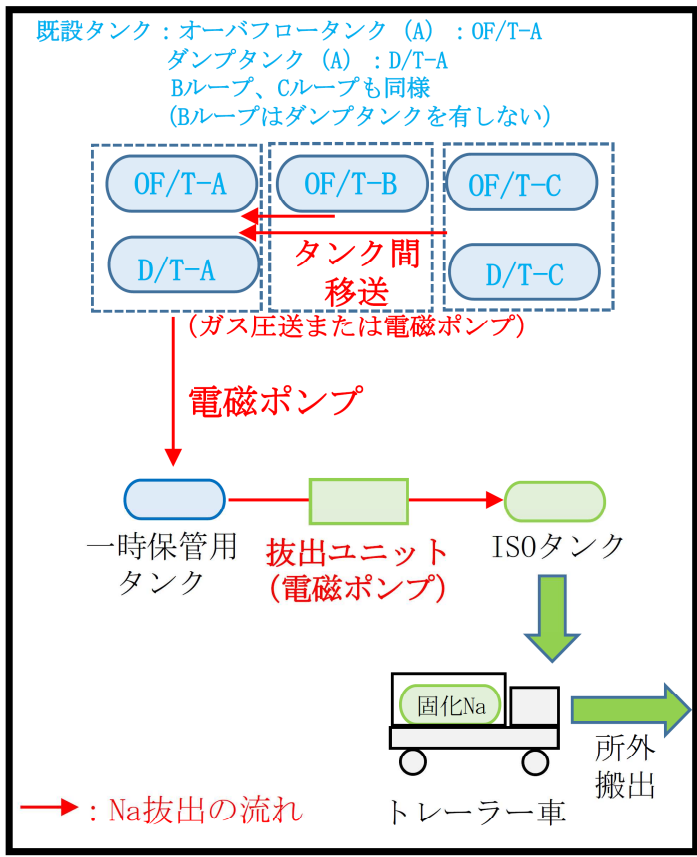
凡 例

- : ISOタンクの一時保管エリア候補案
- : ISOタンク搬出入時に使用する大型扉
- ↔ : 大型扉からの運搬ルート

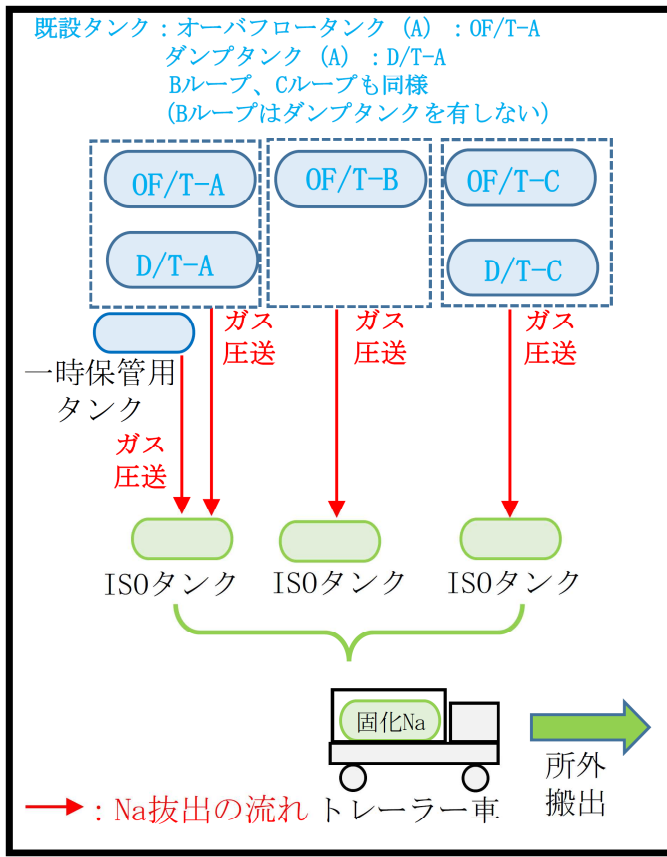


No	項目	第39回監視チーム会合における説明内容	現在の検討状況	進捗内容
1	抽出し方法	ガス圧を利用して抽出する方法が優位とされている。	電磁ポンプによる抽出とする。	<p>当時は設備復旧範囲を可能な限り最小化する観点で進めており、この観点においてガス圧の方がわずかでも優位と考えていた。</p> <p>その後、抽出し作業の具体化を進める中で、ISOタンクへの抽出し作業においてはISOタンクに過充填することのないよう流量調整が重要な要素の一つであることが分かった。</p> <p>ガス圧の際の流量調整はガスの圧力や弁操作にて行うが、細かな調整にはあまり向かない。一方で電磁ポンプの際の流量調整はポンプ電圧で制御が可能であり、ガス圧に比べて容易である。また、設備復旧範囲においてもNo.2に示すとおりガス圧との優劣差はほぼ無くなるため、電磁ポンプでのナトリウム移送を採用する。</p>
2	抽出し方法	<p>以下の3案（図1及び図2参照）から検討するとしていた。</p> <p>案1) 既設タンク内ナトリウムを一時保管用タンク内に電磁ポンプ移送し一時保管タンクからISOタンクへ移送</p> <p>案2) 各ループの電磁ポンプ出口側配管に新設配管を接続しガス圧でISOタンクへ移送。 一時保管用タンクは直接ISOタンクと接続しガス圧で移送。</p> <p>案3) 各ループ一時保管タンクへの移送時の配管敷設と同じルートとし電磁ポンプでISOタンクへ移送。 一時保管用タンクは直接ISOタンクと接続し抽出ユニットで移送。</p>	B、Cループの電磁ポンプ出口側配管に新設配管を接続し、既設タンクからISOタンクへは電磁ポンプで移送。	電磁ポンプでの移送を前提として復旧範囲を最小化する観点で改めて検討を進めた結果、電磁ポンプ出口側配管に新設配管を接続することで復旧範囲が最小化できることから、接続位置は当初の案2として移送方法は電磁ポンプでの移送とした。

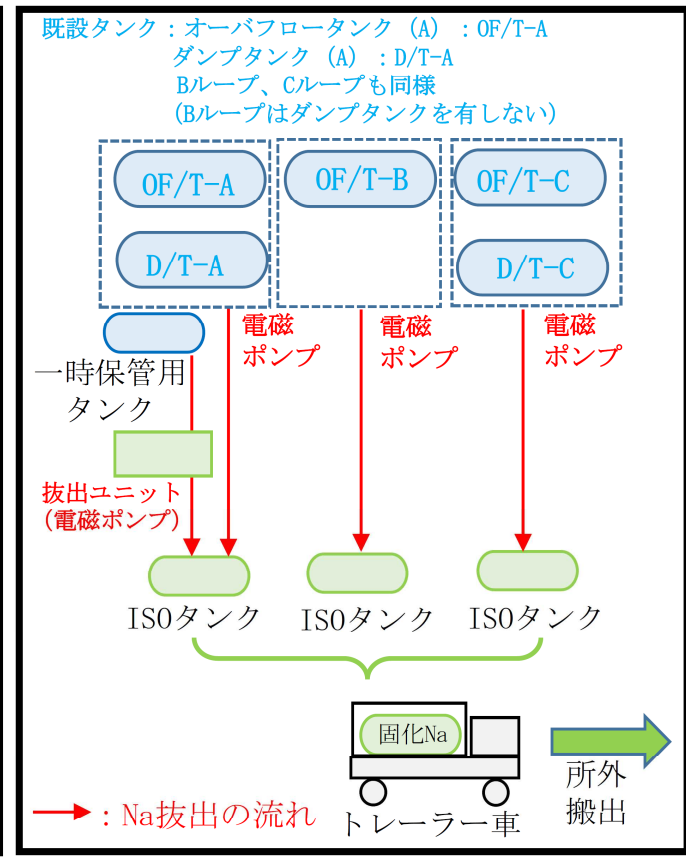
第39回監視チーム会合  
資料3-1 参考資料 -1  
図1



案1



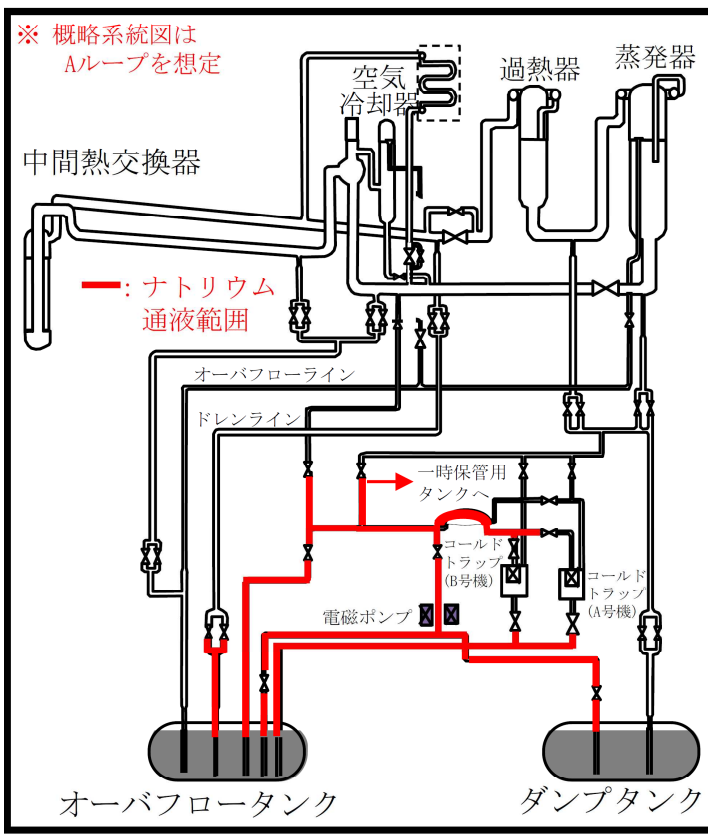
案2



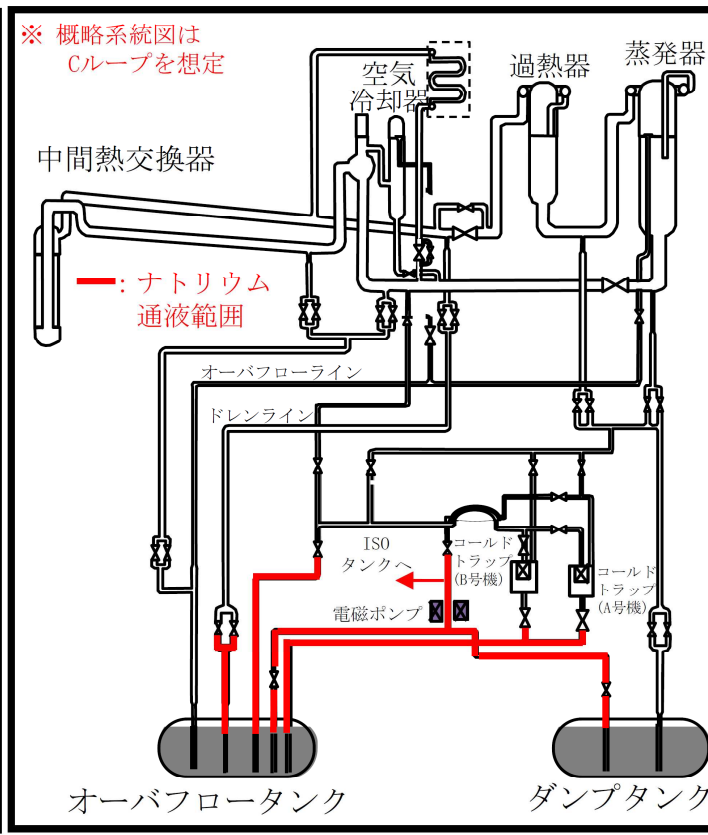
案3

図1 2次系ナトリウム各抜出し案

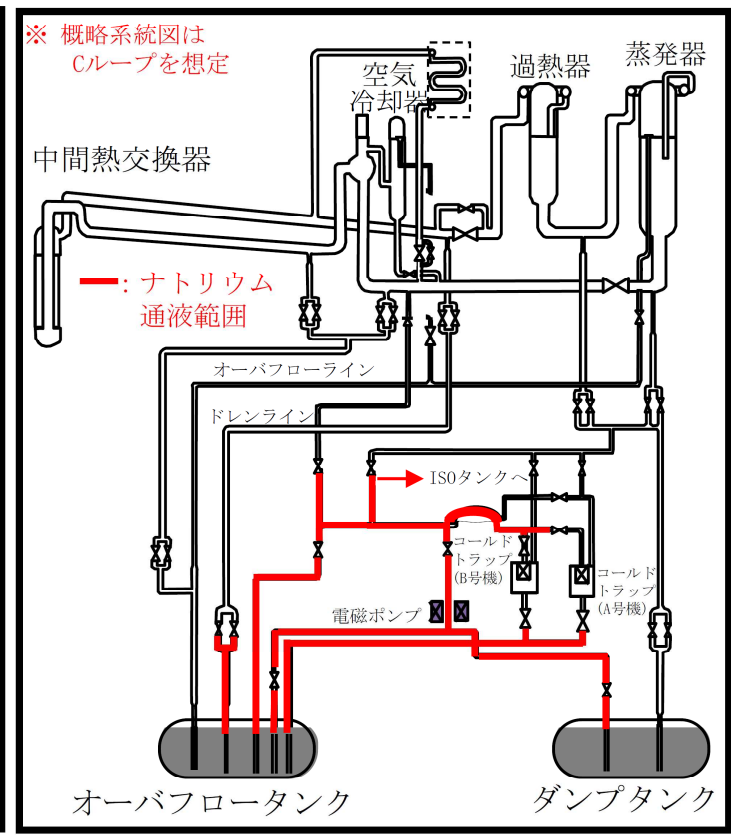
第39回監視チーム会合  
資料3-1 参考資料 -1  
図2



案 1



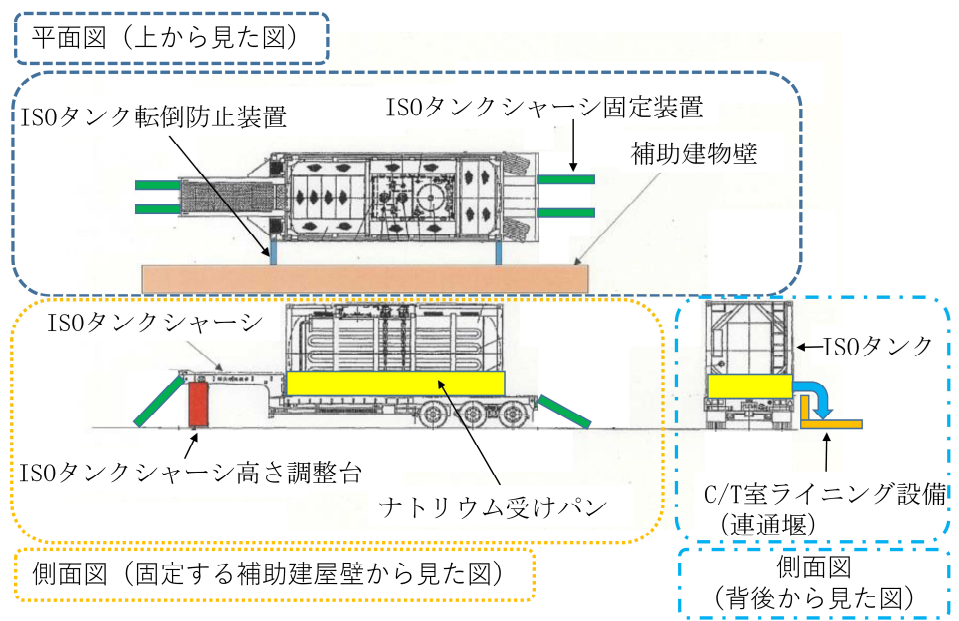
案 2



案 3

図2 抜出し案毎の2次系ナトリウム通液範囲

No	項目	第39回監視チーム会合における説明内容	現在の検討状況	進捗内容
3	ISOタンクの搬入/搬出方法	ISOタンクの搬出入用設備についてCTレールを活用した台車、シャーシ等の仕様検討を進めている（図3、図5参照）。	ISOタンクをトレーラから専用台車に載替え、CTレールを活用してバルクナトリウム抽出位置まで専用台車にて運搬する。	現在検討しているバルクナトリウム抽出位置の搬出入経路は、各グループ間に扉があり、幅が狭くISOタンクを搭載したシャーシの取り回しが非常に困難であることから、CTレールを活用した専用台車での運搬で検討を進めることとした。
4	ISOタンク冷却方式	ISOタンク冷却方式（油冷却、空気冷却）に関し検討を進めている。	油冷却（油媒システム）での冷却装置について検討を進める。	ISOタンク内の溶融したナトリウムを固化させるまでの期間が空気冷却より油冷却の方が短くできるため、油冷却方式を採用。

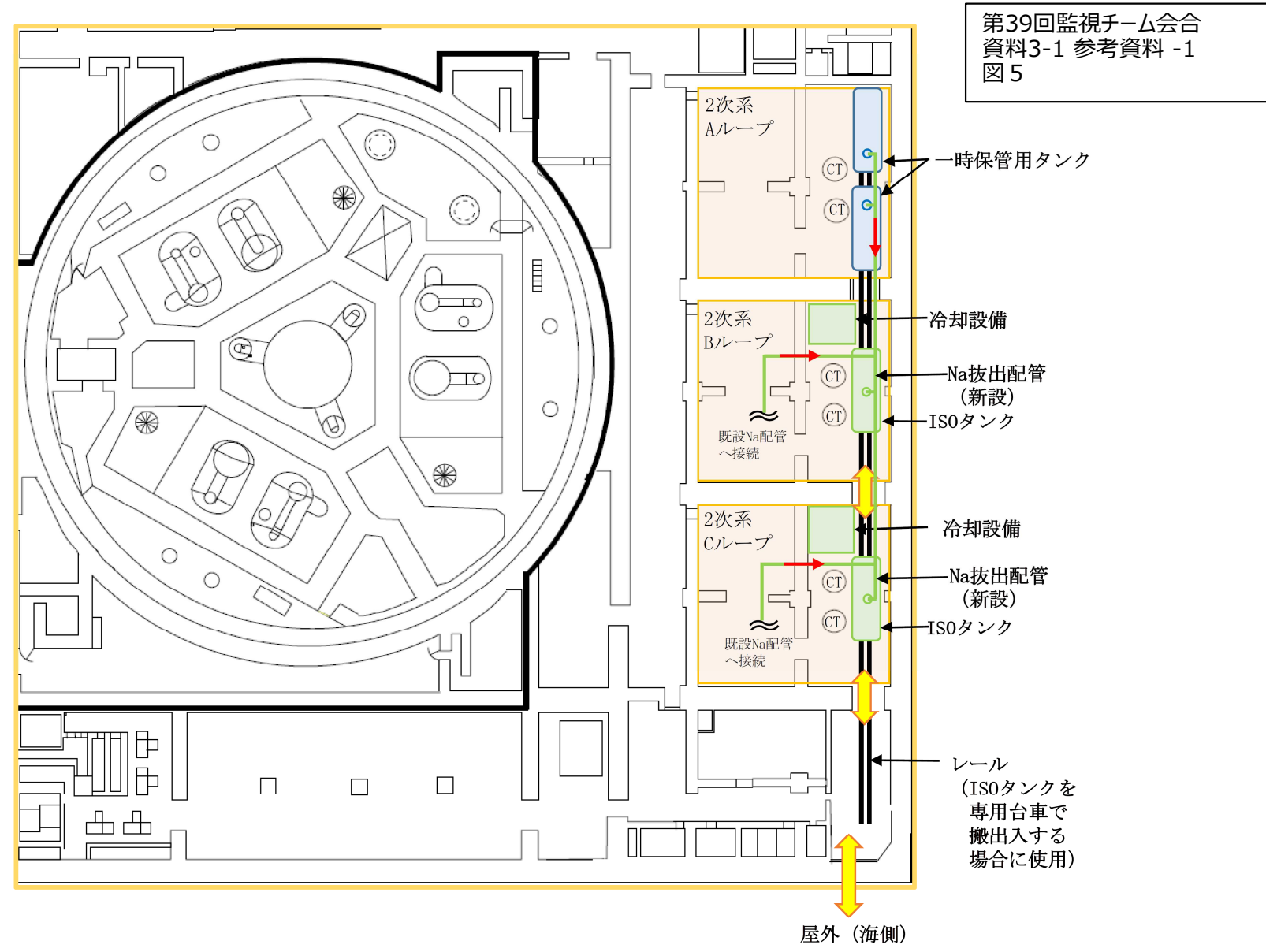


第39回監視チーム会合資料3-1 参考資料 -1 図3

図3 2次系ナトリウム用のISOタンク設置時の固定例

EL. 22mでの  
平面図 (抜粋)

- : 管理区域境界
- CT : コールドトラップ
- ↔ : 搬出入方向
- : Na抽出の流れ



第39回監視チーム会合  
資料3-1 参考資料 -1  
図5

図5 2次系ナトリウム用のISOタンク搬出入ルート  
(案2想定、AループナトリウムはB,Cループにタンク間移送)

## 参考資料2

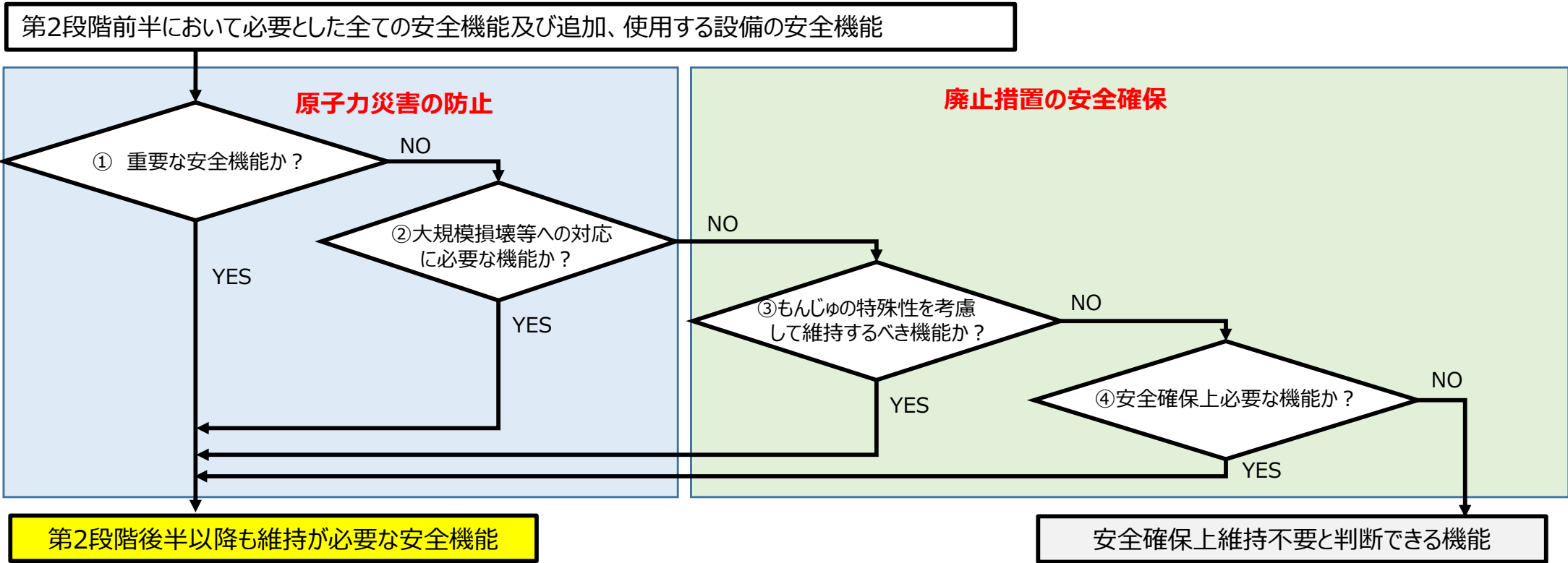
# 性能維持施設の抽出の考え方

- 廃止措置の進捗に伴い、プラントの安全機能に対する要求は変化
- 「原子力災害の防止」及び「廃止措置の安全確保」のため、マイルストーンに応じて性能維持施設を見直し  
➡ 第2段階後半以降の廃止措置を踏まえ、設備の再使用や新規設置等を含め、更なる見直しを検討していく

		運転段階	廃止措置段階			
			第1段階	第2段階	第3段階	第4段階
		運転終了▼	燃料体取出し終了▼	▽燃料池強制冷却不要	▽燃料体搬出終了	▽管理区域解除
		発電炉に共通的なマイルストーン：				
原子力災害の防止	①原子力災害防止 【設置許可の枢要施設】	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉停止</li> <li>原子炉未臨界維持</li> <li>燃料池未臨界維持</li> <li>新燃料未臨界維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉停止</li> <li>原子炉未臨界維持</li> <li>燃料池未臨界維持</li> <li>新燃料未臨界維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉停止</li> <li>原子炉未臨界維持</li> <li>燃料池未臨界維持</li> <li>新燃料未臨界維持</li> </ul>		
	「止める」					
	「冷やす」	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心冷却（運転時）</li> <li>崩壊熱除去（Na漏えいの影響緩和）</li> <li>燃料池冷却</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心冷却</li> <li>Na循環機能（Na漏えいの影響緩和）</li> <li>燃料池冷却</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>炉心冷却</li> <li>燃料池冷却</li> </ul>		
性能維持施設等	「閉じ込める」	<ul style="list-style-type: none"> <li>事故時放出抑制</li> <li>炉心、EVST内燃料</li> <li>燃料池内使用済燃料</li> <li>放射線監視、放射線管理</li> <li>燃料取扱い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事故時放出抑制</li> <li>炉心、EVST内燃料</li> <li>燃料池内使用済燃料</li> <li>燃料取扱い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事故時放出抑制</li> <li>炉心、EVST内燃料</li> <li>燃料池内使用済燃料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>事故時放出抑制</li> <li>炉心、EVST内燃料</li> <li>燃料池内使用済燃料</li> </ul>	
	②大規模損壊等の対応 【大規模損壊等への対応時に使用する施設】		<ul style="list-style-type: none"> <li>電源喪失、大規模火災等への対策</li> </ul>			
		もんじゅ特有のマイルストーン：				
廃止措置の安全確保	③もんじゅ特有の安全措置 【しゃへい体等取扱、Na設備】			しゃへい体等取出し終了	▽バルクNa搬出終了	▽Na機器解体終了
			<ul style="list-style-type: none"> <li>しゃへい体等取扱い</li> <li>リカバリープラン</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウムの取り扱い しゃへい体等 ⇒ バルクNa 取出作業 ⇒ バルクNa 搬出作業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>残留ナトリウム処理（新規）</li> <li>廃棄体化（新規）</li> </ul>	
	④廃止措置の安全確保 【その他の諸設備】		<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線監視、放射線管理、解体作業</li> </ul>			
						<ul style="list-style-type: none"> <li>建屋解体</li> </ul>

- 第2段階後半のプラント状態を踏まえ、「安全確保の基本的な考え方」を以下のとおり定める
  - <第2段階後半の安全確保の基本的な考え方>
    - **原子力災害の防止** …… **燃料池まわりを中心に、必要な安全機能を維持**
      - ① 重要な安全機能（止める、閉じ込める）を維持する
      - ② 大規模損壊対応に必要な機能を維持する
    - **廃止措置の安全確保** …… **廃止措置を安全、確実かつできる限り速やかに推進できるように、最適な設備運用を選択**
      - ③ もんじゅの特殊性を考慮した必要な機能を維持する
      - ④ その他、プラントの安全確保上、必要な機能を維持する
- 第2段階前半において必要とした全ての安全機能及び追加、使用する設備の安全機能について、以下のフローに基づき再評価する
 

➡ 抽出まとめ（案）を次頁以降に示す





## (1) 原子力災害の防止

( ) : 当該機能を構成する主な設備

青 : 使用済燃料の冷却不要により維持不要となるもの

赤 : しゃへい体等取出し作業終了により維持不要となるもの

緑 : バルクNa抜出に伴い不要となるもの

判断プロセス		第2段階前半において必要とした安全機能	第2段階後半において維持する機能	維持不要となる機能
① 第2段階 (前半) で重要な安全機能	止める	<ul style="list-style-type: none"> <li>未臨界維持機能 (燃料池、新燃料受入貯蔵設備)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>未臨界維持機能 (燃料池、新燃料受入貯蔵設備)</li> </ul>	
	冷やす	<ul style="list-style-type: none"> <li>冷却水保有機能 (燃料池)</li> <li>冷却機能 (燃料池水冷却浄化装置)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(冷却水保有機能 (燃料池))</li> <li>※放射性物質の貯蔵機能 (燃料池) の関連機能として④として維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>冷却機能 (燃料池水冷却浄化装置)</li> </ul>
	閉じ込める	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射性物質漏えい防止機能 (原子炉建物、原子炉補助建物)</li> <li>放射性物質の貯蔵機能 (燃料池、新燃料受入貯蔵設備)</li> <li>放射線遮蔽機能 (原子炉建物、原子炉補助建物)</li> <li>燃料を安全に取り扱う機能 (燃料移送機)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射性物質漏えい防止機能 (原子炉建物、原子炉補助建物)</li> <li>放射性物質の貯蔵機能 (燃料池、新燃料受入貯蔵設備)</li> <li>放射線遮蔽機能 (原子炉建物、原子炉補助建物)</li> <li>燃料を安全に取り扱う機能 (燃料移送機)</li> </ul>	
② 大規模損壊への対応に必要な機能		<ul style="list-style-type: none"> <li>電源応急復旧機能 (移動式電源車、タンクローリー)</li> <li>がれき撤去機能 (ホイールローダー)</li> <li>大規模火災に対する消火機能、燃料池の水位確保機能、放射性物質拡散抑制機能 (可搬型消火設備)</li> <li>可搬型ポンプ運転補助機能 (水槽)</li> <li>海水供給機能 (海水汲み上げ用水中ポンプ)</li> <li>火災対応用設備運搬機能 (不整地走行用特殊車両)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電源応急復旧機能 (移動式電源車、タンクローリー)</li> <li>がれき撤去機能 (ホイールローダー)</li> <li>大規模火災に対する消火機能、燃料池の水位確保機能、放射性物質拡散抑制機能 (可搬型消火設備)</li> <li>可搬型ポンプ運転補助機能 (水槽)</li> <li>海水供給機能 (海水汲み上げ用水中ポンプ)</li> <li>火災対応用設備運搬機能 (不整地走行用特殊車両)</li> </ul>	

(2) 廃止措置の安全確保

( ) : 当該機能を構成する主な設備

赤 : シャヘイ体等取出し作業終了により維持不要となるもの

青 : 使用済燃料の冷却不要により維持不要となるもの

緑 : バルクNa抜出に伴い不要となるもの

判断プロセス		第2段階前半において必要とした安全機能	第2段階後半において維持する機能	維持不要となる機能
③ もんじゅの特殊性を考慮して維持すべき機能	シャヘイ体等の取り扱いに係る機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>シャヘイ体等を取り扱う機能、ナトリウム酸化防止機能 (燃料交換設備、燃料出入設備)</li> <li>予熱機能 (地下台車)</li> <li>放射性物質漏えい防止機能 (1次アルゴンガス・サンプリング装置)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>シャヘイ体等を取り扱う機能、ナトリウム酸化防止機能 (燃料交換設備、燃料出入設備)</li> <li>予熱機能 (地下台車)</li> <li>放射性物質漏えい防止機能 (1次アルゴンガス・サンプリング装置)</li> </ul>
	ナトリウムの取り扱いに係る機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウムの保持機能 (R/V、EVST)</li> <li>予熱・保温機能 (R/V、EVST)</li> <li>原子炉容器内ナトリウム液位確保機能 (ガードベッセル)</li> <li>ナトリウム酸化防止機能 (R/V、1次系、2次系、EVST系)</li> <li>プラント状態の測定・監視機能 (R/V計装、R/Vナトリウム漏えい検出設備、EVSTナトリウム漏えい検出設備)</li> <li>機器洗浄機能 (共通保守設備)</li> <li>雰囲気圧力の監視機能 (原子炉格納容器雰囲気計装)</li> <li>ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能 (原子炉建物 (原子炉容器室)、原子炉補助建物 (EVST室)、原子炉容器室窒素雰囲気調節装置、燃料取扱設備室窒素雰囲気調節装置)</li> <li>放射性物質漏えい防止機能 (1次系、EVST)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウムの保持機能 (R/V)</li> <li>原子炉容器内ナトリウム液位確保機能 (ガードベッセル)</li> <li>プラント状態の測定・監視機能 (R/Vナトリウム漏えい検出設備)</li> <li>ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能 (原子炉建物 (原子炉容器室)、原子炉容器室窒素雰囲気調節装置)</li> <li>(機器洗浄機能 (共通保守設備)) ※シャヘイ体等取出し作業終了により④廃止措置作業の安全に必要な機能として維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウムの保持機能 (EVST)</li> <li>予熱・保温機能 (R/V、EVST)</li> <li>ナトリウム酸化防止機能 (R/V、1次系、2次系、EVST系)</li> <li>プラント状態の測定・監視機能 (R/V計装、EVSTナトリウム漏えい検出設備)</li> <li>雰囲気圧力の監視機能 (原子炉格納容器雰囲気計装)</li> <li>ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能 (原子炉補助建物 (EVST室)、燃料取扱設備室窒素雰囲気調節装置)</li> <li>放射性物質漏えい防止機能 (1次系、EVST)</li> </ul>
	リカバリープランでのみ使用する機能  ※リカバリープランで使用する1次系各グループの機能については維持するが、リカバリープランが発動しない限り休止設備扱とする。	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウムの保持機能 (1次系、1次メンテナンス冷却系)</li> <li>原子炉容器内ナトリウム液位確保機能 (1次オーバーフロー系)</li> <li>ナトリウムの浄化機能 (1次純化系)</li> <li>ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能 (原子炉建物 (1次系室)、1次充填ドレン系)</li> <li>プラント状態の測定・監視機能 (1次系ナトリウム漏えい検出設備、ナトリウム補助設備計装)</li> <li>雰囲気温度の監視機能 (原子炉格納容器雰囲気計装)</li> <li>予熱・保温機能 (1次系、1次メンテナンス冷却系)</li> <li>冷却機能 (機器冷却系)</li> <li>放射線監視機能 (1次純化系C/T冷却ガスモニタ)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウムの保持機能 (1次系、1次メンテナンス冷却系)</li> <li>原子炉容器内ナトリウム液位確保機能 (1次オーバーフロー系)</li> <li>ナトリウムの浄化機能 (1次純化系)</li> <li>ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能 (原子炉建物 (1次系室)、1次充填ドレン系)</li> <li>プラント状態の測定・監視機能 (1次系ナトリウム漏えい検出設備、ナトリウム補助設備計装)</li> <li>雰囲気温度の監視機能 (原子炉格納容器雰囲気計装)</li> <li>予熱・保温機能 (1次系、1次メンテナンス冷却系)</li> <li>冷却機能 (機器冷却系)</li> <li>放射線監視機能 (1次純化系C/T冷却ガスモニタ)</li> </ul>

## (2) 廃止措置の安全確保

( ) : 当該機能を構成する主な設備

青 : 使用済燃料の冷却不要により維持不要となるもの

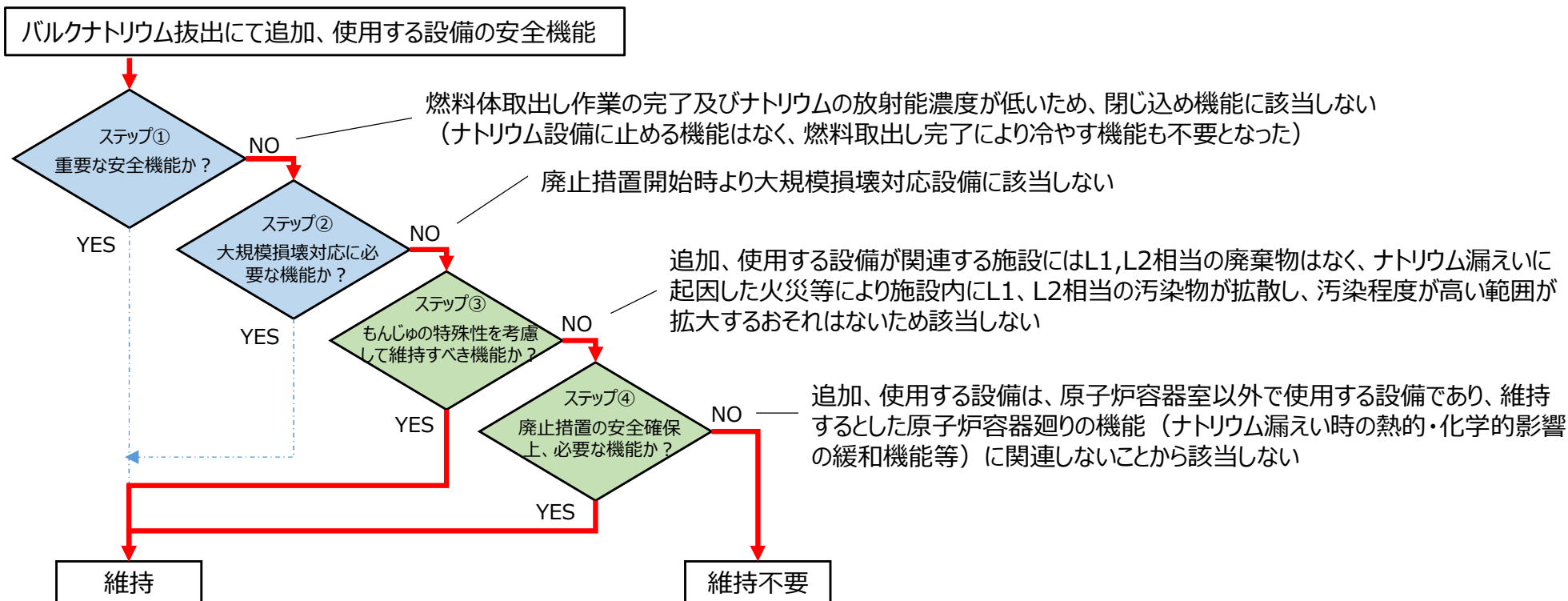
赤 : しゃへい体等取出し作業終了により維持不要となるもの

緑 : バルクNa抜出に伴い不要となるもの

判断プロセス		第2段階前半において必要とした安全機能	第2段階後半において維持する機能	維持不要となる機能
④ 安全確保 上必要な 機能	①～③の関連 機能 (ユーティリティ、 冷却、監視に 係る設備)	<ul style="list-style-type: none"> <li>浄化機能 (燃料池水冷却浄化装置)</li> <li>電源供給機能 (D/G、所内電源)</li> <li>冷却機能 (RCW/RCWS)</li> <li>プラント運転補助機能 (IA、SA、補助蒸気供給設備)</li> <li>プラント監視・操作機能 (中央制御室、燃料取扱設備操作室)</li> <li>ナトリウム酸化防止機能 (アルゴンガス供給系設備)</li> <li>ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能 (窒素ガス供給系設備)</li> <li>放射線監視機能 (エリアモニタ、プロセスモニタ、排気筒・排水モニタ)</li> <li>放出管理機能 (排気筒・排水モニタ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>浄化機能 (燃料池水冷却浄化装置)</li> <li>電源供給機能 (所内電源)</li> <li>プラント運転補助機能 (補助蒸気供給設備)</li> <li>プラント監視・操作機能 (中央制御室、燃料取扱設備操作室)</li> <li>ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能 (窒素ガス供給系設備)</li> <li>放射線監視機能 (エリアモニタ、プロセスモニタ、排気筒・排水モニタ)</li> <li>放出管理機能 (排気筒・排水モニタ)</li> <li>冷却水保有機能 (燃料池)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線監視機能 (原子炉建物及び炉外燃料貯蔵槽上部室に設置している中性子エリアモニタ)</li> <li>電源供給機能 (D/G)</li> <li>冷却機能 (RCW/RCWS)</li> <li>プラント運転補助機能 (IA、SA)</li> <li>ナトリウム酸化防止機能 (アルゴンガス供給系設備)</li> </ul>
	廃止措置作 業の安全	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線管理機能 (出入管理設備)</li> <li>放射線監視機能 (放射線サーベイ設備)</li> <li>換気機能 (管理区域、中央制御室、電気設備室)</li> <li>通信機能 (所内通信設備)</li> <li>消火機能 (火災検知設備)</li> <li>通信・連絡機能 (緊急時対策所)</li> <li>放射性廃棄物処理機能 (廃ガス圧縮機、廃液蒸発濃縮装置)</li> <li>機器移送機能 (共通保修設備)</li> <li>機器の支持機能 (ディーゼル建物、タービン建物)</li> <li>照明機能 (非常灯)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線管理機能 (出入管理設備)</li> <li>放射線監視機能 (放射線サーベイ設備)</li> <li>換気機能 (管理区域、中央制御室、電気設備室)</li> <li>通信機能 (所内通信設備)</li> <li>消火機能 (火災検知設備)</li> <li>通信・連絡機能 (緊急時対策所)</li> <li>放射性廃棄物処理機能 (廃ガス圧縮機、廃液蒸発濃縮装置)</li> <li>機器洗浄機能 (共通保修設備)</li> <li>機器移送機能 (共通保修設備)</li> <li>機器の支持機能 (ディーゼル建物、タービン建物)</li> <li>照明機能 (非常灯)</li> <li>希釈機能 (RCWS) ※新規追加</li> </ul>	

### (3) 追加、使用する設備の安全機能

バルクナトリウム抽出で追加・使用する設備は、安全機能の抽出フロー①～④に該当しないことから、性能維持施設として管理しない



バルクナトリウム抽出にて追加・使用する設備の安全機能	
使用設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウムの保持機能 (2次ナトリウム補助設備、EVST冷却設備)</li> <li>予熱・保温機能 (2次ナトリウム補助設備、EVST冷却設備)</li> <li>ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能 (原子炉補助建物(2次系室)、蒸気発生器室換気装置)</li> <li>プラント状態の測定・監視機能 (2次ナトリウム補助設備)</li> <li>バルクナトリウムを移送する機能 (1次オーバフロー系、2次純化系)</li> </ul>
追加設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナトリウムの保持機能 (ナトリウム移送配管、ISOタンク)</li> <li>予熱・保温機能 (ナトリウム移送配管、ISOタンク)</li> <li>ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能 (漏えいしたナトリウムを受ける容器等)</li> <li>プラント状態の測定・監視機能 (ISOタンクナトリウム漏えい検出設備)</li> </ul>

	廃止措置第1段階	廃止措置第2段階（前半）	廃止措置第2段階（後半）
（ステップ③） 抽出の考え方	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 炉心等からの燃料体取出しを最優先とし、<b>工程遅延リスクを徹底して低減</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 放射性ナトリウム搬出のクリティカル作業となり得る「しゃへい体等取出し作業」を、実績の乏しい原子炉容器液位SSLにて実施することを踏まえ、<b>工程遅延リスクに対するリカバリープランを準備</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● もんじゅの廃止措置を計画どおり完遂するため、<b>汚染程度が低い原子炉施設の状態を確実に維持し、大幅な工程遅延リスクを低減</b></li> </ul>
（ステップ③） もんじゅの特殊性を考慮して維持すべき機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「原子力災害の防止」に寄与しない2次系ナトリウムの取扱いに関する機能を維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● リカバリープランに関する機能を維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>放射化汚染レベルが高い原子炉容器廻りの機能を維持</b></li> <li>● 冷却材として役割を終えたナトリウムを速やかに搬出するための設備管理は、保安規定に基づき実施（<b>性能維持施設からは除外</b>）</li> </ul>

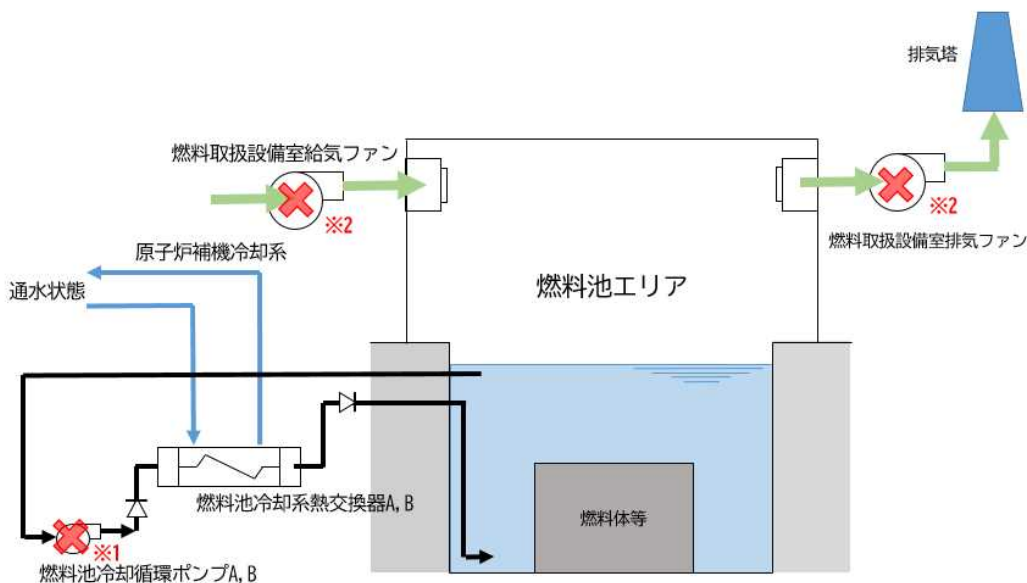
## 参考資料3

### 第2段階（後半）における性能維持施設

- 使用済燃料の強制冷却不要に伴い、性能維持を終了する施設

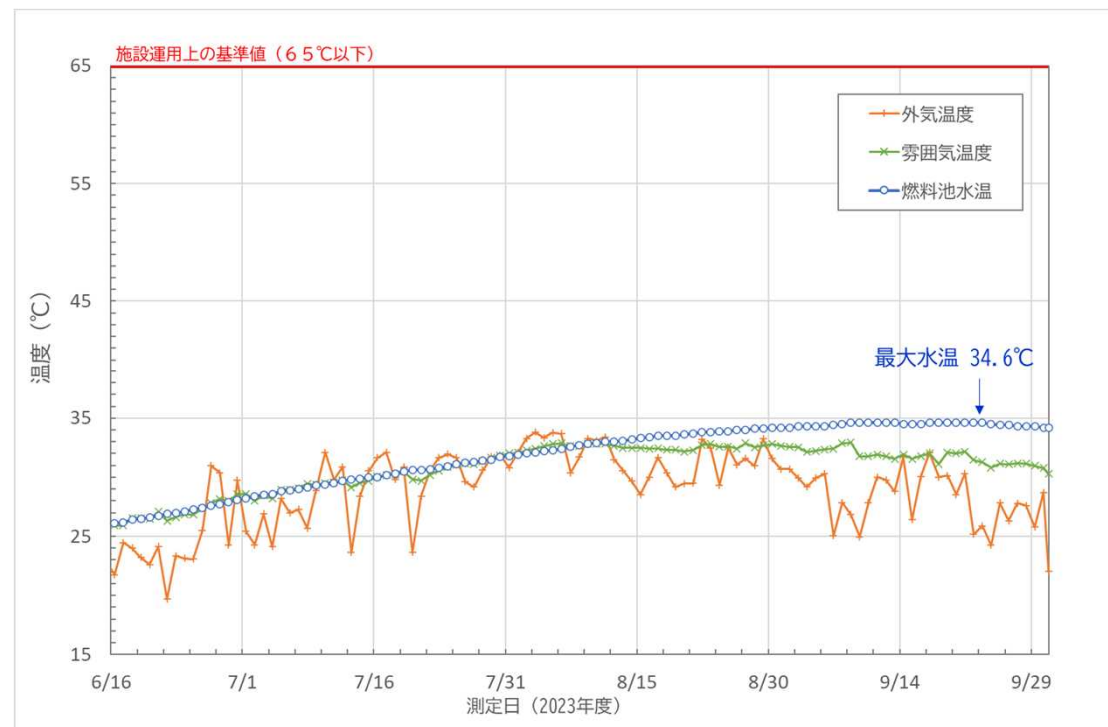
- 全ての燃料体が燃料池の貯蔵ラックに貯蔵された状態で、燃料池水の冷却を停止し燃料池水温測定を実施した結果、最高水温は34.6℃であり、施設運用上の基準（65℃以下）に対して、30℃以上の余裕がある
- 使用済燃料の強制冷却は不要となり、燃料池水冷却浄化装置の「冷却機能」は維持期間を終了する
- 今後の燃料池水冷却浄化装置は燃料池水の水質維持のみを目的とした運転となる（燃料池水位について原子炉施設保安規定の施設運用上の基準から除外し、QMSの中で管理する）
- 燃料池の冷却水保有機能は、放射性物質の貯蔵機能（燃料貯蔵ラック）の関連機能として維持する

燃料池水温測定時の概略系統図



燃料池水温測定期間：2023年6月17日～2023年9月30日 ※1  
 換気系停止期間：2023年9月6日～2023年9月8日 ※2

燃料池水温測定結果



- 使用済燃料の強制冷却が不要と評価できたことから、冷却機能としての原子炉補機冷却水設備(RCW)及び原子炉補機冷却海水設備(RCWS)の維持期間を「放射性廃棄物の処理が完了するまで」から「使用済燃料の強制冷却が不要となるまで」に変更し、性能維持施設としての管理を終了する（廃止措置移行時は、保守的に設備を使用する間は維持すると設定していたが、本機能は使用済燃料の「冷却機能」に該当するため維持期間を変更）
- 冷却水供給先の設備は、RCW、RCWSが停止した場合においても設備の停止又は代替措置をすることで安全に影響しない（次頁参照）
- なお、RCWSは、放射性液体廃棄物放出時の希釈水の供給に必要であるため、新たに「希釈機能」を追加し、性能維持施設として管理する

### 廃止措置計画（第 6-1 表 性能維持施設）の記載案（ポンプを参考に記載）

#### 【現行】

施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備			機能	性能	維持期間
		設備（建物）名称	維持台数	位置、構造			
原子炉補助施設	原子炉補機冷却海水設備	原子炉補機冷却海水ポンプ	5台	既許認可どおり	冷却機能（自動起動機能を除く。）（冷却機能）	性能維持施設へ冷却水を供給できる状態であること	放射性廃棄物の処理が完了するまで
原子炉補助施設	原子炉補機冷却水設備	原子炉補機冷却水ポンプ	5台	既許認可どおり	冷却機能（自動起動機能を除く。）（冷却機能）	性能維持施設へ冷却水を供給できる状態であること	放射性廃棄物の処理が完了するまで



#### 【変更後】

施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備			機能	性能	維持期間
		設備（建物）名称	維持台数	位置、構造			
原子炉補助施設	原子炉補機冷却海水設備	原子炉補機冷却海水ポンプ	5台	既許認可どおり	<del>冷却機能（自動起動機能を除く。）（冷却機能）</del>	<del>性能維持施設へ冷却水を供給できる状態であること</del>	使用済燃料の強制冷却が不要となるまで
原子炉補助施設	原子炉補機冷却水設備	原子炉補機冷却水ポンプ	5台	既許認可どおり	<del>冷却機能（自動起動機能を除く。）（冷却機能）</del>	<del>性能維持施設へ冷却水を供給できる状態であること</del>	使用済燃料の強制冷却が不要となるまで

#### 【新規追加】

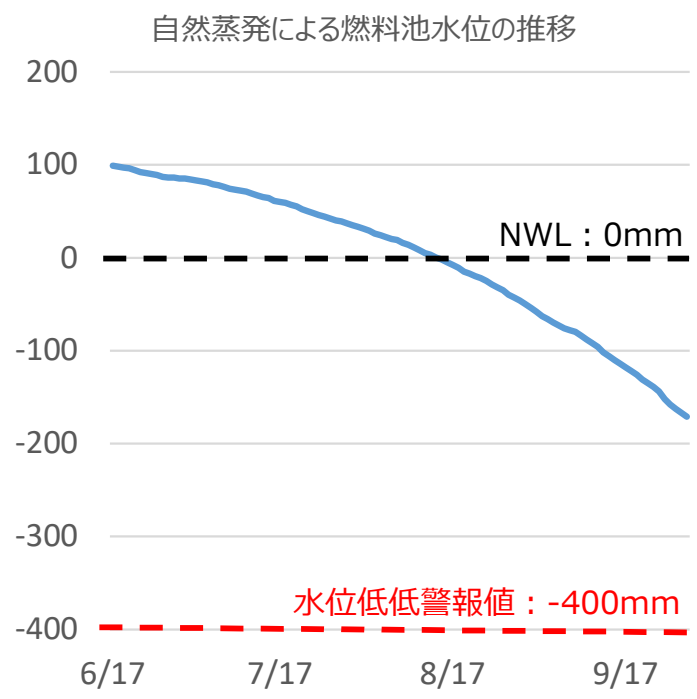
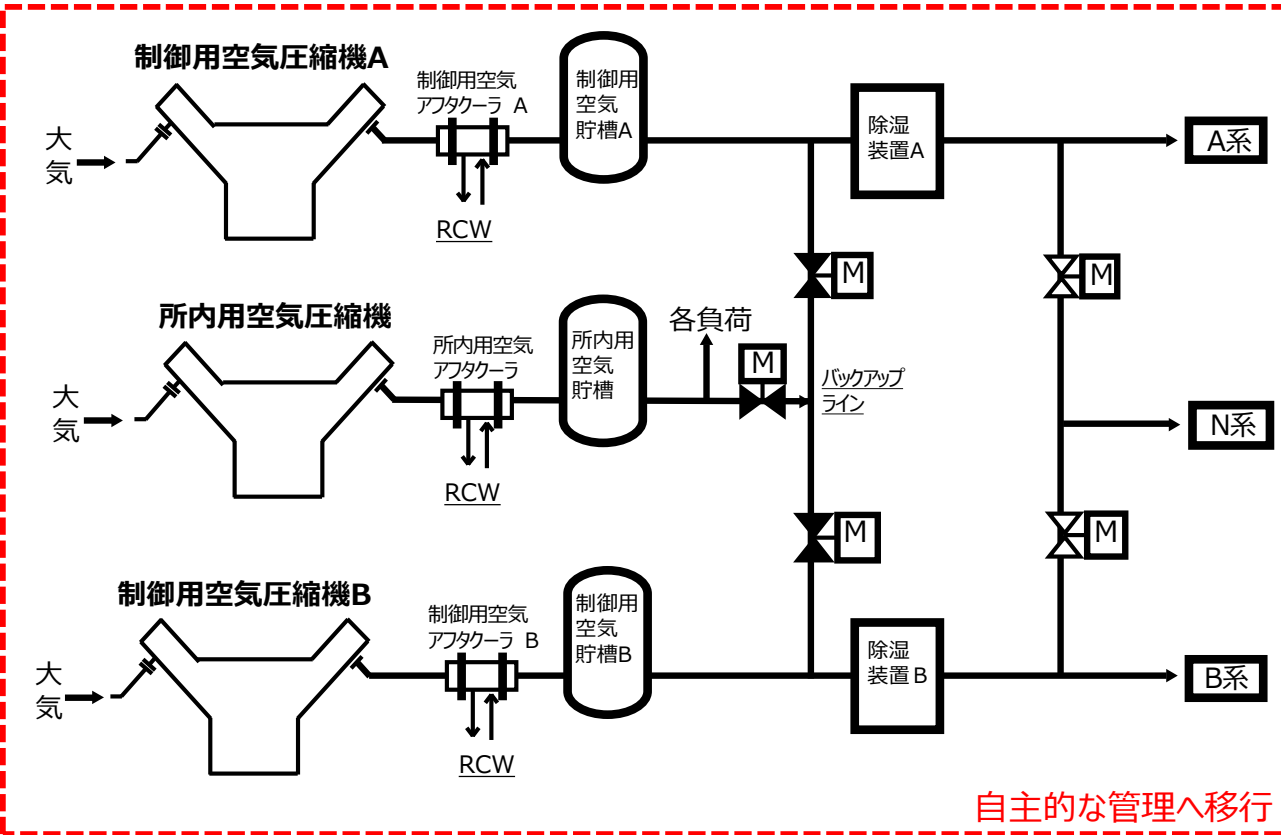
施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備			機能	性能	維持期間
		設備（建物）名称	維持台数	位置、構造			
放射性廃棄物廃棄施設	原子炉補機冷却海水設備	原子炉補機冷却海水ポンプ	5台	既許認可どおり	希釈機能（希釈機能）	放射性液体廃棄物放出時の希釈ができる状態であること	放射性廃棄物の処理が完了するまで



原子炉補機冷却水供給停止時における影響一覧（性能維持施設のうち、冷却水を使用している設備を対象）

設備（建物）名称	機能	原子炉補機冷却水供給停止時の影響確認結果
共通保守設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器洗浄機能（機器等に付着するナトリウムの洗浄機能）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器洗浄設備は停止するが、洗浄廃液は系統内に留まるため安全に影響はない</li> <li>● なお、洗浄槽類内への窒素ガス供給は可能であり、窒素雰囲気は維持される</li> </ul>
補助蒸気供給設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● プラント運転補助機能（補助蒸気供給機能）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 補助ボイラ給水ポンプメカニカルシールの冷却水をRCWから純水へ切替えることで、運転が可能である</li> </ul>
気体廃棄物処理設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 放射性廃棄物処理機能（廃ガス処理機能）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 廃ガス圧縮機は停止するが、廃ガスは系統内に留まるため安全に影響はない</li> <li>● なお、気体廃棄物処理設備に流入する気体は、1次系カバーガス圧力制御による排気(Arガス)であり、流入量が少量であることから廃ガス圧縮機をバイパスし、エゼクタによる処理が可能である</li> </ul>
液体廃棄物処理設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 放射性廃棄物処理機能（廃液処理機能）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 廃液蒸発濃縮装置による廃液処理は停止するが、廃液は系統内に留まるため安全に影響はない</li> <li>● なお、廃液制限措置により新たな放射性廃液の発生を抑制可能である</li> <li>● また、廃液の全放射能濃度が検出限界以下及び水質基準値を満たす場合は、廃液蒸発濃縮装置をバイパスした処理も可能である</li> </ul>
機器冷却系冷凍機	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 冷却機能（自動起動は除く。）（冷却機能）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器冷却系冷凍機はしゃへい体等取出し作業のリカバリープラン実施時に必要な設備であり、現在のプラント状態では停止している</li> <li>● リカバリープラン実施時に当該冷凍機が停止しても、しゃへい体等取出し作業を中断することで、安全に影響はない</li> </ul>

- 使用済燃料の強制冷却が不要と評価できたことから制御用圧縮空気設備(IA) の維持期間を「放射性廃棄物の処理が完了するまで」から「使用済燃料の強制冷却が不要となるまで」に変更し、性能維持施設としての管理を終了する（廃止措置移行時は、保守的に設備を使用する間は維持すると設定していたが、プラント運転補助機能（圧縮空気供給機能）は使用済燃料の冷却機能を補助する機能に該当するため維持期間を変更）
- IAが停止すると、燃料池給水弁（空気作動弁）が全閉（F.C）となるが、仮設コンプレッサー等により圧縮空気を供給することで燃料池給水弁の操作は可能である。また、自然蒸発による燃料池水位の低下は緩やか（約300mm/3か月）であり、仮設コンプレッサー接続までの時間的余裕は十分にある
- その他の圧縮空気の供給先についてもフェイルセーフの動作により安全に影響しない（次頁参照）
- IAのバックアップである所内用圧縮空気設備(SA)も同様に、維持期間を変更し性能維持施設としての管理を終了する



自主的な管理へ移行

制御用圧縮空気設備停止時における影響一覧 (性能維持施設のうち、圧縮空気を使用している設備を対象)

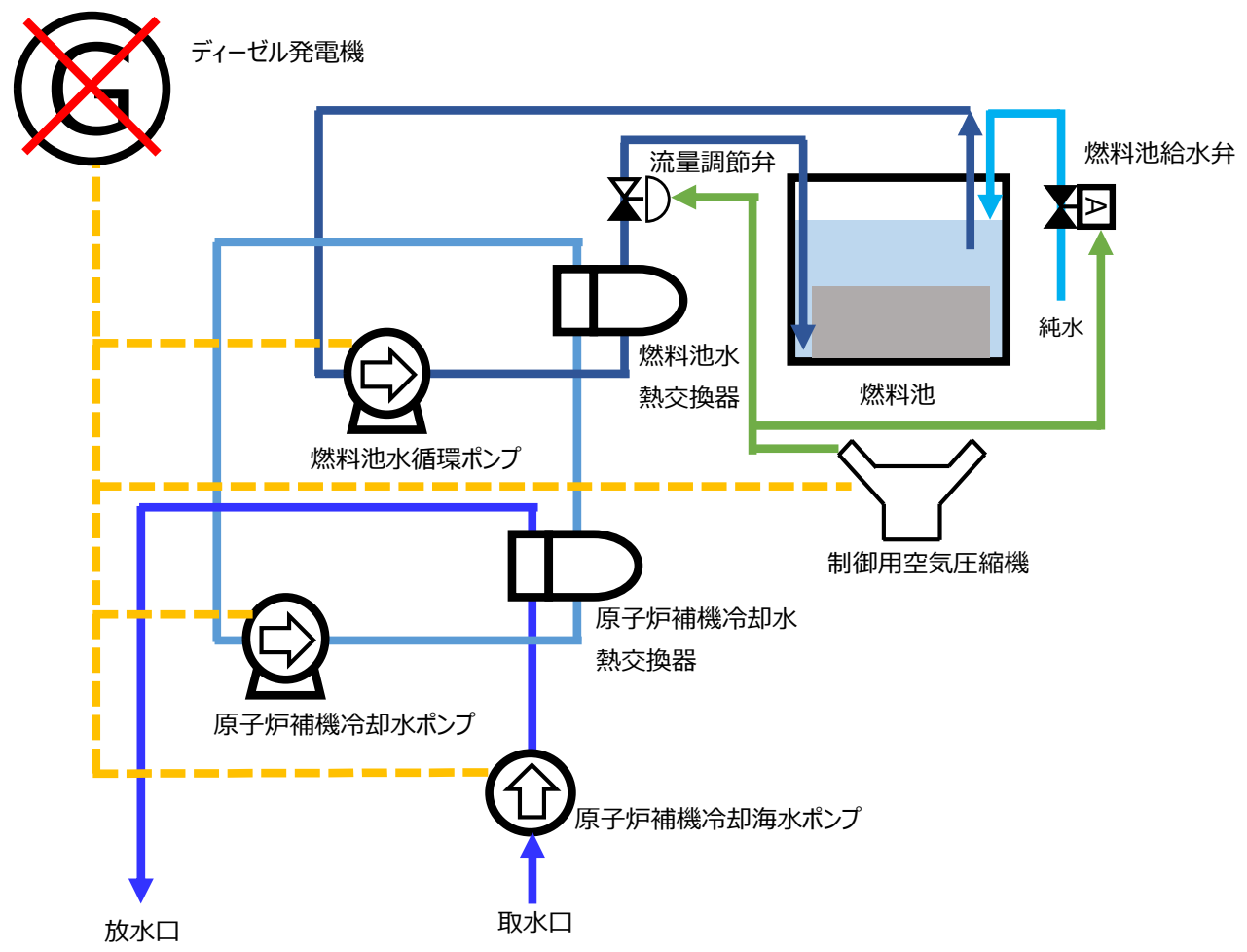
設備 (建物) 名称	機能	制御用圧縮空気供給停止時の影響確認結果
アルゴンガス系設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ナトリウム酸化防止機能 (不活性ガス圧力の正圧保持機能)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 空気作動弁の全閉(F.C)により、カバーガス圧力の自動制御は停止するが、系統内のアルゴンガスの正圧は保持されることから、ナトリウム酸化防止に影響はない</li> <li>● また、必要に応じて空気作動弁バイパス弁(手動弁)の操作によりカバーガス圧力の調整は可能である</li> </ul>
窒素雰囲気調節装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能 (窒素雰囲気維持機能)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 空気作動弁の全閉(F.C)により当該装置は停止するが、窒素雰囲気室は正圧(窒素)で保持されることからナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和に影響はない</li> </ul>
アルゴンガス供給系設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ナトリウム酸化防止機能 (アルゴンガス供給機能)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 空気作動弁の全閉(F.C)によりアルゴンガス供給は停止するが、供給先であるナトリウム設備のカバーガス圧力は、空気作動弁の全閉(F.C)により正圧に保持されることから酸化防止に影響はない</li> <li>● また、必要に応じて空気作動弁バイパス弁(手動弁)の操作によりアルゴンガス供給は可能である</li> </ul>
窒素ガス供給系設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能 (窒素ガス供給機能)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 空気作動弁の全閉(F.C)により窒素ガス供給は停止するが、供給先である窒素雰囲気室の圧力は、空気作動弁の全閉(F.C)により正圧に保持されることから、ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和に影響はない</li> <li>● また、必要に応じて空気作動弁バイパス弁(手動弁)の操作により窒素ガス供給は可能である</li> </ul>
補助蒸気設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● プラント運転補助機能 (補助蒸気供給機能)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 空気作動弁の全閉(F.C)による補助蒸気の供給停止により、供給先であるアルゴンガス供給系設備、窒素ガス供給系設備の蒸発器による液体アルゴン、液体窒素の気化が不可となるが、前述のとおりナトリウム酸化防止機能、ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能に影響はない</li> <li>● なお、蒸気供給が停止状態であっても、必要に応じて蒸発器に純水を常時通水することで、液体アルゴン、液体窒素の気化は可能である</li> </ul>
燃料池水冷却浄化装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 浄化機能 (燃料池の水浄化機能)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 燃料池の循環流量調節弁は全開(F.O)となるため、燃料池水の循環・浄化機能は維持される</li> <li>● また、必要に応じて流量調節弁前後弁(手動弁)の操作により流量調整は可能である</li> </ul>

制御用圧縮空気設備停止時における影響一覧 (性能維持施設のうち、圧縮空気を使用している設備を対象)

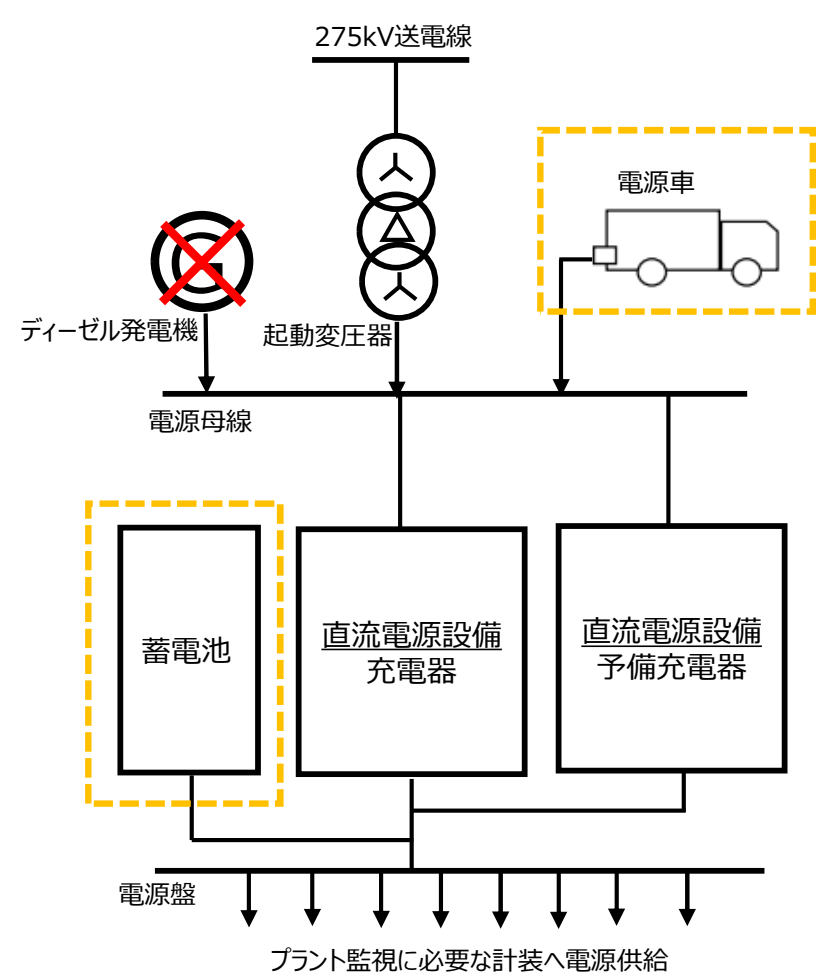
設備 (建物) 名称	機能	制御用圧縮空気供給停止時の影響確認結果
燃料洗浄設備	● しゃへい体等を取り扱う機能 (しゃへい体等の洗浄機能)	● 空気作動弁の全閉(F.C)による洗浄運転停止に伴い、しゃへい体等の処理作業は中断するが、洗浄廃液は系統内に留まるため安全に影響はない
機器洗浄設備	● 機器洗浄機能 (機器等に付着するナトリウムの洗浄機能)	● 空気作動弁の全閉(F.C)による洗浄運転停止により、作業は中断するが、洗浄廃液は系統内に留まるため安全に影響はない
気体廃棄物処理設備	● 放射性廃棄物処理機能 (廃ガス処理機能)	● 空気作動弁の全閉(F.C)により廃ガス処理は停止するが、廃ガスは系統内に留まるため安全に影響はない ● なお、気体廃棄物処理設備に流入する気体は、1次系カバーガス圧力制御による排気(Arガス)であり、流入抑制措置により気体廃棄物の発生を抑制可能である
液体廃棄物処理設備	● 放射性廃棄物処理機能 (廃液処理機能)	● 空気作動弁の全閉(F.C)により廃液処理は停止するが、廃液は系統内に留まるため安全に影響はない
固体廃棄物処理設備	● 放射性廃棄物処理機能 (固体廃棄物処理機能)	● 空気作動弁の全閉(F.C)により固体廃棄物の処理 (廃樹脂、濃縮廃液の受入れ) は停止するが、固体廃棄物は系統内に留まるため安全に影響はない
淡水供給設備	● プラント運転補助機能 (淡水供給機能)	● 空気作動弁の全閉(F.C)により純水製造は停止するが、水槽には一定量貯水しており純水供給は可能である
換気系 (管理区域)	● 換気機能	● 空気作動弁は全開(F.O)であるため、換気装置の運転は継続される (格納容器換気設備を除く) ● 格納容器換気設備は、空気作動弁の全閉(F.C)により停止するが、他の換気装置の運転により管理区域の負圧は維持される
換気系 (非管理区域)	● 換気機能	● 空気作動弁の全閉(F.C)により換気装置は停止するが、必要に応じて仮設設備による換気を行うことで、環境維持が可能である

- 使用済燃料の強制冷却が不要と評価できたことから、ディーゼル発電機は性能維持施設としての維持期間を終了する（使用済燃料を燃料池に貯蔵している間は使用済燃料の冷却が必要であり、外部電源が喪失した場合においても、安全確保上冷却を行う必要があるため、ディーゼル発電機を性能維持施設として維持していた（既認可のとおり））
- プラント状態監視に必要な非常用電源は、蓄電池及び移動式電源車により電源供給が可能である
- その他の性能維持施設（使用済燃料の「冷却機能」を有する設備以外）についても、ディーゼル発電機からの電源供給が無くとも廃止措置の安全確保に影響はない

燃料池冷却に係る設備（参考例）



電源設備（参考例）



外部電源喪失時における影響一覧（性能維持施設のうち、非常用電源母線に接続されている設備を対象）

設備（建物）名称	機能	外部電源喪失時の影響確認結果
しゃへい体取扱い関連設備	● しゃへい体等を取り扱う機能	● しゃへい体等取出し作業中に電源が喪失した場合においても、取扱対象物を保持する設計となっていることから、安全に影響はない
アルゴンガス系設備	● ナトリウム酸化防止機能	● カバーガス圧力の自動制御は停止するが、系統内のアルゴンガスの正圧は保持されることから、ナトリウム酸化防止に影響はない
窒素雰囲気調節装置	● ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能	● 当該装置は停止するが、窒素雰囲気室は正圧(窒素)で保持されることからナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和に影響はない
原子炉補機冷却海水設備	● 希釈機能（新規追加を想定）	● 当該設備は停止するが、電源喪失により液体廃棄物の放出も停止することから、外部電源喪失時に希釈は不要である
気体廃棄物処理設備	● 放射性廃棄物処理機能	● 廃ガス処理は停止するが、廃ガスは系統内に留まるため安全に影響はない ● なお、気体廃棄物処理設備の流入源である1次系アルゴンガスは、電源喪失によりカバーガス圧力制御が停止することから、外部電源喪失時に廃ガスは発生しない
換気設備	● 換気機能	● 換気装置は停止するが、燃料池に貯蔵する使用済燃料の強制冷却が不要となり破損リスクが低下したことから、雰囲気中の放射性物質の濃度が高くなる可能性は著しく低い ● 必要に応じて対象室への立入制限により放射線業務従事者の放射線障害を防止する
通信設備	● 通信機能 ● 連絡機能	● 蓄電池及び移動式電源車からの給電により、通信・連絡機能は維持可能である
非常用照明	● 照明機能	● 蓄電池及び移動式電源車からの給電により、照明機能は維持可能である
消火設備	● 消火機能	● エンジン駆動の予備消火ポンプにより水消火が可能である ● また、その他の設備(火災報知設備、二酸化炭素消火設備等)については、蓄電池及び移動式電源車からの給電により消火機能が維持可能である

外部電源喪失時における影響一覧 (性能維持施設のうち、非常用電源母線に接続されている設備を対象)

設備 (建物) 名称	機能	外部電源喪失時の影響確認結果
1次系ナトリウム設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ナトリウムの保持機能</li> <li>● 原子炉容器内ナトリウム液位確保機能</li> <li>● ナトリウムの浄化機能</li> <li>● 予熱保温機能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1次系ナトリウム設備はしゃへい体等取出し作業のリカバリープラン実施時に必要な設備であり、現在のプラント状態では停止している</li> <li>● リカバリープラン実施時は、炉心等から燃料が全て取り出されたことにより冷却が不要であることから、設備停止による安全への影響はない</li> </ul>
機器冷却系設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 冷却機能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 機器冷却系冷凍機はしゃへい体等取出し作業のリカバリープラン実施時に必要な設備であり、現在のプラント状態では停止している</li> <li>● リカバリープラン実施時は、電源喪失により冷凍機が停止しても、しゃへい体等取出し作業を中断することで、安全に影響はない</li> </ul>
出入管理設備及び汚染管理設備 ホット分析室 個人管理関係設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 放射線管理機能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 体表面モニタ、搬出モニタ、APDは、移動式電源車からの給電により機能維持が可能である</li> <li>● 移動式電源車から給電するまでの間は、手動による測定及び代替線量計による測定が可能である</li> </ul>
放射線監視設備 (原子炉補機冷却水モニタ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 放射線監視機能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原子炉補機冷却水モニタは移動式電源車から給電するまでの間停止するが、電源喪失により原子炉補機冷却水ポンプ及び冷却水供給先の負荷設備も停止することから、放射性物質が管理区域外へ放出されることはなく、安全に影響はない</li> </ul>
放射線監視設備 (排気筒モニタ、排水モニタ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 放射線監視機能</li> <li>● 放出管理機能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 移動式電源車からの給電により機能維持が可能である</li> <li>● 排気筒モニタは、移動式電源車から給電するまでの間サンプリングポンプが停止するが、電源喪失による換気設備の停止により排気筒からの放出はなく、安全に影響はない</li> <li>● 排水モニタは、移動式電源車から給電するまでの間サンプリングポンプが停止するが、電源喪失による液体廃棄物処理設備の停止により液体廃棄物の放出はなく、安全に影響はない</li> </ul>

外部電源喪失時における影響一覧（性能維持施設のうち、非常用電源母線に接続されている設備を対象）

設備（建物）名称	機能	外部電源喪失時の影響確認結果
放射線監視設備 （エリアモニタリング設備）	● 放射線監視機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 燃料体が貯蔵されている原子炉補助建物のエリアモニタは、蓄電池及び移動式電源車からの給電により機能は維持される</li> <li>● その他のエリアモニタについては、移動式電源車から給電するまでの間、測定が停止するが手動による測定が可能である</li> </ul>
放射線監視設備 （固定モニタリング設備）	● 放射線監視機能	● 蓄電池及び移動式電源車からの給電により、機能は維持可能である
気象観測設備	● 放出管理機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 移動式電源車からの給電により、機能は維持可能である</li> <li>● 移動式電源車から給電するまでの間測定が停止するが、電源喪失による換気設備の停止により排気筒からの放出はなく、安全に影響はない</li> </ul>
環境放射能測定設備	● 放射線監視機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 移動式電源車からの給電により、機能は維持可能である</li> <li>● 移動式電源車から給電するまでの間は測定できないが、環境試料を測定する設備であることから時間的余裕は十分にある</li> </ul>



## 参考資料4

### 第2段階（後半）における性能維持施設

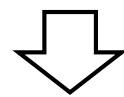
- 維持台数の削減
- 設備運用最適化の取り組み

## (1)燃料池水冷却浄化装置（予備機の削減）

- 使用済燃料の強制冷却が不要と評価でき、また、循環ポンプ全停期間中（2023/6/1～9/29）の燃料池の電導度も約1 $\mu$ S/cmで推移
- 従って、燃料池水の浄化に必要な循環ポンプが故障した場合でも、少なくとも3か月程度の電導度の維持は可能である。また、必要に応じて燃料池水の入替により水質の回復も可能であり、循環ポンプ復旧までの時間的余裕（旧品の部品を使用する場合は約1か月で復旧可能）は十分にあることを確認したことから、予備機を削減する（維持する系統を特定し、運用）
- しゃへい体等の処理（EVST→燃料池）作業中に循環ポンプが故障した場合は、必要に応じて作業を中断する

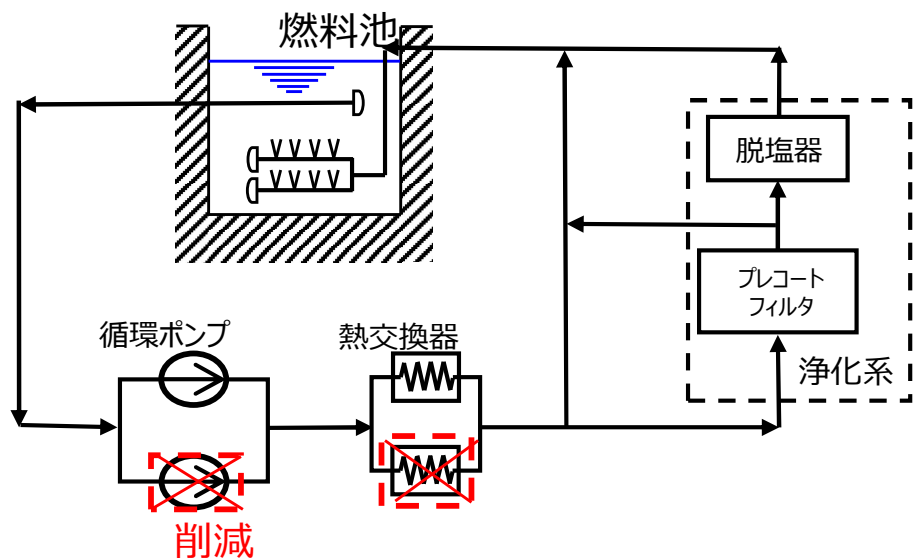
【現行】廃止措置計画（第 6-1 表 性能維持施設）の記載

施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備			機能	性能	維持期間
		設備（建物）名称	維持台数	位置、構造			
原子炉補助施設	水中燃料貯槽設備	燃料池水冷却浄化装置	2系統	既許認可どおり	浄化機能 (燃料池の水浄化機能)	燃料池水を浄化できる状態であること	燃料体の搬出が完了するまで

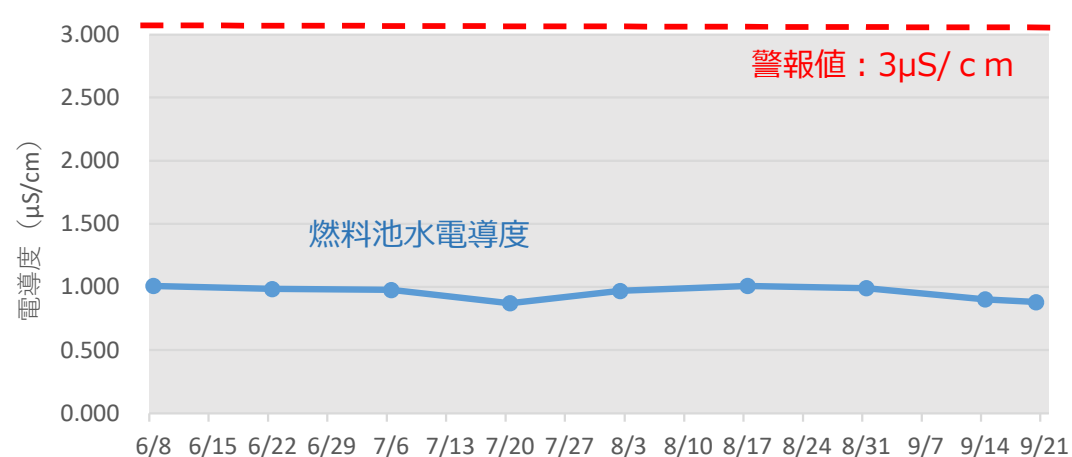


【変更後】廃止措置計画（第 6-1 表 性能維持施設）の記載案

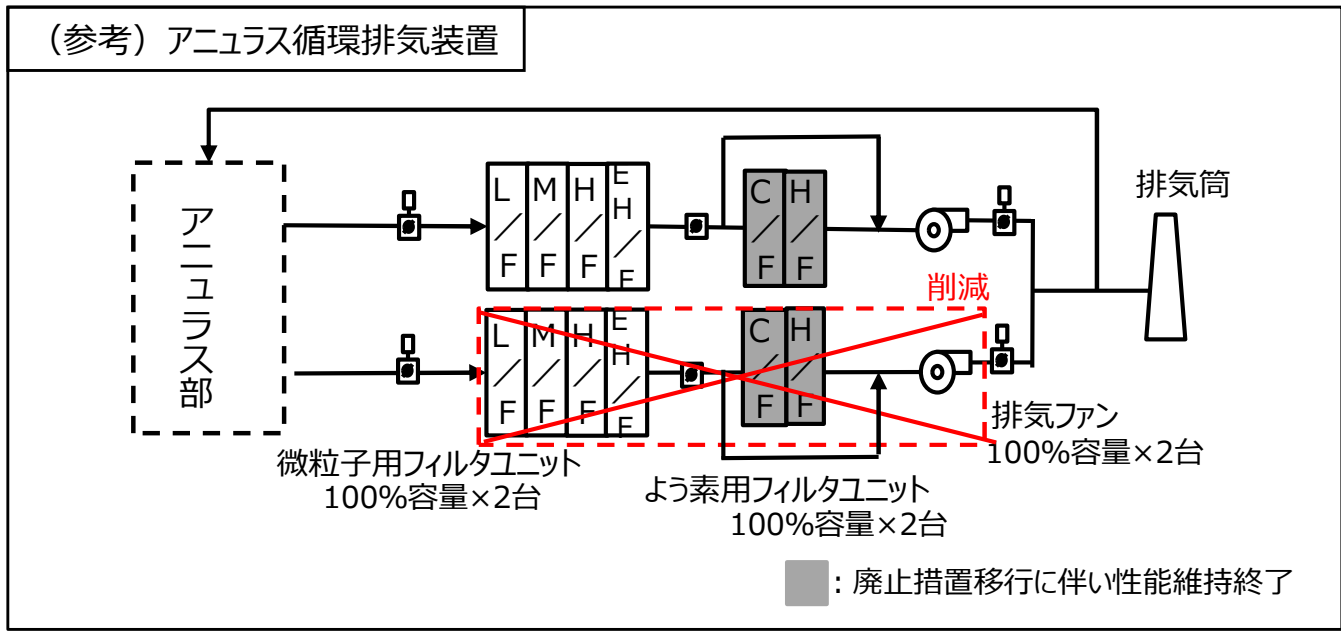
施設区分	設備等の区分	位置、構造及び設備			機能	性能	維持期間
		設備（建物）名称	維持台数	位置、構造			
原子炉補助施設	水中燃料貯槽設備	燃料池水冷却浄化装置	1系統	既許認可どおり	浄化機能 (燃料池の水浄化機能)	燃料池水を浄化できる状態であること	燃料体の搬出が完了するまで



循環ポンプ停止期間における電導度の推移（2023/6/1～9/20）



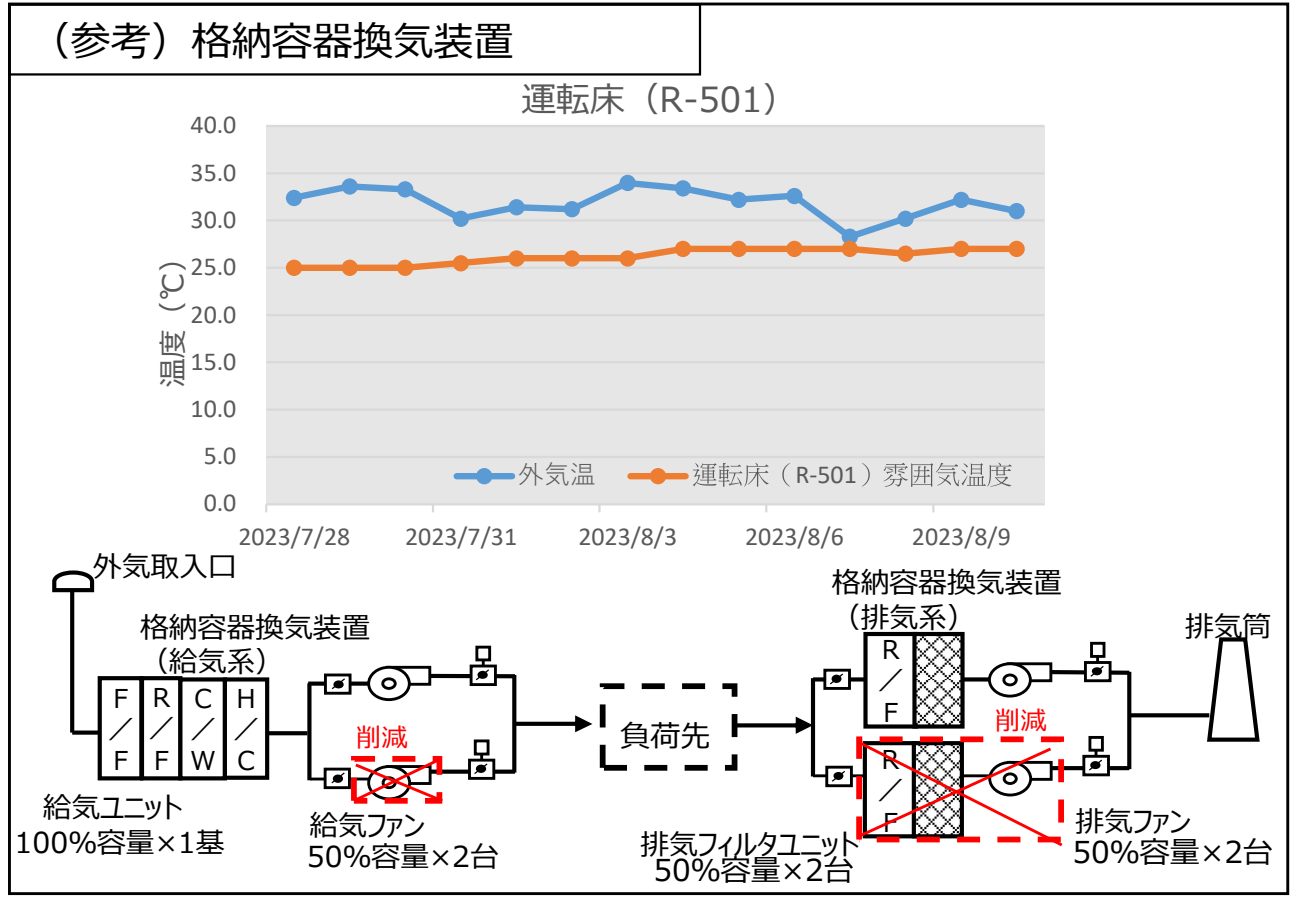
- 100%容量の循環ファンが2系統設置されているが、廃止措置に移行した時点において多重化の要求はない
- 機器・配管等の表面線量率は最大0.44 $\mu$ Sv/h(燃料洗浄槽)であり、内面に残存している汚染は放射線管理区域の設定基準である1.3mSv/3か月 (2.6 $\mu$ Sv/h) と比較して十分に小さく、雰囲気の放射性物質の濃度が高くなる可能性は著しく低いことを、第1段階の汚染の分布に関する評価をとおして把握
- 今回、予備機の削減に向けて設備故障時の影響を確認し、設備故障時には必要に応じて対象室への立入制限や仮設備による換気等の措置によって環境の維持は可能であり、設備復旧までの時間的余裕は十分にあることを確認したことから、予備機を削減する(維持する系統を特定し、運用)



- 【予備機を削減する換気設備】
- ・アニュラス循環排気装置
  - ・中央制御室空調装置
  - ・電気設備室換気系

- 【設備故障時における復旧期間】
- 旧品の部品を使用する場合
- ・アニュラス循環排気装置 約1か月
  - ・中央制御室空調装置 約1か月
  - ・電気設備室換気系 約1か月
- 新品の部品を使用する場合 ※
- ・アニュラス循環排気装置 約9か月
  - ・中央制御室空調装置 約9か月
  - ・電気設備室換気系 約9か月
- ※QMSで定める機能回復を伴う点検の日数

- 50%容量のファンが2系統設置されているが、第1段階において1系統運転を実施し、雰囲気プロセスモニタに有意な変動がなかったことを確認した
- 燃料体取出し作業完了に伴い、1次アルゴンガス系統内に放射性ガスが発生する要因がなくなった。また、燃料池に貯蔵する使用済燃料の強制冷却が不要となり過熱による破損リスクが低下。さらに、機器・配管等の表面線量率は最大0.44μSv/h(燃料洗浄槽)であり、内面に残存している汚染は放射線管理区域の設定基準である1.3mSv/3か月(2.6μSv/h)と比較して十分に小さく、雰囲気放射性物質の濃度が高くなる可能性は著しく低いことを、第1段階の汚染の分布に関する評価をとおして把握
- 以上により、雰囲気放射性物質の濃度が高くなる可能性は著しく低い
- 廃止措置段階においては熱負荷が小さいため、外気温度が高い夏季であっても50%出力で換気対象室の室温は30℃以下に維持されていることを確認しており、必要に応じて給気ユニット冷水冷却コイルへの通水等により室温を維持することも可能
- 解体時は必要に応じて、作業環境に応じた保護具の着用や集塵機等を設置することで放射線被ばくを可能な限り低減する
- 今回、予備機の削減に向けて設備故障時の影響を確認し、設備故障時においては、他の換気装置により管理区域の負圧維持は可能。また、必要に応じて対象室への立入制限や仮設設備による換気等の措置によって環境の維持は可能であり、設備復旧までの時間的余裕は十分にあることを確認したことから、予備機を削減する(維持する系統を特定し、運用)

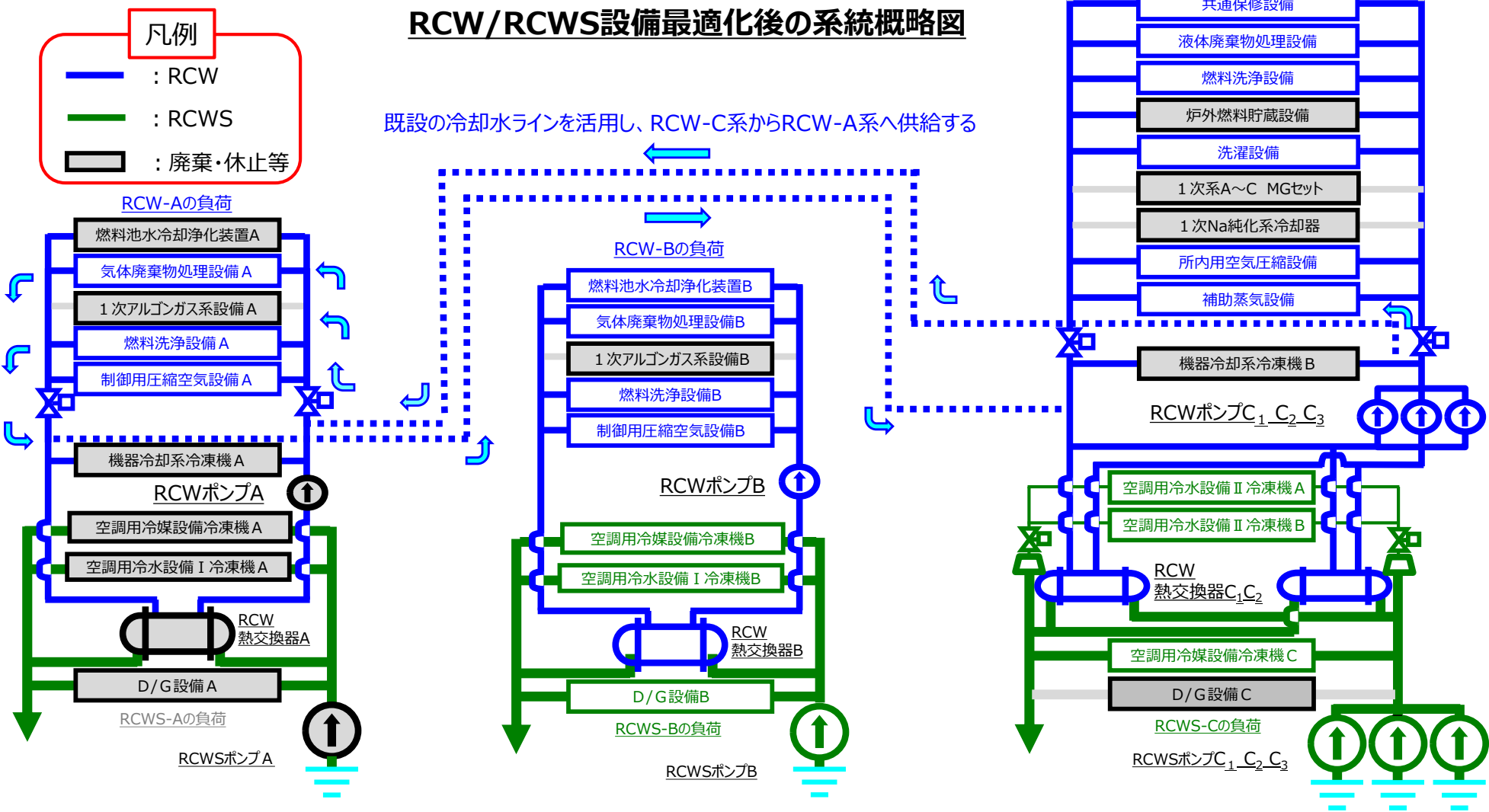


- 【容量を縮小する換気設備】
- ・格納容器換気装置
  - ・格納容器空気雰囲気調節装置
  - ・放射線管理室空調装置
  - ・燃料取扱設備室換気装置
  - ・メンテナンス廃棄物処理建物・換気装置

- 【設備故障時における復旧期間】
- 旧品の部品を使用する場合
- ・格納容器換気装置 約1か月
  - ・格納容器空気雰囲気調節装置 約1か月
  - ・放射線管理室空調装置 約1か月
  - ・燃料取扱設備室換気装置 約1か月
  - ・メンテナンス廃棄物処理建物・換気装置 約1か月
- 新品の部品を使用する場合 ※
- ・格納容器換気装置 約9か月
  - ・格納容器空気雰囲気調節装置 約9か月
  - ・放射線管理室空調装置 約9か月
  - ・燃料取扱設備室換気装置 約9か月
  - ・メンテナンス廃棄物処理建物・換気装置 約9か月
- ※QMSで定める機能回復を伴う点検の日数

- 使用済燃料の強制冷却不要、RCW、RCWSの多重化・独立性が不要となった状態を想定し、次の通り運転系統を最適化する
  - RCWS：A系の運用を停止し、3系統から2系統運用とする  
(なお、A系は第3段階で使用する可能性に鑑みて特別な保全計画により維持管理)
  - RCW：既設の冷却水ラインを使用してC系からA系へ冷却水を供給し、RCWポンプAを停止する運用とする
- 今後、運転系統を最適化した場合に各負荷の冷却が可能か実機運転を行い、机上評価の妥当性確認を実施予定
- RCW、RCWS設備の最適化を図ることで、RCWSのA系点検工程の削減、施設の維持管理コストの削減、定期事業者検査等の業務負荷軽減が期待される

## RCW/RCWS設備最適化後の系統概略図



RCW-Cの負荷

RCW-Aの負荷

RCW-Bの負荷

RCWS-Cの負荷

RCWS-Aの負荷

RCWS-Bの負荷

## 参考資料5

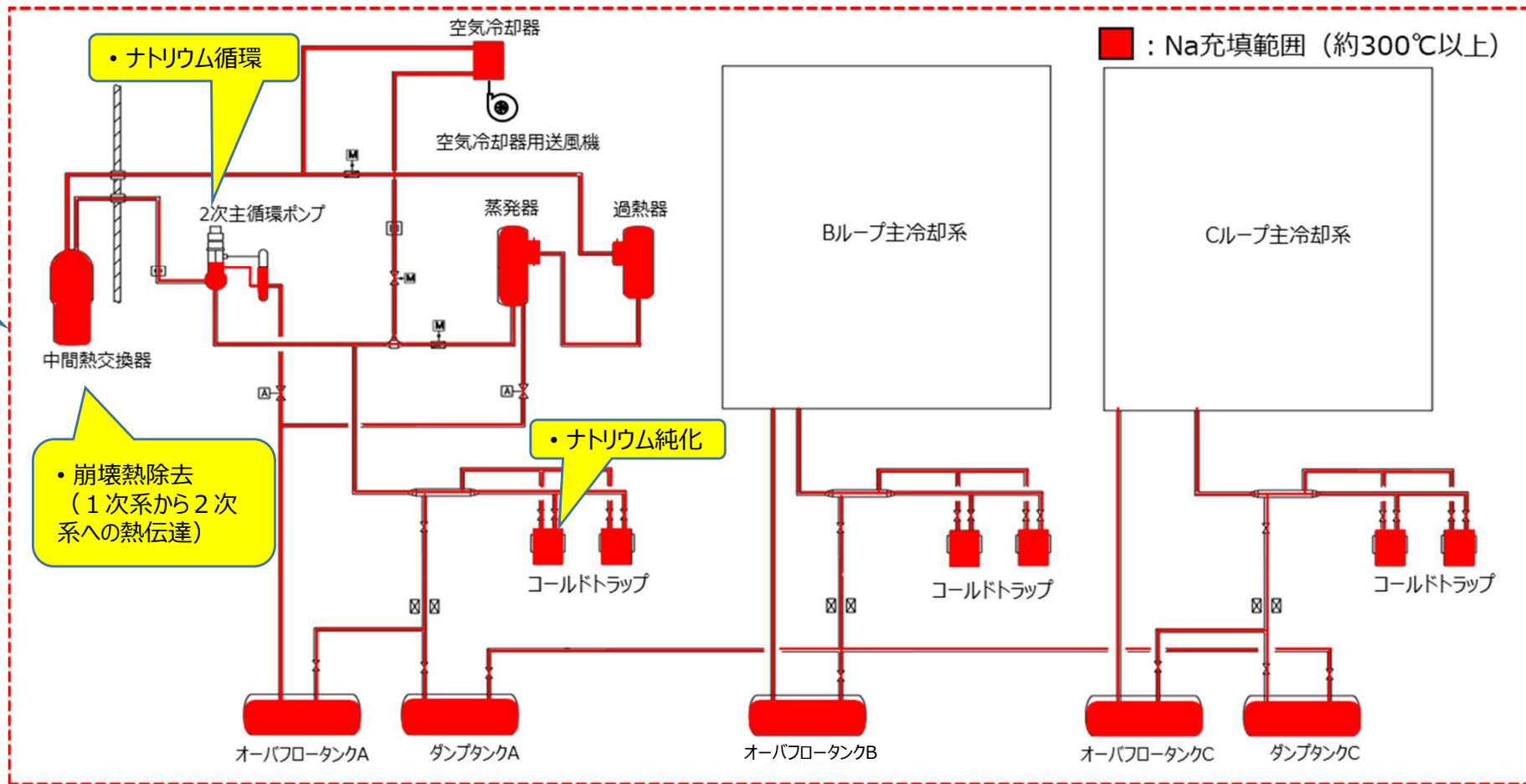
もんじゅのナトリウムに関する整理

## (1) 運転段階 (2次系)

原子力施設は、運転中に事故が発生しても安全に収束させるため、「原子炉の停止」、「炉心の冷却」、「放射能の閉じ込め」の機能を維持し、原子力災害を防止する設計

2次系に要求される機能は、運転中の炉心冷却機能と原子炉停止後の崩壊熱除去機能

- 炉心で発生する熱を中間熱交換器を介して1次系から2次系に伝え、炉心を冷却
- 炉心冷却に必要な冷却材（ナトリウム）の保持と循環
- 事故発生時に単一故障を想定しても要求されている崩壊熱除去機能を確保するための多重性、独立性を確保
- 冷却材（ナトリウム）を液体状態で受入れ・保持するための予熱
- ナトリウム保持、ナトリウム循環の機能を維持するためのナトリウム純化（不純物による材料の腐食防止、不純物の析出による狭い流路の閉塞を防止）



• ナトリウム保持  
• 多重性・独立性の確保  
• 予熱

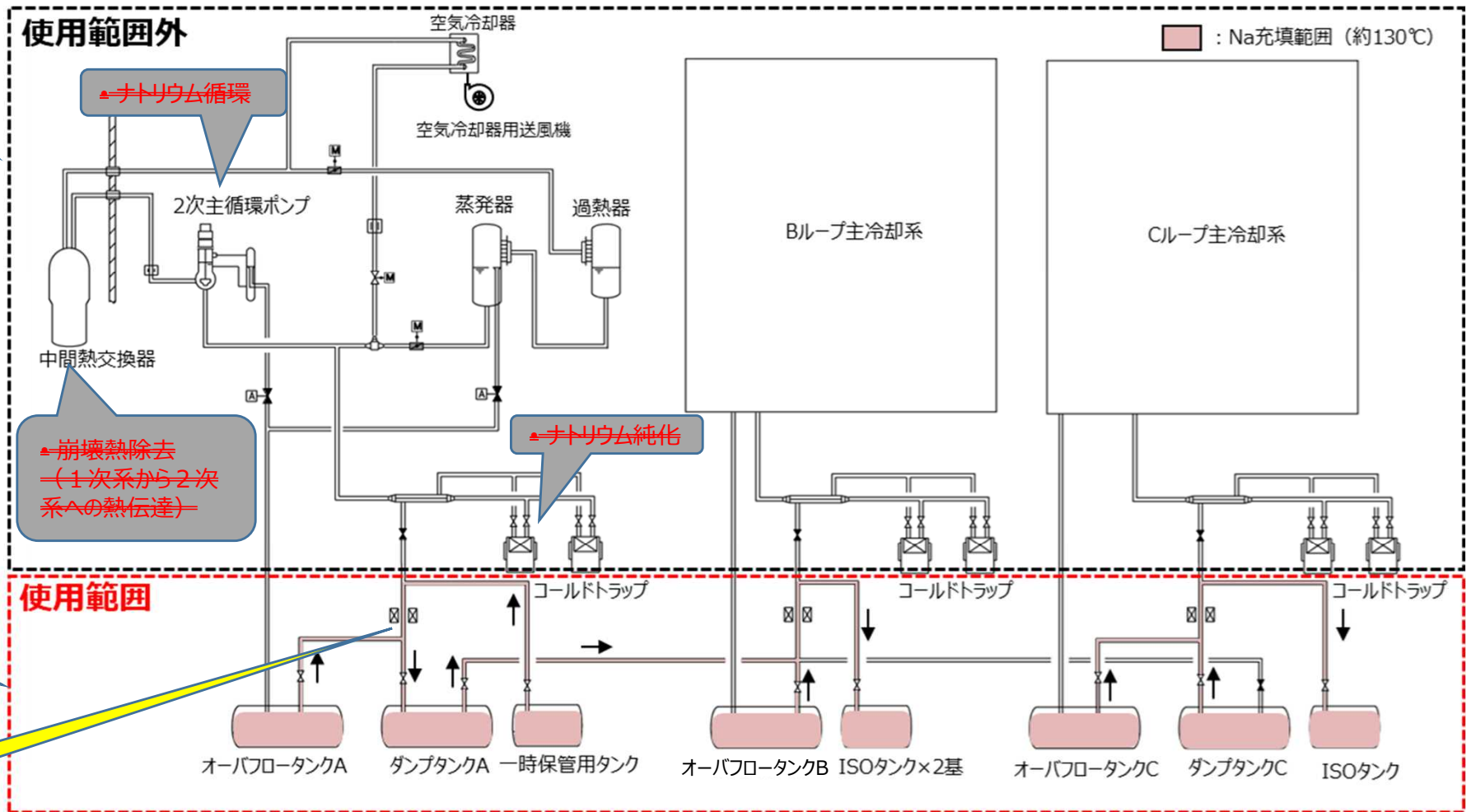
• 崩壊熱除去  
(1次系から2次系への熱伝達)

• ナトリウム純化

ナトリウム抽出し時は、運転段階で要求された原子力災害リスクを考慮した機能は不要

- 炉心に燃料体は存在せず、崩壊熱の除去、ナトリウム循環、多重性・独立性の確保は不要
- ナトリウムの性質上、高温になるほど酸素・水素等の不純物が溶解するため運転段階においては純化運転の必要があった。ナトリウム抽出し中は、運転段階（300℃以上）に比べ低温のナトリウム（130℃程度）を取り扱うため、不純物のナトリウム中濃度は低い。また系統内をアルゴンガス設備にて大気圧以上で維持するため系統内への不純物の混入はなく純化運転は不要
- ナトリウム保持と予熱は、ナトリウム抽出時にも必要となるが**取り扱うナトリウムの役割は全く異なり、設備に対する要求も運転段階とは異なる（ナトリウム抽出し時は作業員の安全確保）**

▲ナトリウム保持  
 ▲多重性・独立性の確保  
 ▲予熱



▲崩壊熱除去  
 (一次系から二次系への熱伝達)

▲ナトリウム純化

• ナトリウム移送範囲のナトリウム保持  
 • ナトリウム移送範囲のナトリウムの予熱 (約130℃程度まで)  
 • ナトリウム移送範囲へのアルゴンガス供給及び圧力保持

• ナトリウム移送



- シャヘイ体等取出し作業終了後の原子炉容器内ナトリウムは、最低限の温度(約130℃)で溶融状態を維持（ナトリウム凝固点98℃）
- ナトリウム拔出時のナトリウム温度は、最低限の温度(約130℃)で移送（ナトリウム温度約130℃での移送実績あり：2次冷却材ナトリウム一時保管用タンクへのナトリウム移送、他）
- これにより、運転時（400℃以上）と比較して構造材に与える影響は少ない
- ナトリウム中の放射性物質濃度は低く、バルクナトリウム拔出時にはクリアランスレベル近傍まで低下
- 従って、ナトリウム拔出時は、ナトリウムによる放射線被ばくのリスクは低い

		第2段階前半		第2段階後半	
		シャヘイ体等取出し作業中	シャヘイ体等取出し後	バルクNa抜取・拔出、ISOタンク一時保管中	バルクNa搬出後
溶融Naの所在・温度	原子炉容器	NsLから約-3m低、200℃溶融	NsLから約-3m低、約130℃溶融	NsLから約-3m低、約130℃溶融	なし (残留ナトリウムは固化)
	炉外燃料貯蔵槽	NsL 200℃溶融	NsLから約-0.4m低 約130℃溶融	NsLから約-0.4m低 約130℃溶融	なし (残留ナトリウムは固化)
	その他放射性Na	なし（タンク内で常温固化）		タンク、一部配管内、約130℃溶融	なし (残留ナトリウムは固化)
	非放射性Na	なし（タンク内で常温固化）		タンク、一部配管内、約130℃溶融	なし (残留ナトリウムは固化)
	ISOタンク	-		約130℃のNaを移送後、速やかに固化	なし (残留ナトリウムは固化)
放射性ナトリウムの放射性物質濃度		Na-22:1.5Bq/g H-3:39Bq/g Co-60：検出限界値(0.278Bq/g)未満 (2022.4時点)		Na-22:0.18Bq/g H-3:25Bq/g Co-60：- (2030.4想定)	

参考：【クリアランスレベル】Na-22:0.1Bq/g、H-3:100Bq/g、Co-60:0.1Bq/g

発電用原子炉施設及び試験研究用等原子炉施設の廃止措置計画の審査基準	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	事業者見解
	<p><b>第4 基本的考え方</b></p> <p>発電用原子炉施設の廃止措置は、廃止措置対象施設のリスクの低減を念頭に、安全に、かつ、可能な限り早期に完了されなければならない。もんじゅの廃止措置については、廃止が決定された時点で、燃料体が炉心等から取り出されていない状態であり、かつ、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（平成25年原子力規制委員会規則第9号）等のいわゆる新規制基準への適格性が確認されていない特殊性がある。このため、研開炉規則及び研開炉技術基準規則を改正したところであるが、運用上なお残る課題については、廃止措置段階にあるもんじゅのリスク（以下単に「リスク」という。）の早期低減を図るため、次により対応する。</p> <p><b>1 廃止措置計画の申請について</b></p> <p>特定研究開発段階発電用原子炉施設について廃止措置を講じようとする発電用原子炉設置者は、あらかじめ、廃止措置計画を定め、原子力規制委員会の認可を受けなければならない（法第43条の3の34第2項）。この廃止措置計画には、廃止措置の全期間を対象に、研開炉規則第111条第1項及び第3項に定める事項を定めることが求められるが、廃止措置の完了に長期間を要するため、廃止措置の全期間にわたり詳細な工程、方法等を具体的に記載することが困難であるなどの合理的な理由がある場合にあっては、廃止措置の主要な工程及び全体の見通し等に係る事項や、廃止措置期間中に詳細な方法を定めることとする範囲やその時期など、申請者が講ずべき対応が廃止措置計画で明らかにされ、その内容が適切であれば、研開炉規則第111条第1項及び第3項の要件を満たすと考える。</p> <p>もんじゅの廃止措置では、燃料体を炉心等から取り出してリスクを低減する作業を、他に優先して実施しなければならない。このため、もんじゅの廃止措置計画において廃止措置の全期間の全工程について詳細を定めることが困難な合理的な理由がある場合には、廃止措置の工程の全体像を示し、当面実施すべき工程について詳細を定めた廃止措置計画の認可の申請を認め、以後は、詳細を定めることができたものを追記するなどして逐次廃止措置計画の変更の認可を申請することを認める。</p> <p>なお、廃止措置計画の複数の部分に変更が必要になった場合であって、認可の申請を部分ごとに行うことにつき合理的な理由があるときは、当該部分ごとに廃止措置計画の変更の認可を並行して申請することを認める。</p> <p><b>2 廃止措置を実施する上で必要な施設の改造等について</b></p> <p>廃止措置を実施する上で施設の改造又は設置（以下「改造等」という。）が必要となった場合は、①設置の変更の許可の申請及び工事計画の変更の認可の申請において必要とされる事項と同様の事項が廃止措置計画に定められ、②その内容が発電用原子炉施設の現況や研開炉技術基準規則等に照らして適切と認められるのであれば、認可を受けた廃止措置計画に定めるところにより当該改造等を行うことを認める。</p> <p><b>3 放射線被ばくの管理及び低減等について</b></p> <p>～略～</p>	
<p>III. 審査の基準</p> <p>2. 申請書記載事項に対する審査基準</p> <p>(2) 廃止措置期間中に性能を維持すべき施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・試験炉規則第16条の6第1項第6号</li> <li>・実用炉規則第116条第1項第6号</li> </ul>	<p><b>第5 申請書に記載する廃止措置計画に定めるべき事項に対する審査（研開炉規則第111条第1項及び第3項）</b></p> <p><b>6 性能維持施設（研開炉規則第111条第1項第6号）</b></p> <p>性能維持施設が、設置許可及び工事計画認可等既往の許認可に基づく施設並びに保安規定（保全計画等保安規定に基づく下位文書を含む。以下同じ。）に基づき保守管理の対象としている設備類（緊急安全</p>	<p>A) 燃料体取出し作業を完了したもんじゅにおいて、性能維持施設に対する要求の観点から、<u>発電炉基準（公衆及び放射線業務従事者の受ける線量の抑制又は低減）</u>と共通と考えられる。</p> <p>B) もんじゅの審査に関する考え方では、「第4 基本的考え方」に記載されたもんじゅの特殊性への対応として、初回申請では</p>

発電用原子炉施設及び試験研究用等原子炉施設の廃止措置計画の審査基準	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	事業者見解
<p>・<u>開発炉規則第111条第1項第6号</u>  <u>公衆及び放射線業務従事者の受ける線量の抑制又は低減の観点から、廃止措置対象施設内に残存する放射性物質の数量及び分布等を踏まえ、立案された核燃料物質による汚染の除去手順、設備・機器又は施設の解体手順等の措置との関係において、廃止措置期間中に性能を維持すべき施設（以下「性能維持施設」という。）が、廃止措置期間を見通した廃止措置の段階ごとに適切に設定されており、性能維持施設を維持管理するための基本的な考え方が示されていること。</u>  また、これに基づき選定された具体的な設備が施設区分ごとに示されていること。</p>	<p>対策として整備したものを含む。）から抽出され、定められていること。  維持すべき性能又は性能維持施設に廃止措置の進捗に応じた変化（性能維持施設の増減を含む。以下第5の6及び7において同じ。）があるときは、当該廃止措置の進捗に応じた段階ごとに定められていること。  また、廃止措置を実施する上で必要な施設の改造等に係る廃止措置計画の認可の申請を受けた際は、維持すべき性能又は性能維持施設に当該改造等による変化がないかを確認し、変化があると認められる場合は、申請に係る廃止措置計画に当該変化に応じて維持すべき性能及び性能維持施設に関することが定められていることを確認すること。  <u>維持すべき性能又は性能維持施設に改造等の進捗に応じた変化があるときは、当該改造等の進捗に応じた段階ごとに定められていること。</u>  なお、認可を申請する時点で、個別の性能維持施設を抽出して特定し難い場合は、設備等を特定して性能維持施設を定める時期を示した上で、設備等が属する系統や施設等が性能維持施設として定められていること。</p>	<p>燃料体取出しを優先し、その後逐次計画変更を行うことから、「第5 6性能維持施設」において、初回申請において、既許認可施設から性能維持施設を抽出し、その後の廃止措置の進捗、施設改造に応じて、段階的に見直す建付けになっている。  C) 上記に従って、もんじゅの廃止措置計画をこれまで策定、変更しており、<u>今回申請においては第2段階後半を対象として、性能維持施設の見直しを行う。</u>  D) Na 関連設備に関する今回申請内容  （ア）第2段階後半において、公衆及び放射線業務従事者の受ける線量に直接影響を与える Na 関連設備はない。  （イ）原子炉容器廻りの Na 関連設備の性能喪失により、施設内で汚染拡大等が発生すると、廃止措置工程の大幅な遅れが生じ、廃止措置を通じた公衆及び放射線業務従事者の受ける線量の計画的な低減を損ねるリスクがあることから、<u>安全機能の摘出フローのステップ③の考えにより原子炉容器廻りの性能を維持する。</u>  （ウ）バルク Na の拔出し・搬出のため、Na 配管等の改造等を行うが、改造対象には原子炉容器廻り（性能維持施設）を含まないことから、もんじゅの審査に関する考え方の「<u>維持すべき性能又は性能維持施設に改造等の進捗に応じた変化</u>」には当たらない。</p>
<p>（3）<u>性能維持施設の位置、構造及び設備並びにその性能並びにその性能を維持すべき期間</u>  ・<u>試験炉規則第16条の6第1項第7号</u>  ・<u>実用炉規則第116条第1項第7号</u>  ・<u>開発炉規則第111条第1項第7号</u>  （2）で選定された性能維持施設について、それぞれ位置、構造及び設備並びにその性能並びにその性能を維持すべき期間が示されていること。  また、ここで示される性能維持施設の性能については、性能維持施設が維持すべき機能ごとに、その性能を満たすために必要な仕様等（以下単に「必要な仕様等」という。）が示されていること。  また、原子炉施設を解体する工事を実施するに当たって、公衆及び放射線業務従事者の受ける線量を抑制し、又は低減する観点その他の原子力安全の観点から、<u>専ら廃止措置で使用するために導入する施設又は設備において、当該施設又は設備の</u></p>	<p>7 <u>性能維持施設の位置、構造及び設備並びにその性能、その性能を維持すべき期間並びに研開炉技術基準規則第2章及び第3章に定めるところにより難い特別な事情がある場合はその内容（研開炉規則第111条第1項第7号）</u>  ① 性能維持施設の位置、構造及び設備、その性能並びにその性能を維持すべき期間が具体的に定められていること。維持すべき性能に廃止措置の進捗等に応じた変化があるときは、廃止措置の進捗等に応じた段階ごとに定められていること。  ② 研開炉技術基準規則第2章及び第3章に規定する基準（以下「維持基準」という。）により難い特別な事情があるため、廃止措置計画に定めるところにより性能維持施設を維持しようとする場合は、当該特別な事情を明らかにするとともに、発電用原子炉施設の現況や技術上の基準等に照らし適切な方法及び水準により性能維持施設を維持する方法等が定められていること。なお、特別な事情の類型を例示すれば次のとおりであり、これらに該当することについて具体的に説明されていること。  ○ 当面の安全性は確保できる旨の大略の評価結果は得ているものの、精緻な評価結果を得るためには、適切な資源配分を行ったとしても相当の期間を要するため、直ちに維持基準への適合性を説明することができない場合  ○ 施設の現況等に照らし、維持基準をそのまま適用することは合理的でない場合  ○ <u>性能維持施設を維持基準に適合させることよりも、速やかに当該施設に係るリスクを低減させることが合理的である場合</u></p>	<p>E) 上述（D）（ウ）の通り、バルク Na の拔出し・搬出のための Na 配管等の改造は、改造対象が既に性能維持を要しない段階に入っていることから、もんじゅの審査に関する考え方の「<u>維持すべき性能又は性能維持施設に改造等の進捗に応じた変化</u>」には当たらない。  F) なお、<u>性能維持施設から除外するバルク Na の拔出し・搬出に係る設備の管理は、作業管理の中で実施するが、もんじゅの審査に関する考え方の「② 性能維持施設を維持基準に適合させることよりも、速やかに当該施設に係るリスクを低減させることが合理的である場合」に類似している。</u>  G) また、Na 配管等は、<u>工用仮設備と同様の扱いとなること</u>から、発電炉基準の専ら施設（専ら廃止措置で使用するために導入する施設又は設備）或いはもんじゅの審査に関する考え方の（性能維持施設の改造等）には当たらず、<u>当該施設又は設備の設計及び工事の方法に関することを示すこと、或いは設計、工事、当該工事の管理及び試験・検査の方法に関すること（当該工事において溶接を行う場合は、溶接の設計、施工管理及び</u></p>

&lt;別紙&gt;

発電用原子炉施設及び試験研究用等原子炉施設の廃止措置計画の審査基準	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	事業者見解
<p>設計及び工事の方法に関することが示されていること。</p> <p>研究開発段階発電用原子炉にあつては、(2)で選定された性能維持施設について、技術上の基準により難い特別の事情がある場合は、当該事情を明らかにするとともに、発電用原子炉施設の現況や技術上の基準等に照らし適切な方法により性能維持施設を維持すること、必要な仕様等を満たすこと等が示されていること。</p>	<p>③ <u>性能維持施設の改造等を行う場合は、設計、工事、当該工事の管理及び試験・検査の方法に関すること（当該工事において溶接を行う場合は、溶接の設計、施工管理及び試験・検査の方法に関することを含む。）が定められていること。</u></p> <p>④ 申請の時点で詳細な事項等を定め難い性能維持施設がある場合は、その理由を明らかにするとともに、当該性能維持施設について、詳細な事項等を定めるための方針及びその時期が定められていること。この場合において、詳細な事項等を定める時期が異なる部分があるときは、当該部分ごとに詳細な事項等を定める時期が定められていること。</p> <p>⑤ 性能維持施設の保守管理その他の事項について保安規定において具体的な対応等を定める場合は、その旨が記載されていること。</p>	<p><u>試験・検査の方法に関することを含む。）が定められていることの要求には該当しない。</u></p>