案

性能維持施設

R4年6月●日

日本原子力研究開発機構（JAEA）

説 明 要 旨

目次	要点	頁
廃止措置段階における設備の維持･運用 ①廃止措置進捗に伴う設備の維持･運用の見直し ②廃止措置進捗に伴う要求機能の概念的な整理 ③廃止措置全体像とプラントの安全要求機能のマイルストンとの関係	廃止措置段階の諸設備の維持・運用は、廃止措置各段階のプラントの機能要求を満足しつつ、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行う。それらの状態変化をマイルストンとして定めて、マイルストンに応じて変化する特徴的は維持機能の推移を整理した。	2～4
廃止措置段階におけるプラントの機能要求に対応した施設の性能維持 ①性能維持施設による安全性確保の基本的な考え方 ②廃止措置段階の要求機能の詳細整理 ③維持機能の選定例	施設にはプラントの機能要求を直接担うもの、サポート機能を有するもの及びその他の安全確保上必要なものがあり、各廃止措置段階の機能要求を満足できるプラント運用を行うため、各施設の位置づけに応じて維持すべき性能を確保する。プラントの安全機能要求として、原子力災害の防止・対応と廃止措置の安全要求の観点から、施設の維持機能を摘出した。	5～8
廃止措置進捗に応じた性能維持施設の維持性能の変化 ①性能維持施設の性能(設備容量)の基本的な考え方 ②各種設備の維持機能と維持期間の関係 ③各種設備の維持機能とプラント状態の関係 ④廃止措置計画における性能維持施設の記載方針	廃止措置移行・進捗に伴い、性能維持施設として維持すべき性能の変化としては、マイルストンにおける機能要求の変化、設備・機器の運用範囲の変化によるものと廃止措置推進のための新設備への対応がある。 廃止措置段階に必要な性能を維持するために必要な基本的な考え方を整理し、代表的な設備について検討し、廃止措置計画（第6-1表）への記載方法を見直す。 【代表的な設備：燃料取扱い関連設備，燃料池関連設備，ナトリウム関連設備，放射線管理施設，換気空調設備】	9～19
リカバリープランで使用する設備の管理	しゃへい体等の取出し作業に用いる設備は性能維持施設として管理するが、燃料体取出し作業時と異なるプラント状態となる箇所については、万一の場合に備えたリカバリープランを準備している。 このリカバリープランで使用する設備についても性能維持施設として管理し、可能な限り速やかに使用できるよう維持する。	20
第２段階の性能維持施設の変更点	これまでの説明のまとめとして、第１段階と第２段階の性能維持施設の変更点を以下に分けて整理した。 ・性能維持施設とする施設の見直し ・しゃへい体等取出しに関する見直し ・廃止措置のマイルストンでのプラントの安全機能要求変化の反映 ・性能維持施設の性能の詳細化	21

廃止措置における設備の維持・運用の見直し

- 廃止措置に移行した原子炉施設は、プラント運転中と異なり、原子炉運転に係る原子力災害の発生リスクがなく、廃止措置の進捗に伴い、公衆及び放射線業務従事者の放射線被ばくリスクが次第に低減
- このような廃止措置プラントの特徴を踏まえ、プラントの安全機能要求を満足しつつ、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設備を維持・運用

廃止措置への移行、進捗による設備の要求条件、状況の変化

プラント安全機能要求
・維持すべき安全機能
・安全機能の要求レベル
（信頼性、多重性、時間余裕等）
・維持すべき期間

設備維持上の課題
・設備経年劣化
・交換部品確保
・メーカサポート、対応要員維持

廃止措置作業との関係
・廃止措置作業用機能の追加
・廃止措置作業との干渉
（スペース、工程取合、要員等）
・より効果的な運用

設備の維持・運用再評価

設備の維持・運用の再評価

廃止措置の進捗に応じ、
・プラントの安全機能要求を満足しつつ、設備の維持・運用を確実かつ効果的に行い、
・廃止措置作業を安全、確実かつできる限り速やかに推進する

設備の維持・運用計画を検討

今後の設備の維持・運用計画

設備機能不要

設備維持期間の終了

廃止措置の進捗に従い、
・プラントの安全機能要求を満たす上で維持・運用の必要性がなくなった設備は、設備の性能維持を終了し、準備が整い次第、解体・撤去

設備機能必要

設備運用計画

廃止措置の進捗に従い、プラントの安全機能を満たすため、設備の状況に応じて、最適な運用方針を選択

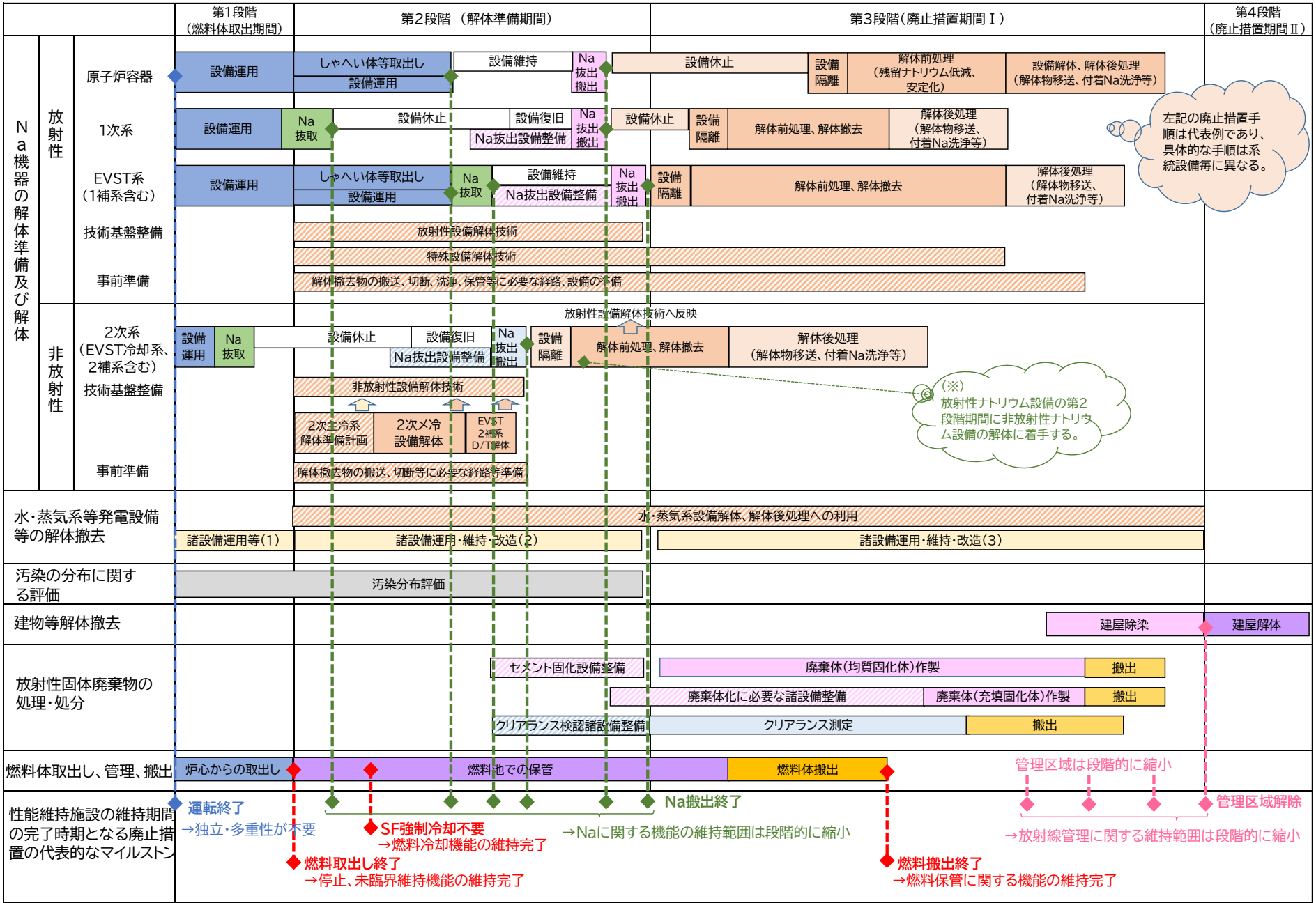
・変更なし
・運用・維持方法変更
・設備更新
・移設、改造
・代替設備への移行

廃止措置進捗に伴うプラントの安全要求機能の概念的な整理

- 廃止措置の進展に伴い、プラントの安全要求機能はマイルストン毎に変化
- 原子力災害の防止・対応及び廃止措置の安全確保のため、マイルストンに応じて性能維持施設を見直し

		運転段階	廃止措置段階 第１段階	廃止措置段階 第２段階	廃止措置段階 第3段階	廃止措置段階 第4段階
		発電炉に共通的なマイルストン： 運転終了▽		▽SF強制冷却不要	▽燃料搬出終了	▽管理区域解除
性能維持施設	原子力災害の防止・対応	**①原子力災害防止【運転許認可の枢要施設】** 「止める」	・原子炉停止 ・原子炉未臨界維持 ・SFプール未臨界維持 ・新燃料未臨界維持	・原子炉停止 ・原子炉未臨界維持 ・SFプール未臨界維持 ・新燃料未臨界維持	・原子炉停止 ・原子炉未臨界維持 ・SFプール未臨界維持 ・新燃料未臨界維持	
		「冷やす」	・炉心冷却（運転時） ・崩壊熱除去 ・SFプール冷却	・炉心冷却 ・崩壊熱除去 ・SFプール冷却	・炉心冷却 ・崩壊熱除去 ・SFプール冷却	
		「閉込める」	・事故時放出抑制 ・炉心、EVST内燃料 ・SFプール内SF ・系統内放射性物質	・事故時放出抑制 ・炉心、EVST内燃料 ・SFプール内SF ・系統内放射性物質	・事故時放出抑制 ・炉心、EVST内燃料 ・SFプール内SF ・系統内放射性物質	・事故時放出抑制 ・施設内燃料 ・SFプール内SF ・系統放射性物質
		②シビアアクシデント対応【廃止措置で導入した新規制基準対応施設】	・電源喪失、大規模火災等への対策			
		もんじゅ特有のマイルストン： ▽燃料取出し終了			▽バルクNa搬出終了	▽Na処理終了
	廃止措置の安全確保	**③もんじゅ特有の廃止措置安全措置【運転許認可、廃止措置計画の燃取、Na設備】**	・燃料取扱い ・Na漏えいの影響緩和	・しゃへい体等取扱い ・Na漏えいの影響緩和 ・Naの抜取・搬出 ・Na機器の移送、洗浄	・Na機器の移送、洗浄 ・残留ナトリウム処理	
		④廃止措置の安全確保【運転許認可、廃止措置計画の諸設備】	・非常用電源(①以外) ・換気 ・放射線管理	・運転停止恒久的措置 ・非常用電源(①以外) ・換気 ・放射線管理	・非常用電源(①以外) ・換気 ・放射線管理	・換気 ・放射線管理 ・廃棄体化 ・建屋解体
		⑤廃止措置の実施【自主的に管理する施設、廃棄対象施設を含む】	・プラント運転補助機能（淡水供給機能、排水処理機能） ・換気機能（非管理区域）			

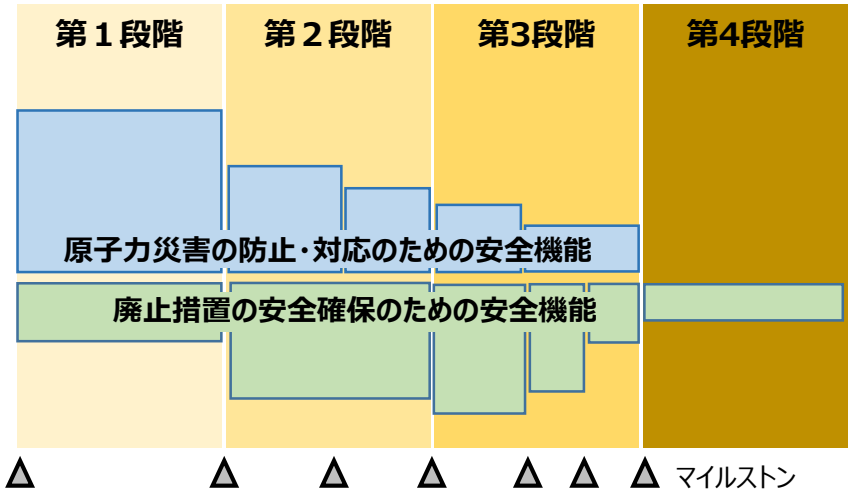
廃止措置全体像とプラントの安全要求機能のマイルストンとの関係



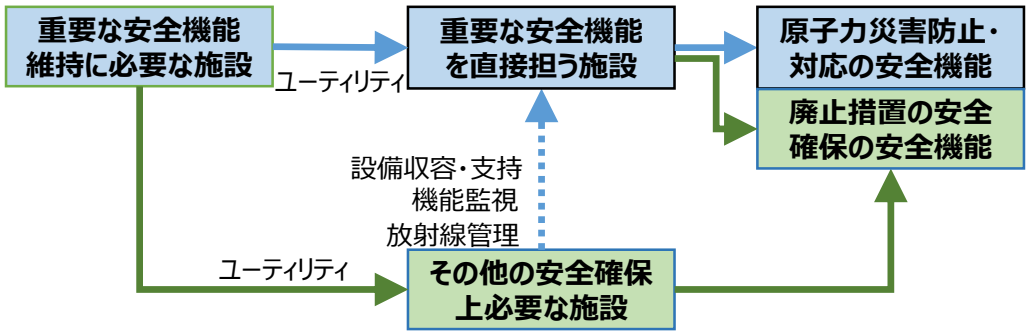
性能維持施設による安全性確保の基本的な考え方

段階的に変化するプラント状態に合わせ、重要な安全機能を直接担う施設に加え、サポート機能を有する施設及びその他安全確保上必要な施設も性能維持施設として適切に管理することにより、廃止措置プラントの安全性を確保する。

廃止措置段階の安全機能要求変化



安全機能を維持するための運用（例）



廃止措置段階の進展に応じた性能維持施設管理

各マイルストンのプラント状態における
安全機能要求摘出

重要な安全機能(止める,冷やす,閉じ込める)の
維持すべき性能の評価

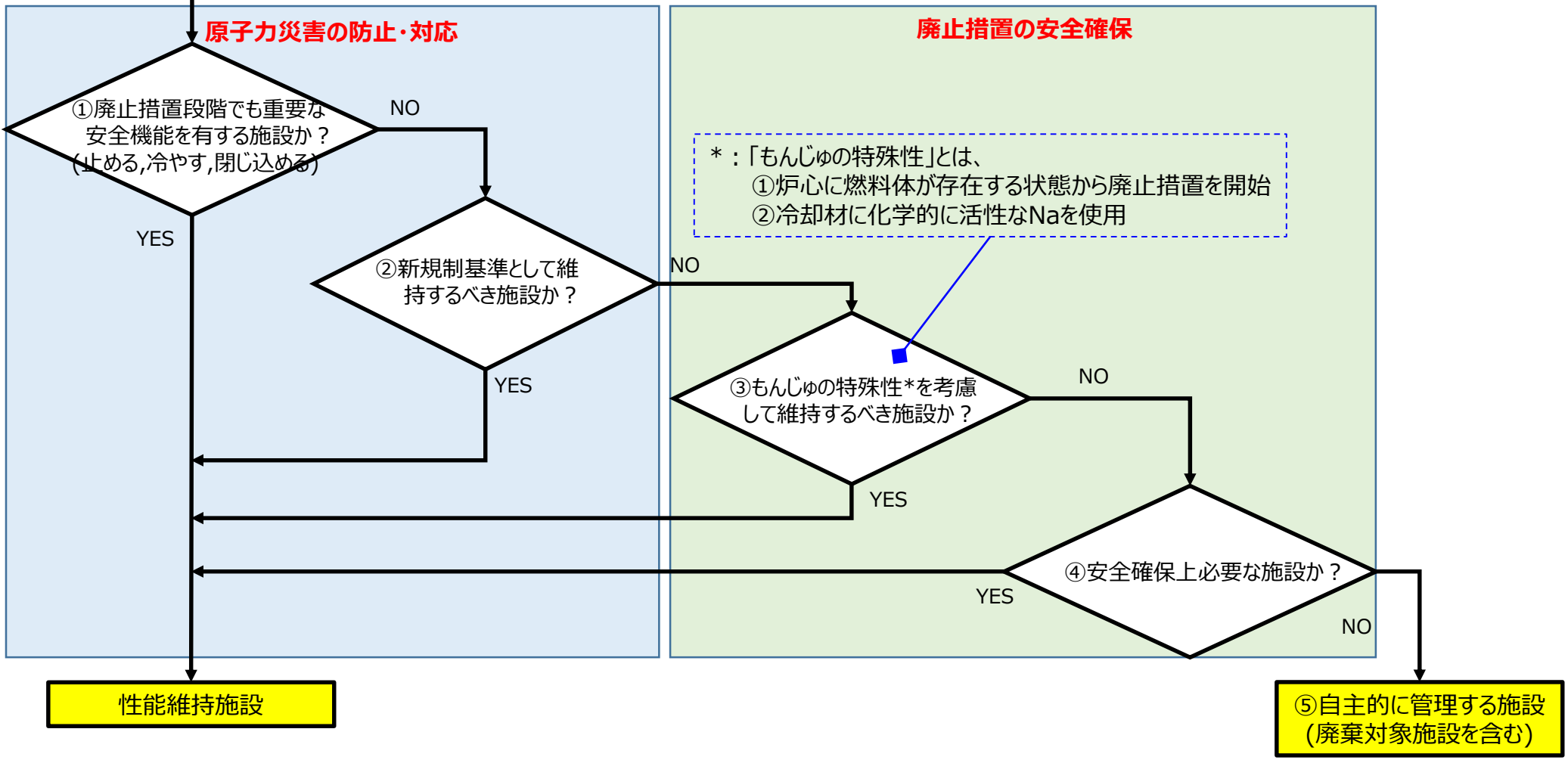
その他の安全確保上必要な機能の
維持すべき性能の評価

廃止措置の
進展に応じた
性能維持施設

廃止措置段階の要求機能の詳細整理

- 廃止措置プラントの特徴を踏まえ、安全の確保を大前提とした上で、廃止措置を合理的かつ確実に進める観点から、性能維持施設を整理
- 性能維持施設は施設・設備単位で詳細に設定

・発電用原子炉施設(既往の許認可に基づく施設)
・保守管理の対象としている設備類(新規制基準対応として整備するものを含む。)



維持機能の選定例（１）

● 判断プロセスに対応する維持機能を有する機器を性能維持施設とする。

分類	判断プロセス		該当する維持機能
原子力災害の防止・対応	①廃止措置段階の主な要求機能を有する施設	止める	未臨界維持の監視機能
			未臨界維持機能
			炉心形状の維持機能
		冷やす	冷却機能
			冷却材保有機能
			電源供給機能（燃料冷却に係るもの）
		閉じ込める	ナトリウムの保持機能（１次系，EVST系）
			ナトリウム酸化防止機能（１次系，EVST系）
			放射性物質漏えい防止機能
			放射性物質の貯蔵機能
			放射線遮蔽機能
	②新規制基準として整備する施設		電源応急復旧機能
			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　　等
廃止措置の安全確保	③もんじゅの特殊性を考慮して維持するべき施設		燃料を安全に取り扱う機能
			原子炉冷却材液位確保機能
			ナトリウムの保持機能（２次系　等）
			ナトリウムの浄化機能（２次系　等）
			ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能
			ナトリウム酸化防止機能（２次系　等）
			プラント状態の測定・監視機能（ナトリウム漏えい監視）
			雰囲気温度の監視機能（ナトリウム漏えい監視）
			機器洗浄機能
			機器移送機能

維持機能の選定例（２）

● 判断プロセスに対応する維持機能を有する機器を性能維持施設と、安全に寄与しない機器は自主的に管理する。

分類	判断プロセス	該当する維持機能
廃止措置の安全確保	④安全確保上必要な施設	予熱機能（地下台車）
		制御棒駆動機構の保持監視機能
		予熱・保温機能
		冷却機能（機器冷却系）
		浄化機能（燃料池の水浄化機能）
		通信・連絡機能
		放射線管理機能
		放射線監視機能
		放出管理機能
		換気機能（管理区域，中央制御室，電気設備室）
		ナトリウム酸化防止機能（水・蒸気系）
		放射性廃棄物処理機能
		プラント運転補助機能
		プラント状態の測定・監視機能
		機器の支持機能
		電源供給機能
		通信機能、照明機能
		消火機能

自主的に管理する施設	該当する機能
⑤上記施設をサポートする施設 （安全には寄与しない）	プラント運転補助機能（淡水供給機能、排水処理機能）
	換気機能（非管理区域）

性能維持施設の性能（設備容量）の基本的な考え方

① マイルストーンの進捗に応じて変化するプラント状態への対応

◆「燃料取出し」、「ナトリウムのドレン・固化」、「使用済み燃料の強制冷却が不要」等により、機能維持要求が無くなる設備　【具体事例はP11,12,14,16,17】
原子炉冷却系、EVST冷却系、放射線監視設備　等

➡ 系統運用を停止（Na系はNaを抜き取り固化）にて対応

② 廃止措置移行時に変化したプラント状態への対応

◆独立・多重性の安全機能要求が無くなる設備　【具体事例はP18】
原子炉補機冷却系、機器冷却系、ディーゼル発電機、浄化系機器、換気空調設備、計測制御設備　等

➡ 運用系統数の削減にて対応

◆出力運転を前提として設計された機器の適正化に対する対応　【具体事例はP18】
電源設備、換気空調設備、ボイラ　等

➡ 運用台数の削減、設備改造等による運用見直しにて対応

③ 廃止措置を進めるため、新たに必要となる設備への対応

◆施設解体に必要となる設備の性能（設備容量不足）
廃棄物処理設備、解体作業関連施設　等

➡ 設備増強、設備追設にて対応

燃料取扱い関連設備の維持機能と維持期間の関係

分類	燃料取扱い関連設備に該当する維持機能	維持期間（関連するマイルストン）		
		取出し完了	強制冷却不要	搬出完了
原子力災害の防止・対応	燃料を安全に取り扱う機能	○ (機能変更)		
廃止措置の安全確保	予熱機能（地下台車）	○		
廃止措置の安全確保	制御棒駆動機構の保持監視機能	○		
原子力災害の防止・対応	冷却機能（燃料池の水冷却に係るもの）		○	
原子力災害の防止・対応	電源供給機能（燃料池の水冷却に係るもの）		○	
原子力災害の防止・対応	冷却水保有機能（燃料池の水冷却に係るもの）			○
原子力災害の防止・対応	放射性物質の貯蔵機能			○
廃止措置の安全確保	電源応急復旧機能			○
廃止措置の安全確保	大規模火災に対する消火機能			○
廃止措置の安全確保	燃料池の水位確保機能			○
廃止措置の安全確保	放射性物質拡散抑制機能			○
廃止措置の安全確保	海水供給機能			○
廃止措置の安全確保	燃料池の水位確保機能　等			○
廃止措置の安全確保	浄化機能（燃料池の水浄化機能）			○
廃止措置の安全確保	通信・連絡機能			○

代表例はP11

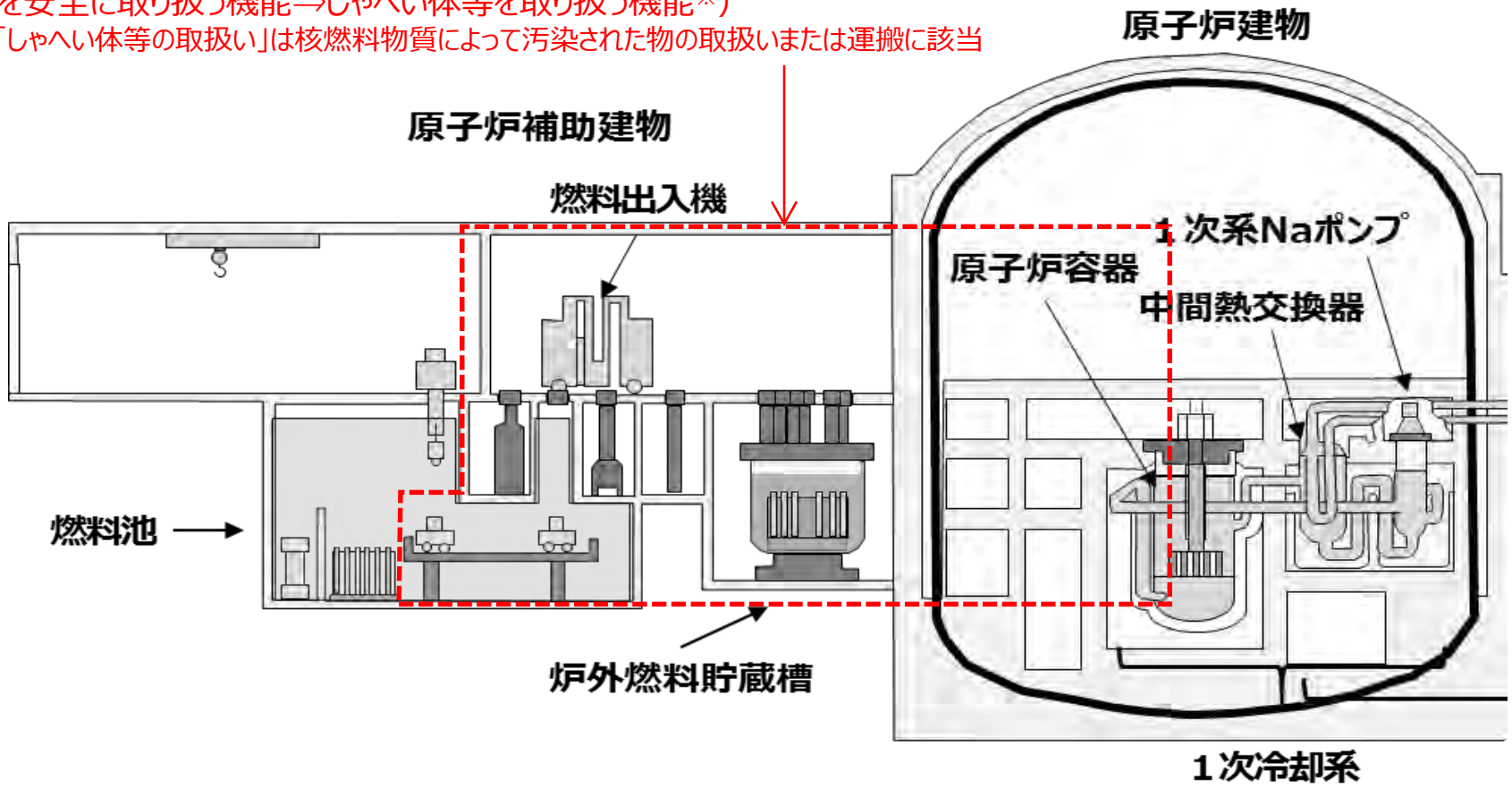
代表例はP12

マイルストンの
進捗に従い、
維持機能は順次縮小

燃料取扱い関連設備の維持機能とプラント状態の関係

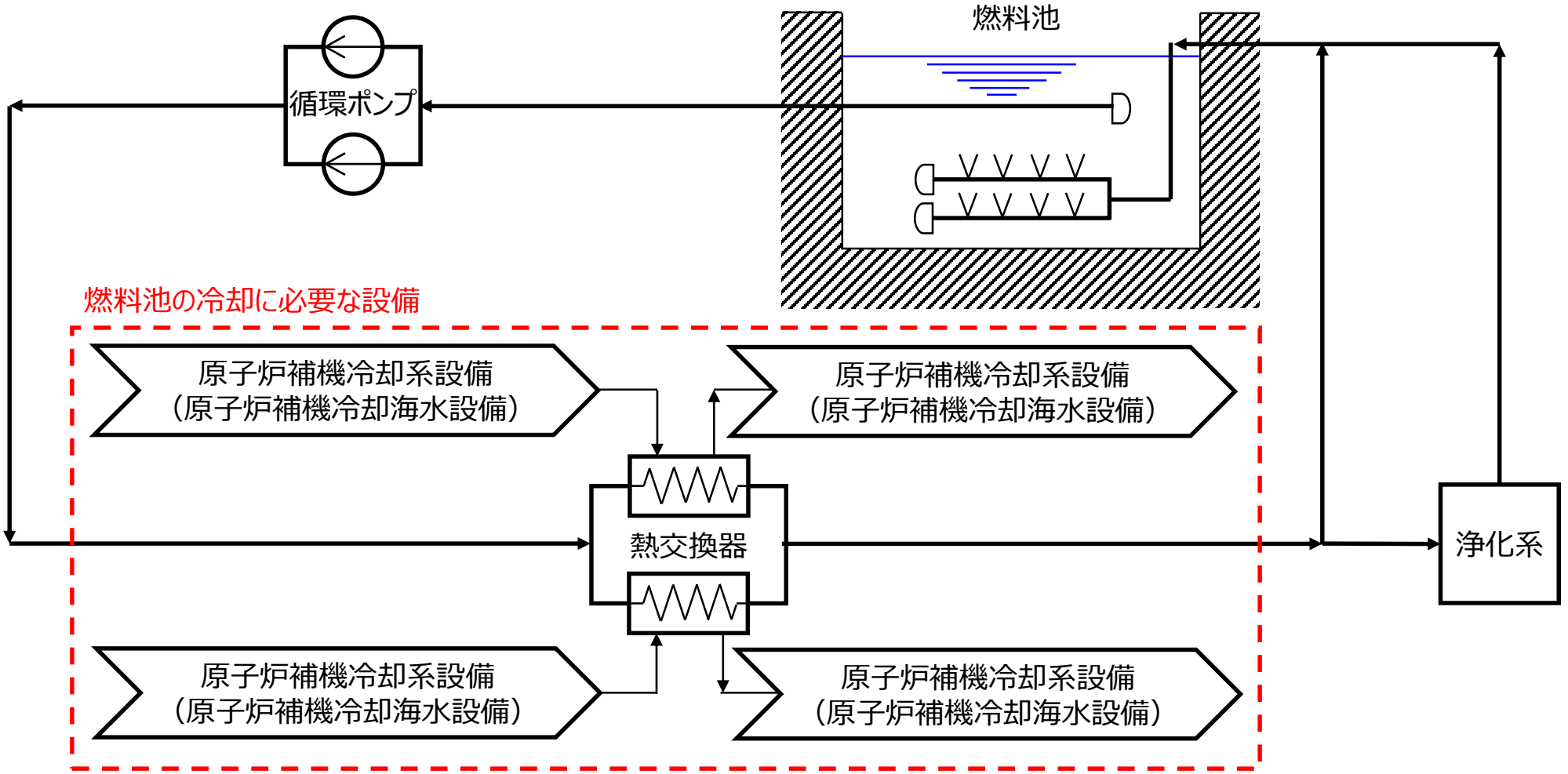
- 「燃料取出し作業」や「燃料処理作業」に必要な『燃料を安全に取り扱う機能』は第１段階で維持終了。
- 安全上の要求グレードは格段に下がるが、「しゃへい体等取出し作業」や「しゃへい体等処理作業」でも継続して設備を使用することから『しゃへい体等を取り扱う機能』として、性能維持施設として管理。

維持機能を変更
（燃料を安全に取り扱う機能⇒しゃへい体等を取り扱う機能※）
※：「しゃへい体等の取扱い」は核燃料物質によって汚染された物の取扱いまたは運搬に該当



燃料池関連設備の維持機能とプラント状態の関係

- 全ての使用済み燃料を燃料池に移動したことから、新たなマイルストンとして『使用済み燃料の強制冷却が不要となるまで』を設定。
- 燃料池の冷却に必要な設備の維持期間は「使用済み燃料の強制冷却が不要となるまで」とする。



ナトリウム関連設備の維持機能と維持期間の関係

分類	ナトリウム関連設備に該当する維持機能	維持期間（関連するマイルストン）			
		タンク等に固化	搬出完了	安定化処理完了	機器洗浄・移送完了
原子力災害の防止・対応	ナトリウムの保持機能（１次系，EVST系）	○	○（Na移送時※１）		
原子力災害の防止・対応	原子炉冷却材液位確保機能	○			
原子力災害の防止・対応	ナトリウムの保持機能（２次系　等）	○	○（Na移送時※１）		
原子力災害の防止・対応	ナトリウムの浄化機能（２次系　等）	○			
原子力災害の防止・対応	ナトリウム漏えい時の熱的・化学的影響の緩和機能	○	○（Na移送時※１）		
原子力災害の防止・対応	プラント状態の測定・監視機能（ナトリウム漏えい監視）	○	○（Na移送時※１）		
廃止措置の安全確保	予熱・保温機能	○	○（Na移送時※１）		
廃止措置の安全確保	冷却機能（機器冷却系）	○			
原子力災害の防止・対応	ナトリウム酸化防止機能（１次系，EVST系）			○	
原子力災害の防止・対応	ナトリウム酸化防止機能（２次系　等）			○	
廃止措置の安全確保	ナトリウム酸化防止機能（水・蒸気系）			○	
原子力災害の防止・対応	機器洗浄機能				○
原子力災害の防止・対応	機器移送機能				○

マイルストンの進捗に従い、維持機能は順次縮小

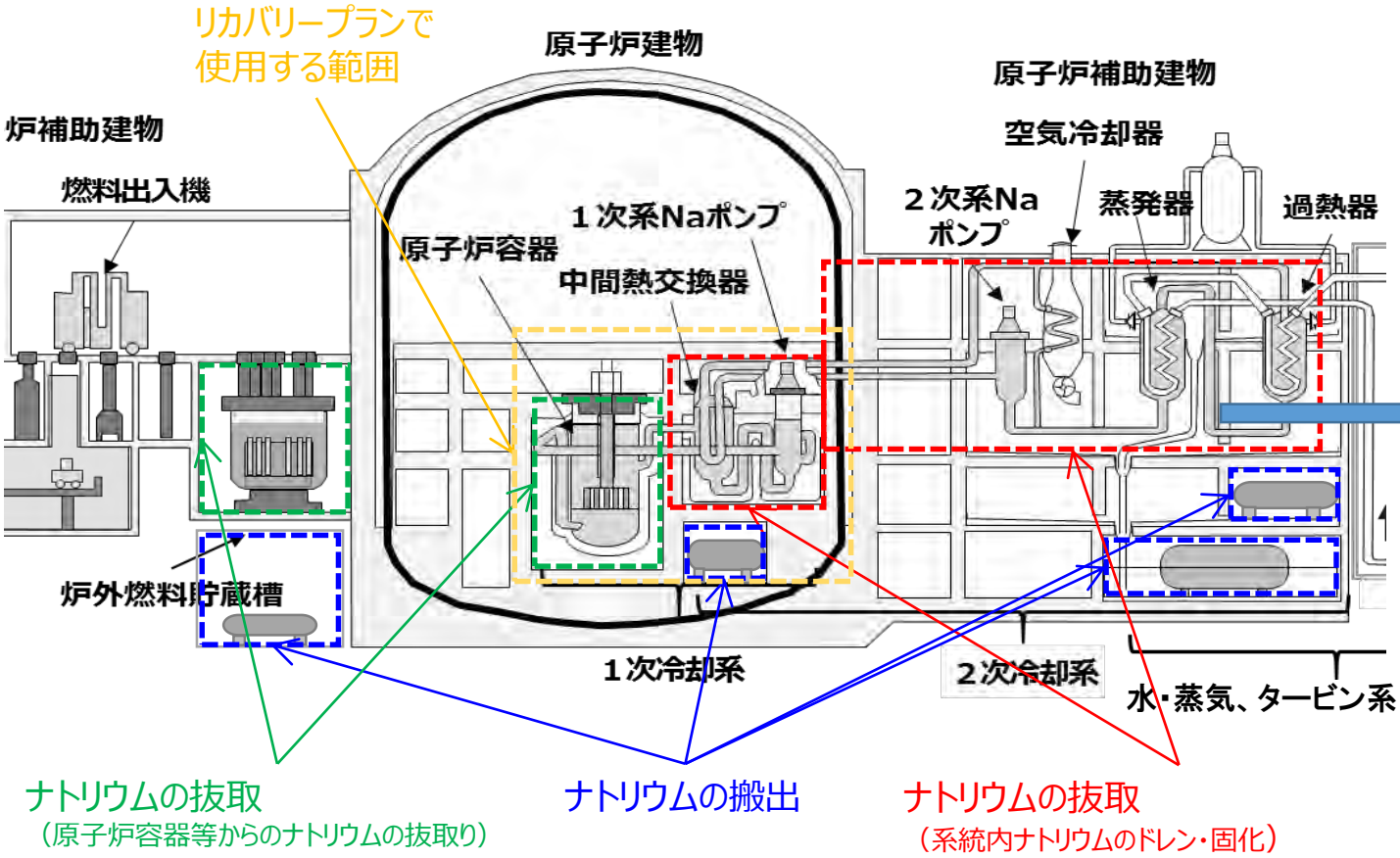
※１：ナトリウム移送の詳細確定後に別途申請

代表例はP14

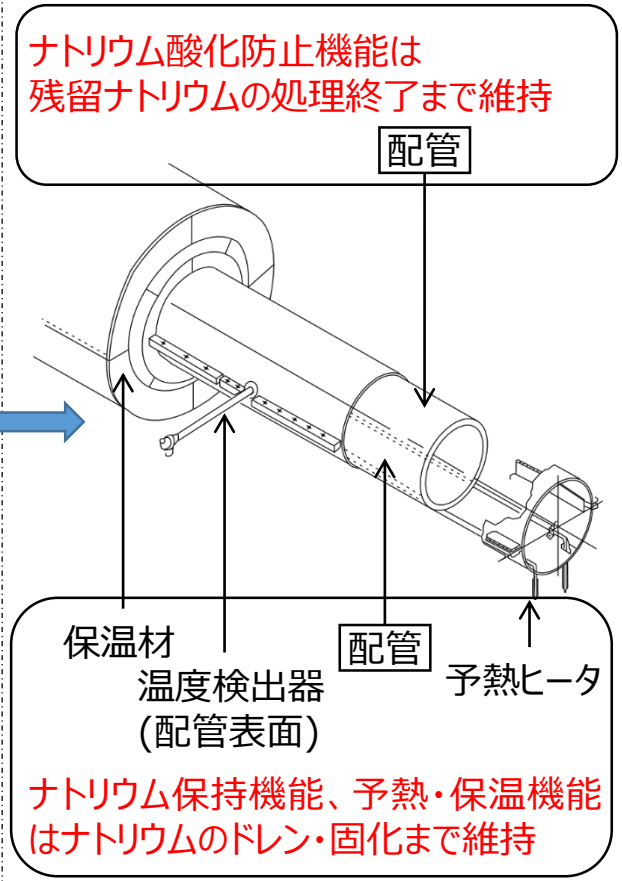
ナトリウム関連設備の維持機能とプラント状態の関係

廃止措置の進捗に応じて、維持すべき機能の範囲（ナトリウムの保有範囲）は段階的に縮小していく。

- 系統内のナトリウムをタンクにドレンし、固化
- 原子炉容器，EVST（１補系を含む）からのナトリウムの抜取り
- ナトリウムの搬出
- 残留ナトリウムの処理



ナトリウム機器の主な維持機能（ナトリウム保持機能、予熱・保温機能）の終了時期



ナトリウム配管の維持機能

放射線管理施設等の維持機能と維持期間の関係

分類	放射線管理施設等に該当する維持機能	維持期間（関連するマイルストン）		
		廃棄物処理	対象設備への機能維持不要	管理区域解除
廃止措置の安全確保	放射性廃棄物処理機能	○		
廃止措置の安全確保	プラント運転補助機能	○		
廃止措置の安全確保	電源供給機能		電源負荷設備解体着手	
廃止措置の安全確保	通信機能、照明機能		対象設備解体着手	
廃止措置の安全確保	消火機能		対象設備解体着手	
廃止措置の安全確保	放射線遮蔽機能		線源設備解体完了	
廃止措置の安全確保	機器の支持機能		支持対象機器維持期間完了	
廃止措置の安全確保	プラント状態の測定・監視機能		測定対象系統維持期間完了	
原子力災害の防止・対応	放射性物質漏えい防止機能			○
原子力災害の防止・対応	雰囲気温度の監視機能（ナトリウム漏えい監視）			○
廃止措置の安全確保	放射線管理機能、放射線監視機能			○(段階的に縮小)
廃止措置の安全確保	放出管理機能			○
廃止措置の安全確保	換気機能（管理区域）			○(段階的に縮小)
廃止措置の安全確保	雰囲気圧力の監視機能			○

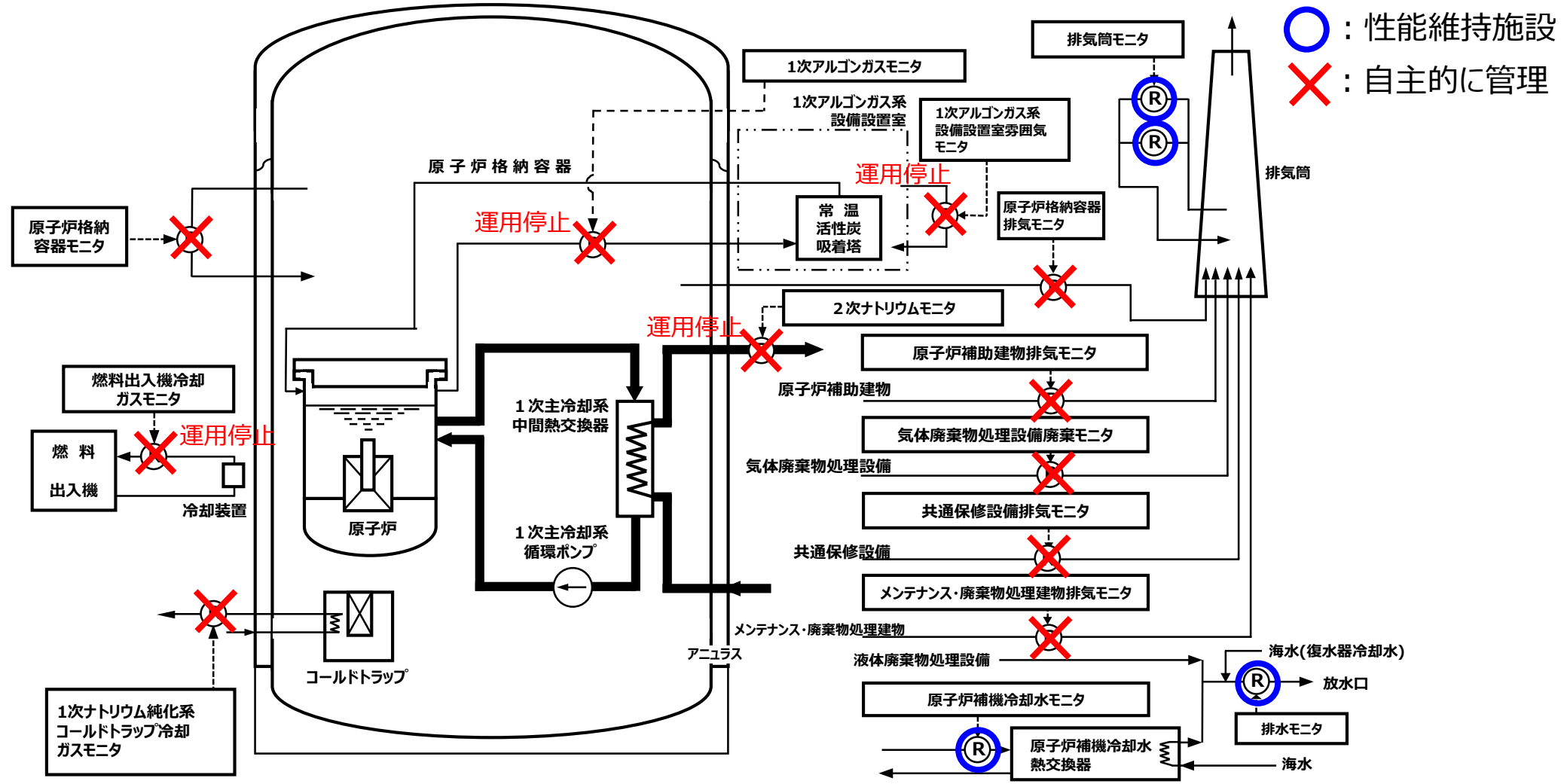
マイルストンの進捗に従い、維持機能は順次縮小

代表例は P16,17

代表例は P18

放射線管理施設の維持機能とプラント状態の関係

プロセスモニタリング設備の維持範囲（系統内や環境へ放出する放射性物質の放出管理、放射線監視の設備）
- 炉心等からの燃料体の取出しが完了することで、汚染の恐れが無くなる範囲の維持は終了
- 汚染の恐れがある範囲に維持は継続
- 環境へ放出する放射性物質の放出管理、放射線監視は管理区域を解除するまで維持

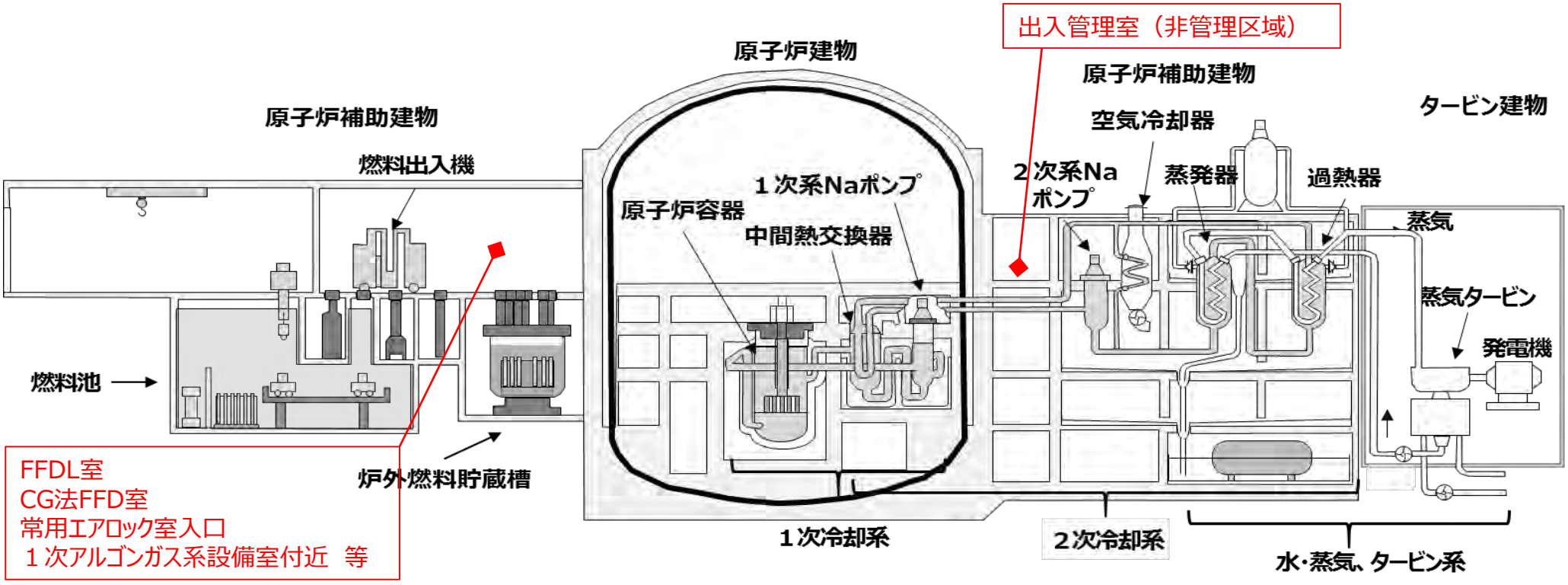


放射線管理施設の維持機能とプラント状態の関係

エリアモニタリング設備の維持範囲（管理区域内の人の立入制限等の管理を行うため、放射線監視の設備）

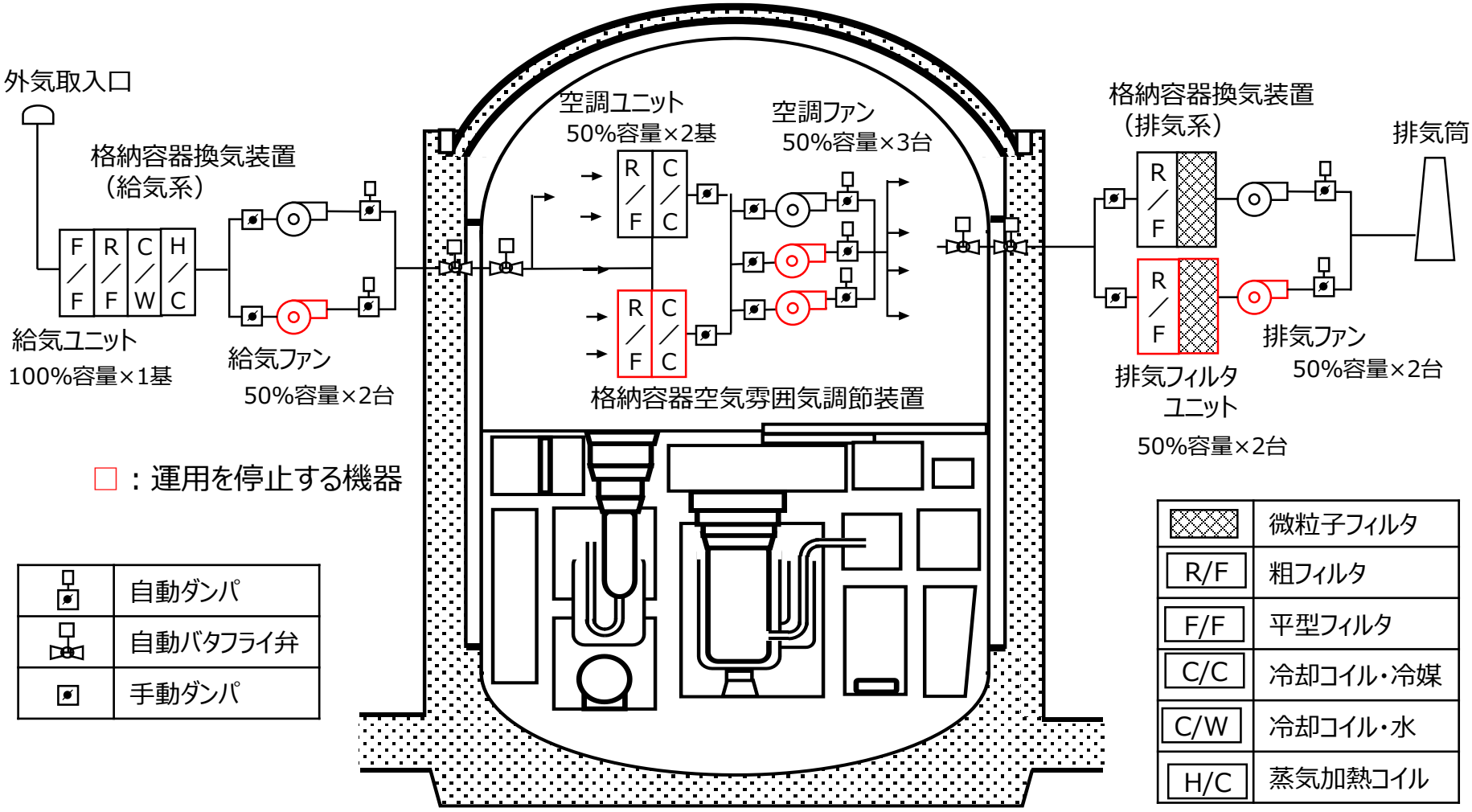
- 炉心等からの燃料体の取出し完了やこれにより放射線レベルの変動がなくなること、プラントの汚染状況が軽微であることを踏まえ、運用停止可能なエリアモニタを選別
- 燃料体を保管する燃料池や気体、液体、固体廃棄物処理系付近、運転床等、線量変動監視や作業環境把握、パトロール等で立ち入る代表的なエリアモニタは維持

第２段階に運用停止するエリアモニタの代表例



換気空調設備の維持機能とプラント状態の関係

- プラント定格運転状態を想定して設備を設置しており、廃止措置段階では設備容量は過剰（台数）
- このため、廃止措置段階のプラント状態を考慮して、必要な換気・空調機能を維持し、ファン・空調ユニット各々１台運用 、運用を停止する機器は、保安規定（保全計画）に基づき管理



廃止措置計画における性能維持施設の記載方針

- 設置許可、工認、技術基準、保安規定、設計図書類から機能/性能に係る記載を抽出し、性能の記載を詳細化
- 性能を発揮に必要な維持台数を追記（事業者自主検査、施設定期検査、定期事業者検査に適用済）
- 廃止措置の進捗に応じて過剰な性能となっていることから、維持台数は必要最少台数を記載

【現行】廃止措置計画（第 6-1 表 性能維持施設）の記載例

施設区分	設備等の区分	設備（建屋）名称	位置、構造及び設備	維持機能	維持機能（詳細）	性能	維持期間
発電所補助施設	格納容器換気装置	格納容器換気装置	既許認可どおり	換気機能	・換気機能	既許認可どおり	当該区域・系統の管理区域を解除するまで
	格納容器空気雰囲気調節装置	格納容器空気雰囲気調節装置	既許認可どおり	換気機能	・換気機能	既許認可どおり	当該区域・系統の管理区域を解除するまで

変更

性能を発揮に必要な維持台数を追記

性能の記載を詳細化

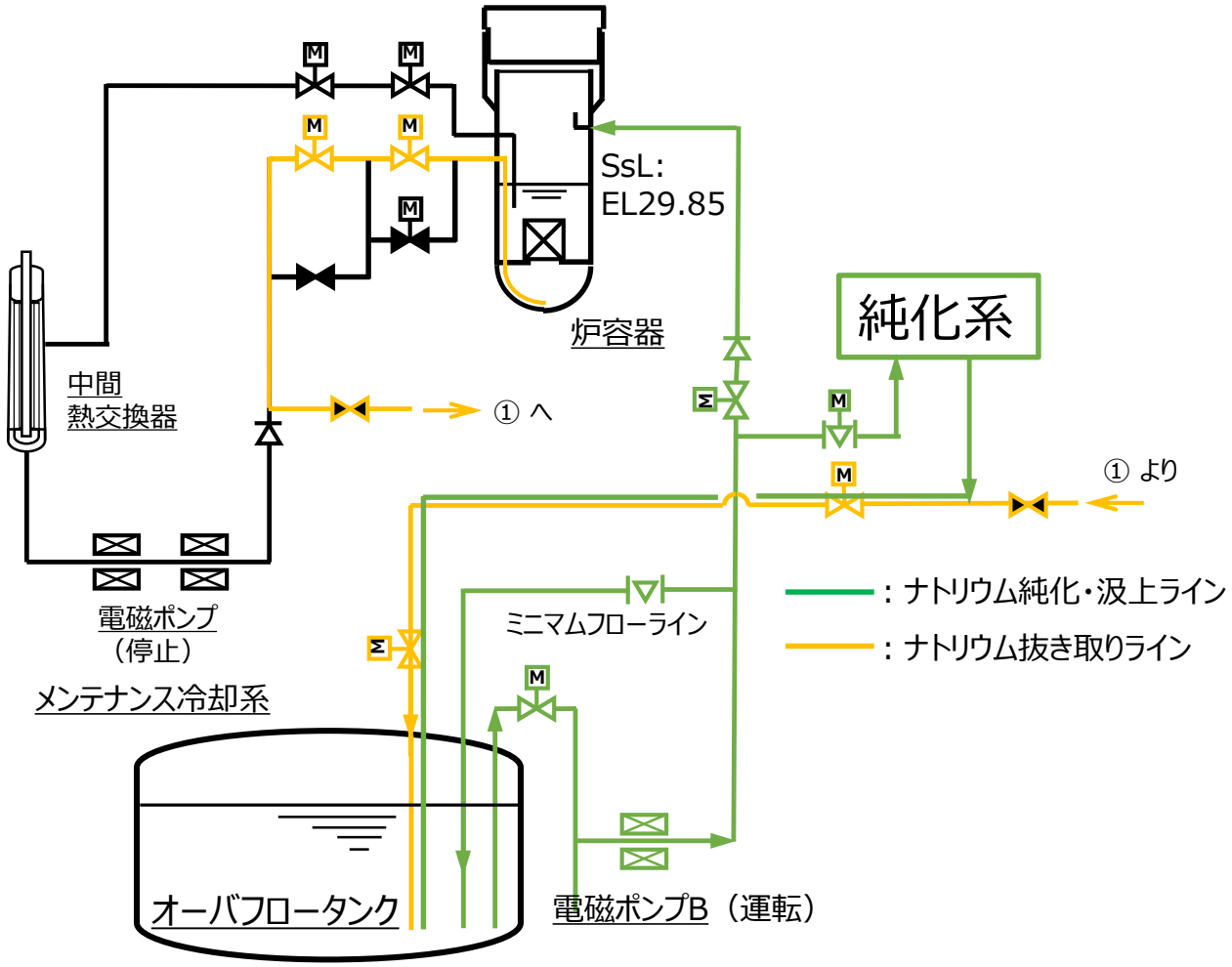
【変更後】廃止措置計画（第 6-1 表 性能維持施設）の記載案

施設区分	設備等の区分	位置，構造及び設備			維持機能	性能	維持期間
		設備（建物）名称	位置，構造	維持台数			
発電所補助施設	格納容器換気装置	格納容器換気装置	既許認可どおり	1 系統	換気機能（換気機能）	ファンの運転に異常がない状態であること	当該区域・系統の管理区域を解除するまで
	格納容器空気雰囲気調節装置	格納容器空気雰囲気調節装置	既許認可どおり	1 系統	換気機能（換気機能）	ファンの運転に異常がない状態であること	当該区域・系統の管理区域を解除するまで

設備の構成はP18

リカバリープランで使用する設備の管理

- 「燃料取出し作業」と「しゃへい体等取出し作業」では、原子炉容器のナトリウム液位が異なるため、原子炉容器のナトリウム液位を変化させるために必要な設備等をリカバリープランで使用する設備と定義し、十分な運転経験を積むまでは性能維持施設として管理。



リカバリープラン（ナトリウムの純化運転）で使用する設備のイメージ

リカバリープランで使用する設備

↓

廃止措置計画
性能維持施設に設定

↓ ナトリウムのドレン・固化により、設備を休止

保安規定
保全計画（特別な保全計画）にて管理

↓ 速やかに復旧できる維持管理

時間を要する点検※1 ：点検期限に応じて実施
時間を要さない点検 ：使用前に実施

↓ ※1：分解点検等の取替部品が発生する点検

設備の健全性を確認した後に使用

第２段階の性能維持施設の変更点

① **性能維持施設とする施設の見直し**
プラントの安全機能要求の区分により、廃止措置段階のプラント安全に寄与しない「淡水供給機能」、「排水処理機能」及び「非管理区域の換気機能」に係る設備を自主管理施設に区分し、性能維持施設から除外する。
【P6,8にて説明】

② **しゃへい体等取出しに関する見直し**
燃料交換設備、燃料出入設備等は、取扱い対象が燃料体からしゃへい体、模擬体等に変わることから、維持機能を「燃料を安全に取り扱う機能」から「しゃへい体等を取り扱う機能に変更する。【P11にて説明】
なお、しゃへい体等取出し作業のリカバリプランで使用する設備は、性能維持施設とする。【P20にて説明】

③ **廃止措置のマイルストンでのプラントの安全機能要求変化の反映**
これまでも考慮されていた運転終了、燃料体取出し終了、ナトリウム取扱い終了に加え、マイルストンとして、「使用済燃料の強制冷却要求終了」を設定し、使用済燃料の強制冷却に関係する燃料池水浄化装置、原子炉補機冷却水設備等及びその電源供給機能の維持期間を変更する。【P12にて説明】

④ **性能維持施設の性能の詳細化**
プラントの安全機能要求を満足するために必要なプラント運用状態に基づき、必要な機器、装置の維持台数を評価し、これまで「既許認可通り」と記載していた性能維持施設の性能に追記するとともに、性能の記載を詳細化する。
【P16,17,18,19にて説明】