

東海第二発電所

停止・冷却設備への対応について

平成30年1月24日

日本原子力発電株式会社

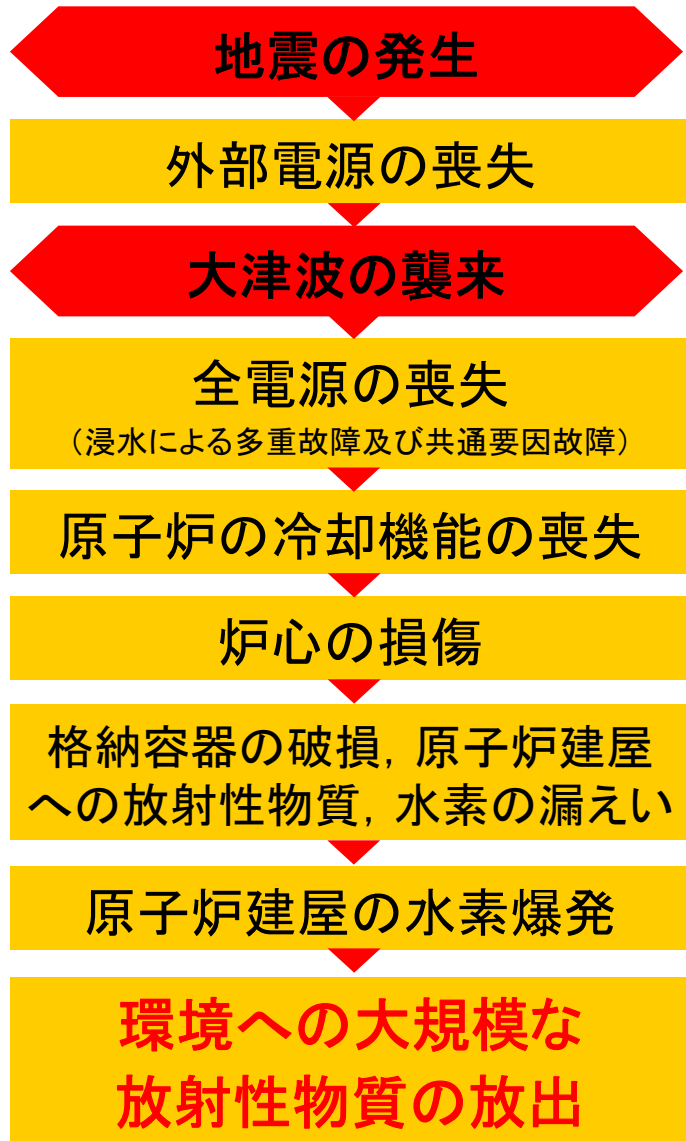
目次

1. 福島第一原子力発電所事故の教訓 ……2-3-3
2. 停止・冷却設備の主要な変更 ……2-3-4
3. 停止・冷却設備の概要 ……2-3-5
4. 福島事故の教訓に基づく安全対策 ……2-3-6
5. まとめ ……2-3-16

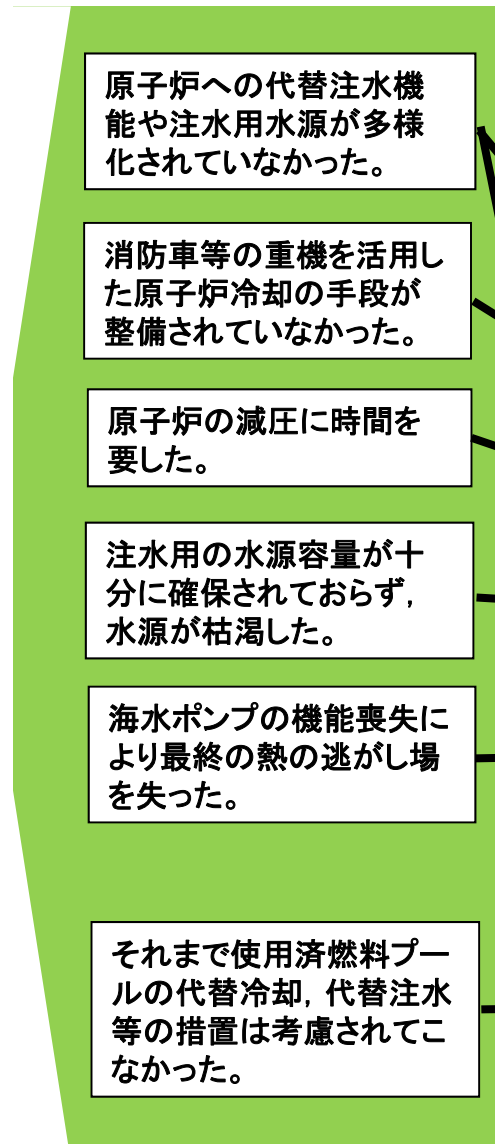
1. 福島第一原子力発電所事故の教訓



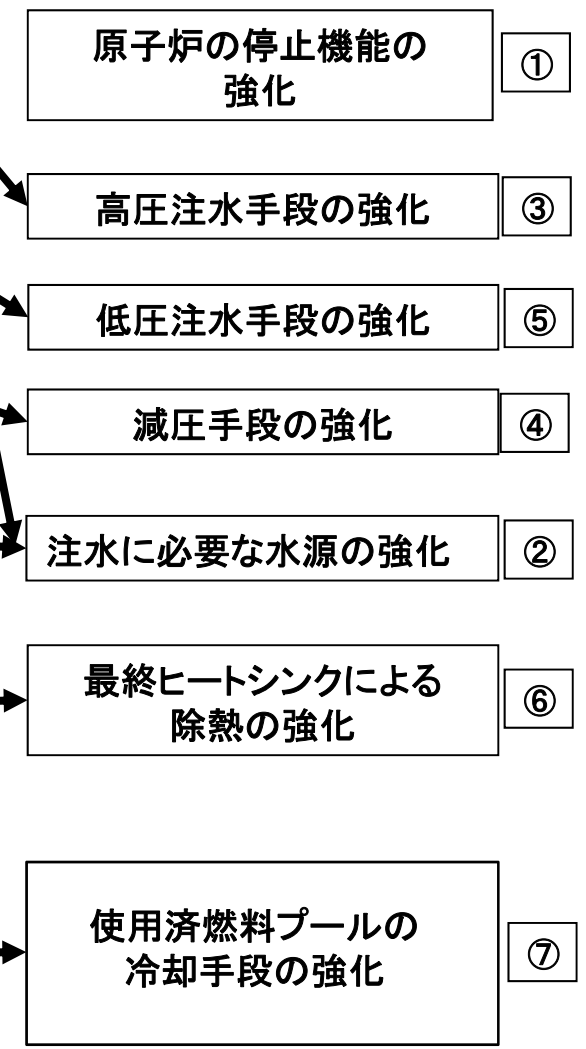
【事故の推移】



【事故の教訓】



【対応方針】



2. 停止・冷却設備の主要な変更



対策の目的	対策の方向性	従来から備えていた対策	福島事故の教訓に基づく新たな安全対策	備考
(止める) ・原子炉緊急停止	①原子炉の停止機能の強化	・代替制御棒挿入機能 ・ほう酸注入系 ・代替再循環ポンプトリップ機能 (低速度運転有)	・代替再循環ポンプ停止機能(低速度運転電源停止)	強化
(冷やす) ・炉心損傷防止 ・使用済燃料プール冷却	②注水に必要な水源の強化	・復水貯蔵タンク ・サプレッション・プール	・代替淡水貯槽 ・西側淡水貯水設備 ・SA用海水ピット	新規
	③高圧注水手段の強化	・高圧炉心スプレイ系ポンプ ・原子炉隔離時冷却系ポンプ	・高圧代替注水系	新規
	④減圧手段の強化	・逃がし安全弁 ・過渡時自動減圧機能	・逃がし安全弁用可搬型蓄電池 ・非常用窒素供給系高圧窒素ポンペ	強化
	⑤低圧注水手段の強化	・低圧炉心スプレイ系ポンプ ・残留熱除去系ポンプ	・低圧代替注水系(常設・可搬)	新規
	⑥最終ヒートシンクによる除熱の強化	・復水器 ・残留熱除去系 ・原子炉冷却材浄化系	・緊急用海水系 ・代替循環冷却系 ・フィルタベント設備※	新規
	⑦使用済燃料プールの冷却手段の強化	・燃料プール冷却浄化系 ・残留熱除去系(プール冷却モード) ・燃料プール水位計	・低圧代替注水系(常設・可搬) ・代替燃料プール冷却系 ・燃料プール監視強化	新規

※ 次回以降にご説明

3. 停止・冷却設備の概要



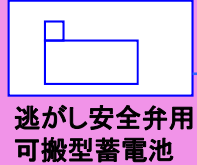
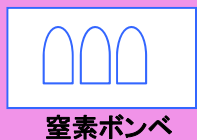
⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(2) (次回以降にご説明)



① 原子炉の停止機能の強化

再循環ポンプ停止回路追加

④ 減圧手段の強化



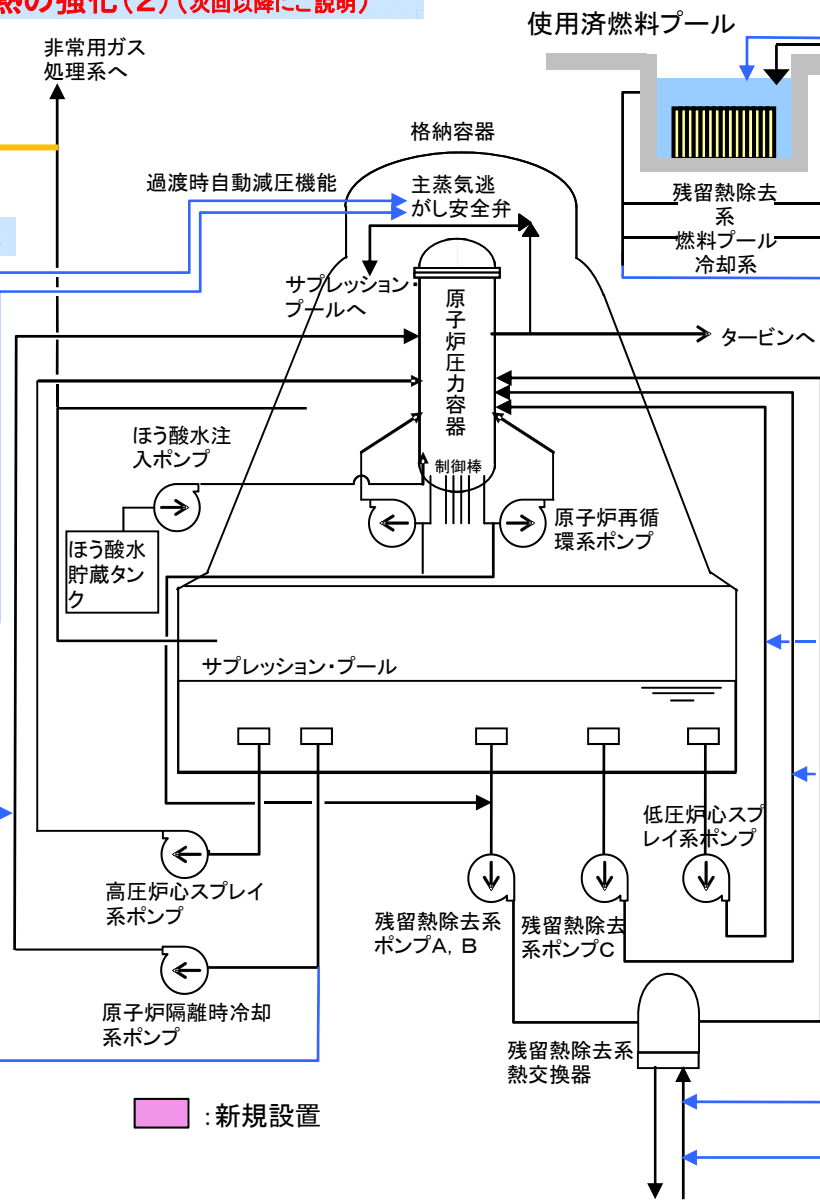
③ 高圧注水手段の強化

常設高圧代替注水ポンプ

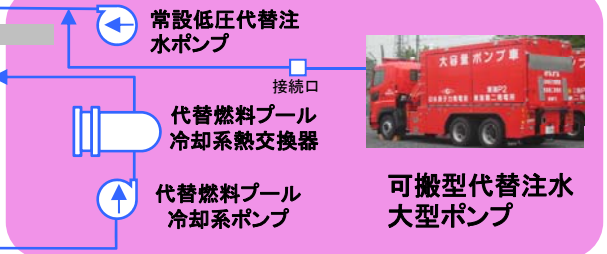


可搬型代替直流電源設備※2

※1 125V系蓄電池, 緊急用125V蓄電池
 ※2 可搬型代替低圧電源車, 可搬型整流器



⑦ 使用済燃料プール冷却手段の強化



② 注水に必要な水源の強化



⑤ 低圧注水手段の強化



⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(1)



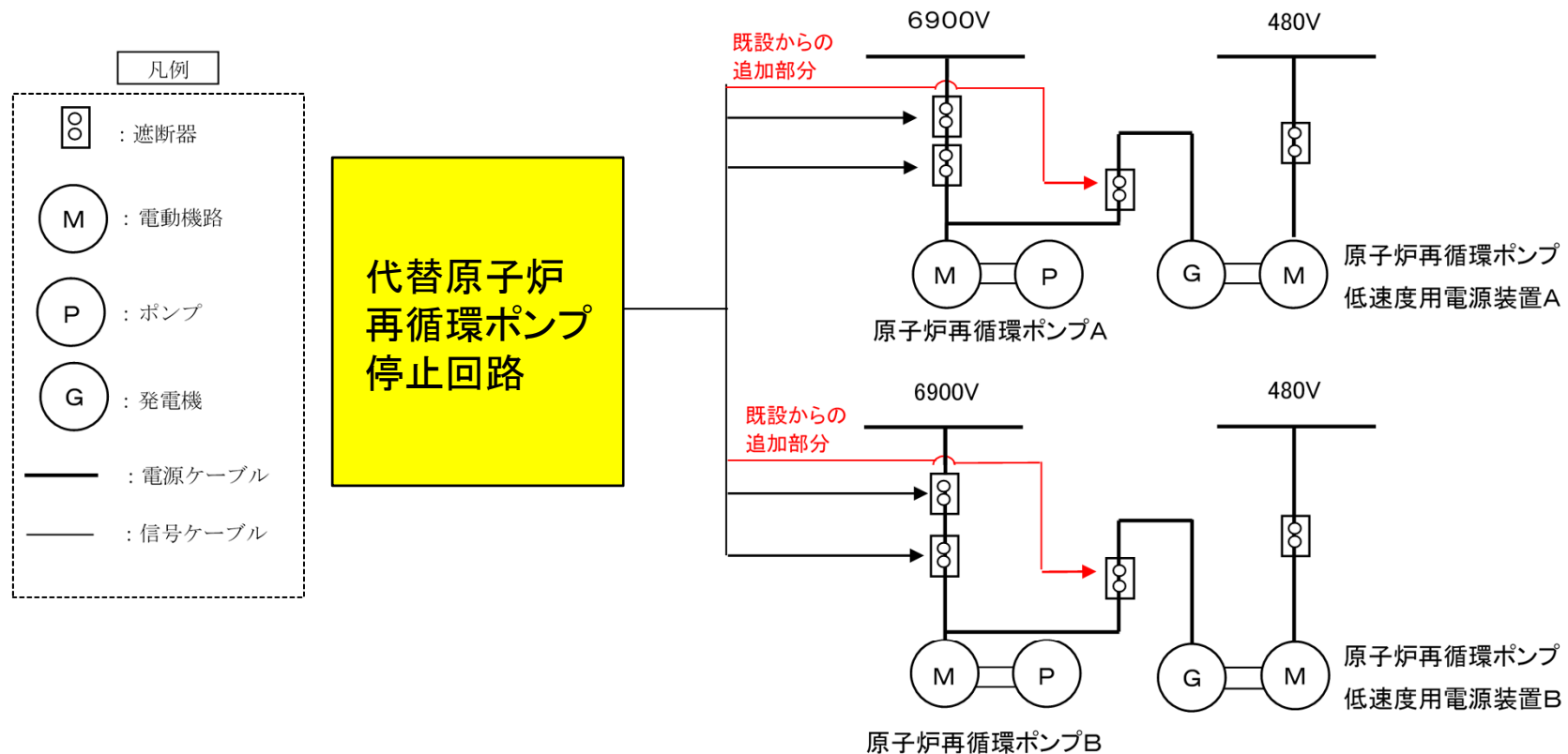
4. 福島事故の教訓に基づく安全対策

①原子炉の停止機能の強化



【代替再循環ポンプ停止機能】

- 原子炉緊急停止系による制御棒挿入の失敗時でも、再循環ポンプの停止によりボイドを増加させることで負の反応度が加わり、原子炉出力を抑制するための**原子炉再循環ポンプ低速度用電源装置の遮断器開放機能**を新たに追加する。



これまでは再循環ポンプを完全に停止させる設計となっていなかったが本機能追加により再循環ポンプを完全に停止させることができる。

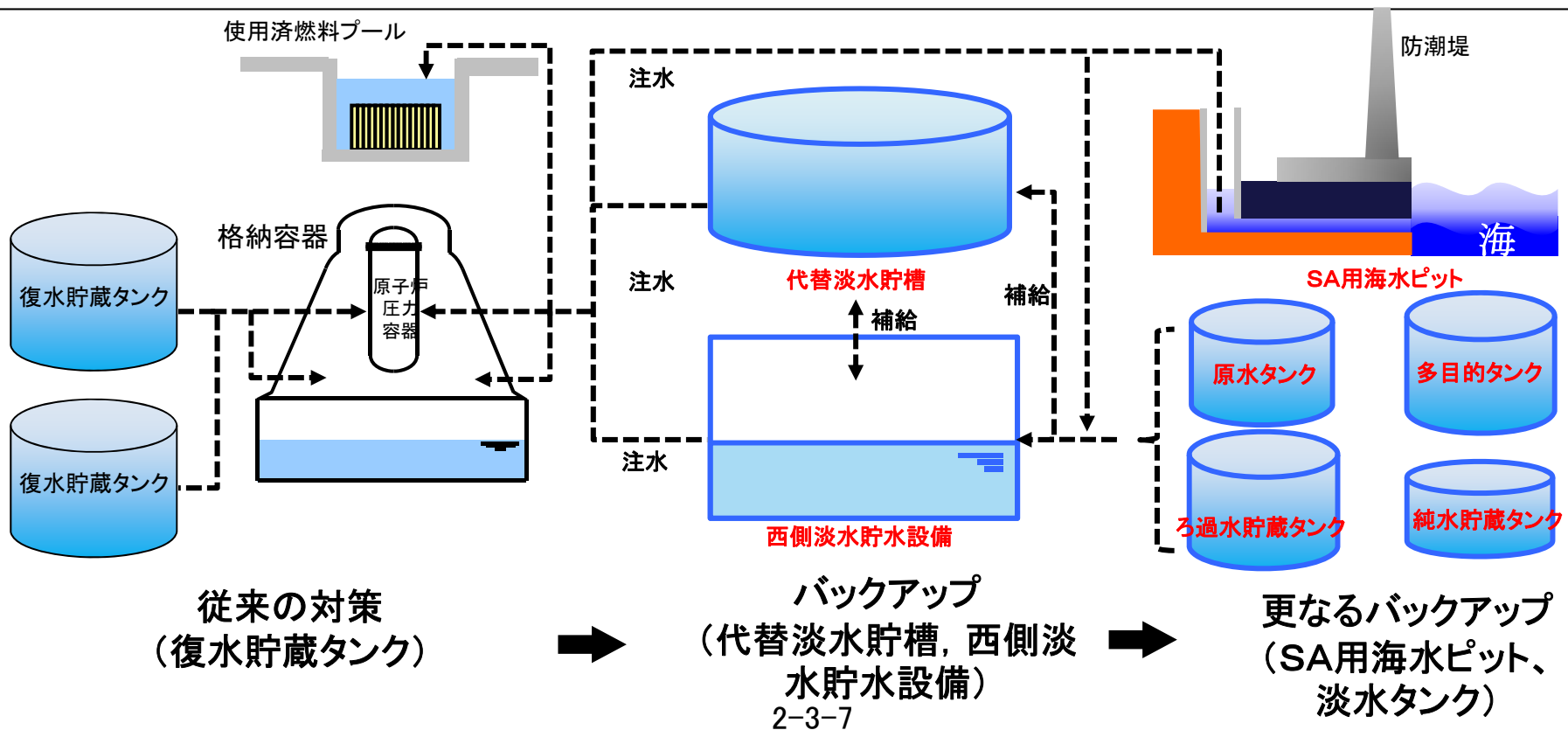
4. 福島事故の教訓に基づく安全対策

②注水に必要な水源の強化



【代替淡水貯槽, 西側淡水貯水設備, SA用海水ピットの新設】

- 炉心の損傷を防ぐためには、炉心への注水等により、原子炉への注水を継続することが重要である。このため、注水用の水源を増強する。
- 地下式の代替淡水貯槽, 西側淡水貯水設備, SA用海水ピットを設置することで、**竜巻や、敷地に遡上する津波等の外部事象に対しても、確実に水源を確保可能**。また、既設の各種淡水タンクも利用可能。
- 代替淡水貯槽, 西側淡水貯水設備には、**原子炉及び使用済燃料プールに7日間の注水が可能なた量を確保する**。



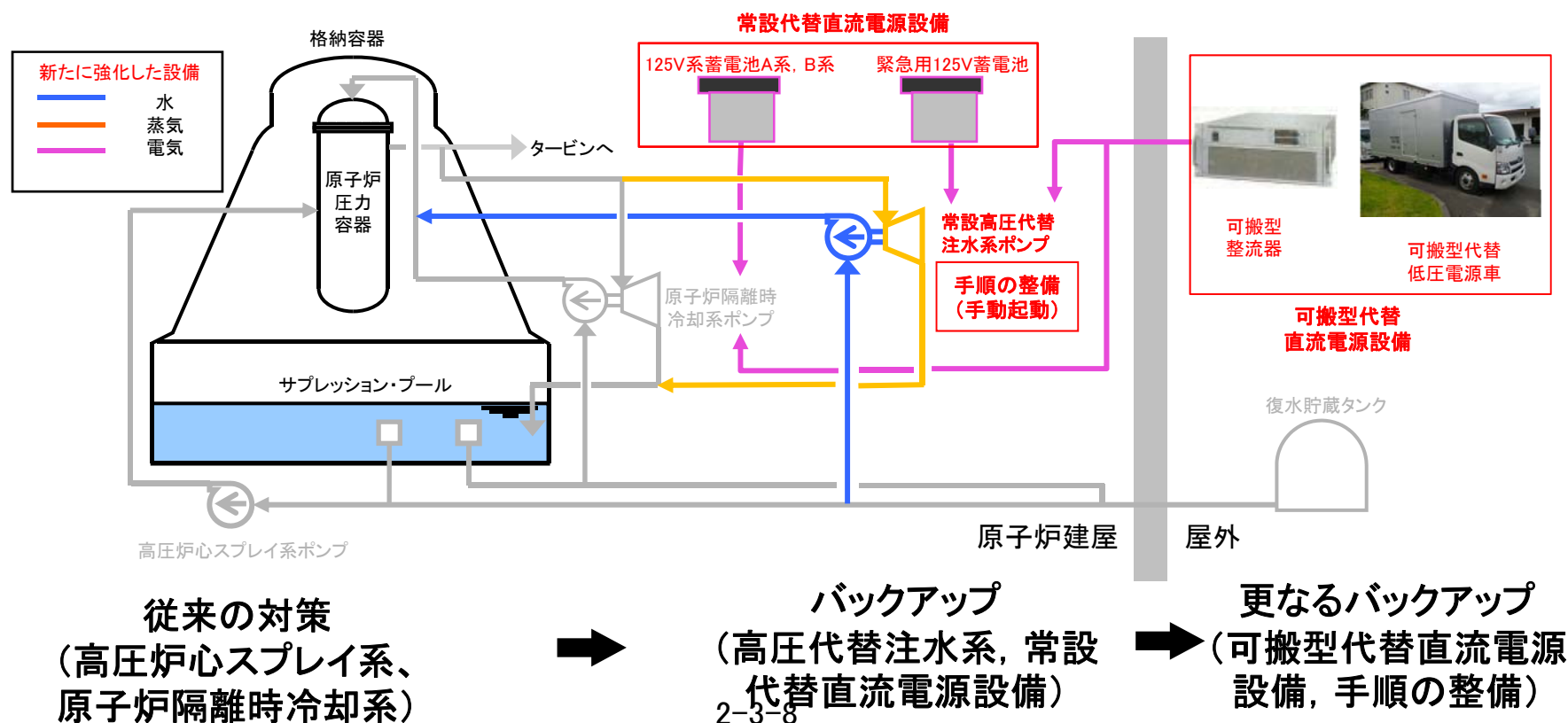
4. 福島事故の教訓に基づく安全対策



③ 高圧注水手段の強化

【高圧代替注水系の新設】

- 高圧の注水系は炉心からの崩壊熱が大きな原子炉の停止直後から、速やかに燃料を冷却することができるため、事故直後、第一に動作が求められる。
- 全交流動力電源が喪失し、さらに所内常設直流電源が喪失した場合でも、高圧代替注水系により、**必要な期間にわたって(高圧の)原子炉への注水が可能。**
- 高圧代替注水系は、**常設代替直流電源設備又は可搬型代替直流電源設備から給電が可能。**また、**直流電源システムから電動弁への給電が喪失し、中央制御室からの遠隔操作ができなくなった場合でも、手動で運転が可能。**



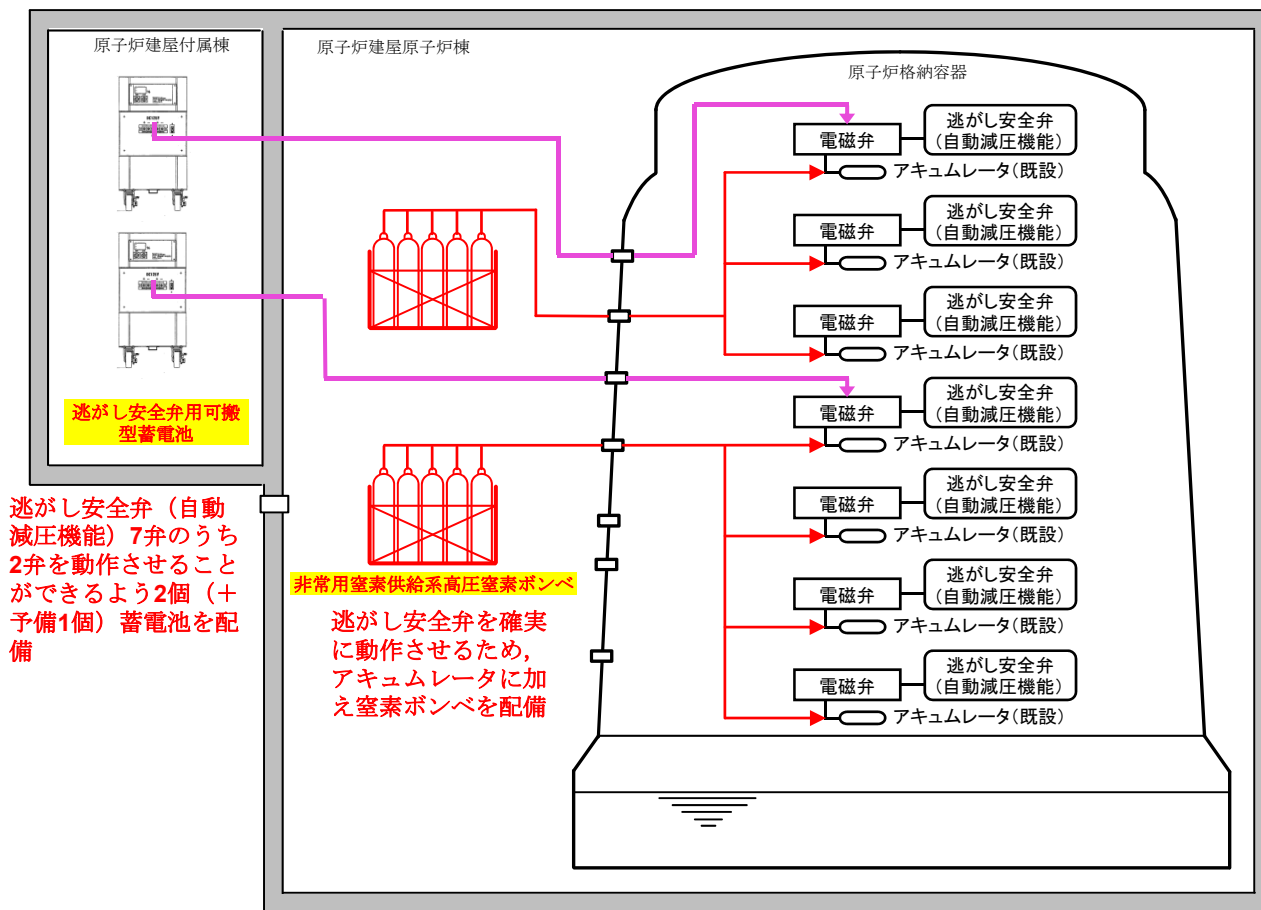
4. 福島事故の教訓に基づく安全対策



④減圧手段の強化

【逃がし安全弁用可搬型蓄電池及び非常用窒素供給系高圧窒素ポンベの設置】

- 逃がし安全弁駆動源(電源・窒素)を追加し圧力容器の減圧機能を強化する。
- 所内常設直流電源が喪失した場合でも、**逃がし安全弁用可搬型蓄電池により、逃がし安全弁の電磁弁に直接給電することで、逃がし安全弁を動作させ原子炉を減圧させることができるようにする。**
- 逃がし安全弁に動作に必要な窒素が喪失した場合でも、**非常用窒素供給系高圧窒素ポンベにより、逃がし安全弁に窒素を供給することで、逃がし安全弁を動作させ、原子炉を減圧させることができるようにする。**



逃がし安全弁 (自動減圧機能) 7弁のうち2弁を動作させることができるよう2個 (+予備1個) 蓄電池を配備

非常用窒素供給系高圧窒素ポンベ
逃がし安全弁を確実に動作させるため、アキュムレータに加え窒素ポンベを配備

逃がし安全弁用可搬型蓄電池仕様

電源	個数	保管場所
DC 125V	2個 (予備1個)	原子炉建屋付属棟 (中央制御室)

非常用窒素供給系高圧窒素ポンベ仕様

個数	充填圧力	保管場所
10本 (予備10本)	約47L (1本当たり)	原子炉建屋 原子炉棟

新たに強化した設備

— 電源
— 窒素

概略系統図

2-3-9

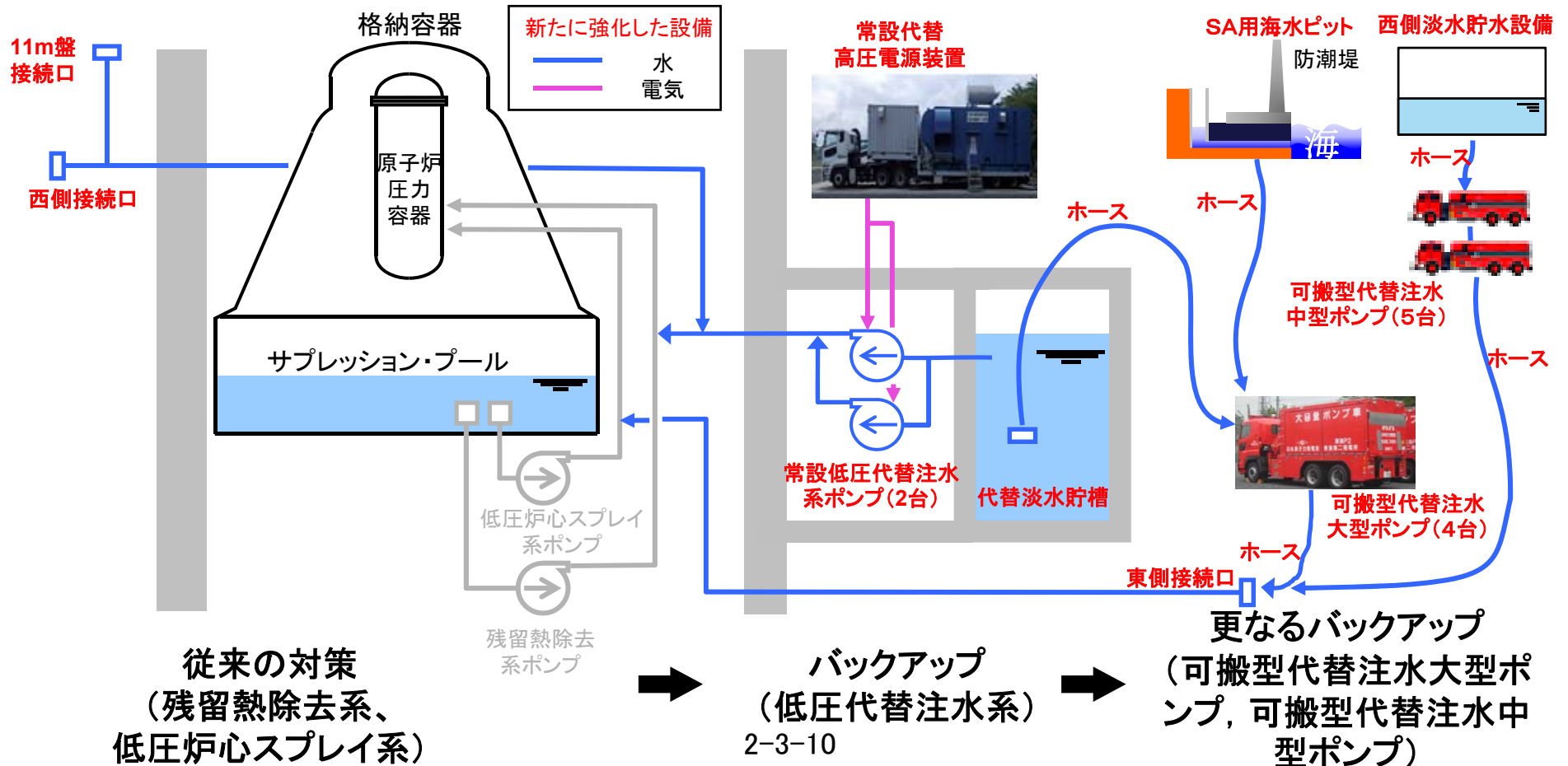
4. 福島事故の教訓に基づく安全対策



⑤ 低圧注水手段の強化

【低圧代替注水系の設置】

- 圧力容器の低圧の注水について対策を講じ、原子炉の確実な冷却を可能とする。
- 全交流動力電源が喪失した場合でも、常設低圧代替注水系ポンプやディーゼル駆動の可搬型代替注水大型ポンプ又は可搬型代替注水中型ポンプを使用し、代替淡水貯槽等の水を（低圧の）原子炉に注水することができるようにする。常設低圧代替注水系ポンプは、常設代替高圧電源装置からの給電により、7日間の運転が可能。



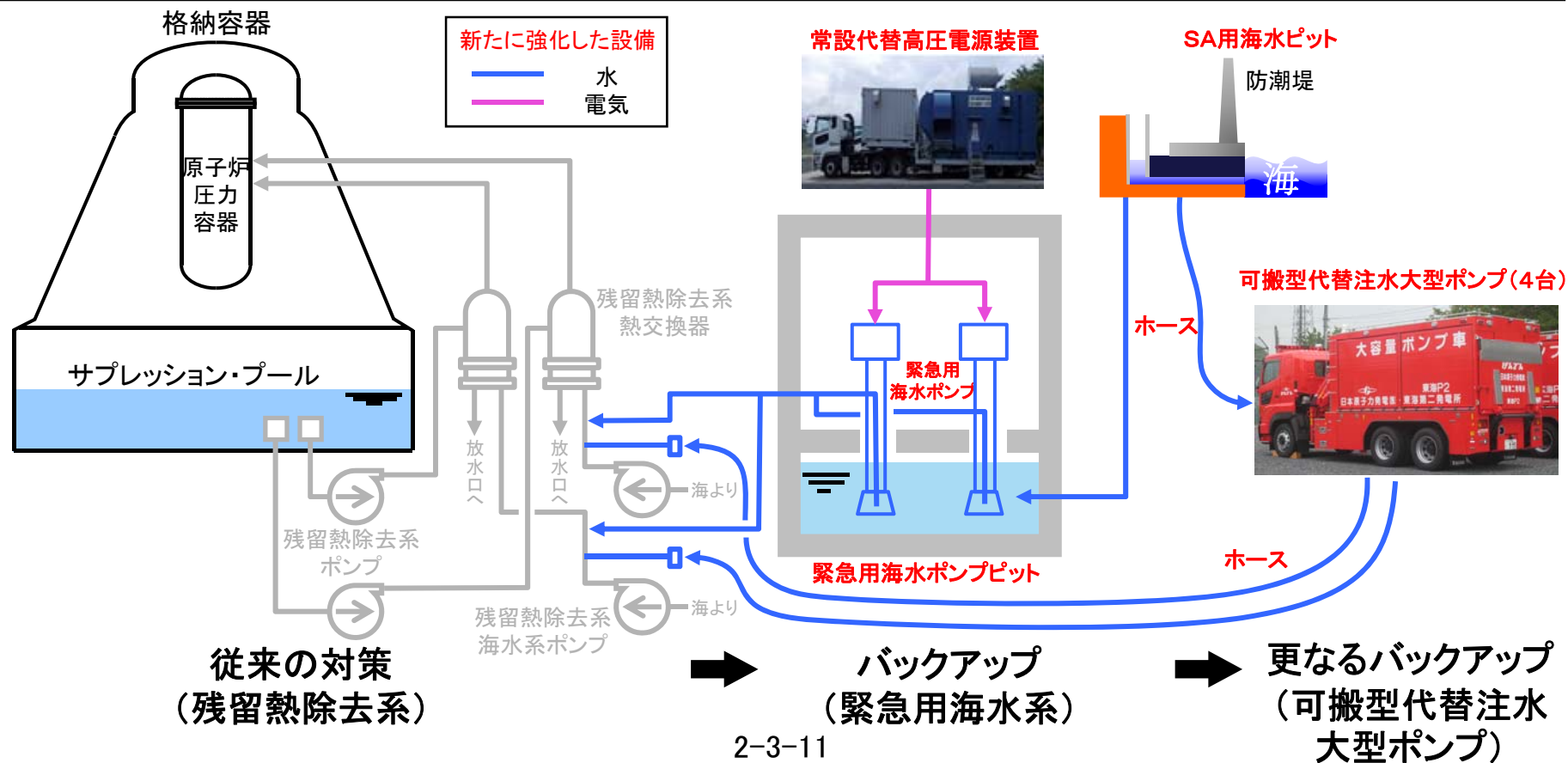
4. 福島事故の教訓に基づく安全対策

⑥最終ヒートシンクによる除熱の強化(1/2)



【緊急用海水系の設置】

- 炉心から発生し、圧力容器や格納容器内に溜まっていく熱を最終的に外部(海)に逃がすための手段を増強する。
- 全交流動力電源が喪失した場合や、津波により残留熱除去系の海水ポンプが機能喪失した場合でも、**緊急用海水系により熱交換器に海水を送水し、圧力容器や格納容器内に溜まっていく熱の除去を行うことが可能。**
- 緊急用海水系は、**代替電源設備からの給電により、7日間の運転が可能。**



4. 福島事故の教訓に基づく安全対策

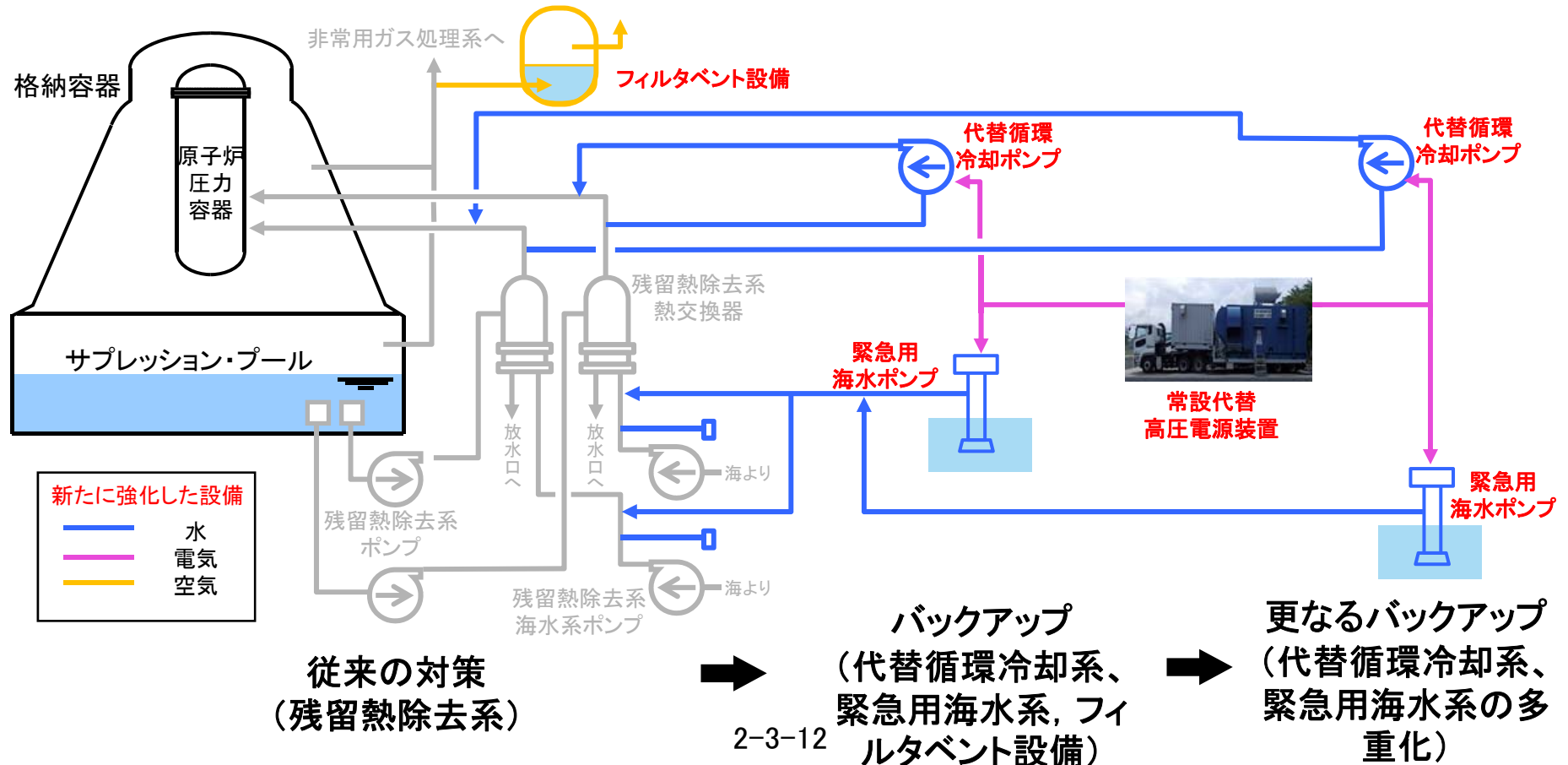
⑥最終ヒートシンクによる除熱の強化(2/2)



【代替循環冷却系及びフィルタベント設備の設置】

- 緊急用海水系に加え、代替循環冷却系を新設し最終ヒートシンク(海)による除熱機能を強化する。
- フィルタベント設備を新設し、最終ヒートシンク(大気)による除熱機能を強化する。
- 代替循環冷却系は、システムを多重化することで高い信頼性を有しており、格納容器ベントまでの時間をできる限り延ばすことが可能。

(詳細は次回以降に説明)



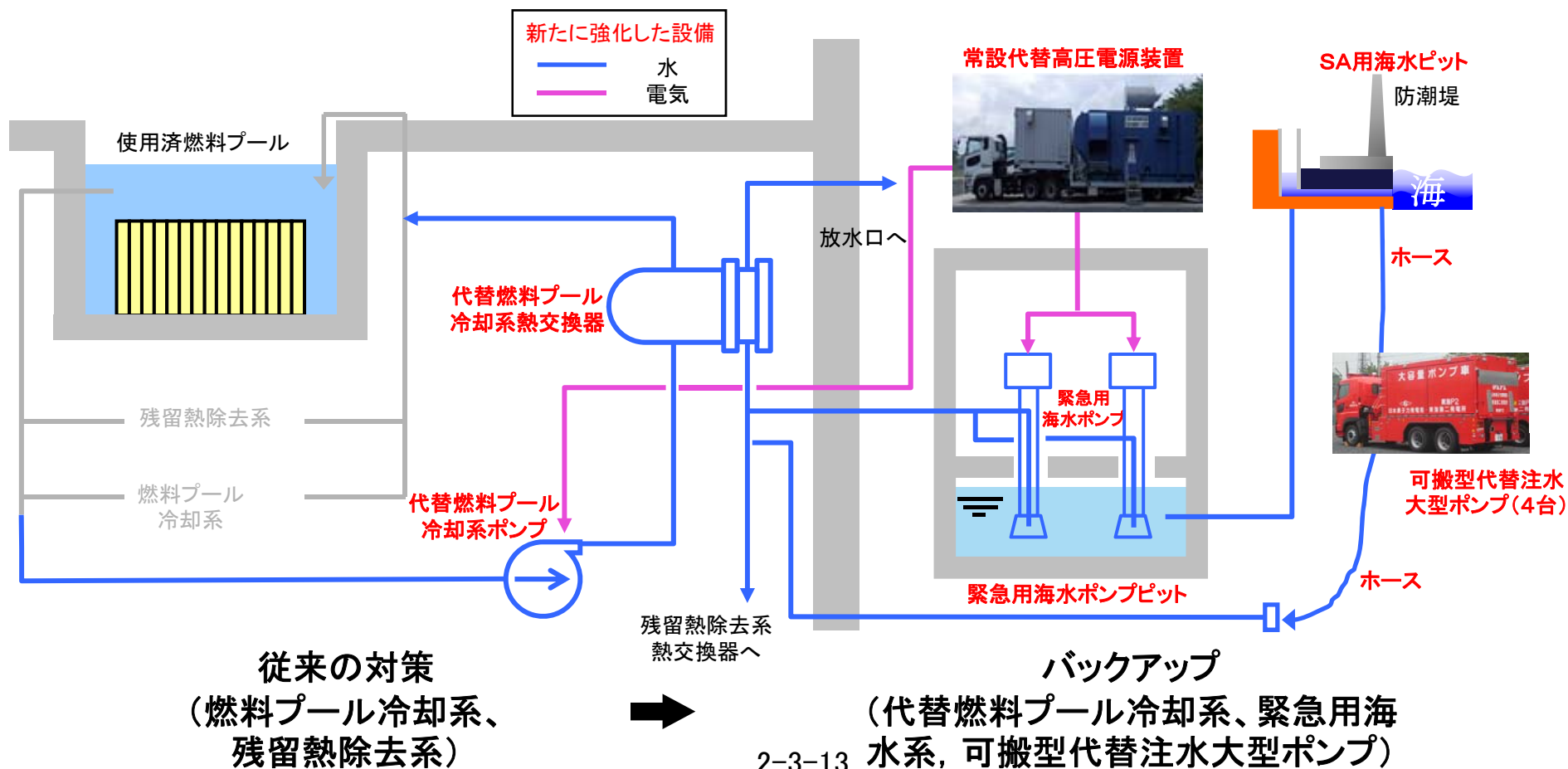
4. 福島事故の教訓に基づく安全対策

⑦使用済燃料プールの冷却手段の強化(1/3)



【代替燃料プール冷却系の設置】

- 使用済燃料プールの冷却機能が喪失し、プール内の燃料体を冷却できなくなる場合に備えて、新たに**燃料プールを冷却するためのシステム**を設置する。
- 既設の**燃料プール冷却系及び残留熱除去系の両方の機能が喪失した場合でも、代替燃料プール冷却系により、使用済燃料プールの冷却が可能**である。
- 代替燃料プール冷却系は、可搬型代替注水大型ポンプからも海水を供給が可能である。



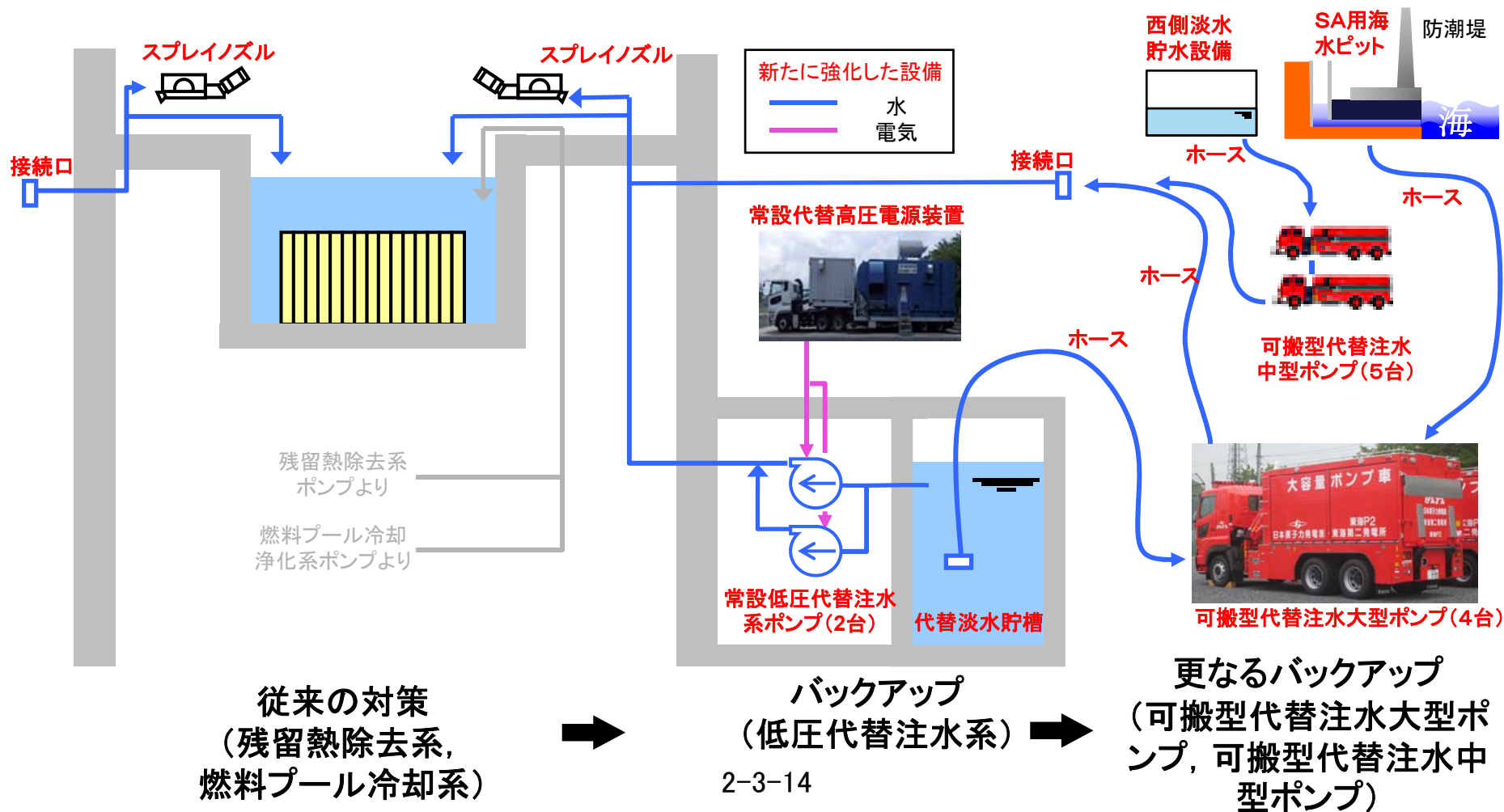
4. 福島事故の教訓に基づく安全対策

⑦使用済燃料プールの冷却手段の強化(2/3)



【低圧代替注水系(常設, 可搬)を設置】

- 使用済燃料プールへの注水機能の喪失や, 使用済燃料プールからの水の漏えいその他の要因によりプール水位が低下した場合に備えて, 注水手段を増強する。
- 常設低圧代替注水系ポンプ又は可搬型代替注水大型ポンプを使用し, 代替淡水貯槽等の水を使用済燃料プールへ注水が可能。



4. 福島事故の教訓に基づく安全対策

⑦使用済燃料プールの冷却手段の強化(3/3)



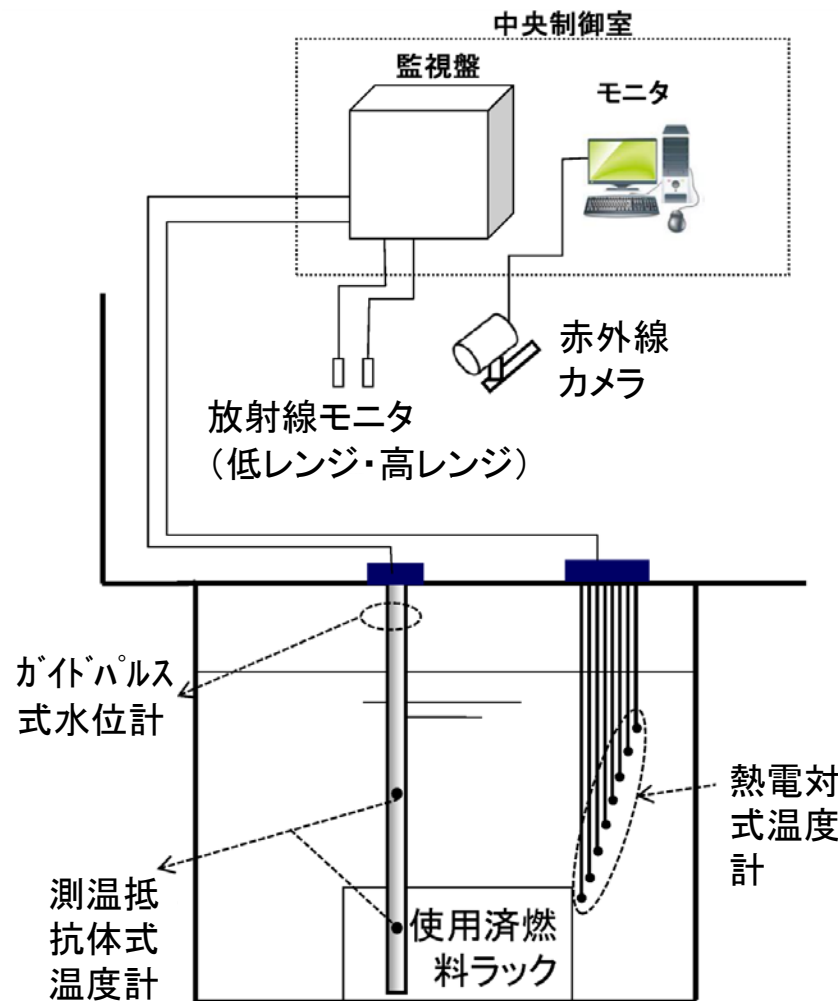
【使用済燃料プールの監視強化】

●従来の設備は異常検知(通常状態からの逸脱)が目的であったが、重大事故等時の使用済燃料プールの状態把握のため、**測定箇所、測定範囲、耐環境性を向上させた監視設備を追設する。**

監視項目	従来設備	追加設備
水位	レベルスイッチ2台 ・通常水位近傍を監視	水位計(ガイドパルス式*)1台 ・SFP底面近傍まで連続測定可能 ・耐環境性向上(~100°C蒸気環境)
温度	熱電対式温度計1台 ・通常水位近傍温度を監視	熱電対式温度計1式** ・燃料頂部付近まで8点の温度測定可能 ・耐環境性向上(~100°C蒸気環境)
		測温抵抗体式温度計2台 ・燃料体付近まで2点の温度測定可能 ・耐環境性向上(~100°C蒸気環境)
放射線	放射線モニタ1台 ・従事者の放射線防護の観点から10mSv/hまでを監視	放射線モニタ(低レンジ・高レンジ各1台) ・重大事故等時の監視を目的として10 ⁵ Sv/hまでを監視 ・耐環境性向上(~100°C蒸気環境)
カメラ	ITV1台 ・SFP廻り監視用	赤外線カメラ1台 ・赤外線監視機能により照明停電時や蒸気雰囲気においても監視可能 ・専用空冷装置により耐環境性向上(~100°C蒸気環境)

* :パルス信号を発信し水面からの反射波を受信するまでの時間遅れから水位を測定する。

** :福島事故後の緊急安全対策にて設置済



追加設備概要図

【まとめ】

○原子炉停止機能の信頼性向上

- ・原子炉停止機能の強化として、代替再循環ポンプ停止回路を設置。

○冷却機能の信頼性向上

- ・高圧及び低圧の注水手段の強化として、高圧及び低圧の代替注水系を設置。
- ・注水に必要な水源の強化として、代替淡水貯槽、西側淡水貯水設備、SA用海水ピットを設置。また、既設の各種淡水タンクを利用。
- ・減圧手段の強化として、逃がし安全弁駆動用可搬型蓄電池及び非常用窒素供給系高圧窒素ポンベを設置。
- ・最終ヒートシンクによる除熱手段の強化として、緊急用海水系、代替循環冷却系及びフィルタベント設備を設置。
- ・使用済燃料プールの冷却手段の強化として、低圧代替注水系(常設、可搬)及び代替燃料プール冷却系を設置。
- ・更なる信頼性向上として、常設の代替設備に加え、可搬型の代替設備(ポンプ車、電源車等)を配備。
- ・代替水源、代替電源設備及び可搬型設備用燃料については、長期間の機能維持に必要な容量を確保。

(参考)

1. アクシデントマネジメント対策として実施済みの対策

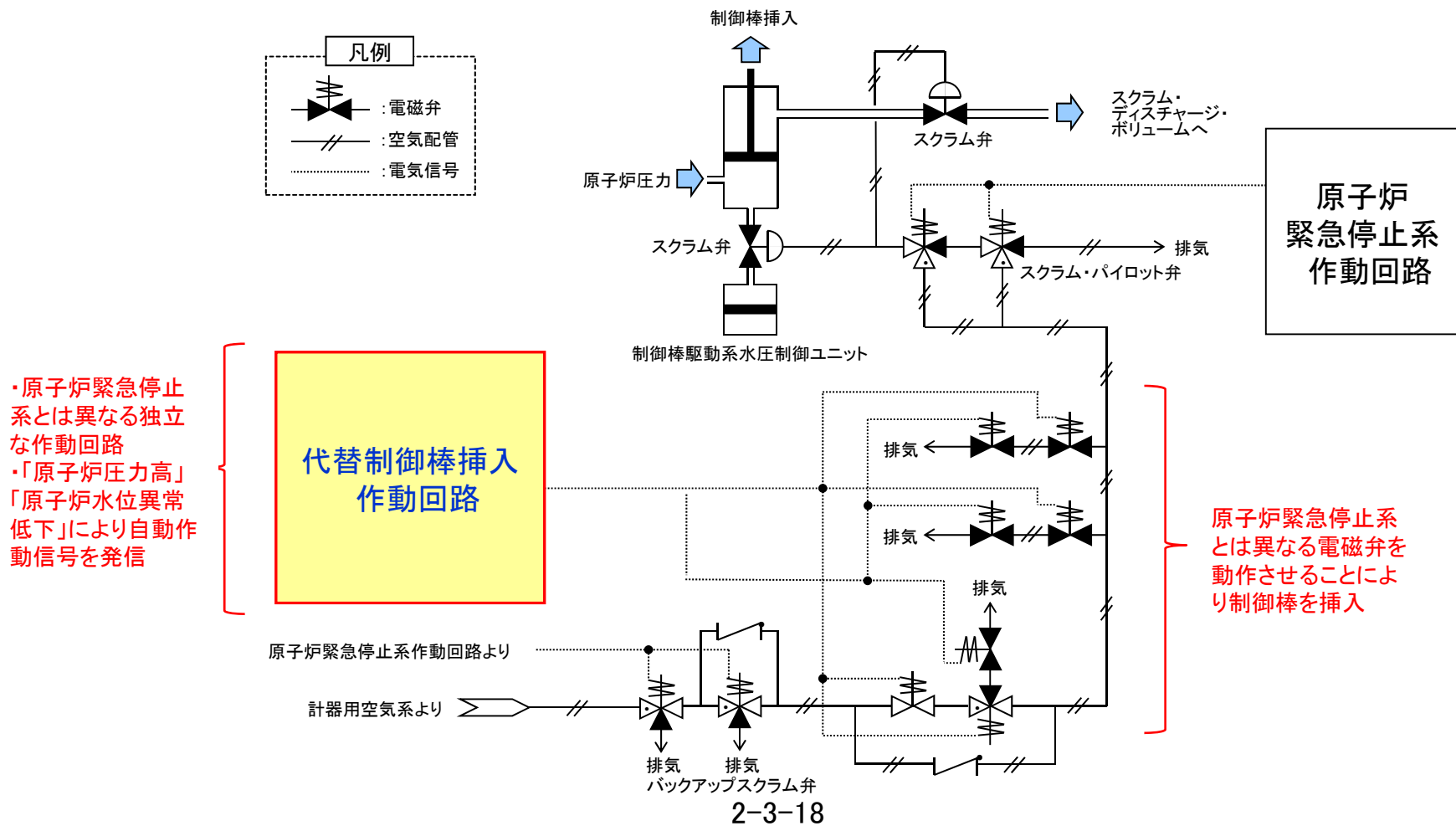


①原子炉の停止機能の強化

【代替制御棒挿入機能(アクシデントマネジメント対策として既設置済)】

●原子炉緊急停止系機能喪失時でも原子炉を停止できるよう原子炉緊急停止系とは異なる手段により制御棒を挿入

- ・原子炉緊急停止系作動回路とは異なる独立な作動回路
- ・原子炉緊急停止系とは異なる電磁弁動作により制御棒を挿入



1. アクシデントマネジメント対策として実施済みの対策



④減圧手段の強化

【過渡時自動減圧機能】

過渡事象時に高圧注水機能が喪失し、原子炉水位のみ低下していく事象では、「ドライウェル圧力高」が発生せず自動減圧系が自動作動しないため、原子炉が減圧されず低圧注水系による原子炉注水ができない。このような場合においても、原子炉の自動減圧が行われるよう「原子炉水位異常低下」のみで自動作動する回路を自動減圧系とは別に設ける。(アクシデントマネジメント対策で設置済、一部改造あり。)

「原子炉水位異常低下」のみで自動作動する。自動減圧系とは異なる論理、異なる回路の「過渡時自動減圧機能」作動回路を設ける。*

* : 既設の過渡時自動減圧機能作動回路は自動減圧系と同一盤内に設置しているが独立性を向上させるため当該回路を別盤に移設する。

