

福島第一原子力発電所事故を踏まえた
安全性向上対策の実行計画について

平成23年4月8日

関西電力株式会社

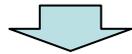
東北地方太平洋沖地震に伴う
福島第一原子力発電所の状況

関西電力の対応

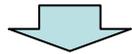
実行計画策定方針

【止める】

地震発生により原子炉自動停止

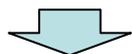


地震・津波の影響により
非常用電源喪失
(送電線、非常用発電機の機能喪失)



【冷やす】

炉心冷却機能
の喪失



【閉じ込める】

放射性物質
の放出

使用済燃料ピット
の水位低下
(温度上昇)

- (1) 津波により全交流電源、原子炉冷却機能、使用済燃料ピット冷却機能の3つの機能全てを喪失したことが、事故の拡大をもたらした直接的な要因と考えられるため、その機能確保のための対策を策定
- (2) 津波発生時3つの機能確保のために、直ちに講じるべき対策を緊急対策として策定この緊急対策により、原子炉の冷却と使用済燃料の損傷は防止可能と判断するが一層の安全性向上のため多重性、多様性をもたせた応急対策を策定
- (3) 今後も事故の情報収集、分析を継続し、新たな知見が得られた場合は、迅速かつ的確に対策を追加反映
- (4) 上記達成のため最優先に資源を投入するとともに、当社発電所の地域的特性を踏まえた対策についても鋭意検討

緊急対策ならびにその実施スケジュール

津波により、全交流電源、炉心冷却機能、使用済燃料ピット冷却機能が喪失する状況にあっても、原子炉の冷却や使用済燃料の損傷防止を確実にする

設備 面 の 対 策	電源の確保	電源車および資機材等の配置、保管場所、健全性確認	平成23年4月10日までに実施予定 (全プラント)
	炉心冷却機能の確保	消防車／消防ポンプ及び消火ホースの配備、保管場所、健全性確認	平成23年4月12日までに実施予定 (全プラント)
	使用済燃料ピット冷却機能の確保		平成23年4月12日までに実施予定 (全プラント)
	定期検査における 特別点検	炉心冷却機能の確保 (ECCS、格納容器スプレイングの健全性確認)	平成23年4月13日完了予定 (美浜1号機)
		使用済燃料ピット冷却機能の確保 (使用済燃料ピットポンプの分解点検)	平成23年4月7日完了 (高浜1号機)
安全上重要な設備機能 維持のための対策	津波による冠水防止のため扉等へのシール 施工	平成23年4月中旬までに実施予定 (全プラント)	
運用 面 の 対 策	訓練の実施	運転シミュレータを用いた全交流電源喪失の 訓練実施 (全運転直(36班)対象)	平成23年4月中に完了予定 (美浜1号機、高浜1号機)
	緊急対応体制の確立	緊急時に対する体制の強化 (要員確保、手順書整備および訓練実施)	平成23年4月12日までに実施予定 (全プラント)
全般	福井県の皆さまへの 情報発信	広報誌の新聞折込や発電所立地町への 各戸訪問などを通じた情報発信 社員が今回の事故や当社の活動をご説明し、 ご理解が得られるような取り組みの実施他	継続して実施

上記緊急対策について、平成23年4月中旬までに完了予定
(定検時のみ実施可能な訓練等の継続実施分は除く)

応急対策ならびにその実施スケジュール

3

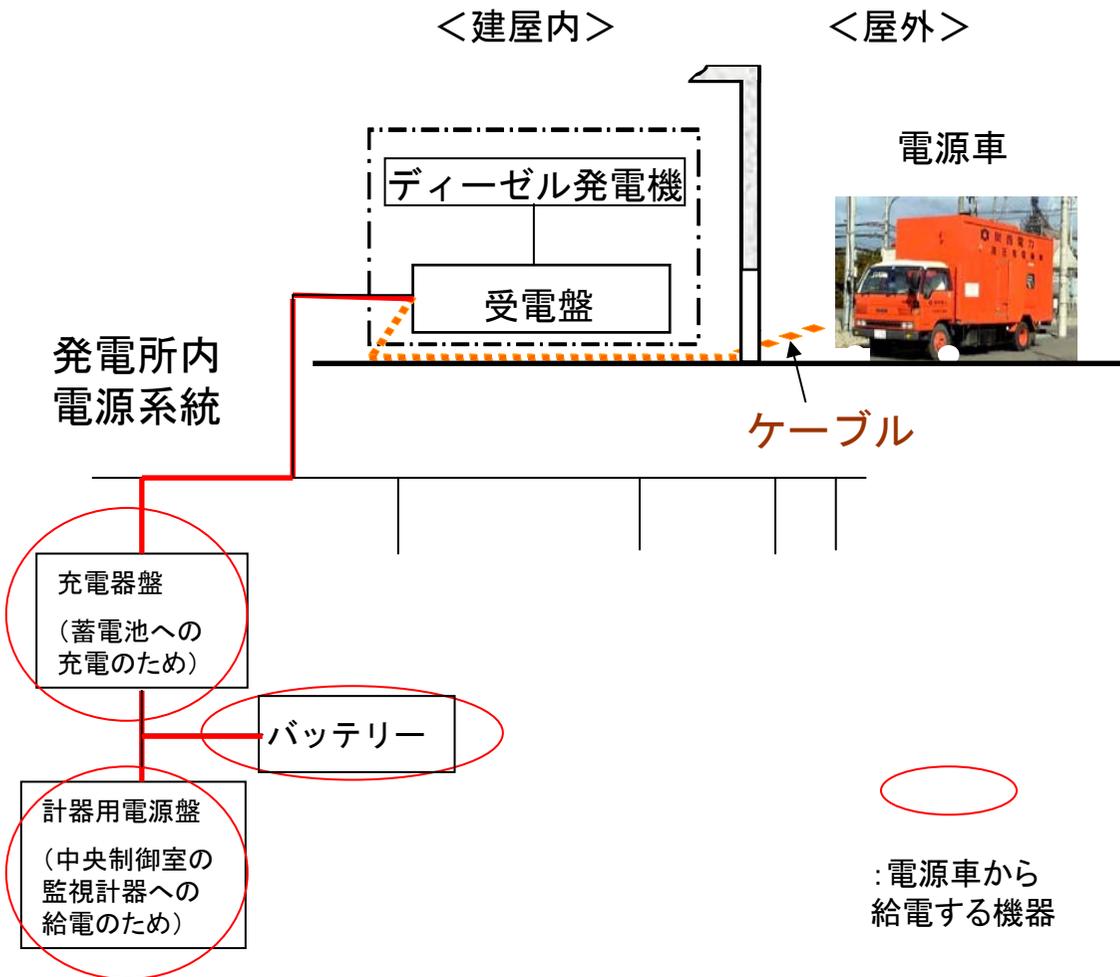
緊急対策により原子炉の冷却と使用済燃料の損傷防止は確実となるが、一層の安全性向上のため多重性、多様性を拡充のための対策

設 備 面 の 対 策	電源の確保	非常用発電機代替設備の設置	平成23年度上期配置予定（全プラント）
		海水供給用可搬式ポンプの設置	平成23年6月までに配置予定（全プラント）
		送電線の強化	中長期的に実施
	炉心冷却機能の確保	タンク間の配管改造	平成23、24年度中に実施予定（全プラント）
		タンク周りの防護壁設置	平成24年度中に実施予定（美浜1・2・3号機、大飯3・4号機）
	使用済燃料ピット冷却機能の確保	使用済燃料ピット冷却機能の強化（冷却水注入配管敷設による水補給方法多様化他）	平成23年度中に実施予定（全プラント）
		使用済燃料ピット冷却システムの耐震補強	平成23、24年度中に実施予定（全プラント）
	安全上重要な設備機能維持のための対策	津波による衝撃力を緩和するため、既存防波堤のかさ上げもしくは防潮堤設置を実施	平成23年度中に実施予定（美浜、高浜） 平成25年度中に実施予定（大飯）
		安全上重要な設備の津波による冠水防止のため、水密扉への取替を実施	平成24年度上期実施予定（全プラント）
		海水ポンプの津波対策の強化（海水ポンプエリアに防護壁を設置）	平成23年度中に実施予定（全プラント）
全般	発電所へのアクセス道路の整備	中長期的に実施	

情報収集、分析を継続し、新たな知見が得られた場合は、迅速かつ的確に対策を追加反映

電源車の確保

中央制御室の監視計器用に必要な電力を確保するため、電源車を配備する。
 (各ユニット1台ずつ、計11台配備。予備として11台。)

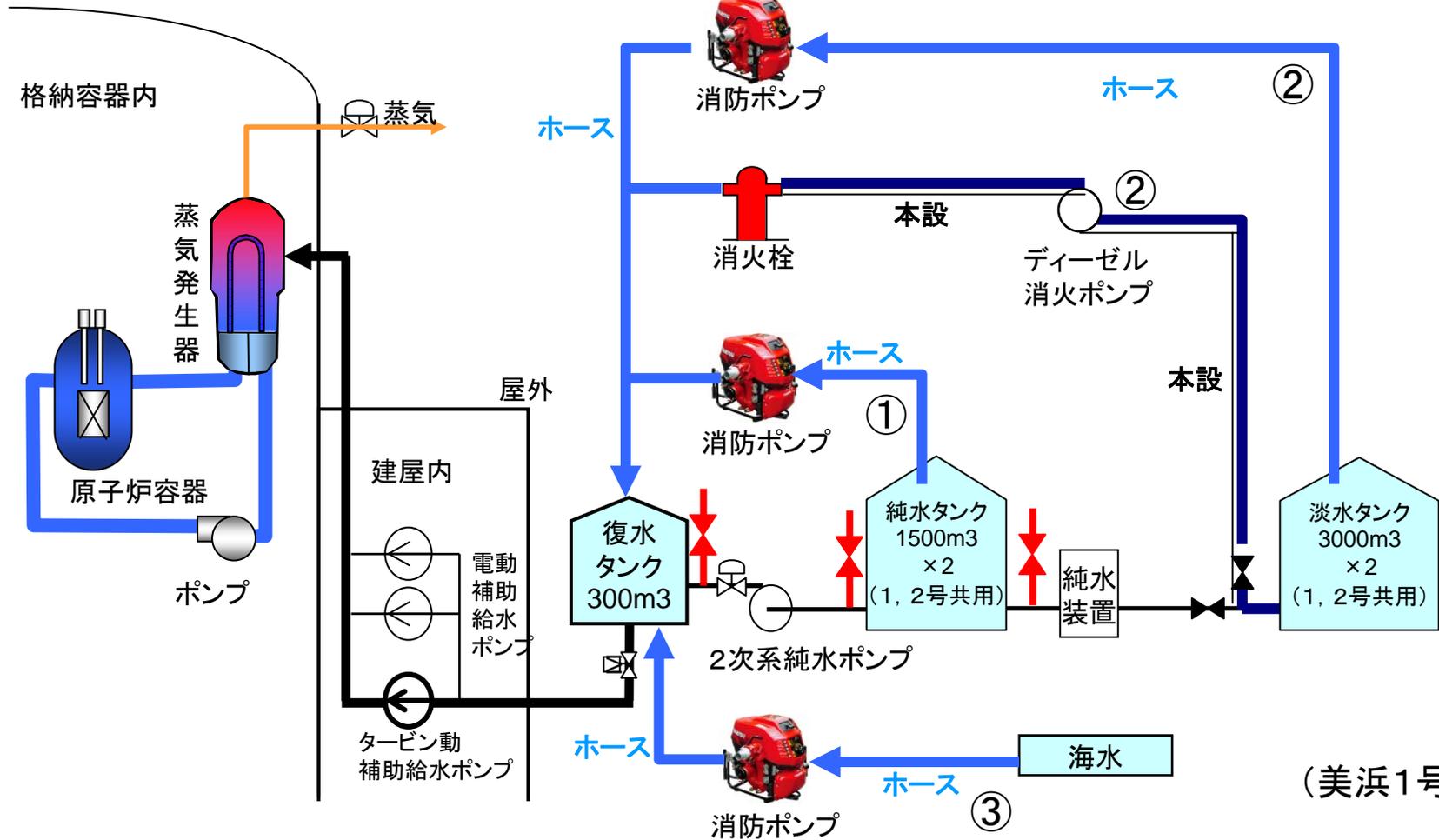


プラント	必要容量	配置した電源容量
美浜1号	約240 kVA	約500kVA
美浜2号	約280 kVA	約800kVA
美浜3号	約300 kVA	約400kVA
高浜1号	約360 kVA	約500kVA
高浜2号	約360 kVA	約800kVA
高浜3号	約220 kVA	約610kVA
高浜4号	約200 kVA	約400kVA
大飯1号	約390 kVA	約500kVA
大飯2号	約390 kVA	約610kVA
大飯3号	約200 kVA	約610kVA
大飯4号	約200 kVA	約610kVA

消防ポンプ他による炉心冷却機能の確保

炉心冷却に必要な蒸気発生器への水を確保

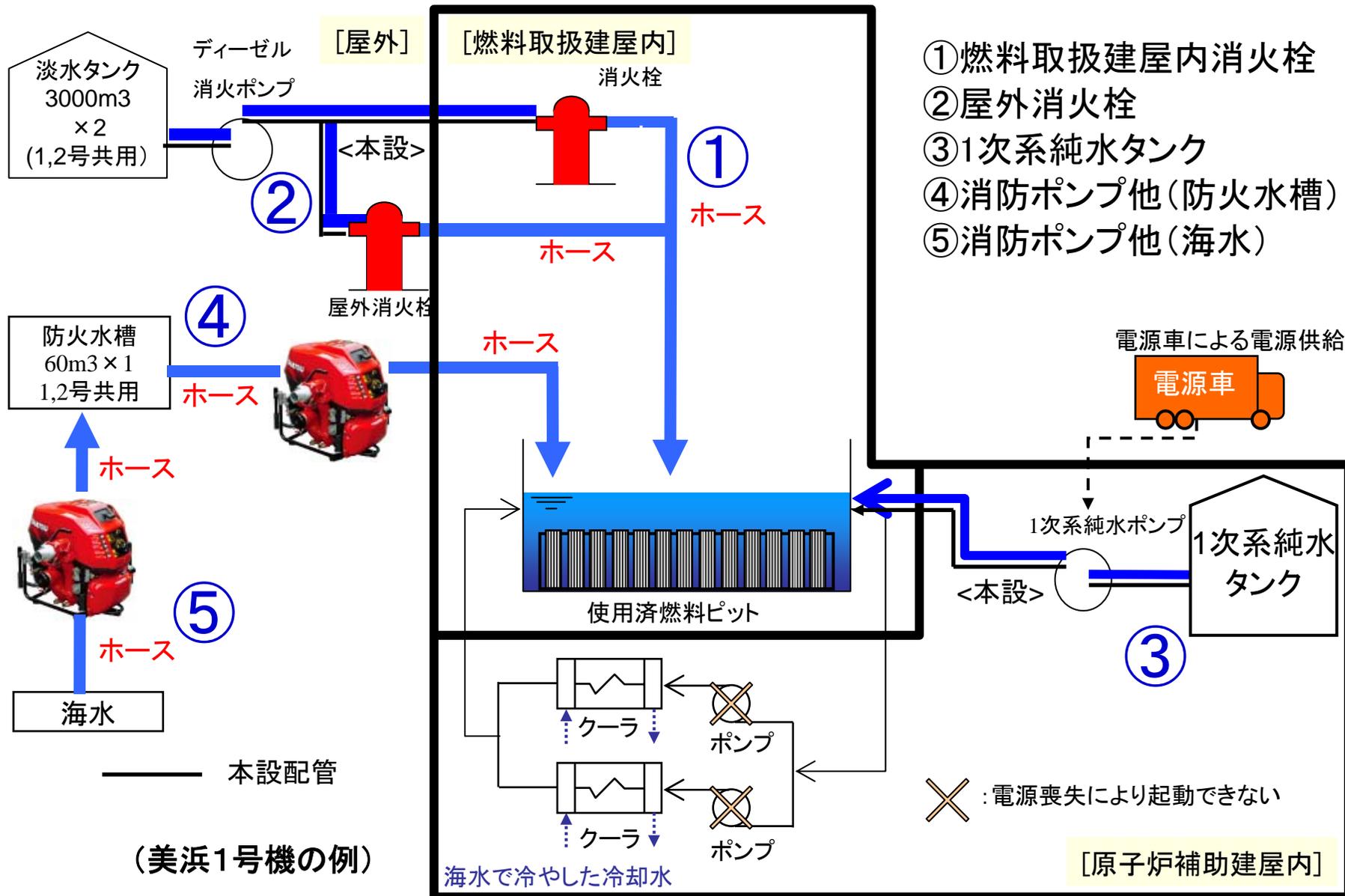
- ① 純水タンク → 消防ポンプ他 → 復水タンク
- ② 淡水タンク → 消防ポンプ他 → 復水タンク
- ③ 海水 → 消防ポンプ他 → 復水タンク



(美浜1号機の例)

消防ポンプ他による使用済燃料ピット冷却機能の確保

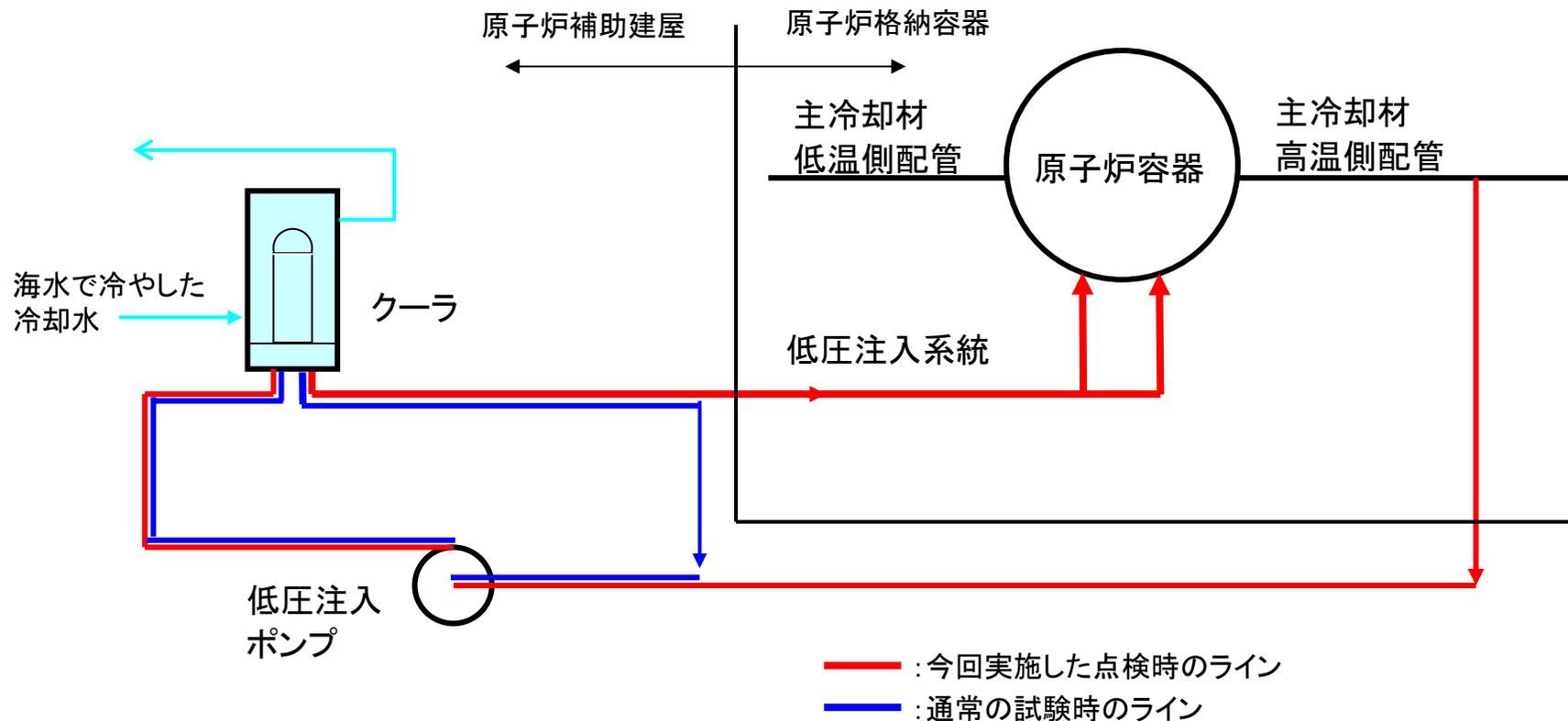
屋内外の水源から使用済燃料ピットへ水を補給するための設備
(消防ポンプおよび消火ホース)を配備



非常用炉心冷却システムの健全性確認（定期検査における特別点検）

定期検査中のプラントにおいて、事故を模擬し、実際に原子炉容器に水が注入されることを確認

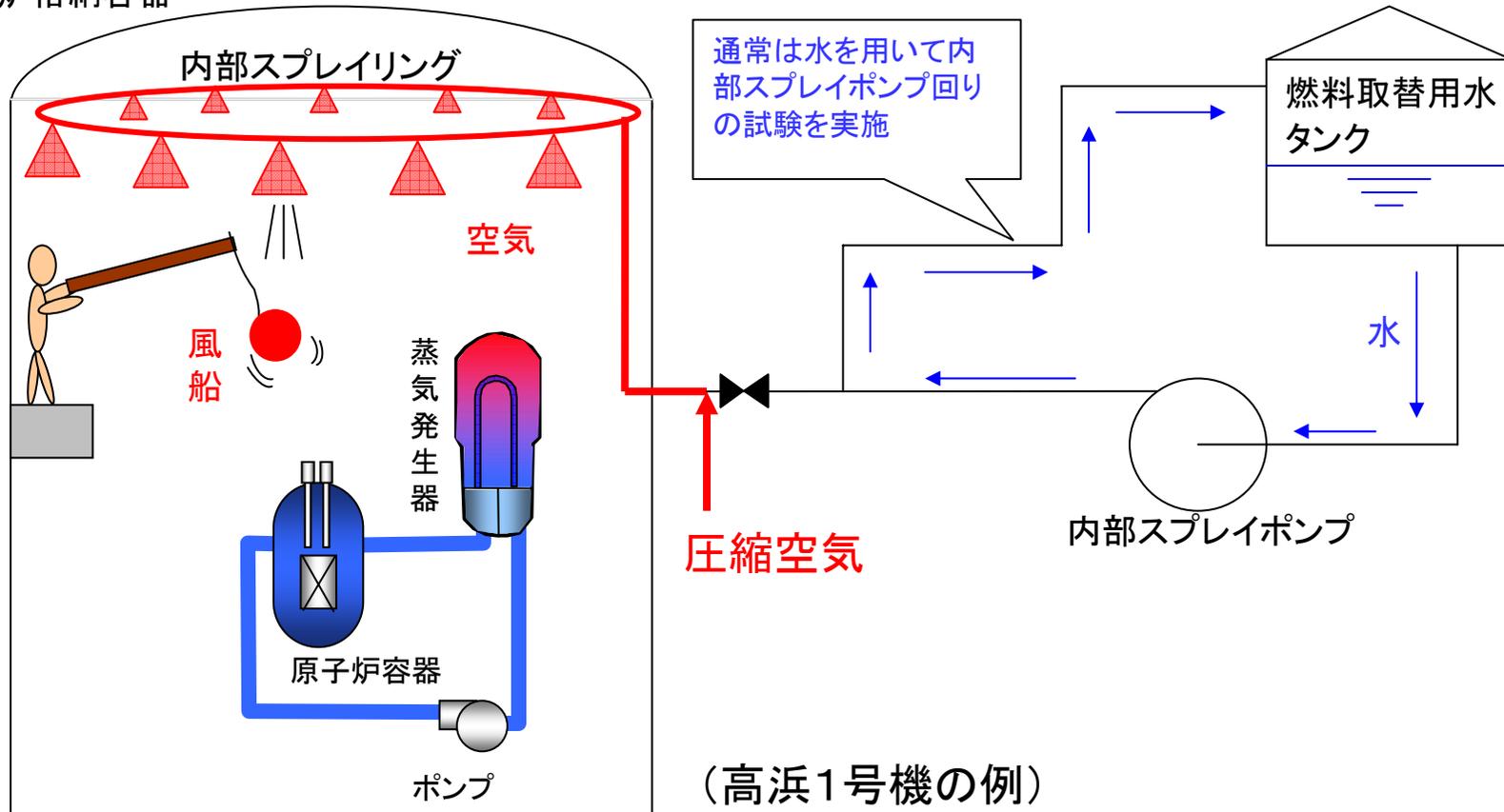
系統構成（美浜1号機の例）



格納容器スプレイングの健全性確認（定期検査における特別点検）

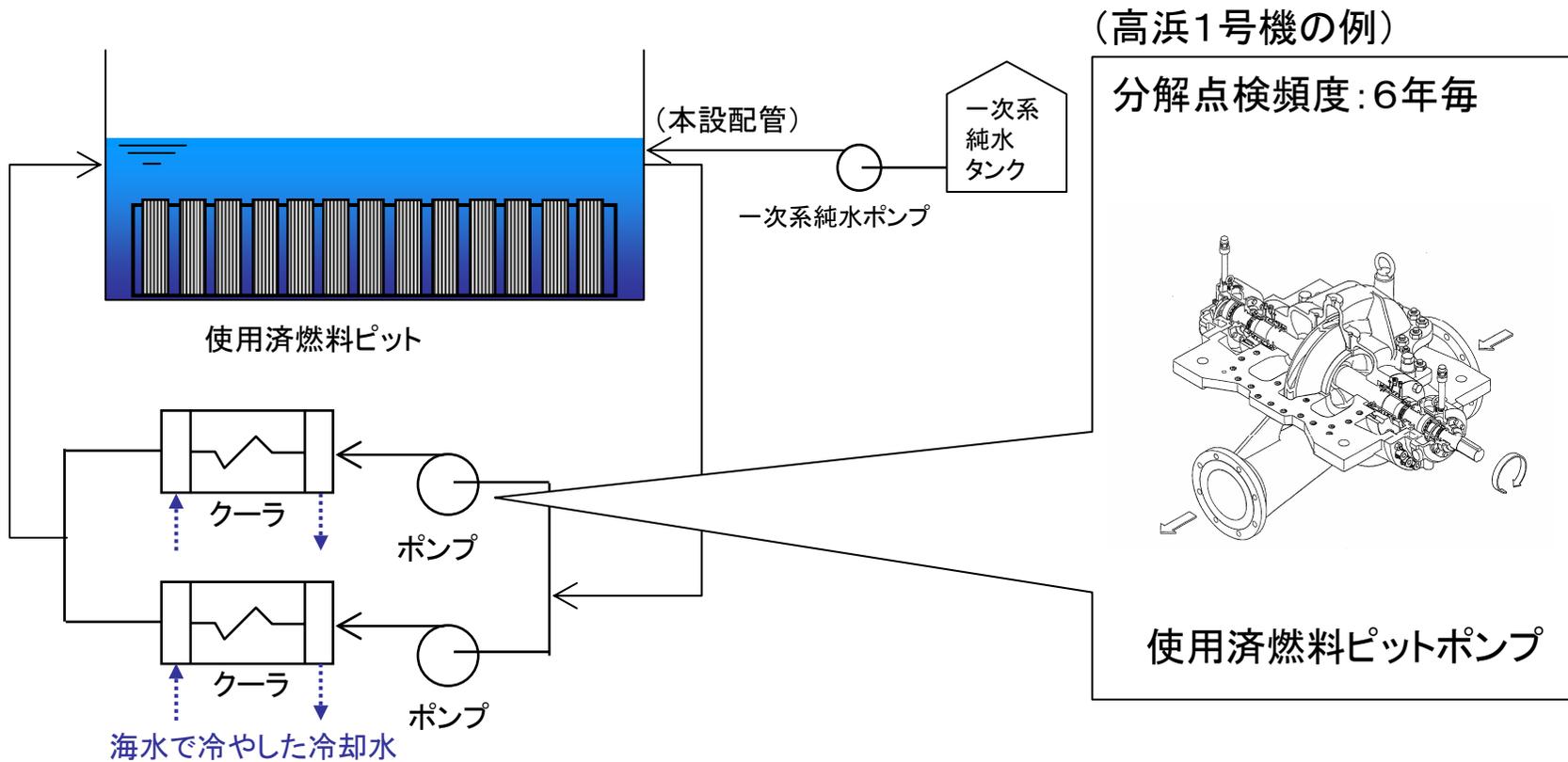
原子炉格納容器内の圧力上昇を抑制する設備の健全性を確認するため、
系統配管に圧縮空気を供給し、空気が流れることを確認
(通常10年程度の間隔で実施)

原子炉格納容器



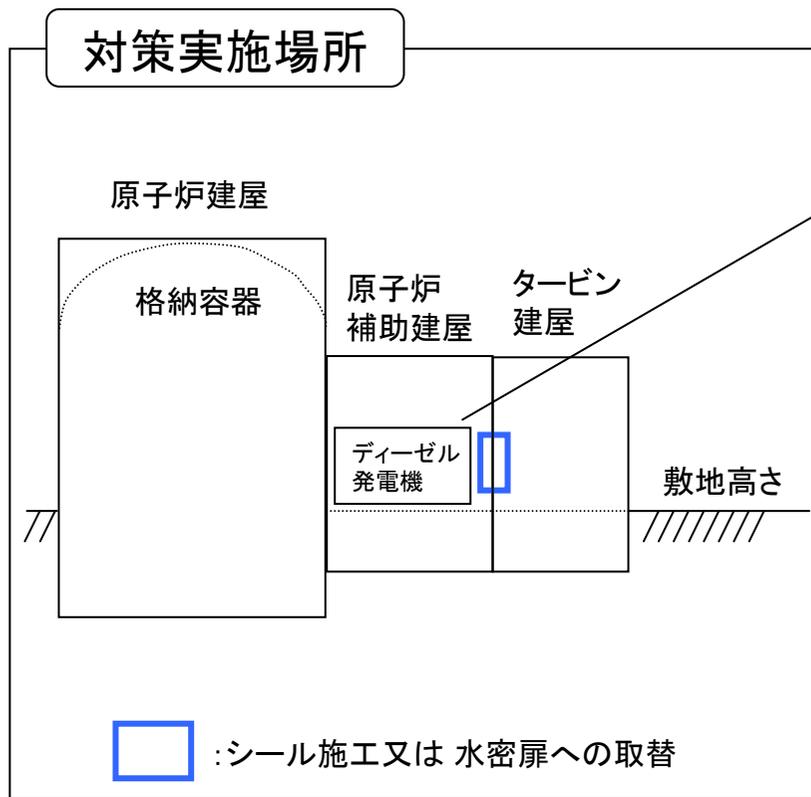
使用済燃料ピットポンプの分解点検（定期検査における特別点検）

使用済燃料の冷却に用いる使用済燃料ピットポンプの分解点検を実施し、健全性を確認
当該ポンプは2台あるが、冷却機能を維持するため、1台ずつ点検を実施



建屋の水密性向上(シール施工、水密扉への取替)

安全上重要な設備がある建屋内に津波による水が浸入することを防止するため、扉等の隙間へのシール施工および水密扉への取替を実施



○保護すべき安全上重要な設備

- タービン動補助給水ポンプ
- バッテリー
- ディーゼル発電機 他

○工事内容

- 扉の隙間にシール施工を実施

(全プラント 平成23年4月中旬までに実施)

- 将来的に、水密扉への取替を実施

(全プラント 平成24年上期実施予定)

シール施工の例



水密扉の例

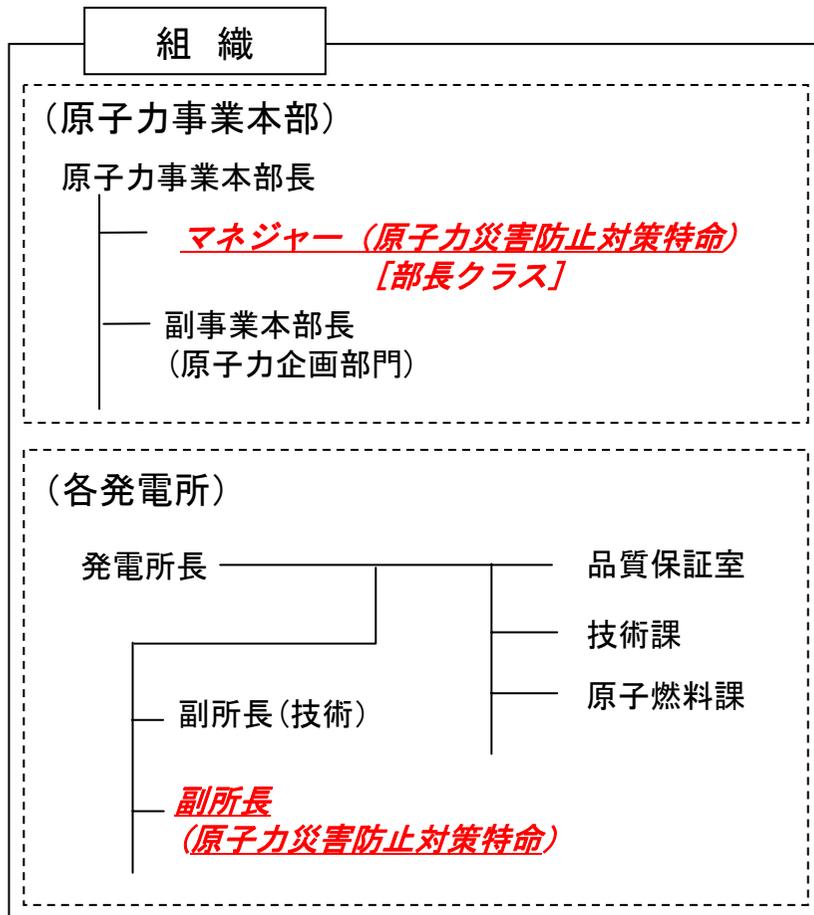


緊急時対応体制の確立

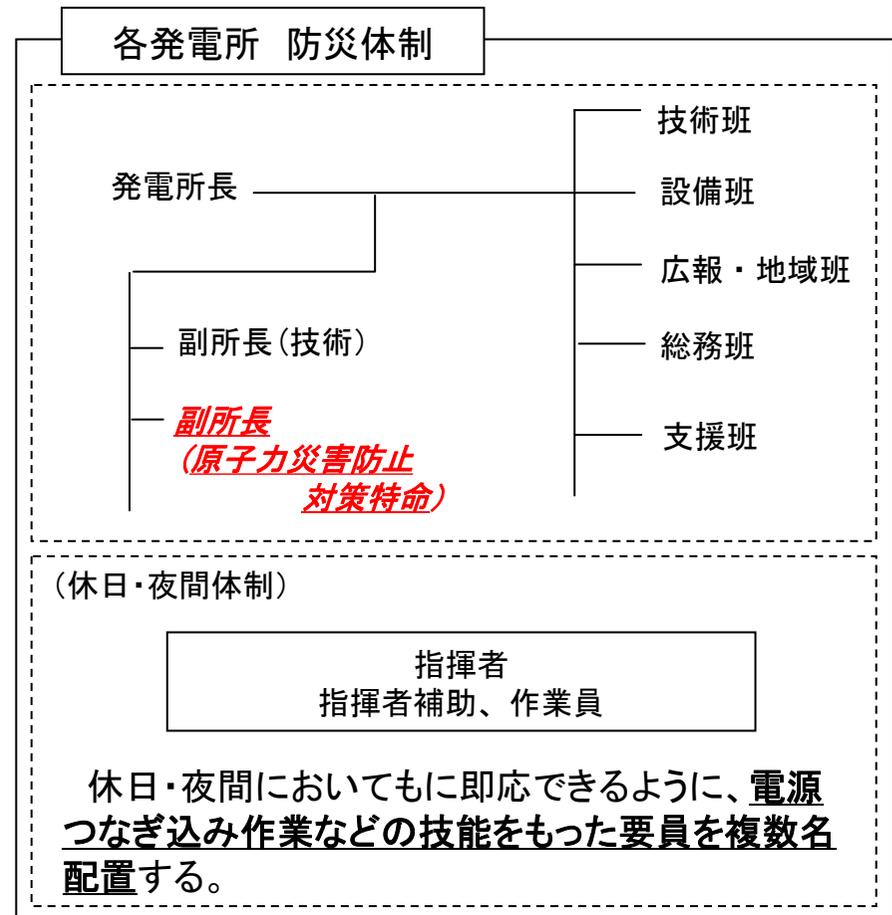
緊急時の対応体制を強化するため、

- 原子力災害防止対策の推進に係る業務を一元的に統括する専任の役職者を新たに設置（原子力事業本部に部長クラス1名、各発電所に副所長1名：平成23年3月28日）
- また、休日・夜間体制確立のため、必要な要員を配置

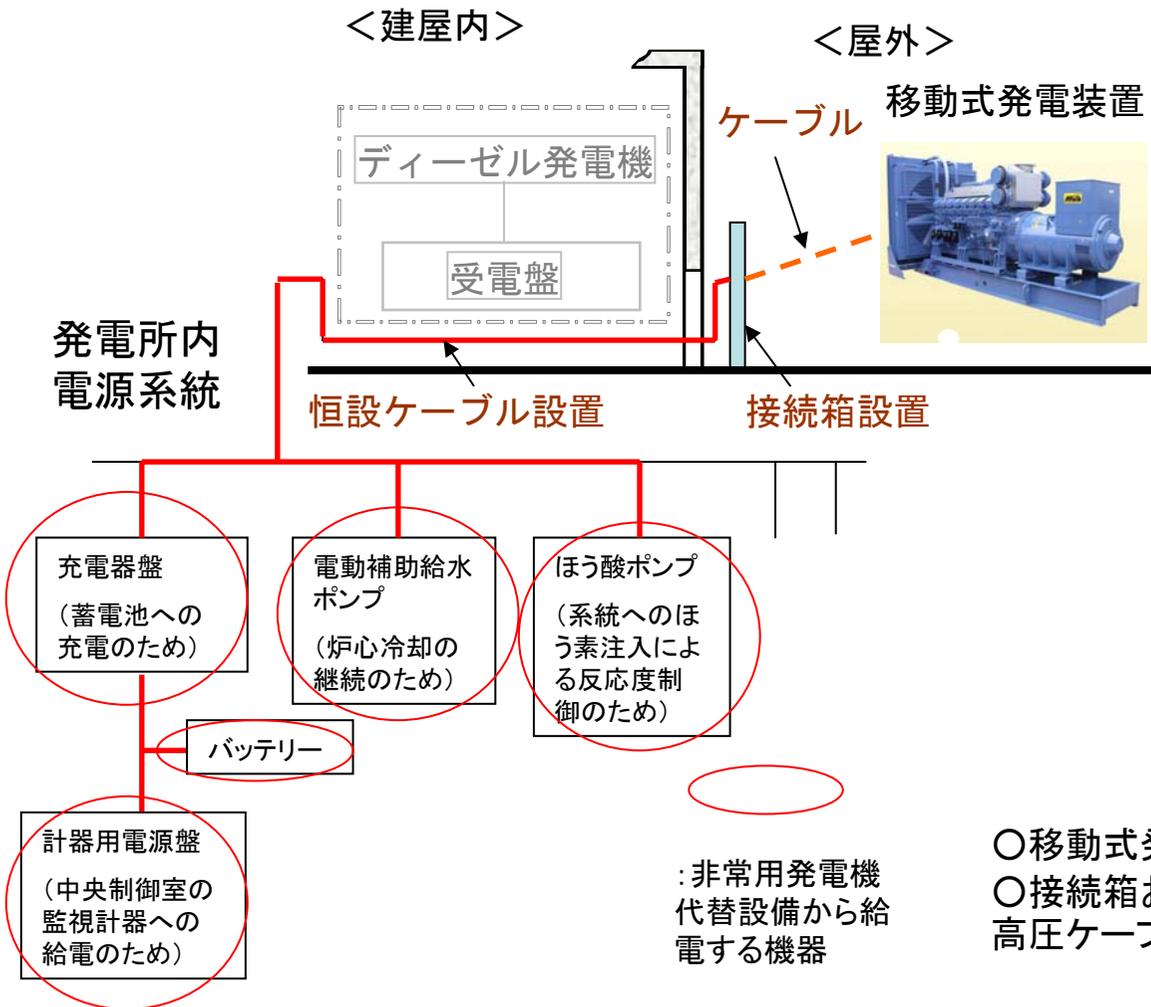
<安全確保体制の強化>



<津波対応体制の確立>



非常用ディーゼル発電機の代替電源設備として、中央制御室の監視計器や炉心を安全に冷却するために必要な機器(電動補助給水ポンプ等)の電力をまかなえる容量の空冷式の移動式発電装置を配置

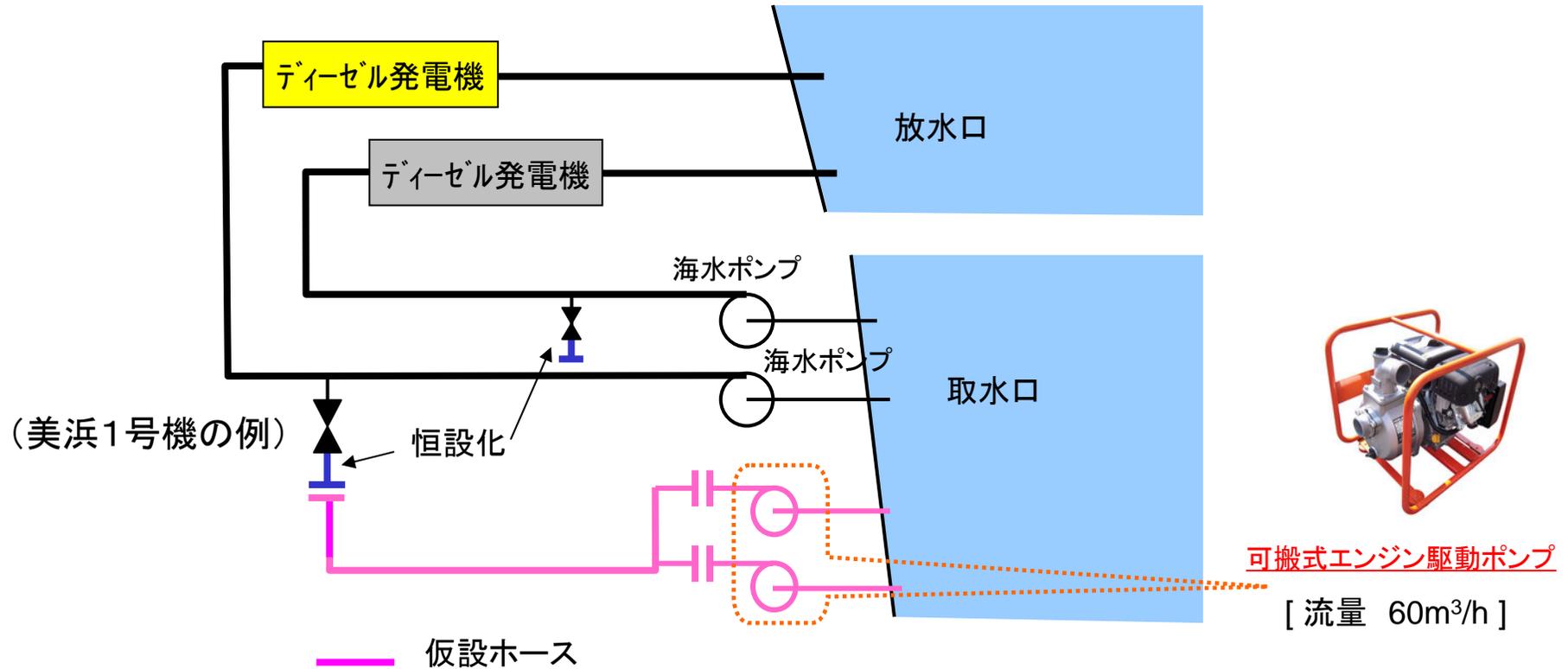


プラント	必要容量 (kVA)	必要台数 (台)
美浜1号	1,000	1
美浜2号	2,000	2
美浜3号	3,500	2
高浜1・2号	3,000×2	2×2
高浜3・4号	3,500×2	2×2
大飯1・2号	3,500×2	2×2
大飯3・4号	3,500×2	2×2
計	—	21

○移動式発電装置(約1800kVA) 21台 手配済み
 ○接続箱および接続箱と発電所内電源系統を繋ぐ高圧ケーブルを恒設化(納入時期:H23年9月頃)

電源の確保(海水供給用可搬式ポンプの設置)

海水ポンプの機能喪失時に非常用ディーゼル発電機の冷却を可能とする海水供給用可搬式エンジン駆動ポンプを配置



	M1	M2	M3	T1	T2	T3	T4	O1	O2	O3	O4
ディーゼル発電機 海水流量/基[m ³ /h]	約100	約180	約220	約220	約220	約300	約300	約320	約320	約400	約400
ポンプ台数	2	4	4	4	4	5	5	6	6	7	7

必要量は合計54台で残り16台は予備で70台準備予定

【計画概要】

原子力発電所に外部から電源供給するための送電線のうち、比較的運用年数が経過しているものを優先的に建替える。

具体的には、自然環境の厳しさ、設備異常の発生状況、長期的な安全性の観点を踏まえ、**美浜線・敦賀線**をはじめとして順次改修する。

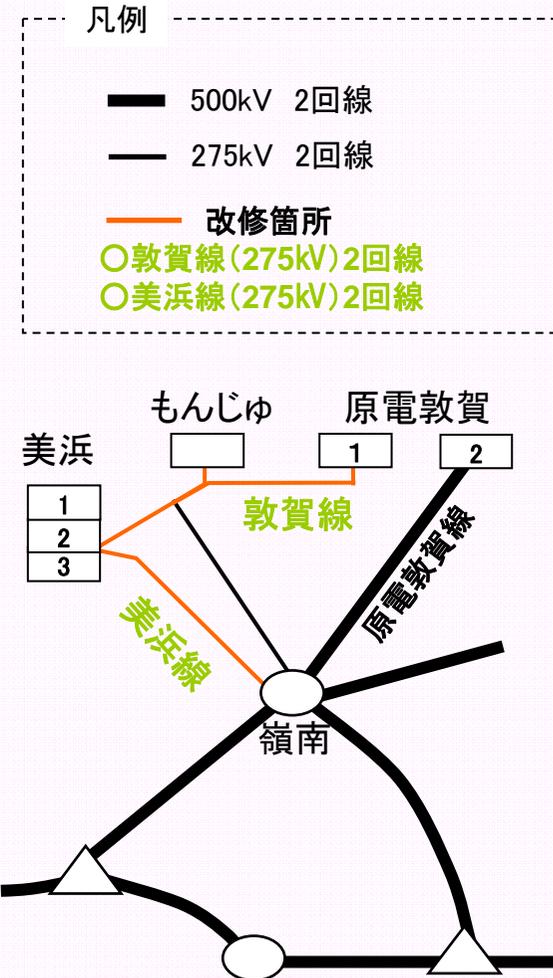
また、設備の改修にあたっては、設備異常の発生しにくい形状の部材、腐食しにくい電線の採用等、最新の知見を盛り込むとともに今回の地震に鑑み、鉄塔ならびに基礎の耐震設計にも最新の知見を反映する。

加えて、今回の地震の規模、設備被害の詳細が分かり次第、取り入れるべきことがないか等の検討を行い、適切に対応する。

【改修工程(案)】

年度	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29
工程	準備	調査	工事				

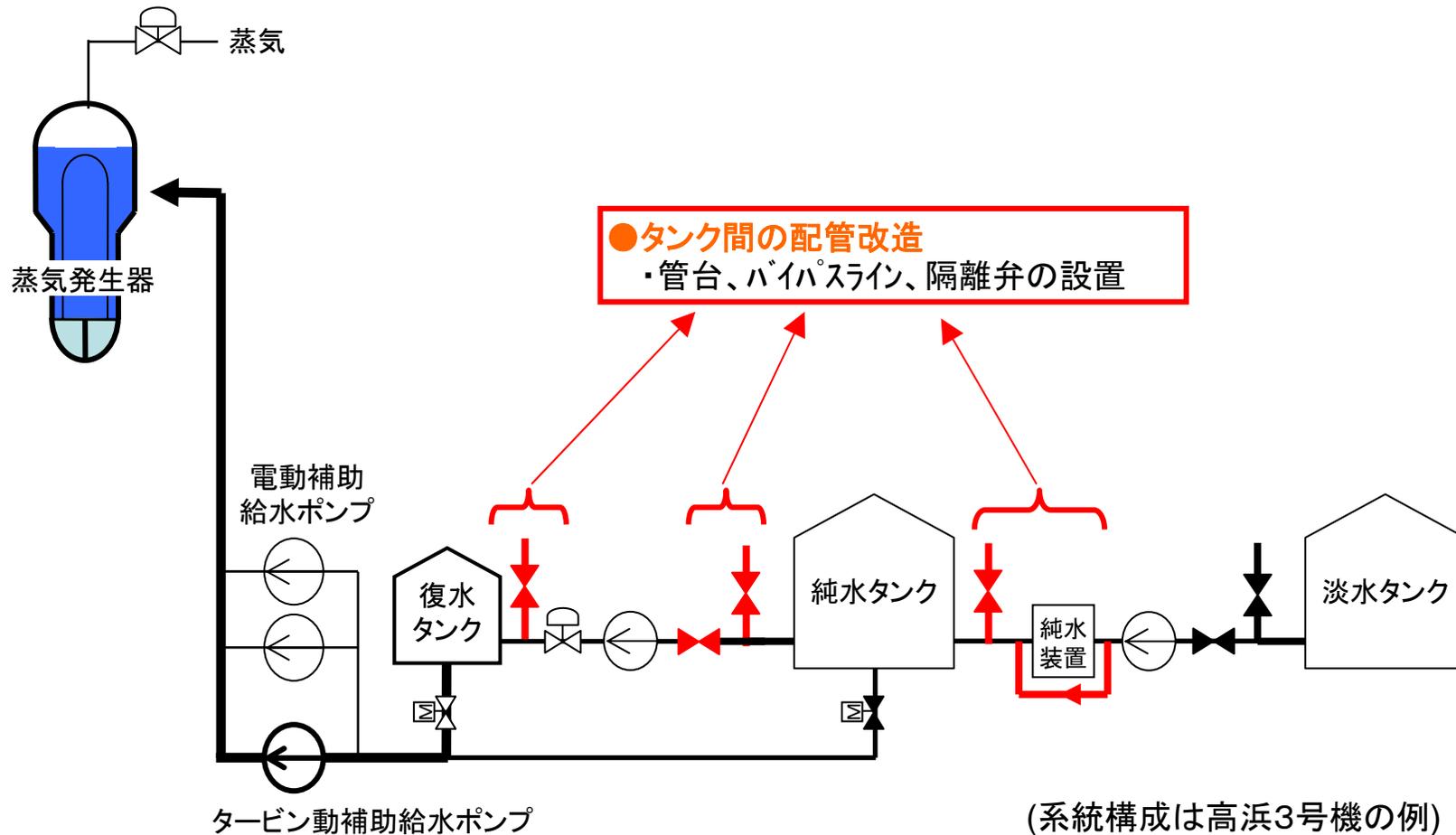
【系統図】



※調査：測量、地質、環境の調査およびそれに伴う地元、行政等との協議を通じ、詳細な工事の概要を決定するためのもの。

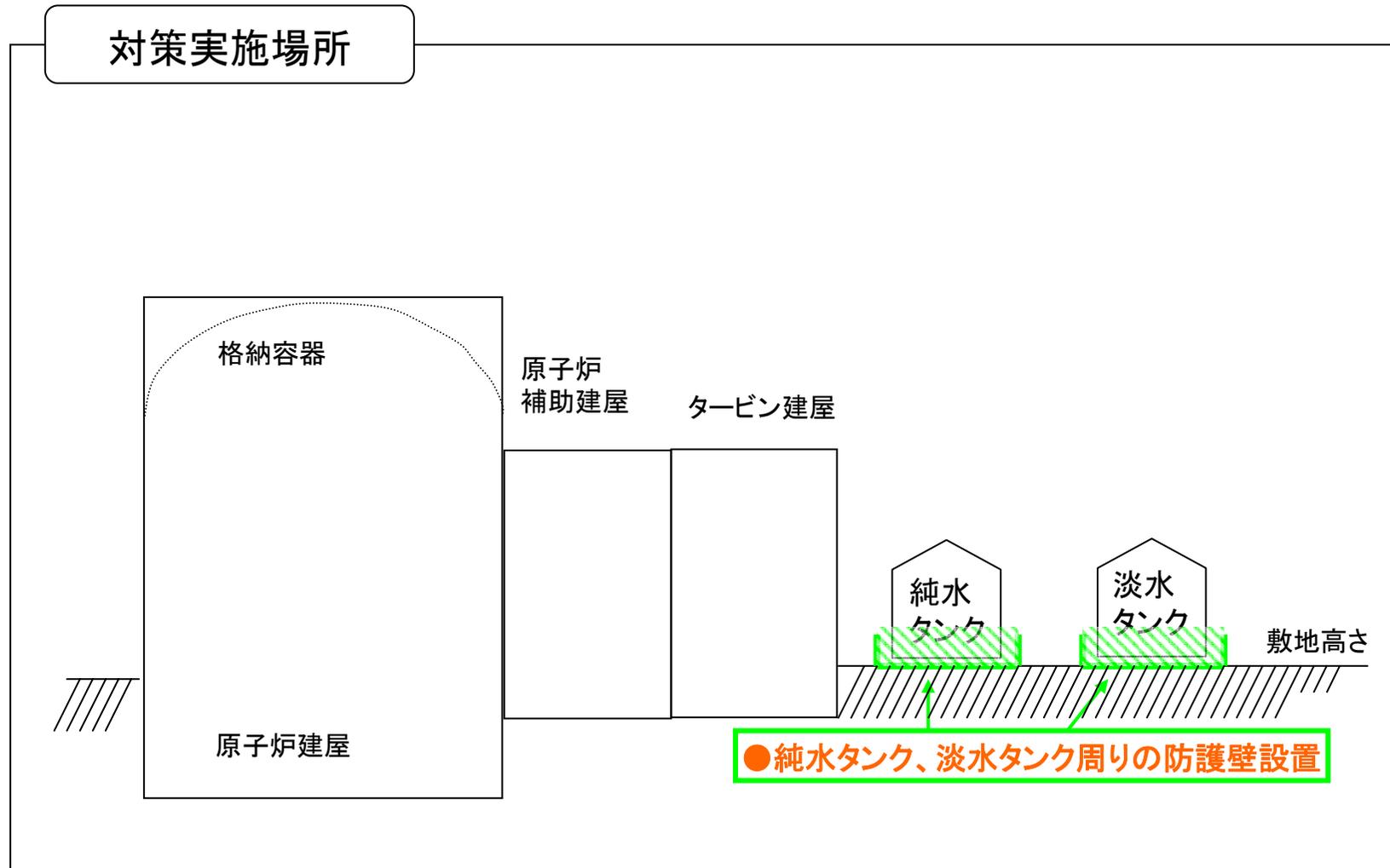
炉心冷却機能の確保 (タンク間の配管改造)

炉心冷却機能確保(炉心の冷却に必要となる蒸気発生器への注水機能の水源確保)のための水源、資機材(消防ポンプ他)をより簡易的、機動的に活用できるように、復水タンクと純水タンクならびに淡水タンク間の配管を改造



炉心冷却機能の確保(純水タンク、淡水タンクの周りに防護壁設置)

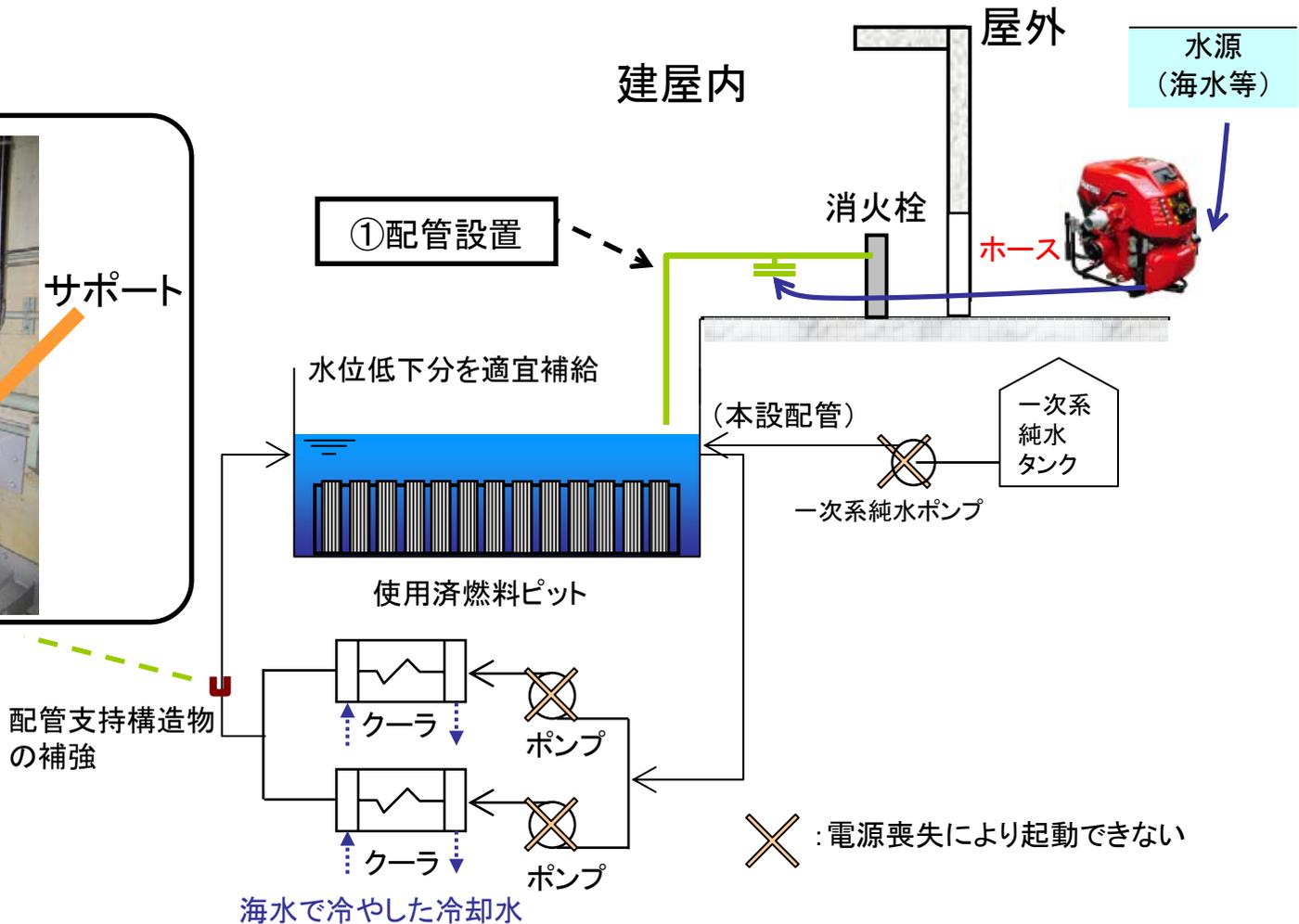
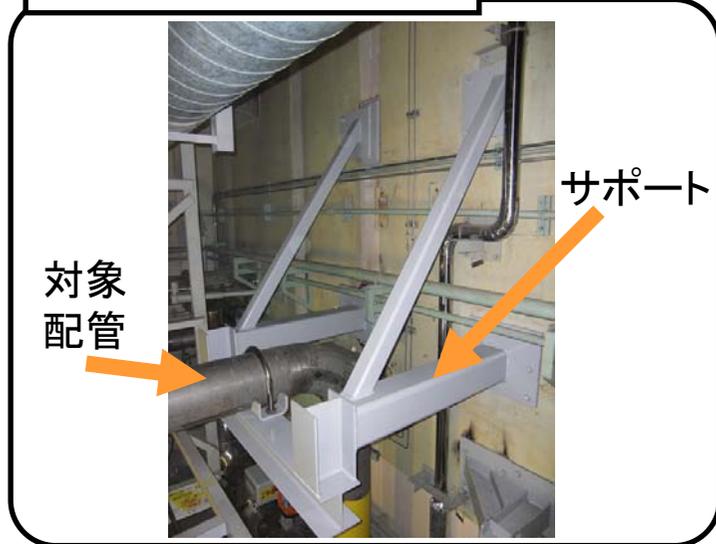
設置高さの低い純水タンクや淡水タンクについて周囲に防護壁を設置
(対象:美浜1, 2, 3号機、大飯3, 4号機)



使用済燃料ピット冷却機能の確保(水補給方法の多様化他)

- ①使用済燃料ピットに消火設備を利用して外部から水を補給するための配管を設置
- ②使用済燃料ピット冷却システムの信頼性向上のため、配管等の耐震評価を実施し、必要に応じ対策を実施

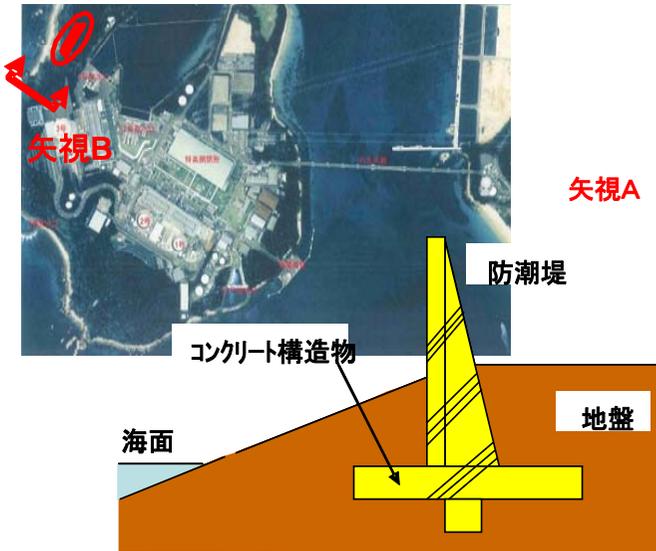
②配管支持構造物補強例



安全上重要な設備機能維持のための対策(津波の衝撃力緩和対策)

津波の衝撃力を緩和するため、防波堤のかさ上げなどを実施

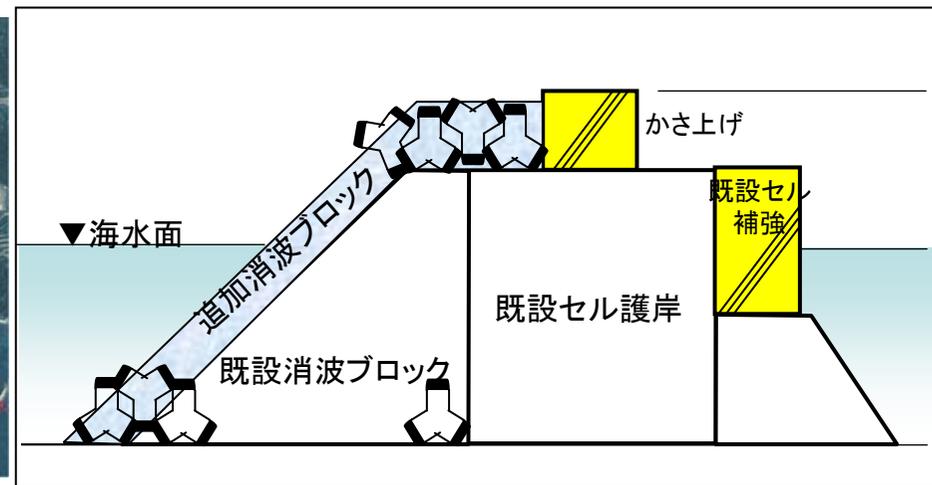
美浜: アゴ越の原地盤に防潮堤設置



高浜: 取水路上に防潮堤設置

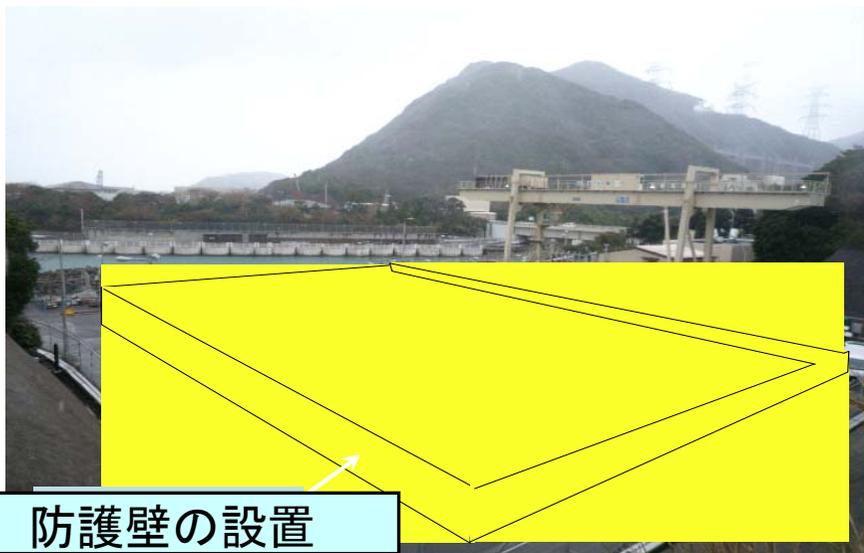


大飯: 既設防波堤のかさ上げ



安全上重要な設備機能維持のための対策
(海水ポンプの津波対策の強化)

海水ポンプへの津波の影響を低減するため、海水ポンプエリアに防護壁を設置



防護壁の設置

【大飯発電所3・4号機 海水ポンプエリア】

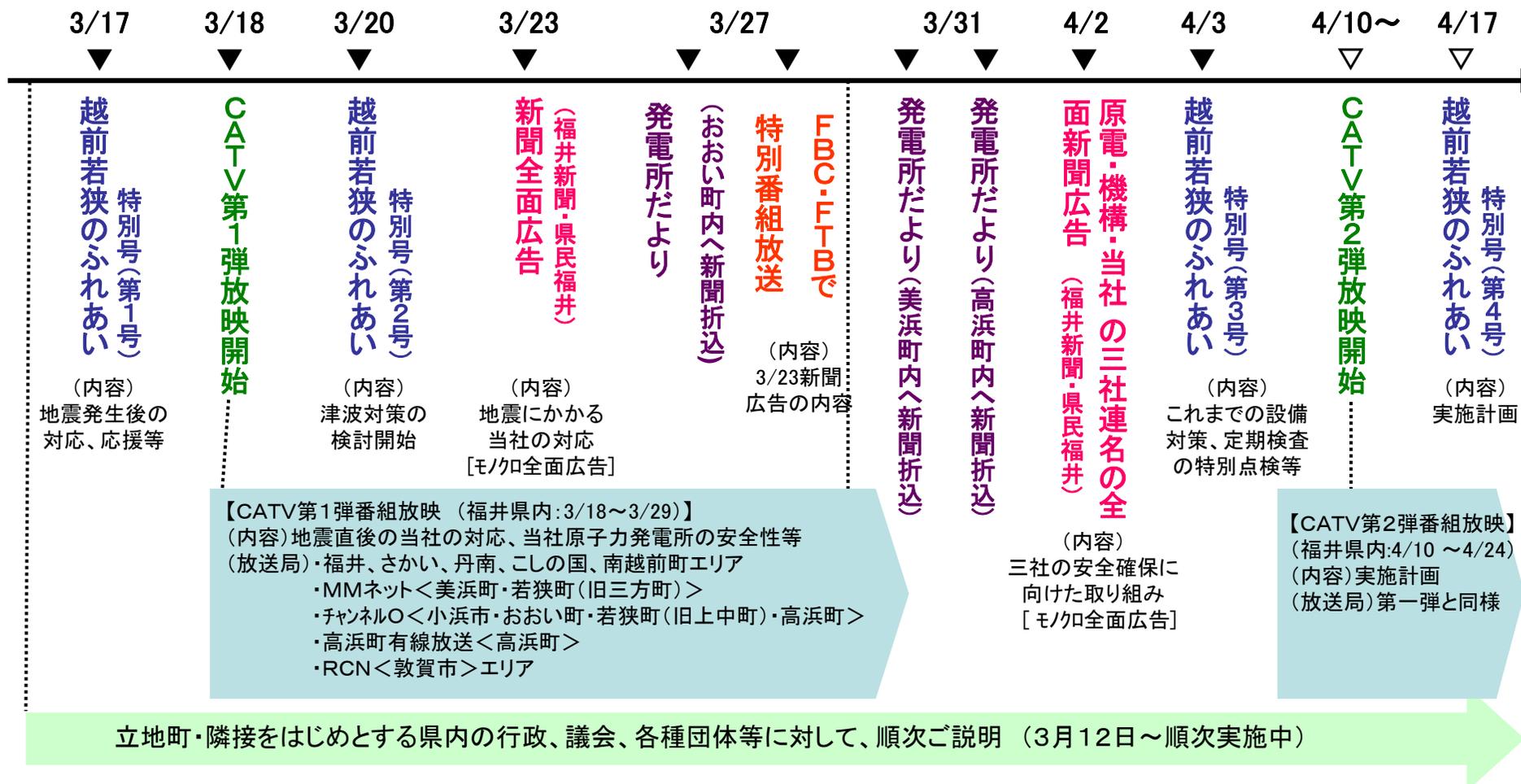


防護壁の設置

【大飯発電所1・2号機 取水口】

《大飯発電所の例》

福井県の皆様にご理解いただくために、当社の対応状況については、積極的にタイムリーな情報発信を実施



当社社員、協力会社社員および当社社員OBが、県民の皆さまに丁寧に説明できるように社内等に情報発信する。

- 福島第一原子力発電所事故については、津波により以下の機能全てを喪失したことが、事故拡大の直接的要因と推定されております。
 - ①全交流電源 ②炉心冷却機能 ③使用済燃料ピット冷却機能
- 当社としましては、上記を踏まえて、安全性向上対策を策定しました。
 - ・ 「緊急対策」
 - ： 上記3つの機能確保のために、直ちに講じるべき対策
 - ➡平成23年4月中旬までに完了予定（継続実施分は除く）
 - ・ 「応急対策」
 - ： 緊急対策により原子炉の冷却、使用済燃料損傷防止が確実となるが、一層の安全性向上のための多重性、多様性拡充のための対策
- 今後も情報収集、分析を継続し、新たな知見が得られた場合は、迅速かつ的確に対策を追加反映してまいります。
- 上記達成のため最優先に資源を投入するとともに、当社発電所の地域的特性を踏まえた対策についても鋭意検討してまいります。
- また、引き続き県民の皆様のご理解を賜るよう社員一人ひとりが丁寧な説明を実施してまいります。

参 考 資 料

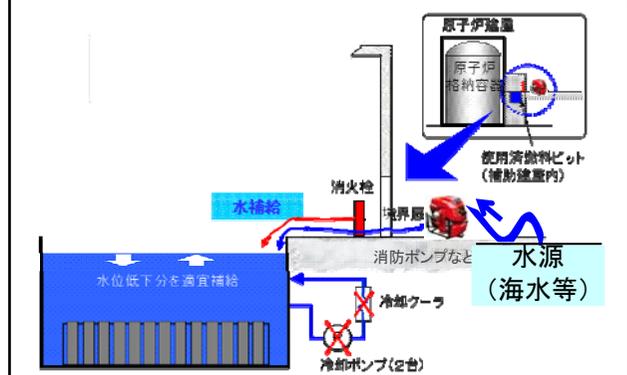
緊急対策の概要

参考資料1

設備面での対策(①～⑤)および運用面での対策(⑥)により、津波による全交流電源、炉心冷却機能、使用済燃料ピット冷却機能が喪失する状況にあっても、原子炉の冷却や使用済燃料の損傷防止を確実にする

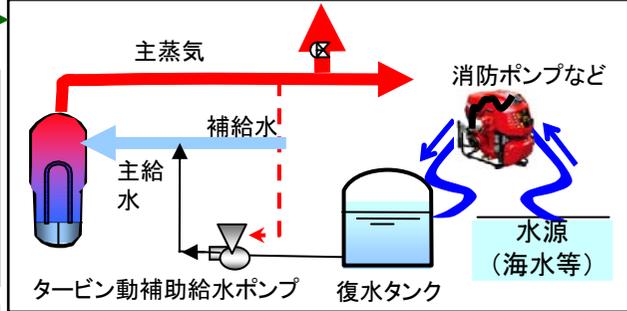
① 電源の確保 (電源車の繋ぎ込み)	
電源車他の配置等	H23.4.10まで
訓練の実施	順次実施中

③ 使用済燃料ピット冷却機能の確保 (使用済燃料ピットへの注水)	
----------------------------------	--

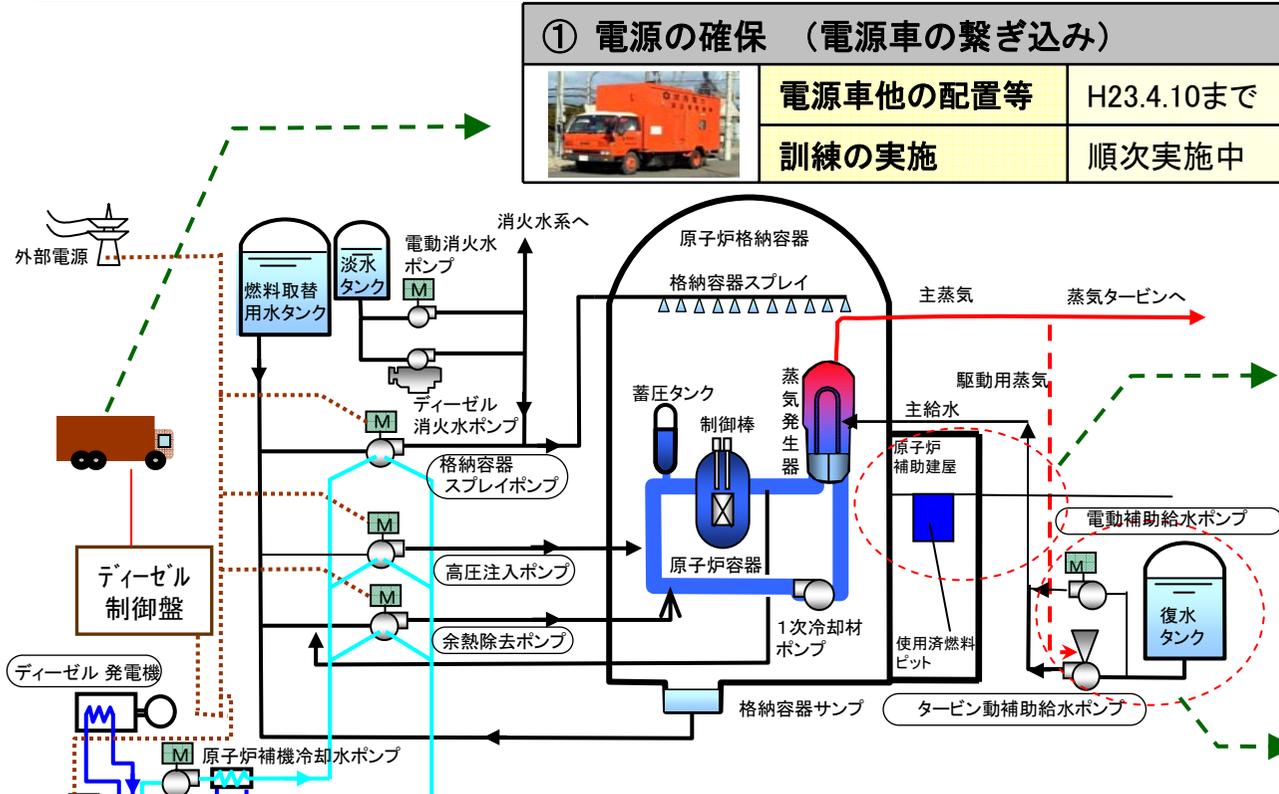


消防車の配置等	H23.4.12まで
訓練の実施	H23.4.12まで

② 炉心冷却機能の確保 (蒸気発生器への給水)	
-------------------------	--



消防車の配置等	H23.4.12まで
訓練の実施	H23.4.12まで



④ 定期検査における特別点検	
ECCS等の健全性確認	H23.4.13まで (美浜1号)
使用済燃料ピットポンプ分解点検	H23.4.7[済] (高浜1号) その他順次実施予定

⑤ 安全上重要な設備機能維持のための対策	
既存扉の隙間へのシール施工等	H23.4中旬

⑥ 運用面での対策	
訓練の実施	順次実施中
緊急対応体制の確立	H23.4.12予定
福井県の皆様への情報発信	継続実施中

応急対策の概要

参考資料2

緊急対策により原子炉の冷却と使用済燃料の損傷防止を確実にするが、以下の対策により、一層の安全性向上のため多重性、多様性を図る

① 電源の確保

海水供給用可搬式ポンプの設置	H23.6まで
非常用発電機代替設備の設置	H23年度上期
送電線の強化	中長期的に実施

③ 使用済燃料ピット冷却機能の確保

配管を敷設し、水補給方法の多様化	H23年度中
冷却システムの耐震補強	H23,24年度中

⑤ 全般的対策

発電所へのアクセス道路の整備
中長期的に実施

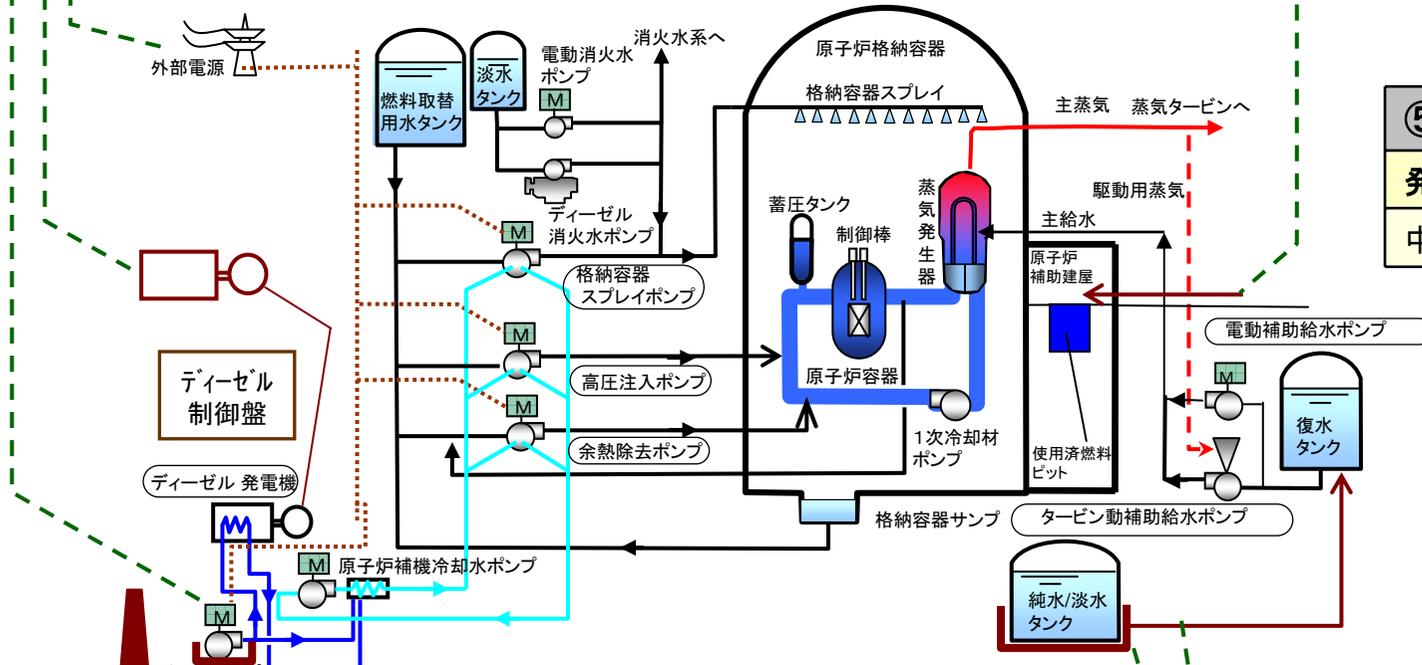
④ 安全上重要な設備機能維持のための対策

海水ポンプ用防護壁の設置	H23年度中
建屋の水密扉への取替	H24年度上期
既存防波堤かさ上げ/防潮堤設置	H23年度中(美浜,高浜) H25年度中(大飯)

② 炉心冷却機能の確保

タンク間の配管改造	H23,24年度中
タンク周りの防護壁設置(※)	H24年度中

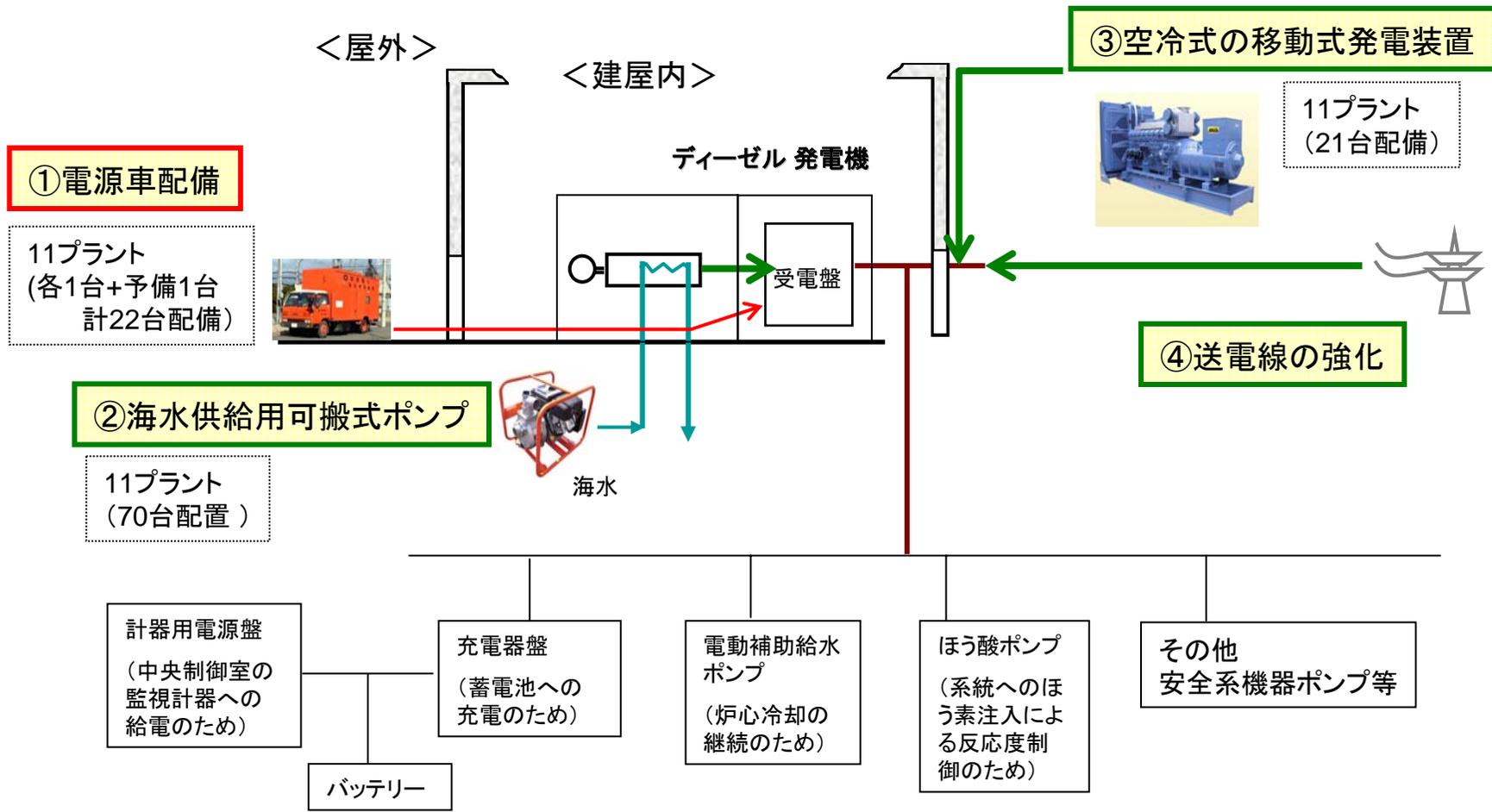
※対象: 美浜1,2,3号機、大飯3,4号機



電源の確保

【緊急対策】
①中央制御室の監視計器用に
必要な電力を確保するため、
電源車を配備

【応急対策】
②非常用ディーゼル発電機の冷却を可能とする海水供給用可搬式エンジン
駆動ポンプを配置
③中央制御室の監視計器や、炉心冷却に必要な機器の電力を確保するため、
移動式発電装置を配備
④外部から電源供給のため送電線を強化



炉心冷却機能の確保

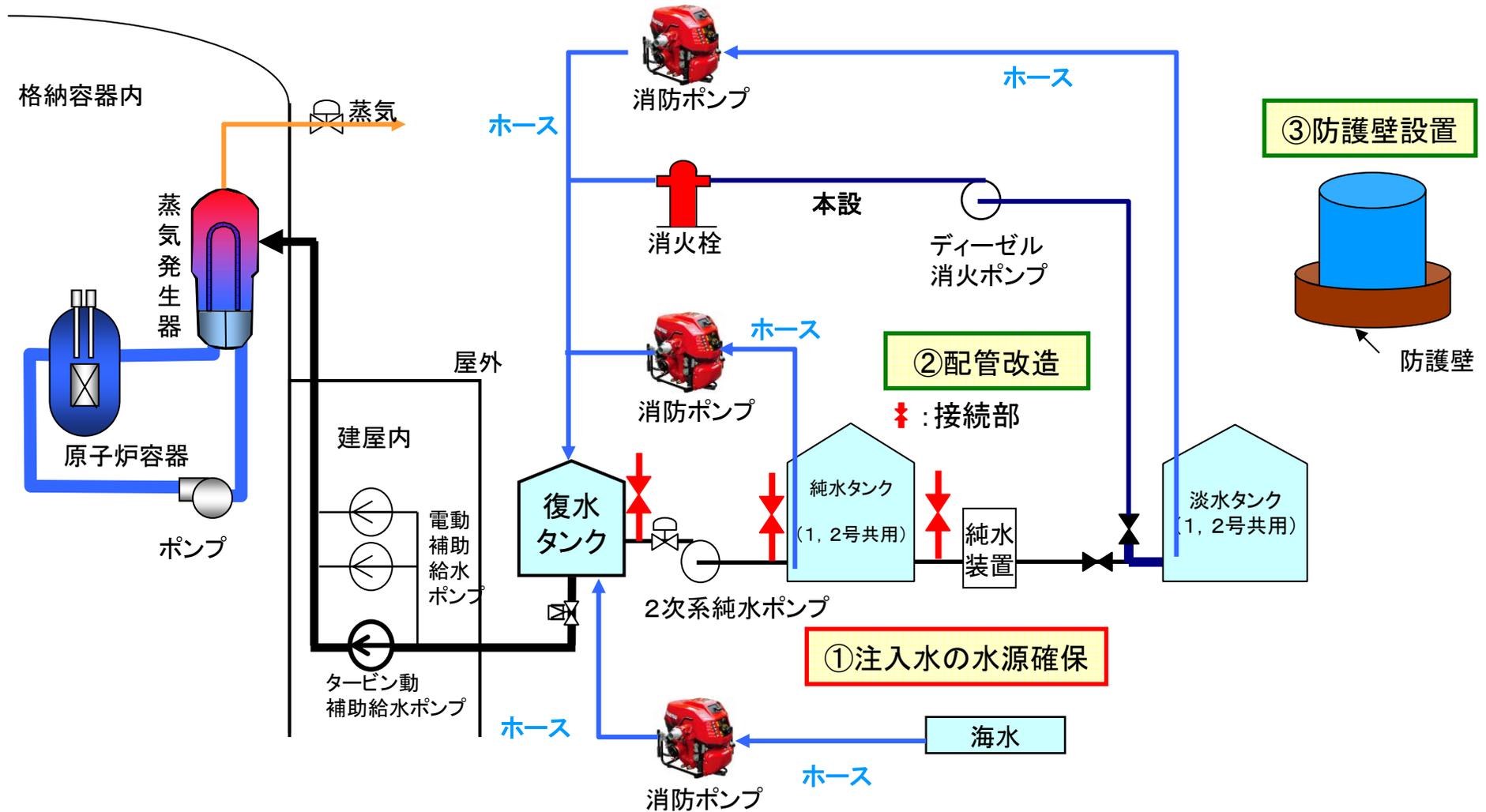
参考資料4

【緊急対策】

- ①炉心冷却に必要な蒸気発生器への注入水の水源を確保(電源がなくても消防ポンプ等を用いて復水タンクに給水可能となるように準備)

【応急対策】

- ②タンク間の水の移送が機動的にできるように配管等を改造
- ③設置高さの低い淡水タンク等の周囲に防護壁を設置
(対象：美浜1, 2, 3号機、大飯3, 4号機)



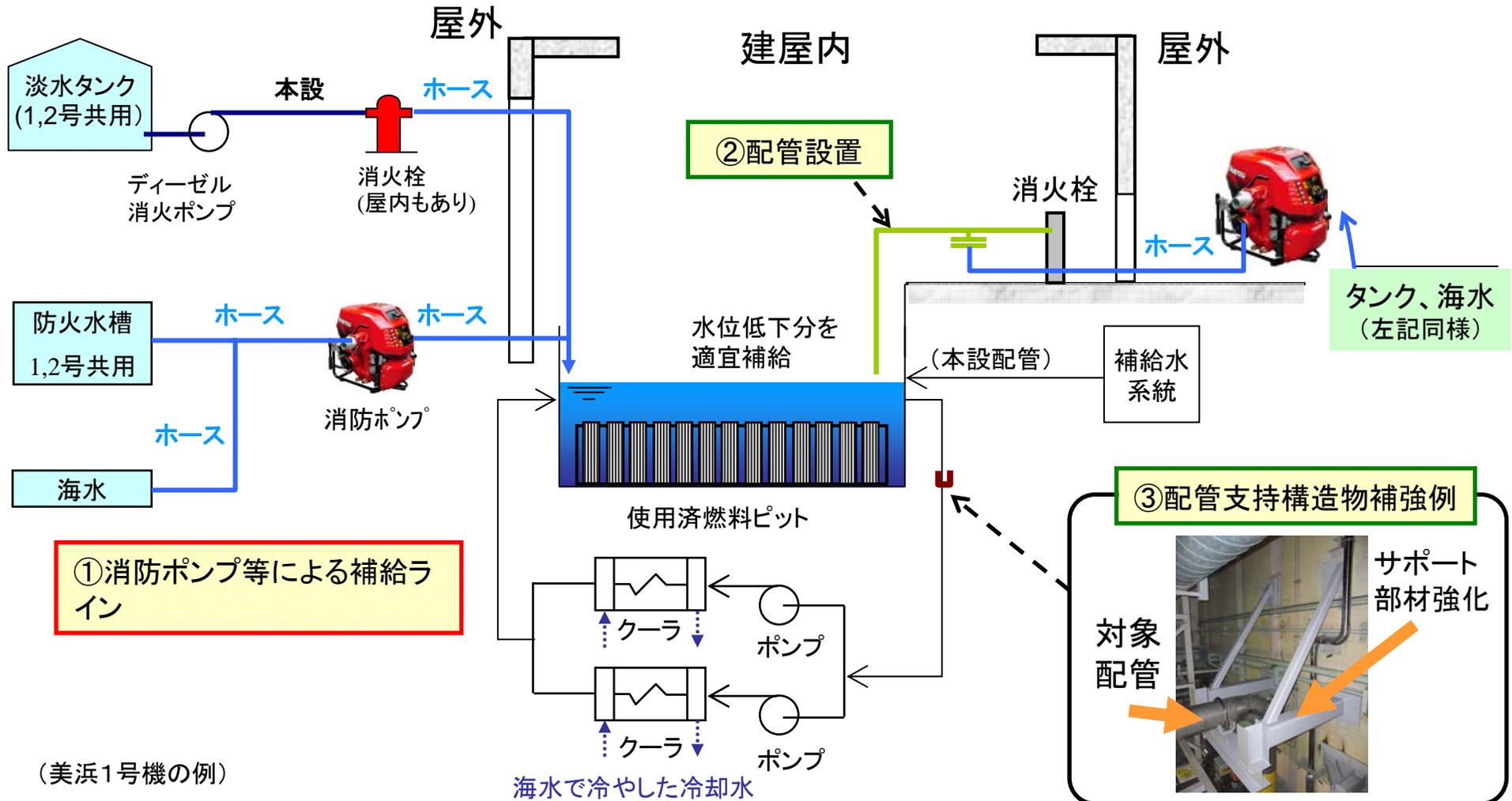
使用済燃料ピット冷却機能の確保

【緊急対策】

- ①屋内外の水源から使用済燃料ピットへ水を補給するための設備（消防車/消防ポンプ及び消火ホース）の配備

【応急対策】

- ②使用済燃料ピットに消火設備を利用して外部から水を補給するための配管を設置
- ③使用済燃料ピット冷却システムの信頼性向上のため、配管等の耐震評価を実施し必要に応じ対策実施



①消防ポンプ等による補給ライン

(美浜1号機の例)

海水で冷やした冷却水