



島根原子力発電所2号機 新規制基準への適合性確認申請の概要

平成25年11月30日

中国電力株式会社

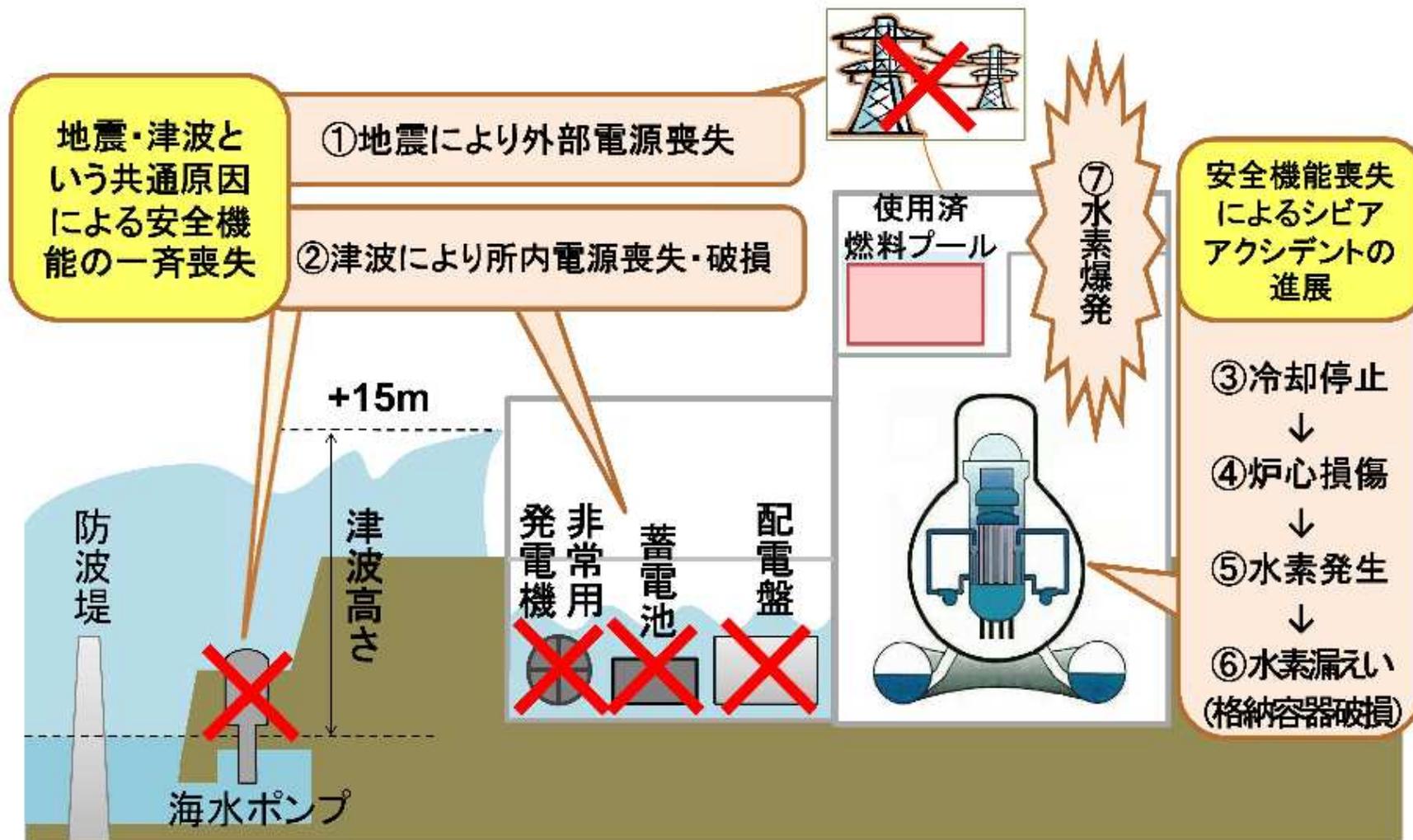
1. 新規制基準の概要

2. 島根原子力発電所2号機 新規制基準への適合性確認申請の概要

1. 新規制基準の概要

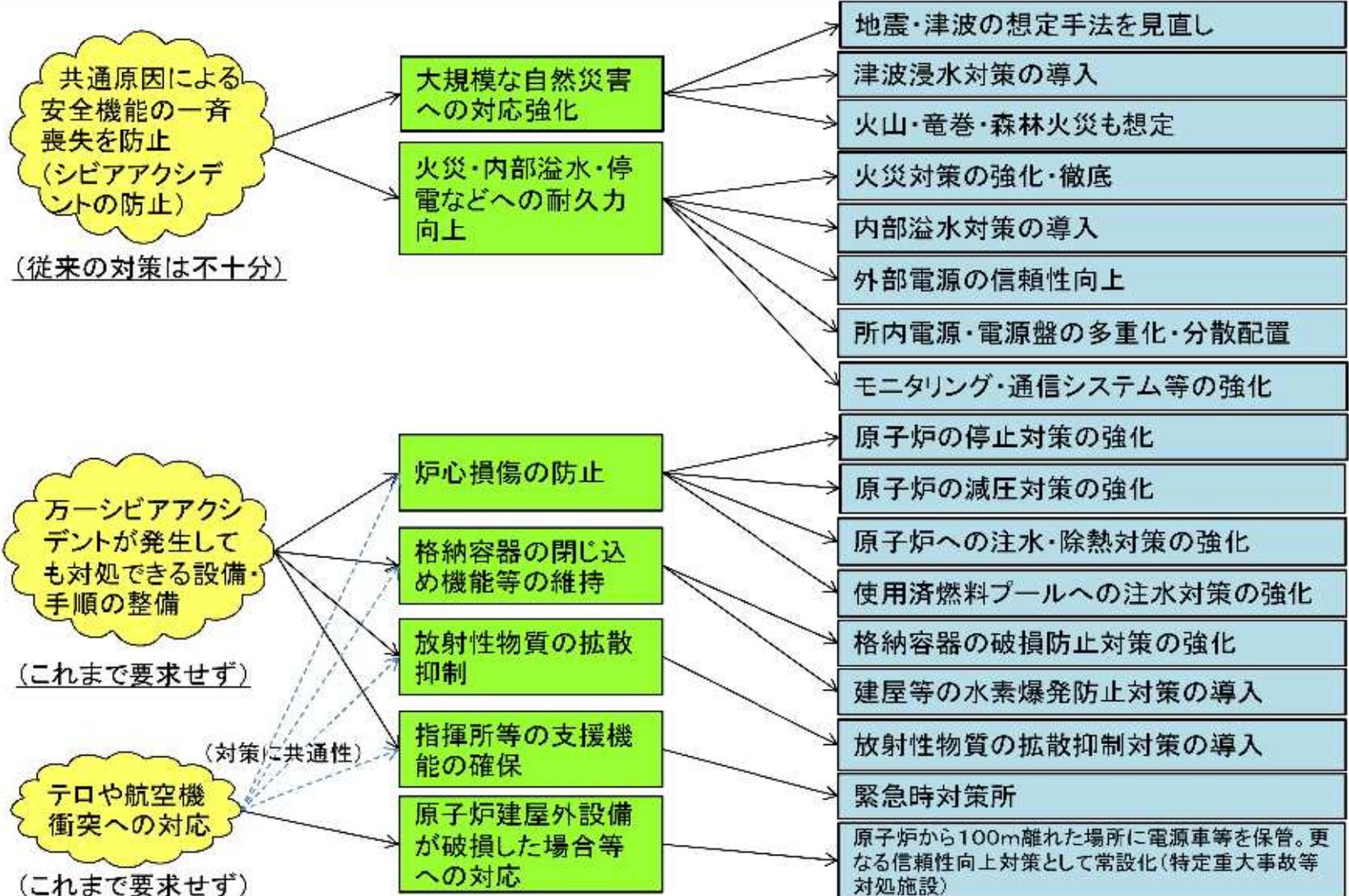
福島第一原発における教訓

- 福島原発事故では地震や津波などの共通要因により安全機能が一斉に喪失。
- さらに、その後のシビアアクシデントの進展を食い止めることができなかった。



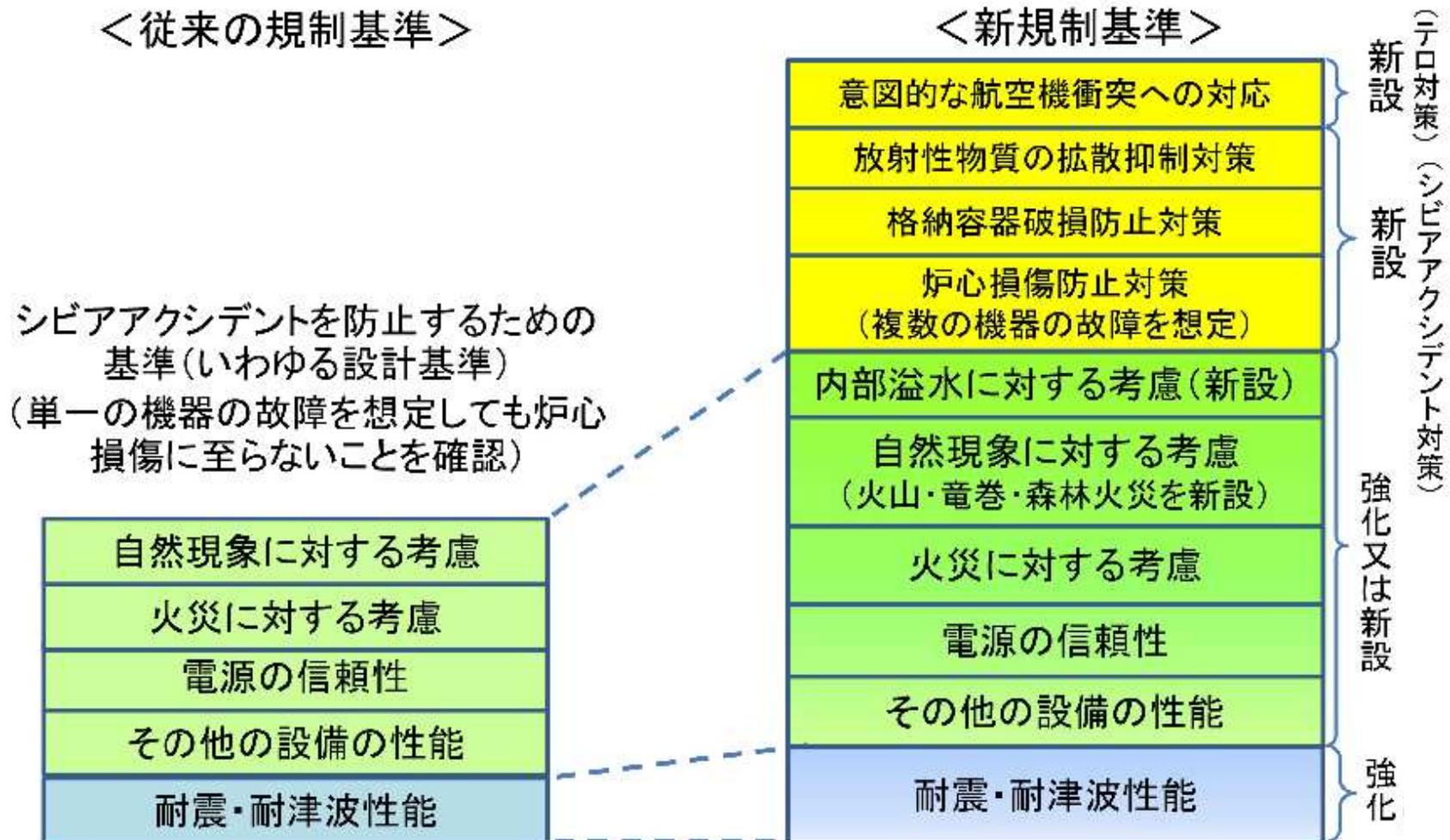
新規制基準の基本的な考え方と主な要求事項

➤ 共通原因による機能喪失及びシビアアクシデントの進展を防止するための基準を策定



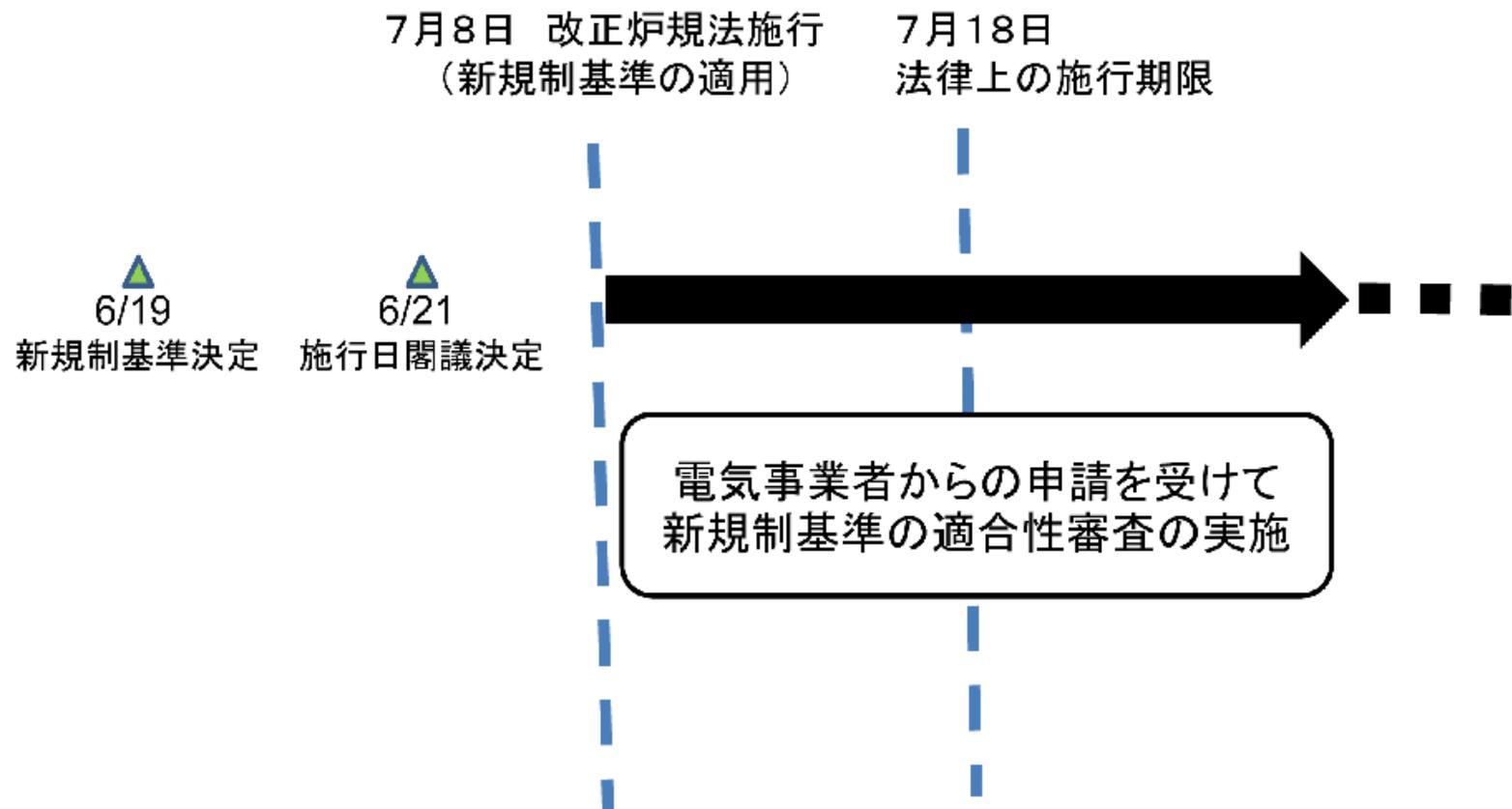
従来の基準と新基準との比較

- ▶ 従来と比較すると、シビアアクシデントを防止するための基準を強化するとともに、万一シビアアクシデントやテロが発生した場合に対処するための基準を新設



改正炉規法の施行スケジュール

- 改正炉規法は7月8日から施行。
- 新規制施行後、電気事業者からの申請を受けて、原子力規制委員会において新規制基準の適合性審査を開始



新規制施行後の当面の審査・検査の進め方(イメージ)

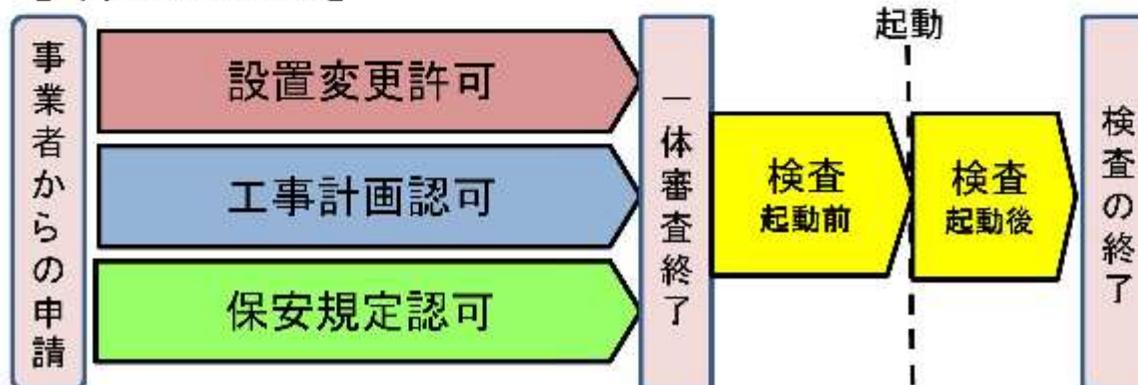
7

- 通常の審査においては、設置許可、工事計画認可、保安規定認可に係る審査を段階的に実施。
- 今回の審査では、設備の設計や運転管理体制等、ハード・ソフトの両面の実効性を一体的に審査することとし、設置許可、工事計画認可、保安規定認可について、事業者から同時期に申請を受け付け、同時並行的に審査を実施。

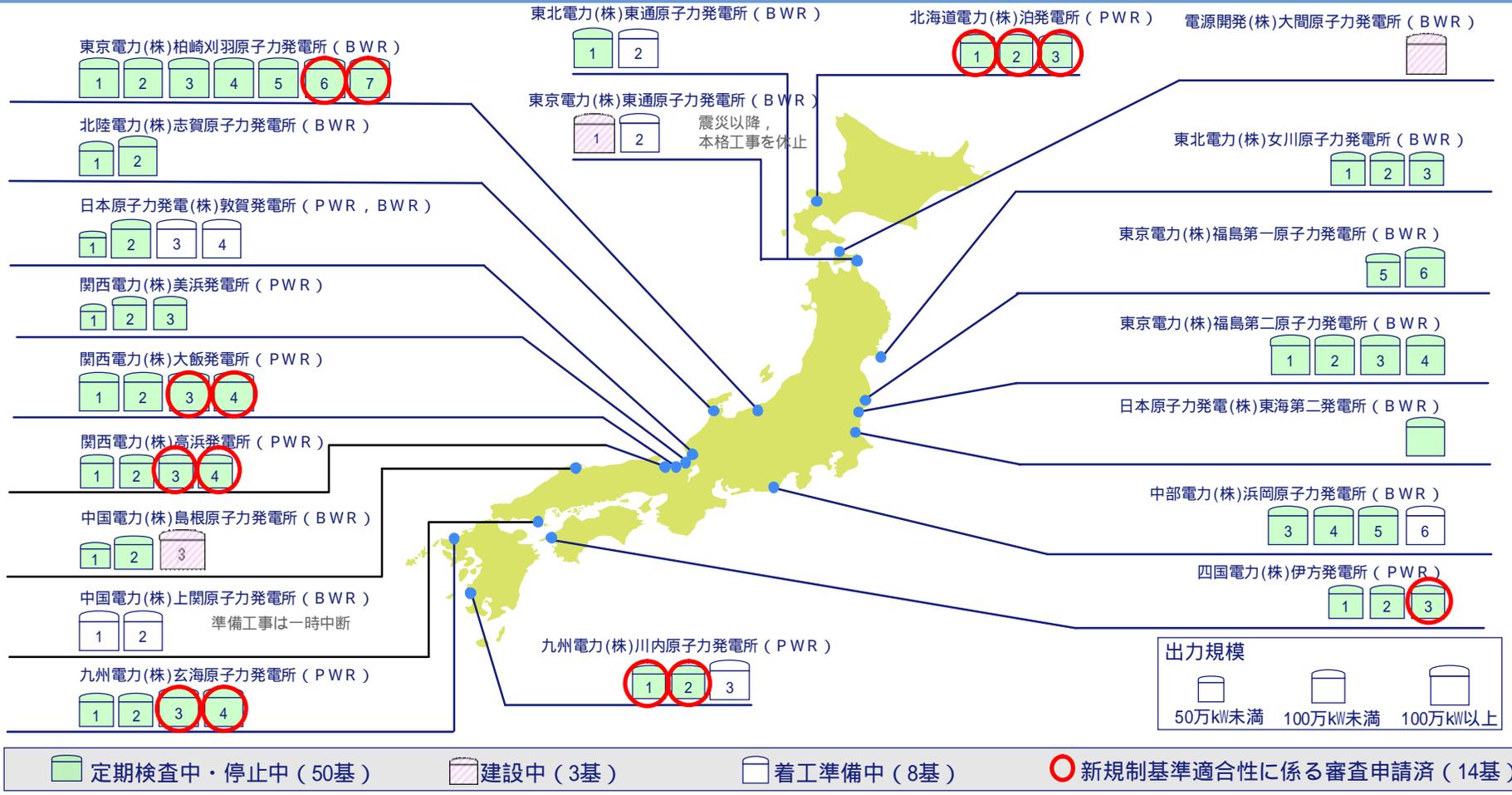
【通常の進め方】



【今回の進め方】



日本の原子力発電所の状況(商業用・平成25年10月31日現在)



新規制基準適合性に係る審査申請状況 (日付は申請日)	
北海道電力(株)	泊発電所1,2,3号機 (H25.7.8)
関西電力(株)	大飯発電所3,4号機 (H25.7.8), 高浜発電所3,4号機 (H25.7.8)
四国電力(株)	伊方発電所3号機 (H25.7.8)
九州電力(株)	川内原子力発電所1,2号機 (H25.7.8), 玄海原子力発電所3,4号機 (H25.7.12)
東京電力(株)	柏崎刈羽原子力発電所6,7号機 (H25.9.27)

< 運転終了 >	
日本原子力発電(株)	東海発電所 H10.3.31
中部電力(株)	浜岡原子力発電所1,2号機 H21.1.30
< 計画中止 >	
東京電力(株)	福島第一原子力発電所7,8号機 H23.5.20
東北電力(株)	浪江・小高原子力発電所 H25.3.28
< 廃止 >	
東京電力(株)	福島第一原子力発電所1~4号機 H24.4.19

2. 島根原子力発電所2号機 新規制基準への適合性確認申請の概要

島根原子力発電所の構内配置



島根原子力発電所の設備概要

	1号機	2号機	3号機
営業運転開始	昭和49年3月	平成元年2月	未定 総工事進捗率：93.6% (H23.4月末現在)
定格電気出力	46万kW	82万kW	137.3万kW
原子炉型式	沸騰水型 (BWR)	沸騰水型 (BWR)	改良型沸騰水型 (ABWR)
燃料集合体数	400体	560体	872体
制御棒本数	97本	137本	205本
【現 状】	第29回定期検査中 (平成22年11月～)	第17回定期検査中 (平成24年1月～)	設備の据付工事完了

新規制基準等への対応状況

- 島根原子力発電所1～3号機では、津波等への緊急安全対策は完了。
- 島根2,3号機については、新規制基準に適合するための対策工事を実施するとともに、国への申請準備を進めており、この度、島根2号機について申請の準備が整った。
- 島根1号機は、来年3月で営業運転開始40年を迎えるため、40年運転規制も含めた新規制基準対応について検討中。

	1号機	2号機	3号機
出力	46万kW	82万kW	137.3万kW
運転年数	39年	24年	(建設中)
津波等への緊急安全対策	<ul style="list-style-type: none"> ■ 防波壁の強化, 建物外壁の防水対策 ■ 原子炉, 燃料プールへの代替注水手段の確保 ■ 高圧発電機車, ガスタービン発電機等による電源確保 } 完了		
新規制基準対応	<ul style="list-style-type: none"> ■ 冷温停止状態を前提とした高経年化技術評価を国へ報告 (H25.9.27) ■ 40年運転規制への対策も含め対応検討中 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 国への申請準備が整った 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 国への申請を準備中
対策工事 (各号機)		<ul style="list-style-type: none"> ■ 対策工事を実施中 フィルタ付ベント設備設置工事 (H26年度上期完了予定) その他対策工事 (H25年度内完了予定) より一層の安全確保のため, 耐震裕度向上工事等の自主対策工事を実施中 	
対策工事 (共通)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 免震重要棟の設置工事 (H26年度上期完了予定) 		

- 当社は、新規制基準への適合性確認のため、島根2号機について原子力規制委員会へ「原子炉設置変更許可申請」、「工事計画認可申請」、「保安規定変更認可申請」を行う。
- 申請内容は、設計基準対応に関する項目と重大事故等対応に関する項目に分類される。

申請の区分	申請内容	
	設計基準対応	重大事故等対応
原子炉設置 変更許可 〔原子炉施設の 基本設計〕	<ul style="list-style-type: none"> ■ 基準地震動, 基準津波の策定 ■ 火山・竜巻, 火災等への対応 ■ 新規制基準の要求事項に対する逐条評価 等 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 対応設備の基本設計 ■ 対応設備の有効性評価 ■ 新規制基準の要求事項に対する逐条評価 等
工事計画認可 〔原子炉施設の 詳細設計〕	<ul style="list-style-type: none"> ■ 基準地震動, 基準津波に対する安全性評価 ■ 火山, 竜巻等の自然現象に対する安全性評価 ■ 火災・溢水対策に係る詳細設計等 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 対応設備の詳細設計 ■ 対応設備の耐震・強度評価 等
保安規定変更認可 〔保安体制 運転管理〕	<ul style="list-style-type: none"> ■ 火災・溢水等発生時の対応体制等 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 重大事故等発生時の対応体制 ■ 対応設備の維持基準 等

■新規制基準において新たに要求される機能と島根2号機の対応状況は以下のとおり。

新たに要求される機能		島根2号機の対応状況	項番	
設計基準対応	耐震・耐津波機能	耐震機能(活断層評価,地下構造調査等)	1	
		耐津波機能(津波評価,浸水防止対策等)	2	
	自然現象に対する考慮	火山・竜巻影響評価等	3	
	火災・内部溢水	火災・内部溢水	4	
	電源の信頼性	外部電源の強化	5	
	その他の設備の性能	海水ポンプの物理的防護	6	
重大事故等対応	炉心損傷防止対策	代替注水機能確保,代替熱交換設備の配備	7	
	格納容器破損防止対策	代替注水機能確保,格納容器フィルタベント系の設置	8	
	放射性物質の拡散抑制対策	静的触媒式水素処理装置,水素放出設備等の設置	9	
		敷地外への放射性物質の放出抑制対策	10	
	その他	水供給機能	輪谷貯水槽の耐震補強	11
		電気供給機能	代替交流電源・直流電源の確保	12
緊急時対策所機能		免震重要棟の設置	13	

設計基準対応

【1-1】地震評価

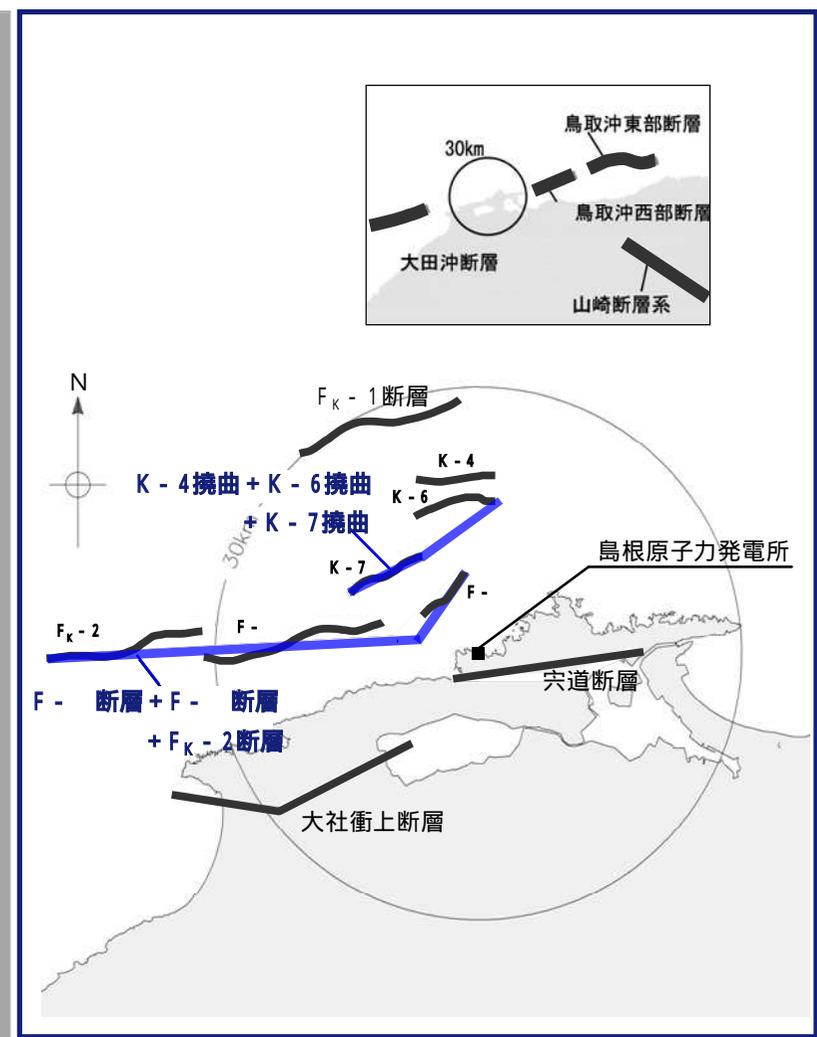
当社は、平成18年の耐震設計審査指針改訂に伴い、広範囲にわたり詳細な地質調査を実施。

後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動が否定できない断層を活断層と判断。

更に、様々な不確かさ(応力降下量, 傾斜角等)を考慮して基準地震動を策定し、施設が十分な耐震安全性を有することを確認した。

新規制基準では、後期更新世(約12~13万年前)の地形面又は地層が欠如する等、後期更新世以降の活動性が明確に判断できない場合には、中期更新世以降(約40万年前以降)まで遡った活断層評価が要求されているが、島根原子力発電所敷地周辺の活断層については、後期更新世の地層が欠如する場合は安全側に活断層と評価する等により、後期更新世以降の活動性が明確に判断できるため、中期更新世まで遡って評価する必要はなく、断層評価に変更がないことを確認した。

平成12年鳥取県西部地震などの震源を特定せず策定する地震動について、観測記録等の分析・評価を実施中。



耐震設計上考慮する主な活断層分布図

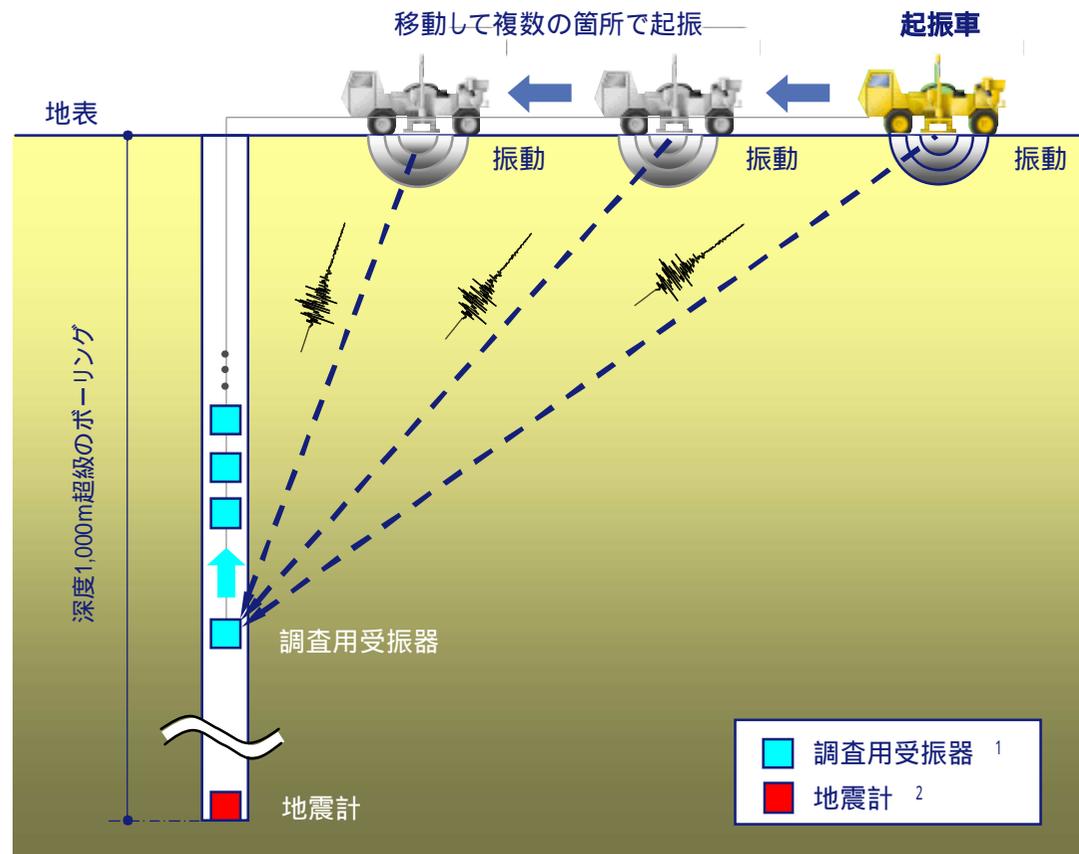
【敷地内活断層について】

敷地内には、活断層や破碎帯は確認されていない。敷地内にはシームと呼ばれる粘土質の薄い弱層があるが、平成24年9月の意見聴取会において、旧原子力安全・保安院より「活動性が現時点では問題となるものではない」との見解が示されている。

【1 - 2】 三次元地下構造調査の概要

データ拡充の観点から、深度1,000m超級のボーリングを実施し、ボーリング孔を利用した地下構造調査を実施すると共に、地下深部に地震計を設置して地震観測体制の拡充を図る。
〔平成25年度内完了予定〕

調査イメージ



- 1: ボーリング孔内で受振器を移動させて起振車からの振動を受振。
- 2: 調査完了後、ボーリング孔底に地震計を設置して地震観測を実施。

起振車(全景)

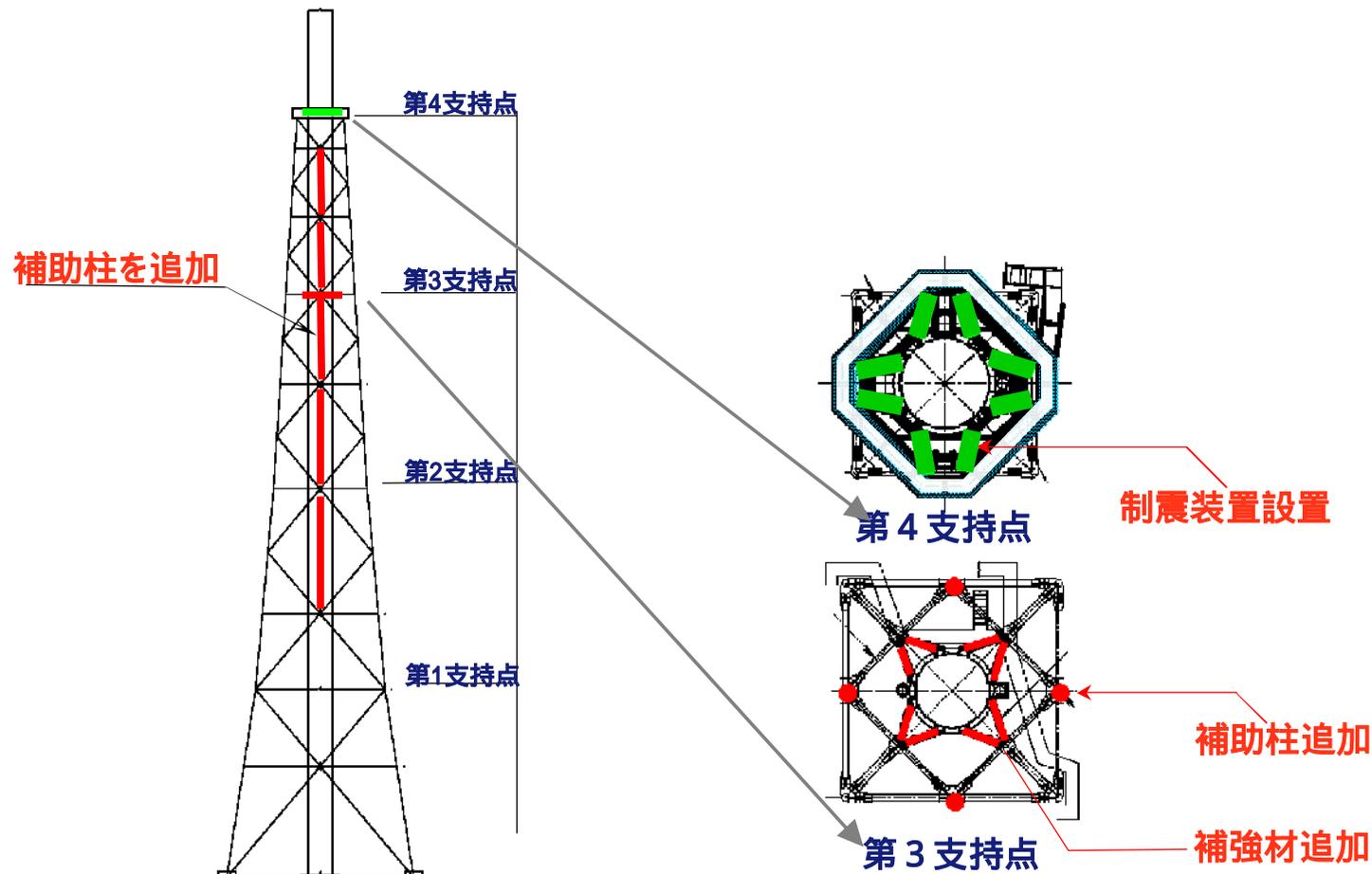


起振部

【1 - 3】排気筒耐震裕度向上工事(自主対策)

排気筒については、基準地震動に対し耐震安全性を確保していることを確認しているが、より一層の裕度を確保するため、耐震裕度向上工事を実施する。

(平成26年度内完了予定)



(注) 既存の重要施設についても、より一層の裕度を確保するため、自主的な耐震補強工事を計画的に実施していく予定。

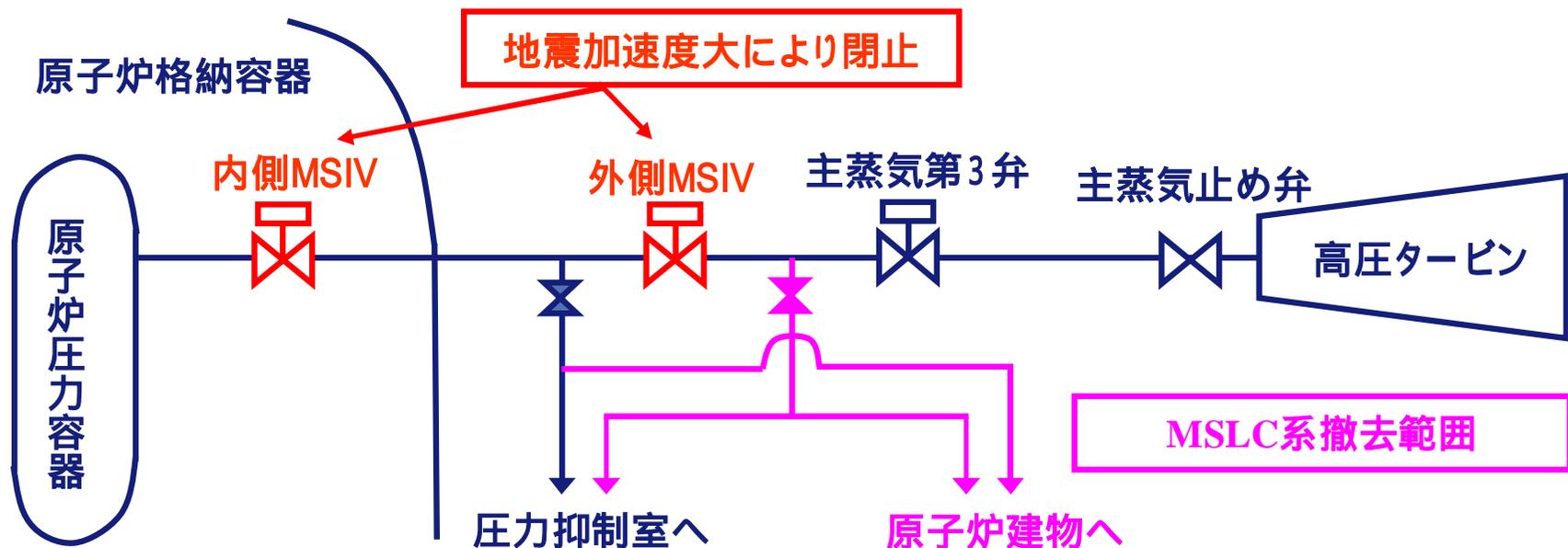
【1 - 4】 地震による漏えい防止のための対策(自主対策)

■地震大による主蒸気隔離弁(MSIV)閉インターロック追加

地震による主蒸気配管やタービン系の破損による公衆の被ばくリスクを低減するため、地震大信号によりMSIVを閉止するインターロックを追加し、地震発生時に蒸気流路を隔離する。

■主蒸気隔離弁漏えい制御系(MSLC)の撤去

2号機MSLCは、原子炉冷却材喪失事故(LOCA)時および主蒸気配管破損事故時に閉止したMSIVを通してタービン建物へ流入する蒸気漏えい量低減を目的に設置されているものであるが、地震等によるMSLC系配管破損による放射性物質の漏えい防止および被ばくリスク低減を目的として、MSLC系を撤去する。



新規制基準では、地震のほか、地震以外の要因及びこれらの組合せによるものも検討し、不確かさを考慮して数値解析を実施するとともに、行政機関及び地方自治体による津波評価について検討を行った上で、既往最大を上回るレベルの基準津波を策定することを要求。

新規制基準における要求事項を踏まえて基準津波を検討した結果、安全側の評価を実施する観点から、平成24年に鳥取県が日本海東縁部に想定した地震に伴う津波を基準津波として選定した。

基準津波による敷地における最高水位は、施設護岸で海拔9.5mであり、津波対策として設置した海拔15mの防波壁の高さを下回ることを確認した。

取水槽内の最低水位は、海拔-7.2mであり、現在実施中の原子炉補機海水ポンプの長尺化工事(取水可能水位:海拔 -8.32m)により取水可能水位を上回ることを確認した。



施設護岸での最高水位

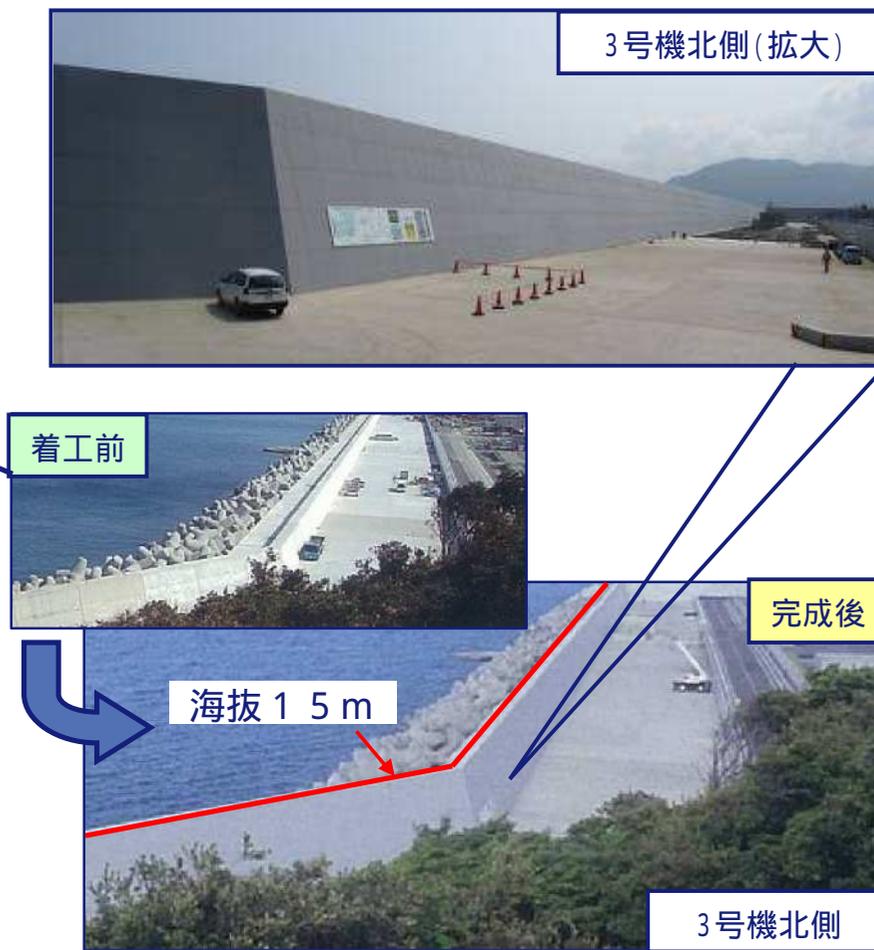
波源	号機	
	1,2号機	3号機
日本海東縁部	海拔9.5m	海拔9.1m
敷地前面海域	海拔6.3m	海拔9.2m

津波高さに断層活動による地盤変動量を考慮した水位

【2 - 2】 津波対策 (防波壁の強化)

- 島根原子力発電所での基準津波による最高水位 は、施設護岸で海拔9.5 mであり、津波対策として設置した海拔15 mの防波壁の高さを下回る。

津波高さに断層活動による地盤変動量を考慮した水位



【2 - 3】 津波対策 (建物の浸水防止)

22

- 建物内の安全上重要な設備を外部からの浸水(津波などによる)から保護するため、防水性を高めた扉(水密扉)への取替を実施済。



2号機建物外壁に設置した水密扉

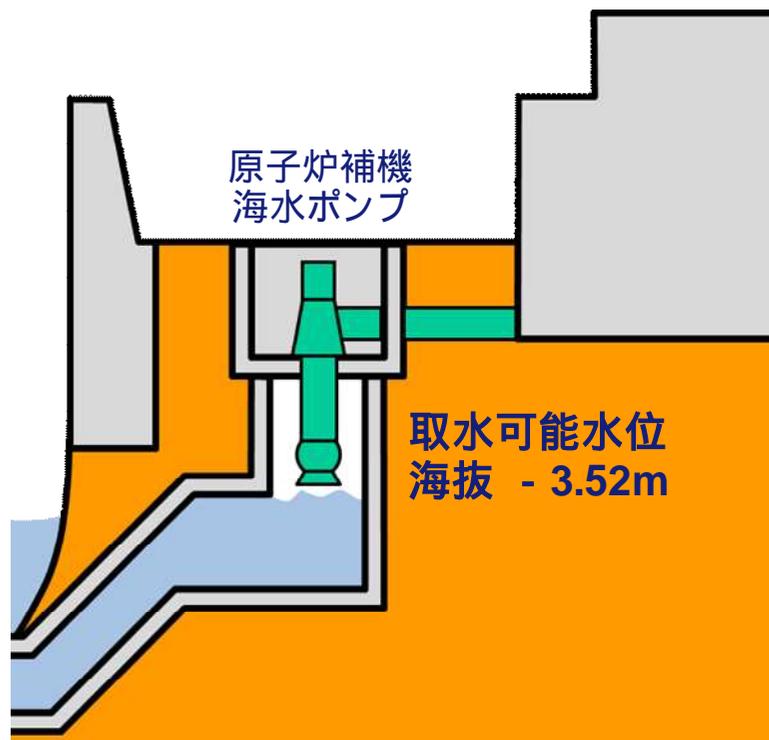


2号機建物内に設置した水密扉

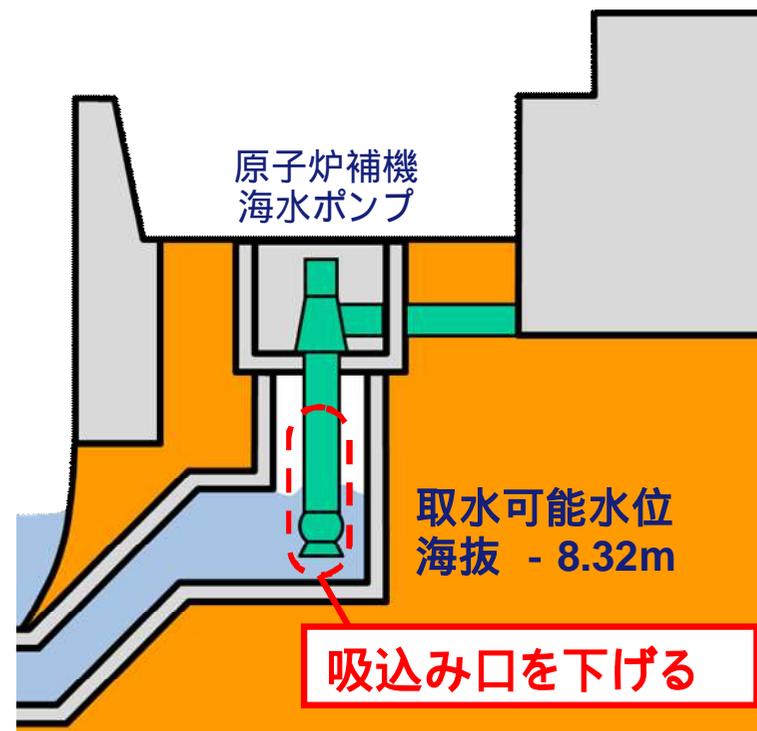
- 基準津波による最低水位(海拔 - 7.2m)において, 原子炉の熱を除去するための海水が汲み上げられるよう, ポンプの吸込み口を下げる改造(長尺化工事)を行う。

〔平成25年度内完了予定〕

原子炉補機海水ポンプの改造



【 現状 】



【 改造後 】

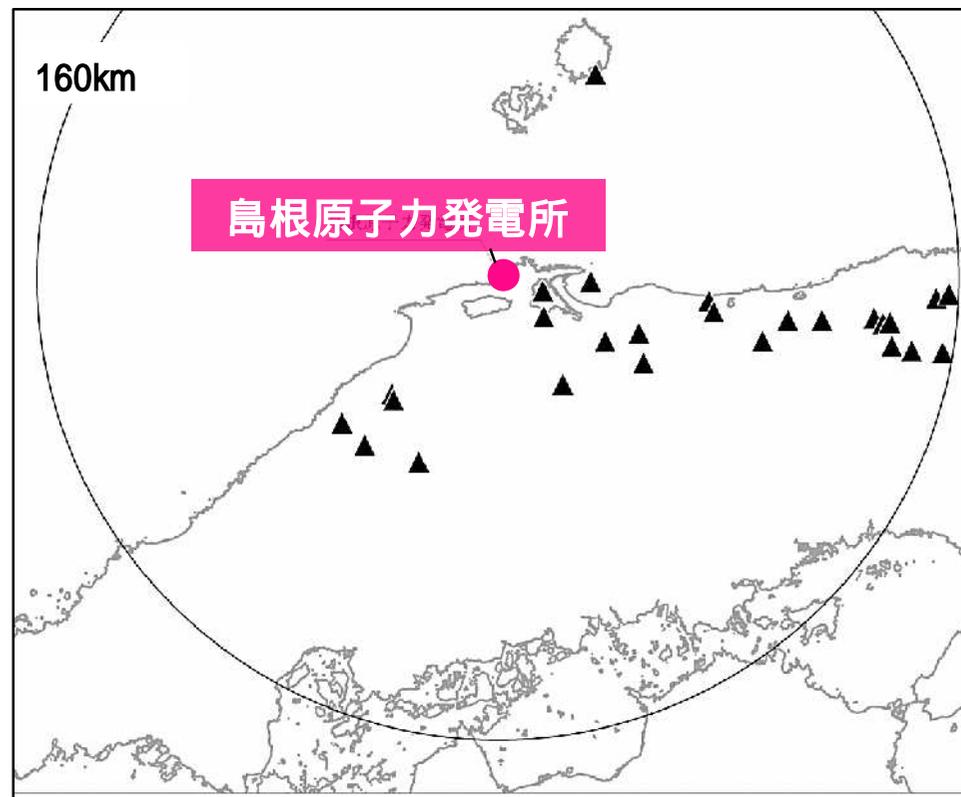
新規制基準では、発電所から半径160km圏内の第四紀火山を調査し、火砕流、火山灰等の到達の可能性、到達した場合の影響を評価することを要求。(火山灰は160km以遠も評価)

約258万年前以降に活動した火山

新規制基準を踏まえて、検討対象火山について、火山事象の影響評価を実施した結果は以下のとおり。

発電所の運用期間中に想定される噴火規模、敷地との位置関係等を踏まえると、火砕流、溶岩流等が敷地に到達することはない。

敷地において考慮する火山灰(対象:鬱陵島火山)の堆積厚さは2cmであり、この火山灰の堆積荷重に対して発電所設備の健全性が維持されること、換気系統のフィルタの目詰まり等を考慮しても必要な機能が維持できることから、発電所への影響は小さく、安全性が損なわれないことを確認した。



検討対象火山(第四紀火山)の位置図

(注)韓国 鬱陵島火山は島根原子力発電所より北西約290kmに位置している

■竜巻検討地域の設定

- 島根原子力発電所は、島根半島の中央部、日本海側に位置しており、竜巻の検討地域を日本海側の沿岸(北海道～本州)で、かつ海岸線から海側5km、山側5kmの地域(面積約33,000km²)とした。

■設計竜巻の設定

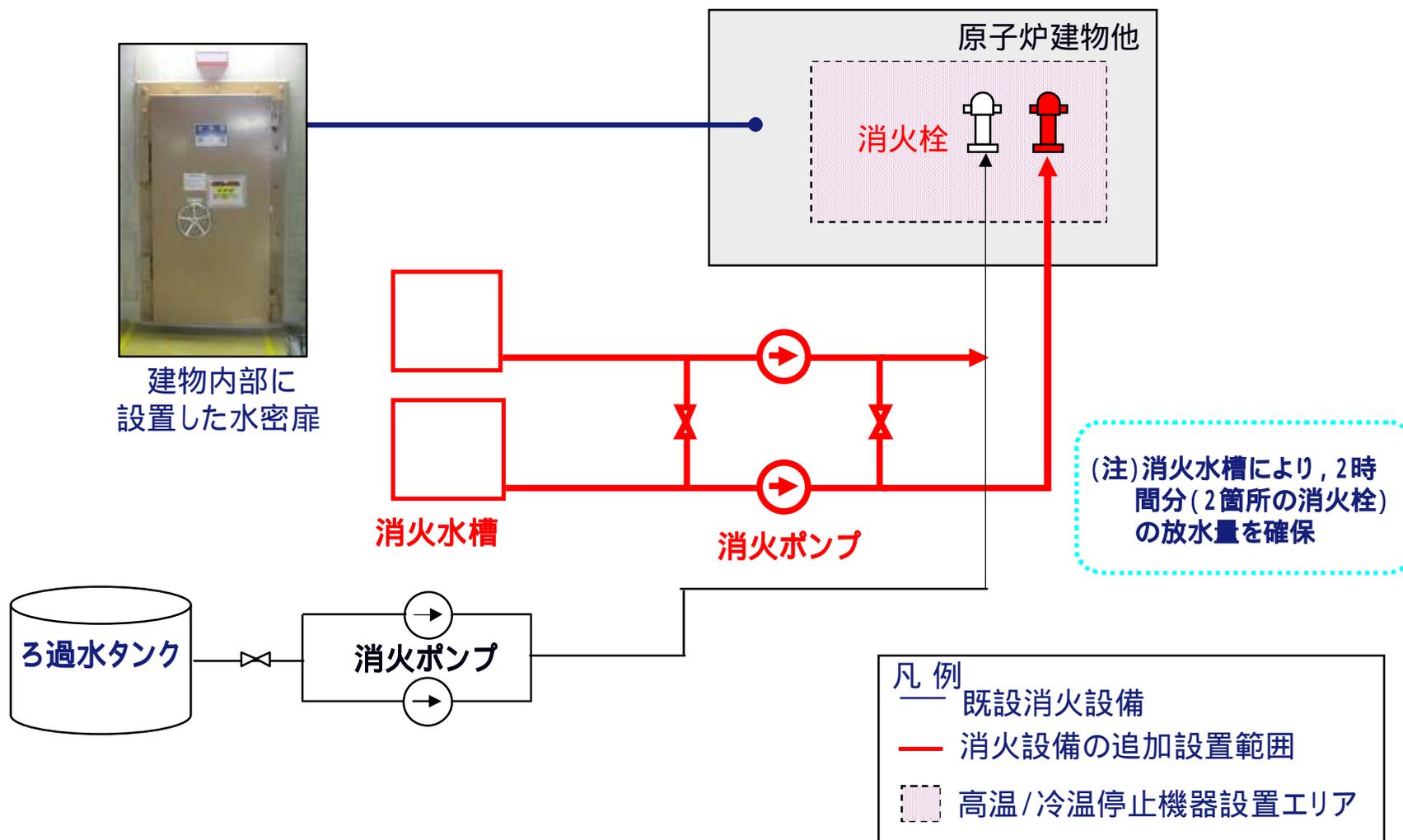
- 前項の竜巻検討地域において過去に発生した竜巻の風速等に基づき、設計竜巻は藤田スケール2(最大風速は69m/s)とした。

■竜巻影響評価

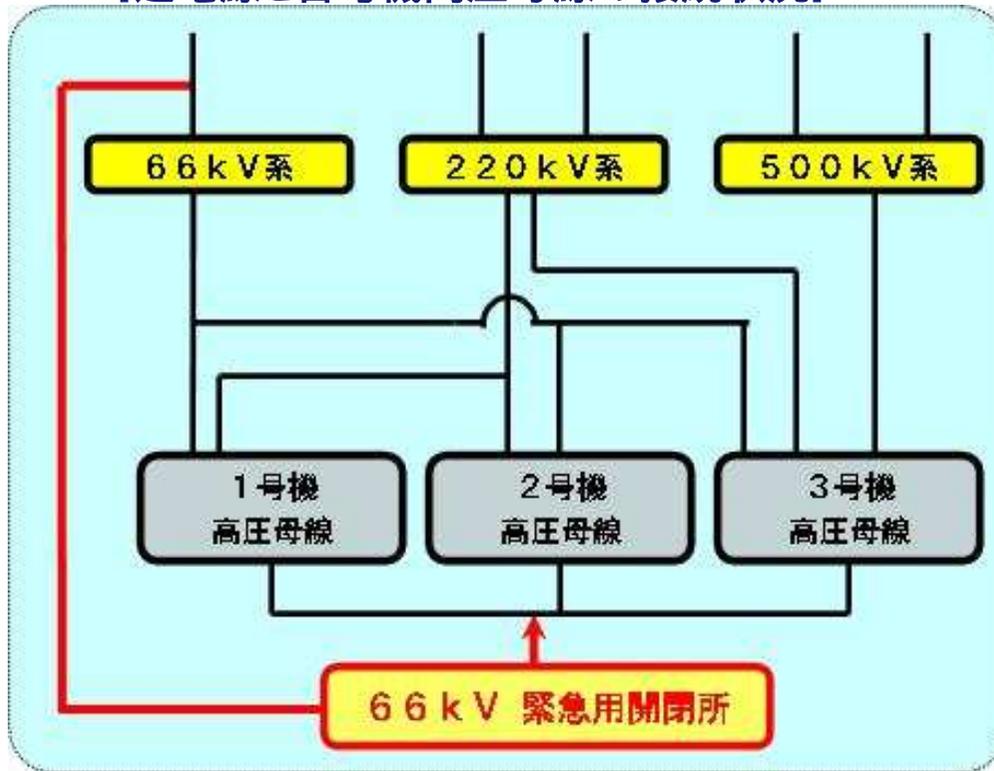
- 設計竜巻の最大風速等から設定した竜巻荷重(風圧力、気圧差による圧力、飛来物の衝撃荷重)に対して、重要安全施設の構造健全性が維持され、安全性が損なわれないことを確認するとともに、資機材の固縛等の必要な対策を実施する。

【4 - 1】 火災・溢水対策(消火設備追加設置ほか)

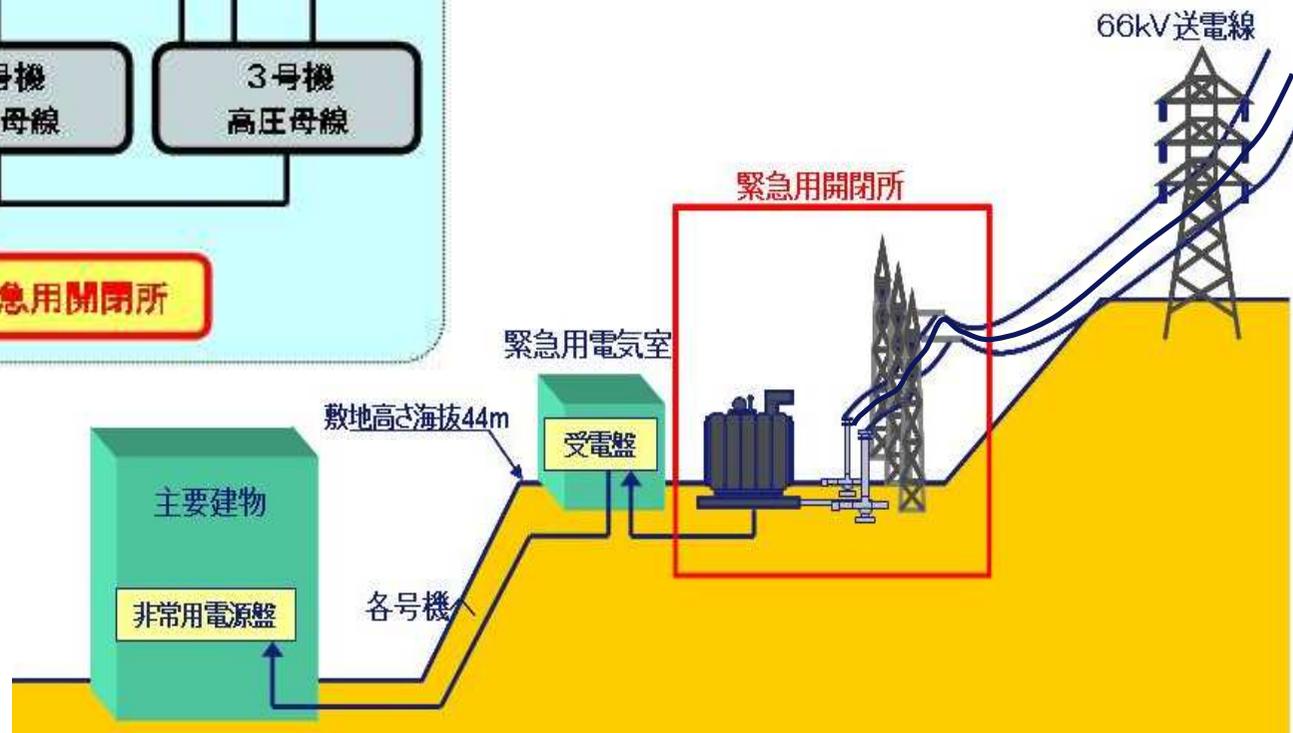
- 地震により火災が発生した場合においても原子炉施設の安全性が損なわれないよう,耐震性を有した消火設備を設置する。 (平成25年度内完了予定)
- 建物内の安全上重要な設備を内部溢水から保護するため,防水性を高めた扉(水密扉)への取替を実施している。



【送電線と各号機高压母線の接続状況】



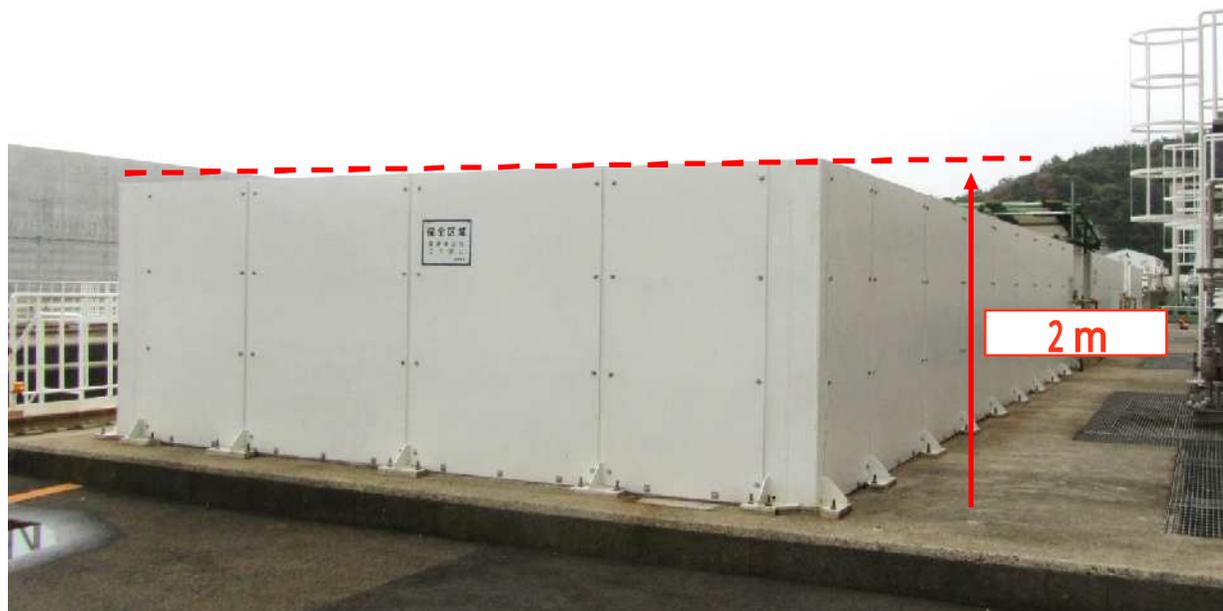
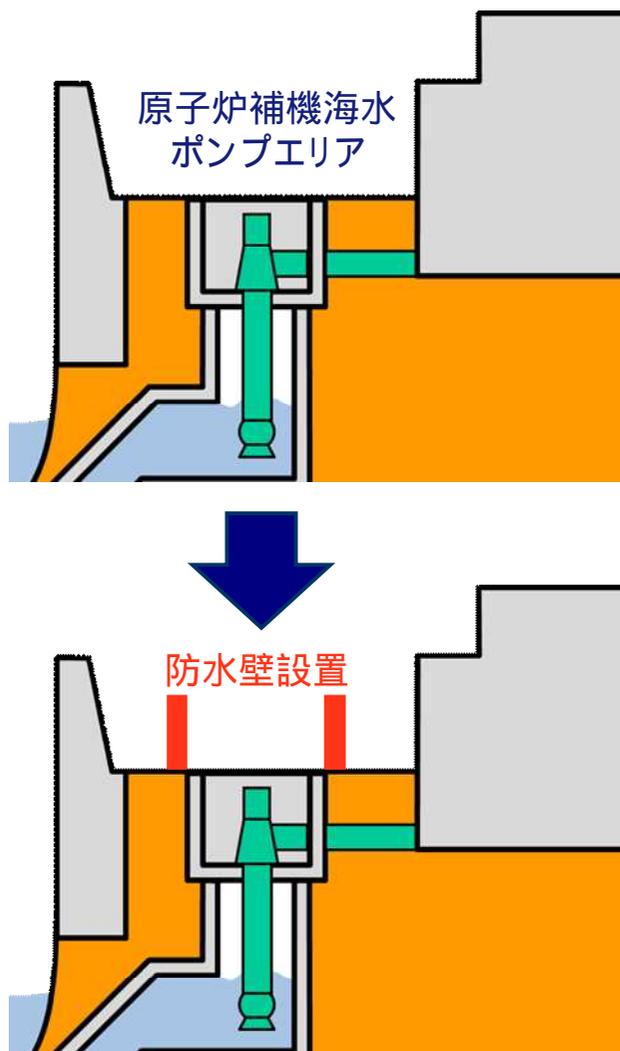
- 66 kV 送電線は数日間で復旧可能であることから、発電所側に基準地震動 S_s に対しても機能維持ができる緊急用開閉所を設置する。
〔平成25年度内完了予定〕



緊急用開閉所の設置場所

- 最終ヒートシンク機能に対する津波や人為事象対策として、原子炉補機海水ポンプエリアに防水壁を設置済みであり、更に防水壁上部への侵入防止対策を実施中。

〔平成25年度内完了予定〕

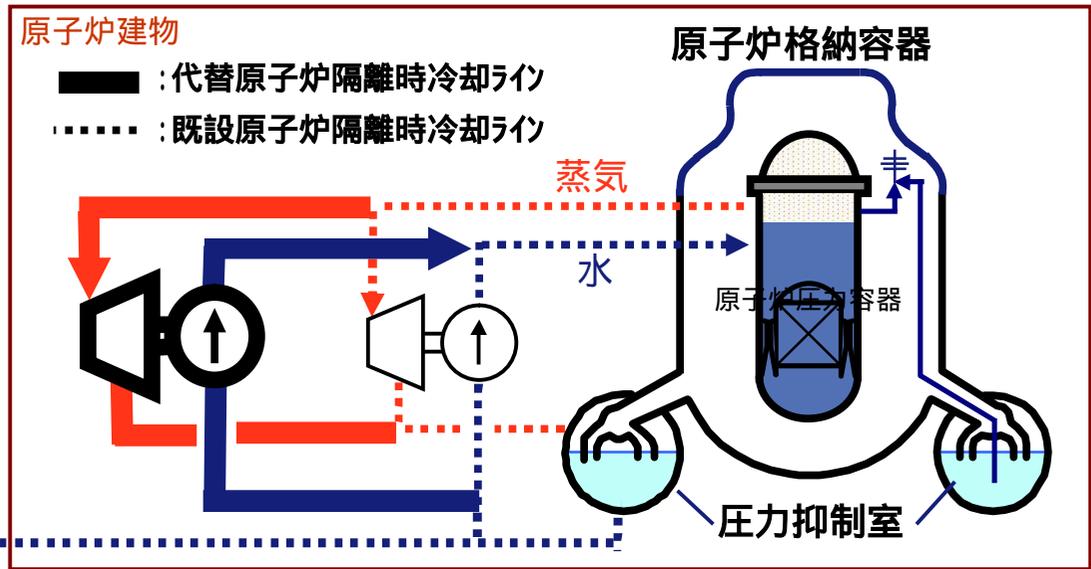


2号機原子炉補機海水ポンプエリアに設置した防水壁

重大事故等対応

- 全交流電源喪失かつ最終ヒートシンク機能喪失時における高压注水機能を強化するため、高压原子炉代替注水ポンプの設置を計画している。

高压原子炉代替注水ポンプ設置



高压原子炉代替注水ポンプ	
台数	1台
容量	約93m ³ / h
吐出圧力	約920m



- 直流電源喪失時にも中央制御室から逃がし安全弁を開閉できるように，制御盤に接続する蓄電池を設置した。
- 駆動用の窒素ガス圧力が低下した場合にも逃がし安全弁が開閉できるように，予備窒素ガスポンベを配備した。



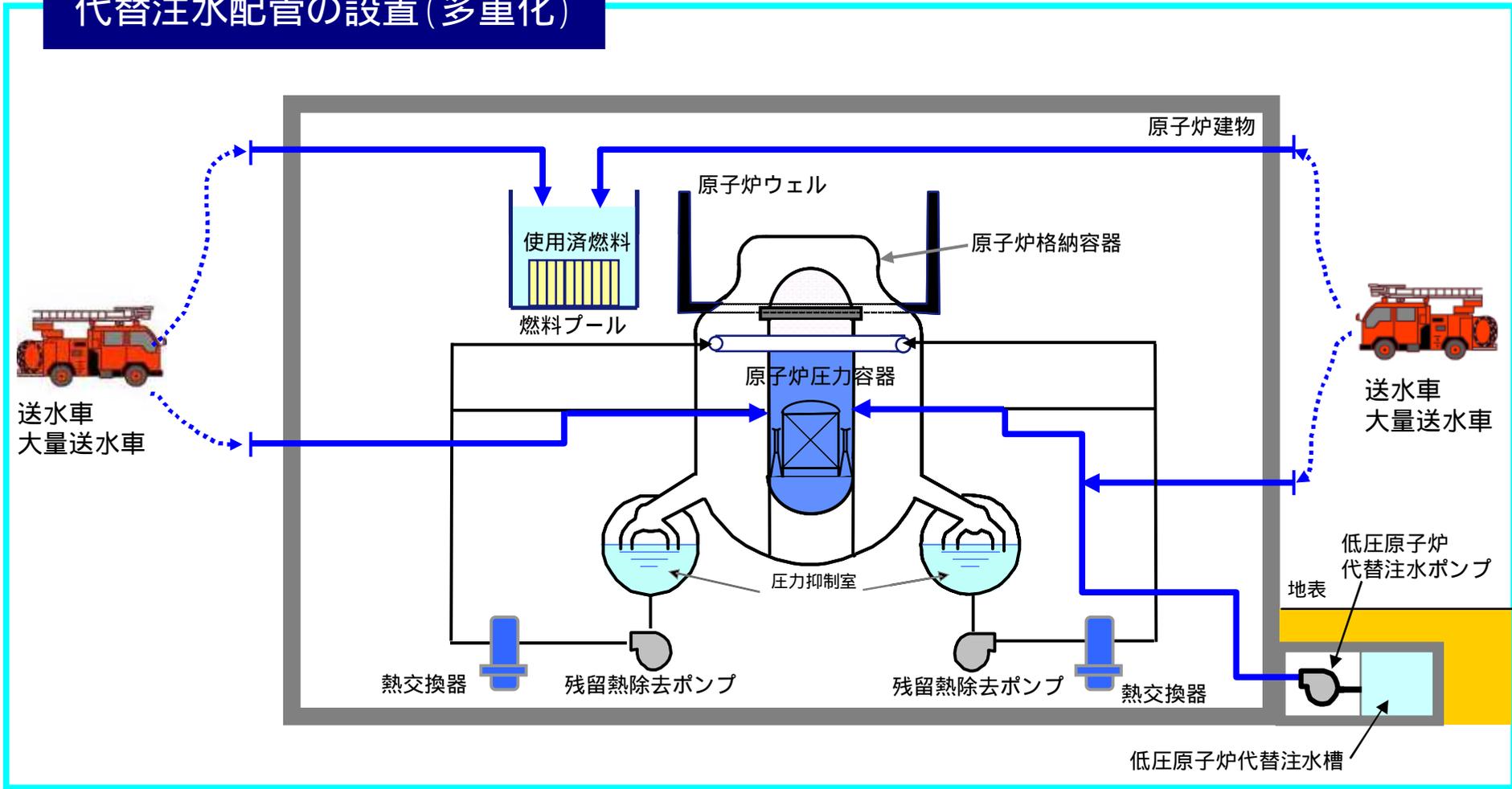
蓄電池



窒素ガスポンベ

- 重大事故等対策として、原子炉や燃料プールを冷やすための代替注水配管の敷設工事(多重化)を実施中。
〔平成25年度内完成予定〕

代替注水配管の設置(多重化)



【7 - 3】代替注水機能の確保(2 / 2)

- 重大事故等対策として、原子炉や燃料プールへの代替注水機能を確保する。

送水車・大量送水車の配備

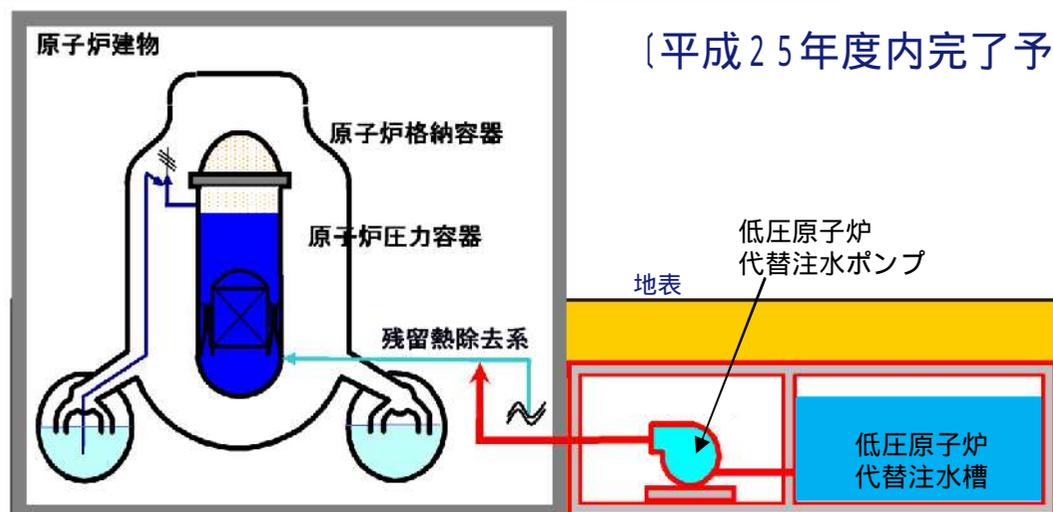
代替注水を行うための送水車・大量送水車を配備。〔平成25年度内完了予定〕

	送水車	大量送水車
台数	2台(予備1台以上)	2台(予備1台以上)
容量	約170m ³ /h/台	約300m ³ /h/台
吐出圧力	約0.85MPa	約1.3MPa



低圧原子炉代替注水系(常設)の設置

〔平成25年度内完了予定〕



低圧原子炉代替注水ポンプ

台数	2台(うち1台は予備)
容量	約230m ³ /h/台
吐出圧力	約190m

低圧原子炉代替注水槽

基数	1基
容量	1,300m ³

【7 - 4】 移動式代替熱交換設備等の配備

- 重大事故等対策として、原子炉の冷却機能が喪失した場合でも熱の逃がし場を確保し、機動的に代替冷却が行えるよう、移動式代替熱交換設備等を配備する。

(平成25年度内完了予定)

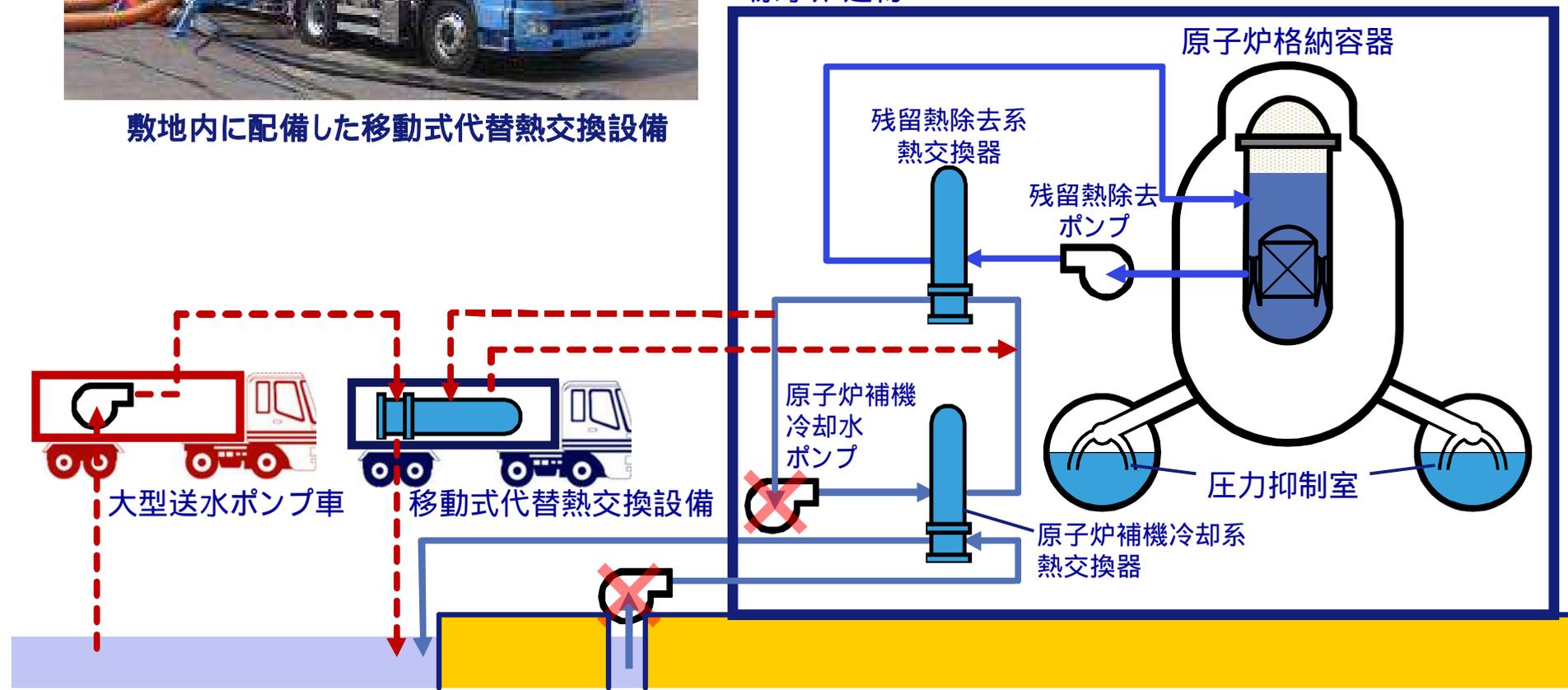


敷地内に配備した移動式代替熱交換設備

移動式代替熱交換設備	
台数	1台以上
伝熱容量	約23 MW

大型送水ポンプ車	
台数	1台以上
容量	約1,800m ³ /h/台
吐出圧力	約1.2MPa

原子炉建物



大型送水ポンプ車

移動式代替熱交換設備

残留熱除去系熱交換器

残留熱除去ポンプ

原子炉補機冷却水ポンプ

原子炉補機冷却系熱交換器

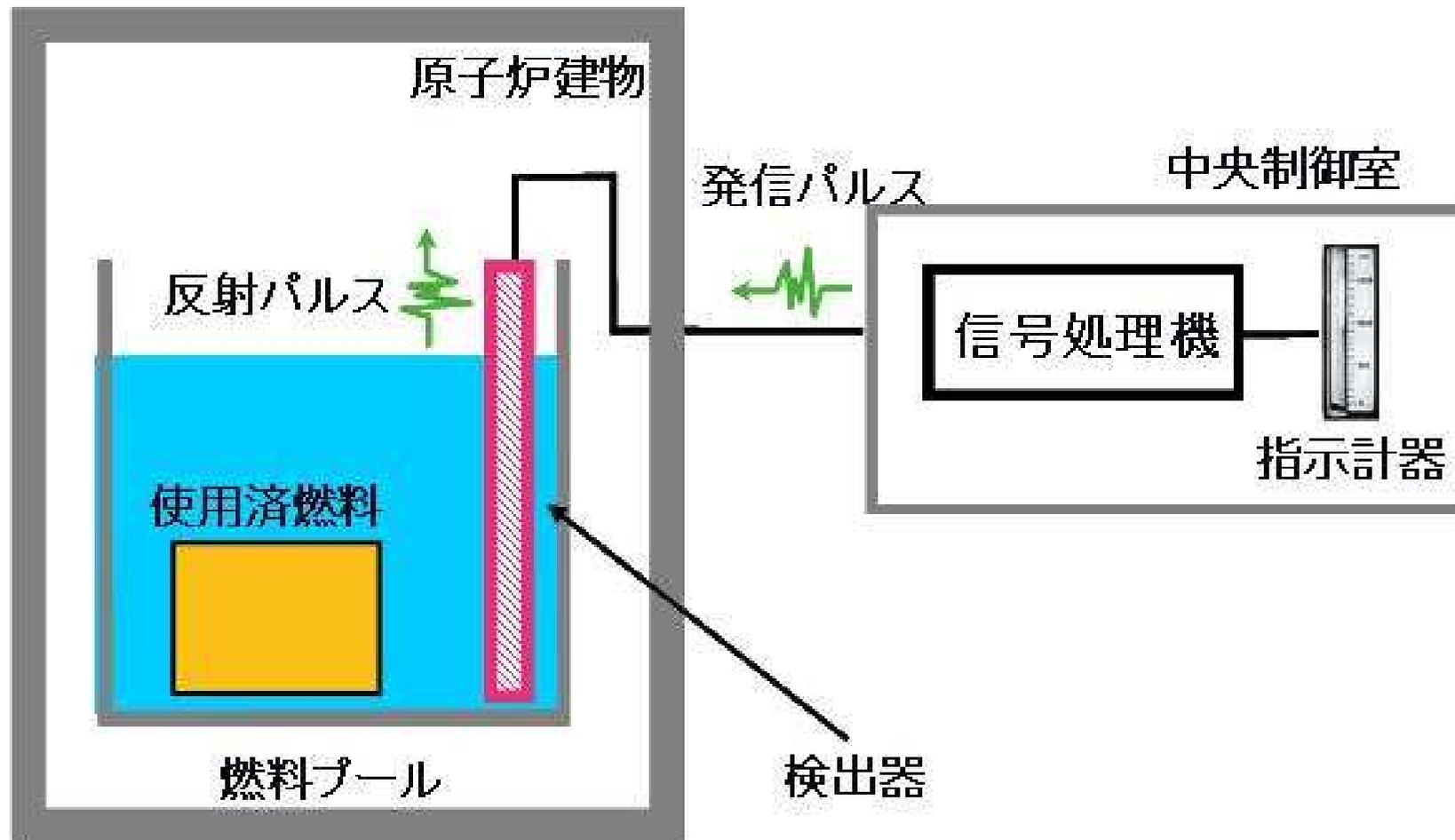
原子炉格納容器

圧力抑制室

【7 - 5】 燃料プール水位計の設置

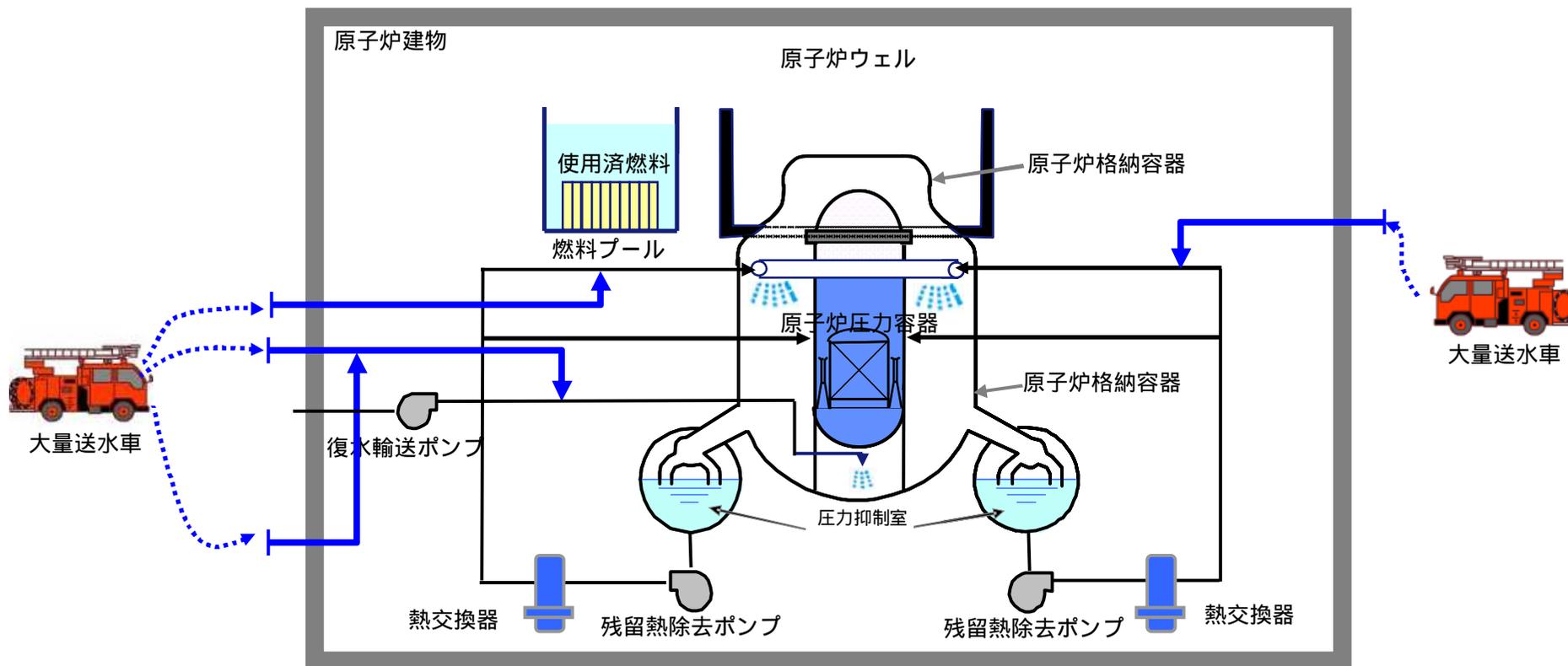
35

- 燃料プールの冷却または注水機能喪失により、燃料プール水位が低下する過酷な事象を考慮しても継続的に水位を測定・監視できるように水位計を追加する。
(平成25年度内完了予定)



【8 - 1】 代替注水機能 (格納容器内) の確保

- 重大事故等対策として、原子炉格納容器内および格納容器下部を冷却するための代替注水配管の敷設工事 (多重化) を実施中。 (平成25年度内完了予定)



大量送水車	
台数	2台 (予備1台以上)
容量	約300m ³ / h / 台
吐出圧力	約1.3MPa

【8 - 2】 格納容器フィルタベント系の設置

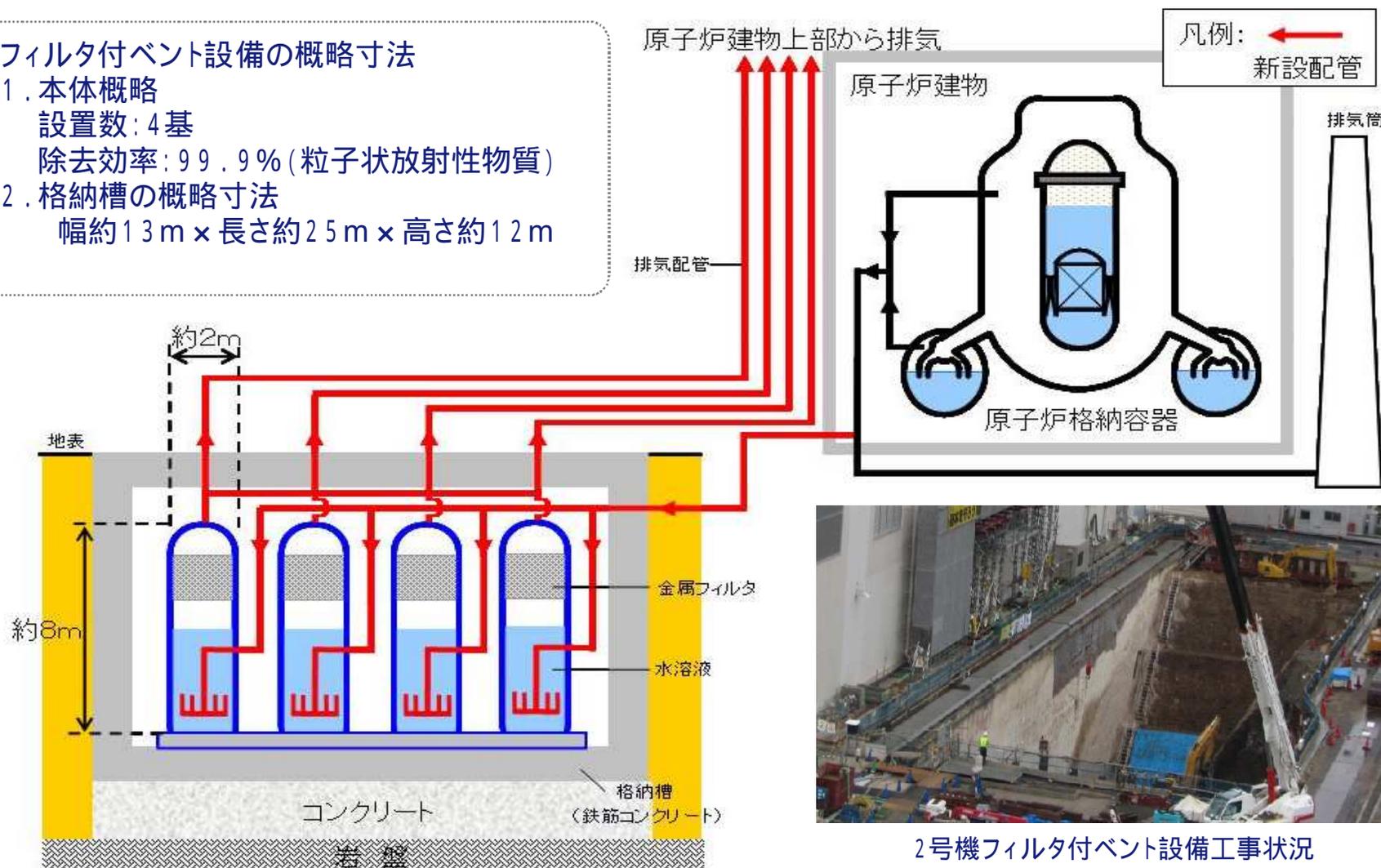
37

- 炉心が損傷した場合でも、原子炉格納容器の破損を防止するとともに、放射性物質の放出量を大幅に低減できるよう格納容器フィルタベント系を設置する。

(平成26年度上期完了予定)

フィルタ付ベント設備の概略寸法

1. 本体概略
設置数: 4基
除去効率: 99.9% (粒子状放射性物質)
2. 格納槽の概略寸法
幅約13m × 長さ約25m × 高さ約12m

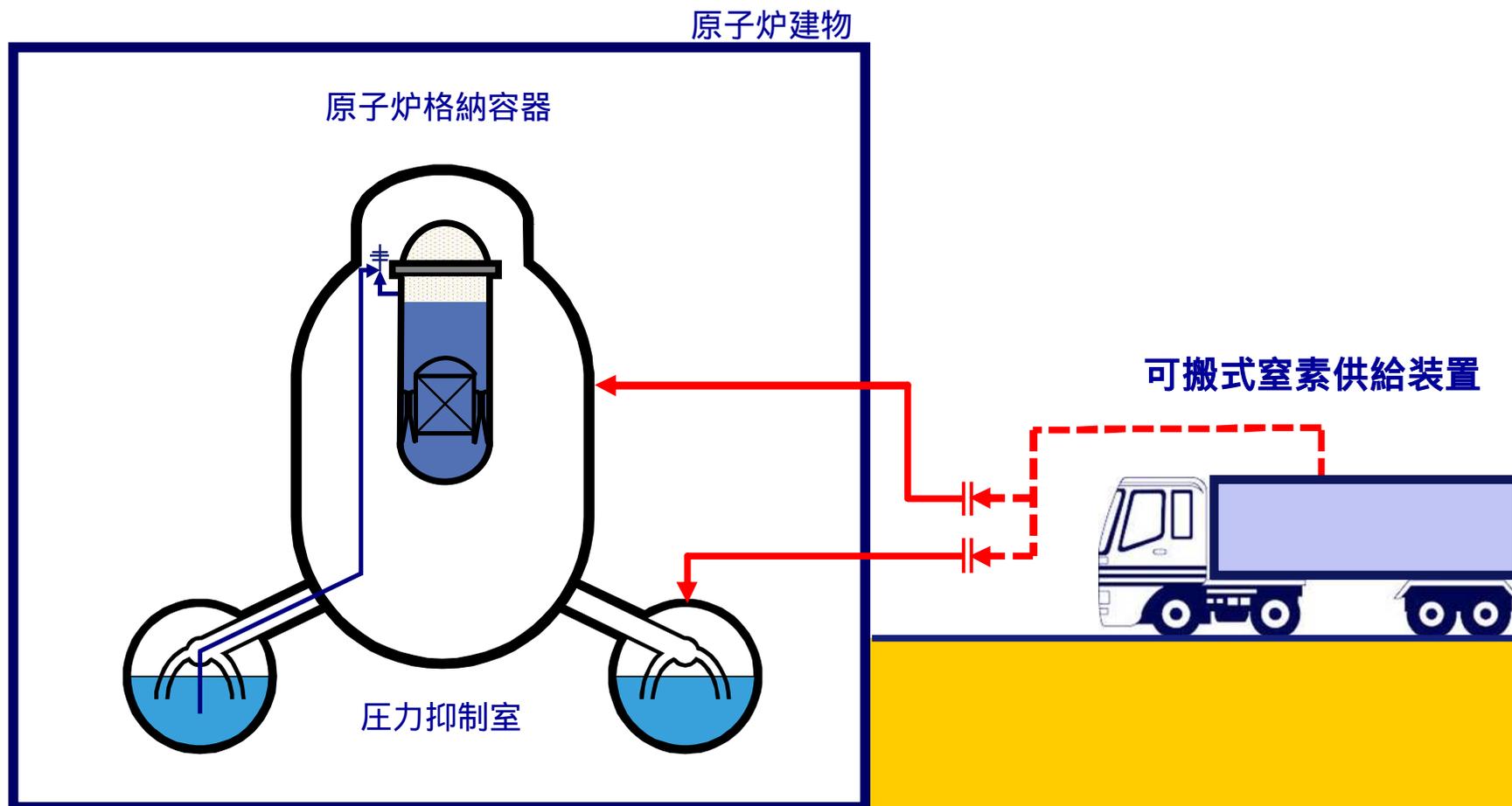


2号機フィルタ付ベント設備工事状況

【8 - 3】 窒素ガス注入設備の配備(自主対策)

38

- ベント後の原子炉格納容器内における水素爆発を防止するため、耐震性を有する可搬式窒素供給装置の配備および接続配管の設置を行う。〔平成25年度内完了予定〕



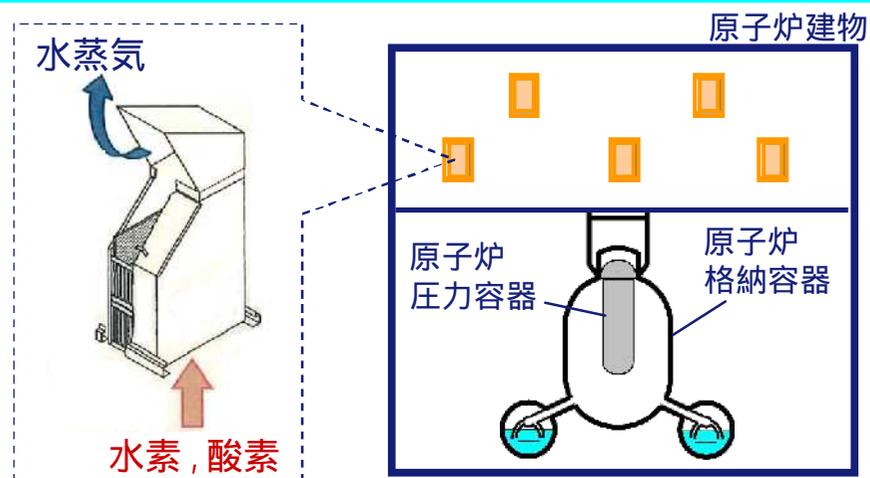
【9 - 1】原子炉建物の水素爆発防止対策

- 原子炉建物に水素が滞留した場合にも、水素濃度を低減するため、電源を必要としない、水素爆発の防止対策を行う。

静的触媒式 水素処理装置の設置

格納容器からの漏えい水素を、電源を必要としない触媒による再結合反応で処理する装置を原子炉建物内に18基設置する。

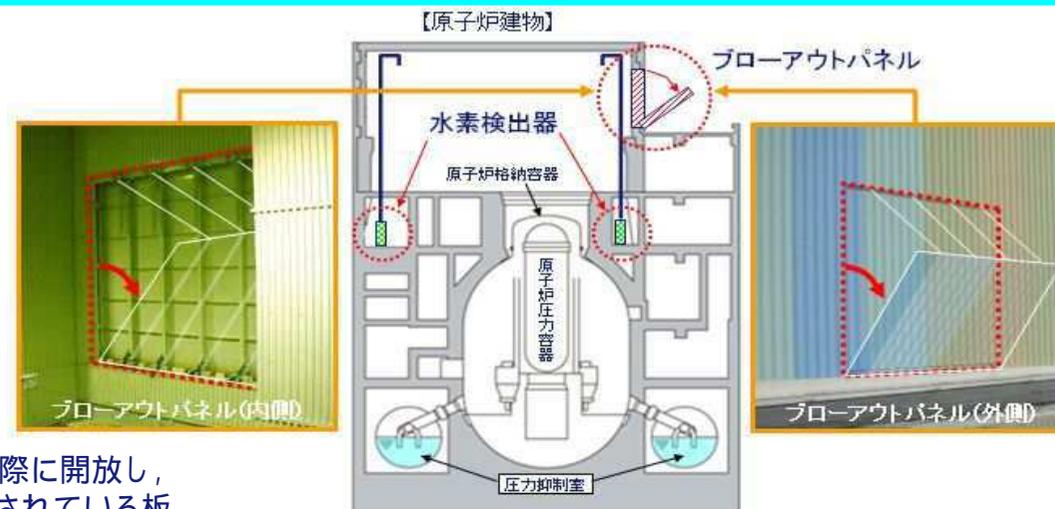
〔平成25年度内完了予定〕



水素放出設備等の設置

水素検出器および原子炉建物から水素を放出する装置を設置済。
(既設の「ブローアウトパネル()」
を手動で開放するための装置)

原子炉建物内で急激な圧力上昇が生じた際に開放し、
施設や機器の損傷を防止するために設置されている板



【10 - 1】敷地外への放射性物質の放出抑制対策

- 炉心の著しい損傷および原子炉格納容器の破損，または燃料プール内燃料体等の著しい損傷に至った場合において，発電所外への放射性物質の拡散を抑制するため，原子炉建物に放水する放水砲および大型送水ポンプ車を配備中。
- また，海洋への放射性物質の拡散を抑制するため，取水槽制水設備を配備中。

〔平成25年度内完了予定〕



大容量泡放水砲システムによる放水訓練
(大阪・和歌山広域共同防災協議会)

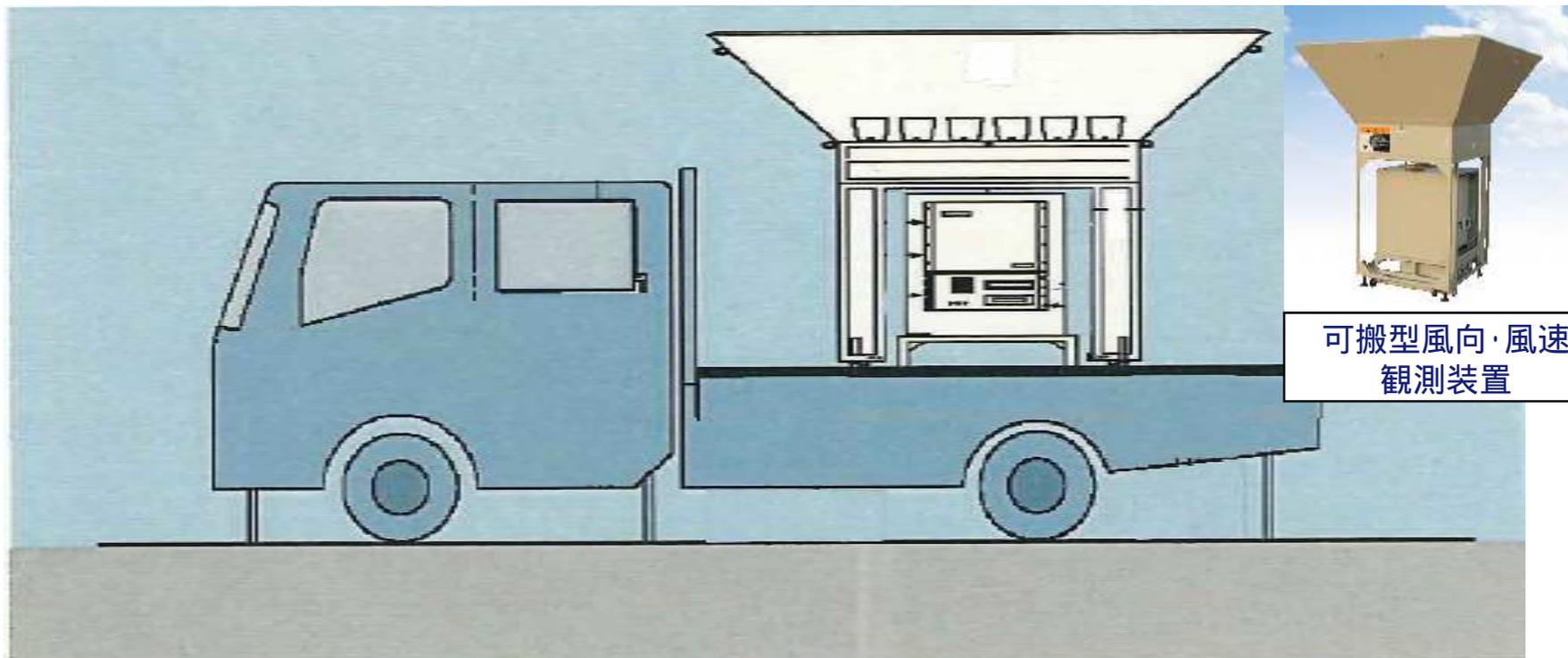
放水砲	
台数	1台以上

大型送水ポンプ車	
台数	1台以上
容量	約1,800m ³ / h / 台
吐出圧力	約1.2MPa

【10 - 2】代替気象観測装置の配備

41

- 重大事故が発生した場合においても、確実に風向、風速、その他の気象条件を測定・記録できるよう、常設の気象観測装置に加え、可搬型の代替気象観測装置を配備する。
(平成25年度内完了予定)



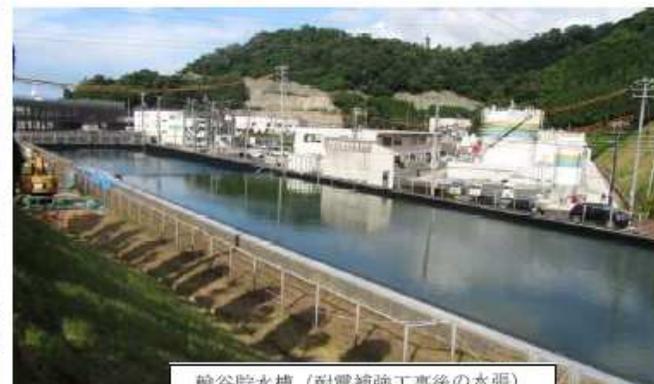
【11 - 1】 水供給機能の確保

- 事故時に原子炉や燃料プールへ注水するための淡水を確保するため、輪谷貯水槽（15,000 m^3 ）の耐震補強工事を実施済。
- また、淡水源に多重性・多様性を持たせるため、耐震性を高めた非常用ろ過水タンクの設置工事を実施中。（自主対策）

輪谷貯水槽の耐震補強



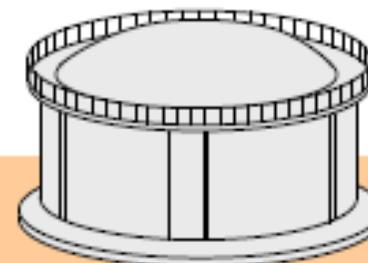
輪谷貯水槽（耐震補強工事後）



輪谷貯水槽（耐震補強工事後の水張）

非常用ろ過水タンクの設置

容量：2,500 m^3 / 基 × 4基
設置場所：免震重要棟近辺
〔平成26年度内完了予定〕



非常用ろ過水タンクイメージ図

【12 - 1】 代替交流電源の確保

- 重大事故等対策として、原子炉や燃料プールを冷やすために必要な電源を確保する。

高圧発電機車の配備



高圧発電機車を配備中
(500kVA × 6台: 予備1台以上)
(平成25年度内完了予定)

(注) これらの代替電源は、原子炉格納容器破損防止や放射性物質の拡散防止等の電源としても活用。

ガスタービン発電機車の配備



電源の強化のため、ガスタービン発電機車を配備
(4,000kVA × 4台: 1台は予備)
(平成25年度内完了予定)

緊急用発電機(ガスタービン発電機)の設置

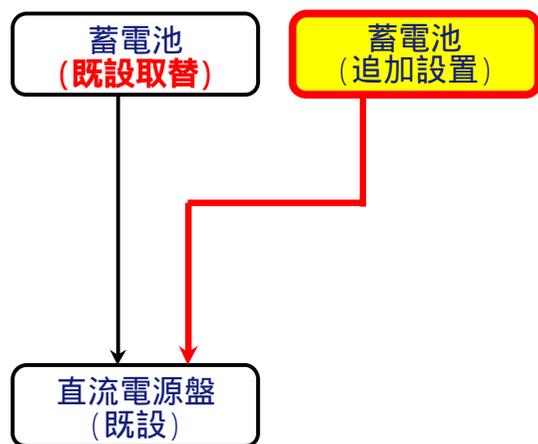


約40mの高台に設置したガスタービン発電機(自主対策)
(12,000kW級 × 2台)

- 重大事故等対策として、蓄電池の増強や直流給電車配備による代替直流電源の強化を実施中。

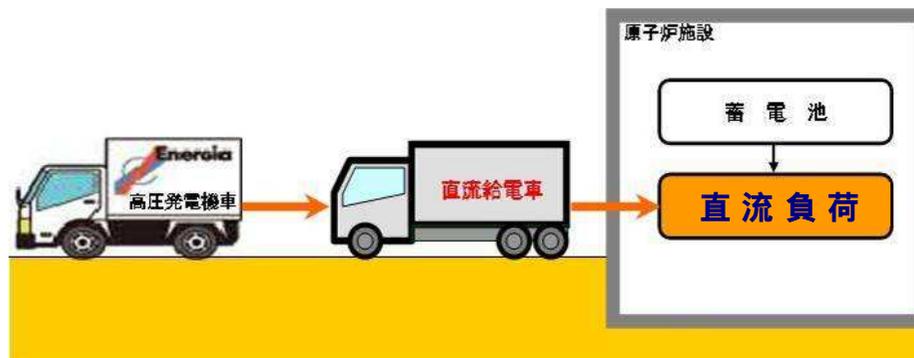
蓄電池 (バッテリー) の強化

全交流電源喪失時における直流電源供給の強化策として、既設の蓄電池の取替えおよび追加設置する。
〔平成25年度内完了予定〕



直流給電車の配備

高圧発電機車 (交流電源) から直流負荷に給電できるように、直流給電車を配備する。
〔平成25年度内完了予定〕



直流給電車		
電圧	230V	115V
容量	約60A	約300A
台数	1台	1台

(注) 予備は1台以上

- 大規模地震等によって原子力発電所の事故が発生した場合の対応に、より万全を期すため、緊急時対策所機能を有する免震構造の建物を発電所構内の高台に設置する。
〔平成26年度上期完了予定〕



免震重要棟のイメージ図

免震重要棟の主要設備

- ・プラント監視設備, 通信連絡設備, TV会議システム
- ・専用電源設備および燃料タンク, 水タンク
- ・放射性物質を低減する空調設備, 除染シャワー室等の放射線管理設備
- ・対策要員の収容スペースおよび長期滞在を考慮した休憩室・仮眠室

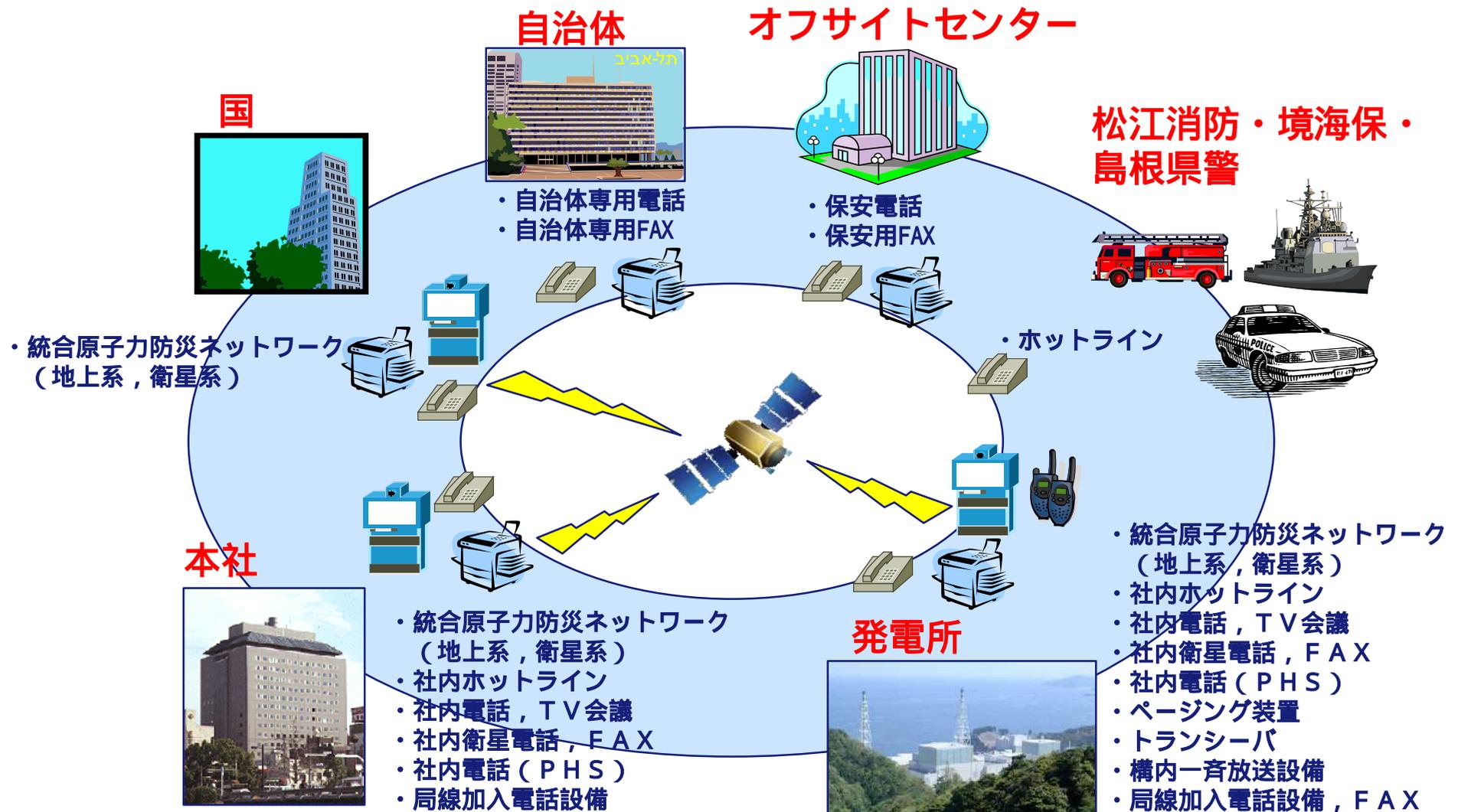


免震重要棟の周囲には壁を設置する予定(イメージ図)



基礎工事の様子 (平成25年10月現在)

- 緊急時に関係機関への情報伝達が円滑かつ迅速に行えるよう、島根原子力発電所および本社に非常用通信機器、テレビ会議システム、緊急時原子力発電所情報伝送システムを配備中。
【平成26年度上期完了予定】



- 炉心損傷などに至る事故シーケンスを想定した後、これらの重大事故対策が炉心損傷防止対策や格納容器破損防止対策として有効であることを確認した。
- また、炉心損傷を防止するために行うベント操作に伴い、放出される希ガスやヨウ素の被ばく量を評価した結果、敷地境界での実効線量は約1.3mSvであり、審査ガイドに示す概ね5mSv以下であることを確認するとともに、仮に著しい炉心損傷が発生した場合において格納容器破損防止のためのベント操作を行っても、格納容器フィルタベント等によりセシウム137の総放出量は約0.002TBqであり、審査ガイドに示す100TBqを下回っていることを確認した。