

伊方発電所 3号機の安全対策について

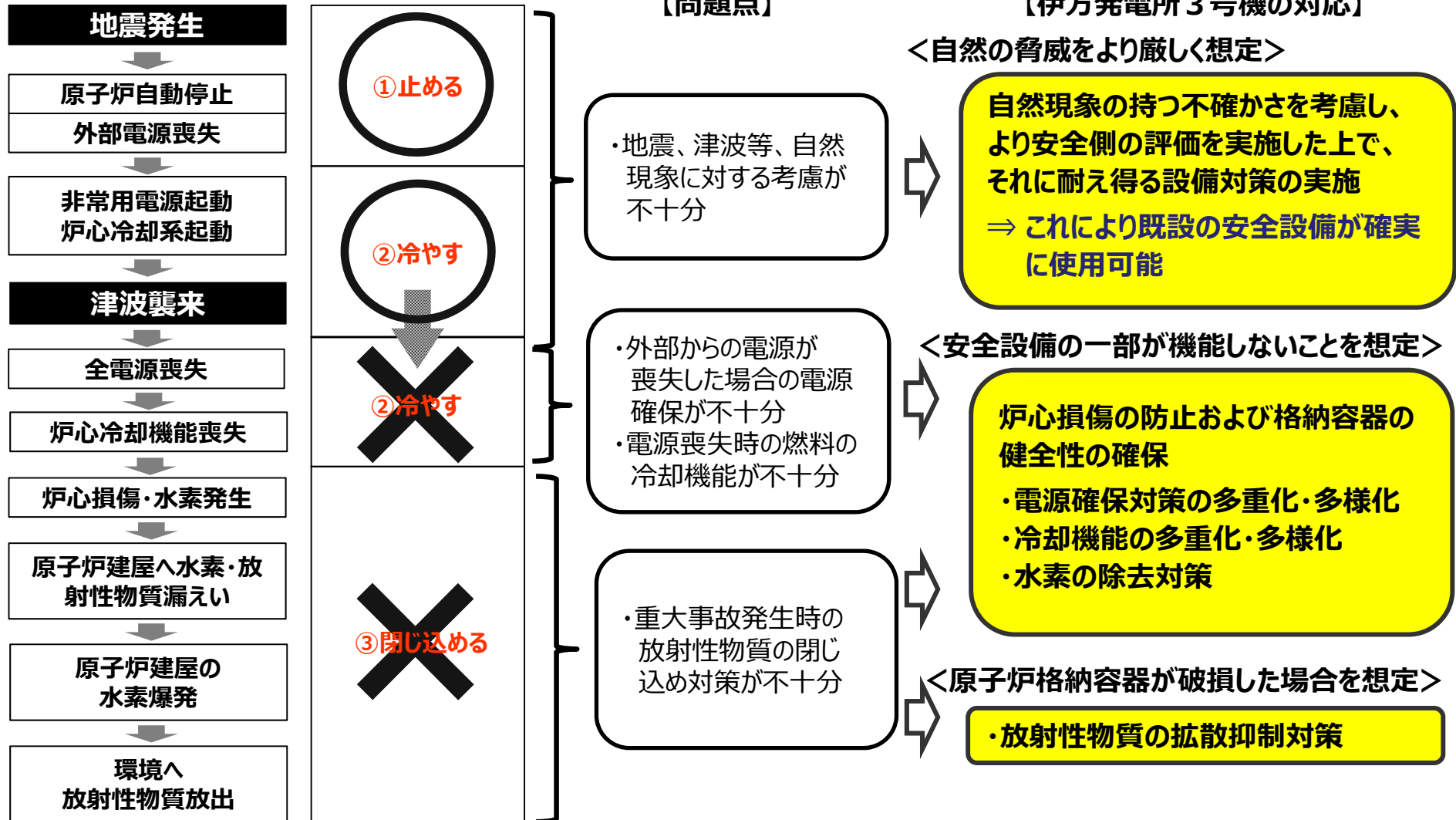


平成27年8月24日
四国電力株式会社

1. 福島第一原子力発電所事故の経緯・原因と対応	2
2. 伊方発電所3号機の対応状況	
(1) 審査の状況	3
(2) 安全対策	4
(3) 緊急時対応	16
(4) 教育・訓練	17
(5) 安全対策の進捗状況	18

1. 福島第一原子力発電所事故の経緯・原因と対応

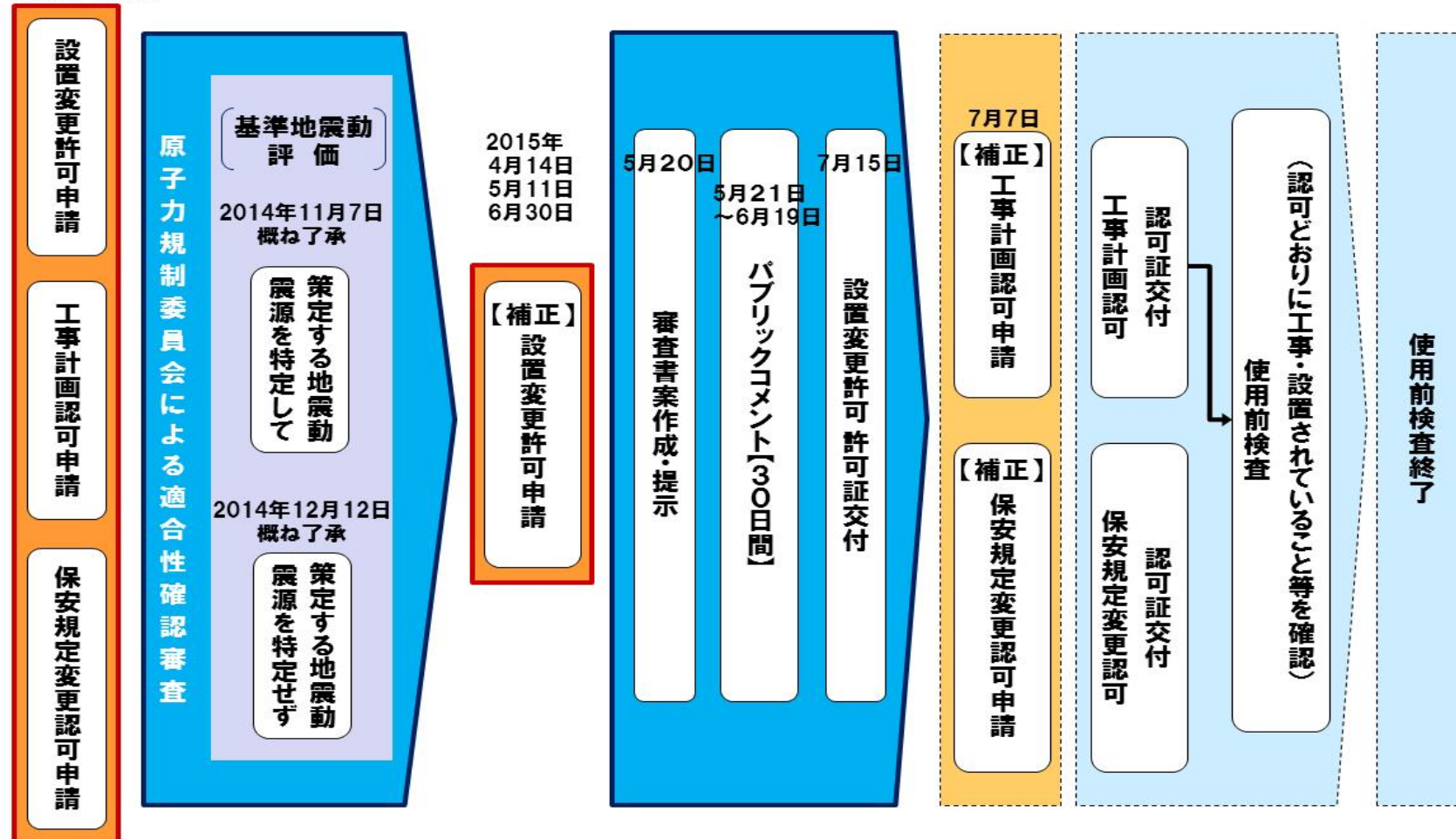
- 福島第一原子力発電所の事故を受け、国は事故の問題点を抽出し、規制基準を強化しており、伊方発電所においては、基準への適合はもとより同様の事故を起こさないように様々な対策を講じています。



2.(1) 審査の状況

- 伊方発電所3号機については、本年7月15日に原子炉設置変更許可をいただきました。

2013年7月8日

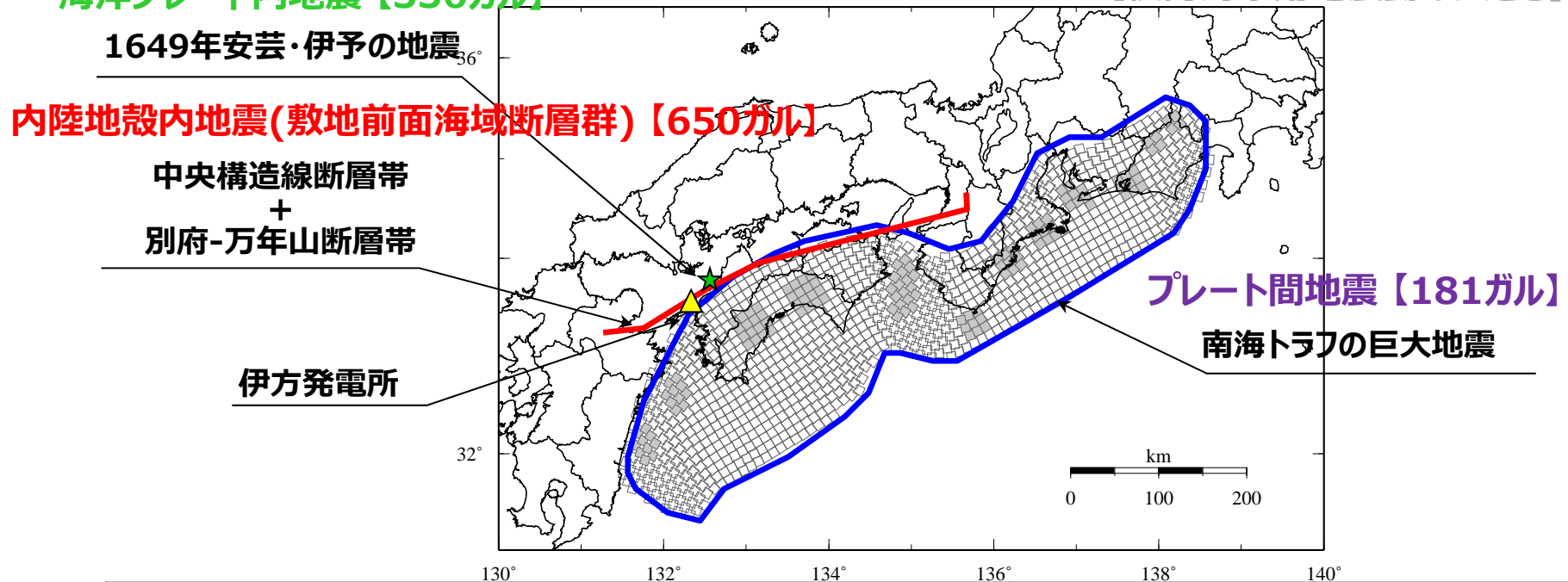


2.(2) 安全対策【地震対応】 (1 / 2)

- 過去の地震や活断層の存在により、震源が特定されている地震については、伊方発電所の北方沖合を通る「中央構造線断層帯と別府－万年山断層帯（480km）」などについて詳細に調査した上で、不確かな部分は、より発電所に厳しくなるよう設定して、最大規模の地震の揺れ（基準地震動）を策定しました。また、地震と活断層の関係が不明確であった地震についても「震源を特定せず策定する地震動」として基準地震動に加えました。

海洋プレート内地震【336ガル】

【検討対象用地震動の大きさ】



内陸地殻内地震 基準地震動			申請時	許可時
震源を特定して策定する地震動	応答スペクトルに基づく地震動評価	Ss-1	570ガル [1波]	650ガル [1波]
	断層モデルを用いた手法による地震動評価	Ss-2	413ガル [1波]	579ガル [8波]
震源を特定せず策定する地震動		Ss-3	—	620ガル [2波]

- 伊方発電所においては、基準地震動に対して十分な耐震裕度があるかどうかを確認し、必要なものは耐震性向上工事を実施しています。

直流電源装置（充電器盤・ドロツパ盤）の
耐震補強工事



配管の耐震補強工事



2.(2) 安全対策 [津波対応] (1 / 2)

6

- 基準津波に関しても、自然現象の持つ不確かさを考慮し、基準地震動の策定と同様、より安全側の評価とするため、様々なパラメータについて不確かさを考慮し、策定しています。

敷地前面海域断層群の地震による津波と地すべりによる津波の重畳を評価し策定

3号機敷地前面

T.P. +8.12m※ (次ページ参照)

3号機放水口

T.P. +4.69m

3号機補機冷却海水取水口

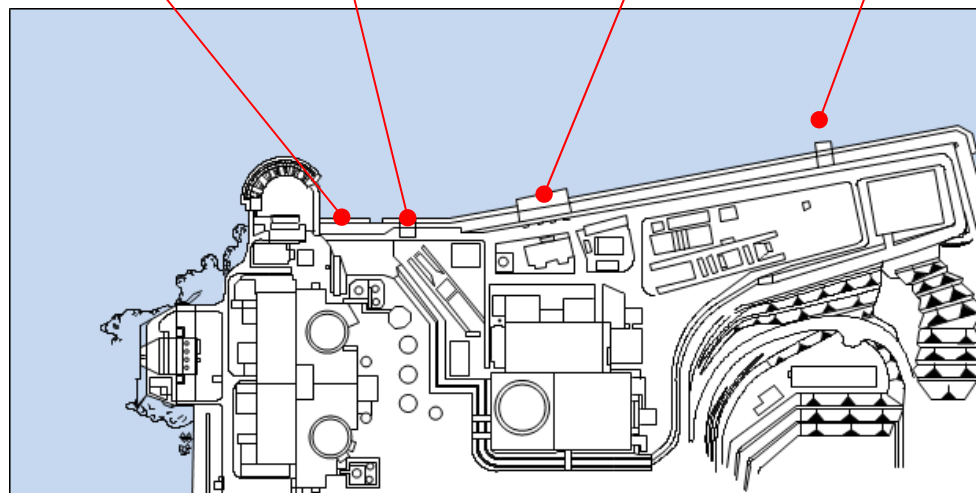
T.P. +5.46m

(下降側 : T.P. -4.60m)

3号機タービン建屋

復水器取水先端

T.P. +4.21m



注1 T.P. とは、東京湾平均海面の略であり、全国の標高基準となる海水面高さ

注2 各地点において最も厳しくなるケースにおける最高水位を記載

<南海トラフの巨大地震による津波>

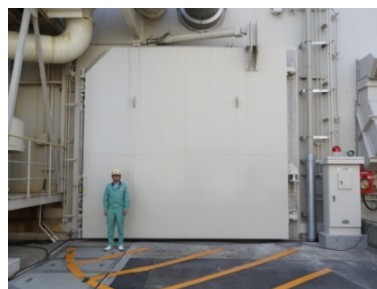
佐田岬を回り込んでくる過程で影響が小さくなる (海拔+2.45m)

2.(2) 安全対策 [津波対応] (2 / 2)

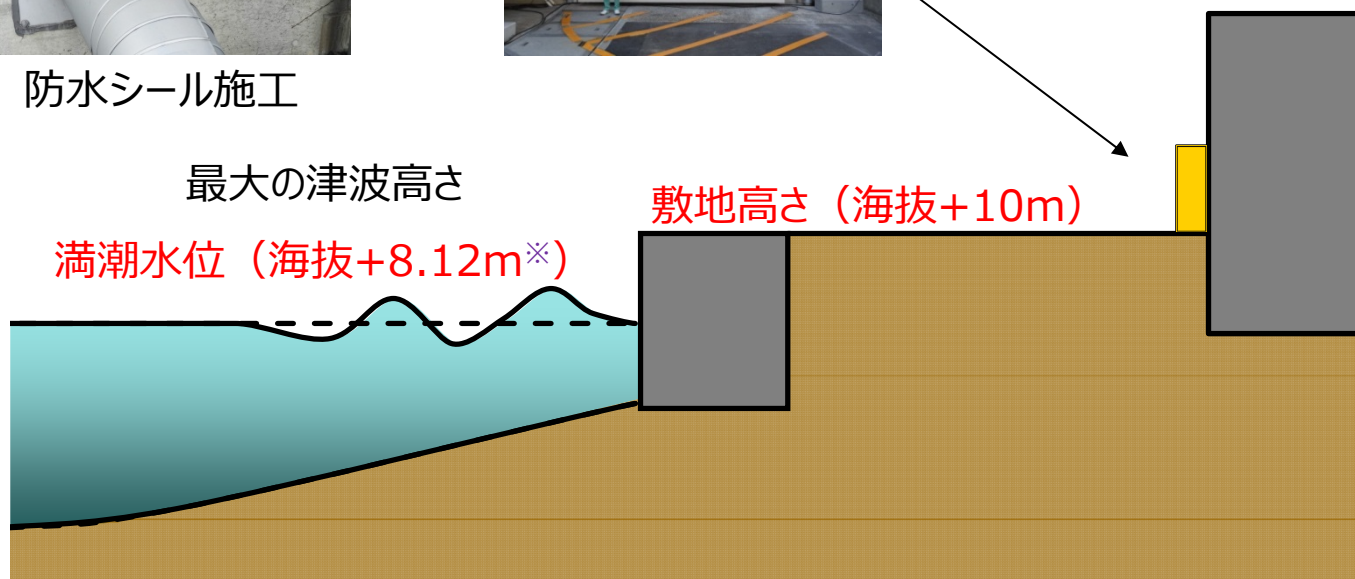
- 発電所は**海拔10m**にあり、厳しい条件を考慮しても、想定される津波(**海拔+8.12m***)は敷地高さを超えず、敷地が浸水することはないと考えております。それでも万一に備え、扉の防水シール、水密扉への変更等を実施しています。



防水シール施工



大型水密扉等
(海拔+約14m)
※自主的な対策



※ 地震時の敷地沈降なども考慮すると、津波高さは+8.7mとなる。

2.(2) 安全対策 [電源確保] (1 / 2)

8

- 炉心・原子炉格納容器などを冷却する電源を確保するため、空冷式非常用発電装置、電源車等の設置による多重化・多様化を図っています。
- また、電源設備を7日間運転するため、重油や軽油の燃料貯蔵設備を設置しています。

<多重化・多様化>

[既設]

・送電線

[500kV×2回線、
187kV×4回線]

・非常用ディーゼル発電機

[新設・増設]

・空冷式非常用発電装置

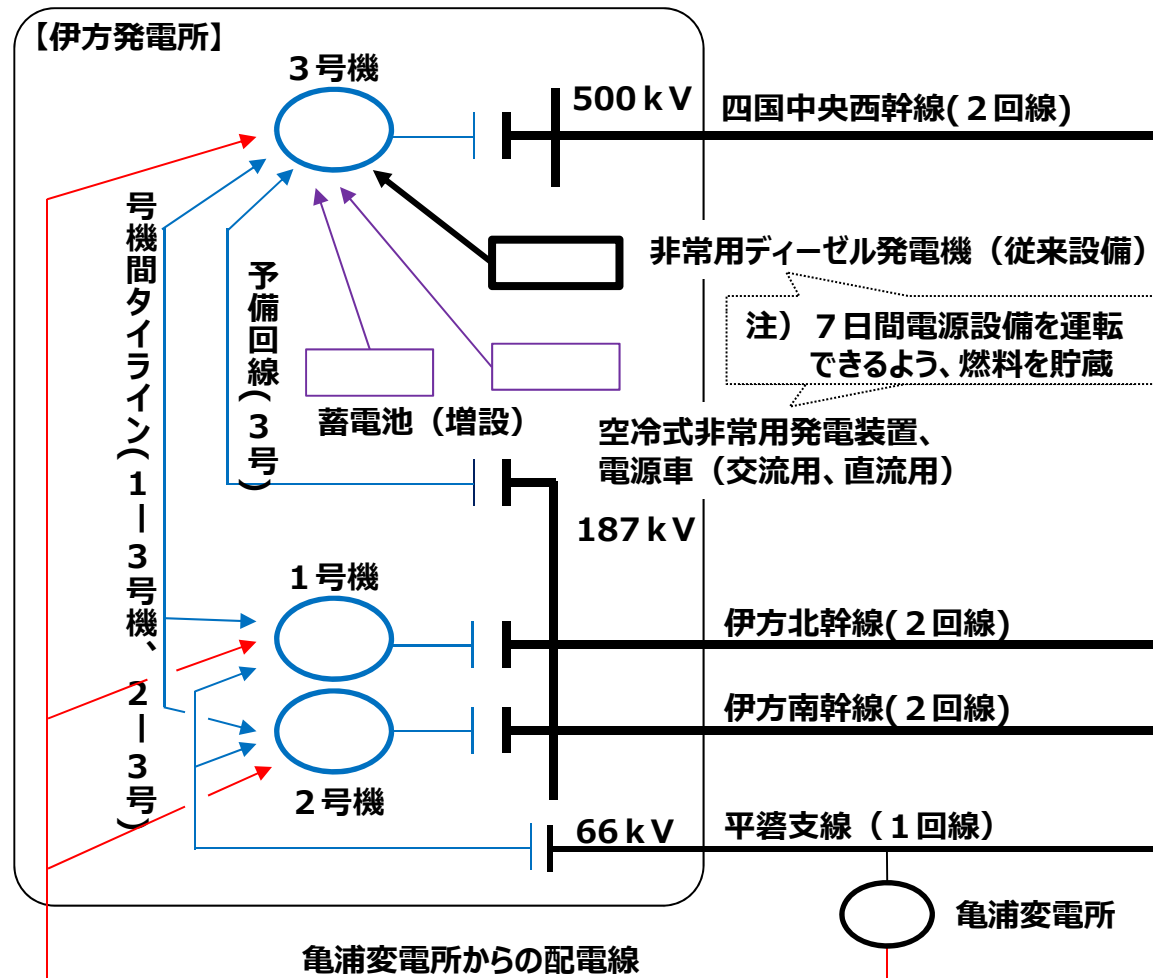
・電源車 (交流用、直流用)

・蓄電池 (増設)

[自主設置]

・配電線の敷設

・号機間タイラインの敷設



2.(2) 安全対策 [電源確保] (2 / 2)

- 多様な電源を確保するため、外部電源以外に空冷式非常用発電装置の設置、直流電源（蓄電池）の増強などを実施しています。



空冷式非常用発電装置



ディーゼル発電機（既設）



蓄電池（増設）



電源車（交流用、直流用）
〔75kVA電源車〕

- 非常用ディーゼル発電機等に用いる重油および電源車等に用いる軽油の貯蔵ならびに燃料の円滑な補給のため、貯蔵タンク、移送配管の設置やマイクロリーの配備を実施しています。



重油タンク



重油移送管



軽油移送管



マイクロリー

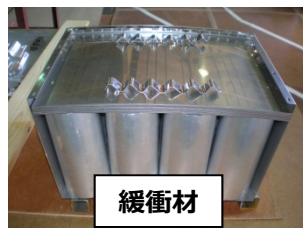
- 瀬戸内地域で過去発生した竜巻は、気象庁の区分では風速50～69m/sのレベルとされていますが、伊方発電所では、国内最大級の竜巻を考慮し、最大風速を100m/sとしたうえで、飛来物の発生を防止する対策や、飛来物から重要設備を保護するための防護板や緩衝材を設置しています。

[飛来物発生防止対策]

- ・駐車禁止エリアの設定
- ・屋外資機材の管理およびチェッカープレートの固定化等を実施



飛来物発生防止対策
(例：チェッカープレートの固定)



緩衝材

[飛来物防護対策]

- ・竜巻による飛来物から防護する設備の設置 (以下は設置例)
 - 重油タンクを飛来物から防護するため、タンク外面に緩衝材を取付
 - 海水ピットポンプ室防護壁を海水ポンプエリア上部に設置

対策前

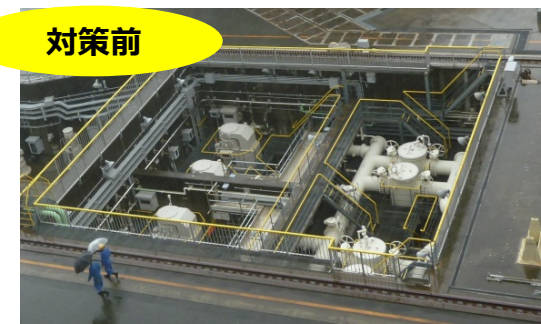


対策後

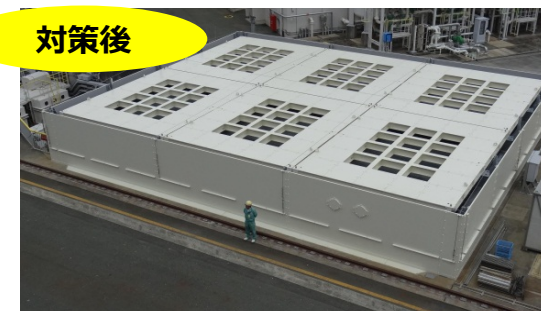


竜巻防護対策設備
(例：重油タンクの防護 (緩衝材))

対策前



対策後

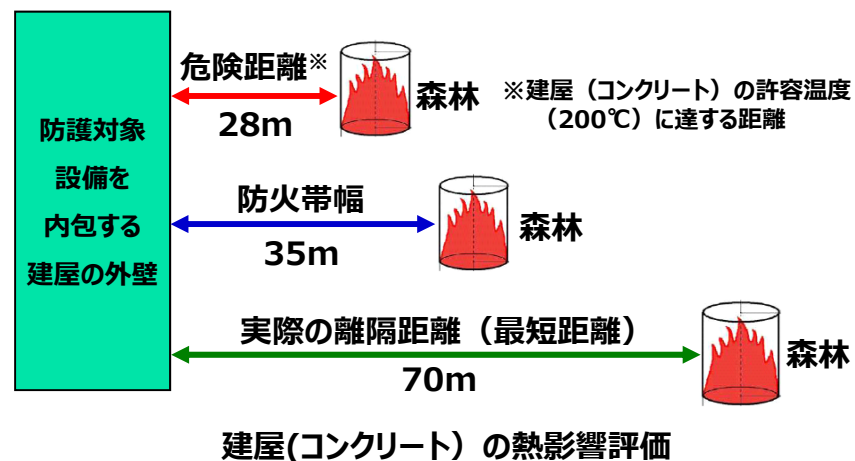
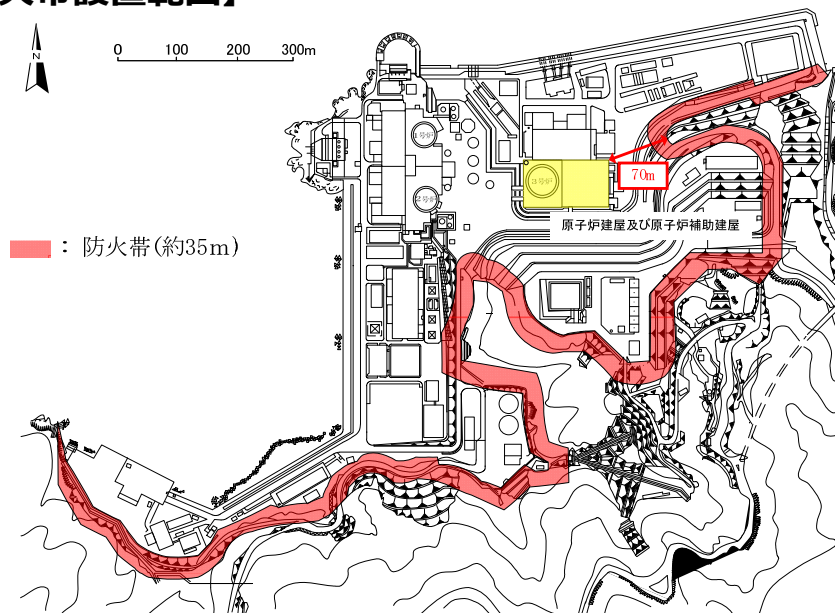


竜巻防護対策設備
(例：海水ピットポンプ室防護壁)

2.(2) 安全対策 [森林火災]

○ 敷地周辺からの森林火災を想定した火災シミュレーション解析を行い、重要な施設の安全性に影響を及ぼす可能性のある距離（危険距離）に余裕を持たせ、延焼被害を食い止めるための防火帯を確保しています。

【防火帯設置範囲】



【樹木の伐採】



2.(2) 安全対策 [内部火災・溢水対策]

○ 原子炉施設内で火災および溢水が発生した場合に対しても、安全上重要な施設の機能が損なわれないよう、対策を講じています。

① 火災発生防止対策

- ・不燃性材料または難燃性材料の使用

② 火災の早期感知、消火対策

- ・火災感知設備の設置
- ・異なる種類の感知設備の組み合わせ設置
- ・早期消火のための各消火設備の設置
 - ハロン自動消火設備
 - 移動式消火設備
 - (化学消防自動車1台、水槽付消防自動車2台)

③ 火災の影響軽減対策

- ・耐火障壁等が設けられてないほう酸ポンプ A, B 間に耐火障壁による系統分離等



ハロン自動消火設備

消火水による没水影響評価

- ・消火放水による溢水量を想定して評価した結果、防護対象設備が機能喪失には至らないことを確認

想定破損による影響評価

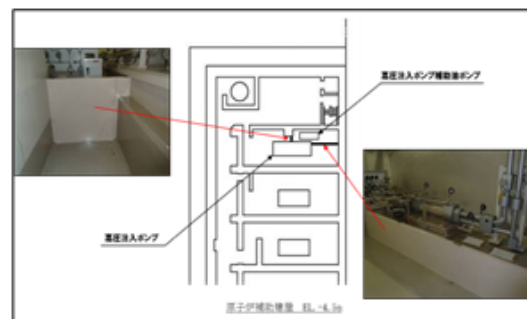
- ・高エネルギー（補助蒸気系統等）配管の破損等を想定し、影響を評価した結果、防護対象設備が機能喪失には至らないことを確認

溢水(没水)防護対策

- ・溢水防護対策工事（例：浸水防止堰の設置）を実施し、その上で影響評価を実施した結果、安全機能に影響が無いことを確認

蒸気放出影響緩和対策

- ・蒸気の影響を緩和する対策として、蒸気漏えい自動検知・遠隔隔離システムや防護カバー等を設置



浸水防止堰



水密扉

2.(2) 安全対策 [重大事故等への対処] (1 / 3)

- 炉心・原子炉格納容器などの損傷防止のため、炉心等に冷却水を注入するための代替ポンプや、ポンプ車の追加設置による冷却機能の更なる多重化・多様化を図っています。
- 使用済燃料ピットについても、ポンプ車等を用いた冷却水注水および放水の手順を整備しております。

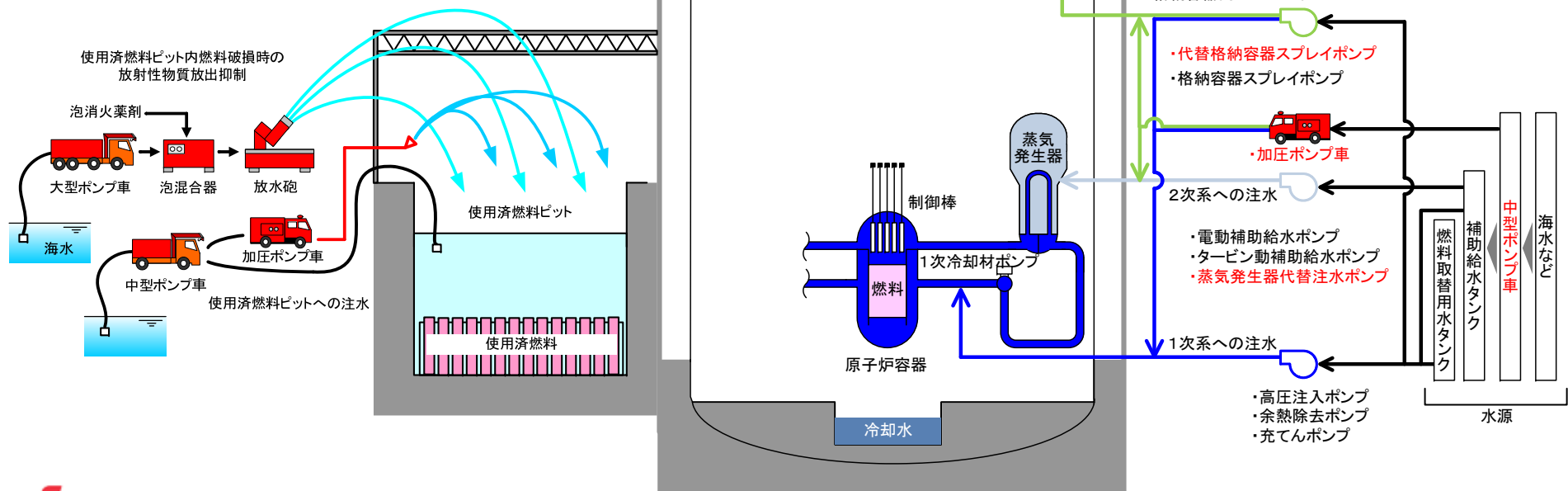
<多重化・多様化(炉心・原子炉格納容器 冷却機能)>

(既設)

- ・格納容器スプレイポンプ
- ・電動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ
- ・高圧注入ポンプ など

(新設)

- ・代替格納容器スプレイポンプ
- ・中型ポンプ車など
- ・蒸気発生器代替注水ポンプ(自主対策)

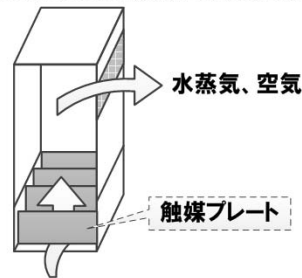


- 福島第一原子力発電所事故では、炉心損傷に伴い発生した水素爆発により建屋が損傷したことを踏まえ、原子炉格納容器内に水素が滞留することを防止するため、水素処理装置を設置しています。

<水素処理装置>

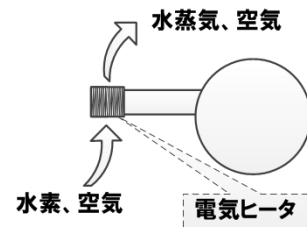
- ・静的触媒式水素再結合装置
- ・イグナイタ（水素を燃焼させる）

触媒における再結合反応により水素を消費

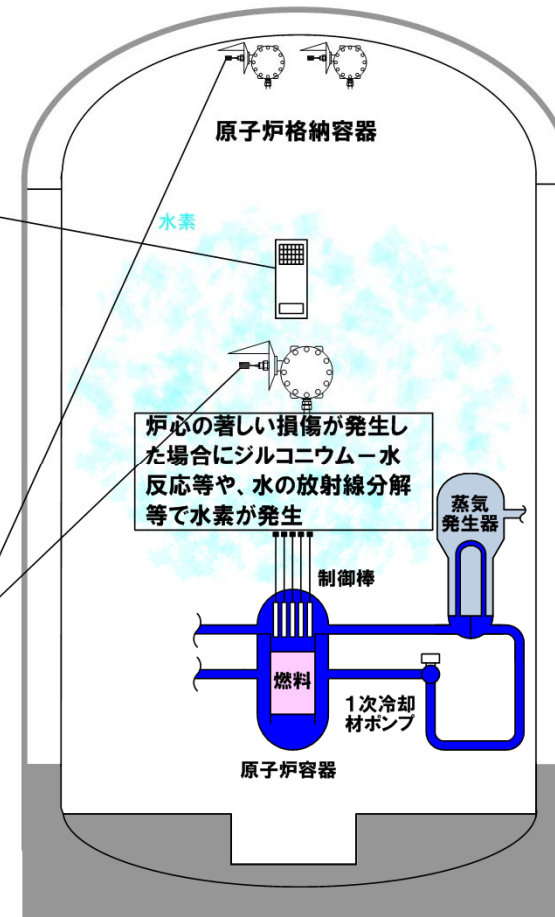


水素、空気

① 静的触媒式水素再結合装置(5個)



② イグナイタ(13個)



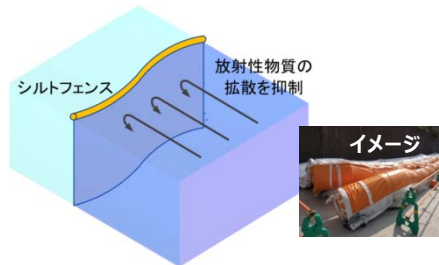
- 以上の対策により事故の発生・進展を防止し、格納容器の一層の健全性を確保する対策を講じましたが、それでもなお、原子炉格納容器が破損した場合の放射性物質の拡散抑制のため、放水砲やポンプ車、シルトフェンスやゼオライトを配備しています。

<放水砲の役割>

格納容器が破損した場合、そこから放射性物質が放出されることとなるが、放水砲（雨のように水を降らす）により、放射性物質を拡散させない。

<シルトフェンス、ゼオライトの役割>

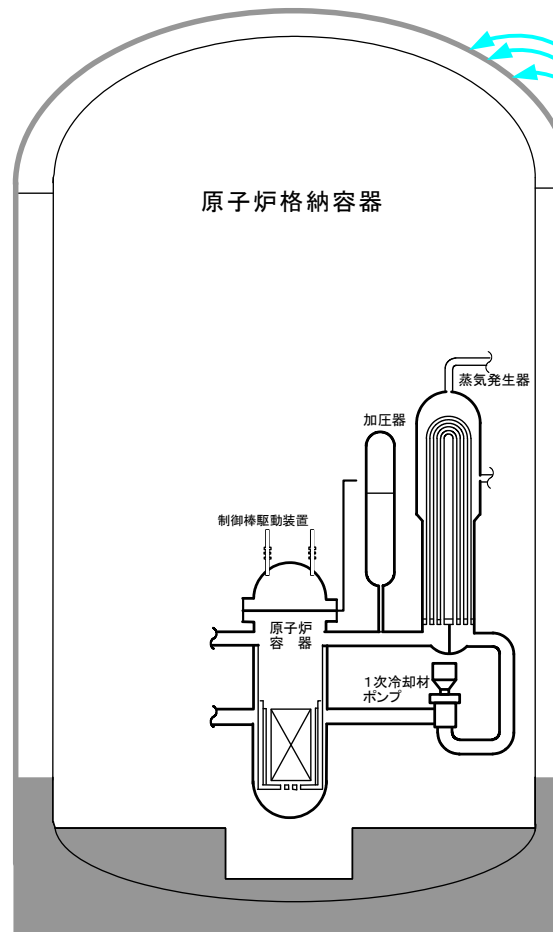
シルトフェンスは、放射性物質の海洋拡散を抑制し、ゼオライトは、放射性物質を吸着する。



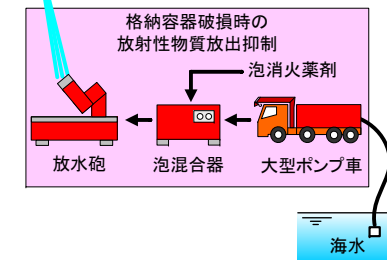
シルトフェンス (イメージ)



放射性物質吸着剤 (ゼオライト)
(雨水排水弁等に設置)



原子炉格納容器への放水



放水砲 (大型2台)

○ 伊方発電所では、夜間・休日でも緊急時対応要員が常時32名常駐しており、いつ何時重大事故が発生しても、直ちに対応することが可能です。また、他の要員も、速やかに参集し事故収束にあたります。

- ・ 緊急時対策所については、新潟県中越沖地震（平成19年）を踏まえて免震構造の事務所を建設していたが、より耐震性に優れた緊急時対策所を標高32mの高台に本年3月に追加設置した。
- ・ 伊方発電所で重大事故が発生した場合は、緊急時対策所に災害対策本部を設置し事故収束にあたるとともに、松山と高松にも災害対策本部を設置し、事故収束の支援を行う。



伊方発電所の緊急時対策所（左側の建物）



緊急時対策所の内部

- 新たに設置した設備について、確実な運転・操作が可能となるよう、手順書の整備、教育の徹底を図るとともに、様々な事態を想定した訓練を継続的に実施し、事故対応能力の向上に努めております。



総合訓練



シミュレーター訓練（全交流電源喪失）


















夜間訓練



ホイールローダでの陥没箇所修復訓練

2.(5) 安全対策の進捗状況（短期対策）（1 / 2）

項目		工程				
		平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
地震	耐震性向上工事					
津波	重要機器設置エリアの浸水対策			完了		
	海水ポンプエリアの浸水対策				完了	
電源設備	空冷式非常用発電設備および電源車の配備			完了		
	非常用直流電源の増強			完了		
	号機間電源融通ラインの設置			完了		
	配電線の敷設		完了			
内部火災	火災発生防止対策・火災の早期感知、消火対策・火災の影響軽減対策※1					
竜巻	飛来物発生防止対策※2					
	竜巻防護対策※3					
外部火災	森林火災対策※4					
溢水	溢水量低減対策				完了	
	溢水(没水)防護対策				完了	
	溢水(没水)裕度向上対策				完了	
	蒸気放出影響緩和対策					完了

※1 早期消火等の観点から、ハロン消火設備(自動)の設置、系統分離対策等の範囲を拡大

※2 可搬型設備の保管位置変更等に伴い、固定化対策を実施中

※3 補助給水タンク防護対策を実施中

※4 可搬型設備や防護対象施設の変更に伴い、防火帯の設定位置を変更したため、森林の追加伐採等を実施中

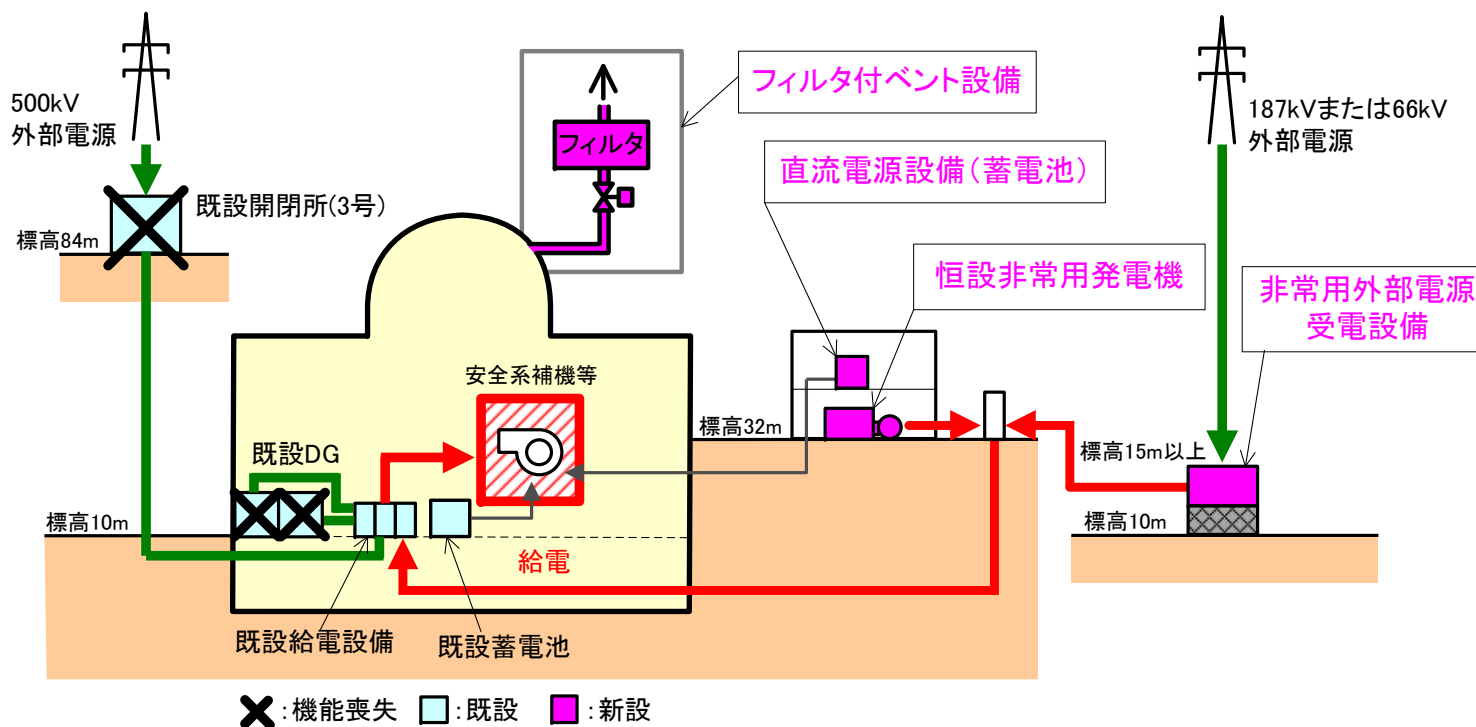
2.(5) 安全対策の進捗状況（短期対策）（2 / 2）

項目		工程				
		平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
炉心損傷防止	原子炉や蒸気発生器への代替注水手段の確保	完了				
	水源の確保			完了		
	炉心損傷防止対策設備の信頼性向上	完了				
	原子炉自動停止失敗時の影響緩和			完了		
原子炉格納容器破損防止	格納容器破損防止対策	完了			※1	
放射性物質の放出抑制	格納容器等への放水対策		完了			
	使用済燃料ピットへの放水(スプレイ)対策		完了			
その他	緊急時対策所の追加設置				完了	
	重油・軽油補給設備				完了	

※1 イグナイタの追加設置、格納容器内水素濃度、原子炉下部水位の計測器の設置

2.(5) 安全対策の進捗状況（中長期対策）

項目	工程				
	平成23年度	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度
フィルタ付ベント設備設置			設計		設計・工事
非常用外部電源受電設備・恒設非常用発電機・直流電源設備		設計・工事			



中長期対策の概要図