

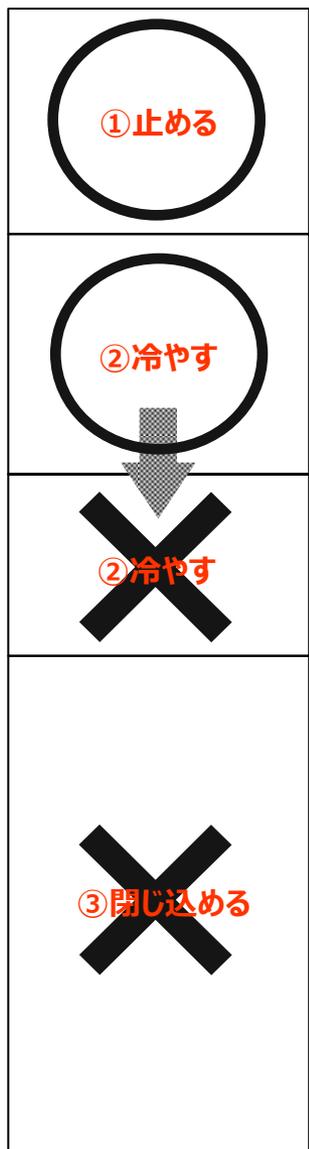
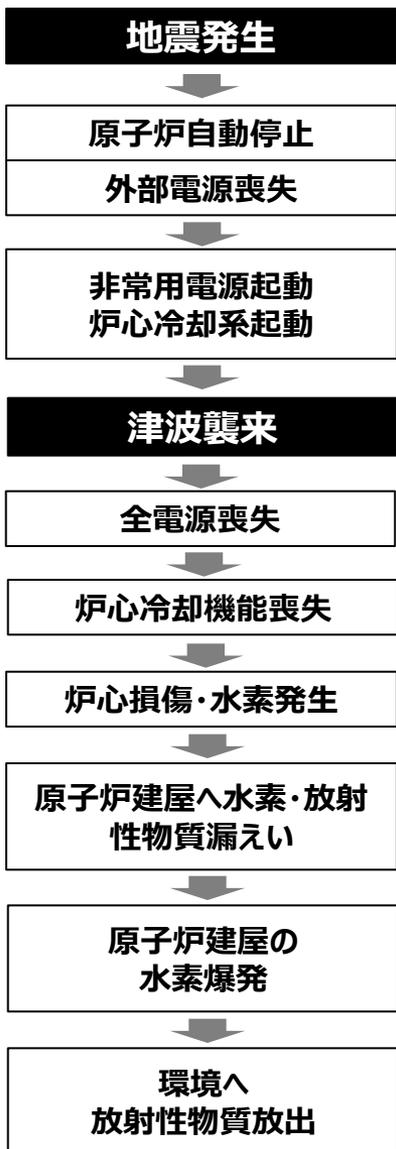
伊方発電所 3号機の安全対策について



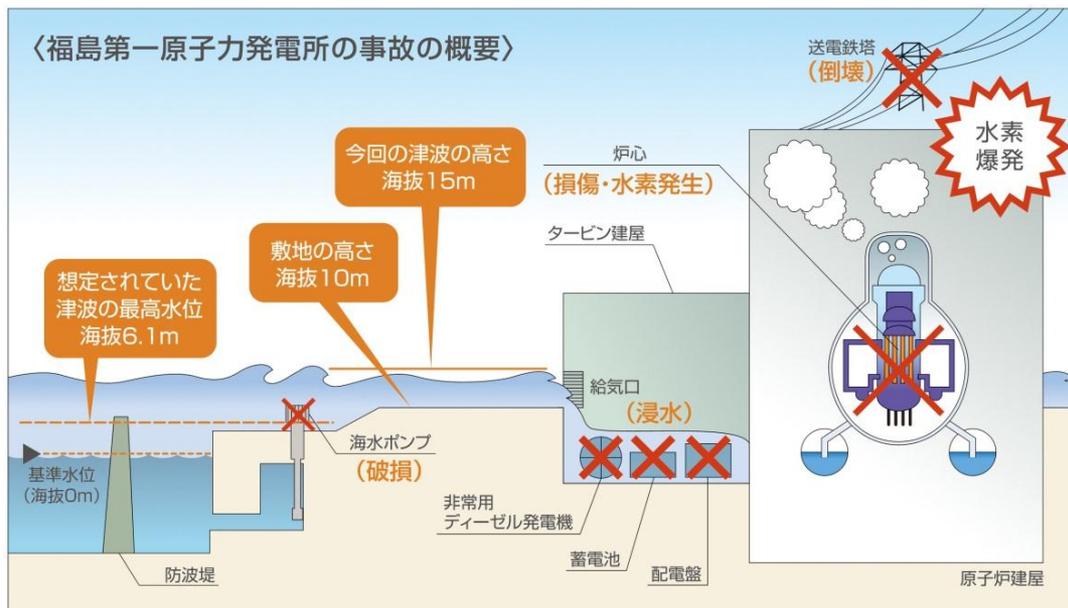
平成27年8月6日
四国電力株式会社

1. はじめに	2
2. 福島第一原子力発電所事故の経緯・原因と対応	3
3. 伊方発電所3号機の対応状況	
(1) 審査の状況	5
(2) 安全対策	6
(3) 緊急時対応	21
(4) 教育・訓練	22
4. 世界最高水準の安全性を目指して	23
5. おわりに	24

- ◆ 当社では、東京電力福島第一原子力発電所での事故を教訓として、二度と同じような事故を起こしてはならないという強い決意のもと、伊方発電所の安全性向上に取り組んでいます。
- ◆ 平成25年7月には、伊方発電所3号機の安全対策に関する申請書を原子力規制委員会に提出し、新しい規制基準への適合性について厳格な審査を受けてまいりましたが、本年7月15日に、その基本方針について原子炉設置変更許可をいただきました。
- ◆ 本日は、その内容を中心に、伊方発電所3号機の安全対策についてご説明いたします。

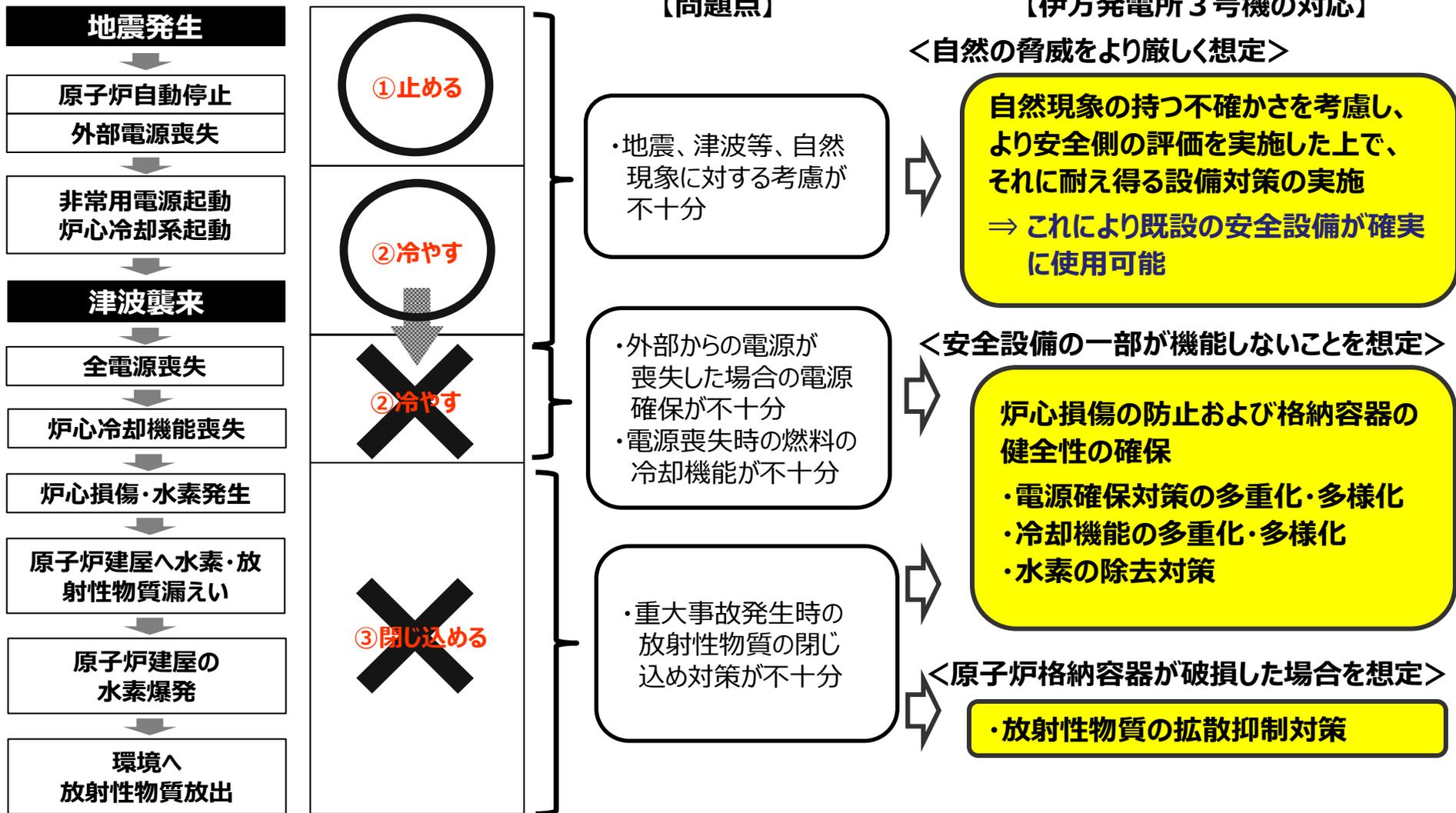


○ 福島第一原子力発電所では、地震発生により、原子炉を「①止める」ことおよび燃料を「②冷やす」ことに成功しましたが、その後の津波の影響で、全ての電源を失うとともに、冷却水の確保もできなくなり、その結果、炉心が損傷し、放射性物質を「③閉じ込める」ことができませんでした。



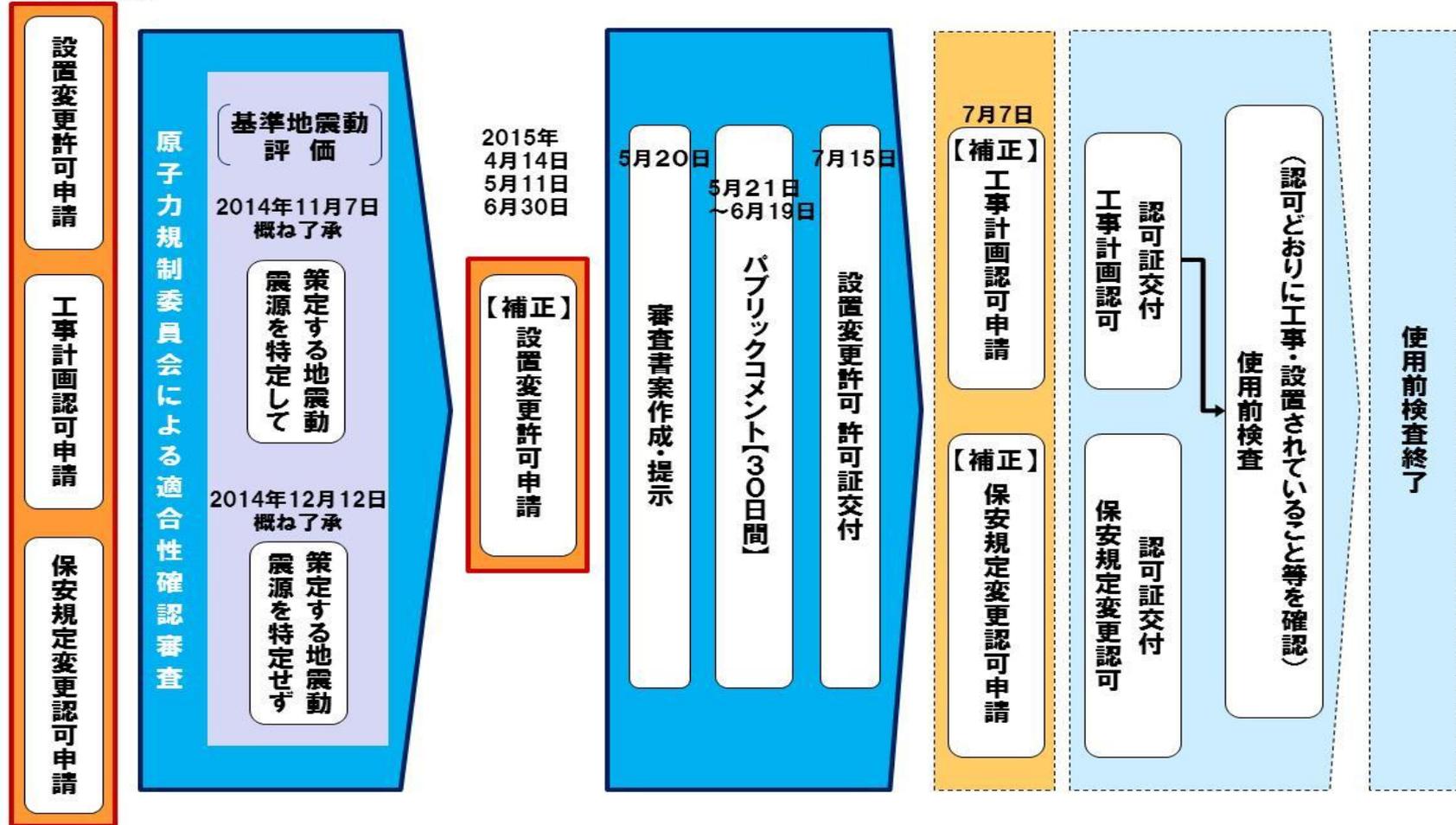
2. 福島第一原子力発電所事故の経緯・原因と対応

- 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。



○ 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



- 地震の発生メカニズムとしては大きく分けて、「①プレート間地震」、「②海洋プレート内地震」、「③内陸地殻内地震」の3つがあります。

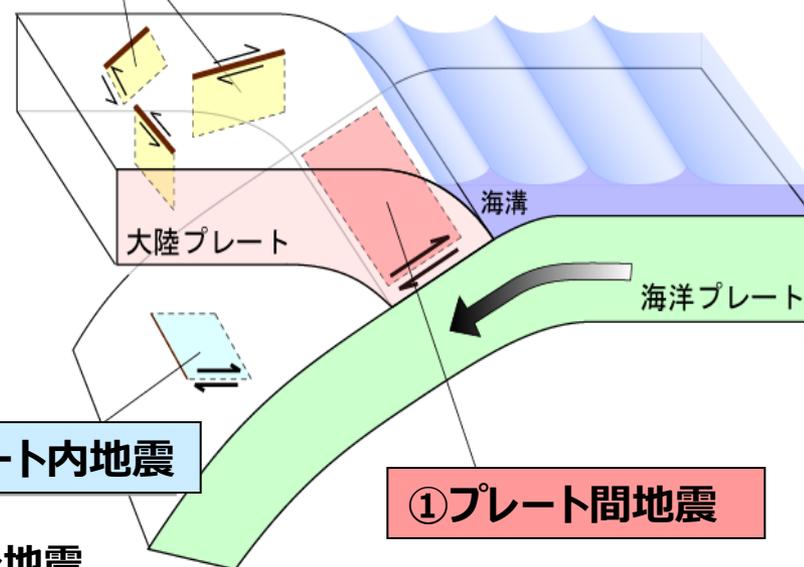
「①プレート間地震」は、2つのプレートの境界面で発生する

「②海洋プレート内地震」は、沈み込む海洋プレート内部で発生する

「③内陸地殻内地震」は、大陸プレート内部で発生する

例：兵庫県南部地震

③内陸地殻内地震



例：芸予地震

例：南海トラフの巨大地震

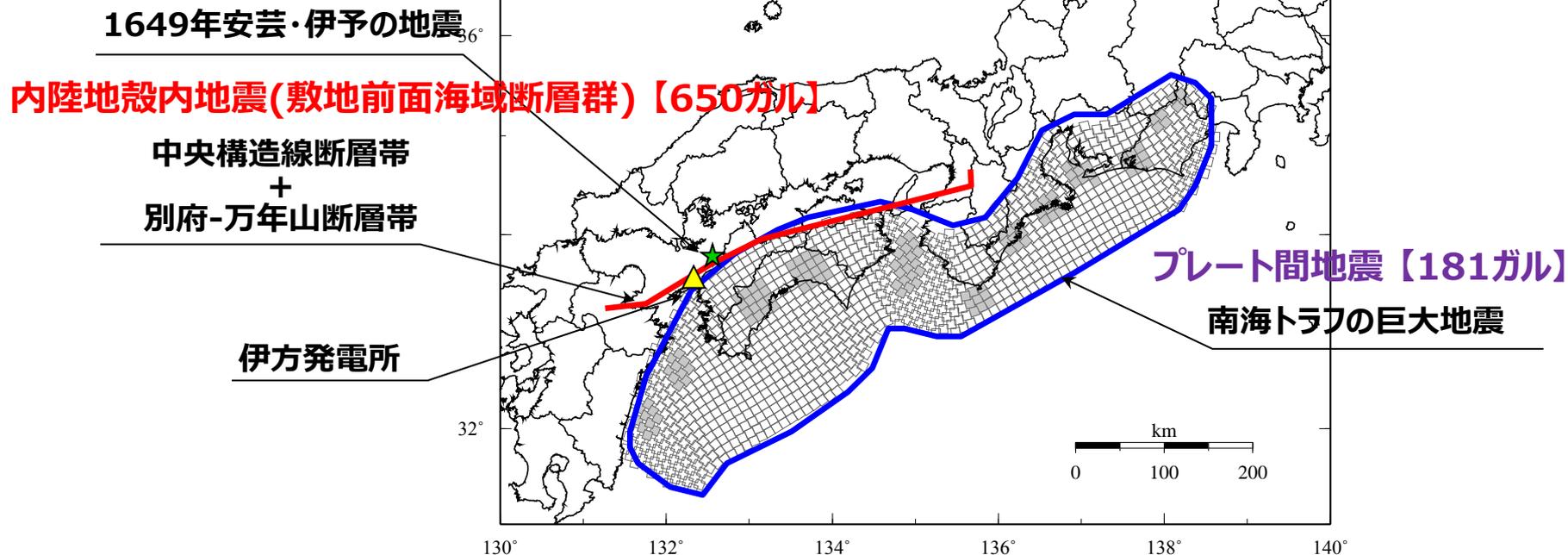
- 伊方発電所の基準地震動の策定にあたっては、地震の発生メカニズム等を踏まえ、詳細な調査検討を実施しています。そのうち、伊方発電所に最も影響を及ぼす地震は、内陸地殻内地震(敷地前面海域断層群)であり、巨大地震・津波を発生させた東北地方太平洋沖地震(プレート間地震)とはタイプが異なります。

※南海トラフの巨大地震は、内陸地殻内地震と比較して震源から伊方発電所までの距離が離れているため、影響が小さくなります。

伊方発電所からの距離：南海トラフの巨大地震（深さ方向約40 km）
敷地前面海域断層群（前面約8 km）

海洋プレート内地震【336ガル】

【検討対象用地震動の大きさ】



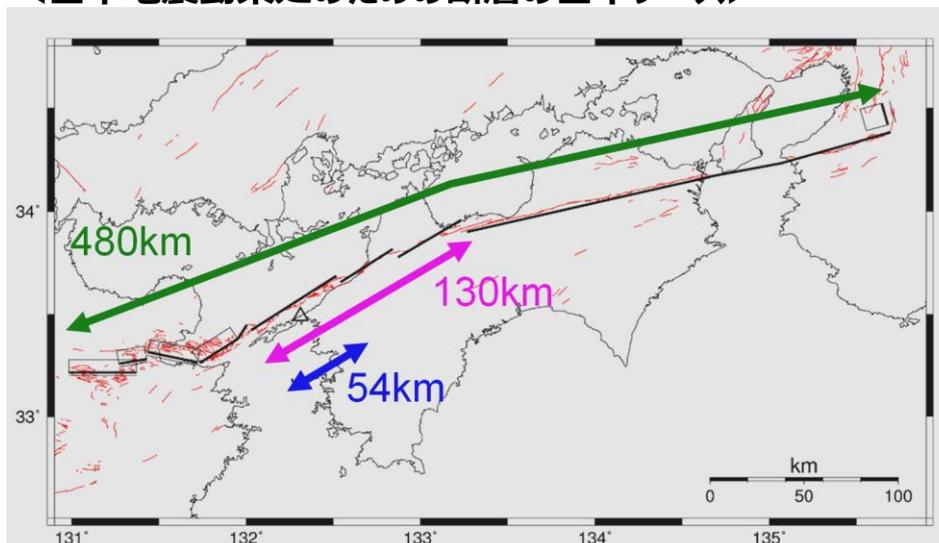
○ 敷地前面海域断層群による地震の評価においては、自然現象の持つ不確かさを踏まえて、より安全側の評価とするため、様々なパラメータについて不確かさを考慮し、基準地震動を策定しています。

<より安全側の評価>

- ・より安全側で評価する観点から、これまで適用外とされてきた評価方法の採用
- ・想定する断層の長さの長大化
(基本ケースとして、54kmに加え、130km、480km)
⇒ 結果として、発電所に最も影響があったのは前面海域の断層
- ・基本ケースに様々な不確かさを付与して考慮
不確かさの例：断層面の傾斜
アスペリティ(強い揺れの発生源)の位置
地震発生時に解放されるエネルギー量 など
- ・断層のすべり量
中央構造線と同様の断層では、地表最大変位は約10mで飽和する傾向にあることを踏まえ、10m以上の値により評価

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]

<基準地震動策定のための断層の基本ケース>

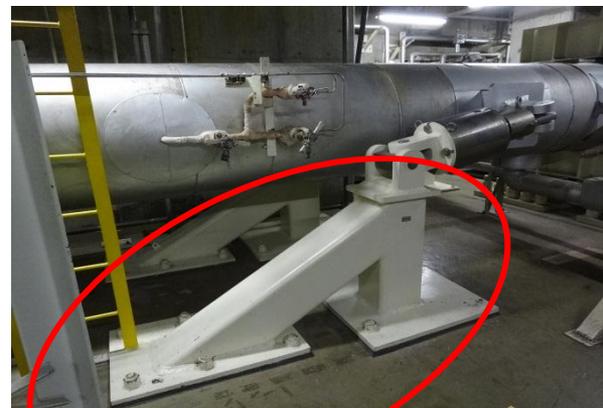


- 伊方発電所においては、基準地震動に対して十分な耐震裕度があるかどうかを確認し、必要なものは耐震性向上工事を実施しています。

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



○ 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

<より安全側の評価>

- ・想定する断層長さの長大化：
54 km → (海域) 130 km
- ・一般的には、渦の発生により津波エネルギーは減少するが、これを考慮せず、すべて津波の推進力に費やされると想定
- ・地震による津波と地すべりによる津波が最大となるケースの重畳を考慮
- ・地震のすべり量を大きく評価

<南海トラフの巨大地震による津波>

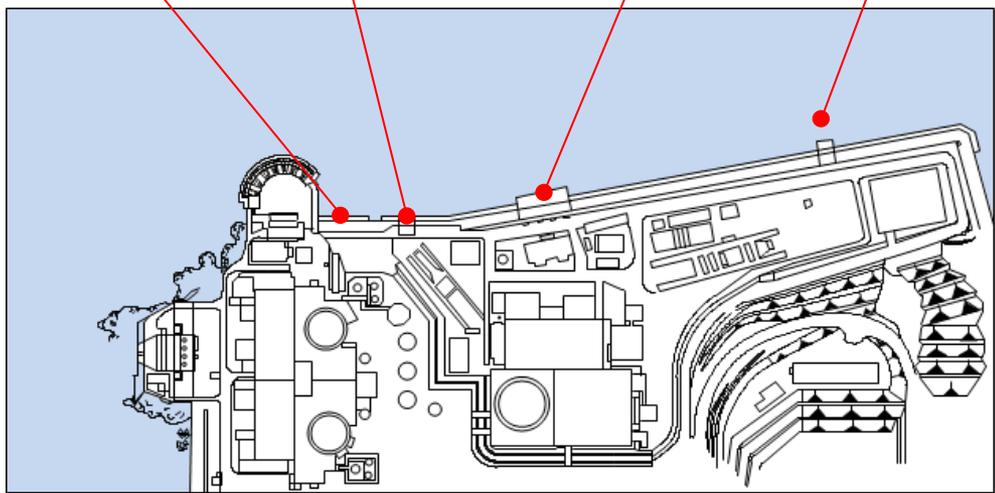
佐田岬を回り込んでくる過程で影響が小さくなる (海拔+2.45m)

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

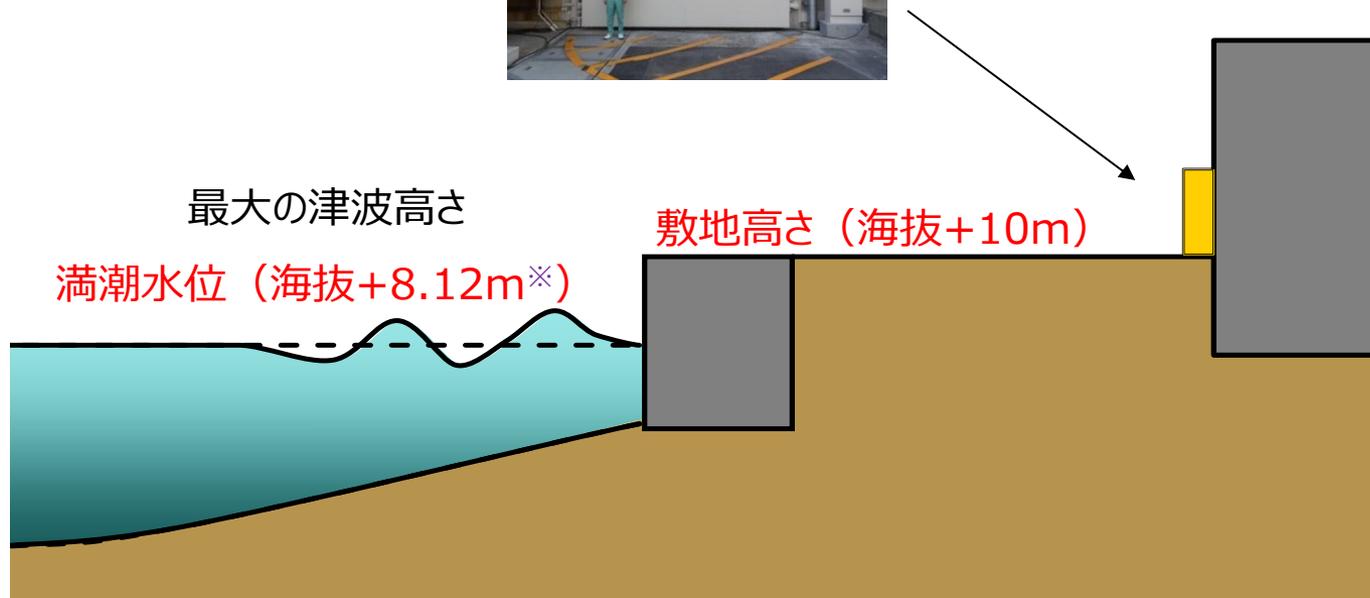


注1 T.P. とは、東京湾平均海面の略であり、全国の標高基準となる海水面高さ
注2 各地点において最も厳しくなるケースにおける最高水位を記載

- 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。

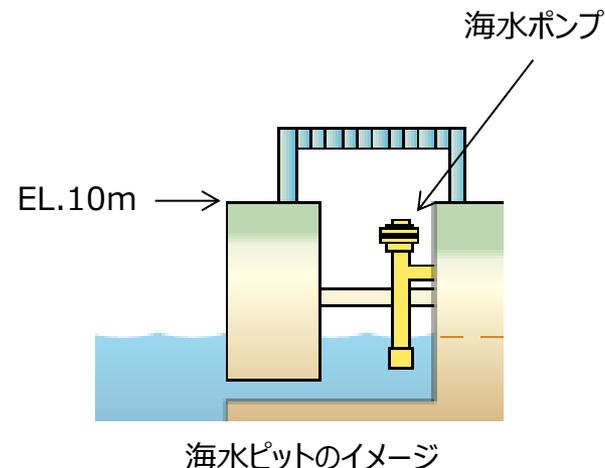
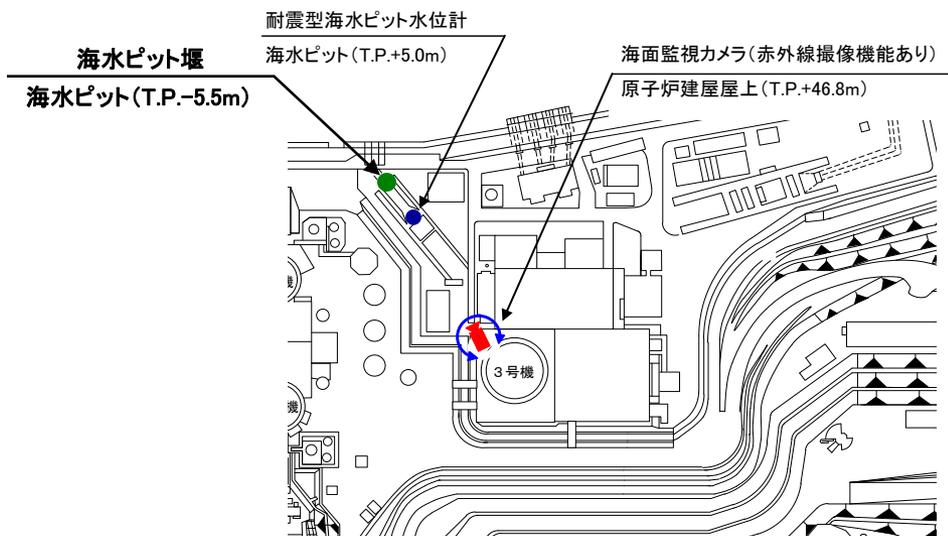


大型水密扉等
(海拔+約14m)
※自主的な対策



※ 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。

○ 海水ピットについては、10mの敷地面から掘り込んだ構造となっていることから、水密扉等を設置するとともに、引き津波の際に、海水ピット内に必要な海水量を確保するために、海水ピット堰を設置しています。



海水ピット堰



海水ピット堰仕様

- 幅 : 2,750 mm
- 高さ : 4,100 mm
- 重量 : 4,900 kg

フラップゲート仕様

- 幅 : 404 mm
- 高さ : 1,050 mm
- 枚数 : 4 枚



水密扉 (海水ピット)

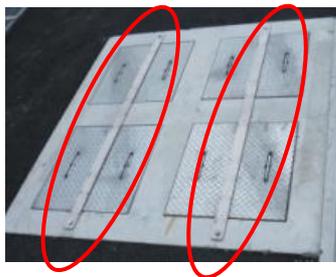


耐震型海水ピット水位計 (電波式)

○ 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^①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)



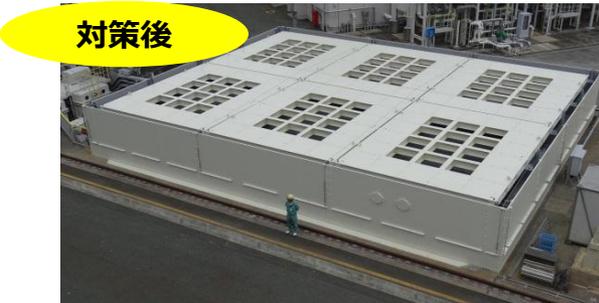
緩衝材

[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



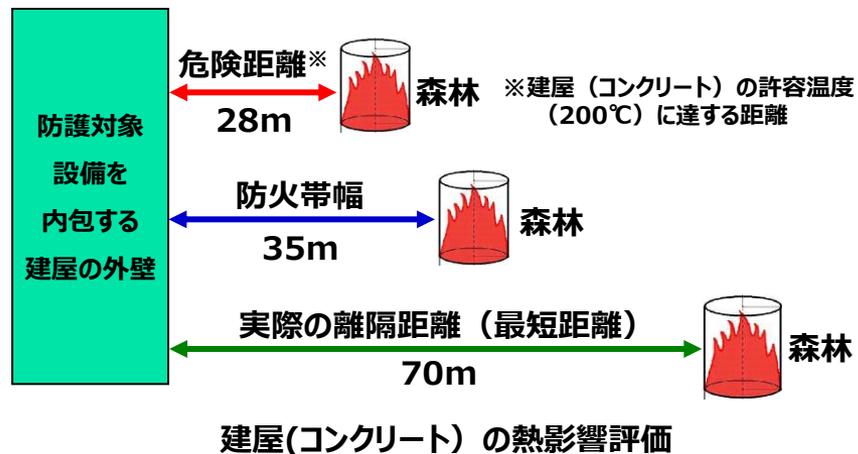
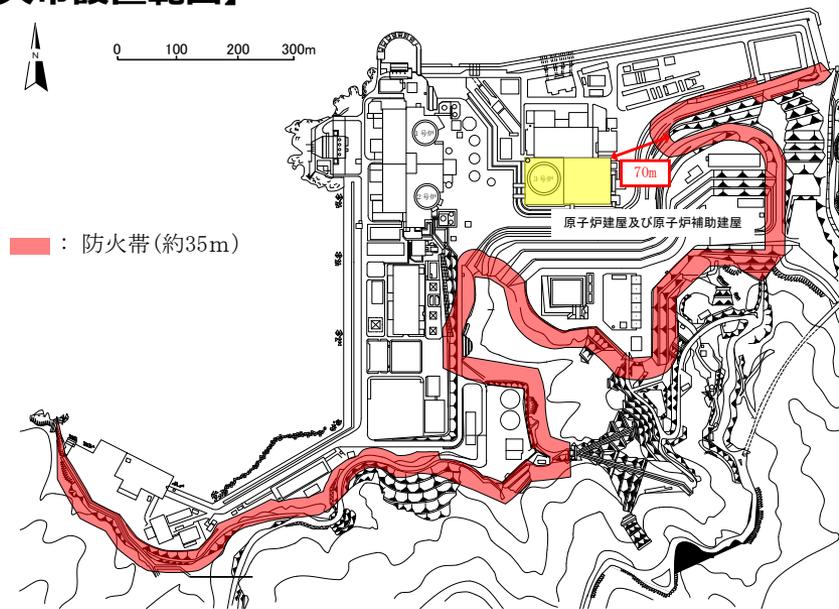
竜巻防護対策設備
(例：重油タンクの防護 (緩衝材))



竜巻防護対策設備
(例：海水ピットポンプ室防護壁)

○ 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】



○ 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^oA、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

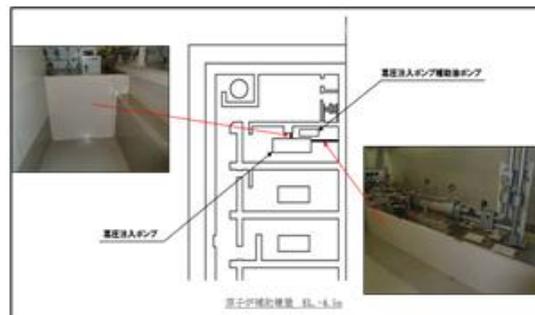
- ・高エネルギー（補助蒸気系統等）配管の破損等を想定し、影響を評価した結果、防護対象設備が機能喪失には至らないことを確認

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

- 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]

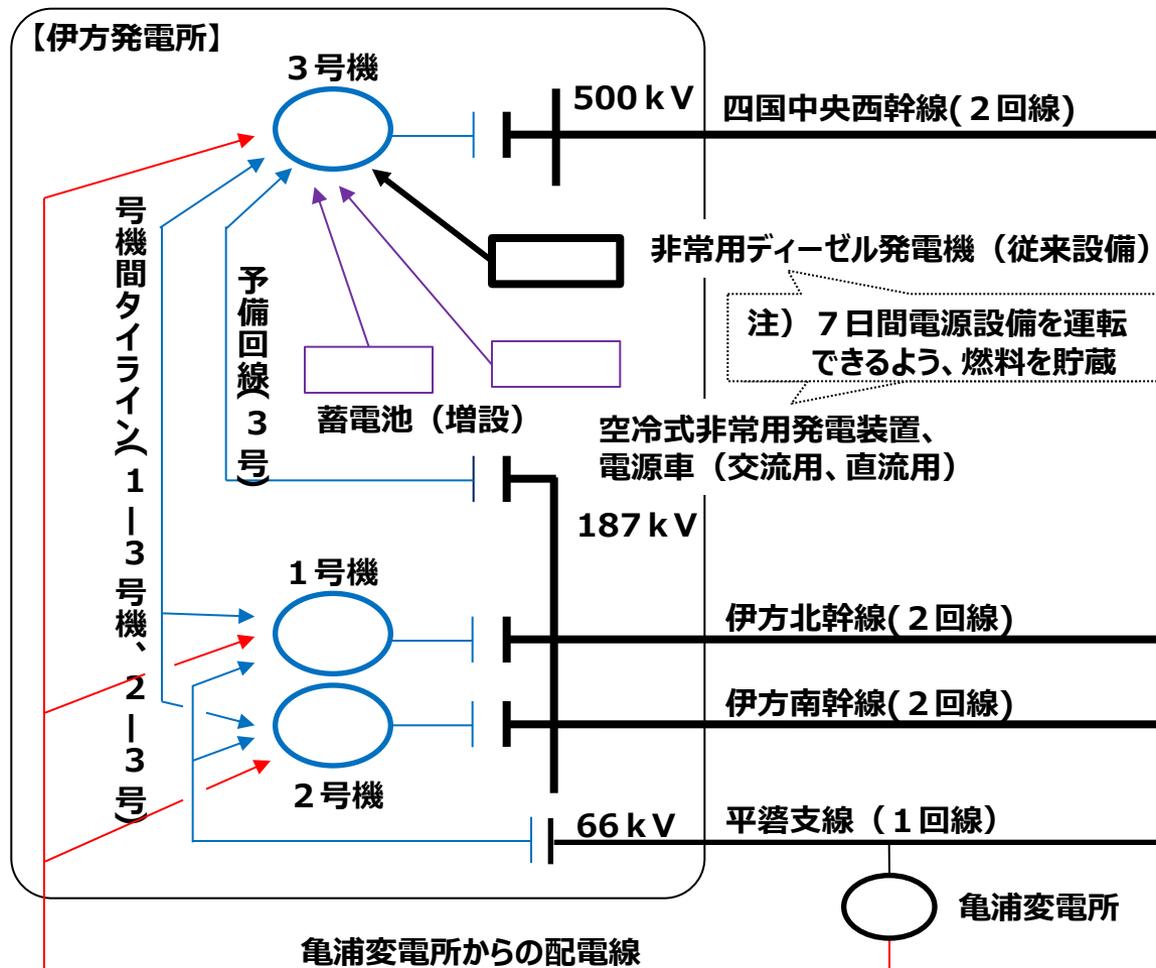
- ・送電線
〔 500kV×2回線、
187kV×4回線 〕
- ・非常用ディーゼル発電機

[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



- 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、移送配管の設置やミニロー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



ミニローリー

- 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)

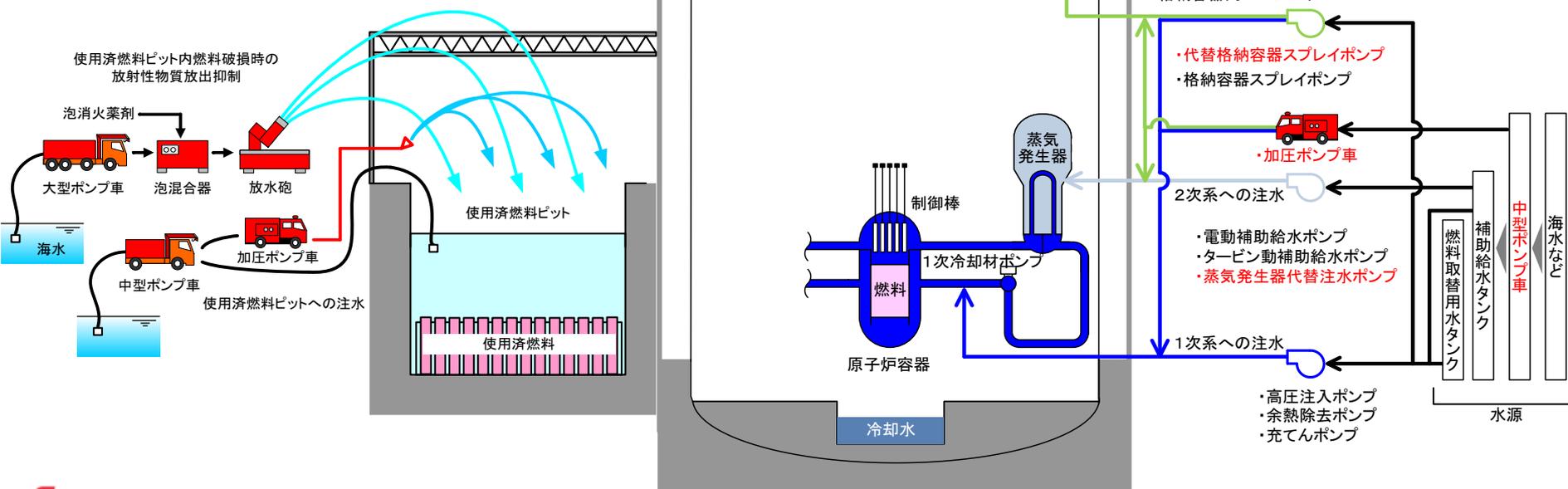
- ・格納容器スプレイポンプ
- ・電動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ
- ・高圧注入ポンプ など

(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)



蒸気発生器代替注水ポンプ

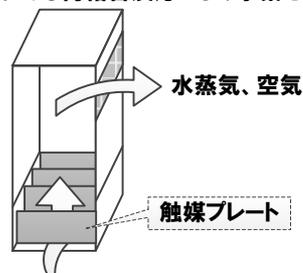


- 福島第一原子力発電所事故では、炉心損傷に伴い発生した水素爆発により建屋が損傷したことを踏まえ、原子炉格納容器内に水素が滞留することを防止するため、水素処理装置を設置しています。

<水素処理装置>

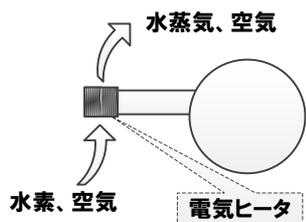
- ・静的触媒式水素再結合装置
- ・イグナイタ（水素を燃焼させる）

触媒における再結合反応により水素を消費

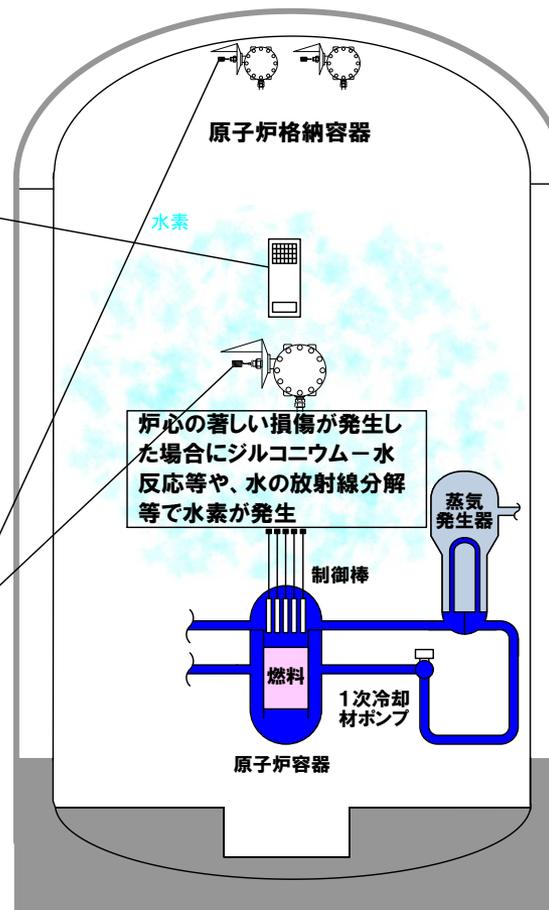


水素、空気

① 静的触媒式水素再結合装置(5個)



② イグナイタ(13個)



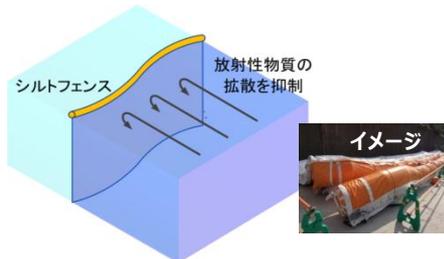
- 以上の対策により事故の発生・進展を防止し、格納容器の一層の健全性を確保する対策を講じましたが、それでもなお、原子炉格納容器が破損した場合の放射性物質の拡散抑制のため、放水砲やポンプ車、シルトフェンスやゼオライトを配備しています。

<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>

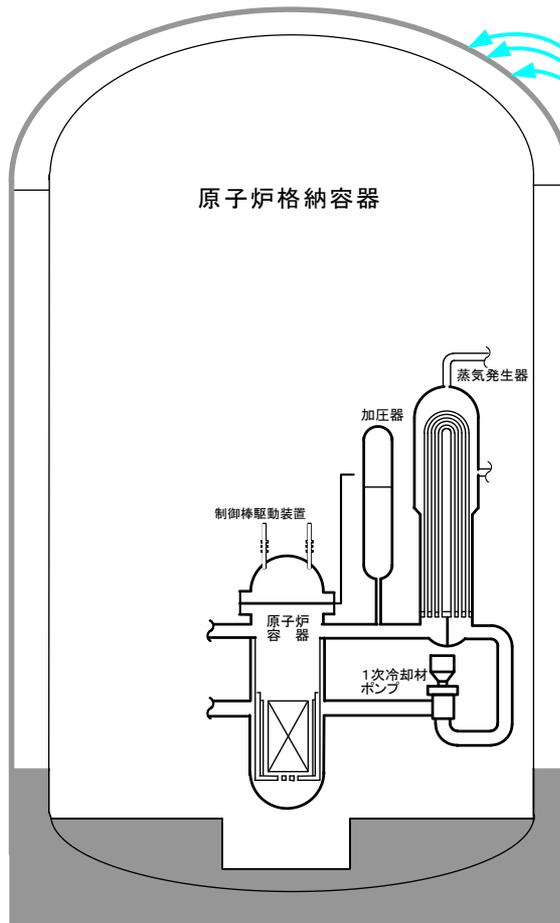
シルトフェンスは、放射性物質の海洋拡散を抑制し、ゼオライトは、放射性物質を吸着する。



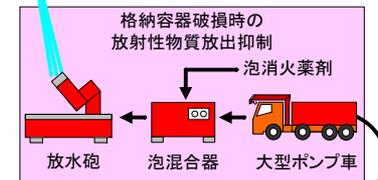
シルトフェンス (イメージ)



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名滞在しており、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

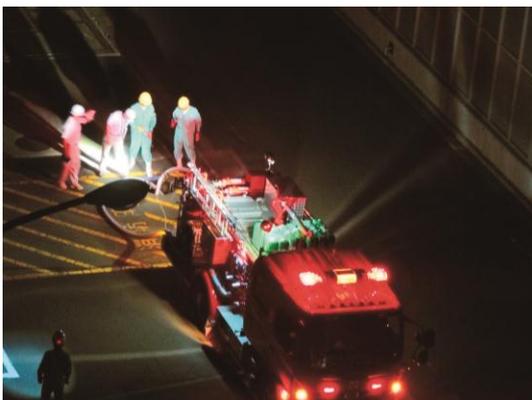
- 新たに設置した設備について、確実な運転・操作が可能となるよう、手順書の整備、教育の徹底を図るとともに、様々な事態を想定した訓練を継続的に実施し、事故対応能力の向上に努めております。



総合訓練



シミュレーター訓練（全交流電源喪失）

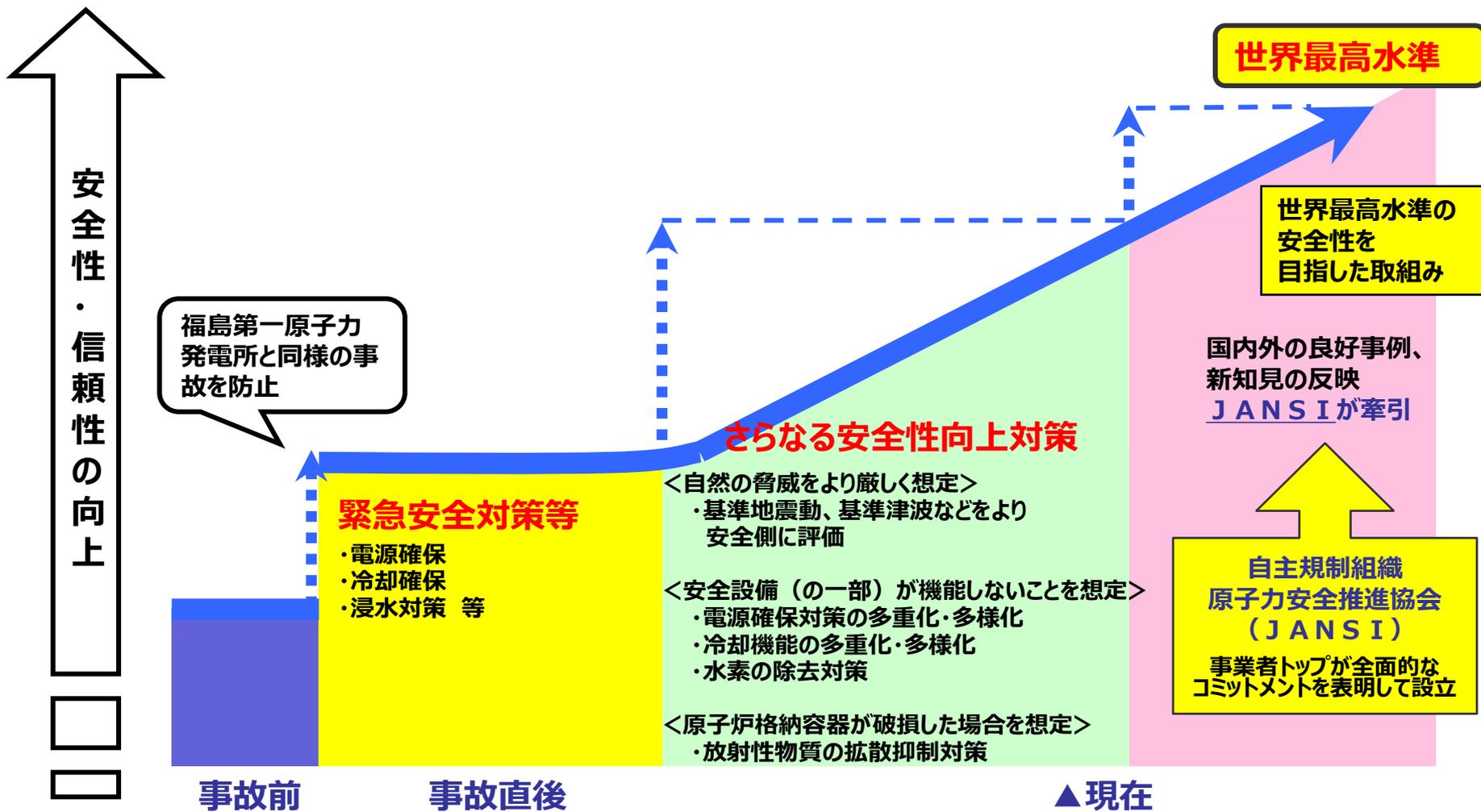


夜間訓練



ホイールローダでの陥没箇所修復訓練

○ 国内外の良好事例を取り入れるなど、世界最高水準の安全性を目指して、伊方発電所の更なる安全性・信頼性の向上に努めてまいります。



- ◆ 今後は、安全対策設備の詳細設計などについて、引き続き審査が行われていくこととなりますが、これまでどおり、原子力規制委員会の審査に真摯に対応してまいります。
- ◆ 当社は、今後とも、自主的に安全性向上の対策を講じ続けていくことはもとより、まずは地域の皆さまにご安心いただけるよう、原子力に携わるものとしての自覚と責任を持って取り組んでまいります。