

資料4

PWRにおける安全確保対策

平成24年2月17日

関西電力株式会社

PWRにおける安全確保対策

目次

福島事故の知見と分析

知見を踏まえた対策の方向性

炉心冷却手段の多様化

電源確保への対応

水源確保への対応

蒸気発生器給水手段の多様化

電源と水源の「多重化」と「多様化」

水素爆発の防止対策

格納容器冷却手段の多様化

津波（浸水）に対する対策

フィルタ付ベント設備の設置

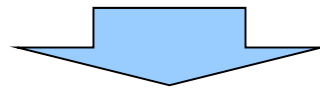
福島事故の知見と分析

【地震による影響】

- 地震発生により原子炉は正常に自動停止
- 地すべりによる送電鉄塔の倒壊等により外部電源が喪失
- 非常用ディーゼル発電機は全て正常に自動起動
- 原子炉の冷却に必要な機器は正常に動作

【津波による影響】

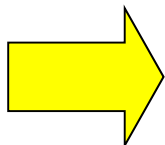
- 非常用ディーゼル発電機、配電盤、バッテリー等の重要な設備が被水
- 全電源(外部電源+非常用ディーゼル発電機+直流電源)が喪失
- 海水ポンプ損壊で海水冷却機能が喪失し、電源喪失もあいまって最終ヒートシンクへのヒートパスを喪失



全電源喪失、海水冷却機能喪失が長期に亘り継続し、炉心の重大な損傷、格納容器の破損などにより、放射性物質の外部への放出、土地の汚染による周辺住民の長期避難を招くという深刻な事態に陥った

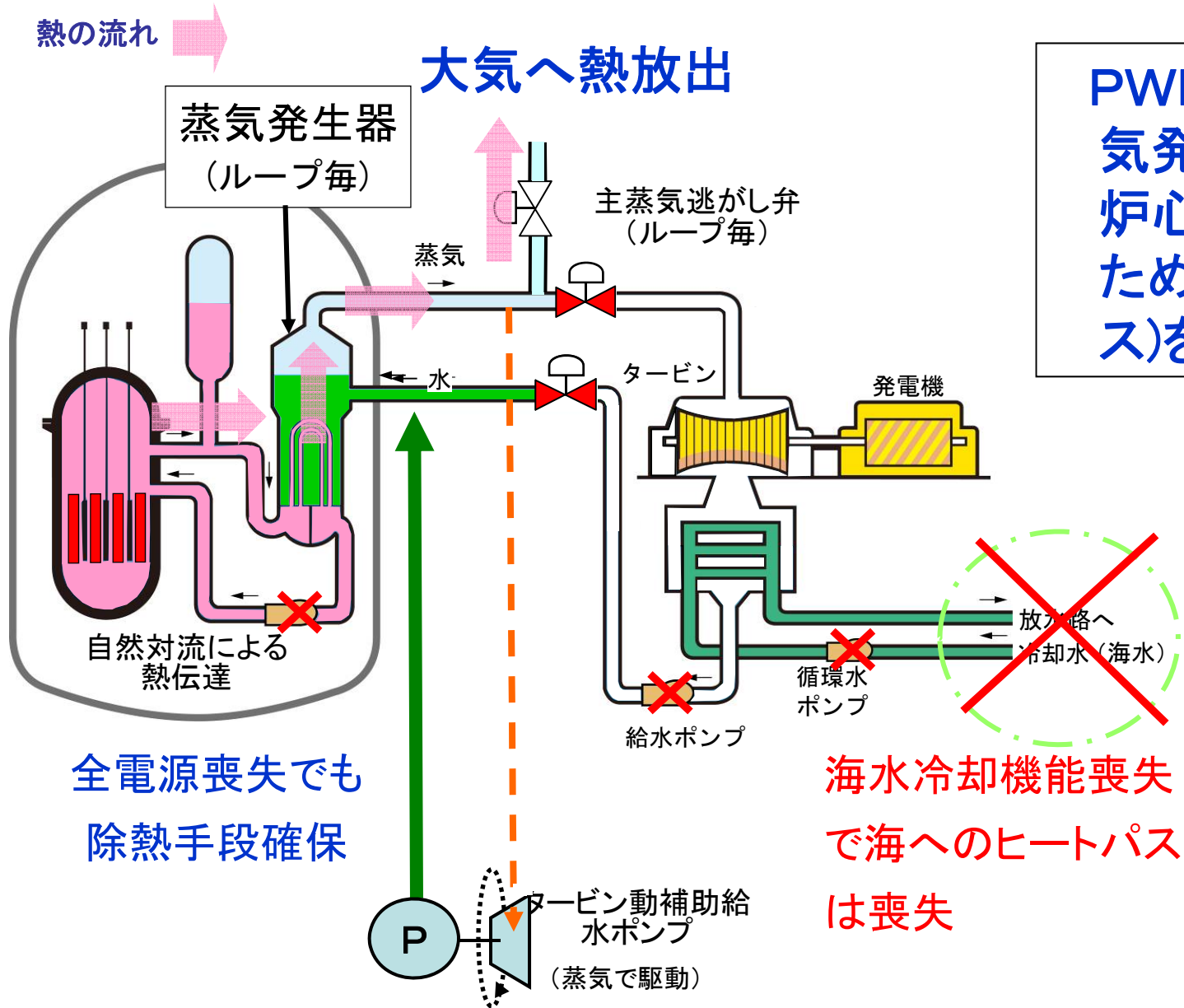
知見を踏まえた対策の方向性

- PWRの特徴である蒸気発生器等を活用し、炉心からの**熱除去のための手段(ヒートパス)を多重化、多様化**し確実にする
- 地震・津波を考慮しつつ**電源・水源の多重化、多様化**し確実にする
- バッテリー等の重要機器を**津波から守る対策(防波堤等の設置、建屋水密化)**を確実にする



安全確保対策として順次実施

炉心冷却手段の多様化



PWRの特徴である蒸気発生器等を活用し炉心からの熱除去のための手段(ヒートパス)を確実にする

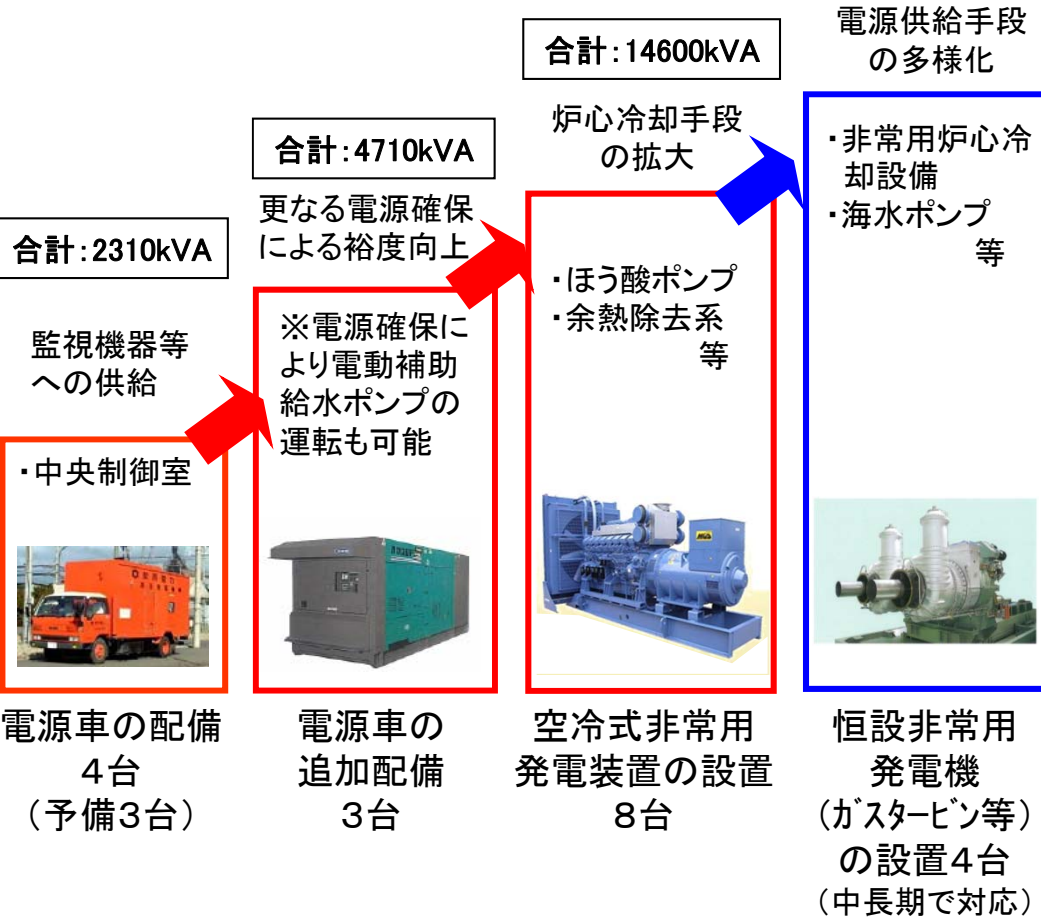
電源・水源についても多重化・多様化

全電源喪失でも除熱手段確保

電源確保への対応 (大飯発電所の例)

ハード対策 (海拔30m以上に配備)

燃料: 重油 (発電所外からの支援なしで約85日間給電可能)
さらに発電所外からタンクローリーで補給可能



空冷式非常用発電装置から効率的に中央制御室や炉心冷却設備等に給電できるようにあらかじめケーブルを敷設

ソフト対策

配備した電源車や空冷式非常用発電装置をすみやかに必要な箇所に接続するための対策

○体制の確立

休日・夜間	常に8名確保
-------	--------

○マニュアルの整備

○訓練の実施

- (訓練項目)
- 電源車の配置
 - 電源ケーブル接続
 - 電源車の運転
 - 電源車への給油

平日昼間訓練	22回
平日夜間訓練	1回
休日訓練	5回

これまでの実施回数



電源車の接続訓練



夜間訓練

○訓練の反映

- 夜間のヘッドランプの配備
- 作業性向上のため接続端子形状の改善 他

○接続時間の短縮

- 電源車: 135分 ⇒ 空冷式非常用発電装置: 78分 (全号機への給電が完了するまでの訓練実績)
- 接続部の改造により、接続を簡略化

水源確保への対応 (大飯発電所の例)

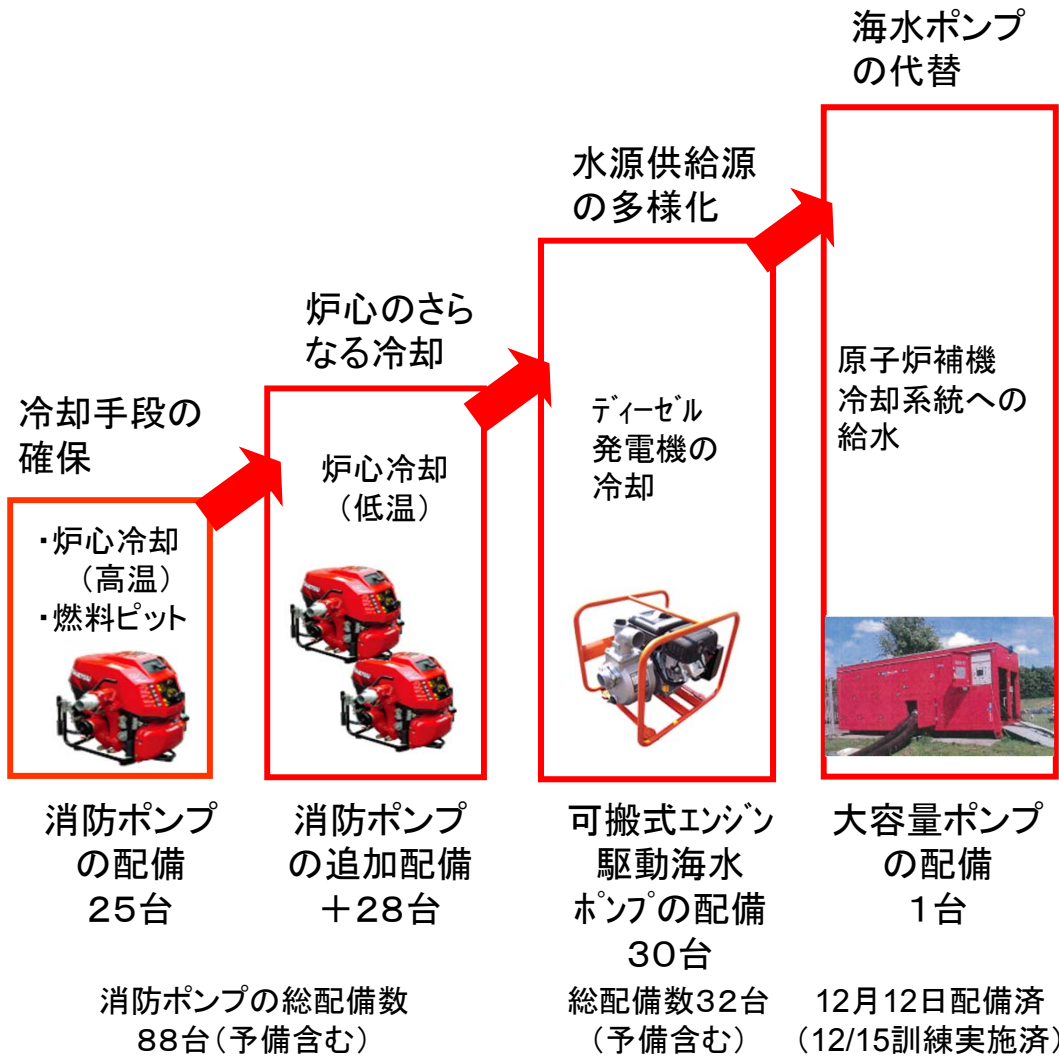
ハード対策

ソフト対策

燃料:ガソリン(発電所外からの支援なしで約16日間給水可能)
さらに発電所外からヘリコプター等で補給可能

配備した消防ポンプ等をすみやかに必要な箇所に敷設するための対策

冷却水の供給能力



○体制の確立

○マニュアルの整備

○訓練の実施

(訓練項目)

- ・ポンプの配置
- ・ホースの敷設
- ・ポンプの運転
- ・ポンプへの給油

SG給水訓練	26回
SFP給水訓練	21回
CSD訓練	17回

これまでの実施回数



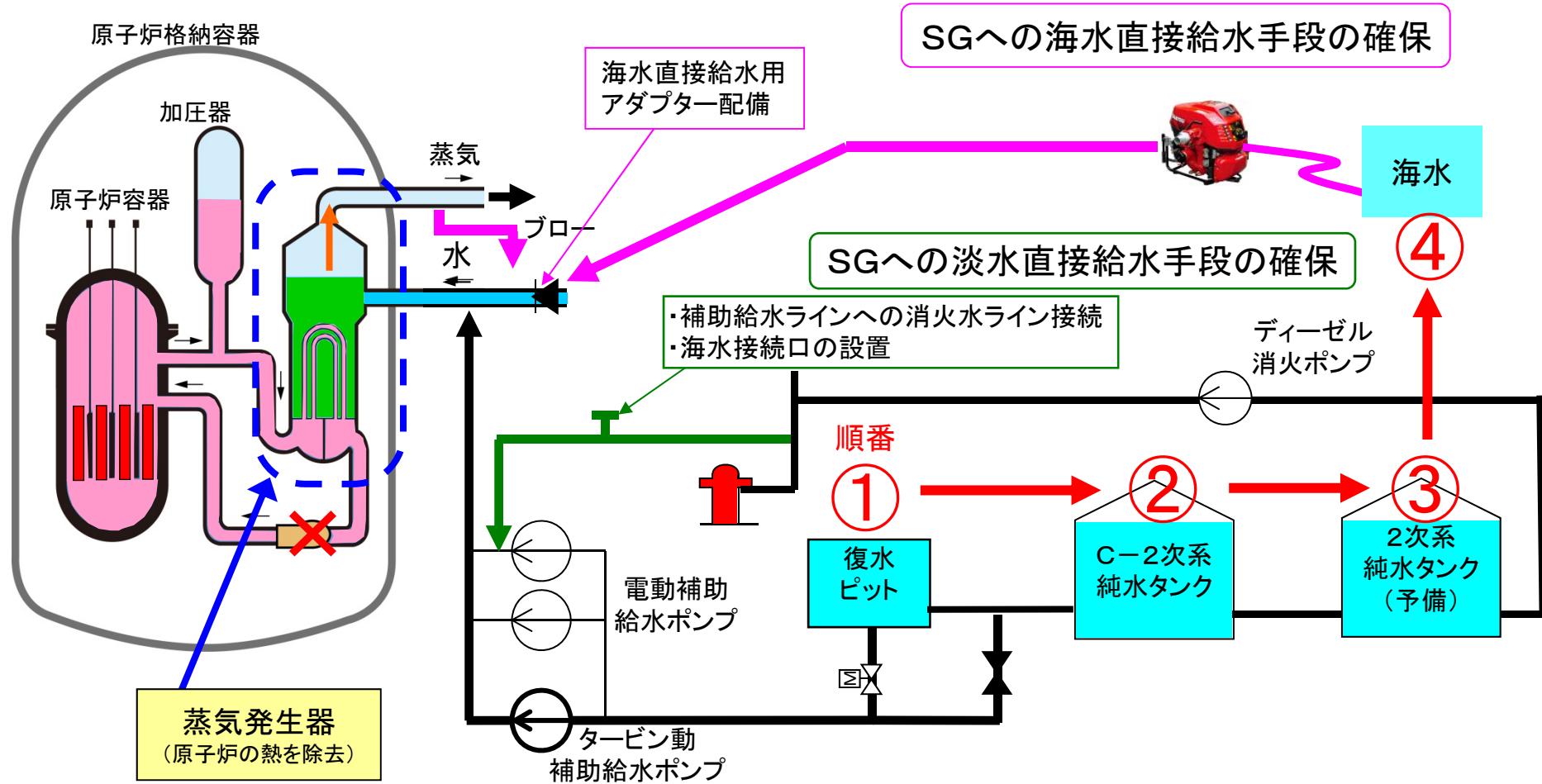
○訓練の反映

- ・ポンプ設置箇所へのマーキング
- ・連絡を密とするため無線機を配備 他

○資機材の予備

- ・消防ポンプ 必要台数53台/総数88台
- ・ホース 必要本数631本/総数670本

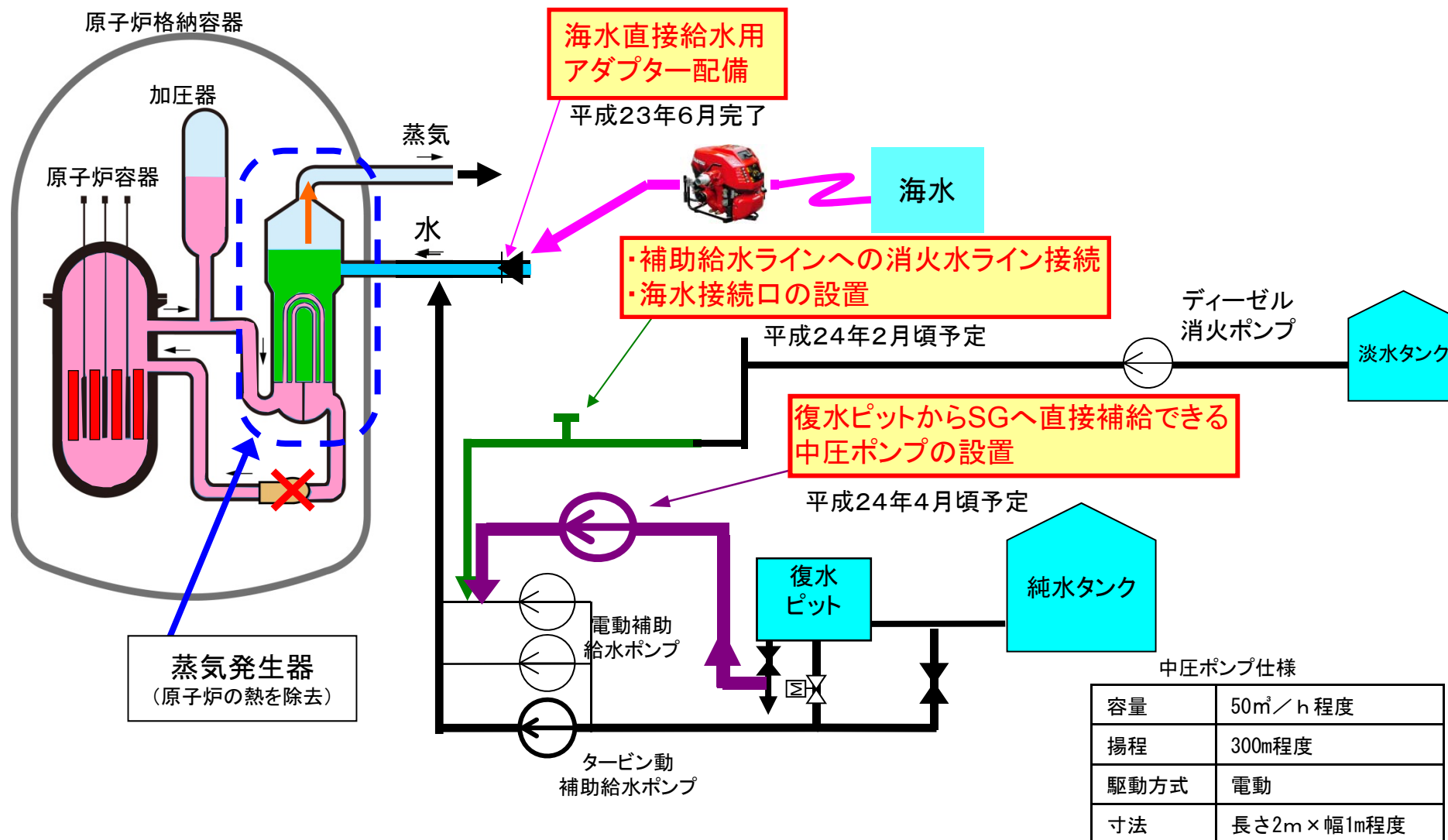
水源の確保(大飯3号機の例)



供給の順番	水源	容量(m3)	供給可能時間
①	復水ピット	約1,200	約5時間
②	C-2次系純水タンク	約7,500	約6日
③	2次系純水タンク(予備)	約3,000	約10日
④	海水	-	燃料補給が継続する時間

蒸気発生器給水手段の多様化

(SGへの直接給水手段の確保)



電源と水源の多重化と多様化のまとめ

(大飯3号機の例)

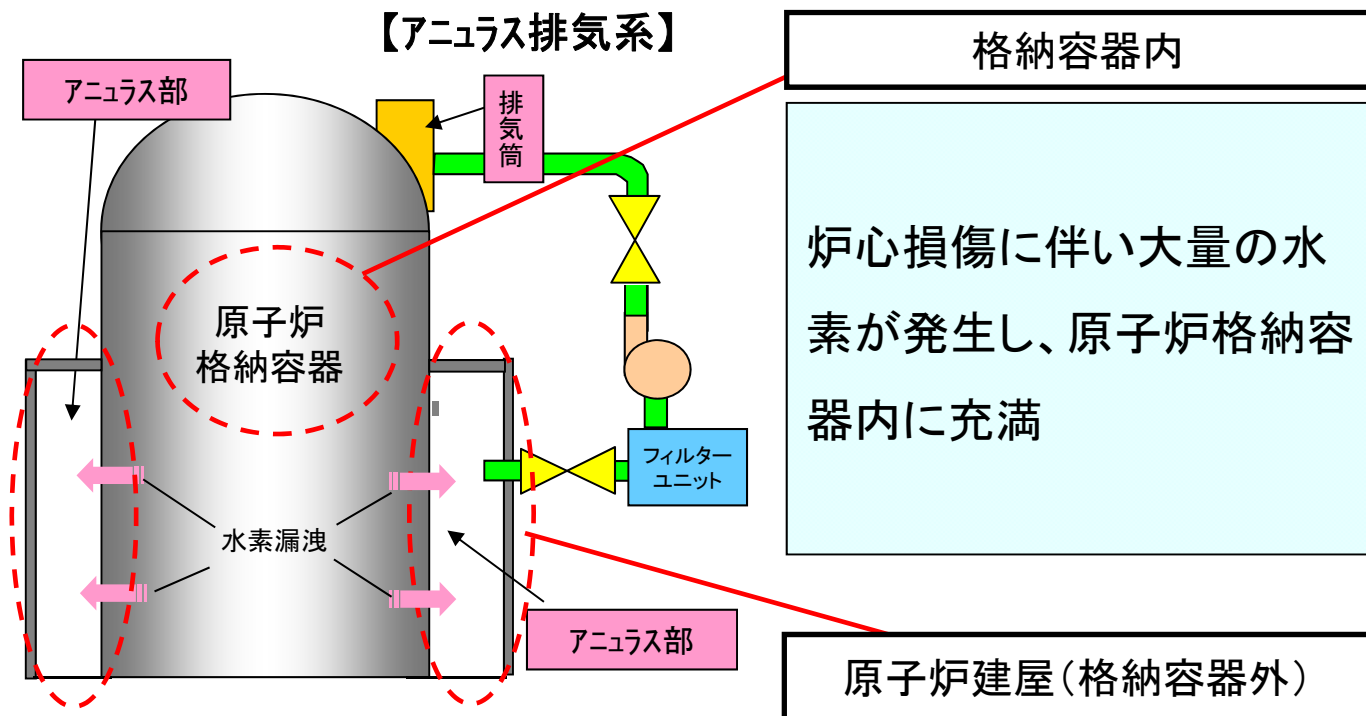
青字;既存の安全系

赤字;安全確保対策

	電 源	水 源
多重化	<p>○非常用ディーゼル発電機 2台 +空冷式非常用発電装置 2台 +(予備)電源車 1台</p>	<p>○復水ピット +C-2次系純水タンク(3,4号) +2次系純水タンク(予備) +海水</p>
多様化	<p>【設置場所】 非常用ディーゼル発電機 EL10m +空冷式非常用発電装置 EL33m +電源車(予備) EL33m</p> <p>【冷却方法】 非常用ディーゼル発電機<海水冷却式> +空冷式非常用発電装置<空冷式> +電源車(予備)<空冷式></p>	<p>【設置場所】 復水ピット(屋内) EL26m C-2次系純水タンク(3,4号) EL80m 2次系純水タンク(予備) EL72.5m</p> <p>【蒸気発生器への給水設備】 タービン動補助給水ポンプ +電動補助給水ポンプ(電源回復) +消防ポンプ(復水ピットへの給水用) +消防ポンプ(蒸気発生器への直接給水用) +中圧注入ポンプの設置(予定)</p>

水素爆発の防止対策

福島事故の知見



容積: 約72,900m³(大飯3号機)

格納容器内

炉心損傷に伴い大量の水素が発生し、原子炉格納容器内に充満

原子炉建屋(格納容器外)

格納容器に隣接する原子炉建屋に水素漏洩し、爆発

大飯3号機の場合

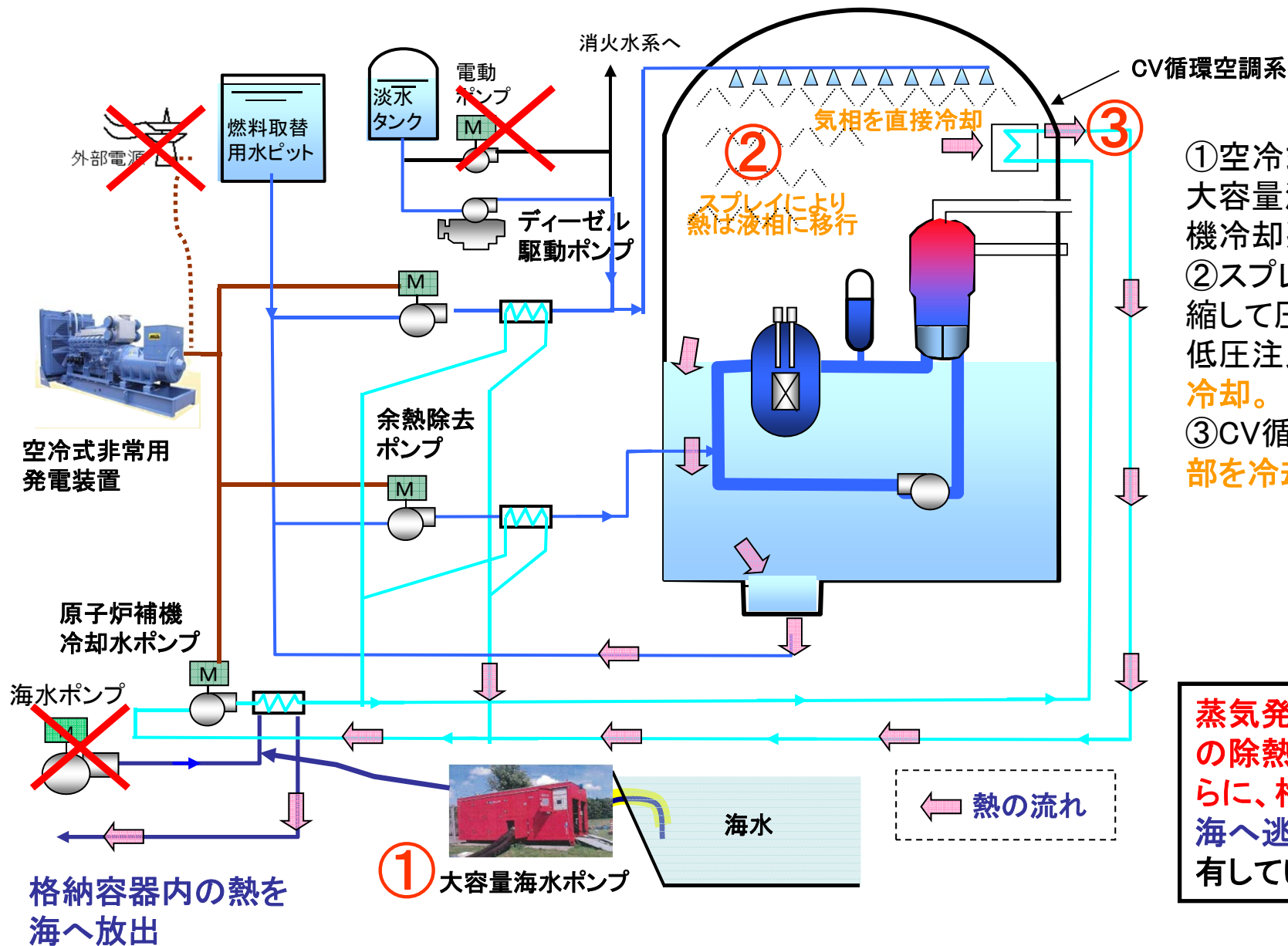
PWRの特徴として、格納容器の容量が大きく、水素濃度は爆発する濃度に至らない

大飯1,2号機: イグナイタ設置済。
大飯1,2号機以外: 更に念のため触媒式水素再結合装置を設置予定。

アニュラス排気手順を整備し、水素の外部への排気を行う

アニュラス排気設備の運転に必要な電源は、配備済みの空冷式非常用発電装置から給電

格納容器冷却手段の多様化

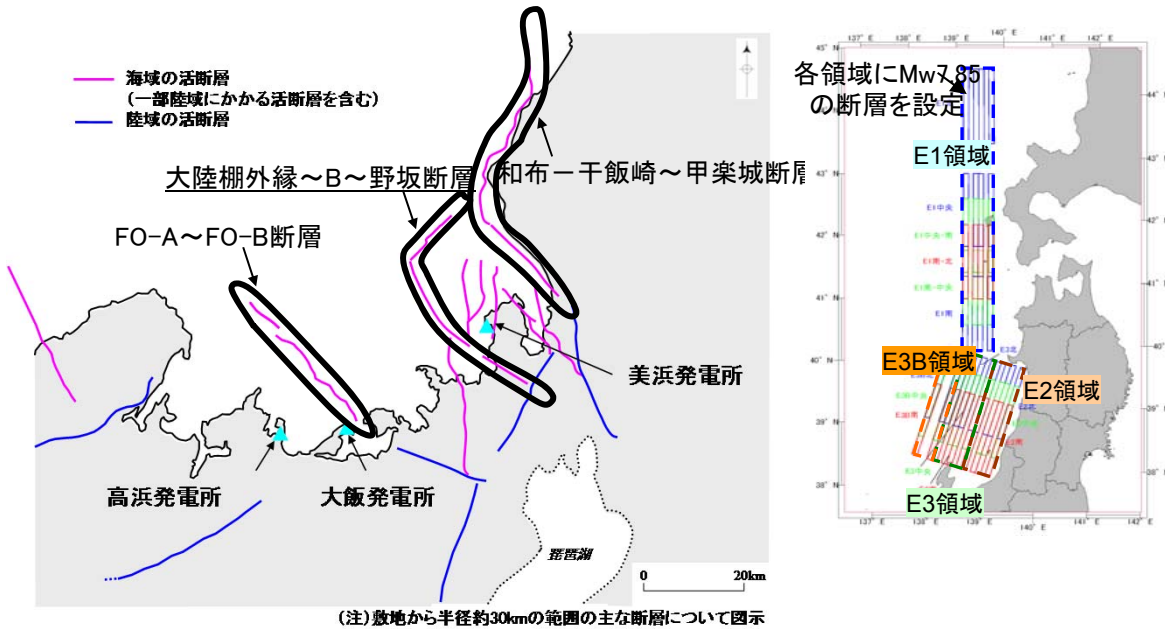


- ①空冷式非常用発電装置と大容量海水ポンプにより補機冷却系を回復
- ②スプレーにより水蒸気を凝縮して圧力抑制。低圧注入系により液相部を冷却。
- ③CV循環空調系により気相部を冷却。

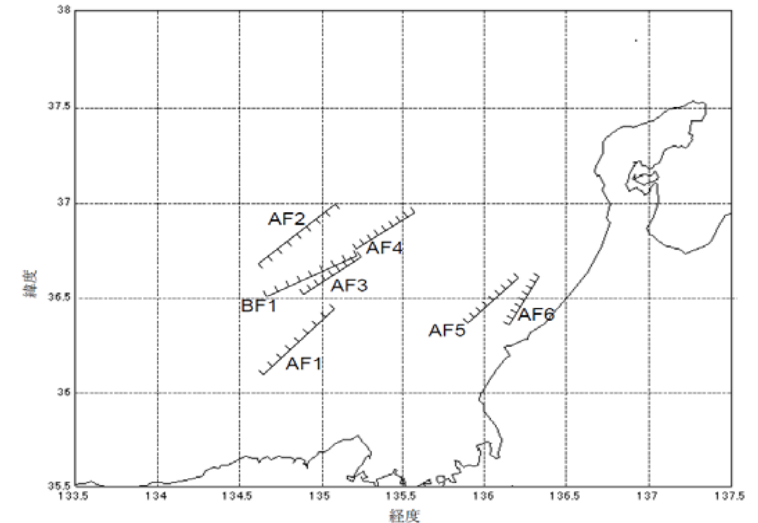
蒸気発生器により大気への除熱手段もあるが、さらに、格納容器から熱を海へ逃がす多様な手段を有している。

想定津波高さの設定

ストレステストに用いた想定津波高さ設定の条件



「原子力発電所の津波評価技術」
(土木学会, 2002)



AF1~AF6: 活断層研究会編 (1991)による。
BF1: 通商産業省工業技術院地質調査所編 (1992)による。

図 3.5.1-2 基準断層モデル設定位置

海域活断層に想定した津波波源(若狭湾周辺)

- ▶ 別々に活動すると完全に言い切れないものについては、活断層の同時活動も考慮するなど厳しい条件で想定津波高さ評価を実施している。

日本海東縁部に想定した津波波源

- ▶ 断層の位置、走向、傾斜等、不確かさを考慮して様々なパラメータスタディを百数十ケース実施するなど厳しい条件で想定津波高さ評価を実施している。

想定津波高さ: 2.85m

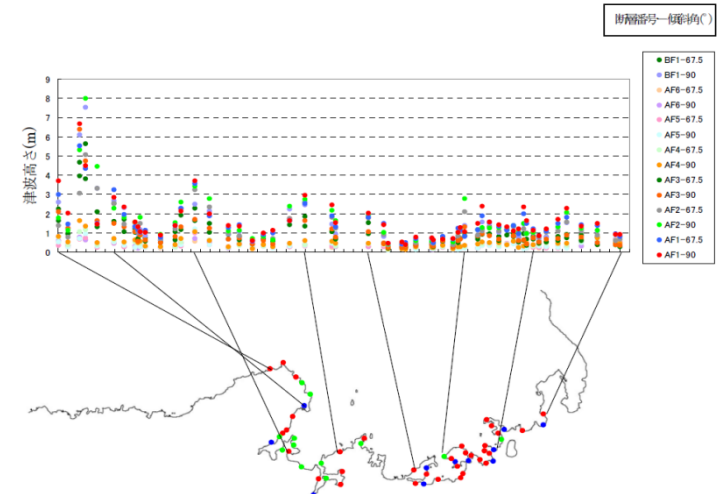
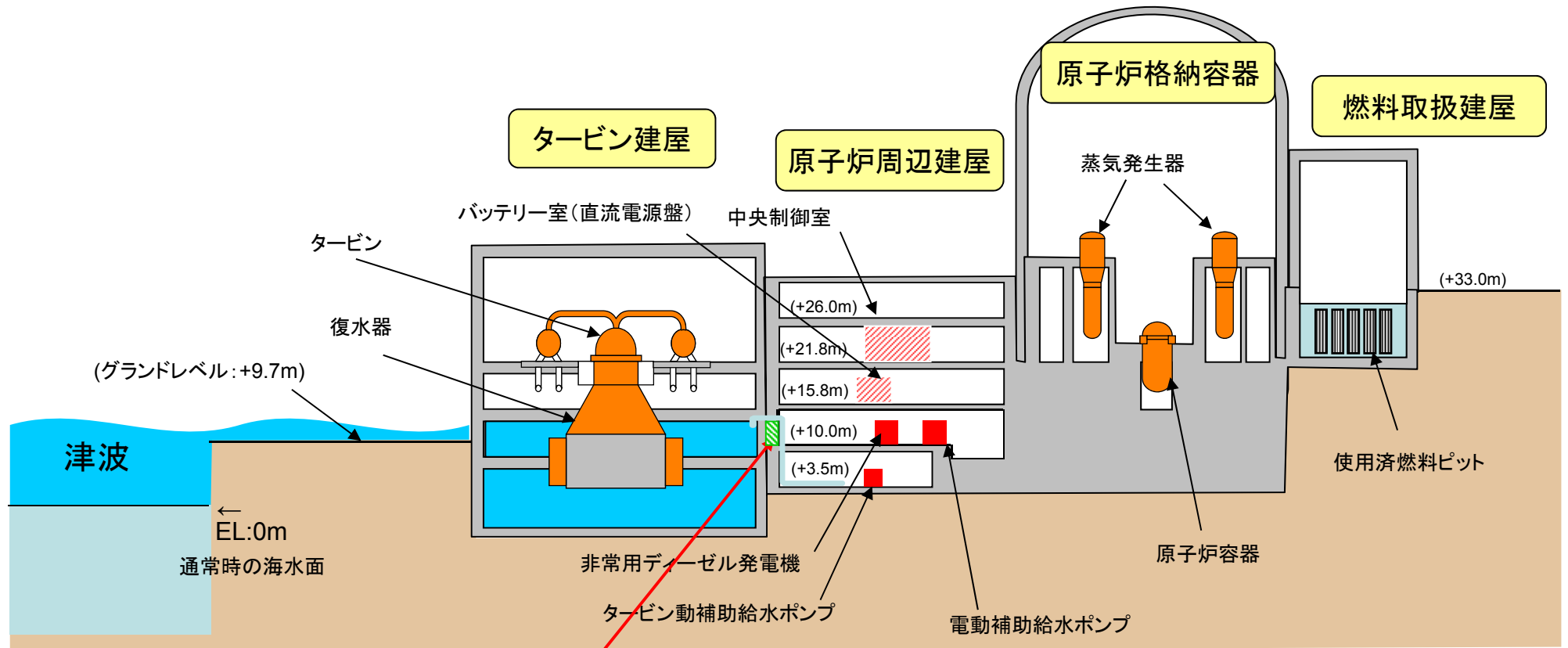


図 3.5.2-1 概略パラメータスタディの結果による最大水位上昇量

津波(浸水)に対する対策 その1

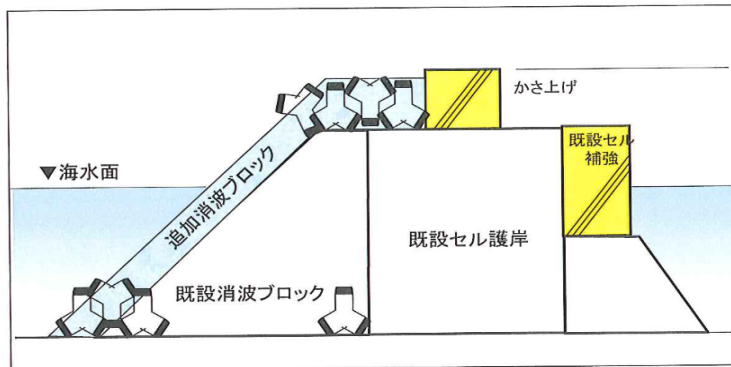


津波から重要機器を守る
ため浸水対策を実施

津波(浸水)に対する対策 その2

屋外の津波対策

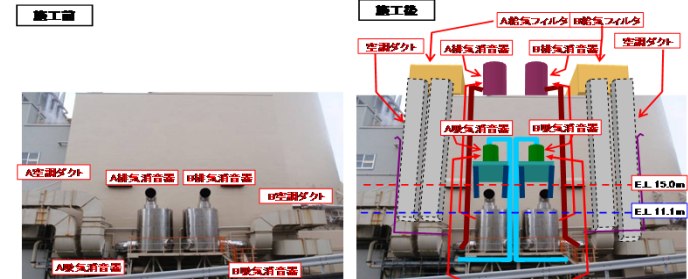
防波堤の強化



■ 水密扉の例

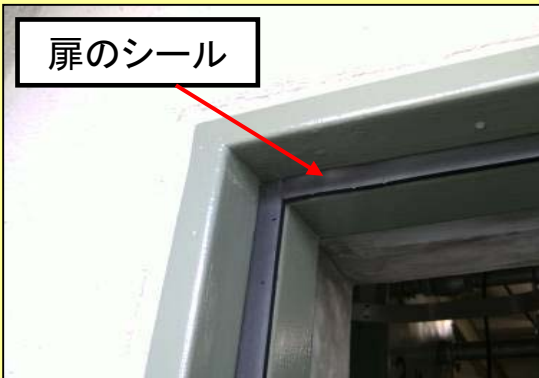


■ 非常用ディーゼル発電機給排気口嵩上げ



建屋内の浸水対策

扉のシール



配管貫通部シール



中央制御室に給電するために必要な設備

(バッテリー室/メタクラ室)

蒸気発生器に給水するために必要な設備

(ポンプ室/メタクラ室)

フィルタ付ベント設備の設置

- 福島事故では50km付近まで約20mSv/年の土地汚染
- 万一の場合であっても、放射性物質の放出量を劇的に低減するためにフィルタ付ベント設備を設置
- フィルタ付ベント設備により放出量を1/1000以下にし、土地汚染による長期避難区域を極小化
- 駆動源喪失等様々な状況でも確実にベントが作動するように考慮

