

浜岡原子力発電所 3号炉 新規制基準適合性に係る 申請の概要について

平成27年9月1日

- 3号炉は、設備仕様は4号炉とほぼ同様であり、新規制基準適合のための設計方針も基本的に同じである。
- 本資料は、「4号炉申請の概要」(第87回審査会合資料1)をもとに作成し、相違の有無について各ページの右上に で示すとともに、相違を下線で示す。

中部電力株式会社

1. 浜岡原子力発電所の概要

- 浜岡原子力発電所 敷地及び配置の概況
- 浜岡原子力発電所 3号炉の概要
- 3号炉および4号炉の主な設備の相違

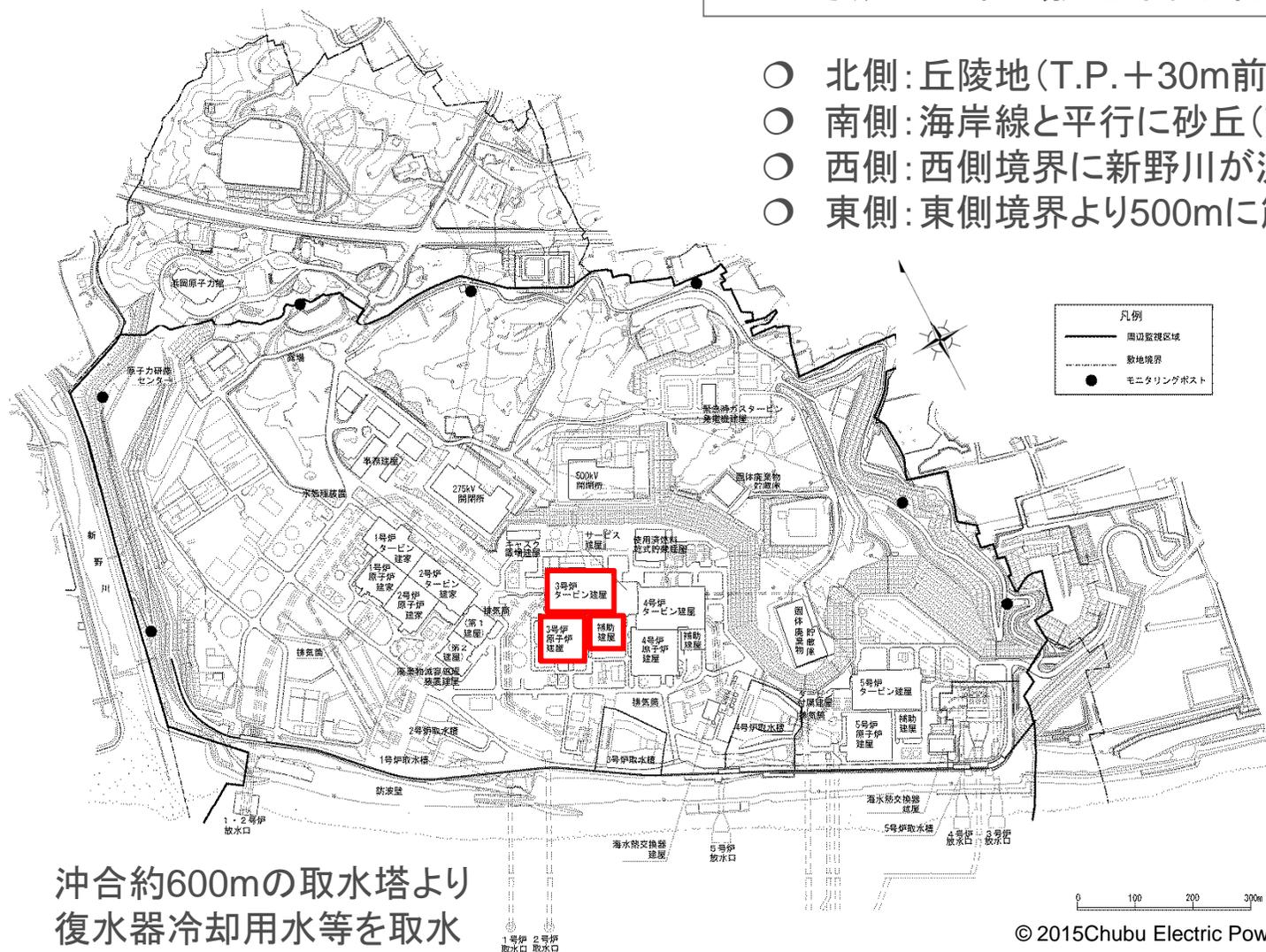
浜岡原子力発電所 敷地及び配置の概況

3号炉の
配置を表示



- 敷地面積：約1.6 km²（約50万坪）
- 3号炉の配置：敷地中央部海側（T.P.+6m）

- 北側：丘陵地（T.P.+30m前後）が分布
- 南側：海岸線と平行に砂丘（T.P.+12～15m）が分布
- 西側：西側境界に新野川が流れる
- 東側：東側境界より500mに箆川が流れる



沖合約600mの取水塔より
復水器冷却用水等を取水

浜岡原子力発電所 3号炉の概要

3号炉の概要
を赤で表示



	1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉
炉型	BWR4	BWR4	BWR5	BWR5	ABWR
原子炉格納容器	Mark I 型	Mark I 型	Mark I 改良型	Mark I 改良型	RCCV
電気出力 (万kW)	(54)	(84)	110	113.7	138
着工	1971年3月	1974年3月	1982年11月	1989年2月	1999年3月
運転開始	1976年3月	1978年11月	1987年8月	1993年9月	2005年1月
現在の状況	廃止措置中 (2009年1月運転終了)		施設定期検査中 (2010年11月～)	施設定期検査中 (2012年1月～)	施設定期検査中 (2012年3月～)

3号炉および4号炉の主な設備の相違

本ページ追加

	項目	3号炉	4号炉
基本設計	原子炉型式	沸騰水型原子炉(BWR-5)	
	格納容器型式	MARK-I改	
	熱出力	3, 293MWt	
	定格電気出力	110万kWe	113. 7万kWe
主な設備の例	原子炉再循環ポンプ 回転数制御方式	MGセット	可変周波数 電源装置
	主蒸気逃し安全弁個数	18	15
	タービンバイパス容量	25%	100%
	復水の貯蔵	復水タンク (原子炉建屋外)	復水貯蔵槽 (原子炉建屋内)
	タービン形式 (湿分分離器の形式)	湿分分離器	湿分分離加熱器

2. 申請の概要

- (1) 耐震・耐津波機能
- (2) 設計基準対象施設
- (3) 重大事故等対処施設

(1) 耐震・耐津波機能

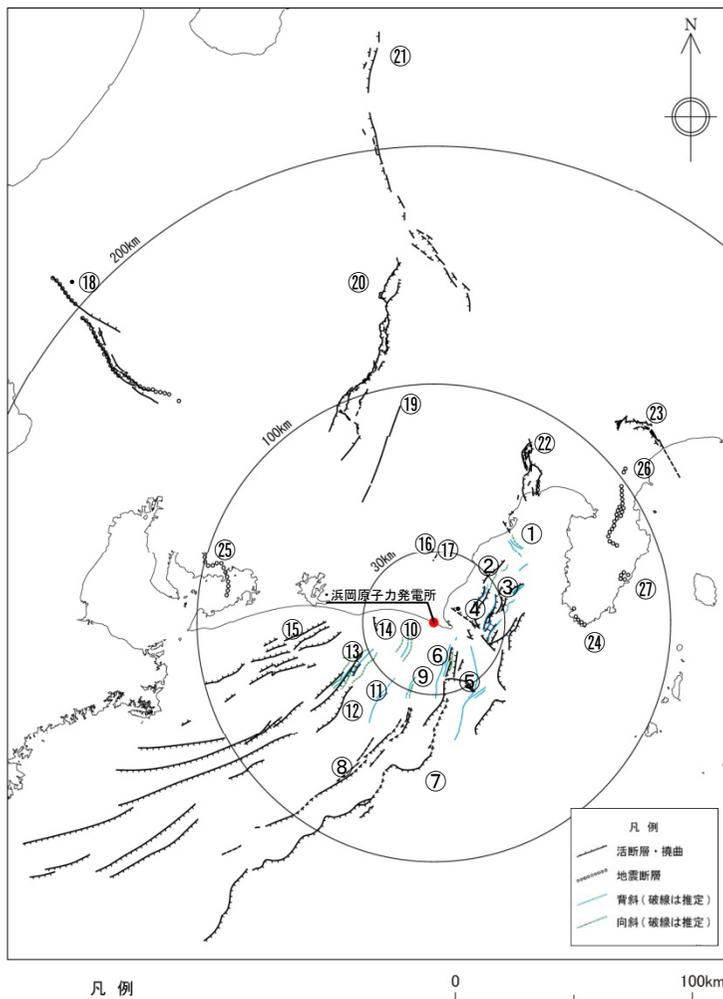
- 敷地周辺の活断層評価
- 敷地内の断層活動性評価
- 敷地における地震動の増幅特性
- 基準地震動の検討・策定
- 原子炉建屋の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価
- 耐震設計
- 基準津波の検討・策定
- 耐津波設計
- 津波防護施設・浸水防止設備設置状況

敷地周辺の活断層評価

4号炉と同じ



- 当社は、これまでに敷地周辺の地質及び地質構造を把握するため、文献調査、変動地形学的調査、地表地質調査等による綿密な調査を行い、敷地周辺の活断層分布を詳細に把握している



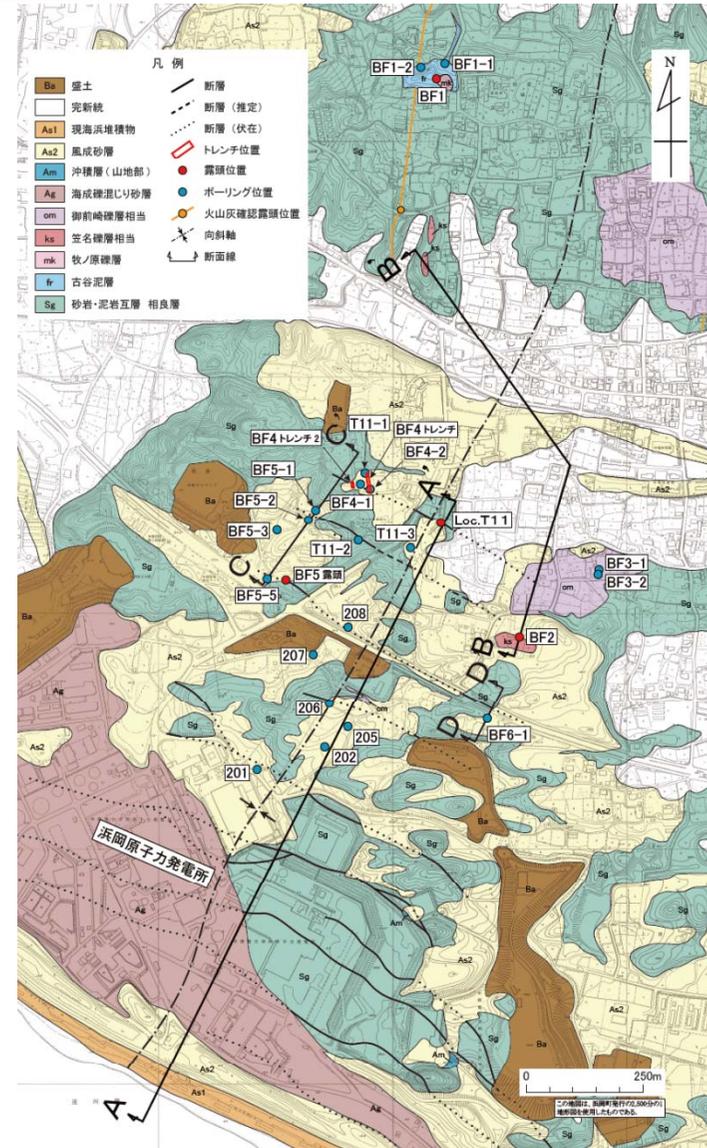
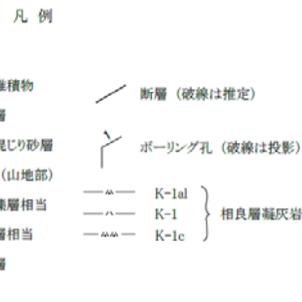
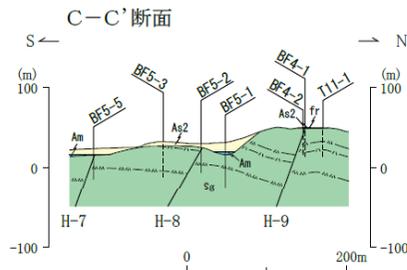
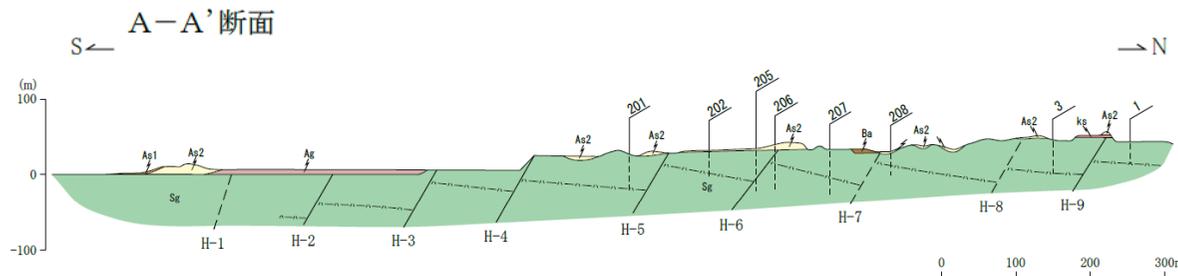
No	活断層の名称	断層の長さ(km)	備考
海域の 主な 活断層	① 根古屋海脚東縁・石花海堆東縁の断層帯	62.6	プレート間地震に伴う地殻変動の一形態として考えられる逆L字の隆起帯に関連する断層帯
	② 石花海海盆内西部の断層帯	26.4	石花海海盆内の圧縮応力場によって形成された逆断層と考えられ、深さ8~9km以深では断層が認められず、地震発生層上端10kmより浅部の断層である
	③ 石花海海盆内東部の断層帯	21.7	
	④ 御前崎海脚東部の断層帯	72.6	プレート間地震に伴う地殻変動の一形態として考えられる逆L字の隆起帯に関連する断層帯
	⑤ F-12断層	16.0	—
	⑥ 御前崎海脚西部の断層帯	40.2	—
	⑦ 東海断層系	156.9	活動において、強震動は発生しないが津波を発生させる断層系
	⑧ 小台場断層系	109.5	
	⑨ A-4断層	12.1	—
	⑩ A-5断層	11.5	—
	⑪ A-6断層	22.4	—
	⑫ 天竜海底谷に沿う断層	26.1	—
	⑬ 遠州断層系	173.7	—
	⑭ F-16断層	7.1	—
	⑮ 浜松沖の正断層群	76.8	—
陸域の 主な 活断層	⑯ 杉沢付近のリニアメント・変位地形	2.6	横ずれセンス主体の短い活断層(耐震BC後、新たに追加)
	⑰ 大島付近のリニアメント・変位地形	8.7	横ずれセンス主体の短い活断層(耐震BC後、新たに追加)
	⑱ 濃尾断層帯	—	M8程度の規模の地震を発生させる可能性のある断層帯
	⑲ 中央構造線北端部	54	—
	⑳ 伊那谷断層帯	約79	M8程度の規模の地震を発生させる可能性のある断層帯
	㉑ 糸魚川—静岡構造線活断層系	約100	M8程度の規模の地震を発生させる可能性のある断層帯
	㉒ 富士川河口断層帯	約26以上	駿河トラフで発生する海溝型地震と連動して同時に活動し、M8程度の規模の地震を発生させる可能性のある断層帯
	㉓ 神縄・国府津—松田断層帯	約25以上 もしくはそれ以上	M7.5程度の規模の地震を発生させる可能性のある断層帯
	㉔ 石廊崎断層	—	1974年伊豆半島沖地震の際に活動
	㉕ 深溝断層	—	1945年三河地震の際に活動
	㉖ 北伊豆断層系	—	1930年北伊豆地震の際に活動
	㉗ 稲取—大峰山断層	—	1978年伊豆大島近海の地震の際に活動

敷地内の断層活動性評価

H断層の追加調査結果を反映



- 敷地の基盤を構成する相良層の中には、9条からなるH断層系及び小断層系が認められる
- 断層系相互の切断関係、落差、連続性からH断層系を代表として活動性評価を実施
 - H断層系は、形態及び性状並びに断層内物質の特徴から、相良層堆積後間もない時期に形成され、断層が形成されてから現在に至るまでに新たな破砕が起きていないものと考えられる
 - H断層系を覆う笠名礫層(MIS5c)及び古谷泥層(MIS5e)には、断層による変位・変形が認められない
- 以上のことから、H断層系は少なくとも後期更新世以降における活動はないものと判断

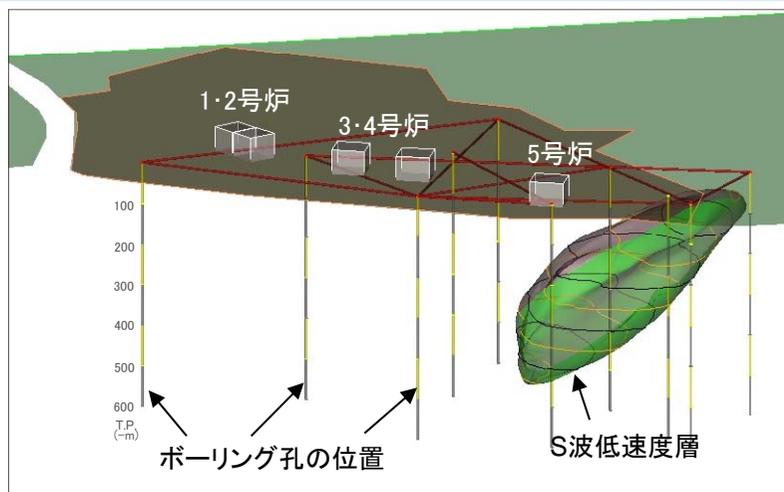
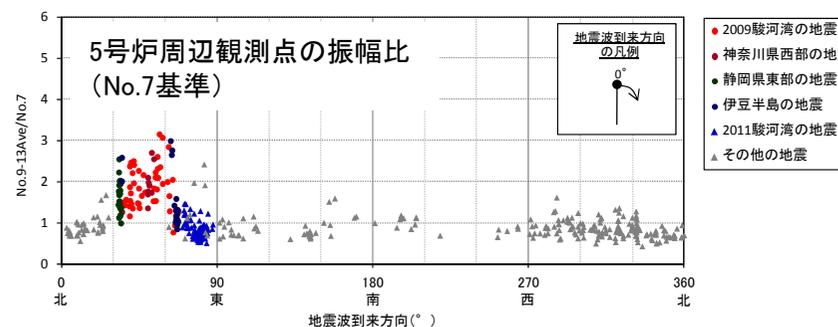
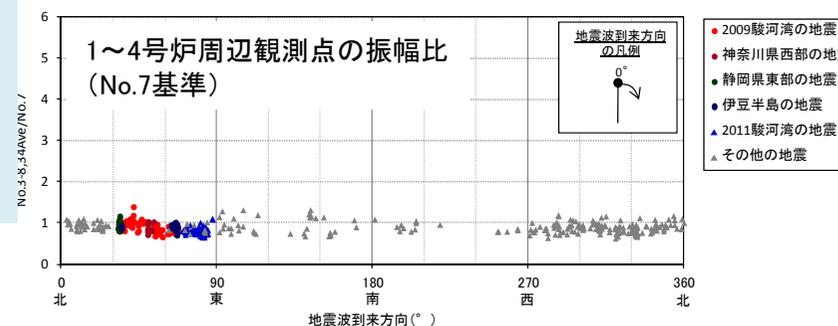
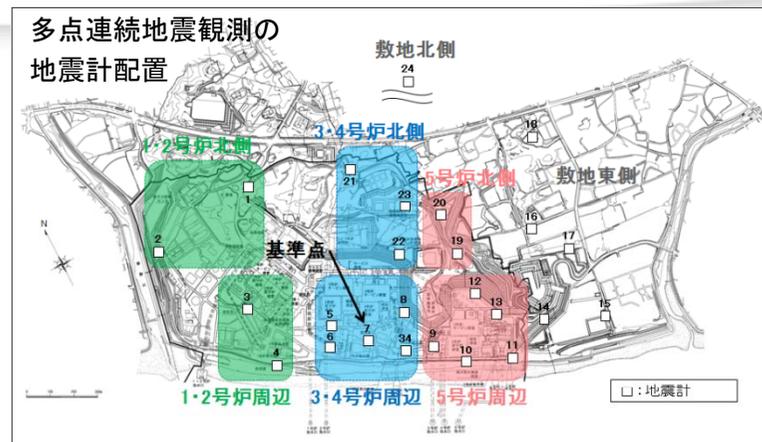


敷地における地震動の増幅特性

4号炉と同じ



- 浜岡原子力発電所では、敷地周辺及び敷地近傍において地下構造調査や地震観測を実施
 - 地下構造調査結果の分析によると、敷地近傍の浅部地盤には、5号炉から北東方向にかけて深さ数百mの浅部に局所的に分布したS波低速度層(周囲に比べて顕著にS波速度が低下した構造)を確認
 - 地震観測記録の分析によると、5号炉及び敷地東側では、2009年駿河湾の地震の地震波到来方向付近のみ地震動の顕著な増幅が見られ、1~4号炉を含むその他の観測点では、いずれの地震波到来方向でも地震動の顕著な増幅は見られない
- 以上によると、S波低速度層による影響の有無によって地震動の増幅特性が異なることにより、敷地の地震観測点は、「地震動の顕著な増幅が見られる観測点」と「地震動の顕著な増幅が見られない観測点」に分かれる



＜地下構造調査結果の分析＞
(S波低速度層の分布)

＜地震観測記録の分析＞

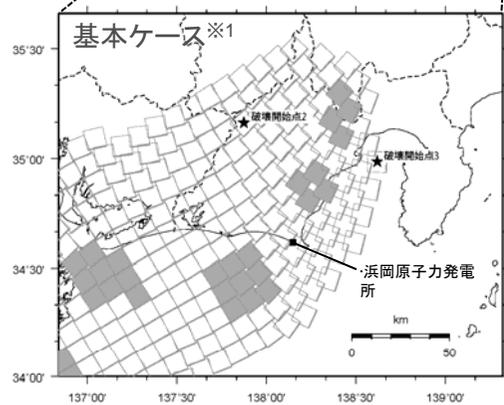
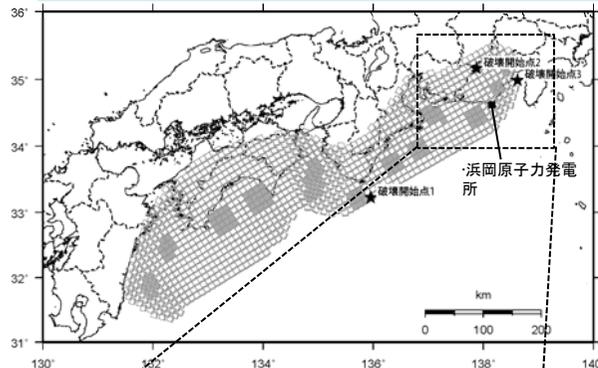
(地震波到来方向毎の増幅特性)

基準地震動の検討・策定(1/2)

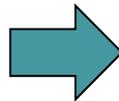
4号炉と同じ



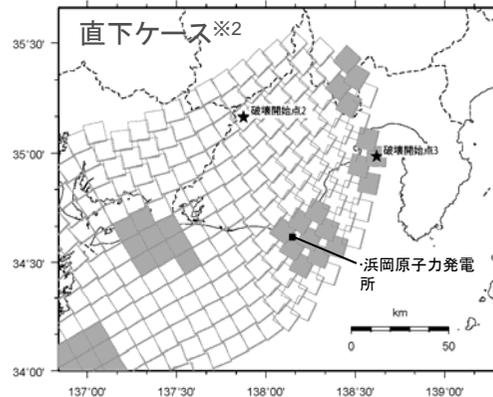
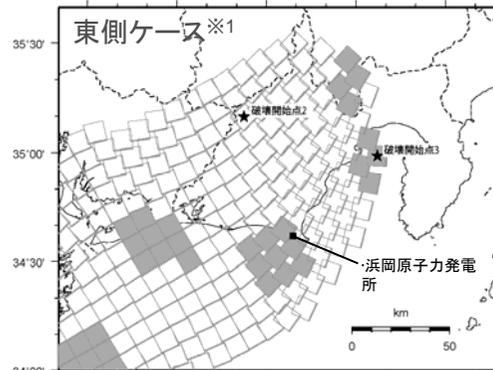
- 基準地震動の策定にあたっては、内陸地殻内地震，プレート間地震及び海洋プレート内地震について，検討用地震を複数選定し，検討用地震ごとに不確かさを考慮して地震動評価を行うとともに，地震動の顕著な増幅を踏まえた地震動評価を実施



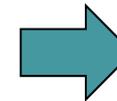
基本震源モデル
(南海トラフ最大クラス地震モデル
(基本ケース))



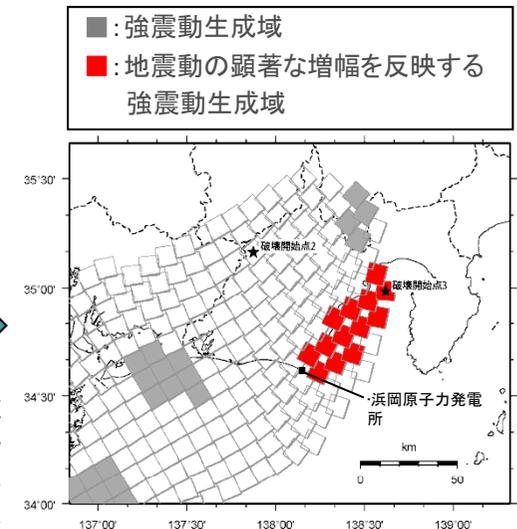
敷地下方に設定
強震動生成域を



強震動生成域の位置の
不確かさを考慮した震源モデル



敷地下方から駿河湾の地震の
地震波到来方向にかけて
強震動生成域を集約



地震動の顕著な増幅を
反映した震源モデル※3

- ※1: 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」(2012)による
- ※2: 当社が新たに設定
- ※3: 当社が新たに設定。地震動の顕著な増幅が見られる観測点に係る地震動評価において検討

<プレート間地震の地震動評価に用いる震源モデル(例)>

基準地震動の検討・策定(2/2)

2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮



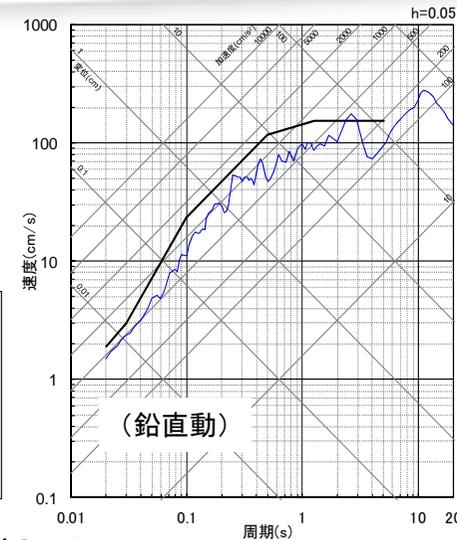
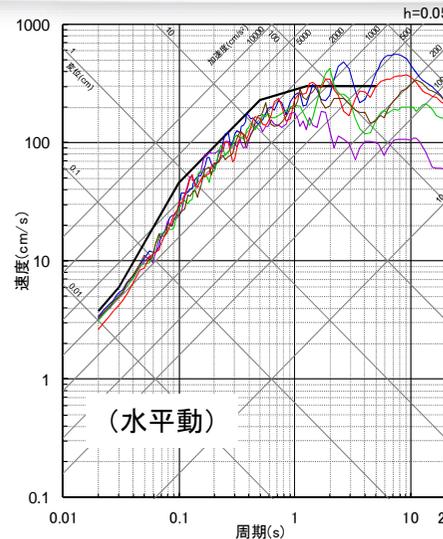
- 敷地における異なる地震動の増幅特性を考慮して、地震動の顕著な増幅が見られない観測点に係る基準地震動Ss1及び地震動の顕著な増幅が見られる観測点に係る基準地震動Ss2をそれぞれ策定

<基準地震動Ss1>

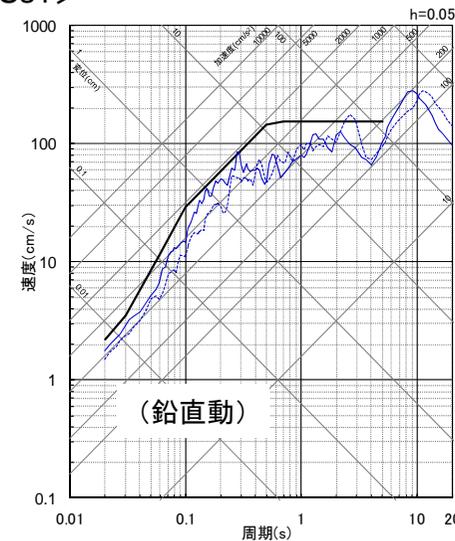
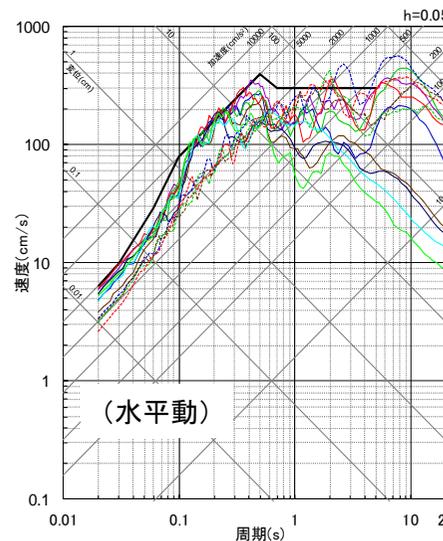
- ・応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss1※1
 - ・・・Ss1-D_H, Ss1-D_V
- ・断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss1
 - ・・・Ss1-1_H~Ss1-5_H, Ss1-1_V

<基準地震動Ss2>

- ・応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ss2※2
 - ・・・Ss2-D_H, Ss2-D_V
- ・断層モデルを用いた手法による基準地震動Ss2
 - ・・・Ss2-1_H~Ss2-12_H, Ss2-1_V~Ss2-2_V



<基準地震動Ss1>



<基準地震動Ss2>

・「震源を特定せず策定する地震動」として設定した加藤・他(2004)及び2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動の応答スペクトルは基準地震動Ss1-Dに包絡されるため、この「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」の応答スペクトルで代表する

※1:最大加速度 水平:1,200gal, 鉛直:600gal
 ※2:最大加速度 水平:2,000gal, 鉛直:700gal

原子炉建屋の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価



3号炉の安定性
評価結果を記載

【3号炉原子炉建屋基礎地盤の安定性評価】

地震力に対する安定性評価結果

基準地震動を用いた動的解析の結果、
評価基準値を満足していることを確認

評価項目	評価値	評価基準値
すべり安全率	5.7	1.5 以上
基礎の支持力	1.3 N/mm ²	22.6 N/mm ² 以下
基礎底面の傾斜	1/6,900	1/2,000 以下

【周辺斜面の安定性評価】

評価斜面の選定

耐震重要度分類Sクラス施設に近接する斜面
である、4号炉取水槽の北側斜面を選定

地震力に対する安定性評価結果

基準地震動を用いた動的解析の結果、
評価基準値を満足していることを確認

評価項目	評価値	評価基準値
すべり安全率	3.1	1.2 以上



耐震設計

4号炉と同じ



【耐震設計方針】

- **設計基準対象施設**は、耐震設計上の重要度に応じた地震力に十分耐えることができるように設計
- **Sクラス施設**は、基準地震動 S_s による地震力に対して安全機能が損なわれないように設計

【耐震対策の実施状況】

- 2005年に耐震裕度向上のための地震動を設定し、2008年までに配管・電路類のサポート改造工事、排気筒の改造工事（周囲に支持鉄塔を追設しオイルダンパで接続）などを実施
- 2013年9月に新たに改造工事用地震動を設定し、配管・電路類サポート改造工事、5号炉周辺の防波壁地盤改良工事などを実施中

【工事の例】

（4号炉の例）

- 配管サポート改造工事

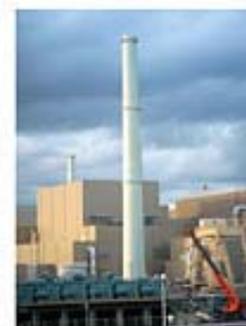


工事前



工事後

- 排気筒改造工事



工事前



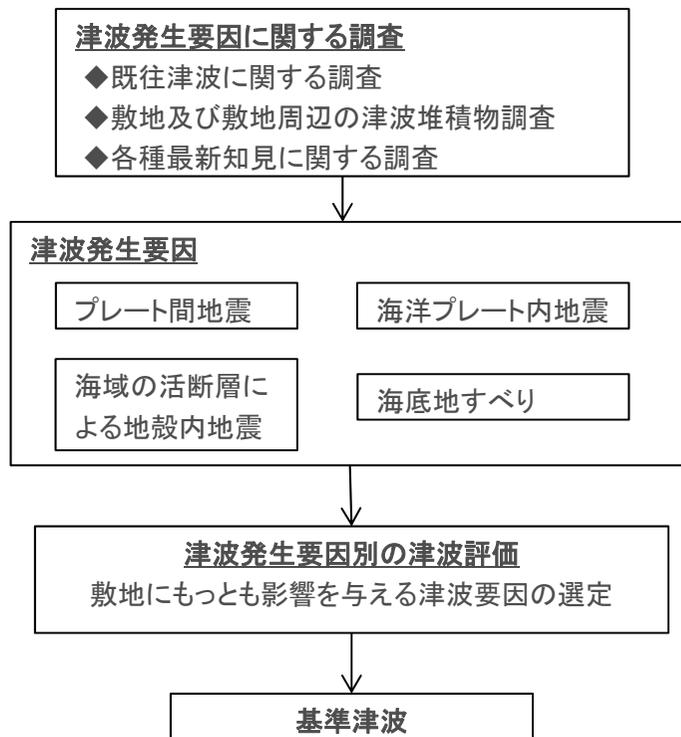
工事後

基準津波の検討・策定(1/2)

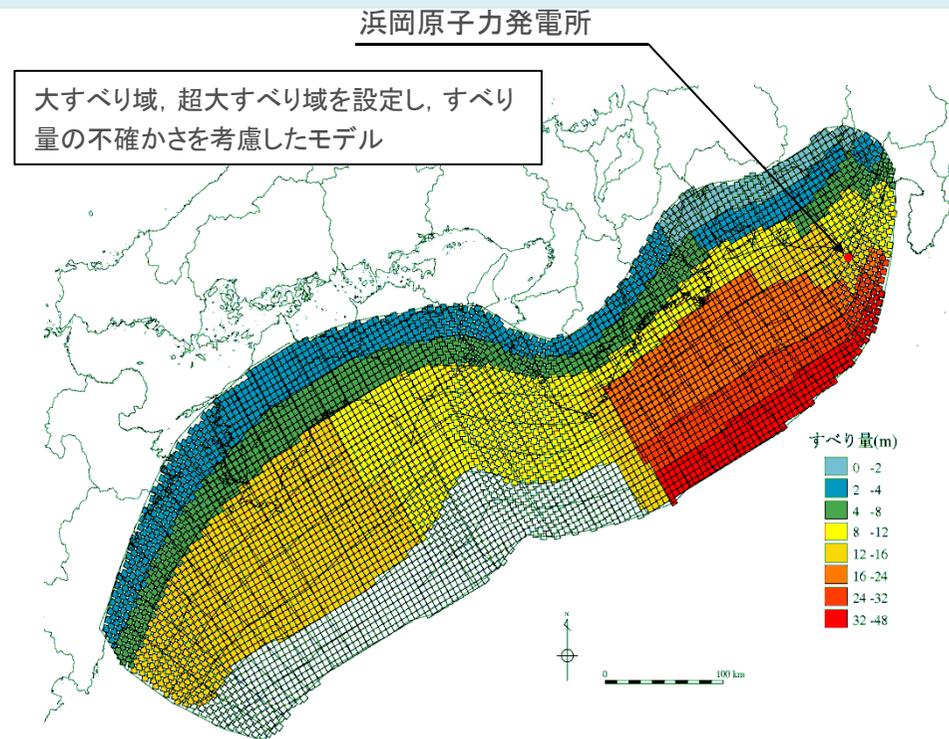
4号炉と同じ



- 津波発生要因に関する調査として、既往津波に関する調査、敷地及び敷地周辺の津波堆積物調査、各種最新知見に関する調査を実施し、敷地に影響を及ぼす可能性のある津波発生要因としてプレート間地震、海洋プレート内地震、海域の活断層による地殻内地震、海底地すべりを選定し、敷地への影響を確認
- プレート間地震については、南海トラフ・南西諸島海溝の地震などについて調査した結果、敷地に近い位置で発生し、敷地にもっとも影響を与える津波要因である「南海トラフ地震による津波」について不確かさを考慮した津波評価を実施



基準津波策定フローチャート



南海トラフのプレート間地震の津波波源モデル

基準津波の検討・策定(2/2)

3号炉の水位評価結果を記載



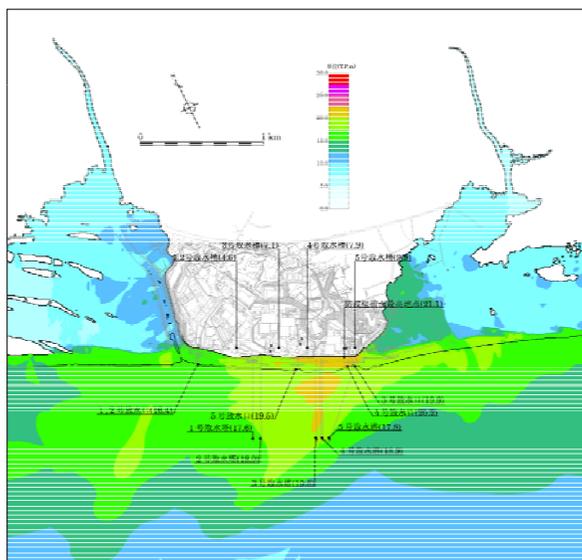
■津波評価結果

水位上昇側，下降側のどちらに対しても，敷地への影響がもっとも大きいのは「南海トラフのプレート間地震」による津波となり，基準津波高さは沖合10km地点でT.P.+6.1m

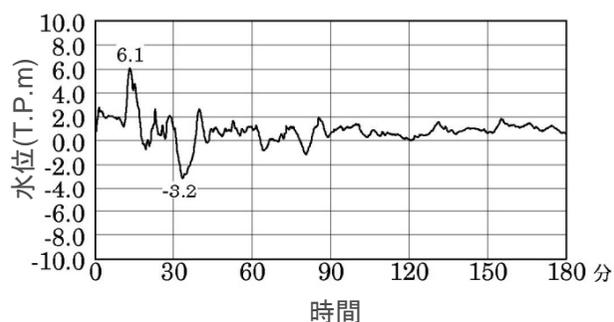
この基準津波による敷地前面での最大上昇水位は，防波壁前面の位置でT.P.+21.1m

検討ケース		水位上昇側	
検討対象津波発生要因	最大影響要因	防波壁前面	3号取水槽
プレート間地震	南海トラフのプレート間地震	21.1m	<u>7.1m</u>
海洋プレート内地震	御前崎沖の想定沈み込む海洋プレート内地震	4.4m	<u>3.2m</u>
海域の活断層による地殻内地震	御前崎海脚西部の断層帯	4.2m	<u>2.4m</u>
海底地すべり	外縁隆起帯陸側斜面において地すべり地形と考えられる地形	3.3m	<u>1.3m</u>

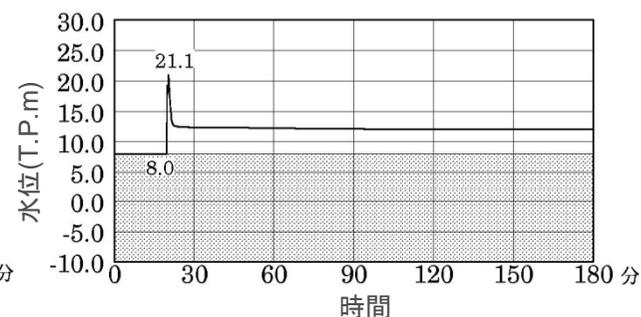
※ 津波の影響が大きいのは水位上昇側であるが，下降側についても3号取水塔付近で評価を行い，取水に影響のないことを確認している



敷地前面の最大上昇水位分布(水位上昇側)



基準津波(沖合10km地点)時刻歴波形



防波壁前面(最大上昇水位地点)時刻歴波形

※網掛け部の上端は当該地点の標高

耐津波設計

3号炉の浸水防護
重点化範囲を記載



【基準津波による遡上波の地上部からの流入防止対策】

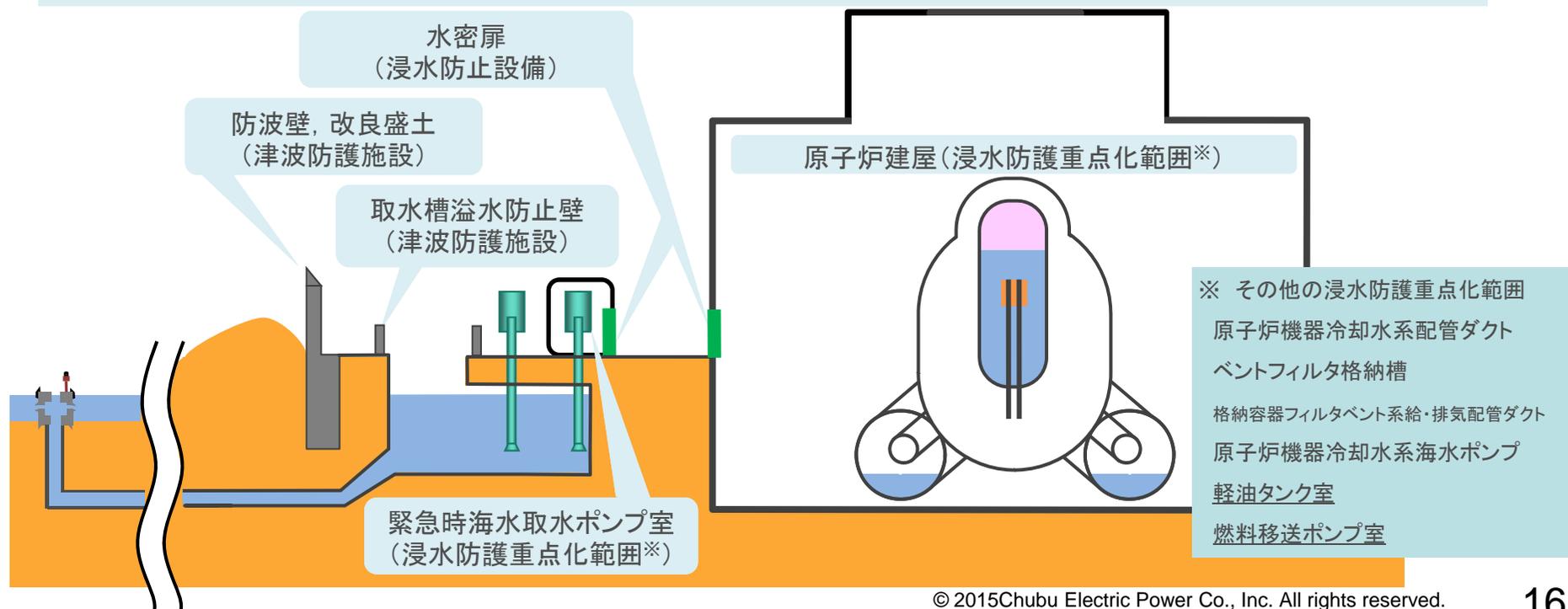
- **防波壁**(敷地前面海側)・・・全長約1.6km, 高さT.P.+22m
- **改良盛土**(防波壁両端)・・・高さT.P.+22~24m
- **取水槽溢水防止壁**・・・高さT.P.+10m(3, 4号炉取水槽), T.P.+12m(5号炉取水槽)

【地震, 津波による溢水などの重要機能への影響防止対策】

- **浸水防護重点化範囲**の設定・・・原子炉建屋, 補助建屋, フィルタ室(渦流ストレーナ室), 緊急時海水取水ポンプ室等, (Sクラス設備及び重大事故等対処設備を内包)
- **浸水防止設備**の設置・・・建屋外壁の**水密扉**など

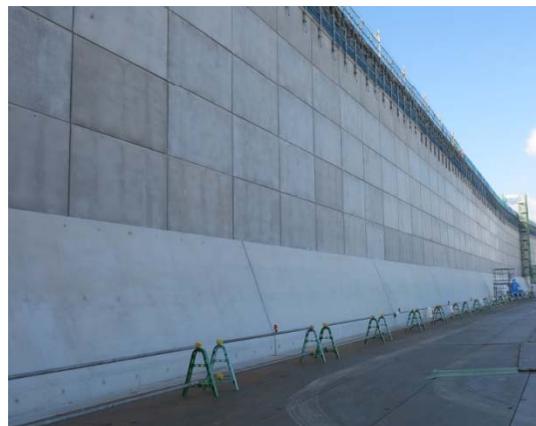
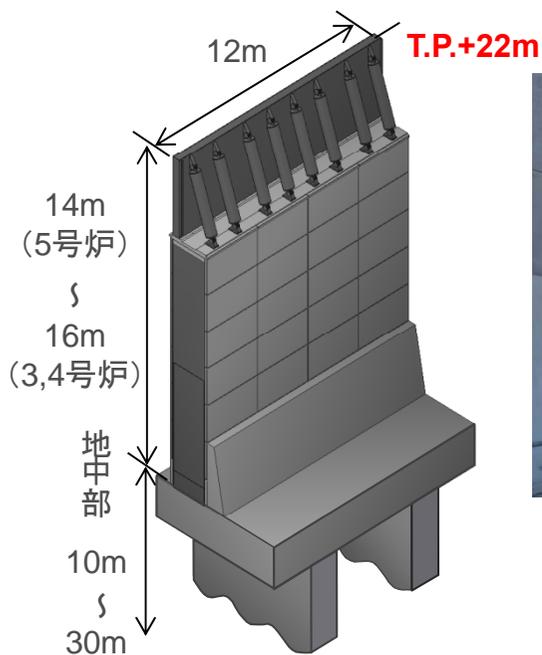
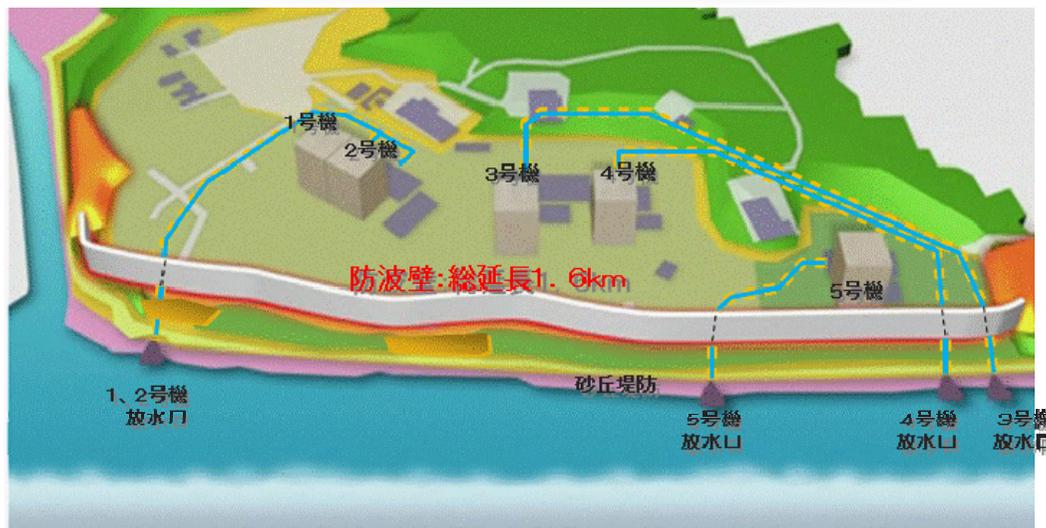
【原子炉機器冷却水系及び緊急時海水取水系の機能維持】

- 基準津波による水位低下に対して, 海水ポンプが機能保持でき, かつ冷却に必要な海水を確保



津波防護施設・浸水防止設備設置状況

最新の防波壁
写真に変更



津波防護施設(防波壁)設置状況



<原子炉建屋大物搬入口の例>
浸水防止設備(水密扉)設置状況

(2) 設計基準対象施設

- 自然現象(火山)に対する影響評価
- 自然現象(竜巻)に対する影響評価
- 外部火災に対する影響評価
- 内部溢水対策
- 内部火災対策

自然現象(火山)に対する影響評価

4号炉と同じ



■地理的領域内の第四紀火山を調査し、火山事象の到達の可能性、到達した場合の影響について評価し、安全上重要な施設について安全機能が損なわれないことを確認

(1) 発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

地理的領域内に分布する第四紀火山から、将来の活動可能性が否定できない火山(検討対象火山)を抽出

第四紀火山: 36火山

検討対象火山: 12火山

(2) 立地評価と影響評価の実施

12検討対象火山について過去の活動履歴や噴出物の分布等を調査し、敷地との位置関係等から「①立地評価」「②影響評価」を実施

①立地評価 (設計対応不可能な火山事象の評価)

- ・火砕物密度流, 溶岩流, 新しい火口の開口等について検討

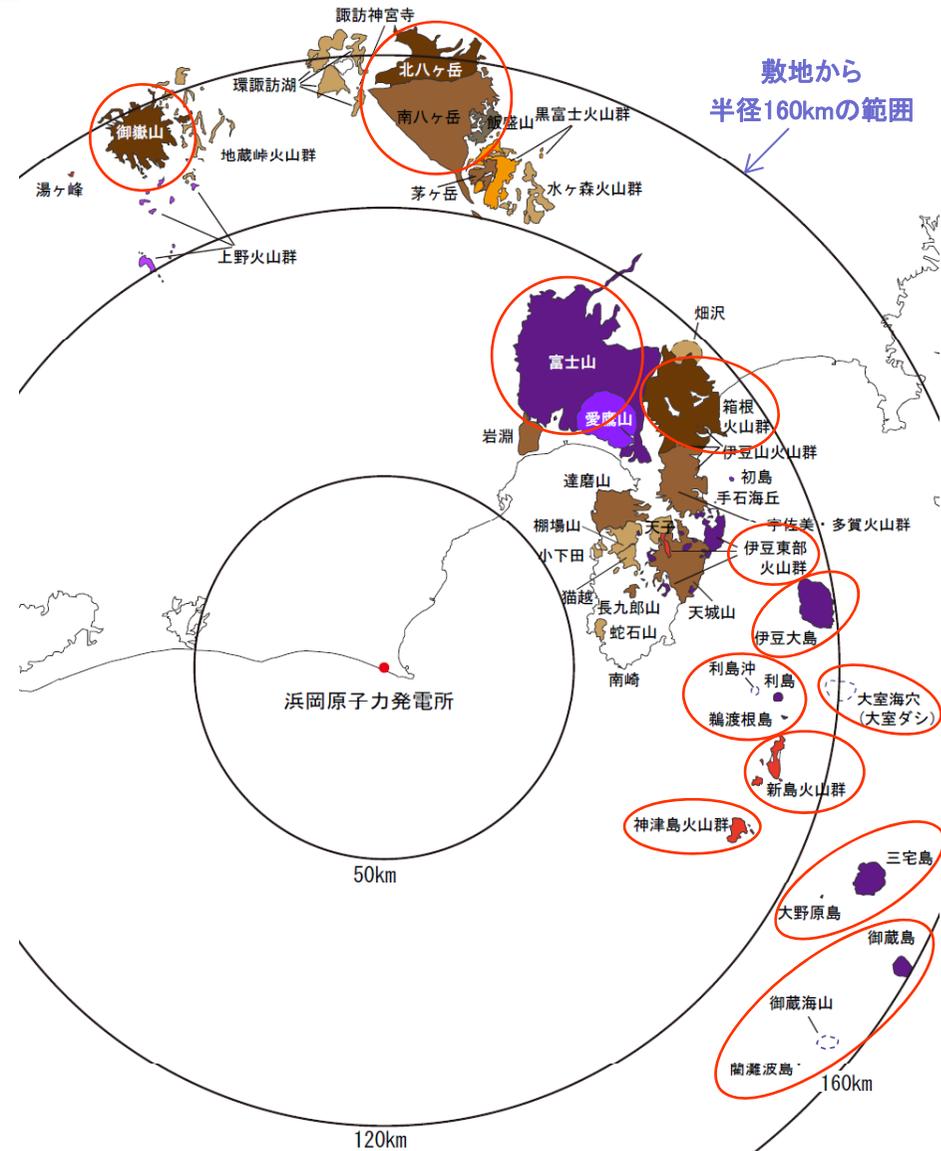
発電所への到達可能性が十分小さく、また、過去に到達もなく、モニタリングも不要と評価

②影響評価 (安全性に影響を与える可能性のある火山事象の評価)

- ・発電所へ到達する可能性のある火山事象として降下火砕物事象を抽出
- ・文献調査, 地質調査等より, 降下火砕物の「降灰厚さの評価」, 「物性値の測定」を実施

【降灰厚さ】 10[cm] 【湿潤密度】 約1.5[g/cm³] 等

安全上重要な施設に対して、降下火砕物の堆積荷重等の影響評価を実施し、安全機能が損なわれないことを確認



地理的領域内(半径160km)に分布する第四紀火山と検討対象火山(○が検討対象火山)

自然現象(竜巻)に対する影響評価

3号炉の竜巻防護設備に変更



設計竜巻の評価

基準竜巻・設計竜巻の設定

- (1) 竜巻検討地域の設定
原子力発電所が立地する地域との気象条件の類似性の観点等から検討地域を設定
- (2) 基準竜巻の最大風速の設定
(V_{B1} と V_{B2} のうち大きな風速)
 - ① 過去に発生した竜巻による最大風速(V_{B1})
藤田スケール3 (70~92m/s) $\Rightarrow V_{B1}=92\text{m/s}$
 - ② ハザード曲線による最大風速(V_{B2})
観測記録の統計処理により評価
(年超過確率 10^{-5} /年) $\Rightarrow V_{B2}=90.4\text{m/s}$
- (3) 設計竜巻の最大風速を決定
地形効果による竜巻の増幅を考慮する必要無し
竜巻の発生数少、不確実性が大きいこと等を考慮し、設計竜巻の最大風速(100m/s)を決定

竜巻防護設備

原子炉建屋	海水ポンプ
補助建屋	復水タンク 等

設計評価及び対策

設計竜巻荷重の設定

- ① 風圧力による荷重の設定
- ② 気圧差による荷重の設定
- ③ 飛来物^(※)の衝突による衝撃荷重の設定

(※) 鋼製材等

浜岡原子力発電所の飛来物調査結果に基づき設定

設計評価

- (1) 設計荷重によって施設に生じる変形・応力等の算定
- (2) 構造健全性の確認



対策(例)

・海水ポンプ及び周辺の配管等に対する飛来物防護対策

外部火災に対する影響評価

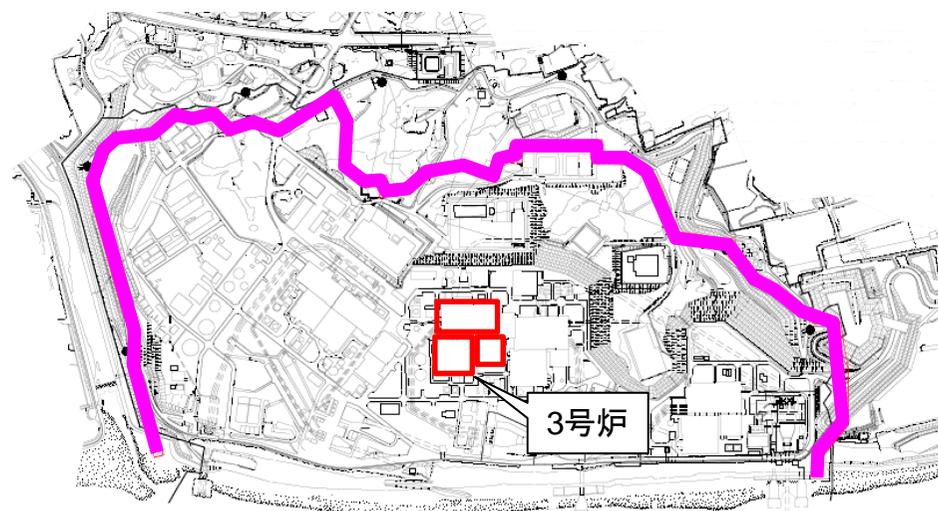
最新の防火帯位置反映・
対象事象追記



- 外部火災の影響評価の対象事象について、原子炉施設への影響を評価

【対象事象】

- ① 発電所敷地外での出火を想定した森林火災
- ② 発電所近隣の産業施設での火災爆発
- ③ 発電所敷地内の危険物タンクの火災
- ④ 航空機落下確率が 10^{-7} 回／炉・年以上となる範囲に落下した航空機による火災



防火帯

【評価】影響評価対象事象による原子炉施設への影響がないことを確認

対象事象	影響評価
① 森林火災	発電所敷地外での森林火災発生を想定した場合であっても、防火帯の設置により、原子炉施設の安全性が損なわれることはない
② 近隣産業施設の火災爆発	発電所近隣の産業施設の火災爆発を想定しても、原子炉施設の安全性が損なわれることはない
③ 敷地内タンク火災	発電所敷地内の危険物タンクの火災を想定しても、原子炉施設の安全性が損なわれることはない
④ 航空機落下による火災	航空機の落下による火災に対して、原子炉施設の安全性が損なわれることはない

内部溢水対策

流出防止対策例を変更



【新規基準の要求事項】

- 原子炉施設内において溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないこと
- 配管等の破損によって、放射性物質を含む液体があふれでた場合において、その液体が管理区域外へ漏えいしないこと

【想定事象】

配管等の損傷、消火活動による放水等、原子炉施設内部での溢水事象(地震に起因するものを含む)

【対策(例)】

<安全機能>

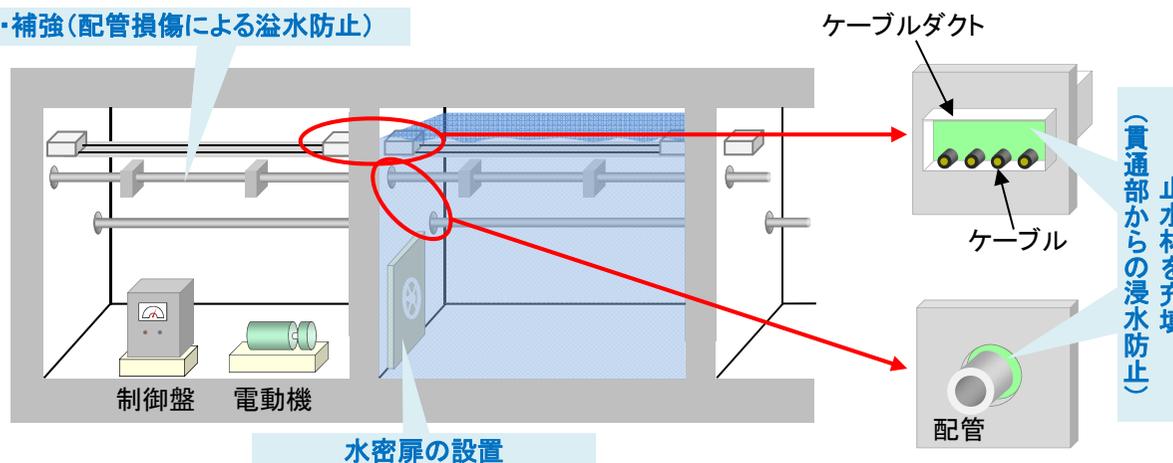
- 水密扉の設置
- 配管等の壁貫通部からの浸水防止対策
- 配管等の耐震評価, 補強

<流出防止>

放射性物質を含む溢水の建屋外への流出防止

【対策(例)】

耐震評価・補強(配管損傷による溢水防止)



■ 火災により原子炉施設の安全性が損なわれないよう、以下の3つの対策を実施

①火災発生防止

発火性又は引火性物質を内包する系統・・・漏えい防止対策等を行うよう設計

電気機器等・・・系統の地絡、短絡等に起因する過電流による過熱を防止するよう設計

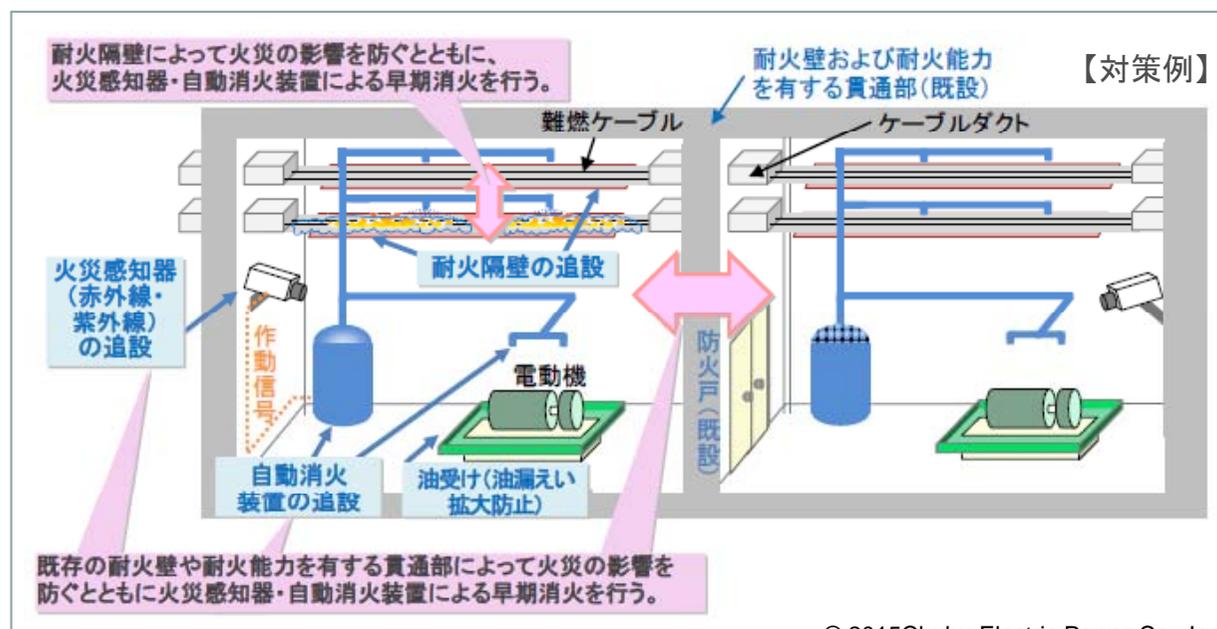
可能な限り難燃ケーブルを使用

②火災感知及び消火

火災感知器・自動消火設備を追設

③火災の影響軽減

火災区域等及び隣接する火災区域等における火災による影響に対し、耐火隔壁の追設等を実施



(3) 重大事故等対処施設

- 原子炉停止機能に係る対策
- 炉心冷却機能に係る対策
- 原子炉格納容器の健全性維持に係る対策
- その他関連機能に係る対策
- 重大事故等に対処するための技術的能力
- 重大事故等対策の有効性評価

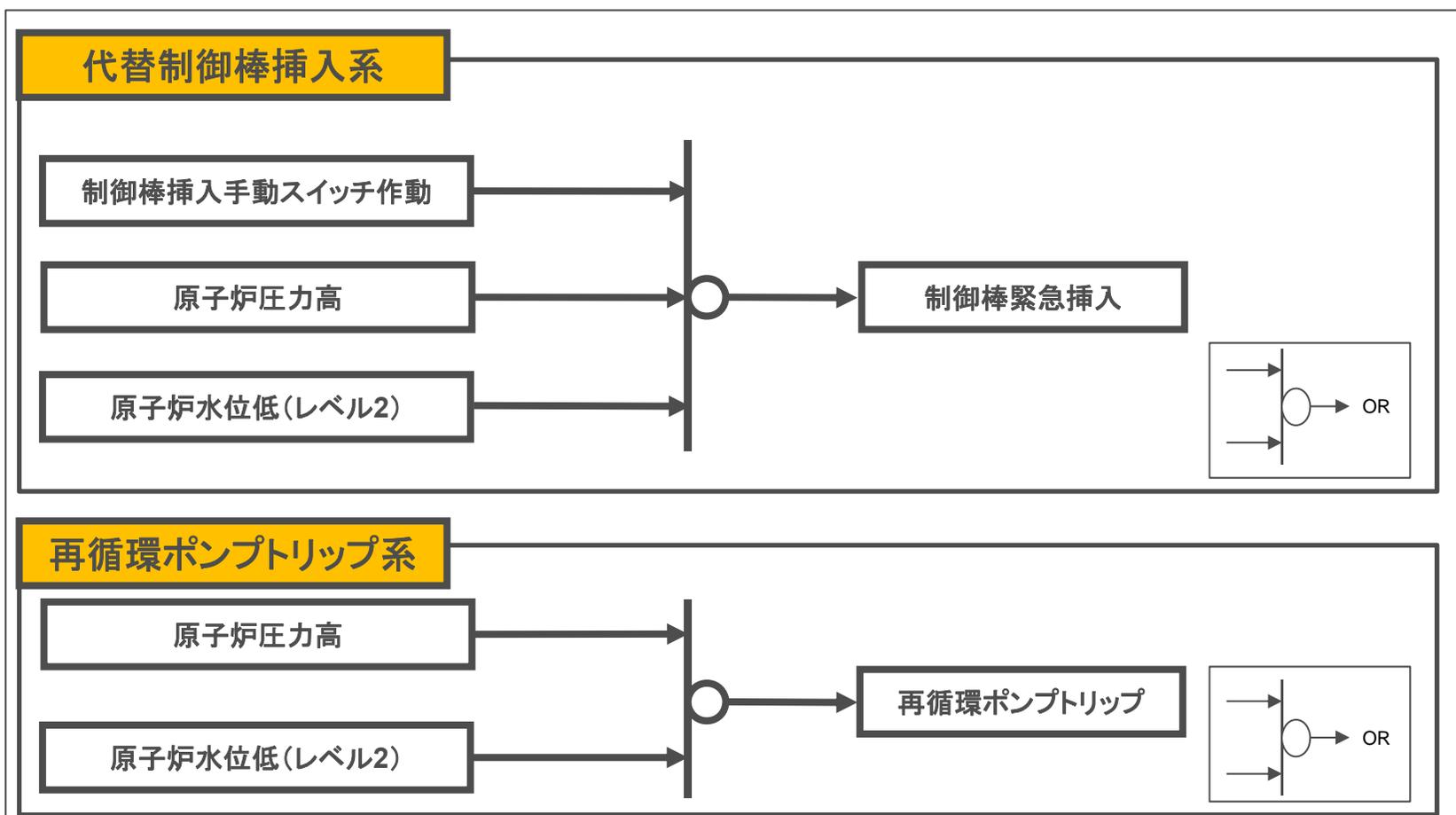
原子炉停止機能に係る対策

4号炉と同じ



- 運転時の異常な過渡変化時において、原子炉の運転を緊急に停止することができない事象が発生するおそれがある場合又は当該事象が発生した場合においても、炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉代替停止系を設置

【構成】 代替制御棒挿入系、再循環ポンプトリップ系及びほう酸水注入系



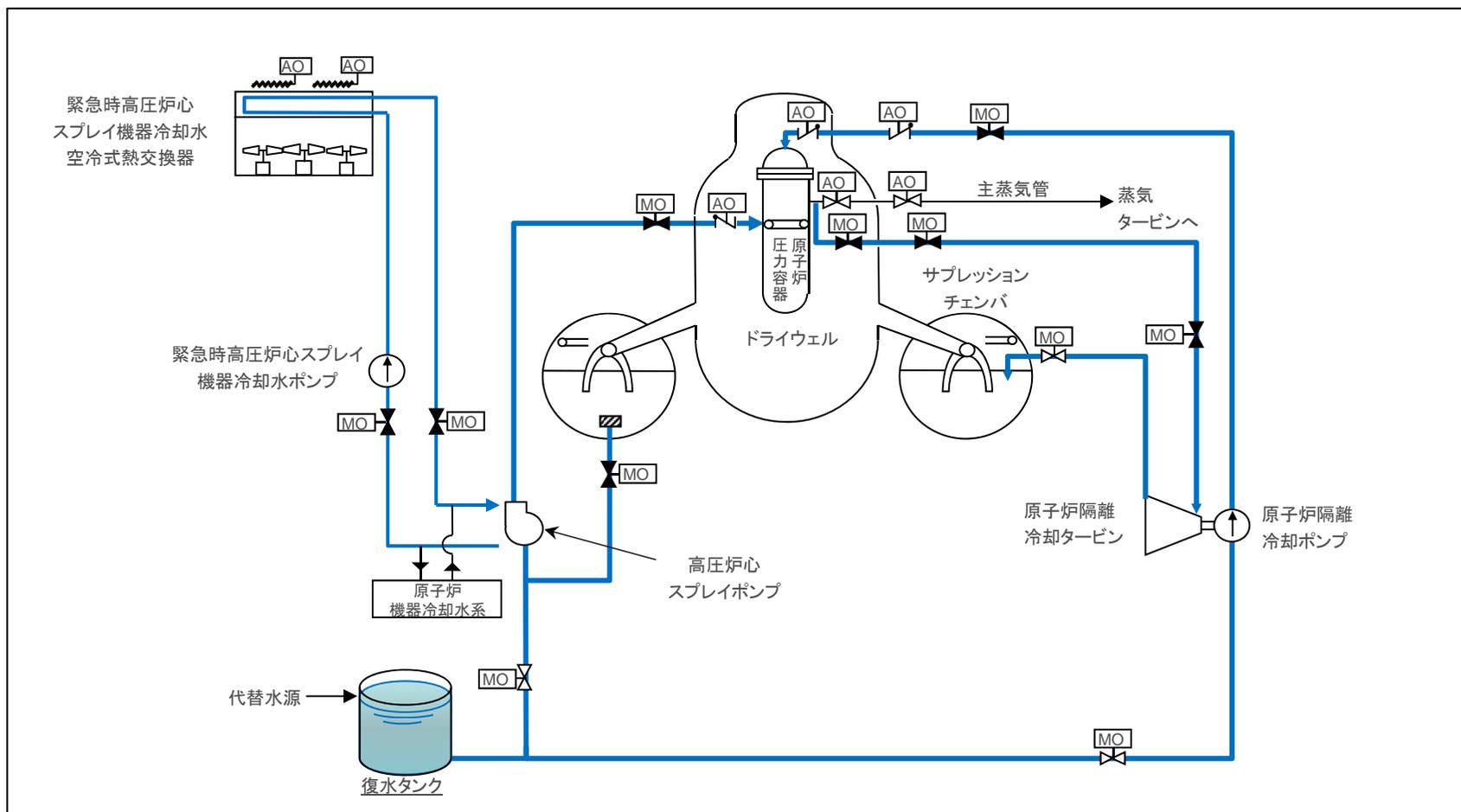
炉心冷却機能に係る対策 (原子炉高圧時の冷却機能(1/2))

3号炉の設備
構成とした



- 原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態であって、全交流動力電源喪失及び常設直流電源系統喪失により設計基準事故対処設備が有する原子炉の冷却機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷を防止するため、原子炉高圧代替注水系を設置

【構成】 原子炉隔離冷却系、高圧炉心スプレイ系及び緊急時高圧炉心スプレイ機器冷却水系

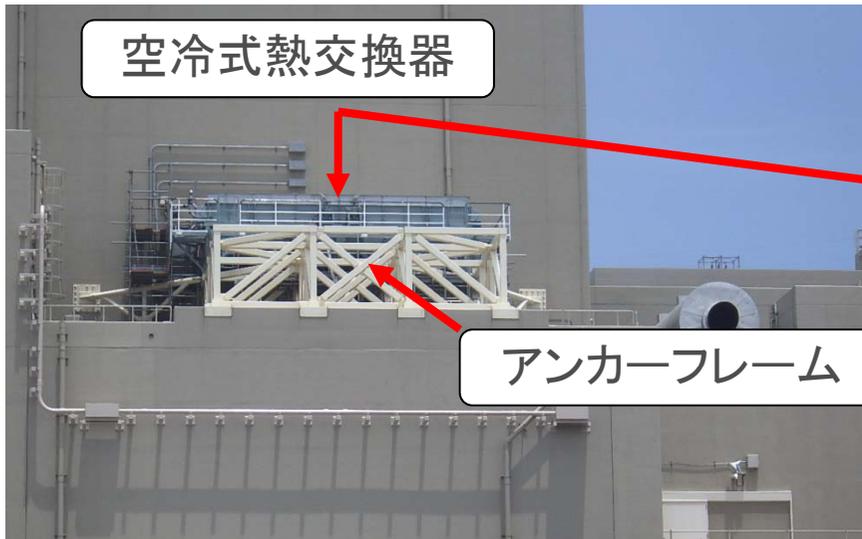
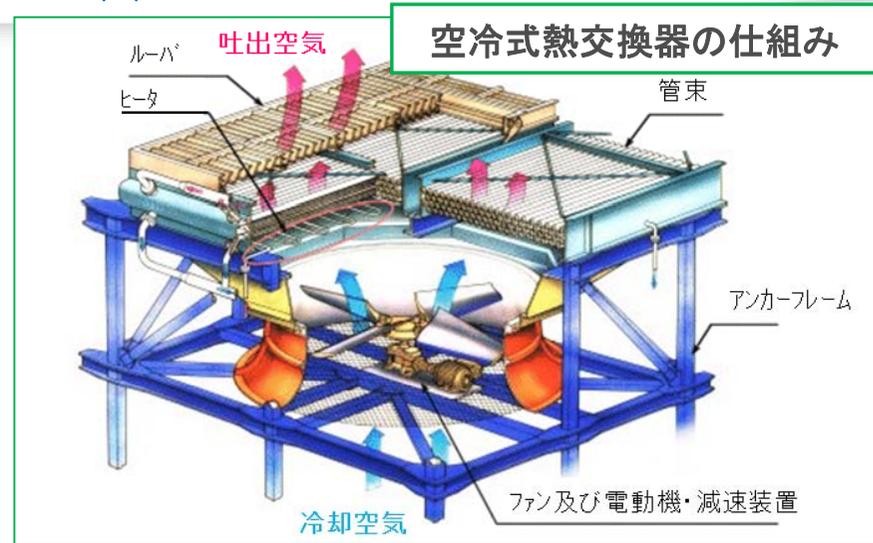


炉心冷却機能に係る対策 (原子炉高圧時の冷却機能(2/2))

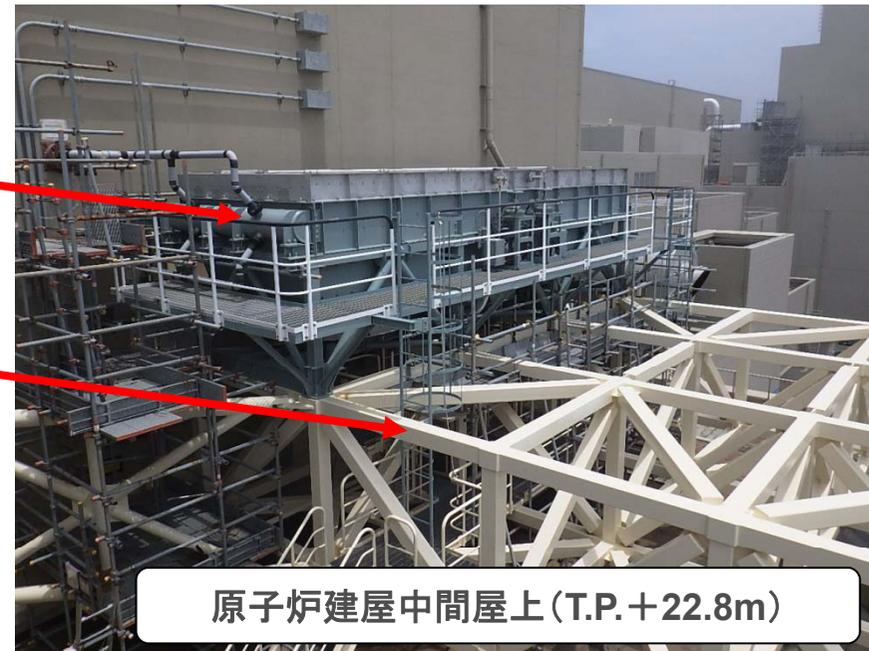
3号炉設備の
写真に変更



●緊急時高圧炉心スプレイ機器冷却水空冷式熱交換器



本設備は、格納容器下部注水設備として使用する余熱除去系の機器から発生する熱を除熱する機能も有する



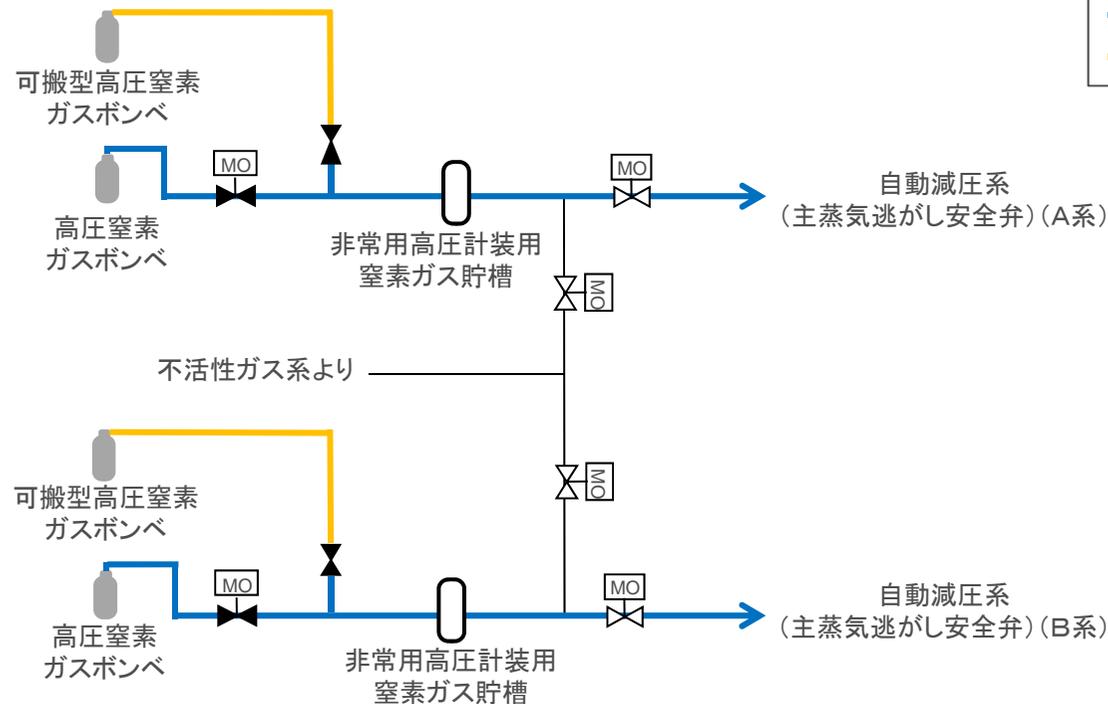
炉心冷却機能に係る対策（原子炉の減圧機能）

4号炉と同じ

- 原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する原子炉の減圧機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉代替減圧系を設置

【構成】 原子炉自動減圧インターロック，可搬型蓄電池，高圧窒素ガス供給系（高圧窒素ガスポンベ，非常用高圧計装用窒素ガス貯槽，配管等）及び可搬型高圧窒素ガスポンベ

高圧窒素ガス供給系及び可搬型高圧窒素ガスポンベ

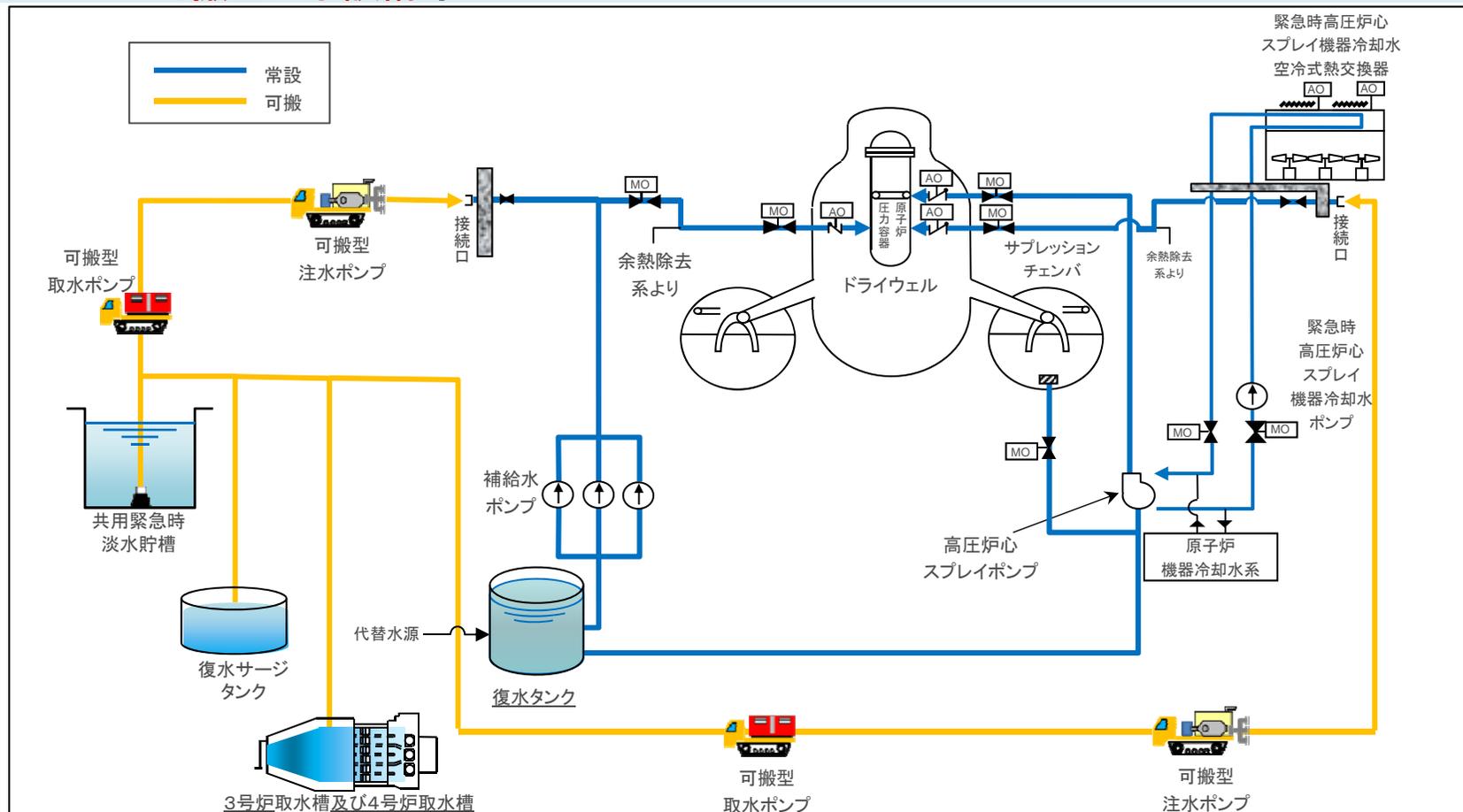


炉心冷却機能に係る対策（原子炉低圧時の冷却機能）

- 原子炉冷却材圧力バウンダリが低圧の状態であって、設計基準事故対処設備が有する原子炉の冷却機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉低圧代替注水系を設置

【構成】 補給水系，高圧炉心スプレイ系，緊急時高圧炉心スプレイ機器冷却水系，可搬型注水設備等

3号炉の設備構成とした



原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能)(1/3)

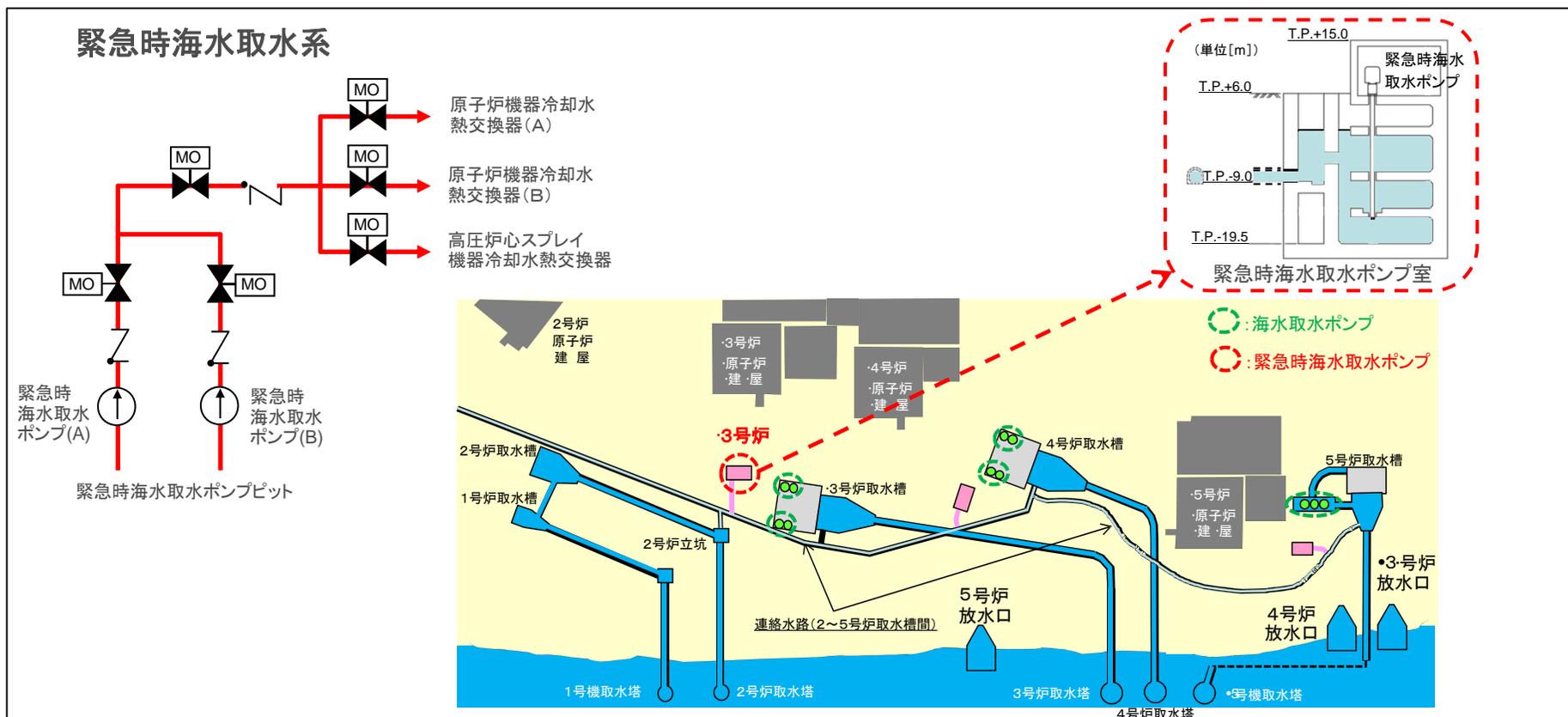


3号炉の緊急時海水取水ポンプを示す

- 設計基準事故対処設備が有する最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能が喪失した場合においても、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損(炉心の著しい損傷が発生する前に生ずるものに限る)を防止するため、最終ヒートシンク代替熱輸送系を設置

【構成】 緊急時海水取水系及び格納容器フィルタベント系

緊急時海水取水系は、原子炉機器冷却系の海水取水機能が喪失した場合にも、原子炉機器冷却水系及び余熱除去系と連携して、原子炉内で発生した崩壊熱その他非常用機器から発生する熱を海へ輸送することが可能



原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能) (2/3)

3号炉設備の
写真に変更

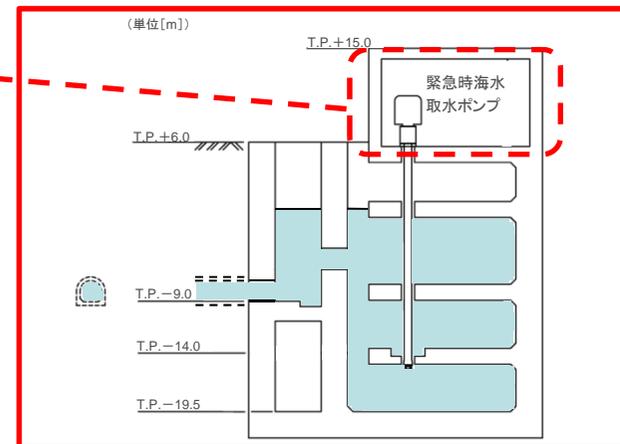
● 緊急時海水取水系



緊急時海水取水ポンプ室 (防水構造の建屋)



緊急時海水取水ポンプ



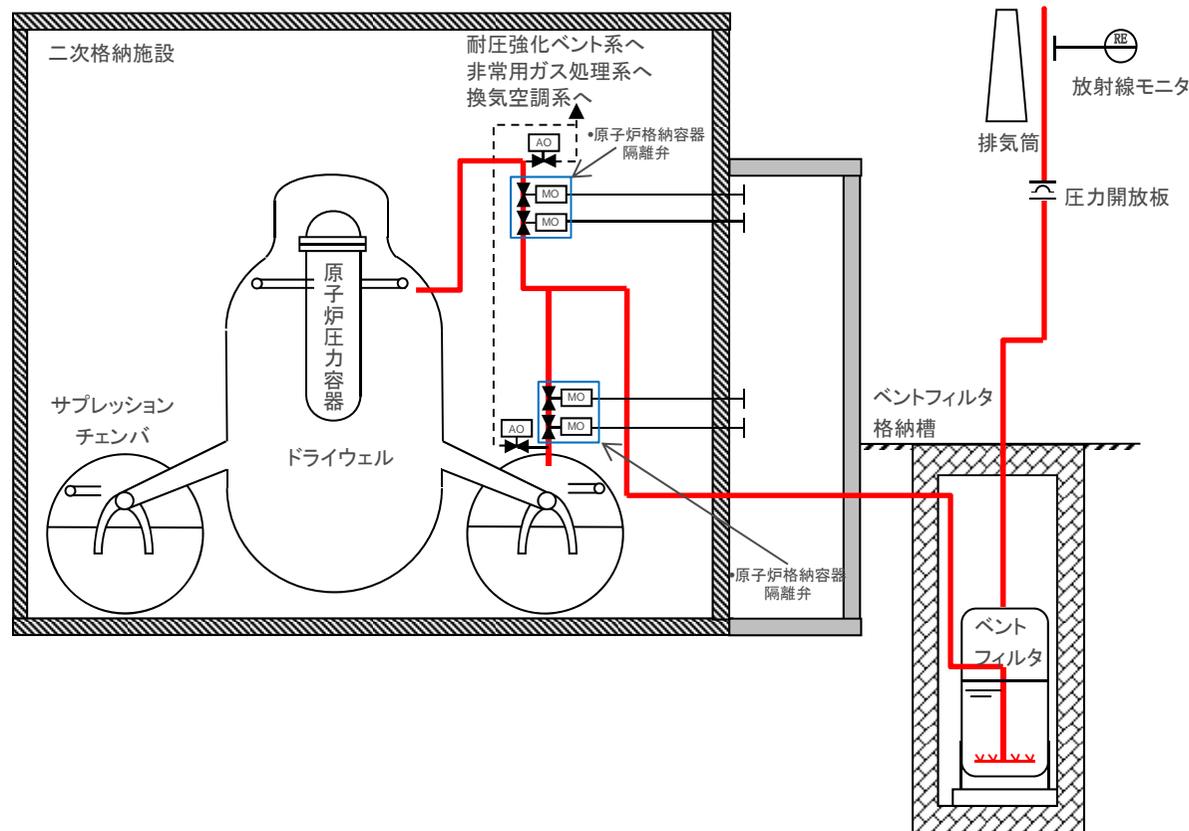
原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (最終ヒートシンクへ熱を輸送する機能) (3/3)

隔離弁数変更
(3弁→2弁)



- **格納容器フィルタベント系**は、最終的な熱の逃がし場として海へ熱を輸送する機能が喪失した場合にも、原子炉格納容器内に蓄積した熱を大気へ輸送することが可能

格納容器フィルタベント系



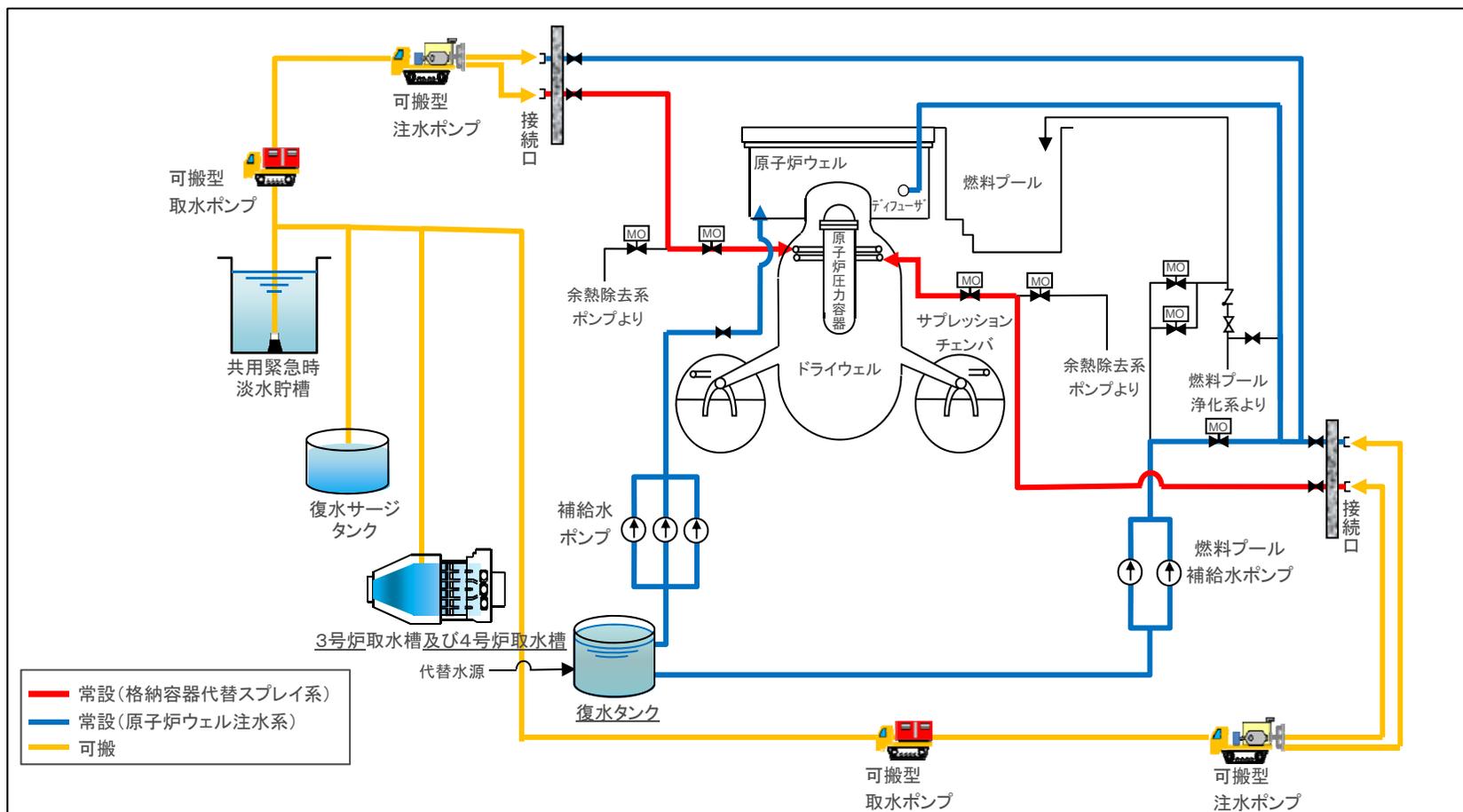
原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (格納容器を冷却する機能)



3号炉の設備
構成とした

- 設計基準事故対処設備が有する原子炉格納容器内の冷却機能が喪失した場合又は炉心の著しい損傷が発生した場合においても、それぞれ炉心の著しい損傷又は原子炉格納容器の破損を防止するため、格納容器代替冷却系を設置

【構成】 格納容器代替スプレイ系及び原子炉ウェル注水系



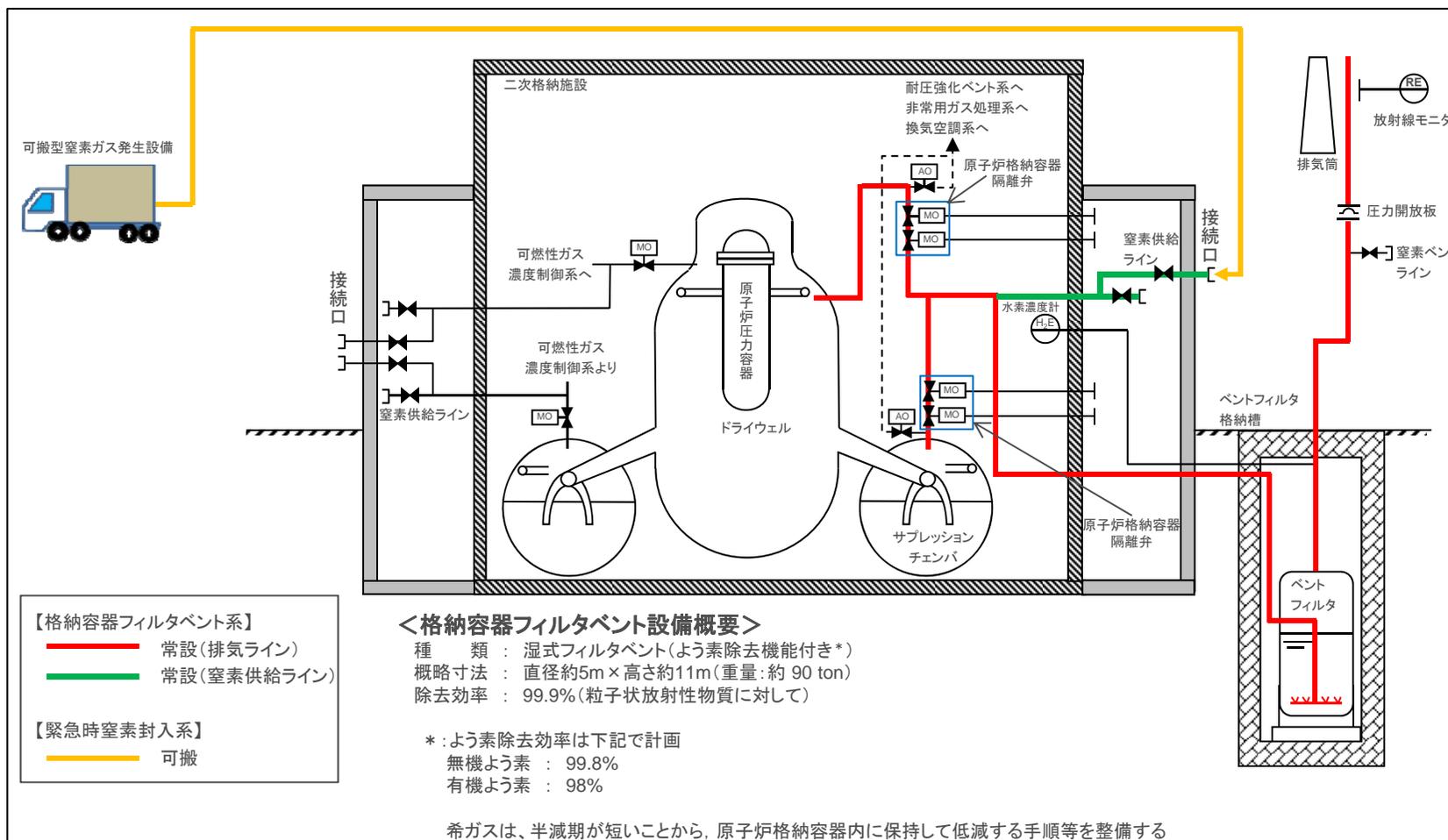
原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (格納容器の過圧破損を防止する機能)

隔離弁数変更
(3弁→2弁)



- 炉心の著しい損傷が発生した場合においても、原子炉格納容器の過圧破損を防止するため、原子炉格納容器内の圧力及び温度を低下させる設備として、格納容器過圧破損防止系を設置

【構成】 格納容器フィルタベント系及び緊急時窒素封入系



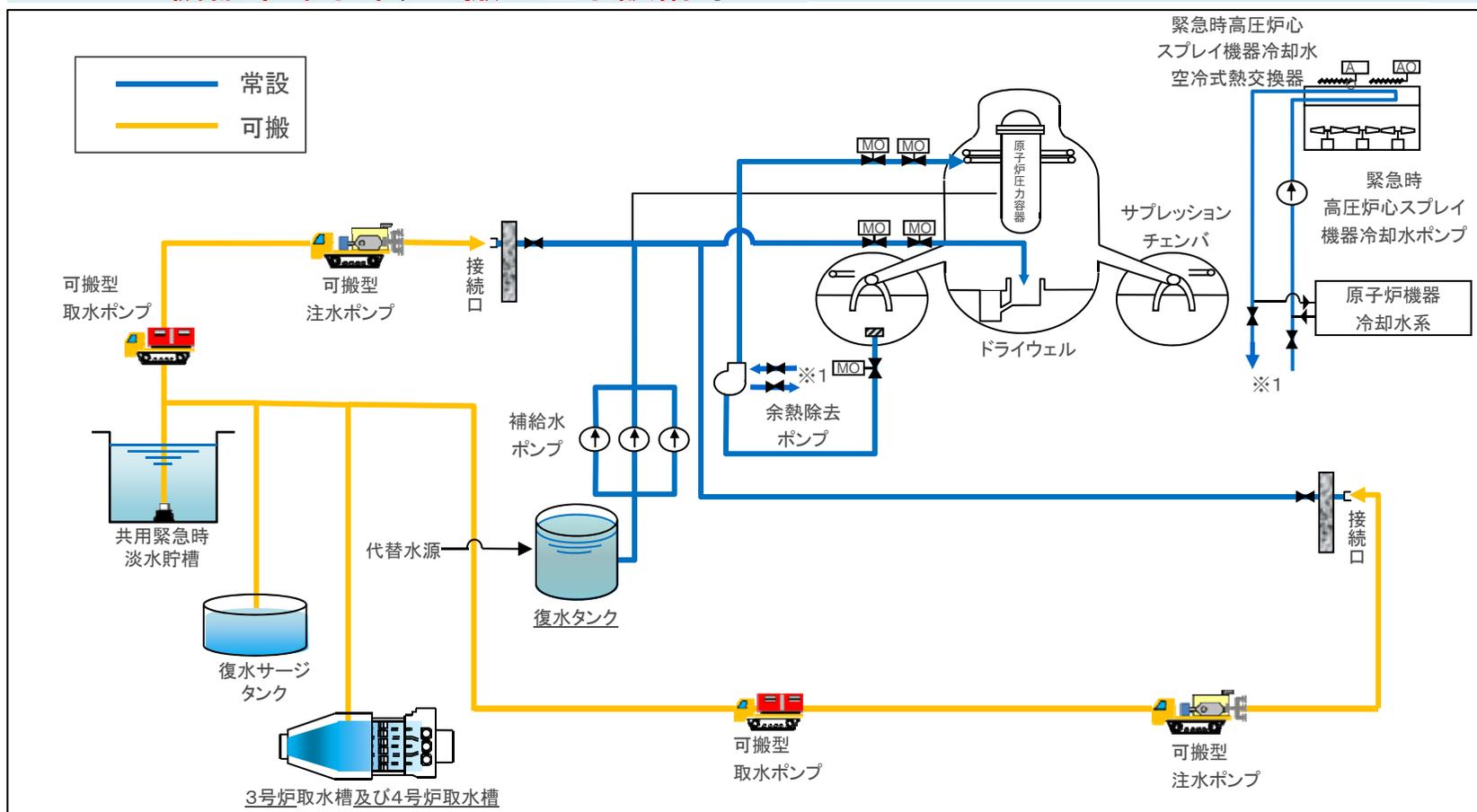
原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (格納容器下部の溶融炉心を冷却する機能)



3号炉の設備
構成とした

- 炉心の著しい損傷が発生した場合においても、原子炉格納容器の破損を防止するため、原子炉格納容器下部に落下する溶融炉心を冷却する設備として、格納容器下部注水系を設置

【構成】 補給水系, 余熱除去系(格納容器スプレイ冷却モード), 緊急時高圧炉心スプレイ機器冷却水系, 可搬型注水設備等



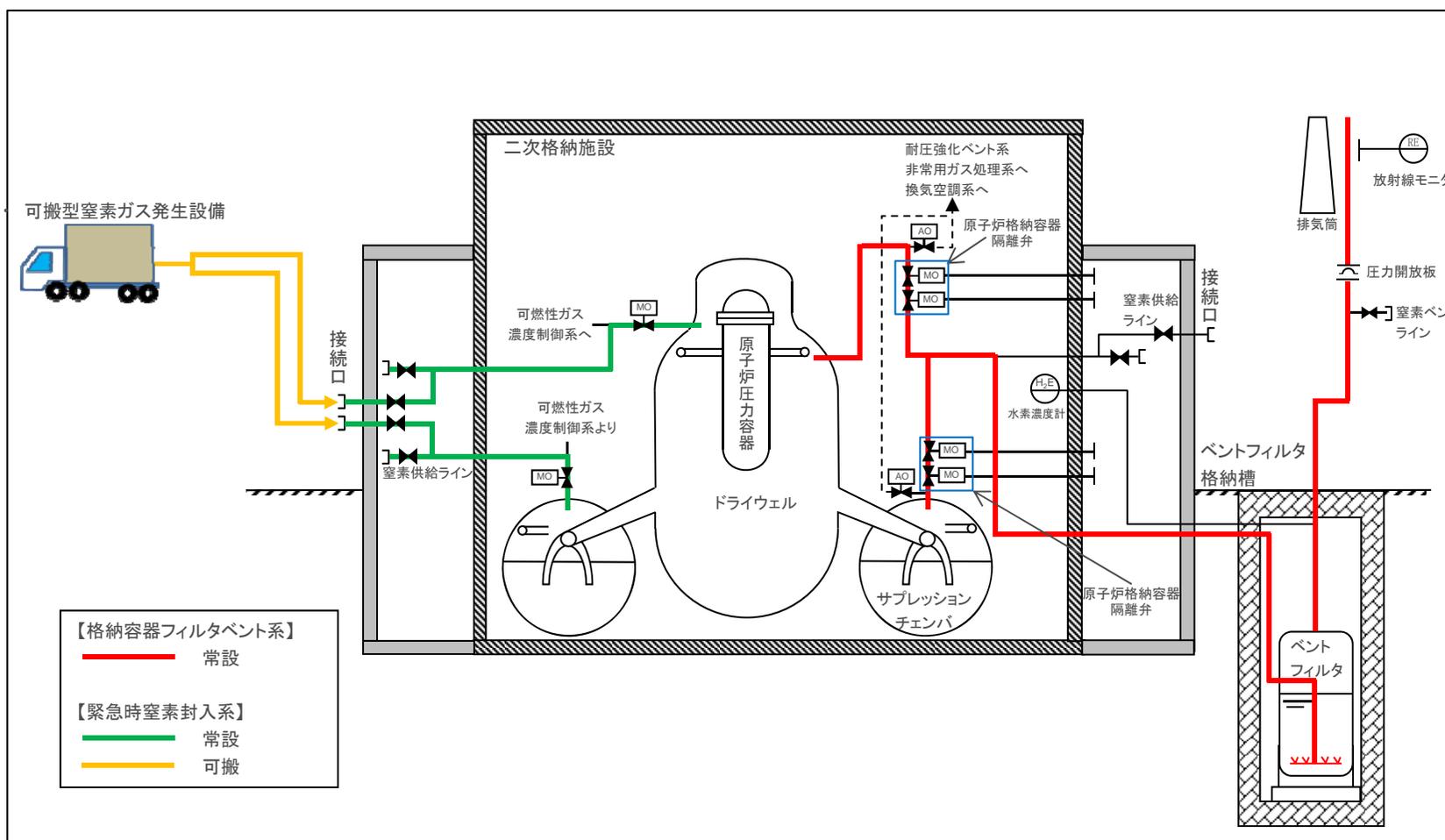
原子炉格納容器の健全性維持に係る対策 (水素爆発による格納容器の破損を防止する機能)

隔離弁数変更
(3弁→2弁)



- 炉心の著しい損傷が発生した場合においても、水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するため、格納容器水素燃焼防止系を設置

【構成】 格納容器フィルタベント系及び緊急時窒素封入系



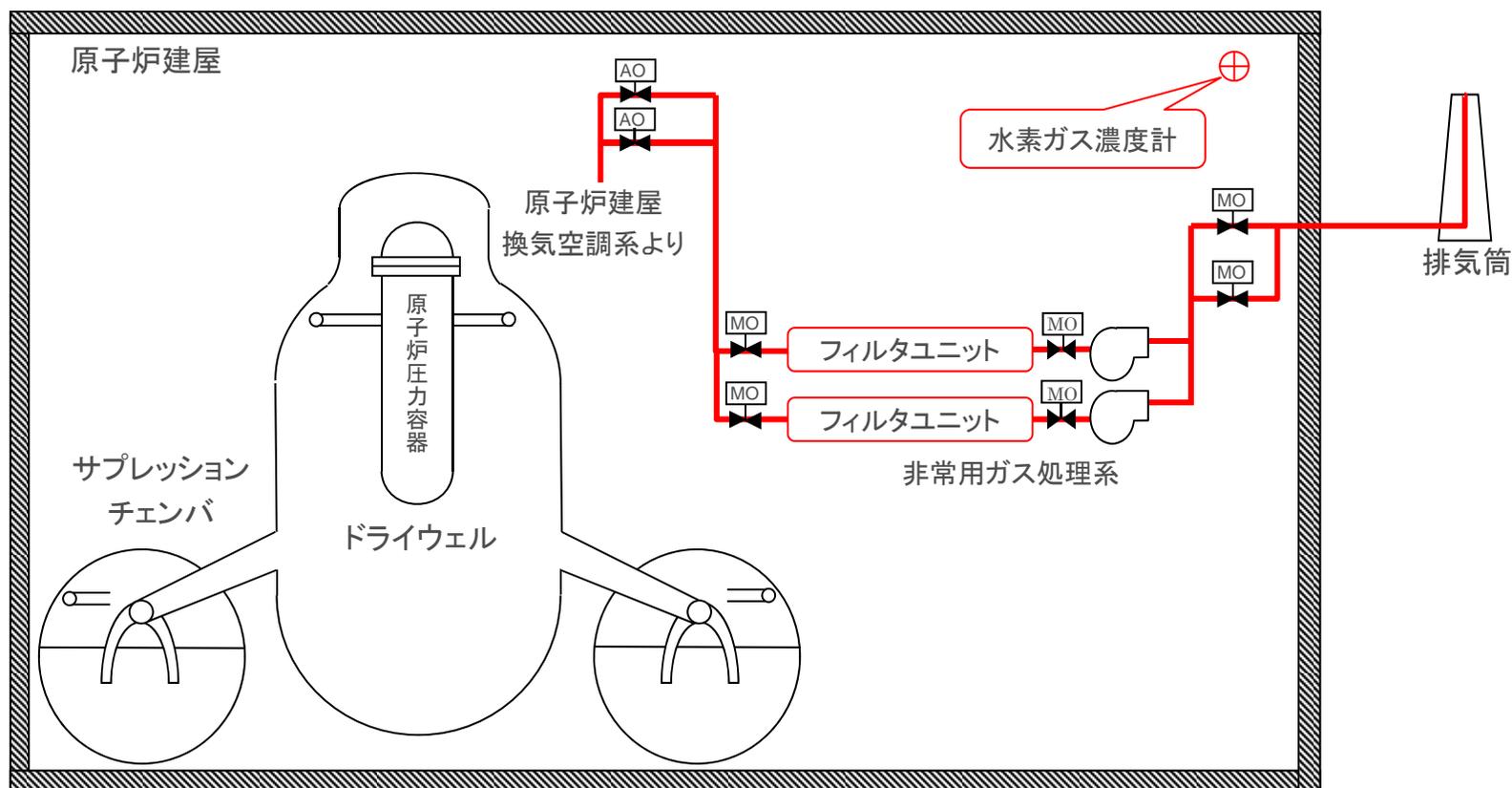
その他の関連機能に係る対策 (水素爆発による原子炉建屋の損傷を防止する機能)

3号炉非常用ガス処理
系の系統構成に変更



- 炉心の著しい損傷が発生した場合においても、原子炉格納容器から漏えいする水素の爆発による原子炉建屋の損傷を防止するため、原子炉建屋水素燃焼防止系を設置

【構成】非常用ガス処理系及び原子炉建屋内水素ガス濃度計



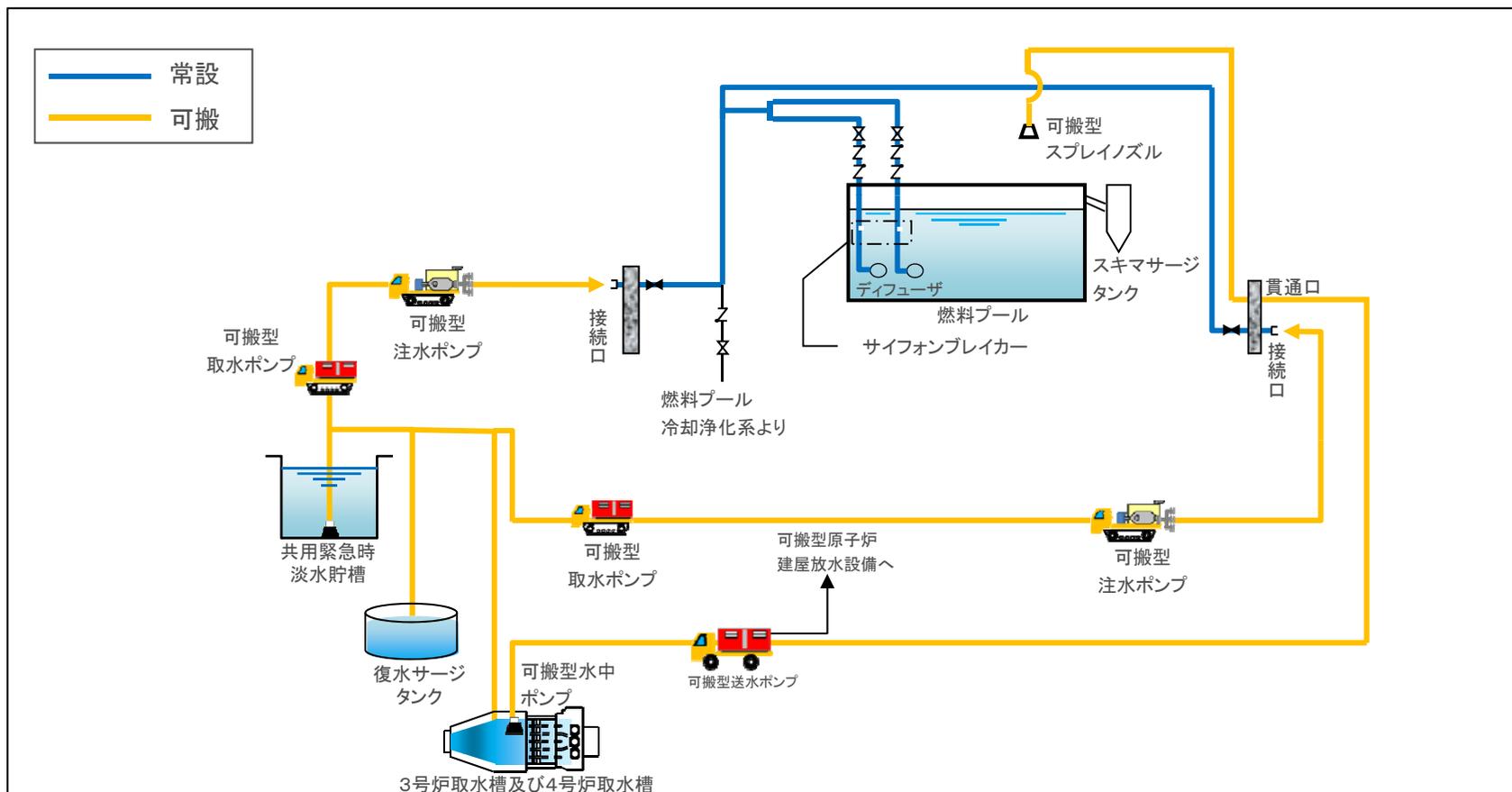
その他の関連機能に係る対策 (燃料プールの冷却機能)

4号炉と同じ



- 燃料プールの冷却機能及び注水機能が喪失し、又は燃料プールからの小規模な漏えいがあった場合においても、燃料を冷却し、放射線を遮蔽し、及び臨界を防止するため、更には、燃料プールからの大量の漏えいその他の要因により燃料プールの水位が維持できない場合においても、燃料の著しい損傷を緩和するため、燃料プール代替冷却系を設置

【構成】 燃料プール代替注水系(可搬型注水設備等)、可搬型燃料プールスプレイ設備等



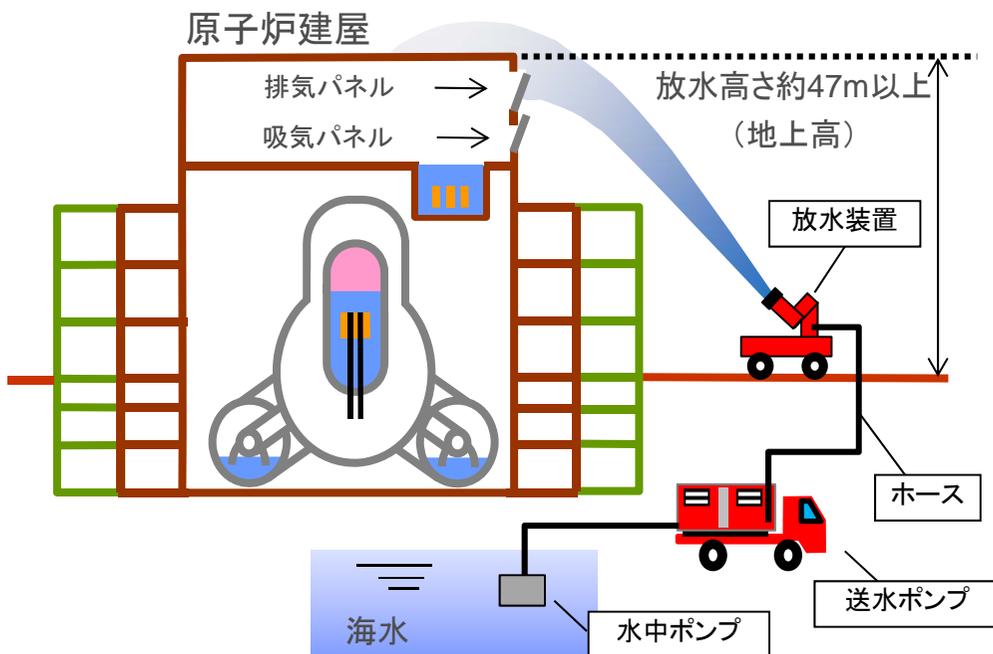
その他の関連機能に係る対策 (発電所外への放射性物質の拡散を抑制する機能)



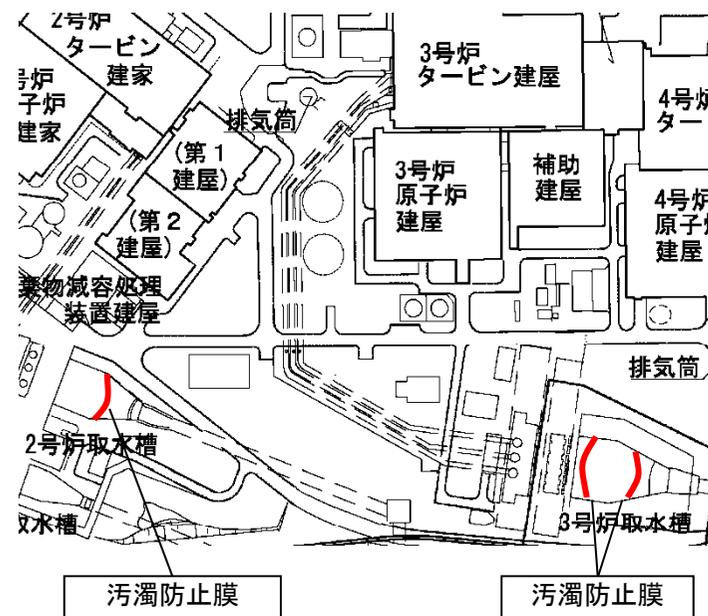
3号炉の可搬型海洋拡散抑制設備図に変更

- 炉心の著しい損傷及び格納容器破損又は燃料プール内の燃料体等の著しい損傷に至った場合において、発電所敷地外への放射性物質の拡散を抑制するための、以下の対策を実施
 - 原子炉建屋ベント系：原子炉建屋ベント吸気パネル・原子炉建屋ベント排気パネル
原子炉建屋外壁に設置したパネルを開放し、下記放水設備と連携して、原子炉建屋からの放射性物質の拡散を抑制
 - 可搬型原子炉建屋放水設備：可搬型水中ポンプ、可搬型送水ポンプ、ホース、放水装置
・代替水源(取水槽)から取水し、原子炉建屋開口部等へ放水(放水高さ 約47m以上(地上高))
・原子炉建屋周辺における航空機燃料火災の消火が可能なように、泡混合設備等を配備し、泡放射を行う
 - 可搬型海洋拡散抑制設備：汚濁防止膜
上記放水設備により原子炉建屋へ放水し、構内排水路等へ流れ込んだ放射性物質を含む水の海洋への拡散を抑制

【可搬型原子炉建屋放水設備, 原子炉建屋ベント系】



【可搬型海洋拡散抑制設備】



その他の関連機能に係る対策 (代替水源の確保(1/2))

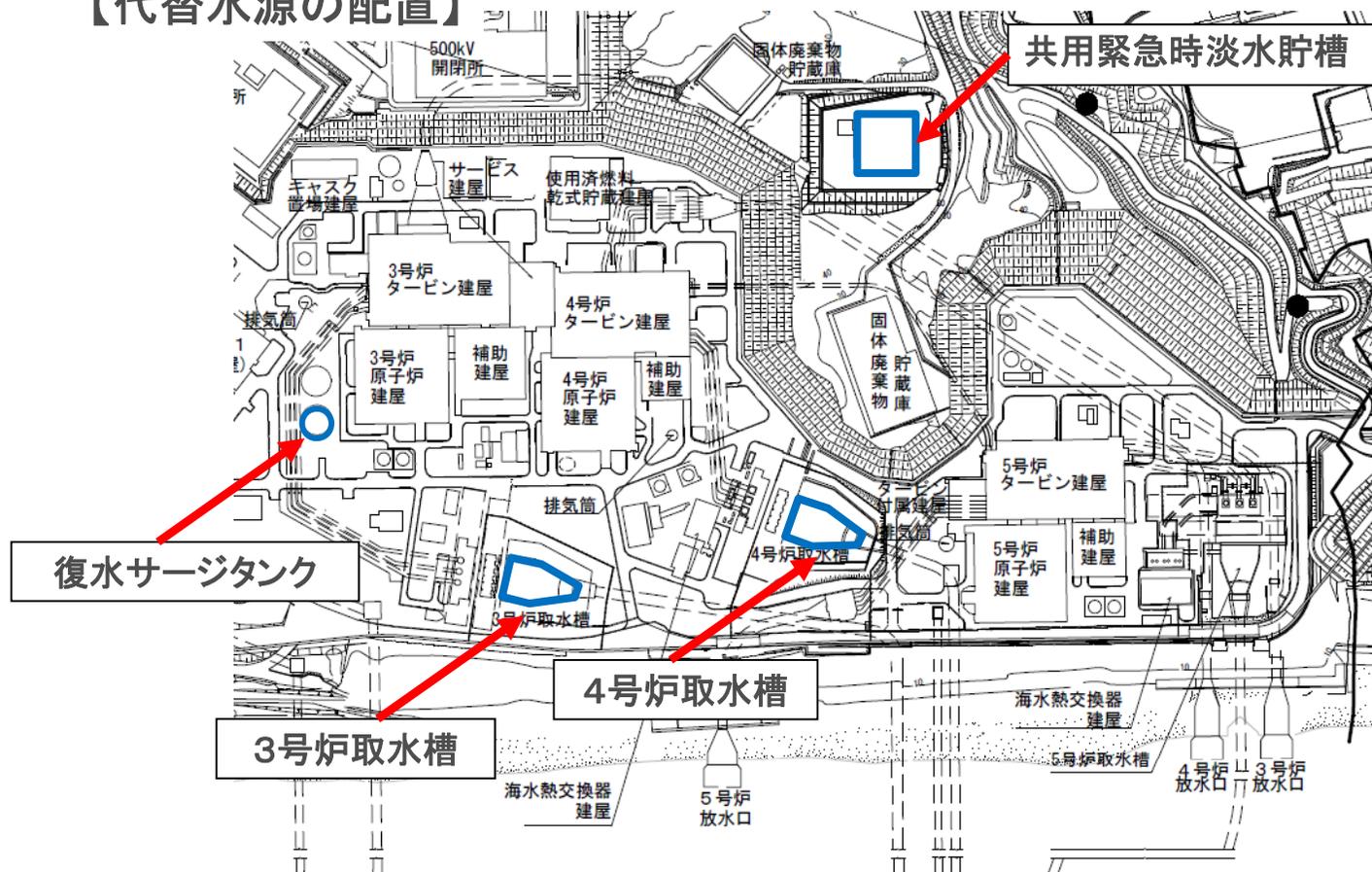
3号炉取水槽に加え4号炉
取水槽も代替水源とした



- 設計基準事故の収束に必要な水源とは別に、重大事故等の収束に必要な十分な量の水を有する水源を確保するため、代替水源を設置

【構成】 復水サージタンク、共用緊急時淡水貯槽、3号炉取水槽、4号炉取水槽及び代替水源移送系

【代替水源の配置】

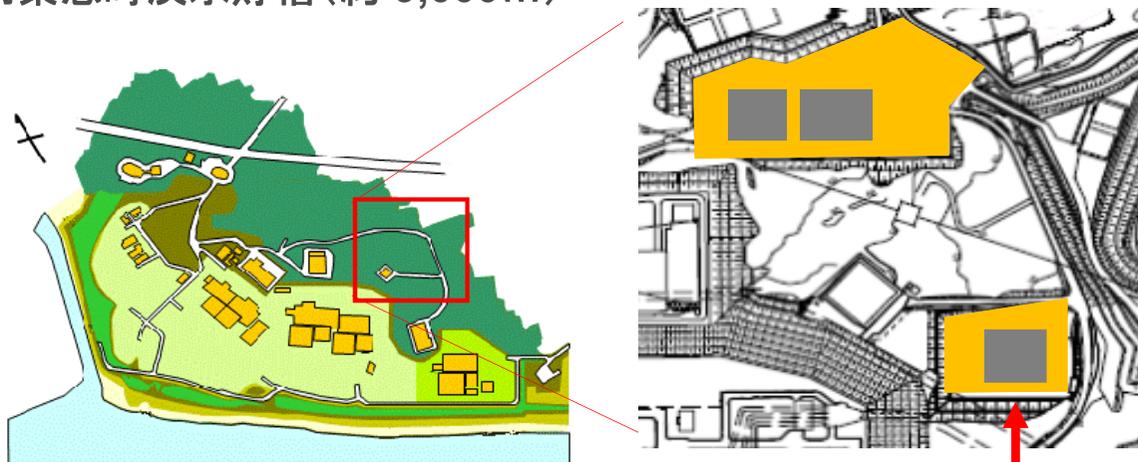


その他の関連機能に係る対策 (代替水源の確保(2/2))

最新の写真
に変更

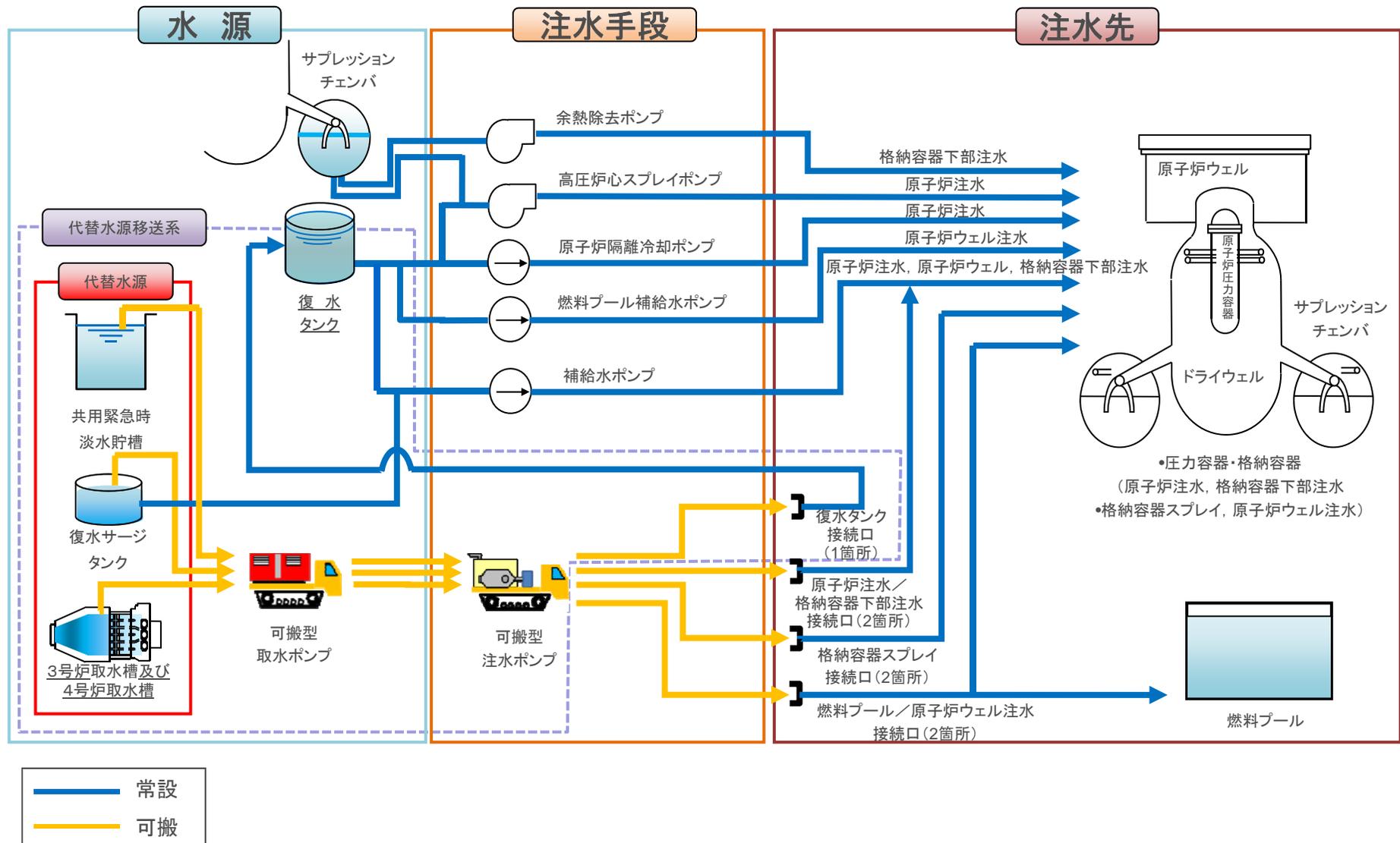


● 共用緊急時淡水貯槽(約 9,000m³)



その他の関連機能に係る対策 (代替水源を用いた注水手段(まとめ))

3号炉の設備
構成とした



その他の関連機能に係る対策 (電源の供給手段の確保(常設設備)(1/3))

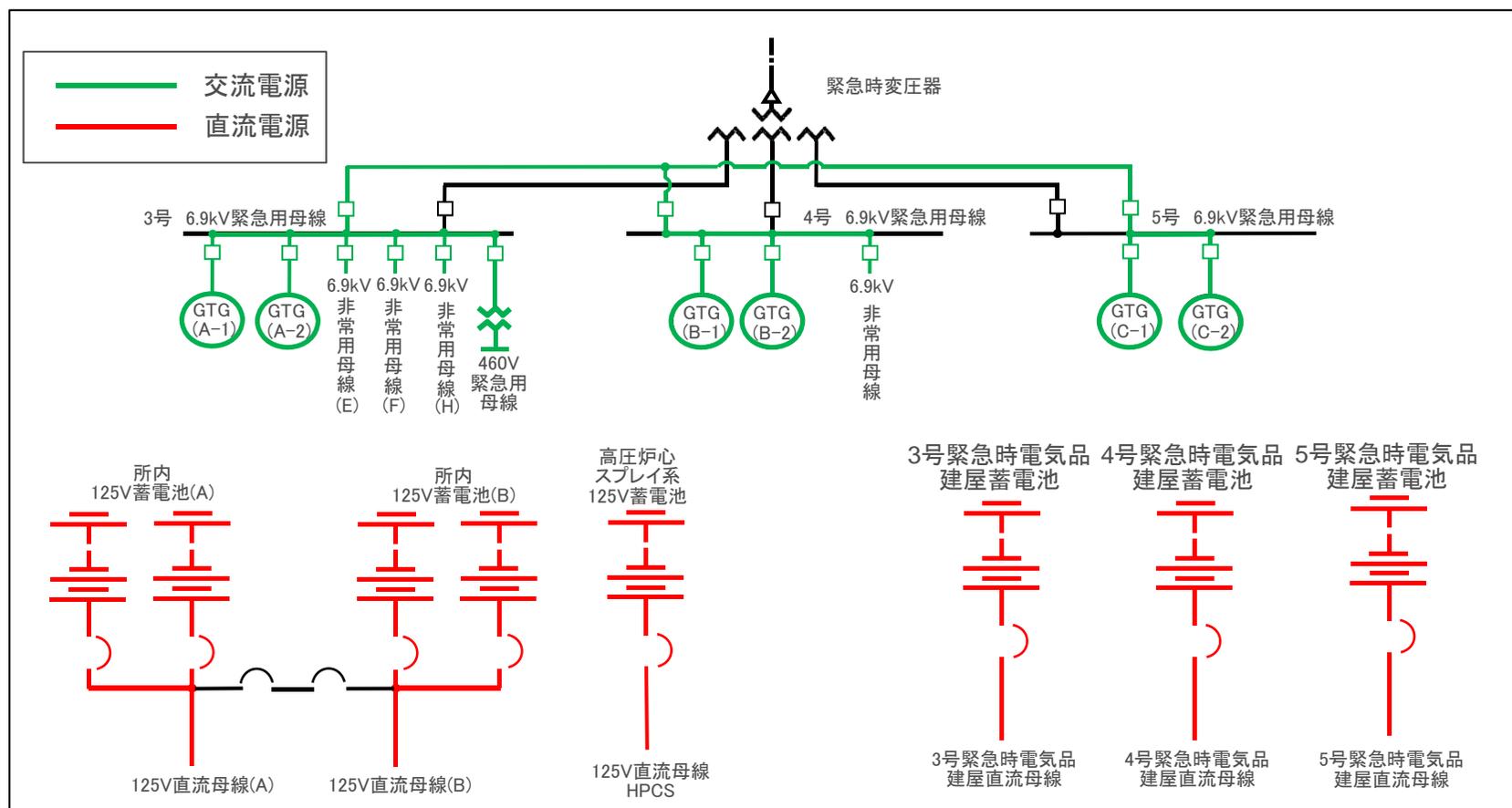
基準に合わせ、名称を号炉間電力融通回路とした



- 設計基準事故対処設備の電源が喪失したことにより重大事故等が発生した場合においても、炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損、燃料プール内の燃料及び運転停止中原子炉内の燃料の著しい損傷を防止するため、緊急時電源系(常設及び可搬型)を設置

【構成】 常設重大事故等対処設備

… 緊急時ガスタービン発電機, 直流電源設備, 号炉間電力融通回路及び所内電気設備

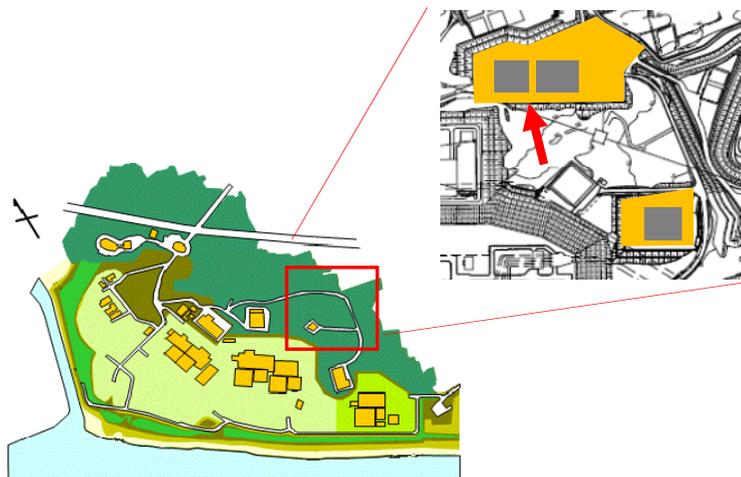


その他の関連機能に係る対策 (電源の供給手段の確保(常設設備)(2/3))

最新の写真
に変更



●緊急時ガスタービン発電機 (4,000kVA × 6台: 3,4号炉共用)



緊急時ガスタービン発電機建屋
(免震構造)



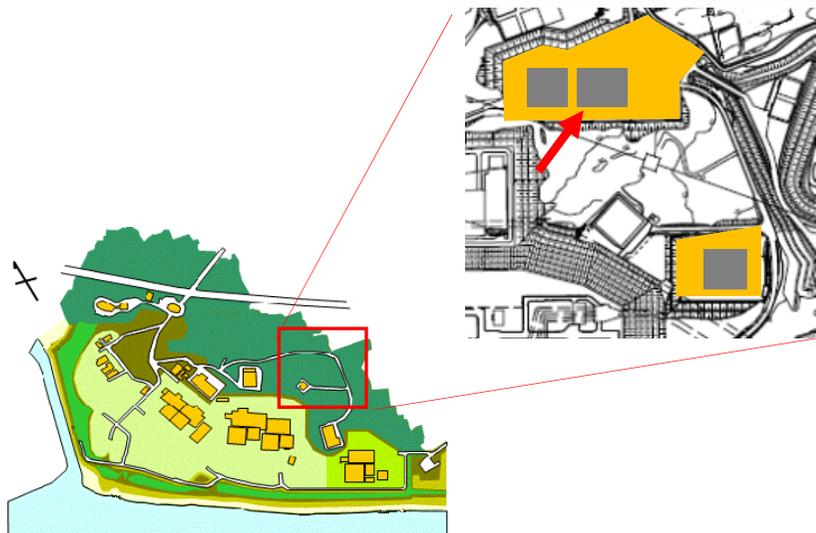
緊急時ガスタービン発電機



高台(T.P.+40m)

その他の関連機能に係る対策 (電源の供給手段の確保(常設設備)(3/3))

最新の写真
に変更



緊急時電気品建屋
(6.9kV電源盤設置: 3,4号炉共用)



高台 (T.P. +40m)

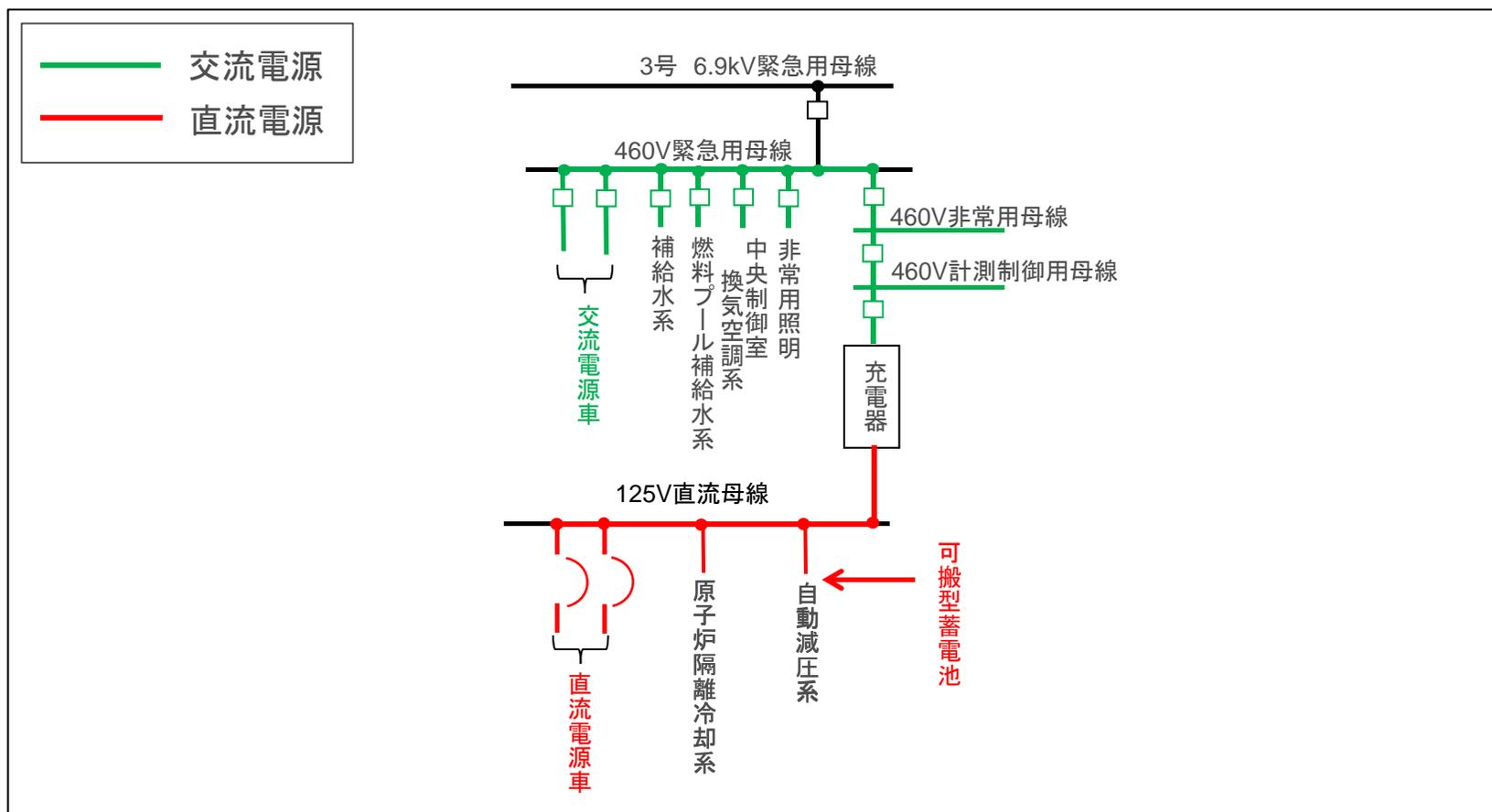
その他の関連機能に係る対策 (電源の供給手段の確保(可搬型設備))

3号炉の設備
構成とした



【構成】 可搬型重大事故等対処設備

…交流電源車, 直流電源車及び可搬型蓄電池



その他の関連機能に係る対策（中央制御室）

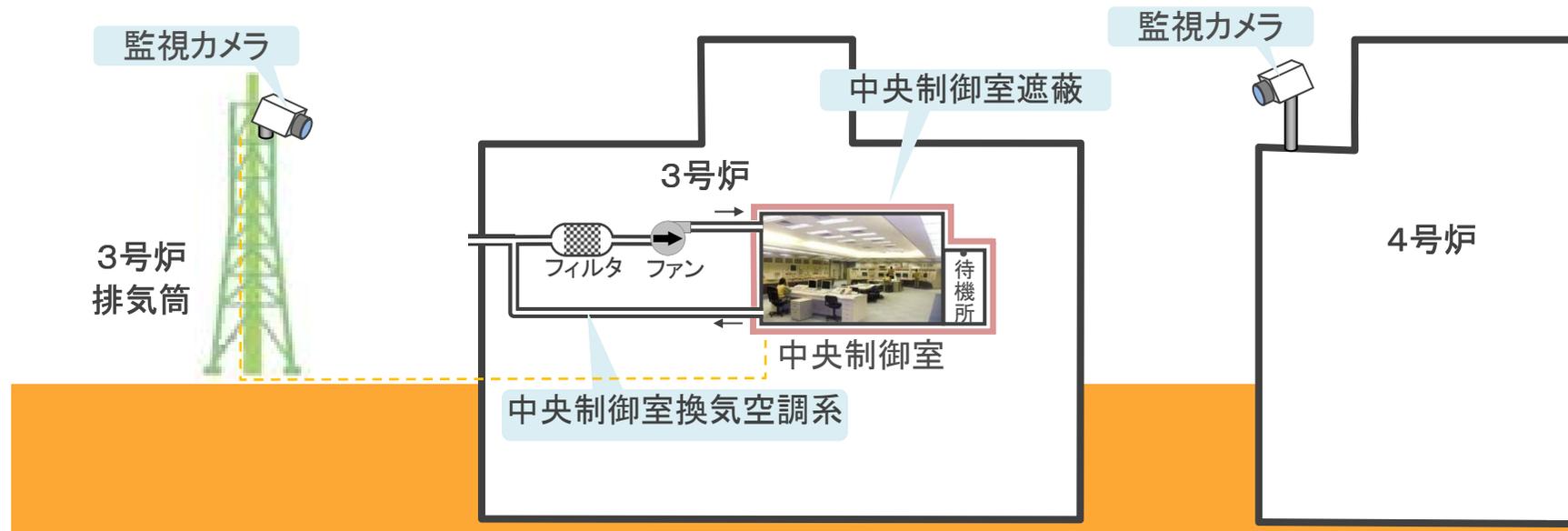
4号炉で記載していなかった3号炉排気筒監視カメラを追記

【屋外監視関係】

- 中央制御室から原子炉施設の外の状況を把握できるよう監視カメラを設置

【居住性確保】

- 重大事故が発生した場合においても、中央制御室に運転員がとどまって、必要な操作、措置がとれる対策を実施
 - 中央制御室用の電源(空調, 照明等)は, 緊急時ガスタービン発電機から給電可能
 - 格納容器破損防止対策の有効性評価において, 被ばくの観点から厳しい事象(大破断LOCA(圧力容器破損))においても, 運転員の実効線量が7日間で100mSvを超えない設計
 - ・適切な換気設計及び遮蔽設計に加え, 格納容器フィルタベント時(プルーム通過時)の待機所を設置
 - ・待機所では, 事故時の主要なパラメータが監視可能
 - 中央制御室への汚染の持ち込みを防止するため, モニタリング, 作業着の着替え等を行うための資機材配備及び手順整備



重大事故等に対処するための技術的能力(1/2)

体制

- 重大事故等が発生した場合は、本店及び発電所に対策本部を設置する
- 協力会社やプラントメーカーと支援に関する協定を締結し、協力会社、プラントメーカーを含め発電所の支援を行う体制を整備している
- 発電用原子炉主任技術者を原子炉毎に選任し、保安の監督上必要な指示・助言を行うこととしている

本店対策本部
(原子力施設事態即応センター)

国・県・市・町
オフサイトセンター
等関係機関

発電所対策本部

原子力防災管理者(発電所長)
副原子力防災管理者

情報戦略班

- ・設備状況等の把握
- ・原因分析及び対応操作検討
- ・放射線測定, 要員の被ばく管理
- ・環境モニタリング, 放出量評価

放射線管理班

復旧班

- ・応急復旧計画の策定
- ・復旧対策の実施
- ・県・市等関係機関との連絡調整
- ・報道対応の実施

地域・広報班

安否確認救護班

- ・救護医療活動
- ・被災者等の把握
- ・発電所員及び家族の状況確認
- ・退避誘導, 消防活動

支援・消防班

- ・食料, 資機材等の調達

警備班

- ・警備対策

オフサイトセンター派遣班

- ・合同対策協議会における緊急事態応急対策についての協力

体制変更(26年7月)の反映
東側保管場所の変更

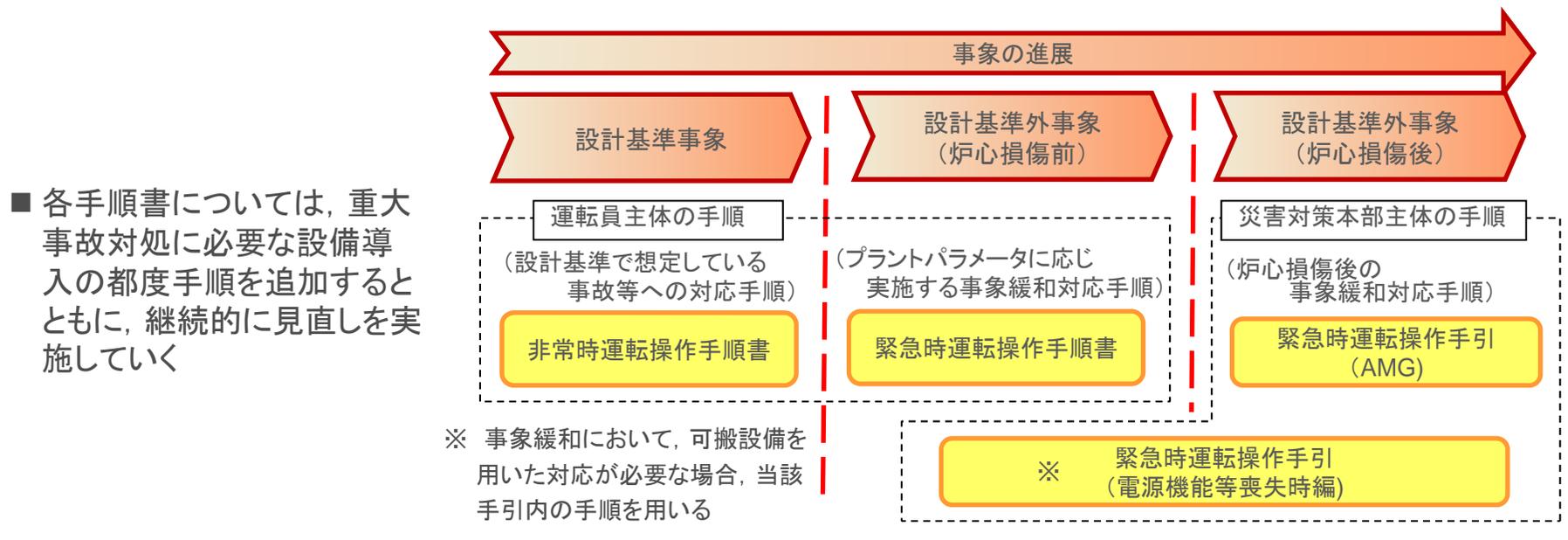


○ : 可搬型設備保管場所

重大事故等に対処するための技術的能力(2/2)

最新の写真
に変更

手順書の体系



教育・訓練

- 訓練により原子力防災組織が原子力災害発生時に有効に機能することを確認
- 訓練の実施にあたっては、計画・実施・評価・改善のプロセスを適切に実施



重大事故等対策の有効性評価（1／5）

3号炉の評価値に
変更



内部事象及び外部事象に対して、確率論的リスク評価(PRA)の知見を活用し、対象とすべき事故シーケンスグループ(出力運転時及び運転停止時)、格納容器破損モードを抽出



浜岡3号炉を対象に実施した各種PRAの知見から、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」で指定されるもの以外に、炉心損傷防止対策に係る事故シーケンスグループとして「津波浸水による全注水機能喪失」を新たに追加すべきものとして抽出

(各PRAにおけるプラント状態は 重大事故等対策を考慮しない)

< PRA実施範囲 >

・出力運転時内部事象レベル1	(炉心損傷頻度	3.4×10^{-6} / 炉年)
・出力運転時内部事象レベル1.5	(格納容器破損頻度	3.4×10^{-6} / 炉年)
・地震レベル1	(炉心損傷頻度	2.1×10^{-6} / 炉年)
・津波レベル1	(炉心損傷頻度	7.4×10^{-6} / 炉年)
・停止時レベル1	(炉心損傷頻度	3.7×10^{-6} / 定期検査)

● 抽出した事故シーケンスグループ、格納容器破損モードについて、評価事故シーケンスを選定し重大事故等対策の有効性評価を実施(以下の項目を参照)

- ・炉心損傷防止対策の有効性評価
- ・格納容器破損防止対策の有効性評価
- ・燃料プールにおける燃料損傷防止対策の有効性評価
- ・運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策の有効性評価



重大事故等対策に有効性があることを確認

重大事故等対策の有効性評価 (2/5)

4号炉と同じ
特徴と対策



■ PRA結果から得られるプラントの特徴

PRA	プラントの特徴(重大事故等対策未考慮)	主要な重大事故等対策
出力運転時 内部事象 レベル1	炉心損傷頻度は、崩壊熱除去機能喪失、全交流動力電源喪失の割合が大きい ⇒除熱手段(余熱除去系を用いた除熱)の喪失、サポート系である非常用交流電源喪失により炉心損傷に至るリスクが相対的に大きい	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急時ガスタービン発電機による電源供給 ・格納容器フィルタベント系による除熱
地震 レベル1	炉心損傷頻度は、全交流動力電源喪失の割合が大きい ⇒地震による外部電源の喪失後、原子炉スクラム、高圧炉心スプレイ系等による炉心注水に成功するが、非常用ディーゼル発電機の機能喪失に伴い除熱手段(余熱除去系を用いた除熱)が喪失し、その後、サブプレッションチェンバのプール水温上昇により高圧炉心スプレイ系が機能喪失する等により炉心損傷に至るリスクが相対的に大きい	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急時ガスタービン発電機による電源供給 ・格納容器フィルタベント系による除熱
津波 レベル1	炉心損傷頻度は、津波浸水による全注水機能喪失により直接炉心損傷に至る事象の割合が大きい ⇒設計基準を上回る津波が発生し、防波壁を越流した海水が原子炉建屋内に浸水した結果、全注水機能が喪失し炉心損傷に至ると想定※ また、敷地内浸水により屋外設備が損傷し、崩壊熱除去機能喪失に至るリスクがある ※炉心損傷リスクが有意なレベルであり、また内部事象とは重大事故等対策が異なることから、新たに追加すべき事故シーケンスグループとして抽出	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建屋内浸水防止対策による原子炉注水機能の確保 ・緊急時海水取水系による除熱
出力運転時 内部事象 レベル1.5	格納容器破損頻度は、格納容器過圧・過温破損の割合が大きい ⇒出力運転時内部事象レベル1PRAにおける崩壊熱除去機能喪失時に、炉心損傷に先行して格納容器が過圧破損するリスクに加え、炉心損傷後、熔融炉心の崩壊熱等により格納容器雰囲気過熱し、格納容器が過温破損するリスクが相対的に大きい	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉低圧代替注水系(補給水系)等による原子炉注水 ・格納容器下部注水系による熔融炉心冷却 ・格納容器代替スプレイ系及び原子炉ウェル注水系による格納容器冷却 ・格納容器フィルタベント系による除熱
停止時 レベル1	炉心損傷頻度は、全交流動力電源喪失の割合が大きい ⇒外部電源喪失時の非常用ディーゼル発電機の起動または運転継続失敗により炉心損傷に至るリスクが相対的に大きい	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急時ガスタービン発電機による電源供給 ・原子炉低圧代替注水系(補給水系)による原子炉注水

重大事故等対策の有効性評価(3/5)

4号炉との設備の違いにより、評価結果に4号炉と差異があるものがある。
使用計算コードを追加。



【炉心損傷防止対策】 評価対象事故シーケンス及び使用計算コード

事故シーケンスグループ		評価事故シーケンス	主な重大事故等対処設備等	評価結果の概要	使用計算コード
高圧・低圧注水機能喪失		全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉高圧代替注水系(HPCS+EHPCCW)* (※) 原子炉低圧代替注水系(補給水系)* 格納容器代替スプレイ系 格納容器フィルタベント系 	<ul style="list-style-type: none"> 燃料被覆管の最高温度が1,200℃以下 燃料被覆管の酸化量は、酸化反応が著しくなる前の被覆管厚さの15%以下 原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力の1.2倍の圧力を下回る 原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力が最高使用圧力又は限界圧力を下回る 原子炉格納容器バウンダリにかかる温度が最高使用温度又は限界温度を下回る 	SAFER CHASTE MAAP
高圧注水・減圧機能喪失		全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 原子炉減圧機能喪失	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉代替減圧機能(原子炉自動減圧インターロック)* 原子炉高圧代替注水系(HPCS+EHPCCW)* (※) 		SAFER MAAP
全交流動力電源喪失		外部電源喪失 + 非常用ディーゼル発電機 / 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機機能喪失	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉隔離冷却系 原子炉低圧代替注水系(補給水系) 格納容器代替スプレイ系 格納容器フィルタベント系* 緊急時海水取水系* 所内125V蓄電池 緊急時ガスタービン発電機 		SAFER MAAP
崩壊熱除去機能喪失	取水機能喪失時	外部電源喪失 + 原子炉機器冷却水系機能喪失(海水取水機能喪失)	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉隔離冷却系 原子炉高圧代替注水系(HPCS+EHPCCW) (※) 緊急時海水取水系 緊急時ガスタービン発電機 		SAFER MAAP
	余熱除去系故障時	外部電源喪失 + 余熱除去系機能喪失	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉隔離冷却系 原子炉高圧代替注水系(HPCS+EHPCCW) (※) 格納容器代替スプレイ系 格納容器フィルタベント系 		SAFER MAAP
原子炉停止機能喪失		主蒸気隔離弁誤閉止 + スクラム失敗	<ul style="list-style-type: none"> 代替制御棒挿入系* 再循環ポンptrip系 ほう酸水注入系* 		REDY SCAT
LOCA時注水機能喪失		小破断LOCA + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉高圧代替注水系(HPCS+EHPCCW)* (※) 原子炉低圧代替注水系(補給水系)* 格納容器代替スプレイ系 格納容器フィルタベント系 		SAFER MAAP
格納容器バイパス(インターフェイスシステムLOCA)		複数の隔離弁故障等に伴う余熱除去系からの漏えい + 隔離失敗	インターフェイスシステムLOCAIに対する手順等の整備		SAFER
津波浸水による全注水機能喪失		津波浸水による全注水機能喪失	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋等に対する浸水対策 緊急時海水取水系 		—

※: 高圧炉心スプレイ系(HPCS)については、高圧炉心スプレイ系機器冷却系の海水系の取水機能喪失、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の故障等により、その機能が喪失している場合には、緊急時ガスタービン発電機による給電を実施し、緊急時高圧炉心スプレイ系機器冷却系(EHPCCW)を用いて高圧炉心スプレイポンプを冷却することにより復旧する

*: いずれかの設備を用いた対策により対処可能

重大事故等対策の有効性評価(4/5)

4号炉と同等の評
価結果



【格納容器破損防止対策】 評価対象事故シーケンス及び使用計算コード

格納容器破損モード	評価事故シーケンス	主な重大事故等対処設備等	評価結果の概要	使用計算コード
雰囲気圧力・温度による 静的負荷 (格納容器過圧・過温破損)	大破断LOCA + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉低圧代替注水系(補給水系) ・格納容器代替スプレイ冷却系 ・原子炉ウェル注水系 ・格納容器下部注水系 ・格納容器フィルタベント系 ・緊急時ガスタービン発電機 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉格納容器圧力バウンダリに係る圧力及び雰囲気温度は、限界圧力及び限界温度を概ね下回る ・Cs-137の総放出量は100TBqを十分下回る 	MAAP
	全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失(※)			
	大破断LOCA + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失(※)			
高圧溶融物放出/ 格納容器雰囲気直接加熱	全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 原子炉減圧機能喪失(※)	・主蒸気逃がし安全弁による原子炉減圧	原子炉圧力容器破損までに 原子炉冷却材圧力は 2.0MPa以下に低減される	MAAP
原子炉圧力容器外の溶融 燃料-冷却材相互作用	全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失(※)	—	溶融炉心が原子炉格納容 器下部へ落下する際の圧 力上昇は、原子炉格納容 器の健全性に影響を与えない	MAAP
水素燃焼	全給水喪失 + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失	・原子炉格納容器の不活性化	酸素濃度(ドライ条件)は5% 以下であり、水素の爆轟に 至ることはない	MAAP
格納容器直接接触 (シェルアタック)	(原子炉圧力容器から落下した溶融炉心が原子炉格納容器バウンダリに直接接触することはない構造)			—
溶融炉心・コンクリート 相互作用	大破断LOCA + 高圧注水機能喪失 + 低圧注水機能喪失(※)	・格納容器下部注水系	溶融炉心によるコンクリート の侵食は抑制され、格納容 器の構造部材の支持機能 は喪失しない	MAAP

※原子炉圧力容器破損に至る事象を想定するため、重大事故等対策である原子炉低圧代替注水系(補給水系)等の注水を実施しない

重大事故等対策の有効性評価(5/5)

4号炉と同等の評
価結果



【燃料プールにおける燃料損傷防止対策】 評価対象事故シーケンス

想定事故	評価事故シーケンス	主な重大事故等対処設備等	評価結果の概要	使用計算コード
想定事故1	燃料プールの冷却機能及び注水機能の喪失	・燃料プール代替注水系	燃料は露出することなく冷却可能	—
想定事故2	サイフォン現象(燃料プール冷却浄化系配管全周破断)による漏えい + 燃料プールの冷却機能及び注水機能の喪失	・燃料プール代替注水系 ・サイフォンブレーカ		—

【運転停止中原子炉における燃料損傷防止対策】 評価対象事故シーケンス及び使用計算コード

事故シーケンスグループ	評価事故シーケンス	主な重大事故等対処設備等	評価結果の概要	使用計算コード
崩壊熱除去機能喪失	運転中余熱除去系機能喪失	・原子炉低圧代替注水系(補給水系) ・待機中余熱除去系	燃料は露出することなく冷却可能	—
全交流動力電源喪失	全交流動力電源喪失 + 原子炉機器冷却水系機能喪失	・原子炉低圧代替注水系(補給水系) ・緊急時海水取水系 ・緊急時ガスタービン発電機		—
原子炉冷却材の流出	余熱除去系ミニマムフロー弁の閉失敗に伴う原子炉冷却材の流出	・原子炉低圧代替注水系(補給水系)		—
反応度の誤投入	制御棒の誤引抜	—	・燃料の健全性に影響を与えない一時的かつ僅かな出力上昇を伴う臨界であり、スクラム後は未臨界が確保される ・燃料は露出することなく冷却可能	APEX SCAT