

①発電所で防護対策を講じる対象とする津波の評価におけるPRA手法の活用について

【説明概要】

防潮堤耐力や敷地内浸水時の影響範囲から設定した津波区分ごとの炉心損傷頻度を評価した上で、防潮堤高さを超える津波が襲来した場合の対策を実施している。(対策の詳細は②・③参照)

②多重防護の観点での津波対策について

(外郭防護・内郭防護, 津波発生年の超過確率, 敷地に遡上する津波に係る想定及び対策等を含む)

【説明概要】

基準津波に対しては、敷地内への流入を防ぐために防潮堤(高さT.P.+20m)の設置等の対策を講じる。また、不確かさへの備えとして防潮堤高さを超える津波の発生を想定し、敷地内への浸水を前提に原子炉建屋・重大事故対処設備の水密対策等を実施する。

③防潮堤を越えて敷地に遡上する津波襲来時の具体的な対応について

【説明概要】

敷地に遡上する津波に対しては、津波PRA結果を踏まえ、津波区分ごとに以下の対策を実施する。

(1)防潮堤前面の津波高さ:T.P.+20m~24m

原子炉建屋の外壁や重大事故等対処設備等に水密対策を施すことにより、常設及び可搬型の重大事故対処設備を活用して原子炉等の冷却を可能とする手順・設備・体制を整備

(2)防潮堤前面の津波高さ:T.P.+24m超

高所に配置した可搬型設備を活用した大規模損壊発生時の手順・設備・体制を整備

④防潮堤を越えて敷地に遡上する津波等に対する電源の防護対策等について(溢水対策を含む)

【説明概要】

③の対策の一貫として、常設代替電源設備・可搬型代替電源設備は敷地に遡上する津波が到達しない箇所に設置又は保管する等、電源設備は位置的分散や多様性を図った設計とすることにより、共通要因故障の防止を図っている。

① 津波PRAについて(1/2)



➤ 防潮堤高さを超える津波が襲来した場合の対策を検討するために津波PRA手法を活用する

・津波PRAの条件について

- ・設計基準事故対処設備による対応を基本とし、これまでに整備したAM策、緊急安全対策(水密化を含む)及び重大事故等対処設備は考慮しない(防潮堤は考慮、敷地遡上津波への対応は考慮しない)
- ・防潮堤耐力・敷地内浸水時の影響範囲を踏まえ津波区分を設定 (下図参考)

- ① T.P.+20m(防潮堤前面)未満の津波は、敷地内に浸水しないため、津波PRAの対象外
- ② T.P.+24mまでの津波に対して、敷地内浸水時の影響範囲を考慮して津波区分を設定
- ③ T.P.+24mを超える津波に対して、必ず防潮堤が損傷すると仮定
(T.P.+24mまでの津波で防潮堤の止水機能が保持されることを確認している)

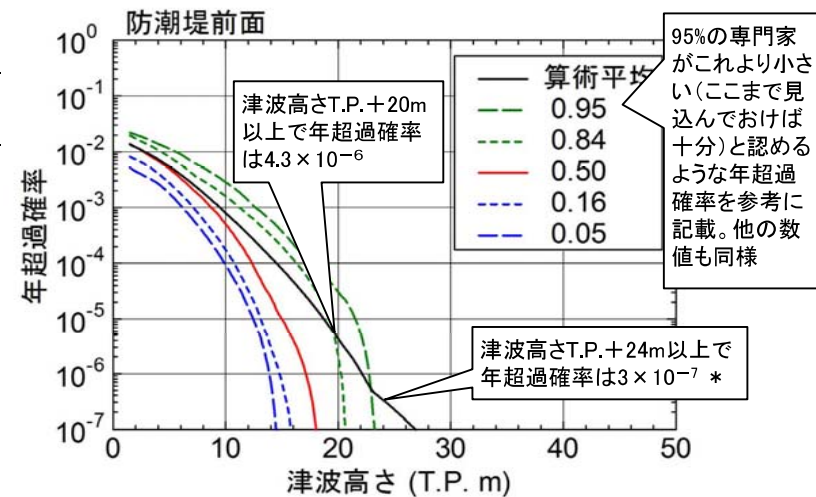
- 津波区分1: T.P.+20m~+22m*
- 津波区分2: T.P.+22m*~+24m
- 津波区分3: T.P.+24m~

※防潮堤を越流した津波がT.P.+8mの原子炉建屋に到達するかどうかで②を分割

津波 (津波高さ)	防潮堤損傷 (T.P.+24m~)	原子炉建屋内浸水 (T.P.+22m~+24m)	最終ヒートシンク喪失 (T.P.+20m~+22m)	発生する起因事象
			発生なし	①
		発生なし	発生	最終ヒートシンク喪失 (T.P.+22m~+24m)
	発生なし	発生		原子炉建屋内浸水による 複数の緩和機能喪失* (最終ヒートシンク喪失) (T.P.+22m~+24m)
	発生			防潮堤損傷* (T.P.+24m~)

※炉心損傷直結のためイベントツリーは展開しない。

津波PRAにおける階層イベントツリー



評価に用いる平均津波ハザード曲線

* 算術平均は全データの重みつき平均であり、少数でも極端に大きな超過確率を示すデータがあると、平均の超過確率を大きく引き上げ、0.95等の割合が高い値を超える場合がある。

① 津波PRAについて(2/2)



▶ 津波PRAの結果を踏まえ、津波区分ごとの津波防護対策を実施(対策は②・③参照)

- ・T.P.+20m～+24m(津波区分1, 津波区分2):全炉心損傷頻度に占める割合が有意
- ・T.P.+24m～(津波区分3):全炉心損傷頻度に占める割合が1%未満と小さい

PRAの結果概要

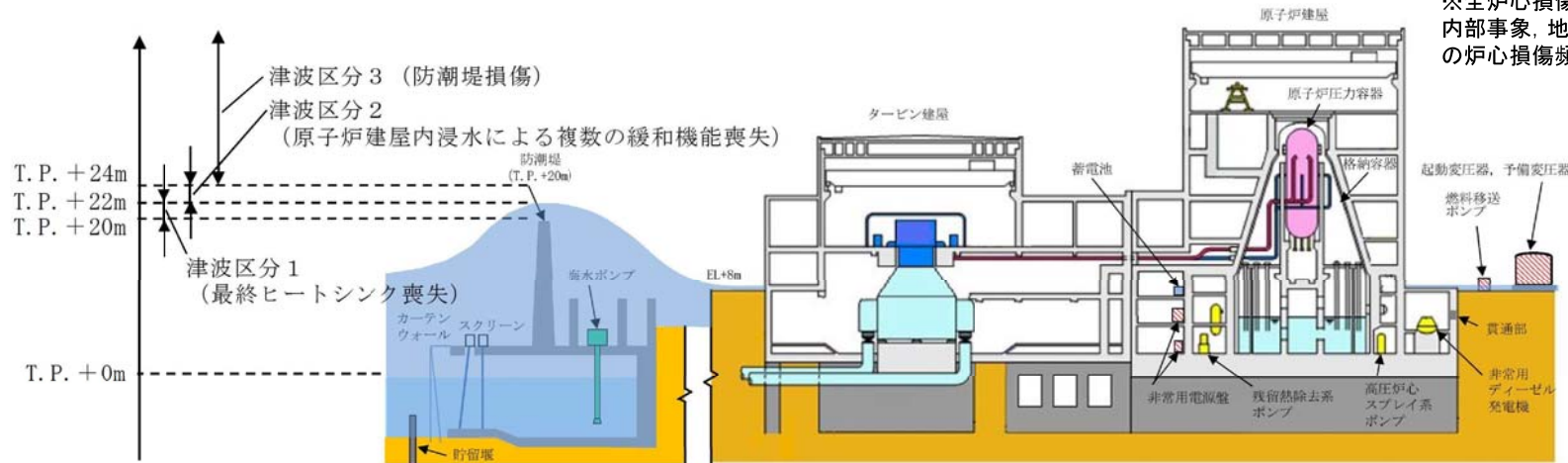
内部事象	炉心損傷頻度 (／年)			全炉心損傷頻度
	地震	津波		
6.1E-05	1.0E-05	4.3E-06	7.5E-05	

津波区分	津波高さ	津波による影響を受ける建屋・機器	起回事象
津波区分1	T. P. +20m～T. P. +22m	・ 非常用海水ポンプ機能喪失	・ 最終ヒートシンク喪失
津波区分2	T. P. +22m～T. P. +24m	・ 非常用海水ポンプ機能喪失 ・ 起動変圧器, 予備変圧器機能喪失 ・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失	・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失
津波区分3	T. P. +24m～	・ 非常用海水ポンプ機能喪失 ・ 起動変圧器, 予備変圧器機能喪失 ・ 原子炉建屋内浸水による複数の緩和機能喪失 ・ 防潮堤損傷	・ 防潮堤損傷

炉心損傷頻度
約 4×10^{-6} ／年
(全炉心損傷頻度※
の約5.3%)

炉心損傷頻度
約 3×10^{-7} ／年
(全炉心損傷頻度※
の約0.4%)

※全炉心損傷頻度とは、内部事象、地震及び津波の炉心損傷頻度の合計



プラントの設備配置の概略図(津波浸水イメージ)

* 本評価では重大事故等対処設備がない前提で評価している。

②・③多重防護の観点での津波対策



➤ 敷地に遡上する津波の襲来も想定した上で以下のとおり多重的な津波対策を実施する

1. 基準津波(防潮堤前面の津波高さ:T.P.+17.1m)

決定論的考え方に基づき、発電所の供用期間中に発電所の安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがある津波(基準津波)を敷地内に流入させない対策を図ることで発電所の安全施設の機能を維持する

2. 敷地に遡上する津波(基準津波を超える規模の津波)

(1)防潮堤を越流し、浸水が発生する規模の津波(防潮堤の健全性は維持)

(防潮堤前面の津波高さ:T.P.+20m~24m)

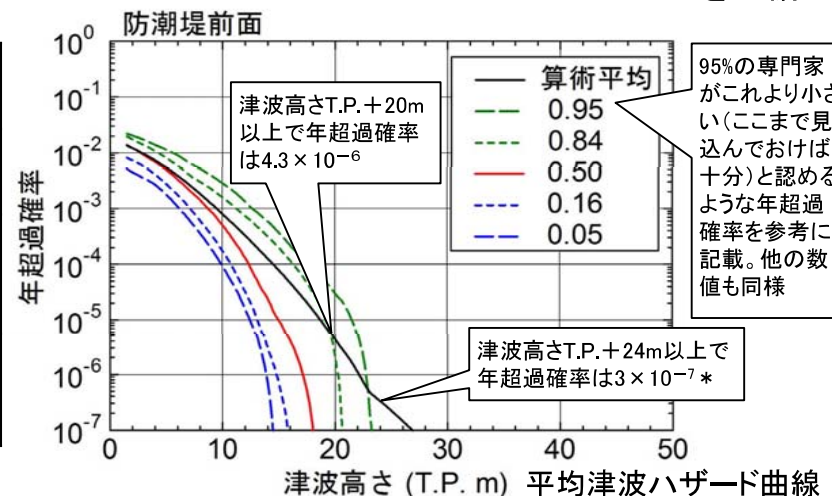
全炉心損傷頻度への寄与が比較的大きいこと、津波による影響の程度が特定できることを考慮し、原子炉建屋の外壁や重大事故等対処設備等に水密対策を施すことにより、常設及び可搬型の重大事故対処設備を活用して原子炉等の冷却を可能とする手順・設備・体制を整備

(2)防潮堤が損傷する可能性のある津波高さ(防潮堤前面の津波高さ:T.P.+24m~)

防潮堤が損傷する規模の津波が発生する可能性は低いものの、そのような津波が発電所に襲来することも想定し、防潮堤損傷を前提として、高所に配置した可搬型設備を活用した大規模損壊発生時の手順・設備・体制を整備

	津波高さ	津波PRA結果※ (炉心損傷頻度)	対策
1.	~T.P.+20m	津波PRAの 対象外	敷地内に浸水しないための対策を実施
2. (1)	T.P.+20m ~24m	4×10^{-6} /年	敷地内に浸水することを前提に、原子炉建屋・重大事故対処設備の水密対策等を実施
2. (2)	T.P.+24m~	3×10^{-7} /年	防潮堤損傷を前提に大規模損壊の対応

※ 防潮堤以外の津波防護対策を考慮しない評価結果のため、敷地に遡上した場合には必ず炉心損傷に至ると評価 (炉心損傷頻度=年超過確率)



* 算術平均は全データの重みつき平均であり、少数でも極端に大きな超過確率を示すデータがあると、平均の超過確率を大きく引き上げ、0.95等の割合が高い値を超える場合がある。

②・③多重防護の観点での津波対策(基準津波に対する対策)



第10回ワーキングチーム
資料2-2再掲

基準津波に対する発電所の安全施設の防護方針と適合方策

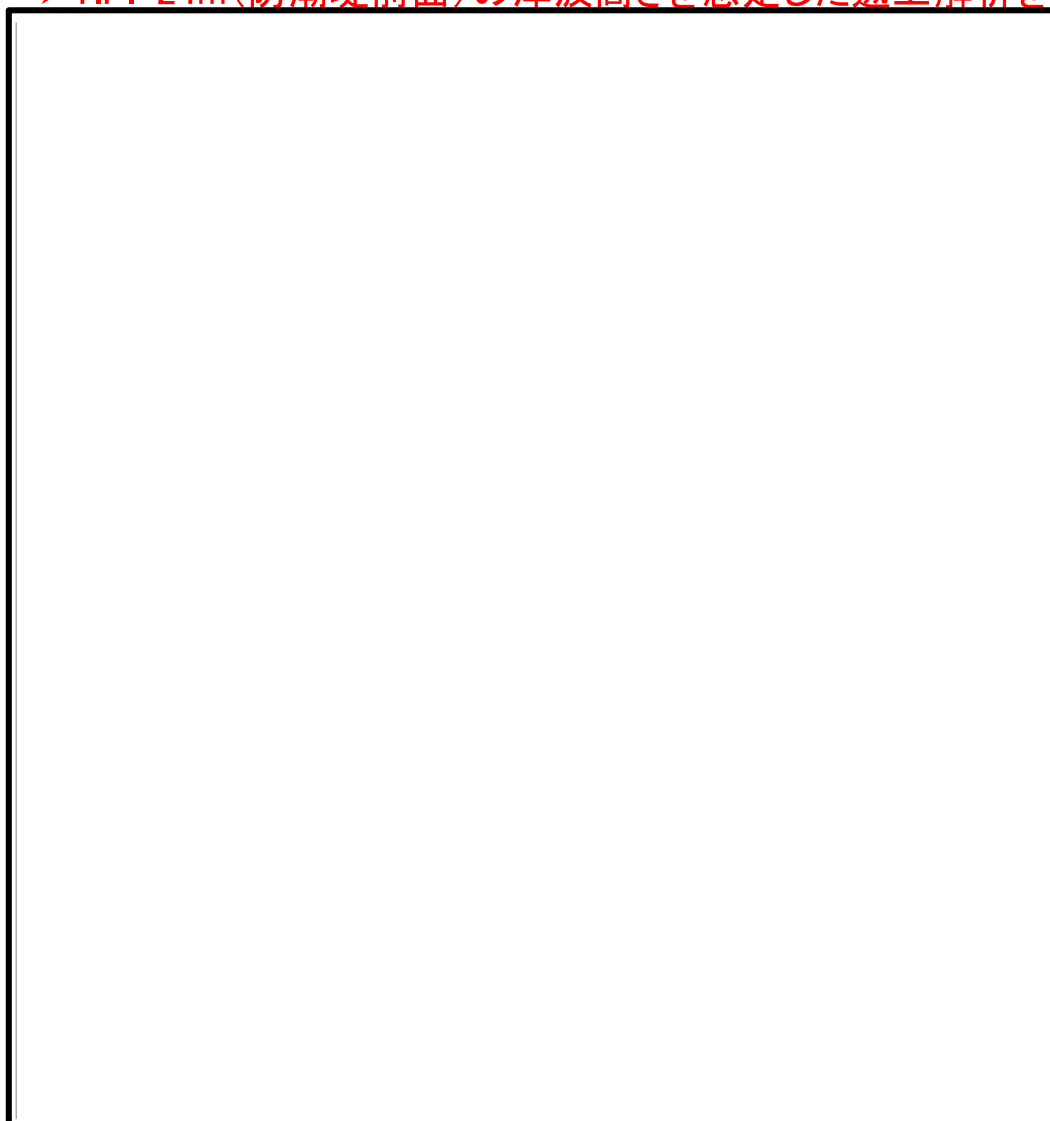
安全施設の防護方針		防護方針への適合方策※
①	敷地への流入防止 【外郭防護1】	Sクラスに属する施設の設置された敷地に基準津波による遡上波を地上部から到達、流入させないこと。 また、取水路及び放水路等の経路から流入させないこと。 基準津波による遡上波が敷地に到達、流入することを防止するため、敷地を取り囲む形で防潮堤を設置する。 また、取水路、放水路等の経路からの津波の流入を防止するため、以下の対策を講じる。 ・放水路に放水路ゲートの設置 ・取水路や放水路ゲート回りの開口部、SA用海水ピットの開口部等への浸水防止蓋の設置 ・非常用海水ポンプのグランド dren 排出口等への逆止弁の設置 ・構内排水路への逆流防止設備の設置 ・その他、貫通部止水処置等
②	漏水による安全機能への影響 【外郭防護2】	取水・放水施設及び地下部等において、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止すること。 海水ポンプ室を浸水想定範囲に設定し、浸水の可能性のある経路に対して浸水防止対策を講じることにより防水区画化する。また、浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認する。
③	津波防護の多重化 【内郭防護】	上記のほか、Sクラスに属する設備は、 <u>浸水防護をすることにより津波による影響から隔離すること。</u> 津波から防護する設備を内包する建屋及び区画に対して、地震による溢水影響も考慮した上で、 <u>浸水対策(原子炉建屋地下部の貫通部止水処置等)を実施する。</u>
④	水位低下による安全機能への影響防止	水位変動に伴う <u>取水性低下による重要な安全機能への影響を防止すること。</u> 引き波による取水ピットの水位低下に対して、非常用海水ポンプの取水性を保持するため、 <u>取水口前面に貯留堰を設置する。</u>
⑤	津波監視設備の設置	津波の襲来状況を監視するために <u>津波監視設備を設置すること。</u> 津波の襲来状況を監視するため、原子炉建屋屋上T.P.+64m、防潮堤上部T.P.+18m及びT.P.+20mに <u>津波・構内監視カメラ</u> 、取水ピットに <u>取水ピット水位計</u> 、取水路に <u>潮位計</u> を設置する。

※:重大事故等対処施設に対しても、設計基準対象施設に対する要求事項に準じて、同様の適合方策を実施する。

②・③多重防護の観点での津波対策(敷地に遡上する津波[T.P.+20m~24m])

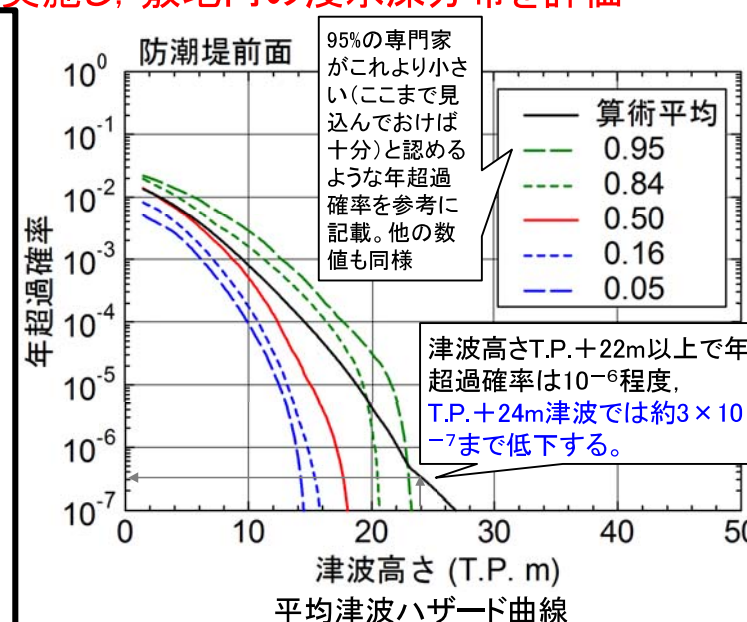


➤T.P.+24m(防潮堤前面)の津波高さを想定した遡上解析を実施し、敷地内の浸水深分布を評価

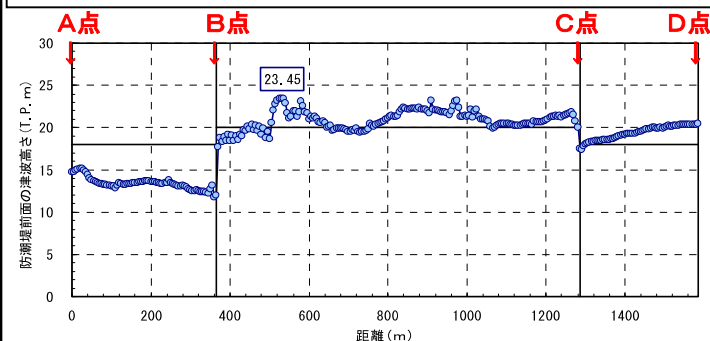


敷地に遡上する津波による敷地の最大浸水深分布

論点No.43,44,45,48-7



基準津波を超え敷地に遡上する津波の高さとしては、年超過確率が十分小さくなるT.P.+24m(防潮堤前面)までの津波高さを想定し、津波遡上解析を実施した。



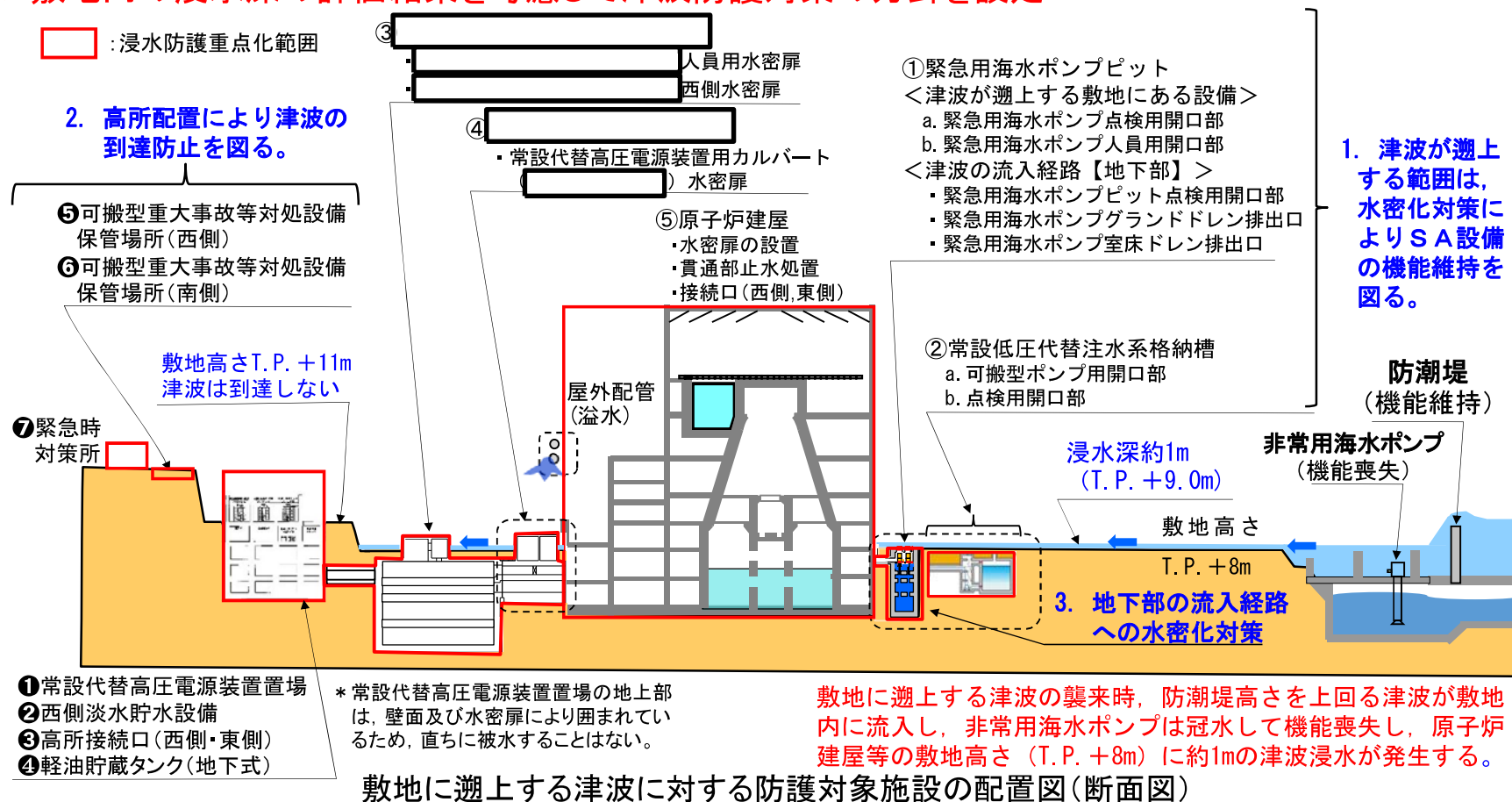
防潮堤前面における敷地遡上津波の高さ

※T.P.+24mの津波は、基準津波の波源モデルの全すべり域のすべり量を調整することにより発生させている。津波高さ(T.P.+24m)は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の防潮堤前面の最高水位(駆け上がり高さ)を示す。

②・③多重防護の観点での津波対策(敷地に遡上する津波[T.P.+20m~24m])



➤敷地内の浸水深の評価結果を考慮して津波防護対策の方針を設定



敷地に遡上する津波に対する防護対象施設の配置図(断面図)

【敷地に遡上する津波の到達範囲に応じて防護対象施設の防護方策を策定】

配置区分	高さ	対策方針	対象設備
1. 津波が遡上する敷地にある設備	T.P.+8m	浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉の設置等	図の①~⑤
2. 遡上する津波より高所にある設備	T.P.+11m~	高所配置による津波の到達防止	図の①~⑦
3. 津波の流入経路【地下部】	T.P.+8m以下	浸水防止蓋, 逆止弁の設置等	図の①【地下部】

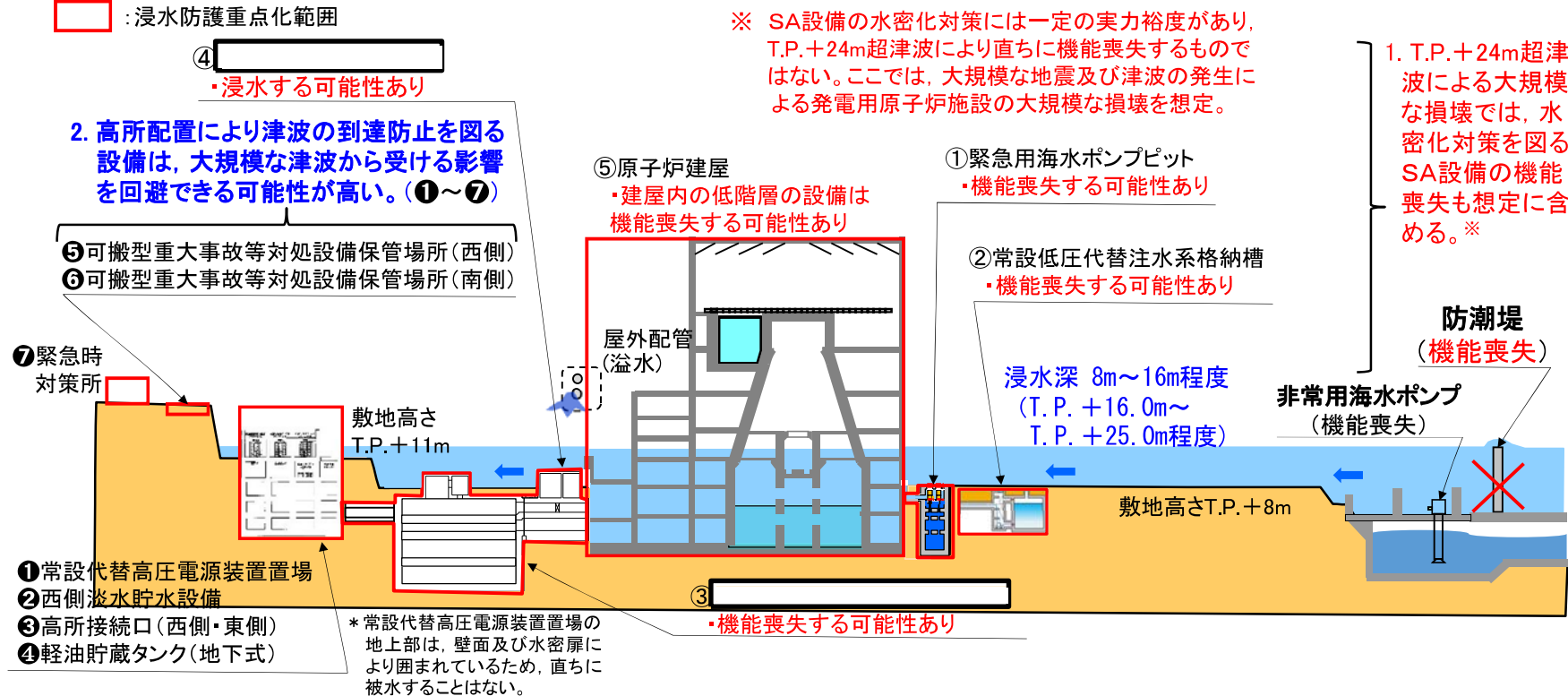
②・③多重防護の観点での津波対策(敷地に遡上する津波[T.P.+24m超])



▶ T.P.+24m超津波による発電用原子炉施設の大規模な損壊に対しても、対応のために必要な手順や体制等を整備

- ✓ 防潮堤損傷を前提とした大規模損壊発生時の手順・設備・体制を整備
- ✓ 放水砲を用いた原子炉建屋への放水及び原子炉建屋外側ブローアウトパネル開口部から使用済燃料プールへの注水並びに可搬型計測器を用いた現場でのパラメータ監視等, 可搬型重大事故等対処設備を用いた多様性・柔軟性を有する手順書を整備
- ✓ 可搬型重大事故等対処設備は, T.P.+24m超津波による浸水の被害を受けないよう高台に保管
- ✓ 初動の事故対応を行う39名の要員は, 発電所構内に分散して待機させ, 同時に全ての要員が被災することがない体制を整備
(要員の中に被災者が発生した場合でも, 代替りの要員が到着するまでの間, 継続して事故対応が行えるよう体制を整備)

□ : 浸水防護重点化範囲



※ SA設備の水密化対策には一定の実力裕度があり, T.P.+24m超津波により直ちに機能喪失するものではない。ここでは, 大規模な地震及び津波の発生による発電用原子炉施設の大規模な損壊を想定。

1. T.P.+24m超津波による大規模な損壊では, 水密化対策を図るSA設備の機能喪失も想定に含める。*

津波区分3のT.P.+24m超津波による発電用原子炉施設の大規模な損壊に対する対応例
論点No.43,44,45,48-9

②・③多重防護の観点での津波対策(敷地に遡上する津波[T.P.+24m超])



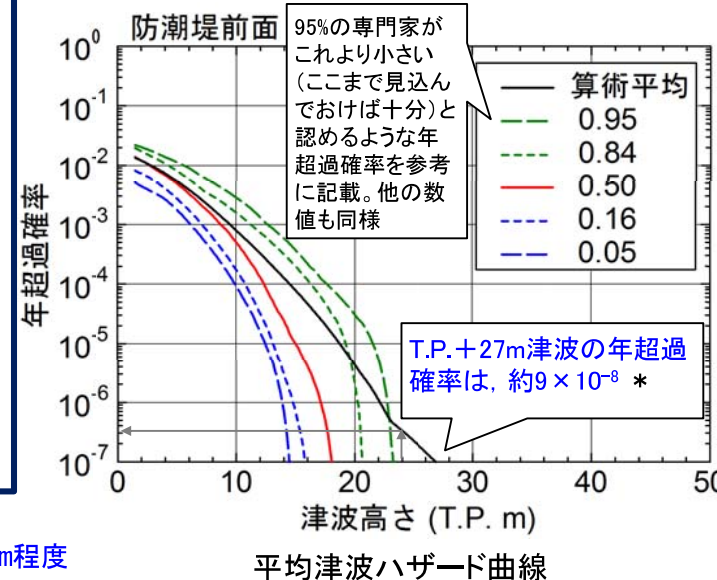
防潮堤が損傷する津波を想定したケーススタディ
(防潮堤なし, T.P.+27m津波※を想定)

浸水深
8m~16m程度

防潮堤損傷時における敷地内への浸水状況の一例について確認するためのケーススタディを実施
(津波高さT.P.+27mを想定)

防潮堤が損傷した場合でも, 津波の浸水抑制効果については, ある程度期待できると考えられるが, 保守的に防潮堤はないと仮定

本ケースにおいても可搬型重大事故等対処設備の保管場所は浸水しないため津波静定後には設備の活用が可能



※T.P.+27mの津波は、基準津波の波源モデルの全すべり域のすべり量を調整することにより発生させている。津波高さ(T.P.+27m)は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の防潮堤前面の最高水位(駆け上がり高さ)を示す。

* 算術平均は全データの重みつき平均であり、少数でも極端に大きな超過確率を示すデータがあると、平均の超過確率を大きく引き上げ、0.95等の割合が高い値を超える場合がある。

論点No.43,44,45,48-10

④電源設備の設置場所・位置的分散及び多様性



- 常設代替電源設備・可搬型代替電源設備は敷地に遡上する津波が到達しない箇所に設置又は保管する等、**電源設備は位置的分散や多様性を図った設計とすることにより、共通要因故障の防止を図っている。**

用途	設備名称	位置的分散				多様性
		種別	設置場所※	設置高さ	敷地に遡上する津波に対する防護方策	電源の冷却方式
交流	非常用ディーゼル発電機 (HPCS系含む)	常設	⑤ (付属棟)	T.P.+0.7m	水密化対策	水冷 <small>(非常用海水ポンプ冠水により機能喪失)</small>
	常設代替高圧電源装置	常設	①	T.P.+11m	高所配置	空冷
交流／ 直流	可搬型代替低圧電源車	可搬型	⑤⑥	T.P.約+23m T.P.約+25m	高所配置	空冷
直流	125V系蓄電池2A系	常設	⑤ (付属棟)	T.P.+10.5m	水密化対策	—
	125V系蓄電池2B系			T.P.+8.2m	水密化対策	—
	125V系蓄電池HPCS系			T.P.+10.5m	水密化対策	—
	緊急用125V系蓄電池	常設	⑤ (廃棄物処理棟)	T.P.+8.2m T.P.+10.5m	水密化対策	—
	可搬型整流器	可搬型	⑤⑥	T.P.約+23m T.P.約+25m	高所配置	空冷

※数字は8, 9ページの図に対応

■ : 設計基準事故等対処設備／重大事故等対処設備
 ■ : 重大事故等対処設備

敷地に遡上する津波に対する対応方針

- 敷地に遡上する津波の襲来時は、敷地内への浸水により屋外作業が制限されることを踏まえ、重大事故等対処設備の対応方針について以下のとおりとする。

- ✓ ①津波防護を考慮した常設設備による対応を基本とする。

屋外作業を要せずに最終ヒートシンクへ熱を輸送するための常設設備として、緊急用海水系を設置し、これらの設備を敷地に遡上する津波に対して防護する。

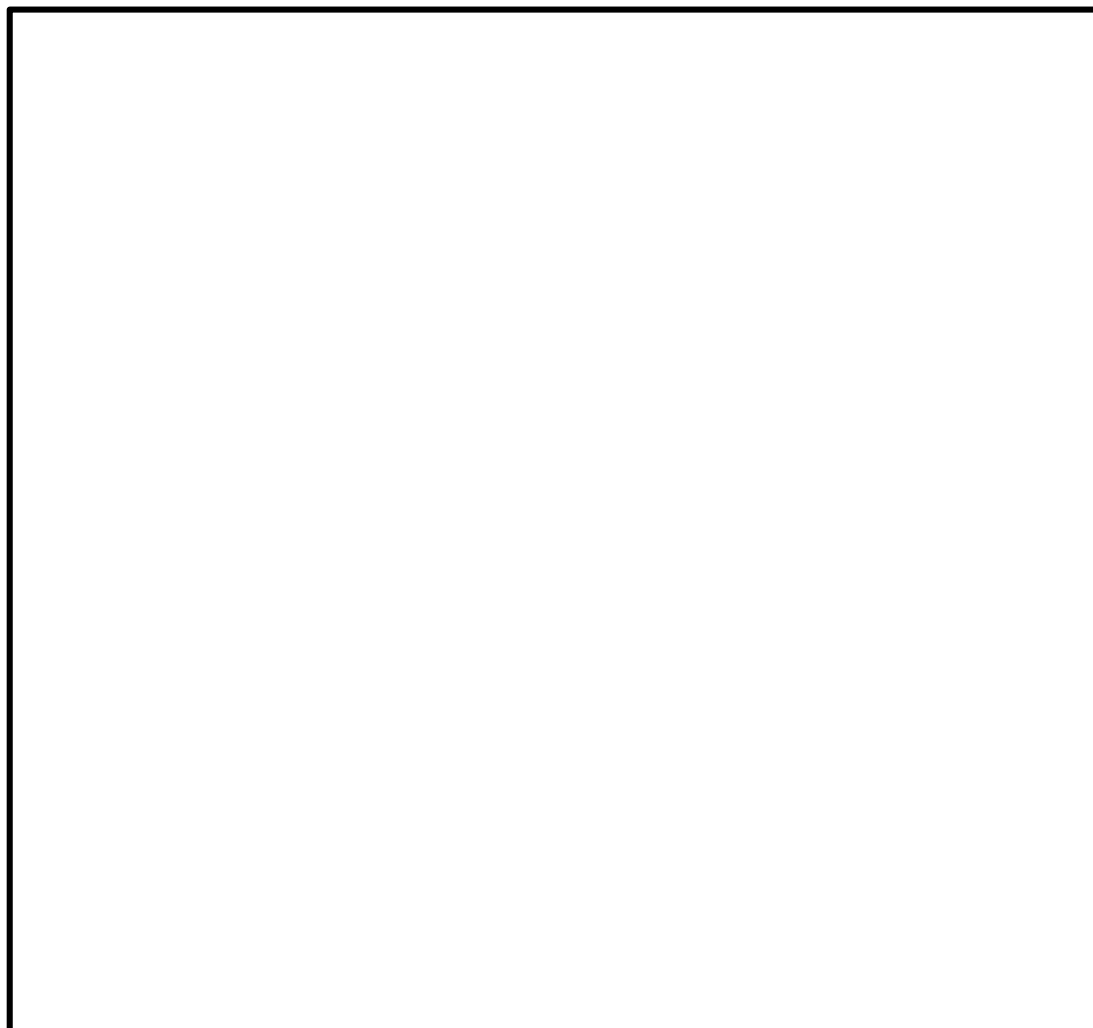
- ✓ ②可搬型重大事故等対処設備による対応も可能とする。

不測の事態により、上記の常設設備が一定期間は使用できない場合も想定し、可搬型設備による対応を確実にするため、津波の影響がない高所に注水用の接続口及び水源を設置する。

- * 漂流物の考慮: 敷地に遡上する津波では、敷地内に津波が流入することから(原子炉建屋付近の浸水深さ1m)、敷地内の漂流物として、車両(1.5t)を遡上範囲の重大事故等対処施設に対する衝突荷重において考慮する。

①津波防護を考慮した常設設備による対応

緊急用海水系の配置による対応



<配置場所>

原子炉建屋東側

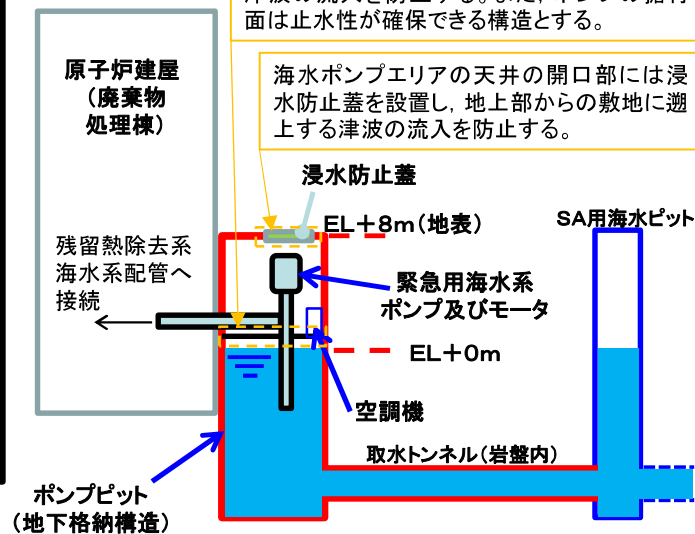
- ・ポンプピット(緊急用海水系ポンプを含む)を建屋近傍に設置
- ・ポンプピットは、SA用海水ピットと取水トンネル(岩盤内設置)により接続し、海水を供給

<ポンプピット構造>

- ・地下格納槽構造とし、敷地に遡上する津波漂流物等から防護
- ・ポンプ排熱のため、海水ポンプエリアに空調機を設置
- ・海水ポンプ室への津波の流入を防止するため、流入経路に対して浸水防護対策を実施

海水ポンプエリアの床の開口部には、浸水防止蓋及び逆止弁を設置し、ポンプピットからの津波の流入を防止する。また、ポンプの据付面は止水性が確保できる構造とする。

海水ポンプエリアの天井の開口部には浸水防止蓋を設置し、地上部からの敷地に遡上する津波の流入を防止する。



論点No.43,44,45,48-13



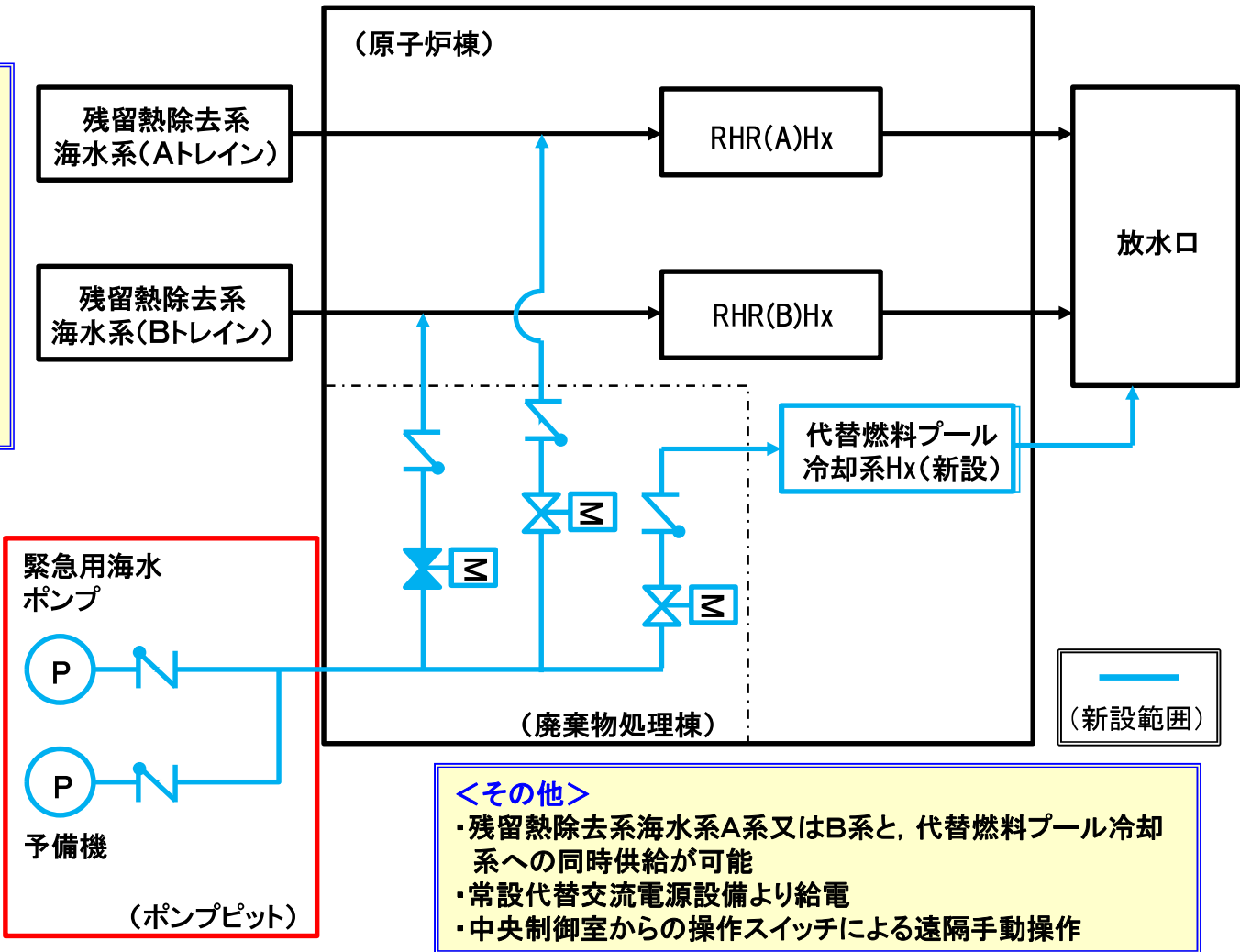
①津波防護を考慮した常設設備による対応

緊急用海水系の系統概略図

【緊急用海水系の機能】

- <系統構成>**
- ①残留熱除去系海水系機能喪失時の代替海水供給機能
可搬型設備と同様に、残留熱除去系海水系機能喪失時に崩壊熱等を最終ヒートシンクへ移送する機能
 - ②代替燃料プール冷却系(熱交換器)への海水供給機能
新設する代替燃料プール冷却系への冷却海水供給機能

- <容量>**
- ・敷地に遡上する津波の発生時に格納容器ベントを行わず、除熱可能な容量を確保
 - ・既設燃料プール冷却浄化系と同等の除熱容量を確保

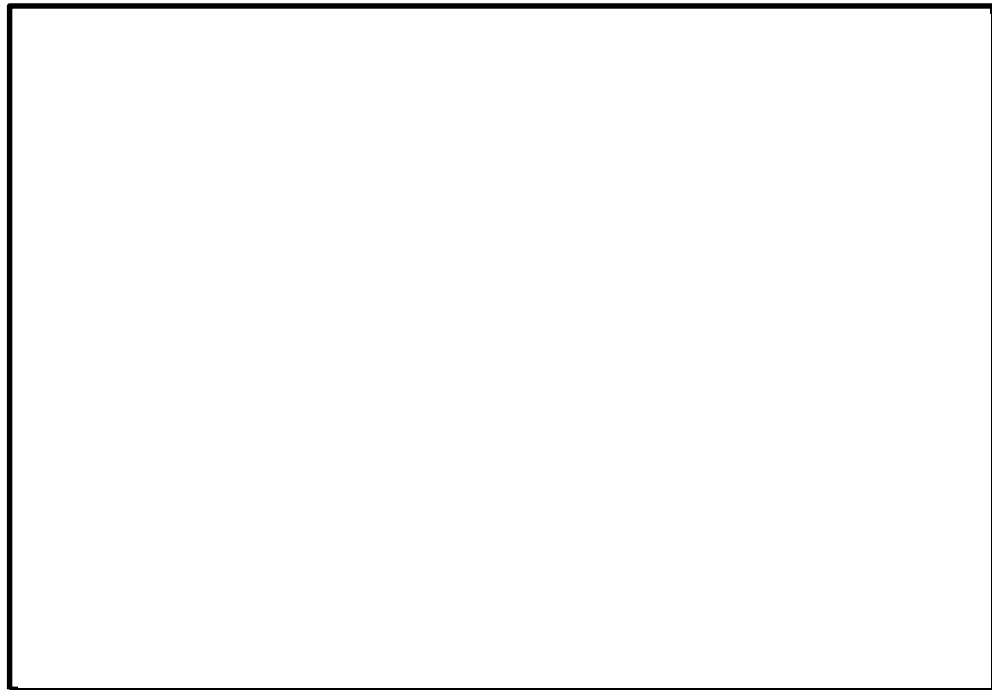


②可搬型重大事故等対処設備による対応

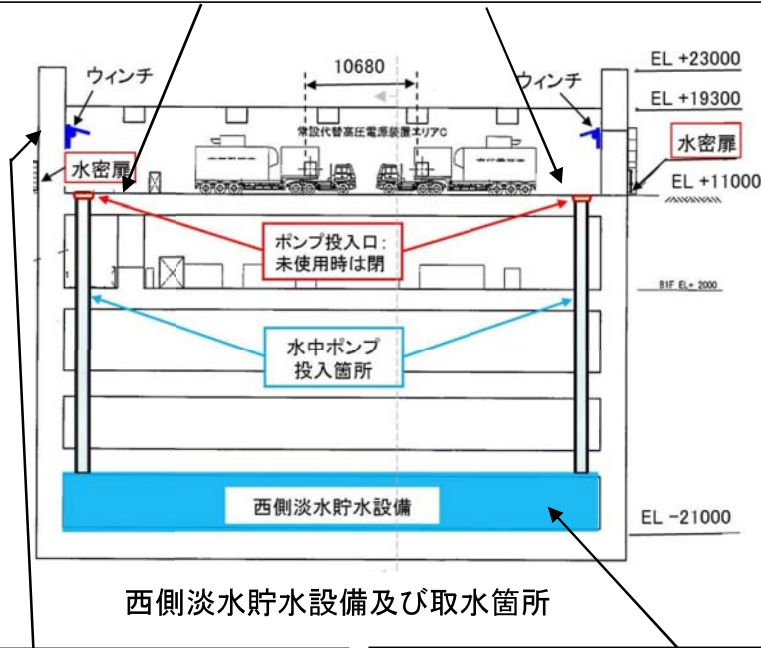
- 敷地に遡上する津波の影響を受けない常設代替高圧電源装置置場 (T.P.+11m) の地下に西側淡水貯水設備を設置し、またT.P.+11mの高さの高所接続口を東西に複数設置
- 可搬型重大事故等対処設備(可搬型代替注水中型ポンプ)を用いて、西側淡水貯水設備の水を汲み上げ高所接続口から地下トンネル内に敷設する注水配管を經由し原子炉等に注水することで、津波の影響を受けない高所にて対応作業が可能

【凡例】	
— アクセスルート	T.P.+3.0m~T.P.+8.0m
●●●● 自主整備ルート	T.P.+8.0m~T.P.+11.0m
	T.P.+11.0m 以上

敷地に遡上する津波が到達しない高所(T.P.+11m)にて、可搬型重大事故対処設備(ポンプ車)により水を汲み上げ、高所の接続口と地下トンネル内の注水配管を經由して原子炉等に注水可能



アクセスルートと高所の淡水源、接続口及び注水配管の設置

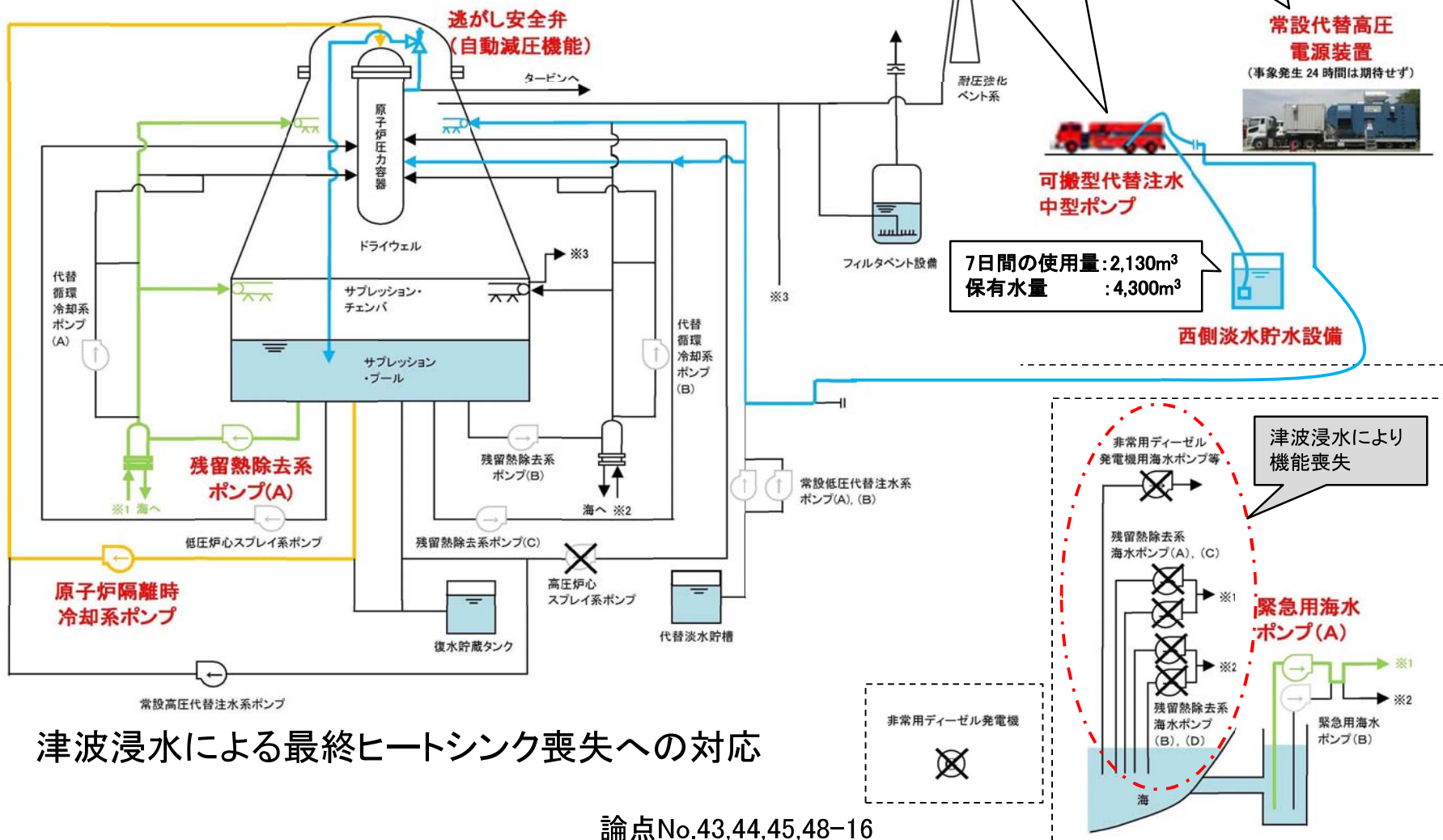


*常設代替高圧電源装置置場の地上部は、壁面及び水密扉により囲まれているため、直ちに被水することはない。

敷地に遡上する津波が到達しない高所(T.P.+11m)の地下に淡水源を設置

②可搬型重大事故等対処設備による対応

概略系統図

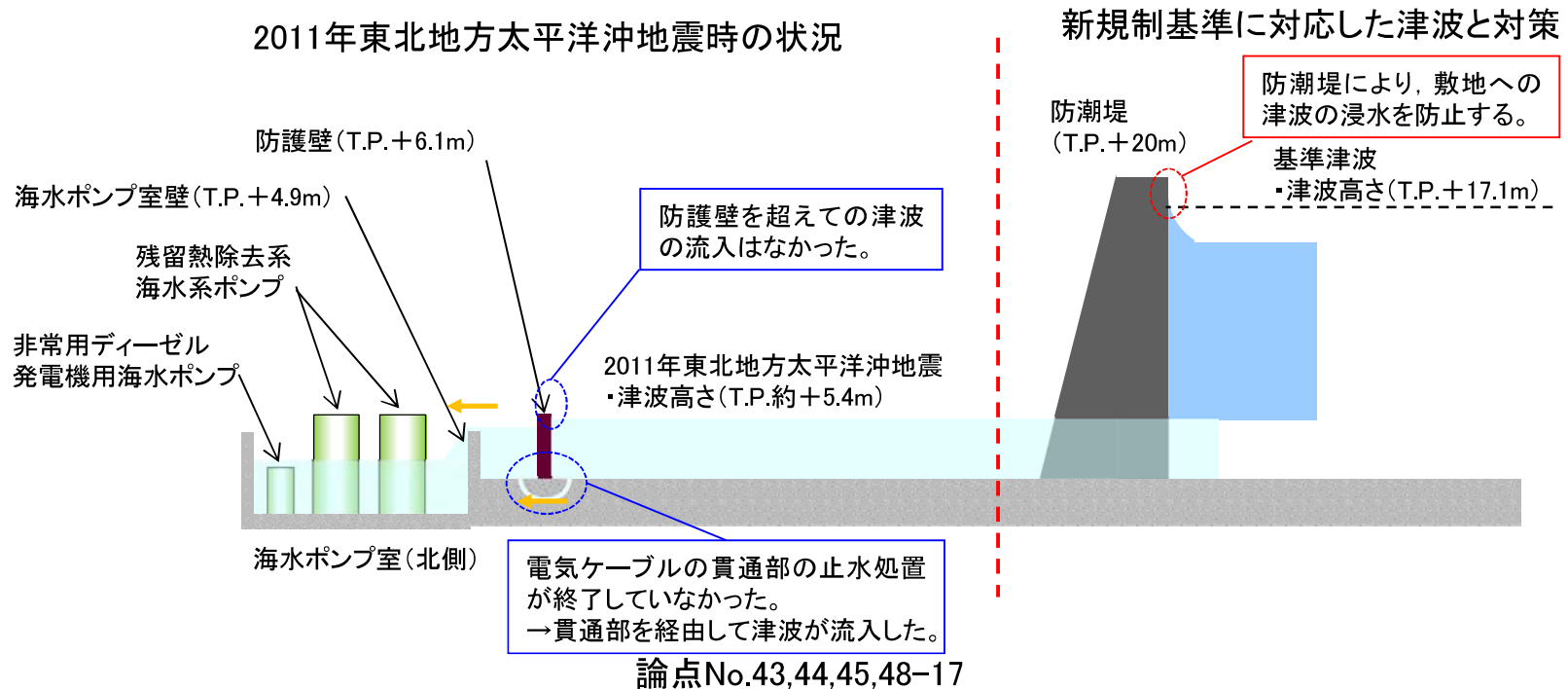


津波浸水による最終ヒートシンク喪失への対応

<参考> 2011年東北地方太平洋沖地震での浸水状況と新規制対応の関係



- 2011年東北地方太平洋沖地震での津波の浸水を上回るような基準津波を設定し、基準津波を超える高さで防潮堤を設置することで、東海第二発電所を津波から防護する。
 - ・2011年東北地方太平洋沖地震時には、安全系の海水ポンプが設置される海水ポンプ室廻りでT.P.約+5.4mの津波の浸水があった。
 - ・このとき、海水ポンプ室の脇には、津波の浸水高さ(T.P.約+5.4m)を超える防護壁(T.P.+6.1m)が設置されていたため、防護壁を超えての津波の流入を防止できた。
 - ・しかし、海水ポンプ室(北側)は、電気ケーブルの貫通部の止水処置が終了していなかったため、この貫通部から津波が流入し、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプの電動機が冠水して停止した。
- ・新規制基準への対応として、基準津波としてT.P.+17.1mの津波を設定し、T.P.+20mの防潮堤を設置して敷地への津波の流入を防止し、津波から防護する。



【論点No.43】

防潮堤を越えて敷地に遡上する津波等に対する電源の防護対策等について(溢水対策を含む)

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.36

津波によって機能喪失しないという観点について、電源に関して、常設代替交流電源設備や常設代替直流電源設備の防護方法として、防護壁及び地下設置では多様性が担保できないのではないか。

P.11

No.37

常設代替交流電源設備や常設代替直流電源設備に係る敷地に遡上する津波対策に関し、津波防護壁がT.P.+26mとなっていること考え方は。

P.11

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.124

津波による全電源喪失～水密扉以外の部分からの浸水懸念

No.412

P.8

津波の影響による電源喪失。

P.11

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.787

例えば福島第一で発生した事故のシーケンスに沿って考察してみると:

① 直流電源系統(蓄電池および制御盤など)の設置場所(原子炉複合建屋内?)と、設置場所の浸水(溢水)対策、蓄電池の充電または交換の手順など

P.11

【論点No.44】

防潮堤を越えて敷地に遡上する津波襲来時の具体的な対応について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.38

基準津波を超える津波の防護対策について、実施の内容や困難性は決まっているのか。

P.5,7-9

No.39

敷地に遡上する津波対策について、防潮堤を乗り越えて水が入ってきた場合、敷地の中で1m程度水深が上がってしまふということだが、1m水が張っているときに、可搬型の設備はどうになってしまうのか。

P.8

【論点No.45】

発電所で防護対策を講じる対象とする津波の評価におけるPRA手法の活用について

【委員からの指摘事項等】

No.40

「確率論的評価を用いた津波PRA結果に基づき、基準津波を上回り、防潮堤高さ(T.P.+20m)を超える津波(T.P.+24m(無限鉛直壁))に対して発電所の防護を行う。」という文章について、どういうことを意味しているのか、説明すること。

P. 3-5

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

【論点No.48】

多重防護の観点での津波対策について

(外郭防護・内郭防護, 津波発生年の超過確率, 敷地に遡上する津波に係る想定及び対策等を含む)

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.202

だから、津波を絶対構内に入れないようにすれば福島のようにならないと。我々も避難する必要はないと考えています。

まず、構内に津波を絶対に入れないようにするというのが第一条件、それから、万一入っても、非常用の設備は全部その防潮堤の高さよりも高い位置に必ず置くということ、非常用の電源、ポンプその他。

それから、冷却水を外部から求めるとは思いますけれども、津波の瓦礫が発電所周辺にかなり散乱してしまうものですから、簡単に車で持ってくるようなことにできないと思います。だから、冷却水の周辺の低いところにダムみたいなものをつくって、そこから耐震性のある給水設備を構内に引くようなことも考えたらいんじゃないかと思います。非常用の電源は高いところに移すと。

門の外に消防ポンプを置いてありますけれども、あれも大きな津波が来たらそっくり持っていかれちゃうのではないかと思います。だから、あれも高いところに逃げておく必要があると思います。

以上です。

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.786

原子力発電所の安全には、深層防護の考え方が重要であり、防潮堤の設置もさることながら、それを越える津波によって、福島第一原子力発電所と同様な厳しい条件下に置かれた場合の安全シナリオが必要と考えます。この視点からは、福島第一で事故を経験したBWR(マークI型原子炉格納容器のBWR-3型、BWR-4型)とは異なる東海第二原子力発電所(マークII型の複合型原子炉建屋でBWR-5型)については、福島第一で指摘された多くの技術的課題の個々について、東海第二ではどのように対策されているかの検証を実施し、その結果を公表して頂きたいです。 P.5-9

No.1112

・3.11の時には、防波堤を越えた津波によって電源を失い、あわや大事故と言う寸前だったと聞いている。直前になされた防波堤工事でふさが切れていなかった隙間から波がどっと押し寄せたとも。古い施設であることから津波による被害に対して防潮堤を高くするなどの対策よりもっと厳しい対応をもとめるべきではないでしょうか。 論点No42参照

No.44

全体的に判断の基準となった閾値やその根拠が示されておらず、なっとく感を得にくい。例えば、津波+24m以上は確率が小さいから除外したと説明があったが、確率が小さいとは何をもって言っているのか、なぜそれが無視できると言っているのか、統計的な妥当性を示した方が良い。 P.3-5

No.227

津波が24mhを超えると侵水してしまうことが不安に思いました。何をもって「重大事故を漏れなく検討したか？」漏れなくを裏付けるのは何だったのか疑問に思いました。 P.3-5

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.363

津波の発生想定

津波の発生想定値で、24mを超える津波は想定していない、という点について質問したかった。東日本大震災では、30mを超えた場所もあったときいたので、なぜなのか、規制の強化を要望したい、と感じた P.3-5,8,9

No.480

審査内容がこれだけの範囲で必要十分条件クリアのように話してましたが、例えば、つなみの24M以上の対応とか、

No.801

P.5,8,9

3つ目は、防潮堤の高さと長さについて、高さが最大24mとは何か根拠があるのか、示して欲しい。24m以上の津波が来たらどうするのか。 P.3,5

No.860

2月7日にひたちなか市文化会館で開催された「東海第2発電所に関する審査の概要」の説明会に参加しました。その説明内容、質疑における回答には失望しました。

この様な人たちが規制庁の名のもとに原子力発電の安全管理に携わっている実態に愕然としました。ただ決められた検査項目を施設が満たしているかだけのチェックのみを行っており、設備の安全を担保するものではないとの趣旨の●●安全管理調査官の発言には唖然としました。本題の科学的・技術的な意見は数えきれないほどありますが、下記2点に絞って述べたいと思います。是非、文書による回答をお願いします。

1. リスクマネジメントの考え方について

説明会で使用したパワポ39に「残りのT.P+24mを超える区分については、頻度等の観点により除外」とありますが、リスクは危害の発生確率とその危害の重大さとの組合せで管理するものであることを考慮すると、危害の重大さが極めて高い原発事故のような事象では頻度が低いからとの理由で除外するという考え方は根本的に間違っていると思います P.3-5

* 委員指摘事項等及び県民意見は第15回ワーキングチーム
(令和元年6月26日)資料3-1及び資料3-2に基づく

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.1007

基準津波の想定について、審査概要によりますと、3つの区分①T.P.+20mからT.P.+22m, ②T.P.+22mからT.P.+24m, ③T.P.+24mを超える区分に分類されています。多くの方があらゆる”想定外”の事故に懸念を示されていると思いますが、私はこの津波の高さの想定外が起きた時の事を懸念してしまいます。津波の発生の想定について③のT.P.+24mを超える区分において、審査基準では頻度等の観点から除外と書かれています(東海第二発電所に関する審査の概要P39)岩手・宮城では30mを超える津波もあった、と聞きます。なぜ24mを超える区分が想定されないのか、専門的な話は分かりませんが、具体的な観点からの説明が欲しい所です。言いかえていえば、なぜ30mを超える津波が発生したのか?このような現象はもう起こらないのか?という事を納得した説明を示せるのか、という点を求めたい、と考えます。 P.5

No.1104

(津波による損傷の防止)

2011年3月、東日本大震災時の東海第二原発は、外部電源喪失、非常用電源3台のうち1台は水損して、綱渡りの冷温停止(3日半)でした。あと70センチ津波が高ければ危機状況であったと、当時の東海村村長の村上達也氏は語っています。(講演会、「東海村村長の脱原発論」集英社新書, 2013)。原子力規制委員会の超過津波の設定は、過小と考えます。超過津波で防潮堤を越えて破壊される規模も不明確です。 P.3-5

No.1010

数々のデータで安全を強調し、茨城県沖から房総沖に設定するプレート間地震による津波が基準津波として策定されているとあっても自然は想定外の破壊力を持ち得ることは東日本大震災でも明らかです。 P.5

敷地に遡上する大規模な津波等を考慮した可搬型重大事故等対処設備の位置的分散の考え方及び外部機関との連携(外部機関の同時被災の観点を含む)について

【説明概要】

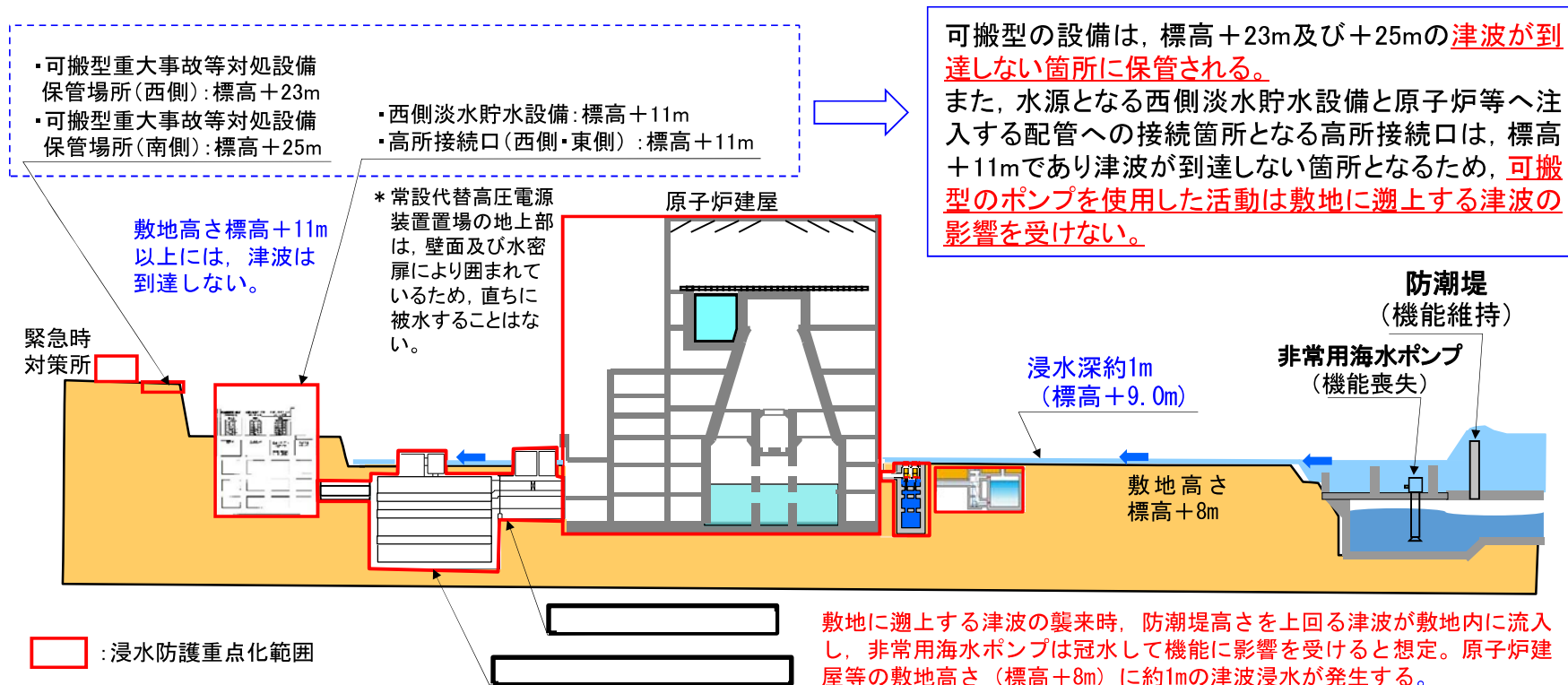
- 可搬型重大事故等対処設備は、敷地に遡上する津波(以下「敷地遡上津波」という。)が浸水しない場所に保管することで、敷地遡上津波の影響を受けない。
- 水密扉については、開放後の確実な閉止操作、中央制御室における閉止状態の確認及び閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作の手順等を予め整備し管理する。仮に作業等で「開状態」であったとしても、津波発生時には速やかに閉とする運用とする。なお、最も大型の水密扉である原子炉建屋大物搬入口扉の閉操作においても、3分以内で実施可能

可搬型設備の保管及び活動箇所の高さと津波の高さの関係



● 可搬型設備は、敷地に遡上する津波が到達しない箇所で保管し、必要な活動を行うことが可能となっている。

- ・敷地に遡上する津波は、標高+8mの敷地で浸水深約1mであり、**標高+11m以上の敷地には到達しない。**
- ・**可搬型設備の保管箇所は、津波が到達しない標高+23m及び標高+25mの箇所とする。**
- ・可搬型設備を使用した原子炉の冷却等は、**標高+11mの津波が到達しない箇所**で、西側淡水貯水設備を水源とし、可搬型のポンプで高所接続口から**注水することができる。**



敷地に遡上する津波に対する防護対象施設の配置図(断面図)

論点No.46-2

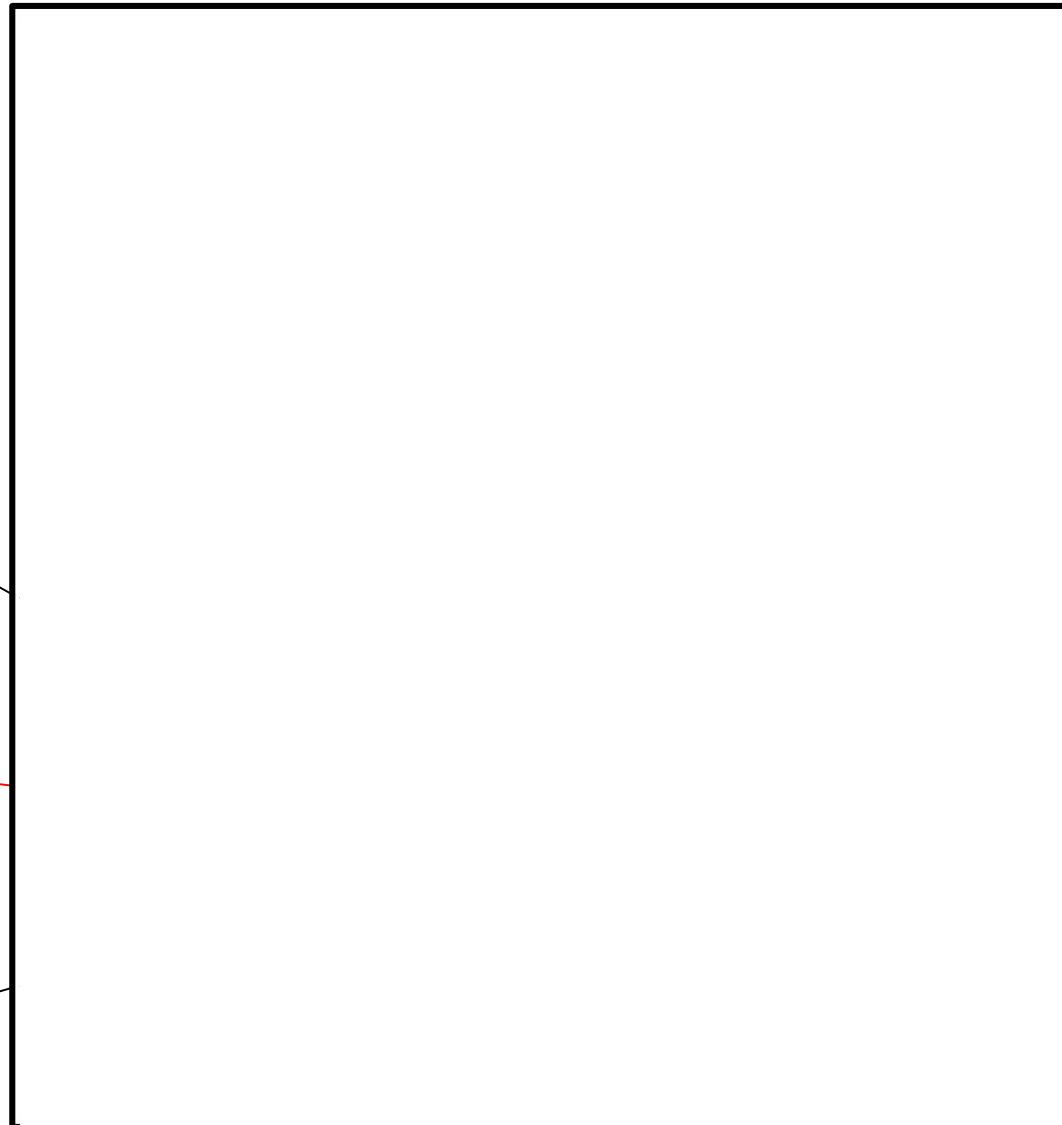
● 可搬型設備は、敷地に遡上する津波が到達しない箇所で保管し、必要な活動を行うことが可能となっている。

- ・敷地に遡上する津波は、標高+8mの敷地には到達(浸水深0.5~1.5m程度)しているが、標高+11m以上の敷地には到達しない。
- ・可搬型設備の保管箇所及び活動箇所には、敷地に遡上する津波は到達していない。
- ・可搬型設備の保管箇所と活動箇所を結ぶアクセスルートには、敷地に遡上する津波は到達していない。

可搬型重大事故等対処
設備保管場所(西側)
【標高+23m】

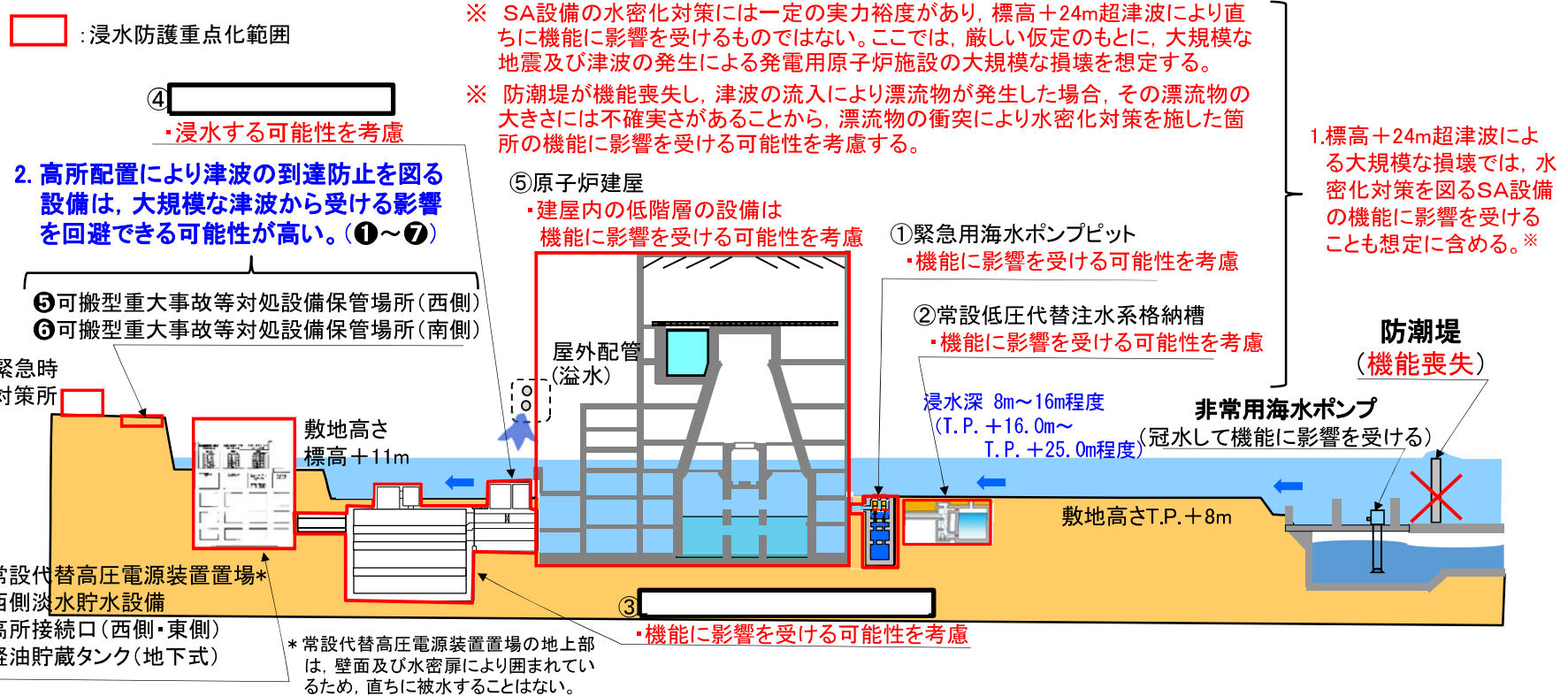
- ・可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側)
 - ・可搬型重大事故等対処設備保管場所(南側)
 - ・西側淡水貯水設備及び高所接続口
 - ・これらを結ぶアクセスルート
- ⇒いずれも津波が到達しない標高+11m以上の箇所となる。

可搬型重大事故等対処
設備保管場所(南側)
【標高+25m】

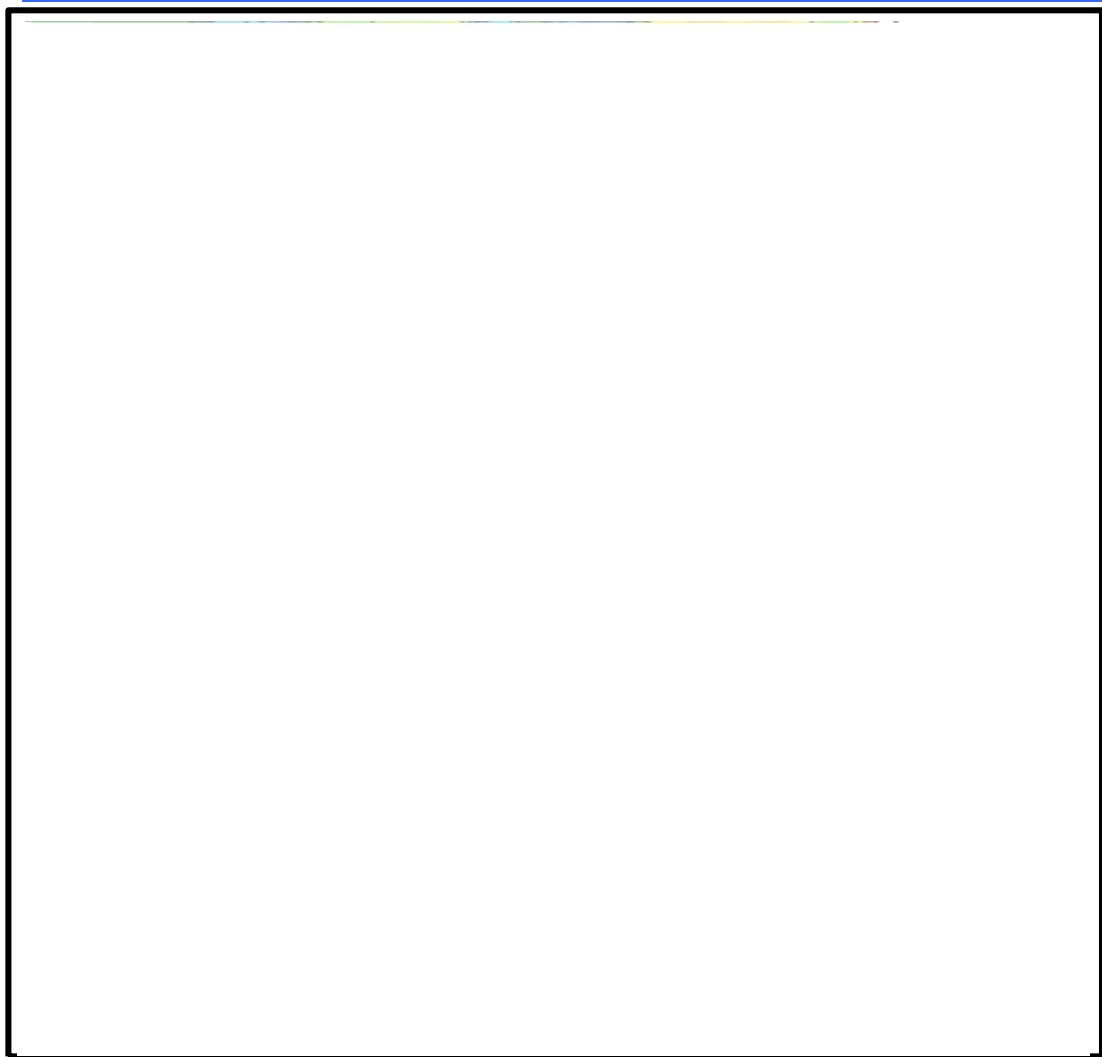


● 標高+24m超津波による発電用原子炉施設の大規模な損壊に対しても、対応のために必要な手順や体制等を整備

- ✓ 防潮堤損傷を前提とした大規模損壊発生時の手順・設備・体制を整備
- ✓ 放水砲を用いた原子炉建屋への放水及び原子炉建屋外側ブローアウトパネル開口部から使用済燃料プールへの注水並びに可搬型計測器を用いた現場でのパラメータ監視等、可搬型重大事故等対処設備を用いた多様性・柔軟性を有する手順書を整備
- ✓ 可搬型重大事故等対処設備は、標高+24m超津波による浸水の被害を受けないよう高台に保管
- ✓ 初動の事故対応を行う39名の要員は、発電所構内に分散して待機させ、同時に全ての要員が被災することがない体制を整備。また、要員の中に被災者が発生した場合でも、代替りの要員が到着するまでの間、継続して事故対応が行えるよう体制を整備



津波区分3の標高+24m超津波による発電用原子炉施設の大規模な損壊に対する対応例
論点No.46-4



防潮堤が損傷する津波を想定したケーススタディ
(防潮堤なし, 標高+27m津波※を想定)

浸水深
8m~16m程度

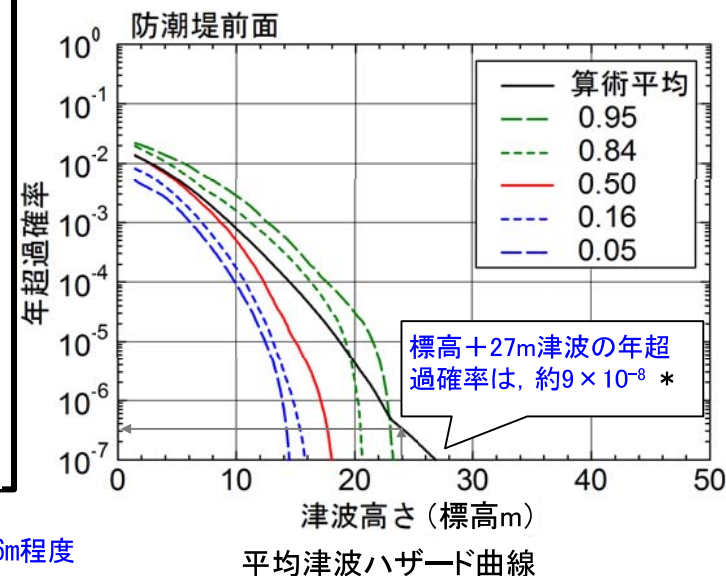
※T.P.+27mの津波は、基準津波の波源モデルの全すべり域のすべり量を調整することにより発生させている。津波高さ(T.P.+27m)は、仮想的に防潮堤位置に無限鉛直壁を設定した場合の防潮堤前面の最高水位(駆け上がり高さ)を示す。

論点No.46-5

防潮堤損傷時における敷地内への浸水状況の一例について確認するためのケーススタディを実施
(津波高さ標高+27mを想定)

防潮堤が損傷した場合でも、津波の浸水抑制効果については、ある程度期待できると考えられるが、保守的に防潮堤はないと仮定

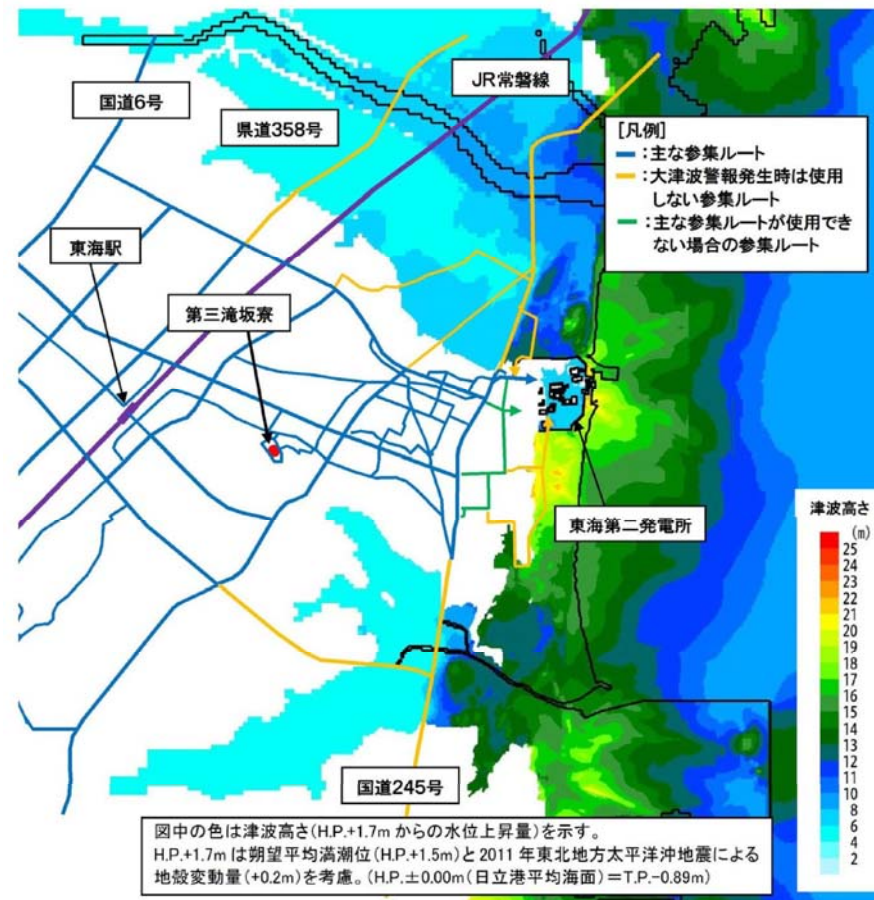
本ケースにおいて、可搬型重大事故等対処設備の保管場所は浸水しない



*算術平均は全データの重みつき平均であり、少数でも極端に大きな超過確率を示すデータがあると、平均の超過確率を大きく引き上げ、0.95等の割合が高い値を超える場合がある。

敷地遡上津波に対する対応概要(1/2)

- 敷地遡上津波によって発電所周辺に浸水する範囲が認められるが、東海村中心部から発電所の敷地まで、津波の影響がない範囲があり、津波の影響を避けたルートを選択することで、外部からも参集可能と評価している。



発電所周辺の遡上想定範囲
論点No.46-6

敷地遡上津波に対する対応概要(2/2)



- 敷地遡上津波によって発電所周辺に浸水する範囲が認められるが、東海村中心部から発電所の敷地まで、津波の影響がない範囲があり、津波の影響を避けたルートを選択することで、外部からも参集可能と評価している。
- 発電所外に原子力事業所災害対策支援拠点の候補地点をあらかじめ複数選定する。候補地点は標高の高い内陸部にも選定しており、津波の影響がないエリアを通行して発電所の災害対応を支援する。



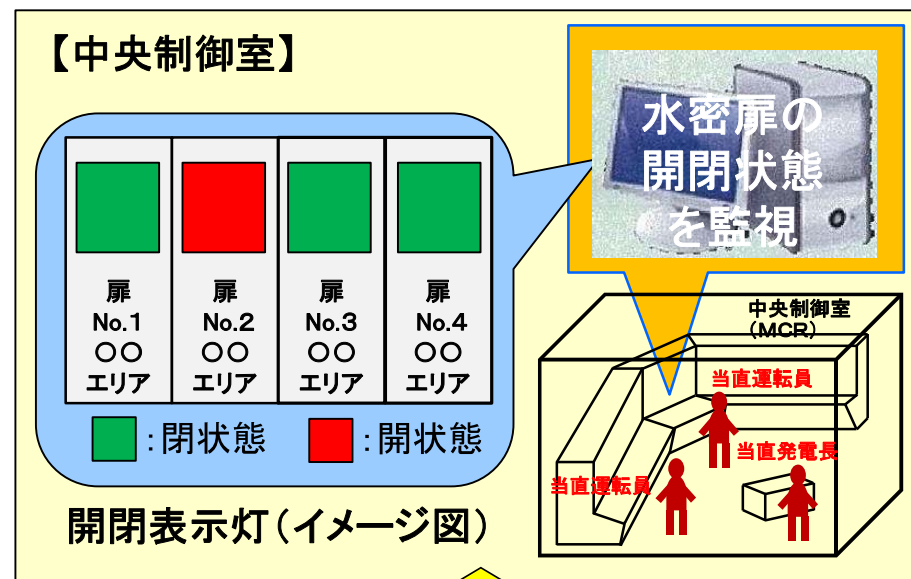
発電所周辺の遡上想定範囲



発電所及び原子力事業所災害対策支援拠点の候補地点の位置

水密扉の状況確認や閉操作等について

- 重要な区画との境界に設けた水密扉については、通常時から開閉状態を常時把握し、人及び荷物の扉通過時以外は常時閉止する運用管理を行う。
- 中央制御室に水密扉の開閉状態を監視することが可能な開閉表示灯を設置する。
- 水密扉を開放する場合には、中央制御室に連絡又は許可を受けた上で水密扉を開操作する。
- 水密扉の開状態が継続した場合には、現場において注意喚起のブザーが鳴動することで、注意喚起を促す。
- 水密扉の開放が継続された場合には、現場状況を確認し、扉を閉止する。
- 水密扉を開放中に大津波警報が発報された場合には、速やかに水密扉を閉止のと合わせ、他の水密扉の開閉状態を確認し、開放状態の水密扉がある場合には速やかに閉止する。
- 最も大型の水密扉である原子炉建屋大物搬入口扉の閉操作においても、3分以内で実施可能



【論点No.46】

敷地に遡上する大規模な津波等を考慮した可搬型重大事故等対処設備の位置的分散の考え方及び外部機関との連携(外部機関の同時被災の観点を含む)について

【委員からの指摘事項等】

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

No.41

可搬型重大事故等対処設備保管場所というのが敷地内に2カ所示されているが、敷地も狭くて全体的に低い場所にあるということで、敷地の中だけでの対処ということで本当にいいのか。外部の機関とも連携した対策のあり方も考えたほうがいいのではないか。

No.42

敷地に遡上する規模の津波襲来時の運用対策に関し、水密扉の状況確認や閉操作等については、どのような対応フローとなるのか。また、それらも含めて、どの程度の時間で対応が完了するのか、具体的に説明すること。

敷地に遡上する津波や他の自然災害発生時におけるアクセスルートの確認方法について

【説明概要】

新規制基準への対応として、発電所に被害を与える外部事象(自然現象等)の発生に備えて、当該自然現象等や発電所構内の状況把握のため、監視カメラを原子炉建屋等の屋上に設置する。このカメラによる監視情報等を活用することで、自然現象等による発電所構内の被災状況を把握することが可能である。

加えて、東海第二発電所では、敷地に遡上する津波を考慮した重大事故等対策が必要となることも踏まえて、上記の手段に加えて、監視手段の多様性を確保する観点から、カメラを搭載したドローンを飛行させて発電所構内を確認する手段を導入する。

外部事象発生時に中央制御室で外部の状況を把握する手段について

- ・監視カメラ (津波監視カメラ及び構内監視カメラ) : 外部事象(地震, 津波, 竜巻, 積雪, 落雷, 火山影響(降灰), 森林火災等)の状況及び発電所構内の状況
- ・潮位計／取水ピット水位計 : 津波襲来時の海水面水位変動
- ・気象観測設備, 周辺モニタリング設備 : 風向, 風速, 大気温度, 雨量等, 外部放射線量率
- ・電話, FAX, パソコン : 公的機関からの地震, 津波, 竜巻, 雷・降雨予報, 天気図等

津波・構内監視カメラの主な仕様

津波・構内監視カメラ	
外 観	
カメラ構成	可視光及び赤外線
ズーム	デジタルズーム4倍
遠隔可動	水平可動: 360° (連続), 垂直可動: ±90°
夜間監視	可能 (赤外線カメラ)
耐震設計	Sクラス
供給電源	所内常設直流電源設備
風荷重	設計竜巻を考慮した荷重にて設計
積雪荷重, 堆積量	積雪を考慮した荷重及び設置高さにて設計
降下火砕物荷重, 堆積量	降下火砕物を考慮した荷重及び設置高さにて設計
台 数	原子炉建屋屋上3台, 防潮堤上部4台



監視カメラ等の構内配置図

<監視カメラ>

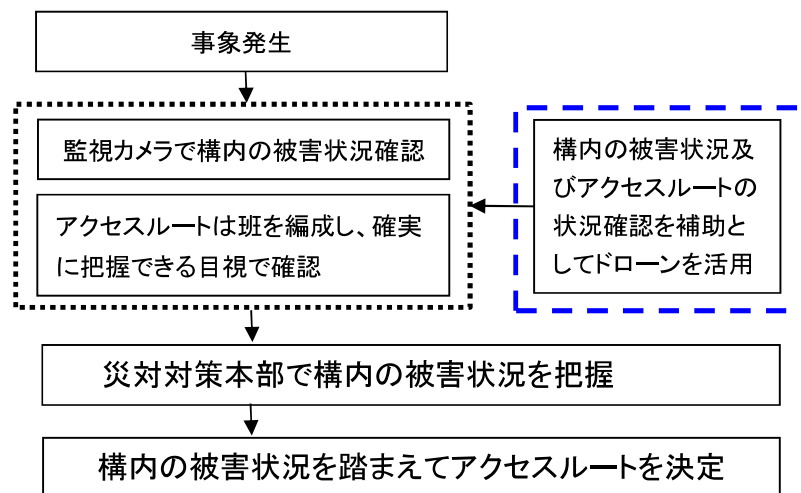
- ・原子炉建屋等の屋上に津波監視カメラ及び構内監視カメラを設置
- ・原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等の状況及び発電所構内の状況の監視に活用
- ・カメラは地震や風・雪による荷重に耐性を有し, 赤外線映像により夜間も監視可能な設計
- ・カメラは中央制御室より遠隔操作が可能で広範な可動域を有し, 視覚範囲は発電所前面海域及びほぼ構内全域をカバーする。

外部事象発生時の発電所構内の被災状況把握とアクセスルート決定の流れ(例)

○ 事象発生後, 構内状況及び複数のアクセスルートの被災状況等を把握するため, 災害対策要員は監視カメラの監視映像の確認や目視による直接確認を行い, 緊急時対策所の災害対策本部に連絡する。

「ドローン*は上記確認の補助として用い, 構内の状況把握を行う。」

【アクセスルートの被害状況等の確認フロー】



*ドローンについては, 操作習熟の必要性, 落下による破損の恐れ, 夜間や強風等の悪天候時には利用が制限される等の不確かさがあることから, 自主対策設備の位置付けとする。



発電所構内及びアクセスルートの状況把握のイメージ

東海第二発電所のロケーションを踏まえ、今後具体的な機種選定、運用方法等を検討

【ドローンの機種の一例】



項目	仕様
対角寸法	約35cm
重量	約1.5kg
最高時速	70km/h
飛行時間	約28分
最大転送距離	約3km(障害物なし)
積載物	可視カメラ

【ドローンの運用方法(例)】

以下の計画等に基づき、ドローンを運用していく。

- ・ドローンの配備台数(予備機及び訓練機を含む)
、配備場所等の計画
- ・ドローンの設備点検の計画
- ・ドローンの操作訓練の計画*

*当社社員が美浜原子力緊急事態支援センターに研修に行き、ドローン飛行訓練に参加。要員の技術的能力の向上を図っている。



美浜原子力緊急事態支援センターでの飛行訓練の一例

＜備 考＞

※原子力施設内及び周辺は、『小型無人機等飛行禁止法』に基づき、ドローン等の小型無人機の飛行は禁止されている。
※但し、原子力施設の管理者の同意を得て、当該機を飛行させることは可能であるが、対象施設周辺地域を管轄する警察署を経由して都道府県公安委員会に通報することが求められている。

【論点No.47】

敷地に遡上する津波や他の自然災害発生時におけるアクセスルートの確認方法について

【委員からの指摘事項等】

No.47

津波が起こったときにどのように対処するのか記載しているが、現状確認をどのように行うのか。例えばアクセスルートを確認するとあるが、実際に事故が起きたときに本当に確保されているのかどうか確認できるのか。今はドローンなどもあるので、そういうものを活用してアクセスルートの確認をした上で行動するといった対応でないと、うまくいかどうか分からない。

P.2-4

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

常設及び可搬型の各冷却設備の容量，流量や台数並びに水源の容量等の考え方について

【説明概要】

シビアアクシデントに対応して設置／配備する常設及び可搬型のポンプや水源の容量は，緊急時に原子炉及び使用済燃料プール等の冷却に必要な十分な量の水を供給できる容量を備えるよう設定しており，更に，予備や代替手段等を確保している。

複数の用途で共通して使用する可搬型ポンプ車等の必要容量及び台数の考え方について

【説明概要】

事故後のプラント状態に応じて，同一のポンプを用いて複数個所への同時注水を行う場合も想定し，これらをすべて合わせた必要容量を有するポンプを2セット確保し，更に故障及び設備点検時のバックアップとして予備のポンプも確保している。

1. 常設ポンプの容量及び台数並びに水源の容量等の考え方



- シビアアクシデントに対応して設置する**常設ポンプの容量と設定根拠**は以下のとおり。いずれの設備も**緊急時に原子炉及び使用済燃料プール等の冷却に必要な十分な量の水を供給できるポンプ容量**を備えており、更に、**予備や代替手段等を確保**している。

第1表 常設の冷却設備の容量, 流量, 台数, 容量等の考え方

No.	設備名称	容量	台数, 予備	設定根拠
1	常設高圧代替注水系ポンプ	約136.7m ³ /h/台	1台*	原子炉停止後15分後に注水を確立した場合に炉心損傷を防止できる流量を確保 *全交流動力電源喪失時の原子炉高圧時の注水手段としては、既存設備の原子炉隔離時冷却系(RCIC)もある。
2	常設低圧代替注水系ポンプ	約200m ³ /h/台 (約400m ³ /h/2台)	2台*	<ul style="list-style-type: none"> 重大事故等対策の有効性評価で、事象発生後初期の原子炉への注水流量を最大378m³/hとしている。ポンプ2台運転においてこれを上回る容量を確保 別紙に示す各注水ケースを容量が上回ることを確認 *本ポンプ故障時等のバックアップとして、可搬型のポンプを複数確保している。
3	代替循環冷却系ポンプ	約250m ³ /h/台	2台(2系統)	重大事故等対策の有効性評価で期待している流量
4	代替燃料プール冷却系ポンプ	約124m ³ /h/台	1台*	使用済燃料プール内に貯蔵する使用済燃料から発生する崩壊熱を冷却するのに必要な容量(124m³/h)を確保 *仮に本ポンプが故障し、既存設備の残留熱除去系等も使えない場合は、注水による冷却が可能である。
5	緊急用海水ポンプ	約844m ³ /h/台	1台+予備1台	格納容器ベントを行うことなく格納容器からの除熱が可能 な流量として 834m³/h が必要となることから、これを上回る容量を確保

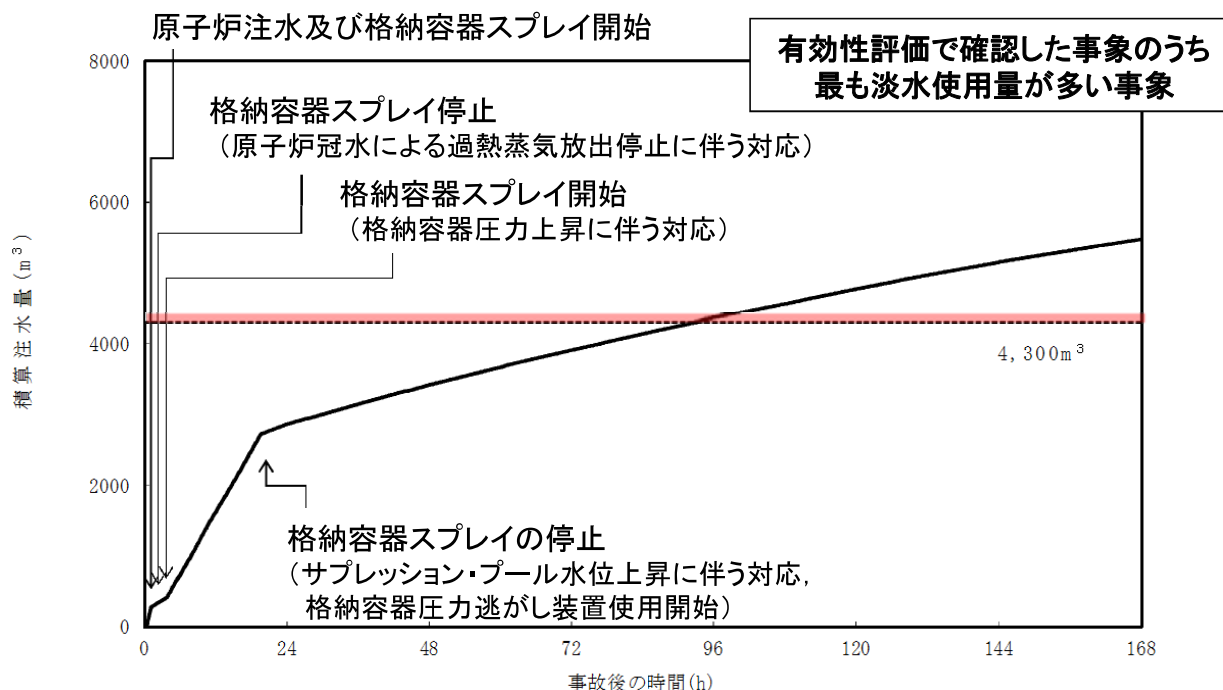
1. 常設ポンプの容量及び台数並びに水源の容量等の考え方



○シビアアクシデントに対応して設置する**水源の容量と設定根拠**は以下のとおり。**緊急時に原子炉及び使用済燃料プール等の冷却に必要な十分な量の水を供給できる容量**を備えている。

第2表 水源の容量等の考え方

No.	設備名称	容量	台数, 予備	設定根拠
6	代替淡水貯槽	約5,000m ³	1基*	代替淡水貯槽への水の補給開始(事象発生後3日以内)までに必要な淡水量 4,300m³ を上回る容量 *7日間で約 5,490m³ を使用する。
7	西側淡水貯水設備	約5,000m ³	1基	代替淡水貯槽と同様の容量を確保



常設低圧代替注水系ポンプによる積算注水量

論点No.96,97-3

2. 可搬型のポンプの容量, 台数等の考え方



- シビアアクシデントに対応して設置／配備する**可搬型のポンプの容量と設定根拠**は以下のとおり。いずれの設備も**緊急時に原子炉及び使用済燃料プールに必要な十分な量の水を供給できる容量**を備えており, 更に, **予備等を確保**している。(注水用設備は必要容量分を2セット, 放水用設備は1セット)
- 事故後のプラント状態に応じて, **同一のポンプを用いて複数個所への同時注水を行う場合も想定し**, これらをすべて合わせた**必要容量を有するポンプを2セット確保し**, 更に**故障及び設備点検時のバックアップとして予備のポンプも確保**している。<別紙参照>

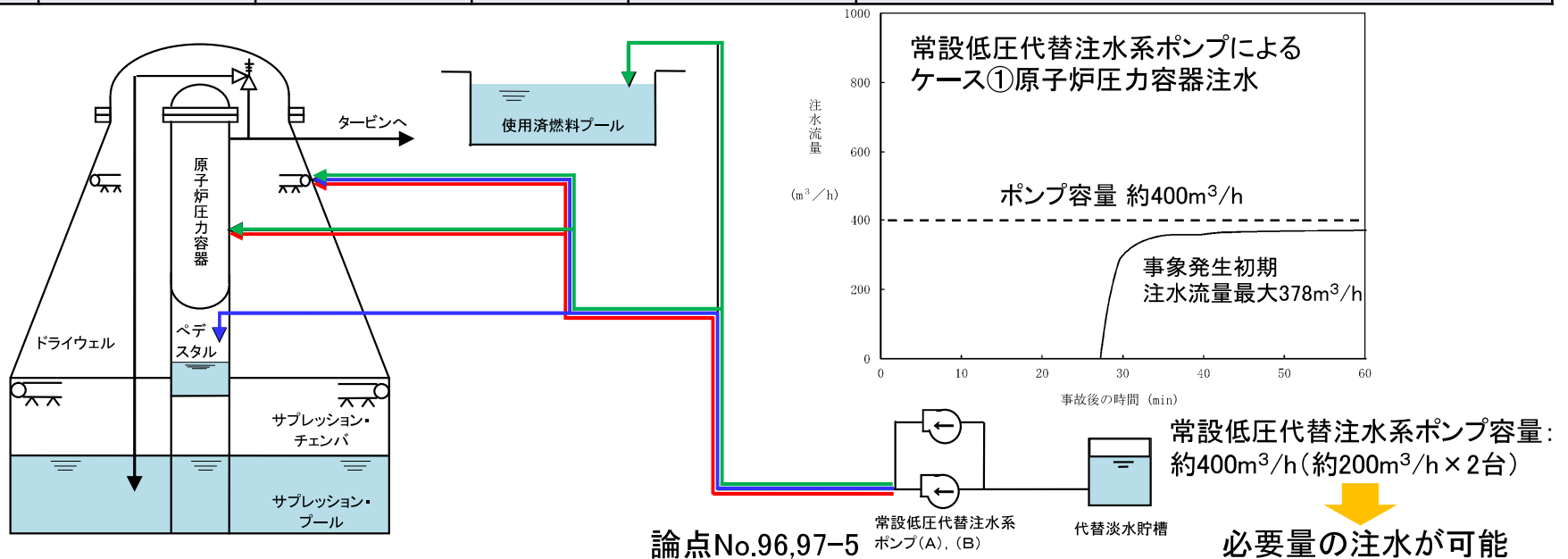
第3表 可搬型の冷却設備の容量, 流量, 台数等の考え方

No.	設備名称	容量	系統数, 予備	設定根拠
8	可搬型代替注水大型ポンプ(注水用)	約1,320m ³ /h/台	2台(1台×2セット) + 予備2台*	<ul style="list-style-type: none"> ・最も注水量が多くなる, 原子炉注水(50m³/h), 格納容器スプレイ(130m³/h)及び使用済燃料プールへの注水(16m³/h)を同時に実施可能な容量を確保(合計196m³/h以上) ・必要容量を有する設備を2セット, 故障及び点検時のバックアップとして予備2台*
9	可搬型代替注水中型ポンプ	約210m ³ /h/台 (2台のポンプを直列接続)	4台(2台×2セット) + 予備1台	<ul style="list-style-type: none"> ・最も注水量が多くなる, 原子炉注水(50m³/h), 格納容器スプレイ(130m³/h)及び使用済燃料プールへの注水(16m³/h)を同時に実施可能な容量を確保(合計196m³/h以上) ・必要容量を有する設備を2セット, 故障及び点検時のバックアップとして予備1台
10	可搬型代替注水大型ポンプ(放水用)	約1,380m ³ /h/台	1台 + 予備1台*	原子炉建屋原子炉棟の屋上へ網羅的に放水するために必要となる容量を確保(1,338m³/h以上)

*注水用も放水用も大型ポンプの型式は同じであり, 予備を共用している。(予備は注水用と放水用で合わせて2台)

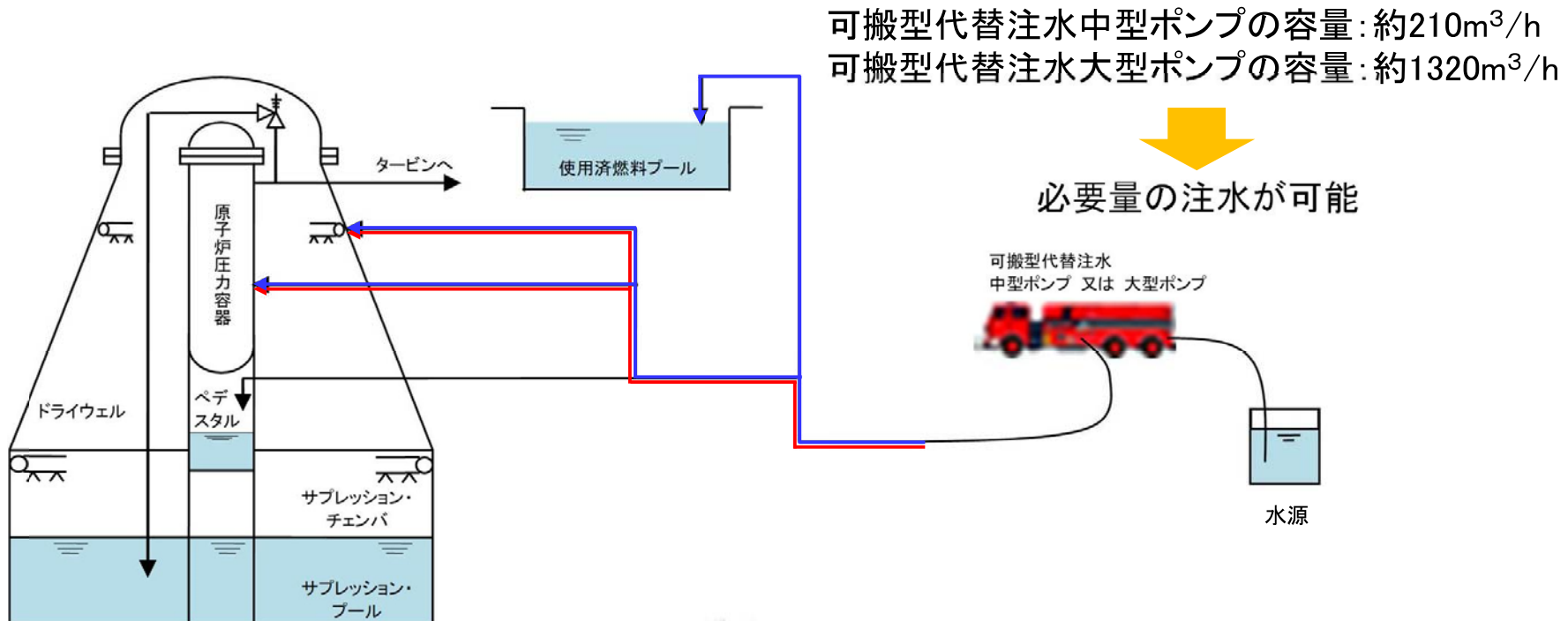
有効性評価における常設低圧代替注水系ポンプを用いた注水ケース

ケース	原子炉 圧力容器	原子炉 格納容器	ペデス タル	使用済 燃料プール	備考
①	378m ³ /h	—	—	—	事象発生初期の注水段階の流量(最大378m ³ /h)
②	230m ³ /h	130m ³ /h	—	—	原子炉水位の回復, 格納容器スプレイによる圧力・温度抑制(合計360m ³ /h)
③	—	300m ³ /h	80m ³ /h	—	原子炉圧力容器破損後の格納容器スプレイ, ペデスタルの溶融炉心冷却(合計380m ³ /h)
④	50m ³ /h	130m ³ /h	—	114m ³ /h	原子炉水位回復後の水位維持, 格納容器スプレイによる圧力・温度抑制, 使用済燃料プールへの注水(合計294m ³ /h)



有効性評価における可搬型代替注水中型ポンプ又は大型ポンプを用いた同時注水ケース

ケース	原子炉 圧力容器	原子炉 格納容器	ペDESTAL	使用済 燃料プール	備考
①	50m ³ /h	130m ³ /h	—	—	原子炉水位回復後の水位維持, 格納容器スプレイによる圧力・温度抑制 (合計180m ³ /h)
②	50m ³ /h	130m ³ /h	—	16m ³ /h	原子炉水位回復後の水位維持, 格納容器スプレイによる圧力・温度抑制, 使用済燃料プールへの注水 (合計196m ³ /h)



論点No.96,97-6

＜別紙2＞ 接続口の位置と可搬型設備により供給できる手段



接続口		可搬型設備により供給できる手段											
		注 水					冷 却		電 源		窒 素		
設置高さ	設置場所	低圧代替注水	代替格納容器スプレイ冷却	代替燃料プール注水系	格納容器下部注水系	格納容器頂部注水	代替燃料プール冷却系(海水系)	代替残留熱除去系海水系	可搬型代替低圧電源車	可搬型整流器	格納容器窒素ガス供給系(D/W)	格納容器窒素ガス供給系(S/C)	格納容器窒素ガス供給系(FCVS)
11m盤	高所東側接続口	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
	高所西側接続口	○	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—
8m盤	原子炉建屋東側接続口	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—
	原子炉建屋西側接続口	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
可搬型設備		可搬型代替注水中型ポンプ 可搬型代替注水大型ポンプ					可搬型代替注水大型ポンプ		可搬型代替低圧電源車・可搬型整流器		可搬型窒素供給装置		



接続口の位置と可搬型設備等の移動経路図

【高所接続口(11m盤)の設置】

- 全交流電源喪失時の事象進展緩和のためには、可搬型設備を活用した速やかな原子炉注水や、格納容器冷却及び使用済燃料プールへの注水等が必要。高所接続口を活用することで、可搬型設備による迅速な注水対応が可能。
- 高所接続口は敷地遡上津波の浸水範囲外にあり、津波襲来中でも可搬型設備の移動及び接続に支障はない。

【原子炉建屋接続口(8m盤)の設置】

- 原子炉建屋側の接続口は、上記の注水手段等に加えて、冷却用海水送水、電源供給及び窒素ガス供給手段を設置。これらは事象発生後、比較的時間余裕がある対応として必要となるもの。
- 敷地遡上津波時等に使用する場合、敷地浸水が排水後、ホイールローダにより障害物を除去し、接続口にアクセスする。(高所接続口を優先的に使用するため事故対応上支障はない)

論点No.96,97-7

<別紙3> 停止・冷却設備の概要

第8回ワーキングチーム
資料2-3 再掲



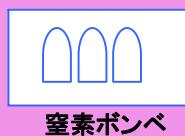
⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(2) (次回以降にご説明)



① 原子炉の停止機能の強化

再循環ポンプ停止回路追加

④ 減圧手段の強化



③ 高圧注水手段の強化

常設高圧代替注水ポンプ

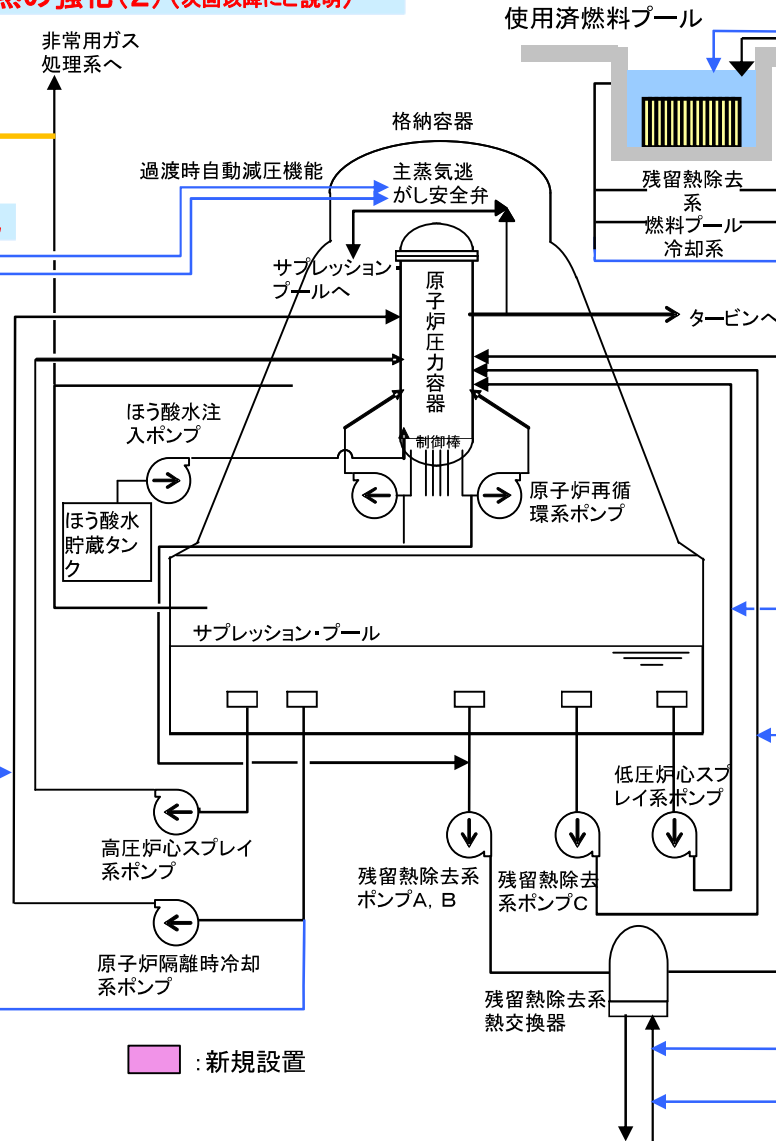


常設代替直流電源設備※1



可搬型代替直流電源設備※2

※1 125V系蓄電池, 緊急用125V蓄電池
※2 可搬型代替低圧電源車, 可搬型整流器



■ : 新規設置

⑦ 使用済燃料プール冷却手段の強化

常設低圧代替注水ポンプ

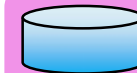
代替燃料プール冷却系熱交換器

代替燃料プール冷却系ポンプ

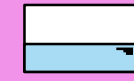


可搬型代替注水大型ポンプ

② 注水に必要な水源の強化



代替淡水貯槽



西側淡水貯水設備



SA用海水ピット

⑤ 低圧注水手段の強化

常設低圧代替注水ポンプ



可搬型代替注水大型ポンプ

⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(1)

代替循環冷却系ポンプ

緊急用海水系ポンプ

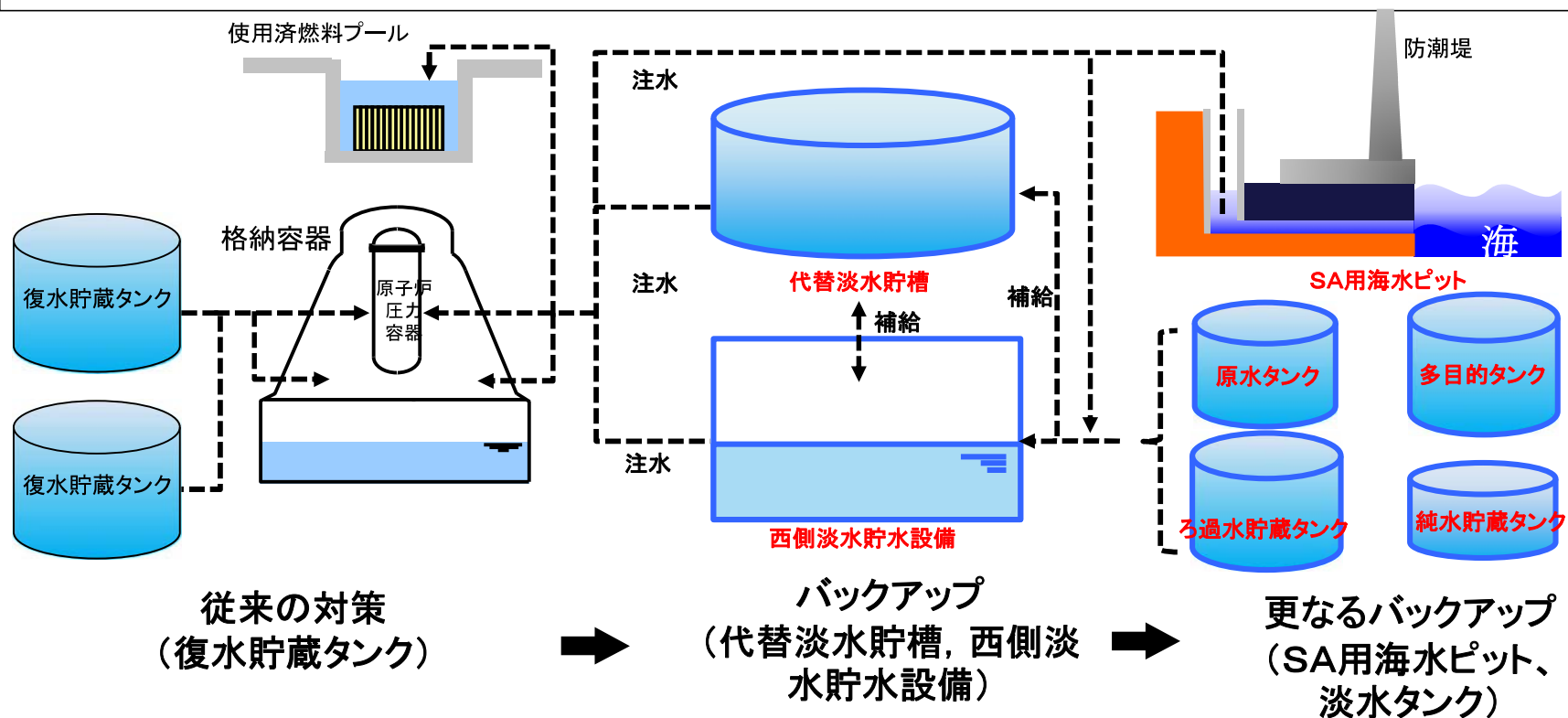


可搬型代替注水大型ポンプ

論点No.96,97-8

【代替淡水貯槽, 西側淡水貯水設備, SA用海水ピットの新設】

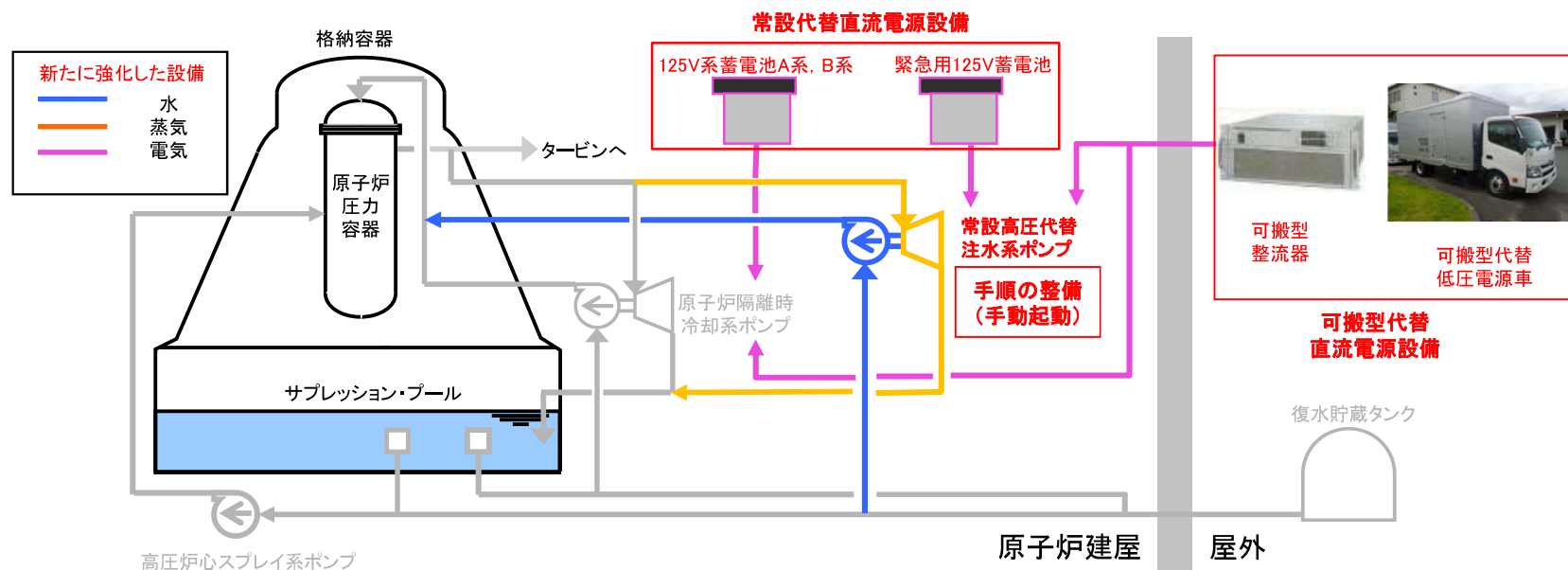
- 炉心の損傷を防ぐためには、炉心への注水等により、原子炉への注水を継続することが重要である。このため、注水用の水源を増強する。
- 地下式の代替淡水貯槽, 西側淡水貯水設備, SA用海水ピットを設置することで、**竜巻や、敷地に遡上する津波等の外部事象に対しても、確実に水源を確保可能**。また、既設の各種淡水タンクも利用可能。
- 代替淡水貯槽, 西側淡水貯水設備には、**原子炉及び使用済燃料プールに7日間の注水が可能なた量を確保する**。



論点No.96,97-9

【高圧代替注水系の新設】

- 高圧の注水系は炉心からの崩壊熱が大きな原子炉の停止直後から、速やかに燃料を冷却することができるため、事故直後、第一に動作が求められる。
- 全交流動力電源が喪失し、さらに所内常設直流電源が喪失した場合でも、高圧代替注水系により、**必要な期間にわたって(高圧の)原子炉への注水が可能。**
- 高圧代替注水系は、**常設代替直流電源設備又は可搬型代替直流電源設備から給電が可能。**また、**直流電源系統から電動弁への給電が喪失し、中央制御室からの遠隔操作ができなくなった場合でも、手動で運転が可能。**



従来の対策
(高圧炉心スプレイ系、
原子炉隔離時冷却系)



バックアップ
(高圧代替注水系、常設
代替直流電源設備)

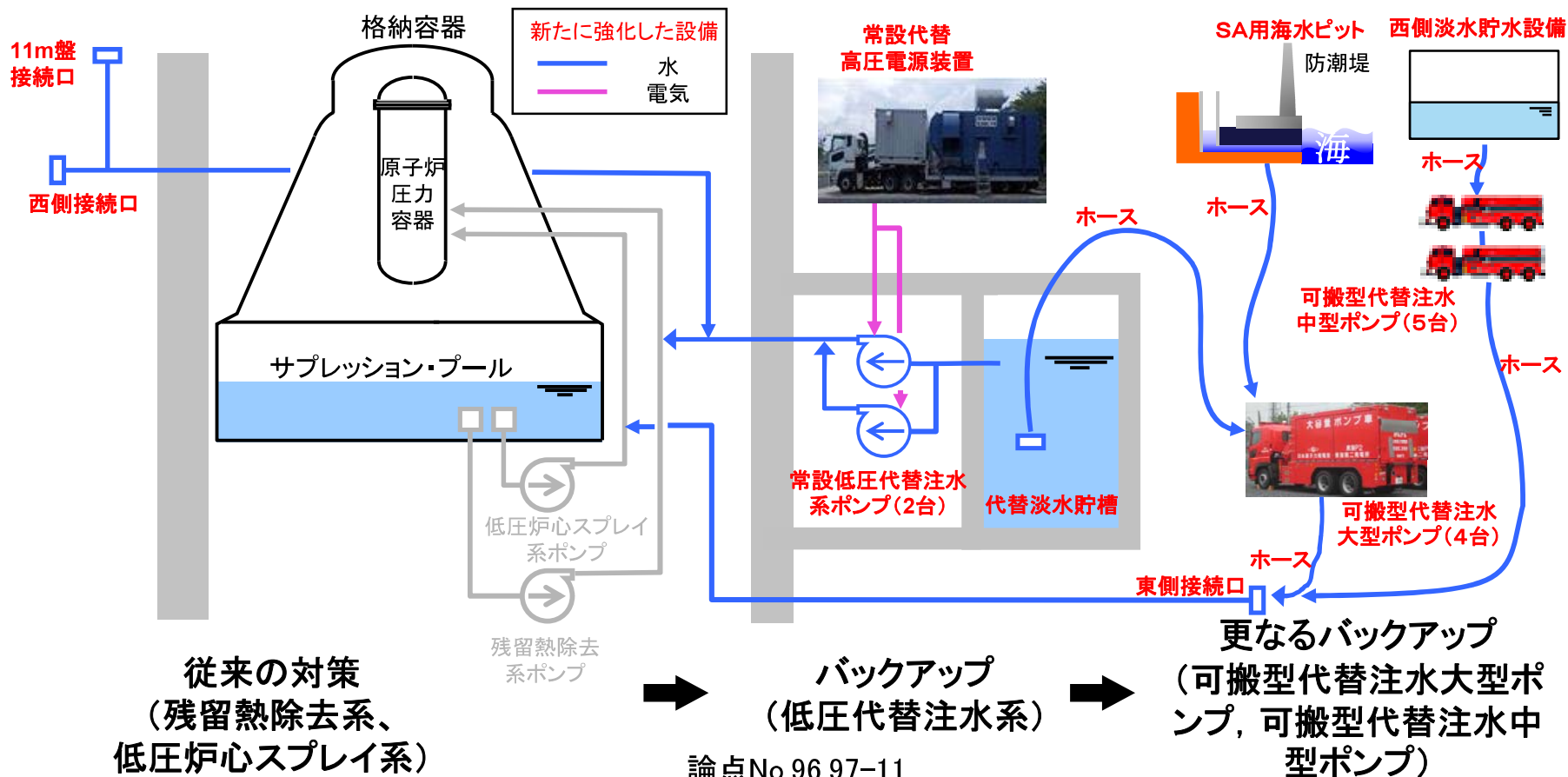
論点No.96,97-10



更なるバックアップ
(可搬型代替直流電源
設備、手順の整備)

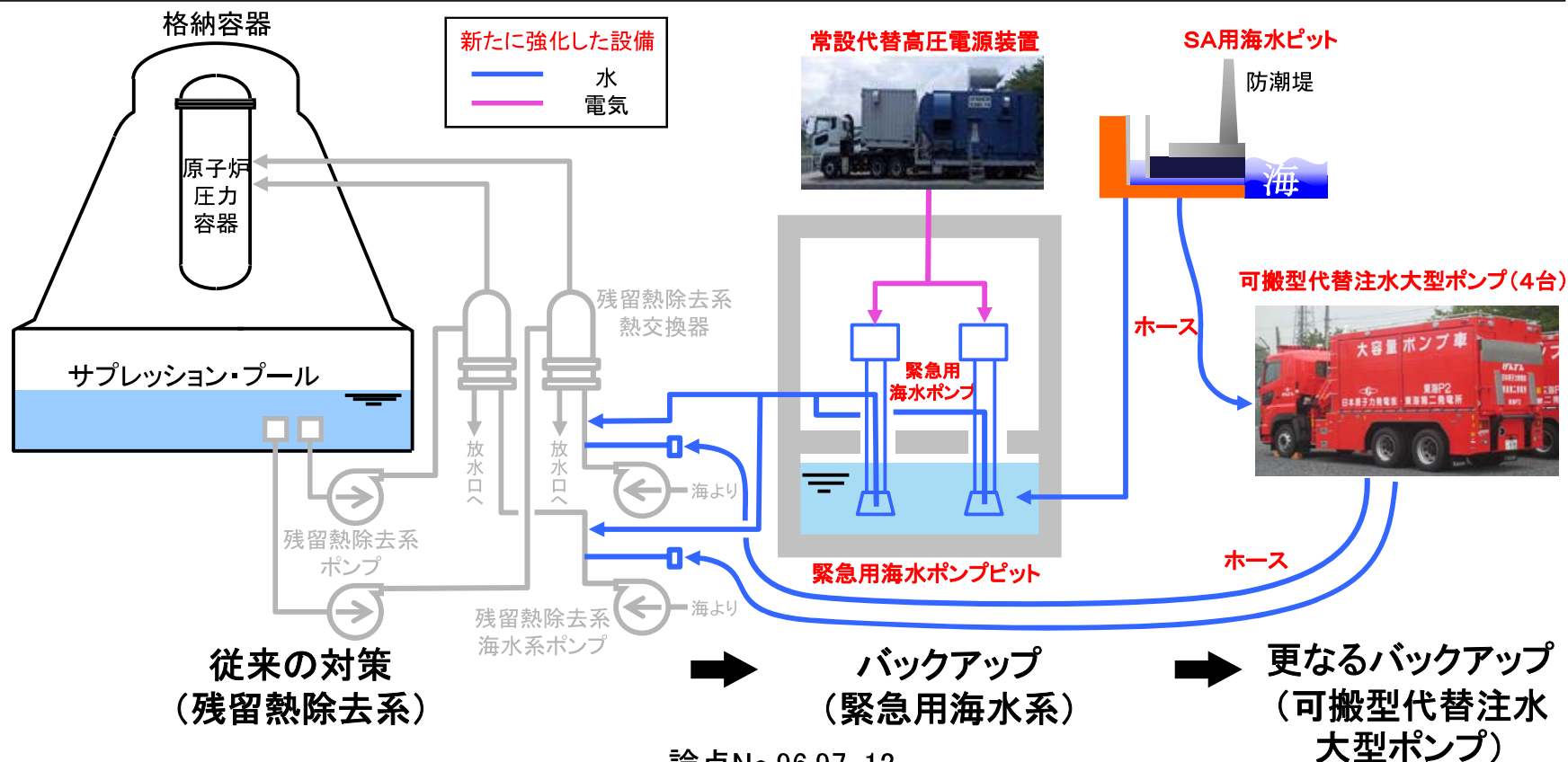
【低圧代替注水系の設置】

- 圧力容器の低圧の注水について対策を講じ、原子炉の確実な冷却を可能とする。
- 全交流動力電源が喪失した場合でも、常設低圧代替注水系ポンプやディーゼル駆動の可搬型代替注水大型ポンプ又は可搬型代替注水中型ポンプを使用し、代替淡水貯槽等の水を(低圧の)原子炉に注水することができるようにする。常設低圧代替注水系ポンプは、常設代替高圧電源装置からの給電により、7日間の運転が可能。



【緊急用海水系の設置】

- 炉心から発生し、圧力容器や格納容器内に溜まっていく熱を最終的に外部(海)に逃がすための手段を増強する。
- 全交流動力電源が喪失した場合や、津波により残留熱除去系の海水ポンプが機能喪失した場合でも、**緊急用海水系により熱交換器に海水を送水し、圧力容器や格納容器内に溜まっていく熱の除去を行うことが可能。**
- 緊急用海水系は、**代替電源設備からの給電により、7日間の運転が可能。**

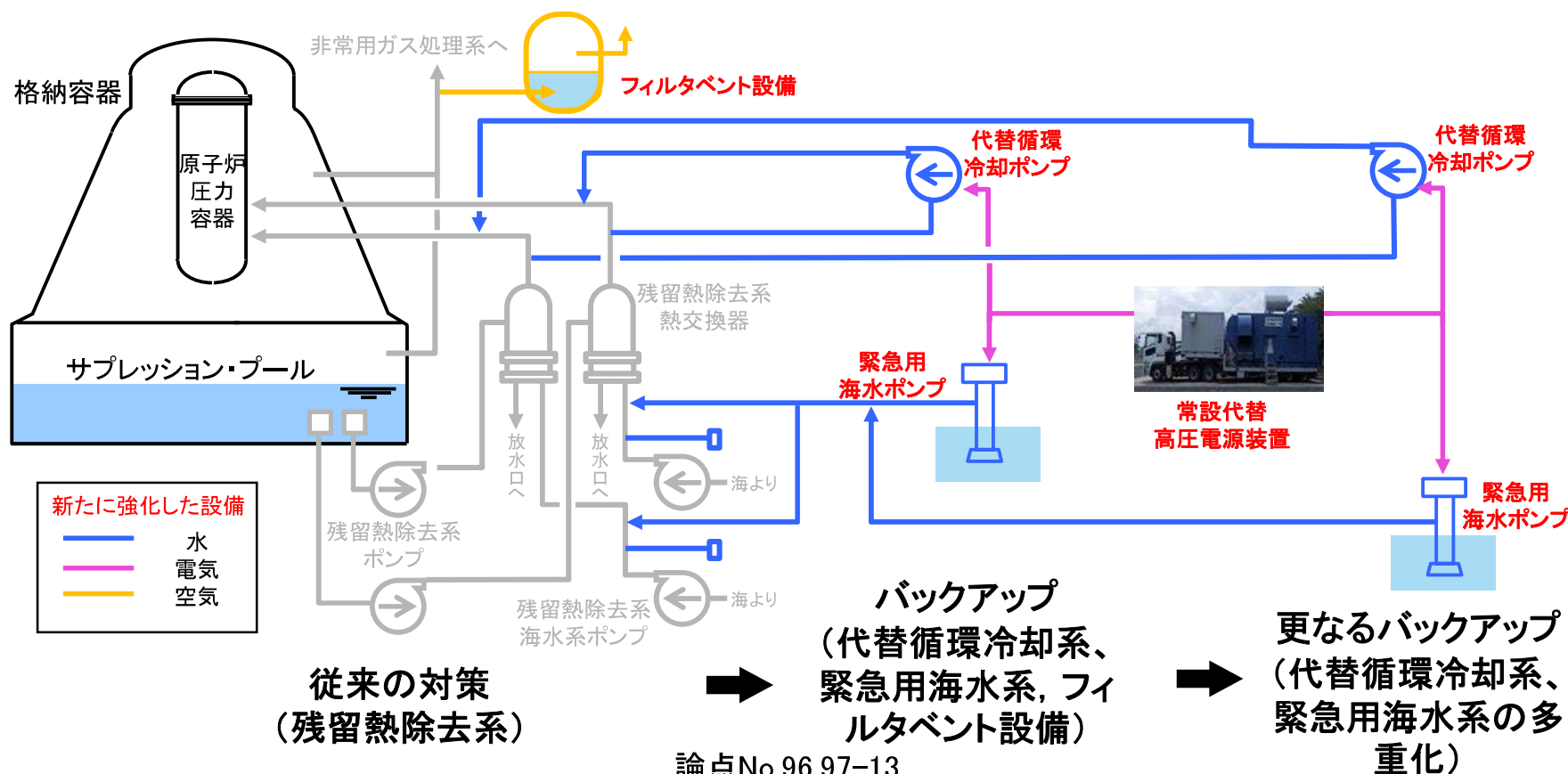


論点No.96,97-12

【代替循環冷却系及びフィルタベント設備の設置】

- 緊急用海水系に加え、代替循環冷却系を新設し最終ヒートシンク(海)による除熱機能を強化する。
- フィルタベント設備を新設し、最終ヒートシンク(大気)による除熱機能を強化する。
- 代替循環冷却系は、システムを多重化することで高い信頼性を有しており、格納容器ベントまでの時間をできる限り延ばすことが可能。

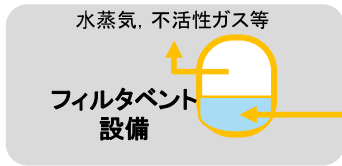
(詳細は次回以降に説明)



論点No.96,97-13



⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(2)



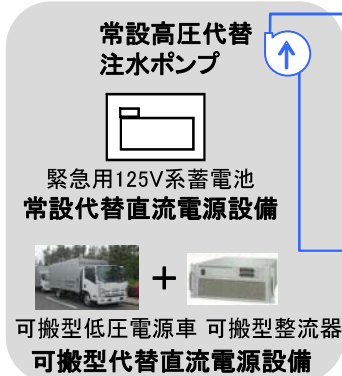
① 原子炉の停止機能の強化

再循環ポンプ停止回路追加

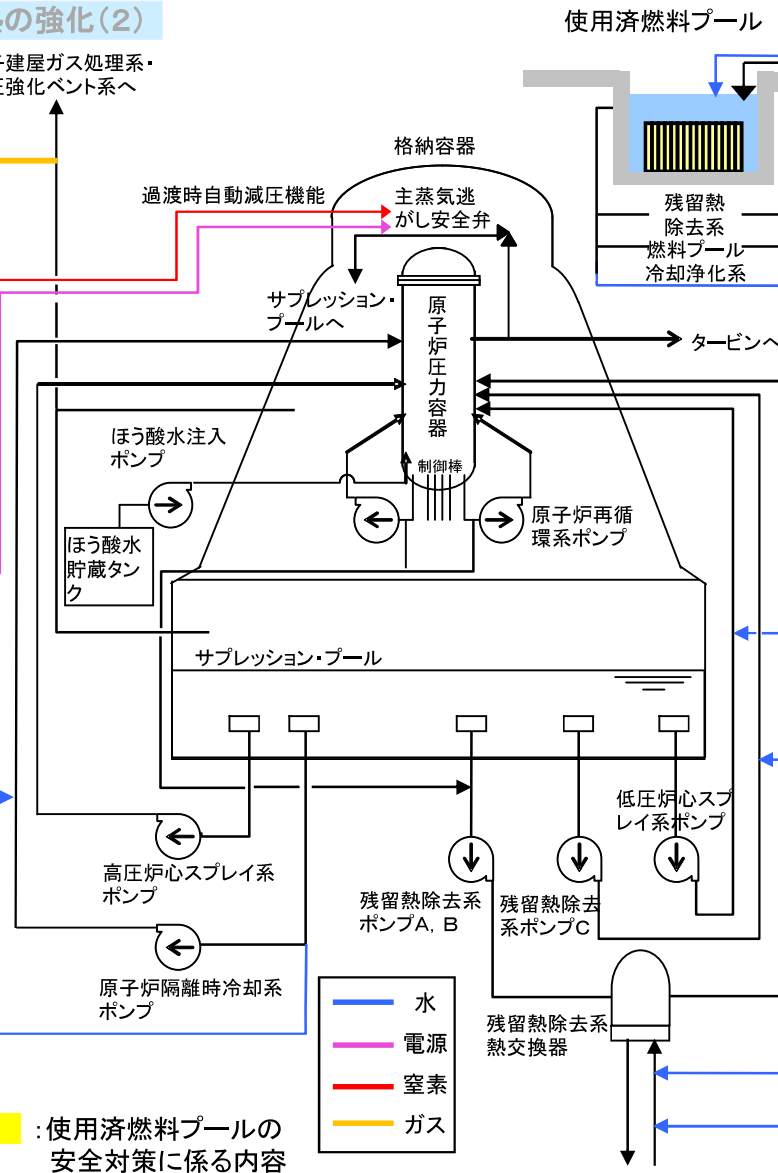
④ 減圧手段の強化



③ 高圧注水手段の強化



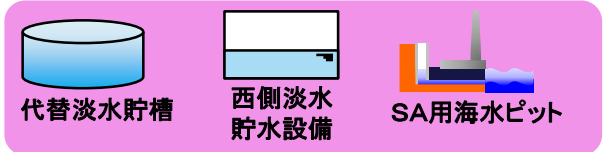
使用済燃料プールの安全対策に係る内容



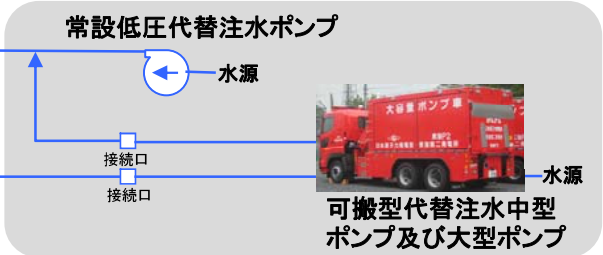
⑦ 使用済燃料プールの冷却手段の強化



② 注水に必要な水源の強化



⑤ 低圧注水手段の強化



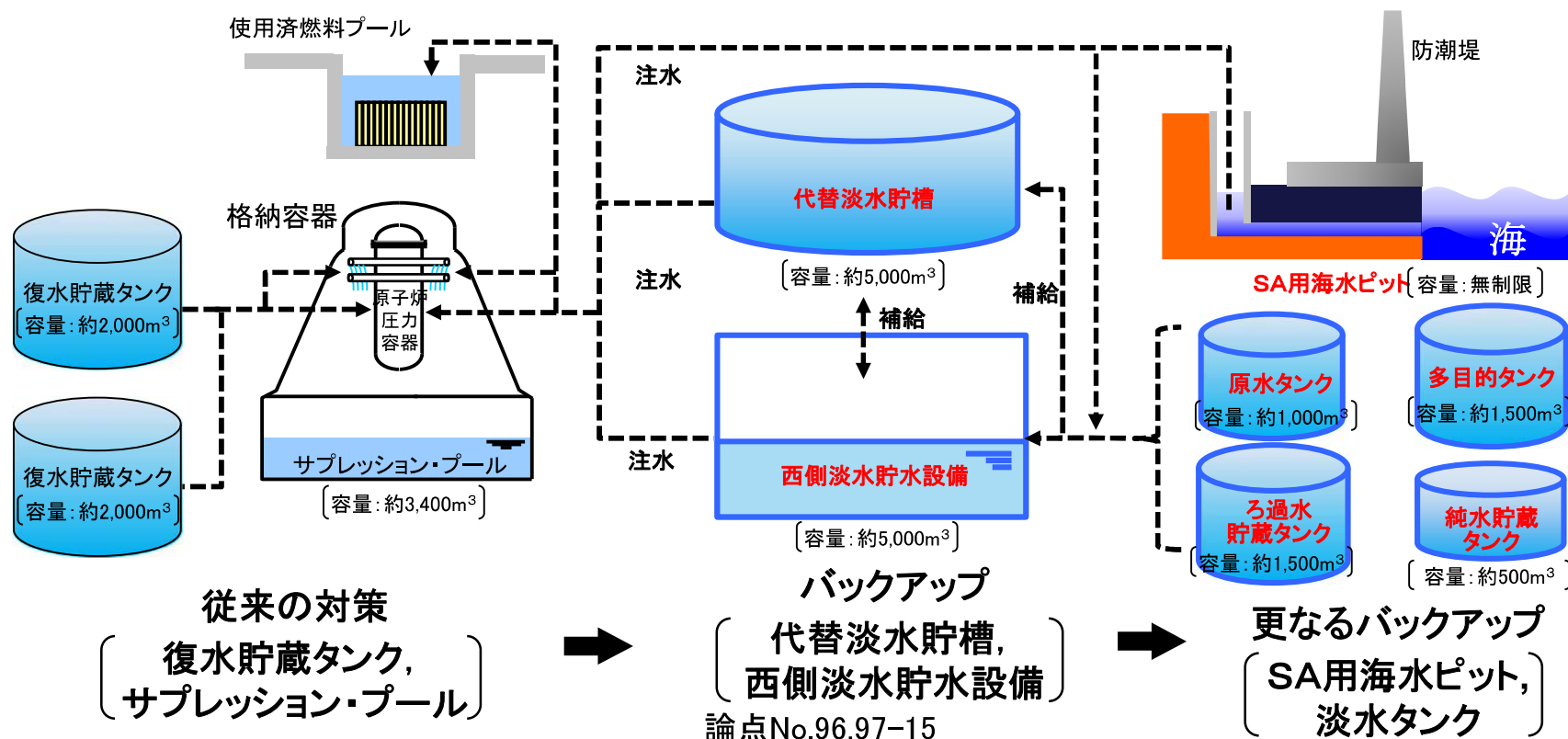
⑥ 最終ヒートシンクによる除熱の強化(1)



論点No.96,97-14

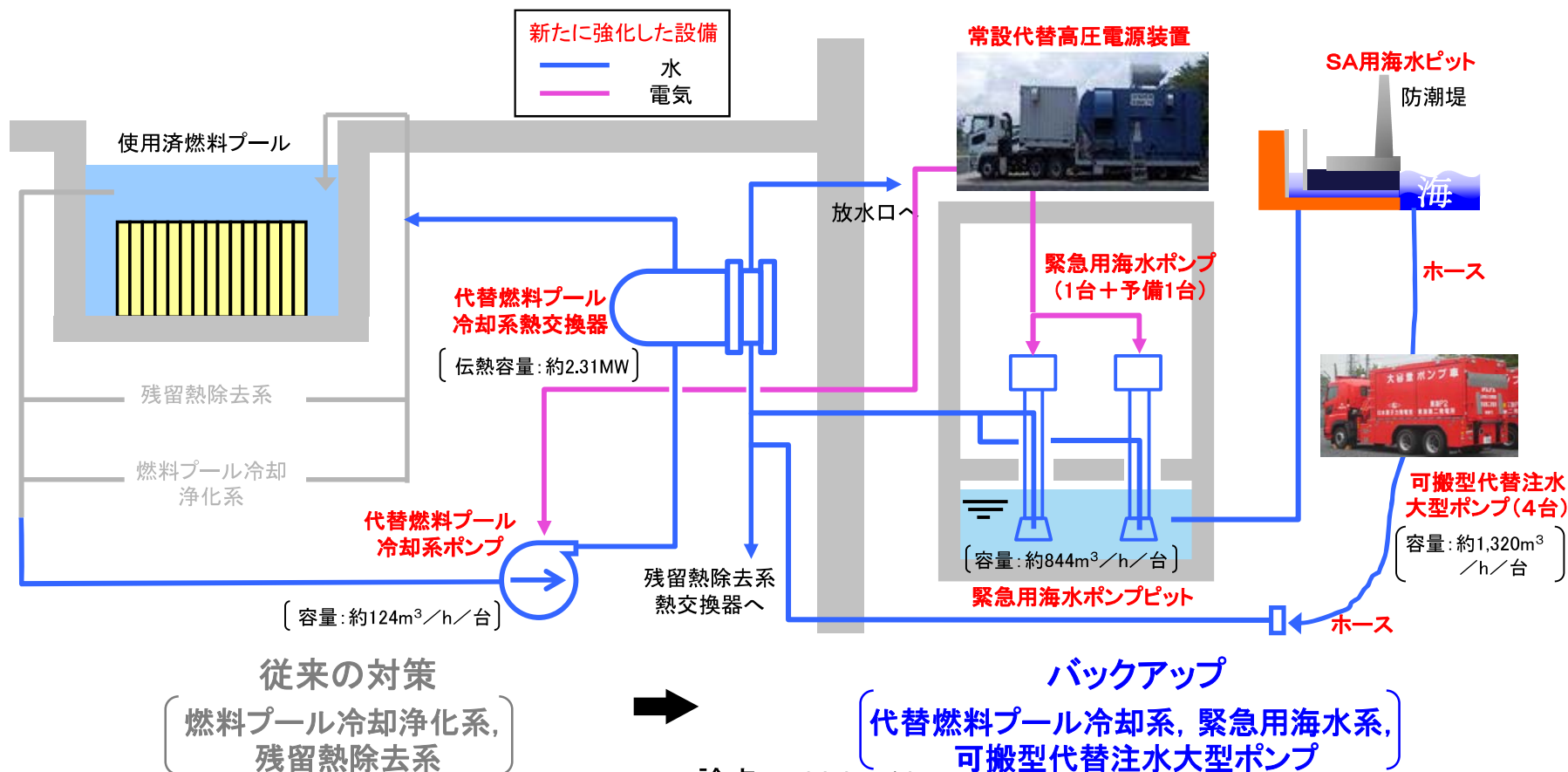
【代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備，SA用海水ピットの新設】

- 使用済燃料の損傷を防ぐためには，使用済燃料プールの冷却停止時やプール水漏洩時において，**使用済燃料プール**の**水位確保が重要**。このため**注水用の水源を増強**
- 地下式の代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備，SA用海水ピットを設置することで，**竜巻や，敷地に遡上する津波等の外部事象**に対しても，**確実に水源を確保可能**。また，既存設備の各種淡水タンクも利用可能時には活用
- 代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備には，**原子炉及び使用済燃料プールに7日間の注水が可能**な量を**確保**



【代替燃料プール冷却系の設置】

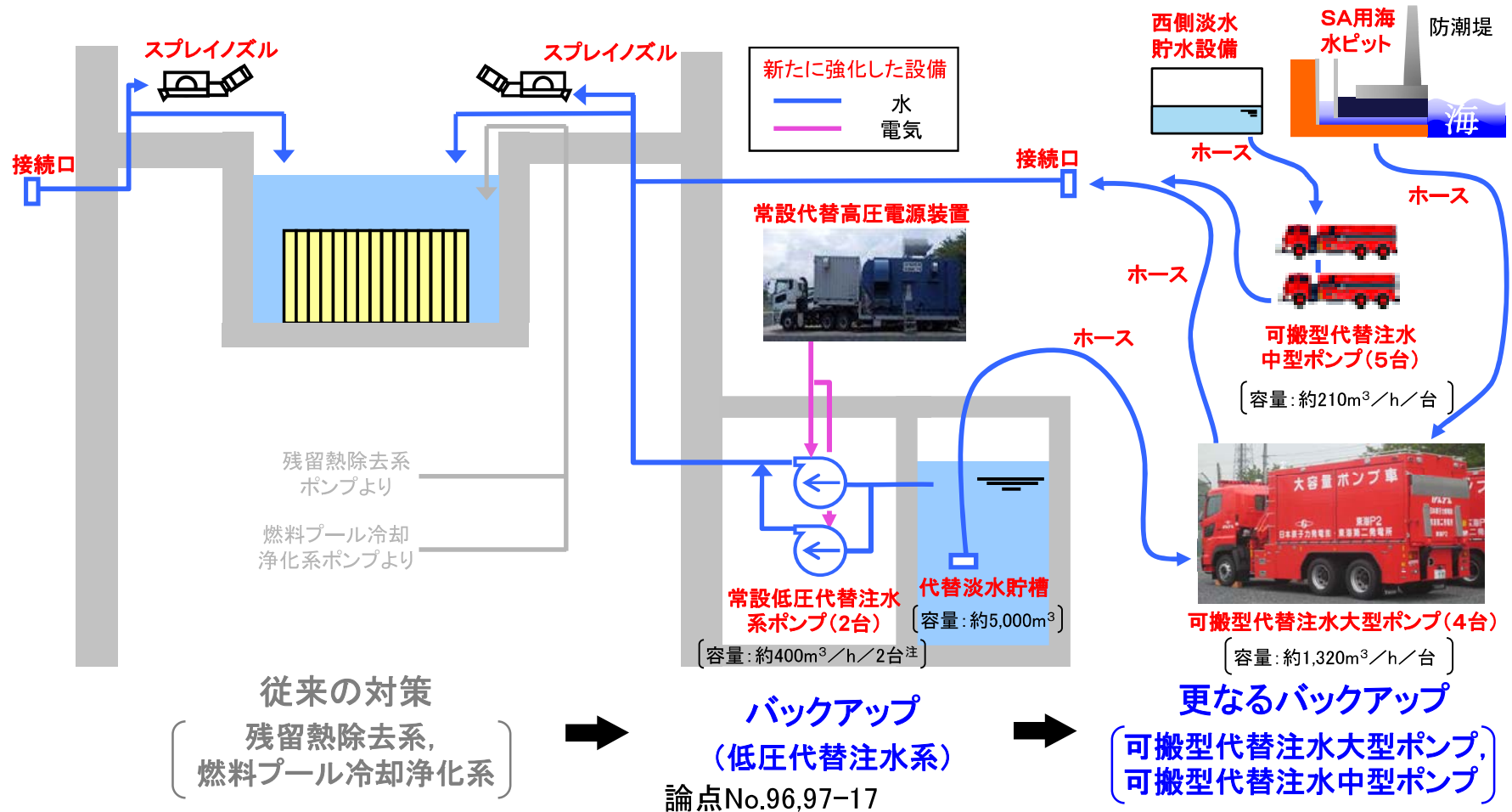
- 使用済燃料プールの冷却機能が喪失し、プール内の燃料体を冷却できなくなる場合に備えて、新たに**燃料プールを冷却するためのシステムを設置**
- 既設の**燃料プール冷却系及び残留熱除去系の両方の機能が喪失した場合でも、代替燃料プール冷却系により、使用済燃料プールの冷却が可能**
- 代替燃料プール冷却系は、**可搬型代替注水大型ポンプからも海水の供給が可能**



論点No.96,97-16

【低圧代替注水系(常設, 可搬)を設置】

- 使用済燃料プールへの注水機能の喪失や, 使用済燃料プールからの水の漏えいその他の要因によりプール水位が低下した場合に備えて, 注水手段を増強
- 常設低圧代替注水系ポンプ又は可搬型代替注水大型ポンプ等を使用し, 代替淡水貯槽等の水を使用済燃料プールへ注水が可能



<別紙3> 格納容器内の冷却・閉じ込め設備の概要

第9回ワーキングチーム
資料3-2 再掲



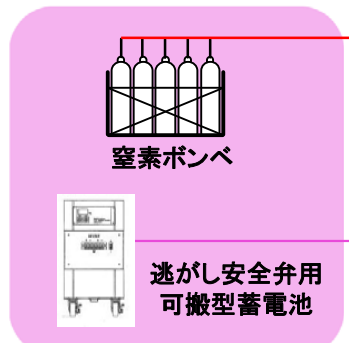
③ 最終ヒートシンクによる除熱の強化



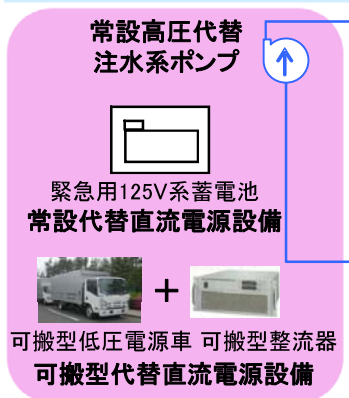
原子炉の停止機能の強化

再循環ポンプ停止回路追加

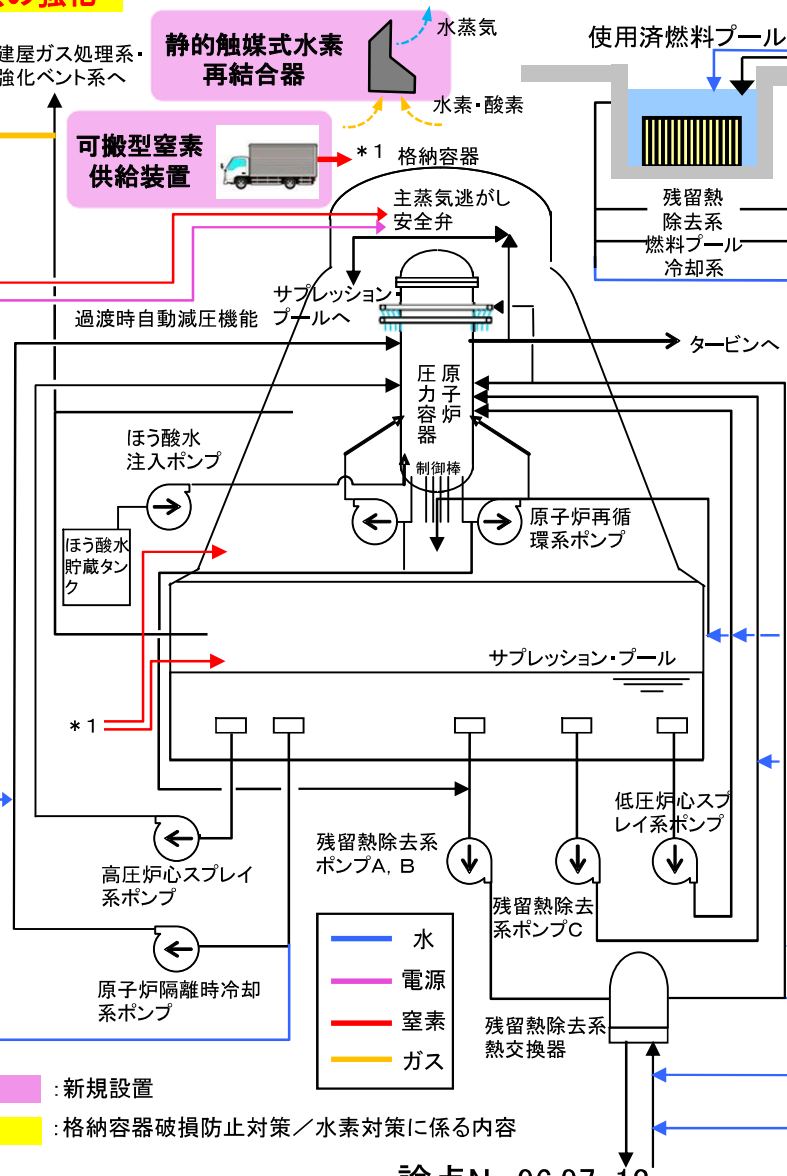
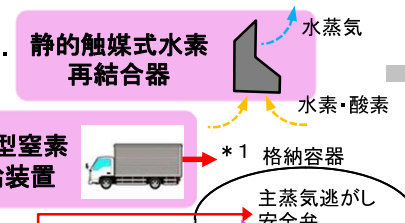
減圧手段の強化



高圧注水手段の強化



④ 格納容器内及び原子炉建屋内の水素対策

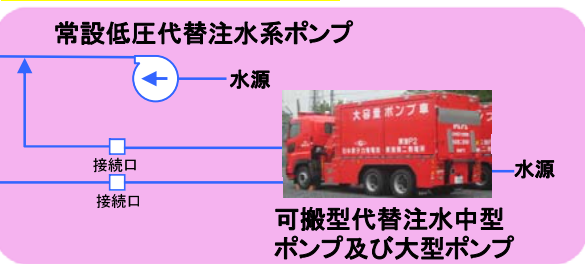


使用済燃料プール冷却手段の強化

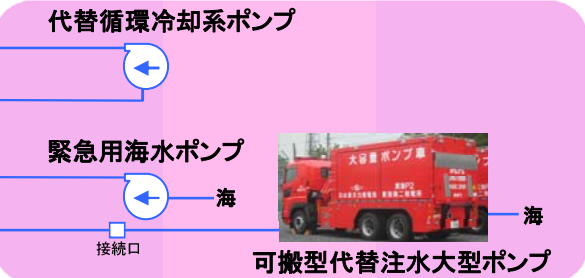
① 注水に必要な水源の強化



② 低圧注水手段の強化



③ 最終ヒートシンクによる除熱の強化

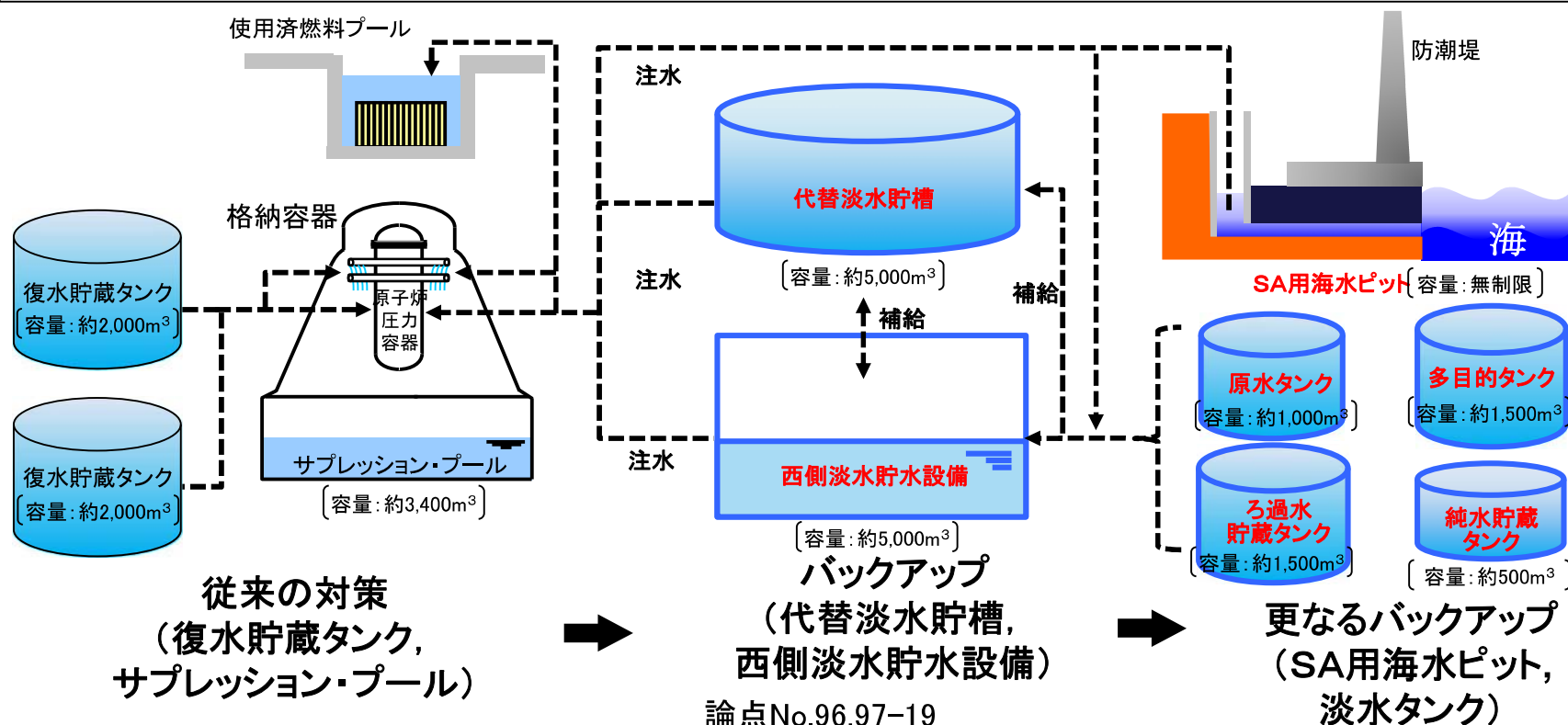


■ : 新規設置
■ : 格納容器破損防止対策/水素対策に係る内容

論点No.96,97-18

【代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備，SA用海水ピットの新設】

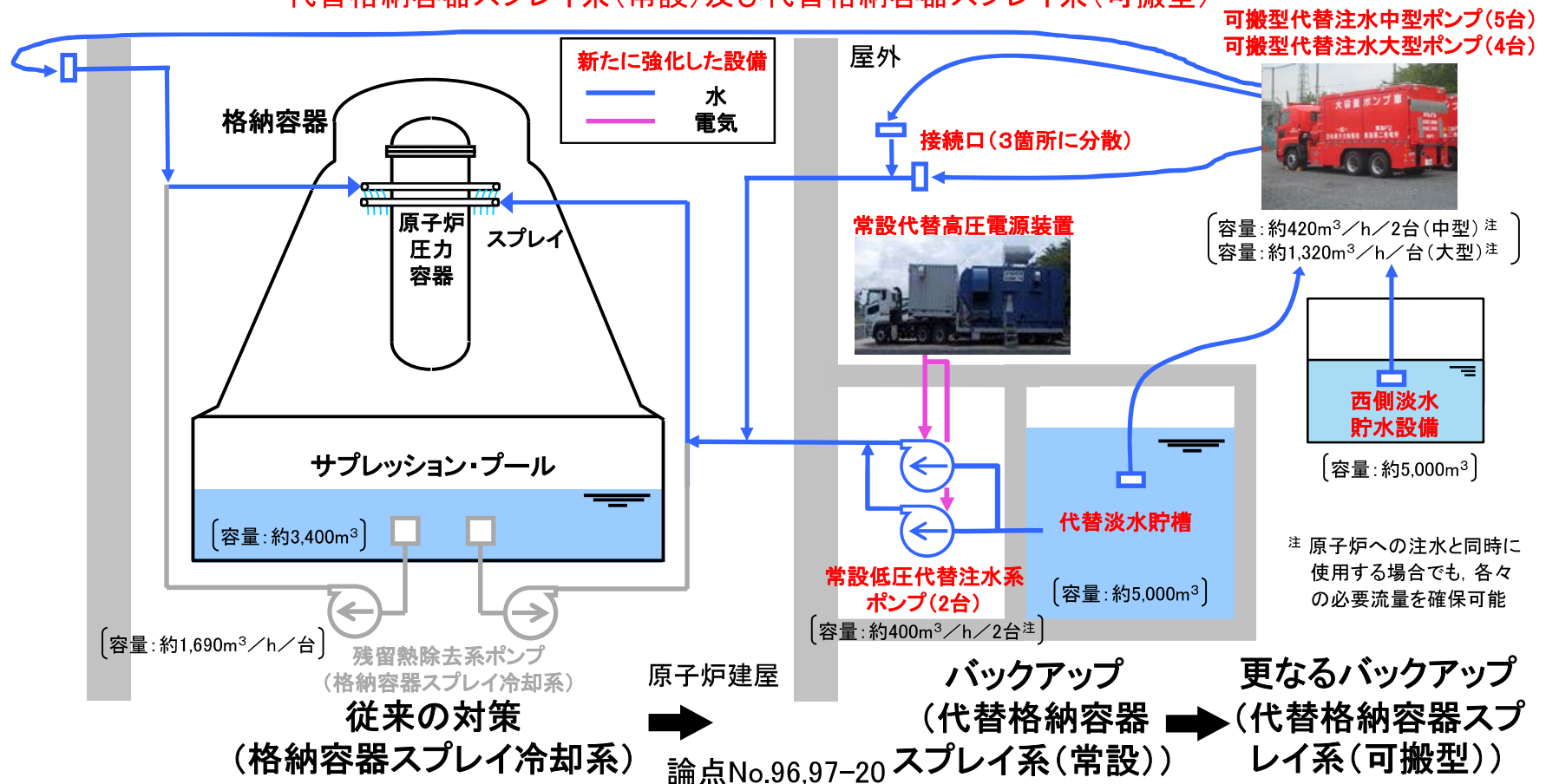
- 格納容器内を冷却し，破損を防ぐためには，原子炉や格納容器への注水により，原子炉や格納容器内の圧力・温度の低下を継続的に図ることが重要。このため注水用の水源を増強する。
- 地下式の堅牢な代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備，SA用海水ピットを設置することで，地震・竜巻や，敷地に遡上する津波等の外部事象に対しても，確実に水源を確保可能。また，既設の各種淡水タンクも利用可能な場合には活用
- 代替淡水貯槽，西側淡水貯水設備には，原子炉，格納容器及び使用済燃料プールへ7日間の注水が可能なる量を確保する。



【代替格納容器スプレイ系の設置】

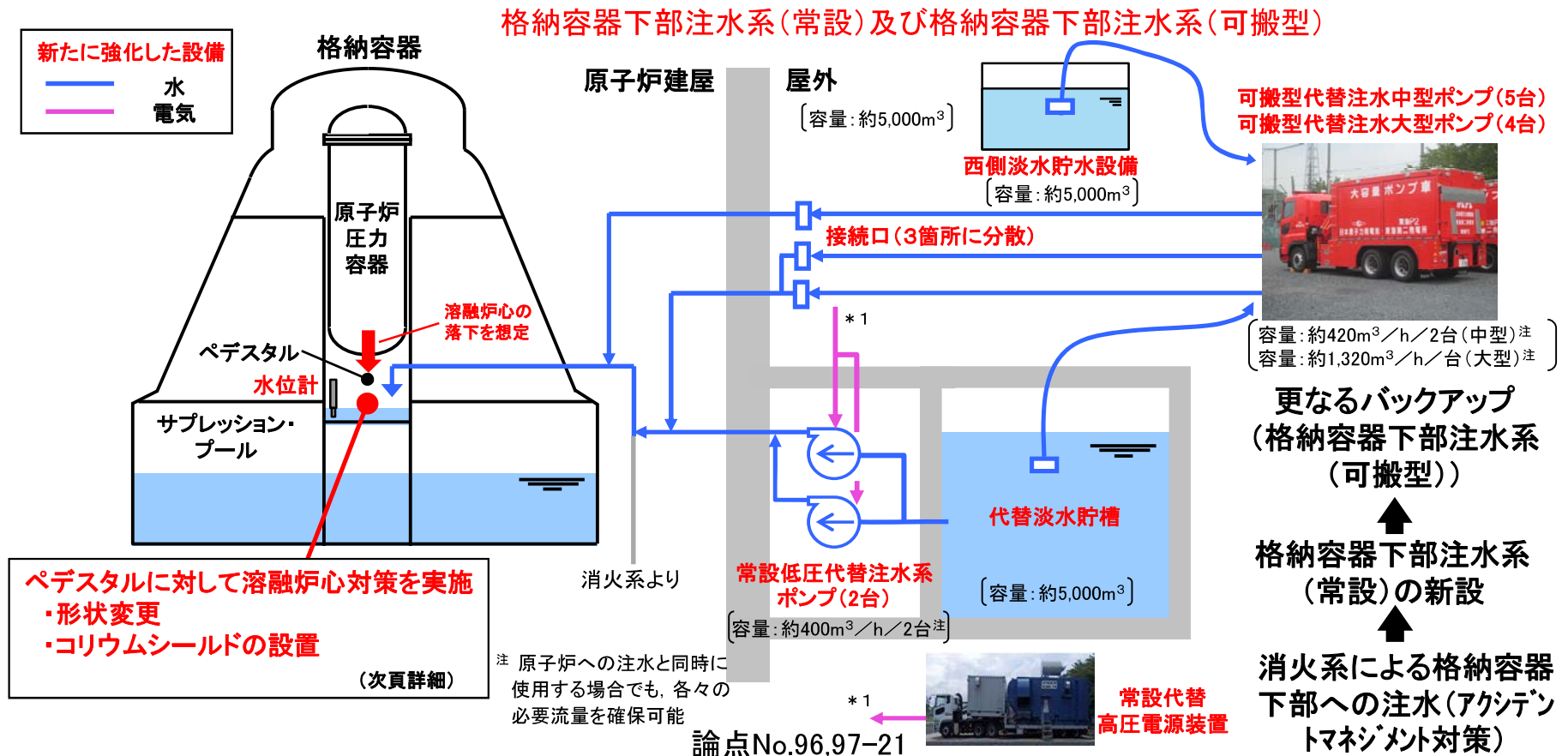
- 格納容器内の温度及び圧力を低下させる手段を増強する。
- 全交流動力電源が喪失した場合や、既存の残留熱除去系ポンプ（格納容器スプレイ冷却系）が機能喪失した場合でも、代替格納容器スプレイ系（常設）及び代替格納容器スプレイ系（可搬型）により、代替淡水貯槽等から格納容器内へスプレイ水の供給を継続し、格納容器内の蒸気凝縮を図ることで、格納容器内の圧力・温度の上昇抑制を行うことが可能

代替格納容器スプレイ系（常設）及び代替格納容器スプレイ系（可搬型）



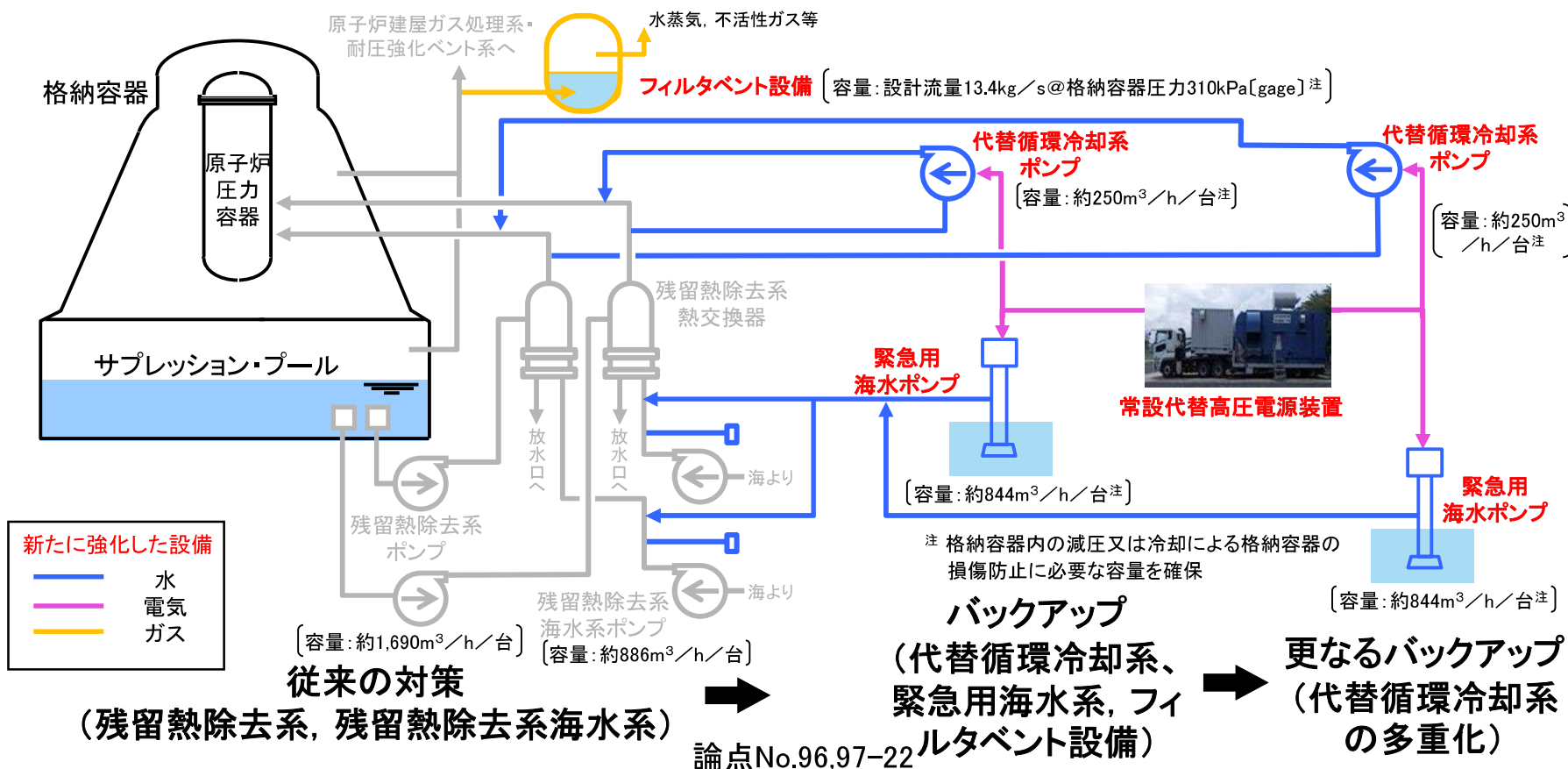
【溶融炉心を冷却する設備の設置】

- 炉心損傷が発生し、原子炉圧力容器を貫通して格納容器下部に落下した溶融炉心を冷却する設備を新設する。
- 常設低圧代替注水系ポンプを使用し、代替淡水貯槽の水を格納容器下部に注水する格納容器下部注水系(常設)を設置する。本設備は常設代替高圧電源装置からの給電が可能である。
- 更に可搬型代替注水大型ポンプを使用し、代替淡水貯槽等の水を格納容器下部に注水する格納容器下部注水系(可搬型)も設置する。
- 落下した溶融炉心を保持するため、原子炉圧力容器直下のペDESTAL形状を変更しコリウムシールドを設置



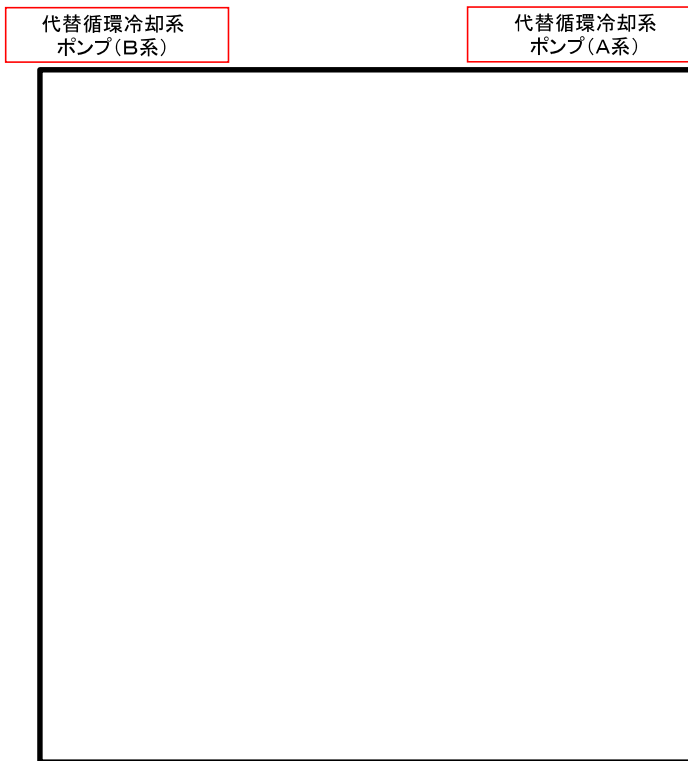
【代替循環冷却系及びフィルタベント設備の設置】

- 緊急用海水系に加え、**フィルタベント設備**及び**代替循環冷却系**を新設し、最終ヒートシンク(大気又は海)による除熱機能を強化する。
- **フィルタベント設備**を新設し、最終ヒートシンク(大気)による除熱機能を強化する。
- **代替循環冷却系**は、システムを**多重化**することで高い信頼性を有しており、**格納容器ベントまでの時間をできる限り延ばすことが可能**



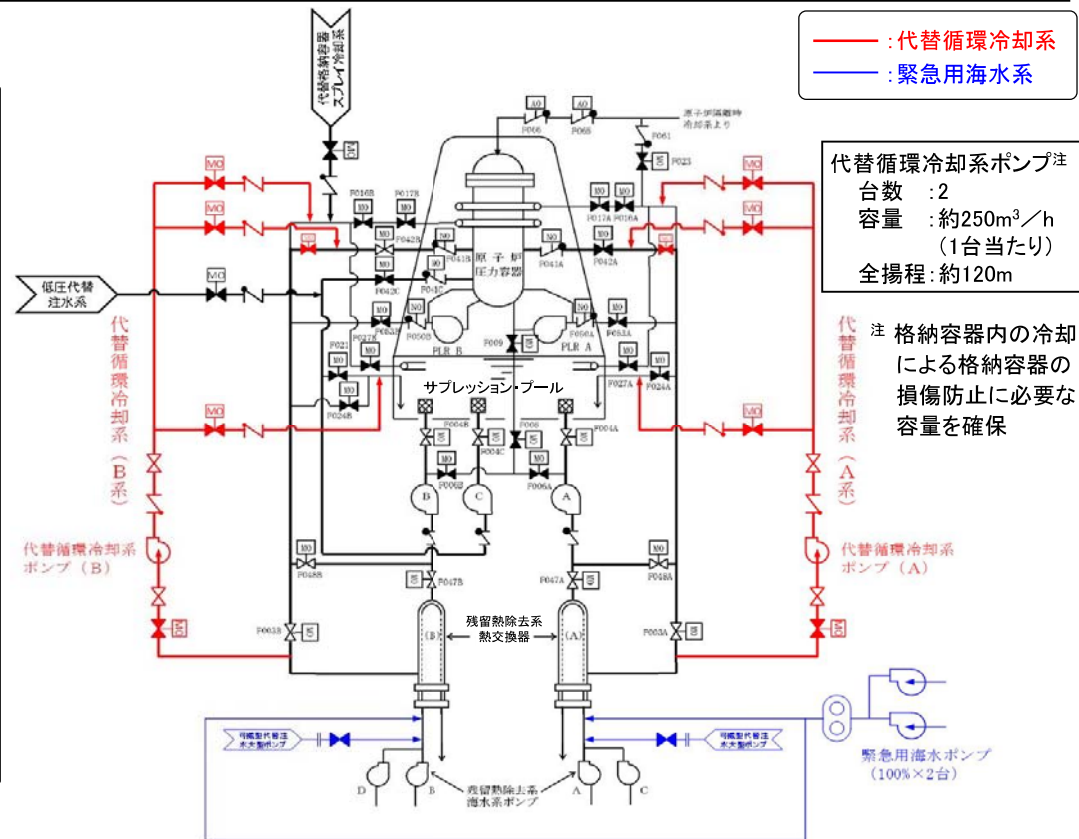
【代替循環冷却系による格納容器からの除熱】

- 代替循環冷却系はサプレッション・プールを水源として、残留熱除去系(A)及び(B)の一部を流路として活用
- 代替循環冷却系ポンプにより送水されたサプレッション・プール水は、残留熱除去系熱交換器(A)及び(B)で海水との熱交換により冷却され、原子炉圧力容器への注水や格納容器内にスプレィし、格納容器からの除熱を行う。
- 代替循環冷却系の作動により格納容器内の温度及び圧力を低下させ、また格納容器ベントに至るまでの時間を遅延させることで、放射性物質放出開始の遅延・放出量の低減を図る。また、代替循環冷却系は系統を多重化して離隔して設置することで高い信頼性を確保する。



原子炉建屋原子炉棟地下2階

【代替循環冷却系ポンプ 配置図】



論点No.96,97-23 【代替循環冷却系 系統概要図】

【論点No.96】

常設及び可搬型の各冷却設備の容量，流量や台数並びに水源の容量等の考え方について

【委員からの指摘事項等】

No.85

P.2-4

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

いろいろな冷却設備や水源が追加されているが、これらの容量等についてはどのようになっているか。必要量に対してどのぐらいの容量，流量を確保するのか，定量的に確認したい。また，可搬型のポンプ車等に関しても，容量等についてどのような考え方に基づいているのか。

【県民意見(頂いたご意見・特に関心のある事項)】

No.484

電源水源の多重化。

論点No.78, 88参照

P.3

【論点No.97】

複数の用途で共通して使用する可搬型ポンプ車等の必要容量及び台数の考え方について

【委員からの指摘事項等】

No.86

指摘事項等・県民意見に下線を記載
対応する資料頁数等を 内に記載

可搬型のポンプ車について、格納容器への注水やペデスタルへの注水など複数の用途があるようだが、これは同時に必要になった場合を考えてバックアップを用意しているのか。

