

【資料1-1】

滋賀県原子力安全対策連絡協議会
滋賀県原子力防災専門会議合同会議
平成29年(2017年)2月10日

美浜発電所3号炉の設置変更および 工事計画認可に関する審査の概要

平成29年2月10日

原子力規制庁
地域原子力規制総括調整官(福井担当)



1. 新規制基準の概要

福島第一原発事故における教訓

- 福島第一原発事故では地震や津波により、複数の機器・システムが同時に安全機能を喪失。
- さらに、その後のシビアアクシデントの進展を食い止めることができなかった。

地震・津波により、複数の機器・システムが同時に安全機能を喪失

①地震により外部電源喪失

②津波により所内電源喪失・破損



使用済燃料プール

⑦水素爆発

安全機能喪失によるシビアアクシデントの進展

③冷却停止



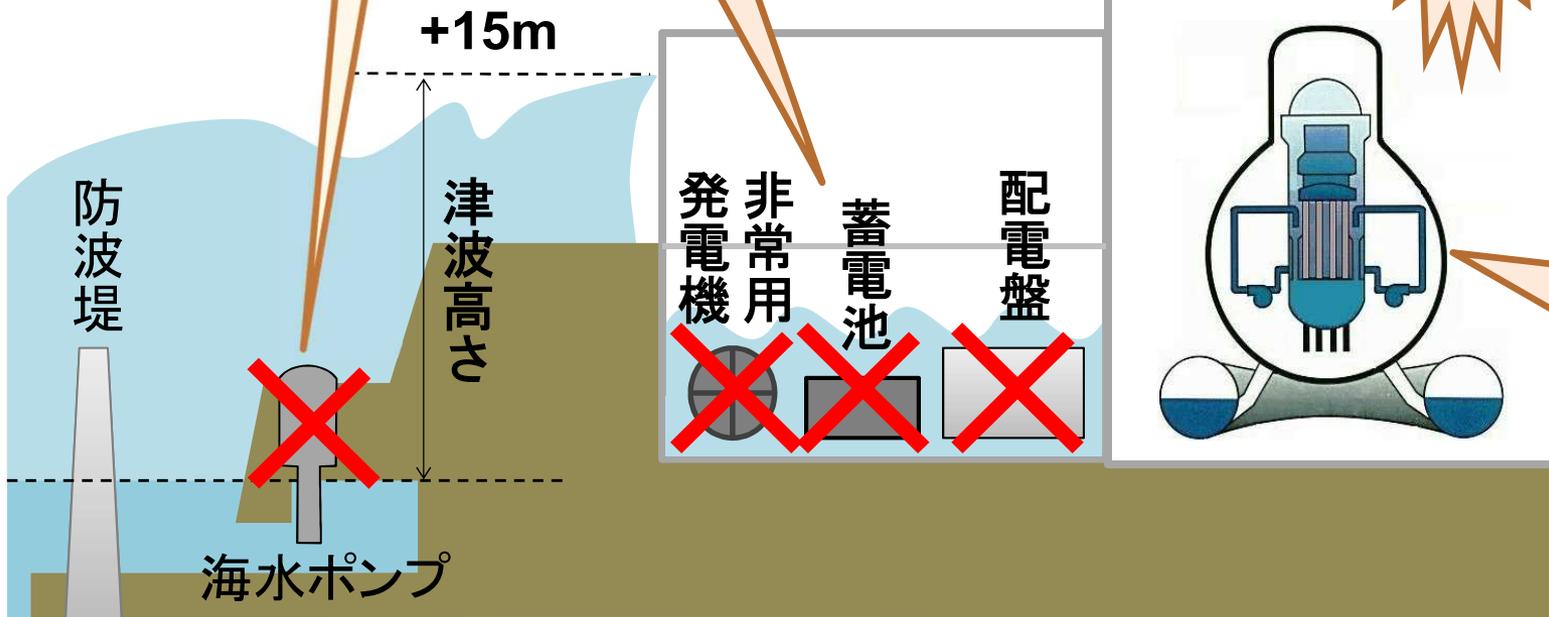
④炉心損傷



⑤水素発生



⑥水素漏えい
(格納容器破損)



新規制基準の基本的な考え方と主な要求事項

➤ 共通要因による安全機能喪失及びシビアアクシデントの進展を防止するための基準を策定

共通要因による安全機能の喪失を防止(シビアアクシデントの防止)

(従来の対策は不十分)

大規模な自然災害への対応強化

火災・内部溢水・停電などへの耐久力向上

- 地震・津波の想定手法を見直し
- 津波浸水対策の導入
- 火山・竜巻・森林火災も想定
- 火災対策の強化・徹底
- 内部溢水対策の導入
- 外部電源の信頼性向上
- 所内電源・電源盤の多重化・分散配置
- モニタリング・通信システム等の強化

万一シビアアクシデントが発生しても対処できる設備・手順の整備

(これまで要求せず)

炉心損傷の防止

格納容器の閉じ込め機能等の維持

放射性物質の拡散抑制

指揮所等の支援機能の確保

原子炉建屋外設備が破損した場合等への対応

- 原子炉の停止対策の強化
- 原子炉の減圧対策の強化
- 原子炉への注水・除熱対策の強化
- 使用済燃料プールへの注水対策の強化
- 格納容器の破損防止対策の強化
- 建屋等の水素爆発防止対策の導入
- 放射性物質の拡散抑制対策の導入
- 緊急時対策所

テロや航空機衝突への対応

(これまで要求せず)

(対策に共通性)

原子炉から100m離れた場所に電源車等を保管。更なる信頼性向上対策として常設化(特定重大事故等対処施設)

従来の規制基準と新規規制基準との比較

- ▶ 従来と比較すると、シビアアクシデントを防止するための基準を強化するとともに、万一シビアアクシデントやテロが発生した場合に対処するための基準を新設

＜従来の規制基準＞

シビアアクシデントを防止するための基準(いわゆる設計基準)
(単一の機器の故障を想定しても炉心損傷に至らないことを確認)

自然現象に対する考慮
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

＜新規規制基準＞

意図的な航空機衝突への対応
放射性物質の拡散抑制対策
格納容器破損防止対策
炉心損傷防止対策 (複数の機器の故障を想定)
内部溢水に対する考慮(新設)
自然現象に対する考慮 (火山・竜巻・森林火災を新設)
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

新設 (テロ対策)
新設 (シビアアクシデント対策)
強化又は新設
強化

2. 美浜発電所3号機の 設置変更に関する 審査書の概要

美浜発電所 3号機の審査の経緯

2013年7月8日 新規制基準施行

2015年3月17日 関西電力が設置変更許可申請書を提出

2015年4月2日～

公開の審査会合での審査(原子力規制委員、規制庁審査官)

※48回の審査会合と2回の現地調査を実施(設置変更許可まで)

※約220回のヒアリング実施(設置変更許可まで)

2016年8月3日

原子力規制委員会で設置変更許可に係る審査結果のとりまとめ、意見募集(パブリックコメント)の実施を了承(8月4日～9月2日(30日間)まで意見募集)、原子力委員会・経済産業大臣への意見聴取の決定

2016年10月5日

原子力規制委員会は、意見募集及び関係機関(原子力委員会、経済産業大臣)への意見聴取の結果を踏まえ、設置変更を許可

※審査書全文は原子力規制委員会ホームページに掲載しています。

「設置変更許可 審査書」

<http://www.nsr.go.jp/data/000165965.pdf>

美浜発電所 3号機の設置変更に関する 審査書の概要

＜本日の説明の順序＞

(1) 重大事故の発生を防止するための対策

- 地震・津波などの自然現象及び人為事象への対策の強化
- 火災対策や電源対策等

(2) 重大事故の発生を想定した対策

- 「止める」ための対策(原子炉停止対策)
- 「冷やす」ための対策(炉心損傷防止対策)
- 「閉じ込める」ための対策(格納容器破損防止対策)
- 訓練などのソフト面での対策

(3) 更なる対策

- 「抑える」ための対策(放射性物質拡散抑制対策)
- 大規模な損壊が発生した場合の対応

(1) 重大事故の発生を 防止するための対策

敷地内破碎帯の活動性評価等

敷地内破碎帯の活動性評価

- 申請当初の薄片観察結果に加え、有識者会合を踏まえて実施した薄片の再観察、追加の薄片観察等により、粘土鉱物脈が最新面を横断し変形していないこと、最新面が粘土鉱物で充填され不明瞭になっていることを確認。
- 熱水変質の痕跡について、化学的分析結果を踏まえた検討を指摘し、破碎部の主成分組成、構成鉱物等も詳細に確認するとともに、若狭湾周辺では約20Ma以降の熱水活動は知られていないことを確認。
- 破碎帯の最新の運動センスが全て正断層センスであり、現在の広域応力場から推定される運動センスと調和しないことを確認。
- 以上のことから、将来活動する可能性のある断層等に該当しないことを確認。

【最新面と粘土鉱物脈との関係】

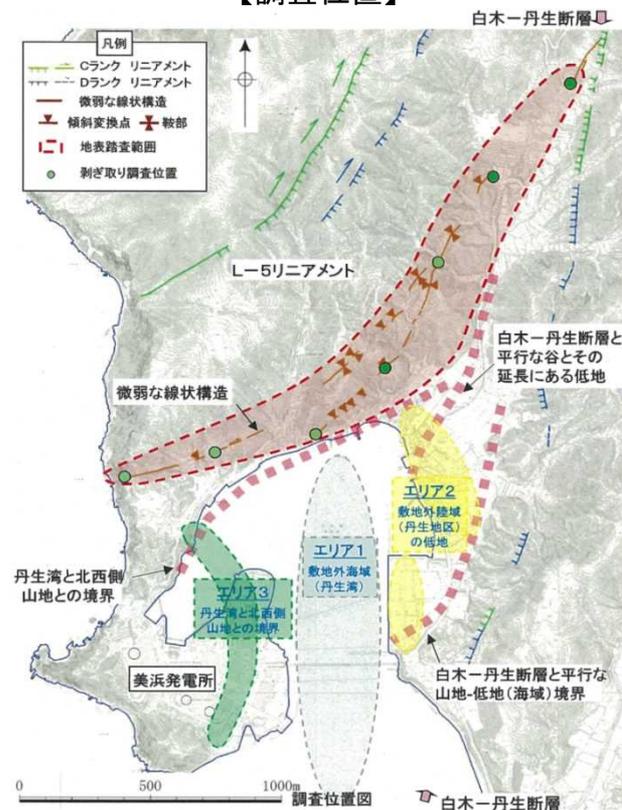


(出典:関西電力説明資料)

敷地と白木-丹生断層の間の地質・地質構造

- 有識者会合を踏まえて実施した詳細な地形判読、地質調査、海上音波探査(エリア1)、反射法地震探査(エリア2、3)やベイクーブル調査(エリア3)等により、白木-丹生断層から敷地に向かって派生する震源として考慮する活断層は認められないことを確認。

【調査位置】



(出典:関西電力説明資料)

基準地震動

【敷地周辺の主な断層の分布】

- C断層、三方断層、白木-丹生断層、大陸棚外縁～B～野坂断層、安島岬沖～和布-干飯崎沖～甲楽城断層に加え、審査の過程において甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層による地震を検討用地震として追加。
- 断層上端深さについて、調査結果の信頼性を踏まえて評価することを指摘し、申請当初の4kmから3kmに見直した上で地震動評価を実施。
- 地震動評価において、震源断層の長さの不確かさとして、安島岬沖～和布-干飯崎沖～甲楽城断層～甲楽城沖断層～浦底断層～池河内断層～柳ヶ瀬山断層～柳ヶ瀬断層南部～鍛冶屋断層～関ヶ原断層の連動ケースを追加。



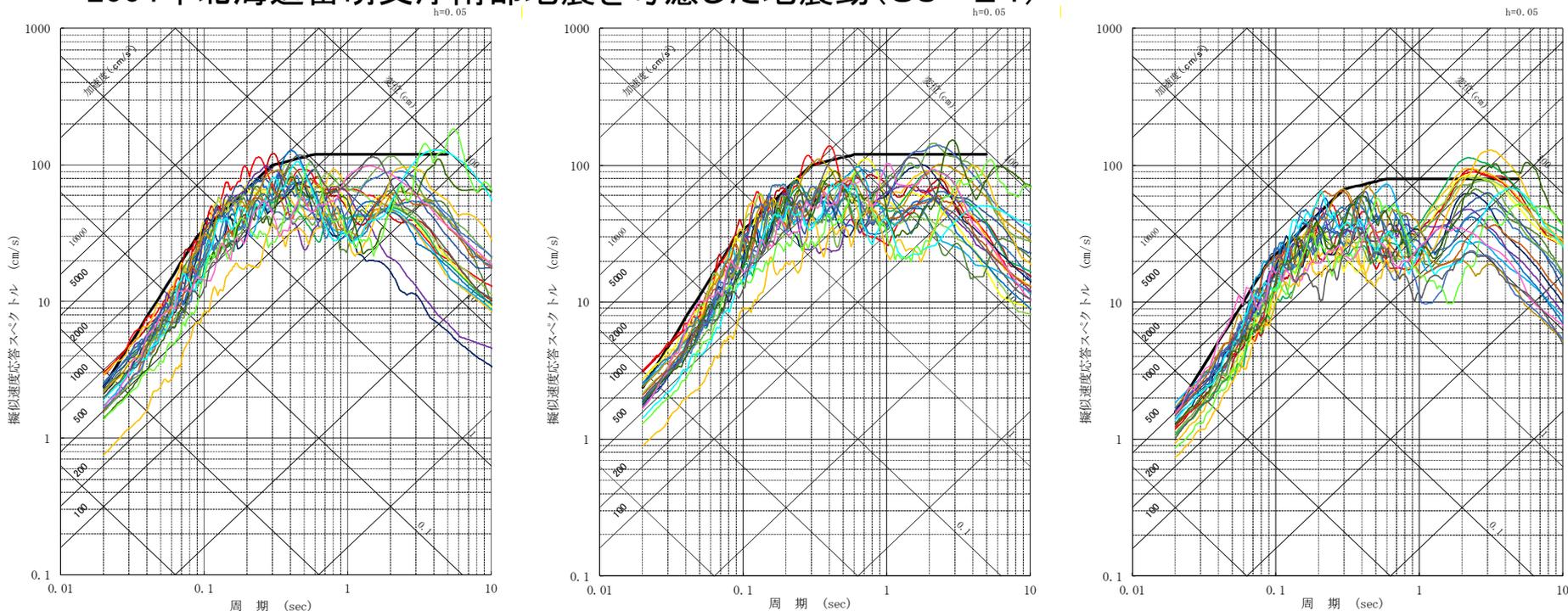
(注) 敷地から半径約30kmの範囲の主な断層について図示している。

(出典: 関西電力説明資料)

基準地震動

→24種類の基準地震動を策定。

- 応答スペクトルに基づく基準地震動S_s-1(最大加速度750ガル)
- 断層モデルを用いた手法による基準地震動S_s-2~S_s-22(最大加速度は最大993ガル)
- 震源を特定せず策定する地震動として、以下の2つ。
 - ・2000年鳥取県西部地震における賀祥ダムの観測記録による地震動(S_s-23)
 - ・2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動(S_s-24)



- 水平(NS)方向**
- 基準地震動S_s-1
 - 基準地震動S_s-2 C断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点1)
 - 基準地震動S_s-3 C断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点2)
 - 基準地震動S_s-4 C断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点3)
 - 基準地震動S_s-5 C断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点4)
 - 基準地震動S_s-6 C断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点5)
 - 基準地震動S_s-7 C断層(傾斜角55°ケース、破壊開始点3)
 - 基準地震動S_s-8 白木-丹生断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点1)
 - 基準地震動S_s-9 白木-丹生断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点2)
 - 基準地震動S_s-10 白木-丹生断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点3)
 - 基準地震動S_s-11 白木-丹生断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点5)
 - 基準地震動S_s-12 大陸棚外縁~B~野坂断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点2)
 - 基準地震動S_s-13 大陸棚外縁~B~野坂断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点3)
 - 基準地震動S_s-14 大陸棚外縁~B~野坂断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点4)

- 水平(EW)方向**
- 基準地震動S_s-15 大陸棚外縁~B~野坂断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点6)
 - 基準地震動S_s-16 大陸棚外縁~B~野坂断層(短周期の地震動1.5倍ケース、破壊開始点7)
 - 基準地震動S_s-17 大陸棚外縁~B~野坂断層(V_r=0.87βケース、破壊開始点1)
 - 基準地震動S_s-18 大陸棚外縁~B~野坂断層(V_r=0.87βケース、破壊開始点4)
 - 基準地震動S_s-19 安島岬沖~和布-千飯崎沖~甲楽城断層(V_r=0.87βケース、破壊開始点2)
 - 基準地震動S_s-20 安島岬沖~和布-千飯崎沖~甲楽城断層~甲楽城沖断層~浦底断層~池河内断層~柳ヶ瀬山断層~柳ヶ瀬断層南部~鍛冶屋断層~関ヶ原断層(破壊開始点2)
 - 基準地震動S_s-21 安島岬沖~和布-千飯崎沖~甲楽城断層~甲楽城沖断層~浦底断層~池河内断層~柳ヶ瀬山断層~柳ヶ瀬断層南部~鍛冶屋断層~関ヶ原断層(破壊開始点6)
 - 基準地震動S_s-22 安島岬沖~和布-千飯崎沖~甲楽城断層~甲楽城沖断層~浦底断層~池河内断層~柳ヶ瀬山断層~柳ヶ瀬断層南部~鍛冶屋断層~関ヶ原断層(破壊開始点9)
- 鉛直方向**
- 基準地震動S_s-23 2000年鳥取県西部地震・賀祥ダムの観測記録
 - 基準地震動S_s-24 2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動

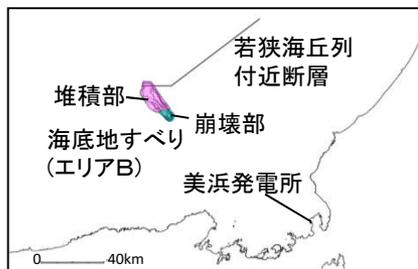
(出典:関西電力説明資料に一部加筆)

津波対策

基準津波の波源

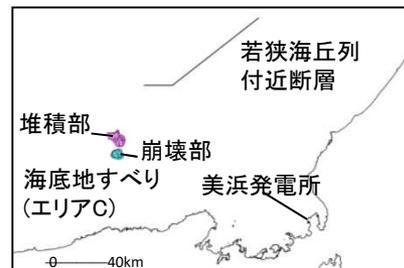
【若狭海丘列付近断層と海底地すべり(エリアB)】

※3号炉取水口・放水口(上昇側)で水位が最高となる津波の組合せ



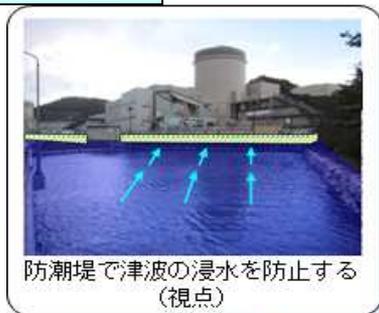
【若狭海丘列付近断層と海底地すべり(エリアC)】

※3号炉取水口(下降側)で水位が最低となる津波の組合せ



(出典: 関西電力説明資料に一部加筆)

津波防護の概要



- 海水ポンプエリア
- 燃料油貯蔵タンク
- 原子炉格納施設
原子炉補助建屋
- 空冷式非常用発電装置

3号炉放水口前【上昇側】
T.P.+3.8m

復水タンク

燃料取替
用水タンク

可搬型重大事故等
対処設備保管場所

3号炉取水口前【上昇側】
T.P.+4.2m
3号炉取水口前【下降側】
T.P.-2.7m

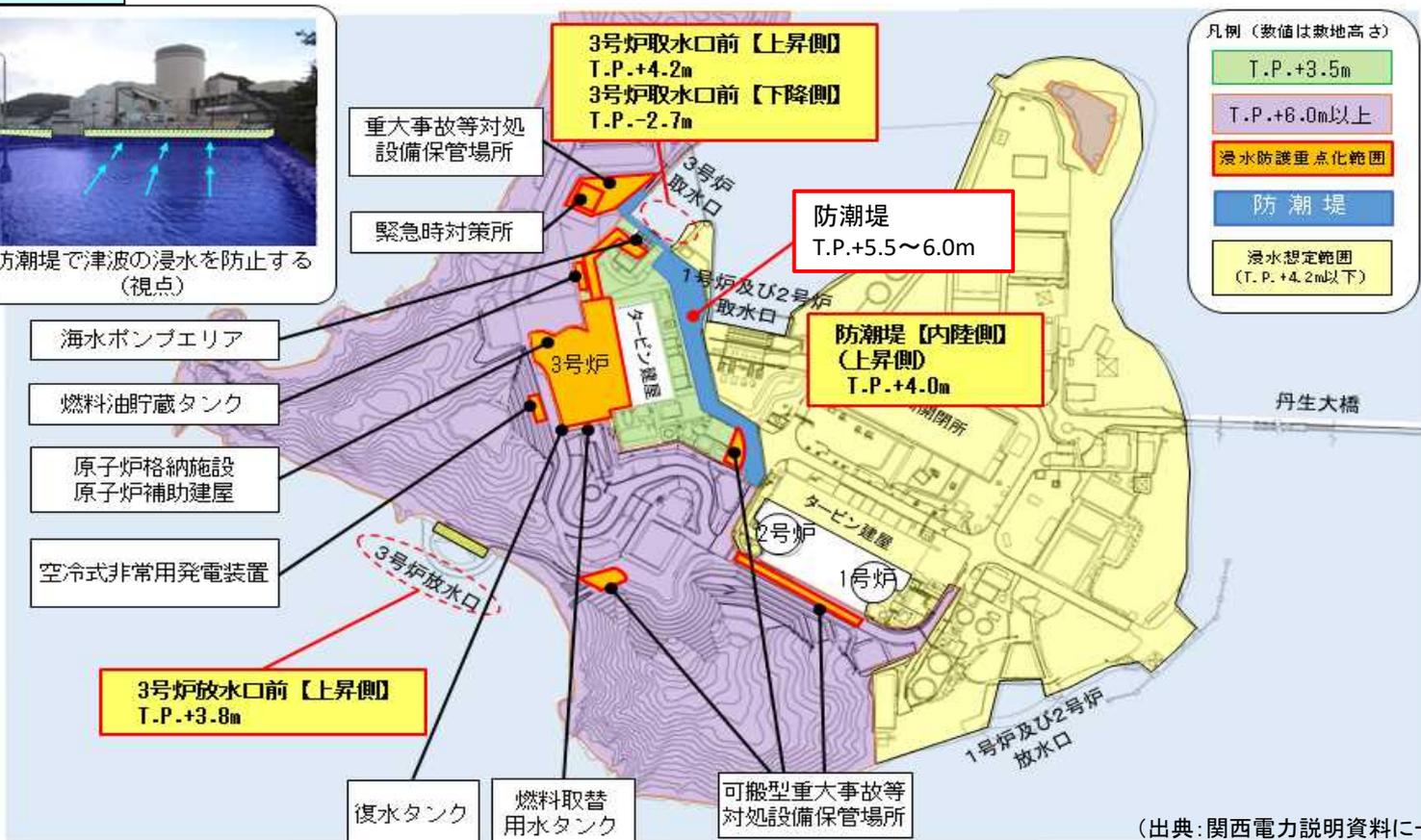
重大事故等対処
設備保管場所
緊急時対策所

防潮堤
T.P.+5.5~6.0m

防潮堤【内陸側】
(上昇側)
T.P.+4.0m

凡例(数値は敷地高さ)

- T.P.+3.5m
- T.P.+6.0m以上
- 浸水防護重点化範囲
- 防潮堤
- 浸水想定範囲
(T.P.+4.2m以下)



(出典: 関西電力説明資料に一部加筆)

自然現象及び人為事象への対策

<自然現象>

- 想定される自然現象(竜巻、森林火災、火山の影響、地滑り等)及びこれらの組合せを想定しても、安全施設の安全機能が損なわれない設計方針であることを確認。

(竜巻対策)

風速100m/sの竜巻に対して、車両の固縛、飛来物に対する防護対策等を確認。

(森林火災対策)

森林火災を想定し、必要な防火帯幅等を確保する方針を確認。

(火山の影響対策)

白山等の火山から敷地までは十分な距離があることから、火砕流等が発電所に及ぶ可能性は十分に小さいと評価。火山灰は最大層厚10cmと評価。

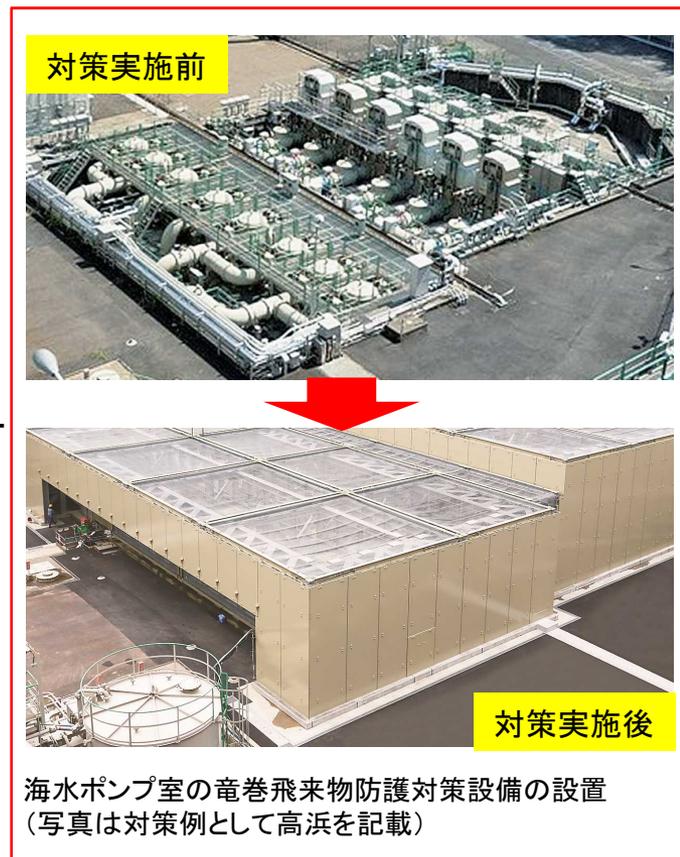
降下火災物の直接的影響(機械的影響、化学的影響等)及び間接的影響(外部電源喪失及び交通の途絶)によって、安全機能が損なわれない方針を確認。

<人為事象>

- 想定される人為事象(近隣工場等からの火災、有毒ガス等)を想定しても、安全施設の安全機能が損なわれない設計方針であることを確認。

(外部火災対策)

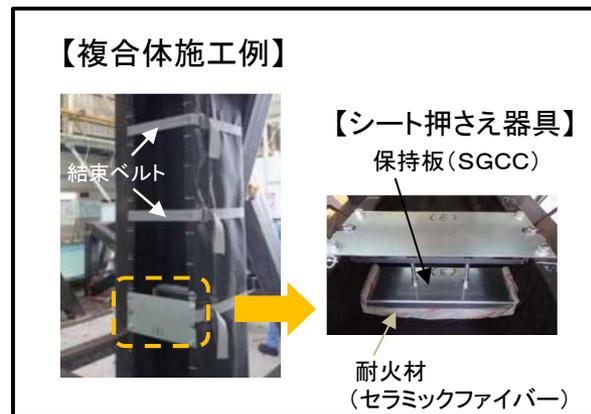
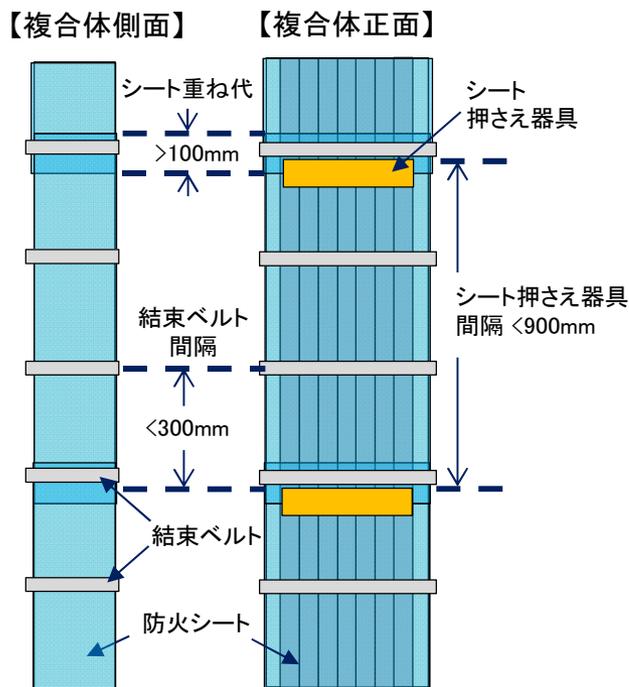
近隣に石油コンビナート等に相当する施設はないことを確認。



海水ポンプ室の竜巻飛来物防護対策設備の設置
(写真は対策例として高浜を記載)

(出典:関西電力提供写真を一部使用)

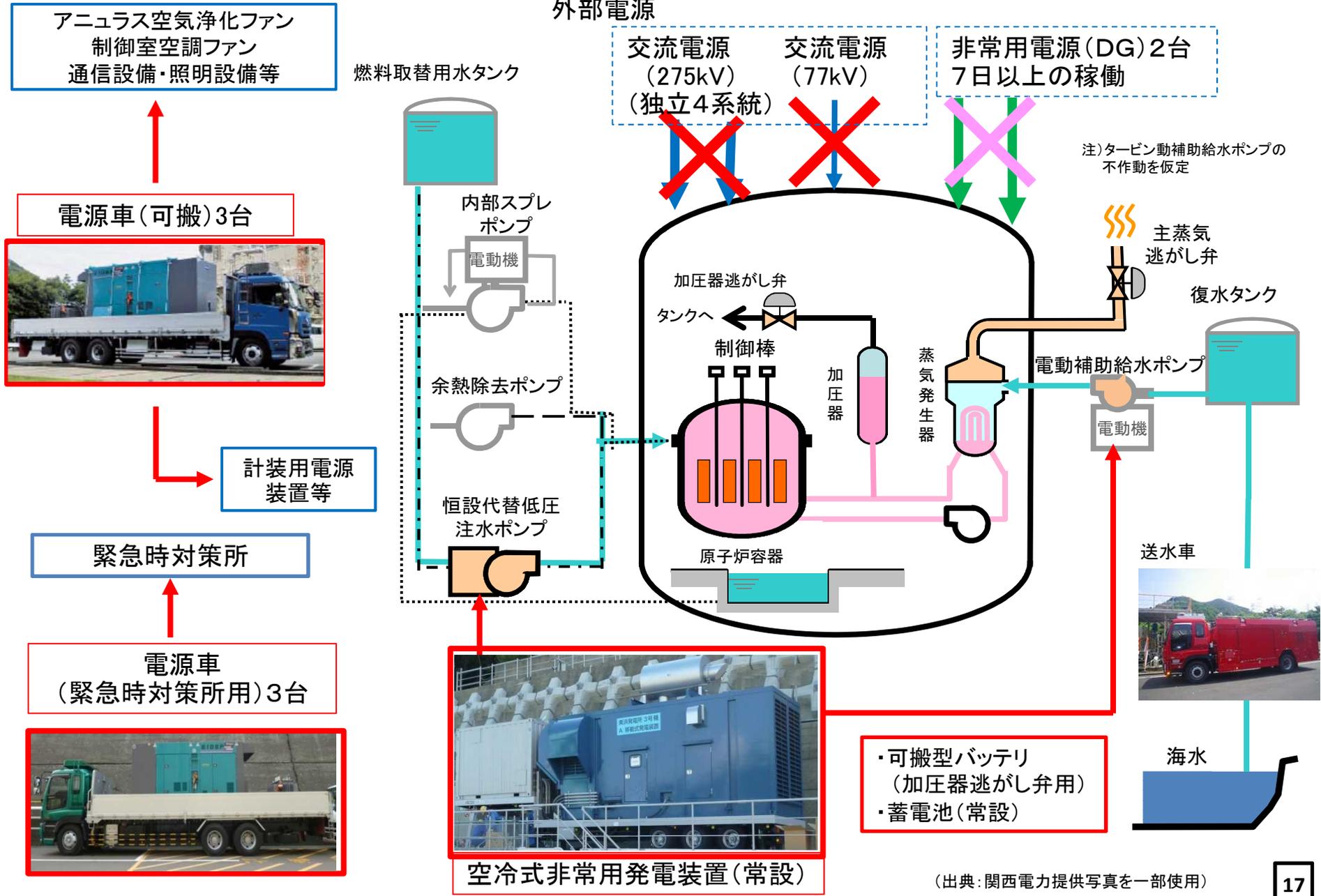
- 安全機能を有する構造物、系統及び機器を火災から防護することを目的として火災区域及び火災区画を設定し、火災発生防止、早期の火災感知・消火、影響軽減のそれぞれの方策により対策を講じる設計方針であることを確認。
 - ・ケーブルの物量を大幅に削減できる区画(配線処理室等)及びデブリの発生を抑える必要のある格納容器内、過電流による発火の可能性がある範囲のケーブルを難燃ケーブルに取り替え。
 - ・上記以外の箇所については、難燃ケーブルと同等以上の難燃性能を実証試験により確認された複合体(ケーブルとトレイを難燃性の防火シートで覆い、結束ベルト等で固定されたもの)や電線管への収納を実施。



(出典: 関西電力提供写真を一部使用)

審査結果: 難燃性能について十分な保安水準が確保されることを確認

電源の確保(全交流動力電源喪失(SBO)対策)



アニュラス空気浄化ファン
制御室空調ファン
通信設備・照明設備等

燃料取替用水タンク

外部電源

交流電源
(275kV)
(独立4系統)

交流電源
(77kV)

非常用電源(DG) 2台
7日以上の稼働

注)タービン動補助給水ポンプの
不動作を仮定

電源車(可搬) 3台



計装用電源
装置等

緊急時対策所

電源車
(緊急時対策所用) 3台



空冷式非常用発電装置(常設)

- ・可搬型バッテリー
(加圧器逃がし弁用)
- ・蓄電池(常設)

主蒸気
逃がし弁
復水タンク

電動補助給水ポンプ
電動機

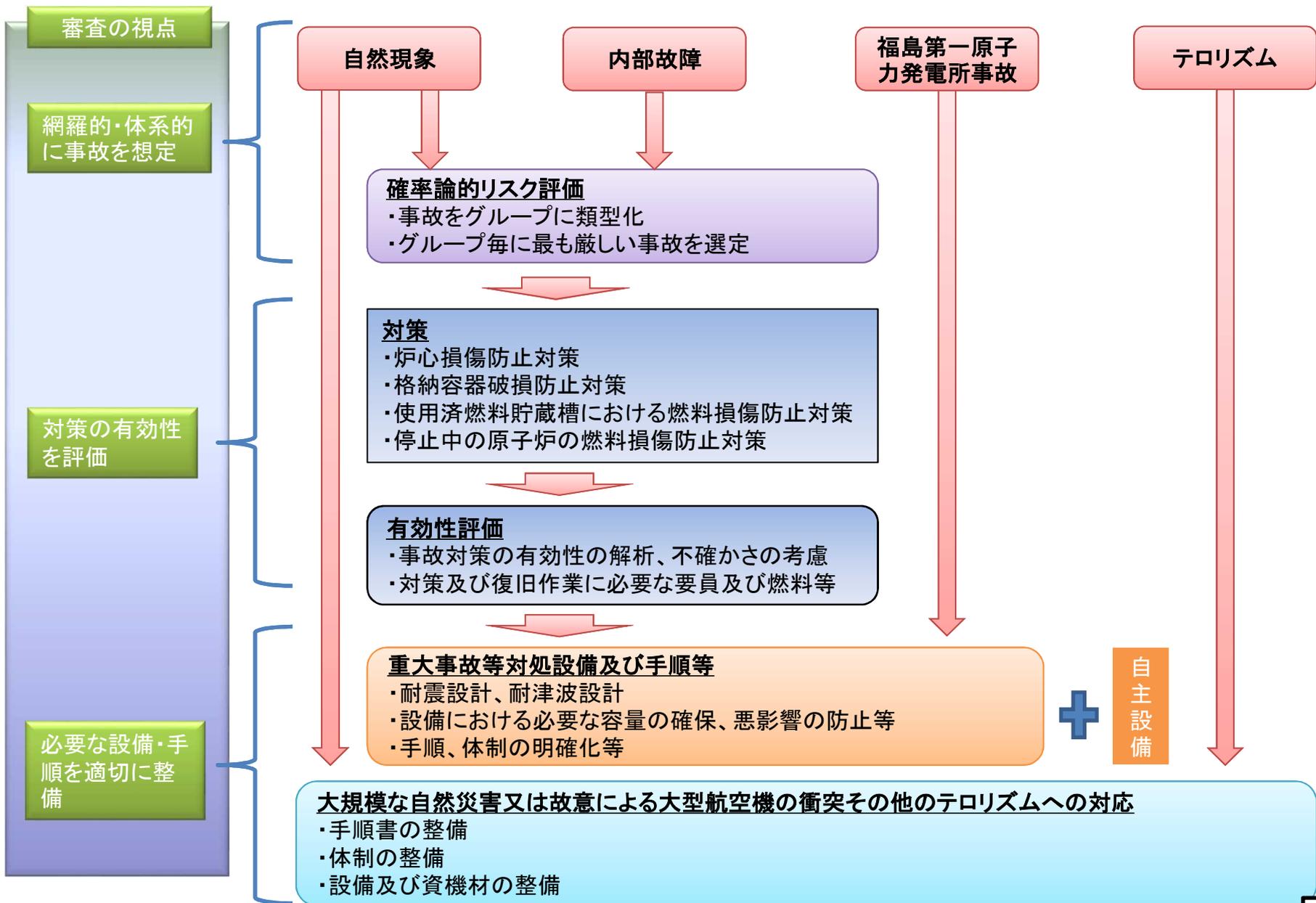


海水

(出典: 関西電力提供写真を一部使用)

(2) 重大事故の発生を 想定した対策

重大事故等対処に係る審査の概要

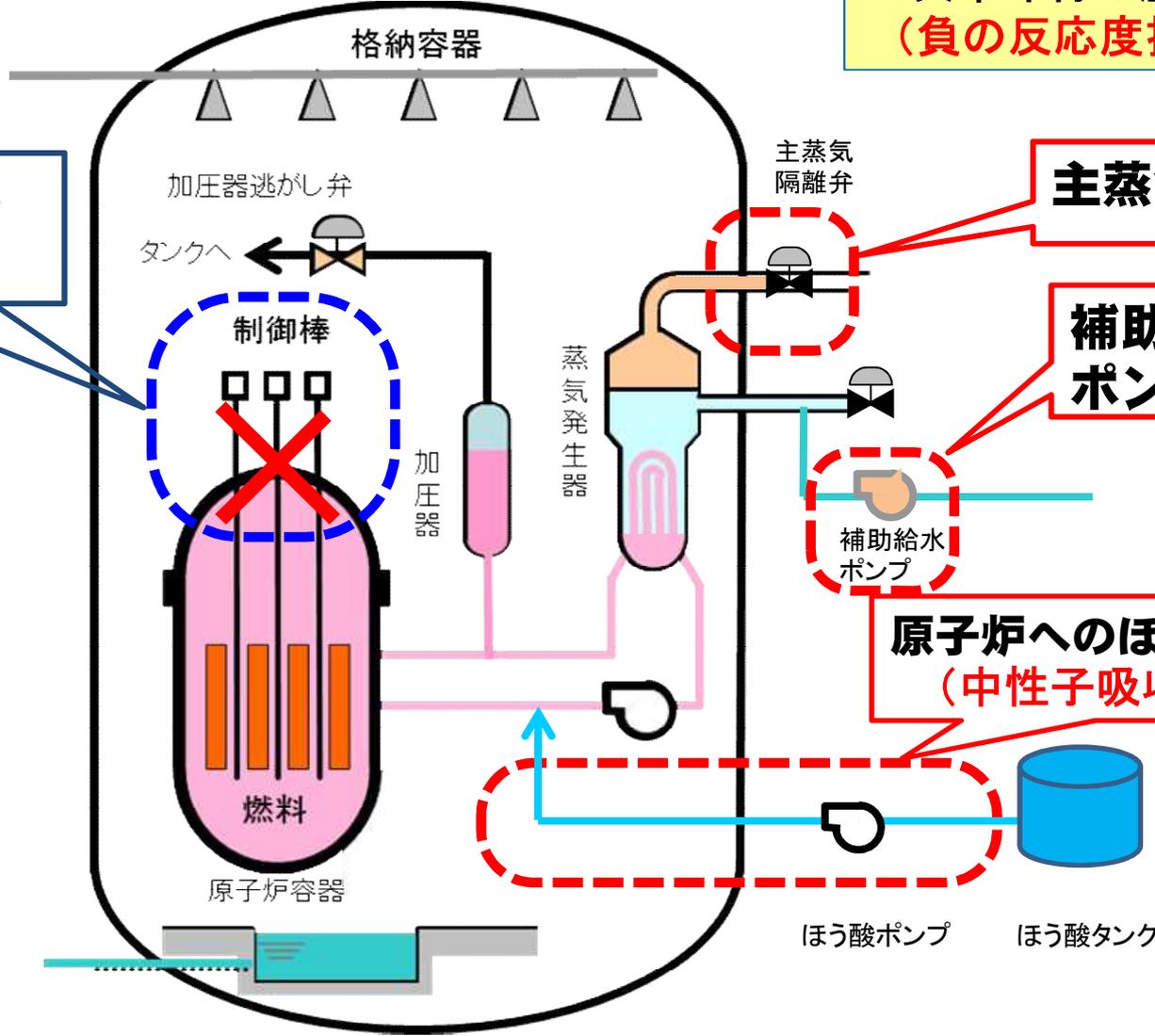


原子炉を停止させる対策(止める)

原子炉停止失敗時(ATWS)の原子炉停止機能の確保

一次冷却材の温度上昇
(負の反応度投入)

~~原子炉を止める
制御棒~~



主蒸気隔離

補助給水
ポンプ起動

原子炉へのほう酸注入
(中性子吸収材)

原子炉を停止させる対策(止める)の審査結果 (原子炉停止機能喪失(ATWS)対策)

要求事項

「原子炉停止機能喪失」において、最も厳しい事故シーケンスに対し、炉心損傷を防止すること。

有効性評価(第37条)

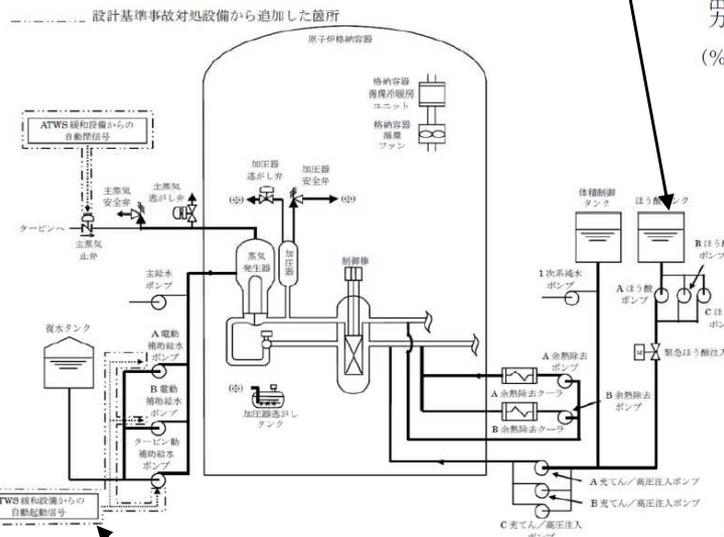
申請内容

事故想定

主給水流量喪失時に原子炉トリップ機能が喪失する最も厳しい事故シーケンス。

対策概要

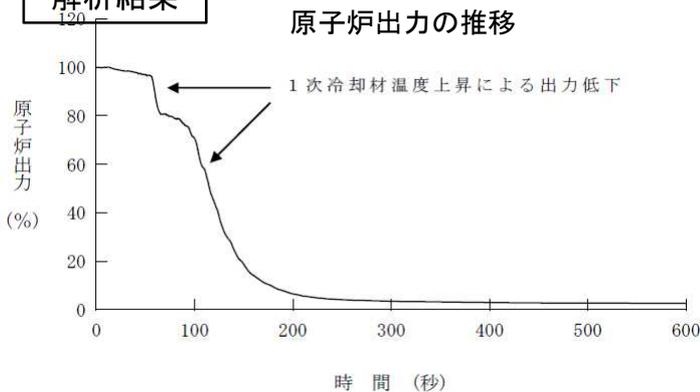
対策②: 緊急ほう酸注入



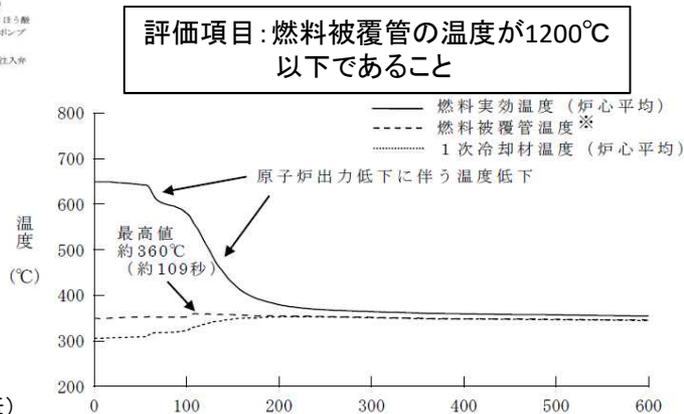
対策①: ATWS緩和設備の作動

(出典: 関西電力説明資料に一部加筆)

解析結果



燃料被覆管温度の推移



設備及び手順等(第44条等)

○手動による原子炉緊急停止
・原子炉トリップスイッチ

○自動作動による原子炉出力の抑制
・ATWS緩和設備
・主蒸気隔離弁
・電動補助給水ポンプ等

○化学体積制御設備又は非常用炉心冷却設備を用いたほう酸水の注入
・充てん/高圧注入ポンプ
・ほう酸タンク
・ほう酸ポンプ
・燃料取替用水タンク等

●自主設備

・MGセット電源
・原子炉トリップしゃ断器スイッチ
・制御棒操作器
・タービントリップスイッチ

○: 要求事項
・: 申請者の対策

審査結果

要求事項に対し設備・手順等が適切に整備されていることを確認。よって規則に適合と判断。

審査結果

申請者の解析結果について炉心損傷防止対策の評価項目を満足していること、当該対策及び復旧作業に必要な要員及び燃料等について計画が十分であることを確認。よって「原子炉停止機能喪失」に対する炉心損傷防止対策が有効なものであると判断。