

関西電力 高浜発電所3・4号機
設置変更に関する
審査書の概要について

原子力規制庁

高浜発電所の審査の経緯

2013年7月8日 新規規制基準施行

同日 関西電力が設置変更許可申請書を提出

2013年7月16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)

※67回の審査会合と3回の現地調査を実施

※約400回のヒアリング実施

2014年12月17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)の実施了承、原子力委員会・経済産業大臣への意見聴取の決定

(12月18日～1月16日まで意見募集)

2015年2月12日

原子力規制委員会で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、設置変更許可を決定。

高浜発電所の審査書の概要

<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

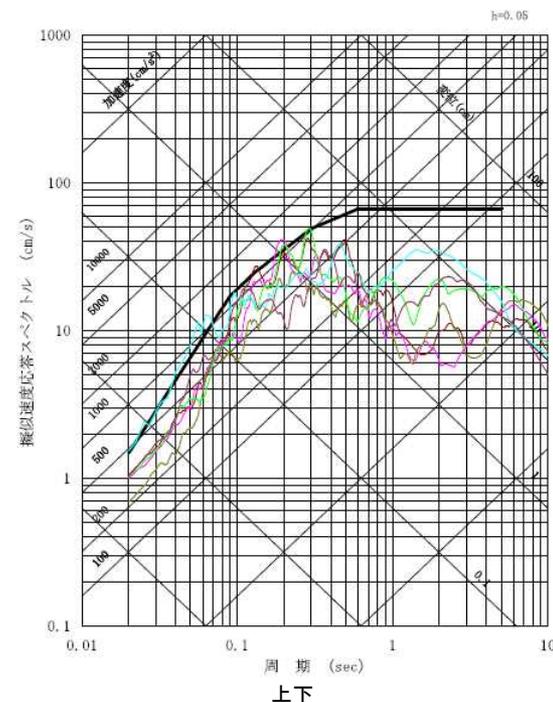
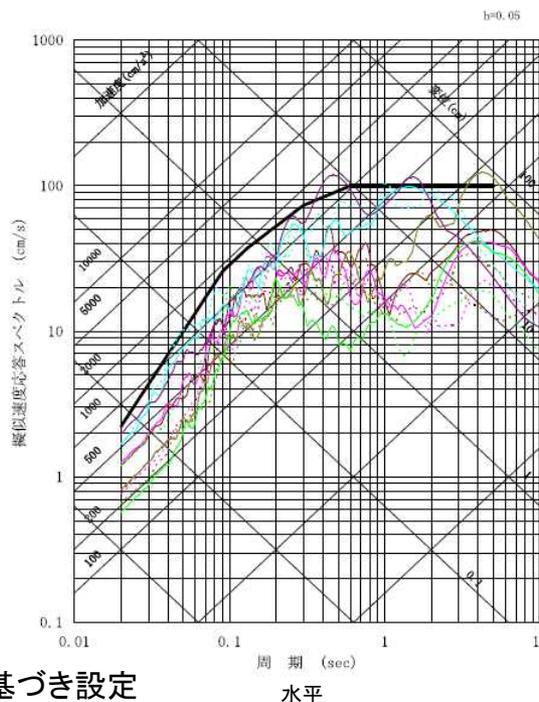
- 「抑える」ための対策(放射性物質拡散抑制対策)
- 大規模な損壊が発生した場合の対応

(1) 重大事故の発生を 防止するための対策

基準地震動

- 周辺断層について、申請当初のFO-A~FO-B断層の2連動ではなく、熊川断層の連動も考慮した3連動として評価。
- 高浜の地下構造の調査等に基づき、断層上端深さを申請当初の4kmより浅い3kmで評価。
- 震源を特定せず策定する地震動として、鳥取県西部地震での地震動観測記録に基づく地震動を追加。

→7種類の基準地震動を設定。申請当初の最大加速度550ガルから700ガルに引き上げ。



Ss-1:応答スペクトル法に基づき設定

Ss-2~4:FO-A~FO-B~熊川断層

Ss-5:上林川断層

Ss-6:2000年鳥取県西部地震

Ss-7:2004年北海道留萌支庁南部地震

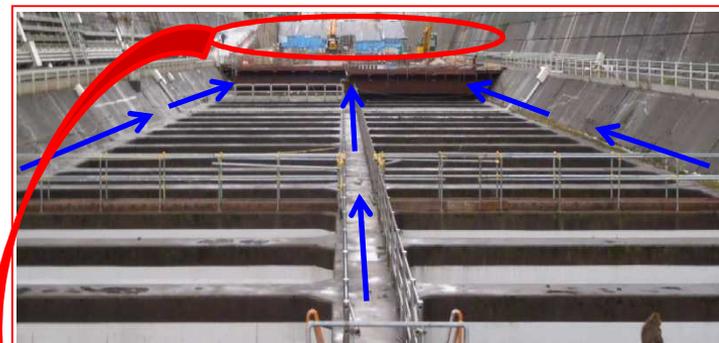
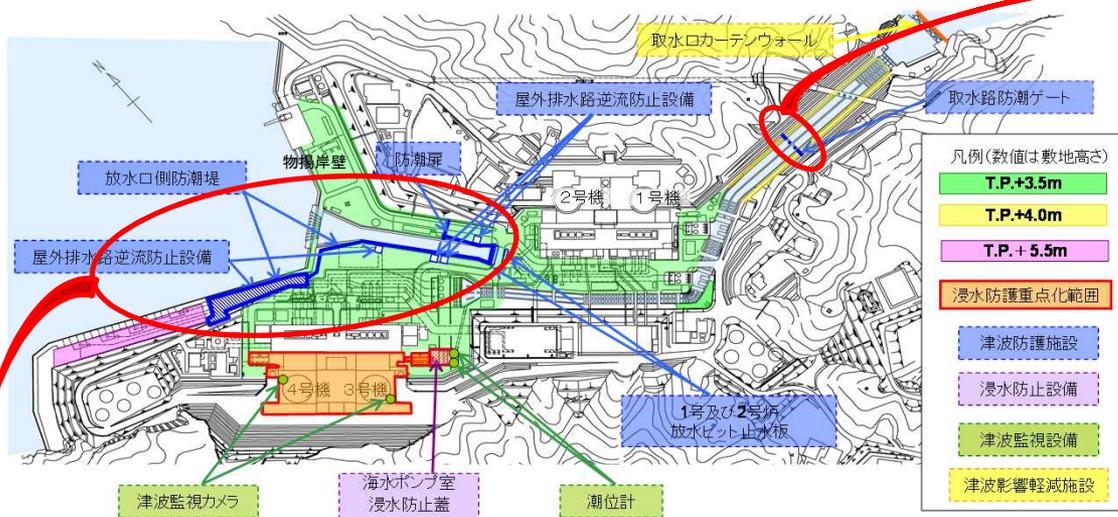
(Ss-2~6では実線がNS成分、破線がEW成分)



(出典:関西電力説明資料に一部加筆)

津波対策

- 津波の波源としてFO-A～FO-B～熊川断層の3連動を考慮するとともに、福井県の津波想定を参照し、若狭海丘列付近断層を波源として追加。
- 上記海底断層による津波と、陸上や海底での地すべりによる津波との組み合わせを考慮。
- 発電所敷地の高さ3.5mに対して入力津波高さが最高6.7m(放水路奥)となり、津波が浸水防護重点化範囲(重要な安全機能を有する設備を内包する建屋及び区画)に到達の可能性。
- 津波による敷地への浸水防止対策として、放水口側防潮堤(高さ8.0m)や取水路防潮ゲート(高さ8.5m)等を設置。取水路防潮ゲートは、確実に閉止できるようゲート落下機構を多重化。



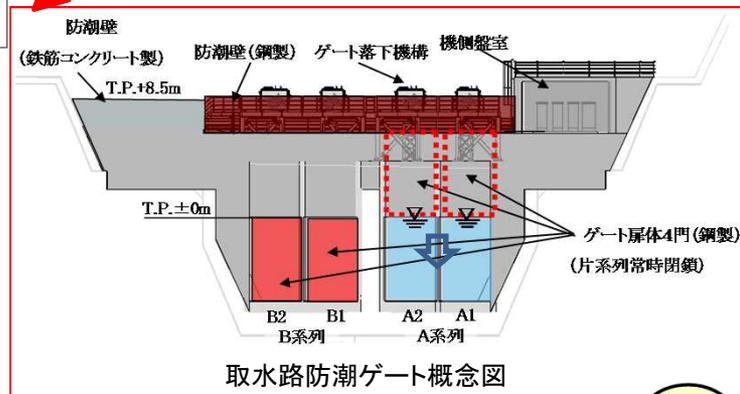
取水路防潮ゲート

(出典:高浜原子力規制事務所保安検査官撮影の写真の一部加筆)



放水口側防潮堤

(出典:関西電力提供写真の一部加筆)



(出典:関西電力説明資料の一部加筆)

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、必要な防火帯幅や散水設備等を確認する方針を確認。

(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。

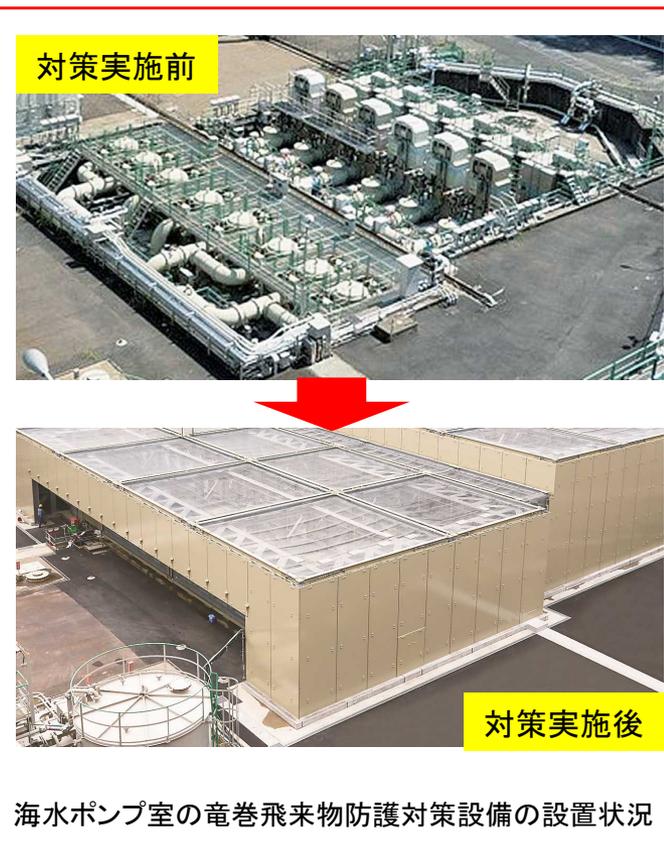
降下火災物の直接的影響(機械的影響、化学的影響等)及び間接的影響(外部電源喪失及び交通の途絶)によって、安全機能が損なわれない方針を確認。

<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。



(出典:関西電力提供写真に一部加筆)

内部火災

- 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又は火災区画を設定し、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。
 - ・火災発生防止のため、不燃性材料又は難燃性材料、難燃ケーブルを使用する方針を確認。
 - ・早期の火災感知のため、異なる種類の火災感知器を組み合わせて設置する方針を確認。また、消火設備として、主にスプリンクラーを使用する方針を確認。
 - ・影響軽減のため、原子炉停止、冷却等に必要な安全機能の系統分離方針(3時間以上の耐火能力を有する隔壁等)を確認。
- 火災防護対策実施のために必要な手順等を定めた火災防護計画を策定する方針を確認。

原子炉制御室の火災影響軽減対策

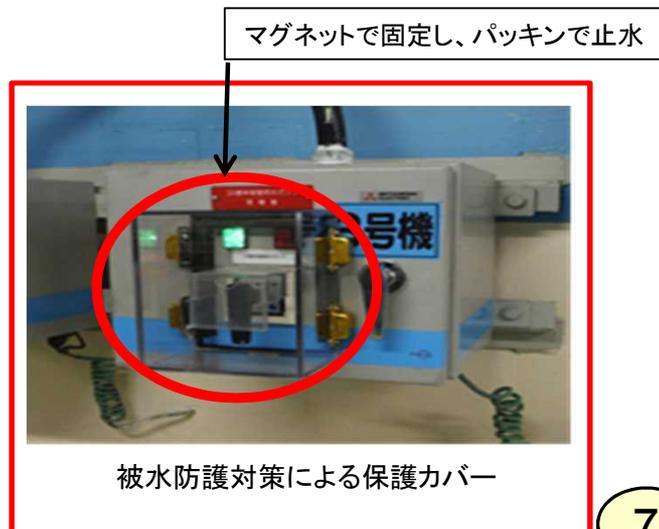
- 火災の早期発見のための高感度感知器設置
- 常駐運転員の訓練等

原子炉格納容器の火災影響軽減対策

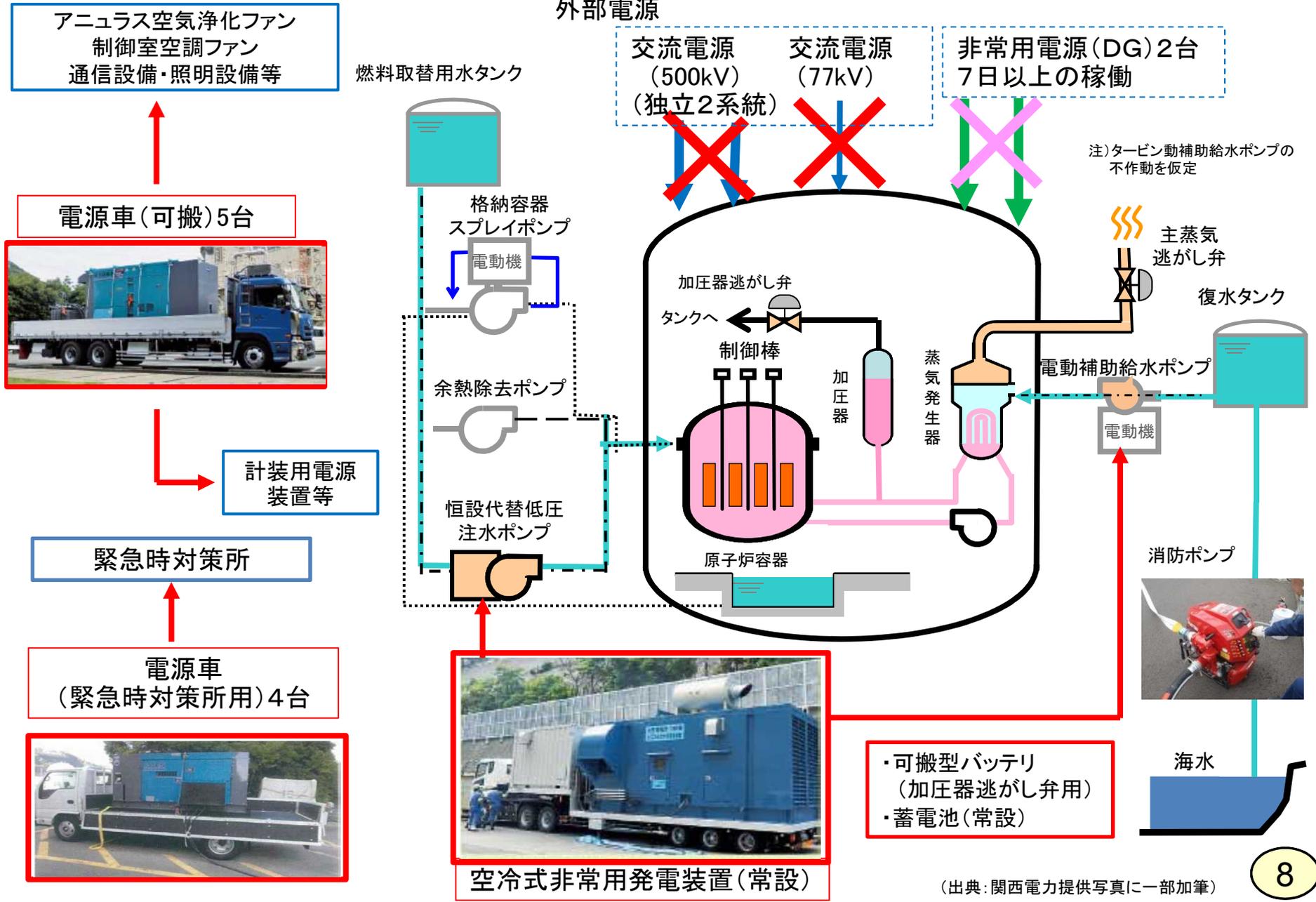
- 火災源の影響の限定化
- 消火活動の手順の確保・訓練等

内部溢水

- 没水、被水、蒸気の影響により、防護対象設備の安全機能が損なわれない設計であることを確認。
 - ・溢水源として、機器の破損、消火水の放水(スプリンクラー等の考慮)、地震等による機器の破損等を想定していることを確認。
 - ・溢水によって発生する外乱に対する評価方針を確認。
- 放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいを防止するための設計方針を確認。



電源の確保(全交流動力電源喪失(SBO)対策)



(出典: 関西電力提供写真に一部加筆)

(2) 重大事故の発生を 想定した対策

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

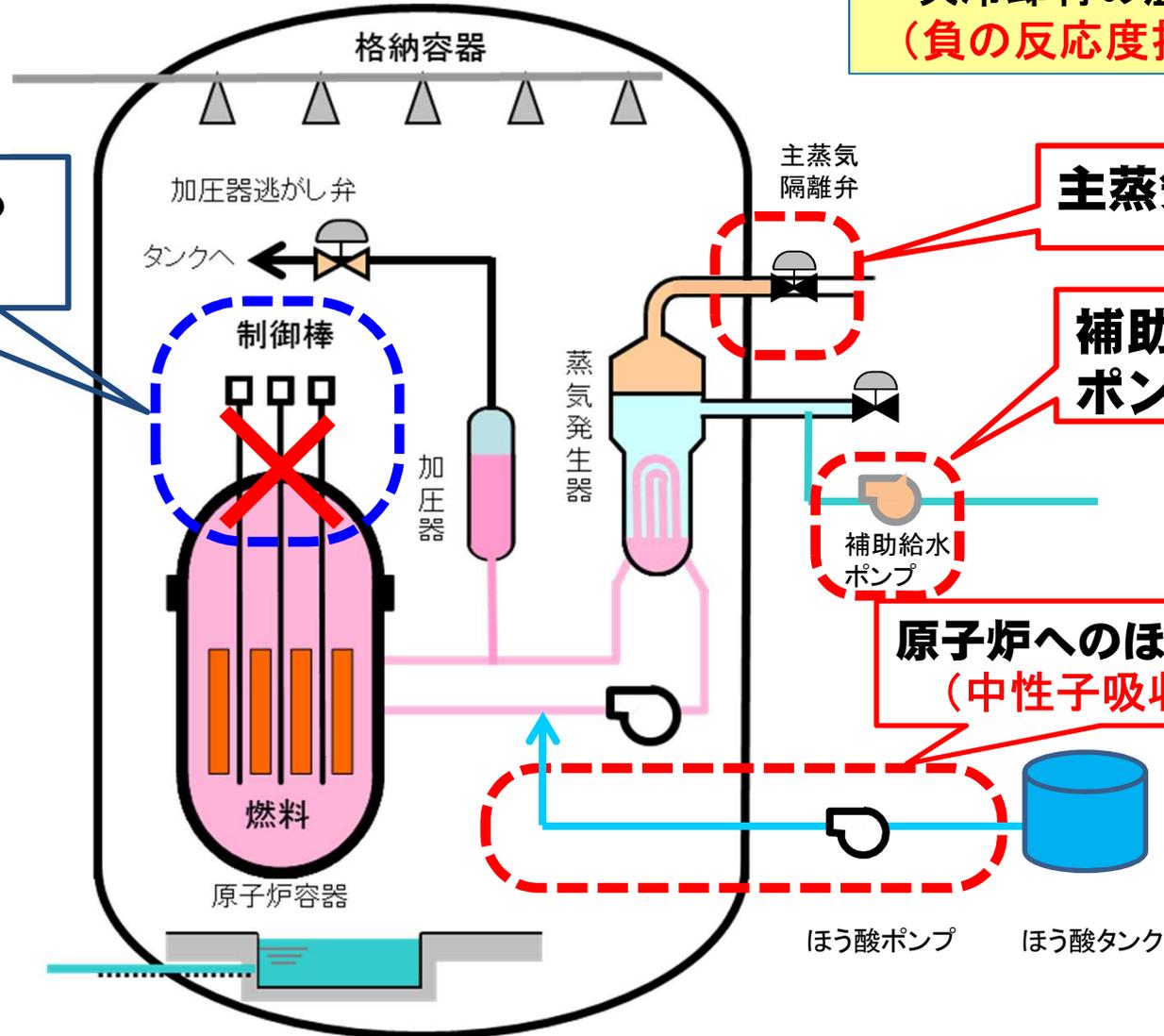
一次冷却材の温度上昇
(負の反応度投入)

原子炉を止める
制御棒

主蒸気隔離

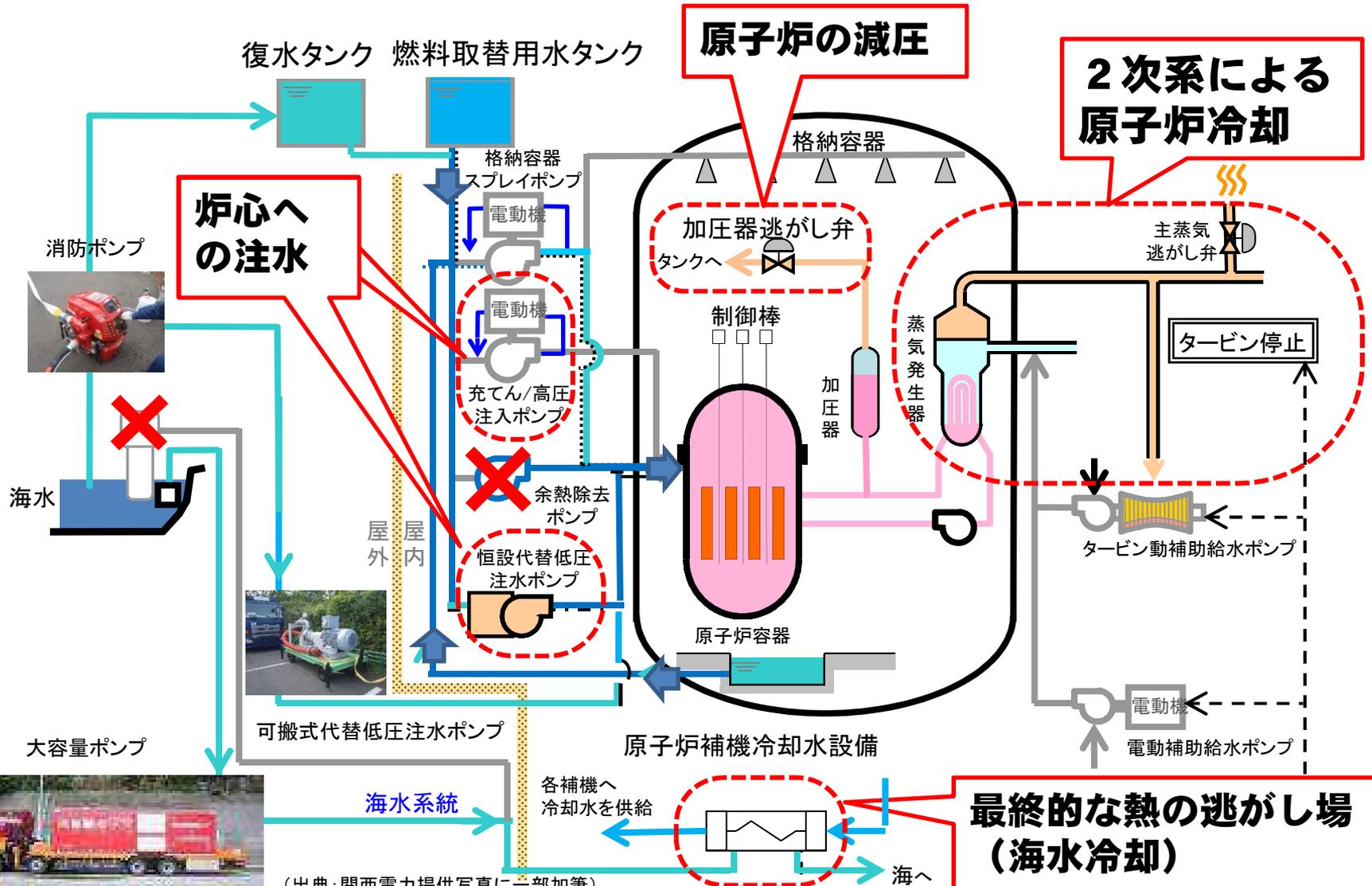
補助給水
ポンプ起動

原子炉へのほう酸注入
(中性子吸収材)



原子炉を冷やすための対策(冷やす)

地震や津波等の共通原因によって、機能喪失が発生しても、炉心損傷に至らせないために炉心を冷却。(ハード対策だけでなく、手順・体制等も踏まえ実現可能性を確認)

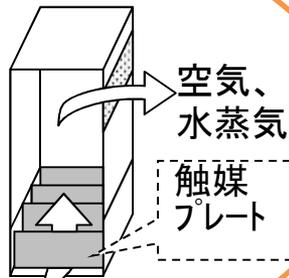


炉心溶融後に格納容器破損を防ぐ対策(閉じ込める)

炉心損傷が起きても格納容器を破損させないための対策

水素爆発対策

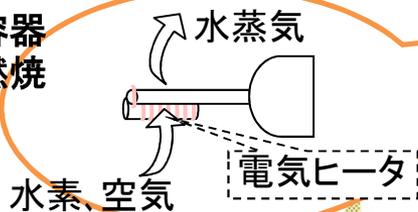
静的触媒式
水素再結合装置



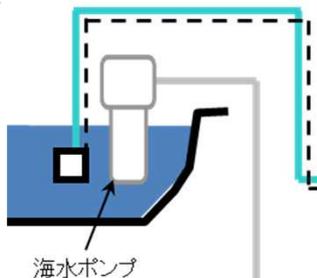
水素、空気、水蒸気

格納容器再循環ユニットへの海水供給

格納容器
水素燃焼装置



水素、空気



大容量ポンプ

原子炉補機冷却
水設備



溶融炉心の冷却

溶融炉心・コンクリート
相互作用対策

格納容器の過圧、過温防止
放射性ヨウ素等の凝縮除去

格納容器 スプレー

格納容器
再循環ユニット

制御棒

蒸気発生器

原子炉容器

原子炉下部キャビティ

原子炉下部キャビティ水位計

格納容器水位計

中制室

ソフト対策

➤ 緊急時の訓練(重大事故体制)

- ・発電所内または近傍に、招集要員48名を含む計118名を確保
- ・複数号機の同時発災への対応
- ・指揮命令系統の明確化
- ・外部との連絡設備等の整備、外部からの支援体制

※緊急時対策の拠点として緊急時対策所を1・2号機原子炉補助建屋に設置(1・2号機の原子炉には燃料を装荷しない前提)。

➤ アクセスルート確保

- ・可搬型重大事故等対処機器や設備の運搬、設置ルートの確保
- ・アクセスルートの多重性確保、障害物除去機器の確保

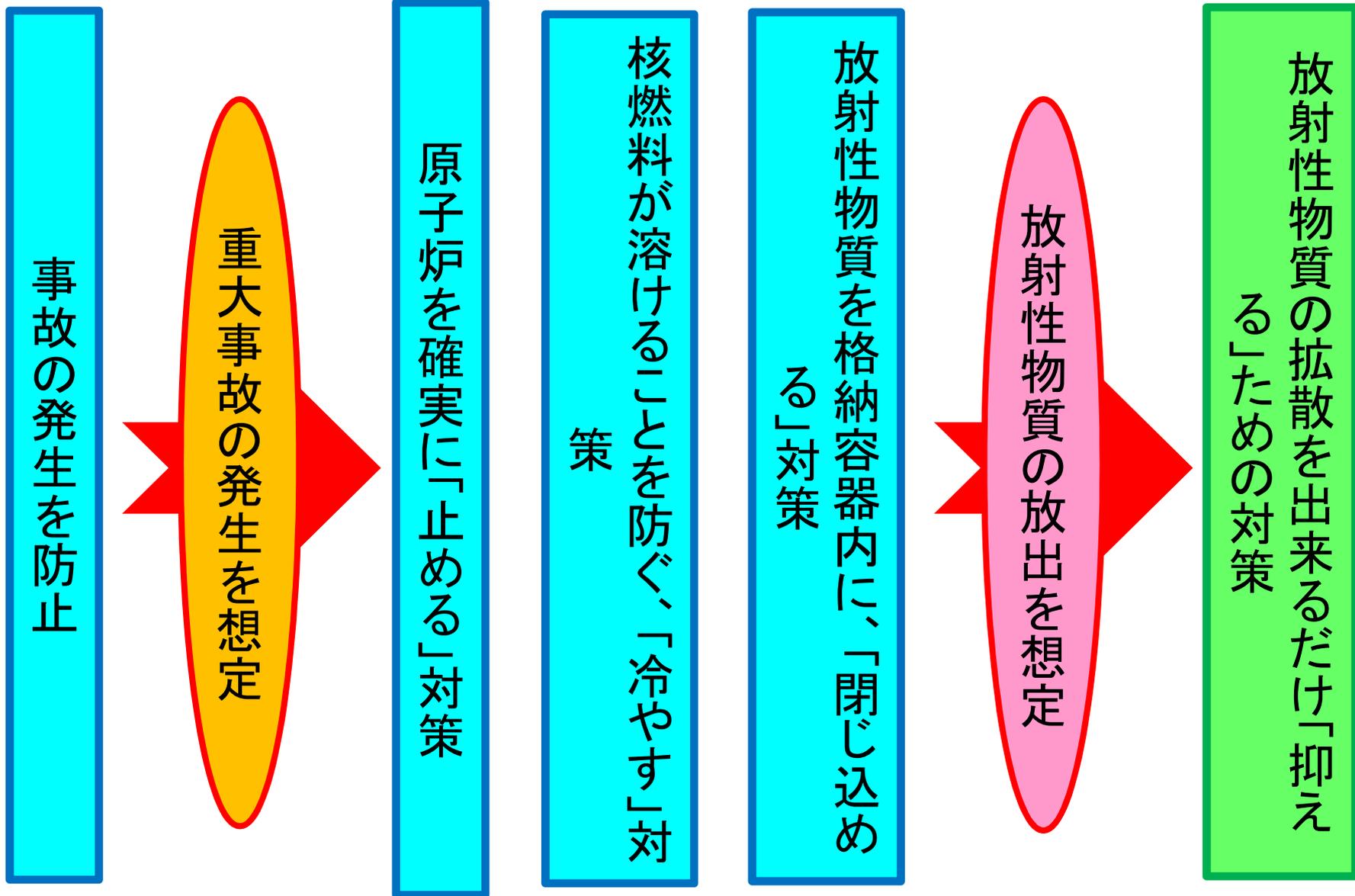


給水訓練関係



(出典:関西電力提供写真に一部加筆)

(3) 更なる対策



※このほか、意図的な大型航空機衝突等のテロによる
施設の大規模な損壊への対策も要求

抑えるための対策

- 新規制基準では、
 - ・「重大事故の発生を防止するための対策」を求め、
 - ・それでも万一の重大事故の発生を想定し、原子炉を「止める」、「冷やす」、放射性物質を「閉じ込める」ための「重大事故の発生を想定した対策」を幾重にも要求
 - ・これらの対策により、福島第一原発事故のような放射性物質の大量放出に至るような事故の発生は極めて低いと考えられる
 - ・しかし、これで満足するのではなく、それでもなお、放射性物質の放出に至る場合も想定して、更なる対策として放射性物質の拡散をできるだけ抑制する対策を要求
- 審査では、
 - ・大容量ポンプで海水をくみ上げた上で、放水砲によって水を霧状に放射することにより、放出された放射性物質の拡散をできるだけ抑制する対策が備えられていることを確認

原子炉施設への大規模な損壊への対応

- 手順の整備 : 大規模な自然災害や故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムが発生した場合における対応手順を整備
- 体制、資機材の整備 : 上記の手順に従って活動を行うため、体制(対応要員の分散待機等)及び資機材(可搬型設備の分散保管等)を整備

以上

(参考1)新規制基準の概要

新規制基準の基本的な考え方

- 新規制基準では、「深層防護」を基本とし、共通要因による安全機能の一斉喪失を防止する観点から、自然現象の想定と対策を大幅に引き上げ。
- また、自然現象以外でも、共通要因による安全機能の一斉喪失を引き起こす可能性のある事象(火災など)について対策を強化。

① 「深層防護」の徹底

目的達成に有効な複数の(多層の)対策を用意し、かつ、それぞれの層の対策を考えると、他の層での対策に期待しない。

② 共通要因故障をもたらす自然現象等に係る想定的大幅な引き上げとそれに対する防護対策を強化

地震・津波の評価の厳格化、津波浸水対策の導入、多様性・独立性を十分に配慮、火山・竜巻・森林火災の評価も厳格化

③ 自然現象以外の共通要因故障を引き起こす事象への対策を強化

火災防護対策の強化・徹底、内部溢水対策の導入、停電対策の強化(電源強化)

④ 基準では必要な「性能」を規定(性能要求)

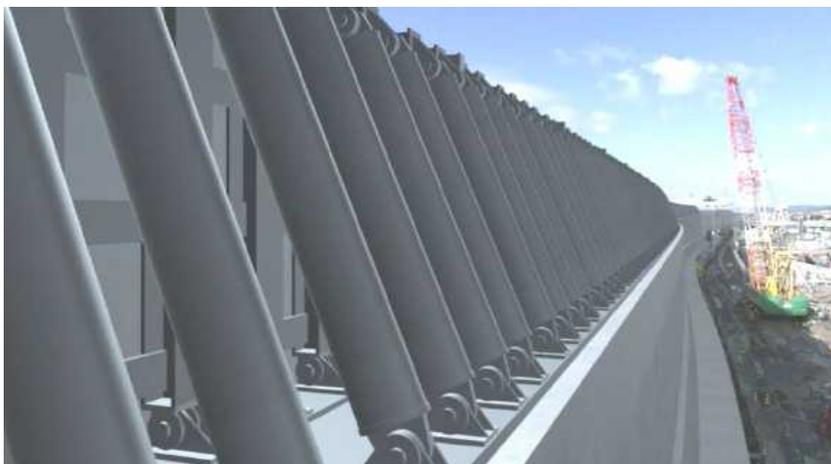
基準を満たすための具体策は事業者が施設の特性に応じて選択

津波対策の大幅な強化

- 既往最大を上回るレベルの津波を「基準津波」として策定し、基準津波への対応として防潮堤等の津波防護施設等の設置を要求。
- 津波防護施設等は、地震により浸水防止機能等が喪失しないよう、原子炉圧力容器等と同じ耐震設計上最も高い「Sクラス」とする。

<津波対策の例(津波防護の多重化)>

- 津波防護壁の設置
(敷地内への浸水を防止)

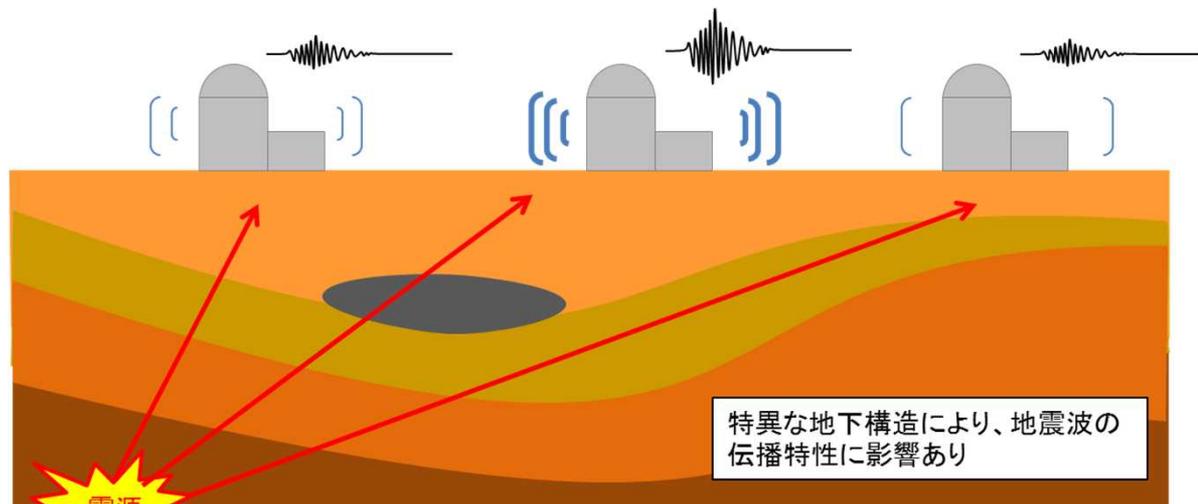


- 防潮扉の設置
(建屋内への浸水を防止)



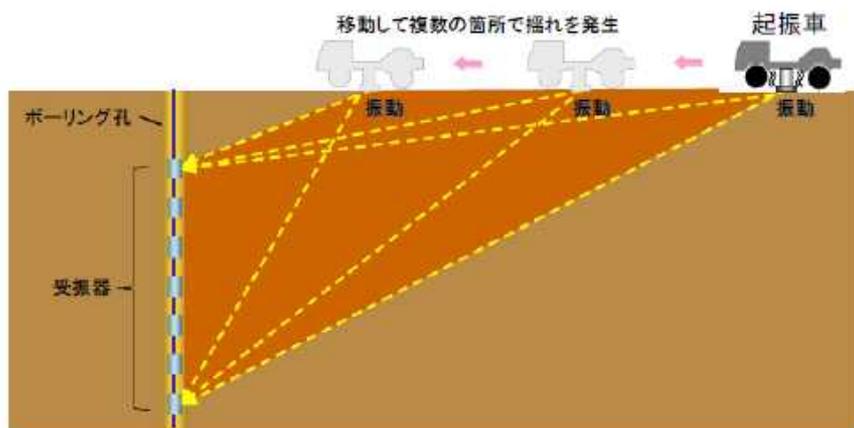
より精密な「基準地震動」の策定

- 原子力発電所の敷地の地下構造により地震動が増幅される場合があることを踏まえ、敷地の地下構造を三次元的に把握することを要求。



＜地下構造調査の例＞

起振車で地下に振動を与え、ボーリング孔内の受振器で受振。解析することで、地下構造を把握。



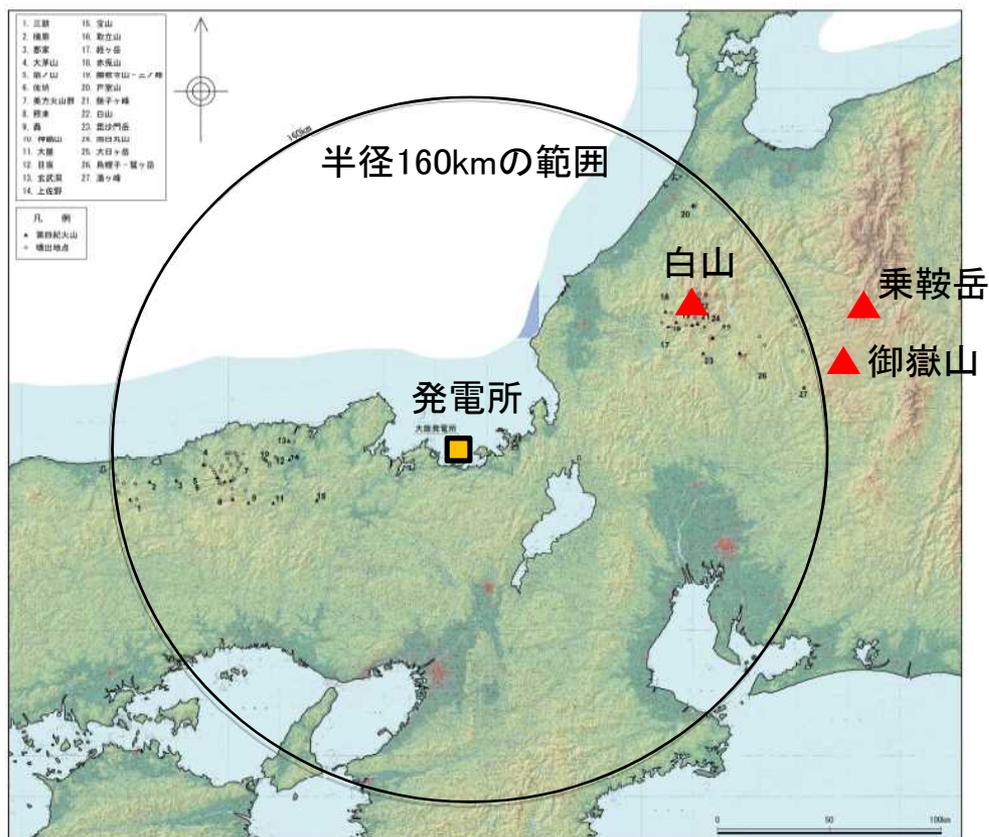
起振車

その他の自然現象の想定と対策を強化

- 共通原因による安全機能の一斉喪失を防止する観点から、火山・竜巻・森林火災について、想定を大幅に引き上げた上で防護対策を要求。

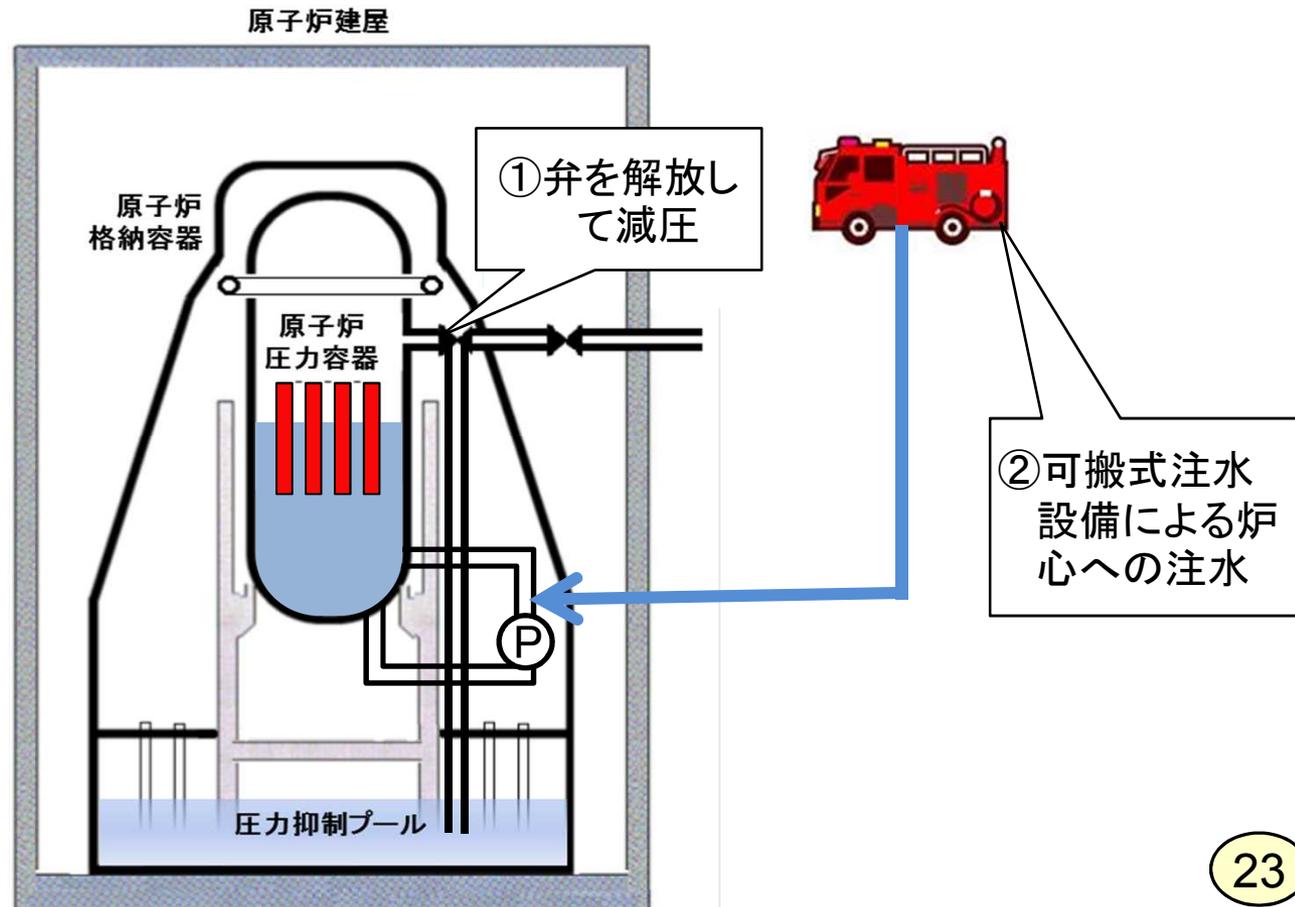
(火山の例)

原子力発電所の半径160km圏内の火山を調査し、火砕流や火山灰の到達の可能性、到達した場合の影響を評価し、予め防護措置を講じることを要求。



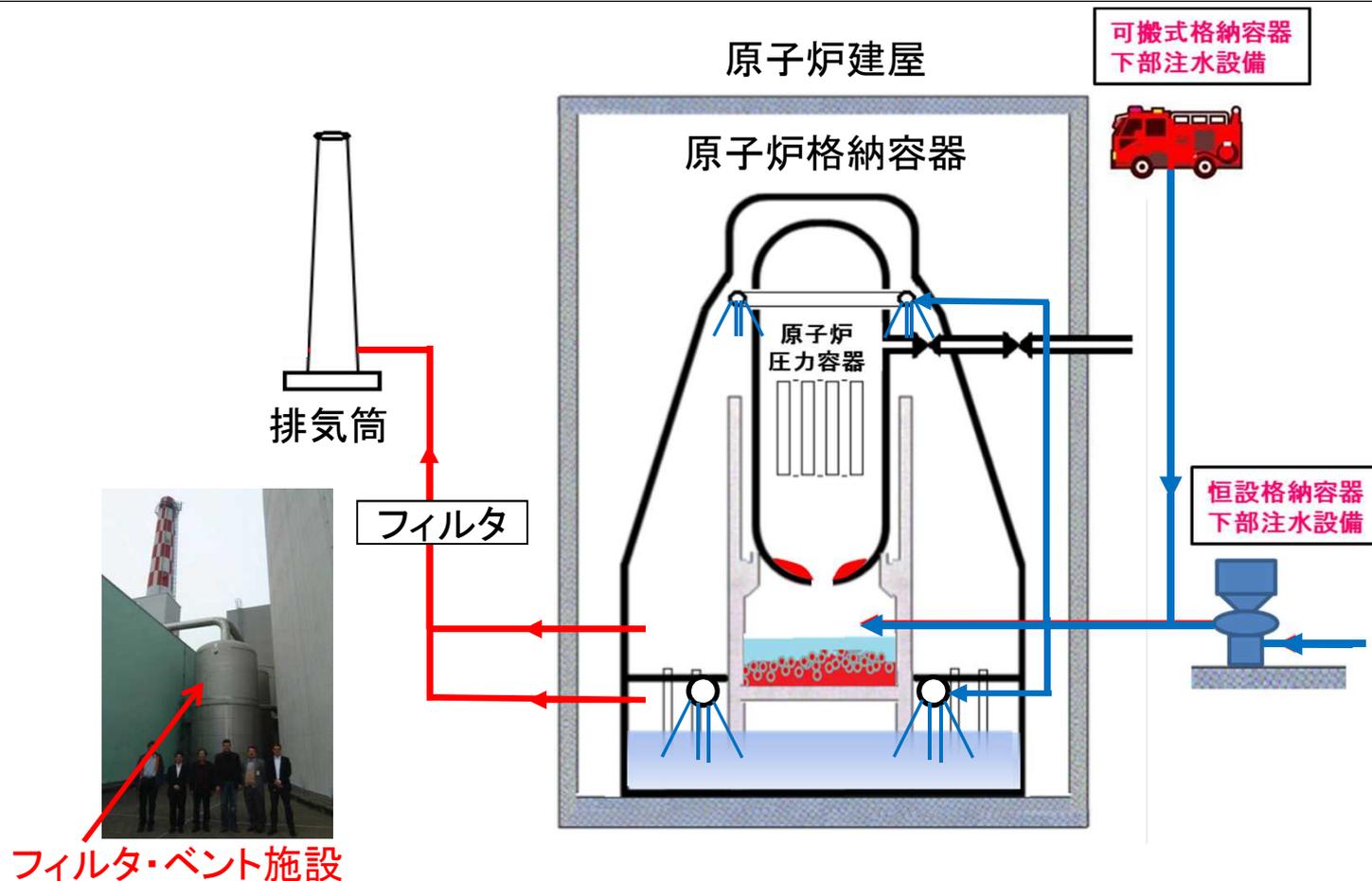
炉心損傷防止対策

- 万一共通原因による安全機能の一斉喪失などが発生したとしても炉心損傷に至らせな
いたための対策を要求。
(例1) 電源喪失時にも可搬式電源等により逃がし安全弁を解放し、可搬式注水設備等
による注水が可能となるまで原子炉を減圧(BWR)。
(例2) 原子炉を減圧後、可搬式注水設備により炉心へ注水。



格納容器破損防止対策

- 炉心損傷が起きたとしても格納容器を破損させないための対策を要求。
(例1) 格納容器内圧力及び温度の低下を図り、放射性物質を低減しつつ排気するフィルタ・ベントを設置(BWR)。
- (例2) 溶融炉心により格納容器が破損することを防止するため、溶融炉心を冷却する格納容器下部注水設備(ポンプ車、ホースなど)を配備。



敷地外への放射性物質の拡散抑制対策

- 格納容器が破損したとしても敷地外への放射性物質の拡散を抑制するための対策を要求

屋外放水設備の設置など(原子炉建屋への放水で放射性物質のプルーム(大気中の流れ)を防ぐ)



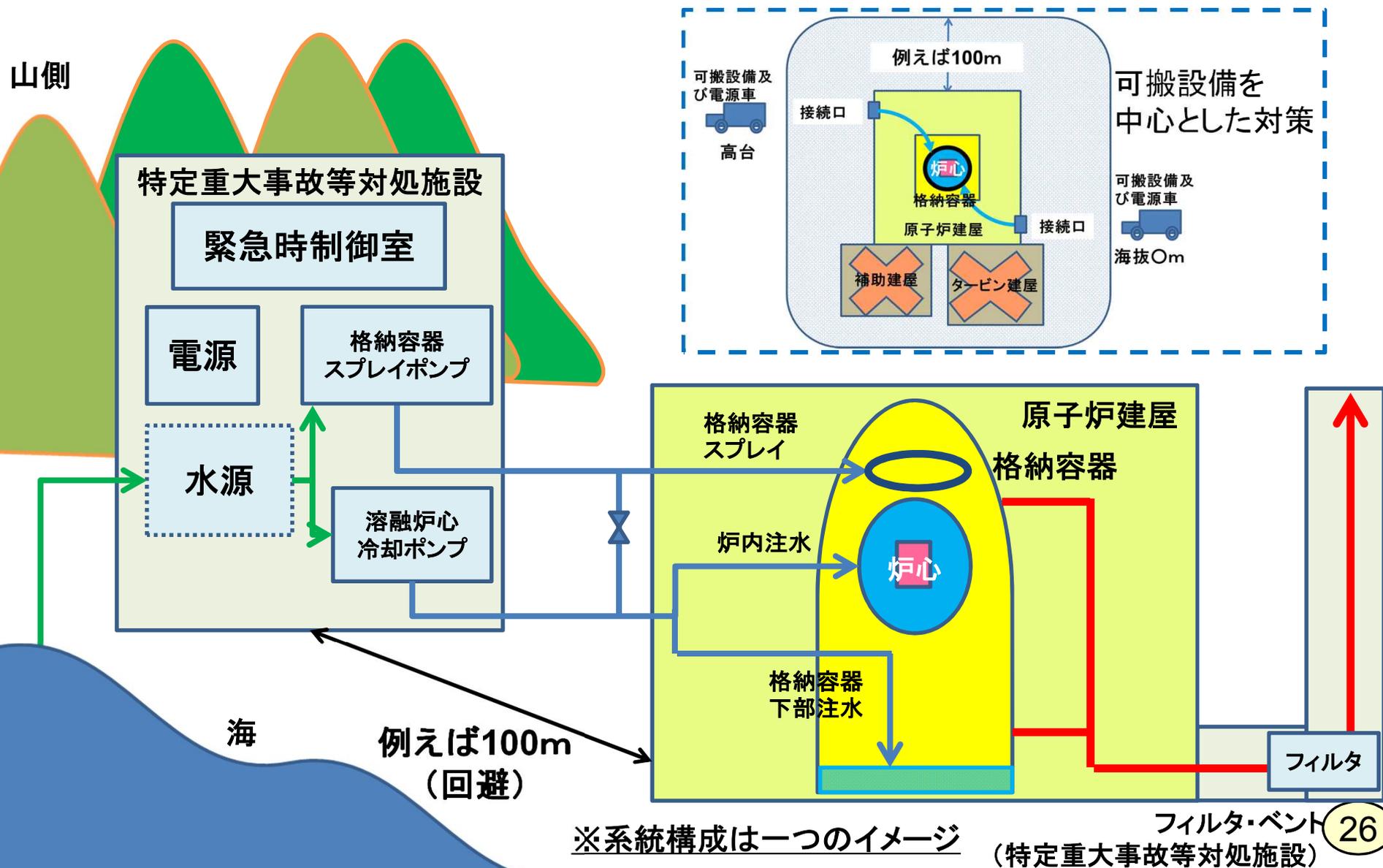
対策イメージ(大容量泡放水砲システムによる放水)

(画像の引用)

平成23年度版消防白書 http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h23/h23/html/2-1-3b-3_2.html

意図的な航空機衝突などへの対策

- 意図的な航空機衝突などへの可搬式設備を中心とした対策（可搬式設備・接続口の分散配置）。バックアップ対策として常設化を要求（特定重大事故等対処施設の整備）



基準への適合を求める時期について

- 今回、福島第一原発事故の教訓を踏まえて必要な機能(設備・手順)は全て、新規制の施行段階で備えていることを求めている。
- ただし、信頼性をさらに向上させるバックアップ施設については、施行から5年後までに適合することを求める予定。

	新規制の施行時点で必要な機能を全て求める	信頼性向上のためのバックアップ施設は新規制施行後5年後までに適合することを求める
シビアアクシデントを起こさないための機能(強化)	<ul style="list-style-type: none"> ・地震・津波の厳格評価 ・津波対策(防潮堤) ・火災対策 ・電源の多重化・分散配置 等 	
シビアアクシデントに対処するための機能(新設) ※テロや航空機衝突対策含む	<ul style="list-style-type: none"> ・炉心損傷の防止(減圧、注水設備・手順) ・格納容器の閉込め機能(BWRのフィルタベント等) ・緊急時対策所 ・原子炉から100mの場所へ電源車・注水ポンプ等を保管 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・バックアップ施設 <ul style="list-style-type: none"> — 原子炉から100mの場所に電源、注水ポンプ、これらの緊急時制御室を常設化(特定重大事故等対処施設) — 恒設直流電源(3系統目)

(参考2) 工事計画認可及び使用前 検査の進め方

工事計画の審査及び使用前検査の進め方

(1) 工事計画認可に係る審査について

- 工事計画に係る申請に関し、基準への適合を実現すること、また、その内容を適切に記載した申請書を提出することは事業者の責任。
- 大量の計算を含む申請(例えば、耐震・強度評価計算)において、使用されたコードの検証、計算過程や結果に係る品質保証は事業者が適切に実施するべきもの。審査においては品質管理基準関係の要求に基づき、事業者において適切に品質管理がなされたことを確認することとし、規制庁において事業者の申請内容について品質管理を目的とした再計算等は実施しない。
- 技術基準に係る審査においては、事業者の実施した評価が、既に認可された工事計画で用いられたものと同じ手法及び条件の場合には、入力と結果を確認することとし、新たな手法等である場合には、それに先立ち、その手法等の妥当性と適用可能性を確認する。また、機器・設備等の機能の確認にあたっては、仕様毎に分類し技術基準への適合性を確認する等の手法を用いる。
- なお、これらの確認において問題が見られた場合には、当該工事計画の不認可処分を含め、厳格な対応を行う。また、認可後に認可要件に違反することが判明した場合には、それが2号要件に該当する場合は、違反の内容・程度及び施設の状況等を踏まえつつ、法第43条の3の23第1項に基づく施設使用停止等命令の発出を行うこと等により対応する。違反がもつぱら3号要件に該当する場合には、工事計画変更認可手続の実施を求める等の対応を行う。使用前検査後に記載内容の誤り等が発覚した場合の対応については、(2)の通り。

工事計画の審査及び使用前検査の進め方(続き)

(2) 使用前検査について

- 対象設備について、認可された工事計画に従って工事を行い、工事計画に従っていること及び技術基準に適合していることを示すことは事業者の役割。使用前検査にあたっては、安全機能を有する主要な設備に対してより多くの規制資源を投入することが合理的である。
- したがって、安全機能を有する主要な設備については、これまでの実績を踏まえた適切な手法で検査を実施する一方、それ以外の設備については、使用前検査において、事業者において認可された工事計画に従って工事が行われたことを記録により包括的に確認するとともに、抜き取りにより現物を確認する等の手法を用いる。
- なお、抜き取り確認により技術基準への不適合が認められる場合には、同様の工事計画の下に工事が行われた箇所全体を不合格とする等の対応を行う。また、検査合格後に、技術基準に適合しないことが判明した場合には、その内容・程度及び施設の状況等を踏まえつつ、法第43条の3の23第1項に基づく施設使用停止等命令の発出を行うこと等により対処する。また、その工事が、認可を受けた工事計画の定める品質管理方法等によらずに行われたことが判明した場合には、品質管理体制の改善を求める等の対応を行う。