

玄海原子力発電所3・4号炉に関する 審査の概要

本日の説明の順序

1. はじめに

- ・原子力規制委員会について

2. 新規制基準の概要

- ・福島第一原子力発電所事故からの教訓
- ・強化した新規制基準

3. 玄海3・4号炉の審査結果の概要

(1) 重大事故の発生を防止するための対策

- ・地震・津波など、自然現象への対策の強化
- ・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)

(3) 放射性物質の拡散を「抑える」ための対策 等

4. 審査の結果

1 . はじめに

原子力規制委員会について

- 東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓に学び、二度とこのような事故を起こさないために設置された。(2012年9月発足)

原子力規制委員会

原子力規制庁(事務局)

- ✓ 原子力利用における「推進」と「規制」を分離。専門的知見に基づき、中立公正な立場で独立して安全規制を実施する。
- ✓ 事故の発生を常に想定し、その防止に向けて不断の努力をしなければならぬとの認識に立って、安全規制を実施する。

新規制基準と適合性審査について

- 原子力規制委員会は、東京電力福島第一原発事故の教訓等を踏まえ、従来の基準から大幅に強化された新規制基準を策定した。
(☞本資料「2. 新規制基準の概要」)
- 厳格に審査を行い、玄海3・4号炉の設置変更許可申請の内容が、新規制基準に適合していることを確認した。
(☞本資料「3. 玄海3・4号炉の審査結果の概要」)
- 玄海3・4号炉の運転により、東京電力福島第一原発事故時のような住民避難等が必要となる事態に至る可能性は、極めて低く抑えられているものと判断。

(参考)

- ✓ 新規制基準は、想定される重大事故¹の発生時に放出される放射性物質(セシウム137)の放出量が100テラベクレル²を下回ることを要求。
- ✓ 玄海3・4号炉の適合性審査の中で確認した、極めて厳しい重大事故におけるセシウム137の放出量³は、この基準を十分に満足している。

(1) 核燃料が溶けたり、放射性物質が大量に放出される危険性のある事故。シビアアクシデント。

(2) 東京電力福島第一原発事故の約百分の一。

(3) 格納容器過圧破損防止対策を講じた場合における放出量は、7日間で約4.5テラベクレル。

審査結果に対する基本的認識

- 玄海3・4号炉の適合性審査では、法律に基づき、運転に当たって求められるレベルの安全性が確保されることを確認。

(☞本資料「3. 玄海3・4号炉の審査結果の概要」)

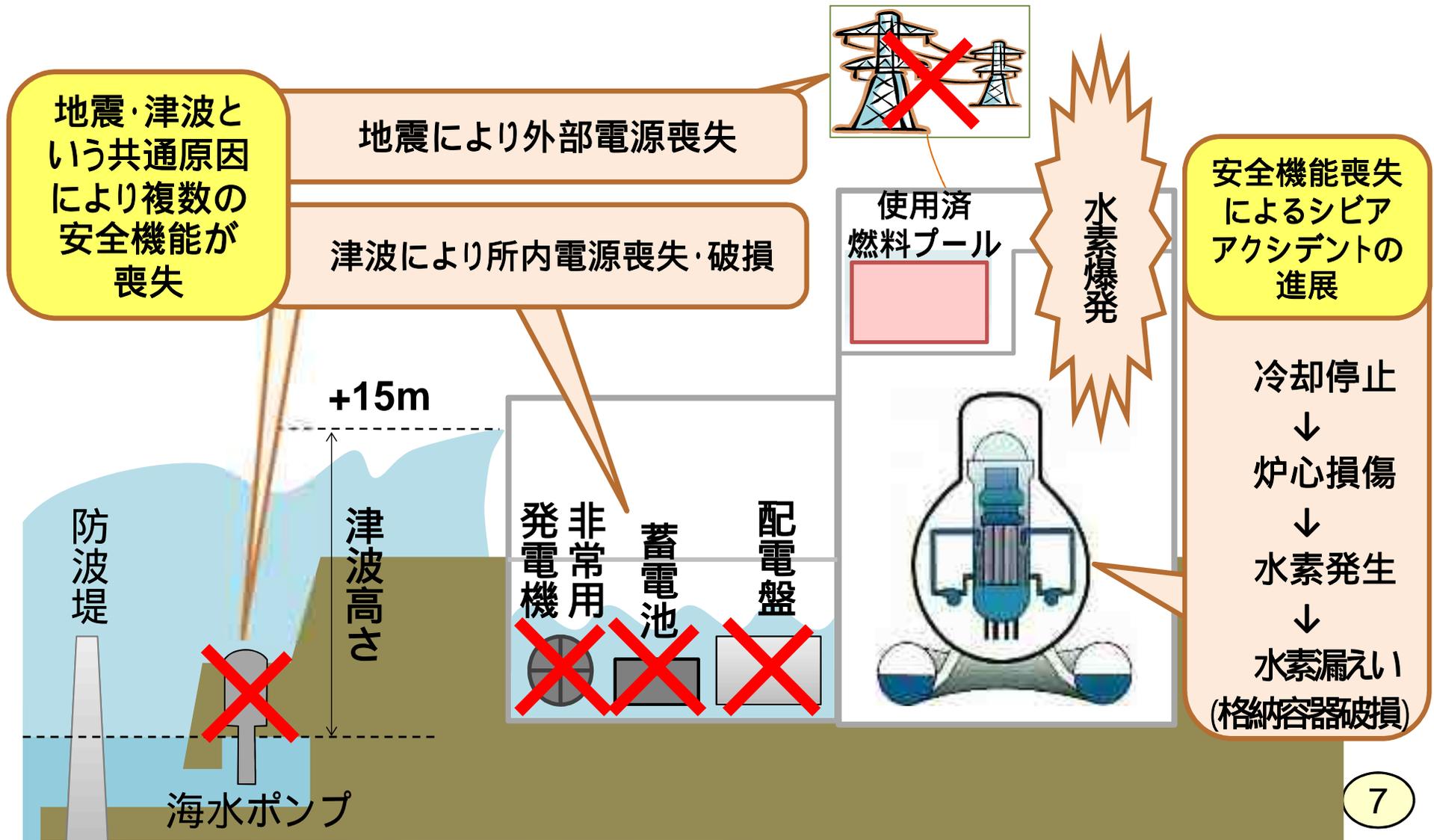
- 原子力規制委員会は、安全の追求に「完璧」や「終わり」はないとの認識の下、規制基準の見直しを含む更なる安全性の向上に継続的に取り組んでいくとともに、事業者にも更なる安全レベルの達成に向けた不断の取り組みを求めていく。

- ✓ 「いかなる分野でもゼロリスクは存在しない」、「絶対安全と思った瞬間、安全を高める力は萎える」(国会事故調から抜粋)
- ✓ 法律に基づき、既に許可を受けた原子力発電所にも、新しい規制基準に適合することを求める。(バックフィット制度)
- ✓ 厳しい安全対策が講じられてもなお予期されない事態によって重大事故に至る可能性があることを意図的に仮定して、様々な事態に対処できる緊急時対応を予め定めておく必要がある。(☞原子力防災は別のセッションで説明)

2. 新規制基準の概要

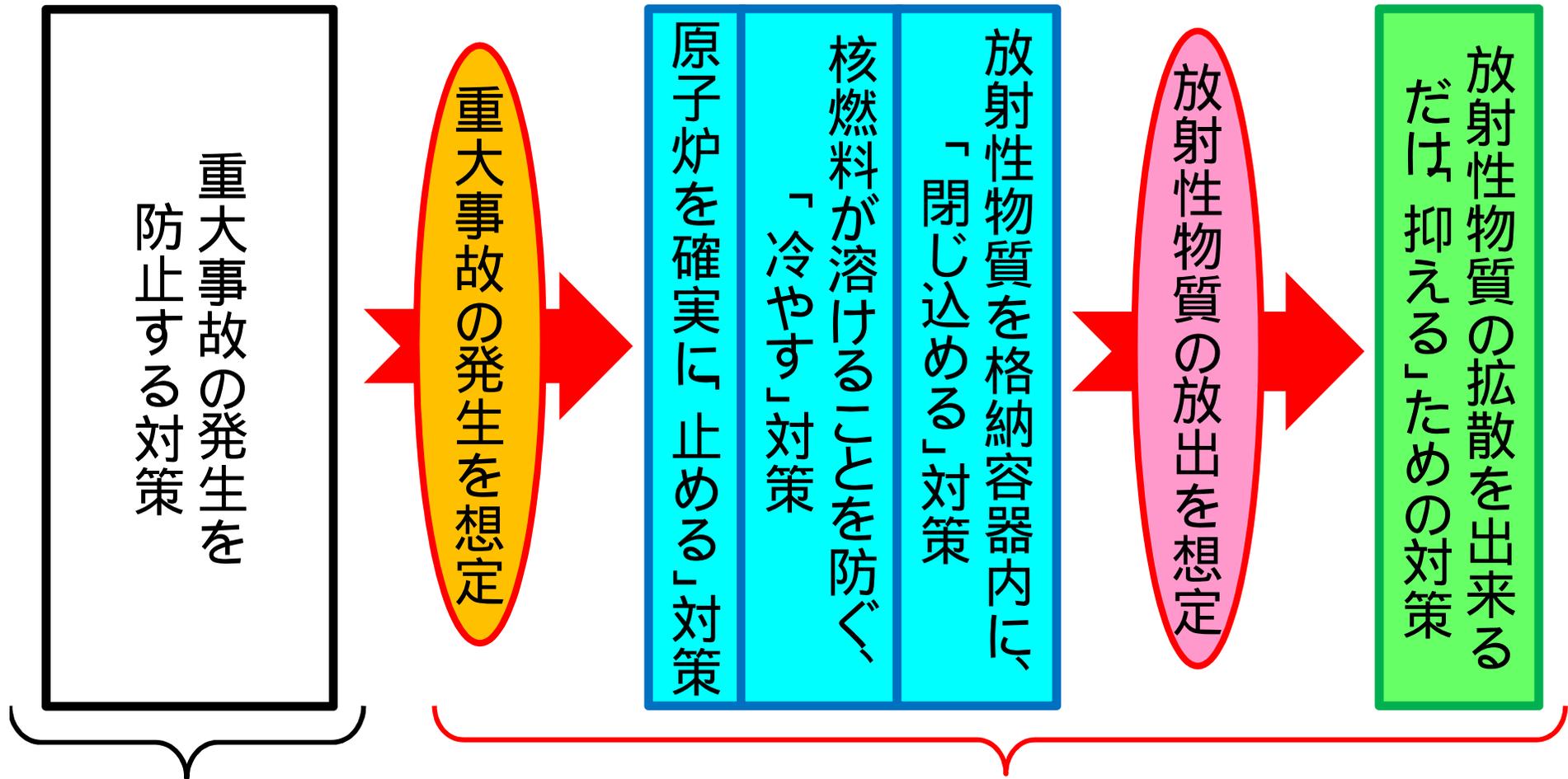
福島第一原発事故における教訓

- 福島第一原発事故では地震や津波などの共通原因により複数の安全機能が喪失。
- 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。



新規制基準で新たに要求される対策

- 新規制基準では、重大事故の発生を防止する対策に加え、重大事故の発生を想定し、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」という対策を要求。
- それでもなお、敷地外へ放射性物質が放出されるような事態になった場合を考え、さらなる対策として、放射性物質の拡散を出来るだけ「抑える」ための対策を要求。

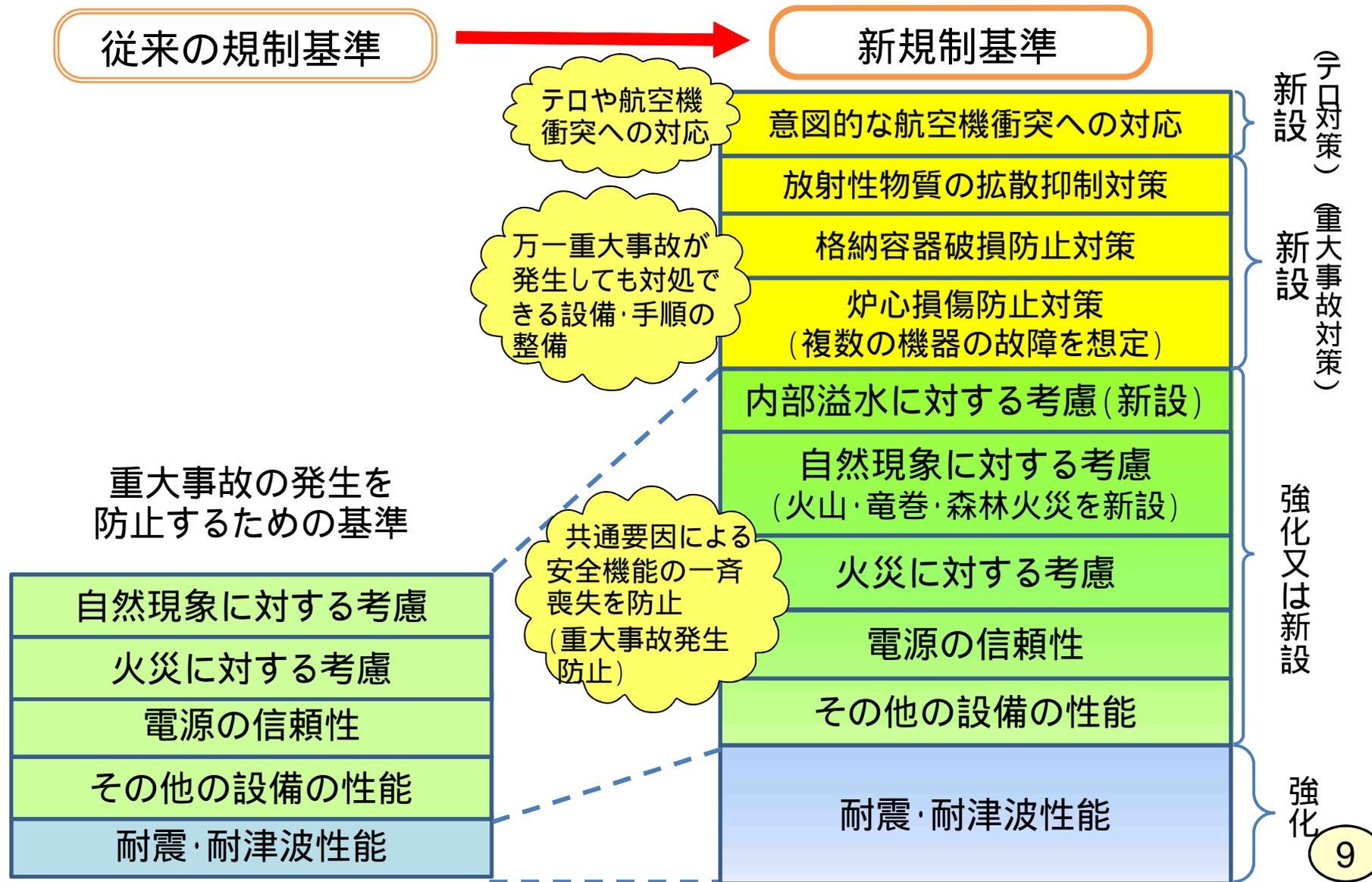


従来の基準で要求していた範囲
(この部分も基準を強化又は一部新設)

新規制基準で新たに要求する対策の範囲

強化した新規制基準

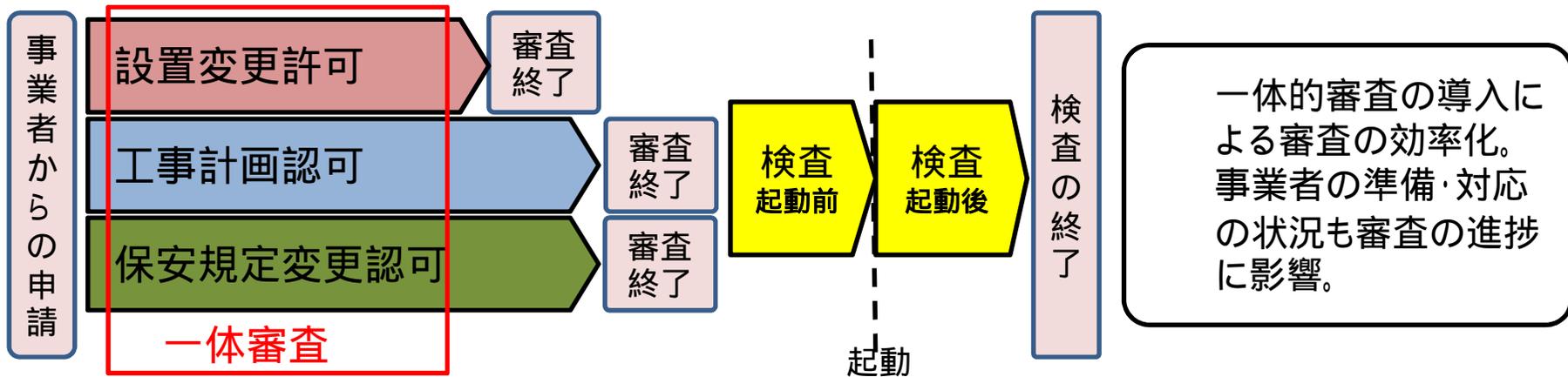
重大事故の発生を防止するための基準を強化するとともに、万一重大事故やテロが発生した場合に対処するための基準を新設。



3. 玄海原子力発電所3・4号炉の 設置変更に関する 審査結果の概要

原子炉等規制法に基づく発電用原子炉施設に係る規制

- 新規制基準への適合性確認のためには、原子炉等規制法に基づき、設置変更許可、工事計画認可、保安規定変更認可、使用前検査等の手続きが必要。
- 新規制基準適合性審査では、これら許認可に係る事業者からの申請を同時期に受け付け、同時並行的に審査を実施



今回、玄海原子力発電所3・4号炉の新規制基準適合性審査のうち、「設置変更許可」に関する審査が終了。

玄海原子力発電所 3・4号炉の審査の経緯

2013年7月8日 新規制基準施行

2013年7月12日 九州電力が**設置変更許可申請書**を提出

2013年7月23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)

65回の審査会合と4回の現地調査等を実施

約360回のヒアリング実施

2016年11月9日

・設置変更許可に係る**審査結果**をとりまとめ

2016年11月10日～12月9日

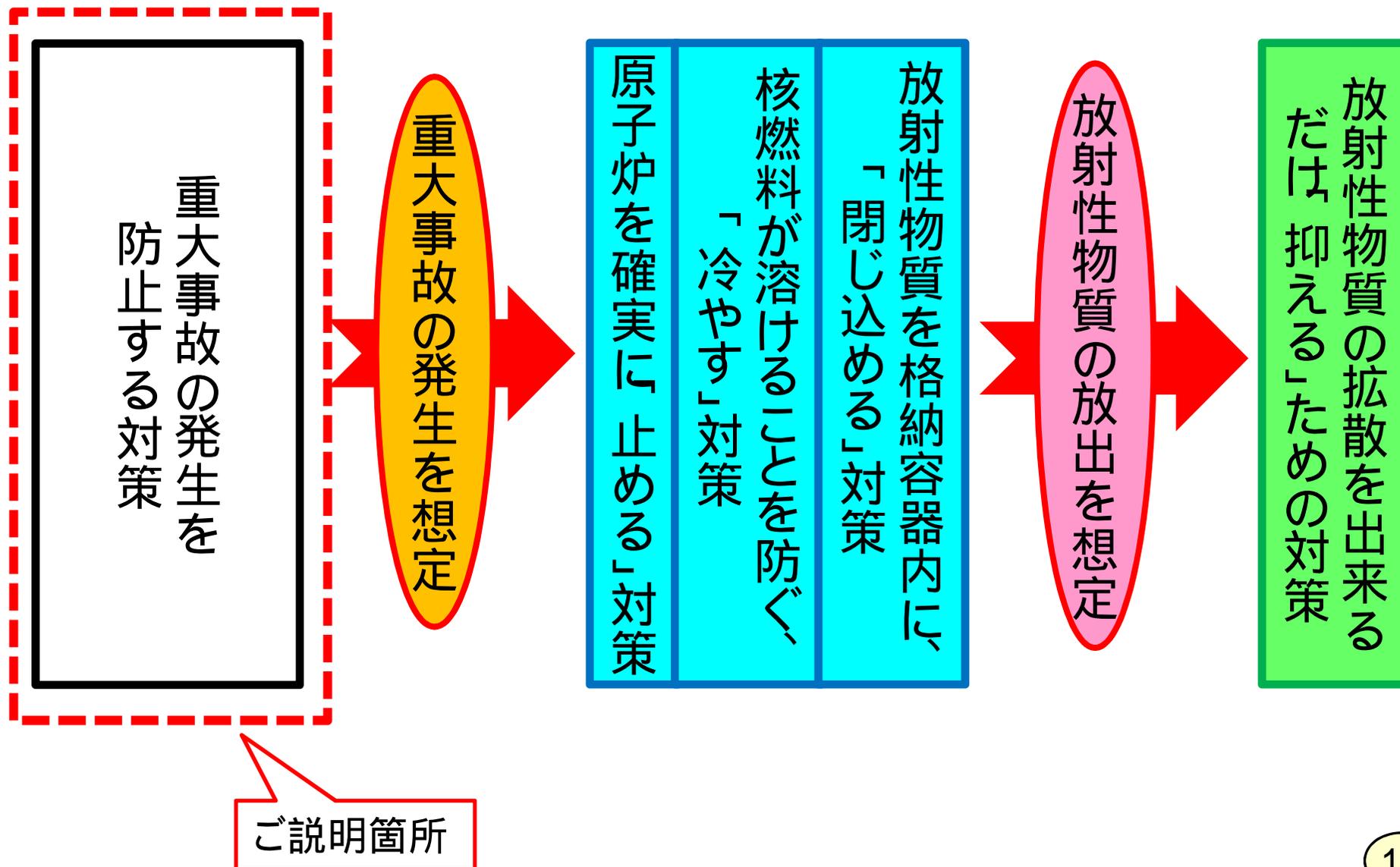
・審査書(案)に対する**科学的・技術的意見の募集**を実施

(募集された意見の数: **4,200件**)

2017年1月18日

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**。

(1) 重大事故の発生を防止するための対策



基準地震動

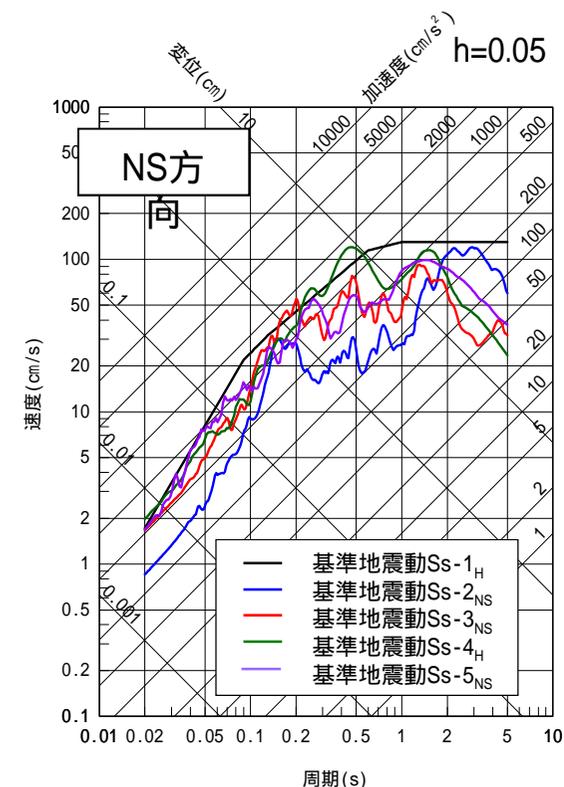
- 敷地周辺の活断層調査等の結果に基づき、特に大きな影響を及ぼすと想定される地震として竹木場断層及び城山南断層を選定した上で、最新の知見を踏まえ、各種不確かさも考慮して、基準地震動Ss-1～Ss-3を策定：最大加速度 540cm/s^2 （ガル）
- 震源を特定せず策定する地震動として、2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した基準地震動Ss-4及び2000年鳥取県西部地震の観測記録による基準地震動Ss-5を策定：最大加速度 620cm/s^2 （ガル）
（参考）平成25年の設置変更許可申請時点：最大加速度 540cm/s^2 （ガル）

敷地周辺の主な活断層調査の結果



(出典：九州電力説明資料)

基準地震動の応答スペクトル(NS方向)



(出典：九州電力説明資料)

基準津波及び耐津波設計方針

- 最も影響を与える津波(基準津波)として、水位上昇側では対馬南西沖断層群と宇久島北西沖断層群の連動による地震に伴う津波、水位下降側は西山断層帯による地震に伴う津波を選定。選定に際しては、地震による津波だけでなく、地震以外の要因による津波、それらの組合せによる津波に係る評価結果も考慮。
- 平成25年の時点で、敷地境界における津波高さは概ね3.0m以下と評価されていたが、その後の審査で、取水ピット前面での入力津波高さは6.0mに引上げ。いずれにしても、津波防護対象設備(浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。)が設置される敷地高さは11mであり津波の遡上はない。



海水ポンプエリアの津波対策

(出典:九州電力説明資料に一部加筆)

原子炉補助建屋等の浸水防止対策(内郭防護)

- 浸水を防止するため、海水ポンプエリア床面には、床ドレンライン逆止弁を設置。
- 浸水を防止するため、原子炉周辺建屋等とタービン建屋の境界には、水密扉等を設置。

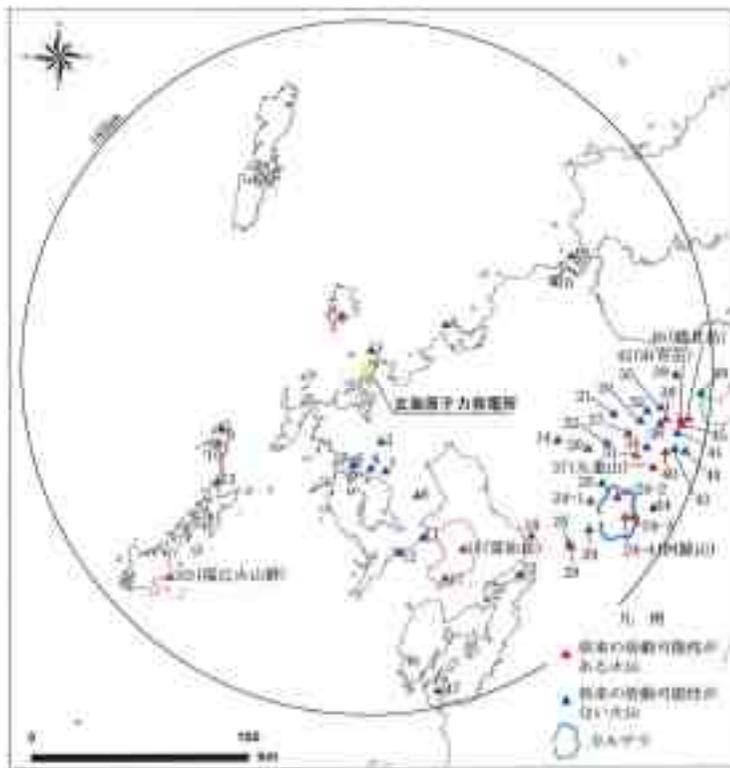


水密扉

火山の影響

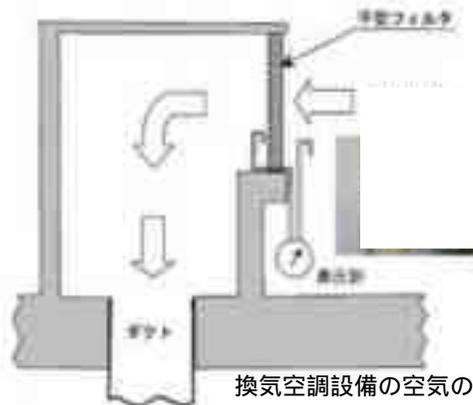
- 影響を及ぼし得る火山として、敷地から半径160km以内の阿蘇カルデラを含めた17火山を抽出。加えて、半径160km以遠の4カルデラ火山も抽出。
- カルデラ火山については、過去の活動履歴、地下構造による検討等に基づき総合的に検討した結果、カルデラ噴火の可能性が十分に小さいと評価し、火山事象が敷地に影響を及ぼさないと評価。
- 降下火砕物は敷地での最大層厚を10cm程度と評価。
- 現在の火山活動状況に今後も変化がないかを継続的に確認するためにモニタリングを実施。地殻変動、地震活動等の情報を収集・分析し、専門家の助言を得て、変化の有無を評価・確認。

敷地から半径160km以内の影響を及ぼし得る火山の位置



< 火山灰対策 >

- 10cm堆積しても、建屋や設備は耐えることができる設計。
- 施設の内部に入り込まないようにフィルタを設置。
- 火山灰に含まれる腐食性ガスに対して、安全機能が損なわれないように、外装塗装等を実施。
- 外部からの送電停止や、外部との交通の遮断を考慮して、発電所内に少なくとも7日間電力の供給を可能とすることより、外部からの支援がなくても、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を損なわないように対応。

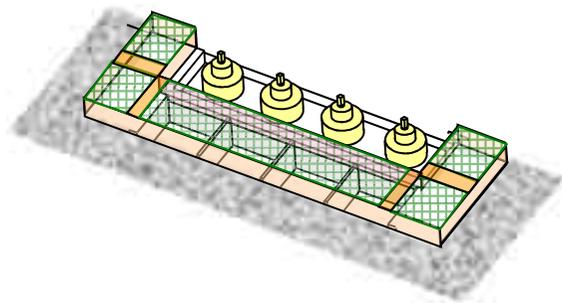


< フィルタについて >

- 換気空調設備(給気系外気取入口)への火山灰の侵入等があった場合でも、平型フィルタ等を介した除塵により、機器の機能に影響しないことを評価。

自然現象及び人為事象への対策

- **自然現象**(地震、津波、火山影響以外にも、**洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、生物学的事象、森林火災、高潮等**)及びこれらの**組合せ**を想定しても安全機能が損なわれない設計とする。新たに、以下の対策を講じる。
 - 風速**100 m / s**の竜巻の影響(風による圧力や飛来物)に耐えられる設計
 - **森林火災**の影響を防護するため、解析で得られた必要な防火帯幅**29.7 m**に対し、**35 m以上の幅の防火帯**を設置
- **人為事象**(**航空機落下、ダムの崩壊、爆発、船舶の衝突、近隣工場等の火災等**)を想定しても安全機能が損なわれない設計とする。新たに、以下の評価を実施。
 - 航空機落下による火災と敷地内の危険物による火災の重畳を考慮し、建屋の外壁温度を評価



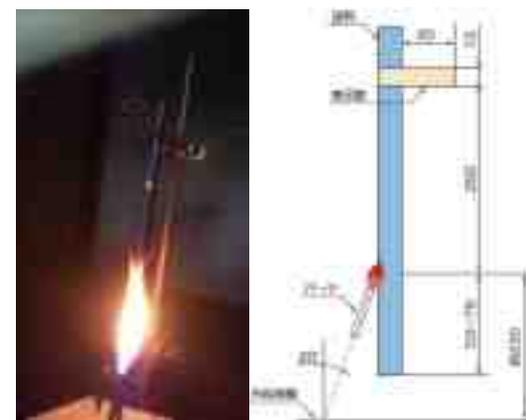
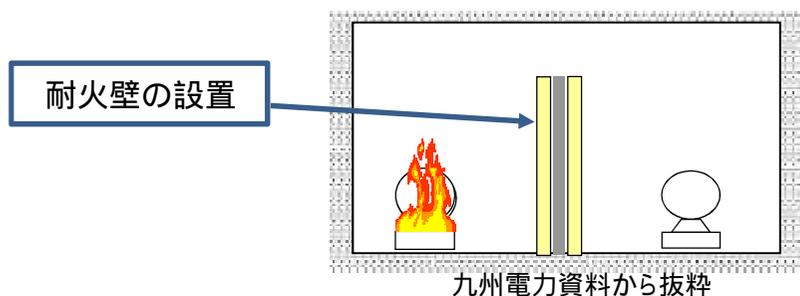
海水ポンプエリアの竜巻飛来物防護対策設備の設置状況イメージ



(出典:九州電力提供写真を使用)

内部火災防止対策

- 延焼性(燃え広がらない)及び自己消火性(自然に消える)を確認した難燃ケーブルを使用する。
- 異なる種類の火災感知器を組み合わせる。(2種類目を新設)
- ハロン消火設備により火災区画全体を消火。消火設備は1台故障しても消火が可能なように火災区画毎に複数設置。(新設)
- 安全機能を有する設備が火災で同時に故障しないように、屋内の火災区域については、3時間耐火壁(火にさらされても3時間耐える壁)等で分離する。



自己消火性の実証試験の例
(UL垂直燃焼試験)

内部溢水防止対策

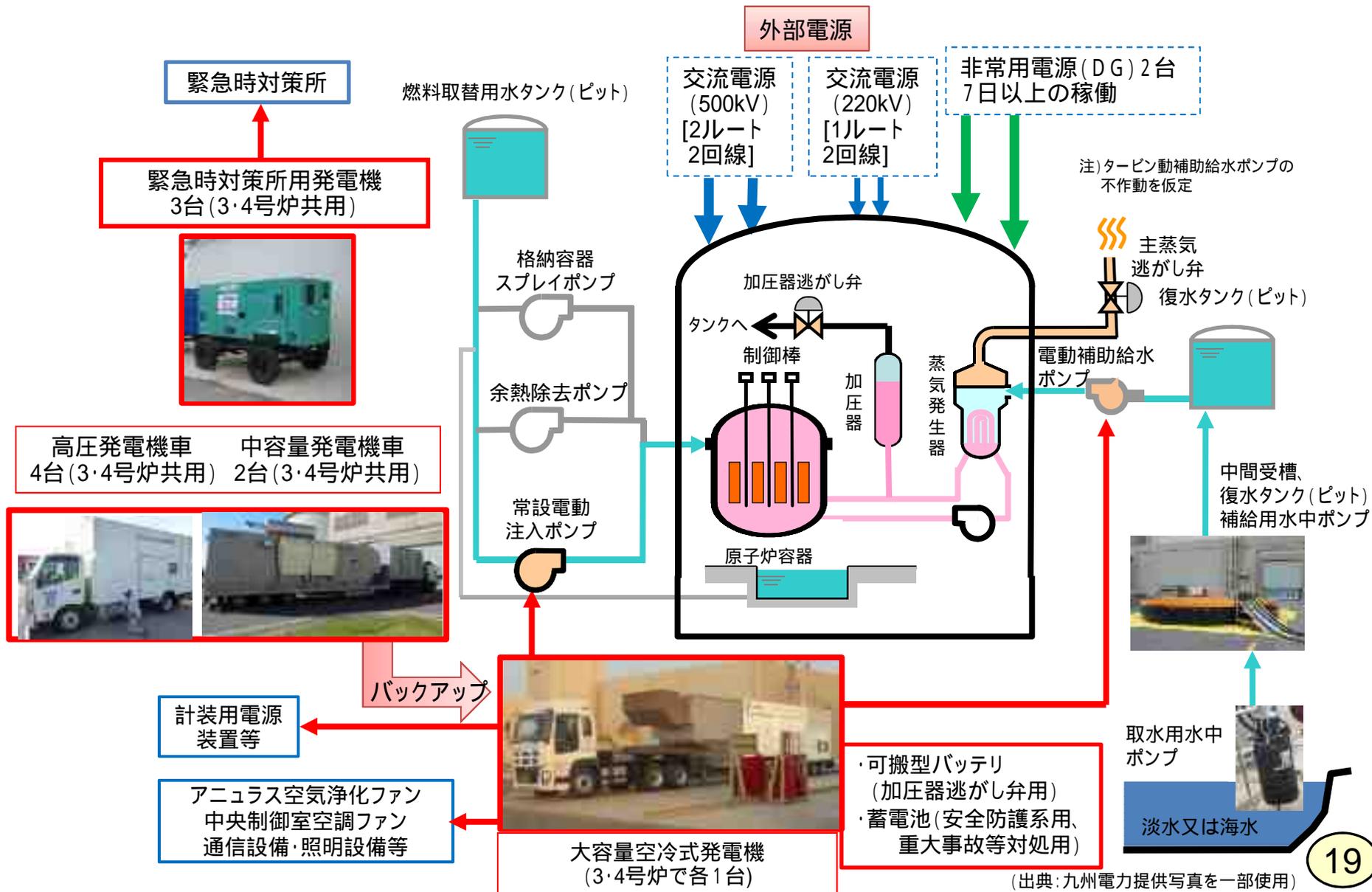
- 設備を没水(床に溜まった水の水位が上がり設備等が沈むこと)しない高さに設置する。
- 被水(設備等に水がかかること)により安全機能が損なわれる場合は、カバーを取り付けて防護する。
- 蒸気の流出を検知・隔離することにより安全機能が損なわれない設計とする。
- 地震の揺れにより機器が破損して溢水が発生しても安全機能が損なわれない設計とする。



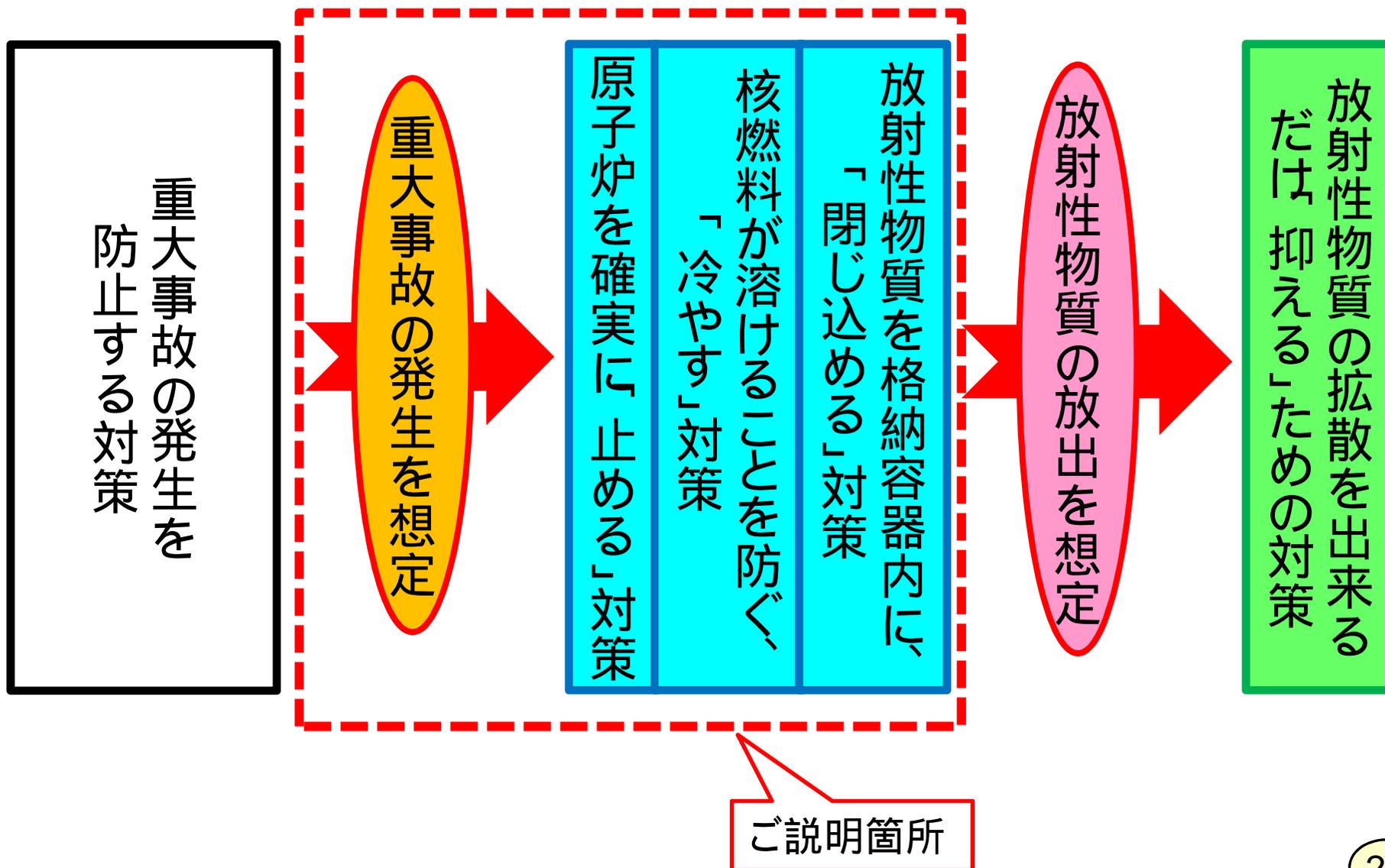
図10-2 漏水設備の対策区画の分離例

電源の強化

全交流動力電源が喪失した場合でも、必要な電力を確保する対策が講じられることを確認。

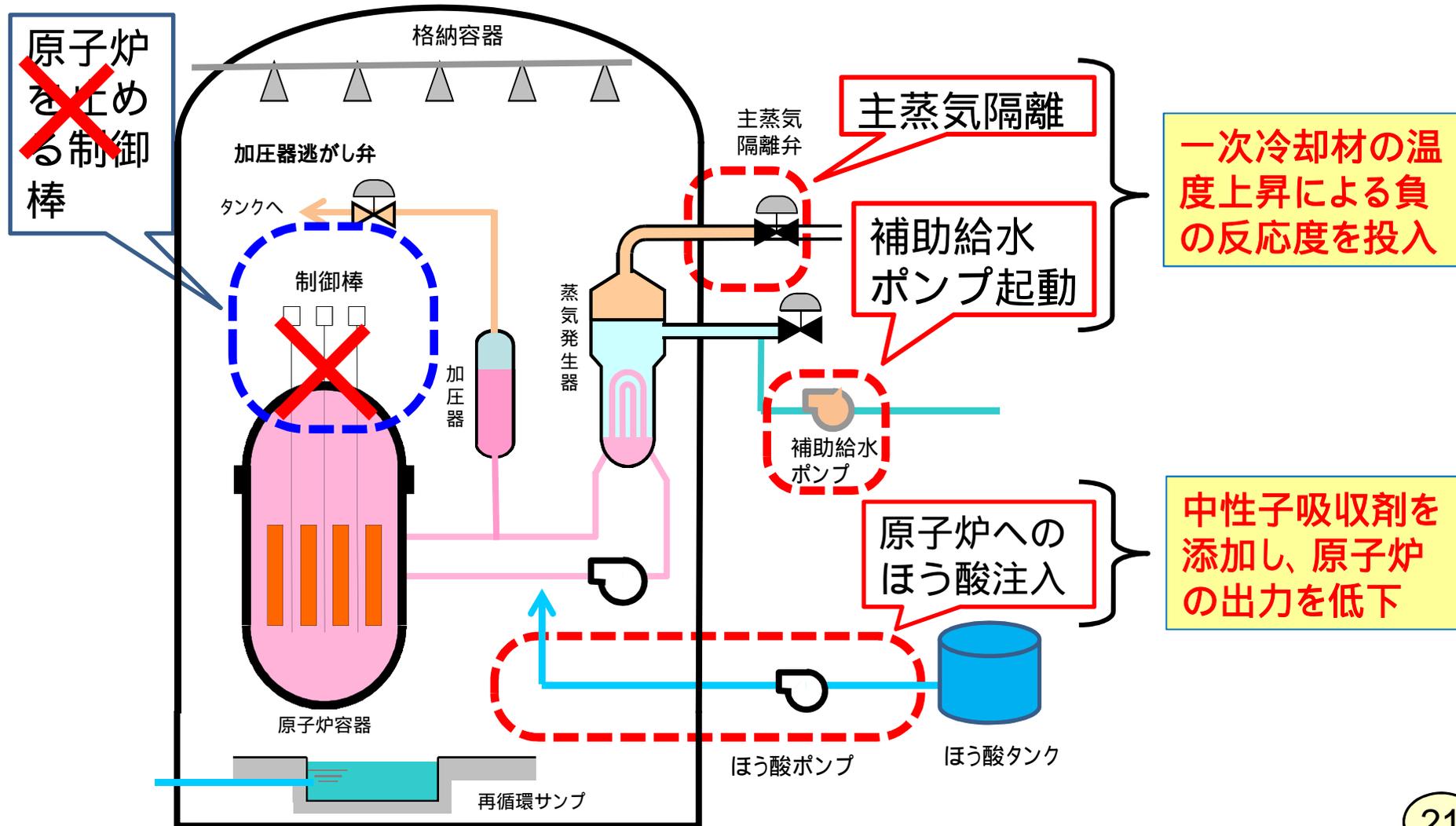


(2) 重大事故の発生を想定した対策



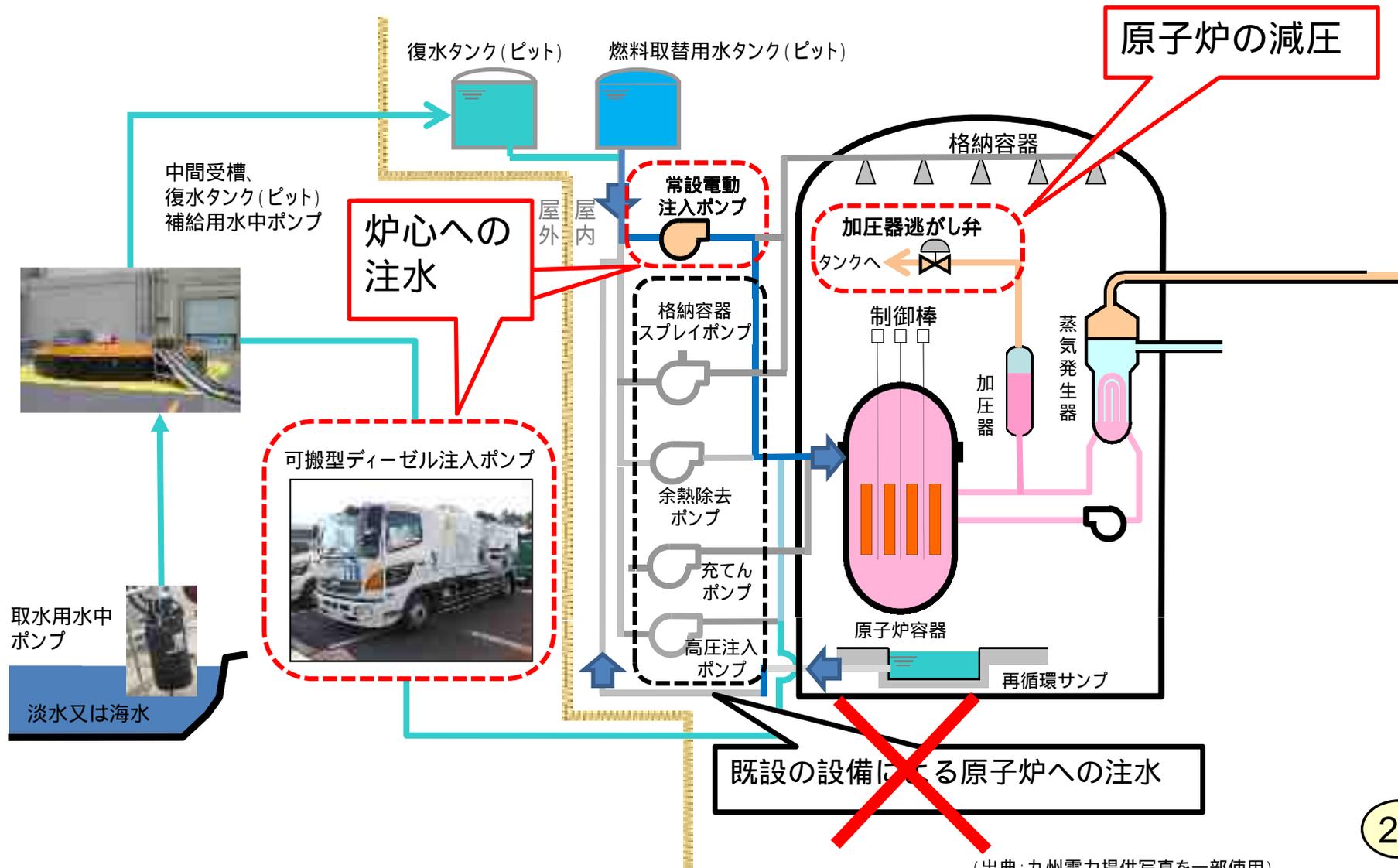
原子炉を停止させる対策(止める)

原子炉の緊急停止装置が機能しないおそれがある場合又は実際に機能しない場合でも、炉心損傷に至らせないための対策が講じられることを確認。



原子炉を冷やすための対策(冷やす)

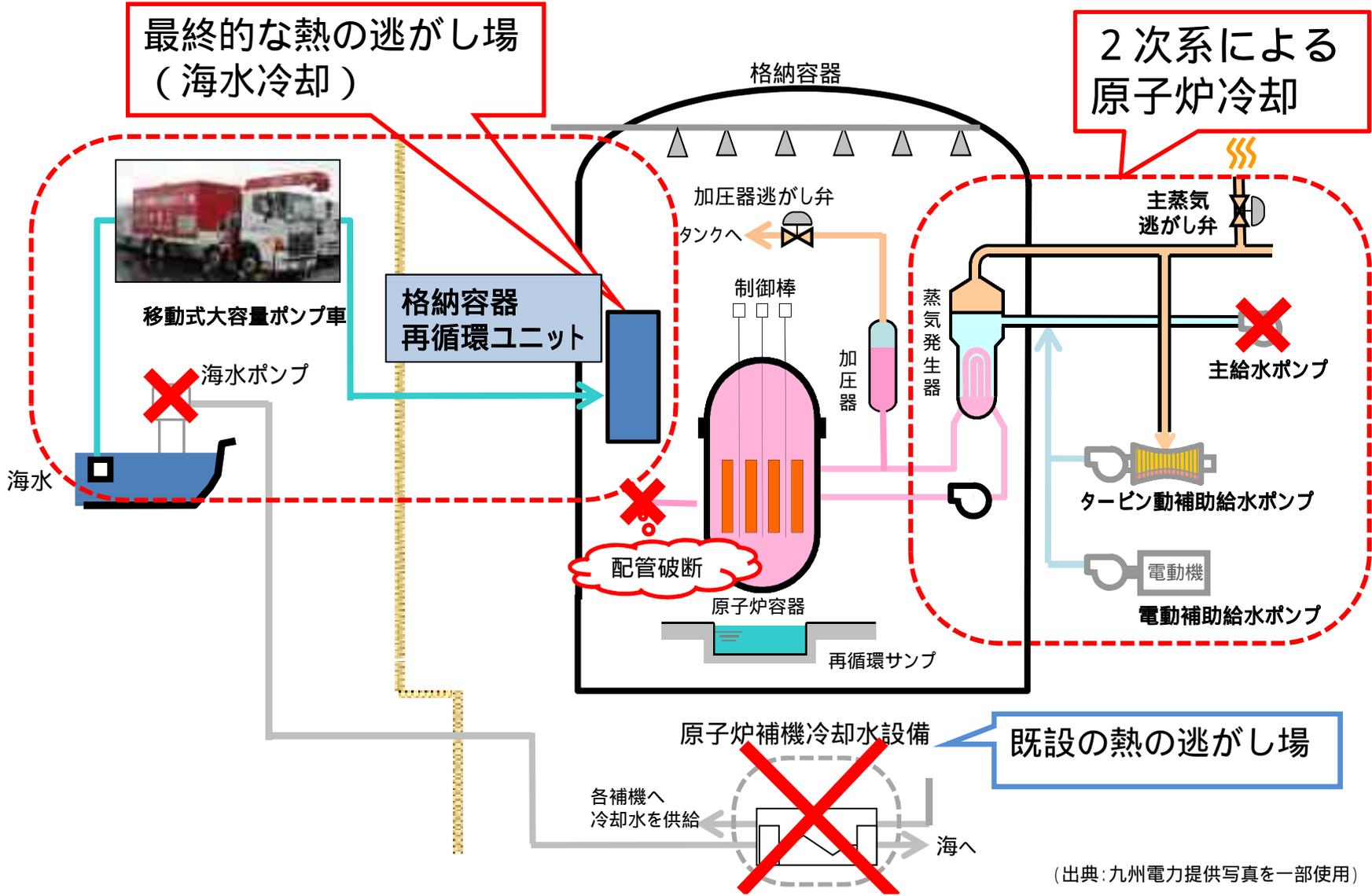
既存の対策が機能しない場合でも、炉心注水及び減圧によって、炉心損傷に至らせないための対策が講じられることを確認。



(出典:九州電力提供写真を一部使用)

原子炉を冷やすための対策(冷やす)

各機器を海水で冷却するために必要な既設の設備等が機能しない場合でも、**最終的な熱の逃がし場を確保**し、炉心損傷に至らせないための対策が講じられることを確認。



(出典:九州電力提供写真を一部使用)

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**ための対策が講じられることを確認。

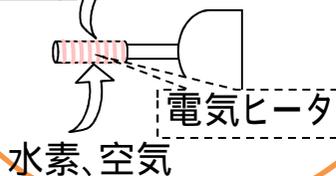
格納容器内の圧力、温度の低減及び放射性ヨウ素等の濃度の低下(代替格納容器スプレイ)

水素爆発を防止するため水素濃度を低減

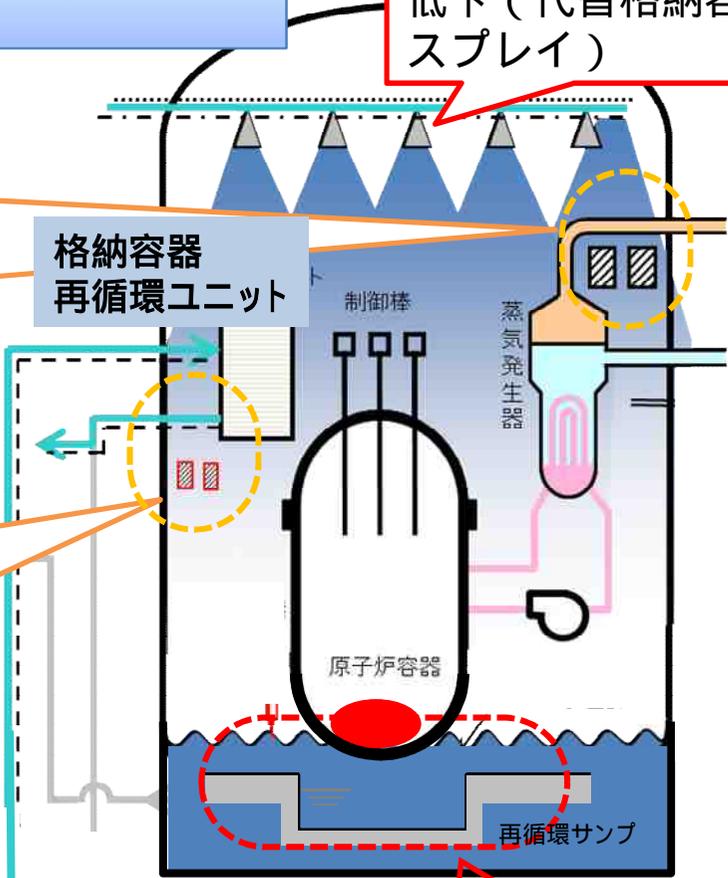
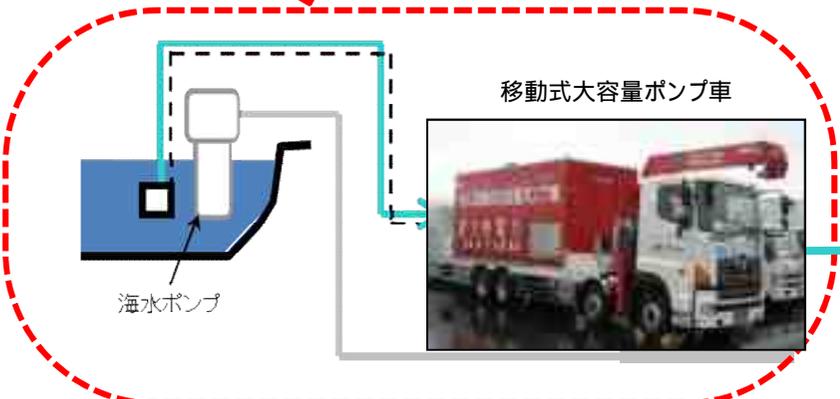
静的触媒式水素再結合装置



電気式水素燃焼装置(イグナイタ)



格納容器内を冷却するため格納容器再循環ユニットへ海水を供給



溶融炉心の冷却
溶融炉心・コンクリート相互作用対策

(出典:九州電力提供写真を一部使用)

ソフト対策

重大事故等時におけるソフト面の対策として、手順の整備、体制の整備、設備復旧のためのアクセスルートの確保、要員に対する訓練の実施等を要求

主な確認内容

➤ 手順の整備

- ・プラント状態の把握や事故の進展の予測
- ・状況に応じ、適切に判断をするための基準の明確化
- ・設備等の使用手順

➤ 体制の整備

- ・発電所内または近傍に、必要な要員を確保
- ・複数号機の同時発災への対応
- ・指揮命令系統の明確化
- ・発電所内の燃料や予備品等の備蓄により事故後7日間、自力で事故収束活動を実施
- ・外部との連絡設備等の整備
- ・6日以内に、他の事業者やプラントメーカー等の外部から支援を受けられる体制を整備

➤ アクセスルート確保

- ・可搬型設備や設備の運搬、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

➤ 緊急時の訓練(重大事故体制)

- ・高線量下になる場所を想定した訓練、夜間、降雨、強風等の悪天候下等を想定した訓練を実施



夜間訓練



ホイールローダ

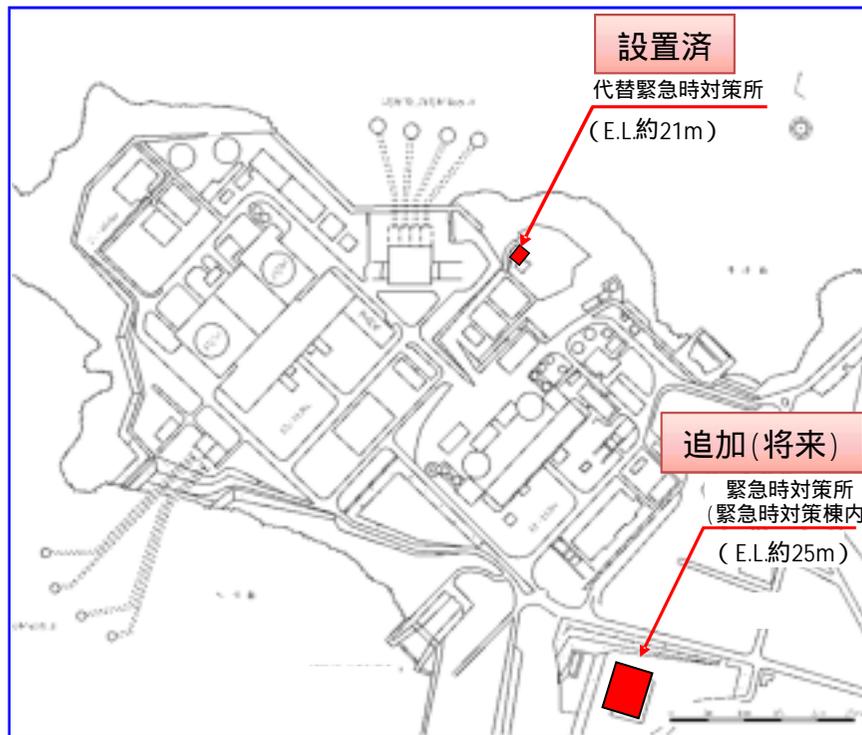
(出典:九州電力提供写真を一部使用)

審査結果

重大事故対応のための要員に対する教育・訓練の繰り返し実施による力量確保、アクセスルートの多重性の確保等により、適切に事故に対処できる方針であることを確認

緊急時対策所の審査

- ◆ 事故時の対策拠点として、原子炉制御室以外の場所に、緊急時対策所を設置することを要求
- ◆ 緊急時対策所と原子炉制御室は共通要因により同時に機能喪失しないことを要求
- ◆ 福島第一原子力発電所事故と同等の放射性物質の放出量を想定し、緊急時対策所内の要員の実効線量が7日間で100mSvを超えないことを要求
- ◆ 必要な指示のために情報を把握し、発電所内外との通信連絡を行うために必要な設備を備えることを要求
- ◆ 重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員が収容できることを要求 等



(出典:九州電力提供写真を一部使用)

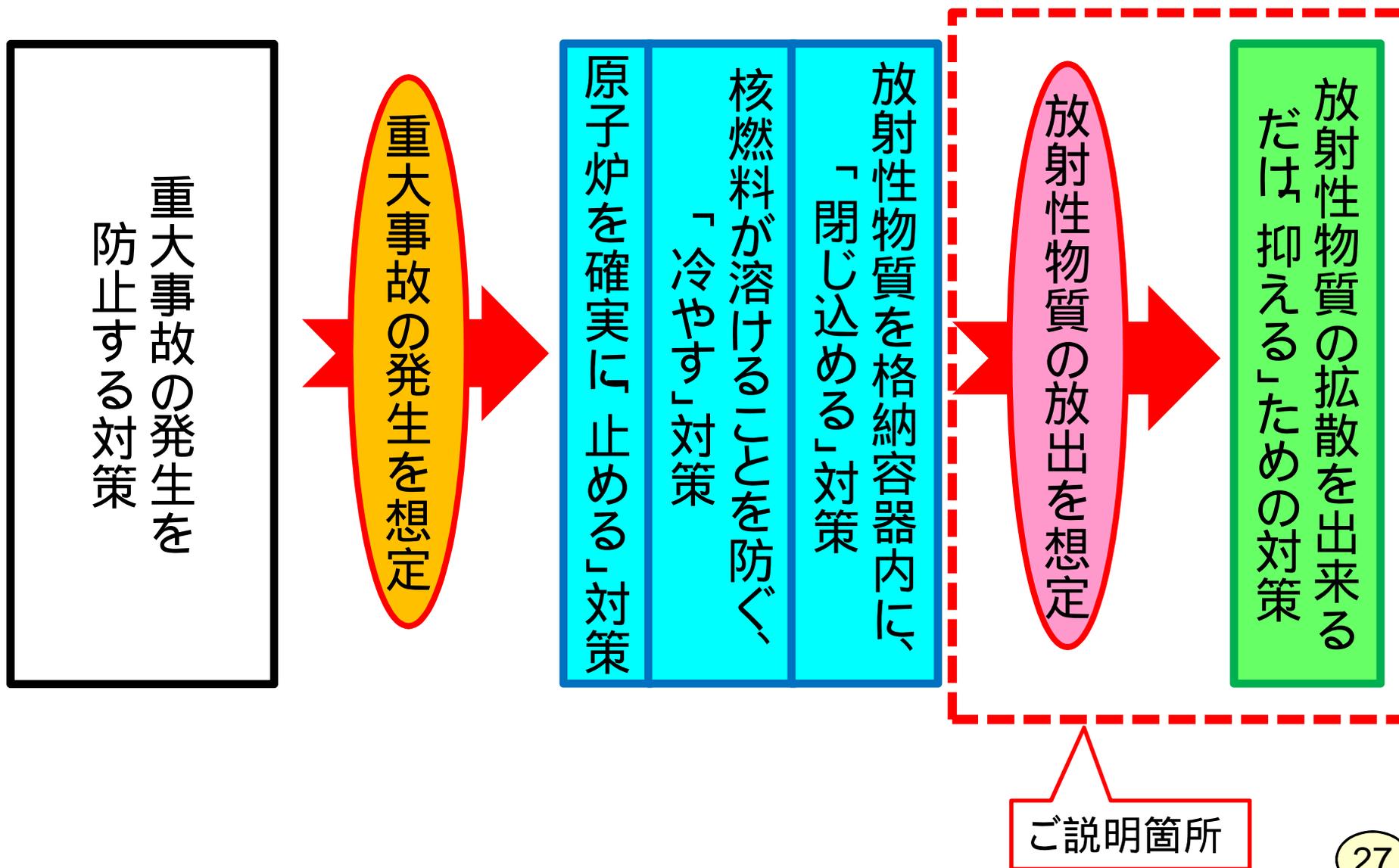
主な確認結果

- (1) 設置場所
3・4号炉中央制御室からは、代替緊急時対策所の場合は約320m離隔(緊急時対策棟は、約740m離隔)して設置
- (2) 主要設備等
・ 空気浄化設備(空気浄化ファン、空気浄化フィルタユニット)、加圧装置、緊急時対策所遮へい、全面マスク、線量計
・ 電源設備(専用の発電機1セット(予備2セット)等)
・ 通信・情報設備(緊急時運転パラメータ伝送システム、SPDS表示端末等)
・ 外部支援なしに1週間活動するために必要な、飲料水、食料等を備蓄 等
- (3) 構成
100名が収容できる広さとし、最大人数を収容した場合でも酸素濃度等の居住性を確保
- (4) 被ばく評価
・ 実効線量で約64mSv/7日間(代替緊急時対策所)
・ 実効線量で約24mSv/7日間(緊急時対策棟)
- (5) 基準地震動に対する設計方針
緊急時対策所を設置する建屋については、耐震構造とする。

審査結果

中央制御室と独立した建屋とする方針であること、また、事故状態の把握や判断、事故収束のための指揮、所外への通報連絡等の活動拠点として必要な機能や設備を備える方針であることなどを確認。

(3) 放射性物質の拡散を抑制する対策 等

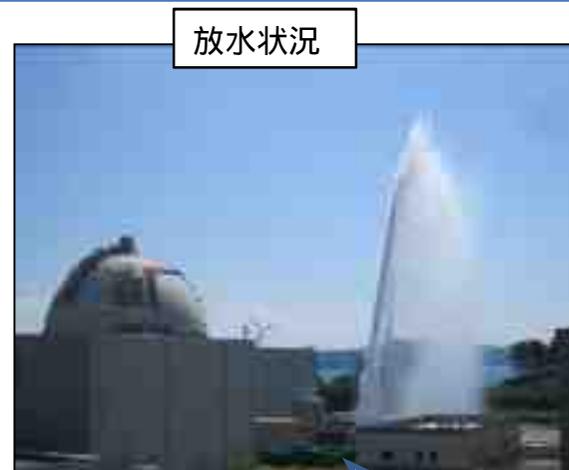


放射性物質の拡散を抑制する対策(抑える)

格納容器等が破損した場合も想定し、敷地外への放射性物質の拡散を抑制するために必要な対策を要求

主な確認結果

- 大気への拡散抑制
 - 海を水源として、移動式大容量ポンプ車及び放水砲により、格納容器等の破損箇所に向けて放水
- 海洋への拡散抑制
 - 海洋への流出経路に放射性物質吸着剤を設置
 - 取水ピット等にシルトフェンスを設置



放水砲



シルトフェンス設置

審査結果

移動式大容量ポンプ車及び放水砲の放水設備により敷地外への放射性物質の拡散を抑える対策及び海洋への拡散防止対策が適切に実施される方針であることを確認

原子炉施設の大規模な損壊への対応

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活動するための手順書、体制及び設備の整備等を要求

主な確認結果

- 可搬型設備による対応を中心とした多様性及び柔軟性を有する手順書を整備
- 通常と異なる対応が必要な場合でも柔軟に対応できるよう体制を整備
- 設備の整備にあたっては、共通要因による同等の機能を有する設備の損傷を防止、複数の可搬型設備の損傷を防止するよう配慮

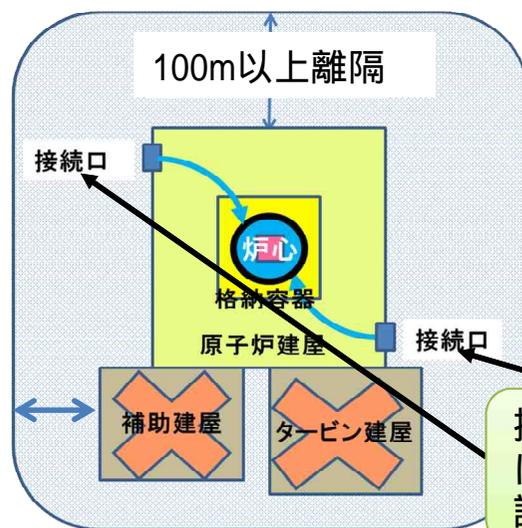
原子炉建屋及び原子炉補助建屋から100m以上離隔をとった高台に、複数箇所に分散配置



移動式大容量ポンプ車



放水砲



可搬型ディーゼル注入ポンプ車



高圧発電機車

審査結果

大規模損壊に対して必要な手順や体制等が適切に整備される方針であることを確認

4 . 審査の結果

審査の結果：設置変更許可申請に関する審査の結果

九州電力株式会社玄海原子力発電所の発電用原子炉設置変更許可申請が、許可の基準(原子炉等規制法第43条の3の6第1項各号に規定する許可の基準)のいずれにも適合していると認められることから、原子力規制委員会は、2017年1月18日付けで許可した。

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。
「九州電力株式会社玄海原子力発電所3・4号機の設置変更の許可について」
<http://www.nsr.go.jp/disclosure/law/PWR/00000398.html>
「審査結果」
<http://www.nsr.go.jp/data/000175555.pdf>