

柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉 に関する審査の概要

原子力規制庁
平成30年8月

※ 本資料は、東京電力ホールディングス(株)柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の新規制基準への適合性審査の概要を分かりやすく表現することを目的としているため、技術的な厳密性よりもできる限り平易な記載としています。正確な審査内容及び審査結果については、審査書をご参照ください。

柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉に関する審査の概要

1. はじめに

新規制基準と適合性審査について …P3

2. 新規制基準の概要

(1)規制基準の基本的考え方 …P5

(2)福島第一原子力発電所事故から得られた教訓 …P6

(3)強化した新規制基準 …P7

(4)新規制基準で新たに要求した主な対策 …P9

3. 柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の設置変更に関する審査結果の概要

(1)原子炉等規制法に基づく発電用原子炉施設に係る規制 …P11

(2)柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の審査の経緯 …P12

(3)審査結果の概要 …P13

設置変更許可段階における審査を進めるにあたって …P14

①重大事故の発生を防止するための対策 …P15

②重大事故の発生を想定した対策 …P42

③放射性物質の放出を想定した対策 …P57

④申請者の原子炉設置者としての適格性の確認 等 …P61

(4)原子力規制委員会としての結論 …P66

(参考資料)

・適格性審査について

・原子力規制委員会について

・東京電力(株)福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた対策について(抜粋)

・柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の審査で得られた知見の基準への反映について

・審査におけるトピックス

1. はじめに

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子力発電所事故の教訓等を踏まえ、従来の基準から大幅に強化した新規制基準を策定。
- 柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の設置変更許可申請について厳格に審査を行い、新規制基準に適合していることを確認。
- また、柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉における対策が、国内外の主な報告書により挙げられた福島第一原子力発電所事故に関する調査結果を踏まえていることを確認。
- 柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の審査の過程で得られた知見※については、他のプラントへも反映すべく、基準を改正。

※炉心損傷時に、放射性物質を放出せずに原子炉格納容器の圧力を下げることができる冷却システム 等

(参考)

新規制基準では、想定される重大事故(シビアアクシデント)※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。

柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の場合は、7日間で最大約16テラベクレル(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の評価結果)。

(※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。

(※2)東京電力福島第一原子力発電所事故の約百分の一。

2. 新規制基準の概要

(1) 規制基準の基本的考え方

規制基準の基本的考え方とは？

原子力発電所を運転するためには様々な設備が必要
原子炉に悪影響を与えるような異常状態や設備の故障等（事故）の発生に備え、

『止める 冷やす 閉じ込める』役割を持つ設備を用意すること。

こうした安全を守る役割のことを「安全機能」と呼ぶ。

異常状態や事故に対処するため、
安全機能を持つ設備には高い信頼性が求められる。

～「安全機能」を持った設備の例～

原子炉を止める設備 → 核分裂連鎖反応を止める制御棒
原子炉を冷やす設備 → 水を注入したり、循環させるポンプなど
(原子炉は核分裂連鎖反応を止めても熱を発する)

放射性物質を閉じ込める設備 → 核燃料を装荷する原子炉圧力容器
それを取り囲む原子炉格納容器、配管 など
(これらに必要な非常用電源なども含まれる)

(2) 福島第一原子力発電所事故における教訓

- 福島第一原子力発電所事故では、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、その後の重大事故(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・津波という共通原因により複数の安全機能が喪失

①地震により外部電源喪失

※原子炉停止後の冷却に必要な電源

②津波により所内電源喪失・破損

※外部電源が喪失した場合に必要な電源
※冷却に必要な海水ポンプの破損



使用済燃料プール

⑦水素爆発

安全機能の喪失による重大事故の進展

③冷却停止



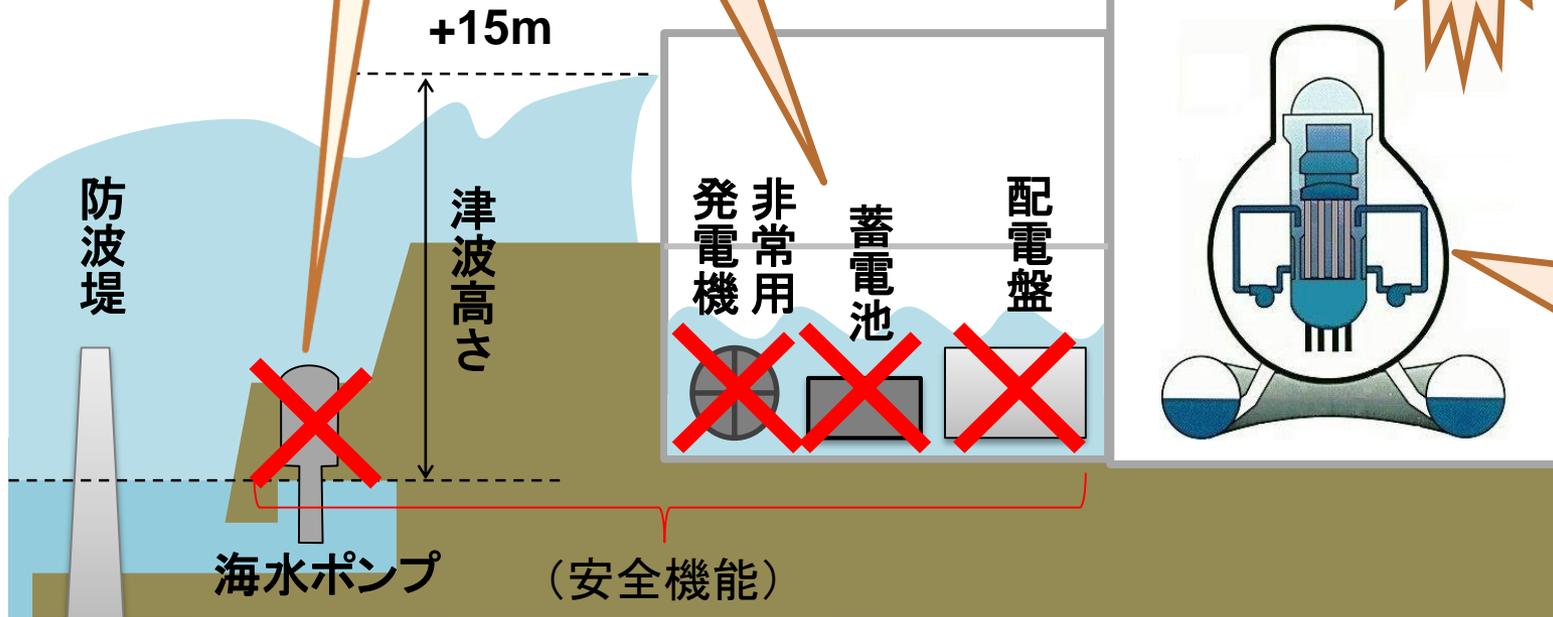
④炉心損傷



⑤水素発生



⑥水素漏えい(格納容器破損)



(3) 強化した新規制基準 ①

設計基準

強化

(従来の規制基準)

安全機能を維持し、
重大事故の発生を
防止する対策

+

重大事故

新規

安全機能を失う重大事故
の発生を想定し、
それが発生しても事故の
拡大を防止する対策

- 従来想定していた自然現象に加え、竜巻、森林火災、火山等を想定。
 - また、耐震、耐津波対策を強化し、プラント内部で発生する火災や溢水^{いっすい}も想定。
- 自然現象や火災等を広く想定し、共通要因により、複数の安全機能が同時に失われないように対策を強化。

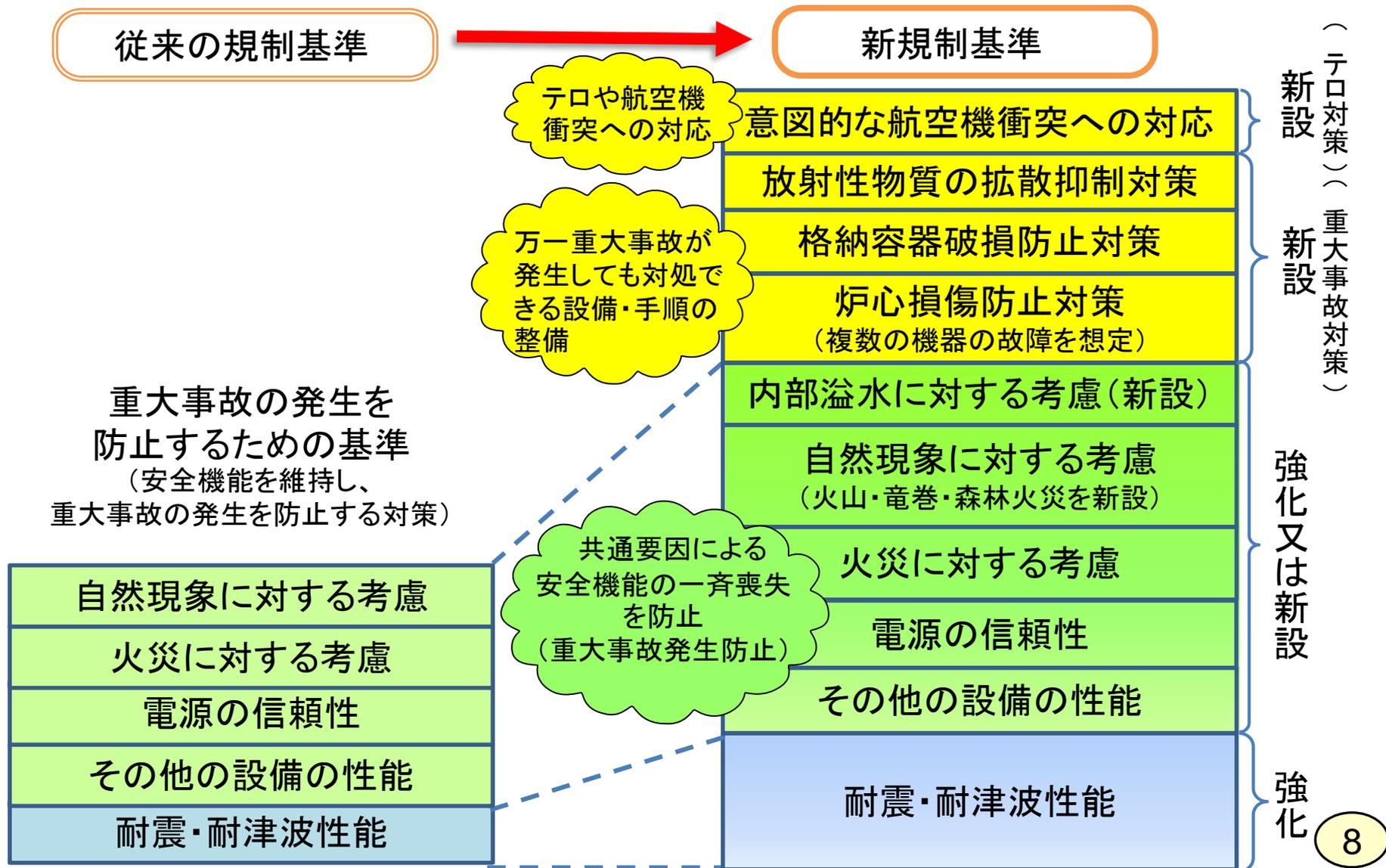
- 安全機能の代替りとなる「止める」「冷やす」「閉じ込める」手段を用意することにより、重大事故に対処。

新規制基準は、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえ、
重大事故の発生を想定した対策を要求。

さらに、万が一重大事故が発生し、その拡大を防止できない場合も考慮し、
放射性物質の拡散をできるだけ「抑える」ための対策も要求。

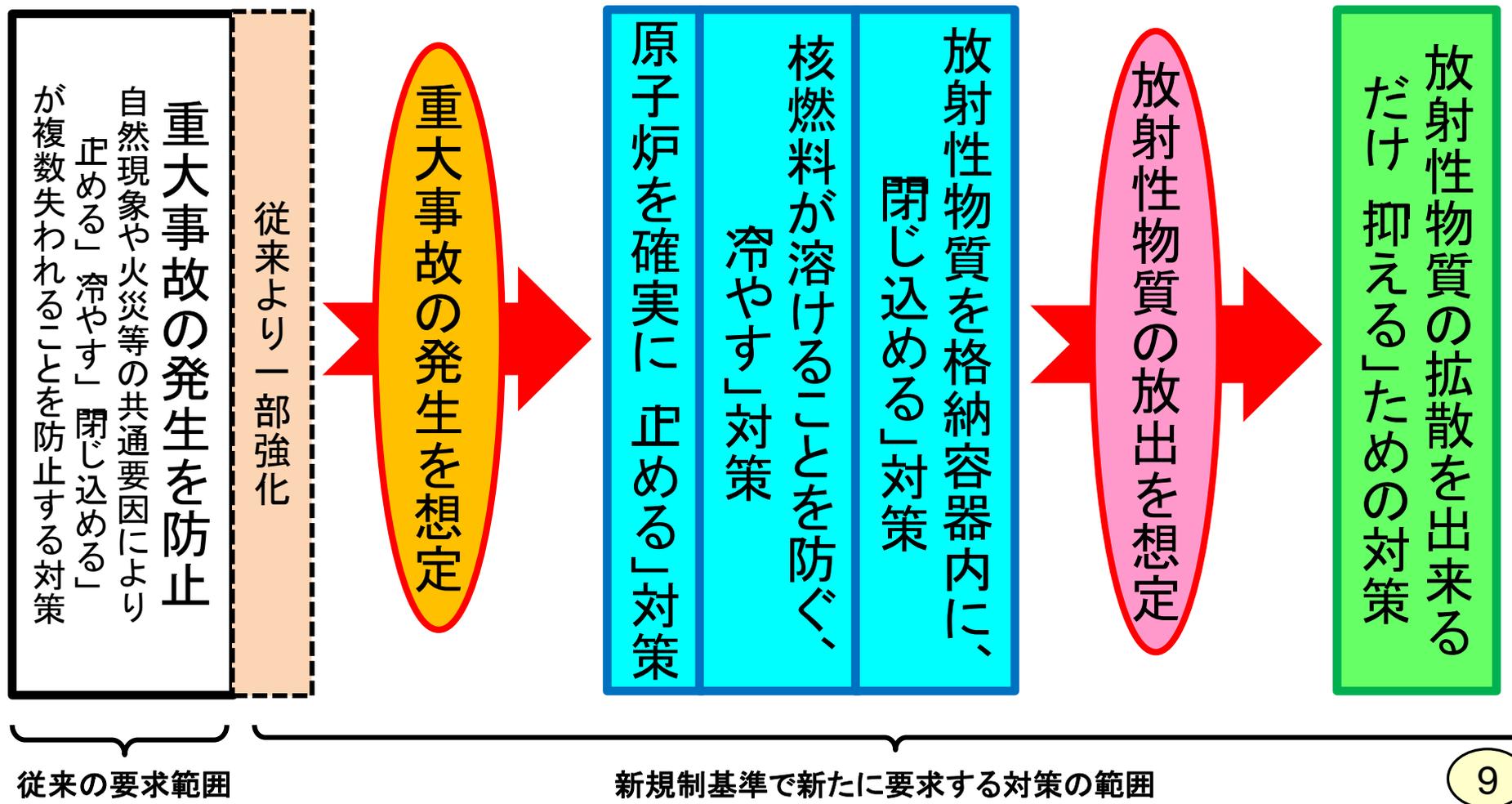
(3) 強化した新規制基準 ②

重大事故(シビアアクシデント)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。



(4) 新規制基準で新たに要求した主な対策

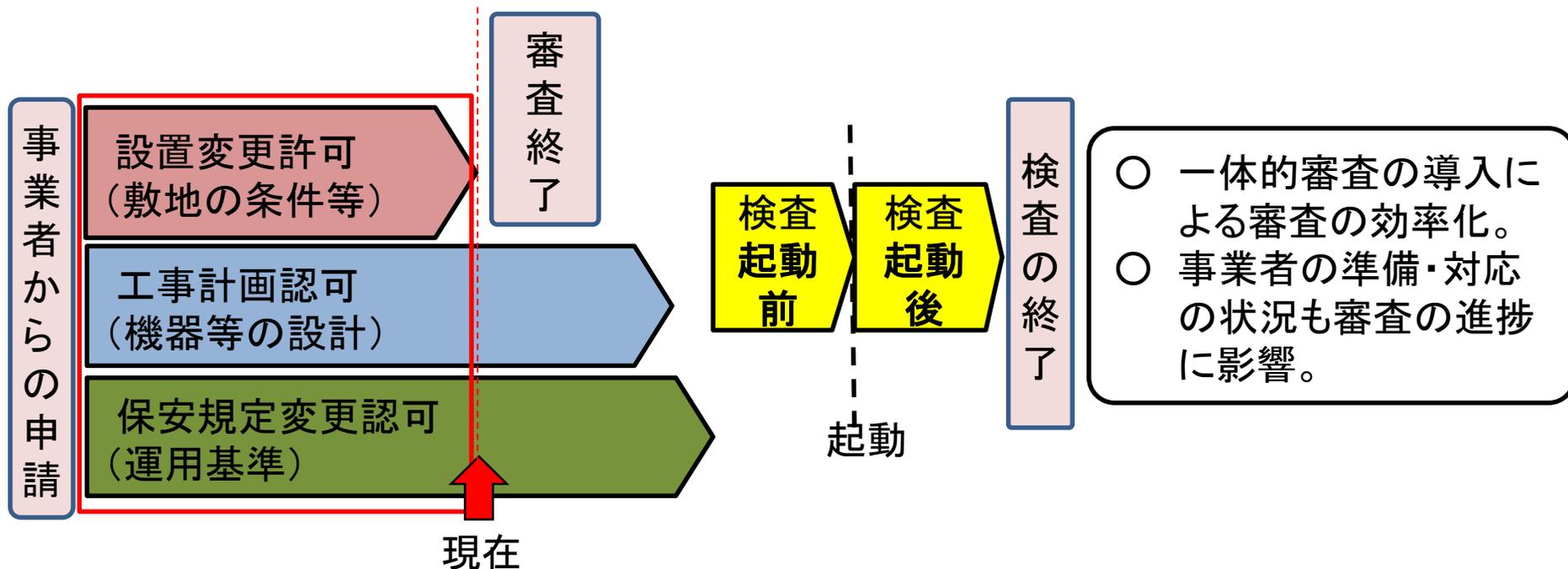
- 新規制基準では、重大事故(シビアアクシデント)を防止する対策の強化に加え、重大事故の発生を想定した対策も要求。
- それでもなお、敷地外へ放射性物質が放出されるような事態になった場合を考え、さらなる対策として、放射性物質の拡散をできるだけ「抑える」ための対策を要求。



3. 柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の 設置変更に関する 審査結果の概要

(1) 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、柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の新規制基準適合性審査の「設置変更許可」に関する審査が終了。

今後、東京電力による「工事計画認可」及び「保安規定変更認可」に関する補正申請がなされれば、これらの審査を行うこととなる。

(2) 柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉の審査の経緯

平成25年 7月 8日：新規規制基準施行

平成25年 9月27日：東京電力が設置変更許可申請書、工事計画及び保安規定の変更申請書を提出

平成25年11月21日～ 審査会合での審査（原子力規制委員、規制庁審査官）
※163回の審査会合と5回の現地調査等を実施
※760回のヒアリングを実施

平成29年 7月10日～9月20日

：東京電力経営陣と意見交換を実施しつつ原子炉設置者としての適格性について議論

平成29年10月 4日：設置変更許可に係る審査結果（案）をとりまとめ

平成29年10月 5日～11月3日：審査書（案）に対する科学的・技術的意見を募集

平成29年12月27日：審査書を原子力規制委員会です承し、設置変更許可

※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」：<https://www.nsr.go.jp/data/000214696.pdf>

(3) 審査結果の概要

設置変更許可段階における審査を進めるにあたって

設置変更許可段階における審査のポイントとは？

重大事故の発生を防止する対策、重大事故の発生を想定した対策等が基準に適合しているかについて審査を進めるためには、「何に備えなければならないか」という基本方針を、まず明確にする必要がある。そのためには？

様々な自然現象や、安全機能が複数喪失する事象（重大事故）を想定

することが重要。

自然現象として、何を想定するか

具体的には、過去のデータや最新の知見を踏まえ、不確実性も考慮した上で、その規模が検討されているか。

安全機能が複数失われる重大事故として、何を想定するか

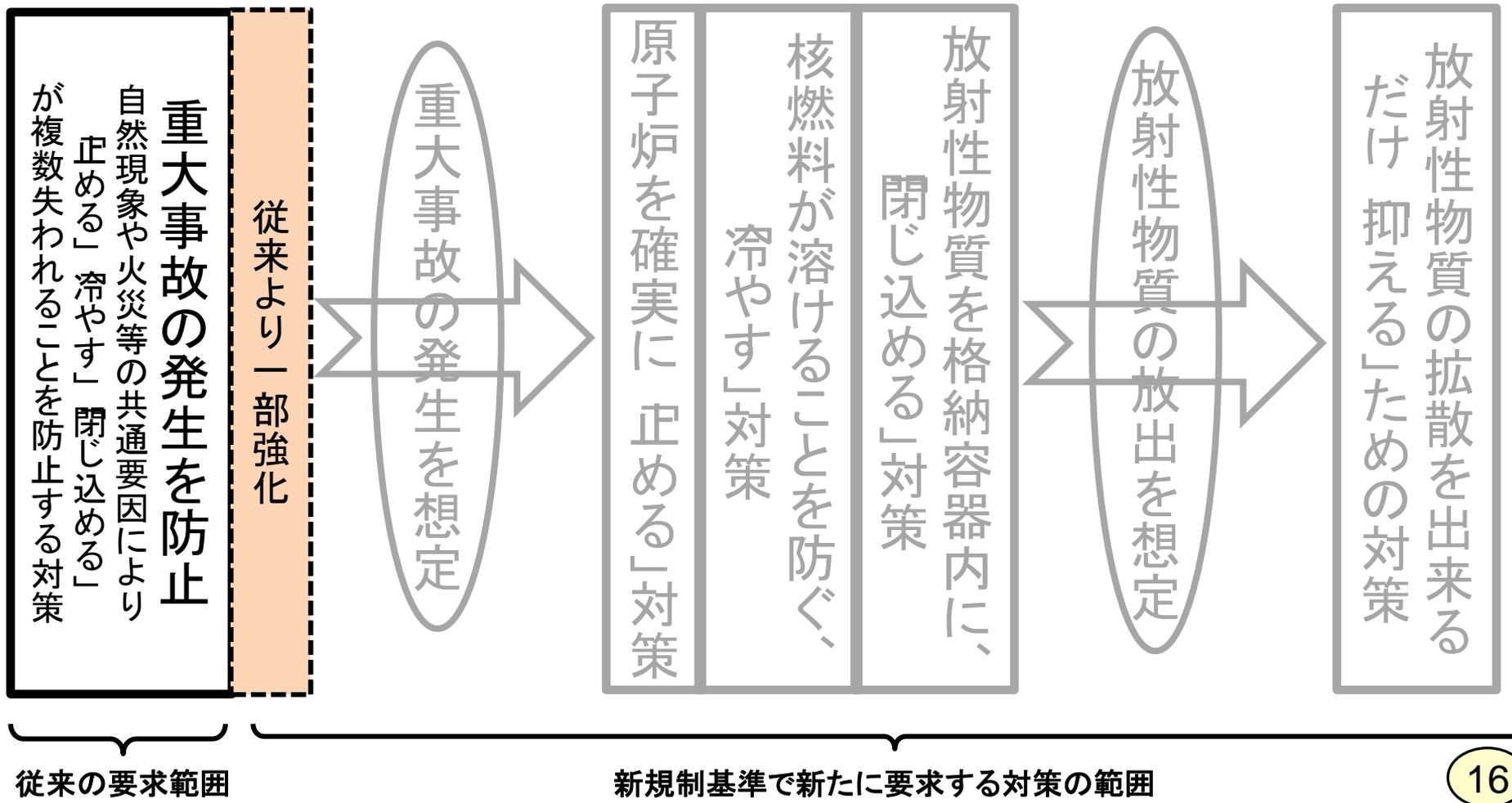
具体的には、様々な考えられる重大事故が漏れなく検討されているか。
その上で、自然現象や重大事故等に対して、建物や機器等が必要な強度を有しているかの詳細については、工事計画の審査において確認する。

(3) 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

(4) 新規制基準で新たに要求した主な対策

- 新規制基準では、重大事故(シビアアクシデント)を防止する対策の強化に加え、重大事故の発生を想定した対策も要求。
- 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できるだけ「抑える」ための対策を要求。



重大事故の発生を防止する対策について

共通要因により
複数の安全機能（「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」）が
同時に失われないような対策



自然現象の想定の見直しと 対策の強化

- 基準地震動、地盤、基準津波
- 火山、竜巻、森林火災 等

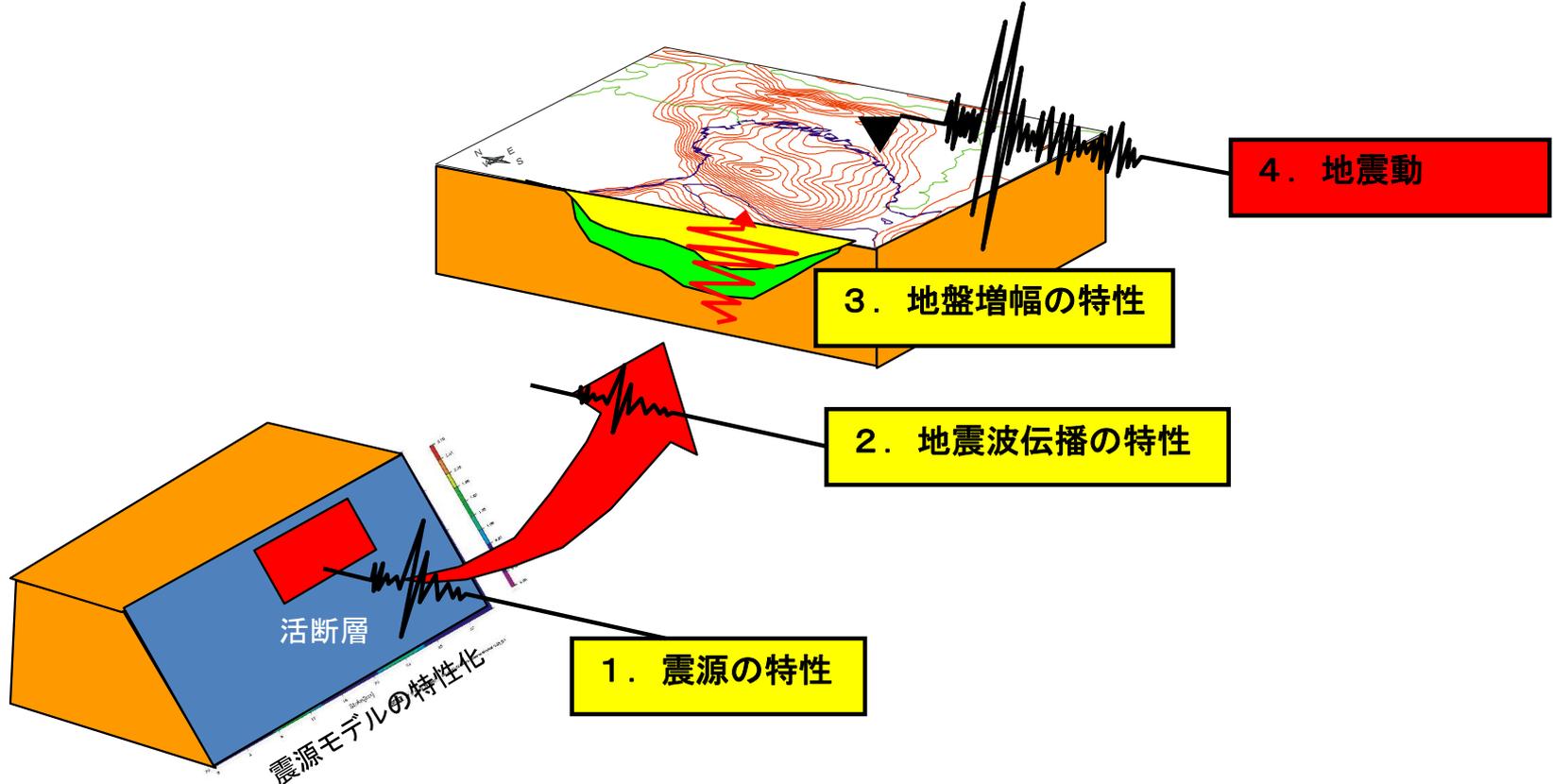
その他の要因の考慮と 対策の強化

- 火災、^{いっすい}溢水
- 電源の強化 等

地震動について

- ◆ 一般に、地震による地盤の揺れ(地震動)は、震源においてどのような破壊が起こったか(震源特性)、生じた地震波がどのように伝わってきたか(伝播経路特性)及び対象地点近傍の地盤構造によって地震波がどのような影響を受けたか(サイト特性)という三つの特性によって決定されます。
- ◆ 原子力発電所の設計に用いる基準地震動の評価に当たっては、敷地に大きな影響を与えると予想される地震を推定し、震源から敷地までの地震波の伝播特性を反映した上で、地中において仮想的に設定する自由表面(解放基盤表面)で評価します。

【地震動評価の3要素】



基準地震動①

【要求事項】

- 地震力に対して安全機能が損なわれない設計にする。
 - 断層の調査によって震源を特定した上で、その震源から敷地に大きな影響を与えると予想される地震を推定し、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」を決定する。
 - 震源が特定できない過去の地震の観測記録を収集し、「震源を特定せず策定する地震動」を決定する。

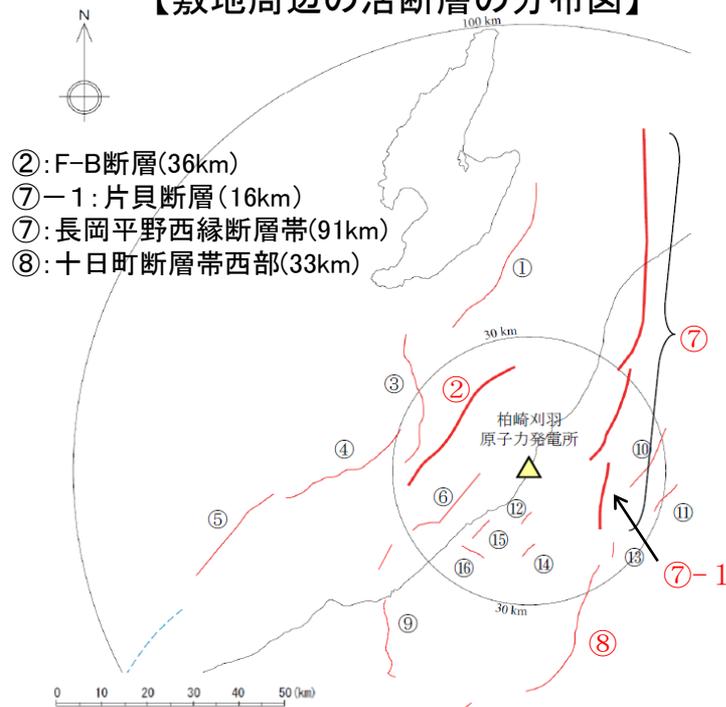
敷地ごとに震源を特定して策定する地震動の評価

- 検討用地震については、地質調査結果等に基づき、本発電所に大きな影響を与えると予想される地震として、F-B断層、長岡平野西縁断層帯を選定。
- 地震動評価において、
 - F-B断層については、地質調査結果に基づく断層長さを36kmのモデルで地震動評価を実施。さらに、応力降下量、断層傾斜角等の不確かさも考慮した強震動予測レシピによる評価も実施。
 - 長岡平野西縁断層帯については、基本ケースに加え、応力降下量、断層傾斜角等の不確かさも考慮した地震動評価を実施。また、十日町断層帯西部との連動を考慮(断層長さ:132km)した評価も実施。

震源を特定せず策定する地震動の評価

- 2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動については、地盤物性の影響等を考慮した地震動評価を実施。その結果を踏まえた上で、大湊側の基準地震動に追加。

【敷地周辺の活断層の分布図】



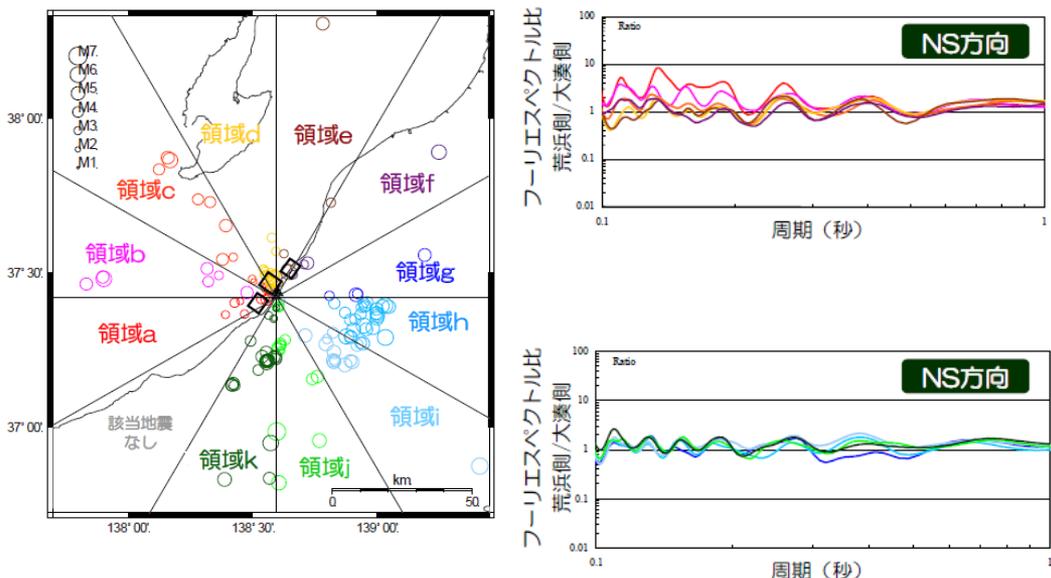
※敷地から半径約100km以内の活断層を示す。
※赤太線は検討用地震として選定された断層を示す。
(発電用原子炉設置変更許可申請の補正書(2017年6月16日)から一部抜粋、加筆
<<http://www.nsr.go.jp/data/000194742.pdf>>)

基準地震動②

地震波の伝播特性の評価

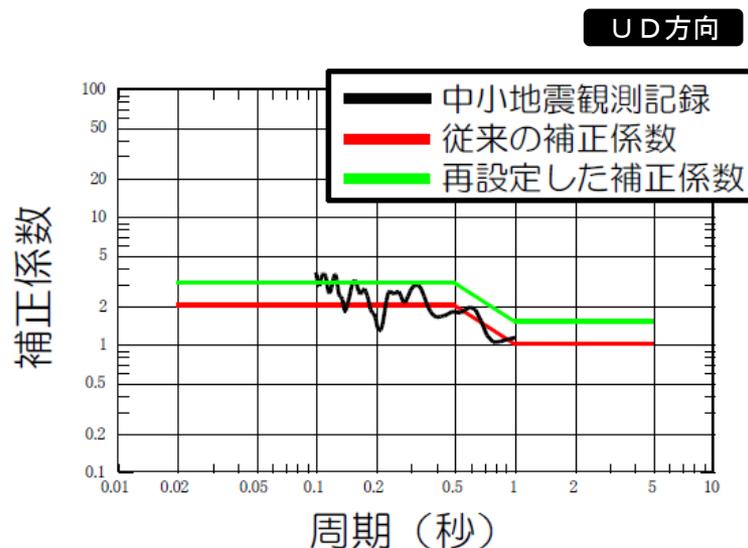
- 地震波の伝播特性については、陸域・海域別の伝播特性に係る分析、敷地内の増幅特性に係る分析、中越沖地震の観測記録を用いた分析、多くの地震観測記録を用いた詳細な到来方向別の分析を踏まえた評価結果等を反映して大湊側と荒浜側に分けて評価。
- 荒浜側では、F-B断層等の断層モデルを用いた手法による地震動評価において、要素地震の補正係数については、観測記録に対する再現性のより向上したものを再設定(NS方向とUD方向)。

【到来方向別の地震波の伝播特性】



(まとめ資料(2017年8月21日)から一部抜粋 <<http://www2.nsr.go.jp/data/000204129.pdf>>)

【要素地震の補正係数の設定】



(まとめ資料(2017年8月21日)から一部抜粋、加筆 <<http://www2.nsr.go.jp/data/000204129.pdf>>)

基準地震動③

基準地震動の策定

→地震波の伝播特性を反映し、荒浜側、大湊側に分けて基準地震動を策定。

申請時から、大湊側の基準地震動については、Ss-1～7に変更はないが、2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動(Ss-8)を追加。

基準地震動の最大加速度値 (cm/s²)

 … 変更・追加箇所

基準地震動	対象とする地震		評価手法	荒浜側			大湊側		
				NS方向	EW方向	UD方向	NS方向	EW方向	UD方向
Ss-1	F-B断層による地震		応答スペクトル	2300		1050	1050		650
Ss-2			断層モデル	847 ^{※1} →1240	1703 (変更なし)	510 ^{※1} →711	848	1209	466
Ss-3	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動	長岡平野西縁断層帯による地震	応答スペクトル	600		400	600		400
Ss-4			断層モデル ^{※2}	589	574	314	428	826	332
Ss-5			断層モデル ^{※2}	553	554	266	426	664	346
Ss-6			断層モデル ^{※3}	510	583	313	434	864	361
Ss-7			断層モデル ^{※3}	570	557	319	389	780	349
Ss-8	震源を特定せず策定する地震動 (2004年北海道留萌支庁南部地震)		—	—	—	—	650	330	

※1:要素地震の補正係数の再設定による変更

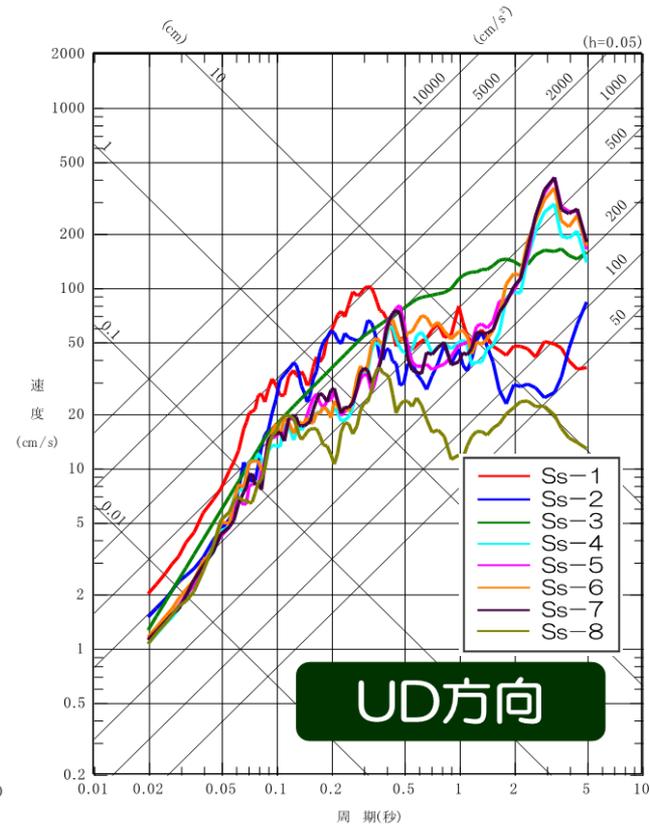
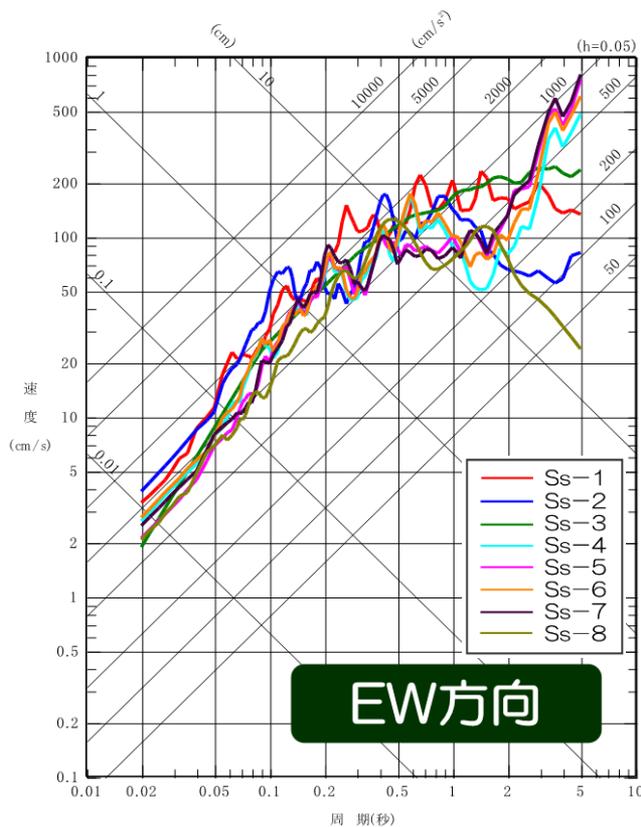
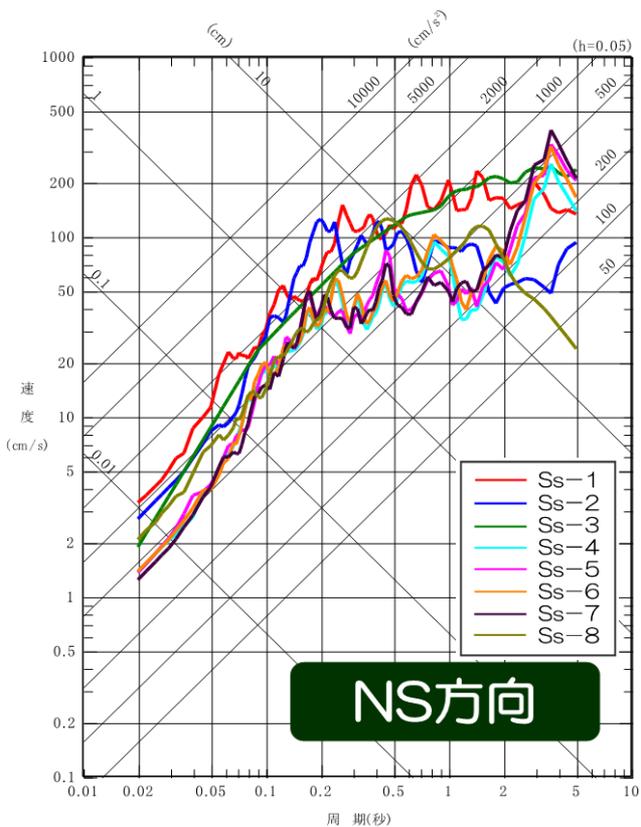
※2:応力降下量、断層傾斜角等の不確かさを考慮したケース

※3:※2に加え、十日町断層帯西部との連動を考慮したケース

(まとめ資料(2017年8月21日)から一部抜粋、加筆 <<http://www2.nsr.go.jp/data/000204129.pdf>>)

基準地震動④

【大湊側の基準地震動の応答スペクトル】



(まとめ資料(2017年8月21日)から一部抜粋 <<http://www2.nsr.go.jp/data/000204129.pdf>>)

< 審査結果の概要 >

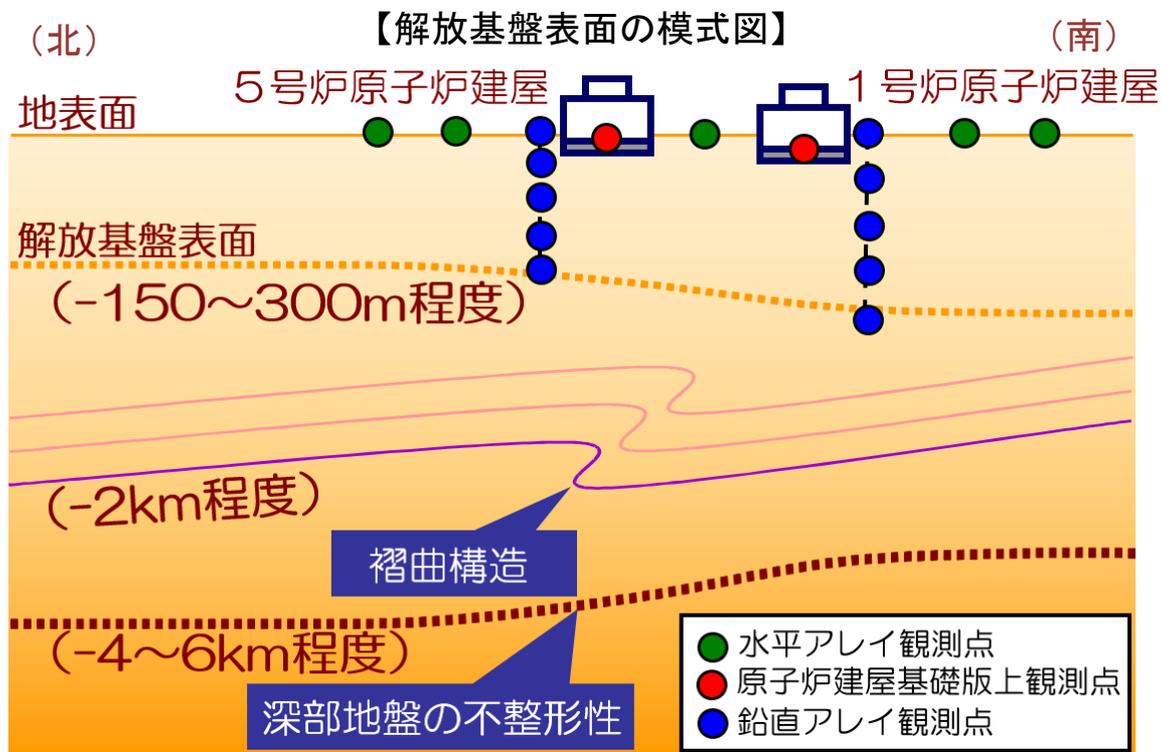
- 最新の知見を踏まえて適切に基準地震動が策定されていることから、新規制基準に適合していることを確認。

基準地震動の設定位置(解放基盤表面の設定)

解放基盤表面※の設定

- 基準地震動を設定する解放基盤表面については、地質調査及びPS検層(P波、S波の速度測定)の結果、以下のとおり設定。
 - 大湊側(敷地内北部(6,7号炉を含む)): 標高-134m
 - 荒浜側(敷地内南部) : 標高-284m

※解放基盤表面: 基準地震動を策定するために、基盤面上の表層及び構造物が無いものとして仮想的に設定する自由表面。

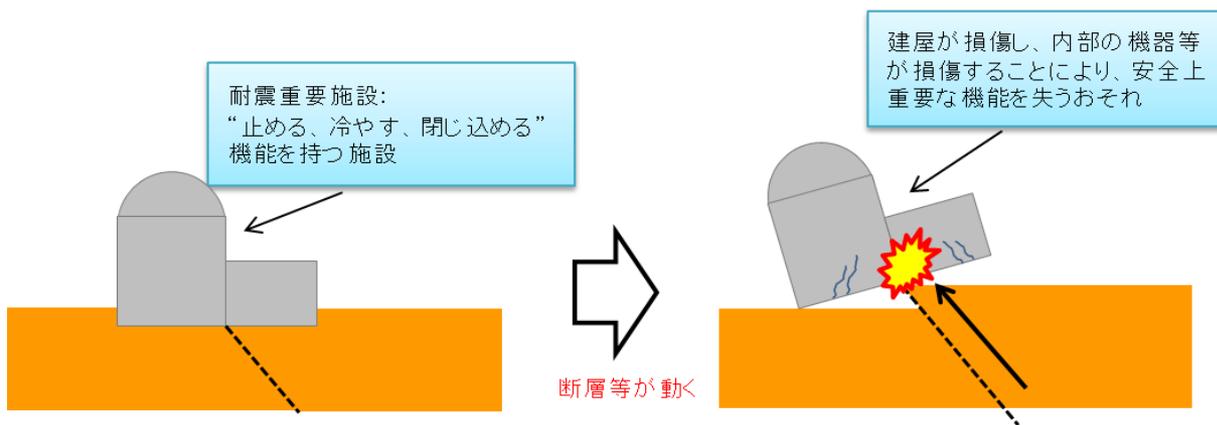


(まとめ資料(2017年8月21日)から一部抜粋、加筆 <<http://www2.nsr.go.jp/data/000204129.pdf>>)

地盤の変位と断層の活動性評価について

- ◆ 耐震重要施設等が「将来活動する可能性のある断層等」の露頭がある地盤に設置された場合、その断層等の活動によって安全機能に重大な影響を与えるおそれがあるため、当該施設等を「将来活動する可能性のある断層等」の露頭が無いことを確認した地盤に設置しなければいけません。
- ◆ 「将来活動する可能性のある断層等」は後期更新世以降(約12~13万年前以降)の活動が否定できないものです。断層の活動性評価に当たっては、断層の上に分布する地層(上載地層)の堆積年代が約12~13万年前より古いかどうか、また、上載地層に断層活動による変位や変形があるか否かにについて確認します。

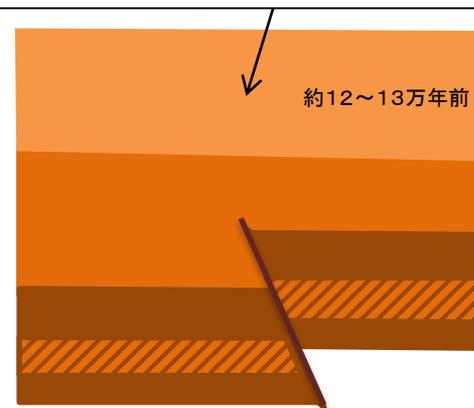
【断層活動による地盤の変位(ずれ)】



(「実用発電用原子炉に係る新規規制基準の考え方について」から一部抜粋 <<http://www.nsr.go.jp/data/000155788.pdf>>)

【上載地層による断層の活動性評価】

上載地層に断層活動による変位や変形がなければ、「将来活動する可能性のある断層等」ではないと評価



(「実用発電用原子炉及び核燃料施設等に係る新規規制基準について(概要)」
から一部抜粋、加筆 <<http://www.nsr.go.jp/data/000070101.pdf>>)

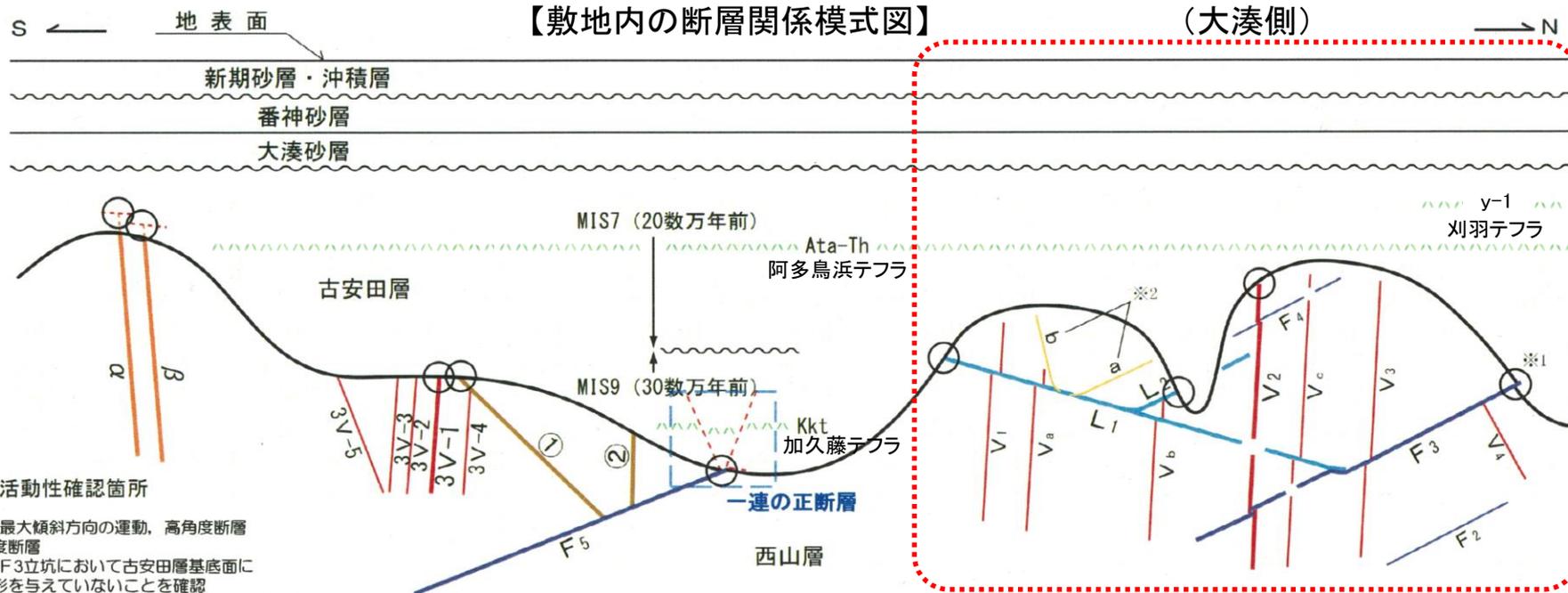
地盤(変位)

【要求事項】

➤ 断層等により変位が生ずるおそれがない地盤に設置する。

敷地内断層の活動性評価(大湊側)

➤ 発電所の施設・設備等を耐震重要度に応じて分類したSクラスである耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の設置位置に認められる大湊側の計12条の断層の活動性については、各種調査結果を踏まえ、断層の性状及び上載地層の年代に着目した手法等により検討した結果、いずれも阿多鳥浜テフラ(約24万年前)を狭在する層準より下位の古安田層こやすだに変位や変形を与えていないことから、将来活動する可能性のある断層等ではないと評価。



(まとめ資料(2017年12月22日)から一部抜粋、加筆 <<http://www2.nsr.go.jp/data/000214549.pdf>>)

<審査結果の概要>

・ 調査結果に基づき将来活動する可能性のある断層等ではないと評価していることを確認。

上載地層の堆積年代

上載地層※1の堆積年代の評価

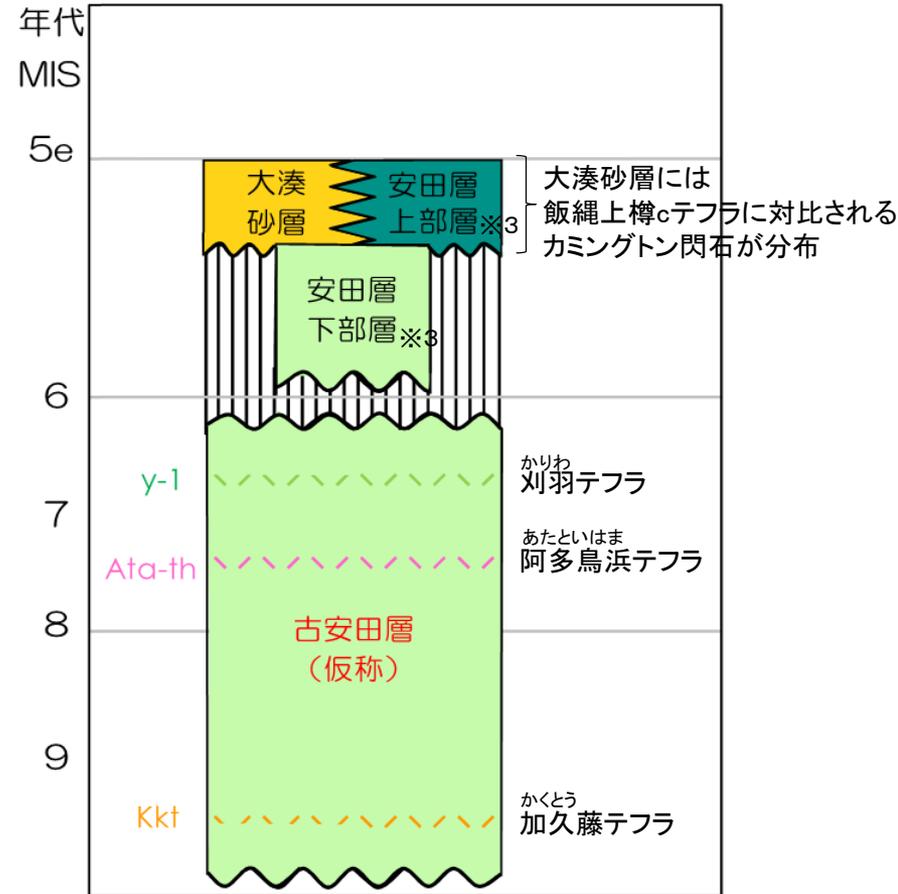
➤ 敷地内断層の活動性評価に用いる上載地層である古安田層※2の堆積年代については、敷地及び敷地近傍における地質調査等の結果、阿多鳥浜テフラ(約24万年前)等の火山灰を挟在すること等から、中期更新世であると判断。なお、古安田層を不整合に覆う大湊砂層は、飯縄上樽cテフラ(約13万年前)に対比される中子軽石層を挟在し、大湊砂層の最下部付近から飯縄上樽cテフラに対比されるカミングトン閃石が検出されること等から、後期更新世であると判断。

※1: 上載地層: 断層の上に載る(分布する)地層。

※2: 敷地及び敷地近傍において西山層を不整合に覆うMIS7とMIS6の境界 付近以前の堆積層に対して申請者が用いている地層の名称。

※3: 敷地において安田層下部層及び安田層上部層は確認されていない。

【模式柱状図】



(まとめ資料(2017年8月21日)から一部抜粋、加筆 <<http://www2.nsr.go.jp/data/000204119.pdf>>)

地盤(支持)

【要求事項】

- 地震力に対して十分に支持することができる地盤に設置にする。

基礎底面の傾斜の評価

- 基礎地盤のすべり、基礎の支持、基礎底面の傾斜のうち、基礎底面の傾斜については、規制委員会の指摘を踏まえ、耐震設計方針を含めて検討を行い、以下のとおり評価。
 - 基準地震動による地震力を作用させた動的解析を実施し、6号炉及び7号炉原子炉建屋の基礎底面の最大傾斜は、基本設計段階の目安値である1/2,000を上回る。
 - そのため、施設の設計に当たっては、荷重の組合せにおいて、基礎底面の傾斜の影響を荷重として適切に考慮し、安全機能に影響を及ぼさないよう設計する方針としている。

【基礎底面の傾斜の評価結果】

評価対象	基礎底面の傾斜	
	地震動	地震時最大傾斜
6号炉 原子炉建屋	Ss-8 (正,正)	1/1,600 《1/2,000》
7号炉 原子炉建屋	Ss-8 (正,正)	1/1,700 《1/2,000》
5号炉 原子炉建屋 (緊急時対策所)	Ss-8 (逆,正)	1/2,700 《1/2,000》

※ 基準地震動Ssの(正,逆), (逆,逆)は位相反転を示す。

※ 《》内の数値は、基本設計段階の目安値を示す。

(まとめ資料(2017年8月21日)から一部抜粋、加筆
<<http://www2.nsr.go.jp/data/000204111.pdf>>)

<審査結果の概要>

- 基礎底面の最大傾斜が1/2,000を上回るものの、安全機能に影響を及ぼさないよう設計する方針としていることから、新規制基準に適合していることを確認。

基準津波

【要求事項】

- 地震による津波と地すべりなどの地震以外の要因による津波を組み合わせたものに対して安全機能が損なわれない設計にする。

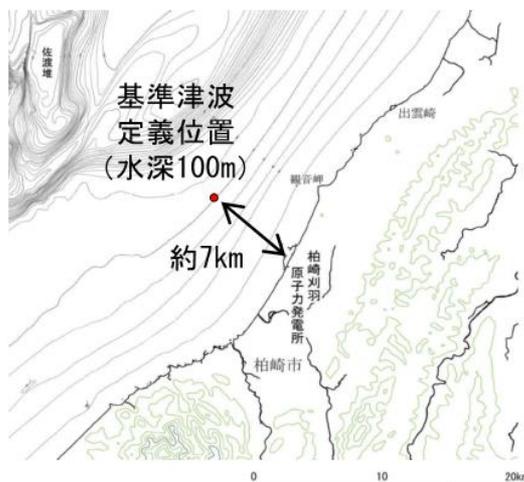
基準津波の策定

- 本発電所に大きな影響を及ぼすおそれがある津波については、地震による津波、地震以外の要因による津波及びそれらの組合せによる津波について検討した結果、以下のとおり3つの基準津波を策定。
 - 「日本海東縁部(2領域モデル)による地震と海底地すべり(LS-2)の組合せ」に伴う津波(基準津波1)【水位上昇側】
 - 「日本海東縁部(2領域モデル)による地震」に伴う津波(基準津波2)【水位下降側】
 - 「海域の活断層(5断層連動モデル)による地震と海底地すべり(LS-2)の組合せ」に伴う津波(基準津波3)【水位上昇側】
- なお、基準地震動に対して荒浜側防潮堤が地盤の液状化等により損傷する可能性が示されたため、荒浜側防潮堤の有無が基準津波の策定に影響がないことを確認。

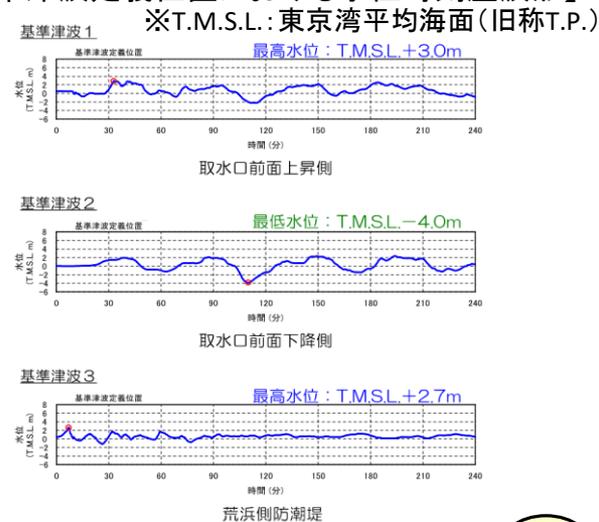
【基準津波の想定波源図】



【基準津波の定義位置図】



【基準津波定義位置における水位時刻歴波形】



< 審査結果の概要 >

- 最新の知見を踏まえて適切に基準津波が策定されていることを確認。

(まとめ資料(2017年8月21日)から一部抜粋 <<http://www2.nsr.go.jp/data/000204134.pdf>>)

耐震設計方針

【要求事項】

- 事故等の発生、拡大を防ぐために必要な施設は、地震に十分に耐える設計にする。このうち特に耐震性が求められるSクラス等の重要な施設は、基準地震動でもその機能が損なわれない設計にする。
- 発電所の施設・設備をSクラス、Bクラス及びCクラスに分類し、クラスに応じた大きさの地震に対して十分に耐え、運転時の異常や事故の発生、拡大を防ぐ機能が損なわれないように設計する方針。
- Sクラス等の重要な施設は、基準地震動による液状化に対して機能が維持できるように設計する方針。
- 津波から重要な設備を守る浸水防止設備等※についても、地震に対して機能が維持できるように設計する方針。

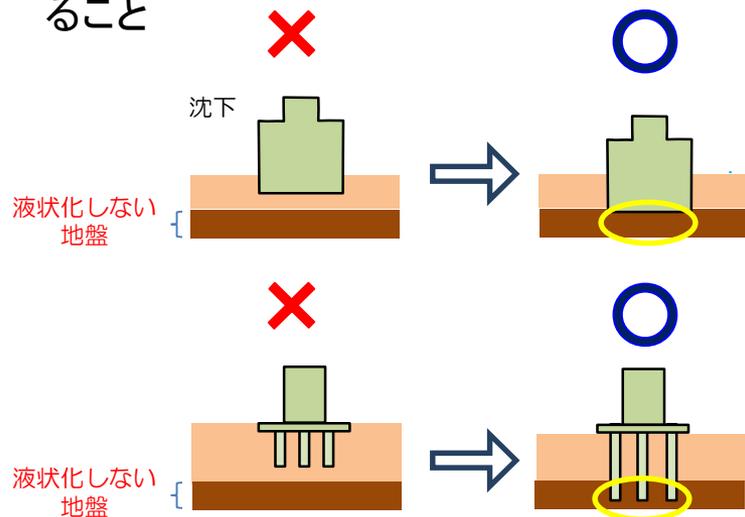


※ 浸水防止設備の例(取水槽閉止板)

(参 考) 液状化に関する審査について

設置変更許可段階の審査での確認
(基本設計方針とその成立性を確認)

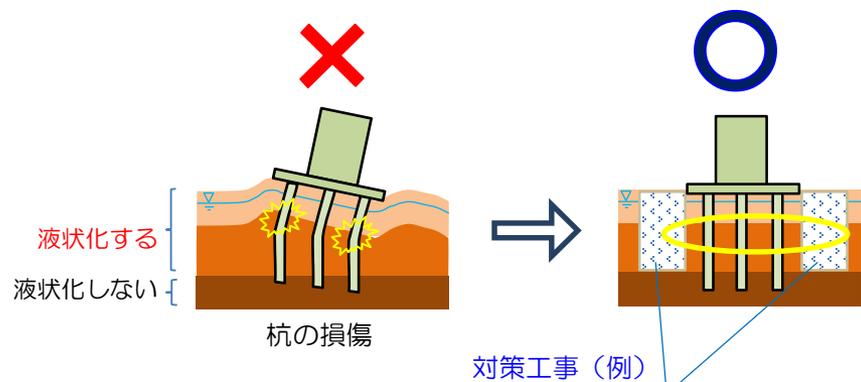
- 液状化しない硬い地盤に建物の基礎を敷設すること



- その上で、液状化による施設への影響を小さくするために、必要に応じて、周辺の地盤をセメントで固める等の対策を行う方針を示すこと

工事計画認可段階の審査での確認
(具体的な設計内容を確認)

- 硬い地盤の上部の地盤の液状化に対して施設が影響を受けないように設計すること(壁、杭等が壊れない)
- 対策工事の方法と効果について評価すること
→ 施設毎の地盤の性状等に応じた対策が必要となる



耐津波設計方針

【要求事項】

➤ 基準津波に対して発電所の安全性を確保する機能が損なわれない設計にする。

➤ 津波が到達しない高い位置(T.M.S.L.+12m)に原子炉建屋等の重要な施設を設置。

➤ 津波が取水路から流れ込む可能性がある重要な施設内の開口部には蓋(取水槽閉止板)を設置。

➤ 津波防護施設等は津波や地震に対して、機能が維持できるように設計する方針。
(具体的な設計内容は、工事計画認可の審査で確認。)



※ 重大事故等対処施設は、設計基準対象施設と同じ耐津波設計方針とすることにより、基準津波に対して必要な機能が損なわれない設計としていることを確認。

(参 考)津波に関する審査について

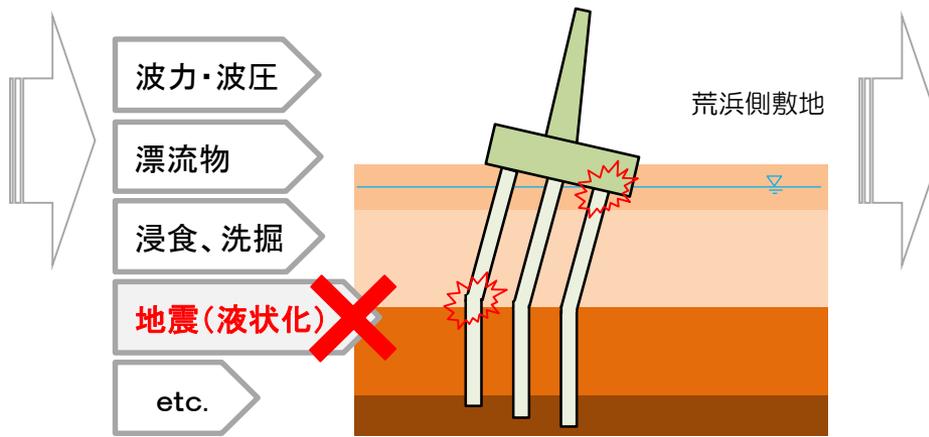
変更前

- 東京電力は当初、荒浜側敷地を含む敷地全体を津波から防護する方針
- 高さが低い荒浜側敷地に対して、津波を流入させないための施設として、荒浜側防潮堤を考慮

荒浜側防潮堤が津波や地震等に耐えることが前提

防潮堤に作用する外的要因

(津波が来る前に地震(液状化)で破損)



荒浜側防潮堤

荒浜側敷地
(防潮堤内
T.M.S.L.+5m)

大湊側(6, 7号炉側)敷地
(T.M.S.L.+12m)

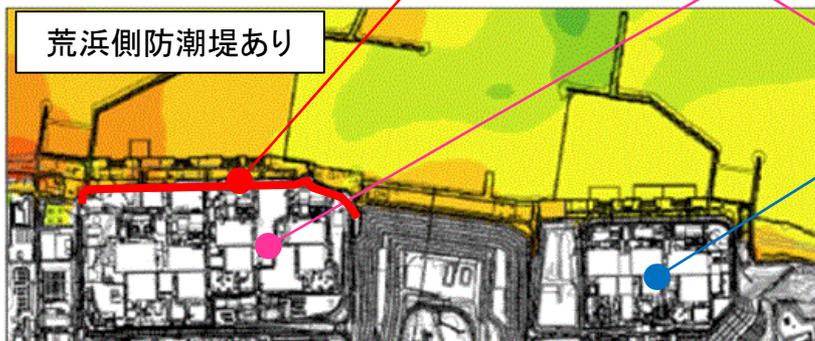
変更後

- 東京電力は、液状化の対策に時間を要することから、荒浜側防潮堤を考慮することを断念
- 地盤の液状化により荒浜側防潮堤の杭が損傷し、敷地に津波が流入する可能性

設計方針の見直し

- 緊急時対策所を大湊側敷地に変更
- アクセスルートの変更等

荒浜側防潮堤あり



荒浜側防潮堤なし



荒浜側防潮堤の有無に対する最高水位分布の比較

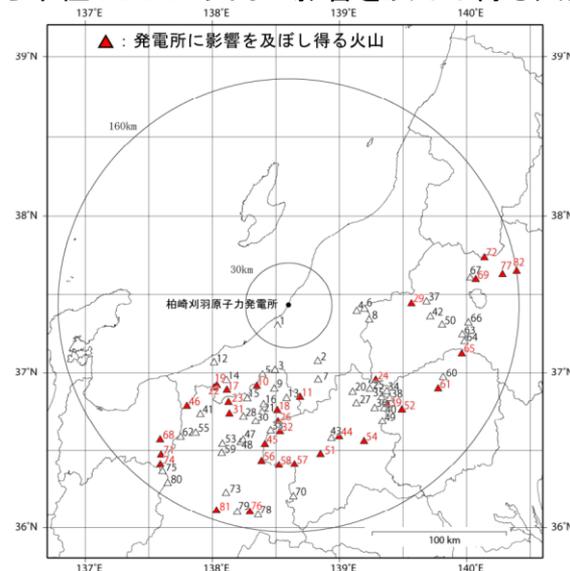
自然現象(地震・津波以外)への対策

自然現象(地震、津波以外にも、風(台風)、竜巻、低温、降水、積雪、落雷、生物学的事象、火山等)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。

- 本発電所に影響を及ぼし得る火山として敷地から半径160km以内の33火山を抽出し、評価を行った結果、妙高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、文献調査、地質調査に加え、文献を用いた評価やシミュレーションによる検討等を行った結果、敷地内で確認されている噴出源が同定できない第四紀の降下火砕物の層厚を考慮し、敷地における最大層厚を35cmと評価。積もった降下火砕物の重量などを考慮しても、安全機能が損なわれない設計。

- 風速92m/sの竜巻の影響(風圧や飛来物)に耐えられる設計。

【敷地から半径160km以内の影響を及ぼし得る火山の位置図】



(まとめ資料(2017年8月21日)から一部抜粋 <<http://www2.nsr.go.jp/data/000204126.pdf>>)



竜巻防護ネットの設置イメージ

人為事象への対策

- 人為事象 (航空機落下、森林火災、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。
 - 森林火災の延焼を防ぐため、厳しい気象条件などを設定した解析に基づき、約20mの幅の防火帯を設置
 - 航空機落下による火災と敷地内の軽油タンクによる火災を重ねて、建屋の外壁温度を評価



防火帯（灰色のモルタル部分）

※東京電力HPより

<<http://www.tepco.co.jp/kk-np/pr/newsatom/pdf/2015/270510n.pdf>>

重大事故の発生を防止する対策について

共通要因により
複数の安全機能（「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」）が
同時に失われないような対策



自然現象の想定の見直しと 対策の強化

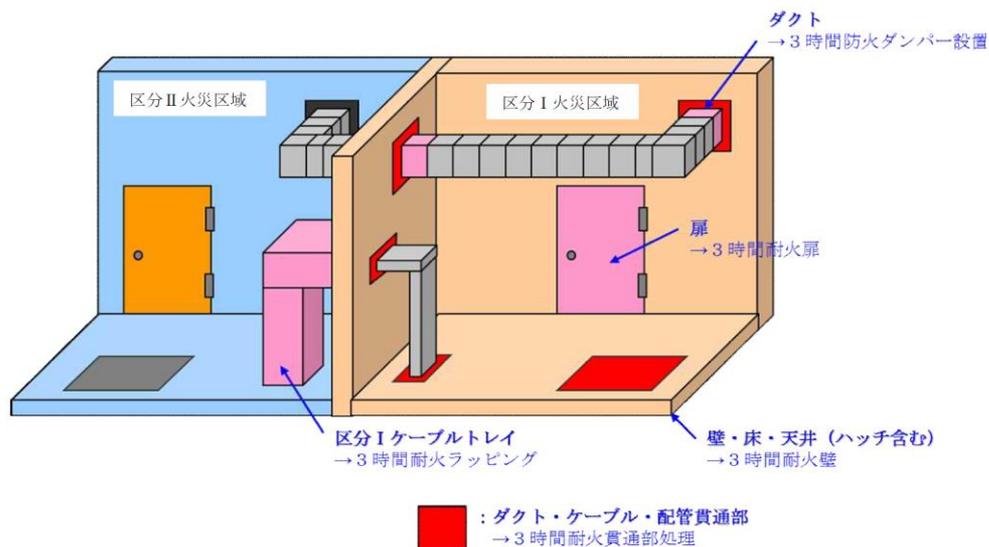
- 基準地震動、地盤、基準津波
- 火山、竜巻、森林火災 等

その他の要因の考慮と 対策の強化

- 火災、^{いっすい}溢水
- 電源の強化 等

内部火災防止対策

- 火災を発生させないように、不燃材料などを採用し、可燃物である油を多く含むような変圧器は建屋の中に設置しないなどの対策を実施。また、水素が発生するおそれのある場合は、換気設備を設置する設計。
- 火災が発生しても早期に感知・消火できるように、異なる種類の感知器を組み合わせで設置し、消火設備には多重性又は多様性を有する設計。
- 火災を感知・消火できなかった場合でも、安全機能が失われないように、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)等で分離することにより、発生した火災を1つの区画に留める設計。



火災感知器の設置例

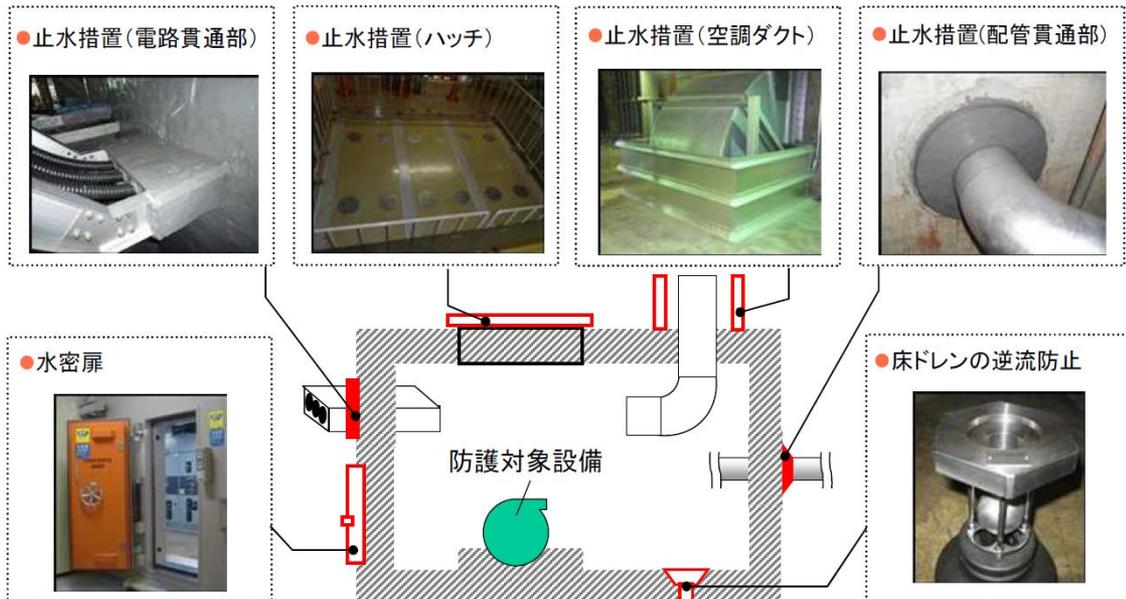
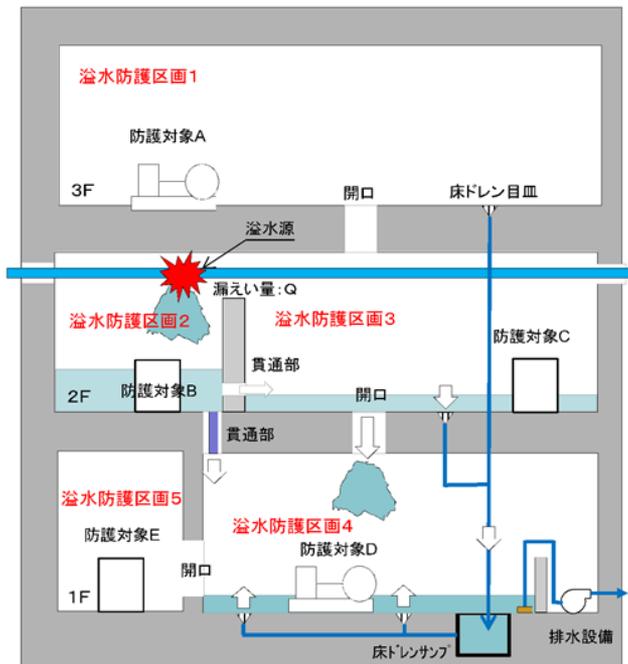


水素濃度検出器の設置例



内部溢水防止対策

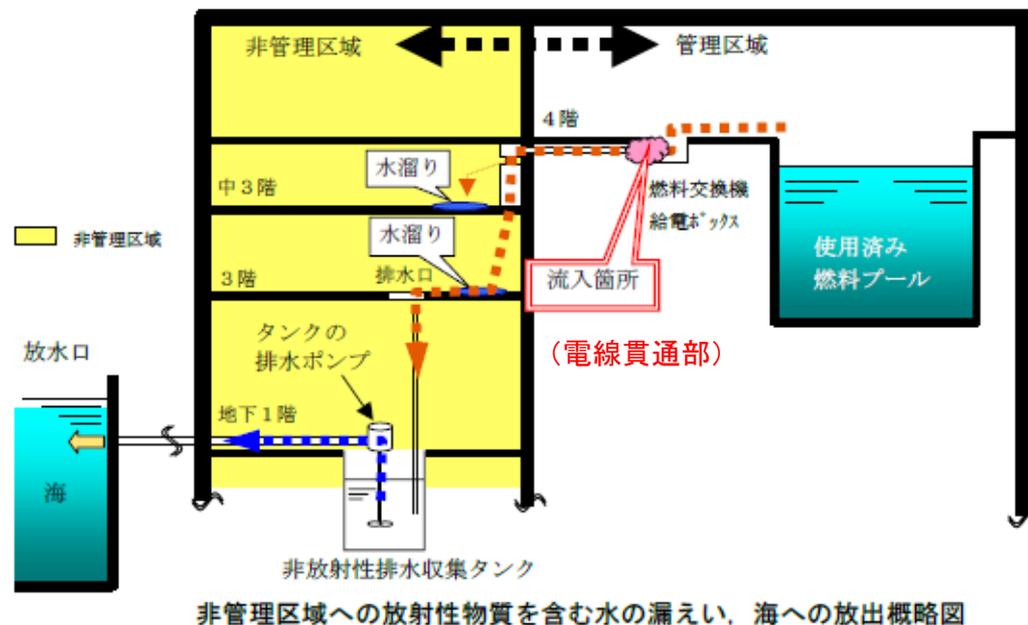
- 水が流れる配管等が破断したとしても、安全機能を持つ設備が水没しないように、堰等を設置する。
- 水が流れる配管等から漏えいした水を被って、安全機能を持つ設備が故障しないように、カバーを取り付けること等により防護する。
- 蒸気が流れる配管から、蒸気が流出したとしても、安全機能を持つ設備が故障しないように、これを検知し、蒸気の漏えいを遮断する。
- 地震の揺れにより、配管が破断したり、使用済燃料プールの水が漏えいしても、安全機能を持つ設備に水が到達しないように設計する(水密扉等の設置)。



(参考) 中越沖地震時の6号炉からの放射性物質の漏えい

原因

- 地震によって1～7号炉の使用済燃料プール水がスロッシングにより漏えいした。
- 6号炉については、施工不良等により隙間が生じていた電線貫通部のシール部を通じて、漏えいしたプール水が非管理区域に流出した。
- 非管理区域に漏えいした使用済燃料プール水が、非放射性的排水収集タンクに流入し、放水口から海に放出された。
- 当該タンク内の水の放射性物質の濃度等から放出された量は約 9×10^4 ベクレルと評価



出典：原子力情報公開ライブラリー内の添付資料に一部加筆
< <http://www.nucia.jp/nucia/kn/KnTroubleView.do?troubleId=9134> >

主な対策

- 漏えい経路となった電線貫通部等について止水処置を実施。
- 使用済燃料プールの周囲に溢水量を低減するための柵を設置。
- 非放射性的排水収集タンクについても放出前に濃度測定を実施。

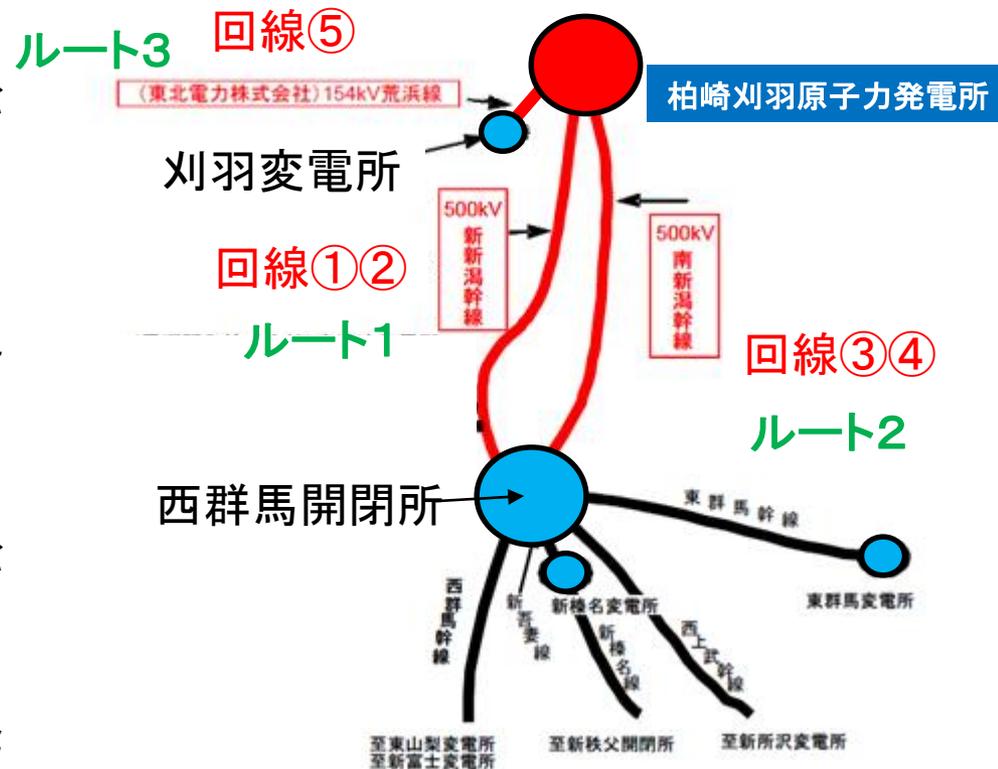
内部溢水の審査においては、使用済燃料プールのスロッシングによる溢水等の地震起因による溢水についても管理区域外に漏えいしないことを確認した。また、中越沖地震時の6号炉使用済燃料プールのスロッシング事象を踏まえても、内部溢水の評価に影響を与えないことを確認した。

電源の強化①

【要求事項】

- 発電所への送電線のうち、少なくとも2回線は独立したものとすること。
- このうち1回線は、他の送電線と同じ送電鉄塔に設置されていないこと。
- 送電線2回線が使用できなくなっても、電力の供給を継続して受けられるように、3回線以上の送電線に接続すること(敷地内に複数の原子炉がある場合)。

- 外部から電力の供給を受けることができる送電線は、5回線(図の①～⑤)。
- これらの送電線の全てが、一つの送電鉄塔に設置されることがないように設計する。
- これらの送電線のいずれか2回線が喪失しても受電可能な構成とする。
- 外部から電力供給を受ける設備(発電所の受電設備)は、不等沈下や傾斜、地震の揺れに対して機能を維持できる設計とする。

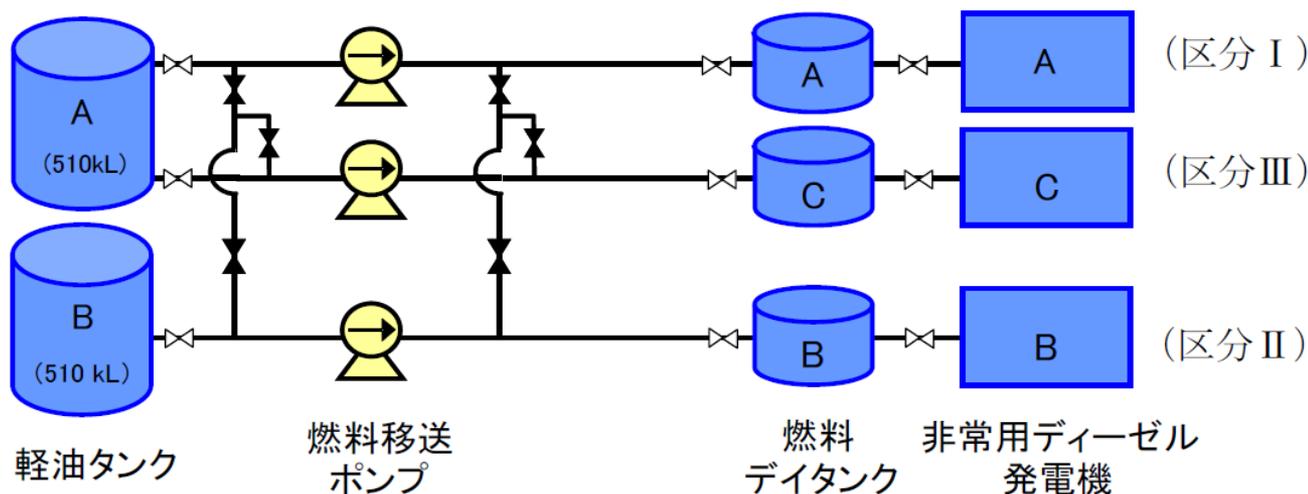


発電用原子炉設置変更許可申請の補正書及び補足説明資料(2017年6月16日)に一部加筆 <<https://www.nsr.go.jp/data/000195851.pdf>>

電源の強化②

【要求事項】

- 送電線を通じた電力供給が停止した場合に備え、発電所内の非常用電源設備は、一つの設備が故障しても支障ないように複数設置すること。
 - 非常用電源設備は7日間以上連続運転できる燃料を発電所内に貯蔵すること。
 - その燃料貯蔵タンクは、想定される最大の地震の揺れにも耐えられるものとする。
-
- 非常用ディーゼル発電機は原子炉1つあたり3つ設置し、3つのうち1つが故障しても、必要な電力を供給可能な設計とする。
 - 非常用ディーゼル発電機の燃料となる軽油タンクを2つ設置し、1つの軽油タンクで、2つの発電機が7日間以上連続運転可能な容量を有する設計とする。
 - これらの設備は、想定される最大の地震の揺れにも耐えられるように設計する。



電源の強化③

【要求事項】

- 送電線を通じた電力供給や、発電所内の非常用電源設備からの電力供給の全てが停止した場合(全交流動力電源喪失)でも、重大事故を防止するための電源を確保すること。

常設設備 → 移動しない設備

可搬型設備 → 移動することが可能

- 交流電源設備 (発電機※) (※)燃料補給用のタンクローリも配備

①常設設備 計2台



常設代替交流電源設備
(設置場所に固定し常設化)

②可搬型設備 計8台 (予備1台)



可搬型代替交流電源設備

- 直流電源設備 (蓄電池)

①常設設備 計6台

②可搬型設備 計8台 (予備1台)

- 電源車等を接続するため、緊急用切替箱接続装置等を設置



直流12V蓄電池



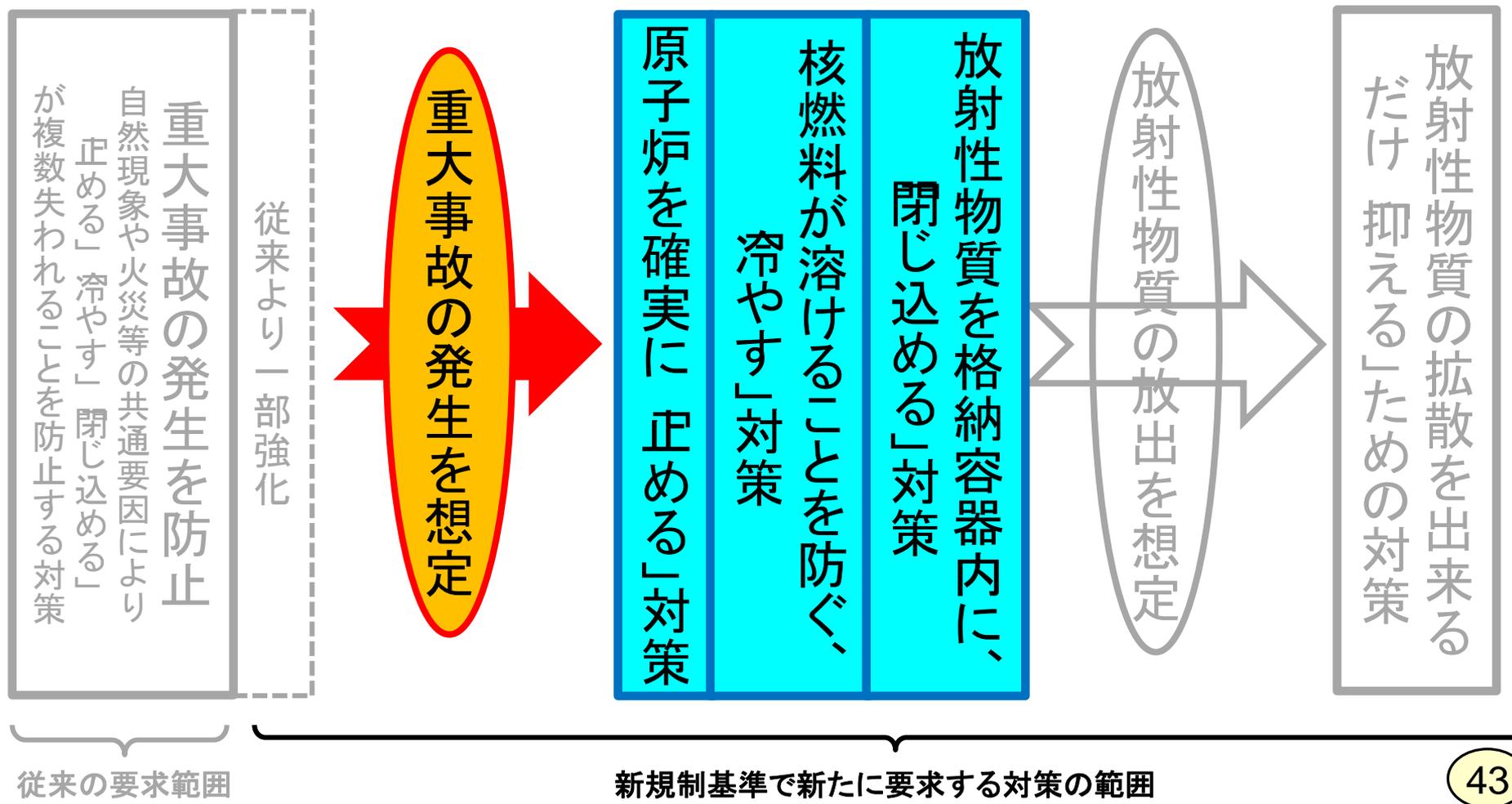
緊急用切替箱接続装置

(3) 審査結果の概要

② 重大事故の発生を想定した対策

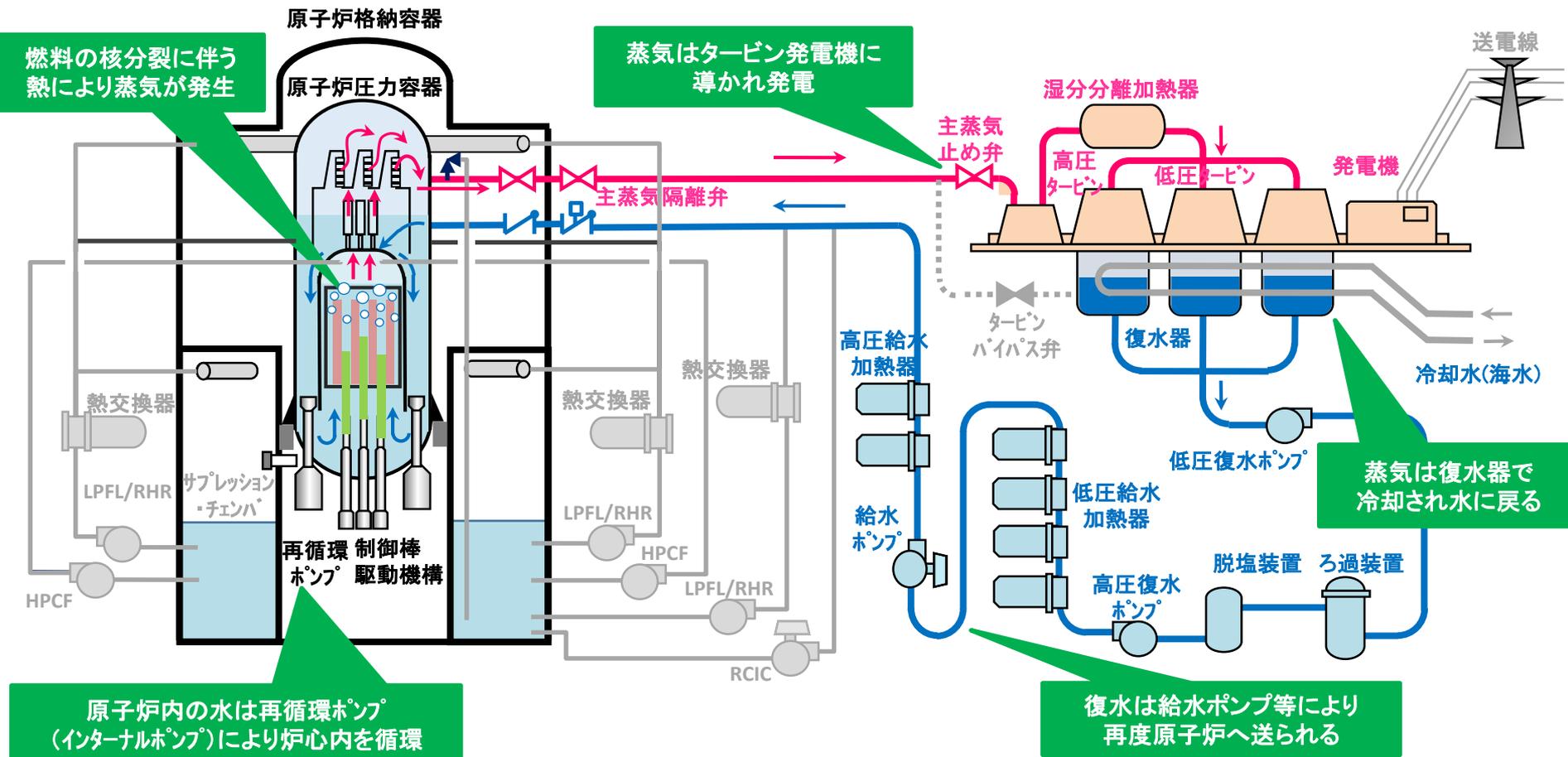
(4) 新規制基準で新たに要求した主な対策

- 新規制基準では、重大事故(シビアアクシデント)を防止する対策の強化に加え、重大事故の発生を想定した対策も要求。
- 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できるだけ「抑える」ための対策を要求。



通常運転の状態

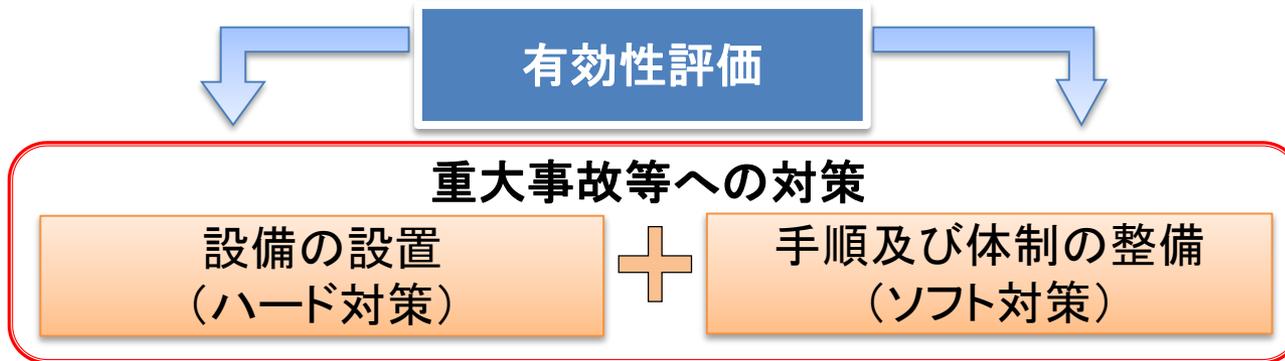
- 沸騰水型軽水炉(BWR)では、原子炉圧力容器内で水を沸騰させて蒸気を発生させる。発生した蒸気はタービン発電機に導かれ発電が行われる。
- タービンを回した後の蒸気は、復水器で水に戻され(海水で冷却)、給水ポンプ等で再度原子炉圧力容器に送られる。
- 原子炉内の水の一部は再循環ポンプにより原子炉圧力容器底部から炉心に送られ、炉心内の循環が行われる。



重大事故の想定について

重大事故の対策が有効であるかどうかを確認するために、

- 様々な考えられる重大事故が漏れなく考慮され、代表的な重大事故が選定されていることを確認
(確率論的リスク評価(PRA)を活用)
- 計算プログラムを用いた事故の進展に関する解析結果を確認
- その結果得られた事故の時間的推移等を見て、設備、手順及び体制が基準に適合しているかを審査



～確認項目の例～

- 必要となる水源、燃料及び電源を確認し、7日間継続してこれらの資源が供給可能であることを確認
- 重大事故等対処設備を用いて、事故を収束させ、安定状態に移行できることを確認 等

- 要員確保の観点で、時間外、休日(夜間)でも対処可能な体制であることを確認
- 必要な作業が所要時間内に実施できる手順であることを確認
- 手順着手の判断基準が適切であることを確認 等

(参考) 対策をとらないと炉心が損傷しうる重大事故

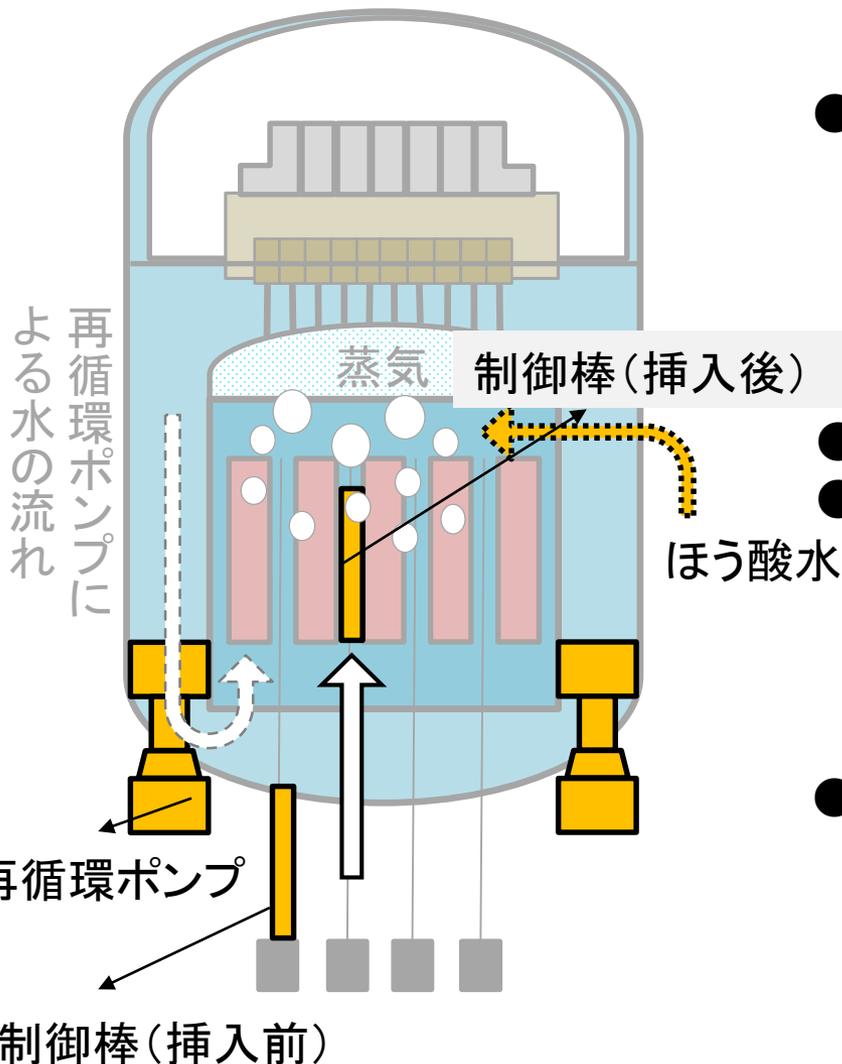
事故シーケンスグループ		重要事故シーケンス
①高圧・低圧注水機能喪失		過渡事象(給水流量の全喪失)+高圧注水失敗+低圧注水失敗
②高圧注水・減圧機能喪失		過渡事象(給水流量の全喪失)+高圧注水失敗+原子炉減圧失敗
③全交流動力電源喪失	長期TB	全交流動力電源喪失(外部電源喪失+DG喪失)(蓄電池枯渇後RCIC停止)
	TBU	全交流動力電源喪失(外部電源喪失+DG喪失)+RCIC失敗(RCIC本体の機能喪失)
	TBD	全交流動力電源喪失(外部電源喪失+DG喪失)+直流電源喪失
	TBP	全交流動力電源喪失(外部電源喪失+DG喪失)+SRV再閉失敗
④崩壊熱除去機能喪失	取水機能喪失	過渡事象(給水流量の全喪失)+崩壊熱除去機能喪失(取水機能が喪失した場合)
	残留熱除去系機能喪失	過渡事象(給水流量の全喪失)+崩壊熱除去機能喪失(残留熱除去系が故障した場合)
⑤原子炉停止機能喪失		過渡事象(主蒸気隔離弁閉)+原子炉停止失敗
⑥LOCA時注水機能喪失		中破断LOCA+HPCF注水失敗+低圧ECCS注水失敗
⑦格納容器バイパス (インターフェイスシステムLOCA)		インターフェイスシステムLOCA

(参考) 対策をとらないと格納容器が損傷しうる重大事故

格納容器破損モード	評価事故シーケンス
① 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+ECCS注水機能喪失+全交流動力電源喪失
② 高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱(DCH)	過渡事象+高圧注水失敗+原子炉減圧失敗+炉心損傷後の原子炉減圧失敗(+DCH発生)
③ 原子炉圧力容器外の溶融燃料-冷却材相互作用(FCI)	過渡事象+高圧注水失敗+低圧注水失敗+損傷炉心冷却失敗(+FCI発生)
④ 水素燃焼	大破断LOCA+ECCS注水機能喪失+全交流動力電源喪失
⑤ 溶融炉心・コンクリート相互作用	過渡事象+高圧注水失敗+低圧注水失敗+損傷炉心冷却失敗(+デブリ冷却失敗)

原子炉を「止める」ための手段（重大事故時）

原子炉を止めるための主要な方策



制御棒を挿入するための設備

- 制御棒が挿入されることで核分裂を起こす中性子を吸収し、核反応を止める。

設計基準事故対処設備とは別に制御棒を挿入するための設備を整備

再循環ポンプを停止するための設備

- 再循環ポンプの回転を早くすると、核反応は進む。
- 再循環ポンプを止めると、核反応は抑制される。

設計基準事故対処設備とは別にポンプを止める機能を持つ設備を整備

ほう酸水を注入するための設備

- ほう酸水を注入することでほう酸が核分裂を起こす中性子を吸収し、核反応を止める。

ほう酸水注入系が重大事故時の環境下で使用できることを確認

「止める」安全機能が失われた場合に備えて原子炉を停止するための代替手段等を確保

原子炉を「冷やす」ための手段（重大事故時）

原子炉を冷やすための主要な方策

水を注入して循環させる

注入した水を海水で冷やす

代替となる注水装置の確保
(高圧代替注水ポンプ)

非常用炉心冷却系(高圧)

ポンプ等の故障

非常用炉心冷却系(低圧)

ポンプ等の故障

代替となる注水装置の確保
(復水移送ポンプ、消防車)

格納容器を冷却するための水を循環
(代替となるポンプ等)

水による格納容器内冷却の例

故障

原子炉補機冷却水ポンプ

原子炉補機冷却海水ポンプ

故障

熱交換器

熱交換器

海

大容量送水車

熱交換ユニット車

循環水を海水で冷やすための代替となるポンプ等



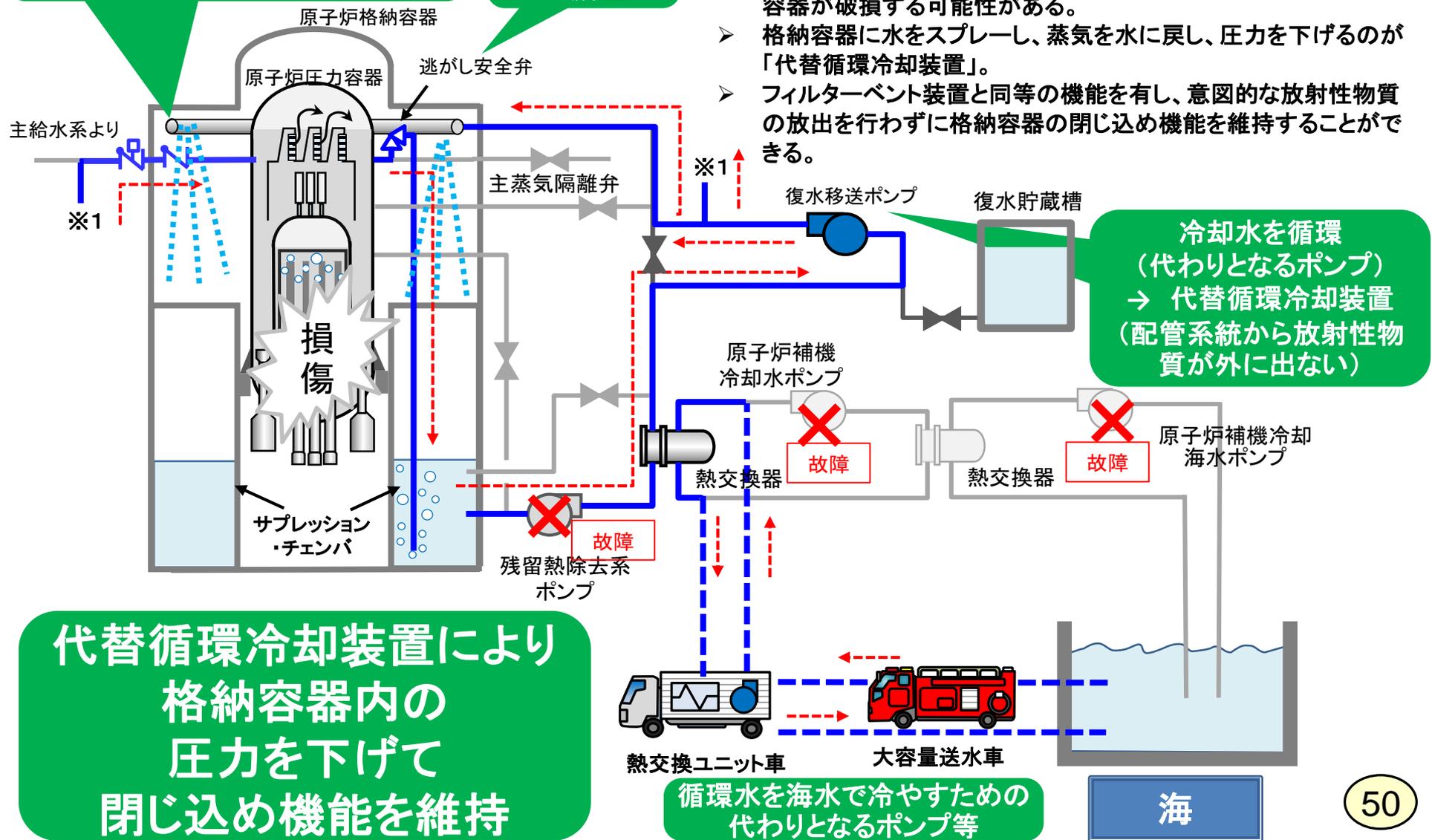
「冷やす」安全機能が失われた場合に備えて、
原子炉を冷却するための代替手段等を確保

「冷やす」「閉じ込める」ための手段（重大事故時）①

循環水をスプレーし、格納容器内の水蒸気を水に戻し、圧力を下げる

炉内の圧力が上がるため減圧

- 格納容器は、炉心が損傷しても、放射性物質を閉じ込める機能を有する。
- 炉心損傷時は、蒸気により、格納容器内の圧力が上がり、格納容器が破損する可能性がある。
- 格納容器に水をスプレーし、蒸気を水に戻し、圧力を下げるのが「代替循環冷却装置」。
- フィルターベント装置と同等の機能を有し、意図的な放射性物質の放出を行わずに格納容器の閉じ込め機能を維持することができる。

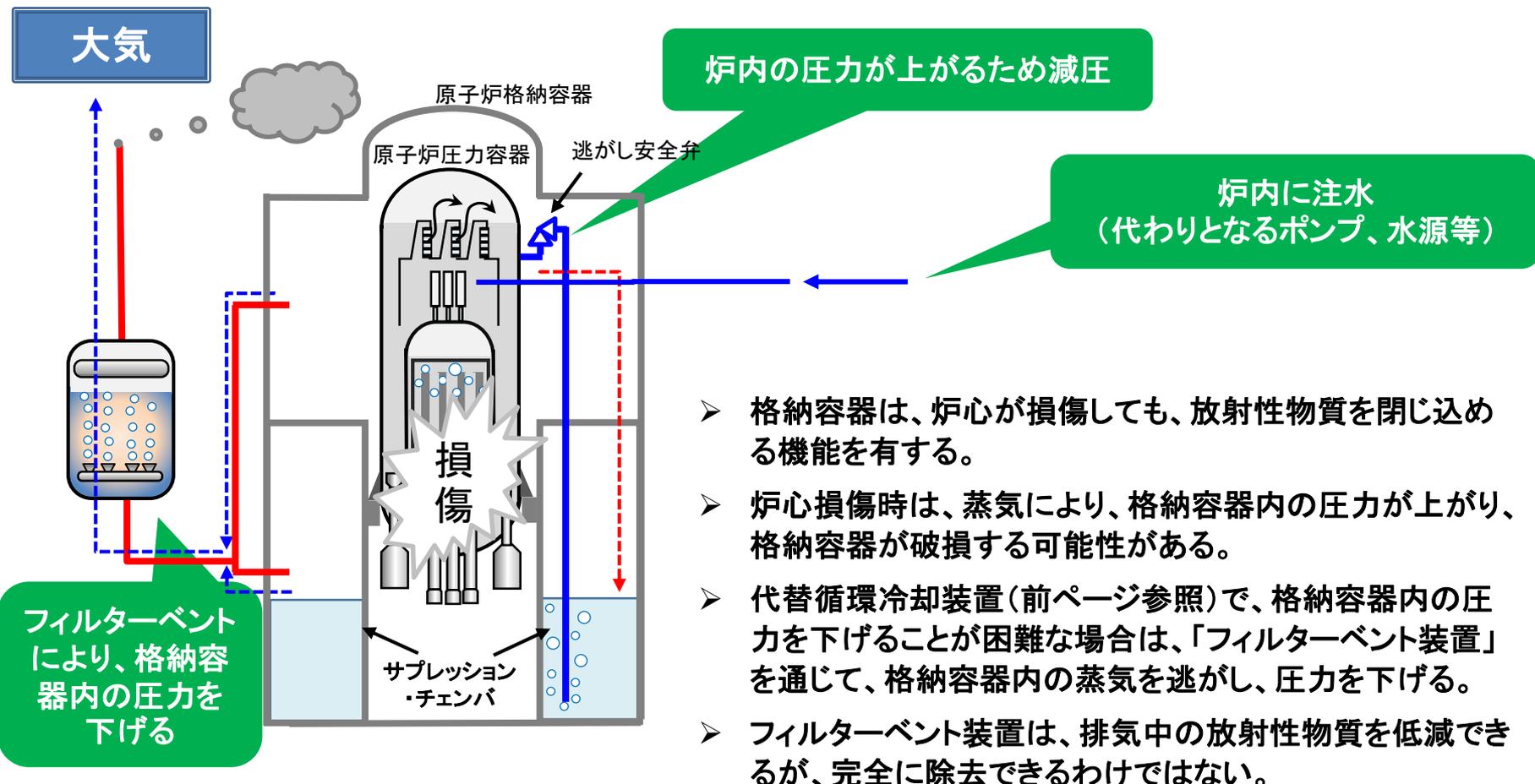


代替循環冷却装置により
格納容器内の
圧力を下げて
閉じ込め機能を維持

循環水を海水で冷やすための
代わりとなるポンプ等

海

「冷やす」「閉じ込める」ための手段（重大事故時）②



フィルターベント装置により
格納容器内の
圧力を下げて
閉じ込め機能を維持

重大事故の拡大を防止する対策（炉心が溶けた状態を想定）

- 燃料が溶けて、原子炉圧力容器から漏れ出すと、放射性物質を閉じ込める格納容器を破損させるような様々な現象が発生する。
- 放射性物質を閉じ込める格納容器を守るための対策（代替循環冷却装置による格納容器内の冷却・減圧や発生した水素の排出）を講じる。

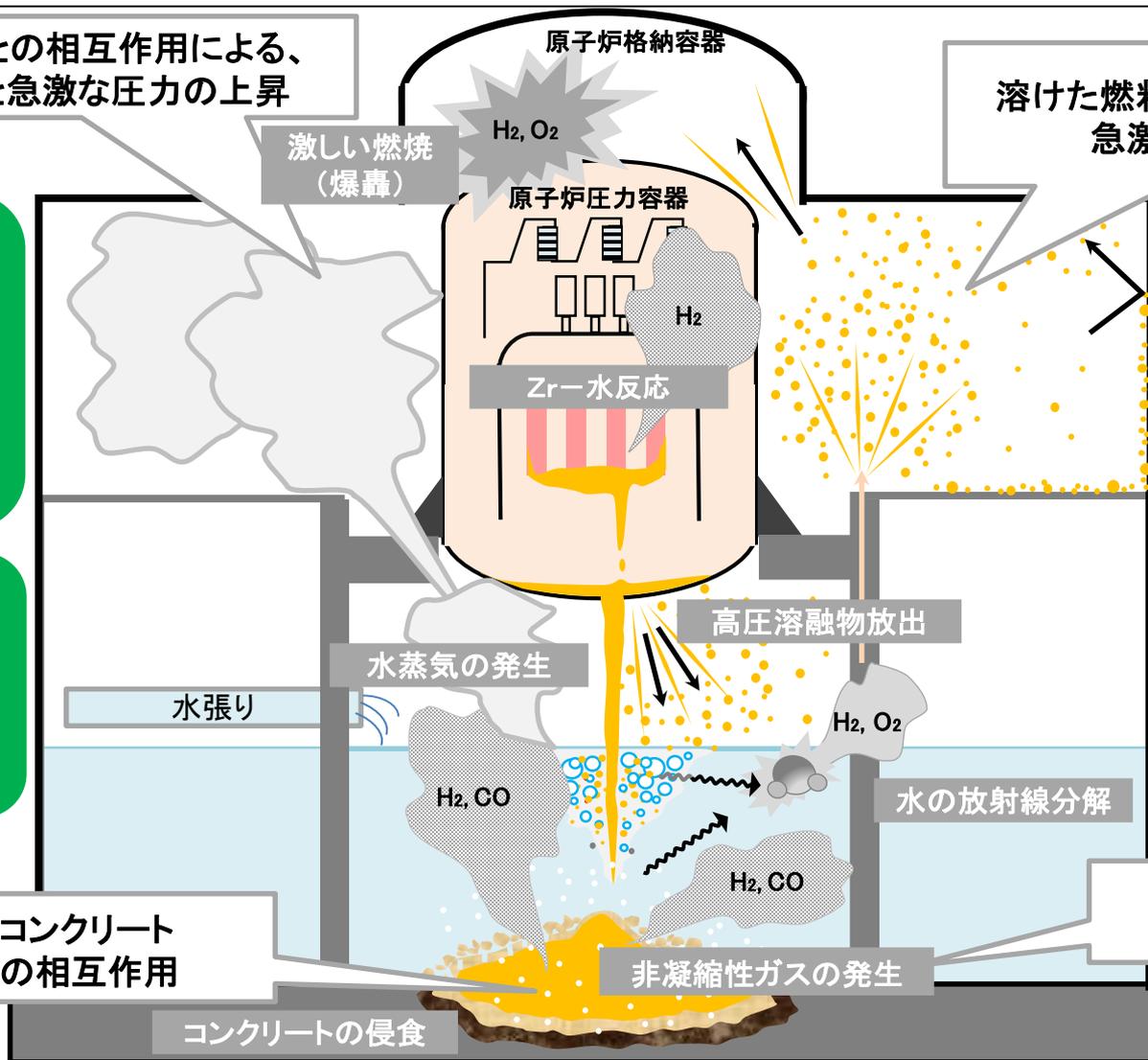
溶けた燃料と水との相互作用による、水蒸気の発生と急激な圧力の上昇

仮に、水蒸気爆発が発生した場合の影響の緩和と、コンクリートの浸食の抑制を両立させる水位に制限する対策

原子炉圧力容器が破損する前にコンクリートの浸食を抑制するために格納容器下部に水を張る対策

溶けた燃料とコンクリート（格納容器）との相互作用

コンクリートの侵食



溶けた燃料の吹き出しによる急激な温度上昇

原子炉圧力容器が破損する前に圧力容器内の圧力を下げる対策

窒素の封入や、長期的にはフィルターベントにより水素を排出する対策

発生した水素の爆発

◆ 炉心の著しい損傷が発生した場合において、水素爆発による原子炉建屋の損傷を防止する対策を要求。

➤ 水素を酸素と再結合させて、水に戻す設備

触媒反応で、水素と酸素を再結合させる設備(PAR)を原子炉建屋内に設置。

(合計56個を原子炉建屋に設置。)

➤ 水素濃度を推定する設備

原子炉建屋の中の水素を測定する濃度計を設置。

➤ 水素を排出する設備

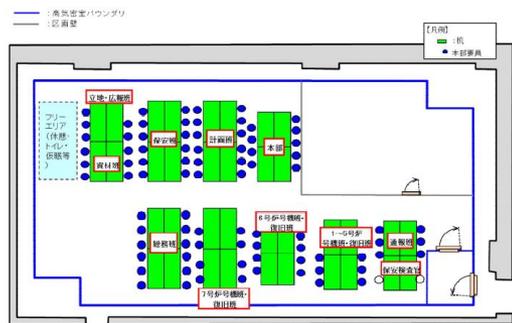
格納容器からの異常な漏えいが発生した場合には、フィルターベント装置により水素ガス及び酸素ガスを排出。



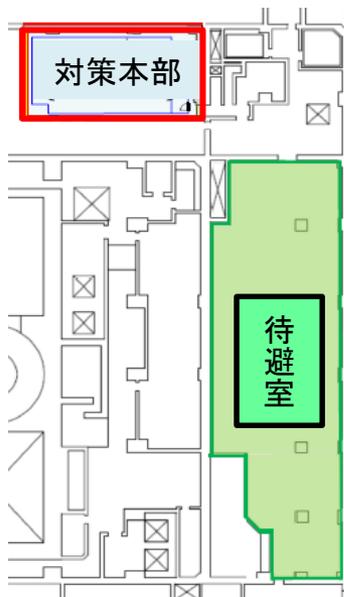
緊急時対策所



- 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
- 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
- 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
- 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 等



対策本部



(1) 機能

- ・ 耐震性及び遮へい機能を有するコンクリート造建屋

(2) 広さ

- ・ 約200m² (対策本部140m² 待避所60m²)
- ・ 収容人員 最大180名

(3) 主要設備

- ・ 放射線防護設備(可搬型陽圧化装置、線量計、マスク等)、通信連絡設備等



緊急時対策所
(対策本部、待機場所)

6、7号炉中央制御室

(参考) 対策本部の面積

柏崎6、7号炉	140m ²
大飯3、4号炉	127m ²
玄海3、4号炉	170m ²

出典：発電用原子炉設置変更許可申請の補正書及び補足説明資料(2017年6月16日)等から一部抜粋、東京電力ホームページより一部抜粋

<<https://www.nsr.go.jp/data/000195868.pdf>>、<<https://www.nsr.go.jp/data/000195875.pdf>>、

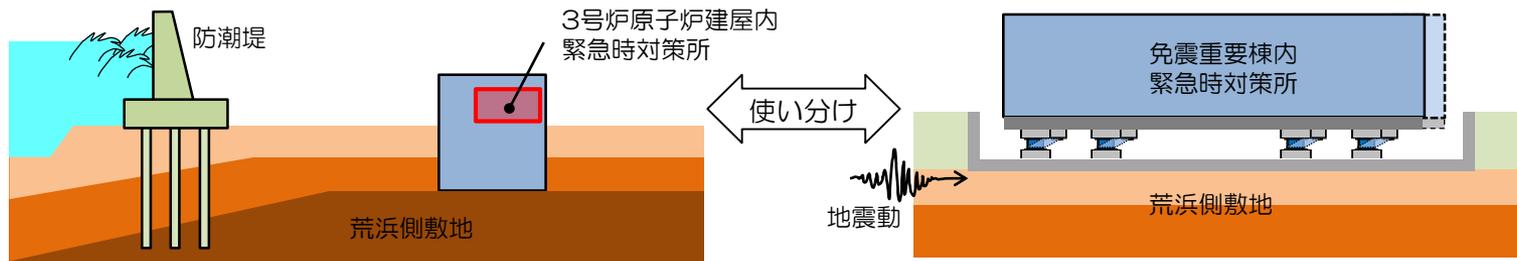
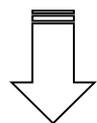
<<http://www.tepco.co.jp/kk-np/safety/prevention/seismic-isolation/index-j.html>>、<<http://www.city.kashiwazaki.lg.jp/atom/genshiryoku/gaiyo/hatsudensyo2.html>>

<<http://www.tepco.co.jp/kk-np/data/council/pdf/291206.pdf>>

(参考) 緊急時対策所に関する審査について

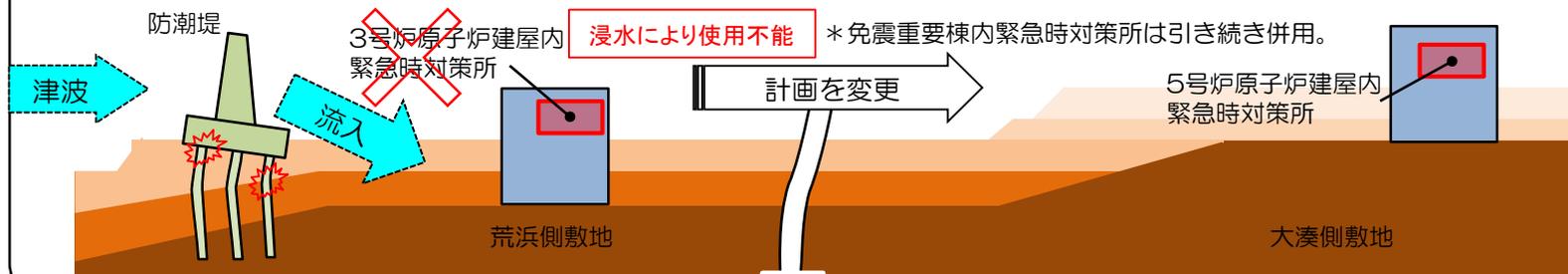
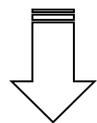
申請当初、免震重要棟内緊急時対策所のみを設置する計画だったが、一部の基準地震動に対して耐震性が確保できないため、新たに緊急時対策所を3号炉原子炉建屋内に設置し、地震の大きさに応じて免震重要棟と使い分けをする計画に変更。

審査経緯①



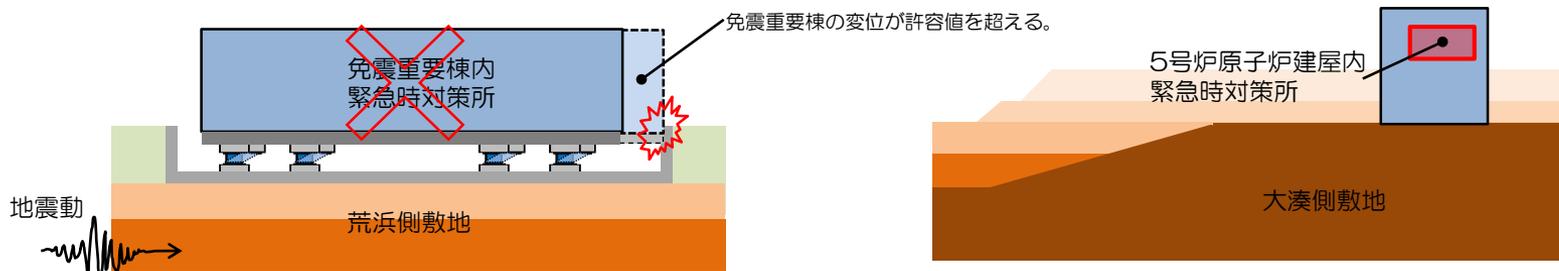
防潮堤の審査をしていたところ、液状化により荒浜側防潮堤が機能喪失することにより津波が流入する可能性が示された。このため3号炉から5号炉原子炉建屋内に緊急時対策所を設置する計画に変更。

審査経緯②



免震重要棟が、すべての基準地震動に対して耐震性が確保できないことが判明したため、5号炉原子炉建屋内の緊急時対策所のみとする計画に変更。

審査経緯③



共通事項(対策要員による作業のための体制・手順など)

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

➤ 手順の整備

- ・プラント状態の把握や事故の進展を予測する手順
- ・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

- ・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
- ・複数号機の同時発災への対応
- ・重大事故等の中長期的な対応が必要となる場合に備えた体制の整備

➤ アクセスルートの確保

- ・アクセスルート周辺の全斜面が崩壊すると仮定し、重機によるアクセスルートの仮復旧に要する時間を評価
- ・なお、有効性評価において、想定時間が一番厳しい作業に復旧時間を見込んだ上でも作業が成立することを確認

➤ 緊急時の訓練(重大事故体制)

- ・高線量下だけでなく、夜間、降雨、積雪、強風等の悪天候下等を想定した訓練を実施



夜間訓練



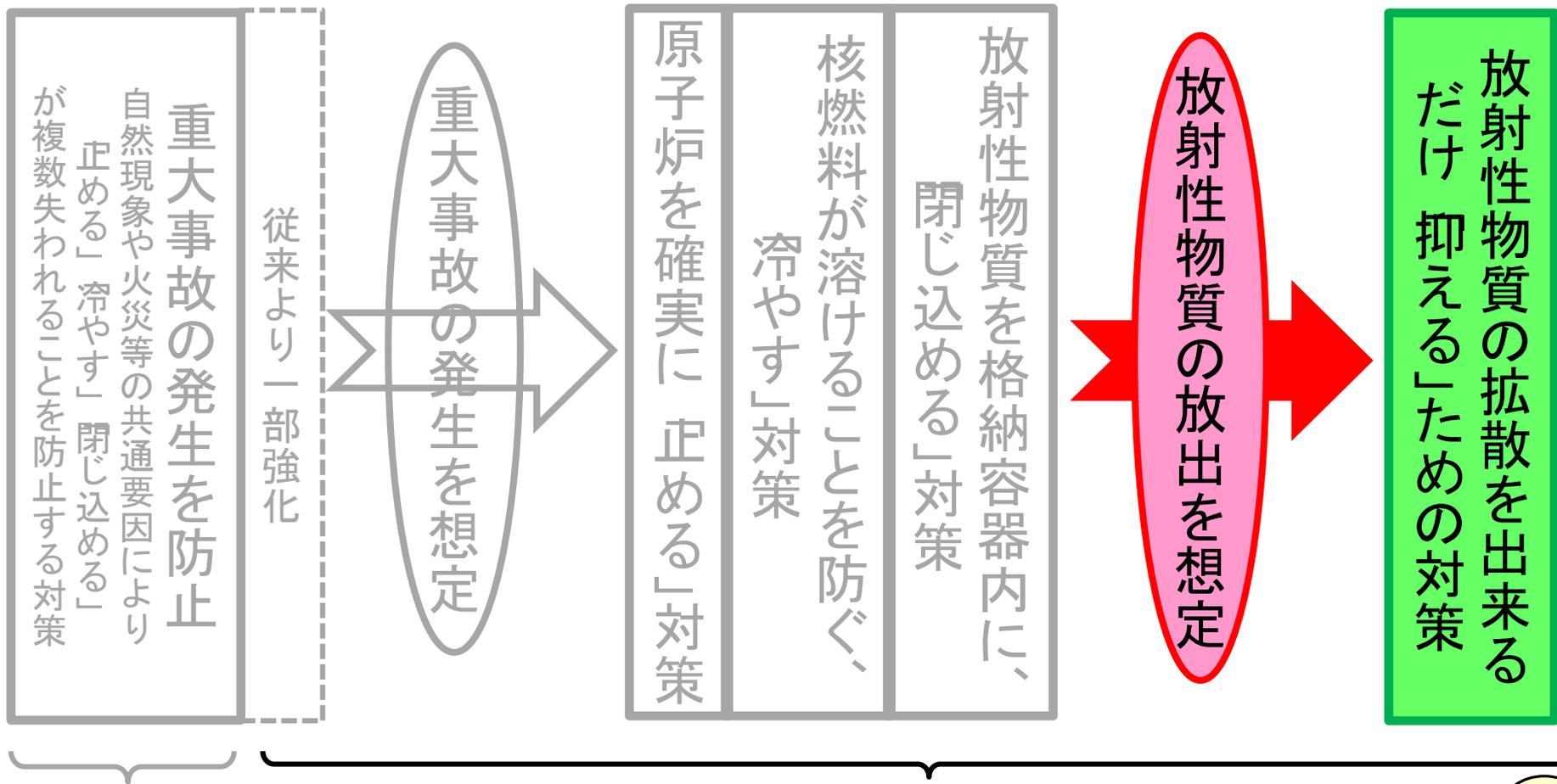
ホイールローダ

(3) 審査結果の概要

③ 放射性物質の放出を想定した対策

(4) 新規制基準で新たに要求した主な対策

- 新規制基準では、重大事故(シビアアクシデント)を防止する対策の強化に加え、重大事故の発生を想定した対策も要求。
- 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できるだけ「抑える」ための対策を要求。

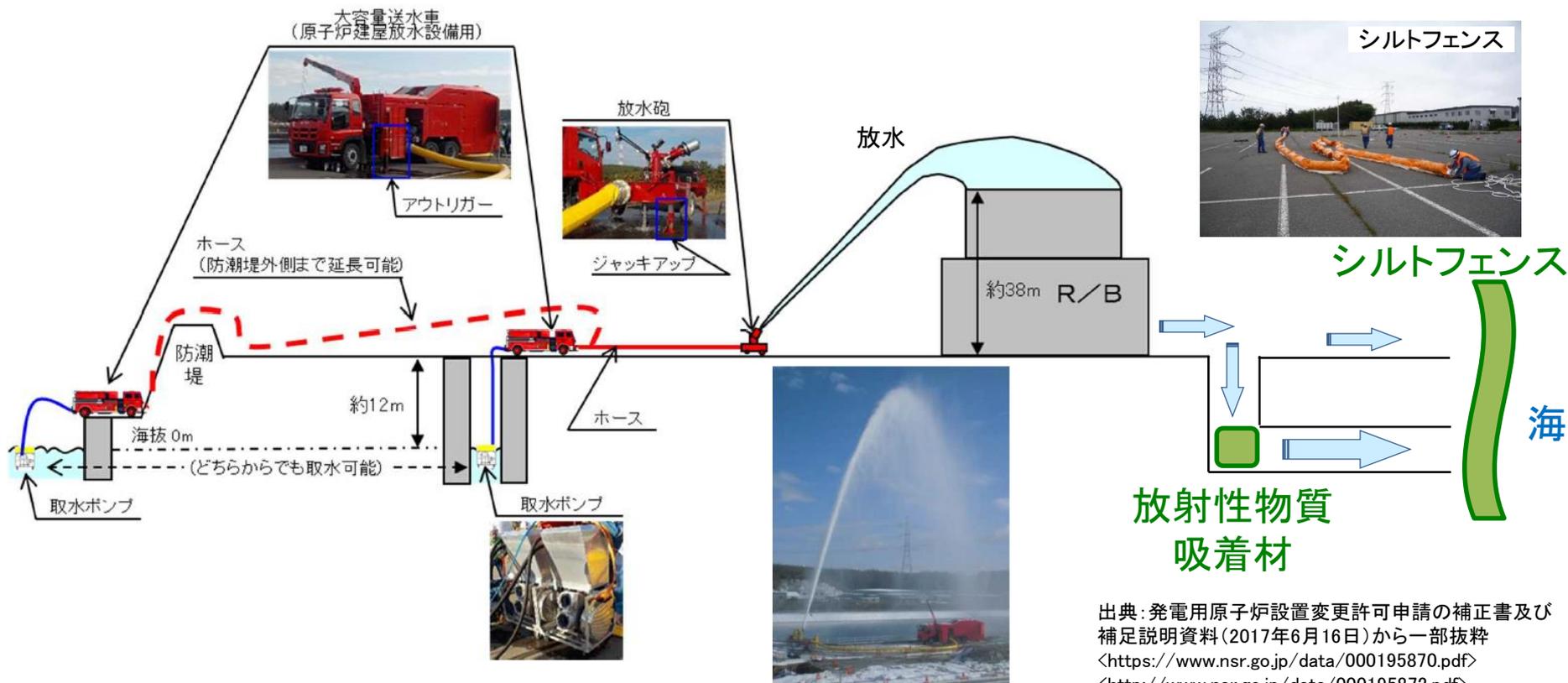


発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための対策

◆ 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するため、以下の対策を要求。

- 原子炉建屋に放水することによる、大気への放射性物質の拡散を抑制
- 放射性物質吸着剤等による、海洋への放射性物質の拡散を抑制

- 大容量送水車、放水砲により原子炉建屋へ放水する設備及び手順を整備
- 放射性物質吸着材及びシルトフェンス等の設備及びこれらを設置する手順を整備



出典: 発電用原子炉設置変更許可申請の補正書及び補足説明資料(2017年6月16日)から一部抜粋
<<https://www.nsr.go.jp/data/000195870.pdf>>
<<http://www.nsr.go.jp/data/000195872.pdf>>

発電用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

- 可搬型設備による対応を中心として、多様で柔軟な運用が可能な手順書を整備
- 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な体制を整備
- 設備の配備にあたっては、複数の可搬型設備を準備するだけでなく、これらが同時に損傷しないよう配慮

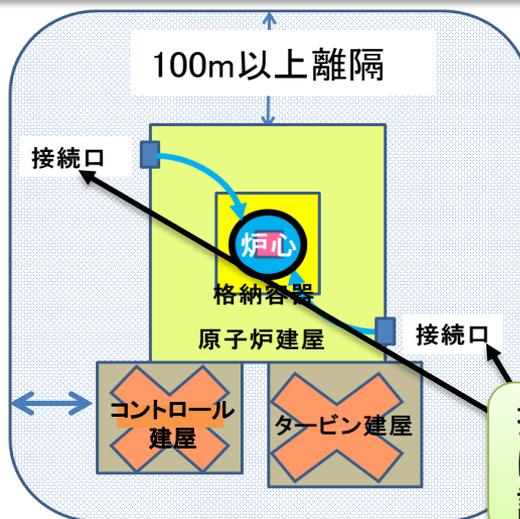
原子炉建屋及びコントロール建屋から100m以上離隔をとった高台に、複数箇所に分散配置



大容量送水車(原子炉建屋放水設備用)



放水砲



電源車

(3) 審査結果の概要

- ⑤申請者の原子炉設置者としての適格性の確認結果 等

適格性審査を行うに至った経緯

- 柏崎刈羽原子力発電所の運転主体としての適格性審査は、柏崎刈羽原子力発電所の設置変更許可の申請者である東京電力が福島第一原子力発電所事故を起こした当事者であることを踏まえ、東京電力が原子力発電所を設置・運転する適格性を有するかどうかにつき審査することとしたもの。
- この審査は原子炉等規制法に定める許可の基準のうち、発電用原子炉を設置するために必要な技術的能力、運転を適確に遂行するに足る技術的能力に係る審査の一環として行ったものであり、通常より丁寧に調査したもの。

適格性審査の内容

経営責任者からの意見聴取

- 平成29年7月10日 原子力発電事業に取り組む姿勢について東京電力経営層と意見交換を実施

（規制委員会より7つの基本的考え方※を示し、文書による回答を求めた。）

- 平成29年8月25日 基本的考え方に対する回答※を東京電力から受領

※参考資料「適格性審査について」参照

- 平成29年8月30日 基本的考え方に対する回答について東京電力経営層と意見交換を実施

（東京電力による回答文書及び当日の議論での約束は、規制委員会に対するだけでなく国民に対する約束でもあること、組織として引き継がれるものであり東京電力の将来を拘束するものであること、また、回答文書は設置変更許可申請書と同レベルの文書として扱われるものであること等を確認した。）

柏崎刈羽原子力発電所における安全確保に関する事業者への意識調査

- 平成29年7月27, 28日 柏崎刈羽原子力発電所において安全確保に関する意識調査を実施

（田中前委員長と伴委員が柏崎刈羽原子力発電所を訪れ、同発電所所長、ユニット所長、原子炉主任技術者、現場職員、協力企業社員から安全確保に関する考え方等について聞き取り

東京電力の主体性の確保

- 東京電力については、現在、他の電力事業者には見られない国による種々の指導・監督が行われており、東京電力が回答文書等により確約した今後の取組が将来にわたり確実に実行されるものと認めるためには、かかる国の指導・監督が東京電力の主体性を損なうものではなく、むしろその取組に資するものであることが必要である。
- そこで、平成29年10月4日 原子力規制委員会は、電気事業を所管し、及び原子力損害賠償・廃炉等支援機構法を所管する経済産業大臣に対し、東京電力の回答文書及び見解の内容に異論はなく、かつ、同社がこれらを遵守するよう監督・指導する意向であるかにつき意見を求めた。
- 平成29年10月24日 経済産業大臣から「電気事業を所管し、及び原子力損害賠償・廃炉等支援機構法を所管する立場として、東京電力ホールディングス株式会社が貴委員会に提出した書面及び表明した取組方針に関する見解の内容について異論はなく、同社がこれらをしっかりと遵守していくよう、適切に監督・指導していく所存である。」との回答があった。

将来にわたる履行の確保

- 東京電力は、回答文書等において確約した取組について、設置変更許可申請書記載事項と同等の位置付けのものであると表明しているが、これら取組が将来にわたり確実に実行されることを担保するためには、これら取組の原子炉等規制法上の位置付けを明確にしておく必要がある。
- 平成29年9月20日、小早川東京電力社長を原子力規制委員会の場に呼び、回答文書等により約束した今後の取組を保安規定に明記する意向を確認した。
- 規制委員会は、今後、東京電力により提出される保安規定変更認可申請書の審査及び履行の監督を通じて、同取組の履行を確保していく。

以上の確認の結果、平成29年12月27日、原子力規制委員会は、申請者である東京電力については、柏崎刈羽原子力発電所の運転主体としての適格性の観点から、原子炉を設置し、その運転を適確に遂行するに足りる技術的能力がないとする理由はないと判断。

(4) 原子力規制委員会としての結論

以上の確認の結果、

- 柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉に関する設置変更許可申請の内容については、新規制基準に適合していると判断。
- 平成29年12月27日、原子力規制委員会は、審査書を了承し、設置変更許可。

(参考資料)
適格性審査について

原子力規制庁

基本的考え方

1. 福島第一原子力発電所の廃炉を主体的に取り組み、やりきる覚悟と実績を示すことができない事業者は、柏崎刈羽原子力発電所の運転をする資格は無い。
2. 福島第一原子力発電所の廃炉に多額を要する中で、柏崎刈羽原子力発電所に対する事業者責任を全うできる見込みが無いと、柏崎刈羽原子力発電所の運転を再開することはできない。
3. 原子力事業については、経済性よりも安全性追求を優先しなくてはならない。
4. 不確実・未確定な段階でも、リスクに対する取り組みを実施しなくてはならない。
5. 規制基準の遵守は最低限の要求でしか無く、事業者自らが原子力施設のさらなる安全性向上に取り組まなくてはならない。
6. 原子力事業に関する責任の所在の変更を意味する体制変更を予定しているのであれば、変更後の体制のもとで柏崎刈羽原子力発電所について再申請するべき。
7. 社内の関係部門の異なる意見や知見が、一元的に把握され、原子力施設の安全性向上に的確に反映されなければならない。

2017年8月25日

原子力規制委員会 殿

東京電力ホールディングス株式会社
代表執行役社長 小早川 智明

本年7月10日の原子力規制委員会との意見交換に関する回答

1. はじめに

当社が起こした福島原子力事故により、私たちは、支えて下さった地元の皆さまに塗炭の苦しみを与えました。事故を起こした当事者の代表として、私は、このような事故を二度と起こさないと固く誓い、福島復興、福島第一原子力発電所の廃炉、賠償をやり遂げるため、自ら判断し、実行し、説明する責任を果たしてまいります。

福島の方からは、当社が福島第一原子力発電所の廃炉を安全にやり遂げることについて、強いご要請を頂いています。廃炉の過程には、処理水をどう取り扱うのか、放射性廃棄物をどう処分するのか、などの課題があると認識しています。新潟の方からは、福島原子力事故の教訓を安全対策等に結びつけるための徹底的な検証を行うことについて、強いご要請を頂いています。

こうした地元のご要請に真摯に向き合い、決して独りよがりにはならず、私をはじめ経営層が地元を足運び、対話を重ね、地元の思いに配慮しつつ責任を果たすことが、私たちの主体性と考えています。

なお、福島第二原子力発電所や柏崎刈羽原子力発電所の今後についても、同様に経営としてしっかり検討・判断してまいります。

これまで、当社は、社外に向かって当社の考えをお伝えし、行動を起こしていく姿勢に欠けていたものと自覚しています。同様に、社内においても、こうした姿勢の欠如に起因する部門間のコミュニケーションの悪さが、組織の一体感のなさや対外情報発信の至らなさを招いたものと反省しています。このため、私は、組織の縦割りや閉鎖性を打破することにより、社内外に開かれた組織をつくってまいります。

また、福島復興、福島第一原子力発電所の廃炉、賠償をやり遂げることと、終わりなき原子力の安全性向上に取り組むことは、当社自身の責任であると改めて自覚します。トップである私が先頭に立ち、現地現物主義で自らの頭と手を使い、主体性を持って様々な課題をやり遂げる企業文化を根付かせてまいります。

原子力の安全に対しては、社長の私が責任者です。私はこの責任に決して戻りません。この責任を果たすにあたり、協力企業を含め、私とともに安全を担う現場からの声を、トップである私がしっかり受け止め、原子力安全の向上のための改革を進めます。同時に、こうした取組の中で、私の責任で現場のモチベーションを高めていくことも実施してまいります。

会長以下の取締役会は、原子力安全監視室、原子力改革監視委員会をはじめとする、原子力の専門家からの指導、助言も踏まえ、私が先頭に立って進める執行の取組を監督する役割を果たしてまいります。

こうした決意の下、7月10日の貴委員会における各論点に関して、以下の通りお答えします。

2. 各論点に対するご回答

①福島第一原子力発電所の廃炉を主体的に取り組み、やりきる覚悟と実績を示すことができない事業者には、柏崎刈羽原子力発電所を運転する資格は無い

福島第一原子力発電所の廃炉は、国内外の叡智や、地元をはじめ多くの関係者のご協力を得つつ、当社が主体となり進めます。貴委員会の「福島第一原子力発電所の中期的リスクの低減目標マップ」で示されたリスクの低減はもとより、福島第一原子力発電所の廃炉を着実に進めます。

福島第一原子力発電所の廃炉を進めるにあたっては、進捗に応じて、地元の方々の思いや安心、復興のステップに配慮しつつ、当社は、主体的に関係者にしっかりと向き合い、課題への対応をご説明し、やり遂げる覚悟です。

これまでの地元の方との対話から、私が感じているのは、風評被害の払しょくに向けた当社の取組は不十分であり、これまで以上に努力して取り組む必要があるということです。当社は、風評被害の対策について、誠意と決意を持って取り組んでまいります。

今後、当社は、風評被害に対する行動計画を作成し、「多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会」の場をはじめ、あらゆる機会を捉え、ご説明してまいります。行動計画の作成にあたっては、これまで取り組んできた以下の項目に留まらず、地元の方々のご意見を伺い、幅広く検討してまいります。

- ・ 福島第一廃炉・汚染水対策に関する国内外への情報提供
- ・ 福島県産品の購入等に関する取組

②福島第一原子力発電所の廃炉に多額を要する中で、柏崎刈羽原子力発電所に対する事業者責任を全うできる見込みが無いと、柏崎刈羽原子力発電所の運転を再開することはできない

当社は、福島第一原子力発電所の廃炉をやり遂げることと、柏崎刈羽原子力発電所の終わりのなき安全性向上を、両立してまいります。

現在審査頂いている柏崎刈羽 6/7 号機の安全対策については、一定の進捗をみていますが、今後要する資金の手当てについては、当社において策定し、主務大臣の認定を受けた新々総合特別事業計画でお示した計画に基づき、着実に実行してまいります。

また、今後、追加で安全対策が必要となる場合は、社長である私の責任で資金を確保いたします。

③原子力事業については、経済性よりも安全性追求を優先しなくてはならない

当社は、二度と福島第一原子力発電所のような事故を起こさないとの決意の下、原子力事業は安全性確保を大前提とすることを誓います。

私は、安全性をおろそかにして、経済性を優先する考えは微塵もありませんし、決していたしません。

④不確実・未確定な段階でも、リスクに対する取り組みを実施しなければならない

福島原子力事故を経験した当社の反省の一つは、知見が十分でない津波に対し、想定を上回る津波が発生する可能性は低いと判断し、津波・浸水対策の強化といったリスク低減の努力を怠ったことです。

この反省を踏まえ、当社は、⑤で述べるように世界中の運転経験や技術の進歩に目を開き、謙虚に学んで、リスクを低減する努力を日々継続してまいります。

社長である私は、「安全はこれで十分ということを絶対に思っていない」という最大の教訓を、繰り返し全社員に強く語りかけてまいります。

⑤規制基準の遵守は最低限の要求でしか無く、事業者自らが原子力施設のさらなる安全性向上に取り組みなくてはならない

当社は、福島原子力事故に対する深い反省から、原子力の安全性向上について、規制に留まらず、さらなる高みを目指すため、WANO、INPO、JANSI をはじめ各国の団体・企業からの学びを大切にし、ベンチマーク等を行い、不断の改善を行ってまいります。

日常の運転・保守の改善や、発電所の脆弱性抽出とその対策実施に対して、PRA（確率論的リスク評価）の活用をはじめ、リスクに向き合い安全性を継続的に向上させるための取組を行ってまいります。

現場では、過酷事故時に対応するためにハード・ソフトの対策を整備し、これをより実効的なものとするため、訓練を繰り返し実施してまいります。

私は、何よりも、発電所のことをよく知る現場からの提案やリスクへの気づきをこれまで以上に大切にし、原子力・立地本部長の下で、現場からの改善提案を積極的に受け入れる「安全向上提案力強化コンペ」などの取組を強化してまいります。

今後も、優れた改善提案には、優先的にリソースを配分し、さらなる改善を実現してまいります。

⑥原子力事業に関する責任の所在の変更を意味する体制変更を予定しているのであれば、変更後の体制のもとで柏崎刈羽原子力発電所について再申請するべき

当社は、福島第一原子力発電所の廃炉をやり遂げることと、柏崎刈羽原子力発電所の終わりのなき安全性向上を、両立してまいります。

私が社長就任時に表明した原子力事業の組織の在り方は、法人格が変わる分社化ではなく、社内カンパニー化であり、私が原子力安全の責任者であることは変わりません。

トップである私の目指す社内カンパニー化は、これまでのような情報共有ミスを防ぐなど、縦割りや閉鎖性を打破し、組織を開くという社内のガバナンス強化が目的であり、炉規制法に基づく審査要件に影響するような責任の所在変更は行いません。

⑦社内の関係部門の異なる意見や知見が、一元的に把握され、原子力施設の安全性向上に的確に反映されなければならない

当社は、福島原子力事故時の炉心溶融の判定基準の有無に関して誤った説明をしていた問題や、柏崎刈羽 6/7 号機の安全審査対応における問題などの反省から、経営層を含め、各層が日々迅速に情報を共有するとともに、組織横断的な課題などの情報を一元的に共有するための対策を実施してまいります。

また、発電所と本社経営層の距離をなくすためのコミュニケーションの場を増やし、現場と経営トップが同じ情報を基に、安全を議論できるようにしてまいります。例えば、本社の会議の運営を効率化する等により、私をはじめ経営層が現場に足を運び、直接現場を見て、現場の話聞く機会を増やしてまいります。

以上

(参考資料)
原子力規制委員会について

原子力規制庁

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反省を踏まえ、規制と利用の分離を徹底し、独立した「原子力規制委員会」を設置（2012年9月発足）

原子力規制委員会

原子力規制庁（事務局）

- ✓ 「規制」と「利用」の分離、「規制」の一元化
- ✓ 透明性の高い情報公開
- ✓ 原子力規制の転換
 - これまでの基準を大幅に強化した新規制基準を策定
(2013年7月施行)
- ✓ 原子力防災体制の強化

(参考資料)

東京電力(株)福島第一原子力 発電所事故の教訓を踏まえた 対策について(抜粋)

原子力規制庁

- ※ 本資料は、公的機関等による東京電力(株)福島第一原子力発電所事故に関する報告書における指摘事項について、要約等を行い主要なものを整理したものであり、すべての指摘事項を網羅し、正確に記載しているものではありません。正確な内容については、各種報告書をご参照ください。
- ※ 本資料は抜粋ですが、全体資料については平成29年10月4日原子力規制委員会の配付資料の資料1をご参照ください(<http://www.nsr.go.jp/disclosure/committee/kisei/00000274.html>)。

目的

- 本資料は、柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉における対策が、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故での教訓を踏まえたものであるか確認することを目的とする。

はじめに

- 福島第一原子力発電所事故は、主として次の要因により事故に至った。

【外部ハザード等の想定不足】

- 想定を超える地震動により、送電鉄塔が倒壊し外部電源喪失状態となった。地震随件事象として発生した想定を超える津波により、電気設備の多くが水没又は被水して機能を喪失した。これにより、全交流動力電源喪失に至った。
- また、津波により海側に設置されていた冷却用のポンプが機能喪失し、最終ヒートシンクへの熱の輸送手段が喪失した。
- これらにより、炉心損傷、格納容器破損、放射性物質の放出に至り、周辺の汚染を引き起こした。

【設備・手順の不備】

- 全交流動力電源喪失時において、炉心損傷を防止する設備・手順(電源の確保、注水、減圧、冷却)が十分に準備されていなかった。
- 最終ヒートシンクへ熱を輸送する手段の喪失時において、代替手段及び補機冷却を確保する設備・手順が十分に準備されていなかった。
- 炉心損傷後において、影響緩和の設備・手順(水素処理、格納容器破損防止、放射性物質拡散抑制)が十分に準備されていなかった。
- 使用済燃料プールへの注水のための設備・手順が十分に準備されていなかった。

【組織・体制の不備】

- シビアアクシデントを想定した訓練が充実しておらず、資機材の準備、後方支援のための組織・体制が不十分であった。
- 新規基準は、これらを踏まえて制定されたものであるものの、今般の東京電力の設置変更許可申請において、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた対策が講じられているか確認する。

調査対象とした公的な報告書等

	略称	詳細名称 (URLなど)
1	原災本部 報告書	原子力災害対策本部、原子力安全に関するIAEA閣僚会議に対する日本国政府の報告書—東京電力株式会社福島原子力発電所の事故について— < http://www.kantei.go.jp/jp/topics/2011/pdf/houkokusyo_full.pdf >
2	東電 事故調	東京電力(株)、福島原子力事故調査報告書 < http://www.tepco.co.jp/decommision/accident/report/index-j.html >
3	政府 事故調	東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会、中間報告及び最終報告 < http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/icanps/ >
4	原安委 報告書	原子力安全委員会、発電用軽水型原子炉施設に関する安全審査指針及び関連の指針類に反映させるべき事項について(とりまとめ) < http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3533051/www.nsc.go.jp/senmon/shidai/genkishi/genkishi020/siry01.pdf >
5	保安院 技術的知見	原子力安全・保安院、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について < http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3485829/www.meti.go.jp/press/2011/02/20120216004/20120216004.html >
6	国会 事故調	東京電力福島原子力発電所事故調査委員会、最終報告書 < http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naic.go.jp/report/ >
7	学会 事故調	一般社団法人日本原子力学会、福島第一原子力発電所事故その全貌と明日に向けた提言 —学会事故調最終報告書— 「東京電力福島第一原子力発電所事故に関する調査委員会 < http://www.aesj.or.jp/jikocho/ > 」における報告書
8	合同調査 報告書	東日本大震災合同調査報告書編集委員会、東日本大震災合同調査報告 土木編5 原子力施設の被害とその影響 (土木学会、日本機械学会、日本原子力学会、日本建築学会、日本地震学会、日本地盤工学会、地盤工学会、日本都市計画学会) < http://www.jaee.gr.jp/jp/stack/report_geje/ >
9	吉田 調書	東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会、聴取結果書 < http://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/fu_koukai/fu_koukai_2.html >
10	NRC 短期TF	NRC, the Near-Term Task Force < https://www.nrc.gov/docs/ML1118/ML111861807.pdf >
11	IAEA 暫定要旨	IAEA, IAEA International Fact Finding Expert Mission of the Nuclear Accident Following the Great East Japan Earthquake and Tsunami < http://www-pub.iaea.org/MTCD/meetings/PDFplus/2011/cn200/documentation/cn200_Final-Fukushima-Mission_Report.pdf >
12	IAEA 報告書	IAEA, THE FUKUSHIMA DAIICHI ACCIDENT < www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1710-ReportByTheDG-Web.pdf >
13	EU 報告書	EUROPEAN COMMISSION, COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT on the comprehensive risk and safety assessments ("stress tests") of nuclear power plants in the European Union and related activities < http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52012DC0571&from=EN >
14	INPO 報告書	Institute of Nuclear Power Operations, LESSONS LEARNED FROM THE NUCLEAR ACCIDENT AT THE FUKUSHIMA DAIICHI NUCLEAR POWER STATION < http://www.wano.info/Documents/Lessons%20Learned.pdf >
15	NEA 報告書	OECD NEA, FIVE YEARS AFTER THE FUKUSHIMA DAIICHI ACCIDENT: NUCLEAR SAFETY IMPROVEMENTS AND LESSONS LEARNT < https://www.oecd-nea.org/nsd/pubs/2016/7284-five-years-fukushima.pdf >

指摘事項の確認方法及びその結果について

➤ 公的な報告書等を調査対象とし、それらに示された主な指摘事項のうち事業者を対象としたものを事故の要因ごとに以下の①,②,③に分類した。なお、国・自治体等を対象とした主な指摘事項については④のとおりである。

【事業者を対象とした主な指摘事項】

①【外部ハザード等の想定不足】

②【設備・手順の不備】

③【組織・体制の不備】

【国・自治体等を対象とした主な指摘事項】

④【組織・体制の不備】

	【指摘した主な報告書等】
・ 規制当局が独立しており、法的権限、技術的能力及び安全文化を有すること	政府事故調、国会事故調、IAEA報告書
・ 避難計画の策定不備、公衆の被ばくへの準備不足	政府事故調、IAEA暫定要旨
・ 国・県・事業者による事故・避難対応訓練の強化	政府事故調、原災本部報告書
・ オフサイトセンターが機能しない	東電報告書、政府事故調、INPO報告書
・ 政府、自治体、自衛隊、警察、消防(事業者も含む)等が災害時に実践的な組織となるため、責任の所在及び役割分担の明確化、体制の構築、全組織の専門性向上(オンサイトは事業者、オフサイトは政府及び自治体などの役割分担)	東電事故調、政府報告書、国会事故調、保安院技術的知見、学会事故調、NRC短期TF、INPO報告書、IAEA暫定要旨

➤ 5ページ以降に示すとおり①,②,③について「指摘された主な問題点」と「事業者から申請された主な対策」を比較した結果、事業者が新たに対応すべきと考えられる指摘事項は無く、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえた対策が整備されていると判断できる。

主な指摘事項と新規制基準との対応

主な指摘事項	新規制基準の項目	設置許可基準規則 (設備)	技術的能力基準 (手順)
① 外部ハザード等の 想定不足	地震	第4条、第39条	
	津波	第5条、第40条	
	竜巻、火山、外部火災、その他自然現象、不法侵入	第6条、第7条	
	内部火災、内部溢水	第8条、第9条、第41条	
② 設備・手順の 不備	全交流動力電源喪失、保安電源設備、電源	第14条、第33条、第57条	1.14
	使用済燃料プール	第16条、第54条	1.11
	原子炉制御室	第26条、第59条	1.16
	緊急時対策所	第34条、第61条	1.18
	通信連絡設備	第35条、第62条	1.19
	重大事故等対処設備	第43条	1.0
	原子炉停止	第44条	1.1
	高圧時冷却	第45条	1.2
	減圧	第46条	1.3
	低圧時冷却	第47条	1.4
	最終ヒートシンク	第48条	1.5
	格納容器スプレイ	第49条	1.6
	格納容器過圧破損防止	第50条	1.7
	格納容器下部注水	第51条	1.8
	格納容器水素対策、原子炉建屋水素対策	第52条、第53条	1.9、1.10
	監視設備、放射性物質拡散抑制、監視測定	第31条、第55条、第60条	1.12、1.17
	水源	第56条	1.13
	計装	第23条、第58条	1.15
	有効性評価	第37条	
	③ 事業者の 組織・体制の不備 その他	重大事故等対策における要求事項 (手順書、訓練、体制等)	
大規模損壊 [*] における要求事項 (可搬型設備による対応、体制等)			2.1

^{*}大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる発電用原子炉施設の大規模な損壊

(参考資料)

柏崎刈羽原子力発電所6号炉
及び7号炉の審査で得られた
知見の基準への反映について

原子力規制庁

基準改正の経緯

1. 基準改正の目的

柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の新規制基準適合性審査を通じて得られた様々な技術的知見のうち、東京電力が適合性審査の中で示した次の(1)～(3)に掲げる重大事故等対策は、現行の規制基準において必ずしも明確に要求されているものではないが、他のBWRの適合性審査においても同等の対策が講じられているかを確認する必要があるため、追加の規制要求とした。

- (1) 炉心の著しい損傷が発生した場合において格納容器の過圧による破損を防止するための対策として、格納容器圧力逃がし装置に加えて、格納容器の閉じ込め機能を維持しながら圧力及び温度を低下させることができる代替循環冷却系を整備
- (2) 全交流動力電源喪失等の重大事故等が発生した場合に使用済燃料貯蔵槽の冷却機能が同時に喪失することを想定し、これにより発生する水蒸気が原子炉建屋内の他の重大事故等対処設備に悪影響を及ぼすことを防止するため、代替補機冷却系を介して使用済燃料貯蔵槽を除熱することができる対策を整備
- (3) 原子炉制御室の居住性を確保するため、非常用ガス処理系の運転時に原子炉建屋ブローアウトパネルが開放されていた場合であっても遠隔又は現場において手動で閉止できるよう整備。

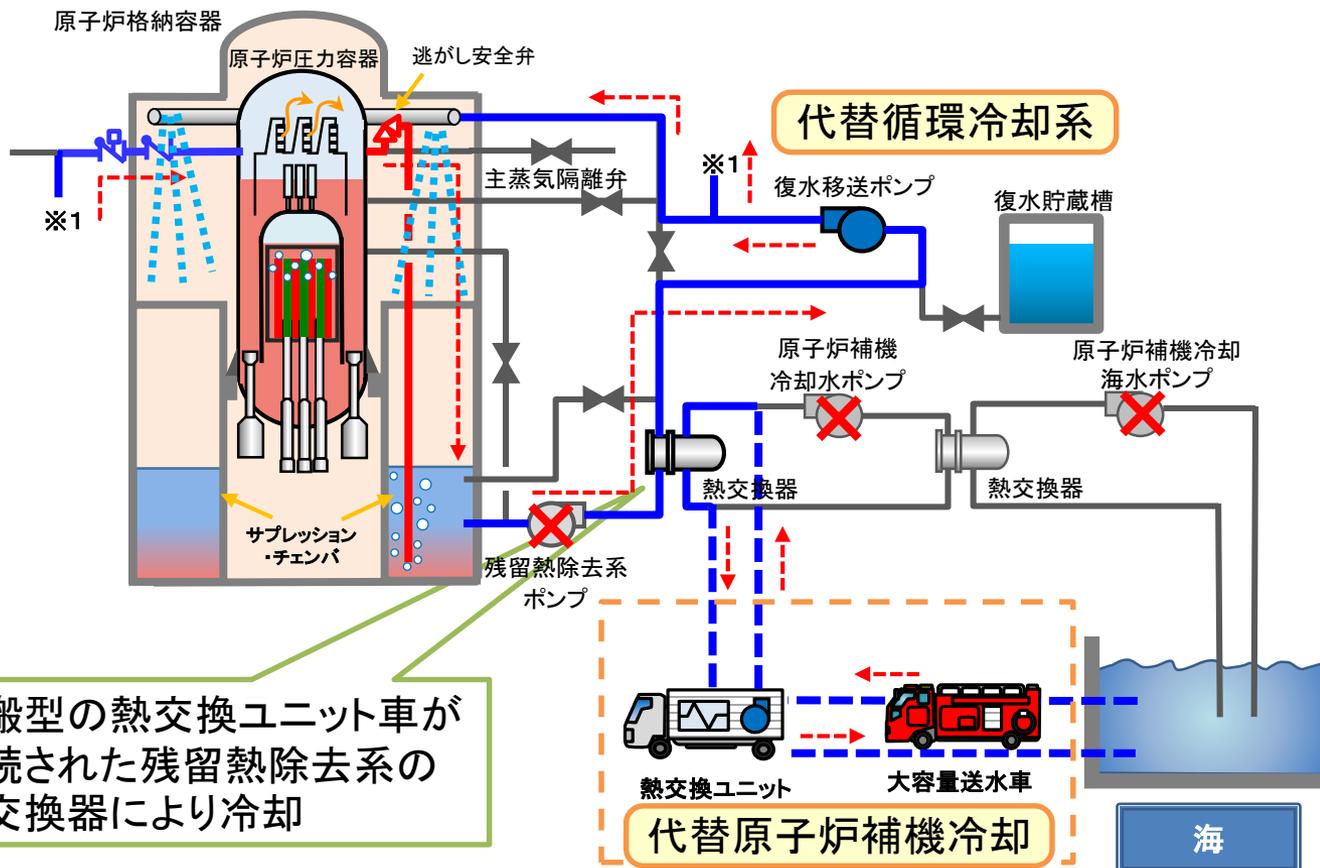
2. 基準改正の経緯

- 平成29年10月18日 規制基準の改正案に対するパブリックコメントの実施を委員会決定
平成29年11月27日 規制基準の改正案を委員会決定
平成29年12月14日 改正された規制基準の公布・施行

原子炉格納容器の過圧破損を防止するための対策

格納容器代替循環冷却系

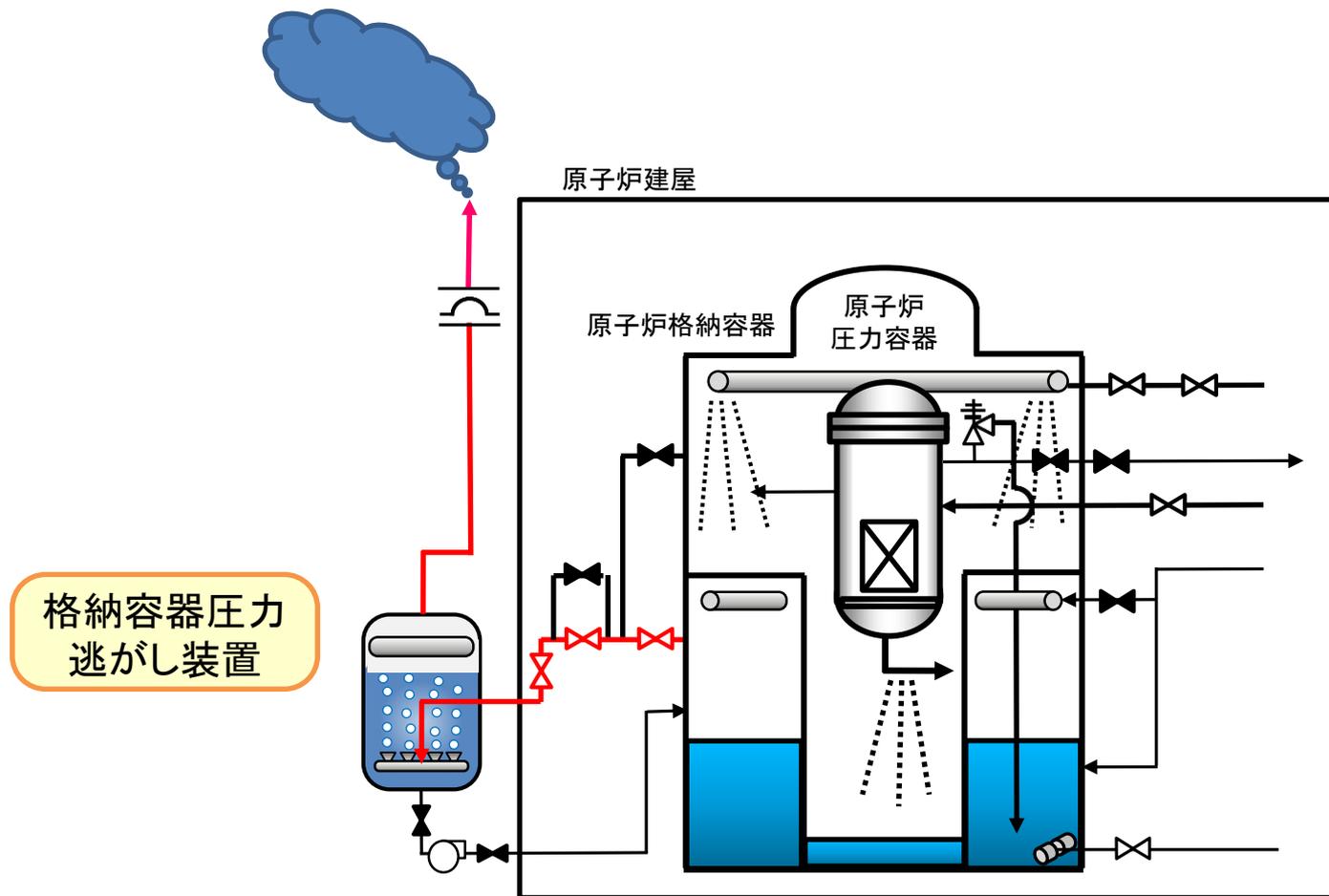
炉心の著しい損傷が発生した場合における原子炉格納容器の過圧による破損を防止するために必要な設備として、原子炉格納容器バウンダリを維持しながら原子炉格納容器の圧力及び温度を低下させる設備を要求。



原子炉格納容器の過圧破損を防止するための対策

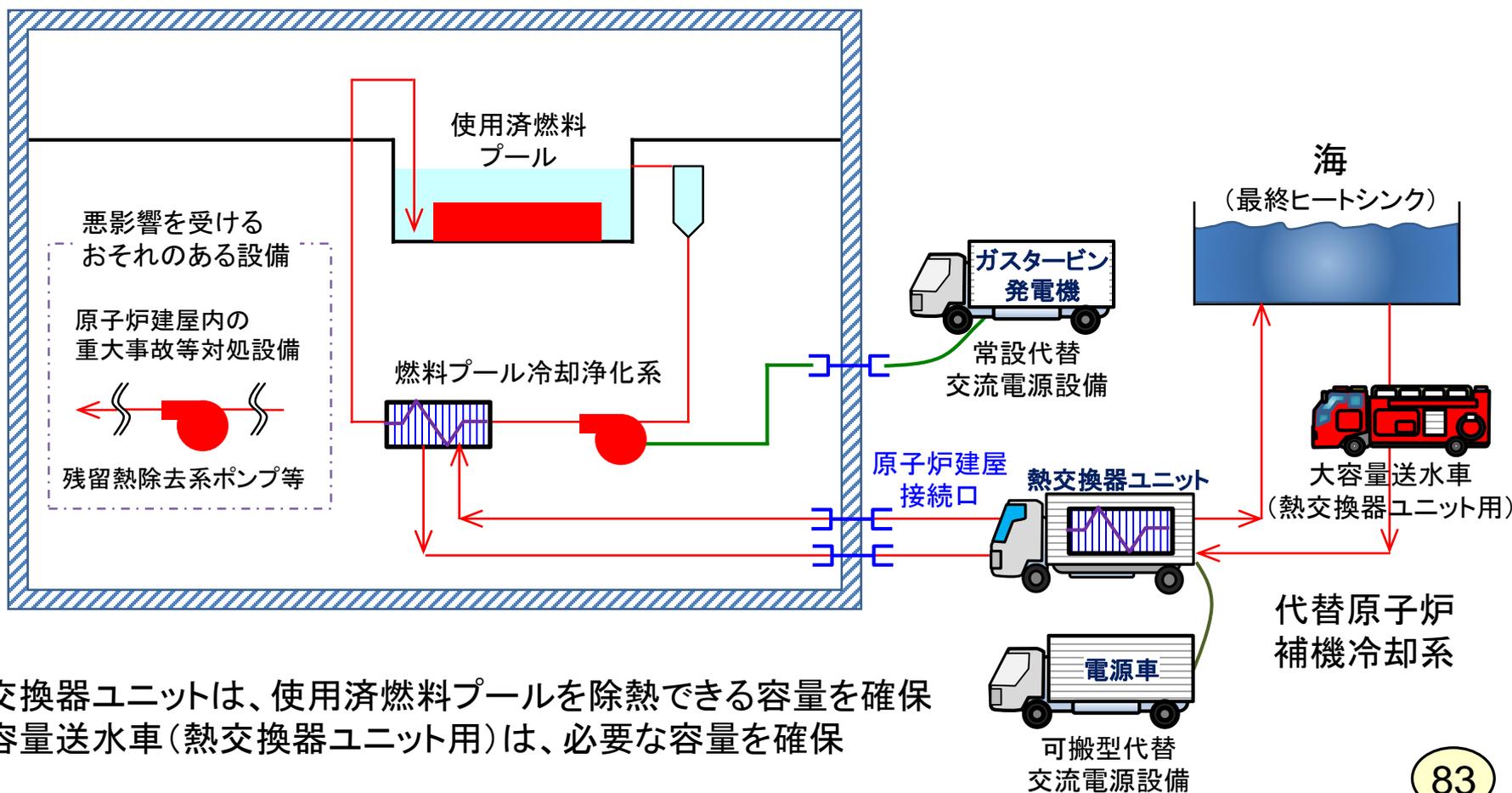
格納容器圧力逃がし装置

炉心の著しい損傷が発生した場合において短時間で原子炉格納容器が過圧破損に至るおそれがある発電用原子炉施設には、原子炉格納容器内の圧力を大気に逃がす設備を要求。



使用済燃料貯蔵槽から発生する水蒸気による 悪影響を防止するための対策

重大事故等発生時に使用済燃料貯蔵槽で発生した水蒸気が重大事故等対処設備に悪影響を及ぼす可能性がある場合には、当該悪影響を防止するために必要な手順等を整備することを要求。



原子炉制御室の居住性を確保するための対策

原子炉制御室の運転員を適切に防護するために必要な設備として、原子炉制御室の居住性を確保するためにブローアウトパネルを閉止する必要がある場合は、現場において、人力により容易かつ確実に閉止操作ができることを要求。

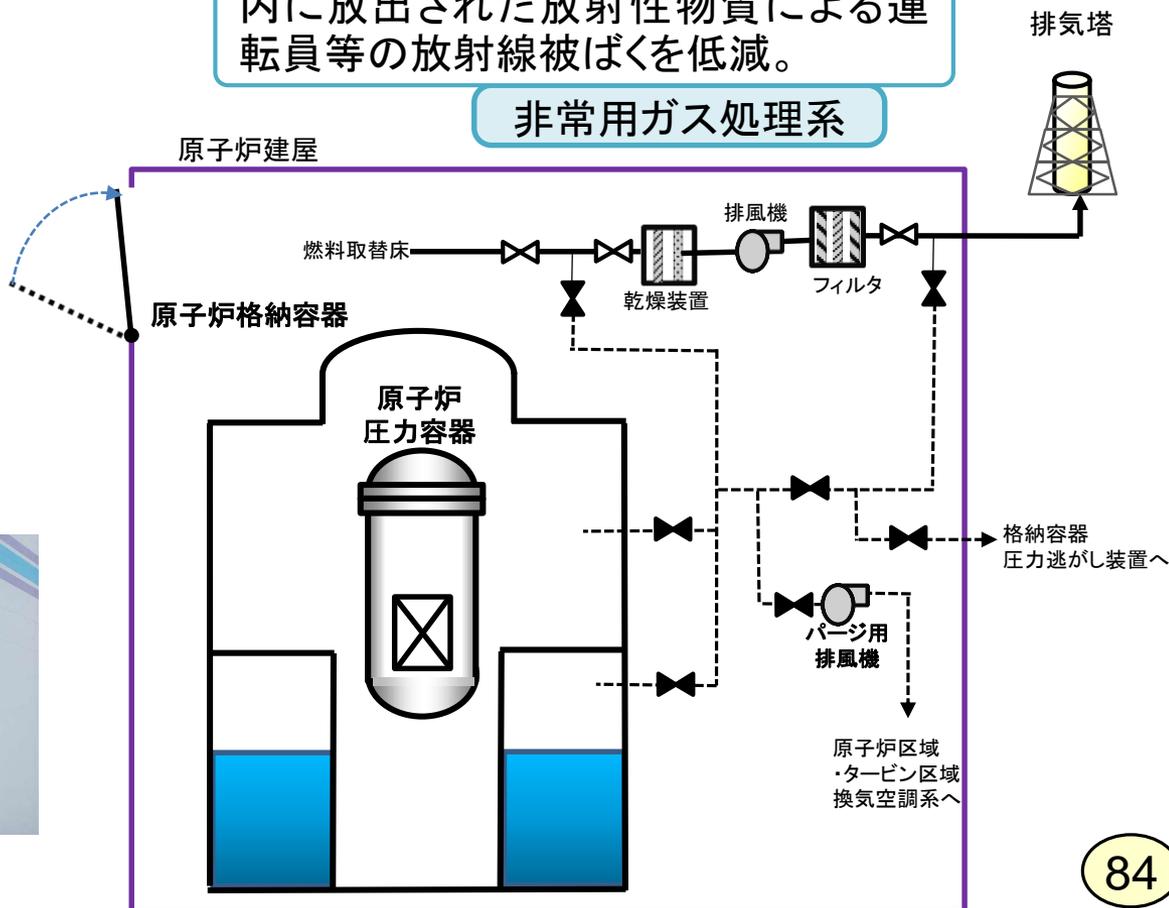
原子炉建屋ブローアウトパネル解放時には原子炉建屋原子炉区域内の負圧が維持できないため、非常用ガス処理系運転時に、確実に閉止できる設計とする。

原子炉建屋ブローアウトパネル



重大事故時に環境及び二次格納施設内に放出された放射性物質による運転員等の放射線被ばくを低減。

非常用ガス処理系



(参考資料)

審査におけるトピックス

原子力規制庁

他号機との同時発災への対応(1/3)

- 6号炉及び7号炉の同時発災のときに対応可能かどうか。
- 荒浜側は津波により浸水することとなるが、1号炉から4号炉まで浸水して問題ないのか。

◆ 6号及び7号炉の発災と1～5号炉の発災を評価し、これらが同時に発災した場合においても対応可能であることを確認した。

6号及び7号炉の同時発災では、以下に示すとおり、重大事故等の対応に必要な要員、水源、燃料及び電源の各項目について、最も厳しくなる想定事象において必要となる資源は、確保されている資源で対応可能なことを確認した。

項目	必要資源(7日間)	確保されている資源	最も厳しい想定事象
要員	6、7号炉合計で、32名(事象発生時) +46名(事象発生10時間以降)	6、7号炉合計で、72名(事象発生時) +106名(事象発生10時間以降)	全交流動力電源喪失 + 逃がし安全弁再閉失敗
水源	約7,400m ³ ×2プラント 6、7号炉合計:約14,800m ³	復水貯蔵槽:約1,700m ³ ×2プラント(6、7号炉) 淡水貯水池:約18,000m ³ (1～7号炉) 合計:約21,400m ³	格納容器 過圧・過温破損※ (ベントシナリオ)
燃料	非常用ディーゼル発電機:約753 kL×2プラント 代替原子炉補機冷却系用の電源車:約37kL×2プラント 代替原子炉補機冷却系用の大容量送水車:約11kL×2プラント 可搬型代替注水ポンプ(消防車):約15kL×2プラント 5号炉緊急時対策所及びモニタリングポスト用発電機:約13kL 6、7号炉合計:約1,645kL	軽油タンク:約2,040kL(6、7号炉) 地下軽油タンク:約100kL(6、7号炉) 6、7号炉合計:約2,140kL	高圧熔融物放出/ 格納容器雰囲気 直接加熱
電源	6号炉:約1,649kW 7号炉:約1,615kW	ガスタービン発電機:2,950kW×2台(6、7号炉) 6、7号炉合計:約5,900kW	崩壊熱除去機能喪失 (取水機能喪失)

※「大破断LOCA+ECCS注水機能喪失+全交流動力電源喪失」

なお、中央制御室の居住性評価では、運転員の被ばく線量が最大となる6号及び7号炉同時発災「格納容器過圧・過温破損(ベントシナリオ)」において、同時に格納容器ベントを実施した場合でも約91mSv/7日であり、100mSv/7日 を満足することを確認した。

同時発災への対応(2/3)

◆1～5号炉の同時発災

さらに、1～5号炉については、炉心に燃料を装荷しないことが前提であり、使用済燃料プールの冷却機能が失われる全交流動力電源喪失及び使用済燃料プールのスロッシングの発生を想定した。1～5号炉の使用済燃料プールにおいて、全保有水喪失を想定した場合は自然対流による空気冷却での使用済燃料の冷却維持が可能※と考えられるため、必要な要員及び資源を検討する場合には、使用済燃料プールへの注水実施が必要となる状況を想定した。

※平成27年1月時点の1～5号炉における使用済燃料プール内の燃料集合体の全崩壊熱は、各号炉とも1MW未満と低く気相の自然循環冷却と使用済燃料プール壁への輻射伝熱により被覆管の健全性は維持されると評価していることを確認した。

1～5号炉の同時発災では、以下の示すとおり、1～5号炉の要員、水源、燃料及び電源を用いて対応可能であることを確認した。また、大規模損壊の対策の評価において、津波による荒浜側冠水後のアクセスルートの確保時間を考慮しても、十分な時間余裕があることを確認した。

項目	必要資源(7日間)	確保されている資源	最も厳しい想定事象
要員	1～5号炉合計で、20名	1～5号炉合計で、27名	全交流動力電源喪失 ＋ 使用済燃料プールの スロッシング
水源	1～5号炉合計で、約5,896m ³	復水貯蔵槽等：約5,800m ³ (1～5号炉) 淡水貯水池：約18,000m ³ (1～7号炉)	
燃料	非常用ディーゼル発電機：約316kL×2台×5プラント 1～5号炉合計：約3,160kL※	軽油タンク：約3,160kL(1～5号炉)	
電源	重大事故時に必要な負荷(計器類)	ガスタービン発電機、電源車等	

※ 評価上は保守的に2台運転としているが、1台(約1,580kL)で対応可能。

また、1～5号炉の同時発災(使用済燃料プール全保有水喪失時)による作業員の被ばく線量は、以下に示すとおりであり、対応作業が可能であることを確認した。

- ・5号原子炉建屋内緊急時対策所への参集 約 2mSv
- ・5号原子炉建屋内緊急時対策所から荒浜側高台保管場所への移動 約 3mSv
- ・屋外作業(10時間)(6号及び7号炉の代替原子炉補機冷却系の準備操作) 約 82mSv

5号原子炉建屋内緊急時対策所の対策要員の7日間の線量は、5号炉の使用済燃料プールからの寄与が0.1mSv以下であり、58mSv(居住性に関わる被ばく評価の結果)に比べて十分小さい。なお、1～4号炉の使用済燃料プールから緊急時対策所までは1km以上離れていることから、その影響は十分に小さいと考えられる。

同時発災への対応(3/3)

◆1～5号炉の安全性

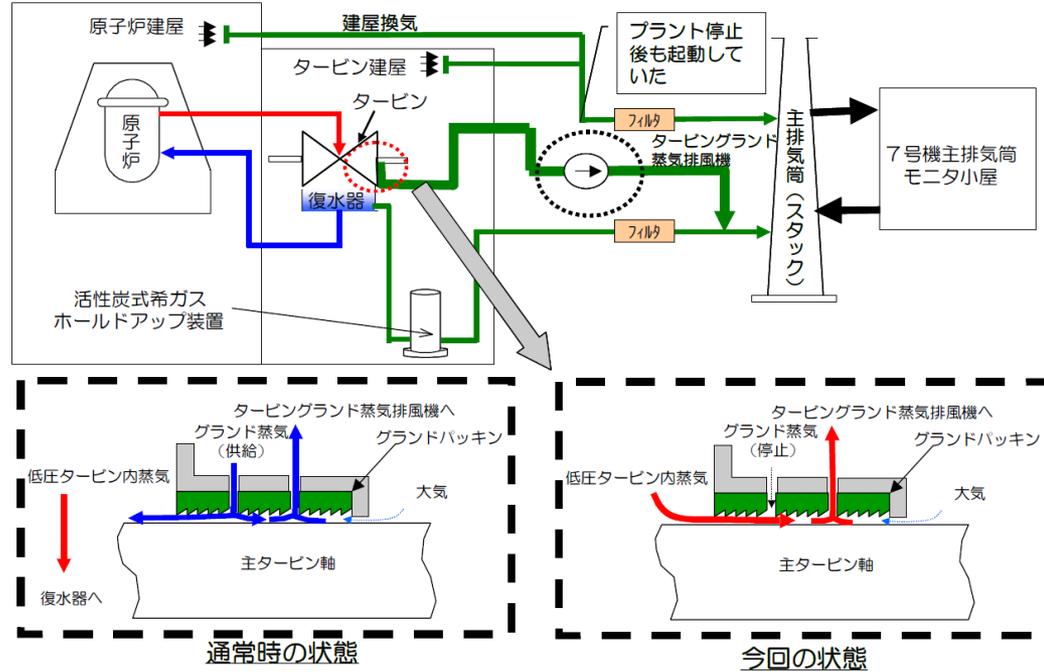
- 1～5号炉については、緊急安全対策(経済産業大臣指示文書「平成23年福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策について(指示)」(平成23・03・28原第7号)に基づき実施した対策)により、要員、資源、必要な消防車の台数等が整備されていることを確認した。
- また、本審査において重大事故等発生時に申請対象である6号及び7号炉以外の1～5号炉の事故対策を行うための体制が別途整備される方針であることを確認した。
- 1～5号炉については、炉心に燃料を装荷しないことが前提であり、停止号炉の安全性を維持するためには使用済燃料プールの冷却を維持することが必要となる。
- 地震発生時に、荒浜側敷地の液状化による防潮堤の機能喪失に伴う津波の遡上により、1～4号炉原子炉建屋への浸水が発生し、常設設備の使用済燃料プール冷却機能が喪失した場合であっても、可搬型設備を用いて使用済燃料プールへ注水を行うことで使用済燃料を冷却することが可能である。なお、前頁に示したとおり1～5号炉の使用済燃料プールの全保有水喪失の場合には、自然対流による空気冷却により使用済燃料の冷却維持が可能であることを確認した。
- 1～5号炉の使用済燃料プールの冷却機能が失われた場合に、崩壊熱により使用済燃料プール水が沸騰するまでの時間は最短でも約85時間であることが示されており、この間に可搬型設備による使用済燃料プールへの注水が可能と考えられる。

中越沖地震時の7号炉からの放射性物質の漏えい

➤ 中越沖地震時に7号炉から放射性物質が環境へ漏えいした事例の原因と対策

原因

- 原子炉の自動停止後の操作過程において、タービングランド蒸気排風機の手動停止操作が遅れた。
- このため、復水器内に滞留していた放射性物質がタービングランド蒸気排風機に吸引され、排気筒から放出された。
- 放出された放射性物質の量は約 4×10^8 ベクレルと評価。
- なお、2～4号炉については、補助蒸気系により蒸気の供給がされていた。



出典: 原子力情報公開ライブラリー内の添付資料から抜粋 <<http://www.nucia.jp/nucia/kn/KnTroubleView.do?troubleId=10003>>

主な対策

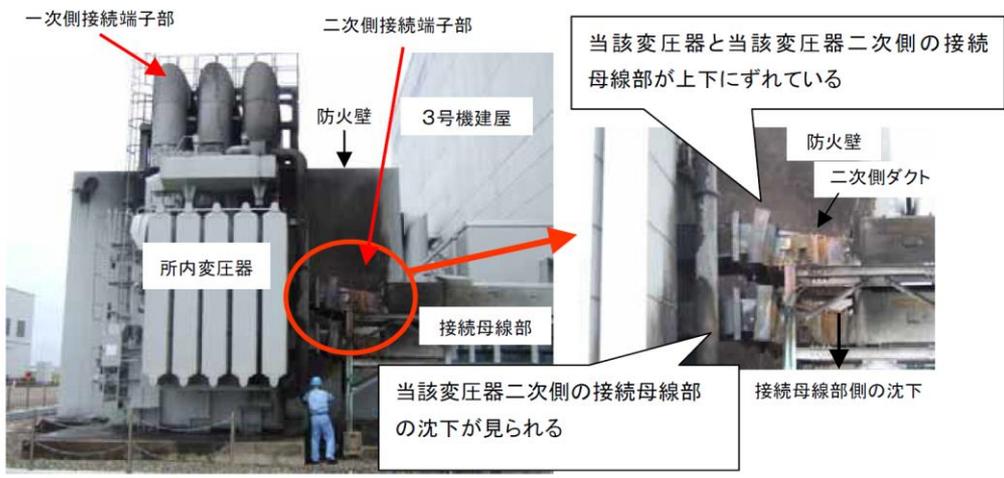
- グランド蒸気排風機の自動停止インターロックを追加。
- 正常に自動停止したことを確認するよう手順を変更。

中越沖地震時の変圧器の火災(1/2)

中越沖地震時に3号炉で火災が発生した事例の原因と対策

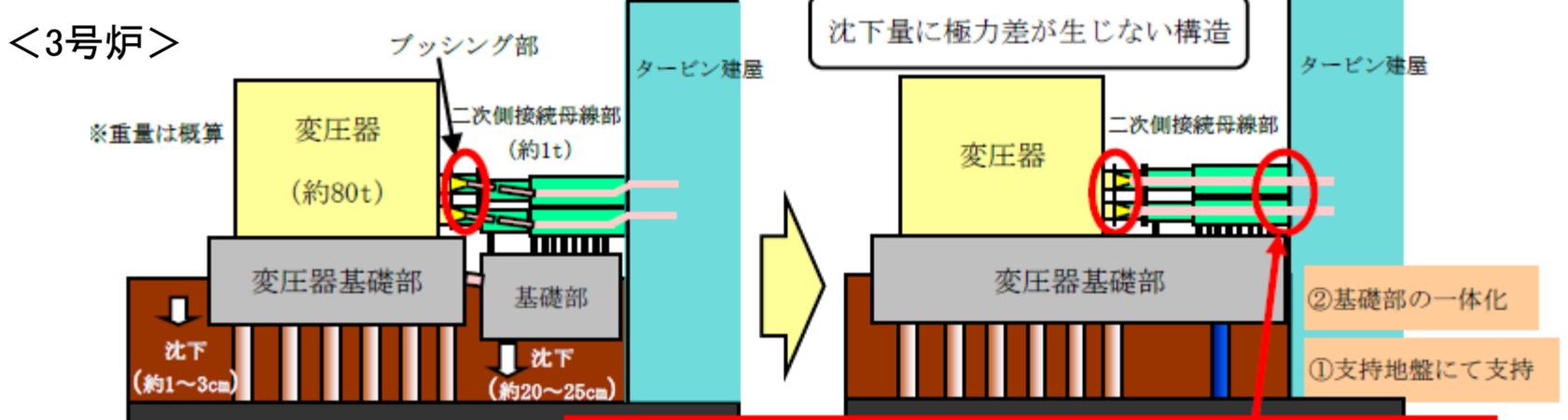
原因

- 二次側接続母線部ダクトの基礎が沈下し、変圧器との相対変位が発生した。
- ブッシング部破損による漏油と地絡・短絡によるアークの発生により火災が発生した。
- 当該変圧器横に設置されている防火壁により、隣接する所内変圧器3Aや他設備に延焼することはなかった。



外観／二次側接続母線部損傷状況(冷却器側)

出典: 原子力情報公開ライブラリー内の添付資料から抜粋 <<http://www.nucia.jp/nucia/kn/KnTroubleView.do?troubleId=9140>>



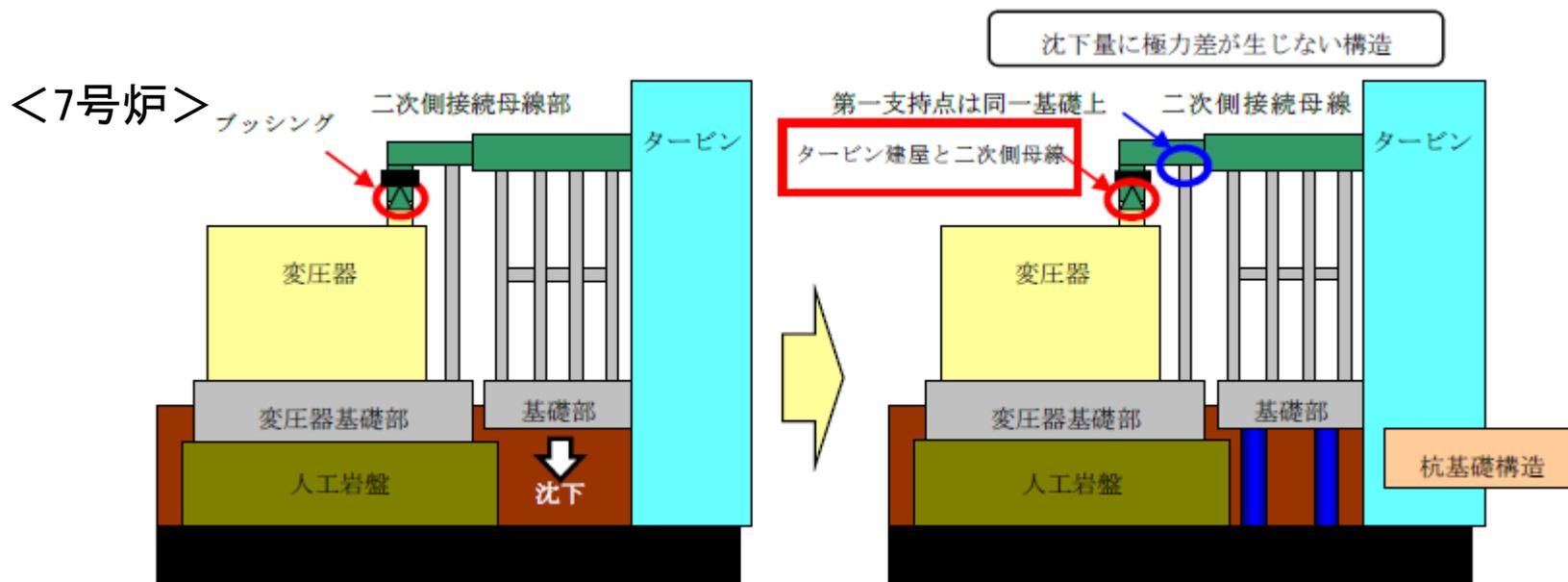
タービン建屋と二次側母線部に相対変位が生じた場合にも、ケーブルにて吸収

出典: 発電用原子炉設置変更許可申請の補正書及び補足説明資料(2017年8月21日)から一部抜粋 <<http://www.nsr.go.jp/data/000203180.pdf>>

主な対策

- 二次側接続母線部ダクトの基礎をタービン建屋と同じ支持地盤にて支持。
 - 変圧器と二次側接続母線部ダクトの基礎部を一体化又は二次側接続母線部ダクトの基礎構造を杭基礎構造へ変更
- (6号炉は、建設時より一体化された基礎を人工岩盤にて直接支持する構造となっている。)

今回の審査においては、外部火災影響評価において、発電所構内における変圧器等の火災を想定し、発電用原子炉施設に影響がないことを確認した。また、中越沖地震後の対策を含め、変圧器の防火対策について確認した。



中越沖地震時のブローアウトパネルの開放(1/2)

➤ 中越沖地震時にブローアウトパネルが開放した事例の原因と対策

原因

- 3号炉原子炉建屋のブローアウトパネルについて、地震により固定する部品が変形し、ブローアウトパネルが開放した。
- 3号炉タービン建屋及び2号炉タービン建屋のブローアウトパネルについても同様に開放した。



主な対策

- ブローアウトパネルが開放した場合の対策として、ブローアウトパネルの近傍にチェーンブロックと治具の取り付け工事を実施。



中越沖地震時のブローアウトパネルの開放(2/2)

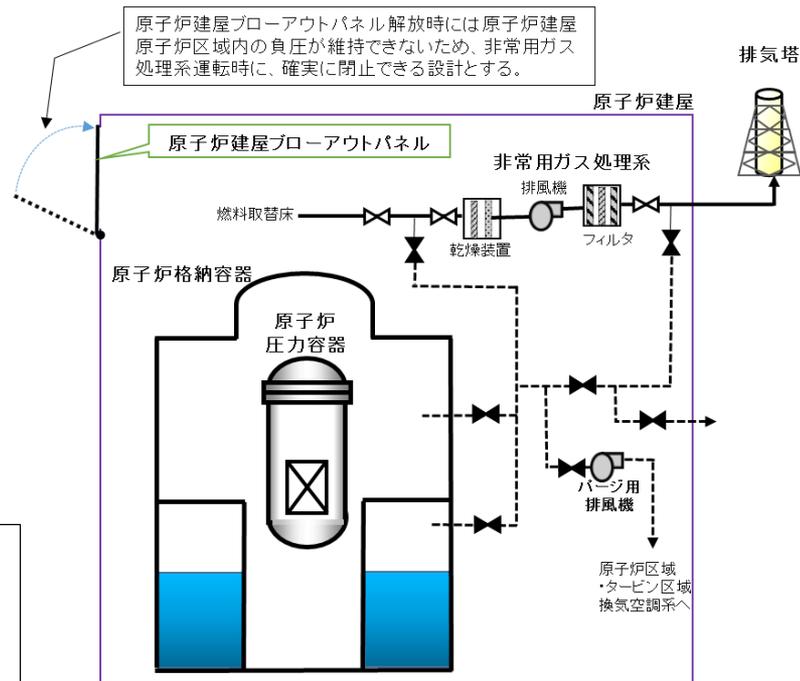
審査において、原子炉建屋ブローアウトパネルについては、非常用ガス処理系の運転時、原子炉建屋原子炉区域内を負圧に維持するために、原子炉建屋ブローアウトパネルが地震等により、仮に開放状態になっている場合にも確実に閉止できる方針としていることを確認した。

(中越沖地震の対策として、開放後に確実に閉止できるようにブローアウトパネル近傍に巻き取り操作のチェーンブロックを設置した経緯がある)

非常用ガス処理系排気流量が規定値以上であるにもかかわらず、原子炉建屋外気差圧指示値が負圧にならない場合は、原子炉建屋ブローアウトパネルを確認し、開放状態になっている場合は閉止する。

(発電用原子炉設置許可変更申請書 追補の非常用ガス処理系による運転員等の被ばく防止手順の非常用ガス処理系起動手順から引用)

ブローアウトパネルは、地震等で仮に開放状態になった場合でも、運転員の操作により閉止できる方針であることを確認した。



(参考資料)

新規制基準と原子力災害対策指針

原子力規制庁

新規制基準と原子力災害対策指針

- 新規制基準は、原子炉等規制法に基づき、原子炉等を設置しようとする者からの申請について、施設の構造等に着目して災害の防止上支障が無いかどうかを確認するための基準である。
- 他方で原子力災害対策は、安全対策に関わらず、原子力災害は発生しうるものと考え災害対策基本法等に基づき、対応を求めるものである。原子力災害対策指針は、その枠組の下、自治体が地域防災計画を策定する際等において、科学的、客観的判断を支援するために、専門的・技術的事項等について定めたものである。

【参考】IAEAにおける深層防護の考え方

・IAEAにおいては、原子力施設の安全性確保の基本的考え方として深層防護を取り入れている。

※日本においては、第一層から第四層までについては原子力規制で対応し、第五層については原子力防災で対応している。

第一層：そもそも異常を生じさせないための対策。

第二層：プラント運転中に起こりうる異常がおきても事故に発展させない対策。

第三層：設計上想定すべき事故が起きても炉心損傷等に至らせない対策。

第四層：設計上の想定を超える事故(シビアアクシデント)が起きても炉心損傷や格納容器破損を防止する対策。

第五層：放射性物質の放出による外部への影響を緩和するための対策。住民の避難など。