



女川原子力発電所2号機における 新規制基準への適合性審査の状況について

平成26年8月7日

東北電力株式会社

1. 新規制基準適合性審査実績

前回報告から追加

【平成26年8月5日現在】

▼H25.12.27申請

主な審査対象項目		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	
申請の概要・論点整理(全体)		■	■								
原子炉設置変更許可	設計基準対象施設 自然現象等	地震【論点1~8】 ・敷地周辺の活断層評価 ・敷地内の地質・地質構造及び断層評価 ・敷地地盤の振動特性 ・基準地震動(震源を特定する) ・基準地震動(震源を特定しない) ・耐震設計方針		■						■	
		津波【論点9,10】 ・基準津波 ・耐津波設計方針		■							
		その他【論点11~13】 ・竜巻(影響評価, 対策) ・火山(影響評価, 対策) ・外部火災 他		■							
	内部火災【論点14】										
	内部溢水【論点15】										
	外部電源			■							
	その他(静的機器, 通信設備, モニタリング設備等)			■						■	
	重大事故等対処施設	重大事故対策【論点16~23】 ・確率論的リスク評価 ・炉心損傷防止(有効性評価含む) ・格納容器破損防止(有効性評価含む) ・使用済燃料プール, 運転停止中の原子炉における燃料損傷防止(有効性評価含む) ・放射性物質の拡散抑制		■						■	
		事故対応の基盤整備【論点24,25】 ・制御室 ・緊急時対策所									
	工事計画認可										
保安規定変更認可【論点26】											

凡例:
■ : ヒアリング実施
■ : 審査会合

▽8/1(第6回)

▽8/5(第7回)

静的機器の単一故障に係る設計【⇒P5参照】

▽7/22(第5回)

確率論的リスク評価【⇒P2参照】

2. 第5回 審査会合(7/22)の概要 (1/3)

重大事故対策<有効性評価の全体像>

安全対策が有効に機能することを評価(=有効性評価)するために、その前段として、重大事故に至る可能性のある事故シナリオの抽出・評価を行う(=確率論的リスク評価)。

確率論的リスク評価(PRA)※

機器の故障, 人的過誤による事故 [⇒今回説明; P3参照]

地震・津波による事故

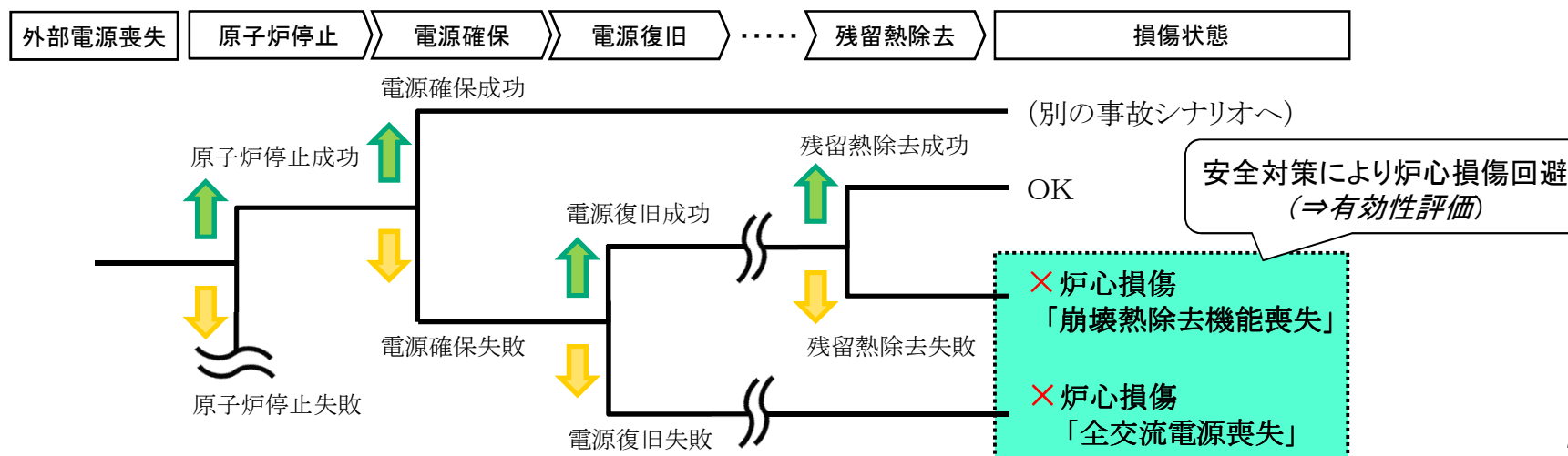
- ・ 重大事故に至る可能性のある事故シナリオの抽出・選定
 - ・ 事故発生頻度の評価
- [注]安全対策は考慮しない

有効性評価

- ・ 選定された事故シナリオに対し, 安全対策が有効に機能し, 炉心損傷や格納容器破損等を防止できることを評価
- (設備面, 運用面(体制・手順等)の安全対策, 操作・作業に必要な時間も考慮)

※航空機, 宇宙ロケットなど, 様々な分野で, 大規模で複雑なシステムの安全性や信頼性を評価するために活用されている手法

【外部電源喪失に起因する「事故シナリオ」抽出のイメージ】(⇒確率論的リスク評価)



2. 第5回 審査会合(7/22)の概要 (2/3)

重大事故対策<確率論的リスク評価(=今回説明)>

「機器の故障や人的過誤」により、重大事故に至る可能性がある事故シナリオを抽出。

重大事故に至る可能性のある事故シナリオ(運転中)	事故シナリオの概要
①LOCA時注水機能喪失	配管の破断により、原子炉を冷却するための水が流出する事故(LOCA)時に、原子炉への注水に失敗
②高圧・低圧注水機能喪失	原子炉緊急停止後、原子炉の圧力が高い状態での注水に失敗し、圧力を下げた状態での注水にも失敗
③高圧注水・減圧機能喪失	原子炉緊急停止後、原子炉の圧力が高い状態での注水に失敗し、原子炉の圧力を下げることにも失敗
④全交流電源喪失	送電線による外部からの電源に加え、非常用ディーゼル発電機の機能も喪失
⑤崩壊熱(余熱)除去機能喪失	原子炉緊急停止および注水には成功するが、原子炉内で発生する崩壊熱の除去(海水系との熱交換)機能が喪失し、格納容器内の圧力が上昇し破損
⑥原子炉停止機能喪失	原子炉緊急停止が必要な状況において、原子炉を未臨界状態にすることに失敗
⑦格納容器バイパス	原子炉の圧力の閉じ込めに失敗し、格納容器外の圧力の低い系統から原子炉を冷却するための水が流出

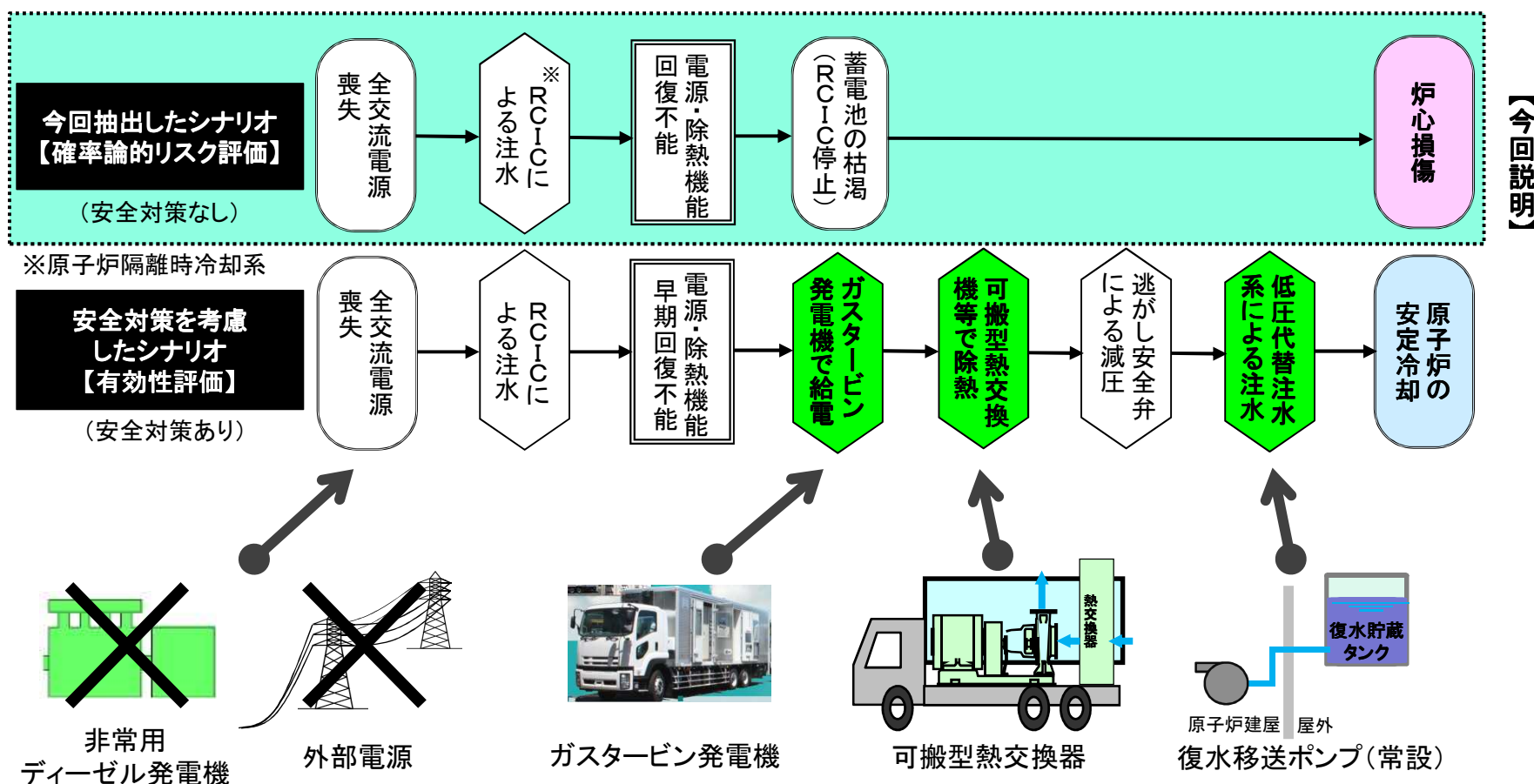
【事故の発生頻度(合計)[／炉年]】 2.0×10^{-5}

2. 第5回 審査会合(7/22)の概要 (3/3)

重大事故対策<有効性評価の例>

(全交流電源喪失の場合) 今回抽出したシナリオに対し、「ガスタービン発電機, 可搬型熱交換器, 低圧代替注水系」の新たな対策を講じることにより, 重大事故(炉心損傷)を回避。

○ : プラント状態 □ : 判断 ◡ : 操作 ■ : 重大事故対策



3. 第7回 審査会合(8/5)の概要 (1/2)

静的機器の単一故障に係る設計について<基本的な考え方>

重要度が特に高いシステムのうち、以下の条件のいずれかに該当する静的機器は、多重化をしなくても1系列で信頼性を有すると判断(=単一設計)。

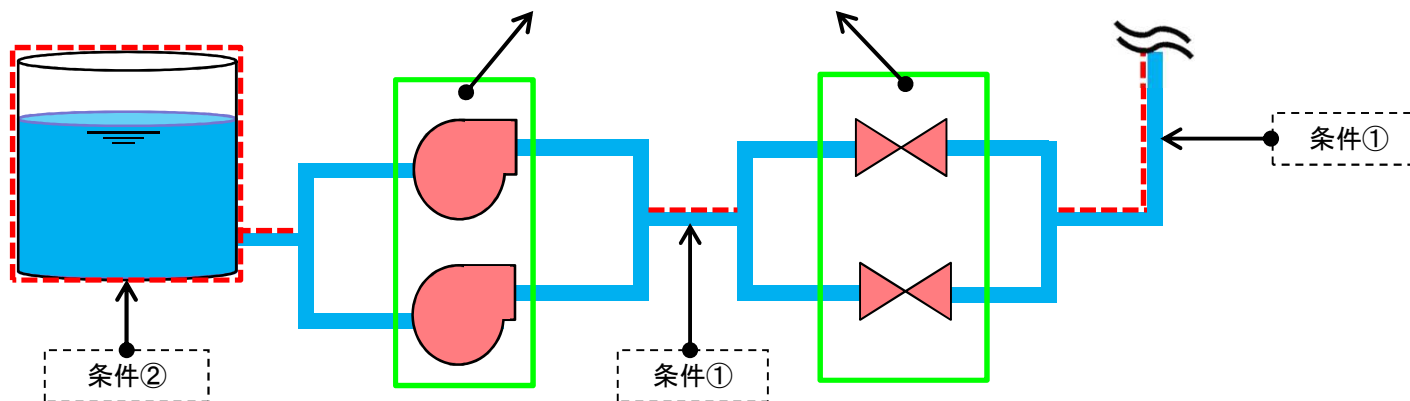
[条件]

- ①故障発生の可能性が極めて小さい
- ②安全上支障のない期間に、故障の除去または修復ができる
- ③他のシステムにより、機能を代替できる

(システムイメージ)

■ : 動的機器 (ポンプ, モータなど, 可動部のある機器)
■ : 静的機器 (配管, フィルタ, ダクトなど, 可動部のない機器)
- - - : 静的機器の単一設計箇所

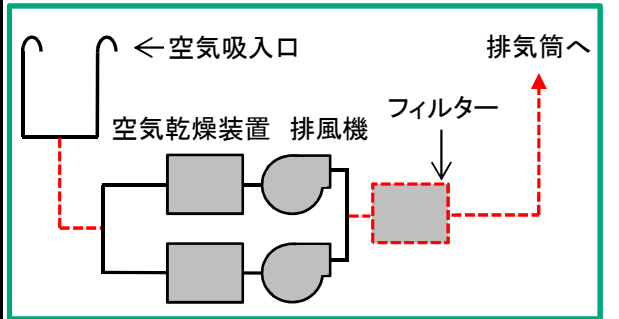
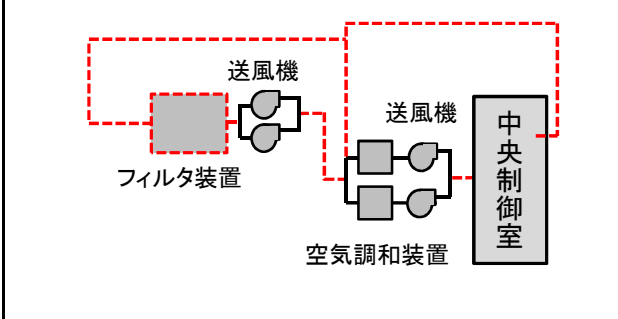
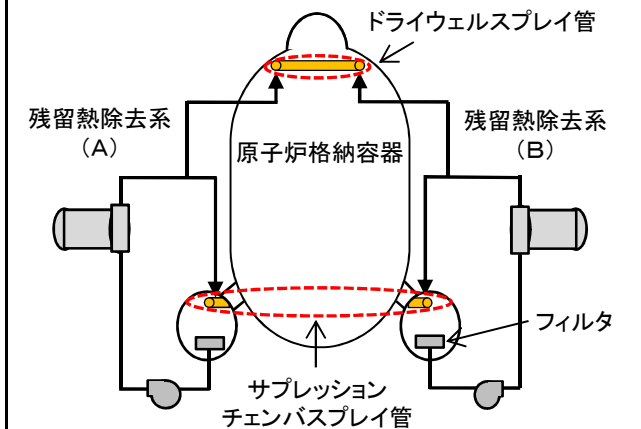
静的機器より可動部があるため故障確率が相対的に高いため、複数の機器を設置(多重化)



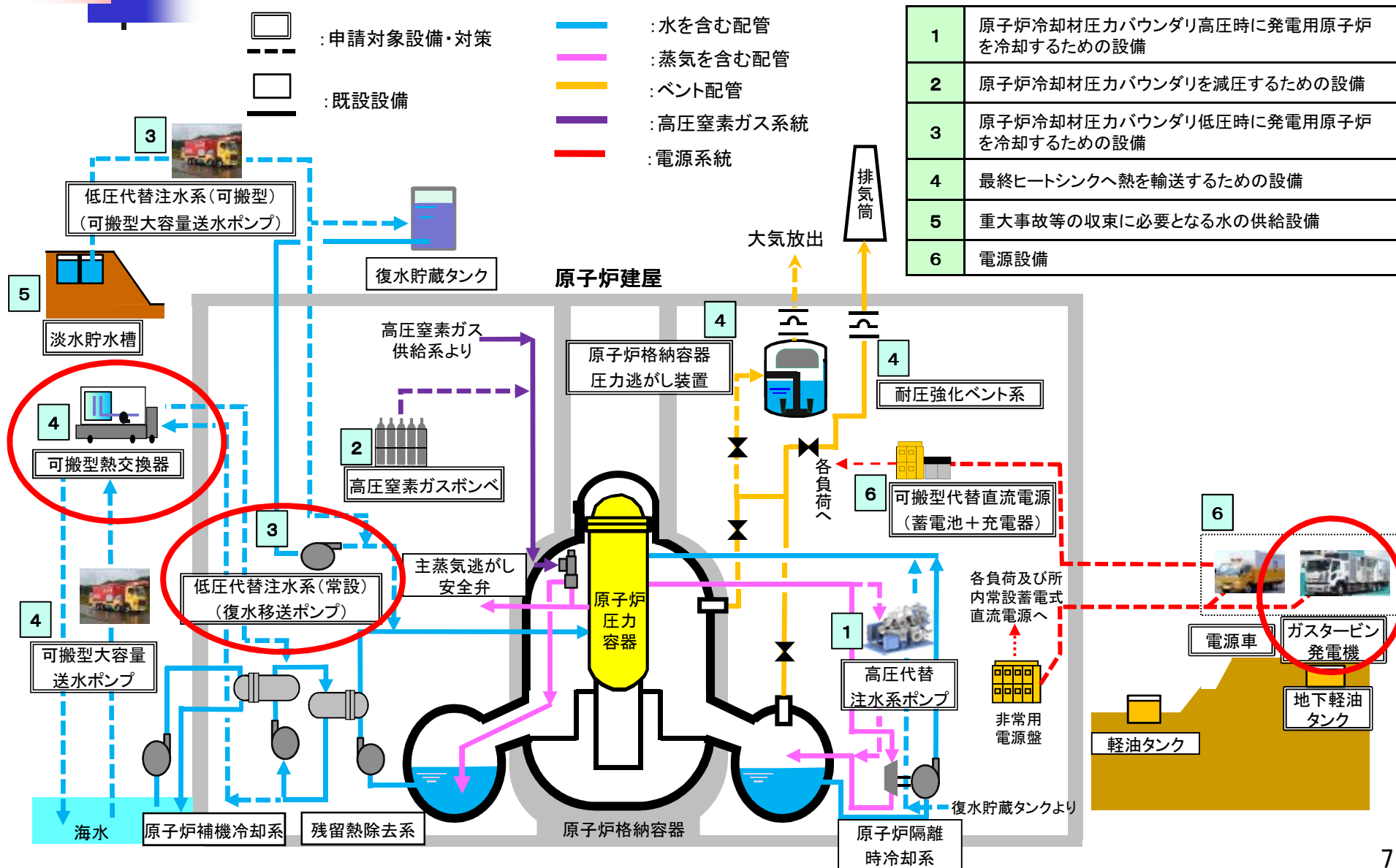
3. 第7回 審査会合(8/5)の概要 (2/2)

静的機器の単一故障に係る設計について<審査会合での説明>

女川2号の重要度が特に高い系統における3つの静的機器については、信頼性が高く、また単一故障を仮定しても修復性もしくは代替性があることから新規基準に適合している。

非常用ガス処理系	中央制御室換気空調系	格納容器スプレイ系
<p>----- : 単一設計分</p>  <p>原子炉建屋原子炉棟</p>		
<p>【単一設計の理由】 条件①故障発生確率が極めて小さい ・配管は耐震Sクラス(高い耐震性) ・フィルタ装置はステンレス製であり、乾燥状態のため腐食しない ・フィルタに流入するのは空気および放射性物質であり、閉塞しない 条件②安全上支障のない期間に、故障の除去または修復ができる 【万一故障した際の影響評価結果】 発電所敷地境界線量の基準5mSvを満足(約0.98mSv)</p>	<p>【単一設計の理由】 条件①故障発生確率が極めて小さい ・ダクトは耐震Sクラス(高い耐震性) ・フィルタに流入するのは空気および放射性物質であり、閉塞しない 条件②安全上支障のない期間に、故障の除去または修復ができる 【万一故障した際の影響評価結果】 運転員の被ばく線量の基準100mSvを満足(約1.9mSv)</p>	<p>【単一設計の理由】 条件①故障発生確率が極めて小さい ・耐震Sクラス(高い耐震性) ・格納容器内は窒素ガスで満たされており、腐食しない ・フィルタがあるため閉塞しない 条件③他の系統により、機能を代替できる ・他の配管を使ってサプレッションチェンバ内の水を循環させ、冷却することが可能 【万一故障した際の影響評価結果】 発電所敷地境界線量の基準5mSvを満足(約0.00025mSv)</p>

<参考1> 重大事故対策(炉心損傷防止対策)



<参考2> 適合性審査での論点(1/2)

分類		No.	論点		
原子炉設置変更許可	設計基準対象施設	自然現象等	地震	1	敷地の地下構造を把握するのに実施した調査・分析について、特異な傾向の有無を確認するため、全ての評価結果を提示すること。
				2	策定している基準地震動の妥当性等を検証するため、1～3号機の原子炉建屋基礎版上で得られた地震観測記録を号機間毎に比較すること。
				3	敷地内破砕帯について、評価対象としている破砕帯(TF-1断層)に関わる調査・評価のデータのみならず、その代表性が適切であることを判断するため、全ての破砕帯の調査・評価のデータも提示すること。
				4	敷地外において、敷地内破砕帯と同系統・同性状の断層を対象とし、上載地層により活動年代を評価できるか検討すること。
				5	敷地内破砕帯の断層内物質中の石英粒子の変形微細構造を用いた古応力場解析の仮定条件やプロセスを示すこと。
				6	プレート間地震について、地震規模、震源領域等の設定に関わる検討内容を示すこと。
				7	プレート内地震について、ディレクティブティ効果等を考慮した不確かさに関する検討内容を示すこと。さらに東北日本弧において1994年北海道東方沖の地震(M8.2)のような「沈み込んだ海洋プレート内のやや浅い地震」が発生する可能性を否定する根拠を提示すること。
				8	2005年8月16日宮城県沖の地震、2011年東北地方太平洋沖地震及び2011年4月7日宮城県沖の地震により基準地震動を上回る記録が敷地で観測されたことを踏まえ、基準地震動や耐震設計の策定にあたり、どのような考慮がなされたか示すこと。
			津波	9	津波の評価について、波源の位置、波源の特性等の設定に関わる検討内容を示すこと。
				10	2011年東北地方太平洋沖地震により、想定を上回る津波が敷地に到来したことを踏まえ、基準津波や耐津波設計の策定にあたり、どのような考慮がなされたか示すこと。
			その他	11	敷地への火砕流等の到達の有無に関して、詳細な地形・地質調査結果を提示すること。
				12	竜巻影響評価に関し、基準竜巻設定の信頼性(考慮している地域等)や飛来物への防護策に関する妥当性等を説明すること。
				13	降下物(火山灰)の性状を踏まえた建物、機器への影響を説明すること。また、積雪との重畳について説明すること。
			内部火災	14	火災防護対策の区画設定、火災感知設備、消火設備等の妥当性を説明すること。
			内部溢水	15	溢水量の想定等の評価の妥当性について説明すること。

出所：第2回審査会合(平成26年1月28日)において原子力規制庁から示された論点

<参考2> 適合性審査での論点(2/2)

今回説明
(論点No.16, 17の一部)

分類		No.	論点	
原子炉設置変更許可	重大事故等対処施設	重大事故対策	16 確率論的リスク評価(PRA)の手法及び実施結果について、説明すること。	
			17 PRAの実施結果を踏まえ、重大事故等対策の有効性評価における事故シーケンスグループ抽出等の妥当性、格納容器破損モード等に関する評価の十分性、対策に用いられる資機材や体制整備・手順等に関する妥当性について、プラントの特徴を踏まえて検討の上、説明すること。	
			18 重要事故シーケンス及び評価事故シーケンスに対する対策等のシナリオ(事故状態、使用できる設備等)を想定する際の深層防護の考え方について説明すること。	
			19 可搬型重大事故等対処設備の台数及びその配置場所の考え方について説明すること。	
			20 格納容器圧力逃がし装置(フィルタベント)の基本性能(除染係数、排気を妨げる要因がないこと等)の根拠となる実験データ等を説明すること。	
			21 格納容器圧力逃がし装置の運用方法、各運用方法に応じた放射性物質除去性能、作業環境、操作性等の成立性を説明すること。事故後の周辺作業環境等復旧作業を制約する要因がないことを説明すること。	
			22 格納容器圧力逃がし装置使用時の一般公衆の被ばくをできる限り低減する方策が取られていることを説明すること。特に、水で除去が困難なガス状放射性物質の低減対策について検討の上、説明すること。	
			23 大規模損壊時等の対策に用いられる資機材や体制整備・手順等に関する妥当性について、プラントの特徴を踏まえて検討の上、説明すること。	
			事故対応の基盤整備	24 プルーム通過中に中央制御室内の待避所に避難している間、プラントの運転操作ができなくても支障がないことを説明すること。
				25 3号炉に設けられる緊急時対策所のスペース、居住性、運用方法、被ばく評価、配備機材等の妥当性を説明すること。
保安規定変更認可		26	安全を確保・向上させるための原子炉主任技術者等の権限・体制、協力会社を含め全社的体制を説明すること。	

出所:第2回審査会合(平成26年1月28日)において原子力規制庁から示された論点