

北陸電力株式会社における見解等に対する確認項目

[中間取りまとめに関する見解等(回答)及び追加確認事項への回答(北陸電力株式会社)]

これまでの事故分析検討会における他事業者への主な確認点 (第21回、第22回)	中間取りまとめに関する追加確認事項の回答(2021年9月6日)		中間取りまとめに関する見解等の回答(2021年5月6日)		
	事項	回答内容	番号	事項	回答項目 回答内容、理由
<p>【水素濃度】 これまでの知見として、3元図(水素 - 空気 - 水蒸気)が一般的だが、これは理想的な状態と考えている。1Fの原子炉建屋の破損状況からは水素濃度8%程度の水素の爆燃で十分説明できると考えている。</p>				無	今回の中間取りまとめの内容や東京電力の調査状況を踏まえ、原子炉建屋の破損の主要因は原子炉建屋内に滞留した水素の爆燃によって生じた圧力による可能性が高いことについては、当社として異なる見解はありません。 :未解明問題報告書 添付資料1-10'1号機原子炉建屋で発生した水素爆発の解析。
				要	1Fで発生した原子炉建屋内水素爆発については、爆発の発生箇所等について更なる調査が必要と考えております。本件は、貴庁又は他電力会社社で引き続き調査・検討されるものと考えております。なお、調査・検討にあたって当社プラントデータの提供等、必要な協力はさせていただきます。
<p>【水素滞留】 水素ガスの挙動として、定性的には水素等は軽密度が低いので上向きの浮力があるとされているが、爆発による破損状況からはオベフロより下の階に水素がある程度あったと考えられる。原理として物が上がっていくと考えを集中させるのではなく、ゆっくりと漏えいする場合など漏えいしたフロア(オベフロより下階)へそのまま拡散するなどの視点が必要と考えている。</p> <p>比重の関係で水素が上昇していくということは、直感的には分かりやすいが、その上で、上層階が上がっていくというよりは、水素の発生する付近で水素が滞留、拡散すること、他のフロアに行く前に、今、出た部分に対しての拡散があるのではないか。</p> <p>局所にたまった場合にダクトなどに詰まって、止まるようなことについては、どこまで確認したのか。</p> <p>滞留しないように動かししている、ドライブしているものは一体何か。格納容器から押し出されてくる気流が、圧の変化、温度、水蒸気の分布などいくつか考えられる。重要なポイントは何かと考えるか。</p> <p>建屋の中に滞留しないということが、どういうメカニズムで、どこまで言えるのか。</p> <p>水素はそこそこの間に均一化すると、多くの人が信じてきた、それから、計算はそうなるが、それは実際に観察されていることと合うのか。</p> <p>建屋にどれくらいの水素が残る懸念があるのかということについて、議論したことはあるのか。</p> <p>格納容器の漏えい率の設定については、通常の建屋の設計漏えい率をはるかに上まわる数値となっており、相当健全なシール状態に少し掛け率をかけた程度の感じとなっている。有効性評価よりも厳しいというの分かるがちょっとした穴があくとその数値では収まらないのではないか。</p>	<p>(ア) 志賀2号機では、以下のとおり原子炉建屋原子炉棟下層階の水素滞留に配慮することを検討しております。 ・格納容器から原子炉建屋原子炉棟への水素漏えいを防止するため、格納容器ハッチ等のシール部に改良EPDM製シール材等を採用 ・開放面積が広い格納容器ハッチ付近に水素濃度計を設置し、水素濃度が2%程度に到達した場合は、格納容器フィルタ付ベント装置で格納容器内の水素を大気中へ放出し、原子炉建屋への水素漏えいを抑制 ・格納容器ハッチから原子炉建屋可燃性ガス再結合器がある原子炉建屋オベフロに水素を導く経路を確保 ・以上の対応でも水素濃度が低下しない場合、原子炉建屋ブローアウトパネルを開放し、原子炉建屋から水素を排出</p> <p>(5) - 1 関係 (ア)オベレーションフロア以外のフロア(下階)の水素滞留対策をとるべきではないか。 (イ)滞留する水素の濃度が均一でない場合の対策をとるべきではないか。 (ウ)1F2号機の原子炉建屋内への水素漏えい経路として、原子炉ウエル排気ラインの影響が考えられるが、当該ラインの設計や運用(配管設計、弁の有無、弁開閉の運用など)はどのように行われているのか。</p> <p>また、非常用ガス処理系の吸込口は原子炉建屋オベフロにありますので、重大事故時には非常用ガス処理系を使用することにより原子炉建屋原子炉棟下層階から原子炉建屋オベフロへの水素移動を促進することを検討しております。 さらに、原子炉建屋原子炉棟下層階において水素滞留の可能性のある箇所を、今後現場ウォークダウンにより確認してまいります。</p> <p>上記のとおり対応する予定ですが、水素挙動に関して新たな知見が得られた場合には、志賀原子力発電所への反映を検討してまいります。</p> <p>(イ) ・原子炉建屋オベフロでは、原子炉建屋可燃性ガス再結合器の反応熱による上昇気流の発生に伴い、滞留した水素は対流により拡散されるものと考えております。 ・格納容器ハッチから水素が漏えいした場合、格納容器ハッチ付近で局所的に水素濃度が高くなることは考えられますが、格納容器ハッチ付近に水素濃度計を設置し、水素濃度が上昇した場合に格納容器フィルタ付ベント装置で格納容器内の水素を大気中へ放出し、原子炉建屋への水素漏えいを抑制することを検討しております。 ・上記の対応後においても、水素濃度が上昇する場合には原子炉建屋ブローアウトパネル開放により水素を排出することを検討しております。</p> <p>上記のとおり対応する予定ですが、水素挙動に関して新たな知見が得られた場合には、志賀原子力発電所への反映を検討してまいります。</p> <p>(ウ) 志賀1、2号機ともに換気空調系から原子炉ウエルに接続する原子炉ウエル排気ラインは設置されていません。</p>	(5) - 1	水素爆発時の映像及び損傷状況を踏まえると、原子炉建屋の破損の主要因は、原子炉建屋内に滞留した水素の爆燃(水素濃度8%程度)によって生じた圧力による可能性が高い。	<p>志賀2号機では、原子炉建屋の水素対策として次の施策(検知・処理・排出)を実施する予定です(一部実施済)。 ・原子炉建屋オベフロに原子炉建屋可燃性ガス再結合器及び水素濃度計を設置 ・ブローアウトパネルを現場で手動開放し、原子炉建屋から排出する設備及び手順を整備</p> <p>さらに、上記に加え次の施策を実施することを検討しております。 ・開放面積が広い格納容器ハッチ付近に水素濃度計を設置し、原子炉建屋内の広い範囲で漏えいを検知 ・原子炉建屋内の水素濃度上昇を検知した場合は、格納容器フィルタ付ベント装置にて格納容器内の水素を大気中へ放出し、原子炉建屋への水素漏えいを抑制 ・格納容器ハッチから原子炉建屋可燃性ガス再結合器がある原子炉建屋オベフロに水素を導く経路を確保</p> <p>その他、格納容器からの水素漏えい防止対策として次の施策を実施する予定です。 ・常設又は可搬型ポンプによる格納容器スプレイによる格納容器内冷却 ・常設ポンプ、可搬型熱交換設備等を用いた格納容器内除熱 ・格納容器トップヘッドフランジ等のシール材を改良EPDMに変更 ・原子炉ウエル注水による格納容器トップヘッドフランジの冷却</p> <p>志賀1号機も、再稼働に際しては志賀2号機と同様の対応を実施する予定です。</p>	
				なし	
<p>【可燃性ガス】 3号機の水素爆発の映像を分析したところ、火炎に色があったり、爆発の後に上がっていく大きな黒い噴煙があるなど、いわゆる水素だけの爆発で起きたものではなく、水素以外の可燃性ガスの存在があるのではないかと議論している。そのため、ケーブルや塗装などの知見を基礎的な部分から積み上げていきたい。</p> <p>1Fの場合、40年前に敷設した古いケーブルが反応した可能性があり、同じケーブルが手に入るかという難しい部分もあるが、基礎的な実験を行う場合、同じようなものを使いたいと考えている。具体的には、窒素雰囲気中で、例えば燃料デブリが落ちてきたものに触れたり、その近傍にあって非常に高温になったり、あるいは蒸気がかかってある低温の中でガスが出たりなど、様々なパターンを見ながら実験をしたいと考えている。事業者として、どういうイメージを持っているか。</p> <p>ドライブウエルの中にどういう有機系の物質が、どれくらいあるかというのは、まず、先行的に調べられるのではないか。</p>	<p>(5) - 2 関係 (ア)水素以外の可燃性ガスの発生源(可能性)に関する調査にも協力可能と理解して可 いか。 (イ)水素以外の可燃性ガスに関する調査について、自社で実施することについてどのよう に考えるか。 (ウ)可燃性ガスの発生源として原子炉压力容器下部の制御棒駆動機構のケーブル等が考えられるが、ケーブルの量、塗装の種類等を踏まえて、炉内の温度上昇により、どのような可燃性ガスが生じると考えるか。</p> <p>(ア) 調査にあたっては、当社プラントデータの提供等、必要な協力をさせていただきます。 (イ) 水素以外の可燃性ガスに関する調査を行うことは必要と考えており、自社又はBWR電力で協力して調査を実施していきたいと考えております。 (ウ) 溶融炉心の高温影響等により、ケーブル材料等から可燃性ガスが生じる可能性はあると考えられますが、発生するガスの種類や量等の詳細な知見は現状では有していません。</p>	(5) - 2	また、3号機の水素爆発で生じている火炎や爆煙については水素以外の可燃性ガスが寄与している可能性が高い。	<p>水素以外の可燃性ガスの寄与の有無、有の場合はその種類と量について、今後の更なる調査・検討が必要と考えております。本件は、貴庁又は他電力会社社で引き続き調査・検討されるものと考えております。なお、調査・検討にあたって当社プラントデータの提供等、必要な協力はさせていただきます。</p>	
				なし	水素以外の可燃性ガスの寄与の有無、有の場合はその種類と量が判明していない段階であることから、今後の調査・検討結果を踏まえて適切に対応してまいります。

これまでの事故分析検討会における他事業者への主な確認点 (第21回、第22回)		中間取りまとめに関する追加確認事項の回答(2021年9月6日)		中間取りまとめに関する見解等の回答(2021年5月6日)		
		事項	回答内容	番号	事項	回答項目 回答内容、理由
水素防護	<p>【水素の検知と処理】 水素が出てきたときに水素の検知と処理、あるいはその処理ができない場合は対策を考える必要がある。水素の検知は対応が図られている。一方、処理については、PARだけで大丈夫か、何か技術開発する余地があるのではないか、あるいは、対策として、ガスの流れを把握し、ブローアウトパネルを開けることでガスが全て放出されるか事業者として把握していただきたい。</p> <p>【ブローアウトパネル】 ブローアウトパネルは1F2号機の水素爆発を防げた要素だとは思いますが、例えば、1F4号機では、3階のCRD交換機室で爆発が起きている。ブローアウトパネルがオベフロにそれなりに有効であろうというのはいえるが、3階などの低い階にまでブローアウトパネルの効果が働くというのは相当苦しいのではないかと、PARも5階にしかないことから、オベフロより下階の限界点がどこにあるのか探るといってはもっと前向きになっていいのではないかと。</p> <p>【着火源】 1F3号機の4階が最初に着火したように見えていて、その理由が偶発というのはそのとおり。ブローアウトパネルやPARによって水素濃度も段々下がっていくと思うが、一旦建屋に水素が出ると、運転員等にSA対策や復旧作業を取りに行かせるのは非常に厳しい判断であり、そのためにどこまで知見を蓄積できるのかという問題となる。一つの考えとして、むしろ建屋への水素の漏えいの可能性を最小にする措置をとると、限界条件についての知見を蓄積していくアプローチもある。</p>					<p>無</p> <p>水素が滞留した原子炉建屋等における重大事故等対策や復旧作業等の安全確保に関して検討することについて、当社として異なる見解はありません。</p> <p>否</p> <p>現状、更なる調査・検討は必要と考えておりません。</p> <p>(9) - 2 に記載</p>
			<p>作業員の安全確保の観点から原子炉建屋の水素濃度が可燃限界を超えている状況下では、作業員を現場作業に従事させることは出来ないため、原子炉建屋の水素濃度が可燃限界を超えていること又は超える蓋然性が高いことを水素濃度計で検知した場合等には「原子炉建屋からの水素排出対策であるブローアウトパネルの開放を実施することを検討しております。」</p> <p>現場作業は原子炉建屋からの水素排出により原子炉建屋内の水素濃度低減が確認出来た段階で実施することを検討しております。</p> <p>なお、炉心損傷時に重大事故等対策として期待している操作(原子炉注水や格納容器冷却等)の現場作業場所は、原子炉建屋原子炉棟(インナー)以外(原子炉建屋付属棟(アウトナー)又は屋外)とする予定ですので、水素滞留の可能性がある状況において作業員がインナーに入ることはありません。</p>	(9) - 3	<p>同建屋内に水素が滞留していた間には、同建屋周辺で作業員による復旧作業が実施されていたことを踏まえ、水素が滞留した原子炉建屋等における重大事故等対策や復旧作業等の安全確保に関して検討する必要があります。</p>	なし
						<p>無</p> <p>今回の中間取りまとめの内容や東京電力の調査状況 を踏まえ、1F2号機においてラプチャーディスクの作動圧力に到達せずベントが成功しなかったことについて、当社として異なる見解はありません。</p> <p>：「福島原子力事故調査報告書 平成24年6月20日 東京電力株式会社」(以下「東京電力報告書」という。)の「12.1(3) 2号機のベント操作」及び「福島第一原子力発電所1～3号機の炉心・格納容器の状態の推定と未解明問題に関する検討 第5回進捗報告 平成29年12月25日 東京電力ホールディングス株式会社」(以下「未解明問題報告書」という。)の添付1-4「3.2.2号機の代替注水時におけるプラント挙動について」</p> <p>否</p> <p>現状、更なる調査・検討は必要と考えておりません。</p>
ベント機能	<p>【ラプチャーディスクの設計圧力】 特に議論なし</p>			(1) - 1	<p>2号機における原子炉格納容器ベント(以下「ベント」という。)は、主要な隔離弁の開操作など、ベントラインの系統構成は完了していたが、ラプチャーディスク(以下「RD」という。)の作動圧力(528kPa abs(原子炉格納容器(以下「PCV」という。)の設計圧力の1.1倍))に到達せず、ベントは成功しなかった。</p> <p>志賀原子力発電所の耐圧強化ベント系のラプチャーディスクは1F2号機と同様に格納容器の最高使用圧力で作動する設定としておりましたが、その作動圧力をベントを阻害しない圧力まで低下させる予定です。志賀2号機の格納容器フィルタ付ベント装置に設置するラプチャーディスクも同様の設定とする予定です。志賀1号機も、再稼働に際しては同様の対応を実施する予定です。</p> <p><詳細> 耐圧強化ベント系のラプチャーディスクは、隔離弁からの漏えい又は誤操作によって格納容器の隔離機能を阻害しないよう設置されており、その作動圧力は格納容器の最高使用圧力(1Pd)としておりました。これは、耐圧強化ベント系が格納容器の過圧破壊防止対策として整備されていたこと、及び当時のベント開始基準が1Pd以上であったことを踏まえ、ベント開始基準以下の圧力で耐圧強化ベント系が作動しないことを確実にするためでした。</p> <p>一方、1F事故を踏まえ、志賀2号機では、耐圧強化ベント系のラプチャーディスクをベントを阻害しない圧力まで作動圧力を低下させた設計に変更する予定です。これは、当初のラプチャーディスクの設置目的(隔離弁からの漏えい又は誤操作によって格納容器の隔離機能を阻害しない)を踏襲しつつ、ベントの成功を確実にすることを目的としております。</p> <p>また、格納容器フィルタ付ベント装置には上記の目的に加え待機時の窒素封入も目的として、作動圧力が低いラプチャーディスクを設ける予定です。</p> <p>さらに、炉心損傷後においては、格納容器破損箇所からの管理されない核分裂生成物、水素等の放出を低減するために、過温等の格納容器圧力が比較的低い状態で格納容器が破損する場合に備えたベント基準を設けることを検討しております。</p> <p>なお、格納容器ベント弁を確実に開するための施策として、志賀2号機では、1F事故以前から耐圧強化ベント系の格納容器ベント弁(空気作動弁)にはボンベセットによる空気供給手段を整備していました。また、格納容器ベント弁には手動ハンドルを設置しており、全交流動力電源喪失時においても現場操作が可能な設計でした。さらに、1F事故後には圧縮空気ボンベの追加配備や小型発電機等の配備を実施しております。</p> <p>新たに設置する格納容器フィルタ付ベント装置の格納容器ベント弁は電動弁とし、非常用交流電源設備が喪失した場合に備えてガスタービン発電機等を配備する予定です。さらに、格納容器ベント弁に対して遠隔手動操作機構を設け、二次格納施設外から遠隔で手動操作が可能な設計とする予定です。</p> <p>志賀1号機も、再稼働に際しては志賀2号機と同様の対応を実施する予定です。</p> <p>なお、ベントラインのラプチャーディスクに関しては、最新知見を踏まえて様々な事故シナリオを考慮した上で、今後もその設置要否及び作動圧力について検討していきます。</p>	なし

	これまでの事故分析検討会における他事業者への主な確認点 (第21回、第22回)		中間取りまとめに関する追加確認事項の回答(2021年9月6日)		中間取りまとめに関する見解等の回答(2021年5月6日)		
	事項	回答内容	番号	事項	回答項目	回答内容、理由	
ベント機能	<p>【二次格納容器】 BWRにおける二次格納容器に期待している機能なり性能というのをどう捉えているのか、閉じ込めを期待しているのか、一定のDFを期待しているのか。</p> <p>使用済燃料の方は理解出来るが、原子炉本体に関して、炉心に対して二次格納容器が一体どういう役割を期待されているのか、あるいは期待していないのか、何らかの閉じ込めを期待しているのだったら、なぜあいう設計なのか、漏えいがあった際のDFを期待していたのなら、なぜあいう設計なのか、一体何を炉心に対して期待して設計されたのか分からない。何かがあったときに取りあえず外側という場合でも設計する際には、その設計に対する要求条件があったはずであり、その要求条件は何だったのか。</p> <p>歴史的な流れからすると今のようなSAの状態というか、これを考慮して格納容器の設定がなされたのではない、ある程度、耐圧なり、温度なりに条件を与えて、相応に頑強なものだということで、SAみたいなものがあるも持つであろうという想定の下に存在している。SA時には格納容器の中にソースタームが放出されるわけで、格納容器のベネやハッチからどうしても漏れることとなる。その漏れるものをどうするかということで、結果として、元々BWRは格納容器を小さめに造っているのだから、そういうベネやハッチがあちこちたくさん出来てしまい、PWRのようにアニュラス部を造ることが出来なくて、建屋で囲うという設計になったのだからと考えている。ただし、SAを考えたときに水素が漏れいってしまうということが明示的に考えられなかったのは大きな問題だったと思っている。</p> <p>炉心に対しては、PWRのアニュラスとのイメージが一番近いかという感じ。特に、BWRは格納容器の容積が小さいため、熱容量という点ではサブプレッション・プールで補ってはいないものの、容積だけではどうにもならないので、アニュラスみたいなものに替えて比較的大きな空間を、さらに燃料プールもあるからという設計思想と理解。そうだとするとやはり二次格納容器と呼ぶのはどうかという感じとなる。</p> <p>BWRでは、格納容器を小型化するとき、中にはなるべく物を置かないようにしたため、運転あるいは安全系の補機が必要なもので近くに置きたいものをその周りに置くために建屋として置かれたとも考えられる。設備のレイアウトみたいな観点も当然あったと考えられる。</p> <p>二次格納の目的というのはいやっぱりPCVが運転中に漏れいした場合にも、ここは二次格納として必要なかということ、漏れてしまったら、その閉じ込め方はSGTSが担保するんだよというふうに読むものなのか。</p> <p>SGTSが止まってしまうと、機能として二次格納自身の本当の能力というのはなかなか発揮できないということにもつながる。</p> <p>二次格納容器、言葉がそういうふう書いてありますが、一定のところまではそういう格納容器的な機能を期待しているんだけれども、一定以上になったら、そうじゃないものとして運用しないと、むしろ危なくなっちゃうというふうなこともあるので、そういうことをしっかりデザインのときから、あるいは運用のことから、実際の機能はどうなっているのかということも含めて整理をしないといけない。</p> <p>二次格納容器の役割については、事故時に放射性物質の放出を抑制するという機能を設けることという規制要求はどの国にもあると思うが、この圧力抑制型の一次格納容器と原子炉建屋という組合せで格納容器の機能を果たすとしたのは、BWRの設計の選択であったのではないかと。</p> <p>BWRでは原子炉建屋が大きくて、中にいろいろな補機が置いてあり、アクシデントマネジメントを考えると、例えば故障した機器の復旧に行くとか、あるいはモバイルの機器を接続に行くとか、いろいろなマネジメントが考えられるが、その対象となる補機がこの建屋の中にあるというのが今の状況かと思うが、そこについてはいかがか。</p>	<p>(ア) 志賀2号機では、確率的リスク評価(PRA)等から抽出された格納容器破損モード(格納容器過圧・過温破損、高圧溶融物放出/格納容器雰囲気気直接加熱、原子炉压力容器外の溶融燃料・冷却材相互作用、水素燃焼及び溶融炉心・コンクリート相互作用)に対して格納容器破損防止対策を講じており、その有効性を適合性審査において示す予定です。 5月6日の回答では、上記のうち、格納容器過圧・過温破損の対策の例を記載しております。</p> <p>(イ) 志賀2号機の重大事故等対策の有効性評価においては、水蒸気だけではなく、ジルコニウム・水反応により発生する水素、溶融炉心・コンクリート相互作用で生じる水素や一酸化炭素等の非凝縮性ガスによる影響を考慮しても、格納容器過圧破損のおそれがないことを確認する予定です。</p> <p>(ウ) 格納容器破損防止対策は、格納容器の健全性を維持し、放射性物質の環境中への放出量を可能な限り低減することを目的に実施するものと考えております。</p> <p>(イ)PCVの過圧の要因として、水蒸気だけではなく(非凝縮性ガスの存在を考慮すべきではないか。 重大事故時の格納容器内では様々な状況が想定されますが、格納容器の健全性を維持するに当たっては、レベル15PRAの知見等を踏まえて想定すべき格納容器破損モードを適宜、当該格納容器破損モードに対して対策を実施することが適切であるとと考えております。</p> <p>(ウ)PCV破損防止対策は、どのような目的で実施することが適切であるかと考えるか。 志賀2号機では、格納容器過圧・過温破損、高圧溶融物放出/格納容器雰囲気気直接加熱、原子炉压力容器外の溶融燃料・冷却材相互作用、水素燃焼及び溶融炉心・コンクリート相互作用を、想定すべき格納容器破損モードとして抽出しておりますので、これらの格納容器破損モードに対して対策を実施しております。 また、格納容器破損防止対策の基本的な考え方は以下のとおりです。</p> <p>【格納容器破損防止対策の基本的な考え方】 ・原子炉や下部ドライウェルに注水し、溶融炉心を冷却するとともに、格納容器スプレイにより格納容器冷却を実施 ・格納容器除熱は、格納容器バウダリを維持できる除熱手段(代替残留熱除去設備等)を優先的に実施 ・格納容器バウダリを維持できる除熱手段が使用できない場合、格納容器内で水素燃焼のリスクがある場合、又は格納容器が破損若しくは破損に至る蓋然性が高い場合は、格納容器フィルク付ベント装置により格納容器ベントを実施</p>	(1) - 2	このことを踏まえると、事象進展に応じたPCV破損防止対策の意義や役割を検討する必要がある。	無	事象進展に応じた格納容器破損防止対策の意義や役割を検討することについて、当社として異なる見解はありません。	
					否	事象進展に応じた格納容器破損防止対策の意義や役割については、当社として(1) - 2のとおり検討しており、現状、更なる調査・検討が必要と考えておりません。	
						格納容器ベント設備の意義や役割については、(1) - 1に記載しているのとおりです。 (1) - 1に記載されている以外にも、志賀2号機では、格納容器破損防止対策(過圧/過温)として、次のとおり原子炉注水、格納容器冷却、格納容器除熱手段等を整備する予定です。 <主な格納容器破損防止対策> 【原子炉注水】 - 常設ポンプ(常設代替低圧ポンプ(新設)及び復水移送ポンプ(既設))を用いた常設代替低圧注水系 - 可搬型ポンプ(可搬型代替低圧ポンプ)を用いた可搬型代替低圧注水系 【格納容器冷却】 - 常設ポンプ(常設代替低圧ポンプ(新設)及び復水移送ポンプ(既設))を用いた常設代替原子炉格納容器スプレイ系及び常設原子炉格納容器下部注水系 - 可搬型ポンプ(可搬型代替低圧ポンプ)を用いた可搬型代替原子炉格納容器スプレイ系及び可搬型原子炉格納容器下部注水系 【格納容器除熱】 - 常設ポンプ(復水移送ポンプ(既設))、可搬型熱交換設備(新設)等を用いた代替残留熱除去設備 【その他】 - 格納容器のトップヘッドフランジやその他貫通孔のシール材として改良EPDMを採用 志賀1号機も、再稼働に際しては志賀2号機と同様の対応を実施する予定です。	
						なし	
						無	(8) - 1に記載
					否	(8) - 1に記載	
						(8) - 1に記載	
					なし		
	<p>【ラプチャーディスクの設計圧力】 特に議論なし</p>		(1) - 3	なお、3号機のRDにおいてもベントラインの系統構成完了時点では作動圧力には到達しておらず、その後の意図しない自動減圧系(以下「ADS」という。)の動作に伴ってRDが破裂したことでベントに成功している。	無	(8) - 1に記載	
	<p>【AM対策】 特に議論なし</p>	<p>(2)及び(3)関係 (ア)「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネジメントについて」(平成4年5月、原子力安全委員会決定)を踏まえて、発電用原子炉設置者が自主的な保安措置として当時整備したアクシデントマネジメント対策(以下「AM対策」という。)について、以下の事項を回答すること。 i. アクシデントは、どのような考え方により想定されていたのか。 ii. アクシデントの想定に対して、どのような対策(設計、施工及び運用)を講じる方針としたのか。(想定したアクシデントごとに示すこと) iii. アクシデントの想定に対する対策方針を踏まえて、具体的にどのような対策を講じたのか。(対策方針ごとに示すこと) iv. アクシデントの想定に対する対策は、どのような機能、効果を期待していたのか。(対策ごとに示すこと)</p> <p>・志賀原子力発電所のアクシデントマネジメント(AM)対策で考慮したアクシデントは、志賀1、2号機の内的事象確率的安全評価(PSA)の結果から抽出しており、炉心健全性の維持に対する寄与が相対的に大きいシーケンスとして、電源喪失、高圧注水・減圧失敗、高圧・低圧注水失敗、崩壊熱除去失敗等を抽出しております。 ・また、格納容器健全性の維持に対する寄与が相対的に大きいモードとして、貫通部過温、格納容器雰囲気気直接加熱、水蒸気(崩壊熱)による過圧等を抽出しております。 ・抽出したシーケンス等の事象発生を防止するために、電源供給、原子炉への注水機能、原子炉停止機能、格納容器への注水機能、格納容器からの除熱機能に係るAM対策が有効であると見え、現有する設備を最大限に活用することを第一に考慮した検討を行い、添付1に示すとおり対策を行うこととしました。 ・AM対策の効果を確認するため、AM対策の整備前/整備後の状態でPSAを実施し、AM対策が有効であることを確認しております。志賀1号機のPSAでは、AM対策の整備前後で炉心損傷頻度、格納容器破損頻度ともに9割以上低減することを確認しております。また、志賀2号機のPSAでは、AM対策の整備前後で炉心損傷頻度が約3割、格納容器破損頻度が約9割低減することを確認しております。 ・なお、志賀2号機の炉心損傷頻度の低減率が志賀1号機と比べて小さいのはAM対策の一部を当初設計の段階から考慮していたため、AM対策を考慮する前の炉心損傷頻度に一部のAM対策の効果が反映されていることが理由です。</p>			無		

これまでの事故分析検討会における他事業者への主な確認点 (第21回、第22回)	中間取りまとめに関する追加確認事項の回答(2021年9月6日)		中間取りまとめに関する見解等の回答(2021年5月6日)			
	事項	回答内容	番号	事項	回答項目	回答内容、理由
ベント機能 [耐圧強化ベントラインのSGTS配管への接続] 特に議論なし					無	1F1号機及び3号機において、耐圧強化ベント系から非常用ガス処理系を介して原子炉建屋内へのベントガスの逆流、汚染及び水素流入が発生したことについては、当社として異なる見解はありません。
					否	現状、更なる調査・検討は必要と考えておりません。
	(2)-1 関係 (ア)耐圧強化ベントラインと非常用ガス処理系(以下「SGTS」という。)配管との関係と同様の関係にあった系統は、他にどのようなものが存在していたのか。	志賀1,2号機の耐圧強化ベントラインには、非常用ガス処理系の他、換気空調系との接続がありますが、換気空調系との隔離弁はFail Close設計となっております。 その他、AM整備時において上位クラスの系統の改造や接続を行ったものとして、代替制御棒挿入用の電磁弁等の新設、下部ドライウェル注水ラインの新設、隣接号機からの電源融通回路の新設等がありますが、 いずれも隔離弁や遮断器で分離するまでの範囲は上位クラスと同等の設計とする配慮を行っております。	(2)-1	「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策としてのアクシデントマネージメントについて」(平成4年5月、原子力安全委員会決定)を踏まえて、発電用原子炉設置者が自主的な保安措置として当時整備したアクシデントマネージメント対策(以下「AM対策」という。)の1つである耐圧強化ベントラインが重要安全施設である非常用ガス処理系(以下「SGTS」という。)配管へ接続されていたことにより、自号機のSGTS及び原子炉建屋内へのベントガス(核分裂生成物、水素等)の逆流、汚染及び水素流入による原子炉建屋の破壊リスクの拡大を招いている。		志賀2号機の耐圧強化ベント系は、1F事故以前からベントガスが逆流しないよう、ベント時に他系統と隔離可能な設計としております。志賀1号機の耐圧強化ベント系は、原子炉建屋との隔離弁である非常用ガス処理系の入口弁がFail Openの空気作動弁ですが、1F事故以前からベントガスの逆流を発生させないようボンベセットによる空気供給手段を整備し、計装用圧縮空気系が喪失した場合においても隔離可能な設計としております。 志賀2号機に新たに設置する格納容器フィルタ付ベント装置は独立した配管を設置し、他系統との独立性を確保する予定であり、志賀1号機も再稼働に際しては同様の対応をする予定です。 <詳細> 【1F事故以前の状況】 志賀2号機(ABWR):耐圧強化ベント系は非常用ガス処理系に接続(添付2 図-5 参照) ・非常用ガス処理系と耐圧強化ベント系の隔離弁は通常時間でFail As-Isの電動弁とFail Closeの空気作動弁であり、Fail Openではありませんでした。Fail As-Isの電動弁には現場操作が可能となるよう手動ハンドルを設置しており、全交流動力電源喪失時においても操作可能でした。 ・耐圧強化ベント系と換気空調系の隔離弁は通常時間でFail Closeの空気作動弁でした。なお、手動ハンドルを設置しており、全交流動力電源喪失時においても操作可能でした。 ・ベント時には他系統との隔離弁を全て閉止することを手順で明確化していました。 ・なお、格納容器ベント弁は計装用圧縮空気系が機能喪失することを想定し、ボンベセットによる供給手段を整備していました。さらに手動ハンドルを設置しており、全交流動力電源喪失時においても操作可能でした。 志賀1号機(BWR5):耐圧強化ベント系は非常用ガス処理系に接続(添付1 図2.3 参照) ・非常用ガス処理系と耐圧強化ベント系の隔離弁は通常時間でFail As-Isの電動弁とFail Openの空気作動弁でした。Fail As-Isの電動弁は現場操作が可能となるよう手動ハンドルを設置しており、全交流動力電源喪失時においても操作可能でした。 ・Fail Openの空気作動弁には手動ハンドルは設けていなかったものの、計装用圧縮空気系が喪失した場合を想定し、ボンベセットによる空気供給手段を整備していました。 ・耐圧強化ベント系と換気空調系の隔離弁は通常時間でFail Closeの空気作動弁でした。 ・ベント時には他系統との隔離弁を全て閉止することを手順で明確化していました。 ・なお、格納容器ベント弁は計装用圧縮空気系が機能喪失することを想定し、ボンベセットによる空気供給手段を整備していました。 【1F事故後の対応】 志賀2号機 格納容器フィルタ付ベント装置の設計にあたっては、以下を考慮する予定です。 ・サプレッションチェンバのベントラインは新規の格納容器ベントレーションを用いて、他系統と独立した配管を設置します。 ・ドライウェルのベントラインは不活性ガス系配管を一部共用するものの、格納容器第一隔離弁(通常時間でFail Closeの空気作動弁)の手前で分岐し、他系統との独立性を確保します。 志賀1号機 ・耐圧強化ベント系の他系統との隔離弁(Fail Openの空気作動弁)や格納容器ベント弁には、現場で手動操作が可能となるよう手動ハンドルを追設しております。 ・その他の対応については、再稼働に際しては志賀2号機と同様の対応を実施する予定です。
					なし	

これまでの事故分析検討会における他事業者への主な確認点 (第21回、第22回)	中間取りまとめに関する追加確認事項の回答(2021年9月6日)		中間取りまとめに関する見解等の回答(2021年5月6日)		
	事項	回答内容	番号	事項	回答内容、理由
【AM対策の設計、施工および運用の考え方】 特に議論なし	(2)-2 関係 (ア)具体的にどのような協力が可能か。 (イ)自社で調査・検討を実施しないのはなぜか。	(ア) 当社プラントのAM対策の設計、施工及び運用(手順書)に係る技術資料を提示可能と考えております。 (イ) 福島事故後、AM対策の振り返りは実施しており 、その中で得られた知見は再稼働に向けた新規制基準対応の中で志賀原子力発電所に反映していく予定です。 AM対策に関して新たな知見が得られた場合には、改めて検討を行いたいと考えております。	(2)-2	無	設計基準対象施設等への接続を含めたAM対策の設計、施工及び運用の考え方を確認することについて、当社として異なる見解はありません。
	(2)-2 関係 (ア)耐圧強化ベントラインの設計(SGTS配管接続を含む)に係る当時の検討経緯及び関連資料を示すこと。	志賀1,2号機の耐圧強化ベント系へのボンベセット設置、排気筒接続及び非常用ガス処理系の弁設計の考え方は次のとおりです(耐圧強化ベント系の概略図は添付2を参照)。 【ボンベセット設置】 耐圧強化ベント系は、残留熱除去系(RHR系)が何らかの理由で多重故障している状態において使用する必要がある設備であり、RHR系の 多重故障の要因は多岐にわたるため、基本的には既存の設備からは独立させて設置することが望ましい と考えております。そのため、計装用圧縮空気系を用いて開閉操作する空気作動弁には、ボンベセットを設置することとしております。 【排気筒接続】 耐圧強化ベント系は、既存の非常用ガス処理系配管を活用していることから、その構造は非常用ガス処理系の設計に依存しております。 志賀1,2号機では、 非常用ガス処理系設計時に排出ガスを高所放出するため 、排気管を排気筒頂部まで敷設する構造としておりましたので、耐圧強化ベント系の排出も同様に排気筒頂部となっております。 また、 非常用ガス処理系の設計は当初から排気管を排気筒頂部まで敷設する前提で行われており 、1Fのように排気筒底部に接続する検討は行ってはおりません。 【非常用ガス処理系の弁設計】 非常用ガス処理系の弁設計として、フィルタ装置の入口弁/出口弁は電動弁(Fail As Is)、系統入口弁は空気作動弁(Fail Open)としております。 弁設置の基本的な考え方として、駆動源喪失時における安全側の動作が閉方向又は開方向のいずれか一方に限定出来る場合には空気作動弁を設置し、そうでない場合は電動弁を設置することとしております。 非常用ガス処理系の系統入口弁が空気作動弁(Fail Open)となっているのは、非常用ガス処理系の機能として駆動源喪失時に弁が開方向の動作をすることによる悪影響が無いためです。 一方、フィルタ装置の入口弁/出口弁は次の2点を考慮して電動弁(Fail As Is)としております。 非常用ガス処理系はファンや配管等が多重化されていることから、空気作動弁(Fail Open)とすると弁駆動源が喪失した状態で非常用ガス処理系を運転した場合に停止側系列の出口から排出ガスが逆流する恐れがあること フィルタ装置入口弁/出口弁のいずれかで系統流量調節のための中間開度での運転を可能とすること また、当時の検討経緯に関する関連資料として以下を添付します。 添付3: 志賀原子力発電所のアクシデントマネジメント整備報告書(平成14年5月、北陸電力株式会社) 添付4: 志賀原子力発電所2号炉のアクシデントマネジメント検討報告書(平成15年7月、北陸電力株式会社)		これを踏まえ、設計基準対象施設等への接続を含めたAM対策(耐圧強化ベントライン等)の設計、施工及び運用の考え方を確認する必要がある。	要
【排気筒の構造】 耐圧強化ベントについて、BWR各社で排気筒を経由してベントを出すという共通の認識だったとしているが、事故分析では当該排気筒は非常に汚染の程度が高かった。根本的なところとして、排気筒から放出できる設計だったのか。鳥根1号機は排気筒に対してSGTS配管が途中までしかない、1F1号機と同様の設計であり、当時、耐圧強化ベントを設計したときにどういう流動を想定していたのか等の知見はないか。	(3)-1 関係 (ア)ベントガスを排気筒底部から排気筒内に排出する設計とすることは、BWR各社の共通認識であったか。	AM整備以前から、非常用ガス処理系(ファン・フィルタ含む)を使用した格納容器ベント手段があったものの、ファン・フィルタ等において耐圧が低い箇所があり、使用可能な圧力範囲が限定されておりました。 耐圧強化ベント系は、上記を踏まえて格納容器ベントが実施可能な格納容器圧力の範囲を広げることが目的として設置したものです。 耐圧強化ベント系が、 既存の非常用ガス処理系配管を活用することを基本とし 、低圧設計部(ファン・フィルタ等)に ハイパス配管を設けて排気筒に連く思想であることに関してはBWR各社で共通認識があった と考えております。 一方、非常用ガス処理系配管が排気筒に到達した後の排出先(排気筒頂部/底部)がBWR各社で異なるのは非常用ガス処理系自体の設計の差異に由来するものと考えておりますが、 排気筒に到達した後の排出先についてBWR各社で共通認識があった記録は確認できておりません 。なお、志賀1,2号機は排気筒頂部まで排気管を敷設しております。	(3)-1	無	1F1号機におけるベントは、AM対策により、ベントガスが非常用ガス処理系配管の一部を経由して排気筒から排出される設計、施工及び運用がされていたことについて、当社として異なる見解はありません。
				否	現状、更なる調査・検討は必要と考えておりません。
				無	志賀1/2号機ともに、自主保安として整備したAM対策である耐圧強化ベント系は、1Fと同様に非常用ガス処理系配管の一部を経由しております。 志賀2号機で新たに設置予定の格納容器フィルタ付ベント装置は、次の点を考慮する予定です。 ・サブプレッションチェーンのベントラインは新規の格納容器ベントレーションを用いることとし、他系統と独立した配管を設置します。 ・ドライウェルのベントラインは不活性ガス系配管の一部を経由するものの、格納容器第一隔離弁の手前で分岐させ、他系統との独立性を確保します。 志賀1号機も、再稼働に際しては志賀2号機と同様の対応を実施する予定です。
				なし	

これまでの事故分析検討会における他事業者への主な確認点 (第21回、第22回)	中間取りまとめに関する追加確認事項の回答(2021年9月6日)		中間取りまとめに関する見解等の回答(2021年5月6日)		
	事項	回答内容	番号	事項	回答項目 回答内容、理由
[排気筒の構造] 特に議論なし	(3)-2 関係 (ア)福島第一原子力発電所(以下「1F」という。)のベントガスの挙動には、どのような特徴があったと考えるか。	1F中間取りまとめに記載されているとおり、以下の特徴があったものと認識しております。 ・非常用ガス処理系配管が排気筒底部に接続されており、排気筒は非常用ガス処理系配管よりも口径が大きいことからベントガスが排気筒内に流入した後に流速が低下し、エアロゾル等の核分裂生成物が排気筒頂部まで到達せず排気筒内部に滞留・沈降し、排気筒底部に高い汚染が発生 ・他系統との隔離を実施せずに格納容器ベントを実施したことにより、他系統を介して原子炉建屋内にベントガスが流入 ・非常用ガス処理系配管が排気筒手前で他号機と合流していたことから、非常用ガス処理系配管を介して他号機にベントガスが流入	(3)-2	1/2号機共用排気筒内部では、排気筒頂部までの排気配管がなく、排気筒内にベントガスが滞留したことが、排気筒下部の高い汚染の原因となった。	無 1F/2号機共用排気筒において排気筒内にベントガスが滞留したことが、排気筒下部の高い汚染の原因になったことについて、当社として異なる見解はありません。
				否	現状、更なる調査・検討は必要と考えておりません。
					志賀1/2号機の非常用ガス処理系排気筒は、設置当初から排気筒の頂部高さまで敷設されており、自主保安として整備したAM対策である耐圧強化ベント系の設置にあたり非常用ガス処理系配管の共用を行った結果、排気筒頂部でベントガスが放出される構造となっております。 また、志賀2号機に新たに設置する格納容器フィルタ付ベント装置では、排気筒を主排気筒外側に独立して設置し、耐圧強化ベント系と同様に排気筒頂部高さまで敷設する構造とする予定です。 志賀1号機も、再稼働に際しては志賀2号機と同様の対応を実施する予定です。
					なし
ベント機能 [流路構造やベントガスの組成等の考慮] 特に議論なし			(3)-3		無 AM対策が耐圧強化ベント配管の構造やベントガスの挙動、組成等をどのように考慮していたのかを確認することについて、当社として異なる見解はありません。
				要 [AM対策整備当時の考え方] エアロゾル・よう素に関しては、サブプレッションチェンバメント時のプールスクラビングによる環境への放出低減を考慮していました。水素に対する設計上の考慮については、格納容器内空気の窒素置換は行っていたものの、耐圧強化ベント系統内の水素滞留について検討していた記録はありませんでした。	
				このことを踏まえると、AM対策が排気系統配管の構造やベントガスの挙動、組成等をどのように考慮していたのか確認する必要がある。	(3)-2 に記載している内容に加えて以下を考慮しております。 ・志賀2号機の格納容器フィルタ付ベント装置は、系統内に水素が滞留し、水素燃焼が発生しないよう、通常運転時から窒素を封入するとともに、格納容器フィルタ付ベント装置までを下り勾配、格納容器フィルタ付ベント装置以降を登り勾配とする予定です。また、配管分岐部にも水素が滞留しない設計とする予定です。さらに、ベント終了後においては窒素供給を実施する予定です。 ・格納容器ベント後の配管等への核分裂生成物付着も考慮した上で被ばく線量評価を実施し、SA作業の成立性を確認する予定です。 ・耐圧強化ベント系は、水素滞留防止の観点から炉心損傷後には使用しないことを検討しており、水素流入の可能性は小さいと考えております。一方、その配管経路は原子炉建屋上層階から非常用ガス処理系トレンチを介して排気筒に繋がっており連続登り勾配でないこと、配管分岐部が複数あり分岐部における水素滞留の可能性が否定できないことを踏まえ、対応を検討中です。 志賀1号機も、再稼働に際しては志賀2号機と同様の対応を実施する予定です。
					なし
[ベントガスの挙動] 特に議論なし			(3)-4		無 現行の原子炉施設の排気系統におけるベントガスの挙動の考え方を確認することについて、当社として異なる見解はありません。
				否	現行の原子炉施設の排気系統におけるベントガスの挙動の考え方を確認することについて、当社の考えは(3)-3 のとおりであり、現状、更なる調査・検討が必要と考えておりません。
	(3)-4 関係 (ア)貴社の現在の排気系統では、ベントガスはどのように挙動すると考えるか(最も滞留する可能性がある箇所はどこか、など)。	・志賀2号機の格納容器フィルタ付ベント装置は、水素滞留が発生しないよう配慮した設計とする予定です。なお、排気筒の外側に沿わせるように排気管を敷設する予定であることから排気筒内部にベントガスが滞留することはありません。 ・志賀2号機の耐圧強化ベント系は、水素滞留防止の観点から炉心損傷後には使用しないことを検討しておりますが、換気空調系や非常用ガス処理系との接続箇所において分岐部があり、当該分岐部における水素滞留が否定できないと考えております。なお、排気筒頂部まで排気管が敷設されていることから1Fのように排気筒内部にベントガスが滞留し、排気筒底部に核分裂生成物が蓄積することはありません。			(3)-3 に記載
					なし

これまでの事故分析検討会における他事業者への主な確認点 (第21回、第22回)		中間取りまとめに関する追加確認事項の回答(2021年9月6日)		中間取りまとめに関する見解等の回答(2021年5月6日)			
		事項	回答内容	番号	事項	回答項目 回答内容、理由	
ベント機能	[真空破壊弁の故障] 特に議論なし			(4) - 1	放射性物質の漏えい経路について、真空破壊弁の故障が炉心溶融後のベント時に生じると、ドライウェル中の気体がサブプレッションプールにおけるスクラビングを経由せずにPCV外に放出される経路が生じる可能性がある。	無	真空破壊装置はSA設備とすることを検討しており、SA設備はSA環境下での耐性を備えた設備とすること、真空破壊装置自体が単純な動作をする逆止弁であることを踏まえ、SA時においてその機能が喪失する可能性は小さいと考えております。 一方、真空破壊装置は、2F1号機においてガスケットが脱落していること、格納容器内に8個設置されていることから、故障の可能性は否定し切れないと考えております。真空破壊装置に故障が発生した場合にはドライウェル中の気体がサブプレッションプールスクラビングを経由せずに格納容器外に放出される経路が生じるについて、当社として異なる見解はありません。
						否	現状、更なる調査・検討は必要と考えておりません。
							真空破壊装置はSA設備とすることを検討しており、SA設備はSA環境下における耐性を備えた設備とする予定です。なお、志賀2号機の真空破壊装置のガスケットは改良EPDMに交換することを検討しております。 諸外国の確率的リスク評価の知見を踏まえ、 残余のリスクを評価する観点から確率論的リスク評価の高度化の中で真空破壊装置の故障(1弁開固着)のモデル化を進めております。 格納容器フィルタ付ベント装置はサブプレッションプールスクラビングを経由しないドライウェルベントも考慮した設計としており、新規基準適合性審査におけるベント時のセシウム放出量評価や被ばく評価においては、ドライウェルベントを実施した場合の評価も行う予定です。仮に真空破壊装置が故障し、サブプレッションプールスクラビングがバイパスされたとしてもドライウェルベント時の評価に包絡されると考えております。
						なし	
減圧機能	[SA時の漏えい経路] 特に議論なし			(4) - 2	このため、当該経路を従来の重大事故等(以下「SA」という。)時における漏えい経路に追加する必要がある。	無	真空破壊装置の漏えい経路を従来の重大事故等時における漏えい経路に追加することについては、当社として異なる見解はありません。
		(4) - 2 関係 (ア)具体的にどのような調査・検討が必要と考えるか。	事故時に真空破壊装置が故障した場合の格納容器圧力挙動といった事故進展への影響を解析等により確認するとともに、PRAへ取り入れた場合の影響確認を行うことを検討しております。			要	真空破壊装置の漏えい経路を従来の重大事故等時における漏えい経路に追加することについては、(4) - 1 に記載のとおり、確率的リスク評価の高度化の中で真空破壊装置の故障(1弁開固着)のモデル化を進めており、今後、当社で適切に対応してまいります。
		(4) - 2 関係 (ア)真空破壊弁の故障により、ドライウェル中の気体がスクラビングを経由しないで放出される経路が生じた場合、具体的にプラント挙動や事象進展にどのような影響があるか。	原子炉冷却材喪失事故又は圧力容器破損時において、真空破壊装置の開固着等が発生すると、ベント管を介したサブプレッションプールスクラビングによる蒸気凝縮効果が得られず、 真空破壊装置の開固着等が無い場合に比べて格納容器内圧力及び温度の推移が厳しくなる可能性があります。 また、サブプレッションチェンバからの格納容器ベント時において、真空破壊装置の開固着等が発生すると、ドライウェル内雰囲気ガスがサブプレッションプールでスクラビングされずに環境中に放出され、放射性物質の放出量が真空破壊装置の開固着等が無い場合に比べて大きくなる可能性があります。 なお、原子炉冷却材喪失事故や圧力容器破損が無い場合、原子炉で生じる蒸気は逃がし安全弁排気管等を通じてサブプレッションチェンバへ導かれることから、真空破壊装置の故障による影響はないと考えております。 志賀2号機では、PRA高度化の一環として、イベントツリーに真空破壊装置の故障(1弁開固着)に係る分岐を設け、真空破壊装置が故障した場合の影響をPRAで考慮することを検討しております。				(4) - 1 に記載
						なし	
減圧機能	[SRV逃がし弁機能] 特に議論なし			(6) - 1	主蒸気逃がし安全弁(以下「SRV」という。)の逃がし弁機能の不安定動作(中途開閉状態の継続と開信号解除の不成立)が生じた原因が不明である。	無	逃がし安全弁の逃がし弁機能の不安定動作が生じた原因が不明という点について、当社として異なる見解はありません。
		(6) - 1 関係 (ア)中間取りまとめ別添15に示す検討内容を踏まえて、どのような検討が必要であると考えるか。また、どのような検討が実施可能か。	逃がし安全弁(逃がし弁機能)の不安定動作に関して「不安定動作が生じた原因の調査」と「重大事故等時の事象進展に与える影響の検討」が必要と考えており、それぞれ実施可能な内容は以下のとおりです。 逃がし弁機能の不安定動作が生じた原因の調査 当社プラントの設計図書等を確認し、逃がし弁機能の不安定動作が生じた原因を検討することを考えております。 逃がし弁機能の不安定動作が重大事故等時の事象進展に与える影響の検討 原子炉圧力制御機能(逃がし弁機能)の不安定動作が重大事故等時の事象進展に与える影響を 定性的な検討や解析評価により確認 することを考えております。			要	逃がし安全弁の逃がし弁機能の不安定動作が生じた原因又は不安定動作による影響について、更なる調査・検討が必要と考えており、自社又は他のBWR電力と協力して実施していくことを考えております。
							逃がし安全弁の逃がし弁機能の不安定動作は原因が不明なため、今後の調査・検討結果を踏まえて当社プラントに反映すべき事項が出てきた場合は適切に対応してまいります。 一方、 今回の事象は逃がし安全弁の原子炉圧力制御機能(逃がし弁機能)に影響は与えているものの、逃がし安全弁は原子炉減圧機能(自動減圧、手動減圧等)がより重要 と考えており、志賀2号機においては原子炉減圧機能の強化として次の対応を実施する予定です(一部実施済)。 ・逃がし安全弁駆動用窒素ガスボンベの追加配備 ・逃がし安全弁駆動電源の多様化(可搬型蓄電池等) ・逃がし安全弁補助作動装置の設置 さらに、原子炉減圧機能の強化として次の施策を実施することを検討しております。 ・逃がし安全弁を保護するための格納容器スレイ手順の整備 志賀1号機も、再稼働に際しては志賀2号機と同様の対応を実施する予定です。
						なし	

	これまでの事故分析検討会における他事業者への主な確認点 (第21回、第22回)	中間取りまとめに関する追加確認事項の回答(2021年9月6日)		中間取りまとめに関する見解等の回答(2021年5月6日)			
		事項	回答内容	番号	事項	回答項目 回答内容、理由	
減圧機能	【SBO条件下での機器の不安定動作の可能性】 特に議論なし			(6) - 2	このことを踏まえ、全交流動力電源喪失(以下「SBO」という。)条件下でのSRVの逃がし弁機能の挙動、計装用圧縮空気系又は高圧窒素ガス供給系(格納容器内機器へ窒素供給)の隔離による影響並びに不安定動作が確認された逃がし安全弁以外の機器における不安定動作の可能性を把握することについては、当社として異なる見解はありません。	無	
						要	全交流動力電源喪失条件下での逃がし安全弁の逃がし弁機能の挙動、計装用圧縮空気系又は高圧窒素ガス供給系(格納容器内機器へ窒素供給)の隔離による影響並びに逃がし安全弁以外の機器における計装用圧縮空気系又は高圧窒素ガス供給系(格納容器内機器へ窒素供給)の隔離に伴う不安定動作の可能性を把握することについては、更なる調査・検討が必要と考えており、自社又は他のBWR電力と協力して実施していくことを考えております。 なお、計装用圧縮空気系又は高圧窒素ガス供給系(格納容器内機器へ窒素供給)から空気(窒素)を供給している空気(窒素)作動弁については、従来から駆動空気(窒素)喪失時に安全側の動作をする設計(本来の機能を阻害しない設計)としておりますが、SA下における動作について今後調査をしていきます。
		(6) - 2 関係 (ア)1Fの主蒸気逃がし安全弁(以下「SRV」という。)の逃がし弁機能で不安定動作が生じたことを踏まえ、全交流動力電源喪失条件下では貴社のSRVにどのような不安定動作が生じると考えるか。	逃がし安全弁への窒素供給が停止した場合、アキュムレータの残圧で動作を行うこととなるため、窒素の消費によるアキュムレータ圧力低下と弁の開動作に必要な圧力との関係により、1F同様の不安定動作が生じると考えております。 志賀2号機では、逃がし安全弁の駆動源として高圧窒素ガス供給系を整備するとともに、予備の窒素ガスポンペを配備しております。 なお、原子炉減圧操作を実施し、低圧注水に切り替えた後は1F同様の不安定動作は発生しないものと考えております。			(6) - 1 にて回答	
【SRV安全弁機能】 特に議論なし	【知見の集積】 シビアアクシデント(SA)は設計基準(DB)の枠を超えているため、分からないことが起こるものと思わざるを得ない。こうなるはずだという演算的アプローチもあるが、結局最後は、ここから先は危険ゾーンだというのがどこまで分かっているかというのが大事な情報となる。例えば、水素の濃度は水蒸気雰囲気下では一体何%になればどれくらいの圧力を生み出すかなど、知見を集積していく努力が必要。これは、規制組織だけでなく、事業者も一緒になって考えていかないと継続的改善は進まないと思っている。実験をやるとか、シビアアクシデント時の機器の挙動についての知見を事業者の中で分担して蓄積していくなどの実証的アプローチをやっていくということにはならないのか。 知識のフロンティアを進めていくこと、福島以前を超えた今の新しい原子力の安全の考え方の中で、継続的改善と、全体としての安全性向上という中で、積極的に事業者が役割を果たすという動きが大切ではないか。 実際に起こったことを理解することができるツールであるのかということを検証していくという一つのメニューと捉えていいのではないか。 知見の集積として、BWR各社で何か検討しているとかという状況はあるのか。 シビアアクシデント時に想定していないような状況で、安全系の機器とか機能が要求されるようなものがどう実際に動くのか動かないのかみたいなことを考えなければいけないだろうという問題意識に対して、事業者やメーカー等で知見の収集もしっかりやっていくべき、やっていきたいというように回答されているが、これは何か具体的な取組の計画、あるいは検討中の状況とか何か具体的に考えや計画があれば説明頂きたい。 シビアアクシデントが視野に入っている状態、入っていない状態、入っていない状態で設計されたものがある以上、今度はシビアアクシデントを視野に入れなければならない世界になったときに、今度はもう追加の設計で対応するのか、それともマネジメントなのか、これはそんなに時間をかけていいとも思わないが、電力各社との共通理解が持てるように議論を続けたい。	(7) - 1 関係 (ア)SRVの安全弁機能の作動開始圧力の低下要因として、他にどのような要因が考えられるか。	逃がし安全弁の安全弁機能はバネによる単純な機械的機構であり、当社としては高温によるバネの低下以外に作動開始圧力が低下した要因として考えているものはありません。	(7) - 1	SRVの安全弁機能の作動開始圧力が低下していたなど、SA条件下では様々な機器が設計基準事故条件下とは異なる挙動をしている。	無	今回の中間取りまとめの内容や東京電力の調査状況を踏まえ、1F事故において自動減圧系や逃がし安全弁が設計と異なる挙動をしていたことについて、当社として異なる見解はありません。 ：未解明問題報告書 添付資料3-3'3号機13日9時頃に発生した原子炉圧力の低下挙動について。
						否	現状、更なる調査・検討は必要と考えておりません。
						なし	志賀2号機では、SA設備・SA計測機器に対して次の方針で設計する予定です。 ・新設のSA設備・SA計測機器は、SA環境下で有効に機能するよう設計します。 ・既設を活用したSA設備・SA計測機器も、SA環境下での健全性を確認の上、必要な場合は設計を変更します。 ・さらに、代替パラメータによる推定手段を整備し、多様性を確保します。 ・今後SA環境下での機器の設計上の想定と異なる挙動にかかる新知見が得られた場合には、当社プラントへの反映要否を検討の上、適切に対応します。 志賀1号機も、再稼働に際しては志賀2号機と同様の対応を実施する予定です。
【SA環境下の試験等】 知見の集積に関連して、具体的な試験、電力でないといけない試験等を提案し、それに応えてもらえるかどうか、例えば、PCVのベネについては高温・高圧下での漏れ試験等々はほとんど前例がない。一方でSA時の格納容器の挙動を考える上では重要なものとなる。現状は、設計漏えい率を用いているが、これ自体保守性が積まれていたり、過温条件というような考慮がされているものでもない。SA条件を考慮した、あるいは視野に入れた漏えい率試験などはSAを考える上で非常にニーズが高いと考えるが、事業者としてはこのような試験は可能なのか。	(7) - 2 関係 (ア)シビアアクシデント(以下「SA」という。)時の機器の挙動に関する知見は、誰がどのように集積すべきと考えるか。	重大事故等時の機器の挙動に関する知見の内、必要なものはメーカー又は研究機関の協力を得ながら、自社又はBWR電力で協力して集積を行うものと考えております。	(7) - 2	このため、SA時の機器の挙動に関する知見を集積する必要がある。	無	SA時の機器の挙動に関する知見の集積については、当社として異なる見解はありません。	
	(7) - 2 関係 (ア)SA時の機器の実力値(作動回数の限界値等)を把握すべきではないか。	重大事故等時に機能に期待する機器は、重大事故等環境下での健全性を確認し、当該環境条件の範囲内では機能が発揮できることを確認するとともに、駆動源が必要な機器は、重大事故等時における機器の作動回数を満足するように駆動源容量を確保することを検討しております。 一方、機器の耐環境性、駆動源容量ともに余裕を持って確保することを検討しているため、機器の実力値は想定よりも高くなるかと考えております。 耐環境性や駆動回数の観点で機器が使用可能と判断できる範囲を広げることは、想定している環境条件・機器作動回数を越える状況が発生した場合における運用のより適切な検討・実施に繋がるため、継続的な調査は有効と考えております。			要	新規基準適合性の観点では、SA設備はSA環境下での耐性を備え、期待された機能を発揮できる設備とする予定であるため、設計上の想定と異なる挙動が起これば考えにくいものの、今後SA環境下での機器の設計上の想定と異なる挙動にかかる新知見が得られた場合には、当社プラントへの反映要否を検討の上、適切に対応してまいります。自社又はBWR電力で協力して実施するものと考えております。	
					(7) - 1 に記載	なし	

これまでの事故分析検討会における他事業者への主な確認点 (第21回、第22回)	中間取りまとめに関する追加確認事項の回答(2021年9月6日)		中間取りまとめに関する見解等の回答(2021年5月6日)			
	事項	回答内容	番号	事項	回答項目 回答内容、理由	
【SA条件下での計測機器の信頼性】 特に議論なし			(7) - 3	また、AM対策の圧力計を含めて、SA条件下での計測機器の信頼性について検証する必要がある。	無	SA時の計測機器の信頼性の検証については、当社として異なる見解はありません。
					要	新規制基準適合性の観点では、SA計測機器はSA環境下での耐性を備え、期待された機能を発揮できる計測機器とする予定であるため、設計上の想定と異なる挙動が起こることは考えにくいものの、今後SA環境下での計測機器の設計上の想定と異なる挙動にかかる新知見が得られた場合には、当社プラントへの反映要否を検討の上、適切に対応してまいります。自社又はBWR電力で協力して実施するものと考えております。
					(7) - 1	に記載
					なし	
【自動減圧系(ADS)の作動】 特に議論なし			(8) - 1	3号機のベントについては、(1)でも触れているが、ADSが設計の意図と異なる条件(サブプレッションチェンバ圧力の上昇による低圧注水ポンプの背圧上昇を誤検知したこと)で作動したことによりPCV圧力がRDの破壊圧力に達し、ベントが成立した。	無	今回の中間取りまとめの内容や東京電力の調査状況を踏まえ、1F3号機において自動減圧系が設計の意図と異なる条件(サブプレッションチェンバ圧力の上昇による低圧注水ポンプの背圧上昇を誤検知したこと)により格納容器圧力がラプチャーディスクの破壊圧力に達してベントが成立したことについては、当社として異なる見解はありません。 :未解明問題報告書 添付資料3-3'3号機13日9時頃に発生した原子炉圧力の低下挙動について;
					否	現状、更なる調査・検討は必要と考えておりません。
						志賀2号機では、1F3号機と同様の事象が発生することは考え難いです。理由は次のとおりです。 ・自動減圧系起動信号のインターロックとして残留熱除去系ポンプ吐出圧を用いていますが、格納容器の最高使用圧力の2倍(620kPa(gage))にサブプレッションチェンバの静水頭(満水でも200kPa程度)を考慮しても十分に高い設定値となっております。 ・さらに、運転手順書では、不要な自動減圧系作動防止を目的に、格納容器圧力が最高使用圧力を超える可能性があるSOP手順を導入する時点で自動減圧系作動阻止操作を実施する予定としております。 ・代替自動減圧機能も同様です。 志賀1号機では、自動減圧系起動信号のインターロックとして残留熱除去系ポンプ運転中の信号を用いていることから、1F3号機と同様の事象が発生することはありません。
					なし	
【ADSの作動に関する設計条件】 特に議論なし			(8) - 2	このことを踏まえると、SA時のADSの作動に関する設計条件等を確認する必要がある。	無	SA時の自動減圧系の作動に関する設計条件等を確認することについては、当社として異なる見解はありません。
					否	志賀1/2号機については(8) - 1に記載のとおり検討しているため、現状、更なる調査・検討は必要と考えておりません。
	(8) - 2 関係 (ア)自動減圧系を含めて、SA時に動作を期待する機器の作動信号については、機器の破損防止等のためのインターロックがSA時の操作に与える悪影響をどのように考えているか(SA時の操作時にインターロックのために動作しない等の悪影響を考慮しているか)。 (例)ジャンパー又はリフト手順を整備しているインターロック 格納容器ベント時のベントラインに設置されている格納容器隔離弁の隔離信号のバイパス 主蒸気隔離弁開放による原子炉減圧を実施する場合の主蒸気隔離弁の隔離信号のバイパス 原子炉冷却材浄化系又はドライウェル冷却系により代替除熱を行う場合の原子炉補機冷却系の常用負荷隔離信号のバイパス	(8) - 1			に記載	
					なし	
【水素によるPCV加圧】 特に議論なし			(8) - 3	また、PCV圧力が上昇する主要因として、水蒸気発生が想定されてきたが、水素による加圧及び漏えいによる減圧などのふるまいが、従来の事故シナリオに対してどの程度影響するのか具体的に確認する必要がある。	無	格納容器圧力が上昇する要因として、水素による加圧及び漏えいによる減圧などのふるまいが従来の事故シナリオに対してどの程度影響するのか具体的に確認することについて、当社として異なる見解はありません。
					否	当社プラントについては、(8) - 3のとおり対応を検討しているため、現状、更なる調査・検討は必要と考えておりません。
	(8) - 3 関係 (ア)PCVからの水素漏えいによるPCVの減圧は、PCVの圧力上昇を緩和するため影響は小さいことであるが、水素漏えいによる悪影響として、どのようなことが考えられるか。 格納容器から雰囲気ガス(水素)が漏えいした場合の悪影響としては、原子炉建屋における水素爆発発生や環境悪化、環境への放射性物質放出量の増加等が考えられます。また、原子炉建屋で水素爆発が発生することで格納容器の破損が拡大する恐れがあると考えております。一方、格納容器内に対しては、雰囲気ガスの漏えいは圧力や水素濃度の上昇を緩和する方向の現象であることから、格納容器内の事象進展に悪影響を及ぼすことは考えにくいです。				志賀2号機では、新規制基準適合性審査の中で水蒸気発生以外に水素等による過圧(ジルコニウム-水反応による水素発生、溶融炉心・コンクリート相互作用による非凝縮性ガスの発生等)を考慮した上で、格納容器圧力が制限値を下回る評価を示す予定でです。 なお、漏えいによる減圧等のふるまいは、格納容器圧力を緩和する方向に働くことから、格納容器内の圧力挙動評価等において改めてその影響を考慮する必要性は小さいと考えております。	
					なし	志賀1号機も、再稼働に際しては志賀2号機と同様の対応を実施する予定です。

(2) - 2 の回答中の添付1, 2については、「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ」(2021年3月5日)に関する見解等について(依頼)に対する回答 2021年5月6日 北陸電力株式会社を参照のこと。
(2)及び(3)関係の回答中の添付1及び(2) - 2 関係の回答中の添付2 ~ 4については、「東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・分析に係る中間取りまとめ」(2021年3月5日)に関する見解等について(依頼)に対する回答 2021年9月6日 北陸電力株式会社を参照のこと。