

柏崎刈羽原子力発電所6号機
新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る
点検・評価に関する報告

平成21年6月24日



東京電力

本資料の説明内容について

- 1. 本報告書の位置づけ
- 2. 機器レベルの設備点検
 - 点検結果（前回報告（H21.1.28）からの進捗）
 - 地震応答解析結果
 - 総合評価
- 3. 系統レベルの点検評価
 - 系統レベルの点検評価（前回からの進捗）
 - 系統機能試験結果
 - 系統健全性評価
- 4. 新潟県中越沖地震に係る不適合について
- 5. 他号機と共用する設備の点検・評価について
- 6. まとめ
- 7. 参考資料

1. 本報告書の位置づけ

本報告書の位置づけ（1）

- 地震後の保全活動については、保安規定第107条に定める保全計画のうち、「特別な保全計画」を策定し実施した。
- このうち、工事計画書対象設備については、原子力安全・保安院からの指示※に基づき、平成20年3月7日機器レベルの「点検・評価計画書」、平成20年11月5日に系統レベルを追加した「点検・評価計画書」を策定した。

※原子力安全・保安院指示文書：「新潟県中越沖地震を受けた柏崎刈羽原子力発電所の設備の健全性に係る点検・評価計画について」（平成19年11月9日付）

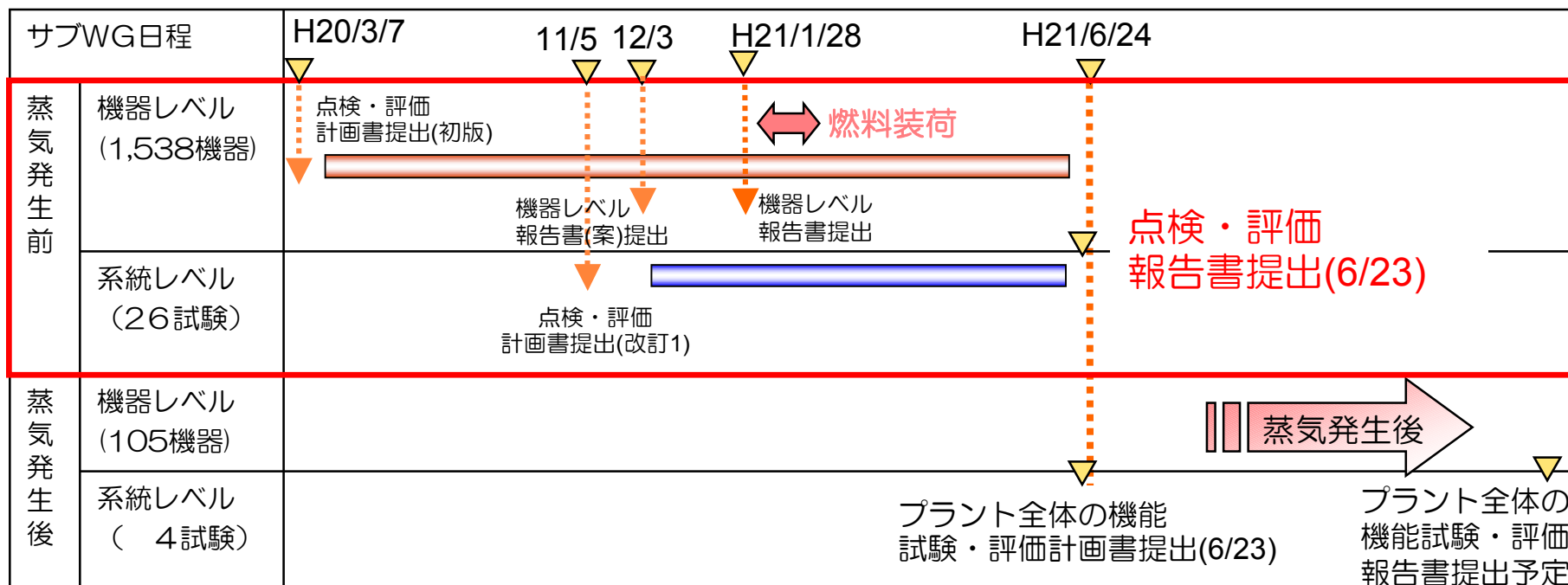
- この計画に基づき、原子炉の蒸気発生前までに健全性が確認できる設備・システムを対象に、点検、試験および評価を実施してきた。

※燃料装荷およびタービン復旧前までに実施可能な設備点検の結果について取りまとめた「機器レベルの点検・評価報告書」を平成21年1月28日に提出（以後、機器レベル報告書という）

本報告書の位置づけ（2）

- 本報告書は、点検・評価計画書に定められた対象設備における設備点検，地震応答解析および系統機能試験が終了し，設備健全性の評価を実施したことから，これらの結果についてまとめたものである。

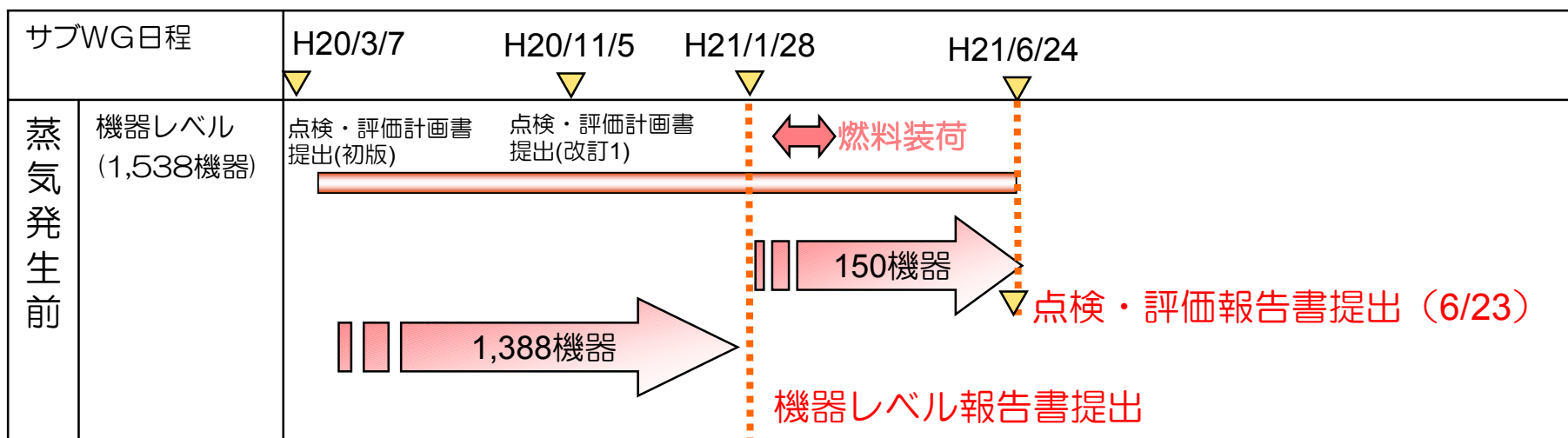
機器レベル・系統レベルの点検・評価の流れ



2. 機器レベルの設備点検

点検結果（前回報告（H21.1.28）からの進捗）

- 機器レベルの中間報告（1/28）時点では，機器レベルの設備点検は，全1,538機器のうち，1,388機器の点検が完了し，点検未完了機器も含め76機器（うち地震影響あり35機器）に不適合が確認された旨報告している。
- 機器レベルの報告書以降の点検では，燃料装荷後及びタービン復旧後
に実施可能な150機器についての点検を実施し，追加不適合として，12件（新たなもの4機器）の不適合が確認された。（次頁に機器レベル
中間報告以降に確認された不適合について示す）



機器レベル報告書（1月28日提出）以降確認された不適合

■追加で確認された12機器の不適合は、以下の通り。

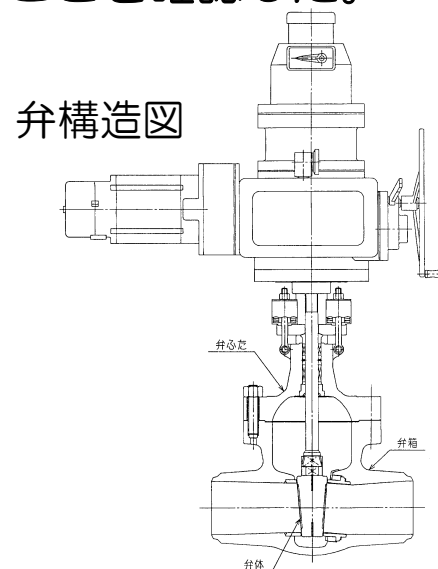
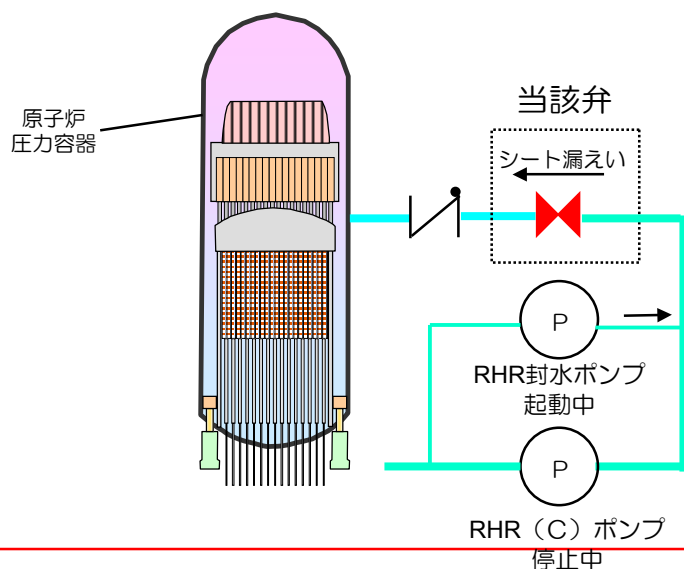
機器	機器	確認された不適合	復旧対応状況	地震影響
1	残留熱除去系弁 (E11-F005C)	定例試験（作動試験）を行った際、ゴミかみ等によるシートパスが確認された。	リミットスイッチを調整することにより弁体閉位置の調整を行った。 (詳細は8頁参照)	なし
2 3 4	抽気系主配管 クロスアラウンド管 復水給水系	スプリングハンガーの取付ナット廻り止め溶接部の割れが確認された。	ナットの点付け溶接されていない面に対して溶接を実施した。 (詳細は9頁参照)	あり*
5 6	給水加熱器ドレンベント系 主蒸気系主配管			
7	主蒸気系主配管	タービン建屋設置のスプリングハンガーのターンバックル固定用ロックナットの緩みが確認された。	ロックナットの締付を行った。 (詳細は10頁参照)	あり*
8	制御棒駆動機構ボールチェッキ弁	ボールチェッキ弁のリーク試験時において、判定基準を上回る漏えい量が確認された。	通常の保全作業として、点検手入れを実施した。 (詳細は11頁参照)	なし
9 10 11 12	高圧タービン 低圧タービン (A,B,C)	タービン車室ダイヤフラム（静翼）下半側の接触痕が確認された。	補修溶接又は手入れを実施した。ダイヤフラム上半側でも同様に接触痕は確認されている。	あり

※：経年的な事象とも考えられるが、地震の影響を否定できない。

不適合事象の事例（1 / 4）

■ 残留熱除去系注入隔離弁（E11-F005C）のシート漏えい

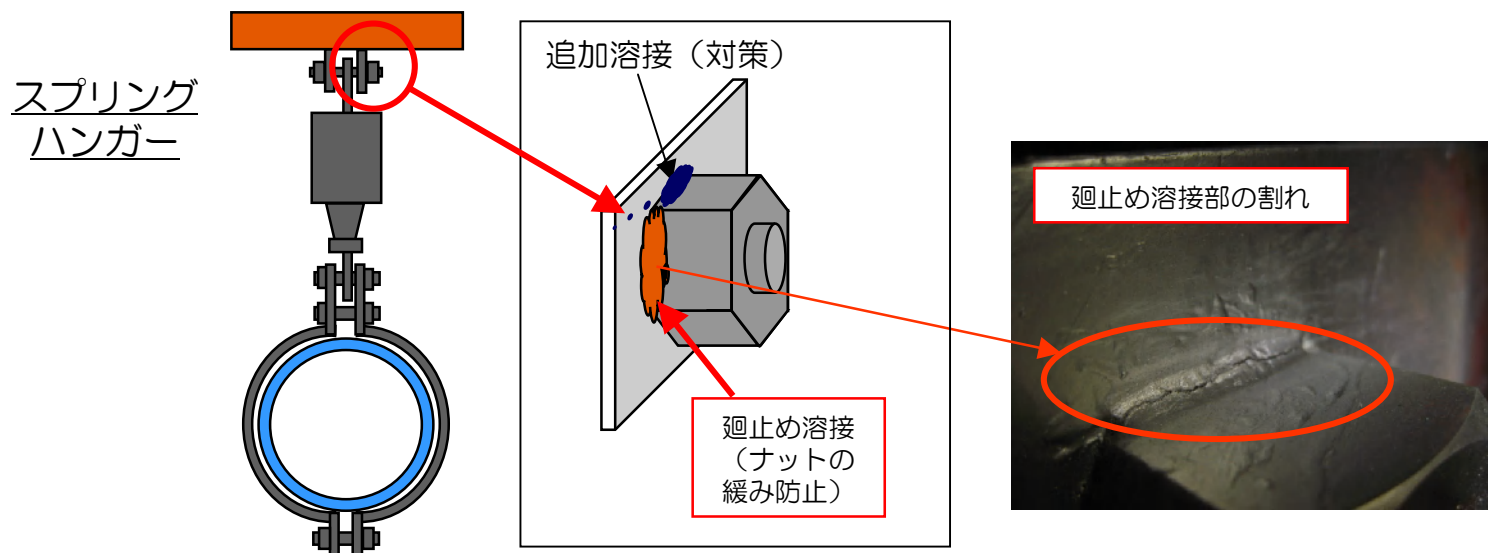
- 事象：定例試験（弁作動試験）において残留熱除去系注入隔離弁のシート漏えいを確認した。
- 原因：定例試験前には、原子炉水位の上昇は確認されておらず、試験後に原子炉水位の上昇（1.6cm）が発生した事象であることから、地震の影響によるものではなく、微細な異物等により一時的にシール性能が低下し漏えいが発生したものと考えられる。
- 対策：弁の開閉によりシート漏えいは止まったが、念のためリミットスイッチを調整することにより弁体閉位置を調整した。その後、作動試験及び漏えい確認を実施し、異常のないことを確認した。



不適合事象の事例（2/4）

■ スプリングハンガーのナット廻止め溶接の割れについて

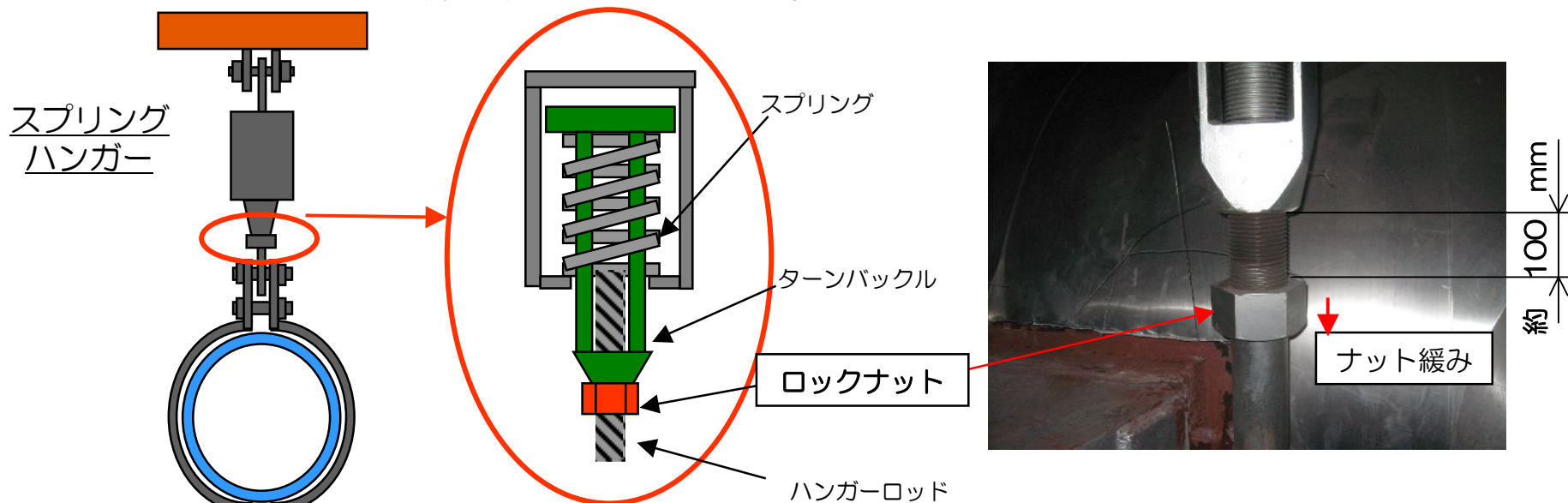
- 事象：目視点検の結果，スプリングハンガー22台に取付部ナットの廻り止め点付け溶接部に割れがあることが確認された。ひびは軽微であり，周り止め機能は損なわれておらず，取付部ナットの緩み・本体の変形損傷等も確認されなかった。
- 原因：主に抽気系等蒸気ラインに設置されたスプリングハンガーに確認されており，運転中の流体振動等による経年的な事象と考えられるが，地震による影響も否定できない。
- 対策：廻り止め溶接部は強度要求されている部位では無いが，念のため，取付ナット部の別の面に対して，新たな廻り止め溶接を実施した。



不適合事象の事例（3/4）

■ スプリングハンガーのロックナットの緩み

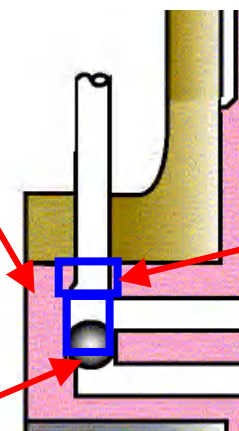
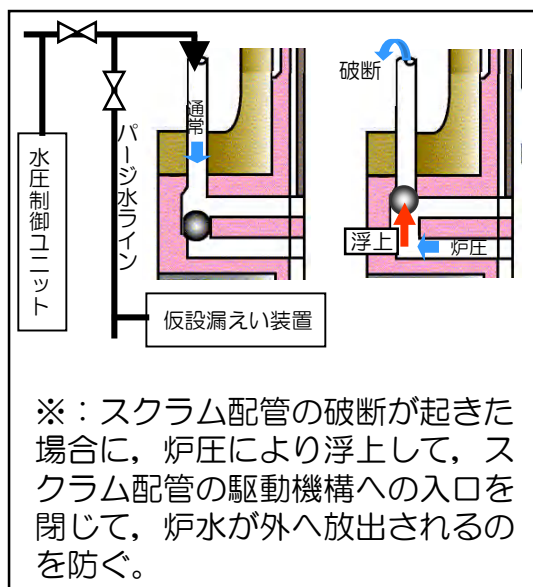
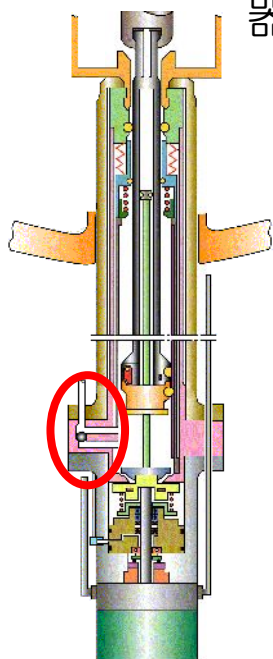
- 事象：目視点検の結果、主蒸気系のタービン建屋設置のスプリングハンガー1台のロックナット部に緩みがあることを確認した。ロックナットはロッド長さを調整するターンバックルを固定するものであり、ターンバックルのズレ及びハンガー本体の損傷等は、確認されていない。
- 原因：ロックナットはねじ込みであり、地震力等の一時的な荷重により、ナットが緩むことは考えにくいことから、運転中の振動等による経年的な事象と考えられる。ただし、地震による影響も否定できない。
- 対策：ロックナットは、支持機能・強度に影響するものでないが、念のため、ナットの締め付けを実施した。



不適合事象（4／4）

■ 制御棒駆動機構4体のボールチェッキ弁リークテスト漏えい量大

- 事象：全数の制御棒駆動機構のボールチェッキ弁リーク試験時、4体に判定基準を上回るリーク量が確認された。試験はプラント停止中実施するため、原子炉水頭圧（約0.3MPa）でボールの動き（浮上）を確認するものである。
- 原因：分解点検の結果、各部に有意な傷、変形等は見受けられず、クラッド等が付着し、ボールの動きが渋くなったものと考えられる。同型の制御棒駆動機構を使用している7号機で、過去の定期検査で、同様な事象が確認されている。なお、クラッドや水垢等は粘着性が無く、事故時に原子炉圧力（約7.0MPa）が加わった場合には、ボールの動きは問題ないものとする。
- 対策：制御棒駆動機構ボールチェッキ部の清掃を行い、再組立後、原子炉圧力容器漏えい試験時に、スクラム試験を実施し異常のないことを確認した。



地震応答解析結果

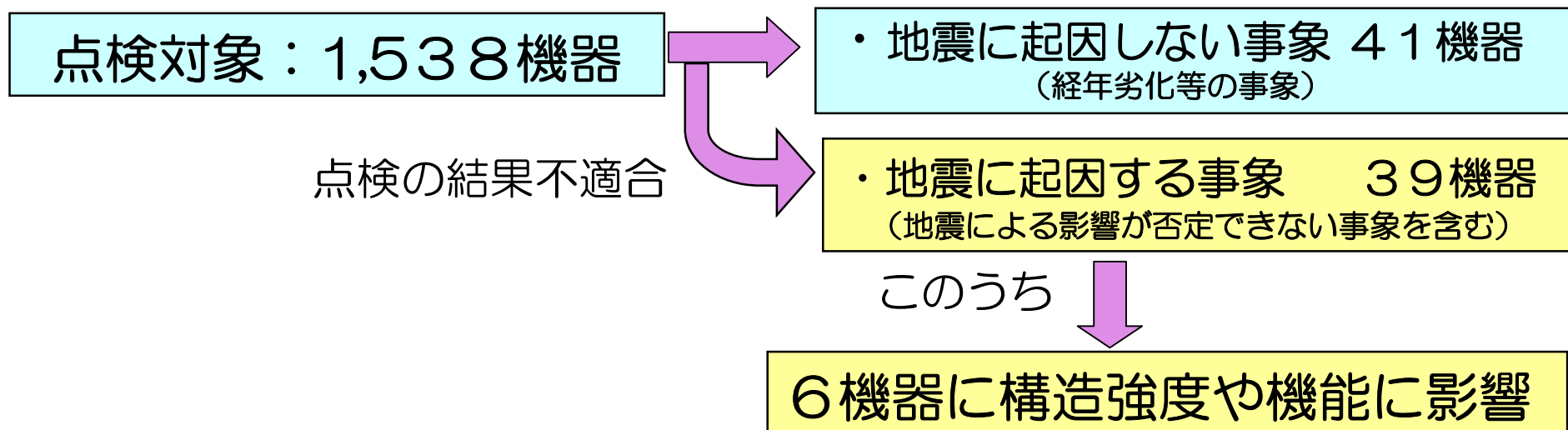
- 地震応答解析については、機器レベル中間報告書において、原子炉安全重要な設備※について、構造強度評価（97設備）および動的機能維持評価（37設備）を実施し、解析対象設備すべてが、評価基準値を満足していることを確認している。

※：重要度分類クラス1の設備および重要度分類クラス2の設備であって、耐震安全上重要度が高い設備（耐震クラスがAs, Aのものおよびその他動的地震動による耐震評価の対象としているもの）

機器レベルの評価結果（1）

- 地震応答解析の結果：全対象設備が評価基準を満足
 - 設備点検において異常が確認された設備について、総合評価を実施
 - 設備点検で異常が確認された機器について
 - 軽微な損傷設備：
 - ◆簡易な補修，手入れにより原形復旧
 - 健全性を損なった可能性のある設備
 - ◆取替・補修・手入れ等により設備を原形復旧
 - 確認された不適合は，所内蒸気系配管の不適合※を除き，すべて取替・補修・手入れ等の復旧を完了している。
- ※不適合はアルカリ腐食割れによる漏えいであるが，当該部は原子炉停止時暖房用のラインの一部であり，使用の際にはバイパスラインでの運用が可能であり，設備の使用に影響を与えない。また，当該箇所について閉止処置を実施している。（不適合事象内容は，参考資料2）
- 原子炉安全上重要な設備について，構造強度や機能に影響を及ぼす地震影響は確認されなかった。

機器レベルの評価結果（2）



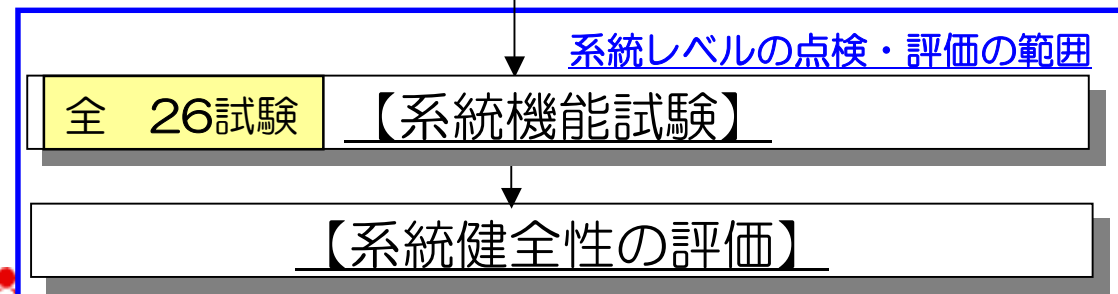
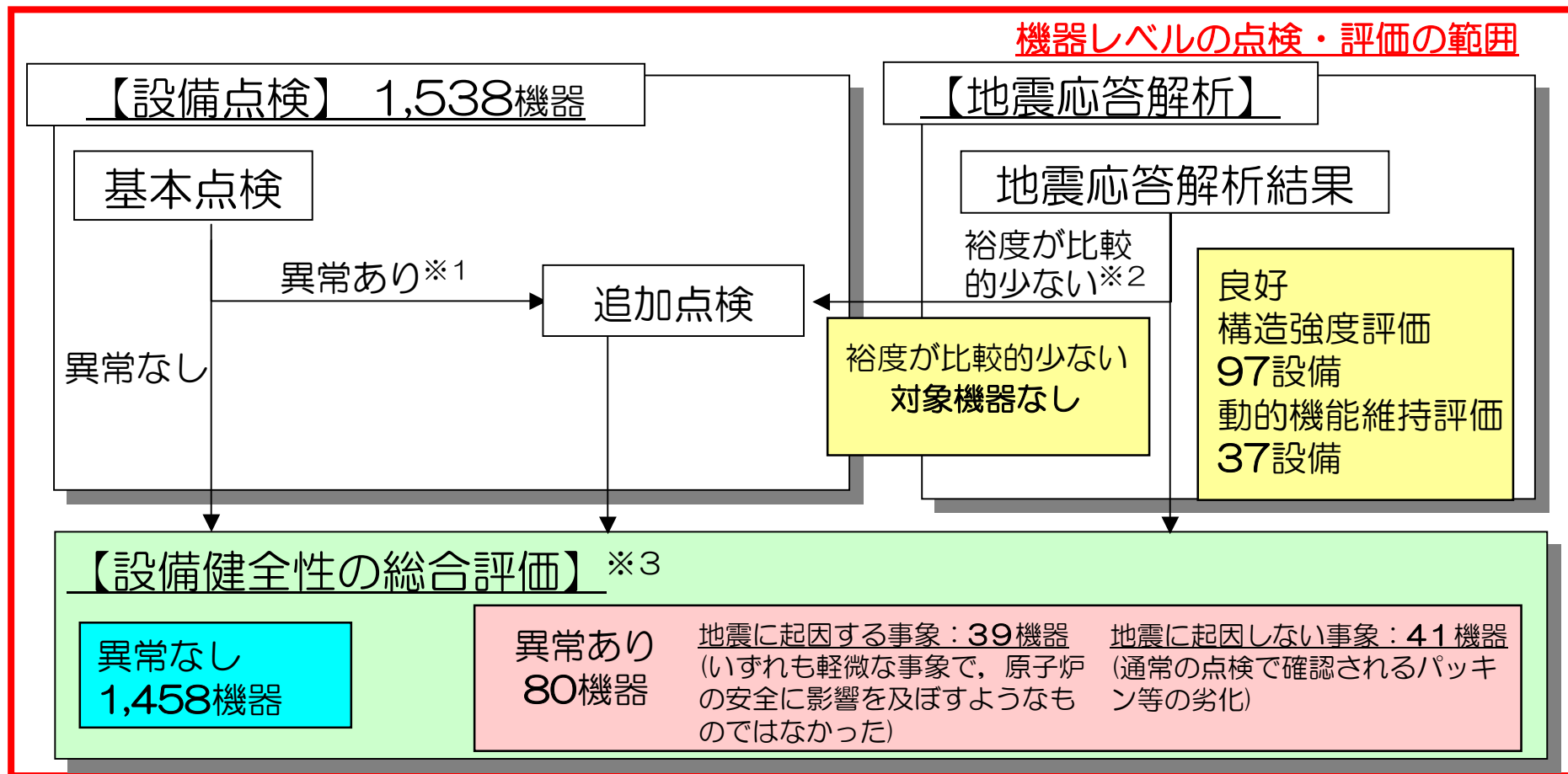
(1) 動的機器内部構造物の接触事象（4 機器）

- 主タービン 高圧, 低圧 (A, B, C) (内部構造物の接触・損傷等)

(2) 部品等のずれ, こすれ, 損傷等（2 機器）

- 原子炉建屋天井クレーン (走行伝動用継手の破損)
- 給水加熱器ドレンベント系 (オイルスナッパのターンバックルロッド部曲がり)

【補足】設備健全性の総合評価について



- ※1：設備点検の結果「異常あり（不適合）」と判断したすべてを定義しており，経年劣化等，構造強度・機能に影響の無かったものも含めて「異常」としている。
- ※2：評価基準値を満足しない場合
- ※3：機器レベルにおいて，設備点検及び地震応答解析の結果を基に総合的に評価を実施した。

3. 系統レベルの点検評価

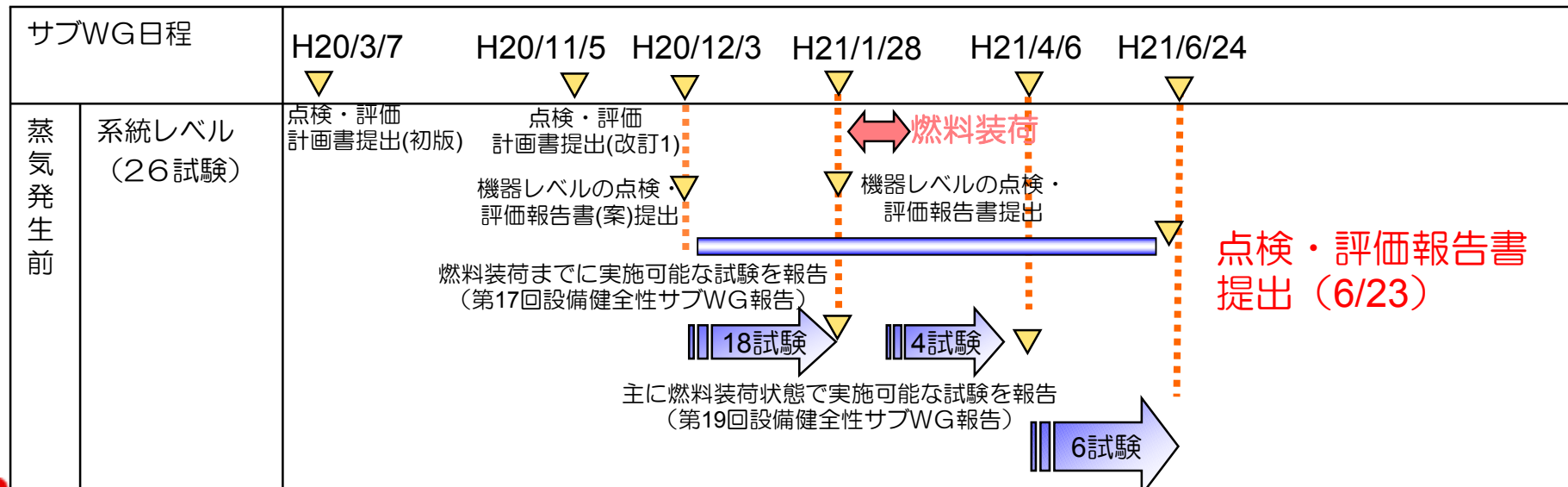
系統レベルの点検評価（前回からの進捗）

系統機能試験では、系統の運転等によって、インターロック、警報の作動、弁の作動、系統流量等の状況を確認し、系統健全性の評価では、系統機能試験の結果から、系統全体の機能が正常に発揮されることを総合的に評価した。

なお、系統機能試験は、試験に係わる設備の健全性が、機器レベルの点検・評価によって確認された後に実施した。

第17回、第19回の設備健全性サブWGに22試験※の結果について報告を行っている。残り6試験の系統試験が完了したことから、系統健全性の評価についてとりまとめた。

※ 原子炉建屋気密性能試験（停止後）及び原子炉保護系インターロック機能試験（原子炉設備に関するインターロック）含む



系統機能試験の実施状況（1 / 3）

 ：今回の報告範囲

実施時期	系統機能試験	
燃料装荷前に実施するもの (7試験)	<ul style="list-style-type: none"> 非常用ディーゼル発電機， 高圧炉心注水系， 低圧注水系， 原子炉補機冷却系機能試験 原子炉保護系インターロック機能試験※¹ (原子炉設備に関わるインターロック) 	<ul style="list-style-type: none"> 非常用ガス処理系機能試験 中央制御室非常用循環系機能試験 非常用ディーゼル発電機定格容量確認試験 直流電源系機能試験 <li style="border: 2px solid red;">原子炉建屋気密性能試験※²
燃料装荷状態で実施するもの (5試験)	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉停止余裕試験 制御棒駆動系機能試験 制御棒駆動機構機能試験 	<ul style="list-style-type: none"> 選択制御棒挿入機能試験 <li style="border: 2px solid red;">原子炉格納容器漏えい率試験
タービン設備の復旧後に実施するもの (3試験)	<ul style="list-style-type: none"> タービンバイパス弁機能試験 給水ポンプ機能試験 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉保護系インターロック機能試験※¹ (タービン設備に関わるインターロック)
特に制約がないもの (12試験)	<ul style="list-style-type: none"> 主蒸気隔離弁機能試験 計装用圧縮空気系機能試験 ほう酸水注入系機能試験 可燃性ガス濃度制御系機能試験 原子炉建屋天井クレーン機能試験 補助ボイラー試運転試験 液体廃棄物処理系機能試験 	<ul style="list-style-type: none"> 液体廃棄物貯蔵設備・処理設備のインターロック機能試験 (その1) 原子炉格納容器スプレイ系機能試験 原子炉格納容器隔離弁機能試験 自動減圧系機能試験 <li style="border: 2px solid red;">液体廃棄物貯蔵設備・処理設備のインターロック機能試験 (その2)

※1：原子炉保護系インターロック機能試験は2回に分けて実施され，タービン設備に関わるインターロック及びスクラム弁の実作動等については，タービン設備（主蒸気止め弁，蒸気加減弁）の復旧後に実施済み（平成21年6月10日）。

※2：燃料装荷前の確認としては，原子炉建屋気密性能検査（停止後）および非常用ガス処理系機能検査により確認。原子炉格納容器漏えい率試験後に改めて原子炉建屋気密性能試験を実施済み（平成21年5月26日）。

系統機能試験実施状況 (2 / 3)

□ 前回報告からの進捗箇所

対象系統	系統機能試験に関連する定期事業者検査	検査実施状況	試験結果	実施時期	
原子炉本体	原子炉停止余裕検査	実施済 (平成21年2月17日)	良	燃料装荷状態	
原子炉冷却系統設備	主蒸気隔離弁機能検査	実施済 (平成20年12月7日)	良	特に制約なし	
	非常用ディーゼル発電機, 高圧炉心注水系, 低圧注水系, 原子炉補機冷却系機能検査	実施済 (平成21年1月16日)	良	燃料装荷前	
	自動減圧系機能検査	実施済 (平成20年12月18日)	良	特に制約なし	
	タービンバイパス弁機能検査	① 実施済 (平成21年6月17日)	良	タービン設備復旧後 (蒸気タービン復旧後)	
	給水ポンプ機能検査	② 実施済 (平成21年6月15日)	良	タービン設備復旧後 (給・復水系の水張り完了後)	
計測制御系統設備	制御棒駆動系機能検査	実施済 (平成21年3月5日)	良	燃料装荷状態	
	ほう酸水注入系機能検査	実施済 (平成20年12月5日)	良	特に制約なし	
	原子炉保護系 インターロック機能検査	原子炉設備に関わる インターロック ※1	実施済 (平成21年1月23日)	良	燃料装荷前 ※1
		タービン設備に関わる インターロック ※1	③ 実施済 (平成21年6月10日)	良	タービン設備復旧後 ※1 (主蒸気止め弁, 蒸気加減弁 復旧後)
	計装用圧縮空気系機能検査	実施済 (平成20年12月10日)	良	特に制約なし	
	制御棒駆動機構機能検査	実施済 (平成21年3月2日)	良	燃料装荷状態	
	選択制御棒挿入機能検査	実施済 (平成21年2月17日)	良	燃料装荷状態	
補助ボイラー	補助ボイラー試運転検査	実施済 (平成20年12月17日)	良	特に制約なし	

※1：原子炉設備に係る一部の試験項目（スクラム弁の実作動等）は、タービン設備に関わる試験項目にあわせて実施。

系統機能試験実施状況（3 / 3）

□ 前回報告からの進捗箇所

対象系統	系統機能試験に関連する定期事業者検査	検査実施状況	試験結果	実施時期
燃料設備	原子炉建屋天井クレーン機能検査	実施済 (平成21年1月12日)	良	特に制約なし
放射線管理設備	非常用ガス処理系機能検査	実施済 (平成21年1月21日)	良	燃料装荷前
	中央制御室非常用循環系機能検査	実施済 (平成20年12月10日)	良	燃料装荷前
廃棄設備	液体廃棄物処理系機能検査	実施済 (平成20年12月12日)	良	特に制約なし
	液体廃棄物貯蔵設備・処理設備のインターロック機能検査（その1）	実施済 (平成20年12月25日)	良	特に制約なし
	液体廃棄物貯蔵設備・処理設備のインターロック機能検査（その2）	④ 実施済 (平成21年6月12日)	良	特に制約なし
原子炉格納施設	原子炉格納容器漏えい率検査	⑤ 実施済 (平成21年5月20日)	良	燃料装荷状態
	原子炉格納容器隔離弁機能検査	実施済 (平成20年12月20日)	良	特に制約なし
	可燃性ガス濃度制御系機能検査	実施済 (平成20年12月6日)	良	特に制約なし
	原子炉格納容器スプレイ系機能検査	実施済 (平成20年12月25日)	良	特に制約なし
	原子炉建屋気密性能検査※ ²	⑥ 実施済※ ² (平成21年1月21日, 5月26日)	良	燃料装荷前※ ²
	主蒸気隔離弁機能検査※ ³	実施済 (平成20年12月7日)	良	特に制約なし
非常用予備発電装置	非常用ディーゼル発電機, 高圧炉心注水系, 低圧注水系, 原子炉補機冷却系機能検査 ※ ³	実施済 (平成21年1月16日)	良	燃料装荷前
	非常用ディーゼル発電機定格容量確認検査	実施済 (平成21年1月13日)	良	燃料装荷前
	直流電源系機能検査	実施済 (平成20年12月16日)	良	燃料装荷前

※²：燃料装荷前の確認としては、原子炉建屋気密性能検査（停止後）および非常用ガス処理系機能検査により確認。
原子炉格納容器漏えい率試験後、改めて原子炉建屋気密性能検査を実施済み（平成21年5月26日）。

※³：原子炉冷却系統設備の検査と重複する試験項目。

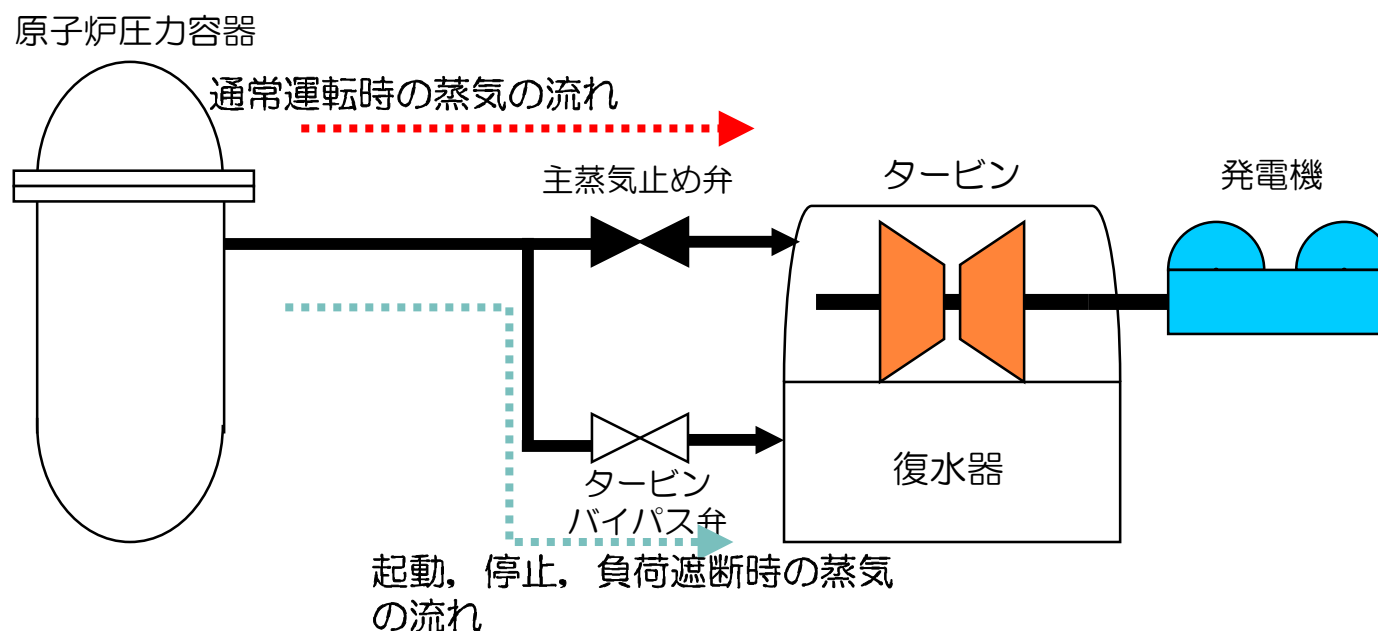
①詳細試験結果（タービンバイパス弁機能試験）

<本システムの役割【その他】>

タービンバイパス弁は、プラントの起動、停止、負荷遮断などにおいて、原子炉にて発生した蒸気を復水器に流すことにより、原子炉の圧力制御を行っている。

<検査の目的>

タービンの運転状態を模擬した状態で、タービンを手動停止させることにより、タービンバイパス弁制御信号を発信させ、主蒸気止め弁が全閉することにより、タービンバイパス弁が全開することを確認する。



① 詳細試験結果（タービンバイパス弁機能試験）

➤ 試験結果

（注）【 】は地震前試験結果を示す。

✓ 定期事業者検査における確認項目

判定基準	結果
タービントリップにより、タービンバイパス弁-1～3の弁動作が全閉から全開すること。	タービンバイパス弁-1～3が全閉から全開することを確認した。また、警報が発生することを確認した。 【タービンバイパス弁-1～3が全閉から全開することを確認した。また、警報が発生することを確認した。】
中央制御室弁開度指示計指示値が0%から100%になること。	・中央制御室弁開度計指示値： タービンバイパス弁-1 0% → 100% 【0% → 100%】 タービンバイパス弁-2 0% → 100% 【0% → 100%】 タービンバイパス弁-3 0% → 100% 【0% → 100%】
主蒸気止め弁の閉動作開始から0.1秒以内にタービンバイパス弁が開動作を開始し、0.3秒以内にタービンバイパス弁開度が80%に到達すること。	主蒸気止め弁の閉動作開始からタービンバイパス弁が開動作開始する時間※ タービンバイパス弁-1：0.1秒 タービンバイパス弁-2：0.1秒 タービンバイパス弁-3：0.1秒 主蒸気止め弁の閉動作開始からタービンバイパス弁開度が80%に到達する時間 タービンバイパス弁-1：0.1秒【0.096秒】 タービンバイパス弁-2：0.1秒【0.098秒】 タービンバイパス弁-3：0.1秒【0.104秒】

✓ 重点的に確認する項目

※ データ測定項目の見直しにより、地震前の定期事業者検査では当該の項目は測定していない。

確認項目	結果
a. 試験実施前の前提条件の確認	前提条件となる点検、定期事業者検査が完了していることを確認した。
b. インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認	一連の作動状態に異常がないことを確認した。
c. 設備点検で異常が確認された設備に対する作動状態等の確認	本試験にて作動する設備で、異常が確認された設備はない。
d. 地震前の試験結果との比較	地震前の試験結果と比較し、問題ないと評価した。

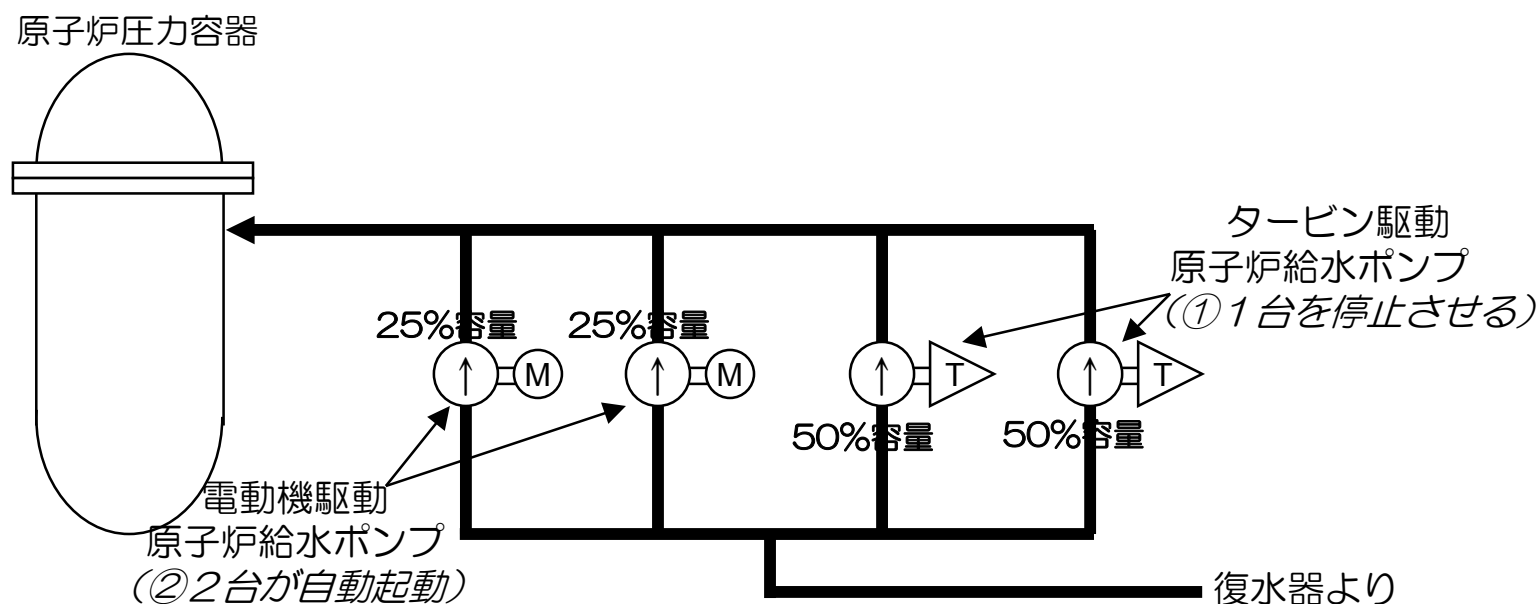
②詳細試験結果（給水ポンプ機能試験）

＜本系統の役割【冷やす】＞

給水ポンプは，タービンで仕事を終え復水器に回収された水を再び原子炉へ戻し，原子炉内の水位を一定に保つ役割を持つ。通常時は，タービン駆動原子炉給水ポンプが運転しているが，タービン駆動原子炉給水ポンプが故障等で停止した場合には，電動機駆動原子炉給水ポンプが自動起動し，原子炉への給水を途絶えさせないようにしている。

＜検査の目的＞

タービン駆動給水ポンプの2台運転を模擬した状態で，1台を手動で停止させ，電動機駆動原子炉給水ポンプ2台が自動起動することを検査する。



②詳細試験結果（給水ポンプ機能試験）

➤試験結果

（注）【 】は地震前試験結果を示す。

✓定期事業者検査における確認項目

判定基準	結果
タービン駆動原子炉給水ポンプA, Bの2台運転を模擬し, 1台手動にてトリップすることにより, 電動機駆動原子炉給水ポンプ2台が自動起動すること。	タービン駆動原子炉給水ポンプAとBについて, 各々1台手動トリップさせることにより, 電動機駆動原子炉給水ポンプ2台が自動起動することを確認した。 【タービン駆動原子炉給水ポンプAとBについて, 各々1台手動トリップさせることにより, 電動機駆動原子炉給水ポンプ2台が自動起動することを確認した。】

✓重点的に確認する項目

確認項目	結果
a. 試験実施前の前提条件の確認	前提条件となる点検, 定期事業者検査が完了していることを確認した。
b. インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認	<ul style="list-style-type: none"> 一連の作動状態に異常がないことを確認した。 電動機駆動原子炉給水ポンプA, Bについて振動診断を実施し, 異常兆候がないことを確認した。
c. 設備点検で異常が確認された設備に対する作動状態等の確認	本試験にて作動する設備で, 異常が確認された設備はない。
d. 地震前の試験結果との比較	地震前の試験結果と比較し, 問題ないと評価した。

③詳細試験結果

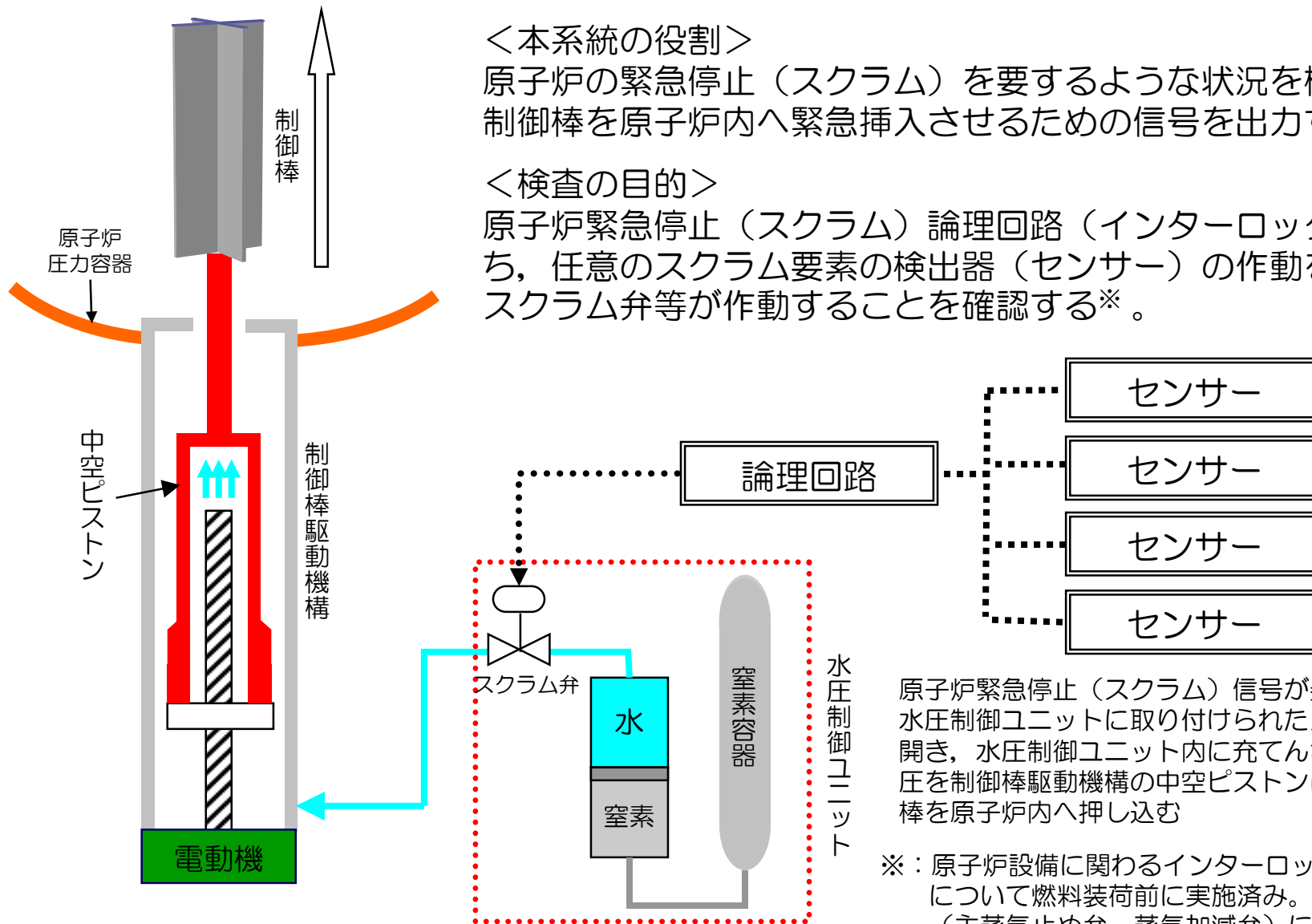
原子炉保護系インターロック機能試験 (タービン設備に関わるインターロック)

＜本系統の役割＞

原子炉の緊急停止（スクラム）を要するような状況を検出し、制御棒を原子炉内へ緊急挿入させるための信号を出力すること。

＜検査の目的＞

原子炉緊急停止（スクラム）論理回路（インターロック）のうち、任意のスクラム要素の検出器（センサー）の作動を模擬しスクラム弁等が作動することを確認する*。



原子炉緊急停止（スクラム）信号が発信されると、水圧制御ユニットに取り付けられたスクラム弁が開き、水圧制御ユニット内に充てんされていた水圧を制御棒駆動機構の中空ピストンに与え、制御棒を原子炉内へ押し込む

*：原子炉設備に関わるインターロックの論理回路について燃料装荷前に実施済み。タービン設備（主蒸気止め弁、蒸気加減弁）に関わるインターロックとスクラム弁の実作動等の確認を今回実施。

③詳細試験結果

原子炉保護系インターロック機能試験 (タービン設備に関わるインターロック)

▶試験結果

✓定期事業者検査における確認項目

判定基準	結果
原子炉保護系計装論理回路において、模擬信号により以下のスクラム動作論理回路が正常に動作すること。 また、原子炉再循環ポンプトリップ計装論理回路において、以下の作動要素の検出器の作動を電気回路で模擬し、トリップ動作論理回路が正常に作動すること。 ・主蒸気止め弁閉 ・蒸気加減弁急速閉	各スクラム要素の論理回路が正常に作動することを確認した。また、原子炉再循環ポンプトリップ動作論理回路が正常に作動することを確認した。
任意のスクラム要素において、模擬信号により警報、表示灯並びにスクラム弁が動作し、原子炉緊急停止系の機能が作動すること。また、バックアップスクラム弁については模擬信号により作動を示す警報が発生すること。	模擬信号により原子炉緊急停止系の動作論理回路が正常に作動することを確認した。
原子炉再循環ポンプトリップ要素において、模擬信号により、原子炉再循環ポンプ可変周波数電源装置受電遮断器が作動するとともに原子炉再循環ポンプ可変周波数電源装置が停止し、原子炉再循環ポンプトリップ機能が作動すること。	模擬信号により原子炉再循環ポンプトリップ機能が作動することを確認した。

✓重点的に確認する項目

確認項目	結果
a. 試験実施前の前提条件の確認	前提条件となる点検、定期事業者検査が完了していることを確認した。
b. インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認	一連の作動状態に異常がないことを確認した。
c. 設備点検で異常が確認された設備に対する作動状態等の確認	本試験にて作動する設備で、異常が確認された設備はない。
d. 地震前の試験結果との比較との比較	地震前の試験結果と比較し、問題ないと評価した。

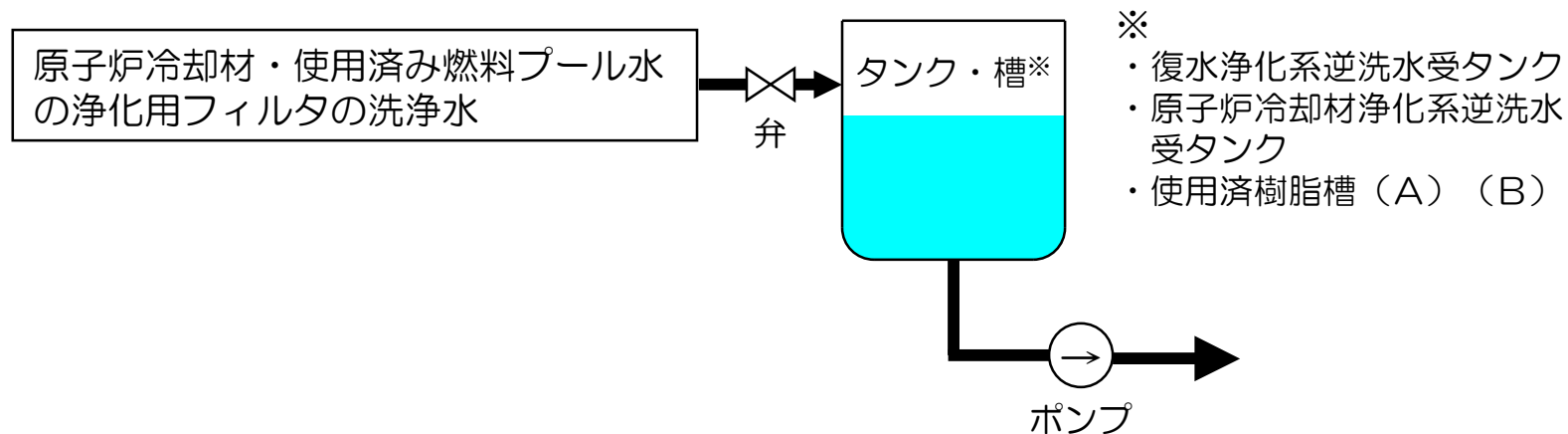
④詳細試験結果 〔 液体廃棄物貯蔵設備・処理設備 のインターロック機能試験（その2） 〕

＜本システムの役割【その他】＞

タンク・槽の液位が高くなった場合には流入側の弁を閉めることにより、タンク・槽からの溢水を防止する。

＜検査の目的＞

サンプタンク・槽の水位を模擬して、流入側の弁が閉まることを確認する。



④詳細試験結果

液体廃棄物貯蔵設備・処理設備 のインターロック機能試験（その2）

➤試験結果

（注）【 】は地震前試験結果を示す。

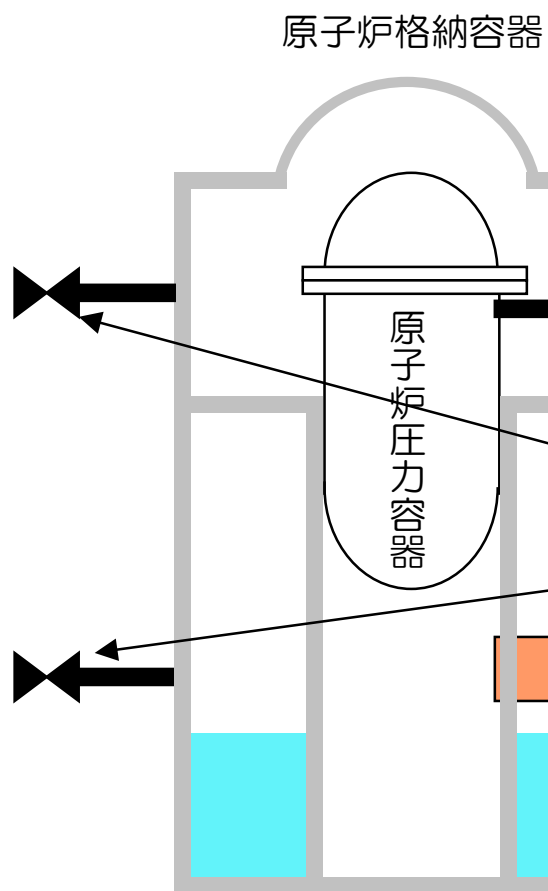
✓定期事業者検査における確認項目

判定基準	結果
インターロックに係る所定の弁が、これを作動させるのに必要な信号により全閉すること。	タンク，槽の液位高の信号により，所定の弁が全閉することを確認した。 【タンク，槽の液位高の信号により，所定の弁が全閉することを確認した。】

✓重点的に確認する項目

確認項目	結果
a. 試験実施前の前提条件の確認	前提条件となる点検，定期事業者検査が完了していることを確認した。
b. インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認	一連の作動状態に異常がないことを確認した。
c. 設備点検で異常が確認された設備に対する作動状態等の確認	本試験にて作動する設備で，異常が確認された設備はない。
d. 地震前の試験結果との比較	地震前の試験結果と比較し，問題ないと評価した。

⑤詳細試験結果（原子炉格納容器漏えい率試験）



＜本系統の役割＞

冷却材喪失事故の際に，原子炉圧力容器から漏れ出した蒸気または高温水および放射性物質を原子炉格納容器に閉じ込めること。

＜検査の目的＞

原子炉格納容器に設置されているハッチや弁を閉じ，原子炉格納容器を窒素ガスにて加圧し，原子炉格納容器から外部への漏えい量（漏えい率）を検査する。

弁

ハッチ

弁およびハッチ（人員の出入用および機器搬出入用）を閉じ原子炉格納容器内を窒素ガスにて加圧する。

⑤詳細試験結果（原子炉格納容器漏えい率試験）

➤試験結果

✓定期事業者検査における確認項目

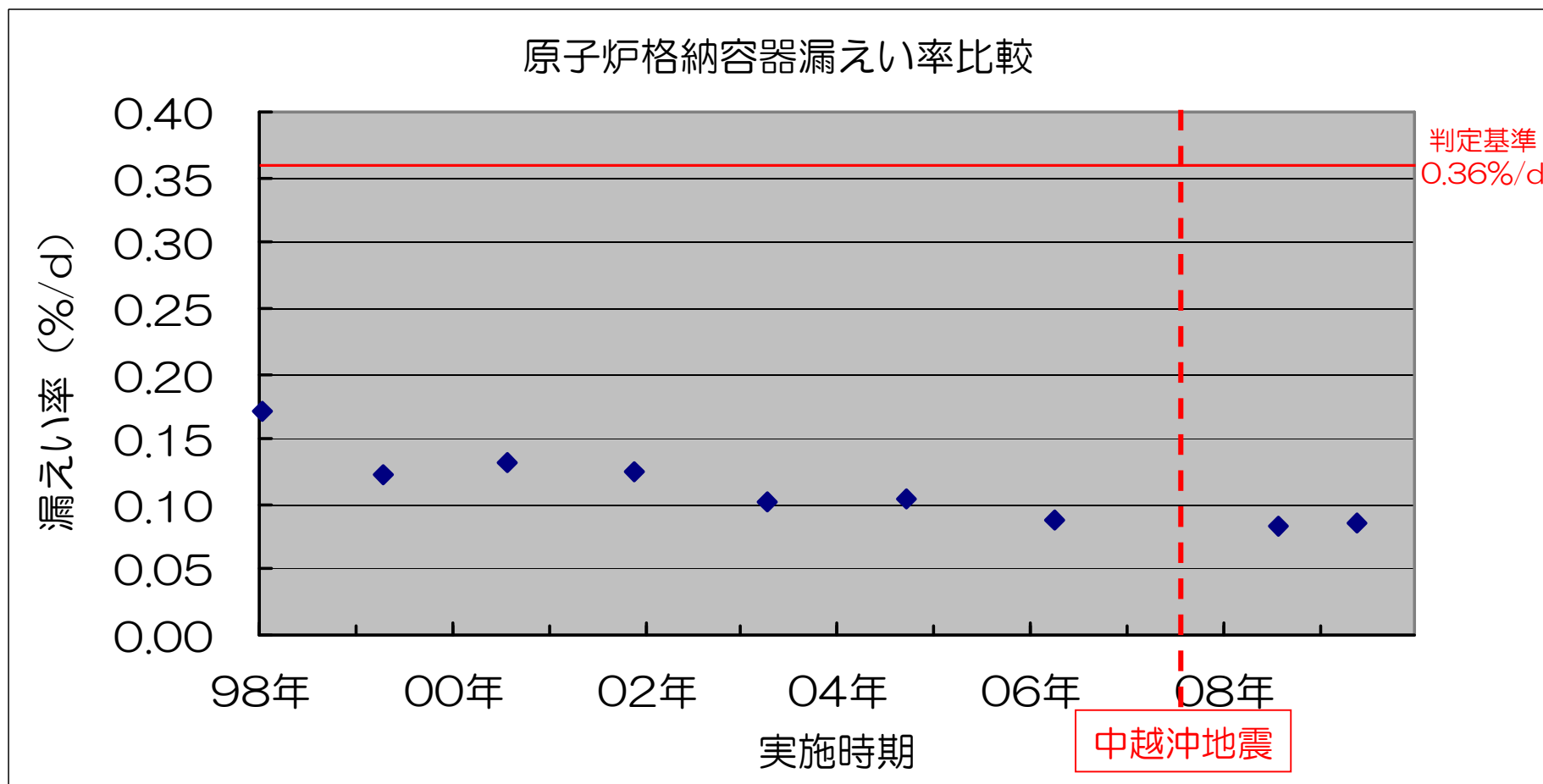
判定基準	結果
24時間の平均漏えい率の95%信頼限界（上の限界）が許容漏えい率0.36%/d以下であること。	0.086 %/d（検査圧力：295kPa） 【過去のデータとの比較は次頁参照】

✓重点的に確認する項目

確認項目	結果
a. 試験実施前の前提条件の確認	前提条件となる点検，定期事業者検査が完了していることを確認した。
b. インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認	本試験において実作動する設備はない。
c. 設備点検で異常が確認された設備に対する作動状態等の確認	原子炉格納容器の平均漏えい率に異常の無いことを確認した。
<ul style="list-style-type: none"> ・対象設備：原子炉隔離時冷却系主要弁（E51-F039） ・異常内容：シート漏えい 	
<ul style="list-style-type: none"> ・対象設備：液体廃棄物処理系主要弁（K11-F003,F004） ・異常内容：シート漏えい 	
d. 地震前の試験結果との比較	地震前の試験結果と比較し，問題ないと評価した。

⑤詳細試験結果（原子炉格納容器漏えい率試験）

▶過去のデータとの比較



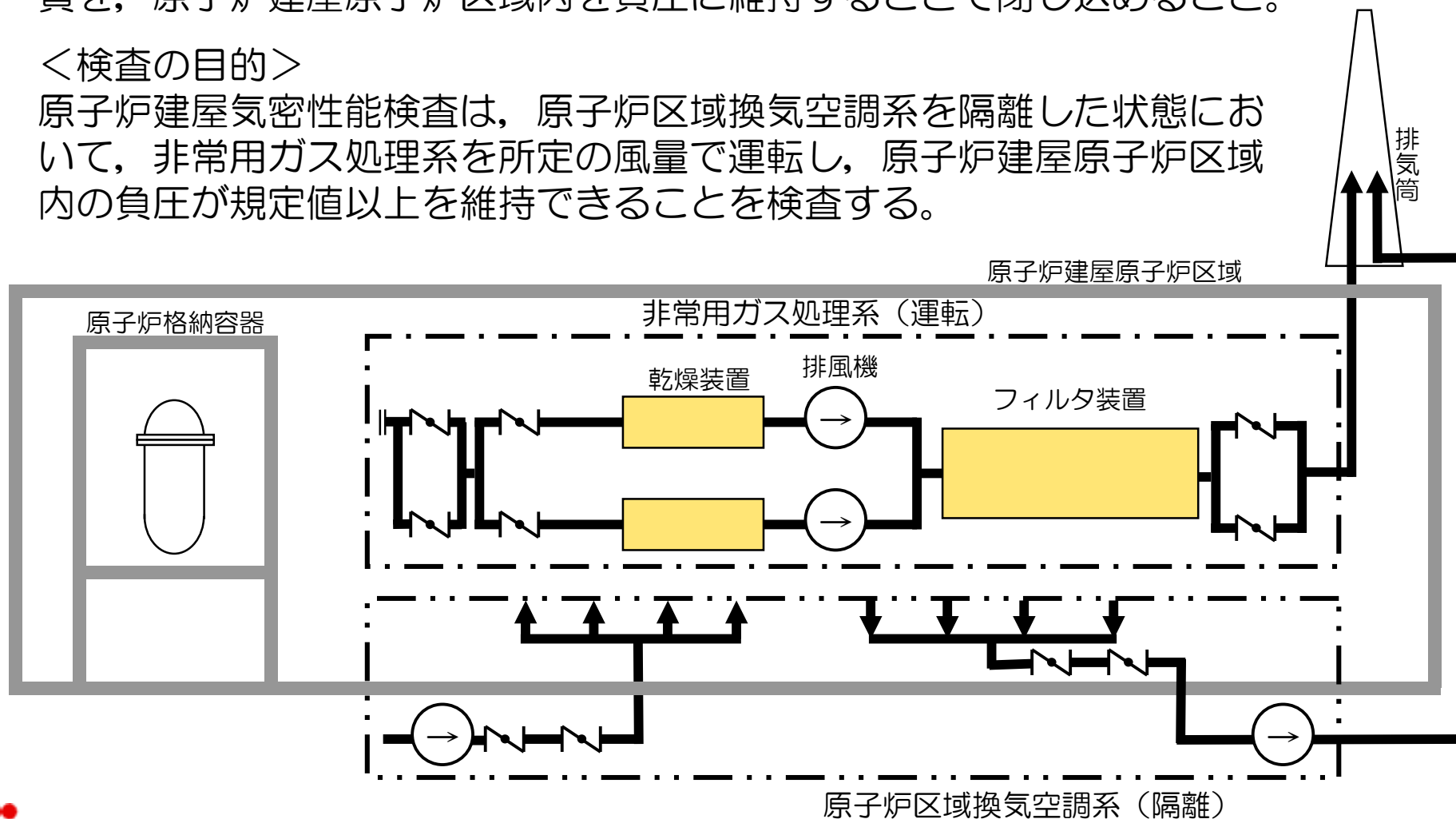
⑥詳細試験結果（原子炉建屋気密性能試験）

＜本系統の役割＞

冷却材喪失事故時等に，原子炉建屋原子炉区域に漏出してくる放射性物質を，原子炉建屋原子炉区域内を負圧に維持することで閉じ込めること。

＜検査の目的＞

原子炉建屋気密性能検査は，原子炉区域換気空調系を隔離した状態において，非常用ガス処理系を所定の風量で運転し，原子炉建屋原子炉区域内の負圧が規定値以上を維持できることを検査する。



⑥詳細試験結果（原子炉建屋気密性能試験）

➤試験結果

（注）【 】は地震前試験結果を示す。

✓検査における確認項目

判定基準	結果			
非常用ガス処理系の系統流量が1,792m ³ /h以下の条件下において原子炉建屋原子炉区域内の負圧が規定値（-0.063kPa）以上※1であること。 ※1：「原子炉建屋原子炉棟の負圧が規定値以上」とは、原子炉建屋一外気差圧の値がマイナス側に大きくなることをいう。	ステップ	原子炉建屋原子炉区域負圧 (kPa) ※2	系統流量 (m ³ /h)	
	可燃性ガス濃度制御系室をバウンダリとして含めた場合	-0.179	【-0.157】	1,701
		-0.181	【-0.157】	1,694
		-0.182	【-0.181】	1,704
	可燃性ガス濃度制御系室をバウンダリ外とした場合	-0.167	【-0.168】	1,701
		-0.168	【-0.169】	1,698
		-0.173	【-0.172】	1,690
※2：10分毎に測定した値（東西南北における測定値の平均値）				

✓重点的に確認する項目

確認項目	結果
a. 試験実施前の前提条件の確認	前提条件となる点検，定期事業者検査が完了していることを確認した。
b. インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認	本試験において実作動する設備はない。
c. 設備点検で異常が確認された設備に対する作動状態等の確認	本試験にて作動する設備で，異常が確認された設備はない。
d. 地震前の試験結果との比較	地震前の試験結果と比較し，問題ないと評価した。

✓不適合事象について

検査データ採取中に旧版の成績書様式を用いていたことが判明したことから，以降のデータ採取は最新版の様式（測定項目は同一）を用い，データ採取を継続した。

なお，本不適合事象は検査結果および成立性に影響を与えるものではない。

系統機能試験不適合事例

- 系統機能試験では5件の不適合が確認された。これらはいずれも、地震の影響によるものではなく、検査の成立性に影響を及ぼさないものであったことから系統健全性が確認できたと判断する。

 新たに確認された不適合

系統機能試験	不適合事象	原因と不適合に対する対応	地震影響
原子炉停止余裕試験	試験前準備の段階において、残留熱除去系ポンプの運転状態(3台中の1台)を確認することになっており、C号機の運転確認を行ったが、当該試験の要領書には当該のポンプC号機の記載が漏れていたことに気づかず試験準備を進めた。	試験担当者の試験実施の際の要領書手順の確認不足が原因であり、地震の影響によるものではないと判断した。 要領書において確認対象である号機の記載が不足していたが、本来確認すべき項目の確認を実施しており、試験の結果および成立性に影響を与えるものではないと判断した。	なし
ほう酸水注入系機能試験	試験終了後、当該系統の配管について予め計画する追加点検として実施した硬さ測定箇所が、計画していた箇所と相違していることが確認された。	配管の硬さ測定箇所が施行要領書に明確に記載されていなかったのが原因であり、地震の影響によるものではないと判断した。 硬さ測定の実施は配管の構造強度に影響を与えるものではないこと、及び硬さ測定の実施箇所は試験の流路に含まれないことから、試験結果および成立性に影響を与えるものではないと判断し、当初計画していた箇所の硬さ測定を実施した後、当該系統の系統健全性の評価を実施した。	なし
非常用ガス処理系機能試験	試験終了後、運転していた送・排風機の停止状態を確認する手順において、中央制御室での確認対象の設備名称に誤りがあったことが確認された。	試験担当者の要領書作成時の内容確認が不十分であったことが原因であり、地震の影響によるものではない。 当該設備の停止状態の確認は現場においても実施しており、試験の結果および成立性に影響を与えるものではないと判断した。	なし
原子炉建屋気密性能試験	試験データ採取の際に旧版の成績書様式を使用して試験データを記録した。	試験担当者の成績書の改訂状況の確認不足が原因であり、地震の影響によるものではない。 測定項目が旧版と最新版で同一であり、試験結果および成立性に影響を与えるものではないと判断し、以降のデータ採取は最新版の様式(測定項目は同一)を用いてデータ採取を継続した。	なし
補助ボイラー試運転試験	試験終了後、試験の成績書の判定基準値(ボイラー圧力)の有効桁数が実際よりも一桁多く記載してあることが確認された。	試験担当者の要領書作成時の確認不足が原因であり、地震の影響によるものではない。 適切な手順により記録の識別管理を実施しており、試験の結果および成立性に影響を与えるものではないと判断した。	なし

系統レベル全体の評価結果（1）

1. 系統機能試験については、全26項目の試験を実施し、すべての試験について判定基準を満足しており、異常のないことを確認した。
2. 地震影響に特に注意する観点から、以下の項目について重点的に確認を行った。
 - ①試験実施前の前提条件の確認
 - ②インターロックから実作動までの一連の作動状態の確認
試験項目に応じて、現場と測定値等により確認した。また、振動診断も活用した
 - ③設備点検において異常が確認された設備に対する確認
設備点検で異常が確認された設備が作動する場合、異常の内容を考慮した確認項目を設定し、補修等の復旧状態を確認した。
 - ④地震前の試験結果との比較
3. 重点的に確認を行った結果から、流量、温度、その他のパラメータに顕著な差異は認められず、地震の影響を示す兆候は確認されなかった。
4. 地震による系統機能への影響はなく、系統機能は正常に発揮され、技術基準に適合しているものと評価した。

4. 新潟県中越沖地震に係る 不適合管理について

新潟県中越沖地震による不適合

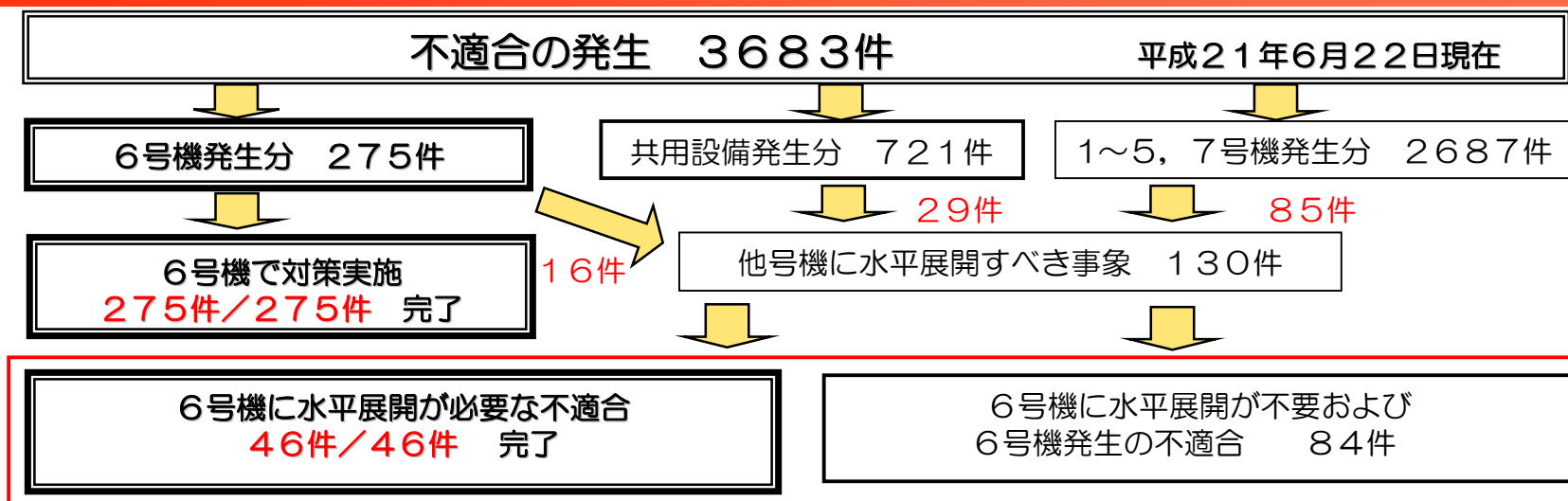
■新潟県中越沖地震による3,683件の不適合を確認

(平成21年6月22日現在)

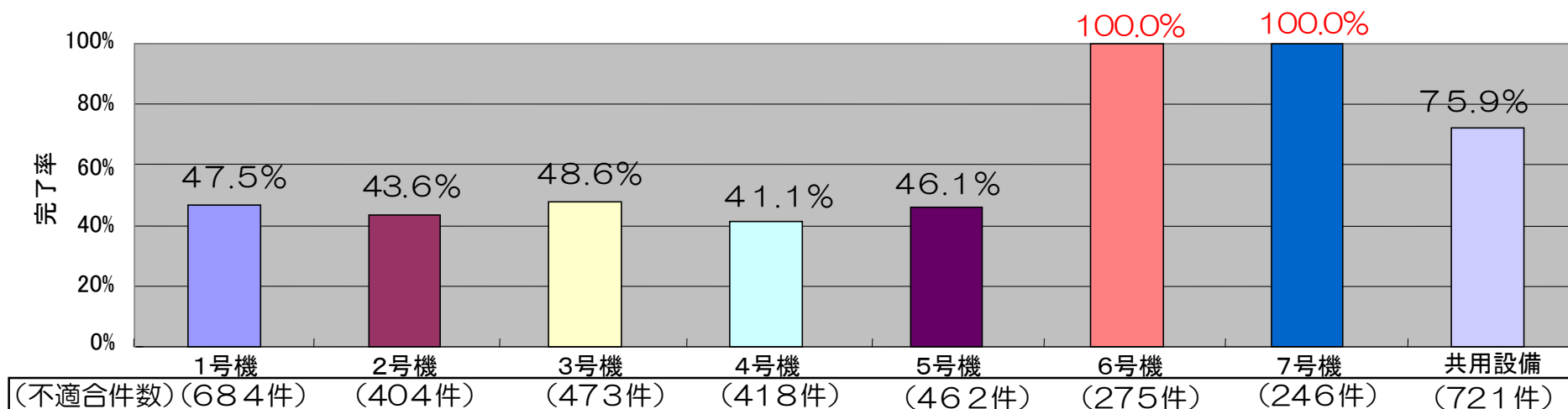
区分※	定義	地震による主な不適合	発生件数
I	法令，安全協定に基づく報告事象 性能に重大な影響を与える事象 等	3号機所内変圧器の火災 オペレーティングフロアの水漏れ 等	10
II	品質保証の要求事項に対する重大な 不具合事象 等	主排気ダクトのずれ ドラム缶の転倒 等	34
III	品質保証の要求事項に対する不具合 事象 等	展望台斜面の土砂崩れ 変圧器周辺防油堤の沈下 等	36
IV	品質保証の要求事項に対する軽微な 不具合事象 等	重要度の低い配管の変形 コンクリートの軽微なひび 等	1,005
V	通常のメンテナンス範囲の事象 等	扉の取っ手やなどの固定ネジの外 れや変形 一般照明の不具合 等	2,589
対象外	消耗品の交換等の事象 等	発電所管轄外の設備の不具合 等	9

※不適合管理グレードAs～Dを，耐震グレードとの混同を避けるため，区分I～Vに読み替え

新潟県中越沖地震に係る不適合 号機別処理状況※1



各号機で発生している3683件の不具合のうち、平成21年6月22日現在、6号機発生分は275件については運転に影響を与えるものすべての処理が完了している。また、共用設備並びに他号機で発生し6号機に水平展開が必要なもの46件について、6号機の運転に影響を与えるものすべての処理が完了している。



※1 不適合処理を完了したもの又はプラントの運転に影響が無いことの評価を完了したもの

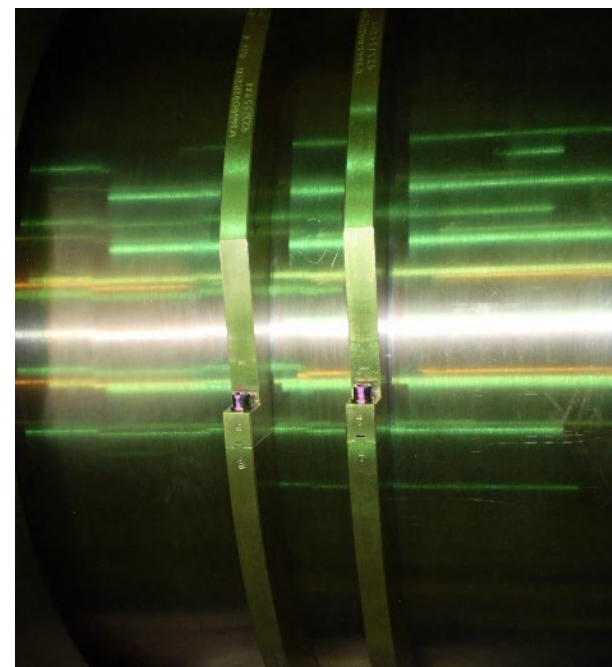
地震以外の不適合事象について

- 地震によるもの以外の不適合事象についても、6号機で発見した不適合事象は、平成21年6月23日現在、プラントの運転に影響を与えるものはすべて処理が完了している*。また、共用設備で発見した不適合事象については、6号機の運転に影響を与えるものはすべて処理が完了している。
- 他号機で発見し6号機に水平展開が必要な不適合事象についても、プラントの運転に影響を与えるものは全て6号機への水平展開が完了している。
- 7号機起動中に発生した不適合事象についても、「原子炉隔離時冷却系タービントリップ動作不良」等、他号機へ水平展開すべきもののうち6号機のプラント運転に影響を与えるものについて、6号機へ適切に反映している。
- 今後発見した不適合事象についても、適切に処理を実施していく。

* 平成21年6月23日に原子力安全・保安院へ提出した「柏崎刈羽原子力発電所第6号機 新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る点検・評価報告書」の参考資料5において残件として報告した不適合「低圧復水ポンプ(A)シール水流量検出器の動作不良」（平成21年6月20発生）については、平成21年6月23日に処理が完了している。

不適合事象の処理 地震影響（自号機での不適合）

6号機 主タービンスラスト軸受オイルシールリングの割れ



軸受オイルシールリングの割れ

軸受オイルシールリング
の交換

不適合事象の処理 地震影響（他号機からの水平展開）

1号機屋外（地中）にある消火配管が破損



地中にある消火配管破損
（配管破断箇所 計4カ所）



6号機原子炉建屋
・建屋廻り消火配管地上化

不適合事象の処理 地震影響以外（自号機での不適合）

■不活性ガス系小口径配管サポート取付け箇所の相違

●事象

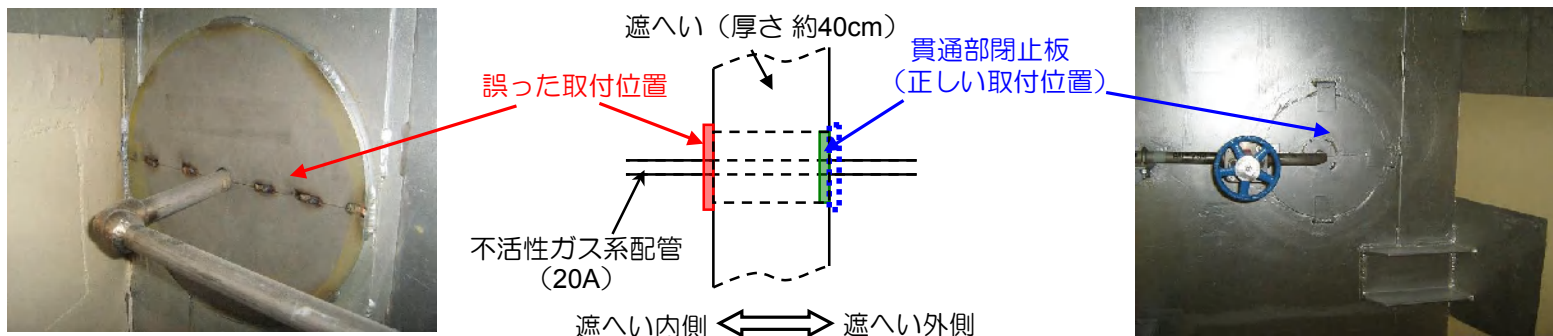
・7号機FCS系配管サポートの取外し箇所の相違事象*の水平展開として、耐震強化工事対象箇所全数の現場確認を実施したところ、平成21年6月10日、不活性ガス系の小口径配管（格納容器内圧力検出配管（20A），工事計画認可対象外）において、遮へい貫通部に取り付けた耐震サポートの取り付け位置が一箇所相違していることを確認した。（本来、遮へいの外側へ取り付けべきところを、内側へ取り付けしたもの。）

●原因

・設計者による図面等への指示内容において工事施工側に対する配慮が不足。作業員が図面を見誤った。
・品質管理員は、図面上のサポート形状と閉止板の形状が類似していたことから、既設閉止板を新設サポートと見誤り、誤取付に気づかなかった。

●対策

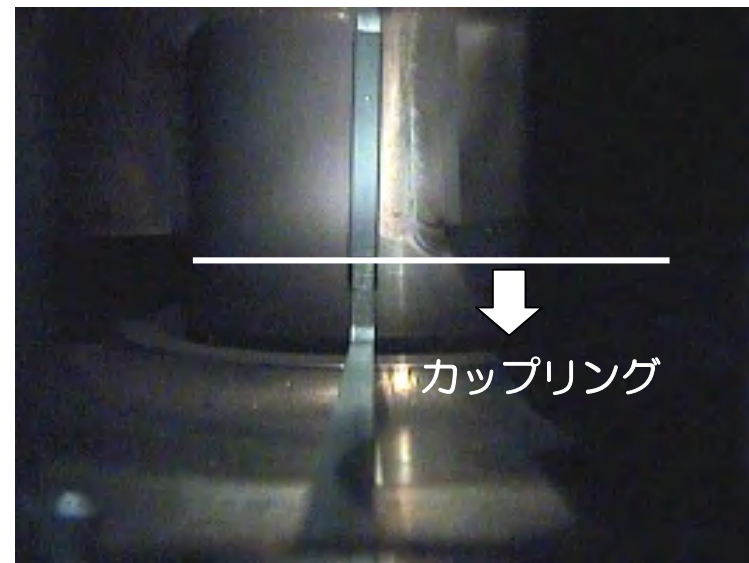
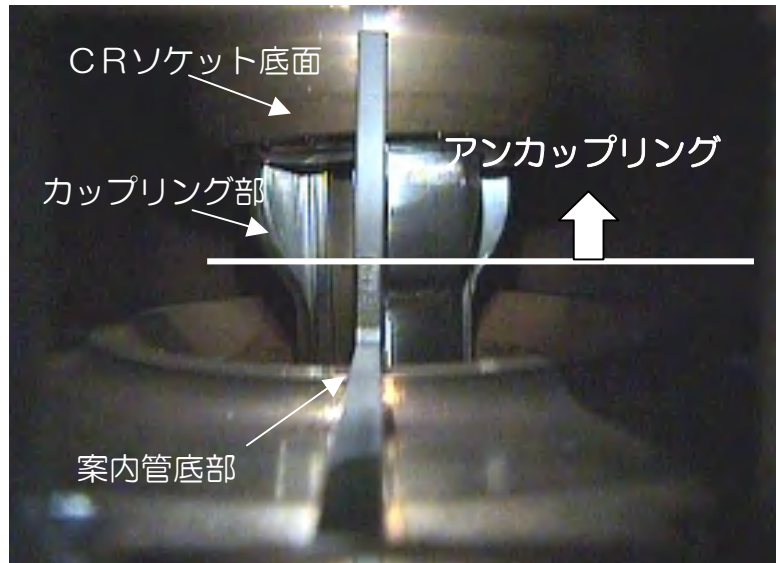
・正しい取り付け位置に耐震サポートを取り付け直した（平成21年6月15日完了）。
・今後当社は、工事請負会社に対し、干渉物リストへの確実な反映や、作業員が理解しやすい図面作成を要求する。
・設計者の意図通りに現場が施工されていることを設計者及び当社監理員が工事完了前までに確認する。
なお、以上の対策については今後耐震強化工事を実施する他号機へも反映。類似事象の発生を防止。



※ 平成21年5月18日、7号機の可燃性ガス濃度制御系(FCS)に付属する工事計画認可対象外の配管サポートにおいて、耐震強化工事の際に誤って異なる箇所の配管サポートを取り外していることを確認した。（平成21年6月3日の第20回設備健全性評価SWGにて報告済）

不適合事象の処理 地震影響以外（自号機での不適合）

制御棒駆動機構と制御棒のカップリング状態確認について



- 平成20年6月の健全性確認作業の段階で、6号機の制御棒で確認されたアンカップリング事象の再発防止対策として、水中カメラにより制御棒駆動機構と制御棒が確実に結合していることを確認した。

以下の再発防止対策の周知および実施を徹底

- カップリング作業時に使用するチェックシートの見直し（運用面での対策）
- カップリングチェックを定期事業者検査と位置づけ（運用面での対策）
- 制御棒分離検出信号の発生状態においてカップリングチェックに移行できないようなインターロックの設置（設備面での対策）
- カップリングチェックの重要性に鑑み、制御棒駆動機構と制御棒の結合確認を保安規定に記載

<参考> 6号機 気体廃棄物処理系再結合器 触媒健全性評価結果

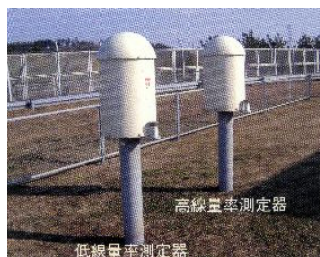
- 今回の浜岡4号・5号の気体廃棄物処理系再結合器触媒性能低下の原因は以下の2点の重畳によるものと推定。
 - 温水洗浄時間が長いことにより、ベーマイトが比較的多い触媒であること
 - シール材からの有機ケイ素化合物による被毒の影響を受けたこと
(影響が大きいと想定されるタービンパッキングケーシング等への使用)
- 上記2点に対し柏崎刈羽6号機の触媒は以下の通りであることから、今回の浜岡4号・5号の推定原因に対し、十分な健全性を有していると考える。
 - 温水洗浄時間が比較的短い触媒であること
 - タービンパッキングケーシング等被毒の影響が大きいとされる箇所への同シール材の使用実績がないこと

なお、6号機再結合器の触媒について、実機での使用条件を模擬した性能試験（出力応答を模擬した試験）を実施したところ、十分良好な性能を有していることを確認している。

また、原子力安全・保安院指示文書（平成21年6月23日発出）に基づき、水素濃度計の検出時間の短縮についても対応する。

5. 他号機と共用する設備の 点検・評価について

他号機と共用する設備の点検・評価について（6号機）



モニタリングポスト



超高圧開閉所
(高起動変圧器)



主な共用設備の機器

廃棄物処理設備

補助ボイラ



純水タンク

6号機のプラント全体の機能試験に必要な共用設備として、227機器を抽出し、機器レベルの点検を実施した。これらの設備は、2/12設備健全性SWGに報告した7号機の共用設備と共通であり、不適合が確認された設備についてはすべて補修が完了済みである。

(不適合リストは、参考資料3参照)

6. 全体の評価まとめ

全体の評価まとめ

1. 機器健全性の評価

点検の結果、重要度分類クラスⅠ，耐震重要度As，Aの機器には構造強度や機能に影響は確認されなかった。また地震応答解析の結果，評価基準値を満足していることを確認した。

2. 系統健全性の評価

系統レベルの点検・評価については，地震による影響と考えられる異常は確認されず，系統機能が正常に発揮されることを確認した。

3. 不適合対策

6号機設備ならびに共用設備の不適合処理と必要な水平展開については，所内蒸気系配管の不適合を除き，すべて対策が完了している。

この報告により，蒸気発生前に実施する「柏崎刈羽原子力発電所6号機新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る点検・評価計画書」に係るすべての設備の点検・評価は完了した。

その他

1. 設備・機器についての対策

- ・火災対策（消火配管地上化，変圧器と電源母線取り合い部の変位吸収量増加等）を完了した
- ・系外放出対策（管理区域からの漏水防止措置，燃料プール水スロッシング対策，排気塔からのヨウ素放出対策）を完了した。

2. 耐震強化について

原子炉安全上重要な設備については必要に応じ耐震強化を完了させた。また，新基準地震動Ssによる耐震安全性の確認を実施した。

7. 参考資料

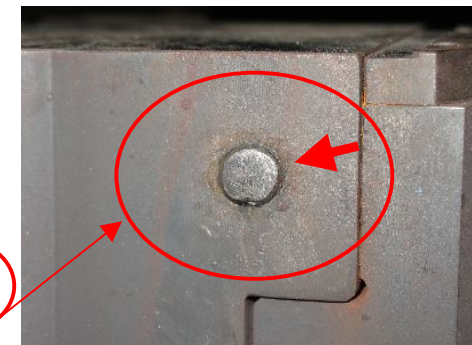
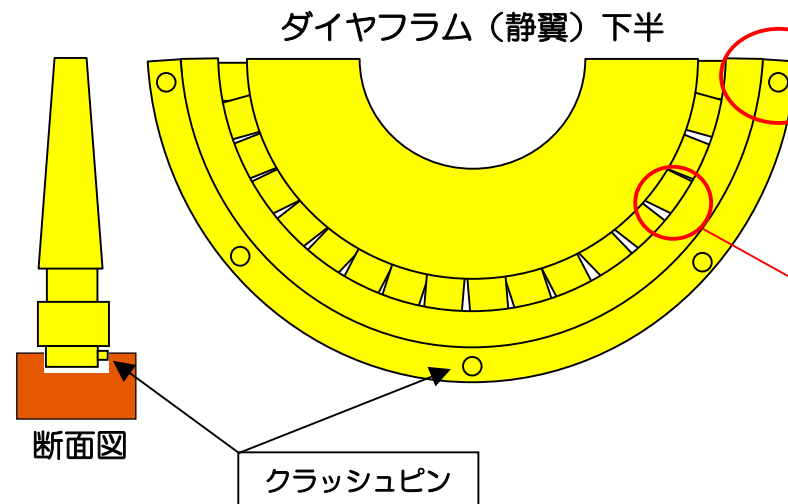
参考1：不適合事象の事例

■ タービン車室ダイヤフラム（静翼）下半側の接触痕について

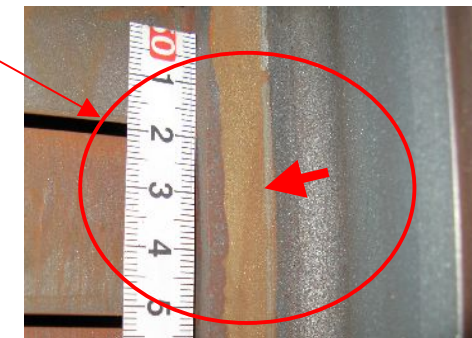
- 事象：蒸気タービンの追加点検として分解点検を実施した結果、下半側の静翼に接触痕が確認された。
- 原因：地震による動翼と静翼の接触および静翼の振動により接触痕が発生したものと推定される。（報告済み：同様の事象は上半側の静翼にも確認されている）
- 対策：溶接補修又は手入れを実施した。



ダイヤフラム写真



ダイヤフラム（静翼）接触跡
（クラッシュピン）



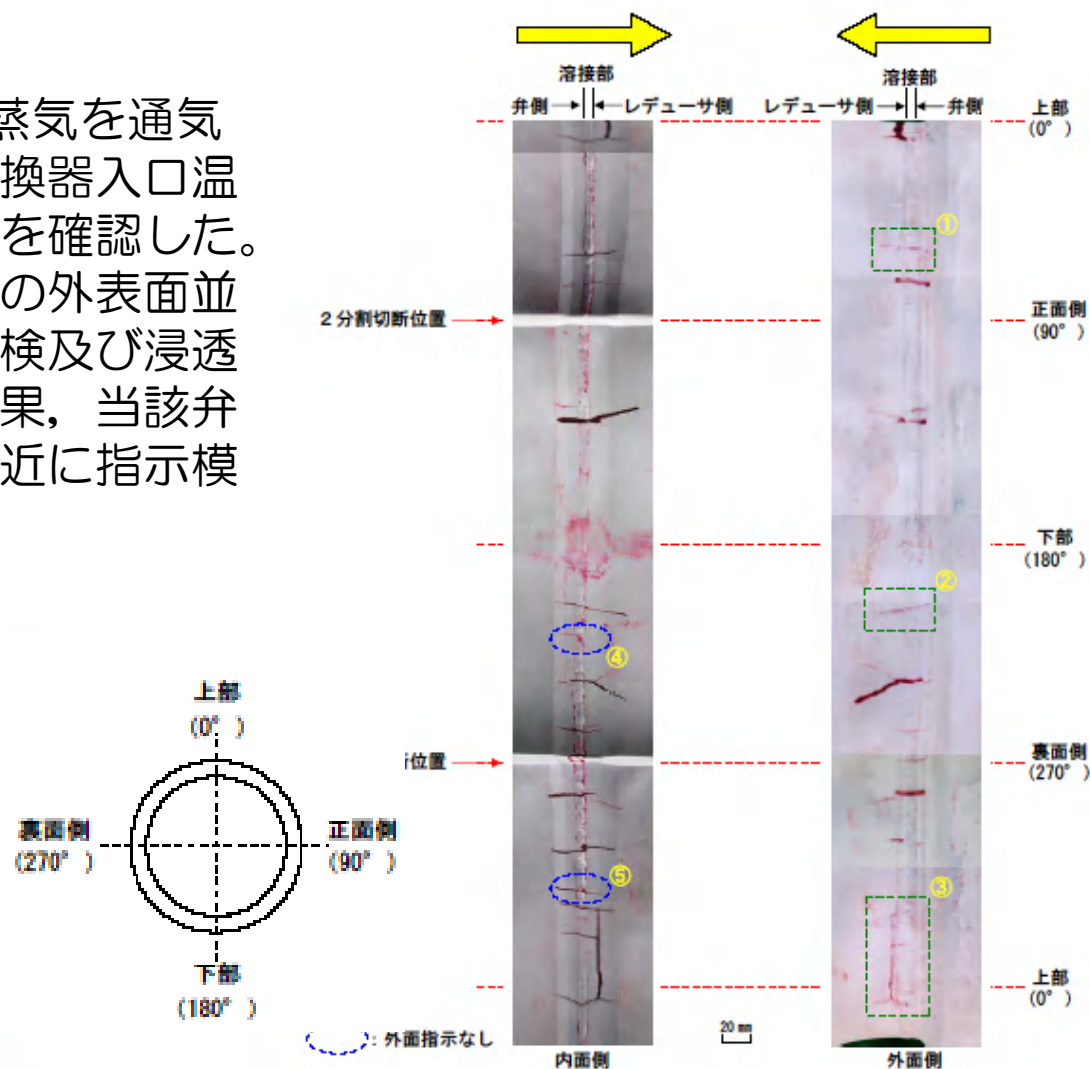
ダイヤフラム（静翼）接触跡
（光沢のみ）

参考2：不適合事象の事例（1 / 2）

平成20年12月3日第16回設備健全性サブWG報告

■ 所内蒸気系配管蒸気漏えい

- 事象：漏えい試験を実施するため蒸気を通気したところバックアップ熱交換器入口温度調節弁付近から蒸気漏えいを確認した。追加点検として、当該配管部の外表面並びに内表面からの詳細目視点検及び浸透探傷検査を実施した。その結果、当該弁の出口側レデューサ溶接部付近に指示模様が確認された。



参考2：不適合事象の事例（2／2）

■ 所内蒸気系配管蒸気漏えい

- 評価：今回発生した所内蒸気配管割れは、下記の観点からアルカリ腐食割れが原因であり、地震による影響ではないと判断した。
 - ・ 材料調査の結果、PT指示箇所が粒界割れの様相を呈していることが確認された。
 - ・ 過去に5号機においても所内ボイラ配管の割れ事象が発生し、同様の粒界割れが確認されている。その原因は弁シート漏洩により、弁下流側配管で蒸気に添加されている苛性ソーダ（NaOH）が濃縮され、残留応力が高い溶接部でアルカリ腐食割れ※1が発生した。
 - ・ 本事象においても、当該弁は調節弁であり微開運用を繰り返されることから、5号機の事象と同様の状態となっていたと想定される。
- 対策：配管取替を実施し、アルカリ腐食対策として溶接後に溶接部に熱処理（焼鈍）※2を実施する。
なお、5号機の類似箇所については水平展開として計画的に熱処理を実施してきたが、今回の事象で得られた類似箇所についても、同様に対策を実施していくものとする。

※1 アルカリ腐食割れは、温度・アルカリ濃度・応力がそれぞれ割れ発生条件を満たすことにより発生する。

※2 溶接部を熱処理し、残留応力を低減する処置。アルカリ腐食割れの割れ条件の一つである応力を低減し、アルカリ腐食割れの発生を防止するもの。

参考3：共用設備不適合事象

共用設備不適合は、第18回設備・健全性SWG報告（2月12日）に報告した7号機と共用する設備と共通であり、不適合も報告済

	不適合内容	機能影響あり
地震の影響による不適合 または 地震の影響と否定できない不適合	・ 5号補助ボイラーの給電部と電極部を結合するボルト折損事象の件	
	・ 5号屋外設備液化窒素設備不活性ガス系配管曲がりの件	○
	・ 5号屋外設備液化窒素設備不活性ガス系支持構造物の曲がりの件	○
	・ 1号高起動変圧器の放圧装置動作の件	
	・ 1号高起動変圧器一次側黒相ブッシングの圧カスイッチ用配管曲がりの件	○
	・ 1号高起動変圧器の巻線ずれの件	○
	・ 1号高起動変圧器一次側黒相ブッシングの油中にアセチレン検出の件	○
	・ 3号高起動変圧器の巻線ずれの件	○
	・ 5号補助ボイラ（4A）電気盤の扉ストッパー金具変形の件	
	・ 3号高起動変圧器中性点接地装置の油面低下継電器動作および復帰不良の件	
	・ 5号純水タンク滑動防止用の基礎ボルトの延びについて	
	・ 5号液化窒素貯槽の基礎ベースの軽微なひび割れについて	
	経年劣化等による不適合	・ 5号補助ボイラ用変圧器（A）のガス継電器まわりで油滲みの件