

柏崎刈羽原子力発電所 1号機
新潟県中越沖地震後の設備健全性に係る
プラント全体の機能試験・評価報告について（最終評価）

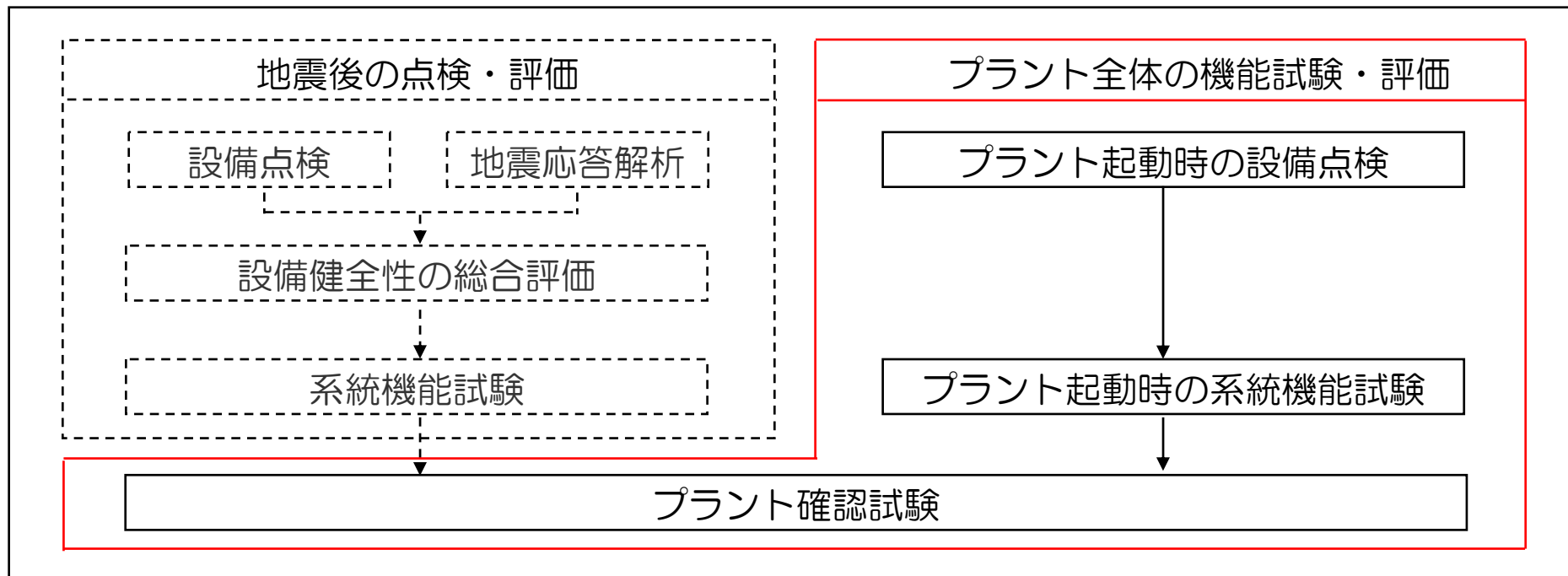
平成22年7月13日



東京電力

1. はじめに

- これまで、「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」に基づき、原子炉の蒸気発生前に実施する点検・評価（以下、「地震後の点検・評価」という）を行い、設備健全性を確認してきた。
- 上記点検・評価の完了後、「**プラント全体の機能試験・評価**」を実施した。その結果、地震影響による設備への影響は確認されず、今後、安定してプラントが運転可能であると評価した。



プラント全体の機能試験・評価の全体フロー

2. プラント全体の機能試験・評価の概要（1 / 2）

■ 「プラント起動時の設備点検」

プラント起動時に初めて確認可能となる作動確認、漏えい確認等を実施し、機器レベルの健全性を確認する。

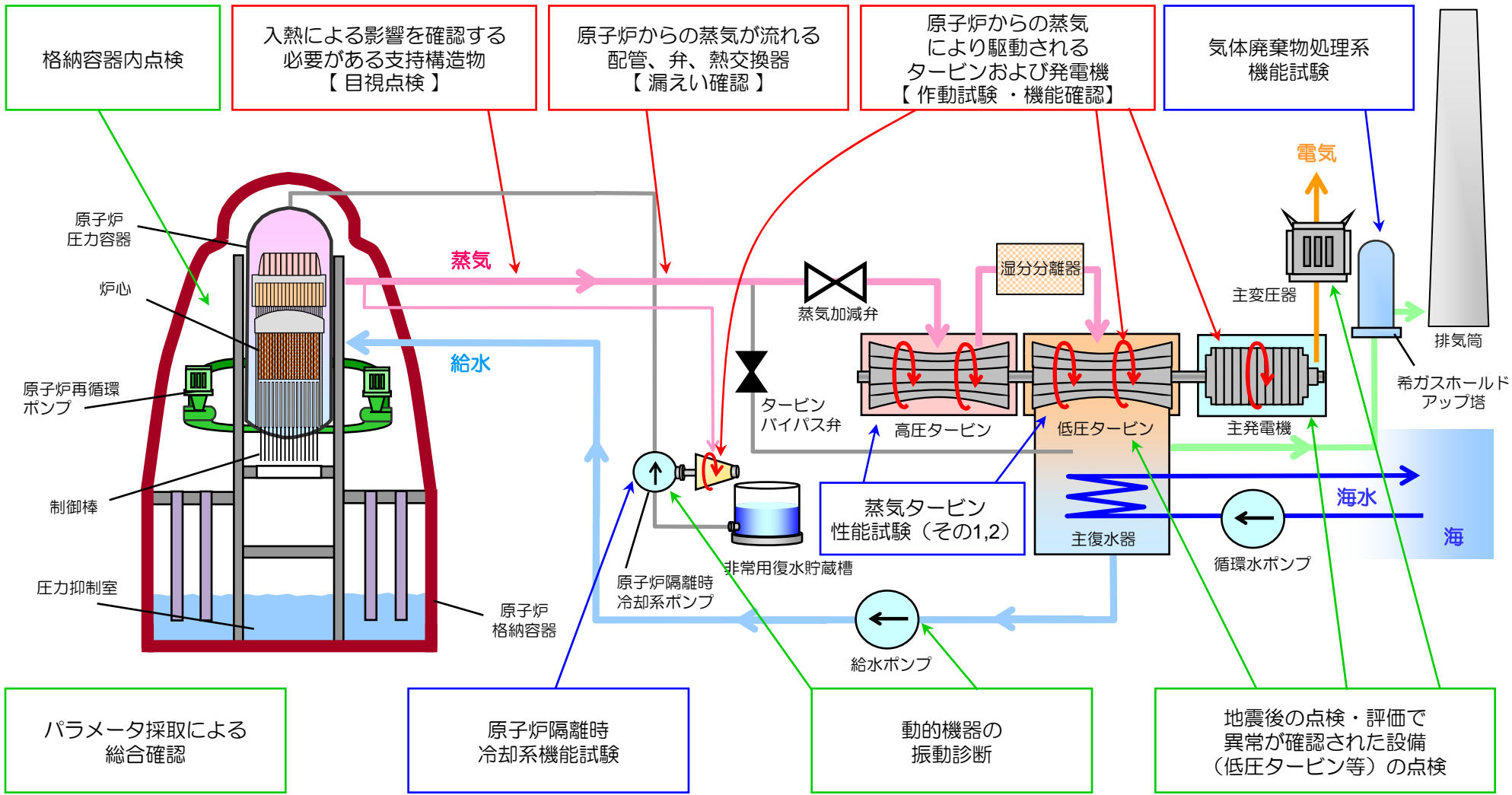
■ 「プラント起動時の系統機能試験」

プラント起動時に初めて実施可能となる系統機能試験を実施し、系統レベルの健全性を確認する。

■ 「プラント確認試験」

プラント運転状態でのパラメータ採取、運転に関連する設備の状態監視等を実施し、プラント全体の総合性能を確認する。

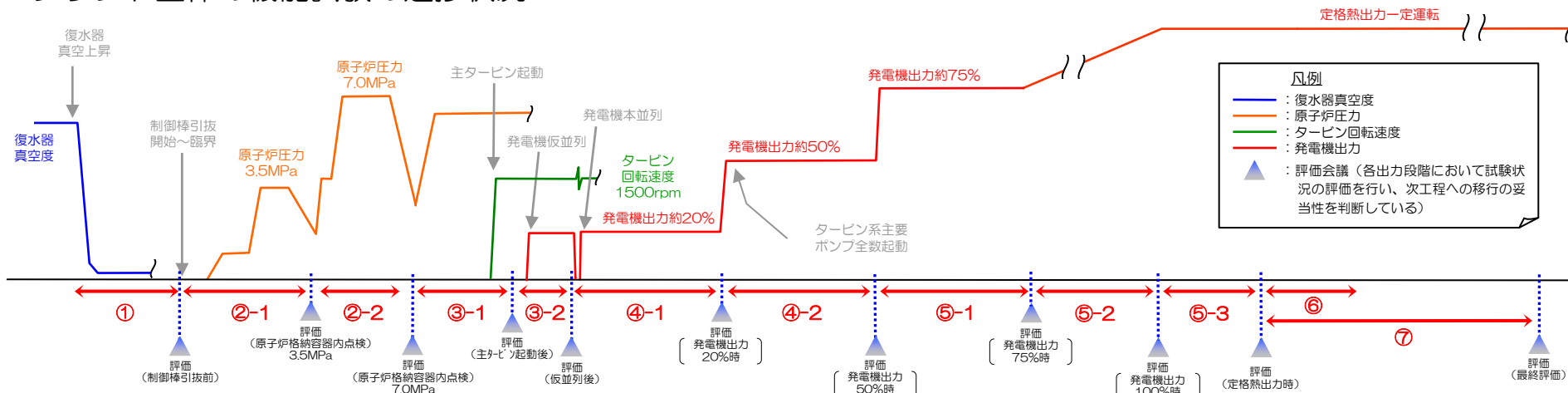
2. プラント全体の機能試験・評価の概要 (2/2)



- (Red line) : プラント起動時の設備点検
- (Blue line) : プラント起動時の系統機能試験
- (Green line) : プラント確認試験

3. プラント全体の機能試験・評価の進捗状況（1 / 2）

■ プラント全体の機能試験の進捗状況※



※ プラント起動からの実績工程を参考資料-1に示す

	① 真空上昇時の点検	② 原子炉昇圧時の点検	③ タービン、発電機の起動時の点検・試験	④ 発電機出力20、50%時の点検・試験	⑤ 発電機出力75%、定格熱出力時の点検・試験	⑥ 定格熱出力一定運転時の試験	⑦ 最終の健全性評価	
主な点検項目	プラント起動時の設備点検	-	◆タービン点検 ◆発電機並列時点検 ◆発電機並列時の変圧器類点検	◆蒸気系配管・機器点検 ◆支持構造物点検	◆定格熱出力時の発電機点検 ◆定格熱出力時の変圧器点検	-	-	
	プラント起動時の系統機能試験	-	◆蒸気タービン性能試験 (その2)	-	-	◆気体廃棄物処理系機能試験 ◆原子炉隔離時冷却系機能試験 ◆蒸気タービン性能試験 (その1)	-	
	プラント確認試験	◆一定時間毎の主要パラメータ採取	◆炉圧約3.5MPa、約7.0MPa時の格納容器内点検 ◆一定時間毎の主要パラメータ採取	◆一定時間毎の主要パラメータ採取 ◆異常が確認された設備の確認 ・タービンの状態監視開始 ・発電機の状態監視開始 ・変圧器の状態監視開始	◆発電機出力20、50%出力時の主要パラメータ採取 ◆異常が確認された設備の確認 ・復水器の状態監視開始	◆発電機出力75%、定格熱出力時の状態監視 ◆発電機出力75、100%、および定格熱出力時の主要パラメータ採取	-	◆定格熱出力一定運転時の状態監視 ◆定格熱出力一定運転時における主要パラメータ採取
	その他	-	◆配管の熱変位量確認 ◆配管振動確認	-	◆配管振動確認	◆発電機出力75%、定格熱出力時の配管振動確認	◆配管振動確認	-

3. プラント全体の機能試験・評価の進捗状況（2/2）

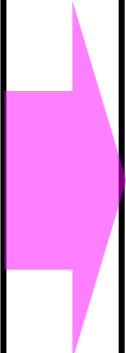
- プラント全体の機能試験として実施する点検・試験が完了した。設備点検、系統機能試験、プラント確認試験のそれぞれの点検項目において実施した点検、試験結果は以下のとおり。

		点検、試験の実施時期							結果	地震影響の有無	評価
		① 真空上昇時の点検	② 原子炉昇圧時の点検	③ タービン、発電機の起動時の点検・試験	④ 発電機出力20、50%時の点検・試験	⑤ 発電機出力75%、定格熱出力時の点検・試験	⑥ 定格熱出力一定運転時の試験	⑦ 最終の健全性評価			
主な点検項目	プラント起動時の設備点検	—	<ul style="list-style-type: none"> ◆原子炉隔離時冷却系設備点検 ◆給水ポンプ等起動時の点検 ◆給水系配管点検 ◆支持構造物点検 	<ul style="list-style-type: none"> ◆タービン点検 ◆発電機並列時点検 ◆発電機並列時の変圧器類点検 	<ul style="list-style-type: none"> ◆蒸気系配管・機器点検 ◆支持構造物点検 	<ul style="list-style-type: none"> ◆定格熱出力時の発電機点検 ◆定格熱出力時の変圧器点検 	—	—	異常なし	無	良
	プラント起動時の系統機能試験	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ◆蒸気タービン性能試験（その2） 	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ◆気体廃棄物処理系機能試験 ◆原子炉隔離時冷却系機能試験 ◆蒸気タービン性能試験（その1） 	—	異常なし	無	良
	プラント確認試験	<ul style="list-style-type: none"> ◆一定時間毎の主要パラメータ採取 	<ul style="list-style-type: none"> ◆炉圧約3.5MPa、約7.0MPa時の格納容器内点検 ◆一定時間毎の主要パラメータ採取 	<ul style="list-style-type: none"> ◆一定時間毎の主要パラメータ採取 ◆異常が確認された設備の確認 ・タービンの状態監視開始 ・発電機の状態監視開始 ・変圧器の状態監視開始 	<ul style="list-style-type: none"> ◆発電機出力20、50%出力時の主要パラメータ採取 ◆異常が確認された設備の確認 ・復水器の状態監視開始 	<ul style="list-style-type: none"> ◆発電機出力75%、定格熱出力時の状態監視 ◆発電機出力75、100%、および定格熱出力時の主要パラメータ採取 	—	<ul style="list-style-type: none"> ◆定格熱出力一定運転時の状態監視 ◆定格熱出力一定運転時における主要パラメータ採取 	異常なし	無	良
	その他	—	<ul style="list-style-type: none"> ◆配管の熱変位量確認 ◆配管振動確認 	—	<ul style="list-style-type: none"> ◆配管振動確認 	<ul style="list-style-type: none"> ◆発電機出力75%、定格熱出力時の配管振動確認 	<ul style="list-style-type: none"> ◆配管振動確認 	—	異常なし	—	良

- これまでに実施したプラント確認試験では、試験結果に影響を及ぼすような重大な不適合はなく、結果に異常がないと評価しているが、軽微な不適合が確認されている。これらの不適合は、原子炉の安全性に影響を与えるような重大な不適合ではない、と評価している（添付資料-1参照）。

4. 「プラント起動時の設備点検」の内容（1 / 2）

動的機器※	静的機器※
2) 横形ポンプ 4) ポンプ駆動用タービン 9) 弁 14) 主タービン 15) 発電機	23) 配管 25) 熱交換器 26) 復水器、給水加熱器、 湿分分離器 28) 変圧器 31) 計器、継電器、調整器、 検出器、変換器 36) 空気抽出器



点検内容（全90機器）
■ 動的機器（全33機器） 作動試験を主体として実施
■ 静的機器（全57機器） 漏えい確認を主体として実施
■ 支持構造物（上記に係わるもの） 目視点検を主体として実施

※ 片括弧内の符番はプラント全体の機能試験・評価計画書の3.による



① 真空上昇時の点検	② 原子炉昇圧時の点検	③ タービン、発電機の起動時の点検・試験	④ 発電機出力20、50%出力時の点検・試験	⑤ 発電機出力75%、定格熱出力時の点検・試験
—	◆原子炉隔離時冷却系 ・ポンプ：作動試験、漏えい確認 ・タービン：作動試験、漏えい確認 ・配管：漏えい確認 ・支持構造物：目視点検 ◆給水系 ・タービン駆動原子炉給水ポンプ ：作動試験、漏えい確認 ・給水ポンプ駆動用タービン ：作動試験、漏えい確認 ・配管：漏えい確認 ・支持構造物：目視点検	◆主タービン ：作動試験、漏えい確認 ◆発電機：機能確認 ◆変圧器：機能確認、変圧器潮流試験	◆蒸気系配管点検：漏えい確認 ◆支持構造物点検：目視点検	◆定格出力時の発電機点検 ：機能確認、漏えい確認 ◆定格出力時の変圧器点検 ：機能確認

点検結果の例について参考資料-2に示す。

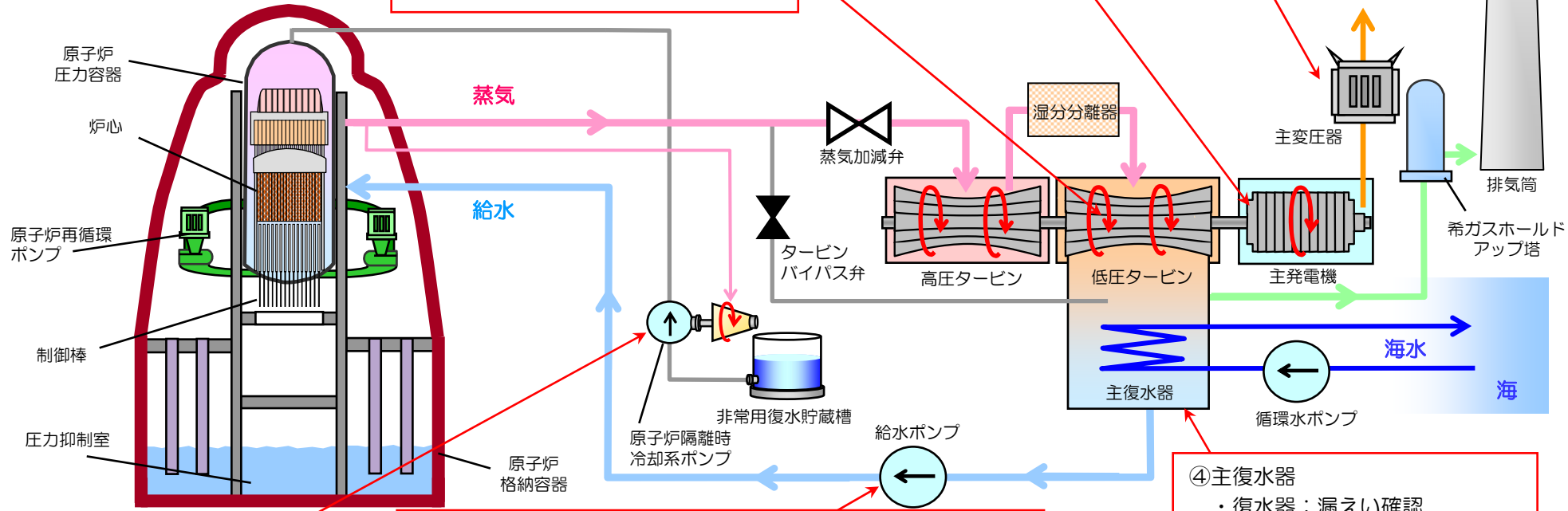
4. 「プラント起動時の設備点検」の内容 (2/2)

- ④蒸気系配管の漏えい確認
- ・ 空気抽出器
 - ・ 湿分分離器
 - ・ グランド蒸気蒸化器
 - ・ グランド蒸気復水器

- ③主タービン
- ・ タービン：作動試験、漏えい確認
- ④主タービン
- ・ タービン：漏えい確認
 - ・ 配管：漏えい確認
 - ・ 支持構造物：目視点検

- ③発電機：機能確認
- ⑤発電機：機能確認
- 漏えい確認

- ③変圧器：機能確認
- ⑤変圧器：機能確認



- ②原子炉隔離時冷却系
- ・ ポンプ：作動試験、漏えい確認
 - ・ タービン：作動試験、漏えい確認
 - ・ 配管：漏えい確認
 - ・ 支持構造物：目視点検

- ②給水系
- ・ タービン駆動原子炉給水ポンプ：作動試験、漏えい確認
 - ・ 給水ポンプ駆動用タービン：作動試験、漏えい確認
 - ・ 配管：漏えい確認
 - ・ 支持構造物：目視点検
- ④給水系
- ・ タービン駆動原子炉給水ポンプ，給水ポンプ駆動用タービン，給水加熱器，配管：漏えい確認
 - ・ 支持構造物：目視点検

- ④主復水器
- ・ 復水器：漏えい確認

- ①：真空上昇時の点検
- ②：原子炉昇圧時の点検
- ③：タービン、発電機の起動時の点検・試験
- ④：発電機出力20,50%時の点検・試験
- ⑤：発電機出力75%,定格熱出力時の点検・試験
- ⑥：定格熱出力一定運転時の試験
- ⑦：最終の健全性評価

4. 「プラント起動時の設備点検」の結果

- 動的機器の作動試験、蒸気系配管の漏えい確認および支持構造物の目視点検を実施し、いずれの点検においても結果が良好であり、地震による設備健全性への影響がないことを確認した。

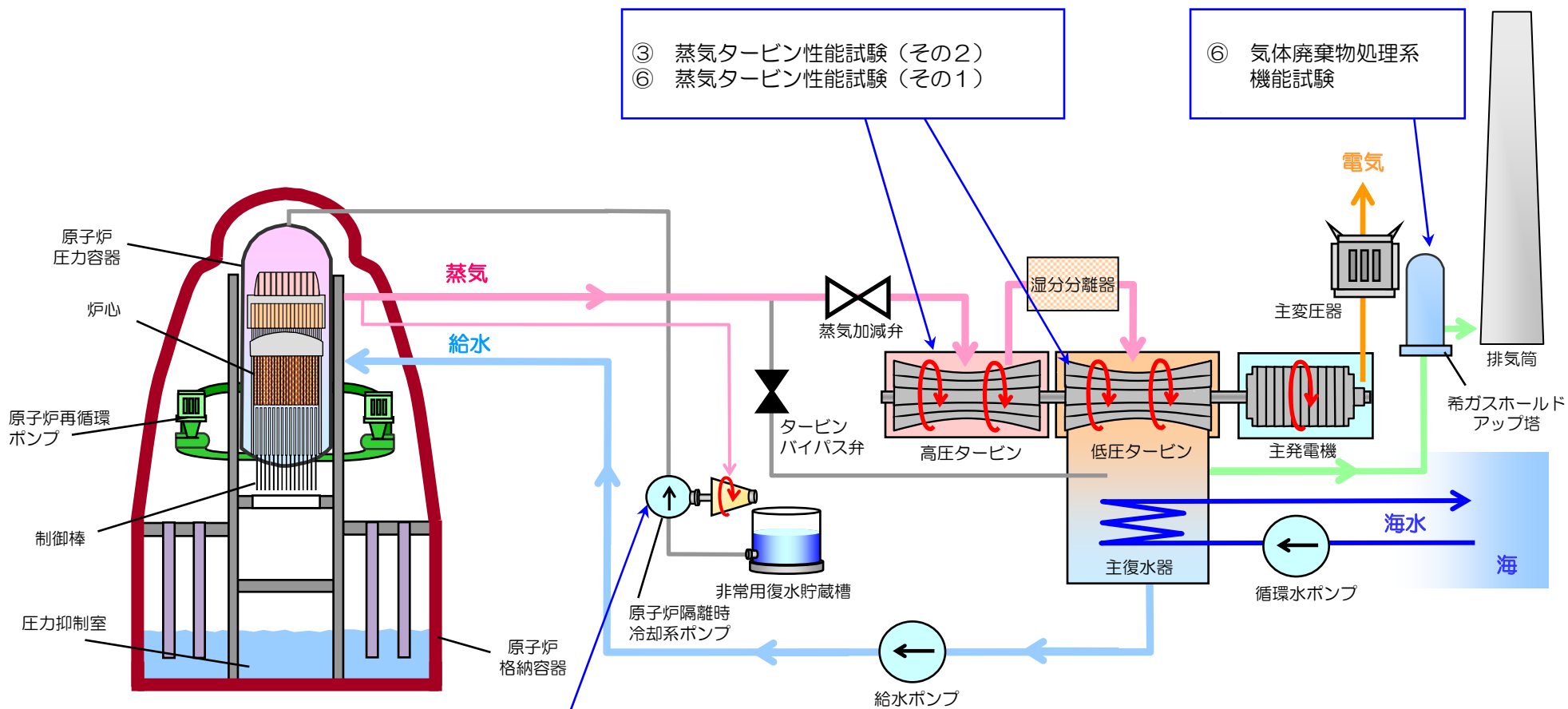
5. 「プラント起動時の系統機能試験」の内容（1 / 2）

■プラント起動時に初めて実施が可能となる下記4試験を実施した。

●プラント起動時に実施する系統機能試験（4試験）

- ◆原子炉隔離時冷却系機能試験
 - ◆気体廃棄物処理系機能試験
 - ◆蒸気タービン性能試験（その1）
 - ◆蒸気タービン性能試験（その2）
- } 定格熱出力一定運転時に試験完了
- : タービン、発電機の起動時に試験完了

5. 「プラント起動時の系統機能試験」の内容 (2/2)



③ 蒸気タービン性能試験 (その2)
⑥ 蒸気タービン性能試験 (その1)

⑥ 気体廃棄物処理系機能試験

⑥ 原子炉隔離時冷却系機能試験

- ①: 真空上昇時の点検
- ②: 原子炉昇圧時の点検
- ③: タービン、発電機の起動時の点検・試験
- ④: 発電機出力20,50%時の点検・試験
- ⑤: 発電機出力75%,定格熱出力時の点検・試験
- ⑥: 定格熱出力一定運転時の試験
- ⑦: 最終の健全性評価

5. 「プラント起動時の系統機能試験」の結果

- 以下の試験を実施し、いずれの試験においても判定基準を満足しており、系統機能が正常に発揮され、技術基準に適合しているものと評価した。
 - 原子炉隔離時冷却系機能試験
 - 気体廃棄物処理系機能試験
 - 蒸気タービン性能試験（その1）
 - 蒸気タービン性能試験（その2）

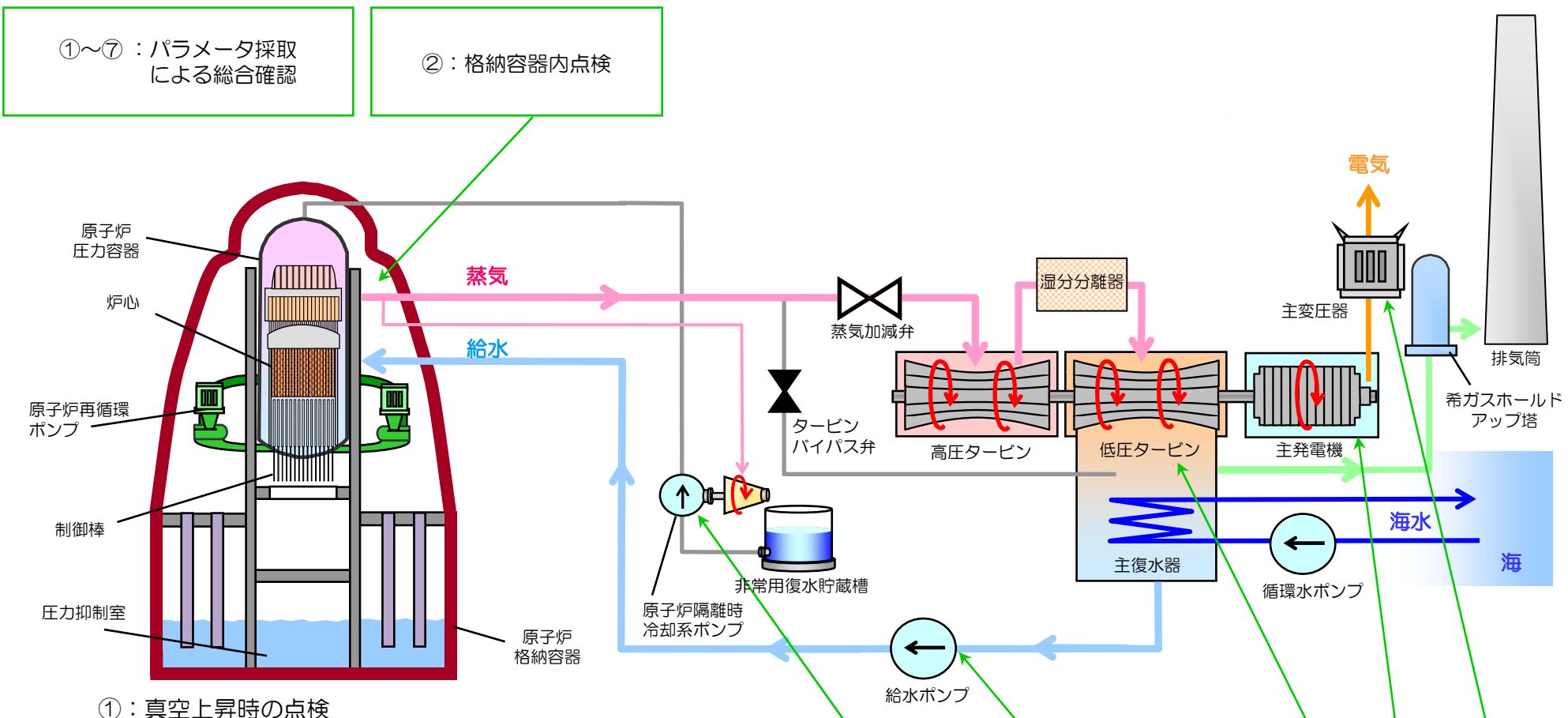
- また、重点的に確認する項目（地震前の値との比較など）についても、異常は確認されなかった。

- 試験結果の詳細については、参考資料-3に記す。

6. プラント確認試験の内容（1 / 2）

- 各系統機能を総合したプラント全体の総合性能を確認するため、「パラメータ採取による総合確認」を実施した。
- プラント起動に伴い運転するポンプ類に対し、今後、安定して運転が可能であることの確認を目的とし、JEAG4221（原子力発電所の設備診断に関する技術指針 - 回転機械振動診断技術）に基づいて「振動診断」を実施した。
- 昇圧過程における変化をより慎重に確認するため、通常実施している定格圧力近傍（約7.0MPa）に加え、定格圧力の約半分（約3.5MPa）において、原子炉格納容器内設備に対する目視点検を実施した。
- 地震の影響を考慮した総合確認として、「地震後の点検・評価で異常が確認された設備に対する点検」（低圧タービン等）を実施した。

6. プラント確認試験の内容 (2/2)



①～⑦：パラメータ採取による総合確認

②：格納容器内点検

②、④、⑤、⑦：動的機器の振動診断

①～⑦：地震後の点検・評価で異常が確認された設備（低圧タービン等）の点検

- ①：真空上昇時の点検
- ②：原子炉昇圧時の点検
- ③：タービン、発電機の起動時の点検・試験
- ④：発電機出力20、50%時の点検・試験
- ⑤：発電機出力75%、定格熱出力時の点検・試験
- ⑥：定格熱出力一定運転時の点検・試験
- ⑦：最終の健全性評価

6. プラント確認試験の結果（1 / 3）

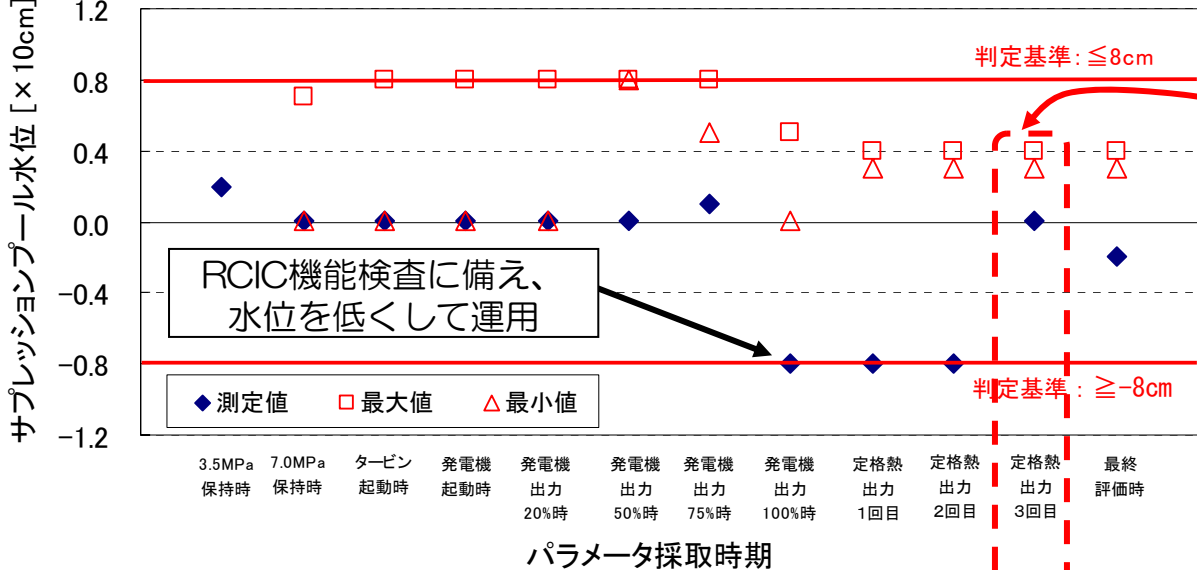
- 「パラメータ採取による総合確認」では、各出力段階でパラメータ採取を実施した結果（約900項目）、全ての項目で判定基準※を満足していたが、パラメータの推移状況を評価した結果、サブレーションプール水位および格納容器内温度（サブレーションプール水温度）等に、通常の変動とは異なると思われる上昇が確認されたため、個別に評価を実施した（次頁参照）。

※ 保安規定に定めている値（運転上の制限）や警報が発報する値

- 評価の結果、原子炉隔離時冷却系の蒸気止め弁のシートパスによるものであることを確認した。原子炉隔離時冷却系は、地震後に起動停止しており、本事象が確認される以前にパラメータに異常は確認されていないため、起動停止に伴い当該弁が動作した際のゴミかみ等に起因した事象であり、地震の影響によるものではないと評価した（添付資料-1参照）。
- 対策として、当該弁の点検・補修作業を行い、サブレーションプール水位および格納容器内温度（サブレーションプール水温度）に問題がないことを確認した。また、その他のパラメータについては、異常は確認されていないため、プラント運転性能が正常に発揮されていると評価した。

6. プラント確認試験の結果 (2/3)

サブレーションプール水位



通常の変動とは異なると考えられる上昇を確認した。

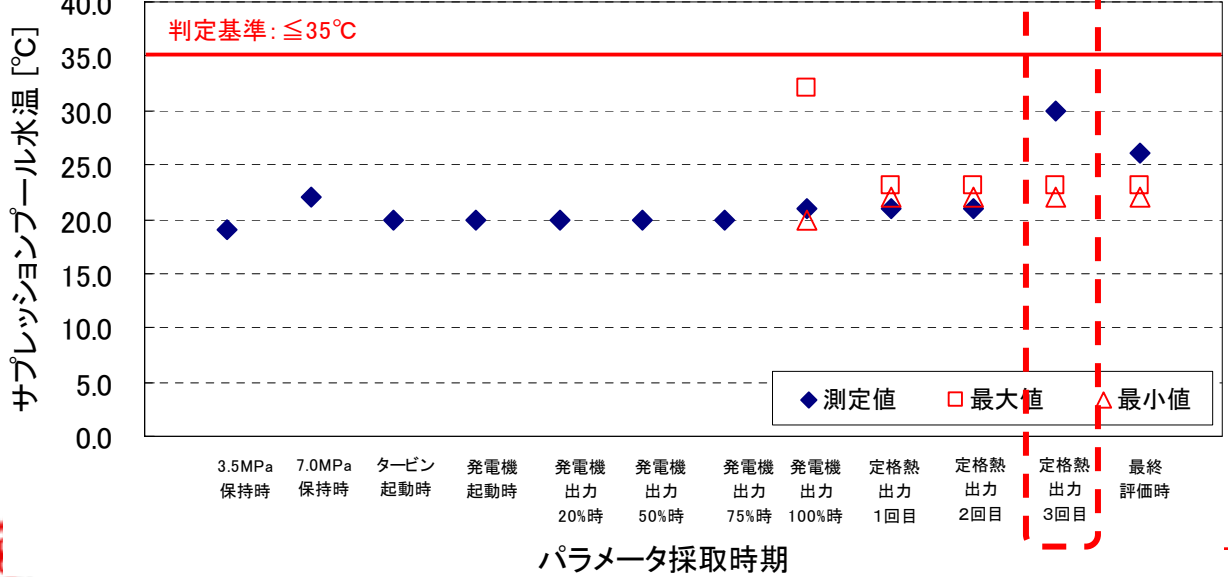


個別に評価を実施し、原子炉隔離時冷却系の蒸気止め弁のシートパスを確認した。



点検手入れを実施した後、パラメータに問題がないことを確認した。

サブレーションプール水温



6. プラント確認試験の結果（3／3）

- 地震前の運転実績値との比較を行った結果、過去の運転実績値の最小値から最大値の範囲に含まれないパラメータが確認されたが、定格熱出力時におけるサプレッションプール水位および格納容器内温度（サプレッションプール水温度）を除き、いずれも過去のパラメータ採取時と運転状態が異なる等の理由によるものであり、地震の影響によるものではないと評価した。
- 採取したパラメータから、プラントの熱平衡（ヒートバランス）、熱効率を算出し、過去値との比較を行い、異常のないことを確認した。
- また、「振動診断」、「格納容器内点検」、「起動前の点検・評価で異常が確認された設備に対する点検」では、加圧、加温、運転状態での状態監視を行った。その結果、地震の影響による設備の異常は確認されず、今後の安定運転を阻害するような事象も確認されなかった。
- 試験結果の詳細については、参考資料-4に記す。

7. その他の確認事項

■ その他の確認事項の概要

地震の影響確認として実施する点検、試験に加え、プラント起動に併せ、以下の項目についても確認した（参考資料-5参照）。

● プラント起動前確認事項

プラント起動にあたり、以下に示す要件が満たされていることを確認した。

- ◆ 地震後の点検・評価が終了し、異常のないこと
- ◆ 1号機および共用設備で確認された不適合に対し、プラントの起動および定格運転に影響を与えるものは、すべて処置が完了していること 等

● プラント長期停止の影響確認

プラントが長期間停止していたことに鑑み、「プラント長期停止時対応マニュアル」に基づく、発錆防止、固着防止等を考慮した適切な保管管理が機器の特性に依りて実施されていることを確認した。

● 耐震強化工事を実施した設備（4.にて前述）

耐震強化工事を実施した設備について、以下を確認した。

- ◆ 配管および支持構造物に熱移動の影響による異常がないこと
- ◆ 振動測定により、異常な振動がないこと

8. 評価のまとめ

■ プラント起動時の設備点検の評価結果

プラント起動時の設備点検の結果、いずれの設備にも地震の影響と考えられる異常は確認されず、地震による設備健全性への影響がないと評価した。

■ プラント起動時の系統機能試験の評価結果

プラント起動時の系統機能試験の結果、いずれの試験においても判定基準を満足しており、また、重点的に確認する項目についても異常は確認されず、系統機能が正常に発揮され、技術基準に適合しているものと評価した。

■ プラント確認試験の評価結果

プラント確認試験の結果、地震の影響を示す兆候は確認されず、地震によるプラント全体の運転状態への影響はないものと評価した。また、プラントパラメータが安定していることを確認し、今後の継続運転の観点からも問題のないものと評価した。

■ その他の確認項目の結果

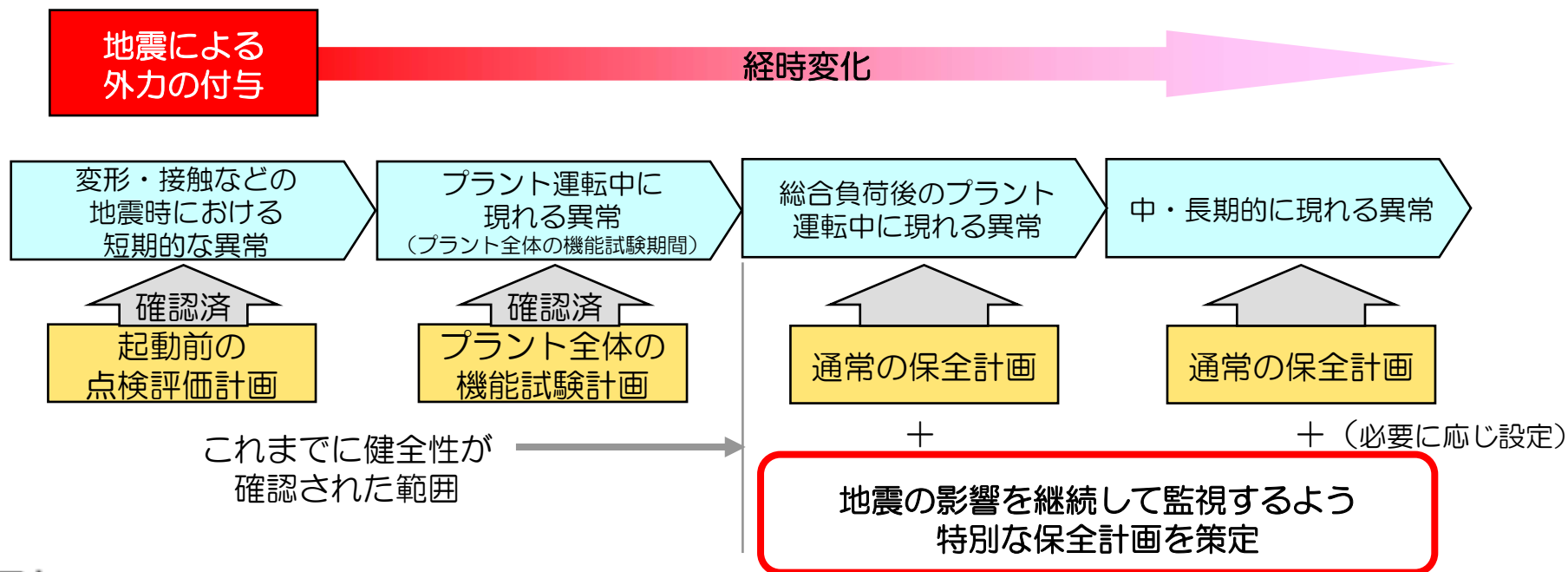
プラント起動前の確認、プラント長期停止の影響の確認および、耐震強化工事を実施した設備の確認を行った結果、いずれにおいても異常は確認されなかった。

プラント全体の機能試験において確認された不適合事象は、いずれも地震の影響によるものではなく、起動前に実施した点検・評価の結果も踏まえ、プラント全体の健全性評価を行った結果、今後継続的にプラントが運転可能であると評価した。

9. 今後の保全計画

■ 運転開始後の特別な保全計画の考え方

- プラント全体の機能試験の完了後、地震を受けた影響を継続的に監視する観点から、通常時の保全活動に加えて実施する項目を「特別な保全計画」として計画する。
- これまでの点検で、地震影響による短期的異常は確認されているため、地震影響にその後の経時的変化が加わることによる設備への影響を監視するよう保全計画を立案する。
- これら策定にあたっては、地震前と状態が異なる設備に特に注意するよう考慮し、保全方式等を検討する。
- また、策定された保全計画で今後ルーチン化されるものは通常時の保全計画の反映も検討していくが、地震の影響を継続監視する観点から、中・長期的な評価も検討する。

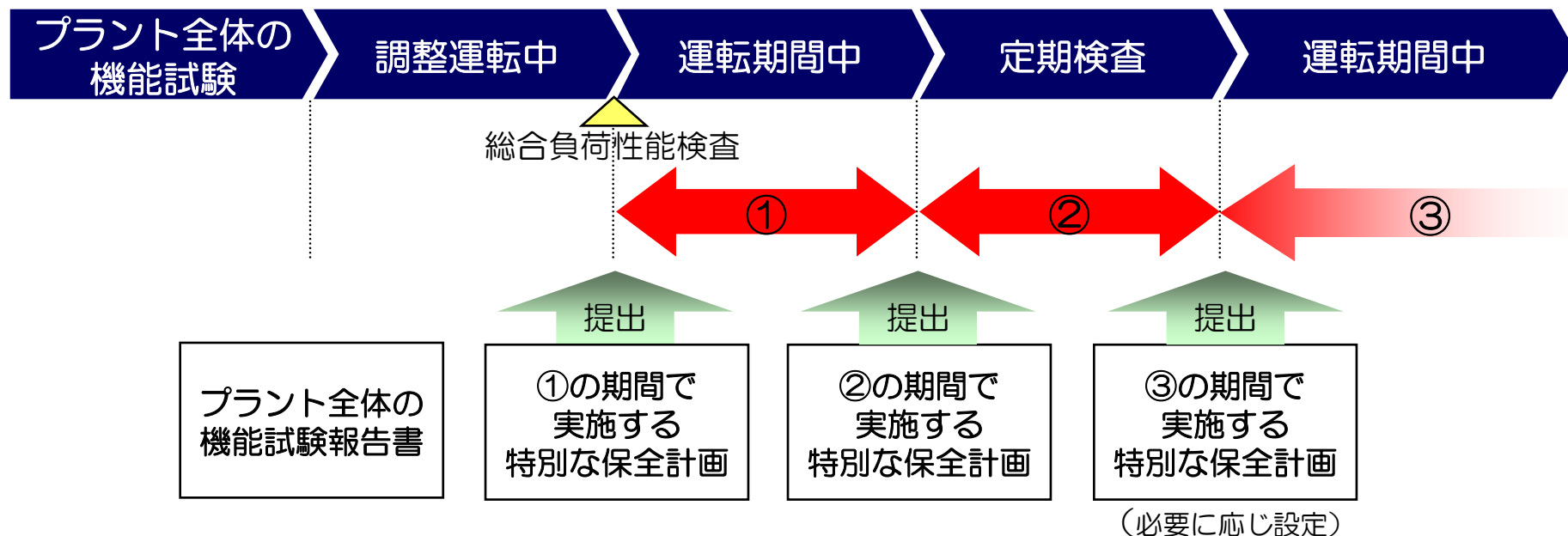


9. 保全プログラムへの反映（1 / 3）

- 地震の影響の有無に関わらず、状態監視、時間基準保全などの現状の保全活動で、設備の状態についての確認がなされているが、地震の影響を特に注意する観点から、特別な保全計画として実施する項目を以下の期間毎に策定する。

- ①プラント全体の機能試験終了後の運転期間中
- ②次回定期検査期間中
- ③それ以降（必要に応じて設定）

次回定期検査までの流れと特別な保全計画の提出時期



9. 保全プログラムへの反映（2／3）

①プラント全体の機能試験終了後の運転期間中

- プラントの主要パラメータ※¹については、プラント全体の機能試験終了後も継続して監視を行う観点から、通常の状態監視※²に加え、一定期間ごとのデータ採取および傾向の確認を行い、運転後の影響について評価を行う。
- また、今回のプラント確認試験では、全てのパラメータで異常がないと評価されているが、過去の最大、最小値の範囲に含まれないパラメータ（最終評価時）のうち、振動など、地震を起因とした影響が及ぶと想定されるものは、一定期間ごとのデータ採取および傾向の確認を行い、運転後の影響について評価を行う。

※1：総合負荷性能検査および蒸気タービン性能検査（その1）の確認項目

※2：回転機器における振動診断
巡視点検 など

②次回定期検査期間中

- 設備点検の結果、地震による軽微な影響が確認されたものの、機能に影響を及ぼさないとの理由により、補修等※³を行わず復旧した設備の点検を計画し、運転後の影響について評価を行う。
- 起動前の点検・評価において地震による劣化事象の助長が考えられる事象として「疲労」を抽出して解析評価を実施した。評価を実施した設備（主蒸気系配管 等）は、疲労による健全性への影響はないものと判断されているが、念のため、非破壊試験を計画し、運転後の影響について評価を行う。
- 上記の他に運転期間中の特別な保全計画（上記①）の有効性評価の結果に応じて設定する。

※3：補修等とは、補修、交換、補強を示す。

9. 保全プログラムへの反映（3 / 3）

③その後（次回定期検査終了後）

- ①および②によって保全を実施した設備について点検、状態監視の結果から、継続監視の必要性の有無を評価するとともに、保全周期、保全方式を策定する。なお、これらを策定した後は、通常の保全計画として取り扱うことも検討する。
- また、通常の保全計画も含め、今後の保全活動において異常が確認された設備については、その異常の原因が、地震の影響によるものかについて評価を行う。
- その後においても、地震の影響を継続的に監視する観点から、定期安全レビューや高経年技術評価においても、評価を実施することを検討する。

添付資料-1：柏崎刈羽原子力発電所1号機プラント全体の 機能試験・評価における不適合の発生状況について

参考資料-1：プラント起動からの実績工程

参考資料-2：「プラント起動時の設備点検」結果の具体例

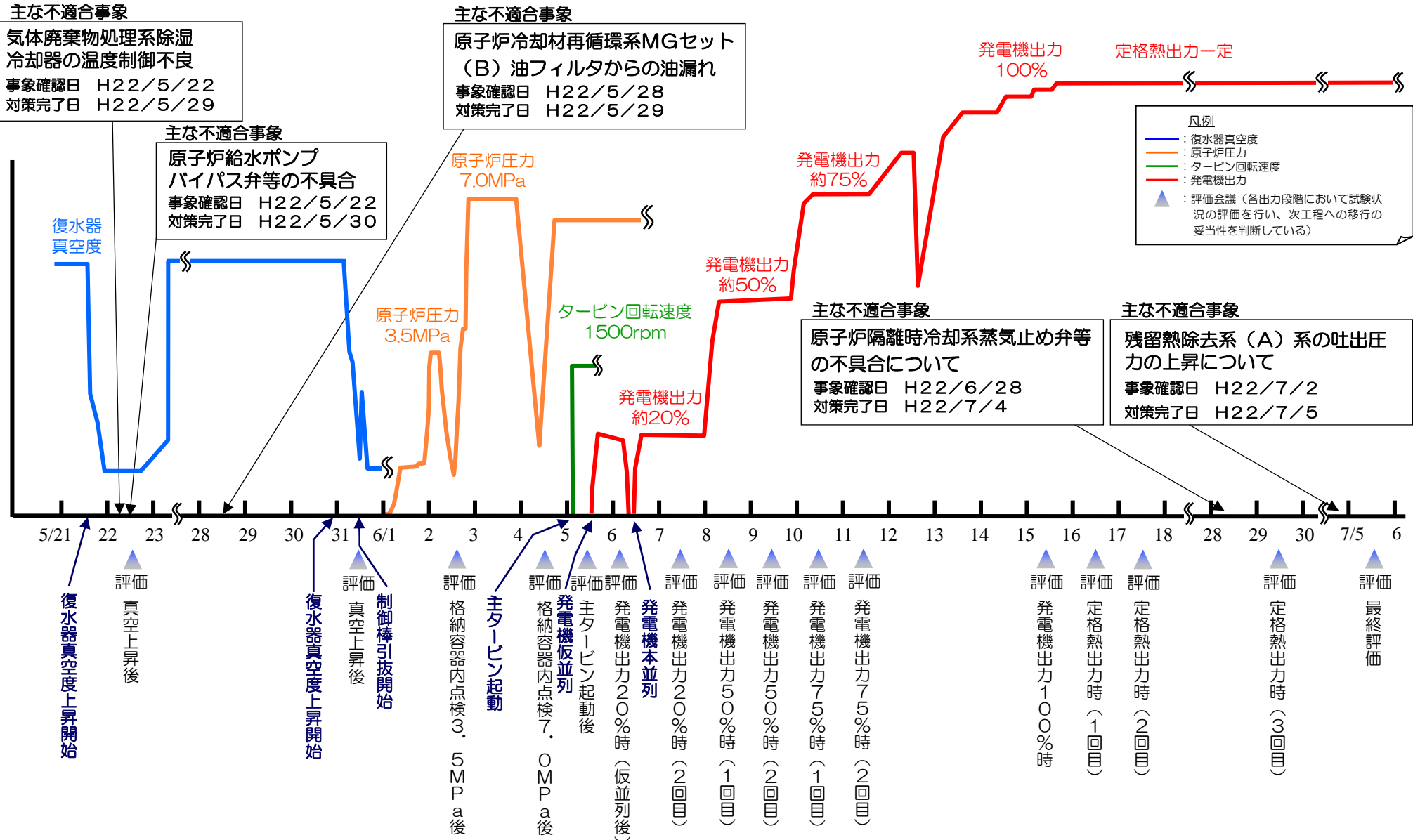
参考資料-3：「プラント起動時の系統機能試験」の結果

参考資料-4：「プラント確認試験」の結果

参考資料-5：その他の確認事項

参考資料-6：主要プラントパラメータ

参考資料-1. プラント起動からの実績工程



参考資料-2. 「プラント起動時の設備点検」結果の具体例（1 / 2）

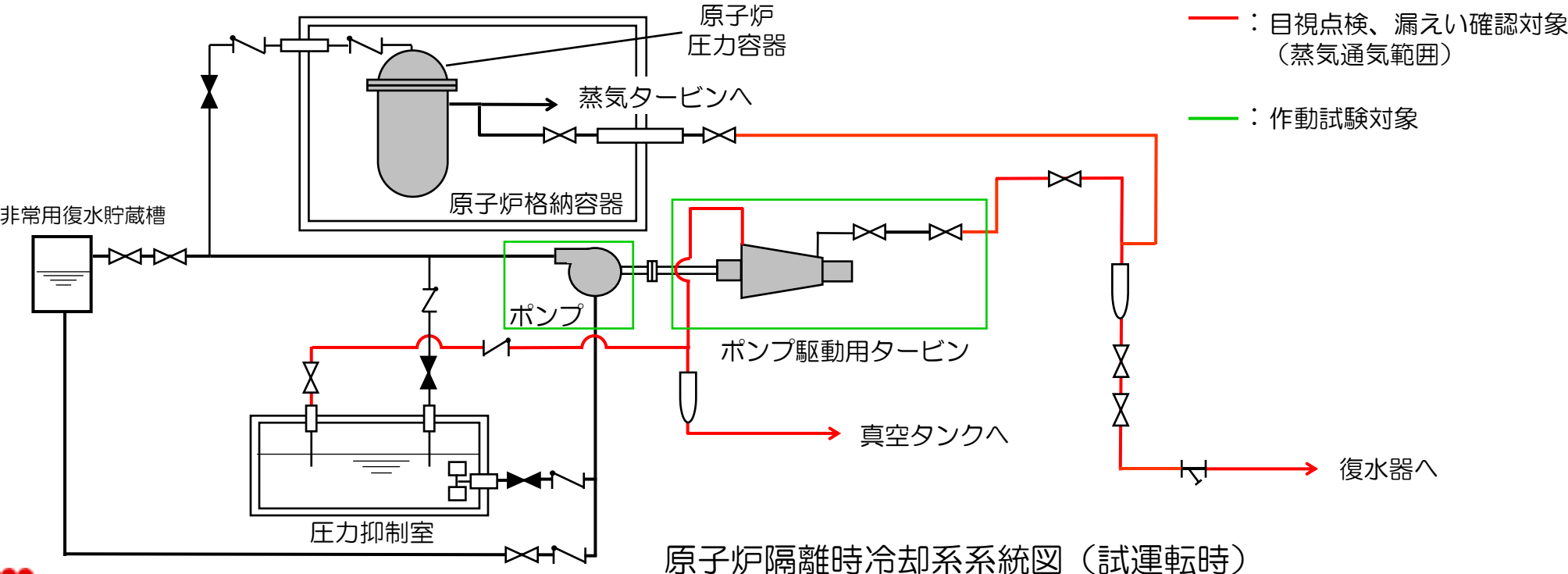
■原子炉隔離時冷却系設備点検

●点検対象設備

- ・原子炉隔離時冷却系ポンプ
- ・原子炉隔離時冷却系配管
- ・原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービン
- ・支持構造物
- ・弁

●点検内容

原子炉定格圧力状態において、原子炉の蒸気により原子炉隔離時冷却系を作動させ、作動状態、漏えいの有無、入熱による干渉の有無を確認した。



参考資料-2. 「プラント起動時の設備点検」結果の具体例（2/2）

■点検結果

● 原子炉隔離時冷却系ポンプ

	全揚程 [m]	流量 [m ³ /h]	振動 [μ m(P-P)]	軸受温度 [°C]	異音	異臭	漏えい
判定基準	原子炉圧力に加えて 80m以上であること※ ¹	≥ 137 ※ ³	≤ 30 ※ ²	「軸受給油温度 +35°C以下」 または 「80°C以下」 ※ ²	異音が ないこと	異臭が ないこと	漏えいが ないこと
今回結果	原子炉圧力：6.85MPa (揚程換算：779以上で あること) 全揚程：787	137	9.0	44.3 (軸受給油温度 33.4)	異常なし	異常なし	異常なし

● 原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービン

	振動 [μ m(P-P)]	軸受温度 [°C]	異音	異臭	漏えい
判定基準	≤ 30 ※ ²	軸受排油温度 ≤ 82 ※ ²	異音が ないこと	異臭が ないこと	漏えいが ないこと
今回結果	2.2	軸受排油温度 42.0	異常なし	異常なし	異常なし

※¹ 保安規定 第41条

※² 設計値

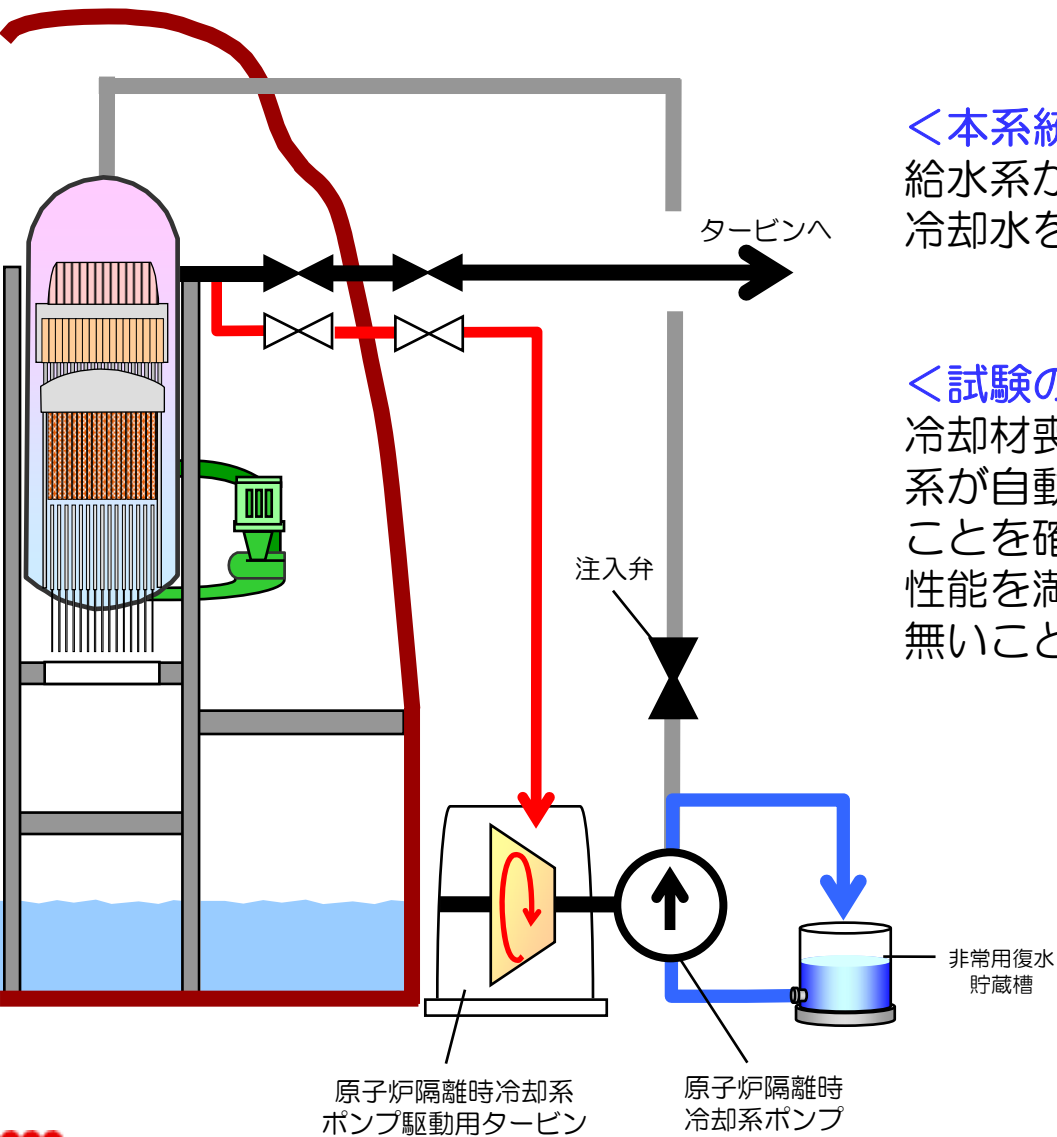
※³ 保安規定の値に、測定系による流体密度補正分を加味した流量

● 原子炉隔離時冷却系配管、支持構造物、弁

配管、弁からの漏えいがないこと、入熱による干渉がないことを確認した。

参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」結果（1 / 14）

原子炉隔離時冷却系機能試験の試験概要



＜本系統の役割【冷やす】＞

給水系からの冷却水の喪失による原子炉隔離時、原子炉に冷却水を送り炉心の冷却ならびに炉水位の維持をおこなう。

＜試験の目的＞

冷却材喪失事故信号を模擬することで、原子炉隔離時冷却系が自動起動し、所定時間内に機能に必要な流量に達することを確認する。また、運転状態においてポンプが所定の性能を満足し、異常（異音・異臭・振動・漏えいなど）が無いことの確認を行う。

参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」結果（2/14）

原子炉隔離時冷却系機能試験の試験結果

● 定期事業者検査における確認項目

（注）【】内の数値は地震前（H18.5.16）の試験結果

判定基準	結果				
模擬信号により原子炉隔離時冷却系が自動起動し、30（s）以内※ ¹ に系の機能に必要な流量に到達すること。	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉隔離時冷却系が自動起動することを確認した。 定格流量到達時間（s）：19.8【19.3】 				
流量特性が、テストループに基づくデータを用いたシミュレーション解析により予め確認されている流量特性と比較して、著しい差異のないこと。	テストループに基づくデータを用いたシミュレーション解析結果と比較して、今回のテストループ時の流量特性に著しい差異がないことを確認した。				
原子炉隔離時冷却系の運転状態が下記を満足すること。 流量（m ³ /h）：137を下回らないこと※ ³ 全揚程（m）：783（原子炉圧力+80）以上※ ²	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>流量（m³/h）</td> <td>137.3【136.0】</td> </tr> <tr> <td>全揚程（m）</td> <td>818（原子炉圧力 6.89 MPa） 【818（原子炉圧力 6.89 MPa ※⁴）】</td> </tr> </tbody> </table>	流量（m ³ /h）	137.3【136.0】	全揚程（m）	818（原子炉圧力 6.89 MPa） 【818（原子炉圧力 6.89 MPa ※ ⁴ ）】
流量（m ³ /h）	137.3【136.0】				
全揚程（m）	818（原子炉圧力 6.89 MPa） 【818（原子炉圧力 6.89 MPa ※ ⁴ ）】				
ポンプに異常な振動、異音、異臭がないこと。	ポンプに異常な振動、異音、異臭がないことを確認した。				
系統・機能に影響を及ぼす漏えいがないこと。	系統・機能に影響を及ぼす漏えいがないことを確認した。				
注入弁が全開・全閉すること。 また、注入弁が15（s）※ ¹ 以内に全開すること。	<ul style="list-style-type: none"> 注入弁が全開および全閉することを確認した。 注入弁全開時間（s）：7.71【7.70】 				

※¹ 設計値

※² 保安規定 第41条

※³ 保安規定の値に、測定系による流体密度補正分を加味した流量

※⁴ 記載値はS I単位に換算した値 実測定値は70.3kg/cm²



参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」結果（3／14）

原子炉隔離時冷却系機能試験の試験結果

●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。・原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービンおよび原子炉隔離時冷却系ポンプについて、運転状態確認および振動診断を実施し、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。

参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」結果 (4/14)

気体廃棄物処理系機能試験の試験概要

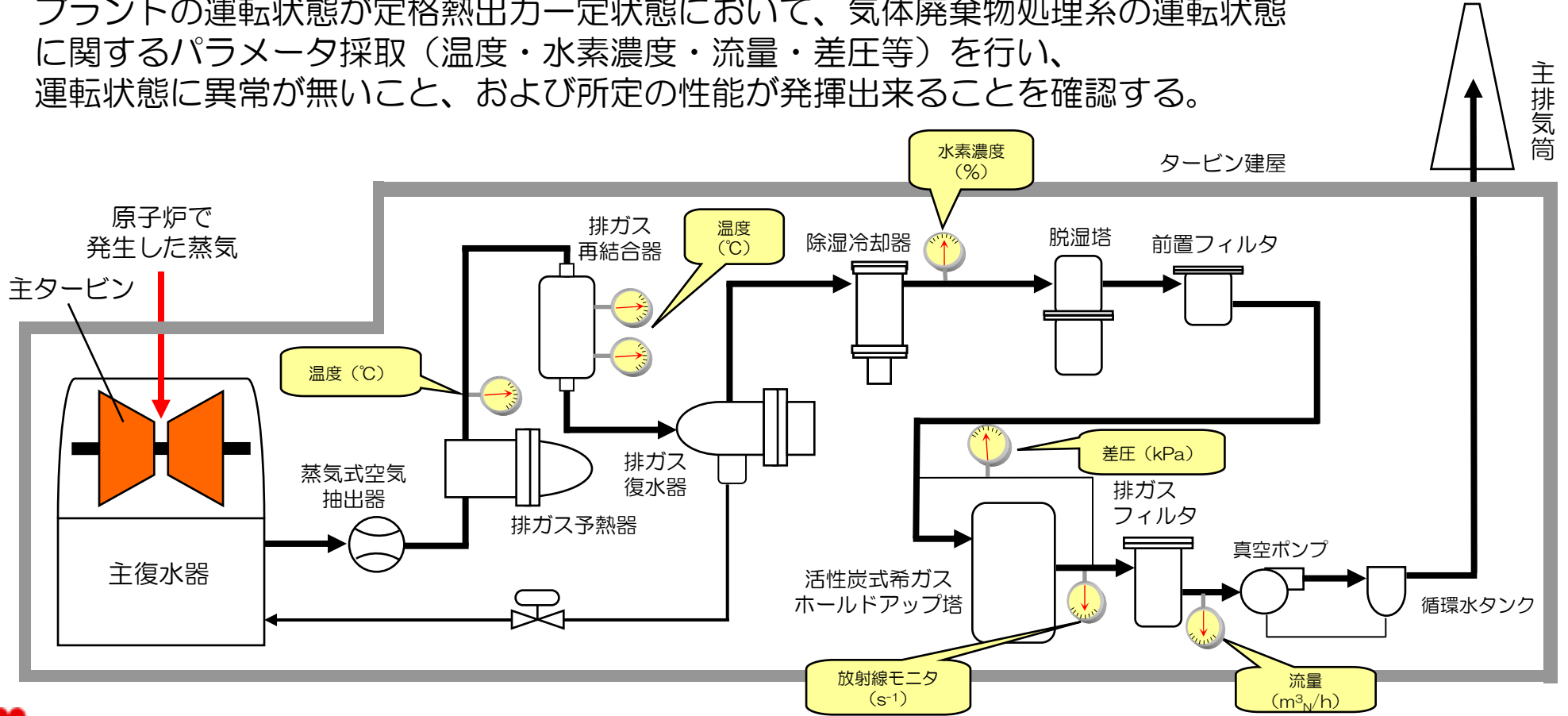
<本システムの役割>

原子炉で発生した蒸気に含まれている排ガス（水素、酸素、希ガス）を適切に処理※する。

※ 水素と酸素については、再結合させて水に戻す。また、希ガスについては、時間減衰させて放射能を十分低い状態にする。

<試験の目的>

プラントの運転状態が定格熱出力一定状態において、気体廃棄物処理系の運転状態に関するパラメータ採取（温度・水素濃度・流量・差圧等）を行い、運転状態に異常が無いこと、および所定の性能が発揮出来ることを確認する。



参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」結果（5/14）

気体廃棄物処理系機能試験の試験結果

● 定期事業者検査における確認項目

（注）【】内の数値は地震前（H18.5.15）の試験結果

判定基準		結果									
プラント運転状態において、各項目のパラメータを30分毎に連続4時間以上採取し、測定値が以下を満足すること。 ・判定基準を満足していること ・試験中を通じて安定していること		・判定基準を満足していることを確認した。 ・試験中を通じて安定していることを確認した。									
		< A系 >									
		項目	排ガス予熱器 出口温度（℃）	排ガス再結合器温度（℃）		排ガス除湿冷却器 出口水素濃度 [0~5%]（%）	排ガスフィルタ 出口流量 [通常流量] (m ³ /h)	活性炭式希ガス・ホールドアップ塔入口/ 出口差圧 (kPa)	排ガス活性炭ホールドアップ塔出口放射線モニタ (s ⁻¹) *2		
				A					A	B	
		判定基準		>155*1	>151*1	< 440*1	<2 *1	<40*1	<6.86 *1	< 1.8×10 ¹ *1	
		経過時間 (分)	0	158.6 【160.0】	304 【306】	304 【308】	0.10 【0.45】	11.7 【10.9】	0.40 【0.39】	3.0	3.0
			30	159.2 【159.9】	304 【306】	306 【308】	0.10 【0.45】	11.3 【11.0】	0.40 【0.39】	3.0	3.0
			60	159.0 【159.9】	304 【306】	306 【309】	0.10 【0.45】	11.9 【10.4】	0.40 【0.39】	3.0	3.0
			90	158.5 【159.9】	304 【305】	306 【309】	0.10 【0.45】	11.5 【11.2】	0.40 【0.39】	3.0	3.0
			120	159.1 【160.0】	304 【305】	306 【309】	0.10 【0.45】	11.2 【11.0】	0.40 【0.39】	3.0	3.0
150	158.8 【160.0】		304 【305】	304 【309】	0.10 【0.45】	11.0 【10.8】	0.40 【0.39】	3.0	3.0		
180	159.2 【160.1】		304 【305】	304 【309】	0.10 【0.45】	11.0 【11.1】	0.40 【0.39】	3.0	3.0		
210	158.5 【160.0】		304 【305】	304 【309】	0.10 【0.45】	11.0 【10.8】	0.40 【0.39】	3.0	3.0		
240	158.8 【160.0】		304 【305】	304 【309】	0.10 【0.45】	11.0 【10.3】	0.40 【0.39】	3.0	3.0		

※1 警報値

※2 パラメータ採取項目の見直しにより追加された項目であり、地震前の試験結果はない。

参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」結果（6/14）

気体廃棄物処理系機能試験の試験結果

● 定期事業者検査における確認項目

(注) 【】内の数値は地震前（H18.5.17）の試験結果

判定基準		結果									
プラント運転状態において、各項目のパラメータを30分毎に連続4時間以上採取し、測定値が以下を満足すること。 ・判定基準を満足していること ・試験中を通じて安定していること		・判定基準を満足していることを確認した。 ・試験中を通じて安定していることを確認した。									
		<B系>									
		項目	排ガス予熱器 出口温度 (°C)	排ガス再結合器温度 (°C)		排ガス除湿冷却器 出口水素濃度 [0~5%] (%)	排ガスフィルタ 出口流量 [通常流量] (m ³ /h)	活性炭式希ガス・ ホールドアップ塔入口/ 出口差圧 (kPa)	排ガス活性炭ホールドアップ塔 出口放射線モニタ (s ⁻¹) ※2		
				B	上部				下部	A	B
		判定基準	>155※1	>151※1	< 440※1	<2 ※1	<40※1	<6.86 ※1	<1.8×10 ¹ ※1		
		経過時間 (分)	0	160.0 【160.3】	304 【304】	306 【308】	0.09 【0.45】	11.3 【10.2】	0.40 【0.39】	3.0	3.0
			30	160.0 【160.2】	304 【304】	306 【308】	0.09 【0.45】	10.8 【11.5】	0.40 【0.39】	3.0	3.0
			60	160.0 【159.8】	304 【304】	306 【308】	0.09 【0.45】	12.0 【10.9】	0.40 【0.39】	3.0	3.0
			90	160.2 【160.1】	304 【304】	306 【308】	0.09 【0.45】	11.3 【11.1】	0.40 【0.39】	3.0	3.0
			120	160.1 【160.0】	304 【304】	306 【308】	0.09 【0.45】	11.9 【10.1】	0.40 【0.39】	3.0	3.0
150	160.1 【160.1】		304 【304】	306 【308】	0.09 【0.45】	11.4 【11.0】	0.40 【0.39】	3.0	3.0		
180	160.0 【160.2】		304 【304】	306 【308】	0.09 【0.45】	11.3 【10.1】	0.40 【0.39】	3.0	3.0		
210	160.1 【160.1】		304 【304】	306 【308】	0.09 【0.45】	12.0 【11.3】	0.40 【0.39】	3.0	3.0		
240	160.0 【160.0】	304 【304】	306 【308】	0.09 【0.45】	11.0 【10.5】	0.40 【0.39】	3.0	3.0			

※1 警報値

※2 パラメータ採取項目の見直しにより追加された項目であり、地震前の試験結果はない。

参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」結果（7/14）

気体廃棄物処理系機能試験の試験結果

●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。排ガス真空ポンプの運転状態確認および振動診断を実施し、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 対象設備：気体廃棄物処理系主配管（支持構造物） 異常内容：U字プレートの変形	U字プレートに異常がないことを確認した。
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。

参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」結果（8/14）

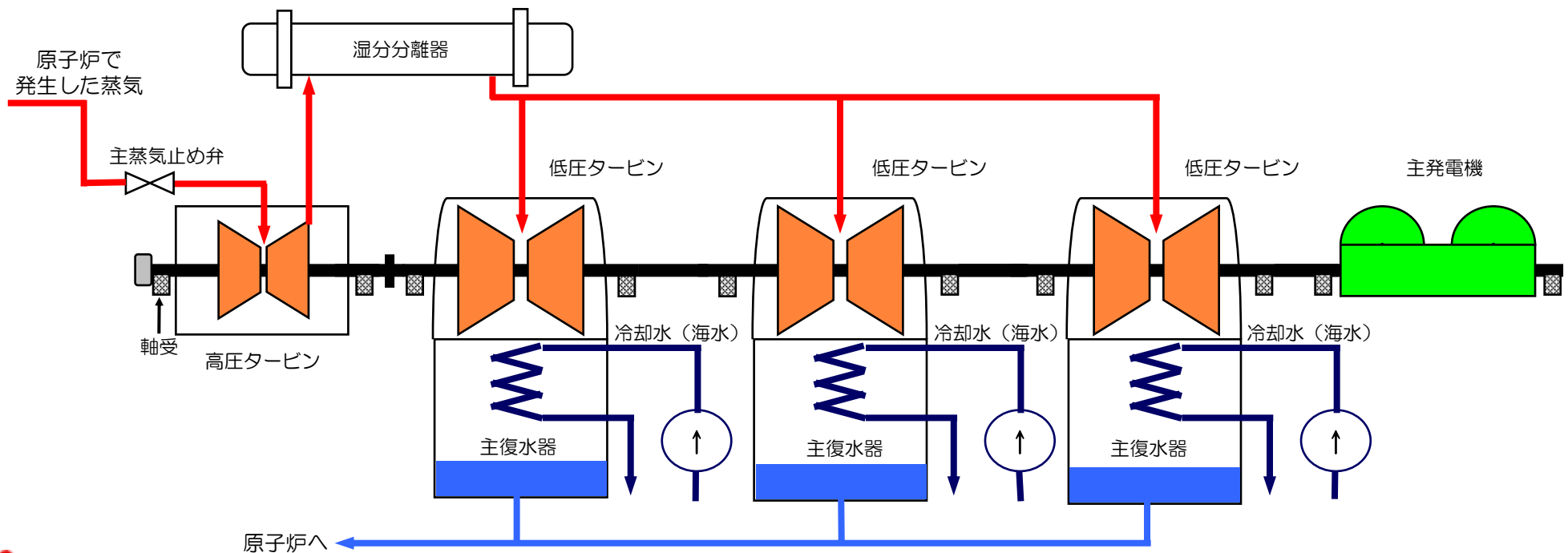
蒸気タービン性能試験（その1）の試験概要

＜本システムの役割＞

原子炉で発生した蒸気にて蒸気タービンを回転させ、その回転エネルギーを同軸に直結された主発電機に伝達する。

＜試験の目的＞

プラントの運転状態が定格熱出力一定状態において、蒸気タービン関連設備に関するパラメータ採取（回転速度・軸振動・温度・圧力等）を行い、安全かつ安定した運転状態であることを確認する。



参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」結果 (9/14)

蒸気タービン性能試験 (その1) の試験結果

●社内検査における確認項目

(注) 【】内の数値は地震前 (H18.5.30) の試験結果

判定基準		結果 (一部抜粋)														
各項目のパラメータを30分毎に連続4時間以上採取し、測定値が以下を満足すること。 ・判定基準がある項目については、判定基準を満足していること ・試験中を通じて安定していること		・判定基準を満足していることを確認した。						・試験中を通じて安定していることを確認した。								
		項目	発電機電力	主タービン回転速度	主蒸気流量	主蒸気圧力	高圧タービン排気圧力	湿分分離器出口蒸気圧力A	主タービン低圧伸び差	主タービン軸受給油圧力	主タービン高圧制御油圧力	主タービン軸受油冷却器油温度	復水器			
													器内圧力 (狭帯域)	復水器入口温度 (平均値)	復水器出口温度 (平均値)	
		単位	MW	rpm	×10 ³ t/h	MPa	MPa	MPa	mm	MPa	MPa	℃	kPa abs	℃	℃	
		判定基準	-	-	-	-	-	-	3.7 < 43.3 ※1	> 0.11 ※1	> 8.9 ※1	< 49 ※1	< 13.3 ※1	-	-	
		経過時間 (分)	0	1130 [1130]	1500 [1500]	6.41 [6.40]	6.55 [6.49]	1.32 [1.32]	1.30 [1.30]	24.5 [24.5]	0.39 [0.402*2]	11.2 [10.8]	45 [45]	7.0 [5.5]	24 [18]	30 [24]
			30	1130 [1130]	1501 [1502]	6.41 [6.40]	6.55 [6.49]	1.32 [1.31]	1.30 [1.29]	24.5 [24.5]	0.39 [0.402*2]	11.2 [10.8]	45 [45]	7.0 [5.5]	24 [18]	31 [25]
			60	1130 [1130]	1499 [1500]	6.41 [6.40]	6.55 [6.49]	1.32 [1.32]	1.30 [1.29]	24.5 [24.5]	0.39 [0.402*2]	11.2 [10.8]	45 [45]	7.0 [5.5]	24 [18]	31 [25]
			90	1130 [1130]	1499 [1499]	6.41 [6.40]	6.55 [6.49]	1.32 [1.32]	1.30 [1.29]	24.5 [24.5]	0.39 [0.402*2]	11.2 [10.8]	45 [45]	7.0 [5.5]	24 [18]	31 [25]
			120	1130 [1130]	1500 [1500]	6.41 [6.40]	6.55 [6.49]	1.32 [1.32]	1.30 [1.29]	24.5 [24.5]	0.39 [0.402*2]	11.2 [10.8]	45 [45]	7.0 [5.5]	24 [18]	31 [25]
150	1130 [1130]		1500 [1500]	6.41 [6.40]	6.55 [6.49]	1.32 [1.32]	1.30 [1.29]	24.5 [24.5]	0.39 [0.402*2]	11.2 [10.8]	45 [45]	7.0 [5.5]	24 [18]	31 [25]		
180	1130 [1130]		1499 [1500]	6.41 [6.40]	6.55 [6.49]	1.32 [1.32]	1.30 [1.29]	24.5 [24.5]	0.39 [0.402*2]	11.2 [10.8]	45 [45]	7.0 [5.5]	24 [18]	31 [25]		
210	1130 [1130]		1498 [1500]	6.41 [6.40]	6.55 [6.49]	1.32 [1.32]	1.30 [1.29]	24.5 [24.5]	0.39 [0.402*2]	11.2 [10.8]	45 [45]	7.0 [5.5]	24 [18]	31 [25]		
240	1130 [1130]		1499 [1500]	6.41 [6.40]	6.55 [6.49]	1.32 [1.32]	1.30 [1.29]	24.5 [24.5]	0.39 [0.402*2]	11.2 [10.8]	45 [45]	7.0 [5.5]	24 [18]	31 [25]		

※1 警報値
 ※2 記載値はkPa→MPaに換算した値 実測値は402kPa

参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」結果（10/14）

蒸気タービン性能試験（その1）の試験結果

●社内検査における確認項目

（注）【】内の数値は地震前（H18.5.30）の試験結果

判定基準		結果（一部抜粋）										
各項目のパラメータを30分毎に連続4時間以上採取し、測定値が以下を満足すること。 ・判定基準がある項目については、判定基準を満足していること ・試験中を通じて安定していること	項目	主タービン軸振動				発電機軸振動	主タービン・発電機軸受メタル温度					
		第1軸受	第3軸受	第5軸受	第7軸受	第9軸受	第1軸受	第3軸受	第5軸受	第7軸受	第9軸受	
	単位	×1/100mmP-P					℃					
	判定基準	<17.5 ※					<107 ※					
	経過時間(分)	0	1.7 【1.1】	6.1 【5.7】	2.1 【1.4】	1.9 【1.7】	2.0 【4.7】	66 【67】	76 【74】	78 【76】	77 【75】	72 【71】
		30	1.7 【1.1】	6.1 【5.8】	2.0 【1.4】	1.9 【1.7】	2.0 【4.7】	66 【67】	76 【74】	78 【76】	77 【75】	72 【71】
		60	1.8 【1.1】	6.1 【5.7】	2.0 【1.4】	1.9 【1.7】	2.0 【4.7】	66 【67】	76 【74】	78 【76】	77 【75】	72 【71】
		90	1.8 【1.1】	6.0 【5.7】	2.1 【1.4】	1.9 【1.7】	2.0 【4.7】	66 【67】	76 【74】	78 【76】	77 【75】	72 【71】
		120	1.8 【1.1】	6.1 【5.7】	2.1 【1.4】	1.9 【1.7】	2.0 【4.7】	66 【67】	76 【74】	78 【76】	77 【75】	72 【71】
		150	1.8 【1.1】	6.1 【5.7】	2.1 【1.4】	1.9 【1.7】	2.0 【4.7】	66 【67】	76 【74】	78 【76】	77 【75】	72 【71】
180		1.9 【1.1】	6.1 【5.7】	2.1 【1.4】	1.9 【1.7】	2.0 【4.7】	66 【67】	76 【74】	78 【76】	77 【75】	72 【71】	
210		1.9 【1.1】	6.1 【5.7】	2.0 【1.4】	1.9 【1.7】	2.0 【4.7】	66 【67】	76 【74】	78 【76】	77 【75】	72 【71】	
240	1.9 【1.1】	6.1 【5.7】	2.0 【1.4】	1.9 【1.7】	2.0 【4.7】	66 【67】	76 【74】	78 【76】	77 【75】	72 【71】		

※ 警報値

参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」結果（11 / 14）

蒸気タービン性能試験（その1）の試験結果

●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"> ・主タービンの運転状態を現場にて確認し、異常のないことを確認した。 ・主タービンについて振動値を採取し、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 <hr/> 対象設備：高圧タービン 異常内容：・軸受メタル、軸受球面に当たり不良 ・ノズルに指示模様 対象設備：低圧タービン（A）（B）（C） 異常内容：・車室キーの隙間、割れ、変形 ・ノズル、車室溶接部に指示模様 ・軸受メタル、軸受球面に当たり不良 ・油切りの変形 ・軸受メタルに接触、変形 ・車室の移動 ・内部車室に接触跡 ・翼に接触痕 ・ノズルパッキンに損傷 ・内部車室ボルト・ヒートバップル止金具・パッキンケーシングに浸食 ・動翼にへこみ	主タービン軸振動および主タービン軸受温度に異常がないことを確認した。
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。

参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」の結果（12/14）

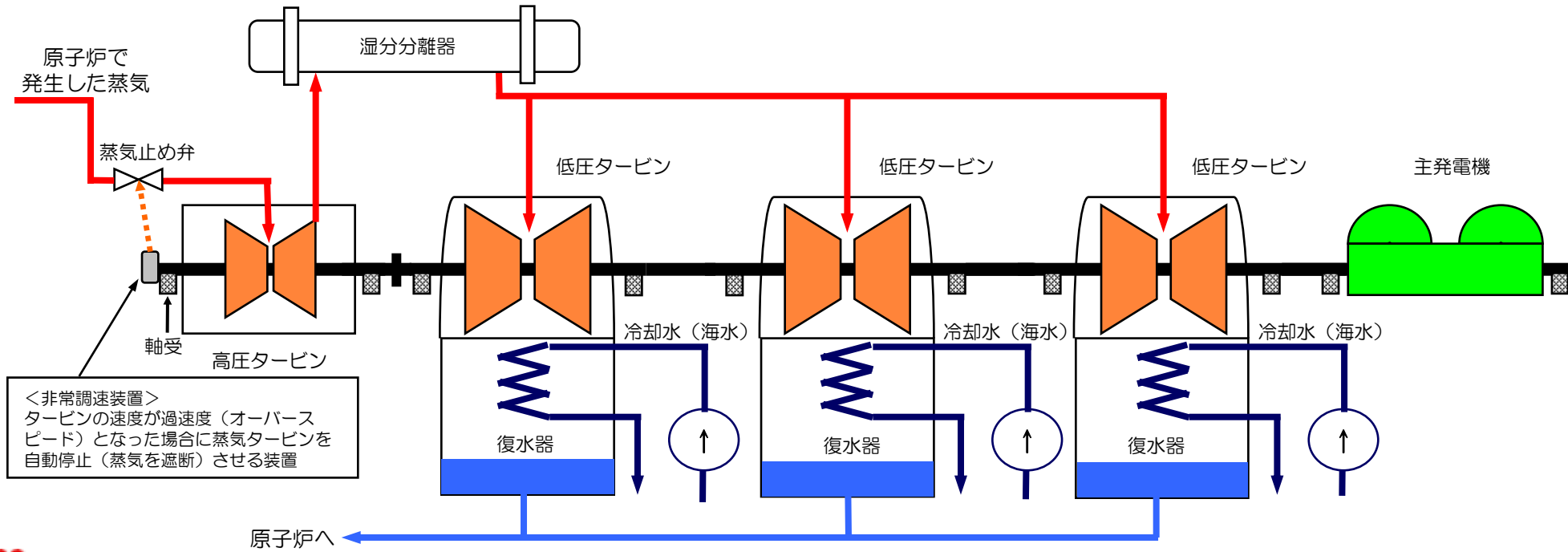
蒸気タービン性能試験（その2）の試験概要

<本系統の役割>

蒸気タービンの過回転、軸受油圧等の異常などによるタービン設備の損傷を防止する。

<試験の目的>

タービン過速度トリップの作動確認（タービン速度1,665rpm以下でトリップすること）およびその他タービン保安装置の作動状態（設定範囲内でトリップ装置が作動すること）を確認する。



参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」の結果（13/14）

蒸気タービン性能試験（その2）の試験結果

● 定期事業者検査における確認項目

（注）【】内の数値は地震前（H18.4.30）の試験結果

判定基準	結果
<p>[非常调速機油圧トリップ検査]</p> <ul style="list-style-type: none">・非常调速機が作動すること。・そのときに表示灯が点灯すること。	<ul style="list-style-type: none">・非常调速機が作動することを確認した。・そのときに表示灯が点灯することを確認した。
<p>[タービン過速度トリップ検査および主要弁作動検査]</p> <ul style="list-style-type: none">・タービン回転速度を徐々に上昇させることにより以下の設定範囲内でタービンがトリップすること。・そのときに警報が発生し、表示灯が点灯すること。・主要弁が所定の動作をすること。・そのときに弁開閉表示灯が所定の点灯をすること。 <p>設定範囲：1665rpm以下※</p>	<ul style="list-style-type: none">・タービンが設定範囲内でトリップすることを確認した。・そのときに警報が発生し、表示灯が点灯することを確認した。・主要弁が所定の動作をすることを確認した。・そのときに弁開閉表示灯が所定の点灯をすることを確認した。 <p>動作値： 1661rpm 【1660rpm】</p>

※ 発電用火力設備に関する技術基準

参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」の結果（14／14）

蒸気タービン性能試験（その2）の試験結果

●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。

■採取するパラメータ（約900項目）

●主要パラメータ

総合負荷性能検査、蒸気タービン性能検査（その1）において採取しているパラメータ、発電機に関連するパラメータ

●プラント起動時に動作する主要ポンプ、発電機、変圧器、熱交換器に関連するパラメータ

●漏えい検知に関するパラメータ

各系統の圧力、流量および放射線モニタ 等

●地震後の点検・評価で異常が確認された設備に関連するパラメータ

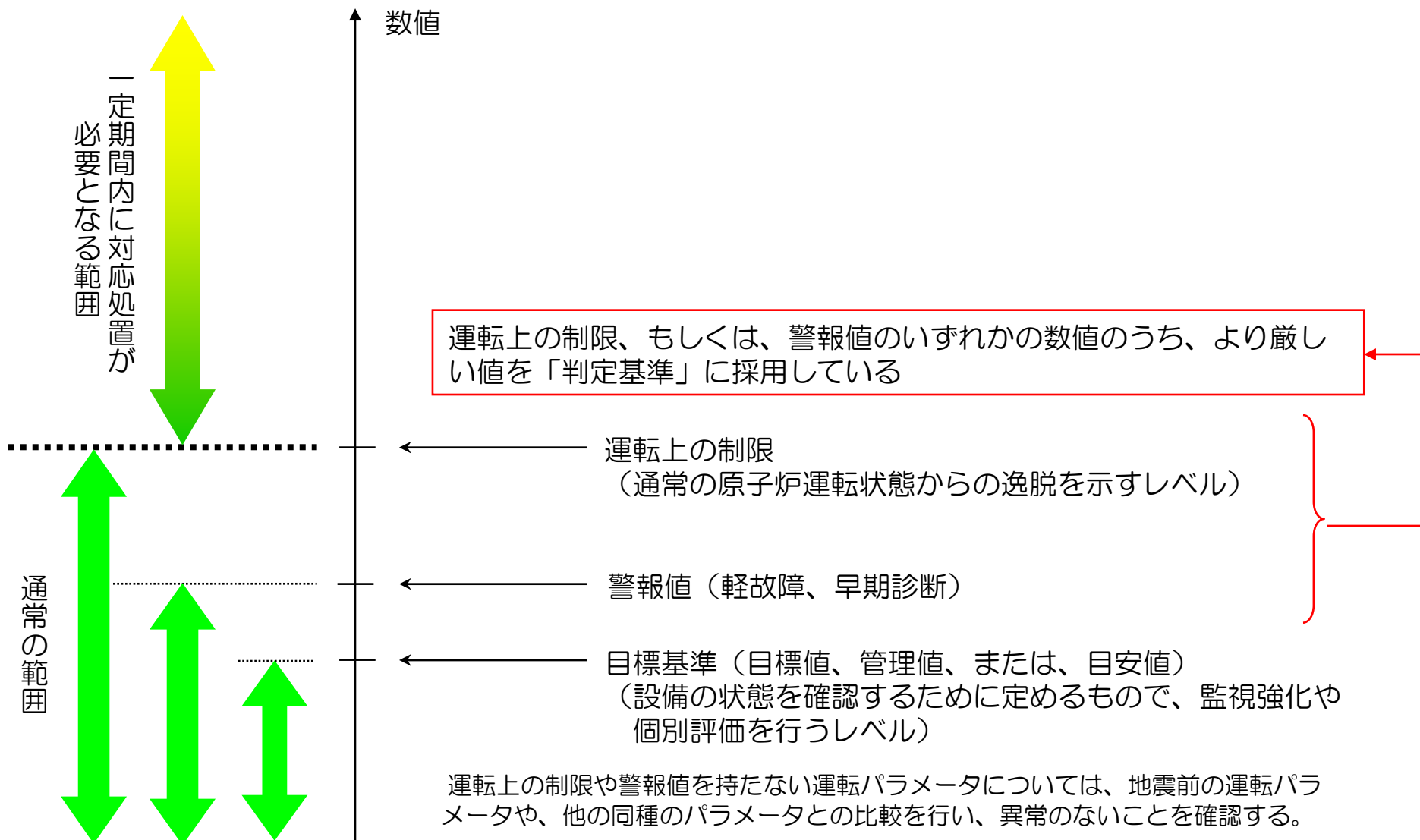
■確認方法

●運転パラメータについては、以下のような判定基準を設け、確認を行った。

- ◆保安規定に定めている値（運転上の制限）を満たしていること
- ◆警報が発報する値になっていないこと

●また、地震前の運転パラメータとの比較を行い、過去の運転パラメータの最大値～最小値の範囲にあることについても確認を行った。

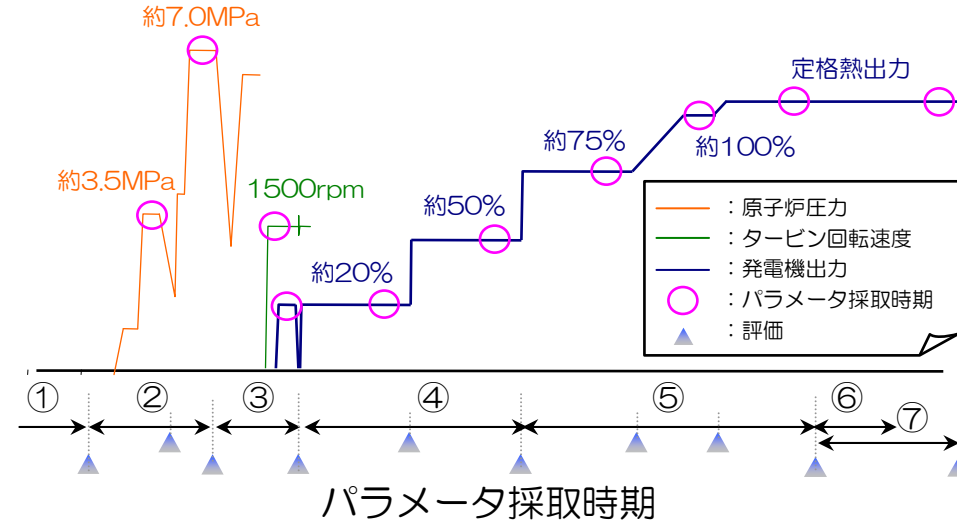
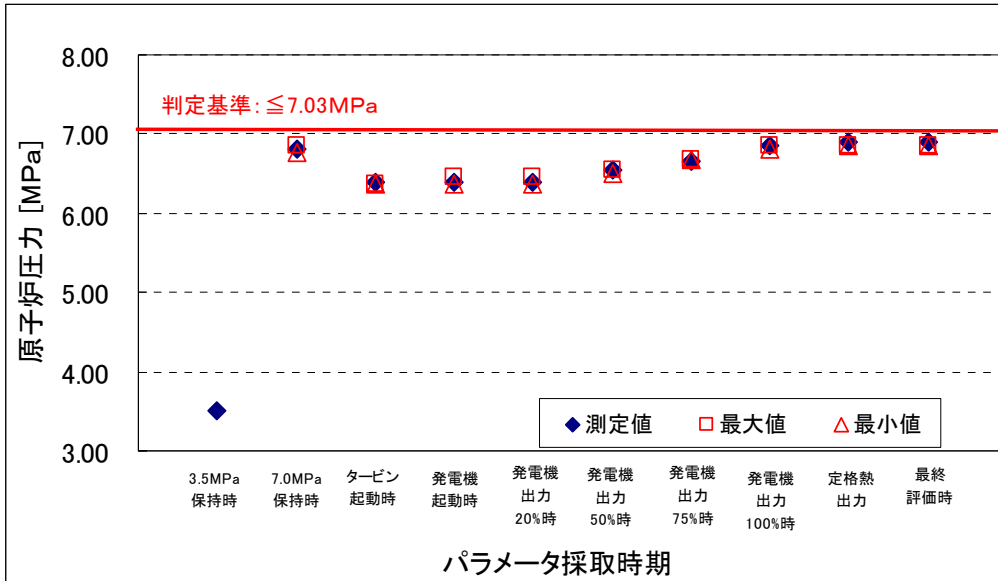
■ 判定基準の設定 (JEAC4209) の考え方



■ 確認結果

- 判定基準を逸脱したパラメータはなかった。
- また、地震前の値との比較を行った結果、過去のパラメータ採取時と運転状態が異なる等の理由により、過去の運転パラメータの最大値～最小値の範囲を超える運転パラメータがあったが、これらのパラメータについては
 - ① 地震前の運転実績値の採取時と、予備機のあるポンプの運転号機の違い等、設備の運転、運用状態が異なることに起因するもの（原子炉水（よう素131）等）
 - ② 地震前の運転実績値の採取時と、気温・海水温・海面水位等、外部の環境条件が異なることに起因するもの（主復水器水室入口圧力 等）
 - ③ 過去との相違が極めて微少であり、他の計器による同一パラメータの指示値等、関連パラメータの確認により、通常時に見られる相違の範囲内と判断できるもの（原子炉水位 等）
 - ④ 中間出力段階で抽気蒸気がない等の理由により、安定しないパラメータであり、定格熱出力時等の安定した状態で最終評価を行うもの（給水加熱器ドレン水位 等）
 - ⑤ その他の要因であり、個別に評価が必要なもの（サブレーションプール水位 等）であり、地震による影響で範囲を超えているものは、確認されていない。
- パラメータ採取結果の具体例を次頁に示す。

■ 確認結果の例 (原子炉圧力)



パラメータ 採取時期	②原子炉昇圧時		③タービン、発電機 の起動時		④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全 性評価時	
	3.5MPa 保持時	7.0MPa 保持時	タービン 起動時	発電機 起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)	
判定基準 [MPa]	≤ 7.03 (保安規定)										
測定値 [MPa]	3.50	6.80	6.40	6.40	6.40	6.55	6.65	6.85	6.90	6.90	
過去値 [MPa]	最大値	—	6.86	6.37	6.46	6.46	6.55	6.67	6.86 ^{※2}	6.86 ^{※2}	6.86 ^{※2}
	最小値	—	6.77	6.37	6.38	6.38	6.51 ^{※1}	6.67	6.82 ^{※2}	6.86 ^{※2}	6.86 ^{※2}
	相違理由 ^{※3}	—	—	③ ^{※4}	—	—	—	③ ^{※4}	—	③ ^{※4}	③ ^{※4}

※1 過去の計算機の値

※2 過去の総合負荷性能検査の値

※3 相違理由番号はP44に対応

※4 原子炉圧力は、当該の監視用の計器以外に狭帯域の圧力計、広帯域の圧力計の計3つの計測器があるためそれらの計測器についても確認を行った。その結果、いずれも同等の値を示しており過去値との相違も極めて小さいこと、また、精度の良い狭帯域の圧力計では問題のないことが確認されていることから、通常時に見られる変動と評価した。

■対象設備

●プラント起動に影響を与える回転体 (全24機器)

- ◆ 低圧復水ポンプ(A) (B) および電動機(A) (B)
- ◆ 高圧復水ポンプ(A) (B) および電動機(A) (B)
- ◆ 電動機駆動原子炉給水ポンプ(A) および電動機(A)
- ◆ 原子炉隔離時冷却系ポンプ
- ◆ 原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービン
- ◆ タービン駆動原子炉給水ポンプ(A) (B)
- ◆ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン(A) (B)
- ◆ 原子炉冷却材再循環ポンプMGセット(A) (B)
- ◆ 給水加熱器ドレンポンプ(A) (B) (C) および電動機(A) (B) (C)

●振動診断結果

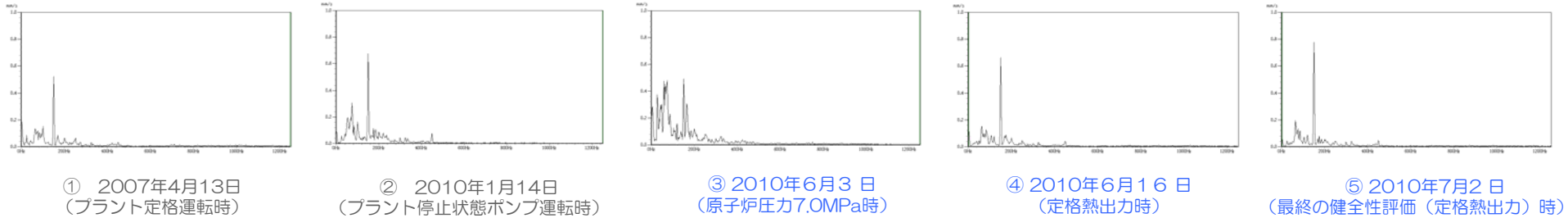
- ◆ 振動速度値、振動周波数に、地震の影響と考えられる異常兆候がないことを確認した。
- ◆ 結果の具体例を次頁に示す。



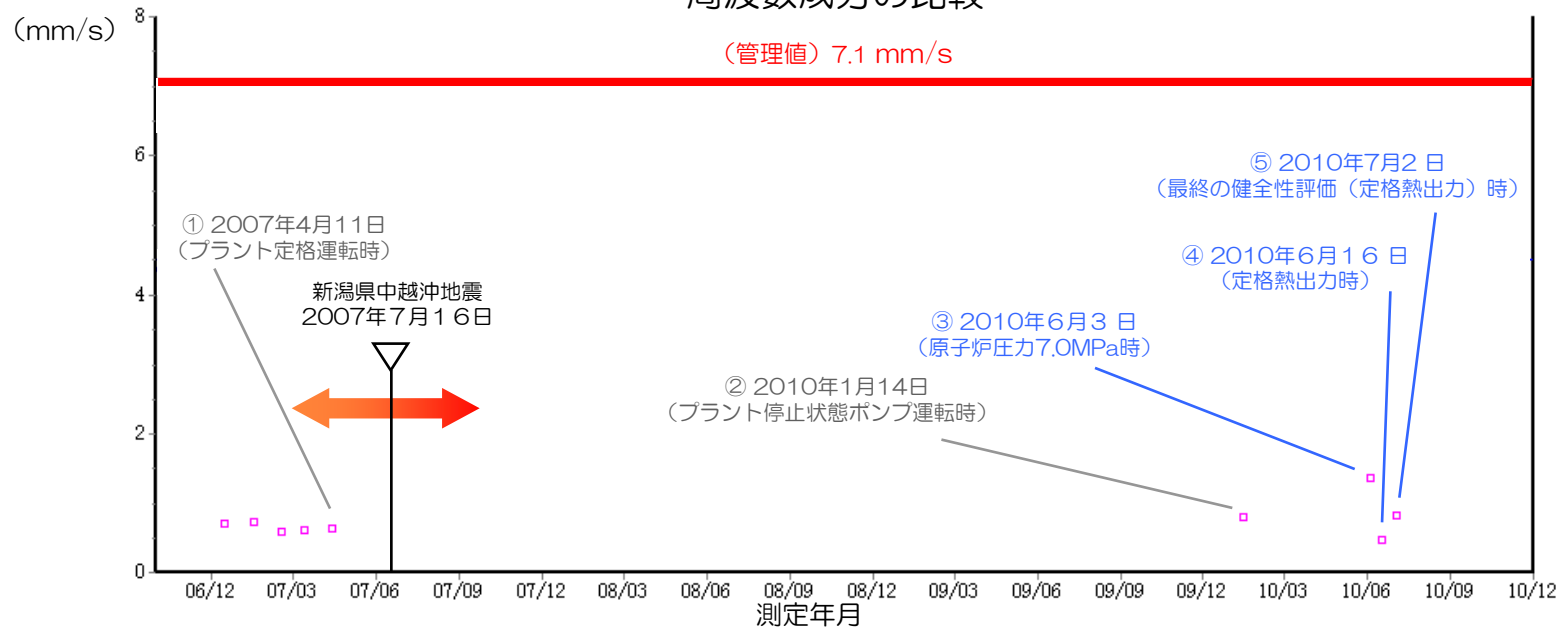
タービン駆動原子炉給水ポンプの振動診断

■振動診断結果の例 (高圧復水ポンプ)

動的機器の振動診断の結果、異常な周波数および振動がないことを確認した。



周波数成分の比較



高圧復水ポンプ (B) 運転時のカップリング側の振動傾向 (水平方向)

振動診断は3方向 (軸方向、水平方向、垂直方向) で実施しているが、代表として水平方向の結果を記載。
管理値とは設備の状態を確認するために定めた値を表す。

■点検結果

原子炉定格圧力の約半分（約3.5MPa）の圧力および原子炉定格圧力近傍（約7.0MPa）にて、格納容器内設備に対し目視点検を実施し、加圧、加温状態において、配管や弁グランド部からの漏えいがないことを確認した。

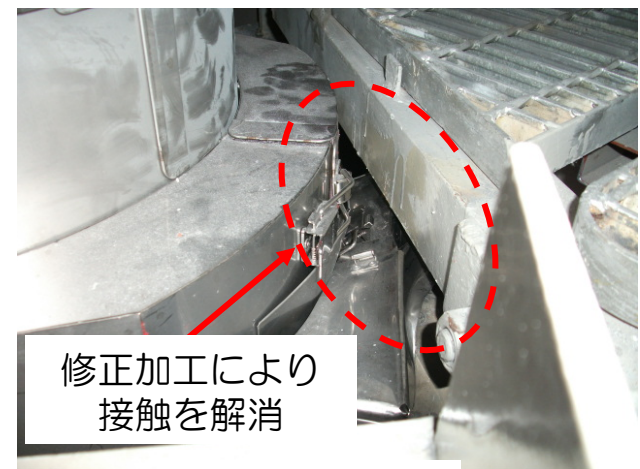
また、熱移動による配管や支持構造物の干渉等の確認を実施した結果、既設の残留熱除去系配管支持構造物の保温材に、熱移動に起因する架構との接触が確認されたが、処置を実施し問題がないと評価した。



保温材の接触状況



格納容器内点検の状況



処置後の状況

■ 点検内容

- 地震後の点検・評価にて異常が確認された設備に対して、『パラメータ採取による総合確認』により、関連パラメータ採取を実施した。
- 上記に加え、プラント起動時に動作し、現場での確認が可能な以下の設備について、作動状態の確認を実施した。
 - ・ 原子炉冷却材再循環ポンプ(B)
 - ・ 原子炉冷却材再循環ポンプMGセット(A),(B)
 - ・ 高圧タービン
 - ・ 低圧タービン(A),(B),(C)
 - ・ 主発電機
 - ・ 主変圧器
 - ・ 所内変圧器(A),(B)
 - ・ 移動式炉心内計装系検出器



原子炉冷却材再循環ポンプ(B) 電動機の運転状態の確認

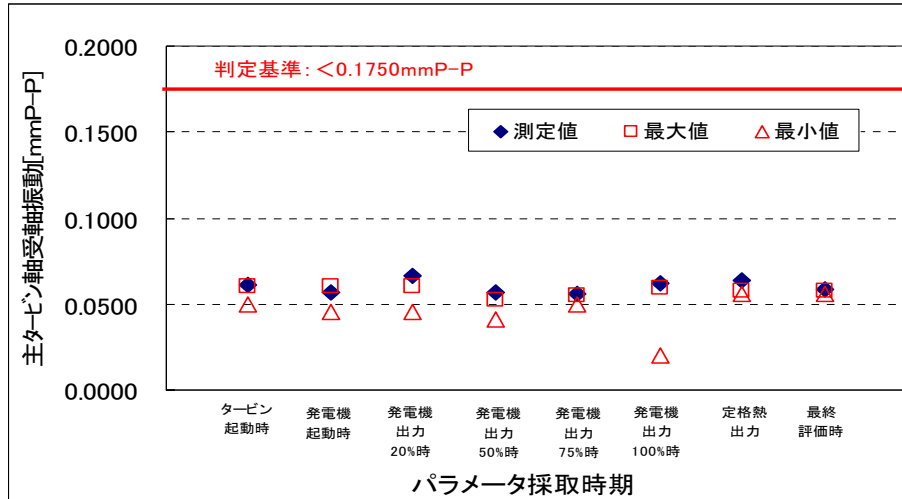
また、プラント起動時に動作しない設備（配管支持構造物等）については、異常が確認された箇所に対し目視点検を行い、漏えいや熱移動による影響の有無を確認した。

■ 点検結果

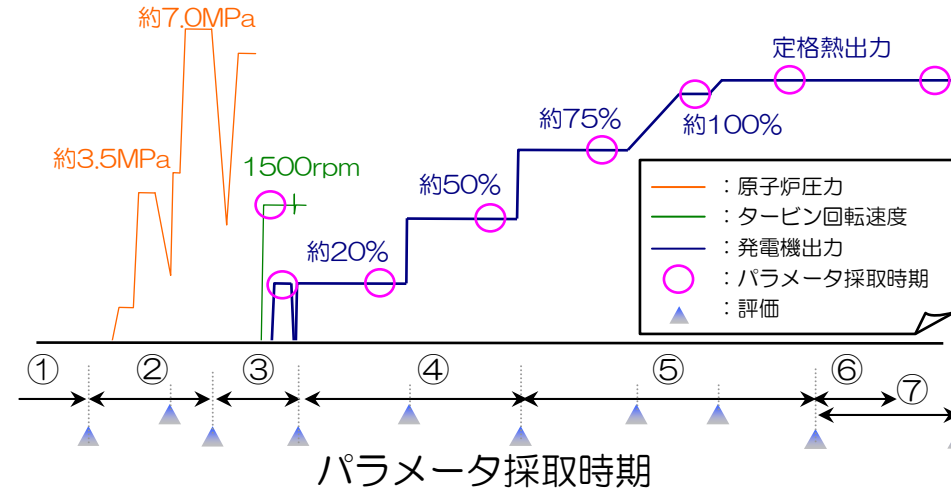
- 関連パラメータの値等に異常は確認されず、問題のないことを確認した（主タービンの例を次頁に示す）。
- 上記8機種種の作動状態、およびその他設備の目視点検の結果、異常がないことを確認した。

■点検結果の例 (主タービン軸受軸振動)

●パラメータ採取結果 (第3軸受軸振動の例)



(第1～第10軸受のうちタービン起動時に最大のものを掲載)



パラメータ 採取時期	③タービン、発電機 の起動時		④発電機出力 20、50%出力時		⑤ 発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性 評価時
	タービン 起動時	発電機 起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)
判定基準 [mmP-P]	< 0.1750 (警報値)							
測定値 [mmP-P]	0.0610	0.0568	0.0662	0.0565	0.0561	0.0622	0.0640	0.0588
過去値 [mmP-P]	最大値	0.0600	0.0600	0.0600	0.0520※1	0.0550	0.0590※2	0.0580※2
	最小値	0.0500	0.0450	0.0450	0.0410※1	0.0500	0.0200※2	0.0560※2
	相違理由※3	③④※4	—	③④※4	③④※4	③④※4	③※4※5	③※4※5

※1 過去の計算機の値

※4 最も近い第2軸受や軸全体の振動値が低く安定していることから、通常時に見られる変動であると評価した。

※2 過去の蒸気タービン性能検査(その1)の値

※5 定格熱出力時等の安定した状態で過去値と比較した結果わずかに差があるが、通常の変動の範囲であり異常なしと評価した。

※3 相違理由番号はP44に対応

■プラント起動にあたって、以下の事項について確認した。

確 認 事 項
<ul style="list-style-type: none"> ●地震後の点検・評価結果 <ul style="list-style-type: none"> ・地震後の点検・評価の結果、機器レベル、系統レベルの健全性が確保されていることを確認した
<ul style="list-style-type: none"> ●不適合の処置状況 <ul style="list-style-type: none"> ・1号機および共用設備で確認された不適合に対し、プラントの起動および定格運転に影響を与えるものは、すべて処置が完了していることを確認した ・他プラントで確認された不適合のうち、1号機に水平展開が必要な不適合の処置がすべて完了していることを確認した
<ul style="list-style-type: none"> ●プラント起動に関する運転計画 <ul style="list-style-type: none"> ・起動予定曲線、起動予定出力曲線等により、運転計画が定められていることを確認した
<ul style="list-style-type: none"> ●プラント起動および異常発生時における運転手順 <ul style="list-style-type: none"> ・運転操作手順書、起動手順書、制御棒操作手順等により、プラント運転に必要な運転手順が定められていることを確認した
<ul style="list-style-type: none"> ●プラント起動に必要な系統のラインナップ <ul style="list-style-type: none"> ・予め定めたバルブチェックリスト等により、プラント起動に必要なラインナップ等が完了していることを確認した
<ul style="list-style-type: none"> ●原子炉の運転に必要な運転員の確保 <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉施設の保安のために定めた保安規定に従い、原子炉の運転に必要な運転員が確保されていることを確認した

- プラントが長期間停止していたことに鑑み、「プラント長期停止時対応マニュアル」に基づく、発錆防止、固着防止等を考慮した適切な保管管理が機器の特性に応じて実施されていることを確認した。

実施した保全活動

- 機器の長期的な劣化抑制の観点から、各設備及び機器の点検手入れの前後において、発錆、固着等を防止するため、満水、乾燥保管を実施した。
- プラント長期停止中も機能要求のある系統並びに機器については、定例試験等を実施し、機能確認を行った。

実施した保全活動の例

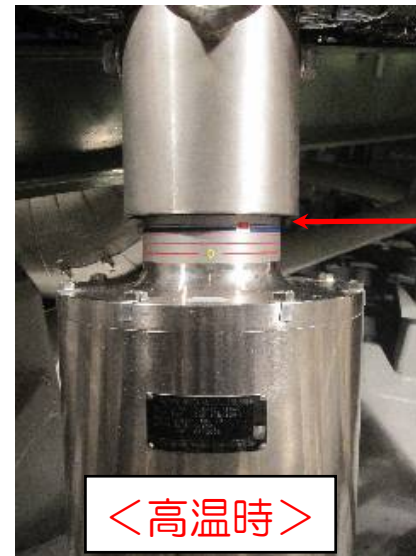
設 備	目 的	保 管 対 策
原子炉及び一次系	発錆防止	満水保管（主蒸気系は乾燥保管）
非常用ディーゼル発電設備	固着防止、機能維持	定例試験（1回/月）
主タービン	ロータ曲り防止 軸受発錆防止、固着防止	ターニング15分間運転（1回/週）
主発電機	発錆防止	固定子巻線内窒素保管 コレクターリング防錆紙養生
電動機	絶縁抵抗低下防止	本設スペースヒータ通電（常時）

■ 確認結果

- プラント起動に伴う機器の熱移動により、
 - ◆ 支持構造物の干渉がないこと
 - ◆ 静的レストレイントについては、変形等の異常がないこと
 - ◆ 動的レストレイントについては、インジケータ指示値が全ストローク内にあることを確認し、入熱による機器等への悪影響がないことを確認した。



低温時の指示値



高温時の指示値

インジケータの確認

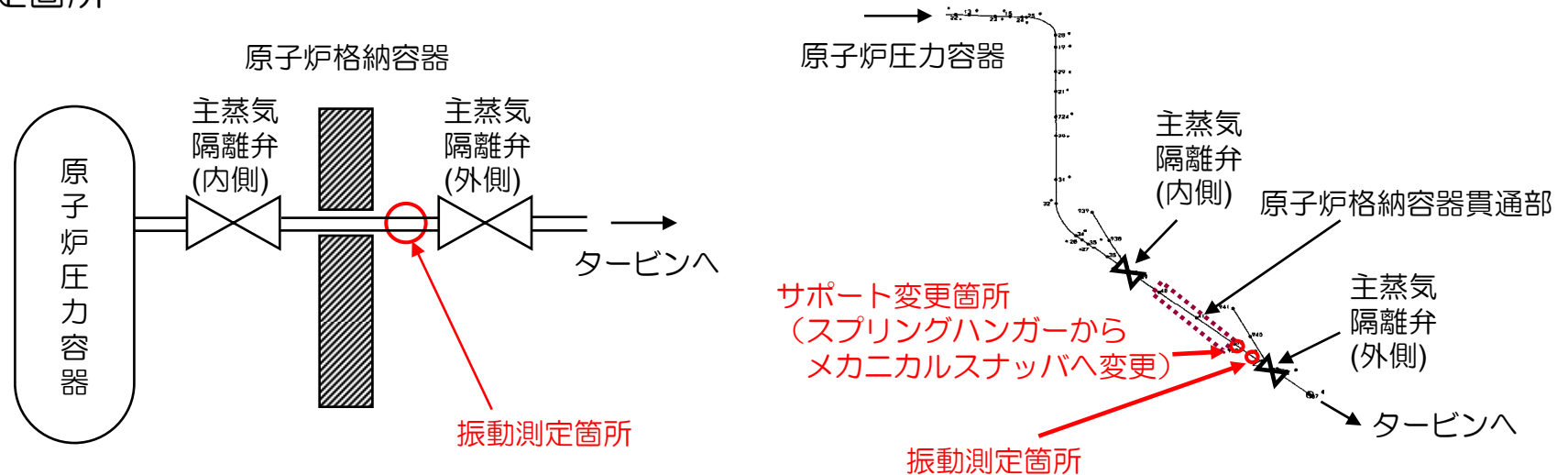
- 原子炉の起動により配管振動が想定される範囲で、拘束条件を変更した箇所については、振動測定により、異常な振動がないことを確認した。結果の具体例を次頁に示す。

● 振動測定による確認結果

振動測定により、異常な振動がないことを確認した。

振動測定による確認結果例 (主蒸気配管)

● 測定箇所



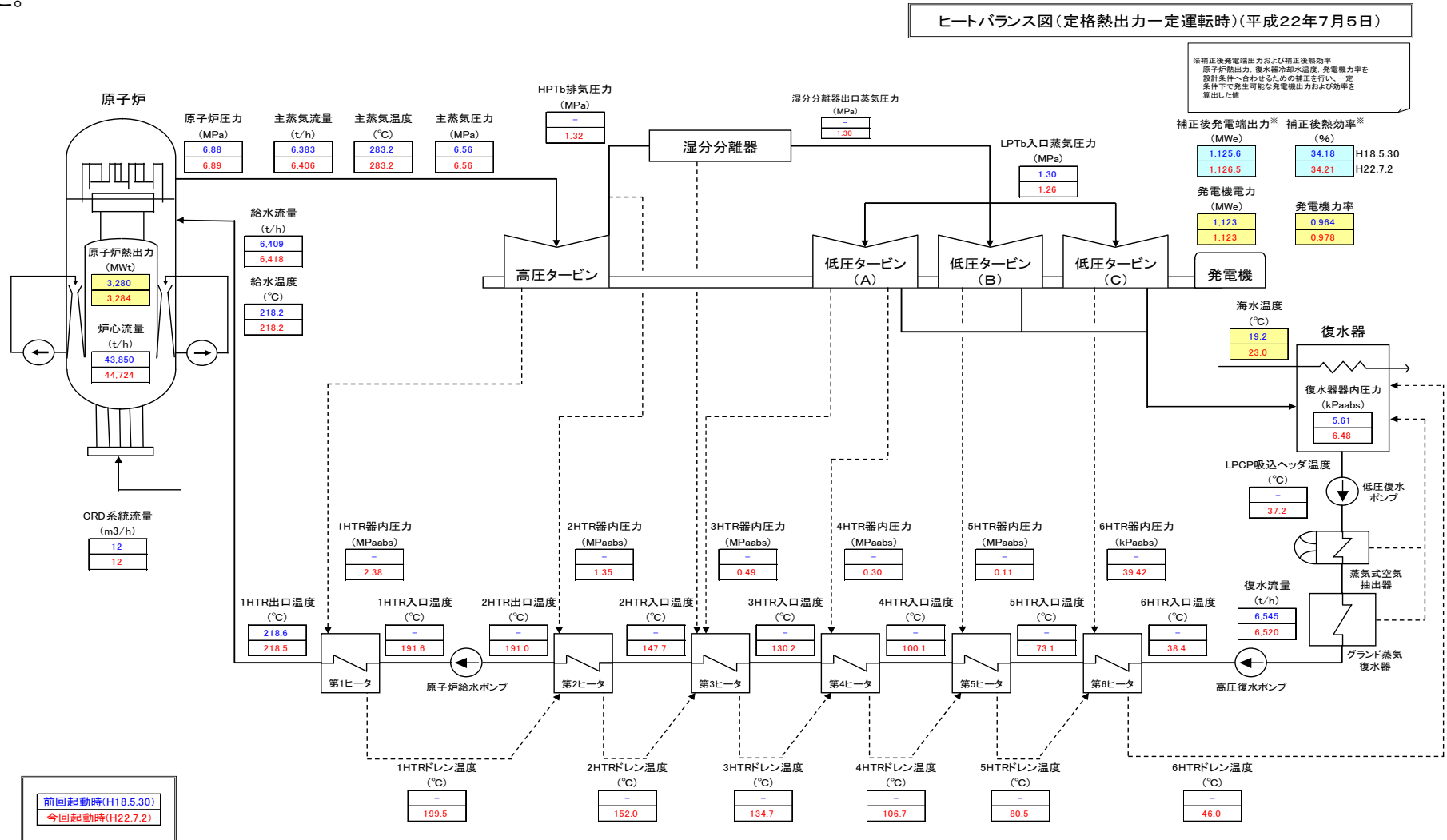
● 測定結果

出力段階 測定方向	測定値 [μm (P-P)]					目安値 (目標基準) 980 μm (P-P) 以下
	7.0MPa保持時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	定格熱出力時	
水平X (E-W) 方向	4	7	6	9	19	
上下Y方向	5	7	13	20	32	
水平Z (N-S) 方向	8	11	19	27	39	

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (1/18)

■ プラント安定後 (定格熱出力) のヒートバランス (7月5日時点)

プラントの熱効率およびヒートバランスを確認した結果、前回起動時と比較してほぼ同様の値であり、性能劣化はないものと評価した。



参考資料-6. 主要プラントパラメータ (2/18)

最終評価時のパラメータ

プラント全体の機能試験において、異常と評価されるパラメータは確認されていない。以下に代表的なパラメータを示す。

原子炉熱出力: 3286.8 MWt
 原子炉圧力 : 6.90 MPa
 原子炉水位 : 910 mm

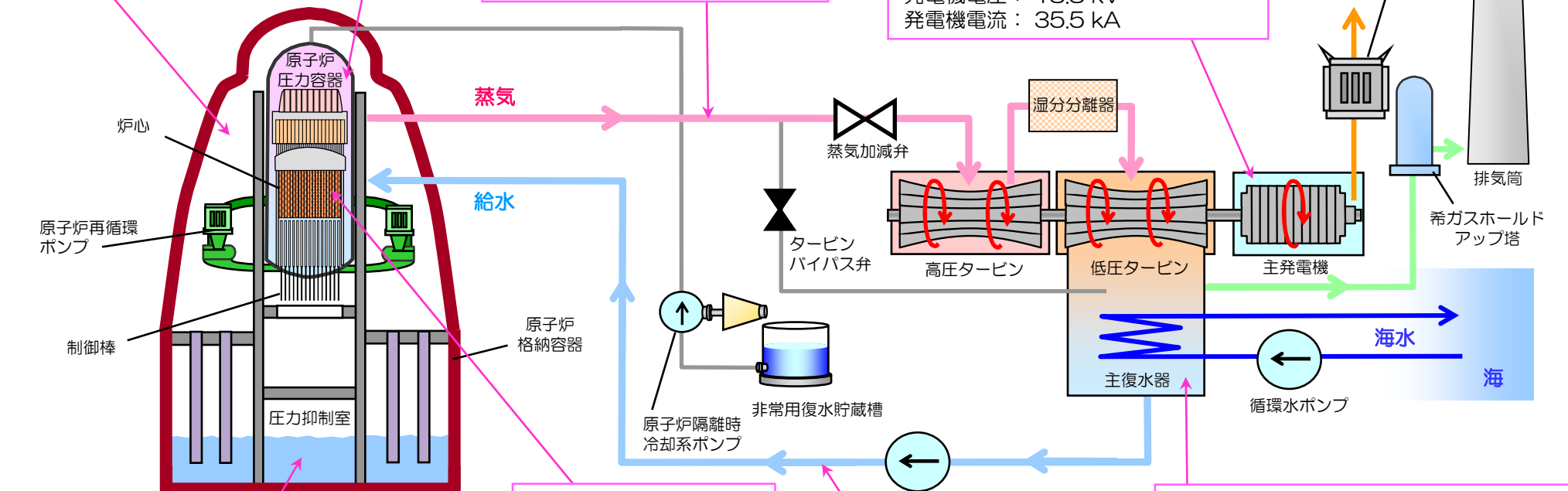
原子炉水 (よう素131) : 2.03E-02 Bq/g
 原子炉水 (全放射能) : 2.25E+02 Bq/cm³
 排ガス除湿冷却器出口放射線モニタ : 1.0E-11 A

排気筒放射線モニタ(SCIN)
 : 3.5E+00 s⁻¹

格納容器内温度 : 60 °C
 格納容器圧力 : 105 kPa abs

主蒸気流量 : 6410 t/h
 主蒸気圧力 : 6.50 MPa

発電機出力 : 1130 MW
 発電機電圧 : 18.8 kV
 発電機電流 : 35.5 kA



サプレッションプール水温 : 26.0 °C
 サプレッションプール水位 : -20 mm
 サプレッションチェンバ圧力 : 105 kPa abs

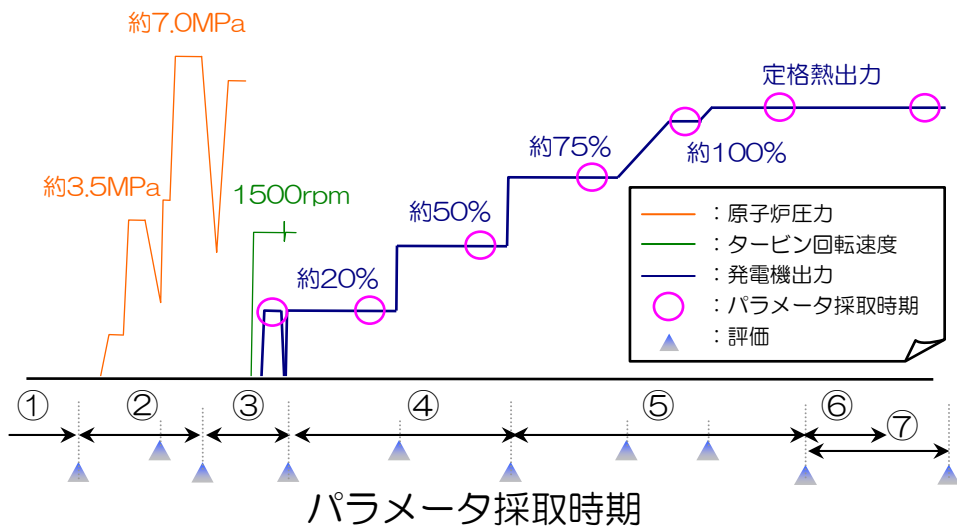
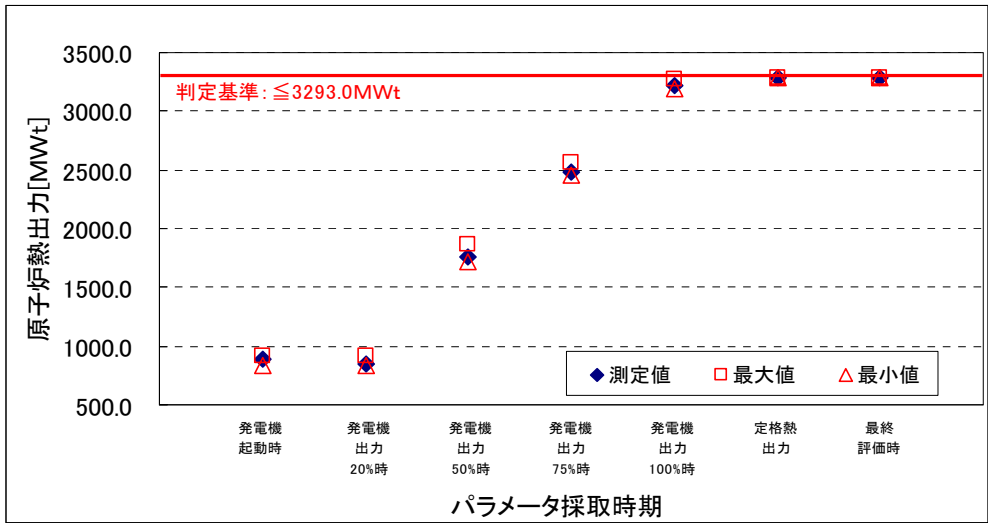
炉心流量 : 45.1 × 10³ t/h

給水流量 : 6475 t/h
 給水温度 : 218.9 °C

復水器ホットウェル水位 : -20mm
 復水器真空度 : 6.6 kPa abs

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (3/18)

■原子炉熱出力 (瞬時値)

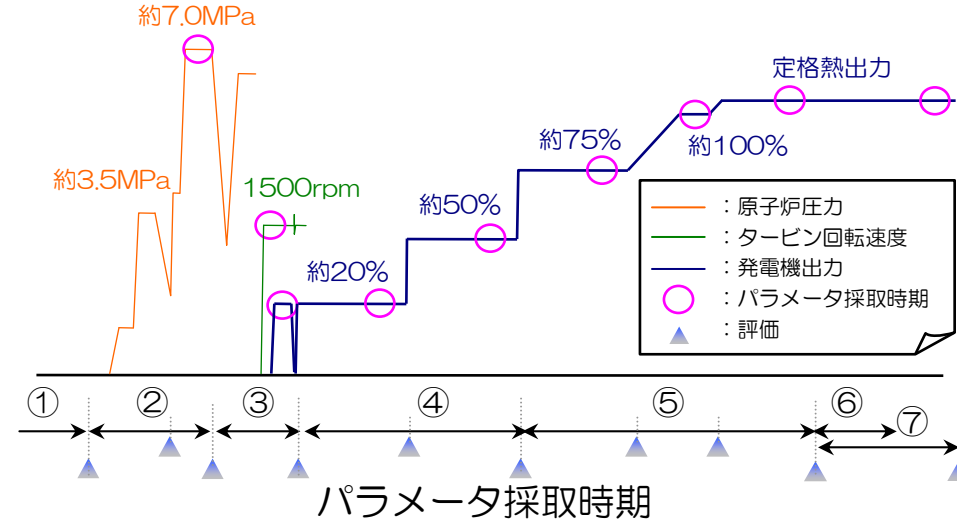
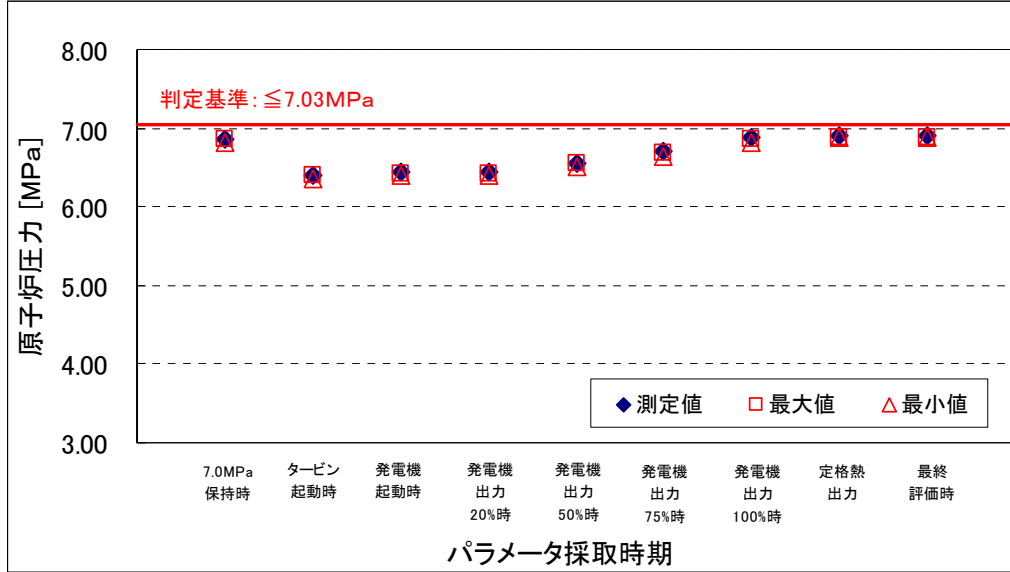


パラメータ 採取時期	③タービン、 発電機の起動時	④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性 評価時	
	発電機起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)	
判定基準 [MWt]	≤ 3293.0 (保安規定)							
測定値 [MWt]	887.5	852.6	1762.7	2482.2	3223.5	3284.0	3286.8	
過去値※1 [MWt]	最大値	918.0	918.0	1860.0	2563.0	3274.0 ※2	3287.0 ※2	3287.0 ※2
	最小値	840.0	840.0	1725.0	2456.0	3196.0 ※2	3279.1 ※2	3279.1 ※2
	相違理由	—	—	—	—	—	—	—

※1 過去の計算機の値
 ※2 過去の総合負荷性能検査の値

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (4/18)

■原子炉圧力 (狭帯域)



パラメータ 採取時期	②原子炉昇圧時	③タービン、発電機 の起動時		④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全 性評価時	
	7.0MPa 保持時	タービン 起動時	発電機 起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)	
判定基準 [MPa]	≤ 7.03 (保安規定)									
測定値 [MPa]	6.85	6.40	6.44	6.44	6.55	6.70	6.88	6.90	6.90	
過去値 ^{※1} [MPa]	最大値	6.87	6.39	6.43	6.43	6.55	6.69	6.87 ^{※2}	6.89 ^{※2}	6.89 ^{※2}
	最小値	6.82	6.36	6.39	6.39	6.51	6.63	6.81 ^{※2}	6.89 ^{※2}	6.89 ^{※2}
	相違理由 ^{※3}	—	③ ^{※4}	③ ^{※4}	③ ^{※4}	—	③ ^{※4}	③ ^{※4}	③ ^{※4}	③ ^{※4}

※1 過去の計算機の値

※2 過去の総合負荷性能検査の値

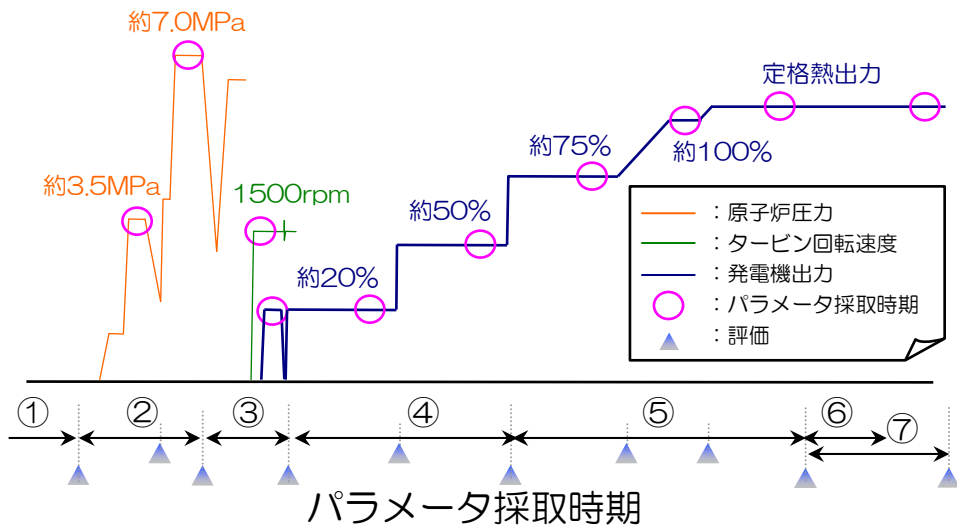
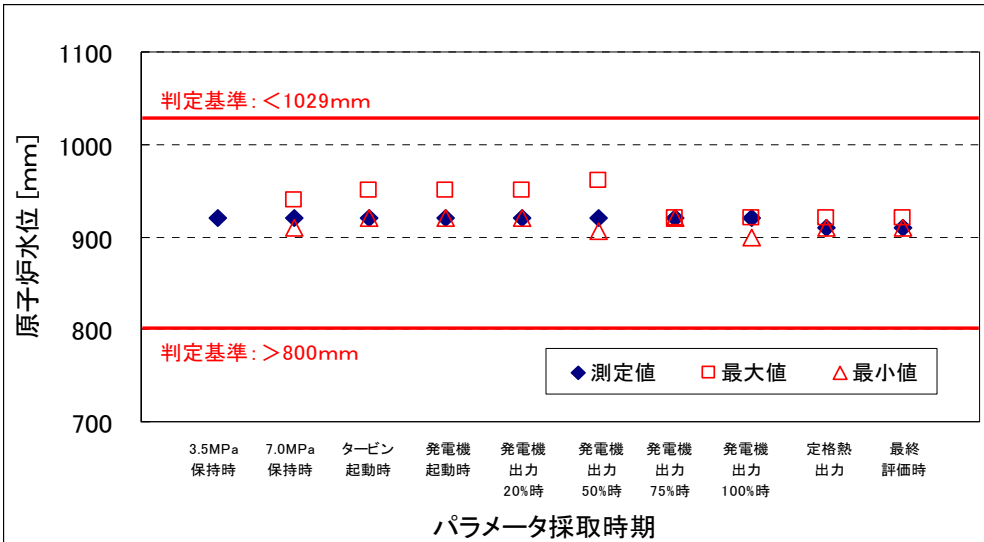
※3 相違理由番号はP 4.4に対応

※4 原子炉圧力は、当該の監視用の計器以外に、3つの広帯域圧力計があるため、それらの計測器についても確認を行った。

その結果、いずれも同等の値を示しており過去値との相違も極めて小さいことから、通常時に見られる変動であると評価した。

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (5/18)

■原子炉水位

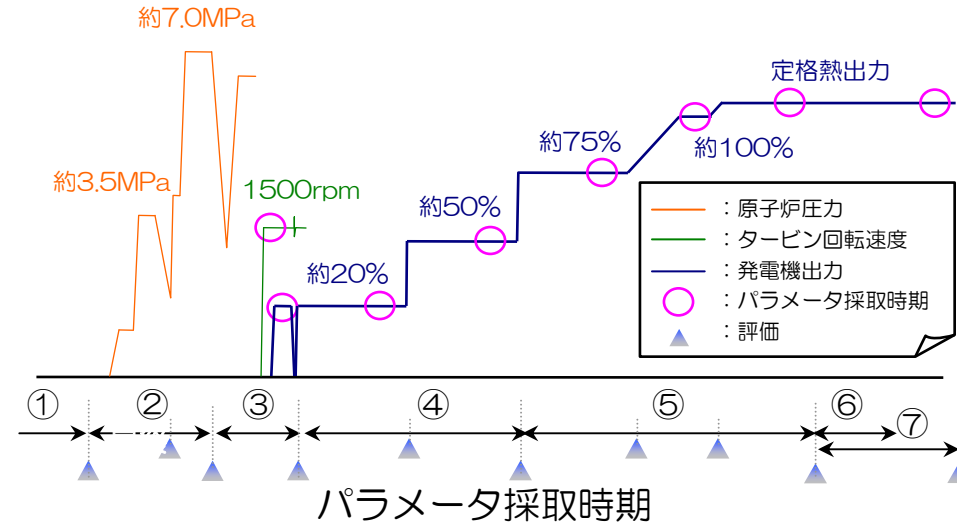
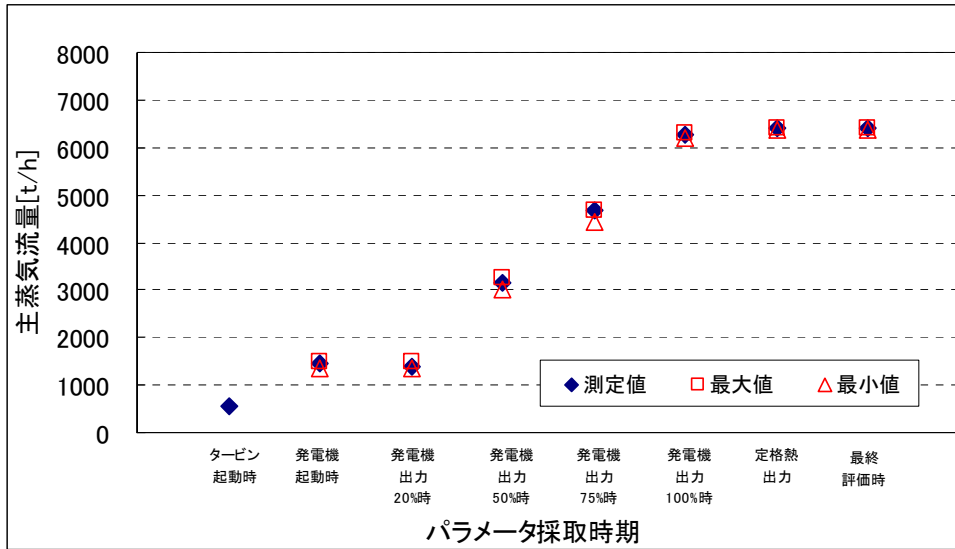


パラメータ 採取時期	②原子炉昇圧時		③タービン、発電機 の起動時		④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全 性評価時	
	3.5MPa 保持時	7.0MPa 保持時	タービン 起動時	発電機 起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)	
判定基準 [mm]	800 < 原子炉水位 < 1029 (警報値)										
測定値 [mm]	920	920	920	920	920	920	920	920	910	910	
過去値 [mm]	最大値	—	940	950	950	950	961※1	920	920※2	920※2	920※2
	最小値	—	910	920	920	920	906※1	920	900※2	910※2	910※2
	相違理由	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

※1 過去の計算機の値
※2 過去の総合負荷性能検査の値

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (6/18)

■主蒸気流量



パラメータ 採取時期	③タービン、発電機 の起動時		④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性 評価時
	タービン 起動時	発電機 起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)
判定基準 [t/h]	—							
測定値 [t/h]	563	1464	1402	3151	4659	6280	6416	6410
過去値 ^{※1} [t/h]	最大値	—	1496	3268	4659	6300 ^{※2}	6400 ^{※2}	6400 ^{※2}
	最小値	—	1359	3004	4436	6200 ^{※2}	6360 ^{※2}	6360 ^{※2}
	相違理由 ^{※3}	—	—	—	—	—	—	③ ^{※4}

※1 過去の計算機の値

※2 過去の総合負荷性能検査の値

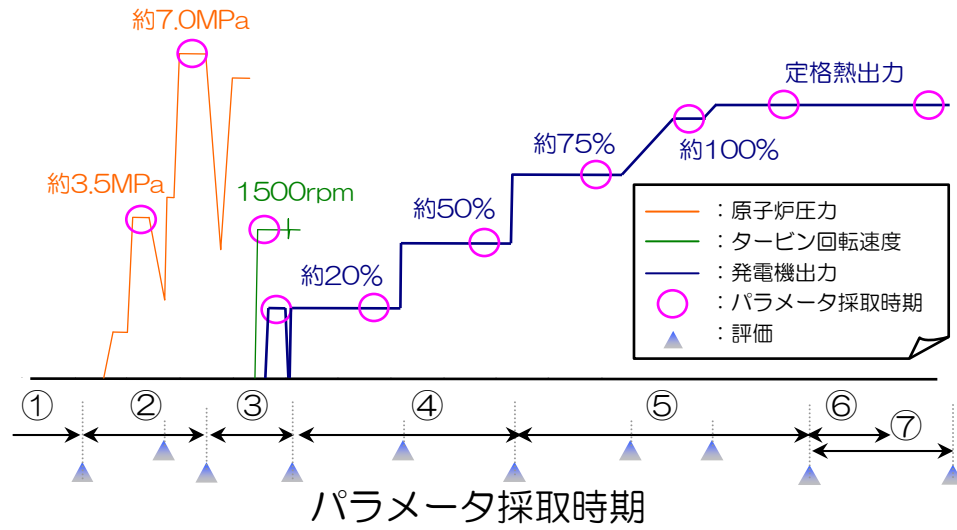
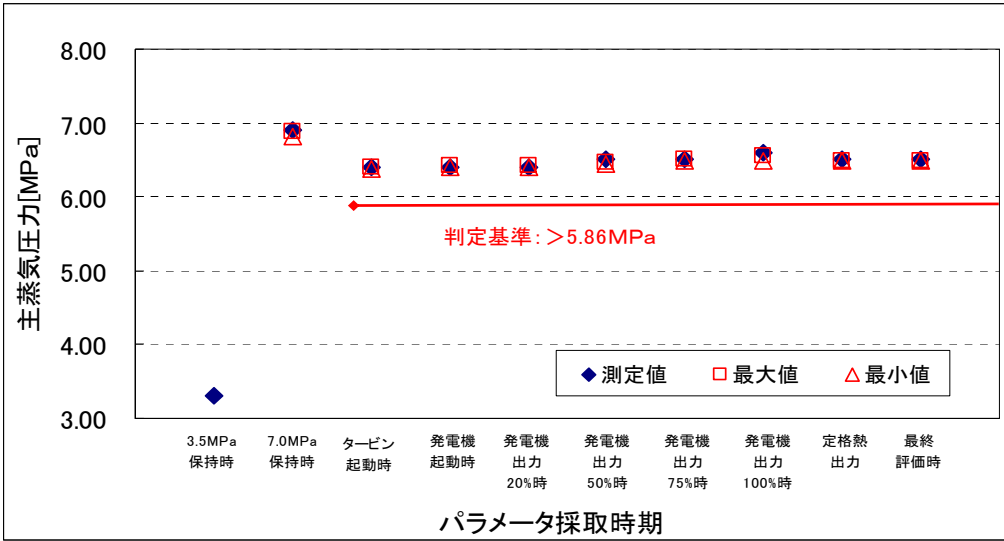
※3 相違理由はP44に対応

※4 主蒸気流量は、当該主蒸気流量の他に、系統毎の主蒸気流量(A)(B)(C)(D)を測定していることから、それらについても確認を行った。その結果、いずれも同等の値を示しており過去値との相違も極めて小さいことから、通常時に見られる変動であると評価した。



参考資料-6. 主要プラントパラメータ (7/18)

主蒸気圧力



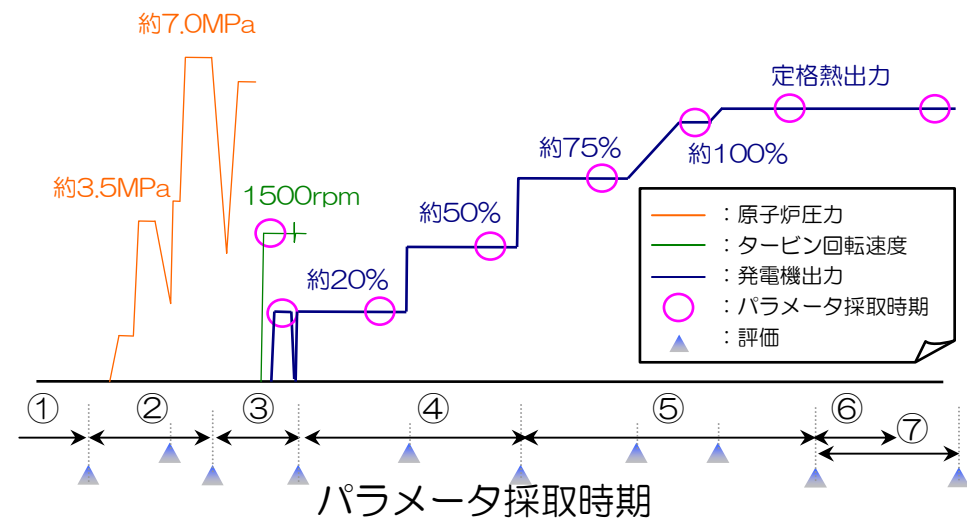
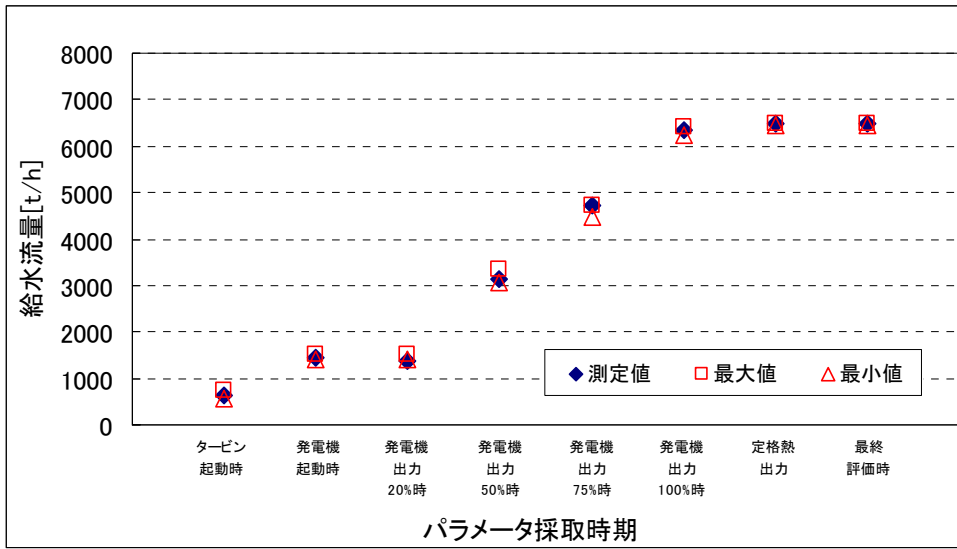
パラメータ 採取時期	②原子炉昇圧時		③タービン、発電機 の起動時		④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全 性評価時
	3.5MPa 保持時	7.0MPa 保持時	タービン 起動時	発電機 起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)
判定基準 [MPa]	—		> 5.86 (警報値)							
測定値 [MPa]	3.30	6.90	6.40	6.40	6.40	6.50	6.50	6.60	6.50	6.50
過去値※1 [MPa]	最大値	—	6.89	6.39	6.42	6.47	6.51	6.55※2	6.49※2	6.49※2
	最小値	—	6.82	6.37	6.39	6.45	6.48	6.48※2	6.48※2	6.48※2
	相違理由※3	—	③※4	③※4	—	—	③※4	—	③※4	③※4

※1 過去の計算機の値
 ※2 過去の総合負荷性能検査の値
 ※3 相違理由番号はP44に対応

※4 他のパラメータおよび電気油圧式制御装置の制御に異常がないことから、通常時に見られる変動であると評価した。

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (8/18)

■ 給水流量



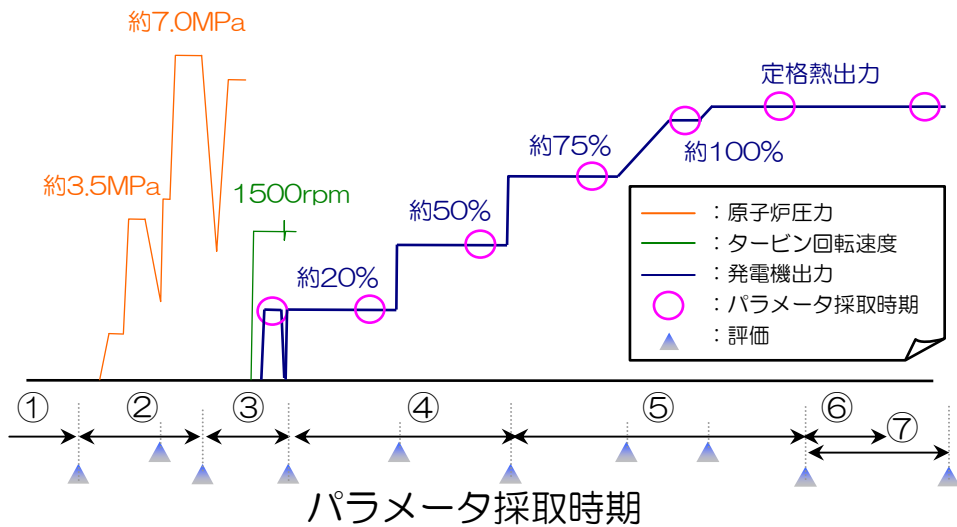
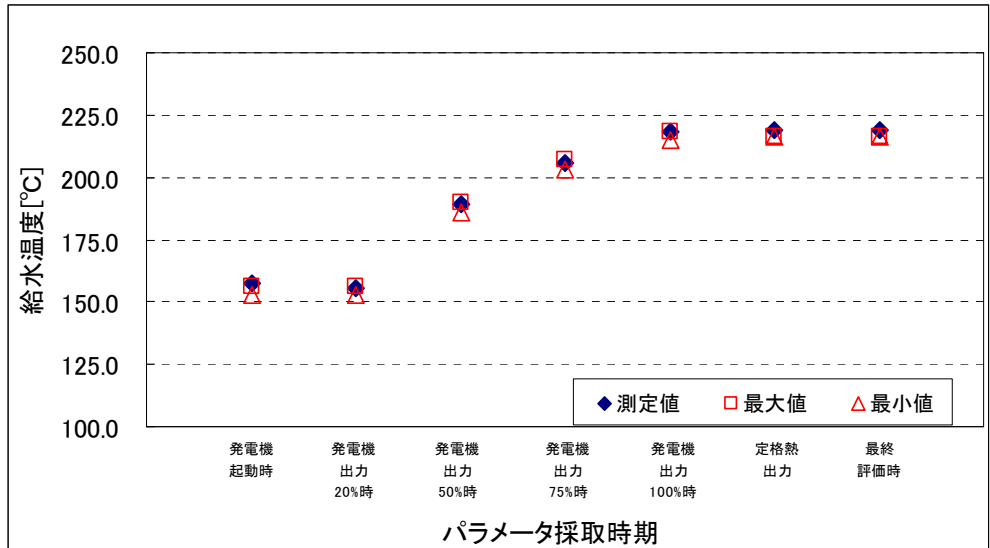
パラメータ 採取時期	③タービン、発電機 の起動時		④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性 評価時	
	タービン 起動時	発電機 起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)	
判定基準 [t/h]	—								
測定値 [t/h]	642	1457	1387	3152	4715	6330	6502	6475	
過去値 ^{※1} [t/h]	最大値	741	1531	1531	3348	4722	6400 ^{※2}	6500 ^{※2}	6500 ^{※2}
	最小値	575	1393	1393	3061	4484	6250 ^{※2}	6440 ^{※2}	6440 ^{※2}
	相違理由 ^{※3}	—	—	③ ^{※4}	—	—	—	③ ^{※4}	—

※1 過去の計算機の値
 ※2 過去の総合負荷性能検査の値
 ※3 相違理由番号はP44に対応

※4 給水流量は、当該給水流量の他に、系統毎の給水流量(A)(B)を測定していることから、それらについても確認を行った。その結果いずれも同等の値を示しており、過去値との相違が小さいことから通常時に見られる変動であると評価した。

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (9/18)

■ 給水温度

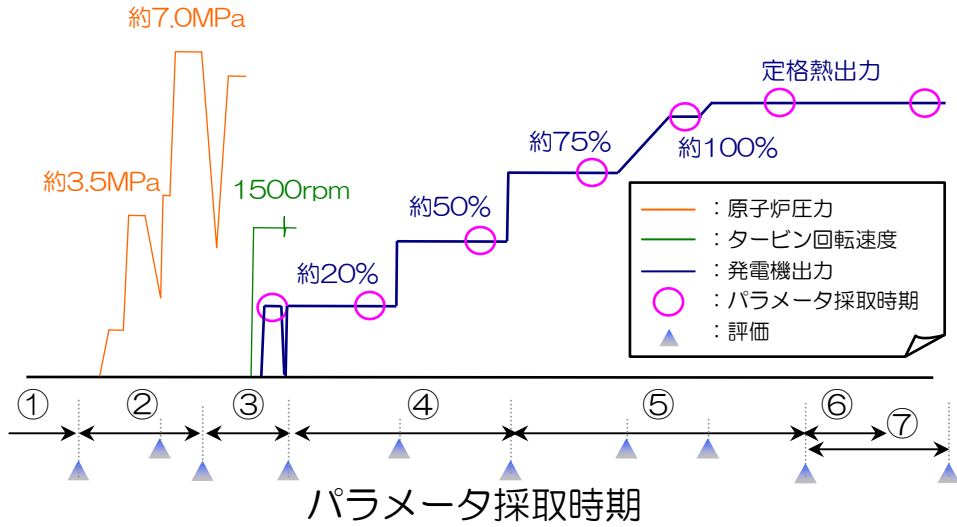
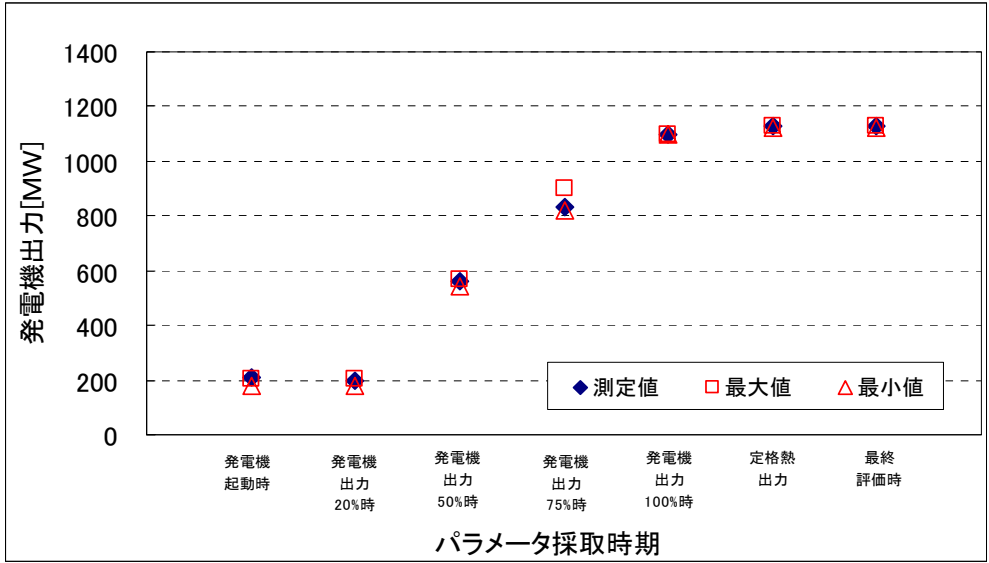


パラメータ採取時期	③タービン、発電機の起動時	④発電機出力20、50%時		⑤発電機出力75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性評価時	
	発電機起動時	発電機出力20%時	発電機出力50%時	発電機出力75%時	発電機出力100%時	定格熱出力時	最終評価時(定格熱出力時)	
判定基準 [°C]	—							
測定値 [°C]	157.2	155.3	189.2	205.8	218.1	219.0	218.9	
過去値 [°C]	最大値	156.0	156.0	190.1※1	207.0	218.2※2	216.0※2	216.0※2
	最小値	153.0	153.0	186.0	203.0	215.0※2	216.0※2	216.0※2
	相違理由※3	③※4	—	—	—	—	③※4	③※4

※1 過去の計算機の値 ※3 相違理由番号はP44に対応
 ※2 過去の総合負荷性能検査の値 ※4 給水温度は、当該の監視用計器以外に計6つの計測器があるため、それらの計測器についても確認を行った。その結果、いずれも同等の値を示しており過去値との相違が小さいことから、通常時にみられる変動であると評価した。

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (10/18)

■発電機出力

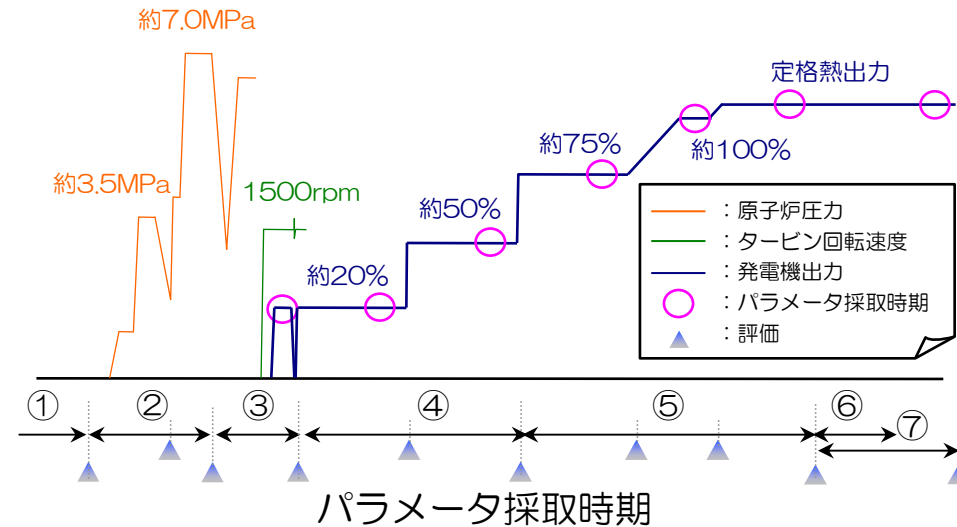
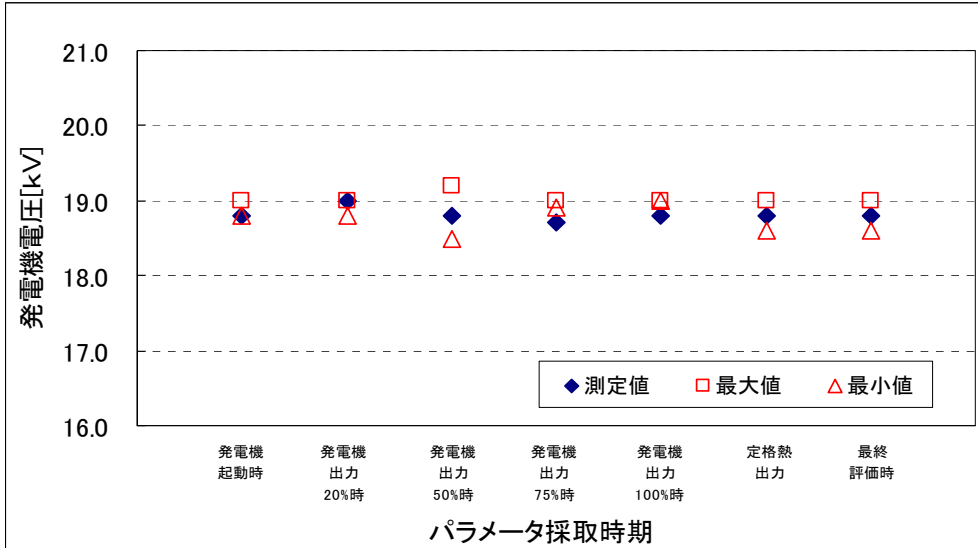


パラメータ 採取時期	③タービン、発電機 の起動時	④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性 評価時	
	発電機起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)	
判定基準 [MW]	—							
測定値 [MW]	210	200	560	830	1100	1130	1130	
過去値 [MW]	最大値	204	204	566 ^{※1}	900	1100 ^{※2}	1130 ^{※2}	1130 ^{※2}
	最小値	180	180	541 ^{※1}	820	1100 ^{※2}	1120 ^{※2}	1120 ^{※2}
	相違理由 ^{※3}	③ ^{※4}	—	—	—	—	—	—

※1 過去の計算機の値
 ※2 過去の総合負荷性能検査の値
 ※3 相違理由番号はP44に対応
 ※4 他の計器の指示は過去値に収まっていること、および出力保持のための調整幅内にあることから、通常時にみられる変動であると評価した。

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (11/18)

■ 発電機電圧



パラメータ 採取時期	③タービン、発電機 の起動時	④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性 評価時	
	発電機起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)	
判定基準 [kV]	—							
測定値 [kV]	18.8	19.0	18.8	18.7	18.8	18.8	18.8	
過去値 [kV]	最大値	19.0	19.0	19.2 ^{※1}	19.0	19.0	19.0 ^{※1}	19.0 ^{※1}
	最小値	18.8	18.8	18.5 ^{※1}	18.9	19.0	18.6 ^{※1}	18.6 ^{※1}
	相違理由 ^{※2}	—	—	—	③ ^{※3}	③ ^{※3}	—	—

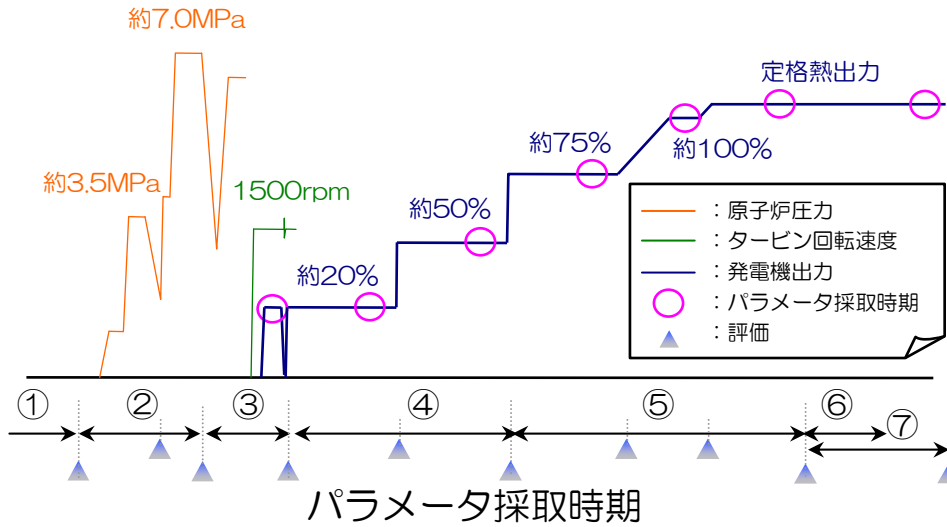
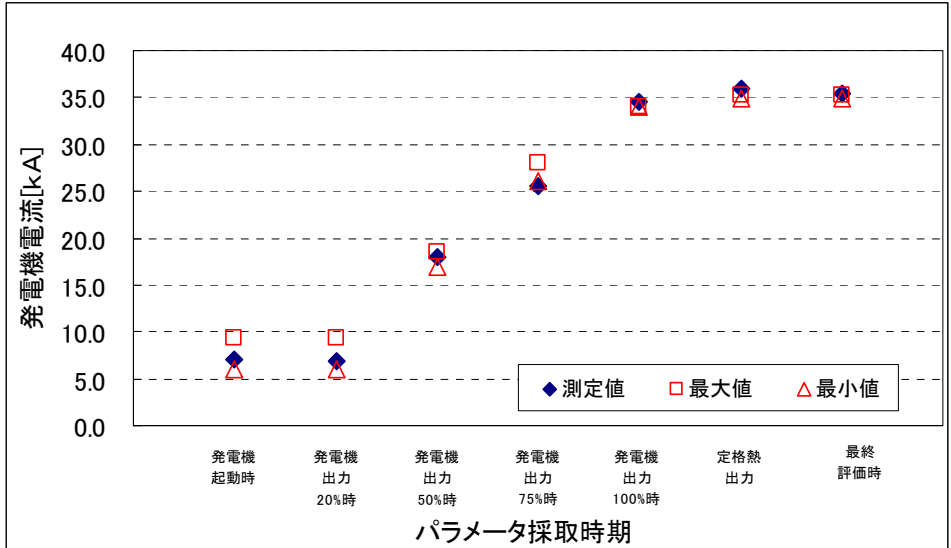
※1 過去の計算機の値

※2 相違理由番号はP 4 4に対応

※3 過去は電力系統電圧制御装置を使用していたが、今回は給電指令所からの指令により手動調整を実施しているため微小な変動が生じたものであり、異常ではないと評価した。

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (12/18)

■ 発電機電流



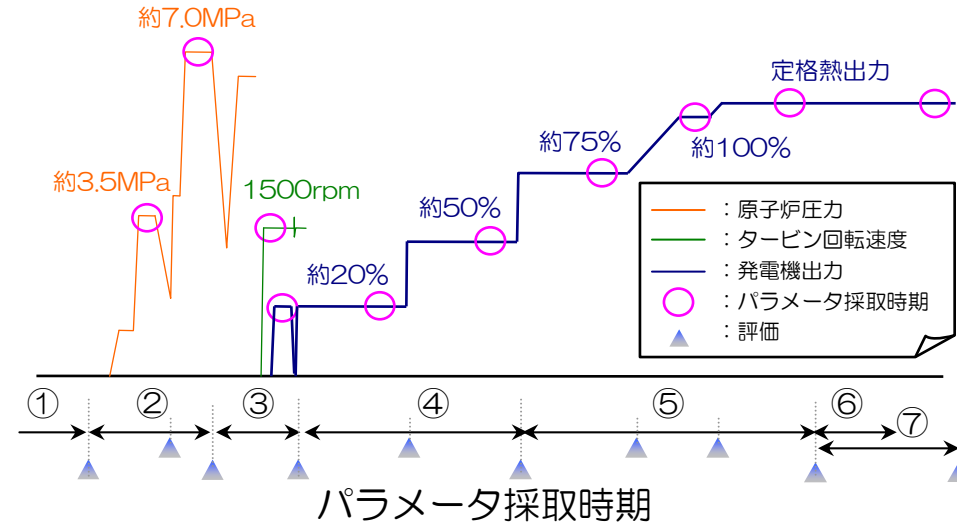
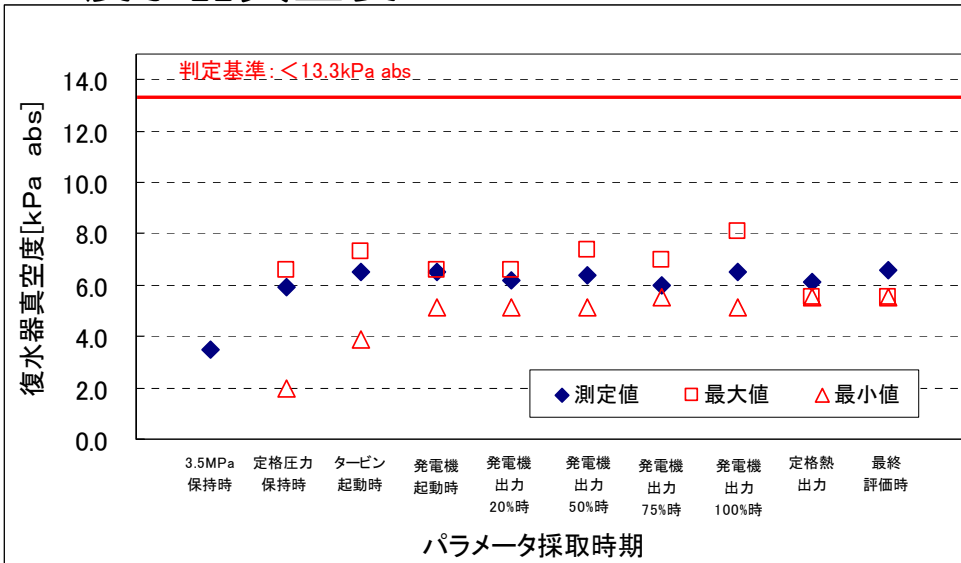
パラメータ 採取時期	③タービン、発電機 の起動時	④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性 評価時	
	発電機起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)	
判定基準 [kA]	—							
測定値 [kA]	7.1※2	6.9※2	17.9	25.5	34.5	35.9	35.5	
過去値 [kA]	最大値	9.4※1	9.4※1	18.5※1	28.0	34.0	35.2※1	35.2※1
	最小値	6.0※1	6.0※1	17.0	26.0	34.0	34.9※1	34.9※1
	相違理由※3	—	—	—	③※4	③※4	③※4	③※4

※1 過去の計算機の値
 ※2 計算機の値

※3 相違理由番号はP44に対応
 ※4 過去は電力系統電圧制御装置を使用していたが、今回は給電指令所からの指令により手動調整を実施しているため
 微小な変動が生じたものであり、異常ではないと評価した。

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (13/18)

■復水器真空度

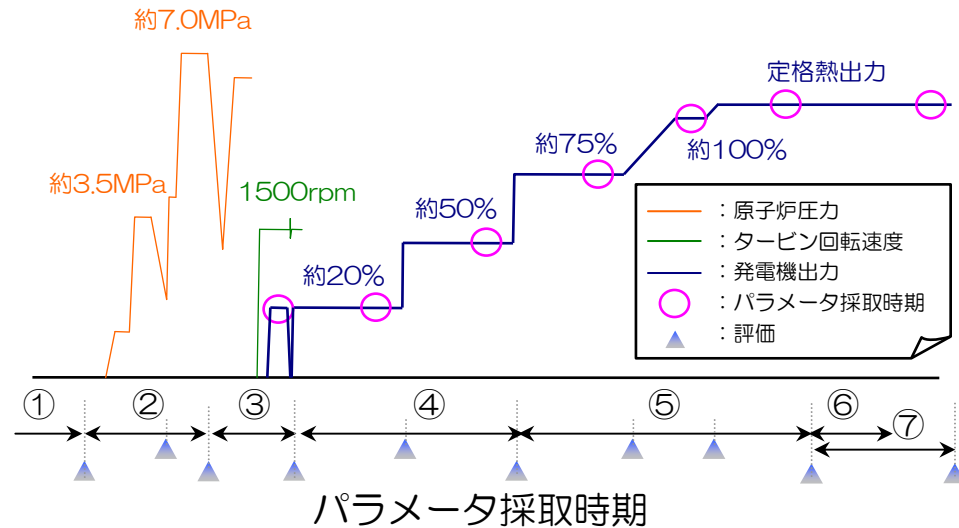
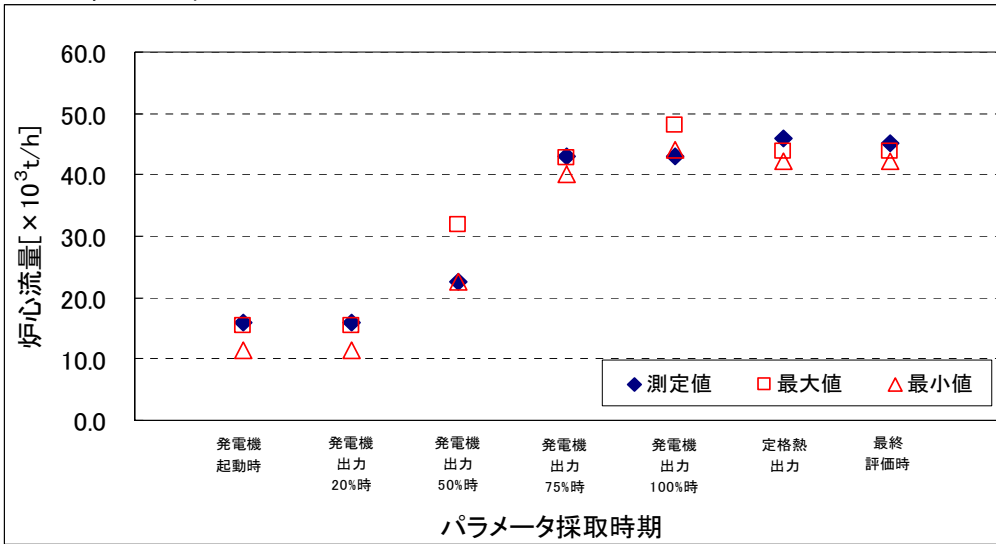


パラメータ 採取時期	②原子炉昇圧時		③タービン、発電機 の起動時		④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全 性評価時
	3.5MPa 保持時	7.0MPa 保持時	タービン 起動時	発電機 起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)
判定基準 [kPa abs]	< 13.3 (警報値)									
測定値 [kPa abs]	3.5	5.9	6.5	6.5	6.2	6.4	6.0	6.5	6.1	6.6
過去値 [kPa abs]	最大値	—	6.6	7.3	6.6	7.4※1	7.0	8.1※2	5.5※2	5.5※2
	最小値	—	2.0	3.9	5.1	5.1※1	5.5	5.1※2	5.5※2	5.5※2
	相違理由※3	—	—	—	—	—	—	—	—	③※4

※1 過去の計算機の値
 ※2 過去の総合負荷性能検査の値
 ※3 相違理由番号はP44に対応
 ※4 復水器真空度は、当該の監視用の計器以外に、広帯域の計測器があるため、その計測器についても確認を行った。その結果、いずれも同等の値を示しており過去値との相違も極めて小さいことから、通常時に見られる変動であると評価した。

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (14/18)

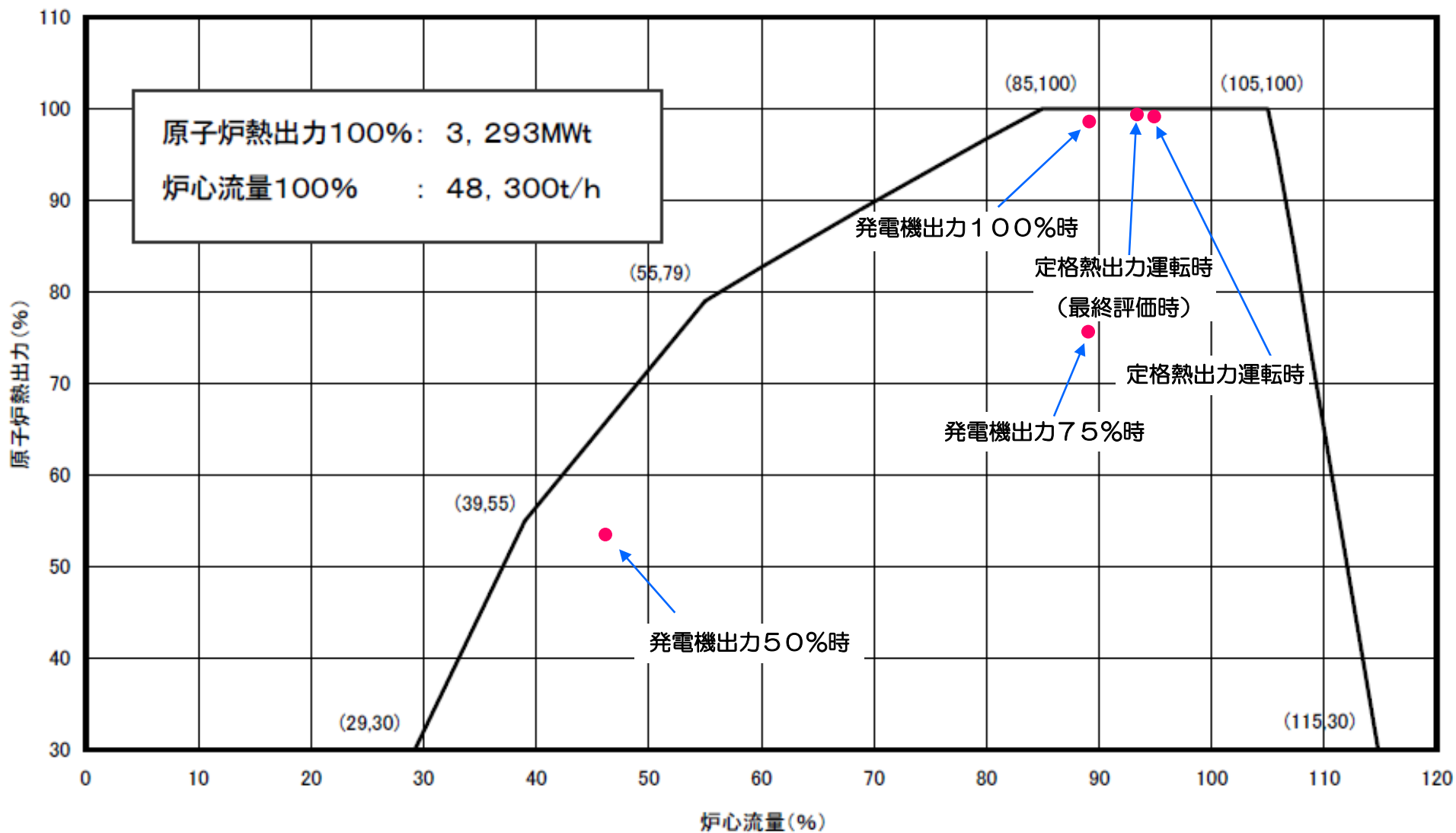
炉心流量



パラメータ 採取時期	③タービン、 発電機の起動時	④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性 評価時	
	発電機 起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)	
判定基準 [×10 ³ t/h]	—		原子炉熱出力30%以上においては、保安規定に定める運転範囲にあることを確認している。					
測定値 [×10 ³ t/h]	15.9	15.8	22.5	43.1	43.0	46.0	45.1	
過去値 [×10 ³ t/h]	最大値	15.5	15.5	31.9 ^{※1}	42.8	48.0 ^{※2}	43.7 ^{※2}	43.7 ^{※2}
	最小値	11.5	11.5	22.6 ^{※1}	40.0	44.1 ^{※2}	42.2 ^{※2}	42.2 ^{※2}
	相違理由 ^{※3}	③ ^{※4}	③ ^{※4}	③④ ^{※4 ※5}	③④ ^{※4 ※5}	③ ^{※4 ※6}	③ ^{※4 ※6}	③ ^{※4 ※6}

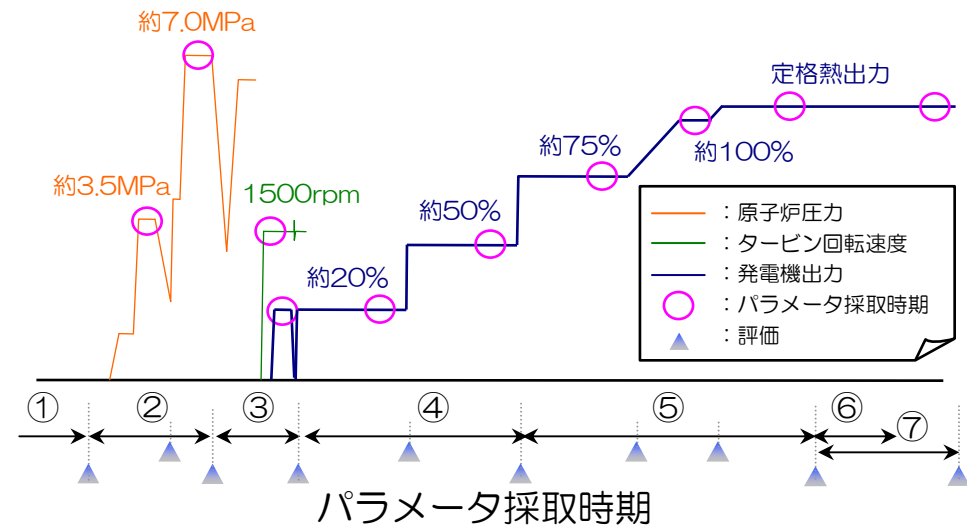
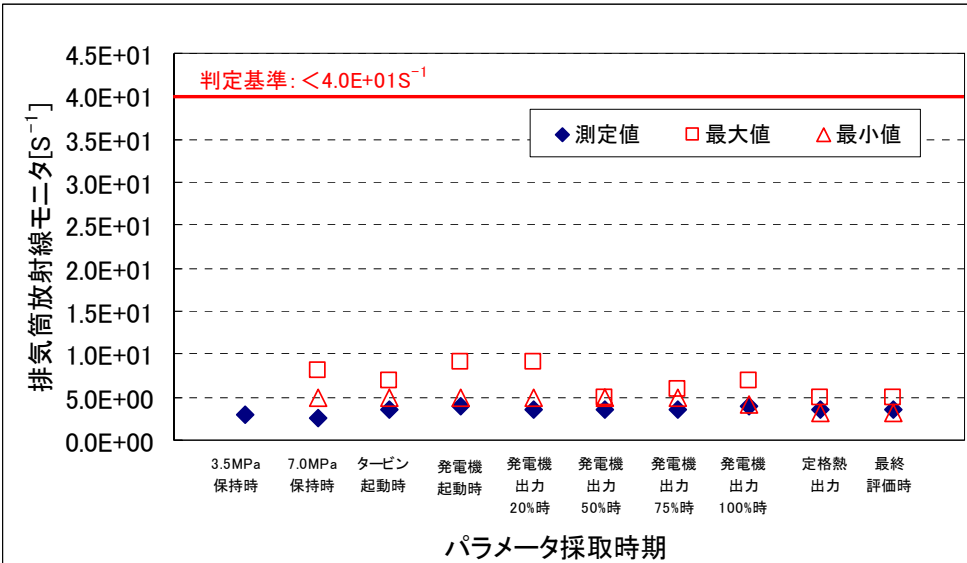
※1 過去の計算機の値
 ※2 過去の総合負荷性能検査の値
 ※3 相違理由番号はP44に対応
 ※4 炉心構成（燃料や制御棒の配置・燃焼度）に応じて出力上昇方法（制御棒と炉心流量の組合せ）が変わること、関連パラメータである炉心下部格子板差圧、原子炉再循環ポンプ差圧およびポンプ速度に異常がないことから、通常時に見られる変動であると評価した。
 ※5 中間出力段階であり、定格熱出力時など安定した状態で最終評価を行うものとした。
 ※6 定格熱出力時等の安定した状態で過去値と比較した結果わずかに差があるが、通常の変動の範囲であり異常なしと評価した。

＜原子炉熱出力および炉心流量における運転範囲＞



参考資料-6. 主要プラントパラメータ (15/18)

■排気筒放射線モニタ (SCIN)

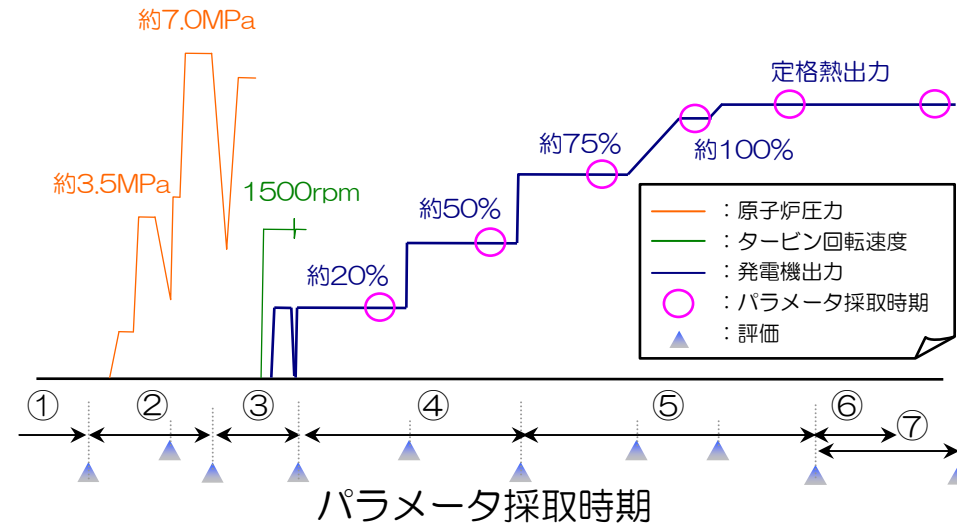
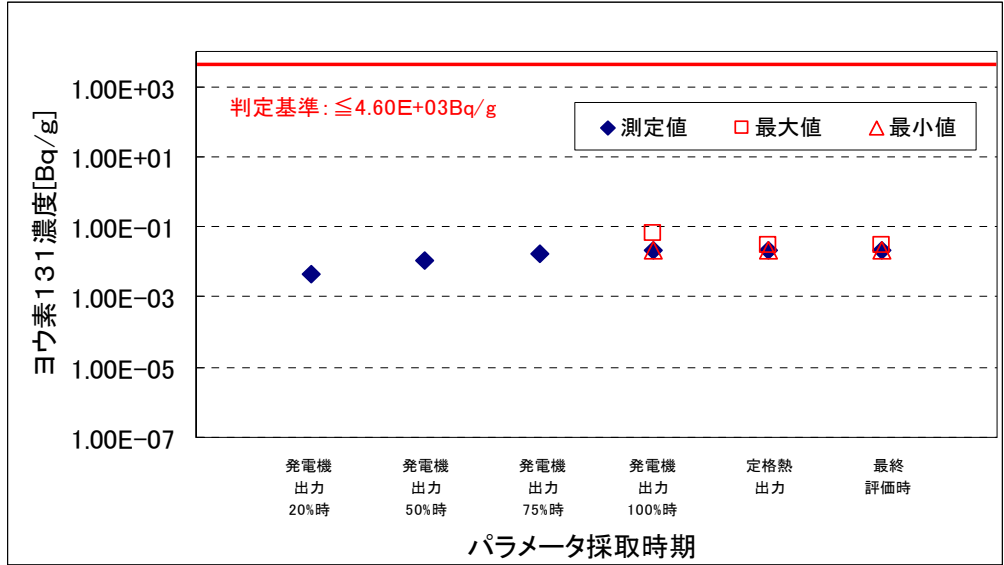


パラメータ 採取時期	②原子炉昇圧時		③タービン、発電機 の起動時		④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全 性評価時	
	3.5MPa 保持時	7.0MPa 保持時	タービン 起動時	発電機 起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)	
判定基準 [s ⁻¹]	< 4.0E+01 (警報値)										
測定値 [s ⁻¹]	3.0E+00	2.5E+00	3.5E+00	4.0E+00	3.5E+00	3.5E+00	3.5E+00	4.0E+00	3.5E+00	3.5E+00	
過去値 [s ⁻¹]	最大値	—	8.0E+00	7.0E+00	9.0E+00	9.0E+00	5.0E+00	6.0E+00	7.0E+00※1	5.0E+00※1	5.0E+00※1
	最小値	—	5.0E+00	5.0E+00	5.0E+00	5.0E+00	5.0E+00	5.0E+00	4.2E+00※1	3.2E+00※1	3.2E+00※1
	相違理由※2	—	③④※3	③④※3	③④※3	③④※3	③④※3	③④※3	③※3 ※4	—	—

※1 過去の総合負荷性能検査の値
 ※2 相違理由番号はP 4 4 に対応
 ※3 A系およびB系の値に相違がないこと、また他のパラメータに異常が確認されていないことから通常時にみられる変動であると評価した。
 ※4 定格熱出力時等の安定した状態で過去値と比較した結果わずかに差があるが、通常の変動の範囲であり異常なしと評価した。

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (16/18)

■原子炉水 (よう素131) 手分析結果



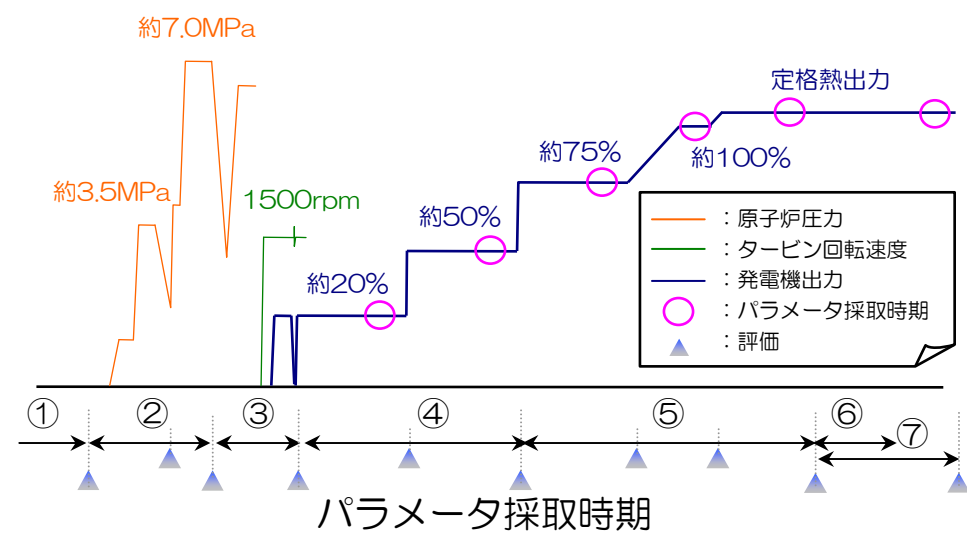
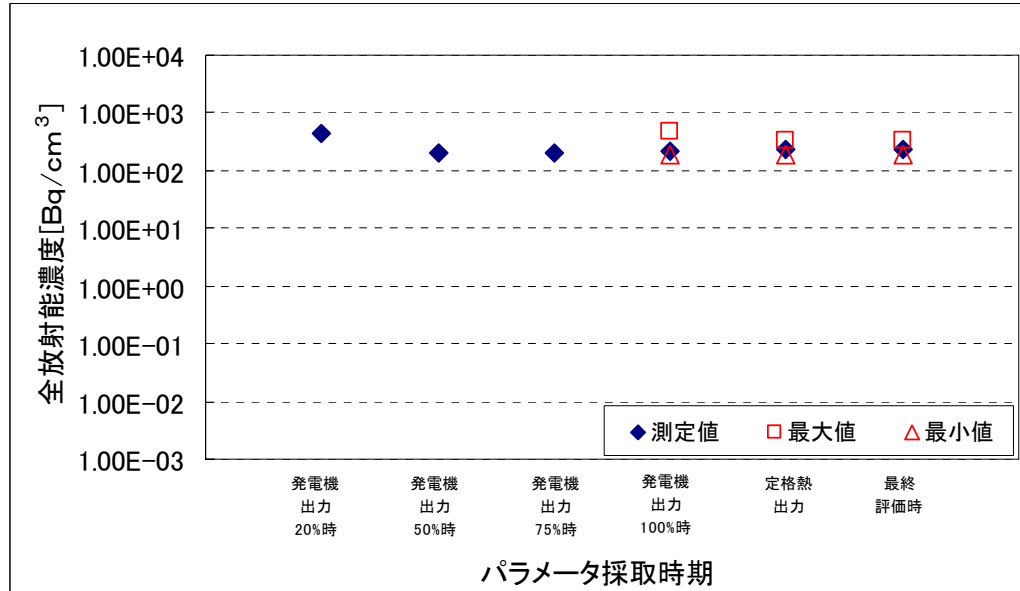
パラメータ 採取時期	④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性 評価時
	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)
判定基準 [Bq/g]	$\leq 4.60E+03$ (保安規定)					
測定値 [Bq/g]	4.30E-03	1.10E-02	1.78E-02	2.07E-02	2.09E-02	2.03E-02
過去値 [Bq/g]	最大値	—	—	6.66E-02 ^{※1}	3.02E-02 ^{※1}	3.02E-02 ^{※1}
	最小値	—	—	2.10E-02 ^{※1}	2.06E-02 ^{※1}	2.06E-02 ^{※1}
	相違理由 ^{※2}	—	—	—	① ^{※3}	① ^{※3}

※1 過去の総合負荷性能検査の値
 ※2 相違理由番号はP 4 4に対応

※3 原子炉水中のよう素は、燃料被覆管を構成する金属成分中に微量に含まれる不純物ウランからくるものと考えられるが、燃料は定期検査ごとに交換され、過去値と比較しても顕著な差がないことから異常なしと評価した。

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (17/18)

■原子炉水 (全放射能) 手分析結果

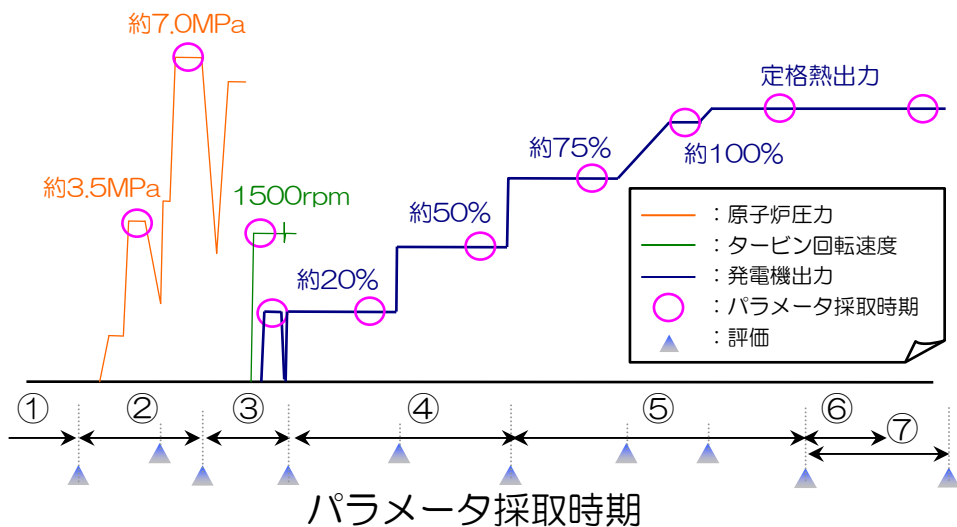
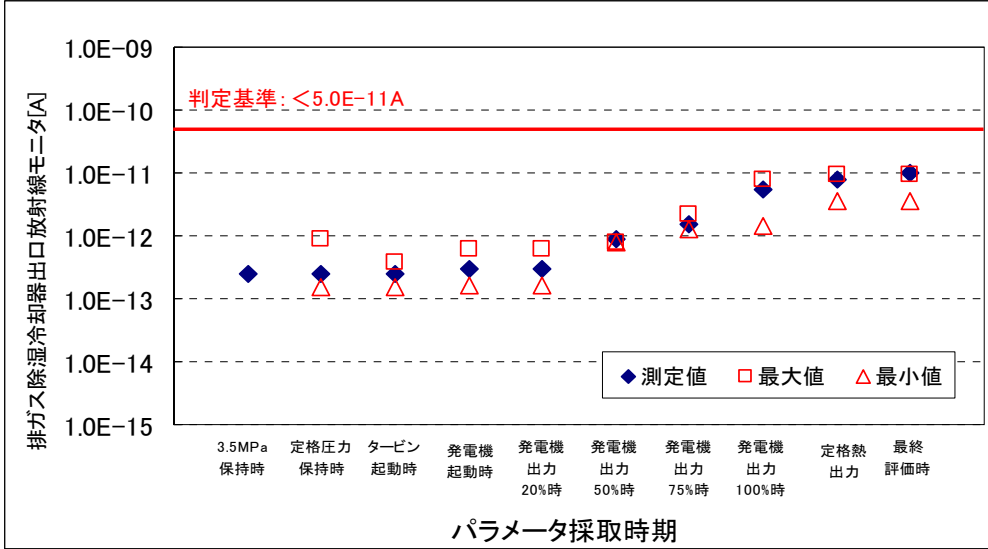


パラメータ 採取時期	④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性 評価時
	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)
判定基準 [Bq/cm³]	—					
測定値 [Bq/cm³]	4.47E+02	2.05E+02	2.01E+02	2.09E+02	2.31E+02	2.25E+02
過去値 [Bq/cm³]	最大値	—	—	4.80E+02※1	3.41E+02※1	3.41E+02※1
	最小値	—	—	1.90E+02※1	1.84E+02※1	1.84E+02※1
	相違理由	—	—	—	—	—

※1 過去の総合負荷性能検査の値

参考資料-6. 主要プラントパラメータ (18 / 18)

■ 排ガス除湿冷却器出口放射線モニタ



パラメータ 採取時期	②原子炉昇圧時		③タービン、発電機 の起動時		④発電機出力 20、50%時		⑤発電機出力 75%、定格熱出力時			⑦最終の健全性 評価時	
	3.5MPa 保持時	7.0MPa 保持時	タービン 起動時	発電機 起動時	発電機出力 20%時	発電機出力 50%時	発電機出力 75%時	発電機出力 100%時	定格熱出力時	最終評価時 (定格熱出力時)	
判定基準 [A]	$< 5.0E-11$ (警報値)										
測定値 [A]	2.5E-13	2.5E-13	2.5E-13	3.0E-13	3.0E-13	9.0E-13	1.5E-12	5.5E-12	8.0E-12	1.0E-11	
過去値 [A]	最大値	—	9.0E-13	3.8E-13	6.0E-13	6.0E-13	8.0E-13	2.2E-12	8.0E-12 ^{※1}	9.5E-12 ^{※1}	9.5E-12 ^{※1}
	最小値	—	1.5E-13	1.5E-13	1.6E-13	1.6E-13	8.0E-13	1.3E-12	1.4E-12 ^{※1}	3.5E-12 ^{※1}	3.5E-12 ^{※1}
	相違理由 ^{※2}	—	—	—	—	—	③④ ^{※3}	—	—	—	③ ^{※3}

※1 過去の総合負荷性能検査の値
 ※2 相違理由番号はP44に対応

※3 他のパラメータに異常が確認されていないことから通常時にみられる変動であると評価した。

(添付資料-1)

1号機 プラント全体の 機能試験・評価における 不適合の発生状況について



東京電力

1. はじめに

■不適合の対応状況について

- 1号機では、プラント全体の機能試験・評価を5月21日から7月5日（最終評価）までの期間で実施し、この間に83件の不適合事象が確認された。
- これらの事象は、いずれも軽微な不適合事象であり、原子炉の安全性に影響を与えるような重大な不適合ではないと評価した。
- 先行して実施した6／7号機のプラント全体の機能試験・評価の際に確認された不適合事象の水平展開についても、確実に実施している。

これら不適合事象への対応状況について、ご説明する。

2. 1号機不適合事象に対する対応

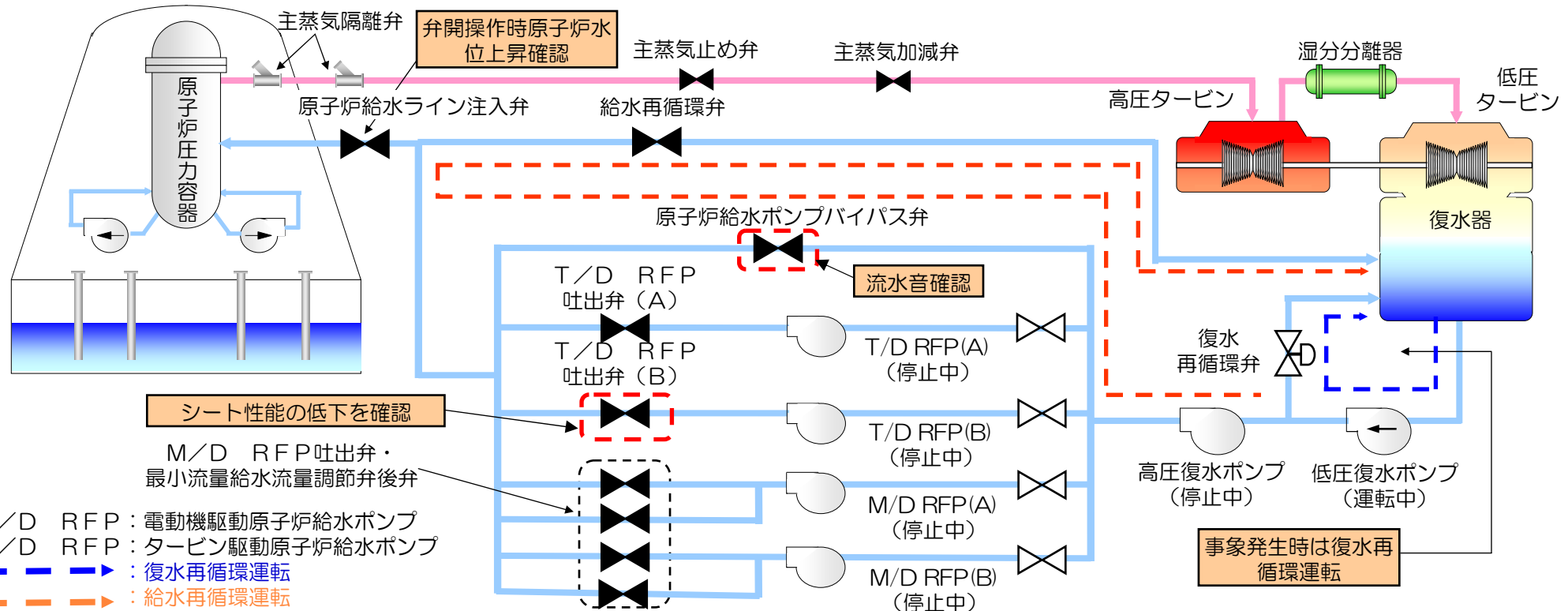
- 1号機で確認された不適合事象は、いずれも軽微なものであり、原子炉の安全性に影響を与えるような重大な不適合ではなく、また、地震の影響によるものではないと判断した。

- 参考として、以下の不適合事象についてご説明する。
 - ①原子炉給水ポンプバイパス弁等の不具合
 - ②気体廃棄物処理系除湿冷却器の温度制御不良
 - ③原子炉冷却材再循環系MGセット（B）油フィルタからの油漏れ
 - ④原子炉隔離時冷却系蒸気止め弁およびタービントリップ機構の不具合
 - ⑤残留熱除去系A系の吐出圧力上昇について

2. 1号機不適合事象に対する対応 (①原子炉給水ポンプバイパス弁等の不具合) (1/3)

【概要】

- 平成22年5月22日、原子炉起動準備として、原子炉給水ライン注入弁の開操作を実施したところ、原子炉水位の上昇を確認した。
- 現場を確認したところ、全閉中の原子炉給水ポンプバイパス弁から流水音が確認された。
- その後、全閉中の給水ポンプ出口側の6弁についてシート性能（水の流れを遮る能力）について確認した結果、T/D RFP吐出弁（B）において有意なシート性能の低下（水の流れを遮る能力の低下）を確認した。



2. 1号機不適合事象に対する対応 (①原子炉給水ポンプバイパス弁等の不具合) (2/3)

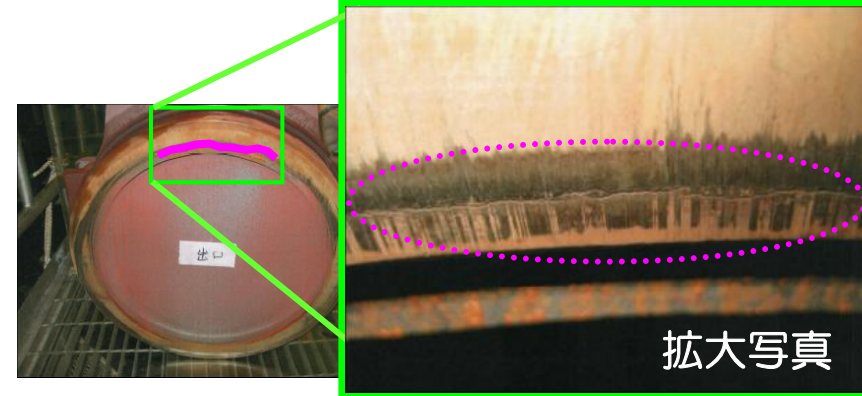
【原因】

- 今回の定期検査において実施した給復水再循環運転が、長期間にわたったため水圧の脈動による振動により、T/D RFP吐出弁(B)の弁体シート面にへこみ等が発生し、弁体の広い範囲で当たり不良が発生したことにより、シート性能が低下したものと推定した。

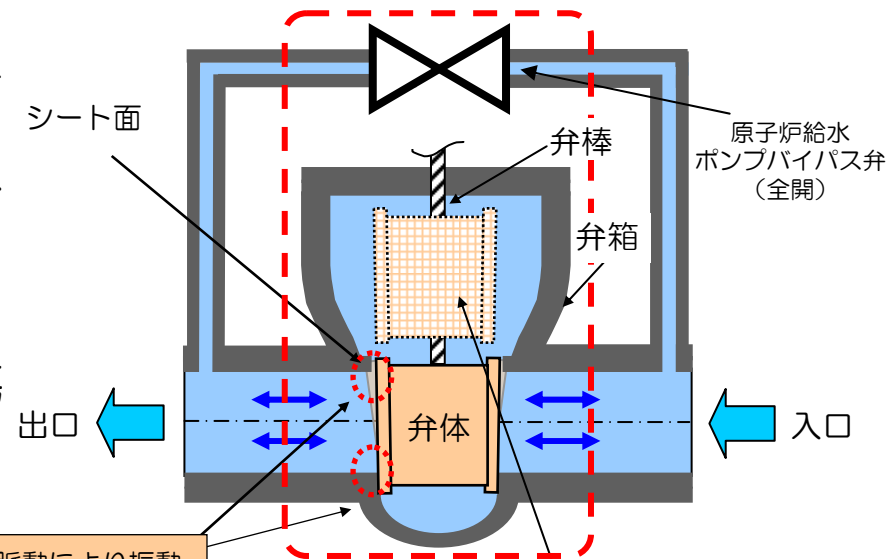
(過去のプラント停止時に同様の事例あり)

- また、弁体のシート面にシート性能に影響を及ぼさない微細なひびを確認した。
- 原子炉給水ポンプバイパス弁については、有意な異常は確認されなかった。
- 新潟県中越沖地震発生時、当該弁は、点検のために全て「全開」の状態であり、弁体および弁座のシート面に接触するものがない状態であった。

また、分解点検の結果、上記の事象以外に、変形や損傷等の異常は確認されていないことから、本事象は地震の影響によるものではないと判断した。



T/D RFP吐出弁(B)シート面のひび



弁体が長期間にわたって水圧の脈動により振動し、シート面にへこみ等が発生したことから、弁体の広い範囲で当たり不良が発生してシート性能が低下したものと推定。

弁全開時は弁体および弁座のシート面に接触するものがない。

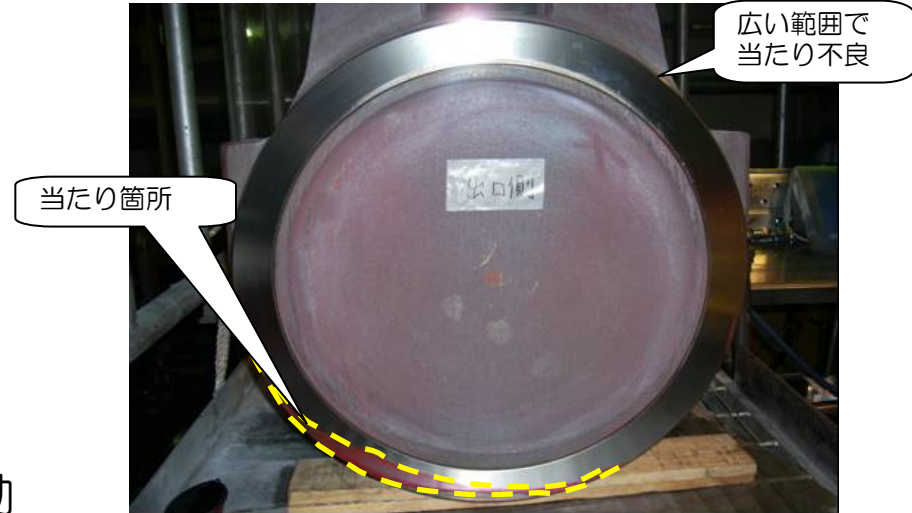
推定メカニズム図 (給復水再循環運転時の弁の状態)

2. 1号機不適合事象に対する対応 (①原子炉給水ポンプバイパス弁等の不具合) (3/3)

【対策】

T/D RFP吐出弁(B) シート面の当たり状況 (手入前)

- T/D RFP吐出弁(B) については、シート面の磨き等の手入れを実施し、シート面の当たりが確保されていることを確認した。
- 原子炉給水ポンプバイパス弁については、シート面の当りは確保されていたが、念のためシート面の磨き等の手入れを実施した。
- 今回のプラント起動に先立ち、過去のプラント起動時の不適合の確認は実施していたが、過去のプラント停止時の不適合は確認していなかったことから、過去のプラント停止時の不適合について確認し、必要な対策を実施した。
- また、長期間の給復水再循環運転時には、シート性能を維持・確認するよう運用手順の改善を行う。



当たり箇所

広い範囲で
当たり不良



赤い塗料付着箇所が当たり箇所

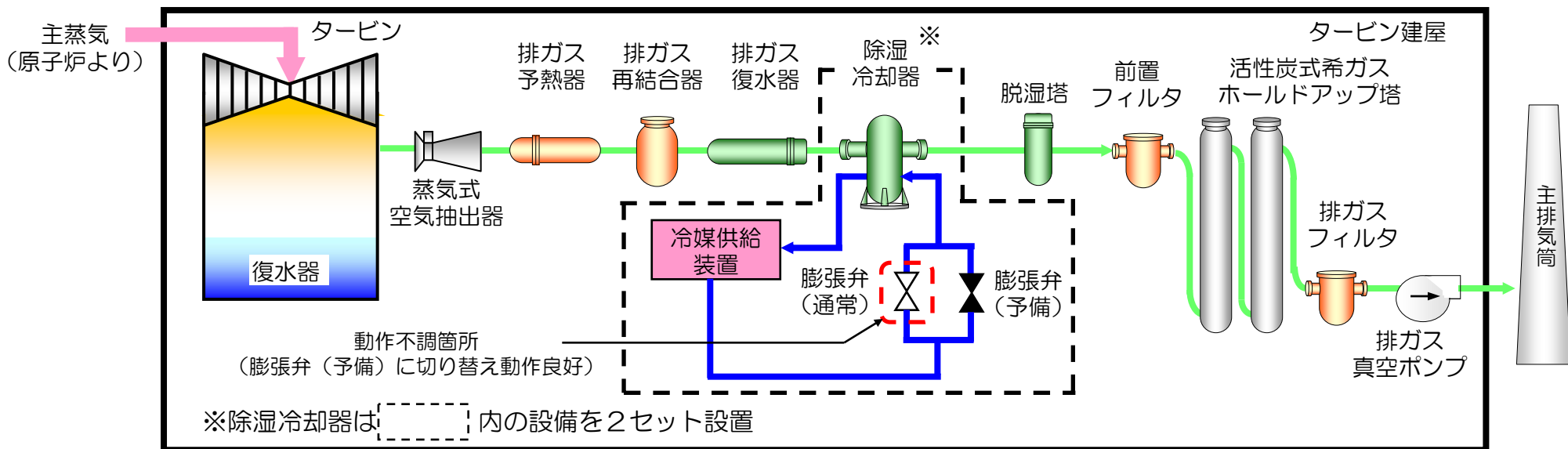
T/D RFP吐出弁(B) シート面の当たり状況 (手入後)

2. 1号機不適合事象に対する対応 (②気体廃棄物処理系除湿冷却器の温度制御不良) (1/2)

【概要】

- ・ 気体廃棄物処理系の除湿冷却器を1台→2台運転に切り替えた際、除湿冷却器(B)※の温度制御が不調となり、除湿冷却器(B)が停止した。
- ・ 停止した冷却器(B)については、冷却器に供給する冷媒をコントロールする弁(膨張弁)を予備側に切り替えることで温度制御は正常となったため、膨張弁の追従性が悪いことに起因した事象であると推定した。
- ・ その後、膨張弁全4弁(A)(B)系の通常側、予備側)の動作状態を確認した結果、(A)(B)系の通常側2弁の追従性が悪いことを確認した。

※活性炭式希ガスホールドアップ塔の保護のため、器内を通る非凝縮性ガスを冷却することで含有する水分を凝縮させる設備。起動時は2台、通常運転時は1台運転となる。



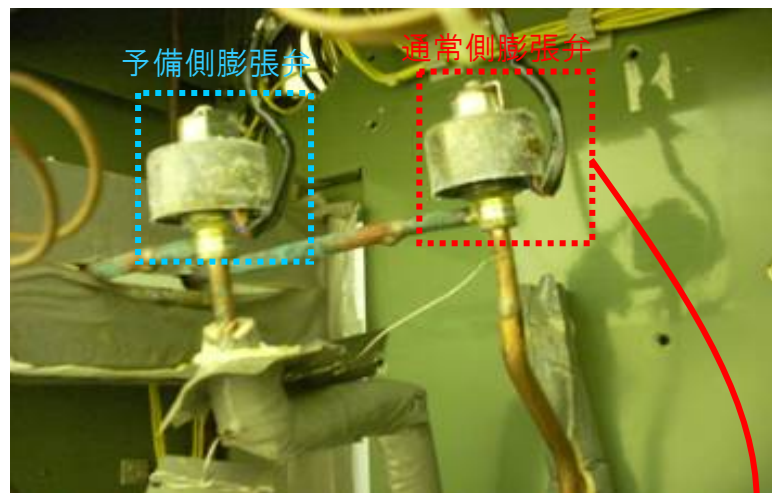
2. 1号機不適合事象に対する対応 (②気体廃棄物処理系除湿冷却器の温度制御不良) (2/2)

【原因】

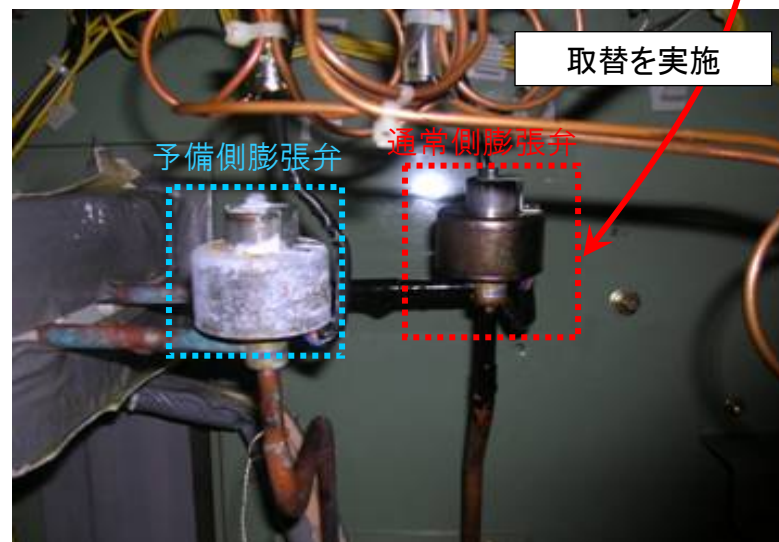
- ・新潟県中越沖地震後の設備点検においては、当該弁の目視点検、作動試験、漏えい確認を実施しており、異常は確認されていない。
- ・膨張弁の追従性が悪くなる事象は、通常の保全活動においても確認されているもの。
- ・以上から、本事象は地震の影響によるものではなく、経年的な劣化によるものであると判断した。

【対策】

- ・(A)(B)系の通常側2弁の膨張弁の取り替えを実施し、動作に異常が無いことを確認した。



膨張弁 (取替前)



膨張弁 (取替後)

2. 1号機不適合事象に対する対応 (③原子炉冷却材再循環系MGセット (B) 油フィルタからの油漏れ)

【概要】

- 平成22年5月28日、非管理区域にて原子炉冷却材再循環系MGセット (B) ※の油フィルタ閉止栓から、油が床面に滴下していることを確認した。発見時には、すでに油の滴下は停止していた（滴下した油の量は約40ml）。

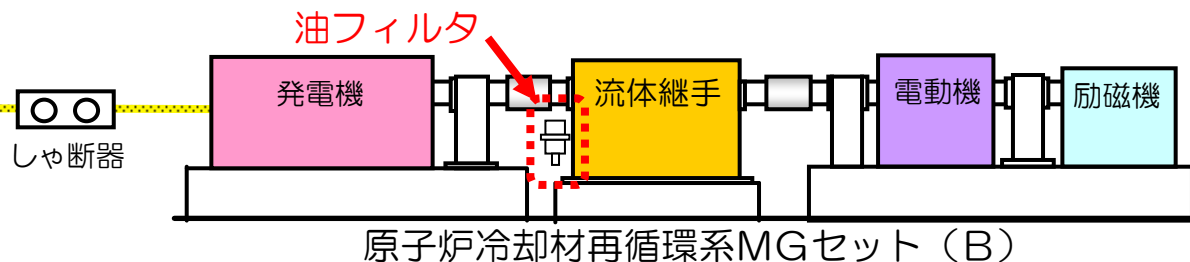
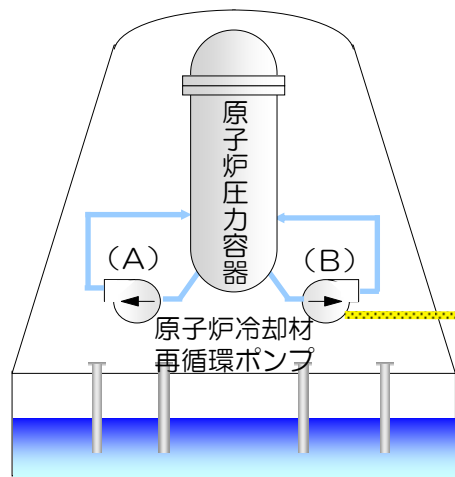
【原因】

- 当該のMGセットは地震後に設備点検を実施しており、異常がないことを確認している。
- 至近では、プラント起動直前の5月11日に通常保全としての点検において閉止栓の着脱を実施しており、この作業時におけるシールテープの巻き方が不十分であったと推定した。

【対策】

- 閉止栓のシールテープを巻き直し、コーキング材を塗布するとともに、念のため下部にオイルパンを設置した。

※原子炉冷却材再循環ポンプの電源周波数を変化させ、ポンプ速度を制御する装置。

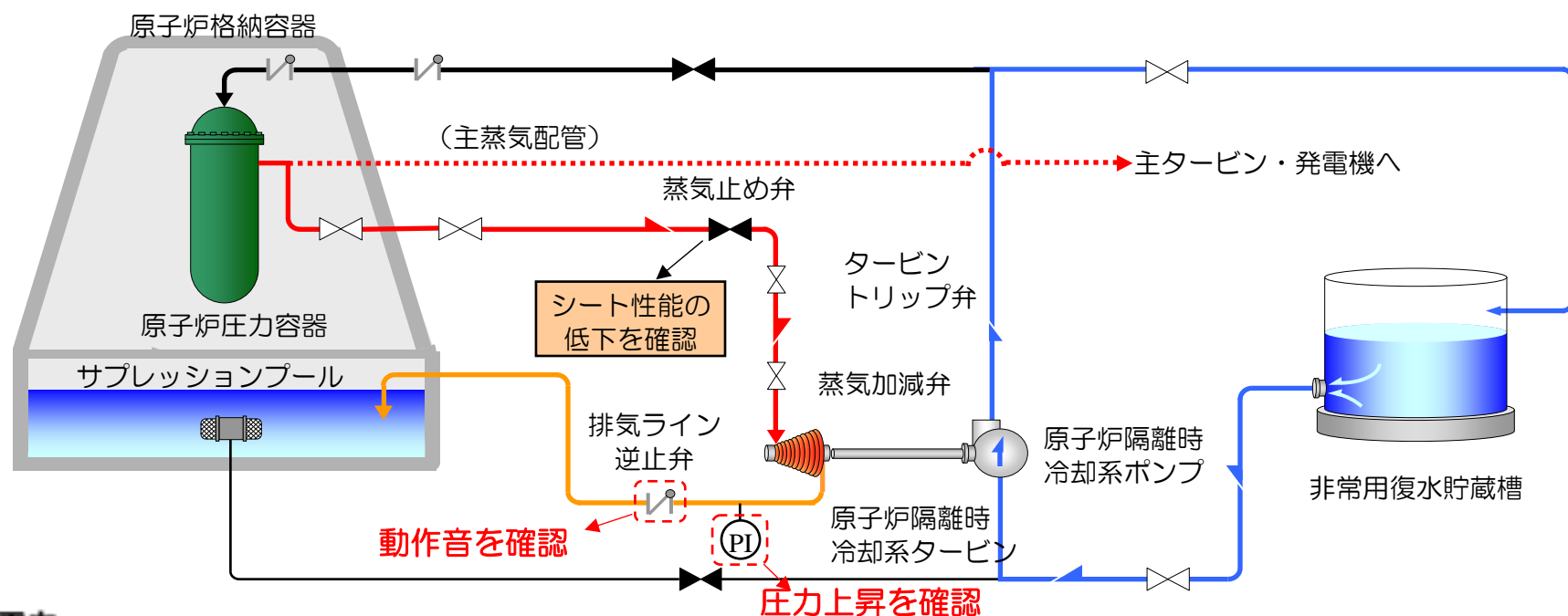


2. 1号機不適合事象に対する対応

(④原子炉隔離時冷却系蒸気止め弁およびタービントリップ機構の不具合) (1/3)

【概要】

- 平成22年6月28日、プラント確認試験におけるパラメータの採取により、サプレッションプール（以下S/Pという）水位および格納容器内温度（S/P水温度）の上昇傾向を確認した。
- 調査の結果、原子炉隔離時冷却系（以下RCICという）排気ライン逆止弁の動作音が確認され、RCICタービン排気蒸気圧力の上昇を確認したことから、RCIC蒸気止め弁のシートパスにより微少な蒸気がS/Pへ流入しているものと推定した。
- また、調査の課程でRCICタービン起動し、停止させる際、中央制御室の停止用押しボタン（以下、「トリップPB」という）を押下したがRCICタービンが停止しなかったため、現場のトリップPBにて停止させた。



2. 1号機不適合事象に対する対応

(④原子炉隔離時冷却系蒸気止め弁およびタービントリップ機構の不具合) (2/3)

【原因：RCIC蒸気止め弁のシートパス】

- ・当該弁の分解点検の結果、弁のシート面に微細なクラッド等の噛み込みによる当たり不良が2箇所確認された。
- ・S/P水位及び温度等の上昇は、6月22日に実施したRCIC機能検査以降から確認されていることから、RCIC機能検査において当該弁が開閉した際に、ゴミかみ等により当たり不良が発生したものと推定した。
- ・6月22日のRCIC機能検査以前にもおいても、RCIC系の運転を実施しているが、機能検査以前にS/P水位及び温度の上昇は確認されていないこと、分解点検の結果、上記の事象以外に、変形や損傷等の異常は確認されていないことから、本事象は地震の影響によるものではないと判断した。

【対策】

- ・RCIC蒸気止め弁については、摺り合わせによる手入れを行い、シート面の当たりが確保されていることを確認した。
- ・RCIC復旧後の確認運転後において、S/P水位及び温度の上昇は確認されていないことを確認した。



シート面の当たり状況（手入前）

赤い塗料付着箇所が当たり箇所



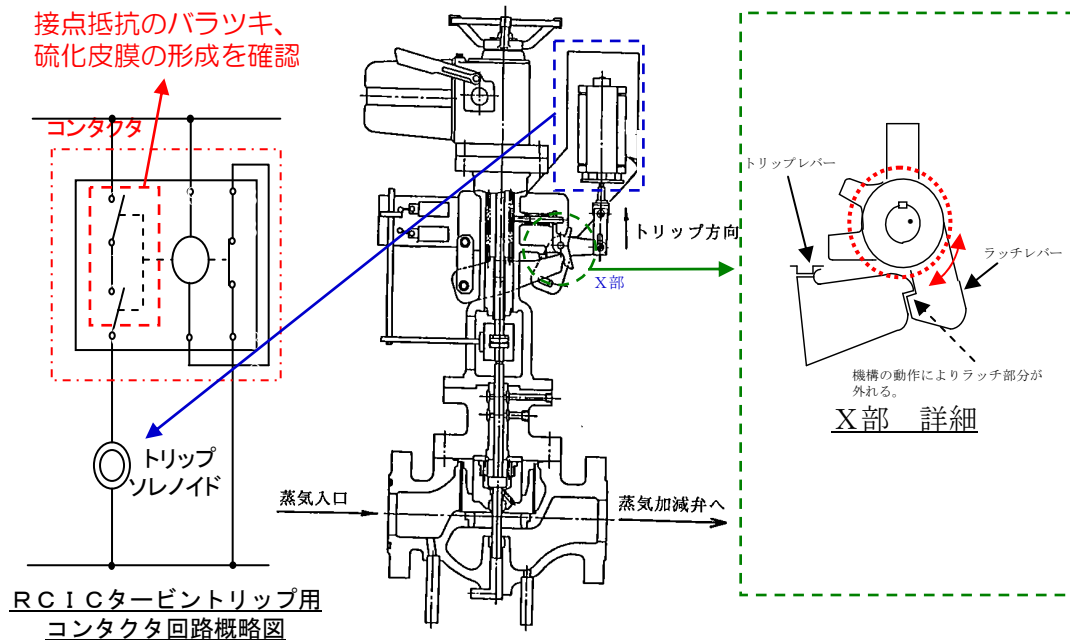
シート面の当たり状況（手入後）

2. 1号機不適合事象に対する対応

(④原子炉隔離時冷却系蒸気止め弁およびタービントリップ機構の不具合) (3/3)

【原因：通常操作での停止不可事象】

- 当該事象が発生した際、現場にて状況確認を実施しており、トリップソレノイドの動作が不十分であることを確認したため、トリップソレノイド等の電気系統について調査を実施した。
- その結果、トリップソレノイドを動作させるためのコンタクタの接触抵抗にバラツキがあること、接点表面に硫化皮膜が形成されていることを確認した。
- 以上から、トリップソレノイドを動作させるためのコンタクタの接触抵抗が、経年使用に伴い発生した硫化皮膜の影響により増加したことで、ソレノイド励磁電圧が低下し、トリップ機構が動作しなかったものと推定した。



- 地震後の点検においてトリップ機構の動作に問題は確認されていないことから、地震の影響によるものではないと評価した。
- なお、7号機において発生した停止不可事象は、弁体と弁箱が接触したことでラッチ作動力が増大したことによるものであり、本事象とは異なる要因によるものである。

【対策】

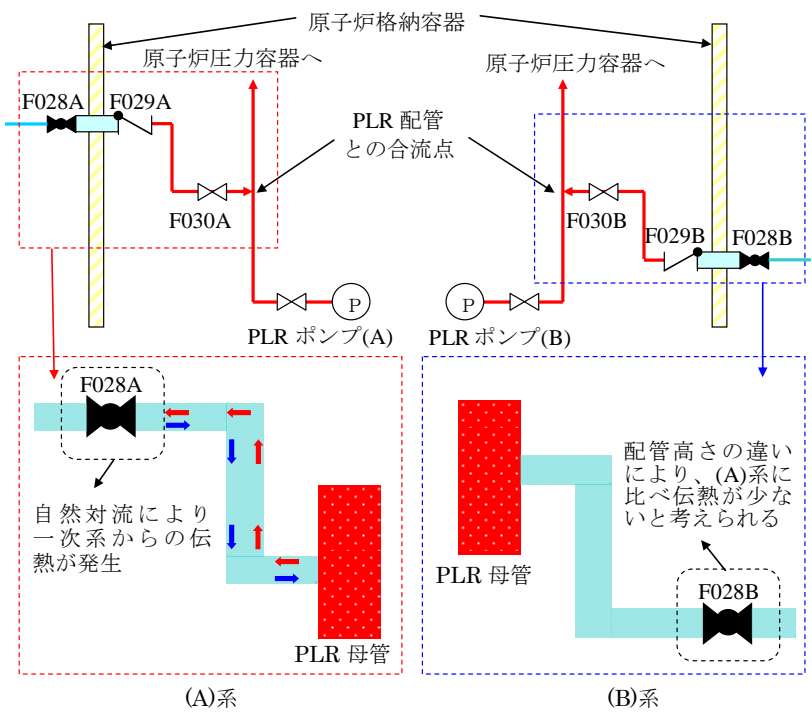
- 接点抵抗が増大したと推定されるコンタクタを予備品と交換し、トリップ機構に問題がないことを確認した。なお、トリップソレノイドについても点検調査のため分解したため、念のため予備品へ交換した。

2. 1号機不適合事象に対する対応 (⑤残留熱除去系A系の吐出圧力上昇について) (1/2)

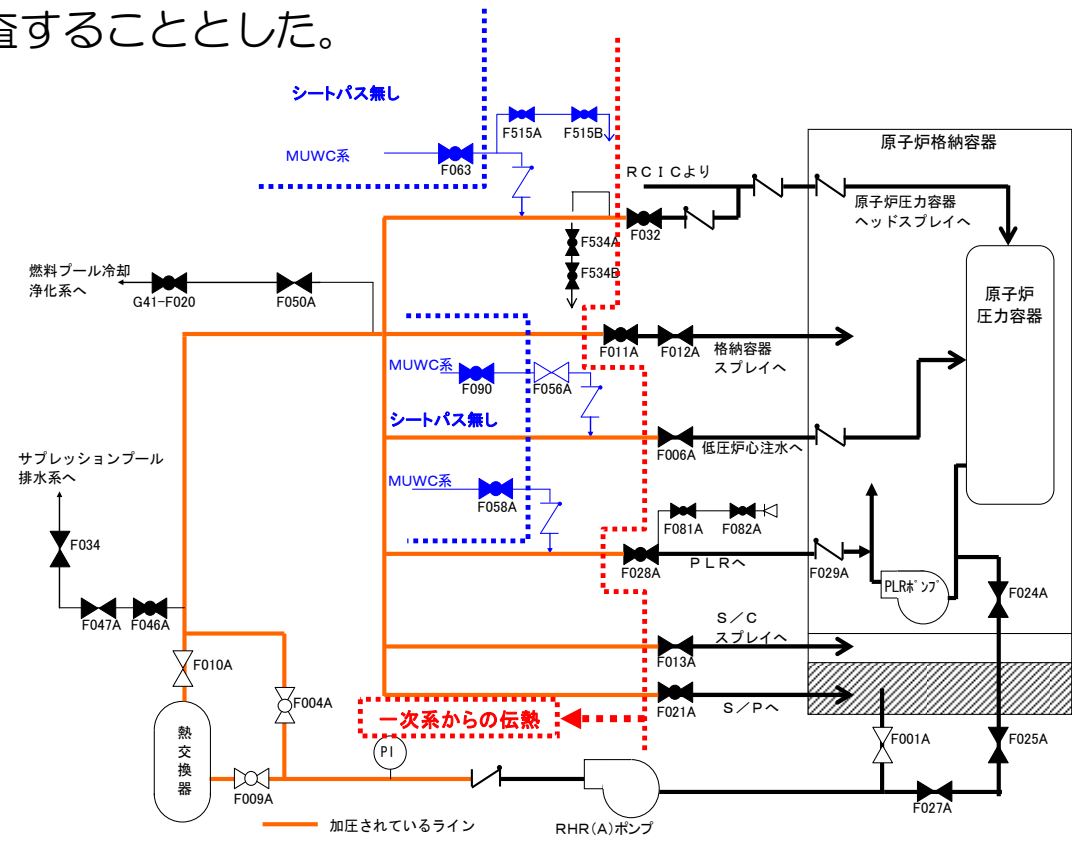
【概要】

- 平成22年6月3日頃から残留熱除去系（以下、「RHR」という。）（A）系の系統圧力（ポンプ吐出圧）の上昇が確認されている。
- 当該事象は、RHRポンプ運転停止後の系統水の体積膨張（一次系等からの伝熱）により発生することが経験的に知られ、当直が系統の圧抜き操作（ベント）を行うことで対応していた。
- 6月30日に実施したベント操作の際に、ベント操作後の系統圧力上昇が若干早いことに気づいたことから、復水補給水系（以下、「MUWC系」という。）或いは一次系につながる弁等からのシートパスの可能性が考えられるため、より詳細に調査することとした。

— : 一次系（原子炉压力容器バウンダリ）配管



一次系からの伝熱の概要



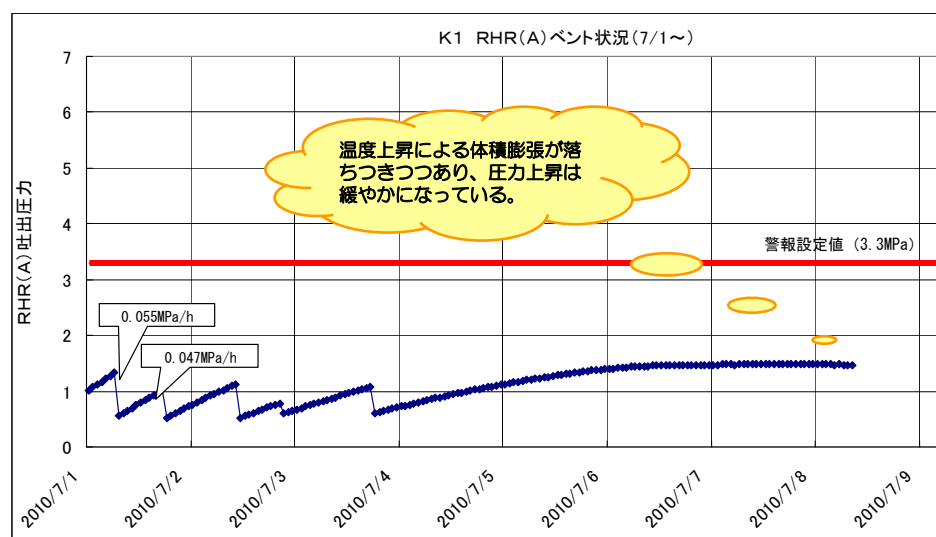
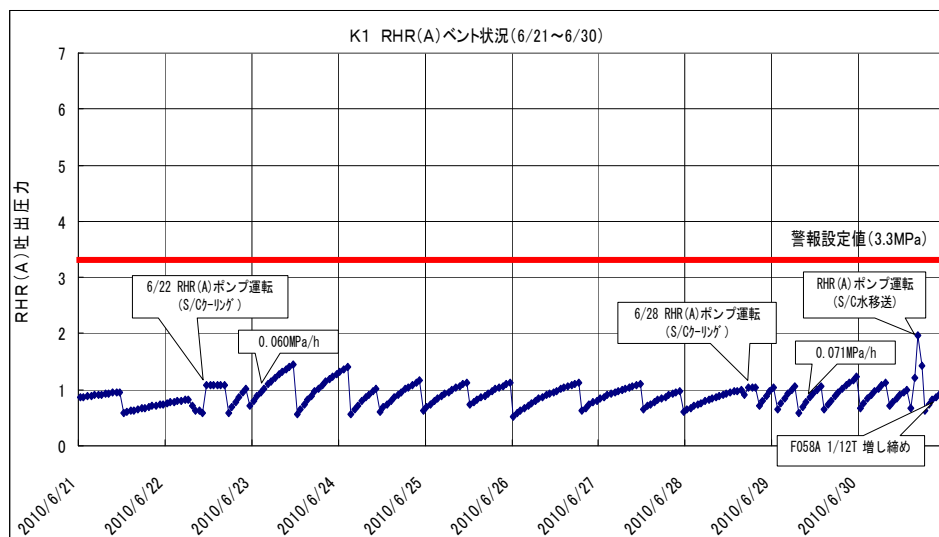
2. 1号機不適合事象に対する対応 (⑤残留熱除去系A系の吐出圧力上昇について) (2/2)

【原因】

- ・ MUWC系につながる弁、一次系につながる弁および、その他の弁のシートパスの可能性について確認した結果、異常は確認されなかったことから本事象は、RHRポンプ運転 (S/C~S/C) により系統水がS/C水と入れ替わった後、一次系等からの熱が弁を介して系統水に伝熱し徐々に体積膨張するとともに系統圧力が上昇したものであると推定し地震の影響によるものではないと評価した。

【対策】

- ・ 系統水の体積膨張によるものであり、設備の不具合等に起因する事象ではないため、系統圧力の監視とベント操作により、系統圧力を適切に管理していく。



3. 6／7号機で確認された不適合への対応について（1／4）

- 先行してプラント全体の機能試験を実施した、6／7号機のプラント全体の機能試験・評価において確認された不適合事象のうち、水平展開が必要と判断した不適合事象について、以下のように対応した。
 - プラント起動前に確認・対応が必要な事項について、確実に実施されていることを確認した。
 - プラント全体の機能試験・評価期間中に対応を実施するものについて、適切な時期に必要な対策が実施されていることを確認した。
- 6／7号機で確認された不適合事象のうち、プラント起動工程に影響を与えた主な不適合事象について、1号機における対応状況を以下のページでご説明する。

3. 6/7号機で確認された不適合への対応について (2/4)

■ 7号機で確認された主な不適合事象への対応

No.	不適合概要	1号機における起動前対応事項	1号機プラント全体の機能試験における対応状況	結果
1	原子炉隔離時冷却系 (RCIC) の通常操作での停止不可	<ul style="list-style-type: none">◆ トリップ機構のラッチ力を測定し、機械式および電磁式トリップにおける動作力が、ラッチを外すために必要な力を十分上回っていることを確認した。◆ バックシートが干渉していないことを確認した。◆ トリップ動作確認試験を実施し異常のないことを確認した。	<ul style="list-style-type: none">◆ 7.0MPa時の設備点検時において、異常のないことを確認した。	良
2	圧力抑制室 (S/C) の水位上昇	<ul style="list-style-type: none">◆ RCIC系起動前にS/Cのプール水位を確認し、必要に応じて移送するようにマニュアルに定めた。◆ RCIC系起動中はS/Cのプール水を速やかに移送できるよう監視する体制をとることをマニュアルに定めた。	<ul style="list-style-type: none">◆ RCIC系起動前にS/Cのプール水位を確認し、必要に応じて移送した。◆ RCIC系起動中は、S/Cのプール水の監視体制をとり、有意な水位上昇がないよう運用した。	良
3	電動機駆動原子炉給水ポンプ給水流量調節弁の開度表示の不具合	<ul style="list-style-type: none">◆ 1号機の当該箇所 (M/D FCV) については、振動対策に実績のある開度計を使用していることから、対策は不要であると判断している。◆ 同型計器を使用しており、類似事象の発生する可能性がある原子炉冷却材浄化系 (CUW系) については、振動対策品への交換を実施した。	<ul style="list-style-type: none">◆ M/D FCVおよびCUW系の弁について、プラント起動中に異常のないことを確認した。	良

3. 6/7号機で確認された不適合への対応について (3/4)

No.	不適合概要	1号機における起動前対応事項	1号機プラント全体の機能試験における対応状況	結果
4	直流電源設備直流125V 7B 地絡警報の発生	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 本事象は一過性の事象であり、本事象が発生した場合においても、プラントの運転に影響がないことから、水平展開は不要であると判断した。 	—	—
5	配管サポート撤去対象物の誤り	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 耐震強化工事を実施した全数について現場確認を実施した。 	—	—
6	主排気筒からのヨウ素 (I-133) の検出	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 1号機においては、湿分分離器および給水加熱器のドレン水は復水器に流入しており、原子炉給水ポンプの吸込部への流入がないことから、対策は不要と判断した。 	—	—
7	高圧ヒータドレンポンプ軸結合部からのグリスにじみ	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 1号機には同一構造のポンプはなく、また、7号機で確認されたグリスにじみは軽微であり、当該ポンプの機能に影響をあたえる事象ではないことから、水平展開は不要であると判断した。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 巡視点検において、今回のプラント全体の機能試験で類似ポンプの運転状況を確認し、問題がないことを確認した。 	良
8	タービン駆動原子炉給水ポンプ(A)吐出弁上蓋部からの漏えい	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 1号機の同一箇所の弁は、7号機の弁と構造が異なることから、水平展開は不要であるが、念のため、蒸気系の弁については、フランジ部のギャップ測定もしくはトルク確認を実施した。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 系統インサービス時に漏えい試験を実施し、漏えいのないことを確認した。 	良

3. 6/7号機で確認された不適合への対応について（4/4）

■ 6号機で確認された主な不適合事象への対応

No.	不適合概要	1号機における起動前対応事項	1号機プラント全体の機能試験における対応状況	結果
1	主蒸気ドレンラインからの微少な漏えい	<ul style="list-style-type: none">類似箇所（主蒸気系、原子炉隔離時冷却系）のYストレーナについて、ガスケット交換を実施した。	<ul style="list-style-type: none">蒸気通気時に漏えい確認を実施し、問題ないことを確認した。	良
2	入熱に伴う耐震強化サポートと配管保温材との干渉	<ul style="list-style-type: none">プラント起動による入熱に伴う事象であることから、プラント起動後に入熱影響の確認を行う。	<ul style="list-style-type: none">プラント起動時にサポートと配管接触の有無等、入熱影響に伴う異常の有無を確認した。その結果、既設の残留熱除去系配管支持構造物の保温材に、熱移動に起因する架構との接触が確認されたが、処置を実施し問題がないと評価した。	良