

# 柏崎刈羽原子力発電所7号機

## プラント全体の機能試験・評価 の状況報告

平成21年 5月20日

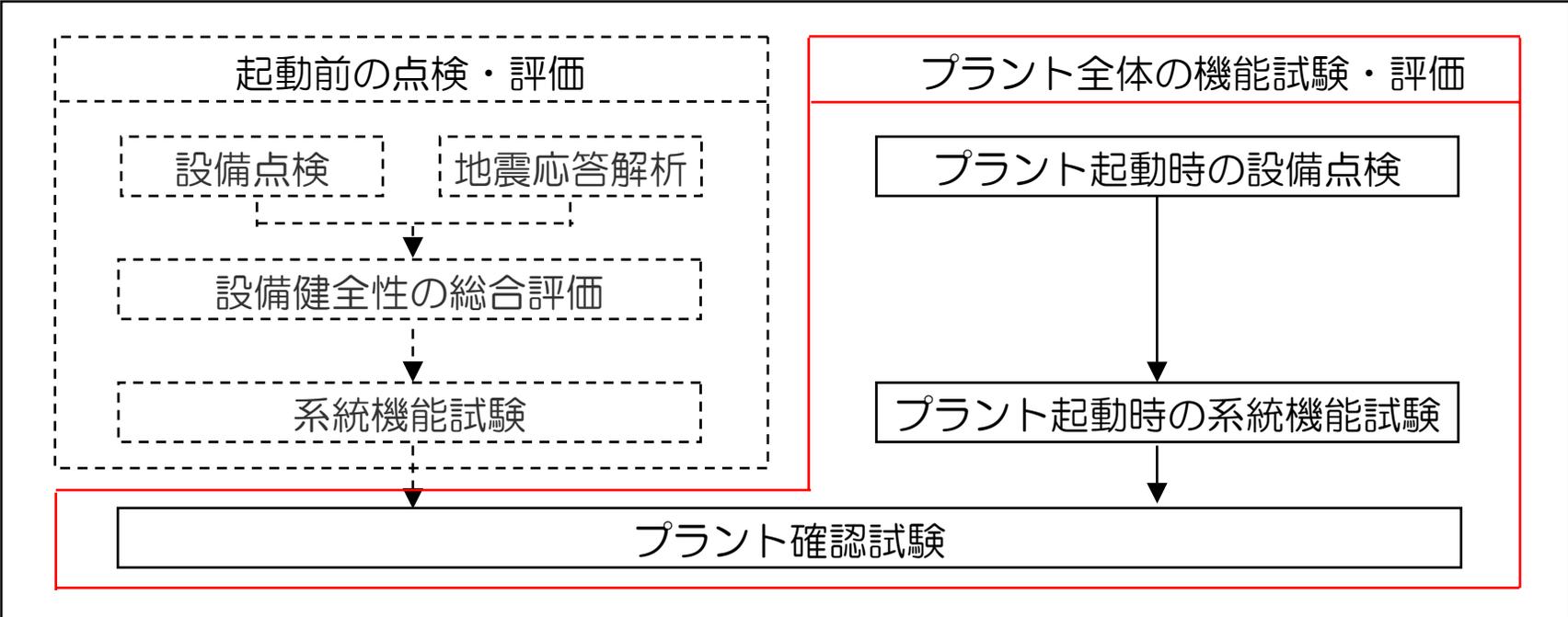


東京電力

---

# 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、「起動前の点検・評価」という）を行い、設備健全性を確認してきた。
- 上記の点検・評価が完了したことから、現在、「**プラント全体の機能試験・評価**」を実施し、地震による設備への影響を確認するとともに、今後、継続的に運転が可能であることを確認している。



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

### ■ 「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。

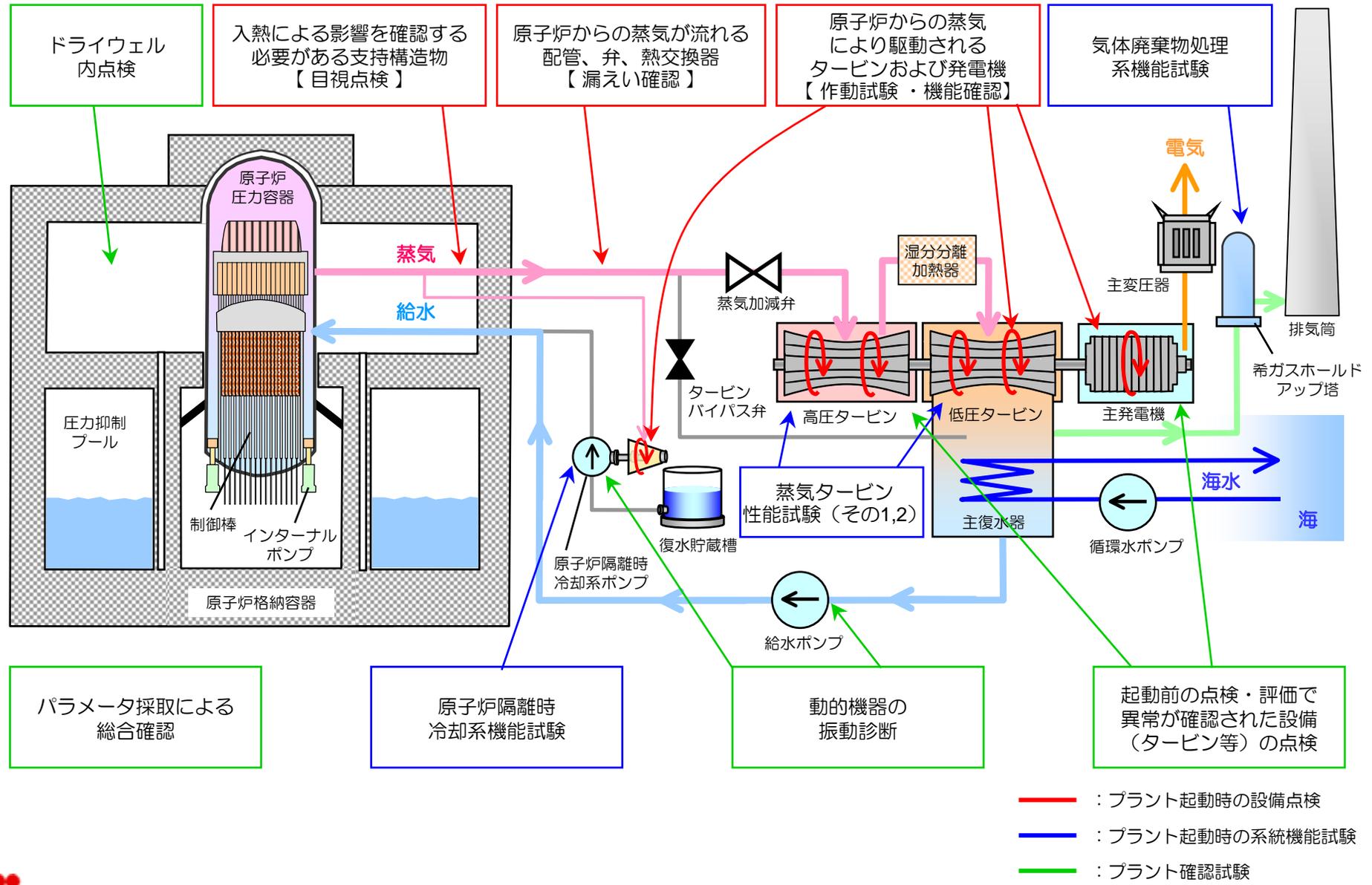
### ■ 「プラント起動時の系統機能試験」

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」

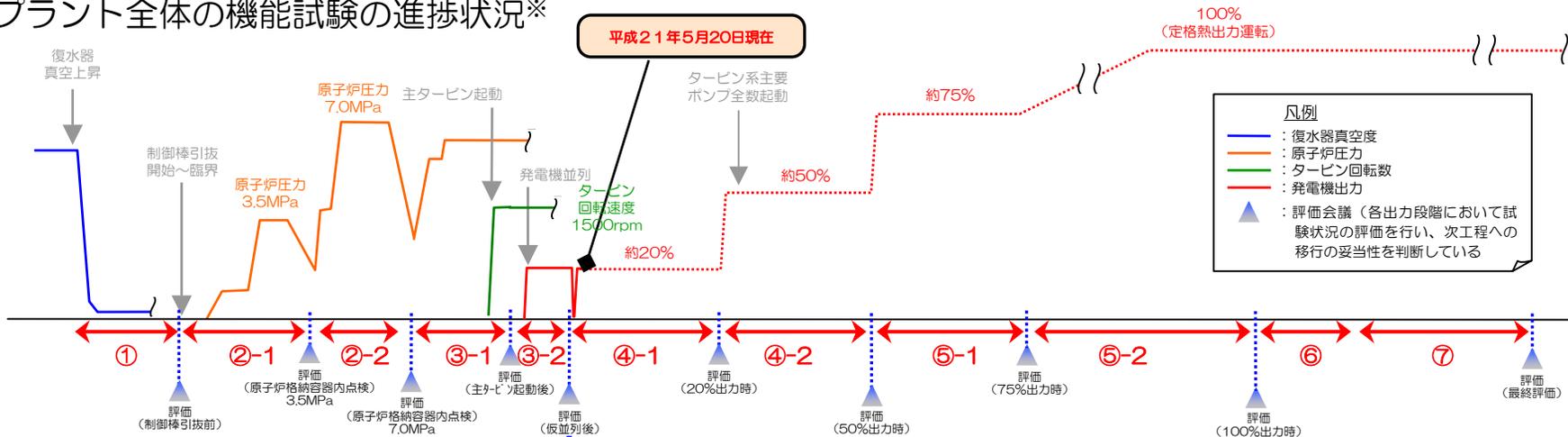
プラント運転状態でのパラメータ採取、運転に関連する設備の状態監視等を実施し、プラント全体の総合性能を確認する。

# 2. プラント全体の機能試験・評価の概要



# 3. プラント全体の機能試験・評価の進捗状況

## ■プラント全体の機能試験の進捗状況※



今回の報告範囲  
(発電機の本並列時の結果については速報にて報告)

※ 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	④20、50%出力時の点検・試験	⑤75、100%出力時の点検・評価	⑥定格出力時の点検・評価	⑦最終の健全性評価
プラント起動時の設備点検	◆復水器点検 ◆復水系ろ過脱塩装置点検	◆原子炉隔離時冷却系設備点検 ◆給水ポンプ等の起動時の点検 ◆給水系配管点検 ◆支持構造物点検	◆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	◆蒸気系配管点検 ◆支持構造物点検	◆定格出力時の発電機点検 ◆機能、漏えい確認 ◆定格出力時の変圧器点検 ◆機能確認	-	-
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)	-	◆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	◆主要パラメータ採取 ◆異常が確認された設備の確認	◆炉圧約3.5MPa、約7.0MPa時のドライウェル内点検 ◆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 ◆原子炉冷却材再循環ポンプMGセットの状態監視開始	◆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 ◆変圧器の状態監視開始 ◆発電機の状態監視開始	◆20、50%出力の主要パラメータ採取	◆巡視による状態監視 ◆主要パラメータ採取	◆巡視による状態監視 ◆主要パラメータ採取	◆巡視による状態監視 ◆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	-	-

### 3. プラント全体の機能試験・評価の進捗状況

- 現状までに発電機の仮並列までに実施する点検、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、これまでに実施した点検、試験結果は以下のとおり（発電機本並列時における点検、試験結果は、別途速報にて報告）。

		①真空上昇時の点検	結果	②原子炉昇圧時の点検	結果	③タービン、発電機の 起動時の点検・試験	結果
主な点検項目	プラント起動時の 設備点検	◆復水器点検 ◆復水系ろ過脱塩装置点検	異常なし	◆原子炉隔離時冷却系設備点検 ◆給水ポンプ等の起動時の点検 ◆給水系配管点検 ◆支持構造物点検	異常なし (※)	◆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	異常なし
	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)	異常なし	—	—	◆蒸気タービン性能試験 (その2)	異常なし
	プラント 確認試験	◆主要パラメータ採取 ◆異常が確認された設備の 確認	異常なし	◆炉圧約3.5MPa、約7.0MPa時の ドライウエル内点検 ◆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 ・原子炉冷却材再循環ポンプ MGセットの状態監視開始	異常なし (※)	◆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 ・変圧器の状態監視開始 ・発電機の状態監視開始	異常なし
	その他	—		◆配管の熱変位量確認	異常なし	—	
評価結果		良		良		良	

※：軽微な不適合事象あり

- これまでの点検では、軽微な不適合事象（添付資料-1参照）が確認されているが、地震の影響が直接原因となるものは確認されておらず、これらについては、調整、修復等により復旧を実施した。
- また、これらの内容については、評価会議で評価し、プラント全体の機能試験を進めている。

## 4. 「プラント起動時の設備点検」の内容

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) 主発電機	21) 配管 23) 熱交換器 24) 復水器、給水加熱器、 湿分分離加熱器 26) 変圧器 29) 計器、継電器、調整器、 検出器、変換器 32) ろ過脱塩器 34) 空気抽出器 36) タンク



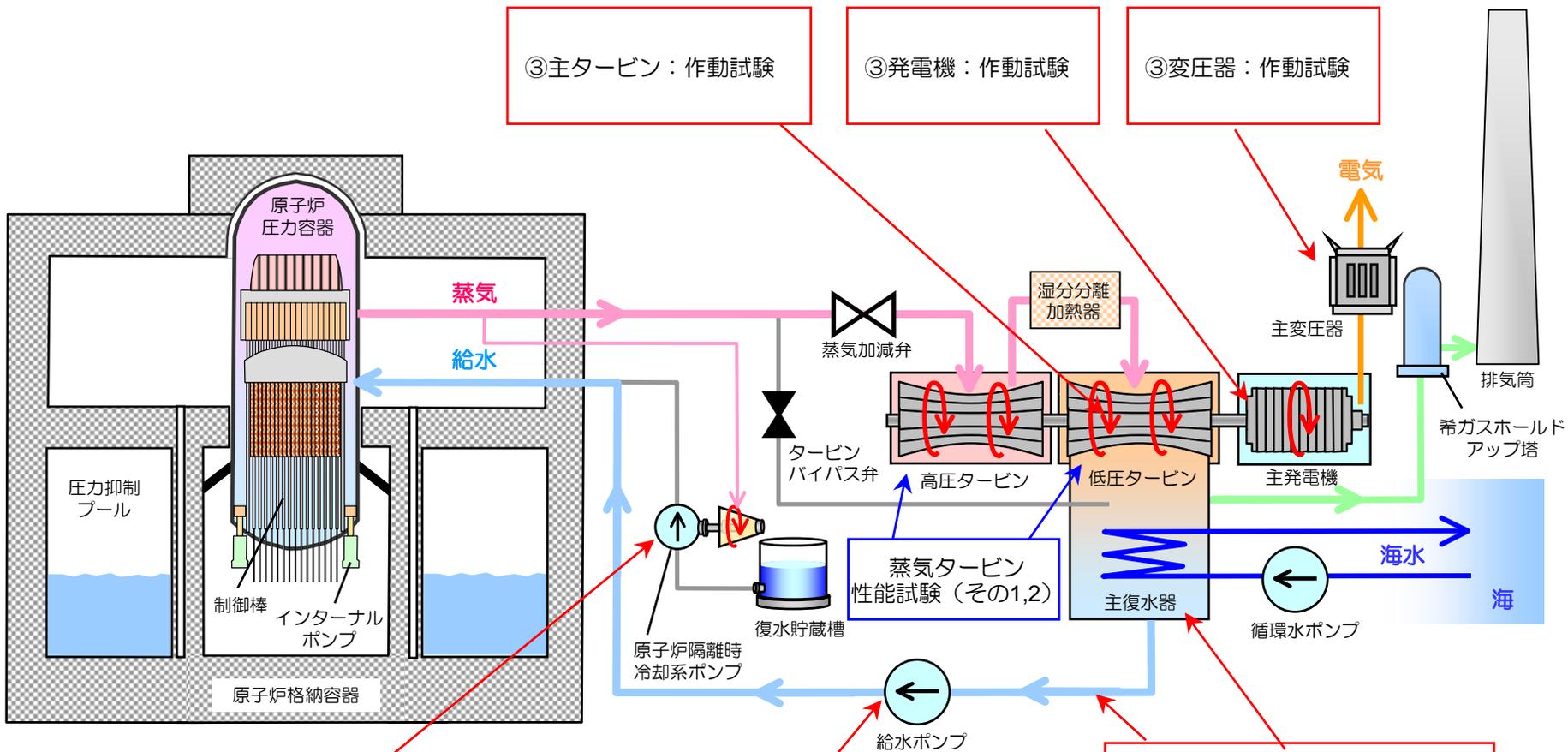
点検内容（全106機器）
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 動的機器（全32機器） 作動試験を主体として実施</li> <li>■ 静的機器（全74機器） 漏えい確認を主体として実施</li> <li>■ 支持構造物（上記に係わるもの） 目視点検を主体として実施</li> </ul>

※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
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆主復水器                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・復水器：漏えい確認</li> <li>・復水ろ過脱塩器：機能試験</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆原子炉隔離時冷却系                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ポンプ：作動試験</li> <li>・タービン：作動試験</li> <li>・配管：漏えい確認</li> <li>・支持構造物：目視点検</li> </ul> </li> <li>◆給水系                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・タービン駆動原子炉給水ポンプ：作動試験</li> <li>・給水ポンプ駆動用タービン：作動試験</li> <li>・配管：漏えい確認</li> <li>・支持構造物：目視点検</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆主タービン：作動試験</li> <li>◆発電機：作動試験</li> <li>◆変圧器：機能確認</li> </ul>

対象設備および点検結果について添付資料－2に示す。

# 4. 「プラント起動時の設備点検」の内容



③主タービン：作動試験

③発電機：作動試験

③変圧器：作動試験

②原子炉隔離時冷却系

- ・ポンプ：作動試験
- ・タービン：作動試験
- ・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
- ・給水ポンプ駆動用タービン：作動試験
- ・配管：漏えい確認
- ・支持構造物：目視点検

①主復水器

- ・復水器：漏えい確認
- ・復水器過脱塩器：機能試験

①：真空上昇時の点検確認  
 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. 「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。
  
- 試験結果の具体例を参考資料-2に示す。
  
- なお、耐震強化を実施した支持構造物について、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

■ プラント起動時に初めて系統機能試験の実施が可能となる下記4試験のうち、蒸気タービン性能試験（その2）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）
- ： } 定格出力時に試験完了  
： } （今後実施予定）  
： 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

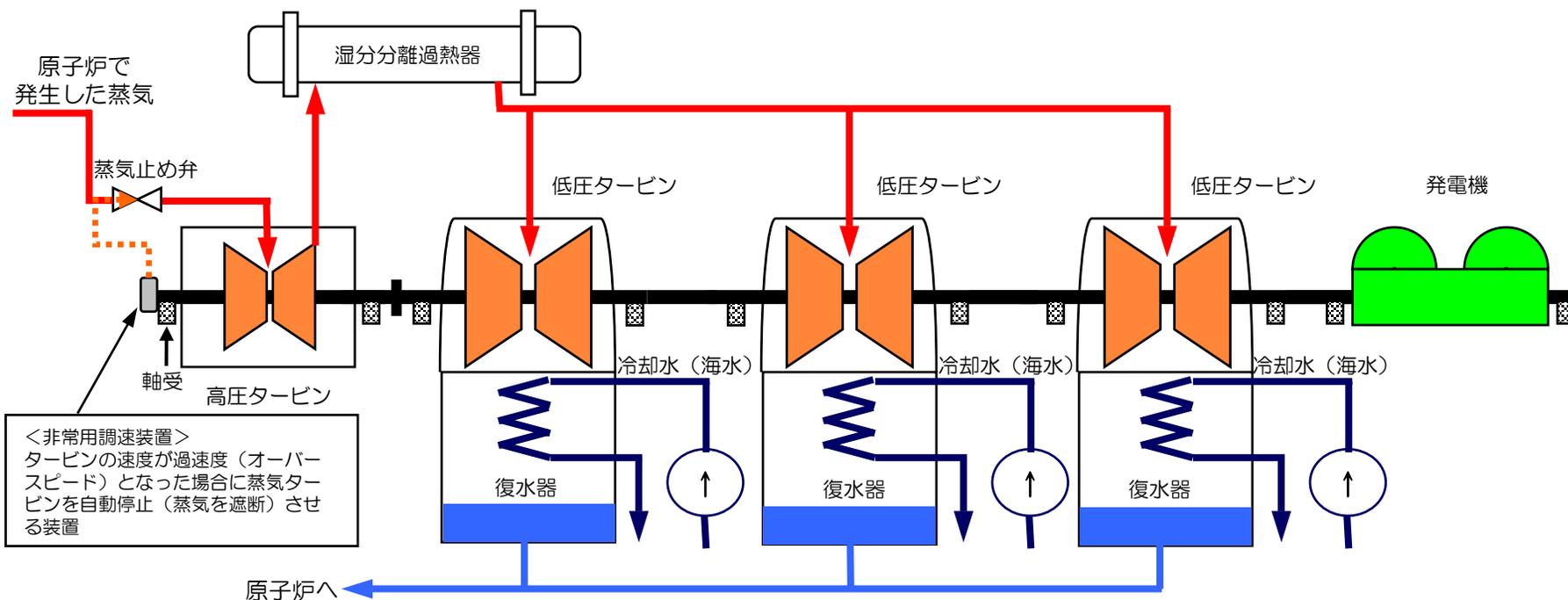
## 蒸気タービン性能試験（その2）の試験概要

### <本系統の役割>

蒸気タービンの過回転、軸受け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111%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。



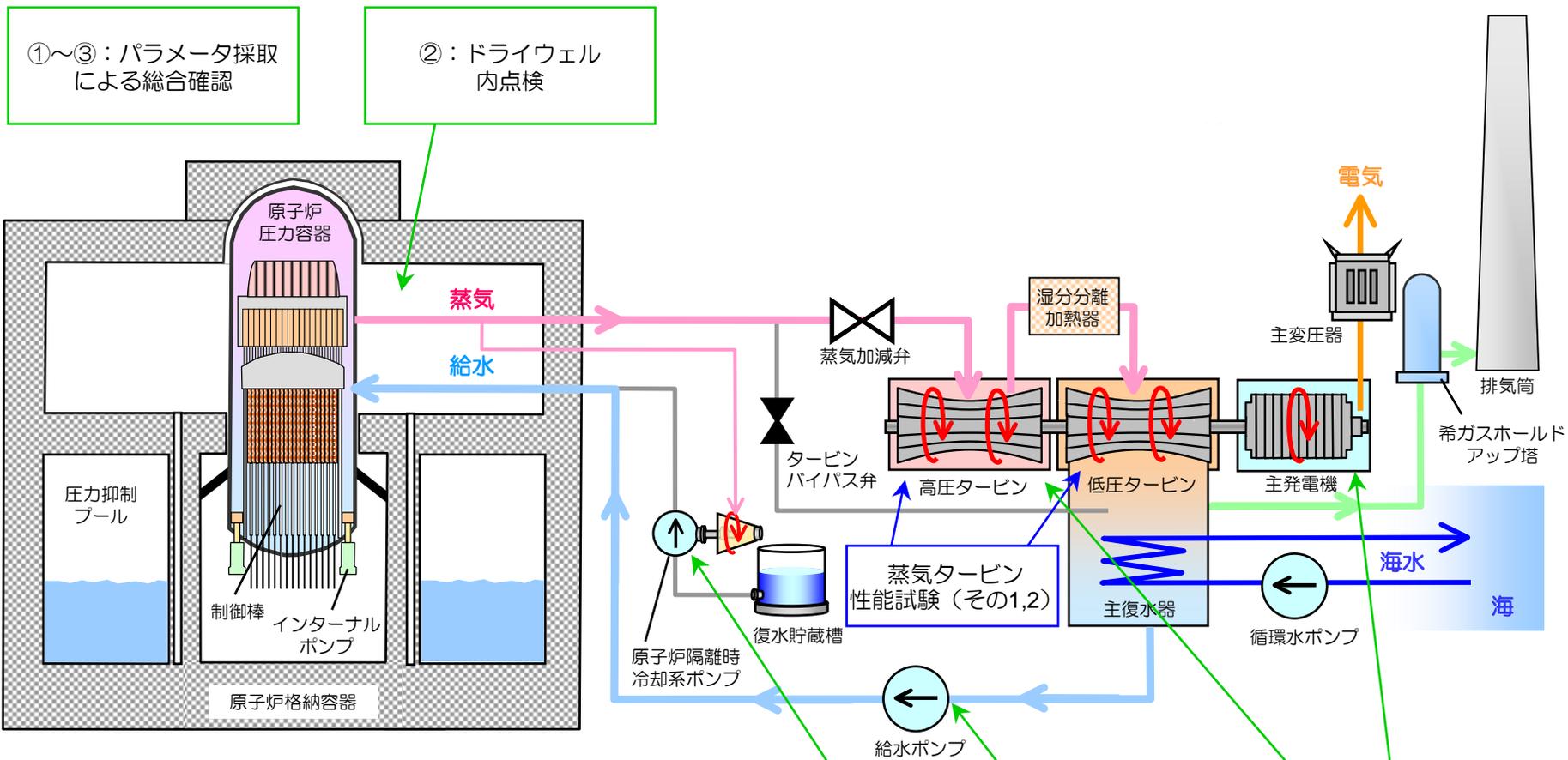
## 5. 「プラント起動時の系統機能試験」の結果

- 蒸気タービン性能試験（その2）のうち、以下の試験を実施した結果、全て判定基準を満足しており、系統機能が正常に発揮されていることを確認した。
  - 真空低下しゃ断装置作動検査  
復水器の真空度が低下した際に、タービントリップ装置が正常に作動することを確認する。
  - 非常用調速機油圧トリップ検査  
テストスイッチの押下により、非常用調速機が作動することを確認する。
  
- 発電機仮並列後に実施した以下の試験および重点的に確認する項目（地震前データとの比較など）については、速報にて報告する。
  - タービン加速度トリップ試験（機械式）および主要弁作動検査  
タービンの速度が上昇した際に、規定値内にタービンが正常にトリップすること、また、主要弁が正常に作動することを確認する。
  
- 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

- 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）に基づく「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（以下、「ドライウェル内点検」という）を実施した。
  - 地震の影響を考慮した総合確認として、「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」（低圧タービン等）を実施した。

# 6. プラント確認試験の内容



- ①：真空上昇時の点検確認
- 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

②、③：動的機器の振動診断

①～③：起動前の点検・評価で異常が確認された設備（低圧タービン等）の点検

## 6. プラント確認試験の結果

- 「パラメータ採取による総合確認」では、各出力段階でデータ採取を実施した結果（約800項目）、警報値や判定基準を逸脱したものは確認されず、それぞれのパラメータが異常のないことを確認した。
- また、「振動診断」、「ドライウェル内点検」、「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が、それぞれの項目について異常のないことを確認した。
- なお、「パラメータ採取による総合確認」では、過去の最小、最大値の範囲に含まれないパラメータも確認されたが、過去のデ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ことを確認した。
- 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。

- ◆ 起動前の点検・評価が終了し、異常のないこと
- ◆ プラント起動および定格運転状態に関する設備の不適合に対し、適切な処理が実施されていること 等

#### ● プラント長期停止後の特別な保全計画

長期停止に起因する発錆、固着等によって設備の故障等が懸念されることから、これらによる不適合を防止するよう特別な保全計画を策定した。その計画に基づき、保管管理等の保全活動の実施結果を確認した結果として、異常のないことを確認した。

#### ● 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、振幅が設計上許容される範囲内にあること

## 8. 今後の予定

- 今後、発電機出力を上昇させ、各出力段階における点検、試験を実施し、プラント全体の健全性を確認していく

### 今後実施する主な点検、試験

		④20、50%出力時の 点検・試験	⑤75、100%出力時の 点検・評価	⑥定格出力時の 点検・評価	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	◆蒸気系配管点検 ◆支持構造物点検	◆定格出力時の発電機点検 ・機能、漏えい確認 ◆定格出力時の変圧器点検 ・機能確認	—	—
	プラント起動時 の系統機能試験	—	—	◆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 (その1)	—
	プラント 確認試験	◆20、50%出力の主要 パラメータ採取	◆巡視による状態監視 ◆主要パラメータ採取	◆巡視による状態監視 ◆主要パラメータ採取	◆巡視による状態監視 ◆主要パラメータ採取
	その他	◆配管振動確認	◆配管振動確認	—	—

添付資料-1：柏崎刈羽原子力発電所7号機 プラント全体の  
機能試験不適合の発生状況について

添付資料-2：プラント起動時の設備点検結果一覧

参考資料-1：プラント起動からの実績工程

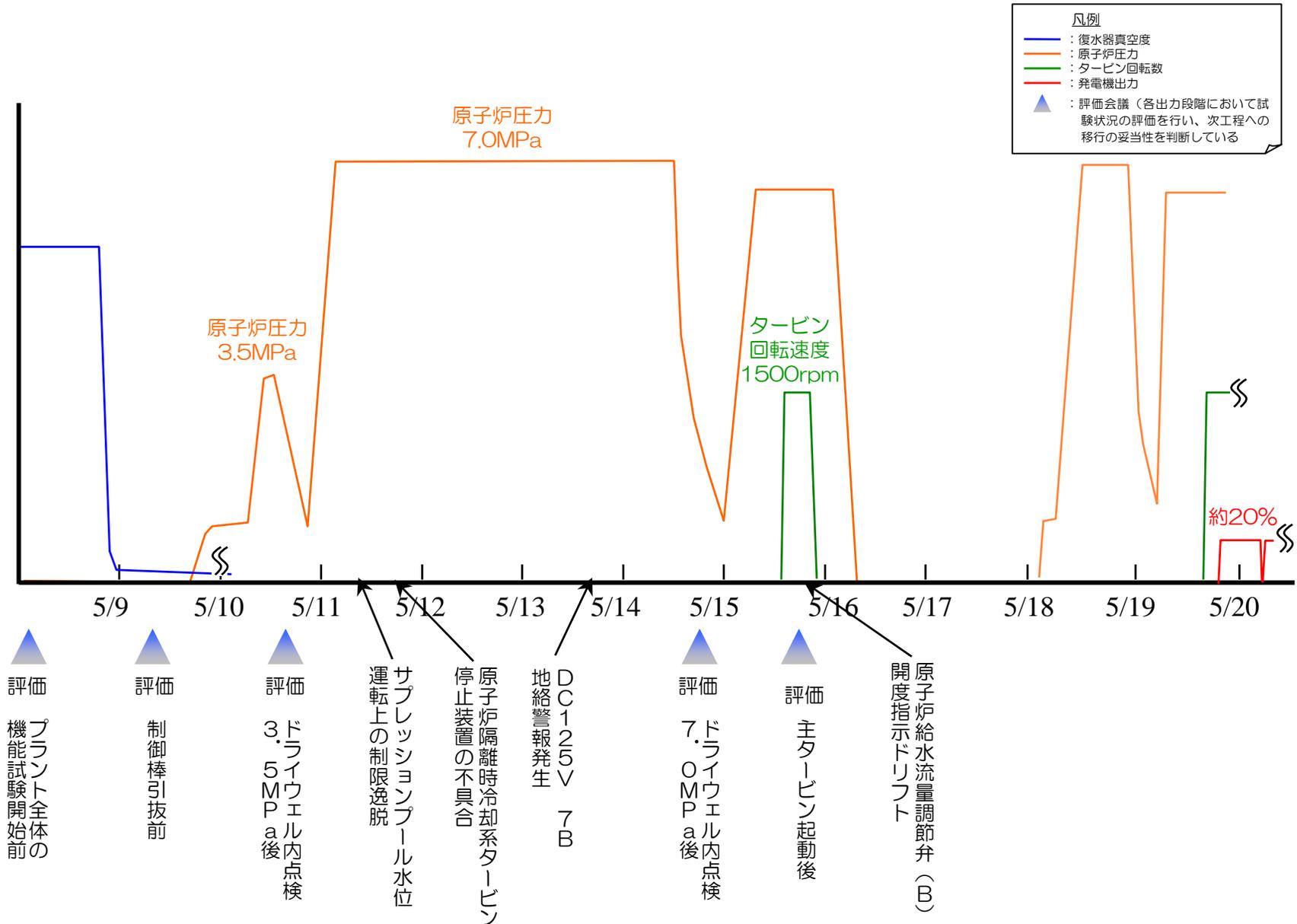
参考資料-2：「プラント起動時の設備点検」結果の具体例

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-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）

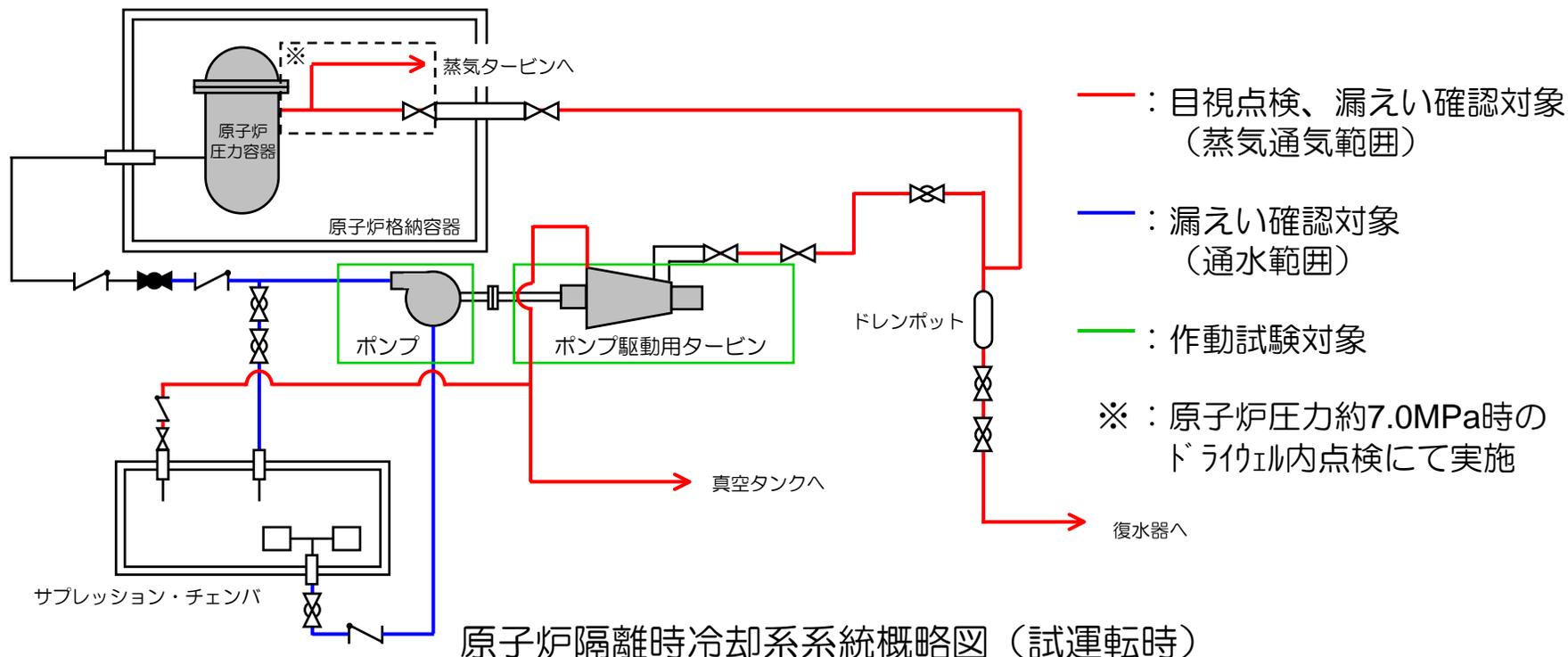
### ■原子炉隔離時冷却系設備点検

#### ●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

#### ●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 <sup>3</sup> /h]	振動 [ $\mu$ m(P-P)]	温度 <sup>※2</sup> [°C]	異音	異臭	漏えい
判定基準	原子炉圧力に加えて72以上であること <sup>※1</sup>	$\geq 182$ <sup>※1</sup>	$\leq 52$ <sup>※2</sup>	$\leq 105$	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：7.09MPa (揚程換算：723.0) 全揚程：843.3m	182.5	9.0	45.0	異常なし	異常なし	異常なし

※1 保安規定 第39条

※2 設計値

#### ● 原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービン

	振動 [ $\mu$ m(P-P)]	温度 [°C]	異音	異臭	漏えい
判定基準	$\leq 30$ <sup>※3</sup>	$\leq 60$ <sup>※3</sup>	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	51.4	異常なし	異常なし	異常なし

※3 設計値

#### ● 原子炉隔離時冷却系配管、支持構造物

配管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」の結果（1/3）

## 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

判定基準	結果																																				
<p>[真空低下しゃ断器装置作動検査]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 復水器真空度低 真空度低を模擬したとき、警報が発生すること。 設定範囲：13.3±0.7 kPa abs</li> <li>・ 復水器真空度低トリップ 真空度低を模擬したときタービントリップ装置が作動すること。また、設定値が以下の設定範囲内であること。 設定範囲：25.3±0.5 kPa abs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 復水器真空度低 真空度低模擬により設定範囲内で警報が発生することを確認した。</li> </ul> <table border="1" data-bbox="1037 521 1780 711"> <thead> <tr> <th colspan="3">設定値(kPa abs)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>復水器A</td> <td>N36-PS621A</td> <td>13.4 【13.3】</td> </tr> <tr> <td>復水器B</td> <td>N36-PS621B</td> <td>13.4 【13.3】</td> </tr> <tr> <td>復水器C</td> <td>N36-PS621C</td> <td>13.4 【13.2】</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 復水器真空度低トリップ 真空度低模擬により警報が発生することを確認し、設定値が設定値範囲内であることを確認した。</li> </ul> <table border="1" data-bbox="1037 882 1780 1296"> <thead> <tr> <th colspan="3">設定値(kPa abs)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">復水器A</td> <td>N36-PS620A</td> <td>25.4 【25.2】</td> </tr> <tr> <td>N36-PS622A</td> <td>25.4 【25.2】</td> </tr> <tr> <td>N36-PS624A</td> <td>25.3 【25.3】</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">復水器B</td> <td>N36-PS620B</td> <td>25.3 【25.3】</td> </tr> <tr> <td>N36-PS622B</td> <td>25.3 【25.2】</td> </tr> <tr> <td>N36-PS624B</td> <td>25.4 【25.3】</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">復水器C</td> <td>N36-PS620C</td> <td>25.5 【25.2】</td> </tr> <tr> <td>N36-PS622C</td> <td>25.2 【25.3】</td> </tr> <tr> <td>N36-PS624C</td> <td>25.4 【25.3】</td> </tr> </tbody> </table>	設定値(kPa abs)			復水器A	N36-PS621A	13.4 【13.3】	復水器B	N36-PS621B	13.4 【13.3】	復水器C	N36-PS621C	13.4 【13.2】	設定値(kPa abs)			復水器A	N36-PS620A	25.4 【25.2】	N36-PS622A	25.4 【25.2】	N36-PS624A	25.3 【25.3】	復水器B	N36-PS620B	25.3 【25.3】	N36-PS622B	25.3 【25.2】	N36-PS624B	25.4 【25.3】	復水器C	N36-PS620C	25.5 【25.2】	N36-PS622C	25.2 【25.3】	N36-PS624C	25.4 【25.3】
設定値(kPa abs)																																					
復水器A	N36-PS621A	13.4 【13.3】																																			
復水器B	N36-PS621B	13.4 【13.3】																																			
復水器C	N36-PS621C	13.4 【13.2】																																			
設定値(kPa abs)																																					
復水器A	N36-PS620A	25.4 【25.2】																																			
	N36-PS622A	25.4 【25.2】																																			
	N36-PS624A	25.3 【25.3】																																			
復水器B	N36-PS620B	25.3 【25.3】																																			
	N36-PS622B	25.3 【25.2】																																			
	N36-PS624B	25.4 【25.3】																																			
復水器C	N36-PS620C	25.5 【25.2】																																			
	N36-PS622C	25.2 【25.3】																																			
	N36-PS624C	25.4 【25.3】																																			

※ 【】内の数値は地震前（H18.11.30）の試験結果

## 参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」の結果（1 / 3）

### 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

判定基準	結果
<p>[非常调速機油圧トリップ検査] テストスイッチの押下により、非常用调速機が作動すること。</p>	テストスイッチの押下により、非常用调速機が作動することを確認した。
<p>[タービン過速度トリップ検査（機械式）及び主要弁作動検査] 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。また、主要弁及び弁開閉表示灯が正常に作動すること。 設定範囲：1,665rpm(111%)以下</p>	速報にて報告

## 参考資料-3. 「プラント起動時の系統機能試験」の結果（3／3）

### 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	速報にて報告
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	
d. 地震前の試験結果との比較	

#### ●不適合事象について

タービン過速度トリップ検査の開始前に、要領書の誤記を発見したため、社内マニュアルに基づき、不適合処理を行い、要領書を改訂した。

なお、試験開始前に要領書を改訂したため、試験結果および成立性に影響を与えるものではない。

## 参考資料-4. 「パラメータ採取による総合確認」結果

### ■採取するパラメータ（約800項目）

#### ●主要パラメータ

通常の運転監視パラメータ、通常の定期検査における最終確認検査である、総合負荷性能検査、蒸気タービン性能検査において採取しているパラメータ

#### ●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

#### ●起動前の点検・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

●定期事業者検査における判定基準、警報値を逸脱しないことを確認する。

●地震前データとの比較を行い、地震による影響がないことを評価する。

## 参考資料-4. 「パラメータ採取による総合確認」結果

### ■確認結果

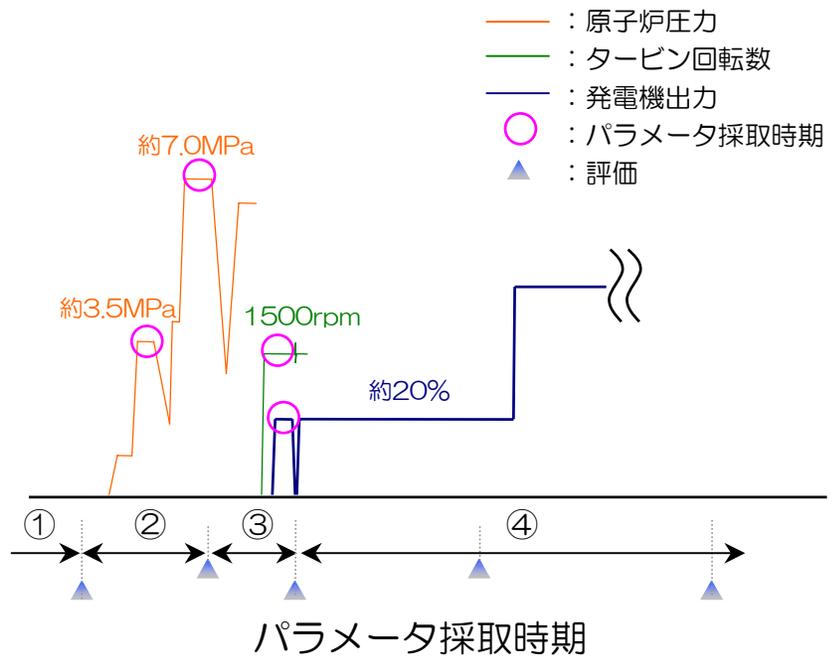
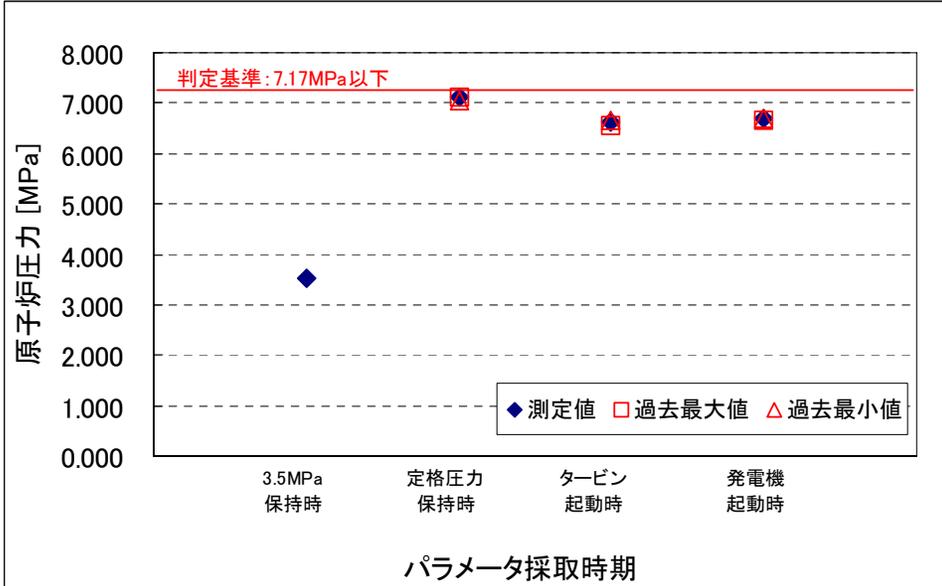
- 定期事業者検査における判定基準および警報値を逸脱したパラメータはなかった。
- また、地震前データとの比較を行った結果、地震前に測定された最小、最大値の範囲に含まれないパラメータが確認されたが、これらのパラメータについては、
  - ✓ 過去のデータ採取時と設備の状態が異なるもの（制御棒の引抜状態等）
  - ✓ 気温、海水温、海面水位等、外部の環境状況に依存して変化するもの（各室温、海水ポンプ吐出圧力等）
  - ✓ 他のパラメータとの比較等により、通常の変動範囲内と判断できるもの（原子炉水位（同一のパラメータを3箇所採取している）等）
  - ✓ 定格出力状態に至ってから最終確認を行うべきもの（給水加熱器ドレンタンク水位等）

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。

# 参考資料-4. 「パラメータ採取による総合確認」結果

## ■確認結果の例（原子炉圧力）



データ採取時期	①真空 上昇時	②原子炉昇圧時			③タービン、発電機 の起動時	
		3.5MPa 保持時	定格圧力保持時		タービン 起動時	発電機 起動時
			1回目	2回目		
判定基準 [MPa]	≤ 7.17MPa (保安規定 第13条)					
測定値 [MPa]	—	3.520	7.109	7.103	6.619	6.686
過去データ [MPa]	最大値	—	7.136		6.669	6.686
	最小値	—	7.061		6.570	6.663

## 参考資料-4. 「振動診断」結果

### ■対象設備

#### ●プラント起動に影響を与える回転体（全14機器）

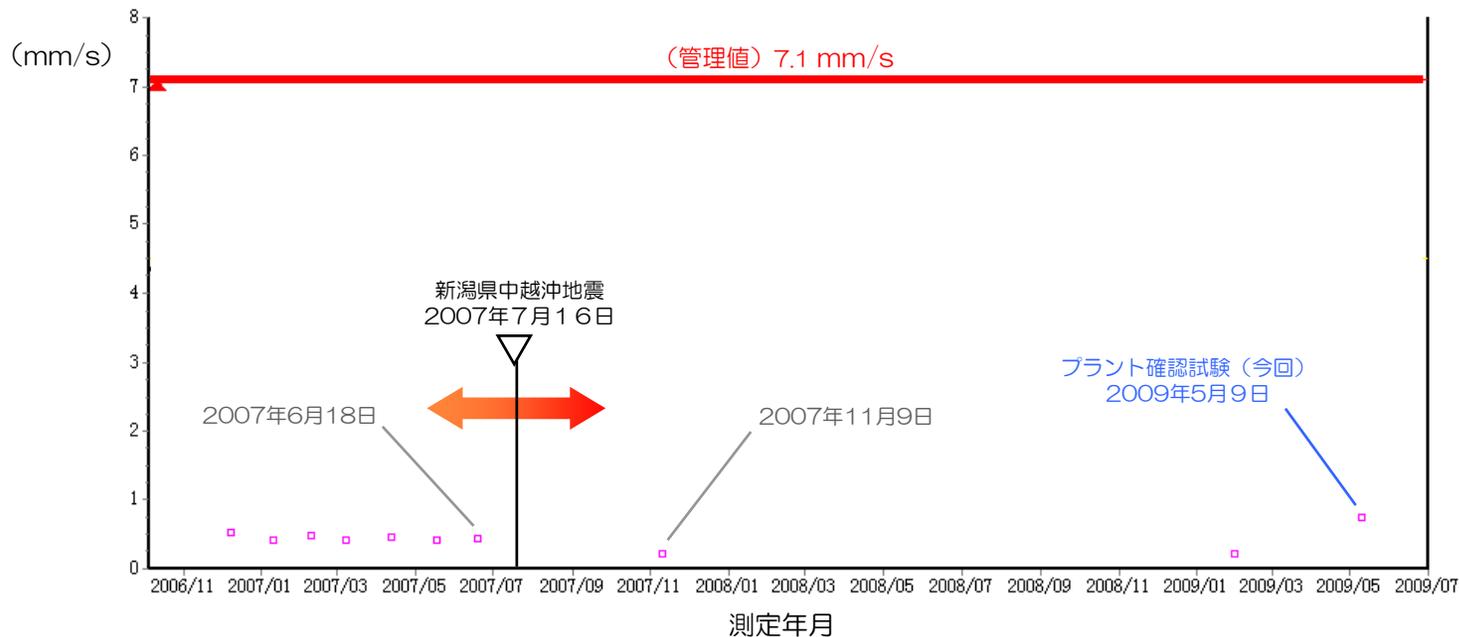
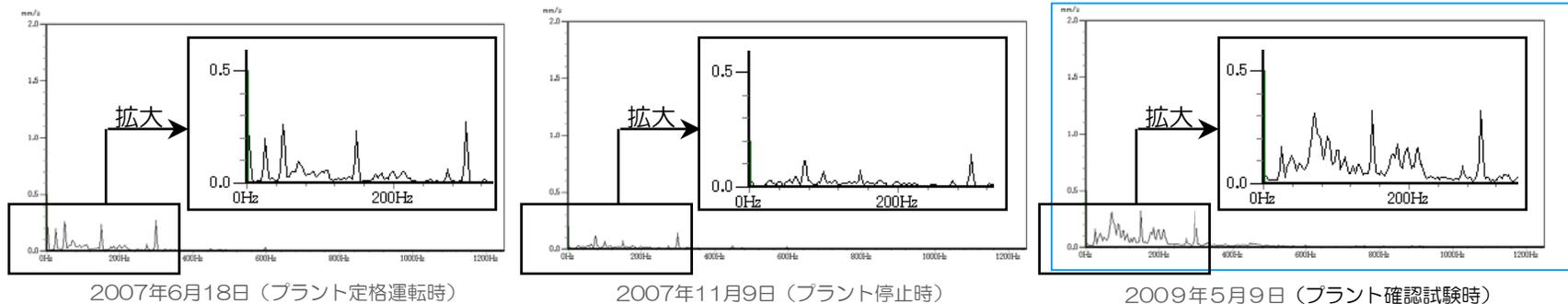
- ◆ 高圧復水ポンプおよび電動機(C)
- ◆ 低圧復水ポンプおよび電動機(B),(C)
- ◆ 電動機駆動原子炉給水ポンプおよび電動機(A)
- ◆ 原子炉隔離時冷却系ポンプ
- ◆ 原子炉隔離時冷却系ポンプ背圧式タービン
- ◆ タービン駆動原子炉給水ポンプ(A),(B)
- ◆ 原子炉給水ポンプ駆動用蒸気タービン(A),(B)

#### ●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徴候がないことを確認した。
- ◆ 結果の具体例を次頁に示す。

# 参考資料-4. 「振動診断」結果

## ■振動診断結果の例（高圧復水ポンプ）



高圧復水ポンプ（B）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。

## 参考資料-4. 「ドライウェル内点検」結果

### ■点検結果

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
- 熱移動による配管や支持構造物の干渉等の異常がないことを確認した。



残留熱除去系配管



主蒸気隔離弁



支持構造物  
(残留熱除去系配管)

## 参考資料-4. 「起動前の点検・評価で異常が確認された設備の点検」結果

### ■点検内容

- 起動前の点検・評価にて異常が確認された設備で、地震を起因とした事象が確認された設備については、『パラメータ採取による総合確認』にて、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MGセット(A),(B)
  - ・ 高圧タービン
  - ・ 低圧タービン(A),(B),(C)
  - ・ 主変圧器
  - ・ 主発電機

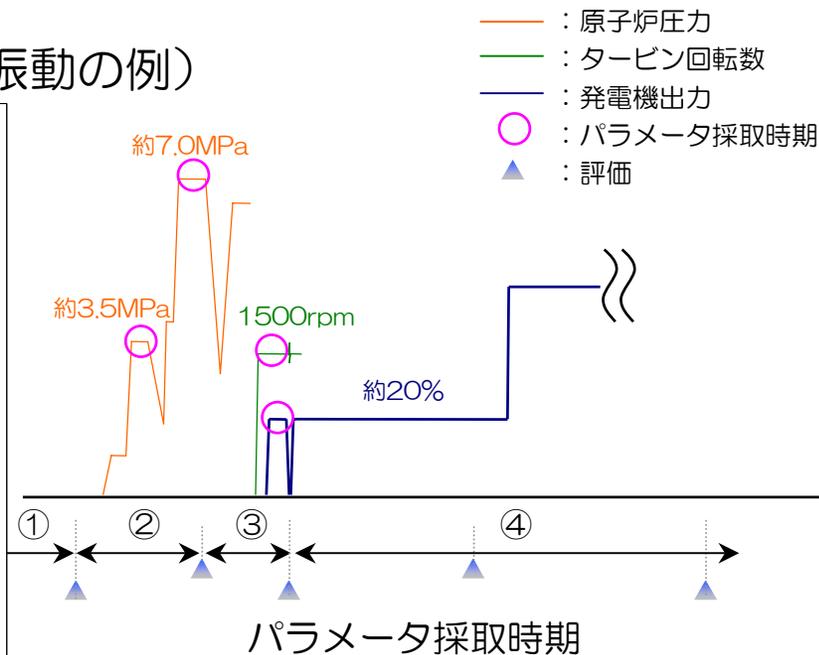
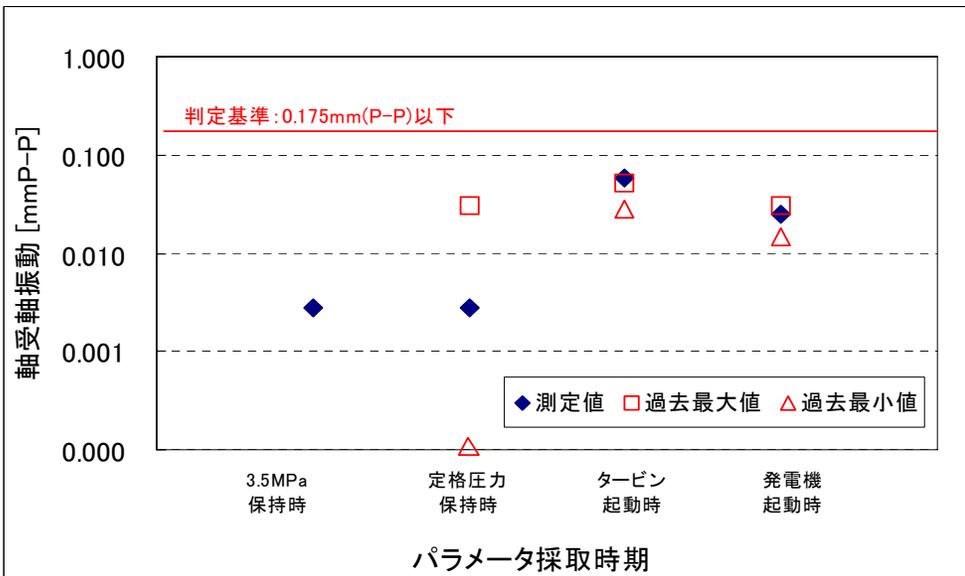
### ■点検結果

- 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設備について、作動状態に異常がないことを確認した。

# 参考資料-4. 「起動前の点検・評価で異常が確認された設備の点検」結果

## ■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4（Y）軸受軸振動の例）



データ採取時期	①真空 上昇時	②原子炉昇圧時		③タービン、発電機 の起動時	
		3.5MPa 保持時	定格圧力保持時	タービン 起動時	発電機 起動時
判定基準 [mmP-P]	$\leq 0.175$ ※警報値				
測定値 [mmP-P]	—	0.0028	0.0028	0.0587	0.0248
過去データ [mmP-P]	最大値	—	0.0300	0.0280	0.0150
	最小値	—	0.0000	0.0520	0.0300

## 参考資料-5. プラント起動前確認事項確認結果

### ■ 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"><li>● 起動前の点検・評価結果<ul style="list-style-type: none"><li>・ 起動前の点検・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</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● 不適合の処置状況<ul style="list-style-type: none"><li>・ 7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</li><li>・ 他プラントで確認された不適合のうち、7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</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● プラント起動に関する運転計画<ul style="list-style-type: none"><li>・ 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</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● 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"><li>・ 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</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● 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"><li>・ 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</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>● 原子炉の運転に必要な運転員の確保<ul style="list-style-type: none"><li>・ 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</li></ul></li></ul>

## 参考資料-5. プラント長期停止後の特別な保全計画

- プラントが長期停止した際の保安管理等の保全活動を、「特別な保全計画」として策定し、実施していることを確認した結果として、異常のないことを確認した。

### 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

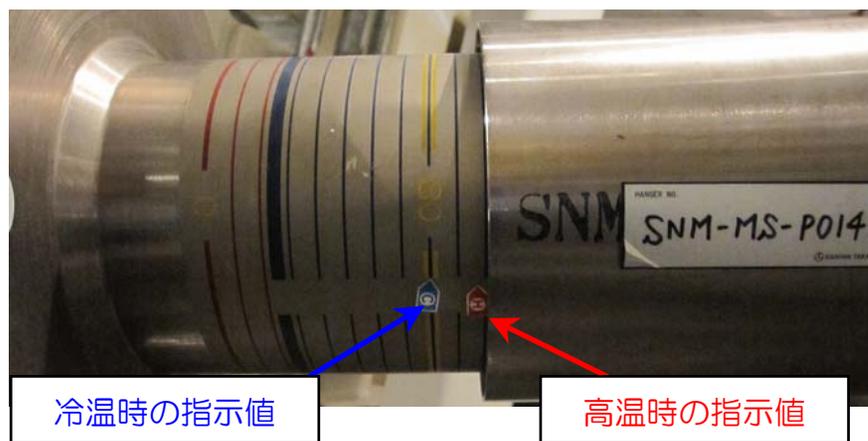
設 備	目 的	保 管 対 策
原子炉及び一次系	発錆防止	満水保管（主蒸気系は乾燥保管）
非常用ディーゼル発電設備	固着防止、機能維持	定例試験（1回/月）
主タービン	ロータ曲り防止 軸受発錆防止、固着防止	ターニング15分間運転、偏心量確認（1回/月）
主発電機	発錆防止	固定子巻線内N2保管 コレクターリング防錆紙養生
	絶縁低下防止	絶縁抵抗測定
電動機	絶縁抵抗低下防止	本設スペースヒータ通電

## 参考資料-5. 耐震強化設備の確認結果（1/2）

### ■ 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、入熱による影響がないことを確認した。



- 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、振幅が設計上許容される範囲内にあることを確認した。
  - ◆ 結果の具体例を次頁に示す。

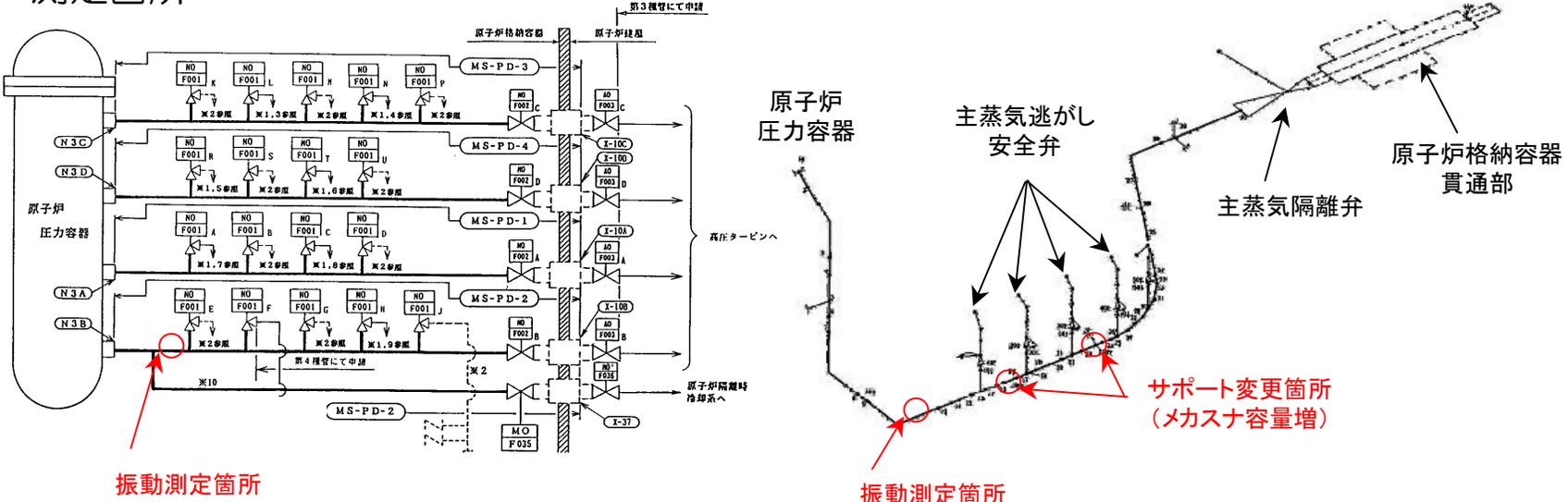
# 参考資料-5. 耐震強化設備の確認結果 (2/2)

## ● 振動測定による確認結果

振動測定により、振幅が設計上許容される範囲内にあることを確認した。

### 振動測定による確認結果例 (主蒸気系配管)

#### ● 測定箇所



#### ● 測定結果

測定方向	測定値 [ $\mu\text{m}$ (P-P)]				判定目安値
	定格圧力時	20%出力時	50%出力時	100%出力時	
水平 (E-W) 方向	158.6	今後測定予定			600 $\mu\text{m}$ (P-P) 以下
上下方向	153.0				
水平 (N-S) 方向	156.5				