

# 柏崎刈羽原子力発電所 7号機 新潟県中越沖地震後のプラント全体の 機能試験・評価の概要

平成21年 5月 8日

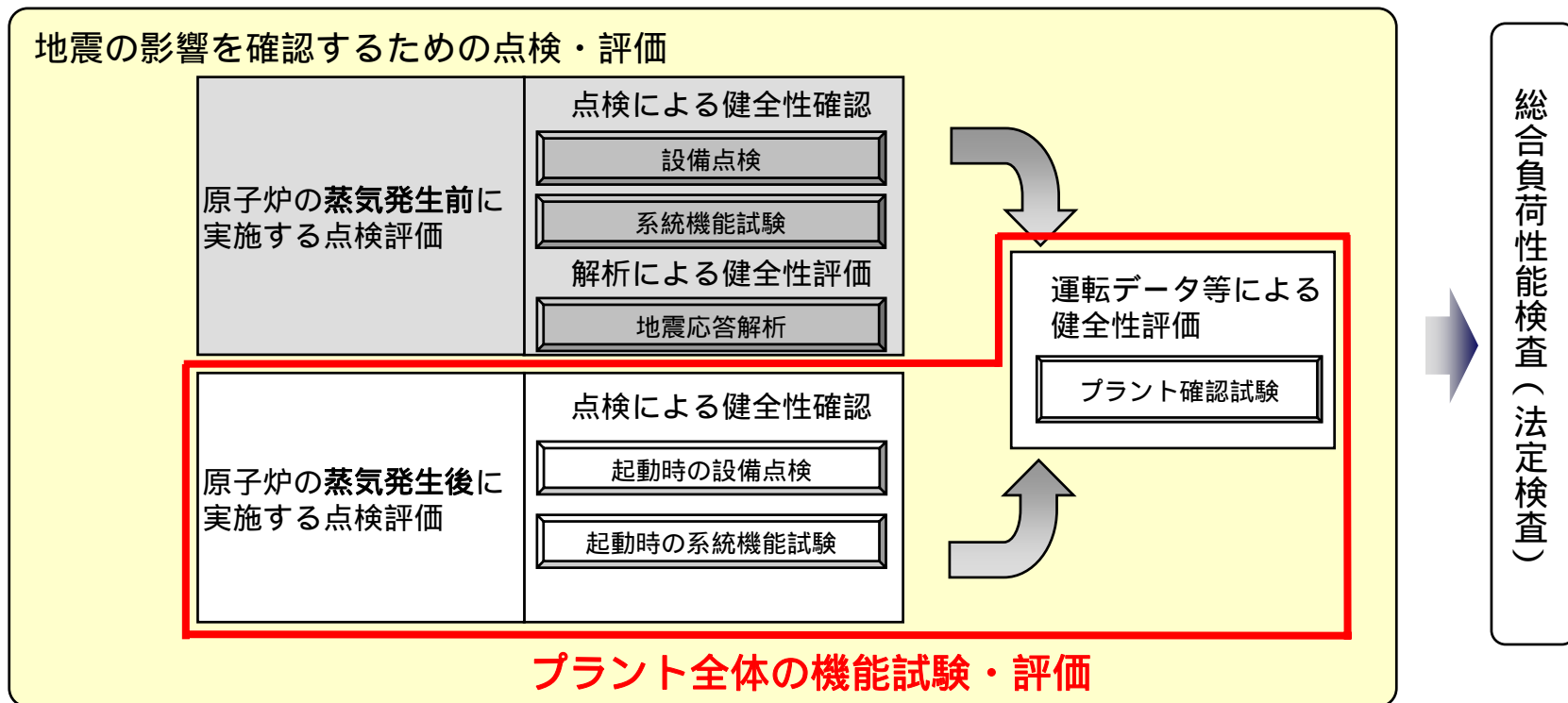


東京電力

---

# プラント全体の機能試験・評価の位置づけ

- これまで、原子炉を起動せずに実施できる点検・評価（設備点検、系統機能試験、地震応答解析）を行い、「止める」「冷やす」「閉じ込める」機能について確認した。
- 上記の確認が完了したことから、「**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する。



# プラント全体の機能試験・評価の内容

- 下記の4項目について、プラント起動プロセスにおいて段階的に確認する。

## (a) 「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漏えい確認等を実施する。

蒸気発生前に実施した点検・評価と合わせ、全ての点検対象設備の健全性を確認する。

## (b) 「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する。

蒸気発生前に実施した点検・評価と合わせ、全ての試験対象系統の健全性を確認する。

## (c) 「プラント確認試験」

プラント全体の総合性能、及び地震の影響を考慮した運転状態等を確認する。

今後、プラントが継続的かつ安定的に運転可能であることを確認する。

## (その他) 「耐震強化工事を実施した設備の確認」

上記項目以外に、耐震強化工事を実施した設備の熱変位の影響等を確認する。

耐震強化工事を実施した設備が正常な状態にあることを確認する。

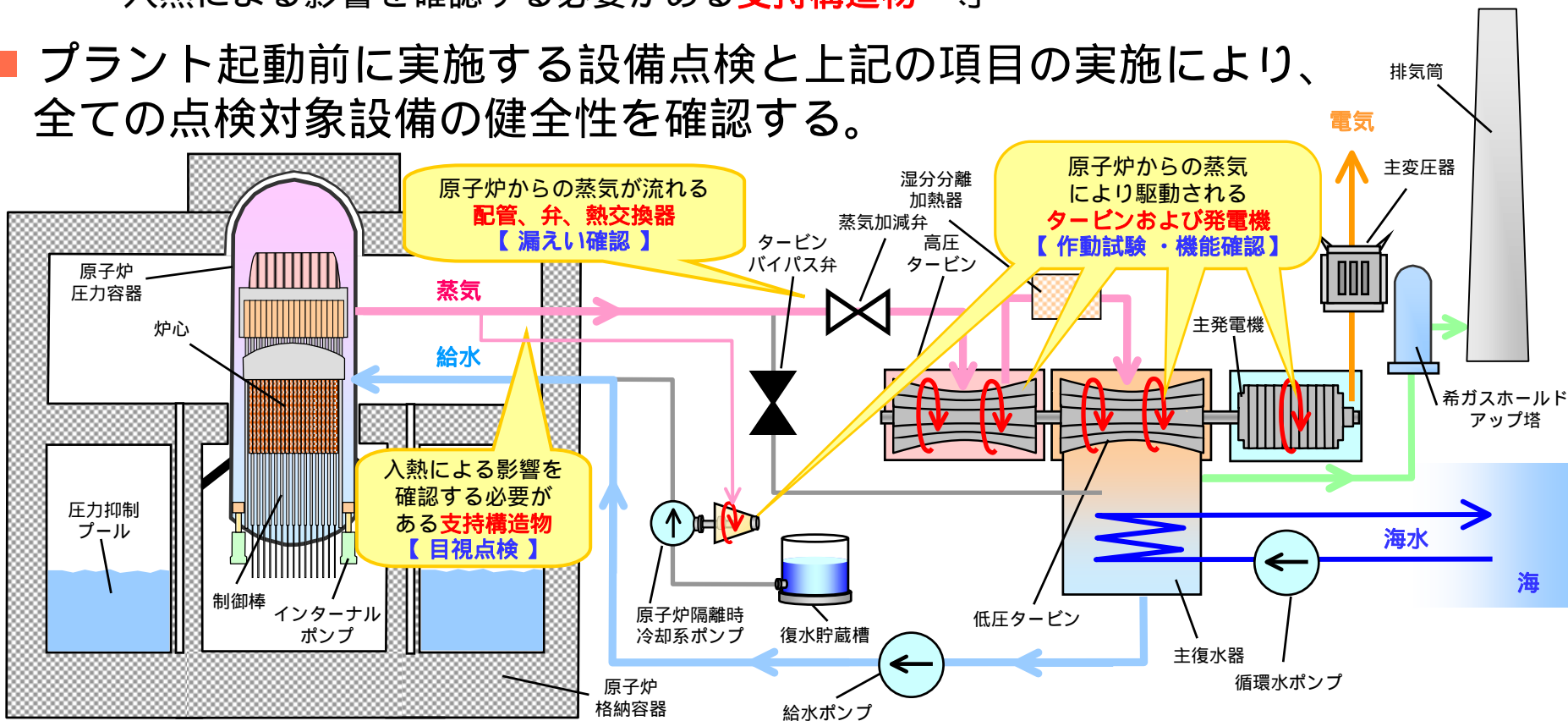
➡ 地震による設備への影響を確認するとともに、プラント全体の健全性評価を行い、今後継続的に運転が可能であることを確認する。

# (a) 「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が可能となる下記設備点検を実施する。

- 作動試験・機能確認が主体となる動的機器  
原子炉からの蒸気により駆動される**タービンおよび発電機** 等
- 漏えい確認が主体となる静的機器  
原子炉からの蒸気が流れる**配管、弁、熱交換器** 等
- 目視点検が主体となる支持構造物  
入熱による影響を確認する必要がある**支持構造物** 等

■ プラント起動前に実施する設備点検と上記の項目の実施により、全ての点検対象設備の健全性を確認する。



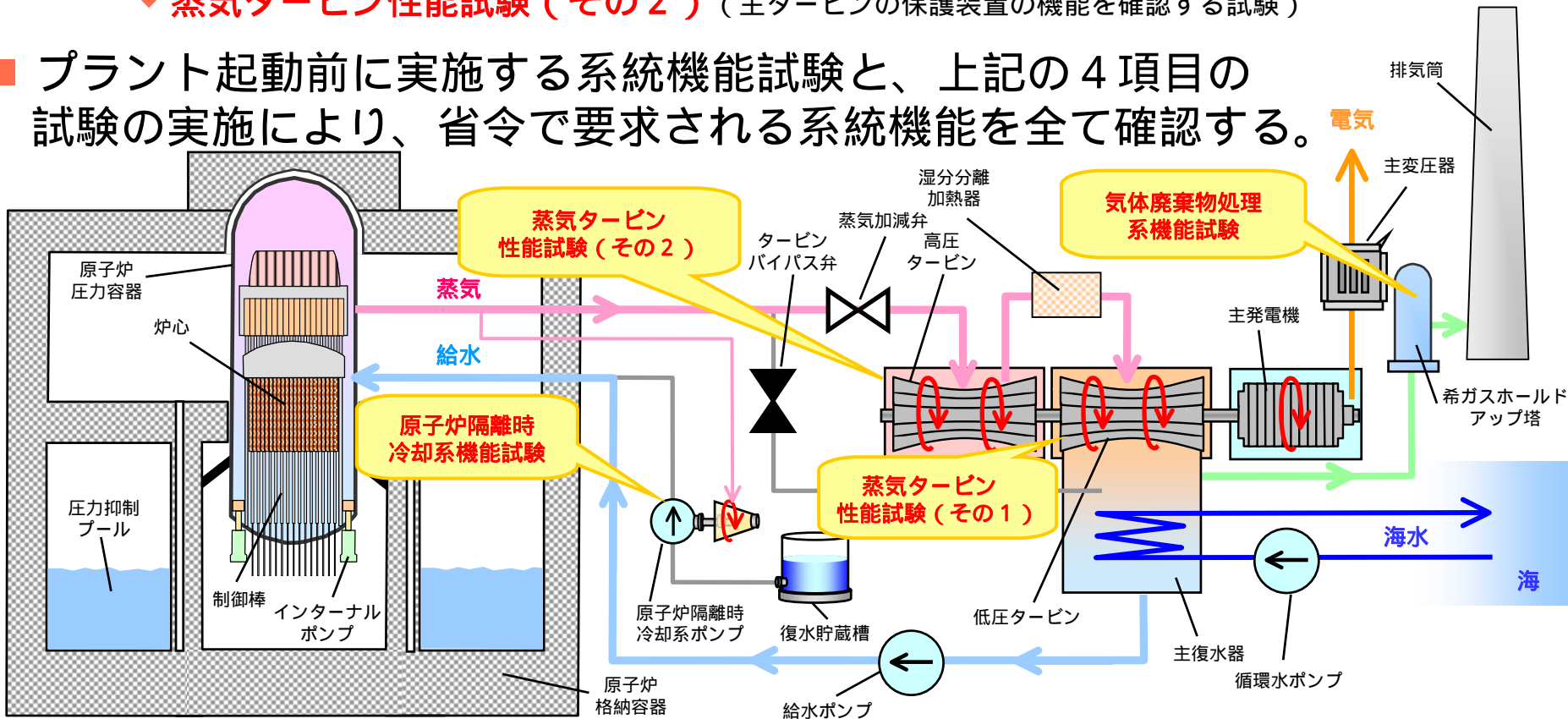
## (b) 「プラント起動時の系統機能試験」

■ プラント起動時に初めて系統機能試験の実施が可能となる下記系統機能試験を実施する。

● 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**（非常時に原子炉の蒸気によって原子炉に給水する機能を確認する試験）
- ◆ **気体廃棄物処理系機能試験**（原子炉から復水器へ運ばれた非凝縮性ガスを処理する機能を確認する試験）
- ◆ **蒸気タービン性能試験（その1）**（主タービンの運転性能を確認する試験）
- ◆ **蒸気タービン性能試験（その2）**（主タービンの保護装置の機能を確認する試験）

■ プラント起動前に実施する系統機能試験と、上記の4項目の試験の実施により、省令で要求される系統機能を全て確認する。

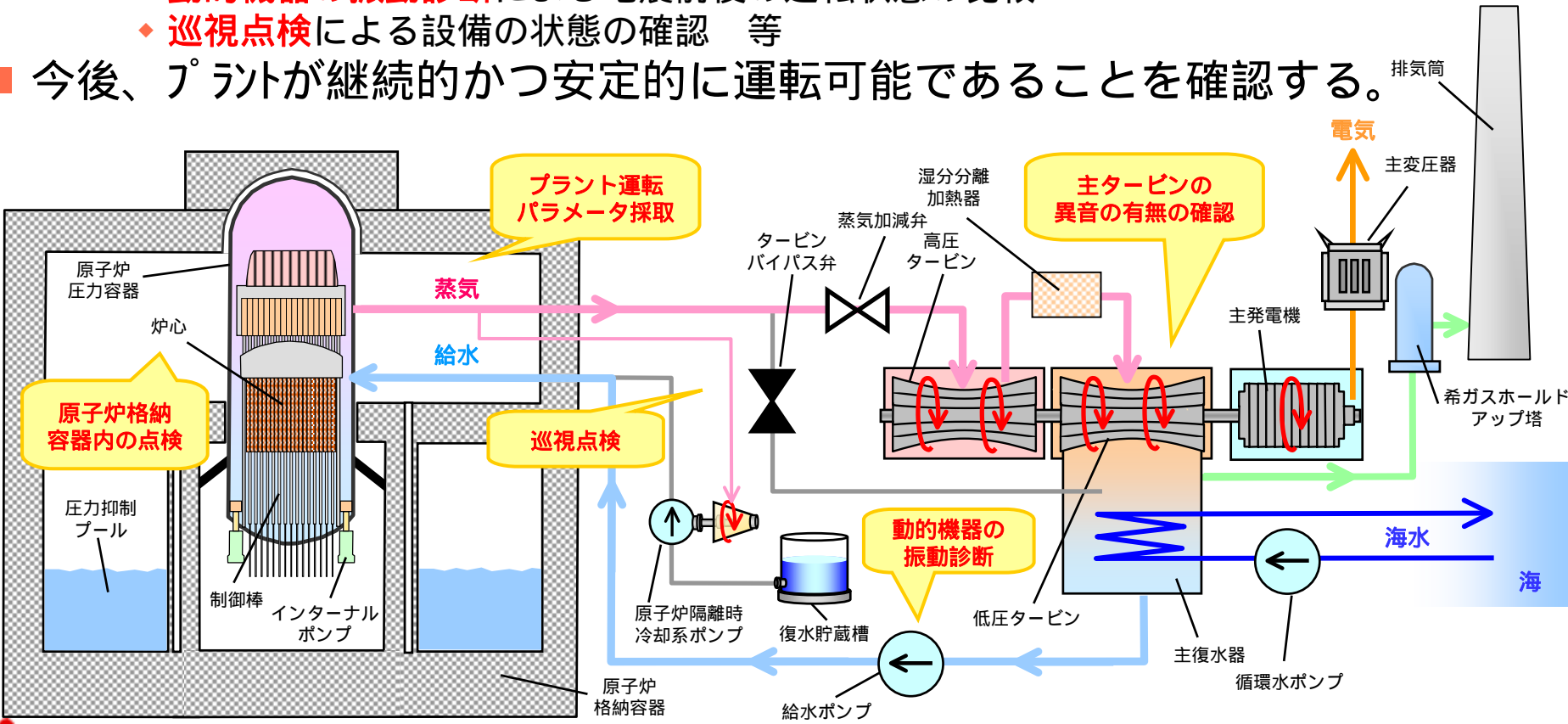


# (c) 「プラント確認試験」

■ プラント全体の総合性能、及び地震の影響を考慮した運転状態等を確認する。

- 主要パラメータ採取による総合確認
  - ◆ 原子炉圧力、原子炉水位等の**主要パラメータの採取**によるプラント全体の総合性能の確認
- 地震影響を考慮した総合確認
  - ◆ 原子炉昇圧時における**原子炉格納容器内の点検**による入熱影響の確認
  - ◆ 起動前の点検で**異常が確認された設備**（主タービン・主変圧器等）**に対する確認**
  - ◆ **動的機器の振動診断**による地震前後の運転状態の比較
  - ◆ **巡視点検**による設備の状態の確認 等

■ 今後、プラントが継続的かつ安定的に運転可能であることを確認する。



# (その他) 「耐震強化工事を実施した設備の確認」

■ 耐震強化工事を実施した設備の熱変位の影響等の確認を行う。

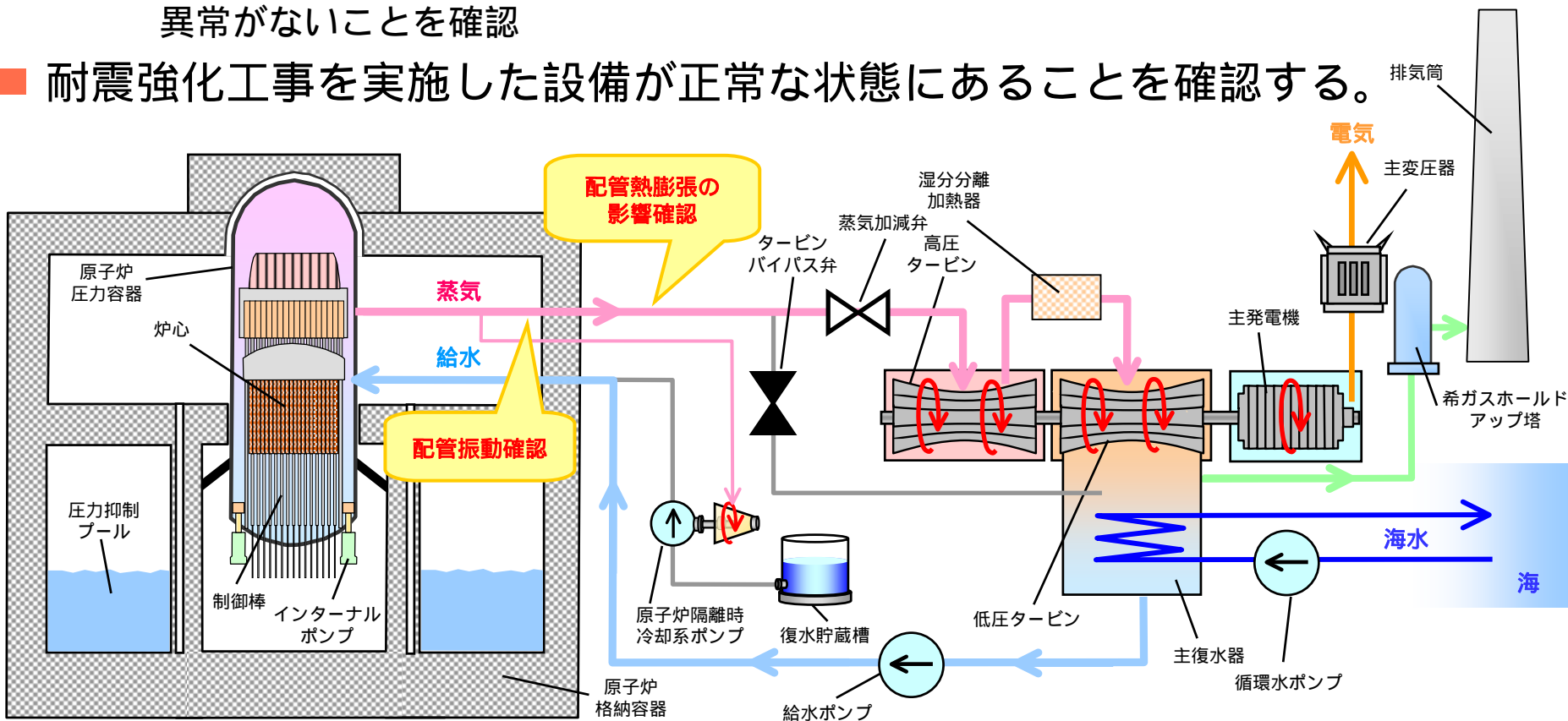
● 配管熱膨張の影響確認

◆ 配管および支持構造物に熱変位の影響による干渉等の異常がないことを確認

● 配管振動確認

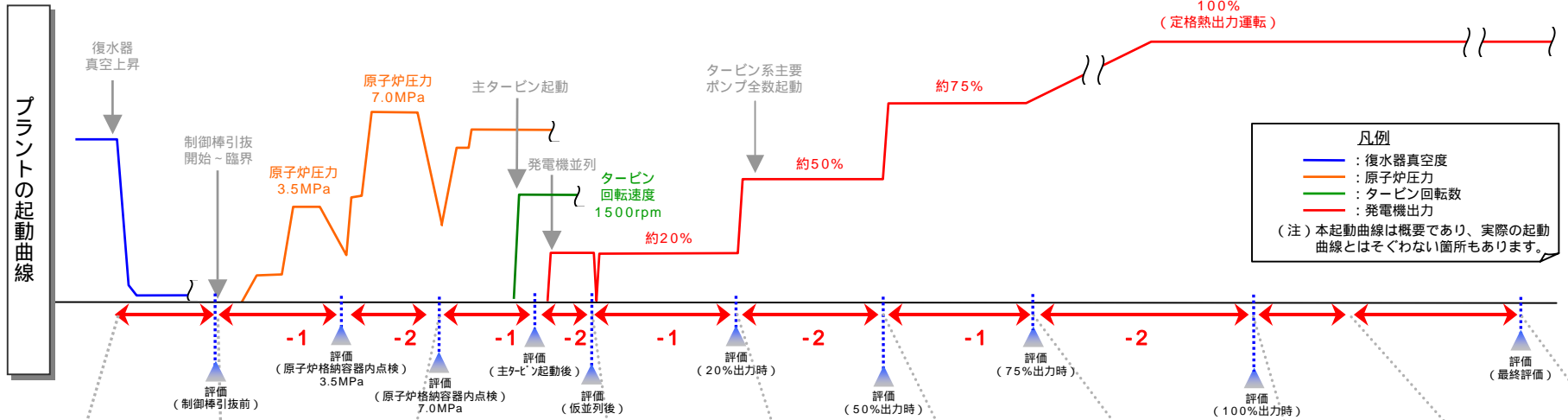
◆ 運転時の振動が比較的大きい箇所に対して振動測定を行い異常がないことを確認

■ 耐震強化工事を実施した設備が正常な状態にあることを確認する。





# プラント起動時の各段階における確認・評価内容



ホールドポイント	真空上昇時の点検	原子炉昇圧時(約3.5MPa、約7.0MPa)の点検	主タービン、主発電機の起動時の点検・試験	-1 20%出力時の点検・試験	-2 50%出力時の点検・試験	-1 75%出力時の点検・試験	-2 100%出力時の点検・試験	定格出力時の点検・試験	最終の健全性評価
主な試験項目	プラント運転パラメータ採取 主復水器インリーク検査	プラント運転パラメータ採取 原子炉格納容器内の点検 蒸気系・給水系配管・機器漏えい確認 配管熱膨張の影響確認 配管振動確認 原子炉隔離時冷却系設備点検	プラント運転パラメータ採取 主タービン運転状態確認 主発電機総合機能検査 主変圧器、所内変圧器の作動状態の確認	プラント運転パラメータ採取 蒸気系配管・機器漏えい確認 配管振動確認 蒸気タービン性能試験(その2)	プラント運転パラメータ採取 蒸気系配管・機器漏えい確認 配管振動確認	プラント運転パラメータ採取 配管振動確認 巡視点検	プラント運転パラメータ採取 蒸気系配管・機器漏えい確認 配管振動確認 巡視点検	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)	プラント運転パラメータ採取 巡視点検
主な評価内容	【復水器真空度上昇後の評価】 制御棒引抜前において、機器(主復水器等)が健全であることを確認する。	-1【原子炉昇圧(約3.5MPa)後の評価】 原子炉圧力 約3.5MPaにおいて、初めて入熱することによって状態が変化する原子炉格納容器内の機器・配管等が健全であることを確認する。  -2【原子炉昇圧(約7.0MPa)後の評価】 原子炉圧力 定格圧力約7.0MPaにおいて、原子炉格納容器内の機器・配管等が健全であることを確認する。	-1【主タービン起動後の評価】 原子炉からの蒸気を主タービンに供給し、無負荷での主タービンの運転状態が健全であることを確認する。  -2【主発電機仮並列後の評価】 主発電機を系統に仮並列した後、原子炉出力を上昇させて、発電機出力 約20%において主発電機・主変圧器等の健全性を確認する。	-1【発電機出力約20%到達後の評価】 主発電機を系統に本並列した後、発電機出力 約20%において、プラントが健全であることを確認する。	-2【発電機出力約50%到達後の評価】 原子炉の出力を上昇させ、発電機出力 約50%において、プラントが健全であることを確認する。	-1【発電機出力約75%到達後の評価】 原子炉の出力を上昇させ、発電機出力 約75%において、プラントが健全であることを確認する。	-2【定格熱出力到達後の評価】 原子炉の出力を上昇させ、原子炉熱出力 約100%において、プラントが健全であることを確認する。	6【系統機能試験完了】 定格熱出力一定運転状態において3種類の系統機能試験を行い、系統機能が健全であることを確認する。	【最終評価】 プラントの運転状態を継続的に監視することで、プラント運転状態が安定しており健全であることを確認する。また、最終的にプラント全体の機能試験の結果を評価する。

凡例

- : 地震後の健全性確認のため、特別に実施する項目
- : 地震後の健全性確認のため、内容・範囲等を追加した項目
- : 通常のプラント起動時にも実施している項目



# 復水器真空度上昇後の評価

## < 主な評価内容 >

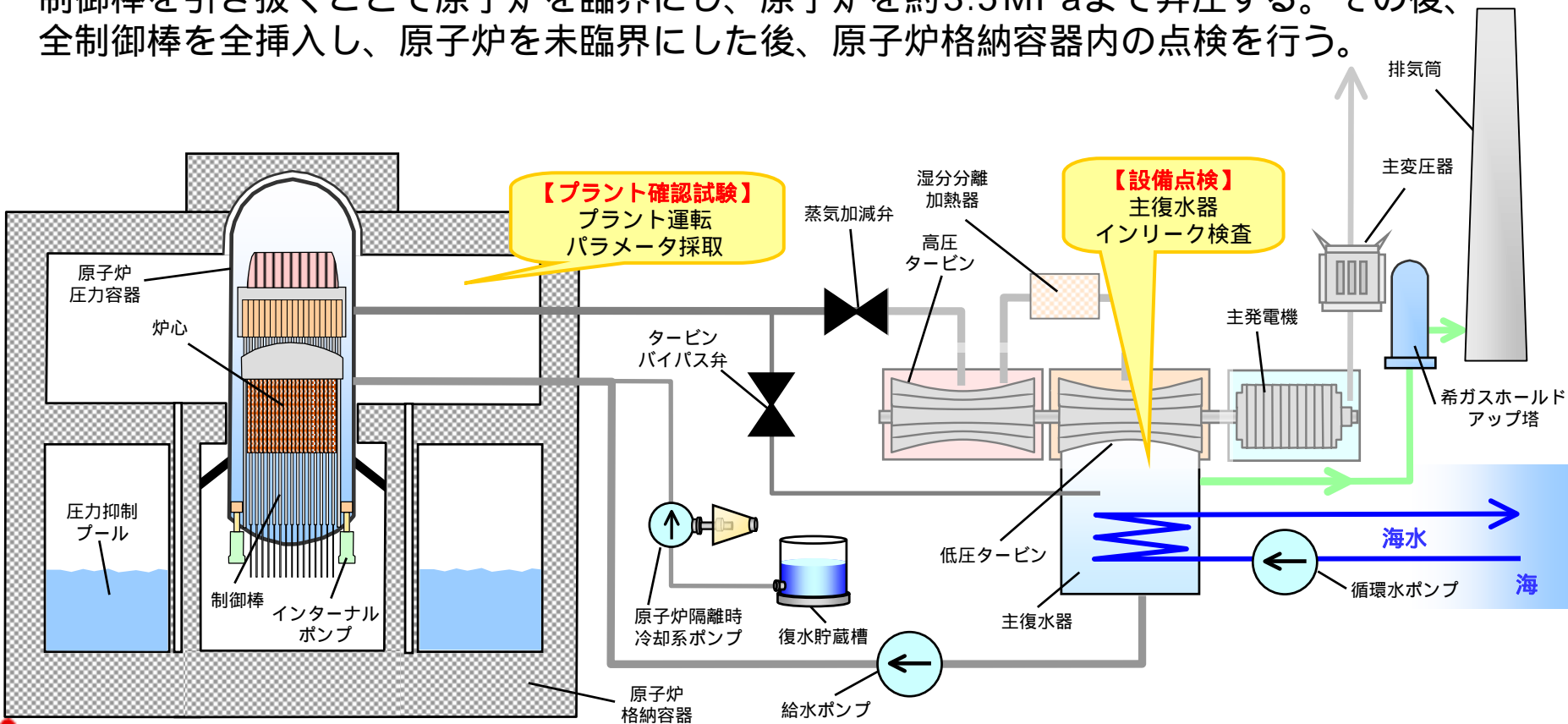
制御棒引抜前において、機器（主復水器等）が健全であることを確認する。

## < 主な試験・確認項目 >

プラント運転パラメータ採取、主復水器インリーク検査 等

## < 次工程 >

制御棒を引き抜くことで原子炉を臨界にし、原子炉を約3.5MPaまで昇圧する。その後、全制御棒を全挿入し、原子炉を未臨界にした後、原子炉格納容器内の点検を行う。



# -1 原子炉昇圧（約3.5MPa）後の評価

## < 主な評価内容 >

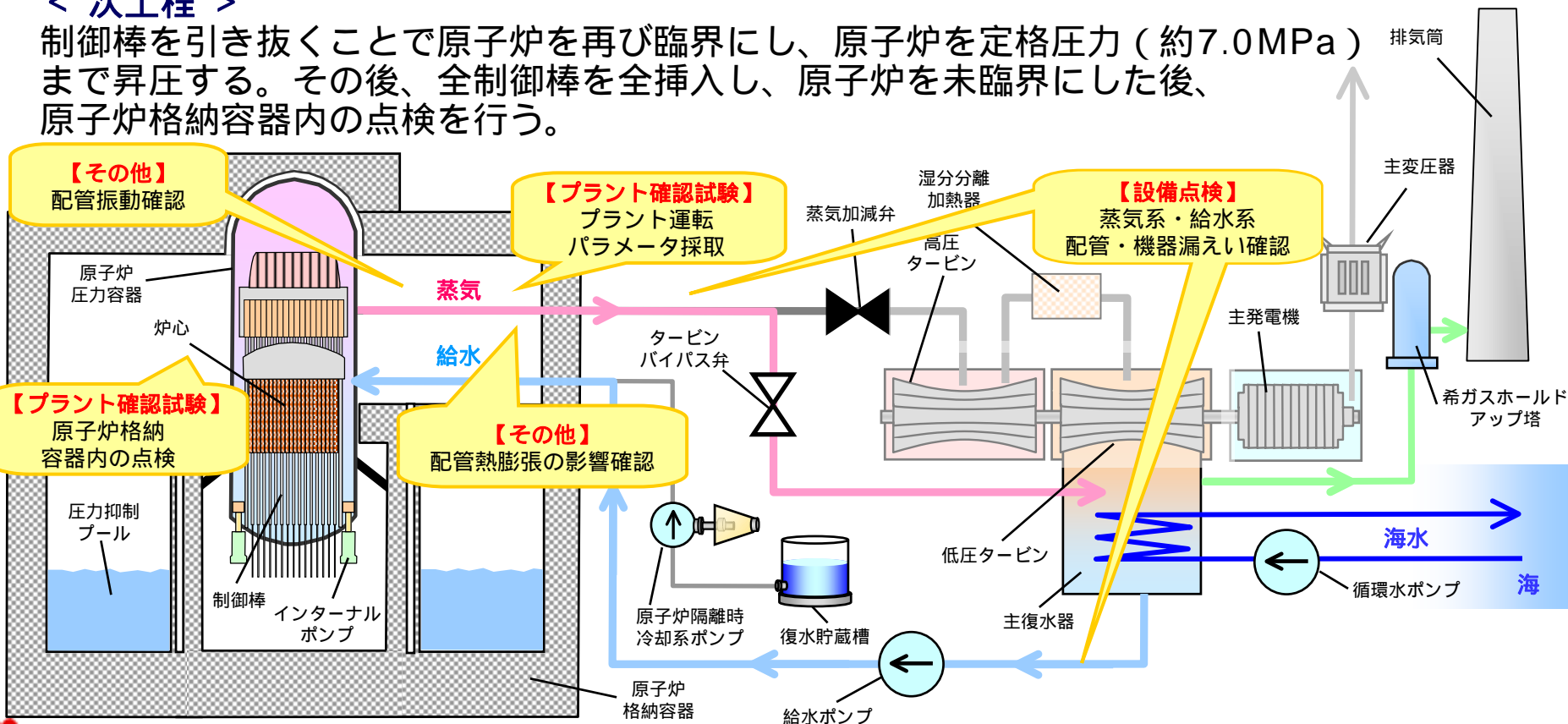
原子炉圧力 約3.5MPaにおいて、初めて入熱することで状態が変化する原子炉格納容器内の機器・配管等が健全であることを確認する。

## < 主な試験・確認項目 >

プラント運転パラメータ採取、原子炉格納容器内の点検、蒸気系・給水系配管・機器漏えい確認、配管熱膨張の影響確認、配管振動確認等

## < 次工程 >

制御棒を引き抜くことで原子炉を再び臨界にし、原子炉を定格圧力（約7.0MPa）まで昇圧する。その後、全制御棒を全挿入し、原子炉を未臨界にした後、原子炉格納容器内の点検を行う。



## -2 原子炉昇圧（約7.0MPa）後の評価

### < 主な評価内容 >

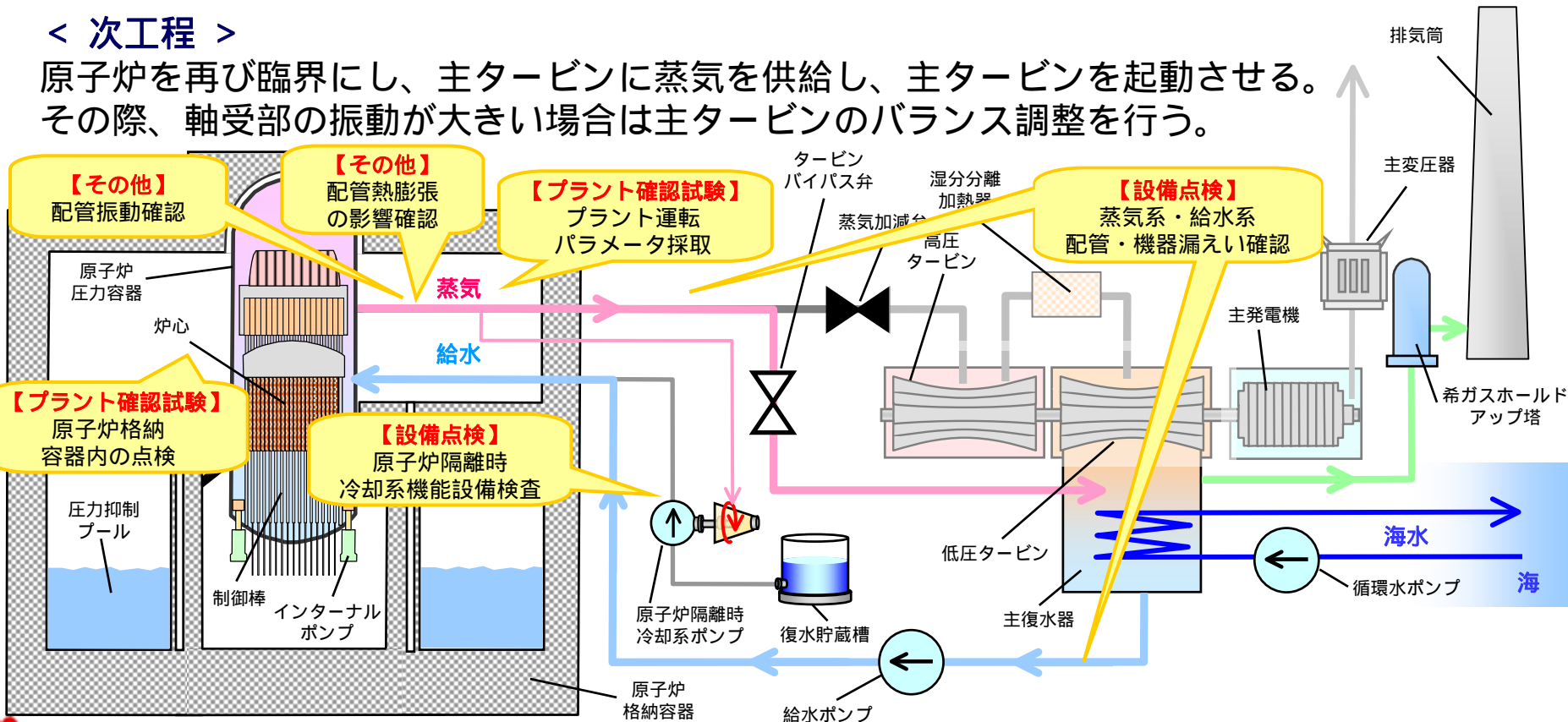
原子炉圧力 定格圧力約7.0MPaにおいて、原子炉格納容器内の機器・配管等が健全であることを確認する。

### < 主な試験・確認項目 >

プラント運転パラメータ採取、原子炉格納容器内の点検、原子炉隔離時冷却系設備点検、蒸気系・給水系配管・機器漏えい確認、配管熱膨張の影響確認、配管振動確認等

### < 次工程 >

原子炉を再び臨界にし、主タービンに蒸気を供給し、主タービンを起動させる。その際、軸受部の振動が大きい場合は主タービンのバランス調整を行う。



# -1 主タービン起動後の評価

## < 主な評価内容 >

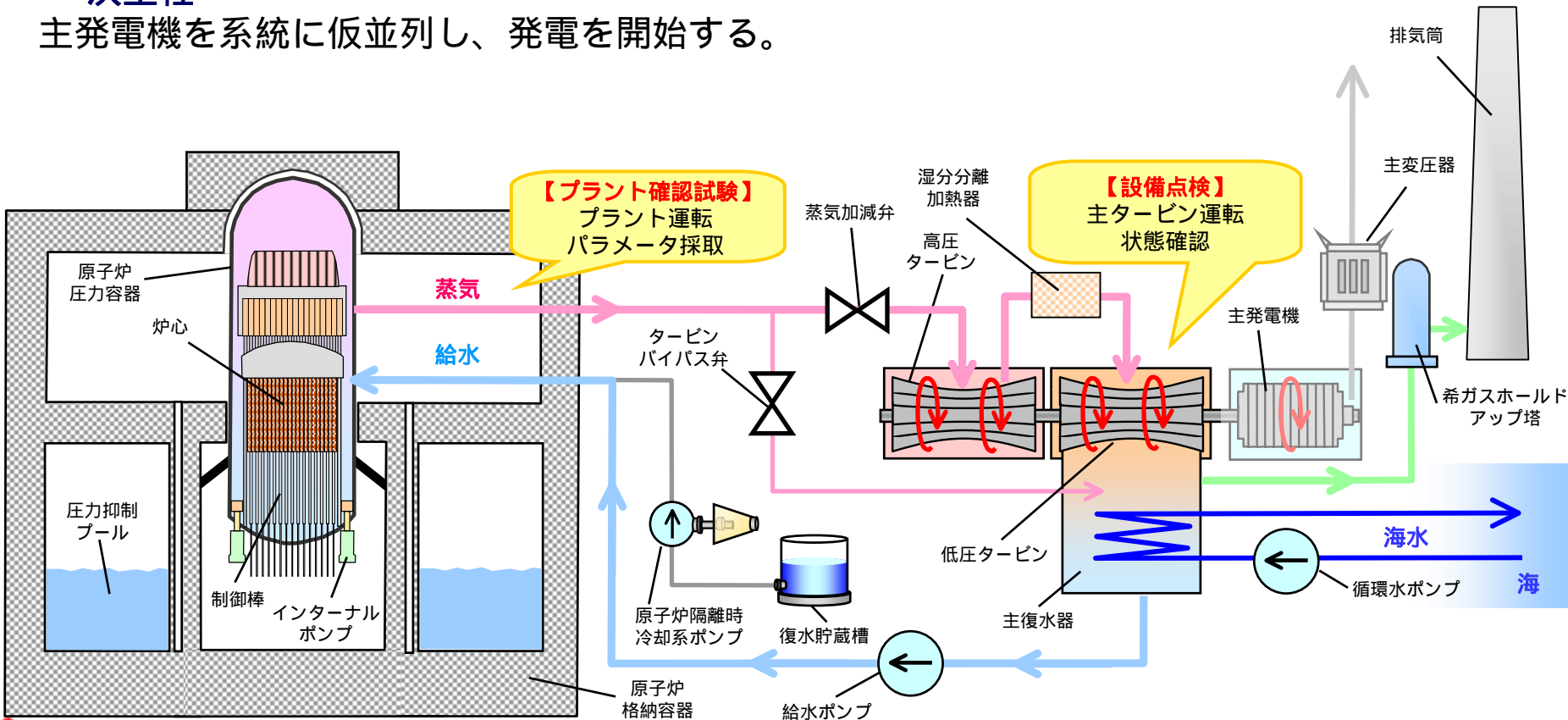
原子炉からの蒸気を主タービンに供給し、無負荷での主タービンの運転状態が健全であることを確認する。

## < 主な試験・確認項目 >

プラント運転パラメータ採取、主タービン運転状態確認 等

## < 次工程 >

主発電機を系統に仮並列し、発電を開始する。



## -2 主発電機仮並列後の評価

### < 主な評価内容 >

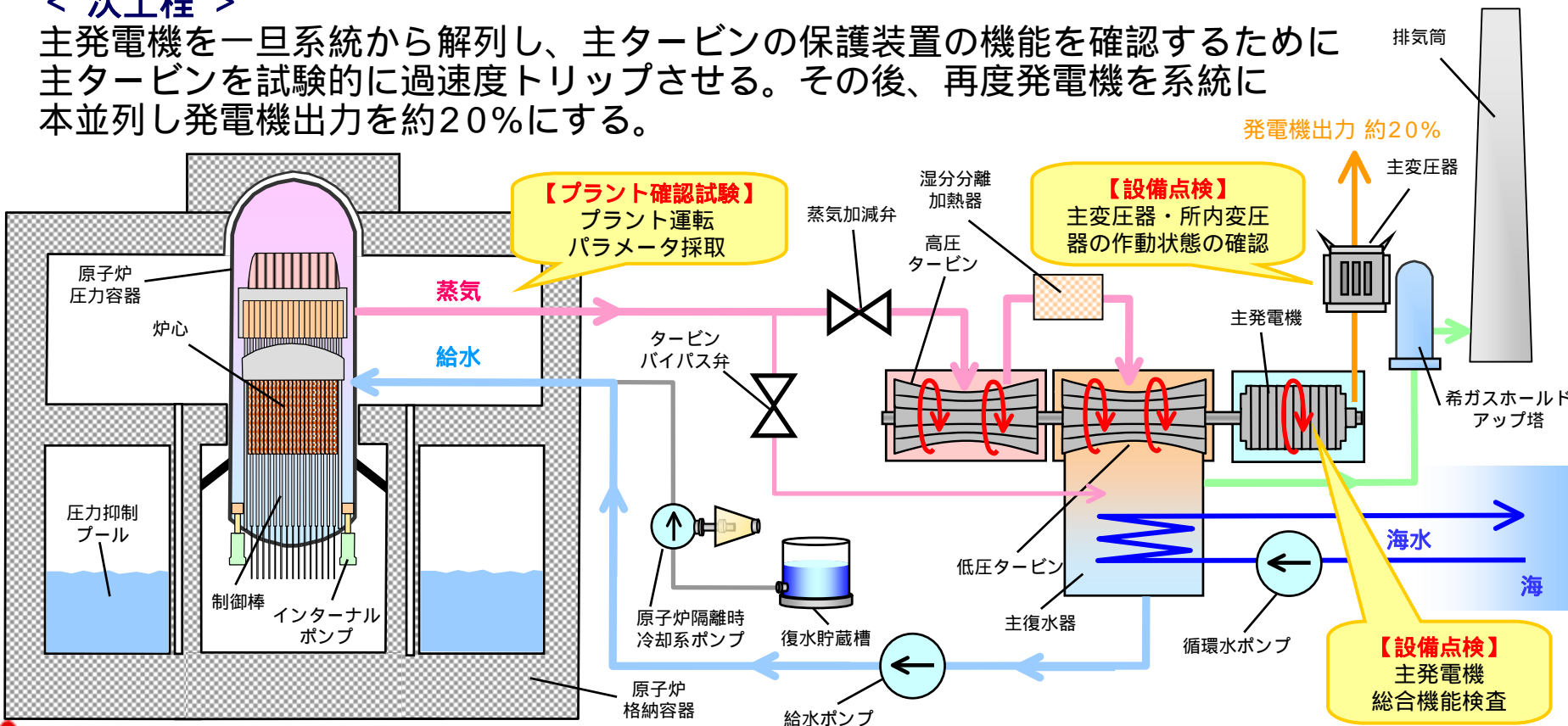
主発電機を系統に仮並列した後、原子炉出力を上昇させて、発電機出力 約20%において主発電機・主変圧器等の健全性を確認する。

### < 主な試験・確認項目 >

プラント運転パラメータ採取、主発電機総合機能検査、主変圧器・所内変圧器の作動状態の確認 等

### < 次工程 >

主発電機を一旦系統から解列し、主タービンの保護装置の機能を確認するために主タービンを試験的に過速度トリップさせる。その後、再度発電機を系統に本並列し発電機出力を約20%にする。



# - 1 発電機出力約20%到達後の評価

## < 主な評価内容 >

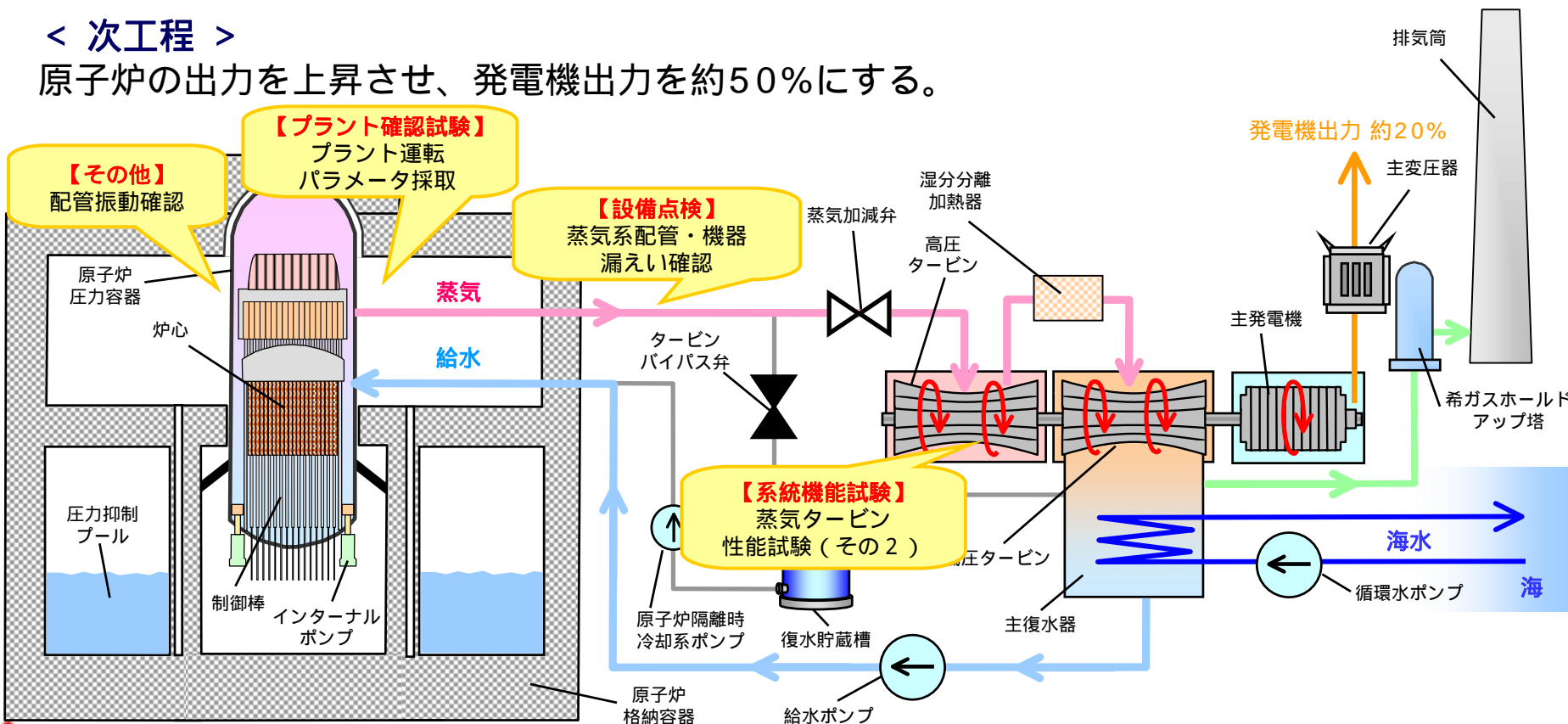
主発電機を系統に本並列した後、発電機出力 約20%において、プラントが健全であることを確認する。

## < 主な試験・確認項目 >

プラント運転パラメータ採取、蒸気系配管・機器漏えい確認、配管振動確認、蒸気タービン性能試験（その2）等

## < 次工程 >

原子炉の出力を上昇させ、発電機出力を約50%にする。





## -2 発電機出力約50%到達後の評価

### < 主な評価内容 >

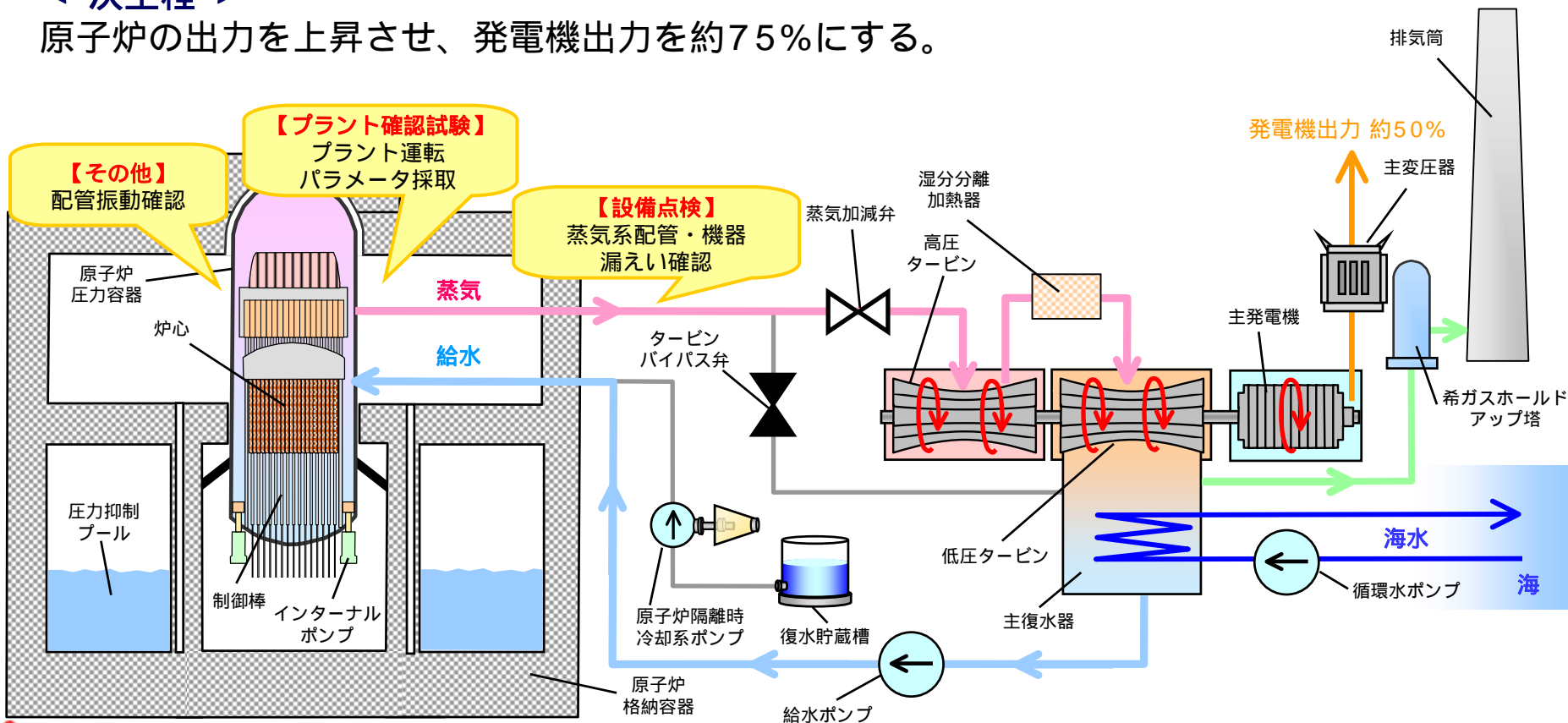
原子炉の出力を上昇させ、発電機出力 約50%において、プラントが健全であることを確認する。

### < 主な試験・確認項目 >

プラント運転パラメータ採取、蒸気系配管・機器漏えい確認、配管振動確認 等

### < 次工程 >

原子炉の出力を上昇させ、発電機出力を約75%にする。





# -1 発電機出力約75%到達後の評価

## < 主な評価内容 >

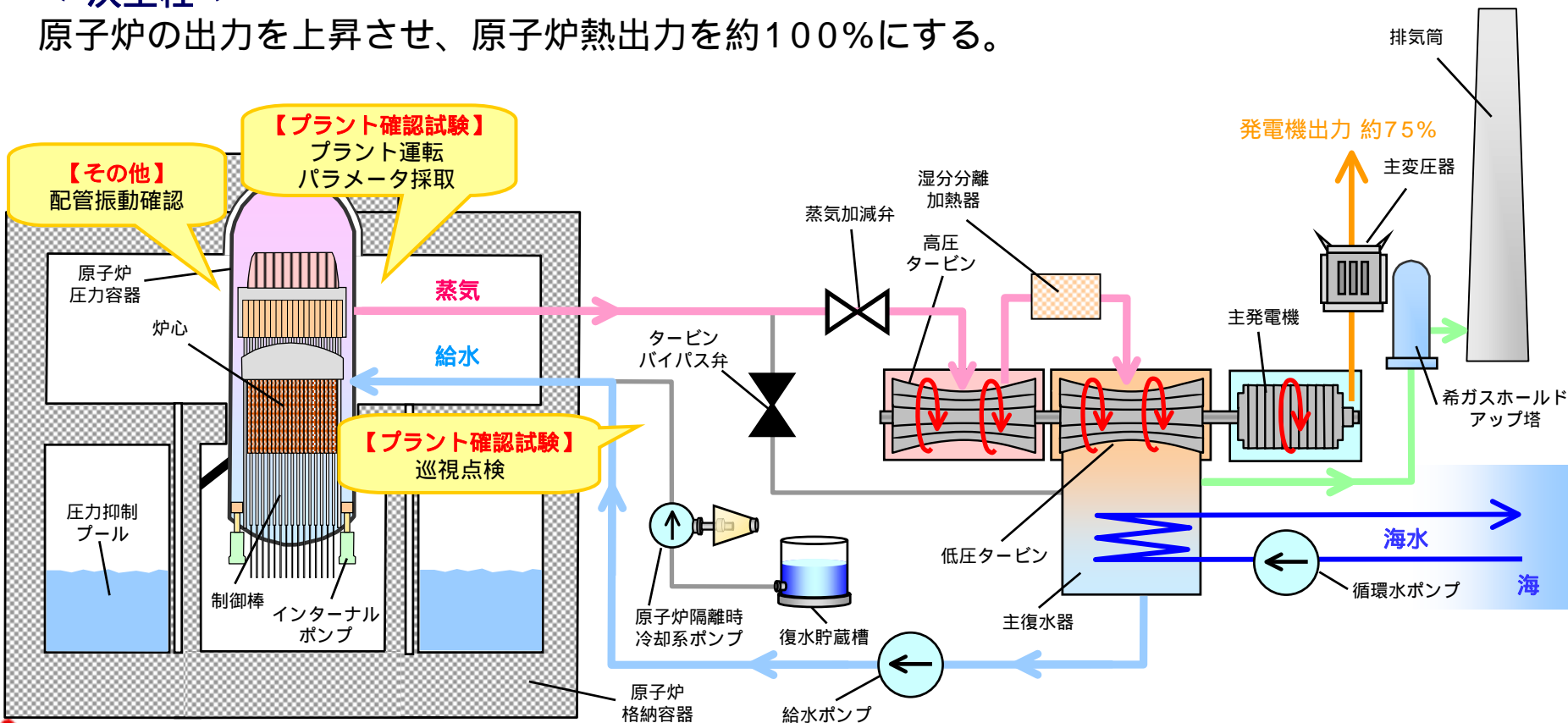
原子炉の出力を上昇させ、発電機出力 約75%において、プラントが健全であることを確認する。

## < 主な試験・確認項目 >

プラント運転パラメータ採取、配管振動確認、巡視点検 等

## < 次工程 >

原子炉の出力を上昇させ、原子炉熱出力を約100%にする。



## -2 定格熱出力到達後の評価

### < 主な評価内容 >

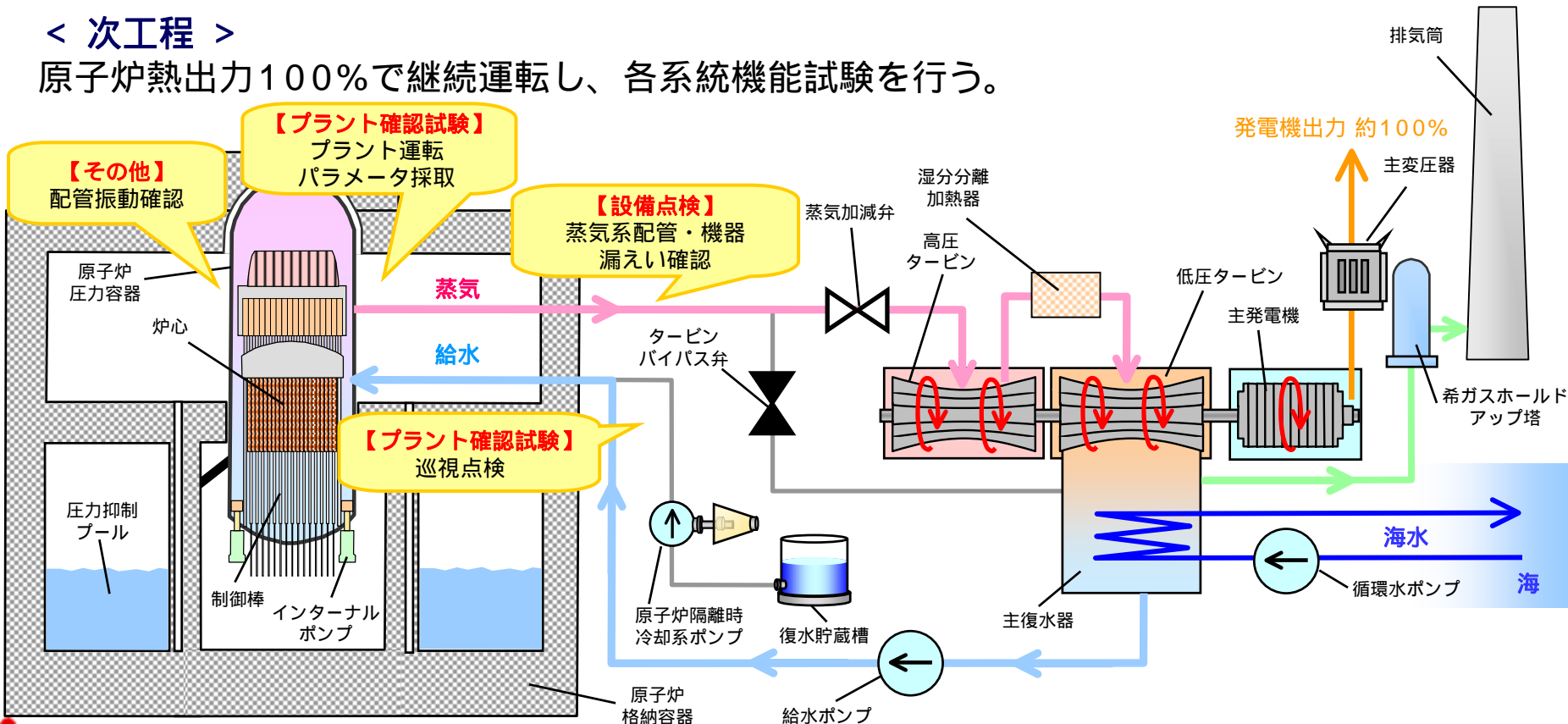
原子炉の出力を上昇させ、原子炉熱出力 約100%において、プラントが健全であることを確認する。

### < 主な試験・確認項目 >

プラント運転パラメータ採取、蒸気系配管・機器漏えい確認、配管振動確認、巡視点検 等

### < 次工程 >

原子炉熱出力100%で継続運転し、各系統機能試験を行う。



# 系統機能試験完了後の報告

## < 主な評価内容 >

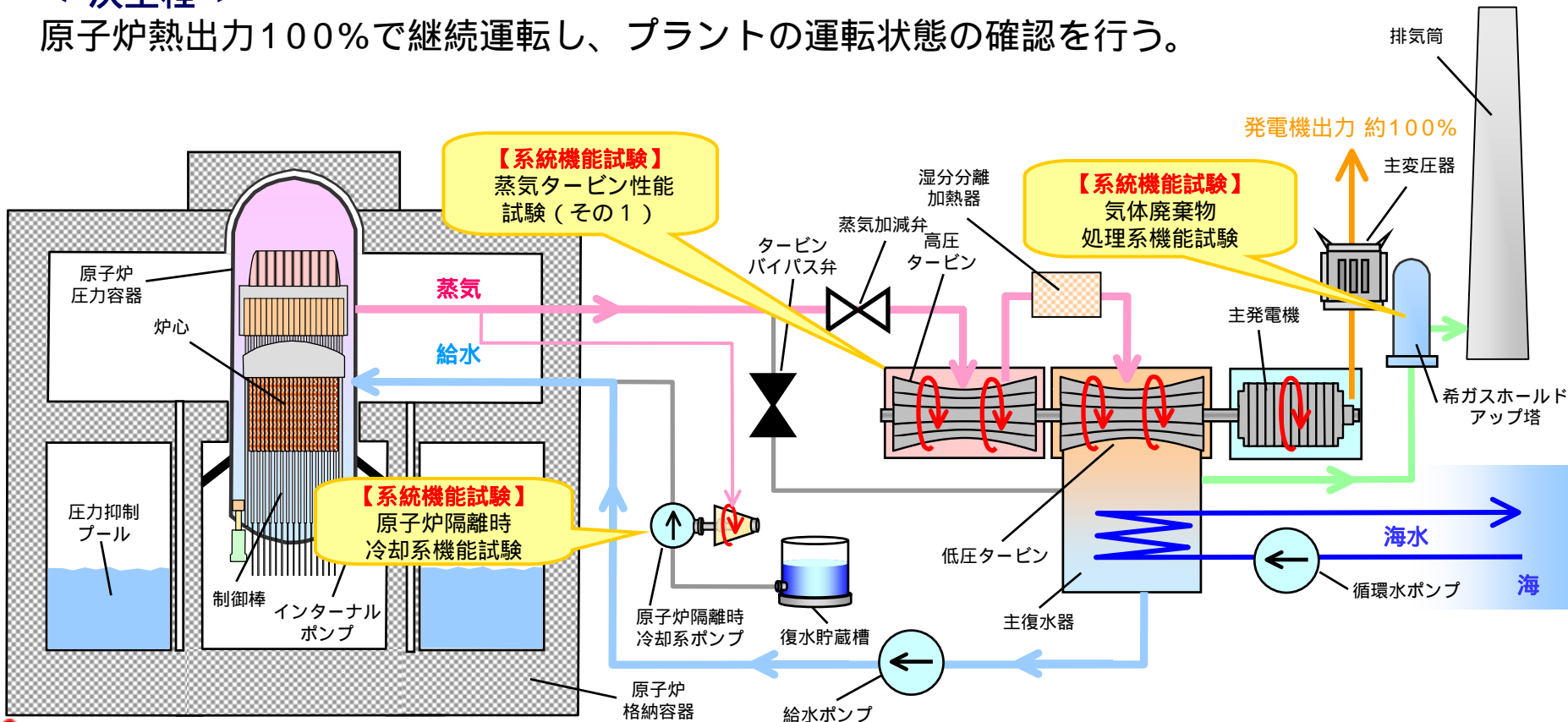
定格熱出力一定運転状態において3種類の系統機能試験を行い、系統機能が健全であることを確認する。

## < 主な試験・確認項目 >

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）

## < 次工程 >

原子炉熱出力100%で継続運転し、プラントの運転状態の確認を行う。



# 最終評価

## < 主な評価内容 >

プラントの運転状態を継続的に監視することで、プラント運転状態が安定しており健全であること確認する。また、最終的にプラント全体の機能試験の結果を評価する。

## < 主な試験・確認項目 >

プラント運転パラメータ採取、巡視点検 等

## < 次工程 >

原子炉熱出力100%で継続運転し、総合負荷性能検査を行う。

