

# 1. 発電プラントとしての信頼性実証

## 2) 性能試験

### 性能試験計画の基本方針

- (1) 燃料及びプラント設備機器が長期保管状態にあることを踏まえ、段階的に試験を実施して、試験の結果から抽出される課題の対応を可能とする。
- (2) また、段階的試験実施を通じて、運転員及び保守員の技術習熟を図る。
- (3) 法令に沿った性能確認、設計の妥当性評価、実用化研究開発へのデータ反映など、「もんじゅ」の特徴と役割を考慮する。

## 1. 2) 性能試験

### 試験項目

- (1) 炉心・しゃへい特性試験27項目、プラント特性試験90項目の合計  
117項目
- (2) 炉心・しゃへい特性試験27項目の目的を整理すると、
  - A 法令に基づく使用前検査: 5項目
  - B 系統・設備の性能確認: 4項目
  - C 設計の余裕、妥当性等の確認: 13項目
  - D 解析及び評価手法の精度向上のためのデータ取得: 13項目
  - E 将来炉の設計のためのデータ取得: 3項目
- (3) プラント特性試験90項目の目的を整理すると、
  - A 法令に基づく使用前検査: 13項目
  - B 系統・設備の性能確認: 63項目
  - C 設計の余裕、妥当性等の確認: 28項目
  - D 解析及び評価手法の精度向上のためのデータ取得: 4項目
  - E 将来炉の設計のためのデータ取得: 4項目

注)複数の試験目的をもつ試験項目があることから、A～Eを合計すると試験項目数を上回る。

# 1. 2) 性能試験

## 炉心・しゃへい特性試験 (1/2)

分類	試験名称	試験概要	試験目的	
	① 過剰反応度測定試験	性能試験の3段階の炉心構成毎に、新燃料の装荷が確実に行われたことを確認し、原子炉を起動して過剰反応度を測定する。また、未臨界度を直接測定する方法を高速炉実機に適用するR&Dを行う。	A	
	② 炉内中性子源効果評価		C	
	③ 未臨界度測定法適用性評価		E	
	反応度価値	① 反応度停止余裕測定試験	制御棒価値を測定し(制御棒校正)、主炉停止系および後備炉停止系の制御棒が挿入されたときの反応度停止余裕を評価する。また、制御棒校正曲線から制御棒引抜き時の最大反応度添加率を評価する。	A
		② 制御棒価値確認		B, C
	反応度係数	① 出力係数測定試験	零出力試験において、温度変化、流量変化による反応度効果(等温温度係数、流量係数)を測定する。出力試験段階においては、出力上昇と連続運転による反応度変化(出力係数、燃焼係数)を測定する。また、反応度印加時の自己安定性や温度係数の分離のためのR&D測定の実施可能性を検討中である。	A
		② 温度係数評価		D
		③ 燃焼係数評価		D, E
		④ 流量係数評価		D
		⑤ フィードバック反応度評価		D
		⑤ 出力係数評価		B
	出力分布	① 核出力校正確認	中性子計装と原子炉熱出力の関係を校正する。また、燃料集合体出口温度計データを利用した出力分布の評価についてのR&Dを行う。	C
② 集合体出口温度評価		C		

# 1. 2) 性能試験

## 炉心・しゃへい特性試験 (2/2)

分類	試験名称	試験概要	試験目的	
炉心特性評価	特性 熱流 力	① 炉内流量分布試験	1次冷却材の流量と炉内での流量配分が適切であることを確認するとともに、炉心燃料を含む1次冷却系の圧力損失の経時的変化の程度を観察する。また、原子炉容器上部プレナムのナトリウム温度分布について、定常・過渡時(原子炉トリップなど)の挙動を観察する。	A
		② 流量分布評価		B, C
		③ 圧力損失変化評価		C
		④ 原子炉容器上部プレナム温度評価		C, D, E
	特性 炉内 状態	① 炉雑音評価	原子炉出力(中性子計装)のゆらぎを測定し、プラント運転上問題ないことを確認する。また、プラント起動・停止時、出力運転時の原子炉まわりの温度ゆらぎの特性を把握する。また、原子炉トリップ後の崩壊熱の測定を行う。	C, D
		② 温度ゆらぎ評価		D
		③ 崩壊熱評価		D
しゃへい特性評価	まわり 原子 炉	① 原子炉まわりしゃへい評価	原子炉容器内外での中性子測定を行うとともに、しゃへいプラグ上面等での中性子、 $\gamma$ 線測定を行う。	C, D
		② しゃへいプラグしゃへい評価		C, D
	冷却 系 1次	③ 配管室しゃへい評価	出力運転時において、1次主冷却系配管室の中性子及び $\gamma$ 線線量を測定するとともに、1次冷却系機器の上方部屋での $\gamma$ 線線量を測定する。	C, D
		④ 1次主冷却系室しゃへい評価		C, D
		⑤ 1次冷却系機器しゃへい評価		C, D
	空間 線 量	① 負荷試験(その2)	放射線管理の観点から、定格出力運転時等に管理区域内外の外部放射線当量率及び放射性物質濃度等を確認する。	A
		② 空間線量当量率確認		B

# 1. 2) 性能試験

## プラント特性試験 (1/6)

分類	試験名称	試験概要	試験目的	
系統運転特性 (その1)	原子炉構造設備	① 制御棒駆動機構特性確認	トリップ試験時に制御棒挿入時間を測定し、所定の時間内であることを確認する。しゃへいプラグの各部温度を測定し、しゃへいプラグを冷却する系統の性能を確認する。	B
		② しゃへいプラグ温度評価		B, C
	1次冷却系設備	① 1次主冷却系設備特性確認	プラントの出力上昇・下降(0%⇔100%)時に1次主冷却系、アルゴンガス系、ナトリウム純化系、等のナトリウム温度及び流量、カバーガス圧力、などを測定し、原子炉容器カバーガス圧力が正常に制御されていること、ナトリウム純度が所定の値になっていることを確認する。また、トリップ試験時のポンプフローコーストダウン特性を測定し、流量半減時間を確認する。	B
		② 1次アルゴンガス系特性確認		B
		③ 1次系コールドトラップ特性確認		B
		④ 1次主冷却系循環ポンプコーストダウン特性確認		B
	2次冷却系設備	① 2次主冷却系設備特性確認	プラントの出力上昇・下降(0%⇔100%)時に2次主冷却系、アルゴンガス系、ナトリウム純化系、等のナトリウム温度及び流量、カバーガス圧力、などを測定し、過熱器ナトリウム液位が正常に制御されていること、ナトリウム純度が所定の値になっていることなどを確認する。また、プラントトリップ試験時のポンプフローコーストダウン特性を測定し、流量半減時間を確認する。また、音響法による水漏えい検出器開発のため、出力運転中の蒸発器のバックグランドノイズを測定する。	B
		② 2次アルゴンガス系特性確認		B
		③ 2次系コールドトラップ特性確認		B
		④ 蒸気発生器音響法評価 (新型水漏えい検出装置)		E
		⑤ 補助冷却設備特性確認		B
	水・蒸気系設備	① 水・蒸気系起動バイパス系統特性確認	プラントの出力上昇・下降(40%⇔100%)時に水・蒸気系の温度、流量、圧力、ポンプの回転数などを測定し、各機器が正常に作動し、所定の機能、性能を有していることを確認する。	B
		② 主給水ポンプ特性確認		B
		③ 主給水ポンプ駆動タービン保安装置無負荷時特性確認		B
		④ 復水器特性確認		B
⑤ 復水脱塩装置特性確認		B		

# 1. 2) 性能試験

## プラント特性試験 (2/6)

分類	試験名称	試験概要	試験目的		
系統 運転 特性 (その他)	水・蒸気系設備 (続き)	⑥ 水・蒸気系試料採取装置特性確認	(前頁と同じ)	B	
		⑦ 水・蒸気系起動バイパス系統制御特性確認		B	
		⑧ 蒸気発生器ブロー特性確認	プラントトリップ試験時の蒸気発生器伝熱管の保有水の放出機能を確認する。	B	
		⑨ 負荷しゃ断時水・蒸気系起動バイパス系統特性確認	発電機負荷しゃ断を模擬し、この場合でも蒸気発生器の給水温度が過度に低下しないことを確認する。また、復水ポンプ、主給水ポンプ、循環水ポンプの異常を模擬し、異常が発生した運転が継続できることを確認する。	B	
		⑩ 復水ポンプ1台トリップ時特性確認		B	
		⑪ 主給水ポンプ及び起動用給水ポンプ並列運転特性確認		B	
		⑫ 循環水ポンプ1台トリップ時特性確認		C	
	タービン設備	① タービン保安装置試験	タービン保安装置特性確認では、停止中、無負荷運転中にタービン保安装置が正常であることを確認する。また、プラントの出力上昇・下降(40%⇔100%)時にタービンの主蒸気温度、流量、圧力、回転数、潤滑油温度、などを測定し、各機器が正常に作動し、所定の機能、性能を有していることを確認する。	A	
		② タービン保安装置特性確認		B	
		③ タービン特性確認		B	
		④ タービンローカル制御系特性確認		B	
		⑤ 軸受冷却水系特性確認		B	
		⑤ 負荷制限器、負荷設定器特性確認		C	
		⑥ タービン弁特性確認		主蒸気止弁、タービンバイパス弁を寸動させ、運転中の定例試験ができることを確認する。	B
		⑦ タービンバイパス弁特性確認			B

# 1. 2) 性能試験

## プラント特性試験 (3/6)

分類	試験名称	試験概要	試験目的	
系統 運転 特性 (その3)	電気設備	① 発電機系試験	発電機及び変圧器の絶縁確認、警報保護装置、軸封部窒素封入装置が正常に作動することを確認する。また、発電機併入後の発電機及び変圧器のデータを測定し、発電機及び変圧器が安定して運転できることを確認する。	A
		② 負荷試験(その3)		A
		③ 発電機系特性確認		B
		④ 発電機特性確認		B
	プラント補助設備	① 原子炉補機冷却水設備特性確認	原子炉出力運転中及び停止中に左記系統及び設備の運転データを測定し、正常に炉心や機器が冷却できることを確認する。また、所定の室温に維持できることを確認する。	B
		② メンテナンス冷却系特性確認		B
		③ 機器冷却系設備特性確認		B
		④ 換気空調設備特性確認		B
	プラント全体	① 系統運転性能試験	定格出力運転中に1次主ポンプ、2次主ポンプ、主給水ポンプ、起動用給水ポンプ、タービン及び附属設備、等の定格容量及び揚程、等を測定し、所定の性能を有してること、安定して連続運転できることを確認する。	A
		② タービン系統試験		A
		③ 負荷試験(その1)		A
		④ 定格出力連続運転確認	運転手順書にしたがって原子炉停止状態(低温停止状態)から定格出力まで、定格出力から原子炉停止状態まで運転操作を行い、操作手順を確認する。このとき、中央計算機に出力される原子炉出力、冷却材温度、流量、等のプロセス量を確認し、適切に作動していることを確認する。また、定格出力運転状態でプラントを安定して連続運転できることを確認する。	B
		⑤ 出力上昇操作手順確認		C
		⑥ 出力降下操作手順確認		C
		⑦ 中央計算機システム確認		B
⑧ 熱出力確認		B, C		
⑨ 熱収支評価		B, C		

# 1. 2) 性能試験

## プラント特性試験 (4/6)

分類	試験名称	試験概要	試験目的	
計測設備	① 中性子計装特性確認	出力運転中に左記の計測装置で中性子束の測定、ナトリウム中のバックグラウンド水素濃度及びバックグラウンド計数率を測定し、警報設定値等の妥当性を確認する。	B, C	
	② 水漏えい検出器特性確認		C, D	
	③ 遅発中性子法破損燃料検出装置特性評価		C	
	④ FFD/L装置特性評価		C	
	⑤ 新型ナトリウム温度計特性評価		E	
	計測制御特性設備	① 原子炉出力制御系特性確認	制御設定値を変更しても各制御系が作動して設定値変更による外乱を吸収し、所定の状態で安定して運転継続することができることを確認する。	B
		② 1次主冷却系流量制御系特性確認		B
		③ 2次主冷却系流量制御系特性確認		B
		④ 給水流量制御系特性確認		B
		⑤ 主蒸気温度制御系特性確認		B
⑥ 主蒸気圧力制御系特性確認		B		
⑦ 出力変更試験		A		
⑧ 出力変更特性評価		B, C		
⑨ 水・蒸気、タービン発電機設備自動化制御装置特性確認		プラントの起動・停止過程において、左記の装置が正常に作動し、自動的に水・蒸気、タービン発電機設備が起動・停止することを確認する。	B	
⑩ プラント診断法評価		制御系に擬似ランダム信号を印加し、プロセス量の応答を評価することにより、プラントの動特性を把握する。	D, E	

# 1. 2) 性能試験

## プラント特性試験 (5/6)

分類	試験名称	試験概要	試験目的
異常 模 擬 運 転 特 性	① 総合インタロック試験	原子炉停止(低温停止)状態で原子炉、タービン及び発電機のトリップを模擬し、各設備間のインタロックが正常に機能することを確認する。	A
	② プラントトリップ試験(タービン)	出力運転中にプラントに異常が発生した場合でも、原子炉が停止し、プラントが安全に停止することを確認する。このため、タービン、1次主循環ポンプ、発電機、送電系統、蒸気発生器で発生する異常を模擬した信号を入力し、この信号で原子炉が停止し、プラントが安全に停止することを確認する。	A
	③ 1次主冷却系循環ポンプトリップ試験		A
	④ 外部電源喪失試験		A
	⑤ 蒸気発生器伝熱管水漏えい時特性試験(模擬試験)		A
	⑥ プラントトリップ時特性評価(タービン)		B, C
	⑦ 1次主冷却系循環ポンプトリップ時特性評価		B, C
	⑧ 外部電源喪失時特性評価		B, C
	⑨ 蒸気発生器伝熱管水漏えい時特性確認(模擬試験)		B, C
	⑩ 発電機負荷しゃ断試験		A
	⑪ 発電機負荷しゃ断時特性評価		B, C
	⑫ ナトリウム自然循環評価	仮に強制循環による崩壊熱除去に失敗した場合でも自然循環により崩壊熱除去ができ、安全にプラントが停止できることを確認する。このため、原子炉トリップ後、1次及び2次ポンプのポニーモータ、空気冷却送風機を停止し、自然循環状態で各種データを測定する。	C, D, E

# 1. 2) 性能試験

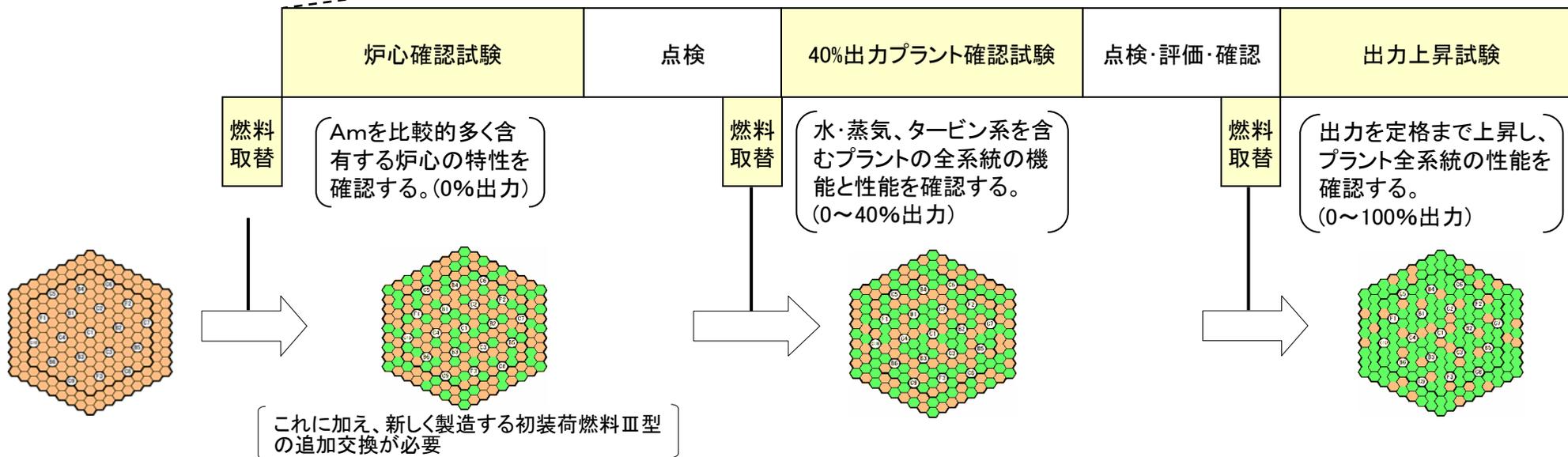
## プラント特性試験 (6/6)

分類	試験名称	試験概要	試験目的
化学分析評価	① ナトリウム純度確認	1次冷却系、2冷却系及び炉外燃料貯蔵槽のナトリウム及びアルゴンガスの純度を測定し、不純物濃度が基準値以内であることを確認する。また、復水、給水等の水質を測定し、基準値を満足することを確認する。	B, C
	② アルゴンガス純度確認		B, C
	③ 水、蒸気、タービン設備水質確認		B
	④ ナトリウム放射化量評価	1次冷却系及び2冷却系の放射化ナトリウム濃度、放射性腐食生成物の配管・機器内面の付着分布を測定し、放射化ナトリウムの生成量、放射性腐食生成物の系内移動挙動、等の評価を行う。また、トリチウムの挙動評価を行う。	B, C
	⑤ 1次主冷却系放射性物質挙動評価		C, D
	⑥ 放出放射性物質挙動評価		B, C
その他	① 1次系主配管熱変移評価	出力運転時に1次主冷却系配管、2次主冷却系配管及び水・蒸気系配管等の熱変移量を測定し、配管支持装置の許容変移範囲内であること、周辺機器との干渉がないことを確認する。	B, C
	② 2次系配管熱変移評価		B, C
	③ 水・蒸気系/配管熱変移評価		B, C
	④ 1次系小口径配管振動状態確認	主冷却系配管に接続している圧力計、ナトリウム中水素計などの主に計装配管の振動を測定し、振動が許容範囲内であることを確認する。	B
	⑤ 2次系小口径配管振動確認		B
	⑥ 水・蒸気系/タービン系小口径配管振動確認		B
	⑦ 1次オーバーフロー系、ドレン系配管等の予熱温度確認	原子炉トリップ後のナトリウム再汲み上げ時のオーバーフローナトリウム温度の測定し、適切な配管予熱ができているか確認する。	B
	⑤ ユーティリティ消費量確認	Arガス、窒素ガス、軽油、などのユーティリティ消費量を測定し、本格運転開始後の各ユーティリティ消費量を把握する。	C
	⑥ 制御用圧縮空気圧力確認	外部電源喪失時にディーゼル発電機から電源供給開始までの圧力変化を測定し、余裕を確認する。	C

# 1. 2) 性能試験

## 性能試験工程

	18年度 (2006)	19年度 (2007)	20年度 (2008)	
工程	工事確認試験			
		プラント確認試験		
				性能試験



● : 炉内装荷状態の保管燃料(初装荷燃料Ⅰ型)    
 ● : 製造済の保管している取替燃料(初装荷燃料Ⅱ型)、新たに製造する燃料(初装荷燃料Ⅲ型)

注) 燃料交換体数及び燃料配置は例示である。

# 1. 2) 性能試験

## 炉心・しゃへい特性試験(3つの炉心)

### 次回性能試験の特徴

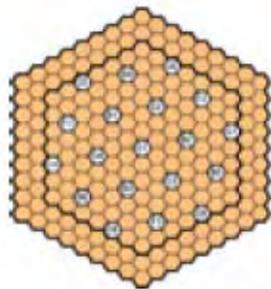
- ① 3段階の炉心構成(炉心確認試験、40%出力プラント確認試験、出力上昇試験)  
異なる炉心での核特性の取得(多様なデータの取得)
- ② 燃料組成の変化(Pu-241の減少、Am-241の増加)  
反応度、反応度係数に影響、Am-241を多く含む炉心でのデータ取得



多様なFBR炉心設計精度向上に資する

### 前回性能試験の炉心

(すべて新燃料)

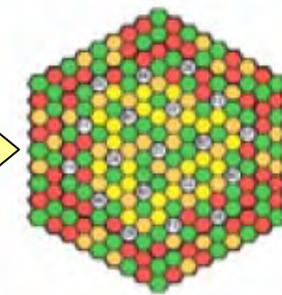
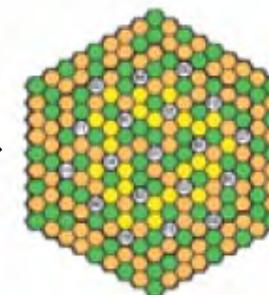
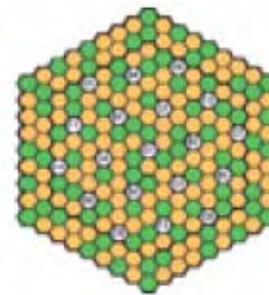


### 次回性能試験の炉心: 3段階の燃料交換

炉心確認試験

40%出力プラント確認試験

出力上昇試験



- 初装荷燃料Ⅰ型 炉心に装荷されている初装荷燃料
- 初装荷燃料Ⅱ型 本格運転以降に使用する予定で製造した取替燃料
- 初装荷燃料Ⅲ型 } 新たに製造する燃料
- 初装荷燃料Ⅳ型 }

(燃料装荷パターンは例)

# 1. 2) 性能試験

## 炉心・しゃへい特性試験(前回試験との比較)

試験名称	取得データ	前回性能試験	次回性能試験(予定)		
			炉心確認試験	40%出力プラント 確認試験	出力上昇試験
過剰反応度測定試験	過剰反応度	○	○	○	○
反応度停止余裕測定試験	反応度停止余裕、最大反応度添加率	○	○	○	○
制御棒価値確認	制御棒価値	○	○	○	○
温度係数評価	等温温度係数	○	○	○	○
流量係数評価	流量係数	○	○	○	○
出力係数測定試験	出力係数	○(45%熱出力まで)		○(45%熱出力まで)	○(100%熱出力まで)
燃焼係数評価	燃焼係数、Pu-241崩壊効果	○(45%熱出力まで)	○(Pu-241崩壊効果)	○(45%熱出力まで)	○(100%熱出力まで)
出力分布評価	箔装荷による反応率分布、 反応率比	○			
固定吸収体反応度評価	ブランケット燃料と固定吸収体 の置換反応度	○			
燃料等価反応度評価	炉心燃料とダミーの置換反 応度	○			
冷却材反応度評価	試験体内での冷却材の反 応度価値	○		○(実施可能性検討中)	
燃料組成差反応度評価	組成の異なる燃料の置換反 応度			○(実施可能性検討中)	
未臨界度測定法の適用	未臨界度		○	○	○
フィードバック反応度評価	自己安定性など		○(実施可能性検討中)	○(実施可能性検討中)	○(実施可能性検討中)
しゃへい測定	線量率測定など			○(45%熱出力まで)	○(100%熱出力まで)

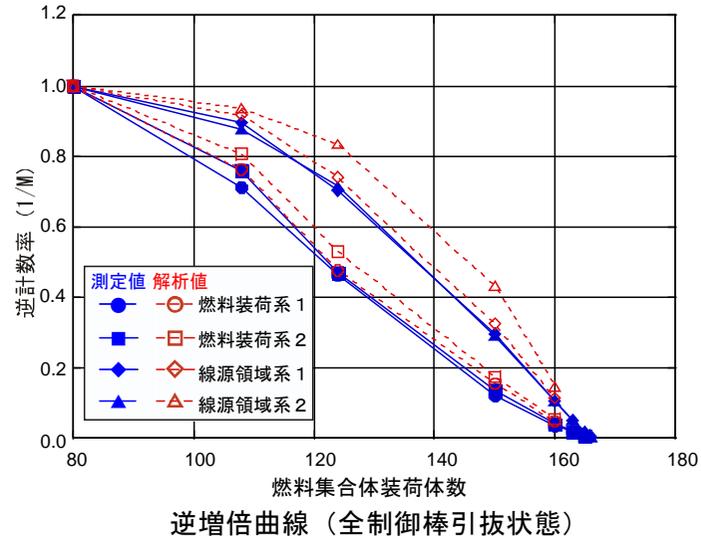
# 1. 2) 性能試験

## 炉心・しゃへい特性(臨界性、制御棒価値)

### ○臨界性

初臨界の達成(H6年4月5日):

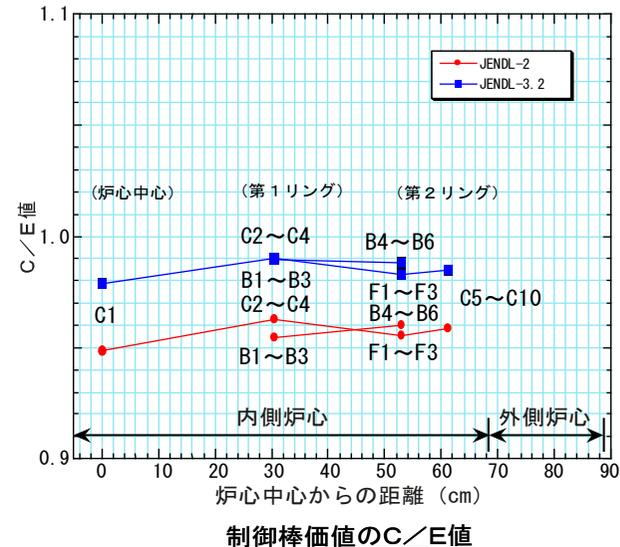
- ・ 実測(E):168体炉心
- ・ 予測(P):169±4体(1σ)
- ・ 初臨界炉心の実効増倍率  
予測/実測=0.998



### ○制御棒価値

・ 制御棒価値校正→安全上の制限値  
(過剰反応度、反応度停止余裕)の評価

・ 制御棒価値の解析精度評価に資するデータの取得



((注) より詳細で厳密な超微細群補正や連続エネルギーモンテカルロ法等の最新手法に基づく検討を継続中。)

# 1. 2) 性能試験

## 炉心・しゃへい特性(反応度係数等)

### ○反応度係数

- ・等温温度係数  
ドップラ効果

燃料・構造材の膨張変化の効果(密度、寸法変化)

- ・燃焼係数

出力運転に伴う反応度損失

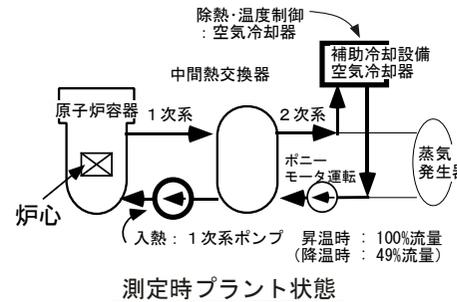
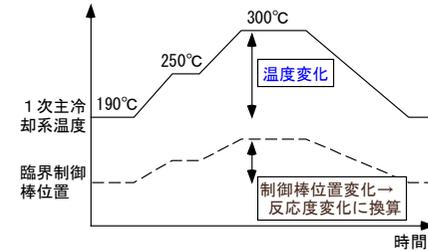
### ○反応率分布測定\*結果の利用

- ・出力分布の評価
- ・増殖比の評価(1.18)

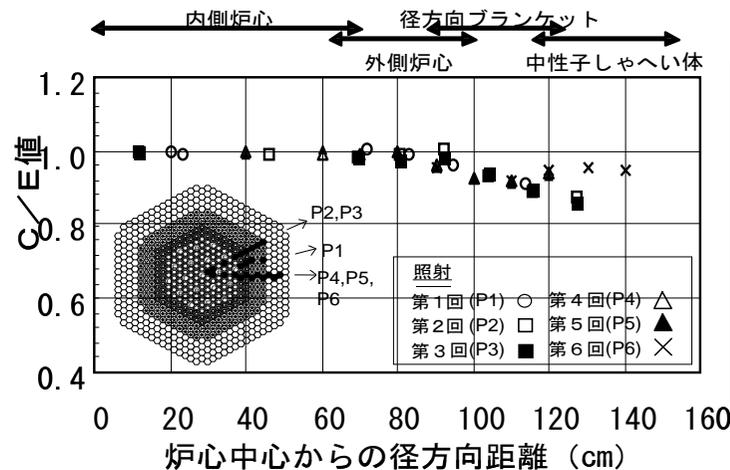
\*反応率は前回性能試験で測定

### 等温温度係数

- ・冷却材の温度を調整し炉心温度を変化
- ・測定温度範囲約190~300°C



$$\text{等温温度係数} = \frac{\text{反応度変化}}{\text{温度変化}}$$



[DIF3D, 70群, J3.2]

反応率比のC/E値:  
(炉心中心位置)

$\frac{U235(n,f)}{Pu239(n,f)}$	=0.98~0.99
$\frac{U238(n,\gamma)}{Pu239(n,f)}$	=1.00~1.02
$\frac{U238(n,f)}{Pu239(n,f)}$	=0.97~0.98

Pu-239核分裂率(規格値)のC/E値の炉心中心面上径方向分布  
(DIF3Dコード、Tri-Z、70群、JENDL-3.2)

# 1. 2) 性能試験

## 40%出力プラント確認試験の概要

目的	概要
<ul style="list-style-type: none"> <li>水・蒸気、タービン系統が長期保管状態にあったこと、かつ設備改造が行われたことを踏まえ、出力上昇試験(0%~100%出力)に先立ち、40%出力までの状態で、プラント全系統の機能確認・性能確認を実施する。</li> <li>水・蒸気タービン系を含めたプラント全系統の運転保守技術の一層の習熟を図る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>今後製造する新燃料を装荷した炉心で、40%出力までの運転状態での試験を実施する。</li> <li>核加熱による水・蒸気タービン系の動作試験を行いながらプラント出力を40%とし、プラント全系統の性能を確認するとともに、プラント起動・停止が確実にできることを確認する。</li> <li>水・蒸気タービン系を含めた全系統の起動・運転・停止を通じてプラント運転保守技術の習熟を行う。</li> <li>40%出力プラント確認試験の評価を行い、引き続いて行う出力上昇試験が実施できることを確認する。</li> </ul>

### (主な試験項目案)

項目	試験概要	試験データの活用・反映先	試験の状況・対象など
水・蒸気系起動バイパス系統制御特性確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>40%出力までの起動操作において運転される、水・蒸気系起動バイパス系統の各制御系の調整を行い、各制御系が動作する運転時期において安定な制御を行えることを確認する。</li> <li>プラント制御定数の調整に基づくプラント挙動データを取得する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>運転手順書の整備</li> <li>もんじゅ設計の妥当性評価</li> <li>解析コードの検証、高度化</li> <li>実用炉のための実機データの提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>H7性能試験の再試験</li> <li>H7性能試験結果に基づき実施した設備改造の妥当性を確認する。</li> </ul>
しゃへいプラグ温度評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラント出力運転時にしゃへいプラグ窒素ガス冷却系の冷却性能が適切であることを確認する。</li> <li>しゃへいプラグ及び炉心上部機構各部の温度を測定し、各部の温度が設計目標値範囲内であることを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>もんじゅ設計の妥当性評価</li> <li>運転手順書への反映</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>H7性能試験の再試験(40%出力)</li> <li>75%、100%出力で実施</li> </ul>
プラントトリップ試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>40%出力運転時において、復水器真空度低を模擬することにより、タービンのトリップからプラントトリップさせ、各プロセス量を測定し、プラントが安定して停止することを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>もんじゅ設計の妥当性評価</li> <li>解析コードの検証、高度化</li> <li>実用炉のための実機データの提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用前検査項目</li> <li>H7性能試験の再試験</li> <li>送電系統への影響を緩和する為、40%出力において実施する。</li> </ul>

# 1. 2) 性能試験

## 出力上昇試験の概要

目的	概要
<ul style="list-style-type: none"> <li>・本格運転に向けた出力上昇及び100%出力時におけるプラント性能を確認するための試験を行う。</li> <li>・水・蒸気タービン系を含めたプラント全系統の運転保守技術の一層の習熟を図る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・100%出力運転のための炉心構成を行い、臨界試験後、40%、75%、100%として炉心特性、プラント特性データを取得する。</li> <li>・プラント全系統の起動・運転・停止、過渡時の対応を通じてプラント運転保守技術の習熟を行う。</li> </ul>

### (主な試験項目案)

項目	試験概要	試験データの活用・反映先	試験の状況・対象など
温度ゆらぎ評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・温度、流量等の信号を測定し、プロセス量の応答や信号間の関係性を評価することにより、プラントの動特性やプラントが持つ微少なゆらぎ特性を把握する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プラント性能の評価</li> <li>・安定運転への寄与</li> <li>・異常診断手法開発への寄与</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・測定のための試験であり、各プラント出力で実施する。</li> </ul>
ナトリウム自然循環評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1次・2次主冷却系循環ポンプポニーモータの自動起動インターロックを阻止した状態で、模擬信号によって原子炉トリップさせ、自然循環力による循環モードとし、プラント規模での自然循環挙動データを取得する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・解析コードの検証、高度化</li> <li>・実用炉のための実機データの提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プラント系統への熱過渡による影響を極力少なくする為、40%出力状態において実施する。</li> </ul>
新型ナトリウム温度計特性評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・0~100%出力において、超音波温度計の実機特性評価を行う。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新型温度計設計の妥当性評価</li> <li>・実用炉のための実機データの提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全総点検指摘事項。</li> <li>・試験終了後も、耐久性評価の為、継続してデータを取得する。</li> </ul>
ナトリウム純度確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>・1次冷却系のナトリウム純度を測定し、不純物(酸素)濃度が基準値以内であることを確認する。</li> <li>・1次、2次、EVST系ナトリウム中のトリチウム濃度や、1次系ナトリウム中のFP, CP, U, Pu核種のバックグラウンド濃度データを取得する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不純物(酸素)濃度の実機データの提供</li> <li>・1次系等のバックグラウンド核種及びその濃度の実機データの提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・0%、40%、75%、100%の各出力段階でデータを取得する。</li> </ul>

# 1. 2) 性能試験(プラント特性試験)

## 系統運転特性試験:しゃへいプラグ温度評価

### 試験目的:

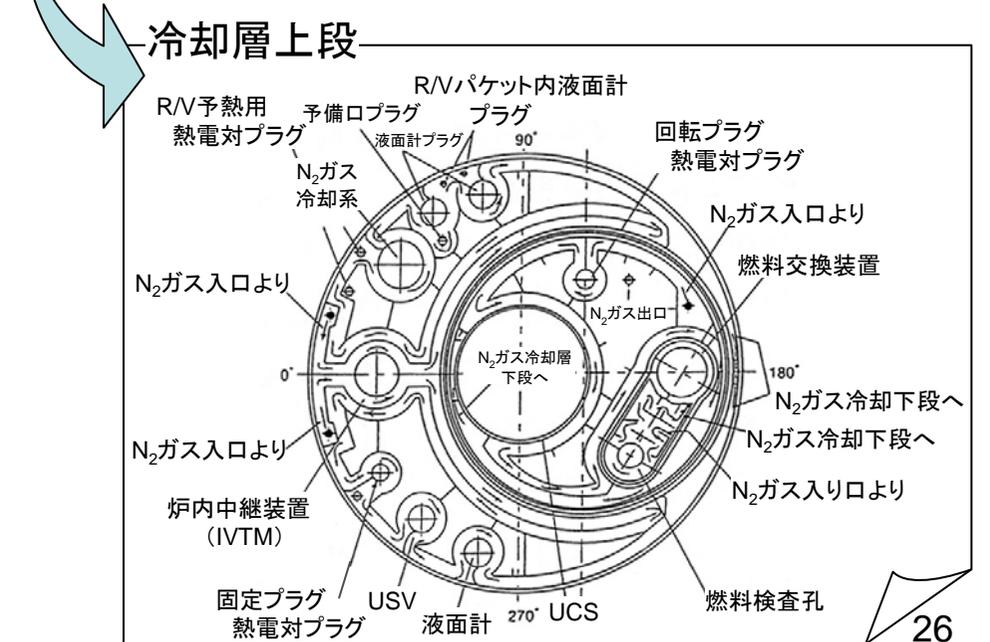
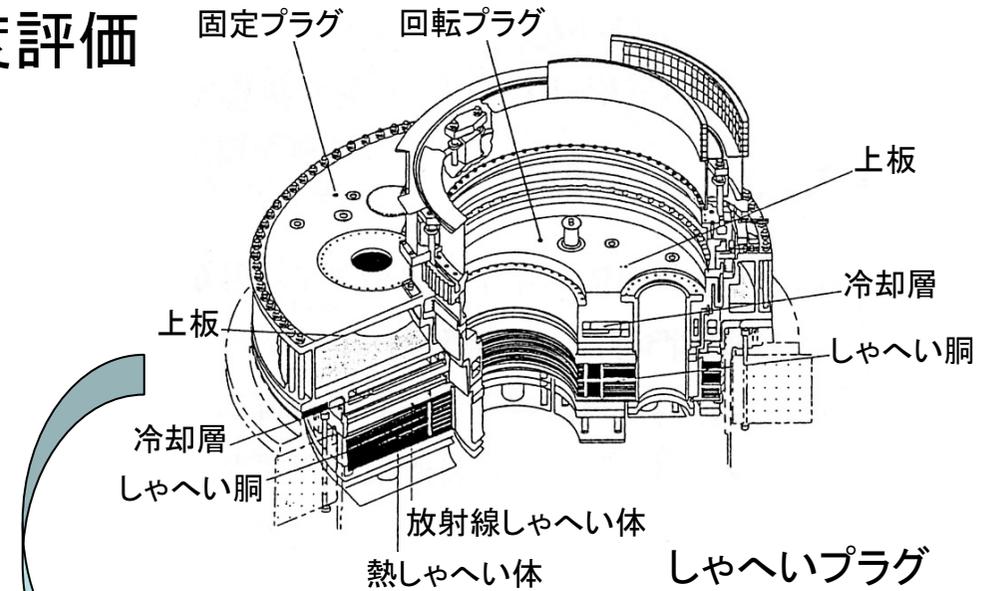
- ・運転中、しゃへいプラグの冷却を行うしゃへいプラグ窒素ガス冷却系の冷却性能が適切であることを確認する。
- ・しゃへいプラグ及び炉心上部機構各部の温度を測定し、設計目標範囲内であることを確認する。

### 試験方法:

- ・しゃへいプラグ及び炉心上部機構に設置された熱電対で継続的に温度を測定する。
- ・しゃへいプラグ、炉心上部機構の各部の温度及び窒素ガス冷却系の温度、流量を測定する。
- ・出力運転時(40%、100%)に、窒素ガス冷却系を停止し、しゃへいプラグ及び炉心上部機構の各部の温度上昇を測定する。

### 成果:

- ・しゃへいプラグ窒素ガス冷却系設計の妥当性の確認



# 1. 2) 性能試験(プラント特性試験)

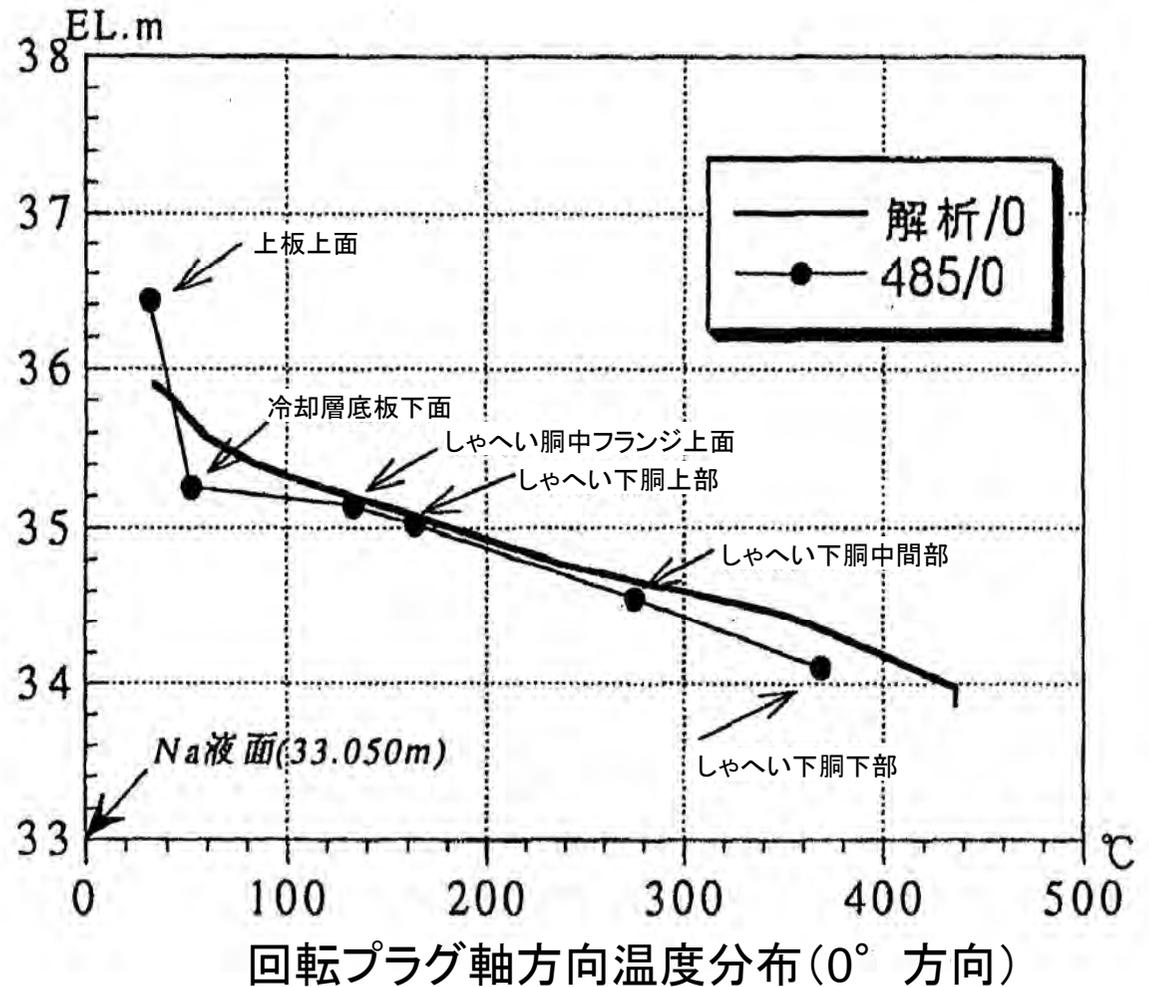
## 系統運転特性試験:しゃへいプラグ温度評価

これまでの成果

前回性能試験(40%出力)

- ・軸方向及び周方向の温度分布を測定
- ・しゃへいプラグ各部の温度が所定の温度範囲内であることを確認
- ・冷却系停止後、冷却系の再運転開始時間を確認

今後、性能試験で各出力段階におけるしゃへいプラグ窒素ガス冷却系の冷却能力が適切であることを確認する。



## 1. 2) 性能試験(出力上昇試験)

### 計測制御特性試験: 温度ゆらぎ評価

試験目的:

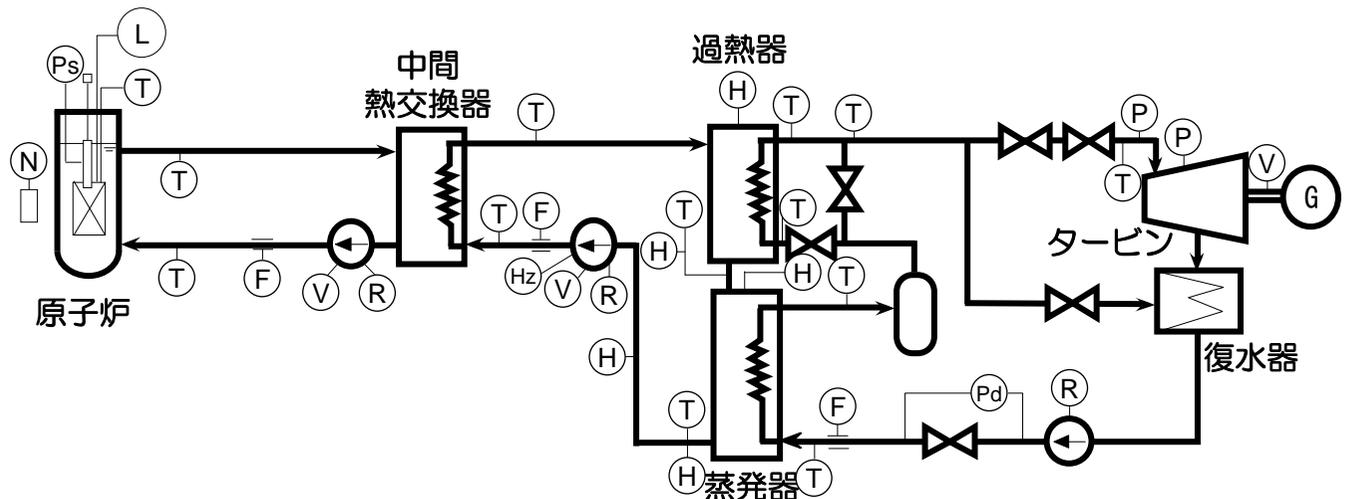
温度、流量等の信号を測定し、信号間の関係性を評価することにより、プラントが持つ微小なゆらぎ等の特性を把握する。

試験方法:

・各出力段階において、1次主冷却系、2次主冷却系及び水・蒸気系の温度、流量、圧力、等のプロセス信号を測定する。

成果:

・もんじゅプラントの特性を確認する。



F: 流量 L: 液位 P: 圧力 V: 振動 Ps: 位置  
T: 温度 N: 中性子束 R: 回転数 H: 水素濃度 Pd: 差圧

## 1. 2) 性能試験(出力上昇試験)

### 計測制御特性試験: 温度ゆらぎ評価

- これまでの成果
  - 前回性能試験(40%出力)で
  - プラントでの微少なゆらぎ特性の把握。
  - 信号伝達経路の推定。
  - 励振源の推定。

例) 制御棒振動  
 1次系主流量制御系  
 給水流量制御系  
 原子炉容器Na液位

#### 今後の計画

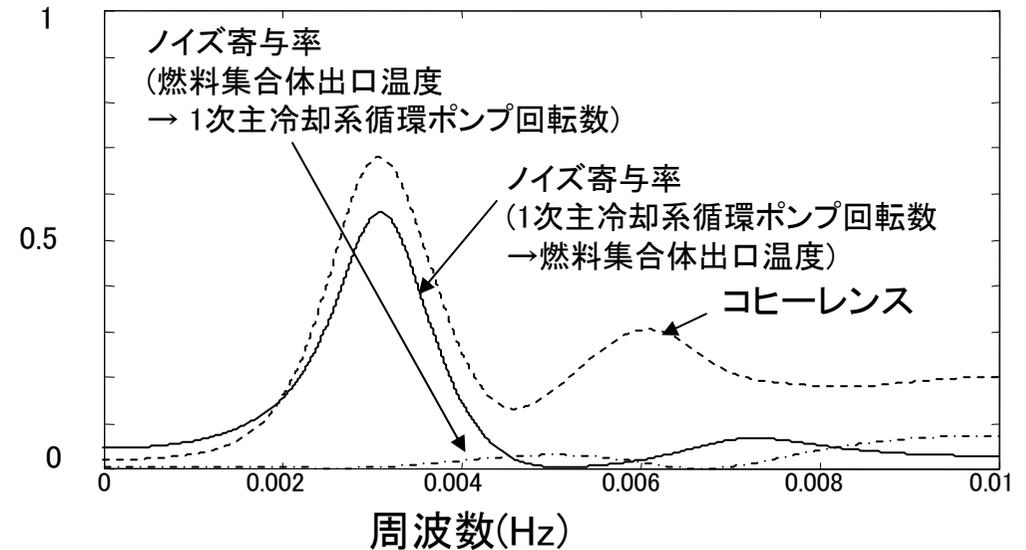
性能試験の各出力段階における特性を確認

1次主流量制御系、給水流量制御系の定期的な特性変化の確認

→ 設備健全性の確認

原子炉出口Na温度等のゆらぎ特性変化の測定 → プラント特性変化の把握

### 結果の例: 信号伝達経路解析



ノイズ寄与率を求め、その結果から、1次主冷却系循環ポンプ回転数信号から燃料集合体出口温度信号へ伝達していることを推定

このような伝達経路を評価して、プラントの持つ微少な励振源を推定

## 1. 2) 性能試験(プラント特性試験)

### 異常時模擬特性試験:プラントトリップ試験

試験目的:

仮にプラントでトラブルが発生しても、原子炉が自動的に停止し、プラント全体が安全に停止することを確認する。

試験方法:

40%出力運転時において、復水器真空度低を模擬することにより、タービンのトリップからプラントトリップさせ、各プロセス量を測定する。

成果:

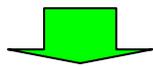
- ・もんじゅ設計の妥当性評価
- ・解析コードの検証、高度化のための実機データ収集

# 1. 2) 性能試験(プラント特性試験)

## 異常時模擬特性試験: プラントトリップ試験

### これまでの成果

前回性能試験(40%出力)で、原子炉トリップ後の炉心出口温度分布及びその変化を測定。



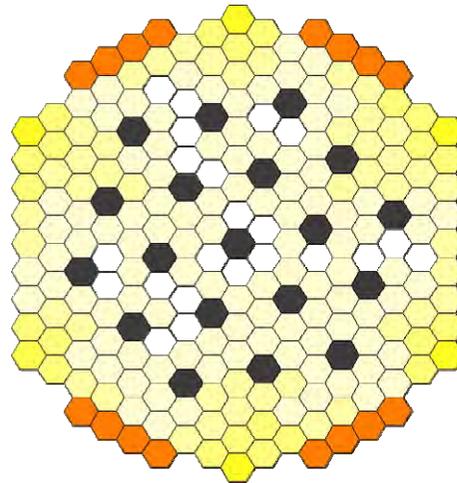
今後、その他の異常時模擬試験のデータを蓄積した上で、

① 運転時の集合体出口温度(最高、最低、平均)を把握する。

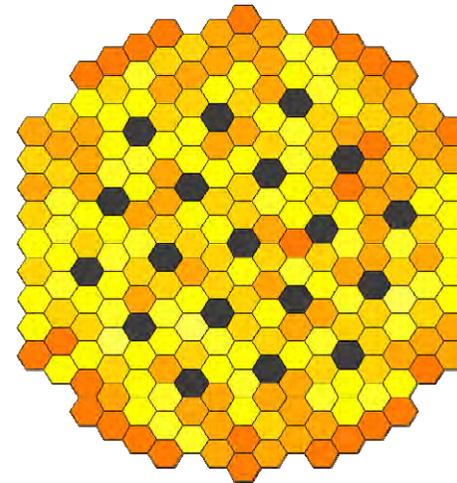
以降、原型炉技術評価として、以下を実施する。

② 炉心熱流動解析コードの検証する。

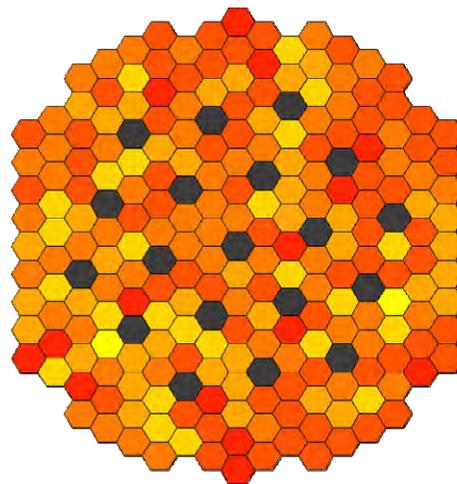
③ 炉心出口温度分布を強制循環時と自然循環時で比較し、その結果から炉心の冷却材流量の再配分効果、半径方向の熱移行効果を評価する。



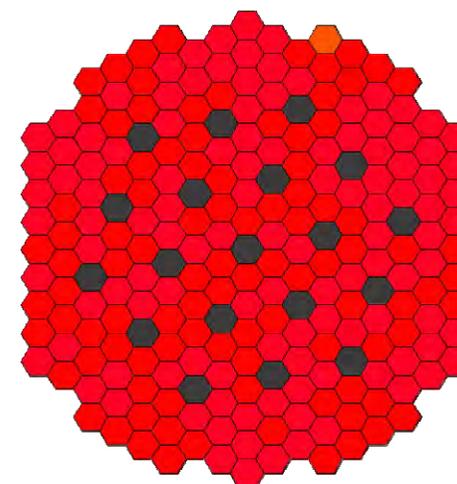
トリップ前



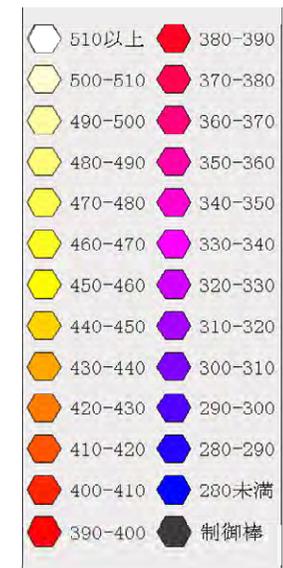
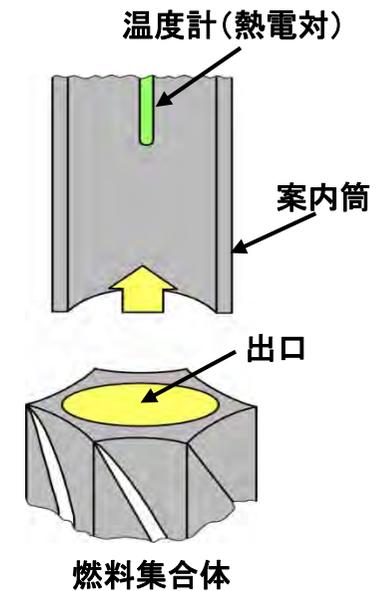
トリップ16秒後



トリップ24秒後



トリップ100秒後



# 1. 2) 性能試験(プラント特性試験)

## 化学分析評価試験: ナトリウム純度確認

試験目的:

1次主冷却系ナトリウム中の不純物濃度(酸素濃度)を測定し、この濃度から燃料被ふく管の外面腐食量を評価し、設計範囲内であることを確認する。

同時に、他系統のナトリウム中の不純物濃度(酸素濃度)を測定し、長期的な傾向を把握する。

試験方法:

各出力段階でのNaサンプリング・分析の実施

成果:

プラント設計の妥当性の確認

- これまでの成果  
前回性能試験 ナトリウム中酸素分析結果(～40%出力)
- 今後、性能試験で各出力段階におけるナトリウム純度を  
確認

