

高速増殖炉研究開発センター—高速増殖原型炉もんじゅ 初装荷燃料の変更計画について

平成18年8月31日

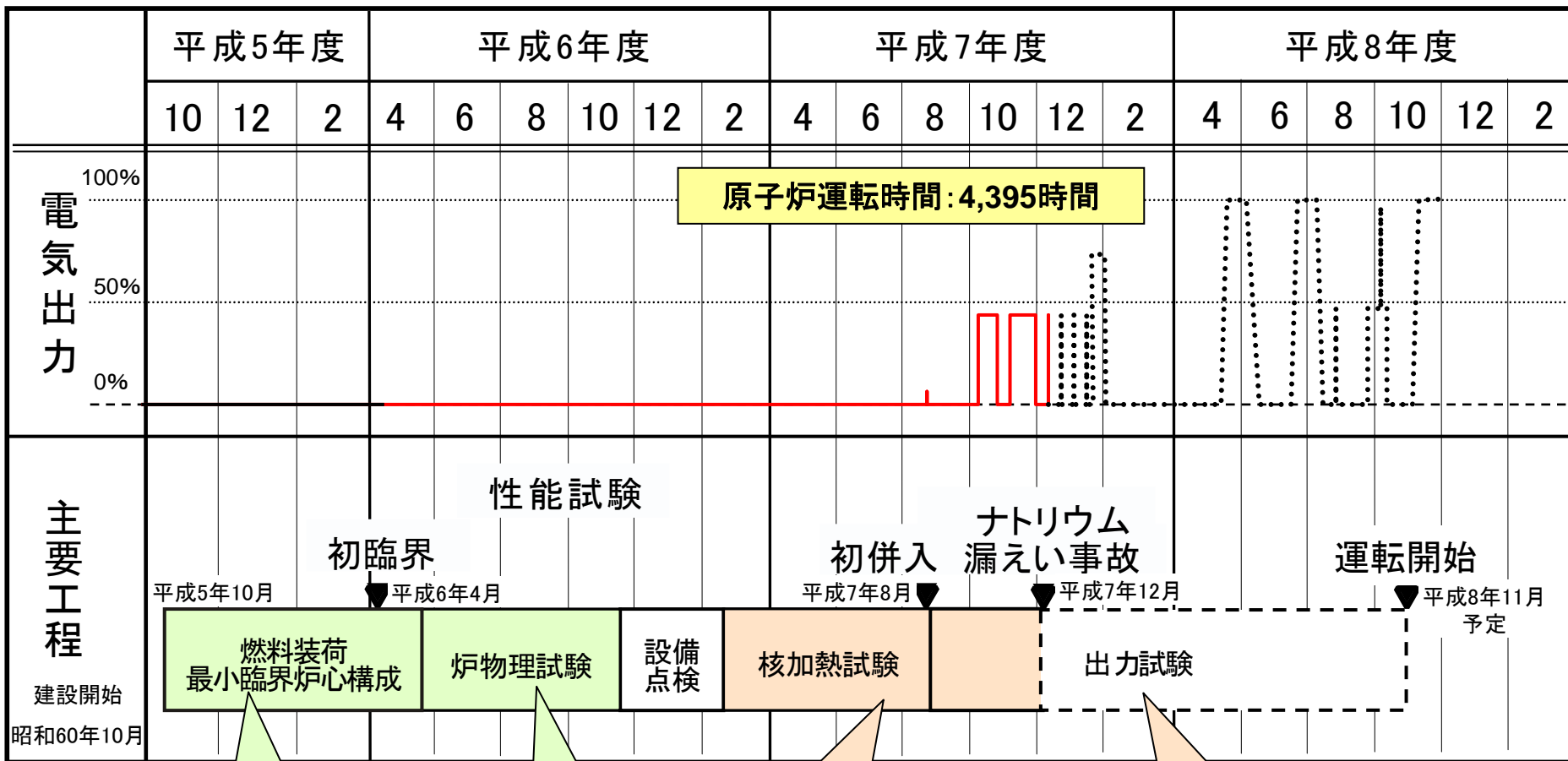
独立行政法人 日本原子力研究開発機構



(も く じ)

1. 「もんじゅ」の運転実績
2. 「もんじゅ」燃料の状態
 - 2.1 「もんじゅ」の炉心
 - 2.2 長期保管燃料の利用について
 - 2.3 性能試験を踏まえた燃料取替計画と性能試験工程(案)
3. 原子炉設置変更許可申請の内容と理由
4. 燃料体に係る変更前後の比較
5. 初装荷燃料及び炉心の安全性
6. まとめ

1. 「もんじゅ」の運転実績



最小臨界炉心を構成し、最小臨界炉心特性を評価する。その後、初期炉心を構成する。

- ・燃料装荷試験
- ・初臨界確認試験 等

初期炉心構成完了後、反応度係数特性評価や遮へい評価、出力分布評価等を実施する。

- ・温度係数評価
- ・出力分布評価 等

核加熱による系統昇温を行い、水蒸気系設備の調整を行って、電力系統への初併入を行う。

- ・起動バイパス系統特性確認
- ・主蒸気圧力制御系特性確認 等

40%,75%及び定格電気出力において、プラント系統の運転特性・過渡特性等の性能確認を行う。

- ・出力変更試験
- ・プラントトリップ試験 等

2. 「もんじゅ」燃料の状態

- 「もんじゅ」は、平成7年の運転中断後、10年を超えて停止状態にある。
- 炉心に装荷されている燃料は、核分裂性のプルトニウム241 (241Pu) が核分裂性でないアメリシウム241 (241Am) に自然崩壊 (半減期: 約14年) しており、燃料中に含まれる核分裂性物質の量が減少している。
- 炉心燃料については、反応度が低下しており、性能試験を実施するためには燃料取替が必要となる。

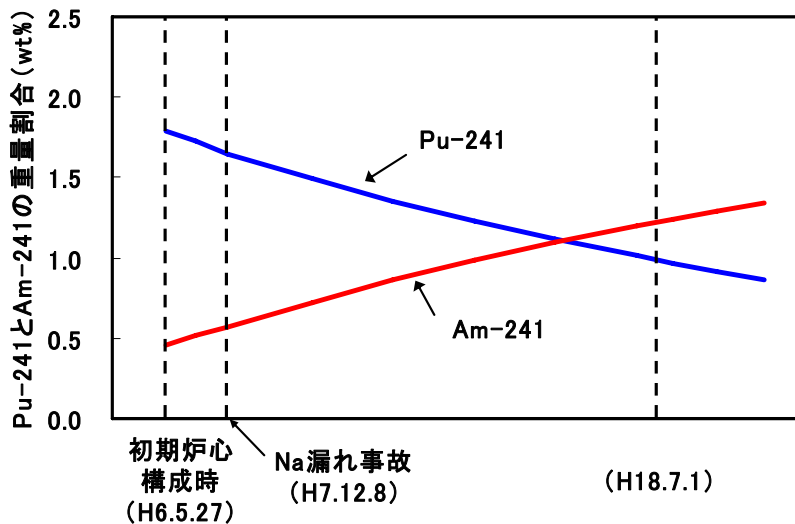


図1 Pu-241とAm-241の重量割合

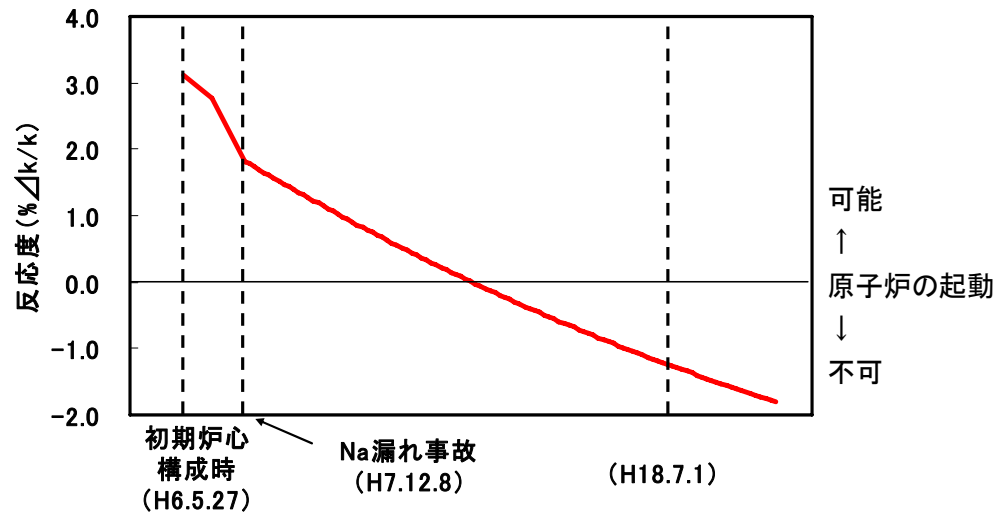
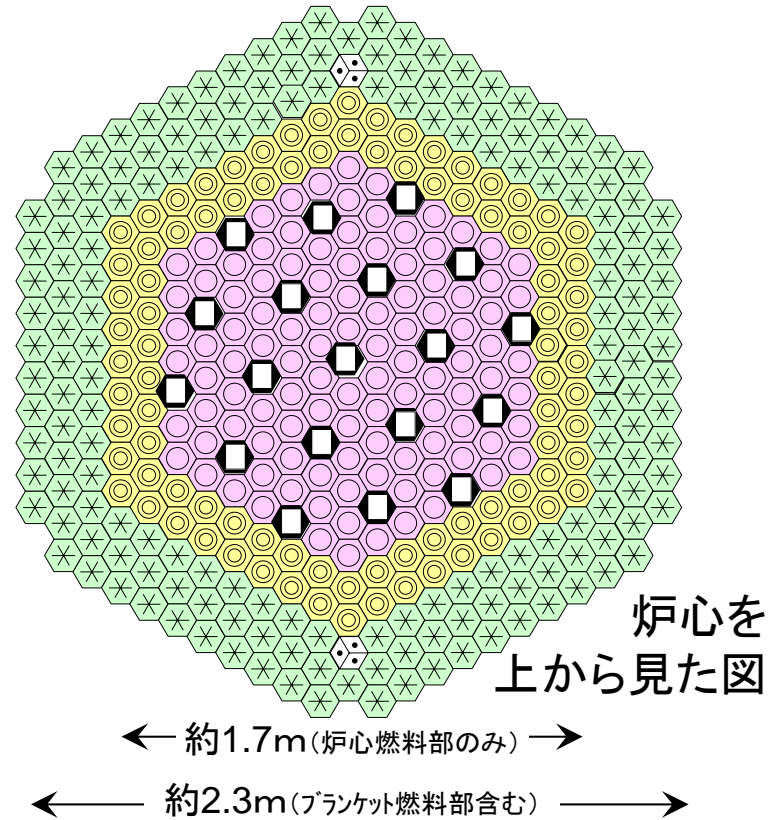
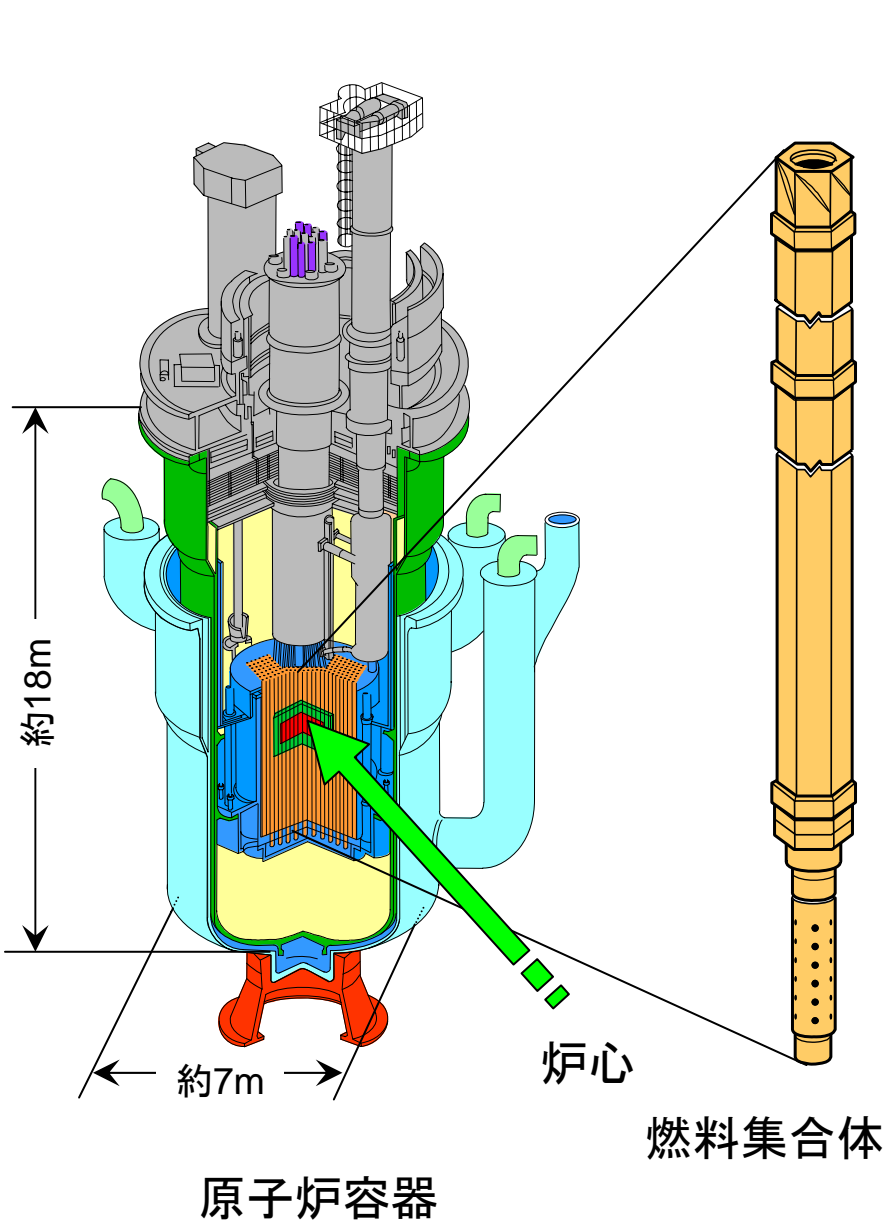


図2 炉心の反応度 (180°C)

2.1 「もんじゅ」炉心



炉心構成要素		記号	数量	核分裂性Pu 富化度
炉心燃料集合体	内側		108	約15wt%
	外側		90	約20wt%
ブランケット燃料集合体			172	(劣化ウラン)
制御棒集合体			19	-

➤ 燃料の保管状態

(1) 現在の炉心に装荷されている炉心燃料集合体 (初装荷燃料: 198体)

→ 平成7年の性能試験後、長期間に亘り、原子炉容器の1次ナトリウム中に装荷。照射履歴を有しているが燃焼が進んでいない。

(2) 本格運転以降に使用する予定で保管している炉心燃料集合体

(取替燃料: 80体*、初装荷燃料の予備体: 2体)

→ 製造(平成3年~8年)後、長期間に亘り、ナトリウム中又は大気中で保管状態。

→ 取替燃料は、(1)の初装荷燃料より核分裂性Pu富化度が高い。照射しておらず燃焼していない。

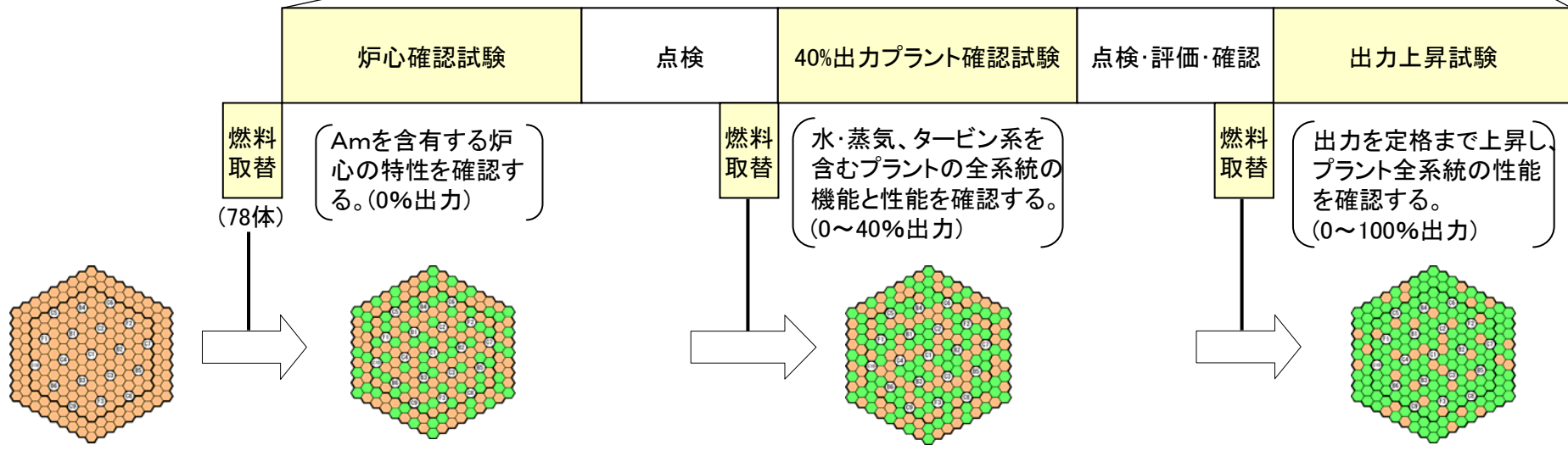
(*: 予備体2体を含む)

➤ 燃料の利用

運転再開に向けた燃料取替に際しては、燃料の健全性を確認した上で、上記(1)の一部と(2)の長期保管燃料を利用する。

JAEA 2.3 性能試験を踏まえた燃料取替計画と性能試験工程(案)

	17年度	18年度 (2006)	19年度 (2007)	20年度 (2008)	21年度 (2009)	22年度 (2010)
工程	改造工事					
		工事確認試験	プラント確認試験			
		事前了解願い				
		安全審査		性能試験 (約2年半)		



● : 炉内装荷状態の保管燃料 ● : 製造済の保管している取替燃料、新たに製造する燃料

注) 燃料交換体数及び燃料配置は例示である。

○変更する施設名及び変更内容

炉心燃料集合体

現在の炉心に装荷されている燃料の他に、本格運転以降に使用する予定で許可を受け、保管している取替燃料等を初装荷燃料として使用する。このため、設置許可申請書の記載を変更する。

○変更理由

平成7年のナトリウム漏えい事故による長期停止に伴い、原子炉に装荷されている燃料中に含まれる核分裂性プルトニウムの一部が自然崩壊により減少している。このため、炉心の反応度が低下しており、性能試験を実施するためには燃料の取替えが必要である。

4. 燃料体に係る変更前後の比較

- ・現在の炉心に装荷されている初装荷燃料 \longrightarrow 初装荷燃料Ⅰ型
- ・本格運転以降に使用する予定で保管している取替燃料 \longrightarrow 初装荷燃料Ⅱ型
- ・新たに製造する燃料 \longrightarrow 初装荷燃料Ⅲ型

変更前		変更後	
初装荷燃料 (内側炉心／外側炉心／平均)	約 15/20/17wt%	初装荷燃料Ⅰ型	約15／20／17wt% ^(*1) 以下
		初装荷燃料Ⅱ型	約16／21／18wt% ^(*1) 以下
		初装荷燃料Ⅲ型	約16／21／18wt% ^(*1)
取替燃料 (内側炉心／外側炉心／平均)	約 16/21/18 wt%	同左	

(* 1) 基準となるプルトニウム組成の場合

核分裂性プルトニウム富化度

$$\left[\frac{\text{核分裂性プルトニウム}}{\text{プルトニウム及び劣化ウラン}} \right] \Rightarrow \left[\frac{\text{核分裂性プルトニウム}}{\text{プルトニウム、アメリシウム241及びウラン}^{(*2)}} \right]$$

(* 2) ウラン： 劣化ウラン又は回収ウラン

5. 初装荷燃料及び炉心の安全性

初装荷燃料 I 型及び II 型については、10年を越えてナトリウム中、あるいは大気中に保管された状態にあるため、長期保管による経年的影響の観点から健全性評価を実施するとともに、最大約 3wt%のAmを含有する燃料の融点、熱伝導度などの物性値に対するAm含有の影響について確認する。

燃料取替をした炉心については、核設計、熱流力設計、動特性について制限値等を満足するように設計するとともに、周辺環境への影響に問題がないことを確認する。

6. まとめ

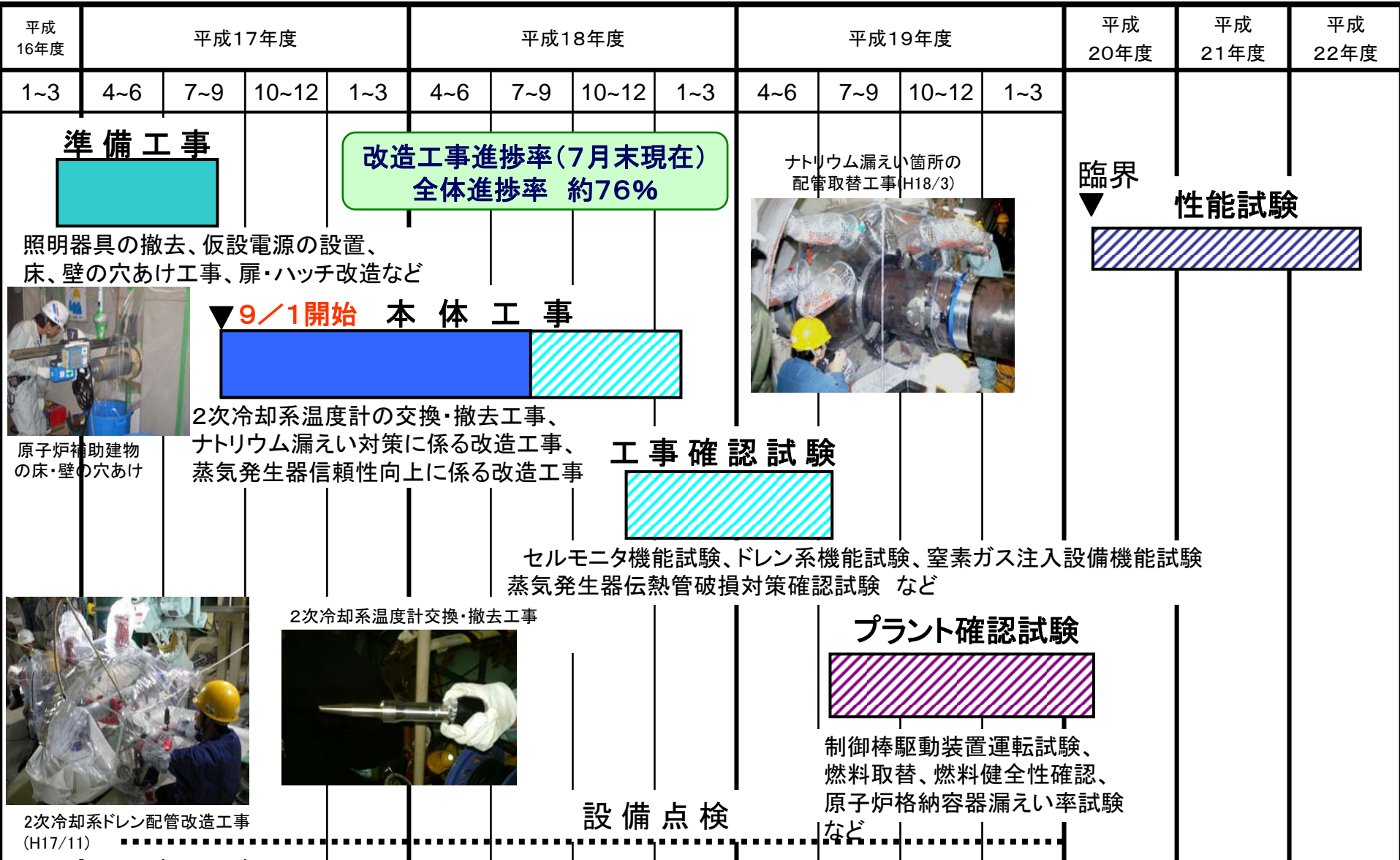
- 長期停止に伴って炉心反応度が低下しているため、原子炉を起動して性能試験を行うためには燃料取替が必要である。
- 取替用として製造済の燃料と新たに製造する燃料を使用するが、現在炉心にある燃料と合わせて初装荷燃料（Ⅰ～Ⅲ型）として位置づける。
- これらの燃料を使用した場合も、これまでと同様に十分な安全性を確保する。
- このような変更計画について、国の安全審査を受けるとともに、地元のご理解を得られるよう進めてまいりたい。



(参 考)

1. 「もんじゅ」の近況と今後の計画
2. 性能試験計画
 2. 1 性能試験項目
 2. 2 性能試験の概要
3. 性能試験計画の策定と原子炉設置変更許可申請

1. 「もんじゅ」の近況と今後の計画

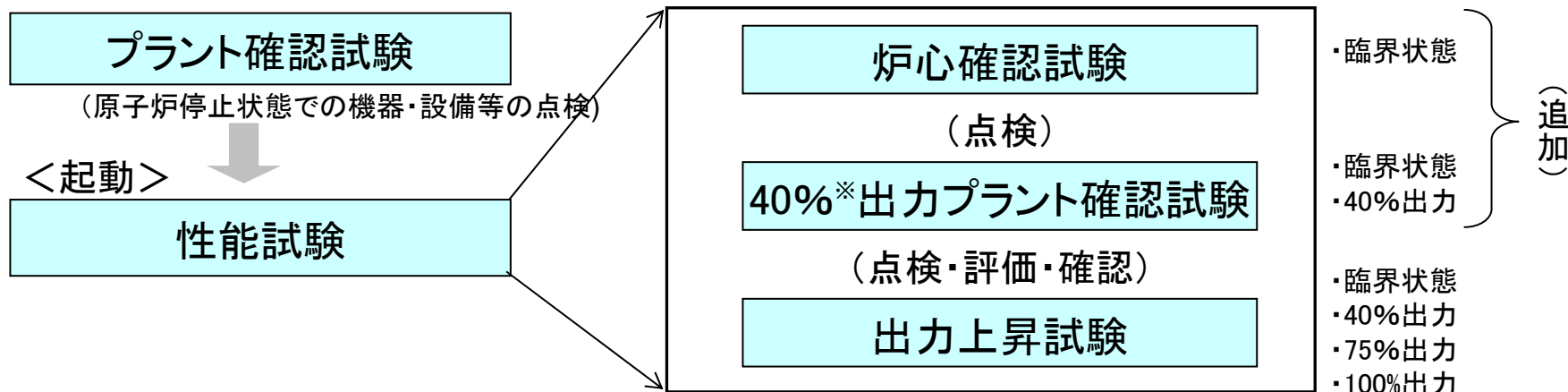


2. 性能試験計画

<性能試験計画の基本方針>

- (1) 安全を最優先として、リスクを小さくしながら、成果を確実に得る性能試験計画とする。
- (2) 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、従来の性能試験計画に、臨界状態での炉心確認試験及び水・蒸気系統・タービン系統の起動・運転確認ができる40%出力運転状態でのプラント確認試験を追加する。
- (3) 追加した試験結果に基づく評価・確認を行った上で、出力上昇試験を実施する。
- (4) 慎重な試験実施を通じて、プラント全系統の運転保守技術の一層の習熟を図る。
- (5) 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。

長期プラント停止に伴い、核分裂性プルトニウムの一部が壊変によりアメリシウム(Am)に変わり減少している。このため、炉心の反応度が低下しており、性能試験を実施するため燃料取替えが必要である。



2.1 性能試験項目

○ 「もんじゅ」の特徴と役割を考慮した上で、軽水炉の使用前検査も参考とし、以下の要求項目毎に整理し、試験項目を選定。

- (1) 法令に沿った性能確認 …… 例) 過剰反応度測定試験*、 (*H5～H7年の性能試験で一部実績あり)
(試験項目数:約20) 出力係数測定試験*、負荷試験(定格出力連続運転確認試験)
- (2) 自主的な検査としてプラント系統設備の機能、性能の確認
(試験項目数:約60) …… 例) 核出力校正確認*、制御棒価値確認*、空間線量当量率確認*、
原子炉出力制御系特性確認*
- (3) 設計の妥当性評価、設計裕度評価等を通じたFBRプラント設計技術の妥当性検証
(試験項目数:約30) …… 例) 増殖比評価*、ナトリウム自然循環評価、
原子炉まわり遮へい評価*、原子炉容器上部プレナム温度評価
- (4) 「もんじゅ」対象の関連研究開発(機器、コード開発等)の総括
(試験項目数:約10) …… 例) 蒸気発生器伝熱管模擬水漏えい時特性評価、
プラントトリップ時特性評価*、放射性物質挙動評価
- (5) 実用化研究開発への実機データ提供、先進技術開発へのデータ反映
(試験項目数:約10) …… 例) 蒸気発生器音響法評価、新型ナトリウム温度計特性評価

炉心確認試験

目的	概要
<ul style="list-style-type: none"> ・長期停止したプラントの炉心状態確認を行う。 ・Pu壊変によるAmを含む炉心の物理データを取得し、MA(マイナーアクチニド)燃焼研究開発に活用する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉を停止状態から臨界状態までの起動・停止試験 ・制御棒価値、過剰反応度、温度係数、しゃへい性能測定試験等 <p style="text-align: right;">【試験項目:約30】</p>

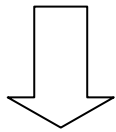
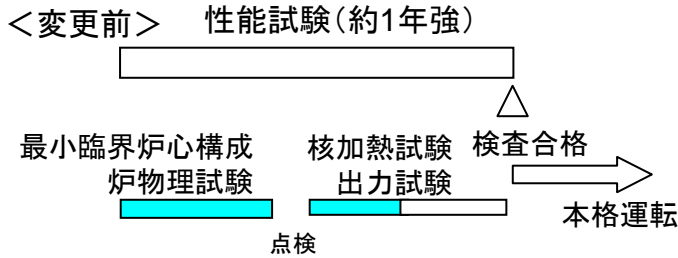
40%出力プラント確認試験

目的	概要
<ul style="list-style-type: none"> ・水・蒸気系統、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、水・蒸気系統、タービン系統に蒸気を流し、プラント全系統の機能確認・性能確認を実施する。 ・原子炉起動手順に沿って慎重に段階毎に機能と性能の確認を行う。 ・水・蒸気系統、タービン系統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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・40%出力までの原子炉起動、出力上昇・下降、運転、過渡応答、停止の操作及び状態確認の試験 ・核加熱の蒸気による水・蒸気系統、タービン系統、発電機の機能と性能の確認試験 ・ポンプ特性試験、配管熱変位測定等の機器系統の性能確認試験 ・各系統及びプラント全系の制御系の調整確認試験 ・40%出力までの炉心特性試験、しゃへい測定試験 ・放射線、化学等の性能試験 <p style="text-align: right;">【試験項目:約80】</p>

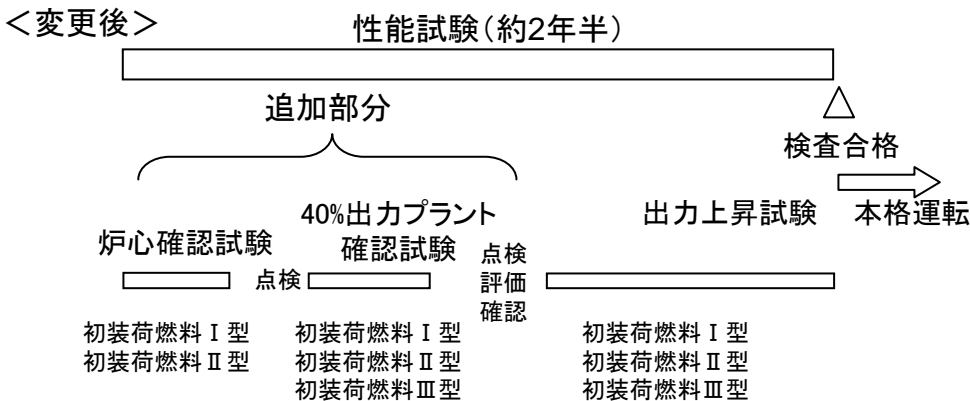
出力上昇試験

目的	概要
<ul style="list-style-type: none"> ・定格運転に向け出力上昇時及び100%出力時におけるプラント全系統の性能を確認する。 ・水・蒸気系統、タービン系統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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・臨界試験、40%、75%、100%出力状態でプラント全系統の起動、出力上昇・下降、運転、過渡応答、制御系調整、炉心特性、しゃへい特性、放射線、化学等の性能試験 ・定格出力試験(負荷検査) <p style="text-align: right;">【試験項目:約100】</p>

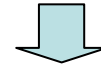
性能試験計画の策定



長期停止した「もんじゅ」の性能試験を安全優先で慎重に立ち上げる(3段階の性能試験)



性能試験計画に基づき燃料取替計画を策定



原子炉設置変更許可申請

○初装荷燃料の変更

燃料の種類

核分裂性Pu富化度

(内側炉心/外側炉心/平均)

初装荷燃料Ⅰ型:約15/20/17w%以下

(現在の炉心に装荷されている燃料)

初装荷燃料Ⅱ型:約16/21/18w%以下

(本格運転以降に使用する予定で保管の燃料)

初装荷燃料Ⅲ型:約16/21/18w%

(新たに製造する燃料)

○併せて変更するもの

・回収ウランの追加、中性子源集合体の取り出し

安全性を確認する項目

○長期保管燃料の健全性

○Amの影響

○燃料取替をした炉心の安全性

○周辺環境への影響(改訂指針の反映含む)