

高速増殖原型炉「もんじゅ」の状況

平成29年2月2日

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
理事 青砥 紀身

原子力発電所に関する新規制基準の策定、日仏間での高速炉開発協力の開始等、最新的情勢変化を踏まえて、今後の高速炉開発の進め方について検討するため設置（第5回原子力関係閣僚会議：9/21）

メンバー

経済産業大臣	世耕 弘成
文部科学大臣	松野 博一
JAEA理事長	児玉 敏雄
電気事業連合会会長	勝野 哲
三菱重工業代表取締役社長	宮永 俊一

第1回（10/7） 高速炉開発の意義と国際動向
高速炉開発のこれまでの経緯と教訓

第2回（10/27） 高速炉開発の段階毎に得るべき知見
今後の高速炉開発に当たっての考え方

第3回（11/30） 実証炉開発に向けた今後の取組
「高速炉開発の方針」の骨子（案）

第4回（12/19） 「高速炉開発の方針」

「高速炉開発の方針」

1. 新たに掲げる目標

世界最高レベルの技術基盤の維持・発展を図りつつ、**高い安全性と経済性を同時に達成**する高速炉を開発し、将来的な実用化を図り、もって**国際標準化に向けたリーダーシップ**を最大限に発揮する。

2. 高速炉開発の4原則

「国内資産の活用」、「世界最先端の知見の吸収」、「コスト効率性の追求」、「責任体制の確立」の4原則に沿って対応。

3. 「ロードマップ」策定による開発工程の具体化

● **「戦略ワーキンググループ」を設置**し、今後10年程度の開発作業を特定する**「戦略ロードマップ（仮称）」**の策定作業を2017年初頭より開始、**2018年を目途に策定する**ことを目指す。

● 高速炉特有の技術課題の解決に向けて、

- ①海外炉の運転データの蓄積、②「常陽」による照射試験等の実施、③ナトリウム試験施設の活用等により、**「もんじゅ」を再開した場合と同様の知見獲得を図る。**
- 国際協力が国内プロジェクトと相乗効果を生み出すよう開発を進める。（日仏ASTRID協力等）

4. 開発体制の確立

「戦略ワーキンググループ」の下、「国際協力」、「常陽」、「もんじゅ」、「国内施設」を担う各チームとこれらを束ねる「総括チーム」を組織。

① 高速炉開発の方針

⇒高速炉開発会議で取りまとめられた「高速炉開発の方針」を決定

② 「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針

<基本的な考え方>

- **「もんじゅ」は**運転再開せず、**廃止措置に移行**するが、あわせて「もんじゅ」の持つ機能を出来る限り活用し、今後の高速炉研究開発における新たな役割を担うよう位置付ける。

<安全かつ着実な廃止措置の実施>

- **新たな「もんじゅ」廃止措置体制を構築**することとし、①政府一体となった指導・監督、②第三者による技術的評価等を受け、③国内外の英知を結集した体制を整えた上で、**原子力機構が安全かつ着実に廃止措置を実施**する。
- **使用済燃料の取り出しまでに約5年半**、その後所要の準備期間を経た後、施設の廃止措置を行う。

<今後の「もんじゅ」の位置付け>

- 廃止措置中においても、ナトリウム取扱い技術の高度化、ナトリウム炉の解体技術等、我が国が**大規模な実機を用いて高速炉開発で必要となる技術・知見を蓄積することが出来る唯一の施設**。
- 「もんじゅ」を含む周辺地域を、我が国の**高速炉研究開発の中核的拠点の1つとして位置付け、「もんじゅ」を活用**し、高速炉の実用化に向けた技術開発等を実施する。
- 更に、**将来的には「もんじゅ」サイトを活用し、新たな試験研究炉を設置**することで、我が国の今後の原子力研究や人材育成を支える基盤となる中核的拠点となるよう位置づける。

③ 「もんじゅ」廃止措置方針決定後の立地自治体との関係について

⇒ 必要な地域振興策等に政府として取り組むことを決定

文部科学大臣指示（12月21日）

もんじゅの取扱いに関する政府方針の決定を受けて、

- ①廃止措置に関する基本的な計画の策定、②廃止措置における体制の整備、③安全上のリスク減少に向けた燃料の取り出し作業、④新たな拠点化構想への対応、⑤地元経済及び地元理解への対応等、適切に取組を実施するよう指示

高速炉サイクルの研究開発に関する運営方針と対応（機構の機関決定）

（1）もんじゅ廃止措置の安全かつ着実な実施

- 平成29年4月を目途に廃止措置に関する基本的な計画を策定する。その際、安全上のリスクを低減する観点から、炉内の燃料については、廃止措置に関する基本的な計画策定から約5年半で取出しを終了することを目指す。
- 国内外の英知を結集して廃止措置を進めるための体制・組織を構築し、保安規定改正と合わせた早々の体制整備を目指す。

（2）高速炉サイクル実用化に向けた研究開発の推進と新たな拠点化構想への対応

- 高速炉サイクル開発に関する戦略ロードマップ作成について機構が蓄積する技術的知見を基に積極的に貢献する。
- 高速炉研究開発部門の組織の再編を行うとともに、常陽及びプルトニウム燃料第三開発室の早期運転再開を目指す。
- もんじゅの利活用方策及びナトリウム工学研究施設における研究開発計画を検討し、上記ロードマップに反映する。

（3）地元経済等との対応

- もんじゅサイトを活用した新たな原子力研究・人材育成を実施、廃止措置技術開発等における産学官連携活動の強化を行う。

（4）地元理解への対応等

- 原子力規制委員会の適切な規制の下、安全確保を第一とし、地元をはじめとした国民の理解を得られるよう取り組む。

もんじゅの廃止措置への対応について

<基本的な考え方>

- 全ての燃料体を炉心及び炉外燃料貯蔵槽から使用済燃料貯蔵槽（水槽）に搬出する工程を速やかに実施して、廃止措置におけるリスク低減を図る。
- 供用状態にある発電用原子炉施設に要求される技術上の基準の全部をそのまま適用することは合理的ではないことから、廃止措置の実施状況等におけるリスクに応じた規制を行う。
- 既存の機器・設備等について技術上の基準によらない場合であっても、廃止措置におけるリスクを迅速に低減するため必要な限りにおいて廃止措置中の規制を合理的に行う。

<もんじゅの廃止措置における保安の確保のための措置>

- 政府方針において「廃止措置に移行」することが決定されたため、保安措置命令及び保安規定の変更命令は、その発出の前提（出力運転に向けた使用前検査の実施）が失われたことから、効力を失ったものと認める。
- 原子力規制委員会に設置する「もんじゅ廃止措置安全監視チーム」において、もんじゅ廃止措置に係る取組状況等、廃止措置計画の認可に係る保安規定変更の内容その他保安上の措置の実施状況を確認する。
- 廃止措置計画の最初の認可においては、廃止措置に係る全体計画及び保守管理体制及び品質保証体制の整備等について、重点的かつ優先的に確認して早期に認可を行うこととし、廃止措置段階へ速やかに移行させる。具体的な廃止措置の工程については、その認可後に同計画に係る変更認可の申請を受けて確認していく。

廃止措置の準備体制

- 平成29年4月を目処にもんじゅの廃止措置に関する基本的な計画の策定が求められており、もんじゅの廃止措置への移行に関し、関係機関との的確な対応が必要になっている。
- このため、理事長達による特命の実行部隊として、「もんじゅ廃止措置準備タスクフォース」を設置（平成29年2月3日付）し、もんじゅの廃止措置に関する基本的な計画を速やかに策定する。

もんじゅ廃止措置準備タスクフォース

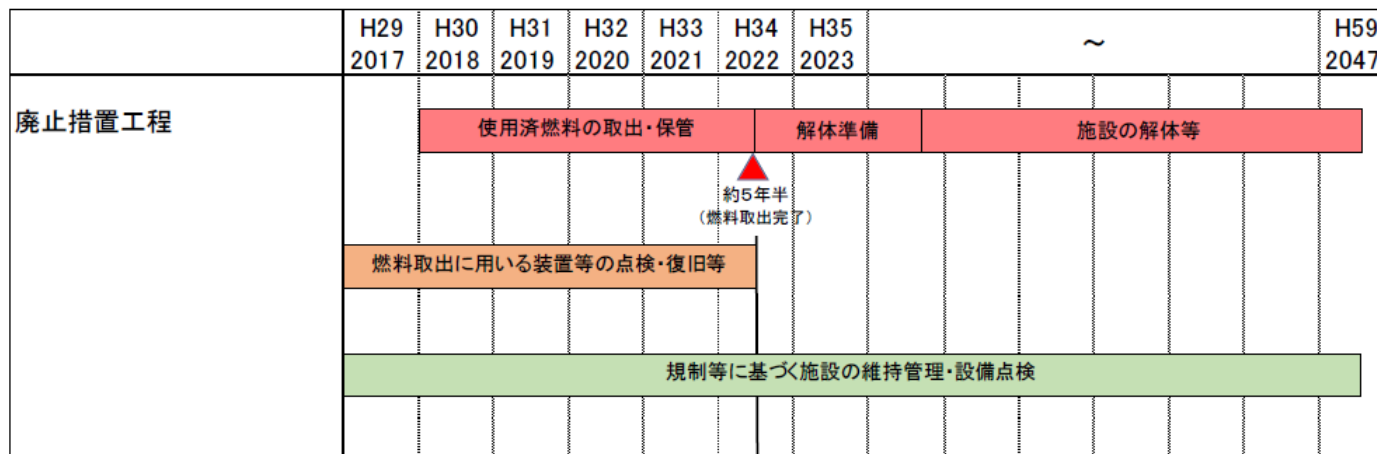
- ① もんじゅの廃止措置に関する基本的な計画の策定に係る業務の総合調整
- ② もんじゅの廃止措置に係る関係機関等との調整 等

<廃止措置に関する基本的な計画の検討チーム>

渉外チーム	: 規制庁、文科省、電力、メーカ等の対外説明・調整
総括チーム	: 総括・調整、基本計画の取り纏め
プラントチーム	: 燃料取出し期間の合理的プラント運用方針の検討
規定・文書チーム	: 燃料取出しに向けた保安規定・QMS文書の改正案の検討
保全方針チーム	: 燃料取出し期間の保全方針の検討
燃取チーム	: 燃料取出し計画の検討
廃棄物チーム	: 固体廃棄物処理系設備の更新計画の検討
解体計画チーム	: 廃止措置計画（全体）の取り纏め
リスク評価チーム	: リスク低減を考慮した燃料取出しに係るプラント状態の考え方の検討及び安全評価

廃止措置に係る工程の考え方

- 政府方針によると、全体の廃止措置工程を以下の3つの期間に区分し、廃止措置を段階的に進めるものとされている。
(今後は、海外の事例も含めて検討していく必要がある。)
- 廃止措置の初期において燃料取出しに加えて、2次系のナトリウムをドレンした場合には、早期にリスクを低下させることができる。また、Na系機器の付着ナトリウムを安定化することにより、段階的に高速炉特有のリスクを低減することができる。



※ 政府方針(「もんじゅ」の取扱いに関する政府方針)
(平成28年12月21日)より

一般的な廃止措置計画の展開イメージ

①. 第1段階

(使用済燃料の取出・保管期間)

燃料取出し:

原子炉容器及び炉外燃料貯蔵槽から燃料を取出し、燃料池へ搬出(2次系Naドレンは別途検討)

②. 第2段階

(解体準備期間)

燃料取扱設備や、水・蒸気系設備等から解体準備:

燃料出入機、燃料交換機、Naを含まないタービン建屋の水・蒸気系設備等を対象

③. 第3段階

(施設の解体等期間)

機器の解体:

Naをドレン、機器付着Naを安定化処理後、解体

廃棄物処理設備の解体:

Na機器撤去後、廃棄物処理設備を解体・撤去

- 政府方針により、
「国内外の英知を結集出来るよう、外部の協力を得た新たな体制を構築する」
 よう求められている。
- このためには、現在の「もんじゅ」の要員に加えて、機構内からのメンバー補強や、
 廃止措置の技術や経験を有する国内外の有識者の英知を結集することが期待される。
 (例 : サイトへの要員結集や、作業委託による協力)
- この体制の整備にあたっては、**地元**に理解頂ける体制整備を目指す必要がある。

国内外の英知の例	実績／技術
国内電力	<ul style="list-style-type: none"> ・国内軽水炉の廃止措置申請実績 ・国内軽水炉の廃棄物取扱い技術
国内メーカー	<ul style="list-style-type: none"> ・国内軽水炉の廃止措置技術 ・国内でのナトリウム取扱い技術 ・「もんじゅ」プラントの建設・保守実績
英国NDA *1)	<ul style="list-style-type: none"> ・DFR/PFR(高速炉)の 廃止措置実績
仏国CEA, EDF *1)	<ul style="list-style-type: none"> ・ラプソディ／スーパーフェニックス(高速炉)の 廃止措置実績
米国DOE *1)	<ul style="list-style-type: none"> ・EBR I / II(高速炉)の 廃止措置実績

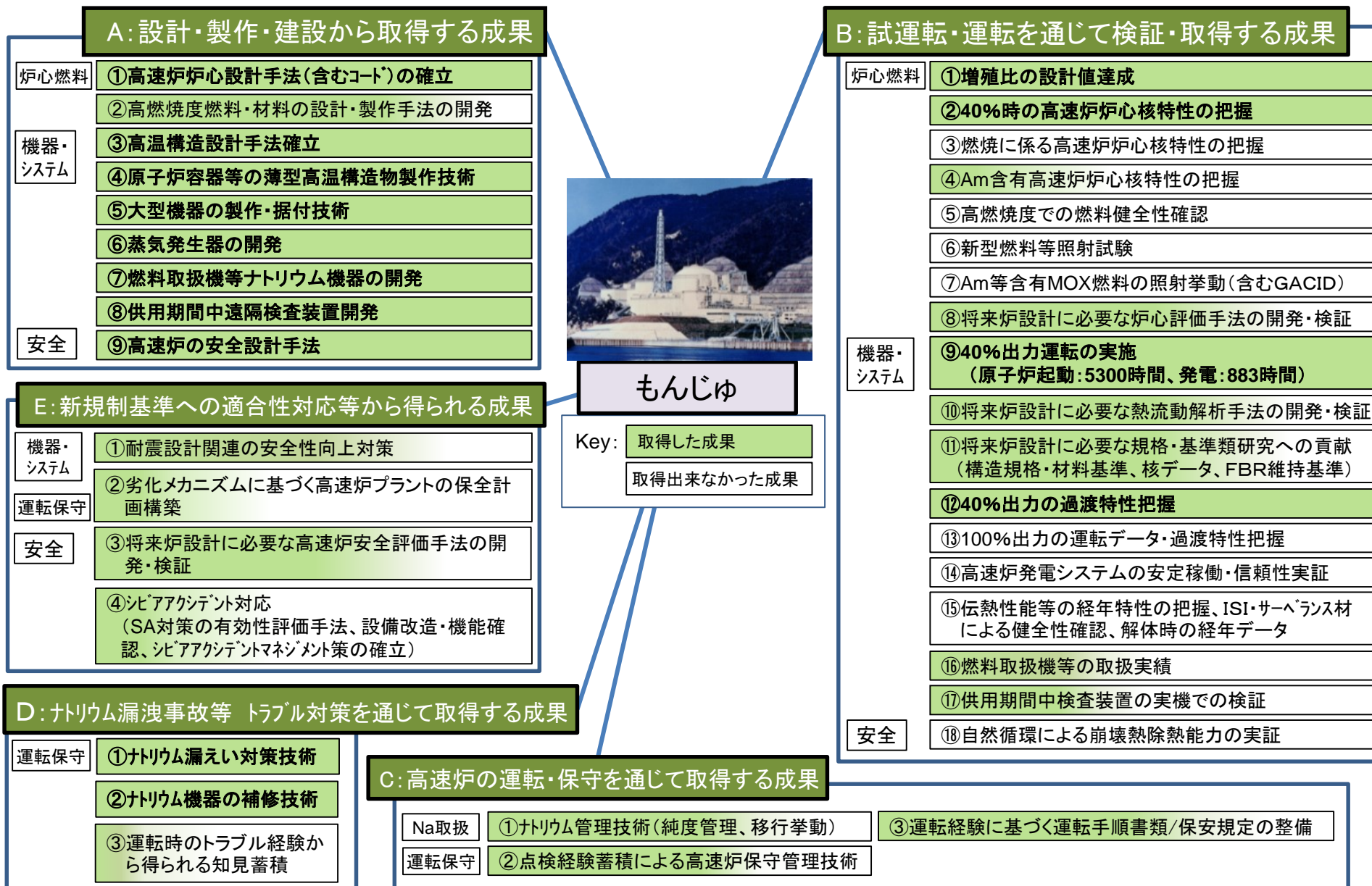
*1) NDA: Nuclear Decommissioning Authority 英国原子力廃止措置機関
 CEA: Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives 仏国 原子力・代替エネルギー庁
 EDF: Électricité de France フランス電力会社
 DOE: United States Department of Energy 米国エネルギー省

今後に向けて検討すべき事項 (2/2)

項目	検討すべき事項
規制上の扱い	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料取出しについては、規制委員会規則等の改正により、廃止措置計画の中で規制側の確認を受ける必要がある。 ⇒ 軽水炉とは異なる作業／規制確認となるため、規制当局(「もんじゅ廃止措置安全監視チーム」等)の御指導をふまえ、以下について準備作業に取り組む必要がある。 <ul style="list-style-type: none"> ● 供用前のプラントである「もんじゅ」に対する施設定期検査のあり方 ● 燃料取出しのために早急に行うべき事項に関する規制上の取扱い
保安規定上の扱い	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料取出し準備に早期に着手するためには、廃止措置計画認可の初回申請前の「保安規定変更」の可能性も含め検討する必要がある。 ⇒ 運転状態に対する記載(第102条 供用期間中の保守管理)の削除、品質保証体制強化のための変更、2次系(空気雰囲気に設置)ナトリウムのドレン等。 ・安全の確保を前提とした上で、約5年半の燃料取出しを実現するため、以下の取扱いについて検討する必要がある。 <ul style="list-style-type: none"> ● 廃止措置段階に応じた設備点検の見直し(2ルーフドレンや点検間隔の見直し) ● 固体廃棄物処理設備の整備 ● 現状の崩壊熱・放射能レベルを考慮した対応 等
リソース関連	<ul style="list-style-type: none"> ・今後約30年間の長期間に亘る廃止措置に必要な予算確保については、文部科学省の御指導の下、計画的に取り組む必要がある。 ⇒ 機構は廃止措置を円滑に進める観点から、今後のプラント管理において維持すべき機能を再評価し、プラント維持管理費の低減についても精査を早急に進める必要がある。

もんじゅ開発成果のとりまとめ

各段階での主な成果



もんじゅ開発成果のとりまとめ

- 「もんじゅ」では設計・建設・運転・保守を通して、高速炉特有の炉心設計手法、ナトリウム機器の設計・製作技術、ナトリウム取扱技術、安全性確保策、運転・保守経験等、高速炉特有の技術成果を蓄積してきた。
- これらのもんじゅで得られた高速炉特有の技術情報・知見を、次期炉設計者等が活用しやすい知識データベースとしてとりまとめる。

<概要> 膨大な開発成果を体系的に整理した知識データベースを構築

①もんじゅ開発成果の知識データベースの基本構成構築（H28年度実施）

（設計～試運転経験に基づくデータベースの構築）

- もんじゅで蓄積してきた技術成果は、**設計関連図書だけでも約17万件**あり、その根拠等を含めると膨大な図書数となる。これらの膨大な開発成果を、高速炉特有の技術評価項目に沿って、重要な設計ポイントの考え方・根拠、製作・建設及び試運転から得られた技術情報とそのエビデンス資料を**体系的に整理**し、**次期炉設計者が容易に活用できる知識データベースの基本構成を構築**する。

②もんじゅの運転保守経験に基づくデータベースの拡張（H29年度から実施）

- これまでの運転・保守経験を踏まえ、運用改善や保全経験から反映すべき技術情報を収集・整理し、知識データベースを拡張する。





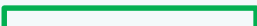
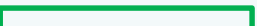


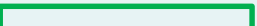
<次期炉設計へ反映、技術伝承>

- 設計裕度見直しによる合理化、シビアアクシデント時の運用や保全計画を考慮した設計、等

<戦略ロードマップへの提案>

- 廃止措置過程で得られるデータに基づく評価・研究 等

もんじゅ開発成果のデータベース化イメージ

技術分野	技術評価項目	開発成果				
		設計・建設	総合機能試験	性能試験① (0~40%)	性能試験② (40~100%)	本格運転
炉心燃料	高速炉炉心設計手法開発	 <ul style="list-style-type: none"> 臨界実験に基づく炉心核特性把握 PNC XXXX-XX-XX もんじゅ炉心設計手法の構築 PNC XXXX-XX-XX 		 <ul style="list-style-type: none"> 40%出力状態までで高次化Pu組成炉心特性の確認 PNC XXXX-XX-XX もんじゅ炉心設計手法の精度評価 PNC XXXX-XX-XX 	 <ul style="list-style-type: none"> 100%出力段階での高次化Pu組成炉心特性の確認 もんじゅ炉心設計手法の精度評価 	 <ul style="list-style-type: none"> 燃焼を伴う本格運転段階での高次化Pu組成炉心特性の確認 もんじゅ炉心設計手法の精度評価
○○○	○○○					

- ✓ データベースの構築においては、設計・建設、ナトリウムを充填して行う総合機能試験及び原子炉を運転して行う性能試験で得られた成果項目とそのエビデンス、取得予定であった成果を、次期炉設計者が活用しやすいよう体系的に整理するものである。
- ✓ 現在、開発成果を系統設備に応じて**約50の技術分野**にわけ、各々に高速炉開発で重要な技術評価項目を抽出した。これをもんじゅ設計・建設に携わった技術者に確認頂き、**技術評価項目を確定した（約330項目）**。
- ✓ 今後、本格的に知識データベースの構築を進める。
- ✓ また、技術伝承の観点から、もんじゅの設計を知るシニア技術者から次期炉設計者に伝えるべき情報の収集を進めている。

- 「もんじゅ」の安全かつ確実な廃止措置に向けて、経営上の最優先事項として、責任を持って機構を挙げて取り組む。
- 加えて国内の廃止措置の知見を有する電力、メーカーの協力を得ながら、廃止措置を推進する体制を構築していく。
- 国内初めての高速炉廃止措置に取り組むにあたって、海外の実績や知見を活用し、安全確保を最優先に着実に実施していく。
- これまでに「もんじゅ」で得られた開発成果を取りまとめ、次期炉設計への反映に向けて取り組むと共に、技術伝承に役立てる。
- 地元の理解を得ながら廃止措置を推進すると共に、国内での高速炉技術開発（含む解体技術）に貢献していく。