

2. 個別報告

「もんじゅ」を活用したFBRサイクル実用化への展開

講演要旨

原子力機構は、国内関係機関との連携の下、FBR（高速増殖炉）サイクル技術の実用化を目指したFaCTプロジェクトを推進しています。

高速増殖原型炉「もんじゅ」は、発電プラントとしてのFBR技術の高い信頼性を実証するとともに、実機の運転・保守等の経験や試験データ等の蓄積を活用してFBRプラントの設計、運転等に係る技術の検証・改良・高度化に係る研究成果を生み出す重要な役割を担っています。FaCTプロジェクトでは、「もんじゅ」の研究成果を技術の改良や実証炉・実用炉のプラント設計等に十分に活用していきます。

また、技術開発を効率的に進めるため国際協力を有効に活用するとともに、安全確保の考え方や設計クライテリア等の国際標準化に向けた取り組みも進めていきます。

次世代原子力システム研究開発部門 部門長 佐賀山 豊

「もんじゅ」を活用した FBRサイクル実用化への展開

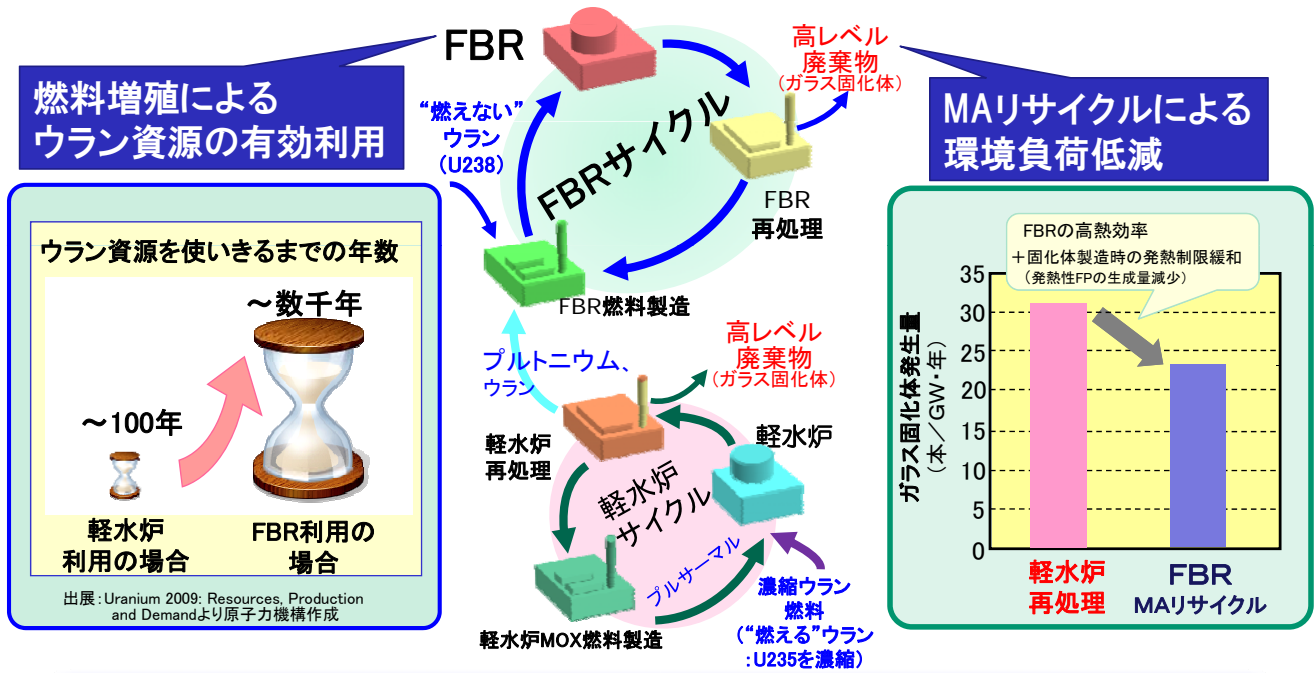
平成22年10月13日

独立行政法人日本原子力研究開発機構
次世代原子力システム研究開発部門

部門長 佐賀山 豊

報告の概要

- FBR (高速増殖炉)サイクル技術の開発意義
- FBRサイクルの実用化のステップ
 - ▶ FaCT (Fast Reactor Cycle Technology Development) project
= FBRサイクル実用化研究開発プロジェクト
- 「もんじゅ」における成果のFBR実用化への反映
- FaCTプロジェクトにおける国際協力と今後の取組み
- まとめ



高速中性子を用いるFBRサイクル技術は、資源問題(燃料増殖)と環境負荷低減(廃棄物発生量減)に対して、社会の要請に応じた柔軟な対応が可能。

※ MA (マイナーアクチニド) : 使用済燃料に含まれる長寿命の放射性核種 (アメリシウム、ネプツニウム等)





「常陽」と「もんじゅ」 トラブルへの対応と今後の取組みについて

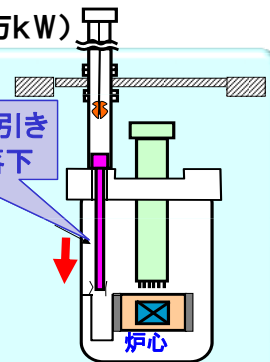
➤ 高速増殖原型炉「もんじゅ」(熱出力71.4万kW、電気出力28万kW)

■ 炉内中継装置の撤去作業中の落下

(2010年8月26日発生)

- 燃料交換後の後片付け作業中に発生。
- 安全を最優先に慎重に原因究明、影響調査等を実施中。
- これまでの調査では重大な損傷は生じていないと推定。
- 復旧に向けて最大限の努力をしていく所存。

装置を約2m引き上げた際に落下

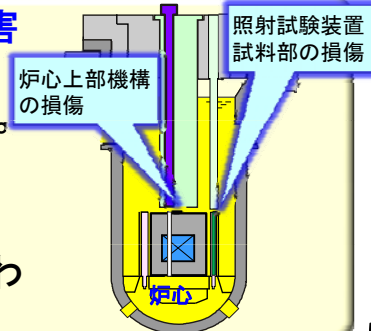


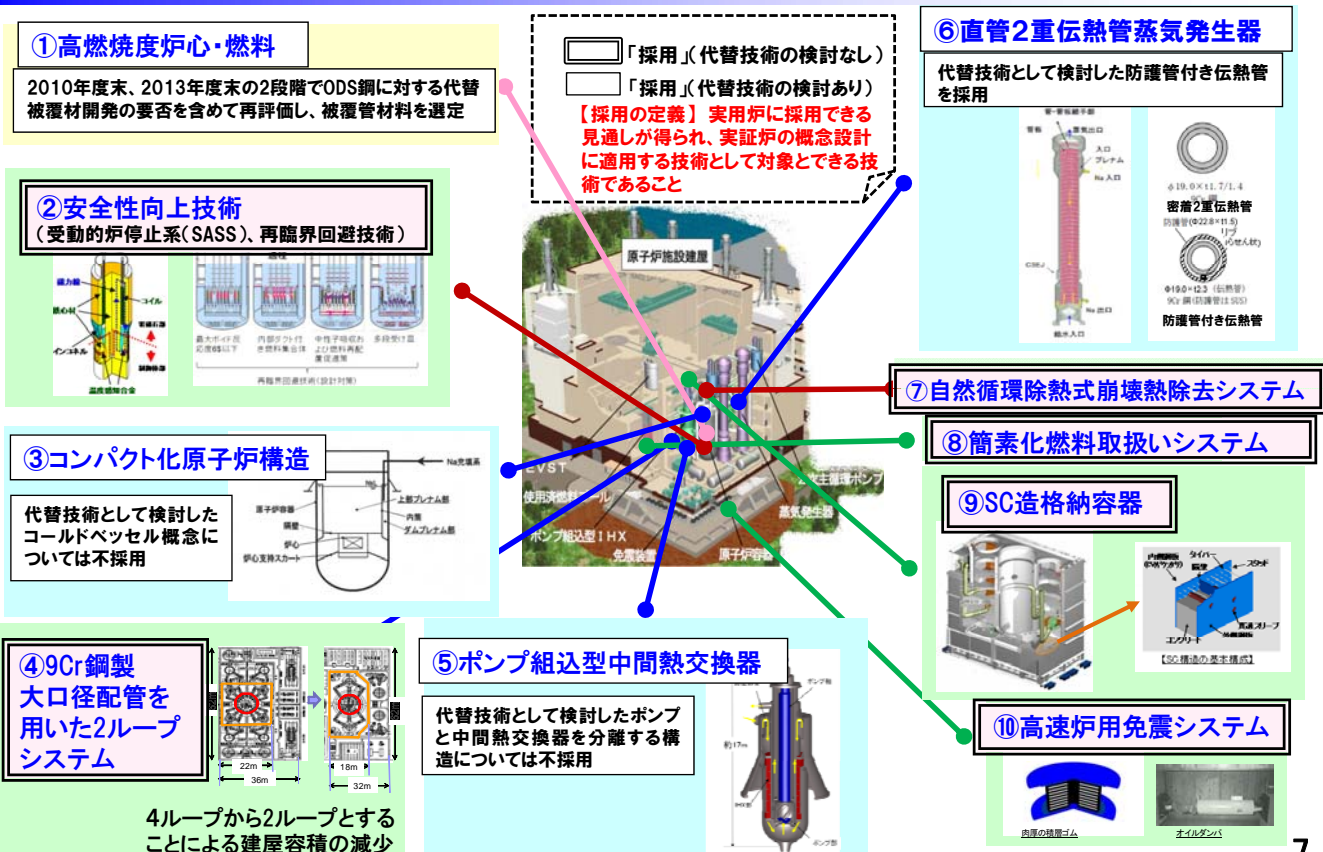
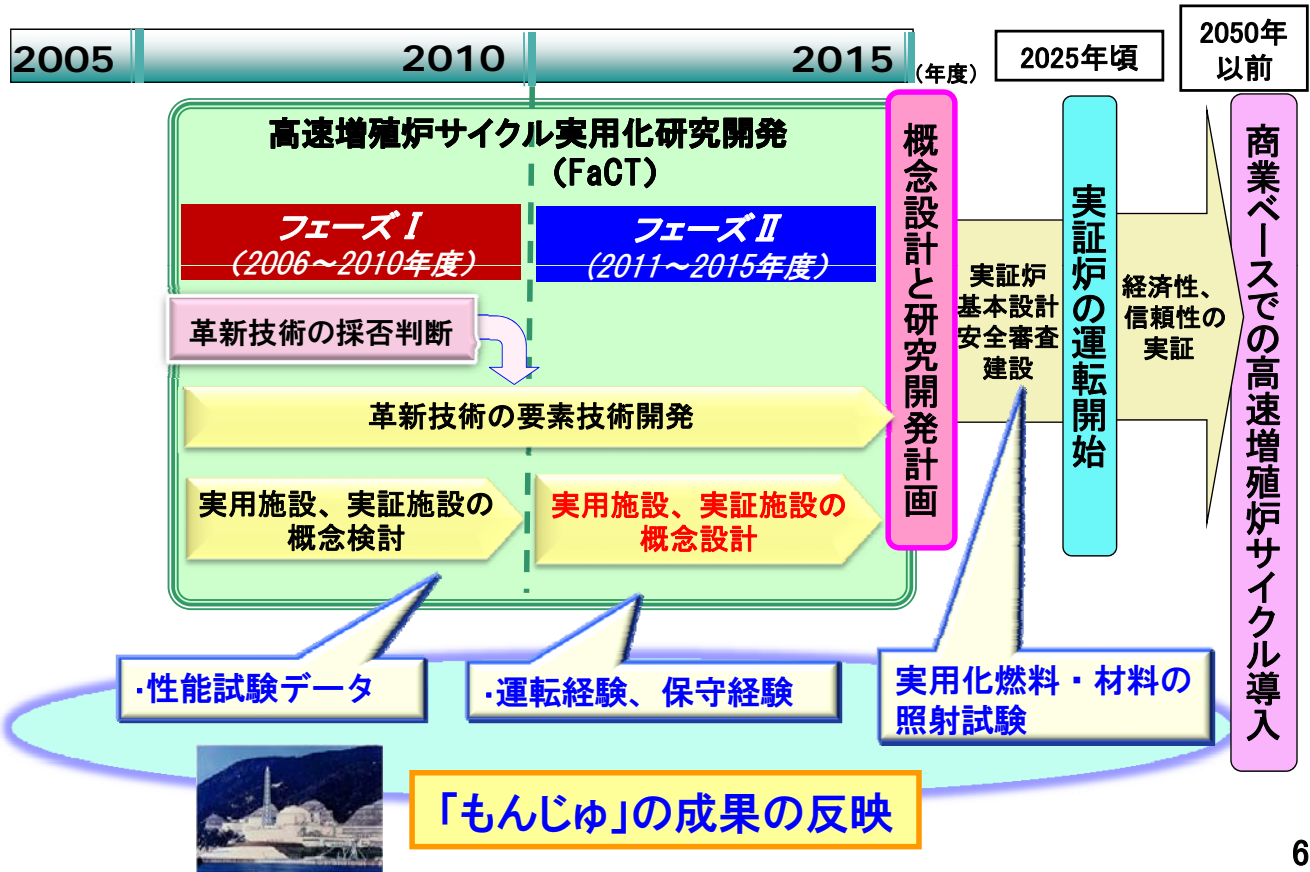
➤ 高速実験炉「常陽」(熱出力14万kW)

■ 照射試験装置の不具合による燃料交換機能の一部阻害

(2007年11月2日発生)

- 照射試験装置の回収の際に炉内燃料貯蔵ラックで発生。
- 具体的な復旧手順を策定し、炉心上部機構とラックに残留した試料部の引抜き装置等の設計を進めている。
- 早期の運転再開を目指し、2011年度より復旧工事に関わる装置の製作を進めていく予定。



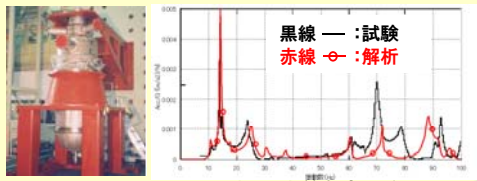


■: 製作性 □: 設計成立性 ▨: 運転・保守性

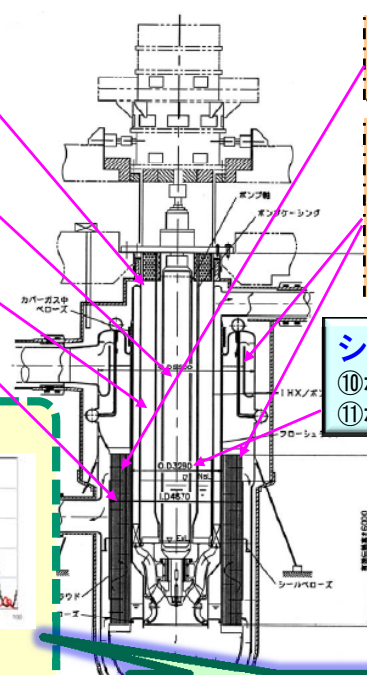
- ポンプ健全性**
①ポンプ耐震性
- ポンプ(主軸)**
②軸系の回転安定性
③回転安定性監視
- ポンプ(熱設計)**
④内部温度分布及び上部冷却特性

- IHX伝熱管健全性**
⑤ポンプ振動による伝熱管摩耗防止

・振動発生メカニズムの把握



- ・設計改良 ⇒ 振動要因の効果低減
- ・摩耗量の総合的評価
- 60年プラント寿命中の健全性を確保できる見通し



- 材料の製作性**
⑥薄肉伝熱管の材料製作性

- 機器の製作性**
⑦溶接構造となるポンプ主軸
⑧狭隘なIHX上部プレナム部
⑨改良9Cr鋼による各部位 (IHX伝熱管、管板、CSEJ等)

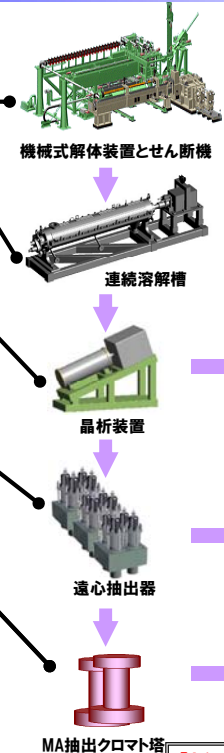
- システム全般**
⑩ポンプ内液面のガス巻込・ガス抜き特性
⑪ポンプ内液面安定性

- 運転・保守性**
⑫運転回転数の制御性
⑬想定規制要求検査への対応性
⑭想定自主検査内容への対応性
⑮補修内容への対応性

フェーズ I で実施した研究開発の一例

再処理(先進湿式法)

- ① 解体・せん断技術 採用
- ② 高効率溶解技術 採用
- ③ 晶析技術による効率的ウラン回収技術
2015年までに採否を再協議し実用化までのR&Dの進め方を決定。
- ④ U-Pu-Npを一括回収する高効率抽出システム 採用
- ⑤ 抽出クロマト法によるMA回収技術
2015年までに採否を再協議し実用化までのR&Dの進め方を決定。
- ⑥ 廃棄物低減化(廃液二極化)技術
研究開発プログラムを再構築した上で、2013年までにサイクル技術全体の開発計画の中で別途協議。



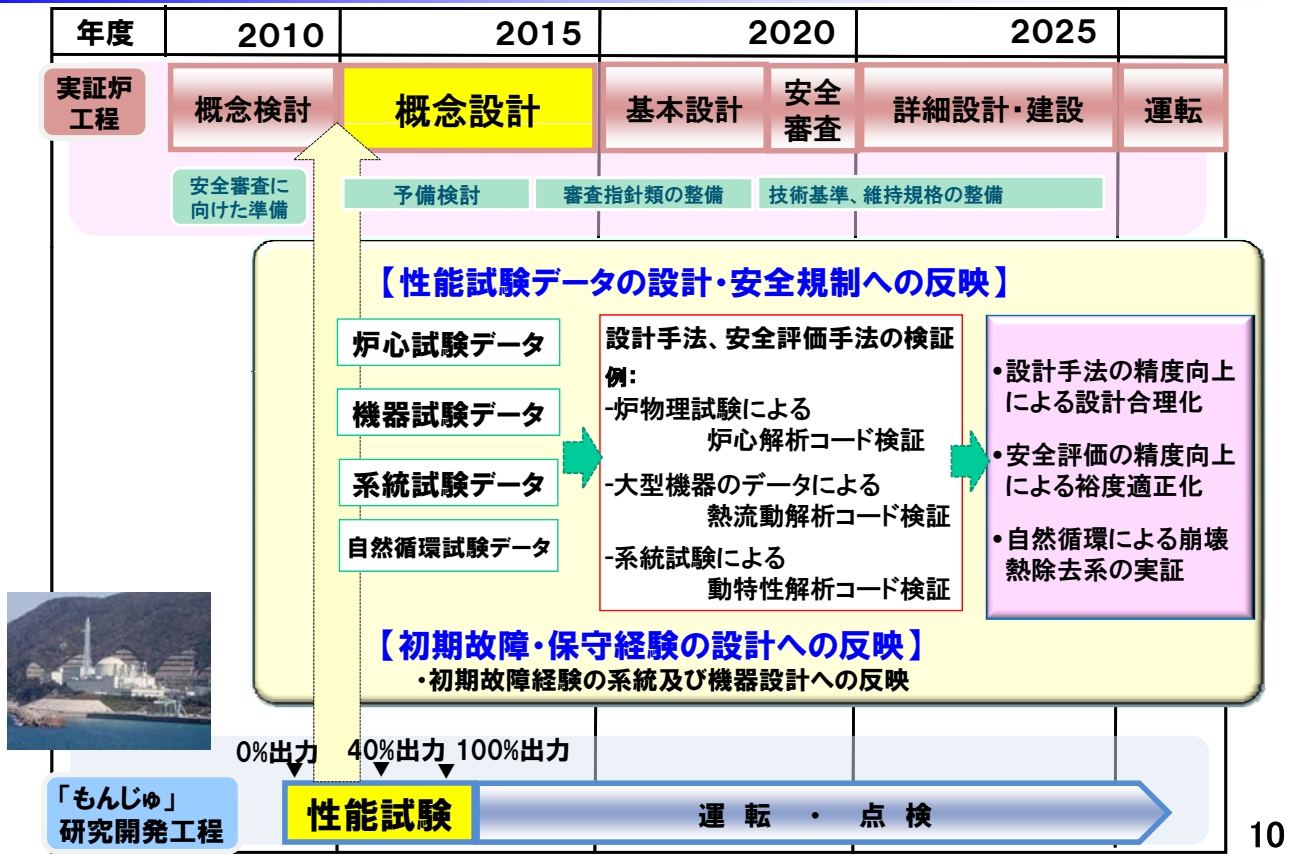
燃料製造(簡素化ペレット法)

- ① 脱硝・転換・造粒一元処理技術 採用
- ② ダイ潤滑成型技術 採用
- ③ 焼結・O/M調整技術
2015年までに採否を再協議し、R&Dの進め方を決定。
- ⑤ セル内遠隔設備
2015年までに採否を再協議し、R&Dの進め方を決定。
- ⑥ TRU燃料取扱技術 採用

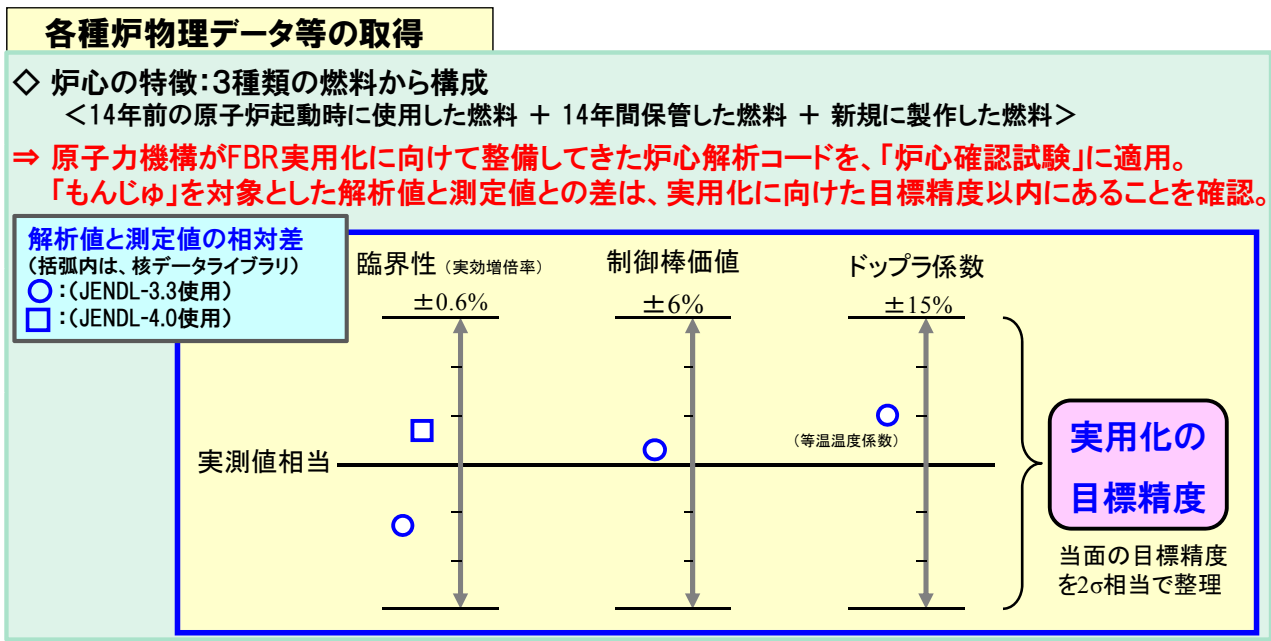


【採用の定義】: 技術的成立性が見通しが得られ、開発目標・設計要求の達成に向けて効果が期待できる技術であること。
なお、簡素化ペレット法の「④ 燃料基礎物性研究」については燃料製造システム全体に係わる基礎物性の提供を目標としているため、採否判断の対象から除外。

「もんじゅ」の成果のFBR実用化への反映 (性能試験結果の反映)



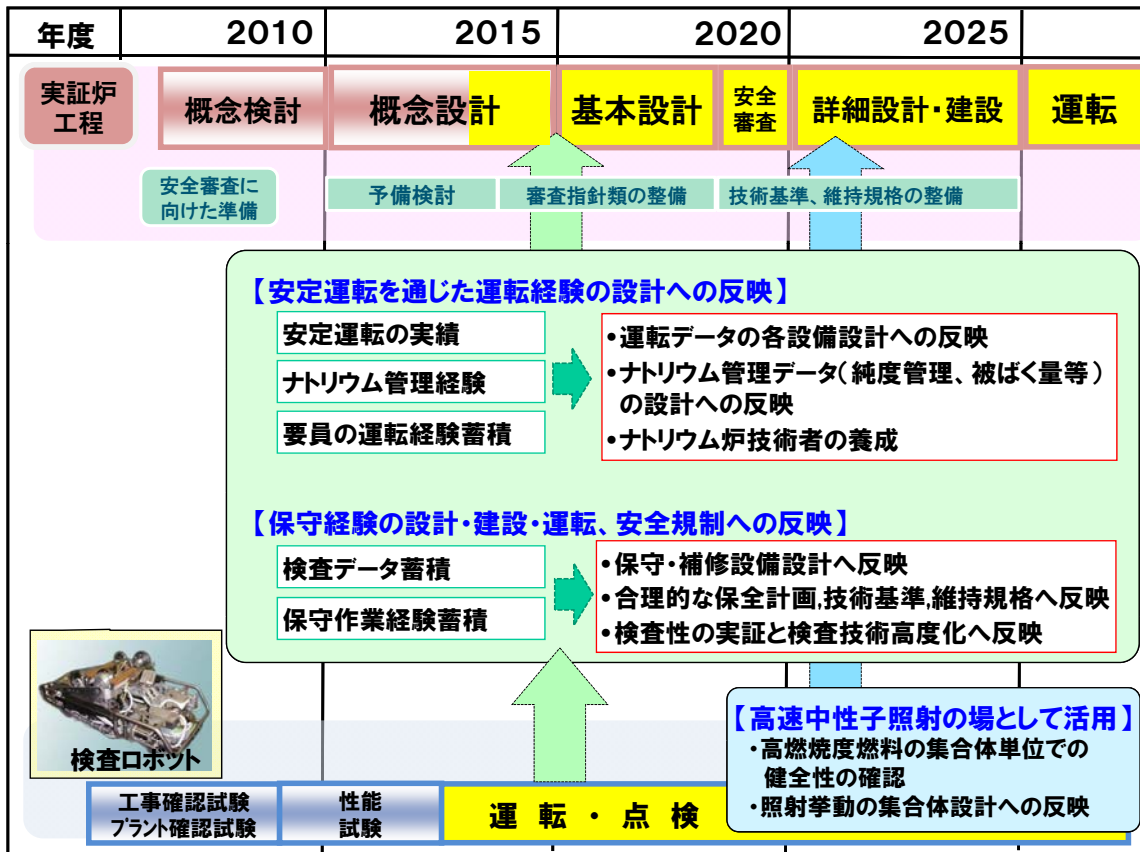
炉心確認試験データのFBR実用化への反映の例



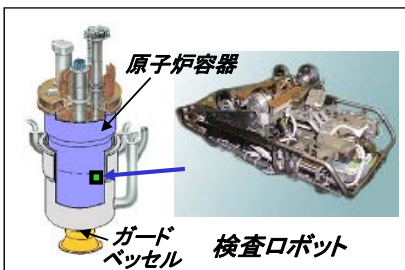
アメリカウム約1.5%含有炉心データの取得

◇ 実用化を目指す高速炉の炉物理研究にとって世界的にも貴重な、アメリカウム約1.5%を含有した炉心のデータを取得。

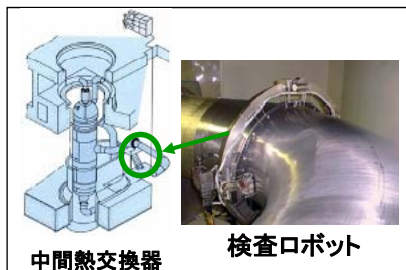
⇒ 本データをマイナーアクチノイドを燃焼する炉心の設計研究に活用。



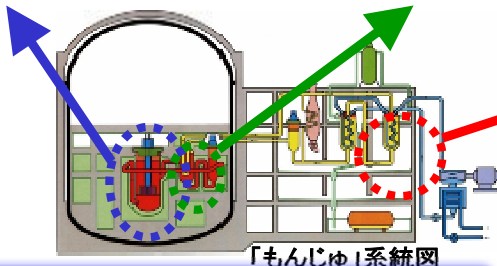
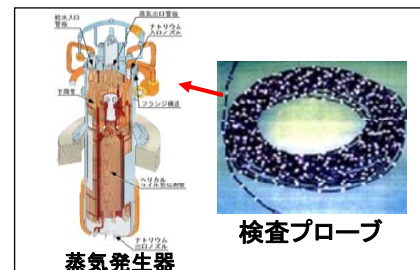
原子炉容器廻り検査装置



1次主冷却系配管検査装置



蒸気発生器伝熱管検査装置



「もんじゅ」の保守技術開発の成果

- 高性能センサー技術
 - 電磁超音波端子EMAT
 - 目視検査用CCDカメラシステム
 - マルチコイル型RF-ECTセンサー
- 検査ロボット技術

実用炉の保守技術の課題と「もんじゅ」の成果の活用

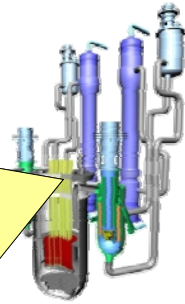
- ① 高温 (550°C) で長時間 (60年) の利用
 - ・ 供用期間中の劣化・損傷的確な把握 (劣化診断技術)
 - ・ センサ技術の活用 (EMAT、CCD、ECT)
- ② 長時間連続運転、高稼働率達成
 - ・ 運転中の状態監視の充実 (モニタリング技術)
 - ・ センサ技術の活用 (EMAT、ECT)
- ③ 容器、配管の2重化、機器配置の狭隘化
 - ・ 狭隘空間、放射化した機器の検査 (遠隔検査技術)
 - ・ 検査ロボット技術の活用

- ・「もんじゅ」炉心の高性能化（高燃焼度化、運転サイクル長期化等）
- ・高速中性子照射試験機能の追加

実証炉・実用炉での採用が予定されている燃料の技術実証（燃料照射）を「もんじゅ」を用いて行う

- ・高燃焼度燃料の実証
- ・MA含有燃料の実証

実証炉・実用炉燃料の仕様確定



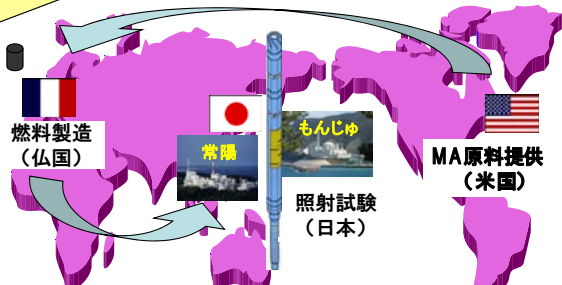
「もんじゅ」



「常陽」



基礎的な試験データを「常陽」で取得



「常陽」、「もんじゅ」を利用した「包括的アクチノイドサイクル国際実証」プロジェクト（GACID計画）

※GACID: Global Actinide Cycle International Demonstration

FaCTプロジェクトの今後の予定

フェーズⅠ
(2006～2010年度)

実用施設及び実証施設
の概念検討

革新技術の採用可否判断

実証炉概念設計
へステップアップ

フェーズⅡ
(2011～2015年度)

実用施設、実証施設
の概念設計

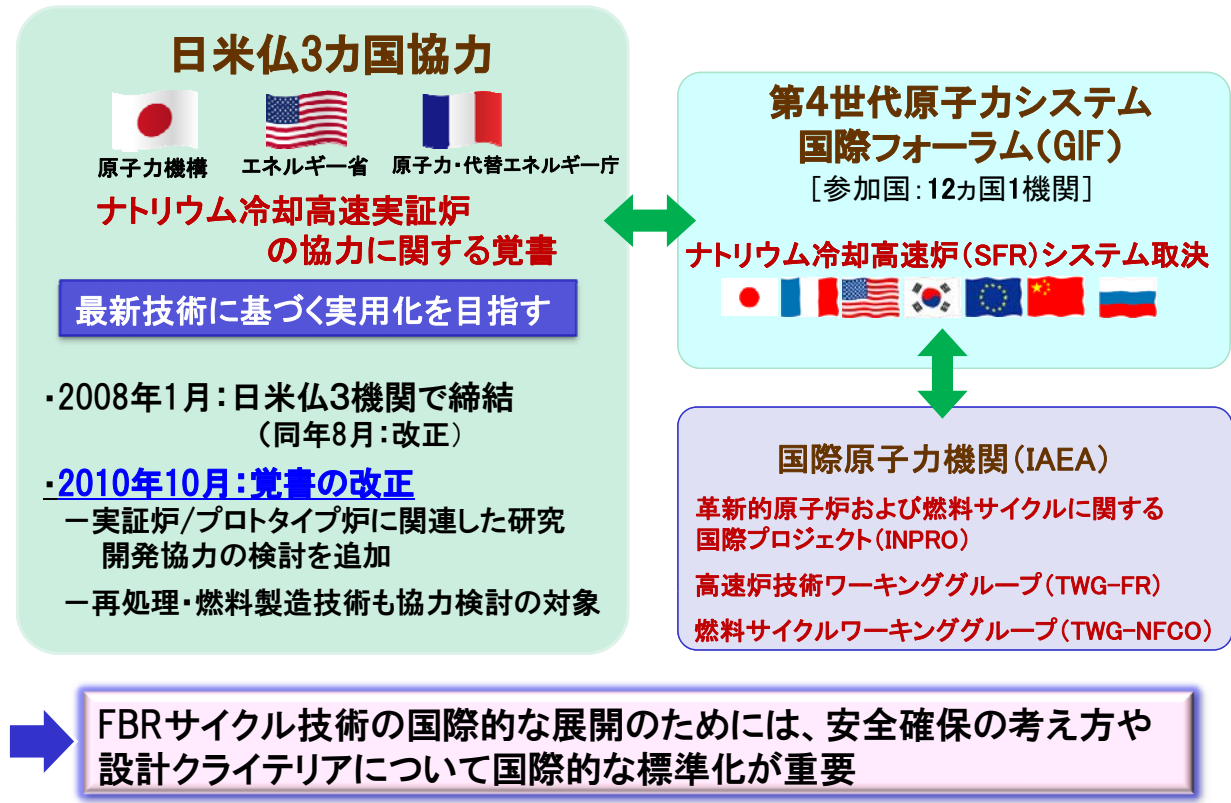
■ 国内関係機関との連携

＜五者協議会＞

- ・文部科学省
- ・経済産業省
- ・電気事業連合会
- ・日本電気工業会
- ・日本原子力研究開発機構

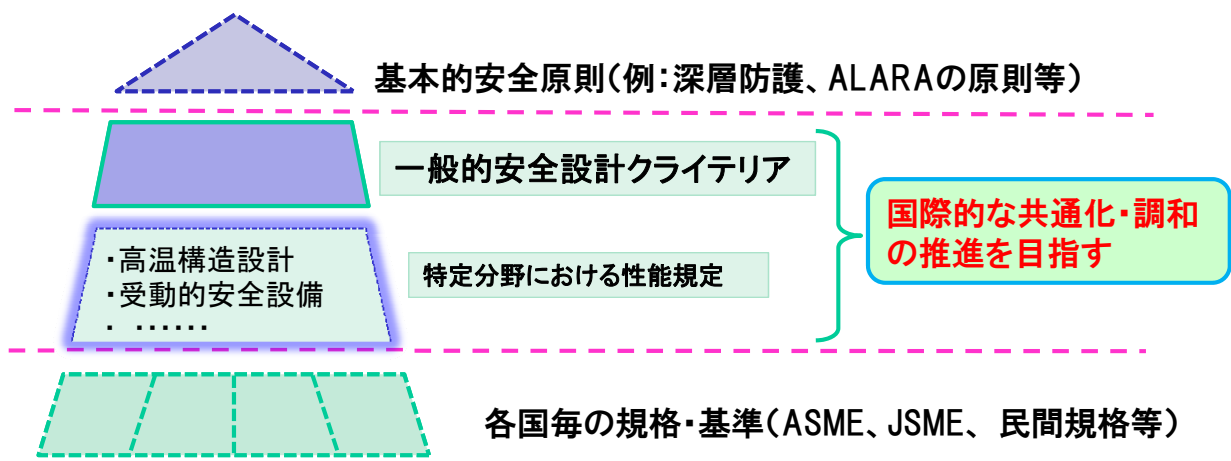
以下の課題に対する今後の取組み方針や計画等の認識を、関係五者で本年度内を目途に共有。

- ・研究開発課題の優先順位付け
- ・2025年実証炉運開に向けた安全審査等の準備
- ・実証炉向けの燃料製造設備の整備方策等を含めた開発計画
- ・軽水炉からFBRへの移行期を勘案した再処理技術全体の研究開発計画
- ・具体的な国際協力の在り方
- ・実証炉の建設・運転・燃料製造、および技術開発等に関する五者の役割分担の明確化 等



- ・ナトリウム冷却高速増殖炉に関する安全確保の考え方や設計クライテリアについて、国際的な共通化を推進するための取組みを進める。
- ・高速増殖炉開発を進める諸国と連携し、GIF等の場で共通の設計クライテリアの構築を目指す。

○高速増殖炉に関する指針・基準類の体系での国際標準化を目指す設計クライテリア等の位置づけ



- 原子力機構は、国内関係機関との連携の下、我が国のFBRサイクル実用化に向けて、FaCTプロジェクトを着実に推進していきます。今年度はFaCTフェーズⅠの最終年度であり、これまでの研究開発成果を取りまとめるとともにFaCTフェーズⅡへの新たなステップアップを図っていきます。
- 「もんじゅ」は、FBR発電炉としての信頼性を実証するとともに、実機の運転経験・試験データの蓄積・分析を通じて、貴重な技術情報を提供する重要な役割を担っており、その研究成果をFBRサイクルの実用化に確実に反映させていきます。
- 今後の「もんじゅ」では、トラブル処理を迅速に進めたうえで、性能試験の次のステップである「40%出力プラント確認試験」に向けた準備とともに、安全確保を最優先として、透明性を高め、性能試験を進めていきます。
- FBRの実用化に向けて、安全確保の考え方や設計クライテリアの国際標準化に向けた取り組みを積極的に進めていきます。