

資料2-3
第3回FaCT評価委員会
平成23年1月18日



今後の燃料製造技術開発の 基本的考え方

平成23年1月18日

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

1. はじめに

- FaCTフェーズ I の評価、5者協議会で確認された高速増殖炉サイクルの早期実用化に向けた取り組みを踏まえ、実証炉への燃料供給との関係を含む今後の燃料製造技術開発の基本的考え方を検討

2. FaCTフェーズ I のまとめ（目的と実施内容）

- FaCTフェーズ I の目的、概要
 - FBR平衡期のFBRサイクルシステムの技術成立性と性能の評価、判断
 - FBR平衡期の燃料製造システム
 - 要求性能：低除染TRU燃料、高燃焼度大型燃料集合体
 - システム構成：簡素化ペレット法＋セル内遠隔製造＋発熱対策
- FaCTフェーズ I の開発対象とした技術開発項目と開発内容
 - プロセス技術：簡素化ペレット法の実現に必要な革新技術4課題について、小型製造試験設備を整備し、MOX試験（最大約1kgMOX規模）、ウラン試験、コールド試験を実施。（小規模MOX試験については、現在も実施中）
 - 脱硝・転換・造粒一元処理技術（簡素化ペレット法の枢要技術）
 - ダイ潤滑成型技術（簡素化ペレット法の枢要技術）
 - 焼結・O/M調整技術（簡素化ペレット法の枢要技術、高燃焼度仕様対応技術）
 - 基礎基盤技術（簡素化ペレット法の枢要技術）
 - 設備・プラント技術：低除染TRU取扱いに必要な革新技術2課題について、実規模モックアップ試験、部分試作試験等を実施
 - セル内遠隔設備開発（低除染TRUの放射線対策）
 - TRU燃料取扱い技術（低除染TRUの発熱対策）

2. FaCTフェーズ I のまとめ（プロセス技術の評価）

■ プロセス技術の革新技術採否判断及び開発成果評価等

□ 革新技術採否判断結果

- 脱硝・転換・造粒一元処理技術：採用（簡素化ペレット法の原料粉末製造技術として成立性有り）
- ダイ潤滑成型技術：採用（簡素化ペレット法のペレット成型技術として成立性有り）
- 焼結・O/M調整技術：検討継続（簡素化ペレット法の焼結技術として成立性有り、ただし、高燃焼度燃料仕様を満足するためのO/M調整についてはさらなる検討が必要）
- 燃料基礎物性研究：採否判断対象外（簡素化ペレット法実現のために今後も継続必要）

□ 開発成果評価、今後の課題

- 簡素化ペレット法は技術成立性の見通し有りと判断
- 現在進行中の小規模MOX試験により、脱硝、転換から焼結、O/M調整に至るペレット製造各段階の粉末及びペレットの特性並びにこれら特性と製造設備仕様及び処理条件との関係を把握、整理し、簡素化ペレット法の基本的な技術を確立した上で実用化に向けた次の開発段階に進むことが必要
- MA、FPの製造プロセスへの影響確認のため、MA、FPを用いた試験研究の進展が必要
- 簡素化ペレット法の基本的な技術の確立、MA,FP影響確認を支える基礎物性研究の充実が必要
- 高燃焼度燃料対応を合理的に行うためには、ゲッターオプションについても注力するとともに、燃料開発成果を適切に反映した燃料仕様取合いの再設定が必要

2. FaCTフェーズ I のまとめ（設備・プラント技術の評価）

■ 設備・プラント技術の革新技術採否判断及び開発成果評価等

□ 革新技術採否判断結果

- セル内遠隔設備開発：検討継続（実機製造設備の信頼性確認が必要）
- TRU燃料取扱い技術：採用（燃料集合体組立時の成立性を確認）

□ 開発成果評価、今後の課題

- セル内遠隔設備の代表的な保守作業の遠隔保守概念は成立見通しありと判断
- セル内遠隔製造システムの成立性を判断するためには、簡素化ペレット法の基本的な技術を確立し、実機設備概念を固めた上で、設備信頼性、想定すべき保守作業、遠隔保守性等の総合的な評価が必要
- 燃料集合体組立時の発熱対策技術については、成立性有りと判断
- 簡素化ペレット法の原料保管法の見直し（溶液での保管→粉末での保管）に対応した原料粉末保管時の発熱対策についての検討が必要

3. 研究開発を取り巻く状況

- 高速増殖炉サイクルの早期実用化に向けた取り組みについて
(平成22年7月2日、五者協議会)
 - 2025年実証炉、2050年前の実用炉の実現を目指して着実に研究開発
 - 低除染MAリサイクルに関連する技術については、実現までに比較的長期の基盤的な研究開発が必要
 - 燃料サイクルについては、軽水炉から高速増殖炉への移行期を念頭に置きつつ、段階を踏んだ開発を進める
 - 燃料製造技術開発については、第1ステップとして実証炉燃料を高除染MOX燃料として経済性向上技術の成果を反映した製造プロセスで量産し、第2ステップで低除染MA含有燃料製造プロセスを実現し、適切な時期から実証炉の取替燃料として装荷することを目指すことを基本的な方針として開発計画を策定し、2015年に燃料製造技術の実用化像を提示
 - 高速増殖炉サイクルの実用化を一層円滑に進めていくため、関係五者の役割分担を本年度中に検討して、五者で共有

4. 今後の燃料製造技術開発の進め方（技術開発手順）

■ 低除染燃料製造システム完成までの技術開発手順

□ 特に留意すべきポイント

- 燃料を安定的に供給するには、高いレベルの製品品質安定性、設備運転信頼性、プラントのトラブル対応性が必要
- 特に低除染燃料製造システムでは、運転信頼性、トラブル対応性の要求レベル高い
- 高除染簡素化ペレット法製造システムでの量産実績を蓄積し、品質安定性、運転信頼性、トラブル対応性を実機により確認した上で、低除染関連技術を組み入れた低除染燃料製造システムへ移行することにより、低除染燃料の安定供給可能

□ 高除染燃料製造システム開発手順

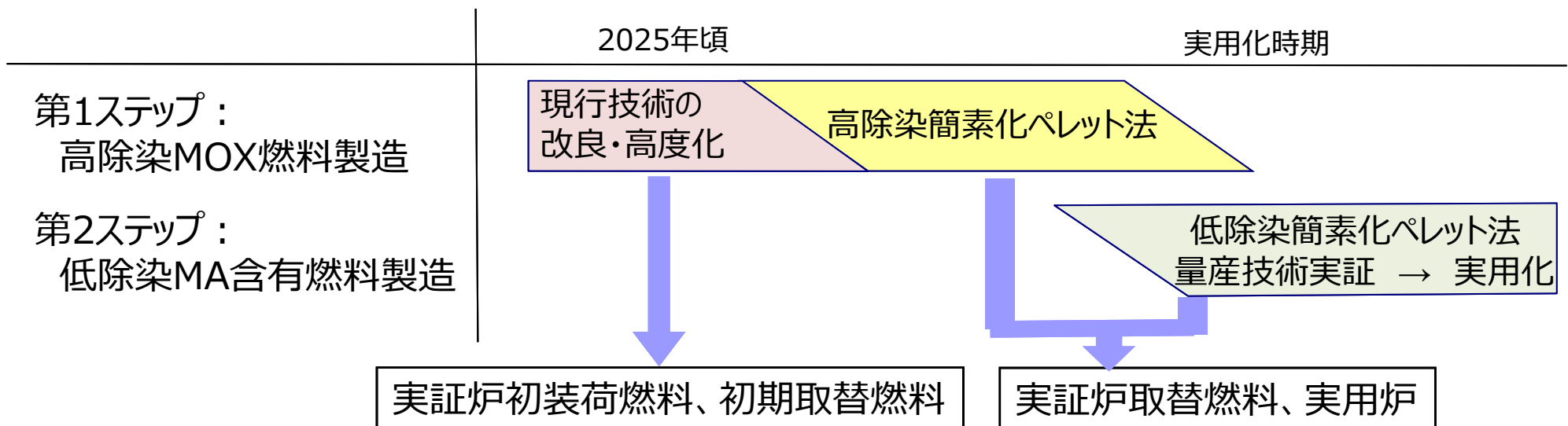
- 燃料製造技術（現行法プロセス技術、GB設備・プラント技術）の高度化と簡素化ペレット法基本技術確立
- 簡素化ペレット法実機設備・プラント概念構築
- 簡素化ペレット法実機設備・プラントでの高除染燃料製造及びプラント運転実績蓄積

□ 低除染燃料製造システム開発手順

- 製造システム低除染化のための技術開発（低除染TRU燃料リサイクル試験によるプロセス技術開発、遠隔保守・除熱等に関する要素技術開発）
- 実績を蓄積した高除染燃料製造システムに低除染、遠隔技術等を組込んで、低除染製造システムへ移行

4. 今後の燃料製造技術開発の進め方（段階的開発）

- 燃料供給計画（2025年を運転開始目標とする実証炉への燃料供給、実用化時期の燃料供給）と技術開発手順を踏まえて、2ステップで高速炉燃料を実用化
 - 第1ステップ
 - 現行技術の高度化、実用化技術の部分適用による高除染MOX燃料製造（第1ステップ初期）
 - 高除染簡素化プロセス技術を適用した高除染MOX燃料製造（第1ステップ後期、第2ステップ技術の実証）
 - 第2ステップ
 - 低除染簡素化プロセス技術を適用した低除染MA含有燃料製造



4. 今後の燃料製造技術開発の進め方（各段階の技術）

各開発段階に適用する製造プロセス、設備、プラント技術

高速炉燃料製造 開発段階	【現状】 燃料製造基本技術 確立	【第1ステップ初期】 技術高度化、燃料仕 様、原料高次化への 対応	【第1ステップ後期】 簡素化ペレット法適用 （経済性向上等の直接 効果＋遠隔製造用製造 技術確立）	【第2ステップ目標】 MA含有燃料製造 技術、遠隔製造技 術確立
実証炉燃料製造 との対応		初装荷燃料、 取替燃料初期	取替燃料	適切な時期の取替 燃料から
燃料製造プロセス	粉末混合法	粉末混合法を高度化	簡素化ペレット法	簡素化ペレット法
燃料製造設備	自動運転だが、 監視、調整必要。 設備寿命は10～15 年。	自動運転の信頼性向 上で監視、調整軽減。 設備寿命20年以上、 又は一部のみを更新 する設計。	自動運転で監視・調整 原則不要。 設備長寿命化追求。	同左。 耐放射線対策必要。
燃料製造プラント 概念	グローブボックス （自動運転、直接保 守）	グローブボックス （自動運転、直接保 守の高度化）	グローブボックス （自動運転、一部遠隔保 守）	セル （完全遠隔保守）

4. 今後の燃料製造技術開発の進め方（留意すべきポイント）

■ 十分な工学的信頼性の確保

- 東海MOX施設、海外MOX施設等での経験を十分踏まえ、工学的な信頼性を十分確保するためのR&Dを的確に行うこと。
- 取扱い規模拡大、MA及びFP含有による影響を適切に評価するとともに、燃料製造の基盤的な技術、稼働率向上のための共通設備技術にも注目すること。

■ 十分なロバスト性の確保

- 工程条件の変動、性能の変化に対して対応可能であること。

■ 技術的な盲点の排除

■ 国際動向の注視

- 各国の特色、事情を十分踏まえたうえで、フランス等諸外国の開発動向に常に注意を払い参考とすること。

■ 核燃料サイクル全体の最適化

- 炉、燃料、再処理等サイクル全体にわたり、トレードオフ関係を踏まえた最適化を行い、これに基づく技術選択、目標の設定を行うこと。
- 特に廃棄物に対しては、MAリサイクルや低除染化等に伴う種々の得失を評価し、総合的な視点から取り組みかたを決めること。

4. 今後の燃料製造技術開発の進め方（技術開発計画）

