

# 核変換物理実験施設(TEF-P)検討の 進捗状況



平成26年7月30日

独立行政法人 日本原子力研究開発機構

# TEF-Pの課題に関する対応状況(概要)



## ①新規制基準への対応

- ・耐震重要度分類検討
- ・新規制基準対応項目の抽出
- ・地盤安定性評価
- ・津波遡上波対策検討中

## ②核不拡散・核物質防護・核セキュリティ

- ・施設設計対応項目の抽出
- ・核物質防護区分検討チーム
- ・核物質自動識別装置のモックアップ

## ③MA燃料製造

- ・既存JAEA施設内のMA在庫量の推計
- ・既存MOX燃料からAm抽出系統設計
- ・MA燃料製造に関する要素技術開発

## ⑤炉物理・核データ

- ・未臨界度監視技術
- ・少量MAによる核データ検証

## ④MA燃料の管理・取扱

- ・MA燃料装填装置のモックアップ
- ・MA燃料空冷装置のモックアップ

①～④: 中間取りまとめ指摘事項  
⑤: ADS開発の課題

# ① 新規制基準への対応

## 課題: 新規制基準に適合した安全性の高い施設設計(設置許可申請書の作成)

### これまでの成果

- ❑ 想定MA燃料使用量を基に、耐震設計上の重要度分類予備検討を実施。
- ❑ 施設・設備仕様等に対して、新規制基準に対応した設計変更・追加増強が必要な項目を抽出。

### 現在の状況

- ❑ 施設・設備仕様等に対して新規制基準に対応した設計変更等の検討を実施中。
- ❑ 建設予定地の地盤安定性評価、必要な基礎構造のコスト評価を実施中。さらに、施設の床面高さについて、津波による遡上波の到達高さ以上とした場合の施設設計等に対する影響評価を実施中。



T.P.: 東京湾平均海面

「東海第二発電所の新規制基準への適合性確認審査申請について(平成26年5月20日)」より(<http://www.japc.co.jp/news/press/2014/pdf/260520.pdf>)

(参考)

原電東海第二発電所  
設計地震動( $S_s$ ): 901ガル(マグニチュード9.0)  
津波遡上高さ: 約17m

※東海原子力科学研究所の想定値は現在検討中

### 今後の展開

東海原子力科学研究所の想定地震動や津波遡上高さ等を考慮し、新規制基準に適合した設置許可申請書の作成

## ② 核不拡散・核物質防護・核セキュリティ

### 課題: 最新の核物質防護規則を取り入れた施設設計及び核物質管理体制の構築

#### これまでの成果

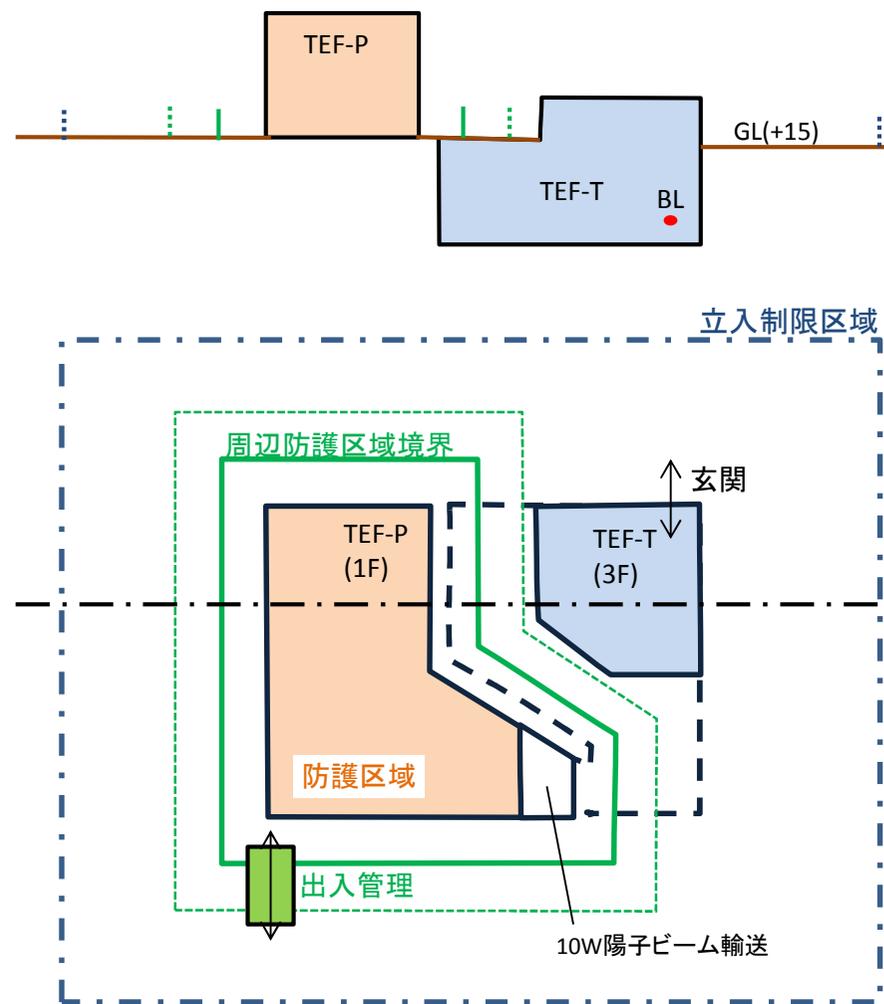
- 最新の核物質及び原子力施設の物理的防護に関するIAEAのガイドラインを基に、施設設計で対応が必要な項目を抽出。
- TEF-P及びTEF-Tの区域設定等の核物質防護計画を検討する検討チームを立ち上げ。

#### 現在の状況

- 機構内検討チームで、施設設計等の具体的な検討を実施中。
- MA燃料等の炉心装荷位置の把握及び核物質の管理用の自動識別装置のモックアップを製作中(平成27年2月完成予定)。

#### 今後の展開

- 最新の核物質防護規則を取り入れて施設設計を見直し
- 燃料識別装置モックアップ試験結果等を反映した核物質管理体制の検討



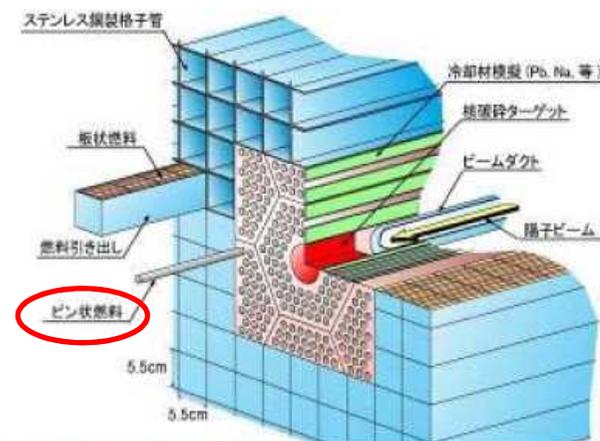
核変換実験施設の区域区分の基本的考え方

### ③ MA燃料製造 (1/3)

課題: TEF-PにおけるMA含有燃料装荷実験に必要なMA含有燃料の確保

#### 炉物理試験用Am-Pu燃料ピンの概略仕様

- ・ピン寸法: 外径9mm、長さ300mm
- ・ピン材質: ステンレス鋼
- ・試料形態: ペレット状
- ・ペレット寸法:  $\Phi 8\text{mm}$ 、ペレット高さ合計: 280mm
- ・試料の化学形: 酸化物(第1候補)、窒化物(第2候補)
- ・不活性母材:  $\text{MgO}$ (第1候補)、 $\text{ZrN}$ (第2候補)
- ・ピン内充填ガス:  $\text{He}(1\text{atm})$
- ・製作本数: 600本
- ・製作時期: 2026~2029年



「陽子導入未臨界運転」でのADS模擬実験



炉物理試験用Am-Pu燃料ピン模式図

#### これまでの成果

- 実験に必要なMA量の見積もりを実施。特に優先的に実験が望まれる $^{241}\text{Am}$ に関して、燃料ピンの概略仕様を基に必要量( $^{241}\text{Am}(\sim 30\text{kg})$ )を評価。
- JAEA施設内のMOXスクラップ中に含まれる $^{241}\text{Am}$ とPuの量を推計し、Am-Pu燃料ピンを製造するための $^{241}\text{Am}$ とPu量を確保できる見通しを得た。

### ③ MA燃料製造 (2/3)

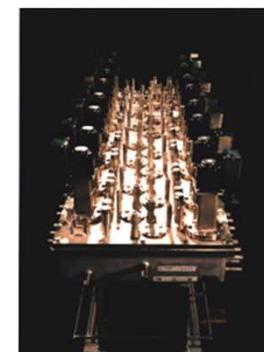
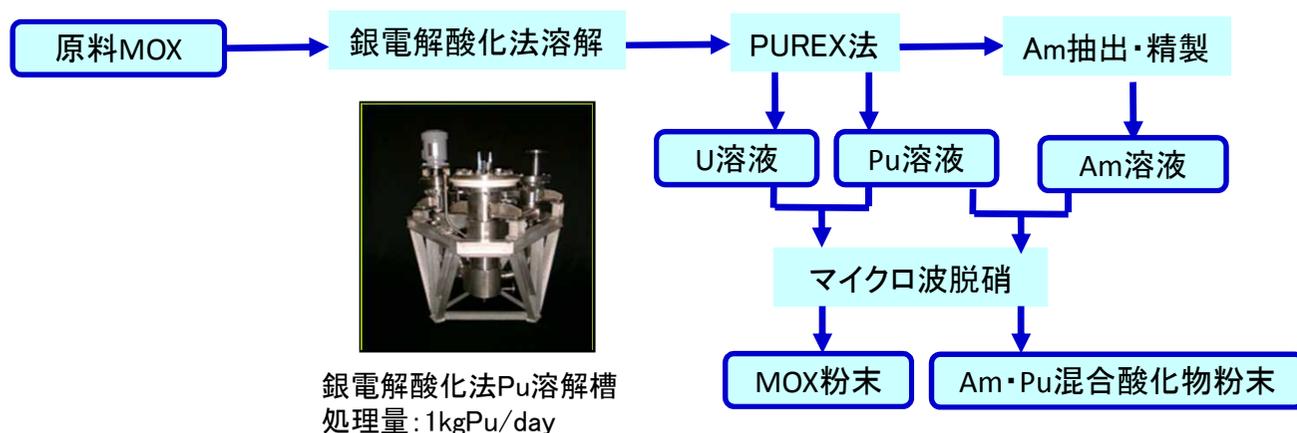
目標: MA燃料の原料となる (Am,Pu)O<sub>2</sub>粉末の必要量確保。

#### これまでの成果

- 原料とする経年化MOX粉末からAm・Pu混合酸化物粉末を調製するプロセス概念を構築。
  - ✓ 原料組成: Pu富化度25%以下
  - ✓ 既存技術の応用で構成

#### 現在の状況

- TEF-P実験で必要量のMA含有燃料を確保するのに必要なAm・Pu混合粉末を調製するための装置・施設の概念検討を実施中。
  - ✓ 回収Am: 約40kg(製造時に必要な裕度を含む)
  - ✓ プロセス稼働期間: 2026~2029年(4年間)



ミキサセトラ型抽出器  
処理量: 10kgU/day、1kgPu/day

#### 今後の展開

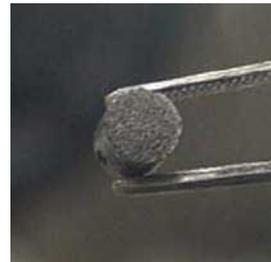
- プロセス最適化のための基盤データ取得、工学機器設計、MOX輸送、中間製品管理、保障措置

### ③ MA燃料製造 (3/3)

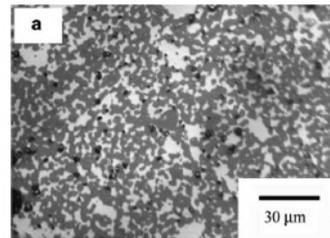
目標: (Am,Pu)O<sub>2</sub>粉末を原料とした炉物理試験用Am-Pu燃料ピンの製造手法を確立する。

#### これまでの成果

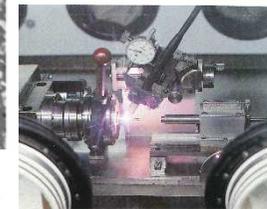
- JAEAにおけるMA核変換用ウランフリー燃料製造の研究開発知見に基づき、燃料の化学形として酸化物((Am,Pu)O<sub>2</sub>-MgO)及び窒化物((Am,Pu,Zr)N)を選定。



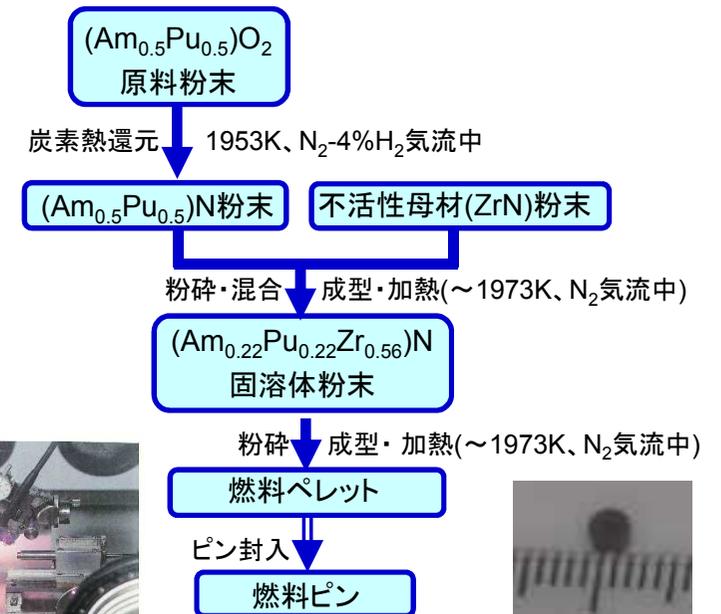
「(Am<sub>0.09</sub>Pu<sub>0.91</sub>)O<sub>2-x</sub>-MgO(76vol%)ペレット」外観 (2373Kでの加熱試験後)



「(Am<sub>0.09</sub>Pu<sub>0.91</sub>)O<sub>2-x</sub>-MgO(76vol%)ペレット」(マイクロ分散型)の断面写真



ピン封入装置(イメージ)



(Am<sub>0.21</sub>Pu<sub>0.21</sub>Zr<sub>0.58</sub>)N  
焼結体外観

#### 現在の状況

- H27年度からの試験用燃料ピン製造装置等の検討に備え、機械的物性及び試験用燃料棒製造試験装置の整備を進めている。

#### 今後の展開

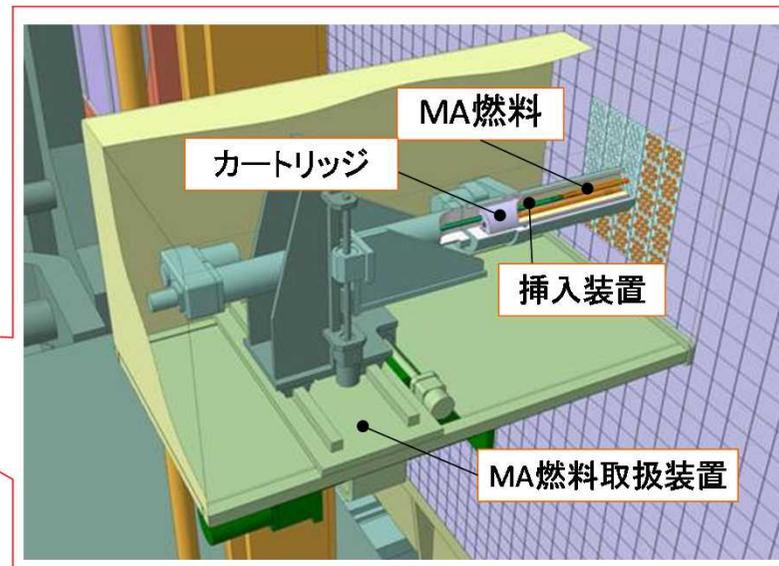
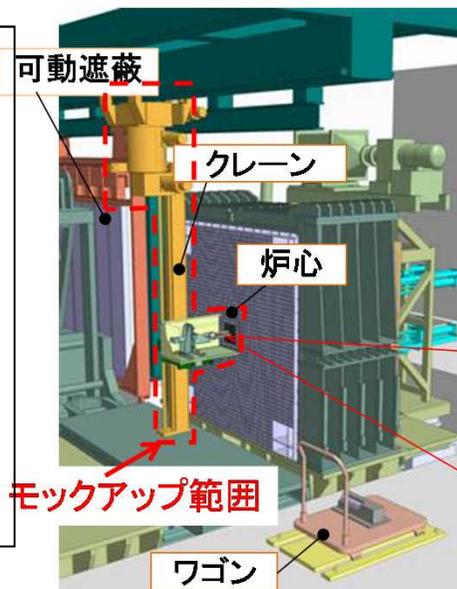
- ・コールド模擬物質試験及びMA含有燃料の小規模製造試験により、ペレット製造手法を確立
- ・燃料ペレット間の組成ばらつきの低減技術、及び高発熱・高放射能の粉末取扱い技術の開発

## ④ MA燃料の管理・取扱

課題：放射線量・発熱量の高いMA含有燃料取扱技術の確立

これまでの成果

- 放射線量・発熱量の高いMA含有燃料を安全に取り扱う技術確立を目指し、MA含有燃料炉心装填装置及び燃料冷却装置を検討。
- それぞれのモックアップ試験装置を設計。



現在の状況

- 遠隔で、MA燃料を炉心に装荷する装填装置のモックアップ装置を製作中（平成27年2月完成予定）。
- MA燃料の炉心装荷中の冷却性確保のために、空冷による燃料冷却装置のモックアップ装置を製作中（平成27年2月完成予定）。

今後の展開

- モックアップ試験により、MA燃料の取扱方法を確立し、装置設計に反映。

## ⑤ 炉物理・核データ -未臨界度計測技術開発-

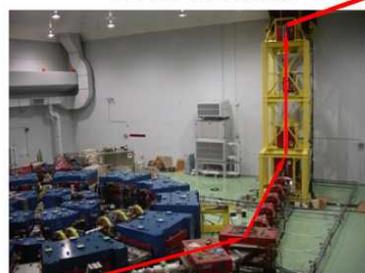
課題: 実用ADSに適用可能なリアルタイム未臨界度測定システムの開発



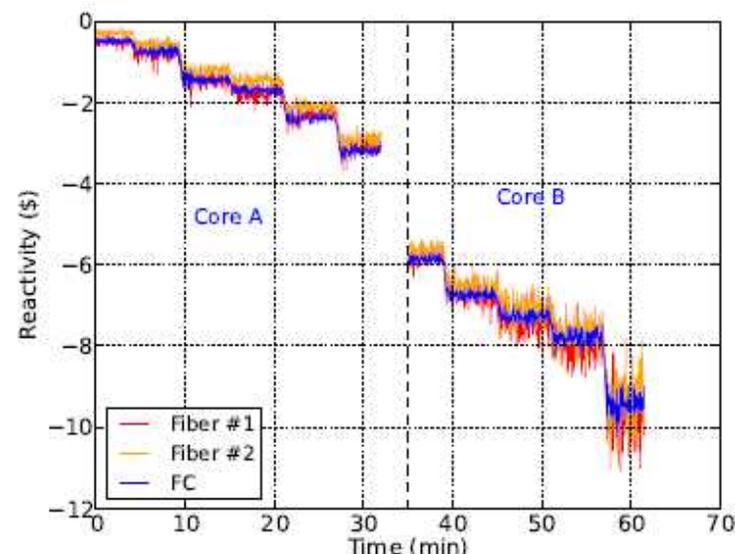
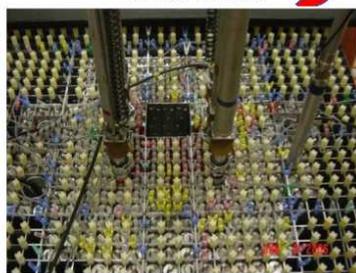
FFAG Accelerator



KUCA A-core



100MeV Proton Beam Line



KUCAにおける未臨界度測定結果の例

### これまでの成果

- パルス状の陽子ビーム入射後の炉心出力変化からフィッティング法により未臨界度を測定するシステムを開発。
- KUCAにおいて、未臨界度の異なる複数の体系で、FFAG加速器の陽子ビームを利用して開発したシステムの実証実験を実施。計算値と比較して、精度良く計測できることを確認。

### 今後の展開

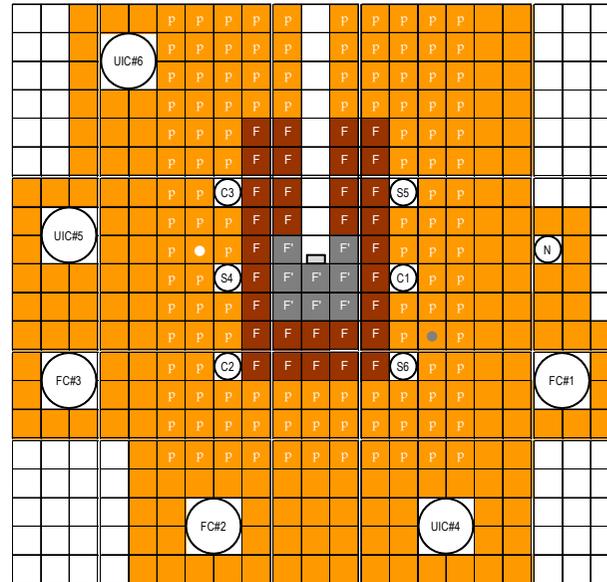
- ・ 高速中性子体系への適用性検討を実施し、実機ADSへの適用性を検討。

# ⑤ 炉物理・核データ -少量MAによる核データ検証-

## 課題: MA核データの積分実験による検証

### これまでの成果

- 外部資金(原子カシステム研究開発事業、H25～H28)を利用し、京都大学と共同で、KUCAで鉛ビスマス冷却ADSを模擬した炉物理実験を計画。
- H25年度は、鉛ビスマスの反応度測定実験を実施。



電着膜に蒸着した少量サンプルを使用予定  
テストサンプル

$^{237}\text{Np}$ 、 $^{241}\text{Am}$

参照用サンプル

$^{235}\text{U}$ 、 $^{238}\text{U}$ 、 $^{197}\text{Au}$

KUCAにおける鉛ビスマス冷却ADS模擬体系と核分裂計数管

### 現在の状況

- KUCAにおいて、ウラン・鉛ビスマス燃料体を炉心中心領域に装荷し、ADS模擬体系の静特性および動特性実験による炉物理パラメータの測定を実施(H26年度)。

### 今後の展開

- 少量のMAサンプルを用いた核分裂・捕獲反応率の測定実験(H27年度に実施予定)。

# TEF-P建設に向けた計画

