

日本原子力研究所と米国エネルギー省の 研究開発協力取り決めの締結について

平成17年1月11日
日本原子力研究所

研究開発協力取り決めの経緯

- 日本原子力研究所(原研)では、プルトニウム利用の多様な可能性についての研究開発の一環として、軽水炉によるプルトニウム利用技術の高度化が可能な革新的水冷却炉の研究開発を実施している。
- 原研は革新的水冷却炉の研究開発を進める上で重要な稠密炉心の設計手法の信頼性向上を図るため、平成16年12月21日、米国エネルギー省(DOE)との間で研究協力の取決めに締結し、DOE傘下のブルックヘブン国立研究所(BNL)と協力して、稠密炉心設計手法の精度評価を共同で実施することとした。
- 本研究協力は、平成7年に締結された包括協定「原子力研究開発分野における日本原子力研究所と米国エネルギー省との間の取決め」に基づく特定覚書取決めで実施し、実施期間は5年間である。

革新的水冷却炉の特徴と課題

革新的水冷却炉の特徴

従来の軽水炉より、燃料棒間隔を狭めて稠密に配置し、水による中性子の減速を抑制することにより、炉心内の中性子のエネルギーを高くして、プルトニウムの効率的な利用を可能とする革新的軽水炉

研究開発課題

プラント技術は従来の軽水炉技術をそのまま活用できることから、研究開発課題は、炉心および燃料に係るものに限定される。

- ・ 稠密炉心熱流動特性評価

熱特性試験 、 熱設計手法の精度評価

- ・ 稠密格子炉心核特性予測

FCA臨界実験 、 核設計手法の精度評価

DOEとの協力テーマ

- ・ 燃料照射特性評価

燃料照射試験、 燃料・材料設計

上記課題全体について、文部科学省革新的原子力システム技術開発公募事業等で産業界、大学と連携して研究開発を実施中。

国際協力の意義

米国DOEの状況

- ▶ 原子力研究イニシアティブ(NERI)による革新的原子炉研究として、トリウム燃料を用いた稠密炉心BWRの研究(BNL)を採択(1999年～2002年)
- ▶ 高レベル核廃棄物量の低減などを目指した先進核燃料サイクルイニシアティブ(AFCI)を開始(2003年～)、その一環として、稠密炉心の炉心性能(核変換特性など)評価をBNLが中心となって実施中

協力内容

日米の代表的な炉心設計手法の稠密炉心への適用性を評価する

- ・ 核設計では、核データ、解析手法などに起因する核特性(転換比など)の、
 - ・ 熱設計では、熱水力相関式などに起因する熱特性(限界出力など)
- の予測誤差を評価し、実炉解析における誤差を定量的に把握する

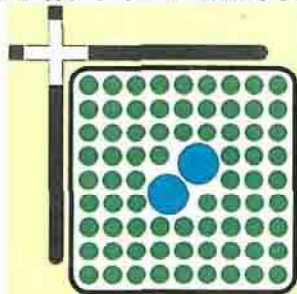
協力のメリット

本協力によって実施する日米両国でのベンチマーク計算により、それぞれが有する設計手法における個々のモデルや取扱方法等における課題や有効性が明らかとなり、その知見を反映することにより設計手法の信頼性の向上が期待できる。この結果、研究開発におけるコストと期間の大幅な削減が可能となる。

(参考資料) 革新的水冷却炉(FLWR)の概念

軽水炉 (BWR)

正方格子配列燃料集合体

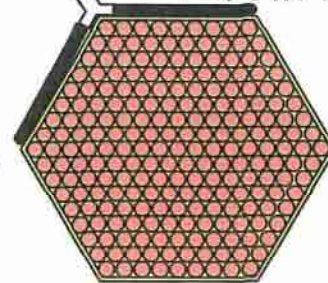


プラント
構成同一

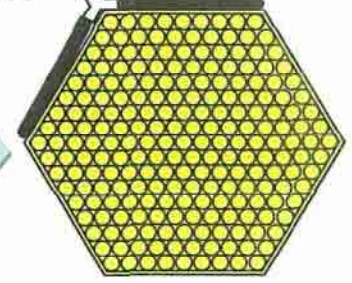
- ・十字型制御棒
- ・燃料棒間隔 約3mm
- ・炉心高さ 約3.7m
- ・Pu 富化度 3~4%
- ・転換比 0.6程度

革新的水冷却炉 (FLWR)

三角格子配列燃料集合体



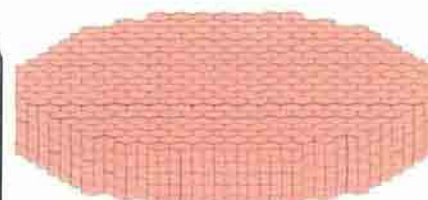
炉心構成
同一



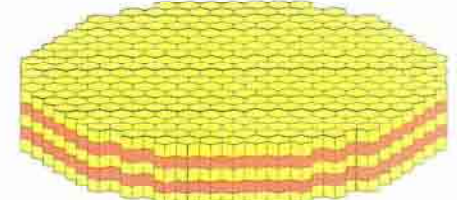
- ・Y字型制御棒
- ・燃料棒間隔 約3mm → 約1mm
- ・炉心高さ 約1.5m
- ・Pu 富化度 約 9% → 約18%
- ・転換比 約0.9 → 約1.04

軽水炉技術を基本
プルサーマル炉から
革新的水冷却炉へ

- ・軽水炉の運転・保守性を維持
- ・建設費は軽水炉と同等



MOX 燃料



MOX 燃料
ブランケット

- ・Pu劣化少 → 多重リサイクル可能
- ・Pu装荷量大 → 少数基でのPu利用

・Pu増殖が可能

4

原子炉容器

FLWR : Innovative Water Reactor for Flexible fuel cycle

協力内容: ①熱設計手法の精度評価

1. 稠密炉心熱特性試験解析

- 定格運転時の限界出力、炉心内流動挙動
- 運転時の異常な過渡変化時の限界出力
 - ・ ポンプトリップ、制御棒の異常な引き抜き

計算結果の相互比較、実験結果との比較

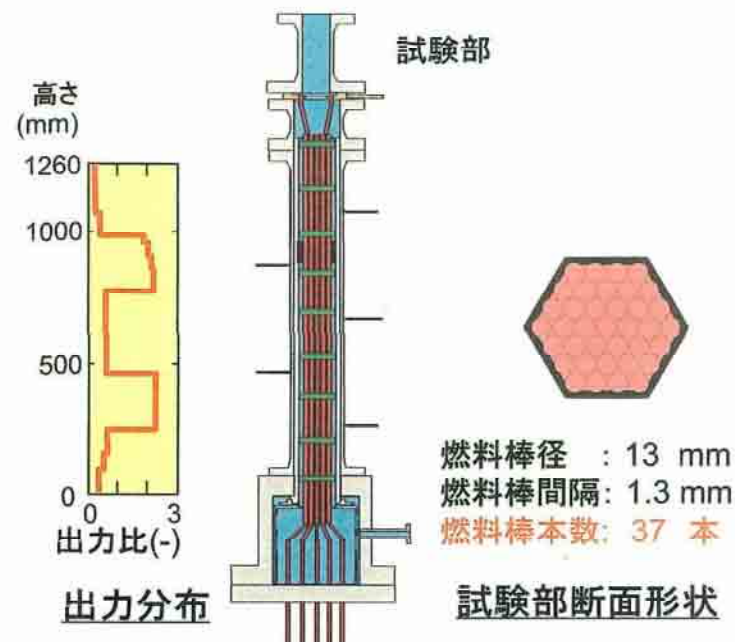
- 稠密炉心への適用性評価／改良

2. 実炉解析

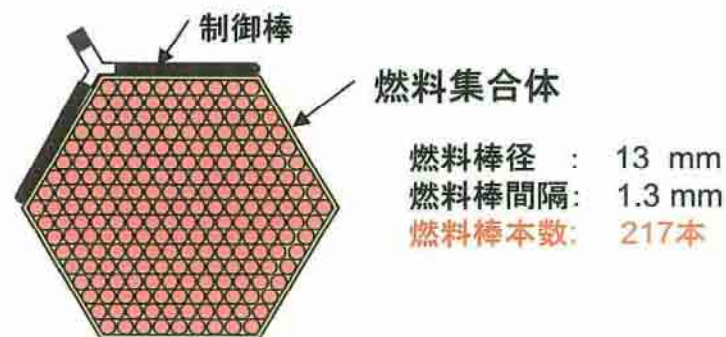
- 定格運転時の限界出力、炉心内流動挙動
- 運転時の異常な過渡変化時の限界出力
 - ・ ポンプトリップ、制御棒の異常な引き抜き
- 設計基準事故解析

計算結果の相互比較

- 実炉解析の評価誤差の定量的把握／改良



1. 稠密炉心熱特性試験解析体系

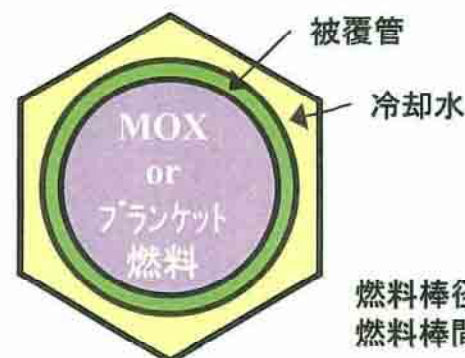


2. 実炉解析体系

協力内容: ②核設計手法の精度評価

1. 単純形状燃焼特性解析

- 稠密格子燃料棒(MOX燃料、ブランケット燃料)
- ・中性子増倍率 ・転換比



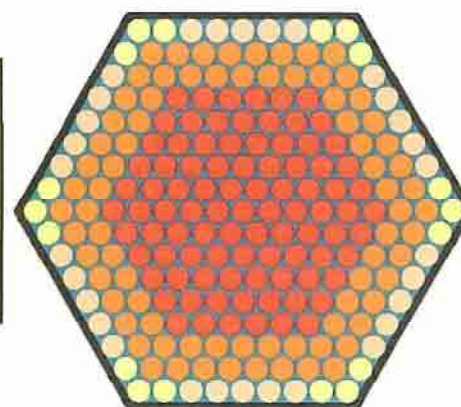
1. 単純形状燃焼特性解析体系

計算結果の相互比較

- 核データ、燃焼に伴う核種生成・消滅率データ等に起因する誤差評価

2. 実炉解析

- 軸方向非均質炉心
- 六角燃料集合体
- ・出力分布 ・ボイド反応度



	核分裂性Pu 富化度(%)
●	18.8
●	18.2
●	17.2
●	14.4

2. 実炉解析体系

計算結果の相互比較

- 実炉炉心核特性の解析精度評価