



令和4年度  
原子力規制庁技術基盤グループ-原子力機構安全研究・防災支援部門  
合同研究成果報告会

## 臨界安全研究Gr.の研究概要

令和4年11月22日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構  
安全研究・防災支援部門 安全研究センター  
臨界安全研究グループ

# 研究の背景

---

---

## ➤ 臨界安全研究

- ◆ 核燃料物質が臨界状態にならないよう、取扱い手段や取扱い量を決めて適切に管理するための基礎研究
- ◆ これまでの臨界実験によるデータの蓄積と、計算解析手法・核データの開発進捗により、臨界計算の精度が向上

## ➤ 新たな課題：福島第一原子力発電所事故による燃料デブリの発生

- ◆ 組成・性状が不明で不確かさが大きく、新しい解析手法が必要（信頼性の確認も必要）
  - 燃料デブリを模擬した臨界実験による裏付けが必要
  - 臨界集合体STACYを改造して臨界実験を行う
- ◆ 臨界事故に至る事象も廃炉リスクのひとつとして評価

# 研究トピックス紹介

---

---

- STACY設工認支援
- STACY初装荷炉心、実験炉心の策定
- 過去の臨界事故 マルチフィジックス解析
- 最新の国産評価済み核データJENDL-5 に基づく CASMO5中性子ライブラリの作成及び検証

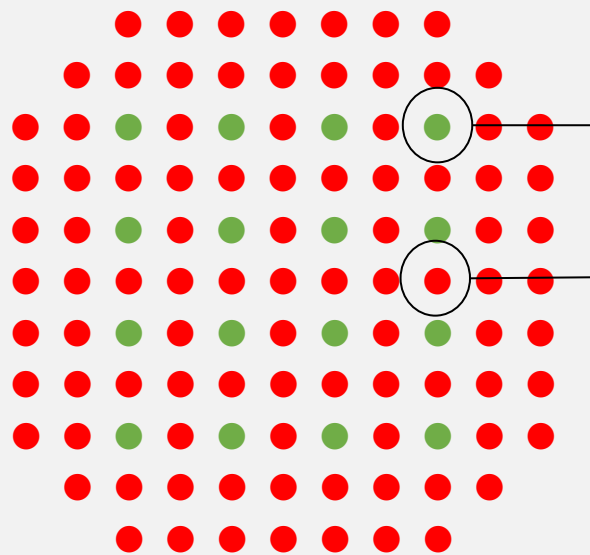
# STACY設工認支援

## 目的

- 実験用装荷物(デブリ構造材模擬体及び内挿管)を含むSTACY実験炉心の核特性の事前把握

## 実施内容

- 実験用装荷物を用いた模式的な炉心構成に対する核計算コードMVP及びDANTSYSを用いた核特性解析

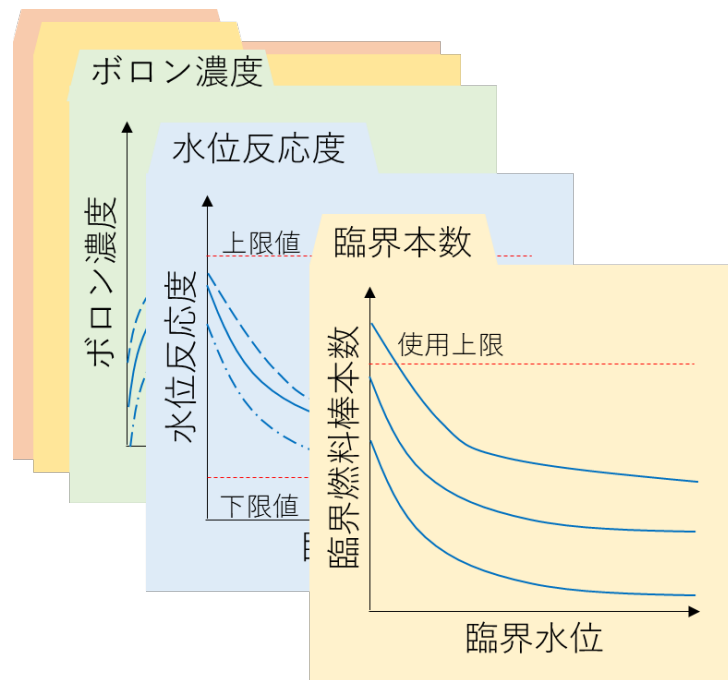


デブリ構造材  
模擬体

燃料棒



核計算解析



## 今後の予定

- 実験用装荷物を用いる実験炉心の設工認取得の支援
- 実際の実験において構成する炉心の特性解析

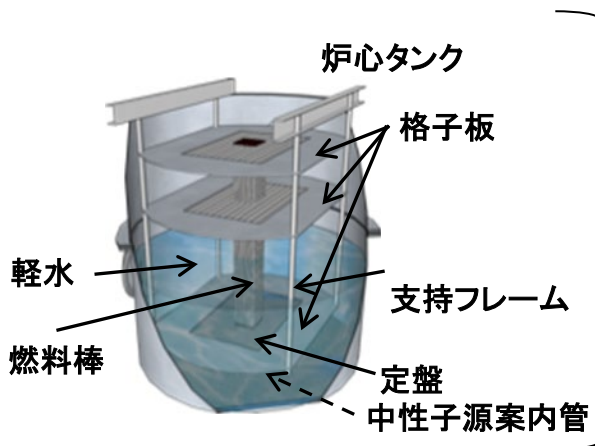
# STACY初臨界炉心、実験計画の策定

## 目的

- 炉心周りで計算精度に影響する機器類を抽出し、初臨界炉心を策定する
- 燃料デブリ模擬実験の成立性を確認し、実験計画を立案する

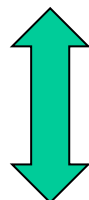
## 実施内容

- 初臨界、実験炉心の計算解析による炉心検討
- 燃料本数、実験期間などの制約に対して最大の実験効果を得る



STACY更新炉で核的に考慮すべき機器類の例

解析モデルの構築  
 $k_{eff} = 1.00200 \pm 0.00020$

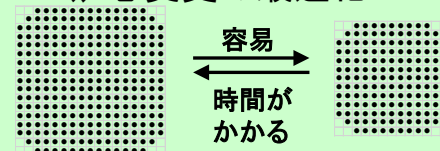


$\Delta k_{eff} = 0.002$   
 ある計算コード、核データを  
 用いた場合に対する相違(バイアス)

実際の臨界実験  
 $k_{eff} = 1.0000 \pm 0.0001$

解析計算と実実験との相違についての例

- 実験目的に関わる項目(例)
  - 実験炉心の配置
  - 装荷物の反応度
  - 必要燃料本数、臨界水位
- 運転許可に関わる項目(例)
  - 水位反応度係数
  - 過剰反応度
  - 安全板反応度
- スケジュールに関する項目(例)
  - 炉心変更の最適化



実験計画の策定

## 今後の予定

- 初臨界達成による計算解析との相違(バイアス)を確定
- 燃料デブリの臨界管理に資する信頼性の高い実験データを取得

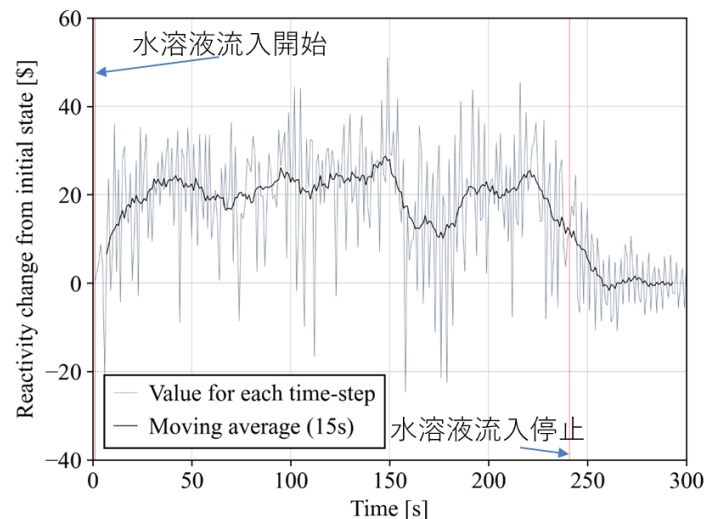
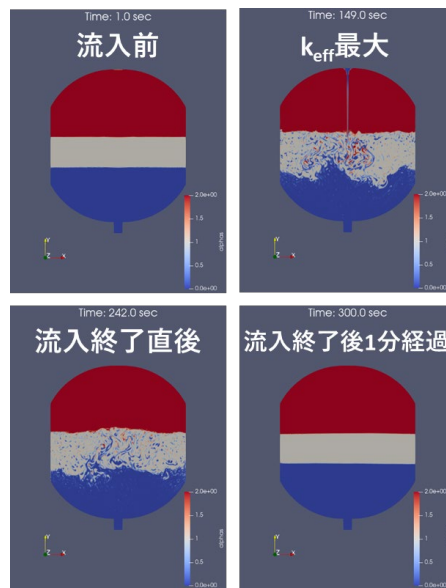
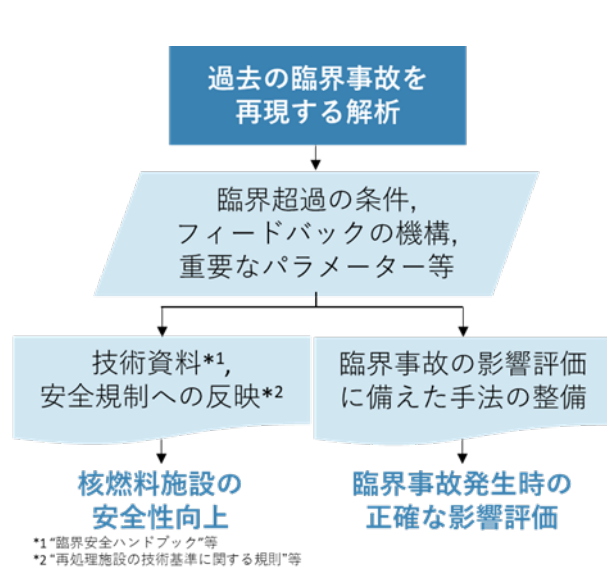
# 過去の臨界事故 マルチフィジックス解析

## 目的

臨界事故解析を通じた核燃料施設における安全上重要な知見の蓄積及び臨界事故の影響評価に備えた手法の確立

## 実施内容

過去の臨界事故の中でも詳細が検討されていないものを対象としたマルチフィジックス解析 (例: CFD + 連続エネルギーモンテカルロ)



## 過去の臨界事故解析研究の流れ

CFD計算+連続エネルギーモンテカルロ中性子輸送計算による Windscale Works, 1970 臨界事故の反応度変化の検討例

## 今後の予定

- マルチフィジックス計算の妥当性確認 (解像度, 計算間インターフェイス等について)
- 安全上重要な知見が明らかとなれば臨界安全ハンドブック等への反映

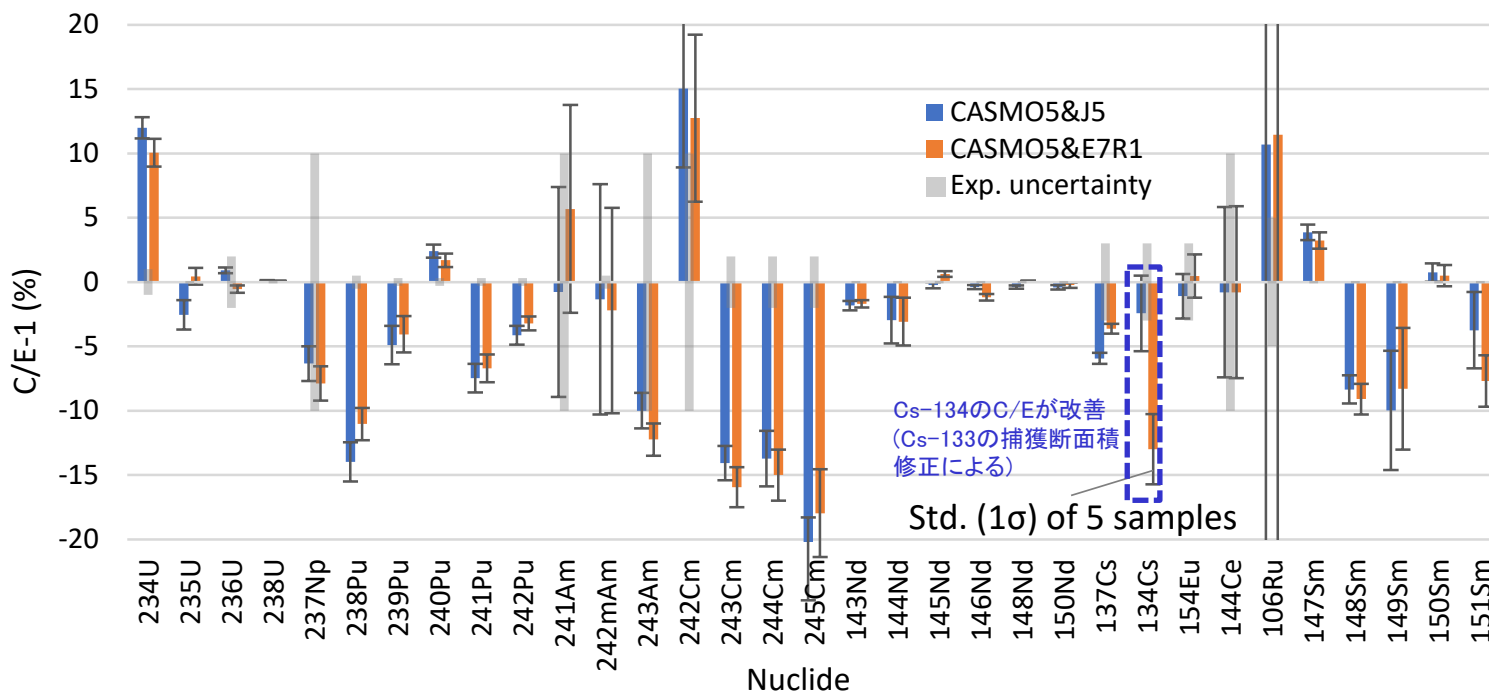
# 最新の国産評価済み核データJENDL-5 に基づく CASMO5中性子ライブラリの作成及び検証<sup>1)</sup>

## 目的

- 世界で幅広い利用実績がある炉心設計コードCASMO5を用いたJENDL-5の妥当性確認及びJENDL-5の国際的普及への貢献

## 実施内容

- 断面積/崩壊データ/核分裂収率等をENDF/B-VII.1からJENDL-5に置換した新たなCASMO5中性子ライブラリを作成
- 軽水炉体系での臨界実験解析/PIE解析等を通じたライブラリ間比較により臨界性や核種組成の差異・改善などのJENDL-5の特徴を確認



Takahama-3 SF97の核種組成解析結果

1) 渡邊友章, 他, “JENDL-5に基づくCASMO5ライブラリの作成及び検証”, 日本原子力学会2022年秋の大会, 2G05 (2022).