



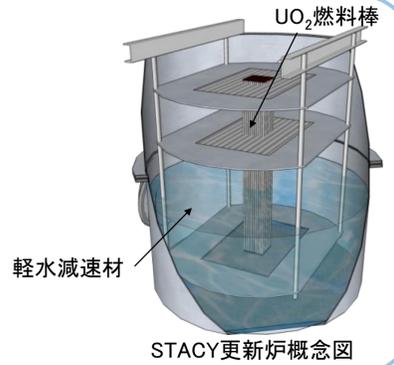
臨界実験装置STACY更新の進捗状況と実験計画

燃料サイクル安全研究ディビジョン 臨界安全研究グループ

STACYについて

- 背景**
- 燃料デブリの性状は不確かで、その臨界特性を幅広く解析で評価する必要がある
 - 解析手法の進歩により、その不確かさを確認するためには高精度な実験結果が求められる

- 目的**
- 新規制に対応し、かつ高信頼の実験データを得られる臨界集合体の整備を行う
 - 既存の定常臨界実験装置(STACY)を開放タンク型軽水減速非均質体系に改造する
 - 容易に炉心配置を変更することが可能で、様々な実験ニーズに対応させる
 - 模擬燃料デブリを調製し臨界試験を行い、燃料デブリ特性解析の妥当性を検証する



進捗状況

※設備の許認可対応、整備工事は原子力科学研究部門 臨界ホット試験技術部臨界技術第1課及びBECKY技術課が担当

● 臨界実験装置本体設計

完成予想図

炉心配置例

燃料棒装荷位置

赤: 安全板挿入位置
緑: 未臨界板挿入位置

溶液系の旧STACY設備はH30年10月にほぼ撤去完了済

UO₂燃料棒 調製試料

軽水の給排水

ある給水量で極低出力の臨界状態に

臨界となる条件は、燃料本数・配置、給水量・水温の他に調製試料の組成・本数・配置等に依存

実験における臨界条件が計算解析にて再現できることで解析の妥当性が確認できる

● 運転シミュレータ

モックアップ設備を活用して開発中

ノートPCからのモニタ出力: 様々なデータをゲージに見立てた表示が可能。またそれらのカスタマイズも可能。

実機相当の操作レバーやボタンを設置。また、実機設計の進捗(操作性の向上)に合わせて配置変更も可能。

水位操作時の出力挙動などを模擬し、運転員育成・学生実習等に活用予定

● デブリ模擬体調製/分析設備

調製設備

- 焼結炉 etc

分析設備

- ペレット密度
- U/O比測定
- 水分測定 etc.

焼結炉部

試料軸部

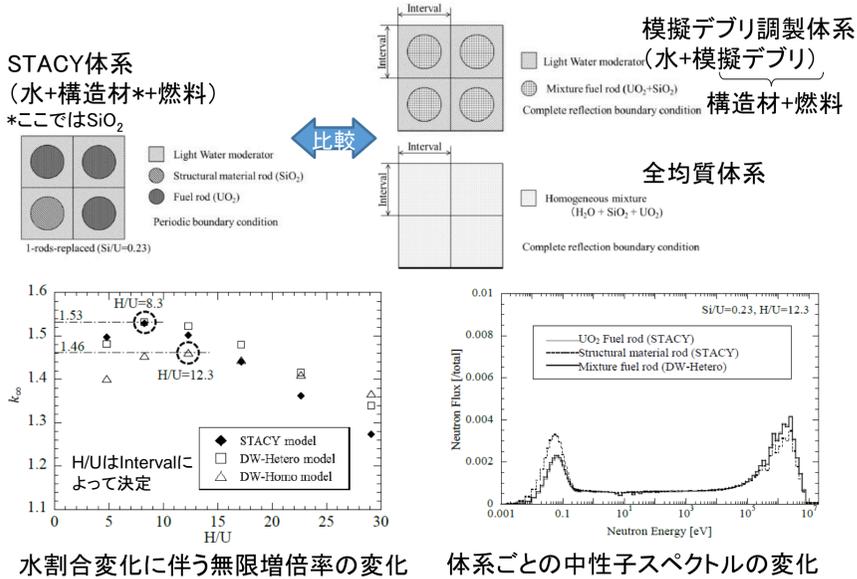
試験調製ペレット

様々なデブリ組成を模擬した試料について調製試験を進めている

実験計画

● 模擬燃料デブリ装荷時の特性評価

STACYではコンクリートなどの構造材を装荷して実機を模擬することを予定
→ 調製した試料や均質の場合との特性評価を実施



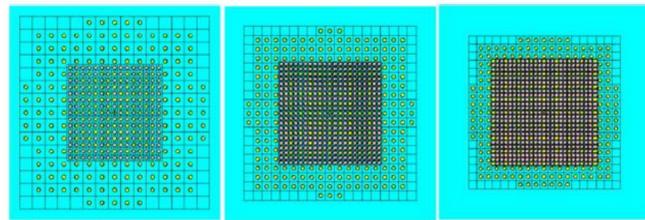
● 臨界特性評価炉心構成の検討

格納容器内で生成していると思われるMCCI**燃料デブリの臨界特性評価を確認するための実験炉心案を検討
(** 熔融炉心コンクリート相互作用: Molten Core Concrete Interaction)
→ 豊富な臨界実験の実績を持つ仏IRSN[†]と共同研究を実施
(† フランス放射線防護原子力安全研究所)

感度解析

コンクリート組成元素の持つ中性子相互作用のうち、実効増倍率への感度が大きいものを評価、抽出

²⁸Si, ⁴⁰Ca
中性子吸収反応に着目



減速比:	2.92	1.16	0.55
²⁸ Si感度:	1.0 倍	2.4 倍	2.8 倍
⁴⁰ Ca感度:	1.0 倍	2.4 倍	2.9 倍

最適化

これらの吸収反応の感度が最大となるよう、格子板間隔、装荷する燃料及びコンクリートの本数と配置を最適化 (IRSN保有のツールで最適化)

実機条件の適用

燃料本数に上限があるため格子間隔が異なる2領域炉心の適用を検討した (コンクリート100%試料棒と燃料棒で中央炉心を構成)

体系間の差異を確認し、STACY体系において中性子減速条件を変えることで、燃料デブリの置かれる環境も含めた任意の実験条件が得られることを確認

STACYを用いて燃料デブリの臨界特性評価のために任意反応の感度が高くなる減速比条件、炉心構成、必要な試料本数を明らかにし、実験炉心案策定までの作業フロー構築に目処

今後の予定

- 設工認対応(耐震Cの記載拡充等に係る補正準備)、使用前検査
- 実験系検出器、放射化箔測定、ロッドスキャン装置などの整備
- 仏IRSNなど国内外機関と連携した実験計画の立案
 - 実験データを国際炉物理ベンチマークとして公開予定
 - 次世代育成のための教育実験プログラムの策定
- 燃料デブリの特性解析データベース整備に合わせた実験立案
 - 福島第一原子力発電所事故の廃炉に係る規制支援に寄与

事業年度	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
臨界実験装置		設計・製作・据付	旧設備解体	設計・製作・据付	性能試験	臨界試験		
デブリ模擬体調製設備		設計・製作・据付・検査						
デブリ模擬体分析設備		設計・製作・据付・検査						

2018年10月現在

○ 原子力規制庁の平成27、28、29年度「東京電力福島第一原子力発電所燃料デブリの臨界評価手法の整備」事業として行われた成果である。

参考文献:

- A. Sakon, et. al., "Representability Evaluation of Fuel Debris Nuclear Characteristics by Heterogeneous Core of STACY," proc. of ICNC 2015, Charlotte, USA (2015).
- S. Gunji, et. al., "Study of experimental core configuration of the modified STACY for measurement of criticality characteristics of fuel debris," Progress In Nuclear Energy, **101** (2017).