

デブリ取り出し時の再臨界 事故解析

東京工業大学原子炉工学研究所
小原 徹

研究背景

- 福島第一原子力発電所燃料デブリ除去作業時の安全確保
 - 臨界事故の防止
 - 万一臨界となった場合の挙動評価と対策

研究の目的

- デブリ取り出し時に万一臨界事故が発生した場合の挙動評価を行い、作業員の安全確保のための有効な方策を確立する。

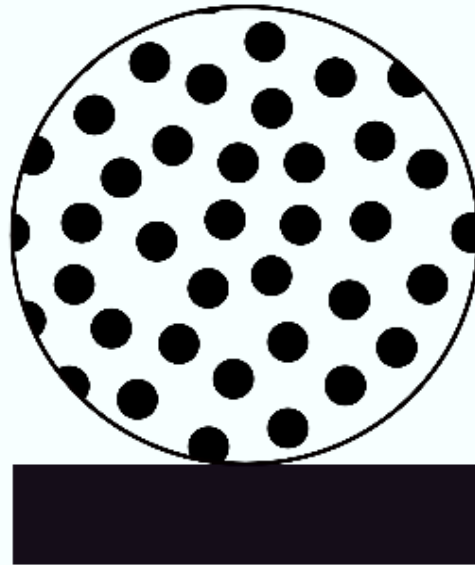
燃料デブリ再臨界時の挙動解析

- デブリの状態
 - 詳細は不明
 - 複雑な組成・形状となっている可能性
 - さまざまな組成
 - さまざまな大きさ、形状、配置
 - 水との混合状態
 - デブリ取り出し作業によって大きさ、形状、配置が変わる可能性

燃料デブリ再臨界時の挙動解析 (つづき)

- 再臨界が考えられる状況の例
 - デブリ取り出し作業により小径の多数のデブリ粒子が発生または移動
 - 水との最適混合割合
 - 水減速材をはさんで他の大きなデブリと核的に弱く結合している状況となる可能性もある
- 再臨界時の動特性解析
 - 臨界となったデブリ・水混合体の周囲のデブリが影響を与える可能性あり
 - 一点炉近似、拡散近似では取り扱えない現象

考えられる状況の例

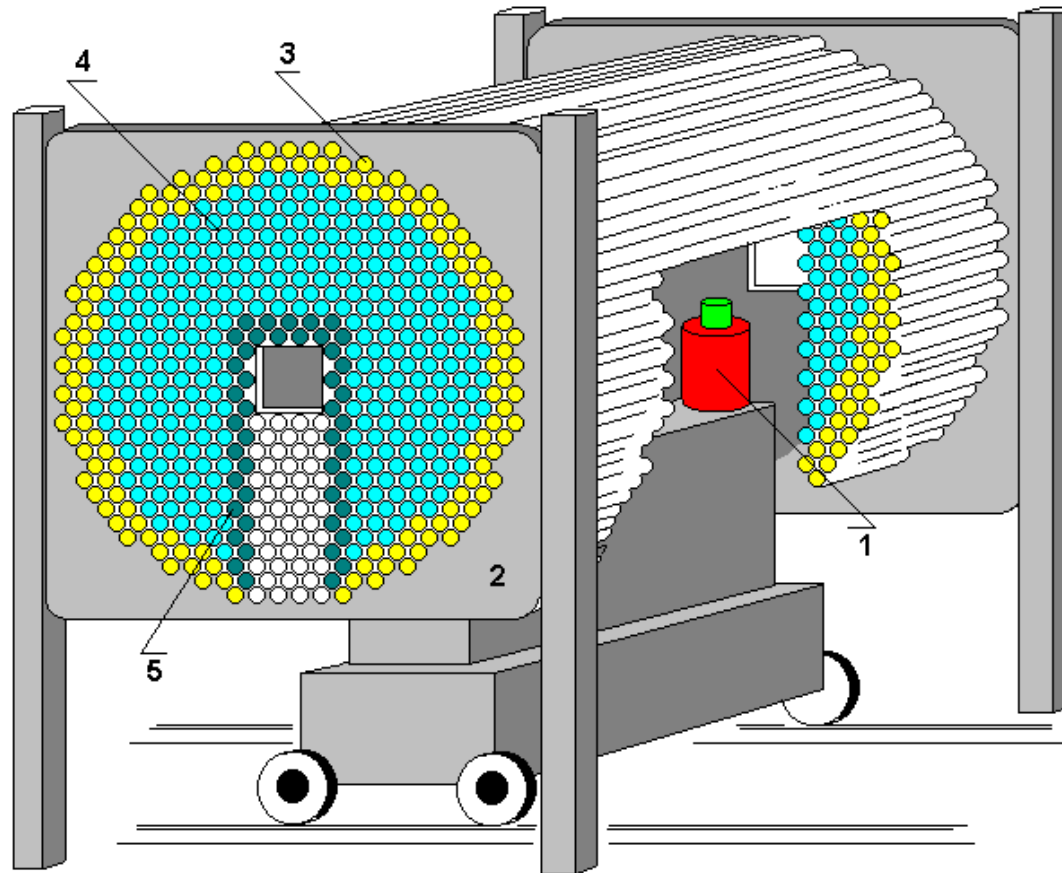


粒子状のデブリ

固形状のデブリ

核励起レーザー研究

-核エネルギーを直接光エネルギーに変換する技術



1. 金属ウランパルス炉心
2. レーザーモジュール
3. 中性子反射体
4. 核励起レーザー発振セル
5. 内部中性子反射材

レーザー発振セルの内側を濃縮ウランでコーティング
発振セルの間にはポリエチレン減速材を装荷

核励起レーザー発振実験用原子炉(ロシアIPPE)

Barzilov A.P., Gulevich A.V., Kukharchuk O.F. et al. *Some Aspects of a Nuclear and Radiation Safety of a Coupled Pulse Reactor Systems* // Proc. Intern. Conf. ARS'97, 1997.の図に加筆

積分型動特性解析モデルによる 動特性解析コード

- 核励起レーザー発振実験用原子炉解析のために東工大で開発
 - 即発臨界時の動特性解析コード
 - 核的性質が異なる複数の領域が弱く結合している体系に対しても適用可能
- 福島第一原子力発電所燃料デブリ取り出し時の再臨界事故解析に適用可能か検討

解析例

粒子状燃料デブリ領域(粒子状燃料デブリと軽水の混合: 半径約302mm)

時刻0で半径増加

粒子状燃料デブリ半径1.0mm

固形燃料デブリ
厚さ: 87.5mm, 縦: 700mm, 横: 700mm)

軽水領域

● 燃料デブリ組成

粒子状燃料デブリ領域でのデブリ体積割合	20%
燃料デブリ組成(*)	<ul style="list-style-type: none">• UO₂: 76%• Zr: 19%• Fe: 3%,• Ag/In/Cd/Cr/Ni: 2%
ウラン濃縮度	5wt%

*)スリーマイルアイランド事故のレポートをもとに設定

解析結果例

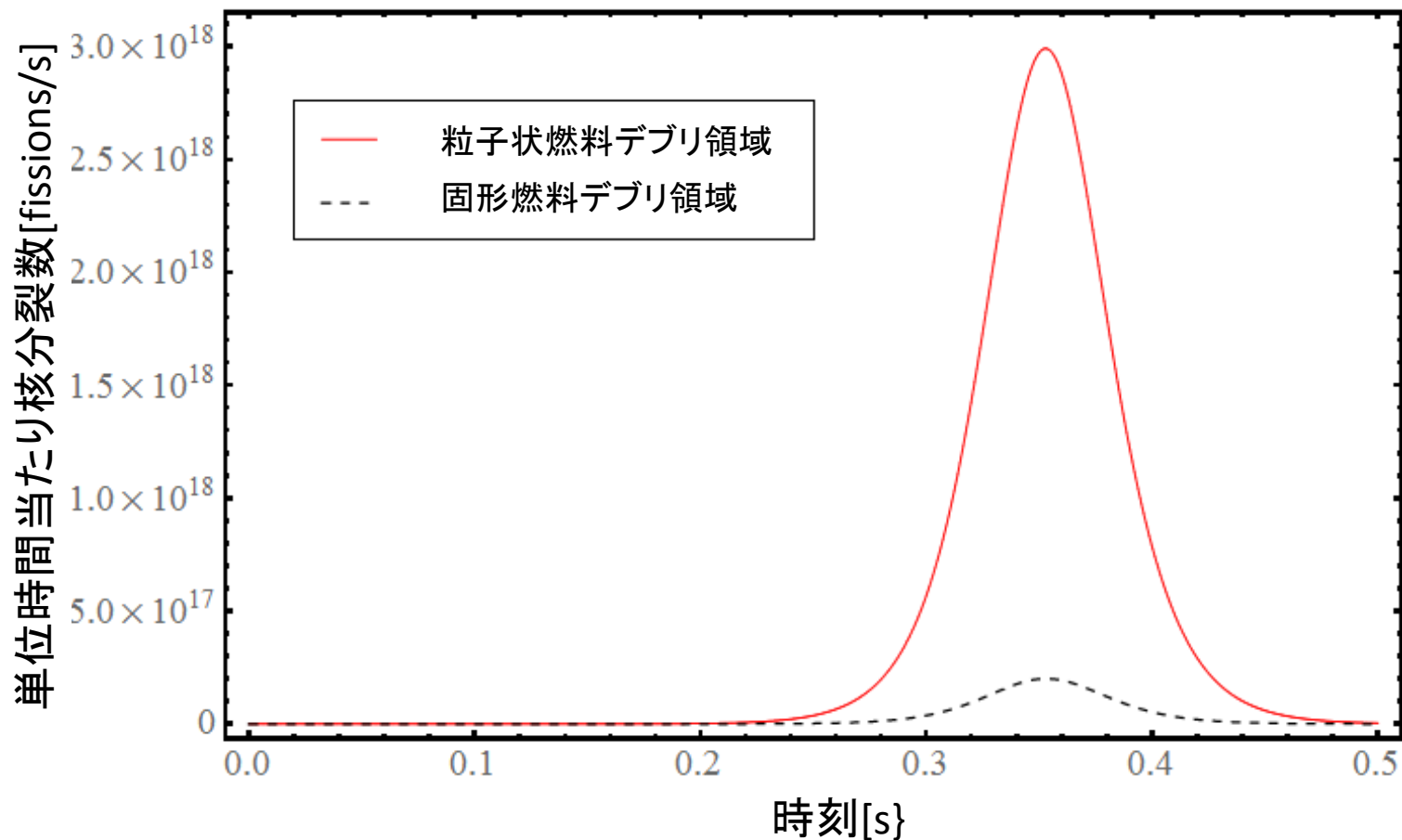


図 各領域の核分裂数の時間変化

- 粒子状燃料デブリの核分裂により固形デブリ領域でも核分裂が発生している。
- それぞれの領域の核分裂が相互に影響しあう。

まとめ

- 燃料デブリ取り出し時の再臨界事故の解析を開始した。
- 東工大で開発した積分型動特性モデルに基づく解析コードの適用可能性を検討し、適用可能であることを確認した。
- 今後詳細な解析を実施予定