

## 「燃料デブリ」研究専門委員会活動報告

## Activity Report of the Research Committee on Fuel Debris

## (4) 燃料デブリの性状に関する知見の現状と課題その2

## (4) Current Status and Issues of Fuel Debris Characterization (II)

\*中村 勤也<sup>1</sup>, 名内 泰志<sup>1</sup>, 鈴木 晶大<sup>2</sup>, 松永 純治<sup>3</sup>, 星野 国義<sup>4</sup>, 坂村 義治<sup>1</sup>, 高橋 優也<sup>5</sup><sup>1</sup>電中研, <sup>2</sup>NFD, <sup>3</sup>GNF-J, <sup>4</sup>日立 GE, <sup>5</sup>東芝エネルギーシステムズ

## 1. 調査の目的と対象

1Fの燃料デブリ取り出しに向けた性状把握に関する現状と課題を整理するため、本件では、デブリ取り出し時の線量評価、臨界評価、収納・保管、処置、サンプル分析に関する技術開発ならびに長期変性挙動に関する知見をとりまとめた結果を報告する。

## 2. 技術開発状況の概要

【線量評価】プラント内線量率分布評価手法や局所線量率を実測する手法開発に加え、計量管理としての非破壊測定技術開発が行われている。

【臨界評価】燃料デブリ取出し時の実効増倍率への影響因子と臨界防止、臨界監視技術、臨界事故時の影響評価、臨界停止手段等の技術開発が行われている。

【収納・保管】キャニスター内に中性子吸収材を備えたTMI-2の実績と異なり、最高濃縮度が約5%と高い1Fでは、同伴水量を35vol%以下に制限することによって収納缶内径400mmを確保する臨界安全評価、ならびに、収容缶の強度や水素ガス管理技術開発等が行われている。

【処置】燃料デブリの化学処置に湿式および乾式再処理技術を適用する技術開発が行われてきた。溶解率の観点では、フッ化物揮発法の基礎的な成立性が確認され、Pu試験が計画中である。

【サンプル分析】1F廃止措置の技術開発に必要な燃料デブリの機械的特性や化学的特性等の分析ニーズが整理される一方、1Fサイトに隣接した放射性物質の分析・研究施設（大熊分析・研究センター）の建設や、X線CTやトリプル四重極プラズマ誘導結合質量分析装置等の最新の分析技術開発が進められている。

【長期変性挙動】事故炉の燃料デブリについて、自己照射損傷や熱応力による機械的破損、気中における長期変性挙動、浸出挙動等が観測されている。挙動評価に重要なサンプルの均質性や代表性、表面性状に加え、放射線環境下の影響も考慮した模擬デブリや使用済燃料からの核種の浸出挙動が調べられている。

## 3. 燃料デブリの性状に関する課題の抽出

上述の技術開発状況を踏まえ、燃料デブリ性状に関する課題を抽出した。その結果を表1にまとめる

表1 燃料デブリ性状に関する主な課題

項目	主な課題
線量評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 事故進展過程における線量強度の三次元分布</li> <li>- デブリ取出時の燃料デブリの形態変化・移行等に伴う作業地点の線量強度の経時変化</li> <li>- 核燃料物質の含有量、Euの帯同性、Cs放出率</li> </ul>
臨界評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 燃料デブリの冠水・冷却状況</li> <li>- 燃焼度と燃料デブリの化学組成の位置依存性</li> <li>- <sup>155</sup>Gd、<sup>157</sup>Gd、ホウ素、鋼材、コンクリート成分の均質性</li> <li>- 粒径、密度、含水率、開/閉気孔率、熱特性</li> <li>- デブリ表面で軽水からホウ酸水への置換時間</li> <li>- FPガス(Xe、Kr等)放出割合と放出速度</li> <li>- 中性子吸収材との親和性(短期～長期、化学的安定性、物理的帯同性)</li> </ul>
収納・保管	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 水の濡れ性、水切り特性、乾燥特性</li> <li>- 水素ガス発生挙動</li> <li>- 収納缶内での長期変性挙動</li> <li>- 収納缶との長期両立性</li> <li>- 迅速なデブリ分別技術と判定基準(構造物、工具等)</li> </ul>
処置	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 溶解性、均質性、FP放出挙動、プロセス成立性</li> </ul>
サンプル分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>- サンプル取出し位置と事故進展説明との相関</li> <li>- サンプルの代表性(ミクロ⇄マクロ)</li> <li>- 機械的特性(材料健全性の評価)、化学的特性</li> <li>- 気中取出し時のFP放出挙動</li> </ul>
長期変性挙動	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 循環注水冷却によるAn/FP等の浸出・移行挙動</li> <li>- 各位置(PCV、RPV、S/C等)の環境条件(放射線環境下、pH、陰イオン濃度等)に応じた浸出・移行挙動</li> <li>- 物理化学的特性や微細構造・相構造等の変化</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>- デブリ取出し作業の安全ガイドラインの策定・指針</li> </ul>

\*Kinya Nakamura<sup>1</sup>, Yasushi Nauchi<sup>1</sup>, Akihiro Suzuki<sup>2</sup>, Junji Matsunaga<sup>3</sup>, Kuniyoshi Hoshino<sup>4</sup>, Yoshiharu Sakamura<sup>1</sup>, Yuya Takahashi<sup>5</sup>, <sup>1</sup>CRIEPI, <sup>2</sup>NFD, <sup>3</sup>GNF-J, <sup>4</sup>Hitachi-GE, <sup>5</sup>Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation