

照射済燃料の核鑑識シグネチャ核種に関する研究
-軽水炉型及び燃料型の判別シグネチャの検討-

Nuclear Forensics Signatures of Spent Nuclear Fuel
-Signatures for discriminating reactor and fuel types-

*加賀山 雄一¹, 相楽洋¹, 韓 治暎¹, 木村祥紀²
¹東京工業大学, ²日本原子力研究開発機構

本研究では、核鑑識の重要パラメータの一つである燃料核種組成情報を活用した判別シグネチャ核種の検討を行うため、異なる軽水炉型・燃料型による照射済燃料核種組成の違いの比較検討を行った。

キーワード：核鑑識，核セキュリティ，PWR・BWR，照射済燃料核種組成

1. 緒言

核鑑識は、犯罪行為者の特定・訴追を支援し、核・放射性物質を使用したテロの抑止にもつながると期待されているが、分析したデータを照合するデータベースの構築や軽水炉型の判別指標(判別シグネチャ)の開発が課題として挙げられる。本研究では、軽水炉型として PWR と BWR、燃料型として U 濃縮度・Gd 濃度・集合体平均燃焼度・集合体型式をパラメータとし、判別シグネチャ核種の検討を行うための照射済燃料核種組成の違いを比較検討することを目的とする。

2. 研究手法

表 1 PWR・BWR の燃焼計算に用いるパラメータ[1-3]

PWR と BWR における U 濃縮度・集合体平均燃焼度・集合体型式による照射済燃料核種組成の違いを見るために、SCALE6.2/ORIGEN-ARP を

	PWR	BWR
集合体平均 U 濃縮度[wt%]	3.0～4.8	2.7～3.7
Gd 入燃料中 Gd 濃度[wt%]	6～10	6
集合体平均燃焼度[GWd/t]	28～53	27.5～45
集合体型式	14×14, 15×15, 17×17	7×7, 8×8, 9×9

用いて燃料集合体平均核種組成のデータベースを作成する。Gd 入り燃料を精度よく計算するため、燃料棒ごとの照射済燃料核種組成の計算が可能な SCALE6.2/TRITON を用いる。パラメータ範囲について表 1 に示す。解析手法の妥当性検証を参考文献[4-5]との比較により行った。

3. 結果

PWR 照射済燃料集合体の代表例として 17×17 型、燃焼度 44GWd/MTU、U 濃縮度 4.1wt%、及び BWR 照射済燃料集合体の代表例として 8×8 型、燃焼度 39.5GWd/MTU、U 濃縮度 3.793wt%を比較した結果、Cm-244、Pu-241、Am-241、Pu-238、U-235 の集合体平均核種重量に 35%以上の大きな差が見られた。また、照射済燃料集合体の軸方向高さにおける核種重量の生成分布を比較し、Pu-239 の生成分布の傾向に差が見られた。燃焼度、U 濃縮度、中性子エネルギーの限られた差であるが、照射済燃料核種組成に顕著な違いが見られることが分かった。

4. まとめ・今後の予定

軽水炉型として PWR と BWR、燃料型として U 濃縮度・Gd 濃度・集合体平均燃焼度・集合体型式をパラメータとし、照射済燃料核種組成の代表例を用いた比較検討を行った。今後、計算パラメータの範囲を広げ、燃料棒ごとの照射済燃料核種組成の精度の良い計算を行い、包括的な比較検討する予定である。

謝辞

本研究は原子力機構との共同研究「照射済燃料の核鑑識シグネチャ核種に関する研究」に基づく成果を含む。原子力機構の一部の成果は文部科学省核セキュリティ補助金事業に基づくものである。

参考文献 [1] 奥村 et al. JAEA-Data/Code 2011-020 [2] 佐治 et al. 三菱重工技報 Vol.46 No.4 (2009) [3] 東京電力 柏崎・刈羽原子力発電所 原子炉設置許可申請書 [4]中原 et al. JAERI-Tech 2000-071 [5] A.BARREAU, OECD 2006 NEA No. 6227

*Yuichi Kagayama¹, Hiroshi Sagara¹, Chi Young HAN¹, Yoshiki Kimura²
¹Tokyo Tech, ²JAEA