

原子燃料の製造公差に起因して生じる核物質質量計算値の不確かさ評価

Uncertainty quantification of calculated nuclear material inventory caused by manufacturing tolerance of nuclear fuel

*佐藤 駿介¹, 鈴木 求¹, 名内 泰志¹
¹電中研

OECD/NEA の UAM(Uncertainty Analysis in Modelling)ベンチマークを参照し、原子燃料の製造公差に起因して生じる核物質(U, Pu)量計算値の不確かさを、各製造公差パラメータを個別に取り扱ったランダムサンプリング法により評価した。

キーワード：製造公差, 不確かさ評価, 核物質, UAM ベンチマーク, 燃焼計算, SCALE/Polaris

1. 緒言

原子力発電所から払い出された使用済燃料中に含まれる核物質量の計算値と、再処理施設が受け入れた使用済燃料中に含まれる核物質量の計量値との差を受払間差異(SRD)と呼ぶ。計算や測定には様々な不確かさ要因が存在するため SRD をゼロにすることは困難だが、SRD 低減に向けた継続的な活動が求められており、当所では SRD が生じた際の説明性向上に資するため、核物質質量計算値の不確かさ評価を進めている。本検討では、燃焼計算における不確かさ要因の 1 つとして原子燃料の製造公差に着目した。

2. 解析条件

UAM ベンチマーク[1]を参照し、PWR ピンセル体系にて、製造公差パラメータとして、(1)²³⁵U 濃縮度, (2)燃料密度, (3)ペレット径, (4)ギャップ厚さ, (5)被覆管厚さの 5 つを取り扱った。製造公差パラメータの代表点(±0, 1, 2, 3, 4, 5σ)で燃焼計算を行うことで U, Pu 同位体インベントリのテーブルを作成し、そのテーブルを製造公差情報(平均/標準偏差/分布形状)に従ってランダムサンプリングすることで核物質質量計算値の不確かさを評価した。この際、インベントリテーブルはデータ間を線形内挿し、各製造公差パラメータに対して個別に不確かさを評価した。燃焼計算には SCALE-6.2.4 の Polaris を使用し、運転履歴はサイクル燃焼度 15 GWd/t, サイクル長 390 日, サイクル間冷却 60 日で運転中出力一定の条件で 4 サイクル照射とした。

3. 解析結果

燃料取り出し時点(燃焼度 60 GWd/t, 冷却 0 日)における主要な U, Pu 同位体インベントリの相対不確かさを図 1 に示す。図 1 より、各製造公差パラメータの中でも燃料密度の公差に

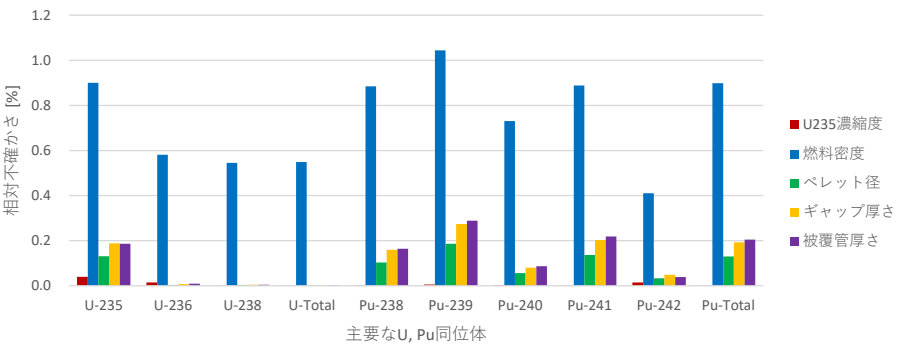


図1 原子燃料の製造公差に起因して生じる主要なU, Pu同位体量の相対不確かさ

起因して生じる不確かさが支配的であること、また、製造公差に起因する不確かさは、核データに起因する不確かさ[2]のおよそ半分程度となることがわかった。

参考文献

[1] NEA/NSC/DOC(2013)7. [2] CRIEPI Report L20003.

*Shunsuke Sato¹, Motomu Suzuki¹ and Yasushi Nauchi¹

¹CRIEPI