

KUCA におけるビスマスサンプル反応度価値の不確かさ解析
Uncertainty Analyses of Bismuth Sample Reactivity Worth at Kyoto University Critical Assembly

*山中 正朗¹, 大泉 昭人², 福島 昌宏², 卞 哲浩¹, 辻本 和文²

¹京都大学原子炉実験所, ²日本原子力研究開発機構

KUCA においてビスマスサンプル反応度価値測定実験を行い、SCALE6.2 システム(KENO-VI および TSUNAMI-3D)および ENDF/B-VII.1 を用いて核データに起因する実効増倍率の不確かさについて検討した。

キーワード: サンプル反応度価値、ビスマス、不確かさ解析、KUCA

1. 緒言 日本原子力研究開発機構(JAEA)および MYRRHA 等で提案されている加速器駆動システム(ADS)では、鉛ビスマスを冷却材として用いることが考えられている。JAEA が提唱する ADS に対する決定論的手法(拡散計算、70 群)による不確かさ解析では、鉛ビスマスが実効増倍率に対して約 180 pcm もの不確かさを与えることが明らかにされている[1]。KUCA-A 架台では、核データの検証として鉛および鉛ビスマス(共晶)の置換反応度測定実験を別々に測定しており、鉛については決定論的手法(拡散計算、107 群)によって実験を再現したが[2]、同様の手法による鉛ビスマスの置換反応度の計算は実験と有意な差異を示した。この差異は、確率論的手法(MCNP6.1)によるアルミ板から鉛ビスマス板に置換した際の臨界計算において、実効増倍率のバイアスが変化することに起因し、さらに、鉛ビスマス板のコーティング材(40 μm)がバイアス変動の要因となることがわかった。そこで、本研究では KUCA-A 架台におけるアルミニウムとビスマス(裸)の置換反応度実験に対して実効増倍率の不確かさを検証した。

2. 実験および計算 置換反応度実験は KUCA-A 架台(図 1)において実施した。炉中央に試験燃料体 f を 3~5 体配置し、1 体当たり 40 枚のアルミ板をビスマス板に置換したときの余剰反応度の差から置換反応度反応度を測定した(最大 195 pcm)。実験解析は SCALE6.2 の KENO-VI および TSUNAMI-3D と核データに ENDF/B-VII.1 および 56 群の共分散データを用いて置換反応度の計算および不確かさ解析をそれぞれ行った。

3. 結果 表 1 に KENO-VI を用いて得られた臨界状態の実効増倍率、置換反応度および置換反応度の C/E 値を示す。実験解析ではアルミ板からビスマス板に置換することで、臨界状態の実効増倍率に対するバイアス値が 78 pcm から最大 629 pcm まで増加することがわかった。置換反応度は、アルミ板もしくはビスマス板が装荷された炉心の余剰反応度を実効増倍率の逆数の差でそれぞれ求め、余剰反応度の差から計算した。置換反応度の計算は統計誤差が大きいものの実験と約 15%で一致した。不確かさ解析では、ビスマスの核データに起因する実効増倍率の不確かさを求め、5 体置換の k_{eff} に対して(n, n')、弾性散乱、捕獲および($n, 2n$)反応においてそれぞれ 28.2 pcm、12.4 pcm、6.7 pcm および 1.1 pcm であった。今後、核データに起因する置換反応度の不確かさを評価する予定である。

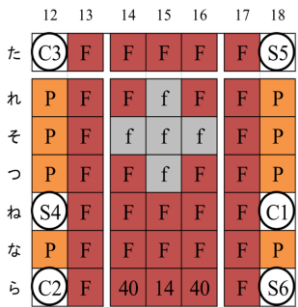


図 1 置換反応度実験炉心

表 1 実効増倍率 k_{eff} (std: 10 pcm)および置換反応度(pcm)			
燃料体数	k_{eff} (臨界)	置換反応度	C/E
0 (Al)	1.00078	-	-
3	1.00406	61±19	1.09±0.35
3'	1.00406	72±19	0.92±0.25
4	1.00553	86±19	1.13±0.26
5	1.00629	88±19	1.05±0.24

参考文献 [1] G. Chiba et al., *JNST*, **53**, pp. 1653-1661(2016). [2] C. H. Pyeon et al., *NSE*, **185**, pp. 460-472 (2017).

*Masao Yamanaka¹, Akito Oizumi², Masahiro Fukushima² and Cheol Ho Pyeon¹, Kazufumi Tsujimoto²

¹Kyoto University Research Reactor Institute, ²Japan Atomic Energy Agency