

3. 炉心・燃料特性評価 Gr.

3-1 最新の核データの精度を「もんじゅ」で検証
 ー炉定数調整による ^{241}Am 核データの検証ー
 羽様 平（炉心・燃料特性評価 Gr.）

要旨

1994 年と 2010 年に実施された「もんじゅ」性能試験結果の分析に炉定数調整技術を適用し、 ^{241}Am の核データについて、「もんじゅ」性能試験データが検証に有効であり、JENDL-4.0 の信頼性が高いことを実証した。

1. 研究目的

高速炉には長半減期の核種（マイナーアクチニド（MA）核種）を燃料に混ぜて燃焼させることにより、高レベル放射性廃棄物を低減できるという特徴がある。その実現のためには MA 核種を混ぜた炉心を的確に設計することが不可欠であるが、核特性解析において鍵となる核データの精度は、MA 核種については検証実績に乏しく、核特性レベルで検証されているのは ^{237}Np のみである。

2010 年に再開された「もんじゅ」の性能試験では、1994 年の試験に比べて ^{241}Am 含有率が 3 倍高い炉心で核特性が測定されている。 ^{241}Am は ^{237}Np と並ぶ代表的な MA 核種である。両炉心の核特性解析精度を分析し、 ^{241}Am の核データ検証に対する「もんじゅ」性能試験データの有効性を評価する。

2. 評価方法

炉心間（Core1994⇔Core2010）の差異は主に燃料組成であるが、 ^{241}Am 以外の組成も異なるため、炉心間の解析精度の差だけで ^{241}Am の核データの精度に言及することは困難である。本研究では、炉定数調整技術を活用することによって解析精度差の原因の特定を試みた。炉定数調整とは、核特性測定値を解析で再現するように炉定数（核データ）をその誤差の範囲で調整する技術であり、炉定数の信頼性を向上させるために用いられている。ここでは調整量の大小が元の炉定数の信頼性を示す 1 つの尺度でもあることに着目する。

核特性測定値には、 ^{241}Am の影響が比較的現れやすく、測定データの精度も高い臨界性（実効増倍率）データを使用した。測定値の誤差（1 σ ）は両炉心ともに $0.18\%\Delta k/k$ であり、炉心間の誤差の相関係数は 0.90 である。解析値には、基準計算値（格子計算コード SLAROM-UF によるエネルギー 70 群非均質集合体計算と炉心計算コード DIF3D による 3 次元 TriZ 拡散計算）にエネルギー・空間メッシュの離散化や拡散計算に伴う近似を補正した最確値を使用した。解析手法の誤差は両炉心ともに $0.03\%\Delta k/k$ であり、炉心間の誤差は独立とした。炉定数調整に必要な感度係数（炉定数の単位変化に対する核特性の変化）には基準計算値を使用した。

核データには現在標準使用している JENDL-3.3（2002 年公開）に加え、最新の JENDL-4.0（2010 年公開）を適用し、各々の場合について調整結果を分析した。

3. 評価結果

表 1 に調整前後の解析精度を示す。炉心間の解析精度差に着目すると、JENDL-3.3 の場合、調整前で $-0.18\%\Delta k/k$ の差異が現れており、調整により低減している。解析精度差は、

前述の誤差から $0.09\% \Delta k/k^1$ 内に収まるべきであり、調整により有意な差異が解消していると言える。一方、JENDL-4.0 の場合は調整前で既に有意な精度差はなく、調整による変化も軽微である。図 1 には調整による解析精度差の変化に対する核種・反応毎の寄与を示す。

JENDL-3.3 では主に ^{241}Am 捕獲反応が寄与しており、 ^{241}Am についてオリジナルデータの修正余地が大きいこと、JENDL-4.0 ではその寄与は小さく、オリジナルデータの信頼性が高いことを示している。

表1 炉定数調整前後の解析精度の比較

対象	核データ			
	JENDL-3.3		JENDL-4.0	
	調整前	調整後	調整前	調整後
(a) 1994年炉心	-0.08	0.01	0.20	0.00
(b) 2010年炉心	-0.26	-0.04	0.15	-0.01
解析精度差 (b)-(a)	-0.18	-0.05	-0.05	-0.01

(単位 $\% \Delta k/k$)

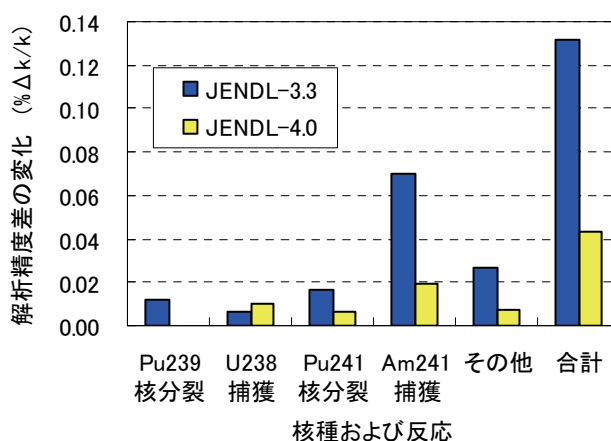


図1 炉定数調整による解析精度差の変化の内訳

4. まとめ

1994年と2010年の「もんじゅ」臨界性試験結果を炉定数調整により分析し、 ^{241}Am の核データの検証に有効であり、JENDL-4.0の信頼性が高いことを実証した。

本稿に関する投稿論文

- [0] Hazama, T. et al., "Adjustment of ^{241}Am Cross Section with Monju Reactor Physics Data", Proceedings of 2011 International Congress on Advances in Nuclear Power Plants (ICAPP'11), Nice, France 2011, Paper 11206, p.1527, in CD-ROM.

¹ 測定値の誤差 $\sqrt{(2 \times 0.18^2 + 2 \times 0.90 \times 0.18^2)}$ と解析値の誤差 $\sqrt{(2 \times 0.03^2)}$ の2乗和平方根