

Iterated Fission Probability で重みづけた

先行核群毎の遅発中性子割合の計算

Delayed neutron fraction repartition per precursor group
weighted by Iterated Fission Probability

*名内 泰志¹

¹電力中央研究所

IFP 法による遅発中性子割合計算コードを拡張し、先行核群毎の割合の評価を可能とした。STACY 炉に対して同割合を後続の子孫の世代毎に計算し、この割合と炉周期(文献値)より逆時間方程式で反応度を導出した。反応度導出値に関する Multi Generation effect は相対比で 1%弱にとどまった。

キーワード： Iterated fission probability、実効遅発中性子割合、先行核群、逆時間方程式

1. 緒言 モンテカルロ法で実効遅発中性子割合 β_{eff} を評価する手法として、十分な世代を経た後の子孫数、即ち Iterated Fission Probability (IFP) を用いる厳密法¹と、次世代核分裂中性子数(NNN)等を用いる近似法²が知られる。当所では NNN を使って先行核群毎の実効割合 $\beta_{eff,ij}$ を近似し、逆時間方程式による反応度評価に試用している³。本研究では IFP 法による $\beta_{eff,ij}$ 計算法を整備し、NNN を用いる手法の誤差を評価した。

2. 手法 実効増倍率計算 k_{eff} での核分裂源のサンプリング時に、遅発中性子と核分裂核種及び先行核群の情報を標識した。この標識を子孫となる中性子に対して保持させた。世代 L 後に先行核群毎に標識のついた中性子について 3 種類の k_{eff} の estimator を集計することで、子孫数を評価した。これを同じ世代の全中性子数に対する k_{eff} の estimator の和で除して世代毎の $\rho^{(L)}_{ij}$ を得る。NNN 法であれば $L=1$ 時の子孫数で評価を行う。本研究では MCNP-5.1.30 コード⁴の k_{eff} 計算に前期の機能を組み込んだ。遅発中性子数のサンプリング数の少なさを補うため、1 世代の中性子数は 400 万とし、標識を 50 世代にわたって付け、さらに乱数を変えた 8 つの計算を実施した。 $\beta_{eff,ij}$ は $3 \times 50 \times 8$ 個得られるが、これをもって平均と統計誤差の評価を行った。

3. 計算と結果 STACY 硝酸溶液炉心(RunNo R163)の液位反応度測定試験⁵を対象に、 $\rho^{(L)}_{ij}$ を計算し、炉周期 T と先行核崩壊定数 λ_{ij} を用い、逆時間方程式で反応度 $\rho^{(L)} = \sum_{ij} \{ \rho^{(L)}_{ij} / (1 + \lambda_{ij} T) \}$ を求めた。世代数 L に対する $\rho^{(L)}$ の様子を図 1 に示す。 $L=3$ 世代目には統計誤差内で収束している。 $L=10$ での反応度評価値を基準にすると multi generation effect は $\rho^{(1)} / \rho^{(10)} = 99.2\%$ で、両者間の差は統計誤差以内となった。STACY R163 では NNN 法は有効である。また、表 1 で ϕ 単位での反応度の比較を行った。 ϕ 単位での反応度では Multi Generation effect は見られず、STACY の実験値ともよく一致した。これは先行核群毎のエネルギースペクトルによる中性子増倍の違いがあまり小さくなく、 $\rho^{(1)} / \rho^{(10)}$ が $\beta^{(1)} / \beta^{(10)}$ にほぼ追随していることを示唆しており、そのような炉心であれば NNN をつかう、即ち $\rho^{(L)}_{ij}$ を使う手法は有効と言える。今後はこの観点で炉周期に関する感度解析等を行う。

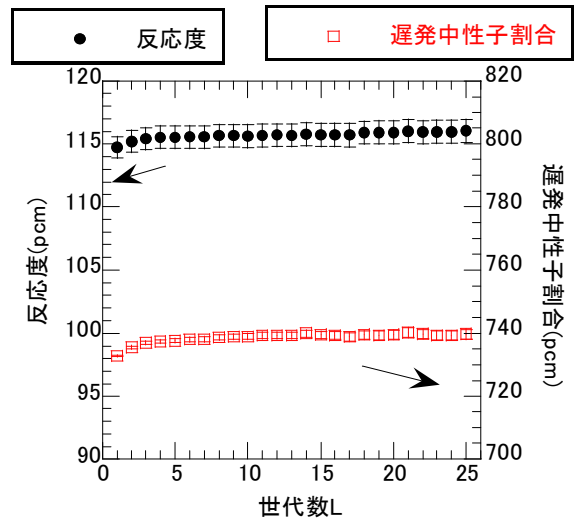


図 1 世代毎の $\rho^{(L)}_{ij}$ を用いた逆時間方程式での $\rho^{(L)}$

表 1 逆時間方程式による反応度の比較

		L=10	L=1	実験値
反応度	pcm	115.62	114.74	
	誤差	0.88	0.85	
反応度	ϕ	15.65	15.66	15.70
	誤差	0.12	0.12	0.56

参考文献 [1]JNST47,977(2010), [2]JNST42, 503,2005.[3]2005 年秋の大会 E71, [4]LA-UR-03-1987, [5]JAERI-Tech 99-084

* Yasushi Nauchi¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry