

## 二点炉近似に基づく Diven 因子評価法の検討

原子核第一講座 花坂 宏幸

**1. 緒言** 中性子相関法による未臨界度測定には Diven 因子 (以下  $D_\nu$ ) の評価が重要となる。 $D_\nu$  とは核分裂当りの中性子発生数  $\nu$  のばらつきを示す物理量である。現在までは、単色の入射中性子に対する  $D_\nu$  値が広く用いられてきたが、実体系では体系ごとに中性子スペクトルが異なるため、中性子相関法への適用にはそれを考慮した  $D_\nu$  が必要となる。そのため、核分裂計数管 (以下 FC) と BF3 検出器を用いた中性子相関実験によって、中性子スペクトルを考慮した  $D_\nu$  評価法を、空間的な効果を含まない一点炉近似のもとで 2002 年に考案した。熱炉に対する  $D_\nu$  値は文献値と同等であると考えられる。そこで、熱炉での実験を行い文献値との比較を行った。結果、この手法によって  $D_\nu$  値を十分に評価することはできなかった。本研究では、従来法で  $D_\nu$  評価が困難となった原因が検出器局在の効果にあることを確認した。そこで検出器局在を考慮した二点炉近似に基づく  $D_\nu$  評価法を考案した。

**2. 二点炉近似に基づく Diven 因子評価法** 本研究では FC での中性子検出に伴い発生する二次中性子と、その子孫の中性子の検出に着目することで  $D_\nu$  評価の可能性を見出している。従来は、二次中性子検出が体系全体で起こると仮定していたが、実際には検出器の周りではしか起きず、そのため測定した Y 値を十分に評価できなかった。そこで、新たに二点炉近似を導入し検出器の局在を表現することにした。二点炉近似では体系を二領域からなる炉心と考えるため (Fig.1 参照)、検出領域を燃料領域から局在化して考えることができる。この理論のもとで導出したゲート時間幅  $T$  の中性子計数値より算出する分散対平均比  $Y_{\text{var}}(T)$  と共分散対平均比  $Y_{\text{cov}}(T)$  の飽和値の理論式を用いると、 $D_\nu$  は下のような関係式を満たす。この関係式は、体系に固有な未臨界度などの情報無しに、Y 値の飽和値のみで  $D_\nu$  値を評価できる可能性を示している。ただし、1B, 2B は領域 1, 2 の BF3 検出器、2F は FC、 $Y^\infty$  は Y 値の飽和値を示す。

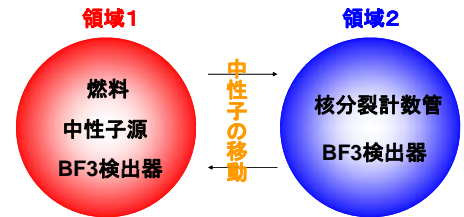


Fig.1 二点炉近似モデルの概念図

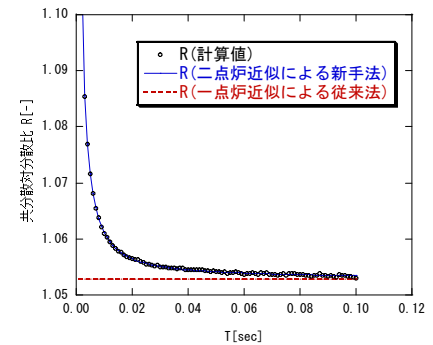


Fig.2 共分散対分散比Rの比較

$$D_\nu \equiv \frac{\langle \nu(\nu-1) \rangle}{\langle \nu \rangle^2} = - \frac{Y_{\text{var},1B}^\infty - Y_{\text{cov},1B,2B-1}^\infty}{(Y_{\text{var},2F}^\infty - Y_{\text{cov},2F,2B-1}^\infty)(Y_{\text{var},1B}^\infty - Y_{\text{cov},1B,2F-1}^\infty) + (Y_{\text{cov},1B,2F-1}^\infty - Y_{\text{cov},1B,2B-1}^\infty)(Y_{\text{var},2F}^\infty - Y_{\text{cov},1B,2F-2}^\infty)}$$

**3. シミュレーション結果** Fig.1 に示す二点炉近似を模擬した体系でのモンテカルロ・シミュレーションのもとに、提案した  $D_\nu$  評価式の妥当性を検討した。その結果、 $D_\nu$  設定値 0.800 に対して、従来法では  $1.098 \pm 0.016$ 、新手法では  $0.796 \pm 0.057$  と評価され新手法によって設定値を再現した。つまり、新手法により従来法の改良に成功した。また、このときの中性子計数の共分散対分散比で定義する R 値の結果を、計算と理論を比較して Fig.2 に示す。Fig.2 から新手法により十分に計算値を説明可能であることがわかった。

**4. 実験結果** 実体系への適用性を検討した KUCA での実験結果を示す。実験では遅発中性子、データの有限性という 2 つの要素が Y 値に影響することが一般に知られている。これらの効果を、理論により実験結果から排除した上で Y 値の計算を行った。しかし、最終的に新手法により評価された  $D_\nu$  値は一例を示すと  $95 \pm 28$  となり、文献値  $0.795 \pm 0.007$  に比べかなり過大評価となった。また、これは注目している二次中性子の検出が炉心起源の中性子検出数に比べて非常に小さいためであることをシミュレーションにより確認した。

**5. 結言** 二点炉近似を導入し、検出器局在の効果を考慮した新たな  $D_\nu$  評価法を考案した。その上で、二点炉近似を模擬したシミュレーションにおいて新手法により従来法を改善するに至った。しかし、実験への適用にはまだ十分ではなかった。この原因は実験において FC からの二次中性子の情報を十分に抽出できていないためであることを確認したため、今後は FC を BF3 検出器で取り囲むなど、二次中性子の情報を引き出すための実験的な工夫が必要となる。

口頭発表リスト

- [1] 花坂 宏幸,他,「中性子相関法を用いた Diven 因子の測定法」、日本原子力学会「2002年春の年会」。
- [2] 花坂 宏幸,他,「二点炉近似に基づく Diven 因子評価法の検討」、日本原子力学会中部支部「第 35 回研究発表会」,2003。
- [3] 花坂 宏幸,他,「中性子相関法を用いた Diven 因子の測定法 (2) - 検出器局在の効果を考慮した新しい測定法の提案 -」、日本原子力学会「2004年春の年会」。