

加速器駆動システムによる核変換処理の実現に向けた基礎研究 (7) 動特性パラメータの実験解析

Basic Research for Nuclear Transmutation Techniques by Accelerator-Driven System

(7) Experimental Analyses of Kinetics Parameters

*山中 正朗¹, 遠藤 知弘², 千葉 豪³, Wilfred G. van Rooijen⁴, 卞 哲浩¹

¹京都大学, ²名古屋大学, ³北海道大学, ⁴福井大学

KUCA-A 架台に構成した鉛装荷炉心と外部中性子源に 14 MeV の中性子または核破碎中性子を用いた ADS 実験において動特性パラメータ $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ を測定した。 $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ の実験と固有値計算との比較を通して、 $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ の未臨界度ならびに外部中性子源の依存性について検討した。

キーワード：京都大学臨界集合体実験装置、加速器駆動システム、動特性パラメータ、パルス中性子法、面積比法

1. 緒言 本研究では、加速器駆動システム(ADS)のビームトリップ解析などに用いられる動特性パラメータについて検討した。動特性パラメータは固有値計算により得られるが、ADS では未臨界炉心および外部中性子源によって炉心内の中性子束分布が固有値計算とは異なるため、動特性パラメータも固有値計算とは異なる可能性が考えられる。そこで、外部中性子源および未臨界度の動特性パラメータへの影響を検討することを目的として、未臨界炉心にパルス中性子を入射して動特性パラメータ $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ を測定した。

2. 実験および計算 実験では、2 種類の燃料体(中央: ウラン-鉛、外周: ウラン-ポリエチレン)により構成された炉心を用いて、制御棒の挿入または燃料置換によって未臨界度を変化させた。中性子源には 14 MeV 中性子および 100 MeV の陽子を Pb-Bi ターゲットに衝突させることで生じる核破碎中性子を用いた。検出器には炉心外周に設置された複数個の BF₃ 検出器を用いた。 $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ はパルス中性子源法のフィッティングにより得られた即発中性子減衰定数と面積比法による \$ 単位の未臨界度を組み合わせて測定した。実験解析では MCNP6.1 と ENDF/B-VII.1 を用いた固有値計算により $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ を求めた。

3. 結果 図 1 に実験および固有値計算で得られた $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ を示す。制御棒の挿入(Case I)と燃料置換(Cases II から VII)による未臨界度に対して、Case I から Case III までの $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ の値はほとんど一定であったが、Cases IV から VII では未臨界度が深くなるにつれて減少した。さらに、Cases III から VII では固有値計算と比べて $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ の値が 30 s⁻¹ 程度小さくなることがわかった。すべての Case において中性子源の違いによる $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ の変化は有意に見られなかった。しかし、興味深いことに同じ未臨界度 (Cases I-5 および III) であっても炉心寸法が小さくなることで外部中性子源の影響度合いが増加した。したがって、 $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ の値は炉心寸法に依存することがわかった。今後、 $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ 測定の空間依存性についても検討し、動特性パラメータの実験解析を進める。

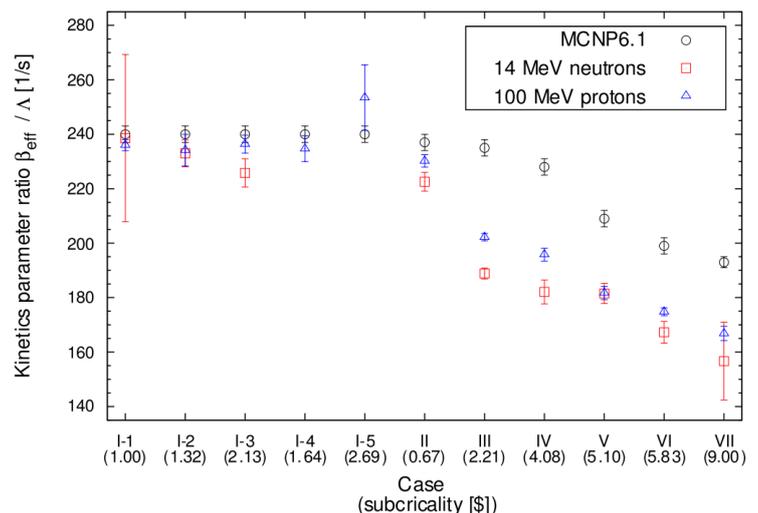


図 1 $\beta_{\text{eff}}/\Lambda$ の実験および固有値計算(MCNP)の比較

参考文献: [1] C. H. Pyeon and M. Yamanaka, KURNS-

EKR-001, Inst. for Integrated Radiat. and Nucl. Sci., Kyoto Univ. (2018).

謝辞: 本研究は、中部電力株式会社・原子力安全技術研究所による特定テーマ公募研究「加速器駆動システムによる核変換処理の実現に向けた基礎研究」に基づいて得られた成果である。

*Masao Yamanaka¹, Tomohiro Endo², Go Chiba³, Wilfred van Rooijen⁴, Cheol Ho Pyeon¹

¹Kyoto Univ., ²Nagoya Univ., ³Hokkaido Univ., ⁴Univ. of Fukui