

準静的状態の出力挙動に基づいて反応度と核分裂性同位体比を同時に求める方法の理論的開発

Theoretical Development of Method to Estimate Reactivity and Fissile Isotope Ratio at the Same Time
Based on Power Profile in Quasi Steady State

*山根 祐一

原子力機構

未臨界状態の核燃料で準静的状態の出力挙動からドル単位の反応度を評価する、新しく提案した手法に関して、数百秒分の中性子計数率データがあれば、核分裂性同位体比を同時に評価できることの理論的予測と、過渡臨界実験装置 TRACY の数十秒程度のデータに適用するために開発した方法及び適用結果を報告する。

キーワード： 未臨界、反応度評価、核分裂性同位体比、出力挙動、準静的状態、TRACY

1. 緒言

核燃料溶液の臨界管理されていない容器への流入や燃料デブリ取出し等への適用を想定した、未臨界の核燃料の反応度変化と出力の即発跳躍に続いて現れる準静的状態の出力挙動から、ドル単位の反応度を評価する手法を開発し、実験データに適用して妥当な結果を得たことをこれまで報告した[1][2][3]。この新しい手法は、ドル単位の反応度と核分裂性同位体比 r を同時に評価可能であると理論的に予測されることを報告する。このことは、反応度評価に必要なデータが実質的に中性子計数率だけで、予備解析や核燃料内外の条件に対する仮定が不要であることを示唆する。この成果は、核燃料施設や原子炉施設の安全性向上、核燃料物質を取り扱う際の臨界防止に役立つことが期待される。

2. 核分裂性同位体比の評価

準静的状態における出力挙動が方程式 $P = \alpha_y q + P_\infty$ を満たす[1]ことから $D \equiv \alpha_y q / (P - P_\infty)$ は常に 1 となる。もし q の計算時に実際とは異なる r を想定し、その遅発中性子相対比率と崩壊定数を用いると、 D が 1 からずれ、評価の指標としての相関係数 R が低下するため、 R が最大となる r が実際の値に最も近いと予想される。崩壊定数の時定数の範囲から、ずれの生じる数百秒分のデータがあれば評価可能と考えられる。

3. 不十分な実験データへの適用

^{235}U を用いた数十秒の実験データ (-1.4\$) [4] に対して、 ^{235}U と ^{239}Pu の混合物と想定して、本手法を適用したところ (図 1 参照)、 R の最大値を採用すると ^{239}Pu 100% かつ -1.65\$ となる。相関係数の計算で回帰直線の切片の大きさ C が、上述のずれに伴って大きくなると予想したところ、その傾向があることを確認できた。 ^{239}Pu の比率がゼロで -1.31\$ の点で C が最小となることも確認でき、数百秒に満たないデータでも評価できる見通しを得ることができた。

参考文献

[1] 山根祐一、2017 春の年会 1F04 (2017). [2] 山根祐一、2017 秋の大会 3G15 (2017). [3] 山根祐一、2018 春の年会 1F04(2018). [4] S. Gunji, et al., "Study of accelerator transient on ADS operation using TRACY," PHYSOR 2004 (2004).

*Yuichi Yamane JAEA

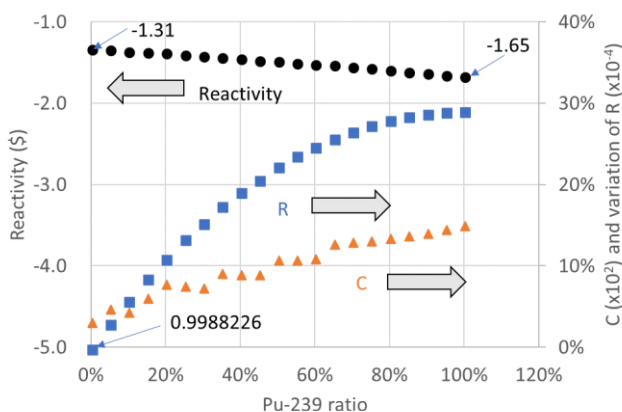


図 1 : 評価した反応度と相関係数 R の変化量及び切片の大きさ C