実験的炉物理教育のためのデジタルトリプレット開発
—(2)逆動特性法による反応度の推定—

Development of Digital Triplet for Reactor Physics Education using Experiments

(2)Reactivity Estimation based on Inverse Kinetics Method

*山下 芳輝[1]，伊藤 魁人[1]，遠藤 知弘[1]，山本 章夫[1]

[1]名古屋大学

先行研究で開発した臨界集合体シミュレータに対して、逆動特性法に基づく反応度を計算する機能を追加した。作成した計算プログラムのコードを用いて、近畿大学原子炉を想定した仮想的な動的制御棒反応度価値測定を模擬した動特性計算を実施し、制御棒校正曲線の推定を試みた。

キーワード：デジタルトリプレット，反応度，逆動特性法，近畿大学原子炉，動的制御棒反応度価値測定

1. 緒言

先行研究で開発したシミュレータは、任意の臨界集合体および動力炉における主要な炉物理実験・炉物理試験を模擬することができる。また、デジタルトリプレットの一部として、動特性計算によって得られる遅発中性子先行核密度、シミュレータに入力している真の反応度など、通常の実験では測定できないパラメータを可視化している。しかし、実験においては、反応度はペリオド法や反応度計により測定される。そこで、シミュレータに入力している真の反応度の代わりに、逆動特性法を用いて反応度を計算し、それを表示する機能を実装した。

2. 反応度表示機能の実装

一点炉動特性方程式を変形して得た以下の逆動特性方程式から反応度を評価した。

$$\begin{cases} \rho(t) = \dfrac{\Lambda}{R(t)}\left(\dfrac{dR}{dt} + \sum_i \dfrac{dC_i}{dt} - \varepsilon S\right) \\ \dfrac{dC_i}{dt} = -\lambda_i C_i(t) + \dfrac{\beta_i}{\Lambda} R(t) \end{cases}$$

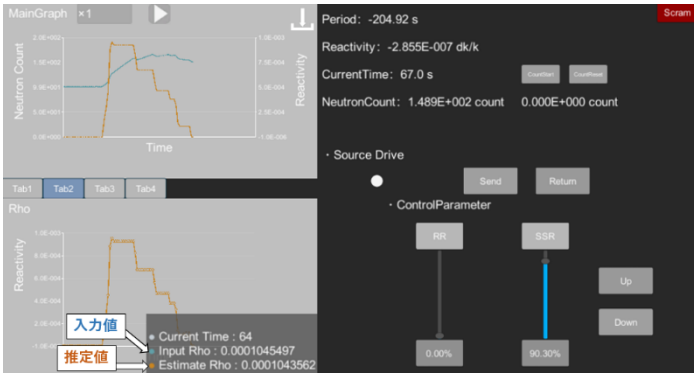

図 1 逆動特性法による反応度計算・表示機能

逆動特性方程式に基づき、シミュレータの動特性計算で得られた中性子計数率や遅発中性子先行核密度から反応度を計算し、その変化をリアルタイムでグラフにプロットする機能を実装した(図 1)。実際にシミュレータに入力している反応度と逆動特性法により推定した反応度を比較することができる。

3. 動的制御棒反応度価値測定

近畿大学原子炉を想定した仮想的な動的制御棒反応度価値測定を模擬した。シム安全棒（SSR）を想定した制御棒を毎秒全引抜量の 1%ずつ移動させ、得られた中性子計数率から反応度を推定し、得られた反応度と制御棒の位置から制御棒校正曲線を評価した。シミュレータの入力に用いた SSR の制御棒価値と評価結果を比較すると、両者はおおよそ等しくなった(図 2)。また、実際の実験では中性子計数率の測定に統計誤差が生じているため、計数率に統計誤差がある場合を模擬したシミュレーションも行った。その結果、統計誤差が大きな場合には、反応度を適切に推定することが困難になるという課題が分かった。

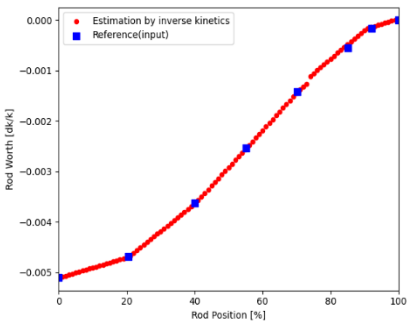

図 2 仮想的な制御棒反応度価値測定

*Yoshiki Yamashita[1], Kaito Ito[1],Tomohiro Endo[1] and Akio Yamamoto[1]

[1]Nagoya Univ.