

## 高速中性子直接問いかけ法用高速応答中性子検出器バンクの開発

Development of a fast response neutron detector bank for fast neutron direct interrogation method

\*前田 亮, 古高 和禎, 大岡 章, 米田 政夫, 藤 暢輔

原子力機構

高速中性子直接問いかけ法を用いた核物質非破壊測定に使用する高速応答中性子検出器バンクを開発した。本発表ではその構造及び性能について報告する。

**キーワード:** アクティブ中性子測定法、高速中性子直接問いかけ法、核物質非破壊測定、MVP

### 1. 緒言

福島第一原子力発電所(1F)事故では原子炉燃料と原子炉構造体が溶融凝固し燃料デブリが発生しており、廃止措置では燃料デブリに含まれる核物質の計量管理が必要になると予想される。原子力機構では核物質非破壊測定技術の一つである高速中性子直接問いかけ(FNDI)法を開発してきた。FNDI法では中性子発生管からの問いかけ中性子を測定試料へ照射し、試料のマトリクスで減速された熱中性子により核分裂を誘発して、発生した核分裂中性子を高速中性子のみ有感な中性子検出器バンクで測定することで試料内の核物質量を推定する。FNDI法では中性子計数が  $1/e$  に減少するまでの時間で定義される、中性子消滅時間を利用して測定試料マトリクスの影響を低減するため、測定試料内での熱中性子の消滅時間が短い場合、応答の速い検出器バンクが要求される。本研究では、燃料デブリ測定に適した高速応答を有する中性子検出器バンクを開発し、シミュレーションによりその性能を評価した。

### 2. 検出器バンクの最適化

図1に高速応答中性子検出器バンクの水平断面の模式図を示す。炭化ホウ素( $B_4C$ )中性子吸収体で覆われた高密度ポリエチレン(HDPE)減速材に熱中性子吸収体で覆われた  $He-3$  中性子検出器が埋め込まれている。外部から入射した中性子の内、高速中性子のみが  $B_4C$  層を通過し HDPE 層へ進入し減速される。HDPE 層で減速された中性子の内、熱中性子は熱中性子吸収体で吸収され高いエネルギーの中性子のみが  $He-3$  検出器で検出される。HDPE 層内の熱中性子は検出器応答に遅い成分を作るため、高速応答検出器バンクではこれを熱中性子吸収体で吸収することで高速化を図っている。構造を最適化するため、 $He-3$  検出器を覆っている熱中性子吸収体の材料と厚さを変えて、その性能を以下の式で定義される Figure of merit (FOM) で評価し比較した。

$$FOM = \frac{T - B}{\sqrt{T + B}}$$

ここで、 $T$  は測定試料に核物質を含む場合の計数、 $B$  は測定試料に核物質を含まない場合の計数である。表1にまとめた評価結果の通り Cd 1.0 mm が最も良い性能を示した。本報告では検出器バンクの最適化に合わせて、様々な組成の燃料デブリに対するシミュレーション結果についても報告する。

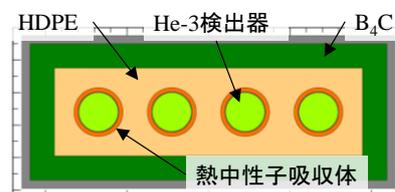


図1 高速応答検出器バンクの水平断面図

表1 各検出器バンクの FOM

熱中性子吸収体	FOM (a.u.)
$B_4C$ 1.0mm	54
$B_4C$ 2.5mm	81
$B_4C$ 5.0mm	100
$B_4C$ 7.5mm	85
$B_4C$ 10mm	79
Cd 1.0mm	160
Cd 2.0mm	150

\*Makoto Maeda, Kazuyoshi Furutaka, Akira Ohzu, Masao Komeda and Yosuke Toh  
Japan Atomic Energy Agency.