

核不拡散・核セキュリティ用アクティブ中性子非破壊測定技術の開発

(2) DDA 測定部の熱中性子の空間分布

R&D of active neutron NDA techniques for nuclear nonproliferation and nuclear security

(2) Spatial distribution of thermal neutron in Differential Die-away Analysis section

*大図 章¹, 前田 亮¹, 米田 政夫¹, 飛田 浩¹, 藤 暢輔¹

¹原子力機構

核不拡散・核セキュリティに資するため、高線量の核物質測定を可能とする中性子を用いた非破壊測定装置の技術開発を実施している。ダイヤウェイ時間差分析による核物質の測定精度に大きく影響する熱中性子分布をシミュレーションによって調査した結果、サンプル容器内で均一な熱中性子分布が得られることが分かった。

キーワード：アクティブ中性子法、NDA、DDA、核不拡散、核セキュリティ、核燃料、シミュレーション

1. 緒言

原子力機構では、核変換用 MA-Pu 燃料等の高線量核物質の測定法を確立することによって核不拡散・核セキュリティに資するため、中性子を用いた非破壊測定装置の技術開発を実施している。その装置は、核分裂性物質量を測定するダイヤウェイ時間差分析 (DDA) 部を備えており、高速中性子直接問かけ (FNFI) 法を用いた測定が可能である。FNFI 法では、測定サンプルに高速中性子を照射し、容器内の核物質が起こす核分裂反応によって放出される中性子を測定する。また、測定サンプルの周囲にはモデレータを配置し、サンプル内の位置感度差を低減させることによって測定精度を向上させている。本報では、測定精度を決定するサンプル容器内の熱中性子の空間分布を調査するために MCNP を用いたシミュレーションを行ったので、その結果について報告する。

2. シミュレーションモデル

図 1 に DDA 部のシミュレーションモデル (水平面図) を示す。その測定部は、厚さ 20cm のポリエチレンとステンレスの 2 層構造の内部空間 (縦 80cm、横 80cm、長さ 160cm) に厚さ 5cm のステンレス板で仕切られた空間 (縦 59cm、横 65cm、長さ 50cm) で構成される。その内部に中性子発生管と He-3 中性子検出器バンク、及び厚さ 6cm の HDPE 製モデレータが周囲に付加されたサンプル容器 (バイアル瓶：直径約 2.6cm、高さ 4cm) を配置した。

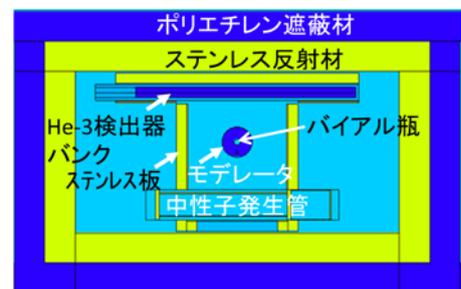


図 1 シミュレーションモデル

3. シミュレーション結果

図 2 に、バイアル瓶内に核燃料が無い状態での DDA 部内における熱中性子の空間分布のシミュレーション結果を示す。これまでの解析から、熱中性子フラックスの平均値に対して高さ、水平方向とも ±2% 以内の変動幅の均一な熱中性子分布がバイアル瓶内に形成されていることが確認できた。

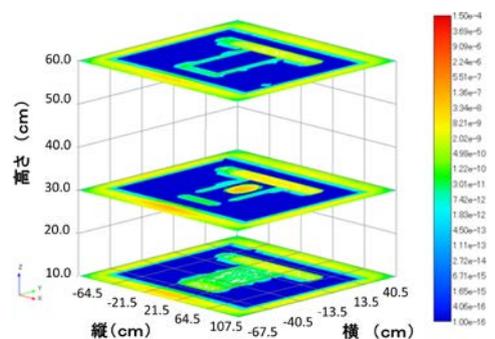


図 2 熱中性子の空間分布

謝辞：本研究開発は、文部科学省「核セキュリティ強化等推進事業費補助金」事業の一部である。

参考文献 [1]大図他、原子力学会 2016 秋 2M19

*Akira Ohzu¹, Makoto Maeda¹, Masao Komeda¹, Hiroshi Tobita¹, and Yosuke Toh¹
¹JAEA