

14MeV D-T 中性子源を用いた遅発ガンマ線測定システムにおける中性子の時間・空間・エネルギー分布解析

Space-time-energy distribution of neutron in a delayed gamma ray measurement system with a 14-MeV

D-T neutron source

*高峰 潤, ロッシ ファビアナ, ダグラス ロドリゲズ, 小泉 光夫, 瀬谷 道夫

日本原子力研究開発機構

原子力機構では、小型パルス D-T 中性子を用いた遅発ガンマ線分析法の開発を進めており、その一環として装置の減速体を最適化するために、中性子束分布についてシミュレーションを用いた研究を進めている。

キーワード：遅発ガンマ線，核不拡散，14MeV 中性子，中性子減速材，モンテカルロシミュレーション

1. 緒言

核燃料物質の中でも使用済燃料や超ウラン元素を含む新燃料材料等は高い放射能を含み、これがバックグラウンドとなるため、非破壊測定による検認測定は確立されていない。我々は、そのような試料を非破壊測定するため、D-T 中性子源を用いたアクティブ法による手法の研究開発を進めている。遅発ガンマ線分析法 (DGA) はその技術の一つで、核物質中に含まれる核分裂性核種の組成比を測定する技術である。DGA 測定での分析を行うためには、高速中性子による核反応を少なくし、熱中性子による核反応を増やす必要があり、装置に導入する減速体を最適化する必要がある。本研究では、概念設計を行うため、図 1 (左) に示すような簡易モデルを導入し、減速材に比較的導入が容易な、タンゲステン、高密度ポリエチレン (HDPE)、グラファイトの 3 つの物質を組み合わせ、シミュレーションを行った。

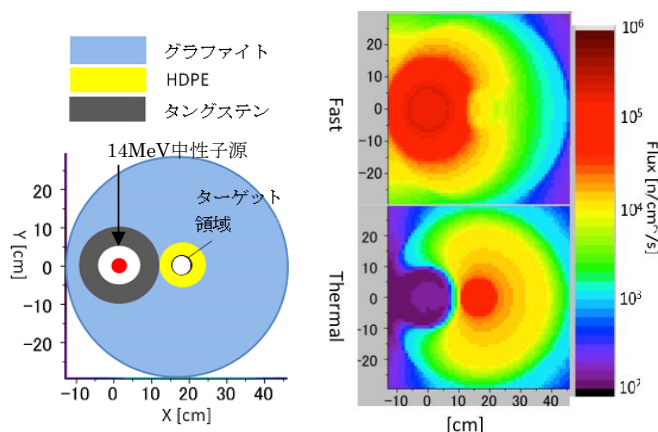


図 1 減速体シミュレーションモデル (左) と 高速及び熱中性子束の空間分布(右)

2. 結果・考察

計算結果を図 1 (右) に示す。高速中性子の分

布では、タンゲステン領域で中性子束が極大になっており、ターゲット領域では減少している。反対に、熱中性子の分布では、ターゲット領域内で極大となっている。これは、減速材に用いた材料が有効に機能した結果で、DGA 測定に適した減速材配置になっていることを示している。また、中性子エネルギーを実際に測定することは困難なので、実験的に本減速体の有効性を示すには、 He-3 検出器等を用いて中性子束の時間変化を測定するのが有効であると考えた。そこで、シミュレーションによってターゲット領域内の熱中性子時間変化について調べた。その結果、ポリエチレン領域が寄与する減衰が早い成分と、グラファイト領域が寄与する減衰が遅い成分が現れることが分かり、実験によって本減速体の有効性を確認できることがわかった。これらの結果から本減速体が DGA に適しており、それを実験的に確認できることが分かった。本減速体モデルを元に実験装置用に詳細設計を進め、実証実験を進めていく予定である。

*Jun Takamine, Fabiana Rossi, Douglas Chase Rodriguez, Mitsuo Koizumi and Michio Sya

Japan Atomic Energy Agency.