核不拡散・核セキュリティ用アクティブ中性子 NDA 装置の開発
(2) DDA 測定システムの開発

Development of active neutron NDA apparatus for nuclear non-proliferation and nuclear security
(2)Development of Differential Die-away Analysis system

*大図 章[1]，前田 亮[1]，米田 政夫[1]，藤 暢輔[1]
[1]原子力機構

核不拡散・核セキュリティ分野における核燃料物質測定技術の向上に資するため、アクティブ中性子法による非破壊測定装置の開発を実施している。その装置のダイアウェイ時間差分析システムを用いて、MOX 缶サイズの測定サンプル容器に含まれる核燃料物質の検出性能をシミュレーションで評価した。
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、核不拡散・核セキュリティに資する核変換用 MA-Pu 燃料等の高線量核物質測定法の確立を目指し、アクティブ中性子法による非破壊測定装置の技術開発を実施している[1]。ダイアウェイ時間差分析法(DDA 法)は、中性子の照射によって核分裂性物質から誘発される核分裂中性子を測定して定量する核物質測定法である。本装置は、その DDA 法の中でも優れた性能を持つ高速中性子直接問いかけ法による測定システムを備えている。現在は、低線量核物質を用いた DDA 測定システムの性能評価を行っており、これまでにバイアル瓶を測定サンプル容器とした場合のシミュレーション計算及び試験を実施し、その結果を報告してきた。本講演では、モンテカルロシミュレーション（MCNP）を用いてバイアル瓶よりサイズが大きい MOX 缶を用いた場合の測定性能を調査したので、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 システムのシミュレーションモデル(鉛直断面図)を示す。DDA 測定部の外側は、厚さ 15cm のポリエチレンとステンレスの２層構造となっており、その内部には厚さ 5cm のステンレス板で仕切られた測定室（縦 59cm、横 65cm、長さ 50cm）がある。測定室には、中性子発生管と He-3 中性子検出器バンクを設置し、HDPE 製モデレータが周囲に付加されたサンプル容器（MOX 缶サイズ：直径約 12cm、高さ約 22cm)と、その容器の中心に ^{239}Pu を設置した。

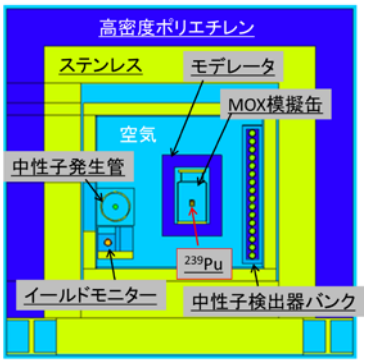

図 1　シミュレーションモデル

3. シミュレーション結果

図 2 は、^{239}Pu を 0.01g から 1g まで増やした場合に、核分裂中性子の検出確率がモデレータの厚さに応じてどのように変化するかを、シミュレーションにて求めた結果である。これから、MOX 缶サイズの容器では 0.01g までの ^{239}Pu が測定可能で、検出確率から判断するとモデレータの厚さは 3～5cm が最適であることが確認できた。

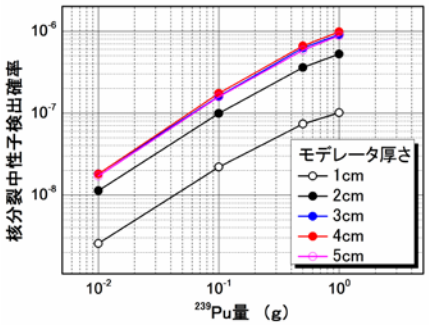

図 2　モデレータ厚さ依存性

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 2017 秋 3L11

*Akira Ohzu[1], Makoto Maeda[1], Masao Komeda[1] and Yosuke Toh[1]
[1]JAEA