

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（５） NRTA システムの役割と特徴

Development of active neutron NDA system for nuclear non-proliferation and nuclear security (5)

Role and characteristics of NRTA system

*土屋 晴文¹, 北谷 文人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寄与するため、アクティブ中性子法を利用した非破壊測定装置の開発を行っている。本講演では、高線量核燃料物質のための非破壊測定技術開発の概要とともに、本研究開発の中での中性子共鳴透過分析法の役割や特徴について報告する。

キーワード：アクティブ中性子法，非破壊分析，高線量核燃料物質，中性子共鳴

1. 緒言

原子力機構では欧州委員会 - 共同研究センター(EC-JRC)との共同研究として、従来の非破壊測定(NDA)では対応できない高線量核燃料物質に適用できる NDA を開発している。本研究開発では、アクティブ中性子法（ダイヤウェイ時間差分析法:DDA、中性子共鳴透過分析法:NRTA、即発ガンマ線分析法:PGA、遅発ガンマ線分析法:DGA）を高度化し、それらを組み合わせることにより、高線量核燃料物質のための NDA の確立を目指している。2015 年度からフェーズ I として低線量核燃料測定のための研究開発を実施し、2018 年度からフェーズ II として高線量核燃料測定のための研究開発を実施している。フェーズ II の 2019 年度には DDA・PGA 部の製作を実施し、2020 年度に NRTA 部の製作を完了する予定である[1]。本講演では、高線量核燃料物質の測定に適用可能な NRTA 部を構築するために実施したシミュレーション結果や予備試験結果を報告するとともに、NRTA 部の特徴について述べる。

2. NRTA システムの概要と特徴

図 1 に製作予定の非破壊分析装置 Active-N の概要図を示す。NRTA 部では DT 中性子発生管 (D-T) で発生させた 14 MeV 中性子をポリエチレンのモデレータで減速させて測定試料に照射し、試料を透過する中性子を検出して飛行時間スペクトルを得る。飛行時間スペクトルには、0.1-10 eV 付近に存在する核燃料物質の共鳴に応じた凹みが生じ、それを解析することによって核燃料物質の定量や同位体比の測定を行うことができる。

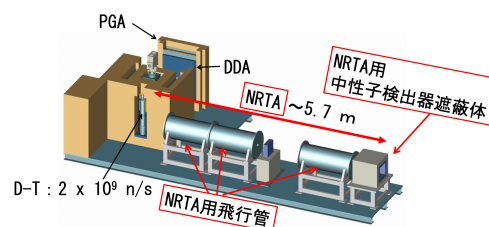


図 1: 非破壊分析装置 Active-N の概要図

Active-N における NRTA 部は背景雑音の散乱中性子やガンマ線の影響を受けやすいため、その低減が大きな課題である。散乱中性子の影響の低減化のため、飛行管内に配置されるコリメータの形状や中性子検出器遮蔽体に用いるポリエチレンの材質やサイズなどをシミュレーションによって最適化した。また、飛行管や検出器遮蔽体の中に配置された鉛によっても抑制できないガンマ線の影響を低減化するため、ガンマ線と中性子を波形弁別可能な中性子検出器 (EJ-270) を採用することとした。これまでに実施した予備試験においては、ガンマ線による影響を波形弁別によって約 1/100 に低減できることなどが確認できた。

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] Y. Toh et al., Proc. INMM 59th Annual Meeting Baltimore, Maryland, USA 1-6, (2018)

*Harufumi Tsuchiya¹, Fumito Kitatani¹ and Yosuke Toh¹

¹Japan Atomic Energy Agency