

核データ部会、加速器・ビーム科学部会合同セッション [「シグマ」特別専門委員会共催]

小型加速器中性子源と核データのニーズ

Compact Accelerator Neutron Source and Nuclear Data Needs

(2) アクティブ中性子非破壊測定装置開発における中性子源と核データのニーズ

(2) Needs for neutron source and nuclear data in developments of an active neutron non-destructive system

*藤 暢輔¹, 前田 亮¹, 土屋 晴文¹, 大図 章¹, 古高 和禎¹, 北谷 文人¹, 米田 政夫¹

¹原子力機構

1. 緒言

欧州委員会 - 共同研究センター (EC-JRC) と原子力機構との共同研究により、これまでの非破壊測定技術を用いることができない高線量核燃料物質のための非破壊測定技術開発を実施している^[1]。本研究開発では、小型中性子源を用いた 4 つのアクティブ中性子法 (ダイア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) を組み合わせ、それぞれの特長を生かすことによって高線量核燃料物質に対応できる非破壊測定法の確立を目指している。

2. 中性子源と核データのニーズ

平成 30 年度から開始したフェーズ II では、上述の 4 つのアクティブ中性子法の高度化を行うとともに、原子力機構燃料サイクル安全工学研究施設において、3 つの分析手法 (DDA, PGA, NRTA) を組み合わせた総合非破壊測定装置 (図 1) を開発する予定である。この 3 つの分析手法は中性子を用いるという点では共通しているが、DDA はパルス化された高速中性子、PGA は連続の熱中性子、NRTA はパルス化された白色中性子と、通常はそれぞれ異なる性質の中性子を用いている。市販されている小型中性子源は、3 つの分析手法からの要求を完全に満足しないため、測定装置全体の総合的な性能を勘案して DT 中性子源を採用している。装置性能をさらに向上させるためには、 10^9 neutrons/s 以上の中性子強度、 $1\mu\text{s}$ 以下のパルス幅を持つ小型中性子源の開発が望まれる。

本研究開発においては PHITS 等を用いたシミュレーションによる検討が不可欠であるが、一部の計算値において実験値との乖離が大きくなることが分かっている。例えば、DDA では問いかけ中性子として高速中性子を用い、試料自身やモデレータで高速中性子を減速させて熱化し、核物質に核分裂反応を起こさせる。そのため、シミュレーションに用いている核データのなかでも熱中性子散乱則 $S(\alpha, \beta)$ が乖離の主な原因であると考えている。また、NRTA では、実験で得られる中性子透過スペクトルに対し、共鳴パラメータから得られるデータを用いてフィッティングすることで分析値を得るが、一部の核種で、その共鳴パラメータに起因すると思われる測定精度の悪化が見られる。今後の中性子を用いた非破壊分析法開発や、その高精度化のための研究開発等においては、それらの核データの誤差の低減が望まれる。

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] M. Kureta 他、Proc. 37th ESARDA Symposium, Manchester, UK, 111-120, (2015)

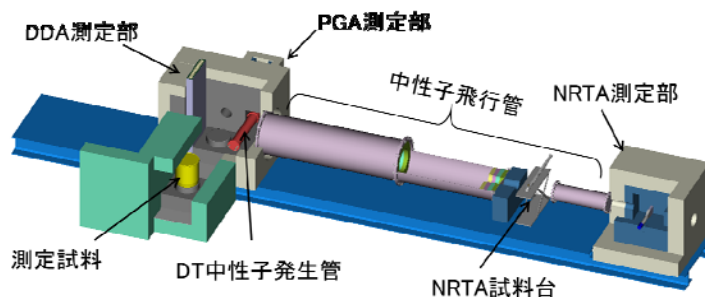


図 1 総合非破壊測定装置の概念図

*Yosuke Toh¹, Makoto Maeda¹, Harufumi Tsuchiya¹, Akira Ohzu¹, Kazuyoshi Furutaka, Fumito Kitatani¹, Masao Komeda¹
¹JAEA