

核不拡散・核テロ防止のための非破壊測定技術開発に重要な核データの研究 —全体概要—

Nuclear data and its preparedness for developing non-destructive assay technique for non-proliferation and nuclear security - overview -

*相楽 洋¹, 片渕 竜也¹

¹東京工業大学

核物質からの直接・間接放射線測定に係る非破壊測定(NDA)技術の鍵である核データに焦点を当て、①非破壊測定技術に重要な核種と反応の調査、②核データ収集・NDA性能解析、③核不拡散・核セキュリティ技術開発に重要で高付加価値の核データ測定精度ニーズリストの作成を目的とした。全体計画を報告する。

キーワード：非破壊測定，核データ，保障措置，核セキュリティ

1. 緒言 今後の核不拡散・核セキュリティ技術開発には、これまでの原子力技術や放射線利用からのニーズとは全く異なる核反応や精度ニーズが存在する。本研究は核物質の検知・測定技術である非破壊測定技術について、その鍵である核物質からの直接・間接放射線放出に係る核データに焦点を当て、①非破壊測定技術に重要な核種と反応の調査、②核データ収集・NDA性能解析、③核不拡散・核セキュリティ技術開発に重要で高付加価値の核データ測定精度ニーズリストの作成を目的として、平成29年度より3年計画で開始した。本発表では全体計画について報告する。

2. 研究手法 まず、非破壊測定技術に重要な核種と反応の調査として、パッシブ法（全中性子計測法、全ガンマ計測法、ガンマスペクトロメトリ法、ガンマ・中性子トモグラフィ法、中性子自己問いかけ法、Differential Die-Away 法、Multiplicity 法等）、及びアクティブ法（外部中性子・光子透過トモグラフィ法、中性子問いかけ法、誘発核分裂ガンマ線測定法、遅発ガンマ線測定法、中性子共鳴分析を利用した手法、X線蛍光発光法、光核反応を利用した手法）等について、自身の研究及び公開文献や各 NDA 開発者からの情報収集により行う。次にそれぞれの技術に重要な核データの不確かさ調査を、最新の核データ(JENDL、ENDF、JEFF)、公開文献、核データに係る実験データベース EXFOR を用いて行い、数値シミュレーションを用いた NDA 性能解析により、核不拡散の視点からの核データ測定精度要求を導出する。最後に短期・中期・長期と NDA 技術毎の開発フェーズを鑑み、核データ測定精度ニーズリストを戦略的に作成する。

3. 結果 平成29年度は、パッシブ法について調査を開始した[1,2]。一例として、照射済燃料の燃焼度測定等に元いられるガンマスペクトロメトリ法に重要な ^{154}Eu の軽水炉内生成パスは、(1) Fission $\rightarrow ^{153}\text{Eu}(n,g) \rightarrow ^{154}\text{Eu}$ 、(2) Fission $\rightarrow ^{154}\text{Eu}$ の主に2系統である。特に核データ整備が不足している(2)パスについて ^{235}U からの核分裂収率が極めて小さくウラン燃料中での寄与は極めて小さいが、MOX 燃料(5%Pu 富化度)では ^{239}Pu 直接核分裂収率(不確かさ 60%(1 σ))の寄与が無視できず 40GWD/t 燃焼度で ^{154}Eu 蓄積に対する実効不確かさが約 9%、燃焼初期では更に大きくなることを明らかにした。今後更に他の NDA 技術について調査を進めていく。

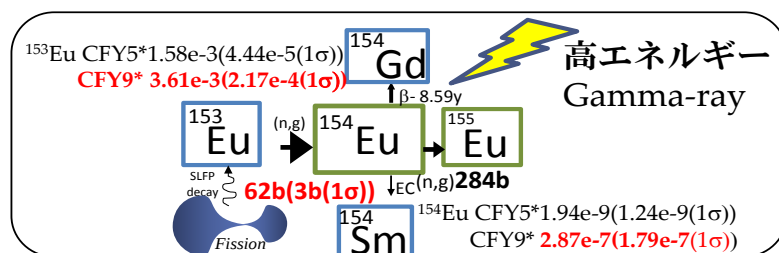


図1 軽水炉内 Eu-154 生成・壊変に重要な核データ
C.Y.5: U-235 累積核分裂収率、C.Y.9: Pu-239 累積核分裂収率

参考文献 [1]H. Sagara, JNST(2014) [2]鍋田、相楽、日本原子力学会 2016 年春の年会(2016)

*Hiroshi Sagara¹ and Tatsuya Katabuchi¹

¹Tokyo Institute of Technology