

最大エントロピー法による軽水の熱中性子散乱則に起因した 即発中性子減衰定数の不確かさ評価

Uncertainty quantification of prompt neutron decay constant due to
thermal neutron scattering law for light water using maximum entropy method

*原田 善成¹, 遠藤 知弘¹, 山本 章夫¹

¹名古屋大学

最大エントロピー法に基づいたランダムサンプリングにより、軽水のフォノン状態密度のエネルギースペクトル形状が、軽水の熱中性子散乱則データに起因した即発中性子減衰定数の不確かさ評価結果に大きな影響を与えることが明らかとなった。

キーワード：軽水，熱中性子散乱則，即発中性子減衰定数，最大エントロピー法，フォノン状態密度

1. 緒言 軽水炉を対象とした核計算では、軽水の熱中性子散乱則(TSL)データに起因した不確かさが生じる。我々の過去研究[1]において、TENDL-2021 にて公開されているランダムサンプリングされた LEAPR インプットファイルを 200 個用いて、軽水の TSL データに起因した水槽体系における即発中性子減衰定数 α の不確かさ評価およびベイジアンモンテカルロに基づき 6 つの LEAPR インプットパラメータ($\Delta, \sigma_s, \omega_t, E_1, E_2, c$)のデータ同化を実施した。結果として、LEAPR による軽水の TSL の評価で必要となるフォノン状態密度を構成するパラメータのうち、 E_2 (振動エネルギーの期待値)、 Δ (フォノン状態密度のエネルギースペクトル形状を保ったまま、エネルギー方向に伸縮させるパラメータ)が、 α 不確かさ評価結果に大きな影響を及ぼすことを確認した。ただし、フォノン状態密度のエネルギースペクトル形状の変化が、 α 計算結果に与える影響の大きさについては十分検討できていなかった。そこで本研究では、最大エントロピー法(MEM)に基づいて、フォノン状態密度のエネルギースペクトル形状を変化させることで、 α 不確かさ評価を実施することを目的とした。

2. 計算条件 軽水の CAB モデル(ENDF/B-VIII.0)では、分子間相関に由来した低エネルギー領域のフォノン状態密度のエネルギースペクトルが、混合ガウス分布でモデル化されている。このフォノン状態密度の平均値を相対標準偏差 10%だけ摂動する条件で、MEM とランダムサンプリング法に基づいて LEAPR インプットファイルを 200 個生成した。生成した 200 個の LEAPR インプットファイルを NJOY2016 の LEAPR モジュールと FRENDDY/MG により処理し、エネルギー172 群 XMAS 構造の巨視的多群断面積を処理した。得られた多群巨視的断面積を用いた S_N 法による α 固有値計算(飛行方向 icosahedral 72 分点、非等方散乱次数 P_3)[2]により、厚さ 1mm のアルミ容器の水槽体系(4.49 cm×4.51 cm×3.41 cm)を対象として α を計算した。ここで、 $^{1,2}\text{H}$, $^{16-18}\text{O}$, ^{27}Al の評価済み核データ、Al の TSL データについては JENDL-5 (upd-12)を使用した。得られた 200 個の α 計算値から平均値と共分散を求め、 α 不確かさ評価を実施した。

3. 評価結果 実験値 44683 ± 182 (1/s)に対して、MEM による α 不確かさ評価結果は 47726 ± 1748 (1/s)となった(図 1)。本検討ではフォノン状態密度のエネルギースペクトル形状のみ変化させたにもかかわらず、先行研究[1]の α 不確かさ評価結果 47700 ± 1590 (1/s)と同程度の結果となったことから、フォノン状態密度のエネルギースペクトル形状の変化が α 不確かさ評価結果に大きな影響を与えることが分かった。

参考文献 [1] 原田 善成, 他, 日本原子力学会 2023 年春の大会, 2K03 (2023); [2] H. Yamaguchi *et al.*, *Proc. RPHA2023* (2023).

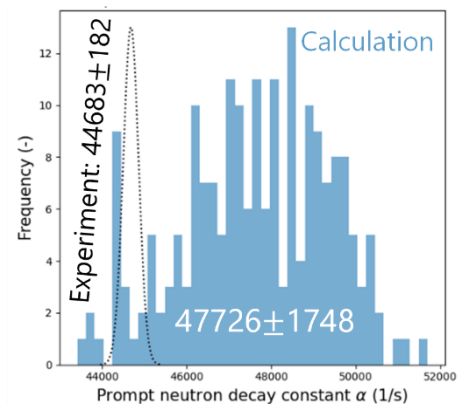


図 1 α 不確かさ評価結果

*Yoshinari Harada¹, Tomohiro Endo¹, Akio Yamamoto¹

¹Nagoya Univ.