

$^{241}\text{Am-Li}$ 重水減速場のスペクトル評価

Study on the evaluation of energy spectra of a D_2O -moderated $^{241}\text{Am-Li}$ neutron field

*星 勝也¹, 西野 翔¹, 吉田 忠義¹, 辻村 憲雄¹, 岡田 和彦¹

¹ 日本原子力研究開発機構

抄録：MCNP による計算及び 2 種類のボナー球検出器を用いた測定によって、 $^{241}\text{Am-Li}$ 重水減速場の中性子スペクトルを評価した。

キーワード： $^{241}\text{Am-Li}$ 重水減速場, 中性子校正場, ボナー球検出器

1. 序論

厚い鋼鉄によって遮蔽される原子炉施設や輸送キャスク周辺で観測される中性子フルエンススペクトルは、熱中性子から数 100 keV まで広いエネルギー範囲に分布する。このような中性子場を模擬するため、核燃料サイクル工学研究所 計測機器校正施設(ICF)では、 $^{241}\text{Am-Li}$ 線源と重水(厚さ 105 mm)及びアクリル(厚さ 15 mm)を組み合わせて、 $^{241}\text{Am-Li}$ 速中性子場及び重水・アクリル減速場を構築した。これらの場の線量率基準は、ICF が所有するボナー球検出器を用いて測定した中性子フルエンススペクトルに基づいている。本研究では、他の研究グループによって独立に評価された応答関数をもつボナー検出器を用いて、 $^{241}\text{Am-Li}$ 減速場の中性子フルエンススペクトルを測定し、ICF ボナー球によって測定された結果が妥当であるか検証した。

2. 実験

線源は、MRC 製の公称放射能が 343 GBq 及び 373 GBq の $^{241}\text{Am-Li}$ であり、各々が $\phi 42 \text{ mm} \times 108 \text{ mm}$ の SUS 製ホルダーに収納されている。原子力科学研究所 放射線標準施設(FRS)のロングカウンタによって、2 個合計の中性子放出率が、 $(1.00 \pm 0.05) \times 10^6 \text{ s}^{-1}$ ($k=2$)と求められている。MCNP の計算では、可能な限り線源や減速場の形状をモデル化した。測定には、ICF と FRS それぞれが所有するボナー球検出器を用いた。ボナー球検出器は、比例計数管及び直径の異なる 8 個のポリエチレン減速球からなるが、ICF と FRS では、比例計数管の封入ガス(ICF: ^3He , FRS: BF_3)、減速材の厚さが異なる。ボナー球の応答関数は、2 施設によってそれぞれ独立に評価されている。直接線のスペクトルを測定するため、シャドーコーン法を用いた。アンフォールディングには SAND-II[1]を使用し、初期推定スペクトルには MCNP の計算値を用いた。ボナー球で得られた結果の妥当性を検証するため、測定されたスペクトルとレムカウンタ(Studsvik, 2202D)の応答関数[2]から、感度(計数率/線量率基準)を計算し、レムカウンタの実測値と比較した。

3. 結果と考察

図 1 に MCNP によって計算した速中性子場及び重水・アクリル減速場のスペクトル、並びに ICF 及び FRS のボナー球を用いて測定した結果を示す。MCNP の計算値と ICF ボナー球の測定値を比較すると、スペクトルの形状や各エネルギービンのフルエンス率はよく一致した。ICF の測定によって求められたフルエンス率と周辺線量当量率は、速中性子場で $10.4 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $1.3 \mu\text{Sv/h}$, 重水・アクリル減速場で $6.7 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $0.8 \mu\text{Sv/h}$ であった。FRS のボナー球で測定した結果と比較すると (FRS/ICF), フルエンス率は 8%, 周辺線量当量率は 3%以内で一致した。ボナー球で測定したスペクトルとレムカウンタの応答関数から感度を求め、実測値と比較(計算値/実測値)すると、ICF, FRS とともに 2%以内で一致した。異なる研究グループによって、独自に応答関数が評価された、3 つの検出器で測定した結果が、互いに一致したことは、ICF のボナー球で評価したスペクトルが妥当であることを示している。

参考文献

[1] W. N. McElroy, *et al.*, AFWL-TR-67-41 (1967).

[2] R. J. Tanner, *et al.*, HPA-RPD-016 (2006).

*Katsuya Hoshi¹, Sho Nishino¹, Tadayoshi Yoshida¹,
Norio Tsujimura¹ and Kazuhiko Okada¹.

¹JAEA

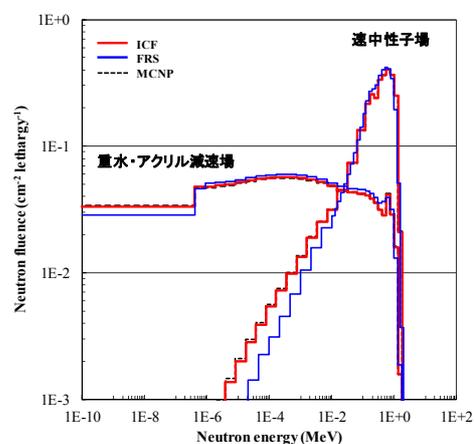


図 1 $^{241}\text{Am-Li}$ 減速場の中性子スペクトル
(実線:測定値, 破線:計算値, 赤:ICF, 青:FRS)