

エネルギー応答に優れた中性子線量測定器の特性試験

Performance test of neutron dose monitor having good energy response

山西 弘城¹⁾ブイヤ サリフル ハック²⁾

Hirokuni YAMANISHI

Sariful Haque BHUIYA

¹⁾自然科学研究機構 核融合科学研究所 ²⁾総合研究大学院大学

中性子線量のエネルギー応答に優れた積算型測定器として、減速材と吸収材を球殻多層に構成し、その間に TLD を配置した。この測定器について、²⁵²Cf 重水減速場と ²⁵²Cf 線源照射場で照射を行い、応答特性結果を得た。

キーワード：中性子線量、線量測定器、作業環境、エネルギー応答、TLD、Cf-252 重水減速場

1. 目的 作業環境での線量管理を行う場合、リアルタイムの中性子モニタが用いられるけれども、積算型のモニタがあれば、モニタリングの信頼性が向上する。中性子線量測定において、積算型のモニタはあまり用いられていない。また、線量のエネルギー応答性が必ずしも良いわけではない。したがって、線量のエネルギー応答性に優れた積算型のモニタを開発することは有意義である。

2. 方法 著者らは球形多層型の測定系を考案した。測定器は、図 1 に示すように、球殻の減速材と吸収材で多層に構成され、その間に TLD を配置したものである^[1]。測定器の外から中心にむかって、アクリル樹脂 (PMMA) 28mm、TLD-1, BN 40mm、ポリエチレン (PE) 10mm, TLD-2, PE 35mm、TLD-3 である。方向依存性を小さくするために、全体形状を球形とし、TLD-1、TLD-2 の組を、 4π で 12 軸上 (正 20 面体の頂点に相当) に配置した。配置点数は中心の TLD を加え 25 である。TLD には、中性子線用に UD-136, γ 線用に UD-110 を用いた。

試作した測定器を放射線標準施設 (FRS) において、²⁵²Cf 線源の重水減速場と ²⁵²Cf 線源で照射を行った。線源の方向は図 1 に示すとおりで、「A」の位置に相当する 3 点で作られる正三角形の重心が線源の近接点となるように配置した。線源と測定器の距離は 75cm とした。照射した線量はそれぞれ 1.48mSv、1.25mSv で、25 の配置点それぞれで TLD の読取値を得た。測定精度を上げるために、各点には、UD-136 を 3 本、UD-110 を 2 本 設置した。UD-136 の読取値から γ 線の寄与分を差し引いて測定値を得た。

モンテカルロ計算コード MCNP を用いて、TLD の応答 (${}^6\text{Li}(n, \alpha)\text{T}$) を計算した。測定器の中心と線源との距離は照射実験と同じ 75cm とした。エネルギー範囲は 15MeV 以下で、IS08529 にある ²⁵²Cf 重水減速場^[2] との比較目的で、そこに記されている 52 のエネルギー群それぞれについて応答結果を得た。配置の深さに応じて、TLD のエネルギー応答が異なる。異なるエネルギー応答を組み合わせ、線量応答を適正化する。図 1 に示すように、中性子線の入射方向との関係で、TLD を 9 つのグループに分ける (i=A, B, C, D, a, b, c, d, E)。この 9 つの応答 R_i を線形結合させ、²⁵²Cf 重水減速場の線量 D に適合する係数のセット α_i を最小 2 乗法で導き出す。

$$D_j = \sum [\alpha_i R_{ij}]$$

ここで、j は各エネルギー群を表す。導出した α_i と TLD 応答計算結果 R_{ij} とから線量 D_j を算出し、 $H^*(10)$ と比較した結果を図 2 に示す。どのエネルギー群でも $H^*(10)$ とよく一致している。

3. 研究成果・考察 ^{252}Cf 重水減速場における TLD 応答は、図3に示すように、実験と計算で良い一致を示した。両者の比較から、測定値を線量に変換する係数セット α_i' を算出した。これを用いて、 ^{252}Cf 線源照射で得た測定値から線量を推定した。TLD グループの選択について、種々検討した。5 グループ (A, B, a, b, E) とした時に比較的良好な結果を得て、期待値の 1.07 倍であった。

4. 結論 考案した測定器について、エネルギー依存性が極小であることを理想的な照射場での結果によって示すことができた。任意のエネルギー分布を持つ中性子場への適用可能性が示された。今後は、入射方向と距離を変えた場合のデータも取得し、異なる入射様式での応答を実験的に把握し、実用化に向けた線量算出の方法を確立する予定である。

5. 引用(参照)文献等

- [1] 山西弘城, 日本原子力学会「2005 年秋の大会」要旨集 D6.
- [2] ISO 8529-1:2001(E) (2001).

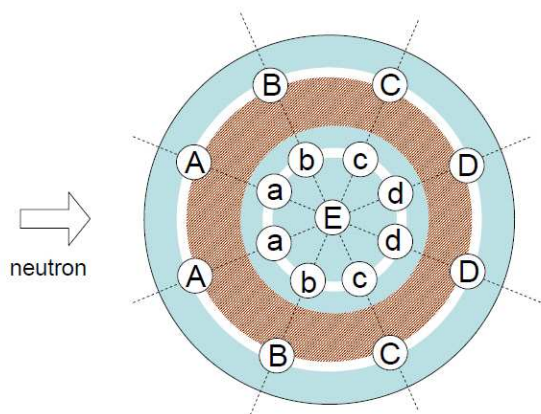


図1 減速材・吸収材と TLD の配置

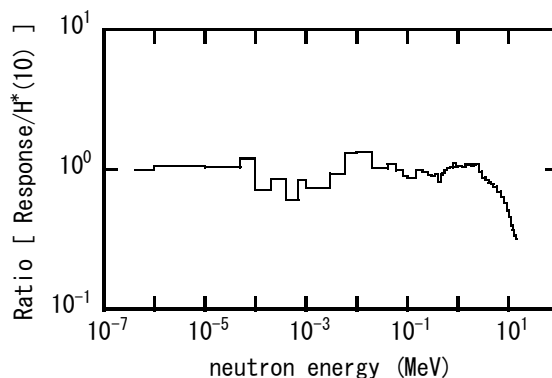


図2 エネルギー依存性 (^{252}Cf 重水減速場)

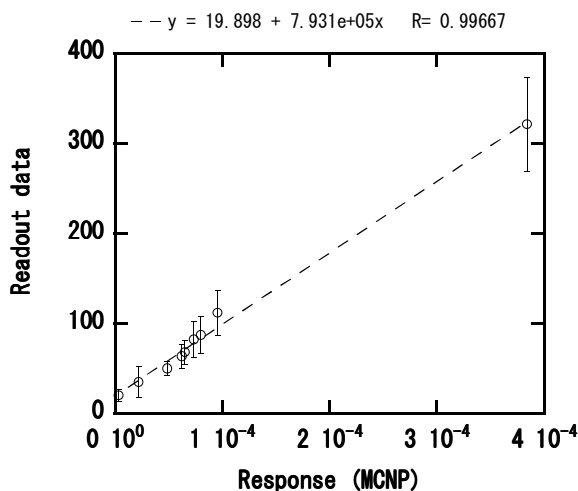


図3 測定点 9 グループにおける実験値と計算値の比較 (^{252}Cf 重水減速場)