

多層ラジエーター付き CR-39 の中性子検出特性の研究
Characteristic Test of Neutron detection of CR-39
with Multi-layer radiator

小佐古敏荘 飯本武志 小池裕也

阿部琢也 廣田昌大 Morev Mikhail

嶋田和真 Cooper-Roy Alexandre LE Thiem Ngoc

Toshiso KOSAKO, Takeshi IIMOTO, Yuya KOIKE,

Takuya ABE, Masahiro HIROTA, Morev Mikhail,

Kazumasa Shimada, Cooper-Roy Alexandre, LE Thiem Ngoc

東京大学

多層ラジエーター付き CR-39 について、単色中性子及び準単色中性子に対する応答特性試験を実施した。試験結果が示した中性子検出効率は、シミュレーションによる予測とよく一致した。

キーワード： 加速器中性子 中性子線量計 固体飛跡検出器 PHITS

1. 目的

既存の放射線測定技術を基盤とした、さらに高度な中性子線量評価を達成するための、中性子測定技術を開発する。具体的には、従来のポリエチレンと CR-39 の組み合わせに加えて、さまざまな金属を間に挿入することにより、多層ラジエーター付き CR-39 とし、10MeV 以上の高エネルギー中性子に対しても適切な感度をもった検出器の開発を目指す。

2. 方法

多層ラジエーター付き CR-39 の表面の垂直方向から加速器中性子を照射し、その応答を測定する。CR-39 は化学エッチング処理後に光学顕微鏡でエッチピット数を計数した。照射した加速器中性子のエネルギーは、144keV、5MeV、14.8MeV の3点である。

CR-39 の中性子に対する応答はモンテカルロ計算コード PHITS[1]を用いて計算した。これは、前段で示した方法による実験結果と比較し検証した。多層ラジエーター付 CR-39 の応答は、ラジエーター付のエッチピット数とラジエーター無しのエッチピット数の差である、ラジエーター増感効果を評価した。

3. 研究成果

①ラジエーター増感効果の中性子入射角依存性の検討

CR-39 は2次元型検出器なので、放射線の入射角にも感度が大きく依存する。想定される被ばく状況は、個人線量計に対して放射線が正面から入射するとは限らないので、検出器の入射角度依存性を調査することは重要である。今年度は、14.8MeV の単色中性子に対するポリエチレンのラジエーター増感効果の角度依存性を実験と計算とで検証した。実験は JAEA 東海 FRS の単色中性子場にて行った。数種類のラジエーターを付けた CR-39 に対して中性子の入射角度を0度、30度、60度と変化させて照射を行った。また、PHITS を用いて各種ラジエーターに対し、中性子の入射角度を0度から80度と変化させて増感効果を計算した。図1に計算値と実験値との比較を示す。ポリエチレンラジエーターの厚さが

1mm の場合 (PE1) のラジエーター増感効果は、入射角が 30 度で極大を示した。これは 14.8MeV の陽子の飛程が 1mm よりも長いため、斜めから中性子が入射した場合の方が反跳陽子が減速する距離が増えるからと考えられる。厚さ 3mm のポリエチレンラジエーターは入射角の増加に伴いラジエーター増感効果は単調に減少していくことが分かった。

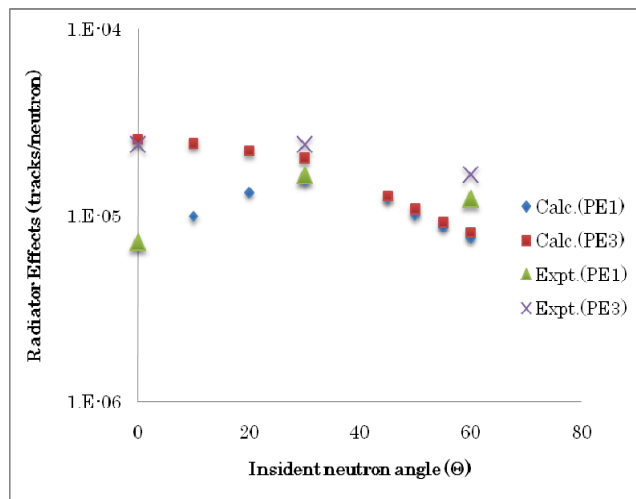


図 1 14.8MeV 中性子に対するラジエーター増感効果の入射角依存性の実験値と計算値との比較 (ポリエチレンの厚さ 1mm:PE1、3mm:PE3)

昨年度は、10MeV 以上の高エネルギー中性子を効率よく検出するために、ポリエチレンと CR-39 の間に金属を挿入する手法を考案し、PHITS による計算で示した。今年度は、先ず JAEA 東海 FRS にて 14.8MeV 単色中性子を用いて、図 2 の様にアルミニウム挿入による 2 層ラジエーター増感効果を実験にて検証した。図 3 は 1mm 厚のポリエチレンと CR-39 の間にアルミニウム箔を厚さ 0.1mm から 1mm と変化させて挟んで、14.8MeV 単色中性子を照射した場合のラジエーター増感効果の実験値と計算値との比較である。横軸がアルミニウム箔の厚さである。ラジエーター増感効果はアルミ箔の厚さが 5mm で極大を得ることが分かる。アルミ箔の厚さが 5mm までは、ポリエチレンから発生した反跳陽子がアルミで減速され、CR-39 に検出される陽子の数が増加し、5mm を超えるとアルミ箔中で止まる陽子の数が増え、CR-39 に検出される陽子の数が減っていくものと考えられる。

このことから、金属箔の厚さを調整することにより、10MeV 以上の中性子に対する応答を調整することが可能になることを示した。

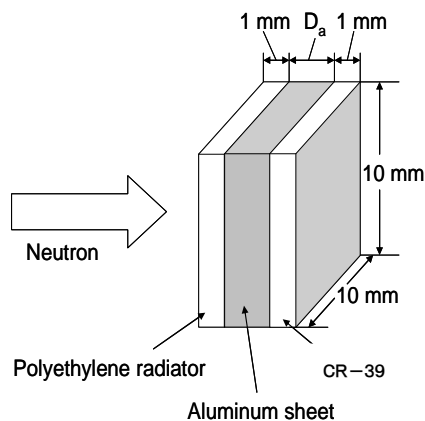


図 2 2 層ラジエーター付 CR-39 の概略図

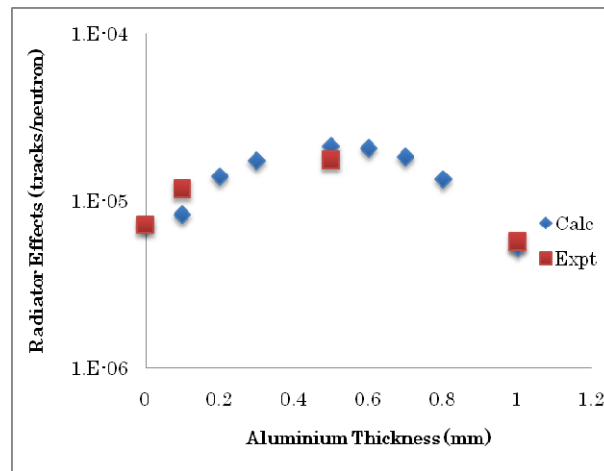


図3 アルミニウム層の厚さによるラジエーター増感効果の変化

5. 引用(参照)文献等

- [1]Iwase, H (2002) "Development of General-Purpose Particle and Heavy Ion Transport Monte Carlo Code" *J. Nucl. Sci. Technol.*, 39 1142.
- [2]M.Baba, Y.Mauchi "Characterization of a 40-90 MeV ^7Li (p, n) neutron source at TIARA using a proton recoil telescope and a TOF method" *Nucl. Instr and Method Phy Res A* 428 (1999) pp.454-465