

高エネルギー対応型電子式個人中性子線量計の設計

Evaluation of Angular Dependence of Active-Type Personal Neutron Dosimeters

小田 啓二 山内 知也 里藤 裕隆
Keiji ODA Tomoya YAMAUCHI Hirotaka RITO

神戸大学大学院海事科学研究科

高エネルギー中性子に対しても適切な応答を示す直読式個人線量計の開発を最終目的として、検出器を個人線量計へ適用するための重要な特性の一つである角度依存性について、①検出器に対して斜めに入射した場合のパルス波高分布の計測、②単色中性子に対する検出器の応答を再現可能な数値計算手法の確立、並びに③種々の中性子エネルギーに対する平板状検出器の角度依存性調査の順に検討を行った。

キーワード：全空乏層型検出器、角度依存性

1. 目的 既存の線量計は、約 20 MeVまでの中性子を測定範囲として設計されているが、宇宙空間及び大強度陽子加速器周辺において、それ以上のエネルギーを持つ中性子からの影響が比較的大きいことが報告されている。そのため、既存の線量計を用いた場合、線量を過小評価する恐れがある。放射線場内において安全に作業を行うために、20 MeV以上の中性子に対しても十分な感度を持つ線量計の開発が急務とされている。そこで、まず、発生した単色中性子に対して検出器の入射角度を変化させて測定し、次に、計測で得られた分布を再現できる理論計算手法について検討、最後に、他の中性子エネルギーに対する平板状検出器の角度依存性について調査した。

2. 方法 中性子計測実験は、有感層 20 μm の全空乏層型検出器の前部に厚さ 3 mmのポリエチレンラジエータを装着し、検出器に対する中性子の入射角度を変化させて行った。一方、シリコンとポリエチレンから成る単純な体系で、弾性散乱の角度微分断面積とプロトンに対する飛程—エネルギー関係を用いて、検出器の空乏層に付与するエネルギーの分布を計算した。両者を比較することで、実験結果に対する数値計算の整合性の確認を行った。

3. 研究成果 実験で得られたパルス波高分布と計算結果を比較すると、分布のピーク位置及び絶対値にわずかなずれが見られたが、分布の形状並びに入射角度の変化に伴う分布の変化は、用いた計算手法で概ね再現することができた。同様の計算手法を用いて評価した単位線量当量あたりの相対感度を図 1 に示す。横軸は、検出器に対して垂直方向を 0° とした入射角度、縦軸は、種々の中性子エネルギーの垂直入射時に得られる検出器の感度で規格化した相対感度を表している。14.8 MeVの実験及び計算結果と比較すると、入射角度 40° の時に感度がずれている。これは、検出器の形状と計算体系との違いによるもので、用いた検出器は有感層が表面よりも窪んだ部分に設置されており、反跳角が制限される。一方、検出器の角度依存性が 30° までは、概ね一致していることが確認できた。次に、10~70 MeVまでの中性子に対する感度の計算を行った。その結果、①入射角度が増加するにつれて感度が減少する、②入射エネルギーによって感度の減少の仕方が異なることが確認できた。前者は、ラジエータ中で検出器に到達可能な反跳陽子の発生領域が、入射角度の増加につれて減少するためである。後者については、中性子エネルギーによって反跳陽子の到達可能領域が異なり、ラジエータの有効厚さも異なるためであると考えられるが、今後さらに調査する予定である。

4. 結論・考察 高エネルギー中性子に対しても適切な感度を有する線量計の設計に際して、検出器の角度依存性について調査を行った。今後は、入射角度の増加に伴う感度の減少を改善するための手法について検討する予定である。

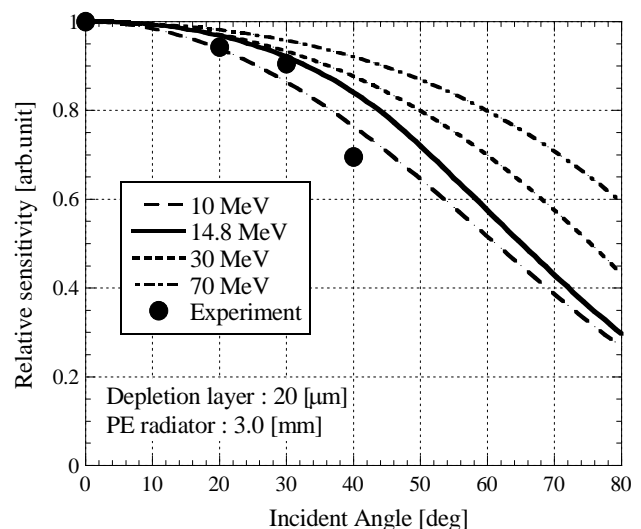


図 1 相対感度