

## 積算型および直読式中性子線量計の応答特性の評価

### Evaluation of Characteristic Response of Both Passive and Active-Types Neutron Dosimeters

小田 啓二 山内 知也 岩野 健介 里藤 裕隆  
 Keiji ODA Tomoya YAMAUCHI Kensuke IWANO Hirotaka RITO

神戸大学大学院海事科学研究科

直読式個人中性子線量計の開発を最終目的として、検出素子の選択、単色場で測定される検出器応答を再現できる理論計算手法の確立、及びエネルギー依存性の改善の順に検討を行った。最終的に、薄い全空乏層型シリコン検出器とラジエータの組み合わせとし、空乏層厚さ、ラジエータ厚さ、ガンマ線ノイズカットオフ値、2ウィンドー法における弁別レベル等のパラメータの最適化を行った。

キーワード：全空乏層型検出器、相対感度、線形結合

**1. 目的** 近年、航空機飛行高度上空や宇宙空間、また大強度陽子加速器周辺においては、約 10~100 MeV までの中性子の線量寄与が比較的大きいことが指摘されている。しかし、既存の線量計は、約 20 MeV までの中性子を測定範囲としており、それ以上の高エネルギー中性子に対する線量を過小評価してしまう恐れがある。そこで、まず、FRS において単色中性子に対するパルス波高分布を測定し、次に、この分布を再現できる理論計算手法について検討し、最後に線量計レスポンスのエネルギー依存性の改善を図ることを目的とした。

**2. 方法** 中性子計測実験は、検出器前部にポリエチレンラジエータを装着した Si 検出器 (PN 接合型、全空乏層型、シリコンドリフト型) を用いて行った。異なるラジエータ厚さに対してパルス波高分布を測定した。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、実験結果に対する理論計算の整合性の確認を行った。

**3. 研究成果** PN 接合型素子では、計測結果と計算結果との間で差異があった。また、部分空乏層型検出器には Funneling 効果があることが報告されており、加速を用いた荷電粒照射実験においても同様の現象が見受けられたため、候補から除外した。一方、全空乏層型検出器については、実験および計算結果の間で、形状・ピーク高さの一致を確認できたので、これを検出素子として選択した。

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レスポンス (相対感度) は、着目領域である 10 ~ 100 MeV の範囲では大きなエネルギー依存性を持つことが分かった。波高弁別法 (2ウィンドー) における加重係数と弁別レベル等のパラメータを調整し最適化を試みたが、単一の検出器を用いた線量計では、およそ 22% の幅にまでしか抑えることができなかった。

そこで、低エネルギー領域に実効的な感度を持つ検出器 (薄い空乏層) と、高エネルギー領域に実効的な感度を持つ検出器とを用い、それぞれの中性子に対する相対感度の線形結合を行うことを試みた。その結果を図 1 に示す。破線は低エネルギー領域に実効的な感度を持つ検出器の相対感度、一点鎖線は高エネルギー領域に実効的な感度を持つ検出器の相対感度を示しており、これら二つの相対感度の線形和が実線である。このように、レスポンスの一次結合により、1~100MeV までの広いエネルギー領域型の線量計を設計できることが示された。

**4. 結論・考察** 広いエネルギー範囲に適用可能な線量計の開発に際して、対象の中性子エネルギーを絞った二つの検出器の相対感度を線形結合させることで、中性子に対するエネルギー依存性を改善することができた。今後、個人線量計としてもう一点抑えておくべき角度依存性についても、検討する予定である。

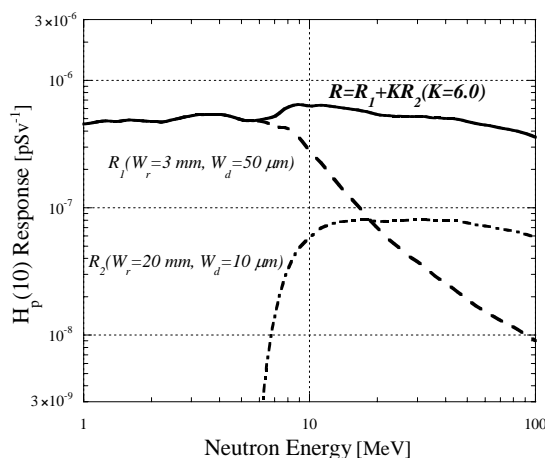


図 1 相対感度の線形結合