

結晶プロファイル測定に基づいたモンテカルロ計算を併用した プレーナ型 Ge 検出器の検出効率の決定

Determination of full energy peak efficiencies of planar type Ge detectors with
Monte Carlo simulation based on crystal profile measurement.

*澤居 秀樹¹, 小島 康明², 柴田 理尋²

¹名大院工, ²名大 RIC

γ 線源とコリメーターによるプレーナ型 Ge 検出器の結晶のプロファイル測定を行い、位置によって検出感度に違いがあることがわかった。この結果に基づき、モンテカルロ(MC)シミュレーション(GEANT4)のピーク効率に係数をかけることで、実験値を再現できる見通しを得た。

キーワード：プレーナ型 Ge 検出器, 検出効率, モンテカルロ計算, プロファイル測定

1. 緒言 Ge 検出器の検出効率は、最も重要な特性である。GEANT4 などの光子と物質の相互作用に基づく MC 計算でピーク効率を決定する際には、結晶サイズを微調整して実験値を再現させている。しかし、低エネルギー用プレーナ型 Ge 検出器の場合、性能表の結晶寸法での MC 計算のピーク効率は、実験値より大きくなることが報告されている[1]。そこで、コリメーターを用いて結晶表面のプロファイル測定を行い、位置による検出感度の違いを調べ、その結果を基に、GEANT4 を併用して検出効率を決定した。

2. 実験・計算および結果 16mm ϕ ×10mmL、不感層 0.3 μ m の検出器について、²⁴¹Am、¹³³Ba、¹⁵²Eu を、密着、5cm、10cm の距離で測定した。実験で決めた全効率を用いてコインシデンスサムを補正して、14~1408keV のピーク効率を決定した。それは、性能表に基づく GEANT4 で得られたピーク効率をほぼ下に平行移動したものになることがわかった (図 1)。1.5mm ϕ の鉛のコリメーターで 14~356keV までの 5 点の γ 線エネルギーに対する 1mm 間隔のプロファイル測定を行ったところ、有感部分は円形ではなく、端部分に効率の低い場所があることがわかった (図 2)。また、その劣化の度合いの平均は、平行移動の係数とほぼ同じであることもわかった。その上で、低および高エネルギー側は、実験値と一致するように不感層と結晶の厚さを調整して GEANT4 で計算し、合わせた。その結果、5%以内で実験値を再現することができた。結晶サイズの異なる 2 つの検出器 25mm ϕ ×13mmL、36mm ϕ ×15mmL でも行った。

3. 結論 プロファイル測定の結果、結晶位置に依存して効率に大きな違いがあることがわかった。プロファイル各点の効率の最大値に対する比(劣化係数)の平均を GEANT4 のピーク効率にかけると、一般的な Ge 検出器と同様に検出効率を再現できる見通しを得た。

参考文献

[1] K. Ren, *et al.*, Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A 903 (2018) 262-266.

*Hideki Sawai¹, Yasuaki Kojima² and Michihiro Shibata²

¹Nagoya Univ., ²Radioisotope Research Center, Nagoya Univ.

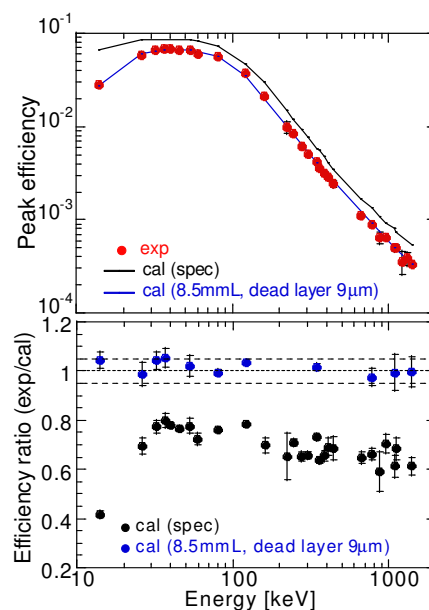


図 1 16mm ϕ ×10mmL の検出器の密着測定時のピーク効率(上)。ピーク効率比(下)。

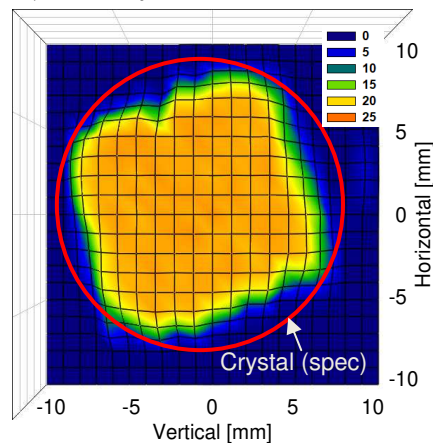


図 2 16mm ϕ ×10mmL の検出器の結晶表面のプロファイル測定。青色は計数率が低く、黄色は計数率が高い。