

中性子線波形弁別型プラスチックシンチレータの性能評価

防衛大学校 本科 61 期 応用物理学科 八巻 将崇

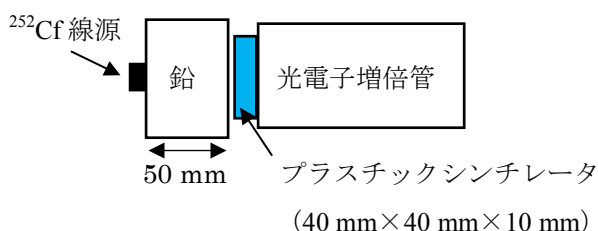
1. はじめに

中性子線と γ 線の弁別は、従来、液体シンチレータの出力波形の違いを用いて行われてきたが、液体の収納容器が必要であること、溶媒が引火性であることによる使用場所の制限等の問題があった。米国ローレンスリバモア国立研究所で、蛍光物質の種類と濃度を変えることにより、中性子線の波形弁別が可能なプラスチックシンチレータ、EJ-299-34が開発された[1]ので、その性能を評価した。

中性子線と γ 線は中性粒子なので、物質との相互作用で生成される荷電粒子、中性子線では主に陽子、 γ 線では電子により検出される。陽子と電子の質量の違いにより、陽子による電離密度は電子によるものより非常に大きく、この大きな電離密度が蛍光に遅い成分を生成し、中性子線が波形弁別される[2]。

2. 計測装置

中性子検出器として、厚さ 10 mm プラスチックシンチレータ (EJ-299-34) を切断し、切断面を光学研磨し(40 mm×40 mm)、浜松ホトニクス社製の管径 51 mm の光電子増倍管 H7195 を光学接着剤、EJ-500 で接着した。蛍光の集光率を上げるために、シンチレータを反射率 97% の東レ社製ルミラーで覆い、遮光シートで遮光した。中性子線源として、直径 7.8 mm 高さ 10.1 mm の ^{252}Cf 自発核分裂線源(測定時の放射能 8.2 kBq)を使用した。 ^{252}Cf 線源は、分岐比 3.1% で自発核分裂し、連続エネルギー分布をもつ中性子線と γ 線を放出する。中性子線は、0.7 MeV 付近にピークをもち、平均値は 2.3 MeV で、 γ 線の平均エネルギーは 1 MeV 程度である。線源と検出器は図 1 のように γ 線遮蔽用の厚さ 50 mm 鉛を挟んで配置した。



検出器の出力から、速い成分(0-100 ns) F と遅い成分(100-1000 ns) S を、林栄精器の電荷積分型 CAMAC ADC を使って読み出した。

3. 実験結果

検出器出力の速い成分に対する遅い成分の割合 S/F 比により波形弁別を行った。図2上は ^{252}Cf 線源(鉛遮蔽有)からの中性子線と γ 線に対する S/F 比、図2下は 0.662 MeV ^{137}Cs γ 線源(鉛遮蔽無)に対する S/F 比のともにエネルギー 0.1 MeV 以上の事象の分布である。上図の S/F 比が小さい方のピークが γ 線、大きい方が中性子線に対応し、十分な分離が確認できた。

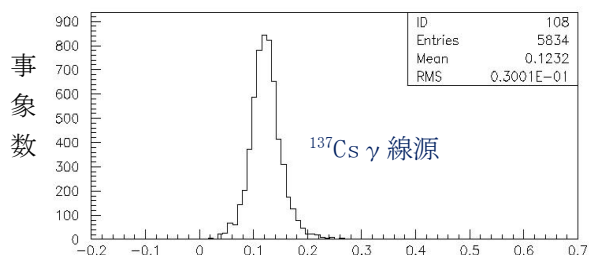
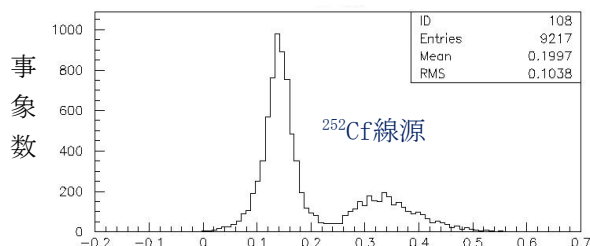


図2 S/F比の分布($E > 0.1$ MeV)

3. まとめ

^{252}Cf 自発核分裂線源からの中性子線と γ 線を使って、出力の遅い成分の速い成分に対する S/F 比で、プラスチックシンチレータ EJ-299-34 の波形弁別性能を調べた結果、エネルギー 0.1 MeV 以上で十分な分離が確認できた。

参考文献

- [1] N. Zaitseva, et al., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 668, pp.88-93, 2012.
- [2] G. F. Knoll, 「放射線ハンドブック」第3版、第8章シンチレーション検出器の原理、pp.247-297、日刊工業新聞社、2001.

研究指導教官 教授 新川 孝男
講師 松村 徹