

プラスチックシンチレータを用いた中性子計測系の構築 Construction of neutron measurement system using plastic scintillator for small neutron source

加藤雅之¹, 清水尚輝¹, 井野陽介¹, 中嶋杏奈¹, 中村耀¹, 渡部政行²

Masayuki Kato¹, Naoki Shimizu¹, Yosuke Ino¹, Anna Nakajima¹, Hikaru Nakamura¹, Masayuki Watanabe²

(1) 日大院量子, (2) 日大量科研
(1) QST-Nihon Univ, (2) IQS-Nihon Univ

1. 研究背景と目的

本研究では核融合反応を応用した小型中性子源の開発を進めている。中性子源を開発する場合、小型中性子源から発する中性子のエネルギー分布やフルエンス率等の情報を正確に得ることが重要となる。中性子の計測法の一つにシンチレータ計測系がある。本研究では特に、有機シンチレータに分類されるプラスチックシンチレータを用いた計測系の構築を行っている。

2. 小型中性子源

本研究ではD-D核融合反応を用いた小型中性子源を開発している。装置中央に設置したリング状の陰極を中心とし、左右に二つの陽極を設置している。リング陰極に高電圧を印加することで陰極付近にグロー放電を形成し、重水素ガスをイオン化する。放電により発生した重水素の原子核は電位差により陰極に向かって加速され、リング中央を通過する。左右から陰極に向かって加速された重水素の原子核同士が衝突し核融合反応が起こる。この核融合反応でヘリウムと2.45MeVのエネルギーを有する高速中性子が発生する。この核融合反応式を以下に示す。

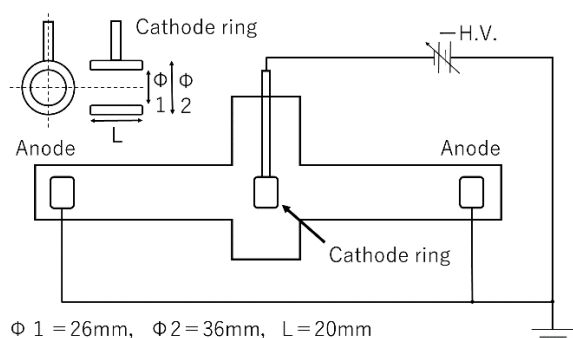
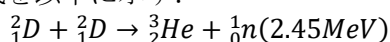


図1. 中性子発生装置の概略図

3. Liをドーブしたプラスチックシンチレータ

本研究では、シンチレータ計測系にリチウム(Li)を添加させたプラスチックシンチレータを使用する。プラスチックシンチレータ内に入射した中性子はリチウムと核融合反応を起こす。この

核融合反応で生じた荷電粒子とプラスチックシンチレータとの相互作用から中性子の情報を得る。

4. 実験結果

D-D核融合反応により発生した中性子は真空容器部に照射され、電磁放射線(X線)を発生させる。シンチレータ計測系は電磁放射線にも高い感度を有する。計測された放射線が中性子が電磁放射線かを区別するために、まずγ線源を用いたシンチレータ計測を行った。γ線源には密封線源であるコバルト60(${}^{60}_{27}\text{Co}$)を使用した。コバルト60はβ崩壊を起こしニッケル60に崩壊する。この崩壊時に放出されるβ線のエネルギーは0.32MeVであり、崩壊後のニッケル60がγ崩壊を起こし1.17MeVと1.33MeVのγ線を放出する。光電子増倍管に-1500Vを印加し波形調整アンプでゲインを500に設定してγ線ありとなしで電気信号をMCAで計測した。その測定結果を図2に示す。

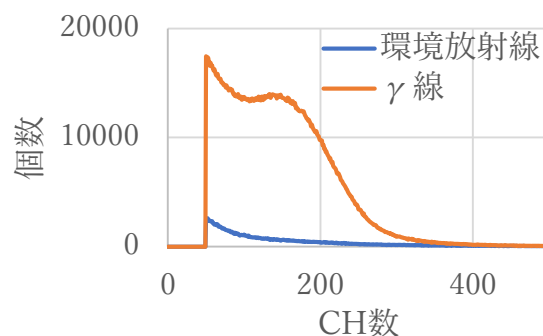


図2. 環境放射線とγ線の計測結果

シンチレータ計測で電磁放射線が計測できていることを確認した。本実験ではパルス波形弁分法を用いて中性子と電磁放射線を区別する予定である。詳細は講演にて報告する。

6. 参考文献

吉野興平 放射線測定の基礎
Mark E. Ellis : Neutron and Gamma Ray Pulse Shape Discrimination with EJ-270 Lithium-Loaded Plastic Scintillator