

プラスチックシンチレータを用いた中性子線弁別とそのノイズ低減 Discrimination of neutron radiation using plastic scintillators and its noise reduction

山縣宥介, 高原優, 藤田朗人, 渡邊響, 松寄大吾, 渡部政行
Y, Yamagata, Y, Takahara, A, Fujita, H, Watanabe, D, Matsuzaki, M, Watanabe

日大院量子

Graduate School of Quantum Science and Technology, Nihon Univ.

1. 研究背景と目的

本研究では核融合反応を利用した小型中性子線源の開発を目標とし、研究を進めている。小型中性子線源の開発には、発生する中性子のエネルギーや個数等の情報を評価する必要がある。そこで本研究では低コストかつ利便性の高いプラスチックシンチレータを用いた中性子計測系の開発を行っている。しかしながら一般的にプラスチックシンチレータは中性子だけでなく γ 線などの電磁放射線も同様に検出してしまふ。そこで本研究ではパルス波形弁別(略して PSD)を利用した中性子弁別を行った。ここで PSD は放射線種によるシンチレーション光の減衰時間の違いを利用して、波形弁別を行う方法である。^[1] 実験結果等の詳細を以下に報告する。

2. 小型核融合中性子源

本研究では「慣性静電閉じ込め方式核融合」を応用した核融合型小型中性子源の研究開発を行っている。本研究で使用している実験装置の概略図を図1に示す。本装置は、リング状の陰極を実験装置の中心に配置し、その両側に二つの陽極を設置した構造となっている。実験では、リング陰極に負の高電圧を印加することでグロー放電を発生させる。このグロー放電により発生した重水素の原子核は、陰極電圧により陰極中心部に向かって加速され、リング中央を通過し、その後往復運動を行う。リング陰極への印加電圧が、約10kVを超える条件で、リング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3と2.45MeVのエネルギーを有する中性子が発生する。核融合反応式を以下に示す。

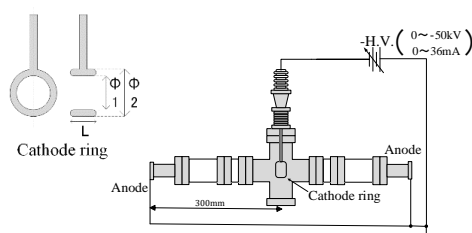
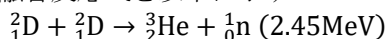


図1 小型核融合中性子源の概略図

3. プラスチックシンチレータ

本研究で用いたシンチレータはELJIN社の型番EJ-276Dである。このEJ-276DはEJ-276を改良したプラスチックシンチレータであるが、構成要素は同様であり、主に水素と炭素で構成されたシンチレータである。このプラスチックシンチレータは γ 線と高速中性子の計測および弁別に適したプラスチックシンチレータである。^[2]

4. 結果

中性子線の計測実験ではリング陰極への印加電圧を-35kV、放電電流を15mAとして中性子線のPSD計測を行った。また、中性子計測実験の他にCo60を用いた γ 線計測実験も行った。それぞれ計測した波形をもとにPSDを行った結果を以下に示す。線源との距離は25cm、計測時間は30分とした。

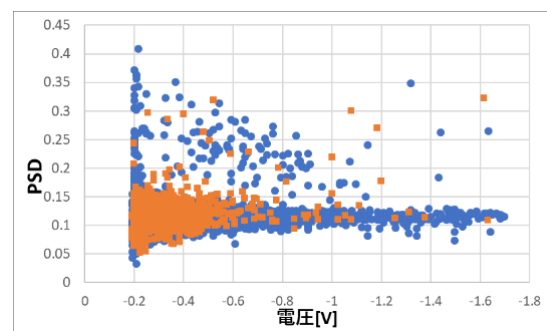


図2 中性子計測のPSD結果

図2の結果からPSD値が0.2を境に中性子と γ 線を弁別できていると思われる。今後はTOF法を利用した中性子のエネルギー計測を行う予定である。

5. 参考文献

- [1] I.A. Pawelczak, S.A. Ouedraogo, A.M. Glenn, R.E. Wurtz, L.F. Nakae : Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 711 (2013) 21-26
- [2] M. Grodzicka-Kobylka, T. Szczesniak, M. Moszynski, K. Brylew, L. Swiderski, J.J. Valiente-Dobon, P. Schotanus, K. Grodzicki and H. Trzaskowska : IOP Publishing Ltd and Sissa Medialab (2020)