

核融合反応を用いた小型中性子源における中性子線弁別 Neutron beam discrimination in small sized neutron source using a D-D nuclear fusion reaction

山縣宥介¹, 高原優¹, 藤田朗人¹, 渡邊響¹, 松寄大吾¹, 渡部政行¹
Y,Yamagata¹, Y,Takahara¹, A,Fujita¹, H,Watanabe¹, D,Matsuzaki¹, M,Watanabe¹

(1)日大院量子
(1)QST,Nihon Univ.

1. 研究背景と目的

本研究では核融合反応を用いた小型かつ低コストの中性子発生装置の実現を目標とした研究開発を行っている。中性子源の開発には、発生する中性子のエネルギーや個数等の情報を得ることが重要である。そこで本研究ではプラスチックシンチレータを用いて中性子線の計測系を構築している。しかしながら、今回計測に用いたシンチレータ計測系は中性子以外に電磁放射線にも感度がある。そこで本研究では、シンチレータから得られた計測信号を放射線種類で弁別することを目的とした研究を行った。その詳細を報告する。

2. 小型中性子源

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設置し、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、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のエネルギーを持った中性子が発生する。核融合反応式を以下に示す。

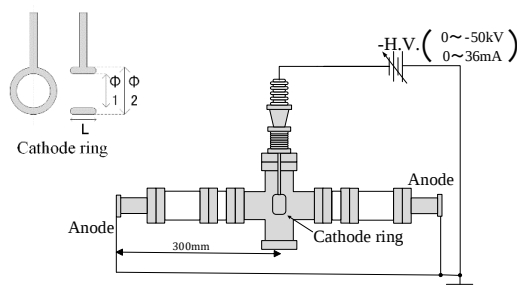
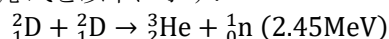


図1 小型中性子源の概略図

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-270であり、リチウム(Li)をドーブしたプラスチックシンチレータである。本研究では水素(H)との弾性衝突により発生するシンチレーション光を計測する。将来的には熱中性子とリチウムの核反応で生じるシンチレーション光も利用する予定である。

4. 結果

小型中性子源の放電電流を10mA、印加電圧を30kVとしてプラスチックシンチレータを用いた中性子計測を行った。ここで計測した信号をオシロスコープで出力し、パルス波形弁別 (Pulse Shape Discrimination, 略してPSD) を行った。その結果を図2に示す。

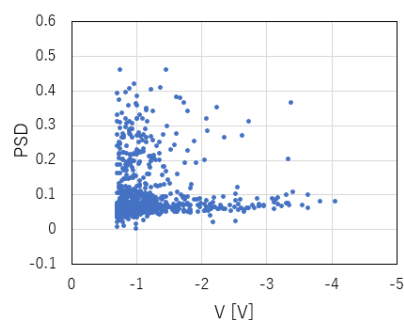


図2 中性子計測のPSD結果

予備実験としてγ線源を用いPSDを行った。図2と比較を行った結果、減衰時間が短い電磁放射線は0~0.2、減衰時間の長い中性子線は0.2より大きな値であることが確認できた。

5. 参考文献

- I.A. Pawelczak, S.A. Ouedraogo, A.M. Glenn, R.E. Wurtz, L.F. Nakae : "Studies of neutron-γ pulse shape discrimination in EJ-309 liquid scintillator using charge integration method" Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 711 (2013) 21-26
- Natalia Zaitseva : Pulse shape discrimination with lithium-containing organic scintillators
- 吉野興平 放射線測定の基礎, (2017)