22P-5F-15

核融合型小型中性子源における中性子出力特性とその計測
Characteristics of neutron fluence rate and their measurement in a fusion-type small neutron

加藤雅之，高原優，藤田朗人，山縣宥介，渡部政行 et al.
Masayuki Kato, Yutaka Takahara, Akito Fujita, Yusuke Yamagata, Masayuki Watanabe

日大院量子，QST, 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にあたり，小型中性子源から発生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

本研究室で開発している小型中性子源の概略を図1に示す．真空容器内に設置されたリング状の陰極を中心とし，左右に接地された二つの陽極を設置している．この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，重水素をイオン化する．放電により発生した重水素原子核はリング陰極の高電圧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原子核と2.45MeVのエネルギーを持った中性子が発生する．以下に核融合反応式を示す．

$$^{2}_{1}\mathrm{D} + ^{2}_{1}\mathrm{D} \rightarrow ^{3}_{2}\mathrm{He} + ^{1}_{0}\mathrm{n}\ \ (2.45\mathrm{MeV})$$

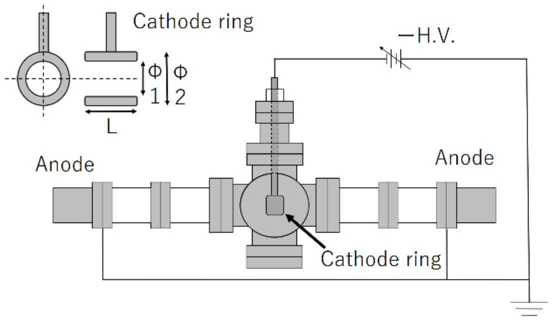

図1. 中性子発生装置の概略図

3. Liをドープしたプラスチックシンチレータ

本研究では，リチウム（Li）を添加させたプラスチックシンチレータを計測に使用した．プラスチックシンチレータに入射した高速中性子は水素原子との衝突により反跳陽子を形成し，シンチレーション光を発生する．また中性子は減速後， Liと核融合反応を起こし荷電粒子を発生させる．中性子とLiの核融合反応式を以下に示す．

$$^{6}_{3}\mathrm{Li} + ^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{4}_{2}\mathrm{He} + ^{3}_{1}\mathrm{T}$$

以上の反応で生じたシンチレータ光を基に中性子線の情報を得る．

4. 実験結果

実験では，リング陰極への印加電圧が-10kV，また放電電流が10mAの条件で中性子線を発生させ, その反応で生じた中性子をプラスチックシンチレータで計測した．出力信号をオシロスコープで計測し，その信号が中性子線による信号か電磁放射線による信号かをシンチレーション光の減衰時間の違いを利用したパルス波形弁別（Pulse Shape Discrimination）で弁別した．その結果を図2に示す．

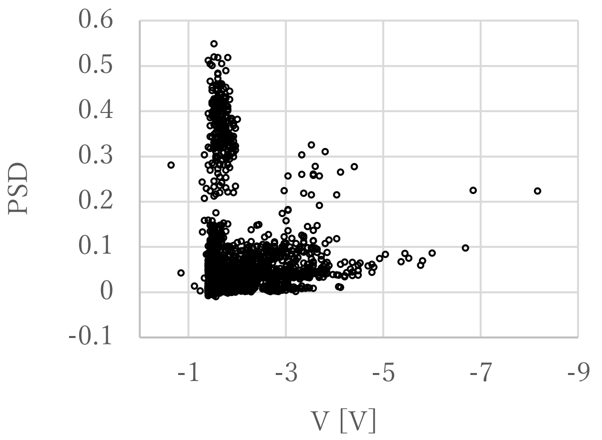

図2. 小型中性子源で計測した信号のPSD結果

減衰時間が短い電磁放射線が0から0.15のPSDの付近に，また減衰時間が長い中性子線が0.2から0.55付近に分布していることが分かった．

5. 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
Natalia Zaitseva : Pulse shape discrimination with lithium-containing organic scintillators