

マルチピクセルフォトンカウンター(MPPC)を用いた高感度・高速応答中性子計測器の開発

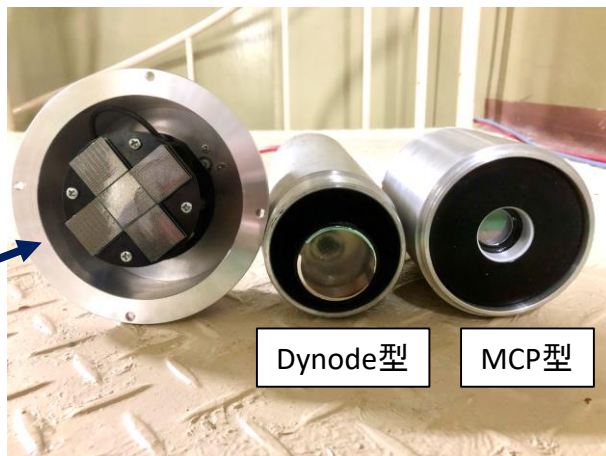
大阪大学 レーザー科学研究所

浅野将唯, 有川安信, 安部勇輝, 中尾采美, 南上和也, Alessio Morace, 中井光男, 白神宏之

- 高速点火核融合実験において、核融合プラズマのイオン温度診断を行うためには「高感度」「高速応答」「中性子信号に先行して発生する硬X線ノイズへの耐性」の条件をすべて満たす中性子計測器が必要
- 本研究ではアバランシェフォトダイオードのアレイ素子であるMPPC(浜松ホトニクス)を用いた中性子計測器を開発
- レーザーダイオードを使用した実験で計測のための各要件を満たすことを確認(2020年秋)
- 実際のLFEXレーザー実験において運用し、高速応答性を確認
硬X線バックグラウンド下においてゲート機能を用いずにMeV高速中性子の計測に成功

従来使用されていた光電子増倍管(PMT)
Dynode型: 高感度だがゲート性能に問題
MCP型: ゲート性能に優れるが低感度

上記の三条件を満たす中性子計測器は存在しなかったため、新たにMPPC光ディテクターの開発を行った



MPPCディテクター
(本研究で開発)

感度

量子効率でPMTを上回り、容易に大面積配列が可能
Dynode型以上、MCP型の10倍の光検出率を達成

高速応答性

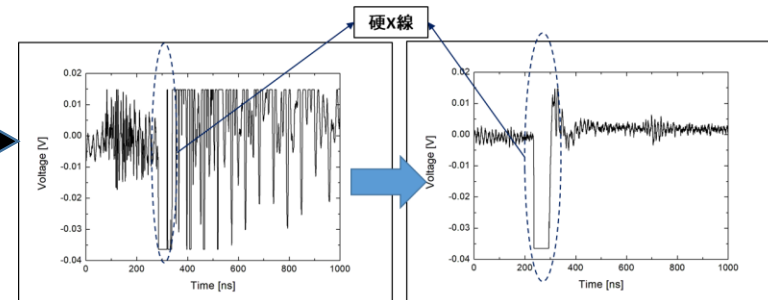
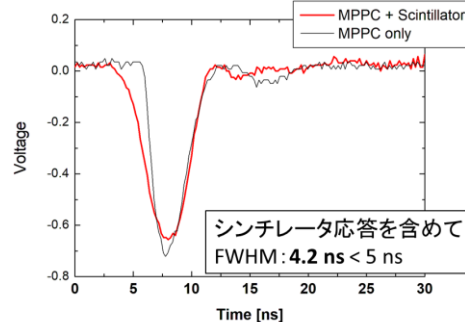
単純に結合すると応答が鈍るため、高速化回路を設計・実装
インパルス応答FWHM3.3 nsを確認、時間弁別性を確認

硬X線耐性

半導体素子であるため、PMTと同原理の障害は発生しない
ゲート回路を実装し、200 ns間の安定動作を確認

但し高速化回路の実装により、信号波高が小さくなる⇒PMTより微小ノイズに敏感

MPPCディテクターは微小ノイズに敏感
LFEX実験で使用するために
電源のバッテリー化など環境ノイズ対策
ノイズをおよそ1/10に低減



LFEX実験で発生したX線を用いて
液体シンチレータ+MPPCディテクターの
インパルス応答を計測
高速応答性の維持を確認

LFEXを用いたD-Be中性子発生実験
(~数MeV、高イールド)において
ゲート機能を用いずに中性子信号を
測定することに初めて成功

