

高ベータプラズモイドの超音速衝突時の中性子の観測 Observation of neutron in supersonic collision of high-beta plasmoids

佐原直人¹、渡邊達大¹、小林大地¹、小川洋¹、高橋努¹、浅井朋彦¹、Richard Magee²
SAHARA Naoto¹, WATANABE Tatsuhiko¹, KOBAYASHI Daichi¹, OGAWA Hiroshi¹,
TAKAHASHI Tsutomu¹, ASAI Tomohiko¹, MAGEE Richard²

¹日大理工、²TAE Technologies
¹Nihon Univ., ²TAE Technologies

1. はじめに

磁場反転配位 (Field-Reversed Configuration: FRC) プラズマは磁場閉じ込め方式の一つであり、体積平均 β 値が極限的に高い ($\sim 100\%$) ことを特徴とする^[1,2,3]。FAT-CM 装置^[4]では、このFRCを逆磁場シートピンチ (FRTP) 法により装置両端で生成し超音速・超アルヴェン速度で移送し衝突合体実験させる実験が行われている。超音速・超アルヴェン速度で移送・衝突する高ベータプラズモイドの合体過程では、衝突時の衝撃波加熱などによる非熱的なイオンの加速が生じると考えられているが未だ未検証な点が多い。

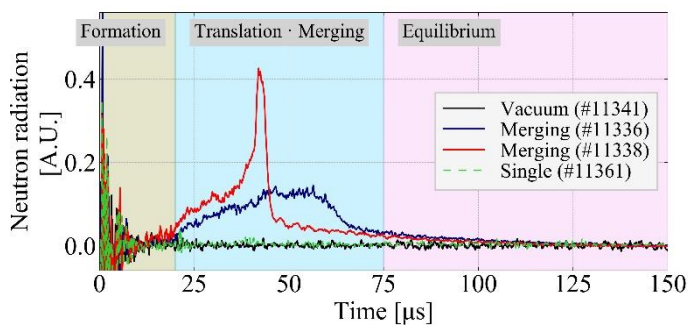


図1 高ベータプラズモイド衝突合体実験での中性子検出器の出力波形

本研究では、衝撃波による粒子加速の傍証として、D-D反応により生成された中性子の検出を行い、また、その衝突速度依存性や質量依存性を検証することで、高ベータプラズモイド衝突時における衝撃波加熱機構を考察することを目指した。新たに中性子検出器を開発し、計測を行い、図1に示すようにプラズモイド衝突合体実験にてプラズマの有無による有意な差が確認された。この検出器についてガンマ線源を用いたエネルギー較正実験による性能評価の結果について報告する。

2. 実験装置

中性子検出器の概略図を図2に示す。高速時間応答特性に加え、円柱状であることから遮蔽材の形状によるコリメーションにより広く空間分解能を調整可能であることを特徴とする。

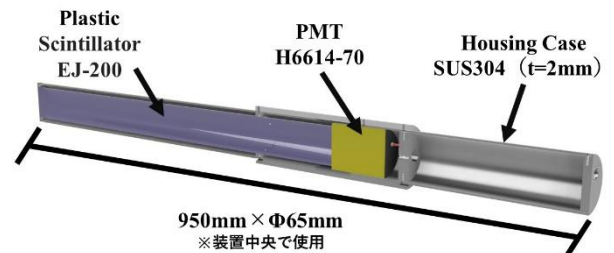


図2 中性子検出器の概略図

3. 性能評価

感度の向上のため大容積のシンチレータを採用したことから、十分なエネルギー決定の精度を持つことを確認するため、ガンマ線源 (Co60) を利用した較正実験を行った。

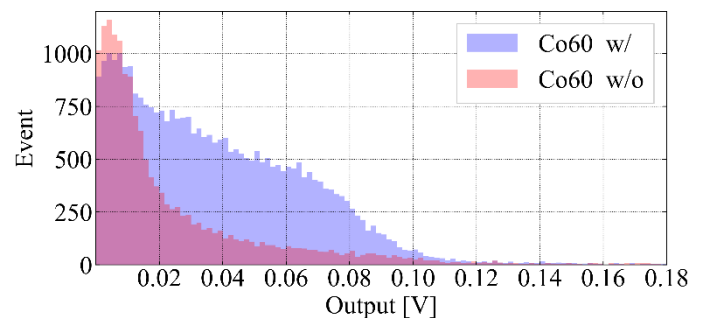


図3 開発した中性子検出器によるCo60の出力波形

図3に示すように、0.07 [V]付近にコンプトン端を確認した。プラスチックシンチレータは光電ピークに対して測定困難であり、また、Co60のエネルギー領域ではコンプトン散乱が主要な相互作用であることから、典型的なCo60のコンプトン端を得られたと考えられる。従って、エネルギーを決定する精度を有することを確認した。また、中性子源を使用しないエネルギー較正^[5]が適用可能であることを示せた。

参考文献

- [1] M. Tuszewski, Nucl. Fusion **28**, 2033 (1988).
- [2] L.C. Steinhauer, Phys. Plasmas **18**, 070501 (2011).
- [3] 浅井朋彦ほか：プラズマ・核融合学会誌 **96**, 165 (2020)
- [4] T. Asai et al., Nucl. Fusion **59**, 056024 (2019).
- [5] A.H. Tkaczyk et al., Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. **882**, 96 (2018)