

原子核乾板を用いた核融合中性子発生プロファイル測定法の開発 Development of Fusion Neutron Emission Profile Measurement using Nuclear Emulsion

和泉佑哉¹, 中山陽一朗¹, 林 翔太¹, 富田英生¹, 大島拓洋¹, 森島邦博², MunSeong Cheon³,
JungMin Jo⁴, DongHwan Kim⁴, 磯部光孝^{5,6}, 小川国大^{5,6}, 中竜大², 中野敏行², 中村光廣², 井口哲夫¹
Y. Izumi¹, Y. Nakayama¹, S. Hayahi¹, H. Tomita¹, T. Ohshima¹, K. Morishima²,
MunSeong Cheon³, JungMin Jo⁴, DongHwan Kim⁴, M. Isobe^{5,6}, K. Ogawa^{5,6}, T. Naka²,
T. Nakano², M. Nakamura², and T. Iguchi¹

¹名大・工, ²名大・理, ³NFRI, Korea, ⁴Seoul National University, ⁵核融合研, ⁶総研大
¹School of Eng., Nagoya Univ., ²School of Sci., Nagoya Univ., ³NFRI, ⁴Seoul Univ., ⁵NIFS, ⁶SOKENDAI

1.はじめに

原子核乾板は、高エネルギー中性子と乾板中の水素原子核との弾性散乱により生成される反跳陽子の3次元飛跡情報を記録できる検出器であり、その飛跡を解析することで入射中性子のエネルギーや高速中性子イメージングが可能となる。特に、核融合実験装置における重水素プラズマ実験では、重水素中性粒子ビーム加熱に伴うDD核融合反応により、DD中性子が発生するため、その発生プロファイル測定により、DD反応の空間分布などの情報を得ることができる。これまでに、本研究グループでは、原子核乾板とピンホールコリメータを用いた高速中性子カメラの開発を進めており、韓国NFRI超伝導トカマク装置KSTARでの重水素実験にて、DD核融合反応により生成されるDD中性子の検出に成功している^[1]。今回は、KSTAR重水素実験におけるDD中性子発生プロファイル測定に向けて、KSTARモンテカルロシミュレーション計算モデルをPHITSにより構築した。

2. KSTARにおける重水素プラズマ実験への適用

超伝導トカマク実験装置KSTARのJポートに原子核乾板を用いた高速中性子ピンホールカメラを設置し、プラズマ中心方向に対する検出器視野方向を変化させて、測定を行った。設置位置をFig.1に示す。重水素実験中の放電(#10447-10487)において、得られた原子核乾板上の反跳陽子飛跡密度分布をFig.2に示す。また、粒子・重イオン輸送計算コードPHITSを用いて、KSTAR中性子輸送計算モデルを構築し、同様に反跳陽子飛跡密度分布を計算した結果をFig.2にあわせて示す。Fig.3には、飛跡密度分布の中心付近のラインプロファイルを示す。実験と計算の結果は、おおよそ一致しており、KSTARモンテカルロシミュレーション計算モデルの妥当性が確認された。

3.まとめと今後の課題

高速中性子カメラを超伝導トカマク実験装置 KSTAR の重水素実験へ適用し、DD 中性子に起因する反跳陽子飛跡密度分布を得た。また、KSTAR モンテカルロシミュレーション計算モデルを構築し、その妥当性を確認した。今後、画像再構成により、DD 中性子発生プロファイルを求め、本手法の基本特性を明らかにするとともに、トモグラフィックイメージングについて検討を進める予定である。

参考文献

[1] H. Tomita *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **85**, 11E120, (2014).

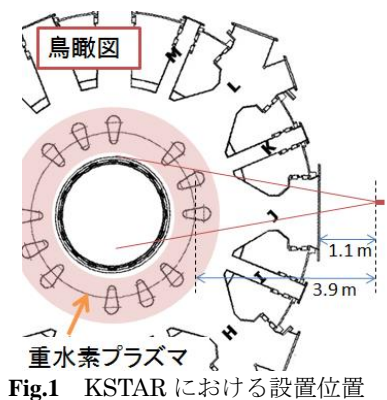


Fig.1 KSTAR における設置位置

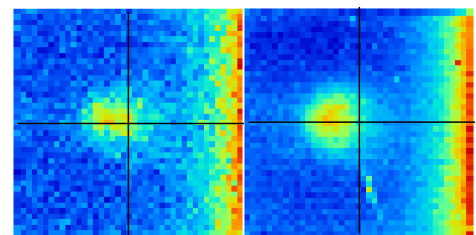


Fig.2 飛跡密度分布(左: 計算、右: 実験)

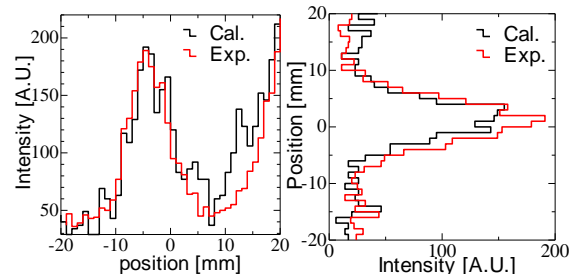


Fig.3 ラインプロファイル
(左: X 方向、右: Y 方向)