

## 可視光トモグラフィカメラを用いた衝突合体生成 FRC の重心推定

Estimation of the center of gravity of the collision-generated FRC using a visible light tomographic camera.

○井原悠希<sup>1</sup>, 萩生田樹<sup>2</sup>, 小林大地<sup>3</sup>, 高橋努<sup>3</sup>, 浅井朋彦<sup>3</sup>

\*Yuki Ihara<sup>1</sup>, Itsuki Hagiuda<sup>2</sup>, Daichi Kobayashi<sup>3</sup>, Tsutomu Takahashi<sup>3</sup>, Tomohiko Asai<sup>3</sup>

Abstract: Our laboratory studies FRC collision-merging with the FAT-CM device. To investigate the unresolved physics, we use a visible-light tomography camera to image the process and estimate the plasma center of gravity.

### 1. 研究背景・目的

磁場反転配位 (Field-Reversed Configuration: FRC)<sup>[1]</sup> は、ポロイダル磁場のみで構成される磁場配位で、体積平均  $\beta$  値が極限的に高いという特徴を持つ。この FRC は、適切な制御を行わない場合、トロイダルモード数  $n=1$  のシフトや  $n=2$  の回転不安定性といった特徴的な巨視的運動や変形が生じる。

当研究室では、FAT-CM 装置<sup>[2]</sup>を用い、逆磁場シートピンチ (Field-Reversed Theta-Pinch: FRTP) 法により生成された FRC 様の初期プラズモイドを磁気圧勾配で加速・移送し、閉じ込め部で衝突させることで、単一の FRC を生成する衝突合体実験を行っている。

本研究では、可視光トモグラフィカメラを用いて、FRC の衝突から合体後までの断層撮像を行い、再構成した発光強度の空間分布からプラズマの重心を推定することで  $n=1$  モードの観測を試みる。

### 2. 計測系

本研究では、トモグラフィカメラ (以下 T-cam と表記)<sup>[3]</sup>と呼称する、光電子増倍管 (PMT)、干渉フィルタ、スリット、平凹シリンドリカルレンズから構成される計測器を用いる (Figure 1)。

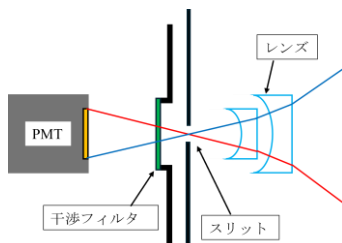


Figure 1. Schematic inside the T-cam enclosure

プラズマからの放射光を観測し、得られた線積分投影データをコンピュータトモグラフィの手法で処理することで、プラズマの内部構造を推定することが可能である。また FRC の重心位置の推定には、T-cam の画像

再構成結果を用いる。制動放射光が電子密度に大きく依存することから、Fourier-Bessel 級数展開法<sup>[4]</sup>によって求めたチェンバー内の発光分布を、その計測断面での質量分布であると仮定し、重心位置の推定を行う。

### 3. これまでの進捗と今後の展望

直交磁場系での計測にあたり、T-cam の設置を試みたが、既存の石英窓の形状では、T-cam を取り付けことは不可能であった。そこで、光学系の配置を検討するためレイトレーシングを実施し (Figure 2), それに基づき新たに取り付け用の変換機構を設計・製作する。

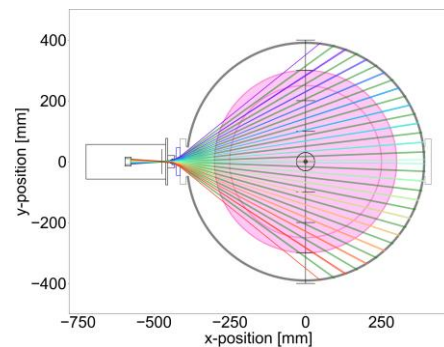


Figure 2. Result of ray tracing

今後は、得られた画像データを解析し、軸対称系と直交磁場系の双方におけるプラズマ重心位置を推定し、両者の違いを定量的に比較する計画である。

### 4. 参考文献

- [1] M. Tuszewski: "Field reversed configurations", Nuclear Fusion, Vol.28, No.12, 1988.
- [2] T. Asai et al.: "Collisional Merging Process of Field-Reversed Configuration Plasmas in the FAT-CM Device", Nuclear Fusion, Vol.61, No.9, 2019.
- [3] K. Hirama et al.: "Development of a Tomography Camera System with a Doublet Lens Unit for Supersonic Collisional Merging Formation of FRC", Plasma Fusion Res, Vol. 18, No.2401028, 2023.
- [4] A. Morita et al.: "Tomographic Reconstruction Algorithm for an Annular Cross Section of Toroidal Plasmas by use of Modified Fourier-Bessel Expansions", IEEJ Trans. FM, Vol.8, No.112-A, 1992.