

衝突合体生成FRCの可視光トモグラフィのための
複レンズ光学系による広視野化
**Expanded View by Doublet-Lens for
Visible-Light Tomography of Merging Formed FRCs**

早田 怜司, 平間 圭祐, 小林 大地, 関 太一, 高橋 努, 浅井 朋彦

HAYATA Reiji, HIRAMA Keisuke, KOBAYASHI Daichi, SEKI Taichi, TAKAHASHI Tsutomu, ASAI Tomohiko

日大
Nihon Univ.

磁場反転配位 (FRC) プラズマは、ポロイダル磁束のみからなるコンパクトトラスで、 β 値が極限的に高い。日本大学のFAT-CM装置では、FRC様の初期プラズモイドを磁気圧勾配によって加速し、アルヴェン速度を超える相対速度で衝突合体させ、ひとつのFRCを生成するFRC衝突合体実験を行っている。衝突合体生成されたFRCは、衝突前のプラズモイドと比べ、プラズマ体積や磁束量の大幅な増大や配位持続時間の伸長が観測されているが、ダイナミックな構造遷移を伴うと考えられる衝突合体過程における内部構造の時間発展は明らかになっていない[1]。

これまでにFRCの移送、衝突合体過程において可視光領域で断層撮像するためのトモグラフィカメラの開発を進めてきた[2, 3]。このトモグラフィカメラは、高速応答を実現するため撮像素子としてマルチアノード光電子増倍管 (PMT) を採用し、干渉フィルタにより特定の波長帯域の放射光を観測する。入射光学系はスリット、および視野角拡張のための平凹シリンダリカルレンズから構成される。

これまでにプラズモイドの超アルヴェン速度移送過程における断面撮像や重心位置の推定に成功しているが、事前の想定よりも衝突合体過程および合体後のプラズマの発光領域が広く、観測視野が不十分であることがわかった。そこで、視野を拡張するために、独自に開発した光線追跡プログラムを用いて入射光学系の新規設計を行った。

チャンバー内側へ伸張させた観測用石英窓を用い、その内部に入射光学系を配置することで観測視野が観測用ポートの内径で制限されない構造を新たに採用した。また、レンズ系および観測用石英窓の形状を含めた光線追跡を

行い、入射光学系の構成を検討した。その結果、焦点距離の異なる2枚の平凹シリンダリカルレンズを組み合わせることによって従来のカメラよりも広くチャンバーを見込む視野を実現できることが示された。従来のカメラでは、衝突合体生成されたFRCの典型的な半径 (250 mm) から視野が設計されていた。新しいレンズ構成によって半径300 mmの発光領域まで視野に収めることができるようになる (図1)。この結果をもとに、トモグラフィカメラの内部構造を設計した。

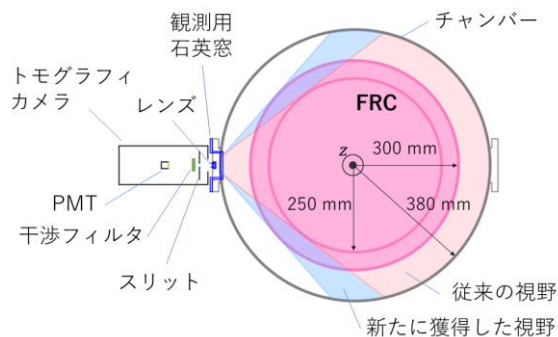


図1 トモグラフィカメラがチャンバー内を見込む視野

新規に設計した入射光学系とトモグラフィカメラを用いることによって、FRC衝突合体過程におけるプラズマの発光領域の大部分がその視野に収められ、これまで困難であった衝突合体過程およびその後生成されるFRCの断面撮像が期待できる。

- [1] T. Asai *et al.*, *Nucl. Fusion* **59**, 056024 (2019).
[2] H. Tomuro *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **81**, 10E525 (2010).
[3] T. Seki *et al.*, *Rev. Sci. Instrum.* **93**, 103520 (2022).