

衝突合体生成FRCプラズマのトロイダルフロー計測 Toroidal flow measurements in a field-reversed configuration plasma formed through a collisional merging process

田村 康明¹⁾, 飯嶋 祐佳¹⁾, 明石 和久¹⁾, 高橋 努¹⁾, 浅井 朋彦¹⁾
TAMURA Yasuaki¹⁾, IJIMA Yuka¹⁾, AKASHI Kazuhisa¹⁾, TAKAHASHI Tsutomu¹⁾
ASAI Tomohiko¹⁾

(1) 日大理工
(1) Nihon Univ.

1 背景・目的

磁場反転配位 (FRC) は, 体積平均ベータ値が 1 に近い極限的に高い閉じ込め効率を有し, したがってその体積の大部分でイオンは磁化していない。また生成後, エッジ付近ではアルヴェン速度に達する自発的なトロイダルフローを持ち, したがってイオンの動圧は, FRC の平衡を評価する上で無視できない可能性がある。このトロイダルフローによるジャイロ効果は, FRC にティルト ($n=1$) 安定性を与えると同時に, 圧力駆動型の不安定性 ($n=2$) を生じさせることが知られている。

そのトロイダルフロー駆動のメカニズムとしては, 径方向電場や磁束減衰^[1]などのモデルが提案されており, 日本大学においても, 衝突合体生成 FRC について, そのメカニズムや制御法を検証する実験を開始している。本研究では, 日本大学理工学部で開発された FAT-CM 装置^[2] (図 1) において, イオンドップラー分光計測 (IDS) によるドップラーシフトの観測から衝突合体生成 FRC プラズマのトロイダルフローとその時間発展を観測する。

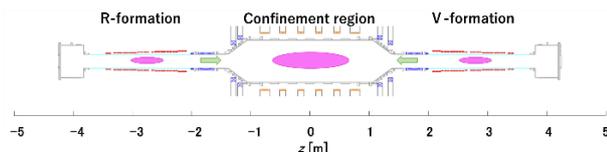


図 1 FAT-CM 装置

2 実験概要

FAT-CM 装置閉じ込め領域の金属チェンバーにコリメータを設置した時の, コリメータの視線と FRC プラズマとの位置関係を図 2 に示す。(1) FRC プラズマの中心を通る視線と (2) 磁場がゼロとなる点 (O-point) に接する視線で CIII (229.69 nm) を観測し, トロイダルフローの時間発展を導出した。

観測結果が図 3 となる。主圧縮磁場の印加時を $t = 0$ とし, 図 2 の θ 方向を, 図 3 における正ととっている。また, 図 3 における青色の領域は, 非熱平衡状態や十分な光量でないことなどが原因で観測できない。観測可能な範囲において, 100 μs でフローが発生しはじめ, 180 μs で θ 方向に最大 14.8 km/s となったことがわかる。

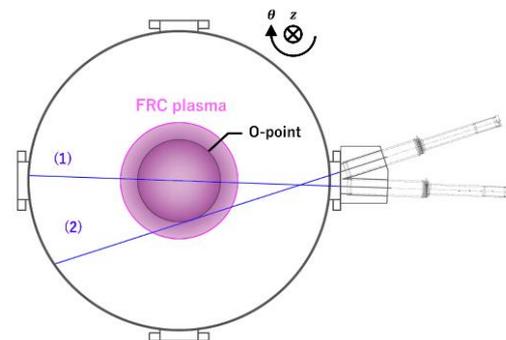


図 2 コリメータの視線とプラズマの位置関係 (図 1 における $z = 0.3 \text{ m}$ の断面を表す)

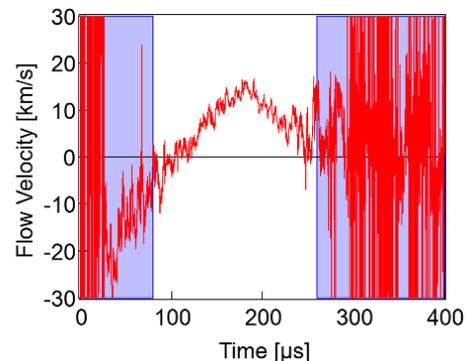


図 3 フローの時間発展 (青い領域は除く)

3 まとめ

トロイダルフロー駆動のメカニズムやその制御方法の検証のため, 静電プローブを用いたスクレイプオフ領域における径方向電場や, 磁気プローブを用いた捕捉磁束の観測を行い, それら時間発展とトロイダルフローの相関について検討を行う。

4 参考文献

- [1] T.Takahashi et al, "A New Explanation for Toroidal Spin-Up of a Field-Reversed Configuration" Plasma Fusion Res. 2, 008 (2007)
- [2] T. Asai et al, "Collisional merging formation of a field-reversed configuration in the FAT-CM device" Nucl. Fusion, 59 056024 (2019)