

磁場反転配位 (FRC) のトロイダルフロー構造とその制御 Toroidal flow structure and its control on a field-reversed configuration

加藤匡¹, 板垣宏知³, 佐野光¹, 関口純一¹, 安藤宏敏¹, 高橋努², L.C.Steinhauer⁴, 浅井朋彦²
Masashi Kato¹, Hirotomo Itagaki³, Hikaru Sano¹, Junichi Sekiguchi¹, Hirotoshi Ando¹
Tsutomu Takahashi², L.C.Steinhauer⁴, Tomohiko Asai²

¹日本大学大学院理工学研究科, ²日本大学理工学部, ³東京大学大学院新領域, ⁴TAE

¹Graduate School of Science and Technology, Nihon University

²College of Science and Technology, Nihon University

³Graduate School of Frontier Science, The University of Tokyo

⁴Tri Alpha Energy, Inc., Rancho Santa Margarita, California 92688, USA

1. 序論

磁場反転配位 (FRC) プラズマの配位の持続時間は、トロイダルモード数 $n = 2$ の断面変形をとまう回転不安定性により制限される。これまでに、磁化同軸プラズマガン (MCPG) を用いた磁化プラズモイド入射が、この回転不安定性の抑制に効果がある可能性が示されたが、その機構は未だ解明されていない。磁化プラズモイド入射時に、回転不安定性の抑制効果に加えてトロイダルフロー速度の減少が観測された。このためトロイダルフローの構造の変化が FRC プラズマの安定化に寄与している可能性がある。本研究ではドップラー分光計測により FRC プラズマのトロイダルフロー速度の径方向分布およびその時間発展の測定を行い、回転不安定性の抑制に与える影響を検証する。

2. 実験装置

一連の実験は、逆磁場テータピンチ装置である NUCTE-III によって行われた。NUCTE-III は真空容器である石英の放電管と、それを取り囲む一巻きのテータピンチコイルで構成されている。今回は装置両端に MCPG を設置し、磁化プラズモイド入射を行った。MCPG によって生成されるプラズマは、スフェロマック様の磁場構造を持つと考えられる。そのため、入射されるプラズマのトロイダル磁場の向きを制御することにより、入射後にトロイダル磁場が強め合う条件 (Co-helicity injection) と、打ち消し合う条件 (Counter-helicity injection) で入射実験を行った。

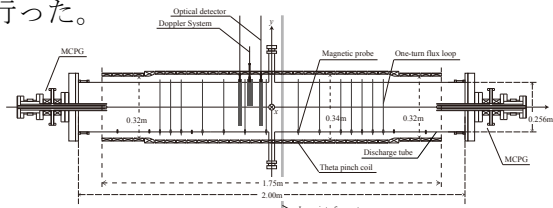


図 1. 実験装置概略図

3. トロイダルフロー計測

本研究ではマルチチャンネル分光器を用いて線スペクトルのシフト量を計測することにより、FRC プラズマのトロイダルフロー速度を観測した。観測に使用する波長は、プラズマ中に不純物として含まれる 4 価の炭素イオンの発光スペクトル線 (CV: $\lambda = 227.09\text{nm}$) である。観測は装置中付近 ($z = -11\text{ cm}$, $x = -6\text{ cm} \sim +6\text{ cm}$) のトロイダル断面において行った。

図2に典型的なFRCプラズマと、磁化プラズモイド入射を行った場合のFRCプラズマのトロイダルフロー速度 v の x 方向分布を示す。速度分布を明確化するために、多項式で近似を行った。時間の経過とともに、流速が増大していることがわかる。

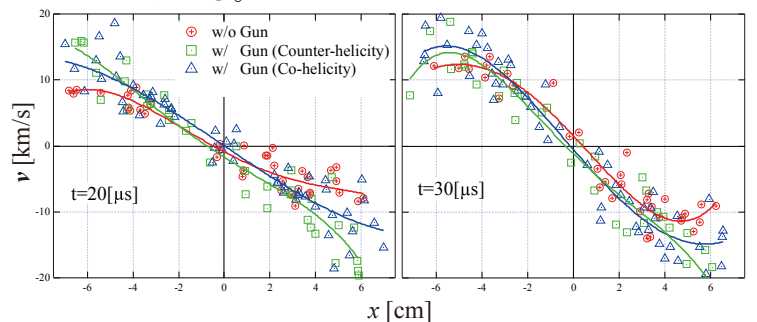


図 1. トロイダルフローの x 方向分布

4. まとめ

磁化プラズモイド入射時の、FRC プラズマのトロイダルフロー速度分布の評価を行った。磁化プラズモイド入射を行った場合、セパトリックス近傍において流速が増大する傾向がある。観測結果が視線方向の積分量であることを考慮して再構成を行い、トロイダルフローの径方向分布と回転不安定性の抑制メカニズムについても検証を行う。