

磁気ヘリシティ入射時における FRC トロイダル流速の分布計測 Toroidal flow structure in a magnetic helicity injected FRC plasma

郷田みどり¹, 加藤匡¹, 佐野光¹, 山内貴紀¹, 松本昂大¹, 高橋努¹, 浅井朋彦¹,
板垣宏知², 神尾修治², 竹村剛一良², 井通暁²

Midori Goda¹, Masashi Kato¹, Hikaru Sano¹, Hirotomo Itagaki², Tsutomu Takahashi¹, Tomohiko Asai¹ et al.

1.日大理工 2.東大新領域

1.Nihon University 2.The University of Tokyo

1. 序論

磁場反転配位 (Field-reversed configuration: FRC) プラズマにおいて、トロイダルモード数 $n=2$ の断面変形を伴う回転不安定性は配位持続時間に最も大きな影響を与える。FRC に微小なトロイダル磁束を入射し、この不安定性を抑制する目的から、磁化同軸プラズマガン (Magnetized Coaxial Plasma Gun: MCPG) を用いた磁化プラズモイド入射が行われ、不安定性の成長が抑制される様子が観測された。しかし、MCPG を用いた磁化プラズモイド入射では、磁気ヘリシティのほかに、スクレイプオフやコアの電場や圧力分布などを変化させる可能性があるため、今回は、ドップラー分光法を用いた磁化プラズモイド入射時のトロイダル流速観測結果から、回転不安定性の安定化機構を検証する。

2. 実験装置

本研究は、逆磁場シータピンチ装置 NUCTE (Nihon University Compact Torus Experiment) -III で行った。装置端部にスフェロマック様プラズモイドを生成する MCPG を設置し、有意な磁気ヘリシティを持つ磁化プラズモイド入射を行った。図 1 にその概略を示す。

3. トロイダル流速の時間発展

トロイダル流速計測では、プラズマ中の不純物スペクトルである 4 価の炭素の輝線 (CV: $\lambda = 227.09$ nm) を選択し、装置中央付近 ($z = -0.011$ m, $x = \pm 3.6$ cm) のトロイダル断面において観測を行った。

図 2 は、トロイダル流速の時間発展である。FRC は、主圧縮磁場が印加されてから、約 $15\mu\text{s}$ で平衡状態に達するが、この前後でトロイダル流は反磁性方向へ反転する。以後、主圧縮磁場印加時刻を $t = 0$ とする。磁化プラズモイドが入射されるとトロイダル流速の時間発展は緩やかになっている。

図 3 に、断面変形が観測される時刻、及びトロイダル流の平均加速度と磁化プラズモイドが入射される時刻の関係を示した。図中の破線は、典型的な FRC の断面変形が観測される平均時刻 ($t = 37.8\mu\text{s}$) である。この結果から、 $t = 10 \sim 15\mu\text{s}$ に磁化プラズモイドが入射さ

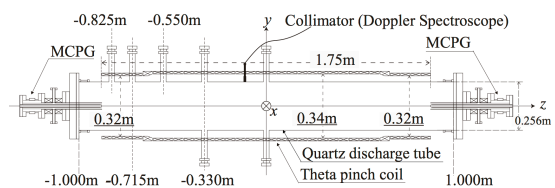


図 1 NUCTE-III及びMCPG 概略図

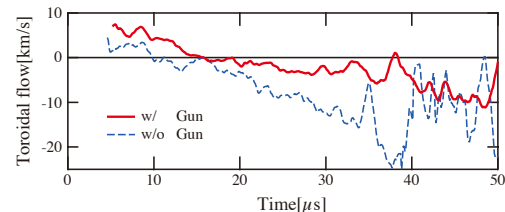


図 2 トロイダル流速の時間発展

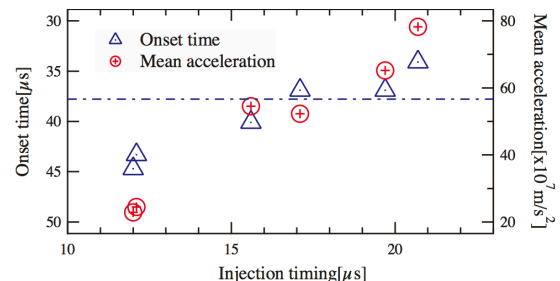


図 3 回転不安定性の発現時刻及びトロイダル流の平均加速度と磁化プラズモイド入射時刻の関係

れると、断面変形の発現時刻が遅延する傾向があり、そのときのトロイダル流の平均加速度は低下している。トロイダル流は、 $t = 15\mu\text{s}$ 前後で反磁性方向へ反転するが、それ以前に磁化プラズモイドを入射した場合のトロイダル流の平均加速度は大きく低下している。

4. まとめ

FRC が平衡状態に達する $t = 15\mu\text{s}$ 以前に磁化プラズモイドが入射されたトロイダル流速の加速度は低下し、また、そのときの断面変形の発現時刻は遅延していることがわかった。

今後は、装置両端から FRC に対して磁化プラズモイド入射を行うことで、安定化の機構における磁気ヘリシティの影響について検証をすすめる。