

テーパー・コーン型プラズマフォーカス装置を用いた極超音速流の形成とその磁化率の評価

Evaluation of Magnetization in Hypersonic Plasma Flow Generated by Taper-Cone Plasma Focus

木名瀬裕基, 竹崎太智, 佐々木徹, 高橋一匡, 菊池崇志, 阿蘇司, 原田信弘
KINASE Hiroki, TAKEZAKI Taichi, SASAKI Toru, TAKAHASHI Kazumasa, KIKUCHI Takashi,
ASO Tsukasa, and HARADA Nobuhiro

長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

1. 背景

近年、天体物理現象中での粒子加速、宇宙線輸送等の現象を理解する為、無衝突衝撃波に関する研究が行われている。無衝突衝撃波の形成条件については、Drakeらによって定義されており⁽¹⁾、特に衝撃波速度及び印加磁束密度等の影響因子に依存している事が分かっている。本研究では、極超音速流により衝撃波を形成し、磁場を印加した際のプラズマ流の挙動について評価を行う事を目的としている。

2. 実験装置

無衝突衝撃波形成のため、極超音速流の生成を行う実験装置を図1に示す。本実験では、準一次元的な衝撃波を形成する為に、テーパー・コーン型プラズマフォーカス装置⁽²⁾を用いている。パルスパワーの投入によりコーン電極下部で沿面放電が起り、プラズマシートが形成される。このシートは、コーン電極に流れる電流が及ぼす自己磁場による磁気圧によって、衝撃波を駆動しながらコーン先端へ伝搬していき、衝突・ピンチされる。この際、一度圧縮され熱化したプラズマが再度衝撃波を発生させ、アクリルチューブ内へガイドする。形成した極超音速流に対し磁場を垂直に印加するため、最大磁束密度200mTのネオジウム磁石をチューブ根元から6cmの位置に設置した。プラズマ流の伝搬を、ストリークカメラにより可視光領域の自発光計測で行った。

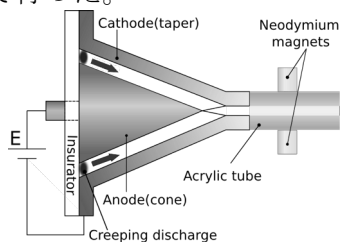


図1. プラズマフォーカス装置

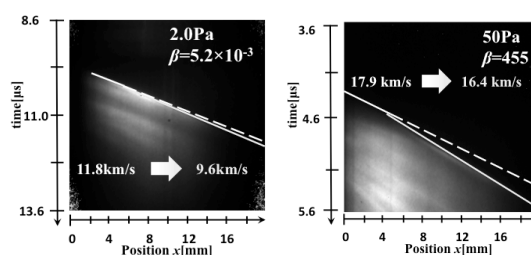


図2. チューブ内のプラズマ流の観測

3. 実験結果

He 雰囲気、チャンバー内ガス圧 2.0, 50.0 Pa の条件下においてプラズマ流を生成した際のストリーク画像を図3に示す。縦軸が観測時間、横軸がチューブ内領域を表している。観測の結果、磁石設置付近において衝撃波速度の減速が確認された⁽³⁾。また、プラズマ圧と磁気圧との比を β とすると、 $\beta=5.2 \times 10^{-3}$ では減速比（(初期速度-減速後速度)/初期速度） $R_r=0.18$ 、 $\beta=455$ では $R_r=0.08$ と異なる減速効果が確認された。

4. まとめ

本実験では、テーパー・コーン型プラズマフォーカス装置を用いて形成した極超音速流に磁場を印加し、その影響について評価を行った。観測された衝撃波速度から、 β 値の変化により減速比に違いが生じることが確認された。このように磁気圧の効果により、プラズマ流速に変化が生じることが明らかとなった。今後は、これらの効果と極超音速プラズマ流の磁化率との関係性を評価する為、プラズマ流内部の磁場の挙動について測定を行う。

参考文献

- (1) R. P. Drake, Phys. Plasmas 7, 4690 (2000)
- (2) K. Kondo, M. Nakajima, T. Kawamura, and K. Horioka, Rev. Sci. Instrum. 77, 036104 (2006)
- (3) H. Kinase, et al. The 8th Inertial Fusion Sciences and Applications (IFSA2013) P.Mo_83 (2013) p.95