

パルスパワー駆動プラズマ流のパラメータ計測と垂直磁場中での挙動評価
Study on Behavior in Perpendicular Magnetic Field and Parameter Measurement of Pulsed-power-driven Plasma Flow

竹崎 太智, 畠山 暖太朗, 高橋 一匡, 佐々木 徹, 菊池 崇志, 原田 信弘
 Taichi TAKEZAKI, Yutaro HATAKEYAMA, Kazumasa TAKAHASHI,
 Toru SASAKI, Takashi KIKUCHI, and Nob. HARADA

長岡技術科学大学
 Nagaoka University of Technology

宇宙空間で観測される高エネルギー粒子は、無衝突衝撃波による非熱的な粒子加速機構を経て生成されると考えられている。相対論領域ではFermi加速として知られているように、粒子は電磁場の波に乗り、そのエネルギーを増加する。しかし、相対論的粒子を生成するための非相対論領域での粒子加速機構は、電磁場と荷電粒子の相互作用によりさまざまな非線形現象が現れるため、詳細な物理過程が明らかではない。無衝突衝撃波の非相対論領域での粒子加速機構を理解するためには、無衝突衝撃波と相似な高速プラズマ流を実験室系で生成し、磁場中でのプラズマ挙動を実験的に評価する必要がある。

本研究は高速プラズマ流と磁場の相互作用を理解するため、パルスパワー放電を用いて1次元高速プラズマ流を生成し、垂直磁場中での挙動を実験的に評価することを目的とする。実験室系で高速プラズマ流を生成するため、我々はテーパー・コーン型プラズマフォーカス装置を開発した[1, 2]。テーパー・コーン型プラズマフォーカス装置はコーン型電極、テーパー型電極、およびアクリルチューブ(長さ20mm)から構成される。電極間にパルス大電流(ピーク電流100kA, 半値幅3 μ s)を流し、プラズマフォーカスを利用して熱プラズマを生成する。熱プラズマと前方ガスの圧力勾配によりプラズマ流が駆動され、アクリルチューブによりプラズマをガイドすることで、アクリルチューブ内部を1次元的に流れるプラズマ流を生成する。チャンバー内部の圧力はロータリーポンプとターボ分子ポンプにより0.1Pa~0.5Paに調整される。プラズマ流の流れ方向xに対して垂直磁場 B_z を印加するため、アクリルチューブに永久磁石を設置する。

図1はテーパー・コーン型プラズマフォーカス装置で生成されたプラズマ流のストリーク像である。空間(x) 20mmはアクリルチューブ内部を示す。図1(a)は磁場を印加しない場合で、プラズマ流は30km/sの一定速度でアクリルチューブ内部を流れた。一方で図1(b)は磁場を印加した場合で、10mmの位置でピーク25mTの垂直磁場が印加されている。プラズマ流は初期に26km/sの速度で流れていたが、15mmの位置で7km/sに減速した。磁場の印加によりプラズマ流が減速したため、プラズマ流は磁気圧を受けて減速したと考える。またイオンコレクタ計測から、減速したプラズマ流に先行した、加速イオンの電流を観測した[3]。本講演では垂直磁場中でのプラズマ挙動を評価するため、プローブ計測により電子温度、電子密度を計測し、磁気レイノルズ数およびプラズマベータについて検討した結果を報告する。

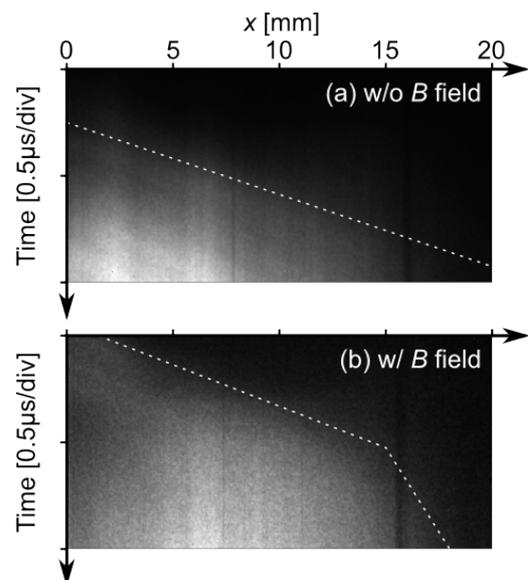


図 1 テーパー・コーン型プラズマフォーカス装置で生成されたプラズマ流のストリーク像。(a)磁場なし、(b)磁場あり。

- [1] T. Sasaki, *et al.*, JPS Conf. Proc. **1**, 015096 (2014).
 [2] H. Kinase, *et al.*, IEEJ Trans. FM **135**, No. 3, pp. 149-154 (2015).
 [3] T. Takezaki, *et al.*, Phys. Plasmas **23**, 062904 (2016).