

テーパー・コーン型プラズマフォーカス装置による
無衝突衝撃波の形成とその評価

Generation and Evaluation on Collisionless Shock by using
Tapered-Cone-Shape Plasma Focus System

稲垣領太, 木名瀬裕基, 佐々木徹, 菊池崇志, 阿蘇司, 原田信弘
Ryota Inagaki, Yuki Kinase, Toru Sasaki, Takashi Kikuchi, Aso Tsukasa, and Nob. Harada

長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

1. 背景

本研究では宇宙空間で発生する無衝突衝撃波に着目し、実験室系で無衝突衝撃波を形成するための検討を進めている。無衝突衝撃波は、衝突が支配的な一般的な衝撃波とは異なり、電磁力を介してエネルギーが散逸していくと考えられている。無衝突衝撃波の形成条件はDrakeらによって定義されているが⁽¹⁾、その詳しいメカニズムは明らかになっていない。そのメカニズムを解明するためには、良く定義された条件下で衝撃波速度などの影響因子をパラメトリックに変化させ、衝撃波を伴うプラズマ流の散逸過程を観測していくことが重要である。

これらを実現するため、準一次元衝撃波を形成できると報告されている近藤らの手法⁽²⁾を参考に、コンパクトでプラズマパラメータの良く定義されたパルスパワー装置によって無衝突衝撃波を形成し、その評価を行うことを目的としている。

2. 実験装置

無衝突衝撃波を生成するための実験装置を図1に示す。本実験では準一次元的な衝撃波を発生させるため、テーパー・コーン型のプラズマフォーカス装置を採用している。これにより、コーン下部で沿面放電によって生成されたプラズマシートは、自身に流れる電流と自己磁場による $J \times B$ のローレンツ力によりコーン先端へ衝撃波を伴いながら伝搬していき衝突する。この際に発生した衝撃波がアクリルチューブに向かって放出され、アクリルチューブの中を準一次元的に伝搬するため、アクリルチューブ越しにプラズマ流を観測し、評価を行った。本実験ではストリークカメラによりプラズマ流の観測を行った。

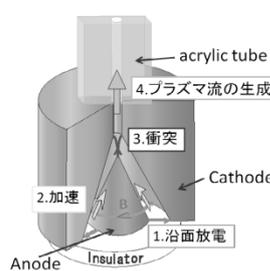


図1. 実験装置図

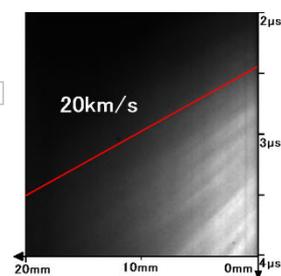


図2. プラズマ流観測結果

3. 結果

He雰囲気、チャンバ圧力3 Paの条件下で生成されたプラズマ流をストリークカメラによって観測した画像を図2に示す。図2から速度を算出した結果、衝撃波の速度は約20 km/sと確認された。その結果より、Drakeらにより定義された無衝突衝撃波の形成条件である(1)磁化、(2)プラズマ β 、(3)アルフベンマッハ数、(4)無衝突条件の項で比較を行った結果、4 mT~8 mTの磁場印加で(1)~(3)の条件を満たすことがわかった。

4. まとめ

本実験ではHe雰囲気、チャンバ圧力3 Paの条件下でプラズマ流の生成を行い、ストリークカメラによって観測した。その結果、約20 km/sの衝撃波速度が確認され、適切な磁場印加で無衝突衝撃波形成条件のうち3つを満たすことが分かった。全ての条件を満たすには衝撃波速度の増加や、低いチャンバ圧力下での衝撃波生成が必要となっており、0.3 Paのチャンバ圧で衝撃波の速度が20 km/sとなれば4 mTの磁場印加で全条件をみたすことができる。

本研究は内田エネルギー科学振興財団研究助成金より助成を受けて実施したものである。

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).