

レーザー宇宙物理研究における高エネルギー密度プラズマ計測 High-Energy-Density Plasma Diagnostics for Laser Laboratory Astrophysics

森田太智

Taichi Morita

九州大学総合理工学研究院

Faculty of Engineering Sciences, Kyushu University

高出力レーザー生成プラズマを用いて宇宙の高エネルギー現象を実験室に再現し詳細に計測することで、様々なプラズマ現象を実験的に研究する手法をレーザー宇宙研究と呼び、近年広がりつつある宇宙・プラズマ研究手法の一つと言える。

核融合研究に用いられるような数キロジュール以上の出力エネルギーをもつ大型レーザーを用いることで、例えば超新星残骸で観測されるようなおよそ 1000 km/s にもなる高速プラズマ流を生成し、そのプラズマを用いた宇宙の高エネルギー現象を模擬できる可能性があることは以前から示唆されていた [1, 2]。実験室プラズマを用いる利点としては、多くのプラズマ計測手法を用いて、天体の観測では難しい、プラズマパラメータ測定とプラズマ構造形成の可視化を同時に行うことができる点が挙げられる。宇宙におけるプラズマは希薄で高温なため粒子間の衝突がほとんど無い無衝突プラズマであることが多く、プラズマ中では粒子と場の相互作用を理解する必要がある。したがって実験室で類似した現象を研究するには、(1) 非常に高速なプラズマ流を生成しプラズマ同士、またはプラズマと固体やガスと高速で相互作用させることで無衝突に近い状態を作り、(2) プラズマの温度・密度・速度等のパラメータを正確に測定すると同時に (3) 無衝突プラズマに特徴的な電磁場を計測する必要がある。

高速プラズマ流の計測のためには数ナノ秒程度の時間分解と、レーザー生成プラズマは典型的に数 mm 程度の空間スケールであるため、数 μm から数百 μm の空間分解能でプラズマのパラメータや電磁場構造を計測する必要がある。本発表では、レーザーを用いた宇宙プラズマ研究について最近の進展を述べた後、本研究でよく用いられる計測手法、および得られた成果について述べる。さらにレーザー宇宙研究の今後の展望、課題点について議論する。

参考文献

- [1] Bruce Remington, R. Drake, and Dmitri Ryutov. Experimental astrophysics with high power lasers and Z pinches. *Reviews of Modern Physics* **78**, 755–807 (2006).
- [2] H Takabe, T N Kato, Y Sakawa *et al*, High-Mach number collisionless shock and photo-ionized non-LTE plasma for laboratory astrophysics with intense lasers. *Plasma Physics and Controlled Fusion*, **50**, 124057 (2008).