

高強度レーザーを用いた無衝突衝撃波実験のデータ解析

堀江 由実 [1]; 松清 修一 [2]; 羽田 亨 [3]
[1] 九大・総理工・大海; [2] 九大・総理工; [3] 九大総理工

Data analysis of collisionless shock experiment using high power laser

Yumi Horie[1]; Shuichi Matsukiyo[2]; Tohru Hada[3]
[1] ESST,Kyushu,Univ.; [2] ESST Kyushu Univ.; [3] IGSES, Kyushu Univ

Collisionless shocks often play important roles in various high energy phenomena in space. We have performed a collisionless shock experiment using a high power laser at the Institute of laser engineering (ILE) at Osaka University to investigate multiscale structures of the transition region of a collisionless shock. Our goal is to understand non-equilibrium plasma processes occurring in the shock transition region reproduced by the experiment with a number of diagnostics including collective Thomson scattering measurement.

The experimental method is as follows. An aluminum foil target in the nitrogen gas is irradiated by the Gekko No.12 laser ($\sim 250\text{ J} \times 3\text{ beams}$, 527nm, Gaussian shape with 1.3ns duration). The target plasma expanding with supersonic flow velocity sweeps the gas plasma which is produced by the strong radiation due to laser-foil interaction. The target is the aluminum foil of $3\text{ mm} \times 3\text{ mm} \times 200\text{ }\mu\text{m}$, the gas pressure is varied as 2.5, 5, 10 Torr. We utilize a number of diagnostics such as shadowgraphy, self-emission streaked optical pyrometer (SOP), collective Thomson scattering (CTS), etc. In particular, the CTS measurement is effective in measuring the local quantities inside the shock transition region. We confirmed that a shock is successfully formed for each gas pressure. In the case of the gas pressure of 5 Torr and 10 Torr, a steep shock surface is seen by the SOP and the CTS measurements. In the case of 2.5 Torr, the transition from upstream to downstream relatively blunt. In this case, the temperature increase of the upstream gas plasma is observed even in the early stage before that a shock is clearly formed. It is found that this temperature increase is caused by the interaction between the target aluminum ions and the gas plasma. We will also estimate the shock parameters for each gas pressure and report the conditions for the upstream temperature increase.

In the forthcoming ILE experiment scheduled in October this year, we will apply an external magnetic field to reproduce a magnetized collisionless shock. The results will also be reported if possible.

宇宙における高エネルギー現象では、しばしば無衝突衝撃波が重要な役割を果たす。宇宙の無衝突衝撃波を実験室に再現して遷移層近傍の多スケール構造を詳細に調べるため、我々は大阪大学レーザー科学研究所 (ILE) との共同実験により、高出力レーザーを用いた無衝突衝撃波生成実験をおこなっている。本研究では、衝撃波遷移層で起こる非平衡プラズマ過程を実験的に再現し、協同トムソン散乱計測をはじめとする各種計測によってその詳細を明らかにすることを目的とする。

実験方法は、以下のとおりである。窒素ガス中のアルミ箔ターゲットに激光 No.12 レーザーを照射し、ターゲットプラズマが超音速でガスプラズマを掃きためることで、ガスプラズマ中に衝撃波を生成する。照射レーザーは $\sim 250\text{ J} \times 3\text{ ビーム}$ 、波長は 527nm、ガウス型長パルス (1.3ns) で、照射スポット径は $300\text{ }\mu\text{m} (\mu\text{m}=10^{-3}\text{ mm})$ である。ターゲットは $3\text{ mm} \times 3\text{ mm} \times 200\text{ }\mu\text{m}$ のアルミ箔で、ガス圧は 2.5, 5, 10 Torr とした。光学計測として、自発光計測、シャドウ計測、協同トムソン散乱計測を用いた。特に、遷移層内部の局所量の計測には協同トムソン散乱計測が有効である。各ガス圧に対して衝撃波の生成を確認した。ガス圧 5 Torr および 10 Torr の場合には、急峻な衝撃波面が自発光計測と協同トムソン散乱計測で確認できた。2.5 Torr の場合には、上流から下流への遷移は比較的なだらかになった。この場合、衝撃波が形成される前の早い段階で、上流ガスプラズマの温度上昇が見られた。この温度上昇は、ターゲットのアルミイオンとガスプラズマの相互作用によって起こることが分かった。各ガス圧における衝撃波のパラメータや上流の温度上昇が起こる条件についても報告する。

今年度 10 月に行われる ILE 実験では、磁化プラズマ衝撃波を生成するために、磁場を印加した実験を行う予定である。解析が間に合えばその結果も報告する。