

## 高強度レーザーによる衝撃波リフォーメーション実証実験のための数値シミュレーション

# 村上 洋大 [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

### One-dimensional PIC simulation of shock reformation reproduced in high power laser experiment

# Hiroo Murakami[1]; Shuichi Matsukiyo[2]; Tohru Hada[3]  
[1] ESST, IGSES, Kyushu Univ.; [2] ESST Kyushu Univ.; [3] IGSES, Kyushu Univ

We have performed experimental demonstration of a shock reformation using a high power laser at the Institute of laser engineering (ILE) at Osaka University. In shock reformation a shock front is periodically formed and destroyed in a time scale of the gyro motion of ions reflected at the shock. It was predicted by particle-in-cell simulation in the 80's, but has not been verified observationally. In the experiment, the supersonic target plasma generated by ablating a flat target foil with high power laser sweeps a surrounding magnetized gas plasma to form a shock in it. In this study we reproduce the interaction between the magnetized gas plasma and the un-magnetized target plasma using full particle-in-cell simulation, and clarify the measurement conditions and setting of the experiment for demonstration of reformation.

As initial conditions, one-dimensional space ( $x$  direction) is divided into two regions. The right side is filled with the magnetized gas plasma, and the left side is filled with the un-magnetized target plasma. While the gas plasma is at rest, the target plasma is continuously injected from the left side boundary with a supersonic flow velocity. The magnetic field in the gas plasma is in the  $z$  direction. The density ratio of the target plasma to the gas plasma is 9, the temperature ratio is 4, the ratio of the electron plasma frequency to the electron cyclotron frequency in the gas plasma is 10, and the ratio of the flow velocity of the target plasma to Alfvén velocity in the gas plasma is 12. Also, ion to electron mass ratio of in both regions is 100. A discontinuity is formed between the target plasma and the gas plasma (contact discontinuity), and a shock is generated in the gas plasma. We confirmed that a part of the target plasma penetrates into the gas plasma across the contact discontinuity, and some target plasma is reflected at the discontinuity. On the other hand, the gas plasma easily penetrates into the target plasma across the discontinuity, and those gas plasma ions are accelerated. Furthermore, we confirmed that shock reformation occurs in the gas plasma. We will also discuss the measurement conditions suitable for the experiment by examining the time-space scale of the shock reformation.

我々は現在、大阪大学レーザー科学研究所 (ILE) との共同実験により、高強度レーザーを用いた衝撃波リフォーメーションの実験的実証を試みている。リフォーメーションとは、衝撃波面で反射されたイオンのジャイロ運動に伴って、波面が周期的に形成・崩壊を繰り返す現象で、80年代に粒子シミュレーションによって予測されたが、未だ観測的実証はなされていない。実験では、平板ターゲットを高強度レーザーでアブレーションしてできる高速ターゲットプラズマが、3.5T程度の外部磁場を印加した雰囲気ガスプラズマを掃きためることで、雰囲気ガスプラズマ中に衝撃波を生成する。本研究では、この磁化したガスプラズマと磁化していないターゲットプラズマの相互作用をフル粒子計算を用いて再現し、リフォーメーションの実証に必要な実験設定や計測のための条件を明らかにする。

フル粒子計算では、初期に1次元空間 ( $x$  方向) を2つの領域に分け、右側に磁化したガスプラズマ、左側に磁化していないターゲットプラズマを詰める。ガスプラズマは静止しているとし、 $z$  方向に磁場を印加する。ターゲットプラズマは有限速度で継続的に左側境界から注入されてガスプラズマを押し、ターゲットプラズマとガスプラズマの密度比は9、温度比は4、ガスプラズマ中の電子プラズマ振動数とサイクロトロン振動数の比は10とし、ターゲットプラズマの入射速度とガスプラズマ中のアルフベン速度の比は12とした。また、両プラズマ中のイオンと電子の質量比は100とした。ターゲットプラズマとガスプラズマの間に不連続面が形成されるとともに、ガスプラズマ中に衝撃波が発生した。ターゲットプラズマのごく一部は不連続面を超えてガスプラズマ中に侵入し、また一部は不連続面で反射されることが分かった。一方ガスプラズマは比較的容易に不連続面を超えてターゲットプラズマ中に侵入でき、侵入したガスプラズマイオンは加速されることが分かった。さらに、衝撃波でガスプラズマ中のイオンの一部が反射されてリフォーメーションが起こることを確認した。発表では、リフォーメーションの時間・空間スケールを精査し、実験での計測条件を検討する。