

1次元PIC計算による大型レーザー実験における無衝突衝撃波生成機構の解明

#忍田 昂太郎¹⁾, 松清 修一¹⁾, 諫山 翔伍¹⁾, 坂和 洋一²⁾, 山本 直嗣¹⁾, 森田 太智¹⁾, 山崎 了³⁾, 田中 周太³⁾, 竹崎 太智⁵⁾, 富田 章久⁶⁾, 境 健太郎⁴⁾, 中山 学¹⁾, 塩田 珠里³⁾, 花野 正浩²⁾, 鈴木 悠斗²⁾, 前之園 凱夫¹⁾, 金定 功樹¹⁾, 村本 裕耶¹⁾, 佐藤 弓真¹⁾, 矢倉 彰真³⁾

⁽¹⁾ 九大・総理工, ⁽²⁾ 阪大レーザー研, ⁽³⁾ 青学大, ⁽⁴⁾ 阪大, ⁽⁵⁾ 富山大, ⁽⁶⁾ 北大, ⁽⁷⁾ 青学大理工, ⁽⁸⁾ 阪大, ⁽⁹⁾ 九大・総理工

1D PIC simulation of collisionless shock formation in high-power laser experiment

#Kotaro Oshida¹⁾, Shuichi Matsukiyo¹⁾, SHOGO ISAYAMA¹⁾, Youichi Sakawa²⁾, Naoji Yamamoto¹⁾, Taichi Morita¹⁾, Ryo Yamazaki³⁾, Shuta Tanaka³⁾, Taichi Takezaki⁵⁾, Akihisa Tomita⁶⁾, Kentaro Sakai⁴⁾, Gaku Nakayama¹⁾, Juri Siota³⁾, Masahiro Hanano²⁾, Yuto Suzuki²⁾, Yoshio Maenosono¹⁾, Koki Kanetsada¹⁾, Yuya Muramoto¹⁾, Yuma Sato¹⁾, Shoma Yakura³⁾

⁽¹⁾ Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences Kyushu University, ⁽²⁾ Institute of Laser Engineering, Osaka University, ⁽³⁾ Aoyama Gakuin University, ⁽⁴⁾ Osaka University, ⁽⁵⁾ Toyama University, ⁽⁶⁾ Hokkaido University, ⁽⁷⁾ Aoyama Gakuin University, ⁽⁸⁾ Osaka University, ⁽⁹⁾ Interdisciplinary Graduate School of Engineering sciences Kyushu University

It is known that a collisionless shock plays a role of energy converter in space. While it produces cosmic rays and large amplitude waves, detailed mechanism of the energy conversion has been unresolved so far. We have used Gekko XII high-power laser in the Institute of Laser Engineering at Osaka University to investigate microstructure of a collisionless shock. In the experiment a solid target surrounded by magnetized uniform gas is irradiated by the Gekko laser. The target plasma sweeps the ambient gas plasma so that a shock is formed in the gas plasma. However, the process of shock formation has not been well understood. Therefore, this study aims to resolve the mechanism of collisionless shock formation in the experiment by utilizing one-dimensional full particle-in-cell simulation.

The experimental circumstance is mimicked as follows. Initially, a homogeneous gas plasma at rest is distributed in space ($-0.3L < x < 0.7L$). Then, a dense target plasma having bulk velocity V_0 is injected at $x=0$ for a finite time ($=\tau$). This target plasma plays a role of a piston to initiate a shock in the gas plasma. The gas plasma is magnetized along B_0 which is applied in z -direction. The number of spatial grid is 90,000. The number of super-particles per cell is 128 for each species. The ion-to-electron mass ratio is 100 for the gas ions and 200 for the target ions. The ratio of electron density of the gas plasma to the target plasma is 1/7. The electron plasma to cyclotron frequency ratio in the gas plasma is 20. We performed a number of runs with different ambient magnetic field strength as well as the injection time of the target plasma. The dependence on the above parameters in the mechanism of shock formation will be reported.

我々は現在、激光12号レーザー（大阪大学レーザー科学研究所）を用いて無衝突衝撃波を生成する実験的研究に取り組んでいる。無衝突衝撃波は宇宙におけるエネルギー変換器の役割を担っており、宇宙線や大振幅波動の生成源として知られているが、エネルギー変換機構の詳細は未解明である。実験では、磁化した検査空間に設置した平板ターゲットに高出力レーザーを照射し、ターゲット由来の高速プラズマ流が背景ガスプラズマを圧縮して衝撃波を生成する。実験時の衝撃波の生成過程はよく理解されておらず、本研究では、実験環境を模した1次元フル粒子シミュレーションを用いて磁化プラズマ衝撃波の生成機構を理解する。

初期 ($t=0$) に1次元空間 ($-0.3L < x < 0.7L$) に静止したガスプラズマ（イオン価数1）を配置し、有限の速度 V_0 を持ったターゲットプラズマ（イオン価数6）を $x=0$ から有限時間 ($=\tau$) 注入することでガスプラズマ中に衝撃波を生成する。背景磁場として z 方向に B_0 を印加しており、境界条件は反射境界とした。90000の空間グリッドそれぞれに128の超粒子を粒子種ごとに配置している。電子に対するイオン質量比はガスイオンを100、ターゲットイオンを200、ガスとターゲット電子の密度比は1:7、ガスプラズマの電子プラズマ周波数と電子サイクロトロン周波数の比は20とした。背景磁場強度 (B_0) とターゲットプラズマの注入時間 (τ) を変化させた計算を行い、無衝突衝撃波の生成過程におけるパラメータ依存性について報告する。