

高強度レーザー実験における磁化プラズマの協同トムソン散乱の数値実験

初山 凌介 [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

Numerical simulation of collective Thomson scattering in a magnetized plasma in high power laser experiment

Ryosuke Hatsuyama[1]; Shuichi Matsukiyo[2]; Tohru Hada[3]
[1] ESST, Kyushu Univ.; [2] ESST Kyushu Univ.; [3] ESST, Kyushu Univ

We have been performing collisionless shock experiments in collaboration with the Institute of Laser Engineering at Osaka University. To measure microstructures of the shock transition region, collective Thomson scattering (CTS) measurement has been utilized. The CTS is the scattering of an incident electromagnetic wave through the interaction with collective density fluctuations of plasma electrons. We can estimate local plasma quantities along the path of the incident wave by analyzing the spectrum of the scattered waves. However, theory of the CTS in a magnetized non-equilibrium plasma is not established. Since we plan to perform experiments of collisionless magnetized shocks, we need to construct the theory of the CTS in such a plasma.

Here, we investigate the characteristics of the spectrum of the CTS in a magnetized equilibrium and non-equilibrium plasmas by using one-dimensional full particle-in-cell (PIC) simulation with periodic boundary conditions. We can reproduce the CTS by putting a monochromatic electromagnetic wave as a proxy of the incident wave into the simulation system. It is assumed that all the waves (the incident wave, scattered waves, and plasma waves) propagate perpendicular to the ambient magnetic field. First, the CTS in an equilibrium plasma is reproduced. We found that the scattered wave spectrum shows quite different characteristics from that in an unmagnetized plasma. Electron cyclotron harmonics leads to a number of peaks in the CTS spectrum. In the shock transition region a cross field ion beam is often observed and it strongly amplifies the electron cyclotron harmonics. We will report the characteristics of the scattered wave spectrum in such a case.

我々は、大阪大学レーザーエネルギー学研究中心との共同研究により、無衝突衝撃波の実験的研究に参画している。衝撃波遷移層におけるプラズママイクロ構造の計測に、協同トムソン散乱計測が用いられる。これは、プラズマ中の電子密度揺動による光の散乱を利用して、散乱光の特徴からプラズマの諸量を推定する計測法である。実験ではこれまで、技術的な理由から外部磁場を印加してこなかったが、今後磁場を印加した実験を想定しているため、磁化プラズマ中の協同トムソン散乱理論の整備が急務となってきた。

ここでは、磁化プラズマ中の協同トムソン散乱による散乱光のスペクトル特性について、1次元PICシミュレーションを用いて研究する。まず、熱平衡状態の磁化プラズマ中に、プローブ光を模した単色の電磁波を磁力線垂直方向に入射して、協同トムソン散乱を自己無撞着に再現した。非磁化プラズマによる協同トムソン散乱では、ラングミュア波による散乱光とイオン音波による散乱光が現れることが知られている。磁化プラズマでは、電子サイクロトロン高調波が励起されるので、これによる散乱光が新たに確認できた。衝撃波遷移層では、磁力線を横切る方向のイオンビームがしばしば存在し、これが不安定性によって電子サイクロトロン高調波を大きく増幅させることが知られている。発表では、この場合に得られる散乱光スペクトルの特性について詳しく報告する。