

A137a 電子・陽子プラズマ中の無衝突衝撃波のシミュレーション

加藤 恒彦、蔵満 康浩、坂和 洋一、高部 英明（大阪大学）

宇宙空間の大部分は高温で希薄なプラズマに満ちていると考えられている。無衝突衝撃波とは、このようなプラズマ中を伝播する衝撃波であり、超新星残骸、GRB の外部衝撃波、AGN ジェット、パルサー風など、宇宙のさまざまな現象に付随して発生する。これらの衝撃波は高エネルギー粒子を伴うことが多く、衝撃波において粒子加速が働いていると考えられている。また、最近の超新星残骸の高解像度の X 線観測から、衝撃波で磁場が生成または増幅されている可能性も示唆されている。しかし、無衝突衝撃波の物理は非常に複雑な非線形現象であり、まだ明らかにされていないことは多い。

大阪大学レーザーエネルギー学研究センターでは、この4月より「レーザー宇宙物理プロジェクト」が開始された。このプロジェクトは、高出力レーザーにより高温プラズマを生成し、宇宙空間のさまざまなプラズマ現象の再現実験をしようというものであり、無衝突衝撃波も主要なテーマの1つである。現在の計算機の性能では、正しい質量比を用いた3次元の無衝突衝撃波の数値シミュレーションは不可能に近いので、このような実験は、無衝突衝撃波のメカニズムを探る新たな研究手段になりうる。

今回の研究では、電子・陽子プラズマ中の無衝突衝撃波の PIC 法による2次元シミュレーションを行った。粒子数は10億程度、質量比は20程度、背景磁場は無い場合である。その結果、電子および陽子は遷移領域で電流フィラメントおよび非常に強い磁場を作り、電子・陽電子の場合（2005年春季年会 Q17b）と同様に無衝突衝撃波が形成されることなどがわかった。講演では、この結果を紹介するとともに、レーザー実験において同様な衝撃波の発生が可能か、その時の実験パラメータはどのような値になるかなどについてもお話したい。