

Q48b PICシミュレーションにおける高エネルギー粒子のエネルギーロス

加藤恒彦（広島大学）

宇宙空間は高温で希薄なプラズマに満ちている。このようなプラズマでは、荷電粒子間のクーロン衝突よりも電磁場が関係した集団的現象がそのダイナミクスを支配し、無衝突プラズマと呼ばれる。無衝突プラズマ中を伝播する衝撃波は無衝突衝撃波と呼ばれ、超新星残骸、GRBの衝撃波、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と考えられている。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機構が働いている可能性が高い。超新星残骸の衝撃波はKneeエネルギー (10^{15} eV) までの宇宙線の起源と考えられており、近年のX線やガンマ線による観測で電子や陽子が衝撃波で加速されていることを示す様々な証拠が得られてきている。

前回の研究(2012年秋季年会 Q37a)では、準平行衝撃波における粒子加速過程を、電子も陽子も共に粒子として取り扱う無衝突プラズマのPICシミュレーションを用いて調べ、衝撃波近傍でPower-law的なエネルギー分布を作り出すフェルミ加速的な粒子加速機構が陽子、電子双方に働く事などを示した。一方、加速された粒子にはエネルギーロスも働き、それによって最高エネルギーが制限されていることもわかった。

今回の研究では、上記のエネルギーロスに関して詳しく調べた。その結果、エネルギーの減衰率はシミュレーションで使用する粒子数に依存し、相対論的な粒子に対しては、電子skin depthあたりの粒子数に反比例して減衰率が変化すること、また、非相対論的な粒子に対しては、さらに速度依存性が現れ、シミュレーションの次元によって異なる依存性を持つことなどがわかった。したがって、PICシミュレーションで粒子加速を調べる際には、最高エネルギーに対応した十分な数の粒子を使用する必要がある。講演ではこれらの結果について報告する。