

Q09b 衝撃波加速のランダムウォークモデル

加藤恒彦、高原文郎（阪大理）

衝撃波加速（フェルミ加速）と呼ばれるメカニズムは、磁化プラズマ中に発生した衝撃波で働く、粒子加速のメカニズムである。粒子はプラズマ中に存在する磁場の乱れにより散乱され、衝撃波の上流と下流を何度も往復する過程でエネルギーを獲得してゆく。そして、加速された粒子のエネルギースペクトルは power-law を形成する。最近の ASCA の観測などで、いくつかの超新星残骸でこのようなメカニズムで加速された電子からと思われる非熱的な X 線が発見され、衝撃波加速の証拠として注目されている。

衝撃波面の往復 1 回あたりの粒子のエネルギーの増加率は、衝撃波面を横切った時のピッチ角で決められ、また、衝撃波面を何回往復できるかは、衝撃波下流で粒子が流れに逆らって再び上流へ戻ることができる確率により決められる。これらの量を知るためには、流れのある媒質中での粒子の運動の性質を知る必要がある。衝撃波加速の標準的な理論では粒子の運動に対して拡散近似が使われているが、加速の初期の段階や相対論的な衝撃波の場合のように、粒子の速度に比べて流速が無視できない場合にはこの近似は使えない。このような場合の粒子の運動は十分に調べられているとは言えない。

今回の研究では、テスト粒子近似のもとでの、任意の流速の媒質中の 1 粒子の運動を調べた。粒子の散乱モデルには大角散乱モデルを仮定し、それに従う粒子の運動をランダムウォークとして定式化して、その性質を確率論的な手法を用いて解析的に調べた。そして、結果を衝撃波加速に応用して、相対論的な衝撃波の場合の粒子のエネルギースペクトルなどを計算し、それがモンテカルロ・シミュレーションと良く一致することを確認した。また、粒子のランダムウォークと拡散近似との関係についても考察した。