

A31b 衝撃波上流域での粒子拡散現象

杉山 徹 (海洋研究開発機構)

拡散対流方程式から議論されているように、衝撃波近傍での粒子加速では、上下流域での粒子の運動は、酔歩運動をもとにした拡散現象で解釈がされている。拡散係数を決める波動粒子相互作用は、線形理論、もしくは準線形理論を基にしたピッチ角散乱から計算されている。しかし、実際に宇宙空間で観測されている電磁波動強度は、背景磁場程度の振幅をもち、非線形波動粒子相互作用が考えられる。つまり、波動による粒子の位相補足と開放が繰り返され、拡散過程が古典的拡散とは異なる事が考えられる。本講演では、最近の人工衛星による観測結果とシミュレーション結果から示唆される粒子の運動について紹介する。発端となった ACE 衛星による観測事実は以下である。拡散係数が定数であれば、衝撃波から離れるにつれて粒子密度は指数関数的に減少するはずである。しかし、太陽フレアに伴う惑星間空間衝撃波の近傍で、衝撃波からの距離に対し、冪関数で密度が減少することが確認された (Sugiyama and Shiota, ApJL, 2011)。より遠くまで粒子が移動している。一方、イオン粒子の運動論を取り入れたシミュレーションでは、個々の粒子軌跡を記録している。そこで得られた軌道は、酔歩のような運動ではなく、Levy Flight と呼ばれる「移動」と「滞在」で表現されるものである。さらに、全被加速粒子から拡散係数を計算すると、その結果はやはり、古典拡散とは異なる性質を持つ拡散係数が得られた。これらの結果を、散乱が弱くなっていくような拡散係数の空間変化と判断するか、超拡散現象と判断するか、議論したい。