

空間に依存する高エネルギー粒子の平均自由行程：平行衝撃波でのテスト粒子解析

大塚 史子 [1]; 大村 善治 [2]
[1] 京大・生存研; [2] 京大・生存圏

Spatially dependent mean free path of high energetic particles: Test particle simulation in the upstream of a parallel shock

Fumiko Otsuka[1]; Yoshiharu Omura[2]
[1] RISH, Kyoto Univ; [2] RISH, Kyoto Univ

We discuss the spatially dependent mean free path of high energetic particles, taking into account of spatial evolution of MHD waves in the upstream of a parallel shock. We perform a test particle simulation in given magnetic field fluctuations, in which monochromatic waves at far upstream region evolve spatially into turbulent field near the shock front. The resonant wave vanishes while going away from the shock. Hence the non-resonant particles escape to the far upstream, depending on the particle velocity. We evaluate the mean free path and spatial profile of the particles, and then discuss the acceleration efficiency.

磁力線方向の高エネルギー粒子の平均自由行程は、磁気流体 (MHD) 波動によるピッチ角拡散の結果として準線形理論により記述される。準線形理論では、空間的に一様な MHD 乱流によりピッチ角等方に散乱されることを仮定している。しかし、実際に観測される MHD 波動は、局所的に大振幅であったり、非線形効果のために孤立的であったりと空間・時間スケール依存性を持つ。また、衝撃波の上流遠くでは粒子を散乱するのに十分な MHD 波動が存在せず、衝撃波を介したフェルミ加速の効率に影響を与えることが近年議論されている。粒子の伝搬過程を予測するためには、MHD 波動の統計と関連づけて空間非一様な平均自由行程の定量化が不可欠である。

本研究では、とくに衝撃波上流の MHD 波動の空間発展を考慮し、平均自由行程の空間依存性を議論する。衝撃波面から遠いところで、反射イオンビームにより励起された単色な MHD 波動が、衝撃波面に近づくにつれてベキ乗の MHD 乱流へと空間的に遷移する磁場ゆらぎを想定し、テスト粒子計算を行う。衝撃波から遠ざかるにつれ共鳴する波動がなくなり粒子は上流へ逃げる。空間依存性を持つ平均自由行程の定量化を行い、粒子の空間分布、加速効率を議論する。