

## 相関を持つ MHD 構造による高エネルギー粒子の加速と拡散

# 別府 賢一郎 [1]; 羽田 亨 [2]  
[1] 九大・総理・大海; [2] 九大総理工

## Acceleration and diffusion of energetic particles by coherent MHD structures

# Kenichirou Beppu[1]; Tohru Hada[2]  
[1] none; [2] ESST, Kyushu Univ

beppu@esst.kyushu-u.ac.jp

Presence of magnetohydrodynamic (MHD) turbulence (and its ability to scatter charged particles) is essential in many space and astrophysical phenomena, e.g., diffusive shock acceleration of cosmic rays. Such MHD turbulence is often assumed to be a superposition of MHD waves with random phases. It is well known, however, that MHD turbulence in real space is not truly phase random, but coherent MHD structures are often embedded. By performing test particle simulations, Kuramitsu and Hada (2000, hereafter KH00) showed that energetic particles are more efficiently accelerated by phase coherent waves compared with the case when the wave phases are random. When the MHD waves (pulses) have relativistic propagation speeds, acceleration and diffusion of particles can be qualitatively different from non-relativistic case. In a strongly relativistic case, particles are predominantly accelerated in perpendicular directions via non-adiabatic interaction with the pulses. The results are explained using scattering probabilities of the relativistic particle by a single pulse.

磁気流体 (MHD) 乱流が高エネルギー荷電粒子を散乱する過程は、天体衝撃波による宇宙線の D S A 加速など、多くの物理プロセスにおいて本質的な役割を果たしている。散乱体としての MHD 乱流は、位相相関のない波動の重ね合わせとして表現されることが多いが、実際の MHD 乱流中には「相関を持つ MHD 構造」もしばしば観測される。高エネルギー荷電粒子の散乱過程において MHD 乱流がランダム位相であるか否かの違いが粒子の加速・拡散にどのように反映されるのかは重要で未解決の問題である。Kuramitsu and Hada(2000、以下 KH00) は、MHD 孤立波を用いたテスト粒子計算により、相関を持つ MHD 構造ではミラー反射のために、高エネルギー荷電粒子が効率よく加速されることを示した。

本講演では、特に相対論効果に重点を置いて KH00 の議論を発展させ、波動 (パルス) の速度が相対論的な場合の粒子加速と拡散を議論する。乱雑位相乱流と孤立波乱流の場合について、粒子軌道の解析、そのアンサンブルの統計、および漸近的な振る舞いの評価を行う。波動 (パルス) の速度が相対論的であるか否かにより、粒子の加速と拡散の過程は大きく異なる。相対論効果が小さい場合には、KH00 と同様に粒子は孤立波との衝突による反射過程の繰り返しによりフェルミ加速される。一方相対論的效果が大きい場合には、粒子は孤立波を透過する確率が大きくなり、フェルミ過程は見られなくなるが、孤立波との非断熱相互作用により、主として垂直方向に効率よく加速される。乱雑位相乱流と孤立波乱流の場合では、加速・拡散の統計量には顕著な差異が見られないが、加速効率および分布関数の漸近的振る舞いが定性的に異なる。孤立波乱流における粒子の加速と拡散のモデル化を目指し、MHD パルスと相対論的粒子との非断熱的相互作用を詳細に調べた結果を併せて報告する。