

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

Acceleration and diffusion of energetic particles by coherent MHD structures

別府 賢一郎 [1]; 羽田 亨 [2]

Kenichirou Beppu[1]; Tohru Hada[2]

[1] 九大・総理・大海; [2] 九大総理工

[1] none; [2] ESST, Kyushu Univ

beppu@esst.kyushu-u.ac.jp

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DSA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孤立波をもち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。本研究では、以下の3点において彼らの議論を発展させる。

1. KH00では周期境界条件を用いた系の中に、磁場および反磁場方向に伝播するMHD孤立波1つずつのみをもちいて数値計算を行っているが、本研究では、より現実的に、多くの孤立波を統計的に与え、KH99で見出された粒子のフェルミ加速がどの程度おきるのか議論する。

2. KH00よりも長時間計算を行い、高エネルギー荷電粒子の分布関数の漸近的ふるまいについて調べる。

3. 相対論効果を考慮した場合について議論する。

具体的な計算としては、与えられた磁場揺らぎ中でのテスト粒子の軌道を求め、そのアンサンブルの評価、および各種時系列のレビ統計解析により行う。本研究であられるような、少数粒子が選択的に加速されるような加速過程においては、拡散係数などの重みつき平均統計量が粒子輸送の特徴を顕著に反映しにくいいため、時系列のレビ統計解析が有効である。シミュレーション結果の解析をもとに、宇宙線の加速と輸送について議論する。