

ゆらぎのある磁場中での宇宙線の輸送：テスト粒子計算による解析

Cross field transport of cosmic rays: Test particle simulation studies

大塚 史子[1], 羽田 亨[1]

Fumiko Otsuka[1], Tohru Hada[2]

[1] 九大・総理工・大気海洋

[1] E.S.S.T.,Kyushu Univ, [2] ESST, Kyushu Univ

ゆらぎのある磁場における粒子の輸送について、特に磁場の統計と粒子の運動の統計との関連について議論する。まず、時間的には定常であるが、空間的にはゆらぎを持つ垂直磁場の存在する2次元空間を考える。磁場のパワースペクトルはパワーロー型で与え、その磁場中における粒子の実空間での拡散係数などの統計量を数値的に計算する。すべてのパラメータ領域において、粒子は案内中心ドリフトを経験するが、磁場ゆらぎが小さく、かつその相関長よりラーマー半径が十分小さい場合には、系内の最大の磁場構造によって粒子の基本的なふるまいが決まる。拡散係数の準線形理論との比較、パーコレーション的観点からの考察を行う。

宇宙線の加速過程として、フェルミ加速は有力な候補である。ここでは特に垂直衝撃波を考えることにすると、フェルミ加速が有効であるためには、粒子が磁力線を横切って運動できることが不可欠である。粒子が磁場に捕捉されたまま、衝撃波面を通過する場合には、フェルミ加速はあり得ない。そこで、我々はゆらぎのある磁場における粒子の輸送について、特に磁場の統計と粒子の運動の統計との関連について議論する。

まず、時間的には定常であるが、空間的にはゆらぎを持つ垂直磁場の存在する2次元空間を考える。磁場のパワースペクトルはパワーロー型で与え、その磁場中における粒子の実空間での拡散係数などの統計量を数値的に計算する。与えるパラメータは、磁場スペクトルのべき指数、大きさ、粒子のエネルギーなどである。磁場ゆらぎの相関長と粒子のラーマー半径との大小関係により、拡散の様子が異なる。すべてのパラメータ領域において、粒子は案内中心ドリフトを経験するが、磁場ゆらぎが小さく、かつその相関長よりラーマー半径が十分小さい場合には、系内の最大の磁場構造によって粒子の基本的なふるまいが決まる。これはパーコレーションの問題に帰結する。拡散係数の準線形理論との比較、パーコレーション的観点からの考察を行う。また、粒子輸送、拡散に関する統計量の、磁場ゆらぎの大きさ、べき指数などに対する依存性を議論する。