

非ブラウン運動の時系列解析

Time Series Analysis of Non-Brownian Motion

大塚 史子[1], 羽田 亨[1]

Fumiko Otsuka[1], Tohru Hada[1]

[1] 九大・総理工・大気海洋

[1] ESST, Kyushu Univ

MHD乱流中での荷電粒子の拡散は、基本的な物理過程として、また衝撃波面を介した拡散的フェルミ加速への応用として重要な研究課題である。この問題は、準線形理論のもとに議論されることが多いが、観測との相違から現在でも活発な議論の対象となっている。われわれはこれまで、平均の磁場方向に対し垂直に拡散する場合や、沿磁力線方向の拡散について、テスト粒子計算により議論してきた。どちらの場合にも、準線形理論が示唆するような古典的な拡散ではなく、一般的には非古典的なふるまいが数値実験より観測された。このような拡散過程における、粒子群の時系列は非ブラウン運動的なものとなる。これはすなわち、垂直拡散の場合には、磁場大きさの等高線からなる磁場アイランドをランダムに乗り移ることによって、また、沿磁力線拡散の場合には、統計的に与えられたMHDパルスにある反射確率で滞在することにより、停滞と歩行を繰り返すことに起因する。

本稿では、数値実験により得られた非ブラウン運動的な粒子軌道の時系列データを、ある場所に停滞している時間間隔と、ほぼ一定の速度で歩行している時間間隔に分離し、それぞれの確率分布関数(p.d.f.)を作成する。粒子軌道の時系列が、パワーロー分布を持つ停滞時間と歩行時間のp.d.f.から生成されるモデルは、Weeks et al. (1996)により提唱されている。これら粒子群の古典的な拡散係数は、一般に時間のべき乗で表されるが、Weeksらはそのべき指数と停滞と歩行時間のp.d.f.のべき指数との間に、あるスケーリング則を見出している。われわれは、数値実験より得られた時系列データの解析結果をWeeksらのスケーリング則と比較し、磁場ゆらぎのパワースペクトル指数との関連を議論する。