

ダストプラズマの効果を入れた降着円盤での磁気回転不安定の線型解析

Linear analysis of Magneto-Rotational-Instability in accretion disks under the effect of dusty plasma

白川 慶介 [1]; 星野 真弘 [2]; 鎌田 俊一 [3]

Keisuke Shirakawa[1]; Masahiro Hoshino[2]; Shunichi Kamata[3]

[1] 東大・理・地惑; [2] 東大・理・地球物理; [3] 東大・理・地惑

[1] EPS, Univ. of Tokyo; [2] Earth and Planetary Sci., Univ of Tokyo; [3] Earth and Planetary Sci., Univ. of Tokyo

宇宙空間はその99%が電子とイオンからなるプラズマで満たされているとされているが、そのほかに1%程度のダストが存在するとされている。このダストは、電子との衝突や光電効果などの過程を経てしばしば負の電荷を持つが、その電子やイオンとは著しく異なる電荷質量比ゆえ、MHD近似の中でプラズマの第3の成分として捉えることができる。そのようなダストの存在下では、波動や不安定現象にさまざまな修正が加わるが、今回は降着円盤における磁気回転不安定(MRI)を中心に報告する。

MRIは1960年代にChandrasekhar-Velikovによって提案され、1991年にBalbus-Hawleyによって再発見された不安定現象である。このプラズマ不安定は降着円盤における乱流の原因となり、その結果として乱流粘性を生み出すことができる。そのため、惑星形成において物質の動径方向の移動を考える際の角運動量の輸送の有力な機構とされている。この不安定の発展を担うのは重力回転系においてAlfven波との縮退が解けたSlow Modeの波であると理解されている。したがってプラズマにダストが介在することによってAlfven波が修正を受け、それによってMRIそのものの性質に修正が加わることが予想される。

本研究では、まず半径方向の勾配が無視できるとした局所近似を採用し、線型化した3流体プラズマのMHD方程式の下でのMRIについて解析した。ダストプラズマの影響で、ダストのサイクロトロン周波数がKepler回転の角速度の-2倍となるところで不安定性を大きく支配する特異点の存在を見出した。次に半径方向の勾配も考慮した非局所近似に拡張し、線型固有値問題に帰着させ、特異点の付近での解の性質を数値的に調べている。本発表では、非局所近似で線型解析したMRIについて、ダストの介在による修正を中心に説明する。