

回転系における MHD 波動の伝播特性と磁気回転不安定への寄与

白川 慶介 [1]; 星野 真弘 [2]

[1] 東大院・理・地惑; [2] 東大・理・地球物理

Propagation of MHD waves in differentially rotating system and its contribution to Magneto-Rotational Instability

Keisuke Shirakawa[1]; Masahiro Hoshino[2]

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

Magneto-Rotational Instability (MRI) is one of the MHD instabilities, which was first proposed by Velikhov and Chandrasekhar around 1960. Its importance on astrophysics was pointed out when Balbus and Hawley rediscovered MRI on 1991. This instability can generate strong turbulence in the magnetized differentially rotating system such as black holes or proto-planetary disks. Thus this instability is believed to play a major role in the context of astrophysical disk evolution such as black hole accretion or planet formation via a strong turbulent viscosity.

On the other hand, recent study has shown that dust particles can carry charges through collisions with electrons and ions and thus behave as a new component of plasma. Dusty plasma, which is constituted by electrons, ions and charged dusts generates several new modes in MHD waves such as dust acoustic wave. Moreover, completely new phenomena of dusty plasma are found such as damping of dust acoustic wave under the effect of temporally varying dust charges. It is generally understood that MRI is generated by MHD waves in the rotating system. Since features of MHD waves are modified by charged dust component, so as behavior of MRI itself.

In this study we solved a set of linearized multi fluid MHD equations to investigate a contribution of new MHD wave modes arose by dusty plasma. Linear analysis of MRI is usually performed under assumption that MHD wave can only propagate parallel to the magnetic field. Generalizing present analysis, we can study the contribution of dusty plasma to MRI through obliquely propagating modes. In this presentation, we discuss about generalized, obliquely propagating MHD wave under the effect of dusty, rotating plasma. We also discuss about its contribution to the modification on MRI.

磁気回転不安定 (Magneto-Rotational Instability: MRI) は 1950-60 年代にかけて Velikhov や Chandrasekhar などによって提案され、1991 年の Balbus と Hawley による再発見によって宇宙物理学における重要性が再認識された MHD 不安定の一つである。この不安定現象はブラックホールや原始惑星系などプラズマが円盤状の構造を作る磁気回転系で回転周期と同程度の時間で強力な乱流を生むことができる。そのため、円盤内で強力な乱流粘性を生み出し、円盤中の物質の降着現象や惑星形成などの円盤の構造進化に寄与していると考えられている。

一方で近年、宇宙空間において質量比にして 1% 程度を占めるダストが、周囲の荷電粒子を吸着し、電子・イオンに次いでプラズマの第三の成分として振る舞う効果が注目されている。帯電したダストを含むプラズマは "ダストプラズマ" と呼ばれ、ダスト音波など MHD 波動の新たなモードの生成に寄与している。また、ダスト自身の持つ電荷が時間変動する効果によるダスト音波の減衰など、通常のプラズマ波動の理論ではみられなかった現象も見いだされている。MRI は系の回転によって修正を受けた MHD 波動が駆動しているため磁気回転系、とりわけ比較的温度の低い原始惑星系などでは、従来の MRI の理論を帯電ダストをも含めたことで MRI の性質に修正が加わることが予想される。

本研究ではダストプラズマやダストプラズマによってもたらされる新たな MHD 波動が MRI に与える効果を調べるため、線型化した複数成分の MHD 方程式の解析を行っている。従来の解析では、MRI を駆動する平行伝播の MHD 波動を仮定している場合が多いが、磁場に対して斜め方向の伝播を考えることでさらに多くの MHD 波動が MRI の性質の修正に寄与するものと考えられる。本発表では、磁気回転系で磁場方向に対して斜めに伝播するダストプラズマ中での一般化された MHD 波動が MRI にもたらす効果について議論したい。