

非一様成長する磁気回転不安定性による定常的ダスト集積と微惑星形成

Steady Dust Concentration and Planetesimal Formation at the Super/Sub-Keplerian Flow Boundary Created by Non-uniform Growth of MRI

加藤 真理子 [1]; 藤本 正樹 [2]; 井田 茂 [3]

Mariko Kato[1]; Masaki Fujimoto[2]; Shigeru Ida[3]

[1] 東工大・理・地球惑星; [2] 宇宙機構・科学本部; [3] 東工大・地惑

[1] Dept. Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. Tech.; [2] ISAS, JAXA; [3] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.

原始惑星系円盤内における磁気回転不安定性 (Magneto Rotational Instability; MRI) が作り出すガス乱流中のダストの運動を調べるために、3次元ローカル磁気流体シミュレーションに粒子を加えて計算した。シミュレーションはCIP-MOCCT法を用い、粒子とガス間の運動量交換も解く。

原始惑星系円盤は差動回転をするガスとダストで形成され、このダストから微惑星が形成される。しかし、円盤の圧力構造によってガスがダストより遅く回転していることで、ダストは角運動量を失い、微惑星形成前に原始星へ落下してしまう、という問題が生じる。この問題に対して、原始惑星系円盤中の磁気回転不安定性 (Magneto Rotational Instability; MRI) によって励起される乱流中での微惑星形成が示唆されている (Johansen et al. 2007)。しかし、円盤内のようにガスの電離度が低い場合、MRIの成長率は電離度や磁場によって変化する (Sano & Miyama, 1999)。そこで本研究では、円盤動径方向に電離度や磁場の大きさが非一様であり、MRIが起きる (不安定) 領域と起きない (安定) 領域とがある場合のMRIの様子を調べてきた。そしてこれまでに、一部領域で起きるMRIによって、ガスがダストより速く回転する“高回転速度領域”が不安定領域付近に形成され、準定常状態になることがわかっている (Kato et al. 2009)。したがって、ダストはこの領域外端で完全に落下を止め、さらに準定常状態であることから、落下粒子が次々と集積し、微惑星が形成されることが予想されてきた。そこで本研究ではさらに、粒子 (ダスト) の運動と粒子によるガス速度場変化も同時に計算し、ダスト落下問題の解決と微惑星形成の可能性を調べた。その結果、ダストは予想されたとおりに濃集積することが確かめられた。準定常状態下の集積であることから集積粒子の速度分散は著しく小さく、重力不安定による微惑星形成が十分に示唆される。また、初期の不安定・安定領域の動径方向幅やダストサイズによる違いについても調べたところ、計算領域内平均の磁気レイノルズ数 $R_{m,ave}$ が1以下であるとき、どのサイズのダストでも落下を防ぐが、集積量や速度分散はサイズと $R_{m,ave}$ の値によって異なることがわかった。