

磁気乱流不活性領域を考慮した原始惑星系円盤の面密度分布の進化 Surface Density Distributions of Protoplanetary Disks with Dead Zones of Magneto-Hydrodynamic Turbulence

竹内 拓^{1*}, 奥住 聡², 武藤 恭之¹

TAKEUCHI, Taku^{1*}, OKUZUMI, Satoshi², MUTO, Takayuki¹

¹ 東京工業大学, ² 名古屋大学

¹Tokyo Institute of Technology, ²Nagoya University

磁気回転不安定性 (MRI) 起源の乱流粘性がある原始惑星系円盤の面密度分布の進化を研究する。原始惑星系円盤は、電離度が低いいため、磁気乱流が活性化しない領域 (デッドゾーン) が円盤の内側部分に生じる。円盤内側部分は、乱流粘性による質量降着が抑えられ、外側部分から降着してきたガスがたまる。そこで、円盤内側部分の面密度は、外側部分より高くなることが予想される。デッドゾーンの境界は、数 AU-数 10AU にあり、ここで面密度が数倍程度、急激に上昇すると予想される。この面密度の跳びは、ALMA によるダスト連続波の観測で検出可能と期待される。

デッドゾーンがどこまで外側に広がるかは、ダスト表面での電荷再結合で決まるので、ダストの総表面積に依存する。ダストが成長すると、デッドゾーンの境界は円盤内側に移動する。一方、デッドゾーンが生じて、円盤表面を通じた降着があるが、その降着率は円盤を貫く縦磁場の強さに依存する。したがって、デッドゾーン境界での面密度の跳びは、縦磁場の強さに依存する。縦磁場は、円盤ガスとともに移流拡散するので、円盤密度構造と磁場分布はセルフコンシステントに決める必要がある。

本研究ではまず第 1 ステップとして、縦磁場の分布としてプラズマ β の値が一定の場合を考える。ダストサイズ、円盤降着率をパラメータとし、円盤電離度を計算し、円盤内でのデッドゾーンの広がりや面密度分布を求めた。電離度の計算は Okuzumi (2009, ApJ, 698, 1122)、磁気乱流による降着率の計算は Okuzumi & Hirose (2011, ApJ, 742, 65) に基づいて行った。その結果、降着率 $10^{-8} M_{\text{sun}} / \text{yr}$ 、ダストサイズ $1 \mu\text{m}$ 、縦磁場の強さ 0.1mG だと、20AU で約 3 倍の面密度の跳びがみられる。磁場が強いと、面密度の跳びは小さくなる。ダストサイズが大きいと、境界は内側に移動する。続いて、縦磁場が円盤ガスとともに移流拡散する効果を考慮した場合についても議論したい。

キーワード: 惑星形成, 原始惑星系円盤, 磁気乱流

Keywords: planet formation, protoplanetary disks, magnetohydrodynamic turbulence