

P36a 原始惑星系円盤の熱力学において磁気乱流の果たす役割

廣瀬重信 (海洋研究開発機構) Neal Turner (JPL/Caltech) 佐野孝好 (大阪大学)

原始惑星系円盤内のダストとガスの進化を理解するためには、円盤内の温度構造を知ることが極めて重要である。原始惑星系円盤の温度構造は、加熱 (粘性加熱と中心星からの可視光照射) と冷却 (円盤表面からの赤外線輻射) のバランスによって決まる。近年、円盤内の粘性加熱は (磁気回転不安定性が駆動する) 磁気乱流散逸であると考えられているが、その加熱率を正確に求めるためには、数値シミュレーションによるアプローチが不可欠となる。そこで、我々は、原始惑星系円盤の一部 (中心星からの距離が 1[AU]) をシアリングボックスで近似し、その垂直方向の熱力学バランスを、3次元輻射磁気流体力学シミュレーションを用いて求めている。典型的なパラメータ (面密度 1000 g cm^{-2} 、ダスト-ガス密度比 10^{-4} 、垂直磁場強度 0.02 G) では、質量降着率が $1.4 \times 10^{-8} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ 、赤道面近傍の温度は 130 K 、上空大気の温度は 500 K 程度という結果が得られた。

このシミュレーション結果における磁気乱流の役割を明らかにするために、2つの層流的円盤のシミュレーションを新たに行った: (1) パッシブ円盤 (上記の典型例計算から磁場を省いた計算で、加熱は中心星からの可視光照射のみ)、(2) アルファ粘性円盤 (パッシブな円盤に、アルファ粘性加熱を加えたもの)。これらの結果から、磁気乱流が、原始惑星系円盤の熱力学に与える影響として: (a) 磁気圧によって円盤大気のスケールハイトが大きくなり、中心星可視光照射がより上空で吸収される、(b) 磁気乱流の散逸は赤道面から離れたデッドゾーン境界で起きるため、(赤道面に集中するアルファ粘性散逸に比べて) 赤道面温度への影響が少ない、(c) 磁気乱流は、(層流的な円盤において顕著に起こる) 赤道面近傍の圧縮加熱 (輻射ダンピング) を妨げるため、(層流的な円盤に比べると) 赤道面温度を下げる、といった点が明らかになった。