

N32b

降着円盤における磁気回転不安定性の非線形飽和機構

松崎考視¹、松元亮治¹、宮路茂樹¹、田島俊樹²、柴田一成³
 (¹千葉大理、¹テキサス大、¹国立天文台)

降着円盤における磁気回転不安定性 (Balbus & Hawley 不安定性) の3次元 MHD シミュレーション結果は不安定性の指数関数的成長が数回転から10回転程度のタイムスケールで飽和し、準定常状態に達することを示唆している。初期に弱い方位角磁場を持つケプラー円盤の局所共回転系での3次元 MHD シミュレーション結果 (Hawley et al. 1995; Matsumoto & Tajima 1995) によれば飽和時のガス圧と磁気圧の比 $\beta (= P_{gas}/P_{mag})$ は10程度である。鉛直方向の重力を含めた場合はパーカー不安定性による磁束流出が不安定性の飽和レベルに影響を与える可能性がある。

前回の年会では、我々は鉛直方向の重力加速度を含めたシアリングシートモデルにもとづく3次元 MHD シミュレーションにより初期に方位角方向を向いた磁場を持つ磁気圧優勢円盤の非線形時間発展を調べ、初期にガス圧優勢 ($\beta \gg 1$) な場合の不安定性の飽和レベルは $\beta \sim 10 - 30$ であること、初期に磁気圧優勢 ($\beta \leq 1$) である場合、回転時間と比較して十分長期間にわたって円盤が磁気圧優勢な状態に保たれることが確認できた。差動回転の効果により $\beta \leq 1$ であっても Balbus-Hawley 不安定性が成長し、有効磁気粘性の値 $\alpha_B = \langle B_x B_y \rangle / (4\pi P)$ は0.1以上になる。ここで円盤は等温で β 値は一定、初期にケプラー回転していると仮定し、パーカー不安定性の効果を含めるために方位角方向には20スケールハイト、鉛直方向に8スケールハイトの計算領域を取った。

今回我々は磁気回転不安定性の飽和レベルがグリッドサイズ、計算領域の大きさ、電気抵抗 (磁気拡散) などどの程度依存するかを調べた。一例として、初期に $\beta = 1$ である場合に鉛直方向の領域を赤道から上のみとし、赤道面で対称境界条件を置いた場合と赤道面を含む上下領域とした場合を比較した。その結果、後者の方が磁気粘性値の飽和レベルが約半分になる事がわかった。これは領域が赤道面から上のみ のときではあられなかった赤道面を貫くパーカー不安定性が成長し、磁束がより流出しやすくなるためであると考えられる。

電気抵抗、あるいは数値的な磁気拡散もまた不安定性の飽和レベルを下げる働きがあるので、その影響を調べて報告する。