

A253a 輻射圧優勢降着円盤の安定性について

廣瀬重信 (海洋研究開発機構)

光学的に厚く幾何学的に薄い輻射圧優勢降着円盤内部では、輻射圧勾配が垂直方向の重力を支えている： $\chi\rho F/c = \rho\Omega^2 z$ (Ω は角速度、 χ はオパシティ)。一方、円盤内部で粘性によって散逸したエネルギー Q が輻射拡散流束 F によって垂直方向に運ばれるとすると、 $Q = dF/dz$ が成り立つ。したがって、輻射圧優勢降着円盤が熱平衡を達成するためには、エネルギー散逸率は必ず定数値 $Q_0 = \Omega^2/\chi c$ をとらなければならない。また、角運動量輸送ストレスが圧力に比例すると仮定した場合、この熱平衡状態は不安定であることが知られている。

近年、磁気回転不安定性 (MRI) による磁気乱流が、降着円盤内における角運動量輸送の有力な候補であると考えられているが、この場合、エネルギー散逸率が上記の定数値を取れるかどうか (熱平衡状態が達成できるかどうか) は自明ではない。また、熱平衡状態が達成されたとしても、MRI による磁気乱流中では角運動量輸送ストレスは圧力に比例するとは限らないので、その安定性も別に調べる必要がある。本研究では、3次元輻射電磁流体力学シミュレーションを用いてこの輻射圧優勢降着円盤の安定性問題を調べている。これまで得られた結果からは、表面密度がある一定の範囲内のときに、(熱時間の10倍程度に渡って) 安定な熱平衡状態が得られることがわかった。この熱平衡状態では、輻射移流流束 Ev_z (E は輻射エネルギー、 v_z は速度) がエネルギー輸送において重要で、上記定数値 Q_0 を超えたエネルギー散逸の輸送を担当している。この輻射移流流束は、磁気浮力 (不安定) による上昇流に伴って生じるものと考えられる。したがって、MRI 粘性の輻射圧優勢降着円盤においては、磁場は、エネルギー散逸 (加熱) だけでなく、エネルギー輸送 (冷却) にも本質的な役割を果たしていると言える。