

N32a ブラックホール降着円盤の大局的 3次元 MHD 数値実験

町田 真美 (千葉大自然)、松元 亮治 (千葉大理)

これまで我々は、差動回転円盤中の磁気乱流生成機構と形成される円盤の基本的な構造を調べるために、降着円盤の大局的 3次元 MHD シミュレーションを行ってきた。これらの計算では、Newton 重力ポテンシャルを仮定し、このポテンシャルの元で初期に方位角方向磁場を持つ回転平衡トーラスを置き、その後の時間発展を調べた。この結果、初期に磁場の弱い場合 ($\beta \equiv P_{\text{gas}}/P_{\text{mag}} \gg 1$) には、磁気回転不安定性の成長により磁場が増幅されて $\beta \sim 10$ 程度で飽和し、角運動量輸送率 $\alpha \equiv \langle B_r B_\phi / 4\pi P \rangle \sim 0.01 - 0.1$ となることがわかった。また円盤の密度構造は ADAF で予想される構造とは異なることが示された。

しかし、これらの計算では Newton ポテンシャルを用いていたことから、ブラックホール近傍の円盤構造は追うことが出来なかった。また、計算領域のダイナミックレンジが小さく (トーラスの初期圧力最大半径 r_0 と数値境界 r_{in} の比 $r_0/r_{\text{in}} = 5$)、トーラスから形成された円盤中の物質は 10 数回転程度で数値境界内に落下してしまい円盤を準定常的に維持することは出来ていなかった。そこで今回は中心天体のポテンシャルとして pseudo-Newtonian ポテンシャルを用いる事で、一般相対論的效果を取り入れ、 $r_0 = 50r_g$ として $r_{\text{in}} = 2r_g$ までの領域を高解像度でシミュレートした。その結果、初期にトーラスの外にあった $2r_g < r < 10r_g$ の領域では質量降着とともに磁場が増幅された後、 $\beta \sim 7$ で飽和すること、角運動量輸送率 $\alpha \sim 0.1$ になることがわかった。更に、電気抵抗を含めたシミュレーションでは、磁気リコネクションによるジュール加熱率の激しい時間変動を観測することが出来た。これら準定常状態での円盤の密度分布は ADAF とは異なり、この状態を数十回転維持出来ることがわかった。