

J54b 明るいハード状態円盤形成の三次元磁気流体数値実験

小田 寛 (国立天文台), 小野 貴史, 松元 亮治 (千葉大学)

銀河系内ブラックホール候補天体は増光に伴いX線スペクトルが典型的には暗いハード状態から明るいソフト状態へと遷移する (Hard-to-Soft 遷移)。この遷移は質量降着率の増加に伴う降着円盤の状態遷移で説明される。一方近年の観測により Hard-to-Soft 遷移中に「明るいハード状態」などの中間的な状態が報告されている。

Machida et al. (2006) は輻射冷却を考慮したブラックホール降着流の三次元磁気流体シミュレーションを行い、降着率上昇に伴う放射非効率降着流から磁気圧優勢な状態への遷移を示した。遷移直前の放射非効率降着流内で冷却不安定が起き磁束をほぼ保存しながら鉛直方向に収縮し、その結果磁気圧優勢な準定常状態へ至る (この状態は明るくやや低温なため「明るいハード状態」を説明する可能性がある)。しかしこの計算では磁気圧優勢円盤形成後の進化については十分に調べられていなかった。

そこで我々はより長いタイムスケールの計算を可能にする高精度の円筒座標系三次元磁気流体コードを超並列計算機に実装し、暗いハード状態から「明るいハード状態」を経由しソフト状態へと至る状態遷移の大局的な三次元磁気流体シミュレーションを実施した。本コードでは散逸性磁気流体方程式の差分解法として HLLD 法 (Miyoshi and Kusano 2005) を採用し、メッシュ境界の物理量の計算に空間5次精度の MP5 法を適用することによって磁場の数値散逸を抑えた。その結果、磁気圧優勢円盤が形成され、円盤赤道面付近に蓄積された磁気エネルギーが間歇的に解放されるフレアが発生し、円盤物質が噴出することがわかった。冷却不安定性発生後も円盤外縁部からの降着率が増加し続ける場合の結果についても報告する。