

超臨界降着流の円盤表面における磁気エネルギー散逸と放射輸送

○高橋 博之¹ 大須賀 健² 小林 諒平³ 朝比奈 雄太² 額田 彰² 朴 泰祐⁴ (1.駒澤大学 2.筑波大学 3.東京科学大学 4.次世代 HPC・AI研究開発支援センター)

超臨界降着円盤は、エディントン光度を超える高光度天体や急速に成長するブラックホールを理解する上で重要である。このような降着流では、重力エネルギーだけでなく、磁気エネルギーやブラックホール回転エネルギーも円盤近傍のエネルギー収支に寄与しうる。特に、磁場が強く蓄積した降着流では、磁気エネルギーや Blandford-Znajek 機構によって抽出されたブラックホール回転エネルギーが、円盤内部、円盤表面、あるいはアウトフロー領域で散逸し、輻射エネルギーへ変換される可能性がある。しかし、超臨界降着流において、輻射エネルギーの生成に直接寄与するエネルギー散逸がどこで生じるのか、またその散逸が円盤の放射光度や放射効率をどのように変えるのかは、十分に明らかになっていない。

本研究では、一般相対論的輻射磁気流体シミュレーションを用いて、ブラックホールスピンと降着流に蓄積する磁束量が、超臨界降着円盤のエネルギー散逸と輻射輸送に与える影響を調べた。特に、磁束量の異なる SANE 状態と MAD 状態、および異なるブラックホールスピンを持つモデルを比較し、円盤内部・円盤表面・アウトフロー領域における散逸率、輻射エネルギー生成率、および放射光度の空間分布を解析した。

その結果、磁束量が大きくブラックホールスピンの高い場合、Blandford-Znajek 機構によって抽出された回転エネルギーが、ブラックホール近傍の円盤表面で効率的に散逸することがわかった。この散逸によって生成された輻射エネルギーの一部はブラックホールに吸い込まれず、外向き放射光度に寄与するため、超臨界降着流の放射光度は磁束量とスピンに応じて変化することがわかった。

本講演では、超臨界降着円盤の放射特性が、質量降着率だけでなく、磁束量とブラックホールスピンによって大きく左右されることを示す。特に、円盤表面における磁気エネルギー散逸は、円盤内部での散逸とともに、超臨界降着流の放射効率や光度を決める重要な物理過程であることを議論する。