

一般相対論的 MHD 計算による Blandford-Znajek 効果の磁場構造及びスピン依存性の調査

J35a

眞榮田義臣、長滝重博、嶺重慎 (京都大学)

回転ブラックホールから、相対論的電磁気作用によってその回転エネルギーが抽出されることが理論的に予言されており、Blandford-Znajek(BZ) 過程と呼ばれている。降着円盤における磁場および相対論的效果の適切な扱いを盛り込んだ一般相対論的 MHD 計算 (GRMHD) コードの開発が進んでいる。過去の GRMHD シミュレーション研究は、ジェットへのエネルギー供給にその関心が払われており、円盤へのエネルギー供給を扱ったものは無かった。過去には、解析的なモデルで円盤へのエネルギー供給を議論したものがあがるが、磁場形状を仮定しており、その妥当性をチェックする必要がある。

我々は長滝の GRMHD コードを用いて、幾何的に厚い降着円盤の存在するブラックホール磁気圏における BZ 過程のシミュレーションを行った。磁気圏のモデルとして、2種類の磁場構造、すなわち円盤中に磁力線がポロイダルループをなす構造と、ブラックホールと円盤を磁力線が大局的に結合している構造を採用した。特に2つめの磁場構造は、GRMHD での研究はこれまで行われて来なかった。解析の結果、エネルギー抽出の効率が2種の磁場構造モデルで同じオーダーになりうることや、円盤光度と BZ 光度の比は数%と決して大きくはないが、観測にかかる可能性があること、ふたつの磁場形状において、BZ フラックスの角度依存性に違いがあること、などを得た。一方で、1つめの磁場構造においては円盤中の物質の降着が速やかに起こるのに対し、2つめの磁場構造においては顕著な円盤進化が見られなかった。さらに、ブラックホールスピンパラメータが異なる数値計算・解析も行い、エネルギー抽出等各物理量のスピン依存性も調査した。講演では、以上の結果及び考察を論じる。