

S05a Blandford-Znajek 過程による時空の時間変化

當真賢二 (東北大), 木村匡志, 原田知広 (立教大), 成子篤 (京大基研)

活動銀河核やガンマ線バースト等に付随する細く絞られた相対論的速度のプラズマ噴流(ジェット)は、Blandford-Znajek 過程 (BZ 過程) と呼ばれる回転ブラックホールからの定常的な電磁エネルギー放出が駆動していると信じられている。この過程には、微小回転速度の Kerr 時空における force-free 電磁場の解析解 (Blandford & Znajek 1977) がある。有限回転速度の場合でも、数々の一般相対論的電磁流体 (MHD) シミュレーションで数値解が示されており、その結果と活動銀河 M87 中心領域の VLBI 観測結果を比較することが試みられている。しかし BZ 過程でどのように電磁エネルギー流が生じ、どのようにブラックホールがエネルギーを失うかの詳細な理解については未だ議論が続いている。最近では、ブラックホール時空の変化も計算するシミュレーションも行われているが、降着流による効果と分離して BZ 過程のみによる時空の変化を調べることは行われていない。本研究で我々は初めて、Einstein 方程式を解析的に解くことにより、BZ 過程による時空の時間変化を求めた。まず Schwarzschild ブラックホールに対する一般的な物質と電磁場の分布による時空揺らぎのモノポール成分とダイポール成分の表式を導出した。それをスプリットモノポール型磁場の BZ 解析解に適用し、微小回転速度かつ微小磁気エネルギーの場合に時空がどう時間変化するかを求めた。その結果、時空の時間変化は Kerr 時空の解の形を維持し、質量と角運動量が BZ 過程のエネルギーフラックスと角運動量フラックスの分だけ減少していくことがわかった。換言すれば、スプリットモノポール型磁場の BZ 過程は $\sin^2 \theta$ の角度分布で角運動量を放出するが、それは時空の形を変えないことが確認された。放物型磁場の場合の解析は今後の課題である。