

W135a ブラックホール回転エネルギーのフォースフリー磁場による引抜きの数値計算

小出眞路, 今村知貴 (熊本大学)

活動銀河核とマイクロクエーサーから放出される相対論的ジェットやガンマ線バーストのエネルギー供給源のひとつとして、ブラックホールの回転エネルギーが考えられる。それらの天体現象において、ブラックホール回転エネルギーを引き抜くため媒体のひとつとして磁場がと考慮される。その具体的なモデルとしてブランドフォード・ナエク機構は有名である。しかし、ブラックホール地平面では物質、エネルギー、情報はすべてブラックホールの外側から内側にしか移動・伝播できないという地平面での因果律にブラックホールのエネルギーを引き抜くというのは反するように思える。一方、ペンローズ過程では相対論的な分裂により負のエネルギーに落ち込んだ粒子をブラックホールに落とし込むことにより因果律的にブラックホールの回転エネルギーを引き抜く。電磁場の場合では負のエネルギー密度を考えられるが、スカラー量ではないのでその符号は座標系に依存し、負の電磁場エネルギーをブラックホールに落とし込むということはできない (Toma & Takahara 2016)。

われわれはブランドフォード・ナエク機構におけるブラックホールからの回転エネルギーの引き抜きを因果的に理解するために、フォースフリー電磁場の時間発展を計算する1次元コード (FFMD-1D) の開発を行なった。ここで、カーシルド座標を用いたので、地平面での時間の凍結がなく地平面での電磁場の挙動を観察することができる。まず、ブラックホールの回転パラメーターが1よりも十分小さい場合について、ブランドフォード・ナエクの単磁荷解が定常解となっていることをFFMD-1Dで確認した。続いて、定常とはならない初期条件のもとでの電磁場の時間発展を計算した。十分時間が経つと、それらはブランドフォード・ナエク解に収束する。定常状態に達するまでの時間発展を詳しく調べることによりブランドフォード・ナエク解の因果的な理解を試みる。