

H03a 降着円盤からブラックホールへ向かって準周期的に伝播する衝撃波とQPOへの応用

青木成一郎(東大理)、小出真路(富山大工)、工藤哲洋(カナダ・西オンタリオ大)、中山薫二(龍谷大法)、柴田一成(京大理)

マイクロクェーサーからの high-frequency quasi-periodic oscillation (QPO) を説明するモデルの構築のため、カー時空を用いた1次元一般相対論的流体力学シミュレーションを行った。初期に降着円盤に擾乱を入れた結果、円盤からブラックホールへ向かって伝播する準周期的衝撃波を得た。その頻度は円盤でのエピサイクリック振動数の最大値 (κ_{\max}) 程度となった。 κ_{\max} はブラックホールの回転に依存するため、high-frequency QPO の振動数と κ_{\max} を比較することで、マイクロクェーサーの中心のブラックホール候補天体 (BHC) の回転 (a : スピン) を予測できる。その結果、GRS 1915+105 及び GRO J1655-40 の BHC のスピンは、それぞれ、 $0.0 < a < 0.4$ 及び $0.85 < a < 1.0$ と予測できた。降着円盤での振動のモデルは、加藤と福江 (1980) により提唱され、音波が円盤内縁近傍にトラップされ、 κ_{\max} のコヒーレントな振動が起きると予測されている。実際に、松元ら (1988) や本間ら (1992) による数値シミュレーションの結果、トラップされた音波が粘性の効果で増幅する現象が見られ、 κ_{\max} 程度の頻度のコヒーレントな振動 (衝撃波生成) を得ている。しかし、我々のモデルでは円盤の粘性は入っておらず、これとは異なる物理機構で準周期的衝撃波が生じる。一般相対論的扱いでは、円盤でのエピサイクリック振動数が有限の最大値を持つため、円盤で発生した音波の内、 κ_{\max} より大きい振動数を持つ音波のみがブラックホールへ到達できる。つまり、エピサイクリック振動数分布が音波の振動数に対してフィルターの役割を果たす。さらに、この最大値の振動数を持つ音波が時間と共に支配的となるため、衝撃波生成の頻度は κ_{\max} となる。