

S07a フレア状態の M87 における三日月状シャドウ：2020 年代の EHT に向けた新しいブラックホール・スピン測定法

川島 朋尚 (国立天文台), 紀 基樹 (工学院大学/国立天文台), 秋山 和徳 (NRAO/MIT)

イベント・ホライズン・テレスコープ (EHT) により M87 楕円銀河中心のブラックホール (BH) シャドウが初めて観測され、BH 質量は太陽質量の約 65 億倍と見積もられた。一方で BH スピンに関しては、スピンの回転方向が地球からみて時計回りであることがわかったものの、スピンの速さについての制限は与えられなかった。これは、BH シャドウを縁取る光子リングの半径のスピン依存性が非常に弱く、スピンの影響がおおよそ 5% 程度の半径の違いにしか現れないことに起因している。

そこで我々は新たなスピン測定法を探るために、今回観測された M87 の時期よりもやや質量降着率が高く (フレア状態)、降着円盤が局所的に光学的に厚い状況での BH シャドウ計算を実施した。計算の結果、光子リングに加えて BH 近傍の光学的に厚い降着流による明るいリング像が現れた。そして BH スピンが速いときは、この二重のリングの間に、特徴的な「三日月状シャドウ」が現れることがわかった。

この三日月状シャドウが現れる理由は、BH スピンにより光子リングの位置がスピン軸に垂直方向へと有意にシフトするのに対し、光学的に厚い降着流によるリング像はほとんどシフトせず、両リングの中心にずれが発生するためである。三日月状シャドウの幅は BH スピンが速いときほど大きくなり、BH スピン $a_* = 0.998$ のときには重力半径の約 2 倍に達する。この構造が観測されれば BH が高速自転していることの強力な証拠となる。模擬観測を行なった結果、この三日月状シャドウは GLT を含む 2020 年代の EHT の 350GHz 帯での観測でわずかに検出可能であり、さらにスペース VLBI に拡張された EHT を用いれば確実に検出可能であることがわかった。