S24a NANOGrav データに基づく M87 の仮想的第 2 ブラックホールの質量制限

紀基樹 (工学院大/国立天文台), 長島雅裕 (文教大), H. Ro (韓国天文研究院), Y. Cui (華中師範大学), 秦和弘 (名古屋市立大), J. Park (慶熙大)

2023 年 6 月、NANOGrav コラボレーションは、パルサータイミングアレイによる 15 年分の観測データから、背景重力波の存在を示唆する証拠を発表した。背景重力波の起源として有力視されているのが、巨大連星ブラックホール系による低周波重力波放射である。銀河の合体と進化に関する理論モデルによれば、近傍の巨大連星ブラックホールの方が、遠方のものよりも背景重力波への寄与が大きいことが示唆されている（例えば Enoki et al. 2004)。興味深いことに、近傍の超巨大ブラックホールとして知られる M87 において、東アジア VLBI ネットワーク（EAVN）による長期観測から、M87 ジェットの噴出方向が約 11 年周期で変化する歳差運動が発見された（Cui et al. 2023, Nature)。さらに、EAVN の観測データから、約 0.9 年周期の横方向の振動運動も報告されている（Ro et al. 2023, Galaxies)。

そこで本研究では、これらの周期運動が連星ブラックホール系の公転運動に起因していると仮定し、第 2 ブラックホールの質量が取り得る範囲について検討を行った。M87 の仮想ブラックホール連星系が満たすべき基本的な条件として、（1）M87 起源の重力波が NANOGrav で検出された背景重力波の強度を超えないこと、（2）ブラックホール同士がまだ合体していないこと、（3）第 1 ブラックホールの軌道半径がその重力半径よりも大きいこと、の 3 点を設定した。これらの条件を考慮した結果、第 2 ブラックホールの質量は、第 1 ブラックホール質量（約 6.5 億太陽質量）に対して、11 年の公転周期を仮定した場合で 0.7 % から 4.2 % 、0.9 年の公転周期の場合で 3.7 % から 100 % の範囲となることが示された (Kino et al. 2025, ApJ)。