

W48a 中性子星への超臨界降着流の3次元一般相対論的輻射磁気流体力学シミュレーション: 角運動量輸送と中性子星スピナップ

井上壮大 (東京大学)、大須賀健 (筑波大学)、高橋博之 (駒澤大学)、朝比奈雄太 (筑波大学, 駒澤大学)

超高光度 X 線源とは、恒星質量ブラックホールのエディントン光度を超える光度をもつ X 線点源のことであり、その中でも X 線パルスを発する天体は超高光度 X 線パルサーと呼ばれる (e.g., Bachetti et al. 2014)。X 線パルスが観測されることから、中心天体は磁化中性子星であり、エディントン降着率 \dot{M}_{Edd} を超える超臨界降着流が駆動源である可能性が高い。我々は、観測結果と直接比較可能な理論モデルを構築するべく、中性子星への超臨界降着流の3次元一般相対論的輻射磁気流体力学シミュレーションを実施した。2025年春季年会では、磁気レイリー-テイラー不安定とみられる不安定性により、中性子星と降着円盤内縁の間に非軸対称な降着流が成長する様子を報告した。本講演では、降着流が中性子星へ持ち込む角運動量をもとに算出した単位時間あたりの自転周期の時間変化率 (スピナップ率) について報告する。降着率が約 $10^3 \dot{M}_{\text{Edd}}$ 、中性子星表面における磁場強度が 5×10^{10} G の場合、スピナップ率は $\dot{P} \sim -10^{-9} \text{ s s}^{-1}$ となった。この値は2次元モデルで得られたスピナップ率よりもおよそ3倍大きい。スピナップ率が大きくなる理由は、非軸対称な降着構造によって中性子星が効率的に角運動量を獲得できるためである。講演では中性子星磁場強度を変えた場合の結果や、非軸対称な降着構造が中性子星の磁場強度の推定にどのような影響を与えるかについても議論する。