

Ly α 輻射圧を考慮した球対称輻射流体計算によるBH超エディントン降着の実現可能性の検証

○木村 和貴¹ Nebrin Olof⁴ Smith Aaron³ 矢島 秀伸² 大須賀 健² 大向 一行¹ (1.東北大学 2.筑波大学 3.テキサス大学ダラス校 4.ストックホルム大学)

これまでの高赤方偏移観測から、宇宙誕生後わずか10億年以内に太陽質量の10億倍以上の質量を持つ超大質量ブラックホール(SMBH)が多数存在することが明らかになっている。このようなSMBHを形成するには、ブラックホール(BH)が宇宙初期に短時間で急速に成長する必要がある。そこでBH降着に関して、輻射フィードバックが効く場合の上限値であるエディントン降着率を超えるような"超エディントン降着"の実現可能性が盛んに研究されてきた。その結果、ガスが十分高密度な環境では輻射フィードバックが抑制され、超エディントン降着が可能になることが示されている(Inayoshi et al. 2016)。しかし、これまでの研究ではBH周囲の電離領域で生成されるライマンアルファ(Ly α)の多重散乱による輻射圧が無視されており、近年の研究ではBHへの球対称ボンディ降着流においてこのLy α 輻射圧が強く効くことで降着を阻害する可能性も示されている(Mushano et al. 2024)。ただし、Ly α 輻射圧の強さは、電離領域の大きさや、速度構造に起因するドップラーシフトなどに強く依存するため、実際のBH降着において超エディントン降着が阻害されるかどうかはガスの時間発展とLy α 輻射輸送を同時に解いて初めて明らかにすることができる。

そこで本研究では、Ly α 輻射圧を考慮したBH降着の球対称輻射流体計算を行うことを目指し、Ly α 輻射輸送をresonant Discrete Diffusion Monte Carlo (rDDMC)法を用いて解く計算コードを開発した。rDDMC法はLy α 光子の多数の散乱過程を統計的に平均して取り扱う手法であり、通常のMonte Carlo法に対して大幅に計算コストを削減することができる(Smith et al. 2018)。さらに我々は本コードを用いて、先行研究においてLy α 輻射圧を無視した場合に超エディントン降着が可能と考えられていた高密度環境におけるBH降着の計算を行った。本講演では、まず開発したコードの概要とテスト計算の結果について紹介し、rDDMC法のMonte Carlo法に対する優位性について述べる。その後、BH降着の輻射流体計算においてLy α 輻射圧がガスに与える力学的影響について述べ、実際に超エディントン降着が実現可能かどうかを議論する。