

X57b 初代銀河における恒星質量 BH の超臨界降着成長の統計的実現可能性

喜友名正樹 (京都大学)

初期宇宙に観測される超大質量ブラックホール (SMBH) の起源を説明するシナリオに、軽い種 BH ($m = 10^{1-3} M_{\odot}$) がエディントン降着限界を超える降着率で急成長したとする Super-Eddington シナリオがある。BH 降着半径スケールの研究からは、BH 周囲に十分高密度 ($n_H \geq 10^{6-8} \text{cm}^{-3}$) なガスが存在すれば定常的な Super-Eddington 降着が実現可能だと考えられている (Inayoshi et al. 2016) が、このような成長が宇宙論的にどの程度実現可能かについては分かっていない。BH の質量成長に寄与できるほどの定常的な Super-Eddington 降着実現のためには、高密度ガスに BH がトラップされる必要があるが、BH 降着成長の宇宙論的シミュレーション研究では、このような高密度ガスの substructure は分解されていないことが多い。

Super-Eddington 降着の統計的実現性を検証するため、我々は、高密ガス雲の substructure を含む系内での BH 降着成長の解析モデルを開発した。領域内に BH と複数のガス雲が存在する系を考え、BH がガス雲に出会って力学摩擦によって trap されれば BH がガス雲の質量を獲得できるとして、その”吸収断面積”を 2D Toy Model で計算して与えた。得られた断面積をもとに、ランダム運動するガスと BH 質量時間進化を確率的に追跡した。

2D Toy Model の計算結果として、BH 質量に対してガス雲質量が大きい場合、より trap が困難になることが分かった。このことは、一度の降着成長で BH 質量が 2-3 桁以上上昇するのが困難なことを示唆する。また、そもそもガス雲と BH の相対速度がガス雲の脱出速度より十分小さくしなければ、多くの場合ガス雲は BH をトラップできず、安定した Super-Eddington 成長が起こらないことが示された。本講演では、どのような super-Eddington 成長経路がより実現可能かについて論じる。