

W137a 2次元輻射流体計算から迫る、宇宙初期の超大質量ブラックホールの起源

竹尾英俊, 嶺重慎(京都大学), 大須賀健, 高橋博之(国立天文台), 稲吉恒平(コロンビア大学)

宇宙初期(赤方偏移 $z \sim 6-7$ 、宇宙年齢 $\sim 1\text{Gyr}$)において、超巨大ブラックホール ($> 10^9 M_\odot$) が観測されているが、その形成過程は不明である。一説として、宇宙初期 ($z \sim 20$ 、宇宙年齢 $\sim 0.2\text{Gyr}$) にできた初代星由来のブラックホール ($\sim 10^{1-3} M_\odot$) が、ガス降着で急成長したとするものがある。この説に従うと、エディントン限界を上回る、超臨界降着による成長が不可避である。なぜなら、このブラックホールがエディントン限界で降着し続けても、観測された時期までに、 $> 10^9 M_\odot$ へと成長できないためだ。しかし、球対称的な輻射場を仮定する限り、超臨界降着は困難である。降着に伴って、中心部から輻射が生じ、ガスを電離加熱する。ガスは高温・高圧になり、ガスを押し返し、降着が抑制されるためだ。

そこで、2次元(非球対称)効果を考慮すれば、超臨界降着が可能かもしれない。我々は特に、中心部からの輻射が、降着円盤由来で非等方性を有する(回転軸方向に強く、赤道面方向に弱い)点に着目した。我々は、原始ガス(水素・ヘリウム)内での電離・再結合を考慮した、2次元輻射流体計算(HLL法)を行った。なお、輻射により周囲のガスを温める効果を取り入れた。結果、非等方な輻射によって、2次元的なガスの運動が生じることがわかった。回転軸付近で、アウトフローが発生する一方、それ以外の部分のガスは、赤道面に集まり、赤道面付近でインフローが増大する。ただし、アウトフローとインフローの双方が促進されるため、この2次元的なガスの振る舞いが、超臨界をもたらすか否かは、今後の課題である。