

高精度輻射輸送解法による3次元超臨界降着円盤シミュレーション：VET法とM1法の比較

○朝比奈 雄太¹ 大須賀 健¹ 高橋 博之² 額田 彰¹ 小林 諒平³ 朴 泰祐⁴ (1.筑波大学 2.駒澤大学 3.東京科学大学 4.次世代HPC・AI研究開発支援センター)

ブラックホールへの質量降着率が高い場合、降着流から解放される輻射エネルギーは非常に大きく、降着円盤やアウトフローの構造を理解するためには輻射輸送を適切に取り扱うことが重要である。しかし、輻射輸送方程式を高精度に解く手法は計算コストが高く、特に3次元の一般相対論的輻射磁気流体計算に適用することは容易ではない。そこで本研究では、高精度輻射輸送解法であるVariable Eddington Tensor (VET) 法を実装した一般相対論的輻射磁気流体コードUWABAMI+INAZUMAをGPUにより高速化し、3次元超臨界降着円盤シミュレーションを実施した。CPU計算とGPU計算について、1CPUおよび1GPUあたりの1秒間の計算ステップ数を比較した結果、GPU計算では約10倍高い計算性能が得られた。

本発表では、まず無回転ブラックホールを仮定したVET法による計算結果を、同コードで実装されている近似的輻射輸送解法であるM1法による計算結果と比較する。M1法、VET法のいずれの場合も、ブラックホール回転軸方向のファンネル領域に高速なジェットが形成される。一方で、その速度はVET法では光速の約30%程度であるのに対し、M1法では光速の70-80%程度に達することが分かった。この速度差は、M1法においてファンネル領域の輻射場が非物理的にビーミングされ、輻射力によるジェット加速が過大に評価されるためであると考えられる。実際、ファンネル領域における輻射流束は、M1法ではVET法より最大で約10倍大きくなっており、M1法ではジェット速度だけでなく光度も過大評価される可能性がある。さらに、本発表では回転ブラックホールの場合の結果についても報告する。