

S01a ARTIST コードによるブラックホール時空中での一般相対論的輻射輸送シミュレーション

高橋 劣太 (国立高専機構 苫小牧高専), 梅村 雅之 (筑波大)

ブラックホール周囲の降着流・噴出流での物理過程を理解するためには、湾曲時空中での輻射輸送の効果を正確に把握する必要がある。これは、輻射の効果は降着流・噴出流の力学的構造や熱力学的構造に重要な影響を与えることがある上に、観測量からブラックホール近傍で起こっている物理過程を明らかにする際には輻射場の相対論効果を無視することができないためである。本研究では、ブラックホール時空中での輻射輸送方程式を直接数値計算することで、一般相対論的な光子輻射場を正確に解くことが可能な数値シミュレーション・コード (ARTIST) を開発した。この数値コードでは、位相空間中で定義される不変輝度を直接数値計算することで、光子の放射・吸収・散乱の全ての過程を因果律を厳密に保って解くことが可能である。また、測地線に沿った長特性線法を用いて計算しているため、数値的な拡散がない。光学的に厚い状況では光子散乱の効果を無視することができないが、本コードでは光子の運動量空間積分を直接数値計算することで散乱過程の in-coming 光子と out-going 光子を計算した。また、光学的に薄い状況では光子球の近傍やエルゴ領域内で起こる一般相対論効果を無視することができないが、本コードは過去の一般相対論的レイ・トレーシング計算の結果を全て正確に再現することが可能である。ブラックホール近傍で光が放出される場合には、光子球近傍を回り続ける光子軌道があるために、輻射衝突が起こり続けるが、本コードではこれらの輻射衝突も計算することができることを確認した。講演では、本コードで用いている計算アルゴリズムと光子の放射・吸収・散乱の効果を含んだ複数のテスト計算の結果を紹介する。