

S14a 相対論的流体中での光子多重散乱効果

高橋 芳太 (国立高専機構 苫小牧高専)、梅村 雅之 (筑波大)

銀河中心ブラックホール周囲の降着流・降着円盤・噴出流における輻射流体のエネルギー・運動量の物理状態やその電磁波の観測量への応答を理解するためには、位相空間での光子輻射場の輝度分布を正確に把握する必要がある。時間発展する輻射流体中での光子輻射場を計算するには、光子の放射・吸収・散乱を考慮した輻射輸送方程式を数値的に解く必要があり、講演者らは湾曲時空中での輻射輸送方程式を直接数値的に計算する手法として ARTIST 法を提案した (Takahashi & Umemura, 2017, MNRAS, 464, 456)。この手法は、光学的に薄い状況では、位相空間中の部分的な輝度を解く手法である一般相対論的レイ・トレーシング法の結果を完全に再現し、光子の放射・吸収・散乱の効果も取り入れることができるのであるが、光子多重散乱による相対論的な拡散を正確に計算することが課題となっていた。

流体静止系で見た輻射流体中における光子多重散乱現象では、散乱回数が少ない状況（光学的に薄い状況）では光子の情報は光速に近い速度で伝播する。一方、多重散乱が激しく効く状況（光学的に厚い状況）では拡散速度で伝播する。更に、相対論的速度で運動する流体中での光子多重散乱では、ローレンツ・ブーストの効果も加わり、これらを全てを同時に完全に記述する結果は知られていなかった。今回、任意の速度で運動する流体中で、任意回数の多重散乱（任意の光学的厚み）に対する光子の時空中での確率密度関数を記述する解析解を得ることにできた。この解析解は、相対論的流体中での光子多重散乱のモンテカルロ・シミュレーションの結果を完全に再現し、シミュレーションでは数値精度的に計算が困難な領域に対しても統計的な誤差のない結果を与えることが確認された。今回得られた結果の応用例についても講演する予定である。