

S01a 相対論的流体中での因果律を保った光子多重散乱効果

高橋 勇太 (国立高専機構 苫小牧高専), 梅村 雅之, 大須賀 健, 朝比奈 雄太 (筑波大学)

ブラックホール天体中の降着円盤や噴出流、相対論的宇宙ジェット、巨大ブラックホール形成過程など様々な現象を研究する手段として、相対論的輻射輸送計算や輻射流体シミュレーションが用いられている。また、相対論的ボルツマン方程式を直接数値的に解く大規模数値シミュレーションも実行されている。ところが、現時点で相対論的流体中での光子多重散乱の効果因果律を厳密に保った形でシミュレーションに取り入れる手法が確立していない。

本研究では、相対論的流体中での光子多重散乱の集団的振る舞いを記述する確率密度関数の解析解が得られたので報告する。過去の学会発表において、一部に数値積分が必要な準解析解について公表したが、今回、解くべき積分を全て解析的に解くことに成功した。これにより、途中で数値計算を含まない解析解を得ることができた。得られた解は完全な解析解であるので、任意の数値精度で光子多重散乱の効果因果律を記述することが可能となる。時空中で得られている解であるので完全に因果律を保存する。また、この解は、相対論的モンテカルロ・シミュレーションの結果を完全に再現するだけでなく、シミュレーションで高精度計算が困難な領域においても誤差ゼロの解を与える。過去の学会発表において、光学的に薄い状況を正確に解く手法である一般相対論的光子ボルツマン方程式ソルバー ARTIST について発表したが、今回得られた解を一般相対論的光子ボルツマン・シミュレーションに組み込むことで、光学的に薄い領域だけでなく、光学的に厚い領域も含む任意の光学的厚みを持つ領域において厳密な光子散乱の効果を取り入れることが可能となる。講演では、今回得られた光子多重散乱の解析解の性質の他、将来的な研究と展望についても発表する。