

S24a 相対論的流体中から放出された光子の多重散乱効果

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, 竹田 麟太郎, 高橋 幹弥 (筑波大学), 川中 宣太 (京都大学)

相対論的宇宙ジェット、パルサー近傍における高エネルギー粒子の伝搬、ブラックホール降着流や噴出流など多様な天体現象の理解に至る過程の中で、流体中における粒子の多重散乱の効果を正確に計算する必要がある。ブラックホール天体などの場合には、研究手段として相対論的な輻射輸送シミュレーションや輻射流体シミュレーションが用いられ、一般相対論的輻射輸送方程式を位相空間中で直接解く試みも実行されている。ところが、これらの計算において、粒子の多重散乱を因果律を保った形で厳密に取り扱う手法が存在しないだけでなく、既存の手法の一部は因果律を破り、非物理的な側面があることも知られている。

この問題を解決するために、我々は相対論的流体中において散乱を繰り返す光子の時空中の存在確率を記述する確率密度関数の解析解を導出した (2022 年春季年会)。この解は、時空中の光子の存在確率分布を与える解であるので因果律を完全に保存する。また、相対論的流体中の光子散乱のモンテカルロ・シミュレーションの結果も再現し、シミュレーションで解くことが困難な領域においても計算に用いている数値精度の解を与える。これまでの研究では、多重散乱光子の確率密度関数がある時刻に瞬間的に放出される光子に対してのみ計算されていた。今回の研究では、光子数保存の記述と実際の数値シミュレーションに必要な光子数密度フラックス (4 元ベクトル) の解析解に拡張した。また、より現実的な状況を計算するため、時空中で連続的に光子が放射される光源に対し、放射後の多重散乱光子の時空中の分布を記述する方向にも拡張することができた。講演では、今回得られた解の性質の他、将来的な研究と展望についても発表する。