

S40a 相対論的流体における因果律を保った光子多重散乱の効果

高橋 勇太 (国立高専機構 苫小牧高専)、梅村 雅之 (筑波大)

ブラックホール降着流や噴出流、相対論的ジェットなどの天体現象を理論的に理解する際や観測データを解釈する際に、光子輻射場の効果を正確に把握することが必要となる。我々が過去に開発した一般相対論的光子輻射輸送コード ARTIST では、一般相対論的ボルツマン方程式を直接数値計算することで動的な光子輻射場を計算することが可能である (Takahashi & Umemura, 2017)。ARTIST コードでは、光子の放射・吸収・散乱の効果を取り入れることが可能であり、光学的に薄い状況では GR ray-tracing 計算の結果をきれいに再現することが可能である。一方、散乱に関しては、光学的厚みが大きい場合には、因果律を保った形で多重散乱を扱う方法は知られていない。これは、有限の時間間隔で実行される大局的な数値シミュレーションにおいて、各時間ステップで多重散乱光子の運動量がどのように時空中に再配置されるのか理解されていないためである。今回、この問題を解決するために、相対論的流体中での光子多重散乱を実現するモンテカルロ計算コードを開発し、相対論的流体における因果律を保った光子多重散乱の効果の解明を試みた。コードでは、ローレンツ因子が 0 から 1000 程度までの 3次元流体中の光子測地線を計算することで、光子多重散乱過程を再現した。計算結果を全て時空図上で理解することにより、光子輻射場のマクロな性質も因果律を保っていることが確認された。これらの計算により、因果律を保った相対論的光拡散を理解する簡単な枠組みを得ることができた。過去の研究で報告された結果の中には因果律を破っているものが存在すること、今回のシミュレーション結果の一部は解析的に書くことができ、これらは大局的な輻射輸送シミュレーションにおいて、因果律を保った多重散乱の効果を取り入れる際に有用となりうること、などの知見を得ることもできた。これらの結果も合わせて報告する。