

W15c Boltzmann 法によるカー・ブラックホール近傍の輻射輸送

小川拓未, 朝比奈雄太, 大須賀健 (筑波大学), 高橋博之 (駒澤大学)

光子 Boltzmann 方程式を直に解く一般相対論的 6 次元輻射輸送計算コードを開発し、輻射スペクトルや観測イメージといったブラックホールの観測的性質の解明を目指すのが本研究の目的である。特に、ブラックホール近傍には高温プラズマが存在するため、コンプトン散乱による輻射とガスの密接な相互作用が、観測的性質だけでなく、ガスダイナミクスにも影響を与える。多重コンプトン散乱を精緻に扱うことも本研究の特徴である。

現在、多くの研究で行われている輻射流体計算では Boltzmann 方程式を直接解くような方法ではなく、そのモーメント方程式を解く手法 (FLD 法や M1 法など) が採用されている。また、降着円盤の円盤風やジェットなどの高温アウトフロー領域において特に非常に重要になるコンプトン散乱も振動数依存性や方向依存性を仮定して近似的に解く手法が採用されている。これらの近似は必ずしも正確とは言えないにも関わらず、それらの妥当性の検証は未だになされていない。また、輻射の振動数依存性が考慮された輻射流体計算も未だ発展途上にあり、振動数依存性がガスのダイナミクスにどれほど影響を与えるのかということも不明瞭なままである。

そこで我々は、振動数依存性を考慮した一般相対論的輻射流体力学計算を実現するための第一歩として、Boltzmann 方程式に従って輻射を解き、かつ多重コンプトン散乱を解くことができる一般相対論的輻射輸送計算コードを開発した (2021 年度春季年会 W44a にて発表)。今回は Boltzmann コードをさらに改良し、カー・ブラックホール近傍における輸送計算を行えるように拡張した。本講演ではブラックホールスピンのある場合の輻射輸送のテスト計算の結果を示す。特に、カー・ブラックホール近傍では光子の飛ぶ方向によりエネルギーシフトの大きさが異なり、光子エネルギーの半径依存性は複雑なものとなるが、これもテスト計算で解析解を再現することができた。