

S05a            **ボルツマン方程式による一般相対論的輻射輸送シミュレーション**

高橋 芳太 (苫小牧高専), 梅村 雅之 (筑波大)

本研究では光子ボルツマン方程式 (輻射輸送方程式) を直接数値計算することにより、ブラックホール時空中での一般相対論的な光子輻射場を計算した。このために位相空間 (位置空間と運動量空間) で定義される不変輝度 (invariant intensity) を直接数値計算した。計算は位相空間を全て満たすように張られたメッシュを用いて行い、このメッシュ上でボルツマン方程式 (輻射輸送方程式) を数値的に解いた。この際、ブラックホール時空中での光の測地線を計算する必要があるが、測地線に沿った積分の定数が数値計算の精度の範囲内で一定に保たれているものを用いた。次に、直接、数値的に計算した不変輝度を運動量空間で積分 (つまり、エネルギー積分と方向積分) することにより、輻射輸送テンソルの全成分を計算した。つまり、今回の計算では過去の輻射輸送計算で用いられているような closure relation を仮定する必要がない。

以上の数値コードを用い、複数のテスト計算を行った。計算はすべて回転ブラックホール時空中で行った。ブラックホール時空として定常回転ブラックホールであるカー時空を仮定し、ホライズンに座標特異性のないカー・シルド座標を用いた。ブラックホールの背景から来る光子場の伝搬を解く問題 (シャドウ・テスト)、光子波面の伝搬を追う問題、ブラックホールを中心に周回するホット・スポットからの光子場を解く問題などを解いた。光子波面伝搬の問題は過去の ray-tracing 計算 (Hanni 1997, Takahashi et al. 1990) で解かれている問題であり、ブラックホール時空中での光の湾曲、厳密に光速での波面の伝搬や輻射の衝突などをテストできる問題である。今回のシミュレーションでは ray-tracing 計算の結果を再現することができ、全て問題なく解くことができた。