

## ボルツマン方程式を解く降着円盤のGR-RMHDシミュレーション

朝比奈雄太(筑波大学)

利用カテゴリ XC-B+

宇宙ジェット形成機構を明らかにするために、長年にわたりブラックホール降着流の計算が実施されてきた。ジェットの加速には輻射圧、収束には磁場が重要な役割を果たしていると考えられており、ブラックホール近傍の現象であるため一般相対論的な効果も無視できない。そこで、ジェットの形成機構の解明には一般相対論的輻射磁気流体(GR-RMHD)計算を実施する必要がある。現在は、計算コストを低く抑えるために、輻射輸送を近似的に解くFlux Limited Diffusion (FLD)法や1次モーメント(M1)法を用いたGR-RMHD計算が主流となっているが、このような近似手法では光の交差や光学的に薄い領域での輻射場を正しく取り扱うことができない。そこで我々は、より正確に輻射を扱うために、ボルツマン方程式を解くことで得られた輻射強度からEddington tensorを求める、いわゆるVariable Eddington法を用いたGR-RMHD計算を実施した。これにより、輻射をより正確に取り扱ったジェット加速領域のシミュレーションを実施することができる。

2018年度に開発したボルツマン方程式を解くGR-RMHDコード(INAZUMAコード)を、2019年度は超臨界降着流に適用した。左下図はM1法の結果、右下図は新解法の結果を表している。それぞれ、左にEddington tensorの $rr$ 成分、右に $\theta\theta$ 成分を表している。光学的に厚い領域では両者の手法に大きな違いはないが、光学的に薄い回転軸周囲の領域で違いが現れている。M1法では回転軸付近のエディントンテンソルの $rr$ 成分が高くなっており、これは降着流からの輻射が回転軸付近で非物理的な衝突を起こし、輻射の伝播方向が動径方向に曲げられたためだと考えられる。我々の手法ではこのような非物理的な衝突は起きていない。また、初期トーラスの密度を変えた計算も実施しており、輻射輸送の計算法によって質量降着率が最大で10倍程度変化することを示した。さらに、ブラックホールのスピンパラメータを変化させたモデルの計算にも着手した。現在、INAZUMAコードの開発についてまとめた論文をApJに投稿中である。

