

## 3次元輻射流体シミュレーションによる

### ラインフォース駆動型円盤風の構造とキューサー吸収線の起源の解明

野村真理子(お茶の水女子大学)

利用カテゴリ SX9MD

一部のキューサーの輻射スペクトルに発見された、中間電離状態の金属元素による青方偏移した幅の広い吸収線[Broad absorption line (BAL)] を説明するモデルとして、ラインフォース駆動型円盤風モデル(Proga et al. 2000, 2004 Risaliti & Elvis 2010)が提案されている。これは、降着円盤表面の金属元素が、円盤から放射されたUV 光子を、束縛-束縛遷移で吸収する際に受ける力(ラインフォース) によって噴出する円盤風であり、加速と電離状態を同時に説明できるため、非常に有力なモデルである。しかしながらこれまでの研究は全て2次元軸対象を仮定した計算であり、近年の詳細な観測によって発見された吸収線の時間変動(Misawa et al. 2010)が説明できない。吸収線の時間変化は、円盤風が定常ではなく激しく時間変動していること、もしくは、非軸対称な構造(例えば無数のガス雲)が存在し、それが視線を横切っていることを示唆している。従ってこの問題を解決するためには円盤風の3次元構造と時間発展を調べる必要不可欠なのである。

私は、吸収線の時間変動の起源を解明し、円盤風の構造やダイナミクスを詳細に調べるため、SX-9を利用し、ラインフォースを考慮した空間3次元の輻射流体シミュレーションを行う予定である。その準備段階として昨年度は、3次元の輻射流体シミュレーションコードの作成を、SX-9および解析サーバan03で行った。コードの概要を簡潔に述べる。ラインフォースを厳密に解くには、振動数依存型の輻射流体計算が必要であるが、計算量が膨大(空間3次元+光線の方向2次元+振動数1次元の合計6次元計算)となってしまうため、作成したコードでは最初のステップとして幾つかの工夫を凝らして計算量を抑えている。工夫の内容を簡潔に述べる。(1)X線とUVの2色にしぼり、輻射輸送の計算量を抑える。X線は金属の光電離を引き起こし、UVによるラインフォースの強さに影響を与えるため、X線とUVを分けて扱うことは問題の本質にかかわる。これ以上の簡略化はできない。(2)ラインフォースの方向依存性を無視する。ドップラー効果のため、ラインフォースは厳密には光線方向の速度勾配に依存する。しかし、陽には方向に依存しない実効的な速度勾配で代用することで、大幅に計算量を抑えることができる。以上のような近似を用いて、輻射輸送、輻射による加熱・冷却、光電離、ラインフォース込みの輻射力を解きつつ、流体計算を行う。ここで説明したラインフォースの計算コードはこれまでの私の研究で開発済みである。これを和田桂一氏(鹿児島大)が開発した3次元流体コードであるHD3D.\* (メッシュ法)の輻射流体コード版RHD3D.\*に組み込むことで3次元輻射流体シミュレーションコードを構築した。既に解析サーバan03でのテスト計算に成功している(図1)。

私は本年度もSX-9のユーザーであり、今後はコードのベクトル化率、並列化率を上げ、さらに解像度を上げた本格的なシミュレーションをSX-9で行う予定である。

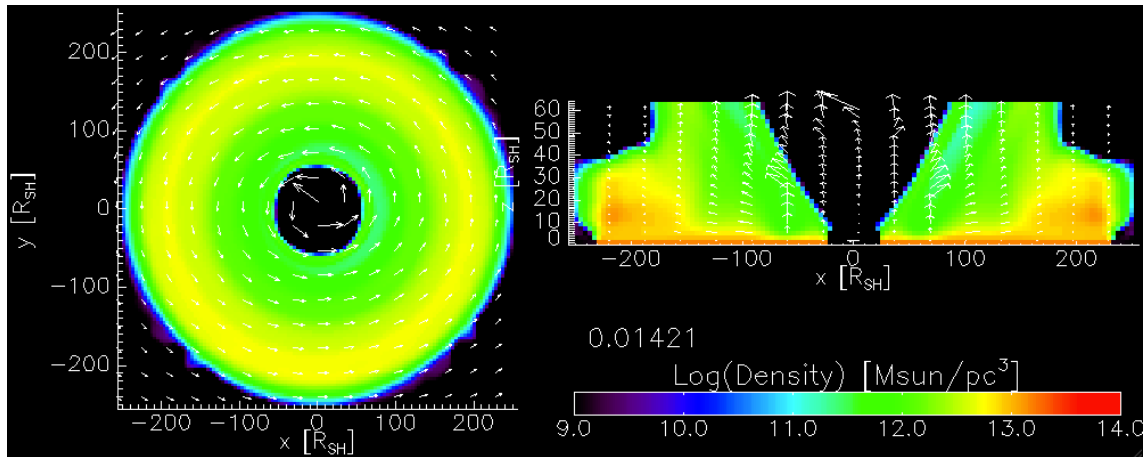


図1 (テスト計算例)  $10^7 M_{\text{sun}}$  のブラックホール周辺のガス円盤の密度分布。中心からの輻射力により、アウトフローが形成されている。