

## X線連星における円盤風の放射流体シミュレーション

都丸 亮太 (東京大学)

利用カテゴリ XC-trial, XC-MD

ブラックホールや中性子星の降着円盤から、外向きにプラズマが噴出する降着円盤風の存在が示されており、その駆動機構が重要な研究対象となっている。円盤風の存在は、X線スペクトル中に見られる、青方偏移した高電離イオンからの吸収線により示されているが、そのような吸収線をつくる円盤風がどのように噴出しているのかはよくわかっていない。

観測的によく考えられているのは、磁気駆動、熱駆動である。近年では、磁気駆動型円盤風の研究に重きが置かれている。これまでの研究では、大局的に特殊な磁場構造を仮定することで、その磁場に沿って動く円盤風の密度分布や速度分布を計算し、いくつかの観測スペクトルを説明することができている。しかしながら、磁場は観測不可能であるため、そのような磁場構造が存在しているのかはわからない。一方、熱駆動型円盤風はコンパクト天体近傍からのX線が円盤表面を加熱し、ガスの熱エネルギーが重力ポテンシャルを超えることで、円盤風が発生するというものである。X線は観測されているので、このモデルに必要なことは、ガスの熱エネルギーが重力ポテンシャルを超えるような領域を持つ大きな降着円盤の存在であり、より物理的に可能性十分であるといえる。

われわれは、この熱駆動型円盤風が、観測で得られる速度を再現するのかを明らかにするため流体シミュレーションを行った。シミュレーションでは、軸対称2次元球座標を用い、原点に重力源と等方的な放射点源を置く。さらに、赤道面にケプラー回転する円盤を常に置くことで、円盤から出てくる円盤風のシミュレーションを行う。このシミュレーションのために、放射点源による加熱、冷却率の計算コードを独自に開発し、流体部分に組み込んだ。ここで考慮した物理プロセスは、コンプトン散乱・逆散乱と、bound-bound, bound-free, free-bound, free-free である。また、bound-bound, bound-free, コンプトン散乱による減光とそれらによる放射力を計算するコードも同様に組み込んだ。これらのコードを用いて、放射力を含まない熱駆動型円盤風と、放射力を含んだ熱-放射駆動型円盤風のシミュレーションを実行した (図1)。

シミュレーションの結果、放射力を含まない熱駆動型円盤風では観測の速度に届かないが、散乱, bound-bound, bound-free による放射力, 減光を考慮すると、観測と同等の速度を得ることが明らかになった。したがって、観測されている円盤風は磁場による寄与が小さいと考えられる。

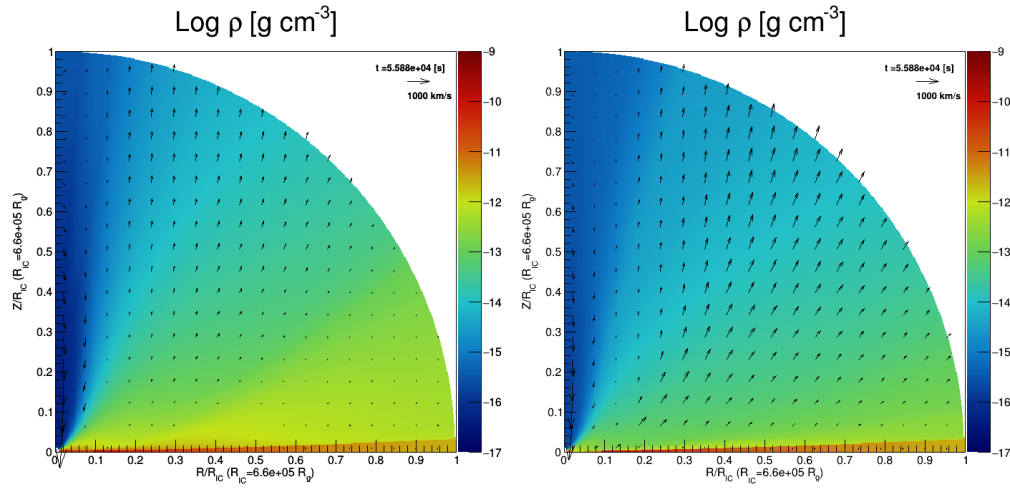


図 1: 左: 放射力を含まない熱駆動型円盤風の密度分布。右: 放射力を含んだ熱-放射駆動型円盤風の密度分布。矢印は、速度場を表す。放射力を含んだもののほうが速度が大きくなっている。

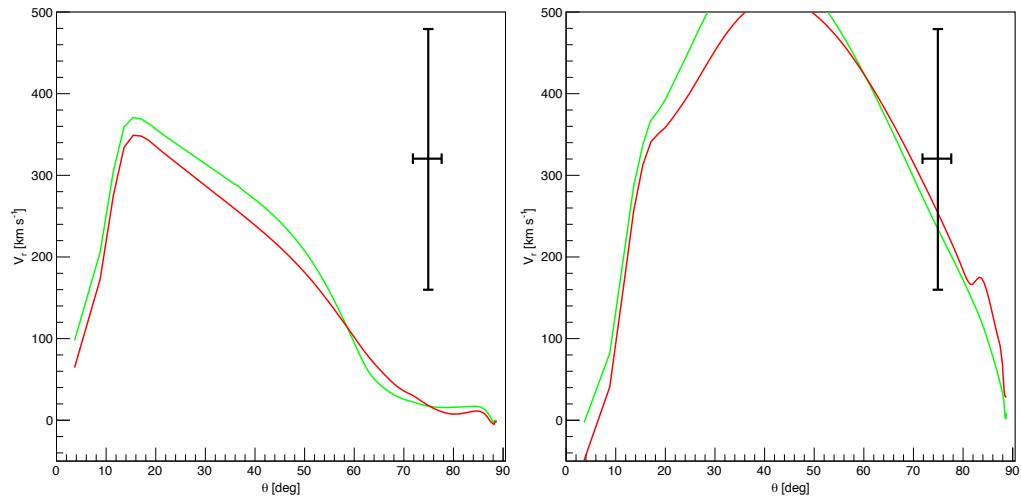


図 2: Fe XXVI (赤) と Fe XXV (緑) の柱密度で重み付け平均した速度。左: 放射力を含まない熱駆動型円盤風。右: 放射力を含んだ熱-放射駆動型円盤風。図のエラーバーが観測値 (縦軸の速度は Miller et al. 2006, 横軸の角度は Steiner et al. 2012 によるもの)。