

宇宙ジェットの磁気流体力学数値シミュレーション

工藤哲洋(国立天文台：現在 University of Western Ontario)

カテゴリーB htk10b

1. 磁気流体アウトフローはセルフコリメーションするか？

降着円盤から噴出する磁気流体アウトフローのコリメーションを調べるため、これまでよりも大きな計算領域をとり、長時間の計算を行なった。図1にアウトフローが十分発達した後(円盤の内縁が5回転くらいした後)の、密度分布と磁力線をプロットした。回転している円盤からアウトフローが生じるため、回転によって磁場がねじられ、磁場のトロイダル成分(B_ϕ)が生じている。図2に、図1の断面上でのアウトフローの流線(白い線)とねじれ磁場が作る電流線(赤い線： $\nabla \times B_\phi$)をプロットした。流線は、軸方向に緩やかにコリメーションしている。一方、電流線は流線に対して斜め上方から流れ込んでいる。従って、流れに働く磁気ローレンツ力($\mathbf{J}_p \times \mathbf{B}_\phi$)は流れを加速しコリメーションする方向である。磁気流体アウトフローは、回転によって生じた磁場のトロイダル成分(B_ϕ)の作る磁気ローレンツ力でセルフコリメーションし、なおかつそのローレンツ力で加速されていることがわかった。

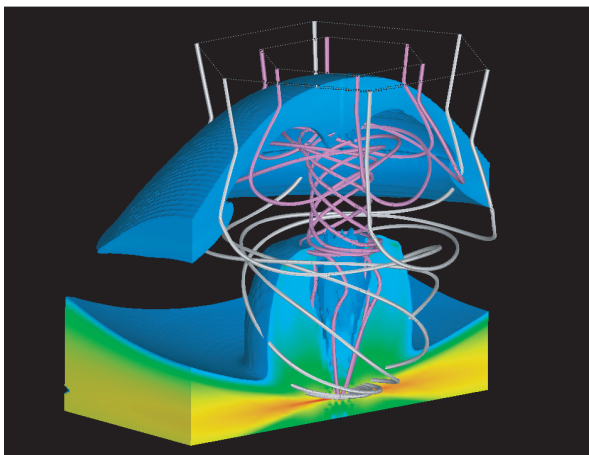


図1：密度分布と三次元空間における磁力線

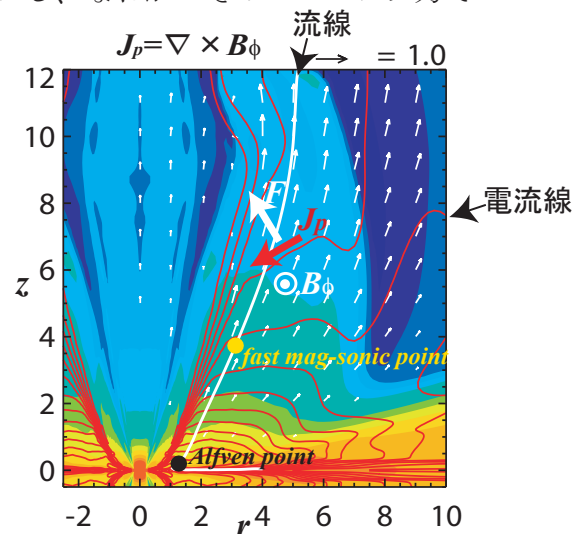


図2：密度の断面上に流線(白線)と電流線(赤線)をプロットしたもの。ねじれ磁場(B_ϕ)は紙面向こうから手前に向かっていている。

2. 非常に弱くて局所的な磁場を持った円盤からジェットは生成するか？

これまでの宇宙ジェット生成の研究では、初期に円盤を貫く大局的な磁場を仮定していた。しかし、大局的ではなく、円盤に局所化した磁場しか存在していない場合にもジェットは生じるだろうか。それを調べるため、初期に非常に弱い磁場(磁気圧がガス圧の1000分の1程度)を円盤の中だけにおいて、その後の時間発展を調べた。

その結果、初期の磁場が非常に弱い場合でも、円盤が1-2回転するあいだに、回転によって磁場は引き伸ばされて強いトロイダル磁場(B_ϕ)が生じた。生じたトロイダル磁場は磁気圧によって、円盤の表面に浮上し($t=10$)、その後円盤の表層とともに、円盤の外部にまで膨張した($t=13$)。膨張した磁場は、そのトロイダル成分のピンチ力によって、細長い構造を作りながら膨張を続け、ジェット構造を形成した($t=15-20$)。

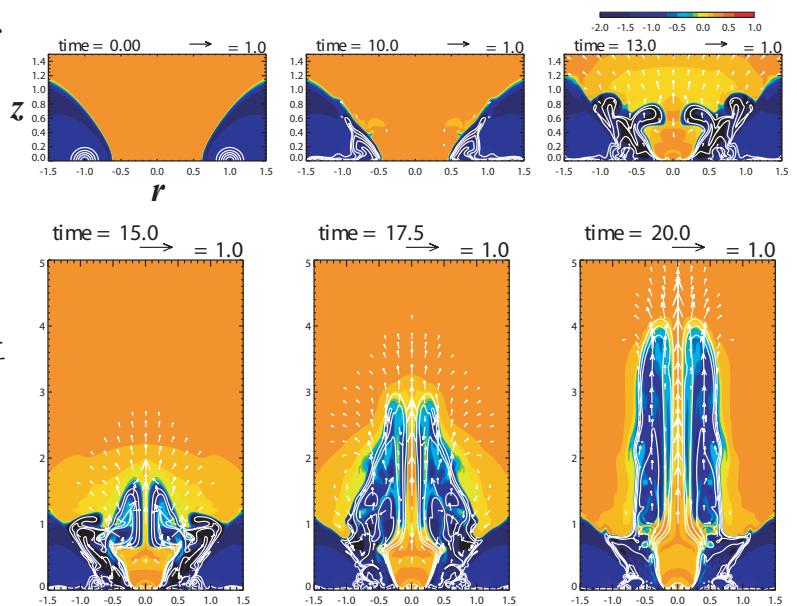


図3：温度分布の断面図とその断面図上での磁力線の時間変化。 $t=20$ は円盤が約3回転に相当する。