

3次元MHD多重格子シミュレーションによる連星系とアウトフローの形成の研究

町田正博 (千葉大)、松本倫明 (法政大)、富阪幸治 (国立天文台)

1 Introduction

観測される星の7割は連星である。原始星を観測するとこの割合はさらに高くなり、ほぼ全ての星が連星または多重星で誕生すると考えられている。従って星形成を考える上で、今まで数多く行われてきたような単独星の形成を考えるよりも連星としての誕生を考えるほうがより現実的である。他の観測から星形成の母体となる星間分子雲は磁化され、回転していることが分かっている。また星形成領域ではアウトフローが一般的に観測されているが、これらは磁場によって駆動されていると考えられている (Tomisaka 2003)。よって、星形成を考える上で磁場、回転の影響も正確に取り入れる必要がある。現在までに磁場を考慮しない場合の研究は Matsumoto & Hanawa(2003) 等数多く行われている。しかしながら磁場を考慮した研究は Boss (2002) や Nakamura & Li (2003) などがあるのみで、それぞれ磁場を近似的に取り入れる、thin disk 近似を用いているなどの問題がある。そこで我々は、磁場の影響を正確に取り入れた3次元計算を行った。このような3次元MHDによる連星形成の計算を行ったのは我々が最初である。

2 Model

中心密度 $\rho_c = 10^2 \text{ cm}^{-3}$ で円柱状のガスに軸に平行な磁場と垂直な平面内に回転を与えた。このとき動径方向には平衡状態にある。また密度に軸対称揺らぎと非軸対称な揺らぎを与えた。磁場、回転、非軸対称揺らぎの大きさパラメータとして、130通りの計算を行った。計算は、 $128 \times 128 \times 32$ のグリッドを最大で17段用意し、中心部の密度が上昇すると新たにグリッドを生成するようにした (詳しくは Machida et al. 2004)。

3 Results

原始星が持つ磁場と回転の強さを調べるために、初期の分子雲の磁場、回転がどのように変化するか調べたところ、分子雲の磁場と回転は、等温収縮期に以下の値に収束することが分かった。

$$\frac{\omega_c^2}{0.2 \times (4\pi G \rho_c)} + \frac{B_{zc}^2}{0.36 \times (8\pi c_s^2 \rho_c)} = 1 \quad (1)$$

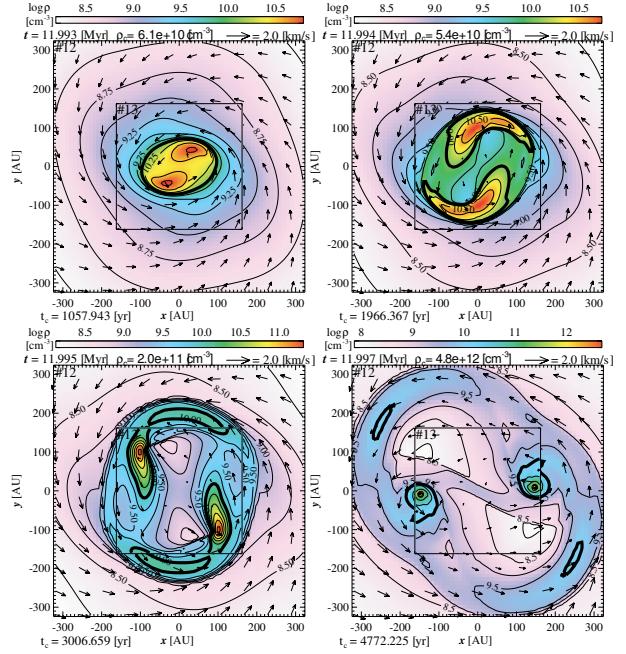


図 1: リング分裂の典型例: $(\alpha, \omega, A_{m2}) = (0.01, 0.5, 0.01)$. 4枚の図はそれぞれファーストコア形成後 1058 年、1966 年、3006 年、4774 年の $z=0$ 平面での形状を表している。擬似カラー、コントアは密度、矢印は速度ベクトルを意味する。

ここで、 ω_c 、 B_{zc} 、 ρ_c は、それぞれ、中心部での角速度、磁場強度、密度を表す。

収縮が進み、星間分子雲の持つ磁場と回転の大きさが (1) の値に達すると、衝撃波を発生し中心部のコアが振動する。また、ファーストコア形成後、十分薄い円盤になり、 $\omega/(4\pi G \rho) > 0.2$ 以上のもののみが分裂する。

分裂には、リング分裂とバー分裂の2タイプがある。リング分裂 (図 1) は、分裂片が持つ軌道角運動量が大きく、自転角運動量が小さい。バー分裂は、リング分裂とは逆に軌道角運動量が小さく、自転角運動量が大きいなどの特徴がある。従って、リング分裂の場合は自転角運動量が小さいために分裂片からのアウトフローが弱い、軌道角運動量が大きいために合体しにくく連星になりやすい。バー分裂の場合は、自転角運動量が大きいために強いアウトフローが駆動されるが、軌道角運動量が小さいため合体して単一の星になりやすいなどの特徴があることが分かった。