

3次元 MHD シミュレーションによる星間磁気雲の収縮過程

町田正博(北大)、富阪幸治(天文台)、松本倫明(法政大)

1.INTRODUCTION

星間分子雲から星形成の過程を、3次元 MHD 多層格子シミュレーションを用いて研究した。本研究では、緩やかに回転している円柱状に平衡状態にある星間磁気雲を初期状態として、回軸軸に対して平行に対称な揺らぎを入れた場合。また、非軸対称な揺らぎを入れた場合の2通りのシミュレーションを行った。

その結果、どちらの揺らぎを入れた場合も、暴走的収縮期を経て中心に断熱コアの形成が確認され、その後コアの成長に伴ってアウトフロー現象が確認できた。コアの成長はどちらの揺らぎを入れた場合もそれ程の違いがなかった。しかし、軸対称揺らぎの場合のアウトフローは中心のディスクから球対称に出現するのに対し、非軸対称揺らぎの場合は中心に形成されたバーの垂直方向を中心複雑な形状でアウトフローが起こる事が分かった。軸対称に比べ、非軸対称の揺らぎの方が、中心の密度が低い段階でアウトフローが起こる事が分かった。また、軸対称、非軸対称揺らぎについて、それぞれ、断熱コアの成長率、放出される質量の時間進化、アウトフローの密度進化等を導出する事が出来た。

2.MODEL & INITIAL CONDITIONS

シミュレーションは、3次元 MHD nested grid 法を用いた。

- ◆ 流体部分の計算—Roe 法
- ◆ 重力計算—Multi Grid 法
- ◆ 等温・断熱過程—ポリトロープ

緩やかに回転している星間磁気雲の初期条件として以下の値を使用した。

- ◆ 密度： $\rho = 10^5 \text{ cm}^{-3}$

- ◆ 温度： $T = 10 \text{ K}$
- ◆ スケール： $1.6 \times 10^{-2} \text{ pc}$
- ◆ 磁場・回転パラメータ： $\alpha = 1.0 \quad \Omega c = 0.1$

3.RESULTS

軸対称揺らぎ、非軸対称揺らぎどちらの場合も断熱コア形成後、アウトフローが確認された。コア形成後、およそ 10^3 yr (コアの密度 $\sim 10^9 \text{ cm}^{-3}$) からアウトフローが確認され、時間と共に成長していく。Fig1 は、断熱コアが形成されてからのコアの質量の進化を表している。横軸は断熱コアの中心密度を表す。この図より、どちらの揺らぎを入れた場合も断熱コアは同様の進化をする事が分かる。Fig2 は、断熱コアから放出される質量の時間進化を表す。この図より軸対称揺らぎの方非軸対称揺らぎと比べてコア形成後、短時間で質量放出が起こることが分かった。

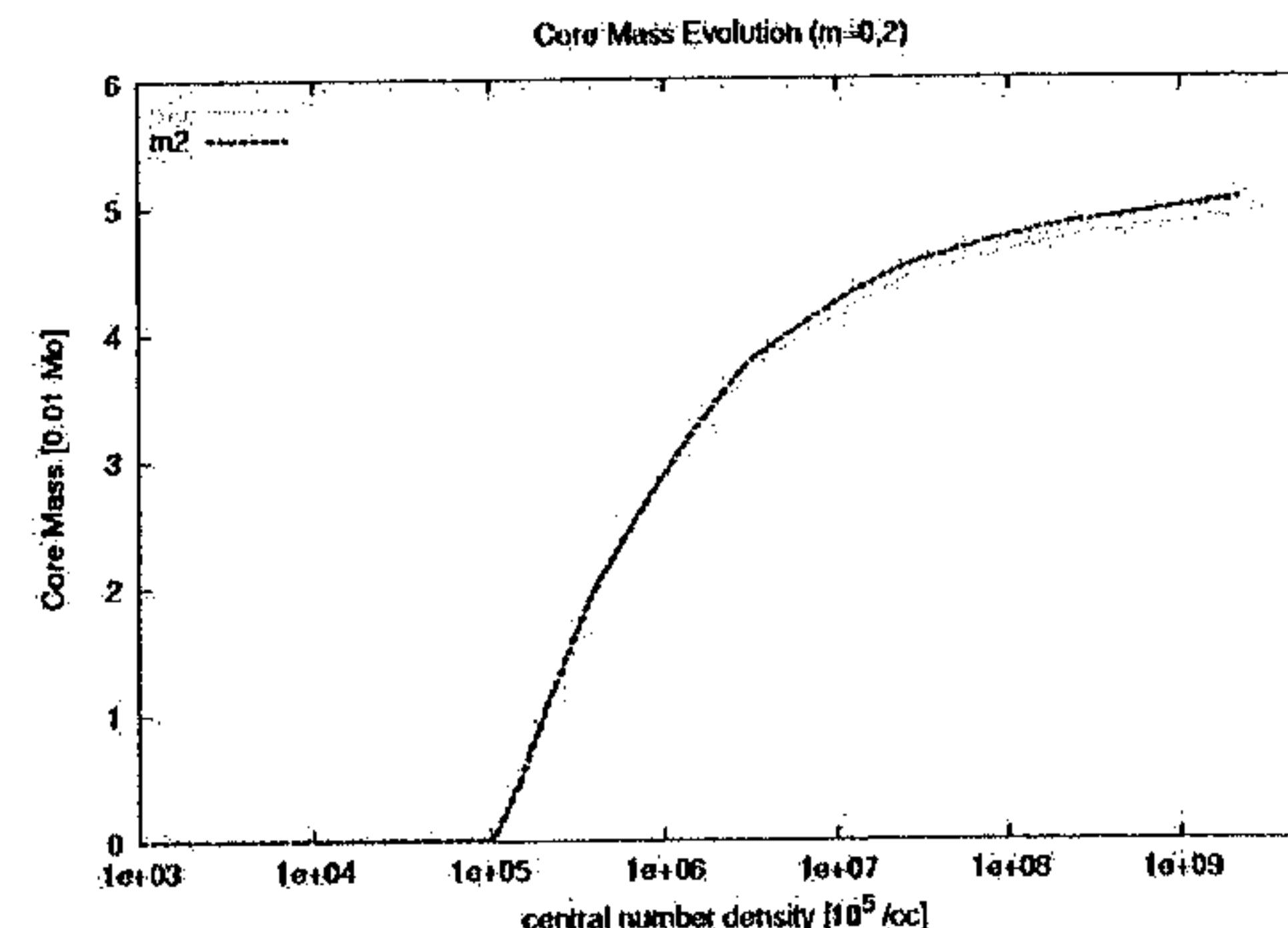


Fig.1 core mass の密度進化

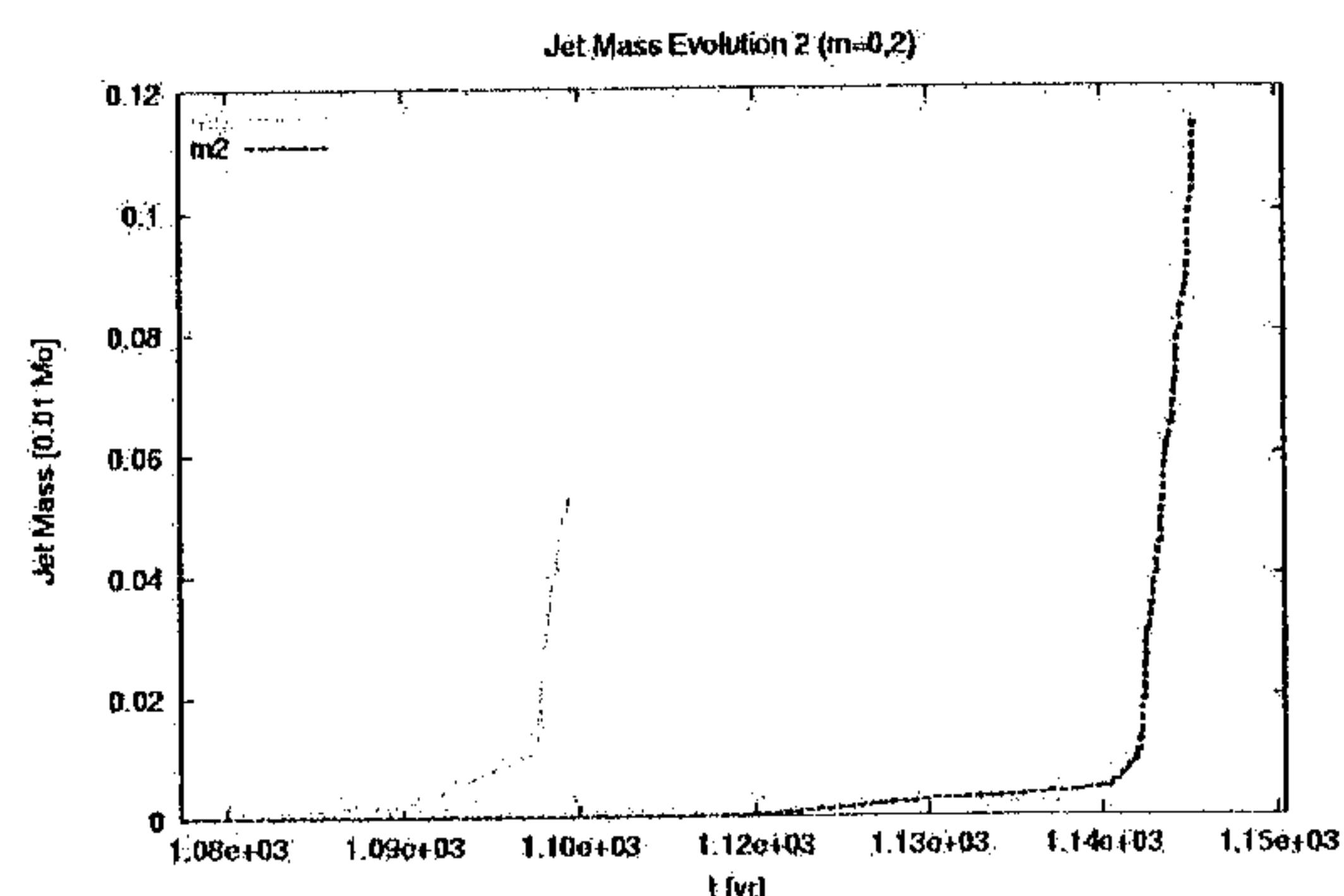


Fig.2 jet の時間進化