成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

- Machida, M. N., Inutsuka, S.-i., and Matsumoto, T. (2007) "Magnetic Fields and Rotations of Protostars", ApJ, 670, 1198-1213.
- Machida, M. N., Inutsuka, S.-i., and Matsumoto, T. (2008) "High - and Low - Velocity Magnetized Outflows in the Star Formation Process in a Gravitationally Collapsing Cloud", ApJ, 676, 1088-1108.
- Muto, T., Machida, M. N., and Inutsuka, S.-i. (2007) "The Effect of Poloidal Magnetic Field on Type I Planetary Migration: Significance of Magnetic Resonance", ApJ, in press (arXiv:0712.1060)
- Machida, M. N., Omukai, K., Matsumoto, T., and Inutsuka, S.-i. (2007) "Conditions for the Formation of First-Star Binaries", ApJ, in press (arXiv:0711.0069)
- Machida, M. N., Tomisaka, K., Matsumoto, T., and Inutsuka, S.-i. (2007) "Formation Scenario for Wide and Close Binary Systems", ApJ, in press (arXiv:0709.2739)
- Machida, M. N., Matsumoto, T., and Inutsuka, S.-i. (2008) "Magneto-Hydrodynamics of Population III Star Formation", submitted to ApJ (arXiv:0803.1224)
- Machida, M. N. (2008) "Binary Formation in Star-Forming Clouds with Various Metallicities", submitted to ApJL (arXiv:0802.4380)
- Machida, M. N., Kokubo, E., Inutsuka, S.-i., and Matsumoto, T. (2008) "Angular Momentum Accretion onto a Gas Giant Planet", submitted to ApJ (arXiv:0801.3305)

成果の概要： 収縮中の分子雲コア内での連星形成条件の解明

町田正博 (京都大)、松本倫明 (法政大)

1　概要

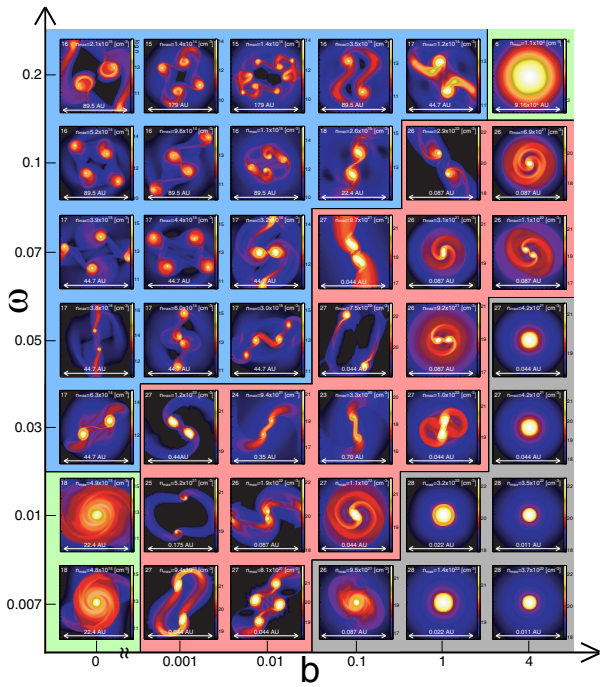
数多くの観測から主系列星の約 60-80%が連星系であることが分かっている。また、星形成領域では、連星率が 80%を超える。これらの観測は、星は連星として誕生することを示唆している。従って、一般に星の母体となる分子雲コアが収縮の途中で分裂を起こして連星系に進化すると考えられている。過去に行われた数多くの数値計算は、分子雲コア中でファーストコア形成後に分裂が起こり連星を形成することを示している。また、これらの連星は 10-100 AU 程度の遠隔連星になることが分かっている。しかしながら、連星全体の 1/3 を占める 1AU 以下の近接連星の形成については、ほとんど理解されていない。また、分子雲コア中では、磁気エネルギーが重力エネルギーとほぼ同等に存在しており、ガス雲の収縮中にローレンツ力が重要な役割を果たすと考えられている。この研究では、初期にガス雲が持つ磁気・回転エネルギーと揺らぎの大きさをパラメータとして、分子雲コアから原始星が形成するまでの数値シミュレーションを行った。

2　モデル

初期状態として Bonner-Ebert Sphere を採用して、この球に回転と磁場を与えた。初期の中心の数密度を 10^4 cm^{-3}、温度を 10K として計算を行った。分子雲コアが崩壊して、中心密度が $\sim 10^{11}$ cm^{-3} に達するとファーストコアが形成する。その後、中心密度が上昇するとオーム拡散により中心で磁場の散逸が起こる (Nakano et al. 2002, Machida et al. 2007)。我々はこの効果を計算に取り入れるために resistivity を密度と温度の関数としてコードに実装した。計算は、128×128×8 のグリッドを最大で 30 段用意し、中心密度が増加してジーンズ条件が破れる前に新たにグリッドを生成するようにした。

3　結果

計算の結果、磁場は分裂を抑制して、回転は分裂を促進することが分かった。また、分子雲が分裂するかどうかは、初期の揺らぎの大きさに関係なく、分子雲コアの回転エネルギーと磁気エネルギーの比によって決まることが分かった。図 1 は、計算結果の一例である。それぞれのパネルに計算終了時



の赤道面での形状が表示されている。横軸は、磁場の強さ (b: 磁気圧とガス圧の比) を表し、縦軸は回転の度合い (ω: 自由落下時間で規格化して角速度) を表している。背景が青い領域は断熱段階で分裂したモデルであり、これらは遠隔連星になると予想される。背景が赤色のモデルは第二収縮期以降に分裂したモデルであり、これらは近接連星になると考えられる。また背景が灰色のモデルは、分裂を示さなかったモデルであり、単星へと進化すると考えられる。この図から初期にガス雲の回転エネルギーが大きく、磁気エネルギーが小さい程 (図 1 の左上の領域)、大きなスケールで分裂することが分かる。これに対して、回転エネルギーが小さく、磁気エネルギーが大きいガス雲中では、分裂スケールが小さくなり、より磁場が強ければ (または、より回転が遅ければ)、分裂が起こらずに単星になることが分かる。この研究から遠隔・近接連星と単星の形成条件が求められた。

参考文献

[1] T. Nakano, R. Nishi, R and T. Umebayashi, 2002, ApJ, 573, 199

[2] M. N., Machida, S. Inutsuka, and T. Matsumoto, 2007, ApJ, 670, 1198