

国立天文台 天文学データ解析計算センター
成果報告書 (平成17年度)

提出期限：平成 18 年 3 月 20 日 (月)17:00 必着

応募カテゴリ（いずれかを選択） B

システム（いずれかを選択） VPP

プロジェクト ID: wmm05b

研究代表者（現在のユーザ ID : machdams）

氏名	町田正博	
所属機関名	京都大学理学部物理学第二教室天体核研究室	
連絡先住所	〒 606-8502 京都市左京区北白川追分町理学部理学部 5 号館 5F539 号室	
電話番号	075(753)3885	
E-mail	machidam@scphys.kyoto-u.ac.jp	
職または学年	研究員	
研究代表者が学生の場合には指導教官の氏名		

研究課題名

(和文)	3次元 MHD 多重格子法による 連星形成とファーストコアの分裂条件
(英文)	Binary Formation and Fragmentation Condition of First Cores - 3D Nested Grid MHD Simulation -

研究分担者

[illegible]

成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

(1) このプロジェクト（同様の過去のプロジェクトも含む）での成果

1. 今年度中に出版された論文

- "Collapse and Fragmentation of Rotating Magnetized Cloud. I. Magnetic Flux-Spin Relation", M. N. Machida, T. Matsumoto, K. Tomisaka and T. Hanawa, 2004, MNRAS, 362, 369
- "Collapse and Fragmentation of Rotating Magnetized Cloud. II. Binary Formation and Fragmentation of First Cores", M. N. Machida, T. Matsumoto, T. Hanawa and K. Tomisaka, 2004, MNRAS, 362, 382

2. 国際会議集録

- "Collapse and Fragmentation of Rotating Magnetized Clouds: Parallel Rotators with $B \parallel \Omega$ ", M. N. Machida, T. Matsumoto, T. Hanawa, and K. Tomisaka, 2005, Protostars and Planets V, Proceedings of the Conference, No. 1286., p.8280
- "Orientation of Disk and Outflows Formed Through Collapse of a Rotating Molecular Cloud Core with Oblique Magnetic Fields", M. N. Machida, T. Matsumoto, T. Hanawa and K. Tomisaka, 2005, Protostars and Planets V, Proceedings of the Conference, No. 1286., p.8279

3. 国際会議

- Protostars and Planets V, Proceedings of the Conference held October 24-28, 2005, in Hilton Waikoloa Village, Hawai'i, ポスター発表 (二篇)
- "The Second Collapse and High Speed Jets: The Effect of Resistivity", ASIAA/TIARA Star Formation Workshop "From Cloud Cores to Debris Disks" Taipei, Taiwan, 11-14 December 2005, 招待講演、口頭発表
- "Collapse and Outflows in Magnetized Molecular Cores", East-Asian MC Workshop, Mitaka, Tokyo, 口頭発表

4. 学会

- 「原始巨大惑星へのガス降着とアウトフロー」、日本天文学会 2005 秋季年会、札幌
- 「磁気散逸 MHD による第二コアからの高速ジェット駆動機構の解明」、日本天文学会 2006 春季年会 和歌山大学

(2) これまでのプロジェクトの今年度中の成果

投稿中論文

- "Evolution of Rotating Molecular Cloud Core with Oblique Magnetic Field," M. N. Machida, T. Matsumoto, T. Hanawa, and K. Tomisaka, 2006, ApJ submitted

3次元MHD多重格子法による連星形成とファーストコアの分裂条件

町田正博 (京都大)、松本倫明 (法政大)、富阪幸治 (国立天文台)

1 概要

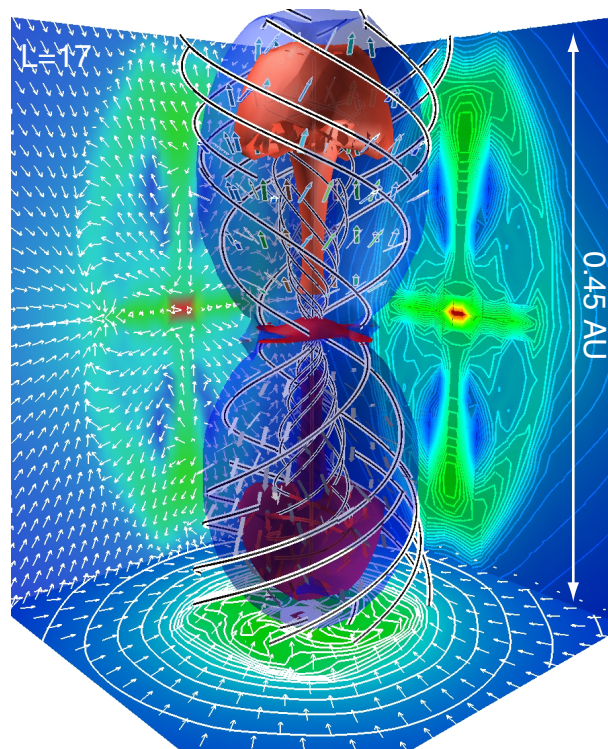
分子雲からの星形成過程で、星間磁場はディスクの形成やアウトフローの駆動など大きな役割を果たすと考えられている。しかしながら、これらの現象は、光学的に厚いガス雲の内部での現象であり、直接観測することは出来ない。そのため数値シミュレーションによる理解が必要となる。我々は、3次元MHDシミュレーションを用いて磁気星間分子雲の収縮過程の研究を行った。その際、多層格子法という手法を用いて低密度の分子雲から星が出来る高密度のコアまでの直接計算を可能にした。その結果、(1) 初期に分子雲が持つ磁場と角速度は等温収縮期にある値に収束する、(2) 初期に分子雲が持つ磁場と角速度の比によって、連星になるか、単星になるかが決定される、(3) 形成したセカンドコアから高速のジェットが駆動されることなどが分かった。

2 モデル

外圧によって支えられて平衡状態にガス球 (Bonner-Ebert Sphere) を仮定して、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} として、温度を 10K と仮定して、磁場の強さと回転の大きさをパラメータとして数多くの計算を行った。計算は、 $64 \times 64 \times 32$ 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

分子雲コアが崩壊して、中心密度が $\sim 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 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)。我々はこの効果を計算に取り入れるために、従来使用していた理想流体 MHD コードに新たに拡散項を実装して、磁場の散逸の計算を可能にした。その結果、ファーストコア形成後に磁場が散逸するために、理想 MHD 近似を用いた場合に比べて、中心の磁場強度が 2 桁以上弱くなることが分かった。しかしながら、セカンドコア形成後 ($n > 10^{21} \text{ cm}^{-3}$) に、コアと周囲のガスとの差動回転や磁気回転不安定性により磁場が



増幅して、形成したコアから強いジェットが現れることが分かった。図は、セカンドコア形成後の磁場の形状 (流線)、ジェットの形状 (青い等速度面) と中心部から吹き出したガス (赤い等密度面) を表している。また、中心部の構造をそれぞれの壁面に投影している。この図から原始星からよく収束したジェットが吹き出しているのが分かる。計算終了時に、このジェットの速度は、 $\sim 50 \text{ km s}^{-1}$ まで達した。壁面の投影図からは、bow shock が見て取れる。

また、初期に分子雲コアの回転エネルギーが大きい場合には、形成したファーストコアが分裂して連星を作る。逆に初期に磁場のエネルギーが強い場合には、ファーストコア形成時には、分裂せずに、セカンドコア形成後に分裂して近接連星を作ることが分かった。

参考文献

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