



## 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

今年度中に出版された論文、国際会議集録、国際会議、学会、研究会発表、その他出版物（印刷中、投稿中の場合はその旨を記載すること）

日本天文学会春季年会 2007年3月28日～30日 於:東海大学（神奈川県平塚市）

### (2) これまでのプロジェクトの今年度中の成果

今年度中に出版された論文、国際会議集録、国際会議、学会、研究会発表、その他出版物（印刷中、投稿中の場合はその旨を記載すること）

評価資料として利用いたしますので、様式・順序は任意ですが、学術論文については題名、著者、発行年月、雑誌名、巻、ページが記載されていること。

なし

項目の説明の文章などは消去して報告内容を記述しても構いません。

## 成果の概要

### 原始惑星系円盤の電磁流体シミュレーション研究

グループ imh16b、代表者 林 満  
分担者 中本泰史

隕石質量の大半を占めるサブミリメートルサイズの球状の粒子コンドリュールは、太陽系星雲ガス中での加熱溶融・急冷再固化を経て形成されたと考えられている。コンドリュール形成のメカニズムについては未解明の点が多いが、有力なモデルとして衝撃波加熱モデルが提唱されている。このモデルにおける加熱メカニズムは、衝撃波中でダストが摩擦熱を受け溶融するというものであるが、衝撃波形成メカニズム、形成の場所については明らかにされていない。衝撃波の成因を明らかにすることは、コンドリュールの形成過程を明らかにするためのみならず、原始惑星系円盤自体の性質を解明することにもつながり、惑星系形成過程を考える上で重要な課題であると思われる。

一方、コンドリュールが形成されたと考えられる時期と同じ進化段階にある低質量星の、X線の観測等から、中心星付近では爆発的に高温・高速プラズマ流が形成されている（X線フレア）ことが示唆されている。X線フレアに関しては降着円盤と中心星磁気圏の磁氣的相互作用によって生じる磁気リコネクションモデルが、有力なメカニズムになり得ることが電磁流体シミュレーションによって示されている。

昨年度、一昨年度、我々は、X線フレアに伴う磁気バブルが原始惑星系円盤における衝撃波の成因になるという仮説をたて、X線フレアの電磁流体シミュレーションを実行し、円盤表面への磁気バブルの影響について調べた。その結果、円盤表面にも衝撃波が形成され、円盤表面で、衝撃波の発生する場所は、おおよそ、磁気バブルの影響によって生じる動圧と円盤の静圧が釣り合う場所として理解できることが分かり、コンドリュール形成に必要な環境が、我々のモデルによって、実現できることを示した。

本年度は、2.0-3.0AUの円盤表面付近で、伝播速度、密度がコンドリュール形成条件を満たす衝撃波の形成が可能となる中心星付近の爆発の条件について調べた。中心星の表面における磁場の強さが3.2kGのときに生じる爆発によって生じる磁気バブルが、2.5AUの円盤表面で形成する衝撃波は、70km/s-40km/sの伝播速度を持ち、数密度が $10^{10}$ - $10^{11}$ /cc程度となることが示された（図.1, 図.2, 図.3）。上記の伝播速度、数密度は図.4に示す通り、コンドリュール形成条件（黄色の帯の部分）を満たす。本研究により、直接2.0AU-3.0AUの円盤表面にコンドリュール形成条件を満たす衝撃波を形成可能な中心星付近の爆発の条件（上限）が示された。

上記の爆発は、原始星フレアのX線観測から見積もられる平均的なX線輝度よりも大きな爆発となるが、平均的な爆発の影響で、2.0AUよりも内側でコンドリュール形成条件を満たす衝撃波が形成される場合でも、2.0AUより遠方にコンドリュール輸送の議論を行うことは興味ある問題であり、今後議論すべき重要な問題であると考えられる。

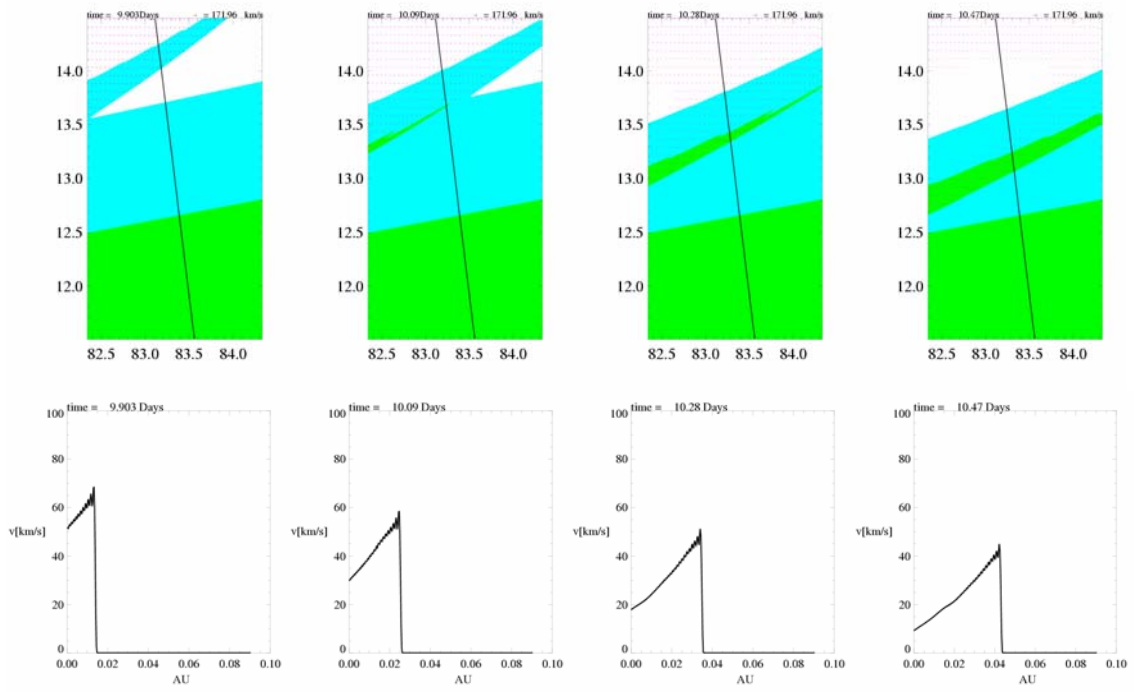


図.1 磁気バブルの影響によって円盤表面に形成され伝播する衝撃波(2.5AU 付近)(上図)。形成される衝撃波の伝播速度(上図 黒いラインに沿ったもの)は約 60km/s(下図)。

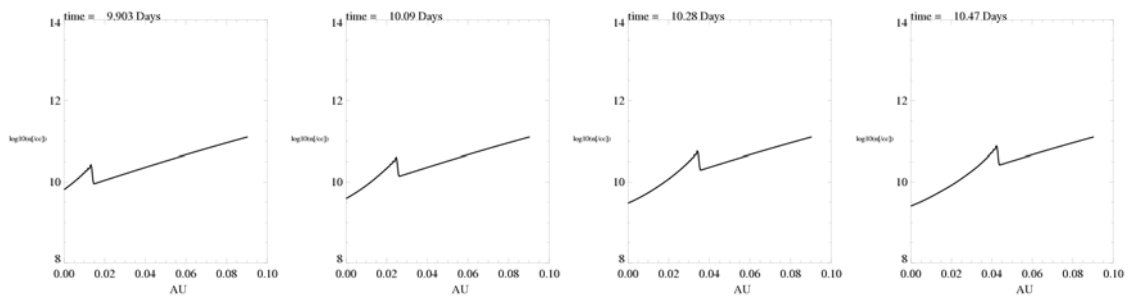


図.2 円盤表面(2.5AU 付近)で形成される衝撃波にほぼ垂直なライン(図.1 中の黒いライン)に沿った、数密度の変化。

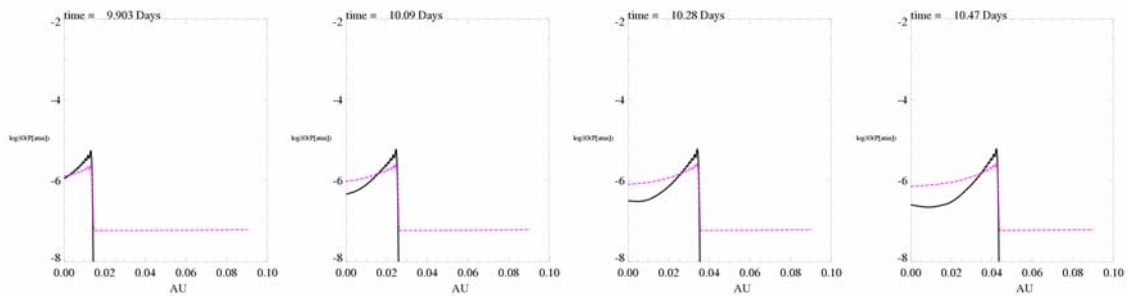


図. 3 円盤表面 (2.5AU 付近) で形成される衝撃波にほぼ垂直なライン (図. 1 中の黒いライン) に沿った、動圧 (実線) と円盤の静圧 (ピンク破線) の変化。衝撃波が形成される場所はほぼ、動圧と静圧の釣り合う場所であることが示されている。

### コンドリュールを形成する衝撃波

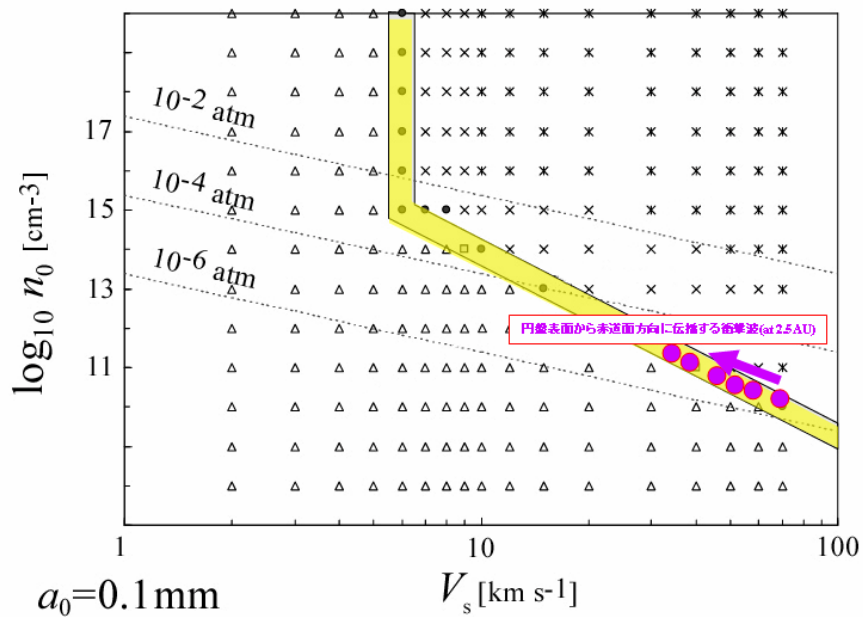


図. 4 2.5AU 付近で円盤表面付近で形成され、赤道方向に伝播する衝撃波は、コンドリュール形成条件を満たす (磁場の強さ 400G (円盤内縁、星表面で 3.2kG) の場合)。黄色の帯の部分にはコンドリュール形成条件を満たす領域。