

成果報告書

研究課題名：若い星における磁気圏降着円盤システムの電磁流体シミュレーション研究

グループ wmh09b、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かった。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、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、中心星から1AUよりも外側の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った。中心星から1.5AU付近で衝撃波の伝播速度は約36.4km/sとなり、コンドリュール形成の衝撃波モデルの研究(Iida et al. (2001))の結果から、コンドリュール形成に必要な環境は、中心星から1.5AUよりも遠方で実現され得ることが示された。

本年度は、円盤モデル、コロナモデルをよりX線観測から示唆される状況に近いものに設定し、より遠方(2.0AU-2.3AU)での円盤表面で形成される衝撃波の伝播速度をはじめとする、諸物理量の状況を調べた。円盤モデルは、最小質量太陽系円盤モデルを修正したもの(約0.22AUより内側を修正)を採用した。2.0AU-2.3AUの領域において、数十km/sの伝播速度を持つ衝撃波が形成され得ることが示された。これは、2.0AUよりも遠方におけるコンドリュール形成の可能性が示唆されたことに留まらず、より遠方の円盤表面において、ダスト粒子の結晶化の可能性も示唆される。

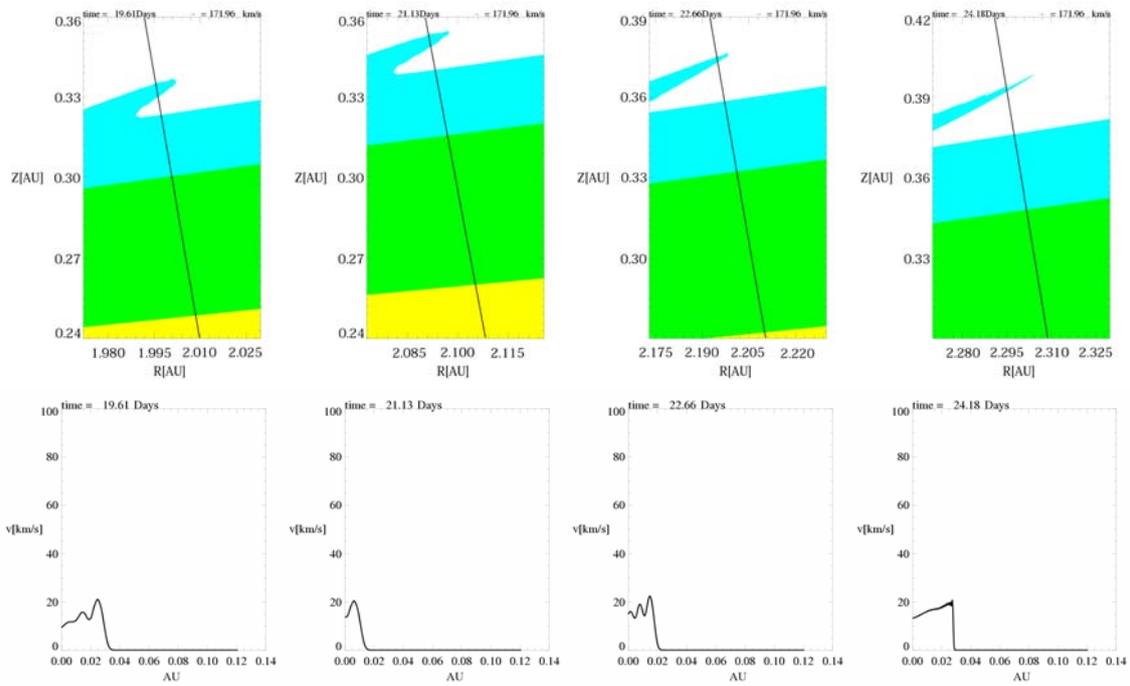


図.1 磁気バブルの影響によって円盤表面に形成され伝播する衝撃波(2.0AU-2.3AU)(上図)。形成される衝撃波の伝播速度(上図 黒いラインに沿ったもの)は約 20km/s(下図)。

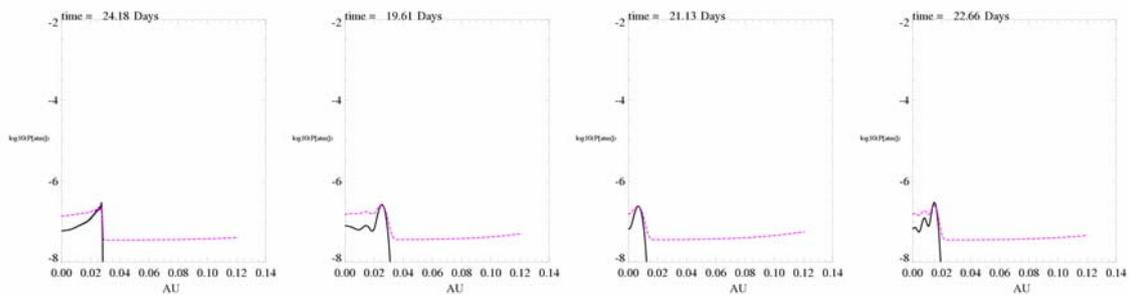


図.2 円盤表面(2.0AU-2.3AU 付近)で形成される衝撃波にほぼ垂直なライン(図.1中の黒いライン)に沿った、動圧(実線)と円盤の静圧(ピンク破線) 衝撃波が形成される場所はほぼ、動圧と静圧の釣り合う場所であることが示されている。