

圧縮層分裂片の質量分布に関する 3 次元自己重力 MHD 数値シミュレーション

ymu06b 梅川通久 (京都大学 ASAFAS)

拡張する H_{II} 領域や分子雲の衝突等により形成される分子雲圧縮層は、大質量星形成のトリガーとして大きな役割を演じている。これまでの研究では、磁化圧縮層の自己重力不安定性による分裂過程において、貫く磁場が圧縮層分裂片の形成にどのような影響を与えるか、分裂片の質量分布という観点から調べて来た。一般に磁化された圧縮層はフィラメントに分裂する事が知られているが、本プロジェクトでは、貫く磁場が弱い為に、磁場が存在するにもかかわらず圧縮層からクランプへの分裂が起こるモデルに着目した。

初期条件として、圧縮層中央面上での圧力の 0.34 倍の外圧によって支えられた圧力平衡状態の圧縮層を考える。この条件では、圧縮層の自己重力不安定性が圧縮モードで推移する。その様な圧縮層が一様で平行な磁場に貫かれ、ガス圧と磁気圧の比が ∞ (磁場無し, モデル 1), 1000 (弱い磁場, モデル 2) となる 2 モデルに関して、自己重力 MHD 数値シミュレーションにより時間発展を追った。磁気流体コードには数値粘性を入れた修正 Lax-Wendroff 法を用い、自己重力のポアソン方程式は ICCG 法を用いて解いた。シミュレーションは 3 次元のデカルト座標で行い、グリッド数は $(x,y,z)=(145,145,75)$ 、計算領域の大きさは、スケールハイトを単位として $(x,y,z)=(51.7, 51.7, 5.3)$ とした。

計算結果として、モデル 1 の時刻 $22.67H/c_s$ およびモデル 2 の $22.41H/c_s$ における、分裂片質量分布のヒストグラムを示す。この時刻は、最大密度の時間発展から、初期の第 1 次的な圧縮層の分裂が十分に発達したステージであると考えられる。図より、モデル 1、モデル 2 共に質量 10 以下の分裂片が、Jeans 質量と関係なく多く存在する事がわかる。特に、質量 1.0 以下の分裂片数は、モデル 1 で 2、モデル 2 で 5 存在した。また、両モデル共質量 80 から 100 の階級にピークを持つが、モデル 2 はモデル 1 に比べて分布の広がり大きい事がわかる。両モデルの標準偏差を計算すると、モデル 1 が 51.59 であるのに対してモデル 2 では 61.06 となり、分布の幅がモデル 2 の方が確かに大きい事がわかる。

以上から、圧縮層を貫く磁場には第 1 次的分裂の課程ですでに、自己重力不安定性により形成される分裂片の分布幅を広げる効果がある事が判った。この事から磁場の関与によって、線形理論の帰結によらず様々な質量の分裂片が自己重力不安定性により形成されうる事が示唆される。また、本研究の様に十分に広い領域を取って計算を行うと、与えられた条件にかかわらず常に小質量の分裂片が形成される事がわかった。

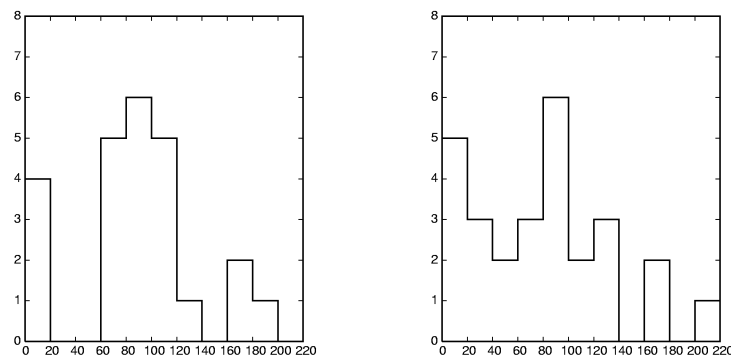


図 1: モデル 1(左図)、モデル 2(右図) の分裂片質量分布。横軸は質量 ($\rho_{00} H^3$)、縦軸は階級に属する個数を表す。質量 10 以下の階級では、質量 1 以下の分裂片が、モデル 1 では 2、モデル 2 では 5 存在する。