

原始星形成過程の多重格子輻射磁気流体シミュレーション

富田賢吾 (総合研究大学院大学 / 国立天文台理論研究部)

利用カテゴリ SX9MD

ファーストコアは星形成過程の初期に形成される主に水素分子からなるガス圧と回転で支えられた準平衡天体である。その寿命は3000年程度と短い、星周円盤形成、連星形成、双極分子流の駆動など様々な現象の舞台であり、星形成を理解する上で重要な天体である。ファーストコアは暗く短寿命なため Larson (1969) によって理論的に予言されて以来観測されていないが、最近候補天体が複数報告されており、ALMA で直接検証できると期待されている。

本研究ではこれまでに開発した多重格子輻射磁気流体計算コードを用いて、前年度に引き続きファーストコアに着目した研究を行った。まず回転する磁場を持つ分子雲中の星形成のシミュレーションを行い、ファーストコアの形成と進化を調べた (Tomida et al. 2010a 図1)。その結果、中心の高温部からの輻射や衝撃波による加熱等、これまでの輻射輸送を取り入れない計算では扱えない効果で温度が高くなり、ファーストコアの質量・半径・寿命が1.5-2倍程度大きくなることがわかった。一方回転と磁場により駆動されるアウトフローの速度や構造に大きな違いは見られなかった。この結果はファーストコアの安定性や観測的性質を議論する上で重要である。

これまでの星形成の研究は太陽程度の質量を対象としたものが多かった。しかし星形成の初期条件である分子雲コアや、形成される原始星には太陽質量の1/10以下の低質量のものがむしろ多数を占めることが知られている。また幾つかのファーストコア候補天体も低質量であることが示唆されている。そこで低質量の分子雲コア中での星形成過程を輻射流体計算で調べた (Tomida et al. 2010b 図2)。その結果、低質量分子雲コア中では母体分子雲コアのガスが全て降着してもファーストコアは崩壊せずに輻射冷却の影響を受けながらゆっくりと進化し、少なくとも14,000年以上の長寿命を持ち得ることがわかった。この進化はガス降着により短いタイムスケールで進化する従来のファーストコアとは定性的に異なる。この結果はファーストコアがこれまでの予想よりも高確率で存在し、観測可能であることを示唆する。更にこの天体の観測的性質を求め、暗いがALMAや遠赤外線観測衛星 *Herschel* 等の装置で十分観測可能であることを示し、星形成の他の段階と区別して同定する戦略を提案した。

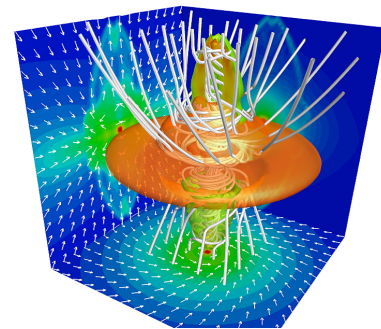


図1: ファーストコアから双極分子流が駆動される様子。白線は磁場。

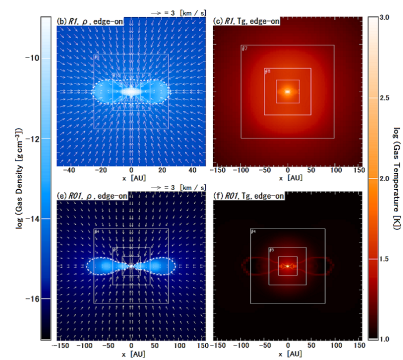


図2: 従来考えられてきた1太陽質量の分子雲コア中のファーストコア(上)と新しい低質量分子雲中のファーストコア(下)の断面図(左: 密度, 右: 温度)。低質量モデルでは分子雲のガスが枯渇するため外層が低密度になり、降着が弱くまた輻射冷却が効率的に働くため温度も顕著に低くなる。