

“分子雲と原始銀河雲の分裂と降着過程の研究” 成果報告書

2005 年 3 月 14 日

大阪大学大学院理学研究科 釣部 通

ID: g04b05

1. 微量な重元素を含んだ星形成

宇宙論的な密度揺らぎが成長した結果、100万太陽質量程度の質量をもった密度揺らぎが赤方偏移20程度の時期に最初の天体を作ることが予想されている。これは密度揺らぎの初期振幅と冷却材である水素分子の形成量およびその冷却能力から決まっている。しかし、これらの議論は天体形成のごく初期段階に対する示唆を与えるに過ぎない。本研究では、熱や角運動量輸送も含めた非線形重力収縮の最終状態として形成される天体がどのようなものであるかを明らかにすることを目的として研究を進めている。これまで単純な熱進化モデルを用いてダイナミクスの詳細を調べてきた。その結果、重元素がまったく含まれていない場合、重力収縮中の実効的比熱比が初代星の形成中に1.1程度であることから暴走収縮期の分裂は起こりにくいことを明らかにしてきた。本年度は、微量な重元素があることによってこの状況がどのように変更されるかということも考察した。微量な重元素が存在することによって密度の上昇に伴い重力と圧力の比が進化とともに変動する。この効果を取り入れてさまざまな重元素量に対する形状の進化を単純なモデルで計算した。重元素の量が現在の太陽の100万分の1から10万分の1程度になると重力収縮中に高密度領域の形状が大きくゆがんでフィラメントが自然に生成され、小質量の天体ができる可能性が高いことが分かった。3次元計算は現在進行中である。

2. 自己相似収縮するポリトロープ球の歪みの成長減衰率

自己相似収縮するポリトロープ球の歪みの成長減衰率を γ の値にして0.9から1.25という幅広いパラメータ範囲で密度レンジ7桁にわたり計算することによって調べた。その結果、Hanawa & Matsumoto(200) および Lai (2000) により線形解析により示唆されていた成長、減衰率が定量的に正しいことが確認できた。初期歪みの振幅が大きく非線型の効果が効く場合の成長減衰率も求めた。

3. Godunov SPH の新しい実装

SPH法では空間分割して、カーネルによる重みつき補間によって密度などの物理量を計算する。その際、例えば密度に大きな変化があるときに圧力一定のもとでさえゼロでない圧力勾配加速度が生じてしまう、衝撃波や希薄波の前後で物理量がオーバーシュートする、Smoothing Lengthを可変にすると運動量の保存側を満たすために人工的にカーネルあるいはSmoothingLengthの対称化の操作をしなければならない、などの問題点があった。このような問題はSPHのカーネルによる離散近似と一般にSPH計算で用いている運動方程式の間に不整合性があることから来る。これらの問題を解消するため、“整合的な”運動方程式を用いた計算法を可変なSmoothing lengthを用いた計算の場合に定式化して、様々なテスト計算を行った。結果をユーザズミーティングで報告した。