平成 21 年度国立天文台天文シミュレーションプロジェクト成果報告書

数値シミュレーションによる星団形成過程の研究

中村文隆 (新潟大学教育学部)

利用カテゴリ　XT4B ・ SX9A

銀河系内の星の大半は星団の中で誕生する。したがって、銀河系内の一般的な星の誕生過程を解明するためには、星団の形成過程を明らかにすることが必要不可欠である。しかしながら、これまでの星形成の研究は、太陽のような孤立した小質量星の形成過程に集中して行われてきた。そのため、星団の形成過程については全く理解が進んでいない。星が密集して生まれる星団形成領域では、孤立した小質量星の形成過程とは全く異なり、若い星からのフィードバックが引き続き起こる星形成に多大な影響を及ぼす。

本研究の目的は、星からのフィードバック、とくに原始星アウトフローの効果を考慮して星団形成過程の数値流体力学シミュレーションを行い、星団形成の理論モデルを構築することである。星団形成の研究は、ＡＬＭＡなどの次世代大型望遠鏡のターゲットの一つでもあるが、標準的な理論モデルがまだ存在しない。ＡＬＭＡの稼働が数年後に迫った今、星団形成の理論モデルを構築することが急務である。星からのフィードバック、とくに原始星アウトフローを考慮した星団形成の数値シミュレーションは、Li & Nakamura (2006) によって始められたが、原始星アウトフローの星団形成過程における役割についてはまだ不明な点が多い。たとえば、最近のシミュレーションによると、原始星アウトフローで乱されたガスから形成される分子雲コアの質量関数が星の初期質量関数と似た形になることがわかってきた。しかしながら、その物理的メカニズムについては良く分っていない。特に本年度の研究では、星団形成クランプ内で形成されるコアの物理的性質が磁場強度などのパラメータにどのように依存するかを調べることであった。

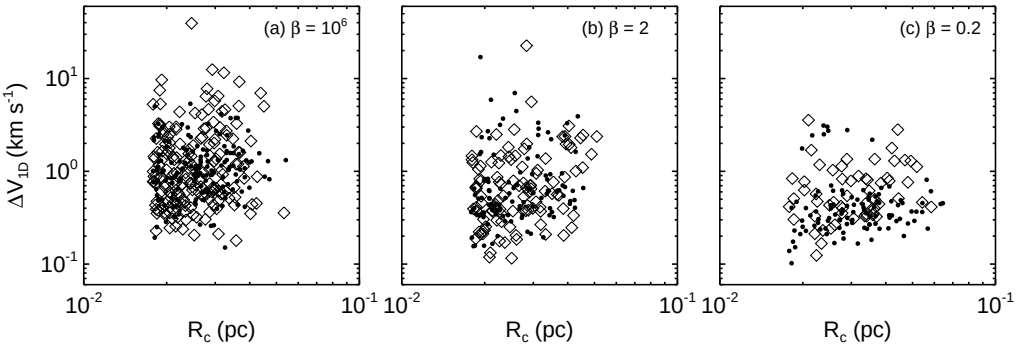

図 1: 線幅ー半径関係。(a) 磁場がほとんど無し ($\beta = 10^6$)、(b) 弱い磁場 ($\beta = 2$)、(c) 強い磁場 ($\beta = 0.2$) の場合。コアはシミュレーションで得られた 3 次元密度データにクランプファインドを適応し同定した。

図 1 はその結果の一例で、磁場がほとんど無し ($\beta = 10^6$)、弱い磁場 ($\beta = 2$)、強い磁場 ($\beta = 0.2$) の場合の 3 つのモデルから計算された分子雲コアの線幅ー半径関係である。縦軸は 1 次元 FWHM 速度幅で、音速は 0.23km/s である。図からわかるように、磁場が無

い場合、大半のコアは超音速の速度分散を持つのに対し、磁場があると、コアの内部運動は亜音速または音速程度になることが分かる。

次に、コアのビリアル比ー質量関係を図 2 に示す。ビリアル比はコアのビリアル質量をコアの質量で割ったもので、コアの重力的束縛度合いを示す指標である。図からわかるとおり、磁場強度によらず、同定されたコアは内部の重力エネルギーよりも運動エネルギーのほうが多く、重力だけでは束縛されない状態にあることが分かった。とくに磁場が非常に弱い場合には、データの分散が大きく、コア自身の力学進化も静的ではなく、ダイナミックに進むことが分かった。実際に、詳細なビリアル定理を適応し、ビリアル項を比較したところ、コア表面に働く外圧がコアの力学状態に多大な影響を及ぼすことが分かった。この成果は現在投稿論文として準備中である。

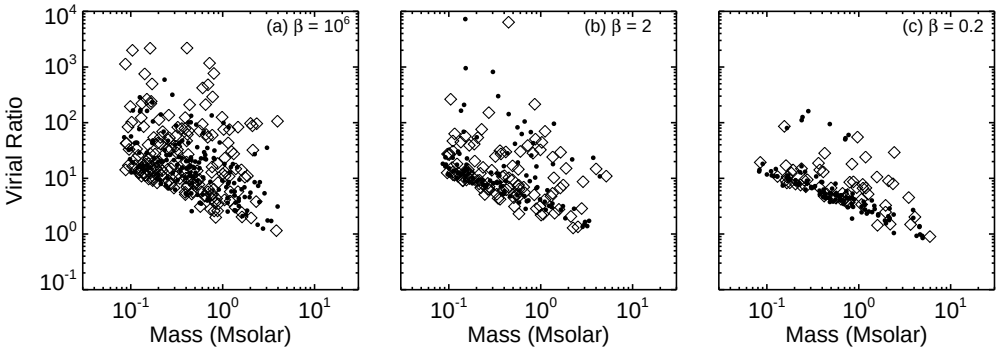

図 2: ビリアル比ー質量関係。(a) 磁場がほとんど無し ($\beta = 10^6$)、(b) 弱い磁場 ($\beta = 2$)、(c) 強い磁場 ($\beta = 0.2$) の場合。