

Mass Accretion Rate of Super-Massive First Star and the Upper Masses Limit

西合一矢, 須佐 元 (筑波大学 計算物理学研究センター)

原始ガス雲から形成された星はfirst starと呼ばれ、水素の再電離、IMG元素汚染、また中質量ブラックホール形成など宇宙の物質進化において重要な役割を果たしている可能性が指摘されている。本研究では、first starが形成・進化過程でどのような質量降着率を持ち、どの程度まで質量を獲得できるのかの上限値を実際に数値計算で進化を追うことで得ることが出来た。

1. モデル・計算

今回は簡単のため、球対称、ダークマターなし、さらに星からガス雲への輻射 feedbackなしのモデルを考える。シミュレーションでは球対称自己重力流体と化学反応の時間進化を追跡した。中心星形成後の質量降着進化はsink cell法を用いて計算した。初期状態は平衡状態モデル(Bonner-Ebert)と動的収縮モデル(Larson-Penston)の2系統を考えた。

2. 結果

中心星形成前の中心領域における進化は基本的に自己相似的でOmukai & Nishi (1998)と同じであった。つづいて本題である質量降着進化は、(I) 初期状態によらず中心星が $10 M_{\odot} \sim 100 M_{\odot}$

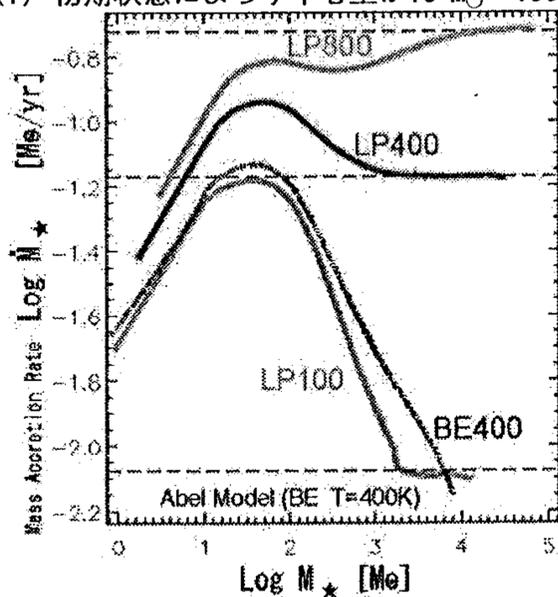


図1. 質量降着率の進化。LPモデルは=初期Larson-Penstonモデル(上から800K, 400K, 100K)。点線は400KのBonner-Ebertモデル(400K)の結果。

でピーク値 $\sim 0.1 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ を持つ。(II) $M > 100 M_{\odot}$ で初期状態から得られる自己相似解の値(破線)

に漸近していく。これは温度変化が力学的時間スケールに対し遅い領域の降着を意味している。

3. 議論

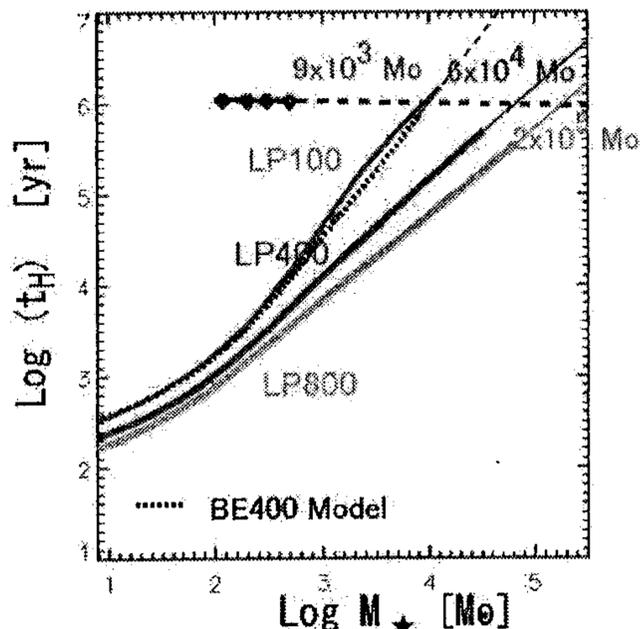


図2. 星の水素燃焼の寿命 t_H と星の質量 M_{\star} の進化。破線が超大質量星の水素燃焼寿命の予想値 ($500 M_{\odot}$ の値を外そうしたもの)。

星の寿命の間に落ちられる質量が星の質量上限値となる。LPモデル(幾何:球対称、初期状態:動的収縮、星の輻射圧力・星風なし、ダークマターなし)はその他のモデルより質量降着率が大きく、自己重力収縮で考える最大の降着率を与える。よってLPモデルでの質量上限値が一般的に形成されうる星の質量上限値とみなせる。

(III) 質量上限値は、

$$M_{\star} \sim 6 \times 10^4 (T/400\text{K})^{3/2} M_{\odot}$$

である。