

図 2 1 収縮過程でのジーンズ質量の変化 (  $\beta_0=0.995$  の場合)

らの圧縮に比べ高密度になりにくく、自由落下時間が大きめになり、さらに  $z$  が小さいために音波が短時間でその方向を横切るからであると考えられる。

また、図 1 7, 図 1 9 から、 $\beta_0$  が小さく、偏平度が大きい偏長回転楕円体ほど水素分子の冷却効果は小さく、短時間で力学平衡に達することが予想できる。例えば、ここには載せていないが  $\beta_0 = 0.5$  の場合、 $\log n = 1.7$ ,  $T = 700 \text{ K}$  で力学平衡に達し、 $T$  と  $n$  との関係は断熱変化の関係そのものであった。

初期条件が球形に近い場合、収縮ガス雲のその後の変化について考察する。収縮により密度は増加するが、水素分子からの輻射による冷却のため、温度は  $1000 \text{ K}$  くらいに保たれる。このことにより、密度ゆらぎの成長の条件に関するジーンズ質量(1.30)は、収縮とともに減少する。図 2 1 は、 $\beta_0 = 0.995$  の場合の収縮過程でのジーンズ質量をプロットしたものである。この場合、ジーンズ質量は最終的には太陽質量の 100 倍程度になることがわかる。すなわち、ガス雲の中で、新たに密度のゆらぎが成長する場合、ゆらぎの最小質量は太陽質量の 100 倍程度であるということである。もしこの質量の分裂ガス雲が収縮して、一つの星を形成したとすれば超巨星であり、これが種族 の星である可能性がある。

別な考え方として、平板状ガス雲は重力的に分裂することが線形解析 (Larson 1984)

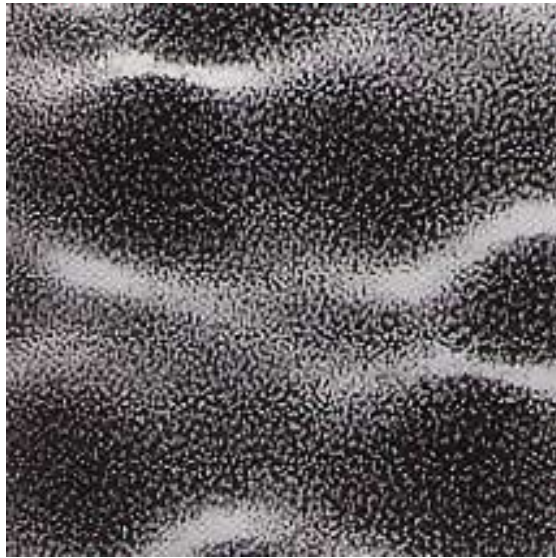


図 2 2 平板状ガス雲の分裂の計算機シミュレーション (SPH 法)  
白く見える部分が分裂してガスの濃くなった部分

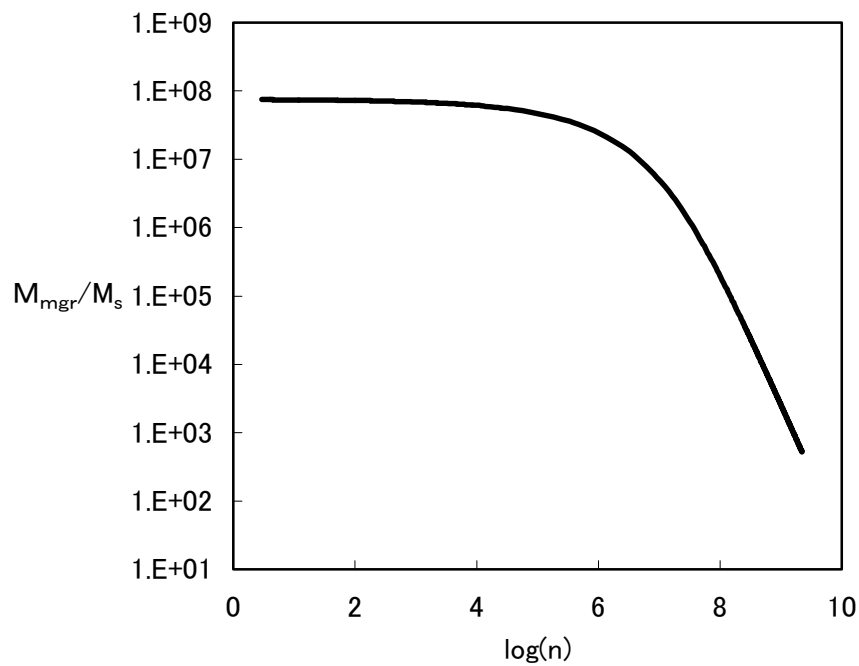


図 2 3 成長率最大の分裂ガス雲の質量 ( $\beta_0 = 0.995$  の場合)

やコンピュータシミュレーション (Miyama et al. 1987) で示された。図 2 2 はコンピュータシミュレーションの結果である。この理論によれば、シートの厚さを  $z$  とすると、最も速く成長する擾乱の波長は  $\lambda \cong 2\pi \cdot 2z$  で、この結果できる分裂ガス雲の質量  $M_{mgr}$  とすると  $M_{mgr} = \rho \cdot 2z \cdot \lambda^2$  である。偏長回転楕円体の  $z$  をシートの厚さと見積もり、収縮過程に

おける  $M_{mgr}$  の変化をグラフにしたものが図 2 3 である。収縮が終わり、力学平衡に達したときに分裂が起こったとすれば、そのときの分裂ガス雲の質量は太陽質量の 100 倍程度になることがわかる。この理論からも大質量星の生成の可能性が予想される。

## 4 終わりに

「宇宙の晴れ上がり」(再結合)直後の球形に近い偏長回転楕円体状のガス雲は、水素分子を生成しながらその輻射エネルギーを外部に散逸して重力収縮し、シート(平板)状の構造になることがわかった。また、このシート状のガス雲はさらに、ジーンズ不安定性や幾何学的な形状が原因である線形不安定性により分裂し、大質量星になり得る。これらのことから、原始銀河や種族 Ⅱ 星の起源が説明できる可能性があることがわかった。

## 謝辞

この報告書をまとめるにあたり、指導教官である富坂幸治国立天文台教授、中村文隆新大教育人間科学部助教授には、テーマの選定、研究の進め方、プログラミングの方法などについて相談にのっていただき、貴重な助言、ご指導を賜りました。ここに深く感謝申し上げます。また、大原謙一新大理学部教授には、高密度星についてのゼミを通して宇宙物理の基礎を指導していただきました。重ねて深く感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] 佐藤文隆：宇宙物理 (岩波書店 1995)
- [2] 早川幸男, 佐藤文隆, 松本敏雄：現代の宇宙論 (名古屋大学出版 1990)
- [3] 赤羽賢司, 海部宣男, 田原博人：宇宙電波天文学 (共立出版 1988)
- [4] 小平桂一：恒星と銀河 (産業図書 1982)
- [5] 須藤 靖：日本物理学会誌, 50, (1995) 263
- [6] 観山正見：数理科学, 11, (1996) 30
- [7] Chandrasekhar : Ellipsoid Figures of Equilibrium
- [8] Lin , C.C. , Mestel , L. , Shu , F.H. 1965 , ApJ , 142 , 1431.
- [9] Hutchins , J.B. 1976 , ApJ , 205 , 103.
- [10] Hollenbach , D. , Mckee , C.F. 1979 , ApJS , 41 , 555.
- [11] Palla , f. , Salpeter , E.E. , Stahler , S.W. 1983 , ApJ , 271 , 632.
- [12] Susa , H. , Uehara , H. , Nishi , R. 1996 , Prog.Theor.Phys. , 96.
- [13] Press , W.H. , Teukolsky , S.A. , Vetterling , W.T. , Flannery , B.P. :  
Numerical Recipes in Fortran77 ( Cambridge University Press 1992 )
- [14] Larson , S.M. 1984 , Monthly Notices Roy. Soc. , 206 , 197.
- [15] Miyama , S. , Narita , S. , Hayasi , C. 1987 , Prog.Theor.Phys. , 78 , 1051

