

巨大ガス惑星形成における暴走的ガス降着の開始と固体成分コア質量の関係

北海道大学大学院理学院 宇宙物理学研究室

博士後期課程1年 金川和弘

Introduction

Core accretion model によると木星型の巨大ガス惑星は微惑星同士の衝突合体によってできた固体成分のコアが原始惑星系円盤中のガスを捕獲し、形成されると考えられている。このモデルの古典的な問題として標準理論の枠内で巨大ガス惑星のコア形成時間が典型的な原始惑星系円盤の散逸時間よりも長くなることが指摘されていた。しかし、固体成分コアによる円盤ガス捕獲の過程をモデル化し、計算すると円盤ガスのコアへの暴走的ガス降着(Runaway accretion)が起こることが分かり、そうして出来た原始惑星が優先的に成長すると考えることができるため木星型惑星の形成時間の問題は現在ではほとんど問題とされていない(Mizuno 1980, Ikoma, et al. 2000, Bodenheimer et al. 2000)。しかし、この現象がなぜ起こるのかについては明らかではない。本講演では、暴走的ガス降着の原因が重力熱力学不安定であることを示すための計算の結果を紹介した。

Our Model

獲得された円盤ガスは準静的にコアに降り積もると仮定し、その構造をコア成分とガス成分の2成分系で計算した(Fig.1)。また、コアは剛体であると仮定し単にガスエンベロープへの重力ポテンシャル源として扱った。コアの成長率は $10^{-6} M_{\oplus} \text{yr}^{-1}$ で一定とし、原始惑星系円盤の温度と密度をそれぞれ $\rho = 5 \times 10^{-11} \text{g/cm}^3$, $T = 150 \text{K}$ とし、Iben et al. 1992 の Henyey code にコアによる重力を加え

たものを用いて計算を行った。

Results & Discussion

本研究の結果、先行研究の結果と同様にコア質量が

$10 M_{\oplus}$ 付近でガス質量が飛躍的に上昇する暴走的ガス降着が起こることを確認した (Fig.2)。また、同時に重力熱力学的に不安定な系に特有の性質である惑星光度の増加に伴う中心温度の上昇を確認できた (Fig.3)。このことから、巨大学惑星コアの暴走的ガス降着の原因として重力熱力学的不安定性が有力であると思われる。このため、暴走的ガス降着は惑星が重力熱力学的に安定になるとき、即ち、惑星中心部の電子縮退あるいは結晶化等によって惑星の比熱が正になるまで続くと考えられる。

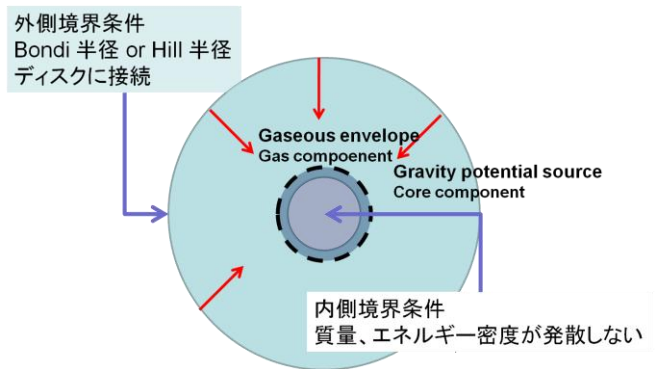


Fig. 1 計算モデルの概要

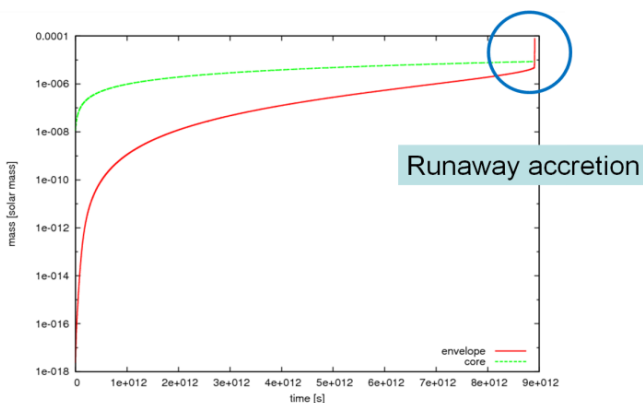


Fig. 2 ガスエンベロープ質量及びコア質量の時間進化

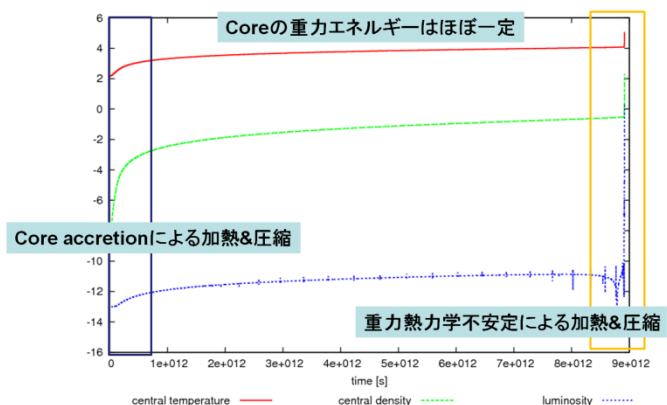


Fig. 3 中心温度、中心密度及び惑星光度の時間変化