



## 成果に関連して出版、もしくは印刷、投稿中の論文リスト

### (1) このプロジェクト（同様の過去のプロジェクトも含む）での成果

今年度中に出版された論文、国際会議集録、国際会議、学会、研究会発表、その他出版物（印刷中、投稿中の場合はその旨を記載すること）

#### 国際会議発表

- [1] Yamoto, F. and Sekiya, M., “Local Axisymmetric Two-Fluid Simulations of the Gravitational Instability in the Dust Layer of a Protoplanetary Disk”, *Protostars and Planets V*, Oct. 24-28, 2005, The Big Island, Hawai'i.

#### 学会、研究会発表

- [1] Yamoto, F. and Sekiya, M., “Numerical Simulation of the Gravitational Instability in the Dust Layer of a Protoplanetary Disk under the Assumptions of the Axisymmetry using the One-Fluid Model of the Dust and the Gas”, *Mini-Workshop on Planet-formation theory and low-mass-star observation*, July 18-19, Kobe, Japan.
- [2] 矢本 史治、関谷 実, 「原始惑星系円盤内のダスト層における重力不安定の軸対称 2次元数値流体シミュレーション」, 日本惑星科学会 秋季講演会, 2005年9月20-22日.

### (2) これまでのプロジェクトの今年度中の成果

今年度中に出版された論文、国際会議集録、国際会議、学会、研究会発表、その他出版物（印刷中、投稿中の場合はその旨を記載すること）

## 成果の概要

原始惑星系円盤から惑星系が形成されるまでの段階において、円盤内の塵（数  $\mu\text{m}$  ~ 数  $\text{mm}$ ）から微惑星（数  $\text{km}$ ）が形成するまでの過程は現在でもまだよくわかっていない。この過程についてのモデルの1つに重力不安定モデルがある。これまでの「重力不安定モデル」の研究では解析的に重力不安定の臨界密度を導いているものが多く（Goldreich and Ward, 1973; Sekiya 1983; Yamoto and Sekiya, 2004）、臨界密度に達すれば微惑星形成は生じると暗に考えられてきた。それに対し本プロジェクトでは、重力不安定の臨界密度に達した後のダスト層の進化に注目し、重力不安定によってダスト層がどのように進化していくのかを数値シミュレーションにより調べた。

ダスト層中のダストとガスはガス抵抗力によって相互作用する。ガス抵抗が効く時間スケールが重力不安定の成長する時間スケールに比べて十分に小さければ、ダストのランダム運動が無視できるとともにダストの流体近似が成り立つ。したがってシミュレーションでは、その条件を満たすようなガス抵抗時間を考え、ダストとガスを別々の2流体として取り扱った。シミュレーションは中心星からの動径方向と円盤中心面から鉛直な方向を考慮した軸対称2次元で行った。また重力不安定の進化に注目するために非摂動状態の動径方向の圧力勾配はゼロであると仮定し、シア不安定の生じない条件下で行った。ダストのガス抵抗時間は、すべてのダストについて等しく時間的にも変化しない（つまり、ダストの成長・破碎を無視する）とした。

ケプラー角速度で無次元化したガス抵抗時間が0.01のときは、ダストの沈殿よりも早く重力不安定が成長しダスト層が中心星の周りにリングを形成する過程が示された。ダストの沈殿の効果により形成されるリングの大きさはやや小さいが、この結果は昨年プロジェクト（rms58c）において導かれた1流体近似を用いた場合の結果に類似している。一方、ガス抵抗時間が0.1のときは、数値シミュレーションにおいて中心面における密度が重力不安定の臨界密度の数十倍になるまで計算した結果、ダストの沈殿が重力不安定の成長よりも早いという結果が得られた。さらにより大きな中心面での密度について調べた近似的な解析計算により、ガス抵抗時間が0.1のときは中心面の密度によらず常にダストの沈殿が早いことが導かれた。したがって、ガス抵抗時間の違いによって、ダストの沈殿より早く重力不安定が成長する場合と重力不安定の成長より早くダストの沈殿が進行する場合の2通りの進化過程が示された。