# 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 (平成 18 年度)

提出期限: 平成 19 年 4 月 6 日 (金)17:00 必着

応募カテゴリ(いずれかを選択) B システム(いずれかを選択) VPP

プロジェクト ID: ini24b

## 研究代表者(現在のユーザ ID: ishtsunk)

氏名	石津 尚喜
所属機関名	京都大学大学院 理学研究科
連絡先住所	〒 606−8502
	京都市左京区北白川追分町   京都大学理学部物理学第二教室
電話番号	075-753-3881
E-mail	ishitsu@scphys.kyoto-u.ac.jp
職または学年	研究員
研究代表者が常	学生の場合には指導教官の氏名

## 研究課題名

(和文)	原始惑星系円盤における微惑星形成過程
(英文)	The Planetesimal Formation Process in Protoplanetary Disks

## 研究分担者

氏名	所属機関名	E-mail	ユーザ
			ID

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)
- (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)

評価資料として利用いたしますので、様式・順序は任意ですが、学術論文については題名、著者、発行年月、雑誌名、巻、ページが記載されていること。

(1)

### 研究会発表

石津、犬塚、関谷, 原始太陽系星雲におけるコンドリュール保持のメカニズム 惑星起源研究会,

石津、犬塚、関谷,原始惑星系円盤におけるダスト層のシアー不安定性の数値シミュレーション,特定領域研究「太陽系外惑星科学の展開」研究会,東大

#### (2) 研究会発表

石津、犬塚、関谷,原始惑星系円盤におけるダスト層のシアー不安定性,数理研研究会「乱流と輸送現象:コーヒーカップから宇宙まで」、京大

### 成果の概要

(必要に応じてページを加えて下さい。)

微惑星形成には、ダストの付着による連続的な成長とダスト層の重力不安定性の2通りの形成の仮説がある。ダストが成長し、メートルサイズの大きさに達するとガス抵抗が最も強くなり、角運動量を失うことによって、100年のオーダーで中心星に落下してしまう。重力不安定よる形成は、このメートルサイズを飛び越えて成長することができるので非常に有効である。しかしながら、ディスクが乱流状態であると重力不安定は妨げられてしまう。乱流源として特に重要なのがシアー不安定性である。シアー不安定性が生じるメカニズムは以下の通りである。ダストは、中心星重力と遠心力がかかるためケプラー回転する。一方、ガスには圧力勾配が余分にかかるためケプラー回転より幾分遅い速度で公転することになる。ダストとガスの混合流体の速度は、これらの空間密度比によって決まる。よって、ダスト密度分布に依存して円盤鉛直方向にシアー流が生じる。このときシアー不安定性が生じうる。

本研究では、シアー不安定に対して不安定なダスト密度分布を初期条件として、ダスト、ガス2流体の3次元数値シミュレーションを行った。まず、ダストがないときのシミュレーションをおこなった。このとき、線形解析で予想されるとおり、動径方向のシアー(ケプラーシアー)によりシアー不安定性が安定化された。次に直径が1cmのダスト流体と考慮した計算をおこなった。このとき、ダストとガスには、非常に小さいが速度差があるため

お互いに抵抗を及ぼし角運動量を交換する。先に述べたようにダストは、ガスに比べて速く公転しているので、角運度量を失い中心星に向かって落下する。一方、角運動量を受け取ったガスはディスクの外側に移動する。つまり、ガスとダストは動径方向に異なる運動することになる。ダストがガスが異なる速度で運動するような状況下では、ストリーミング不安定が生じうる。実際、原始惑星系円盤ではケプラー時間の数十倍程度の成長時間を示す不安定が生じることが、線形計算により調べられている。ガス2流体の3次元数値シミュレーションを行うと、シアー不安定よりも、ストリーミング不安定に見られるような流れが生じた。よって、今回のシミュレーションにおいて、ダストはストリーミング不安定で生じるよな乱流に円盤中心面から巻き上げられあることが示された。