

国立天文台 天文学データ解析計算センター
成果報告書（平成17年度）

提出期限：平成18年3月20日(月)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: wni04b

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天体核研究室	
電話番号	075-753-3881	
E-mail	ishitsu@scphys.kyoto-u.ac.jp	
職または学年	教務補佐員	
研究代表者が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ダストの成長
(英文)	The Growth of Dust in a Protoplanetary Disk

研究分担者

[illegible]

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)

国際会議

Ishitsu & Sekiya, NUMERICAL SIMULATION OF SHEAR FLOW IN THE DUST LAYER OF A PROTOPLANETARY DISK, Protostars & Planet V, Hawaii

学会

石津、関谷, 原始惑星系円盤内ダスト層でのシアー不安定性開始後のダスト密度分布, 天文学会春季年会, 明星大

石津、犬塚、関谷, 原始惑星系円盤内ダスト層におけるシアー不安定性によるダスト密度分布変化とコリオリ力の影響, 天文学会秋季年会, 札幌コンベンションセンター

石津、犬塚、関谷, 原始惑星系円盤内ダスト層におけるコリオリ力影響下でのダストの振る舞い, 日本惑星科学会秋季講演会, 会津大

研究会発表

Ishitsu, & Sekiya, Numerical Simulation of Shear Instability of the Dust Layer in a Protoplanetary Disk, 惑星形成 / 褐色矮星・ワークショップ, 神戸大

石津、惑星形成における気象的問題, 惑星大気研究会, 太山寺 なでしこの湯 (神戸市西区)

石津、犬塚、関谷, 原始惑星系円盤内ダスト層におけるシアー乱流, 数理研 研究会「混合、化学反応、燃焼の流体力学」, 京大

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乱流に対するコリオリ力の影響, 特定領域研究「太陽系外惑星科学の展開」研究会, 国立天文台

(2) 特になし

成果の概要

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。重力不安定による形成は、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不安定性である。シア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流が生じる。シア不安定性の criterion として、リチャードソン数が知られている。リチャードソン数が 0.25 以上のときには、流れは安定である。Sekiya (1998) は、この criterion を用いて、シア不安定性が生じた後の密度分布を求めた。この密度分布はリチャードソン数一定ダスト密度分布と呼ばれている。そこでは、得られた密度分布のもとで、重力不安定性が生じるためのダスト、ガス面密度比の criterion が求められた。しかしながら、実際にこのようなダスト密度分布が実現するのは未解決である。

本研究では、シア不安定に対して亜臨界のダスト密度分布を初期条件として、ダスト、ガス 2 流体の 2 次元数値シミュレーションを行った。結果は、ダストの沈殿によりシア不安定な密度分布となった後に、摂動が成長し、ケルビン=ヘルムホルツ不安定性に特徴的な密度パターンが形成されことを示した。ダストサイズが 1cm のとき、流れは乱流状態に遷移し、新たな密度分布に達することが分かった。新たな密度分布に達した後、乱流がエネルギーが減衰し、沈殿が開始する。沈殿により、ダスト密度分布は再び不安定な状態となり、シア不安定が開始する。よって、このプロセスが繰り返し起こることが予想される。一方、ダストサイズが 10cm のときは、流れが乱流状態に達した後も、ダストの沈殿速度が速いため、常にシア不安定に対して不安定な分布となる。そのため、乱流エネルギーを常に基本流から得ることができるため、乱流状態が維持されることが分かった。

また、本研究では潮汐力とコリオリ力を考慮した 3 次元計算を行った。Ishitsu & Sekiya (2003) は、線形計算により、潮汐力にはシア不安定性を抑制する効果があることを示している。しかしながら、本計算ではシア不安定性により摂動が成長することが分かった。このことに関しては、現在解析中である。