

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－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－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。このときシア－不安定性が生じうる。

本研究では、シア－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－（ケプラーシア－）によりシア－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、角運動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う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。