

# Dust dynamics during the early disk evolution in the star formation process and implication for planet formation

古賀, 駿大

<https://hdl.handle.net/2324/4784414>

---

出版情報 : Kyushu University, 2021, 博士 (理学) , 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名	古賀 駿大		
論 文 名	Dust dynamics during the early disk evolution in the star formation process and implication for planet formation (星形成過程の円盤初期進化段階におけるダストのダイナミクスと惑星形成への示唆)		
論文調査委員	主 査	九州大学	准教授 町田 正博
	副 査	法政大学	教 授 松本 倫明
	副 査	山口大学	講 師 元木 業人

### 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究(古賀駿大)は、数値シミュレーションを用いて星形成過程で成長する星周円盤中のダストの振る舞いを調べ、早期星周円盤中で惑星の形成が起こりえることを示した。

惑星は星形成過程で形成する星周円盤の中で誕生する。従来の惑星形成論では、ガス降着が終わった後の静かな円盤(原始惑星系円盤)中で固体微粒子(ダスト)が成長し微惑星、惑星へと進化すると考えられていた。近年 ALMA 望遠鏡による原始惑星系円盤の詳細な観測によって、円盤中にリング、ギャップなどの構造が明らかになった。これらの構造の存在は、既に原始惑星系円盤中で惑星が存在していることを示唆している。さらに観測は Class 0、または Class I と呼ばれる星や円盤へのガス降着が盛んに起こっている星形成の最初期段階でもギャップやリング構造が存在することを示した。これらの観測は、従来考えられていた段階よりも十分に惑星形成が開始していることを意味している。しかし、星形成のどの時期からどのようにして惑星形成が開始したのかは不明である。

本研究は星形成過程での円盤の形成進化と円盤中の惑星形成の研究を行った。星は分子雲コアとよばれるガスのかたまりの中で誕生する。本研究は、星が誕生する前の分子雲コアを初期条件として、3次元非理想磁気流体シミュレーションを用いて、コアの自己重力収縮から星の誕生、また星周円盤の形成とその進化を計算した。星形成の数値計算は以前から行われていたが、これまでの研究ではガス成分のみに着目しており、惑星の素である固体微粒子は無視されてきた。本研究は流体計算と同時にダストの軌道計算を行う数値計算コードを開発し、円盤が成長する過程でのダストの振る舞いを調べた。

研究の結果、ダストサイズが  $100\mu\text{m}$  以上の場合、ダストとガスの結合が弱くなり円盤中でダストの存在量が上昇し惑星形成が促進されることが分かった。また、円盤上空から流入するダストは円盤中を軌道運動しながら短時間で中心の原始星に落下する。他方、赤道面近傍から流入するダストは円盤外周を軌道運動しながら非常に長い期間円盤内に留まる。この結果は、成長中の円盤の外周で惑星が形成し始めることを意味している。

この研究は、円盤の形成進化の過程でガスの進化と共に固体微粒子をラグランジュ的に計算し、星形成初期段階のダストの振る舞いを示した初めての計算である。また本研究は近年の観測と整合的な新しい惑星形成のシナリオを示した。よって、本研究は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める。