

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	デッドゾーン内側境界における岩石微惑星形成：円盤表層の影構造と太陽系形成過程への示唆
Title(English)	Planetesimal Formation at the Inner Edge of the Dead Zone: Implications for Disk Observations and Solar System Formation
著者(和文)	植田高啓
Author(English)	Takahiro Ueda
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11051号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:井田 茂,奥住 聡,中本 泰史,野村 英子,佐藤 文衛
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11051号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		植田 高啓		
			氏名	職名			
論文審査 審査員	主査		井田 茂	教授	奥住 聡	准教授	
	審査員		中本 泰史	教授			
				野村 英子	准教授		
				佐藤 文衛	准教授		

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Planetesimal Formation at the Inner Edge of the Dead Zone: Implications for Disk Shadows and Solar System Formation」というタイトルであり、全5章から成っている。

第1章「General Introduction」では、本博士論文において取り扱うテーマである、岩石微惑星の形成過程についての導入を述べている。まずは、これまでの系外惑星観測・原始惑星系円盤観測について簡単に紹介している。そして、原始惑星系円盤中でのダスト微粒子の運動・進化を簡単に述べ、ダストの急速な中心星方向への落下および衝突破壊によって、岩石微惑星の形成が困難であることを述べている。本論文では、この解決策として、デッドゾーン(磁気回転流体不安定の不活性領域)の内側境界と呼ばれる原始惑星系円盤内縁の局所領域におけるダスト捕獲を考慮したデッドゾーン内側境界でのダスト濃集過程の再考、および、そのダスト濃集を観測的に検証するための理論モデル構築であることを述べている。

第2章「Analytic Expressions for the Inner-Rim Structure of Passively Heated Protoplanetary Disks」では、原始惑星系円盤の最内縁領域の温度構造について調べ、その構造を詳細に記述する解析公式の導出を行っている。これにより、従来計算コストの高い数値シミュレーションによって調べられてきた内縁構造を平易な解析公式によって記述することを可能とした。さらに、この解析公式からデッドゾーン内側境界の位置が、古典的な円盤温度分布から予想される軌道半径の約3倍の軌道半径に存在することを示した。

第3章「Dust-Pileup at the Dead-Zone Inner Edge and Implications for the Disk Shadow」では、中質量星周りの円盤に対してダスト破壊を考慮したダスト成長・移動の進化計算を行うことで、デッドゾーン内側境界へのダスト濃集過程について調べている。デッドゾーン内側境界では乱流由来のダストの衝突速度が大きいいため、デッドゾーン内側境界にダストが濃集するためには、乱流が弱いかダストの限界付着速度が大きい必要があることを示した。さらに、得られたダスト分布をもとに輻射輸送計算を行うことで、ダスト濃集が中心星の光を遮ることで作られる影の影響を調べている。その結果、ダストが強く濃集している場合には、10 AUスケールの影が広がることを示した。影の領域では円盤の温度が非常に低温となり、円盤の十分内側領域でも水氷が存在しうることを示した。さらに、これらの結果に加え、ダストが濃集しないような円盤パラメータ範囲では、円盤表面が物理的に不安定になり、自発的にリング・影構造を形成する可能性があることを示している。

第4章「Inner Solar System Formation via the Dust-Pileup at the Dead-Zone Inner Edge」では、太陽型星周りの円盤に対してダスト進化計算を行うことで、太陽系の地球型惑星の形成に望ましい微惑星分布を再現できるか調べている。デッドゾーン内側境界の位置は、円盤が中心星照射のみによって加熱されている場合には、現在の太陽系地球型惑星の軌道よりも内側に位置する。今回の計算により、円盤赤道面が質量降着に伴う重力エネルギーの解放によって加熱されている場合、ダスト濃集による局所的な光学的厚みの上昇により、デッドゾーン内側境界が現在の太陽系地球型惑星の軌道付近に位置しうることを示した。太陽系地球型惑星の形成に望ましい微惑星分布を、位置・総質量の2つの観点から制限することで、太陽系地球型惑星を再現するのに必要な円盤乱流強度・質量降着率・ダストの限界付着速度のパラメータ範囲を示した。

最後に第5章「Summary and Future Prospect」で本研究の内容をまとめ、今後の本論文の発展性について述べている。

以上の通り、本博士論文の成果は、現在の微惑星形成理論および円盤観測にいくつかの予言を与え、新たな惑星形成モデルを構築する上で重要な研究であると考えられる。よって、博士(理学)の学位を与えるにふさわしいものと認める。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。