

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	フィラメント状分子雲の重力収縮と分裂: 等温の崩れと二次元性の顕在化
Title(English)	Gravitational Contraction and Fragmentation of Filamentary Molecular Clouds: Breakdown of Isothermality and Appearance of Two-Dimensionality
著者(和文)	鐵紘由紀
Author(English)	Hiroyuki Tetsu
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10074号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中本 泰史,綱川 秀夫,井田 茂,野村 英子,佐藤 文衛
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10074号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻:	地球惑星科学	専攻	申請学位(専攻分野):	博士	(理学)
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of	
学生氏名:	鐵 紘由紀		指導教員(主):	中本 泰史	教授
Student's Name			Academic Advisor(main)		
			指導教員(副):	井田 茂	教授
			Academic Advisor(sub)		

要旨(和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「Gravitational Contraction and Fragmentation of Filamentary Molecular Clouds: Breakdown of Isothermality and Appearance of Two-Dimensionality (フィラメント状分子雲の重力収縮と分裂: 等温の崩れと二次元性の顕在化)」と題され、全5章からなっている。

第1章「GENERAL INTRODUCTION」では、星形成プロセスにおけるフィラメント状分子雲の重力収縮と分裂についての観測事実と理論的先行研究を紹介し、本論文の目的を述べている。それは以下のようなものである。星形成分子雲についての観測事実は、フィラメント状分子雲の分裂が低質量星形成の主要なモードになっていることを支持している。一方でフィラメント状分子雲の進化についての理論的な理解は、等温のまま動径方向に収縮を続ける段階と、「等温の崩れ」によって「分裂」のモードが顕在化する段階に分けてなされてきた。これら2つの段階は別個には詳しく調べられてきた一方で、あくまでも原因と結果である筈の「等温の崩れ」と「分裂」とは同一視されてきた。その過渡期には理論的なギャップが存在し、これまでの描像で想定されてきた分裂プロセス、特に予測される分裂片の質量については、無視できない誤差が含まれ得た。本研究では「等温の崩れ」から「分裂」に至るまでのプロセスを一貫した数値計算によって、特に輻射が担う役割に着目して詳しく調べることで、この理論的ギャップを埋めることを目的としている。

第2章「RADIAL CONTRACTION」では、動径方向収縮するフィラメントにおいて輻射の担う役割を抜き出して詳細に調べことを目的として実行された、variable Eddington factor 法を用いた動径1次元の輻射流体計算とその結果について述べられている。計算結果を詳しく解析することで、既存の研究 (Masunaga & Inutsuka (1999) など) で示された「等温の崩れ」についての解析的な評価が持つ曖昧さが明らかにされている。「等温の崩れ」が過去の描像のように瞬間的な現象ではなく、フィラメント中心密度で評価して数桁ほどかけて生じる緩やかなものであることから、「等温の崩れ」を「分裂」とみなすことには同程度の誤差が含まれることを見いだしている。

収縮フィラメントにおいて分裂がいつ生じるのかを明瞭にする為に、本論文では2次元の輻射流体計算を実行するというアプローチをとる。しかし第1章で用いた手法は、2次元計算に適用するには数値的に高コストであり、より効率的な手法が必要となった。そこで第3章「METHOD DEVELOPMENT」では、2次元計算を行うための準備として、Flux-Limited Diffusion 近似法 (FLD) を適用した輻射流体アルゴリズムにおいて現れる非線形連立方程式を解く為の幾つかのアルゴリズムを評価し、その数値的効率性について検討している。検討されたのは一般的な Newton-Raphson 法に加え、Simple Operator Split 法 (SOS)、Douglas & Rachford らの Operator Split 法 (DROS)、プランク関数を近似的に Linearize する方法 (LIN) の4つである。中でも DROS を輻射流体計算に適用したのは本研究が初めての試みとなる。複数のテスト計算を用いて比較検討することで、フィラメント状分子雲についての計算では DROS もしくは LIN がより効率的なものとなることが示されている。

第4章「RADIAL CONTRACTION AND FRAGMENTATION」では、第3章の結果を踏まえて DROS を FLD に適用した二次元輻射流体計算を実行し、動径収縮するフィラメントにおいて「分裂」のモードが顕在化していく過程について調べている。フィラメントの分裂モードが顕在化する条件を中心密度で評価し、それが「等温の崩れ」の解析的评价から得られる値より10倍ほど大きな値となることを示している。これは分裂片の質量が最小で数木星質量程度であることを意味している。これをALMAによって観測されているファーストコア候補天体やマイクロレンジングによって観測されている惑星質量天体と比較した上で、その類似性について述べている。

第5章「SUMMARY」では、本論文の内容を簡潔にまとめ、結論を述べている。

備考: 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意: 論文要旨は、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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	地球惑星科学	専攻	申請学位(専攻分野)：	博士	(理学)
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of	
学生氏名：	鐵 紘由紀		指導教員(主)：	中本 泰史	教授
Student's Name			Academic Advisor(main)		
			指導教員(副)：	井田 茂	教授
			Academic Advisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)
Thesis Summary (approx.300 English Words)

This paper is entitled “Gravitational Contraction and Fragmentation of Filamentary Molecular Clouds: Breakdown of Isothermality and Appearance of Two-Dimensionality” and composed of a total of five chapters.

In the first chapter entitled “INTRODUCTION,” observational facts and theoretical works on the gravitational contraction and the fragmentation processes of filamentary molecular clouds are introduced, and the purpose of this work is described. Observations favor a theoretical scenario in which fragmentation of radially contracting filaments takes place due to the breakdown of isothermality. On the other hand, although the filament formation and fragmentation of static filaments have been studied in detail, there is a theoretical gap between the radially contracting filament and the fragmentation. The purpose of this work is to fill and understand the theoretical gap in the context of uncovering the role of radiative transfer.

In the second chapter entitled “RADIAL CONTRACTION,” results and detailed analyses of one dimensional radiation hydrodynamics (RHD) calculations, which reveal the thermal and dynamical evolution of radially contracting filamentary molecular clouds, are described. From the results, the fact that the breakdown of isothermality is not instantaneous event and the previous understanding may have the considerable error is found.

In the third chapter entitled “METHOD DEVELOPMENT,” as the preparation to perform two-dimensional calculations, the assessment of some schemes that is used to solve nonlinear simultaneous equations that is indispensable in RHD is described.

In the fourth chapter entitled “RADIAL CONTRACTION AND FRAGMENTATION,” the results and detailed analyses of two-dimensional RHD calculations, which reveal the fragmentation process of radially contracting filamentary clouds, are described. From the results, it is found that the density, at which the fragmentation appears, is about 10 times larger than the previously assumed one.

In the last chapter entitled “SUMMARY,” the content of this paper is briefly described and the conclusion is presented.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、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。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).