

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),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第10074号,<br>授与年月日:2016年3月26日,<br>学位の種別:課程博士,<br>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),<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第10074号,<br>Conferred date:2016/3/26,<br>Degree Type:Course doctor,<br>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                                                                                                                                                                               |

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 | 鐵 紘由紀 |     |
| 論文審査<br><br>審査員 |     | 氏 名   | 職 名 |         | 氏 名   | 職 名 |
|                 | 主査  | 中本 泰史 | 教授  | 審査員     | 野村 英子 | 准教授 |
|                 | 審査員 | 綱川 秀夫 | 教授  |         | 佐藤 文衛 | 准教授 |
|                 |     | 井田 茂  | 教授  |         |       |     |

論文審査の要旨（2000 字程度）

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>本論文は「Gravitational Contraction and Fragmentation of Filamentary Molecular Clouds: Breakdown of Isothermality and Appearance of Two-Dimensionality」と題し、全5章からなっている。</p> <p>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観測事実と先行する理論的研究を紹介し、本論文の目的を述べている。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示している。一方でフィラメント状分子雲の進化に関する理論的理解は、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行われてきた。これら2つの段階は別個に詳しく調べられてきた一方で、原因と結果であるはずの「等温の崩れ」と「分裂」は同一視されてきた。両者の間をつなぐ過渡期についての研究はなく、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る可能性がある。本研究では系統的な数値計算を用い、特に輻射が担う役割に着目して詳しく調べることで、「等温の崩れ」から「分裂」に至るまでのプロセスを調べることを目的としている。</p> <p>第2章「RADIAL CONTRACTION」では、動径方向に収縮するフィラメントに対して輻射流体力学計算を実行し詳しく解析することで、既存の研究で示された「等温の崩れ」についての解析的な評価が持つ曖昧さを明らかにしている。「等温の崩れ」が過去の描像のように瞬間的に起こる現象ではなく、フィラメントの中心密度が数桁上昇する間に緩やかに進行する現象であることから、「等温の崩れ」を「分裂」とみなすことには大きな誤差が含まれ得ることを見だしている。</p> <p>第3章「METHOD DEVELOPMENT」では、輻射流体力学計算の準備として、非線型連立方程式を解くいくつかのアルゴリズムを評価し、その数値計算上の効率を検討している。検討したものは一般的な Newton-Raphson 法に加え、Simple Operator Split 法 (SOS), Douglas &amp; Rachford らの Operator Split 法 (DROS), 及びプランク関数を近似的に線型化する方法 (LIN) の4つである。中でも DROS の輻射流体力学計算への適用は本研究が初めてである。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の計算では、DROS もしくは LIN が効率的であることを示している。</p> <p>第4章「RADIAL CONTRACTION AND FRAGMENTATION」では、第3章の結果を踏まえて DROS を用いた2次元輻射流体力学計算を実行し、「分裂」のモードが顕在化していく過程を明らかにしている。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」の密度より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になることを意味しており、これを大型電波干渉計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などと比較した上で、その類似性について述べている。</p> <p>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。</p> <p>以上のように本研究では、2次元輻射流体力学計算によってフィラメント状分子雲の収縮から分裂に至るまでの過程を調べ、その間に存在した理論のギャップを埋めている。その結果はこれまで明確な根拠なしに仮定されてきた「等温の崩れ」と「分裂」の同一視がもたらす誤差について、定量的な評価を与えるものとなっている。また本研究の2次元輻射流体力学計算によって、重力収縮と分裂によって形成される天体の最小の分裂片質量が示されている。これは近年の観測によって示唆される「主系列星より多く存在する惑星質量天体」と調和的であり、このような天体を形成するプロセスの候補として重要である。</p> <p>本論文の結果は、フィラメント状分子雲における星形成の初期段階や形成される天体の性質についての理解を大きく前進させるのみならず、今後の低質量星/惑星質量天体の観測的および理論的研究に新たな方向性を与えるものである。よって、博士(理学)の学位を与えるのにふさわしいものと認める。</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|