

自己評価報告書

平成 23 年 4 月 28 日現在

機関番号：62616

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2008～2011

課題番号：20540228

研究課題名(和文) 原始星アウトフローにより生成される超音速乱流とその星団形成への効果に関する研究

研究課題名(英文) On the Role of Protostellar Outflow Driven Turbulence in Clustered Star Formation

研究代表者

中村 文隆 (NAKAMURA HUMITAKA)

国立天文台・理論研究部・准教授

研究者番号：20291354

研究分野：理論天文学

科研費の分科・細目：天文学・天文学

キーワード：星形成、数値シミュレーション、MHD、原始星アウトフロー、分子雲、磁場、星団

1. 研究計画の概要

本研究の目的は、星からのフィードバック、とくに原始星アウトフローの効果を考慮して星団形成過程の数値流体力学シミュレーションを行い、星団形成の理論モデルを構築することである。星団形成の研究は以下の理由から天文学の分野では非常に重要な研究であり、早急に研究を推し進める必要があると考えられる。(1)これまでの星形成の研究は太陽のような孤立した小質量星の形成過程に集中して行われてきた。しかし、銀河系内の星のほとんどは星団の中で誕生する。銀河の進化に多大なる影響を及ぼす大質量星が誕生するのも星団内部である。したがって、宇宙の一般的な星形成過程を探る上で星団形成過程の解明は必要不可欠である。(2)星団形成の研究は、ALMAなどの次世代大型望遠鏡のターゲットの一つであるが、標準的な理論モデルがまだ存在しない。ALMAの稼働が数年後に迫った今、星団形成の理論モデルを構築することが急務である。(3)原始星アウトフローを考慮した星団形成の数値シミュレーションは、世界的にも応募者の最近の研究のみであり、本研究を推し進めることで世界の星団形成の理論研究をリードできる。

2. 研究の進捗状況

本研究では、3次元磁気流体力学数値シミュレーションにより、乱流状態にある磁気星団形成クランプの進化を追跡している。星はクランプ内で形成される高密度コア内で生まれると予想されているが、その誕生過程で双極方向に原始星アウトフローと呼ばれる質量放出現象を伴う。アウトフローに伴い、

運動量、運動エネルギーがクランプ内に再注入されるが、その過程を定量的に見積もることが本研究の大きな目的の一つである。これまでの計算から、星団形成の数値シミュレーションから、原始星アウトフローや超音速乱流が分子雲コアに衝突・圧縮して星形成が誘発されるケースがしばしば見られた。このように星団形成領域では、孤立した分子雲コアの場合と全く異なり、外的な影響下で星形成が進むことも明らかとなった。その環境効果を定量的に見積もり、形成される分子雲コアの物理状態を明らかにすることができた。

今年度は特に、星団形成の計算結果を直接、星形成領域の観測データと比較し、分子雲コア形成のモデルの検証を行うことにまず取り組む予定である。特に、今年度から稼働予定の大望遠鏡ALMAを使って、シミュレーションと同程度の分解能の観測データを使った比較を行いたい。さらに、現在、ガスの状態方程式を等温と仮定しているが、ガスの加熱や放射冷却過程の影響を定量的に調べ、これらの要因が星団形成領域での分子雲コアの形成に及ぼす影響を調べる。

3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。

原始星アウトフローの役割について、数値シミュレーションによる研究だけでなく、近傍の星団形成領域の観測を実際に主導して行い、観測データとシミュレーションデータの比較まで行うことができた。

4. 今後の研究の推進方策

数値シミュレーションと観測データとの直接比較が益々重要になってくると予想され、観測・理論両面から星団形成過程を詳し

く調べ、星団形成過程における星形成について解明する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8 件)

- ① Fumitaka Nakamura 他 15 名, The Molecular Outflows in the ρ Ophiuchi Main Cloud: Implications for Turbulence Generation , 2011, ApJ, 726, 46, 査読有
- ② Zhi-Yun Li, Peng Wang, Tom Abel, Fumitaka Nakamura, Lowering the Characteristic Mass of Cluster Stars by Magnetic Fields and Outflow Feedback, 2010, ApJ, 720, L26, 査読有
- ③ Hajime Maruta, Fumitaka Nakamura 他 3 名, Physical Properties of Dense Cores in the ρ Ophiuchi Main Cloud and a Significant Role of External Pressures in Clustered Star Formation, 2010, ApJ, 714, 680, 査読有
- ④ Peng Wang, Zhi-Yun Li, Tom Abel, Fumitaka Nakamura, Outflow Feedback Regulated Massive Star Formation in Parsec Scale Cluster Forming Clumps, 2010, ApJ, 709, 27, 査読有
- ⑤ Fumitaka Nakamura, Zhi-Yun Li Magnetically-Regulated Star Formation in Three Dimensions: The Case of the Taurus Molecular Cloud Complex, 2008, ApJ, 687, 354, 査読有

[学会発表] (計 3 件)

- ① 日本天文学会 2011 年春季年会「野辺山 45m 鏡星形成レガシープロジェクト III: 蛇使い座 ρ 分子雲のアウトフロー探査」、中村文隆、2011 年 3 月 16 日、茨城県・筑波大学 (学会の中止により、2011 年日本天文学会春季年会予稿集にて発表)
- ② IAU Symposium, No. 270, Computational Star Formation, 発表者 Fumitaka Nakamura, 題名: Theory of Cluster Formation: Effects of Magnetic Fields, 2010 年 6 月 1 日、スペイン・バルセロナ大学
- ③ 日本天文学会 2010 年春季年会「星団形成クランプにおける星形成過程: 潮汐力と外圧の重要性について」、中村文隆、2010 年 3 月 26 日、広島県・広島大学

[図書] (計 1 件)

- ① 日本天文学会創立 100 周年記念出版事業「シリーズ 現代の天文学」第 6 巻 星間物質と星形成, 福井康雄ほか 5 名編, 2008 年 9 月, 第 9 章分担 (p. 226~p. 237) 日本評論社、総ページ数 325 ページ