

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2022

課題番号：19K03923

研究課題名（和文）分子雲衝突による大質量星形成に対する磁場の役割の解明

研究課題名（英文）Study of magnetic field role on massive star formation by cloud cloud collision

研究代表者

羽部 朝男（Habe, Asao）

北海道大学・理学研究院・名誉教授

研究者番号：90180926

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：大質量星は、銀河進化に多大な影響を及ぼすが、その形成過程は未解明である。これを研究するために、本研究では磁場の効果を考慮して、分子雲衝突の3次元数値シミュレーションを行なった。一様磁場中に乱流分子雲を仮定し、「磁場とガス密度の観測的關係」が磁場4 μG でよく再現されることを示した。

次にこの場合に、典型的速度10km/sで衝突すると、10太陽質量以上の分子雲コアが多数形成され、大質量星形成の可能性を強く示唆する。また、衝突速度が10km/s以上の場合には、この大質量分子雲コア形成には衝突速度に応じて大きな分子雲の必要性を初めて示した。これらの成果は、国際会議で発表し、査読論文を出版した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は宇宙における大質量星形成過程を解明するために行なった研究である。大質量星は、その中心部で生命の起源と深く関連する様々な元素を合成し、また寿命が宇宙年齢と比較して短いことから超新星爆発を起こし、この元素を宇宙に放出して宇宙の元素の進化と深く関わっており、大質量星形成の研究は人類にとって大変興味深い。この研究では、このように重要な大質量星形成が、分子雲衝突で起こる可能性を調べ、宇宙空間で観測されている磁場が大質量星形成を可能にする分子雲コア形成を促す効果を明らかにした。この結果は、宇宙における大質量星形成がどのように起こるのかを理解する上で重要な意義を持つものである。

研究成果の概要（英文）：Although massive stars have very important role in evolution of galaxies, their formation process is still an open question. For study of their formation process, we make three dimensional numerical simulations of collision of molecular clouds including of magnetic fields.

We show that turbulent clouds in the uniform magnetic field of 4 micro G can reproduce the observed relation of magnetic field and gas density in clouds. We simulate such clouds with collision speed of 10 km/s and show that many massive dense cores with more than 10 solar mass form in the shocked layer produced by the collision. We also show that such massive core formation in the case of more high speed collision needs more larger size of clouds of which size and density depends on the collision speed. These interesting results are reported in the several domestic and international meetings and are published as refereed papers on the international journals.

研究分野：宇宙物理学

キーワード：巨大分子雲 大質量星形成 分子雲衝突 磁場 衝撃波 分子雲コア形成 大規模数値シミュレーション

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1 研究開始当初の背景

大質量星は、銀河進化に多大な影響を及ぼすが、その形成条件は未解明である (Tan et al. 2014)。大質量星形成として分子雲衝突が観測的に有力となっている (Fukui et al. 2021)。私たちは、以前から分子雲衝突の3次元数値シミュレーションを系統的に進め、分子雲衝突による高密度コア形成に対する分子雲内乱流や衝突速度の影響を調べ、乱流の効果だけでは大質量星形成可能な高密度コア形成には不十分であることを示していた (Takahira et al. 2014, 2018)。そこで、本研究では、分子雲衝突で磁場の効果を考慮して3次元数値シミュレーションを系統的に進め、大質量星形成の可能性を調べた。

2 研究の目的

本研究の目的は、分子雲衝突で磁場の効果を考慮し、大質量星形成の可能性を明らかにすることである。

3 研究の方法

研究方法は、3次元数値シミュレーションである。用いた計算 code は、enzo code と呼ばれるものである (Bryan et al. 2014)。これは、最適化格子法 (adaptive refinement method) と呼ばれるものであり、分子雲衝突によって高密度領域が形成され、さらにそこでより高密度でコンパクトなガスの領域が形成されるかどうかを調べるのに最適な方法である。この方法は、磁場も考慮することができる。

4 研究成果

まず、大局的に一様磁場中に分子雲を仮定し、初期乱流速度場を加えて時間発展させ、近傍分子雲の磁場と密度の観測的關係が、一様磁場が $4 \mu\text{G}$ の時によく再現することを明らかにした (Figure 1)。

次に衝突方向に対して様々な方向の一様磁場を仮定し、典型的な衝突速度である 10km/s で、大きさと質量の異なる分子雲を衝突させ、大質量の高密度分子雲コア形成の可能性を調べた。その結果、磁場が弱い時と比較して、近傍の分子雲の磁場と密度を再現できる場合に質量がかなり大きく自己重力的に束縛された分子雲コアが多数形成されることを示した (Figure 2 及び Figure 3(a))。

この分子雲コアの質量個数分布は質量の大きな領域では質量の冪乗となり、観測的特徴とよく一致する結果が得られた。10 太陽質量を超える分子雲コアが多数形成され、大質量星形成の可能性を強く示唆する。2 年度以降、銀河系内で衝突速度が 10km/s より大きな衝突分子雲が発見されていることから、こうした場合の大質量星形成の可能性を解明するために研究を進め、大質量分子雲コア形成には衝突速度に応じて大きなサイズの分子雲が必要であることを明らかにした (Figure 3 (b))。その成果は、日本天文学会や国際会議で発表し、査読論文として国際的な学術雑誌で出版した (Sakre et al. 2021, 2023)。並行して観測研究者と系内外銀河における分子雲衝突の共同研究も推進し、査読付きの論文を数編発表し、また分子雲衝突に

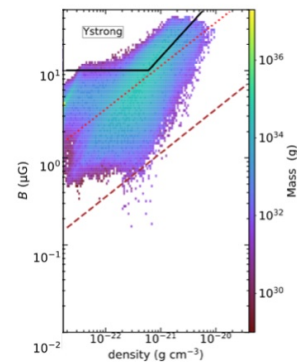
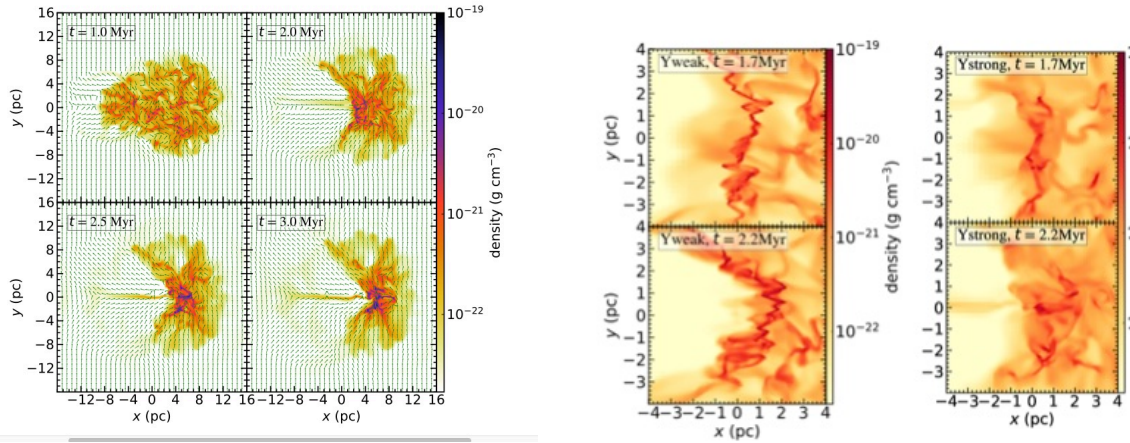
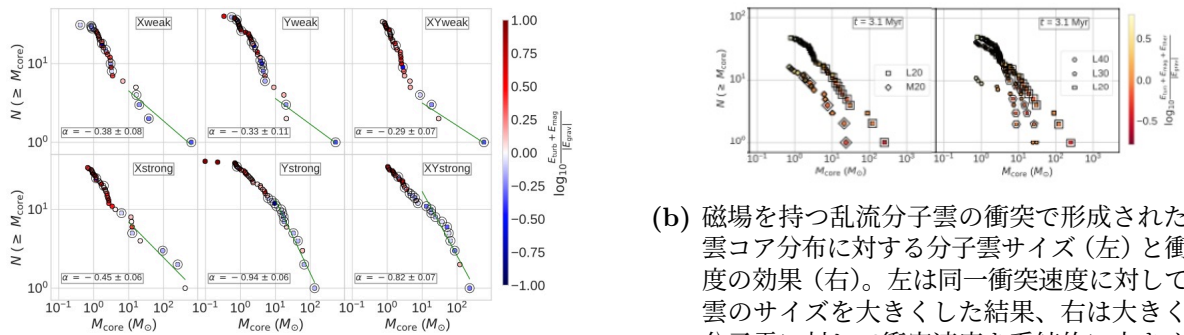


Figure 1: 乱流分子雲の $B - \rho$ 関係。初期の一様磁場は $B_0 = 4\mu\text{G}$ 。



(a) 衝突する乱流分子雲の密度分布の時間発展 ($B_0 = 4\mu\text{G}$)。 (b) non-linear Thin Shell instability (左) が磁場によって抑制されている (右)。

Figure 2: 乱流分子雲の衝突に対する磁場の効果。



(a) 衝突によって形成された分子雲コアの質量分布。上は磁場が弱い場合、下は磁場の観測的関係を再現できるモデルの場合。磁場によって大質量分子雲コア形成が促進されていることを示している。

(b) 磁場を持つ乱流分子雲の衝突で形成された分子雲コア分布に対する分子雲サイズ (左) と衝突速度の効果 (右)。左は同一衝突速度に対して分子雲のサイズを大きくした結果、右は大きくした分子雲に対して衝突速度を系統的に大きくした結果。同一速度では分子雲のサイズを大きくした方が大質量分子雲コアの形成が促進され、大きな分子雲に対しては、より大きな速度が分子雲コア形成を抑制することを示している。

Figure 3: 磁場を持つ乱流分子雲の衝突で形成された高密度コアに対する分子雲サイズと衝突速度の効果。

関する理論的及び観測的研究に関する review 論文 (Fukui, Habe ら 2021) を出版するなどの成果を上げた。

References

- [1] Bryan, Greg L. ; Norman, Michael L. et al. The Astrophysical Journal Supplement, Vol. 211, article id. 19, 52 pp. (2014).
- [2] Fukui, Yasuo ; Habe, Asao ; Inoue, Tsuyoshi ; Enokiya, Rei search by orcid ; Tachihara, Kengo, Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 73, Issue Supplement1, pp.S1-S34, (2021).
- [3] Maeda, Fumiya search by orcid ; Egusa, Fumi search by orcid ; Ohta, Kouji search by orcid ; Fujimoto, Yusuke search by orcid ; Habe, Asao ; Asada, Yoshihisa, The Astrophysical Journal, Volume 926, Issue 1, id.96, 14 pp (2022).
- [4] Maeda, Fumiya search by orcid ; Egusa, Fumi search by orcid ; Ohta, Kouji search by orcid ; Fujimoto, Yusuke search by orcid ; Habe, Asao, The Astrophysical Journal, Volume 943, Issue 1, id.7, 16 pp (2013)
- [5] Sakre, N. ; Habe, A. ; Pettitt, A. R. ; Okamoto, T.; Enokiya, R. ; Fukui, Y. ; Hosokawa, T., Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 522, pp.4972-4990, (2023).
- [6] Sakre, N.; Habe, A.; Pettitt, A. R. ; Okamoto, T., Publications of the Astronomical Society of Japan, Vol 73, Issue Supplement1, pp.S385-S404, (2021).
- [7] Takahira, Ken ; Tasker, Elizabeth J.; Habe, Asao ; 2014, The Astrophysical Journal, Volume 792, Issue 1, article id. 63, 15 pp. (2014).
- [8] Takahira, Ken ; Shima, Kazuhiro ; Habe, Asao ; Tasker, Elizabeth J. Publications of the Astronomical Society of Japan, Vol. 70, Issue SP2, id.S58, (2018)
- [9] Tan J. C., Beltrán M. T., Caselli P., Fontani F., Fuente A., Krumholz M. R., McKee C. F., Stolte A., Protostars and Planets VI, pp 149 – 172, (2014).
- [10] Torii K. et al. Publications of the Astronomical Society of Japan, Volume 73, Issue Supplement1, pp.S368-S384, (2021)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Maeda Fumiya, Egusa Fumi, Ohta Kouji, Fujimoto Yusuke, Habe Asao	4. 巻 943
2. 論文標題 Statistical Study of the Star Formation Efficiency in Bars: Is Star Formation Suppressed in Gas-rich Bars?	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 7~22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aca664	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sakre Nirmitt, Habe Asao, Pettitt Alex R, Okamoto Takashi, Enokiya Rei, Fukui Yasuo, Hosokawa Takashi	4. 巻 522
2. 論文標題 Massive core/star formation triggered by cloud-cloud collision II. High-speed collisions of magnetized clouds	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 4972~4990
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stad1089	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Maeda Fumiya, Egusa Fumi, Ohta Kouji, Fujimoto Yusuke, Habe Asao, Asada Yoshihisa	4. 巻 926
2. 論文標題 CO(2-1)/CO(1-0) Line Ratio on a 100 Parsec Scale in the Nearby Barred Galaxy NGC 1300	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 96~109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac4505	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Maeda, Fumiya ; Ohta, Kouji ; Fujimoto, Yusuke ; Habe, Asao	4. 巻 502
2. 論文標題 Connection among environment, cloud-cloud collision speed, and star formation activity in the strongly barred galaxy NGC 1300	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2238 - 2250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stab130	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Maeda, Fumiya; Egusa, Fumi; Ohta, Kouji; Fujimoto, Yusuke; Habe, Asao ; Asada, Yoshihisa	4. 巻 926
2. 論文標題 CO(2-1)/CO(1-0) Line Ratio on a 100 Parsec Scale in the Nearby Barred Galaxy NGC 1300	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 96 - 110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac4505	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sakre Nirmitt, Habe Asao, Pettitt Alex R, Okamoto Takashi	4. 巻 73
2. 論文標題 Massive core/star formation triggered by cloud-cloud collision: Effect of magnetic field	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S385 ~ S404
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa059	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Torii Kazufumi, Hattori Yusuke, Matsuo Mitsuhiro, Fujita Shinji, Nishimura Atsushi, Kohno Mikito, Kuriki Mika, Tsuda Yuya, Minamidani Tetsuhiro, Umemoto Tomofumi, Kuno Nario, Yoshiike Satoshi, Ohama Akio, Tachihara Kengo, Fukui Yasuo, Shima Kazuhiro, Habe Asao, Haworth Thomas J	4. 巻 73
2. 論文標題 CO observations of the molecular gas in the Galactic Hii region Sh2-48: Evidence for cloud-cloud collision as a trigger of high-mass star formation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S368 ~ S384
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy098	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fujita Shinji, Tsutsumi Daichi, Ohama Akio, Habe Asao, Sakre Nirmitt, Okawa Kazuki, Kohno Mikito, Hattori Yusuke, Nishimura Atsushi, Torii Kazufumi, Sano Hidetoshi, Tachihara Kengo, Kimura Kimihiro, Ogawa Hideo, Fukui Yasuo	4. 巻 73
2. 論文標題 High-mass star formation in Orion possibly triggered by cloud-cloud collision. III. NGC 2068 and NGC 2071	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S273 ~ S284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kohnno Mikito, Tachihara Kengo, Torii Kazufumi, Fujita Shinji, Nishimura Atsushi, Kuno Nario, Umemoto T., Minamidani T., M. Kiridoshi R, Tokuda K, Hanaoka M, Tsuda Y, Kuriki M., Ohama A., Sano H., Hasegawa T., Sofue Y., Habe A., Onishi T., Fukui Y.	4. 巻 73
2. 論文標題 FOREST unbiased Galactic plane imaging survey with the Nobeyama 45m telescope (FUGIN). VI. Dense gas and mini-starbursts in the 43 giant molecular cloud complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S129 ~ S171
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa015	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukui Yasuo, Habe Asao, Inoue Tsuyoshi, Enokiya Rei, Tachihara Kengo	4. 巻 73
2. 論文標題 Cloud-cloud collisions and triggered star formation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 S1 ~ S34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa103	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Pettitt Alex R, Dobbs Clare L, Baba Junichi, Colombo Dario, Duarte-Cabral Ana, Egusa Fumi, Habe Asao	4. 巻 498
2. 論文標題 How do different spiral arm models impact the ISM and GMC population?	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1159 ~ 1174
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa2242	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Maeda Fumiya, Ohta Kouji, Fujimoto Yusuke, Habe Asao, Ushio Kaito	4. 巻 495
2. 論文標題 A large amount of diffuse molecular gases in the bar of the strongly barred galaxy NGC 1300: cause of the low star formation efficiency	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 3840 ~ 3858
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa1296	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Fujimoto Yusuke, Maeda Fumiya, Habe Asao, Ohta Kouji	4. 巻 494
2. 論文標題 Fast cloud-cloud collisions in a strongly barred galaxy: suppression of massive star formation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2131 ~ 2146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa840	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Maeda Fumiya, Ohta Kouji, Fujimoto Yusuke, Habe Asao	4. 巻 493
2. 論文標題 Properties of giant molecular clouds in the strongly barred galaxy NGC 1300	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5045 ~ 5061
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa556	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Fujimoto Yusuke, Maeda Fumiya, Habe Asao, Ohta Kouji	4. 巻 73
2. 論文標題 Fast cloud-cloud collisions in a strongly barred galaxy: Suppression of massive star formation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2131-2146
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa840	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Maeda Fumiya, Ohta Kouji, Fujimoto Yusuke, Habe Asao	4. 巻 493
2. 論文標題 Properties of giant molecular clouds in the strongly barred galaxy NGC 1300	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 5045 ~ 5061
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/staa556	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Fujita Shinji, Tsutsumi Daichi, Ohama Akio, Habe Asao, Sakre Nirmat, Okawa Kazuki, Kohno Mikito, Hattori Yusuke, Nishimura Atsushi, Torii Kazufumi, Sano Hidetoshi, Tachihara Kengo, Kimura Kimihiro, Ogawa Hideo, Fukui Yasuo	4. 巻 73
2. 論文標題 High-mass star formation in Orion possibly triggered by cloud-cloud collision. III. NGC 2068 and NGC 2071	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 s273-s284
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Koide Nagito, Nakanishi Hiroyuki, Sakai Nobuyuki, Habe Asao, Shima Kazuhiro, Kurayama Tomoharu, Matsuo Mitsuhiro, Tezuka Daisuke, Kurahara Kohei, Ueno Saeko, Burns Ross A, Nakagawa Akiharu, Honma Mareki, Shibata Katsunori M, Nagayama Takumi, Kawaguchi Noriyuki	4. 巻 71
2. 論文標題 Outer rotation curve of the Galaxy with VERA. IV. Astrometry of IRAS 01123+6430 and the possibility of cloud-cloud collision	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 113-126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz101	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Hidenori Matsui, Toshiyasu Masakawa, Asao Habe, Takayuki R Saitoh
2. 発表標題 Episodic Gas Supply to a Galactic Center due to Interactions of Gas Clouds in a Gas Ring Formed in a Barred Galaxy
3. 学会等名 IAU Symp. 377: EARLY DISK-GALAXY FORMATION FROM JWST TO THE MILKY WAY (Kuala Lumpur, Malaysia) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hidenori Matsui, Toshiyasu Masakawa, Asao Habe, Takayuki R Saitoh
2. 発表標題 Bar-Driven Star and Star Cluster Formations and Gas Fueling to a Galactic Center
3. 学会等名 IAU Symp. 373: Resolving the Rise and Fall of Star Formation in Galaxies (Busan, Korea) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nirmit Sakre, Asao Habe, Alex R. Pettitt, Takashi Okamoto
2. 発表標題 Massive Core Formation in Magnetized, Turbulent, High-speed Colliding Clouds
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 前田郁弥, 江草英実 (東京大学), 太田耕司 (京都大学), 藤本裕輔 (会津大学), 羽部朝男 (北海道大学)
2. 発表標題 棒渦巻銀河の棒部における星形成効率の統計的調査
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堀江秀, 岡本崇, 羽部朝男 (北海道大学)
2. 発表標題 分子雲衝突による星形成と銀河シミュレーション
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nirmit Sakre, Asao Habe, Alex R. Pettitt, Takashi Okamoto
2. 発表標題 Massive core/star formation triggered by cloud-cloud collision: Effect of magnetic field
3. 学会等名 STAR FORMATION: FROM CLOUDS TO DISCS A Tribute to the Career of Lee Hartmann (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nirmit Sakre, Asao Habe, Alex R. Pettitt, Takashi Okamoto
2. 発表標題 Massive core formation triggered by cloud cloud collision
3. 学会等名 オンライン研究会「様々なスケールの衝突流による誘発的星形成～大質量星から超大質量星団まで～」
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nirmit Deepak Sakre, Asao Habe, Alex R. Pettitt, Takashi Okamoto
2. 発表標題 Massive Core Formation in Magnetized, Turbulent, High-speed Colliding Clouds
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nirmit Deepak Sakre, Asao Habe, Alex R. Pettitt, Takashi Okamoto
2. 発表標題 Massive Core/Star Formation Triggered by Cloud-Cloud Collision IV: Effect of Magnetic Field in High-Speed Collisions
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nirmit Sakre, Asao Habe, Alexander Pettitt, Takashi Okamoto
2. 発表標題 Massive Star Formation triggered by Cloud-Cloud Collision: Effects of Magnetic Field and Collision Speed
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 島和宏 (京都大学), 羽部朝男 (北海道大学)
2. 発表標題 分子雲衝突による大質量星形成とフィードバックによるトリガーの可能性
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 前田郁弥, 太田耕司, 牛尾海登 (京都大学), 藤本裕輔 (ANU), 羽部朝男 (北海道大学)
2. 発表標題 強い棒渦巻銀河 NGC1300 における星形成の抑制 2
3. 学会等名 日本天文学会2019年秋季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nirmit Sakre, Asao Habe, Alex R. Pettitt, Takashi Okamoto
2. 発表標題 Massive Core/Star Formation Triggered by Cloud-Cloud Collision III: Effect of Magnetic Field
3. 学会等名 日本天文学会2020年春季年会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

大質量星形成に関する最近の共同研究がScienceNewsに
<https://astro3.sci.hokudai.ac.jp/~habe/wp/index.php/high-mass-star-formation-barred-galaxies/>
 オリオン大星雲：分子雲衝突による巨大星形成を立証（名古屋大学、国立天文台、京都大学との共同研究）
<https://astro3.sci.hokudai.ac.jp/~habe/wp/index.php/page-75/>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------