

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：24403

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K13580

研究課題名(和文) 無バイアス分子雲探査による銀河系渦状腕における星形成の理解

研究課題名(英文) Study on star formation on spiral arms on the Galaxy through unbiased survey of molecular clouds

研究代表者

西村 淳(Nishimura, Atsushi)

大阪府立大学・理学(系)研究科(研究院)・非常勤研究員

研究者番号：50738565

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では「銀河の中で星形成効率がどのように決まるのか」の解明を目的とする。2件の共同利用観測(国立天文台野辺山宇宙電波観測所45m電波望遠鏡)に提案が採択され、ペルセウス腕ならびに局所スパーに対する分子ガスデータを収集した。これによりこれまで不足していた銀河系外縁部と渦状腕間空間に対するデータセットを新たに得た。また、ガスの運動を精査する事によって分子雲が衝突状態にあるかどうかを判定する手法を確立した。これらの結果、銀河内の場所(渦状腕、スパー等)に関わらず、分子雲衝突によって誘発された可能性の高い星形成領域が多数見つかった。従って、星形成効率率は分子雲衝突の頻度で決まる可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

星がどのように生まれるか、は、その後に引き起こされる重元素の生成などを通じて、惑星の起源や生命の誕生に繋がり、宇宙の歴史を紐解く上でも重要な壮大なテーマである。従来、星は、一つの分子雲の中で独立して生まれると素朴に信じられて来た。本研究は、特に大質量星においては、星形成が銀河の中で複数の分子雲が出会い衝突する事を契機に始まる可能性が高い事を観測的に示した。またそれが、銀河内のガス量の大小を問わず、さらには系外銀河においてまで、いかなる場所においても普遍的に同様に起きているであろう事が示された。今後、宇宙における多種多様な星の形成、銀河進化の研究に大きな波及効果を与えると予想される。

研究成果の概要(英文)：This study aims to understand the origin of star formation efficiency in galaxies. Two observation proposals using Nobeyama 45-m radio telescope were accepted, and distributions of molecular gas in the Galaxy are surveyed. In addition, we developed a method to detect cloud-cloud collision event through detailed investigations of gas kinematics. As a result, a number of candidates where the star formation is triggered by the cloud-cloud collision were found regardless of their location in the galactic structures (e.g., arm or spur). This fact indicates that the star formation efficiency in the Galaxy is probably controlled by the frequency of cloud-cloud collision.

研究分野：天文学

キーワード：星形成 大質量星 分子雲 分子雲衝突 電波望遠鏡

## 1. 研究開始当初の背景

太陽質量の8倍を超えるような大質量星は、ブラックホールや中性子星の起源であると共に、紫外線や恒星風、超新星爆発を通して莫大なエネルギーを周囲に供給することで銀河の進化において根幹的な役割を果たす。どこでどのような大質量星が形成するのか、その形成メカニズムを解明することが、宇宙物理学における重要な課題である。銀河系のような渦巻銀河では、渦状腕に沿ってガス・恒星が集中し、そこで星形成が活発に行われることが知られている。

研究代表者らによるここ数年の精力的な分子雲の観測により、太陽系の近傍 3 kpc の範囲では、射手腕、ケンタウルス腕共に、分子雲衝突が大質量星形成の主要なモードである可能性が高まってきた。分子雲衝突は、分子雲の中で大質量星形成を自然に説明できるそれまでのところ唯一のモデルであった(井上、福井 2013, ApJL, 774, L31)。渦巻銀河の渦状腕内では、分子雲は形成してから散逸するまでの間に少なくとも1度は分子雲衝突を経験することが理論的に予想されており(Dobbs 他 2015, MNRAS, 6, 3608)、銀河モデルとも矛盾は無い。一方で、赤外線データから明らかのように、大質量星形成領域は渦状腕上に一様に分布しているわけではなく、ある程度の塊として分布している。この事は、渦状腕における星形成効率(ガスの量に対して形成される星の割合)が場所によって異なっている事を示唆している。渦状腕上の星形成効率が何に支配されているのか、を理解する事が次に取り組むべき観測的な課題であった。

また、大局的には、銀河系はいくつかの渦状腕と腕間空間からなる。星形成効率は、渦状腕と腕間空間とで異なる事が知られており、また、銀河中心からの距離によっても異なる事が知られていた。以上より次に取り組むべき観測的な課題は、(1)渦状腕における大質量星形成効率の変動をもたらすメカニズムを理解し、(2)それを銀河中心からの距離の異なる渦状腕に対してそれぞれ行い、さらに、(3)銀河の異なる構造(渦状腕、腕間空間、等)においてそれらを調べる事、であった。

## 2. 研究の目的

本研究では、銀河系における星形成効率の決定要因の理解を目的とし、渦状腕における分子ガスの定量と星形成状況との比較を行う。また、大質量星の形成メカニズムとして可能性が高まりつつある分子雲衝突現象が星形成効率へ与える影響について調査する。さらにこれを、複数の渦状腕や腕間空間に対してそれぞれ行い、渦状腕毎の星形成率/星形成効率の起源について調査する。

## 3. 研究の方法

本研究では、次の方法で研究を進める：

- (1) 分子ガスデータの取得 / 統一解析環境の整備  
分子雲衝突を観測的に検証するためには、分子ガスのプローブである CO(J=1-0)輝線の分光データが適している。また、天の川銀河の渦状腕に対して統計的な検証を行うために、広域かつ高分解能のサーベイデータが必要である。研究代表者はこれまで CO 広域サーベイプロジェクトを推進してきており、野辺山 45m 鏡/FUGIN、Mopra/SGPS で取られたデータにアクセス可能である。分子雲衝突を検証するのに必要な 0.5 pc の角分解能を、ケンタウルス腕、射手腕で達成している。これらに加えて、野辺山 45m 鏡などへの共同利用観測を提案することで腕間空間の一つである局所スパー領域のを実施し、腕間空間の分子ガスデータの取得を目指す。これらはデータ量が膨大(～10 TB 程度)になるので、専用の解析環境の構築/整備を行う。
- (2) 分子雲の同定  
分子雲の同定には、系統樹解析を利用した *astrodendro* (Rosolowsky et al. 2008, ApJ, 679, 1338) を使用する。分子雲の距離決定には運動学的距離を使うと共に、GAIA 衛星により公開される恒星の位置情報を活用する。得られた結果をもとに、分子雲カタログを作成し、カタログを論文として出版する。
- (3) 分子雲衝突の判定  
研究代表者らが開発した手法(相補的空間分布法、V型速度構造法)を、(2)で同定した各分子雲に適用し、分子雲衝突の有無を判定する。これにより、渦状腕ごとに分子雲の衝突頻度を定量する。
- (4) 分子雲の特徴の整理と銀河構造との比較  
渦状腕中の単位体積あたりの分子雲の総数を  $N_{\text{cloud}}$ 、それらのうち HII 領域が付随するものを  $N_{\text{HII}}$ 、衝突現象が確認されたものを  $N_{\text{collision}}$  として、星形成割合  $N_{\text{HII}} / N_{\text{cloud}}$ 、衝突割合  $N_{\text{collision}} / N_{\text{cloud}}$  を渦状腕内の領域毎に定量する。これらパラメータの渦状腕内での変動について、腕の側面と中腹の差があるか、重力不安定性から予想される振動パターンが見られるか、等を検証する。さらに渦状腕毎に比較し、銀河内ポテンシャルの違いや金属量の差による影響を検証する。結果はまとめて論文として出版する。

#### 4. 研究成果

野辺山 45-m 電波望遠鏡を用いた 2 件の共同利用観測を実施した(合計 266 時間)。銀河中心距離の大きいペルセウス腕に付随する複数の大質量星形成領域に対して分子ガスの詳細マッピング観測を実施した。また、局所腕と射手腕の間の腕間空間である局所スパー領域について無バイアス広域分子ガスサーベイ観測を実施した。これにより、これまでの銀河中心距離の小さい FUGIN サーベイに加えて、様々に環境の異なる領域に対する大質量形成に付随する分子ガスデータのサンプルが揃った。

分子雲の同定については、当初、系統樹解析を用いて視線方向上に重なるものも含めた無数に存在する分子雲をクラスタリングして分離する事を試みた。しかし、距離の不定性や、分子雲の特徴の多様性(様々に異なる大きさや密度等)などの要因により、無バイアスデータに対して一括して適用する事は直ちには困難である事が分かった。一方で、取得されたデータセットを精査すると、分子雲の形状を比較的簡単に手作業で分離できるものが数十個含まれている事が分かった。そこで、まずは、手作業によるケーススタディを、銀河内の異なる環境下において複数行う事を優先した。将来的に自動解析による統一的な手法が確立でき、本データセットに適用できれば、サンプル数は数百から数千に増えることが予想され、より統計的な星形成に対する理解が得られる事が期待される。

同定された分子雲に対しては、分子雲衝突が起きているかどうかを判定した。手法としては、相補的空間分布法、V 型速度構造法がこれまで研究代表者らによって開発され、手動で各領域に対して適用されてきた。これに加えて、相関係数を用いて相補的空間分布法を自動で適用し判定するアルゴリズムを新たに開発した。これによって、分子雲の運動状態を効率良く理解することが可能となり、研究が加速された。

これらの結果、太陽系近傍の 3 天体(うち 1 件は投稿準備中)、銀河中心距離の比較的小さい渦状腕上の 7 天体で、分子雲衝突が大質量星形成を誘発している可能性が高い事が分かり、査読付き論文として出版された。また、銀河中心距離の比較的大きい渦状腕上の 3 天体でも同様の状況が見つかっており、現在投稿論文としてまとめている。さらに、局所腕と射手腕の間の腕間空間である局所スパー領域に位置する大質量星形成領域 1 件も、同様に分子雲衝突による誘発的星形成の兆候が見られており、査読付き論文誌へ投稿中である。これら本研究の成果を含む、個別の天体での物理現象を緻密に検証した結果をまとめて、査読付き天文学術雑誌『日本天文学会欧文研究報告 (Publications of the Astronomical Society of Japan)』に、「特集号：分子雲衝突による星形成 2」を刊行した。これらの結果、大質量星形成領域において、周囲の残存ガスから分子雲が衝突した痕跡が普遍的に見つかっており、星形成効率を決定付ける要因として、分子雲の衝突頻度が果たす役割が大きいことが示唆される。さらに、本研究で確立された手法を、系外銀河の星形成領域にも適用したところ、銀河系と同様な分子ガスの構造が見られた。この事は大質量星を形成する機構が、銀河系のみならず、宇宙において様々な銀河において普遍的である可能性を示唆している。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Takekoshi Tatsuya, Fujita Shinji, Nishimura Atsushi, Taniguchi Kotomi, Yamagishi Mitsuyoshi, Matsuo Mitsuhiro, Ohashi Satoshi, Tokuda Kazuki, Minamidani Tetsuhiro	4. 巻 883
2. 論文標題 Nobeyama 45 m Cygnus-X CO Survey. II. Physical Properties of C180 Clumps	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 156 ~ 156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab3a55	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, Tokuda Kazuki, Saigo Kazuya, Harada Ryohei, Tachihara Kengo, Tsuge Kiseitsu, Inoue Tsuyoshi, Torii Kazufumi, Nishimura Atsushi, Zahorecz Sarolta, Nayak Omnarayani, Meixner Margaret, Minamidani Tetsuhiro, Kawamura Akiko, Mizuno Norikazu, Indebetouw Remy, Sewi?o Marta, Madden Suzanne, Galametz Maud, et al.	4. 巻 886
2. 論文標題 An ALMA View of Molecular Filaments in the Large Magellanic Cloud. I. The Formation of High-mass Stars and Pillars in the N159E-Papillon Nebula Triggered by a Cloud-Cloud Collision	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 14 ~ 14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab4900	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 Tokuda Kazuki, Fukui Yasuo, Harada Ryohei, Saigo Kazuya, Tachihara Kengo, Tsuge Kiseitsu, Inoue Tsuyoshi, Torii Kazufumi, Nishimura Atsushi, Zahorecz Sarolta, Nayak Omnarayani, Meixner Margaret, Minamidani Tetsuhiro, Kawamura Akiko, Mizuno Norikazu, Indebetouw Remy, Sewi?o Marta, Madden Suzanne, Galametz Maud, et al.	4. 巻 886
2. 論文標題 An ALMA View of Molecular Filaments in the Large Magellanic Cloud. II. An Early Stage of High-mass Star Formation Embedded at Colliding Clouds in N159W-South	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 15 ~ 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab48ff	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 Nirmmit, 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 Kohno Mikito, Tachihara Kengo, Torii Kazufumi, Fujita Shinji, Nishimura Atsushi, Kuno Nario, Umemoto Tomofumi, Minamidani Tetsuhiro, Matsuo Mitsuhiro, Kiridoshi Ryosuke, Tokuda Kazuki, Hanaoka Misaki, Tsuda Yuya, Kuriki Mika, Ohama Akio, Sano Hidetoshi, Hasegawa Tetsuo, Sofue Yoshiaki, Habe Asao et al.	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 W43 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 Torii Kazufumi, Fujita Shinji, Nishimura Atsushi, Tokuda Kazuki, Kohno Mikito, Tachihara Kengo, Inutsuka Shu-ichiro, Matsuo Mitsuhiro, Kuriki Mika, Tsuda Yuya, Minamidani Tetsuhiro, Umemoto Tomofumi, Kuno Nario, Miyamoto Yusuke	4. 巻 71
2. 論文標題 FOREST Unbiased Galactic Plane Imaging Survey with the Nobeyama 45m telescope (FUGIN). V. Dense gas mass fraction of molecular gas in the Galactic plane	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 S2-1 ~ S2-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz033	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 -

1. 著者名 Fujita Shinji, Torii Kazufumi, Kuno Nario, Nishimura Atsushi, Umemoto Tomofumi, Minamidani Tetsuhiro, Kohno Mikito, Yamagishi Mitsuyoshi, Tosaki Tomoka, Matsuo Mitsuhiro, Tsuda Yuya, Enokiya Rei, Tachihara Kengo, Ohama Akio, Sano Hidetoshi, Okawa Kazuki, Hayashi Katsuhiro, Yoshiike Satoshi, Tsutsumi Daichi, Fukui Yasuo	4. 巻 73
2. 論文標題 Massive star formation in W51 A triggered by cloud cloud collisions	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 S172 ~ S200
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz028	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 -

1. 著者名 Fujita Shinji, Torii Kazufumi, Tachihara Kengo, Enokiya Rei, Hayashi Katsuhiro, Kuno Nario, Kohno Mikito, Yamagishi Mitsuyoshi, Nishimura Atsushi, Umemoto Tomofumi, Minamidani Tetsuhiro, Matsuo Mitsuhiro, Tsuda Yuya, Sano Hidetoshi, Tsutsumi Daichi, Ohama Akio, et al.	4. 巻 872
2. 論文標題 FUGIN: Molecular Gas in Spitzer Bubble N4? Possible Evidence for a Cloud-Cloud Collision as a Trigger of Massive Star Formations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 49 ~ 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aafac5	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 -

1. 著者名 Tokuda Kazuki, Muraoka Kazuyuki, Kondo Hiroshi, Nishimura Atsushi, Tosaki Tomoka, Zahorecz Sarolta, Onodera Sachiko, Miura Rie E., Torii Kazufumi, Kuno Nario, Fujita Shinji, Sano Hidetoshi, Onishi Toshikazu, Saigo Kazuya, Fukui Yasuo, Kawamura Akiko, Tachihara Kengo	4. 巻 896
2. 論文標題 ALMA Observations of Giant Molecular Clouds in M33. I. Resolving Star Formation Activities in the Giant Molecular Filaments Possibly Formed by a Spiral Shock	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 36 ~ 36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab8ad3	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 Muraoka Kazuyuki, Kondo Hiroshi, Tokuda Kazuki, Nishimura Atsushi, Miura Rie E., Onodera Sachiko, Kuno Nario, Zahorecz Sarolta, Tsuge Kisetsu, Sano Hidetoshi, Fujita Shinji, Onishi Toshikazu, Saigo Kazuya, Tachihara Kengo, Fukui Yasuo, Kawamura Akiko	4. 巻 903
2. 論文標題 ALMA Observations of Giant Molecular Clouds in M33. II. Triggered High-mass Star Formation by Multiple Gas Colliding Events at the NGC 604 Complex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 94 ~ 94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abb822	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, Sano Hidetoshi, Enokiya Rei, Hayashi Katsuhiro, Kohno Mikito, Tsuge Kisetsu, Tachihara Kengo, Nishimura Atsushi, Ohama Akio, Yamane Yumiko, Ohno Takahiro, Yamada Rin, Fukui Yasuo	4. 巻 73
2. 論文標題 Massive star formation in the Carina nebula complex and Gum 31. I. the Carina nebula 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 S201 ~ S219
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa078	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 Nishimura Atsushi, Fujita Shinji, Kohno Mikito, Tsutsumi Daichi, Minamidani Tetsuhiro, Torii Kazufumi, Umemoto Tomofumi, Matsuo Mitsuhiro, Tsuda Yuya, Kuriki Mika, Kuno Nario, Sano Hidetoshi, Yamamoto Hiroaki, Tachihara Kengo, Fukui Yasuo	4. 巻 73
2. 論文標題 FOREST unbiased Galactic plane imaging survey with the Nobeyama 45m telescope (FUGIN). VIII. Possible evidence of cloud cloud collisions triggering high-mass star formation in the giant molecular cloud M16 (Eagle Nebula)	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 S285 ~ S299
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa083	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 Enokiya Rei, Ohama Akio, Yamada Rin, Sano Hidetoshi, Fujita Shinji, Hayashi Katsuhiro, Tsutsumi Daichi, Torii Kazufumi, Nishimura Atsushi, Konishi Ryotaro, Yamamoto Hiroaki, Tachihara Kengo, Hasegawa Yutaka, Kimura Kimihiro, Ogawa Hideo, Fukui Yasuo	4. 巻 73
2. 論文標題 High-mass star formation in Orion B triggered by cloud cloud collision: Merging molecular clouds in NGC2024	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 S256 ~ S272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa049	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 Hayashi Katsuhiro, Yoshiike Satoshi, Enokiya Rei, Fujita Shinji, Yamada Rin, Sano Hidetoshi, Torii Kazufumi, Kohno Mikito, Nishimura Atsushi, Ohama Akio, Yamamoto Hiroaki, Tachihara Kengo, Wong Graeme, Maxted Nigel, Braiding Catherine, Rowell Gavin, Burton Michael, Fukui Yasuo	4. 巻 73
2. 論文標題 Triggered high-mass star formation in the Hii region W28 A2: A cloud cloud collision scenario	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 S321 ~ S337
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psaa054	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 -

[学会発表] 計8件(うち招待講演 0件/うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Atsushi NISHIMURA, Kazuyuki MURAOKA, Kazuki TOKUDA, Hiroshi KONDO, Toshikazu ONISHI, Tomoka TOSAKI, Rie MIURA, Kazuki SAIGO, Akiko KAWAMURA, Kazufumi TORII, Sachiko ONODERA, Nario KUNO, Shinji FUJITA, Kengo TACHIHARA, and Yasuo FUKUI
2. 発表標題 ALMA view of 1 pc-scale molecular gas structures in M33 Revealing star-formation activities in molecular filaments/clumps
3. 学会等名 ALMA2019: Science Results and Cross-Facility Synergies (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Atsushi Nishimura (Osaka Prefecture University)
2. 発表標題 Large-scale [C I]/CO survey of the Orion A GMC
3. 学会等名 Sub-mm Spectroscopy and Large Scale Science with ASTE
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 西村淳, 上田翔汰, 大西利和 (大阪府立大), 藤田真司, 河野樹人, 堤大陸, 立原研悟, 福井康雄 (名古屋大), 徳田一起 (大阪府立大/国立天文台), 鳥居和史, 宮本祐介, 南谷哲宏, 西合一矢 (国立天文台), 半田 利弘 (鹿児島大)
2. 発表標題 銀河系 Local Spur における分子ガスの密度進化
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 西村淳, 大河一貴, 堤大陸, 河野樹人, 藤田真司, 吉池智史, 大浜晶生, 立原研悟, 福井康雄 (名古屋大学), 南谷哲宏, 鳥居和史 (国立天文台), 大西利和 (大阪府立大学), 久野成夫 (筑波大学)
2. 発表標題 Sagittarius arm における大質量星形成
3. 学会等名 日本天文学会2018年秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名	Atsushi Nishimura (Nagoya U), S. Fujita <sup>1</sup> , M. Kohno <sup>1</sup> , A. Ohama <sup>1</sup> , K. Torii <sup>2</sup> , S. Yoshiike <sup>1</sup> , D. Tsutsumi <sup>1</sup> , K. Okawa <sup>1</sup> , T. Minamidani <sup>2</sup> , K. Tachihara <sup>1</sup> , Y. Fukui <sup>1</sup> and NANTEN2/FUGIN members (1: Nagoya U, 2: NRO/NAOJ)
2. 発表標題	Cloud collision triggering high-mass star formation in the Sagittarius arm
3. 学会等名	Workshop: Star Formation Triggered by Cloud-Cloud Collision (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	Atsushi Nishimura (Nagoya U), S. Fujita <sup>1</sup> , M. Kohno <sup>1</sup> , A. Ohama <sup>1</sup> , K. Torii <sup>2</sup> , S. Yoshiike <sup>1</sup> , D. Tsutsumi <sup>1</sup> , K. Okawa <sup>1</sup> , T. Minamidani <sup>2</sup> , K. Tachihara <sup>1</sup> , Y. Fukui <sup>1</sup> and NANTEN2/FUGIN members (1: Nagoya U, 2: NRO/NAOJ)
2. 発表標題	Cloud collision triggering high-mass star formation in the Sagittarius arm
3. 学会等名	Shells, clouds and star clusters in galaxies (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	Atsushi Nishimura (Nagoya University), Tetsuhiro Minamidani, Tomofumi Umemoto, Shinji Fujita, Mitsuhiro Matsuo, Yusuke Hattori, Mikito Kohno, Mitsuyoshi Yamagishi, Yuya Tsuda, Mika Kuriki, Nario Kuno, Kazufumi Torii, Daichi Tsutsumi, Kazuki Okawa, Hidetoshi Sano, Kengo Tachihara, Akio Ohama, and Yasuo Fukui
2. 発表標題	FOREST Unbiased Galactic plane Imaging survey with the Nobeyama 45 m telescope (FUGIN): Filament properties and star formation in M17
3. 学会等名	Interstellar filament paradigm: On their formation, evolution, and role in star formation (国際学会)
4. 発表年	2018年

1. 発表者名	Atsushi Nishimura (Nagoya Univ.)
2. 発表標題	Study on formation mechanism of high-mass star forming cores/filaments
3. 学会等名	Star formation with ALMA: Evolution from molecular clouds to protostars
4. 発表年	2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

国際研究集会 Star Formation Triggered by Cloud-Cloud Collision  
<http://a.phys.nagoya-u.ac.jp/workshop/cc2018/>

プレスリリース 2021/3/10 ガス雲衝突から始まる星団誕生の理解が進む  
<http://www.a.phys.nagoya-u.ac.jp/press/20210310/>

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1件

国際研究集会 Workshop: Star Formation Triggered by Cloud-Cloud Collision	開催年 2018年～2018年
---	--------------------

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
---------	---------