

令和 2 年 6 月 1 日現在

機関番号：24403

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K14251

研究課題名(和文) 近傍銀河の大規模分子ガス撮像サーベイから探る、棒渦巻銀河における星形成の多様性

研究課題名(英文) Variety of star formation in barred spiral galaxies based on the large-scale molecular-gas imaging survey of nearby galaxies

研究代表者

村岡 和幸 (Muraoka, Kazuyuki)

大阪府立大学・理学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：40571287

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)：本研究において私は、野辺山45m電波望遠鏡を用いて、100個以上もの近傍銀河に対して分子ガスのマップを取得し、渦巻銀河における分子ガスと星形成の関係を詳細に調べた。80個の銀河を平均すると、星形成効率は銀河半径に対してほぼ一定であったが、分子ガス速度分散が大きいほど(つまり、分子雲同士が衝突する相対速度が大きいほど)星形成効率が小さくなるという大局的な傾向を初めて観測的に見出した。また、星質量面密度が大きいほど分子ガス速度分散が大きくなることも同時に明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

銀河において、星の「生まれやすさ」(すなわち星形成効率)はどんな環境・条件に左右されるのか?という現代天文学の問題は、長らく未解決であった。本研究では、分子ガスの塊である分子雲の衝突という観点で星形成効率がどう変わるかを調べ、その衝突速度が速いほど星が生まれにくくなることを明らかにした。これにより、銀河が進化する最も基本的なプロセスとしての星形成の研究に新たな進展をもたらした。このように星形成と銀河進化を詳しく調べることは、人類が今見ている宇宙がどのように形作られてきたのか、という根源的な問いに答える一歩を示すという意義がある。

研究成果の概要(英文)：In this study, I performed the extensive imaging survey of molecular gas toward nearby galaxies using the Nobeyama 45 m telescope, and investigated the relation between molecular gas and star formation in spiral galaxies in detail. The averaged star formation efficiency (SFE) in 80 galaxies shows little dependence on galactocentric radius, while I first found an observational evidence that the increase in the velocity dispersion of molecular gas yields the decrease in SFE. In addition, I revealed that the surface mass density of stellar mass positively correlates with the velocity dispersion of molecular gas.

研究分野：天文学

キーワード：渦巻銀河 星形成 分子ガス

1. 研究開始当初の背景

この宇宙において、星形成は銀河進化の最も重要な素過程の一つである。星形成が定量的に従う法則は、Kennicutt-Schmidt 則 (K - S 則) がよく知られている。これは分子ガスの質量面密度 (Σ_{GAS}) と星形成率 (SFR) の間に $\text{SFR} \propto \Sigma_{\text{GAS}}^N$ (N は 1 ~ 2) で表される関係があるというものだが、近傍の渦巻銀河から遠方のサブミリ銀河まで、さまざまな銀河に対して K - S 則を描くと、同じ分子ガス質量でも星形成率が最大で 10 倍以上も異なることがわかってきた。これは、 $\text{SFR} / \Sigma_{\text{GAS}}$ で定義される星形成効率が、銀河によって大きく異なることを意味する。こうした星形成効率の違いは銀河ごとに見られるだけでなく、一つの銀河の中でも領域ごとに星形成効率が異なることがしばしば観測される。特に、銀河の棒状構造で (渦巻腕などに比べて) 星形成効率が低い、という観測的事実がいくつかの近傍渦巻銀河で報告されている。

では、なぜ銀河の棒状構造では星形成効率が低くなる (= 星形成が抑制される) のか? 棒状構造では分子ガスが豊富に存在し、分子ガスが動ける範囲も棒内部に制限されるため、分子雲衝突が頻繁に起こる。これ自体は星形成を促進しそうに見える。しかし、近年の数値シミュレーションによると、棒状構造ではその力学作用により分子雲のランダム運動が卓越し、分子雲同士の相対速度が大きくなりすぎるため、衝突が起きてても星形成に至らない (相互作用のタイムスケールが星形成時間に比べて短い) ということがわかってきた。そのため、棒状構造では分子ガスが豊富にあっても星形成が抑制されがちになる = 星形成効率が低くなる、と考えられる。

2. 研究の目的

本研究の最終的な目標は、銀河における星の生まれやすさ、すなわち星形成効率を支配しているものは何であるのか、を観測的に解明することである。

「1. 研究開始当初の背景」にも記した通り、いくつかの銀河ではその棒状構造で星形成効率が低くなるという傾向が観測的に得られている。しかしこれは、天の川銀河近傍に限っても数 100 個以上ある銀河のうち、数天体という限られたサンプルでの傾向に過ぎない。そのため、100 個規模の近傍渦巻銀河に対して、その内部での星形成効率の変化を調べ、大局的な傾向を得ることを最初の目的とした。

これに続いて、「分子雲同士の相対速度が大きくなりすぎると、分子雲衝突が起きてても星形成が促進されない」という数値計算からの予想を観測的に検証することを第二の目的とした。

3. 研究の方法

銀河の星形成効率を測定するためには、星形成率を定量するための紫外線・赤外線のマッピングに加えて、分子ガスを定量するためのミリ波帯一酸化炭素 (CO) 分子輝線のマッピングが必要になる。紫外線・赤外線では、世界中のさまざまな望遠鏡で観測が行われているためアーカイブデータも豊富であるが、 CO 分子輝線のデータは非常に数が少ない (数 10 個程度)。そのため、まずは野辺山 45m 電波望遠鏡を活用し、147 個の近傍銀河に対する CO 分子輝線のマッピング観測を行った。この観測データから、最終的に 80 個の渦巻銀河に対して星形成効率の空間分布を調べた。なお、サンプル数が 147 から減っているのは、エッジオン銀河や相互作用銀河、 CO 分子輝線が検出できなかった銀河を除いたためである。

続いて、銀河中の星形成効率が、分子雲の相対速度にどう依存するかを調べた。ただし、分子雲同士の真の相対速度を観測的に決定するのは難しいため、 CO 分子輝線の線幅から測定できる分子ガス速度分散を分子雲の相対速度の指標とし、星形成効率と定量比較した。また、それぞれの銀河を、星形成が抑制されると言われる棒状構造と、逆に星形成領域が多数分布する渦巻腕の 2 領域に分けた。こうすることで、分子ガス速度分散と星形成効率の関係が、銀河の構造によって異なるのかどうかを評価した。

4. 研究成果

(1) まず、80 個の渦巻銀河について、星形成効率の銀河半径による変化を調べた。ここでは、銀河形態による違いを評価するため、80 個のサンプルを「SA 型：棒状構造を持たないもの」、「SAB 型：棒状構造を持つもの」、「SB 型：特に強い棒状構造を持つもの」という 3 つのサブサンプルに分類した。それぞれのサンプル数は、30 個、33 個、17 個である。

図 1 に、星形成効率（縦軸）と銀河半径（横軸：ただし、B バンド等級が 25 等になる半径 (r_{25}) を 1 としている) の関係をプロットした。各銀河形態に属する銀河を、すべて同時にプロットしている。この図を見ると、いずれの銀河形態でも、星形成効率が銀河半径によって変化するという傾向は見えていない。

特筆すべきは、SAB 型や SB 型のような棒状構造を含む銀河においても、棒状構造 ($r/r_{25} = 0.1-0.3$ に相当) で星形成効率が明らかに低下しているという傾向は見られないという点である。個々の銀河で星形成効率の動径変化を見ると、一部の銀河では確かに棒状構造での星形成効率が渦巻腕に比べて低くなっているものの、そうではない銀河も多い。逆に NGC 7479 のように、棒状構造での星形成効率が渦巻腕よりも高い銀河も存在する(図 2)。そのため、サンプル全体としては、棒状構造での星形成効率の低下を支持しない結果となっている。

こうした観測的事実は、銀河の棒状構造では星形成効率が低くなる、ということ最近の「共通見解」に大きな疑問を投げかけるものである。そして、見た目は同じ棒状構造であっても、その内部で起きている分子ガスの力学や運動、そして星形成はおそらく銀河ごとに異なっている(すなわち多様性がある)という(ある意味では当たり前の)結論に帰着できる。これは、本研究において合計 80 個という大きな銀河サンプルを用意したことで、初めて明らかになった。

なお、80 個すべてのサンプル銀河を平均して求めた星形成効率は、 $(1.69 \pm 1.1) \times 10^{-9} \text{ yr}^{-1}$ であった。これは、他の研究で求められた、さまざまな銀河での星形成効率の平均値と矛盾なく合っている。

(2) 続いて、銀河中の分子ガス速度分散と星形成効率の比較を行った。この比較では、それぞれの渦巻銀河を棒状構造と渦巻腕の 2 つの領域(構造)に分類できることがまず重要となる。野辺山 45m 電波望遠鏡のような(干渉計ではない)単一鏡による分子ガスのマップは、一般的に空間分解能がそれほど良くない。そのため、この解析に適用できる銀河は、見た目のサイズが大きい 20 個の渦巻銀河に限られた。しかし、このサンプル数であっても、分子ガス速度分散と星形成効率を直接的に比較した研究としては、現時点で世界一の規模である。

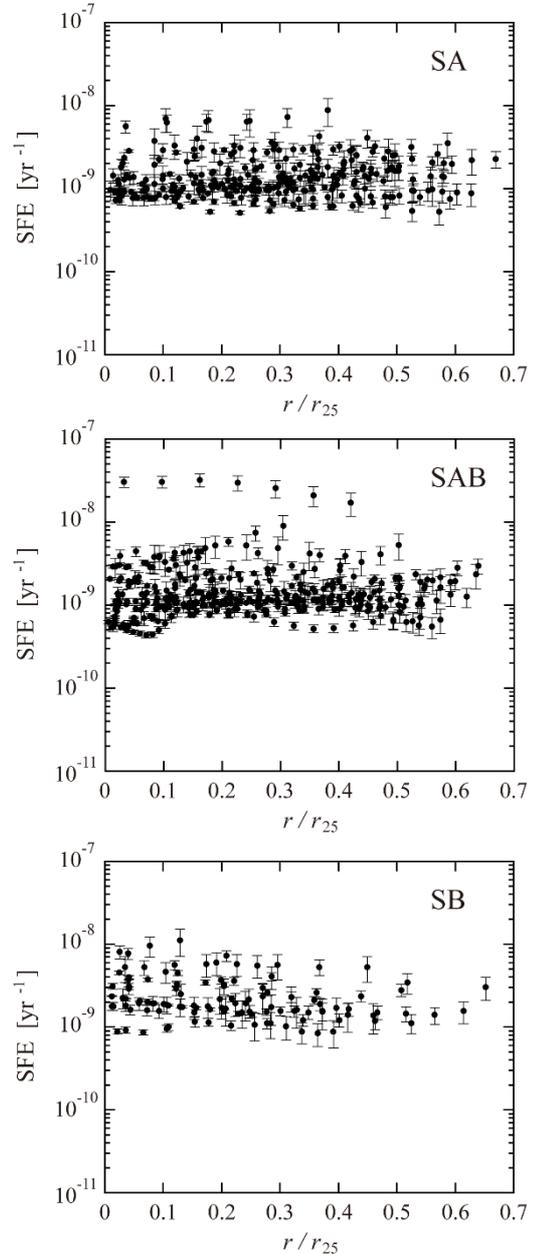


図 1：各銀河形態における星形成効率の銀河半径依存性をプロットしたもの。

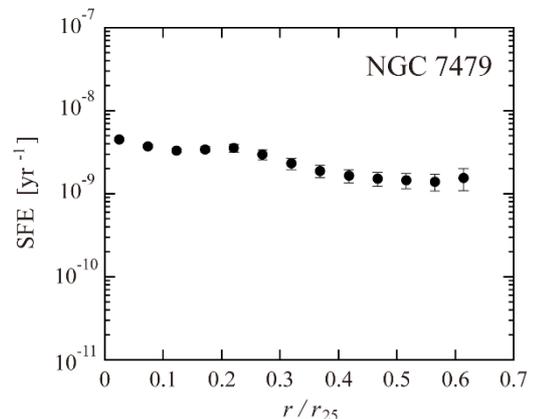


図 2：NGC 7479 における星形成効率の銀河半径依存性をプロットしたもの。 $r/r_{25} = 0.1-0.2$ が棒状構造で、それより外側が渦巻腕に相当する。

図3に、20個のサンプル銀河を合わせた、星形成効率（縦軸）と分子ガス速度分散（横軸）の関係をプロットした。図の青い点は渦巻腕を、赤い点は棒状構造を表している。これを見ると、やや分散は大きいものの、プロット全体としては負の相関を示していることがわかる。すなわち、分子ガス速度分散が大きいほど、その場所での星形成効率は下がる傾向にあることを意味する。これにより、数値計算による予想を初めて観測的に検証することができた。また、渦巻腕と棒状構造では、プロット上に占める位置に明確な違いはない。これは、棒状構造での星形成効率が必ずしも渦巻腕より低いわけではない、という研究成果(1)で示した結論ともよく合っている。言い換えると、棒状構造や渦巻腕といった、銀河構造そのものではなく、その内部で起きている分子ガスの運動に着目した議論こそが本質的であることを意味する。

では、分子ガスの速度分散の大小を決めている物理は何なのだろうか？ 分子ガス速度分散を、さまざまなパラメータと比較してみると、近赤外線でトレースされる星質量の面密度と正の相関を示すことがわかった(図4)。しかし、なぜ星質量面密度が高くなると分子ガス速度分散も大きくなるのか、その起源はまだ明らかになっていない。これは今後の研究課題であるが、一つの解釈として以下のような仮説を考えることができる。

星質量面密度が高い場所では、非常に長い時間にわたってその状態を維持していると考えられる。定常状態にある自己重力恒星系では重力と運動エネルギーが平衡状態(ビリアル平衡)にあるので、星質量面密度が高い場所ではそこでの恒星系を支えるために運動エネルギーが大きくなり、それに応じて星の速度分散が増加している可能性がある。こうした星の速度分散の増加が分子ガス速度分散の増加に寄与していると考えれば、図4のような傾向を説明できるのかもしれない。

ただし、現状では銀河中の星の速度分散に関するデータがほぼ存在しないため、上記の仮説をただちに検証することはできない。今後、星の速度分散などを直接測定することができれば、分子ガス速度分散、ひいては星形成効率をコントロールする最終的なメカニズムに迫ることができるだろう。

本研究を通して、非常に多くの(100に迫る)近傍渦巻銀河に対して、分子ガスと星形成の定量関係を詳しく調べることができた。特に、渦巻銀河での棒状構造では星形成効率が低い銀河もいれば高い銀河もいるという多様性を明らかにしたことの意義は非常に大きいと考えている。さらに、分子ガス速度分散と星形成効率の比較から、分子ガスの相対的な衝突速度が大きいほど星形成が抑制される(星形成効率が低くなる)という理論的な予測を初めて観測的に実証することにも成功した。加えて、分子ガス速度分散を増加させる原因が(分子ガスとは直接的な関連があまりなさそうな)星の質量面密度にあるのかもしれない、という研究開始当初は予想もなかった新しい関係を見出すこともできた。

本研究で得た新たな知見に基づいて、銀河中の星形成に対する、より本質的な理解を目指していく。

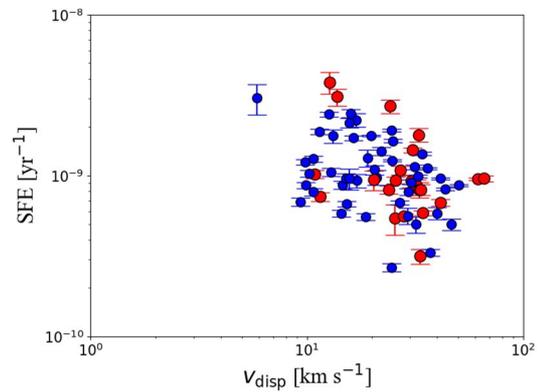


図3：20個のサンプル銀河を合わせた、星形成効率（縦軸）と分子ガス速度分散（横軸）の関係。やや分散は大きい、負の相関が見られる。

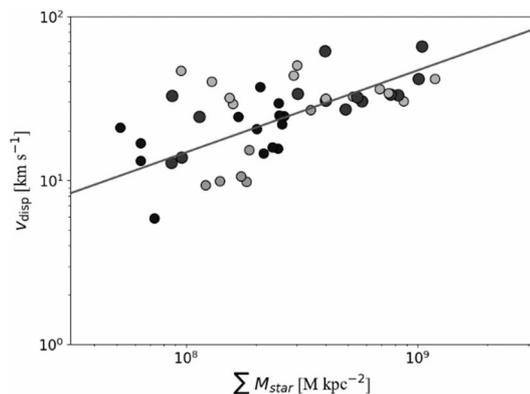


図4：20個のサンプル銀河を合わせた、星質量面密度（縦軸）と分子ガス速度分散（横軸）の関係。明らかな正の相関が見られる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 5件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Hatakeyama Takuya, Kuno Nario, Sorai Kazuo, Kaneko Hiroyuki, Miyamoto Yusuke, Muraoka Kazuyuki, Takeda Miho, Yanagitani Kazuki, Kishida Nozomi, Umei Michiko, Tanaka Takahiro, Tomiyasu Yuto, Nakanishi Hiroyuki, Saita Chey, Ueno Saeko, Salak Dragan, Matsumoto Naoko, Morokuma-Matsui Kana, Pan Hsi-An, Nakai Naomasa	4. 巻 69
2. 論文標題 CO Multi-line Imaging of Nearby Galaxies (COMING). II. Transitions between atomic and molecular gas, diffuse and dense gas, gas and stars in the dwarf galaxy NGC 2976	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 67(1-14)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx044	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 Yajima Y., Sorai K., Kuno N., Muraoka K., Miyamoto Y., Kaneko H., Nakanishi H., Nakai N., Tanaka T., Sato Y., Salak D., Morokuma-Matsui K., Matsumoto N., Pan H., Noma Y., Takeuchi T. T., Yoda M., Kuroda M., Yasuda A., Oi N., Shibata S., Seta M., Watanabe Y., Kita S., Komatsuzaki R., Kajikawa A., Yashima Y.	4. 巻 71
2. 論文標題 CO Multi-line Imaging of Nearby Galaxies (COMING). III. Dynamical effect on molecular gas density and star formation in the barred spiral galaxy NGC24303	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 S13(1-15)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz022	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 Sorai K., Kuno N., Muraoka K., Miyamoto Y., Kaneko H., Nakanishi H., Nakai N., Yanagitani K., Tanaka T., Sato Y., Salak D., Umei M., Morokuma-Matsui K., Matsumoto N., Ueno S., Pan H., Noma Y., Takeuchi T. T., Yoda M., Kuroda M., Yasuda A., Yajima Y., Oi N., Shibata S., Seta M., Watanabe Y., Kita S., et al.	4. 巻 71
2. 論文標題 CO multi-line imaging of nearby galaxies (COMING). IV. Overview of the project	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 S14(1-42)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz115	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 Muraoka K., Sorai K., Miyamoto Y., Yoda M., Morokuma-Matsui K., Kobayashi M. I. N., Kuroda M., Kaneko H., Kuno N., Takeuchi T. T., Nakanishi H., Watanabe Y., Tanaka T., Yasuda A., Yajima Y., Shibata S., Salak D., Espada D., Matsumoto N., Noma Y., Kita S., Komatsuzaki R., Kajikawa A., Yashima Y., Pan H., Oi N. et al.	4. 巻 71
2. 論文標題 CO Multi-line Imaging of Nearby Galaxies (COMING). VI. Radial variations in star formation efficiency	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 S15(1-18)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz015	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 Salak D., Noma Y., Sorai K., Miyamoto Y., Kuno N., Pettitt A. R., Kaneko H., Tanaka T., Yasuda A., Kita S., Yajima Y., Shibata S., Nakai N., Seta M., Muraoka K., Kuroda M., Nakanishi H., Takeuchi T. T., Yoda M., Morokuma-Matsui K., Watanabe Y., Matsumoto N., Oi N., Pan H., Kajikawa A., Yashima Y., & Komatsuzaki R.	4. 巻 71
2. 論文標題 CO Multi-line Imaging of Nearby Galaxies (COMING). VII. Fourier decomposition of molecular gas velocity fields and bar pattern speed	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 S16(1-26)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz004	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

〔学会発表〕 計23件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 矢島義之, 徂徠和夫, 久野成夫, 村岡和幸, 宮本祐介, 金子紘之, 田中隆広, 柳谷和希, 佐藤佑哉, 他 COMING メンバー
2. 発表標題 NRO レガシープロジェクト COMING(13): 棒渦巻銀河 NGC 4303における分子ガスの物理状態
3. 学会等名 日本天文学会2017年秋季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 黒田麻友, 村岡和幸, 徂徠和夫, 矢島義之, 柴田修吾, 中井直正, 久野成夫, 渡邊祥正, 田中隆広, 佐藤佑哉, 保田敦司, 諸隈佳菜, 宮本祐介, 金子紘之, 竹内努, 依田萌, Dragan Salak, 野間勇斗, 松本尚子, 中西裕之, 上野紗英子, Pan Hsi-An, 他 COMING メンバー
2. 発表標題 NRO レガシープロジェクト COMING(14): 近傍棒渦巻銀河の円盤領域における分子ガス速度分散と星形成効率の関係
3. 学会等名 日本天文学会2017年秋季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤佑哉, 久野成夫, 田中隆広, 保田敦司, 中井直正, 徂徠和夫, 矢島義之, 金子紘之, 宮本祐介, 村岡和幸, 黒田麻友, 依田萌, Dragan SALAK, 上野紗英子, 他 COMING メンバー
2. 発表標題 NRO レガシープロジェクト COMING(15) : 12CO(1-0) と 13CO(1-0) を用いた星形成則の比較
3. 学会等名 日本天文学会2017年秋季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 佐藤佑哉, 久野成夫, 田中隆広, 保田敦司, 中井直正, 渡邊祥正, 徂徠和夫, 矢島義之, 柴田修吾, 金子紘之, 宮本祐介, 村岡和幸, 黒田麻友, 竹内努, 依田萌, Dragan SALAK, 野間勇斗, 中西裕之, 上野紗英子, 他 COMING メンバー
2. 発表標題 NRO レガシープロジェクト COMING(18) : 近傍銀河の 12CO(J=1-0)/13CO(J=1-0) 比に関する統計的研究
3. 学会等名 日本天文学会2018年春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村岡和幸, 黒田麻友, 徂徠和夫, 矢島義之, 柴田修吾, 梶川明祐実, 八嶋裕, 久野成夫, 田中隆広, 保田敦司, 喜多将一朗, 小松崎龍聖, 渡邊祥正, 宮本祐介, 金子紘之, 依田萌, 竹内努, 諸隈佳菜, 小林将人, Dragan SALAK, 野間勇斗, 瀬田益道, 中井直正, 中西裕之, 他 COMING メンバー
2. 発表標題 NRO レガシープロジェクト COMING(19) : 銀河中の星形成効率の動径分布
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 野間勇斗, Salak Dragan, 瀬田益道, 中井直正, 徂徠和夫, 矢島義之, 柴田修吾, 梶川明祐実, 八嶋裕, 宮本祐介, 金子紘之, 久野成夫, 渡邊祥正, 田中隆広, 保田敦司, 喜多将一朗, 小松崎龍聖, 竹内努, 依田萌, 村岡和幸, 黒田麻友, 中西裕之, 大井渚, 諸隈佳菜, 松本尚子, PAN Hsi-An, 他 COMING
2. 発表標題 NRO レガシープロジェクト COMING(20) : CO 分子ガス速度場のフーリエ解析から求める銀河の基本量と棒状構造の角速度
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 矢島義之, 徂徠和夫, 久野成夫, 村岡和幸, 竹内努, 宮本祐介, 金子紘之, 渡邊 祥正, 小林将人, 田中隆広, 黒田麻友, 保田敦司, 依田萌, 柴田修吾, 他COMING メンバー
2. 発表標題 NRO レガシープロジェクト COMING(21) : CO 3 輝線で探る棒渦巻銀河における分子ガスの物理状態と星形成
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 保田敦司, 久野成夫, 田中隆広, 渡邊祥正, 徂徠和夫, 矢島義之, 柴田修吾, 宮本祐介, 金子紘之, Daniel Espada, 村岡和幸, 黒田麻友, 依田萌, 竹内努, 諸隈佳菜, 小林将人, 中西裕之, 他 COMING
2. 発表標題 NRO レガシープロジェクト COMING(22) : Dust-to-Gas ratio を用いた近傍銀河における CO-H2 質量変換係数 CO の導出
3. 学会等名 日本天文学会2019年春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三浦飛未来, 小野寺幸子, 金子紘之, 徂徠和夫, 久野成夫, 宮本祐介, Daniel Espada, 村岡和幸, Pan Hsi-An, 他 COMING チーム
2. 発表標題 NRO レガシープロジェクト COMING(23) : 銀河間重力相互作用下における分子ガス中心集中度
3. 学会等名 日本天文学会2019年春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 矢島義之, 徂徠和夫, 宮本祐介, 久野成夫, 村岡和幸, 小松崎龍聖
2. 発表標題 NRO レガシープロジェクト COMING(24) : CO(J=2-1)/CO(J=1-0) 比の 変動が銀河内の分子ガス質量, 並びに Kennicutt-Schmidt 関係へ及ぼす影響
3. 学会等名 日本天文学会2019年春季年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名	喜多将一朗, 久野成夫, 田中隆広, 保田敦司, 小松崎龍聖, 渡邊祥正, 徂徠和夫, 矢島義之, 柴田修吾, 梶川明祐実, 八嶋裕, 宮本祐介, 金子紘之, 依田萌, 竹内努, 村岡和幸, 黒田麻友, 諸隈佳菜, 小林将人, Dragan SALAK, 野間勇斗, 瀬田益道, 中井直正, 中西裕之, 他 COMING メンバー
2. 発表標題	NRO レガシープロジェクト COMING(25): エッジオン銀河における CO 輝線比
3. 学会等名	日本天文学会2019年春季年会
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	矢島義之, 徂徠和夫, 宮本祐介, 村岡和幸, 久野成夫
2. 発表標題	NRO レガシープロジェクト COMING(26): CO(J=2-1)/CO(J=1-0) 輝線強度比と銀河の星形成活動
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	金子紘之, 宮本祐介, 徂徠和夫, 矢島義之, 柴田修吾, 梶川明祐実, 八嶋裕, 久野成夫, 田中隆広, 保田敦司, 諸隈佳菜, 竹内努, 村岡和幸, 中井直正, Dragan Salak, 瀬田益道, 中西裕之, Pan Hsi-An
2. 発表標題	NRO レガシープロジェクト COMING(27): 銀河環境間の分子ガス、星質量中心集中度の比較
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	梶川明祐実, 徂徠和夫, 諸隈佳菜, 竹内努, 矢島義之, 久野成夫, 村岡和幸, 宮本祐介, 金子紘之, Dragan Salak, 田中隆広, 保田敦司, 大森清顕, Suchetha Cooray 北條妙, 施文
2. 発表標題	NRO レガシープロジェクト COMING (28): 空間分解した星質量 - 星形成率 関係から見る銀河内部での星形成活動と分子ガスの割合
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〕

世界最大級の電波写真集から描き出す銀河における星の誕生過程
<http://www.nro.nao.ac.jp/news/2017/0911-sorai.html#sfp>

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