

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：62616

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K14523

研究課題名(和文) 観測、実験、シミュレーションを組み合わせた大質量星形成領域における化学反応の解明

研究課題名(英文) Revealing chemical reactions in high-mass star-forming regions with observations, laboratory experiments, and chemical network simulations

研究代表者

谷口 琴美 (TANIGUCHI, Kotomi)

国立天文台・科学研究部・特任助教

研究者番号：40865549

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：南米チリにあるALMAを主に用いた観測的研究と化学反応ネットワークシミュレーションを組み合わせ、大質量原始星周囲の炭素鎖分子の生成・破壊メカニズムについて研究を行った。炭素鎖分子の一種であるHC5Nを3つの大質量原始星周囲で検出し、その分子が温度が100 K以上の領域に存在することを示した。化学反応ネットワークシミュレーションの結果も組み合わせ、大質量星周囲の炭素鎖分子の生成メカニズムが低質量星周囲で見つがっていたWarm Carbon-Chain Chemistryではないことを示し、新たにHot Carbon-Chain Chemistryを提唱し、大質量原始星周囲の化学的多様性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

原始星周囲の炭素鎖分子の生成・破壊メカニズムや化学的多様性については、太陽系近傍の低質量星形成領域のみで進められてきた。本研究で、大質量星原始星周囲での独自の炭素鎖分子の生成メカニズムの発見と化学的多様性の発見は世界でも初めての成果である。また、大質量星形成領域での研究が進んだことで、幅広い温度や密度などの物理パラメータと化学組成の比較が可能になり、原始星周囲の物理と化学の関係について研究が進められるようになった。

研究成果の概要(英文)：I have studied formation and destruction mechanisms of carbon-chain molecules around massive young stellar objects by observations using ALMA and chemical network simulations. Cyanodiacetylene (HC5N), one of the carbon-chain species, has been detected from three massive young stellar objects among five target sources. I have confirmed that HC5N emission comes from hot regions with temperatures above 100 K combining with the chemical network simulations. The formation process of carbon-chain species around massive stars is different from that around low-mass protostars, Warm Carbon-Chain Chemistry (WCCC). I have proposed Hot Carbon-Chain Chemistry to explain the observed abundances of HC5N around massive stars, and shown chemical diversity around massive young stellar objects.

研究分野：天文学

キーワード：星間化学 電波天文学 星形成

1. 研究開始当初の背景

太陽より8倍以上の質量を持つ大質量星は、莫大なエネルギーと元素の供給源となり、銀河全体の進化や物理的・化学的特徴に影響を与える。また、最近の研究では、太陽も大質量星が誕生しているような星が集团的に誕生しているクラスター領域内で生まれたという証拠も見つかってきている。したがって、大質量星の形成過程の解明は、銀河の進化や太陽系の形成過程を理解する上で重要である。

大質量星の形成過程の解明は、中小質量星に比べて遅れている。研究が遅れていた大きな要因として、(1) 観測的な困難さ、(2) 初期状態が不明、という点がある。(1)の具体的な問題点は、大質量星は中小質量星に比べて地球からの距離が遠く、クラスター内で誕生するため高空間分解能の観測が必要であり、大質量星の進化が速いためサンプル数が少ないことが挙げられる。(2)については、誕生直後の大質量原始星は高密度の分子雲に埋れているため、見つけにくい点である。しかし、最近の大規模なサーベイ観測や望遠鏡の性能向上により、これらの問題点は解決できるものになってきた。

中小質量星形成領域では、母体ガスの化学組成が星形成の進化段階や物理環境の良い指標であることが知られている。しかし、大質量星を生み出すガスの化学進化や化学組成については、詳細には明らかになっておらず、物理環境との関連も未解明である。

従来の大質量星形成領域の化学に関する研究では、ホットコアと呼ばれる段階が最も進んでいる。高温・高密度のホットコアでは、飽和したメタノール (CH_3OH) などの有機分子が豊富に存在することが知られている。しかし、申請者の観測により、飽和した有機分子が少なく、不飽和有機分子(例：不飽和炭素鎖分子 HC_5N)が多い大質量星も見つかり、化学組成が多様なことがわかってきた。しかし、その化学的多様性の起源については未解明である。大質量星周辺の化学的多様性は大質量星形成領域の初期状態及び進化の多様性を反映していると考えられる。そのため、化学組成と物理環境の関係を明らかにし、化学的多様性の起源を明らかにすることは、大質量星の形成過程の解明にとって重要である。

2. 研究の目的

本研究では、① 電波望遠鏡(単一鏡と干渉計)を用いた大質量星形成領域における化学組成に関する観測、② 学習院大学に設置されている赤外分光装置を用いた星間ダスト表面における有機分子の生成に関する室内実験、③ 物理環境と化学組成の関係に関する化学反応ネットワークシミュレーションの3つの手法を用いて、大質量星周辺の化学的多様性が星形成段階のどの進化段階で、どのようにして生じるか、という化学的多様性の起源の解明を目指す。

3. 研究の方法

① 単一鏡および干渉計を用いた電波天文学的観測

図1に電波望遠鏡を用いた研究手法をまとめた。申請者が現段階で考えている化学的多様性の起源の要因として、次の3つがある。(1)天体固有の性質、(2)化学進化、(3)周囲の星

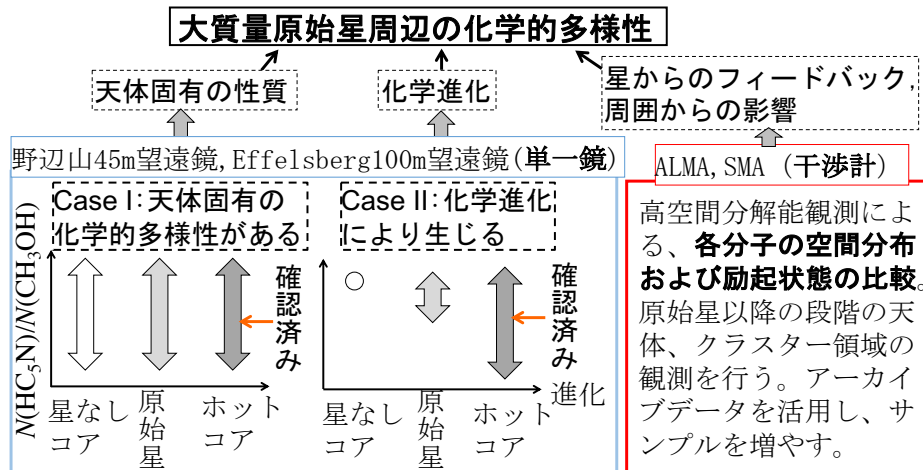


図 1.電波望遠鏡の観測による大質量星周辺の化学的多様性の起源の解明のアプローチ法。

からのフィードバック及び周囲の環境からの物理的影響。これら3つの要因の影響の有無を調べるため、単一鏡および干渉計を用いた電波天文学的観測により、有機分子および炭素鎖分子の観測を行う。

申請者の過去の観測から、ホットコア段階においては化学的多様性が生じていることが明らかになっている。これは、炭素鎖分子の一種である HC_5N と有機分子の CH_3OH の柱密度比 ($M_{\text{HC}_5\text{N}}/M_{\text{CH}_3\text{OH}}$) が、天体間で一桁以上の違いが見られることにより定義された。そこで、本研究ではホットコアより前の段階である星なしコアと大質量原始星誕生直後の天体の HC_5N と CH_3OH のサーベイ観測を単一鏡で行い、天体間の比較を行う。どの進化段階においても天体間で柱密度比に違いが見られる場合、天体固有の化学的性質がホットコア段階の化学的多様性に影響を与え得ると言える (Case I)。天体間の差が大質量星の進化が進むにつれて見られる場合は、化学進化が進むにつれて生じると言える (Case II)。大質量星はクラスター内で誕生することから、周囲の星からのフィードバックや物理環境からの影響が無視できない。これらを調べるために、干渉計を用いた高空間分解能の観測による、有機分子と炭素鎖分子の空間分布および励起状態の比較を行う。この比較は分子の生成経路のヒントになり、室内実験の結果と比較する。

② 星間ダスト表面における有機分子の生成メカニズムに関する室内実験

星間ダスト表面では有機分子の生成が効率的に起こっている。最近では、高エネルギーの紫外線や宇宙線による光化学反応である **radiolysis** という反応が着目されているが、radiolysis に関する室内実験のデータは不足している。そこで、申請者が所属する研究室の超高真空下の赤外分光装置を用いて、紫外線照射下における星間ダスト表面における有機分子の生成メカニズムに関する実験を行う (図 2)。

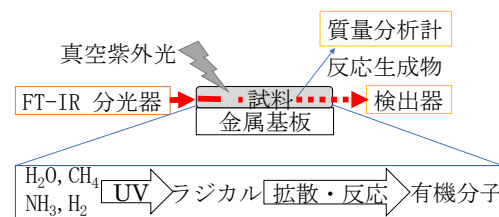


図 2.星間ダスト表面での有機分子の生成メカニズムを調べる実験の概略図。

星間ダスト表面に多く存在する CO , CO_2 , CH_4 , NH_3 , H_2 などの混合氷を希ガスマトリックス中に生成し、真空紫外光を照射する。生成して昇華した物質を質量分析計で、金属基板表面の残留物を赤外分光装置で検出し、生成物の同定および生成速度を調べる。

③ 大質量星形成領域に関する化学反応ネットワークシミュレーション

大質量星周辺の化学組成は星なしコアの時代に形成された氷の化学組成の影響を大きく受ける。大質量星形成領域では、周囲からの高エネルギー粒子による radiolysis が中小質量

星形成領域に比べて盛んに起こる。そこで、室内実験で得られた反応速度定数などのデータを化学反応ネットワークシミュレーションに組み込み、従来のシミュレーション結果との比較や観測結果と比較する。また、星なしコアの時代の温度や密度などの物理条件を変え、有機分子が多い天体と炭素鎖分子が多い天体を形成する条件を調べる。これにより、大質量星形成領域の物理環境と化学組成の関連について理論的な解釈を行い、観測結果と比較する。

4. 研究成果

(1) 大質量原始星周囲の炭素鎖分子が存在する温度範囲の制限

化学反応ネットワークシミュレーションの結果から、CCH と HC₅N の 2 つの炭素鎖分子は異なる温度依存性を示すことが予想されていた。CCH の存在量は温度が 25 K 程度の領域で最大となり、温度が上がるにつれて減少する。一方で、HC₅N の存在量は 25 K 以上の領域で温度が上昇するにつれて徐々に増加し、温度が 100 K を超えた領域で最大となる。これらの特徴を組み合わせると、CCH/HC₅N という存在量比は、炭素鎖分子が存在する領域の温度計として使える。すなわち、CCH/HC₅N 比は 25 K 程度で最大となり、温度が上昇するにつれて減少していく。

この化学反応ネットワークシミュレーションによる予想を検証するため国立天文台野辺山 45m 電波望遠鏡を用いて 3 つの大質量原始星において 2 つの炭素鎖分子 CCH と HC₅N の観測を行い、CCH/HC₅N 存在量比を導出した。3 天体とも CCH/HC₅N 比は約 15 と導出された。比較のため、温度が 25-35 K の領域に炭素鎖分子が存在することが知られている低質量原始星 L1527 の値も導出すると 625 となり、大質量原始星の値は低質量原始星の値よりも明らかに低いことがわかった。これらの観測された存在量比を化学反応ネットワークシミュレーションの結果と比較すると、大質量原始星の観測結果は温度が約 80 K と 160 K、低質量原始星の結果は 35 K の時と一致することがわかった。以上の結果より、大質量原始星周囲の炭素鎖分子は低質量原始星周囲よりも高温領域に存在することを示した。

(2) 外部の星からの影響による炭素鎖分子の生成

へびつかい座は集団的な星形成が起こっている領域であり、比較的大型な星からの影響を受けた低質量原始星と、周囲の星からの影響が無視できるような原始星が混在している。南米チリの ALMA のデータを用いて、炭素鎖分子 *cyclic*-C₃H₂ および有機分子 CH₃OH や他の複数の分子輝線の空間分布の比較を行った。

近傍に大型の星から紫外線の照射を受けている原始星周囲では、分子の空間分布に偏りが見られた。例えば、*cyclic*-C₃H₂ は紫外線が当たっている場所で増加するのに対し、CH₃OH は紫外線から遮蔽された領域で増加していることがわかった。これは、紫外線により、CO 分子が壊され、C や C⁺といった炭素鎖分子の原料となる化学種が増加するのに対し、CH₃OH は CO から生成するためである。近傍の星から影響を受けていない原始星周囲ではこのような分子の空間分布の偏りは見られなかった。

(3) Serpens South 領域のクランプスケールの星形成の活動度の指標

Serpens South 領域はクラスター領域であり、星形成活動が活発である。ALMA Atacama Compact Array (ACA)を用いて、Serpens South 領域の炭素鎖分子 HC₃N と有機分子 CH₃OH を含めた複数の分子輝線の観測を行った。クランプスケールの HC₃N/CH₃OH 存在

量比を導出し、そのクランプに含まれる原始星の進化段階と比較した。その結果、 $\text{HC}_3\text{N}/\text{CH}_3\text{OH}$ 存在量比がクランプの星形成活動の指標となることがわかった。この存在量比は温度と反相関関係を示し、星形成活動が活発な領域の方で存在量比が低くなる。これは、 HC_3N は温度が 25 K 以上になると気相中で生成し始めるのに対して、 CH_3OH は温度が 100 K 以上で急激に増加するためだと考えられる。

(4) 大質量星周囲の円盤をトレースする HC_3N 振動励起輝線

電離水素領域を形成し始めた段階の G24.78+0.08 A1 において、ALMA の高空間分解能データの HC_3N の振動励起輝線およびその ^{13}C 同位体種の振動基底輝線の解析を行った。振動励起輝線は、大質量星の中性ガスの内側の高温領域をトレースすることがわかった。また、 $\text{CH}_3\text{CN}/\text{HC}_3\text{N}$ 存在量比を導出し、低質量星や中間質量星周囲の円盤の結果と比較した。大質量星の円盤の方が $\text{CH}_3\text{CN}/\text{HC}_3\text{N}$ 比が 1 桁以上大きいことがわかる。これは、中心星からの加熱が十分に起こるため、ダストから CH_3CN が蒸発できること、また紫外線による HC_3N の光解離が効率的に起こっていることを示唆する。

(5) Hot Carbon-Chain Chemistry の提唱と大質量原始星周囲の化学的多様性の発見

5 つの大質量原始星の ALMA のデータを解析し、炭素鎖分子と有機分子の空間分布の比較を行った。5 天体中 3 天体から HC_5N を検出した。その空間分布を温度が 100 K 以上の領域をトレースする高励起の CH_3OH の輝線の空間分布と比較し、 HC_5N も原始星周囲の温度が 100 K 以上の高温領域に存在することを示した。さらに、観測結果を化学反応ネットワークシミュレーションと比較し、観測された存在量が温度 100 K 以上の HC_5N がダスト表面の氷から蒸発したタイミングで再現されることがわかった。

以上の結果より、大質量原始星周囲の炭素鎖分子の生成メカニズムは、低質量原始星周囲で見つかった Warm Carbon-Chain Chemistry (WCCC) ではないことが明らかとなり、新しく Hot Carbon-Chain Chemistry (HCCC) を提唱した (図 3)。WCCC が温度 25-35 K における CH_4 を起源とする炭素鎖分子の生成を示すのに対し、HCCC はそれより高温領域での気相での生成、ダスト表面への吸着と氷内部への保持、温度 100 K 以上での蒸発を含む。また、これらの結果をもって、大質量原始星周囲の化学的多様性を発見したと言える。

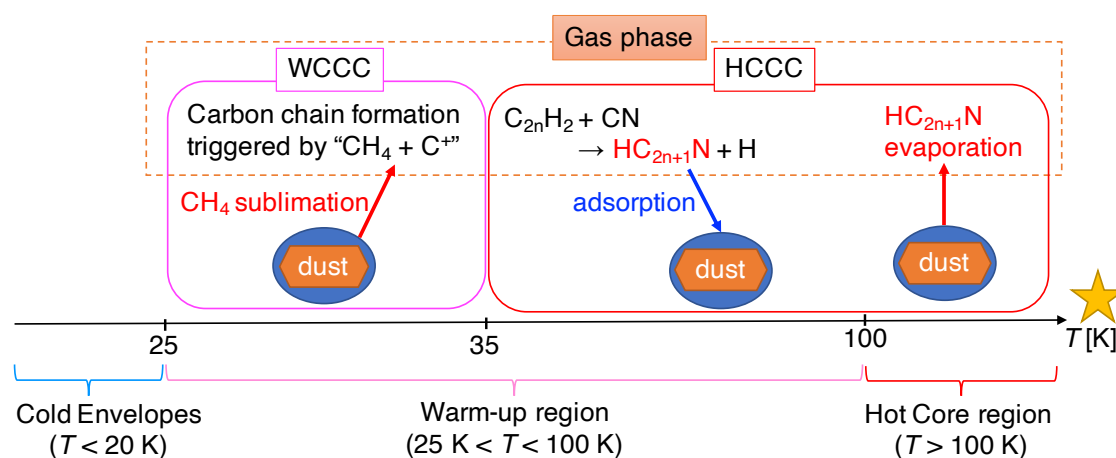


図 3. 大質量原始星周囲の炭素鎖分子の化学メカニズムのまとめ.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 9件 / うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Taniguchi Kotomi, Rayalacheruvu Prathap, Yonetsu Teppei, Takekoshi Tatsuya, Hatsukade Bunyo, Kohno Kotaro, Oshima Tai, Tamura Yoichi, Yoshimura Yuki, Gomez-Rivera Victor, Rojas-Garcia Sergio, Gomez-Ruiz Arturo I., Hughes David H., Schloerb F. Peter, et al.	4. 巻 963
2. 論文標題 Large-scale Mapping Observations of DCN and DCO+ toward Orion KL	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 12 ~ 12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ad1e5a	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 Taniguchi Kotomi, Sanhueza Patricio, Olguin Fernando A., Gorai Prasanta, Das Ankan, Nakamura Fumitaka, Saito Masao, Zhang Qizhou, Lu Xing, Li Shanghuo, Chen Huei-Ru Vivien	4. 巻 950
2. 論文標題 Digging into the Interior of Hot Cores with the ALMA (DIHCA). III. The Chemical Link between NH ₂ CHO, H ₂ CO, and H ₂ C ₂	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 57 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/acca1d	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 Taniguchi Kotomi, Majumdar Liton, Caselli Paola, Takakuwa Shigehisa, Hsieh Tien-Hao, Saito Masao, Li Zhi-Yun, Dobashi Kazuhito, Shimoikura Tomomi, Nakamura Fumitaka, Tan Jonathan C., Herbst Eric	4. 巻 267
2. 論文標題 Chemical Differentiation around Five Massive Protostars Revealed by ALMA: Carbon-chain Species and Oxygen/Nitrogen-bearing Complex Organic Molecules	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 4 ~ 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/acd110	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 Taniguchi Kotomi, Tanaka Kei E. I., Zhang Yichen, Fedriani Ruben, Tan Jonathan C., Takakuwa Shigehisa, Nakamura Fumitaka, Saito Masao, Majumdar Liton, Herbst Eric	4. 巻 931
2. 論文標題 Vibrationally Excited Lines of HC ₃ N Associated with the Molecular Disk around the G24.78+0.08 A1 Hypercompact H ii Region	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 99 ~ 99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac69d1	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 Taniguchi Kotomi, Majumdar Liton, Takakuwa Shigehisa, Saito Masao, Lis Dariusz C., Goldsmith Paul F., Herbst Eric	4. 巻 910
2. 論文標題 Carbon-chain Chemistry versus Complex-organic-molecule Chemistry in Envelopes around Three Low-mass Young Stellar Objects in the Perseus Region	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 141 ~ 141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abe854	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 Taniguchi Kotomi, Majumdar Liton, Plunkett Adele, Takakuwa Shigehisa, Lis Dariusz C., Goldsmith Paul F., Nakamura Fumitaka, Saito Masao, Herbst Eric	4. 巻 922
2. 論文標題 Chemical Compositions in the Vicinity of Protostars in Ophiuchus	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 152 ~ 152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac214e	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 Taniguchi Kotomi, Plunkett Adele, Shimoikura Tomomi, Dobashi Kazuhito, Saito Masao, Nakamura Fumitaka, Herbst Eric	4. 巻 73
2. 論文標題 Clump-scale chemistry in the NGC2264-D cluster-forming region	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1540 ~ 1555
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psab092	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 Iino Takahiro, Taniguchi Kotomi, Sagawa Hideo, Tsukagoshi Takashi	4. 巻 2
2. 論文標題 ¹³ C Isotopic Ratios of HC ₃ N on Titan Measured with ALMA	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Planetary Science Journal	6. 最初と最後の頁 166 ~ 166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/PSJ/ac134c	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 Taniguchi Kotomi, Guzman Andres E., Majumdar Liton, Saito Masao, Tokuda Kazuki	4. 巻 898
2. 論文標題 Chemical Composition in the IRAS 16562-3959 High-mass Star-forming Region	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 54 ~ 54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ab994d	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 Taniguchi Kotomi, Herbst Eric, Majumdar Liton, Caselli Paola, Tan Jonathan C., Li Zhi-Yun, Shimoikura Tomomi, Dobashi Kazuhito, Nakamura Fumitaka, Saito Masao	4. 巻 908
2. 論文標題 Carbon Chain Chemistry in Hot-core Regions around Three Massive Young Stellar Objects Associated with 6.7 GHz Methanol Masers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 100 ~ 100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/abd6c9	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23件 (うち招待講演 6件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Ryohei Kawabe, Takeshi Sakai, Bunyo Hatsukade, Kunihiro Tanaka, Akio Taniguchi, Yuki Yoshimura, Tatsuya Takekoshi, Teppei Yonetsu, Masato Hagimoto, Hiroyuki Maezawa, Yoichi Tamura, Kotaro Kohno, David H. Hughes, F. Peter Schloerb, and B4R/LMT Collaboration
2. 発表標題 LMT 2millimeter receiver system (B4R): Overview and results of demo-science
3. 学会等名 URSI GASS 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Patricio Sanhueza, Fernando A. Olguin, Prasanta Gorai, Ankan Das, Fumitaka Nakamura, Masao Saito, Qizhou Zhang, Xing Lu, Shanguo Li, Huei-Ru Vivien Chen
2. 発表標題 Chemical Link among NH ₂ CHO, HNC, H ₂ CO in High-Mass Protostellar Cores
3. 学会等名 Astrochemistry Symposium (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Liton Majumdar, Paola Caselli, Shigehisa Takakuwa, Masao Saito, Kazuhito Dobashi, Fumitaka Nakamura, Tomomi Shimoikura, Tien-Hao Hsieh, Jonathan C. Tan, Zhi-Yun Li, Eric Herbst
2. 発表標題 Understanding Chemical Differentiation around Five Massive Protostars Revealed by ALMA
3. 学会等名 Planets VII (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Prasanta Gorai, Jonathan C. Tan, Miguel Gomez Garrido, Masao Saito, Fumitaka Nakamura, T. K. Sridharan, & SOFIA Massive Star Formation group
2. 発表標題 Q-band line survey observations toward 12 intermediate-mass protostars with the Yebes 40m telescope
3. 学会等名 日本天文学会秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Patricio Sanhueza, Fernando A. Olguin, Prasanta Gorai, Ankan Das, Fumitaka Nakamura, Masao Saito
2. 発表標題 Revealing the Chemical Link among NH ₂ CHO, HNC ₂ O, and H ₂ CO using ALMA Observations toward High-Mass Protostellar Cores
3. 学会等名 East-Asia ALMA Science Workshop 2023 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi
2. 発表標題 Carbon-Chain Chemistry around Massive Young Stellar Objects
3. 学会等名 Dust-Ice-Gas (DIG) Astrochemistry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Liton Majumdar, Paola Caselli, Shigehisa Takakuwa, Masao Saito, Kazuhito Dobashi, Fumitaka Nakamura, Tomomi Shimoikura, Tien-Hao Hsieh, Jonathan C. Tan, Zhi-Yun Li, & Eric Herbst
2. 発表標題 Understanding Chemical Diversity around Massive Young Stellar Objects
3. 学会等名 From Clouds to Planets II: The Astrochemical Link (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi
2. 発表標題 Observational Evidence for Cyanopolyne Chemistry and Chemical Diversity around Massive Young Stellar Objects
3. 学会等名 VICO-CICO Workshop 2022 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Fumitaka Nakamura, Ryohei Kawabe, Ross Burns, Atsushi Nishimura, Chau-Ching Chiong, Sheng-Yuan Liu, You-Ting Yeh, Shih-Ping Lai, Tomomi Shimoikura, Kazuhito Dobashi, Yoshinori Yonekura, Yasumasa Yamasaki, & eQ-receiver team
2. 発表標題 30-34 GHz Line Survey Observations toward the Serpens South with the eQ Receiver
3. 学会等名 宇宙電波懇談会シンポジウム2022
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Patricio Sanhueza, Fernando A. Olguin, Prasanta Gorai, Ankan Das, Fumitaka Nakamura, Masao Saito
2. 発表標題 Survey of NH ₂ CHO, HNC, H ₂ CO, and CH ₃ CN toward high-mass protostars by the DIHCA Project
3. 学会等名 日本天文学会 春季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Liton Majumdar, Paola Caselli, Tien-Hao Hsieh, Shigehisa Takakuwa, Masao Saito, Fumitaka Nakamura, Kazuhito Dobashi, Tomomi Shimoikura, Jonathan C. Tan, Zhi-Yun Li, Eric Herbst
2. 発表標題 Observational Evidence for Cyanopolyne Chemistry around High-Mass Stars
3. 学会等名 日本天文学会 秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Miguel Gomez Garrido, Prasanta Gorai, Jonathan C. Tan, Masao Saito, Fumitaka Nakamura, T. K. Sridharan, Liton Majumdar, & SOFIA Massive Star Formation group
2. 発表標題 Chemical Survey Observations toward Intermediate-Mass Protostars
3. 学会等名 日本天文学会 秋季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Liton Majumdar, Adele Plunkett, Shigehisa Takakuwa, Dariusz C. Liz, Paul F. Goldsmith, Fumitaka Nakamura, Masao Saito, Eric Herbst
2. 発表標題 Roles of UV radiation on the chemistry of protostars in the Ophiuchus region
3. 学会等名 Astrochemical Frontiers 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Kei Tanaka, Y. Zhang, R. Fedriani, J. C. Tan, S. Takakuwa, F. Nakamura, M. Saito, L. Majumdar, E. Herbst
2. 発表標題 Nitrile chemistry in a disk structure around the G24.78+0.08 hyper-compact HII region
3. 学会等名 Workshop on Interstellar Matter 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷口琴美、中村文隆、齋藤正雄、Liton Majumdar, Adele Plunkett, 高桑繁久、Dariusz C. Liz, Paul F. Goldsmith, Eric Herbst
2. 発表標題 Investigation of roles of the UV radiation on the chemistry around protostars in the Ophiuchus region
3. 学会等名 日本天文学会2021年秋季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷口琴美、田中圭、Yichen Zhang、Ruben Fedriani、Jonathan C. Tan、高桑繁久、中村文隆、齋藤正雄、Liton Majumdar、Eric Herbst
2. 発表標題 Vibrationally-excited Lines of HC3N Tracing the Disk Structure around the G24.78+0.08 A1 Hyper-compact HII Region
3. 学会等名 日本天文学会2022年春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷口琴美
2. 発表標題 星形成領域における化学プロセスの多様性 -星質量・物理環境との関係-
3. 学会等名 宇宙電波懇談会シンポジウム2021 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi
2. 発表標題 Carbon Chain Chemistry in Hot-Core Regions around Massive Young Stellar Objects
3. 学会等名 VIC0-CIC0 Workshop 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Andres Guzman, Liton Majumdar, Masao Saito, Tokuda Kazuki
2. 発表標題 Chemical composition in the IRAS 16562-3959 high-mass star-forming region
3. 学会等名 43rd COSPAR Scientific Assembly 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年～2021年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi
2. 発表標題 A New Type of Carbon Chain Chemistry around Massive Young Stellar Objects
3. 学会等名 Nobeyama Science Workshop 2020 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 谷口琴美、平山朱実、久保崇紀、荒川一郎、山川紘一郎
2. 発表標題 星間ダスト表面における光化学反応実験のための装置の立ち上げと初期成果
3. 学会等名 日本天文学会 秋季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平山朱実、久保崇紀、永井颯真、谷口琴美、山川紘一郎
2. 発表標題 紫外線照射下における一酸化炭素の水素付加反応に関する室内実験
3. 学会等名 Nobeyama Science Workshop 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kotomi Taniguchi, Liton Majumdar, Shigehisa Takakuwa, Masao Saito, Dariusz C. Liz, Paul F. Goldsmith, Eric Herbst
2. 発表標題 ALMA observations of CH3OH and HC3N toward three low-mass young stellar objects in the Perseus region
3. 学会等名 日本天文学会 春季大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

大質量星に照らされた天空のカーボン・チェーン工場；高温領域で形成される「炭素鎖分子」の発見
<https://www.nro.nao.ac.jp/news/2021/0224-taniguchi.html#nmnews>

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