

令和 7 年 6 月 12 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2021～2024

課題番号：21H01120・23K20861

研究課題名（和文）大質量星形成時の間欠的質量降着に伴う増光現象アクリーションバーストに関する研究

研究課題名（英文）Observational study of the accretion burst--sudden flux rise of the methanol maser--associated with the intermittent accretion in the massive star formation

研究代表者

米倉 覚則（YONEKURA, Yoshinori）

茨城大学・基礎自然科学野・教授

研究者番号：90305665

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：観測対象となるメタノールメーザー輝線を1台で全て受信可能な広帯域冷却受信機2台を新たに開発し、茨城大学・日立32-m電波望遠鏡および、山口大学・山口32-m電波望遠鏡に搭載した。この2台を用いたVLBI観測を行い、12.2 GHz帯においてフリッジ検出に成功した。日立32-m電波望遠鏡を用いた6.7 GHzおよび12.2 GHzメタノールメーザーの高頻度モニター観測を実施し、研究期間内に3例の増光現象を捉え、世界的なフォローアップ観測網 Maser Monitoring Organization に速報を流した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で整備した高温メーザー観測網は、形成途上の大質量星で起こると考えられている間欠的な大規模降着によって中心星が増光し、中心星をとりまくガスが徐々に高温になっていく（低温領域が外側に広がっていくとともに、高温領域が発生する）アクリーションバーストの物理状態の解明、降着率の変動率・増光継続期間、および普遍性・特異性の解明に不可欠なものである。また、6.7 GHzおよび12.2 GHzメタノールメーザーの高頻度モニター観測によって、3例の増光現象を世界で初めて捉え、世界中に追観測を促す速報を流した。

研究成果の概要（英文）：(1) We developed two new broadband cooled receivers capable of receiving all of the target methanol maser emission lines with a single unit, and installed them on the Ibaraki University/Hitachi 32-m radio telescope and the Yamaguchi University/Yamaguchi 32-m radio telescope. (2) We conducted VLBI observations using these two receivers and succeeded in detecting fringes in the 12.2 GHz band. (3) We conducted high-cadence monitoring observations of 6.7 GHz and 12.2 GHz methanol masers using the Hitachi 32-m, detecting three brightening events during the research period and sending alerts to the Maser Monitoring Organization, a global follow-up observation network.

研究分野：電波天文学

キーワード：大質量星形成 アクリーションバースト メタノールメーザー 高頻度モニター観測

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

星は、分子雲と呼ばれる密度 100 個/cc、温度 10 K 程度の星間ガスで生まれる。これらの分子雲の中心部が重力収縮によって更に高密度となったものは、クラump (密度 1 万個/cc 程度) あるいはコア (密度 100 万個/cc 程度) と呼ばれる。さらに収縮が進むと回転エネルギーが支配的になるため、球対称の収縮ができなくなる。物質は一旦、中心部をとりまく円盤に降り積もった後、質量放出現象を起こしながら回転エネルギーを減少させる事によって、再び中心に向かって質量降着を続ける事ができるようになる。生まれる星の質量は主として質量降着率によって決まると考えられている。したがって、質量降着率を正確に求める事は、

- ・生まれる星の質量はどのように決まるのか？
 - ・銀河の進化を左右する初期質量関数 (生まれたばかりの星の質量の頻度分布) はどのように決まるのか？
 - ・宇宙はどのように進化していくのか？
- などの重要な学術的な問いを解明する鍵となる。

2. 研究の目的

上述の円盤から中心星への質量降着は、定常的ではなく、時間変動すると考えられている。最も顕著な例としては、太陽程度の質量を持つ星の形成過程における FU Ori 型星が挙げられる。増光期には静穏期の数百倍の光度に達し、その状態が数十から数百年程度継続する。質量降着率が 10^{-7} から 10^{-4} 太陽質量/年 へと急激に上昇する事に起因するアクリーションバーストと考えられている。大質量星形成過程においても、アクリーションバーストに起因する増光が起こりうるという理論計算結果が出されるとともに、観測的にも 2018 年までに S255IR-NIRS3, NGC 6334 I-MM1 の 2 例において低温メーザーの増光が検出された。近赤外線やミリ波ダスト連続波などによるフォローアップ観測において、増光あるいは温度上昇が認められただけでなく、S255 については近赤外線の分光観測により、ショックによって励起される H₂ や Br などの輝線が検出され、増光現象がアクリーションバースト起源である事が決定づけられた。

2019 年 1 月に、研究代表者らが運用する日立 32-m 電波望遠鏡を用いた低温メーザーのモニター観測により、G358.931-0.030 という天体 (以下「G358」と表記する) において急激なメーザー強度の上昇を検出した。その結果を速やかに全世界に公表し、その後行われた様々なフォローアップ観測により以下の点が明らかになった。

(a) 多数の高温メーザー輝線が、天体起因の電波として初めて検出された。この結果は幾何学的な配置の変化などによって低温メーザー強度が増加したのではなく、加熱が実際に起こった事を示している。

(b) 1 ヶ月程度おきに複数回実施された低温メーザーの高空間分解能 VLBI 観測により、低温メーザー放射領域が外側に広がっていく様子が捉えられた。この様子は、低温メーザーを放射しているガスが運動しているのではなく、低温メーザー放射に適した物理状態 (数百 K) にある領域が外側へ移っていく (初期に低温メーザー放射を示していたガスは高温になりすぎて、放射をしなくなった) と考えられている。G358 の増光の際には、観測頻度が約 50 日に 1 回程度であったため必ずしも増光直後を捉えていない可能性がある点、高温メーザーの高空間分解能 VLBI イメージング観測を迅速に、かつ複数回行えなかった点が改善項目として挙げられる。

そこで、本研究では以下の点を目的とする。

(1) 高頻度強度モニター観測：これまでの観測によりアクリーションバースト候補現象の検出に最適であると考えられている 6.7 GHz メタノールメーザー (低温メーザー) を用い、メーザー源の強度モニター観測を多数の天体に対して高頻度に行う事により、増光をいち早く捉えアラートを出す。この事により、アクリーションバーストの発生頻度・増光継続期間・普遍性を明らかにするとともに、M2O による迅速なフォローアップ観測を促す。またバースト検出後は高温メーザーの観測も同時に行い、多遷移観測結果を元に温度や密度などの物理状態の時間変化を明らかにする。

(2) 迅速なフォローアップ観測：M2O と協力して多波長フォローアップ観測を実行し、中心星をとりまくガスが高温になっていく (低温領域が外側に広がっていくとともに、高温領域が発生する) 様子を動画として撮像する。さらに近赤外線分光観測でショック励起輝線を検出する事により、増光がアクリーションバースト起因である確証を得る。加えて、アクリーションバーストの際に降着円盤に物理状態がどのように変化しているか、さらに降着率の変動率・増光継続期間を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では以下を遂行する事により、形成途上の大質量星で起こると考えられている間欠的な大規模降着によって中心星が増光し、中心星をとりまくガスが徐々に高温になっていく (低温領域が外側に広がっていくとともに、高温領域が発生する) というアクリーションバースト現象の物理状態の解明、降着率の変動率・増光継続期間、および普遍性・特異性の解明を行う。

(1) 高温メーザー観測網の整備：観測対象となるメタノールメーザー輝線を 1 台で全て受信可能な広帯域冷却受信機を開発し、日立・山口 32-m の 2 台の電波望遠鏡に搭載する。偏波分離器を新たに設計・開発する広帯域のものに置換する。アンテナ搭載後、単一の電波望遠鏡として試験観測を行い、雑音温度や安定性等の性能を評価する。さらに VLBI 観測試験を実施する。

(2) 低温メーザーを用いた単一鏡高頻度モニター観測：日立 32-m 電波望遠鏡を用いた低温メーザー (6.7 GHz) の高頻度モニター観測を実施し、増光現象をいち早く捉えるとともに、増光現象の発生頻度を正確に求める。日立 32-m 電波望遠鏡 1 台を用いて、日本から観測可能な 450 天体から強度変動の兆候のある 150 天体を選出して 5 日以内に 1 回の観測を実施し、増光現象をみれなく検出できるようにする。増光現象を検出した際には世界規模のモニター観測網 M20 と協力して、高空間分解能 VLBI モニター観測、高空間分解能連続波観測 (ALMA など)、可視光近赤外線測光モニター観測 (JWST など) を実施する。

4. 研究成果

(1) 高温メーザー観測網の整備：本研究開始時点で茨城大学・日立 32-m 電波望遠鏡および山口大学・山口 32-m 電波望遠鏡に搭載されていた受信機はセブタム型円偏波分離器を使用しており、観測可能周波数は 6.3-7.1 GHz および 8.0-8.8 GHz であった (図 1)。そこで位相遅延器と直交偏波分離器 (以降 OMT) を組み合わせた新たな円偏波分離器の開発を行った (図 2、3)。

設計した OMT は両偏波で反射損失 22 dB 以下、交差偏波分離度 50 dB 以下のシミュレーション結果を得た。製作した OMT (図 4、5) の性能測定を行ない、シミュレーション結果と同等の結果を得た (図 6、7)。また OMT を用いた受信機雑音温度の測定結果は 6.5-12.5 GHz において 20-30 K の結果を得た (図 8、9)。以上より 6.5-12.5 GHz 帯の広帯域な OMT の開発に成功した。

新受信機を日立 32-m 電波望遠鏡に搭載し、性能評価を行った (図 10)。大気、望遠鏡を含めたシステム雑音温度 T_{sys} は、6.5-12.5 GHz にわたり 20-30 K 程度の値を得ており、旧受信機と同等の性能であった (図 11)。搭載した新受信機を用いて天体 W3-IRS5 を観測し、6.668 GHz (5_1 6_0 A+)、12.178 GHz 帯 (2_0 3_-1 E) のメタノールメーザーの同時観測に成功した (図 12)。

同等の受信機を山口 32-m 電波望遠鏡にも搭載し、山口 32-m 電波望遠鏡と日立 32-m 電波望遠鏡との間で VLBI 観測を行い、フリッジ検出に成功した (図 13、14)。

(2) 低温メーザーを用いた単一鏡高頻度モニター観測：日立 32-m を用いた低温メーザー (6.7 GHz) の高頻度モニター観測を実施し、増光現象をいち早く捉えるとともに、増光現象の発生頻度を正確に求める事を目的とする。日立 32-m 電波望遠鏡 1 台を用いて、日本から観測可能な 450 天体から強度変動の兆候のある 150 天体を選出して、これら 150 天体に対しては 5 日以内に 1 回の観測を、その他 300 天体に対しては 50 日以内に 1 回の観測を実施した。研究期間内に新たに 3 例の増光現象を世界で初めて検出し、世界的なフォローアップ観測網 M20 に追観測を促す速報を流した。

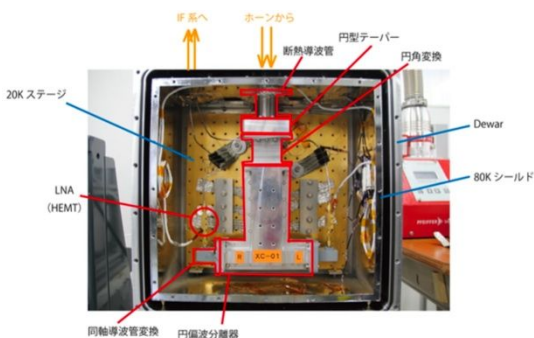


図 1：旧冷却デューワー内の機器配置。

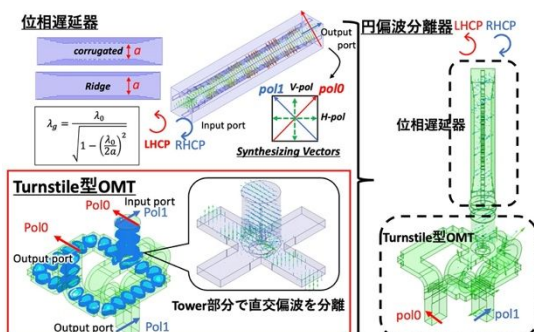


図 2：開発した新円偏波分離器の構成図。

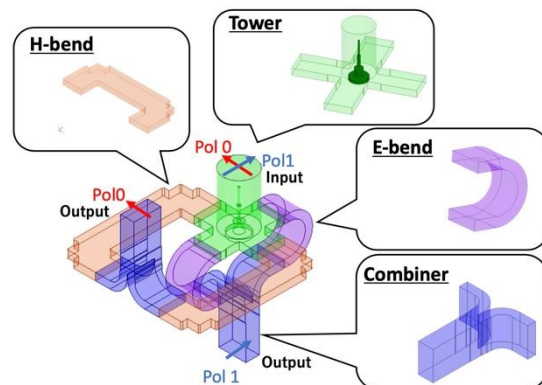


図 3：開発した Turnstile 型 OMT の構成図。

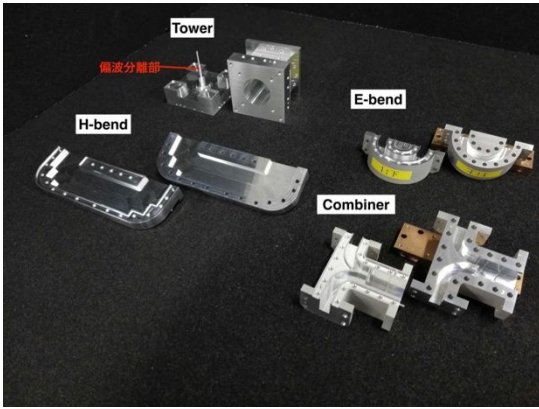


図 4 : 製作した OMT の 4 つの構成機器。

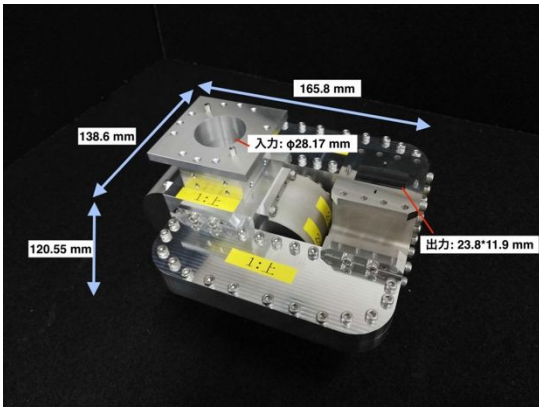


図 5 : 製作した OMT の組立図。

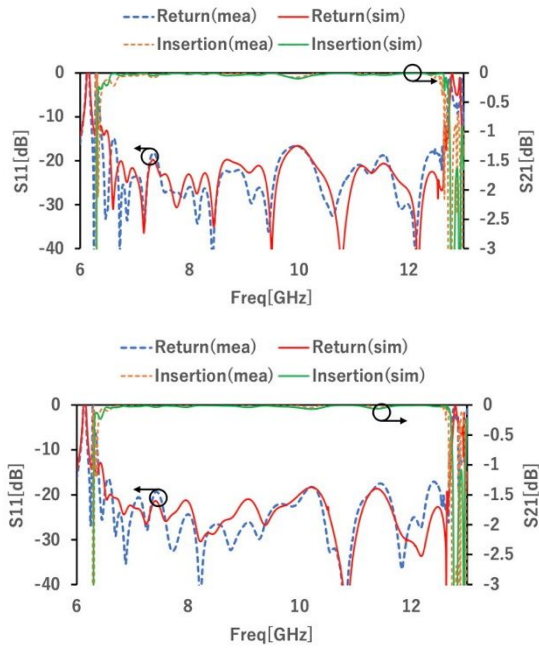


図 6 : OMT の反射損失と挿入損失の測定結果。(上) pol 0。(下) pol 1。

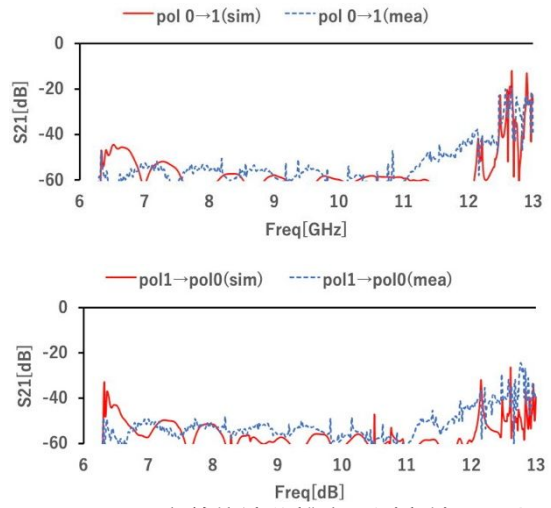


図 7 : OMT の交差偏波分離度の測定結果。(上) pol 0。(下) pol 1。

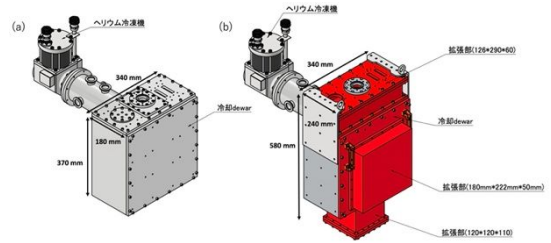


図 8 : (左)旧冷却デュー全体図、(右)新冷却デュー全体図。

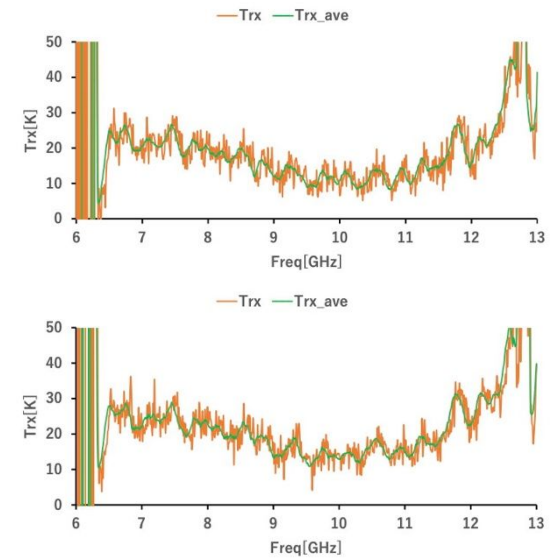


図 9 : 受信機雑音温度の測定結果。(上) pol 0。(下) pol 1。

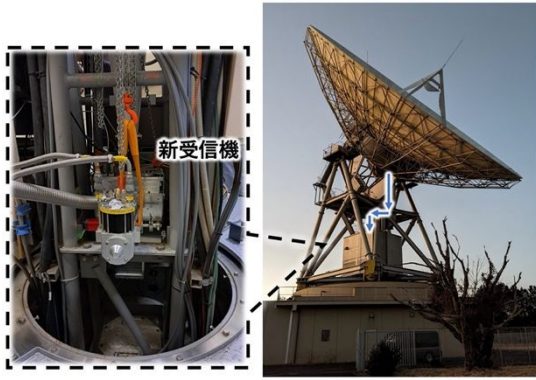


図 10 : (左)新受信機を日立 32-m 電波望遠鏡の受信機室内に設置した様子、(右)日立 32-m 電波望遠鏡全体図。

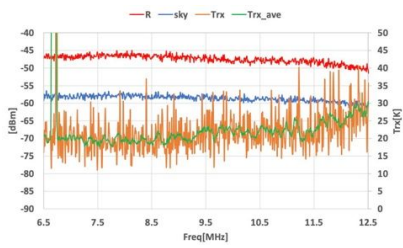


図 11 : システム雑音温度の測定結果。

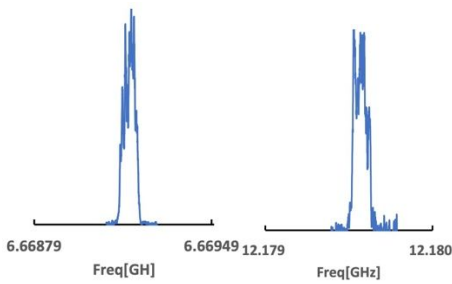


図 12 : 日立 32-m 電波望遠鏡に搭載された新受信機を用いて同時に測定された、(左)6.7 GHz メタノールメーザー、(右)12.2 GHz メタノールメーザーのスペクトル。

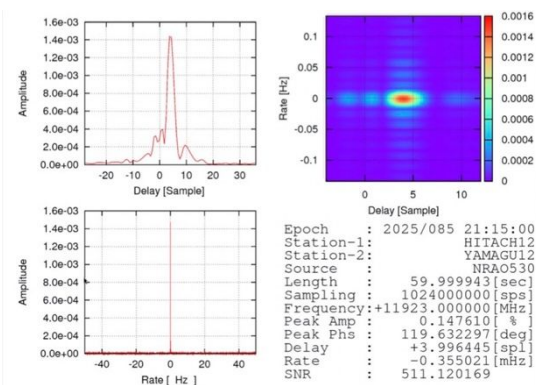


図 13 : 山口 32-m 電波望遠鏡と日立 32-m 電波望遠鏡の 2 台による VLBI 観測の結果 12 GHz 帯連続波源に対して得られたフリンジ (干渉縞)。

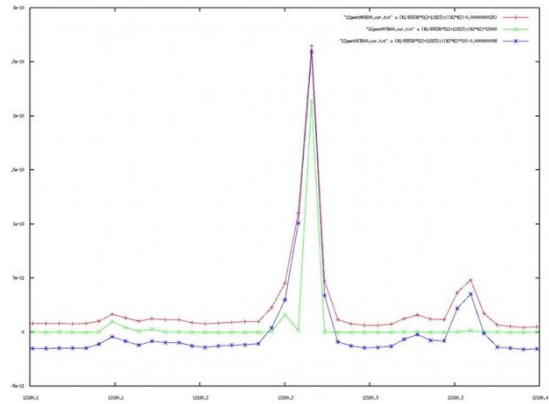


図 14 : (赤色)日立 32-m 電波望遠鏡で得られた 12.2 GHz メタノールメーザー G9.62 のスペクトル。(青色)山口 32-m 電波望遠鏡で得られた 12.2 GHz メタノールメーザー G9.62 のスペクトル。(緑色)両者の相互相関スペクトル。2 台の電波望遠鏡による VLBI 観測にて、12.2 GHz メタノールメーザーのフリンジが無事検出された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 13件 / うちオープンアクセス 17件）

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Tanabe Yoshihiro, Yonekura Yoshinori, MacLeod Gordon C | 4. 巻 75 |
| 2. 論文標題 Detection of the longest periodic variability in 6.7GHz methanol masers of G5.900-0.430 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan | 6. 最初と最後の頁 351 ~ 357 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psad002 | 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 Burns R. A., Uno Y., Sakai N., Blanchard J., Rosli Z., Orosz G., Yonekura Y., Tanabe Y., Sugiyama K., Hirota T., Kim Kee-Tae, Aberfelds A., Volvach A. E., Bartkiewicz A., Caratti o Garatti A., Sobolev A. M., Stecklum B., Brogan C., Phillips C., Ladeyschikov D. A., Johnstone D., Surcis G., MacLeod G. C., Linz H., 他13名 | 4. 巻 7 |
| 2. 論文標題 A Keplerian disk with a four-arm spiral birthing an episodically accreting high-mass protostar | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Nature Astronomy | 6. 最初と最後の頁 557 ~ 568 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41550-023-01899-w | 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 Yoshihiro Tanabe and Yoshinori Yonekura | 4. 巻 なし |
| 2. 論文標題 A flare of 6.668 GHz methanol maser in G23.389+0.185 | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 The Astronomer's Telegram | 6. 最初と最後の頁 16303 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| 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 Tanabe Yoshihiro, Yonekura Yoshinori | 4. 巻 18 |
| 2. 論文標題 Detection of the longest periodic variability in 6.7 GHz methanol masers with iMet | 5. 発行年 2024年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the International Astronomical Union | 6. 最初と最後の頁 189 ~ 193 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S174392132300193X | 査読の有無 無 |
| 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 Yonekura Yoshinori、Tanabe Yoshihiro、Moriizumi Ren | 4. 巻 18 |
| 2. 論文標題 High-cadence 6.7 GHz methanol maser monitoring observations by Hitachi 32-m radio telescope | 5. 発行年 2024年 |
| 3. 雑誌名 Proceedings of the International Astronomical Union | 6. 最初と最後の頁 269 ~ 272 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S174392132300251X | 査読の有無 無 |
| 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 Uchiyama Mizuho、Ichikawa Kohei、Sugiyama Koichiro、Tanabe Yoshihiro、Yonekura Yoshinori | 4. 巻 936 |
| 2. 論文標題 Mid-infrared and Maser Flux Variability Correlation in Massive Young Stellar Object G036.70+00.09 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 The Astrophysical Journal | 6. 最初と最後の頁 31 ~ 31 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac866e | 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 Yoshihiro Tanabe and Yoshinori Yonekura | 4. 巻 なし |
| 2. 論文標題 A flare of 6.668 GHz methanol maser in G36.115+0.552 | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 The Astronomer's Telegram | 6. 最初と最後の頁 15680 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 無 |
| 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27件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 12件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 Yoshinori YONEKURA, Yoshihiro TANABE, Ren MORIIIZUMI |
| 2. 発表標題 High-cadence 6.7 GHz methanol maser monitoring observations by Hitachi 32-m radio telescope to detect the sings of the accretion burst |
| 3. 学会等名 Protostars and Planets VII (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yoshinori Yonekura, Yoshihiro Tanabe, and Ren Moriizumi |
| 2. 発表標題 High-cadence 6.7 GHz methanol maser monitoring observations by Hitachi 32-m radio telescope for the study of massive-star formation |
| 3. 学会等名 Asia-Pacific Regional IAU Meeting 2023 (APRIM2023) (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yoshinori Yonekura, Yoshihiro Tanabe (Ibaraki U.), Kenta Fujisawa, Kotaro Niinuma (Yamaguchi U.), Hideo Ogawa (Osaka Metropolitan U.), Koichiro Sugiyama (NARIT, Thailand), Kazuhiro Takefuji (JAXA), Mareki Honma, Hideyuki Kobayashi (NAOJ), and members of JVN |
| 2. 発表標題 Recent updates of the Hitachi and Takahagi 32-m radio telescopes, Ibaraki Station |
| 3. 学会等名 XXXVth URSI General Assembly and Scientific Symposium (URSI GASS 2023) (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 孫赫陽, 知念翼, 山崎康正, 長谷川豊, 小川英夫, 大西利和 (大阪公立大学), 米倉覚則 (茨城大), 新沼浩 太郎 (山口大), 金子慶子, 神澤富雄, 三ツ井健司, 増井翔 (国立天文台) |
| 2. 発表標題 3D プリンターによる 6.5 - 12.5 GHz 帯直交偏波分離器製作の考察 |
| 3. 学会等名 日本天文学会2023年秋季年会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 米倉覚則, 田辺義浩, 森泉怜, 古川真祐子, 百瀬宗武 (茨城大), 孫赫陽, 抱江柊利, 小川英夫 (大阪公大), 元木業人, 新沼浩太郎, 藤沢健太 (山口大), 高羽浩, 佐野栄俊, 村瀬建 (岐阜大), 久野成夫 (筑波大), 中川亜紀治 (鹿児島大), 本間希樹, 小林秀行 (国立天文台), 他 JVN 関係者 |
| 2. 発表標題 高萩・日立 32 m 電波望遠鏡の整備・運用状況 2024A |
| 3. 学会等名 日本天文学会2024年春季年会 |
| 4. 発表年 2024年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yoshinori Yonekura, Yoshihiro Tanabe, Kenta Fujisawa, Kotaro Niinuma, Hideo Ogawa, Koichiro Sugiyama, Kazuhiro Takefuji, Mareki Honma, Hideyuki Kobayashi, and members of JVN |
| 2. 発表標題 Hitachi and Takahagi 32-m radio telescopes: recent updates |
| 3. 学会等名 2022 URSI-Japan Radio Science Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 田辺義浩, 米倉覚則(茨城大学), 土橋一仁, 荒川琉嘉(東京学芸大学), 岩田悠平(国立天文台), 杉山孝一郎(タイ国立天文学研究所), 内山瑞穂(宇宙航空研究開発機構), 高山正輝(兵庫県立大学) |
| 2. 発表標題 周期的な強度変動を示す 6.7 GHz メタノールレーザーに対するなゆた望遠鏡を用いた近赤外線モニター観測 I |
| 3. 学会等名 日本天文学会2022年秋季年会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 知念翼, 孫赫陽, 抱江柊利, 米山翔, 川下紗奈, 増井翔, 山崎康正, 野首原千晟, 長谷川豊, 澤田-佐藤聡子, 小川英夫, 大西利和 (大阪公立大学), 岡田望 (JAXA), 米倉覚則 (茨城大学), 清水裕亮, 新沼浩太郎, 藤澤健太 (山口大学) |
| 2. 発表標題 茨城観測局電波望遠鏡搭載広帯域 CX 帯受信機の開発 3 |
| 3. 学会等名 日本天文学会2022年秋季年会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 抱江柊利, 孫赫陽, 野首原千晟, 知念翼, 米山翔, 川下紗奈, 山崎康正, 増井翔, 長谷川豊, 澤田-佐藤聡子, 大西利和, 小川英夫 (大阪公立大学), 米倉覚則 (茨城大学), 清水裕亮, 新沼浩太郎, 藤澤健太 (山口大学) |
| 2. 発表標題 広帯域 CX 帯同軸導波管変換の開発とそれを用いた TRL 校正 |
| 3. 学会等名 日本天文学会2022年秋季年会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 孫赫陽, 抱江柊利, 野曾原千晟, 知念翼, 米山翔, 川下紗奈, 山崎康正, 増井翔, 長谷川豊, 澤田-佐藤聡子, 大西利和, 小川英夫 (大阪公大), 米倉覚則 (茨城大), 清水裕亮, 新沼浩太郎, 藤澤健太 (山口大) |
| 2. 発表標題 茨城観測局電波望遠鏡搭載広帯域 CX 位相遅延器の開発 |
| 3. 学会等名 日本天文学会2022年秋季年会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 知念翼, 孫赫陽, 抱江柊利, 米山翔, 川下紗奈, 増井翔, 山崎康正, 野曾原千晟, 長谷川豊, 澤田-佐藤聡子, 岡田望, 小川英夫, 大西利和 (大阪公立大学), 米倉覚則 (茨城大学), 清水裕亮, 松原空洋, 新沼浩太郎, 藤澤健太 (山口大学) |
| 2. 発表標題 茨城観測局電波望遠鏡搭載広帯域 CX 帯円偏波分離器の開発 4 |
| 3. 学会等名 日本天文学会2023年春季年会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yoshihiro Tanabe and Yoshinori Yonekura (Ibaraki U.) |
| 2. 発表標題 Detection of the longest periodic variability in 6.7 GHz methanol masers with iMet |
| 3. 学会等名 International Astronomical Union Symposium 380: Cosmic Masers: Proper Motion toward the Next-Generation Large Projects (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Yoshinori Yonekura, Yoshihiro Tanabe, and Ren Moriizumi (Ibaraki U.) |
| 2. 発表標題 High-cadence 6.7 GHz methanol maser monitoring observations by Hitachi 32-m radio telescope |
| 3. 学会等名 International Astronomical Union Symposium 380: Cosmic Masers: Proper Motion toward the Next-Generation Large Projects (国際学会) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 知念翼, 米山翔, 川下紗奈, 増井翔, 山崎康正, 長谷川豊, 大西利和, 小川英夫 (大阪府大), 米倉覚則 (茨城大), 清水裕亮, 新沼浩太郎, 藤澤健太 (山口大) |
| 2. 発表標題 茨城観測局電波望遠鏡搭載広帯域 CX 帯円偏波分離器の開発 |
| 3. 学会等名 日本天文学会2021年秋季年会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 知念翼, 孫赫陽, 抱江柊利, 米山翔, 川下紗奈, 増井翔, 山崎康正, 野首原千晟, 小川英夫, 大西利和 (大阪府大), 岡田望, 米倉覚則 (茨城大), 清水祐亮, 新沼浩太郎, 藤澤健太 (山口大), 金子慶子, 神澤富雄, 三ツ井健司 (国立天文台) |
| 2. 発表標題 茨城観測局電波望遠鏡搭載広帯域 CX 帯円偏波分離器の開発 2 |
| 3. 学会等名 日本天文学会2022年春季年会 |
| 4. 発表年 2022年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|---|
| Ibaraki 6.7 GHz class II methanol maser database http://vlbi.sci.ibaraki.ac.jp/iMet/ |
|---|

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 |
|-------|--------------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 百瀬 宗武 (Momose Munetake) | | |

6. 研究組織（つづき）

| | 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 |
|-------|----------------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 藤澤 健太 (Fujisawa Kenta) | | |
| 研究協力者 | 元木 業人 (Motogi Kazuhito) | | |
| 研究協力者 | 廣田 朋也 (Hitora Tomoya) | | |
| 研究協力者 | 本間 希樹 (Honma Mareki) | | |
| 研究協力者 | 小川 英夫 (Ogawa Hideo) | | |
| 研究協力者 | 岳藤 一宏 (Takefuji Kazuhiro) | | |
| 研究協力者 | 村田 泰弘 (Murata Yasuhiro) | | |
| 研究協力者 | 秦 和弘 (Hada Kazuhiro) | | |

6. 研究組織（つづき）

| | 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 |
|-------|--------------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 内山 瑞穂 (Uchiyama Mizuho) | | |
| 研究協力者 | バーンズ ロス (Burns Ross) | | |

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 | | | |
|---------|--|--|--|--|
| 南アフリカ | SARAO | | | |
| ラトビア | Ventspils University of Applied Sciences | | | |
| ポーランド | Nicolaus Copernicus University | | | |