

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02167

研究課題名(和文)多波長帯電波同時高解像度撮像による星周物質の合成・加速過程の探求

研究課題名(英文)Exploration of synthesis and outward acceleration of circumstellar matter through simultaneous multiple-band high-resolution radio imaging

研究代表者

今井 裕 (IMAI, Hiroshi)

鹿児島大学・総合科学域総合教育学系・准教授

研究者番号：70374155

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、野辺山45m電波望遠鏡の3周波数帯同時観測システムの構築に成功した。その中で、開発した周波数分離板が、特に高周波数帯側における電波透過率やポインティングずれについて、期待される性能が出ていることを確認した。早速このシステムの一部を使って、終末星ジェットの発現や、星周メーザー源の周期的な視線速度変動を捉えた。また、東アジアVLBI観測網を用いた星周メーザー源の連続撮像観測を遂行した。その中で、星の脈動変光と星周縁内の衝撃波伝播に対して、水及び複数の一酸化珪素メーザー輝線においてそれぞれ異なった時間変動の振る舞いを連続的に追跡することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高感度の大型電波望遠鏡における3周波数帯同時観測システムの構築によって、電波観測の効率が飛躍的に進むだけでなく、異種電波放射間の相対輝度分布の高精度での把握が求められる研究でその進展が見込める。VLBI観測においては、分子輝線が豊富なミリ波帯の電波データに対する高精度較正が実現し、多くの輝線では未知だった精密な空間輝度分布の把握が進む。本課題では、星周メーザー源に対する観測でその実用化を進めた。その中で、物理状態によって制御されるメーザー源の見かけの振る舞いと、メーザー源における真の物質運動とを見分けられる見通しがついた。今後、終末星からの物質放出を定量的に理解することにつながるはずである。

研究成果の概要(英文)：Our project succeeded in developing the triple-radio-band receiving system in the Nobeyama 45 m telescope. There we confirmed that the perforated frequency-band-separation filter plates we developed have the expected performance in the transparency rate and the pointing offset in the higher frequency bands. Using a part of this system, we succeeded in detecting the ignitions of jets from dying stars and periodic behaviors of circumstellar water and silicon-monoxide masers. Our intensive monitoring observations of circumstellar maser sources using the East Asia VLBI Network also have yielded detections of the different performances in the temporal variations of in the brightness distributions of water and silicon-monoxide masers in the common circumstellar envelope. These imply the possibility that we can reveal the variations in the bulk motions and the physical conditions of the maser gas clumps in the circumstellar envelopes affected by stellar pulsation and shock propagation.

研究分野：星周・星間物理学、電波天文学

キーワード：超長基線電波干渉法(VLBI) 複数波長帯電波同時観測 多孔式周波数分離板 宇宙メーザー 長周期脈動変光星

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

1. 研究開始当初の背景

(1) 複数波長帯同時受信システムとミリ波 VLBI (超長基線電波干渉法) 観測システム

ミリ波・サブミリ波の電磁波波長帯には星間分子が放射するスペクトル線が多数存在する。また比較的波長が短いので、高い解像度が得られ易い。VLBI 観測に基づく研究においても、ミリ波に限っても多数のメーザー線の存在が確認され、熱的スペクトル線の吸収線やキューサーからの非熱的放射も含めて、VLBI の高い解像度を活かしたこれら電波源の解像に大きな可能性がある。一般に、短い波長帯ほど低雑音受信器の開発が難しく、好条件で観測できる機会も限られる。また、電波干渉計信号が大気によって短時間で激しく揺らぐため、長時間積分が困難である。

しかし最近、複数波長帯を同時受信する手法が確立され、この状況が大きく変わりつつある。この手法では、(a) 高い信号雑音比を持つ長波長帯側の受信信号をきめ細かく参照して短波長帯側データを較正し、より長時間の積分を可能とする。また、(b) 波長帯分離膜とミラーを組み合わせた光学系を用いることで、複数波長帯の電波を同時に受信する。この手法は韓国 VLBI 観測網 (KVN) で始めて本格実用化され、その科学的有効性が実証された (例えば Dodson et al., 2014, AJ, 148, 97)。この様なシステムは、単一鏡か干渉計観測かに関わらず観測効率を格段に向上させ、広く電波天文学で普及しつつある。

本研究では、この多波長帯同時観測システムを独自に開発し、KVN とほぼ同じ時間帯に観測でき世界有数の感度を持つ野辺山宇宙電波観測所 (NRO) 口径 45m 望遠鏡へこれを導入し、13mm、7mm 及び 3mm 帯 VLBI 観測を展開する。

(2) 星周水 (H₂O) / 一酸化珪素 SiO メーザー放射

恒星進化の末期では、星直径が太陽の数 100 倍(数天文単位 [AU]) にも達し、また長周期 (100 日以上) で脈動変光する。そして、力学的に不安定になった星表面から激しく物質が放出される。放出されたガスと塵から成る発達した星周縁中に SiO 及び H₂O 分子からのメーザー放射が見られるが、星からそれぞれ星半径の 2-3 倍 及び 数倍-数 10 倍の範囲に分布する。特定の温度、密度を保った部分でのみメーザー放射が発生し、視線速度が揃った領域を通して地球方向にメーザー増幅がなされる。このような特殊な環境は偏在しているので、メーザー源は多数の微小スポットの集団として観測される。特に星周縁には多数のメーザー放射 (OH, H₂O, SiO, HCN) が様々な回転励起及び振動励起状態で見られる。これらの放射を同時に撮像して共通の座標系中で相対輝度分布を明らかにし、さらにその時間変化も長期連続追跡すれば、これらメーザーの励起機構やその領域の物理状態、さらにその状態を支配する星周ガスの動力学的構造と時間発展を把握できるはずである。メーザー放射の輝度分布の時間変化は激しく、VLBI 観測を通じた動画合成はこれらの目的には不可欠である。この様な可視化によって、濃密な SiO メーザーガス塊から上空で塵の凝縮が始まるまでの一部始終、星からの強力な放射によるガス塊の加速、その周期的変化が生み出す衝撃波の星周ガス縁中の H₂O メーザー励起領域までの伝播など、星から星間空間へと物質が拡散する物理的素過程を理解できるだろう。

我々は、VLBI 専用望遠鏡から成る KaVA(KVN and VERA Array)を用いた大規模星周 SiO・H₂O メーザー源連続撮像観測事業を計画し実行に移している。そこでは約 10 年間掛けて長周期変光星 (周期 300-1600 日)の連続撮像を行う。しかし、波長 3mm 以下の SiO メーザーは KVN の 21m 鏡 3 台でしか撮像できず、H₂O や 7mm 帯 SiO メーザーと同等の画質が得られない。また、我々の研究対象は酸素過多星(太陽質量の 4-8 倍の漸近巨星枝星)に限定されている。太陽質量程度の星が進化すると炭素過多星になるが、この星周縁の研究には微弱なシアン (HCN) メーザー@3.4mm の撮像が必須である。これら微弱なメーザー輝線の前例ない VLBI 撮像には、KVN に加え高感度を持つ野辺山(NRO)45m 電波望遠鏡も必須である。

2. 研究の目的

NRO 45m 鏡に特化した 3 波長帯同時観測システムを実現し、短ミリ波 VLBI 観測網を日韓で確立する。その上で、短ミリ波 VLBI 観測データにおいても長時間積分と高精度撮像を可能とするデータ較正手法を確立する。こうして、KaVA+NRO による多数波長帯同時 VLBI 観測を実現し、以下の研究目的を達成する。

- 星位置の指標となる SiO メーザーとその外側に見られる H₂O メーザーの相対輝度分布から、非対称的なメーザー分布及び恒星質量放出の共通性と多様性を明らかにし、その空間・時間スケールから非対称的質量放出原因を追求する。
- 個々のメーザー塊の構造 (1AU 未満) を画像上で分解し、定期的連続撮像によって、SiO → H₂O メーザー領域間の物質の流れをメーザー塊単位で連続的に捉え、加速領域を確定する。また、星周縁の動的振舞いを支配する要因:恒星放射圧による連続的・定常的加速、あるいは衝撃波伝播を伴う周期的加速、を明らかにする。
- VLBI 撮像例がない HCN メーザーの撮像を実施する。それにより、特に星周縁の動的振舞いを視覚化する新たなプローブとしてのこれらメーザーの特徴・有効性を明らかにし、酸素・炭素過多星間の星周縁の力学的構造や物理状態における違いの有無を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) NRO 45m 鏡に特化した 3 波長帯同時観測システムの構築

このシステムの概略を、図 1 左図に示す。45m 鏡の巨大なビーム伝送系に挿入できる周波数分離膜は、強度も必要なことから「膜」ではなくアルミ板から構成されることになり、電磁波伝送シミュレーションに基づいて多孔式板を開発することにした。3 波長帯同時観測システムにする為に、このような板を 2 枚製造した。2018 年度からは、新沼孝太郎氏の科研費基盤研究 A 事業との共同研究へと移行した。これにより、一度退役し故障していた 3mm 帯受信機(TZ)を修理・復活させ、このシステムに取り込んだ。さらに、VLBI バックエンド機器 (アナログ・デジタル変換器や信号記録装置) の大幅な増強に取り組んだ。

3mm 帯では VLBI では一般的な右旋/左旋円偏波受信ではなく直交直線受信方式なので、偏波変換に関する研究にも着手した。偏波変換については、受信したデジタル信号データを実時間で変換する方式と、一旦記録し相関処理されたデータに対してソフトウェア上で変換する方式が考えられる。本研究では前者について検討をした。

(2) 多数星周メーザー(H₂O, SiO)輝線同時 VLBI 観測の推進

上記と並行して、KaVA+NRO に先んじて KaVA 大型観測事業を立ち上げ、その中で KaVA+NRO 試験観測を随時実施する体制を構築した。事業第一段階 (KaVA ESTEMA=Expansion Study on of Stellar Masers) では、80 星に付随する星周メーザー源 (H₂O、7mm SiO メーザー) を観測して統計的研究を進めた。第二段階 (ESTEMA=EAVN Synthesis of Stellar Maser Animations) では、東アジア VLBI 観測網 (EAVN) にまで拡張した VLBI 観測網を利用し、KaVA ESTEMA の経験に基づいて追跡する星周メーザー源を厳選し (BX Cam と NML Cyg)、長期連続撮像 (2-12 週間間隔、3 年間) に移行した。この中で、多波長帯間の VLBI データ (特にフリッジビジビリティ位相準拠データ) 較正法 (band-to-band phase-referencing=B2B と呼ばれる) の確立に必要なデータを取得した。

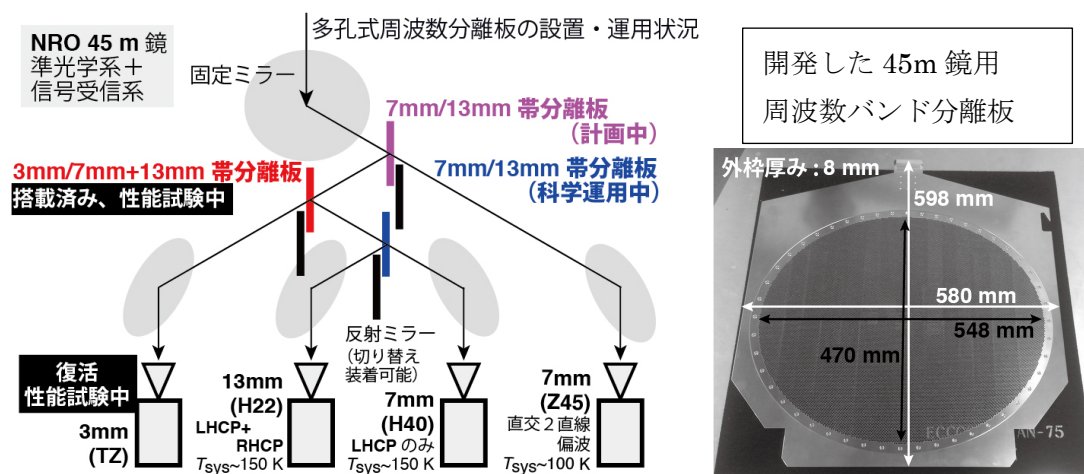


図 1: 野辺山 45m 電波望遠鏡で立ち上げた 3 周波数バンド同時観測システム

4. 研究成果

3 で説明した通り、本研究は、2 部構成 (上記 A, B) になっており、以下ではそれぞれについて成果をまとめる。

(1) NRO 45m 鏡に特化した 3 波長帯同時観測システムの構築

システム構築上新規開発項目であった大型周波数分離板について、開発すべき 2 種類の板の開発に成功した (図 1 右図)。そのうち 1 枚については観測システムとしての性能の測定も完了し (Okada et al. 2020)、NRO 共同利用観測に提供されている。このシステムにおいては、分離板装着時の 2 周波数バンド間の天体ポインティングの相対的なズレが 3" (7mm 望遠鏡ビームの 1/14) 以内、7mm 帯側の入射信号の減衰度が 5%未満 (0. 3dB) であることを確認している。

もう 1 枚についても、2020 年 6 月-7 月に性能計測を予定している。それを実現すべく、TZ 受信機の復活を成し遂げることができた。TZ は 2 ビームを持つが、VLBI 観測では 1 ビームしか使わない。そこで、使用するビームへまだ故障していなかった SIS ミキサーを集約することによって、追加コストを抑えることができた (財源は新沼孝太郎氏の科研費基盤研究 A 事業)。その直後の 2019 年 11 月に、3 バンド同時 (単一鏡) 観測を実現している (NRO 速報 No. 137)。

(2) 多数星周メーザー(H₂O, SiO)輝線同時 VLBI 観測の推進

KaVA 大型観測プログラム第一弾(KaVA ESTEMA)の観測が完了し、80 天体にも及ぶ星周メーザー源に対し、VLBI で検出できる程度に輝度が高いメーザー放射の有無について把握することができた(Imai et al. 2018、図 2)。H₂O あるいは SiO メーザー源しか検出できなかった星が大部分を占めるが、これは星の進化段階をのの違いを反映したものと考えられる。

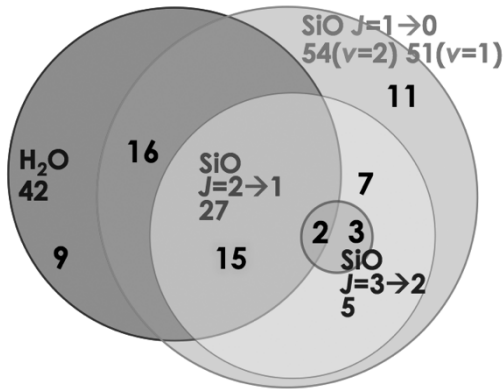


図 2: KaVA ESTEMA で観測された星周メーザーを持つ 80 星のうち、メーザーが VLBI 相関データ上で検出された星の数に対する Venn 図(Imai 2018)。KaVA 大型観測事業の第二段階(ESTEMA)でモニターされるべき天体は H₂O と SiO $J=1 \rightarrow 0$ のメーザー両方が検出された 31 星から選択する計画だった。しかし、星の変光があっても全期間通してメーザー源撮像が可能な星に厳選する過程で BX Cam と NML Cyg が選択されたが、この中にこの 2 星は含まれていない。

その後、KaVA から東アジア VLBI 観測網 (EAVN) に拡張され、その元で大型観測プログラム第二段階(ESTEMA)へと移行した(2018 年 5 月より)。NRO と VERA では、2 周波数バンド同時 VLBI 観測が可能になったものの、まだ試験が完了していなかった。よって、1 回の観測で依然より多くの時間を要することもあり、2 星(BX Cam 及び NML Cyg)に絞り込んで高頻度 VLBI 連続撮像の観測を開始した。これは、BX Cam における変光が 2 サイクル完了する 2021 年 6 月まで継続する予定である。现阶段では、KaVA 大型観測事業に先行して KVN 単独で実施されていたモニター観測において、H₂O と 86 GHz や 129 GHz のものも含む複数の SiO メーザー輝線の相対分布が直接正確に計測された(Yoon et al. 2018、図 3)。そこでは、複数 SiO メーザー輝線が一体となって星の周囲を満遍なく囲む様な見事なリング構造を浮かび上がらせた。今後は、KVN 単独及び上記 ESTEMA 双方の観測を継続し、異種 SiO メーザーの分布の差異とその時間発展を解明し、星周ガス縁の中における脈動変光衝撃波の伝搬及び密度や温度の非一様性パターンの時間発展を追跡でき、星表面から吹き出された物質が H₂O メーザー励起領域まで加速される仕組みの解明につながることを期待される。

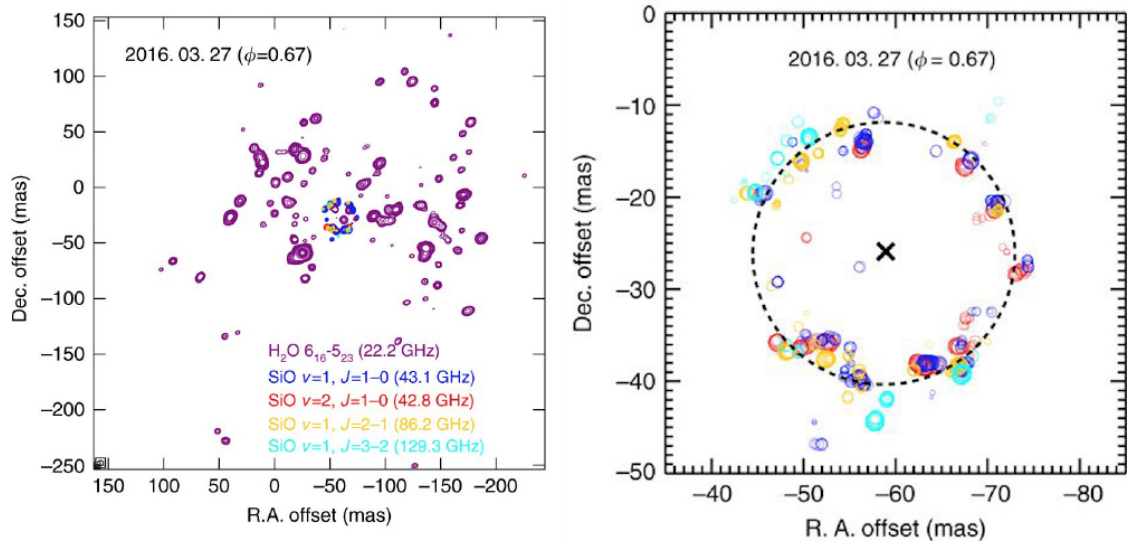


図 3: 赤色超巨星 VX Sgr に見られる水及び一酸化珪素メーザー源の相対分布(Yoon et al. 2018)。韓国 VLBI 観測網(KVN)を使って先行して観測された。左図: 最外縁に分布する水メーザーも含めた全体図。右図: 星を取り囲んでリング状に増幅されて発光する一酸化珪素メーザー。異なるメーザー輝線の分布の相違は、その環境における温度及び観測者方向へのメーザー増幅の効率の違いによる。回転励起状態(J)が高いメーザーほど外側に分布していることが発見された。その一方で、これらメーザーが一体となって星を取り囲む様なメーザーガス塊のリングを形成している。

(3) その他の成果

本研究事業に参加した分担研究者や研究協力者も含め、以下の成果を挙げている。

- ① 日本国内の 8 台の電波望遠鏡(JVN)を総動員し、16 天体の星周水メーザー源の撮像に成功し、個々のメーザースポットの形状に関する統計的分析に必要なデータをまとめることができた。その中には、28 年間の間に VLA や MERLIN そして VLBI 観測データの蓄積がある変光星 W Hya を含む。この星では、星の脈動変光の振幅が小さい為に脈動が作り出す衝撃波が小さい。その為、この星の水メーザースポットの形状は衝撃波によって作り出されるシート状構造と言うよりは弾丸状の形状を持っていることが示唆された (Imai et al. 2019)。
- ② 本研究で実現しようとしている同様なデータ較正手法が確立した KVN を用いて、活動銀河中心核を取り巻くガストラスに付随する分子ガスによる吸収線の撮像に成功した (Sawada-Satoh et al. 2016)。
- ③ 星周 OH メーザー源に対する年周視差計測に基づいて、世界で初めて 1 kpc 以遠にある OH メーザー源の距離を直接決定することに成功した (Orosz et al. 2017)。
- ④ ロシアが主導する宇宙空間 VLBI 観測に協力し、極めてコンパクト (0.01 AU) で輝度温度の高い (2×10^{14} K) 水メーザースポットの検出と VERA によるそれらスポットの位置同定に成功した (Sobolev et al. 2018)。
- ⑤ 非常に高い振動励起状態 ($v=3$) の SiO メーザー放射の統計的分析を進め、脈動変光の中で非常に短い期間 (1 周期の 1/10 程度) でのみそれらが観測され、その期間の中で他の振動励起状態の SiO メーザー分布に対して相対位置を急速に変化させているということが示唆される観測結果を得た (Oyadomari et al. 2018)。
- ⑥ ALMA で「宇宙の噴水」天体 (水メーザー放射を伴う AGB 星や後 AGB 星から吹き出る高速ジェットを伴った天体) の 1 つである W43A を観測した。その結果、星表面近くから低温分子ガスジェットが双極的に細く吹き出される瞬間 (60 年以内) の姿を捉えることができた (Tafuya et al. 2020、図 4)。さらに同じ W43A において、1.3mm 帯の SiO メーザー源の撮像に成功し、終末星表面直近のガス運動を詳細に把握できる新たなツールを獲得できた。
- ⑦ 間欠的な質量放出する晩期星の SiO 及び H₂O メーザー源の同時追跡観測 を実施し、突発的に発生したと思われる超高速ジェットに付随した H₂O メーザーを 2 例発見した (うち 1 例は IRAS 18286-0959 からのもの、Imai et al. 2020, in press)。さらに、周期的な視線速度変化を示す H₂O 及び SiO メーザー源も発見している (これが真に天体起源なのかは現在継続調査中)。
- ⑧ VLBI では撮像されたことのなかった振動基底状態 ($v=0$) における SiO メーザー源の VLBI 撮像に世界で初めて成功した。このメーザー放射が赤色超巨星からの双極的な恒星風に付随することから、このメーザーが大質量星形成領域と同じ仕組みで励起されることを明らかにした (Shinnaga et al. in preparation)。

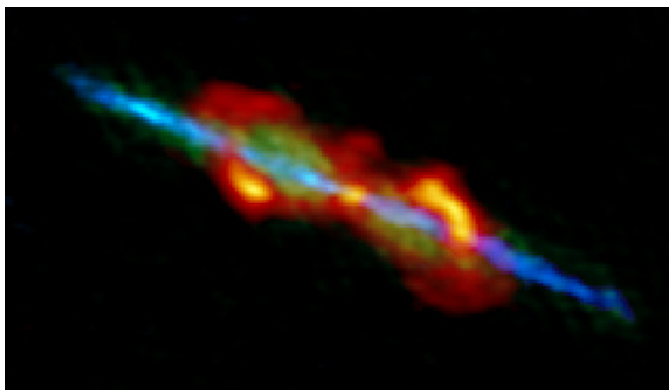


図 4: アルマで撮像された W43A の合成像。青色・緑色: ジェット中で光る一酸化炭素(CO)分子輝線(周波数 230 GHz)のうち、それぞれ最高速度(毎秒 100 km)で飛び出す成分とそれ以外の低速度成分。オレンジ色: 元々 W43A を丸く取り囲んでいた星周物質縁のうち、もっとも分厚く加熱された部分にある塵からの放射。(Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Tafuya et al.)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計38件（うち査読付論文 37件／うち国際共著 32件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Imai, Hiroshi; Nakagawa, Akiharu; Takaba, Hiroshi	4. 巻 71
2. 論文標題 Overall variation of the H2O masers around W Hydrae in 28 years	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 126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz105	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 Okada, Nozomi; Hashimoto, Ikumi; Kimura, Kimihiro; Manabe, Takeshi; Tokuda, Kazuki; Onishi, Toshikazu; Ogawa, Hideo; Imai, Hiroshi; Minamidani, Tetsuhiro	4. 巻 72
2. 論文標題 Development of a 22/43 GHz-band quasi-optical perforated plate and dual-band observation system of the Nobeyama 45 m telescope	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 7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psz126	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 Kim, Jaeheon; Cho, S. -H.; Bujarrabal, V.; Imai, H.; Dodson, R.; Yoon, D. -H.; Zhang, B.	4. 巻 488
2. 論文標題 Time variations of H2O and SiO masers in the proto-Planetary Nebula OH 231.8+4.2	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 1427-1445
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stz1830	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 Uscanga, L.; Gomez, J. F.; Yung, B. H. K.; Imai, H.; Rizzo, J. R.; Suarez, O.; Miranda, L. F.; Trinidad, M. A.; Anglada, G.; Torrelles, J. M.	4. 巻 343
2. 論文標題 Looking for new water-fountain stars	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Why Galaxies Care About AGB Stars: A Continuing Challenge through Cosmic Time. Proceedings of the International Astronomical Union	6. 最初と最後の頁 527-528
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S1743921318007354	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 該当する

1. 著者名 Shakhvorostova, N. N.; Sobolev, A. M.; Moran, J. M.; Alakoz, A. V.; Imai, H.; Avdeev, V. Y.	4. 巻 65
2. 論文標題 RadioAstron probes the ultra-fine spatial structure in the H2O maser emission in the star forming region W49N	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advances in Space Research	6. 最初と最後の頁 772-779
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.asr.2019.05.011	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 Qiao, Hai-Hua; Breen, Shari L.; Gomez, Jose F.; Dawson, J. R.; Walsh, Andrew J.; Green, James A.; Ellingsen, Simon P.; Imai, Hiroshi; Shen, Zhi-Qiang	4. 巻 247
2. 論文標題 Accurate OH Maser Positions from the SPLASH Survey. III. The Final 96 deg ²	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/ab655d	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 Tafoya, Daniel; Imai, Hiroshi; Gomez, Jose F.; Nakashima, Jun-ichi; Orosz, Gabor; Yung, Bosco H. K.	4. 巻 890
2. 論文標題 Shaping the Envelope of the Asymptotic Giant Branch Star W43A with a Collimated Fast Jet	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters, Volume	6. 最初と最後の頁 L14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ab70b8	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 Oyadomari, M.; Imai, H.; Nagayama, T.i; Oyama, T.i; Matsumoto, N.; Nakashima, J.-I.; Cho, S.-H.	4. 巻 70
2. 論文標題 Correlation between SiO v = 3 J = 1 0 maser excitation and the light curve of a long-period variable star	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy021	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 Yoon, Dong-Hwan; Cho, Se-Hyung; Yun, Youngjoo; Choi, Yoon Kyung; Dodson, Richard; Rioja, Maria; Kim, Jaeheon; Imai, Hiroshi; Kim, Dongjin; Yang, Haneul; Byun, Do-Young	4. 巻 9
2. 論文標題 Astrometrically registered maps of H2O and SiO masers toward VX Sagittarii	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 2534
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 20180600	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 Orosz, G., Gomez, J.F., Imai, H., Tafoya, D., Torrelles, J.M., Burns, R.A., Frau, P., Guerrero, M.A, Miranda, L.F., Perez-Torres, M.A., Ramos-Larios, G., Rizzo, J.R., Suarez, O., Uscanga, L.,	4. 巻 482
2. 論文標題 Rapidly evolving episodic outflow in IRAS 18113-2503: clues to the ejection mechanism of the fastest water fountain	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters	6. 最初と最後の頁 L40-L45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnrasl/sly177	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 Qiao, H.-H., Walsh, A. J., Breen, S. L., Gomez, J. F., Dawson, J. R., Imai, H., Ellingsen, S. P., Ellingsen, S. P., Shen, Z.-Q.,	4. 巻 239
2. 論文標題 Accurate OH Maser Positions. II. The Galactic Center Region	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Supplement Series	6. 最初と最後の頁 15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4365/aae580	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 Doi, A.; Kono, Y.; Ogawa, H. et al.	4. 巻 63
2. 論文標題 A balloon-borne very long baseline interferometry experiment in the stratosphere: Systems design and developments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advances in Space Research	6. 最初と最後の頁 779-793
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.asr.2018.09.020	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 Furuya, Ray S.; Kitamura, Yoshimi; Shinnaga, Hiroko	4. 巻 871
2. 論文標題 A 1000 au Scale Molecular Outflow Driven by a Protostar with an Age of <4000 yr	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aaf85c	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 Soam, Archana; Shinnaga, Hiroko; et al.	4. 巻 861
2. 論文標題 Magnetic Fields toward Ophiuchus-B Derived from SCUBA-2 Polarization Measurements	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aac4a6	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 Kwon, Jungmi; Shinnaga, Hiroko; et al.	4. 巻 859
2. 論文標題 A First Look at BISTRO Observations of the Oph-A core	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal,	6. 最初と最後の頁 4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aabd82	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 Oyadomari, M. Imai, H., Nagayama, T., Oyama, T., Matsumoto, N., Nakashima, J., Cho, S.-H.,	4. 巻 70
2. 論文標題 Correlation between SiO v = 3 J = 1 0 maser excitation and the light curve of a long-period variable star	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1,8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psy021	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 Sobolev, A. M.; Moran, J. M.; Gray, M. D.; Alakoz, A.; Imai, H.; Baan, W. A.; Tolmachev, A. M.; Samodurov, V. A.; Ladeyshchikov, D. A.	4. 巻 856
2. 論文標題 Sun-sized Water Vapor Masers in Cepheus A	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 60 (9 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/aab096	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 An, T.; Sohn, B. W.; Imai, H.	4. 巻 2
2. 論文標題 Capabilities and prospects of the East Asia Very Long Baseline Interferometry Network	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature Astronomy	6. 最初と最後の頁 118-125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41550-017-0277-z	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 Goldman, Steven R.; van Loon, Jacco Th.; Gomez, Jose, F.; Green, James A.; Zijlstra, Albert A.; Nanni, Ambra; Imai, Hiroshi; Whitelock, Patricia A.; Groenewegen, Martin A. T.; Oliveira, Joana M.	4. 巻 473
2. 論文標題 A dearth of OH/IR stars in the Small Magellanic Cloud	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 3835-3853
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stx2601	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 Burns, R. A.; Handa, T.; Imai, H.; Nagayama, T.; Omodaka, T.; Hirota, T.; Motogi, K.; van Langevelde, H. J.; Baan, W. A.	4. 巻 467
2. 論文標題 Trigonometric distance and proper motions of H ₂ O maser bowshocks in AFGL 5142	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2367-2376
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stx216	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 Maud, L. T.; Tilanus, R. P. J.; van Kempen, T. A.; Hogerheijde, M. R.; Schmalzl, M.; Yoon, I.; Contreras, Y.; Toribio, M. C.; Asaki, Y.; Dent, W. R. F.; Fomalont, E.; Matsushita, S.	4. 巻 605
2. 論文標題 Phase correction for ALMA. Investigating water vapour radiometer scaling: The long-baseline science verification data case study	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Astronomy & Astrophysics	6. 最初と最後の頁 121 (26 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/201731197	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 Cho, Ilje; Jung, Taehyun; Zhao, Guang-Yao; Akiyama, Kazunori; Sawada-Satoh, Satoko; Kino, Motoki; Byun, Do-Young; Sohn, Bong Won; Shibata, Katsunori M.; Hirota, Tomoya; Niinuma, Kotaro; Yonekura, Yoshinori; Fujisawa, Kenta; Oyama, Tomoaki	4. 巻 69
2. 論文標題 A comparative study of amplitude calibrations for the East Asia VLBI Network: A priori and template spectrum methods	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 87 (26 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx090	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 Morokuma, Tomoki; Sawada-Satoh, Satoko(62番目) 他(全81名)	4. 巻 69
2. 論文標題 OISTER optical and near-infrared monitoring observations of peculiar radio-loud active galactic nucleus SDSS J110006.07+442144.3	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 82 (22 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx075	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 Hada, Kazuhiro; Sawada-Satoh, Satoko (15番目); 他(計40名)	4. 巻 69
2. 論文標題 Pilot KaVA monitoring on the M 87 jet: Confirming the inner jet structure and superluminal motions at sub-pc scales	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 71 (10 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx054	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 Matthews, L. D.; Oyama, T.(31番目); 他(計41名)	4. 巻 130
2. 論文標題 The ALMA Phasing System: A Beamforming Capability for Ultra-high-resolution Science at (Sub)Millimeter Wavelengths	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of the Pacific	6. 最初と最後の頁 983 (23 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1538-3873/aa9c3d	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 Sakai, Daisuke; Oyama, Tomoaki; Nagayama, Takumi; Honma, Mareki; Kobayashi, Hideyuki	4. 巻 69
2. 論文標題 Trigonometric parallax measurement of a water maser source toward the Sgr D H II region	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 64 (7 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx039	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 Shinnaga, Hiroko; Claussen, Mark J.; Yamamoto, Satoshi; Shimojo, Masumi	4. 巻 69
2. 論文標題 Strong magnetic field generated by the extreme oxygen-rich red supergiant VY Canis Majoris	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 L10 (6 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx110	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 Hasegawa, Yutaka; Asayama, Shinichiro; Harada, Ryohei; Tokuda, Kazuki; Kimura, Kimihiro; Ogawa, Hideo; Onishi, Toshikazu	4. 巻 69
2. 論文標題 Observational demonstration of a high image rejection SIS mixer receiver using a new waveguide filter at 230 GHz	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 91 (10 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psx098	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 Yun, Youngjoo; Cho, Se-Hyung; Imai, Hiroshi; and 59 coauthors	4. 巻 822
2. 論文標題 SiO Masers around WX Psc Mapped with the KVN and VERA Array (KaVA)	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 3(9pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/0004-637X/822/1/3	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 Takefuji, K., Imai, H., Sekido, M.	4. 巻 68
2. 論文標題 Development of cross-correlation spectrometry and the coherent structures of maser sources	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 86(9pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psw077	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 Oyama, T., Kono, Y., Suzuki, S., Kanaguchi, M., Nishikawa, T., Kawaguchi, N., Hirota, T., Nagayama, T., Kobayashi, H., Imai, H., Kuwahara, S., Kano, A., Oyadomari, M., Chong, S.-N.	4. 巻 68
2. 論文標題 First Simultaneous mapping of four 7 mm SiO maser lines using the OCTAVE System	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Publications of the Astronomical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 105(10pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/pasj/psw099	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 Goddi, C., Surcis, G., Moscadelli, L., Imai, H., Vlemmings, W.H.T., van Langevelde, H.J., Sanna, A.	4. 巻 597
2. 論文標題 Measuring Magnetic Fields from Water Masers Associated with the Synchrotron Protostellar Jet in W3(H2O)	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Astronomy and Astrophysics	6. 最初と最後の頁 A43(16pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1051/0004-6361/201629321	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 Goldman, S. R., van Loon, J. Th., Zijlstra, A. A., Green, J. A., Wood, P. R., Ambra, N., Imai, H., Whitelock, P. A., Matsuura, M., Groenewege, M. A., Gomez, J. F.	4. 巻 465
2. 論文標題 The wind speeds, dust content, and mass-loss rates of evolved AGB and RSG stars at varying metallicity	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 403-433
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stw2708	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 Orosz, G.; Imai, H.; Dodson, R.; Rioja, M. J.; Frey, S.; Burns, R. A.; Etoke, S.; Nakagawa, A.; Nakanishi, H.; Asaki, Y.; Goldman, S. R.; Tafuya, D.	4. 巻 153
2. 論文標題 Astrometry of OH/IR Stars Using 1612 MHz Hydroxyl Masers. I. Annual Parallaxes of WX Psc and OH138.0+7.2	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astronomical Journal	6. 最初と最後の頁 119(13 pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-3881/153/3/119	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 Yung, B.H.K., Nakashima, J.-I., Hsia, C.-H., Imai, H.	4. 巻 465
2. 論文標題 Do water fountains jets really indicate the onset of the morphological metamorphosis of circumstellar envelopes?	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 4482-4499
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stw2931	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 Rioja, M. J., Dodson, R., Orosz, G., Imai, H., Frey, S.	4. 巻 153
2. 論文標題 MultiView High Precision VLBI Astrometry at Low Frequencies	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The Astronomical Journal	6. 最初と最後の頁 105(10pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-3881/153/3/105	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 Burns, R. A., Handa, T., Imai, H., Nagayama, T., Omodaka, T., Hirota, T., Motogi, K., van Langevelde, H. J., Baan, W. A.	4. 巻 467
2. 論文標題 Trigonometric distance and proper motions of H2O maser bowshocks in AFGL 5142	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society	6. 最初と最後の頁 2367-2376
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/mnras/stx216	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 Sawada-Satoh, Satoko; Roh, Duk-Gyoo; Oh, Se-Jin; Lee, Sang-Sung; Byun, Do-Young; Kamenno, Seiji; Yeom, Jae-Hwan; Jung, Dong-Kyu; Kim, Hyo-Ryoung; Hwang, Ju-Yeon	4. 巻 830
2. 論文標題 Spatially Resolved HCN Absorption Features in the Circumnuclear Region of NGC 1052	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L3(5pages)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8205/830/1/L3	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32件 (うち招待講演 9件 / うち国際学会 18件)

1. 発表者名 甘利涼湖, 堤稔喜, 藤澤健太, 新沼浩太郎, 青木貴弘, 澤田-佐藤聡子, 今井裕, 小川英夫, 西村淳, 岡田望, 上田翔汰, 高嶋辰幸, 増井翔, 近藤滉, 松本健, 鳥居和史, 宮澤千栄子, 金子紘之
2. 発表標題 野辺山45 m電波望遠鏡における3帯域同時観測に向けたTZ受信機の改修
3. 学会等名 日本天文学会2020年春季年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今井 裕, 宇野友理, 前山大地, 山口諒祐, 甘田 溪, 濱江勇希, Ross Burns, Gabor Orosz, Jose Francisco Gomez, Daniel Tafoya, Lucero Uscanga
2. 発表標題 「宇宙の間欠泉」から新たに出現した双極高速ジェットからの同時噴出ガス塊
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 甘田 溪, 深谷 紗希子, 今井 裕, 新永 浩子, Peter Scicluna, Naomi Hirano, Francisca Kemper, Sundar Srinivasan, Sofia Wallstrom, Thavisha Dharmawardena and NESS Team
2. 発表標題 野辺山 45m 電波望遠鏡を使った AGB 星周縁の 12CO, 13CO 輝線の撮像
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 岳藤一宏, 米倉覚則, 齋藤悠, 青木貴弘, 藤澤健太, 杉山孝一郎, 今井裕
2. 発表標題 拡張相互相関分光法による 6.7GHz メタノールメーザー解析
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 Hiroshi Imai
2. 発表標題 Current progress in ESTEMA and relevant EAVN commissioning
3. 学会等名 12th East Asian VLBI Workshop(招待講演(招待講演)(国際学会))
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田 望, 橋本 育実, 保田 大介, 木村 公洋, 千葉 正克, 真鍋 武嗣, 大西 利和, 小川 英夫, 南谷 哲宏, 宮本 祐介, 宮澤 和彦, 宮澤 千栄子, 小山 友明, 澤田-佐藤 聡子, 岸本 直子, 前山 大地, 今井 裕
2. 発表標題 野辺山45m電波望遠鏡における 22/43 GHz 帯同時観測評価
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木村公洋, 岡田望, 橋本育実, 小川英夫, 真鍋武嗣, 今井裕
2. 発表標題 22/43GHz 帯分離および43/86GHz 帯分離 Perforated Plate 型周波数フィルター の開発評価
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Imai
2. 発表標題 Exploration of extended circumstellar matter around dying stars
3. 学会等名 NOEMA/30m Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroshi Imai
2. 発表標題 Status Reports on EAVN Evolved Stars Science Working Group and ESTEMA
3. 学会等名 EAST ASIAN VLBI WORKSHOP 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nozomi OKADA, Hideo OGAWA, Tomoaki OYAMA, et al.
2. 発表標題 Development in HINOTORI - 22/43 GHz simultaneous observation system in the Nobeyama 45-m Telescope -
3. 学会等名 19th East Asia Submillimeter-wave Receiver Technology Workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 堤稔喜 藤澤健太 新沼浩太郎 甘利涼湖, 小川英夫 岡田望 増井翔
2. 発表標題 野辺山45 m電波望遠鏡による3帯域同時観測に向けたTZ受信機の改造
3. 学会等名 VLBI懇談会シンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡田 望, 橋本 育実, 保田 大介, 木村 公洋, 千葉 正克, 真鍋 武嗣, 大西 利和, 小川 英夫, 南谷 哲宏, 宮本 祐介, 宮澤 和彦, 宮澤 千栄子, 小山 友明, 澤田-佐藤 聡子, 岸本 直子, 前山 大地, 今井 裕
2. 発表標題 22/43 GHz帯フィルタによる野辺山45 m鏡二周波同時観測について -フィルタ開発からコミッショニング観測まで-
3. 学会等名 VLBI懇談会シンポジウム2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡田 望, 橋本 育実, 高田 勝太, 本間 愛彩, 木村 公洋, 千葉 正克, 真鍋 武嗣, 小川 英夫, 大西 利和, 南谷 哲宏, 宮本 祐介, 宮澤 和彦, 宮澤 千栄子, 岸本 直子, 水窪 耕兵, 澤田-佐藤 聡子, 今井 裕
2. 発表標題 野辺山 45 m 電波望遠鏡搭載同時観測用周波数フィルタの開発
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡田 望, 橋本 育実, 保田 大介, 高田 勝太, 本間 愛彩, 木村 公洋, 千葉 正克, 真鍋 武嗣, 大西 利和, 小川 英夫, 南谷 哲宏, 宮本 祐介, 宮澤 和彦, 宮澤 千栄子, 小山 友明, 岸本 直子, 水窪 耕兵, 澤田-佐藤 聡子, 今井 裕
2. 発表標題 野辺山45 m電波望遠鏡搭載同時観測用周波数フィルタの開発(II)
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新永浩子
2. 発表標題 Strong magnetic field generated by the extreme red supergiant VY Canis Majoris
3. 学会等名 日本天文学会春季年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 澤田-佐藤聡子, 今井裕, 半田利弘, 新永浩子, 水窪耕兵, 小川英夫, 真鍋武嗣, 木村公洋, 岡田望, 橋本育実, 南谷哲宏, 小山友明, 河野裕介, 砂田和良, 田村良明, 坂井伸行, 朝木義晴, 亀野誠二, 新沼浩太郎, 藤澤健太, 米倉覚則
2. 発表標題 野辺山 45m 電波望遠鏡複周波数バンド同時観測プロジェクト (Hybrid Installation Project in Nobeyama, Triple-band Oriented)
3. 学会等名 日本天文学会秋季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroshi Imai
2. 発表標題 Towards decadal continuous viewing of circumstellar maser sources
3. 学会等名 IAU Symposium 336 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 真鍋武嗣, 岡田望, 木村公洋, 小川英夫, 橋本育実, 千葉正克
2. 発表標題 野辺山45m望遠鏡22GHz/43GHz同時観測用FSSの試作と測定
3. 学会等名 2017年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡田 望, 橋本 育実, 高田 勝太, 本間 愛彩, 高橋 諒, 木村 公洋, 千葉 正克, 真鍋 武嗣, 小川 英夫, 大西 利和, 南谷 哲宏, 宮本 祐介, 宮澤 和彦, 齋藤 正雄, 岸本 直子, 水窪耕兵, 今井 裕
2. 発表標題 野辺山 45 m 鏡搭載 20/40 GHz 帯同時観測用周波数フィルタの開発
3. 学会等名 日本天文学会2017年春季年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Gabor Orosz, Hiroshi Imai, Richard Dodson, Maria Rioja, Dieter Engeles, Sandra Etoke, Sandor Frey
2. 発表標題 MultiView; a pilot study for precise VLBI astrometry at low frequencies using multiple calibrators
3. 学会等名 13th European VLBI Network Meeting (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Miyako Oyadomari, Hiroshi Imai
2. 発表標題 Correlation of the relative SiO maser distributions with the stellar light curves
3. 学会等名 13th European VLBI Network Meeting (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Gabor Orosz, Hiroshi Imai, Daniel Tafuya, Jose Francisco Gomez, Olga Suarez, Ricardo Rizzo, Andres Perez Sanchez, Steve Goldman, Ross Burns
2. 発表標題 Water fountain jets as seen by VLBI maser astrometry
3. 学会等名 SCHOCKS2016 Conference (国際学会)
4. 発表年 2016年

1 . 発表者名 Gabor Orosz, Hiroshi Imai, Daniel Tafoya, Jose Francisco Gomez, Olga Suarez, Ricardo Rizzo, Andres Perez Sanchez, Steve Goldman, Ross Burns
2 . 発表標題 Water fountain jets as seen by VLBI maser astrometry
3 . 学会等名 Blowing in the wind, Rencontres du Vietnam (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Hiroshi Imai
2 . 発表標題 "VLBI observations of circumstellar maser sources for exploration of stellar pulsation-driven shock waves "
3 . 学会等名 Blowing in the wind, Rencontres du Vietnam (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Hiroshi Imai, SKA-JP Astrometry Science Working Group
2 . 発表標題 Planning VLBI in the SKA era
3 . 学会等名 Astronomy Development in Vietnam, Challenges and Opportunities (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 Hiroshi Imai, Tomoaki Oyama, Yusuke Kono, Tomoya Hirota, Takumi Nagayama, Syunsaki Suzuki, Masahiro Kanaguchi, Takashi Nishikawa, Noriyuki Kawaguchi, Hideyuki Kobayashi (National Astronomical Observatory of Japan) Miyako Oyadomari, Sho Kuwahara, Amane Kano, Sze-Ning Chong
2 . 発表標題 Wide-band VLBI observations of multiple SiO maser lines using the OCTAVE system
3 . 学会等名 Asia-Pacific Radio Science Conference 2016 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1. 発表者名 Hiroshi Imai, SKA-JP Astrometry Science Working Group
2. 発表標題 Radio Astrometry towards the Nearby Universe with the Square Kilometre Array
3. 学会等名 Asia-Pacific Radio Science Conference 2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hiroshi Imai
2. 発表標題 Circumstellar, interstellar, and circumnuclear water masers as probes of fine structures of astrophysical objects
3. 学会等名 Black Hole Astrophysics with VLBI: Past, Present, and Future (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Satoko Sawada-Satoh
2. 発表標題 Circumnuclear Torus Revealed by VLBI
3. 学会等名 Black Hole Astrophysics with VLBI: Past, Present, and Future (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshiharu Asaki
2. 発表標題 Map Comparison between Quadruple Masers of the Red Supergiant S Per Using VLBI Source/Frequency Phase Transfer Technique
3. 学会等名 Cool Stars 19 th (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yoshiharu Asaki
2. 発表標題 Intermittent Mass Blowout of the Red Supergiant S Per
3. 学会等名 Pulsation 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yoshiharu Asaki
2. 発表標題 ALMA High Frequency (Long Baseline) Capability Commissioning Campaign 2017
3. 学会等名 Black Hole Astrophysics with VLBI (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>1) 星間・星周物理学研究チーム (今井研究室) 紹介ページ http://milkyway.sci.kagoshima-u.ac.jp/~imai/lab/</p> <p>2) 日韓共同VLBI観測網本格運用開始 うお座WX星周圏に見られる一酸化珪素メーザー http://www.miz.nao.ac.jp/vera/content/news/topic/20160531-186</p> <p>3) 「臨終間近の老星が変身する瞬間を捉えた！」(鹿児島大学ニュース) https://www.kagoshima-u.ac.jp/topics/2020/03/post-1678.html</p>
--

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
研究分担者	朝木 義晴 (ASAKI Yoshiharu) (00332148)	国立天文台・チリ観測所・准教授 (62616)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	河野 裕介 (KONO Yusuke) (00370106)	国立天文台・水沢V L B I観測所・助教 (62616)	
研究分担者	小川 英夫 (OGAWA Hideo) (20022717)	大阪府立大学・理学(系)研究科(研究院)・客員教授 (24403)	
研究分担者	新永 浩子 (SHINNAGA Hiroko) (20709589)	鹿児島大学・理工学域理学系・准教授 (17701)	
研究協力者	小山 友明 (OYAMA Tomoaki) (70425403)	国立天文台・水沢VLBI観測所・特任専門員 (62616)	
研究協力者	新沼 浩太郎 (NIINUMA Kotaro)	山口大学・理学研究科・准教授	
研究協力者	亀野 誠二 (KAMENO Seiji) (20270449)	国立天文台・チリ観測所・教授 (62616)	
研究協力者	親泊 美哉子 (OYADOMARI Miyako)		
研究協力者	澤田佐藤 聡子 (SAWADA-SATOH Satoko)		

6. 研究組織（つづき）

	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	南谷 哲宏 (MINAMIDANI Tetsuhiro)	国立天文台・チリ観測所・准教授 (62616)	
研究協力者	岡田 望 (OKADA Nozomi)		
研究協力者	真鍋 武嗣 (MANABE Takeshi)		
研究協力者	田村 良明 (TAMURA Yoshiaki)	国立天文台・水沢VLBI観測所・助教 (62616)	
研究協力者	宮澤 千栄子 (MIYAZAWA Chieko)	国立天文台・野辺山宇宙電波観測所・技官 (62616)	
研究協力者	中川 亜紀治 (NAKAGAWA Akiharu)	鹿児島大学・理工学域理学系・助教 (17701)	