

目次

センター長挨拶.....	1
新メンバー紹介.....	2
研究ハイライト.....	4
学生活動.....	7
論文発表.....	7
学生生活紹介.....	11

研究会活動報告.....	12
連星系・変光星研究会.....	12
入来の丘から.....	13
VERA 計画と鹿児島大学.....	13
1 m 光赤外線望遠鏡.....	14

センター長挨拶

アメリカ東海岸、ワシントンDC近くの古い街ボルティモアは世界的に有名な医学部を持つジョーンズ・ホプキンス大学があることでも知られていますが、その北部キャンパスの隣には宇宙望遠鏡科学研究所 (STScI: Space Telescope Science Institute) があります。この研究所は1990年に打ち上げられ今も活躍しているハッブル宇宙望遠鏡 (HST: 直径2.4mの鏡を搭載) を運用し、多くの研究者が集まっている世界的な天文学研究拠点の一つです。私が1997年に留学のためにSTScIを訪問したとき、ちょうど2回目サービスミッション (スペースシャトルでHSTを回収して船外活動で修理や機能向上のための装置を取り付けるミッション) が終わったところでした。1回目のサービスミッションでHSTの主鏡の不具合 (いわゆる“ピンぼけ”) が修理されたことにより、Hubble Deep Fieldという深宇宙 (つまり宇宙初期) に多数銀河など素晴らしい発見が相次ぎ、研究所全体が盛り上がっていたことを覚えています。その後3回サービスミッションが行われた

ことにより、HSTは当初の予定 (15年ほど) をはるかに超えて30年以上も現役で頑張っています。

そのHSTの後継機がジェームズ・ウェブ宇宙望遠鏡 (JWST: James Webb Space Telescope) です。この望遠鏡は直径6.5mの主鏡を持ちますが、1枚鏡のHSTとは違い18枚の六角形の鏡を組み合わせて作られています。JWSTが計画されたのは1997年頃で当初の予定では2007年頃に打ち上げのはずだったのですが、それから計画が遅れに遅れ (予算も大きく膨らんだ)、打ち上げも何度も延期されたのですが、昨年12月25日について打ち上げられました。JWSTは巨大なため、ロケットに搭載時には巧妙に折りたたまれており、宇宙で展開することになっていました。そのプロセスが極めて複雑なため、果たしてうまくいくのか心配されていましたが、いまのところすべてのプロセスが無事成功し、JWSTは観測地点である「L2」に到達しました。

このL2というのは「ラグランジュ点」といい、力学的に安定な場所のひとつで、地球の公転と同じく太陽を周回する特別な場所です。太陽の光を地球で隠すことができるなど天文観測には最適な場所ですが、地球から150万km（月までの距離の4倍ほど）も離れています。つまり、なにかトラブルが起きても、地上から高度550kmを周回しているHSTのように宇宙飛行士が行って修理するわけにはいかないのです。打ち上げまでも随分待たされましたが、今後も世界中の天文学者がヒヤヒヤしながらJWSTの動向を見守ることでしょう。

その天文学者のひとりに本センターの馬場俊介研究員がいます。馬場さんは昨年10月に国立天文台から異動されたのですが、JWSTに観測提案をして採択されています。天文学は人類共通の学問なので、多くの観測所（たとえば、日本のすばる望遠鏡（ハワイ）やアタカマリ波サブミリ波望遠鏡＝ALMA（チリ））は世界中の天文学者からの観測提案を審査し、科学的に価値のある提案に対して観測時間を割り当てます。JWSTは史上もっとも高性能の宇宙望遠鏡ですから、観測提案の競争率は非常に高く、採択されるのは至難の業です。私もスペインのグループ主導の国際プロジェクトでJWSTの観測提案の議論に加わっていましたが、ライバルに打ち勝つ観測提案の作成はなかなか大変な作業です。逆にALMAの観測提案を審査する役割を務めたこともありますが、そこでは研究者としてのキャリアや国籍、ジェンダーなどに全く関

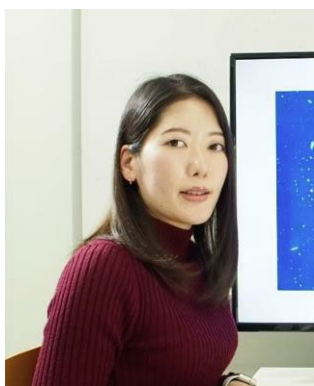
係なく、純粋に科学的な価値によって採否が議論されます。世界の誰もが装置を共同で使うことができるというのは天文学研究のレベルな一面を表していると思います。

昨年10月にはもうひとり国立天文台から酒見はる香さんがプロジェクト研究員としてセンターに加わってくれました。酒見さんは「ジェット」と呼ばれる宇宙の高エネルギー現象の電波観測やジェットで生み出される高エネルギー粒子である「宇宙線」の専門家です。これらの現象の観測もALMAやVLAといった海外の電波干渉計（入来のVERA観測所も電波干渉計の一種）が使われています。

馬場さん、酒見さんの研究の中身は本号のお二人の自己紹介を御覧ください。

天の川銀河研究センターのメンバー、そして理学部・理工学研究科の学部学生・院生は上記のような世界的な観測装置に加えて、入来の1m光赤外望遠鏡、20mVERA望遠鏡や野辺山宇宙電波観測所の45m電波望遠鏡、さらに富岳や国立天文台のAterui IIのようなスーパーコンピュータなどさまざまな最先端装置を使って研究を進めています。また観測装置自身も作成しています。それらの成果の一部を本センターニュース2号でも紹介しています。（和田桂一）

新メンバー紹介



酒見 はる香

鹿児島大学大学院
理工学研究科
プロジェクト研究員

2021年10月より天の川銀河研究センターの一員となりました、酒見はる香と申します。2021年3月に九州大学で学位を取り、半年間国立天文台にて研究員を務めたのち、こちらにご縁をいただき移って参りました。

私はX線連星ジェットを対象に研究を行なっています。X線連星は通常の恒星とブラックホールや中性子星などのコンパクト天体とが重力的に結合した系で、コンパクト天体の重力によって恒星からガスが落ち込み、そのガスの一部が細く絞られて非常に大きな速度で噴出したものを宇宙ジェットと呼びます。宇宙ジェットは、コンパクト天体近傍の狭い領域からその何桁も大きいスケールにまでエネルギーを伝搬させ、周辺環境に影響を及ぼします。具体的には、X線連星ジェットが周辺に存在する星間物質と相互作用することで、星の素となる分子雲や、星そのものの形成を促進あるいは阻害する可能性があると考えられています。また近年X線連星ジェットは、天の川銀河系内での主な宇宙線粒子加速源であると考えられている超新星残骸よりも高いエネルギーまで宇宙線を加速する天体の候補として注目を集めています。このように銀河の進化や組成に影響を与えているX線

連星ジェットがどのような構造・性質を持っているのか、また周辺環境とどのように相互作用するのかを明らかにすることを目標としています。

私はこれまで天の川銀河の中で最も活発な X 線連星の 1 つである、マイクロエーサー SS433 という天体に着目し、Karl G. Jansky Very Large Array や Australia Telescope Compact Array を用いて観測されたデータを用いて、SS433 から噴出するジェットの先端領域の詳細な磁場構造や運動を明らかにしました。また、野辺山 45m 電波望遠鏡や ASTE 望遠鏡、アレシボ天文台で観測された星間物質のデータから、ジェットと星間物質との関係について調査しました。今後はその他の銀河系内の X 線連星ジェットや、近年 SS433 との関連が指摘されている超大光度 X 線源へと対象天体を広げ、X 線連星スケールのジェットの活動を調べて行きたいと考えています。また、最近では銀河中心に存在する超大質量ブラックホールから噴出する大スケールな宇宙ジェットにも興味を持ち、共同研究を開始しています。鹿児島大学では皆様方と協力し、さらに研究の幅を広げてしっかりとした成果を発表していきたいと考えています。どうぞよろしくお願いいたします。



馬場 俊介

鹿児島大学大学院
理工学研究科
プロジェクト研究員

2021 年 10 月にプロジェクト研究員として着任しました馬場俊介と申します。東京大学で学位を取得したのち、宇宙科学研究所、国立天文台を経て、鹿児島大に参りました。

私の研究上の興味は、活動的な銀河、特に活動銀河核にあります。活動銀河核とは何かと言います。実は、ほぼ全ての銀河の中心には、太陽の百万から十億倍の質量を持つ超巨大なブラックホールが存在していて、その一部は、物質が大量に落ちることで、非常に明るく輝いています。このような中心領域が活動銀河核です。活動銀河核は直径にして銀河の 1% 以下でしかないにも関わらず、銀河全体にも匹敵する光度を持ち、その高い活動性をもって、銀河の進化にも影響を与えます。しかし、物理的に小さいため、また大量のガスや塵に覆われているために観測が難しく、その構造や状態には不明な点が多いため現状です。まさに、大国の趨勢を裏で掌握する謎の黒幕のような存在です。

私はこれまで、黒幕を覆い隠しているもの、すなわち、活動銀河核の遮蔽構造について、塵の影響を受けにくいサブミリ波や赤外線を観測することで研究してきました。しかし観測だけでは、結果を正しく解釈できているか不定性が残ります。観測研究と車の両輪になるものは理論研究です。鹿児島大学では、理論と観測の両面から遮蔽構造に迫ります。理論では、活動銀河核周辺環境の数値流体シミュレーション＝「輻射駆動噴水モデル」の検証に取り組みます。このモデルは遮蔽構造を乱流的なガスの動きによって再現する理論で、観測との整合性もいくつかの点で確認されていますが、近年行われてきているような多様な分子・原子輝線のサブミリ波帯高解像度観測との比較はまだ十分に為されていません。モデルを疑似観測し実際の観測と照らし合わせる

ことで、モデルの改良と実観測の解釈を進めます。観測では、昨年打ち上げられたジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡により、これまで以上の精度のデータを取得します。特に、赤外線領域における一酸化炭素の吸収線を用いた遮蔽構造の観測では、活動銀河核近傍のガスの状態を正確に測定で

きます。輻射駆動噴水モデルとの比較も進められており、モデルの厳密な検証にも役立ちます。このように、鹿児島大では理論と観測で独自の強力なシナジーを作るよう努めます。どうぞよろしくお願いいたします。

研究ハイライト

惑星のゆりかごに降り積もる灰—天空の「降灰」現象の発見

塚本裕介(鹿児島大学), 町田正博(九州大学),
犬塚修一郎(名古屋大学)

我々の研究グループは、惑星の種となる固体微粒子の「ダスト」が惑星のゆりかごである「原始惑星系円盤」に降り積もる現象を、国立天文台の天文学専用スーパーコンピュータ「アテルイⅡ」を用いたシミュレーションによって発見しました。研究グループは、この現象を鹿児島市で見られるような桜島の噴火における降灰との類似性から、「天空の降灰現象」と名付けました。

地球上の火山噴火による降灰は、人々の生活に大きな影響を与えますが、今回発見した天空の「降灰」は、円盤の外側領域で惑星の種を成長させるメカニズムとなる可能性があります。また、今回の発見は、形成期にある原始星周囲でのダストの成長と運動を最新のスーパーコンピュータによる3次元シミュレーションによって世界で初めて解明し、それが惑星形成に重要な役割を果たすという、星と惑星形成についてのまったく新しい理論的理解への道を開くという点でも重要なものです。

惑星は、生まれたばかりの星の周囲に形成される、ガスと塵の円盤である「原始惑星系円盤」の中で誕生します。この塵は、タバコの煙の粒子のような0.1マイクロメートルほどの非常に小さな固体微粒子であり、「ダスト」と呼ばれます。惑星の形成過程の研究では、この小さなダストがどのように

成長し、それに伴ってどのように運動するかを、観測や理論によって解き明かそうという試みが盛んに行われています。

これまでの天文観測によって、生まれて100万年以内の非常に若い原始惑星系円盤においてダスト成長の兆候が検出されています。さらに、中心の原始星から数10天文単位の距離において円盤に隙間構造が観測されており、その要因の一つとして惑星の存在が考えられています。これらの観測結果は、若い原始惑星系円盤において、すでにダストの成長や惑星形成が起こっている可能性を示唆するものであると考えられてきました。

原始惑星系円盤の成分であるガスやダストは、原始星を中心に公転しています。しかし、円盤の中でダストが成長するにつれて、円盤内のガスが向かい風のように働くために塵の公転運動が妨げられ、ダストが中心の原始星へと急速に落ちていくと理論的に考えられています。この現象を、「ダストの中心星落下」と呼びます。これは、中心星から数十天文単位の距離の円盤外縁部では、ダストが成長し惑星が形成することは非常に困難であることを示します。そのため、観測が示唆するような円盤外縁部での惑星の形成を説明する、理論的メカニズムは明らかではありませんでした。

本研究では、国立天文台の天文学専用スーパーコンピュータ「アテルイⅡ」を用い、ガスと成長するダストの両方を考慮した3次元磁気流体力学シミュレーションを、世界で初めて行いました。このシミュレーションによって、研究チームはダスト落下問題を回避する新しいメカニズムを発見したのです(図1)。

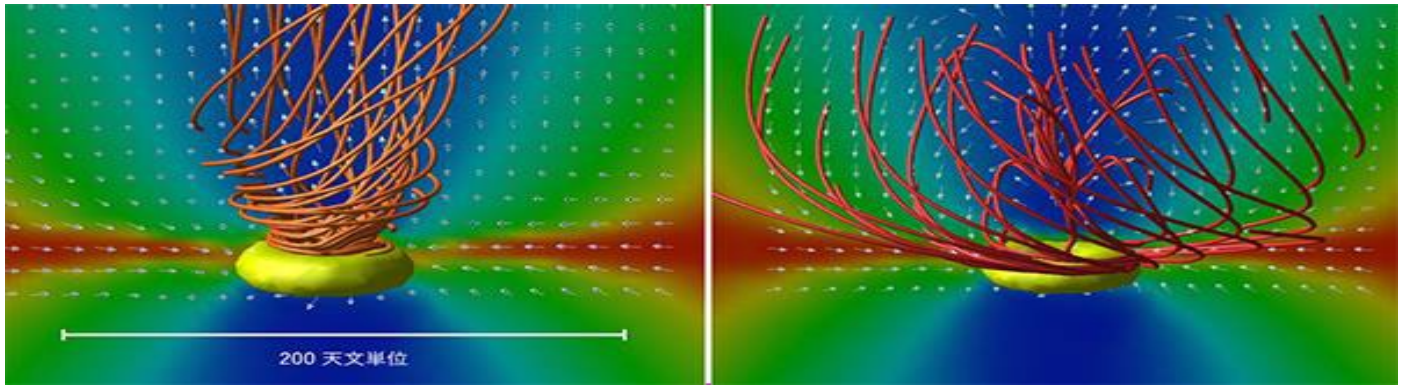


図 1 : ガス(左図)とダスト(右図)の流れの様子

オレンジ線、赤線それぞれがガスとダストの通り道(流線)を、白い矢印が流れの方向を表す

黄色い領域がシミュレーション内で形成した原始惑星系円盤を表す

このメカニズムは、鹿児島県で見られるような桜島の火口から噴火によって放出されたガスと灰の混合物が大気中で分離し、灰（またはダスト）のみが選択的に地表に降り積もるといふ、火山噴火による降灰の挙動に似ています。そのため、研究チームはこの現象を「天空の降灰現象」と名付けました。図 2 にこの降灰現象の想像図を示します。

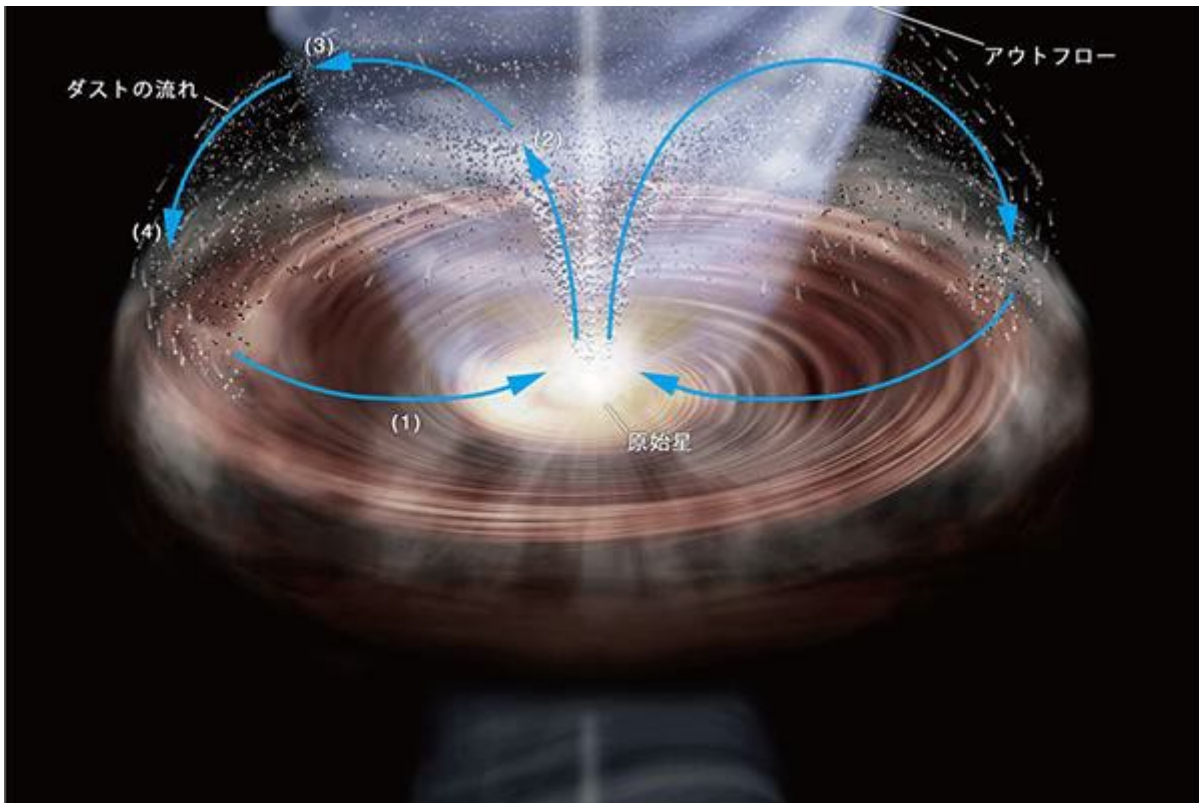


図 2：原始星における降灰現象の想像図とそのプロセス

- (1) 円盤内でダストが成長し、中心の原始星の近くまで移動する
- (2) 原始星近くまで到達すると、ガスのアウトフローによってダストが垂直方向に巻き上げられる
- (3) 遠心力によってアウトフローからダストが分離する
- (4) アウトフローから離れたダストが、円盤の外縁部に「降灰」する

研究チームが発見したこの現象では、成長したダストは密度の低い円盤外縁部に再び降ってくることで、ガスからの空気抵抗が小さくなり、中心原始星に落下しづらくなります。つまり、ダストは中心星に落ちることなく、外縁部でも大きく成長することができ、さらには惑星の形成につながる可能性があることが示されたのです。本研究のシミュレーションは、ダスト落下問題という理論的困難を自然に解決し、円盤外縁部での惑星形成や円盤ギャップの形成を説明する理論的なブレークスルーとなりうる成果です。

学生活動

論文発表

=====
査読論文“Kagoshima galactic object survey with the Nobeyama 45-metre telescope by mapping in ammonia lines (KAGONMA):

star formation feedback on dense molecular gas in the W33 complex”

Murase, T., et al., 2021, Monthly Notice of the Royal Astronomical Society, Volume 510, 1106

=====
宇宙に広がって存在しているガスからどのようにして星が生まれるのか、星が生まれる場所にはどのような特徴があるのかを解明することは天文学の大きな課題の一つです。この課題に取り組むため、星の生まれる現場である分子雲と呼ぶ天体が、星の誕生や周囲の環境からどのような影響を受けるのかを鹿児島大学を中心とした研究グループで調査しています。この観測計画は「野辺山 45m 鏡を用いた鹿児島大学を中心とした天の川銀河天体のアンモニア分子輝線マッピング」の英名を略して「KAGONMA」と名づけられています。今回、72 個の観測候補天体から大質量星形成領域 W33 での観測結果を基にした論文が出版されました。

太陽のように自ら光る星の誕生には、外部からの影響を受けずに星が生まれる「自発的星形成」と、外部からの影響を受け星の誕生が誘発される「誘発的星形成」と呼ばれるメカニズムが考えられています。誘発的星形成の中には、宇宙空間では比較的密度の高い「分子雲」と呼ばれる天体同士が衝突することや、大質量星が誕生することで形成される電離水素領域(HII 領域)の膨張による周囲のガスの圧縮といったメカニズムが提唱されてきました。外部から影響を受けた分子雲は外部から影響を受けていない環境と比べると何かしらの変化が見られると予想できます。これらの影響が分子雲内部での星の誕生にどのように寄与しているのかを調べるために、若い星がある場所だけでなく、その周辺に存在している分子ガスを覆う広い範囲の密度や温度を調査することを考えました。我々のグループでは、分子雲の温度分布に着目した観測を行うためにアンモニア分子から放射されている電波を実施してきました。

今回の観測天体である W33 は、いて座の方向にある天体で、様々な大質量星形成段階にある若い天体が含まれている分子雲であることが過去の研究で報告されています。これらの若い天体は W33 A, A1, Main, Main1 などと呼ばれています。この中の W33 Main はコンパクトな電離水素領域が存在し、すでに大質量星が存在している証拠が報告されています。また、W33 の近くには大きさ数 pc 程度に広がった電離水素領域も隣接しています。

我々の観測で、10pc 平方の範囲からアンモニア分子輝線を検出することができました(図 1)。ガスの温度分布を調べると、観測領域の大部分では 16~18K を示した一方で、W33 Main の周辺のみ 20K を超える温度を示すことがわかりました(図 2)。この 20 K という値は天の川銀河にある他の大質量星形成領域でも見られ、特別な温度ではありませんが、影響が見られる範囲はおおよそ 2.5pc 程度と限定的であることがわかりました。また、W33 領域に隣接している広がった電離水素領域との境界付近で温度の上昇が見られないこともわかりました。これは、分子雲に影響を与えるのは、分子雲内部の星形成活動によって形成されたコンパクトな電離水素領域であり、広がった電離水素領域からの影響はないことを示しています。

観測で得たアンモニア分子輝線のプロファイルを一つずつ確認したところ、W33 Main の中心部で得たプロファイルが特徴的な形状を示していることがわかりました(図 1-(d))。よく確認すると、輝線の周波数の両側が凹んでいることが確認できました。このことは、輝線の両側に吸収線があることを示唆しています。吸収線が得られると輝線だけでは得られない情報を得ることができます。吸収線は明るい電波源(ここでは電離水素領域)より手前にあるガスから生じるため、電波源の手前に分布しているガスと周囲のガスとの相対運動を知ることができます。天体観測では基本的に地球から見た方向からでしか天体を見ることができないため、同じ方向に見えるガスの前後関係を知るのは非常に困難です。この点で、吸収線が得られることは天体観測において非常に大きな利点と言えます。

観測で得たプロファイルを再現するために、どのような吸収線が輝線に重なっているのかを調べました。その結果、輝線と同じ視線速度を持ち、線幅が少し広く、強度が少し弱い吸収線を仮定すると観測結果を非常によく再現できることがわかりました(図 3)。また、同時に観測したアンモニア分子の異なる3つの遷移線のうち、最も励起状態の高い(3,3)遷移に相当するプロファイルでは吸収線の特徴を示さないことがわかりました(図 3-(c))。同じ分子種であるにもかかわらず異なるプロファイル形状を示した今回の結果は非常に不思議です。このプロファイルの組み合わせを説明するためにいくつかのモデルを考察しましたが、今回の研究では妥当なモデルを見つけることができませんでした。より高精度な観測ができる観測装置(例えば SKA)の登場を待ちたいと思います。

現在、KAGONMA プロジェクトで取得した他の天体に対しても鹿児島大学の学生を中心に観測データを解析し、個々の天体で論文化を進めています。今後は、温度分布を中心に、分子雲内部での星形成の特徴をまとめ、天の川銀河での星形成はどのようなメカニズムが主要なのかを明らかにしていきたいと考えています。また、今回の W33 Main で見られたような分子吸収線を用いることで、電離水素領域前後における分子ガスの特徴に関して更に深く調査できるのではないかと期待しています

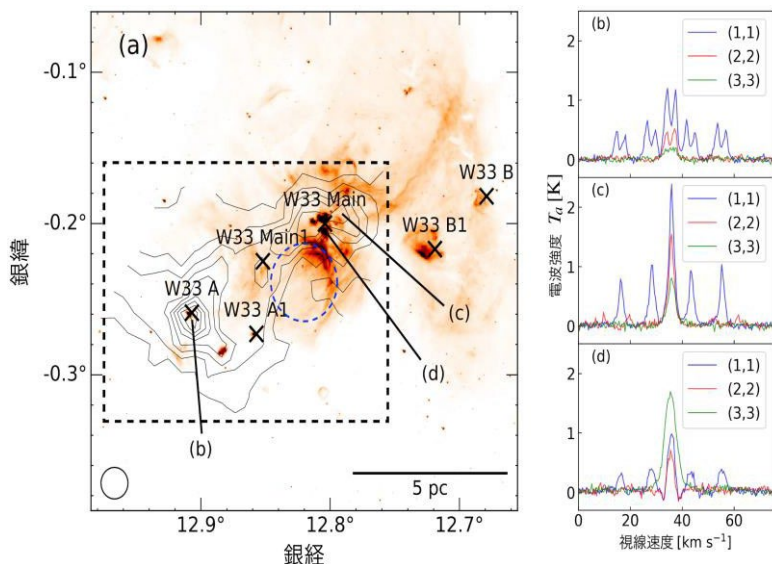


図 1: 大質量星形成領域 W33 の観測領域(左)と観測から得たアンモニア分子輝線(右)。(a): 黒枠は観測範囲、コントアはアンモニア分子輝線の積分強度、青丸は広がったHII領域の範囲を示す。背景は *Spitzer* で得られた 8μm 連続波画像。(a)内に記載されている(b)~(d)の場所得たプロファイルを示している。(Credit: Murase et al.)

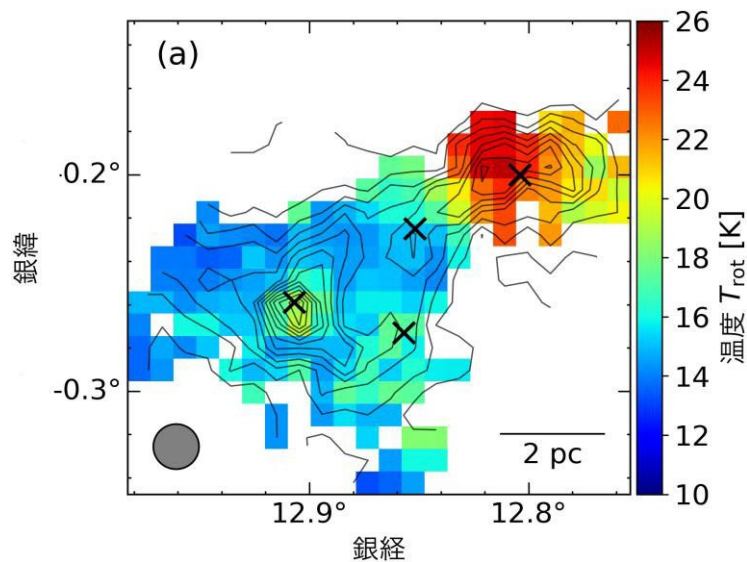


図 2: 観測で得た温度マップ。x 印は W33 領域内に存在する若い星の位置を示す。(Credit: Murase et al.)

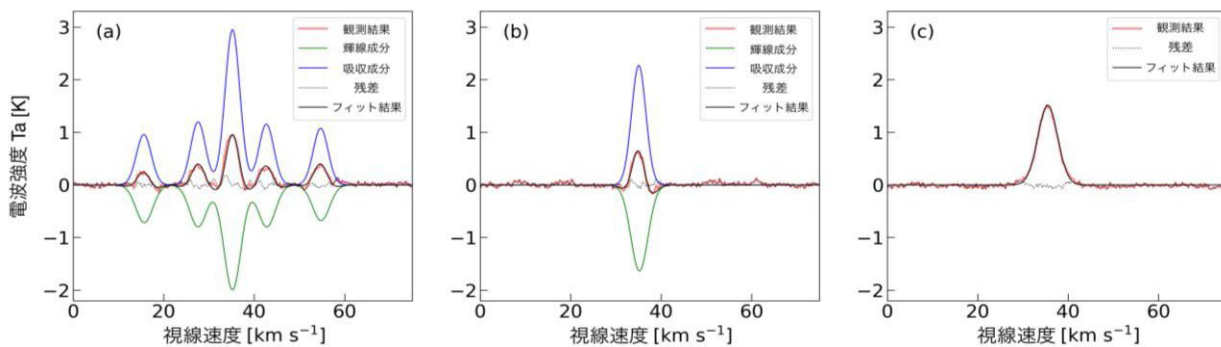


図 3: W33 Main 中心部で得たプロファイルを再現した結果。左から(1,1), (2,2), (3,3)遷移線を示す。黒線は輝線成分である青線と、吸収成分である緑線の和を示す。(Credit: Murase et al.)

=====
査読論文“Spontaneous Formation of Outflows
Powered by Rotating Magnetized Accretion
Flows in a Galactic Center”

Shinsuke Takasao, Yuri Shuto, and Keiichi Wada,
The Astrophysical Journal, Volume 926, 50
(2022)

=====
活動銀河核でしばしば観測される銀河中心からのガスの吹き出し、ジェットやアウトフローはその起源が明らかになっていないものが多く存在しています。本研究で着目している銀河 NGC1377 で観測された、非一様な速度構造を持つ数十 K 程度の低温な分子ジェットもそのうちの一つです。この NGC1377 の分子ジェットと同様の構造は、スケールが大きく異なるものの星形成領域で多く観測されており、磁場がその形成に関わっていると考えられています。そこで本研究では、NGC1377 の分子ジェットの起源も磁場にあると仮説を立て、磁気流体シミュレーションを行ってきました。

上記論文では、実際に NGC1377 のような低温な分子ジェットを完全に再現することはまだ出来ていませんが、非一様な速度構造を持つガスの吹き出しは「巨大ブラックホールへの磁場を伴うガス降着によって駆動される」こと、またそのガスの吹き出しの根元は「一ヶ所ではなく数ヶ所存在し時間変動していること」によって生じている可能性を示唆しています。論文中では、ガスの吹き出しの起源や構造について詳細が述べられています。

私がこの研究を始めたのは学部 4 年生の卒業研究からでした。今でも忘れませんが「Sweden にて思いついたこと」という見出しで、夏休み中に突然和田桂一教授から研究テーマを渡されたことが全ての始まりです。初めから順調に結果が得られたのではなく、テーマを与えられてから安定したシミュレーションの初期条件を作り上げるまでにまる 2 年ほど費やしました。その間の苦労や屈辱はこの論文が投稿できたことで報われたと感じています。また、当初の目的でもあった

NGC1377 のような低温な分子ジェットの起源をきちんと解明するためには、今後もシミュレーションの改善が必要不可欠です。私の作り上げた土台を元に今後もこの研究が発展していくことを強く願います。

そもそも、私が物理科に進学しようと思ったのは高校生の頃でした。その頃の私は「どうせ物理を学ぶからにはインパクトが強く人に興味を持ってもらえる分野を学びたいな」と漠然と考えており、その時おぼろげながら浮かんできました。「宇宙」という言葉が。そうして、宇宙を専門的に学ぶことのできる宇宙コースが設立されている鹿児島大学への進学を決めました。実際に入学してみると、鹿児島大学の宇宙コースには理論から観測、惑星から銀河まで、一括りに宇宙コースといってもその中で数多くの分野が揃っていました。また、和田教授をはじめ鹿児島大学に所属している教員の多くが世界的に活躍しており、他研究者とのネットワークをたくさん持っているため、自分の学びたいことを自ら発信すればそれが叶う環境が十二分に整っていたと感じます。実際に私自身も、和田教授のネットワークのおかげで、この論文の筆頭著者でもある当時国立天文台に所属していた高棹真介助教

(現在、大阪大学所属) と共同研究を始めることができました。このつながりがなければ、確実にここまでの研究成果は得られていません。

最後に、論文を投稿をするにあたって、和田教授、高棹助教には多くのご支援を頂きましたこと、ここに謹んで感謝の意を表します。歴史に自分の名前を残すことができ大変嬉しく思います。

また、このような貴重な経験を積める環境の整っていた鹿児島大学に進学し、本当に良かったと感じています。心より感謝申し上げます。

2021 年度修士卒業 首藤友理

学生生活紹介

突撃！天文学を学ぶ学生の机

博士後期課程の村瀬です。鹿児島大学で天文学を専攻している学生は普段どんな環境で研究をしているのかに関しては外部に伝える機会があまりないので「天の川だより」に掲載するのはどうでしょうか。と提案したところ、いいんじゃない？との反応をもらったので、今回から始めます。「突撃！天文学を学ぶ学生の机」コーナーです。初回は言い出しっぺの村瀬の研究机と、研究の相棒となる計算機（パソコン）の紹介をします。

早速、机の上から紹介します(図 1)。「見えるところにケーブルを這わせない」ことをコンセプトに物を選定、配置しています。ディスプレイは右をメインにしています。左のディスプレイは論文や、解析で出てきた図をたくさん並べるときに使っています。ディスプレイの間にいる鳥は村瀬のアバターである「めんとり」です。この子は計算機のトラブルが起きないように守護神として鎮座しています。机の上と計算機のデスクトップはできるだけキレイに保つように心がけています。心の乱れとディスプレイの乱れには相関があるらしく、何かの締め切りに追われているときはごった返しています。

続いては計算機です。学部生3年の終わり頃(2016年)に、AIPS(Astronomical Image Processing System)をセットアップするのは mac が楽と先輩に言われてから apple の計算機を使い始めました。今は WSL(Windows Subsystem for Linux)がサクッと導入できるので学生の財布的に良い時代になったなと思います。村瀬はもう戻れそうにありません。研究では mac mini を使用しています(図 2)。mac mini には、Type-A の USB ポートがまだ付いているので大変素晴らしいです。「立てて置くとかっこいい」という理由でこのような置き方をしてみました。これまで震度 3 以上の地震を数回経験していますが倒れたことはありません。一般に RAM はあればあるほど良いらしいので 64GB にカスタムしています。サクサク動くのでストレスフリーで作業できる所がお気に入りポイントです。

次回以降もこのコーナーが継続するかどうかわかりませんが、やってもいいかなと思ってくれた学生に頼んでみようと思います。



図 1: 机を上から撮影。真っ正面にディスプレイを配置したり色々動かした結果今の配置に落ち着きました。マウスは logicool 社の MX MASTER 2S、キーボードは Keychron 社の K2(赤軸)を使っています。



図 2: ディスプレイの後ろに配置している mac mini。ここでもできるだけケーブルが見えないように配線しています。

研究会活動報告

連星系・変光星研究会

毎年恒例となっている連星系・変光星研究会を、2022年1月29日から30日に掛けて鹿児島大学理学部220号大講義室にて開催しました。前回2008年11月に本学で開催してから、既に13年が経過しています。COVID-19 オミクロン株感染拡大（第6波）という最悪のタイミングだったものの、基本的な感染防止対策を講じた対面会合の会場には10数名が集まり、zoom オンライン配信との併用により、常時60—70名の参加を得ることができました。特に今回は、大学院生含め若手研究者の参加・研究発表が多数あり、かなり世代が若返った感じがしました（図1）。

研究会世話人（筆者=代表、浦郷 陸、中川亜紀治、永山貴宏、内藤博之、各氏）を代表して、本研究会の主テーマとしては、非常に広い桁の時間尺度（1秒未満から数10年）の範囲で直接観測を通して捉えることができる星系の時間変動を俯瞰すること、それによる恒星進化の実時間捕捉、これらを取り上げることとしました。

招待講師としては、本研究会にて長年取り上げられてきた激変星、矮新星の研究近況をレビューした伊藤潤平氏

（京都大学）に加え、開催地鹿児島大学にゆかりがあり長周期変光星の研究で活躍している浦郷陸氏（鹿児島大学）と、大質量形成領域におけるメーザー源時間変動を捕捉する国際ネットワークを主宰する Ross Alexander Burns 氏（国立天文台）を指名させて頂きました。

研究会は、可視・赤外線観測を中心に、電波やX線、ニュートリノ観測の話題もあり、観測手法において異分野とも言える研究者間の交流が盛んに行われたという実感を持つことができました。更に、Gaia や Kepler/TESS 等宇宙飛翔体ミッションもたらす精密な天体の位置や明るさの情報も加わり、恒星進化分野における目覚ましい進展を目の当たりにすることにもなりました。その中で、VERA や 1m 鏡を使った観測の成果が異彩を放ちながらも、このような分野との連携を通して、分厚い星周物資縁、星間雲をまとった長周期変光星や大質量原始星の進化に関する研究に、新たなアイデアが生まれるきっかけができたのではないかと感触を得た次第です。

今井 裕（天の川銀河研究センター／鹿児島大学総合教育機構共通教育センター

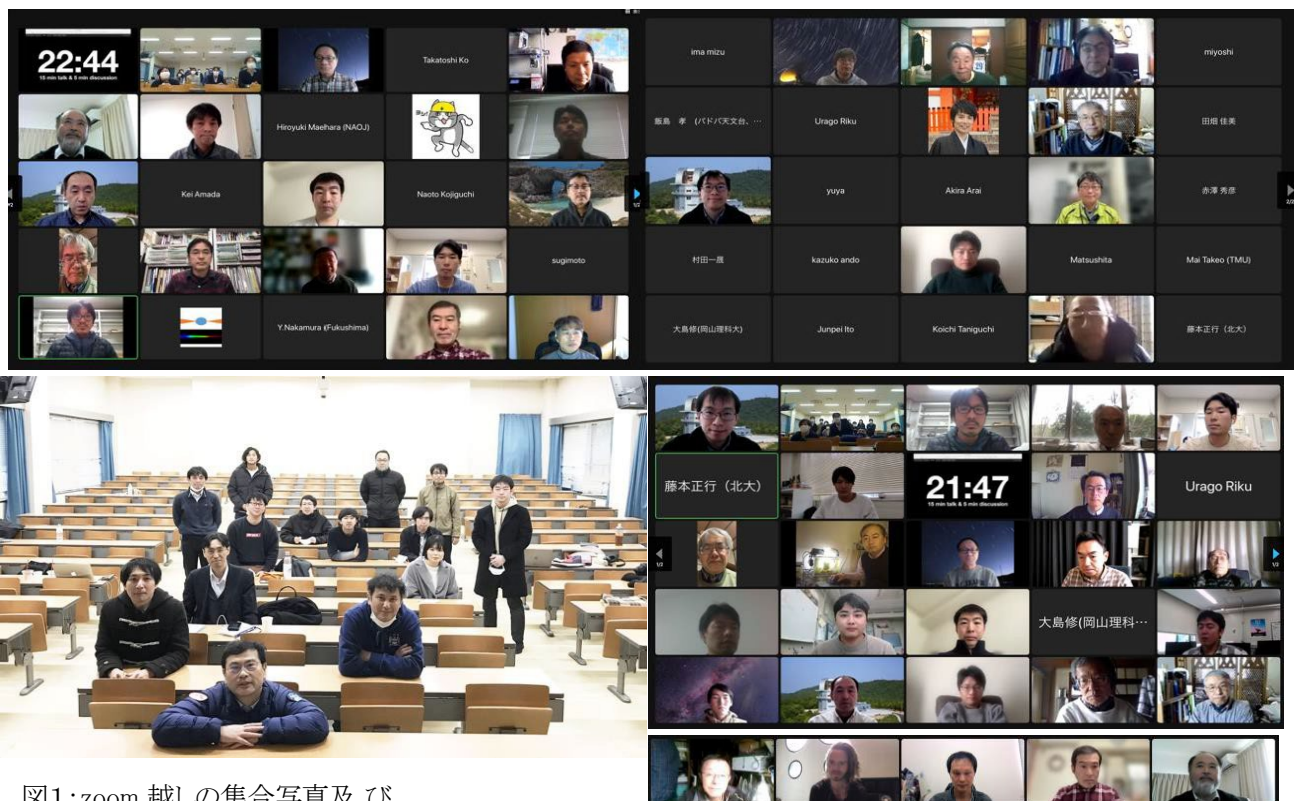


図1: zoom 越しの集合写真及び
会場集合写真(左下)

入来の丘から

VERA 計画と鹿児島大学

VERA 入来局屋外展示パネルの更新

今井 裕 (天の川銀河研究センター／鹿児島大学総合
教育機構共通教育センター)

国立天文台VERA 入来局 20m 電波望遠鏡は、鹿児島大学 1m 光赤外線望遠鏡と共に、長らく鹿児島大学における観測天文学研究の拠点であり、鹿児島大学の長をを表すシンボルの 1 つとして一般市民に広く知られる存在であって欲しいと、筆者は願うところです。ところが VERA については、国立天文台財政難の為 2020 年春に運用停止の危機に晒されることとなり、丁度その頃から流行し始めた COVID-19 の感染拡大のため、2 度にわたって毎年夏に恒例だった施設公開イベントもまた中止となりました¹。こうして、人々から VERA への関心が遠ざかろうとしています。

とはいえ、VERA は第 4 期中期目標期間において、天の川銀河中心巨大ブラックホール Sgr A* の年周視差計測や東アジア VLBI 観測網の中での連携において、引き続き重要な役割を果たすことが期待されています。これに呼応して、研究現場でもこの新たな時代に希望を掴むべく、幾つかの新たな取り組みをしつつあります。その中で、一般市民に向けた VERA や入来天文台に関する広報・科学啓蒙活動の活性化の一環として、2022 年度に施設公開イベントを復活させることも、その 1 つの課題です。

それにしても、日々やって来る見学者が目を見張る展示案内がなければ、依然 VERA の落日を見るようで、現地の悲壮感をぬぐいきれません。そこで筆者は、施設公開イベント開催を想定して組んであった予算を使って、老朽化した屋外展示パネル (図 1) の内容を一新することを提案しました。この提案は国立天文台水沢 VLBI 観測所に承認され、デザインの考案を鹿児島大学側に託されました。

そこで、筆者が中心にデザインをまとめることになりました。デザインを決める骨格となるコンセプトは、(1)VERA 最大の成果 (VERA Collaboration 2020 で発表された天の川銀河中のメーザー源分布と銀河回転運動の把握) とそれを成し遂げた技術的背景、(2)目の前の VERA 20m 鏡とその背後の 1m 光赤外線望遠鏡及び VERA 観測棟の情

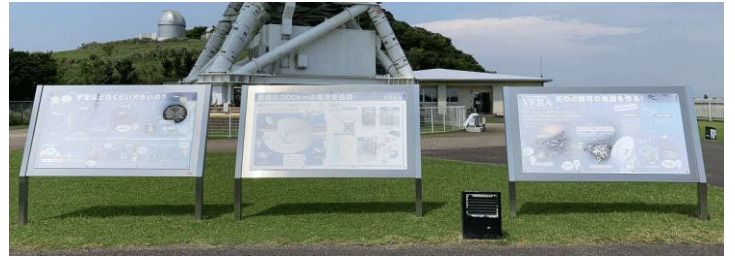


図 1: 2012 年 (VERA 運用開始 10 周年) 頃から 2022 年 2 月 2 日まで展示されていた VERA 入来局屋外展示パネル。長年の屋外紫外線 (西日) の為にコーティングの白色化・破損が進んでいた。既に存在しない VLBI 観測信号記録用磁気テープや、現在稼働中の ALMA の完成想像図などが提示されていた。天の川銀河想像図上で測量が完了した天体の表示も、まだ少なかった。

報も含んだ、現地運用の詳細、(3)鹿児島大学研究者・学生による VERA に対する取り組みや今後の展望、これらについて「成人向け」の解説をする、というものです。

デザインの考案の為に、学生やスタッフとの間で忌憚ないやり取りも行いました。筆者が苦手なアニメ風キャラクターや一般的な天文学に関する解説 (ウェブや教科書ですぐ見られる類のもの) は不要ということで意見が一致したものの、VLBI や 20m 鏡の解説については、細かいところまで議論が戦わされました。家族を連れて来たり単独で乗り込んで来る一般成人に現地のパネルを見て初めて知って驚いてもらえる内容、現地で望遠鏡を運用する学生に対してさえも学習できる内容、これらが筆者のこだわりでした。一方、色彩についてはほとんど手探りで、どんな出来栄になるのか想像がつかないまま、とうとうパネル設置の当日を迎えることになりました。

¹2018 年度までは公開イベント「八重山高原星物語」の一部として行われていた。2019 年は、台風襲撃でこのイベントは中止となったが、観測施設公開だけは実施された。2020 年度以降のこのイベントの在り方について、地元関係者間で話し合いの場を一度設けることになった矢先に、2020 年 8 月開催予定だったこのイベントが中止となった。後日、このイベントを終了した上で、新たな一般市民向け企画を AGARC 主導で実施するという事で、関係者間で合意している。

新しい展示パネルは、2022年2月2日の寒空中、パネル製作を発注した新生社印刷の方々の手で取り付けられました(図2)。明るい水色を背景としたコントラストのしっかりした色彩のパネルに仕上がり、その場に居た誰もがパネルの見栄えに納得しました。残念だったのは、パネル取り付け用のネジ穴の場所を事前に把握し忘れてしまった為に、解説文字の一部がその穴によって削られてしまったことです。

ともあれ、今後2-3年間はこれら新パネルによって新たなVERA及びAGARC面々の活躍を一般市民に期待してもらうことができれば幸いです。丁度、2023年3月には鹿児島で国際宇宙メーザー研究会の誘致・開催を目指しており、この研究会開催を通じた研究者や一般市民との交流、教育普及活動においても、これらパネルを大いに活用したいものです

1m 光赤外線望遠鏡 赤外線カメラ (KUIRCAM2) 復活

鹿児島大学 1m 光赤外線望遠鏡の主力観測装置は、望遠鏡が建設された 2001 年からずっと赤外線カメラでした。このカメラはこれまで見た目(装置の塗装)が紫色なので、グループ内では親しみを込めて「紫カメラ」と呼ばれてきました。「紫カメラ」は、これまでも何度も故障し、そのたびに製造元の米国 I R Labs 社で修理してもらったり、自分達で修理をしてきました。

2018 年 12 月、激しい雷雨が入来観測所近辺を襲い、観測所の近くにも落雷がありました。この落雷により、赤外線カメラの心臓部にあたる赤外線アレイ検出器が破損してしまいました。この落雷では、赤外線カメラだけでなく、赤外線検出器の温度を制御する温度コントローラ、望遠鏡自体のモーターやモータドライバも壊れてしまい、大変な被害となりました。特に赤外線検出器は、世界でも数社のみが製造可能であるため非常に高価であることに加え、使い方によっては軍事転用も可能なため輸出入の制限も厳しく、入手が難しいものです。さらに、「紫カメラ」で使われていた検出器はすでに製造中止のため、検出器だけを置き換えるというわけにもいかず、検出器周辺の構造や検出器を制御する電子回路なども新しい検出器用に取り換えるなど、大掛かりな修理が必要となってしまいました。幸いにも自然



図 2: 久しぶりに更新された VERA 入来局屋外展示パネルと、そのデザイン更新を手掛けた筆者。2022年2月2日撮影。パネルは両面テープで仮固定された後、上下合わせて8箇所ビスを使って本固定された。更にパネル縁はコーティングして、展示基台とパネルの隙間が埋められた。

災害による故障のため、2020 年度に文部科学省から修理(復旧)のための予算を頂くことができ、IR Labs 社に新しい検出器への載せ替えとその他、故障個所の修理をしてもらえることになりました。

そして、落雷から約3年経った、2022年1月に「紫カメラ」が返ってきました。今回の修理では、赤外線検出器が旧型の HAWAII-1 検出器から最新の H1RG 検出器に置き換わりました。加えて、JHKs といった赤外線透過フィルタも、より透過率の高い最新のものに交換しました。このようにカメラとして重要なコンポーネントの変更があり、また、これまで、このカメラにはニックネームとして「紫カメラ」という名前はありましたが、正式な名前がなかったため、この機会にこのカメラの正式名称を「KUIRCAM2」とを定めました。「2」がついているのは、故障以前の正式名称がなかったことを便宜的に「KUIRCAM1」としているためです。

KUIRCAM2 は、現在、1m 望遠鏡に取り付けられて、試験観測や効率的な観測を行うためのソフトウェアの開発が行われています。次のセンターニュースでは、KUIRCAM2 で撮影された天体画像をお見せできるように頑張っていきたいと思っています。



1m 望遠鏡に取り付けられた KUIRCAM2

1 査読付き論文 2021年10月～2022年3月

1. Takanori Ichikawa, Miyu Kido, Daisuke Takaishi, Yoshito Shimajiri, Yusuke Tsukamoto, and Shigehisa Takakuwa “Misaligned Circumstellar Disks and Orbital Motion of the Young Binary XZ Tau”, 2021, *The Astrophysical Journal*, **Volume 919**, Issue 1, id.55, 14 pp.
2. Daisuke Takaishi, Yusuke Tsukamoto, Yasushi Suto “A new formation scenario of a counter-rotating circumstellar disk: Spiral-arm accretion from a circumbinary disk in a triple protostar system”, 2021, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, **Volume 73**, Issue 5, October 2021, Pages L25-L30
3. Tatematsu, Ken’ichi ; Kim, Gwanjeong ; Liu, Tie ; Evans, Neal J., II ; Yi, Hee-Weon ; Lee, Jeong-Eun ; Wu, Yuefang ; Hirano, Naomi ; Liu, Sheng-Yuan ; Dutta, Somnath ; Sahu, Dipen ; Sanhueza, Patricio ; Kim, Kee-Tae ; Juvela, Mika ; Tóth, L. Viktor ; Fehér, Orsolya ; He, Jinhua ; Ge, Jixing ; Feng, Siyi ; Choi, Minhó Kang, Miju ; Thompson, Mark A. ; Fuller, Gary A. ; Li, Di ; Ristorcelli, Isabelle ; Wang, Ke ; di Francesco, James ; Eden, David ; Ohashi, Satoshi ; Kandori, Ryo ; Vastel, Charlotte ; Hirota, Tomoya ; Sakai, Takeshi ; Lu, Xing ; Nguy[^]en Lu’O’Ng, Quang ; Shinnaga, Hiroko ; Kim, Jungha ; Scope Collaboration ; Jcmt Large Program “Molecular Cloud Cores with High Deuterium Fractions: Nobeyama Mapping Survey”, 2021, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, **Volume 256**, Issue 2, id.25, 26 pp.
4. Tsukamoto, Yusuke; Machida, Masahiro N.; Inutsuka, Shu-ichiro “Ashfall Induced by Molecular Outflow in Protostar Evolution”, 2021, *The Astrophysical Journal Letters*, **Volume 920**, Issue 2, id.L35, 8 pp.
5. Nguyen, Dieu D. search by orcid ; Bureau, Martin ; Thater, Sabine ; Nyland, Kristina ; den Brok, Mark ; Cappellari, Michele search by orcid ; Davis, Timothy A. search by orcid ; Greene, Jenny E. ; Neumayer, Nadine ; Imanishi, Masatoshi ; Izumi, Takuma ; Kawamuro, Taiki ; Baba, Shunsuke ; Nguyen, Phuong M. ; Iguchi, Satoru ; Tsukui, Takafumi ; Lam, T. N. ; Ho, Than “The MBHBM* Project - II. Molecular gas kinematics in the lenticular galaxy NGC 3593 reveal a supermassive black hole”, 2021, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **Volume 509**, Issue 2, January 2022, Pages 2920-2939
6. Onishi, Shusuke ; Nakagawa, Takao ; Baba, Shunsuke ; Matsumoto, Kosei ; Isobe, Naoki ; Shirahata, Mai ; Terada, Hiroshi ; Usuda, Tomonori ; Oyabu, Shinki. “Study of the inner structure of the molecular torus in IRAS 08572+3915 NW with velocity decomposition of CO ro-vibrational absorption lines”, 2021, *The Astrophysical Journal*, **Volume 921**, Issue 2, id.141, 20 pp.
7. Kawamuro, Taiki ; Ricci, Claudio ; Izumi, Takuma ; Imanishi, Masatoshi ; Baba, Shunsuke ; Nguyen, Dieu D. ; Onishi, Kyoko “Hard X-ray Irradiation Potentially Drives Negative AGN Feed-back by Altering Molecular Gas Properties”, 2021, *The Astrophysical Journal Supplement Series*, **Volume 257**, Issue 2, id.64, 41 pp.
8. Trinidad, Miguel A. ; Imai, Hiroshi ; de la Fuente, Eduardo ; Toledano-Juárez, Ivan ; Masqu[^]e, Joseph M. ; Rodr[^]iguez-Esnard, Tatianna “Proper motions of water masers in the star-forming region IRAS 23139+5939”, 2021, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, **Volume 73**, Issue 6, pp.1669-1680
9. Khouri, Theo ; Vlemmings, Wouter H. T. ; Tafuya, Daniel ; P[^]erez-S[^]anchez, Andr[^]es F. ; S[^]anchez Contreras, Carmen ; G[^]omez, Jos[^]e F. ; Imai, Hiroshi ; Sahai, Raghvendra “Observational identification of a sample of likely recent common-envelope events”, 2021, *Nature Astronomy*, **Volume 6**, p. 275-286

10. Taniguchi, Kotomi ; Majumdar, Liton ; Plunkett, Adele ; Takakuwa, Shigehisa ; Lis, Dariusz C. ; Goldsmith, Paul F. ; Nakamura, Fumitaka ; Saito, Masao ; Herbst, Eric “Chemical Compositions in the Vicinity of Protostars in Ophiuchus”, 2021, *The Astrophysical Journal*, **Volume 922**, Issue 2, id.152, 19 pp.
11. Kohno, Mikito ; Nishimura, Atsushi ; Fujita, Shinji ; Tachihara, Kengo ; Onishi, Toshikazu ; Tokuda, Kazuki ; Fukui, Yasuo ; Miyamoto, Yusuke ; Ueda, Shota ; Kiridoshi, Ryosuke ; Tsutsumi, Daichi ; Torii, Kazufumi ; Minamidani, Tetsuhiro ; Saigo, Kazuya ; Handa, Toshihiro ; Sano, Hidetoshi “Nobeyama 45 m Local Spur CO survey. I. Giant molecular filaments and cluster formation in the Vulpecula OB association”, 2021, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, **Volume 74**, Issue 1, pp.24-49
12. Yano, Kenichi; Baba, Shunsuke; Nakagawa, Takao; Malkan, Matthew A. Isobe, Naoki; Shirahata, Mai; Doi, Ryosuke; Bhalotia, Vanshree; “Anomalous Hydrogen Recombination Line Ratios in Ultraluminous Infrared Galaxies”, 2021, *The Astrophysical Journal*, **Volume 922**, Issue 2, id.272, 21 pp.
13. Takeru Murase, Toshihiro Handa, Yushi Hirata, Toshihiro Omodaka, Makoto Nakano, Kazuyoshi Sunada, Yoshito Shimajiri, Junya Nishi “Kagoshima galactic object survey with the Nobeyama 45-metre telescope by mapping in ammonia lines (KAGONMA): star formation feedback on dense molecular gas in the W33 complex ”, 2021, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, **Volume 510**, Issue 1, February 2022, Pages 1106-1117
14. Ogawa, Shoji ; Ueda, Yoshihiro ; Wada, Keiichi ; Mizumoto, Misaki “Warm Absorbers in the Radiation-driven Fountain Model of Low-mass Active Galactic Nuclei”, 2022, *The Astrophysical Journal*, **Volume 925**, Issue 1, id.55, 10 pp.
15. Amada, Kei; Imai, Hiroshi; Hamae, Yuki; Nakashima, Keisuke; Shun, Ka Yiu; Tafoya, Daniel; Uscanga, Lucero; Gomez, Jose-Francisco; Orosz, Gabor; Burns, Ross A “Discovery of SiO masers in the “water fountain” source IRAS 16552-3050”, 2022, *The Astronomical Journal*, **Volume 163**, 85, 5 pp
16. Pingel, N. M.; Dempsey, J.; McClure-Griffiths, N. M.; Dickey, J. M.; Jameson, K. E.; Arce, H.; Anglada, G.; Bland-Hawthorn, J.; Breen, S. L.; Buckland-Willis, F.; Clark, S. E.; Dawson, J. R.; D’enes, H.; Di Teodoro, E. M.; For, B. -Q.; Foster, Tyler J.; G’omez, J. F.; Imai, H.; Joncas, G.; Kim, C. -G.; Lee, M. -Y.; Lynn, C.; Leahy, D.; Ma, Y. K.; Marchal, A.; McConnell, D.; Miville-Desch’enes, M. -A.; Moss, V. A.; Murray, C. E.; Nidever, D.; Peek, J.; Stanimirovi’c, S.; Staveley-Smith, L.; Tepper-Garcia, T.; Tremblay, C. D.; Uscanga, L.; van Loon, J. Th.; Vázquez-Semadeni, E.; Allison, J. R.; Anderson, C. S.; Ball, Lewis; Bell, M.; Bock, D. C. -J.; Bunton, J.; Cooray, F. R. ; Cornwell, T.; Koribalski, B. S.; Gupta, N.; Hayman, D. B.; Harvey-Smith, L.; Lee-Waddell, K.; Ng, A. ; Phillips, C. J.; Voronkov, M.; Westmeier, T.; Whiting, M. T., “GASKAP-HI pilot survey science I: ASKAP zoom observations of HI emission in the Small Magellanic Cloud” 2022, *Publications of the Astronomical Society of Australia*, **Volume 39**, article id. e005
17. Takasao, Shinsuke ; Shuto, Yuri ; Wada, Keiichi “Spontaneous Formation of Outflows Powered by Rotating Magnetized Accretion Flows in a Galactic Center”, 2022, *The Astrophysical Journal*, Volume 926, 50, 21pp
18. A Kwon, Woojin; Pattle, Kate; Sadavoy, Sarah; Hull, Charles L. H.; Johnstone, Doug; Ward-Thompson, Derek; Francesco, James Di; Koch, Patrick M.; Furuya, Ray; Doi, Yasuo; Le Gouellec, Valentin J. M.; Hwang, Jihye; Lyo, A. -Ran; Soam, Archana; Tang, Xindi; Hoang, Thiem; Kirchsclager, Florian; Eswaraiah, Chakali; Fanciullo, Lapo; Kim, Kyoung Hee; Onaka, Takashi;

Könyves, Vera; Kang, Ji-hyun; Lee, Chang Won; Tamura, Motohide; Bastien, Pierre; Hasegawa, Tetsuo; Lai, Shih-Ping; Qiu, Keping; Berry, David; Arzoumanian, Doris; Bourke, Tyler L.; Byun, Do-Young; Chen, Wen Ping; Chen, Huei-Ru Vivien; Chen, Mike; Chen, Zhiwei; Ching, Tao-Chung; Cho, Jungyeon; Choi, Yunhee; Choi, Minh; Chrysostomou, Antonio; Chung, Eun Jung; Coud´e, Simon; Dai, Sophia; Diep, Pham Ngoc; Duan, Yan; Duan, Hao-Yuan; Eden, David; Fiege, Jason; Fissel, Laura M.; Franzmann, Erica; Friberg, Per; Friesen, Rachel; Fuller, Gary; Gledhill, Tim; Graves, Sarah; Greaves, Jane; Griffin, Matt; Gu, Qilao; Han, Ilseung; Hatchell, Jennifer; Hayashi, Saeko; Houde, Martin; Inoue, Tsuyoshi; Inutsuka, Shu-ichiro; Iwasaki, Kazunari; Jeong, Il-Gyo; Kang, Miju; Karoly, Janik; Kataoka, Akimasa; Kawabata, Koji; Kemper, Francisca; Kim, Kee-Tae; Kim, Gwanjeong; Kim, Mi-Ryang; Kim, Shinyoung; Kim, Jongsoo; Kirk, Jason; Kobayashi, Masato I. N.; Kusune, Takayoshi; Kwon, Jungmi; Lacaille, Kevin; Law, Chi-Yan; Lee, Chin-Fei; Lee, Yong-Hee; Lee, Hyeseung; Lee, Jeong-Eun; Lee, Sang-Sung; Li, Dalei; Li, Di; Li, Hua-bai; Lin, Sheng-Jun; Liu, Sheng-Yuan; Liu, Hong-Li; Liu, Junhao; Liu, Tie; Lu, Xing; Mairs, Steve; Matsumura, Masafumi; Matthews, Brenda; Moriarty-Schieven, Gerald; Nagata, Tetsuya; Nakamura, Fumitaka; Nakanishi, Hiroyuki; Ngoc, Nguyen Bich; Ohashi, Nagayoshi; Park, Geumsook; Parsons, Harriet; Peretto, Nicolas; Priestley, Felix; Pyo, Tae-Soo; Qian, Lei; Rao, Ramprasad; Rawlings, Jonathan; Rawlings, Mark G.; Retter, Brendan; Richer, John; Rigby, Andrew; Saito, Hiro; Savini, Giorgio; Seta, Masumichi; Shimajiri, Yoshito; Shinnaga, Hiroko; Tahani, Mehrnoosh; Tang, Ya-Wen; Tomisaka, Kohji; Tram, Le Ngoc; Tsukamoto, Yusuke; Viti, Serena; Wang, Hongchi; Wang, Jia-Wei; Whitworth, Anthony; Wu, Jintai; Xie, Jinjin; Yen, Hsi-Wei; Yoo, Hyunju; Yuan, Jinghua; Yun, Hyeong-Sik; Zenko, Tetsuya; Zhang, Yapeng; Zhang, Chuan-Peng; Zhang, Guoyin; Zhou, Jianjun; Zhu, Lei; Looze, Ilse de; Andr´e, Philippe; Dowell, C. Darren; Eyres, Stewart; Falle, Sam; Robitaille, Jean-Francois; Loo, Sven van “B-fields in Star-forming Region Observations (BISTRO): Magnetic Fields in the Filamentary Structures of Serpens Main”, 2022, *The Astrophysical Journal*, **Volume 926**, Issue 2, id.163, 13pp

19. Sakai, Nobuyuki ; Nakanishi, Hiroyuki ; Kurahara, Kohei ; Sakai, Daisuke ; Hachisuka, Kazuya ; Kim, Jeong-Sook ; Kameya, Osamu “VERA astrometry toward the Perseus arm gap”, 2022, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, **Volume 74**, Issue 1, pp.209-223
20. Imanishi, Masatoshi ; Nakanishi, Kouichiro ; Izumi, Takuma ; Baba, Shunsuke “ALMA Sub-arcsec-resolution 183 GHz H₂O and Dense Molecular Line Observations of Nearby Ultraluminous Infrared Galaxies”, 2022, *The Astrophysical Journal*, **Volume 926**, Issue 2, id.159, 35 pp
21. Ryota Hayakawa, Shinya Yamada, Hirotaka Suda, Yuto Ichinohe, Ryota Higurashi, Haruka Sakemi, Mami Machida, Takumi Ohmura, Satoru Katsuda, Hideki Uchiyama, Toshiki Sato, Hiroki Aka-matsu, Magnus Axelsson “X-ray hot spots in the eastern ear of the supernova remnant W 50 and the microquasar SS 433 system”, 2022, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, **Volume 74**, Issue 3, pp.510-520
22. Baan, Willem A.; Imai, Hiroshi; Orosz, Gabor “Fallback in bipolar Planetary Nebulae ?” ,2021, *Research in Astronomy and Astrophysics*, 21, 275, 8 pp.

2 学会、研究会における発表 2021年10月～2022年3月

2.1 国際研究会

1. 馬場俊介, “Extremely buried nucleus of IRAS 17208-0014 at sub-millimeter and near-infrared wavelengths”, East-Asia AGN Workshop, 2021/10/11-2021/10/13, Chongqing University (China), online, Oral, invited
2. 和田桂一, “Circumnuclear multi-phase gas and comparison with molecular line observations by ALMA”, East-Asia AGN Workshop, 2021/10/11-2021/10/13, Chongqing University (China), online, Oral
3. 工藤祐己, “Numerical simulations of radiation-driven outflow around dust sublimation region”, East-Asia AGN Workshop, 2021/10/11-2021/10/13, Chongqing University (China), online, Oral
4. 油谷直道, “Origin and evolution of the dust-obscured galaxies in galaxy mergers with supermassive black holes.”, East-Asia AGN Workshop, 2021/10/11-2021/10/13, Chongqing University (China), online, Oral
5. 工藤祐己, “Circumnuclear multi-phase dusty gas in Circinus galaxy: observations versus simulations”, ALMA Grant Fellow Symposium 2021, 2021/12/7-2021/12/7, online, Oral
6. 和田桂一, “Obscured AGNs during galaxy-galaxy mergers”, CON-quest workshop 2022, 2022/1/17-2022/1/20, ”online(Chalmers University of Technology, Sweden)”, Oral, invited
7. 高桑繁久, “Misaligned Circumstellar Disks and Orbital Motion of the Young Binary XZ Tau”, East Asian ALMA Science Workshop 2022, 2022/1/18-2022/1/21, online (NAOJ), Oral
8. 今井裕, “HINOTORI toward VLBI in the SKA era”, VLBI in the SKA Era, 2022/2/14-2022/2/18, Online, Oral

2.2 国内研究会

1. 工藤 祐己: “銀河中心核の階層的ガス構造の解明”, 第8回 HPCI システム利用研究課題 成果報告会, 2021/10/28-2021/10/29, オンライン, 一般財団法人高度情報科学技術研究機構 (RIST), ポスター
2. 酒見はる香: “Interaction between an AGN jet and the intra-cluster magnetic field seen by MeerKAT: I. Observation”, Linking the science of large interferometers in the 2030s, 2021/11/30-2021/12/1, オンライン, 口頭
3. 中西裕之: “The Milky Way Galaxy and nearby galaxies in HI”, Linking the science of large interferometers in the 2030s, 2021/11/30-2021/12/1, オンライン, 口頭
4. 和田桂一: “AGN はどのように「埋もれて」いるか? 理論モデルからの示唆”, FORCE 研究会 埋もれたAGN の宇宙論的進化, 2021/12/2-2021/12/3, 京都大学理学部, 口頭, 招待講演

5. 工藤祐己: “統一的 AGN アウトフローのための流体シミュレーションコード開発”, FORCE 研究会 埋もれた AGN の宇宙論的進化, 2021/12/2-2021/12/3, 京都大学理学部, ポスター
6. 今井 裕: “HINOTORI 進捗報告”, 2021 年度 VLBI 懇談会シンポジウム, 2021/12/2-2021/12/3, 国立天文台三鷹キャンパス, 三鷹市, 口頭
7. 中川亜紀治: “VERA による OH/IR 星の位置天文観測 (リーダーシップ経費研究活動)”, 2021 年度 VLBI 懇談会シンポジウム, 2021/12/2-2021/12/3, 三鷹/オンライン, 東京都三鷹市, 口頭発表
8. 前田幸俊: “VERA 入来局単一鏡観測による OH/IR 星の H₂O 及び SiO メーザーのモニタリング観測”, 2021 年度 VLBI 懇談会シンポジウム, 2021/12/2-2021/12/3, 三鷹/オンライン, 東京都三鷹市, 口頭発表
9. 今井 裕: “HINOTORI Status Report 2021”, ALMA/45m/ASTE Users Meeting FY2021, 2021/12/14-2021/12/21, オンライン, 三鷹市, ポスター
10. 酒見はる香: “Nobeyama Open-use Highlights III: Study of the jet-ISM interaction based on the ¹²CO, ¹³CO, and C¹⁸O line observation”, ALMA/45m/ASTE Users Meeting 2021, 2021/12/14-2022/12/21, オンライン, 口頭, 招待講演
11. 中西裕之: “ALMA 長基線観測による銀河系研究の検討”, “アルマワークショップ 2021 ””ALMA はるミリ波/サブミリ波 VLBI のサイエンス”, 2021/12/20-2021/12/22, オンライン, , 口頭
12. 塚本裕介: “原始星アウトフローによって引き起こされる原始惑星系円盤への「降灰」”, “第4回理論懇談会シンポジウム オンライン: ”, 2021/12/22, -, 2021/12/24, 口頭
13. 和田桂一: “階層的連結計算による AGN 構造解明への挑戦”, 超巨大ブラック研究会: その実態・影響・起源の全貌解明に向けて, 2021/12/27-2021/12/28, オンライン, 鹿児島大学天の川銀河研究センター、筑波大計算科学研究センター、愛媛大学宇宙進化研究センター共催, 口頭, 招待講演
14. 塚本裕介: “原始星アウトフローによって引き起こされる原始惑星系円盤への「降灰」”, CA ユーザーズミーティング, 2022/1/18-2022/1/19, オンライン, 国立天文台, 口頭
15. 工藤祐己: “活動銀河中心核における降着円盤外縁部のアウトフロー構造”, ブラックホールジェット降着円盤・円盤風研究会 2022, 2022/1/24-2022/1/25, オンライン, 筑波大学, 口頭
16. 今井 裕: “ESTEMA (EAVN Synthesis of Stellar Maser Animations) ”, 連星系・変光星研究会 2022, 2022/1/29-2022/1/30, 鹿児島大学, 鹿児島市, 口頭,
17. 甘田 溪: “NESS (Nearby Evolved Stars Survey) - NRO で観測された冷たい星周ガス縁の統計的性質”, 連星系・変光星研究会 2022, 2022/1/29-2022/1/30, 鹿児島大学, 鹿児島市, 口頭
18. 浦郷 陸: “ミラ型変光星から明かす AGB 星の終末進化”, 連星系・変光星研究会 2022, 2022/1/29-2022/1/30, 鹿児島大学, 鹿児島市, 口頭, 招待
19. 高桑 繁久: “ALMA による Class II 連星 XZ Tau の互いに傾いた星周円盤と軌道運動の検出”, 連星系変光星研究会 2022, 2022/1/29-2022/1/30, 鹿児島大学, 鹿児島市, 口頭
20. 橋本真雄: “OH/IR 星 RAFGL5201 の年周視差測定と多波長データを用いた進化段階の考察”, 連星系・変光星研究会 2022, 2022/1/29-2022/1/30, 鹿児島大学, 鹿児島市, 口頭
21. 藤崎駿介: “近赤外線分光観測によるミラ型変光星の変光フェイズと酸化バナジウムの吸収線の関係”, 連星系・変光星研究会 2022, 2022/1/29-2022/1/30, 鹿児島大学, 鹿児島市, 口頭
22. 高桑 繁久: “ALMA による Class II 連星 XZ Tau の互いに傾いた星周円盤と軌道運動の検出”, 連星系・変光星研究会 2022 in 鹿児島, 2022/1/29-2022/1/30, 鹿児島大学, 鹿児島大学天の川銀河研究センター, 口頭
23. 和田桂一: “AGN 理論モデルの課題と最近の進展”, 初代星初代銀河研究会, 2022/2/16-2022/2/18, オンライン, 東北大学東京分室, 口頭, 招待講演

24. 今井 裕: “HINOTORI, FLASHING, and ESTEMA”, 2021 年度宇宙電波懇談会シンポジウム, 2022/3/7-2022/3/8, オンライン, ポスター
25. 高桑 繁久: “星と惑星形成の多様性を繋ぐ基礎研究”, 新学術領域「星惑星形成」全体会議, 2022/3/14-2022/3/18, オンライン, 名古屋大学, 口頭
26. 工藤祐己: “活動銀河中心核における統一的外アウトフローのためのシミュレーションコード開発”, ブラックホール降着流ミニ研究報告会, 2022/3/28-2022/3/28, オンライン, 千葉大学, 口頭

2.3 日本天文学会春季年会

1. N03a: 中川亜紀治, 橋本真雄, 守田篤史, 池田奈央, 坂本直也, 清水涼馬, 前田幸俊, 渡邊良介 (鹿児島大学), 倉山智春 (帝京科学大学), 須藤広志 (岐阜大学), 国立天文台 VERA グループ, “OH/IR 星 RAFGL5201 の VLBI 位置天文観測と波長 11.6 μ m の赤外線帯域での新たな周期光度関係の示唆”
2. P109a: Tetsuo Hasegawa¹, Ray Furuya², Doris Arzoumanian^{1,16}, Yasuo Doi⁴, Saeko Hayashi¹, Charles Hull¹, Tsuyoshi Inoue³, Shu-ichiro Inutsuka³, Kazunari Iwasaki¹, Akimasa Kataoka¹, Koji Kawabata⁶, Gwanjeong Kim¹, Masato Kobayashi³, Takayoshi Kusune¹, Jungmi Kwon⁸, Masafumi Matsumura⁹, Xing Lu¹, Tetsuya Nagata¹⁰, Fumitaka Nakamura¹, Hiroyuki Nakanishi¹¹, Takashi Onaka⁴, Tae-Soo Pyo¹, Hiro Saito¹², Masumichi Seta¹³, Yoshito Shimajiri¹, Hiroko Shinnaga¹¹, Motohide Tamura^{4,14}, Kohji Tomisaka¹, Yusuke Tsukamoto¹¹, Tetsuya Zenko¹⁰, Derek Ward - Thompson¹⁵ and the BISTRO Consortium (1NAOJ, 2Tokushima U., 3Nagoya U., 4U. Tokyo, 5Osaka U., 6Hiroshima U., 8ISAS, 9Kagawa U., 10Kyoto U., 11Kagoshima U., 12U. Tsukuba, 13Kwan-sai Gakuin U., 14Astrobiology Center, 15U. of Central Lancashire, 16IACE, U. of Porto), “BISTRO Project Status (10)”
3. P112b: 吹原瑤, 塚本祐介, 高石大輔, 小林雄大, 佐々木恵 (鹿児島大学), “フィラメント分子雲自己重力分裂による分子雲コアと原始星の形成”
4. P130a: 深谷紗希子, 新永浩子 (鹿児島大学), 古屋玲 (徳島大学), 富阪幸治 (国立天文台), 町田正博, 原田直人 (九州大学), “JCMT 2 波長偏波観測で見えてきた分子雲コア L1521F の星形成の現場”
5. P132a: 西合一矢, 山本智, 大屋瑤子, 大小田結貴, 雑賀恵理 (東京大学), 大西利和 (大阪府 徳田一起 (大阪府大/国立天文台), 河村晶子 (国立天文台), 松本倫明 (法政大学), 高桑繁久 (鹿児島大学), 川邊良平 (国立天文台), 原千穂美 (NEC), 立原研悟 (名古屋大学), “原始星天体 BHBo7-10 のエンベロップに形成された衝撃波の波紋構造”
6. P143a: 高石大輔, 塚本裕介, 高桑繁久 (鹿児島大学), 須藤靖 (東京大学), “磁化した乱流分子雲中における単極アウトフローの形成”
7. P149a: 谷口琴美 (NAOJ), 田中圭 (CU Boulder/NAOJ), Yichen Zhang (RIKEN), Rubén Fedriani (Chalmers Univ. of Tech.), Jonathan C. Tan (Chalmers Univ. of Tech./Univ. of Virginia), 高桑繁久 (Kagoshima Univ./ASIAA), 中村文隆, 齋藤正雄 (NAOJ), Liton Majumdar (NISER), Eric Herbst (Univ. of Virginia), “Vibrationally-excited Lines of HC₃N Tracing the Disk Structure around the G24.78+0.08 A1 Hyper-compact HII Region”
8. P211b: 小林雄大, 塚本裕介 (鹿児島大学), “thin-disk 近似を用いた 1 次元自己重力磁気流体力学コードの開発”
9. P215a: 塚本裕介 (鹿児島大学), 奥住聡 (東京工業大学), “低温かつ任意のダストサイズ分布で正確な磁抵抗値の解析モデルの開発”
10. Qo8a: 竹葉理史, 半田利弘, 村瀬建, 平田優志, 西潤弥 (鹿児島大学), 仲野誠 (大分大学), 砂田和良 (水沢 VLBI 観測所), 島尻芳人 (国立天文台), “野辺山 45m 望遠鏡を用いた IC1396N のアンモニア分子観測”

11. Q10b: 河野樹人 (名古屋科学館), 西村淳 (国立天文台野辺山), 藤田真司, 大西利和, 上田翔汰, 切通僚介 (大阪府立大), 徳田一起 (大阪府立大/国立天文台), 立原研悟, 福井康雄, 堤大陸 (名古屋大), 西合一矢, 宮本祐介, 南谷哲宏, 佐野栄俊 (国立天文台), 半田利弘 (鹿児島大), 鳥居和史, “野辺山 45 m Local Spur CO サーベイ: こぎつね座 OB アソシエーションにおける巨大フィラメント状分子雲と星形成 II ”
12. Q11b: 村瀬建, 半田利弘, 平田優志, 面高俊宏, 西潤弥 (鹿児島大学), 仲野誠 (大分大学), 砂田和良 (水沢 VLBI 観測所), 島尻芳人 (国立天文台), “アンモニアマッピングサーベイプロジェクト (KAGOME) 星形成活動が周辺分子ガスへ及ぼす影響 ”
13. Q16a: 酒見はる香 (鹿児島大学), 町田真美 (国立天文台), 山本宏昭, 立原研悟 (名古屋大学), “電波星雲 W50 東端領域と分子雲との相互作用 ”
14. Ro7a: 今西昌俊, 中西康一郎, 泉拓磨, 馬場俊介 (国立天文台), 萩原喜昭 (東洋大学), 堀内真司 (CSIRO), “ALMA による超高光度赤外線銀河の水分子、及び、高密度分子ガスの観測 ”
15. Ro8a: 馬場俊介 (鹿児島大), 矢野健一, 中川貴雄, 磯部直樹, 白旗麻衣, 松本光生, 大西崇介, 道井亮介 (ISAS/JAXA), Matthew A. Malkan (UCLA), Vanshree Bhalotia (ハワイ大), “水素輝線強度比異常が示唆する ULIRG の高密度星形成と JWST 観測の展望 ”
16. S18a: 泉拓磨, 今西昌俊, 中西康一郎 (国立天文台/総研大), 和田桂一, 工藤祐己, 馬場俊介 (鹿児島大), 川室太希 (UDP), 松本尚輝 (東北大), 河野孝太郎, 宇野慎介 (東京大), 中野すすか (総研大), “パーセ解像度の分子・原子ガス観測で調べる AGN トーラスの動的構造 ”
17. S19a: 小川翔司 (京都大学), 上田佳宏 (京都大学), 和田桂一 (鹿児島大学), 水本岬希 (京都大学), “低質量 AGN 輻射駆動噴水モデルにおける Warm Absorber ”
18. V105a: 氏原秀樹 (京都大/情報通信研究機構), 市川隆一, 関戸衛 (情報通信研究機構), 宗包浩志, 宮原伐折羅, 小林知勝 (国土地理院), 寺家孝明, 小山友明 (国立天文台), 竹内央 (JAXA), 今井裕 (鹿児島大), “次世代マイクロ波放射計兼広帯域 VLBI 受信システムの開発 (II) ”
19. V112c: 米倉覚則, 田辺義浩, 岩田悠平, 岡田望, 伊藤美穂, 高木奏人, 永野稜大, 百瀬宗武 (茨城大), 知念翼, 増井翔, 山崎康正, 孫赫陽, 抱江柊利, 小川英夫 (大阪府大), 元木業人, 新沼浩太郎, 藤沢健太 (山口大), 須藤広志 (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), 他大学間連携 VLBI group, “高萩/ 日立 32 m 電波望遠鏡の整備状況 2022A ”
20. V113c: 小山友明, 鈴木駿策, 河野祐介, 山内彩, 寺家孝明, 秦和弘, 亀谷収 (国立天文台), 萩原喜昭 (東洋大), 今井裕 (鹿児島大) 他 KaVA, EAVN メンバー, “VERA-upgrade for EAVN and GVLBI 計画の進捗 V ”

3 広報普及活動・社会貢献

3.1 一般向け講演会

1. 中西: 2021/8/8, “宇宙物理学への招待”, オープンキャンパス, 鹿児島大学主催, オンライン
2. 半田利弘: 2021/10/28, “めぐるめぐる 宇宙の中で”, 全国普通高等学校校長会総会, 鹿児島県高等学校校長会主催, オンライン
3. 半田利弘: 2021/11/23, “「天文学者が考える宇宙人の探し方」”, 宙ガーデンズ×かごしま宙の駅 2021, マルヤガーデンズ・株)宙の駅主催, マルヤガーデンズ
4. 中川亜紀治: 2021/11/24, “論文紹介「コロナウィルス禍が大学にもたらしたもの」”, 鹿児島慶育研究会合評会, 鹿児島慶育研究会主催, 鹿児島大学
5. 馬場俊介: 2021/12/18, “専門家に学ぶ! 宇宙の謎を解き明かせ! NASA ジェームズウェブ望遠鏡 オンライン講座, YAC 日本宇宙少年団主催, オンライン

6. 中川亜紀治: 2022/1/28, “宇宙の広がり”と星の一生”, 冬の星空観望会, 出水市青年の家主催, 出水市青年の家
7. 半田利弘: 2022/1/28, “天の川銀河の最新研究”, 鹿児島市立科学館サイエンストーク, 鹿児島市立科学館主催, 鹿児島市立科学館
8. 半田利弘: 2021/2/12, “暗黒星雲と暗黒物質-宇宙に広がる2つの闇”, みたか太陽系ウォーク, 同実行委員会主催, オンライン
9. 半田利弘: 2021/3/13, “SF での宇宙表現と天文学の進歩”, 小型衛星の科学教育利用を考える会, 同実行委員会主催, オンライン
10. 村瀬建, 松坂 怜, 笠井梨名, 神宮司 麗珠: 2021/3/26, “TPP(天文パフォーマンスプロジェクト)”, 鹿児島市立科学館サイエンストーク, 鹿児島市立科学館主催, 鹿児島市立科学館

3.2 研究会の主催

1. 中西, 今井, 半田: “East Asia SKA Workshop 2021”, 2021/5/26-2021/5/28, online
2. 中西: “Japan SKA Consortium Science Strategy Workshop 2021”, 2021/7/12-2021/7/14, online
3. 半田ほか: “Global Hands-On Universe Conference 2021”, 2021/8/23-2021/8/27, online
4. 中川亜紀治(鹿児島大学, Chair), 湯通堂 亨(国土地理院), 木村 公洋(宇宙航空研究開発機構), 岡望(茨城大学), 萩原喜昭(東洋大学): “VLBI 懇談会シンポジウム 2021「国内 VLBI の現在地を知る」”, 2021/12/2-2021/12/3, 国立天文台三鷹/オンラインハイブリッド
5. 鹿児島大学天の川銀河研究センター, 筑波大学計算科学研究センター, 愛媛大学宇宙進化研究センター共催: “超巨大ブラック研究会: その実態・影響・起源の全貌解明に向けて”, 2021/12/27-28, online
6. 今井, 浦郷, 中川, 永山, 内藤: “連星系・変光星研究会 2022”, 2022/1/29-2022/1/30, 鹿児島大学(ハイブリッド)

3.3 記者会見

1. 市川貴教, 高桑繁久: 2021/10/12, 鹿児島大学(オンライン開催), “アルマ望遠鏡が双子の星の軌道運動を明らかに”

3.4 研究マスコミ報道

1. 市川貴教, 高桑繁久: 2021/10/8, マイナビ, “アルマ望遠鏡で若い連星系「おうし座 XZ 星系」の運動の観測に成功、鹿児島大など”, 日本
2. 市川貴教, 高桑繁久: 2021/10/8, ニコニコニュース, “アルマ望遠鏡で若い連星系「おうし座 XZ 星系」の運動の観測に成功、鹿児島大など”, 日本
3. 市川貴教, 高桑繁久: 2021/10/8, ライブドア, “アルマ望遠鏡で若い連星系「おうし座 XZ 星系」の運動の観測に成功、鹿児島大など”, 日本
4. 市川貴教, 高桑繁久: 2021/10/9, banker-life, “アルマ望遠鏡で若い連星系「おうし座 XZ 星系」の運動の観測に成功、鹿児島大など”, 日本
5. 市川貴教, 高桑繁久: 2021/10/11, AstroArts, “アルマ望遠鏡が描く双子の星の軌道運動”, 日本

6. 市川貴教、高桑繁久: 2021/10/28, 南日本新聞, “惑星ができる過程、解明へ一歩 鹿大院チーム 連の動き分析”, 日本
7. 塚本裕介: 2021/12/15, Phys.org, “Stellar ‘ashfall’ could help distant planets grow”, アメリカ
8. 塚本裕介: 2021/12/15, Yahoo Finance (BR), “Fluxos de gás em disco protoplanetário podem causar ‘chuva de cinzas estelares’”, ブラジル
9. 塚本裕介: 2021/12/15, Go Travel Blogger, “Stellar ‘ashfall’ could help distant planets grow”, アメリカ
10. 塚本裕介: 2021/12/16, Entertainment Post, “惑星の種となる微粒子が原始惑星系円盤に降り積もる現象、鹿児島大などが発見”, 日本
11. 塚本裕介: 2021/12/16, goo ニュース, “「天空の降灰」が惑星を咲かせている可能性”, 日本
12. 塚本裕介: 2021/12/16, gadgetsnews, “原始星周囲の円盤に塵が降り積もる「天空の降灰現象」国立天文台のスパコンで解析”, 日本
13. 塚本裕介: 2021/12/17, News Collect, “惑星の種となる微粒子が原始惑星系円盤に降り積もる現象鹿児島大などが発見”, 日本
14. 塚本裕介: 2021/12/17, Yahoo!ニュース Japan, “原始星周囲の円盤に塵が降り積もる「天空の降灰現象」国立天文台のスパコンで解析”, 日本
15. 塚本裕介: 2021/12/22, Nachrichten Welt, “Ein einzigartiger Fall des Verschwindens eines Planeten aus dem Ring aus Gas und Staub”, ドイツ
16. 塚本裕介: 2021/12/22, 网易号, “行星里堆的灰——天空“降”象的”, 中国
17. 塚本裕介: 2022/1/3, 南日本新聞, “宇宙で降灰現象”, 日本
18. 今井 裕: 2022/1/14, マイナビニュース, “天の川銀河における物質輪廻を担う星々の正体、アルマ望遠鏡の観測から判明”, 日本
19. 中川亜紀治: 2022/1/17, 南日本新聞, “鹿児島大学で水俣病を教える天文学者”, 日本
20. 今井 裕: 2022/1/29, News Picks, “短命な天体「宇宙の噴水」は共通外層を持つ連星の可能性、アルマ望遠鏡の観測成果”, 日本
21. 今井 裕: 2022/1/29, News Collect, “短命な天体「宇宙の噴水」は共通外層を持つ連星の可能性、アルマ望遠鏡の観測成果”, 日本
22. 今井 裕: 2022/1/30, Yahoo!ニュース Japan, “短命な天体「宇宙の噴水」は共通外層を持つ連星の可能性、アルマ望遠鏡の観測成果”, 日本

発行:鹿児島大学理工学研究科附属天の川銀河研究センター