

天の川だより

鹿児島大学理工学研究科附属 天の川銀河研究センターニュース

〒890-0065

鹿児島市郡元 1-21-35

電話 099-285-8012

agarc-adm@sci.kagoshima-u.ac.jp

http://milkyway.sci.kagoshima-u.ac.jp

No. 1

2021.10.01 発行

目次

センター長挨拶	1
研究ハイライト	3
学生活動	5
論文発表	5
研究活動報告	5
研究会活動報告	6
国際天文学連合シンポジウム	6

野辺山 45m望遠鏡	7
入来の丘から	8
1m光赤外線望遠鏡	8
VERA 計画と鹿児島大学	9
普及活動報告	11
査読論文等	12

センター長挨拶

みなさんは天の川を肉眼で見たことがあるでしょうか？写真でしか見たことがない、という人が多いかもしれません。鹿児島市街地からでは難しいかもしれませんが、少し郊外に行ってみてください。月明かりのない晴れた夜なら空を横切る白っぽい帯が見えるはずです。私のオススメは南さつま市大浦から登ったところにある「亀ヶ丘」、その名も「星の降る丘展望所」です。ここは標高が500mほどあり、東シナ海側にも反対側にも遮るものがなく、街から遠いので空も暗いのです。もちろん、理学部の施設である1m光赤外望遠鏡や国立天文台のVERA望遠鏡が設置されている鹿児島大学農学部附属入来牧場付近も星空を観るのに最適です。

さて、「天の川銀河研究センター」の英語名はAmanogawa Galaxy Research Centerです。英語な英語なのにAmanogawaとつけてしまって世界の人に通じるのか、という心配はありますが、日本の研究センターなのであえて「天の川」を強調しています。英語では天の川はthe Milky



2020年3月にブラジルで行われたIAU（国際天文学連合）シンポジウム"Galaxy Evolution and Feedback Across Different Environments"の科学組織委員集合写真（和田は右端）。

Way と呼ぶのが一般的ですが、天体としての「天の川」は Milky Way Galaxy, あるいは the Galaxy と表現されます。つまり、センター名の大文字の"Galaxy"は「天の川銀河」を意味しています。宇宙の中では天の川銀河はごくありふれた銀河です。銀河は galaxy あるいは galaxies と小文字で表されます。宇宙には天の川銀河のような銀河が 1 0 0 0 億個ほどあると考えられています。

銀河は、太陽のような恒星（核融合をエネルギー源として光る星）が 1 0 0 0 億個程度も集まった大集団です。われわれの太陽系は円盤状の「天の川銀河」の端の方にあります。その円盤が帯のように見えているのが「天の川」です。空の非常に暗いところでじっと天の川を眺めているとまるで宇宙空間にいるような錯覚を覚えるかもしれません。天の川銀河の中の星と星の間は典型的には数光年くらい離れていますが、その空間は真空ではありません。もし、夜空で天の川を見ることができたら、その中に濃淡があることにも注目してみてください。それらの濃淡は天の川銀河の中にある希薄な「星間ガス」と呼ばれる主に水素からできている雲の存在を間接的に示しています（希薄とはいっても距離が非常に大きいので背景の星の光を隠してしまうのです）。星はそれらの「雲」から生まれます。誕生した星は永遠の寿命があるわけではなく、その質量によって 10 万年から 1 0 0 億年くらいの寿命があります。最後には超新星として爆発したり、あるいは自分自身の外層を吹き飛ばしてし、ふたたび星間ガス（雲）に戻ります。このように銀河の中で星は輪廻転生を繰り返しており、また、天の川銀河系自身も 1 3 0 億年ほど前に誕生し、周囲の銀河と合体しながら徐々に現在のような形になってきたと考えられています。天文学ではこのような時間とともに構造が変わることを「進化」と呼びます。天の川銀河系の中心には太陽の重さの 4 0 0 万倍もの「超巨大ブラックホール」が存在しています。他の銀河の中心にもそのようなブラックホールがあり、巨大なエネルギーを放出しています。この「活動銀河核」と呼ばれる天体は、銀河の形成や進化に深く関わっていると考えられており、今、世界的にもホットな研究テーマです。

太陽は今現在ほとんど明るさを変えませんが、銀河系の中の星には光度を大きく変える星（変光星）というものが多くあります。これらの星の明るさの変動を調べることで、その星までの距離がわかったり、星の進化過程を知ることができます。これは入来にある口径 1 m の反射望遠鏡の研究テーマの一つで

す。また、星の誕生の現場やと星の進化過程では強い電波を放出する場合があります、それらを入来の 2 0 m 電波望遠鏡を用いて観測をし、銀河の 3 次元構造を調べています。

多くの恒星は惑星を伴っており「系外惑星系」と呼ばれていますが、現在では 4000 個以上も発見されています。それでも、天の川銀河に存在する惑星系のまだほんの一部に過ぎません。地球と似た環境の惑星も必ず存在していることでしょう。このような惑星系の形成もわたしたちの研究対象の一つです。

本センターは、このように銀河に関わるさまざまな問題を物理学の知識を用いて研究することを目的に、2019 年 1 月に大学院理工学研究科の附属センターとして発足しました。15 名のメンバーのうち約半数は大学院理工学研究科物理宇宙プログラムのスタッフや共通教育センターの天文学の研究者ですが、理工学研究科工学系、医歯薬研究科の先生も参加し、理学に限らず幅広く関連した研究が行われています。このように天文・宇宙に関わる様々な分野の研究者が集まっているのは偶然とも言えますが、240 年ほど前、薩摩藩が天文観測・研究施設「明時館」を設立したという歴史的な縁も感じます。宇宙への入り口である種子島・内之浦を有する鹿児島県の地理的特性もわたしたちを呼び寄せたのかもしれません。

宇宙の研究には国境や学閥による垣根がありません。日本の一地方大学であっても世界的な研究を行うことに何の問題もありません。実際、わたしたちは国立天文台や JAXA 宇宙科学研究所をはじめ、国内の研究機関や他大学の宇宙の研究者と共同研究を行っている他、世界中の望遠鏡を使った研究や外国の研究者との共同研究を盛んに行なっています。このコロナ禍においてもオンラインでの議論によって多くの論文が生み出されています。以前のように多くの国内外の研究者がセンターを訪れ、セミナーをしたり、メンバーや学生と議論ができるようになることを願っています。

本センターニュースではセンター所属教員のみならず、大学院院生や学部生の日々の研究活動、広報普及活動なども幅広く紹介していきたいと思っています。

センター長 和田桂一（鹿児島大学理工学研究科）

研究ハイライト

星の最終進化始まりの合図を発見

甘田 溪, 今井 裕, 濱江勇希, 中島圭佑, 沈 嘉耀 (鹿児島大学), Daniel Tafoya (オンサウ天文台), Lucero Uscanga (メキシコ自治大学), José Francisco Gómez (スペイン高等技術研究院), Garbor Orosz (タスマニア大学), Ross Burns (国立天文台)

我々は、太陽程度の質量を持った星が、その最終進化形である惑星状星雲へ進化し始める合図となる新たな電波放射を発見しました。恒星は、その進化末期において太陽の数 100 倍にも膨張し、星表面から激しく物質を放出します。特に太陽程度の質量を持った星は、星中心の芯だけを残し、外層の物質を星間空間に放出します。そして最終的に、この芯は白色矮星に、外層の物質は惑星状星雲に進化することにより、星はその一生を終えます。この物質放出は、一般的に、星を中心に四方八方へとなされます。ところが、数千億個の星を擁する天の川銀河の中で、ガスを双極方向へジェット状に噴出しつつ終末を迎えつつある星が 15 個だけ確認されています。このような天体は水分子からのメーザー放射を用いて発見されているため、「宇宙の噴水」天体と呼ばれています(図 1 がその 1 例)。メーザーとは、特定の温度・密度を保ったガス塊において、輝線放射が増幅される放射機構です。一般的な進化末期の星では、水メーザー以外に一酸化ケイ素メーザーが星の直近で光っており、星からのガス放出が続いていることを示してくれます。しかし、この「宇宙の噴水」天体の中ではたった 1 天体でしか一酸化ケイ素メーザーは検出されていませんでした。しかも、その一酸化ケイ素メーザー輝線は現在消えてしまっており、このような天体の中心星近傍の情報をつかむ手がかりを失ってしまっていました。そのこともあり、中心星表面付近のどこからどの程度の勢いで双極ジェットが放出されるのか、数億年から数 10 億年の寿命を持つ星が最終進化を遂げる期間(数 10 万年間)のうちジェットの放出期間がどのくらいなのか、これらの状況についてはあまり

わかっていません。我々は、国立天文台野辺山 45m 電波望遠鏡に水と一酸化ケイ素メーザーを同時観測できるシステムを開発し、2018 年 12 月から早速これら「宇宙の噴水」天体らの監視観測を始めました。そして、「宇宙の噴水」天体の一つであり、ちょうこくし座の方向にある IRAS 16552-3050 という天体(図 2)で新たに一酸化ケイ素メーザー輝線を検出しました(図 3)。観測当初は、W 43A の一酸化ケイ素メーザーが復活するかもしれないと監視していましたが、意外にも IRAS 16552-3050 の方で 2021 年の 3 月にこのメーザーが出現しました。過去に一度(2011 年)観測された時には見られなかったのに、今回新たに出現したものと考えられます。W 43A の消えてしまった一酸化ケイ素メーザーがジェット噴出口にあるノズル構造に付随していたことと、このメーザーとスペクトル上での特徴が似ていることから、IRAS 16552-3050 で見つかった新一酸化ケイ素メーザーは、この天体の中心付近から今まで確認されてきた以上の大規模ジェット放出が始まり、星自身が新たな進化段階に入ったことを示唆しています(図 4)。太陽程度の質量を持った星々のうち、もう 1 つの星を伴って連星系を成すものについては、この様な「宇宙の噴水」へと進化し、星質量の大部分をその時一気に放出すると考えられています。この事を確認する為には、この星そのものの性質をより正確に推定する必要があります。そこで、この一酸化ケイ素メーザー放射の強度変化をさらに監視し、中心星が他の終末進化する星々の様にまだ脈動変光しているかを確かめることも重要となります。この天体は、今後、中心付近から噴き出された大量のガスが確認され、そのガスがその周囲のガスとともに惑星状星雲へと進化していく様子をリアルタイムで追跡できることが期待されます。(Credit: NASA/JPL-Caltech/UCLA)

謝辞：この研究は、日本学術振興会科学研究費補助金(課題番号 16H02167)の援助を受け、野辺山 45m 鏡共同利用観測(課題番号 BU185001, CG191001, CG201002)のデータを利用して行いました。

甘田 溪(博士前期課程 2 年)

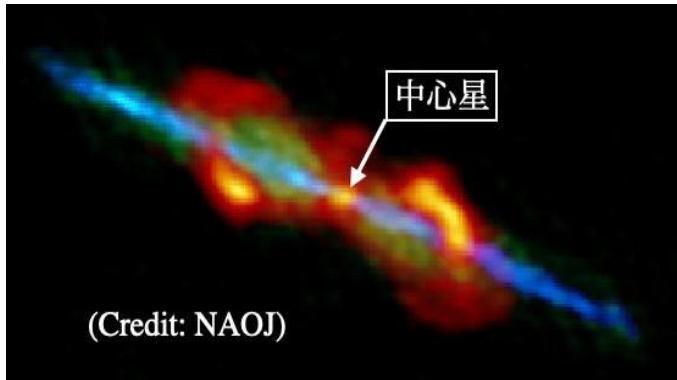


図1:「宇宙の噴水」天体の1つである W 43A に付随する高速双極ジェット(青)とジェットに貫かれた星周物質(赤)。水メーザーは、ジェット中に多数の粒の集まりとして観測されている。

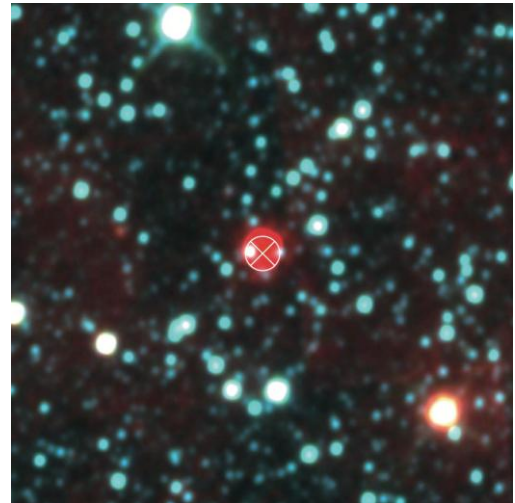


図2: 新一酸化ケイ素メーザーを検出した IRAS 16552-3050 の赤外線画像(中心の赤い天体)。中心の十字印とその周りの円は、野辺山 45m 電波望遠鏡の視野中心と視野の大きさです。

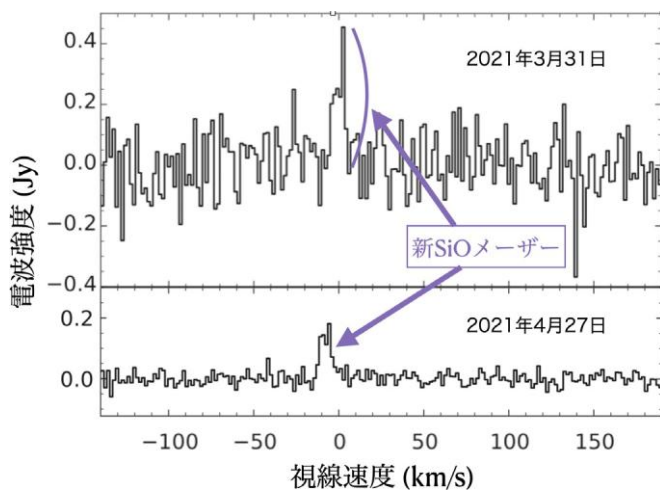


図3: 2021年3月と4月に検出した、IRAS 16552-3050 に付随する一酸化ケイ素メーザーの電波スペクトル。横軸は、ドップラー効果を考慮して観測周波数から換算された視線速度を表します。
(Credit: 甘田溪ら研究チーム)

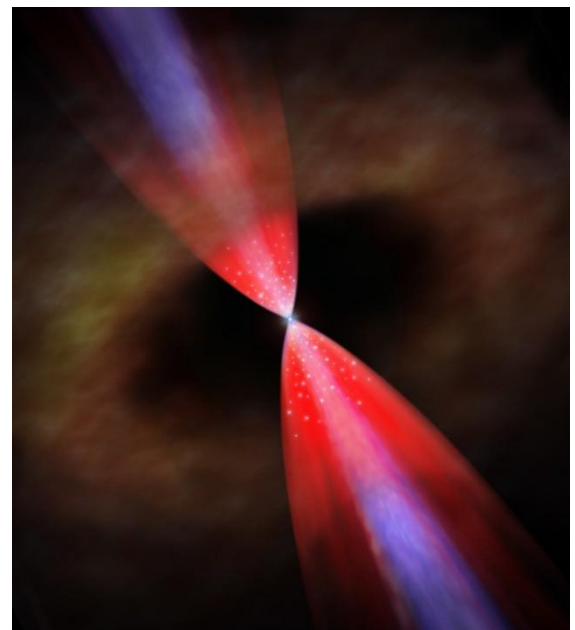


図4: IRAS 16552-3050 の中心星近傍のジェット噴出口とそれに付随する一酸化ケイ素メーザーガス塊の想像図。図の方角は、上が北、左が東である。ジェットの噴出方向は、北側が地球から遠ざかる方向で、南側が近づく方向です。
(Credit: 木下真一郎)

学生活動

論文発表

=====

査読論文 "Circumnuclear Multi-phase Gas in Circinus Galaxy IV: absorption owing to high-J CO rotational transitions"

Uzuo, T., et al., 2021, The Astrophysical Journal, 915, 89

=====

宮崎の山沿いで育った私は、家族と満点の星空や満月を眺めるのが日常でした。当時から宇宙についてぼんやりと関心を持っていましたが、より強く関心を持ったのは大学時代の天文学の授業を受け始めてからです。日常で感じる現象とは異なりスケールも桁外れな宇宙での星や銀河の振る舞いに魅了され、学部4年で理論宇宙物理の研究室に入り修士まで研究を行いました。

私の研究は銀河の中心核が舞台となっています。銀河中心核は太陽の百万倍から数億倍もの質量を持つ超巨大ブラックホールとその周囲にドーナツ状に囲まれたガスや塵が分布している天体でまだまだ謎に包まれています。また、こうした構造を中心部に持ち観測角度によって観測スペクトルが変化するような銀河をセイファート銀河と呼びます。私の研究では周囲のガスやダストの物理状態を調べるために、熱せられたダストが放つ光を一酸化炭素が吸収したときに現れる特徴的なスペクトル（吸収線）に焦点を当てました。銀河中心核を模したモデルを疑似的に観測した理論的結果と望遠鏡で天体を実際に観測した時の観測的結果を比較することで、観測天体の物理構造を調べます。

今回出版できた論文ではこれまで観測されていなかった吸収線の観測可能性や、観測した場合に明らかになる銀河中心核の内部構造についてまとめました。セイファート銀河で塵の放射を背景光に吸収線が観測できることを理論的に導いた研究なので、現在の観測機器をもってすれば初めて吸収線が観測できるかもしれません。

研究を進める上で、私は3つの知識を身につける必要がありました。それは（1）天文学の知識（2）天文学における自身の研究の立ち位置（3）プログラミングです。特に苦労したのは、2つ目の自身の研究の立ち位置を把握することです。研究を進めるにあたり自分が研究分野の何を解き明かしてどんな発展に寄与できるのかを明確にしてお

き、適切な問題設定を行うことが大切であり同時に非常に難しかったです。また、こうした知識の習得や研究を進めるにあたって、環境を上手く利用するというのは自分の中で大事にしていました。特に、担当教授の和田さんや共同研究者の方々（工藤さん、泉さん、馬場さん：国立天文台、松本君：東京大学）に助言をいただくことで自分一人で考えるよりも何倍も効率よく研究を進めることができました。自分で試行錯誤してどうしてもわからない時に周囲に手助けを求める勇気を持てたことが成果につながったと考えます。

最後に、宇宙の研究を行うことは魅力に溢れています。研究者全員が宇宙の誰も行ったことない天体や領域について大真面目に議論し観測し研究します。また、遠く離れた天体達は観測できる機会も少ないためほんの一握りの情報から議論を重ね理論を構築していき真理を突き止めようとしています。こうした地道な作業をもとに地球上では考えられないような物理を解き明かしていく天文学に、一研究者として携われたことを誇りに思います。貴重な経験をさせていただいた鹿児島大学、そして理論宇宙物理・和田研究室の方々に深く感謝申し上げます。

渦尾泰成（2020年度修士修了生）

研究会活動報告

East Asia SKA Workshop 2021

2021年5月26日から28日にかけて開催されたEast Asia SKA Workshop 2021に参加しました。この研究会は2021年7月から建設開始しているSquare Kilometre Array (SKA)に関する東アジアでの大きな研究会でした。東アジア各国でのSKAに関する活動報告から始まり、SKAパスファインダーによる最新成果の報告や、SKAで取り組む関連研究の講演が行われました。今回、私はLocal Universeのセッションで野辺山45m宇宙電波望遠鏡を用いた観測プロジェクト「KAGONMA」の報告をしました。この観測プロジェクトは、アンモニア分子を用いて分子雲内部の温度分布を明らかにし、温度と星形成の関係を解明することを目的としています。これまでに5つの分子雲に対して観測を実施し、温度や密度といった物理量を取得しました。今回の発表では、取得した物理量マップの結果報告と、現在論文投稿を進めている2つの分子雲

に関して詳細に報告しました。アンモニア分子輝線は周波数 23GHz で多数検出され、SKA で検討されている観測周波数の中では最も高い周波数帯になります。今回の発表で、SKA を用いた 20GHz 以上での観測に関心があることを東アジアコミュニティにアピールすることができたと思います。この研究会はオンライン開催されました。オンラインでの

英語発表は初めてで苦戦しましたが、発表後の質疑応答やオンラインツールで多くの議論をすることができました。私の想定外のことに興味を寄せられ、今後の議論に有益な情報を得ることができたと感じています。

村瀬 建（博士後期課程 2 年）

研究会活動報告

国際天文学連合シンポジウム

International Astronomical Union (IAU) Symposium
360 Astronomical Polarimetry 2020 New Era of
Multi-Wavelength Polarimetry

2021 March 22 – 26, Hiroshima Japan

<https://astropol2020-iau.jp>

今年、3月22日から26日まで、国際天文学連合シンポジウム（International Astronomical Union: IAU）360 Astronomical Polarimetry 2020 – New Era of Multi-wavelength Polarimetry（偏波・偏光天文学 2020 – 波長横断ポラリメトリの新時代）の科学組織委員会（Science Organization Committee）の委員長として、LOC（Local Organization Committee）の委員長の川端弘治教授（広島大学宇宙科学センター）、co-Chair の秋田谷博士（千葉工業大学）と共同で、企画・準備を遅滞なく進め、シンポジウムを予定通り遂行し、大成功のうちに開催いたしました。

Astropol シリーズの国際会議は、1970年代後半に第1回が米国で開催され、それ以降40年以上、欧米のみで開催されてきましたが、2014年から計画を温め、国内外の多くの皆様に大きなご支援をいただき、Astropol のアジア初・日本への誘致の願いを実現することに成功しました。天の川銀河研究センターからも、今回の国際会議の開催のために、サポートをいただきましたことを、心から感謝しております。

COVID-19 という公衆衛生上の危機的状況がブレイク



サテライト会場（東広島芸術文化ホール）にて。厳格なコロナ対策の上で10名程度の参加者が集った。



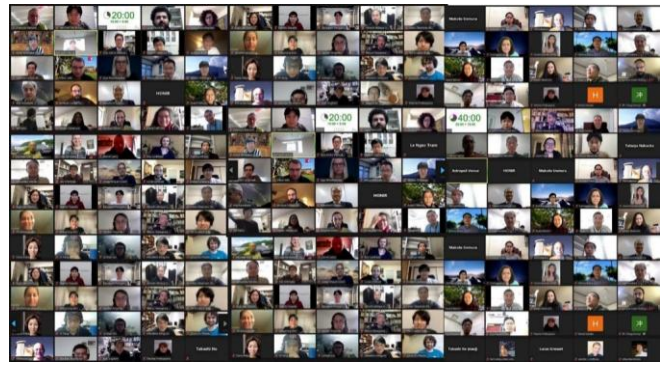
zoom 参加者とサテライト会場の参加者との写真撮影。

し、当初、2020年3月に開催の予定でしたが、今後すぐには鎮静化しないことから、1年後にオンライン＋現地のハイブリッド形式で開催いたしました。

29カ国から168人の研究者が参加し、129の論文が投稿、発表されました。参加者の95パーセントはオンラインで参加し、5パーセントの参加者は緊急事態宣言地域から来ない、または緊急事態宣言地域を経由しない研究者のみを厳選し、東広島市に小さな会場を設け、会場での参加を許可しました。感染対策も厳格に適用し、実行いたしました。（エクスカーションやディナーは中止しました。）鹿児島大学からは3名が参加し、シンポジウムで4つの論文が発表されました。

今回の IAU シンポジウムでは、若手研究者を対象とした最優秀ポスター賞、最優秀発表賞（口頭発表者対象）をシンポジウム開催期間中に SOC で投票を行い、博士課程の学生、博士後研究員、計5名が選ばれ、賞状と、学術雑誌（PASJ）への論文出版費（オープンアクセスを含む）が授与されました。2020年は IAU の100周年を祝いましたが、100年の歴史の中で、シンポジウムにおいて若手対象の優秀賞を授与したのは今回のシンポジウムが初めてのことでした。IAU のサイエンスセッションの終了後、本シンポジウムに付随した教育・普及活動として、『偏光』

で探るブラックホールのかたち」と題したオンラインセミナーを：広島市こども文化科学館と共催で、5月23日16時より、実施いたしました。サイエンスセッションの開催期間中に、EHT コラボレーションチームから M87 銀河中心の偏波観測のプレスリリースが行われ、これを題材にして、EHT メンバーの笹田先生（広島大学）のご講演と、偏波・偏光観測一般に関する講義を組み合わせで開催しました。広島県から多数の参加者があり、活発な質問もでて、盛況のうちに完了しました。国際研究集会の集録論文集は IAU シンポジウムのオフィシャル出版社である Cambridge University Press から出版の予定です。



Zoom 越しに参加者の記念撮影

新永浩子（鹿児島大学理工学研究科）

野辺山 45m望遠鏡

COVID-19 災禍の中、鹿児島県と出張先の長野県でウィルス感染が比較的抑えられていた期間(2020 年 6 月から 2021 年 6 月まで)に、国立天文台野辺山宇宙電波観測所(NRO)に 5 回出掛けていき、HINOTORI (Hybrid Integration Program in Nobeyama, Triple-band Oriented) プロジェクトの完成を目指して作業を進めました。

HINOTORI は、22 / 43 / 86 GHz 帯電波を同時観測できる準光学系（図 1）と、これを使って受信するこの 3 周波数帯電波を VLBI 観測用に高速デジタル変換して記録するシステムを、NRO 45 m 電波望遠鏡に導入するものです。プロジェクト名を「火の鳥」としたのは、この不死鳥の如く、45 m 鏡そして日本の VLBI（超長基線電波干渉法）観測システムがその更新を通して何度も天文学研究の一線で活躍できる様に蘇らせたい、という願いを込めたからです。このプロジェクトは、2016 年度から科研費基盤研究と国立天文台共同開発研究の課題として始まりました。主要メンバーが野辺山から遠く離れた大学のスタッフ・学生で構成されている為、大学での業務の合間を縫って何度も現地野辺山へ出掛けて行き、装置の設置や改修、動

作試験を経て、科学運用に向けた試験観測を継続しているところです。VERA や東アジア VLBI ネットワーク(EAVN)からの熱い視線を浴びているところで、特に VERA と KVN（韓国 VLBI 観測網）との共同観測の支援を得ています。

HINOTORI で導入した観測システムの一部は、既に科学運用が実現しています。45 m 鏡単独による星周メーザー源の監視観測では、既に 2 編の査読論文の出版・投稿を果たしました（甘田 溪氏の記事を参照のこと）。これらのこともあり、NRO からその取り組みが高く評価され、NRO で取り組まれている新規装置開発プロジェクトとして一般見学者向けの展示パネルにて紹介されています（図 2）。

VLBI 観測でも 22 / 43 GHz 帯同時観測モードの運用が 2020 年 12 月から始まりました。2020 年 11 月からは、失敗を繰り返しつつ（図 3）、3 周波数帯同時 VLBI 観測モードのテストを繰り返しているところです。全国的な COVID-19 感染の急速拡大に阻まれて最近では出張できなくなりましたが、プロジェクトを完成させ新たな研究のアイデアを生み出すまで、粘り強く取り組んでいくつもりです。

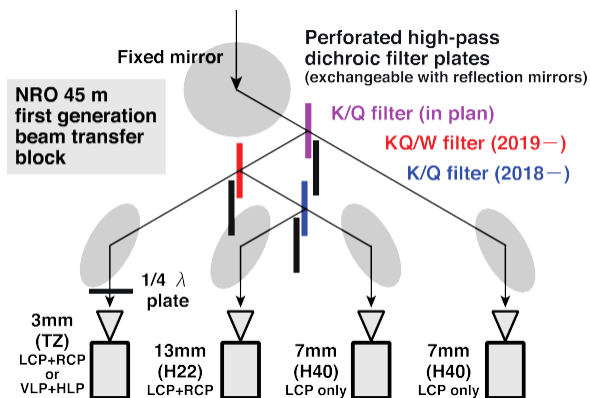


図 1: HINOTORI で実現する 3 周波数 (波長) 帯同時観測システム。13mm (22GHz)帯と 7mm (43GHz)帯同時観測においてはより高感度になる H22+Z45 受信機併用のシステムを、2021 年度中に実現する計画で進んでいる。

図 2: NRO に見学へやって来た観光客 (写真右側) と記念撮影をする HINOTORI メンバー (写真左側から山口大学から参加した清水祐亮さんと堤稔喜さん、そして筆者)。

2021 年 3 月 24 日撮影。



図 3 : NRO 45m 電波望遠鏡と筆者。2021 年 6 月 5 日撮影。筆者としては見慣れた風景だが、出張した証拠として提出するべくわざわざ撮影した。この夕方 VLBI 試験観測に臨んだが、信号記録時の時刻同期に問題が見つかり、観測が失敗してしまった。この原因を追求して再試験を行う予定。

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)

入来 of 丘から

1m 光赤外線望遠鏡

このたび、センターニュースの発行にあたり、1m 望遠鏡の近況を毎号報告させていただくことになりました。1m 望遠鏡は、すでに設置から約 20 年が経過していて決して新しくはありませんが、今回は記念すべき第 1 回ということで、改めて 1m 望遠鏡の紹介をさせていただこうと思います。

鹿児島大学 1m 光赤外線望遠鏡は、文字通り主鏡口径が 1m の可視光線・赤外線を対象としたリッチークレチアン式望遠鏡で、薩摩川内市入来町の鹿児島大学農学



部附属入来牧場内にあります。焦点として、研究用観測装置を取り付けるためのカセグレン焦点(F 比：12)と、眼視観望用のナスミス焦点があります。2001 年に設置されて以来、主に近赤外線カメラを用いたミラ型変光星の研究に用いられてきました。また、2011 年以降は国立天文台を中心とした国内 9 大学による大学間連携 OISTER に参加し、それぞれが所有する中小口径望遠鏡を相互に活用した研究・教育も実施しています。

主たる観測装置は米国インフラレッドラボラトリーズ社製の赤外線カメラでしたが、このカメラは 2018 年 12 月の落雷により、故障してしまいました。幸いにも修理費用が認められ現在修理中で、2022 年 1 月に修理が完了し帰ってくる予定です。一方で、望遠鏡が遊んでいるかというそうではなく、現在(2021 年 9 月)、近赤外線分光器が 1m 望

遠鏡に搭載されています。この分光器は名古屋大学と共同開発したものです。これまではカメラでミラ型変光星の明るさの変化をモニタリングしてきましたが、現在は、この分光器を用いて、ミラ型変光星のスペクトルが、明るさの変化に応じてどのように変化するかを調べています。これ以外にも鹿児島大学の実験室では、可視光・近赤外線の 5 つの波長を同時に観測するカメラの開発も行われており、2022 年度には、この新しいカメラも 1m 望遠鏡での初観測が迎えられる予定です。

このように設置から 20 年を経過した 1m 望遠鏡ですが、現在も元気に活躍しています。今後、毎号、1m 望遠鏡の近況をお伝えしていこうと思います。末永くよろしく願います。

永山貴宏（鹿児島大学理工学研究科）

VERA 計画と鹿児島大学

私たちは 2003 年からの約 20 年間、国立天文台と共に VERA 計画を進めてきました。この計画も 2022 年 3 月を以て終了し、新たな局面を迎えることになります。本稿ではこれまでの VERA に関わる研究活動、そして今後の展開について紹介します。

● 始まりからこれまで

VERA の名称は、VLBI Exploration of Radio Astrometry に由来します。VERA は国内の 4 か所（岩手県水沢、東京都小笠原、沖縄県石垣島、鹿児島県入来）に設置された口径 20m の電波望遠鏡 4 台を組み合わせると同時に観測する、超長基線電波干渉計（Very Long Baseline Interferometry：VLBI）の手法を用います（図 1）。天文学の中でも天体の精密な位置を扱う「位置天文」と呼ばれる分野がありますが、VERA はこの位置天文観測において極めて優れた性能を発揮します。最大で 2,300km を隔てたアンテナ配置は 22Hz の観測周波数帯において 1 ミリ秒角という高い分解能を実現します。また、VERA 計画立ち上げの中で確立された「リアルタイム位相補償 VLBI」と呼ばれる技術は、地球大気のゆらぎによる位置天文観測への悪影響を効果的に取り除くことができます。地球の公転運動に起因した星の見かけの回転運動を年周視差と呼びますが、この年周視差を計測することにより、その星までの距離を決定することが出来ます。

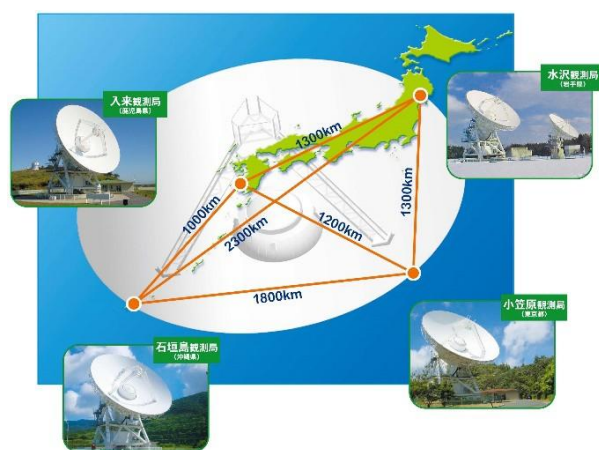


図 1：4 台のアンテナからなる VERA 計画。北から水沢局、入来局、小笠原局、石垣島局。

VERA は前述した技術を背景に、この年周視差を精度よく測り、天の川銀河に広がる星々の分布や運動を明らかにしてきました。

鹿児島大学が運用する VERA 入来局は薩摩川内市入来町に 2003 年に開局され、その立ち上げ時期から現在まで、鹿児島大学の教員と学生が国立天文台と協力しながら観測と運用を行っています（図 2）。口径 20m の大きな電波望遠鏡を自らの手で操作してデータを取得する研究スタイルが持つ魅力は、南九州の地にある鹿児島大学に全国からの入学生を集めました。また、博士後期課程にはナイジェリア、香港、イギリス、ハンガリーなどの諸外国が



図 2：VERA 入来局。右のドームは鹿児島大学 1m 光赤外線望遠鏡。



図 3：学生さんと共にVERA アンテナの鏡面で行った作業時の記念撮影。後ろに見えるのは副鏡。

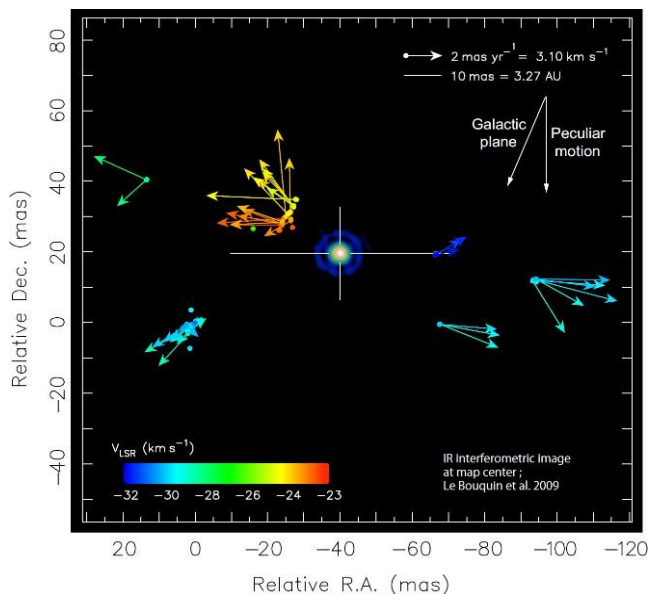


図 4：VERA によるうさぎ座 T 星の様子。中心に見える星を取り巻く水蒸気の分布と動きが矢印で表される。

らの入学生も迎え、鹿児島大学での博士号取得者は現在も様々な国で活躍しています。図 3 はパラボラ鏡面での作業時の一コマです。鏡面に上る機会がめったになく、作業とは言え学生さん達の楽しそうな様子が伝わります。右端が筆者です。

● VERA がもたらした研究成果

VERA の研究対象はいくつかに分類できますが、生まれて間もない星である「星形成領域」と、星の一生の最期にあたる「老齢星」の 2 つが主な対象です。水蒸気メーザーと呼ばれる強い電波を出すことが両者に共通する特徴であり、VERA はこのメーザーの位置を正確に追跡することによって、年周視差を測り、星までの距離を決定します。また同時にそれらの星の周辺に広がる水蒸気の様子を、その分布形状や速度まで正確に知ることが出来ます。下の図 4 はうさぎ座 T 星と呼ばれる、ある年老いた星の周りの水蒸気の様子を捉えたものです (Nakagawa et al. 2014)。中心の星を取り巻くように水蒸気が漂っており、またそれらの水蒸気が外側へと吹き飛ばされ、どんどん広がりつつある様子が分かります。

2020 年には VERA 計画の集大成として「The First VERA Astrometry Catalog」が出版されました

(VERA Collaboration, et al. 2020)。ここでは 99 個の星についての高精度な距離 (年周視差) と動き (固有運動) が発表されています (図 5)。

これにより、私たちの太陽系が天の川銀河を周回する速さは、従来知られていた速さより 7 km/s だけ速く、また天の川銀河の中心までの距離は、従来知られていた値より 2,000 光年だけ近いことなどが分かりました。こうした事実は、我々が暮らす天の川銀河の構造や成り立ちを詳しく理解することにつながっています。

● VERA 計画と VERA 入来局のこれから

約 20 年にわたり、VERA は位相補償 VLBI の利点を最大限に生かし、天の川銀河の星々の誕生や終焉の様子を明らかにし、また銀河の構造や回転の様子を調べてきました。こうした当初からの VERA 計画は 2022 年 3 月を以て終了を迎えます。今から少しさかのぼった 2019 年の一時期、VERA 計画の突然の中断が発表され、関係者に大

きな衝撃が走りました。この件は、一般の報道でも大きく取り上げられ、VERA アンテナが位置する自治体関係者を始め、研究者以外の多くの市民の関心も集めることとなりました。その際、私たち鹿児島大学の研究者も、VERA を活用する他大学・機関と協力し、これまでの VERA がもたらした科学成果の正当な評価などを改めて求めました。また VERA を活用した新たな研究アイデアの提示なども行っています。関係者による幅広い訴えが実を結んだのか、VERA計画は再評価され、当初の予定通り 2022 年 3 月までの継続が認められた経緯があります。

2022 年 4 月以降、VERA および私たち鹿児島大学が運用する VERA 入来局は新しい時代を迎えることとなります。これまでに実績を積み重ねた位置天文 VLBI の知見を十分に生かしつつ、観測ネットワークを韓国や中国、そして新たに VLBI 天文学が興りつつあるタイなどへ拡大し、東アジア VLBI ネットワーク (East Asian VLBI Network; EAVN) の一つの観測局としてスタートを切ります。鹿児島大学ではこれからも VLBI 天文学を推進し、教育と研究を行っていきます。

中川亜紀治 (鹿児島大学理工学研究科)

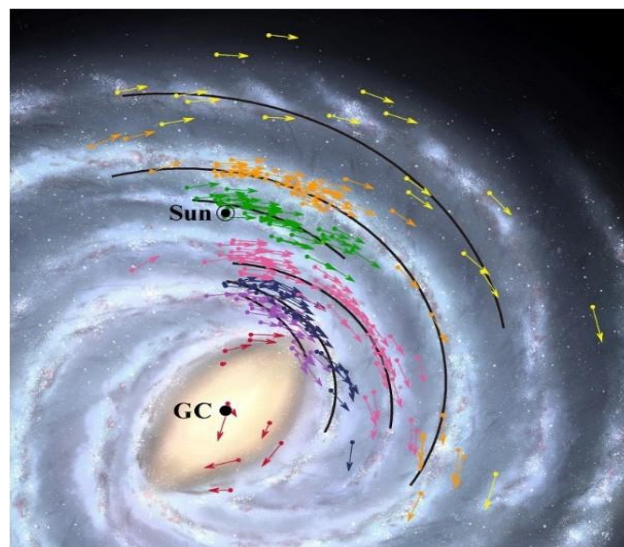


図 5 : 天の川銀河の 224 個の星について明らかになった位置と運動。黒線はモデル化された銀河の腕を表し、矢印は個々の星の動きを表す。GC は銀河の中心を示す。© 2020-NAOJ.

参考文献

Nakagawa et al. 2014, PASJ, Volume 66, Issue 6, id.101 12 pp.

VERA Collaboration, et al. 2020, PASJ, Volume 72, Issue 4, id

普及活動報告

2021 年 7 月 10 日に愛媛大学宇宙進化研究センター・鹿児島大学天の川銀河研究センター主催による、愛媛大学・鹿児島大学合同七夕講演会「広くて深い銀河の世界」が開催されました。この講演会は、七夕の日の夕方やその前後の週末などに、全国各地で同時に天文や宇宙の一般向け講演会を実施する「全国同時七夕講演会」というイベントの一環として企画されました。コロナ禍の中ということで Zoom によるオンライン開催となりましたが、全国から 100 人以上の方が聴講してくださり大盛況でした。

講演会は二つの講演からなり、まず前半では、「深くて広い天の川の実像」と題して、鹿児島大学の半田利弘教授が最新の天文学から得られた天の川銀河の実態について講演しました。後半では愛媛大学の久保真理子研究員が、世界トップクラスの性能を持つ大型光赤外線望遠鏡、すばる望遠鏡の Hyper Suprime-Cam (HSC) という観測装置による 100 億光年を超える遠方宇宙の銀河の統計調査について最新の成果について講演しました。

どちらの講演にも多くの質問が出され、活発な講演会となりました。天の川銀河センターでは、今後も一般の方向けの講演会を企画していく予定です。

塚本 裕介 (鹿児島大学 理工学研究科)



1. Taniguchi, Kotomi ; Majumdar, Liton ; Takakuwa, Shigehisa ; Saito, Masao ; Lis, Dariusz C. ; Goldsmith, Paul F. ; Herbst, Eric “Carbon-chain Chemistry versus Complex-organic-molecule Chemistry in Envelopes around Three Low-mass Young Stellar Objects in the Perseus Region”, 2021, *Astrophysical Journal*, **910**, 141
2. Palau, Aina ; Zhang, Qizhou ; Girart, Josep M. ; Liu, Junhao ; Rao, Ramprasad ; Koch, Patrick M. ; Estalella, Robert ; Chen, Huei-Ru Vivien ; Baobab Liu, Haoyu ; Qiu, Keping ; Li, Zhi-Yun ; Zapata, Luis A. ; Bontemps, Sylvain ; Ho, Paul T. P. ; Beuther, Henrik ; Ching, Tao-Chung ; Shinnaga, Hiroko ; Ahmadi, Aida “Does the Magnetic Field Suppress Fragmentation in Massive Dense Cores?”, 2021, *Astrophysical Journal*, **912**, 159
3. Chakali, Eswaraiyah ; Li, Di ; Furuya, Ray S. ; Hasegawa, Tetsuo ; Ward-Thompson, Derek ; Qiu, Keping ; Ohashi, Nagayoshi ; Pattle, Kate ; Sadavoy, Sarah ; Hull, Charles L. H. ; Berry, David ; Doi, Yasuo ; Ching, Tao-Chung ; Lai, Shih-Ping ; Wang, Jia-Wei ; Koch, Patrick M. ; Kwon, Jungmi ; Kwon, Woojin ; Bastien, Pierre ; Arzoumanian, Doris Coud’e, Simon ; Soam, Archana ; Fanciullo, Lapo ; Yen, Hsi-Wei ; Liu, Junhao ; Hoang, Thiem ; Ping Chen, Wen ; Shimajiri, Yoshito ; Liu, Tie ; Chen, Zhiwei ; Li, Hua-bai ; Lyo, A. -Ran ; Hwang, Jihye ; Johnstone, Doug ; Rao, Ramprasad ; Bich Ngoc, Nguyen ; Ngoc Diep, Pham ; Mairs, Steve ; Parsons, Harriet ; Tamura, Motohide ; Tahani, Mehrnoosh ; Vivien Chen, Huei-Ru ; Nakamura, Fumitaka ; Shinnaga, Hiroko ; Tang, Ya-Wen ; Cho, Jungyeon ; Won Lee, Chang ; Inutsuka, Shu-ichiro ; Inoue, Tsuyoshi ; Iwasaki, Kazunari ; Qian, Lei ; Xie, Jinjin ; Li, Dalei ; Liu, Hong-Li ; Zhang, Chuan-Peng ; Chen, Mike ; Zhang, Guoyin ; Zhu, Lei ; Zhou, Jianjun ; Andr’e, Philippe ; Liu, Sheng-Yuan ; Yuan, Jinghua ; Lu, Xing ; Peretto, Nicolas ; Bourke, Tyler L. ; Byun, Do-Young ; Dai, Sophia ; Duan, Yan ; Duan, Hao-Yuan ; Eden, David ; Matthews, Brenda ; Fiege, Jason ; Fissel, Laura M. ; Kim, Kee-Tae ; Lee, Chin-Fei ; Kim, Jongsoo ; Pyo, Tae-Soo ; Choi, Yunhee ; Choi, Minho ; Chrysostomou, Antonio ; Jung Chung, Eun ; Ngoc Tram, Le ; 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 ; Kawabata, Koji ; Jeong, Il-Gyo ; Kang, Ji-hyun ; Kang, Sung-ju ; Kang, Miju ; Kataoka, Akimasa ; Kemper, Francisca ; Rawlings, Mark ; Rawlings, Jonathan ; Retter, Brendan ; Richer, John ; Rigby, Andrew ; Saito, Hiro ; Savini, Giorgio ; Scaife, Anna ; Seta, Masumichi ; Kim, Gwanjeong ; Hee Kim, Kyoung ; Kim, Mi-Ryang ; Kirchschlager, Florian ; Kirk, Jason ; Kobayashi, Masato I. N. ; Konyves, Vera ; Kusune, Takayoshi ; Lacaille, Kevin ; Law, Chi-Yan ; Lee, Sang-Sung ; Lee, Yong-Hee ; Matsumura, Masafumi ; Moriarty-Schieven, Gerald ; Nagata, Tetsuya ; Nakanishi, Hiroyuki ; Onaka, Takashi ; Park, Geumsook ; Tang, Xindi ; Tomisaka, Kohji ; Tsukamoto, Yusuke ; Viti, Serena ; Wang, Hongchi ; Whitworth, Anthony ; Yoo, Hyunju ; Yun, Hyeong-Sik ; Zenko, Tetsuya ; Zhang, Yapeng ; de Looze, Ilse ; Dowell, C. Darren ; Eyres, Stewart ; Falle, Sam ; Robitaille, Jean-Francois ; van Loo, Sven “The JCMT BISTRO Survey: Revealing the Diverse Magnetic Field Morphologies in Taurus Dense Cores with Sensitive Submillimeter Polarimetry”, 2021, *Astrophysical Journal Letters*, **912**, 27
4. Hara, Chihomi ; Kawabe, Ryohei ; Nakamura, Fumitaka ; Hirano, Naomi ; Takakuwa, Shigehisa ; Shimajiri, Yoshito ; Kamazaki, Takeshi ; Di Francesco, James ; Machida, Masahiro N. ; Tamura, Motohide ; Saigo, Kazuya ; Matsumoto, Tomoaki ; Tomida, Kengo “Misaligned Twin Molecular Outflows from the Class o Protostellar Binary System VLA 1623A Unveiled by ALMA”, 2021, *Astrophysical Journal*, **912**, 34
5. Sasada, Mahito ; Utsumi, Yousuke ; Itoh, Ryosuke ; Tominaga, Nozomu ; Tanaka, Masaomi ; Morokuma, Tomoki ; Yanagisawa, Kenshi ; Kawabata, Koji S. ; Ohgami, Takayuki ; Yoshida, Michitoshi ; Abe, Fumio ; Adachi, Ryo ; Akitaya, Hiroshi ; Chong, Yang ; Daikuhara, Kazuki ; Hamasaki, Ryo ; Honda, Satoshi ; Hosokawa, Ryohei ; Iida, Kota ; Imazato, Fumiya Ishioka, Chihiro ; Iwasaki, Takumi ; Jian, Mingjie ; Kamei, Yuhei ; Kanai, Takahiro ; Kaneda, Hidehiro ; Kaneko, Ayane ; Katoh, Noriyuki ; Kawai, Nobuyuki ; Kubota, Keiichiro ; Kubota, Yuma ; Mamiya,

- Hideo ; Matsubayashi, Kazuya ; Morihana, Kumiko ; Murata, Katsuhiro L. ; Nagayama, Takahiro ; Nakamura, Noriatsu ; Nakaoka, Tatsuya ; Niino, Yuu ; Nishinaka, Yuki ; Niwano, Masafumi ; Nogami, Daisaku ; Oasa, Yumiko ; Oeda, Miki ; Ogawa, Futa ; Ohsawa, Ryou ; Ohta, Kouji ; Oide, Kohei ; Onozato, Hiroki ; Sako, Shigeyuki ; Saito, Tomoki ; Sekiguchi, Yuichiro ; Shigeyama, Toshikazu ; Shigeyoshi, Takumi ; Shikauchi, Minori ; Shiraishi, Kazuki ; Suzuki, Daisuke ; Takagi, Kengo ; Takahashi, Jun ; Takarada, Takuya ; Takayama, Masaki ; Takeuchi, Himeka ; Tamura, Yasuki ; Tanaka, Ryoya ; Toma, Sayaka ; Tozuka, Miyako ; Uchida, Nagomi ; Uzawa, Yoshinori ; Yamanaka, Masayuki ; Yasuda, Moeno ; Yatsu, Yoichi “J-GEM optical and near-infrared follow-up of gravitational wave events during LIGO’s and Virgo’s third observing run”, 2021, *Progress of Theoretical and Experimental Physics*, **2021**, 05A104, 20210500,10.1093/ptep/ptab007
6. Chibueze, James O. ; Sakemi, Haruka ; Ohmura, Takumi ; Machida, Mami ; Akamatsu, Hiroki ; Akahori, Takuya ; Nakanishi, Hiroyuki ; Parekh, Viral ; van Rooyen, Ruby ; Takeuchi, Tsutomu T., “Jets from MRC 0600-399 bent by magnetic fields in the cluster Abell 3376”, 2021, *Nature*, **593**, 47
 7. Hiroko P Indo, Hiromu Ito, Keiichi Nakagawa, Luksana Chaiswing, Hideyuki J Majima “Translocation of HSP47 and generation of mitochondrial reactive oxygen species in human neuroblastoma SK-N-SH cells following electron and X-ray irradiation”, 2021, *Arch Biochem Biophys*, **703**, 108853
 8. Tsukamoto, Y. ; Machida, M. N. ; Inutsuka, S. “Conditions for Justifying Single-fluid Approximation for Charged and Neutral Dust Fluids and a Smoothed Particle Magnetohydrodynamics Method for Dust-Gas Mixture”, 2021, *Astrophysical Journal*, **913**, 148
 9. Taisei Uzuo, Keiichi Wada, Takuma Izumi, Shunsuke Baba , Kosei Matsumoto, Yuki Kudoh, “Circumnuclear Multi-phase Gas in Circinus Galaxy IV: absorption owing to high-J CO rotational transitions”, 2021, *Astrophysical Journal*, **915**, 89
 10. Johannes Buchner, Murray Brightman, Mislav Baloković, Keiichi Wada, Franz E. Bauer, Kirpal Nandra “Physically motivated X-ray obscurer models”, 2021, *Astronomy and Astrophysics*, **651**, 58
 11. Joh Kazuma, Nagao Tohru, Wada Keiichi, Terao Koki, Yamashita Takuji “Do gas clouds in narrow-line regions of Seyfert galaxies come from their nuclei?”, 2021, *Publication of Astronomical Society of Japan*, **73**, 1152-1165
 12. S. Garcí́a-Burillo, A. Alonso-Herrero, C. Ramos Almeida, O. González-Martín, F. Combes, A. Usero, S. Hönig, M. Querejeta, E. K. S. Hicks, L. K. Hunt, D. Rosario, R. Davies, P. G. Boorman, A. J. Bunker, L. Burtscher, L. Colina, T. Díaz-Santos, P. Gandhi, I. Garcí́a-Bernete, B. Garcí́a-Lorenzo, K. Ichikawa, M. Imanishi, T. Izumi, A. Labiano, N. A. Levenson, E. López-Rodríguez, C. Packham, M. Pereira-Santaella, C. Ricci, D. Rigopoulou, D. Rouan, M. Stalevski, K. Wada, and D. Williamson “The Galaxy Activity, Torus and Outflows Survey (GATOS). I. ALMA images of dusty molecular tori in Seyfert galaxies”, 2021, *Astronomy and Astrophysics*, **652**, A98
 13. A. Alonso-Herrero, S. Garcí́a-Burillo, S. F. Hönig, I. Garcí́a-Bernete, C. Ramos Almeida, O. González-Martín, E. López-Rodríguez, P. G. Boorman, A. J. Bunker, L. Burtscher, F. Combes, R. Davies, T. Díaz-Santos, P. Gandhi, B. Garcí́a-Lorenzo, E. K. S. Hicks, L. K. Hunt, K. Ichikawa, M. Imanishi, T. Izumi, A. Labiano, N. A. Levenson, C. Packham, M. Pereira-Santaella, C. Ricci, D. Rigopoulou, P. Roche, D. J., Rosario, D. Rouan, T. Shimizu, M. Stalevski, K. Wada, and D. Williamson, “The Galaxy Activity, Torus and Outflow Survey (GATOS): II. Torus and polar dust emission in nearby Seyfert galaxies”, 2021, *Astronomy and Astrophysics*, **652**, A99
 14. yo, A. -Ran ; Kim, Jongsoo ; Sadavoy, Sarah ; Johnstone, Doug ; Berry, David ; Pattle, Kate ; Kwon, Woojin ; Bastien, Pierre ; Onaka, Takashi ; Di Francesco, James ; Kang, Ji-Hyun ; Furuya, Ray ; Hull, Charles L. H. ; Tamura, Motohide ; Koch, Patrick M. ; Ward-Thompson, Derek ; Hasegawa, Tetsuo ; Hoang, Thiem ; Arzoumanian, Doris ; Won Lee, Chang Lee, Chin-Fei ; Byun, Do-Young ; Kirchschlager, Florian ; Doi, Yasuo ; Kim, Kee-Tae ; Hwang, Jihye ; Diep, Pham Ngoc ; Fanciullo,

Lapo ; Lee, Sang-Sung ; Park, Geumsook ; Yoo, Hyunju ; Chung, Eun Jung ; Whitworth, Anthony ; Mairs, Steve ; Soam, Archana ; Liu, Tie ; Tang, Xindi ; Coud´e, Simon ; Andr´e, Philippe ; Bourke, Tyler L. ; Vivien Chen, Huei-Ru ; Chen, Zhiwei ; Ping Chen, Wen ; Chen, Mike ; Ching, Tao-Chung ; Cho, Jungyeon ; Choi, Minho ; Choi, Yunhee ; Chrysostomou, Antonio ; Dai, Sophia ; Dowell, C. Darren ; Duan, Hao-Yuan ; Duan, Yan ; Eden, David ; Eswaraiah, Chakali ; Eyres, Stewart ; 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, Jannifer ; Hayashi, Saeko ; Houde, Martin ; Inoue, Tsuyoshi ; Inutsuka, Shu-ichiro ; Iwasaki, Kazunari ; Jeong, Il-Gyo ; Kang, Miju ; Kataoka, Akimasa ; Kawabata, Koji ; Kemper, Francisca ; Kim, Gwanjeong ; Kim, Mi-Ryang ; Kim, Shinyoung ; Kim, Kyoung Hee ; Kirk, Jason ; Kobayashi, Masato I. N. ; K nyves, Vera ; Kusune, Takayoshi ; Kwon, Jungmi ; Lacaille, Kevin ; Lai, Shih-Ping ; Law, Chi-Yan ; Lee, Jeong-Eun ; Lee, Yong-Hee ; Lee, Hyeseung ; Li, Dalei ; Li, Di ; Li, Hua-Bai ; Liu, Hong-Li ; Liu, Junhao ; Liu, Sheng-Yuan ; Lu, Xing ; Matsumura, Masafumi ; Matthews, Brenda ; Moriarty-Schieven, Gerald ; Nagata, Tetsuya ; Nakamura, Fumitaka ; Nakanishi, Hiroyuki ; Bich Ngoc, Nguyen ; Ohashi, Nagayoshi ; Parsons, Harriet ; Peretto, Nicolas ; Priestley, Felix ; Pyo, Tae-soo ; Qian, Lei ; Qiu, Keping ; Rao, Ramprasad ; Rawlings, Jonathan ; Rawlings, Mark G. ; Retter, Brendan ; Richer, John ; Rigby, Andrew ; Saito, Hiro ; Savini, Giorgio ; Scaife, Anna ; Seta, Masumichi ; Shimajiri, Yoshito ; Shinnaga, Hiroko ; Tahani, Mehrnoosh ; Tang, Ya-Wen ; Tomisaka, Kohji ; Tram, Le Ngoc ; Tsukamoto, Yusuke ; Viti, Serena ; Wang, Jia-Wei ; Wang, Hongchi ; Xie, Jinjin ; Yen, Hsi-Wei ; Yuan, Jinghua ; Yun, Hyeong-Sik ; Zenko, Tetsuya ; Zhang, Guoyin ; Zhang, Chuan-Peng ; Zhang, Yapeng ; Zhou, Jianjun ; Zhu, Lei ; de Looze, Ilse ; Dowell, C. Darren ; Falle, Sam ; Robitaille, Jean-François ; van Loo, Sve, “The JCMT BISTRO Survey: An 850/450 μ m Polarization Study of NGC 2071IR in Orion B”, 2021, *The Astrophysical Journal*, **918**, Issue 2, id.85, 17 pp.

15. Yoshiki Toba, Teng Liu, Tanya Urrutia, Mara Salvato, Junyao Li, Yoshihiro Ueda, Marcella Brusa, Naomichi Yutani, Keiichi Wada, Atsushi J. Nishizawa, Johannes Buchner, Tohru Nagao, Andrea Merloni, Masayuki Akiyama, Riccardo Arcodia, Bau-Ching Hsieh, Kohei Ichikawa, Masatoshi Imanishi, Kaiki T. Inoue, Toshihiro Kawaguchi, Georg Lamer, Kirpal Nandra, John D. Silverman, Yuichi Terashima “The eROSITA Final Equatorial-Depth Survey (eFEDS): A multiwavelength view of WISE mid-infrared galaxies/active galactic nuclei” AA, **in press**
16. Ohmura T., Ono K., Sakemi H., Tashima Y., Omae R., Machida M. "Continuous Jets and Backflow Models for the Formation of W50/SS 433 in Magnetohydrodynamics Simulations" ,2021, *The Astrophysical Journal*, Volume 910, Issue 2, id.149, 13 pp.
17. Sakemi H., Omae R., Ohmura T., Machida M. "Energy estimation of high-energy particles associated with the SS 433/W 50 system through radio observation at 1.4 GHz" ,2021, *Publications of the Astronomical Society of Japan*, Volume 73, Issue 3, 530-544

2 学会、研究会における発表 2021年4月～9月

2.1 国際研究会

1. 今井裕, “Development of Wideband Receiver for Novel Ground-based Microwave Radiometer -field experiments of the new 20-60 GHz wide-band receiver and its implications to new development of the wide-band VLBI receiver-”, Scientific Assembly of the International Association of Geodesy 2021, 2021/6/28-2021/7/2, online, 各国中継, Poster,
2. 半田利弘, “An online dictionary on astronomy by ASJ; status report in 2021”, Global Hands-On Universe Conference 2021, 2021/8/23-2021/8/27, online, online, Oral,
3. 半田利弘, “Report on our Tenmon Performance Project (TPP); an outreach activity on astronomy by Kagoshima students”, Global Hands-On Universe Conference 2021, 2021/8/23-2021/8/27, online, online, Oral,

2.2 国内研究会

1. 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」後半戦キックオフミーティング, 2021 年 7 月 1 日-2021/7/2, オンライン, 名古屋大学, 口頭,

2.3 日本天文学会春季年会

1. N18a: 甘田 溪, 今井 裕, 濱江勇希, 中島圭佑, 沈 嘉耀, Daniel Tafoya, Lucero Uscanga, Jos'e Francisco Gómez, Garbor Orosz, Ross Burns, “新 SiO メーザー検出が示唆する「宇宙の噴水」天体の進化的進行 ”
2. N25a: 浦郷陸 (鹿児島大学), 面高俊宏 (鹿児島大学), 藤本正行 (北海道大学), 須田拓馬 (東京工科大学), “天の川銀河のミラ型変光星と漸近巨星分枝星の進化の金属量依存性 III ”
3. P112a: Tetsuo Hasegawa¹, Ray Furuya², Doris Arzoumanian^{3,16}, 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) ”
4. P133a: 城戸未宇, 高桑繁久, 高石大輔, 塚本裕介 (鹿児島大学), 島尻芳人 (国立天文台), 市川貴教 (エレクトクス工業), “Class o 原始星 CB68 周囲のインフォールエンベロープ ”
5. P142a: 元木業人 (山口大学), 廣田朋也 (国立天文台), 町田正博 (九州大学), 米倉覚則 (茨城大学), 榎希樹 (国立天文台), 高桑繁久 (鹿児島大学), 松下聡樹 (ASIAA), “ALMA による重力不安定な円盤状の大質量原始星からの分子ガスアウトフロー観測 ”
6. P203a: 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), “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」 ”
7. P218b: 高石大輔, 塚本裕介 (鹿児島大学), 須藤靖 (東京大学), “分子雲コア初期質量の原始惑星系サイズへの影響 ”
8. P222c: 小林雄大, 塚本裕介 (鹿児島大学), “磁場強度と原始惑星系円盤、アウトフローとの関係 ”
9. Q30a: 松坂怜, 半田利弘, 村瀬建, 平田優志, 西潤弥, 佐々木恵, 溝口智貴 (鹿児島大学), 伊東拓実 (熊本大学), 藤本裕輔 (カーネギー研究所), “Sub-kpc scale gas density histogram of the Galactic molecular gas : a new statistical method to characterise the galactic-scale gas density structure ”
10. S16a: 工藤祐己, 和田桂一 (鹿児島大), 川勝望, 野村真理子 (呉高専), “ダスト昇華半径周辺における輻射駆動アウトフロー ”
11. S17a: 今西昌俊, Dieu D. Nguyen, 井口聖, 泉拓磨, 中西康一郎 (国立天文台), 和田桂一 (鹿児島大学), 萩原喜昭 (東洋大学), 川勝望 (呉高専), 大西響子 (Chalmers 工科大学), “NGC1068 の ALMA 高空間分解能観測: 逆回転する高密度分子トラスの発見 ”
12. T05a: 大村匠 (東京大学), James O. Chibueze (North-West 大学/Nigeria 大学), 酒見 喬, 町田真美 (国立天文台), 赤松弘規 (オランダ宇宙研究所), 赤堀卓也 (国立天文台/SKA 天文台), 中西裕之 (鹿児島大学), Viral Parekh (南アフリカ天文台/Rhodes 大学), Ruby van Rooyen (南アフリカ天文台), 竹内努 (名古屋大学、統計数理研究所), “銀河団磁場との相互作用によって折れ曲がるジェット ”
13. V129a: 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 (I) ”

14. V134b: 米倉覚則, 田辺義浩, 岩田悠平, 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, 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 2021B ”
15. V232a: 本原顕太郎 (国立天文台, 東京大学), 小西真広, 高橋英則, 小山舜平, 加藤夏子, 櫛引洸佑, 中村洋貴, 陳諾, 穂満星冴 (東京大学), 吉井讓 (東京大学, アリゾナ大学), 土居守, 河野孝太郎, 宮田隆志, 田中培生, 峰崎岳夫, 田辺俊彦, 酒向重行, 諸隈智貴, 廿日出文洋, 上塚貴史, 青木勉, 征矢野隆夫, 樽沢賢一, 大澤亮, 鮫島寛明, 浅野健太郎, 西村淳, 橘健吾, 道藤翼, 飯田熙一 (東京大学), 田村陽一 (名古屋大学), 沖田博文, 越田進太郎 (国立天文台), 半田利弘 (鹿児島大学), “TAO 6.5m 望遠鏡用近赤外線観測装置 SWIMS: すばる望遠鏡での初期観測運用報告 ”
16. W50a: 酒見はる香, 永井洋, 町田真美 (国立天文台), 赤堀卓也 (国立天文台/SKA 天文台), 大村匠 (東京大学), 赤松弘規 (SRON), 中西裕之 (鹿児島大学), 藏原昂平 (近畿大学/国立天文台), “SS433 ジェット TeV ガンマ線領域からの電波放射と H α 線との相関 ”

2.4 研究会の主催

1. 中西裕之、今井裕、半田利弘: “East Asia SKA Workshop 2021”, 2021/5/26-2021/5/28, online
2. 中西裕之: “Japan SKA Consortium Science Strategy Workshop 2021”, 2021/7/12-2021/7/14, online
3. 半田利弘 (GHOU): “Global Hands-On Universe Conference 2021”, 2021/8/23-2021/8/27, online

2.5 一般向け講演会

1. 中西裕之: 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. 新永浩子 中西裕之: 2021/16、17、21、22、24, “電波・干渉計サマースクール”, 研究者向けスクール (夏の学校), online

3 報道等 2021年4月～9月

3.1 記者会見

1. 甘田 溪、今井 裕: 2021/9/9, 鹿児島大学 (オンライン開催), “星の最終進化 兆候観測”

3.2 研究マスコミ報道

1. 中西裕之: 2021/5/31, 南日本新聞, “銀河団ジェット 磁場が影響”, 日本
2. 半田利弘、中西裕之: 2021/7/7, MBC ラジオ, “モーニングスマイル”, 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