

自然科学研究機構



国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2019年10月1日 No.315

研究トピックス

DESHIMA : 新技術「超伝導フィルターバンク」 による初の天体観測



●2019夏 国立天文台のイベント報告

水沢キャンパス特別公開「いわて銀河フェスタ2019」／「南の島の星まつり2019」水沢VLBI観測所VERA石垣島観測局&石垣島天文台／VERA入来局 一般公開2019／野辺山宇宙電波観測所 特別公開2019

●三鷹市星と森と絵本の家10周年 二つの七夕行事／三鷹の森ジブリ美術館 お泊り会～星空の美術館へようこそ～



10

2019

- 表紙
- 国立天文台カレンダー

03

研究トピックス

- DESHIMA：新技術「超伝導フィルターバンク」による初の天体観測
遠藤 光（デルフト工科大学）／田村陽一（名古屋大学）

06

2019夏 国立天文台のイベント報告

- ★8月24日開催
水沢キャンパス特別公開「いわて銀河フェスタ2019」
小澤友彦（水沢VLBI観測所）、及川 秀（奥州宇宙遊学館）
- ★8月3-12日開催
水沢VLBI観測所 VERA 石垣島観測局 & 石垣島天文台「南の島の星まつり2019」
花山秀和（石垣島天文台）、佐藤 元（水沢VLBI観測所）
- ★8月10日開催
VERA 入来局一般公開2019
中川亜紀治（鹿児島大学）
- ★8月24日開催
野辺山宇宙電波観測所 特別公開2019
井出秀美（野辺山宇宙電波観測所）

14

おしらせ

- 三鷹市星と森と絵本の家10周年 二つの七夕行事
高島規子（天文情報センター）
- 三鷹の森ジブリ美術館 お泊り会～星空の美術館へようこそ～
高島規子（天文情報センター）

15

編集後記／次号予告

16

連載「国立天文台・望遠鏡のある風景」19

秋の夕日とゴーチェ子午環室〔登録有形文化財（建造物）〕

撮影：飯島 裕

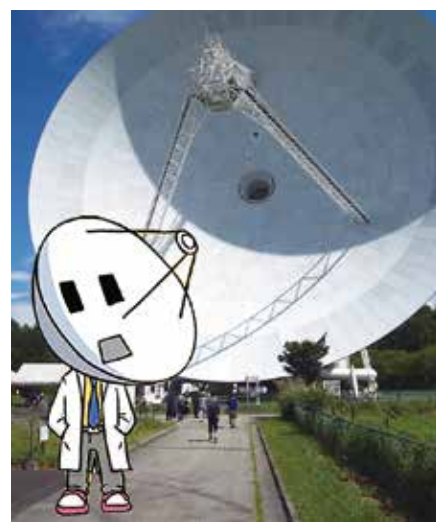


表紙画像

ASTE望遠鏡に搭載されたDESHIMA。常温黒体更正装置、常温鏡、クライオスタット保持機構は、国立天文台先端技術センター（ATC）が中心となり、TU Delft、北海道大学、JAXAと共同で開発されました。

Credit：谷口暁星氏

背景星図（千葉市立郷土博物館）
渦巻銀河M81画像（すばる望遠鏡）



今年の夏も国立天文台の各観測所で特別公開が行われました。画像は野辺山宇宙電波観測所のキャラクターのペヤマ先生です。

国立天文台カレンダー

2019年9月

- 6日（金）幹事会議
- 7日（土）4D2Uシアター公開&観望会（三鷹）
- 11日（水）総研大専攻長会議
- 13日（金）4D2Uシアター公開&観望会（三鷹）
- 14日（土）4D2Uシアター公開（三鷹）
- 18日（水）幹事会議
- 21日（土）4D2Uシアター公開（三鷹）
- 25日（水）プロジェクト会議
- 26日（木）安全衛生委員会
- 28日（土）観望会（三鷹）

2019年10月

- 2日（水）幹事会議
- 5日（土）4D2Uシアター公開（三鷹）
- 10日（木）防災訓練／科学戦略委員会
- 11日（金）4D2Uシアター公開&観望会（三鷹）
- 12日（土）4D2Uシアター公開（三鷹）
- 16日（水）総研大専攻長会議
- 18日（金）幹事会議
- 19日（土）4D2Uシアター公開（三鷹）
- 23日（水）プロジェクト会議
- 25日（金）三鷹・星と宇宙の日
- 26日（土）三鷹・星と宇宙の日

2019年11月

- 2日（土）4D2Uシアター公開（三鷹）
- 6日（水）運営会議
- 8日（金）幹事会議／4D2Uシアター公開&観望会（三鷹）
- 9日（土）4D2Uシアター公開（三鷹）
- 16日（土）4D2Uシアター公開（三鷹）
- 20日（水）総研大専攻長会議
- 22日（金）幹事会議
- 23日（土）観望会（三鷹）
- 27日（水）プロジェクト会議
- 28日（木）安全衛生委員会

DESHIMA : 新技術「超伝導フィルターバンク」による 初の天体観測



遠藤 光
(デルフト工科大学・左)

田村陽一
(名古屋大学・右)



新「技術」のファースト・ライト

DESHIMA (デシマ: Deep Spectroscopic High-redshift Mapper) は、私たちが日蘭共同で研究開発している次世代型の超広帯域サブミリ波分光器です。最近、国立天文台のASTE望遠鏡と結合してDESHIMAが初めて天体信号を観測し(いわゆるファースト・ライト)、この成果がネイチャー・アストロノミー誌に掲載されました(Endo et al., 2019a)。毎年いくつもの新しい装置や望遠鏡がファースト・ライトを迎える天文学の世界で、DESHIMAのファースト・ライトが特に注目されるのはなぜでしょうか。それはDESHIMAに使われている「超伝導フィルターバンク」という分光手法自体が新しく、いわば「技術自体のファースト・ライト」と言えるからです。たとえば、CCD検出器や光ファイバー分光器などの技術で初めて天体観測がなされた瞬間が、それらの技術を用いた個々の装置のファースト・ライトと質が異なるのと同じです。今回実証した技術の特長はその高い拡張性にあり、将来はミリ波サブミリ波天文学の悲願ともいえる広帯域かつ広視野な面分光装置への発展が期待できます。本稿では、DESHIMAの新技術と天文学への応用について説明します。

サブミリ波銀河の謎

宇宙にあまねく輝く銀河。その美しさもさることながら、その莫大な明るさから、天文学では宇宙の広がりを知るための灯台としての役割も果たしています。ところが、今をさかのぼることわずか100年、じつはこうした銀河が、天の川銀河の中にある天体なのか、外にある天体なのかかわかっていませんでした。これを解決したのが、かの有名なエドウィン・ハッブルです。彼は、銀河の中に存在する特別な変光星を使って銀河までの距離を導くことに成功したのです。1923年のことでした。その後ハッブルは、距離が遠い銀河ほど、速い速度で地球から遠ざかっていることを突き止めました。現在ハッブル・ルメート

ルの法則として知られるこの関係は、宇宙が膨張する証拠として現在の宇宙の枠組みの基礎をなしています。

ところで、現代の天文学者たちは銀河までの距離をどのように測るのでしょうか？ じつは、このハッブルらが見つけた宇宙の膨張をうまく利用しています。太古の銀河を出発した光は、宇宙の膨張とともにその波長も伸びて私たちのもとに届きます。たとえば、本来波長が157.7ミクロンの電離炭素(C^+)が放射する光が、地球で倍の波長、315ミクロンで観測されたとします。すると、その光が発した時代の宇宙の大きさは、現在のちょうど半分だったということになります。各時代の宇宙の大きさは宇宙論の枠組みで精密に決まっていますから、この波長の伸びを分光観測することで、私たちがいつの時代の光を見ているか、あるいはどの距離の銀河を見ているかを理解することができます。この波長の伸びを「赤方偏移」と言います。

これまでに様々な観測手段を獲得した天文学は、この100年で様々な銀河種族を発見してきました。なかでも「サブミリ波銀河」は、1990年代に登場した世界初のサブミリ波カメラによってようやく明らかになった、天文学の中でも注目度の高い銀河種族のひとつです。サブミリ波銀河は今日の巨大楕円銀河の祖先と目されており、超大質量ブラックホールの進化にも大きく寄与したと考えられています。このサブミリ波銀河の特徴は、可視光線や近赤外線で極めて暗いこと。これは、この銀河が持つ恒星の材料、すなわちガスや塵が、生まれたばかりの星々をほとんど完全に覆い隠してしまうからです。しかし、赤方偏移の決定を可視光線と近赤外線の分光観測に依拠していた天文学者にとって、可視光・近赤外線領域での暗さは頭の痛い問題でした。その一方、ミリ波・サブミリ波から遠赤外線領域には、豊かな分子輝線、原子輝線が存在し、ガスや塵に妨げられることなく地球まで到達します。もしサブミリ波の広帯域分光観測が可能になれば、赤方偏移したこれらの輝線を観測し、サブミリ波銀河の赤方偏移を決定することができるはずです。サブミリ波領

DESHIMAとアルマ受信機のちがいを

ミリ波サブミリ波の高性能受信機といえば、アルマ望遠鏡の受信機が有名です(国立天文台ニュース2010年9月号参照)。では、DESHIMAとアルマ受信機(SIS受信機)は何が違うのでしょうか？

DESHIMAとアルマ受信機の一つ目の違いは、ミリ波サブミリ波の検出の仕方です。アルマ受信機は、ラジオのようにミリ波サブミリ波を「波」として見えています(専門用語でヘテロダイン受信あるいはコヒーレント検出といいます)。いっぽう、DESHIMAはミリ波サブミリ波を野球ボールのような「粒子」として見えています(直接検出あるいはインコヒーレント検出といいます)。アルマ受信機のように「波」として扱うことにはいろいろと利点があるのですが、「波」としての性質を保つために、扱う信号の「周波数帯域幅」を節約できないのが困りもの。たとえば、200 GHzから400 GHzまで、幅200 GHzの信号を受信するには、200 GHzぶんの信号を増幅、処理する必要があり、たいへんです。一方でDESHIMAは、最初のKID検出器で早くも「波」としての情報をポイッと捨ててしまいます。「波の振れは気にしない！強度だけわかればいいや」と割り切ってしまうことで、周波数帯域幅200 GHzぶんの情報を、幅たった2 GHzの読み出し信号に乗せてしまうことができるのです。このように周波数帯域幅を節約することで、広い周波数を一度に観測したり、空の広い範囲を一度に観測して画像を取得できるのが、DESHIMAや近年の電波カメラが採用する「直接検出法」の強みのひとつです。

DESHIMAとアルマ受信機の一つ目の違いは、得意とする観測の種類です。上で述べたように、直接検出は広い周波数帯域、広い視野を一挙に観測するのが得意です。いっぽう、ヘテロダイン検出は、狭い周波数帯域の中をさらに非常に細かく分解して詳細な

域での広帯域分光観測を可能にする待望の装置、それがDESHIMAです。

DESHIMAの観測原理

銀河からの広帯域なサブミリ波信号を一挙に分光するために、DESHIMAでは超伝導共振器をフィルターとして使うことを考案しました。超伝導共振器は、その長さに応じた共振周波数の信号だけを一旦溜め込んだ後、通過させる性質があります。この性質を利用すると、長さの異なる共振器を多数並べることによって信号を周波数ごとに仕分けすることができます。これは、マイクロ波以下の周波数帯で「フィルターバンク」と呼ばれる技術のミリ波サブミリ波版と言えますが、波長が短いぶん、マイクロチップ上に集積できるくらい小型になるのがポイントです（図01）。この「フィルターバンク分光」が、DESHIMAの第1の新技術です。

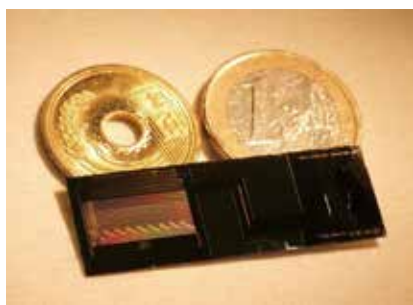


図01 DESHIMAの超伝導フィルターバンクチップの写真。左側の虹色に光っている部分が49チャンネルのフィルターバンク回路（大きさの比較のために、五円硬貨と1ユーロ硬貨と並べてあります）。Credit: Jochem Baselmans氏

フィルターバンク分光の利点は、単純に共振器と検出器の数を増やしていくことで帯域をどんどん広げられることです。DESHIMAでは、フィルターバンクの共振器ひとつひとつの出口に、第2の新技術「KID検出器（運動インダクタンス検出器）」を配置して、それぞれの周波数チャンネルの天体信号強度を測定します。KID検出器は1000個単位でまとめて信号をよみ出せるように発明された検出器なので、数を増やすのもってこいの検出器です。そのうえ、実はKID検出器そのものがマイクロ波帯の超伝導共振器なので、DESHIMAのフィルターととてもよく似ており、材料も一部共通です。このため、フィルターとKID検出器は集積回路に同居させるうえで相性が抜群に良いのです。KID検出器は感度の点でも申し分なく、地上ミリ波サブミリ波観測で光子雑音限界に到達できる優れた検出器のひとつです。

「フィルターバンク分光」「KID検出器」

の2つを組み合わせ、約350チャンネルで220-440ギガヘルツの帯域を一挙に分光するのがDESHIMAのねらいです（注：2017年のファーストライト実験では45チャンネル・45ギガヘルツ帯域幅でした）。この帯域は、たとえば冒頭に登場した電離炭素の放出する波長157.7ミクロン（周波数1.9テラヘルツ）の信号では、赤方偏移で $z=3.3-7.6$ という範囲に相当します（図02）。この広い範囲の銀河の距離／時代を多数同定することで、塵に隠された星や銀河の形成・進化の歴史を調べることが、DESHIMA実験の究極の目標です。

ASTE望遠鏡での初観測と成果

実験室での原理実証、システム試験（Endo et al., 2019b）を経て、2017年、いよいよASTE望遠鏡に搭載する機会をいただきました。ASTE望遠鏡は、南米チリのアタカマ高地、標高4862mのアルマ望遠鏡サイトにある口径10mのサブミリ波望遠鏡です（図03）。サブミリ波帯の素晴らしい大気透過率と十分な集光力を併せ持つASTEは、これまでヘテロダイン受信機と連続波カメラで様々な発見をしてきました。そのASTEにDESHIMAを搭載することで、強力な赤方偏移測定マシンとしても活躍してもらおうのが私たちのねらいです。

どんなハードウェアでも、初めて望遠鏡に

スペクトルを調べられますし（高い周波数分解能）、アルマ望遠鏡のように干渉計を組むことでひとつの望遠鏡で観測するよりはるかに高い視力（空間分解能）が得られます。写真機にたとえるなら、DESHIMAは一眼レフ、アルマ望遠鏡は顕微鏡の役割に似ています。研究には、広い観測と細かい観測の両方が必要なので、これまでのアルマ望遠鏡タイプに加えてDESHIMAタイプの観測機器があると、お互いの良いところを組み合わせで大きな発展が期待できるのです。



（上図）従来のアルマ望遠鏡タイプの受信機はミリ波サブミリ波信号をなわ跳びのように振れる「波」として検出します。（下図）それに対して、DESHIMAは同じ信号を野球ボールのような「粒」として検出します。（イラスト：羽馬有紗）

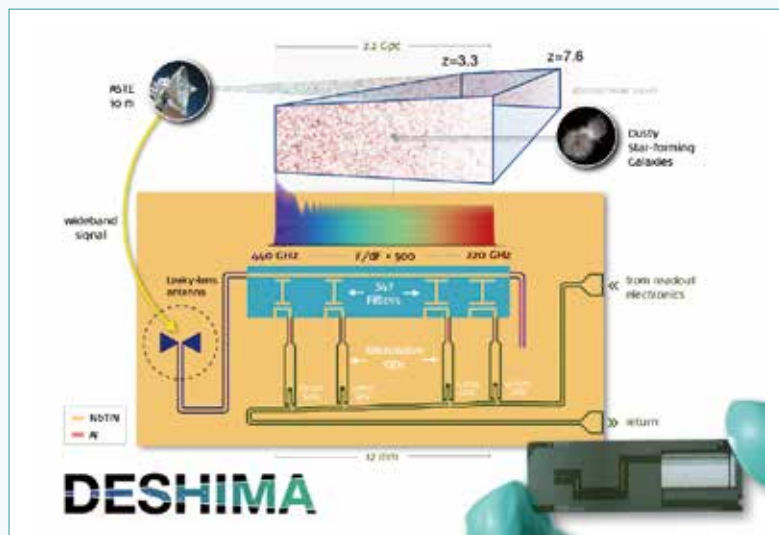


図02 DESHIMAの観測原理。遠方の宇宙にあるサブミリ波銀河（上）から発せられたミリ波サブミリ波は、ASTE望遠鏡（左上）で集められ、チップ上のleaky lens antennaにおいて回路を流れる波となります。フィルターバンク（水色）部分には長さの異なる「工」の字型の超伝導フィルターが並び、波長に応じて入力信号を仕分けします。フィルターの出口側にはKID検出器が配置されており、それぞれの周波数チャンネル内の信号強度を測定します。全てのKIDの応答は読み出し回路（緑）を流れる人工のマイクロ波で一挙に読み出されます。右下は、本物のDESHIMAチップの写真で、イラストと同じように左側にアンテナがあり、右側に白く見える超伝導フィルターバンクにつながっています。銀河からの信号とよく明るく炭素イオン輝線（静止系周波数1.9テラヘルツ）を例にとると、フィルターバンクの帯域220-440ギガヘルツは赤方偏移 $z=3.3-7.6$ に対応し、この範囲にある銀河の赤方偏移を測定することができます。地球からの距離と、輝線を検出するフィルターの位置は1:1に対応していますので、共動距離2.2 Gpc（70億光年）の宇宙の奥行きを12mmのチップに写している（およそ10の27乗分の1に縮小）と考えると面白いですね。



図03 DESHIMA搭載時にASTE望遠鏡で活動するDESHIMAチーム（ドローンによる空撮：Sven Peetoom氏）。

搭載して本来の性能をいきなり発揮するのは難しいものです。ましてDESHIMAは原理自体が新しいのですからなおさらです。にも関わらず、運搬から搭載まで大きなミスもなくファーストライトに至ることができたのは、共同研究者の大島泰さん、竹腰達哉さん、浅山信一郎さん、唐津謙一さんのほか、経験豊富な天文台スタッフの皆様ののおかげで、とても感謝しています。表紙画像は、ASTEに搭載されたDESHIMAの観測システムの写真です。ASTEの望遠鏡、光学系、そして細く長い超伝導線路を流れ、超伝導共振器で周波数振り分けされて、KID検出器の天体信号応答が確認できた時には、すべてが一つに繋がったことにとても興奮しました。科学の謎解きとは別種のこの感動は、まさに天文装置開発、実験的天文学の醍醐味だと思います。

ソフトウェアや観測方法の確立もまた、新しい挑戦の連続でした。大気が放つサブミリ波の雑音強度は、典型的な天体信号強度のじつに1万倍に及びます。DESHIMAのスペクトルのなかには、風にのって上空を流れる水蒸気からの放射や、昼夜で放射強度を変えるオゾンからの放射がたくさん含まれます。



図04 チリ現地でDESHIMAの初めてのデータを解析した若きデータ解析チーム（ASTE望遠鏡キャビンにて）。手前：石田剛氏（東京大学 当時修士課程／現博士課程）後列左から、谷口暁星氏（当時東京大学博士課程、現名古屋大学PD）、田村、鈴木向陽氏（名古屋大学博士課程前期）、遠藤。

言ってみれば川底に潜って夜空を見上げて天体観測をするようなものです。どうやって天体信号を大気の雑音から分離し、どうやって高い精度で補正しながら、いかにユーザーにとって使いやすいソフトウェアを作るかもまた、私たちの腕の見せ所でした。ここでは、共同研究者の谷口暁星さん、石田剛さん、鈴木向陽さん、塚越崇さんといった若い力が大活躍しました（図04）。

その後のデータ解析で、わずかながら宇宙膨張により赤方偏移した赤外線銀河の一酸化炭素輝線のきれいなスペクトルの検出が確認されました（図05）。この観測から、DESHIMAの到達感度は光子雑音と光学能率だけでほぼ説明が付き、望遠鏡環境でも感度低下の兆候がないことがわかりました。すなわち、「ASTEに搭載しての性能」「実験室での性能」「設計・シミュレーションから期待される性能」の3者に矛盾がないこと、私たちがASTEとDESHIMAのシステムを統一して理解できていることが定量的に確認できたのです。これにより、今後の開発でも実験室の性能向上がそのまま天体観測性能の向上に直結することが期待されます。

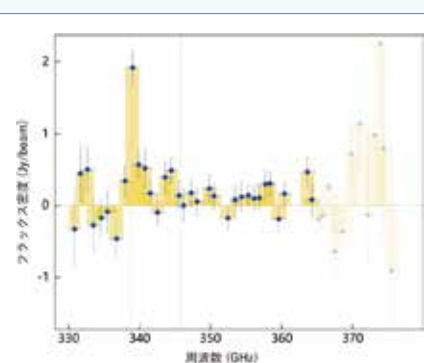


図05 DESHIMAが観測した活動銀河VV 114のスペクトル。一酸化炭素分子が放つ電波が339GHzに現れています。一酸化炭素が出す電波はもともと345GHzであり、宇宙の膨張による赤方偏移で周波数のずれが生じます。このずれから、VV114までの距離を求めることができます。

Credit: DESHIMA Project Team

超伝導天文装置の将来

DESHIMAの特色は、受信、分光、検出といった機能を超伝導回路に集積することで装置がコンパクトになるところです。この発想をさらに推し進めると何ができるのでしょうか？たとえば、分光回路を平面状にたくさん並べれば、カメラのひとつひとつのピクセルがそれぞれ数百色の分光器として機能する「面分光器」が作れるでしょう。数百個の分光器ピクセルが並ぶ面分光器は、われわれが共同研究を進めているメキシコのLMT 50m 望遠鏡や、現在検討が進められている次世代の地上大型サブミリ波単一鏡★01の目玉装置として要望が高まっており、サブミリ波宇宙の巨大な3次元地図を描き出すことに大いに役立つでしょう。さらに、量子コンピュータの勃興とともに超伝導回路技術は目覚しく進歩していますから、DESHIMAの受信、分光、検出にくわえて、増幅、周波数変換、干渉、偏波分離、フェーズドアレイなどさまざまな機能を備えた新しい超伝導天文装置の可能性は無限にあるといえるでしょう。全く新しい検出技術で宇宙を見るチャレンジに、あなたも参加してみませんか？

★ newscope <解説>

★01

たとえば大型サブミリ波望遠鏡 www.lstobservatory.org、南極望遠鏡 www.px.tsukuba.ac.jp/~nakai/astroobs/antarctica.html、AtLAST <http://atlast.pbworks.com>

●論文掲載情報

1. Endo, A., et al.: 2019, First light demonstration of the integrated superconducting spectrometer, *Nature Astronomy*, <https://rdcu.be/bM2FN>.
2. Endo, A., et al.: 2019, Wideband on-chip terahertz spectrometer based on a superconducting filterbank, *J. Astron. Telesc. Instrum. Syst.*, **5(3)**, 035004.
3. DESHIMAのウェブサイト <http://deshima.ewi.tudelft.nl>

水沢キャンパス特別公開

いわて銀河フェスタ2019

小澤友彦（水沢VLBI観測所）
及川 秀（奥州宇宙遊学館）

いわて銀河フェスタ2019を8月24日（土）に開催しました。今年のテーマは、「ブラックホール最前線～120年続く国際観測～」。

今春、世界を席巻したEHTによるブラックホール撮像プロジェクトの日本代表を本間所長が務めており、また同メンバーが水沢に多くいることから、今年はブラックホールに注目して特別セッションや展示を行いました。

20 m アンテナからの眺めは最高

●特別セッションは、田崎特任研究員によるクイズ大会「ブラックホールはかせになろう！」からスタート！子どもたちの表情から真剣に取り組む気持ちが伝わってきました。講演会では最先端のブラックホール研究成果が笑い声も交じりながら和やかに紹介されていました。太陽の部最後となる座談会「水沢メンバー全員参加！ EHT裏話と研究者の素顔」では、EHT水沢メンバーが勢ぞろいとなり研究からプライベートまでさまざまな質問に答えました。また午前午後と行われた「本間所長と記念写真を撮ろう！」にはご家族で参加された方が多く、撮り終えて写真を確認する際の笑顔が印象的でした。



▲ブラックホールを熱く語る秦助教。

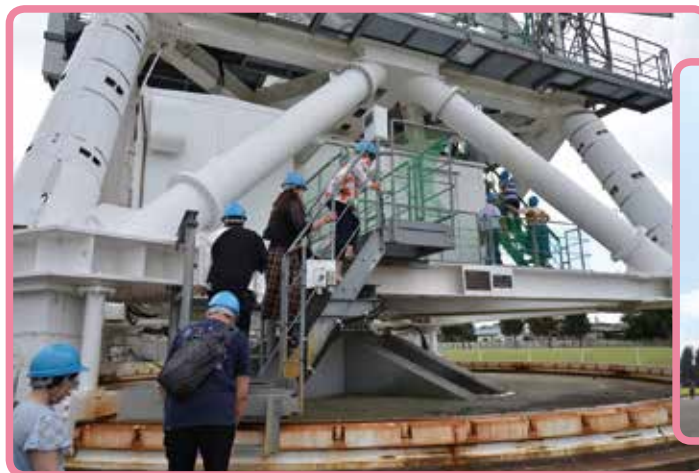


▲Z星研究調査隊の成果発表。

▶次の答えは何だろう？
みんな真剣です！



●20 m アンテナツアーは、アンテナに昇ることができる年1回のチャンスです。20 m アンテナの上部機器室からの眺めは絶景！水沢を一望できます。また、普段は非公開のVERA観測棟や相関器室の公開のほか、観測棟前では模型を使ったブラックホールの仕組みの紹介が行われました。



▲さて、アンテナに昇るぞー。



▲アンテナツアーの整理券配布には長蛇の列。

●RISE グループでは、RISEが参加している小惑星探査機はやぶさ2に関連した展示と、ペットボトルロケット打ち上げ体験を行いました。毎年大人気のペットボトルロケット打ち上げコーナーは、今年も子どもたちの声が途絶えません。水しぶきを上げて昇ってゆくロケットに子どもたちの目は釘付けでした。



▲ティップがリュウグウを捉えられるかな？



▲水しぶきを上げて昇ってゆくペットボトルロケット。

●スパコン「アテルイⅡ」ツアーは今年も大人気で、整理券を求める方で長蛇の列ができていました。普段見学できないスパコンを間近で見た方は、ファンの大きな音にびっくりしていました。また、ブラックホールシャドウのシミュレーション研究など、アテルイⅡを使った研究のポスター展示も行われました。



◀アテルイⅡの整理券配布も長蛇の列。



▶アテルイⅡはブラックホールの研究もしています。



▲照らし出されるスパコン「アテルイⅡ」。

●奥州宇宙遊学館では開会前に、本間所長たつての希望で実現したブラックホールをテーマにした和洋菓子・パンなどの商品詰め合わせを、水沢菓子組合さんが大々的に発表。またブラックホールをテーマにしたコーヒーやカレーなどの販売もあり、販売テントやケータリングカーの前は、大賑わいでした。またブラックホールのキャラクターを「プログラミングでうごかしてみよう」というサイエンス体験コーナーや、望遠鏡についていろいろと教えてもらえるテントなどに多くの方が訪れていました。

館内でも、子どもから大人まで楽しめる4次元デジタル宇宙シアターや、この日だけの特別上映「ブラブラブラックホールの謎」の上映整理券が瞬く間にSoldOutする大賑わいの一日でした。

夜の星の部は、園児たちの元気な太鼓演奏で始まり、その後の星空観察会では、近隣天文同好会の方のみなさんの協力により多くの望遠鏡が並び、木星や夏の三大三角形などを眺めました。



▲数十年ぶりに屋根とドアを開けた旧眼視天頂儀室。

●現存する日本最古の天体観測施設の一つ旧眼視天頂儀室（1899年建設）の屋根を開けて室内を公開しました。奥州市の人々に馴染みのあるZ項が発見された施設なので多くの来場者が興味深く見学されていました。



◀本間所長と共にブラックホールコーヒーをPR（提供：奥州宇宙遊学館）。

▶さてブラックホールから抜け出せるかな？



▲子どもたちの元気な太鼓演奏（提供：奥州宇宙遊学館）。

●午前中に何度か小雨が降りましたが、概ね天候に恵まれ、今年のいわて銀河フェスタは、受付者数で1398名となりました。ご来場いただきました皆様、ご協力頂きました近隣地域や関係機関の皆様、本当にありがとうございました。

南の島の星まつり2019

水沢 VLBI 観測所 VERA 石垣島観測局 & 石垣島天文台

花山 秀和 (石垣島天文台)

佐藤 元 (水沢 VLBI 観測所)

撮影: 花山 秀和、堀内 貴史、佐藤 元

今年で18回目となる夏の一大イベント「南の島の星まつり」は8月3日から12日までの10日間、石垣市内の各地で開催されました。

8月3日



▲本間希樹水沢 VLBI 観測所長の挨拶。

●3日にはイベントのオープニングとなるライトダウン星空観望会 & 夕涼みライブが開催されました。今年は晴れの天候で、会場となった南ぬ浜町緑地公園には多くの参加者が詰めかけました。夕涼みライブには夏川りみさん、Skoop On Somebody さん、ケイスケサカモトさんが参加し大盛況でした。また、本間希樹水沢 VLBI 観測所長から挨拶がありました。21時から30分にわたって全島ライトダウンがあり、ライトダウン星空観望会では天の川が見事にその姿を現しました。NPO 法人八重山星の会による星空解説、そして会場に流れる三線の調べとともに参加者は美しい星空を満喫していました



▲夕涼みライブイベント。



▲七夕の短冊に願いを込める子どもたち。

8月4日

●4日には記念講演会が石垣市立図書館で開催されました。はじめに星まつりに先立って募集された「美ら星の歌」、「星空フォトコンテスト」の授賞式が行われた後、本間希樹水沢 VLBI 観測所長より「石垣島発、天の川経由、ブラックホール行き〜ブラックホール撮影までの道のり〜」というタイトルで講演がありました。会場は満員の賑わいとなり、4月に話題となった VERA 石垣島観測局の建設からブラックホール撮影までの道のりがわかりやすく紹介され、参加者は皆興味深げに聴講していました。



▲美ら星の歌の授賞式の模様。



▲講演会は立ち見が出るほどの盛況ぶりでした！

南の島の星まつり 2019 「星空フォトコン テスト」受賞作品

●応募総数36点の中から3点が入賞しました。



最優秀賞 櫻井 崇
題名「八重山の舞踏会」



石垣市長賞 鈴木 美穂
題名「悠久の空 輝く星に 明日を思う」



八重山星の会賞 村井 俊介
題名「玉取崎のていんがーら」

南の島の星まつり2019「美ら星の歌」

五四一首の中から下記作品が入選。選評は選者俵万智さんによるものです。

選者 俵万智

最優秀賞（一首）

背泳ぎで 黒きしじまを 渡る夏 私は海を 星は宇宙を

上山 エイジ

《選評》「しじま」は静寂。海と宇宙を、黒きしじまととらえ、そこに私と星を相對させたスケールの大きさが魅力です。背泳ぎだから、夜空が見える。星もまた、自分と同じように背泳ぎで宇宙を渡りながらこちらを見ているのでしょうか。発想の豊かさに、圧倒されました。

石垣市長賞（五首）

島に住み 初めて知った 畦道の「星明り」という 暗さ明るさ

箕田 律子

《選評》「星明り」という言葉を新鮮に感じつつ、実際にその明かりを体感したうえでの率直な表現がいいですね。街灯などなさそうな畦道という舞台が効いています。

ああいいな 南の島は 眠るまで 星とこうして 呼吸しあえる

松本 千恵乃

《選評》やわらかで率直な初句が印象的で、ひきこまれました。ふだんは感じることのない「星との近さ」が、共に呼吸しあえるという独特の表現でとらえられています。気分というものを、言葉でみごとに掴んだ一首です。

あなたから サザンクロスを みにいこうといわれて 恋の星座点灯

日野 江見

《選評》石垣島に住んでいるのなら夜のデートですし、ふだん南十字星の見えない地域の人なら旅行の誘いになります。これは、ドキドキしますね。「恋の星座点灯」というユニークな表現が、その弾む気分を過不足なく伝えてくれます。

クリスマス 毛糸手袋 星座盤 父と一緒に 見上げた夜空

西藤 和範

《選評》寒いなか、父子が仲良く夜空を見上げている光景が、しつかり伝わってきます。名詞をぽんぽんと並べて作る手法が、効果的。結句で、その夜空に輝いていたであろう星を、読者に想像させるところもいいですね。

夜勤終え ぐっとコーヒー 飲む空に おつかれさまと 明けの明星

武藤 哲

《選評》場面を的確に鮮やかに切り取った一首。ほっと一息つく感じが、良く伝わってきます。さりげない表現ですが「飲む空に」というつながり方が、とても巧いです。

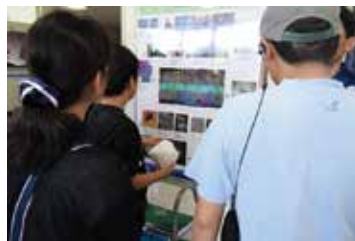
8月4日



▲ VERA 石垣島観測局特別公開の入口。



▲コントローラーでアンテナの駆動体験。



▲リュウグウ模型展示。



▲ブラックホール顔はめパネルで記念写真。



▲休憩所のかき氷コーナー。



▲ブラックホール模型で遊ぶ様子。



▲スタッフ集合写真。

8月3日～ 8月12日

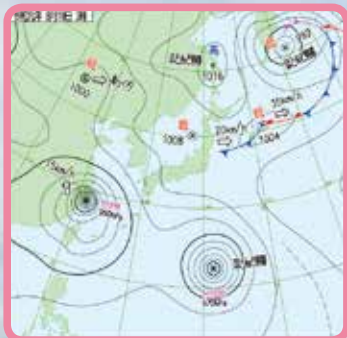
●石垣島天文台では3日から12日にかけて施設見学と4D2Uシアター、天体観望会がNPO 法人八重山星の会の協力のもと連日実施されました。台風で3日ほど休館があったものの、実施日は毎回ほぼ満員の賑わいでした。7日に予定されていた石垣島地方気象台での「夜の気象台見学」は台風のためあいにく中止となりました。また、3日から4日にかけて離島ターミナル内の美ら星ゲートで「プラネタリウムで見る八重山の昔話」が開催されました。

▶石垣島地方気象台のブースでは大きな風船に地球の大気変動を投影したディスプレイがありました。



VERA 入来局一般公開2019

中川亜紀治（鹿児島大学理学部）



▲気象庁による当日の天気図です。九州南方の東部に台風9号と10号が並んでいます。これに挟まれ、風の強い一日となりました。

▲今年は屋外テントでの催しは中止となり、アンテナ及びVERA観測棟内のイベント開催となりました。天頂を向くVERA入来局20mアンテナです。奥に見える白い屋根の建物が入来局の観測棟。



▲アンテナの上から西を望むと、緑の彼方には東シナ海が広がります。天気は良く、青空が見える一日でした。



◀ JAXAさんによる宇宙服2種類の展示。好きな色の宇宙服を着て写真を撮ることもできました。

●例年VERA入来局の夏の一般公開は、地元自治体の薩摩川内市をはじめとして鹿児島大学などとの共催で「八重山高原星物語」として実施されますが、今年は台風により例年と違った形態での実施となりました。開催日の前日から九州の南の海上に東西に並んだ2つの台風が挟まれ、天気は晴れているものの、強風のためにテント等の会場設営が困難となり、実行委員会での議論の末に「八重山高原星物語2019」は中止となりました。

●そこで私たち、鹿児島大学にてVERAを用いた研究活動を進めているグループでは、規模を縮小した形態で「国立天文台VERA入来局一般公開」を実施する事にしました。アンテナツアーと観測棟内の案内、JAXAの藤田猛先生による講演、そして鹿児島大学理学部の学生さんたちと準備した催しなど、一部の催しに絞り込んでの実施となりました。

●また、例年会場を盛り上げてくださる屋外テントでの様々な物品販売コーナーは、今年はお休みとなりましたが、その代わり

に三台のフードワゴンが駆けつけてくださいました。個性豊かなデザイン車で、カレー、ラーメン、ドーナツなどが並び、それぞれに行列ができる賑わいようでした。レポーターの著者は、例年ですとアンテナツアーや様々な対応に走り回っており、物販コーナーをゆっくり楽しむ時間がとりにくいのですが、今年はちょっと変わった縮小規模での開催となり、主催する側も存分に楽しむことが出来ました。そんな中で、VERA入来局一般公開のスタッフとして三鷹よりお越し頂きました岩崎優実さん、齋藤圭祐さんには変則的な進行となったにもかかわらず、終始快くご対応いただきまして誠にありがとうございました。

●来年度はふたたび穏やかな天候での「八重山高原星物語」開催となるように願いつつ、今年の様子をレポートいたします。



▲アンテナツアーの様子です。この時間は大学院生の守田君（右から3人目）が案内役。例年にくらべてお客さんが少ない分だけ、今年はゆっくりと楽しむことが出来ました。子供から大人まで毎年人気のコンテンツです。



◀種子島よりJAXA鹿児島宇宙センター所長の藤田猛（たけし）先生にお越し頂き、「日本のロケットの歩み」のタイトルでお話を頂きました。子供たちも楽しんでいましたが、藤田先生も楽しそうにお話しされている様子が印象的でした。



▲JAXAの皆さんによるロケットのお話のひとコマ。簡単な工作と一緒に楽しみました。



▲観測棟の中ではほかにいくつかの催しを準備しました。こちらは理学部の学生による工作です。作っている最中の子供たちは、みな真剣です。

◀ロケットに使われる断熱材の一部です。子供たちが集まって興味深そうに触れています。筆者も以前種子島を訪ねた際に見たことがあるパネルでした。



▶星座探しゲームのパネルです。星座の見かけの大きさを鹿児島市から望む桜島（パネル下部の白い型紙）と比較する工夫に地域色がよく出ています。



◀同じく理学部の学生による広視野の写真を用いた星座探しゲーム。写真に写った星座を、OHPシートを使って探します。むかし天文少年だった著者ですが、なかなか手ごわいゲームでした。学生さんからヒントをもらいながら、子供たちと一緒に楽しみました。



▲こちらは入来町のみなさんです。例年ご協力いただき、心より感謝です。熟練した手つきで竹を使ったおもちゃ作りの準備が進みます。

▼三台のフードワゴンが会場を賑わせて下さいました。こちらはラーメン店。筆者もいただきました。会場に応じて麺の小麦粉の配合を変えられるとのこと。



▲笛つくりの様子です。ほかにも数種類のおもちゃつくりが体験できました。どこの地方でも、山林に生い茂る竹の処理に頭を悩ませてらっしゃいますが、こうした楽しい利用法はいいですね。



▲こちらがそのラーメン。入来に合わせた配合の麺を使ったしょうゆラーメン。たくさん汗をかいた体に、しょうゆ味がとても美味しく感じられました。ごちそうさまでした。

▶こちらはカレー屋さん。お客さんが並んでいます。サフランライスの黄色がとっても目に鮮やか。筆者は食べ損ねてしまいましたが、学生さんによるとスパイスが効いていて、こちらもとても美味しかったそうです。



◀最後はソフトクリームとドーナツ。例年アンテナツアー対応で忙しい筆者ですが、今年はやや時間にゆとりがあり、こちらでは全種類のドーナツを頂きました。ごちそうさまでした。

野辺山宇宙電波観測所

特別公開2019

井出秀美（野辺山宇宙電波観測所）

令和元年は雨の心配ばかりしていた野辺山でした。だから特別公開日の天気もとても心配。でも、なんと、なんと、当日は朝からの快晴で湿気が少ない爽やかな天気。やっぱり野辺山高原、こうでなくちゃ！

これぞ野辺山。この爽やかな空気が伝わるかな？

◀開場を待つ人たち。

▶豪華吹奏楽部によるファンファーレで開催宣言！

●今年の公開日は「45m望遠鏡と新しい仲間たち」をテーマに、野辺山で花開いた電波天文学がどのように未来へ繋がってゆくかを感じられるイベントを目指しました。

●特別講演会では、久野成夫氏（筑波大学/関西学院大学）、村田泰宏氏（JAXA 臼田宇宙空間観測所）に、それぞれの新しい大型望遠鏡の建設についてお話いただきました。

●機構展示室パートでは、核融合研究所のヴァンデグラフ起電機のデモや大阪府立大学SPARTチームによる旧干渉計F号機の操作デモ、4D2Uシアターの上演などがあり、驚きの声にあふれていました。

●人気の「45タッチ」にはアルクマも仲間入り。すると、急遽、アルクマwith 45mの撮影会が始まり、「かわいい！」「もう1枚！」と、いつもとは違う雰囲気の45タッチになりました。

●研究者と間近に話せるのも公開日ならではの。今年はブラックホールへの関心が高く、熱心に質問する方が多数いらっしゃいました。

▲特別講演会には小学生の姿もチラホラ見られます。

◀今年もありました！核融合研究所のヴァンデグラフ起電機。

▲45タッチに登場したアルクマ。

▲45m望遠鏡を動かす装置。意外に小さいね。

▲ブラックホールについて解説する研究員。質問にくる人たちが絶えません。

▶大阪府立大SPARTチームのアンテナデモ。

●名古屋大学のヘリオグラフパート、大阪府立大学の1.85 m望遠鏡パートは今年が最後の参加になるとのことで、大勢のスタッフがとても熱心に解説をしていました。屋外では太陽電波の受信体験や光学望遠鏡を使って太陽を見る体験などが人気を集めていました。



▶太陽電波受信体験コーナー。

◀光学望遠鏡で太陽を見る体験には順番待ちの長い列が。



▲ヘリオグラフの受信機室。装置の解説は観測所OBが担当。



▲ヘリオグラフのポスター展示。解説にも熱がこもります。

●ALMAパートは本館入口ホールでの展示。初めての場所で色々ご不便をおかけしましたが、限られたスペースを有効に使った展示が好評でした。本館には特別講演会場や休憩スペースがあり、当初混雑が心配されましたが、スタッフの誘導で大きな混乱もなく、終始活気に溢れていました。



▲ALMAパートの展示。入口にある巨大なジオラマは圧巻です。



▲ALMAミニ講演会。毎回すぐ満席に。



▲わかりやすい解説が大好評。

●観測所の運営体制が変わる中で、特別公開のやり方も変わってきているけど、ずっと変わらないのは、「宇宙の謎に挑む面白さを多くの人と分かち合いたい」という心意気。うん、きっとこれが、特別公開一番の魅力だな。

●今年も開催にあたり南牧村、南牧村商工会・商工会青年部、長野県の後援をいただきました。ALMAプロジェクトや自然科学研究機構、大阪府立大や名古屋大、観測所OBやボランティアの皆さん、村商工会、信州大、ホニャプラン、ほしくま屋、南牧村振興公社の皆さん、本当に大勢の方々の応援で笑顔のあふれる公開日となりました。来場者数は1961人と減少傾向ですが、例年以上に10代、20代の若い世代や小学生の姿が目立ちました。ベビーカーを押して来てくれる家族連れも大勢いて、野辺山の活動が新しい時代へと繋がれていくのを感じられる一日でした。



▲「あ、のべやま先生だ！会えたあ〜」と駆け寄る人たち。先生、有名になったねえ。

●開所以来、施設公開を積極的に行ってきた野辺山観測所。これまでも、その時々合わせた工夫を凝らして来たように、これからも、その時々でできる最良の方法で、宇宙の面白さ、研究の楽しさを伝えてゆこうと、思いを新たに特別公開日でした。



▲間近で見ると大迫力の45 m望遠鏡。

三鷹市星と森と絵本の家10周年 二つの七夕行事

高島規子（天文情報センター）



01 あいさつする河村孝市長。

「三鷹市星と森と絵本の家」は、令和元年7月7日に10周年を迎えました。

今年の開館記念イベントは、長い梅雨の真ただ中。冷たい雨が降るあいにくの天気でしたが、ちょうど日曜日にあたったこともあり、およそ500名もの親子連れが祝い行事に参加しました。おはなしのトップバッターは、河村 孝新市長です（図01）。設立時の思い出をたどりつつ「ここはみんなの夢をぎゅっと集めた宝石箱のようなところですよ」という言葉とともに、それを支えてきた市民ボランティアの方々に感謝を述べられ、

ボランティアを代表して、森武彦さんが市長より感謝状を受け取りました。

一方、ボランティアの皆さんからは、素敵な手作りの記念プレートが絵本の家にはプレゼントされました（図02）。さらに、小学校5年生から中学生で構成されたジュニアスタッフの皆さん（図03）からは、10年間みんなが遊んだおもちゃ「虫の家」のリニューアルプレゼントがありました。

また、サプライズゲストとしてお祝いに駆けつけたのは、市内在住の児童文学作家の神沢利子さん。自作の『くまの子ウーフ』のお話を、気持ちたっぷりに読み聞かせてくださいました。最後に国立天文台・天文情報センターの縣 秀彦普及室長が新展示のテーマ「宇宙とつながる」に合わせて、身振り手振りの熱演で「うちゅうといのち」の不思議について語りました。「おはなし会」のあとは、恒例の新展示ガイドツアー。今年は高島規子が務めました。

そして二つ目の七夕行事は、ご存知「伝統的七夕まつり」。今年は、ちょう



04 リっぱな笹飾りが青空に映えます。

どひと月遅れの8月7日が伝統的七夕の日となっていたので一番近い週末の8月4日に開催されました。開館記念行事の日と異なり、笹飾りが青空に映える最高の天気（図04）。その空の様子を見て、観望会のため夕方から駆け付けた人も…。50センチ公開望遠鏡へ続くスロープは長い行列となりましたが、幼い子どもを連れた人が多く、ほんわかムードで、待っている間も楽しく親子で星探し。大きな望遠鏡で見るまぶしい月の様子に、何度も歓声が上がりました。そのあとも空は晴れ続け、さらに木星、土星と観望。終わるころには汗だくになった私でしたが、200人を超える人たちの満足げな表情を見ることができて、暑さも吹っ飛ばす思いでした。



02 記念プレート。



03 ジュニアスタッフのみなさん。

三鷹の森ジブリ美術館 お泊り会～星空の美術館へようこそ～

令和元年7月23日（火）、三鷹の森ジブリ美術館（以下ジブリ美術館）において、三鷹市連雀学園小学校（第4小学校・第6小学校・南浦小学校）4年生の児童およそ50人を対象に、お泊り会「星空の美術館へようこそ」が開催されました。

このお泊り会は、連雀学園コミュニティ・スクール委員会、連雀学園及びジブリ美術館との共催で、★こどもたちだけでジブリ美術館を楽しんでほしい。

★日常とは違う空間で一夜を過ごしてもらいたい。

★星空についてのお話を聞いたり、星空を観察することで、星を身近に感じてもらいたい。

との趣旨で、この一夜が子どもたちの心に残る夏の思い出になってくれることを願って開催されたもの。

普及室スタッフは、この素敵なイベントに、星のおはなし&観望会という形で協力、ジブリ美術館屋上での星空観望会

開催という設定に、打ち合わせの段階からワクワクする催しでした。

当日は、東京の梅雨明け宣言が待たれる中、雲が多いながらも時折日が差す微妙な天気。晴れることを祈りながら、せっせと屋上に望遠鏡をセッティング。16時半過ぎには、続々と期待に胸を膨らませた子供たちがやってきました。

自己紹介タイムに続くアイスブレイクゲームでの班分けの後は、ジブリ美術館のカフェデッキでの夕食タイムです。こ



01 「望遠鏡を作りまーす」 © Museo d'Arte Ghibli

の時点で晴れる見込みがほぼないと判断し、私たちスタッフは、観望会を国立天文台望遠鏡キット組み立て教室に切り替え、せっせと準備を進めました。食事を終えて、続々と班ごとにやってくる子どもたちをテーブルに案内すると「なにこれ?」「望遠鏡?」予想外の展開に驚く子どもたちの声(図01)。内心「してやったり」と思いながらも、小さな部品が多いため、全員席に着くまで箱に触らないようにと、スタッフ一同目を光らせます。縣秀彦普及室長の説明で、いざ組み立てが始まるとあちこちで「え?どうということ?」「わかんない?」の声が…。

それもそのはず、国立天文台望遠鏡キットは、中学生が組み立てることを想定した教材なのです。でも、さすがは天文台のあるまち三鷹の連雀学園の子どもたち。最終的には、一人残らず、望遠鏡を組み立て上げました。

続いて、出来立てほやほやの望遠鏡を三脚に取り付け、館内の中央ホールで使い方講習。ジブリ美術館には、のぞきたいものがいっぱい。友達とかわるがわる見せ合って、たいへん楽しい練習時間となりました(図02)。そのあとは、ジブリ美術館映像展示室「土星座」で、縣普及室長による「星のおはなし」Mitaka投影のあと、



02 「何が見えるかな?」

オリジナル星座づくり。子どもたちからは「どんぐり座」をはじめとしてユニークな星座が披露されました(図03)。

このあと、子どもたちは自分の寝る場所を探しながら館内探検タイムとなりましたが、「大人は泊まれません」ということで私たちは泣く泣く退散。あいにくの天気ではありましたが、たくさんの子どもたちの笑顔が見られた、夢のようなひと時でした。



03 「こんな星座を作ったよ」

編集後記

最近、台風が多いので、三鷹・星と宇宙の日が台風にぶつからないよう祈っています。(G)

今回の台風で改めて自然の猛威を認識。初めて真剣に地域のハザードマップを確認しました。(は)

チリのASTE運用にて、新しい受信機の搭載。うまくいったと思ったら、トラブル発生。昔やったRPGみたい。でも、こうして経験値が上がっていくのはゲームじゃなくて現実ですね。(I)

今年も出張授業「ふれあい天文学」の季節になりました。今年は東京2校と徳島1校。Mitakaによる宇宙の俯瞰はどこに行っても大人気で、子どもたちにも先生方にも喜んでいただきました。子どもたちからもらった感想文集にも、うれしい言葉が並んでいました。(h)

上野の科博に恐竜展を見に行ってきました。前回の恐竜展は2016年でしたが、新しい恐竜と子どもも大人も楽しめる展示がとてもおもしろかった。こんな生き物が昔の地球にいたことにロマンを感じずにはいられない。(K)

台風19号の甚大な被害。ちょうど福島県の天文台にいましたが、一時、道路が崩落で寸断され、孤立しましたが、真っ先に重機を入れてもらい、ことなきを得ました。(W)

研究会で種子島へ。幸運にも延期されていたH-IIBの打ち上げを見ることができました。夜空に突き刺さっていくロケットはなんともいえない美しさでした。(e)

国立天文台ニュース NAOJ NEWS

No.315 2019.10

ISSN 0915-8863

© 2019 NAOJ

(本誌記事の無断転載・放送を禁じます)

国立天文台ニュース編集委員会

●編集委員：小久保英一郎(委員長・天文シミュレーションプロジェクト)／渡部潤一(副委員長)／石井未来(TMT推進室)／秦和弘(水沢VLBI観測所)／勝川行雄(SOLAR-C準備室)／平松正顕(アルマプロジェクト)／伊藤哲也(先端技術センター)●編集：天文情報センター出版室(高田裕行／ランドック・ラムゼイ)●デザイン：久保麻紀(天文情報センター)

★国立天文台ニュースに関するお問い合わせは、上記の電話あるいはFAXでお願いいたします。
なお、国立天文台ニュースは、<https://www.nao.ac.jp/naoj-news/>でもご覧いただけます。

発行日／2019年10月1日

発行／大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
国立天文台ニュース編集委員会

〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1

TEL 0422-34-3958 (出版室)

FAX 0422-34-3952 (出版室)

国立天文台代表 TEL 0422-34-3600

質問電話 TEL 0422-34-3688

11月号の研究トピックスは、野辺山観測所の特集をお送りします。太陽電波観測がスタートしてから50年。その後の宇宙電波観測の大きな成果も含めて、日本の電波天文学を牽引してきたその歴史を振り返ります。お楽しみに！

次月号



NAO photo sketch
国立天文台
望遠鏡のある風景
秋の夕日とゴーチェエニ環室
【登録有形文化財（建造物）】
19
撮影：飯島 裕