

自然科学研究機構

NAOJ

国立天文台ニュース

National Astronomical Observatory of Japan

2022年3月1日 No.336

研究トピックス

石垣島天文台見学者 15万人達成！
～最近5年間の活動報告～

- 天文台メモワール：浅利一善／岡田則夫／亀谷 収／田村良明
 - 令和5年(2023)暦要項の発表
 - ★ 電波天文まんが「アルマーの冒険」10回「ソフトウェアラジオを使って流星の電波観測」
 - ★ 「銀河鉄道の夜空へ」六 一ぎょしゃ区 おうしの停車場
 - ★ 国天ニュース編集委員の「最近いかが？」
- NAOJスタッフ・インタビュー02 都築俊宏さん

春
2022

NAOJ NEWS
国立天文台ニュース
C O N T E N T S

- 表紙
- 国立天文台カレンダー

03

研究トピックス

石垣島天文台見学者15万人達成！
～最近5年間の活動報告～

花山秀和（天文情報センター石垣島天文台）、堀内貴史（東京大学天文学教育研究センター）

10

おしらせ

- 「南の島の星まつり2021」報告
花山秀和（天文情報センター石垣島天文台）
- 「ALMA データ解析講習会（中級編）」報告
島尻芳人（アルマプロジェクト）、巻内慎一郎（天文データセンター）
- 「一般社団法人 日本カレンダー暦文化振興協会 2021年の活動」報告
片山真人（天文情報センター）
- 令和5年（2023）暦要項の発表
片山真人（天文情報センター）

13

天文台メモワール

- 退職のご挨拶 浅利一善（水沢VLBI観測所）
- 47年間を振り返って 岡田則夫（先端技術センター）
- 電波天文と共に 亀谷 収（水沢VLBI観測所）
- 緯度観測所は遠くになりけり 田村良明（水沢VLBI観測所）

18

受賞

- 大内正己教授が2021年高被引用論文著者に選出されました
- 2021年度 国立天文台 若手研究者奨励賞
- 2021年度 国立天文台長賞

34

35

別冊★電波天文まんが「アルマーの冒険」10回

「ソフトウェアラジオを使って流星の電波観測」

19

宮澤賢治 生誕120周年記念連載 「銀河鉄道の夜空へ」 六

—ぎょしゃ区 おうしの停車場—

渡部潤一／「銀河鉄道の夜空へ」制作委員会

29

国天ニュース編集委員の「最近いかが？」NAOJスタッフ・インタビュー 02

都築俊宏さん（先端技術センター研究技師）

インタビュアー 伊藤哲也 編集委員

35

編集後記／次号予告

36

連載「すばる望遠鏡 HSC Cosmic Gallery」16

NGC 5366

解説：田中賢幸（ハワイ観測所）



表紙画像

石垣島天文台と南十字星。南十字星は、2019年に石垣市の新たなシンボルとして市章に制定された（撮影・画像処理：花山秀和）。

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）

新型コロナウイルス感染症に
関連した対応について

新型コロナウイルス感染症の感染拡大を防ぐため、国立天文台の施設公開、定例公開、イベント等の一部を中止しています。再開につきましては、国立天文台のウェブサイトやSNSにてご案内いたします。みなさまのご理解、ご協力をお願いします。また、国立天文台にご来訪されるみなさまにおかれましては、下記のことをお願いいたします。

●新型コロナウイルス感染者との濃厚接触が判明している場合や、その恐れがある場合は、ご来訪をお控えください。

●咳や発熱などの症状がある場合は、ご来訪をお控えください。

●マスクや手洗いなど、各自で十分な防護策をお取りください。

★くわしくは

<https://www.nao.ac.jp/notice/20200226-coronavirus.html>

をご覧ください。

国立天文台カレンダー

★予定は変更される場合があります

2022年2月

- 4日（金）幹事会議
- 11日（金・祝）観望会（三鷹）オンライン開催
- 15日（火）幹事会議
- 22日（火）プロジェクト会議
- 24日（木）教授会議
- 26日（土）観望会（三鷹）オンライン開催

2022年3月

- 9日（水）幹事会議
- 11日（金）運営会議／観望会（三鷹）オンライン開催
- 18日（金）幹事会議
- 26日（土）観望会（三鷹）オンライン開催
- 28日（月）運営会議
- 30日（水）プロジェクト会議

2022年4月

- 2日（土）4D2Uシアター公開（三鷹）
- 8日（金）幹事会議
4D2Uシアター公開／観望会（三鷹）
- 16日（土）4D2Uシアター公開（三鷹）
- 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

石垣島天文台見学者 15万人達成！ ～最近5年間の活動報告～



花山秀和
(天文情報センター
石垣島天文台)



堀内貴史
(東京大学天文学
教育研究センター・
前天文情報センター
石垣島天文台)



見学者 15万人達成！

2022年1月5日、石垣島天文台の施設公開の見学者が通算15万人を達成しました。記念すべき15万人目の見学者となったのは愛知県から家族旅行で来られ



図01 見学者15万人達成記念セレモニーでの集合写真。

た高校生の山口史帆さんでした。見学者来訪の際に記念セレモニーが開催され、「祝15万人達成」のくす玉割りとともに、認定証と記念品が贈呈されました(図01)。山口さんは石垣島に何度か家族旅行で来られ、石垣島天文台にも訪れたことがある方でした。これまで度々足を運ばれて今回15万人目の見学者となられたとのことをお話を伺い、感謝の気持ちでいっぱいになりました。石垣島天文台は2006年に開設され、見学者は2012年に5万人、2016年に10万人を達成しました。その後、道路の改修工事とCOVID-19の影響により施設公開が約1年半にわたって中止になったものの、16年目となる2021年度に見学者15万人の節目を迎えました。2006年から10年間の石垣島天文台の活動については国立天文台ニュース(2016年6月号・10万人達成)の記事に譲ることにして、ここでは最近5年間の活動についてご紹介します。

施設の概要・歴史・地域との連携

石垣島天文台は国立天文台、石垣市、石垣市教育委員会、NPO法人八重山星の会、沖縄県立石垣青少年の家、琉球大学の6者



図02 石垣島天文台と併設施設「石垣市星空学びの部屋」(右の建物)。

の連携によって運営されるユニークな施設で、天文学の研究・教育・広報普及活動が展開されています(詳細は「天文

月報」で報告予定です)。九州・沖縄で最大の光学望遠鏡となる口径105cmむりかぶし望遠鏡を備え、太陽系天体や突発天体などの観測研究が推進される一方、施設公開による見学者の受け入れが行われています。施設公開は昼間に施設見学が開催され、土日祝日の夜間には天体観望会が実施されています。また、2013年には4D2U(4次元デジタル宇宙)の設備を備える「石垣市星空学びの部屋」が併設され、4D2Uビューワー「Mitaka」による立体視映像上映会が開催されています(図02)。

施設公開の概要とその成果

施設公開は主に石垣市・石垣市教育委員会から委託を受けたNPO法人八重山星の会の職員とボランティアスタッフによって担われています。見学者15万人の内訳は、施設



図03 むりかぶし望遠鏡による天体観望会の様子。

見学に5万人、4D2Uに3万人、天体観望会に7万人で、特に天体観望会に多くの参加がありました(図03)。近年の年間平均では施設見学と4D2Uがそれぞれ約4,000人、天体観望会が約5,000人となっています。見学者の約2割は石垣市内からで、多くの市民の方々が見学に訪れる一方、約8割は石垣市外からで、旅行で来られた方々にも人気の施設となっています。メディアからの取材・撮影の依頼も多く、2017年には石垣島天文台を舞台にした映画「選ばれた男」が公開され話題になりました。

公開画像

石垣島天文台では天体画像・映像の公開も広報活動の一つの目玉となっています。気流の乱れの少ない石垣島は天体写真・映像の撮影にも最適です。むりかぶし望遠鏡/MITSuME

(ミツメ)やデジタルカメラなどを用いて、彗星、小惑星、星雲、銀河などこれまで多種多様な天体や現象を撮影・公開してきました。近年公開した画像から特に印象深い画像を抜粋して紹介します。2021年末から肉眼等級に達した話題になったレナード彗星 (C/2021 A1) に関しては、むりかぶし望遠鏡を用いてその都度明るさや形状の変化を捉えることができました (図04)。他に、頻繁に急増光する天体としてシュヴァスマン-ヴァハマン彗星 (29P) の撮影も行いました (図05)。彗星以外では、はやぶさ2の帰還前に撮影した小惑星リュウグウ、コマドリの卵星雲 (NGC 1360)、渦巻銀河 (M33、M98) や突発天体ではガンマ線バースト光学対応天体 (GRB 210104A)、超新星 2021qvv など撮影しました (図06)。デ

ジタルカメラで撮影した画像として、2020年に肉眼等級に達したネオワイズ彗星 (C/2020 F3)、太陽が沈む直前に緑色に輝いて見えるグリーンフラッシュや日食・月食なども公開しています (図07)。公開画像は石垣島天文台Webサイトのギャラリー (https://murikabushi.jp/?page_id=3670) にまとめて掲載していますので、ぜひご覧ください。

南十字星モニター

北緯24度にある石垣島からは南十字星 (みなみじゅうじ座) を見ることができます。この南十字星を多くの方々に



図04 レナード彗星 (C/2021 A1)。2021年11月20日 (左上)、12月9日 (中央上)、16日 (右上)、19日 (左下)、23日 (中央下)、24日 (右下) に撮影した画像。



図05 シュヴァスマン-ヴァハマン彗星 (29P)。



図06 小惑星リュウグウ（左上）、ガンマ線バースト光学対応天体（GRB 210104A：中央上）、超新星 2021qvw（右上）、コマドリの卵星雲（左下）、M33（中央下）、M98（右下）。



図07 月食（左上）、グリーンフラッシュ（右上）、部分日食（左下）、ネオワイズ彗星（右下）。

身近に親しんでもらうために、2020年から「南十字星モニター」を公開しました（図08）。石垣島天文台から見たほりアルタイムの南十字星をパソコンやスマートフォンから見る事ができ、過去の画像や映像にもアクセスできるようになっています。また、観察の目安となる南中時刻や撮影情報など、観察や撮影に役立つ情報も掲載しています。南十字星が見えるのは毎年12月から6月までの約半年間です。南十字星が見えなくなる7月から11月までの期間は美しい夏の天の川が観察できる「天の川モニター」として活躍しています。



図08 南十字星モニターが写した南十字星（位置をわかりやすくするために画像に十字線を入れています）。

団体見学

石垣島天文台では6者の連携のもとに小中学校を含む教育関係団体の団体見学、官公庁の視察などで年間1,000人規模の受け入れを行っています。また、高校生向けの観測体験企画、大学生向けの観測実習の実施や卒業研究・修士論文の研究支援、一般の生涯学習など、幅広い教育活動に取り組んできました。2020年には萩生田文部科学大臣が視察され、「石垣島天文台は地元の大学、教育委員会、自治体と連携したユニークな運営が行われており、大型研究施設が国民共有の財産として活用されていることを喜ばしく思います」と述べられ、最前線の天文台としての特色を活かした一層の活用と活躍に期待を示されました（図09）。



図09 石垣島天文台を視察された萩生田文部科学大臣（当時）。

ちゅ美ら星研究体験隊・琉球大学観測実習など

毎年夏に水沢VLBI観測所と共同で開催されている高校生対象の「美ら星研究体験隊」ではむりかぶし望遠鏡を使って太陽系新天体



図10 美ら星研究体験隊。

の探査を行ってきました（図10）。2017年、2018年、2019年と新天体候補を検出することができませんでしたが、オンライン開催を行った2020年には候補を発見することができました。なお、本企画は日本学術振興会による研究成果の社会還元・普及事業「ひらめき☆ときめきサイエンス～ようこそ大学の研究室へ～KAKENHI」の補助を受けています。

同様に夏に開催されてきた琉球大学観測実習では、2018年以降非常に明るい活動銀河中心核の一種「クェーサー」をテーマに観測を行ってきました（図11）。中でも特に明るさの変化が激しかった天体をターゲットにし、観測準備や明るさの測定などの解析の過程を4日間にわたり一通り講義しました（図12）。むりかぶし望遠鏡と水沢VLBI観測所が運用



図11 琉球大学観測実習。

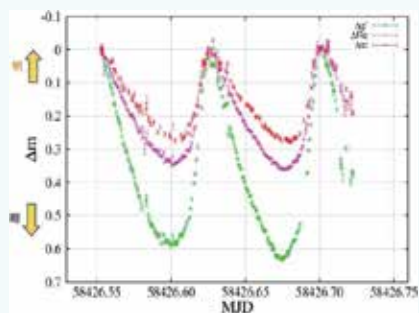


図12 V0460の周期的な明るさの変化を観測〔山下大輔（琉球大学）、卒業論文、2019年2月〕。

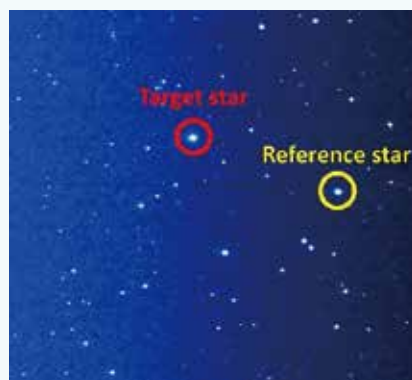


図13 HAT-P-6（赤丸）をむりかぶし望遠鏡で観測し系外惑星HAT-P-6bによる減光を捉える〔伊藤祐貴（琉球大学）、卒業論文、2019年2月〕。

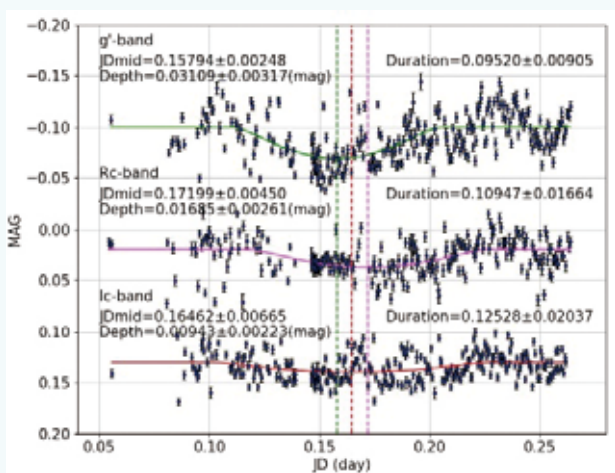


図14 WASP-93をむりかぶし望遠鏡で観測し系外惑星WASP-93bによる減光を検出〔平田周詩（琉球大学）、卒業論文、2019年2月〕。

するVERA石垣島観測局の20m電波望遠鏡を活用した観測実習の中には文系・理系の垣根を越えた学生間の交流もあり、大変充実した実習となっています。

2018年にスタートした琉球大学での星空案内人養成講座では望遠鏡の仕組み・使用法から太陽系・遠方宇宙を網羅した一般教養など幅広く講義を行いました。中でも「Mitakaを使ってみよう」は国立天文台・琉球大学間独自の講義であり、多くの聴講者がMitakaでみるバーチャルの宇宙に関心を寄せていました。琉球大学の卒業研究では、2019年（2018年

度）と2020年（2019年度）にそれぞれ2編（計4編）の卒業論文が発表されました（図12、13、14）[内容については表1★印参照]。2年間で4編は石垣島天文台の運用開始以来、最高頻度の卒業論文発表数となります。学生たちは卒業研究を通じて、文章だけではイメージしにくいことやわからないことを、スケジュールを調整して積極的に聞きに行くことの大切さを実感していました。実際に社会人となった後もこれらを仕事のノウハウとして活用しているという意見をいただきました。

表1 2016年以降の石垣島天文台のおもな観測成果。

年	月	観測対象	観測成果
2016	10	超新星	OISTERでスーパーチャンドラセカールIa型超新星 2012dnを観測、強い近赤外線超過から親星の正体として単縮退シナリオが支持された（Yamanaka et al. 2016）。
2016	12	彗星	ホームズ彗星（17P/Holmes）の可視光モニター観測、わずか数年で表面がダストマントルに覆われ不活性になったことが明らかになった（Kwon et al. 2016）。
2016	12	彗星	フィンレー彗星（15P/Finlay）を観測、アウトバーストの単位質量あたりの運動エネルギーはホームズ彗星（17P/Holmes）や池谷・村上彗星（332P/Ikeya-Murakami）の推定値と同等であることが明らかになった（Ishiguro et al. 2016）。
2017	3	超新星	OISTERで大きな爆発エネルギーを持つ極超新星 2016coiを観測、ヘリウムの吸収線から極超新星に至る親星の外層に多様性があることが示唆された（Yamanaka et al. 2017）。
2017	8	ブラックホール連星	ブラックホール連星 V404 Cygni のアウトバースト時の光度変動が高変動成分と低変動成分の2つの成分から成り立つことが明らかになった（Tachibana et al. 2017）。
2017	10	彗星	カタリナ彗星（C/2013 US ₁₀ ）の可視・近赤外偏光観測を実施し、彗星偏光の二極性が非偏光ガスの混入に起因することを確認（Kwon et al. 2017）。
2017	10	活動銀河中心核	電波強度の大きい活動銀河中心核、SDSS J110006.07+442144.3をOISTERで観測、観測結果は相対論的ジェットからのシンクロトロン放射によって説明される（Morokuma et al. 2017）。
2017	10	ガンマ線バースト光学対応天体	GRB 120327Aの残光を観測、可視・紫外・近赤外域の初期の光度変化は単一のべき成分でモデル化が可能（Melandri et al. 2017）。
2018	11	ブラックホールX線連星	OISTERでMAXI J1820+070を観測、他波長スペクトルエネルギー分布は降着円盤からの放射とジェットからのシンクロトロン放射により説明可能（Shidatsu et al. 2018）。
2018	12	彗星	エンケ彗星（2P/Encke）の分光偏光観測、高い偏光度は、頻繁な近日点通過の後に残る彗星核周辺の大きなダスト粒子に起因すると推測される（Kwon et al. 2018）。
2018	12	小惑星	「はやぶさ2」のバックアップターゲット探索に役立つ74個の地球近傍小惑星の物理的性質が得られ、個々の小惑星の性質や起源に関する理解が進展した（Hasegawa et al. 2018）。
2019	4-5	重力波候補天体	GROWTHで中性子星連星合体イベント S190425zにおける重力波候補天体を探索、広範囲にわたって系統的にキロノバの発見が可能であることを実証（Coughlin et al. 2019）。
2019	3	変光星	むりかぶし望遠鏡でたて座δ型変光星4天体を観測し、それらの数時間の変光周期の解析から物理的性質を議論した★山下大輔（琉球大学）、卒業論文、2019年3月
2019	3	系外惑星	系外惑星 HAT P6b と WASP 118b による主星の減光（減光率 < 2%）をむりかぶし望遠鏡によるトランジット法で検出した★伊藤祐貴（琉球大学）、卒業論文、2019年3月
2020	3	系外惑星	系外惑星 WASP93-b による主星の減光をむりかぶし望遠鏡で観測し、1%以下の減光率検出を達成した★平田周詩（琉球大学）、卒業論文、2020年3月
2020	3	石垣島における星像評価	むりかぶし望遠鏡を用いて星像シーイングの高度依存性を定量的に評価した★森川裕基（琉球大学）、卒業論文、2020年3月
2020	4	超新星	OISTERでIa型超新星 2019einを観測、測光・分光観測の結果、遅延爆轟波モデルから期待される観測的特徴と合致することを確認した（Kawabata et al. 2020）。
2020	12	スターリンク衛星（ダークサット）	スペースX社の開発したスターリンク衛星の一つ、ダークサットの黒色塗装が太陽光反射を軽減させることを実証（Horiuchi et al. 2020）。
2021	10	矮新星	OISTERで特異に軌道周期が長いSU UMa型矮新星 ASASSN-18aanを観測、スーパーアウトバーストが潮汐不安定性に起因することが示唆された（Wakamatsu et al. 2021）。
2021	10	小惑星	彗星状軌道を持つ小惑星（ACOs）3天体の偏光観測、うち一つはメインベルトから木星との3:1平均運動共振を経て現在の彗星状軌道に運ばれてきたことを明らかにした（Geem et al. 2022）。

恋する小惑星

2020年には石垣島天文台と水沢VLBI観測所が運用するVERA石垣島観測局が取材協力したアニメ「恋する小惑星（アステロイド）」が放



図15 アニメ「恋する小惑星（アステロイド）」での一コマ。

送されました（図15）。このアニメは「美ら星研究体験隊」がモチーフのひとつになっており、小惑星の発見を目指して地学部で活動する高校生たちの姿が描かれています。2021年にはアニメのゆかりの地として一般社団法人アニメツーリズム協会が選定する「訪れてみたい日本のアニメ聖地88（2022年版）」のひとつに石垣市が選ばれました。

観測成果

石垣島天文台では2006年の運用開始以来、むりかぶし望遠鏡のデータを用いた研究成果が論文として30編挙がっています。近年は太陽系天体の観測成果とともに超新星、ブラックホール連星、矮新星など連携観測に関連する成果が目立ちます。一昨年からスターリンク衛星（スペースX社）が観測にもたらす影響をむりかぶし望遠鏡/MITSuMEを用いて調査し、研究成果を挙げています（後述）。p07の表1は2016年から現在までの観測成果の概要をまとめたものです。以下、観測研究に関する近年の主な成果などを紹介します。

光赤外線大学間連携（OISTER）

石垣島天文台は光赤外線大学間連携（OISTER：Optical and Infrared Synergetic Telescopes for Education and Researchの略）に2011年の立ち上げ当初から参画しました。各機関の望遠鏡や装置の特性、紫外線から近赤外線までの広い観測波長域を活かして、超新星爆発、X線連星、系外惑星、地球接近天体（NEO：Near Earth Object）など幅広い天体の観測協力が行なわれてきました。また、観測以外にも研究会の開催や各機

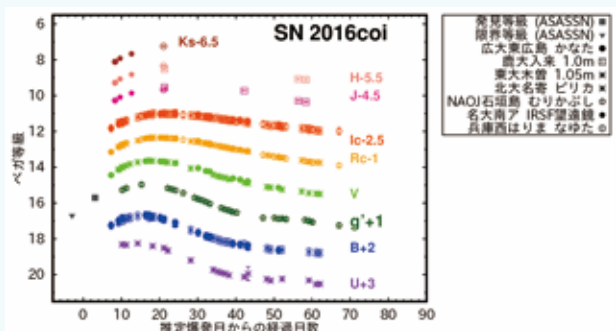


図16 SN 2016coiが緩やかに光度変動する様子を捉える（Yamanaka et al. 2016）。

関の望遠鏡の情報共有を行い緊密な連携を行なってきました。これまで石垣島天文台のデータが用いられている関連論文としては10編が出版されています。近年では、X線連星 MAXI J1820+070、極超新星 2016coi、特異な Ia 型超新星 2019ein や矮新星 ASASSN-18aan の観測成果などに貢献しています（図16）。

GROWTH/JOVIAL プロジェクト

2016年から国外の観測プロジェクト、GROWTH（Global Relay of Observatories Watching Transients Happen の略）にも参加し、世界中の研究機関と連携して幅広く突発天体の観測協力をしてきました。特に、2019年4月のLIGO/Virgoによる重力波第3期観測期間開始後に初めて発生した中性子星連星合体イベント S190425z では、多くの重力波候補天体の連携観測を行いました。GROWTHでのこのイベントの観測結果はGCNに報告され、成果は米国の天体物理学専門誌『アストロフィジカル・ジャーナル・レターズ』に掲載されました。2020年には金星の内側に軌道を持つ初的小惑星、2020 AV₂の観測に成功し Minor Planet Center に報告を行いました。2017年からは木星の表面振動観測の国際プロジェクト、JOVIAL（Jovian Oscillations through radial Velocimetry Imaging observations at several Longitudes の略）にも参入し、ハワイ観測所岡山分室にて観測装置の設置や188cm望遠鏡を用いた観測などを行なってきました。

スターリンク衛星

2020年からは国立天文台天文情報センター周波数資源保護室の協力のもと、スペースX社の開発したスターリンク衛星による光害の研究を開始しました。スターリンク衛星は2020年代半ばまでに12,000

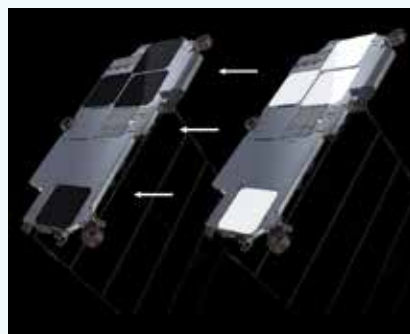


図17 通常のスターリンク衛星（右）とダークサット（左）の模式図（© SpaceX）。ダークサットの表面塗装の効果をむりかぶし望遠鏡/MITSuMEによる観測で実証。

機もの運用が予定されるなど観測への影響がさらに顕在化してくることが予想されます。そのような中スペースX社は反射光軽減のため、衛星表面に黒色塗装を施したダークサットを1機開発しました（図17）。石垣島天文台ではむりかぶし望遠鏡/MITSuME3色同時カメラを用いてダークサットと無塗装のスターリンク衛星の明るさを比較しました。結果としてダークサットは無塗装の衛星に比べ半分程度の明るさで、黒色塗装の効果が実証されました。しかしながら、両機ともに観測や景観への影響は残存することもわかりました。この成果は米国の天体物理学専門誌『アストロフィジカル・ジャー

ナル』に掲載されました。現在ではOISTERに連携観測を呼びかけ、機体に反射光軽減のための底を取り付けたスターリンク衛星、バイザーサットの明るさを高頻度かつより広い波長域で測定しています。

その他の研究

その他個人研究として、キューサーより放出されるガス（アウトフロー；図18）の濃さが変動する原因を、海外の3つの異なる天体観測プロジェクト※1の



図18 キューサーからの放出ガス（アウトフロー）。

測光・分光データを使用し調査しました。その結果、中心のブラックホール質量が大きいほど、エディントン比※2が小さく、中心の温度が低いほどアウトフローの濃さが変動しやすいことが明らかになりました。この成果は、米国の天文学専門誌『アストロノミカル・ジャーナル』の2020年5月号に掲載されました。

※1 Sloan Digital Sky Survey Reverberation Mapping (SDSS-RM、場所：米国ニューメキシコ州 アパッチポイント天文台、望遠鏡口径：2.5m)、Intermediate Palomar Transient Factory (iPTF、場所：米国カリフォルニア州 パロマー天文台、望遠鏡口径：1.2m)、Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System (Pan-STARRS (パンスターズ)、場所：米国ハワイ州 ハレアカラ天文台、望遠鏡口径：1.8m) の略称。

※2 放射による圧力と系の重力が釣り合う時の最大光度と天体自身の光度との比率。

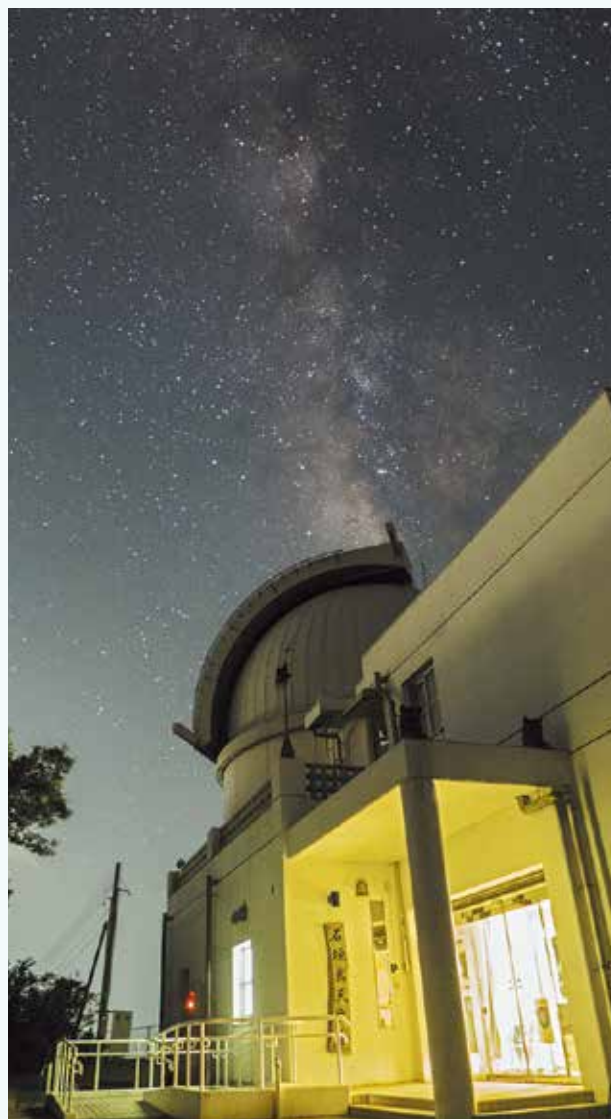
COVID-19の影響

2020年、COVID-19の影響とアクセス道路である前勢岳林道の改修工事により、石垣島天文台はおおよそ1年半にわたって施設公開が中止となりました。この間、石垣島天文台を運営する6者間でのCOVID-19感染拡大防止対策の検討を含め、施設公開の再開準備を進めました。また、むりかぶし望遠鏡による観測研究を継続するとともに、天文情報センター広報室との連携のもと広報面ではオンライン活動として天体観望会、天文現象の中継を実施したほか、南十字星や天の川のモニターサイトの公開などにも取り組みました。教育面ではオンラインでの天文学の授業や観測体験企画を実施しました。外出を自粛する期間が続く急速に注目を集めるようになったオンラインイベントの開催を通して、より多くの方々に石垣島天文台の活動を知ってもらえるような取り組みを続けています。

施設の有料公開

近年の新しい取り組みの一つとして、施設公開の拡充と安全安心の向上を目的とした施設の有料公開が6者による運営協議会で議論されてきました。これまで15年間、施設の限られたリソースを最大限に活用するような活動が展開されてきましたが、利用者数が増加するにつれて運用体制のさらなる充実が課題になっています。石垣島天文台は無料で公開されてきましたが、有料化によって利用者数に応じた予算を確保することで、利用者のニーズに応じた公開の充実や安全安心の向上が実現される「自立的な拡充サイクル」の構築が可能になります。2021年には収益事業に関する新たな規則が制定され、2022年度から有料公開がスタートすることとなりました。6者の連携のもと、この新たな取り組みにチャレンジしていきたいと考えています。

今回見学者通算15万人を達成できたのもひとえにこれまで石垣島天文台の活動を支えていただいた方々のご理解とご協力のおかげです。これからも益々多くの方々に親しまれ足を運んでいただけるような施設を目指して進んで参ります。今後ともご支援のほどよろしくお願いいたします。



「南の島の星まつり2021」報告

花山秀和（天文情報センター石垣島天文台）

今回で20回目を迎えた「南の島の星まつり」、COVID-19の影響により初の冬開催となりました。1月29日（土）は「星まつりライブ&石垣島の星空と星文化講座」、翌30日（日）は「星まつり記念講演会」が石垣市民会館で開催されました。

南の島の星まつりは2002年に始まった伝統的七夕イベントで、旧暦の七夕の時期に地域が一体となって全島ライトダウンを呼びかけ、美しい天の川とともに夏の星空を満喫するユニークなイベントです。石垣市、国立天文台、NPO法人八重山星の会などの共催団体が「南の島の星まつり実行委員会」を組織して毎年開催しており、2004年には第9回ふるさとイベント大賞「優秀賞」（一般財団法人地域活性化センター主催）を受賞しました。2019年までは主要なプログラムの一つである「ライトダウン星空観望会&夕涼みライブ」が屋外集客イベントとして開催されていましたが、2020年はCOVID-19感染拡大防止のために、屋内無観客での初のオンライン開催となりました。2021年はCOVID-19の流行状況に配慮して開催時期が冬に変更となりました。そのため、今回は冬に見える星や星座などが話題の中心になる特別な機会となりました（図01）。

図01 南の島の星まつりのポスター。今回は初の冬開催となりました。



図02 きいやま商店さん（左上）、金城弘美さん（右上）、Piacere（ピアチェーレ）さん（左下）、石垣よしゆきさん（右下）ら、地元出身アーティストによる音楽ライブの様様。

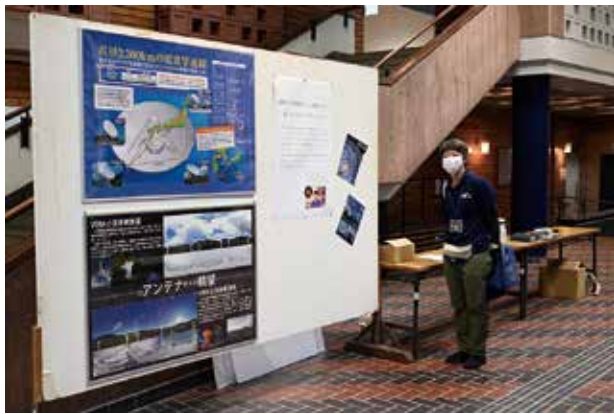


図03 会場の市民会館ではVERAのパネル展示とグッズ配布がありました。



図04 山岡天文情報センター長による国立天文台代表挨拶。

1日目の「星まつりライブ&石垣島の星空と星文化講座」(無観客オンライン開催)では、初めに地元出身のアーティストによる音楽ライブイベントがありました。音楽ライブのゲストとして、きいやま商店さん、金城弘美さん、Piacere (ピアチェレ) さん、石垣よしゆきさん、天藤虫 (てんとうむし) さんらが出演、星にまつわる歌や演奏を交えた圧巻のパフォーマンスが披露されました(図02)。また、実行委員長の中山義隆市長、国立天文台の山岡均天文情報セン

ター長からの挨拶がありました(図04)。続いて開催された「石垣島の星空と星文化講座」では、NPO 八重山星の会の通事安夫代表理事より画像・映像や文献紹介を通して石垣島の星空と星文化の魅力が伝えられました。2019年に石垣市の新たなシンボルとして市星に制定された南十字星、南極老人星としても知られるりゅうこつ座のカノーブス、石垣島に伝わる星見石や星図にまつわる星文化の解説など、興味深い話題が盛りだくさんでした(図05)。

2日目の「星まつり記念講演会」(有観客開催)では、山岡均天文情報センター長より「星の世界も変化する」というタイトルで講演がありました(図06)。りゅうこつ座のカノーブスや南十字星の見つけ方などの身近な話題から、恒星の固有運動、オリオン座のベテルギウスの明るさの変化や大質量星の超新星爆発など、変化する星の世界がわかりやすく紹介され、参加者は熱心に聴講していました。会場では水沢VLBI観測所VERA石垣島観測局のパネル展示ブースが設置され、参加者向けにVERAのグッズ配布がありました(図03)。

また、1月29日から2月6日にかけて、石垣島天文台では星まつり関連イベントとして見学者向けに天体写真やポストカードが配布されました。

上記の2日間のイベントの様子は石垣市観光文化課のYoutubeチャンネルで配信されていますので(図07)、是非お楽しみください。今回20回目という大きな節目を迎え、「星空の宝庫石垣島」の魅力を身近に感じてもらう取り組みはオンライン配信や冬開催など経て多様なニーズに対応する新たな展開を迎えました。「南の島の星まつり」を通して夜空を見上げる時間や機会が増えることで、科学への興味や関心を深めるきっかけとなれば幸いです。



図05 NPO 法人八重山星の会の通事代表理事による石垣島の星空と星文化講座。



図06 山岡天文情報センター長による記念講演。



図07 石垣島チャンネル。

「ALMA データ解析講習会（中級編）」報告

島尻芳人（アルマプロジェクト）、巻内慎一郎（天文データセンター）

2021年11月2、5日（2日間）、アルマプロジェクトと天文データセンターが共同で、「ALMA データ解析講習会（中級編）」を、ビデオ会議システムZOOMを用いて開催しました。

ALMAはミリ波・サブミリ波干渉計として、世界最高の観測性能を備えています。共同利用観測で取得されたデータは観測提案者へ配布されてから1年後にはアーカイブ上で一般公開されます（所長裁量時間の枠で観測された場合は6ヶ月後に公開）。2011年の初期科学運用開始以降、ALMAサイエンス・アーカイブには、データが蓄積され続けており、その科学的価値はますます高まっていると言えます。今回は、ALMAのデータの解析を既に開始している人を対象とし、ALMAデータ解析講習会（中級編）を実施しました。

これまでに開催した講習会と同様に

定員の10名を超える申し込みがあり、8の大学から10名が講習会に参加しました。今回の講習会では、干渉計データのイメージング（CLEAN）のパラメータを理解し、サイエンスの目的に合わせて最適なパラメータを選ぶことができるようになることを目標としました。そのため、干渉計の原理の簡単な解説に加え、キャリブレーション済みのデータを用いて、さまざまなパラメータでイメージング（CLEAN）を行う実習を実施しました。

また、今回は、講習会の最後に、実習の成果を一人当たり数分間の持ち時間で報告してもらいました。そのため、普段の講習会と比べて、参加者がより能動的に実習に取り組む傾向にありました。

実施したアンケートでは、10名の参加者全員から回答を得て、講習会の内容について、8名が「満足」、2名が「やや満足」と答え、以前実施した対面での

講習会と同程度の満足度を得ることができました。CASAを使った画像解析の実習は、ZOOMのブレイクアウトルーム機能を活用し、1グループあたり、2名の参加者と1名のチューターの少人数グループで行いました。少人数であることが功を奏し、質問しやすい環境が構築され、多くの質問が飛び交っていました。この少人数グループによる実習は参加者からも好評でした。また、参加者全員が、今後ALMAデータを使って研究する計画であり、全員が、2年以内にALMAを使った研究の論文を目指しています。参加者らのALMAデータを使ったサイエンスの推進においても、役に立ったのではないかと思います。今回の中級編で使用したテキストおよびプレゼンテーションファイルは、ウェブサイト（<https://www2.nao.ac.jp/~eaarc/DATARED/lecture.html>）に公開されています。



写真01 講習会の参加者と講師およびチューター。

天文台メモワール

私は1977年に当時の緯度観測所に電気系の技術者として入所しました。

当時は、各部門からの依頼により回路の設計や製作をしていたので、地球物理関連や天文関連と様々な装置の開発に携わることができ、地球物理関連では、入所当時江刺地球潮汐観測施設が完成間近で、ここに設置する水管傾斜計や伸縮計の主に微小変位を検出するセンサー回路などの製作を手がけました。1990年代半ばには超伝導重力計の導入に合わせて付随する装置やデータ収録装置を製作したことが縁で、新に追加導入された超伝導重力計を設置するためニーオルスン（ノルウェー）やマウントストロム口（オーストラリア）へ出向きました。

天文関連では、1980年代前半に全自動アストロラープの開発に軸足を置くことになり、制御回路の設計製作、プログラムの開発に没頭する日々が続きました。ミニコンによる制御のため、メーカーに向き基本的な使い方、リアルタイム制御に欠かせない、独自の回路をミニコンのデバイスとして認識させる方法（俗に言う“デバイスドライバ”の作り方）を学び、OSの一端を垣間見たような気がしました。このことは、その後に手がけたPCによる制御機器の開発に大いに役立ちました。

1980年代は光学観測から電波観測への移行期であり、鹿島の26m電波望遠鏡を借用してのVLBI国際観測、野辺山宇宙電波観測所や臼田宇宙空間観測所に向いての試験観測、その後、K-4記録システムの配備のためウルムチ（中国・写真01）やシメイス（ウクライナ・写真02）を訪れたのですが、現在の政治状況

下で皆さんがどうしているのか気になるところです。

1990年代後半からは、月探査計画（SELENE計画）に参加することになり、レーザー高度計、4Wayドップラー（月裏側の重力場計測）などの搭載機器の開発に携わりました。

2003年には臼田宇宙空間観測所に約2週間泊まり込みでの適合性試験、2007年には打ち上げ直前の試験を種子島の宇宙センターで行いました。打ち上げ後は、4Wayドップラー計測の軌道上での検証試験などを実施し、正常に機能することが確認できたと思わずガッツポーズをしたことを覚えています。

また、兼任のJASMINEプロジェクトでは、CCDで撮像した星像中心を高精度で決定するための方法を確認する目的で、地上実証実験装置（セントロイド実験と呼んでいました）を開発し、300分の1ピクセルで決定できることを実証しました。当時は、新型コロナなどの問題も無くりモートだけでは伝えることが難しい、濃密な？情報交換ができたためと確信しています（写真03）。

さらに、兼任でVERAにも所属していた関係で、水沢と三鷹で独立に行われていた保時室の業務が1997年に水沢に集約されることになり、これに対応するため原子時計の状態監視やGPSとの時計比較などのシステムを構築し自動化を図りました。保時室の業務は来年度から三鷹に移ることになったので、保時室の水沢卒業と一緒に、私も天文台を卒業することになります。

長い間お世話になり、ありがとうございました。

退職のご挨拶

浅利一善

（水沢VLBI観測所）



えびの高原にて。



写真01 ウルムチの観測所にて。



写真03 開発会議中？



写真02 1945年2月にヤルタ会談が行われた宮殿の庭園にて。

47年間で振り返って

岡田則夫

(先端技術センター)

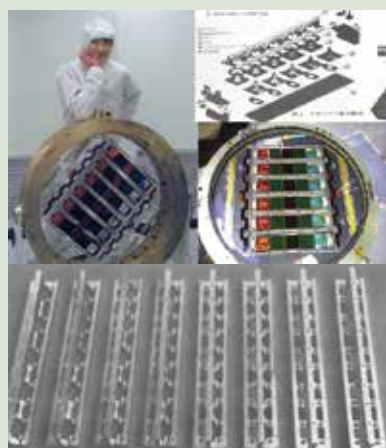


写真02 SDSS観測カメラ用のT-Bar：スーパーインバー製の金具。



写真03 雲モニタの鏡面を加工中の筆者（上）とすばる制御棟屋上での設置の様子（下）。

私は技術職員として機械工作一筋に47年間歩んでまいりました。このたび無事任期を満了し、定年退職を迎えることができました。お導きいただいたみなさまに、心より深く感謝申し上げます。

私は生まれも育ちも名古屋です。名古屋大学理学部物理学教室、分子科学研究所技術課装置開発室の勤務を経て1994年に天文台に着任しました。ちょうど天文機器開発実験センター（現在の先端技術センター）が創設され福田武夫さん、西野徹雄さんと私の3名で新設のマシンショップの立ち上げに従事しました。旧試作工場から移動した汎用工作機械に加え、ワイヤー放電加工機、マシニングセンタ、CNC旋盤、操作フライス盤などが新しく導入され、操作の研修や試運転などで多忙な日々が続きました（写真01）。この時期に記憶に残る製作物としてT-Barがあります。このパーツは米国プリンストン大学が主導したSDSS計画で用いられた当時世界最大のモザイクCCDカメラの部品で、30個のCCDを6本のレールで支えるスーパーインバー製の金具でした（写真02）。スーパーインバーは難切削材に類似加工に関する事例が乏しく、その加工は難を極めました。粘り強く加工を進めた結果、仕様に叶う製品を供給することが出来ました。

1998年ごろは全天雲モニタの製作を行いました。これは東大がマウイ島に建設したマグナム望遠鏡の自動観測を支援する機器で、非冷却の赤外線カメラとパノラマ鏡を組み合わせ、全天の雲の状況をモニタするものです。このパノラマ鏡は名大装置開発室が所有していた超精密旋盤をお借りし、鏡面を切削加工しました（写真03）。この仕事がきっかけで超精密加工の必要性が認められ天文台への

超精密非球面加工機新規導入への糸口になりました。また、この時期にはハワイ観測所のマシンショップの立ち上げ協力や主焦点カメラの開発支援、チリのアステ望遠鏡に搭載するボロメータクライオスタットの製作も行い、それぞれの現地での作業も経験しました。2006年からは工作室の責任者として佳境に入ったALMA型受信機カートリッジの主要パーツ量産に取り組みました。非常にタイトな開発スケジュールの中、福田さん、西野さんの努力もあり、73台もの製作を完遂し無事納品を完了しました。

2016年から私はクロスアポイントメントでJAXA宇宙科学研究所へ出向し、宇宙研に相応しい工作室の構築を目的として建物1階に最新鋭工作機械を主力とする新工作室の立ち上げに尽力しました。これまで宇宙研の工作室は建物3階にあり、床強度の制約で小型の汎用工作機械を主力とする規模が小さなもので、近年は研究を支援する役割を十分に果たせていませんでした。そこで、天文台工作室で培った工作室発展のノウハウやこれまでに得た人脈を活用し、経験者の採用や他機関からの招聘人事の協力等を得た結果、宇宙研はもとよりJAXA全体から仕事を受ける質の高い工作室が誕生し活動を始めました（写真04）。この間、右も左も分からない不慣れな環境での立ち上げ作業は苦労が絶えませんでした。終わってみればあっという間の5年間でした。定年前に良い仕事が出来たと安堵しています。

47年間ひたすら工作室でのものづくりに徹して来ましたが、素晴らしい仲間と共に仕事が出来、本当に幸せでした。どうもありがとうございました。みなさまの益々のご発展をお祈りいたします。



写真01 現在の天文台の工作室。



写真04 立ち上げ途中の宇宙科学研究所の工作室。

天文台メモワール

国立天文台水沢観測センター助手に採用されたのは1990年9月です。私は、緯度観測所が国立天文台に変わってから初めて採用された研究教育職員でした。それまで3年半の間、大変刺激を受けながら研究員として過ごしてきた野辺山宇宙電波観測所から家族と共に水沢にやってきました。水沢の皆さんは、私達にとっても暖かく接して下さいました。木村栄初代所長の銅像や古い建物群に水沢の長い歴史の重みを感じたのを思い出します。

当時、水沢の観測所では、地球回転の研究手段を光の観測から電波によるVLBI観測に移行しつつありました。元々三鷹で運用されていた6m電波望遠鏡（私も修士論文のために使わせていただきました）をS/X帯VLBI観測用に改造して、Hメーザー周波数標準とバックエンドがあった野辺山に移設し、地球回転研究の為に太平洋VLBI網（IRIS-P）に参加して観測を始めていました。

一方、水沢では、10m電波望遠鏡の建設が始まっていました。丁度基礎工事が始まりつつあり、約3年かけて完成しました。ファーストライトを迎えた時のうれしさは格別でした（写真01）。水沢10m鏡はIRIS-Pに参加するのに加えて、当時、野辺山45m鏡と鹿島34m鏡で天体の詳細イメージをVLBI観測していたKNIFEに22GHz帯等で加わって観測網を作るという話になりました。結局、野辺山から鹿児島へ移設された6m鏡なども加え国内VLBI網（J-Net）の名前でスタートしました。

私は、国立天文台が行うVLBI共同利用のまとめ役を仰せつかり、多くの方のご鞭撻やサポートを戴きながら何とか実施する事が出来ました。この時に育った

研究者の多くが日本のみならず世界の電波天文学を支えている昨今の状況は、とても嬉しいものです。

国立天文台にいて最も印象に残っているのは、VERAのアイデアの検討からサイトサーベイ、三菱電機をはじめとする製造業者との詰め、建設の立ち合い、試験観測、本観測など各段階に深く参加する機会を得た事です。限られた紙面では、とても語りつくすことができません。可能であれば、VERAを使って今後も研究を盛り立てていく若い方々に向けて何か書き残せたらと密かに思っています。天の川銀河の精密立体地図の作成を主目的に観測を行ってきたVERAも今後新しい段階に入りますが、新しいVERAの活躍に期待したいと思います。

もう一つ、印象に残っているのは、電波天文保護活動に関わった事です。VERAなどが電波天文業務に使う22GHz帯などの一部の周波数が総務省によって保護されています。この申請を対応させていただきました。指定されるまで2年以上かかりましたが、それだけの意義はあったと思います。また、新しく開発された電波を発生する機器を使用したいグループの方々と電波天文業務が共存できる方法を検討していく事が必要で、総務省で行われる検討会ではかなり厳しい議論が行われます。これらに参加して、多くの関係者の方々と相談しながら対応しました（写真02）。現在は、国立天文台の周波数資源保護室が活発に活動しています。この重要な活動を今後も国立天文台および関係者全体で是非サポートして戴きたいと思います。

最後になりますが、これまで大変多くの方々に色々とお世話になりました。厚く御礼申し上げます。



写真01 水沢10m鏡のシステムが完成した頃の観測室での記念写真。優秀な技術を持った方々と一緒に立ち上げ作業をしました。ケーブル設置も全て職員が行い、大変な作業でした。ちなみにこの部屋は、後にスーパーコンピュータ・アテリイの部屋に改造されました。

電波天文と共に

亀谷 収

（水沢VLBI観測所）



写真02 ジュネーブに本部を置く国際電気通信連合（ITU）で行われる国際会議でも電波天文の保護の観点から日本国の代表団の一員として何度か参加して、議論に参加したり情報収集をしました。写真は2016年11月に日本国代表団の方々と。



写真03 Z星研究調査隊は、高校生対象の電波天文観測実習イベントで、東北地方の高校生対象にメーザー源探し等を2019年まで13回にわたって行いました。参加者の中には、後に天文や物理の道に進んだ人もいます。岩手県高等学校文化連盟自然科学専門部、国立天文台水沢VLBI観測所、イーハトーブ宇宙実践センターの共同主催で、亀谷がまとめ役をさせて戴きました。写真は2015年8月の第9回の時にパラボラをイメージして皆で記念撮影。

緯度観測所は 遠くなりにつれ

田村良明

(水沢 VLBI 観測所)



昔話をするとすると、やはり国立天文台水沢の前身の緯度観測所のことを語らないといけないだろう。私は40年と6ヶ月前に、京都大学理学院の地球物理学修士課程を中退して緯度観測所に就職した。緯度観測所で研究員として採用された最後の職員となった。そして、今年私と一緒に退職する浅利一善氏、菊池幸子氏が、緯度観測所の現役時代を知る最後の職員となる。

当時の緯度観測所の状況は、「尻に火が付いている状態だ」と、就職する前から聞いていた。緯度観測所は1899年の設立以来の伝統はあるものの、地球回転の観測装置は光学望遠鏡しかなく、当時の最新鋭のVLBIやLLR、SLR装置を持っておらず、組織の存続が問題になりはじめていた（今はときめくGNSS（GPS）はまだ存在しない）。そんな状態の中、私は地象課地震係に配属された。緯度観測所は、よくコウモリのような存在だと言われていた。緯度観測所で行っている地球回転の観測・研究は、あるところでは位置天文学であり、あるところでは地球物理学であるため、どちらから中途半端な扱いを受けることがあったようである。わたしは、その一方の哺乳類(?)を担当することになった。

さてそんな中、就職してからは、更新されたばかりの計算機を屈指して、潮汐解析プログラムの開発や、起潮力ポテンシャルの展開など、潮汐関係の研究を進めることができた。計算機が自由に使えた緯度観測所の計算機環境は天国であった。その時開発した潮汐解析プログラム

はBAYTAP-Gと名付けられ、今でも多くの方に使われている。

緯度観測所で潮汐研究がなされていたというのは、初代木村榮所長が発見したZ項の原因が、章動が地球の流体核の影響を受けていることに依ると分かった後、その流体核を観測する手段のひとつとして潮汐の観測・研究が行われるようになったためである。潮汐研究のハイライトとしては、2000年の夏には、水沢で第14回地球潮汐国際シンポジウムが開催されている（写真01）。潮汐の観測点に関しては、故佐藤忠弘氏が中心となって各地に精力的に超伝導重力計の観測点を展開していた。写真02は、2004年10月に東京大学宇宙線研究所の神岡施設内に超伝導重力計を設置したときのものである。この重力計は、はじめ1993年から南極昭和基地での観測に使われた。現在は水沢VLBI観測所に移設して、東北地方太平洋沖地震後の重力変化の観測に使われている。私の退職後は、東京大学に移管して、超高精度な時計「光格子時計」を使って重力場の変化を調べるという「相対論的測地学」の研究の一環として使われる計画である。

緯度観測所の職員として働いていたのは7年弱、40余年の5分の1にも満たない期間である。観測装置として熱望していたVLBI装置は、20年前にVERAとして立ち上がった。そのVERAも、銀河系の地図を作るというAstrometry観測から、今新しいプロジェクトに移行しようとしている。緯度観測所は遠くなりにつれ、と思うばかりである。



写真01 2000年8月に水沢で開催された第14回地球潮汐国際シンポジウムで国立天文台代表として挨拶する観山正見企画調整主幹（当時）。



写真02 東京大学宇宙線研究所の神岡施設内に、2004年10月に設置した超伝導重力計。後ろ向かって左から、筆者、池田 博（筑波大学）、福田洋一（京都大学）。前左から、佐藤忠弘（国立天文台）、セブリン・ローザ（同ボストク研究員）。

「一般社団法人 日本カレンダー暦文化振興協会 2021年の活動」報告

片山真人 (天文情報センター)

暦文協★01の活動も早11年目に突入、コロナ禍により対面でのイベントは開催できなかったものの、すべてのイベントをライブ配信で実施でき、全国各地から多数の参加をいただきました。

●暦文協ミニフォーラム

最初のイベントは、5月21日の暦文協ミニフォーラム「同士の集い(きょうごう)小満の集い」です。

まず、東京大学大学院の小田島梨乃さんより「『暦記録』にみる江戸暦問屋」と題して、江戸暦問屋の仕事や悩みごとの記録をご紹介いただきました。ここ数年、元号や祝日でドタバタしたカレンダー業界にとって、彼らの悩みは決して他人ごとではありません！

続いて、東京国際大学名誉教授のドゥエル・ベリーさんより「新月観測について―新月はいつから見えるか」と題して、Crescent Moon Watch★02という新月観測の市民参加型プロジェクトなどをご紹介いただきました。ここでいう「新月」は朔＝太陽と同じ方向にあって見えない月ではなく、2日ほど後の、初めて見える三日月状の月を指します。

最後は、関東学院大学名誉教授の大越公平さんより「雪形と暦一形が見えてくるとき」と題して、全国各地の雪形伝承についてご紹介いただきました。雪形とは誰にでも見えるものではなく、「とき」を待ち望んでいる人に見えてくる「生活

文化」の形、という言葉がとても印象的でした。

●第11回総会 & 講演会

8月26日には、第11回総会 & 講演会をリモート開催しました。

まずは片山から「月食あれこれ」と題し、月食とは何ぞや、その条件や頻度・見え方などを、日食との比較を交えながら解説、2021～2022年に全国で見られる月食について紹介いたしました。

続いて、トークセッション「暦を作った月と太陽」では、日本暦学会の平井正則会長や山階鳥類研究所の奥野卓司所長も交え、暦の予測精度と観測精度の関係や、日食・月食が人々に与える影響、アンディキティラの機械とサロス周期など、様々なトークが展開されました。

総会では事業・会計報告や今後の事業計画などが承認されています。



04 片山による講演。



05 トークセッションの様子。

●新暦奉告参拝

恒例の12月3日カレンダーの日★03については、人数制限のうえ明治神宮にて新暦奉告参拝を開催、講演をライブで配信しました。

参拝は神楽殿前からの参進に始まり、直会殿にて修祓を受け、本殿にて参拝・玉串拝礼、その後神楽殿にて祈願の祈祷、巫女舞の奉納が執り行われました。

参拝の後は、東洋運勢学会の三須啓仙会長から「暦を上手に使って来年をより良い年にしませんか」と題し、暦を活用して自らの運の状態を知り、良い時間・良い方位・良い相手を選ぶことで良い結

果を導く運勢学の考え方について、講演をいただきました。

続いて、中牧理事長による「令和4年の暦予報」では、令和4年が明治改暦から150年★04となることなどが紹介されました。

暦文協では、今後もさまざまな形で活動を続けていく予定です。



06 参進の様子。



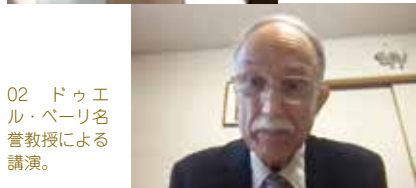
07 参拝の様子。



08 東洋運勢学会の三須啓仙会長による講演。



01 小田島梨乃さんによる講演。



02 ドゥエル・ベリーさんによる講演。



03 大越公平さんによる講演。

★01 暦文協 一般社団法人 日本カレンダー暦文化振興協会の略称（国天ニュース2011年10月号参照）
<https://www.rekibunkyo.or.jp/>

一般社団法人
日本カレンダー暦文化振興協会
Japan Association for Calendars and Culture Promotion

★02 Crescent Moon Watch
<https://astro.ukho.gov.uk/moonwatch/>

★03 国天ニュース2021年3月号などを参照。

★04 明治5年（1872）11月9日に、太陰太陽暦から太陽暦への改暦が布告されました。令和4年（2022）はそれから150年目にあたります。

令和5年（2023）暦要項の発表

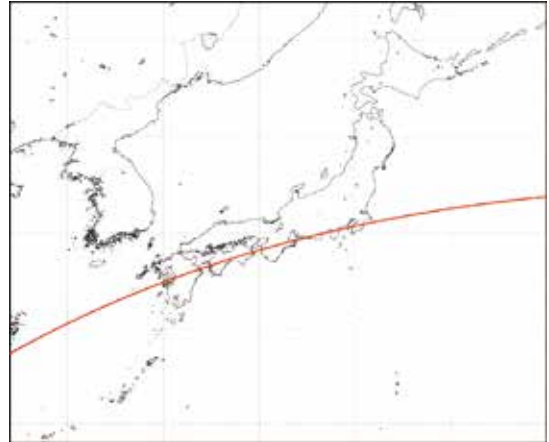
片山真人（天文情報センター）

令和4年2月1日、官報にて令和5年（2023）暦要項を発表しました。

<https://eco.mtk.nao.ac.jp/koyomi/yoko/>

- 春分の日、秋分の日は、それぞれ3月21日、9月23日になります。
- 日食が2回、月食が1回あります。
 - ・4月20日には金環皆既日食があり、日本では一般に南西諸島・九州地方南部・四国地方南部・近畿地方南部から関東地方南部にかけての地域・伊豆諸島・小笠原諸島で部分食が見られます。
 - ・10月15日には金環日食がありますが、日本では見ることはできません。
 - ・10月29日には部分月食があり、日本では全国で部分食を見ることができます。ただし、小笠原諸島などでは月食の途中で月の入りとなります。

※各地の詳しい予報については暦要項のほか、暦計算室ホームページでも調べいただけます。



4月20日の日食では、赤線より南の地域で部分食が見られます。欠け方は南方へ行くほど大きくなります。

大内正己教授が2021年高被引用論文著者に選出されました

科学研究部の大内正己教授が、米国に本社を置くクラリベイト・アナリティクス（Clarivate Analytics）社が選定する「2021年高被引用論文著者（Highly Cited Researchers 2021）」に選出されました（2021年11月発表）。自然科学と社会科学の21分野とその複数分野（Cross-Field）の計22の研究分野において、過去11年間に被引用数の多い論文（世界の上位1パーセントに入る）を多数発表し、各分野に大きな影響を与えた研究者が対象です。2014年より毎年、全世界から数千人の研究者が選出され、2021年は70以上の国と地域から6,602名、日本からは89名が選ばれました。宇宙科学（Space Science）分野では104名、うち日本からは大内教授とKevin Bundy氏（東京大学カブリIPMU）の2名のみです。大内教授は2019年に続く2度目の受賞となりました。おめでとうございます！



2019年に続いて2度目の受賞となった大内正己教授。

宮澤賢治 生誕120周年記念連載

銀河鉄道の夜空へ

Al Nokta ĉielo de la Galaksia Fervojo

六

ぎょしゃ区
おうしの停車場

文：渡部潤一／「銀河鉄道の夜空へ」制作委員会

写真：飯島 裕／石川勝也／長山省吾

★これまでの連載記事は、(一) 2016年12月号、(二) 2017年8月号、
(三) 2017年12月号、(四) 2018年12月号、(五) 2020年8月号で
お読みいただけます。webで「国立天文台ニュース」のバックナンバー
をご検索ください。

<https://www.nao.ac.jp/about-naoj/reports/naoj-news/>

★本記事は『新校本宮澤賢治全集』（筑摩書房刊）を基礎資料・出典として作られています。



ペルセウス座

アルゴル

カペラ

さしや座

M38

M36

M37

プレアデス星団

M45

ヒヤデス星団

おうし座

アルデbaran

オリオン座

● ぎょしゃ区

天の川に沿った鉄道の窓からは、すごい数の灯りが見えていた。まるで川の支流を遡り、対岸の丘のような場所に集まっているように見える。それが二カ所に集中していて、仲良く並んで、きらきらと輝いている。あまりの美しさに、私だけでなく、乗車してきた子どもたちも声もなく見とれていた。これが天の世界というものののだろうか。

そう思いながら、私はどこかで冷めている気持ちがあった。カシオペヤの停車場を過ぎたところに、あれがあるということは、天文学的には、どう考えてもペルセウス座の二重星団 η - χ エイチ・カイ である。そう思いながらも、壮大な景色に見とれる自分と冷静な自分とが同居していた。いったい、私はどうしてこの列車に乗り込んで居るのだろうか。持っている、この星座早見盤にどんな意味があるのか。再び、疑問が頭をもたげてくる。

そう思っていると、忙しくドアを開けて、例の車掌が入ってきた。やはり、どうみても賢治さんである。呼び止めようと声をかけた。

「あの、すみません、車掌さん！」

すると、一瞥しながら、こう言った。

「すみません、ちょっと急ぐので。なにしろ、これから臨時列車がたくさん出るので、時間調整が大変なんです。これから多くの人が乗ってきますので。後で、お願いします」

と、そそくさと行ってしまった。

ああ……そうか。それはそうだ。多くの人が乗ってくるよなあ。なにせ東日本大震災の津波による犠牲者数は半端ではなかったからな。多くの子どもたちも……そう思いながら、外を熱心に見ている子どもたちを見て、私も自然に涙が流れ、それを見せまいと首を垂れて、ふさぎ込んだ。

その様子を察したのか、例の海上保安庁職員が話しかけてきた。

「なにがしあわせかわからないですね。ほんとうにどんなつらいことでも、それが正しい道を進む中の出来事なら、峠の上りも下りもみんなほんとうの幸福に近づくのですから」

私は、なんだかどっかで聞いた台詞だなあ、と思いながら、それに応える気力もなく、ただ下を向いていた。もともと慰めるための台詞にはなっていない

いのではないか。そうだ、これは確か、オリジナルの『銀河鉄道の夜』ではタイタニック号に乗っていた青年の台詞ではなかっただろうか。

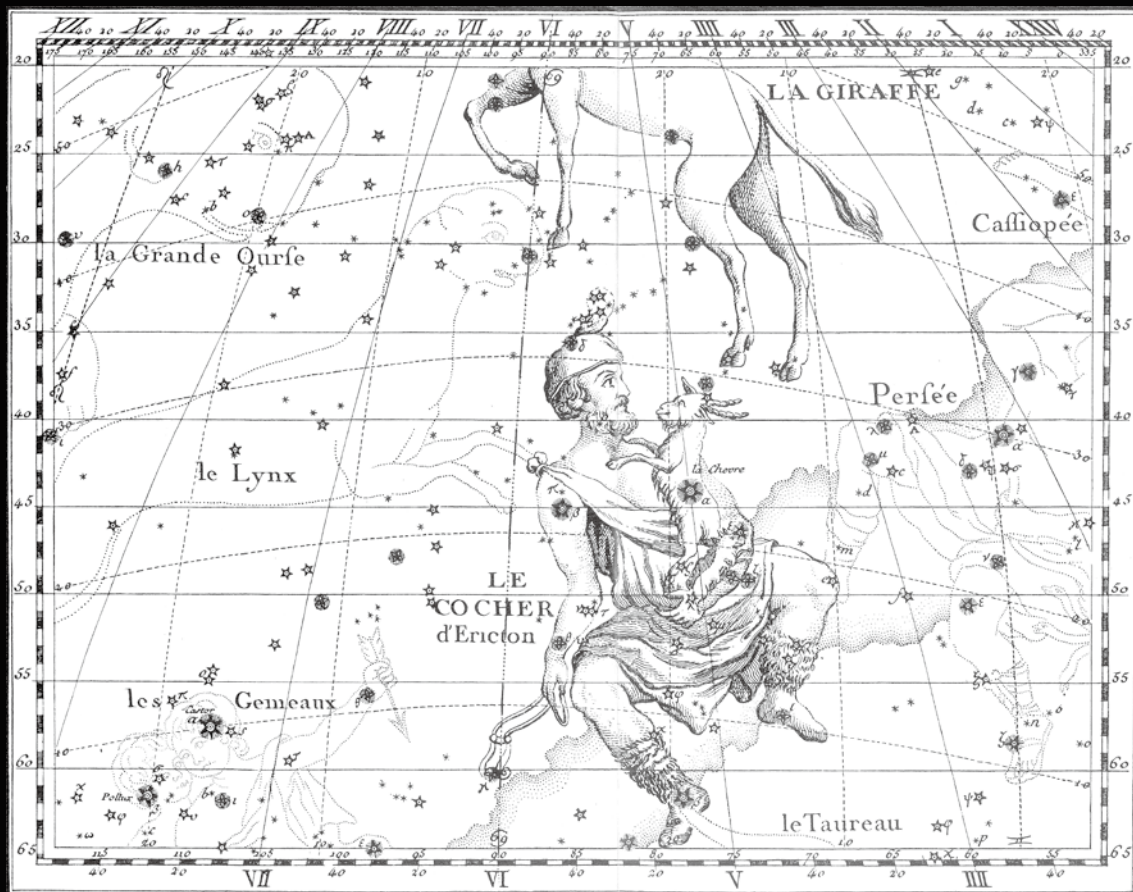
そう思いついて顔を上げると窓外には、燐光のごとくかすかに輝く川のほとりを、ぎりぎりいっぱい汽車は進んでいた。逆の窓を見ると、そこに広がる野原はまるで幻のように、百も千もの大小さまざまなきらめくクリスマスツリーのようなものが見える。私は、ああこれは賢治さんのいう「三角標」ではないか、と思った。

ひとつひとつは三角錐の形をなして、ほんのりと輝く斜めの柱が寄り添うように集まる先には、ところどころ赤い点々を打った測量旗がはためいていた。野原のはてまでそれらが一面に散在していて、遠方ではぼおっと青白い霧のようにかすんで、さらに遠方にもかわるがわる見え隠れしている。実際の三角標を私は見たことがない。賢治の時代には測量のために三角点を中心に立てられてはいたが、測量が終了すると撤去されるのが普通だったからだ。撤去されなかったとしても、木製の構造物などは、すぐに腐ってしまうだろう。私が勤める国立天文台の三鷹キャンパスの中にも一等三角点があって、その上に設置された三角標の写真も見たことがある。しかし、それはすべて大正時代のことである。国土地理院には再現された三角標があるときいていたが、私は見に行ったことはない。それにしても美しい景色である。賢治さんは、みんなにこの景色を見せたかったのではないか。そんなことを思いながら、ぼんやりと三角標を見ていると、例の女の子が何かに気づいて叫んだ。

「あ、馬車が走っているわ」

女の子の視線の方向には、多くの三角標が林立していたが、その間を縫うように、四頭の馬に引かれる馬車が走っている。手綱裁きもなれたように、三角標にぶつかることもなく、そして音もなくスムーズに走る様子は、ちょうど汽車のスピードとそれほど違わなかったので、よく見えた。手綱を握るのは、いささか古色蒼然とした出で立ちで、いかにも古代ギリシアだか、ローマあたりからそのまま抜け出てきたようにも思える。そして、その懷には白い塊が見えた。汽車が馭者よりも先行すると、それが何かわかった。

「犬よ。犬を抱いているわ」



古い星座絵には神話に沿った絵が描かれているが、ぎょしゃ座の御者はその手に小さな子ヤギを抱えている。



左：ペルセウス座にある二重星団と呼ばれる散開星団のペア。カシオペア座との境界近くにあり、肉眼でもわかる。ヨハン・バイエルは西側にh、東側にχのバイエル符号を振ったので、h-χ（エイチカイ）と呼ばれている。NGC番号はNGC 869、NGC 884。この2つの散開星団は、ペルセウス座OBアソシエーションの中核とされており、約1400万歳程度の若い星団である。

下左M37、下中M36、下右M38：ぎょしゃ座の五角形の内外にある3つの散開星団。どれも特徴がそれほどない散開星団だが、M37が最も規模が大きい。球状星団ではないかと見まごうほど、対称的で球状に見える。これは距離が4000光年程度と、どれも遠方であり、また年齢的にはまだ若いことを示している。双眼鏡で眺めると3つとも星雲状に見え、同一視界に捉えることができる。（散開星団撮影：石川勝也）



女の子は叫ぶ。他の子どもたちもわいわいと騒ぎ出した。

「いや、犬じゃないよ。顔が違うよ」

「角もあるぞ。子どもの鹿かなあ？」

動物園でしか見ることができないような珍しい小さな白い動物の特定が子どもたちはできなかった。

「あれは仔山羊だよ」

私は女の子に向かって言った。天の川沿いに走れば、ペルセウス座の次にくるのは順番としては、ぎょしゃ座であるからだ。その馭者は、なぜかわからないが小さな山羊を抱いているのである。それにしても、これほどきちんと実際の星座に従っているのなら、どうして勇者ペルセウスは登場しなかったのだろう、などと漠然と思いながら、子どもたちが騒ぐのを聞いていた。そういえば、オリジナルの南回りでは汽車に並行して走っていくのは、インデアンではなかっただろうか、と思った。馬車はやがて向きを変え、天の川から離れるように遠くへ行ってしまった。

と、前方にさきほどの二重星団のようなほのかな光の集まりが再び見えてきた。ただ、こちらはすでに集まったまま、ほのかに光っているだけである。光が続々と集まるというようなことはなく、静かにじっと同じ場所で輝くだけだった。ところが、それが近づいてくるや、さらに同じような光の集団が見えてきた。

「うわー、きれい！」

子どもたちは歓声をあげている。暗い天の川の静かな川面にも反射して、美しさは神秘的だった。

「ぎょしゃ座の散開星団だ」

すでに私は確信していた。この列車から見える景色は確かに実際の天の川沿いの天体を忠実に反映している。アルビレオの分岐にしろ、カシオペヤ座Aにしろ、ペルセウス座の二重星団 θ - χ にしろ、それぞれの登場の様子に微妙な差はあるにせよ、すべて実在の天体である。M36、M37、M38 と三つの散開星団は、天文ファンにとってはお馴染みの観望対象である。それにしても美しい。ダイヤモンドの細かなかけらを黒いビロードの上にそっと積み上げ、かすかに光をあてたようにきらきらと輝いている。色とりどりとはいかなかったが、暗い風景の中で、そこだけが浮き上がって輝いている様子は、子どもたちをも惹きつける魅力は充分だった。

「また、別のが見えてきたよ！」

灯りの集団が正面に来ると、先方から次の集団が現れてくる。そうこうしているうちに次から次へと、光の集団が現れては後方へ去って行く。もう、どれがどれだかわからなくなってしまった。散開星団は天の川沿いにはそれこそたくさんあるはずだが、すでにぎょしゃ座にあるものの数を超えているのではないか、と思えた。

● おうし座の闘牛場

気づくと、汽車はゆっくりとスピードを落としていった。駅に近づいたのか。そう思うと、アナウンスが流れた。

「次は闘牛場駅です。しばらく停車します」

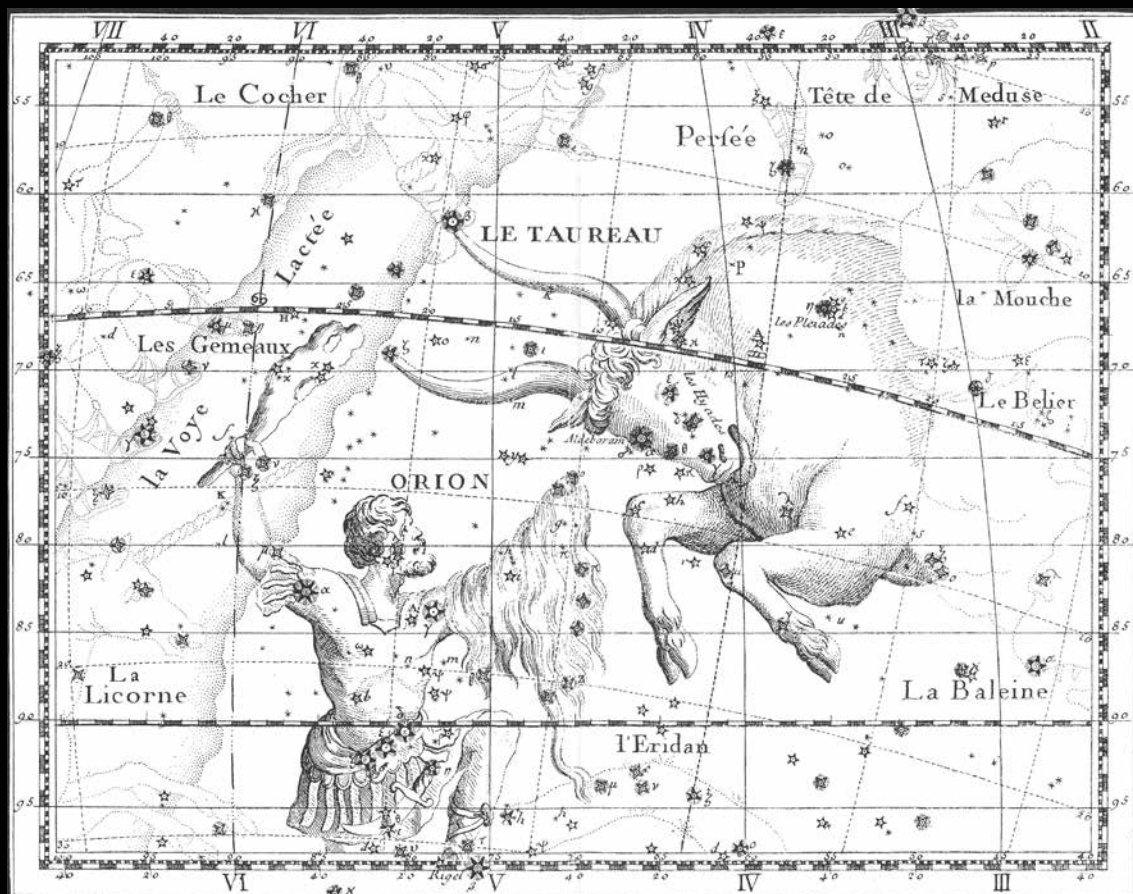
ああ、と私は思った。この駅は、おうし座の停車場なのだろう。天の川を北回りにいくと、ぎょしゃ座の次がおうし座となる。それにしても闘牛とは…。

停車した汽車の窓から、駅舎とは反対側を見ると、確かに闘牛場がある。回りはきらびやかなクリスマスツリーのような灯りで飾られ、まるで夜祭りのような雰囲気の中で、黒い牛が鼻息を荒くしながら登場した。

「まあ、あの牛。りっぱな牛だわ」

例の女の子が呟く。真っ黒な一頭の大きな牛は、どこに挑む相手が居るのか、探しているようだ。すると、牛が連れ出されたのとは反対方向の入り口から闘牛士が現れると、会場の回りに集まった観衆たちから一斉に歓声があがった。その左手には、ぼろぼろになった赤い布を纏っている。ずいぶんと年季の入ったもののように見える。しかし、右手に持っているのは、剣ではなく棍棒であった。身なりも闘牛士のような紳士的なものではなく、どちらかというとぼろぼろの、古代ローマのグラディエーターのようなものに思える。もしかして、あの棍棒で倒すのだろうか。さらに違和感を持ったのは、あきらかに猟犬と思われる犬を連れていたのである。闘牛場だと、犬は必要ないのではないか。

それにしても、と私は思った。あの牛は明らかにおうし座、そして登場した闘牛士はオリオン座である。天においても、西側から襲いかかってくるおうしを迎え撃とうと、オリオンは棍棒を振り上げている形に描かれている。だいたい、星座に描かれる動

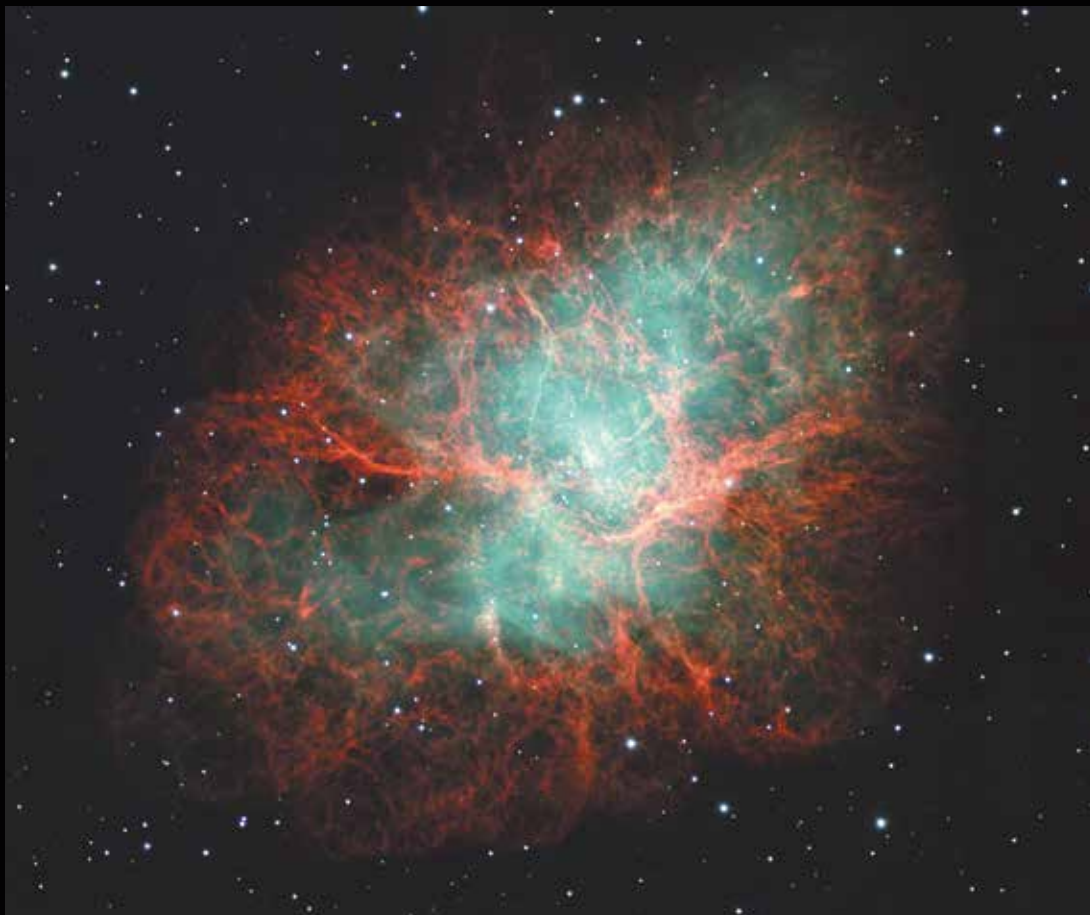


フラムステッド星座図絵に描かれたおうし座とオリオン座。西側から挑みかかるおうし座は東向き珍しい星座のひとつ。



おうし座の散開星団M45、プレアデス星団。和名はすばるである。日本の有名な自動車メーカーのエンブレムにも採用されており、その星の配置は実デザイン時に当時の東京天文台に相談があり、その際に教示したプレアデス星団の

恒星の配置に準じている。肉眼でも5-7個の星の集まりとして観察できるので、世界的に有名な天体である。星団を取り巻く星雲状の輝きは、星団がたまたま星間塵の多い場所を通りかかっているためである。(撮影：長山省吾)



ぎょしゃ座の境界付近、おうし座にある超新星残骸M1。地球からの距離はおよそ7200光年とされており、中心には中性子星（パルサー）が存在する。この星雲を作り出した超新星爆発は、1054年に起こっており、東洋では古記録として中国や日本の文献に残されている。特に、明月記に残された記録は有名で、かに星雲の起源を特定するきっかけになったということで、日本天文学会の日本天文遺産の第一号に指定された。（撮影：すばる望遠鏡）

物たちはほとんどが西を向いている。それは日周運動で星座が東から西に動いていくからで、自然なのである。しかし、おうし座は例外で、そのV字型に整った星の並びが東を向いた牛の顔に見え、それを見事な姿形をした星座である勇者オリオンと対峙させたてきたのである。

もしそうだとすれば、あの犬はおおいぬ座かこいぬ座だろう。それにしても二匹ではないのも気がかりである。

歓声が大きくなり、牛とオリオンの闘いが始まろうとした矢先のことだった。大きな花火が打ち上げられた。戦いの開始の合図なのだろうか。汽車に乗っていた子どもたちが小躍りしながら騒いでいた。

「花火だ、花火だよ」

その台詞は、オリジナルでは「発破」ではなかったかなあ。私は、そんなことを思い出しながら、窓から花火を見上げていた。それにしても大きな尺玉だった。花火はスローモーションのようにゆっくりと火花を散らし、後に残った雲の残骸が、まるで風がないかのように空中で静止して極彩色の輝きを放っていた。その形には見覚えがあった。

「これは、かに星雲ではないか」

かに星雲はおうし座にある有名な超新星残骸である。18世紀にフランスの天文学者メシエによって編まれた天体カタログの一番目の天体で、M1という番号が与えられている。1054年に爆発したもので、肉眼でも観察できる明るさになって「客星」として日本の『明月記』に残されているのは有名だ。現在でも、かに星雲は毎秒千キロメートルを超える猛スピードで膨張している。その中心には1秒間に30回という猛スピードで自転する中性子星（パルサー）があるはずだ。

「さすがに、そこまでは確認できないか」

私はわくわくした。天の川を銀河鉄道の夜のオリジナルとは反対、北向きに走りながら、実際に存在する天体を様々な形で見せてくれるのだ。乗車してくる人たちのことを思うと、やるせなくなってしまうが、天文学者としては次はどんな天体が、どのような形で現れるのか、と期待が高まっていくのだ。

汽車はいつの間にか出発し、次の世界へと向かっていく。（続く）

銀河鉄道の夜空へ

ダイアグラム Vol.02 銀河鉄道の路線—南天線と北天線—

宮澤賢治が著した「銀河鉄道の夜」では、主人公のジョバンニとカンパネルラを乗せた汽車は、銀河ステーション・白鳥の停車場から「天の川の左の岸に沿って一条の鉄道線路」を「南へ南へとたどって」行きます。一方、この連載記事「銀河鉄道の夜空へ」では、逆方向の北へと進みます。前者は南天回りの列車、後者は北天回りの列車となります。そこでそれぞれの路線名を「南天線」「北天線」と名付けることにしましょう。連載五（2020年8月号）で紹介したように、天の川（以下、銀河）は、天球をぐるりと一周して環のように繋がっていますので、南天線の終着駅が南十字（座）とすると、北天線を走る列車もいずれは同じ南十字に終着しますが、走る路線距離は南天線の倍ほどにもなります。

さて、南天線を走る宮澤賢治の「銀河鉄道の夜」は、じつは未完の物語です。宮澤賢治が着想から10年近くの歳月をかけて幾度もの推敲を繰り返し、ついに未定稿のままこの世を去ってしまったからです。しかし、その推敲の軌跡が宮澤賢治の文学観や宇宙観・世界観の変遷を知る上でとても役に立ち、さまざまな解釈がなされ、研究が深められています。

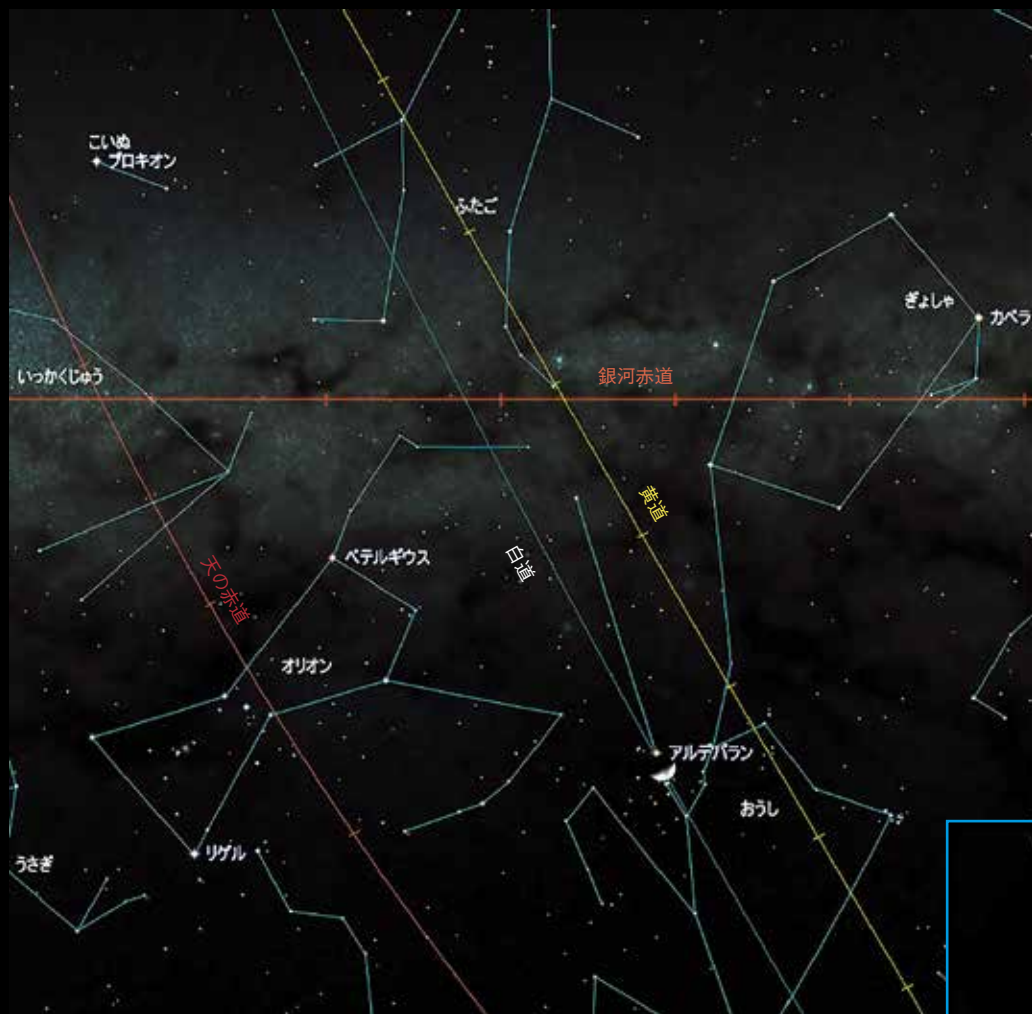
今日認められている「銀河鉄道の夜」の推敲過程は、初期形（第1次～第3次）と最終形（第4次）の4つの稿で知ることができます（第1次稿の完成は1924年の末）。大まかには、推敲や清書を重ねつつ、新しい原稿を追加することで物語は膨らみを増していきますが、最終形では物語全体に関わる大きな変更が施されています。そのあたりは、読み比べが必要になりますが、同様に4次にわたる推敲の全体をつぶさにリサーチすると、登場する星座にも違いがあることがわかります。第1次、第2次稿には南十字（石炭袋）のあとに、「マゼランの星雲」や「大犬座のまばゆい三角標（おそらくシリウス）」が登場します。第3次稿には、大犬座のまばゆい三角標がなくなり、かわりに「プレシオス（おそらくプレアデス）の鎖」が追加されています。そして、第4次稿では、そのどれもが消えています。マゼランの星雲は大小マゼラン雲のどちらか、あるいは両方としても、銀河からは離れた位置にあります。また、シリウスやプレアデス星団（24ページ）は、まさに今回紹介した北天線の運行軌道に含まれる天体です。賢治は何を思っ、そのような変更を試みたのでしょうか……。

●天球図に星々と銀河の流れを示します。天球の中心に地球があって、私たちは内側から天球（星空）を眺めているので、外から見ると星座は裏返しになっています。天球を透明に描いているので、手前の天球面には、ぎょしゃ座やおうし座辺りを淡い銀河（赤線＝「銀河赤道」が目印）が流れ、

そのまま天球をぐるりと一周して環のように繋がっているのがわかります。向こう側に流れている座やさそり座付近の銀河がとても明るく幅が広いことがわかります。この銀河の環の流れを帯状の平面に広げると、連載五（2020年8月号）に示した2葉の細長い写真のようになります。

銀河鉄道の夜空へ

ダイヤグラム Vol.03 銀河鉄道の車両編成—おうし座の分岐駅—



1924年3月12日の夜に起ったアルデバラン食のシミュレーション画像 (22時30分・花巻)。アルデバランが月齢6.5の月に隠される直前のような様子です。おうし座では銀河赤道と黄道、白道が交差し、オリオン座を通過した天の赤道とはいっかくじゅう座で交差します。各線(?)が集まるとも賑やかな星域となっています。右は、アルデバラン食の拡大図。このあと月の影の部分にアルデバランが隠されていきます。



分岐駅といえば、ちょうど同時期の花巻駅は東北でも屈指のターミナル駅でした。南北に走る国鉄東北線の花巻駅を中心に、銀河鉄道が発発するモデル線と目される岩手軽便鉄道(連載四参照)が東へ伸び、西へは花巻電鉄の2系統の軽便鉄道と軌道線(路面電車)が花巻温泉と西鉛温泉を結んでいました。花巻電鉄では車両は蒸気機関車が牽引する客車ではなく電車が使われ、これは東北地方初の電化路線でした。岩手軽便鉄道と花巻電鉄は東北・花巻駅の東西に隣接して花巻中央駅や(電鉄)花巻駅、西花巻駅などの発着駅をもち、それらが立体交差やスイッチバック運用によって複雑に結ばれ、1925年には全線の接続が完了して各方面への直通運転が実現します。

ここで、再び「銀河鉄道の夜」の4次にわたる推敲に注目してみましょう。第1次稿、第2次稿には銀河鉄道の車両には触れていませんが、第3次稿では、ジョバンニとカンパネルラで以下の会話が交わされます。(ジ)「この汽車石炭をたいてゐないねえ」。(カ)「石炭たいてゐない? 電気だろう」。(さらにセロのしづかな声が「スチームや電気でごいてゐない」)。第4稿では、(ジ)「この汽車石炭をたいてゐないねえ」。(カ)「アルコールか電気だろう」…。当時、文明の利器でもあり象徴でもあった幹線鉄道が市中を貫き(連載式(2017年8月号)「鉄道がやってきた」参照)、さらに時代を先取りしたかのように故郷の街に鳴り響く軽便機関車の汽笛と電車の警笛の協奏…。宮澤賢治の銀河鉄道は稿を改めるごとに走行列車の車両編成を進化させていったのかもしれない。



花巻電鉄で活躍したデハ3電車。狭い道路際に沿って敷かれた軌道走るために、とても幅の狭い車体となっています。鉄道ファンからは「馬面電車」というユーモラスな愛称で呼ばれています。花巻駅からほど近い材木町公園の一角に近代化産業遺産として静態保存されています。

銀河鉄道の夜空へ

ダイヤグラム Vol.04 銀河鉄道の車窓風景—光輝く三角標—



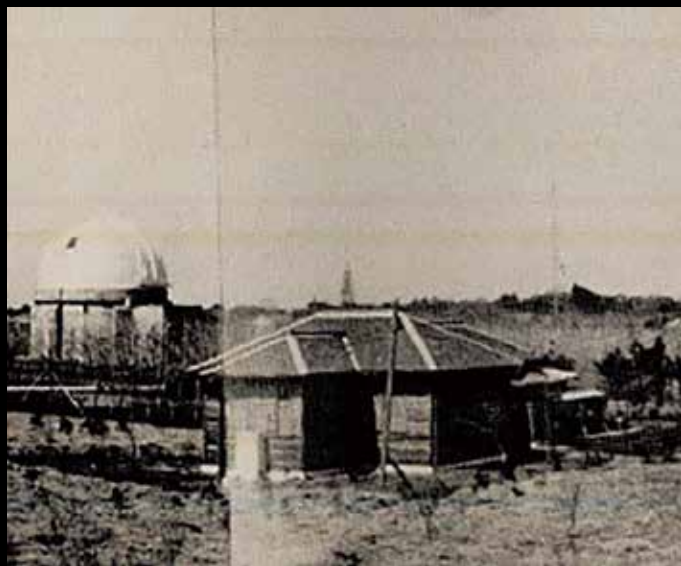
大正14年1月15日に設置された「1等三角点 三鷹村」の標石。国立天文台三鷹構内の北端の中央から少し西よりの場所にありますが（柵を通して構外の小道から確認可能）。くわしくは、国立天文台アーカイブ新聞114号を参照（https://prc.nao.ac.jp/museum/arc_news/）。

宮澤賢治の「銀河鉄道の夜」の車窓風景として繰り返し現れるのがたくさんの「三角標」です。当時、正確な測量を行って精密な地図を作るための目印「三角点」を設置する目的で仮設された大きな木製のやぐらを高規標（こうてんぴょう）といいました。賢治はこれを物語の中に取り入れて「三角標」と名付けました。三角点は重要度によって1等三角点、2等三角点…、と等級分けされ、これは明るさで1等星、2等星…、と星を分けていく天文学のやり方と同じです。そこで、賢治は、銀河鉄道の車窓から見えるさまざまな明るさや色をした星々のひとつひとつを大小さまざまな三角標に見立てて星空のようすを再現したのだと考えられます。

さらに当時は、たいへん遠くにある星々（恒星）までの距離を、地球の公転軌道の直径（およそ3億キロメートル）を利用した三角視差（年周視差）によって測る研究が盛んに行われていたこともあり、原理を同じくする測地用の高規標は、星々の分身として輝く「三角標」のモデルとしてまさにうってつけであったといえるでしょう。

今回の北天線「銀河鉄道の夜空へ」でも紹介したように国立天文台・三鷹キャンパス構内には1等三角点があり（写真上）、構内の全景を撮影した古い写真には、遠くにその高規標のやぐらを小さく見つけることができます（写真上右）。また、東京・麻布の旧天文台の構内に組み上げられた巨大な高規標の写真も残されています（写真右）。

東京・麻布の旧天文台の敷地に立てられた高規標。「1等三角点 東京（大正）」を設置するために作られたもの。高さは約25メートルで、「1等三角点 三鷹村」の高規標とほぼ同時期に組み上げられました。くわしくは、国立天文台アーカイブ新聞186号を参照（https://prc.nao.ac.jp/museum/arc_news/）。



昭和初期に撮影された国立天文台（東京天文台）三鷹構内の写真。写真中央の太陽分光写真儀室（現存せず）の屋根の上に「1等三角点 三鷹村」を設置するための高規標が遠く見えています。左は大赤道儀室のドーム。くわしくは、国立天文台アーカイブ新聞186号を参照（https://prc.nao.ac.jp/museum/arc_news/）。



NAOJスタッフ・インタビュー

「国立天文台ニュース」編集委員が、日頃から同じ職場の天文台スタッフにインタビューする新連載。リラックスした雰囲気の中で、仕事からプライベートまで、ざっくばらんに伺います。

連載02回 つづきとしひろ 都築俊宏さん

先端技術センター 研究技師



今回のインタビュアー

伊藤 哲也 編集委員
(アルマプロジェクト)

●この記事は2021年1月に行ったインタビューをメインに、その後の追加取材などを加えて制作しました。インタビューはネット会議システムで行い、写真撮影を別途行いました。



都築俊宏さんは、先端技術センターで、光学設計・光学解析のエキスパートとして国立天文台のみならずさまざまな研究機関の望遠鏡・観測装置の開発に携わっているエンジニア。民間企業から移籍した都築さんのユニークな視点から開発現場最前線のお話を伺います。

●たくさんのプロジェクトに貢献

伊藤 (以下「伊」) 都築さん、今日はお忙しいところをお時間をお取りいただき、どうもありがとうございます。都築さんはたくさんの望遠鏡・観測装置の設計に関わっていらっしゃると思うのですが、今はいったいいくつのプロジェクトに関わっているんですか？

都築 (以下「都」) 今年度は8つのプロジェクトに参画しています。飛翔体関連ではCLASP観測ロケット、SUNRISE-3気球実験、Solar-C_EUVST観測衛星、地上観測装置では、次世代超大型望遠鏡TMT/WFOS、重力波望遠鏡KAGRA、筑波大学の南極望遠鏡、東大天文センターを通してグリーンランド望遠鏡、チリのTAO望遠鏡の観測装置SWIMS (IFU) でしょうか。あとはまだ構想段階ですが、JAXAの超小型衛星群による超大型宇宙望遠鏡計画にも関わっています。

伊 すごい数ですね。それらの光学設計ですよね？

都 光学系の設計が専門なのですが、やっているのは設計だけではなく、設計に関連する光学解析も実施しています。例えば、望遠鏡の光学部品、例えばレンズや反射鏡、それを支える部品を作ると必ず誤差が出ます。それらの部品を組み合わせる使うので、その誤差の積み重ねによる影響を調べる公差解析が必要です。また、光がいろいろな部品の表面で

反射、散乱してしまうことの影響を見積もってその対策をすることも必要です。それを迷光解析と呼んでいます。これらの結果から、それぞれの部品に必要な仕様をつめていくことになります。私の所属する先端技術センター (Advanced Technology Center, 以下、ATC) には、機械設計を専門としている方もいて、その方との協業により、保持や温度変化、重力変化の光学性能に与える影響を正確に見積もる手法の開発もしています。それをオプトメカ連携評価と呼んでいます。さらに、設計した光学部品が出来上がってくると、その部品が設計通りの誤差内に収まっているかなどの評価のための計測も実施しています。そうそう、計測といえば、2019年には江戸時代の鍛冶師、国友一貫斎が日本で初めて作った反射望遠鏡の主鏡の面精度をATCで測定しました。現在一般に市販されている反射望遠鏡と比較しても精度にそんな色合いがわかり、NHKの『おはよう日本』でも紹介されました。

伊 朝のニュース、私も見ました！ そういえば、日本光学会の「光設計賞」というのも受賞されたんですね。

都 はい。それも2018年になりますが、TMT/IRIS (近赤外線撮像分光装置) の新しい設計手法が評価されました。そんなこともあって、結構、学術誌から論文の査読依頼がきたりもします。忙しくて時間が取れないときは、新しく入られた研究員の方にもお願いしたりしますが。



席のうしろには、日本光学会の光設計賞やNASAからのCLASP2への貢献の感謝状が飾られている。

伊 そんなに忙しいと、仕事の割り振りも大変だと思いますが、どうされているんですか？

都 たくさんの仕事の中で優先度、緊急度を判断してとりかかっています。例えば、今週1週間では4つのプロジェクトのタスクを同時進行していました。今日やろうと思っていた仕事が、ほかのプロジェクトから、「大至急やってくれ」と言われて後回しになるということもよくあります。ただ、私は飽きっぽい性格なので、同じことを数か月も続けてやるのは難しいたちなんです。その点、このやり方は、1つの仕事が行き詰まったら別の仕事、と細かく切り替えながら進めていくことができます。そうやって間を開けることで、新しい設計が思い浮かんで、いい設計ができたりする。複数やるのが創造性につながっています。ただ、その分、仕事を依頼された時に、納期は長めに伝えるようにしています。

●デジカメ設計から天文台へ

伊 都築さんは以前は民間にいらして、そこから天文台に移られてきたのですが、以前はどんなお仕事をされていたのでしょうか。

都 2009年3月に大阪大学大学院の修士課程を卒業して、その後2012年12月まで民間企業でデジタルカメラの光学設計や画像処理の仕事をしていました。民間で得た仕事の考え方がいまも活きていると思います。例えば、最初の新人研修では「ユーザーの期待通りにやるのはまだまだ三流、ユーザーの期待以上のことをやることで、また次も買ってもらえる」という指導を受けました。民間は利益を上げないと価値がありません。1時間で1万円分のアウトプットが必要と言われます。その点から、無駄なことができない現場を体験しました。もちろん、研究の現場のように、一見無駄に見えることから新し

い設計が生まれることもあるのですが。

伊 民間企業に入ったのは、なぜですか？

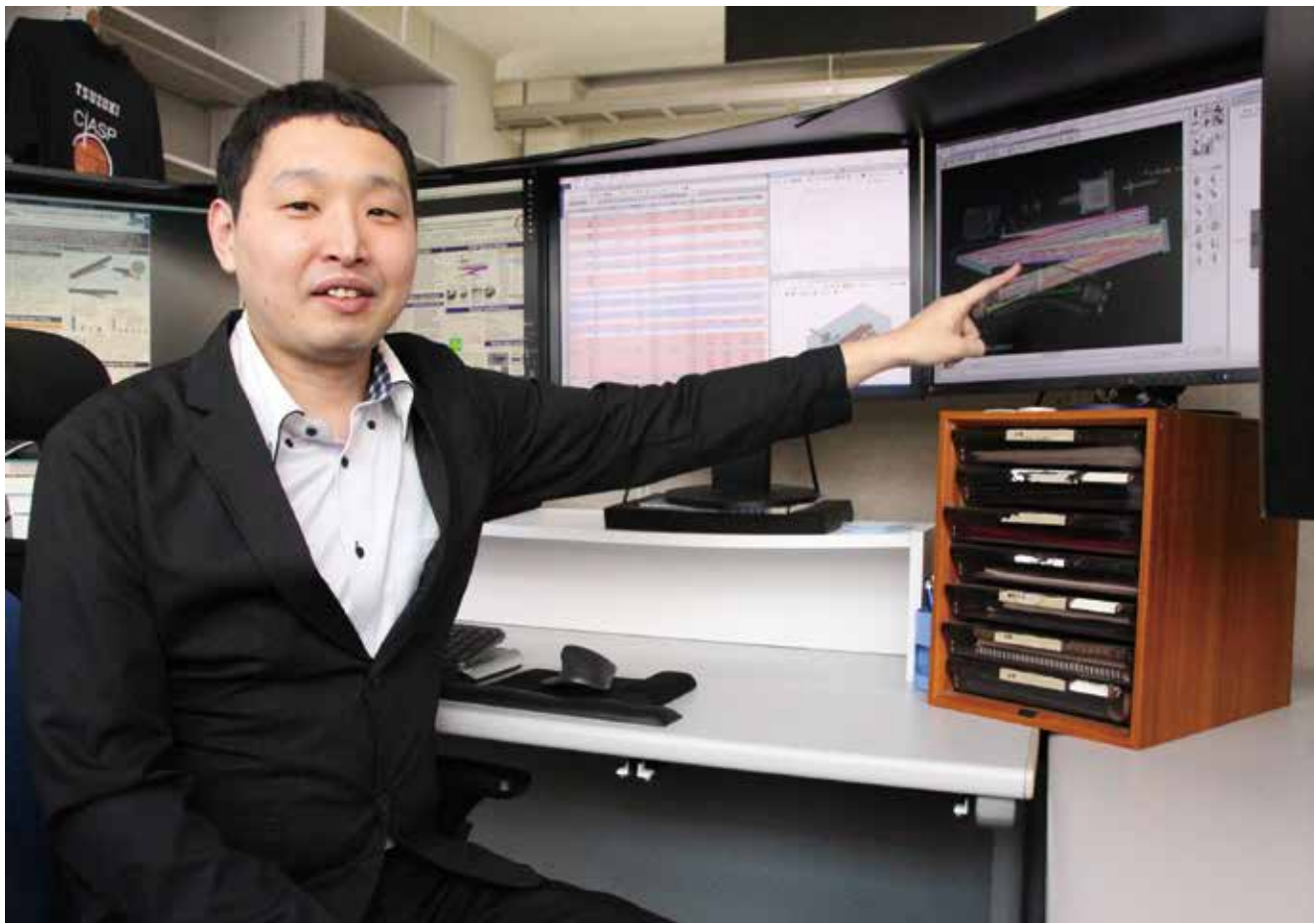
都 大学院生時代、生命機能研究科の生物物理の研究室にいました。そこでは、シマウマの縞模様をいかに数式モデルで表せるか、というような研究をしていました。生物を数式で表す、というのが面白かった。その民間企業は顕微鏡や内視鏡のメーカーということで興味を持ちました。結局デジタルカメラの部署に配属になりましたが、実はデジタルカメラにはあまり興味はありませんでした。今も、天文台にいますが、実は天文学にはあまり興味はありません（笑）。興味といえば、高校生の時に大学を選んだ理由は核融合に興味があったからでした。天文台が所属する自然科学研究機構の下に核融合科学研究所があるのは面白いつながりだと思います。私がATCに入ったときに光学設計の専門家は私一人でしたが、いまは光学設計チームが立ち上がるところまできました。引かれたレールの上を走るのではなく、自分で道を作り出すことができたと思っており、とても充実感があります。

伊 民間から来た目で見て、天文台の気に入っている点と違和感のある点は何ですか？

都 一番気に入っているのは緑に囲まれていて、部屋が広いところですね。やはり、利益を追及していると、それほど職場の面積を広くできません。それと、違和感のあるところですか、そうですねえ…、評価制度が民間と比べて曖昧かもしれません。民間時代の業績評価システムは、今、天文台で使っているものと方向性はあまり変わりません。ですが、どんな上司でも、評価基準はほぼ揃っていました。これは、利益を出すことが最終目標につながっているからでしょうか。それに対して、天文台では評価者によって評価がばらつくように感じます。評価水準を共有化しきちんと評価者全体に浸透させる必要があると思います。あと、給料は下がりましたね。今後、いいエンジニアに外部から来てもらい、仕事を続けてもらうことを考えると、そういうところはきちんとやってもらった方がいいと思います。

伊 天文台のものづくりと汎用品のデジタルカメラの設計の違いは何ですか？

都 求められるものが違います。デジカメは包丁を作っているイメージです。安くて安全なものを作ることが求められます。具体的には、部品点数を減らし、調整箇所を減らすことで、できる限り製造コストを下げます。また、



都築さんの机には4台のディスプレイが並ぶ。指差しているのは、今年6月打ち上げ予定のSUNRISE-3搭載観測装置の光学シミュレーション結果。

重くて使い勝手の良くないカメラは嫌ですね。ですので、カメラのサイズや中のレンズも小さくしないといけない。それに対し、天文台は一品ものの切れ味のいい日本刀を作るようなイメージです。光学性能は極限を追及しつつ、大きさも非常に大きい。どちらもそれに応じた難しさがあります。

また、天文台では希望すれば部署異動ができますので、自分の興味ある仕事ができる可能性があります。ただ、先ほども言いましたが、民間よりも、マネジメントが自己流の人が多く感じます。民間は利益が大切、ということから、マネジメントも標準化されるのかもしれない。

伊 エンジニアにとって好ましいマネジメントとは？

都 エンジニアチームを率いる研究者にはマネジメント力が必要です。天文台の設計エンジニアは、極限の性能を出すため、“きわどい”設計を求められることが多いです。そんな中、設計要求を出す研究者側の言うことがブレるとやる気を失うことがあります。ただ、海外担当の部分の設計変更など、やむをえない理由で光学系の



光学設計の話になると熱が入るが、わかりやすいたとえも交え、コミュニケーションの高さを実感。テレビの連続出演にも納得。

設計条件が変わりました、ということもたまに出てきます。その時に情報の伝達の仕方が問題になることがある。ずいぶん後になってから、それを言われて、仕様が変わるのは当然だ、と言われると困る。コミュニケーションをオープンに、密にとってくれる人がいいと思います。

伊 なるほど。

都 あと、天文台はブランドイメージがよいためか、台内でテレビクルーを見ることが多いです。私自身でも先ほどの国友一貫斎の望遠鏡の話以外に、2020年11月にはサイエンスゼロにも少し出演する機会がありました。も

し、民間にいた頃なら、同僚から結構反響があったらうと思うのですが、天文台では、みんな慣れてしまっているのか、あまり話題にしませんね。

伊 うーん。そうですね。天文台の研究者はNHKの教育番組などに出ている人がかなり多いですから、いちいち話題にしないかもしれませんね。

都 コロナ禍の最中でも、もっとオンライン飲み会の機会を増やし、エモーショナルな関係を強くしてもいいと思うんですね。

●仕事のモットー

伊 これまでの天文台での仕事で手ごたえのあったものは？

都 いろいろあります。自分がやった設計の性能が実際に出ていると嬉しいですね。例えば、最近ではSUNRISE-3の観測装置が厳しい設計でしたが、設計通りの性能が出ていることが確認できました。CLASP2では拡大光学系を設計しましたが、光学性能が問題ないことが確認でき、2020年に打ち上げられて、2021年の2月に研究成果が発表されました。このように多くの設計に関わることで、設計スキル、解析スキル、計測スキルを上げることができます。このように経験値が上がるだけでなく、ほかのプロジェクトの失敗の知見を活かすこともできています。さらに、複数のプロジェクトに関わることで、プロジェクト間で共通のニーズがわかってくる。それを取りまとめて必要な装置を台内の競争的資金に提案、導入し、共通して使うことで、複数のプロジェクトの開発の効率化につなげていきます。光学系というのは、レンズやミラーなどの組み合わせで、実はどのような組み合わせがいいのかの解はたくさん考えられます。しかし、製造するとなると、素子数が多いとアライメントや面のゆがみなどがあって、それが最終性能を悪くするほうに跳ね返ってくる。そのため、できるだけ少ない光学素子、少ない部品点数で仕様を満たす、シンプルでコンパクトな設計が大切なんです。素子を抜本的に組み替えていい設計ができることがあります。そういった多くのことを考えた設計が実際に予想通りの性能が出ていることが確認できたときに苦労が報われていると感じます。私は心配性なので…。

伊 仕事のモットーはありますか？

都 そうですね…。やる時はやるけど、やらない時はやらない、メリハリをつけるということでしょうか。すごく進

みがいいときと全然進まないときがあるんですよ。進みが悪いときに8時間やるより、パフォーマンスがいいとき1時間のほうがいい仕事ができたりする。そのため、「パフォーマンスが悪いときは休む」、「1日に最大で3つのことしかしない」、と自分で決めています。経験上、予定を4つ以上入れるとどれかのアウトプットレベル下がります。1つに2時間くらい集中すると3つしか入らない。それでも、先ほど言ったように急に他の仕事が入ってきて、4つ同時進行になったり、残業になることはしょっちゅうです。最近、研究技師になったので、裁量労働制になり残業代が付かなくなりましたが…。

●プライベートは？

伊 都築さんは天文台に移られてからご結婚されて、小さなお嬢さんがいらっしゃいましたよね。

都 はい。いま2歳です。家で娘をお風呂に入れたりします。そうそう、シャワーを浴びているといい設計が思い浮かぶことがよくあります。天文台にもきれいなシャワー室があって使えると嬉しいのですが。



一見、仕事となにも関係なさそうなワインボトルが出てきて、びっくり。でもそこには秘密がありました。



シールでなく、エッチング（彫刻）タイプのワインラベル。しかも都築さんの名前入りです。由来を伺うと…

伊 それは面白いですね。お風呂でいい設計が浮かぶというのは、何か、降ってくるようなものなのでしょうか？

都 でも、アイデアが降ってくるためには考え続けていないとだめなんですよ。そこが大事です。

伊 趣味についても伺えますか？

都 以前はダイビングやサーフィン、ヨガ教室に通っていたのですが、最近は時間が取れず、できていません。あとはゲームをしたり、アニメを見たり、というぐらいでしょうか。

●私の一品

伊 それでは、都築さんの「私の一品」を今日お持ちいただいたので、それを見せていただきましょう。

都 実は、これは、天文学とも光学設計とも全く関係ない、赤ワインのボトルなんですけど、私の名前が入っているんです。

伊 え、本当ですね。これはどういう由来の物なんですか。

都 大学の学部時代は勉強よりもアルバイトばかりしていたんです。特に力を入れていたのが、塾講師のアルバイトで、その塾の中で優秀な講師を表彰する制度があって、その賞をもらったんですね。塾講師は夕方からの仕事で、遅い時間から働き、それが終わってから仲間と朝までドライブや遊びに行ったりしていました。あまりはじめではないルートを歩いてきたわけですが、そこでの努力もこうして評価されることがあった。その他にも接客業など様々なアルバイトをしました。そこで出会った人たちや経験は大学キャンパス内では決して得られないもので、私の人生の宝物です。そのような回り道が自分の価値観を広げてきたという思いがあります。それを



都築さんの働く開発棟の前にて。同じ技術職ながら、これまで知らなかった都築さんのいろいろな面に触れることができました。

忘れないために、飲まずにこうして大切にとってあります。そのうち、娘が大きくなったら、こんな話をしながら、一緒に飲めるといいな、と思っています。

伊 なるほど。本当にそうなるといいですね。本日はお話全体を通して、客観的視点からの天文台の職場の話はたいへん参考になりました。今、天文台はいろいろと変革期にあると思うのですが、天文台で働く一人ひとりが、問題点を見つけてより良い天文台にしていけるといいな、と思います。本日はお忙しい中、お時間をとっていただき、ありがとうございました。

都築俊宏さんからの近況コメント

2021年11月に再度江戸時代の望遠鏡の性能を評価したのですが、その様子がNHK総合の「歴史探偵」、NHK BSプレミアムの「コズミックフロント」で放送されました。番組を録画して2歳の娘に見てもらったのですが、同じNHKのキャラクターである「わんわん」のおもちゃのほうが魅力的とのことでした。

仕事に関しては、2021年5月より光学設計チームのチームリーダーを拝命しています。国内外の8つのプロジェクトを掛け持ちしつつ、部下の管理をするというプレイングマネージャーとしての仕事をしています。最近はこのハードワークを乗り切るために、深夜に自宅の暗い部屋でヨガをすることを習慣にしています。家族のサポートに感謝する毎日です。

2021年度 国立天文台 若手研究者奨励賞

2022年1月5日に第4回国立天文台若手研究者奨励賞授賞式が開催されました。

この賞は、2018年度に国立天文台30周年を記念し創設された賞で、優れた研究業績を挙げた国立天文台の若手研究者が、将来国立天文台や国内外で研究リーダーとして活躍することを期待し、若手研究者を奨励することを目的としています。

●受賞者 片岡 章雅 助教／科学研究部

●研究テーマ：

原始惑星系円盤におけるミリ波偏光理論の確立とALMAによる検証

Millimeter-wave polarization theory in protoplanetary disks and verification by ALMA observations

★以下、受賞された片岡 章雅 助教のコメントです。

この度は、国立天文台若手研究者奨励賞を受賞でき、大変光栄に思います。この場を借りて、ここまでの研究を支えてくださったすべての方に感謝申し上げます。私の研究の心は、「惑星はどう形成されたのか」という疑問にあります。私たちの住む地球はもちろん、数千個見つかった太陽系外惑星についても、その形成過程には数多くの疑問が残っています。その疑問を解く手がかりが原始惑星系円盤や太陽系に広がっていて、望遠鏡や探査機で観測できるというのが非常に面白い分野です。

私は、博士課程時代も国立天文台で過ごしました。当時は総研大生として理論研究部に在籍し、主にダスト多体数値シミュレーションを用いた研究を行ってきました。このシミュレーションは、惑星の種であるダストがどのくらい柔らかいかを式で表し、惑星形成の場面に応用するものでした。使っている物理は弾性体の力学等で、天文観測からはかなり遠いものでした。今思えば、このような理論研究をしつつも、周りの研究者が超新星や星形成領域の観測的研究を進めているのを横目に見られるのは、最新の望遠鏡ではどんな観測が可能なのかを耳学問的に知ることができ、非常に良い環境でした。

在籍年数が長いせいもあってか、事務の人の顔もなんとなくわかります。「あの時大学院係でお世話になった人は、今はあそこの部署や、別プロジェクトにいるのだなあ」と、なんとなく思っています。逆に、ふとした時にこちらの名前を呼んでいただけると嬉しいものです。コロナ禍が長引き、互いの顔を見ないコミュニケーションがより一層増えてきましたが、画面の向こうに人がいることは常に心がけておきたいと思っています。

博士課程学生時代、「ALMAは理論屋でも使えるようになる」と言われてきま

した。その言葉を信じ、結果的には自分で書いた観測提案が採択・観測され、ALMAデータを用いた研究をすることができました。この結果は、原始惑星系円盤における偏波の基礎理論の証明として本賞で評価していただいた部分です。さて今振り返ってみて「ALMAは理論屋でも使える」というのは本当だったかと言うと、半分正解で半分不正解のように思います。確かに、電波干渉計の知識がなかった私でも観測提案・データ解析・論文を出版はできました。一方で、これらの結果は基礎的なデータ解析をEA-ARCの人たちがやってくれているからであり、論文を書く上では電波干渉計を装置から理解している共著者との議論がかかせませんでした。研究者一人でやれる研究の範囲は限られており、だからこそそれぞれの専門家との協力が必要なのだと感じます。今後は、より若いキャリアの研究者や学生との共同研究も積極的に進めていきたいと考えています。

私自身は、理論・観測・実験を見渡せる視野を活かしつつ、惑星形成の理解という心を忘れずに研究を推進していきたいと考えています。



賞状を手にした片岡さん（左）と常田台長（右）。

令和2年度 国立天文台長賞

令和2年度国立天文台長賞の授賞式が2022年1月5日に行われました。令和2年度の台長賞を受賞したのは、故高遠徳尚教授（ハワイ観測所・すばる超広視野多天体分光器プロジェクト）、岡田則夫主任研究技師（先端技術センター）で、ともに技術・開発部門の受賞です。



左から高遠徳尚氏のご親族、
常台長、岡田則夫氏。

編集後記

コロナで息子（小2）の学校が学年閉鎖に。それでもオンラインで授業を継続する様子を見て、2年前の一斉休校からは（息子も学校も）格段に進歩しているなあと感じました。（G）
今年の冬もたくさん雪が降りましたが、3月に入り少しずつ気温が上がってきました。アスファルトが見えると春が近づいてきたなあと感じます。（は）
2月からチリに単身赴任し、ALMA山麓施設で電波望遠鏡のメンテチームに入ることに。職場の公用語は英語と聞いていましたが朝礼はスペイン語でした。頑張ります。（I）
ロシアのウクライナ侵襲2日後の一般講演。惑星の居住可能性、広い広い宇宙の大規模構造、その中のPale Blue Dot。命の奇跡と尊さを改めて認識する。（h）
この2年間でネット会議にも慣れて、時差は克服できませんが、それでも世界は狭くなった。しかし人と人の距離間はなかなか難しい。今年こそはお花見がしたいものです。（K）
社会の変化についていけない自分がいるのをひしひしと感ずることがある。ウクライナの共同研究者を来年度の客員で呼ぶ予定だったが、どうなるか全くわからなくなってしまった。見上げる空は同じなのに。Under One Sky.（W）
1月初めに久しぶりに対面で講演をする機会がありました。皆さんとても喜んでくれて、嬉しくなりました。以前は普通だったことが、特別のことに感じられました。皆で見た水星は忘れないでしょう。（e）

国立天文台ニュース NAOJ NEWS

No.336 2022. 春号
ISSN 0915-8863
© 2022 NAOJ
(本誌記事の無断転載・放送を禁じます)

発行日／2022年3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

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（副台長）／石井未来（TMTプロジェクト）
／秦和弘（水沢VLBI観測所）／勝川行雄（太陽観測科学プロジェクト）／平松正顕（天文情報センター）／伊藤哲也（アルマプロジェクト）
●編集：天文情報センター出版室（山岡均／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、shuppan@ml.nao.ac.jpへ。または上記の電話・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。

国立天文台
ニュースは、次号
から誌面を大幅にリ
ニューアルしてお届け
します。発行は7月夏
の号になります。お
楽しみに！

次号より



すばる望遠鏡
HSC Cosmic Gallery

16 NGC 5366
田中賢幸（ハワイ観測所）

銀河同士の衝突画像はこの裏表紙でもおなじみになっているが、銀河の衝突は実に様々である。今回の画像はその珍しい例で、face-onの銀河（NGC 5366）とedge-onの銀河同士の衝突だ。銀河の向きのおかげで両者の色も対比的で、星形成領域が青く輝くface-on銀河に対し、もう一方は横から見た赤いダストレーンが印象的である。両者をつなぎ、さらに外側まで広がった潮汐テイルもまた見応えがある。

★HSC：すばる望遠鏡「超広視野主焦点カメラ（Hyper Suprime-Cam/ハイパー・シュプリーム・カム）」

★HSCの観測データを活用した市民天文学プログラム「GALAXY CRUISE（ギャラクシークルーズ）」もお楽しみください。

<https://galaxycruise.mtk.nao.ac.jp/>