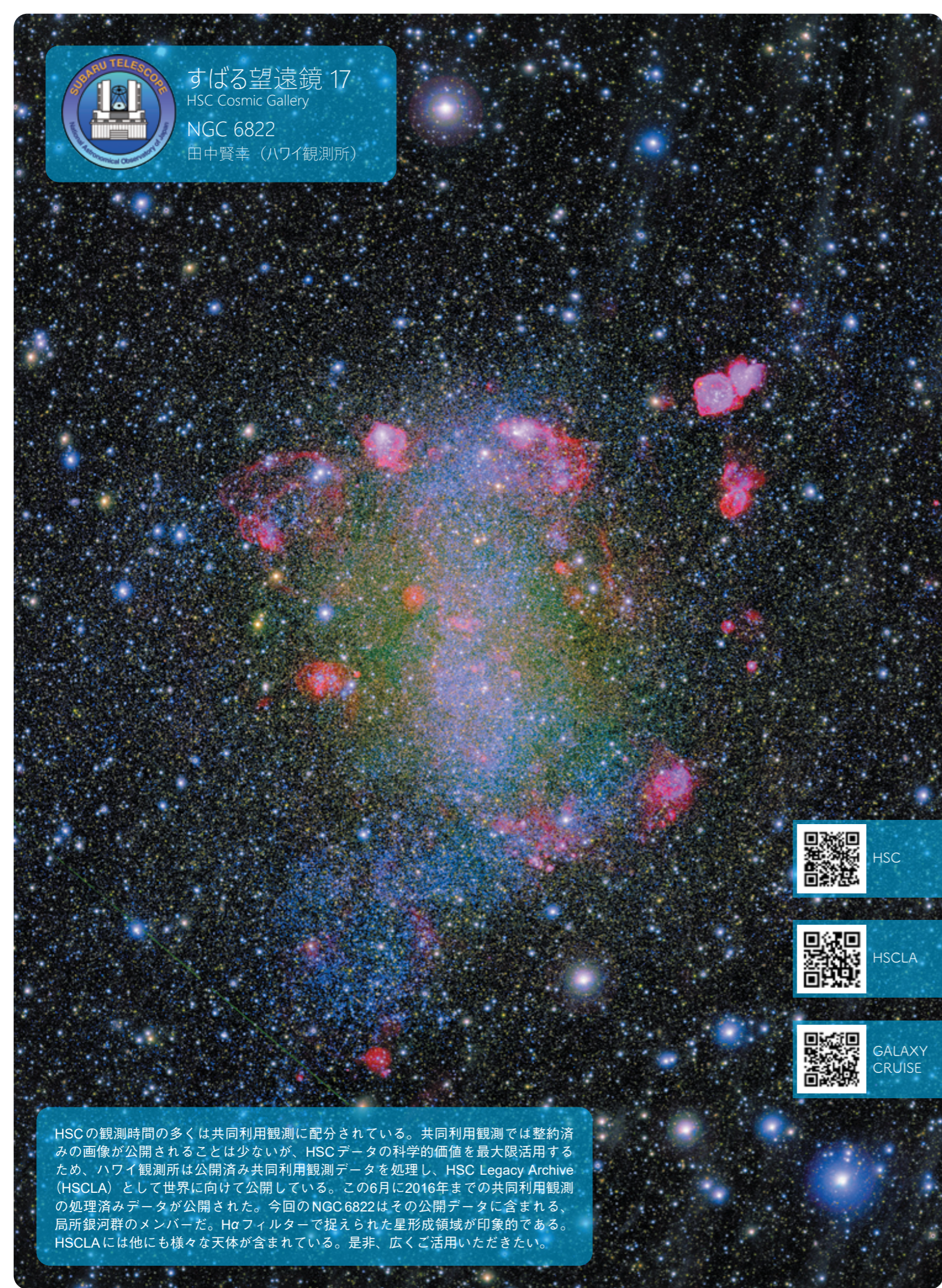




すばる望遠鏡 17
HSC Cosmic Gallery
NGC 6822
田中賢幸 (ハワイ観測所)



HSC



HSCLA



GALAXY
CRUISE

HSCの観測時間の多くは共同利用観測に配分されている。共同利用観測では整約済みの画像が公開されることは少ないが、HSCデータの科学的価値を最大限活用するため、ハワイ観測所は公開済み共同利用観測データを処理し、HSC Legacy Archive (HSCLA) として世界に向けて公開している。この6月に2016年までの共同利用観測の処理済みデータが公開された。今回のNGC 6822はその公開データに含まれる、局所銀河群のメンバーだ。H α フィルターで捉えられた星形成領域が印象的である。HSCLAには他にも様々な天体が含まれている。是非、広くご活用いただきたい。



★ 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。

NAOJ

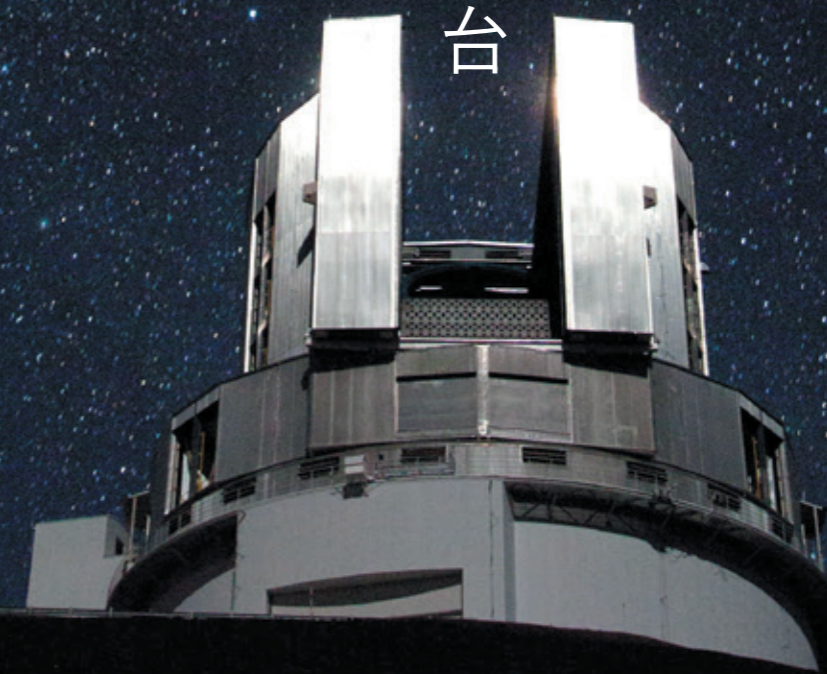
No. 337 National Astronomical Observatory of Japan

PRINT ISSN 0915-8863
ONLINE ISSN 2436-7230

NEWS

国立天文台ニュース

宇宙の謎に挑む国立天文台



2022

夏

宇宙の謎に挑む国立天文台

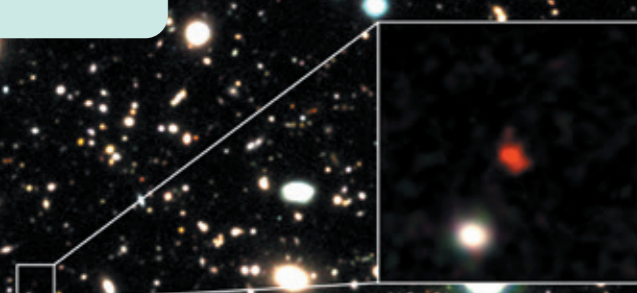
2022

夏

p.04

ダークエネルギーの謎

この宇宙を加速的に膨張させているのが、ダークエネルギー。その正体は謎に包まれています。膨大な数の銀河を観測することによって、ダークエネルギーの性質をつかむことを目指しています。



p.06

宇宙最初期の天体形成の謎

138億年前に起きたビッグバンによって、この宇宙は生まれました。そして数億年後、宇宙最初の星や銀河が作られ始めます。強力な望遠鏡とスーパーコンピュータを組み合わせることで、そのメカニズムに迫ります。



「私たちが住むこの宇宙は、どんな世界なのか」

「私たちは、どこから来たのか」

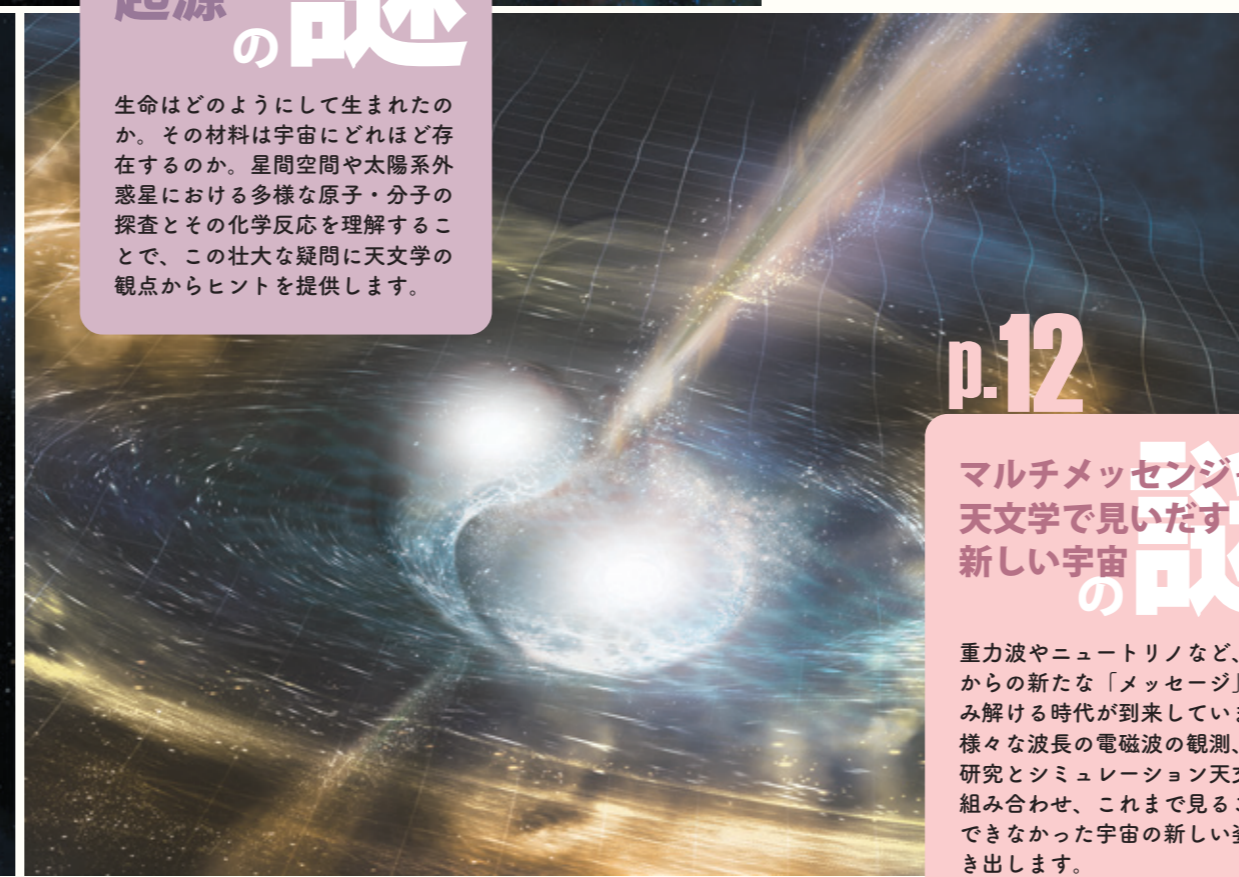
人類が昔から抱いてきたこうした疑問に、宇宙と向き合うことで答えを出そうとするのが天文学です。

国立天文台は、巨大な望遠鏡やスーパーコンピュータを開発・運用し、これらを使った観測研究と理論的な研究を組み合わせることで、様々な宇宙の謎に挑んでいます。リニューアルした国立天文台ニュースの第1号では、宇宙に潜むいくつもの謎と、その解明に挑戦する国立天文台の姿をご紹介します。

p.10

生命の起源の謎

生命はどのようにして生まれたのか。その材料は宇宙にどれほど存在するのか。星間空間や太陽系外惑星における多様な原子・分子の探査とその化学反応を理解することで、この壮大な疑問に天文学の観点からヒントを提供します。



p.12

マルチメッセンジャー天文学で見いだす新しい宇宙の謎

重力波やニュートリノなど、宇宙からの新たな「メッセージ」を読み解ける時代が到来しています。様々な波長の電磁波の観測、理論研究とシミュレーション天文学を組み合わせ、これまで見ることでできなかった宇宙の新しい姿を描き出します。

p.08

地球型系外惑星の謎

夜空の星のまわりには、すでに5000個を超える太陽系外惑星が発見されています。では、地球に似た惑星はどれほどあるのでしょうか。形成途上の惑星の研究、できあがった惑星の発見と詳細観測を通して、地球型系外惑星の理解を目指します。



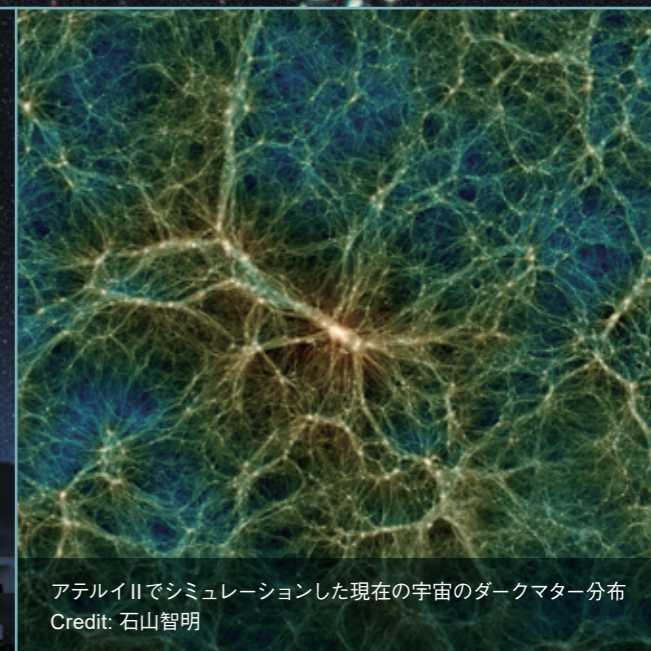
平松正顕
HIRAMATSU Masaaki
国立天文台 天文情報センター

- 14 今後の展望
すばる/アルマ/TMT/ATC
- 18 さらなる謎に挑む、多彩なプロジェクトたち
- 20 銀河鉄道の夜空へ 七
ふたご区 オリオン区 うさぎ区 いっかくじゅう区
- 32 新・キーナンバーで読み解く宇宙 2300000
- 34 NEWS
- 40 すばる望遠鏡HSC Cosmic Gallery 17

ダークエネルギーの謎



TMT 想像図
Credit: 国立天文台



アテルイIIでシミュレーションした現在の宇宙のダークマター分布
Credit: 石山智明

観測からシミュレーションまでの
多面的なアプローチで、
ダークエネルギーの謎に挑みます。

20世紀の初め頃、私たちが住むこの宇宙が膨張していることが明らかになりました。そして20世紀の終わりに、その膨張がどんどん速くなっていることが発見されました。広大な宇宙を押し広げている謎のエネルギー、これが「ダークエネルギー（暗黒エネルギー）」です。ダークエネルギーは、宇宙全体のエネルギーのおよそ7割を占めると考えられていますが、これがまったく正体不明というわけですから、これは宇宙最大の謎と言っても過言ではありません。

広大な宇宙に潜む「陰の主役」のしっぽをつかむ唯一の方法は、やはり広大な宇宙の観測です。そこで活躍するのが、国立天文台がハワイで運用する、すばる望遠鏡で

す。口径8.2mの巨大な鏡がもたらす高い集光力と、世界の同サイズの望遠鏡の中では他の追随を許さない広視野観測能力を併せ持つのがすばる望遠鏡の強み。広い天域に浮かぶ膨大な数の銀河を観測することで、その形を高精度に測るとともに、精密な銀河の3次元地図を作ることができます。

銀河の形を測定することで、これまた正体不明のダークマター（暗黒物質）の分布を描き出すことができます。ダークマター



研究成果

かつてない広さと解像度のダークマター地図

は周囲に重力（引力）を及ぼすため、ダークマターが集まった場所を通ってきた光の進路が曲がり、地球から観測すると銀河の形がゆがんで見えるのです。さらに、宇宙では遠くを見ることは昔を見ることと同じ。比較的近くの宇宙と遠くの宇宙でダークマターの分布を比較することは、時間的に最近の宇宙とより過去の宇宙のダークマターの分布を比較することになります。こうして、ダークマターの広がりが時代とともにどう変わってきたかを知ることができます。ダークマターは、その重力によって物質をまとめ、銀河や銀河団を形作る役割を持ちます。一方で宇宙を広げるダークエネルギーは、天体の形成を妨げるはたらき

を持っています。ダークマターとダークエネルギーがどのような綱引きを繰り返して現在の宇宙の構造ができあがってきたのか。すばる望遠鏡は、銀河とダークマターの高精度3次元地図を作り上げることで、ダークエネルギーの性質に迫ります。

活躍するのは、すばる望遠鏡だけではありません。国立天文台が国際協力のもとで建設中の30m望遠鏡TMTでは、20年ほどの間隔をあけて遠くの銀河を精密観測する



研究成果

世界最大規模の“模擬宇宙”を公開
—宇宙の大規模構造と銀河形成の解明に向けて—

ことで、その間に宇宙がどれくらい広がったか、つまりダークエネルギーが宇宙に及ぼす影響を直接測ることを目指します。また、国立天文台が運用するスーパーコンピュータ「アテルイII」では、様々な条件下で宇宙の進化をシミュレーションし、実際の観測結果と比較するための格好のモデルを提供しています。国立天文台は、観測からシミュレーションまでの多面的なアプローチで、ダークエネルギーの謎に挑みます。

宇宙の謎の 天体形成初期の 謎の

私たちは、数千億の星の大集団である天の川銀河（銀河系）に住んでいます。天の川銀河のような銀河は、宇宙全体に何千億個もあると見積もられています。ダークエネルギーやダークマターが宇宙の「陰の主演」なら、銀河は「表の主人公」と言うてよいでしょう。では、こうした銀河はいつどのように生まれ、どのように進化してきたのでしょうか。これは、宇宙の歴史を紐解き理解するために挑むべき謎です。すばる望遠鏡は、その広視野観測能力を活かして、遠方の銀河、つまり古い時代の銀河や銀河団を数多く発見してきました。さらに、国立天文台が米欧等との国際協力の下でチリで運用しているアルマ望遠鏡は、はる

か彼方の天体からやってくる微弱な電波を捉え、詳しく分析する能力に長けています。これを活かして、アルマ望遠鏡による観測では宇宙誕生後10億年に満たない時代の銀河がいくつも同定されています。また、ハッブル宇宙望遠鏡などの光学赤外線望遠鏡では見えない、塵（ちり）に覆われた「暗黒の銀河」もアルマ望遠鏡は発見しています。さらに、2022年現在で観測史上最も古い時代の銀河候補天体HD1の観測にも成功

研究成果
最遠方銀河で見る
夜明け前の宇宙の姿



(左) チリの標高5000mの高原で運用されている、アルマ望遠鏡。口径12mアンテナ54台と口径7mアンテナ12台を組み合わせ、巨大な電波望遠鏡として機能します。Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), A. Marinkovic/X Cam

(下) 国立天文台の3大プロジェクトであるすばる望遠鏡、TMT、アルマ望遠鏡の組み合わせで宇宙最初の天体に挑む模式図。すばる望遠鏡 (HSC/PFS, ULTIMATE) で広視野観測を行って幼年期から成長期にある銀河を見つけ出し、アルマ望遠鏡とTMTでピンポイントに観測することによってその性質を明らかにすることで、宇宙最初期における天体の誕生と、その後の成長・成熟の過程を包括的に理解することを目指します。Credit: 国立天文台



まさに銀河が生まれ始めた時代に存在する天体が、見え始めているのです。

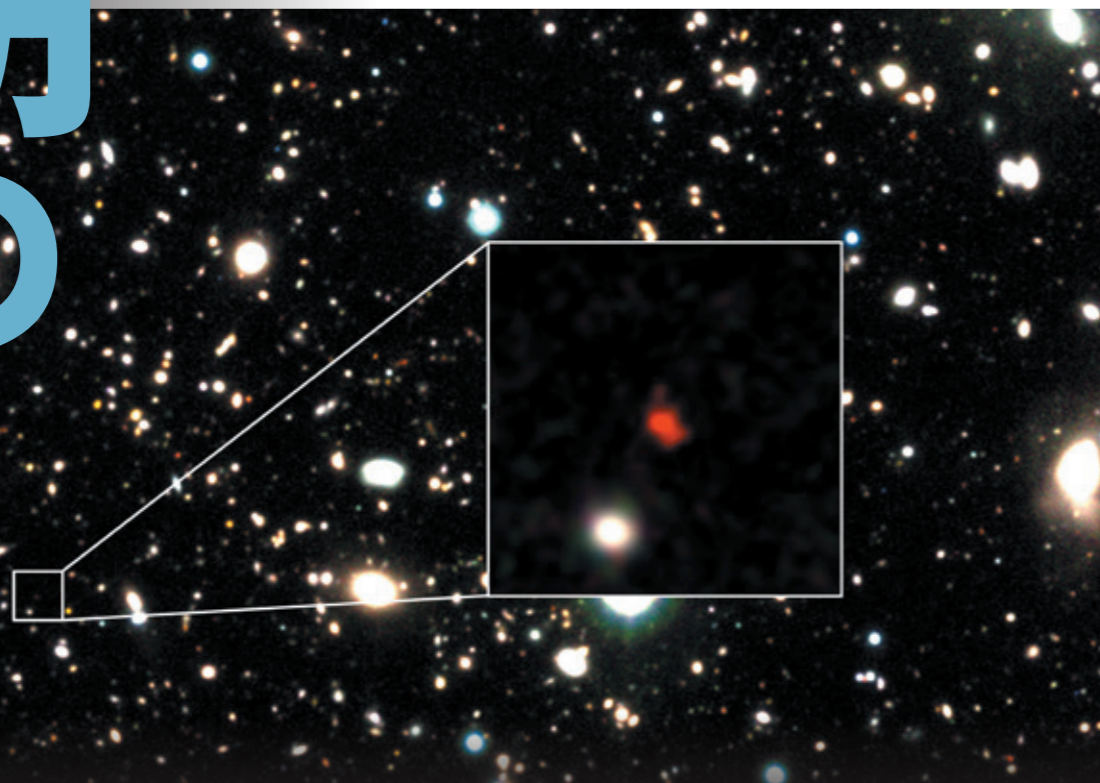
しています。HD1は、ビッグバンからわずか3億年後に存在していたと考えられています。まさに銀河が生まれ始めた時代に存在する天体が、見え始めているのです。ですが、その姿を見ただけでは銀河誕生の謎を解くことはできません。すばる望遠鏡やアルマ望遠鏡は、単に遠方銀河の写真を撮るだけではなく、その中に含まれる星の量

研究成果
135億光年かなたの
最遠方銀河の候補を発見

やガスの組成、温度、動きなどを調べ、その銀河の中で星がどれくらい作られているか、星はいつ頃生まれ始めたかを推測することができます。これを理論的な研究やコンピュータシミュレーションと比較することで、銀河誕生の確かなシナリオを紡ぎ出し、その謎を解くための歩みを着実に進めています。

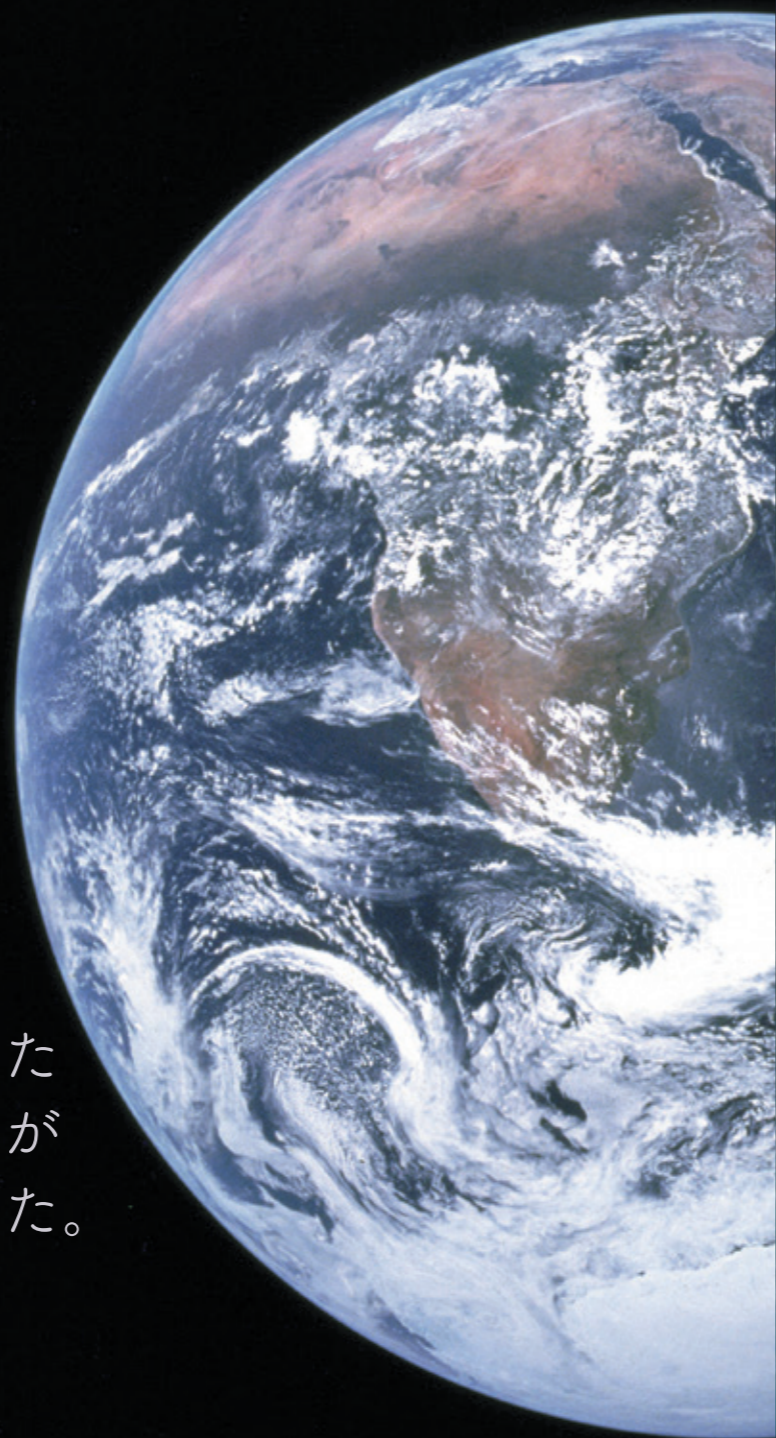
1999年に観測を始めたすばる望遠鏡は、その広視野観測能力を活かしてたくさんの遠方銀河を発見しました。こうして遠方銀河をテーマとする研究者の層が厚くなり、この分野では日本の研究者の活躍が特に目

立ちます。すばる望遠鏡で育った研究者が、さらに若い世代の研究者とともにアルマ望遠鏡で目覚ましい成果を挙げ、世界をリードする例もいくつもあります。2021年に打ち上げられたNASAの新しい宇宙望遠鏡ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (JWST) や現在建設中のTMTでも、生まれたばかりの銀河が多く見つかると、その性質が次々に明らかにされていくことでしょう。すばる、アルマ、JWST、TMT、その他の望遠鏡やスーパーコンピュータなど、人類が持つあらゆる道具を駆使して、天文学者たちは銀河の誕生と進化の謎に挑んでいます。



アルマ望遠鏡で距離が測定された、観測史上最遠方の銀河候補HD1の疑似カラー画像。背景は欧州南天天文台VISTA望遠鏡によって撮影された銀河たち。

地球系外惑星の謎



惑星は宇宙にありふれたものであることがわかってきました。

生き物を宿す星は、地球以外にあるのでしょうか。これは、長く私たちの心を捉えて離さない疑問です。太陽以外の夜空の星のまわりに惑星が見つかったから25年余り。これら「太陽系外惑星」の総発見数は5000個を超え、惑星は宇宙にありふれたものであることがわかってきました。中には、太陽系には存在しないタイプの惑星も見つかっています。例えば、中心星のすぐ近くを回る木星並みの巨大惑星（ホットジュピ

ター）や、地球の数倍もある巨大な岩石惑星（スーパーアース）などです。しかし、まだ生命を宿す星は見つかっていません。宇宙生命は必ずしも地球の生命とは似ていないかもしれませんが、地球型の生命を探すのであれば、まずは地球型の惑星を探すのがひとつの方法でしょう。地球と同じくらいの大きさで、適度な大気を持ち、中心星からの距離がちょうどよくて表面に水が液体として存在できる惑星。果たしてそ

んな幸運な惑星はどれくらいあるのでしょうか。この謎に挑むためには、まずは地球サイズの惑星を見つけるのが第一歩です。すばる望遠鏡は、IRDと呼ばれる高精度の観測装置を持ち、太陽より小さな星を回る地球サイズの惑星探しを続けています。2019年から5年間、170夜をかけて行われている大規模プロジェクトです。見つかった惑星の詳細な性質を調べるためには、TMTが大きな威力を発揮します。

現在の口径8-10m級の望遠鏡では集光力不足で困難ですが、口径30mのTMTであれば、地球サイズの惑星の大気の組成を調べることが可能になります。例えば二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスの量が見積れば、惑星の表面温度がより精度よく推定できるでしょう。あるいは酸素を見つけることができれば、光合成を行う地球の植物のような生命体の存在を議論できるかもしれません。

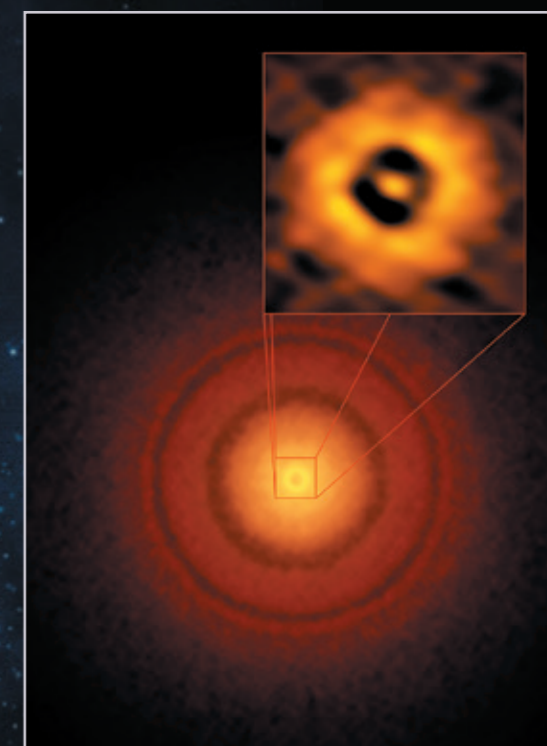
しかし、まだ生命を宿す星は見つかっていません。

太陽系外惑星の謎に挑むとき、そもそも惑星がどのように生まれてくるのかを探る、というアプローチもあります。アルマ望遠鏡は、若い星を取り巻くガスと塵の円盤をこれまでにないほど高い解像度で撮影してきました。円盤内でガスや塵が集まって惑星が作られることから、この円盤はまさに惑星誕生の現場です。アルマ望遠鏡は、私たちに最も近い惑星形成の現場（うみへび座TW星のまわり）を高精細に撮影し、地球軌道サイズの

構造を写し出すことに成功しました。アルマ望遠鏡はさらに多くの若い星の周囲を撮影することで、惑星系の誕生現場の環境を明らかにし、惑星系の形成過程についての理解を大きく進めようとしています。



研究成果
地球に似た軌道を持つ惑星の誕生現場を若い星のまわりで初めて観測



アルマ望遠鏡が撮影した、若い星うみへび座TW星の塵の円盤。円盤に同心円状の暗い隙間があるのがわかります。中心部の拡大図に見える暗い隙間が地球の軌道サイズと同程度の大きさです。
Credit: S. Andrews (Harvard-Smithsonian CfA), ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

生命の起源の謎

地球には、あらゆる環境で多種多様な生命が繁栄しています。では、この生命はどのようにして誕生したのでしょうか。もちろんこれは、天文学だけで答えの出る謎ではありません。しかし天文学では、生命の材料になったかもしれない物質に注目することで、この謎を解くヒントを手に入れることができます。

私たちの体はタンパク質でできていて、タンパク質はアミノ酸でできています。アミノ酸は、さらに小さな有機分子から作られます。地球の生命の起源については諸説ありますが、隕石や彗星などによって有機

物が運ばれてきて生命の「種」になったのではないか、という仮説も存在します。つまり、星や惑星が生まれる場所、あるいはそのもととなった物質に有機分子を探すことが、天文学で生命のルーツを辿るひとつの方法です。

太陽系内では、地球の他に隕石や彗星、小惑星に既にアミノ酸が発見されています。探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウの砂にアミノ酸が発見された、というニュースを覚えている方もいらっしゃるでしょう。しかし、太陽系の外ではまだアミノ酸は見つかっていません。地球

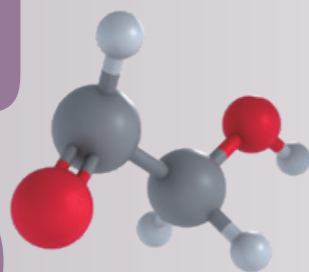
に生きる私たちと同じような生命が太陽系外にも存在しうるのは、その材料は存在するのかという研究も、生命のルーツを辿る研究と同じく多くの研究者の関心を引いています。

サンプルを地球に持ち帰ることのできない太陽系外のはるか彼方にある物質の組成を調べる手がかりは、その物質から放たれる「光」です。そこに含まれる様々な原子や分子が、その種ごとに異なる波長の光（赤外線や電波も含む）を出すのです。宇宙では、200を超える分子がすでに発見されています。野辺山45m望遠鏡ではいく

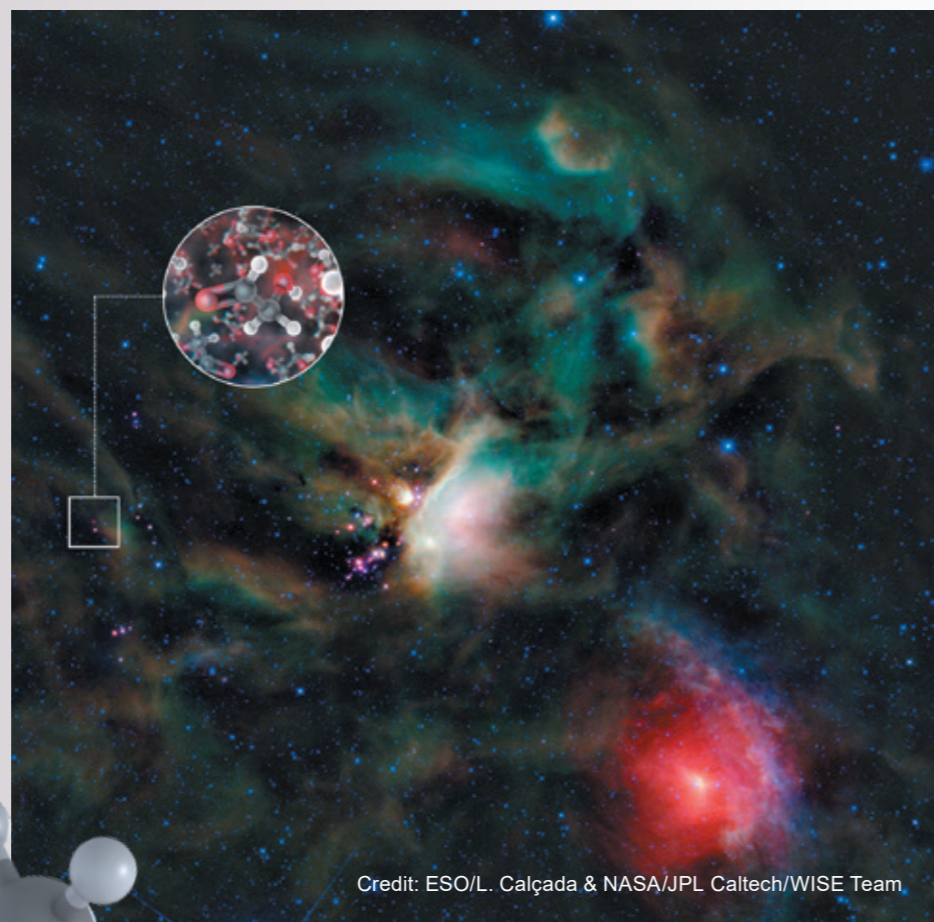
つもの新しい星間分子を発見した実績を持っていますし、アルマ望遠鏡は惑星が生まれる現場（原始惑星系円盤）や生まれたばかりの星のまわりに複雑な有機分子を多数発見しています。

今後、はやぶさ2などによる太陽系内の有機分子探査と、望遠鏡を使った太陽系外の若い星のまわりでの有機分子探査を組

み合わせることで、惑星誕生の現場における生命の材料に関する普遍的な知見を獲得することができるでしょう。「生命の材料はどこにでもある」のか、「生命の材料は非常にまれ」なのか、いずれの結果であっても私たちの生命観や宇宙観が大きく揺り動かされるかもしれません。

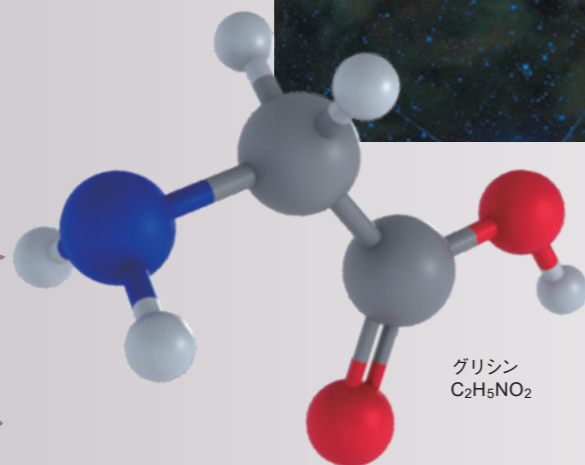


グリコールアルデヒド
C₂H₄O₂



Credit: ESO/L. Calçada & NASA/JPL Caltech/WISE Team

へびつかい座には、活発に星を生み出すガスと塵の雲が広がっています。アルマ望遠鏡は、その中で生まれたばかりの星の周囲で、有機分子グリコールアルデヒドを検出しました。グリコールアルデヒドはもっとも単純な糖類分子で、星形成領域で検出されたのはこれが初めてでした。



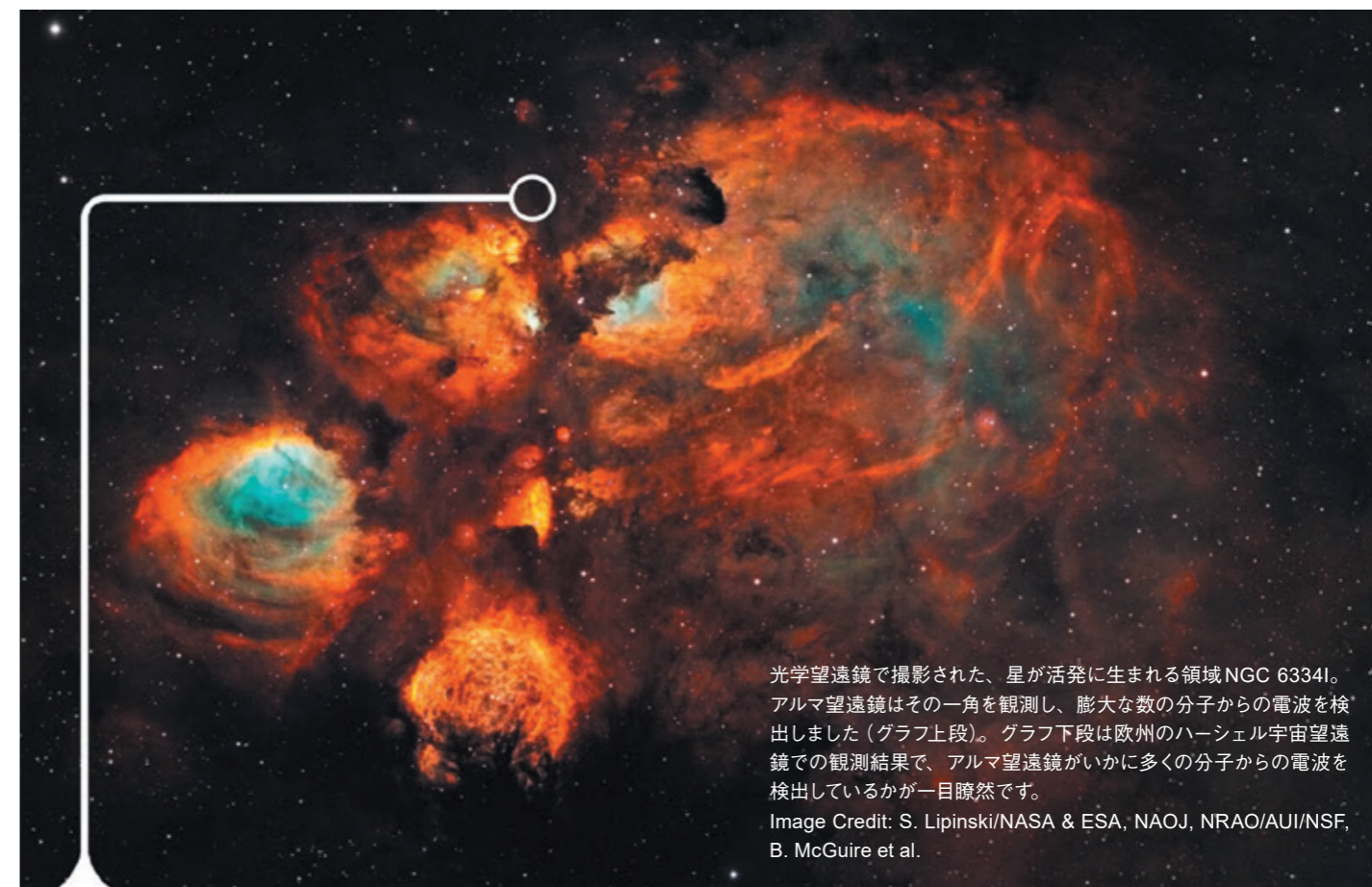
グリシン
C₂H₅NO₂

太陽系外のはるか彼方にある物質の組成を調べる手がかりは、その物質から放たれる「光」です。



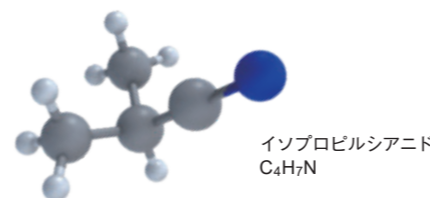
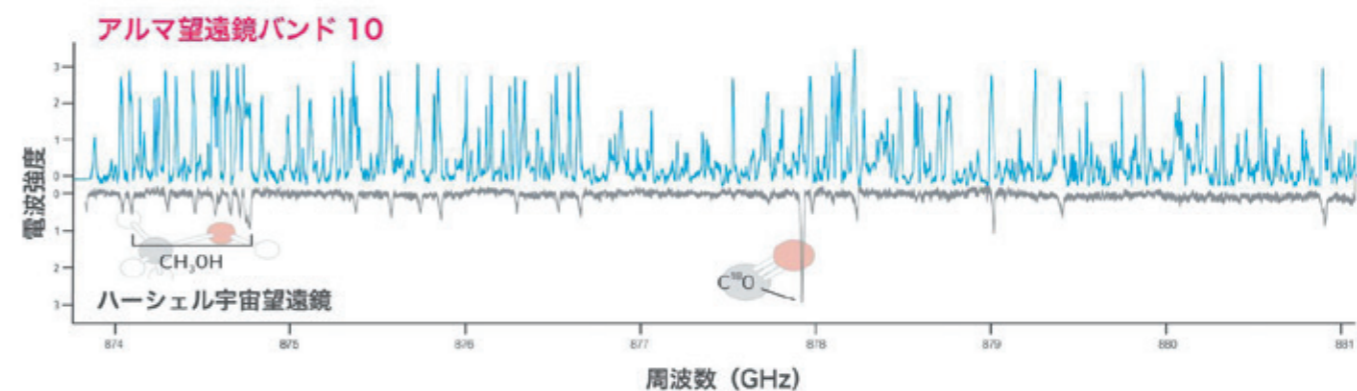
研究成果

アルマ望遠鏡、急増光した若い星のまわりに多数の有機分子を発見

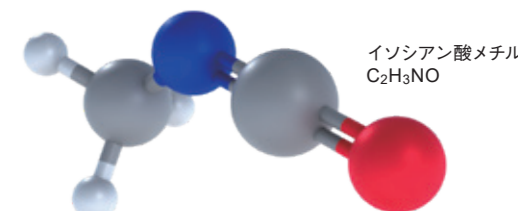


光学望遠鏡で撮影された、星が活発に生まれる領域NGC 6334I。アルマ望遠鏡はその一角を観測し、膨大な数の分子からの電波を検出しました（グラフ上段）。グラフ下段は欧州のハーシェル宇宙望遠鏡での観測結果で、アルマ望遠鏡がいかに多くの分子からの電波を検出しているかが一目瞭然です。

Image Credit: S. Lipinski/NASA & ESA, NAOJ, NRAO/AUI/NSF, B. McGuire et al.



イソプロピルシアニド
C₄H₇N



イソシアニドメチル
C₂H₃NO

新しい宇宙の謎 マルチメッセンジャー天文学で見いだす

20世紀後半から21世紀にかけて、人類は宇宙を調べる新しい手段を手に入れました。太陽内部や星の爆発から届くニュートリノ、超高密度天体（ブラックホールや中性子星）の合体から届く重力波などは、光の仲間（電磁波）では調べることはできない、これまで見たこともなかった現象の情報を地球に運んでくれます。従来の電磁波の観測と、ニュートリノや重力波の観測を組み合わせた天文学を、マルチメッセンジャー天文学と呼びます。

国立天文台も、この新しい天文学の潮流を捉えて新たな謎に挑もうとしています。東京大学宇宙線研究所が中心となって岐阜県の神岡鉱山地下に建設された重力波望遠

鏡KAGRA（かぐら）には、高エネルギー加速器研究機構とともに国立天文台も参加しています。重力波とは、一般相対性理論で予言された「時空のさざなみ」です。「太陽と地球の間の空間が、原子1個分だけ伸び縮みする」というごくごくわずかな波を捉えるためには、測定邪魔になる要素を極限まで排除する必要があります。地面の振動が少ない地下200mという環境、マイナス253℃まで冷却された鏡など、工夫を凝らした装置で重力波を待ち構えます。

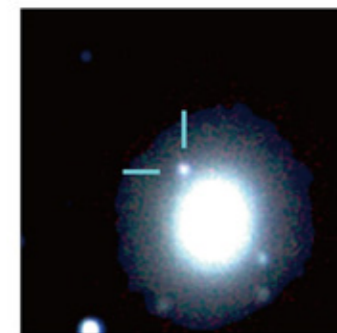
2017年8月17日、アメリカの重力波検出装置LIGOが重力波を捉え、世界各地の天文台に速報が送られました。そして、発信源を見極めるための観測が世界中で始まっ

たのです。すばる望遠鏡でも観測が行われ、うみへび座の方向1億3000万光年かなたの天体を捉え、その天体が徐々に暗くなっていく様子を捉えることに成功しました。巨大な星が一生を終えた後に残される中性子星という天体が、ペアを成すもうひとつの中性子星と合体したときに起きる大爆発だったのです。スーパーコンピュータによって、この爆発では金やプラチナなどの重元素が大量に作られることが予言されていました。すばる望遠鏡で観測された爆発光の性質は、この予測とよく一致していました。マルチメッセンジャー天文学によって、私たちにとって身近な元素の起源を紐解く手がかりが得られたのです。

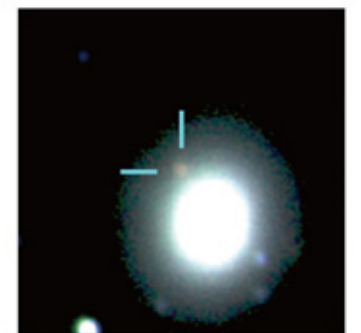
マルチメッセンジャー天文学の対象になる天体現象は、星の爆発など、いつどこで起きるか事前にわからないものが多くあります。現在の重力波望遠鏡やニュートリノ観測装置ではその到来方向は大まかにしか絞り込めないため、爆発現象が起きた場所を広い視野を持った望遠鏡を使って探す必要があります。広い視野と高い感度を併せ持つすばる望遠鏡は、爆発天体を素早く見つけ、徐々に暗くなっていくその光を詳しく分析することに長けています。新しい観測手段とこれまで培ってきた観測手段を組み合わせることで、国立天文台は天文学の新たなページを開き、新たな謎への挑戦を続けます。

ニュートリノ、重力波などは、電磁波では調べることはできない、これまで見たこともなかった現象の情報を地球に運んでくれます。

2017.08.18-19



2017.08.24-25



2017年8月17日に出現した重力波天体GW170817の画像。すばる望遠鏡と、名古屋大学と鹿児島大学が運用する南アフリカのIRSF望遠鏡の画像を合成したもの。銀河のかたわらに現れた光点が、1週間後には少し暗くなっていることがわかります。Credit: 国立天文台, 名古屋大学

すばる

SUBARU TELESCOPE



宮崎 聡
MIYAZAKI Satoshi
ハワイ観測所

今後の展望



SUBARU TELESCOPE

大きな口径と広い視野

すばる望遠鏡は1999年にファーストライトを迎えた口径8.2mの光学赤外線望遠鏡です。口径だけで言えば今では同程度のものが世界に10台近くもありますし、TMTのような口径30mの望遠鏡が作られようとしている時代です。そんな中ですばる望遠鏡にどんな特徴があるかといえば、それは第一に「広い視野」です。視野が広ければ広範囲の探査観測*が可能になります。口径が小さな望遠鏡に広い視野を持たせることは簡単なのですが、大口径と広視野を両立させることは技術的に大変難しいのです。

すばる望遠鏡を設計していた当時は、広視野の重要性はあまり理解されていませんでした。にもかかわらず、このユニークな試みが実現に至ったのは、設計時に関わった技術者たちや研究者たちの強い意思と先見性があったこそだと思います。基礎性能が高く、日本らしく「しっかり」作られており、拡張性が備えられていたことも強みです。そのため後々、HSC（超広視野主焦点カメラ Hyper Suprime-Cam）などの新たな観測機器を載せることができ、素晴らしい成果を出し続けられています。

*探査観測：それまで知られていなかった天体を見つけ出すような観測

「すばる2」の4つの柱

すばる望遠鏡を機能強化して観測を続ける「すばる2」*プロジェクトが2022年度から始まりました。この中で、すばる望遠鏡の今後10年の科学目標として、4つの柱を掲げています。

- ①ダークマター・ダークエネルギーの性質の探求
- ②宇宙の構造形成や銀河形成・進化
- ③マルチメッセンジャー天文学の進展
- ④地球型系外惑星を探す

どれも今号の特集記事として紹介した5つの謎と密接に関わるものです。

加速膨張宇宙のメカニズムの解明にはすばる望遠鏡の広視野観測が生きてきます。また銀河進化は多くの天文学者の興味を捉えて離さないテーマですが、赤外線での広視野観測は十分できていないので、すばる2はそこを目指します。

マルチメッセンジャー天文学については、重力波観測と光赤外の口径かつ広視野の観測を組み合わせることで、大きな成果が期待できます。地球型系外惑星はすばる望遠鏡で発見し、TMTで詳しく調べるといった使い方が考えられます。

*すばる2： <https://subarutelescope.org/jp/subaru2/>

予測できない現象を見つけない

自分自身では「これで満足」という成果まではとどいていませんが、私たちが作ったカメラで128億光年先の生まれたての銀河が見つかったことや、土星の衛星がたくさん見つかったことに感激しました。

将来的には加速膨張宇宙の謎を日本発で解明したいと考えています。今まさに標準的な理論のほころびの尻尾を掴みかけているところです。すばるはHSCもPFS（超広視野多天体分光器）も自分で持っていて、他の観測施設とは独立に結果を出すことができます。これはすごいことなのです。また他分野（たとえばコンピュータシミュレーション）の結果と組み合わせることで新たな知見も得られます。PFSはまだ完成していませんが、ほぼすべてのコンポーネントが揃いました。現在は試験観測を行っています。

すばる望遠鏡は実はこれまで「予測できない現象」を見つけたことはないのですが、そろそろそういうことを期待できる状況になってきています。これまで取られた膨大なデータをAIなども使って掘り起こしていくときっと面白い結果が出てくるでしょう。

この先20年を見据えて

すばる望遠鏡は建設後20年を超えて老朽化が目立つ部分も出てきました。最初に影響が出たのは常時風雨にさらされているドームで、シャッター部がギシギシいうようになりました。建設時の技術チームはすでに解散しており、すばる望遠鏡の技術者が図面から問題点を特定し、日本の企業に依頼して修理を完遂させました。

ほかには地味な部分ながら大型のUPS（無停電電源装置）も寿命で交換が必要になり、ハワイ観測所の技術者が苦労して対応しました。観測装置を冷やすための冷却水を作る大型のチラーや、望遠鏡の駆動部や制御装置も入れ替えが必要です。どれも特殊で古くてスペアも入手しにくい状況になってしまうと困るので、順次対策を取っています。

TMTなどの大口径望遠鏡が登場しても、それぞれに強みが違うため、すばる望遠鏡の役割がなくなることはありません。ありがたいことに政府がすばる望遠鏡の老朽化対策に予算をつけてくれたのは、今後10年、20年の活躍を期待してのことでしょう。我々としても頑張っていきたいと思っています。

アルマ望遠鏡と「アルマ2」計画

アルマ望遠鏡の特徴は、南米チリに設置された66台のアンテナを組み合わせる巨大な望遠鏡を構成し、目には見えない電波を捉えて高画質な画像を撮影できることです。各アンテナにはそれぞれ10種の受信機が搭載され、アルマ望遠鏡はとても複雑なシステムです。これを実現するために、東アジア・北米・欧州とチリが国際協力で開発・運用し、世界の研究者にデータを届けています。

アルマ望遠鏡の科学目標は、惑星の誕生や銀河の進化、生命の材料物質に関する謎を解くことです。観測開始から10年でその研究は大きく進展しました。これと並行して、2030年代に目指す新たな科学目標の検討を世界中の研究者と一緒に行いました。新たな科学目標は元の3大目標をさらに大きく前進させるものです。これに沿ってアルマ望遠鏡の性能を向上させる計画を、日本では「アルマ2計画」と呼んでいます。具体的には、一度に観測できる周波数帯域の拡大、感度の向上、さらに空間的にもより精緻な観測を可能にすることが挙げられます。

天文学者の夢をかなえる望遠鏡

印象に残っている観測成果はたくさんあります。太陽系の天体から宇宙初期の銀河まで様々な分野で目覚ましい成果を挙げた、ということ自体が素晴らしいですね。中でも1つの成果を挙げるとすれば、若い星おうし座HL星の円盤がはっきり撮影されたことでしょうか。その画像は、「アルマ望遠鏡ができたならこのような画像が見える」と1990年代に描かれた想像図とそっくりでした。これは高解像度試験観測で最初に出てきた画像で、アルマ望遠鏡がブレイクスルーをもたらすこと、天文学者の夢をかなえられることを示していると感じました。今後は、生命の起源を探ることに期待したいです。アルマ望遠鏡はすでに複雑な有機分子を宇宙に検出していて、この謎にヒントを与えてくれています。これは、アルマ望遠鏡のロゴにも使われている「In Search of Our Cosmic Origins」（私たちの起源を宇宙に探る）にも通じるものです。アルマ2計画に向けた開発は、生命起源物質の検出にも大いに役立つと思います。

世界トップの技術で新しい宇宙像を

アルマ2のための技術開発はとても困難で、技術の最先端を追求する試みです。しかし国立天文台は、野辺山宇宙電波観測所の建設期から40年近くにわたって超伝導技術を使った受信機開発をしてきた長い伝統と経験を持っています。アルマ2計画に向けた開発を議論し始めた頃から、私たちは新しい受信機のための基礎開発を始めました。受信機の個々の部品の性能を原理的な限界値まで押し上げるために、まず物理学に基づいた理論的な分析を行います。理論的な実証の後、それを実際に作り上げるために、シミュレーションや部品の性能解析を行って設計を磨き上げていきます。私たちの超伝導技術は世界トップレベルにありますし、先端技術センターの微細加工技術も非常に高いです。2014年頃から始めた個々の受信機部品の改良はほぼ完了しました。今は、実際のアンテナに搭載する受信機の開発段階へとちょうど移り変わるころです。

コロナ禍を乗り越えて

コロナ禍はアルマ望遠鏡にも大きな影響を与えました。国際協力計画ですので以前は世界中を飛び回って会議を行っていましたが、今はオンライン会議が増えました。またアルマ望遠鏡現地は周囲から隔離された場所にあり、望遠鏡運用スタッフを出張させる必要があります。スタッフの安全を第一に考えて、チリでの感染状況に応じて様々な対応策を検討し、実施しています。

しかしコロナ禍を経て、スタッフの結束がさらに高まったと感じています。世界中の研究者がデータを待ち望んでいることがより切実に感じられ、なんとしても望遠鏡の運用を継続させようという意志が強くなったのです。また、会議のための海外渡航の必要性をより吟味するようになりました。カーボンフットプリントの観点でもこれは良いことかもしれません。対面会合でのコーヒーブレイク中の会話が重要な意味を持っていたりするのですべてオンラインというわけにはいきませんが、良いバランスに落ち着いていくでしょう。全体として、望遠鏡運用の効率は上がっていくと思います。

アルマ

Alvaro GONZALEZ
アルマプロジェクト



今後の展望



ALMA PROJECT

TMT
THIRTY METER TELESCOPE PROJECT



臼田知史
USUDA Tomonori
TMT プロジェクト

今後の展望



TMT PROJECT

大きな鏡がもたらすもの

TMTはその名の通り30mの口径を持つ光学赤外線望遠鏡です。大きな口径が必要な理由は2つあります。1つはそれだけ光を集めやすくなる。つまり、暗い天体を見ることができます。もう1つは口径が大きくなることで視力が良くなりますので、今まではわからなかった細かな部分まで詳しく調べることができるようになります。

これらの利点を活かして、すばる望遠鏡やアルマ望遠鏡などで観測された天体をTMTでより詳しく調べ、謎を解明したり、研究を進展させていくといったことが期待できます。具体的な例としては、すばる望遠鏡が見つけた太陽系外の地球型惑星の大気の組成を調べることができるでしょう。それをさらに発展させて生命の兆候を探ることも期待できます。

またアルマ望遠鏡が見つけた最遠方銀河では酸素が見つっていますが、酸素が存在するという事は宇宙の最初の天体とは言えません。宇宙の最初期、水素とヘリウムしか存在しなかったような時代の天体を観測することも、TMTならできると期待できます。

国際協力をして1つの望遠鏡を作ること

よく比較されるのですが、アルマ望遠鏡はアンテナが66台あり、アンテナごとに製作国が違っています（日本はそのうちの16台を担当しています）。ところがTMTは1つの巨大望遠鏡を複数の国で協力して作ります。文化の違いがあり、言語の違いもあり、意思疎通が難しいところもありますが、かえってそのことが技術協力している日本の企業の意識を変えることにもつながっています。

かつては企業から提出される資料には詳細な説明が不足していましたが、様々な国の技術者がそれを見るわけですから、中途半端な資料では用を成しません。TMTでの経験をもとに、日本の企業も国際的な審査に十分な資料を英語で用意しプレゼンするようになりました。

国立天文台の中でも技術系の職員が自分で観測装置を作るばかりでなく、設計や試験結果の資料を英語で作り、プレゼンもしています。そうした取り組みの結果、国際的なTMTの枠組みの中で日本チームの信頼度がかかなり上がっていると感じます。

* IRIS : 近赤外線撮像分光装置 InfraRed Imaging Spectrograph

人的貢献・技術的貢献

TMTの主鏡は分割鏡方式で、最終的に鏡が574枚必要になるのですが、すでに356枚の鏡材が製作されています。日本と米国ではそれらの鏡をきれいに磨く作業を始めていて、日本では33枚完成しています。なにしろ枚数が多いため、期間内にすべてを完成させるには、研磨にもスピードが求められます。日本ではひと月に2枚のペースを目指しています。

日本が製作を分担する望遠鏡本体については、せっかくの視力の良さを活かすために、星を正確に追跡する駆動系の制御と振動の抑制が重要になります。TMTはすばる望遠鏡の5倍ほどの重さがありますので、これは技術的に大変難しい要求です。幸い三菱電機が手を挙げてくれて、詳細設計までが終わりしました。今は実際の製造に向けてリスクや課題の洗い出しを行っています。

IRIS（近赤外線撮像分光装置）*という装置の撮像部分も国立天文台で開発しています。今は最終設計の段階で、プロトタイプを用いた耐久試験等を行っています。ほかにも、多くの装置に人的、技術的な貢献をしています。

プロジェクトマネージャー自ら現地へ

TMTはハワイのマウナケア山頂域での建設に向け準備を進めてきましたが、現地では批判的な活動もあり、まだ現地工事に着手できていません。法的な手続きは完了しているので、残すは現地の人々の理解を得ることです。

TMTを構成する組織の長が集まるメンバー会議が2019年にあり、日本からは小森自然科学研究機構長（当時）と常田国立天文台長が参加しました。核融合科学研究所出身の小森機構長は、研究所が岐阜県土岐市に移転する際、地元の方々と対話を重ねながら理解を得たという経験をお持ちの方でした。また、常田台長は2019年よりTMT建設に批判的な先住民の方達との直接対話を始めていました。リーダー自らが現地へ赴き、住民たちと話をすることの重要性を日本のメンバーが語ったことは大きかったと思います。2020年から新型コロナが流行し、人の移動が難しくなりましたが、2021年からTMTのプロジェクトマネージャーと私がハワイに移って現地の人々とより密に話ができるようになりました。この変化は実は大きなものです。

だからといってすぐにすべてが解決するわけではありませんが、小さなことから積み重ね、より良い関係を築くところから始めています。

技術開発を一手に担う

天文学の研究を主目的とするプロジェクトが多くある中で、技術開発を一手に担う先端技術センター（ATC）は、国立天文台において一種特殊な立ち位置にある組織です。

1994年にすばる望遠鏡に搭載する観測装置を開発するために立ち上げられた組織が今のATCの前身です。アルマ望遠鏡やTMTの開発のために順次拡張され、現在は約50名が所属しています。設計、製作、検出器開発の部隊がいて、国立天文台の様々なプロジェクトを技術面で支えています。

TMTではIRIS以外にもWFOS*の開発を担当しています。アルマ望遠鏡の次世代受信機の開発も始めています。最近ではSOLAR-CやJASMINEなどの人工衛星に搭載する観測装置の開発にも着手しています。また、KAGRAの防振系を開発し、現地に技術者を派遣して調整を行っています。

より基礎的なところでは、従来は海外メーカーが独占していた近赤外線の検出素子を国産で、かつ有害な水銀やカドミウムを使わずに開発しようとしています。またクリーンルームで超伝導素子の開発も行っていて、世界的にもユニークな試みと言えるでしょう。

内製で技術開発することの意義

世界的に見て、「天文台」が開発部門を備えていること自体はさほど珍しくありません。ただ、装置の心臓部に近い部品の設計、製造、組立、試験までをすべて内部で行うとなると少し稀かもしれません。

ATCでなくても製作可能な部品は外部の企業に発注する場合もありますが、技術的にリスクが存在する場合、そして研究者と密接にやりとりをして早く作らなければならない場合は内部で開発する必要があります。特殊なものや高精度が要求されるものも外注は難しいですね。

国立天文台は対象とする天文学の分野が多岐にわたるため、必要になる部品も実に様々です。プロジェクトごとに独自で技術開発を行っているのは、あるプロジェクトで開発した技術を他のプロジェクトで活かすといったことは難しい。そこにATCが関わることで、プロジェクト依存、あるいは研究者依存の技術を取り込み、ノウハウを共有することができます。限られたリソースで可能な限り多くのプロジェクトに対応していきたいと考えています。

民間企業との違い

民間企業では作業にかけた時間がすべてコストに計上されます。仕事の価値がわかりやすいという良い面はありますが、企業ではどうしても時間的な制約が厳しくなります。これには無駄に時間をかけないという良い面もあります。一方で国立天文台はそうした制約が少ないので、依頼する側も受ける側も比較的自由に、企業よりも時間をかけて十分に深掘りができるという利点があります。もちろん時間の管理がルーズになりがちになるという負の側面もあるので、一般論としてどちらが良いという話はありません。ただ、極限を目指す技術の開発やリスクの高い開発の場合は、国立天文台のほうがやりやすい環境であることは間違いありません。

ATCには民間企業から来た人も少なくありません。多くは設計・製造のエンジニアとして活躍しています。天文学の研究の中で観測装置開発の必要が生じ、そこからATCへ移ってきた人もいます。現状、大学の工学部や院から直接ATCに就職する例は大変少ないので、そのあたりの層へアピールする手段を考えていきたいですね。

産業連携と今後の技術開発

他の研究機関と比べると、国立天文台の持つ技術をそのまま産業に適用できる例は限られていると思います。すぐに役に立つというよりは、核となる基礎技術を提供し、企業と協力して開発を進める形になるでしょう。それだけ天文学の研究開発には先進的な技術が要求されるということです。

たとえばATCには金属3Dプリンターがありますが、最初に観測装置に適用したのはアルマ望遠鏡の新しい受信機の部品でした。従来はひとつひとつ切削加工していたものを、3Dプリンターを使うことで、短時間でたくさん同時に作ることができます。しかし本当は3Dプリンターでなければ作れないものを作りたい。国立天文台の多くの光学系の素子は低温で作動するので、光学設計と熱構造設計は密接な関わりがあります。このあたりはオプトメカ設計として技術を深めつつありますが、今後は従来の技術では諦めていたことを3Dプリンターで解決できるかもしれません。ただそれには設計の発想そのものを今までと変えていかなければならないと思います。そうしたものも含めて、ATCでは日々、新しい技術の開発を目指しています。

平林誠之
HIRABAYASHI Masayuki
先端技術センター

今後の展望



産業連携室

ATC
ADVANCED TECHNOLOGY CENTER



ATC



プロジェクト | 国立天文台 (NAOJ)

さらなる謎に挑む、多彩なプロジェクトたち

ハワイ観測所 (すばる望遠鏡)・ ハワイ観測所岡山分室

Subaru Telescope/Okayama Branch

すばる望遠鏡は、ハワイ・マウナケアの山頂域にある口径8.2mの光学赤外線望遠鏡です。2022年度より超広視野を誇る観測装置や高精度の分光器など4つの主力装置を使って4つの科学目標(ダークマター・ダークエネルギー、銀河形成・進化、マルチメッセンジャー天文学、地球型系外惑星探査)に挑む「すばる2」計画を開始し、21世紀の天文学をリードします。ハワイ観測所岡山分室は、国内最大口径を誇る京都大学せいめい望遠鏡の全国共同利用を推進しています。

アルマプロジェクト・ チリ観測所

ALMA Project/NAOJ Chile

南米チリ・標高5000mのアタカマ高地に建設されたアルマ望遠鏡は、合計66台のパラボラアンテナを組み合わせて一つの巨大な電波望遠鏡として機能します。アルマ望遠鏡は東アジア・欧州・北米との国際協力で運用され、光では見えない低温のガスや塵から出る電波を比類なき高解像度・高感度でキャッチすることで、星や惑星、銀河の誕生の謎や生命起源関連物質の探査に挑んでいます。

TMTプロジェクト

Thirty Meter Telescope Project

口径30mの超大型光学赤外線望遠鏡TMT(Thirty Meter Telescope)を、日本・アメリカ・カナダ・インド・中国の国際協力でハワイ・マウナケア山頂域に建設します。大口径がもたらす高い感度と解像度を存分に活かして、生まれたばかりの銀河や生命の存在しうる太陽系外惑星を探します。広視野観測のすばる望遠鏡、電波観測のアルマ望遠鏡とTMTの組み合わせは、日本の研究コミュニティに強力な研究基盤を提供します。

水沢VLBI観測所

Mizusawa VLBI Observatory

岩手県奥州市、東京都小笠原村、鹿児島県薩摩川内市、沖縄県石垣市に設置された口径20mの電波望遠鏡を組み合わせ、直径2300kmの仮想的な巨大電波望遠鏡VERAを運用しています。韓国や中国の電波望遠鏡と連携してさらに高い解像度を実現し、銀河中心に潜むブラックホールの謎に迫る観測を続けています。国際協力で成し遂げられた巨大ブラックホールの撮影にも、水沢VLBI観測所の研究者が中心となって大きく貢献しました。

野辺山宇宙電波観測所

Nobeyama Radio Observatory

1982年の開所から日本の電波天文学の中心であり続ける観測所です。口径45mの巨大な電波望遠鏡を擁し、広い天域を高感度に観測できる性能を活かして、光では見えない星間物質の広がりや性質を描き出し、星間物質から星が生まれてくる過程を明らかにしようとしています。国内外の大学等との協力で観測装置のアップデート・高性能化が継続的に行われており、性能は現在も世界トップクラスです。

アステプロジェクト

ASTE Project

アステ望遠鏡は、チリの標高4800mのアタカマ高地、アルマ望遠鏡の隣に設置された口径10mの電波望遠鏡で、波長が1mmを切る電波「サブミリ波」を観測します。星を生む星間物質の性質を明らかにするとともに、日本とオランダが共同で開発した先駆的なサブミリ波観測装置DESHIMAを搭載し、宇宙初期に爆発的に星を生み出していた銀河を観測することで、宇宙全体の星形成の歴史を紐解こうとしています。

天文シミュレーション プロジェクト

Center for Computational Astrophysics (CfCA)

世界最速の天文学専用スーパーコンピュータ「アテルイII」(理論演算性能3ペタフロップス)を中心としたシミュレーション用計算機システムを運用し、望遠鏡では見ることのできない空間スケール・時間スケールの宇宙を、物理法則に則った計算によって描き出します。超新星爆発、惑星の誕生、銀河の進化、宇宙全体の進化など、様々な宇宙の謎に挑む「理論の望遠鏡」です。

重力波プロジェクト

Gravitational Wave Science Project

岐阜県の神岡鉱山の地下で、東京大学宇宙線研究所・高エネルギー加速器研究機構などと共同で重力波望遠鏡KAGRAを運用しています。一般相対性理論で予言された「時空の波」である重力波は、ブラックホールや中性子星の合体というこれまでの望遠鏡では捉えられなかった現象についての知見を私たちに届けてくれます。KAGRAが国際重力波観測ネットワークに加わることで、重力波天文学は大きく飛躍できます。

太陽観測科学プロジェクト

Solar Science Observatory

JAXAなどと共同で開発した太陽観測衛星「ひので」、三鷹フレア望遠鏡、野辺山強度偏波計を運用し、私たちに最も身近な星・太陽を日々観測しています。太陽活動のもとになる「太陽磁場」の構造や時間変化を捉えることで、太陽表面での爆発現象(太陽フレア)の原因やそれが太陽系空間に及ぼす影響を研究しています。また、次世代太陽観測を見越して、ロケットや気球を使った新しい観測技術の開発も進めています。

すばる超広視野 多天体分光器プロジェクト

The Subaru Prime Focus Spectrograph (PFS) Project

「すばる2」主力装置のひとつとして、新しい分光器「超広視野多天体分光器(PFS)」を開発しています。すばる望遠鏡が誇る超広視野と大集光力を存分に活かし、視野の中に存在する最大約2400個の天体の光を同時に分光します。PFSは広い波長帯域のスペクトルを一度に取得することが可能で、非常に効率よく多数の遠方銀河までの距離を測定したり、様々な時代の銀河の様子を調査したりすることが可能になります。2024年の稼働を目指しています。

すばる広視野 補償光学プロジェクト

The Subaru Ground Layer Adaptive Optics (GLAO) Project

「すばる2」主力装置のひとつとして、「広視野高解像赤外線観測装置(ULTIMATE-Subaru)」を開発しています。天空の広い視野にわたって大気揺らぎをリアルタイムで補正する次世代の補償光学技術と、4本のレーザーを上空に打ち上げて上層大気を光らせることで作り出す人工の星(レーザーガイド星)を組み合わせ、赤外線観測において、かつてない広さ、深さ、宇宙望遠鏡に匹敵するシャープな画像を実現します。2020年代後半の稼働を目指しています。

科学研究部

Division of Science

科学研究部では、物理学に根差した理論研究やスーパーコンピュータを駆使したシミュレーション研究、様々な観測装置を使った観測を有機的に融合させ、研究者たちが自由な発想に基づく多彩な研究を繰り広げています。天文学の幅広い展望を活かして国立天文台の将来計画の策定に寄与したり、優秀な大学院生や若手研究者を育成したりすることも科学研究部の重要なミッションであり、天文学研究の強力なエンジンの役割を果たします。

SOLAR-Cプロジェクト

SOLAR-C Project

JAXAなどと共同で、2020年代半ばの打ち上げを目指して次期太陽観測衛星Solar-C(EUVST)の開発を進めています。現在活躍中の「ひので」では見ることのできない領域を探る紫外線分光装置を搭載し、100万度という超高温の太陽コロナの加熱メカニズムの謎や、太陽フレアが起きるメカニズムを解明することを目標としています。これは、別の恒星を理解する手がかりとなるとともに、地球環境に影響する宇宙天気予報にもつながります。

JASMINEプロジェクト

JASMINE Project

JAXAなどと共同で、口径36cmの望遠鏡を搭載するJASMINE衛星を2028年の打ち上げを目指して開発しています。天の川銀河(銀河系)の中心部は星間物質に邪魔され観測が困難でしたが、星間物質を透過しやすい赤外線での観測によって銀河中心部の個々の星の3次元的位置と動きを調べ、天の川銀河の構造、成り立ちの解明を目指します。また、星の前を惑星が通過する際の減光を捉え、低温星まわりの生命居住可能領域にある地球型惑星の探査も行います。

RISE月惑星探査 プロジェクト

RISE Project

太陽系の様々な天体の内部構造を調べることで、その進化と起源を探ることができます。RISE月惑星探査プロジェクトは、JAXAの月探査機「かぐや」や小惑星探査機「はやぶさ2」で天体の形状測定を担当し、詳細な地形を明らかにしました。さらに、欧州宇宙機関の木星系探査機JUICEに搭載されたガニメデレーザ高度計の共同開発や、JAXAの火星衛星探査計画MMXにも協力しています。

天文データセンター

Astronomy Data Center (ADC)

宇宙は常に変化している一方、一度に観測できる範囲はごく一部なので、観測で得られたデータを将来にわたって保存し、多くの研究者で共有することは天文学にとって大切です。日夜生成される膨大なデータを安定して長期保存し、世界中の天文学者がスムーズに解析できるように提供することが、天文データセンターの重要な役割です。ソフトウェア・データベースの開発、新しいテクノロジーへの挑戦、解析計算機環境の提供や解析講習会も実施しています。

先端技術センター

Advanced Technology Center (ATC)

最先端の観測装置は、お店で買えるものではありません。まだ世の中に存在しない観測装置を実現するために、先端技術センターでは様々な技術開発を行っています。電波から赤外線、可視光、紫外線までの幅広い波長帯で、地上望遠鏡や宇宙望遠鏡に搭載する観測装置の技術を培っています。これまですばる望遠鏡の主焦点カメラやアルマ望遠鏡の受信機、重力波望遠鏡KAGRAの観測装置などを開発し、TMT向けの観測装置の開発も進めています。

天文情報センター

Public Relations Center (PRC)

最先端の天文学研究のワクワクする成果を広く社会と共有し、「みんなの天文学」とする役割を担っているのが、天文情報センターです。インターネットでの発信だけでなく、国立天文台の施設公開や社会教育施設との連携を通じて天文学に関するコミュニケーション活動を実施しています。また、生活に密着した暦や時刻の決定、天文学の良好な観測環境の保全、天文関連図書の収蔵・公開など、社会と天文学をつなぐ様々な役割を果たしています。



宮澤賢治 生誕120周年記念連載

銀河鉄道の夜空へ 七

Al Nokta ĉielo de la Galaksia Fervojo

ふたご区 オリオン区 うさぎ区 いっかくじゅう区

文：渡部潤一／「銀河鉄道の夜空へ」制作委員会 写真：飯島 裕／山根 悟／石川勝也 協力：宮沢賢治記念館



★これまでの連載記事は（吉）2016年12月号、（武）2017年08月号、（参）2017年12月号、（四）2018年12月号、（五）2020年08月号、（六）2022年春号、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覧ください。

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

● ふたご区

かに星雲の花火は、静かにフェードアウトしながら、やがて視界からも消えていった。次はなんだろう。なかばわくわくしていると、子どもたちの一人が進行方向の右側の窓の外を指さして叫んだ。

「あれきっと双子のお星さまのお宮だよ」

右手には低い丘があって、その上に確かにふたつ同じ大きさのお宮が並んでいた。これはふたご座なのか。ふたご座は天の川の東側にある。オリジナルでは、小さな水晶でできているようなお宮のほすが、確かにきらきらと光っていた。ここで問いかけをしなくてはならないはずだ。なんだか私は何かに迫られるように聞いてみた。

「双子のお星さまのお宮って何か知っているの？」

すると今度はお姉さんの方が答えた。

「あたし前になんべんもお母さんから聞いたわ。ちゃんと小さな水晶のお宮でふたつ並んでいるからきっとそうだよ」

弟も続けた。

「ぼく知ってるよ。双子のお星さまが野原へ遊びにでて、からすと喧嘩したんだろう」

「そうじゃないわよ。あのね、天の川の岸にね、おかあさんがお話ししたわ……」

「それから彗星がギーギーフーギーフーて云って来たねえ」

「いやだわ、いっちゃん、そうじゃないわよ。それはべつの方の話だよ」

うーむ、とうなってしまった。ほぼオリジナル通りではないか。聞きながら、本当に不思議だと思った。彗星の研究者としては、ここで彗星に実際に登場してほしいものかと思いつきながら、窓外にその姿を探してみたが、それらしきものは見つからない。目をこらしても、ほのかに光る川と、地平線まで続くように、三角標らしきものがずっと並んでいるだけだった。彗星は、オリジナルでも登場していないので、致し方ないのだろう。

ところで、天の川の華々しさが、やや失せてきている気がした。それはそうだと、思い直した。冬の天の川は夏に比べれば極めてほのかだ。これも忠実な天象の再現だとすれば当然なのだろう。

「おじいちゃんの家近くにも、星の宮があるよ」

子どもたちの会話が、オリジナルと少しずれてきた。笛の話があったはずだが……それにしても、この子たちは何処の子たちだろうか。星の宮は妙見信仰に由来していて、各地に存在する。そこで、私は思い出した。福島県いわき市の龍灯伝説があるあたり、勿来という地域にも星の宮神社があったはずだ。かつて私はいわきに住んでいたことがあり、その神社の名前を覚えていた。もしかするといわきの子どものたちなのだろうか？ ただ、妙見信仰は全国的なので、星の宮というのが、どこにあってもおかしくはない。岩手県宮古市や釜石市にも同様な神社があると聞いたことがある。三鷹に近い場所では、埼玉県の所沢市にも星の宮という地名があったはずだ。どこから来たの、と聞こうとしたが、思いとどまった。これから彼ら彼女らが向かう先を考えれば、住んでいた場所をあえて聞いて、どうするのだという気がしたからだ。

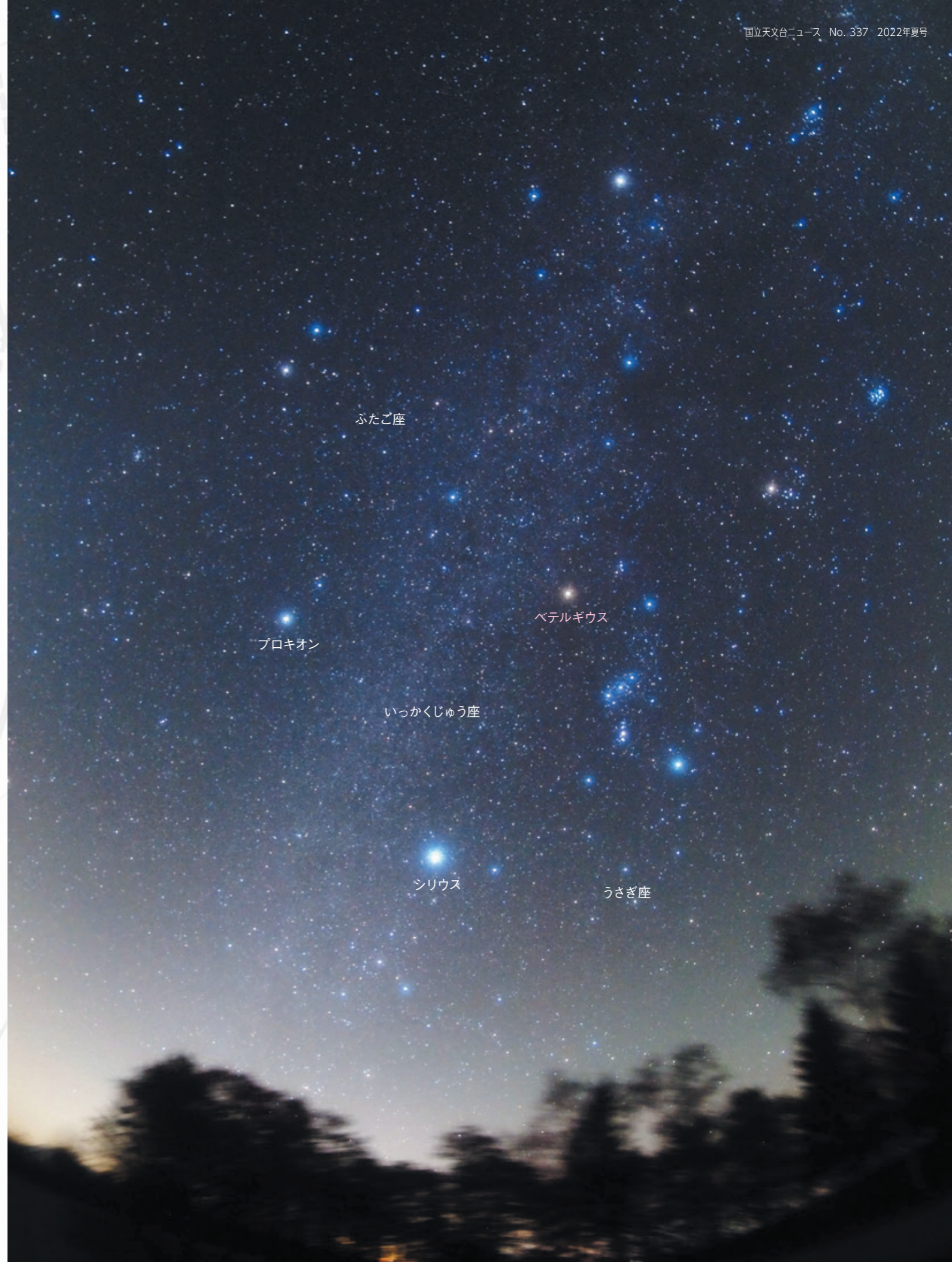
● オリオン区

そうこうしているうちに、双子のお宮は後方へ見えなくなっていった。と、列車の左側がにわかに赤くなってきた。その赤さは近づくにつれてどんどん強くなり、そして天の川の川面にも、赤い光をちらちらと投げかけ始めた。光のもとをたどってみると、そこには野原のような場所で大きく、まっ赤な火が燃えさかり、黒いけむりが高く立ちのぼっていた。まさに桔梗色のつめたそうな天をも焦がしそうな勢いだ。子どもたちに目を向けると、やはり迫り来る赤い光に目を奪われていた。

そうだ、オリジナルではジョバンニがカンパネラに問いかけるシーンである。しかし、カンパネラはいないし、私はジョバンニでもない。どうすればよいか、考えあぐねていると、先ほどの海上保安庁の職員が独り言のように問いかけてきた。

「あれは何の火だろう。あんな赤く光る火は何を燃やせばできるのだろう」

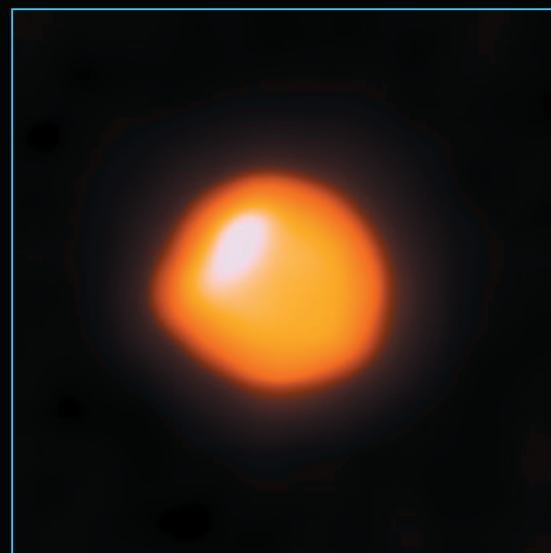
いささか役割が違うのではないかと、思いながら、私は天文学者として答えるべきかどうか迷っていた。明らかに、夏の星座であるさそり座ではないからだ。この場所、その赤さから見ても、ほぼ間違いない。これはオリオン座の一等星ベテルギウスだ。



ふたご座から3つの1等星（オリオン座のベテルギウス、おおいぬ座のシリウス、こいぬ座のプロキオン）が形作る「冬の三角形」の中へと淡く流れ下る天の川（銀河）。(『国立天文台ニュース』2022年春号のp26「ダイアグラムVol.02」も参照／撮影：飯島 裕)



ふたご座、オリオン座、うさぎ座の星座絵図（バルディ星座絵図・17世紀後半）。「いっかくじゅう座」は描かれず、古来より伝わる伝統的な星座のみが紹介されている。（星座絵図画像：千葉市立郷土博物館）



オリオン座に赤く輝く1等星ベテルギウスを、アルマ望遠鏡が視力4000を超える超高解像度で捉えた画像。ベテルギウスは、太陽のおよそ1400倍の大きさにまでふくらんだ赤色超巨星で、その寿命はあとわずか。表面が少し変形している様子もわかる。



うさぎ座にある脈動変光星（うさぎ座R星）。とても赤い色をしていることから「クリムゾン（深紅色）スター」の名がついている。およそ430日の周期で5.5等から11.7等の変光を繰り返す。大気の炭素濃度が高いため、赤い波長成分が卓越し深紅色に輝いている。（撮影：石川勝也）

赤色超巨星という意味では、オリジナルのさそり座の一等星アンタレスと同じだ。ベテルギウスは、この列車でもアンタレスの役割もするのだろうか。そう思いながら、私はきわめて冷静を装って答えた。「あれは、ベテルギウスというオリオン座の一等星ですよ」

それまで黙って赤い光を見つめていた子どもたちの反応は意外だった。

「あら、ベテルギウスのことなら、あたし知ってるわ」「ベテルギウスって、なんだい」

今度は海上保安庁の職員が聞いた。ここでも役割がすり替わっている。なんとも不思議な感覚で、私は黙って聞いていた。

「超新星爆発するかもしれない、と期待されているとっても大きな星よ。その星がいまでもあるかどうか分からない、もう爆発しているかもって、あたし何べんもお父さんから聴いたわ」

「もう爆発している？」
「ええ、ベテルギウスまで距離が遠いから、その光が届くのは何百年もかかるの。だから、いま星として輝いているかどうか分からないっていうの」

感心した。なんて正確な理解なのだろう。もしかしてこの子は理科少女なのか。その子とともに、その話の展開がどうなるのかに俄然、興味を持った。「そうか、何百光年という距離のことだね」

さすがに海上保安庁の職員だけある。その種の知識もあるし、理解も早い。

「そうよ。でも、いま見る限りでは、まだ爆発はしていないよね」

ああ、そうか。時空を超えた銀河鉄道から見れば、現在が見えるのだろうか。まだ爆発していないということがわかるわけか。私はどこかで妙に納得してしまった。もともと、不思議なことばかりなので、多少のことではすでに驚かなくなっている自分がいた。

● うさぎ区

「あ、ウサギがいるわ」
そうだ。ベテルギウスが見えるということはオリオン座である。その足下にはうさぎ座があるはずだ。よく見ると、天の川のほとりを目の赤いウサギが列車を追うように走ってくるのではないか。その目の

光は、ベテルギウスの火よりも赤かった。そうだ、クリムゾン・スターだ。ケフェウス座のガーネット・スターと並んで、赤さを競う星である。やはり、現実の星座や天体をなぞっている。そう思わざるをえなかった。

「あのウサギ、とってもかわいいね」
いっちゃんと呼ばれている弟が言った。
「そうよ。かわいい、そしてりっぱなウサギだわ、お父さんに聴いたの。むかし遠い天竺の野原に一匹のウサギがいて、狐と猿とで仲良く暮らしていたんですって。するとある日、やせ衰えた老人が三匹の前にあらわれたの。そしてこう言ったというわ。『わしはこのように衰えてしまい、食べ物も手に入らぬ始末じゃ。そなた達は哀れみ深いと聞いたが、どうかわしに食べ物を恵んでくれぬか？』」

そこで木登り上手の猿はいろいろな木にのぼって、たくさんの果実を取ってきたの。狐は知恵があったから、人間が供えた餅や魚などを持ち帰ったわ。ところが、ウサギだけは、とっても臆病だったこともあって、食べ物を探してくることが全くできなかったの。でも、老人の役に立ちたいと思って、猿と狐に枯れ木をあつめて火を焚いてください、とお願いしたのよ。そして老人に、こう言ったの。私は食べ物を探してこれるほどの甲斐性が無いので、どうか私の体を焼いて食べてくださいと言って、火に飛び込んだというの」

私は驚愕した。オリジナルのサソリの火では、さそり自身の自己犠牲の物語が語られていた。それが見事に、日本では今昔物語で登場する、月のウサギの仏教説話にすり替わっているのである。どちらも自己犠牲の精神を貴ぶ話には変わらない。

「そして、それを見た老人は、にわかには凛々しい姿に変身したの。実はね、その老人は帝釈天様だったのよ。帝釈天様は、老人のために自ら犠牲になったウサギに感心して、そのウサギの姿を永遠に忘れないように、月の模様に残したんですって。そして、その時の火は、いまでもベテルギウスの炎になっているというの」

ううむ……ここで天文学者としては言わねばいけないのだろうか。悩んだ末に、割って入った。
「そうだ。見たまえ。そこらの三角標はちょうどウサギの形に並んでいるよ」



いっかくじゅう座の絵姿(フラムスティード星座絵図)。バラ星雲(右下)はこのいっかくじゅう座の中にある。バラ星雲は巨大なガスの塊で、その中で生まれた中央の散開星団(NGC 2244)の星々が放つ紫外線によってガスが電離して、赤いバラのように見えている。(撮影:山根 悟)

確かに、うさぎ座だった。小さな、そして暗い星からなる星座ではあるが、耳が二本ぴんと立った形はわかりやすい。

「どれ、どれ？」

子どもたちが光る三角標を結んで探し始めた。みな、本当にうさぎ座など見たこともないだろうなあ、と思いながら、三角標の結び方を教える。なんだか自分の役割はこれなのか、と思い始めていた。

● いっかくじゅう区

ベテルギウスの火が後方になるにつれ、天の川のまわりもさらに寂しくなっていた。オリオン座を離れれば、天の川はほとんど目立つ星のない、いっかくじゅう座に入るはずで、寂しくなるのは当然だった。オリジナルでは、ケンタウル祭の賑わいに入っていくはずだが、逆回りだとそうもいかない。

と、かすかに花が咲いているのに気づいた。と、丘に近づくとつれ、その数はみるみる増えていった。野原に咲くリンドウの色ではない。赤いバラだ。小

さなバラが無数に咲いているのだ。そしてその丘の中心にはたくさんの光る三角標があった。

「わー、きれい！」

子どもたちが歓声を上げる。間違いなし。この形は……バラ星雲だ。代表的な星形成領域で、肉眼では見えないはずだが。

「あれは何？」

その子が私に聞いてきた。

「あれはね、バラ星雲とってね。生まれたばかりの星たちと、その母親の雲だよ。雲の形がバラの花びらみたいに見えるからね」

バラ星雲にはメシエ番号はついていない。

「えーと、NGC番号は何だったかな？ 確か複数あるはずなんだが……」

とぶつぶつと呟いていると、急に思春期の男子らしい甲高い声をした。

「潤一くん、相変わらずだなあ。NGC 2237、2238、2239、そして2246だよ」

え？ そう思って振り返ると、そこにはいつの間にか中学生の風貌をした聡明そうな男子が座ってい

た。そして、その顔を見て驚いた。丸刈り、広いおでこ、切れ長の目、その顔には見覚えがあった。

「いしかわくん？ 石川靖くんかい？ まさか……」

そうだ、いま目の前に居るのは間違いなく中学の同級生で星仲間だった石川靖くんだ。

「なじょ、しただ(どうしたんだ)？」

驚きのあまり、会津弁になってしまった。そして、何を話してよいかわからず、その後は、言葉を継げなかった。彼は天文に関する知識は人一倍あって、その記録力も確かで、星の話をしているとしばしば私のいいかげんな知識の間違いを正してくれた。会津地方の山間部の僻地医療を支えるお医者さんの息子さんとして、将来を嘱望されていた。義務教育でも、山間部ではなく、地方の中核都市のマンモス中学校に入ってきたのだ。そして父の跡を継いで医師になる、と言っていた。しかし、中学3年の時だったろうか、帰省した山間部の自宅近くの道路を自転車で走行中にトラックにはねられて亡くなったのだ。ああ、これか。これだったのか。私は混乱しながらも、石川くんがカンパネラだったのか、と思った。

「いや、久しぶり。元気にしていんかよう？ だけっじょ、よい景色だよなあ」

石川くんの瞳は私から離れ、窓の外、遠くを見つめた。何を見るでもなく、じっと。そう、あの頃と同じだ。遠い中学時代、よく星仲間でおしゃべりしていた。おしゃべりしている最中、彼はふっと会話を離れ、遠くを見つめ始める癖があった。それは彼のシャイな性格からきているのか、と思っていた。しかし、彼の死後、どこかでもしかしたら彼自身がその運命を悟っていたのかもしれない、と思ったことがあった。目の前に居るのは、その当時の彼の姿、そのままだった。

私はこの目の前で起きていることに圧倒され、しばらく何も言うことができなかった。いったい私は何を経験しているのだろうか。私の脳内の記憶が作る幻影なのだろうか。何も言えず、黙って二人で見つめる窓の外には、幻想的な風景が広がり、列車は私の気持ちとは無関係に、川を南下し続けていく。

(続く)

△次は「おおいぬ区 かいぬ区 アルゴの停車場」

銀河鉄道の夜空へ

ダイヤグラム Vol.05 時計屋の望遠鏡



「八戸ポータルミュージアムはっち」4階の前原寅吉コーナーに展示されている「黄いろに光って立ってゐる」2台の屈折望遠鏡。



「八戸ポータルミュージアムはっち」3階に掲示されている前原寅吉の紹介パネル。

宮澤賢治が著した「銀河鉄道の夜」には、主人公のジョバンニが住む街の様子が描かれています。そこは賢治の故郷である花巻が舞台となっているようです。街を流れる川や橋、小学校、印刷所、時計店、電気会社などなど……登場する場所や施設は、当時、賢治が暮らしていた花巻の街中に実在し、そのモデルとなったと考えられるものも少なくありません。

中でも、ジョバンニの銀河鉄道への乗車を予兆させるシーンが「時計屋」の描写に見られます。店には青いアスパラガスの葉で飾られた黒い星座早見が置かれ、「ジョバンニはわれを忘れて、その星座の図に見入りました」／「またそのうしろには三本の脚のついた小さな望遠鏡が黄いろに光って立ってあましたしいちばんうしろの壁には空ぢうの星座をふしぎな獣や蛇や魚や瓶の形に書いた大きな図がかかってあました」この時計屋も花巻の街中にあった時計店と考えるのが自然ですが、花巻から北へ離れること約130kmの青森県・八戸市にあった時計店が実はそのモデルではないのかとの説（歴史学者・色川大吉氏）もあります。

その時計店の主の名は前原寅吉（まえはら とらきち／1872 1950）。前原寅吉は、時計商を営みながら、天文愛好家として知られ、独学で天文学を修めて太陽やハレー彗星の観測などで記録を残し、太陽観測用に開発した「黒色ガラス」が認められて日本天文学会の特別会員に推薦されています。また、「天文山」と称して、天文教育活動にも取り組み、様々な天体写真や解説を盛り込んだ学校教材を制作して広く全国の学校に配布するなど天文普及家としても活躍しました。特に太陽の観測に力を入れたのは、気候と太陽活動との関係を解明することで、冷害をもたらす「やませ」発生の予報に役立てて、地域の農業を守りたいとの思いからでした。天文への情熱や東北地方特有の天候不順に対処するための科学的知見の活用など、その関心や思いは宮澤賢治と軌を一にするところがあります。実際、前原寅吉は真鍮製の「黄いろに光」る望遠鏡を所持していて、近所の人たちを集めて観望会を開いていたようで、現在もその実物が「八戸ポータルミュージアム はっち」に保存されています（写真）。

銀河鉄道の夜空へ

ダイヤグラム Vol.06 鳥を捕る人

「今日は舟を頼んでウミネコの繁殖地燕島を見にゆくのである。屈強の男がふたり舟をこいで島へのりつけて上る。一面雑草の中に数知れぬウミネコがおり、春やってきて産卵し生まれたヒナたちを加えて何千羽かわからない。男たちが雑草を根こそぎぬいて放りなげると、休んでいた鳥たちは一斉に舞い上りミュウミュウと空をまっ暗に覆ってとびまわった」

八戸ツアーの最終日、宮澤賢治一行が訪れたのが燕島です。上記はその時の妹たちの回想記録です。燕島は鮫地区にあって、宮澤家一行が宿泊した旅館から目と鼻の先に浮かぶ小さな島（後の工事により現在は陸続き）でした。ウミネコの大繁殖地として知られ、島の頂上に燕島神社（社伝によれば創建は1269年）があり、ウミネコは好漁場を知らせる弁天様の使いとして昔から大事にされてきたことから、人が近寄っても恐れないので、間近で多くのウミネコの営巣の様子を見物することができる名所です。1922年に天然記念物に指定され、宮澤家一行が訪れたのはその4年後のこと。特に8月は、巢立った雛たちも加えて渡りを行う直前のタイミングで、島中が1年でいちばん賑やかな時期です。その数は現在では4万羽ともいわれ、文字通りウミネコが島を埋め尽くします。先の記録にある「休んでいた鳥たちは一斉に舞い上りミュウミュウと空をまっ暗に覆ってとびまわった」光景は、さぞかし宮澤賢治を驚かせたことでしょう。

さて、その気になればすぐにでも捕まえられそうな数えきれないたくさんの鳥たちのイメージ。それは、どこかで…たとえば、以下の文章のイメージと重ならないでしょうか。「がらんとした枯梗いろの空から、さっき見たような鷺が、まるで雪の降るやうに、ぎゃあぎゃあ叫びながら、いっぱい舞ひおりて来ました。するとあの鳥捕りは、すっかり注文通りだといふやうにほくほくして、両足をかっきり六十度に開いて立って、鷺のちぢめて降りて来る黒い脚を両手で片っ端から押へて、布の袋の中に入れるのです」／「と思ったらあの赤帽の信号手がまた青い旗をふって叫んであたのです。「いまこそわたれわたり鳥、いまこそわたれわたり鳥。」その声もはっきり聞こえました。それといっしょにまた幾万という鳥の群れがそらをまっすぐにかけたのです」

「銀河鉄道の夜」で繰り返し語られるたくさんの鳥たちとの不思議な邂逅。その原点がこの燕島での体験にあったとすれば、八戸の小旅行は、幻想四次の軌道を疾走する銀河列車のダイヤグラムに大きな影響を与えたといえるかもしれません。そして、記録には残っていないものの「黄いろに光」る望遠鏡との出会いもこの時、実現していたのかもしれません。八戸線もまた、銀河鉄道へとつながっていたのです（★／2022年春号・p27のダイヤグラム Vol.02を参照）。



★「時計屋」や「鳥を捕る人」の記述は、1924年末に成立したと推定される第1次稿、その後の第2次稿には存在せず、1926年中に整ったと考えられる第3次稿に登場する。



人を恐れない燕島神社の参道に群集するウミネコ。



「がらんとした枯梗いろの空」に群舞するウミネコ（左）。空ががらんとしているのは、銀河鉄道が敷設された星の密集する銀河面（天の川）に対して垂直方向（銀河北極方向）に空漠と広がる深宇宙領域を見ているからかもしれない。そこには、億光年のかなたに群集する系外銀河の姿が…（当時は天体写真は乾板によって撮影され、それは白黒反転像となる。右は旧国立天文台岡山天体物理観測所が撮影したしし座方向の銀河団の乾板。黒い●は銀河系内の恒星像。それ以外の淡いイメージはすべて系外銀河）。なぜかうミネコたちの姿と重なる。

前原時計店は現在も宝飾・時計店「マエバラ」として営業している。店舗先には、前原寅吉を記念する碑が立っている。

野の天文学者 前原寅吉・天体観測の地
明治43年5月19日(1910年)ハレー彗星の太陽面通過を世界でただ一人、観測したことから、野の天文学者として知られる前原寅吉。
その観測をした場所がこの地です。自ら時計商をしながら、独自の天体研究を冷害・飢饉に向け、失明後も済民の志をもって生涯観測しつづけました。

新・キーナンバーで読み解く宇宙

国立天文台が発信する映像たち

2300000

これまで実施した天体現象中継の最大視聴数（2022年8月現在）。2021年5月の皆既月食中継がたたき出したものだが、管理画面で確認できる再生回数は300万回を超えており、ここまでの数となったことを含め様々な謎が残る。

国立天文台から皆さんに発信している情報は、内容はもちろん、媒体も多岐にわたります。そのなかで、YouTubeやニコニコ生放送などをプラットフォームにして提供している動画やライブ中継は、現代のネット社会に大いにマッチしたものとなっています。国立天文台発の映像のわずかずをご紹介します。

最新天文学や天文現象を解説する映像作品を多数制作しています。そのなかで、2021年に公開した「重力波望遠鏡KAGRA」は、第63回科学技術映像祭で科学技術館館長賞を受賞し、高い評価を受けています。この映像や国立天文台PVなどでは、ナレーションをプロの声優さんが務めていることも注目です。天文学の話題を、あなたが好きな声優さんの声で楽しめるかも。毎月の天文現象を紹介する1分動画も好評です。星



2021年5月26日の皆既月食ライブ配信の舞台裏。

空に親しむことが天文学への関心の第一歩になるようにとの想いを込めた作りになっています。

日食や月食のような目立った天文現象では、ライブ配信を実施することも多くなりました。国立天文台ならではの内容とするため、天文学者が生で解説したり、石垣島天文台やハワイ観測所からの画像・映像を活用して場所による見え方の違いを説明するなど、工夫を凝らしています。ニコニコ生放送では公式配信していただくことで視聴数も伸びています。2022年11月8日には皆既月食および天王星食が起きるので、ぜひ楽しみに。また不定期ながら、三鷹キャンパス50cm望遠鏡を用いた

星空ライブも配信しています。お天気に左右される企画ですが、ぜひご覧ください。



重力波望遠鏡KAGRAのサムネイル。



2022年6月の星空ライブのサムネイル。



宇宙をのぞいて、世界を知ろう



2020年6月21日日食



2021年三鷹特別公開



GIGAスクール特別講座

講演会の配信もたいへん好評です。野辺山や三鷹での特別公開で実施される講演などが多数アーカイブ視聴できます。また、ここ数年は特別公開そのものもオンライン化しています。遠くにお住まいの方も、キャンパスに足を運んだ気分を味わっていただけたかと思います。また、講演会以上に噛み砕いた内容のオンライン講座も多数配信しています。特に、2022年5月24日に配信したGIGAスクール特別講座「宇宙をのぞいて、世界を知ろう」は、すばる望遠鏡観測室からの生中継を織り交ぜたインタラクティブな講義で、アーカイブ視聴でも楽しんでいただけたと思います。ぜひご覧ください。

どうです、盛りだくさんでしょう！ これからも国立天文台では、映像による発信を推進して参ります。YouTubeでチャンネル登録いただくなど、ご注目ください。



文・山岡 均
YAMAOKA Hitoshi
天文情報センター

GIGAスクール特別講座のひとつコマ。

NEWS

CfCA ユーザーズミーティング開催

岩崎一成（天文シミュレーションプロジェクト（CfCA））

天体現象は空間スケール・時間スケールともに極端な環境下で起こるので、地球上で実験することが困難です。そこで、物理法則に基づいた方程式を数値的に解いて、コンピュータの中に天体現象を再現することで、模擬実験的に調べる「シミュレーション」が有効な研究手段となっています。国立天文台天文シミュレーションプロジェクト（以下CfCA）では、天文学におけるシミュレーション研究支援のため、全国の研究者が利用できる共同利用計算機群を運用しています。大規模な並列計算のための天文学専用スーパーコンピュータ Cray XC50「アテルイⅡ」や、小規模な計算を行うための「計算サーバ」など、様々な用途に合わせた計算機群が運用され、宇宙の謎を解くために休みなく稼働しています。

CfCA ユーザーズミーティングは、計算機の運用報告とユーザからの意見収集、共同利用計算機を用いた研究成果発表のために毎年1回開催され、現在のユーザに加え、将来的に計算機利用を考えている潜在的なユーザからの参加も得ています。2021年度のCfCA ユーザーズミーティングは、2022年1月18日と19日の2日間にわたり、COVID-19感染対策のためZoomを用いてオンラインで開催し、多くの参加者を得ることができました。

ミーティングでは、天文学の主要分野（今年度は初代天体形成と超新星爆発・中性子星合体・高エネルギー星間現象・銀河・星団・惑星）において第一線で活躍する7名の若手研究者に、当該分野のシミュレーション研究の現状と将来展望を中心に、大変力のこもったレビュー講演をしていただきました。そして11件の一般口頭講演、44件のポスター講演が行われました。例えば、形成期にある原始星周囲での固体微粒子「ダスト」（惑星の種となる塵）の成長と運動を数値流体シミュレーションにより調べ、惑星形成の現場である「原始惑星系円盤」にダストが上空から降り積もる現象を発見したことが報告されました。これまで考えられてこなかった上空からのダストの供給により、惑星形成の描像が大きく変わる可能性があります。その他、シミュレーションを軸とした理論研究やコード開発・観測データ解析など多岐にわたる研究成果が報告され、活発な議論が交わされました。

さらに、CfCA スタッフから共同利用計算機の運用状況の報告が行われ、事前に実施された計算機運用に関するユーザへのアンケート結果が報告されました。おおむね満足度は高いものでしたが、各種計算機の運用と講習会としてCfCAの活動に関して多くの意見と要望が寄せられ、活発な議論が行われました。ミーティングでの議論をもとに、現在CfCAでは今後の計算機運用に向けて対応を検討しています。



CfCA ユーザーズミーティング
CfCAが運用する代表的な共同利用計算機。(上) 大規模な計算のための天文学専用スーパーコンピュータ「アテルイⅡ」、(下) 小規模計算のための「計算サーバ」。

「野辺山宇宙電波観測所40周年記念式典」開催

今年、国立天文台野辺山宇宙電波観測所は、1982年3月1日に行われた東京天文台野辺山宇宙電波観測所（当時）の開所式から40周年を迎えます。これにあわせ、2022年2月8日（火）に40周年記念式典をオンラインにて開催しました。これまで観測所を様々な形で支援してくださった関係者、そして観測所のOB/OGの方々など、およそ120名の方々のご参加をいただきました。オンライン開催とはなりませんが、この40年間に観測所に携わった多くの関係者を結び、ともに観測所の40周年を祝い、そして観測所に思いをはせる貴重な時間となりました。



「観測所の現状と将来」立松所長による報告シーン。



日江井 榮二郎名誉教授が瑞宝中綬章を受章



日江井 榮二郎 国立天文台名誉教授・元明星大学学長が、令和4年春の叙勲にて「瑞宝中綬章」を受章しました。太陽物理学研究の第一人者である日江井氏の、長年にわたる研究・教育分野での顕著な功績がたたえられました。

日江井氏は、1955年から国立天文台（当時は東京天文台）で、1992年からは明星大学で、長く太陽物理学の研究を続け、多くの成果を生み出されました。加えて、優れた見識と豊富な学識経験をもって、国内外で後進の指導・教育と、天文学の普及に尽力されました。また、1998年4月から2002年3月までは明星大学の学長を務められました。

ハワイ観測所スタッフが小学生のロボット工学大会に貢献

小学生VEX IQ（ヴェックス・アイキュー）2022年ハワイ州大会が開催され、ハワイ観測所とTMTプロジェクトの7名（ラッセル・カックリー、ジュリアン・ルセル、サドマン・アリ、ヴィンセント・デオ、アンドリュー・ニューガートン、臼田-佐藤功美子、林左絵子）が審査員を務めました。他の審査員と共に、参加した小学生にインタビューしたり、各チームが提出した「エンジニアリング・ノートブック」を審査したりして、優秀チームを選出しました。

審査員の多くは、小学生が元気に楽しみながらロボットを操作する様子と、長年にわたって洗練された大会の運営に感銘を受け、今後も地元での理系教育に関わりたいたいと考えています。



ハワイ観測所から3月5日の対面トーナメントに参加した5人の審査員。(クレジット: 国立天文台)



「宇宙・天文光学EXPO2022」に参加

2022年4月20日（水）～4月22日（金）にパシフィック横浜でOPIE「宇宙・天文光学EXPO」が開催されました。国立天文台のブースでは、TMTに加えて、岡山の188cm望遠鏡とせいめい望遠鏡の展示をしました。



来場者はコロナ前に比べると少ないですが、昨年と比べると賑やかな印象でした。新型コロナウイルス感染症は収束の気配がまだに見えませんが、でも、こうして無事にイベントが行えて、多くの方々と交流できたことを幸せに思います。



ベネディッティ駐日イタリア大使が、国立天文台を視察

2022年5月25日、ジャンルイジ・ベネディッティ駐日イタリア共和国大使が、視察のために国立天文台三鷹キャンパスを訪問されました。ベネディッティ大使は、国立天文台の事業の概要について常田国立天文台長から説明を受け、さらに国立天文台で活躍するイタリア人研究者2名も交えた活発な意見交換をされました。



筑波大学の橋本拓也さん、アルマ望遠鏡を使った研究で2021年度 日本天文学会欧文研究報告論文賞を受賞



橋本さんは、アルマ望遠鏡を使って131億光年先にある天体B14-65666を観測し、酸素、炭素、塵が放つ電波を同時に検出することに成功しました。また、画像を解析した結果、銀河の衝突・合体によって星の集団が形成されていることを明らかにしました。この結果は世界的にも注目されており、2022年2月時点での論文被引用数が127回に達しています。宇宙再電離期における銀河の星間物理学の扉を開いた重要な成果としてたいへん高く評価されました。

アルマプロジェクトのメンバー4名が2021年度 吉田庄一郎記念・ニコン天文学業績賞を受賞

吉田庄一郎記念・ニコン天文学業績賞は、新たな天体観測手法・技術の研究・開発などに顕著な業績を上げた者に贈られる賞です。アルマ望遠鏡の偏波観測手法の実現に大きく貢献し、科学的成果の創出に長期にわたり貢献してきたことが認められ、今回の受賞となりました。偏波観測



左上から、Charles L. H. Hullさん、永井洋さん、中西康一郎さん、亀野誠二さん(Credit: 国立天文台)

は、天体の磁場構造を探る有効な手段で、受賞チームの成果を含め、これまでのアルマ望遠鏡の観測によって様々な天体現象の謎が解き明かされてきました。

第41回 技術シンポジウム開催

小俣孝司（先端技術センター（ATC））

天文学関係の技術者の交流の場として、国立天文台の技術系職員が中心となって長年続けられているのがこのシンポジウムです。昨年に引き続き、コロナ禍によりリモート開催となりました。スタートから年月が経ち時代の流れを感じつつも、天文技術関係者の交流に一役買って来た意義は変わりません。

今回のテーマは「技術によって切り開かれるサイエンス」とし、これに沿った基調講演2件とパネルディスカッションを開催しました。パネルディスカッションでは、「技術とサイエンス」における「鶏と卵」のような関係をうまくまとめていただきました。このほか、参加者が日々取り組んできた技術開発の内容が、23件の一般講演として発表されました。

今回、Zoomを用いたオンラインシンポジウムの新しい試みとして、質疑応答を本発表とは別のブレイクアウトルームで行いました。すなわち各講演に続く質疑応答を省略し、複数まとめて発表を行った後、発表ごとに割り当てられたブレイクアウトルームで議論する、という方式です。今までは質問の時間が限られて十分な議論が行えなかったこともありましたが、この方式では各部屋で活発な議論が交わされ、世話人としても手ごたえを感じました。ただ同じ分野の発表が連なっていると、人によっては興味のある発表の部屋が重なってしまい、それらの部屋に参加できず未消化に終わるなどの弊害もあり、さらに良い方式を模索する必要があります。仮想空間上で開催されたオンライン懇親会でも、活発な議論が盛り上がりしました。

オンラインでのシンポジウム開催も、回を重ねてきました。遠方からも参加しやすいことはメリットですが、共通の話題をきっかけとした新しい議論が起こりにくい面もあります。コロナ禍が過ぎ去り、対面とオンラインの両方のメリットを生かしたシンポジウムが早く開催できることを願っています。



4次元デジタル宇宙ビューワー「Mitaka」バージョン1.7.3公開



Mitakaは、国立天文台4次元デジタル宇宙プロジェクトで開発している、天文学の様々な観測データや理論的モデルを見るためのソフトウェアです。地球から宇宙の大規模構造までを自由に移動して、宇宙の様々な構造や天体の位置を見ることができます。最新のバージョン 1.7.3を公開しました。



Mitakaダウンロードページ



Mitaka公式ツイッター

CfCA「N体シミュレーション 雨水の学校」開催

波々伯部広隆（天文シミュレーションプロジェクト（CfCA））

天文シミュレーションプロジェクト（CfCA）では2022年2月14日から17日にかけて、「N体シミュレーション雨水の学校」という講習会をオンラインで開催しました。この講習会は、N体シミュレーションに取り組もうとしている学部学生や研究者を対象として講義と実習を行うもので、2001年度以来毎年開催されています。今回は21回目で18名（うち講義のみの受講2名）が受講しました。

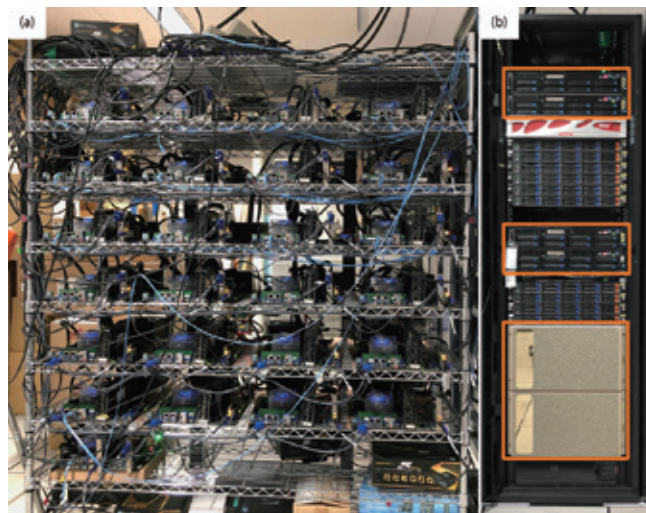
N体シミュレーションとは、多数の粒子（天体）が重力で相互に影響を及ぼし合うときにそれらがどのように時間進化するかを数値的に調べる手法です。N体シミュレーションにより取り扱われる問題は多岐に渡ります。粒子数が少ないものだと太陽系や系外惑星系の軌道計算、多いものであれば土星のリングや銀河系の構造などが扱われてきました。また、天体が多数の粒子の塊であるとみなすことで、天体同士の衝突破壊や合体も取り扱うことができます。これらはまとめて重力多体問題と呼ばれています。

重力多体問題ではしばしば計算量が大きな問題になります。N個の粒子が互いに及ぼし合う重力相互作用の計算にはN(N-1)/2通りの組み合わせが発生するためです。このような計算を高速に実行するために、CfCAではGPU※を計算加速器として搭載した計算機と、プログラムを簡単に組めるようにするためのGRAPEライブラリというソフトウェアを共同利用計算機システムとして提供しています。この講習会の実習でもGRAPEライブラリとGPUを用いたN体シミュレーションの計算プログラムを作成しました。受講者は重力多体系の物理と数値計算法の講義を受講したあと、まずGPUを使わないN体シミュレーションのプログラムを作成し、その後同じ問題がGPUで高速に実行できることを確かめます。無事に受講者全員がプログラムを動作させ、計算速度の違いを経験できました。

昨年度までの実習ではGPUではなく重力多体問題計算機GRAPEを使用していました。しかしGRAPEの運用が2021年度末で終了すること、そして最新のGPUを搭載した計算機の運用を始めたことでこの講習会で使われる計算機もGPUになりました。この講習会ではN体シミュレーションのみを取り扱いましたが、GPUは重力多体問題以外にも使用することができ



N体シミュレーション学校



(a) 講習会で使用したGPUクラスター。(b) 橙枠が最新のGPUを搭載したGPUクラスター。

ます。別に行っているGPU講習会なども通じてCfCAの計算資源が様々な研究に活用されることを期待しています。

※ Graphic Processing Unit。本来はコンピュータの画面表示処理を行う半導体チップだが、数百万点という画素を連続して計算するという性質から高い計算能力を持ち、一部の数値計算でも利用されるようになった。

田中英之文部科学副大臣が、国立天文台と「GIGAスクール特別講座」を視察



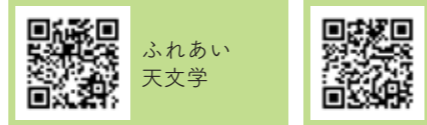
2022年5月24日、田中英之文部科学副大臣が国立天文台三鷹キャンパスを訪問されました。この日は、文部科学省と国立天文台との連携による「GIGAスクール特別講座～宇宙をのぞいて、世界を知ろう～」が開催され、田中副大臣

はこの講座と、講座に三鷹キャンパスから参加したおさわ学園三鷹市立第七中学校の生徒の様子を視察されました。

「ふれあい天文学」実施報告

竝木則行（RISE月惑星探査プロジェクト）

ふれあい天文学は、国立天文台の天文学者が日本全国の小中学校・海外の学校で授業を行う取り組みです。教授、准教授、助教、研究技師……。日頃、天文台で研究や開発に携わる多彩なスタッフが、この日ばかりは講師に变身！小中学生向けにユニークな授業を行います。私も、2022年3月4日に八王子市立上柚木中学校で「ふれあい天文学」の出前授業を実施してきました。対象は卒業前の3年生3クラスでした。授業の内容は、いつものように太陽系天体の成り立ちから小惑星の形についての話でしたが、最近の自分の研究成果も少し構成に加えました。話し終わった後の質問も非常に活発で、ダークマターやダークエネルギーから50億年後の人類滅亡までいろいろと聞かれました。出前授業後のアンケートでも追加の質問を頂いて、目いっぱい授業になりました。



ふれあい天文学

伊藤慧さんが、すばる望遠鏡データを用いた博士論文で「SOKENDAI賞」を受賞

2022年3月に総合研究大学院大学で博士号の学位を取得した伊藤慧さんが、その優れた成果を評価され、第8回SOKENDAI賞を受賞しました。受賞対象となった博士論文のタイトルは「Star Formation Activity of Galaxies and its Relationship to Environment in Distant Universe（遠方宇宙における銀河の星形成活動とその環境との関連性）」です。この研究の一部は、2022年5月26日付のハワイ観測所観測成果にも掲載されました。



CfCA「流体学校」開催

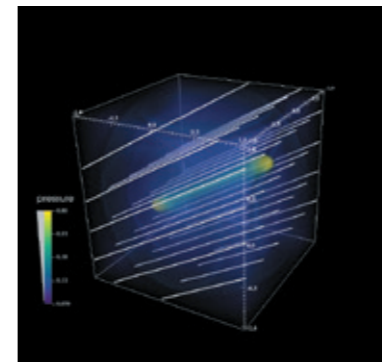
岩崎一成（天文シミュレーションプロジェクト（CfCA））

シミュレーション天文学では、研究対象に応じて、流体シミュレーションや重力多体シミュレーション・数値相対論・輻射輸送シミュレーションなど様々な手法を使います。共同利用計算機を運用している国立天文台天文シミュレーションプロジェクト（以下、CfCA）では、利用者拡大とシミュレーション研究の普及のために、各手法に合わせた講習会を毎年実施しています。2021（令和3）年度は、6名の研究者を講師に招き、流体シミュレーションに集中した「流体学校」を、2022年3月10日から12日（基礎編）、22日から23日（応用編）の日程で開催しました。

流体シミュレーションは、星間ガスの進化の様子や、星やブラックホールなどの天体を取り巻くガスの円盤の運動など、様々な天体現象の研究に欠かすことのできない研究手法です。近年の流体シミュレーションは非常に高度化していて、個人でのコード開発は大変難しくなっています。その一方で、解く方程式は共通なので、計算コードには共有できる部分が多分にあります。そこで昨今では信頼性の高い計算手法を実装した公開コードが普及しつつあります。今回講師に招いた富田賢吾氏（東北大学）は、公開コード「Athena++」の開発者の一人です。また、杉村和幸氏（京都大学）と森昇志氏（東北大学）・高棹真介氏（大阪大学）・小野智弘氏（東京工業大学）の4名の講師は、Athena++を用いて卓越した研究を多数発表しています。松本倫明氏（法政大学）は自身で開発した磁気流体計算コードSfumatoを使って多数の研究業績をあげています。今回の流体学校は、COVID-19感染拡大防止のため、Zoomを用いたオンラインで行われ、基礎編と応用編ともに35人程度の参加者を得ました。参加者は学部生から教員まで非常に幅広い層で構成されており、流体学校の注目度の高さが伺えました。

まず、松本氏より、数値（磁気）流体力学についての講義が行われました。その後、富田氏からAthena++の使い方の講義と、CfCAが運用するスーパーコンピュータ「アテルイⅡ」を使った実習が行われました。講義では、シミュレーションを使って研究を行う際に留意すべき注意点やノウハウの解説を通して、得られた計算結果を盲信せずに自ら物理学に基づいてその現象の理解や解釈を行うことがいかに重要かという点を参加者へ伝えていました。そのほか杉村氏と森氏・高棹氏・小野氏からは、自身のシミュレーション研究の経験やその時に得た知見・ノウハウを中心に講義が行われ、シミュレーション初心者が多い参加者にとって大きな刺激になったようです。

流体学校後に参加者へ実施したアンケートによると、回答者のほぼ全員が講習会の内容に満足であったとの回答をいただきました。アテルイⅡの利用者の拡大や流体シミュレーションコミュニティの活性化のため今後も流体学校を開催したいと考えています。



シミュレーション結果を可視化した図（参加者作成）。Athena++を使って、超新星爆発衝撃波が磁化した星間ガス中を伝播する様子をシミュレーションした結果。白線が磁力線を表し、色がガス圧力を表す。



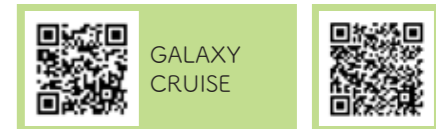
CfCA 流体学校

あなたも天文学者！「GALAXY CRUISE」第2シーズン始動

すばる望遠鏡が捉えた広大な宇宙画像の中を「航海」しながら、市民が銀河の研究に参加する「GALAXY CRUISE（ギャラクシークルーズ）」第2シーズンとして、より深く銀河の謎を探求する「Deep Quest（ディープクエスト）」が始まりました。

GALAXY CRUISEは国立天文台の「市民天文学」プロジェクトとして、日本語版を2019年11月1日に、英語版を2020年2月19日に開始しました。それから2年以上を経た2022年4月1日現在、92の国と地域から9742名（うち、日本からは6854名）の参加登録があり、銀河の総分類数は250万を超えています。なお市民天文学とは、市民が時には研究者・研究機関と共に科学的活動「シチズンサイエンス（citizen science）」の天文学分野での日本語名称として、国立天文台が独自に考案したものです。

市民による銀河の分類結果を使った科学解析から新たな発見が生まれているGALAXY CRUISE。大学生の研究体験プログラムで活用され、若手研究者の育成にも役立つといった発展も見せています。Deep Questではどのような旅が待っているのでしょうか。あなたも「乗船」して、研究者と一緒に「航海」を楽しみませんか。



GALAXY CRUISE



GALAXY CRUISE 第2シーズンの分類画面。基本的な機能は第1シーズンと同じだが、メニューバーや、パスポート等の色が新しくなった。（クレジット：国立天文台）

月虹を撮影しました

石垣島天文台

2022年7月13日の21時頃、月の光によってできる虹「月虹」を撮影しました。月虹は昼間に太陽の光が作り出す虹と同じように、大気中の水滴に月の光が屈折・反射することで現れます。石垣島ではこの日、満月近くの明るい月が南東の方角からのぼりました。21時頃に石垣島天文台付近を通過したにわか雨によって北西の空に月虹が現れ、淡い輝きは15分ほど見えていました。石垣島天文台で月虹が撮影されたのは2016年10月以来約6年ぶりです。今回は静止画だけでなく、高感度での動画撮影も行いました。



CfCA「iSALE講習会」開催

加納香織（天文シミュレーションプロジェクト（CfCA））

天文シミュレーションプロジェクト（CfCA）では2017年度から数値衝突シミュレーションをテーマとした「iSALE講習会」を開催しています。2022年は6月17日～7月15日の期間で全5回の講習会を開催しています。ここでは、昨年（2021年6月11日～7月9日）にオンライン形式で開催したiSALE講習会の様子を報告します。

惑星科学において天体衝突は惑星の起源・進化と密接に関わる興味深い研究対象です。一般に天体衝突現象の記述には空間2次元以上が必要とされます。しかし空間2次元以上の衝突現象を解析的な計算（いわゆる手計算）のみで定量的に記述することは容易ではありません。そこで登場するのが数値衝突計算です。iSALEは主に欧米の研究者らによって開発が続けられている汎用性の高い数値衝突計算コードであり、様々な天体衝突現象を計算することができます。本講習会では衝突物理学の基礎を講義で学びながら実習として様々な例題を実際に計算してみることで、数値計算を専門としない受講者であってもiSALEを用いて各々の興味に即した衝突計算ができるようになることを目的としています。現時点でiSALEは完全なオープンソースコードではありませんが、日本国内の一般の研究者はCfCAの共同利用計算機上でiSALEの利用が認められています。iSALEについてより詳しい情報は iSALE users group in Japan および iSALE 本家のサイトをご参照ください。

本講習会ではほぼ1か月間にわたる実施期間内に週1度ずつ、全5回の講習が行われました。参加者は学部生・院生を含めて7名でした。時間割設定の自由度が高いオンライン形式のメリットを活かして講習と講習の間の日程を空け、詳しいテキストや質疑応答用のビジネスチャットツール（Slack）を準備することで自学自習ができる環境を整えました。特に、黒澤耕介講師により執筆されたテキストは衝突物理の教科書としても使えるほど内容が充実しています。また毎回の講義後には補講として2時間程度、直接講師に質問できる時間を用意しました。このように一斉講習に加えて、自学自習、補講を組み合わせることで、意欲のある受講者は学習を先に進められるようにしました。

第1日目から第3日目までは各回前半に講義、後半に実習という流れで進みました。第1日目から第3日目の講義では衝突物理学の基礎を学びました。数値計算結果の妥当性を判断する際に衝突物理に関する基礎知識が必要になるため、



iSALE講習会

数値衝突計算と並行して基礎勉強もしっかり行う必要があります。

実習としては、第1日目の実習では計算機の使い方の解説に加え、iSALE開発チームによる例題の紹介がありました。受講者には開発チームにより予め20個の例題のサンプルコードが配布されています。受講者はこれらのサンプルコードの中から各自の興味に近いものを選択し、入力ファイルのパラメータとPythonを用いた解析ツールpySALEPlotを編集するだけで計算結果を得ることができます。開発チームによって用意されている例題には以下のようなものがあります：高温ガス球の膨張、金属板への衝突実験の模擬、白亜紀-古第三紀衝突事件の模擬、微惑星の相互衝突、天体衝突による空隙形成、氷天体同士の衝突、地滑りの計算、等々。第2日目で入力ファイルの読み方の解説、第3日目で解析ツールpySALEPlotの編集の方法を学び、第4日目からは課題に取り組みました。

そして講習会最後の第5日目には、受講者がそれぞれの興味に応じて計算を行った結果を5分程度で発表しました。受講者の発表に先駆けて、黒澤氏によるデモ発表「リュウグウ母天体の衝撃加熱度評価」が行われました。iSALEに限った話ではありませんが、数値シミュレーション結果は観測や実験結果と照合されるべきものです。しかし大規模な問題ではそうした実験等が実施できないこともあります。そうした場合の基本的な対応方法も黒澤氏により詳解され（先行研究とよく比較する、刻み幅や解像度を変えて精度の変化を見る、等）、初学者は実践的な教訓を得たことでしょう。

計算途中だったり、エラーで計算が止まってしまう結果が出せない受講者もいましたが、それぞれの発表に対し各講師から入力ファイルのパラメータの設定の仕方やエラーの解消方法等についての助言が与えられました。また、iSALEの特性により実現が難しい種類の計算についても説明がありました。発表後には、今後もiSALEを利用して計算を行うためにCfCAの計算サーバの利用申請方法と、申請のための計算資源の見積もり方について説明が行われました。受講者の皆様には今後もCfCAの計算機を活用していただきたいと思います。

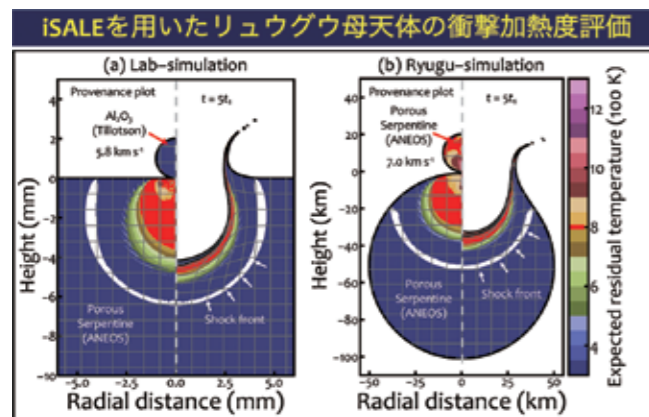
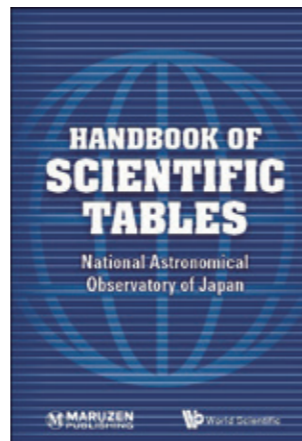
以上のように講師やスタッフが工夫・尽力した結果、本講習会終了後に行った受講者アンケートでおおむね好評を得ることができました。

○講師：黒澤耕介（千葉工業大学）、末次竜（大島商船高等専門学校）、齋生有理（JAXA宇宙科学研究所）、伊藤孝士（CfCA）／スタッフ（いずれもCfCA）：加納香織、松本侑士、波々伯部広隆

理科年表国際版『Handbook of Scientific Tables』を刊行

『理科年表』（国立天文台編）は、自然科学分野の諸データを網羅したハンドブックとして、世界に類を見ないユニークな学術出版物です。1925（大正14）年の創刊からまもなく100年を迎えるという長い歴史を有しています。

書名：Handbook of Scientific Tables
 刊行：2022年5月
 サイズ：9インチ(228mm)×6インチ(152mm)
 1056ページ
 形式：ハードカバー
 Print：ISBN 978-981-3278-51-6
 e-book：ISBN 978-981-3278-53-0



[Kurosawa+, Communications Earth & Environments, 2021, <https://www.nature.com/articles/s43247-021-00218-3>]

この成果を広く世界に発信し、多くの人たちに役立ててもらべく、2022年5月、理科年表の国際版をWorld Scientific Publishing Co.（以下、WSPC社）と丸善出版株式会社より刊行いたしました。

理科年表国際版は、Astronomy（天文）、Meteorology（気象）、Physics and Chemistry（物理／化学）、Earth Science（地学）、Life Science（生物）、Environmental Science（環境）の6部門から成り、層部など一部コンテンツを除いて、理科年表本誌をそのまま英訳した内容となっています。理科年表の英語版が欲しいという要望は以前よりありましたが、理科年表執筆に携わる多くの研究者・官公庁の協力の下、今回ようやくその要望に応えることができました。これにより、本誌同様の利点を、世界中の研究者、技術者、教育関係者、学生などに提供したいと考えています。

出版元であるWSPC社は、シンガポールに本社を置き、世界各地に流通拠点を持つ出版社です。理工系・社会科学系など、年間で書籍600点、雑誌140誌を出版しています。国内で理科年表を出版する丸善出版とは共同出版に関する業務提携を結ぶ関係にあることから、国際版もその枠組みで刊行しました。

なお、本書は洋書扱いであり、国内の書店では入手困難である可能性があるため、オンライン書店等のご利用をお勧めします。



理科年表
 オフィシャル
 サイト

with コロナ時代の国立天文台図書室のご紹介

小栗順子（図書室）

国立天文台図書室は、日本における天文学関係の拠点図書室として、宇宙や天文を中心に数学、物理、地学、工学などに関する10万冊もの資料を所蔵しています。最新の学術資料から江戸時代の古文書まで、中には1800年代の資料や16世紀に出版された本のレプリカもあります。

新型コロナウイルス感染症の広がりにともない、図書室もその対策に取り組んでいます。基本的な感染症対策は、国立天文台の「新型コロナウイルス感染拡大防止策」に則っていますが、これからの季節、緑豊かな三鷹の杜ではムシ（虫）できないものへの対策も必要になってきます。資料へのカビ発生も1つですが、「こまめな換気」というのは、実は図書室にとって資料保存につながる大事なポイントになります。職員の在宅勤務活用等による出勤調整がある中での空調・温湿度管理、事務室と閲覧室のレイアウトによる外気の流入への留意とともに、カビ予防、感染症予防、資料の利活用などバランスをはかる新型コロナ感染症対策は3年目となります。来館者の皆さんに、必要な時はいつでも、時にはオアシス的な利用も「安全・安心」に図書室を利用いただける環境作りに努めています。

2020年3月から一般の方の来室利用を休止していますが、調査研究に必要な資料、天文台にしかない資料の利用がある場合は、ぜひご相談ください。



季節やイベントごとにテーマを決めて、企画展示を実施。書籍リストは、図書室ホームページで公開中（下の二次元バーコード参照）。

アンケートにご回答ください

★リニューアルしたNAOJ News（国立天文台ニュース）は、いかがでしたか？ NAOJ Newsは、読者の皆さんと一緒に作る広報誌を目指します。ぜひアンケートにお答えいただき、これからの誌面作りの参考とさせていただきます。下記のリンクや2次元バーコードからアンケートフォームに進み、ご回答をよろしくお願ひします。



<https://forms.office.com/r/b3MCcDYMYv>

編集後記

国立天文台ニュース、リニューアル第1号です。これまでは個別の研究成果紹介が主でしたが、今後は、天文学全体の中で国立天文台がどのような活動をし、どんな成果をあげているのかを分かりやすくご紹介いたします。感想をぜひアンケートでお寄せください。今後もお楽しみに！（編集委員・平松正顕）

リニューアル号創刊ごあいさつ

新しい「国立天文台ニュース」いかがでしたでしょうか。今号から新しい媒体にも対応できるように誌面を改め、編集方針もより一般の方向けのものに変更しました。これからもより良いものを目指して努力していきたいと思ひます。ご意見ご感想お待ちしております。（編集委員長・小久保英一郎）

次号予告

次号（2022年秋号）では「ブラックホール」を特集します。Z項の発見で名高い木村榮博士の生涯をまとめた読み物記事もお楽しみに。

NAOJ NEWS/ 国立天文台ニュース

No.337 2022夏号
 ©2022 NAOJ（本誌記事の無断転載・放送を禁じます）

発行日/2022年8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
 shuppan@ml.nao.ac.jp
<https://www.nao.ac.jp/naoj-news/>

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（天文情報センター）／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