

会長就任にあたって

この度、日本天文学会会長を務めることになりました太田耕司です。主に可視・赤外線・電波観測等による銀河の観測的研究を行っていますが、活動銀河核や超大質量ブラックホールとの共進化等にも取り組んできました。最近マルチメッセンジャー天文学にも関心を持っています。2021年に本学会の副会長を拝命した際に「では、最後の御奉公と思って務めさせていただきます」と言っていたのですが、なぜか最後になりませんでした。会長という重責に応えられるかあまり自信がありませんが、皆様のご助力を頂きながら天文学会の一層の発展のために微力ながら尽力する所存ですので、よろしくお願い致します。

私が初めて天文学会の年会に参加したのは、1984年5月に東京の調布で開催されたものであつ

たように思います。会場は既に2会場でした。最近では10セッション程が並行して開催されていますので、相当な増加と思われます。会長就任にあたって、年会や会員数の増加の様子を調べてみました。1982年の天文月報（第9号 椿・中尾）に1960年から1980年の20年間の年会講演数・会員数の推移が載っており、見直してみました。20年の間にどちらも増加していますが、面白いことに、講演数や会員数の増加を線形でフィットした式が載っています。春と秋の年会での合計講演数は、 9.88 （西暦-1960）+113.2だそうです。フィットの様子はよいので、これをエイヤと2024年まで外挿してみると、745程になりました。現在は発表スタイルには、a, b, cと3種類ありますしZOOM講演もありますので、単純に比較するのは難しい面はありますが、最近数年の全講演数は1100から1200あるいは時には1300程度の時もあります。外挿以上の講演数であり、多くの研究成果が発表されていることがわかりました。

一方、会員数はどうでしょうか？ 1960年から1980年の20年間の特別会員（現在だと正会員とみなしてよいと思います）数は、 16.36 （西暦-1960）+202.2だそうです。これを2024年に外挿すると1249人となりますが、2024年3月末での正会員数は2314人なので、こちらも昔の20年間の発展を外挿した数字より随分伸びていることがわかりました（講演数を会員数で割った、specific講演数がどうかは考察してみてください）。

1960年から1980年というのは天文学が非常に大きく発展した時代と思いますが、その後の40年の日本天文学会の発展はこれを上回る勢いのように見えます。しかも、発展は数だけではないと思われます。セッションの名称や発表内容を見ても、研究対象・分野の拡大も印象的だと思います。系外惑星やその環境の研究の進展も目覚ましく、地球物理学等の分野との境界領域が進展しているように見えます。しかも地球外生命の研究にもつながり、生物学の分野との連携も期待されます。また、重力波



や超高エネルギーニュートリノによる宇宙の研究も始まり、従来の天文学との連携も進みつつあります。電磁波だけではない、いろいろな宇宙からの「メッセンジャー」を使った天文学研究という意味で、マルチメッセンジャー天文学と呼ばれています。（宇宙線や隕石等もメッセンジャーと思いますが、この用語は最近使われるようになったようです。）謎のダークエネルギーの正体に迫ろうという目標の下で遠方銀河の観測が進められたりもしています。等々、いろいろな分野との連携による研究が進展しているように見えます。今後の天文学もこのような隣接分野との連携によってますます広く発展していくだろうと期待されます。思いもよらない新しい分野が拓けてくるかもしれません。日本天文学会としても、このような進展を支えていく必要があると思われます。

一方で、このような成果を社会に発信することや、次世代の研究者の育成も重要です。日本天文学会定款の第4条には、「本会は、天文学の振興及び普及を目的とする。」とあります。年会に付随した公開講演会、七夕講演会、講師紹介、インターネット天文学辞典等々の活動を実施していますが、これらはこの目的達成の役割を果たしていると思いますので、今後も積極的に進めるべきものと思われます。また、春季年会ではジュニアセッションが開催され、既に25年もの歴史があります。私自身は最近になってようやく何度か出席した次第ですが、高校生によるユニークでバラエティに富む研究課題、熱心な取り組みには非常に感心させられています。

このような、日本天文学会の活動を（むろん、触れなかったPASJや天文月報等も非常に重要です）、今後も進展させていかなければなりません。これらの進展を改めて見直しますと、やはり会員の皆様のご尽力が一番重要であることは明らかなです。皆様どうぞよろしくお願い致します。

2025年6月

太田耕司

アストロバイオロジーセンターの10年

田村 元 秀

〈アストロバイオロジーセンター 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

〈国立天文台 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

e-mail: ¹motohide.tamura@nao.ac.jp



アストロバイオロジーセンター（ABC）は、太陽系外惑星や、宇宙にいるかもしれない生物についての学際的研究を推進するために自然科学研究機構の直轄センターとして2015年に設立された。近年の太陽系外惑星観測の進展を契機に、「宇宙における生命」を科学的に探査し、その謎を解き明かすアストロバイオロジーの研究が喫緊の課題となっている。アストロバイオロジーセンターは、機構内外における異分野融合により本新分野を発展させ、太陽系外の惑星探査、太陽系内外の生命探査、それらの探査のための装置開発を推進し、過去10年で目覚ましい成果を挙げてきた。

はじめに

アストロバイオロジーとは、宇宙を舞台として生命を宿せる場やその存在を探査し、地球上だけにとらわれることなく生命の起源や進化を議論する新しい学問である。天文学と惑星科学だけでなく、生物学、生命化学、地球科学、工学、哲学など非常に多岐にわたる学際的学問と言える。

新センター発足前夜

1995年の太陽以外の恒星を周回する太陽系外惑星（以下、系外惑星）の発見を契機として、系外惑星の観測は百花繚乱の時代に入った。検出方法も、最初に成功したドップラー法以外の間接検出法（惑星と恒星を見分けない方法）も次々と成功し、古くからの天文観測手法も最先端観測として蘇った。中でも2009年に打ち上げられたNASAのケプラー衛星が、宇宙からの超精密測光トランジット観測で2700個もの系外惑星を発見し、恒星に近い惑星の統計を解明したことは革命的であった。その結果、ほぼすべての恒星は何らかの惑星を保有し、地球あるいはそれより少し重

いスーパーアースが宇宙には多数存在することがわかったのである。正に、系外惑星という「新世界」の開拓が可能になった。

また、地上8m級望遠鏡と大気揺らぎをリアルタイムで補正する補償光学系やコロナグラフ技術の進展により、系外惑星が画像として撮像できるようになった直接撮像法では、日本のすばる望遠鏡で存在感を示すことができた（SEEDS戦略枠観測プロジェクトなど）。これは、次世代に上記の「新世界」に生命兆候を探査する究極の技術としても不可欠な手法なのである。実際に、2040年代のNASAの旗艦ミッションは地球型惑星の直接観測が主目的の計画である。

このように、系外惑星の発見のちょうど20年後となる2015年までに、その探査が著しく進展し、宇宙に事実上無数に存在する系外惑星という「新世界」における生命を科学的に議論できる土壌が急激に熟成していた。

アストロバイオロジーセンターの設立

上記のような背景を受けて、大学共同利用機関法人 自然科学研究機構では、系外惑星の研究を

柱としたアストロバイオロジーの展開を目指した機構直轄の新機関「アストロバイオロジーセンター」を2015年4月に設立した。前身となった国立天文台の「太陽系外惑星探査プロジェクト室」のメンバーと基礎生物学研究所のメンバーが異動する、いわばスクラッチアンドビルドであった。自然科学研究機構には天文学・生物学・生理学・分子科学・核融合科学という異なる分野の5つの機関があるが、その機関内の連携を図るという意味も有った。当時の機構長・理事であった佐藤勝彦先生・観山正見先生の肝煎りで実現し、センター長としては筆者が東京大学からクロスアポイントメントで着任した。

アストロバイオロジーセンターのミッション・ビジョン・バリュー (MVV) と構成

当センターではMVVを以下のように規定して、日々多様な活動を行っている。

VISION: (将来像)「普遍的生物学」または「多様性感星生物学」の創成。

MISSION: (目的)「系外惑星とそこにある生命」の開拓。

VALUE: (具体的活動) (a) 自然科学研究機構の複数の分野を融合してアストロバイオロジー分野を進展させる, (b) 系外惑星の研究の中核機関として宇宙における生命の兆候^{*1} 検出を追求する, (c) アストロバイオロジー研究のために大学では難しい大型の装置開発を行う, (d) 若手研究者を育成する, (e) 海外のアストロバイオロジー機関・ネットワークと国際協力し、一線級の海外研究者・若手研究者を招聘する, (f) 日本のアストロバイオロジー研究の裾野を広げ、中核機関を作るための公募・委託研究を推進する、などである。

当センターは、系外惑星探査プロジェクト室、宇宙生命探査プロジェクト室、アストロバイオロ

ジー装置開発室の3つのプロジェクト室から構成されている。

アストロバイオロジーセンターの成果と公募研究

国内外におけるこれまでの系外惑星の研究の発展をさらに展開するためにも、当センターは不可欠な役割を果たしてきた。大学単体では開発の困難な大型系外惑星用観測装置の開発は重要課題と位置付けた。系外惑星分野は世界的競争が厳しく、標準装置では世界のトップに立てないためである。とりわけ、過去10年間では、すばる望遠鏡用赤外線ドップラー装置IRD (アイアールディー)、すばる望遠鏡用超補償光学装置SCEX-AO (スケックスエーオー)、世界の4ヵ所に設置された可視光多色同時カメラMuSCAT (マスカット) 1-4号器が稼働し運用され、本特集で紹介されているような質・量ともに世界一級の科学的成果が創出されている。約20名の研究スタッフながらも、当センターメンバーによる査読論文は年間約80編にも達し、Top 10% 論文も約80編 (2015-2023年度) と数多い。

系外惑星の観測の推進だけでなく、生物学との融合というビジョンに向けたステップも進んだ。現在の系外惑星研究の主対象である赤色矮星まわりの地球型惑星において可能な光合成は地球における光合成と同じく可視光を中心としたものになるという滝澤ら予測は、従来の定説に一石を投じた。さらに、小杉らが南極という極限環境におけるナンキョクカワノリの赤外線を利用した光合成機構を分子レベルで解明したことは、系外惑星という文字通りの極限環境における生命探査に繋がる実験となった。

また、センター設立以前からも日本のアストロバイオロジー研究の裾野を広げ、中核機関を作るための公募・委託研究を行っており、それに伴う

^{*1} 「生命の兆候」としてbiosignature (バイオンゲネチャー) とも呼ばれる。

成果も多数挙がっている。

今後は、地上・スペースの次期大型ミッションを見据えた地上極限ドップラー装置開発や大型装置開発への貢献を視野に入れつつ、当該機関の世界的ハブとしての役割を果たしてゆくだろう。

Ten Years of Astrobiology Center

Motohide TAMURA

Astrobiology Center, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

NAOJ, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

Abstract: The Astrobiology Center (ABC) was established in 2015 as a center under the National Institutes of Natural Sciences to promote interdisciplinary research on exoplanets and life in the universe. With the recent progress in exoplanet observations, the urgent task of astrobiology research has become to scientifically explore “life in space” and to solve its mysteries. The Astrobiology Center has developed this new field through interdisciplinary research within and outside the organization, and has achieved remarkable results in the past 10 years by promoting exoplanet exploration, life exploration in and outside the solar system, and instrument development for these explorations.

アストロバイオロジーセンターにおける 系外惑星系の高コントラスト撮像

葛 原 昌 幸

〈アストロバイオロジーセンター 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

〈国立天文台 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

e-mail: m.kuzuhara@nao.ac.jp

高コントラスト撮像は系外惑星や星周円盤など太陽系外の惑星系（系外惑星系）を発見し、さらには特徴付けるために有効である。地上望遠鏡や宇宙望遠鏡によって、これまで非常に多くの系外惑星系に関する高コントラスト撮像を用いた研究が進められてきた。アストロバイオロジーセンターでもすばる望遠鏡のSCEXAOやRoman宇宙望遠鏡のコロナグラフ装置などの高コントラスト撮像装置に関わる研究を進めてきた。SCEXAOによる高コントラスト撮像観測からは、星形成領域の若い恒星 AB Aur の周囲に存在する原始惑星系円盤に埋もれた原始惑星が発見された。また、高精度位置天文衛星のデータを利用した新しいターゲット選定とSCEXAOによる高コントラスト撮像を組み合わせた探査から巨大惑星や褐色矮星が複数発見された。Roman宇宙望遠鏡のコロナグラフ装置に対しては、同望遠鏡の打ち上げ以後に行われる高コントラスト撮像観測の準備にアストロバイオロジーセンターから複数名の研究者が参加している。本稿では主にその二つの高コントラスト撮像計画に関連するアストロバイオロジーセンターで行われた研究活動を紹介する。

1. 系外惑星系の直接撮像観測の現状

高コントラスト撮像とは、明るい天体の周囲に存在する暗い天体を観測する手法である。また同手法はこれまでも、太陽系外惑星（以下、系外惑星）やそれを形成する母体である原始惑星系円盤、さらには微惑星衝突の残骸であるデブリ円盤などの「系外惑星系」の観測に利用されてきた。しかし、それらの天体と系の中心に存在する恒星の明るさの「コントラスト比」は非常に大きい。例えば、重力収縮により自ら明るく輝いている年齢が若い巨大惑星であってもその中心星に対して近赤外光で5桁ほど暗い（例：[1]）。そのように明るさ

のコントラスト比が極めて大きい天体により構成される系を観測するためには、(1) 天体の星像をシャープにする補償光学、(2) 中心星像の変動に起因するノイズを差し引くための差分撮像、(3) 高効率の光学系や高感度の検出器が要求される。さらに、(4) 中心星光を抑制するためのコロナグラフも鍵となる技術の一つである。

上記の観測技術を駆使した系外惑星系の直接撮像は、地上大型望遠鏡による観測が本格的に開始された2000年あたりから盛んに行われてきた。例えば、日本が誇るすばる望遠鏡では高コントラスト撮像によって系外惑星系を大規模探査するSEEDS計画が2009年から2015年^{*1}まで進められ

^{*1} 追加で提案した共同利用時間の観測期間も含む。

た [2]. その結果, 巨大惑星や褐色矮星の直接撮像に成功している [3]. さらに鮮明な画像データを利用した多くの原始惑星系円盤の構造の解析により, 惑星が誕生する現場の理解が進んだ [4].

2015年あたりからは, 補償光学の性能を標準的なものから2倍以上引き上げた極限補償光学を利用した高コントラスト撮像観測も8 m級望遠鏡で世界的に行われている. 例えば, チリにあるジェミニ望遠鏡のGPI (ジーパイ: [5]) やVLTのSPHERE (スフィア: [6]) は8 m級望遠鏡に搭載された高コントラスト撮像装置であり, 2010年代の後半に目覚ましい観測成果をあげた. 北天ではすばる望遠鏡のSCEXAO (スケックスエーオー: [7]) を利用した極限補償光学観測が2010年代の後半に本格的に始まり, 多くの重要な成果が得られている (第2章参照). このような高コントラスト撮像における堅実な技術進歩により今後多くの興味深い観測成果が得られると期待できる.

そのような着実な進展の一方, 同手法を用いた惑星の観測対象は主に自己放射が強い巨大惑星に限定されている. 高コントラスト撮像の究極的な目標の一つは惑星の「反射光」を検出することである. 例えば, 地球型惑星の反射光の検出は酸素などのバイオシグネチャーの調査も可能にするため学術的な意義が大きい. しかし, 可視光の波長域において地球や木星の太陽に対する光度比は 10^{-10} や 10^{-9} に匹敵するように, 惑星の反射光は中心星からの放射に比べて圧倒的に弱い. そのため, 系外惑星の反射光の検出は技術的に非常に難しい課題である. それにもかかわらず, 2040年代に打ち上げ予定の宇宙望遠鏡であるNASAのHabitable Worlds Observatory (HWO [8]) のように, 地球型惑星の反射光の検出を目標として掲げるプロジェクトも立ち上がっている. また, 2026年もしくは2027年に打ち上げ予定のRoman宇宙望遠鏡では系外惑星の反射光の検出に必要な技術実証を行うことが予定されている [9].

筆者が所属するアストロバイオロジーセンターでは, Olivier Guyon氏主導のもと極限補償光学装置SCEXAOの開発を進めており, 複数の研究者がSCEXAOを利用した観測研究にも取り組んでいる. また, 複数名の研究者がRoman宇宙望遠鏡のコロナグラフ計画にも参加している. 本稿では上記の観測計画を通して得られた成果を中心に, アストロバイオロジーセンターで行われた系外惑星系に対する高コントラスト撮像の研究を紹介する.

2. SCEXAOによる高コントラスト撮像

補償光学は波面センサーを利用して波面を測定し, 波面の乱れを可変形鏡を用いて補正する技術である. その結果として, 観測天体に対してスペースから得られるようなシャープな星像が得られる. 補償光学においては, 波面センサーと可変形鏡の素子数が高い方が補正性能が向上する. ただし観測条件にも依存するが, 近赤外の主な波長域において8 m級望遠鏡で回折限界に相当する空間分解能を達成するには約200素子で十分であり, すばる望遠鏡の通常の補償光学であるAO188の素子数は188となっている [10]. 一方, 極限補償光学はそれより一桁多い素子数を利用し通常の補償光学と比較してストレール比を大幅に改善する. ストレール比とは, わかりやすく述べると天体からの光がどれくらい星像中心に集中しているかを示す指標である. したがって, 高ストレール比の星像が得られた場合は, 明るい恒星の周囲に存在する暗い天体の微弱な光を恒星の光から区別しやすくなる. また, ストレール比が高いほどコロナグラフの効果も向上する.

SCEXAOでは2024年にアップグレードされる前は2000素子の可変形鏡を利用していた. その高い素子数のおかげで, $1.6\ \mu\text{m}$ の波長帯では80%以上のストレール比を得ることも可能になった [11]. さらに, SCEXAOは近赤外撮像分光

装置 CHARIS[12] との併用が可能である。CHARISは面分光機能を持ち、撮像と同時に1.2–2.4 μm の波長帯において低分散分光が可能である。これにより惑星大気中に存在する水蒸気やメタンなどの分子による吸収が測定可能になる。また、広帯域の波長を利用した分光差分撮像を利用することで、検出限界も改善される。以下では、SCEXAOとCHARISにより得られた代表的な観測成果を紹介する。

2.1 誕生直後の系外惑星系の高コントラスト撮像

AB Aurはおうし座星形成領域に所属する有名なハービッグ Ae/Be 型星であり、これまでも様々な観測の対象となってきた。例えば、SEEDSの観測でもリング構造が検出されている [4]。AB Aur に対しては、テキサス大学サンアントニオ校に現在所属する Thayne Currie 氏の主導の元で SCEXAO を利用した長期的なモニター観測が2016年から2020年にかけて実行された [13]。同観測から得られた成果を2022年に報告した論文 [13] に基づき、本稿では AB Aur に対する SCEXAO 観測の結果を紹介する。

まず特筆すべき点は、中心星から約92 au離れたところに放射絶対光度が太陽光度に対して約 $10^{-2.7}$ 倍の光源（中心星に対する光度比に換算すると 3×10^{-5} ）が検出されたことである（図1参照）。同光源（以下、AB Aur b）は SCEXAO と CHARIS を利用した観測で7回検出された。また、2021年にハッブル宇宙望遠鏡の STIS を利用した可視光撮像でも検出され、さらに2007年に行われたハッブル宇宙望遠鏡の近赤外カメラ NICMOS のアーカイブデータの解析からも確認された。それらの検出に対する軌道解析の結果から、AB Aur b が反時計回りの軌道運動をしていることも確認された。

Currie 氏らは AB Aur b の正体として、その位置に原始惑星系円盤に埋もれた原始惑星が存在する可能性を考えた。しかし通常の撮像観測だけで

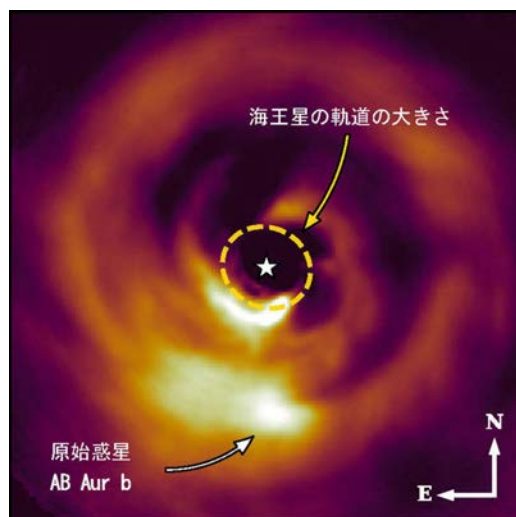


図1 AB Aur に対する SCEXAO/CHARIS の撮像画像。中心星（位置は星印）付近はマスクされている。AB Aur b の中心星に対する軌道長半径は約94 au と推測されている。画像クレジット：T. Currie/Subaru Telescope

は、原始惑星に起因する放射と、原始惑星系円盤による中心星光の散乱を区別することは難しい。そこで、Currie 氏らは CHARIS の偏光観測の機能に着目した。円盤に散乱された中心星光は偏光するが、周囲の円盤と比較して卓越した偏光が AB Aur b の位置から確認できない場合は、検出した光源が円盤に埋もれた原始惑星に相当する可能性が支持される。実際に AB Aur を SCEXAO/CHARIS の偏光モードを利用して2020年10月に観測した結果は、AB Aur b の偏光がその周囲の円盤の偏光と比較して強くないことを支持した。さらに、Currie 氏らは SCEXAO と VAMPIRES[14] を組み合わせた観測も2020年10月に実行した。VAMPIRES には、水素の $H\alpha$ に対応する狭帯域フィルターが搭載されており、連続光に対応する狭帯域フィルターとの差分を得ることで、 $H\alpha$ 放射を測定することが可能である。SCEXAO/VAMPIRES による観測結果では、AB Aur b の位置において $H\alpha$ の放射と想定される光源が実際に検出された。 $H\alpha$ 放射は降着する水素ガスが天体

と衝突することで生じるため、AB Aur bから検出されたH α 放射は原始惑星への質量降着が原因かもしれない。

上記の観測データに基づいてCurrie氏らは、AB Aur bは中心星の散乱光を見ているのではなく、原始惑星系円盤に埋もれた原始惑星からの放射に起因すると結論した。AB Aur bは木星よりも質量が大幅に大きいと期待される。そのような大きな質量の惑星が中心星からおよそ100 auの距離に形成されるのを説明するのに最も自然な理論的過程は、原始惑星系円盤の重力不安定 [15] である。また、重力不安定の場合は、原始惑星系円盤の中にスパイラル状の構造ができる可能性が高いが、AB Aurの円盤ではスパイラル状の構造が検出されている [16]。Currie氏らは実際に原始惑星系円盤に対する重力不安定の理論シミュレーションを行い、AB Aur bのような巨大惑星が形成される可能性を示した。

その後も、AB Aurに対する観測結果の報告はCurrie氏らのグループや別のグループによってなされており、AB Aur bの検証も含めて観測が進んでいる [17–19]。そのような発展的研究の進展によりAB Aurの理解が進むことで、惑星の誕生現場に対する理解もまた深まるだろう。

SCEXAOやCHARISはAB Aur以外にも、LkCa 15 [20] やHD 34700 A [21] の原始惑星系円盤の研究に利用された。以上の様に、SCEXAOはその極限的な波面補正性能を活かして惑星形成の現場に対する理解を深めることに活用された。

2.2 位置天文と高コントラスト撮像の連携

これまでの高コントラスト撮像による系外惑星探査は主にブラインド探査に基づいてきた(例: [22])。ブラインド探査では一般的に、惑星の存在可能性に対する事前情報を利用せずにターゲットを選定して観測を進める。この方法はターゲット選定のバイアスが少ないため観測結果の統計的な解釈に適している。一方、対象天体の存在頻度が低い場合は「発見効率」が低くなる問題が

ある。そこで筆者のグループでは、惑星や褐色矮星の伴天体を保持する可能性が高い恒星を「固有運動の加速」に基づいて選定することに着目した。固有運動の加速に着目した観測についての説明や、それを利用して得られた成果については、筆者が2023年7月に天文月報に寄稿した記事 [23] で詳しく解説しているので、そちらを参照していただきたい。本稿ではその概要を説明し、同記事の寄稿後に得られた成果についても紹介する。

1990年代にスペースから位置天文測定を行ったヒッパルコス衛星と、2010年代の後半からその観測を引き継いだ次世代位置天文衛星ガイアは太陽近傍の恒星に対して極めて精度の高い位置天文データを提供する。さらに、その二つの衛星の位置天文データを比較することで、太陽近傍恒星の固有運動の「加速」を高精度で測定できる。その加速は恒星を公転する伴天体の重力によって引き起こされている可能性が高いため、両位置天文衛星から測定された固有運動の加速は伴天体の事前情報として利用できる。さらに、固有運動加速のデータを軌道解析に利用することで、これまで困難であった直接撮像した惑星や褐色矮星の「力学的質量」も決定することができる。

筆者らは上記固有運動の加速に基づいて選定した太陽近傍恒星をSCEXAO/CHARISを利用して高コントラスト撮像し、その周囲に存在する惑星や褐色矮星の探査を進めてきた。その結果得られた高コントラスト画像の例を図2に示す。以下で発見天体の代表例を簡単に説明する(詳細は [23] の天文月報記事を参照)。まず、HIP 21152 Bの直接撮像がある [24]。我々の探査からヒアデス星団に所属する太陽型の主系列星HIP 21152からおおよそ18 auのところを公転する褐色矮星(HIP 21152 B)の直接撮像に成功した。さらに、固有運動加速データも利用した軌道解析から、その褐色矮星の質量は木星質量(M_{Jup})の 28^{+8}_{-5} 倍と力学的に決定された。ヒアデス星団の主系列星を公転する褐色矮星以下の質量の伴天体の直接撮像は

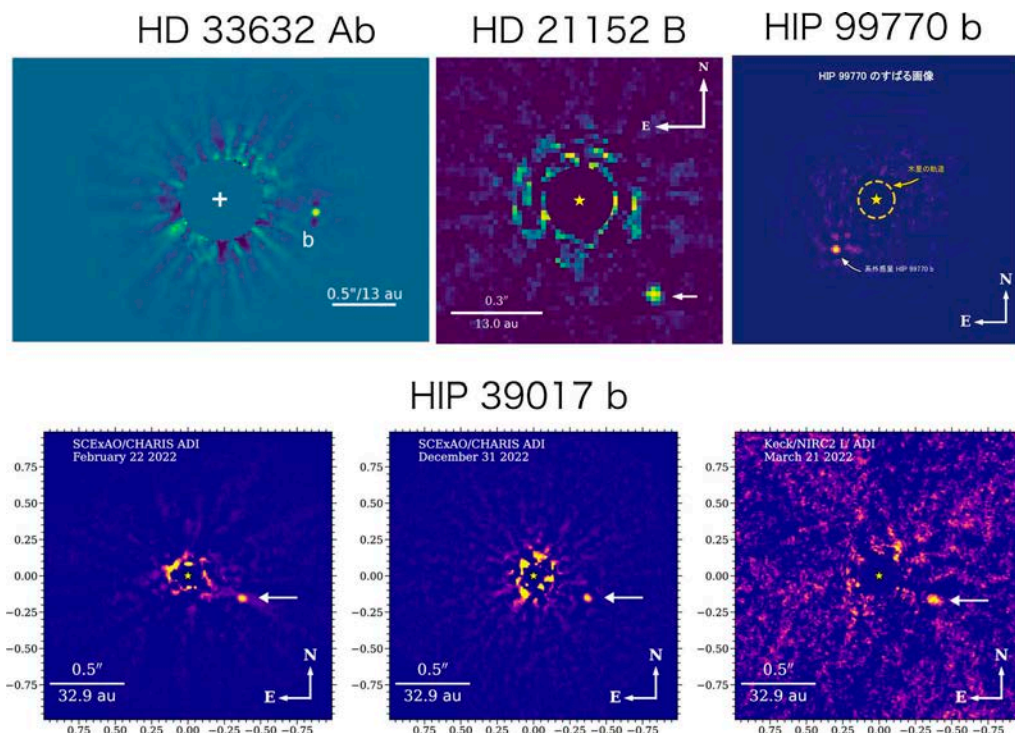


図2 固有運動が加速する太陽近傍恒星に対してSCEXAO/CHARISを用いた探査から発見された巨大惑星や褐色矮星の高コントラスト画像。上段の3つの画像は左からHD 33632A b [27], HIP 21152 B [24], HIP 99770 bに対応する [25]。下のパネルは、HIP 39017 b [26], そのうち左と真ん中の画像は2022年の2月と12月にそれぞれSCEXAO/CHARIS観測から得られたものである。右の画像はKeck望遠鏡のNIRC2を利用した追加観測によって得られた画像である。画像クレジット: T. Currie, NAOJ/NASA-Ames (上段左), アストロバイオロジーセンター (上段真ん中), Currie/Subaru Telescope, UTSA (上段右), Tobin et al. 2024 [26] (下段すべて: CC BY 4.0 ライセンスの下AJで出版)。

過去に成功例がなかった。我々の探査はその直接撮像に初めて成功したものであり、その意義は高いと考えている。

次にA型星HIP 99770を公転する巨大惑星(HIP 99770 b)の発見を取り上げる [25]。HIP 99770 bの質量は力学的に14-16 M_{Jup} として決定された。重水素の燃焼が起きないと考えられている質量が13 M_{Jup} 以下の天体を一般的に惑星と呼ぶが、HIP 99770 bの質量はこの値よりもわずかに大きい。しかし、中心星に対する質量比や惑星形成の観点に基づくHIP 99770 bは惑星と考えるのが妥当である結論づけられた(詳細は [23] や [25])。また、HIP 99770 bは固有運動加速を指標として

直接撮像により発見された初めての惑星である点は意義がある。

最近でも同手法を利用して新たな発見は続いている。2024年には、HIP 99770同様にA型星のHIP 39017を公転する伴天体(HIP 39017 b)の直接撮像による発見を報告した [26]。HIP 39017 bに対する力学的質量の測定結果($=30^{+31}_{-12} M_{\text{Jup}}$)は褐色矮星の質量範囲と整合性があるが、その決定の誤差は大きい。したがって重水素燃焼の観点から考えても、HIP 39017 bの質量は惑星質量に相当する可能性は排除できていない。HIP 39017に対する直接撮像観測を継続し、さらには今後公開予定のGaia衛星の最新データも利用することでHIP

39017 bの質量推定を改善することが期待される。

2.3 SCExAOのアップグレードと大規模探査計画

SCExAOはTMTなどの巨大望遠鏡を視野に入れた技術開発のテストベッドとしての役割も併せ持つ。そのため、SCExAOの観測機能は随時アップグレードされている。さらに国内外の様々な研究機関が、自ら開発した装置を試験するためにSCExAOと組み合わせた観測も進めてきた。それらのアップグレードのうち、2025年にはAO3K[28]との併用が可能になった。AO3Kは約3000素子の可変形鏡を持つため、その大規模な素子数によって波面補正が向上すると期待できる。さらに、現在では赤外線波面センサー(NIR WFS)をAO3Kと組み合わせることも可能となった[29]。一般的な補償光学装置は波面測定に可視光を利用するが、NIR WFSは $1.8\mu\text{m}$ までの赤外線を波面測定に利用する。NIR WFSは可視光では暗くて波面測定が難しいM型星やダストによる減光が強い星形成領域の天体に対して特に効力を発揮するが、サイエンス光と波面測定の光を揃えることでコントラスト性能の改善も期待できる*2。

Currie氏と筆者の主導のもと我々はSCExAOとCHARISを利用した大規模な高コントラスト撮像探査を2024年に開始した。その探査ではAO3KやNIR WFSも利用している。同探査はすばる望遠鏡の интенシブプログラム(通常よりも大規模な観測プロポーザルを提案する枠組み)を利用して2026A期まで継続予定であり、合計32夜の観測時間が割り当てられている。同探査の観測対象は2.2節で説明した加速する固有運動を示す太陽近傍恒星であるが、その探査により今後も重要な観測成果が得られるだろう。

3. Roman宇宙望遠鏡コロナグラフ計画コミュニティへの参加

Roman宇宙望遠鏡は広視野可視赤外観測装置であるWFI[30]と、コロナグラフ装置の二つの観測装置を持つ。WFIは様々な天文学の研究に対して利用される予定であるが、コロナグラフ装置の目的は高コントラスト撮像技術のスペースでの実証である。太陽と地球の可視光での明るさのコントラスト比は 10^{-10} に匹敵するが、そのコントラスト比を克服するためには様々な技術的課題に挑む必要がある。Romanコロナグラフ装置は、それらの必要な技術的要素を実証することを目指している。具体的には、約 580 nm の波長で 10^{-7} の高コントラスト撮像性能を実証することが最優先目標として設定されている[9]。またベストエフォートの目標の一つとして、上記の要求性能を超えて巨大惑星からの反射光が検出可能になる 10^{-9} のコントラスト性能の達成を目指している[9]。日本からはJAXA宇宙科学研究所を通して、偏光機能やコロナグラフマスク基板に関する装置面でRoman宇宙望遠鏡コロナグラフ装置に貢献している*3。

それ以外にも、Romanコロナグラフ装置のCommunity Participation Program(CPP)へJAXA宇宙科学研究所を通して日本の研究者が複数名参加している。CPPでは同コロナグラフ装置の技術実証のための準備や、その観測を利用した科学研究計画の立案などが進められている。アストロバイオロジーセンターからは筆者のほか、村上尚史氏、水木敏幸氏、John Livingston氏、西川淳氏、田村元秀氏がCPPに参加している。なかでも、村上尚史氏は日本の他機関の参加者も含めて日本チームの代表者を務めている。2025年の3月にはカリフォルニア大学サンタバー

*2 波面測定に利用された赤外線光の全部または一部がサイエンス光としては利用できなくなることには注意。

*3 日本の天文学コミュニティからはコロナグラフ装置以外にも、Roman宇宙望遠鏡WFIで得られる膨大な観測データを受信するためのJAXA地上局による受信協力などに貢献している。

バラ校でCPPの対面会議が行われたが、アストロバイオロジーセンターからは筆者のほかに、村上氏、水木氏、Livingston氏が参加した。なお、CPPへはアストロバイオロジーセンターの他に日本からはJAXA宇宙科学研究所や国立天文台などの機関の研究者が参加している^{*3}。

我々のCPPでの活動の一つは、Roman コロナグラフ装置の偏光モードにおける観測やデータ解析の準備を進めることである。同偏光観測準備チームは水木氏が共同代表者を務めている。その他にも水木氏やLivingston氏がデータ解析ソフトウェアの開発に貢献している。また、高コントラストを得るためのダークホールという観測機能については参照星の準備観測に筆者や水木氏が参加している。ダークホールは補償光学を利用した波面の動的制御によって恒星の散乱光（スペックル光）を打ち消す観測機能であるが、それを適用する際は参照星を観測し波面をモデル化する[31]。しかし、参照星に求められる条件が多いのがボトルネックになる。具体的には、V等級で3等よりも明るいことや、視直径が2ミリ秒角よりも小さいこと、連星でないことが条件となる[32]。これらの条件を満たす天体は希少であると予想されるが、適切な参照星のリストを事前に作成することは、Roman コロナグラフ計画の成功のために極めて重要な課題である。またダークホールの観測機能については、性能の強化を目指した観測モードの検討に西川氏や村上氏が、JAXA宇宙科学研究所からは米田謙太氏が参加している。

Roman コロナグラフ計画に対して我々日本チームは技術実証だけではなく、科学面の準備にも貢献している。Roman コロナグラフは技術実証が第一目標であるが、その面で問題がなければ科学的に意義のある天体を観測ターゲットに選ぶことができる。例えば、580 nmの波長帯で中心星に対して 10^{-7} の光度比を持つ伴天体を検出できれば技術実証の目的が果たされ、さらに科学研究も進めることが可能になる。そこで科学研究の

準備の一環として、筆者らがRoman宇宙望遠鏡とすばる望遠鏡の協調観測プログラムへ観測提案白書を提出した。日本のRoman望遠鏡への貢献の一つとして、すばる望遠鏡の100夜をRoman宇宙望遠鏡との協調観測に利用できるようになった。提案された研究計画の中で審査の結果採択されたものは2027年以降にすばる望遠鏡で実行される。それにより、すばる望遠鏡とRoman望遠鏡の観測による相乗効果が様々な研究分野に対して期待できる。我々の白書では、第2.3節で紹介した探査をRoman コロナグラフ計画により適応させたものを提案したが、その主旨は以下である。まずは、Roman コロナグラフ装置で検出可能な天体をすばる望遠鏡の探査から発見する。次に、その天体に対してRoman コロナグラフ装置の撮像や分光、さらにはすばる望遠鏡の低高分散分光観測を実行する。最終的に、それらの観測から得た可視光から近赤外にわたる測光・分光データを用いて惑星や褐色矮星を特徴づけることを試みたい。実際に観測が実行されれば、惑星や褐色矮星の大気を理解するための貴重なベンチマークデータが得られる。

間近に迫るRoman宇宙望遠鏡の打ち上げや、その後取得される実際のデータを利用した技術実証や科学研究に向けて、我々はRoman コロナグラフ計画への貢献を今後も着実に進めていきたいと考えている。それらの取り組みはRoman宇宙望遠鏡を利用した研究だけではなく、HWOのような将来計画へも繋がっていくと筆者は期待している。

4. 最後 に

上記のようにアストロバイオロジーセンターでは、すばる望遠鏡のSCEXAO計画やRoman宇宙望遠鏡コロナグラフ計画に携わって高コントラスト撮像の研究活動を進めてきた。また本稿では紹介しきれないが、アストロバイオロジーセンターの研究者はそれ以外にも多くの高コントラスト撮像に関わる研究活動を進めてきた。例えば、アス

トロバイオロジーセンターから筆者と田村氏が James Webb Space Telescope (JWST) の初期科学研究プログラムにおける高コントラスト観測の共同研究活動に参加した (例 [33, 34])。また、2019年には高コントラスト撮像の国際的な研究会である “In the Spirit of Lyot 2019” を主催し、高コントラスト撮像に携わる世界中の研究者が最新の研究成果を発表し議論する意義のある機会を設けた。同研究会を含む、本稿では紹介しきれない様々な高コントラスト撮像の研究活動に関してはアストロバイオロジーセンターの年次報告 [35] を参照していただきたい。

SCEXAO やその関連装置である CHARIS や VAMPIRES は共同利用装置として、日本の研究者を中心に世界中の研究者が利用できる。Roman 宇宙望遠鏡においては、そのデータ解析ソフトウェアなどの様々な製作物、さらには Roman 宇宙望遠鏡の観測データや関連して得られたすばる望遠鏡のデータは世界中の研究者が利用可能になる。このようにアストロバイオロジーセンターにおける高コントラスト撮像での取り組みは同組織としての研究活動だけではなく、国内外の系外惑星や星・惑星形成の研究に大きく貢献してきたと筆者は考えている。SCEXAO の観測計画やアップグレードは引き続き計画されており、それに伴って今後も多くの重要な観測成果が得られるだろう。Roman 宇宙望遠鏡コロナグラフ計画からも 2026 年以降に予定されている打ち上げ以後、多くの心踊るデータが生み出されるだろう。

高コントラスト撮像はその技術的進展に伴い、ほかの観測手法との相乗効果も期待できるようになってきた。今後はその技術的進展がさらに加速し、視線速度法 (2025 年天文月報の関連シリーズ、平野照幸氏の記事を参照) で発見された惑星の直接撮像も現実的になるだろう。HWO や TMT などの将来計画では、高コントラスト撮像を通して、視線速度法で検出された地球型惑星を直接検出することが期待されている。アストロバ

イオロジーセンターの将来的な重要目標は、そのような地球型系外惑星の反射光の検出を通して太陽系外の生命の存在可能性に迫ることである。我々は今後も、SCEXAO や Roman 計画での装置開発や科学研究、さらにはその後の次世代装置開発の研究を通して、その究極目標に挑んでいきたいと考えている。

謝 辞

本稿を寄稿する機会を与えて下さった 2025 年天文月報編集委員の日下部展彦氏に感謝します。本稿で紹介した、アストロバイオロジーセンターの様々な高コントラスト撮像の研究活動を後押ししてくださったセンター長の田村元秀氏に感謝いたします。また、本稿の原稿を丁寧に読みコメントをしてくださったアストロバイオロジーセンターの村上尚志氏とカリフォルニア州立大学の鶴山太智氏にも感謝します。本稿で紹介した研究活動はすばる望遠鏡の SCEXAO 計画と Roman 宇宙望遠鏡計画におけるものになっております。本稿で紹介した SCEXAO による成果にはコロナ禍で行われた観測結果が多く含まれています。そのような大変な状況にも関わらず、すばる望遠鏡運営に尽力して下さいましたすべての方に感謝いたします。SCEXAO 計画は Olivier Guyon 氏や Julien Lozi 氏のリーダーシップのもと SCEXAO チームによる多大な努力がなければ成し遂げられませんでした。深く感謝いたします。Roman 宇宙望遠鏡や同望遠鏡のコロナグラフ計画の日本の活動において様々な調整をして下さっている JAXA 宇宙科学研究所の宮崎翔太氏、山田亨氏、大阪大学の住貴宏氏に感謝いたします。その他にも Roman 宇宙望遠鏡コロナグラフ計画 CPP でリーダーシップを発揮してくださっている Vanessa Bailey 氏を中心に、同計画の参加者すべての方に感謝いたします。最後に、本稿で紹介した研究活動を進めるにあたって協力していただいたすべての方に感謝したいと思います。どうもありがとうございました。

参考文献

- [1] Marois, C., et al., 2008, *Science*, 322, 1348
- [2] 田村元秀, 2016, *天文月報*, 109, 243
- [3] 葛原昌幸, 工藤智幸, 2016, *天文月報*, 109, 257
- [4] 橋本淳, 工藤智幸, 2016, *天文月報*, 109, 325
- [5] Macintosh, B., et al., 2014, *Proceedings of the National Academy of Science*, 111, 12661
- [6] Beuzit, J. L., et al., 2019, *A&A*, 631, A155
- [7] Jovanovic, N., et al., 2015, *PASP*, 127, 890
- [8] <https://habitableworldsobservatory.org/home> (2025.3.19)
- [9] Bailey, V. P., et al., 2023, *Proc. SPIE*, 12680, 126800T
- [10] Minowa, Y., et al., 2010, *Proc. SPIE*, 7736, 77363N
- [11] Currie, T., et al., 2019a, *Proc. SPIE*, 11117, 111170X
- [12] Groff, T. D., et al., 2016, *Proc. SPIE*, 9908, 99080O
- [13] Currie, T., et al., 2022, *Nat. Astron.*, 6, 751
- [14] Norris, B., et al., 2015, *MNRAS*, 447, 2894
- [15] Durisen, R. H., et al., 2007, in *Protostars and Planets V*, ed. B. Reipurth, D. Jewitt, & K. Keil (Tucson, AZ: Univ. Arizona Press), 607
- [16] Hashimoto, J., et al., 2011, *ApJ*, 729, L17
- [17] Zhou, Y., et al., 2023, *AJ*, 166, 220
- [18] Dykes, E., et al., 2024, *ApJ*, 977, 172
- [19] Bowler, B. P., et al., 2025, *AJ*, 169, 258
- [20] Currie, T., et al., 2019b, *ApJ*, 877, L3
- [21] Uyama, T., et al., 2020, *ApJ*, 900, 135
- [22] Nielsen, E. L., et al., 2019, *AJ*, 158, 13
- [23] 葛原昌幸, 2023, *天文月報*, 116, 360
- [24] Kuzuhara, M., et al., 2022, *ApJ*, 934, L18
- [25] Currie, T., et al., 2023, *Science*, 380, 198
- [26] Tobin, T. L., et al., 2024, *AJ*, 167, 205
- [27] Currie, T., et al., 2020, *ApJ*, 904, L25
- [28] Lozi, J., et al., 2024, *Proc. SPIE*, 13097, 1309703
- [29] Lozi, J., et al., 2022, *Proc. SPIE*, 12185, 1218533
- [30] Domber, J. L., et al., 2022, *Proc. SPIE*, 12180, 121801O
- [31] Pogorelyuk, L., et al., 2022, *J. Astron. Telesc., Instr., Syst.*, 8, 019002
- [32] Wolff, S. G., et al., 2024, *Proc. SPIE*, 13092, 1309255
- [33] Hinkley, S., et al., 2022, *PASP*, 134, 095003
- [34] Carter, A. L., et al., 2023, *ApJ*, 951, L20
- [35] <https://www.abc-nins.jp/study/> (2025.3.19)

High-Contrast Imaging of Exoplanetary Systems Led by the Astrobiology Center

Masayuki KUZUHARA

Astrobiology Center, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

NAOJ, 2-21-1 Osawa, Mitaka, Tokyo 181-8588, Japan

Abstract: High-contrast imaging is a useful method for discovering and characterizing exoplanets and circumstellar disks. Ground- and space-based telescopes have contributed to revealing numerous exoplanetary systems via high-contrast imaging observations. The Astrobiology Center has advanced the studies of high-contrast imaging through the SCExAO and Roman Coronagraph projects. SCExAO observations led to the discovery of a proto-planet embedded in a protoplanetary disk around the young star AB Aur, which is a member of a star-forming region. Additionally, the combination of SCExAO direct imaging and a new target selection technique based on precision astrometry enabled the discovery of multiple substellar companions, including a giant planet and brown dwarfs. Researchers from the Astrobiology Center have also participated in preparations for high-contrast imaging observations to be conducted with the Roman Space Telescope. This article mainly introduces the research activities of the Astrobiology Center related to the SCExAO and Roman Coronagraph projects.

系外惑星における光合成

滝澤 謙 二

〈アストロバイオロジーセンター 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉

〈基礎生物学研究所 〒444-8585 愛知県岡崎市明大寺町字西郷中 38〉

e-mail: kenji-t@nibb.ac.jp



アストロバイオロジーセンター（ABC）設立の翌年（2016年）に設置された宇宙生命探査プロジェクト室では、系外惑星の環境に適応進化する生物の予測と、それらが発する観測可能なシグナルの検証を主要な目的の一つとしている。地球を例にとって生命探査の指標を求める場合、光合成を行う植物が発する光学的なシグナルが重要となる。本稿では植物の反射スペクトルに現れる特徴的なパターン（レッドエッジ）を中心に、光合成という機能に根差した普遍的な性質と、惑星環境に応じて変化し得る性質について紹介する。

1. なぜ光合成生物なのか？

宇宙には我々が想像もできない多様な生物が存在するが、地球と同じような生物しか存在しない可能性もある。どちらが正しいか明らかにすることはアストロバイオロジーの目指すところであるが、現時点では唯一確認された地球の生物を典型例と仮定しておく。現存する生物に限ってもその形態・生理機能は極めて多様であり、系外惑星の環境に応じてどの生物が適応可能か推測することができる。

生物が存在可能な惑星を「中心星から適度な距離にあり液体の水が存在する惑星」と定義する場合、光と水と二酸化炭素があれば生育可能な光合成生物の存在が有望である。極域から砂漠まで、光の届く場所であれば地球上のあらゆる場所で光合成生物を見つけることができる。光合成により発生する酸素は太陽系外生命探査における重要な指標となり、ほかにも遠隔から観測できる光学的な性質を有する。生物の適応進化を予測するうえで惑星環境の情報が必須となるが、大気下の地表や海洋の環境については不明な点が多い。光合成

生物の場合、進化を決める環境要因として最も重要な光について、中心星の観測と惑星大気の実験から比較的正確な情報が得られる。存在可能性・観測可能性の高さに加え、予測可能性が高い光合成生物はアストロバイオロジー研究の材料として適している。

筆者は2017年にABCに着任して以来、それまで行ってきた光合成生物の環境適応研究を発展させる形で系外惑星環境への適応進化の予測と生命指標の検証を進めてきた。本稿では筆者と当室に在籍した光合成研究者による約10年間の研究成果を紹介する。

2. 赤色矮星の光を利用する植物

植物の反射スペクトル

地球を宇宙から観測した場合、大気の透過スペクトルにみられる酸素のほかに、地表面の反射スペクトルの中に陸上植生に特有の特徴（レッドエッジ：可視光と赤外線における反射率のギャップ、図3参照）を見つけることができる。より容易に識別できる酸素は非生物的生じる[1]可能性があるため、宇宙生命探査では酸素とレッドエッジ

の両方を観測することが望ましい。光合成に利用する波長と利用しない波長の間に反射率の顕著な違いが生じる現象は太陽系外惑星に植物が進化する場合においても普遍的に生じると考えられるが、光合成利用波長が異なる場合にはその波長も異なるため、観測に先立って検証しておく必要がある。

赤色矮星の惑星における光環境と光合成進化

宇宙生命探査の初期の観測対象となる系外惑星は可視光より赤外線を多く照射する赤色矮星まわりにあるため、光合成には豊富な赤外線が利用される [2] と考えられてきた。筆者らは太陽系近傍にあるし座AD星のまわりに地球と同様の惑星が存在すると仮定した場合の陸上と水中の光環境を推定し、地球と比較した (図1)。

赤外線は水による減衰が大きいいため、水深1 m以上では赤色矮星の惑星でもほぼ可視光しか得られないことから、進化の初期段階で水中に現れる光合成生物は地球と同様に可視光を利用すると考えられる。一方水の影響を受けない場合は波長700 nm以上の赤外線が豊富でありこれを利用した方が有利である。酸素発生型の光合成反応は水を分解するために必要なエネルギー (1.23 V) を得るために2段階の光励起による電荷分離を必要とするが、赤外線一光子あたりのエネルギーは可視光より低いため、可視光と赤外線の両方を利用する反応 [3] が最も有利であると考えられる。

可視光利用から赤外線利用への進化

光合成生物は水中から陸上へ進化する過程で浅瀬を通過するが、図2に示すようにこの領域では僅かな水深の違いにより光環境が急激に変化する。浅い水域に生息する緑藻はこうした光環境の変化に対応するために集光アンテナとして機能する色素タンパク質を二つの電荷分離を担う色素タンパク質の間で迅速に移動させる仕組み (ステート遷移 [4]) を発達させている。赤外線豊富な環境に藻類を置いた場合を想定してこの適応機構を検証したところ、可視光と赤外線の両方を利用する場合には励起バランスを維持するために必要な

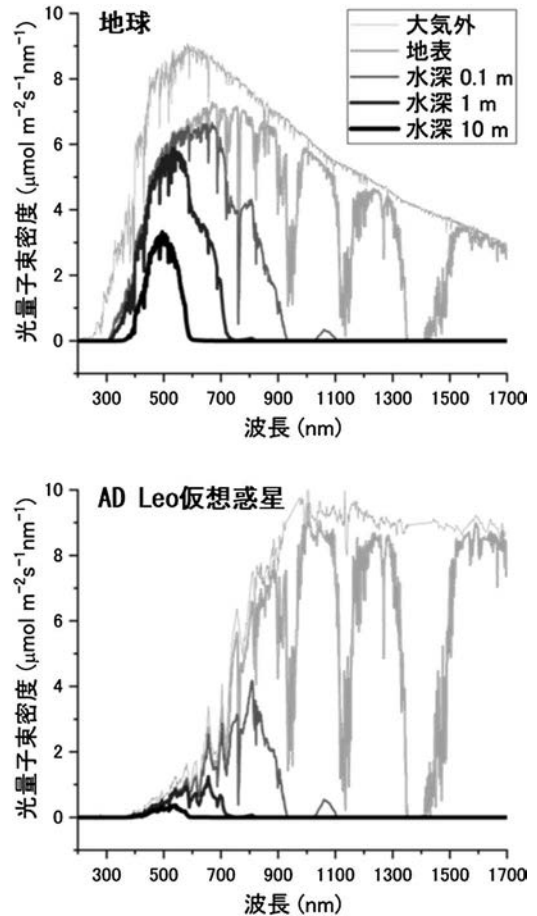


図1 地球 (上) と太陽系外惑星 (下) における光環境。大気上端での入射スペクトル、大気の透過率、水の透過率から地表と水中の異なる深度に到達する光のスペクトルを推定した。

集光アンテナの移動量が多すぎるため十分に機能しないと判断された。赤外線が豊富な惑星であっても最初に陸上に出現する植物は地球と同様に可視光を利用し、レッドエッジの位置も同じであると考えられる。この研究成果は2017年にScientific Reports誌に発表された [5]。

陸上での赤外線利用への進化

陸上において赤外線を利用する能力を獲得するためにはかなり長い期間を要すると考えられるが、不可能ではない。小杉真貴子氏 (2019–2022 年在籍) らは極域の過酷な環境下に生育する緑藻

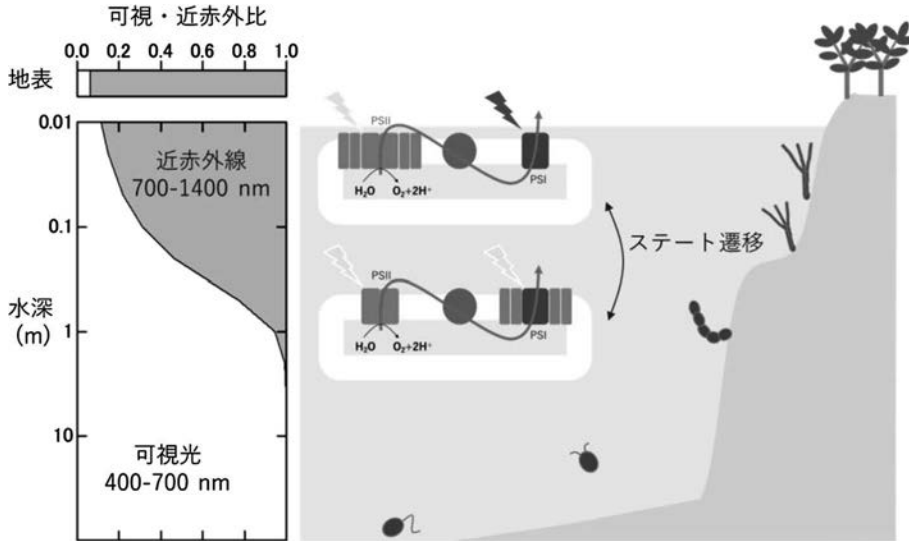


図2 赤色矮星まわりの地球類似惑星における光環境と光合成生物の適応進化。水深変化に伴う可視光と近赤外線の割合の変化を左に示す。初期の光合成生物（単細胞藻類）は強い紫外線避けるために水中深くに存在し、オゾン層の形成と共に上へと生息域を広げる。多細胞化し乾燥耐性を獲得したものが陸上植物に進化する。図の中央に光合成の集光に関わる膜タンパク質が光環境変化により可逆的に移動する仕組み（ステート遷移）を簡略に示す。

のナンキョクカワノリが特殊な集光アンテナを形成することで光合成利用波長を750 nm程度まで拡大することを明らかにした[6]。この研究成果については次号に小杉氏の詳しい説明がある。

緑藻よりも進化的に古いシアノバクテリアの中には光合成反応中心のクロロフィルを長波長吸収可能な種類に置き換えることでより効率的な赤外線利用を可能にしているが、800 nm以上の赤外線を利用する酸素発生型の光合成は見つかっていない。生物進化による長波長利用の限界がどこにあるのか、更なる検証が必要である。

3. 海洋惑星の植物

海洋惑星

水の存在は生物にとって必須であると考えられるが、地球よりも水が豊富な海洋惑星では、仮に地球より生命が誕生する確率が高かったとしても、大陸が存在しないため陸上植物が進化し得ない。筆者らは陸上植生に代わる生命探査の指標として水面に浮遊する植物の反射光を検出する可能

性を検証した。

浮水葉の形態は種によって大きく異なるものの、一般的な植物と同等以上に顕著なレッドエッジを示した。これは葉を水面に浮かせるための空気を多く含んだ組織構造と撥水性を高めるための表皮構造に由来する。葉を水に浮かべた状態での測定では、乾いた状態より若干反射率が低下するものの、水中に沈む植物に比べて高い反射率を維持した（図3）。

自然界において浮遊植生はしばしば湖沼の全域を覆うように繁茂するが、陸上植生と比べて垂直方向への伸長がなく、葉の重なりが少ないため、森林などと比べるとレッドエッジが小さい。比較的大きな湖では植生は湖岸沿いに限られ（図4上）、また日本などの温帯域では冬季に完全に消滅する。このため、湖全体を一つの海洋惑星と仮定して1ピクセルに平均化した反射率から浮草を検出するのは困難である。

村上葵氏（2022-2025年博士課程学生）は浮遊植生のリモート検出において障害となる季節変動

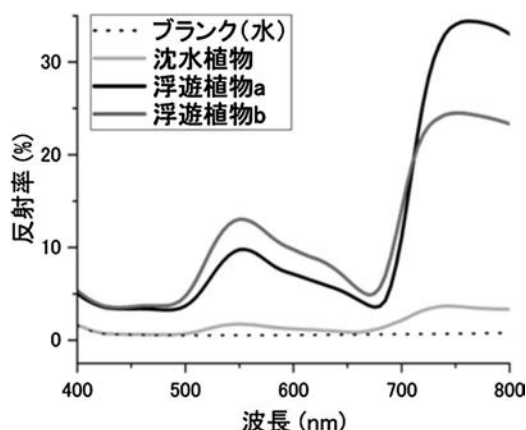


図3 水を張った容器に入れた沈水植物 (*Egeria densa*) と浮遊植物 (a: *Azolla filiculoides*, b: *Salvinia molesta*) の反射率スペクトル。浮遊植物は波長700 nm付近で反射率が急激に変化する「レッドエッジ」が顕著。点線は植物がない水面の反射率。

が逆に検出の指標に利用できるのではないかと仮定し、日本全国148カ所の湖沼を対象とした大規模な解析を行った。5年間分の衛星リモートセンシング (Sentinel-2: ESA) データから湖沼毎の近赤外線反射率と赤色光反射率を抽出し、それらの差分を合計値で割った値 (正規化植生指数、NDVI) によりレッドエッジを評価した。機械学習によりNDVIの周年変化を解析したところ、浮遊植生に特徴的な季節変動が確認された (図4下)。植生が陸上ではなく水上に形成された場合、植生自体のレッドエッジは減少するものの、水面の反射率はより低く安定しているため、背景のノイズは陸地に比べて少ない。植生の被覆が少なくてもNDVIは比較的高い値を示すが、完全に消失すると急激に低下しマイナスの値を取る。

プラスとマイナスの間を行き来するNDVIの季節変動は気象や雲による影響にも比較的頑強であるため、将来の系外惑星における生命探査の指標として期待できる。ただし、地球で見られる浮遊植生は全て陸上植物の環境適応の一形態であるため、陸地が存在しない惑星においても水中から水

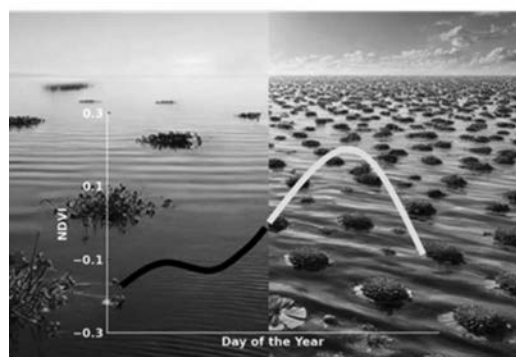
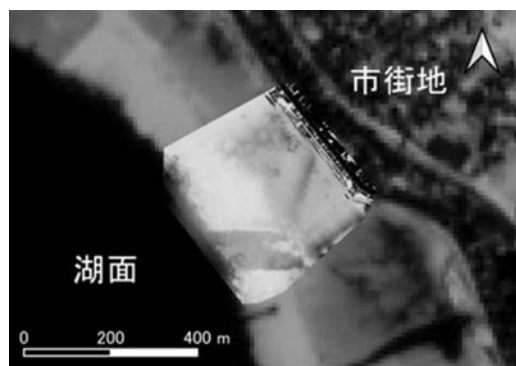


図4 浮遊植生のリモートセンシングと季節変化。上図は諏訪湖の衛星画像 (2022.7.29) に同日撮影のドローン撮影画像 (中央) を重ねた。正規化植生指数 (NDVI) が高いヒシ群落が白い帯として映る。下図は諏訪湖全体の5年間のNDVI変化から抽出された季節変動スペクトル。背景は冬季と夏季の水圏における浮遊植生のイメージ図。

上への進化が可能であるか検証を進める必要がある。これらの研究成果は2025年に *Astrobiology* 誌に発表された [7]。

4. 蛍光検出

植物の反射スペクトルに現れる赤外線の反射は植物の組織構造に由来するため、コケ植物や藻類など構造が未発達な植物ではレッドエッジが小さい。非酸素発生型の光合成細菌はレッドエッジが小さいだけでなく、酸素の放出もない。硫化水素などを電子供与体とする光合成では、水分解に比べて必要とするエネルギーが少ないため、赤外線

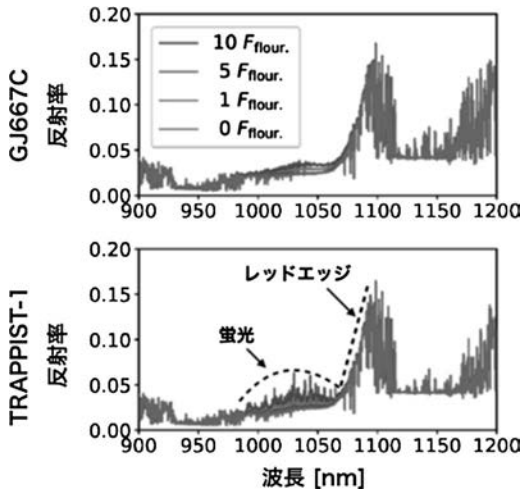


図5 バクテリオクロフィルを有する植物が二つの赤色矮星まわりの地球型惑星に茂した場合に観測される反射率スペクトルの予測。地球の陸上植生と同等の蛍光を発する場合 ($1 F_{\text{flour}}$)、1040 nm 付近で観測される反射率が僅かに増加する。地球の植物の5-10倍の蛍光を発する生物が存在する場合 ($5 F_{\text{flour}}$, $10 F_{\text{flour}}$) より顕著な増加が期待できる。多細胞の植物が進化しない場合レッドエッジは失われるが、蛍光由来のシグナルは残る。

利用の観点から言えば酸素発生型の光合成よりも有利である。

そこで、小松勇氏 (2017-2025 年在籍) が中心となり、光合成色素を有する生物に普遍的にみられる蛍光検出の可能性が検証された [8]。光合成反応はエネルギーの変換過程で利用されなかった一部のエネルギーが蛍光として放出されることから、光合成の基礎研究では蛍光測定が伝統的に行われており、近年では地球のリモートセンシングにより植生由来の蛍光観測が実証されている。小松らは2つのM型矮星 (GJ667C、TRAPPIST-1) の周りに地球型惑星をおいた時に惑星スペクトルに現れる蛍光をシミュレーションした。その結果、1 nm 付近に蛍光を発するバクテリオクロフィルを持つ生物が地球の植物より数倍強く発光し、惑星の雲や大気による影響が軽微な場合には、将来の観測において検出が期待できるケース

があることが示された (図5)。

5. 今後の展望

ABCに宇宙生命探査プロジェクト室が設立されてから生物と天文の垣根を超えた研究交流が活性化され、生命探査の指標についてそれまでの定説とは異なる提言が多くなされた。本稿で紹介した研究成果もその議論の結果である。天文観測の進展に伴い様々な系外惑星の特徴が明らかになりつつある中、生物研究者には個別の惑星環境に対応した生物の予測が求められている。次の10年間には、光合成研究に限らず、様々な生物分野からABCの研究への参加が求められる。また、第一線級の生物研究者を周旋するだけでなく、アストロバイオロジーを志す学生を研究者へ育成する体制を確立する必要がある。宇宙生命探査の候補惑星を発見、選定するまでの過程は天文寄りの研究者が主となり、生物寄りの研究は従の立場に留まるが、実際に生物の痕跡を発見し検証するためには生物を熟知したアストロバイオロジー研究者が必要となる。

謝 辞

本稿は天文月報のABC特集の一環として執筆されました。編集委員の日下部展彦氏、センター長の田村元秀氏に感謝します。ここで取り上げた研究成果はABC内外の多くの方との共同研究の結果です。ありがとうございました。

参考文献

- [1] Narita, N., et al., 2015, Sci. Rep., 5, 13977
- [2] Kiang, N. Y., et al., 2007, Astrobiology, 7, 252
- [3] Blankenship, R. E., et al., 2011, Science, 332, 805
- [4] Pan, X., et al., 2021, Nat. Plants., 7, 1119
- [5] Takizawa, K., et al., 2017, Sci. Rep., 7, 7561
- [6] Kosugi, M., et al., 2023, Nat. Commun., 14, 730
- [7] Murakami, A., et al., 2025, Astrobiology, 25, 3, 209
- [8] Komatsu, Y., et al., 2023, ApJ, 942, 57

Photosynthesis on Exoplanets

Kenji TAKIZAWA

*Astrobiology Center, 2-21-1 Osawa, Mitaka,
Tokyo 181-8588, Japan*

*National Institute for Basic Biology, NINS, 38
Nishigonaka, Myodaiji, Okazaki, Aichi 444-8585,
Japan*

Abstract: The Exo-Life Search Project Office, established in 2016, the year after the establishment of the Astrobiology Center (ABC), aims to predict organisms that adapt and evolve to exoplanets' environment and validate the biosignatures they emit. Taking the Earth as an example, the optical signals emitted by photosynthetic organisms are important for searching for life. This article focuses on the characteristic reflection spectrum of plants named 'red edge.' The universal properties of red edge that are rooted in the function of photosynthesis and the flexible properties that can change depending on the planetary environment are described.

相互作用銀河の電波観測から探る 銀河衝突がもたらす分子ガスの性質変化

金子 紘 之

〈新潟大学創生学部 〒950-2181 新潟県新潟市西区五十嵐 2 の町 8050 番地〉

e-mail: kaneko.hiroyuki.astro@gmail.com



銀河の「進化」はさまざまな要因によって引き起こされるが、その重要なトリガーの一つが銀河間の近接重力相互作用である。こうした相互作用を受ける天体は「相互作用銀河」と呼ばれ、銀河同士の衝突が進むにつれて、元の形状や運動が変化するだけでなく、星形成活動が活発化することが広く知られている。この活発な星形成活動の要因として、衝突によって星間ガスが銀河中心へと運ばれ、ガス密度が高まることで恒星が効率よく形成されるというシナリオが一般的に受け入れられている。しかし、銀河中心だけでなく、それ以外の領域でも活発な星形成が観測されることから、このシナリオだけでは銀河間重力相互作用による星形成の活発化を十分に説明できない。本稿では、銀河衝突の初期段階における分子ガス（恒星の原料）の振る舞いとそれが星形成活動に与える影響に着目し、野辺山 45 m 電波望遠鏡やアルマ望遠鏡を用いた詳細な観測研究について、最新の成果を交えて紹介する。

1. 宇宙の進化と相互作用銀河

宇宙はどのように誕生し、どのように変化してきたのか。この問いは、人類が何者であるか、という問いとともに最も根源的な疑問の一つである。天文学ではこれを「進化」という文脈でとらえ、答えを出そうとしてきた。天文学における「進化」という言葉は、生物学のように「世代交代を繰り返し性質が変化する現象」という意味ではなく、「時間を経て性質が変化する」という意味で使われている。宇宙の進化を考えるには、その構成要素を考えることが重要である。現代天文学では、宇宙は階層構造をなしており銀河はその主要構成天体であると考えられている。そのため、銀河がどのような進化をするか、ということを探ると、宇宙が今までどのような進化を経験し、今後どのような進化をしていくのか、と

いう冒頭に挙げた謎に迫ることができる。

銀河の進化、といった場合、力学進化と化学進化の2つの意味でとらえることができる。銀河は渦巻銀河、棒渦巻銀河、楕円銀河など、様々な形状を持っており、それらは定常状態にない。力学進化はそうした銀河全体の運動や形が変化することを指す。一方、銀河は大きく分けて恒星、星間物質（ガスや塵）、ダークマターなどから構成されている。化学進化はそれら構成要素の割合の変化や、構成元素そのものが変化（原子、分子やプラズマなどの存在形態を含む）することが相当する。

いずれの意味でも、銀河は単体でも進化するが、他の銀河と影響を及ぼしあう場合はより劇的な進化を遂げることもある。銀河自体は数百 km s^{-1} の高速度で宇宙空間を飛び回っており、ときおり近くにある別の銀河と近づきあい、時には衝突や合

体を起こすこともある．ある程度まで接近すると，互いの重力が強く作用し始めるため，そのような銀河は「相互作用銀河」と呼ばれている．相互作用銀河では，その強い重力によって形や運動が大きく歪み力学進化が進むが，そのほかにも孤立した銀河にはない重要な特徴がある．星形成活動の活発化である^{*1}．衝突が進んだ相互作用銀河では，孤立銀河と比べて恒星がより多く作られる傾向にあることがわかっている．定量的には1年あたりに作られる恒星の質量（星形成率）で評価する．例えば，我々の住む天の川銀河では星形成率は太陽数個分（ $\sim$ 数 $M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ ）である．それに対し，相互作用銀河では $10\text{--}1000 M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ という凄まじい勢いで恒星が作られている場合もある．

では，どうして衝突が進んだ相互作用銀河では激しい星形成活動が起こるのだろうか．恒星は星間物質のうち，低温の分子ガスの塊である分子雲（大きさ $\sim 1 \text{ pc}$ ）の高密度な領域から形成されと考えられている．そして分子雲を内包する巨大分子雲（大きさ $< 100 \text{ pc}$ ）の性質やその内部で起こる星形成は，銀河内の場所や構造（渦状腕や腕間，棒状構造など）によって影響を受けることがわかってきている．ということは，銀河相互作用によって巨大分子雲の何らかの性質に変化が生じたことが原因になったのでは，と推測できる．そのような考えから，星形成と星間ガスを考慮した様々な数値シミュレーションが行われてきた．主流のシナリオは「銀河の中心へとガスが運ばれ，狭い領域に集まりガスの密度が上がったことで効率的に恒星が誕生する」というものである [1]．ところが，確かに銀河の中心で星形成がみられる銀河もあるものの，銀河の中心ではないところでも活発に星形成活動をしている銀河も数多くある（相互作用銀河の代表格ともいえる触覚銀河でさえ！）．この現象を説明しようとする試

みもあり，近年では「衝突時に銀河内の速度場が大きく乱されることで，星形成に直結する高密度の巨大分子雲の割合が高くなるためである」というシナリオも提唱されている．筆者の研究テーマは，この銀河中心ではないところで起こる星形成の原因を分子ガスの観測によって解明することにある．なお，星形成率の側面からこの問題に取り組んだ研究は，道山知成氏の天文月報記事 [2] を参照されたい．

2. NGC4567/4568 と分子ガスフィラメントの発見

本稿の主役は別名ちょうちょ銀河とも呼ばれる，NGC 4567/4568 という二つの銀河からなる相互作用銀河である（図1）．形もあまり変化しておらず，銀河全体では星形成活動も孤立銀河とほとんど差がないことがわかっていて，相互作用銀河としては地味とも言える．しかし，この地味

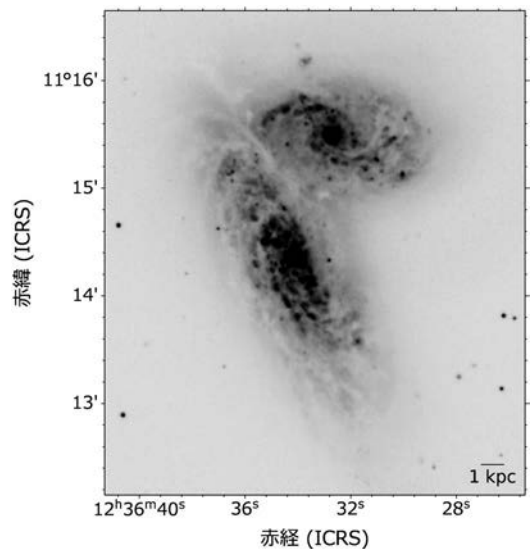


図1 NGC 4567/4568 のSDSS rバンドイメージ．衝突する前からあった古い星を見ている．左下がNGC 4568, 右上がNGC 4567．

^{*1} このほかに銀河中心超巨大ブラックホールの合体や活動銀河中心核の活動性にも大きな影響を及ぼすことが知られているが，本稿とは関連が薄いためここでは深く扱わない．

さが本研究にとって鍵である．というのも、衝突が進み星形成活動が活発になってしまうと、作られた恒星からのフィードバックが巨大分子雲の性質に影響を与えてしまう可能性があるためである．もし衝突が進んだ相互作用銀河の巨大分子雲に性質変化が見つかったとしても、銀河相互作用が直接もたらした変化かどうかわからなくなってしまうのだ．言わば活発な星形成活動の「原因」と「結果」が混ざってしまうので、そのような相互作用銀河は「原因を探る」という目的には望ましくないのである^{*2}．また、一般に相互作用銀河は衝突を繰り返しながら数億年程度のタイムスケールで徐々に1つになる一方、観測ではスナップショットしか撮ることができないため何回目の衝突かわかりづらい．しかし、この銀河ペアは形が大きく変わっていないのでおそらく1回目の衝突と考えられ、その点においても銀河相互作用が巨大分子雲に与える影響を調べるのに好都合である．

筆者らは、こうしたNGC 4567/4568の特徴に着目して、分子ガスのトレーサーである一酸化炭素分子からの放射であるCO ($J=1-0$) 輝線の撮像観測を進めてきた．まず、野辺山45 m電波望遠鏡で1.5 kpcスケールでの分子ガスの分布を調べ、どちらの銀河も分子ガスが銀河中心に集中していないこと、銀河の円盤部分が接触している領域（以降、オーバーラップ領域と呼ぶ）にやや分子ガスが偏って分布していることを発見した [3]．そして、同じようなガス量を持つ領域と比べて、星間ガス（原子ガスと分子ガスの和）に対する分子ガスの割合が高いこと、それが銀河の衝突による圧縮によって、効率的に原子ガスから分子ガスへ変換が起こったためであることを示した [4]．また、星形成のトレーサーであるH α 線や赤外線画像を調べると、銀河円盤同士が重なっているオーバーラップ領域付近にいくつか大きな

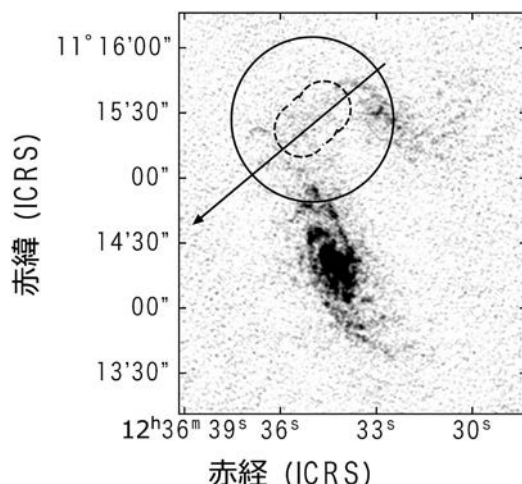


図2 これまでの筆者らのアルマ望遠鏡による観測 [5] から得られたNGC 4567/4568全体でのCO ($J=1-0$) 輝線の分布．やや拡大されているがほぼ図1と同じ範囲を示している．本研究で新たに高分解能でCO ($J=1-0$) を観測した領域を円で、CO ($J=3-2$) を観測した領域を破線で示した．本稿では破線の内側をオーバーラップ領域として定義する．矢印は図3で示す位置速度図の作成に用いた範囲．

星形成領域が存在していることもわかった．こうした事実を踏まえると、オーバーラップ領域では、活発な星形成活動が起きかけているのかもしれない．

そこでより高分解能で分子ガスの性質を調べるために、アルマ望遠鏡を使って150 pcスケール（つまり野辺山45 m電波望遠鏡の10倍の視力）でより細かくNGC 4567/4568のCO ($J=1-0$) 輝線を観測した．CO ($J=1-0$) 輝線の2次元分布からはさほど分子ガスは大きな影響を受けていないように見える（図2）．さて、輝線観測では天体の視線方向のガスの運動を知ることができるという特徴がある．そのため、今度はデータの見方を変え、オーバーラップ領域周辺での分子ガスの視線方向の運動を調べるために位置速度図を描いて

^{*2} もちろん、銀河相互作用が銀河の進化にどう影響するか、という視点で見れば、星形成活動が活発になった後の銀河を調べることも重要である．

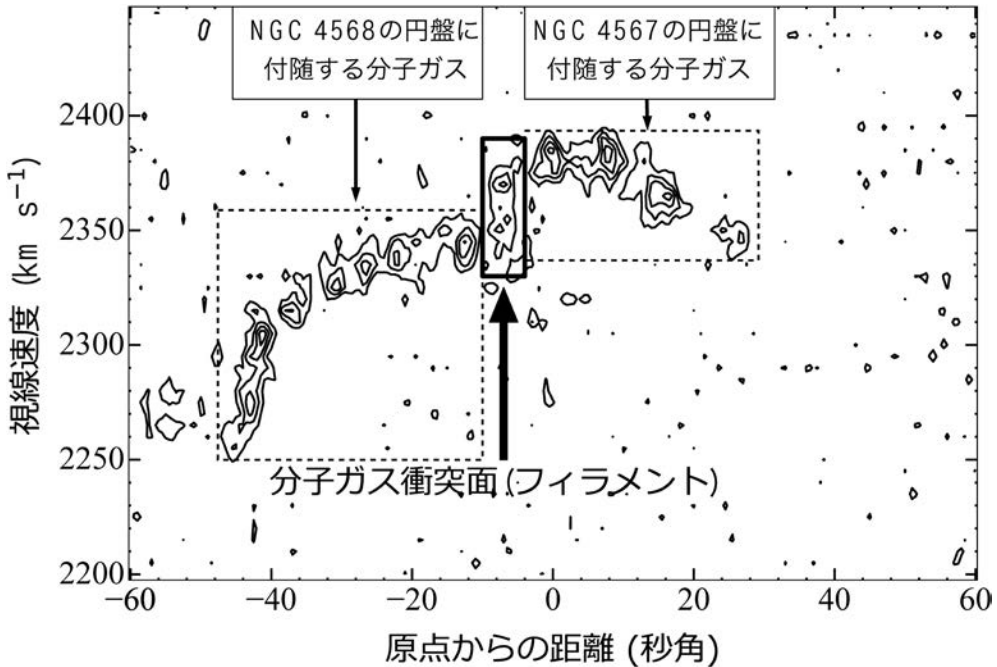


図3 オーバーラップ領域の位置速度図. 図2の矢印に沿って、横軸に原点からの距離、縦軸に視線方向の速度として図示したもの. 2つの銀河円盤に付随する分子ガスがぶつかっていないければ、縦方向にそれぞれの分子ガス成分はつながらないはずだが、滑らかにつながっているのがわかる.

みた. すると、2つの銀河の円盤は 100 km s^{-1} 弱の速度差を持っていた. しかし、よく見ていくと2つの銀河が接触している $1800 \text{ pc} \times 350 \text{ pc}$ の(銀河のスケールで見ると)狭い領域では、銀河円盤をつなぐように視線方向に分子ガスが分布していたのである(図3). これは、2つの銀河の円盤に付随する分子ガスが、その場所で衝突していることを示している. 銀河衝突で分子ガスも衝突することは予想こそされていたが、このように観測的に明確な分子ガスの衝突面が発見されたのは初めてのことである. この構造(以後、細長い構造を持つためフィラメントと呼ぶ)は、数値シミュレーションによれば衝突時に生じた衝撃波で比較的低密度のガスが圧縮されて形成される[6]. その後、圧縮されたために高密度になった分子ガスフィラメントはすぐに千切れて、複数の巨大分子雲となり、それらが星形成へと至って、超星団を形作っていく[7, 8]. NGC 4567/4568の

巨大分子雲を同定してみたところ、フィラメントの中にも複数の巨大分子雲が存在していて、それらは重力的に束縛されていた[5]. 重力的に束縛されている分子雲は、その後自己重力で潰れて恒星を作るとされるので、まさにシミュレーションの予測通りに見える. とすれば、後はフィラメント内部が高密度なのかどうか如果能れば、この仮説を検証できるはずである.

3. フィラメントに高密度分子ガスを探して

筆者らはオーバーラップ領域に観測領域を絞って、アルマ望遠鏡のバンド3とバンド7受信機で観測を行うことを提案し、幸いなことに採択された. バンド3では主に $\text{CO} (J=1-0)$ 輝線を前回の2倍空間分解能が高い 78 pc スケールで観測するもので、このスケールになると大きめの巨大分子雲であれば直接空間分解して性質を調べるこ

ができる。バンド7の周波数帯には高密度分子ガストレーサーとして知られるHCN ($J=4-3$), HCO^+ ($J=4-3$), CS ($J=7-6$) 輝線があり、同時に衝撃波トレーサーのSiOなども観測できる。バンド7の観測では、空間分解能は150 pcで据え置きになる代わりに、包括的にフィラメントの形成メカニズムや物理的・化学的性質を調べられる。周波数帯により視野が異なり、バンド7の方が狭いため、本研究ではバンド7の視野をオーバーラップ領域と見なすことにする(図2参照)。

アルマ望遠鏡では観測提案が採択されてもすぐに観測されるわけではない。実は、採択が決まったタイミングで、NGC 4567/4568は、別のチームによって提案されていたHCN ($J=1-0$), HCO^+ ($J=1-0$) 輝線の観測が行われていた。アルマ望遠鏡ではデータ占有期間があるため、他の研究者によるデータはすぐには見ることはできない。しかし、筆者らの観測データが届くまでにそのチームの占有期間が切れたことに気づいたため、まずはそちらを眺めてみることにした。これらの輝線も高密度分子のガストレーサーであるため、どのような分布になっているか興味深し、もし十分な信号対雑音比で検出できていればいずれ届く筆者らのデータと組み合わせることで、より精密に分子ガスの密度を調べることができるからだ。ところが、である。なんとHCN ($J=1-0$), HCO^+ ($J=1-0$) 輝線いずれも全く検出されなかったのである。これは筆者らの観測でも同様の結果になることを示唆するもので、かなり不安に駆られた。それから間もなくして、筆者らの観測データも届き、解析を進めるもやはり高密度分子ガストレーサーも衝撃波トレーサーも未検出という結果であった。元々、この観測は普通の銀河の円盤部での典型的な輝線強度を仮定して提案していたため、仮に高密度な分子ガスが少なかっ

たとしても全く検出できないということは想定していなかった。こうして今後データをどう扱うべきか悩みながらも本プロジェクトは一時的に塩漬けされることになった。

4. 一酸化炭素ガス再び

その後、筑波大学の大学院生だった錫田翔哉氏から、このデータを元に研究をしたいという提案を受けたことをきっかけにこの研究は再稼働した。バンド7の周波数帯には一酸化炭素分子の高励起準位からの遷移であるCO ($J=3-2$) 輝線が含まれていた。CO ($J=3-2$) 輝線はCO ($J=1-0$) 輝線と比べると、やや密度が高い環境をトレースする。一方、 HCO^+ やHCN輝線に比べると星形成に直接関連するほど高密度でなくても励起されること、密度以外にも温度が高くなると励起されることなど、やや扱いが難しい性質を持つ。しかしこの輝線はやや弱いながらも検出できており、CO ($J=1-0$) 輝線との比を取ることで、温度と密度のどちらに起因するかまではわからないものの、周囲とは異なる物理状態にある巨大分子雲の有無などを調べることはできる。そこで、これら2本のCO輝線から分子ガスの性質を詳しく調べていくことで方針が固まった。

図4 (a) は本研究によって得られたCO ($J=1-0$) 輝線の分布である。図2からは直接確認できなかったフィラメント構造がはっきりと見えている他、空間分解能が上がったことで、オーバーラップ領域には、渦状腕に沿っていないややコンパクトな巨大分子雲がいくつも存在していることもわかる。視野内にある巨大分子雲を同定してみたところ、この新たなデータではオーバーラップ領域(CO ($J=3-2$) 輝線の観測視野内)に44個、フィラメントに8個^{*3}、そして円盤部(オーバーラップ領域以外にある分子雲)に62個あり、こ

^{*3} 図4 (a) ではもっと多くあるように見えるが、速度構造まで考慮するとそのうちのいくつかはフィラメントに属していない。

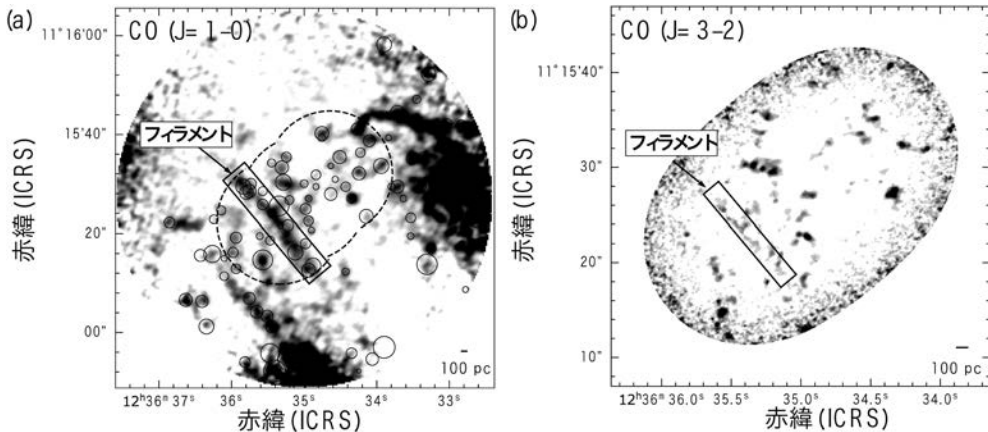


図4 (a) 今回のアルマ望遠鏡による新たな観測 [9] で得られた CO ($J=1-0$) 輝線の分布. 図2ではよくわからなかったフィラメントが明瞭に見える. 円は同定した巨大分子雲で, 大きさは半径に対応している. 破線で囲われた領域は CO ($J=3-2$) 分子輝線の観測範囲である. (b) CO ($J=3-2$) 輝線の分布. こちらでもフィラメントが見て取れる.

これらの領域間にある巨大分子雲が持つ性質の比較をするには十分な数があることがわかった. これらの巨大分子雲の物理的性質を比べてみると, 半径には領域間で差はないが (平均 40 pc), 速度分散はフィラメントの巨大分子雲のみ有意に大きく, 質量はオーバーラップ領域がやや小さい, というように領域間での差がみられた. このような違いは, 銀河相互作用によってもたらされたと考えられる. 次いで CO ($J=3-2$) 輝線も見てみよう. 図4 (b) に示した CO ($J=3-2$) 輝線の分布でもフィラメントの存在がわかる. オーバーラップ領域にも CO ($J=1-0$) 輝線で見られるコンパクトな構造がところどころにあるが, 必ずしも CO ($J=1-0$) 輝線が強く検出された場所で CO ($J=3-2$) 輝線も検出される, というわけではないようである.

これらを踏まえて, 同定した巨大分子雲ごとに CO ($J=3-2$)/CO ($J=1-0$) 比 (以下, R_{31}) を導出した. 得られた R_{31} の平均値は 0.05 ± 0.04 , 最大値が 0.17 ± 0.04 であった. 例えば, 爆発的星形成を起こしている相互作用銀河 VV 114 では $0.2-0.8$ [10] であるし, 普通の渦巻銀河である M 33 でさえ平均値が 0.26 [11] であるので, 観測された

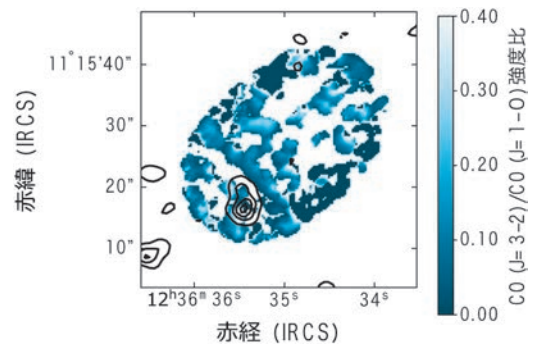


図5 CO ($J=3-2$)/CO ($J=1-0$) 輝線強度比の分布図. 星形成のトレーサーである H α 線を等強度線として重ねた. フィラメントを含むオーバーラップ領域全域で強度比が小さいのがわかる.

R_{31} は巨大分子雲としては極めて低い. この結果は, NGC 4567/4568 のオーバーラップ領域の巨大分子雲の温度も密度も低い可能性を示唆していて, HCN や HCO⁺ といった高密度分子ガストレーサーが検出されていない観測事実とも合致している. そして, 観測提案時に予想していた分子ガスの圧縮現象は, 少なくともこの衝突段階では起きていないことも示唆される.

最後に, R_{31} の分布の上に星形成トレーサーの H α 線を等強度線として重ねたものを図5に示す.

この図では巨大分子雲に付随していない分子ガスの寄与も含むため、巨大分子雲での R_{31} と同じではないことには注意されたい。とはいえ、フィラメントも含め、オーバーラップ領域内の R_{31} はほとんど0.2よりも低い。一方で、 $H\alpha$ 線がみられる場所の多くは局所的に R_{31} が0.4より高くなっている。このことから、 R_{31} が高く $H\alpha$ 線は観測されていない場所では、今後星形成活動が生じるのかもしれない。

5. まとめと今後

フィラメントを構成する巨大分子雲は、他の領域の巨大分子雲と比べて速度分散が大きく銀河相互作用によって影響を及ぼされていることがわかった。しかし、予想されていたオーバーラップ領域における分子ガスの圧縮現象を示す高密度ガスやその兆候は見られなかった。それは、銀河相互作用が分子ガスに働く物理が想定より複雑であるか、あるいは数値シミュレーションの予測よりも分子ガスの圧縮現象はゆっくり進むということと解釈できる。地味な相互作用銀河から得られた地味な結果ではあるが、銀河衝突現象の奥深さが垣間見える研究成果と言えよう。

また、この結果だけからはフィラメントの形成メカニズム自体には結論が出せていない。理論シミュレーションが予測するように、低密度な原子ガスが圧縮されて分子ガスとなり、その結果としてフィラメントが形成されるのであれば、原子ガスと分子ガスの比がフィラメント周辺で大きく変化することが期待される。これまでの水素原子ガスの観測からは、分子ガスの増加傾向はみられたものの、空間分解能が低く巨大分子雲を分解することができていないため、フィラメント形成メカニズム解明の決定打にはなっていない。高い空間分解能での水素原子ガス観測は、フィラメント形

成の物理プロセス解明において本質的である。筆者らはこの方向性に基づいて、新たに高空間分解能水素原子ガスデータを取得し解析しているところである。本研究で得た分子ガスデータと組み合わせ、理論シミュレーションとの比較を通じ、相互作用銀河、そして星間ガスの基礎物理プロセスの理解につなげていきたい。

そして、フィラメントが銀河衝突において一般的に生じるものなのか、衝突が進行することで今回では見られなかった分子ガスの高密度化が起こるのか、という大きな問いも残されている。これらの課題の解決には、多数の相互作用銀河の分子ガス分布を取得することが不可欠である。その試みとして、筆者らは活発な星形成活動が起きているかどうかには捉われない、無バイアスな相互作用銀河の分子ガス撮像観測を進めている。その結果についても、近いうちにまとめて発表したいと考えており、ご期待いただければ幸いである。

謝 辞

本稿で紹介した一連の研究成果は、筆者らの投稿論文及び鵜田翔哉氏の修士論文に基づいています。久野成夫氏、斎藤貴之氏をはじめとした共同研究者の方々に感謝いたします。最後に、本稿執筆の機会を与えていただきました天文月報編集委員の小山翔子氏に篤く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] Barnes, J. E., & Hernquist, L., 1996, ApJ, 471, 115
- [2] 道山知成, 2022, 天文月報, 115, 6
- [3] Kaneko, H., et al., 2013, PASJ, 65, 20
- [4] Kaneko, H., et al., 2017, PASJ, 69, 66
- [5] Kaneko, H., et al., 2018, ApJ, 860, L14
- [6] Saitoh, T. R., et al., 2009, PASJ, 61, 481
- [7] Saitoh, T. R., et al., 2010, ASPC, 423, 185
- [8] Teyssier, R., et al., 2010, ApJ, 720, L149
- [9] Kaneko, H., et al., 2023, PASJ, 75, 646
- [10] Saito, T., et al., 2015, ApJ, 803, 60
- [11] Onodera, S., et al., 2012, PASJ, 64, 133

Galactic Waltz: Unveiling Changes in Molecular Gas Properties in Interacting Galaxies through Radio Observations

Hiroyuki KANEKO

*Niigata University, College of Creative Studies,
8050 Ikarashi 2-no-cho, Nishi-ku, Niigata 950-
2181, Japan*

Abstract: Galaxy-galaxy interactions contribute to the evolution of galaxies not only by altering their morphology and kinematics, but also by driving star formation activity. One widely accepted explanation for this increased star formation is that collisions drive interstellar gas toward the galactic center, increasing gas density and resulting in efficient star formation. However, active star formation is also frequently observed the off-center region, suggesting that this scenario alone cannot fully account for the star formation enhancement caused by gravitational interactions between galaxies. To overcome this problem, I have focused on how molecular gas, the raw material for star formation, behaves in the early stages of interacting galaxies and how it influences star formation activity. Using observations from the Nobeyama 45-m Radio Telescope and the ALMA telescope, I present detailed investigations along with the latest findings.

日江井榮二郎氏ロングインタビュー第4回： 乗鞍コロナ観測所（2）



高橋慶太郎

〈熊本大学大学院先端科学研究部 〒860-8555 熊本県熊本市中央区黒髪 2-39-1〉

e-mail: keitaro@kumamoto-u.ac.jp

日江井榮二郎氏のインタビューの第4回です。乗鞍コロナ観測所は戦後間もない1949年に建設され、日本が再び国際的な天文学研究に参画する足がかりとなりました。またその建設・運用の成功は、後に岡山、野辺山、木曽など国内各地での観測施設の建設へとつながり、日本の天文学の発展に大きく寄与しました。コロナ観測所での観測は月交代制で太陽物理部などの研究者や技官が多く参加し、極寒の環境下で手作業・目視による光度測定が精力的に行われました。日江井氏も若い助手として観測に参加し、観測所での体験が人間関係や研究の幅を広げる契機となりました。本稿ではコロナ観測所での観測や生活の様子を伺い、また三鷹で畑中武夫氏を中心に開催され日江井氏も大いに刺激を受けた「マイナー」についても聞いていきます。

●コロナ観測所での生活

高橋：前は乗鞍コロナ観測所、特にそれが建設されたあたりのお話をさせていただきました。今回もう少し詳しく聞いていきたいと思います。まず、コロナ観測所は太陽物理部の管轄ということでしょうか？

日江井：そうです。太陽物理部で乗鞍コロナ観測所を運営すると。

高橋：じゃあ太陽物理部の人が交代で観測に行くということですね。

日江井：そうです。1ヵ月交代です。でも僕らは無線はできないからね、太陽物理部だけでなく、無線通信ができる天文時部の人も一緒に行きました。

高橋：コロナ観測所での観測というのは業務なんですか？ 研究なんですか？

日江井：業務と研究と両方ですね。太陽コロナは皆既日食の時に観測ができますから、コロナとい

うものは何だろうかという疑問は誰でもが持ちますよね。でも皆既日食は継続時間が短いし、その場所に行くのも大変です。だから日食でなくてもコロナを観測したいと考える研究者が多かったですね。19世紀の終わりごろからそういう試みがあったんですが、誰も成功しなかった。ところがリオ（Bernard Lyot）がコロナグラフという新たな光学系を考えて成功したんです。半世紀後の1931年ですね。その後、世界中の研究者が協力し合ってコロナを調べようということになって、日本で欧米とともに鼎の三脚を担っていたのが乗鞍コロナ観測所なんです。今ではX線でコロナの観測ができますけど、20世紀はそのような時代だったですね。それに今では、リオが考えたコロナグラフは系外惑星の観測に活躍していますよ。

高橋：系外惑星の直接観測ですよね。それで太陽コロナのどういう観測をしていたんですか？

日江井：当時、5303（Å・鉄の13階電離イオンが出す輝線）の緑色輝線の強度を観測していまし

た。これが太陽活動の目安になるんですね。黒点の多い場所では、彩層の輝線では明るいです。でもコロナではどうなのかは観測してみないとわからない。今では密接な関係があることが観測からわかっていますけどね。だからそれをずっと測って、私も観測しましたよ。

高橋: じゃあ輝線の明るさの数値をずっと書いておくということですか?

日江井: そうです。明るさがどれくらいだって書いて。それから 6374 (Å) ・鉄の9階電離イオンが出す輝線)の赤い輝線があるんですね。日本ではその明るさも調べていました。

高橋: 明るさはどうやって測るんですか?

日江井: 明るさはですね、原理としては太陽中心を透過率の異なるフィルターで暗くして、輝線強度と同じ明るさになるようにするんです。それでその減光を記録します。実際には、太陽中心輝度で校正した標準ランプを使いましたね。

高橋: それは目で見てということですか?

日江井: 目で見ると。あくまでも目です(笑)。

高橋: その測定は結構難しいんですか?

日江井: 慣れれば1回で済みますけど、初めは数回かかりましたね。

高橋: どのくらいの頻度で見るとですか?

日江井: 太陽の周りを一周測定するのに、まあ30分から1時間くらいかかったかなあ。だいたい朝が天候がいいんですよ。それで夏場は楽なんです。ドアを開けてもそう寒くないからね。でも冬場は大変です。冬場には全員でまずドームの雪落としから始めるんです。気温はマイナス20度くらい。マイナス20度だから下手に手で金属を触るとくっついちゃいますよね。でも観測するときはね、寒さを忘れるのね。

高橋: やっぱりそのなんていうんですか、緊張感があるって?

日江井: 緊張感ですね。

高橋: 観測は何人でやるんですか?



写真1 1957年頃、乗鞍コロナ観測所のシーロスタットを調整中の日江井氏(乗鞍コロナ観測所提供)。

日江井: 一人は観測、もう一人は記録、もう一人はドームを廻したり雲が来そうだとか空を監視したりする係で普通3人です。観測所としてはそのほかに炊事係、エンジン係、無線係というのがありまして、全部で6名ですね。電力を作らなきゃいけないので、エンジン係っていうのがいたんですね。

高橋: どうやって作るんですか?

日江井: ディーゼルエンジンです。

高橋: それで1人いるわけですね。

日江井: だから少なくとも6人ですね。それで観測は3人で交代でしました。曇りのときは観測できませんから、そのときはデータを整理したり、観測装置を点検したり、ドームの保守とか所内の整備などをしてました。

私は観測していないときには東京でやってた研究の続きをしてましたね。東京でやっている研究を、乗鞍に行っている間に止めるわけにいかんから、データを乗鞍の上へ持って行くわけです。すると1週間はね、考えられるの。でも1週間過ぎると頭がぼやけてきてね、ダメになっちゃうんだよね。やっぱり3000 mだと酸素が少ないから1週間でダメになるのかなあ(笑)。だから1週間過ぎると今度は本を読んだりですね、人の論文を読んだりして勉強するんです。

高橋: では晴れたらコロナ観測をして、観測でき

ないときは研究をして、そういうデータで日本が国際的に貢献してたってことです。

日江井: そうです。その頃は敗戦から立ち直って、世界と一緒に天文学をやっていくことで日本人の気持ちを高揚させたいということもあったと思います。

高橋: やっぱり山の上で過ごすというのは大変なんですか？

日江井: 私なんか頭じゃなくて体で採ってくれたんじゃないかと思うくらいよ。乗鞍へ行く要員ですからね。山の上では病気が起こりうるから日本医大の先生にお願いして、環境を見てもらいました。それからその日本医大の助手くらいの先生方が来てくれてね。山の上で僕らの耳から血を採って検査して、その先生のドクター論文になった(笑)。それでどういうときにはどういう薬を飲むというのを教わって。

高橋: やっぱり山の上では体調が悪くなったりするんですか？

日江井: なるんだよねえ。長澤(進午)先生の話はまた後でしますが、長澤先生は東京天文台に来てすぐに山に登ったんですが体を壊されて、よくわからない病になったんですね。それで高山市の病院に入院された。ひと月ほどお入りになってたですね。ほかの所員も時々病気になりました。さっき言ったように通信は初期の頃はトンツートンツだったんですが、そのうちに電話が引けるようになってね。そしたら病気になる人が少なくなった。

高橋: 電話があるとですか？

日江井: 体の調子がおかしくなったら電話で病院の先生に相談して、どの薬を飲むといいのかとか、処置が訊けますからね。それに電話で家内と話したり、子供と話したりね、やっぱり家族の声を聞いて安心しますよねえ。メンタルの面も大切なんですね。

高橋: ああ、それはだいぶ違うでしょうね。

日江井: やっぱりね、電話の効能というのが大き

かったです。ひと月も離れるというと人間は精神的に不安になりますよね。

高橋: じゃあ電話がなかった頃は精神面でもきつかったわけですね。

日江井: そうなんです。それでついでに面白い話するそうですね、冬場になると山の上は水が大事なんです。私もやりましたが、雪をこんな担いで持って行っても水になると体積は10分の1になるわけですよ。だからね、水は炊事のために使って、風呂にはろくに入れない。だからどうするかというんですね、ちょっとこすぬぐいをお湯に湿らせて顔を拭くくらい。それでわかったのは、乞食三日やればやめられないのと同じように顔を水で洗わなくなっても平気になりますね。

それでさっき言った河野(節夫)さん(第3回参照)。河野さんは一生懸命トンツートンツやってくれてましたが、ひと月いてお風呂にも入ってないわけです。そこで河野さんは山から下界へ下って、松本の先に浅間温泉というのがありまして、そこへ行っただけですね。それで一軒一軒「風呂に入れてください」ってお願いしたんです。でももう乞食同然ですからね、リュックサックを背負って顔は黒くてもう衣装だってこんな変な衣装だもの、だからなかなか風呂に入れてくれないんですね。それでようやく10軒目くらいのところでね、「入れさせてください」って言ったらそこのおばあさんが出てきて「どうぞ」って、その宿屋に入ったんです。浅間温泉の油屋ってところです。でね、後で「おばあさん、どうして河野さんを入れてくれたんですか」って聞いたら、「河野さんは目がきれいだった」って言うわけ。それで僕らもそこを気に入ってね、その後、乗鞍から帰るときに油屋を使うようになった。

高橋: 観測は土日に関係なしなんですか？

日江井: 土日ないよ(笑)。お天道さんなんか土日ないもん(笑)。

高橋: 1ヵ月はもうずっとその観測所にいて観測するっていう。

日江井: そうです。大変ですよ。

高橋: その番が回ってくるのは年に何回くらいあるんですか?

日江井: 年に2,3回あったなあ。

高橋: そんなにあるんですか。

日江井: 結構ありました。

高橋: じゃあ年に2,3ヵ月はそこにいと。それはなかなか大変ですね。

日江井: そうですよ、大変だったですね。さっき言ったように体調をくずす人もいてね、その人が行けなくなったらその穴を埋めるだとかね。正月はできればうちにいたいよとか、新婚だからうちにいたいよとかね、いろいろあるわけですよ。子どもが幼いと、山へ行ってひと月後に帰るでしょ、ひげモジャモジャで子供に泣かれちゃったよとかいう人がいたりね。それから観測所の蚕棚みたいな寝室での団体生活が苦手な人はね、とても耐えきれないわけですよ。それでほかの部署に移った人もいる。やむを得ないですよ、団体生活ですから。だから当番表を作るのも大変なんです。

高橋: 先生はもう何十回も行っただっていうことですか?

日江井: 何十回も行っただですよ。私はトータルで600日くらい行ってるんじゃないかなあ。でもそんなに多くない方ですよ。3000日、4000日っていう人もいます。まあ私は楽しんだ方ですね。共同生活が嫌いじゃなかったんですね。みんなと話をしたりですね。音楽の好きな人はミカン箱に自分でコードを張ってギターを作ったりね、器用なのが出て面白かったです。でもマージャンは禁止だった。

高橋: そうなんですか (笑)。

日江井: 長澤先生に言われたんですけど、でも午後8時前に終わるんだったらいいとかいってですね。明るる朝、夏なら午前4時頃から準備しますからね。

高橋: 朝が早いわけですね。

日江井: 朝は日の出とともに起きましたよ。

高橋: じゃあ本当にもう日の出から日の入りまで。

●観測所への来客

日江井: その後、山の頂上近くへバスで行けるようになって、いろんな人が観測所に来ましたね。歴代の東大の総長にも来ていただいて、一緒に食事をしました。それだけじゃなくて事務の人とか文部省の役人も来てくれました。山の上では人々がオープンマインドになるじゃないですか。だからいろんな方と肝胆相照らす話ができたりしましたね。

それから私が乗鞍にいるときに、小林善彦先生という仏文の先生が総長特別補佐のときに観測所へ来られてね。小林先生はフランスのパリ日本館館長をやられたりしてたから、フランス料理を非常によくご存じの先生だったんです。その先生が「山の上で食べたエビのてんぷら、あんなおいしいのはないよ」って褒めてくれてね。そういうことを聞くと、炊事係は張り合いが出てうれしいですね。そういう先生といまでもって付き合ったりしておりましてですね、私自身もずいぶん付き合いが広がりました。

そうやっていろんな人が訪ねて来てくれてですね、コロナ観測所の運営はある意味じゃ出先機関としてうまくいったと思うんですね。大きな事故もなく。だからそれからですね、岡山の観測所ができて、野辺山の太陽電波望遠鏡ができて、木曽の観測所ができた。それから野辺山に宇宙電波望遠鏡ができたんです。そういう道ができる基が乗鞍コロナ観測所だったんですね。とにかく天文台に金を出せばなんとかやってくれると、役所の信用ができたのではないかと思います。実際に天文台としてコロナ観測所を何とかやったわけですね。

高橋: コロナ観測所がそうやっていろいろな観測施設を作っていく道を切り拓いたわけですね。



写真2 1955年頃、交代のための冬山登山(乗鞍コロナ観測所提供)。

日江井: そうだと思いますね。

高橋: 乗鞍が最初なんですか、天文台の出先機関としては。

日江井: 戦後、最初なわけです。

高橋: それでうまくいって、その経験とか信用が後々に生きてくるわけですね。

日江井: その後、学外国外に出るなんていうようなこともね、そういうバックグラウンドがあった勢いなんではないかしらと思いますけどもね。

だけでも戦後まもなくの天文台としてはですね、さっき言ったようにいろんな部があっていることやってる。ほかの部でも観測装置を作りたいとか改良したいというのを我慢して、コロナ観測所の予算を通そうじゃないかと認めてくれたんですね。だからコロナ観測所としてもですね、天文台のいろんな部署にやっぱり恩義があるんですよ。だから天文台に来た予算のうち、メインはコロナ観測所に使うにせよ、なんとかほかの部署にもまわそうっていうのがあったわけです。

高橋: 観測所のためのお金だけど、ある程度融通が利いたということなんですね。

日江井: はい。でもそれがですね、最近は厳しくなってお金はひも付きで来るっていうんですね。つまり天文台の中でほかの部署に回しちゃいかんという。それは国の方針だからしょうがないのかもしれないけどもね。

高橋: 当時はほかのところにも回せたので、天文台全体が潤ったということなんですか。

日江井: そうです。天文台ってのは何とか全体でやろうという雰囲気だったですね。暦を編纂するという国家事業もしていますしね。

高橋: 当時、乗鞍には宇宙線の観測所もあったんですね。

日江井: コロナ観測所ができた後に宇宙線観測所ができたんです。宇宙線観測所ってのはこの摩利支天岳のふもとにありました。近くに権現池があって、その池の水を宇宙線観測所とコロナ観測所、それからここに元からあった肩の小屋の3ヵ所で水の管理をしてたんですね。水は大事ですから。だからそういう点では宇宙線観測所ができてよかったですよ。

高橋: 宇宙線観測所ともなにか交流があったりしたんですか？

日江井: 交流はあったんですが、宇宙線観測所は共同利用だったですね。コロナ観測所は東京天文台だけでやってた。でも共同利用というのはまだ初期だからね、利用する人もどう利用していいのかわからん。たとえば登下山は何が起こるかかわからないから僕は団体行動しないことには登下山させなかった。でも宇宙線は共同利用で研究者の自由だからね、研究者が帰るとき、「おい、コロナ観測所はいつ交代だ？一緒に連れて行ってくれ」ということもありましたね。今だったら共同利用は皆さんが慣れてるから、共同利用する方もされる方もある程度のルールがあるわけですよ。でも当時はそれがわからなかったからね、大変だったようですね。

両観測所の職員は地元の人だからね、お互いに仲良くやってました。水を権現池から採るから一緒に作業をしようよとか、冬になると池から引いたパイプ管が凍結するからもう止めようよとかね。山での作業は、互いに協力し合っていました。そのうち冬場はスノーキャットが導入されて、登下山に使われましたね。それは宇宙線観測

所が管理してくれたんですが、コロナ観測所の交代にも使っていました。

それから鈴蘭小屋の主人の福島清毅っていう人がいてね、小学校しか出てないんだけど話はうまい、字はうまい。宿の主人であると同時に安曇村の村長でもあったんですね。彼と話したとき「日江井さん、山は人を育てるんだ」って、30代半ばくらいのときに聞いたかな。そのときは山が人を育てるってよくわかりませんでしたけど、今になるとまさにそうだなって思いますね。鈴蘭の人たちにもずいぶん育てていただきました。

●野附先生と長澤先生

高橋: コロナ観測所の構想とか建設の頃からずっと責任者として関わっておられたのが野附（誠夫）先生ということでしたよね。野附先生についてもう少しお話ししてもらえますか？

日江井: 建設の頃、昭和23年ごろというのは、労働争議が多かったんですね。コロナグラフを作ってた日本光学も労働争議でね、作業ができなくなりそうだったわけよ。でもとにかくその年に作らないと山頂に上げられなくて1年遅れちゃうから、なんとか作って欲しかったんですね。それで野附先生はマッカーサーに頼むというのでマッカーサーに手紙を書いたって先輩から聞きました。

高橋: マッカーサーに手紙を書いたんですか？

日江井: 手紙を書かれてですね、それで日本光学としてはもうマッカーサーの言うことならということで製作してくれたんです。だから労働争議する人は腹立たしかったでしょうけど、作りたいと思ってた技術者もいて一所懸命に作ってくれたんですね。コロナ観測所に設置されている赤道儀を見ると、日本光学の職人さん方の精魂込めた作りだっているように思えるんですよ。それを見て感動しましたね。そうやってでき上がったのも野附先生がいたからですね。

野附先生は寡黙なんですけど、実行力のすごい人



写真3 1970年頃、野附誠夫氏（左）と長澤進午氏（右）、松本城を背景に（乗鞍コロナ観測所提供）。

たですね。以前お話ししたように、森下（博三）さんという山男を高山測候所からコロナ観測所に引っ張ってきただけじゃなくてですね、地元への挨拶回りもきちんとされた。コロナ観測所は岐阜県と長野県の県境に建ってるんですね。ですから長野県でいえば長野県庁と松本市、それから安曇村とかの各長に挨拶に行く。それだけではなくて道路を使うから土木建設事務所のところへ行ったり。岐阜県側もそうですよ。高山市とか丹生川村、それから名古屋にも行きましたね。やっぱり県や市の土木課だとかいうところへ挨拶に行った。毎年6月くらいにですね、これから山の上が人や車の交通でにぎやかになりますからお願いしますって、そういうしかるべきところに必ず挨拶に行ってたんです。

高橋: 地元へのあいさつというのはとても重要なわけですね。野附先生は研究とかお人柄としてはどういう方なんですか？

日江井: 野附先生は萩原（雄祐）先生のちょっと下で、太陽のプロミネンスを一生懸命やられてましたですね。黒点もやってたし、それからコロナ



写真4 コロナグラフで観測中の長澤進午氏（乗鞍コロナ観測所提供）。

観測というのにも戦前から関心があったらしいんです。それで野附先生は新しいものが好きで、新しいものがあるとすぐ自分のものにされたんですね。テレビが出始めのとき、天文台の官舎におられてテレビを持ってらしたんです。そしたら官舎に寝泊まりしていた職員は夜になると野附先生のところに行ってテレビを見てね。野附先生、ジャイアンツが勝つと機嫌がいいけど負けたら機嫌が悪いなあ、とか言ってね（笑）。

高橋：テレビは当時としては珍しかったわけですね。

日江井：珍しいですよ。テレビってのは今の上皇后の結婚式のときにずいぶん普及したっていうんですから（1959年）、その前ですよええ。いやあ本当にいろいろ新しいことをご存じだった先生なんですね。それから先生が亡くなった後、先生の遺品のノートを見たら、当時研究され始めてたプラズマ物理の勉強をされていたね。

高橋：野附先生もコロナ観測所で観測したりしたんですか？

日江井：夏は行かれましたね。冬は若い者に任せ

ていましたけど、元旦にはコロナ観測所に必ず連絡をされていました。

高橋：日江井先生は観測で野附先生と一緒にになったことはあったんですか？

日江井：野附先生とはありませんでした。

高橋：日江井先生が入った頃の太陽物理部の部長がその野附先生で、助教授みたいな方はいらっしゃったんですか？

日江井：長澤進午先生です。長澤先生は野附先生がぜひ来てくれって鉄道技研（鉄道技術研究所）から呼んだんです。野附先生は自分の後でコロナ観測所を継ぐ人として、ちょうど10年下の長澤先生を引っ張ってきたんですね。

高橋：第二代の所長ということですね。

日江井：長澤先生はどちらかというと理論的なことがお好きな先生でしたね。彩層の *electrical conductivity* の研究をされていました。長澤先生は大学卒業後に東京天文台で塔望遠鏡を使って黒点のスペクトルの観測をされていたんですが、前にも話したように当時天文台というのは官僚的なところがあったんですね。それで若い天文学者が古い習慣に反発して数人天文台を出ていったことがあったんです。長澤先生も昭和16年に天文台を離れました。

高橋：ではまだ戦前で、日江井先生が入る前ということですね。

日江井：はい、長澤先生から直接聞いたんですが、そのとき広瀬（秀雄）先生には「広瀬、お前は天文台にいろよ」と言ったそうです。俺は出て行くよ、と。それで辞められた先生方が何人かいて、そのときに面倒を見たのが萩原先生。萩原先生がいろいろ就職の世話をしてくれたんだそうです。

高橋：そういうことがあったんですね。

日江井：その後、長澤先生は野附先生によばれて天文台に戻ってこられて、太陽の活動現象の研究をされました。彩層の活動現象とかコロナ緑線強度とかの研究ですね。

それでこれとは別の話なんですけども、藤田（良雄）先生も東京天文台で苦労してたんです。藤田先生がアインシュタイン塔望遠鏡を使うときに2人の先生の助手をされたんですね。1人は当時の台長、1人は物理の田中務先生（第3回参照）。やっぱり2人の先生につくと大変だったんでしょうね。そのときも萩原先生がその苦労をおもんばかってね、教室に呼んでくれたんですね。それで後に学士院の賞を取られるような立派な仕事ができたんです。炭素星のね。天文台ってのはそういう居づらさもあったんでしょう。

それから私が入ってすぐ、檄文というのが張り出されたんです。それは何かということですね、要するに民主化ですよ。その頃いろんなことを決めるのは部長会だとかで、もっと若者の意見を聞いてほしいと。私は天文台に入ったばかりでよくはわかりませんでした。お前も名前書けて言われてほとんどの助手は名前を書かされました。当時の流行もあったんでしょうけど、若い連中が研究のために東京天文台に研究の自由を求めたわけですよ。そういう点では今の人はずいぶんおとなしいような気がしますね。だからもしも現在の天文台が官僚的であったとすれば、もう少し若い人が頑張ってほしいなという気がしますね。

高橋：古在さんに話を聞いたときには、古在さんが助手として入ったばかりの頃は天文台ではあんまり研究するな、みたいな雰囲気だったっていうことでした。

日江井：まあやっぱり業務が大事だったんでしょう。アウトリーチなんかやろうもんならね、アウトリーチやるんだったら仕事をしろと。私は直接聞かなかったけども、そういう雰囲気であったことは確か。古在さんの方が私よりも先に入ってるからね、もうちょっと重かったに違いない。

●マイナー

高橋：では先生はその太陽物理部に入って、1年に何回かは乗鞍に行って、ここにいても交代

でH α の観測をしてというのが業務だったわけですね。それ以外は自分の興味のある研究をされてたんですか？

日江井：アインシュタイン塔望遠鏡でフレアの観測をして、スペクトルを取ってたんですよ。末元（善三郎）さんと清水実さんと。H α のヘリオスコープの観測の時間の合間を縫って、タワーに行って観測を手伝った。

高橋：それは自分の興味でやっていたと。

日江井：自分の興味です。それでまあ周りの人もそれを認めてくれた自由さはあった。研究なんてとんでもないよとは言わなかった。それで天文台のいいところはですね、技官という人が大勢いるんですね。いわば天文学のプロとしての教育を受けてないけど、さっき言った清水一郎さんは光学を深く知っていました（第3回参照）。各部署に技官という人がいて、僕らは技官の人がいるがゆえに自分の研究もできる。だからそういう技官の人を大事にしたね。

高橋：技官の方々がルーティンの業務を支えていたわけですね。そのおかげで研究者は研究ができる。

日江井：それが天文台の風土だったわけですね。岡山の観測所ができたときもそうでした。岡山は共同利用だから人が必要なわけです。それで岡手で高校卒業の人の募集をかけて、3人採った。そのときの試験官が石田五郎さんで、石田五郎さんに聞いたら、「できのいいのが来たよ」と。そのうちの1人が野口猛さん。野口君というのは非常にできがよくてさ、彼は高校を出て望遠鏡のことを勉強したんじゃないかしら。望遠鏡のことをよく知ってるから、岡山だけじゃなくて木曽も手伝ったりね、それから外国の望遠鏡まで手伝いに行ったり、そうやって技官が育ってくれたね。大きな望遠鏡を動かすには技官を大事にするってことは大事なんだよね。

高橋：望遠鏡の運用には欠かせないわけですね。

日江井：そうです。それで天文台では金曜日が談

話会、それから火曜日にマイナーといってですね、分光部の勉強会がありました。分光部は畑中（武夫）先生が親分で、畑中先生はやがて東大の天文教室の方へ行っちゃうけども、畑中さん、大沢（清輝）さん、末元さん、それから海野（和三郎）さんとかね、斎藤国治さんもいらした。そういう連中が分光部にいたんですね。分光部ってのは比較的研究を盛んにやっていました。それでマイナーっていうのは分光部の部屋でね、今の天文台の図書室の場所です。そこへみんな集まってですね、火曜日の午後に議論するんです。自分の研究の発表とか、あるいは新しい論文の紹介を順番でやって、それは面白かった。例えば末元さんと海野さんが議論してね、吸収線形成のメカニズムとかについてああだこうだって議論するわけですよ。私はそういう天文屋の考え方を聞いて鍛えられたですね。あのマイナーってのはよかったですね。

高橋：それは分光部が主体なわけですか。

日江井：そうです、分光部。天体物理の連中ですね。

高橋：でも誰が来てもいいわけですね。

日江井：うん。誰が来たっていい。その当時から畑中さんは忙しくてですね、そのうち忙しくてあんまり来られなくなりましたけど。

畑中先生は人づきあいがよくてね、いろんな人を知ってましたよね。戦争中に物理と数学と天文の連中が諏訪に疎開してたんですね。そのときに諏訪に教えに行ったのは萩原先生だとかね、藤田先生、畑中先生も行かれた。それで畑中先生が諏訪にいたときにですね、数学の小平邦彦先生もいらしたんですね。その小平先生が畑中先生を訪ねて来てですね、畑中先生に「ニューヨークに隕石が落ちる確率はどれくらいだ」と聞かれたそうですよ。それを守山（史生）さんが直接お聞きになって、私は守山さんから聞いたんです。数学の先生ってのはすごいこと考えるなあと。

高橋：どういうことですか、ニューヨークに隕石

というのは？

日江井：つまり隕石が落ちこねればですね、恐竜のようなことになるわけですよ。昭和20年ごろですからね、何とか負けたくないと。

高橋：ああ、隕石が落ちてアメリカがつぶれてくれればっていうことなんですか。

日江井：だからそういう発想に私は驚きました。それから畑中先生は湯川（秀樹）先生もご存じのようですね。それで戦後、京都に行って、なんだったか、「とても本当に思えない」という論文はなんだっけ？

高橋：ああ、THO理論。星の進化に関する研究ですよ。

日江井：Tは武谷（三男）さん、Hは畑中先生でしょ、Oは小尾（信彌）さんだよ。武谷・畑中・小尾。だから畑中先生は武谷さんや小尾さんと「とても本当に思えない」というTHO理論を作るくらい、湯川先生の研究会にも行かれてるわけですよ。それで畑中先生はそういう湯川先生の研究会システムに感心されたんじゃないかと思います。それを東京天文台に持ってきてね、冬にみんなで勉強会を開こうと。それで12月に6日間、沼津に公務員共済の宿舎があって、藤田先生と畑中先生、それから末元・海野・小尾・高倉（達雄）・赤羽（賢司）・高窪（啓弥）・河鱈（公昭）・北郷（俊郎）、それに入ったらばかりの私が参加させてもらった。そのときにね、天文台にあるApJだとかMonthly NoticesだとかZeitschrift für Astrophysikだとかの何年から何年までのものってたくさん持って行ったんです。そこで議論して、なんか問題があったら論文を調べて解決しようじゃないかというので、それはまた勉強になった。

高橋：雑誌をごっそり持っていたわけですか。

日江井：そうなんです。それで最初の勉強会の研究題目は黒点。黒点はまだやっとミシャル（R. Michard）が黒点モデルを発表したところでした。黒点には磁場があるじゃない。そのときまた末元・海野両氏の議論があってね。黒点の磁場が

あるときの輻射のトランスファーを考えなきゃいけないというのを、海野さんがそのとき思いついたんじゃないかな。その後にあの論文が出たんです (Unno, PASJ, 1956)。

高橋: ああ、あの有名な磁場と偏光の論文ですね。そこから着想を得たと。

日江井: それでね、あるとき私は海野さんに聞いてみたんだ。「海野さん、あそこで思いついたんじゃない？」って。でも海野さんは、「いいや忘れた」って言う。だけど私はそうだと思う。それくらいにね、あのときの議論は充実してた。

それで勉強会ではみんなが何を調べるか担当するんです。私はまだ天文台に入ったばかりでしたが、「お前は白斑のことを調べろ」と言われました。それで白斑を調べてですね、そこで発表をするわけですよ。それでもう夜だって議論を続けるわけです。何かわかんなかったら論文を見る。それはねえ、いい勉強でしたね。そのときの黒点の議論が大変よかったので、その次の勉強会ではフレアをやって、二度とも行かせてもらった。

高橋: それは毎回テーマがあってっていうことなんですか。

日江井: そうです。2回目のフレアのときには赤祖父 (俊一) 君が来た。赤祖父君はオーロラの研究でアメリカのチャップマン (S. Chapman) のところに行ってですね、その後アラスカ大学のオーロラ研究所の所長をずっとやってた人です。彼がフレアのことをよく知ってるっていうので畑中さんが呼んできてね、赤祖父君を交えてフレアの話をしたんです。

それで3回目もですね、なんかやろうとしたんですよ。でもそのときに電波の人から文句が出てね、ApJとかMonthly Noticesとかを数日間天文台から持っていっちゃうの、そんなのほかの研究者が困るじゃないかと。それもそうだとすることで3回目は止めになりました。惜しいことです。

高橋: じゃあ2回だけということですか。

日江井: 2回。だけどそのあといろんなところで研究会が開かれていましたよね。天文ではそういう集まりの最初の方じゃないかと思う。面白かったですね。

高橋: じゃあ畑中さんがその旗振り役で、そこに末元さんとか海野さんとか、当時の若手ですよ。若手の研究者で議論を活発にしたと。そこから海野さんの論文みたいな大きな研究が生まれたりしたわけですね。

日江井: だからそんなときは私は乗鞍コロナ観測所行きを勘弁してくださいよ、ってお願いしたんです。

●三鷹の電波望遠鏡

高橋: その頃、東京天文台では電波はどんな感じだったんですか？ 電波望遠鏡がもうあったんですか？

日江井: 昭和24年に守山さんと鈴木 (重雄) さんが作った200 MHzの電波望遠鏡が三鷹にありましてね。今も野辺山に飾ってありますけど、こんな木で作ったアンテナがあったんです。我々が大学院生のとき、若生 (康二郎) がそれを太陽の方に向けるためにアンテナを回すアルバイトをしてましたね。

高橋: 最初は畑中先生がリーダーシップを取って立ち上げたというふうに聞きましたが。

日江井: 昭和23年ごろから電波天文学の研究に着手したようですね。萩原先生が世界の情勢を見て、電波望遠鏡をやらなきゃいかんと。それで誰にやらせるかと。畑中先生ならできるっていうので畑中先生にやってもらったんじゃないですかね。それから鈴木さん、守山さんも電波をやりました。そのときに電波の受信をよく知ってる電波研 (電波物理研究所、現在のNICT) の前田 (憲一) 先生に相談したようです。電波天文学の立ち上げについてはほかにも熊谷 (寛夫) 先生とか、霜田 (光一) 先生とか、名古屋の空電研の人たちにも相談したというふうに聞いています。

同じようなことは時計についても言えるんです。天文台では正確に時計をキープしなきゃいけないんですけど、水晶時計の導入には東京工大の古賀（逸策）先生に相談したと聞きましたね。そういう点ではですね、天文台というのは外部の先生によく相談してたんですね。天文の研究というのはほかの研究分野の人たちは温かく見てるんじゃないかしら。天文の連中なんてのはカスミ食ってるんじゃないかとかね（笑）。だから結構皆さんがサポートしてくれましたね。そこが天文台のいい点であると思いますけれども。

高橋：先生が天文台に来たとき、畑中さんはもう電波から離れてたんですか？

日江井：いやいや電波部の部長でしたよ。けども教室との兼ね合いがあったしね、話が上手なのでアウトリーチをずいぶんやられてましたからね。何かっていうと新聞社などに引っ張り出されてたんじゃないかしらと思います。

（第5回に続く）

謝 辞

本活動は天文学振興財団からの助成を受けています。

訂正：

6月号の本シリーズ第3回記事363ページ右段下から2行目の文章内に誤りがありました。下記の通り訂正しお詫びいたします。なお、オンライン版は訂正済みです。

誤：昭和25年に日本光学で新しい、

正：昭和24年に日本光学で新しい、

A Long Interview with Prof. Eijiro Hiei [4]

Keitaro TAKAHASHI

*Faculty of Advanced Science and Technology,
Kumamoto University, 2-39-1 Kurokami,
Kumamoto 860-8555, Japan*

Abstract: This is the fourth article of the series of a long interview with Prof. Eijiro Hiei. The Norikura Solar Observatory was established in 1949, shortly after World War II, serving as a foothold for Japan to rejoin the international astronomical research community. The success of its construction and operation also paved the way for the establishment of other observatories across Japan—in places such as Okayama, Nobeyama, and Kiso—greatly contributing to the development of Japanese astronomy. Observations at the Solar Observatory were conducted on a monthly rotation basis, involving many researchers and technical staff from the Solar Physics Division and other departments. Despite the harsh, freezing environment, visual and manual photometric measurements were carried out with great dedication. Prof. Hiei also participated in the observations as a young assistant professor, and the experience at the observatory became a turning point that broadened his personal relationships and research horizons. In this article, he talks the observations and daily life at the Solar Observatory, as well as “The Minor,” a gathering held in Mitaka under the leadership of Takeo Hatanaka, which had a profound impact on Prof. Hiei.

国際会議「Cool Stars 23」東京開催に向けて

徳 野 鷹 人^{1,2}・鈴木 建^{2,1}

〈¹ 東京大学理学系研究科天文学専攻 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1〉

〈² 東京大学総合文化研究科広域科学専攻 〒153-8902 東京都目黒区駒場 3-8-1〉

e-mail: tokuno-takato@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

低温度星に関する世界最大級の国際会議「Cool Stars 23」が2026年6月15日から19日に東京湾岸地区（TOC有明／科学未来館）で開催されることが決定された。この決定をきっかけに、国内会議「Cool Stars Workshop in Japan」が2025年2月12日から14日に東京大学駒場キャンパスで開催された。本記事では、来たるCool Stars 23の概要の告知とともにCool Stars Workshop in Japanの開催を報告する。

1. Cool Stars 23 東京開催決定

「Cool Stars (Cambridge Workshops on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun)」は、1980年に第一回が開催された、低温度星に関する研究者が集う国際研究集会である。近年ではおおむね2年に1回、アメリカとヨーロッパで交互に開催されてきており、毎回600名程度が参加する大規模なものである。研究会では、太陽型星から褐色矮星までを含む低温度星の形成進化、磁気活動、惑星系の中心星としての役割から銀河考古学への応用など、多岐にわたるテーマが取り扱われている。

2010年代までのCool Stars会議では、日本からの参加者は一桁人数であることがほとんどであった。しかし、恒星フレアや系外惑星の中心星としての観点から研究に取り組む若手研究者が増加した結果、2022年にフランスのトゥールーズで開催されたCool Stars 21には日本から約15名が参加した。これに加え、国際的な低温度星研究者のネットワークの中でも、欧米以外での初開催を模索する動きも活発になっていた。このような状況を踏まえ、日本国内で招致委員会を結成し、

2026年に開催されるCool Stars 23の開催地として立候補した。2024年にアメリカのサンディエゴで開催されたCool Stars 22では招致のためのプレゼンテーションも行われ、結果としてCool Stars 23の東京湾岸地区での開催が決定した。

興味がある方は会議の詳細が公式ウェブサイト <https://coolstars23.github.io/> にあるのでは是非参照されたい。読者の皆様方の講演・参加を歓迎する。

2. Cool Stars Workshop in Japan 開催報告

東京開催が決定したCool Stars 23へ向けた機運醸成の試みとして、国内の低温度星コミュニティの交流と相互理解を目的とした国内会議「Cool Stars Workshop in Japan」が2025年2月12日から14日に東京大学駒場キャンパスで開催された。本研究会には国内外の19機関から現地46名、オンライン25名の計71名が参加し、低温度星研究に関する活発な議論が交わされた（図1）。さらに、本研究会の世話人はCool Stars 23のLOCを担う学生・PDから構成されており、企画立案から当日運営まで一貫して若手研究者のみで



図1 研究会の様子

執り行った。これはCool Stars 23東京開催に対する若手研究者を筆頭とした国内研究者の高い意欲の現れを示すものといえる。

講演内容としては、Cool Stars 23のサイエンステーマを踏襲した「化学組成・力学進化」「星周円盤・系外惑星」「磁場生成・磁気活動」「恒星大気・惑星大気」「観測機器・解析手法」という5セッションのもとで34件の講演が行われた。ここでは各セッションの概要を以下に示す。

- ・「化学組成・力学進化」セッションでは低温度星の化学組成に関する手法とその物理的な解釈に関して講演が行われた。招待講演では松永典之氏（東大）には近赤外線分光による化学組成決定の特徴と成果に関して、青木和光氏（NAOJ）には恒星の化学組成観測に関する現状について講演していただいた。
- ・「星周円盤・系外惑星」セッションでは低温度星が惑星・星周円盤の観測・理論においてどのような役割を果たすかに関して、多くの知見が共有された。招待講演の福井暁彦氏（東大）にはM型星周囲の系外惑星の観測的特徴に関して、平野照幸氏（ABC）には年齢の若い系外惑星探査における恒星活動の影響に関して議論を展開していただいた。

- ・「磁場生成・磁気活動」セッションでは、太陽や低温度星における黒点・フレアに関する最新の理論や観測結果が共有された。招待講演では堀田英之氏（名大）に太陽・恒星ダイナモ研究の現在地について、前原裕之氏（NAOJ）には最先端の恒星フレア観測の結果について、鳥海森氏（JAXA）には太陽における黒点・フレア研究の成果と展望について講演していただいた。
- ・「恒星大気・惑星大気」セッションでは低温度星・褐色矮星・系外惑星それぞれの大气における物理的・科学的性質に関して議論された。招待講演では庄田宗人氏（東大）に恒星大気・恒星風の数値モデリングに関する課題と展望に関して、川島由依氏（京大）にはすばる望遠鏡やJWSTを用いた系外惑星・褐色矮星大気の最新の観測結果に関して紹介いただいた。
- ・「観測機器・解析手法」セッションでは低温度星に関わる最新の観測機器・解析手法の成果と展望について講演が行われた。招待講演では河原創氏（JAXA）に低温度星研究における微分可能プログラミングの役割に関して興味深い観点で議論を展開していただいた。

このように低温度星研究と一口に言ってもその

講演内容は多岐にわたっており、国内における低温度星研究の多様性を強く印象づけられた。さらに、各セッションにおいて必ず若手研究者が講演していることは今後の国内の低温度星研究における発展を感じさせるものでもあった。また、本研究会は休憩時間を長めにとっていたが、その間にも活発に議論や交流が繰り広げられていた。

本研究会は「低温度星」を共通言語として多様な研究者コミュニティのメンバーが一堂に会し、現状と今後の展望を共有する貴重な機会となり、非常に充実したものとなった。Cool Stars 23の東京開催を見据えた国内の低温度星研究の相互理解という本研究会の目的は、十分に達成されたと考えられる。本研究会を通じた交流が、直近の目標であるCool Stars 23の成功だけでなく、今後の研

究の発展や国内における「低温度星コミュニティ」の構築にも寄与すれば幸いである。

謝 辞

研究会開催にあたり世話人としてご協力して下さった幾田佳氏、森万由子氏、鷲ノ上遥香氏、山下真依氏、谷口大輔氏、行方宏介氏と当日運営に協力して下さった久賀恵子氏・前田美幸氏・諏訪雄大氏・篠田兼伍氏・河合優悟氏・宇佐美昂成氏に御礼申し上げる。また、本研究会はJSPS科研費22H01263（鈴木）、23KJ2149（谷口氏）、24KJ0605（徳野）の予算援助の元で開催された。Cool Stars 23開催にあたり関係者各位には引き続きご協力をお願いし、本報告書を閉じる。



七夕伝説の謎を解く

勝俣 隆 著

大修館書店 四六判 306頁 定価2,200円+税

読み物
お薦め度
5
☆☆☆☆☆

「あれがデネブ・アルタイル・ベガ、君が指さす夏の大三角…」(「君の知らない物語」より)という歌が一時期流行するなど、夏の大三角を構成する織姫と彦星の織りなす七夕伝説は、日本で最も有名な星にまつわる伝説だと思います。七夕の時期になると、さまざまな場所で七夕飾りが飾られています。天文学者に限らず、「あれがこ座のベガで織姫様、あっちがわし座のアルタイルで彦星様。間をよく見ると天の川が見えます」という紹介をした、もしくはされた人も多いと思います。

ただ、天文学を勉強している人の場合、「年に一度、織姫と彦星が逢うなんて、ベガとアルタイルの距離は14光年以上離れてるんだから、絶対無理じゃん」とか、「いや、星の年齢を考えると1年なんて大した時間じゃないし、意外としょっちゅう会っているんじゃない?」などと思ったことがある人もいるのではないのでしょうか。また、子供向けのイベントなどで、「織姫と彦星、どちらが天の川を渡って逢いに行くと思う?」というクイズを出し、「答えは…両方が天の川を渡って真ん中で合流します!その証拠に、織姫と彦星の間にあるアルビレオという星を望遠鏡で見ると綺麗な青い星とオレンジの星が寄り添っているのが見えますよ」という勝手な解釈を付け加えて観望会の導入に使ったこともあります。実際(というのも変ですが)には、七夕伝説が誕生した中国と、それが日本に伝わってきた後では、織姫と彦星のどちらが渡ってきたかについても変化があり、その原因となる時代背景や文化の違いがこの本を読む

とわかります。

また、帯に書いてある通り、「七夕」をなぜ「たなばた」と読むのかをはじめ、七夕伝説に類似している羽衣伝説、奈良時代に中国から伝わったあとの日本での広がり方、裁縫や技芸向上を願う乞巧奠(きこうでん)など、七夕伝説や風習について、謎を解き明かすように詳細に紹介されています。和歌や漢詩なども数多く取り上げられ、漢文や古文などを読むのは高校生の時以来(しかも苦手分野)でしたが、現代語訳もありスムーズに読むことができます。読み終わる頃には、年に一度しか会えない思いを詠んだ詩や、恋人を亡くした人が、年に一度でも逢えるなんて羨ましいという切なさを詠んだ詩など、日本語の持つ美しさも少し感じる事ができた気がしました。

現在の暦で七月七日は梅雨の時期です。雨では織姫と彦星は逢えないのか、それとも逢えた嬉し涙かという話もしましたが、最近は雨が降ったらゲリラ豪雨ということも多く、なかなか風流とは言いがたい印象です。一方で本来の七夕は旧暦の七月七日(例年8月のどこか)で行われていたため、晴れる日が多かったことと思います。旧暦の七夕を国立天文台では「伝統的七夕」と呼び、2025年は8月29日になります。最近は短冊に願い事を書くだけの行事になってしまっているかもしれませんが、今年はお盆に水を溜めて葉を浮かべ、織姫と彦星を映して眺めるというのも、風流かもしれませんね。

日下部展彦(アストロバイオロジーセンター)

追悼 内海和彦先生

内海和彦さんの略歴

1937年6月9日生まれ 兵庫県姫路市出身
1950年3月 余部村立余部小学校卒業
1953年3月 余部村立余部中学校卒業
1953年4月 兵庫県立姫路西高等学校入学
1956年3月 兵庫県立姫路西高等学校卒業
1957年4月 東京大学入学
1961年3月 理学部天文学科卒
1963年3月 大学院修士修了
1966年4月 東京学芸大学助手
1967年5月 博士課程修了
1970年10月 広島大学助教授
1992年1月 広島大学教授
2001年3月 定年退職
2001年4月 広島大学名誉教授
2024年11月14日 逝去



内海さんを偲んで

日江井榮二郎 (国立天文台・名誉教授)

内海さんは物事の奥の奥を探求しようとしていました。その探究心は科学的なこともあり、音楽に向けられることもあり、目には見えない精神的なこともありました。私には見えませんでした。彼には何かが見えていたようです。それなるがゆえに、表面的な事柄には意識を向けなかったと思っています。

藤田良雄先生を尊敬し、信頼申し上げ、さらに尊崇の念すらお持ちだったと思います。岡山天体

物理観測所の188 cm反射望遠鏡で撮影した低温度星の分光グラフ：横軸に波長、縦軸にスペクトル強度を描いた巻紙を見せてもらいました。低温度星のスペクトルは密集しているので、多数の吸収線のひとつひとつの同定は大変な労力です。その精緻さと、それを仕上げた熱意と忍耐力に感心しました。詳しくは平井さんが書いています。

音楽に惹きつけられた様子は、田邊さんや加藤さんがお書きです。甥御さんによると、ピアノ、

ヴァイオリン、チェロ、英国の縦笛、シタール、ウクレレ、マンドリン、などの楽器やそれらの楽器の楽譜が沢山遺されているそうです。カメラも好きで、名所旧跡・寺院の画像や、集いの写真など多くの写真像が遺されました。

蒐集家でもあったので、中国の書画骨董も遺されました。中国絵画や書の掛け軸は、“長持ち”のような入れ物に一杯になるほど在り、端溪の硯、筆、墨、など、さらに科学の本はもちろん、仏像、寺院、仏教、キリスト教、阿含経、手相などの本も多数残されました。

レグルスの会では月1回、東京-姫路-広島を結んで、ズームを使って歓談をしています。11月1日のホストは内海さんで彼の提唱でハロウィンの仮装で歓談をしました。内海さんはその時、「最近手相が変わった」と言うのです。皆が「え!？」というのを見て、さらに「手相が変わる

のは本当です」と強い口調で言いながら、傍にいた甥御さんにご自分の手を見せていました。「これからは明るい良い方向に向かいます」と楽しそうに話してくれました。これが彼の肉声を聞いた最後となりました。

小学生の頃、ご尊父とラジオを聞きながら天気図を描く科学少年が、村上忠敬先生の講演を聞いて天文にあこがれ、家の縁側には、天体望遠鏡を10台以上も並べて星々対話を楽しんでいました。自宅で倒れた時には、望遠鏡の接眼用1.5倍のパローレンズを手にしていたそうです。ご自身のあこがれていた星々が、内海さんを引き上げたようです。これほど鮮やかなお別れはむずかしいことです。今は天上でレグルスやスバルやそのほか多くの星々に囲まれて幸せに過ごされているに違いないと思っています。

合掌

追悼 内海和彦さん

平井正則（福岡教育大学・名誉教授）

初めてお会いしたのは1969年春、東大天文教室談話会と記憶します。内海さんは大学院修士課程修了後、東京学芸大助手に着任されていたようです。

飾らぬ風貌で、若干照れたものの言いは天文学研究者らしく、印象深いものでした。

1962年東京天文台岡山天体物理観測所188センチ反射望遠鏡開所の本観測が開始され、なかでも、藤田良雄先生の率いる低温度星観測グループ（内海さんを含む）の成果は日本初の国際的研究成果のひとつでした。

写真は、岡山観測所開設期1956年7月、藤田良雄先生と観測に集まった主な低温度観測グループのスナップです。内海さんが見えます（右から山下泰正、内海、辻隆、藤田先生）（2000年藤田良雄著「人と交わり半世紀」の235ページより）



岡山観測所に集まった当時の主な藤田グループ

内海さんは188センチ鏡と分光器で得られる無数の吸収スペクトルからなる炭素星可視域スペクトルの解析に邁進しました（当時はセンサーは写真乾板でした!）。恒星のハーバード分類の晩期（低温）側には酸化チタン分子（TiO）吸収の強

いM型星、炭素分子(CN, C₂)吸収の強いC型星、その中間のS型星に分かれます。このM-S-C分光系列を藤田良先生は簡単な解離平衡理論からC/O元素組成比の違いであることを示唆し、藤田グループはその観測的実証を行いました。さらに、炭素星の温度とC₂強度のキーナン・モルガン分類が温度と元素組成の二次元分類であることの観測的証拠を明らかにしました。なかでも、これらの藤田グループの結果には、内海さんによる多数の吸収線重合の分解、測定をもとにした膨大な同定表作成が中心的な貢献をしたと私は考えます。

さらに、炭素同位体¹³Cの多い炭素星のJ型星の可視域スペクトルにs-過程元素過剰を示しました。これらの星で水素燃焼により生まれた中性子から作られたs-過程元素が大気上層へ汲み出された観測的な証拠です。

また、1970年に、姫路に生まれの内海さんの天文学への関心を育てた村上忠敬(広島大学)先生の研究室である広島大学総合学部の跡を幸運にも、継ぐこととなりました。専門の天文学ばかりでなく、東京学芸大助手に続き、広島大学総合学部にて天文教育の支援も続けられました。1987年には「現代天文学要説」(朝倉書店)(田邊健

茲・吉岡一男共著)と題する主に教員のための天文学習教科書を出版されています。

晩年(2007年、2008年)内海・平井にて、J型炭素星可視光スペクトルは多数の分子線吸収のため偽連続スペクトルが形成され、炭素星の元素組成決定に注意が必要との学会発表をしました。この機会に内海さんの初期時代から研究データとその処理の資料を見る機会がありました。

主に明るい炭素星の188センチ鏡とクーデ分光器による可視光赤波長域スペクトルデータが大学ノート一冊(700本余の吸収線波長リスト、強度、同定)に詰め込められていました。また、データ解析作業には各星ごとに1メートルを超えるトレース(巻紙)が保存されていました。退官された内海さん宅の納屋を改造して研究のために長いトレースを広げられるテーブルが特設されていました。

研究の議論で姫路の内海宅に出かけたある日、議論の合間に、音楽好きの内海さんに、ちょっと古い二胡を頂きました。残念ながら、私は二胡の奏き方をおそわるまもなく、内海さんは逝ってしまいました。私の書斎には沈黙の二胡が書籍の横に座っています。

心から、内海さんのご冥福をお祈ります。

内海和彦さんの思い出 ～ヴァイオリンのことなど～

田邊健茲(岡山理科大学・名誉教授)

内海和彦さんと出会ったのは1971年ごろ(村上忠敬先生の後任として赴任されたころ)、広島第一産業(現Edion)のクラシック・レコードの売り場でした。その数ヶ月前から、私の指導教官だった成相秀一教授(当時は助教授)の紹介により、すでに顔見知りでしたが、その時から急に親しくなりました。

1979年、私が結婚して間がない頃、竹原市の

自宅に内海さんはヴァイオリンを携えて来られ、妻の伴奏でヘンデルのソナタを弾き、私と妻は「内海さんはヴァイオリンも弾くんだ」と大変驚きました。

1986年、村上忠敬先生の一周忌の追悼パーティーで、彼は私のピアノ伴奏でパラディス(M. Th. Paradis)のシチリアーナという名曲を弾きました。(実はピアノ・パートがやさしそうだった



筆者（田邊）の伴奏でヴァイオリンを弾く内海さん（1986年2月2日）。

ので引き受けたものの、実際はうまく行かず、済んでから隣の席の牟田泰三さん（広島大教授・素粒子論、我々の天文仲間）に「ちゃんと練習したのですか？」と言われてしまいました。しかし、もし完璧に弾けるまで練習していたら、我々の交友関係は壊れ、終わっていたかもしれません。

私が岡山に移って数年後、小学生の次女がヴァイオリンを弾きたい、と言い出したので内海さんに相談すると、間もなく Andalusia というヴァイオリンを持ってきてくれました。その後、私もヴィオラを勉強したい、と言ったら Karl Höfner という楽器を持ってきてくれました。私は岡山で一番の名手（14歳年下の女性奏者）について勉強を始め（1996年）、長女（チェロ）たちともアンサンブルできるように頑張り、そこそこ弾けるようになりました。

それから5年ほど後の2001年、内海さんは定年を迎え、私はその記念パーティーを加藤一孝さん（広島市こども科学館・プラネタリウム室）と共同で開きました。私は妻の伴奏でJ.S. バッハの「G線上のアリア」を弾き、内海さんは大変嬉し

そうに聞いてくれたのを思い出します。その頃、内海さんがいつも楽器を購入していた弦楽器の店のオーナーから聞いたことですが「内海先生からは一財産くらい買っていただきました」ということでした。

2005年ごろから私は、かねてからやりたかった分光観測を、市販の低分散（R～500程度）のCCD分光器を用いて輝線天体の分光から始めました。幸いいくつかの新星の観測に成功し、その結果を国際会議で発表し、また数編の論文も出すことができましたが、これも内海さんとの交友に負うところが少なくありません。無論、内海さんたちの「藤田スクール」の低温度星・炭素星の高分散分光とは手法もターゲットも大きく異なる世界ではありますが、分光観測の世界をいろいろ教えてもらっていたので、自分の世界も開くことができました。

2023年、作家・池澤夏樹氏の「また会う日まで」という長編小説が出ましたが、これは作者の大伯父で海軍士官（少将）かつ天文学者であった秋吉利雄（1892-1947）という人物の生涯を著したもので、そのなかに「藤田良雄君の手記」が頻繁に登場しています。内海さんに電話してその話をしたら、すでに池澤さんの側から取材を受けていたそうです。

昨年、紫金山・アトラス彗星（c/2023A3）が地球に近づき、私は自宅の庭でこの彗星を撮影できたので内海さんに送ろうと準備していた矢先の訃報でした。2024年11月14日、内海和彦さんは姫路の自宅で突然亡くなりました。ご家族の話では前日までお元気だったそうです。16日、私と妻はお別れに参りました。安らかな顔でした。

内海和彦先生を偲ぶ

伊東(佐伯)昌市 (元国立天文台天文情報センター)



地学科の学生と内海先生（左から3人目）

内海和彦先生は2024年11月14日に亡くなりました。87歳でした。2日ほど前には妹さんご家族と一緒に、買い物や食事をなさっていたといいます。

先生の教えを受けた者の一人としてお人柄の一端を紹介したいと思います。

先生に初めてお会いしたのは、昭和41年（1966年）の4月でした。私が東京学芸大学に入学した年であり、内海先生が東京大学理学部天文学教室の博士課程から赴任してこられた年でもあります。

東京学芸大学は教育系の大学で内海先生が所属された地学科は天文学、地球物理学（地震学・気象及び海洋学）、岩石鉱物学、地質古生物学のそれぞれの研究室に分かれていました。内海先生は地学科の助手として天文学及び地球物理学分野の実験指導を担当されました。内海先生は地球の自転を示すフーコー振子の実験や、地震の震源を求める地震波の解析等を指導されていました。また実験結果の計算の精度を見積もるために、誤差論の講義などもされました。球面三角の計算では、当時対数計算を行ったので手回しのタイガー計算機と対数表は必須でした。

卒業後すぐに教師になる者も多い我々教育系大学の学生にはフィールドワークなどの実践経験も重要と考えられ、入学直後から研究室への所属が

勧められていました。内海先生は我々天文学を選んだ新入生や2年生計6,7名を対象に「W. M. Smart; Spherical Astronomy」の読書会を始められました。学部学生にとって英語で出版された天体物理の専門書はとても手に負えるものではありません。けれども、天文学が数学や物理学、特に量子論に基づいた壮大で緻密に構成された学問であるかということをうかがい知ることができるようになりました。理解の度合いはともかく、このような読書会は、それまでの単なる宇宙へのあこがれから、自然と向き合う姿勢とはどのようにあるべきなのかを考えさせられました。我々学生たちの人生にじわじわと影響を与え続けてくれたように思います。さらに、「Lawrence H. Aller; Astrophysics: The Atmosphere of the Sun and Stars」や「ヘルツベルグ; 原子スペクトルと原子構造」、数学の勉強のために「Wilfred Kaplan; Advanced Calculus」が選ばれました。

夏休みには毎年、星の観察やペルセウス座流星群の観測を兼ねて高原でのバンガロー合宿も行いました。昼は自炊の支度や輪講や夜に備えての天気図作成、夜天気が悪ければコンパになります。内海先生は、いつもニコニコとお付き合いというわけです。麻雀はやりません。先生の説によれば…天体観測を行う者は、晴れたら直ぐに観測に掛からなければならない…ということで、麻雀はしてはならないというのです。そこで花札のこいこいの手ほどきを受けました。

卒業論文のための観測は大学の中だけではなく、本郷にある東京大学理学部の天文学教室や三鷹にある東京天文台の機器を使わせてもらいに行きました。それらすべて内海先生が手配してくださいました。また先生が研究されている炭素星の観測のために岡山天体物理観測所へご一緒し、188 cm望遠鏡でクーデ観測の手伝いをさせてい

ただいたこともあります。

内海和彦先生は決して饒舌な方ではありません。というより表現の苦手な方でした。けれども、美味しいコーヒーの飲み方を手ほどきしたり、一緒にテニスをし、時には花札に興じたりと、学生との時間を共有してくださる方でした。音楽もお好きでした。特にヴァイオリンの演奏が得意？で、よく弾いてくださいました。

私が卒業する昭和45年ころ内海先生も広島大学の助教授として赴任されることになったのですが、広島へ移られても毎年何回か必ず東京へいらっしゃいました。私が同じ天文学教室出身の同級生と結婚した後は、拙宅を東京の宿として利用されるようになりました。来訪の理由は様々で、学生時代に所属していたコーラス部や空手部？の集まり、古本屋回り、学会、大学入試センター試験のための会議など様々です。しかし一番大切にされていたことは、藤田良雄先生（東京大学名誉教授で後に日本学士院長）をお訪ねすることでした。

藤田先生のお元気な姿に接し、近況報告や研究について意見交換をされたようでした。いつからか私も一緒に藤田先生のお宅へ伺うようになり、明星大学で学長をなさっておられた元天文台の日江井榮二郎先生やご近所の皆さんとの集まりが「レグルスの会」となりました。東京学芸大学の校章がしし座だったことに因んで、しし座の一等



内海さんのハロウィン姿

星の名前を内海先生が命名され会長となりました。

藤田良雄先生が100歳の年の皆既日食を皆で一緒に見に行きましょうとの約束が、2009年に硫黄島沖合の「ぱしふいっくびいなす号」で実現しました。冒頭（略歴の右）に載せた内海先生の写真は、この時のものです。

藤田先生が亡くなられた後も内海先生を中心にこの会は続けられ、時には旅行会なども行っていました。コロナウィルスで外出できない期間中も、毎週Zoomを使つてのミーティングは続けました。来春は皆でまた内海先生のいらっしゃる姫路へ行きましようか…と再会の話題を語り合っていた最中の突然の別れとなってしまいました。

星空の楽しみを教えていただいた内海先生 加藤陽之輔（姫路市在住）

「今日の昴には奥行きがあるね。」

ある秋の夜に10 cmの双眼鏡で昴を覗いていた時の内海先生のつぶやき。そこには視界いっぱい輝く星たちが微笑んでいました。内海先生はこのほか昴がお好きだったように思います。その内海先生が突然お亡くなりになりました。

その2週間前には後述する「レグルスの会」のリモート会議でお元気なお姿を拝見していましたのに、残念でなりません。

内海先生との出会いは天文学からではなく、音楽がきっかけでした。先生が広島大学を退官されてすぐのころ、音楽の仲間から内海先生を紹介さ



傘寿の時、贈られた星座の傘と

れ、先生宅のすばらしいオーディオの音色を聞きに伺いました。その時はまだ天文学関係の先生だとは知らずに音楽談義を楽しんでおりました。話が進む中で私が天体観測を趣味にしていることをお伝えすると、なんと先生の専門が天文学とこのことで驚きました。

内海先生は決してお話し上手とはいえませんが、こちらの話をじっくり聞いて下さり、天文学には素人の私にも懇切丁寧にわかりやすくご説明下さいました。その後、先生宅にあるたくさんの天体望遠鏡を使って星空観察をさせていただきました。先生のお宅はわが家から車でほんの10分位の近さでしたので多い時には週の半分は深夜まで観察をさせていただきました。

内海先生は実に多趣味な方でした。私と共通する分野だけでも写真、音楽、絵画、読書、古書市や古道具屋さんのぞきなど。車を運転なされない

先生は自転車でよく古道具屋へ行っておられ、店のご主人とも顔なじみになっておられました。そして先生は特別の運をお持ちなのか、なぜか掘り出し物の天体望遠鏡やオーディオ機器に出会われます。

音楽に関してはご自身がヴァイオリンを演奏され、さらにCDやレコード盤の収集は一般の愛好家のレベルをはるかに超え、その数ははかり知れないほどでした。私の好きな演奏家を挙げるとすぐにその演奏家のCDを取り出してきてくださいました。おかげさまで先生ゆかりのCDやLPレコードがわが家にもたくさんあり、それらを聞くたびに先生を思い出します。また文学、美術関係でもたくさんの蔵書をお持ちで、その中でもお勧めいただいた「寺田寅彦全随筆六巻」はとても興味深く読ませていただきました。

10年ほど前に内海先生のご紹介で、藤田良雄先生ゆかりの「レグルスの会」にも参加させていただくようになり、旅行やリモート会議を楽しむことができるようになりました。2021年秋にはレグルスの会が山梨県で開催され内海先生とご一緒して参加。往復1000kmのロングドライブを楽しみました。思い返せばレグルスメンバーの多くの方にとってはその時が内海先生と直接会われた最後の会だったのでなご一層思い出深い旅行であったことと思います。

本当に多くのことを教えていただきました内海先生。心からの哀悼の気持ちが天に届きますように。これからも昂を見るたびに内海先生を思い出すごでしよう。

本当にありがとうございました。

寄贈図書リスト

- ① 一般相対論の基礎から学ぶ 重力レンズと重力波天文学, 二間瀬敏史 梅津敬一 伊藤洋介, A5判, 320 ページ, 3,600円+税, 日本評論社

- ② 光学機械設計ハンドブック オプトメカニカルデザインの実用的手法, Paul R. Yoder, Jr. 著, 田邊貴大監訳, 菊判, 832 ページ, 20,000円+税, 森北出版

月報だより

月報だよりの原稿は毎月20日に締切り、翌月に発行の「天文月報」に掲載いたします。ご投稿いただいた記事は、翌月初旬に一度校正をお願いいたします。

記事の投稿は、e-mailで toukou@geppou.asj.or.jp 宛にお送りください。折り返し、受領の連絡をいたします。

人事公募

京都大学大学院理学研究科物理学・宇宙物理学専攻（物理学第二分野）助教

- 募集人員：1名
- 勤務場所：
 - 京都大学大学院理学研究科物理学・宇宙物理学専攻物理学第二分野宇宙線研究室
 - 京都市左京区北白川追分町
(変更の範囲) 大学が在宅勤務を許可又は命じた場合は自宅等
- 勤務内容：宇宙物理学に関する実験・観測的研究を行う。大学院・学部教育も積極的に行う。
- 資格等：博士号取得者（着任時までに取得見込みの方）、もしくはそれと同等の研究業績を有すること
- 着任時期：令和7年11月1日以降のできるだけ早い時期
- 任期または雇用期間：5年（再任あり）審査の上、1回に限り再任可。再任後の任期は2年。
(再任は、学術的業績、教育及び運営への貢献、社会的貢献、再任後の研究計画等を勘案して判断)
- 試用期間：あり（6か月）
- 勤務形態：専門業務型裁量労働制（週38時間45分相当、1日7時間45分相当）
 - 専門業務型裁量労働制を適用しない場合は、週5日8:30～17:15勤務（休憩12:00～13:00）、超過勤務を命じる場合あり休日：土・日曜日、祝日、年末年始、創立記念日
- 給与・手当等：本学支給基準に基づき支給

- 社会保険：文部科学省共済組合、厚生年金、雇用保険および労災保険に加入
- 提出書類：
 - 履歴書（顔写真、e-mailアドレス、着任可能時期を明記）
 - 研究業績リスト
 - 主要論文3編以内
 - 研究業績概要
 - 着任後の研究計画（教育に対する抱負も含む）
 - 推薦書または意見書
- 公募締切：令和7年7月25日（金）23:59（JST）必着
- 選考方法：書類選考（*必要と判断した場合、セミナーをお願いする場合があります。）
- 書類送付先および問い合わせ先：
 - 書類送付先
京都大学大学院理学研究科
物理・宇宙物理学系学系系長 中家剛
電子メールにて
apply_at_scphys.kyoto-u.ac.jp 宛に pdf（最大サイズ20MB）を送付する（「_at_」を「@」に変えてください）。
Subject 欄は「宇宙線研究室助教」とし、ファイル受領の返信を必ず確認のこと。
 - 問合せ先：
京都大学大学院理学研究科
物理学第二教室 准教授 榎戸輝揚
電話：075-753-3858
e-mail:enoto.teruaki.2w_at_kyoto-u.ac.jp
（「_at_」を「@」に変えてください）
- その他：
 - ・本公募は、主に、理化学研究所と京都大学・理学研究科の共同研究「量子光科学プロジェクト」

トー先端的な量子光科学手法を用いた基礎的な物理学の諸問題の解決」に基づくものです。

- ・採用後は、物理・宇宙物理学系に所属し、大学院理学研究科物理学・宇宙物理学専攻において勤務していただきます。
- ・個人情報保護法に基づき、応募書類は採用審査にのみ使用します。正当な理由なく第三者への開示、譲渡および貸与することは一切ありません。
- ・京都大学は男女共同参画を推進しています。女性研究者の積極的な応募を期待します。
- ・本学における男女共同参画推進施策の一環として、「雇用の分野における男女の均等な機会及び待遇の確保等に関する法律（男女雇用機会均等法）」第8条の規定に基づき、選考において評価が同等である場合は、女性を優先して採用します。
- ・京都大学では教育・研究および就業と家庭生活との両立を支援いたします。
<https://www.cwr.kyoto-u.ac.jp>
- ・出産、育児または介護により研究を中断した期間がある場合は、応募者の申し出により、研究業績の審査において考慮しますので、その旨を提出書類に記入してください。
- ・京都大学では、すべてのキャンパスにおいて、屋内での喫煙を禁止し、屋外では、喫煙場所に指定された場所を除き、喫煙を禁止するなど、受動喫煙の防止を図っています。
- ・京都大学大学院理学研究科は、研究活動におけるコンプライアンスに対する教職員や学生の意識の向上に努めています。

東京大学宇宙線研究所 助教

1. 職種及び公募人員：助教（テニュアトラック）1名
 2. 職務内容（専門分野）等：本研究所高エネルギー天体グループにおいて、主に高エネルギー宇宙物理学の理論的研究に従事することで、マルチメッセンジャー天文学を推進していただきます。グループメンバーと協力して成果を出していただける方、観測的な共同研究を視野に入れられる方を希望します。
- ※変更の範囲：配置換、兼務及び出向を命じることがある（意に反して命じられることは原則ない。詳細は東京大学教員の就業に関する規程第4条による。）
3. 勤務地：宇宙線研究所（千葉県柏市柏の葉5-1-5）

※変更の範囲：本学の指定する場所（配置換又は出向を意に反して命じられることは原則ない。詳細は東京大学教員の就業に関する規程第4条による。）

4. 応募資格：雇用の時点で博士号を取得しているか、確実に取得できる見込みの者。性別・国籍・研究経歴によらず、広く関連する研究分野から活発な応募を期待します。
 5. 着任時期：決定後なるべく早い時期
 6. 待遇：給与は本学の規定に基づき経歴等により決定します。保険は文部科学省共済組合と雇用保険に加入します。
 7. 任期：任期5年。着任後約3年間でテニュアトラック期間とし、3年近く経過した時点でテニュア着任の審査を行い、審査で認められれば任期なしに移行します。テニュアトラック期間は、研究予算100万円／年のスタートアップ支援をいたします。
 8. 就業日・就業時間：専門業務型裁量労働制により、1日あたり7時間45分・週5日勤務したものとみなされます。
 9. 休日：土・日、祝日、年末年始（12月29日～1月3日）
 10. 選考：選考委員会による書類選考（第一次審査）を行い、最終選考は、面接によります。（面接を受けていただく方には詳細を連絡します。）
 11. 応募書類：以下（1）から（6）までの書類をEメールに添付で提出してください。（7）の推薦書、又は意見書は、作成者からEメールに添付で応募締切日までに提出してください。応募書類・推薦書・意見書の電子ファイル形式はpdfとします。（応募書類の提出に対しては、受信した旨の返信をいたしますので、必ず当方からの返信の有無を確認してください。）
- （1）履歴書（市販の様式相当、博士号の有無・取得見込み、電子メールアドレスを必ず記入のこと）
 - （2）研究歴（A4判で3ページ以内）
 - （3）業績リスト（論文リスト、研究発表リスト等）、及び主要論文（3編以内）。提出する論文については論文リストに印を付け、一目でわかるようにすること。
 - （4）着任可能時期
 - （5）着任後の研究計画（A4判で3ページ以内）
 - （6）学生に対するセクハラ・性暴力等を原因とする過去の刑事罰、行政処分及び懲戒処分にかかる申告書

(7) 推薦書又は意見書2通

※(6)については、以下URLから様式をダウンロードください。

<https://proself.icrr.u-tokyo.ac.jp/public/kv2cAAAnP9ERAtf0B4m-PaXyksfRZ0XTwTKCHopOB5XHB>

12. 応募締切: 2025年7月18日(金) 正午必着

13. その他:

(1) 「東京大学男女共同参画加速のための宣言」に基づき、女性の応募を歓迎します。

(2) 外為法等の定めにより、採用時点で、海外との兼業や、外国政府等からの多額の収入がある場合、研究上の技術の共有が制限され、本学教職員としての職務の達成が困難となる可能性があることから、このような場合、兼業等については、本学における研究上の技術の共有に支障のない範囲に留める必要があります。

(3) 試用期間あり(14日間)

(4) 受動喫煙防止措置の状況: 敷地内禁煙(屋外に喫煙場所あり)

(5) 産前・産後休暇及び育児休業による中断期間分を雇用延長することがある。(東京大学における教員の任期に関する規則第3条による。詳細は応相談)

14. 送付先: Eメール application_at_icrr.u-tokyo.ac.jp
(メールを送信する際は_at_を@に直してください)
メールの件名に公募番号の「ICRR2025-01」を明記してください。

15. 問い合わせ先: 東京大学宇宙線研究所 浅野勝晃
電話 04-7136-3187

Eメール asanok_at_icrr.u-tokyo.ac.jp
(メールを送信する際は_at_を@に直してください)

16. 募集者名称: 国立大学法人東京大学

東京大学宇宙線研究所 特任助教

【女性限定】

1. 職種及び公募人員: 特任助教1名

2. 職務内容(専門分野)等: 宇宙線研究所で行われている広い意味の宇宙線の実験的・観測的研究、あるいは理論的研究を本研究所教員とともに遂行して下さる方を広く募集します。

※変更の範囲: 配置換、兼務及び出向を命じることがある(意に反して命じられることは原則ない。詳細は東京大学教員の就業に関する規程第4条による。)

3. 勤務地: 宇宙線研究所(千葉県柏市柏の葉又は岐阜県飛騨市神岡町)

※変更の範囲: 本学の指定する場所(配置換又は出向を意に反して命じられることは原則ない。詳細は東京大学教員の就業に関する規程第4条による。)

4. 応募資格:

・雇用の時点で博士号を取得しているか、確実に取得できる見込みであること

※国籍・研究経歴によらず、広く関連する研究分野から活発な応募を期待します。

・女性であること

※東京大学は男女共同参画を推進しており、本公募では「男女雇用機会均等法」第8条の規定(女性労働者に係る措置に関する特例)に則り、女性教員の割合が相当程度少ない現状を積極的に改善するための措置として、女性に限定した公募を実施します。

5. 着任時期: 決定後できるだけ早い時期

6. 待遇: 「東京大学特定定期雇用教職員の就業に関する規程」(平成16年4月1日制定)に定める特任助教とします。同規程に基づき、給与は経歴により決定します。保険は文部科学省共済組合と雇用保険に加入、手当は通勤手当を支給します。

7. 任期: 雇用は年度ごとに更新し、最長で5年間とします。

8. 就業時間: 専門業務型裁量労働制により、1日7時間45分・週5日勤務したものとみなされます。

9. 休日: 土・日、祝日、年末年始(12月29日～1月3日)

10. 選考: 選考委員会による書類選考(第一次審査)を行い、最終選考は、面接によります。(面接を受けていただく方には詳細を連絡します。)

11. 応募締切: 2025年7月24日(木) 12時必着

12. 応募書類: 以下(1)から(6)までの書類をEメールに添付で提出してください。

(7)の推薦書又は意見書は、作成者からEメールに添付で応募締切日までに提出してください。応募書類・推薦書・意見書の電子ファイル形式はpdfとします。(応募書類の提出に対しては、受信した旨の返信をいたしますので、必ず当方からの返信の有無を確認してください。)

(1) 履歴書(市販の様式相当、博士号の有無・取得見込み、電子メールアドレスを必ず記入のこと)

(2) 研究歴(A4判で3ページ以内)

(3) 業績リスト(論文リスト、研究発表リスト)

等), 及び主要論文 (3編以内). 提出する論文については論文リストに印を付け, 一目でわかるようにすること.

- (4) 着任可能時期
- (5) 着任後の研究計画 (A4判で3ページ以内)
- (6) 学生に対するセクハラ・性暴力等を原因とする過去の刑事罰, 行政処分及び懲戒処分にかかる申告書
- (7) 推薦書又は意見書2通

※ (6) については, 以下URLから様式をダウンロードください.

<https://proself.icrr.u-tokyo.ac.jp/public/kv2cAAAnP9ERAtI0B4m-PaXyksfRZ0XTwTKCHopOB5XHB>

13. その他:

- (1) 採用時点で, 外国法人, 外国政府等と個人として契約している場合や, 外国政府等から金銭その他の重大な利益を得ている場合, 外為法の定めにより, 一定の技術の共有が制限され, 結果として本学教職員としての職務の達成が困難となる可能性があります. このような場合, 当該契約・利益については, 職務に必要な技術の共有に支障のない範囲に留める必要があります.
- (2) 試用期間あり (14日間)
- (3) 受動喫煙防止措置の状況: 敷地内禁煙 (屋外に喫煙場所あり)
- (4) 受産前・産後休暇及び育児休業による中断期間分を雇用延長することがある. (プロジェクトの状況等による. 詳細は応相談)

- 14. 送付先: Eメール application_at_icrr.u-tokyo.ac.jp (メールを送信する際は_at_を@に直してください) 件名に公募番号の「ICRR2025-03」を明記してください.

- 15. 問い合わせ先: 所長 荻尾彰一

電話04-7136-3100

Eメール director_at_icrr.u-tokyo.ac.jp

(メールを送信する際は_at_を@に直してください)

- 16. 募集者名称: 国立大学法人東京大学

東京大学宇宙線研究所 准教授

- 1. 職種及び公募人員: 准教授 (テニュアトラック) 1名
- 2. 職務内容 (専門分野) 等: 本研究所の高エネルギー宇宙線研究部門では, 研究グループ間の連携を進め, 高エネルギー宇宙線ならびにガンマ線の

観測的研究を推進していただける方を求めます. 本研究所で進めているテレスコープアレイ実験, チベット ASy実験・アルパカ実験の維持・運用・建設, 観測的研究において中核的な役割を担っていただきます. さらに, 国際ガンマ線天文台CTAOの大口径望遠鏡アレイの建設・運用を担い, 観測的研究を推進していただきます. これらの連携を通じて, 本部門の将来計画の策定・推進においても中心的な役割を果たしていただくことを期待します.

※変更の範囲: 配置換, 兼務及び出向を命じることがあります. (意に反して命じられることは原則ない. 詳細は東京大学教員の就業に関する規程第4条による.)

- 3. 勤務地: 宇宙線研究所 (千葉県柏市柏の葉5-1-5)
※変更の範囲: 本学の指定する場所 (配置換又は出向を意に反して命じられることは原則ない. 詳細は東京大学教員の就業に関する規程第4条による.)

- 4. 応募資格: 雇用の時点で博士号を取得していること
- 5. 着任時期: 定後なるべく早い時期
- 6. 待遇: 給与は本学の規定に基づき経歴等により決定します. 保険は文部科学省共済組合と雇用保険に加入します.
- 7. 任期: 任期5年. 着任後約3年間をテニュアトラック期間とし, 3年近く経過した時点でテニュア着任の審査を行い, 審査で認められれば任期なしに移行します. テニュアトラック期間は, 研究予算100万円/年のスタートアップ支援をいたします.
- 8. 就業日・就業時間: 専門業務型裁量労働制により, 1日あたり7時間45分・週5日勤務したものとみなされます.

- 9. 休日: 土・日, 祝日, 年末年始 (12月29日～1月3日)

- 10. 選考: 選考委員会による書類選考 (第一次審査) を行い, 最終選考は, 面接によります. (面接を受けていただく方には詳細を連絡します.)

- 11. 応募書類: 以下 (1) から (7) までの書類をEメールに添付で提出してください. (6) の推薦書又は意見書は, 作成者からEメールに添付で応募締切日までに提出してください. 応募書類・推薦書・意見書のファイル形式はpdfとします. (応募書類の提出に対しては, 受信した旨の返信をいたしますので, 必ず当方からの返信の有無を確認してください.)

(1) 履歴書

(2) 研究歴 (A4判で3頁以内)

- (3) 着任後の研究計画（A4判で3頁以内）
- (4) 業績リスト（論文リスト、研究発表リスト、外部資金獲得状況等）及び主要論文（5編以内）. 提出する論文については論文リストに印を付け、一目でわかるようにすること.
- (5) 着任可能時期
- (6) 推薦書又は意見書2通
- (7) 学生に対するセクハラ・性暴力等を原因とする過去の刑事罰、行政処分及び懲戒処分にかかる申告書

※ (7) については、以下URLから様式をダウンロードください.

<https://proself.icrr.u-tokyo.ac.jp/public/kv2cAAAnP9ERAtI0B4m-PaXyksfRZ0XTwTKCHopOB5XHB>

12. 応募締切: 2025年7月25日(金) 正午必着

13. その他:

- (1) 「東京大学男女共同参画加速のための宣言」に基づき、女性の応募を歓迎します.
- (2) 外為法等の定めにより、採用時点で、海外との兼業や、外国政府等からの多額の収入がある場合、研究上の技術の共有が制限され、本学教職員としての職務の達成が困難となる可能性があることから、このような場合、兼業等については、本学における研究上の技術の共有に支障のない範囲に留める必要があります.
- (3) 試用期間あり（14日間）
- (4) 受動喫煙防止措置の状況: 敷地内禁煙（屋外に喫煙場所あり）

14. 送付先: Eメール application_at_icrr.u-tokyo.ac.jp (メールを送信する際は_at_を@に直してください) メールの件名に公募番号の「ICRR2024-15」を明記してください.

15. 問い合わせ先: 高エネルギー宇宙線研究部門主任 窪 秀利
電話 04-7136-3136

Eメール kubo_at_icrr.u-tokyo.ac.jp (メールを送信する際は_at_を@に直してください)

16. 募集者名称 国立大学法人東京大学

る学術振興を目指し、2023年度も引き続き下記の助成事業を行います. それぞれの応募要項の詳細は当財団のホームページ: <http://www.spss.or.jp> に掲載しています. それぞれの公募に対する応募申請に際してはホームページをご参照の上、申請書をダウンロード・作成いただき必要な書類を添付のうえ、財団宛に電子メール (admin@spss.or.jp) で申請ください. 奮ってご応募いただくようご案内申し上げます.

(1) 国際学会出席旅費の支援

●支援対象

宇宙理学（飛翔体を用いた観測、探査、実験に関連する理学研究）および宇宙工学（宇宙航空工学を含む）に関する独創的・先端的な研究活動を行っている若手研究者（当該年度4月2日で35歳以下）、またはシニアの研究者（当該年度4月2日で63歳以上かつ定年退職した者）で、国際研究集会で論文発表または主要な役割などが原則として確定している者. 海外で開催される国際学会に限ります. リモートでの参加の場合でも参加費（上限5万円）については支援します.

●助成金額・件数: 一件あたり10～30万円程度、年間10件程度

●申し込み受付時期

応募締切り2025年8月31日: 2025年10月から2026年3月の期間に開催初日が予定される国際学会の参加者対象

応募締切り2026年2月28日: 2026年4月から2026年9月の期間に開催初日が予定される国際学会の参加者対象

(2) 国際学会開催の支援

●支援対象

宇宙科学研究を推進している国内の学術団体（研究所、大学等）で、宇宙理学（飛翔体を用いた観測、探査、実験に関連する理学研究）及び宇宙工学（宇宙航空工学を含む）に関する国際学会、国際研究集会の国内開催を主催しようとする団体. リモートでの開催も支援対象です.

●助成金額・件数: 一件あたり20～50万円程度、年間4件程度

●申し込み受付時期

応募締切り2025年8月31日: 2025年10月から2026年3月の期間に開催初日が予定される国際学会対象

応募締切り2026年2月28日: 2026年4月から2026年9月の期間に開催初日が予定される国際学会対象

研究助成

公益財団法人 宇宙科学振興会 2025年度助成事業2件公募のご案内

公益財団法人宇宙科学振興会は宇宙科学分野におけ

●照会先

公益財団法人宇宙科学振興会事務局

<http://www.spss.or.jp>

〒252-5210 神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1

Email: admin@spss.or.jp

Tel: 042-751-1126 (火, 木)

推薦のお願い**2025 年度（第 8 回）日本天文遺産候補推薦のお願い**

日本天文遺産選考委員会

日本天文学会では、歴史的に貴重な天文学・暦学関連の遺産を大切に保存し、文化的遺産として次世代に伝え、その普及と活用を図ることをひとつの使命と考え、日本における天文学（以下、暦学も含む）的な視点で歴史的意義のある史跡・事物に対して日本天文遺産の認定を行っています。対象は原則として次のようなものになります。

- (1) 史跡・建造物：天文学上、重要であった地点や建築・構造物、観測施設など。
- (2) 物品：天文学上の重要な発見に関与する物品や天文学における歴史的意義が高い物品、観測機器や天文学研究に用いられた測定装置など。
- (3) 文献：歴史的意義のある天文学関連の文書類など。

認定された日本天文遺産の所有者等には、認定証および認定されたことを示すパネルまたは楯を贈呈します。これにより対象物の歴史的価値を広く世の中にアピールし、その保全への支援となることを期待しています。皆様からの推薦を参考に天文遺産選考委員会が候補を絞り、日本天文学会代議員総会にて決定します。

日本天文学会の会員（正会員及び準会員）の方々からの候補の推薦を、広く募集します。推薦書の様式は、以下の日本天文学会のサイトからダウンロードすることができます。なお、連名で推薦される場合は、推薦者全員が日本天文学会の会員である必要はありません。

<https://www.asj.or.jp/jp/activities/designation/heritage/>
(日本天文学会/学会の活動/認定/日本天文遺産/推薦要領)

必要事項を記入の上、日本天文学会事務局（〒181-8588 東京都三鷹市大沢2-21-1 国立天文台内／Fax: 0422-31-5487／Eメール: jimu@asj.or.jp）にお送り

ください。送付方法は郵便、Fax, 電子メール添付のいずれでも結構です。現在の管理者・所有者に推薦した旨を連絡しておいていただけると幸いです。

2025年度の認定対象の発表と認定証贈呈式は、2026年3月の日本天文学会春季年会会場にて行う予定です。推薦は、2025年8月31日までに学会事務所へ到着したものを有効とします。候補に対しては必要に応じて現地調査を行います。なお「歴史的」とは長い年月を経ているという意味ではなく、長く後世に伝えていくべき価値を有するものと考えていただければと思います。なにとぞ多数の推薦をよろしくお願いいたします。

また、推薦された史跡・事物については、2025年度に日本天文遺産として認定されなかった場合でも、選考委員会において日本天文遺産候補リストに登録し、翌年以降の選考対象とします。このため、同一の史跡・事物を、翌年以降に重ねて推薦する必要はありません。ただし、推薦書記載の内容に変更がある場合は、再度の提出をお願いいたします。

編集委員会より**天文月報表紙デザイン案大募集！**

天文月報の表紙デザインは常時募集中です。毎年8月末日、一年間で集まった作品を対象に、次年度の表紙デザインを選考します。応募はプロ・アマチュア、会員・非会員問わずどなたでも受け付けます。

2026年1月号～12月号の表紙を飾る表紙の応募は、2025年8月31日締め切りです。

『天文月報』2026年表紙デザイン募集概要

作品掲載期間：2025年12月発行の119巻1号～2026年11月発行の119巻12号

- ・表紙は題字（『天文月報』の文字）、号数、日本天文学会のロゴマーク、記事タイトル、カラー画像および背景イラストから構成されます。
- ・題字とロゴマークは、原本のデータをダウンロードしてご使用ください。題字は元の文字が崩れない程度に、多少のアレンジをしても構いません。

題字: https://www.asj.or.jp/jp/activities/geppou/item/geppou_title.jpg

ロゴマーク: https://www.asj.or.jp/jp/activities/geppou/item/logo_J_black.eps

- ・すべての構成要素の配置を含めたデザインをお願いいたします。毎号異なる背景を12枚作成しても、

1つの背景を使い、配色や画像・テキストの配置を変えるデザインでも構いません。毎月異なるデザインの場合、応募時点で12作品を作成しても、サンプルとして1〜数作品を作成し、残りの号はコンセプトのみお送りいただいても、どちらでも構いません。

- ・具体例は過去の天文月報表紙をご覧ください。

天文月報のホームページのバックナンバー

<https://www.asj.or.jp/jp/activities/geppou/backnumber/>

〈募集要項〉

- ・カラー：CMYK
- ・ファイル形式：不問
- ・雑誌のサイズ：B5判タテ（182ミリ×257ミリ）
- ・締切り：2025年8月末日
- ・送り先：天文月報投稿用アップローダー
https://www.asj.or.jp/jp/activities/geppou/author_submission/
ユーザー名：geppou パスワード：tougou
- ・表紙デザイン案の画像ファイル、およびそのコンセプト（書式自由）をお送りください。

〈応募規定〉

- ・募集する作品は、応募者が作成した未発表のオリジナル作品に限ります。
- ・作品の中に第三者が著作権等の権利を有している著作物等を利用していないものとします。
- ・採用された場合、作品の著作権については以下のように規定します。
*納品された表紙の著作権（著作権法第27条及び第28条に規定する権利を含む）は日本天文学会に帰属します。
*表紙に使用したオリジナル原画の著作権（著作権法21条から26条の3に規定する権利）は日本天文学会に帰属します。
*著作者が表紙に使用したオリジナル原画を他の目的で使用する場合は、事前にその旨を日本天文学会天文月報編集委員会に知らせ、転載許可を取ってください。
- ・応募にあたりご提供いただいた個人情報は、本要項による採用作品の通知のためのみに使用します。
- ・採用された方には、規定の謝礼をお支払いします。
24万円／1年分

ご不明な点等ございましたら、ホームページお問い合わせフォーム「天文月報について」<https://www.asj.or.jp/jp/contact/>よりご連絡ください。

編集委員会より

ご挨拶

今期の天文月報の編集委員長という大役を仰せつかりました。私にとって天文月報は、様々な天文分野の最先端の研究に触れられる貴重な情報源でした。さらにこの10年は天文学の発展に関わる歴史的資料にもなるオーラルヒストリーも継続的に掲載され、その価値は天文学の域を超えつつあるように思います。

分野関連系の重要性が叫ばれる中、天文月報が今後もますます天文学の裾野を広げていけるよう、努めていきたいと思っています。

日下部展彦（アストロバイオロジーセンター）

はてさて、自分はどれだけ編集作業に貢献できているのだろうか、あるいは2年前に「執筆者の個性を活かす編集を心がける」と書いたのは単に編集作業をサポートしているだけではないのか、と自問したりしなかったりですが、引き続き編集委員を努めさせていただきます。

岡本文典（国立天文台）

一期目は、専門とする超長基線電波干渉計（VLBI）や巨大ブラックホール分野に加え、超新星爆発や星形成といった多岐にわたる記事を担当させていただきました。学会員に読んでいただくことを念頭に、文章を推敲する難しさと面白さを知り、多くの学びを得ました。二期目はVLBI関連の記事をより一層充実させる所存です。

小山翔子（新潟大学）

2期目の志達です。X線連星の観測的研究を専門としております。1期目には、特集やシリーズ物なども含め様々な記事を担当させていただきました。編集の仕事や他分野の研究成果など、多くのことを学びました。幅広い読者の皆様に楽しんでいただける魅力的な天文月報になるよう、企画や編集の仕事を通じて貢献できればと考えております。引き続きどうぞよろしくお願いいたします。

志達めぐみ（愛媛大学）

2期目の編集委員を務めさせていただきます。鈴木です。

毎月の打ち合わせでの編集委員長の段取りの良い進行には頭が上がりません。

また、すべての原稿に目を通し、原稿の進捗状況の把握、編集委員の作業締切の管理、印刷所とのやり取りや日程調整までやっていただいている事務方のお二人に、すべての読者に代わって感謝申し上げます。引き続きよろしくお願いいたします。

鈴木大介（大阪大学）

月報編集委員2期目となります。太陽・恒星を中心に観測データ解析や数値計算による研究に取り組んでいます。1期目は単独記事をいくつかと「ひさき」特集号を提案、担当しました。ようやく仕事に慣れてきたところですが、2期目もより魅力ある雑誌にできるよう、引き続き貢献していきます。よろしくお願いいたします。

鳥海森（ISAS/JAXA）

編集委員として活動する中で、自身の専門（X線を用いた天の川銀河の観測と装置開発）以外の研究成果にも多く触れ、天文学の幅広さと奥深さ、そして著者の皆さまが研究に注がれている多大な努力と熱意を、改めて実感しています。

2期目も、より良い記事をお届けできるよう、微力ながら貢献してまいりたいと思います。

信川久実子（近畿大学）

月報編集委員2期目です。専門は遠方銀河の観測研究ですが、委員の仕事を通じて幅広い分野の記事に楽しく関わらせていただくことで、私自身の視野も広がりました。今後もこれまでと同様に、幅広い読者の方々に楽しんでいただける記事の作成に貢献したいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

橋本拓也（筑波大学）

編集委員2期目となります宮本です。1期目を振り返ると特集号や自分の専門以外の分野の記事についても担当し楽しく仕事をさせていただきました。2期目も読者の皆様にわかりやすい雑誌をお届けできるよう頑張りたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

宮本祐介（福井工業大学）

今期より編集委員を拝命いたしました。系外惑星から黄道光に至るまで太陽系内外の天体に興味を持ちながら、装置開発を専門として研究しております。編集委員として自分自身も天文学、あるいはその研究成果を伝える術を学ぶべく活動してまいりますので、どうぞよろしくお願いいたします。

高橋葵（ISAS/JAXA）

今年から委員を務めさせていただきます、ハワイ観測所の田中と申します。私の天文学キャリアの出発点に天文月報が存在しており、それは他の多くの方も同じだと思います。若者に研究という世界へさらに深くいざなうきっかけとなる様な記事を、世に送り出せたらいいなあと思います。微力ながら、何かお手伝いできれば幸いです。

田中 壱（国立天文台・ハワイ）

今期より編集委員を務めることになりました谷川です。星団の力学進化、コンパクト連星の形成理論、数値シミュレーション、コンパクト連星の探査などを専門としております。専門外の読者の方にとってわかりやすい記事を提供できるよう努力していきたいと思えます。どうぞよろしくお願いいたします。

谷川 衝（福井県立大学）

今期より編集委員に加わることになりました。学生時代の専門は星惑星形成の観測的研究や赤外線装置開発ですが、現在はプラネタリウムで、天文学の幅広い話題を解説しています。天文月報は最新研究を日本語で読める貴重な雑誌で、職場でも大変重宝しております。天文教育に携わる者として、他分野やアマチュアの方にも魅力が伝わる記事を届けられるよう尽力したいと思えます。

中島亜紗美（名古屋科学館）

今期より編集委員を務めることになりました福島です。私の専門分野（星・惑星形成）も含めた、多くの天文学に関する話題について、分かりやすい記事を読者の皆様にお届けできるように頑張りたいと思えます。

福島 肇（筑波大学）

今期より編集委員を務めさせていただくことになりました、藤澤です。中性子星や白色矮星などの高密度天体を中心に、回転や磁場を伴っている星を研究しています。回転や磁場があるものは大体好きです。ふとページをめくった時に、偶然目にした記事を読んでみたら予想外に面白かった、というのが雑誌ならではの魅力だと思っています。読者のみなさまと天文月報の記事との、素敵な出会いをお手伝いできるように、精一杯努めてまいります。

藤澤 幸太郎（東京工科大学）

今期より編集委員を務めさせていただくことになりました。専門は観測的宇宙論で、現在まですばる望遠

鏡Hyper Suprime-Camを使った宇宙論解析を行ってきました。様々な分野の読者の方、またプロ・アマチュア・学生を含む幅広い読者の方楽しんでいただけるよう編集に取り組んで参ります。どうぞよろしくお願いいたします。

宮武広直 (名古屋大学)

今期より編集委員となりました国立天文台の守屋堯です。超新星爆発の研究を専門としています。これまで天文月報の記事から多くのことを学ばせていただきましたので、多少なりとも恩返しができたらと思っています。特に若い世代の方々が読んでためになるような天文月報にできたらと考えています。よろしくお願いいたします。

守屋堯 (国立天文台)

訃 報

会員の木暮智一氏は2025年5月22日に逝去されました。満98歳でした。

木暮氏は当学会で、1979～1981年に副理事長、1989～1991年に理事長に就任されたほか、欧文研究報告編集顧問や評議員などを務められました。心よりご冥福をお祈り申し上げます。

会員の田原博人氏は2025年5月30日に逝去されました。満88歳でした。

田原氏は当学会で、2001～2002年に理事長に就任されたほか、欧文研究報告編集委員・編集顧問、年会開催地担当理事、評議員などを務められました。心よりご冥福をお祈り申し上げます。

天文月報 118巻8月号 主な掲載予定記事

アストロバイオロジーセンター10周年特集 (2): アストロバイオロジーセンターでの装置開発【小谷隆行】 近赤外線分光観測とアストロバイオロジー【平野照幸】 極限環境と藻【小杉真貴子】

天球儀: 高速電波バースト (Fast Radio Bursts) の起源を明らかに—台湾BURSTTの紹介【後藤友嗣, 橋本哲也, 正岡滉翔】

〈シリーズ〉天文学者たちの昭和: 日江井榮二郎氏ロングインタビュー [第5回] 日食観測 (1)【高橋慶太郎】

〈シリーズ〉海外の研究室から: 成熟してきた台湾の天文学【松下聡樹, 大橋永芳】

編集委員: 日下部展彦 (編集長), 岡本文典, 小山翔子, 志達めぐみ, 鈴木大介, 高橋葵, 田中壱, 谷川衝, 鳥海森, 中島亜紗美, 信川久美子, 橋本拓也, 福島肇, 藤澤幸太郎, 宮武広直, 宮本祐介, 守屋堯

令和7年6月20日 発行人 〒181-8588 東京都三鷹市大沢2-21-1 国立天文台内 公益社団法人 日本天文学会

印刷発行 印刷所 〒162-0801 新宿区山吹町332-6 株式会社 国際文献社

定価733円 (本体667円) 発行所 〒181-8588 東京都三鷹市大沢2-21-1 国立天文台内 公益社団法人 日本天文学会

Tel: 0422-31-1359 (事務所) / 0422-31-5488 (月報) Fax: 0422-31-5487

振込口座: 郵便振替口座00160-1-13595 日本天文学会

三菱UFJ銀行 三鷹支店 (普) 4434400 公益社団法人 日本天文学会

日本天文学会のウェブサイト <https://www.asj.or.jp/> 月報編集 e-mail: toukou@geppou.asj.or.jp

会費には天文月報購読料が含まれます。

©公益社団法人日本天文学会2025年 (本誌掲載記事は無断転載を禁じます)