

林忠四郎賞	高エネルギー突発天体の理論的研究	井岡邦仁	666
ASTRO NEWS	XRISM ニュース (5): 国際相互較正 — IACHEC 年次集会 2025 開催記録 —	鈴木寛大	677
天球儀	〈2024 年度日本天文学会 天体発見賞〉 光害地のマンションからデジタル観測 超新星 2024ahv の発見	大越英比古	681
	〈2024 年度日本天文学会 天体発見賞〉 超新星 2024aece の発見まで	大野眞一	687
	すばる望遠鏡共同利用観測プロポーザルにおける 無意識バイアス調査報告	岡本桜子・井上昭雄・植村誠	692
シリーズ: 海外の研究室から	非磁気流体を愛する国から Max Planck Institute for Solar System Research	大場崇義	699
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 8 回: 日本の太陽観測施設の拡充	高橋慶太郎	703
雑報	日本天文学会早川幸男基金による渡航報告書 <i>Baryons Beyond Galactic Boundaries-2024</i>	日下部晴香	713
2024 年度博士・修士論文タイトル一覧	天文・天体物理若手の会		716
月報だより			721

【表紙画像説明】

(左) 発見後 9 日目に撮影した超新星 2024ahv. 1 月 16 日 (UT) の発見後, 国内観測者や ATLAS による追観測が続き 1 月 20 日 (UT) にイタリアでの分光観測により SN 2024ahv TypeIb と正式認定されました. 使用機材は 23.5 cm F10 ASI294MM Pro 4 秒×15 スタック ノーフイルター画像. (右) 発見後 11 日目の超新星 2024aece. この夜は, 発見日以来ようやく好シーイングが訪れたので通常の 10 倍近いコマ数をスタックし, 超新星の姿を美しく写すことができました. 使用機材は 23.5 cm F6.3 ASI294MC ノーフイルター画像白黒反転.

(今号の「2024 年度天体発見賞受賞記事」(p. 681, p. 687) 参照)

【今月の表紙デザイン】

今から約 46 億年前に誕生した原始太陽. そしてその 46 億年先の地球に住む私たちの太陽. その輝きとエネルギーからもたらされた数々の奇跡を表現したいと思いました.

高エネルギー突発天体の理論的研究

井岡 邦 仁

〈京都大学基礎物理学研究所 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町〉

e-mail: kunihiro.ioka@yukawa.kyoto-u.ac.jp



突発天体—夜空に突如現れてはすぐに姿を消す、まさに「諸行無常の宇宙」を象徴する現象です。その多くは高エネルギー天体であり、ここ30年ほどの間に、天文学における主要な研究分野へと急速に成長してきました。この発展は、天文学の必然的な流れとも言えるものです。本稿では、私が関わってきたガンマ線バーストや高速電波バーストの理論的研究を紹介するとともに、その歩みの中で出会った個性的で魅力的な人々についても触れたいと思います。

はじめに

この度は、2024年度林忠四郎賞という栄誉ある賞を賜り、大変光栄に思います。ご推薦くださった先生、選考に携わってくださった委員の皆様、そしてこれまでご指導くださった先生方、共同研究者の皆さん、研究コミュニティの皆様により感謝申し上げます。

今回このように受賞記事を執筆する機会をいただいたので、私が関わってきた研究分野—高エネルギー突発天体の理論的研究—の発展や面白さをお伝えするとともに、研究のきっかけとなった「人との出会い」や「影響を受けたエピソード・教訓」にも触れてみたいと思います。すべての人に当てはまるとは思いませんが、読んでくださった方に少しでも楽しんでいただければ、そしてどこかに参考になる部分があれば、大変嬉しいです。

高エネルギー突発天体といっても、さまざまな種類があります。本稿では、私がこれまで研究してきたガンマ線バースト (Gamma-Ray Bursts; GRBs) と高速電波バースト (Fast Radio Bursts; FRBs) についてご紹介します。一言で申し上げると、GRBは「宇宙で最も明るい天体」、FRBは「宇宙で最も

高温な天体」と言えます。本稿の構成はおおむね時系列に沿っており、私の京都大学での大学院生時代、大阪大学（阪大）でのポスドク時代、そしてThe Pennsylvania State University (Penn State)でのポスドク時代を中心に、それぞれの時期に取り組んだ研究と、これらの突発天体が天文学全体の大きな流れの中でどのような位置付けにあるのかについてもお伝えできればと思います。

1. 林先生の薫陶: General education

まずは、林忠四郎先生との思い出を一つご紹介したいと思います。林先生は、当時毎週土曜日に天体核研究室のお茶部屋に顔を出され、議論や雑談を楽しまれていました。常にタバコを手にしておられたのが印象的で、当時75歳くらいだったと思います。私はその頃、修士1年生 (M1) でした。お茶部屋は院生でも気軽に出入りできる場で、私もとくに気にしませんでした。

ある日、普段はほとんど話しかけられることのなかった林先生から、突然声をかけられました。

「君、今何をしている？」

不意を突かれた私は、思っていたことをそのまま口にしました。

「今、M1 っす。早く研究したいっす」
この返答が、どうやら林先生の逆鱗に触れてしまったようで、そこから約1時間にわたるご指導(説教)が始まりました。

林先生は「General education (一般教養・基礎学力の涵養)」を非常に重視されており、修士1年生の間は、研究よりも幅広い基礎的な勉強—素粒子や原子核なども含めて—を通じて学問の土台を固めるべきだと考えておられました。修士1年生のうちから研究を始めたいという私の考えは、その思想に反するものだったのです。

つまり、林先生から私が最初に授かった教訓は、

General education は大事！

ということです。その後、私は改心し、基礎勉強に真剣に取り組むようになりました。その経験は、現在の自分の研究の土台となっています。たとえば、近年盛んになっているマルチメッセンジャー天文学では、電磁波だけでなく、重力波、ニュートリノ、宇宙線といった多様なメッセンジャーを扱い、それぞれに関わる一般相対論や場の理論の知識が必要とされます。まさに、林先生の言われた「General education」が重要になる場面が増えてきたように思います。

2. 最初の研究・最初の論文・禁数値計算

私は、林先生が創始された天体核研究室に入りました。当時は2代目の佐藤文隆さん^{*1}が研究室を率いておられました。研究室の雰囲気は非常に自由で、皆が思い思いに研究をしており、形式的な指導教官は佐藤さんでしたが、誰と研究しても構わないという方針でした。しかし、コロキウムでは、

10勉強して1話せ！

と言われ、厳しく質問されました。また、当時は

ベビーブーム世代ということもあり、同世代の院生が多く、しばしばお互いバチバチと衝突していました。「とんでもないところに入ってしまったな」というのが、率直な第一印象でした。

そんな中、助手だった西亮一さんに Paczyński [1] を紹介していただきました。これは私が初めてじっくり読んだ論文で、今振り返ると、非常によい論文を最初に紹介してもらったと思います。この論文の著者である Paczyński は、今でも私の憧れの研究者の1人です。1500件を超える引用を誇るこの論文では、宇宙のダークマターが Massive Compact Halo Object (MACHO) だと仮定した場合、背景の星が重力レンズ効果によって一時的に明るくなるのが観測的に検証できるという内容が議論されていました。当時、実際に MACHO によると考えられる重力レンズ現象の観測が報告され、話題になっていたところでした。

さらに、MACHO が連星を成していると考えられるような観測例も現れたことから、連星運動を考慮した観測データのモデルフィッティングを行うというテーマに取り組むことになりました(図1参照)。これは、多次元のポテンシャルの極

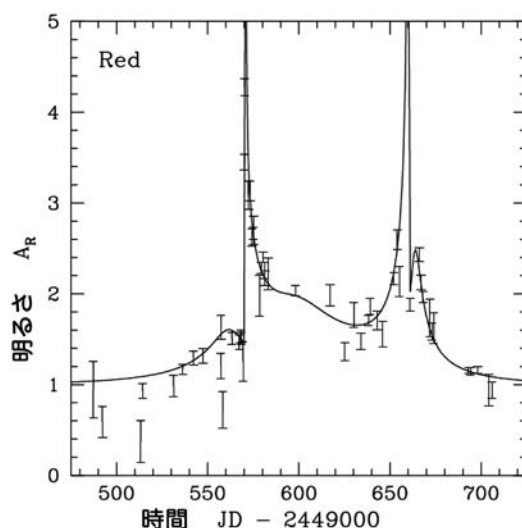


図1 連星による重力レンズ現象 [2]

^{*1} 天体核では林先生を除き「さん」づけが基本。同じ研究者という考えからであり、「先生」と呼ぶと逆に蔑称になる。

小値を数値的に求めるという問題に帰着します。私はコードを書いて数値的に計算を進めようとしたのですが、なぜか最小値付近でポテンシャルが凸凹になるという奇妙な問題が発生し、完全に行き詰まってしまいました。

「バグ取りをしに天体核に来たんじゃない、量子重力を解明しに来たんだ！」

と私はついに切れてしまい、『Quantum Fields in Curved Space』を読み始めるという、よくわからない方向に進み始めます。今思えば、このまま突き進んでいたら、私は研究者になれていなかったと思います。

そんな迷走気味の私を救ってくれたのは、先輩方でした。天体核は、良くも悪くも人間関係が非常に濃い環境で、特に1年先輩の大向一行さんと瀬戸直樹さんは、よく私に絡んできました。私がやばそうだと察した彼らは、

「やばいで、やばいで」

と騒ぎ出し、やばさが皆にバレることになります。

「千葉さん、入道^{*2}がやばいです！」

そう言って、基礎物理学研究所（基研）でポストドクをしていた千葉剛さんのもとに報告に行きました。すると千葉さんは私に、

「原始ブラックホール連星からの重力波の研究をするか？」

と声をかけてくれました。原始ブラックホールはMACHOの候補の一つでした。「なんか凄そうだな」と思った私は、「ぜひお願いします」と即答しました。

千葉さんは「じゃあ中村さんに紹介する」と言って、私を基研の教授だった中村卓史さんのところへ連れて行ってくれました（図2参照）。これが、私にとって実質的な指導教官との出会いでした。当時の私は中村さんのことをあまり知らず、授業で見かけて「髪が多い人だな」くらいの印象しかありませんでした。しかし、研究の相談に部屋を訪ねると、ギロツとにらまれ、「君は誰



図2 中村卓史さん（日本学士院賞受賞パーティにて）

や？」と言わんばかりの視線を向けられたのを覚えています。

その後は、中村さんや千葉さんの指導のもと、なんとか最初の論文を仕上げることができました [3]。最後の方に、千葉さんから

「遅い！早くしろ！」

と怒鳴られて徹夜したのも、今では懐かしい思い出です。

実は、現在天体核研究室を率いている4代目の田中貴浩さんもその論文の著者に加わっています（中村さんは3代目）。田中さんは、当時から尋常ではないほど複雑な計算を軽々とこなしており、今でも驚かされます。この論文は、その後100件以上の引用を得ることになり、よいテーマを与えてもらえたのだと感謝しています。さらに続編の論文もいくつか出すことができました [4, 5]。

ちなみに、最初に取り組んでいた重力レンズの研究も、周囲の助けを得て、最終的には投稿にこぎつけることができました [2]。

数値計算で痛い目を見た私は、自分には数値計算は向いていないと感じてしまい、以後、数値計

^{*2} 髪の毛を丸坊主にしたときに「入道」というあだ名がついてしまった。

算を封印する縛りを課すことになります（もちろん、簡単な数値計算は今でも必要ですが）。「もうアイデア勝負しかない！」と、背水の陣で臨む覚悟を決めました。幸いなことに、近い先輩に、紙と鉛筆の研究スタイルを貫く戸谷友則さんという先駆者がいたため、私はそれほど心配せずにいられたように思います。

数年後、大向さんから、

「林先生は数値計算から法則を見つけて理論モデル化するんや〜」

という話を聞かされ、私は、林先生のようなスタイルでは自分は研究できないということに愕然としました。「もっと早く言ってほしかった」と、そのときは本気で思いました。

こうして、研究1年目で私は多くのことを学ぶことになりました。

天才でもない限り1人では研究できない。

とにかく人と話せ！

自分に合ったスタイルを発見せよ！

よい問題を見つける！

多くの人に助けられながら、なんとか第一歩を踏み出すことができました。

3. Off-axisガンマ線バーストと重力波イベントGW170817

2000年当時、宇宙物理の世界では以下の3つの発見がマイルストーンとなっていました：

- 1) 1997年：GRB残光の発見（GRBの後に残る光の発見。これによりGRBまでの距離が初めて測定可能となり、GRBが遠方にある宇宙一明るい天体であることがわかった）
- 2) 1998年：Ia型超新星による宇宙項（ダークエネルギー）の発見（ノーベル賞受賞）
- 3) 1998年：マグネター（超強磁場中性子星）の発見

当時、私は博士課程2年目でした。MACHOがダークマター全体を占めるには不十分であること

がわかり始め、この分野への関心が急速に冷めていくのを感じていました。「このままでは死ぬ！」と強い危機感を抱き、新たなテーマを探し始めました。マグネターで何か書けないかと考え、磁場星の平衡形状に関する研究に取り組み、初めて単著の論文を執筆しました [6]。

しかし、中村さんには

「マグネターはマニアックやな」

と言われてしまいます。当中村さんはGRB sub-jet modelに着手し始めていて、正直、私にはGRBとマグネターのどちらがマニアックなのかわかりませんでした。とりあえず中村さんを信じてGRBを勉強し始めました。当時、GRBを含む高エネルギー宇宙物理の分野の理論家は日本にほとんどいませんでした。一方で宇宙論の研究者は周りに多く、競争率も高い状況でした。GRBが本当に「天体」なのかどうかも未確定な時代でしたが、高エネルギー宇宙物理が今後発展することは明らかでした。私は「よし、今後は高エネルギー宇宙物理だ！」と心を決めました。

そのような時期に、Norris, et al. [7] という論文が登場します。GRBの最大光度とラグ（X線とガンマ線の間の時間差）の間に相関があるという主張（光度-ラグ関係）で、一見マニアックな内容に見えますが、今では500件以上の引用があります。この関係は、GRBが「標準光源」になれる可能性を示唆していました。ラグから最大光度が推定できれば、見かけの明るさから距離を測定でき、赤方偏移との関係から宇宙膨張も議論できるようになる一つ。Ia型超新星で宇宙項が発見された方法と同様のことがGRBでも可能になる、かもしれないのです。

西宮湯川シンポジウムに参加していた時に、中村さんがかなりハイテンション気味にやってきて「井岡君！ Viewing angleで光度-ラグ関係が出ないか？」

と聞いてきました。どうやら会議中にPeter Mészáros（GRB理論の先駆者かつ大御所）と話

をして、GRBの見込み角（viewing angle）の違いでこの関係が出るのではという話になったらしいのです。しかし、その場ではなぜか「無理だろう」という結論になり、しばらく忘れ去られました。ちなみにPeterとは縁があり、後に私は彼のポスドクとしてアメリカに渡ることになります。

当時、GRBへ分野転換を試みる中で失業状態だった私は、時間だけにはありました。GRBのジェットを横から見たときの光度を、極めて簡単な相対論的モデルで書き下してみました。ジェットがある半径で一瞬だけ光するというシンプルなモデルで、たった1つの式に導出できます。遊び半分で200行ほどのコードを書いてプロットしてみると、なんとラグが現れるではありませんか。なぜ現れるのか最初はわかりませんでした。まさに偶然の発見でした。光度-ラグ関係の理論式を観測と比較してみると、バッチリ合います（図3参照）。中村さんに見せたら、すぐに論文にしようということになりました [8]。この論文はoff-axis GRBを議論した初期の論文の1つになりました。

今では、この経験が、「林スタイル」なのかもしれないと、私は勝手に都合よく解釈しています。（超簡単だけど）数値計算から法則を見出し、モデル化できたのです。

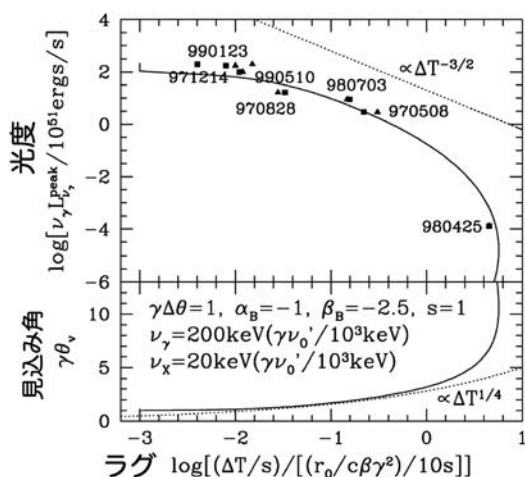


図3 GRBの光度-ラグ関係 [8]

ただ、1つ気になっていたことがありました。使用したのは特殊相対論のみで、学部生でもできる内容です。私は中村さんに尋ねました。

私「こんなに簡単でいいんですか？」

中村さん「簡単な方がいいじゃない？」

私「?!」

かなり衝撃を受けました。それまで私は「難しい＝価値がある」と思い込んでいたからです。しかし、簡単でかつ重要であることこそ、最も価値のある研究だと気づかされました。

研究は簡単な方がいい！

中村さんはほかにも有益な教訓を何度も皆に繰り返していました：

3行で説明せよ！

論理は簡潔に、明快に。それができないときは、しばしば間違っている。

解ける問題にせよ！

中村さんが大学の数学の講義で感銘を受けた話。問題が解けないときは「1. 実力不足 2. 問題設定が悪い」のどちらか。ならば、まずは「解ける問題」にすればよい。

文献が少ない分野を研究せよ！

林先生の教え。微惑星が衝突した時に合体するか壊れるかという問題に対して「文献が少ないからできない」と言った中村さんに、林先生は「むしろ文献が少ないからいいんだ」と答えた。

とりあえず海に飛び込め！泳ぐしかない

分野を変える中村さんの姿勢。瀬戸さんが中村さんにどうやったらそんなに分野を変えられるのかと聞いたときの答え。また、MACHOの研究を始めた頃、中村さんは私に論文を100本ぐらいどさっと渡してきて、新しい分野に行くときは最低これぐらいは読まないといけないと言われた。

Off-axis GRBの研究は、その後いくつかの方向に発展しました。1つは、off-axis GRBがX線で輝く暗いバースト—いわゆるX-ray flashと呼ばれる新種族として観測される可能性です。この方向性は、山崎了さんが中心となって研究が進められました [9–12]。もう1つは、光度関係を用いた宇宙論の展開です。こちらは米徳大輔さんが中心となり、有名な「米徳関係」の発見につながりました (500件超の引用) [13]。

そして、off-axis GRBの研究は2017年に再び脚光を浴びます。重力波イベントGW170817の約2秒後にGRBが観測され、このイベントがマルチメッセンジャー天文学の幕開けとなりました。GRBの継続時間は短く、いわゆるshort GRBであり、その起源は40年来の謎でしたが、この観測により連星中性子星の合体が起源であることが実証されました。

ただし、このときのGRBは非常に暗く、全エネルギーが桁違いに小さかったのです。なぜか？1つの可能性は、通常のGRBとは異なる現象—ジェットが周囲の物質を突き抜けることに失敗した「失敗ジェット」。もう1つは、off-axis GRBであった可能性です (図4参照)。相対論的ジェットの放射は、ビーミング効果によって前方に集中するため、横から観測すると暗く見えます。

私は中村さんとともに、off-axis GRBの可能性

を徹底的に調べました [14]。中村さん曰く、「2001年の論文 [8] があるから書く資格がある！」。GW170817に関する論文はすべて箝口令下にあり、2017年10月16日に一斉に投稿されました。大量の論文がarXivに登場しましたが、多くの研究では、ジェットを点源として扱っていたため、見込み角の効果を過大評価していました。ジェットの開き角を正しく考慮した計算を行っていたのは、我々のほかにほんの数本だけでした。

現在では、このGRBは「失敗ジェット」ではなく「off-axis ジェット」であったという見方でほぼ決着しています。今の焦点は、ジェットの角度構造です [15–17]。エネルギーが外側ほど小さいという構造を持つことが示唆されており、これは中性子星の合体の後できるブラックホールがどうやってジェットを形成するのか、そしてそれが周囲の物質をどう突き抜けてくるのか [18–21] という問題と密接に関わっています。

4. 宇宙再電離と高速電波バースト

2001年、私は日本学術振興会特別研究員 (PD；学振PD) として阪大の宇宙進化グループに所属することになりました。当時、学振PDに応募するには受入教官のサインが必要で、「高エネルギー宇宙物理でやっていくぞ！」と決めていた私は、迷うことなく高原文郎さんを訪ねました。高原さんは、当時この分野を代表する存在で、今では素晴らしい教科書を執筆されていることでも有名です。

高原さんを訪ね、サインをお願いしたところ、開口一番、

「君、論文は何本や？」

と聞かれました。私が

「5本です！」

と答えると、

「ちょうどやな」

とのこと。「……はい」と返したものの、先行きが不安になったのを覚えています。

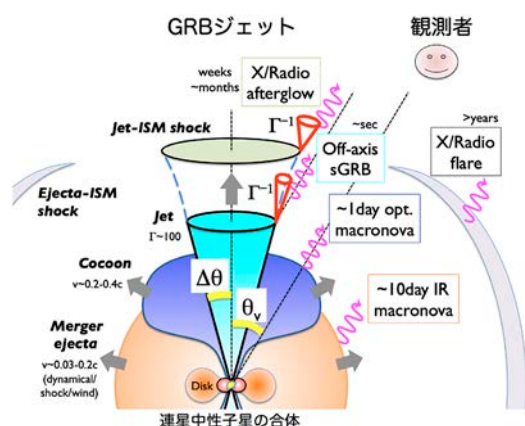


図4 GW170817での off-axis GRB [14]

無事、学振PDには採用され、血気盛んな私は高原さんに次々とアイデアをぶつけに行きました。

「こんなアイデアはどうでしょう？」

「うーん」

「じゃあ、こんなの？」

何度かやり取りをしたある日、高原さんから衝撃の一言が飛び出します。

君は解けない問題を解きなさい！

「???」と頭にハテナが浮かぶ私は、禅問答のようなこの言葉にかなり悩まされました。この言葉の意味には、いまだに明確な答えを見出せていません。

そんな折、Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) 衛星が宇宙マイクロ波背景放射の観測精度を飛躍的に向上させ、「宇宙の再電離」の兆候が見え始めました。ビッグバン直後の宇宙は非常に高温で、陽子と電子がばらばらの電離状態でした。やがて宇宙が膨張して温度が下がると、自由電子は陽子に捕まり、一度中性化します（このとき、光は電子に散乱されにくくなり、宇宙は「晴れ上がる」）。再電離とは、その中性化したガス（主に水素）が、天体からの紫外線によって再び電離される現象です。これを調べることで、宇宙の初代星・初代銀河の形成過程を知る手がかりになります。

この結果に刺激を受けた私は、

「GRBを使って宇宙の再電離を調べられないか？」

と考えました。思いついたアイデアは、電波による分散量度 (Dispersion Measure; DM) を測定するというものでした [22]。プラズマは中性か電離状態かで性質が異なり、その中を通る電波にも影響が出ます。特に、電離プラズマ中では電波の伝播速度が周波数に依存して遅くなり、低周波ほど到達が遅れます。この遅れを測れば、DMを測定できます。DMは、光源から観測者までの自由電子の柱密度に対応します。これをさまざまな

赤方偏移 z で測定できれば、宇宙の電離状態を時間軸に沿って追跡できるのです (図5参照)。重要なのは、電波の遅れを観測するには突発的な光源が必要であるという点です。

私は、宇宙のDMをハッブル定数 H_0 などの宇宙論パラメータの関数として以下のように1式で書き下しました [22] (図5参照)：

$$DM = \frac{3cH_0\Omega_b}{8\pi Gm_p} \int_0^z \frac{(1+z)dz}{[\Omega_m(1+z)^3 + \Omega_\Lambda]^{1/2}} \quad (1)$$

それまで、銀河系内のDMはパルサーで測定されていましたが、宇宙全体のDMについての議論はほぼ皆無でした。

この宇宙DMのアイデアを、初めて高原さんが主催するゼミで紹介しました。高原さんはセミナー中、感嘆したときに顔を手のひらでペシッと叩く、いわゆる「一本取られたポーズ」をされる癖がありました。そのポーズが出ると、学生やポスドクの間では「出た！」と密かにざわめくのが恒例でした。宇宙DMの話をしたときに、そのポーズが出たのを見て、「やった！」と思ったのを今でも覚えています。高原さんは厳しくも温かく見守ってくださいました。まだ若くしてご逝去されたのは大変残念です。

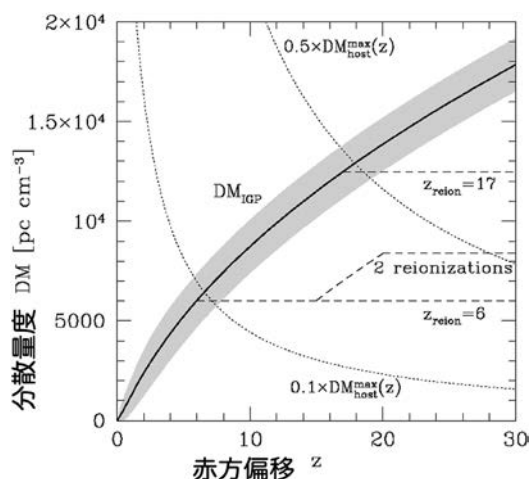


図5 宇宙の分散量度DM-赤方偏移 z 関係 [22]

このアイデアは、GRBではまだ実現していませんが、2007年のFRBの発見によって日の目を見ることになります。現在ではFRBが宇宙論的な距離にあることがわかっていますが、初期には式(1)を使ってDMから距離を推定していました。母銀河が同定されて赤方偏移 z が決まると、DM- z 関係(図5)が直接測定できるようになり、観測結果は式(1)とよく一致しています。宇宙の物質(バリオン)の約半分が観測されておらず、「ミッシング・バリオン」と呼ばれていますが、この宇宙DMの観測により存在が確認されました。観測例が増えることで、バリオンの分布や宇宙論パラメータへの制限が期待されます。特に、超大質量ブラックホールや星形成のフィードバックによって銀河からバリオンが放出される様子を観測できることから、宇宙DMは今後ますます重要な観測手法になるでしょう [23, 24]。一方、FRB自体の起源や放射メカニズムも宇宙物理学最大の謎の1つになっています [25, 26]。

なお、宇宙DMのアイデアは、ほぼ同時期に井上進さんも思いつかれていました。私が外部のセミナーでこの話をしたところ、杉山直さんが「井上君も似たようなことを考えているよ」と教えてくれました。すぐに、井上さんの方から「同じ日に論文を出さないか」と提案され、そうすることになりました。私はその日まで書き上げたのですが、井上さんがまだということで、しばらく待つことにしました。ところが、飲み会で佐々木節さんにこの話をすると、烈火のごとく叱られました。「何をやっているんだ。すぐに投稿しろ」と。私や井上さん以外の人がその間に投稿してしまう可能性がある、というのが理由でした。納得した私は、井上さんに断りを入れて先に投稿することにしました。少し後ろめたさもありましたが、後日井上さんも論文を投稿され [27]、今では両論文とも認知されているようで安心しています。

阪大では佐々木節さんからも大きな影響を受けました。特に、飲み会で語られる研究者としての

心構えが印象に残っています。

二足のワラジを履け！

挑戦的な研究と堅実な研究を並行して行え、ということ。高原さんに「解けない問題を解け」と言われていた私には、大きな支えとなりました。

アホはアホなりに研究するしかない！

これは佐々木さんが池内了さんに言われたという言葉。自分のスタイルや問題を見つけるしかない、という意味と同時に、賢い人はロジックを飛ばしがちなので、愚直な方が研究においてはよい場合もある、という含意もあります。

子供の健全な成長にはおとぎ話は必要！

これは佐々木さんが佐藤文隆さんから言われた言葉だそうです。空想的な研究や夢想も、ときには必要なのです。私にとっては、最初の論文の原始ブラックホールでした。

5. ブラックホールの長時間活動

2004年に、Peter MészárosのポスドクとしてPenn Stateに行くことになりました。海外学振に応募するために受入許可のメールを書いたところ、「じゃあポスドクとして来ないか？」とあっさり採用していただきました。少し驚きましたが、大変うれしかったことを覚えています。もしかすると、阪大で同僚だった小林史歩さんがPenn Stateに先に行っておられたので、何か言ってくださったのかもしれませんが。

Peterはとてもまともで紳士的な方でした。それまで周囲にはアクの強い、個性的な研究者ばかりだったので、「普通でもすごい研究者になれるんだ」と驚いたのを覚えています。基本的にポスドクでも自由にさせてくれて、こちらが何を言ってもそのまま受け入れてくれる感じでした。にもかかわらず、気づいたらPeterっぽい論文になっていたりする [28-30]、とても不思議な感覚でした。

「普通」とは言ったものの、Peterのレスポンスは異常に早かったのも印象的です。

Penn Stateでは、Swift衛星の打ち上げで盛り上がっていました。その環境を活かすべきだと考え、「Swift衛星が確実に観測できるものは何か？」と考えました。その結論が、「天体の明るさの時間変化（光度関数）は確実に観測できる」でした。つまり、明るさの変動から何が言えるかを探ったわけです。

色々考えた末に、GRB残光の変動には「禁止領域」が存在することに気づきました [31]。もしこの領域を破る変動が観測されれば、それは残光ではなく中心エンジンの活動によるものであるとわかる。正直、あまり期待していなかったのですが、Swift衛星が実際にその「禁止領域」を破るX線フレアを観測しました。フレアの開始時間がGRBの継続時間よりもはるかに後であったため、GRBの中心エンジン（おそらくブラックホール）は、想定以上に長時間活動していることが明らかになりました。これは、とても興奮する発見でした。

近年では、short GRBにおいても長時間活動が示唆される事例が報告されています。また、中国のEinstein Probe衛星が、GRBに似ているが極めて長時間継続するX線突発天体を観測し、ブラックホールの長時間活動はますます重要なテーマとなっています。「なぜ長時間活動が可能なのか？」という点については、まだ多くの謎が残されています [32]。

Penn Stateには1年しか滞在できませんでしたが、そのときのポストドク仲間とは今でも交流があります（図6参照）。そこで得た教訓は：

活発な人が集まるところに行け！

です。素晴らしい人とのつながりは一生の財産になります。なお、この1年の間に長男がアメリカで生まれました。妻には大変な思いをさせてしまいましたが、異常に濃密な1年だったと思います。



図6 Penn StateでのPeter Mészárosグループ。奥が Peter Mészáros, Soebur Razzaque, 井岡, Bing Zhang, 手前が Jaime Alvarez-Muñiz, 小林史歩さん, Lijun Gou.

6. 突発天体と天文学の流れ

私はGRBから研究を始めたので、突発天体はごく普通に当たり前の存在でした。当時は気づいていなかったのですが、天文学全体では、定常的に光っている天体の研究から、突発天体の研究へとシフトする流れが生じていました。この流れは、おそらく不可避のものであり、その理由の一つは、望遠鏡の巨大化にあると私は考えています（もちろん後付けの見解ではありますが）。

素粒子の加速器を思い浮かべるとわかりやすいでしょう。加速器は年々大型化し、初期には最高到達エネルギーは指数関数的に向上していましたが、ついには飽和に達しました（いわゆるLivingston plot）。エネルギーをこれ以上上げることが、極めて困難になってきたのです。理由は主に二つあると思います。第1に、建設・運用にかかる費用が膨大であるという「経済的リミット」。第2に、建設にかかる時間が人間の寿命に匹敵するという「寿命リミット」です。

同様の状況が、天文学の望遠鏡にも見られます。望遠鏡の感度は基本的にその口径（サイズ）

によって決まります。これまで口径は年々大型化してきましたが、現在ではその成長にも限界が見えてきました。やはり経済的・寿命的制約が壁となって立ちはだかっています。このような中で、感度を単純に上げることが難しくなったとき、次に注目されるのは、時間分解能です。観測の「時間軸」に注目することで、新しい探索空間が広がるようになったのです。これが、突発天体研究が盛んになってきた背景の一つと私は見えています。もちろん理由はこれだけではないと思います。突発天体はブラックホールなどのコンパクト天体に関係することが多く、理論的にも非常に魅力的です。また、突発天体はマルチメッセンジャー天文学とも極めて相性がよく、その結びつきも強いです。

このようにして、突発天体の研究は今まさに状況を呈しており、今後もしばらくは続くでしょう。ただ、今、個人的に気になっていることがあります。

突発天体の次の流れは何か？

気づいていないだけで、すでに流れは始まっているはずです。誰か、教えてください。

7. エピローグ：林トラックと Little Red Dot

林忠四郎賞にまつわる話は、これで一区切りです。ただ、最近、林先生の偉大さを改めて思い知らされる出来事がありました。どうしてもこの話をしておきたいと思います。

それは、Little Red Dot (LRD) と呼ばれる、異常にコンパクトな銀河についてです。そのサイズはわずか100 pc程度で、通常の銀河の $\sim 1/100$ という極端な小ささです。ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡 (James Webb Space Telescope; JWST) によって発見され、その正体が何であるのか、大きな注目を集めています。

我々の最近の研究では、このLRDにおいては、中心の超大質量ブラックホールの周囲に非常に厚

いガス層が存在し、まるで星の外層のようにブラックホールを包み込んでいる、というモデルを提案しました [33]。それは、一見すると超巨大な星のように見えますが、その輝きの源は、中心にあるブラックホールの重力エネルギーに由来しているという、驚くべき天体です。

さらに驚くべきことに、このブラックホールの外層の性質を調べたところ、その構造が「林トラック」に乗っていることがわかりました。つまり、通常の巨星の表面温度が約4000度になるように、LRDの「Red」は、林トラックの物理に支配されている可能性があるのです。

林先生、すごい！

ちなみに、このようなブラックホール外層は、年スケールの変動を起こすと予想されており、突発天体として観測される可能性もあります。高エネルギー突発天体の分野は、これからますます面白くなっていきそうです。

謝 辞

本記事では、感謝の気持ちを十分にお伝えできなかった方が多くいらっしゃいます。内容の都合上、Penn State時代までしかご紹介できませんでしたが、その後に異動した天体核、KEK、基研の各研究室の皆さまにも、大変お世話になりました。特に、KEKでは小玉英雄さんに、基研では柴田大さんに多くのご助言をいただきました。また、私は観測・実験の分野の方々とも深く関わっており、数多くの方々にご協力いただけてきました。さらに、科研費をはじめ、学会、理論懇などの活動を通じて、多くの方に支えていただきました。とてもここですべてのお名前を挙げることはできませんが、この場を借りて心より御礼申し上げます。そして、何より家族に深く感謝しています。

参考文献

- [1] Paczyński, B., 1986, ApJ, 304, 1
- [2] Ioka, K., et al., 1999, Prog. Theor. Phys., 102, 983
- [3] Ioka, K., et al., 1998, Phys. Rev. D, 58, 063003
- [4] Ioka, K., et al., 1999, Phys. Rev. D, 60, 083512
- [5] Ioka, K., et al., 2000, ApJ, 528, 51
- [6] Ioka, K., 2001, MNRAS, 327, 639
- [7] Norris, J. P., et al., 2000, ApJ, 534, 248
- [8] Ioka, K., & Nakamura, T., 2001, ApJ, 554, L163
- [9] Yamazaki, R., et al., 2002, ApJ, 571, L31
- [10] Yamazaki, R., et al., 2003, ApJ, 593, 941
- [11] Yamazaki, R., et al., 2004a, ApJ, 606, L33
- [12] Yamazaki, R., et al., 2004b, ApJ, 607, L103
- [13] Yonetoku, D., et al., 2004, ApJ, 609, 935
- [14] Ioka, K., & Nakamura, T., 2018, Prog. Theor. Exp. Phys., 2018, 043E02
- [15] Ioka, K., & Nakamura, T., 2019, MNRAS, 487, 4884
- [16] Takahashi, K., & Ioka, K., 2020, MNRAS, 497, 1217
- [17] Takahashi, K., & Ioka, K., 2021, MNRAS, 501, 5746
- [18] Mizuta, A., & Ioka, K., 2013, ApJ, 777, 162
- [19] Nagakura, H., et al., 2014, ApJ, 784, L28
- [20] Hamidani, H., et al., 2020, MNRAS, 491, 3192
- [21] Hamidani, H., & Ioka, K., 2021, MNRAS, 500, 627
- [22] Ioka, K., 2003, ApJ, 598, L79
- [23] Takahashi, R., et al., 2021, MNRAS, 502, 2615
- [24] Shirasaki, M., et al., 2022, MNRAS, 512, 1730
- [25] Ioka, K., & Zhang, B., 2020, ApJ, 893, L26
- [26] Ioka, K., 2020, ApJ, 904, L15
- [27] Inoue, S., 2004, MNRAS, 348, 999
- [28] Ioka, K., et al., 2004, ApJ, 613, L17
- [29] Ioka, K., & Mészáros, P., 2005, ApJ, 635, 143
- [30] Ioka, K., et al., 2005a, ApJ, 633, 1013
- [31] Ioka, K., et al., 2005b, ApJ, 631, 429
- [32] Kisaka, S., & Ioka, K., 2015, ApJ, 804, L16
- [33] Kido, D., et al., 2025, arXiv e-prints, arXiv:2505.06965

Theoretical Studies on High-Energy Transients

Kunihito Ioka

Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Kitashirakawa Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502, Japan

Abstract: Astrophysical transients—sudden appearances in the night sky that quickly fade away—are symbolic of the impermanence of the universe itself. Most of them are high-energy objects, and over the past three decades, they have rapidly grown into a major area of research in astronomy. This development can be seen as a natural progression in the field. In this article, I introduce my theoretical research on gamma-ray bursts (GRBs) and fast radio bursts (FRBs), and also reflect on the many unique and inspiring individuals I have encountered along the way.



XRISMニュース (5): 国際相互較正 —IACHEC年次集会2025開催記録—

鈴木 寛 大

〈宮崎大学工学教育研究部 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1〉

e-mail: hiromasa050701@gmail.com

1. X線天文衛星の相互較正

2024年の記事 [1] で紹介したように、X線天文学の業界ではIACHEC (アイエイチェック) というグループ^{*1}が存在し、装置間、衛星ミッション間の相互較正の活動をしている。IACHECは年1回の集会を開催し、およそ60名が集って議論をする。開催場所は北米、ヨーロッパ、アジアで持ち回りをしており、今年の年次集会 (17th IACHEC meeting^{*2}) は日本での開催となった。本記事はその開催記録を記す。

日本での開催はこれが3回目である。2009年と2019年に使用した湘南国際村センター (神奈川) と新規で提案するホテルクラシア大阪ベイ (大阪) とで検討をし、大阪での開催に決定した。余談だが、IACHECの年次集会は通例として会議室と食事会場を提供してくれる、そして繁華街から離れた宿泊施設を利用している。これは参加者を散らばらせずにギュッと集めた効率良い議論と親睦のためで、好き嫌いがあるだろうが、個人的には気に入っている。思いついたタイミングで研究の相談ができる、さまざまな分野の相談相手が増えてその後の研究が捗ようになる、というような効果が明らかに実感される。ただし、小さくはない規模の国際会議を、この形式で開催できる宿泊会場はかなり限られる。今回、開催実行委員長志達氏が苦心して探し出した新会場がホテルフ

クラシア大阪ベイであった。ちなみに筆者は湘南の会場にも2019年に一度だけ訪れたことがある。葉山のリゾート地に位置し、自然に囲まれつつも綺麗で整った素晴らしい会場であった。湘南と大阪とでアンケートを取ったところ惜敗したのだが、IACHECメンバーからは根強い人気の声もあった。

会場の最寄駅はOsaka Metroのコスモスクエアという。これだけで気づく読者は猛者であるが、実はここは大阪万博会場の隣駅である。開催実行委員会としては交通の不便を危惧したものの、時期がよかったのか、ほとんど問題はなかったように思う。会議場のホテルから見える、万博会場のドローンショーが綺麗だったことをよく覚えている。

2. 2025年IACHEC年次集会

今回の会議には74名の現地参加、オンラインを含めると108名の参加があり、現地参加の学生は17名を数えた (図1)。大雑把に言えば参加者数は年々増加しており、今回は過去最多の参加者を集めた (図2)。参加者数の増加は、相互較正に興味を持つ人が増え、新しい計画が増え、また長寿命な衛星も増えていることを示しているのであろう。当然喜ばしいことであるものの、IACHEC特有の側面としては、「昔ながらのスタイル」とも言うべき、時刻較正、分光精度較正、検出感度較正などのサブグループの面々がパソコンを持ってそれ

^{*1} <https://iachec.org/>

^{*2} <https://indico.heal.phy.saitama-u.ac.jp/event/8/>



図1 2025年IACHEC年次集会の記念写真。

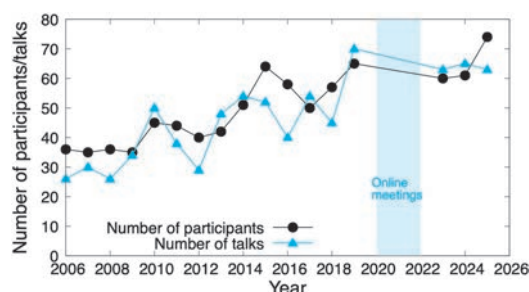


図2 IACHEC年次集会の参加者数・口頭講演数の遷移。

ぞれ小部屋に集まり、その場でデータを受け渡しして解析をしながら議論をする、という場面がなくなりつつもある。これはサブグループの人数が多くなり、持ち寄る報告内容が増え、そのためサブグループの議論も講演形式が多くを占めるようになったためである。おそらく人の増加に合わせて会議のスタイルを再考していく必要があり、その方法が会議内でも議論されている。さて、今回の年次集会を個人的に振り返ってみたい。XRISMチームメンバーとしての視点から重要なのはXRISM搭載の2つの検出器Resolve（リゾルブ）とXtend（エクステンド）、そして他のミッションとの整合性である。Resolveは精密分光を得意とするX線マイクロカロリメータであり、Xtendは広視野が特徴のX線CCDカメラである。ResolveとXtendは観測天体によっては $\pm 5\%$ で一致しているが、その範囲を逸脱する天体があったりもする。このような一致／不一致は天体の見かけのサイズ

や明るさに依存すると考えられるが、いまだ十分な理解にはほど遠い。また、データのノイズ除去・有効な観測時間帯の選別（スクリーニング）、除去しきれない検出器由来ノイズの見積もりや天体放射の空間分布の仮定など、妥当性を担保すべきポイントがいくつもある。他のミッションとの比較結果もそれほど悪くはないものの、例えばXRISM/Xtendと欧州のXMM-Newton衛星の回折格子分光装置（RGS）との間では ~ 1.5 keVに大きな不一致が見られた。一方で、長らく観測装置間の大きな矛盾の存在が知られている銀河団の観測データの比較結果がむしろ良好であったことは嬉しいサプライズであった。相互較正についての膨大な情報が蓄積されつつある今、一気呵成に多数のミッション・多数の天体のデータを俯瞰して頭を働かせる努力が必要かもしれない。

精密な分光解析は可視光や赤外線、電波の観測では古くから常識であったが、X線帯域ではXRISM/Resolveが開拓した領域が大いにある。分光性能が格段に上がりデータの情報量が段違いに増えた今、データをモデリングし、科学成果を導くプロセスが複雑化している。特に、最尤法で最適解を見つけようとする、局所解（ローカルミニマム）にハマってしまう、ということが頻繁に起こる。平たくいえば、あるデータを説明できる最適モデルに近いものがたくさん存在し、見分けるのが難しいということである。最尤法を行う実践的手法に見直しが必要であることを個人的

にも常々感じている。打開策となりうる手法の一つがNested samplingというマルコフ連鎖モンテカルロ法の一つであり、ベイズ統計に基づく乱数を用いたパラメータサーチにより効率的に最適解を探し当てる方法である。この手法をX線天文解析に当てはめたBayesian X-ray Analysis: BXAを提唱した第一人者の講演があり、タイムリーかつ刺激的であった。

今回は特別セッションとして、可視光（トモエゴゼン）とガンマ線（チェレンコフ望遠鏡アレイ等）観測における装置較正についての招待講演もいただいた。個人的にはガンマ線望遠鏡に使われる無数の鏡のセグメント一つ一つを較正する様子が興味深かった。聴衆にとってもよい刺激となったと思う。そのほか、個人的に面白かったのは国際宇宙ステーションに搭載されたX線検出器NICERの修理作業であった。衛星ミッションと違って修理が可能であることはとてつもないメリットであり、100%の性能を出しきれていない現状であるXRISM衛星の運用者の一人としては羨ましい限りであるが、修理に漕ぎ着けるまでのプロセスの大変さは想像に難くない。彼らは遮光フィルムの破損に気づいてから約8ヵ月かけて修理の許可を得たのち、宇宙ステーションで実際に修理作業にあたる宇宙飛行士の水中訓練などを経て2年弱後の2025年1月によりやく無事に修理を完了したとのことである。ちなみにX線観測機器を宇宙で修理したのはこれが史上初であったらしい。

本会議の最後にはIACHECの将来に向け、衛星運用・科学運用と地上較正試験に関するサブグループの新設や、サブグループそれぞれで若手の主/副リーダーを選出するなどの動きがあった。XRISMの日本メンバーも選出され、今後の国際連携を担っていく体制ができつつある。

蛇足だが、懇親会では遊び心のある、なかなか見ないであろう企画を実施した。たこ焼き・お好み焼きコーナー、日本酒飲み比べブース、射的

コーナーの3つを設置した。日本酒飲み比べブースでは日本酒ソムリエの方をお呼びして全国から選りすぐりの日本酒を用意した。7種類を用意したが、全種類を制覇して2週目に入る猛者が何人か現れたのには驚かされた。射的コーナーでは開催実行委員それぞれが各地域から名産品を持ち寄り、景品とした。筆者が宮崎空港で購入した「標準の日本語 ↔ 英語 ↔ 宮崎の方言」の対応を17つの単語やフレーズについて記したTシャツが一番人気だったことは自慢である。柔軟に対応していただいたホテルの方々に感謝したい。

3. はてしなき相互較正

一般の科学活動で言うところの再現性の検証を我々のように衛星観測をする業界に当てはめると、同じ観測データを同じ手法で解析したら同じ結果になるか、という考え方がまずある。しかし科学成果を検証するためにはもう一段階必要であり、それが天文衛星同士・観測装置同士の相互比較だと言えるだろう。不一致があると気が重いが、真摯に受け止めてどこに誤りがあるのかを考えなければならない。我々の業界ではIACHECがそれを引き受けている。…というより、好き好んで自主的に行っている。複雑な衛星システムと解析ソフトウェア、検出器較正データベースのどこに問題があるかを判別するのは非常に難しく、10年以上経っても解決しない問題すらある。はてしない物語である。

今回、会議を開催した大阪には住吉神社の総本社である住吉大社がある。住吉大社といえば奈良時代から続く20年ごとの式年遷宮（社殿の建て替え）が行われる由緒正しい神社である（戦国時代など遷宮が行われなかった期間もある）。遷宮の意味には諸説あるが、心新たに神様を迎え入れることに加え、宮大工の技術継承という説もあるようだ。1年ごとに「遷宮」を繰り返すIACHECはパンデミック期の中断を経て復活を遂げ、現在まで20年弱、ノウハウを伝承している。今後も

若手研究者の持続的な貢献に期待したい。本記事が何らかの効果を持つとは思えないが、もしこれを読んで興味が湧く方がおられたら幸甚である。

謝 辞

17th IACHEC meeting の開催実行委員は志達めぐみ氏（委員長；愛媛大）、寺田幸功氏、櫻井征子氏、大沼育子氏（埼玉大）、信川正順氏（奈良教育大）、高木利紘氏（愛媛大）、馬場彩氏、浅野勝晃氏（東京大）、筆者に加え、学生アルバイトとして康哲洙氏、中本太一氏（愛媛大）、青木悠馬氏、高山昂大氏（近畿大）、本上侑吾氏（埼玉大）です。特に志達さんは膨大な仕事量を驚異的なスピードでこなしてくださり、本当に感

謝しています。月報編集委員としてもお世話になりました。招待講演を引き受けてくださった酒向重行氏、齋藤隆之氏にも感謝いたします。懇親会を盛り上げてくださった日本酒ソムリエの田代智也氏にも感謝いたします。本会議は独立行政法人日本学術振興会の「研究拠点形成事業」（課題番号：JPJSCCA20220002）、公益財団法人井上科学振興財団、公益財団法人宇宙科学振興会、University of Tokyo Next-generation Neutrino Science and Multi-messenger Astronomy Organization の助成を得ています。

参考文献

- [1] 鈴木寛大, 2024, 天文月報, 117, 592

〈2024年度日本天文学会 天体発見賞〉

光害地のマンションからデジタル観測 超新星 2024ahv の発見



大越英比古

〈埼玉県さいたま市見沼区〉

e-mail: ngc2055lmc@outlook.jp

この度は、超新星 2024ahv の発見に対し、由緒ある日本天文学会天体発見賞を賜り、誠にありがとうございます。私が星を生涯の友とする契機となったイケヤ・セキ彗星の出現から、早くも 60 年が経ちました。憧れの池谷薫さんと関勉さん、いずれも天体発見賞を受賞された方々と同じ賞をいただけたことは身に余る光栄です。ここでは天文との出会いやデジタル観測の体験と工夫について記述したいと思います。特に、光害地での超新星搜索や観測を志す方々の参考になれば幸いです。

1. 1965 年 2 つの出会い

1965 年、私は両親と兄の 4 人家族で埼玉県大宮市に住んでいました。その年、私は小学校 4 年生になり 6 歳上の兄は 4 月から文京区白山にある高校に進学しました。兄にとって家から都内への通学は明治維新に等しく、右も左もわからない状態でしたが、5 月になると高校前の都電停留所から神保町まで一直線で行けることが判明し、三省堂や古書店、レコード店の存在も知るようになります。そのころから文学やクラシック音楽に惹かれ始めた兄には、神保町通いはとても楽しいひとときだったようです。

それは三省堂だったかほかの書店だったか不明ですが、兄は偶然、創刊第 2 号の月刊天文ガイドを手にしす。最近、弟の私が天文に興味を持ち始めたことを思い出し、高度な内容でも読みやすかったので自分のこづかいの中から当時の価格 100 円を出して買い求めてくれました。

帰宅して私に手渡すとそれは大変な喜びようで

早速食い入るように読んでいたということでした。

日周運動、赤道儀、ネオパン SS 等々、意味の不明な言葉すら、なにかとても新鮮で希望に満ちていました。もっといろいろなことを知りたいと思いました。そしてその後、天文ガイドは 9 月号から自ら進んで購読することになります。以来、60 年になりますが一冊も欠かすことなく現在に至っています。

さて、この年のもう一つの出会いは 2 ヶ月後に出現したイケヤ・セキ彗星です。この彗星は当時のアマチュア観測家、池谷薫さんと関勉さんによって 1965 年 9 月 19 日に発見されました。その後 10 月 21 日に日中、太陽をかすめて周回するだろうと新聞で報道され、当日友人たちと休み時間に校庭に出て、太陽を手で覆って彗星を探しましたがみつかりませんでした（イケヤ・セキ彗星はこの日 10 等になって乗鞍のコロナグラフで太陽をかすめて周回する見事な写真が記録されています）。彗星はその後 11 月の初旬には明け方の東の空に長い尾をなびかせます。しかし当時の私の

知識では見ることはできませんでした。

この後天文ガイドの増刊号「イケヤ・セキ彗星写真集」には目を見張りました。なんて壮大で美しいのだと思いました。また池谷さんの発見記を読み、胸の高鳴りを覚えました。特に発見電報を送る場面が最高潮でした。私は東京天文台に送られたその電文「スイセイカ19ヒ4ジ」以下を丸暗記してノートに何度も書き込んだりするほどでした。このことはいつか自分も新天体を発見できたらという気持ちのあらわれだったと思います。

2. 天体望遠鏡

当時、母方の叔父が近所に住んでいたのですが、とても多趣味、多才で、アマチュア無線や写真撮影や暗室作業、ギター、そして天文も愛好していました。また創意や工夫がとても得意で、スズで内側が真っ黒になった廃物の煙突に口径8 cmの単レンズを備えつけた望遠鏡を自作して金星を見せてくれました。「スズの艶消し黒の効果でよくみえるだろう」と笑っていました。色収差で金星が虹色でしたがコントラストよく半月の形が見えて感動しました。後に叔父はアストロ光学製の口径8 cm反射望遠鏡を購入して私に木星やオリオン星雲を見せてくれるようになります。私はますます天文や望遠鏡が好きになりました。

望遠鏡といえば1969年から天文ガイドに連載されたあの伝説的辛口記事、富田弘一郎先生の「天体望遠鏡をテストする」を思い出します。後に「メーカーは答える」というコーナーができて時にはメーカーからの反論でバトルになることもあって、とても面白く毎号楽しみでした。高橋製作所の登場はここで、富田先生の辛口注文にも見事に対応して日本の望遠鏡の発展を牽引したと思います。私も板橋の高橋製作所には何度も足を運びその素晴らしさにあこがれました。そして高校生になった時にTS式100 mm反射赤道儀を親に購入してもらいました。

この望遠鏡は球面鏡ながらもF10という長焦点

が功を奏してすごくシャープでした。高校時代には太陽に接近中のコホーテ彗星を明け方の空に観測し、月刊天文ガイドの「読者の天体写真」に月面写真で入選することもできた思い出に残る望遠鏡です。また星雲星団の観測が好きで、初めてメシエ天体以外の銀河として観測した、かみのけ座のNGC 4565が印象的でした。かつて大宮市の空は十分に暗く、この銀河を小望遠鏡でもとらえることができました。

3. デジタル新時代

時は経って就職、結婚など生活の変化がありました。特に結婚を機に、さいたま市見沼区（旧大宮市）のマンションに住むようになったのですが、たとえマンションであろうと空への憧れが残っており、長いローンを組んで購入するなら、せめて最上階でバルコニーのある物件を条件にしました。しかしながら実際に住んでみると眺望のよさに反して光害の悪化はすさまじく、4等星も満足に見えません。結果的に時々手持ちの望遠鏡を組み立てて月か惑星を見るくらいでした。

その後再び時は流れて私は62歳で無事退職し、長かったマンションのローンも終了しました。やれやれと思っていたところ、そのころ天体観測に大変革が起きました。

CMOSセンサー、なかでもSONYのCMOSセンサーを使った天体カメラの登場です。CMOSセンサーが携帯電話カメラ、監視カメラやドライブレコーダー等の需要で大きく進化したのです。なかでもSONYのIMXシリーズは高い技術で他の追随を許しません。ものづくり日本の技術を変え誇らしく思います。しかしそれを使って天体用カメラをいち早く市場展開したのは実は日本のメーカーではなくZWOやQHY（QHYCCD）など中国のメーカーでした。

そのころインターネットではテレビ観望という技術が話題になっており、その技術の中核は前述のCMOSカメラと耐光害にすぐれた機能を持った

フリーのキャプチャソフトウェア SharpCap でした。ネットでは都心の光害の中でもオリオン座の馬頭星雲を撮影したものなどあって、半信半疑でしたが何か大きな潮流が起こっているのを感じ、ZWO の ASI 385MC を購入してみることにしました。2019 年 5 月のことでした。

最初に組み合わせたのは Nikon の 180 mm の望遠レンズでしたが、アンドロメダ銀河や天の川の中の M27 や M57 のカラー画像が、まるで山奥で撮影したかのようにリアルタイムでモニターに映しだされ、驚愕しました。CMOS カメラ、SharpCap の組み合わせで得られる耐光害性能の素晴らしさを体験することができました。

4. 初めて超新星を観測

その後、この CMOS カメラに D50 mm F8 屈折、D150 mm F5 反射、D100 mm F8 屈折を組み合わせさせて実験しました。焦点距離が長くなるたびに導入には精度の高い赤道儀が必要になりますが、私の赤道儀は、バルコニーでの使用を想定して「静音性」と「軽量性」を最優先に選んだため、自動導入の精度には限界がありました。しかし、世界各国の高度な技術を持つアマチュア天文家たちが無償で提供している PlateSolving ソフトウェアのおかげで、その課題は見事に克服されました。機械的な精度がそれほど高くない小型赤道儀でも、この技術を活用することで、高精度な天体導入が可能となったのです。

そして D100 mm F8 屈折で 2020 年 11 月、NGC 514 に出現した板垣公一さん発見の SN 2020uxz (16 等級) に向けると、はっきりと超新星をとらえることができました。光害地のマンションで超新星をとらえられるなんて何という時代になったのだ……と愕然としました。

気をよくした私は本格的な超新星の観測を目指してモノクロームで冷却機能のついた ASI 294MM を購入しました。センササイズが大きくなったので鏡筒として 35 年前に購入した Celestron C8 にレ

デューサー F6.3 を用意しました。テストには同じ SN 2020uxz を使いましたが、意外にも D100 mm F8 と ASI 385MC より写りが悪くすぐ落胆しました。その後ネットで調べると光害地での撮影では単に口径の大きさや F の明るさは必ずしも有効でないことがわかってきました。銀塩時代の常識は通じないのだと思いました。そこで試しにレデューサーを取り去って F10、2000 mm の直焦点にしてみると微光星が数段よく写るようになりました。後に 2022 年 4 月からは C9.25 を使用することになりますが、これは口径の増強を狙ったものでなく、さらに長焦点を意図したものでした。結果は上々でこの組み合わせで本格的な超新星の搜索を開始することになりました。

5. SNS で観測者との交流

超新星の搜索に関しては当初ネット検索を使って自分で調査していました。例えば超新星の観測者の方々は Astrometrica というソフトを使って超新星の位置や光度や類似した小惑星の判別などを行っていることを知りました。そこで Astrometrica のライセンスを購入し自分の Fits ファイル画像を解析できるようになりました。それから発見報告や既発見の超新星はすべて IAU が運営する TNS で一元管理されることも知りました。

ある日、超新星発見関連の記事を調べていたところ香取の野口敏秀さんが書かれた『天文月報』の天体発見賞の手記を見つけました。野口さんはセレストロンのシュミットカセに CCD を使われて既に 2 個の超新星発見の実績を上げている方です。私は記事を興味深く拝読いたしました。

この投稿の冒頭にはメールアドレスが記されていたので、思い切って自己紹介を添えて、TNS の登録項目について質問メールをしました。するとすぐに返信があり、親切に登録方法を教えていただき、今後搜索を目指すなら Facebook の天体写真観測グループへの入会を勧められ、参加させていただくことにしました。

このグループは天体写真に関して鑑賞用の美しい天体写真をめざすのではなく、あくまで天体観測に限った写真を投稿して研究協議するというグループです。もちろん同好者同士の楽しい交流もたくさんあります。

さて、ここで私は特に超新星の観測投稿は自分も同じ超新星を極力観測して、そのスレッドに投稿することを習慣としました。そのときは必ず本番と同様にAstrometricaで位置測定、光度測定、を行いTNSのデータとで答え合わせをするようにしました。また自分のFacebookでも超新星だけでなく天文に限った話題ですが投稿をはじめました。それらの投稿に野口さんや他の観測者の方からコメントやアドバイスをいただき次第に効率のよいデジタル観測ができるようになりました。

6. 私の機材と搜索方法

望遠鏡 セレストロン C9.25 (D235 mm F10)

赤道儀 iOptron GEM45

カメラ ZWO ASI294MM Pro

PlateSolving ASTAP

キャプチャ SharpCap Ver.4.1

導入・DSS画像表示 Stellarium Ver.22.2

導入・巡回計画 ステラナビゲータ Ver.11

私の住戸はマンションの最上階で東側に屋根のないバルコニーがあります。望遠鏡は耐震パットを敷いた床面にピラー脚で設置しています(写真1)。なお地震対策のために3本の荷台ベルトで半固定しています。保管はTeleGizmos社製でNASAの宇宙服と同じ生地と言われている高耐候カバーをかけて保存しています。そこから16 m長の電源、USB3.0、フォーカサーのケーブルをコルゲートチューブでまとめて室内に引き込んでいます。

PCはDell製のデスクトップで、このPCをバルコニーに近い和室に設置し、各種アプリケーションの起動やピント合わせを行います。住居内の有線LAN経由で、事務机のある別室からリモートデスクトップを使用して操作しています。



写真1 左：搜索機の設置状況、右：高耐候カバーで保管。



写真2 探索や検証作業を行う作業部屋の様子。

探索や検証作業もすべてこの部屋で行います(写真2)。

モニターは3台構成で、中央にはSharpCapによるライブスタック画像、右側にはStellariumでライブスタック画像と同じFOVに合わせたDSSレイヤー画像、上部には地上座標系に設定したステラナビゲータを表示しています。これらのアプリケーションはASCOM経由で常に連動しており、どのソフトからでも望遠鏡を操作できるほか、いずれかのソフトを動作させるとすべてが同期します。特に、連動表示されるDSSレイヤー画像は銀河周辺の16-17等級の恒星の照合に非常に役立ちます。

私は搜索中に撮影は行いません。それは、池谷薫さんや関勉さんがアイピース越しに行った眼視観測をPCディスプレイ上に置き換えたようなスタイルです。ただし分析・報告が必要な場合には、SharpCapで即座にライブスタック画像をFitsファイルに保存でき、Fitsヘッダや撮影ログに必要なデータも記録されるため、写真観測の利

点を十分に活かすことが可能です。

手順としては、まずその日の巡回計画に従って対象銀河をステラナビゲータで手動選択して自動導入します。この時SharpCapの4秒露出のライブスタックを常に動作させておきます。導入が完了したらライブスタックをリセットして最初の4秒の画像からすぐにDSS画像との照合を始めます。この画像は非常にノイジーな画面ですが12-13等級の恒星は既に明瞭に表示されるので、この時点で星の並びを大まかに把握でき全体の時間短縮になります。

3スタック12秒ほどでノイズもだいぶ減って16等級も明瞭になってきますので、銀河の内側にも注目します。またSharpCapのヒストグラムストレッチを使って銀河の淡い部分のバックグラウンドを変化させて注意深く観察します。そうして異常がなければ6スタック24秒程度で次の銀河に移動します。導入が終わったら前の画像のスタックをクリアして同じことを繰り返します。なお空の状態が悪い時や銀河の種類や大きさで時間がかかることがあります但長くても9スタック36秒前後で完了できることを目標にしています。

一方右モニターのDSS画像にない怪しい星像があれば、スタックを継続したままにして、さらに観察します。明らかなノイズと判断しかねるときには視野をほんの少し移動して、いったんライブスタックをリセットしてもう一度最初の4秒からライブスタックを継続して観察します。

この作業は非常に重要だと思います。本物そっくりのノイズは頻出します。銀河の近くに超新星とそっくりな星像を見つけてドキドキしながら視野動確認すると跡形もなかったという経験は数え切れないほどです。

7. 超新星 2024ahv の発見

2024年1月17日の朝は4時30分頃から搜索を開始しました。北天のりゅう座に沿って地平線に向かって25銀河ほどチェックした後、東に望遠

鏡を振ってヘルクレス〜へび座に向かいました。25銀河ほどチェックすると、だいふ地平線方向に高度を下げていたので、この後、時間があれば高度を上げておとめ座の銀河密集地帯に向かうかと思いましたが、時計を見ると既に5時15分くらいで間もなく薄明が始まる時間でした。もうそろそろ終了と思い、銀河の少ない東に戻ってヘルクレス座のNGC 6106を導入しました。

すると中心核の南西にB、西側にそれより暗いAが見えました。視野と同調している右側のモニターのDSSレイヤー画像を見ると、B、A両方とも白つぶれてよくわかりません。そこでいつもの手順にしたがってAladin LiteのWebサイトでPanSTARRSの画像を見ると、直ぐにBの存在がわかりましたがAの存在がはっきりしません。

Aは光度が暗く銀河の光芒に埋もれる位置なので、こういう時にはPanSTARRS-1 Image AccessのWebサイトを見るようにしています(写真3)。

ほとんどの場合、ここで銀河の中心光芒中に恒星の存在がわかって、がっかりしますが、今回の場合、Bは確実に存在する一方Aは確実に存在しません。これは一大事と感じて視野の移動を行い、ノイズチェックしてからFits画像をSaveしAstrometricaで位置測定、光度測定、小惑星チェックを行いました。測定位置からTNSの検索に進みました。ただ、ここまで来ても、いままで何度か既発見のATやSNであったことを経験



写真3 PanSTARRS-1 Image Access のWeb サイト

していますが、今回は該当がなく、覚悟を決めてTNSの発見報告作業へと進みました。もちろん発見報告は初めてで、ものすごく緊張しました。やっとの思いで5時57分に入力を完了するとシステムよりAT 2024ahvの仮符号が振られました。フィードバック画像にもNGC 6106が表示されて位置も正しく報告できたのがわかり、やっと安心しました。

夜が明けてから野口さんに連絡すると即座にFacebookの「天体写真観測グループ」に発見報告を公開してくれました。すると高槻の徳岡修二さんから同日の6時に自動撮像したNGC 6106にこの天体が写っているとの投稿がありました。午後になって山口の吉本勝巳さんがスペインのiTelescopeを使って確認の投稿もあり、翌18日早朝には野口さんも確認してくれました。そしてこの3名の方がTNSにフォローアップ観測を報告してくれました。

日本の観測家の確かなフォローアップとその後ATLASが1日半遅れでこの天体を発見しTNSに追加報告をしてきました。これらによって発見の信頼度が上がり3日後にイタリアで分光観測が行われType Ibの超新星であることが確定しました。長年の夢がかなった瞬間でした。

8. 超新星は宇宙からの手紙

中谷宇吉郎博士の名言「雪は天からの手紙」は、雪の結晶が空のさまざまな情報を伝えてくれることを示す美しく詩的な比喩として広く知られています。私もこの言葉に深く共感し敬意を込めて、「超新星は宇宙からの手紙」とオマージュとして表現しました。

先日ジェームズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）の観測提案を調べていたところ、Proposal 4217で超新星2024ahvが観測ターゲットとして研究者たちの連名で提案されていることを知りました。

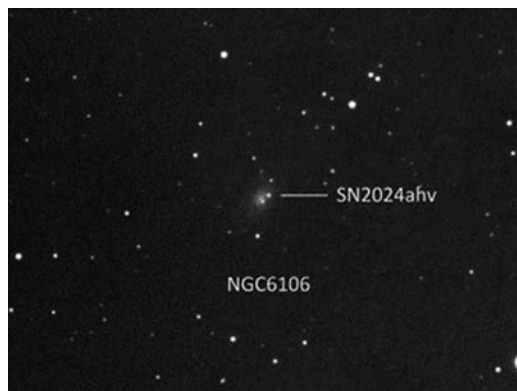


写真4 SN 2024ahv 2024-01-25T20:10:11UT Msg.= 15.2

この提案は、初期宇宙における塵の形成過程を明らかにするため、水素外層の剥がれた Stripped-Envelope Supernova である 2024ahv を観測する計画でした。とりわけ、COやSiOの生成から塵の凝縮に至る過程を時系列で追跡するという興味深い研究で、2024年3-8月にかけて実際に6回の観測が行われています。さらに驚いたことに、爆発から18ヵ月後の2025年7月、通常地上観測ではすでに捉えることが難しくなっていた時期にも、後続の Proposal 6583によって追加観測されました。天文学者たちの叡智とJWSTの威力によって、この「宇宙からの手紙」が新たな宇宙の理解へとつながることを願っています。

9. おわりに

本稿を通じて、たとえ光害の厳しい環境であっても、デジタル技術の利用と工夫によってアマチュア天文家の超新星搜索やそのほかの天体観測の可能性が広がるを感じていただけたなら、これに勝る喜びはありません。末筆ながら、日々励まし支えてくださった多くの方々に、心より感謝申し上げます。

〈2024年度日本天文学会 天体発見賞〉

超新星 2024aece の発見まで

大 野 真 一

〈静岡県藤枝市〉

e-mail: ono401sh@gmail.com



私が搜索に使用している望遠鏡の口径は小さく、そのほかの機材も比較的安価なものです。なによりも観測方法は大変稚拙なものです。恥ずかしながら、本記事でそれを紹介いたしますが、観測や搜索をしてみようと思っている方が足を踏み出すきっかけにいただければと思っています。また、この発見に至る搜索が続けられているのは、地元の天文活動仲間や、インターネット上で知り合い、手ほどきをしてくださった方々のおかげであると強く感じて、感謝を述べます。

1. はじめに

私は、幸運にも超新星 2024aece（写真1）を発見できましたが、搜索に使用している望遠鏡の口径は小さく、そのほかの機材も比較的安価なものです。鏡筒は中古で購入したもので、赤道儀は友人から譲ってもらったものです。知識不足、能力不足のため、特に観測方法については、大変稚拙なものです。しかし、私の活動をこうして記事にまとめることで、超新星搜索に限らず、天体観測、搜索をしてみようと思っている方が、「まずは」そんな形からでも始めてもいいのだと思っていただき、足を踏み出すきっかけになればなんらかの恩返しになるのではと思います。なお、明治大学天文部OB会誌に発見記として記事を書いており、搜索方法や経緯の記述において重複する部分もあることをお断りします。

2. 発見までの経緯

2.1 昔話

幼少時より星に興味があり、冬の夜空にすばるを見つけて、あれは話に聞くアンドロメダ大星雲

というのかもしれないなんて思っていました。また、大学時代は天文部や連合組織の大学天文連盟で木星のスケッチ観測をしたりしましたが、本棚に関勉さん著『未知の星を求めて』とか、天文ガイド編集部編『私の新彗星発見記』があるように天体を発見することにあこがれの気持ちは持っていて、30歳代の頃、堀口進午さんの超新星発見に触発されタカハシε-160にブローニーサイズのフィルムで超新星を搜索したことがありました。

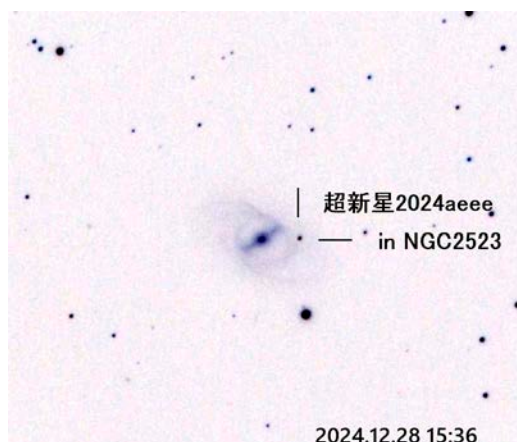


写真1 今回発見した超新星 2024aece



写真2 新星搜索用改造ポラロイドカメラ

系外銀河を星の配列を頼りに手動導入したり観測後の現像をしたりとするのも苦労で、それならば新星の搜索なら天の川にならぶ1等星を中心とした構図で撮れば導入の苦労はなく、高感度ポラロイドを使えば現像も不要で、即時チェックすることが可能だと考え、ちょうど写真店の中古コーナーに出ていたマミヤプレス+ポラロイドバックに工作を施したもの（写真2）にペンタックス67用200 mm F4レンズをつけて搜索したこともありました。過去写真と当日の写真とを並べて、地形写真を立体視するときと同じように、目幅に合わせた2つのルーペで両眼視して、浮き出て見える＝当日の写真にのみ写っている星を探す手法をとりました。ほどなく当日の写真のみに写っている9等星くらいの星に胸をドキリ!!とさせる夜が訪れました。急ぎ確認のための再撮影をしてもその位置に星はありませんでした。そんなことが3回目に起きたとき、その星がいつも中央から少し離れたところに、そしてそれは、目印にした1等星の対角線上に存在していることに気づきました。必ずそこにゴーストが写る撮影システムだということがわかり、また、逆に3回しかそれを拾い上げられていないということで、こんな安易な方法ではだめなのだと落胆しました。それから30年は新星搜索から遠ざかっていました。今現在は、出現中の超新星をきちんととらえることができているか否かで集中力を確認しているくらいですが、その当時はゴーストの拾い出しをそのように

使うという考えに至りませんでした。それは、やはり私の姿勢が甘かったということなのでしょう。でも、1回目のときのドキリ!!!は心臓が本当に異様な収縮をしたのではないかと思うくらい強烈なもので、今でも思い出されます。

2.2 電視搜索開始からの搜索システム変遷

2010年代末になると、CMOSカメラが比較的安価に供給されるようになりました。それまでは、コンパクトデジカメやミラーレス一眼で木星を撮影していましたが、地元の星仲間が、ZWOのASI290MCで木星の写真を撮り始めたのに触発され、同じカメラを手に入れ、惑星を撮影するようになりました。星雲・星団は、相変わらずコンパクトデジカメによる縮小コリメート法で撮影していたのですが、CMOSカメラで星雲・星団をディスプレイに映し出し観察（電視）という手法をインターネットで見るようになりました。まずは200 mm望遠レンズや5 cmファインダーの対物レンズを290MCにつけて電視をしてみました。そんな光学系と小さなサイズのセンサーの組合せは、小口径で収差の大きい望遠鏡を過剰倍率にして星を見るのと同じで、口径を絞ったり、Y1フィルターを入れたりしましたが満足した結果は得られず、改善のためにより大きなセンサーサイズ（フォーサーズ）の294MCを購入することになり、また、自動導入できる架台もSky-WatcherからAZ-GTiという安価な製品が売り出され、2.1節昔話で述べたような問題が解決できるようになりました。

・搜索スタイルの模索（2021年1月10日から）

一度は挫折した超新星搜索ができるかの試行を開始しました。国際光器のマゼラン102S（10 cm F5アクロマート）とAZ-GTi経緯台の組合せで系外銀河を電視してみました。画像取得は、惑星の撮影で使用していたSharpCapというソフトを使用しました。裏庭に折り畳みテーブルを置き、初日は画像取得用のノートパソコン1台、2日目からは、過去画像表示用のノートパソコンと、画

像取得用のパソコンを並べました。この体制で、対象の導入、電視、チェックと、それらにかかる時間を体験し、機材のグレードアップに今後それほどお金をかけなくても搜索ができると感じました。温暖な静岡でも氷点下の夜もあり、さらに風が吹くとつらいものでしたが、新しいことを手探りでやっていく喜びのほうが大きかったです。

- ・光学系を 13 cm F5 ニュートンに変更（2021 年 2 月 10 日から）

AZ-GTi 経緯台に搭載可能なより大きな口径の光学系ということで、Sky-Watcher の BKP130 を使用することにしました。ニュートン式反射は色収差がないので IR/UV カットフィルターを使用する必要がなくなり、CMOS カメラが有している赤外光までの感度を利用できるようになりました。条件のよい晩は、17.0 等級の星を電視できました。露天での観測のため、夜露がひどい夜はパソコン画面もびしょ濡れ、夏は虫よけスプレーを浴び、冬は寒さに震えての搜索でした（写真3）。

- ・光学系を 16 cm F6 ニュートン、架台を赤道儀に変更（2022 年 2 月 27 日から）

地元の仲間から譲り受けたビクセンのニューアトラクス赤道儀を 10 万円ほどで修理し、より大きな口径での観測ができるようになりました。手持ちのタカハシの MT-160 鏡筒を使ったところ



写真3 自宅裏庭での露天搜索

17.5 等級を捉えることができました。また、赤道儀なので写野の南北が固定できるようになったので、過去画像との比較をしやすくなりました。機材の準備・撤収が少しでも楽になるように、赤道儀はプラスチックごみ箱を雨除けにかぶせて出しっぱなしにしました。搜索歴も 1 年になり、一応『超新星搜索をしています』と人に言えるようになったかなと思い、Facebook のグループ「天体写真観測」に加入させていただきました。

- ・光学系を 20 cm F5 に（2022 年 5 月 11 日）

光学系を Sky-Watcher の BKP200 としました。鏡筒が大きくなり風の影響を受けるようになったので、風を少しでも避けるため、西空が見えなくなりますが、スチール物置の脇に望遠鏡を設置することにしました。これにより、物置内に机とパソコンを常設して観測室にできたので、準備が楽になりました。

4. 現在の搜索方法（2023 年 7 月 26 日から）

4.1 機材

- ・セレストロン：C9.25（23.5 cm F10 シュミットカセグレン）
- ・同社製 F6.3 レデューサー
- ・ZWO：ASI294MC カメラ
- ・電視ファインダーとして 旭光学：スーパータクマー 55 mm F1.8+ZWO：ASI290MC
- ・ビクセン：SXP 赤道儀

4.2 ソフトウェア

- ・望遠鏡コントロール アストロアーツ：ステラナビゲータ 11
- ・画像取得 ASI：ASILive

4.3 情報

ア 既知の恒星か否かの判別、天体の等級・座標を調べる

- ・SKY-MAP.ORG-Interactive Sky Map
- ・Aladin Lite
- ・The Sky LIVE

すが使いこなせていないので、恥ずかしながら、この簡易的な方法をとっています。そして、その位置をもとに、「MPCChecker」で小惑星をチェックし、次いで「TNS」で超新星をチェックしていきます。これまで、それぞれの段階で、あっ小惑星か、あっ既発見の超新星かという経験を積み重ねてきました。

冬季、観測後の風呂でヒートショックが怖いと言いついて、2024年11月以降は家屋内から搜索＝望遠鏡コントロール、画像取得をすることにしました。以前はスマホでしかインターネットを利用できず、怪しい天体をキャッチすると画像をUSBメモリーに保存し、ドタバタと自室に戻り前述のような作業をしていたのですが、今は搜索時もパソコンのインターネットを利用できるので慌てず作業を進められています。

5. 2024aeeeeのキャッチ

12月17日の搜索で、NGC 2523を数コマスタックした15:29（世界時）に、過去画像にない星に気づき、前述のような手順で新天体か否かなどの確認を30分ほどで済ませました。超新星であると確認できてからも喜びや興奮、焦りより困惑が先に立ち、一応TNSに報告のための入力も済ませたものの、送信ボタンは押さずに、既発見か否かの検索チェックボタンを押しては、まだ誰も報告してないのかと、またウィンドウを切り替えては、困ったなあどつぶやきながらディスプレイに映し出される青白い星を眺めるのを繰り返していました。一方で、科学的に貢献するためには早く報告する必要があるからと、2時間しても誰かの報告がなければ自ら報告をしようと決め、18:26（世界時）に送信ボタンをクリックしました。TNSによりAT2024aeeeeという符号をつけられ、すぐにそれを知らせるメールが私にも届きました。超新星搜索でお世話になっている国内の二人の方がすぐに確認観測をしてTNSに報告してくださいました。

このひとときをお二人と共有しているというのは素敵な感覚でした。先ほどの困惑という感覚は消え、代わって訪れたのは、コマーシャルでカルピスの味を例えたそれみたいな感覚でした。その星がたまらなく美しいものに見えてきて、薄明により写し出せなくなるまでポーッと眺め続けて朝を迎えました。この超新星についてはZwicky Transient Facility (ZTF) が私より早く検出しながら遅い報告となっています。検出から報告まで1日以上タイムラグはATLASでもあり、アマチュアの電機による搜索にも発見のチャンスがあります。また、超新星は、私にとっては、前日は見つけられる明るさになっていないものだから、前日と同じ銀河を見ることにも意味があることがわかりました。私のように家屋に遮られて搜索できる範囲が限定されることはハンディにはならないのだと思いました。

6. おわりに

天体発見賞授賞式では、日本天文学会がアマチュア天文家の活動を温かく見守ってくださっていることに感激しました。また、こうして搜索が続けられているのは、実に多くの方々のおかげであることが身に染みて実感できるようになりました。地元の星仲間、ネットで知り合い手ほどきしてくださった方々への感謝の念に堪えません。この場をお借りして、厚く御礼申し上げます。

まさかの発見前までは、「探しているけれど見つからない」が肩に乗っていました。こんなことを言うと失礼なのかもしれませんが、本当にお許しください。それがなくなったのは、果たして幸せなのか不幸せなのかを自問自答しながら、また搜索を続けています。もし、目の前に、星を探しているけれど見つからない私と、星を見つけた私がいたら、どちらを愛おしく思えるかとしたら、前者なのだろうと思ってしまうからです。

すばる望遠鏡共同利用観測プロポーザルにおける 無意識バイアス調査報告

岡 本 桜 子¹・井 上 昭 雄²・植 村 誠³

〈¹ 国立天文台ハワイ観測所 650 North A'ohoku Place, Hilo, Hawai'i 96720, U.S.A.〉

〈² 早稲田大学理工学術院 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1〉

〈³ 広島大学宇宙科学センター 〒739-8526 広島県東広島市鏡山 1-3-1〉

e-mail: ¹sakurako.okamoto@nao.ac.jp, ²akinoue@aoni.waseda.jp, ³uemuram@hiroshima-u.ac.jp

すばる望遠鏡の共同利用観測では、S23B*¹期の公募から、審査に二重匿名（DA制）審査方式が採用されている。共同利用時間割り当て委員会は、DA制導入前後の11セメスターに渡って、主提案者（PI）の性別、国内外の別、キャリアの情報と各プロポーザルの採否を照合して、属性ごとの採択率の推移を調査した。DA制導入を検討する前は、男性PIの採択率が女性PIのそれに対して2倍程度高かったが、導入準備期間中とDA制を導入したセメスターには男女でほぼ同じ採択率になった。しかし直近の2セメスターでは女性PIの採択率が減少し、男性PIの採択率との差が生じている傾向が見られた。今後さらに長期的に動向を見ていく必要がある。

はじめに

1999年に共同利用観測が始まって以来、すばる望遠鏡のプロポーザル審査においては、審査員の名前が提案者側に伏せられる一方、審査員側には提案者チームの氏名が見える「一重匿名査読方式」（Single Anonymous制、以降SA制と記す）が取られてきた。それから四半世紀が経ち、S23B期公募（2023年3月締切）からは、共同利用観測プロポーザルの審査において、提案者チームと審査員の両方がお互いに名前を伏せあう事で匿名性を高めた「二重匿名査読方式」（Dual Anonymous制、以降DA制と略記）が導入されている。

DA制導入のきっかけは次節で述べるが、海外の望遠鏡におけるDA制の導入と、DA制審査を

経験したコミュニティの意識の高まりが背景にある。2022年1月のすばるユーザーズミーティングでは、プロポーザル審査方法についての議論が行われて、DA制導入へ肯定的な意見が多く寄せられた。そしてDA制の検討にあたって、すばる望遠鏡の共同利用時間割り当て委員会（Time Allocation Committee、以降TACと記す）は、2022年6月に、過去6セメスターの共同利用観測プロポーザル（ノーマル、インテンシブ）について、主提案者（PI）の性別、国内外の別、キャリアの情報と各プロポーザルの採否を照合して、属性ごとの採択率を調査した。この調査の結果、男性PIのプロポーザル採択率が女性PIのそれよりも2倍程度高かったことがわかり、DA制の導入がすばるの科学諮問委員会（Science Advisory Committee、以降SACと記す）で決定された。

*¹ 2023年度下半期（8月-翌年1月）に観測する課題の公募を指す。

その後もこの調査はTACが継続して行い、毎年、すばるユーザーズミーティングで結果を報告している。

S23B期の公募でDA制が導入されてから本稿の執筆時点まで、計4回のDA制によるプロポーザル審査が行われ、DA制導入の前後で採択率を比較できるデータが得られている。そこで、すばるコミュニティだけでなく、広い天文学コミュニティに調査結果を報告することも有益であろうと考え、本稿を執筆した。本稿は、2022年の調査を主にとりまとめた第12期TAC委員長（井上）と副委員長（岡本）、またその後の調査を行った第13期TAC委員長（植村）の3名の責任のもと報告するものである。

採択率バイアス調査

二重匿名審査の要望とTACによる調査

2018年頃から海外の望遠鏡では、観測時間公募の審査にDA制を取り入れ始めており、当時のすばるTACでもDA制はしばしば議題に挙がっていた。そのような折、2022年1月のすばるユーザーズミーティングのTACレポートにおいて、当時の委員長がDA制の導入可能性について述べたところ、複数の若手研究者から導入に賛同する声が上がった。これを受けて、2022年春に、SACとTACがDA制の導入について審議した。その結果、まず海外の望遠鏡の観測時間公募でのDA制の導入状況や、すばるの審査への導入に対する技術的検討と、すばるのプロポーザル採択率における様々なバイアスの有無を、TACが調査することになった。

海外の望遠鏡の状況

まず海外の望遠鏡の観測時間公募におけるバイアス調査とDA制導入についてまとめる。SA制

のプロポーザル審査結果にバイアスがある可能性が最初に指摘されたのは、ハッブル宇宙望遠鏡（HST）の観測プロポーザル審査である[1]。HST Cycle 11（2002年頃）からCycle 21（2013年3月締切）までの各サイクルで、平均して女性PIのプロポーザル採択率は男性PIの採択率より低かった。以降、HSTの観測プロポーザル公募では、PIの氏名のうち名前をイニシャルに変更し、また提案チームの研究者リストをアルファベット順に並べ替えてPIが誰かわからなくするなど、段階的に対策が取られた。そしてDA制導入後の最初のCycle 26（2018年8月締切）では、採択率の男女差が解消され[2]、また初めてプロポーザルが採択されたPIの割合も、以降のサイクルでは大幅に増加した[3]。

このほかにも、2016年頃にはヨーロッパ南天天文台とアメリカ国立電波天文台が管轄するそれぞれの観測プロポーザル公募において、PIの性別によりSA制のプロポーザル審査結果に差があると指摘された[4, 5]。またアルマ望遠鏡（ALMA）の観測プロポーザル公募では、PIの所属地域と過去の申請経験でも、採択率や評価ランクに差があると指摘された[6]。ALMAの場合、DA制を導入した後のCycle 8（2021年4月締切）では、初申請のPIを除いて申請回数による採択率の差は解消された。一方、地域差は未だ残っていることが報告されている[7]。

このように海外の複数の望遠鏡では、SA制の審査プロセスに、性別やキャリアに基づく無意識バイアス*2が存在することが指摘されており、またDA制を導入した後には、そのようなバイアスが軽減されているとの報告がある。

調査方法と範囲

このような海外の望遠鏡の状況を踏まえ、すば

*2 無意識バイアス（unconscious bias）とは、自分では気づかないうちに持っている偏見や思い込みのことである。詳しくは男女共同参画学協会連絡会による無意識のバイアスコーナー（<https://www.djrenrakukai.org/unconsciousbias/index.html>）を参照されたい。

る望遠鏡の共同利用観測プロポーザル公募でも、これまでのSA制による審査結果に、性別などPIの属性によるバイアスがあるのかどうかを調査することになった。

言うまでもないことだが、観測プロポーザルの採否は非常にセンシティブな個人情報であり、取り扱いは特に注意する必要がある。そのため、調査範囲は当時のTACが審査を担当し、プロポーザルの採否情報へのアクセス権をもつS20A-S22Bの6セメスターに限定された。そしてその期間中に応募された全815件のプロポーザル（ノーマルとインテンシブ）について、PIの性別、国内プロポーザルか外国プロポーザルかの別、また3つのキャリア区分（申請時点で学生、学位取得後10年以下、学位取得後10年超）に分けて、採択率を調べることにした。

ところで、当時のすばる望遠鏡のプロポーザルには、PIの性別やキャリアの情報は含まれておらず、まずPI一人ひとりの性別と学位取得年を知る必要があった。そこで調査対象の期間中に1度でもプロポーザルを申請したPI総勢257名を4組に分けて、1つの組を3名のTAC委員が担当し、各々が独立に性別と学位取得年を調べた。調査結果に齟齬があった場合は、性別は多数決で決め、学位取得年は委員長と副委員長が再確認して決定した。PIの性別は委員が持ちうる情報をもとにし、学位取得年は国立情報学研究所のデータベース（CiNii）や国会図書館での検索を基本とした。また性別・学位取得年ともにインターネットでの検索も認めた。さらに委員個人が周囲の人に聞いてもよいが、その際にはすばるのバイアス調査であることは伏せることとした。

2022年6月に行われた調査によって、性別は257名全員が判明し、また外国籍と推測される12名を除いた245名の学位取得年もわかった。な

お本調査は、SA制で審査員が推測する性別によるバイアスの有無を調べることが目的なので、ここでの「性別」はPI当人の性自認によらず、外形的に推測される性別である。また国内外の別は、国立天文台ハワイ観測所が持つ情報を利用した。ただし本稿での「国内」はハワイ観測所独自の定義であり、日本の研究機関に所属する研究者もしくは日本国籍と推測される研究者がPIの場合を指す。一方、「外国」はすばるの共同利用公募に応募した外国の研究機関に所属する外国人PIの場合を指し、すばるTACによる審査を受けない時間交換プログラム^{*3}とハワイ大学からのプロポーザルは含まない。

また2022年6月の調査以降は、セメスターごとに、S20A期以降で初めて申請したPIの性別と学位取得年をTAC委員長と副委員長が調べ、また前の調査時に学生だったPIの学位取得年も必要に応じて更新した。さらにS25A期からは、性別と学位取得年の情報をPIが任意で入力するように応募様式が変更されており、S25A期はその情報を利用した。

こうして集めたPIの情報と各プロポーザルの採否を照合して、属性ごとの採択率を求めた。採択率はプロポーザルの採択数を提案数で割ったものとし、また観測期間が数セメスターに渡るインテンシブプロポーザルも、応募セメスターにおいてだけ、一つと数えた。審査結果は採択か不採択かの二種類であることから、採択率 p の誤差は、提案数を N とした二項分布の標準偏差 $(N \cdot p \cdot (1-p))^{1/2}$ を基にした。

結 果

ここではS20AからS25Aまでの調査結果をまとめて示す。まず、図1は採択率のセメスターごとの推移で、上パネルは全体平均と男女別、下パ

^{*3} すばる望遠鏡では、ケック望遠鏡とジェミニ望遠鏡との間で時間交換プログラムを実施しており、それぞれの望遠鏡に応募する権利を持つ研究者は、このプログラムを通じてすばる望遠鏡を使うことができる。

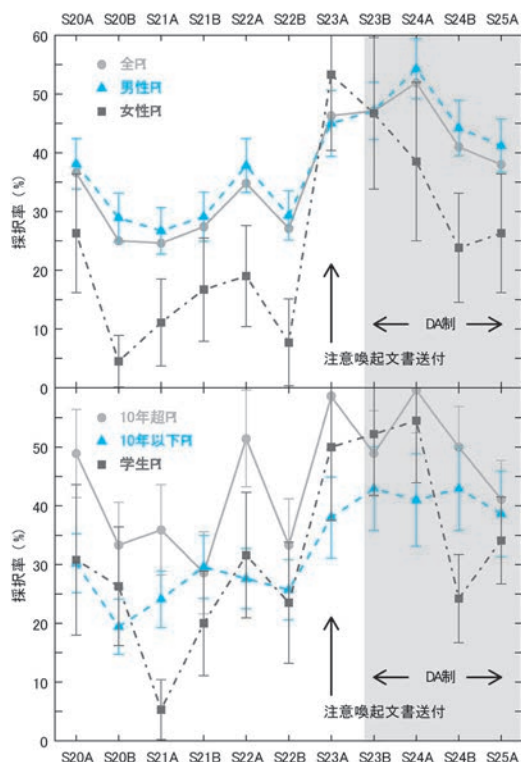


図1 セメスター毎の件数ベースのプロポーザル採択率。なお観測日数ベースのノーマルプロポーザルの採択率では、件数ベースに比べて平均して8%ほど低くなることを注記する。

ネルはキャリア区分別を示している。当初の調査範囲であるS22B期まで、男性PIのプロポーザル採択率は女性PIのそれよりも2倍程度高い。これは先に述べた海外の望遠鏡で報告されていたジェンダーバイアスよりも、大きな開きである。そこでTACは、DA制導入に向けた準備期間であったS23A期のプロポーザル審査（2022年9-10月）において、無意識バイアスへの注意を喚起する文書を審査員に送付した。その結果、S23A期では女性PIの採択率が男性PIを若干上回り、続いてDA制が導入されたS23B期では、男女でほぼ等しい採択率となった。注意喚起文書とDA制導入により、無意識バイアスによる影響が軽減されたように思われる。一方で、直近のS24B期とS25A期では女性PIの採択率が下がり、男性PIの採

率との差も生じている。ただし、セメスター当たりの女性PIの平均応募件数は17.6件、採択件数は4.2件であり、1件の採否が採択率に大きく影響する。したがって今後も採択率の動向をモニターして、長期的な傾向を見極める必要があるだろう。

図1下パネルに示したキャリア別の採択率では、セメスターごとの変動は大きいものの、調査期間の全体に渡って学位取得後10年超のPIの採択率が高かった。一方で、学生PIの採択率は、DA制導入準備期間であるS23A期からの3セメスターで大幅に上昇していた。この変化が注意喚起文書とDA制導入によるものだとすると、SA制審査においてPIの知名度やキャリアが評価に影響するような無意識バイアスが存在した可能性がある。しかし、その後のS24B期で学生PIの採択率は急落しており、こちらもう少し長期的な動向を見る必要がある。

なお、S23A期から採択率が全体的に急上昇しているが、それは注意喚起文書の送付やDA制導入とは無関係であることを注記する。S23A期はすばるの運用開始以来プロポーザルの応募数が増え、また共同利用に供される観測日数も多かったため、採択率が高かった。続くS23B期とS24A期も全体の採択率は高い傾向にあったが、S24B期とS25A期はやや落ち着いているように思われる。また、観測日数ベースでのノーマルプロポーザルの採択率は、本調査で採用した件数ベースに比べて、平均して8%ほど低い値になることも注記する。

男女別に加えて、キャリア区分別と国内外の採択率を棒グラフで示したのが図2である。先に述べたように、セメスター当たりの女性PIや学生PIのプロポーザル数は多くないため、統計的に有意なサンプル数を得るために、DA制検討前のS22Bまでの6セメスターと、DA制導入後のS23BからS25Aまでの4セメスターの二つの期間に分けて合計し、さらに比較のためにそれぞれの

期間での全体平均採択率で規格化した。その際、注意喚起文書を審査員に送付したS23A期は過渡期として除いた。S22B期までは、どのキャリア区分でも男性PIの採択率が女性PIのそれに比べて高い。また男女の差はそのままに、キャリアが進むにつれて採択率が上昇している。DA制導入

後のS23BからS25Aの期間では、全体の男女別の採択率の差はS22Bまでよりも縮まっていて、DA制導入の効果が窺える。ただしキャリア別に見ると、学生区分で女性PIの採択率が男性PIのそれを若干上回った一方で、学位取得後10年以下の区分では、男性PIの採択率は女性PIの採択率の2.2倍ほど高かった。学位取得後10年超の女性PIと比べても、学位取得後10年以下の女性PIの採択率は著しく低い。また10年以下の区分では、DA制検討前よりも採択率の男女差がわずかながら広がっている。これらの差は、SA制審査における無意識バイアスによるものだけではなく、他の要因があることが示唆される。国内外の別では、S23B以降で外国プロポーザルの採択率が相対的に低下している傾向が見られた。

図3はプロポーザルの応募件数と採択件数それぞれにおける、属性毎の割合を示す。S20AからS25Aまでの提案総数1413件のうち、女性PIのプロポーザルの割合は13.7%であり、採択された504件中の女性PIの割合は9.1%であった。キャリア区分別の男女比では、キャリアが進むにつれて女性PIのプロポーザルの提案数割合が、22%、13%、11%と減少している。日本天文学会の会員女性比率と、学会員として残る「生存率」を調

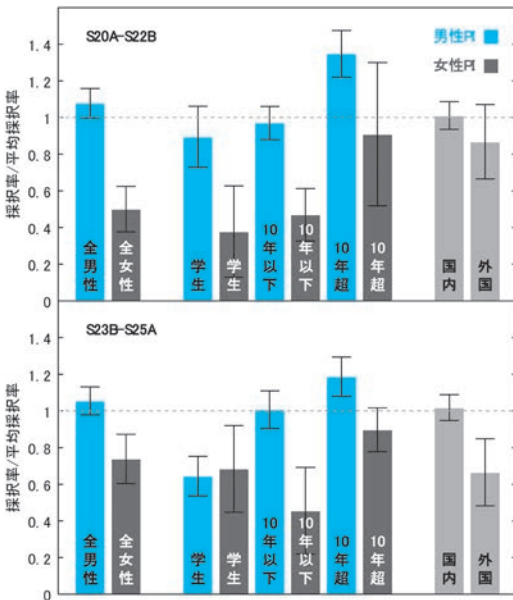


図2 DA制導入検討前（S20A-S22B）と、導入後（S23B-S25A）の属性別のプロポーザル採択率を平均採択率で割ったもの。S23A期は過渡期として除いた。

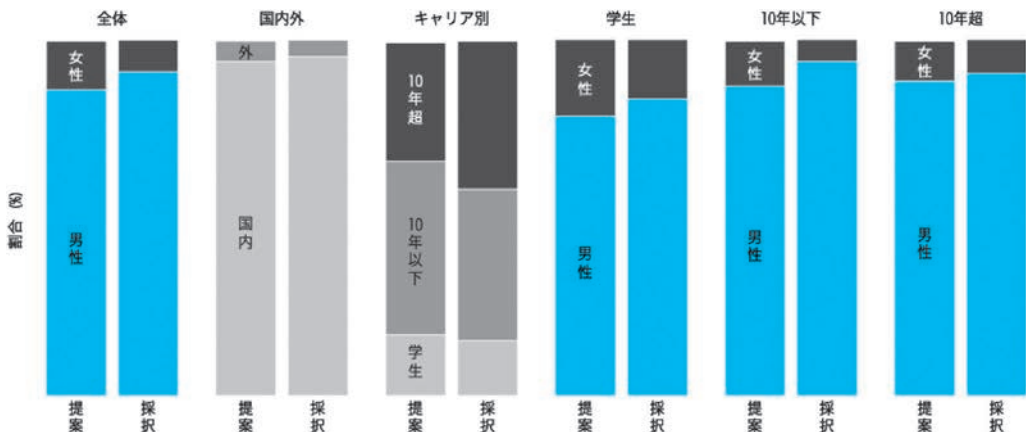


図3 S20A-S25A 合計での、属性毎の提案プロポーザル数と採択プロポーザル数の内訳。全体やキャリア別の応募数など合計割合がわずかに100%に満たない項目があるが、性別と学位取得年が不明なPIがいるためである。

べた馬場らの調査[8]によれば、女性会員の生存率が男性の場合の8割程度であると指摘しており、この提案数割合の減少も“leaky pipeline”^{*4}による可能性がある。

ところで、TACが採択率の調査を進めるうちに、審査員の女性割合も議論になった。当時のTACではS23A期の審査員選考まで、性別は明示的には考慮されていなかった。そこでバイアスを調べた期間中の審査員について、委員長が性別を調べた。図4に、審査員に占める女性と外国人の割合のS20Aから現在までの推移を示す。S20AからS23Aまでの女性審査員の割合は平均で14.6%であり、同期間の提案数のうちの女性PIの提案数割合の平均13.9%と近い値ではある。しかし海外の望遠鏡の観測時間公募での女性審査員の割合に比べて非常に低い[1, 6]ことから、S23B期の審査からは、女性審査員を増やすように意識した。その結果、S23B期とS24A期は女性審査員の割合が34%程度まで上昇したが、その後のS24B期では低下している。これは主に、すばるのプロポーザル審査を依頼できる国内の女性研究者の数が限られていることと、審査の公平性を保

つために同じ人に何度も連続して依頼するのは避けていることが理由である。また様々な事情で審査依頼を断られる場合もあり、海外の水準に合わせるのは現実的には難しい状況にある。

おわりに

DA制導入の検討をきっかけに始まったすばるのプロポーザルの属性別採択率の調査は、現在もTACで続けられている。DA制導入の検討前と導入準備期間以降で、採択率が大きく変化した属性（女性PIと学生PI）があることから、海外の望遠鏡で指摘されているような無意識バイアスが、すばるにも存在していた可能性がある。しかし採択率が大きく変化した属性のサンプル数は今のところ限られているため、最終的な結論は今後の調査に委ねたい。長期的に安定的に調査を継続するために、将来的にはハワイ観測所が調査を引き継ぐことが望ましいと考える。

謝 辞

第12期すばるTAC委員各位には、PIの性別と学位取得年の調査にご協力いただきました。また、2023年まですばるTACの事務を担当してくださった吉田千枝さんと現在担当されている上清初枝さんには、資料や情報の提供などさまざまな面でお世話になりました。八木雅文さんには誤差評価についてコメントをいただき、また審査システム改修作業を行なっていただきました。今西昌俊さんには多くの有益なコメントをいただきました。ここに深く感謝いたします。天文月報前編集長の津村耕司さんには本稿の執筆を勧めてくださったこと、および編集委員の田中壺さんには原稿を丁寧に校閲いただきましたことを感謝いたします。

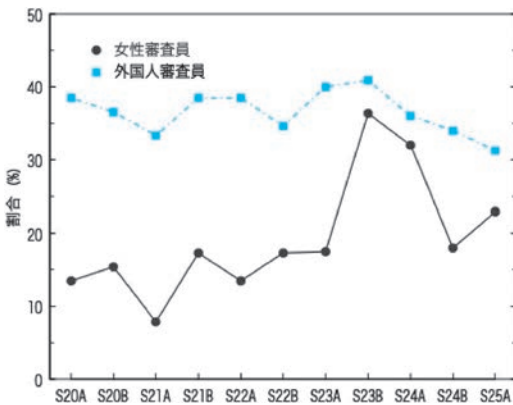


図4 セメスター毎の女性審査員と外国人審査員の全審査員数に占める割合。

^{*4} パイプラインの水漏れのように、女性がキャリアパスの途中で研究職を離れてしまい、研究キャリアが進むにつれて女性比率が低下する現象。

参考文献

- [1] Reid, N., 2016, PASP, 126, 923
- [2] Johnson, S. K., & Kirk, J. F., 2020, 132, 034503
- [3] <https://www.nature.com/articles/d41586-021-03538-8> (2025.9.19)
- [4] Patat, F., 2016, The Messenger, 165, 2
- [5] Lonsdale, C. J., et al., 2016, arXiv:1611.04795
- [6] Carpenter, J., 2020, PASP, 132, 024503
- [7] Carpenter, J. M., et al., 2022, PASP, 134, 045001
- [8] 馬場彩, ほか, 2021, 天文月報, 114, 688

A Report on Possible Unconscious Bias in the Subaru Open-Use Proposal Review

Sakurako OKAMOTO¹ Akio INOUE² and Makoto UEMURA³

¹*Subaru Telescope, National Astronomical Observatory of Japan, 650 North A'ohoku Place, Hilo, HI 96720, U.S.A.*

²*Faculty of Science and Engineering, Waseda University, 3-4-1 Okubo, Shinjuku-ku, Tokyo 169-8555, Japan*

³*Astrophysical Science Center, Hiroshima University, 1-3-1 Kagamiyama, Higashihiroshima, Hiroshima 739-8526, Japan*

Abstract: Regarding open-use observations at Subaru Telescope, a dual-anonymous (DA) system has been adopted for the review process since the S23B semester. The Time Allocation Committee investigated the proposal success rate depending on gender, domestic or international, and career stages of the principal investigator (PI) across 11 semesters, covering the period before and after the implementation of the DA system. Before considering the DA system, the success rate of male PIs was about twice that of female PIs. During the preparation period and the semester in which the DA system was implemented, the success rates for both male and female PIs became roughly the same. However, in the most recent two semesters, the success rate of female PIs has decreased slightly and exhibited a possible difference from that of male PIs. We need to monitor the long-term trend through continuous investigation.

非磁気流体を愛する国から

Max Planck Institute for Solar System Research

マックスプランク太陽系研究所（ドイツ／ゲッティンゲン）

<https://www.mps.mpg.de/en>

大場崇義（Scientist）

私は、ドイツ／ゲッティンゲンにあるマックスプランク太陽系研究所（MPS: Max Planck Institute for Solar System Research）に2024年1月から勤務しています。私の雇用形態は、いわゆる自身の研究をバリバリ進めるタイプの研究員ではなく、現行の衛星ミッションに貢献するプロジェクト研究員として採用されました。この機会をお借りし、海外機関における研究活動の側面をご紹介します。

1. 海外渡航を決めた理由

私が所属しているプロジェクトは、ESA/NASAによって2020年に打ち上げられた太陽探査機Solar Orbiterに搭載されている偏光分光撮像装置の開発を主導しています。本ミッションの最大の特徴は、「地球軌道の外から太陽を観測する」という点です。これにより、多地点観測を活用した多視線方向からの磁場／速度場診断、立体的な大気構造の解析、太陽極域の観測が可能になるといった、これまでにない太陽観測を実現する野心的なミッションです。

私自身の研究テーマは、太陽表面の対流現象に焦点を当てたものですが、従来の観測ではドップラー速度をはじめとする視線方向にしか物理量が得られない制約に限界を感じていました。そうした中、MPSで本プロジェクトのポスドク公募がアナウンスされました。小さい子どもがいる状態で大いに悩みましたが、思い切って応募しました。

リモート面接では、審査員と応募者の関係がフラットであり、ディフェンスというよりもディス



勤務初日に撮影したドイツ／マックスプランク太陽系研究所。

カッションに近い和やかな雰囲気だったのが印象的でした。特に、MPSの太陽・太陽圏研究部門ディレクターであるSami Solanki氏は、「今後のキャリアを見据えたうえで、有益な業務は何か」を真剣に考えてくださり、私自身も腹を割ったような話も交えることができました。その後、無事にオファーを頂くことができ、大変感謝しています。採用に至った背景には、「博士課程1-2年目にMPSと滞在型共同研究を実施して論文を発表していたこと」、また、その後に「MPSと日本が共同で進める国際共同大気球実験に参加していたこと（後述）」という2つの要素が影響していたかもしれません。

2. 滞在型研究と現地採用の違い

多くの方は、国際学会参加や滞在型共同研究を通じて、海外での研究活動に関心を持つことが多

いかと思います。一方で「実際に現地で働くか？」と聞かれると、“ぜひ挑戦したい”という方と“やはり日本で働きたい”という方に大きく分かれるのではないのでしょうか。海外勤務には障壁が多いのも事実で、「それでも構わない、行ってみよう」と思う方が実際に海外でのキャリアを選択している印象があります。私自身は、家族のこともあって“日本で働きたい”という立場でした。また、過去に数ヵ月間の研究滞在を既に経験していたため、「どれだけ違いがあるのだろうか？」という曖昧な認識でした。しかし実際に働いてみると、全く異なる側面があることを実感しました。もちろん滞在型共同研究はとても学ぶことの多い貴重な機会ではあるのですが、あくまで自身の研究活動に限られることが多く、“ゲスト”としての滞在になることがあります。居心地はよいですが、なかなか研究所の活動に深く関与する機会は限られ、所内の人々と交流するチャンスも自然には生まれにくく、孤独を感じることもあります。一方で現地採用は、多かれ少なかれスタッフと協力し、プロジェクトに何らかの形で貢献することが求められるため、お互いに関わる機会が自然と増えます。コミュニケーションが活発になり、その研究所ならではの特色を活かせる機会が増えたことで、私自身の充実感も大きく向上しました。

3. 仕事・研究環境

MPSでは、腰を据えて自身の研究課題に取り組むことができます。皆が心から研究を楽しんでおり、セミナーにおいて多くの提案を受けることができます。また、MPSが取り組んでいる研究テーマは、日本の研究機関とは異なる点も多いため、所内のセミナーに参加するだけで視野を広げることができます。

プライベートは重要視されます。例えば金曜日の午後に送られるメールには、緊急の課題でなければ、週末に相手に負担をかけるような内容のメール（考えを巡らせる必要のある課題）は積極

的に避けられていました。有給休暇の完全消化は当然で、上司から積極的に勧められます。業務担当者が不在なら、いなくて柔軟に仕事を進めるプロジェクト体制です。興味深く感じたのは、2-3週間に及ぶ長期休暇の影響です。これまで1週間程度の休暇は取ったことがありましたが、2-3週間目になると、これまでに経験したことのない深い休息感が得られることに驚きました。休暇明けには非常にリフレッシュした状態になり、高校から大学、大学から大学院へと進学する際のような、新たなスタートを切る感覚を味わうことができました。その結果、新しいことに挑戦する意欲が湧いてくるのが印象的でした。

4. 言語

海外での生活を通じて変化する能力の1つに言語があると思います。単純に語学力は向上することはもちろんですが、大きく変わるのは精神的なハードルではないかと思います。日常生活を送る中で、やはりドイツ語は避けられません。最初は戸惑うこともありますが、身振り手振りで何度か試しているうちに、「通じなくてもなんとかなる」ということを肌で実感するようになります。そうすると、「英語が通じるなら、なんとでもなる」という気持ちが自ずと生まれます。こうした経験を数ヵ月かけて何度も擦り込まれることで、英語に対する心理的なハードルが下がっていくのを感じました。

5. 海外渡航のタイミング

海外での研究活動を始めるタイミングとして、「大学院生のうちに」または「博士課程取得直後に」というケースが多い印象があります。しかし、私は博士課程を修了した後、宇宙科学研究所と国立天文台にてそれぞれおよそ3年間研究員を務めた後にMPSへ勤務することになりました。他の方と比べると遅いように感じるかもしれませんが、私にとってはよいタイミングだったように思いま



SUNRISE-3 ミッションの終了直後、成功を祝して運用室にて撮影された写真。筆者は左側。

す。特にプロジェクトの観点からは最適な時期でした。MPSは、国際共同大気球実験SUNRISE-3というプロジェクトを推進しています。口径1 mという飛翔体太陽観測で最大の主鏡を搭載し、成層圏から紫外線-可視光-近赤外線までの高精度偏光分光観測を行うという挑戦的なミッションです。日本はこの中で近赤外線偏光分光装置の開発を担当し、私は2018年から可動鏡機構の開発に携わってきました。そして、まさに着任した2024年において本大気球の打ち上げが計画されていました。着任時、観測装置はMPS内にあり、動作・性能評価試験も所内で実施されます。遠方の日本からでは、なかなかMPSに出向いて試験にフル参加することは難しかったはずですが、現地勤務だからこそ直接関わることができたのは大きなメリットでした。また、業務の観点以外にも、海外渡航直後から様々な方と交流する機会に恵まれたのは、やはり以前から仕事上の繋がりがあったからと感じます。

「できるだけ若い間に海外経験を積む」のもよい選択ですが、ある程度経験を積んだ後だからこそ得られるメリットもありました。専門知識が蓄積されている分、関連分野に対するアンテナが広がっているの、チャンスを活かすことができるのではないかと思います。

6. 生活環境

勤務先であるドイツのゲッティンゲンには、日本から直行便のあるフランクフルトから高速鉄道で約2時間の距離です。街の規模もコンパクトで、自転車があれば十分に移動できます。生活に必要な物品も、市内の店舗で揃います。

ドイツの食事といえばビール・ソーセージが有名ですが、毎日そればかりというわけにはいきません。一方で、日本米や炊飯器といったものは市内で購入できますので、食のハードルは下がってきていると感じます。ラーメン屋の値段は日本の2倍以上ですが、日本食が恋しい私にとっては価値が見合います。ドイツの食文化にも慣れてきました。私はあまりビールが得意ではなかったのですが、水より安いこともあり（〜1€!）、「せっかくだから」と飲んでいるうちに少し慣れてきました。

ドイツの方々は、本当にビールが好きです。仕事終わりに上司から「Non-magnetic fluid（非磁気流体）を使った実験をするが、一緒にどうか？」と誘われることもしばしばありました。グラスへの注ぎ方といった実験スキルについても熱心な指導がありました。特に、栓抜きが見つからないときの対応については重点的にレクチャーされ、おかげでペンやヘルメット (!) を使っても瓶ビールの蓋を開けられるようになりました。こうした文化を学ぶのも、海外生活の楽しみのひとつかもしれません。

しかし、海外生活はよいことばかりではありません。あらゆる些細なことが今までのようにいかないことで課題が山積みになり、精神力が消耗されます。引越し・住民登録といった大きなことから、買い物・ゴミ捨ての方法といった小さなことまで、日本とは異なります（ドイツ人でさえわからないこともある）。特に生活面は、ドイツ語で対処しなければなりません。また、最初の数ヶ月間は期待と不安でそれどころではありませんが、生活が落ち着いてくるにつれて寂しさを強く感じ

ました。ホームシックを文字通り“シック”と呼ぶのはよくできた表現だと感じました。

ただ、やはり何事も慣れで、数ヵ月経つとそれらを苦に感じにくくなっていきます。また、そうした自身の経験から、似た環境にいる人の気持ちを以前より身近に感じるようになりました。特に日本に滞在している海外研究者の方への印象は変わります。当時は何気ない相談に見えたことも、今思い返すと、その背後にはもっと多くの葛藤や不安があったのではないかと思います。「もっと

お話をしておけばよかった」と後悔しました。

海外生活はとても刺激的で、「研究活動に限らず、人生観が変わる」というのは大袈裟でない表現と思います。自分自身を変えるためには、積極的な心がけが常日頃必要ですが、海外での生活は受動的にそうした環境に身を置くことができます。海外渡航後に自分がどのように変わるのか、やってみるまでわからないのも研究と同じで面白いのではないかと思いますので、今はあまり興味がない方もぜひ一度考えてみることをお勧めします。

日江井榮二郎氏ロングインタビュー

第8回：日本の太陽観測施設の拡充



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8回です。日本の太陽観測施設は1960年代後半から70年代にかけて大きく発展していきました。中心となるのは、日江井氏ら東京天文台と日本光学（現ニコン）が開発した乗鞍コロナ観測所の25 cm コロナグラフです。これは太陽フレアなど活動現象のスペクトル観測で世界的な成果を上げました。また、気象条件の不利から日本が戦略的に注力した磁場観測を担ったのが、岡山天体物理観測所の65 cm 太陽望遠鏡でした。さらに、京都大学が建設した飛騨天文台のドームレス太陽望遠鏡も日本の太陽観測研究を牽引しました。このように、日本の高度経済成長を背景に、乗鞍、岡山、飛騨にそれぞれ特徴の異なる最先端の大型望遠鏡が相次いで建設され、世界の第一線で競うための観測研究体制の基盤が確立されていきました。こうした日本の発展と、この時代前後の太陽研究の国際的な流れを日江井氏に語っていただきました。

関連年表

- ・1960年 岡山天体物理観測所：開所式
- ・1968年 岡山天体物理観測所：65 cm クーデ型太陽望遠鏡完成
- ・1972年 乗鞍コロナ観測所：25 cm クーデ型コロナグラフ設置
- ・1979年 飛騨天文台：60 cm ドームレス太陽望遠鏡完成
- ・1990年 三鷹：太陽フレア望遠鏡設置

●乗鞍コロナ観測所25 cm コロナグラフ

高橋：前はアメリカ滞在のお話や京都大学の太陽グループとの交流のお話でした。日江井先生はアメリカから帰ってきてすぐ1965年に助教授に昇進されてますね。

日江井：64年に帰ってきたので、そうですね。

高橋：ではアメリカから帰国したあたりのお話からお願いできますか？

日江井：アメリカから帰ってきて、長澤（進午）先生が乗鞍の所長だったんだけど、そのときすぐに日本光学（現在のニコン）に連れていかれた。それで乗鞍の次なる望遠鏡の計画の話をしたんだよね。それまで長澤先生とそんな話をしたことなかったんだけど、今後は私に乗鞍の面倒を見ろという長澤先生の気持ちだったのかもしれないね。長澤先生は山の上の環境は厳しいということを知ってたんです。私の先輩に西（恵三）さんがいたんだけど、西さんは若いころルンゲ（肺の病気）をされてね、山の生活は難しかったようです。前にも言いましたが私はもともと山岳部にいたからね、東京天文台に体で採ってもらったんだと言ってるくらいで、長澤先生は私が山に向いてると思ってたのかもしれない。それで実際、長澤先生の後には守山（史生）さんが所長になり（1970年）、守山さんの後は私が所長になる（1982年）というふうになったんですね。

高橋: そうだったんですか。それでそのときは乗鞍に次の望遠鏡を作るっていう話だったんですね。

日江井: はい、やっぱりコロナのスペクトルを撮りたいと思ってたわけよ。その当時ルーティンでやってたコロナグラフっていうのはスペクトルが撮れない。5303 (Å・鉄の13階電離輝線) という波長で目で見えたんです。そこでクーデ型コロナグラフという望遠鏡を作ろうというので日本光学に行ったんですね。それができるのに何年もかかったなあ。月1回、日本光学へ行って相談をしたんですが、望遠鏡を作るってのは大変だなあと思いましたね。本当に大変なんです。僕らは「こうこうこういうのを作ってください」と言うわけよ。すると日本光学の技術屋さんはよく考えてですね、こちらの思いもよらないような質問してくるわけよ。例えば実際にそれを具体化したときにギアがどうなんだとかね。僕らは天文屋の言葉しかしゃべれないんだなあと思いましたね。そうやって物を作るわけね。それでクーデ型コロナグラフっていうのが何年にできたかなあ。

高橋: 25 cm のですよ。1972 年のようです。

日江井: ああそうですか、相談を始めたのが65年だから、7年かかったか。岡山の188 cm 望遠鏡も昭和28年に提案されてから、昭和35年完成ですからね。7年かかっていますね。

高橋: 日本光学の方とはどういうふうにご相談したんですか? こういうものを作ってくれて要望を伝えて、クーデ型にするとかそういうのもこちらから提案した感じなんですか。

日江井: いや、そもそもコロナグラフっていうのはね、もともとリオ (B. F. Lyot) が考えたんだけど、途中でocculting disk (遮蔽円盤) があって、それで太陽円盤の光を隠すわけですよ。そのocculting diskを使っているんなら波長でスペクトルを撮るっていうのは結構難しいんです。

高橋: 波長によって回折とか散乱の仕方が変わるからってことですかね?

日江井: そうなんです。コロナグラフなので対物

レンズは1枚玉で、その影響を考慮しなければならないんですね。それでいろいろ考えて、打ち合わせをしているうちに、クーデ型という話になった。

とにかく僕らとしては、コロナのスペクトルを撮りたい、プロミネンスのスペクトルも撮りたいという希望があったんです。それでグレーティング (回折格子) をどうするかとか、光をどう入れるかとか、そういう議論をした。コロナ観測では鏡を使うと散乱光が多くてダメだからレンズにするんです。でもレンズには色収差がある。その色収差をスリット上で補正しなきゃいけない。そのために蛍石を使おうとしたんだけど、「そんな大きな蛍石はないよ」と言われて、「それなら4分割でやろうじゃないか」とか、そういうやりとりもありましたね。こちらは光学機械のことはあまり知らないからいろんな質問するわけよ。するともう丁寧に教えてくれてね。とにかく色収差を何とか補正して、スリット上で色が出ないようにしてスペクトルを撮る、そういうことをいろいろ議論したんです。分光器は岡山の65 cm クーデ型太陽望遠鏡の分光器が参考になりましたね。それでいいのを作ってくれた。本当にね、これは日本光学の技術屋さんのおかげだと思いますね。

高橋: なるほど、いろいろアイデアを出してもらったわけですね。

日江井: そのときにわかったのはね、やっぱり日本の会社の技術屋ってのは結構レベルが高いんですね。当時、だから1970年前後、日本が経済的に伸びていくときだったわけでしょ。だから会社としても結構勢いがあったんですね。時にはですね、乗鞍のコロナグラフの電気系がどっか悪いと、日本光学の電気係の責任者が日曜日にサーッと乗鞍へ行って直してくれるんですよ。自分の休みを使って。偉いなあと思ってね。その当時の日本の会社ってのは結構そういうのをよくやってくれましたね。

高橋: 当時は余裕があったんですね。高度経済成長で。

日江井: あったんですよ。非常によかったですね。ああ嬉しいなあと思ってね。

高橋: もともと日本光学とは付き合いがあったんですか？

日江井: 日本光学とは付き合いがあってさ、まあ当時は望遠鏡といえば日本光学だったですよ。例えばアインシュタイン塔望遠鏡のミラーは一番最初はガラスだったわけ。でもガラスは熱膨張が大きい。そしたらフューズドシリカという熱膨張の少ないガラス材があるよっていうんで日本光学に頼んで、その鏡を作ってもらった。そういうのは当時はほとんど日本光学だったですね。

(東京天文台(当時)の)三鷹の第一赤道儀室に20 cmの太陽望遠鏡があるでしょ。それはツァイス製で1927年に設置されたものなんですよ。その当時、日本光学もツァイスの協力日本で望遠鏡を作ったんだと聞いておりますね。

高橋: 日本光学は1917年の設立みたいですね。まさにそのあたりの時代で。

日江井: 東京天文台と日本光学とはその当時からの付き合いで。それから萩原(雄祐)先生と、戦後に日本光学の社長になった長岡正男さん(長岡半太郎の次男)は、一高と東大で一緒だったらしいですよ。だから前にも言いましたが乗鞍の最初の10 cmのコロナグラフを作ったのも日本光学です(第4回参照)。だからまあ、25 cmのクーデ式コロナグラフも日本光学に頼むしかなかったんじゃないかな。

高橋: コロナのスペクトルを測るってことなんですよ。それは業務的なことではなくて研究としていうことですか？

日江井: そうです。

高橋: 世界的にはそういうことはもうされてたんですか？

日江井: いくつかあった。そもそもコロナグラフっていうのはね、国際的にはモンゴルのウランバートル、ロシアのイルクーツク、コーカサスにあるキスロヴォドスク、カザフスタンのアルマ・



1978年ごろ、岡山天体物理観測所のクーデ型太陽望遠鏡分光器室にてM. Semel氏(パリ天文台)に説明する日江井氏(日江井氏提供)。

アタ、それからドイツへ行ってヴェンデルシュタイン、オーストリアのカンツェルヘーエ、スロバキアのロムニツキー・シュティットそれからスイスのアローザ、フランスのピック・デュ・ミディ。海を渡ってアメリカのサクラメントピーク観測所とHAO (High Altitude Observatory) のクライマックスとハワイのマウナロアとハレアカラ。そこらが世界のコロナの観測所でした。

そのうちスペクトルをやってるのがですね、フランスとアメリカの観測所。サクラメントピークではスペクトルのいい観測をしてましたね。それからロシアも光学系は非常によくてニコルフスキーのコロナグラフがあちこちにありましたが、そのデータ処理がどうもうまくなかったようですね。ご存じのようにスペクトルというのは情報が多いですからね、難しいんですね。

高橋: 世界でもスペクトルが観測できる場所はそんなにまだなかったってことですか。

日江井: スペクトルとしてはね。

高橋: じゃあ割と最先端のことなわけですね。日本でそれが1972年にできて、スペクトルの観測をしていくということなんですね。

日江井: だから日本もその25 cm コロナグラフでスペクトル観測ができるようになったわけですよ。乗鞍へ行くと、世界中の連中と同じように

5303 (Å) の明るさを測って報告するっていうルーティンがあると同時に 25 cm のスペクトル観測も一緒にやってましたね。ルーティンと研究と同時にやってたわけです。だから 25 cm コロナグラフができて、私はルーティンだけじゃなくて研究もできるようになって非常によかったなあとはいましたけどもね。

●太陽研究の国際的な流れ

高橋: ではコロナのスペクトルを観測して何がわかるのかということを聞きたいんですが、僕は太陽のことはよくわからないので、ちょっとその手前のあたりから、あらためてその当時の太陽研究の流れとか問題意識をまとめてお話ししたいでもいいでしょうか？

日江井: そうですね。当時の太陽研究というのがどういう方向に向かっていたかを説明するのに、ちょっと歴史の最初の方へ戻ってみましょう。まず僕らがお釈迦様になったつもりでね、宇宙空間にガスの塊を置くんです。組成は今の宇宙と同じで水素とヘリウムがメイン。そうすると、そういうガス球がどうなるかっていうのは物理屋さんが大好きな話だと思うんだ。

高橋: そうですね、そういうシンプルな状況は好きでしょうね。

日江井: 太陽だけでなく星全体がそういう状況から始まるんだけど、星は遠いから僕らにはよくわからないわけです。でも太陽は近い。だから太陽で何が起こるかっていうのは、星で何が起こるかを考えるときの非常にいい example なんですよ。

高橋: そうですね。

日江井: それでガス球は初め温度が低いけれど、重力で集まってくると温度と圧力が上がる。すると中心部で自然に核融合が始まるようになるわけだね。核融合が起これば熱が出て、それからニュートリノも出てくる。ところがその太陽ニュートリノを観測してみると、量が太陽の内部構造の理論計算と合わない。これが前世紀の半ばくらいか

らの、いわゆる太陽ニュートリノ問題。で、それを解決したのがスーパーカミオカンデでね、ニュートリノが途中で姿を変えるという振動の発見で話が通ったわけですね。

高橋: ニュートリノ振動ですね。カナダの SNO (Sudbury Neutrino Observatory) というのも太陽ニュートリノの決定的な観測をしましたね。それで結局太陽ニュートリノというものを観測して、太陽の中心部では実際に核融合が起これいるんだということが確証されたわけですね。

日江井: そうです。それから太陽の内部構造としては、真ん中に核融合の中心核があって、その外に輻射層があり、さらに外側に対流層がある。その対流層の外側が光球ですね。私が東京天文台へ来たころ、この光球がどういうものかというのがだんだんわかるようになってきてたんです。太陽の limb darkening (周縁減光) を使って、光球の中での opacity (不透明度) に主に効くのは negative hydrogen (水素の負イオン) だとわかってきた。negative hydrogen っていうのは電子を一つ余分にくっつけた水素で、可視光の連続吸収を担うから、光球の明るさ分布を決める決定打になるんですね。チャンドラセカールの輻射輸送の計算なんかも使ってね、光球の構造、たとえば密度や温度の深さ方向の様子が見えてきた。

高橋: 学部生のときに藤田 (良雄) 先生の指導でそういうことを勉強されたということでしたね (第2回参照)。

日江井: そうなんです。だから光球はわかってきた。でもその上の彩層やコロナがわからない。僕らが天文台に入ったころ、そういう状況だったんですね。だから彩層を調べたいっていうんで、日食観測に行ったわけだね。彩層の何がわからなかったかという、彩層ってのは温度が1万度が4万度かよくわからない。コロナよりは低いことはわかっているけど、とにかく実体のはっきりしない。だからスワロフだとかペルーだとかへ行って、日食でいいデータを撮って、彩層の構造を決めたんです。

高橋: だいぶ苦勞して準備されて日食の観測に臨んで、彩層の温度を測ったということでしたよね(第5回参照)。結局数万度と言われてたのが、そこまでは高くなかったという。

日江井: そうですね。ただ当時は全体をhomogeneous、つまり一様だとして解析していたんですよ。ところがよく見ると、彩層だってスピキュール(彩層にある細いジェット)があったり、いろんな細かい構造がある。光球だって細かい構造がある。だから私が天文台に入ってちょっと経つと、今度は太陽を細かく見よう、fine structureを見ようという研究が出てきて進んだんです。まずグラニュレーション(粒状斑によるセル状のパターン)が出て、その集まりのスーパーグラニュレーションが見えて、そこからスピキュールが噴き上がっている、と。それからよく見たら光球が実は振動していることがわかった。この表面の5分振動がわかると、地震波で地球の内部を調べるのと同じようにして太陽の内部構造が探れるわけよ。これが日震学というもので、関井(隆)君が詳しくやっていましたね。

高橋: スイカを叩いたときの音で甘いかどうかわかるみたいなことをよく言われますね。

日江井: 一方で、太陽ってのは17世紀の最初から黒点の観測が進んだ。望遠鏡が発明されてからね、望遠鏡でどんどん黒点を観測して、それからもう今400年くらい続いている。その数の変化を見ると上下していて、11年周期があると。いまだもって、なぜ11年なのかの本質はわかっていないけれどもね。でも最近は計算機を使ったシミュレーションでかなり理解が進んできたようですね。

さらにゼーマン効果というのがあるとわかって、地球以外で磁場があるって初めて直接わかったのが太陽黒点だよ。

高橋: ヘール(G. E. Hale)ですね。

日江井: そうです。黒点に強い磁場があると。じゃあ磁場も観測しようじゃないかと。磁場を観測するにはスペクトルの分裂と偏光を測ることが

重要なんです。

だから私が天文台に入った当初は、太陽の研究で2つ柱があった。homogeneousなモデルで彩層・コロナを調べるだけじゃだめだから細かいfine structureを観測するっていう方向と、偏光などで磁場を観測する方向と、この2つ。

高橋: なるほど、当時はそういう流れがあったわけですね。

●日本の戦略

日江井: でね、日本でもまずfine structureを観測しようというので、日本中でいい場所を探したの。小笠原に行ったり沖縄に行ったりしてさ。でも、なかなかいいところがないんだよね。やっぱり日本は豊芦原瑞穂の国で雨が多い。砂漠みたいに雨が少ないわけじゃない。これは辛かったんですが、でもね、乗鞍の山の上とか飛騨はシーイングがいいときがあるの。乗鞍は梅雨明けの7月末からの1週間、シーイングが非常にいい。それ以外はもうシーイングのいいときはとても少ない。だから日本はね、やっぱり気候的に天文観測には向いてないでしょうねえ。私は梅雨明けにはほとんど乗鞍に行って、25 cm コロナグラフで観測しました。あれは非常にきれいなデータが撮れましたね。

高橋: 1週間だけいいときがあるわけですね。

日江井: 一方、川口(市郎)さんがフランスのピック・デュ・ミディへ行って、ものすごくいいグラニュレーションの画像を撮りました(川口市郎氏インタビュー第3回(天文月報2017年110巻8月号参照)。あれも山の上ですからね。それからビッグベア太陽天文台(アメリカ)ではジリン(G. Zirin)だとか田中捷雄君だとかがいい観測をした。牧田(貢)君もジリンのところへ行っfine structureの観測を始めたりしたんですね。それから西さんがキーペンホイヤー(Karl-Otto Kiepenheuer)のところへ行っ鍛えられましたね。

高橋: やっぱり海外の方がいいわけですね。

日江井: あとその頃、H α 線などのリオフィル

ターというのが普及してきたんですね。これは狭い波長帯だけを選び出すフィルターで、H α 線とかCaIIK線だけで太陽像を作ると彩層の細かな構造とか時間変化を観測することができるんです。以前からスペクトロヘリオグラフってのがあったんですが、リオフィルタの方が広い視野を一度に撮れて、高頻度で観測できるんですね。そういう特定のスペクトル線で像を作ると、それまで見えなかったものが見えてくるんです。

けれど、どっちにしても日本はシーイングの国際的な勝負では分が悪い。そこで磁場の方にぐっと舵を切ったんです。それが海野（和三郎）さん、西さん、牧田君、それから桜井（隆）君。初めはアインシュタイン塔望遠鏡でやったんだけど、明るさが足りないだとかいろいろ制約が出てきて、岡山のクーデ型65 cmで磁場観測をやるようになった。クーデ焦点は偏光観測に向くんだよ。

高橋: ああ、岡山では偏光で観測するということなんですね。

日江井: そうです、偏光をやったんですね。岡山の65 cmは随分活躍した。もともと岡山を選んだのは、日本中で晴天率がいいからです。ただ、シーイングに関してはあまりよくない。まあそれでも観測は進んだ。

とはいえ、岡山へしょっちゅう通うのは大変だし、太陽ってのは数十年っていう長い時間見ないとわからないから、田中捷雄君が三鷹に太陽の周期活動を調べる望遠鏡を作ろうじゃないかと言いつ出したんですね。それで科研費の特別推進でね、三鷹に太陽フレア望遠鏡を作った。その特別推進の面接には田中捷雄、日江井、桜井が呼ばれて、久保亮五先生が審査委員長。「本当にお前たち大丈夫なのか」って聞かれましたよ。田中君はね、46歳で亡くなっちゃったんだけど、非常に出来がよくてね、古在（由秀）さんも「田中君が言うんだったら信用するよ」ってサポートしてくれて、それで1990年ごろに三鷹に太陽フレア望遠鏡ができた。今も花岡（庸一郎）君らが活動域とか磁場の観測

をやっているわけです。

高橋: 三鷹で継続して磁場観測をしているわけですね。日本は磁場の方に集中すると。

日江井: はい、ただ日本としては地上のシーイングのいい場所を見つけるのは大変だということになってたんですが、だったら気球を飛ばすか、科学衛星を飛ばすか、というので僕らは科学衛星に行ったんです。

高橋: ああ、衛星なら国は関係ないわけですよね。

日江井: はい、衛星でいい観測ができました。だから当時、太陽の研究の進む方向はね、きれいな画像でfine structureを見るか、磁場に行くか。それから衛星を使って可視光で見られない極紫外線、X線で観測をするということもあったわけです。その頃世界的にいろんな観測が行われて、今まで見えていなかったものが次々に見えてきたんです。太陽表面にはこんな現象、あんな現象、細かなスケールの現象が本当にたくさんあるんですね。フィリグリーだとか何だとか、いろいろ名前が付いちゃってね。

高橋: フィリグリーっていうのは？

日江井: 明るい点が網目状に並ぶ微細構造のことです。光球の細い磁束管に対応するんですね。一部の人には「太陽は細かいことばかりやってるじゃないか」なんて言われたわけですけど、いわば太陽は発見の時代だったんだね。ちょうど今、JWSTとかでレッドシフトの大きな銀河を見つけたっていうと皆さんワットと驚くでしょ。あれと同じで、当時の太陽では発見が多かったんですね。特にジリンがこういう現象があるとか、プロミネンスの足はどうだとか、いろんな新しい現象をどんどんアピールしたんです。でも当時はその意味するところがちゃんとはわからなかったんですね。そういうものを研究するようにということで、平山君、田中君、桜井君らが次の時代を担う連中を育てたんですね。今の若い連中がコンピューターで太陽大気の微細構造や磁場や波動をきちんとモデル化して調べるようになって、また

面白くなってきたわけよ。

●日江井氏の観測研究

高橋: では日江井先生は岡山でも観測されたんですか。

日江井: 岡山でもやりましたよ。元々タワーで観測してましたからね。前にお話したように、タワーの観測ではフレアというのは10 kmくらいの細かな fine structure からできてるっていう非常にいい成果を出したわけですね(第7回参照)。でも、タワーでは光が足りないっていうので岡山に移ったんだ。岡山の観測所ができたのは1960年だけど、その後に65 cmのクーデ型太陽望遠鏡を作ったんです。それを作ろうとしてときには私はアメリカに行っちゃってたので、どういうものを作るということには私はタッチしてないんです。末元(善三郎)さんだとか牧田君だとか、日本光学と相談したんでしょうね。

高橋: 1967年に完成ということですね。

日江井: それを使って牧田君とか田中君が一生懸命やってくれて活躍したわけだ。それから桜井さんも非常によく使ってたね。65 cmで磁場の観測したのは彼だ。

高橋: 日江井先生はどういう観測をされたんですか？

日江井: 私は岡山ではホワイトフレアのエッセルスペクトルを撮りました。エッセルだから広い波長帯のスペクトルが全部見えるわけ。そしたらあるときに吸収線がぐにゃぐにゃって曲がってたんです。そのスペクトルは何かというと、フレアというのはH α の吸収線ができるような彩層の上の方だけじゃなくて、弱い吸収線ができるような下の方でも動いてるというのを示すデータだったんです。それはパブリに出てますよ(Yoshimura, et al., 1971, PASJ)。

高橋: その後に乗鞍の25 cm望遠鏡ができるということですね。それでコロナのスペクトルを撮ったと。

日江井: 乗鞍はですね、先ほど太陽観測の2つの方向性っていう話をしましたが、実際はもう1つの方向があってですね、それはフレアみたいな活動現象なんです。そういう活動現象のスペクトルを観測できたのは日本の乗鞍とそれからアメリカのサクラメントピークの2つでした。ヨーロッパでは観測してなかったんです。だからそれを使ってですね、白色光フレアのスペクトルをものすごくたくさん観測しました(Hiei, 1982, Solar Phys.)。

高橋: 乗鞍で業務ではなくて研究としてスペクトルが観測できるようになって、やっぱり楽しくなってくるわけですか。

日江井: そうねえ。長澤先生が作ってくれてね、でもその長澤先生が言うにはね、「重荷を置いていったのかなあ」って。しょっちゅう言われるわけよね。長澤先生というのはそういう方なんですよ。だから私は「楽しんでやってますよ」と。25 cmコロナグラフ、冬場は動きませんが夏場の1週間は非常にいい観測ができましたね。そのときは私も喜んで乗鞍へ行きましたね。

それから乗鞍はですね、コロナの観測もあったけどもリム近くで起こったリムフレアだとかね、太陽面の現象もいい観測ができるんですよ。森下(博三)さんが撮影したtwo ribbon flareのH α 像は世界的に知れ渡りました。シーイングがいいし、散乱光が少ないから。だから継続的にウォッチしていて、フレアが起こりそうだと思うとそこにスリットの望遠鏡を向けてコロナだけでなくディスクも観測してました。フレアは連続光がすぐ消えてしまうので、発生初期の数分の観測が大切で、敏捷な観測が必要なんですね。そういうことができるくらいにいい望遠鏡だったね。

高橋: コロナグラフっていうのは人工的な日食っていうことですね。それで普段からいろんな観測ができるわけですけど、やっぱり本当の日食もそれはそれで価値があるわけですか？ 日江井先生はずっと継続的に観測に行ってますよね？

日江井: やっぱり本当の日食とコロナグラフは

違っててね、コロナグラフはバックグラウンドが大きいですよ。だから相変わらず本当の皆既日食に行っていました。

それから一度、アインシュタインエフェクトの観測をしようとしたことがあったんです。ご存知のようにアインシュタインエフェクトっていうのは、星が太陽の向こうに回ると、星からの光が曲がるっていうようなことで、エディントン (A. Eddington) が皆既日食で最初に観測したわけですよ。それがですね、金星でもできるんじゃないかと。

高橋: え、そうなんですか。

日江井: 金星が太陽の裏をまわったときにはね、何時に太陽の裏から出てくるかというのは計算できるわけ。だからそれをコロナグラフで観測しようというので私は世界中に連絡してね、金星のオカルテーションが起こったときに太陽の観測をしようじゃないかと。それで私は金星を観測しようとした。日中だよ。金星は日中だって明るいんですよ。それでも見つけるのは大変だったけどもね、見つかってね、それをずうっと追っかけました。ところが途中で曇っちゃってね、残念ながら最後のところまで観測できませんでした。後はね、スロバキアのロムニッキーピーク天文台がやってくれてね。だけどそこでもやっぱり曇っちゃってね。最後のところが観測できなかった。でもアイディアとしてはいいアイディア。まあ見つかったところでどうってことないんだけどね。もうすでに星でやられてたわけだからね。

高橋: でも面白い試みですね。

日江井: コロナグラフで残念だったのはそれが1つと、もう1つはね、シリウスの伴星。シリウスの伴星は白色矮星で、その観測をしようと思ってコロナグラフを向けようとしたんだ。でも残念ながらその方向に向かなくてさ。

高橋: 機械的にということですか？

日江井: 機械的にぶつっちゃってね、まあしょうがないよね。いやあそんな残念なことがあっ

た。まさにコロナグラフだから明るいのを消してですね、暗い白色矮星が観測できたはずなんです。今はもう皆さん太陽系外惑星を観測するのにコロナグラフを使ってるわけだよね。私も当時それをやろうとしたんだけど、向かなかった。

高橋: そうだったんですね。太陽だけじゃなくてそういういろんな観測もやろうとしてたわけですね。じゃあとにかく日本で太陽の観測は岡山と乗鞍で進んでいったと。

日江井: あと飛騨とね。

高橋: 飛騨もですね。ドームレスの完成は1979年のようですので、乗鞍の25 cmのもうちょっと後ですね。じゃあ古くからの乗鞍のコロナグラフがあり、岡山で太陽望遠鏡ができて、乗鞍で25 cmの新しい望遠鏡ができて、飛騨のドームレスもできてと。

日江井: ああそうか、そういう順序ね。飛騨はジリンもびっくりしたくらい、高度が高いというのもあるけれどもいい望遠鏡で、ツァイスのやつだよ。私も使わせてもらいましたけどもね。

高橋: ほかの大学の人も使えるわけですね。

日江井: そう、オープンでアプライしてね、あなたはこの1週間使えますということだね。

高橋: 飛騨のドームレスはどういう特徴を持った望遠鏡なんですか？

日江井: それこそ結構シーイングがいいんですよ。あそこは。それから筒の内部が真空だから像の乱れがなくてね。それから乗鞍よりもディスページョンが大きくて、分光器室も大きくてさ。だから例えばムスタッシュとかいう細かな髭みたいなものを観測したりですね、スペクトルで細かなガスの移動を見たりだとかね、細かな fine structure のスペクトルが観測できましたね。

高橋: じゃあ太陽分野では結構数年おきに新しい望遠鏡ができて、いい時期でした。衛星もあると思いますが、それはまた後でお聞きします。

日江井: だからその頃はね、やっぱり日本の経済がよくなっていったときだったから、天文学にもお

金が来たんでしょうね。でも長澤先生は「苦労した、苦労した」と言っていましたよ。特に人を増やしてもらうのにはもう本当に苦労したよと。長澤先生が言うには、手弁当で1週間大蔵省に足詰めたと。役人が来るよりも前にあそこに行って。でもその苦労の甲斐があったわけよね。

●太陽ニュートリノ

高橋: さっきちょっとお話に出たんですけど、太陽ニュートリノの話ですね。あれの最初の観測って1960年代ですよ。デービス (R. Davis Jr.) のあの実験はもう当時から知ってました？

日江井: デービスさんが鉱山の奥の地下に検出装置を置いて観測をやっているってことは知ってた。観測してみたら理論の計算の半分くらいだったかな、そういう話は聞いてました。

高橋: 当時からもう結構注目されてたんですか、太陽ニュートリノのことは。

日江井: 注目っていうか、当時、20世紀の後半の太陽物理の問題点の1つは、太陽ニュートリノでした。ニュートリノと11年サイクル、それからフレアの発生メカニズム。こういう3大問題があったから、そういうことで意識にはありました。

高橋: たぶんニュートリノ自体は天文であんまり馴染みがなかったんじゃないかと思いますが。

日江井: まあそう馴染みはなかったけどもね。太陽ニュートリノ問題っていうのは太陽の連中はみんな知ってました。私自身も小柴 (昌俊) さんに呼ばれてカミオカンデを見に行きましたからね。神岡と乗鞍は近い、隣村なわけですよ。だからね、お前来いよって小柴さんに呼ばれて行っただけです。それでこちらは太陽の話をして、向こうはそのときはニュートリノの話じゃなくて陽子崩壊ですよ。

高橋: カミオカンデはもともと陽子崩壊を見るっていう実験ですね。

日江井: 当時、陽子崩壊がなかなか見つからなくてですね、文部省の役人がカミオカンデを見て帰



神岡にて説明を受ける日江井氏 (日江井氏提供)。日江井氏の右隣は竹田敦氏。

りに乗鞍に寄ったときにね、「日江井さん、陽子崩壊がなかなか見つからないんだけど、どうしようかなあ」ってね。研究機関課の人だったんですけどね、「もう何年もやってるから、どうしましょうか」って。それは夏だったんですけど、その半年後の冬に超新星のニュートリノが見つかったんですよ。

高橋: ああ、超新星1987A、その年ですか。1987年の2月ですね。

日江井: 超新星。だから陽子崩壊は見つからないけども、ニュートリノが見つかったんだよね。だから小柴さんってのは本当にそういう点では運がいい人だったですね。

高橋: 小柴さんが退官された年ですよ。じゃあ小柴さんから神岡で話してくれて呼ばれてたわけですか。

日江井: まあ隣村だからね。ちょっと太陽の話しよう。そこで佐藤勝彦さんにも会った。

高橋: じゃあ何か研究会みたいな感じなんですか。

日江井: 研究会だったのかなあ、いや大勢じゃなかった。それでカミオカンデを訪ねて行ったら、そのときに村の人が一升瓶を持ってくるわけよ。あそこはイタイタイ病があったところだよ。

高橋: 神岡鉱山ですね。

日江井: だから小柴さんってのは周りの村の人に対してはいろいろ気を配ってたんでしょうね。その後、大橋（正健）さんが重力波の件で天文台から神岡に移ったので、彼に頼んで天文台の仲間と一緒に見学に行きました。そこに入ったら、子供のとき読んだ海野十三の小説に出てくる地下の秘密基地を思い出しましたね。壮大な水タンクとか、ダークマターを検出する話とか、「知」を追求する皆さんのエネルギーに感動しました。

（第9回に続く）

A Long Interview with Prof. Eijiro Hiei [8]

Keitaro TAKAHASHI

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

Abstract: This is the eighth article of the series of a long interview with Prof. Eijiro Hiei. Japan's solar-observing facilities advanced markedly from the late 1960s into the 1970s. The centerpiece was the 25 cm coronagraph at the Norikura Solar Observatory, developed by Eiichi Hiei and his colleagues at the Tokyo Astronomical Observatory in partnership with Nippon Kogaku (now Nikon). It produced internationally recognized results in spectroscopic observations of solar activity, including flares. Because of Japan's unfavorable weather condition, magnetic-field measurements became a strategic focus and were carried out with the 65 cm solar telescope at the Okayama Astrophysical Observatory. Kyoto University's Domeless Solar Telescope at Hida Observatory likewise helped drive Japan's solar research forward. Against the backdrop of rapid economic growth, cutting-edge large telescopes with distinct strengths were built in quick succession at Norikura, Okayama, and Hida, establishing the foundation for an observational program capable of competing at the global forefront. Prof. Hiei reflects on Japan's development and on the international currents in solar research around this period.

日本天文学会早川幸男基金による渡航報告書

Baryons Beyond Galactic Boundaries -2024

日下部晴香（国立天文台（渡航当時））

渡航先：インド プネー

期 間：2024年11月28日～12月8日

本渡航では、インドのプネーにある The Inter-University Centre for Astronomy and Astrophysics (IUCAA) を訪問し、11月29日に現地に所属する Edmund Christian Herenz 博士と Nissim Kanekar 博士と最新の観測結果と電波 21 cm 観測計画について議論し、その後12月2日から6日に、国際会議「Baryons Beyond Galactic Boundaries -2024」にて口頭発表をし、議論に参加することが目的であった。本渡航は非常に実り多く新しい国際共同研究を始めることもできた。さらに、初めてのインド渡航で多くのカオスを経験し、世界観が広がり、研究者である前に地球上の1人の人間として成長できたように思う。

1. デリーでフライトキャンセル— e-tiketに記載されている運航会 社が存在しない

私は羽田-デリー、デリー-プネーの往復の便を Air India の公式 website で予約していた。渡航前日には Air india から online check-in を促すメールが届くも、なぜか予約番号が機能せず check-in ができなかった。一抹の不安を覚えたが、羽田-デリー便は ANA の運航なのでどうにでもなるだろうとあまり気にしなかった。渡航当日、空港の ANA のカウンターで1つ目のフライトのチケットを受け取ると、チケットのバーコードの読み取りに問題がありスーツケースを預け入れることができなかった。最終的に預け入れられたが、その時はバゲッジロスにならないかとか、そんなことばかり心配していた。今思うとなんて狭い世界

観の中で生きていたのだろうと思う。デリーに着き、預入荷物を受け取り、入国も無事に済ませた。あとは乗り継ぎだけである。Air India の check-in エリアに向かうと、入り口で職員が e-ticket をチェックし、近くのカウンターに並ぶよう促してくれた。しかし、実際に自分の番がくると他のカウンターに行くよう促された。言われた通りにカウンター B に向かい、また列の手前で e-ticket をチェックしてもらい長蛇の列に並ぶも、カウンターでは「来るのが遅すぎたので check-in は締め切った」と言われた。まだフライトまで2時間以上もあるのにそんなわけではない。丁寧にしっかりと主張をすると、「OK, カウンター F に行くべきだ」と言われた。この時、まだ自分では電光掲示板を確認していなかったので掲示板を確認する。自分のフライトが表示されない。何のアナウンスもないが、まさかフライトキャンセル!? ひとまず言われた通りカウンター F に行き、列の手前の職員に事情を説明し、フライトの状況をしっかり確認してほしいと頼むと、デスクまで確認に行ってくれた。しかし、答えはカウンターが間違っているから、カウンター A に行けとのことだった。3度のたらい回しで職員達の言うことが信用できなくなってきた。インフォメーションカウンターに立ち寄った。列に並ぼうとするも列など存在しないし、割り込みが普通である。もう搭乗まで時間がなくなってきたから郷に従うこととして、人を押し除けて割り込み窮状を強く訴えた(欧州に4年住んでいる間に起こった数多のトラブルが私を鍛えてくれていたことに感謝した)。スタッフは親切に Air India に電話で確認もしてくれ、4つ目のカウンターである A にすぐ行くよう言った。カウンター A の列の手前の職員に強めの口調で改めて確認を頼むと、

職員が複数人集まって話だし、何か様子がおかしい。キャンセルかどうか何度聞いても、絶対にそれについては答えてくれない。奥から別の男性職員が現れ、Air Indiaのbooking counterと一緒に行く必要があると言って連れていってくれた（つまりキャンセルなんでしょう！？）。カウンターに向かう途中、「実は、そのe-ticketの航空会社は存在しない」と職員から言われた。意味がわからない。あなたの会社で往復の便をまとめて予約したんですけど！？コードシェアをしている航空会社が存在しないから、キャンセル情報も存在しないし、どこのカウンターに行っても何の情報もない、ということらしい。意味はわからないが、状況の理解は捗った。しかし、Air Indiaのbooking counterにいた職員は、この状況を認めず代替チケットの手配を拒否し、一緒にきてくれた職員と一緒にAir Indiaとコードシェアする会社のカウンターすべてをチェックして回るはめになった。彼は定期的に他の仕事で消えるので、私は1人空港内を大きな荷物を持って走り回ることになったりもしたが、彼は途中で何度も様子の確認に戻ってきてくれ非常にありがたかった。その度に盛大に感謝の意を述べ、本当に困っていることも伝え続けた。再びbooking counterに戻り、その男性職員が再度状況を説明し、ちょっとしたバトルの後に、隣にbooking counterを持つ別の航空会社のコードシェア便に追加料金なしで乗せてもらえる方向に話が進んだ。その後も意味不明なことはいくつかあったが、プネー行きのフライトに搭乗した際に、とてもpeacefulに感じ、面白い経験ができたと思えた。助けてくれた人たちには感謝してもしきれない。ちなみに、元々の謎の便や航空会社はデリー空港には存在していないが、公式websiteで確認すると定時で運航していることになっていた。インド、すごい。様々なシステムが機能していないのにちゃんと飛行機自体は飛ぶ。研究会では、参加者の大半は往路で何かしらのトラブル

に遭っていて、インドの話題提供能力に感服した。インド滞在中もあらゆるカオスと人々の親けさに触れ、感情のジェットコースターとnew adventure, 束の間の平和の繰り返しであった。新たな世界を教えてくれてありがとう、インド。

2. Herenz博士とKanekar博士との議論

筆者とHerenz博士は、近傍宇宙の若く金属量の低い矮小爆発的星形成銀河を可視面分光装置MUSEで観測することにより、星形成フィードバック/銀河スケールアウトフローが銀河周辺物質を電離するメカニズムを研究している。現在は2人で観測データの整約の問題解決に励みつつ、プロジェクトで見つかった面白い天体について議論しているところであった。久しぶりの対面の議論は捗り、データ整約の現在の問題点を洗い出し直し、どこまでの精度を求めてどのような整約をするか話しあい、今後の方針を定めた。下記の研究会でも「Discovery of kpc-scale feedback effects in the reionisation-era analogue J1044+0353」(Herenz and Kusakabe)のポスター講演を予定していたので、結果の解釈について意見が分かっていた部分について議論を重ね、ポスターの最終版を作成し、執筆する論文の構成も決めることができた(Herenz, Kusakabe, and Maulick 2025)。また、Herenz博士の所属するKanak Saha博士の研究グループのミーティングとジャーナルクラブにもお邪魔し、学生やポスドクの皆さんと研究会前から親睦を深めることができた。

Kanekar博士は、インドの電波干渉計GMRTと中性水素21 cm線観測の第一人者である。博士は下記の研究会で招待講演も行っており、21 cm線観測は専門外である筆者は博士から多くのことを学んだ。筆者達は本研究をさらに発展させるために21 cm線のデータの取得を目指し、南天のターゲットをMeerKATで観測しているところである。北天のターゲットのデータを揃えるため

に、ぜひKanekar博士の協力のもとGMRTの観測提案を提出したいと思っていた。Kanekar博士を訪問すると、本研究に大変興味を持ってくれた。滞在中に博士と観測提案の内容について議論を重ね、観測セッティング/見積りのための技術的的確なコメントももらい、GMRT特有の採択に繋がるコツまで共有してもらえた。初対面にも関わらずあまりに親切にしてもらえたので大変な感銘を受けた。

3. Baryons Beyond Galactic Boundaries-2024

本研究会では、銀河周辺物質と銀河間物質に関する輝線・吸収線観測、理論モデルの専門家が集まり、過去20年の進展を総括し、今後の研究方向を議論することを目的としていた。参加者数は100名程度で、多くはIUCAAのキャンパス内の宿舎に泊まり、朝から晩まで議論や交流が続く、密度の濃い集会であった。筆者は3日目に「First detections of circumgalactic SiII* emission at $z>2$ 」というタイトルで口頭発表した。本研究では、 $z=2-4$ では金属汚染を受けた冷たい銀河周辺物質の輝線トレーサーが欠陥しているという問題に対し、SiII* haloという新しいトレーサーの有用性をMUSE観測によって初めて検証し、SiII*の放射メカニズムが「連続光パンプング」であると結論づけている(Kusakabe+24)。発表後には多くの質問とコメントを受けた。例えばアメリカの吸収線観測の専門家のRongmon Bordoloi博士から手法について、アメリカでSiの観測を進めているVarsha Kulkarni博士からはSiIIの複数の輝線と吸収線の強度について、ロシアの吸収線プロファイルの専門家のSergei Balashev博士からは、

衝突と再結合といった他の放射メカニズムについての質問を受け、議論を行った。特にBalashev博士とは放射メカニズムについて、他の天体の場合も含め意見と知見の交換を行い、それぞれ再度考察して翌日のtea breakに議論を行った。3回の議論を通し最終的に筆者の提唱するメカニズムが最もそれらしく、他のメカニズムの寄与は小さいであろうという結論に達し、論文の共著者とはできなかった議論を専門家と行えて大変有意義であった。帰国後に紹介してもらった論文をしっかりと読み込み、次の論文の議論に活かしたい。SOC Chairであり、筆者に研究会に参加をするよう連絡をくれたSowgat Muzahid博士、その学生のEshita Banerjeeさんとは吸収線観測におけるホスト銀河の同定や銀河の性質などについて議論を行った。その他にも、発表論文の共著者であるドイツのLutz Wisotzki博士や、同じMUSEの国際共同研究チームに所属するフランスのNicolas Bouché博士とMuzahid博士とともに、本研究のサンプルを拡大してさらに発展させるために用いるべきデータやサンプルの選択について議論を行った。また、この分野で観測と理論の研究者が今後どのように歩み寄って共に研究していくかパラレルセッションもあり議論が盛り上がった。本渡航は、想定以上に実りが多く、楽しい時間を過ごせ、近い将来Herenz博士達に会いにIUCAAやインドをぜひまた訪問したいと思った。ただ、インドに住みたいと思うにはまだまだ人生の経験値が足りないと感じた。

結びに、本渡航を支援してくださった早川幸男基金と、関係各所の皆様に感謝を申し上げます。おかげさまで貴重な経験ができ、研究の発展にもつながりました。

2024年度 博士・修士論文タイトル一覧

天文・天体物理若手の会（SYAJ: Society of Young Astronomers and Astrophysicists in Japan）に所属し、2024年度に博士号・修士号を取得された会員の学位論文タイトルを掲載いたします。本論文タイトル集は、大学院生が現在どのような研究を行っているのかについて、天文学コミュニティの方々に広く知っていただくため、2024年度天文・天体物理若手の会がまとめたものです。本掲載に関するお問い合わせは、若手の会事務局（wakate-jimu@astro-wakate.sakura.ne.jp）までお願いいたします。

1. 氏名（ふりがな）

2. 学位論文のタイトル

3. 所属機関

4. 進路

* 個別のお問い合わせは、提出時の所属機関までよろしくお願いいたします。

2024年度博士論文一覧

1. 窪田 圭一郎（くぼた けいいちろう）

2. Polarization effects on gravitational lensing of gravitational waves

3. 京都大学理学研究科 物理学第二教室

4. アカデミア(宇宙線研究所)

1. 天羽 将也（あもう まさや）

2. Area-Bound Conjecture for Rotating AdS Black Holes

3. 京都大学理学研究科 物理学第二教室

4. 就職

1. 油谷 直道（ゆたに なおみち）

2. A Study on the Emergence of Active Galactic Nuclei with Diverse Host Galaxies

3. 鹿児島大学

4. 神戸大学

1. 平野 佑弥（ひらの ゆうや）

2. Detection of Weather Variations on Exoplanets Based on Multi-Wavelength and Multi-Epoch Transit Observations

3. 兵庫県立大学理学研究科 物質科学専攻 光学赤外線天文学研究室

4. 就職

1. 南 喬博（みなみ たかひろ）

2. FOXSI-4 imaging-spectral study of thermal and non-thermal electrons in solar flares

3. 東京大学 馬場研究室

4. 就職

1. 高嶋 聡（たかし まさとし）

2. Development of a Compton camera using liquid argon for time-domain MeV gamma-ray astrophysics

3. 東京大学 馬場研究室

4. 理化学研究所

1. 浅田 喜久 (あさだ よしひさ)
2. Early galaxy evolution in the hierarchical universe: galaxy interactions and star formation in low-mass high- z galaxies probed with JWST
3. 京都大学理学研究科 物理学宇宙物理学教室
4. トロント大学

1. 宇野 孔起 (うの こうき)
2. Diversity of Explosive Transients: Classical Supernovae to New Populations
3. 京都大学理学研究科 物理学宇宙物理学教室
4. コロンビア大学

1. 平島 敬也 (ひらしま けいや)
2. Star-by-star Galactic Disk Simulations Achieved by Using AI Surrogate Modeling of Supernova Feedback (超新星フィードバックのAIサロゲートモデルを組み込んだ高分解能銀河シミュレーション)
3. 東京大学理学系研究科 天文学専攻
4. 基礎科学特別研究員, 理化学研究所数理創造研究センター

1. 佐々木 俊輔 (ささき しゅんすけ)
2. Phenomenological Turbulent Modeling of Core-Collapse Supernovae
3. 総合研究大学院大学物理科学研究科 天文科学専攻
4. ポスドク研究員

1. 小上 樹 (おがみ いつき)
2. The Nature of the Stellar Halo in the Andromeda Galaxy Explored with the Subaru/HSC
3. 総合研究大学院大学物理科学研究科 天文科学専攻
4. 国立天文台 TMTプロジェクト

1. 丹羽 綾子 (にわ あやこ)
2. Antenna-coupled SIS photon detectors for terahertz intensity interferometry
3. 筑波大学理工情報生命学院数理物質科学研究群物理学学位 プログラム宇宙観測研究室
4. 就職

1. 森井 嘉穂 (もりい かほ)
2. Observational Constraints on the Initial Conditions of High-Mass Star Formation: A Statistical Study of Cores in Infrared Dark Clouds (大質量星形成の初期条件に対する観測的制約: 赤外線暗黒星雲内の分子雲コアの統計的研究)
3. 東京大学理学系研究科 天文学専攻・中村研究室
4. Center for Astrophysics | Harvard & Smithsonian

1. 佐藤 優理 (さとう ゆり)
2. Multiwavelength Afterglows from Two-component Jets in Very-high-energy Gamma-ray Bursts
3. 青山学院大学
4. 東北大学

1. 盛 顕捷 (せい けんしょう)
2. Swift-XRTを用いたFast Radio BurstのX線対応天体探査
3. 青山学院大学理工学研究科 坂本研究室
4. 理化学研究所

1. 山田 麟 (やまだ りん)
2. An Observational Study of Giant Molecular Cloud Evolution in the Outer Milky Way
3. 名古屋大学
4. 岐阜大学 / 国立天文台

1. 久世 陸 (くぜ りく)
2. Multi-wavelength emission modeling of jets and accretion flows of black holes
3. 東北大学理学研究科 天文学専攻
4. 京都大学基礎物理学研究所 特定研究員

1. 大工原 一貴 (だいくはら かずき)
2. Growth of Protoclusters and Evolution of Galaxies Revealed by Wide-Field Narrow-Band Imaging
3. 東北大学理学研究科 天文学専攻
4. 宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究所

1. 土本 菜々恵 (どもと ななえ)
2. Tracing Heavy Element Nucleosynthesis through Optical and Near-infrared Spectra of Neutron Star Mergers
3. 東北大学理学研究科 天文学専攻
4. 東京大学大学院理学系研究科附属ビッグバン宇宙国際研究センター

1. 今澤 遼 (いまざわ りょう)
2. Study of the Emission Mechanism of Blazar BL Lacertae in the Historical Gamma-ray Outburst Period with Multi-Wavelength Observations
3. 広島大学
4. 就職

2024年度修士論文一覧

1. 山口 未沙 (やまぐち みさ)
2. Simultaneous Formation of the Andromeda Giant Southern Stream and Eastern Extent
3. 筑波大学
4. 筑波大学大学院 理工情報生命学術院 数理物質科学研究群 博士後期課程 進学

1. 中島 圭佑 (なかしま けいすけ)
2. VLBI分子吸収線観測による星間物質凝集段階にある超微細空間構造の探索
3. 鹿児島大学理工学研究科 理学専攻 物理・宇宙プログラム
4. 鹿児島大学 理工学研究科 総合理工学専攻 情報科学コース

1. 佐伯 聖真 (さえき せいま)
2. 回転駆動型パルサーからのシンクロトロン放射の偏光の系統的研究
3. 広島大学先進理工系科学研究科 先進理工系科学専攻 物理学プログラム 宇宙物理学研究室
4. 博士課程後期(広島大学)へ進学

1. 杉村 風暁 (すぎむら ふうあ)
2. 散開星団に属する恒星の中性子捕獲元素の存在量
3. 兵庫県立大学理学研究科 物質科学専攻 光学赤外線天文学研究室
4. 就職

1. 浜田 佳澄 (はまだ かすみ)
2. 中間赤外線光度を用いた近傍銀河における分子ガス質量の推定
3. 北海道大学理学院 宇宙理学専攻宇宙物理学研究室
4. 就職

1. 大熊 悠介 (おおくま ゆうすけ)
2. 宇宙重力波望遠鏡におけるバックリンク干渉計の開発
3. 東京大学理学研究科 物理学専攻 和泉研究室
4. 同上

1. 近藤 勇仁 (こんどう ゆうと)
2. Evaluation of the Ultra Fine Sun Sensor onboard SOLAR-C Targeting the Verification of Solar Nanoflare Heating
3. 東京大学理学系研究科 地球惑星科学専攻 清水研究室
4. 同上

1. 前原 瑚茉 (まえはら こまち)
2. Zackrisson Methodを用いた宇宙再電離期銀河からの電離光子脱出率 f_{esc} の推定
3. 総合研究大学院大学 先端学術院先端学術専攻 宇宙科学コース 山田亨研究室
4. 同上

1. 加藤 辰明 (かとう たつあき)

2. 太陽フレアの粒子加速機構解明を目指した高輝度X線偏光観測CMOSセンサの基礎特性評価
3. 東京大学 馬場研究室
4. 就職

1. 松橋 裕洋 (まつはし ひろふみ)

2. 宇宙X線観測衛星搭載を目指したデジタルSOIピクセル検出器の開発
3. 東京大学 馬場研究室
4. 進学

1. 李 欣儒 (り きんじゅ)

2. 近傍星形成分子雲での FilFinder アルゴリズムを用いた特異速度構造の自動抽出
3. 東京大学理学系研究科 天文学専攻・廿日出研究室
4. 進学

1. 澤村 真星 (さわむら まほし)

2. 高赤方偏移レッドクエーサーにおけるAGNフィードバックのALMAデータによる観測的研究
3. 東京大学理学系研究科 天文学専攻
4. 進学

1. 石川 諒 (いしかわ りょう)

2. Extracting Mono-enriched stars Based on Machine Learning for Understanding the IMF of the First Stars
3. 東北大学理学研究科 天文学専攻
4. 同上

1. 石田 光 (いしだ こう)

2. 銀河探索によって明らかにするクエーサー密集領域の性質とその起源
3. 東北大学理学研究科 天文学専攻
4. 同上

1. 伊藤 茉那 (いとう まな)

2. 宇宙初期の様々な環境における初期質量関数の遷移
3. 東北大学理学研究科 天文学専攻
4. 筑波大学 理工情報生命学術院 数理物質科学研究群 物理学学位プログラム (博士後期課程)

1. 高橋 宏典 (たかはし こうすけ)

2. Investigating Galaxy Mass Growth and Quenching Mechanisms One Billion Years After the Big Bang
3. 東北大学理学研究科 天文学専攻
4. 同上

1. 敏蔭 星治 (としかげ せいじ)

2. Searching Optical Transient Counterpart for IceCube Neutrino Multiplet Event: Toward Constraining the Origin of High-Energy Cosmic Neutrinos
3. 東北大学理学研究科 天文学専攻
4. 同上

1. 松本 尚輝 (まつもと なおき)

2. Black Hole Growth and Galaxy Evolution in Mid-Infrared-Selected Heavily-Obscured Active Galactic Nuclei at Redshift Above 3
3. 東北大学理学研究科 天文学専攻
4. 同上

1. 井上 裕介 (いのうえ ゆうすけ)

2. X線光度曲線計算で迫る、Ibn/Icn型超新星の親星
3. 京都大学理学研究科 物理学・宇宙物理学専攻 宇宙物理学教室
4. 同上

1. 木原 健司 (きはら けんじ)

2. 自己相互作用的ダークマターの矮小銀河の潮汐効果に対する影響
3. 大阪大学理学研究科宇宙地球科学専攻 宇宙進化学グループ
4. 博士後期課程

1. 水谷 耕介 (みずたに こうすけ)
2. 3次元流体計算を用いた大質量連星系の共通外層期における軌道進化の研究
3. 大阪大学理学研究科宇宙地球科学専攻 宇宙進化学グループ
4. 博士後期課程

1. 藤原 立貴 (ふじわら たつき)
2. 月面核反応で解明する低エネルギー宇宙線量とその時系列変化
3. 大阪大学理学研究科宇宙地球科学専攻 宇宙進化学グループ
4. 博士後期課程

***** 天文・天体物理若手の会 *****

天文・天体物理若手の会（若手の会）は、日本の天文学および天体物理学に関連した分野に携わる若手研究者の自治組織として、若手を取り巻く環境の改善や、議論・交流の場を形成することを目的として設立された組織です。毎年夏季休暇期間中には、合宿形式で「天文・天体物理若手夏の学校」という研究会を開催しております。これは若手の会最大の行事であり、全国に散らばる会員が一堂に会して、自身の研究の発表や互いの研究内容に関する議論を行っており、若手研究者間の貴重な交流と情報交換の場となっております。

若手の会事務局は夏の学校事務局と共に組織再編を行い、2024年度より、執行委員会・会計係・サーバー係・新夏の学校事務局からなる新体制に移行しました。再編における大きな変更点は、若手の会の規約の変更および、旧若手の会事務局と旧夏の学校事務局から独立して会計係・サーバー係が発足した点の2点です。会計係・サーバー係は、若手の会執行委員会と新夏の学校事務局両者の会計運営業務・サーバー管理業務をそれぞれ行います。この再編により、現在の若手の会および夏の学校の実情に合った会費の運用、組織運営の効率化が図られます。新体制移行後も、何卒よろしくお願いいたします。

【会員募集の案内】

若手の会では、随時会員を募集しております。天文学や天体物理学に携わる若手研究者や自治、意思表示、研究やキャリアについての情報共有などに関心のある方ならどなたでも歓迎します。入会費、年会費ともに0円です。詳しくは公式Webサイトの「入会」をご覧ください。

【若手の会の主な活動】

- 年2回の総会の開催
- 天文・天体物理若手の会夏の学校の開催
- 天文学会代議員への会員の推薦
- 天文学会キャリア支援委員会との協力
- 会報サーキュラーによる情報共有
- X (@astro_wakate) による外部発信

【執行委員会 委員一覧】

委員長 : 谷安 要 (京都大学)
副委員長 : 吉久 健朗 (京都大学)
書記・広報 : 吉本 愛使 (奈良女子大学)

名簿 : 水本 拓走 (兵庫県立大学)
会計/係長 : 井上 峻 (京都大学)
サーバー/係長 : 小林 元 (京都大学)

E-mailアドレス : wakate_jimu2024@googlegroups.com

Webサイト : <http://astro-wakate.org/wakate/>



寄贈図書リスト

銀河天文学入門（上），星から銀河の世界へ，リンダ・

スパーク ジョン・ギャラガー著，谷口義明 訳，
A5判，288 ページ，4,000 円＋税，日本評論社

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。

会務案内

入会・移籍・退会のお知らせ

2025 年 9 月 5 日に開催された公益社団法人 日本天文学会理事会において，正式に入会・移籍が承認された方，退会が報告された方の人数をお知らせします。

入会 正会員：94 名 準会員：11 名
退会 正会員：1 名 準会員：2 名

訃報

会員の佐藤文隆氏は 2025 年 9 月 14 日，87 歳にて逝去されました。

佐藤氏は当学会で，評議員，欧文研究報告編集顧問，林忠四郎賞選考委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。

編集委員より

2026 年表紙デザイン決定

2026 年の天文月報表紙デザインは，応募いただいた作品の中から編集委員会による選考の結果，イラストレーターの坂本牧葉さんの作品に決定いたしました。新しい表紙をお楽しみに！

訂正

天文月報 2025 年 9 月号に掲載された天球儀「福井工業大学学部生による手作り望遠鏡を用いたパルサー観測報告」の著者 4 名のお名前が間違っておりました。関係の皆様にはご迷惑をおかけいたしました。以下の通り訂正してお詫び申し上げます。

誤	正
黒川達也	黒川達矢
佐々木孝晃	佐々木孝晃
高田友一	高田友一
濱田星矢	濱田聖矢

天文月報 118 巻 12 月号 主な掲載予定記事

ASTRO NEWS: XRISM ニュース (6) X-ray Mirror Assembly (XMA) の開発【林多佳由】

研究奨励賞: 異星の空を覗き込む: 系外惑星大気研究の未来を築く【Stevanus K Nugroho】

EUREKA: 星の運動から探る小マゼラン銀河の銀河相互作用【中野覚矢】

天球儀: 〈2024 年度日本天文学会天文教育普及賞〉星空を語り続けて 48 年【村松修】〈2024 年度日本天文学会天体
発見賞〉アンケートで振り返る天体観測 60 年【板垣公一】

〈シリーズ〉海外の研究室から: 東アジアを渡り歩いて, 台湾へ【奥村哲平】

〈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9回] 太陽観測衛星【高橋慶太郎】

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, 信川久実子, 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 10 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)