

報告

天文教育フォーラム報告

～天体観測のプロ・アマ連携：新しい展開～

鷹野重之（九州産業大学）、内藤博之（なよろ市立天文台）

1. はじめに

2017年9月13日（水）13:30～15:00、日本天文学会 2017 年秋季年会（会場：北海道大学）において、天文教育フォーラムが開催されました。本フォーラムは日本天文学会と共催で天文学会の年会の会期中に行われ、秋は天文学会が中心に、春は本会が中心になって運営しています[1]。

今回は、「天体観測のプロ・アマ連携：新しい展開」というテーマで開催されました。会場費の高騰のため、学会における会場利用に強い制約がかかり、通常は特別セッションとして開催される本フォーラムは、最終日午後のパラレルセッションの一つとして開催されました。そのため、参加者の減少が危惧されましたが、50 名を超える聴衆にご来場いただきました。招待講演者のご講演も時機に沿ったものであり、また会場を含めての議論も大変盛り上がりました。本稿では今回の天文フォーラムの内容を簡単に紹介します。

2. フォーラムのねらい

近年、地上観測や探査機による膨大な観測データが次々に公開され、誰もがそのデータを閲覧し、利用できるようになりました。また、一般市民が公開天文台のハイスペックの望遠鏡を用いて観測することが可能になり、こういった点でもプロとアマチュアによる共同観測を進めていく基盤が整ってきました。このような状況のもと、天文学研究において、市民との協働が進み、アマチュア観測者による継続観測のデータを活かし、最新の観測データの共有と解析の共同作業という新しい形の連携が必要となってきました。

そこで今回の天文教育フォーラムでは、これまでの天体観測のプロ・アマ連携の状況を振り返りつつ、プロの立場から、アマチュア観測者に期待する観測とはどのようなものか、アマチュアの立場からプロのデータを使ってみて思うこと、公開天文台がプロ・アマ連携の基盤づくりにどのように関わられるのか、といったことをそれぞれの立場からお話いただくことにしました。そして、よりよい「プロ・アマ連携」を目指すための方策を、会場参加者とともに議論する機会を設けました。

3. フォーラムの流れ

冒頭で天文学会教育理事の挨拶があり、次いでフォーラム実行委員会から趣旨説明がありました。これに次いで、三件の招待講演が行われました。

3.1 招待講演

はじめに、北海道大学の高橋幸弘さんから、「金星探査機あかつきと地上望遠鏡で臨む金星大気之谜」という題目でご講演いただきました。

講演では、まず高橋さんと北海道大学のチームが深く関わってきた、金星探査機あかつきについての紹介がありました。金星は自転が遅いわりに、非常に高速の風（スーパーローテーション）が吹いていることが知られています。このような強風は土星の衛星タイタンなどでも見られますが、その発生メカニズムはまったくわかっていません。これらの天体の高速風発生過程を理解するには、雲の化学組成と物理を統合的に解く必要があります。これらの情報を得るため、2010 年にあかつき

を打ち上げ、故障などの不運に見舞われながらも、苦労の末に軌道投入することができました。あかつきは惑星版「ひまわり」のようなもので、波長帯の異なる 5 台のカメラを持ち、このうち 3 つに北海道大学が関わっています。これらのカメラの活躍で、想像を絶する金星の雲の動きがわかってきました。

一方で、金星の雲にはもう一つの謎があります。それは「金星で雷は発生するか」というものです。金星の雲は硫酸が多く、地球の雲とはまったく異なります。また上昇気流が発生するのもよくわかっておらず、雷は起きないとの意見も多くあります。地上望遠鏡による観測では、雲での発光現象が観測されたとの報告もあります。しかし、高解像度ながら広い領域を長時間観測するには向かないあかつきでは確認できていません。

このような金星の雷の観測は、原理上地球のアマチュアのカメラでも撮影できるものです。そこで、なよろ市立天文台のピリカ望遠鏡で金星の夜側を観測しています。このような観測は継続性が非常に大事で、アマチュアの観測に適しています。例えば、晴天率の高いなよろで金星表面の Y 字模様を毎日観測してみたところ、先行研究で報告されている 4 日周期のパターン変動が見られないことがわかってきました。短い観測では本来存在しないものが見えたように思えてしまうこともあり、継続的な観測が必要なのです。そこで、アマチュアの方も交えて、継続的に観測することが大事なのです。全国の力を結集してやると、重要な情報が得られるかもしれません。この際、観測方法の標準化・規格化が重要となります。せめて観測に用いるフィルターの中心波長くらいは決めておくと、後ほど比較が容易になります。多くのプロ・アマで情報を共有していければよいでしょう。ピリカ望遠鏡もオープンファシリティとして有料で利用可能なので、アマチュアの方にも是非使っ

てほしいとのことです。



図 1 高橋さんのご講演

続いて、なよろ市立天文台の内藤（著者の一人）から、「公開天文台におけるプロ・アマ連携」という題目で講演しました。

近年、一般市民が公開天文台のハイスペックな望遠鏡を利用できるようになっており、また、公開天文台がフィーチャーされたフォーラムは久しぶりなので、公開天文台について紹介したいと思ひ話題提供しました。

公開天文台は 1926 年の倉敷天文台開設以降増えていき、現在は 400 以上の公開天文台があります。内藤の所属するなよろ市立天文台は北海道大学と連携して観測や社会教育を行っている中規模天文台で、北大ピリカ望遠鏡が主力となっています。ちなみに、ピリカ望遠鏡は偏光観測ができるのが売りで、オープンファシリティにより 1 時間 3 万円で利用可能です。

しかし、例えばジュニアセッションでの講演数に対し、公開天文台を利用したものの割合は多くありません。色々な事業を企画し、一般市民に利用してもらえよう努力しているところです。

ここでアマチュアの活躍についていくつかの事例を見ていきます。1908 年の日本天文学会発足当時はアマチュアの方が多かった（プロ 170 人に対しアマチュア 480 人）そうです。また、1920 年に東亜天文学会が発足してから

も多く、観測報告がなされており、そのほかにも多くのアマチュアの集まりがあり、多くの報告がなされています。しかし近年、大型望遠鏡の登場により、アマチュアが最先端科学にかかわるのが難しくなっています。一方で、Zooniverse やケプラー衛星データの目視による系外惑星探査などの市民参加のプロジェクトが多く、成果をあげつつあります。木曾超新星サーベイ計画 (KISS) でも 30 人のアマチュアチームが人間の目で超新星の確認に携わっており、小学生による超新星発見などの貢献がありました。そのほか、公開されている天体データからの彗星発見や公開画像のリメイクなどでもアマチュアの活躍が見られます。

プロとアマチュアの連携では、公開天文台のサポートは重要です。Low アマチュアに対してはプロの作ったプラットフォームを用いてのシチズンサイエンスにおいて、公開天文台のサポートが有用です。一方、High アマチュアに対しては、公開天文台も含めた連携観測が可能です。Middle 層向けにも、公開天文台ではプロとの橋渡しや本物体験などで貢献できるはずです。つまり、どのような層に対しても、公開天文台へ行き着くニーズがあるのです。公開天文台は高いポテンシャルを持っており、プロ・アマ連携の現場・橋渡し役になることが重要であり、これが公開天文台の生き残る道であると思います。



図 2 内藤 (著者の一人) の講演

最後に月惑星研究会の田部一志さんから、「木星観測におけるプロ・アマ連携～アマチュアによる画像の活かし方」という題目でご講演いただきました。

田部さんは大学時代に天文部で観測を開始し、主に木星の観測に注力されていました。その中で、アマチュアでも科学に繋がることができないのではないかと考えられたそうです。

2000 年頃、アマチュアの観測に革命的变化が起きたそうです。Web カメラの登場です。従来の写真に代わり、自動化・遠隔化された機器で得られたデジタルデータをソフトウェア画像処理することにより、従来は大口径望遠鏡でしか撮ることのできなかった画像がアマチュアでも簡単に撮れるようになりました。そして、インターネット時代に入り自分の撮った画像の公開が進むようになっていきます。月惑星研究会のサイトでも膨大な写真が投稿され、公開されています。画像公開する最大の理由は自己満足ですが、一部のアマチュアの中からは、写真を撮るだけではものたりず、経時的変化を追い、面白い現象を探す人たちも現れ始めます。例えば、木星の白斑の大量発生などが継続観測された結果、白斑が 3 か所くらいから次々湧き出す様子が得られ、これにプロが注目して論文化された例などもあります。

一方で、あまりよくない話として、自分で撮影した写真に HST の画像を混ぜ込んで、美しく加工した画像を APOD に投稿したり [2]、どうやって加工したか不明のおかしな画像が出回ったりという例も出てきています。

先程の例のように、アマチュアが論文に名前を連ねる例も多くあります。最近は大量の画像が公開されるので、プロの側からのアプローチにより、連続的に得られたアマチュアのデータがサイエンスに役に立てられていることもあります。すると、「アマチュアはなぜ自分で論文にしないのか？」という疑問がわ

いてきます。アマチュアは撮影はできるものの、論文執筆にまで到達しないのはなぜでしょうか。これは、プロは論文を書くのが仕事ですが、アマチュアにとって天体観測は趣味・遊び・自己満足で OK だからでしょう。

アマチュアの中にもスペクトルが存在し、

- 1：漠然と星が好き
- 2：星を見に行く
- 3：星の写真を撮る
- 4：観測分野を持つ
- 5：観測結果を発表する
- 6：論文にする

とレベルが上がっていきます。このレベルを上げていく障壁として、就職の壁、結婚の壁、経済の壁、数学・物理の壁、技術の壁、英語の壁、完璧な仕事をするプロの壁…などの多くの壁が存在し、論文執筆まで辿りつくアマチュアは限られています。リタイア後に就職や経済の壁を越えて復活するケースも多く、アマチュア天文家の高齢化に関係しているのかもしれません。

では、アマチュアが撮った画像をどのように研究に活かすことができるのでしょうか。例えば、アマチュアのデータを大学の卒研生などの研究素材に使ってもらおうというのも一案でしょう。木星閃光観測プロジェクトのように、とにかく数が必要な研究では、アマチュアが力を発揮できることは多いでしょう。



図3 田部さんのご講演

3.2 議論

招待講演に次いで、会場を含めてのフリートークが行われました。議論は田部さんによる「アマチュアとのつながりはあるか？」との会場への問いかけから始まりました。これに対し、

「変光星観測ではアマと連携してデータを取り、論文化することを 20 年くらいやっている。変光星観測のアマチュアは多く、100 本くらいの論文が出ている。双眼鏡での観測から大きな望遠鏡の High アマチュアまで参加している」

「新星・変光星業界ではアマチュアからのデータを管理し、プロもデータを使えるようサーバを運用中である」

「太陽観測でもアマチュアと交流する機会はあるが、論文まではなかなかできず、コロナの同時観測など少数の例にとどまる」

「スペースガード協会では小惑星のアstrometryなどで協同しており、共同で論文を出すこともあり、連携はできている」

「新天体の発見は日本では昔から続いている。彗星発見はなかなかできなくなったが、特異天体や新星の発見は多くあり、発見者が論文の共著に入ることはよくある」などの報告がありました。



図4 会場の様子

また高橋さんから

「高校生がスプライトを取るカメラでいい画像を撮っていたが、撮影できただけで喜んで

しまい、研究には至らなかった例がある。しかし、多くの場所での同時観測はアマチュアでなくてはできない仕事である。多くの場所で継続観測することで、本質的に新しいものが見つかる可能性がある」

とのご意見を受け、会場からも

「星の写真を撮りたい人は多いが、そこからどのように研究につなげるかは難しい。プロとアマチュアをつなぐコーディネータの存在が重要で、優秀なコーディネータがいる分野は連携が進む」

「流星研究の分野ではプロとアマチュアがマスコミを介して連携した例もある」

などの意見が出ました。

これに対し、運営委員の富田さんより

「コーディネータの話が出たが、具体的にどのようにコーディネートすればよいのか」

との問いかけがあり、会場からは

「きれいな写真からどのようなサイエンスを読み取れるのかを紹介すると、もう一歩進める人が出てくるのではないかな。『写真が好き』と科学との間を埋めるコーディネータがよいのではないかな」

との意見がありました。

また、

「SSH などでは莫大なお金が動いているが、中途半端なところが多い。これからの芽を育てるには、高校生に注力してもよいのではないかな」

との意見も出されました。

まだまだ多くの議論が続くような雰囲気ではありましたが、時間となったため、ここで運営委員によるまとめとなりました。

いままでも色々な連携があったことがわかりました。最近ではアマチュアがプロのデータを用いるシチズンサイエンスの機会も増えてきています。一方で、多点継続観測の必要性も指摘されてきました。プロ・アマ連携を

進めることで、お互いをよりよくしていくことができそうな感触が得られました。これからどのように連携を進めていくか、今後の課題として取り組んでいきたいということを確認し、フォーラムは終了となりました。

4. おわりに

今回の天文教育フォーラムでは「天体観測のプロ・アマ連携：新しい展開」というテーマのもと、三件の招待講演と会場全体でのフリートークを行いました。招待講演では、それぞれのお立場からプロとアマチュアの連携の実情をお話いただきました。その後のフリートークでは、割り当てられた時間では到底足りないくらい多くの意見が寄せられ、非常に活発な議論が行われました。今回のフォーラムでは様々な切り口からの情報交換ができ、大変有意義な会だったかと思います。

次回の天文教育フォーラムは来年 3 月 14 日から 17 日まで千葉大学で開催される日本天文学会 2018 年春季年会会期中に本会が主体となって開催されます。テーマなどの詳細は未定ですが、決まり次第「天文教育」誌や各関係メーリングリストを通じてアナウンスがごございますので、関心をお持ちの方はぜひご参加ください。

文 献

[1] 天文教育普及研究会サイト内の天文教育フォーラム紹介のページ

<http://tenkyo.net/forum.html>

[2] Astronomy Picture of the Day

<https://apod.nasa.gov/apod/astropix.html>