

天文観測実習における教育効果の調査： 東京電機大学の事例



樋口 あや

〈東京電機大学理工学部理学系 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂〉

e-mail: aya.higuchi@mail.dendai.ac.jp

東京電機大学理工学部理学系天文学研究室では、学生の教育・研究の一環として、電波観測実習と光赤外線観測実習を導入した。本稿では、これまでの観測実習で得られた具体的な成果を示し、天文観測経験が学生の将来や進路決定にもたらす影響について議論する。また現時点において洗い出されてきた課題を挙げ、今後の方針についてもまとめる。

1. はじめに

観測天文学は、物理、地学、化学、数学、情報科学、そして機械、検出器、システム工学など、様々な要素を併せ持った総合分野である。例えば、望遠鏡や観測装置を開発・構築したうえで、天体の物理状態を明らかにするために天体からの原子・分子輝線を観測する。そして得られた観測データは、数学的な手法や機械学習を用いて、解析処理をしている。このような側面から天文観測には、研究者を目指す学生だけではなく、多くの学生の視野を広げる可能性がある。また観測天文学を教育の一環として利用することは、天文学分野の裾野を広げていくうえでも大変望ましいことである。しかし、大学における一般教養・基礎教育の段階で、学生が天文観測の経験をするにより、どのような影響があるのかを評価することは大変難しい。実際に天文観測を経験したり、関連する授業やゼミなどを受講して、どのような影響を受けたのか、その後の進路にどう影響したのか、などは長期的にデータを収集して分析しない

と実態の把握は困難である。

これまでに、国立天文台野辺山宇宙電波観測所が主催する、学部生対象の電波天文観測実習において、参加者のその後の進路を追跡した論文は存在する [1]。それによると、多くの学生が観測実習を経験したのち、天文学あるいは関連分野への大学院へ進学をしているとの結果が出ている。ほかにも、東京大学木曾観測所主催の銀河学校*¹では、進路の追跡調査や参加者同志の交流（private communication）もあるようだ。以上の資料は大変貴重ではあるが、そもそも国立天文台や東京大学主催の観測実習に自らの意思で参加する時点で、学生の天文学への関心は相当高いはずであり、これらの結果と一般教養・基礎教育としての天文観測の影響を直接比較することはできない。

本稿では、2021年4月に始動した東京電機大学理工学部理学系天文学研究室において、天文観測を経験した学生の将来や進路決定にもたらす影響について、初期成果を提示する。より明確な成果が出てくるのは数年後であるため、5年目、10年目に論文として総括する予定であるが、現状の把

*¹ 銀河学校、東京大学木曾観測所、<http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/kisohp/OUTREACH/GS/index.html>

握と問題点や改善点を洗い出すため、3年目の現時点で報告としてまとめる。

2. 観測実習の内容

2.1 観測実習の準備

初年度は、今後導入する予定の観測実習の準備から始めた。まず2021年12月に、三重大学・文教大学主催の東京大学木曾観測所105 cmシュミット望遠鏡 [2] を用いた観測実習を見学した。こちらは教育学部の学生を対象にした観測実習で、授業の一環でもあるため、学生も単位を取るために一生懸命取り組んでいた。この見学によって、実習の大まかな流れや、天候が悪く観測できなかった際の計画も立てることができた。また短期間の実習中に、解析から成果報告会まで、学生にどのように取り組んでもらうかについて、流れを掴むことができた (表1)。

2.2 電波観測実習

2022年3月に、第1回目の電波観測実習を実施した。対象は、本研究室の第1期生 (3年生) で、茨城大学理学部附属宇宙科学教育研究センターが運用する国立天文台水沢VLBI観測所茨城観測局の日立・高萩32 m電波望遠鏡 [3] を用いて、大気的光学的厚さや惑星の表面温度の測定を行った [4]。

2023年3月に、第2回目の電波観測実習を実施した (図1参照)。対象は第2期生 (3年生) で、この年は法政大学先端観測天文学研究室の学生と合同での実習を開始した。第1回目と同様、大気的光学的厚さの測定を行い、今回は天体からのメタノールレーザーの観測も行った。第1期生は電波観測に加えて光赤外線観測実習も経験したが (後述)、その感想として [4]

- ・電波観測の方が光学観測より難しかった。
- ・電波観測は感覚的にわかりにくいことが多く数学や装置の知識が必要で複雑に感じた。

とあり、第1回目の電波観測実習では、学生の興味を惹きつけることは大変難しかった。電波観測では信号処理が主体となり、画像の処理と比較す

表1 これまでに実施した観測実習。

実施年度	月	実習内容	望遠鏡	対象学年
2021	12月	光赤外線観測	木曾シュミット望遠鏡	(見学)
2022	3月	電波観測	日立・高萩32 m電波望遠鏡	3年生
2022	8月	光赤外線観測	木曾シュミット望遠鏡	4年生
2023	3月	電波観測	日立・高萩32 m電波望遠鏡	3年生
2023	6月	光赤外線観測	せいめい望遠鏡	4年生
2023	8月	光赤外線観測	木曾シュミット望遠鏡	4年生



図1 高萩32 m電波望遠鏡の見学の様子。

ると直感的な理解が進みにくい点が一因であると思われるため、学生の理解度を上げるための工夫が必要であることがわかった。

第2回目は、余裕のあるスケジュールに変更し、観測後すぐに解析を行うなど実習内容に改良を加えた。次年度以降は、実習期間を長くして、データ解析を集中的に行うなど、さらなる実習内容の見直しを行っているところである。

2.3 光赤外線観測実習

2022年8月に、第1期生 (4年生) を対象とした、第1回目の光赤外線観測実習を木曾観測所にて実施した。木曾シュミット望遠鏡と搭載されたTomo-e Gozen [5] を用いて、星形成領域L1251・L1288に対し秒刻みの高速観測を行い、先行研究 [6] で報告されているようなフレア現象の検出を最終目標とした。Tomo-e Gozenを用いた初めての観測で、かつデータの取り扱いに慣れていなかったため、6分間という短時間のモニター観測を行った。そのため、残念ながらフレア現象の検



図2 木曾観測実習の成果報告会の様子。

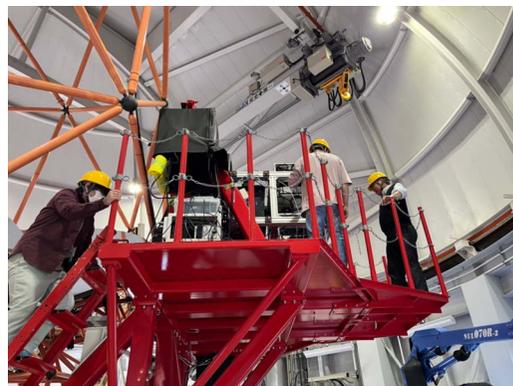


図3 せいめい望遠鏡の見学の様子。

出には至らなかったが、5名分の卒業研究には十分な観測データとなった。学生の興味が観測天体にとどまらず、解析手法や人工衛星など多岐にわたっていたため、短時間の観測データにもかかわらず、様々な研究テーマへと発展した。

2023年8月に、第2期生(4年生)を対象とした、第2回目の光赤外線観測実習を実施した(図2参照)。当日シュミット望遠鏡のドームが動かないという予期せぬトラブルに遭遇し、準備していた天体は観測できなかった。そこで急遽、ドームが回転しなくても、スリットが開いた状態で観測できる天体を選び直すことになった。元々は昨年度と同様、L1251・L1228を観測する予定であったが、このトラブルがあったため、W3・W4・W5領域の観測に切り替えた。準備していた内容ができなかったことは残念であったが、逆にこのトラブルが功を奏したのか、3章で記述するように、学生のモチベーションが随分上がったようである。観測実習後、大阪公立大学が運用する1.85 m電波望遠鏡[7]で観測された、W3・W4・W5領域の一酸化炭素分子の観測データ[8]も提供していただいたため、Tomo-e Gozenのデータと電波望遠鏡のデータを組み合わせ、今後卒業論文としてまとめていくのが楽しみである。

2.4 せいめい望遠鏡を用いた観測実習

前述の観測実習に加えて、2023年6月には、第

2期生(4年生)を対象とした、京都大学岡山天文台のせいめい望遠鏡[9]を用いた観測実習を実施した(図3参照)。こちらも法政大学先端観測天文学研究室と合同で行った。主な研究計画は、法政大学の学生が担当したため、観測・研究内容についてはここでは割愛する。

せいめい望遠鏡は、国内最大である口径3.8 mの分割鏡を採用し、軽量化にも成功しており、望遠鏡や観測装置を見学するだけでも大変価値の高いものである。せいめい望遠鏡については、本研究室のセミナーにて、学生と共に事前に勉強をしたが、実際に望遠鏡を操作する経験ができたことは大変貴重であった。

大学所在地の埼玉県比企郡鳩山町から岡山天文台までの旅費は高額であり、学生の旅費の確保に苦労したが、幸い参加人数が少なかったため、なんとか対応することができた。せいめい望遠鏡は、共同利用観測も行っており、観測実習の時期も調整が必要であるため、毎年の活動として行うことは難しいが、隔年の観測実習として継続できればと考えている。

3. 観測実習の成果

3.1 アンケート結果

せいめい望遠鏡を用いた観測実習は、日本国内の大学でも前例がなく、本研究室でも初めての試

みであったため、学生にアンケートを行った。ほかの観測実習に関しては、先行論文[4]でも取り扱ったので、ここではせいめい望遠鏡による観測実習の感想のみを記載する。

ある学生は、主にせいめい望遠鏡の構造や性能に興味を持ったようである。

- せいめい望遠鏡の構造は、非常に鮮烈であった。
- 分割鏡やトラス構造を採用したことによる軽量化など、革新的な設計や創意工夫に感動した。
- 超高性能な望遠鏡を用いて観測実習を行えたことは本当に素晴らしい経験だった。
- 進歩と技術の粋を見ることができ、宇宙への深い興味を抱くことができた。

別の学生は、電波望遠鏡との違いや、実際に望遠鏡を動かす経験、他大学の学生との交流が印象的であったようだ。

- 過去に見学や実習を行った望遠鏡はどちらも電波望遠鏡^{*2}であり、光学望遠鏡の見学は今回が初めてだったので、内部構造の違いは興味深かった。
- 出張先での様子や会話から、他校の学生の卒論のテーマ決め等、外部の状況や情報が参考になった。
- せいめい望遠鏡を使った実際の観測を見学し、少しではあるが、自分の手でパソコンを操作し、天体情報の入力などができて、いい経験だったと思う。

光学望遠鏡による天文観測が初めての学生は、以下のようにすべてが新鮮であったとのことである。

- せいめい望遠鏡のサイズとそのスペックを実際に知ることができた。
- 巨大な望遠鏡の動くスピードが思ったより速く

て驚いた。

- 望遠鏡が指示通りに動かないという予想外のこともあり大変だったが、初めての光学望遠鏡を使った観測だったので、すべてのことが新鮮だった。
- 観測された球状星団の画像を見て、遠方にある星団をこんなに綺麗に撮ることができるのかと改めて実感した。

日本国内で分割鏡を間近で見るという経験はほとんどないため、大変貴重な機会であったことが窺える。また多くの天文学者は当たり前だと慣れてしまっているが、巨大な望遠鏡が速く動くというのは、学生にとっては大変な驚きであったようである。望遠鏡起動時に何らかのトラブルがあり、研究者が対応に追われている様子や、観測対象や解析方法について議論をする様子など、実際の現場を体験できたことも学生にとっては刺激となったようである。教員側からしても、せいめい望遠鏡を見学し、実際に動かしてみ、改めて日本の技術力の素晴らしさを実感できて大変よい経験であった。

3.2 第1期卒業論文

2023年3月に卒業した第1期生5名は、全員が木曾シュミット望遠鏡・Tomo-e Gozenのデータを用いた研究を行った。以下に具体的な卒業研究の内容をまとめる。こちらは先行論文[4]の報告から変更点もあったため、具体的な研究内容を改めて以下に示す。

• 「木曾シュミット望遠鏡による星形成領域 L1251の観測—空の影響の除去について—」

星を適当に選択し、光度曲線を作成したところ、光度がゆるやかに減少する傾向が見られた。次に空だけの領域を選択して光度曲線を作成したところ、同様な傾向が見られた。光度曲線を作

^{*2} 学部3年生向けの授業の一環として、野辺山宇宙電波観測所を訪問し、野辺山45 m電波望遠鏡を見学する。その後、研究室配属されてまもなく日立・高萩32 m電波望遠鏡を用いた観測実習を行うため、本研究室では、電波望遠鏡の方が学生にとっては馴染みがある望遠鏡となる。

成する上で、星の選択のしかたや空の成分の引き方について試行錯誤し、卒業論文にまとめた。

・「星形成領域 L1251 の観測研究—高時間分解能観測データに及ぼす人工衛星の影響—」

光度曲線の解析中、明らかなピーク成分を検出したので、もう一度画像に戻って見たら人工衛星の影響であることがわかった。これらの影響や除去方法を検討し、卒業論文にまとめた。

・「木曾シュミット望遠鏡と Tomo-e Gozen を用いた星形成領域 L1251 の観測研究」 / 「木曾シュミット望遠鏡を用いた星形成領域 L1228 の観測」

L1251・L1228 領域毎の星形成環境の調査を行った。ハーシェル宇宙天文台 [10] や電波望遠鏡のデータを使って、星形成効率を導出し、オリオン座などの他の星形成領域との違いを議論して、卒業論文にまとめた。

・「木曾シュミット望遠鏡・Tomo-e Gozen による星形成領域の観測—星の光度曲線自動生成ツールの開発—」

光度曲線を天体ごとに導出するのは大変な作業であり、度々解析ミスが発生した。これらを防ぐために、光度曲線の自動生成ツールを作成した。DS9 [11] で動画データを読み込ませて、その画面に写っている星を自動検出し、それぞれの天体に対して光度曲線を自動で作成するツールである (図4, 5 参照)。このツールが完成したおかげで、作業効率が大幅に上がった。また研究室のメンバー全員で使い、デバッグし、改良していくという流れでよりよいものに仕上がりに、卒業論文にまとめた。

3.3 データ解析能力の開花

本研究室の観測実習は、電波観測実習は1泊2日 (高萩)、光赤外線観測実習は3泊4日 (木曾) で行っている。この実習期間中に、学生たちは集中的にデータ解析に取り組むことができる。驚くべきことは、この期間に学生の能力が開花した、

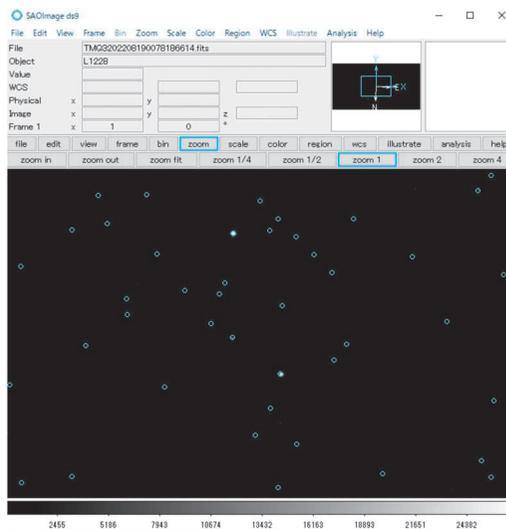


図4 学生が作成した解析ツールの一部。

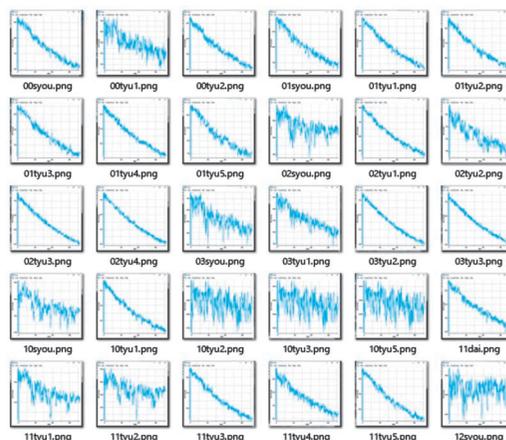


図5 学生が作成した解析ツールの一部。

もしくは潜在能力を実際に見ることができたという点である。参加学生・参加人数は異なるが、第1期生・第2期生とも同様な傾向がみられた。特に第2期生の木曾観測実習では、ドームが動かないトラブルのため、予定していた観測はできなかったが、学生が自分たちで観測天体を選び直す過程で観測天体に関する興味や関心が高まり、解析手法の検討なども積極的に行っていた。

大学生活では、まとまった時間を確保しようと

しても、授業やアルバイト等が入り、集中的にデータ解析をする時間を取ることができないようである。本学では、夜間の研究室滞在は基本的には禁止されているため、観測所で行うような集中的な作業を行うことができない。時間を気にせず、長時間滞在することができる観測所にて、実習・解析までを行うことは学生にとって重要な機会であることがわかった。

これまでの電波・光赤外線観測実習後には以下のような成果物が得られた。

- ・日立・高萩32 m電波望遠鏡で得られた数年分のスペクトルデータを動画にするツール
- ・木曾シュミット望遠鏡・Tomo-e Gozenの観測データから光度曲線を自動生成するツール（図4,5参照）

どちらのツールも学生たちが独自に作成したもので、それぞれ電波・光赤外線観測実習後、1ヵ月程度で完成した。これらを作成した学生たちは、もともとプログラミングが好きであることや、趣味でプログラムを作成しているとの話を聞いていたが、実力がどれくらいなのかは実習中までは知らなかった。プログラミング関連授業の成績では全くわからなかったのだが、あろうことか、観測実習がきっかけとなり実力が判明したのである。ある学生のご両親は、木曾観測実習後の学生の变化に驚き、後日大学までお礼を言いに行かれたことも付記しておく。

3.4 受け入れ側の声

大学側としては、観測実習を行うことで、充実した天文教育を学生へと提供できることが明らかになった。一方、観測所側は実際にどのように感じているのかはこれまで調査がなかった。そこで、本研究室の観測実習や見学の受け入れ先である観測所（もしくは観測所を運営する大学）に、どのようなメリット・デメリットがあったかを問い合わせ、得られた回答を以下にまとめた。

東京大学木曾観測所

- ・観測とはどういうものかを多くの人に知っても

らえ、観測天文学の普及・理解の促進につながる。

- ・独自のアイデアで利用してもらいと知的刺激になる。先生によって観測テーマもやり方も様々であり、普段はTomo-e Gozenで行わないような観測がみられるのは貴重。
- ・学生さんの発表を聞く色々な発想がみられて刺激になる。東大の観測実習とは違う文化を体験できる。
- ・普段は自動観測を行っているため、望遠鏡をオンラインで使ってもらえると色々気づけることがある（思わぬ使い道・使い方から潜在的な不具合まで）。
- ・教育機関としての責務を果たしていることが卒論・修論の数として定量的に現れる。
- ・観測所のことを多くの人に知ってもらえ、理解促進、広報普及につながる。

京都大学岡山天文台

- ・せいめい望遠鏡を国内に設置した理由の一つに、京大に限らず日本の大学等の教育にも一定の寄与ができればよいという想いがあったので（共同利用とは別に）そのようなことができたことはよかった。
- ・今後のやり方の参考になった。
- ・実施までのやり取りなどは、特に望遠鏡の運用が忙しい時期は対応が面倒で、余計な時間を要する。

茨城大学理学部附属宇宙科学教育研究センター

- ・観測装置を持たない大学の院生・学生、アーカイブデータを用いた天文学を行っている院生・学生、サービス観測によるデータを用いた天文学を行っている院生・学生などに対して、観測装置に接する機会を設けることにより、電波天文学に興味を持ってもらうことができる（裾野を広げる）。
- ・（どの大学院かは問わず）進学を目指す学生が増える。
- ・他大学の学部生に対して教育を施しても、茨城

大学の大学院に進学しない可能性もあるので手間がかかる。

- ・定常的に実施するには、旅費などを補助する事が望ましい（その予算確保をどうするか）。

国立天文台野辺山宇宙電波観測所

- ・大学学部教育に貢献できることは観測所の存在意義としても重要。
- ・財政難の観測所において、有料ガイドの枠組みで収益に貢献している。

以上から、受け入れ側の労力が大きいにもかかわらず、大変好意的なコメントが多く、双方にとってよい機会であることがわかった。

4. 進路への影響

天文観測の経験は、他大学への院試対策や就職活動にも役立つことがわかってきた。特に顕著な例を以下に挙げる。

4.1 他大学院への進学

本研究室は主宰者の職位が助教であるため、まだ大学院生を取ることができない。よって大学院へ進学したい学生は、他大学の院試を受験する必要がある。他大学の院への進学は、授業内容の違いなどから敷居が高いことが見受けられるが、これらに関しても観測の経験が有利に働くことがわかった。例えば、日立・高萩32 m電波望遠鏡を用いた観測実習では、実際に茨城大学の教員や研究員の指導を受けるため、研究室が身近に感じられるという利点がある。

また木曾観測実習では、データ解析から成果報告会まで行い、ほかの研究者からの質疑応答まで対応するため、本格的な研究の経験を積むことができる。このような経験によって、面接の受け答えに具体性が出てくることがわかってきた。また学部生の間に観測を経験したことで、今後の研究テーマに具体性が出てきた。どの天体を観測したいか、波長はどうするか、どのような現象が知りたいなど、観測の経験が進路決定の動機づけになったようである。

4.2 IT企業への就職

Pythonを用いた観測データの解析は、天文学では当たり前になってきている。特に近年は、観測データ量は1 TBをすぐに超えてしまい、機械学習を用いたデータ処理もよく見られるようになってきた。そのことはTomo-e Gozenの観測データでも実感したばかりである。本研究室でも、基本的な天文解析ツールなどに加えて、Pythonでプログラムを作成して解析を行っている。このような実践的プログラミングの経験により、プログラマーやエンジニアなどの就職を希望した学生は、比較的早くに内定をいただけたようである。

4.3 理科教員としての就職

天文観測は理科の教員になる学生にとってもよい経験であろう。教員志望の学生は、教職関係の授業や教員採用試験の勉強が忙しく、スケジュール調整が大変であったが、これらの合間を縫って観測実習に参加することができた。観測実習の感想を聞くと、特に木曾の星の美しさには感動したようであるので、今後の授業で天体観測を取り扱うなど、天文学の裾野を広げる活動を期待している。本学には、卒業生・修了生の学会出張旅費、学会参加費の補助制度があるため、卒業生の教育活動を天文学会にて発表してもらうことも検討中である。理科教員の実績に関しては、教育学部で天文観測を導入している研究室の報告 [12] を参照していただきたい。

4.4 ゼネコンへの就職

所属学生の中に、理学系では比較的珍しいゼネコン志望の学生がいた。天体望遠鏡は建造物として興味があり、実際の現場経験を積んでみたいとのことで、本研究室を希望したようである。実際、就職活動では以下のようなプレゼンを行い、大手ゼネコン数社から内定が得られたとのことである。

- ・観測したい天体へ向けて望遠鏡を操作し、得られたデータを解析する経験は、建設機械のオペレーションや、施工自動化の技術開発を行う土

木機械の仕事に活かすことができる。

- ・観測天文学は観測技術の進化や発展により、常にアップデートが必要で、新しい理論や観測手法を勉強する必要がある。これは技術力の向上などによって、常に知識のアップデートが要求される、土木機械の仕事と親和性が高い。

以上の点からも天文観測は、幅広い分野を専攻する学生の教育活動の一環として、応用性のある物理学実験としても活用できるであろう。

5. 今後の課題

前章で述べた具体的な実績からも、大学教育の中で、天文観測を経験することは学生の視野を広げる絶好の機会であると言えよう。できるだけ多くの学生に天文観測を経験してもらうべく、また多くの大学で天文観測の導入を検討していただきたい。

一方、これまで実施してきた電波・光赤外線観測実習において、いくつかの課題が出てきた。他大学で天文観測を導入する際にも、おそらく遭遇する問題であるため、対応策について以下に提示する。

5.1 旅費の確保

一番大きな問題は、学生への旅費補助のための財源確保である。継続的に学生の旅費を捻出することは、大変な労力を要する。本研究室の観測実習でも、岡山天文台への出張旅費は高額であったので、参加人数の調整や予算の確保など、実施前に検討を重ねた。今回は幸いにも参加人数が3名であったことと、学部生への旅費に使える外部資金が得られたため、全額補助することができた。

外部資金の種類によっては、学部生への旅費に使える財源もあるため、公的資金のみではなく、用途を問われない企業からの寄付金など、様々な外部資金の調達も必要であることがわかってきた。

また通常の研究出張・学会出張とは違い、最寄り駅から観測所までの移動手段の確保も必要であ

る。木曾観測所では、観測所職員に送迎をお願いしたが、岡山天文台への移動はタクシーを利用した。

年度によっては、学生の人数が多いこともあるため、外部資金が潤沢ではない場合は遠隔で実施するという選択肢も検討したい。兵庫県立大学西はりま天文台は、学生への旅費補助を行っているため、西はりま天文台のなゆた望遠鏡を用いた観測実習も検討中である。

5.2 実習時期

次に問題なのが観測実習の実施時期である。観測実習は、観測所側と大学側の双方の調整が必要である。望遠鏡の保守時間などが割り当てられるため、日程が容易に動かせないところが難しい。

せいめい望遠鏡の観測実習は、望遠鏡の保守の時期である6月下旬に、京都大学の所内時間を使って実施した。割り当てられた日程が、本学のオープンキャンパスと被ってしまい、本研究室では研究室公開ができなかった。オープンキャンパスでは、毎年銀河探しゲーム [4] を行っており、高校生とも直接会話する機会であるため、今後はオープンキャンパスなどの学校行事と被らないように実施したい。

一方、木曾観測実習は、8月の夏休み期間に行ってきたが、他大学の院試を受ける学生にとっては日程調整が難しかった。次年度からは院試と被らないよう、3月の春休み期間に実施することにした。

5.3 卒業研究のテーマ

第1期生の観測実習では、学生が光赤外線観測よりも電波観測の方が難しいという印象を持ってしまったことと、各々の学生がTomo-e Gozenの動画データの解析に興味を示したため、参加者全員が木曾のデータを用いた卒業研究を希望した。

自発的に研究を進めるという教育方針を取っているため、どちらを選択しても問題はないのであるが、電波観測の面白さも伝えていきたいので、今後は実習内容を再考して、より良い方向へ改良

していきたい。

5.4 観測所側の体制

観測実習の受け入れ先である観測所の体制の違いも考慮しないといけない。観測所側が、教育を目的としている機関もあれば、そうでない機関もあるからである。職員数が少ない観測所は、スケジュール調整が難しいこともある。

実際、共同利用観測が主である観測所にとって、学生の観測実習を受け入れる手間や労力は大きく、夜間の観測になる場合は対応する観測所職員の超過勤務等の問題も発生する。特に学部生の観測実習対応は、一般の研究者の観測対応にも増して安全面への配慮が必須となる。

本学では学生全員が大学入学時に、学生教育研究災害傷害保険に加入するため、学校行事で不測の事態が生じた場合でも、保険の適用範囲となる。観測実習のために新たに保険に加入する必要がないため、実習を行いやすい環境ではある。

以上を考慮した上で、観測所と密に連携を取り、観測実習の受け入れを依頼する必要がある。

6. ま と め

本稿では本学の学生の協力を得て、天文観測を経験して受けた影響や、その後の進路など顕著な内容を具体的に記載した。他大学でも、同様なデータがあればぜひ提供していただき、統計的な調査を行ったうえで、天文観測を用いた教育の重要性を広く宣伝していきたい。本研究室の卒業生の人数は、他大学と比べてはるかに少なく、顕著な数字として表れるのは数年後になるため、5年目、10年目に追跡論文を執筆する予定である。

本学オープンキャンパスでのやりとりや、自己推薦型の入試などで明らかになったのだが、本研究室への配属を希望するために、東京電機大学の受験を検討している高校生が増えてきているようである。オープンキャンパスで高校生と直接話をする、宇宙に興味がある学生はほかの物理分野に比べて多く、進路を考えるうえで、大学のパン

フレットや研究室のホームページを参考にして検討してきたとのことである。このようなやる気のある高校生が、本学を希望してくれることは大変光栄であり、本研究室も学生の期待に応えられるよう観測天文学の魅力を伝え、多くの学生に天文観測の経験の機会を提供していきたい。最近では、将来チリやハワイに出向いて、自ら望遠鏡を操作し観測をしたいと本研究室を訪ねてくる1-2年生もおり、大変嬉しく思っている。

本研究室で実施している観測実習は、筆者の以前の勤務先である茨城大学や国立天文台天文データセンターで培った人脈を利用して個別に交渉し、実現したものである。若手研究者は、雇用期間が短い不安定な職も多く、様々な大学・研究機関を転々とすることも多々ある。しかし、そこで培った人脈が後々に活きた結果として、研究分野の発展に繋がる可能性があることをぜひ知っていただきたい。

本稿は、駆け出しの研究室の活動・成果進捗報告に過ぎないが、これから新規に天文学を導入しようとしている大学や、すでに天文学や関連分野の研究室がある大学で、今後天文観測を導入したいという大学に対して、後押しする材料となれば幸いである。

謝 辞

本稿を執筆するにあたり、主要項目である観測実習に関して大変お世話になった東京大学木曾観測所的小林尚人氏、森由貴氏、新納悠氏、高橋英則氏、近藤荘平氏、京都大学理学研究科宇宙物理学教室の太田耕司氏、京都大学岡山天文台の大塚雅昭氏、木野勝氏、田口健太氏、関係者の皆様、国立天文台ハワイ観測所岡山分室の泉浦秀行氏、田實晃人氏、前原裕之氏、そして、茨城大学理学部附属宇宙科学教育研究センターの米倉覚則氏、田辺義浩氏に深謝の意を表す。観測実習の見学を快く受け入れてくれた三重大学の伊藤信成氏、文教大学の山縣朋彦氏にも感謝の意を表す。

W3・W4・W5領域の電波望遠鏡による観測データを快く提供していただいた名古屋大学の福井康雄氏，山田麟氏，大阪公立大学の西利和氏にも深くお礼申し上げる．国立天文台野辺山宇宙電波観測所の立松健一氏，西村淳氏，宮澤千恵子氏，衣笠健三氏，稲谷順司氏には，学生の見学への毎年の協力，国立天文台天文データセンターの市川伸一氏，高田唯史氏，中島康氏には実習に関する助言，また，合同で観測実習を行ってきた法政大学の小宮山裕氏の多くのサポートに大変感謝している．天文学研究室第1期生の荒井陽太氏，浦川天駿氏，小野聡仁氏，中村涼氏，皆木大河氏，第2期生の川北祐太郎氏，沼田琴愛氏，松島瑞樹氏には，本稿への協力に心より感謝する．本稿で取り扱った観測実習の一部は，自然科学研究機構国立天文台研究交流委員会（NAOJ-RCC-23DS-0502）の助成を受けたものである．

参考文献

- [1] 濤崎智佳ほか, 2009, 地学教育, 62, 9
- [2] Takase, B., 1978, Modern Techniques in Astronomical Photography, 241
- [3] Yonekura, Y., et al., 2016, PASJ, 68, 74
- [4] 樋口あや, 2022, Stars and Galaxies, 5, 2
- [5] Sako, S., et al., 2018, Proc. SPIE, 10702, 107020J
- [6] Aizawa, M., et al., 2022, PASJ, 74, 1069
- [7] Onishi, T., et al., 2013, PASJ, 65, 78
- [8] Nishimura, A., et al., 2020, Proc. SPIE, 11445, 114457F
- [9] Kurita, M., et al., 2020, PASJ, 72, 48
- [10] André, P., et al., 2010, A&A, 518, L102
- [11] Joye, W. A., & Mandel, E., 2003, Astronomical Data Analysis Software and Systems XII, 295, 489
- [12] 伊藤信成ほか, 2021, 天文月報, 114, 396

Educational Effects of Observation Experiences: The Case of Tokyo Denki University Aya HIGUCHI

Division of Science, School of Science and Engineering, Tokyo Denki University, Ishizaka, Hatoyamamachi, Hiki-gun, Saitama 350-0394, Japan

Abstract: The astronomy laboratory of the School of Science and Engineering, Tokyo Denki University has conducted radio and optical observations as a part of the education and the graduation project. In this paper, we report the current status of our activities and the effects of radio/optical observation experiences on our students. Furthermore, we discuss the problems at this stage and the future plan.