

投稿

インターネット天文台の高校授業での活用 1

～高校生の研究活動を題材として～

松本直記（慶應義塾高等学校）、佐藤毅彦（JAXA 宇宙科学研究所）

1. はじめに

昼に行われる授業で、リアルタイムに夜空を観測したい。かつては夢物語だったこの願いはインターネットの普及で可能となった。筆者らはインターネット天文台の開発を1998年より始め、改良を重ねた（[1]ほか）。2003年にはアフリカのガーナ共和国 Tema 市（図1）にインターネット天文台を設置するに至った。Tema市はほぼ経度0°、沖合には赤道があり、陸地としては緯度0°、経度0°に最も近く、地球のへそとも呼べる場所である。日本との時差は9時間。日本で朝授業が始まる頃に丁度深夜となる。設置からはや16年の歳月が流れたが、現在でも現地と協力しながら、また渡航をしてのメンテナンスが続けられ、インターネット天文台としての機能を向上させながら運用をしている。



図1 ガーナとテマ市の位置（[2]より引用）

本年度、松本は「卒業研究」を担当することとなった。この科目は高校3年生を対象に、

週2時間の授業を行い、最終的にはそれぞれの履修者が研究活動を行った結果を卒業論文として執筆する。文部科学省の指導要領では「総合的な学習の時間」に相当する科目である。松本の卒業研究では観測天文学をテーマとして、従来、高校に設置された天文台を用いたり、生徒に小型望遠鏡を貸し出したりして行ってきた天体観測の一つの方法としてガーナインターネット天文台を活用することとした。

その第一歩として、佐藤によるインターネット天文台についての解説と実際の操作を行う特別授業を行った。

2. インターネット天文台特別授業

実施日時；2019年5月29日（水）

5・6限 卒業研究

対象生徒：16名

講師：佐藤毅彦（JAXA 宇宙科学研究所）

13:00 点呼・講師の紹介

13:05 講師のレクチャー

- ・インターネット天文台開発の経緯
- ・2003年にガーナに設置
- ・現地の様子を写真を交えて解説（図2）
- ・設置作業の様子（動画）
- ・インターネット天文台を構成する装置の解説

設置の様子を記録した動画では、テマ高校でスライディンググループがトラックから荷下ろしされる様子が映し出されていた。日本からはクレーン吊下に耐えられるよう木枠に固められて出荷されていたが、ガーナ



図2 現地の様子の解説

通関時に木枠が外され十分に補修されないまま吊したため荷下ろし時に落下する事態となった。輸出のための事前準備や工事の手配、通関など様々なことがらに目を配り準備する様子も併せて語られた。

13:30 インターネット天文台の web ページと操作デモンストレーション

次に実際にガーナインターネット天文台にアクセスし、操作手順のデモンストレーションを行った。後ほど、生徒自ら操作をするので、その手順を記録するのに、画面をスマホで撮るもよしメモするのもよし、自分で操作できるようなるために何をするか自分で考えるよう促した (図3)。



図3 生徒は操作をスマホで記録する

ここで、ログイン、シナリオ観測の選択方法、視野の微動方法、明るさの調整、広角・望遠の切り替え、フォーカスの調整、シャットダウンの仕方を伝えた (図4)。

目標天体の導入については赤経・赤緯を入力して観測位置を指定する方法の他に、シナリオ観測が用意されている。シナリオ観測とは、予め観測目標天体が登録されており、メニューから天体を選ぶだけで、露出やフィルターの設定などを行うものである。観測が可能であれば導入ボタンが表示され、これを押すことで天体が導入される。

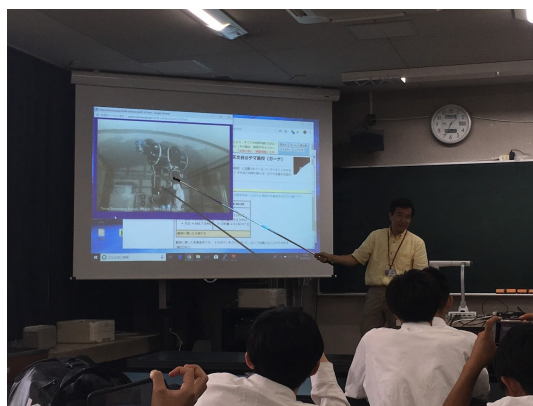


図4 ログイン時の様子

画面には気象情報が表示され、観測に適した状況であることを確認できる。目標天体が導入されるまでは望遠鏡が動く様子が映し出される。

14:00 数人チームでの操作

最初のチームはスタートページの検索から始まり、ログオンをして、シナリオ観測の選択。目標天体が視野に入ったところで微動をして視野中心に入れる所まで行った (図5)。

ガーナインターネット天文台は、拡大系と広角系の2種類の光学系を持っている。導入や微動の際には広角系を用い、対象天体や目的によって拡大系に切り替えることができる。

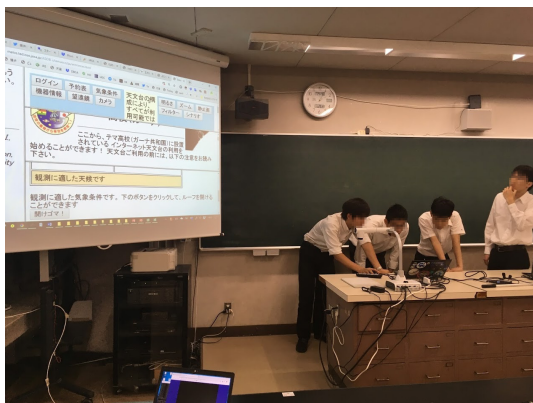


図 5 生徒によるインターネット天文台の操作

その際、ピント位置が同じになるように設計されているため光学系の変更によるピントの再調整は不要である。

次のチームに交代し、光学系の変更、露出時間の変更による明るさ調整を行った。

観測の様子は jpg 画像をプッシュ送信することで擬似的な動画として見ることができる。さらに、「静止画」ボタンを押すことで、fits 形式の画像を撮像し、登録されたユーザーのメールアドレスに送信される。

次のチームは静止画 (fits) の撮像を行い (図 6)、光学系切り替えをした後、シャットダウンまでを行った。



図 6 生徒が撮像した画像 (月)

ここで授業終了時間が迫ってきたので、感想

を記入して特別授業を終わりとした。

3. 生徒の感想から

寄せられた生徒の感想をいくつか挙げる。

「操作方法をわかりやすく説明していただきありがとうございました。地球の裏側に望遠鏡を設置して、昼でも天体観測ができるよというの素晴らしいアイデアだと思いますし、さらにそれを実現させたのは本当にすごいと思います。今回はガーナから月を見ましたが、いろいろな天体をいろいろな場所から見てみたいです。」

「地球の反対側のガーナの望遠鏡から鮮明なデータがとれることに感動しました。25センチ望遠鏡ということで月の詳細なクレーターまで観測できたので、次は銀河、星雲をはじめとした小口径では観測しにくい天体を観測し、データを取ってみたいです。また、実際に天文台に行き、自分の目で見てみたいです。」

「クレーターの影の様子からクレーターの深さがわかるということをおっしゃっていたので、実際にやってみてみたいです。」

「ガーナの望遠鏡を遠隔操作で月を観測できるというのが面白く、月が星より速く動くため段々左に動いていて面白かったです。」

「インターネットを経由して、地球の裏側の設備を遠隔操作する技術力。異なる言語や文化を持つ人々との交渉力・対話力。どちらとも、発展を成し遂げるには、有効で必要不可欠なものであることを実感した。また、学生であるうちに多くを学ぶ必要性を痛感した。」

「地球の裏からこれだけ高精度の画像を見ることができるようになったのは、インターネットの発達だけでなく、この望遠鏡を設置するのに関わった人たちの努力があってこそだと感動した。」

表 1 に生徒の感想項目をまとめたものを示す。

表1 生徒の感想のまとめ $n=16$

項目	人数
遠隔操作できることに驚いた	11
もっと様々な天体を観測したい	9
実現するまでの苦労を知った	5
観測画像のきれいさに驚いた	3

今や日常的にインターネットで世界中の人々と交流できる環境にある高校生にとっても、遠隔操作でリアルタイムに天体観測ができることに多くの生徒が驚きを感じたようである。また、単に操作を習得するだけではなくプロジェクトを実現するための経過についても感じ入ってくれたようである。そして、多くの生徒はインターネット天文台を活用して月以外にも観測をしてみたいという感想を挙げていた。他には、「この技術を応用して他の天体にインターネット天文台をつくりたい」「世界規模の同時観測をやってみたい」という感想もあった。

5. おわりに

授業としての卒業研究は、7月までは天文学の基礎を体験的に習得することを目的として行われた。天球儀を使った天体座標の表し方、惑星の位置データから惑星の視運動図を作成する、太陽黒点の観察と太陽の自転周期解析、画像解析ソフトを用いた木星の自転周

期解析、木星の衛星から木星質量の導出などを行った。これらは教師が用意したデータや画像を用いて行ったものである。

9月からはいくつかのチームに分かれて、具体的なテーマを決めて観測、解析をして論文を作成する。その際に、ガーナインターネット天文台が活躍することが期待される。具体的な展開は今後報告する予定である。

文献

- [1] 佐藤・坪田・松本 (1999) 「インターネット天文台の構築：その1. 安く、早く、簡単に」、天文月報 **92** (6), pp.312-317.
- [2] 佐藤ほか (2003) 「インターネット天文台の新展開：地球の裏側から夜空を教室へ!」、天文月報 **96** (11), pp. 565-571.



松本 直記

佐藤 毅彦

* * * * *