

## 【助成 39-52】

### 高性能インターネット望遠鏡の制作と高校生を対象とした新しい遠隔授業の開発

代表研究者 東京学芸大学 教育学部 教授 土橋一仁

共同研究者 東京学芸大学 教育学部 講師 西浦慎悟

#### 〔研究の概要〕

本研究では、東京学芸大学に設置された口径 40cm の本格的な光学望遠鏡の整備・開発を進め、これをインターネットに接続して高等学校の教室からの遠隔天体観測を行った。遠隔観測に参加した高校生の大多数はリアルタイムでの天体観測に熱中し、高い学習意欲を示した。これは、遠隔授業のツールとしてのインターネット望遠鏡の高いポテンシャルを物語っており、将来的には実験・観察が不可欠な理科授業における有効な観察方法の一つになることが期待される。

#### 〔研究経過および成果〕

##### 1. 遠隔授業とインターネット望遠鏡

新型コロナウイルスの世界的な感染拡大により、小学校から大学までの多くの学校が遠隔授業を余儀なくされた。座学で済ませることのできる科目については、通信環境さえ整えば授業を全て遠隔で行うことは可能だが、実験・観察を伴う理科の授業には困難が多い。ウイルス感染拡大が深刻化した 2020 年 3 月、東京学芸大学に口径 40cm の光学望遠鏡（図 1、以後、40cm 鏡）が設置された。これを整備してインターネットに接続すれば、理科授業のための天体観測を遠隔で行えるようになる、との着想を得て、本研究をスタートした。

##### 2. 40cm 鏡の開発と整備

40cm 鏡は、東京学芸大学の中期計画の一環として古い望遠鏡を置き換える形で導入した教育用の望遠鏡である。フォーク式赤道儀にカグセレンの鏡筒を取り付けた構造をしており、PC で制御することが可能である。導入当初から標準測光システムに準拠した 4 色の光学フィルター（BVRI）と高

感度冷却 CCD カメラを搭載し、天文学の専門的な測光観測も行える（土橋ほか 2022）。

導入以来、我々は 40cm 鏡本体や周辺機器の開発・整備に取り組んできた。40cm 鏡は直径 6m の古い天文ドームに納められている。築 40 年以上のこの



図 1 (上) 40cm 鏡と (下) 6m ドーム

ドームには、回転させるためのモーターこそ付いているものの、制御は全手動式である。さらに、起動・停止時に強烈な電磁波ノイズを発生させて望遠鏡と制御用 PC の通信を阻害する等、本研究の開始当初は多くの問題を抱えていた。カシオ科学振興財団等からの経済的な援助を得て、モーターの電源に電磁波ノイズ低減のためのインバーターを設置した。さらに、回転角を検出・制御するためのエンコーダーも取り付け、40cm 鏡と連動して回転するよう開発を進めた（富田ほか 2022）。また、40cm 鏡の制御用 PC をインターネットに接続し、インターネット越しに遠隔操作できるようにした。さらに、データ処理用のソフトウェア開発や CCD カメラの性能評価も進め（鈴木ほか 2022）、2022 年春頃までに遠隔観測を実施する準備を整えた。

### 3. 遠隔観測とその教育効果

整備した 40cm 鏡を利用して、研究期間中に高等学校からの遠隔観測を二度試みた。一度目は 2022 年 6 月に桐朋高等学校（東京）で、二度目は 9 月に春日部高等学校（埼玉）で行った。受講を希望した高校生（各校 20 人程度）に対して、数学や物理学、情報といった他の科目との関係を交えながら 40cm 鏡の構造や性能について説明した後、東京学芸大学にある 40cm 鏡を遠隔操作して金星や木星といった天体の観察を試みた。遠隔操作で望遠鏡とドームが動き出すと、「オー！」という歓声が上がり、生徒は皆モニター画面に釘付けになった。

事後アンケートによると、桐朋高等学校からの遠隔観測は悪天候のため残念ながらほとんど出来なかったにも拘らず、大多数の生徒からは「望遠鏡の原理がよく分かった」、「遠隔操作が楽しかつ

た」などのポジティブな感想が寄せられた。これは、遠隔授業のツールとしてインターネット望遠鏡の高いポテンシャルを物語っている。さらに、「望遠鏡と数学やプログラミングとの繋がりが理解できた」と感じた生徒も多かった。小口径ながら 40cm 鏡のような本格的な観測装置は、それ自身が STEM 教育のための有効な教材になり得るものと考えられる。今後はそのような STEM 教育も視野に入れつつ、小学校や中学校の理科授業にも遠隔観測を応用していくことを計画している。

紙面の都合で割愛するが、これらの遠隔観測の他に、本研究では星団の HR 図の作成や食変光星の光度曲線の測定などに関する天文教材の開発にも取り組んだ（下井倉ほか 2022）。

#### [発表論文]

1. 下井倉ともみ、浜田麻比呂、土橋一仁、東京学芸大学 40cm 望遠鏡による散開星団 M29 の試験観測、東京学芸大学紀要 自然科学系、Vol.74、pp. 59-66、2022
2. 鈴木海哉、富田飛翔、西浦慎悟、土橋一仁、東京学芸大学新天体観測システムの性能評価—広帯域フィルターと冷却 CCD カメラ—、東京学芸大学紀要 自然科学系、Vol. 74、pp.67-75、2022
3. 土橋一仁、西浦慎悟、川崎優太、富田飛翔、東京学芸大学新 40cm 望遠鏡の特徴と基本性能、東京学芸大学紀要 自然科学系、Vol. 74、pp.77-84、2022
4. 富田飛翔、土橋一仁、川崎優太、西浦慎悟、東京学芸大学 40cm 望遠鏡の観測システムの開発、東京学芸大学紀要 自然科学系、Vol. 74、pp.85-93、2022