

宮教大インターネット天文台システム： モバイル望遠鏡への新展開

高田淑子, 美濃山蛭, 田村瑚春, 中川萌野, 熊谷祐輝
宮城教育大学惑星科学研究室

インターネットを経由して遠隔地にある望遠鏡を操作するインターネット望遠鏡を、タブレットやスマートフォン等のモバイル端末から制御可能とする宮教大モバイル天文台を構築した。このモバイル望遠鏡を、教室から生徒が iPad で遠隔操作して、月の表層地形を観察する授業を実践した。今後、様々な OS を搭載したモバイル端末の活用を視野に入れたモバイル望遠鏡の構築とモバイル望遠鏡を活用した天体観測授業の教材開発への展開が期待できる。

キーワード: 天文教育、理科教育、ICT 教育、インターネット天文台、モバイル望遠鏡

1. はじめに

近年、政府の教育の ICT 化戦略等[1]により、学校現場のICT環境は急激に充実し、平成 27 年 3 月現在、既に公立校普通教室の校内 LAN 普及率は全国平均 86%、タブレット端末の導入は15万台に達している[2]。

宮城教育大学では、遠隔地からインターネットを経由して天体望遠鏡を操作し天体観測を行うインターネット天文台を構築し[3]、夜間の星空観察が困難な初等中等教育において活用を試みている[4]。近年の教室におけるタブレット端末の導入やインターネット環境の充実は、インターネット天文台を用いて天体観測を行う授業が容易に実施できる環境が整いつつあることを意味する[5]。一方、インターネット望遠鏡の有用な使用方法の提示と検証が一般普及の課題であり[6]、望遠鏡の制御装置としてのタブレット端末を用いた学校現場でのモバイル望遠鏡の活用が期待されている。

手軽に持ち運べるタブレット端末からの遠隔操作による天体観測は、「いつでも、どこでも」をより一層可能とする。そこで、タブレット等のモバイル端末からの遠隔操作に対応可能な天文台、宮教大モバイル

天文台を構築した。

2. 宮教大モバイル天文台の概要

宮教大モバイル天文台(図 1)は、旧来の宮教大インターネット天文台の天体望遠鏡やルーフ等の設備を継続使用しつつ[3]、天文台の制御機構はすべて Windows10(Microsoft社)に対応するシステムに改修した。

2.1 モバイル天文台システム

宮教大モバイル天文台は表 1 に示されるように、主に、望遠鏡制御、天体撮像・映像配信、天文台内動作確認、遠隔操作の各サブシステムから構成される(図 1, 2)。

望遠鏡制御システム

天体望遠鏡の赤道儀(高橋製作所製、EM500)を制御する望遠鏡制御サーバー上に望遠鏡制御ソフトウェア、ステラナビゲータ 10(アストロアーツ社)を稼働し、観察対象の天体を導入、追尾する。

天体撮像システム

天体望遠鏡(高橋製作所製、反射望遠鏡)に高感度カラービデオカメラ(Imaging Source 社)を取り付け、天体を撮像する。撮像映像はビデオエンコーダ(Axis 社、M7001)を介してインターネット上に配信

され、ウェブブラウザ上で天体観察が可能となる。

表 1 宮教大モバイル天文台サブシステムの仕様

システム	システム装置	製品会社・製品名
望遠鏡制御	赤道儀 ステラナビゲータ 10	高橋製作所 EM500 アストロアーツ社
天体撮像	ニュートン反射式望遠鏡	高橋製作所
映像配信	高感度カラービデオカメラ ビデオエンコーダ	Imaging Source AXIS M7001
動作確認	高感度ネットワークカメラ	IODATA Qwatch
遠隔操作	タブレット・PC リモートデスクトップ	Apple iPad Chrome リモートデスクトップ

ルーフ制御システム

ルーフの開閉は、開台当初より利用しているイーサネット接続 I/O 制御ボード PICNIC(トライステート社)により、遠隔よりインターネットを介して制御可能である。

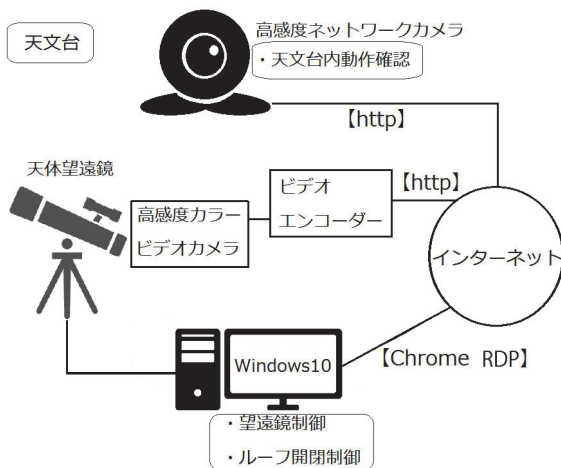


図1 宮教大モバイル天文台システム。天体望遠鏡と天文台のルーフを制御するサーバーをリモートデスクトップで遠隔からアクセスし操作する。天文台内の状況と天体の映像は、それぞれ、インターネットを通して、ウェブブラウザ上で観察することが可能である。

天文台内動作確認システム

高感度監視ネットワークカメラ Qwatch (IO DATA 社)により常時天文台内の映像をストリーミング配信することで、ウェブブラウザ上でルーフの開閉や望遠鏡の動作確認が可能で、無人運用を支援している。Qwatch は、安価な割に昼夜ともに撮像可能で、首振り機能もあるため狭い室内をくまなく監視できる点が優れている。

遠隔操作システム

iPad のタブレット端末や Windows の PC 端末を遠隔操作のために用いる。天体望遠鏡を遠隔から操作する方法として、当初、望遠鏡制御ソフトウェア THE SKY(日立システムソリューションズ社)のインターネット望遠鏡接続機能を用いたが、日本語版は Windows10 未対応である。一方、Windows のリモートデスクトップ (RDP) 機能を用いた遠隔操作機能は画面上の全情報を遠隔側に送るため、ネットワーク回線の負荷が難点であったが、モバイルネットワークも通信速度が 10^{1.2}Mbpsとネットワーク環境が高速化した現在、十分実用化している。

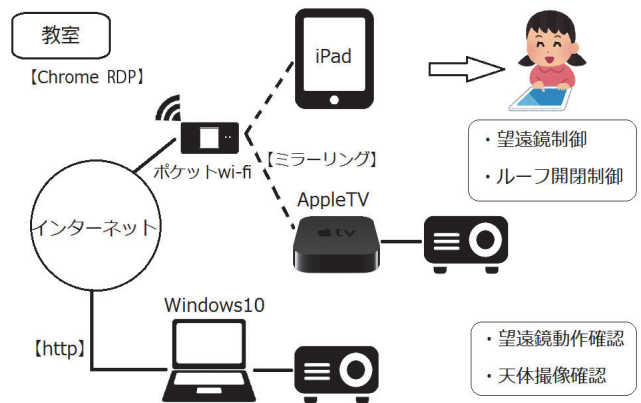


図2 遠隔操作側システム。授業では、ウェブブラウザで天体映像と天文台内の映像を確認しプロジェクタで投影する。さらに、教室を自由に移動できるタブレット端末を使用して、望遠鏡やルーフを操作する。タブレット端末の操作画面は、AppleTVのAirPlayのミラーリング機能を用いて無線を介しプロジェクタで投影し生徒全員で共有する。

2.2 遠隔操作リモートデスクトップ機能

現在のタブレットやスマートフォンなどモバイル端末は、iOS や Windows、Android 等様々な OS を搭載しているため、遠隔操作の端末や OS に依存せず、望遠鏡を操作できることが理想である。

そこで、Windows (Microsoft 社)、LogMeIn (LogMeIn 社)、Chrome (Google 社) の3つのリモートデスクトップの適用を検討した。現在、この3つのリモートデスクトップは、安定性の差こそあれ、Windows、iOS、Android の OS に対応している。LogMeIn が有償であるのに対し、Microsoft や Chrome は無償である。Microsoft は、遠隔側から接続ホストサーバーの IP アドレス、あるいは、ホスト名の入力が必要であるが、Chrome は、ホスト端末上で設定する PIN コードを遠隔操作側のリモートデスクトップの初期画面に入力してセッションを張る方式である。毎回異なる PIN コードが発行され、遠隔側にホスト側のホスト名や IP アドレスの告知が不要な点は、簡易で汎用性が高い。

リモートデスクトップ機能を用いる最大の利点は、特別な開発を必要としない点である。しかし、遠隔操作側から、望遠鏡操作以外のホストシステムの操作も可能であるため、信頼性の高いコミュニティ内での活用に限られるというセキュリティ上の問題点があげられる。現実的には、利用に際し授業者との連携を密にする必要があり、「いつでも、だれでも」一般公開できるという商用ベースのインターネット望遠鏡とは一線を画すべきであり、コミュニティ作りも含めた運用指針が必要である。

3.天体観測授業におけるモバイル望遠鏡の活用

モバイル望遠鏡を遠隔操作して、昼間の時間帯に天体観測をする授業を、2015年11月21日開催の「ひらめき☆ときめきサイエンス」実験教室において実

施した。参加者は小学校5-6年生の15名で、生徒がiPadから望遠鏡の操作等を体験し全員で観測できる環境を整えた(図2、3)。

当日は、雲が空の一部を覆う天候であったが、月が観察でき、月面のクレーターの地形や海と高地の地質の違いを観察した。さらに、大気の揺らぎで月の映像が揺らぐ様子も見られた(図3、4)。アンケートでは、「インターネット望遠鏡を操作できて楽しかった」、「1つ1つの説明が分かりやすく、インターネット望遠鏡をタブレットで操作することがすごいと思った」という生徒の意見もあり、遠隔地にある望遠鏡を動かし、自分で天体を導入して映像を観察するという手軽さが生徒らに受け入れられたと考えられる。

さらに、本授業においては、本物の星空を観察する体験こそが初等中等教育の究極の目標と考え、モバイル望遠鏡での観察後、肉眼による星座の観察と天体望遠鏡を用いた恒星の観察を、日没後野外で実施し、体験型学習に帰着した。

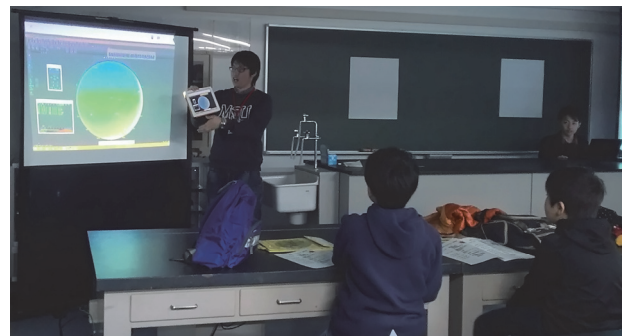


図3 ひらめき☆ときめきサイエンスにおけるモバイル望遠鏡を活用した天体観測の授業。望遠鏡制御のためのタブレット端末の操作方法を授業者が説明している様子。



図4 月に望遠鏡を向けて、月面を観察している生徒ら。

4. まとめ

タブレットやスマートフォン等のモバイル端末からインターネット望遠鏡を操作可能な宮教大モバイル天文台を構築した。遠隔操作端末から望遠鏡制御サーバーに Chrome リモートデスクトップで接続する方法により、望遠鏡の遠隔操作を実現した。

教室で生徒らが iPad からこの宮教大モバイル天文台の望遠鏡を遠隔操作し、月の表層地形を観察する天体観測の授業を実験教室で実施し、実際の野外観測も含めた天体観測の授業プログラムを実践した。今後、様々な OS 搭載のモバイル端末や、ネットワーク回線による望遠鏡操作のテストを実施するとともに、モバイル望遠鏡を用いた天体観測授業実践による教材開発へ展開していきたい。

5. 参考文献

- [1] 文部科学省：教育の情報化ビジョン，
http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/23/04/_icsFiles/afieldfile/2011/04/28/1305484_01_1.pdf,37pp (2011)
- [2] 文部科学省：平成26年度 学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果(概要)，
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/_icsFiles/afieldfile/2015/11/06/1361388_01_1.pdf (2015)
- [3] 高田淑子他：宮城教育大学インターネット天文台の活用事例，天文月報，vol.96，pp.572-578 (2003)
- [4] 千島拓朗他：学校教育での利用を目的とした宮教大インターネット天文台の活用，天文教育，vol.82，pp.18-23 (2007)
- [5] 佐藤愛里，高田淑子：タブレット端末を用いたインターネット天文台遠隔操作システムの開発と天文教育への活用，宮城教育大学情報処理センタ

ー研究紀要，vol.20，pp.47-50 (2013)

- [6] 慶應義塾大学インターネット望遠鏡プロジェクト編：インターネット望遠鏡で観測！現代天文学入門，160pp，森北出版 (2016)