

令和元年6月27日現在

機関番号：11302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K00961

研究課題名(和文) モバイル望遠鏡を活用した学校教育における新しい天体観察授業の展開

研究課題名(英文) Starry observation using mobile telescope in school

研究代表者

高田 淑子 (TAKATA, TOSHIKO)

宮城教育大学・教育学部・教授

研究者番号：70302255

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、モバイル型タブレット端末により、遠隔からネットワークを通じて宮城教育大学天文台にアクセスし望遠鏡を操作し、リアルタイムで天体観測を行うことを可能とするモバイル望遠鏡・モバイル天文台を構築した。児童生徒が1人1台タブレット端末を所持する「未来の教室」において、小学生対象にモバイル望遠鏡を用いた天体観察授業を実施し、昼間においてもリアルタイムの天体観察が実施可能であり、全員で同じ天体の特徴を観察・議論できる利点があることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現在、学校教育におけるEdTechの変革の中、「未来の教室」において教科書や教材がデジタル化されるのみならず、理科の実験・観察についてもICT化によるメリットを享受できる。本研究で開発しているモバイル望遠鏡はその一例であり、学校の理科の実験・観察の中で実施率が一番低い天体観察についても教室における昼間の天体観察が可能となるほか、望遠鏡資源の有効化も図られると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Astronomy education in schools is extremely challenging, since nighttime phenomena must be taught during the day. To observe stars in a classroom, we developed MUE Mobile Telescope, which is a telescope controlled by mobile terminals via the internet. In “future classrooms,” where each student has own tablet terminal, the observation of stars using the mobile telescope will be possible.

To achieve the starry observation utilizing mobile telescope in the ‘future classroom’, two-stage remote desktop systems are applied. We utilized Team Viewer for the second stage remote desktop. We conducted observations of stars using the mobile telescope with about 20 students in 2017 and 2018. As a result, ease of the use is improved, and the merit of the sharing the resource of telescope was better understood.

研究分野：惑星科学、天文教育

キーワード：天文教育 理科教育 ICT教育 IoT インターネット望遠鏡 未来の教室 EdTech 星空観察

## 1. 研究開始当初の背景

天文分野は、主に夜間観察する1日・1年という長期に渡る宇宙という無限の規模の事象を、授業という限られた時空間で学習しなければならない。また、天気によって左右され実験・観察の実施が困難であることから、‘本物’を授業中に見せる機会はほとんどない。初等中等教育の学習指導要領でも、天文分野の全ての単元で「天体を観察すること」と記載されているが、中学校の理科の実験・観察の中では天文分野の実施率が最低である。

しかし、ICT 機器やインターネットの持つ可能性を十分活用すれば、教室の1台のコンピュータが時空を超えたリアルタイム・グローバルな世界を生徒に提供できる。そこで、宮城教育大学では遠隔からインターネットを経由して望遠鏡を操作し観察対象天体を導入し、リアルタイムで天体を観察できるインターネット望遠鏡を有するインターネット天文台を構築した。天文台の開閉から天体導入・映像観察まで、一連の制御が遠隔地にある教室のインターネットに接続された1台のパソコンで可能となった(高田他、2001)。

近年、パソコンに変わる移動性・ユーザビリティの高いタブレット端末やスマートフォンや、無線 LAN などの高速ネットワークが急速に普及したことで、教室内の ICT 革命が起きている。さらに iPad 等タブレット端末を学級全体の児童・生徒に1人1台配布し学習に役立てる動きもある。これらのモバイル型タブレット端末を用いれば、授業中に、遠隔にあるインターネット望遠鏡を利用した天体観察が容易になるほか、タブレット端末からの天体観察授業は、タブレット端末を用いた学習の新たな活用例になりうる(佐藤・高田、2013)。

## 2. 研究の目的

そこで、本研究では、インターネット望遠鏡を発展させたモバイル望遠鏡を構築し、モバイル望遠鏡を用いた天体観察授業を提案する。モバイル望遠鏡では、モバイル型タブレット端末から無線ネットワークを通じて、宮城教育大学天文台の望遠鏡にアクセスし遠隔から操作し、リアルタイムで天体観測を行うことを可能とする。モバイル望遠鏡であれば、教室内で誰でも自由に望遠鏡操作が可能であるばかりか、児童・生徒が1人1台のタブレット端末を所持する学級では、1人1台の望遠鏡操作装置を所有していることと同等となり、天体観察が学級全員で負担なく可能となる。そこで、モバイル望遠鏡、ならびに、モバイル天文台を構築し、モバイル望遠鏡を用いた天体観察の授業を実践し、システム並びに授業について評価した。

## 3. 研究の方法

### (1) モバイル天文台・望遠鏡の構築

モバイル天文台のシステム側と遠隔操作側の両者を検討し、モバイル望遠鏡システムを構築する。インターネットを経由しモバイル型タブレット端末から天文台のルーフの開閉並びに望遠鏡の操作等を可能し望遠鏡がとらえた画像映像を閲覧するために、現在のインターネット天文台を基に、制御系、並びに、情報ネットワーク関連設備を最新に更新し、モバイル端末からでも少ない負荷でアクセス可能とした。また、授業を実施する教室などの遠隔側のモバイル端末や望遠鏡操作画面等の共有方法を検討する他、各種 OS 端末について接続可能性を評価した。

### (2) モバイル望遠鏡を用いた授業実践とその評価

構築されたモバイル望遠鏡システムを遠隔地の教室から操作し、天体観測を伴う授業を展開する。各校種の学習内容に伴わせた理科の天体観察授業実践を通して、モバイル望遠鏡の利用方法、並びに、システムの評価を行い、学校教育における教具としてのモバイル望遠鏡を評価する。

## 4. 研究成果

### (1) モバイル天文台・望遠鏡の構築

宮教大モバイル望遠鏡並びにモバイル天文台は、表1に掲げるサブシステムから構成される。近年のネットワーク環境の整備や撮像装置製品の充実により、ネットワークの安定化、映像の高画質化が進んでいる。従来のインターネット望遠鏡と異なる点は、児童・生徒のリモート望遠鏡へのアクセス環境である。従来は、望遠鏡を制御する望遠鏡制御用タブレット端末1台を児童・生徒間で譲り合い、その画面をワイヤレス接続したプロジェクタによって投影し、教室の児童・生徒全員で共有していた。しかし、1人1台のタブレット所持が可能な環境であれば、全員のタブレット端末に同じ画面を共有することでプロジェクタ投影は必ずしも必要ではなくなる。

教室において、全員が1人1台のタブレット端末を持ち、全員が望遠鏡制御可能となると、望遠鏡への同時アクセスを回避するために望遠鏡へのアクセス権の管理が必要となる。

そこで、リモート制御ソフトウェア Team Viewer (Team Viewer 社)を用いて画面共有並びに望遠鏡へのアクセス権制御を試みた。モバイル望遠鏡の制御は、教師用管理端末から天文台側の望遠鏡制御装置へのリモート接続によって可能となる。さらに、児童・生徒の各タブレット端末から Team Viewer のリモート接続機能で教師用管理端末にアクセスすることで、教師用管理端末の画面、すなわち、望遠鏡制御装置の画面が全児童・生徒のタブレット上に表示される。また、複数の児童・生徒が同時に望遠鏡を操作することを防ぐために、教師用管理端末で、児童・生徒用端末のアクセス権を制御できる。その結果、随時、表示のみ許可される端末、操作も可能な端末を管理できる。このアクセス権の管理が Team Viewer 利用の利点である。

表1 宮教大モバイル天文台システムの仕様

システム	システム装置	仕様・製品等
望遠鏡制御	赤道儀 望遠鏡制御ソフト	高橋製作所 EM500 ステラナビゲーター
天体撮像 映像配信	ニュートン反射式望遠鏡 高感度カラービデオカメラ ビデオエンコーダ	口径 30 cm F5 Imaging Source AXIS M7001
望遠鏡 動作確認	高感度ネットワークカメラ	IODATA Qwatch
遠隔操作 管理	教師用端末 1st リモートデスクトップ	Windows Surface Chrome
画面共有 制御権制御	児童・生徒用タブレット 2nd リモートデスクトップ	Apple iPad Team Viewer

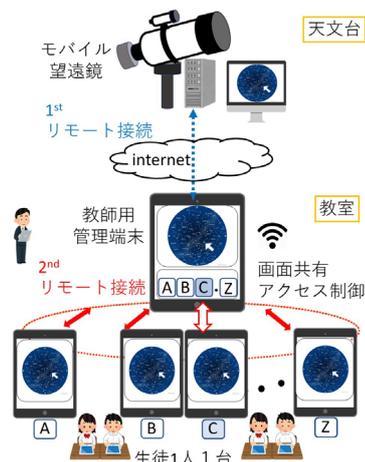


図1 モバイル望遠鏡の概要。児童生徒が1人1台のタブレット端末を持ち、モバイル望遠鏡にアクセス可能とする。教師用管理端末は、児童生徒の望遠鏡へのアクセス権を管理し複数アクセスを防止でき、授業の円滑な運営が可能となる。

(2) モバイル望遠鏡を用いた授業実践とその評価

本システムの評価のために、児童1人に1台のタブレット端末を配布し、宮教大モバイル望遠鏡を使用した天体観測の授業を実践した。2017年度、2018年度ともに小学生5,6年生約20人ずつを対象とし、日没前の明るい時間に教室においてモバイル望遠鏡のしくみと使い方を指導、

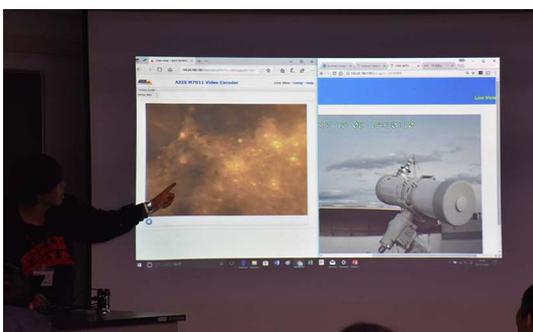


図2 1人1台のタブレット端末を用いてモバイル望遠鏡を利用した天体観測の実践例。宮城教育大学にて2017年12月2日に、参加者小学5,6年生19名で実施。(上)教室全体の様子。児童が1人1台のタブレット端末を所持し、指名されアクセス権を持った児童が天体望遠鏡を操作。(下)望遠鏡の映像と、天体撮像カメラがとらえた映像を教室全体で共有する。望遠鏡の動きを確認しつつ、望遠鏡がとらえた月面の映像を全員で観察。

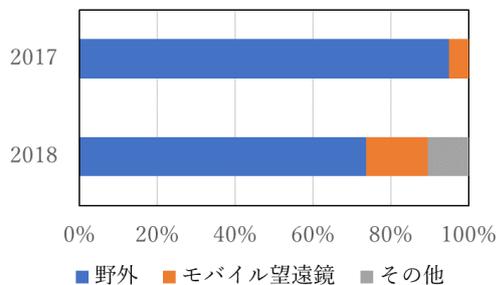
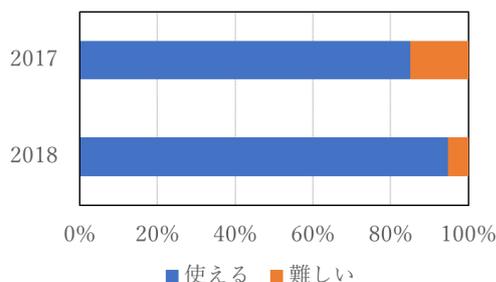
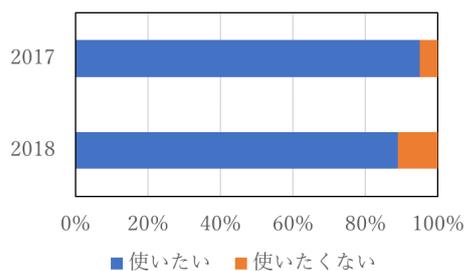


図3 児童のモバイル望遠鏡を用いた天体観測授業の評価。(上)モバイル望遠鏡が学校で使えたら使うか、(中)モバイル望遠鏡は使い易いか、(下)野外観察とモバイル望遠鏡を用いた観察とどちらが良いか、という質問に対する回答。

モバイル望遠鏡を利用した天体観察を実施し、日没後、実際に屋外で天体望遠鏡を用いて夜空を観察した。モバイル望遠鏡を用いた天体観察では、月と1等星の恒星を対象としたが、2017年度は曇天の中月のみ観察でき、2018年度は、月と1等星を観察することができた。児童並びに指導者の意見は表2の通りであり、モバイル望遠鏡の強みは、望遠鏡という資産を持たずとも、昼間でも、どこにいても、観察授業が可能という点と、全員で同じ天体の画面を共有できるため授業運営がしやすい点が挙げられる。

表2 モバイル望遠鏡、野外眼視観察、野外の望遠鏡を用いた観察の利点比較：児童と指導者からの意見

	モバイル望遠鏡	野外観察	野外天体望遠鏡
児童	<ul style="list-style-type: none"> <li>星を拡大してみられる。</li> <li>月のクレーターが鮮明に見える</li> <li>自由に様々な星を観察できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>野外観察だと星の位置がわかる</li> <li>実際に星を見ることができる</li> <li>外で見た方が楽しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>星が鮮明</li> <li>モバイル望遠鏡は操作が困難だが望遠鏡はすぐみられる</li> </ul>
指導者	<ul style="list-style-type: none"> <li>いつでもどこでも観察可能(リアルタイムで昼間の教室で)</li> <li>望遠鏡の設備・管理が不要</li> <li>画面共有で全員観測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日周運動等、天球の動きが観察できる(時間経過)</li> <li>星座等、広い視野の観察可能</li> <li>現実の観察である</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>肉眼で拡大して実物観察可能</li> <li>現実の観察</li> <li>望遠鏡の仕組みがわかる</li> </ul>

夜間の星空の美しさを享受することは授業展開の中では困難であるため、授業展開の中でのモバイル望遠鏡の利用と、屋外における星空観察の実施との共存が望まれる。今後利用を広めるための方策を検討する必要がある。

#### <引用文献>

- 佐藤愛里、高田淑子、2013、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、20、47-50。  
 高田淑子、中堤康友、松下真人、長島康雄、伊藤芳春、教室で行う宇宙の実験-2:インターネット望遠鏡システムの構築とその教育現場での活用、2001、宮城教育大学紀要、36、83-89。

#### 5. 主な発表論文等

##### [雑誌論文](計4件)

- (1) 教室で行う宇宙の実験教室-12:「未来の教室」における天体観察授業、2019、高田淑子、五十嵐晃大、白畑友貴、美濃山蛭、宮城教育大学紀要、53、177-182、査読無、<https://mue.repo.nii.ac.jp/>。
- (2) 教室で行う宇宙の実験-11:宮教大モバイル天文台を活用した星空観察授業の構築、2017、高田淑子、白畑友貴、熊谷佑輝、美濃山蛭、宮城教育大学紀要、52、133-138、査読無、<https://mue.repo.nii.ac.jp/>。
- (3) 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、2016、高田淑子、美濃山蛭、田村瑚春、中川萌野、熊谷佑輝、宮城教育大学 情報処理センター研究紀要、23、49-52、査読無、<https://www.ipc.miyakyo-u.ac.jp/nenpo/no.23pdf/10.pdf>。
- (4) 宮城教育大学インターネット望遠鏡のご紹介、2016、高田淑子、第30回天文教育研究会集録、102-105、査読無、<https://tenkyo.net/kaiho/syuroku/30th-meeting.html>。

##### [学会発表](計5件)

- (1) 宮城教育大学の取り組み、高田淑子、第8回インターネット望遠鏡プロジェクト シンポジウム、2018。
- (2) 宮教大モバイル望遠鏡の活用、高田淑子、天文教育普及研究会東北支部会、2017。
- (3) 宮城教育大学インターネット天文台のご紹介、高田淑子、第30回天文教育研究会、2016。
- (4) 気仙沼地区における復興事業としての理科実験教室、高田淑子、天文教育普及研究会東北支部会、2016。
- (5) 宮教大星空観察の教材開発と実践 教育のICT化と天体観測と、高田淑子、天文教育普及研究会東北支部会、2015。

##### [その他]

- ホームページ 星空観察ネットの広場 <https://www.hosizora.miyakyo-u.ac.jp/>  
 ぜんてん～日周運動ライブ配信システム～ <https://zenten.miyakyo-u.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1)研究協力者

研究協力者氏名:齋藤 弘一郎 (宮城県立古川黎明中学校)

ローマ字氏名: SAITO KOICHIRO

研究協力者氏名:美濃山 蛍(宮城教育大学教育学部理科教育専修)、

鴫田 有哉、鈴木太朗 他(宮城教育大学教育学部初等教育教員養成課程)

ローマ字氏名: MINOYAMA KEI, TOKITA YUYA, SUZUKI TARO、and other students.