

宇宙の実験教室 -12 : 「未来の教室」における天体観察授業

* 高田 淑子 • ** 五十嵐 晃大 • ** 白畑 友貴 • *** 美濃山 蛍

Space experiments in classrooms -12 : Starry Observation Using MUE Mobile Telescope in 'Future Classrooms'

TAKATA Toshiko, IGARASHI Kodai, SHIRAHATA Yuki and MINOYAMA Kei

Abstract

Astronomy education in schools is extremely challenging, since nighttime phenomena such as the observation of the starry sky must be taught during the day. To observe stars in a classroom, the MUE Mobile Telescope controlled by mobile terminals via the internet was developed. The pervasiveness of the internet and mobile terminals promotes an ICT environment in school education. In "future classrooms," where students have their own tablet terminals, the observation of stars using the mobile telescope has been performed. The system requirements to realize the observation are: (1) all students can access to the control PC of the telescope, (2) only one student can control the telescope, and (3) a teacher can manage the access rights of students. To achieve this, the two-stage remote desktop systems are applied. The first stage is applied between the telescope control server and a teacher's PC, while the second stage is applied between the teacher's PC and all the students' tablets. TeamViewer is utilized for the second-stage remote desktop to fulfill the requirements. The observation of stars using this system was performed with 19 students in December 2017. As a result, ease of use of the mobile telescope improved, and the merits of observation using a mobile telescope were deeply understood by students.

Key words : インターネット望遠鏡 Internet Telescope

天文教育 Astronomy Education

ICT教育 ICT Education

モバイル望遠鏡 Mobile Telescope

理科教育 Science Education

1. はじめに：学校におけるモバイル望遠鏡の活用

初等中等教育の天文分野では、夜間の現象を昼間の授業中に学習するという矛盾を伴う。その解決策の一

つとして、インターネット望遠鏡の活用が期待される。インターネット望遠鏡とは、インターネットを經由して天体望遠鏡を遠隔から操作し、遠隔地において天体観測を可能とするものである(佐藤、2003)。学校で天体望遠鏡を所有せずとも、教室からインターネット

* 宮城教育大学理科教育講座
** 仙台市立西多賀小学校
*** 宮城教育大学理科教育専修

望遠鏡を利用することで、昼間の授業時間中の天体観察が可能となる。

本学では、2000年より宮教大インターネット望遠鏡を設置、運用している(中堤、2002、高田他、2001)が、設置以来の課題の1つに、遠隔操作端末の利便性が挙げられる。授業中に利用するためには、インターネット望遠鏡の操作の簡易化、操作時間の短縮化が求められる。有線LANに接続したノート型PCを操作端末として用いた2000年当初は、操作するために児童・生徒に教室内の移動を強いり、移動や操作の説明に時間を要し、本来の天体観察の時間が限られる難点があった。

その後、学校のICT環境整備、特に、無線LANの整備に伴い、望遠鏡の遠隔操作端末としてWi-Fi接続が可能なタブレット端末が利用できるようになり、タブレット端末やスマートフォン等のモバイル端末が、インターネット望遠鏡の遠隔操作装置、すなわち、リモコンの役割を果たす「モバイル望遠鏡」に進化し、授業進行が格段と捗るようになった(佐藤、2013)。

平成28年度末には、国内の学校における普通教室の校内LAN整備率が90%、無線LAN整備率が30%になり(文部科学省、2018)、さらに、平成32年度の新学習指導要領の実施に向け、(1)1人1台専用の学習者用コンピュータ、(2)教室に無線LAN、有線LAN環境、(3)コンピュータ接続の大型提示装置、を学校に整備することを基本方針としている(文部科学省、2017)。

すでに一部の地域では、教室で児童・生徒1人1台のタブレット端末を活用した授業展開が検討され、デジタル教科書に始まり、宿題管理、反転授業での活用等、ICT教育推進の1つのツールとしてタブレット端末を用いた教育用アプリケーションが普及し始めている。このような環境下、児童・生徒が1人1台のタブレット端末を所有し、誰でも教室のどこからでも操作可能となるモバイル望遠鏡を用いた天体観察授業の実現が期待できる。

そこで、このような「未来の教室」で、児童・生徒が天体望遠鏡を遠隔操作して天体観察を可能とするモバイル望遠鏡の設備と活用の在り方を検討した。

2. 児童・生徒1人1台のタブレット端末から利用できる宮教大モバイル望遠鏡の概要

従来の宮教大モバイル望遠鏡では、天体望遠鏡の操作は、遠隔地の教室にある操作用端末からリモートデスクトップ機能を用いて天文台設置の望遠鏡制御端末にアクセスし実現していた(高田他、2018)(図1)。天体望遠鏡の接眼部に設置する高感度ビデオカメラで撮像した天体映像は、ビデオエンコーダーを経由してインターネットでライブ配信され、遠隔地の教室から観察できる。天文台内部の様子や望遠鏡の動作確認、また、天文台上空の様子は、ネットワークカメラによる映像でインターネットを介していつでもどこからでも確認可能である。

従来、授業では、1台のタブレット端末をリモコンとして全員で譲り合い使用していたため、その操作画面は、ワイヤレス接続でつながるプロジェクタからスクリーンに投影し、生徒全員で共有していた(図2(a)、佐藤、2013)。この場合、望遠鏡の操作画面、望遠鏡の動作を確認する天文台内映像、天体映像の3つの画

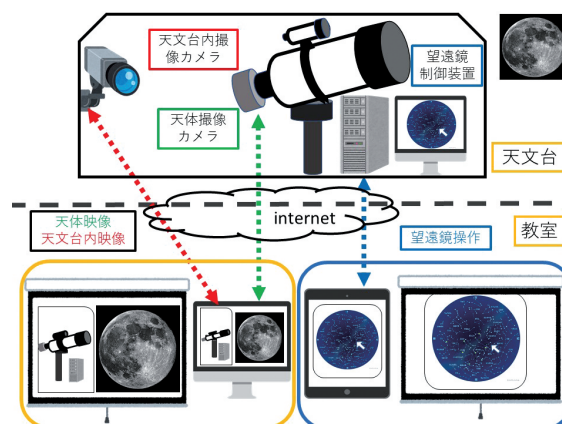


図1 宮城教育大学旧モバイル望遠鏡の概略図。遠隔地の教室からリモート接続機能を利用し望遠鏡制御装置にアクセスし、天体望遠鏡の動きを制御する(青破線)。天体望遠鏡の接眼部に設置した天体撮像カメラ(高感度ビデオカメラ)の映像はビデオエンコーダーを通してインターネットでライブ配信され、遠隔地の教室からブラウザで確認できる(緑破線)。天体望遠鏡の動作等天文台内部の様子は、ネットワークカメラで配信され、遠隔地で確認できる(赤破線)。教室では、タブレット端末上に表示される望遠鏡制御画面をワイヤレス接続でプロジェクタからスクリーンに投影し児童・生徒全員で共有する。望遠鏡の動きを確認しながら天体を観察するために、天体の映像や天文台内映像をPCからスクリーンに投影し、児童・生徒全員で共有する。一般的な従来の教室では、1台のスクリーンしか設置されていないため、複数の画面共有に課題があげられた。

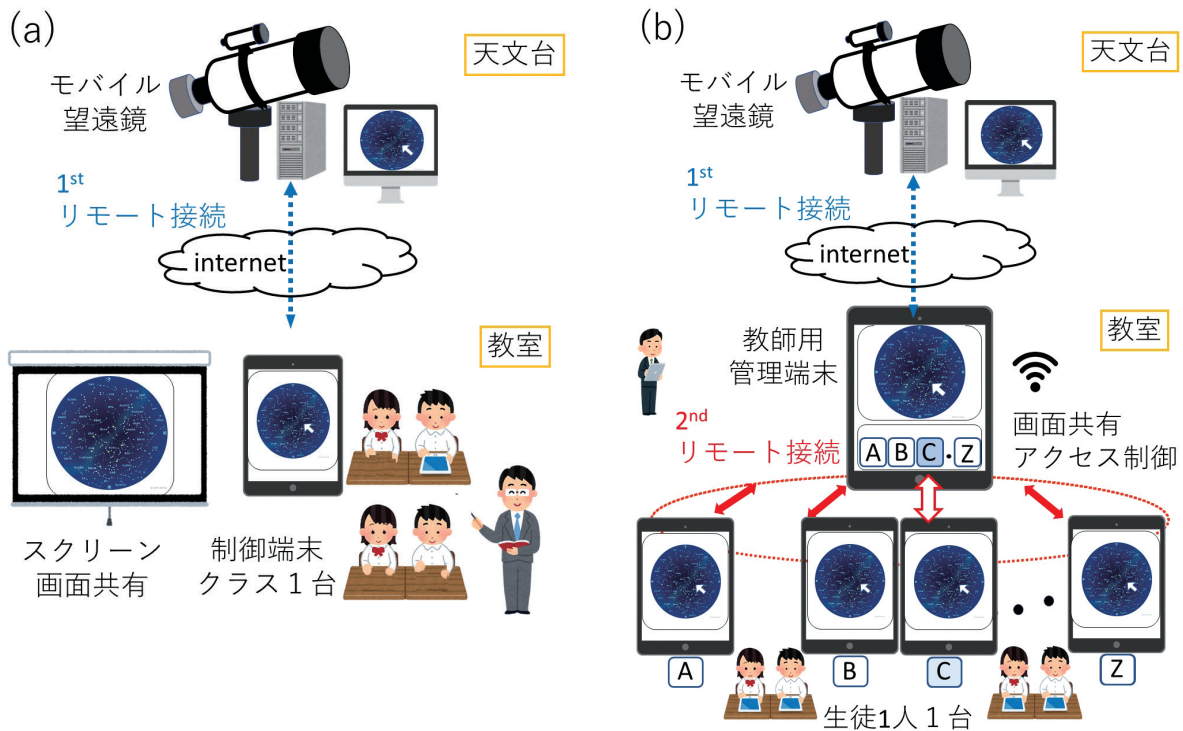


図2 教室におけるモバイル望遠鏡の操作システムの比較。(a) 望遠鏡制御用タブレット端末1台を生徒間で譲り合い望遠鏡を制御する従来の方法(高田他, 2018)。ワイヤレス接続でプロジェクタから投影し、望遠鏡制御用タブレット端末の画面を教室の児童・生徒全員で共有する。(b) 児童・生徒が1人1台のタブレット端末を所有して望遠鏡を制御する方法。モバイル望遠鏡の制御画面は、リモート接続を用いて教師用管理端末に出力される。児童・生徒はそれぞれ1台のタブレット端末を所有し、全てのタブレット端末からTeamViewerのリモート接続機能で教師用管理端末にアクセスすることで、教師用管理端末の画面、すなわち、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。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・生徒用端末の操作権を制御する。その結果、表示のみ許可される端末、操作も可能な端末を随時管理できる。このアクセス権の管理がTeamViewer利用の利点である。

面を全員で共有することが求められ、設置スクリーンが1つの一般的な教室では、画面の切り替えやスクリーンの複数設置で対応する必要があった。児童・生徒が1人1台のタブレット端末を所有し、それぞれが望遠鏡の操作画面を表示できれば、全体で共有すべき画面は天文台内の映像と天体映像の2画面で、切り替え等の手間が省け、授業進行が捗る。

そこで、モバイル望遠鏡を利用できる「未来の教室」として、(1) 児童・生徒が1人1台所有するタブレット端末でモバイル望遠鏡の操作画面を共有、(2) 全タブレット端末からモバイル望遠鏡を制御、(3) モバイル望遠鏡の操作権の端末管理、の3つのシステム要件を、安価に、かつ、容易に実現する方法として、天文台の望遠鏡制御装置と教室の児童・生徒の複数の遠隔操作用タブレット端末との間に教師用管理端末を中継する2段階のリモート接続からなる遠隔操作システムを導入することを試みた(図2(b))。

望遠鏡制御装置は、第1段階のリモート接続機能に

より、教師用管理端末上から操作可能となる。教師用管理端末は、第2段階のリモート接続機能を用いて、児童・生徒全員のタブレット端末から操作可能となる。これにより、児童・生徒用タブレット端末上に、望遠鏡制御装置の画面が同時に表示される上、児童・生徒用のタブレット端末上から、教師用管理端末を経由して望遠鏡制御装置に直結し、望遠鏡を操作可能となる。

リモート接続機能を提供する無償のソフトウェアは種々存在するが、複数接続の制限や、操作性がOS等の利用端末の環境に依存することが多い。望遠鏡制御装置と教師用管理端末との第1段階目のリモート接続は、1対1対応のため、各端末のOSに合わせ、Windows(MicroSoft社)やChrome(Google社)のリモートデスクトップ機能等の利用が考えられる。教師用管理端末と児童・生徒用操作端末との第2段階目のリモート接続では、1台の教師用管理端末に対して、同時に複数台数の端末で画面共有しつつ、複数の児童・生徒により同時に望遠鏡を操作するのを防ぐために、

教師用管理端末で、児童・生徒用端末の操作権を管理する必要が生じる。この第2段階目のリモート接続には、1対多のリモート接続並びに操作権制御が可能なTeam Viewer (Team Viewer社) を活用する。

3. TeamViewer を活用したモバイル望遠鏡操作権の生徒間共有の試み

Team Viewer は、パソコンや、スマートフォン、タブレット等さまざまなモバイル機器間で遠隔操作を可能とするアプリケーションである。異なるOS同士でリモート接続を可能とするクロスプラットフォームの互換性があるほか、リモート接続を使用し共通のデバイスやリソースの共有が可能である。また、ファイアウォールやプロキシ設定等の複雑なネットワーク環境を意識する必要がなく、個人使用の場合は無料である (TeamViewer, 2018)。

TeamViewer は、各端末に「ID」と「パスワード」を一義的に付与するため、児童・生徒用のタブレット端末の TeamViewer 上で、教師用管理端末の「ID」と「パスワード」を入力することにより、全児童・生徒のタブレット端末に教師用管理端末のデスクトップ画面が表示される (図3)。また、TeamViewer では、各端末に端末名を設定できることから、教師用管理端末側から、各児童・生徒の端末の識別が可能となるほか、リモート操作の許可/拒否の設定が1クリックで可能となる。その結果、教師がクラス全体の端末のアクセス権管理を可能とし、望遠鏡を操作する児童・生徒を指定・解除できる。

4. 1人1台のタブレットから行う天体観測授業

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て、宮教大モバイル望遠鏡を使用する天体観測の授業を実践した (表1)。高田他 (2018) と同様、教室で日没前の明るい時間にモバイル望遠鏡のしくみと使い方を指導、モバイル望遠鏡を利用した天体観測を実施し、日没後、実際に屋外で天体望遠鏡を用いた天体観測と星座や星の眼視観測を体験した。

モバイル望遠鏡を用いた天体観測では、児童全員で望遠鏡の動きを映像で確認するとともに、教師が操作ごとに児童を指名し、児童のタブレット端末で天文台のルーフを開き、望遠鏡を動かし、星や月を導入するという遠隔操作を体験した。天体望遠鏡を直接覗く授業では、1人ずつ観察することになるが、月面の映像を全員で共有し、特徴について児童全体で意見交換ができ、全員参加の授業が可能となった (図4)。

学習指導要領では、小学校4年生で月の満ち欠けや星座、星の色・明るさ等の天体を観測することと記されているが、今回対象の小学校5・6年生19名中、学校で望遠鏡を使った体験がある生徒は16% (3名) で、ほとんどの児童は学校での観測が未体験であった。

1台の操作用タブレット端末を全員で回して使用した2017年度の実践 (高田他, 2018) と比較し、学校でモバイル望遠鏡が使えれば、「使いたい」と考える児童は、昨年95% (20名中19名)、今年90% (19名中17名) であったが (図5 (a))、操作性については、2018年度は、使いにくいと回答した1名 (6%) を除いた94% (18名)

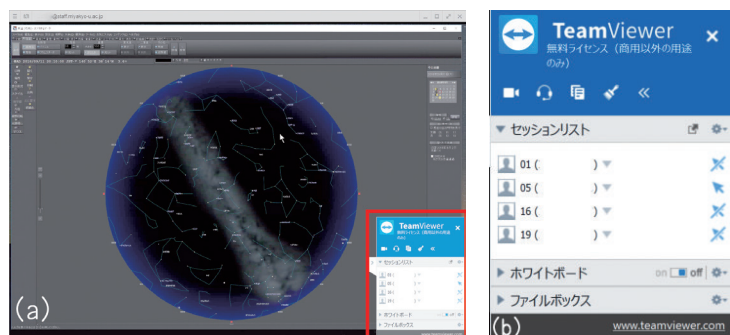


図3 TeamViewer を用いた教師用管理端末と児童用タブレット端末の画面例。(a) 望遠鏡制御装置の望遠鏡制御画面が chrome リモートデスクトップ機能 (Google 社) により教師用管理端末に表示され、この画面を児童のタブレット端末が TeamViewer を介して共有する。(b) 教師用管理画面 (a) の右下に表示される TeamViewer のセッションリストには、リモート接続で画面共有される児童名 (ここでは出席番号01, 05, 16, 19) がすべて表示され、チェックボタンの「x」をクリックすることでリモート操作の許可 (05) / 拒否 (01, 16, 19) が実現できる。その結果、教師用管理端末で望遠鏡操作が可能な端末の指定・解除が設定でき、全児童の望遠鏡へのアクセス権管理が可能となる。

表1 モバイル望遠鏡を用いた実践授業

教室名	ひらめき☆ときめきサイエンス われら地球人：太陽系ツアー 2017
実施日	2018年12月2日 14時30分-19時
場 所	宮城教育大学
対 象	小学5・6年生 19名(参観者13名)
内 容	モバイル望遠鏡の説明
	宮教大モバイル望遠鏡で天体観測(教室)
	星空眼視観察(屋外)
	天体望遠鏡で天体観測(天文台)

が「使いやすい」と回答しており、2017年度の85%より改善している(図5(b))。要因として、1人1台端末を利用できたことが挙げられるほか、特に、「昼間」、「自主学習のとき」等、いつでも観測できる点に利便性を感じている。

一方、今後使いたくないと考える児童2名は、「動かなくなる」、「インターネットの操作がわからない」を理由に挙げており、うち1名は、全ての質問においてモバイル望遠鏡に対して否定的な回答をしている。これは、タブレット画面操作の指導不足に起因し、1人1台のタブレット端末を利用するため、つまずきが解消されなかった可能性がある。TeamViewerでは、タッチ画面上の指の動きによって動くカーソルの位置がポインターとなることから、指の位置そのものがポインターとして反応する通常のタブレットの操作と勘違いする可能性も挙げられる。

教具として利用するためには簡易な操作性が求められる。今回20台の旧型iPad(Apple社)を使用したのが、児童全員で中継教師用端末にアクセスしたためかネットワークやPC、タブレットの負荷が高くなり、画面やコマンドのタイムラグが発生し、システム環境に改善の余地がある。また、タブレットを利用した授業では、教師は画面に気をとられやすくなり、児童の様子を見過ごさないように授業を展開することがますます重要となる。さらに、児童の今までのタブレット端末機器の利用経歴が、使いやすさの回答に反映している可能性もあり、今後はモバイル望遠鏡の操作性を問う際児童の過去の情報リテラシー、情報機器操作の経験について調査する必要があると考えられる。

モバイル望遠鏡を用いた観測と野外観測を比較し、どちらが良いかとの質問には、「野外観測」と回答し

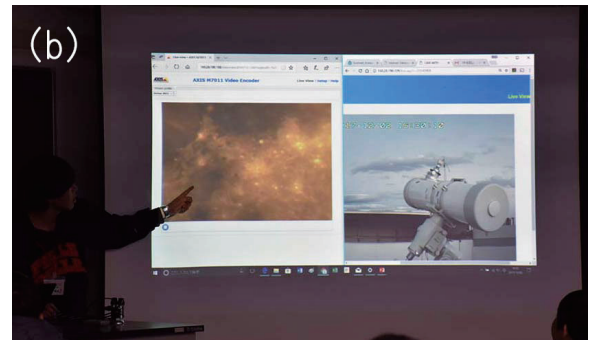


図4 1人1台のタブレット端末を用いてモバイル望遠鏡を利用した天体観察の実践例。ひらめき☆ときめきサイエンス「われら地球人：太陽系ツアー 2017」にて2017年12月2日に、小学5、6年生19名(参観者13名)が参加し実施(表1)。(a)教室全体の様子。児童が1人1台のタブレット端末を所有し、指名されアクセス権を持った児童が天体望遠鏡を操作。(b)望遠鏡の映像と、天体撮像カメラがとらえた映像を教室全体で共有する。望遠鏡の動きを確認しつつ、望遠鏡がとらえた月の映像を全員で観測。(c)夜の野外観測の様子。

た児童が74%(14名)で、「モバイル望遠鏡」の16%(3名)より多く、11%(2名)は、使い分けたいので「どちらもよい」と回答している(図5(c))。昨年度は、「野外観測」を選択した児童が95%を占めたことから、児童らも星空を自分の目で観測できる実体験を望ましいと感じているが、モバイル望遠鏡の長所である、昼間や悪天候時など、実際に星を見られない時に利用できる利点は理解されつつある。

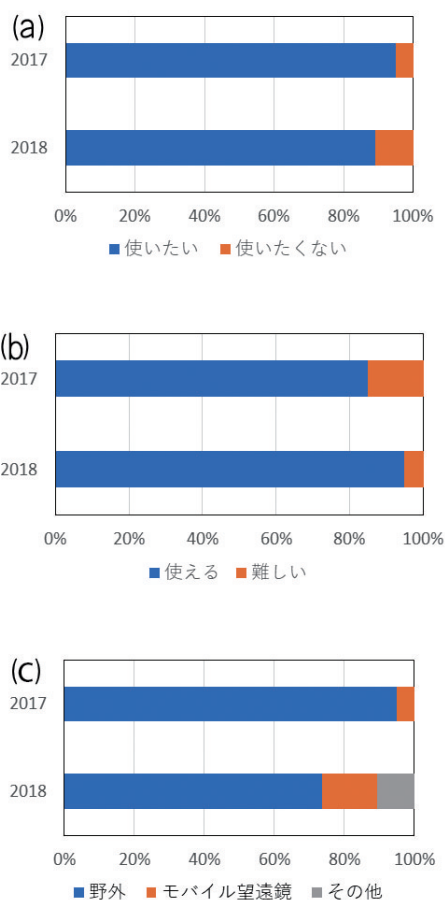


図5 遠隔操作端末1台を全員で使用した授業(対象者20名、高田他、2018)と1人1台のタブレット端末を利用した今回の授業(対象者19名)の児童の受け取り方の比較。(a)「モバイル望遠鏡が学校で使えたら使いたいか」という質問に対する回答。(b)「モバイル望遠鏡は使い易いか」という質問に対する回答。(c)「野外観察とモバイル望遠鏡を用いた観察とどちらが良いか」という質問に対する回答。

5. まとめと今後の課題

2000年からインターネット望遠鏡の利用を検討しているが、今回初めて、1人1台のタブレット端末を持つ「未来の教室」での遠隔望遠鏡操作による天体観察を実施した。今回利用したリモートデスクトップ機能ソフトウェア TeamViewer は、個人利用ではない場合やビジネスユースの試用版以外は有料となる。実用化においては、「未来の教室」で実際に使用される教師と児童・生徒間での画面共有のアプリケーションを活用することも検討に値する。

天体望遠鏡を所有していない、あるいは、望遠鏡が破損して使えない、また、天体望遠鏡が使えない教員が多い等の理由で、天体観察がおざなりになっている

現状の学校現場の天文教育の一助にモバイル望遠鏡の活用が望まれる。最終的な目的は、野外における星空の観察体験に児童を導くことである。教室の ICT 化により、モバイル望遠鏡も身近な教具になりつつあると考える。

謝辞

学校教育における使用事例研究のために TeamViewer の無償利用を許可していただいた TeamViewer 社、ひらめき☆ときめきサイエンス実施に援助いただいた日本学術振興会に、それぞれ感謝する。ひらめき☆ときめきサイエンス実施に際し、宮教大モバイル望遠鏡とともに、海外のインターネット望遠鏡例として利用させていただいた慶應ニューヨーク学院インターネット望遠鏡プロジェクトに感謝する。

参考文献

- 佐藤愛里, タブレット端末を活用した天体観測教材の開発, 2013, 宮城教育大学卒業論文.
- 佐藤毅彦, 特集・インターネット天文台の新展開」に寄せて, 2003, 天文月報, 96, 564.
- 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.
- 高田淑子, 白幡友貴, 熊谷祐輝, 美濃山蛭, 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, 2018, 宮城教育大学紀要, 52, 133 - 138.
- Team Viewer 社編, 製品概要, 2018, <https://www.teamviewer.com/ja/>.
- 中堤康友, インターネット望遠鏡を用いた天文教育プログラムの開発, 2002, 宮城教育大学卒業論文.
- 文部科学省, 平成30年度以降の学校における ICT 環境の整備方針について, 2017.
- 文部科学省, 平成28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), 2018.

(平成30年9月28日受理)