

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 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：2012～2015

課題番号：24501034

研究課題名(和文) ITを駆使した初等教育における天体観察授業教材の開発と実践

研究課題名(英文) Development and demonstration of study materials observing stars, the moon, and the sun, using ICT aids in elementary and junior high schools

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) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：初等教育における天文分野の学習は主に夜間観察する事象を昼間の授業内に学習するため、授業中の実験・観察が困難で、「本物」の星空や天体を授業中に見せる機会が少ない。そこで、本研究では、IT機器やインターネットを活用したインターネット望遠鏡を用いた天体観測や、授業で学習する対象天体の映像配信等により、授業中に天体観察が可能な教材開発を実施した。各対象天体に特化した撮像装置、画像蓄積配信システムなどを構築し、生徒の視点で観察できる星空の日周運動や月の日周運動の映像を教材として授業実践を実施した。ホームページにてこれらを公開することにより一般的な活用が期待できる。

研究成果の概要(英文)：It is difficult to observe real starry stars in daytime in the elementary educational system. However, it is possible to observe the starry sky in the daytime classes utilizing the ICT technologies. We developed educational materials to observe the sun, the moon, the starry sky, and the diurnal motions of the moon, the sun, and stars using our internet telescope and related live systems in order to observe stars in schools. Movies of diurnal motions of stars, the sun, and the moon are made automatically with real observational images. They are open to the public via homepage of 'forum of the starry sky observing net' (<http://www.hosizora.miyakyo-u.ac.jp/>) in order to be utilized widely in schools. We also practiced the teaching materials in astronomy classes in junior high schools to evaluate whether they can substitute the real starry observations.

研究分野：惑星科学、天文教育

キーワード：天文教育 IT教育 ICT 理科教育 インターネット望遠鏡 教科教育 教育工学 天体観察

1. 研究開始当初の背景

天文分野は主に夜間観察する事象を昼間の授業内に学習するため、授業中の実験・観察が困難で、「本物」の星空や天体を授業中に見せる機会はほとんど無い。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。初等教育の学習指導要領では、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、天文分野の観察実施率は30%未満（宮城県中学校理科教員対象、平成19年度実施）である。しかし、IT機器やインターネットの持つ可能性を十分活用すれば、時空を超えてリアルタイムに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、本学に設置されたインターネット天文台を活用して、小中学校の学習対象である「月」「金星」「太陽・星の天球上の位置」をインターネット配信し、常時観察できる「月ライブ」「金星ライブ」「全天ライブ」「星空ライブ」を実施、ライブ教材を充実させるとともに、これらを用いた「金星の満ち欠け」「太陽の天球上の位置と日周運動・年周運動」の授業を実践した。しかし、現状の「星空ライブ」は、魚眼レンズ付高感度カメラによる全天撮像であり、学校で学習する観察の視点(地上から東西南北の4方位の星の見かけの運動)と異なる等、各ライブシステムは実際に授業で活用するために改良が期待されていた。

2. 研究の目的

そこで、本研究では、初等教育で学習する星空、月、太陽の天体ライブ映像を自動でインターネット配信できるシステムを再構築し、長期間運用可能で、かつ、初等教育の授業で活用しやすい情報として提供できるように、撮像システムの改良・更新する。これにより、学校教育の現場での活用度の向上を試みる。具体的には、学習指導要領の要件と合致した全天撮像と4方位の星の日周運動の撮像機能を持たせ、さらに、各天体観察撮像

装置を小型化し独立運用が可能ないように発展させる。

また、本教材を用いた授業実践を行うことで、本教材の評価を行い、一般普及に努める。

3. 研究の方法

(1) 全方位型星空ライブシステムの構築

既存の全天星空ライブの技術を基に、広角レンズを付属した高感度カラービデオカメラを4方位に設置し、子供の視点で星空の各方位の星の運動をとらえる映像を撮像できる装置を開発する。これらの画像を蓄積し星の日周運動等の映像を閲覧できるシステムを構築する。

(2) 天体ライブシステムの構築と運用

小中学校で学習する天体、「月」「太陽」をライブ配信する「月ライブ」「太陽ライブ」のために、小型の望遠鏡と赤道儀で独立した観察装置を製作し、遠隔操作でライブ配信の初期設定や天体追尾の運用を自動で行えるよう運用の軽減を図り、長期間の公開を可能とする。

(3) 授業実施による教材の評価

協力者を交えて現場における上記ライブ映像を用いた授業実践を踏まえ、教材の評価・改善し教材の発展を図る。

(4) ホームページによる公開

天体観察ライブシステム、ならびに、関連教育教材はホームページに掲載し公開し、意見交換の場を拡張し、教材発展に寄与する。

4. 研究成果

(1) 全方位型星空ライブシステムの開発

広角レンズと高感度カラー映像カメラを組み合わせた星空撮像システムを開発、中学校屋上にて東西南の方位に向けて設置し星空を継続撮像した(図1)。映像データを蓄積し、好天日の星の運動の映像を作成した(図2)。これらは、生徒の身近な学校の景色の中での星の運動の映像観察が可能のため、生活の中での星の運動の確認に役立つ効果があげられる。



図1. 中学校屋上に設置された星空カメラと西の空



図2. YouTubeに公開した星空の動画

(2) 月の位置撮像システムの開発

月の形と天球上の月の位置の時間変化を理解する教材を作成するために、月の運動を捉える映像撮像装置を開発した。上下左右に回転して全方位撮像可能な高感度防犯用ネットワークカメラを小型ドーム内に格納し、天候に左右されずに定期的に夜空全体を撮像可能とした(図3)。撮像画像は、インターネットを介して定期的にダウンロードし、自動合成して天球上の月の位置の時間経過がわかる映像を作成した(図4)。

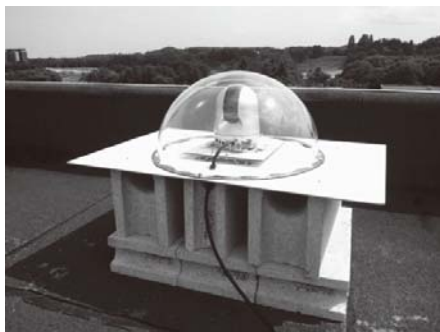


図3. 月の位置撮像システム



図4. 月の日周運動の動画

(3) 月の形撮像装置の開発

月の満ち欠けを捉えるために小型望遠鏡を用いて月を継続観察し、月の形データベースを構築した(図5)。



図5. 月の撮像装置と撮像された月

(4) 月の満ち欠けの授業実践

月の形・位置撮像装置により得られた月の形の画像や月の運動の映像を用いて、月の満ち欠けの授業実践を中学校で実施し、教材について評価した。

(5) 太陽の撮像システムの開発

イーサネット接続型CCDビデオカメラを接眼部に付した太陽望遠鏡を導入し、定時ごとに太陽表面の画像を保存・蓄積した。一般に公開される太陽表面の映像は自転軸の傾き等が補正済みであるが、本研究では、実際に未補正の太陽表面が観察できる。

(6) タブレット端末を用いたインターネット望遠鏡の操作の実現

宮城教育大学に現存するインターネット望遠鏡を、従来のパソコンにかわりタブレット端末で操作するシステムを開発した。小学生対象のインターネット望遠鏡を用いた月の観察の授業では、従来と比べ操作が容易となり活用度が広がることが実証された(図6)。



図6. インターネット望遠鏡をタブレットで操作して月面を観察する生徒ら

(7) ホームページによる公開

本研究による成果は、本学のホームページ「星空観察ネットの広場」<http://www.hosizora.miyakyo-u.ac.jp/>において掲載し、自由にアクセスできる環境を整えた(図7, 8)。

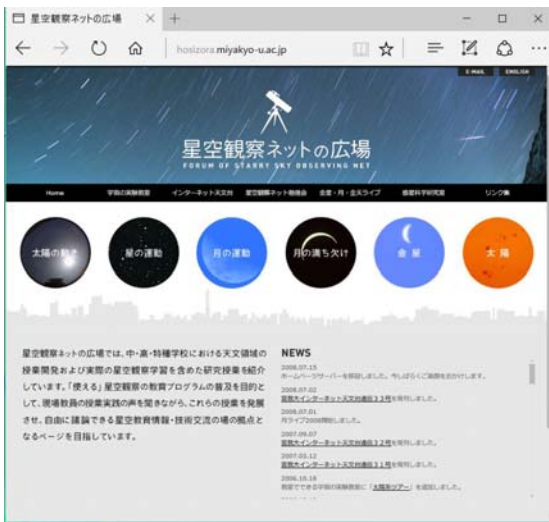


図7. ホームページにおける教材の公開



図8. ホームページ内の月の満ち欠けのカレンダー。各月齢をクリックすると月の日周運動の動画が見られる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計6件)

- ① 高田淑子、美濃山蛸、田村瑚春、中川萌野、熊谷佑輝、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、宮城教育大学情報処理センター研究紀要、査読無、23、49-52、2016.
- ② 佐藤瑞希、高田淑子、中学校における天体観測用カメラの設置と活用、宮城教育大学情報処理センター研究紀要、査読無、20、5-40、2013.
- ③ 菊池佳子、高田淑子、月の満ち欠け・日周運動データベースの開発とその活用、宮城教育大学情報処理センター研究紀要、査読無、20、41-46、2013.
- ④ 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、査読無、20、47-50、2013.
- ⑤ 笠井香代子、高田淑子、松下真人、被災地復興支援活動としての理科実験教室の実施～仙台市天文台との連携事業「スペースラボ in 気仙沼」～、宮城教育大学教育復興支援センター紀要、査読無、1、55-61、2013.
- ⑥ 齋藤弘一郎、高田淑子、遊佐徹、昼の金星・太陽(黒点)・月ライブ配信 ～昼に学校で行う金星・太陽(うう)・月のライブの実践～、天文教育、査読有、24、76-82、2012.

〔学会発表〕(計5件)

- ① 高田淑子、気仙沼地区における復興事業としての理科実験教室、天文教育普及研究会東北支部研究会、2016年4月14日、東北大学(宮城県仙台市)。
- ② 高田淑子、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、天文教育普及研究会東北支部研究会、2015年10月31日—11月1日、秋田大学(秋田県秋田市)。
- ③ 高田淑子、学校教育におけるインターネット望遠鏡と天体ライブ観察の活用、第4回慶應義塾大学インターネット望遠鏡プロジェクトシンポジウム、2014年2月22日、慶應義塾大学日吉キャンパス(神奈川県横浜市)。

- ④ 高田淑子、宮教大天体ライブ観察システムのご紹介、天文教育普及研究会東北支部会、2014年1月26日、郡山ふれあい科学館(福島県郡山市)。
- ⑤ 齋藤弘一郎、高田淑子、遊佐徹、中学校理科における金星・太陽(黒点)・月のライブ配信、日本地球惑星科学連合2012年大会、2012年05月20日、幕張メッセ(千葉県幕張市)。

[その他]

ホームページ

星空観察ネットの広場

<http://www.hosizora.miyakyo-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 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

(2) 研究協力者

齋藤 弘一郎 (SAITO, Koichiro)

宮城県立古川黎明中学校・教諭

佐藤 瑞希 (SATO, Mizuki)

宮城県利府町立利府中学校・教諭