

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 18 日現在

機関番号：13103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350189

研究課題名(和文) 全天画像を利用した天文分野の「観察」教材作成システムの構築

研究課題名(英文) Construction of system to develop teaching material of astronomy for observation using pictures of all sky

研究代表者

濤崎 智佳 (Tosaki, Tomoka)

上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授

研究者番号：40356126

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：学習指導要領では小学校・中学校とも天文分野での項目には「観察」が多用され、重視されている。しかし、天文分野での観察を行うことにはさまざまな困難があり、本研究では、それらを補うため、実天の全天画像観測データをもとに既存のデジタル教材より“実天観察”に近づけたシステムの構築を行い、実天観察に準じるデータを提供し、これらを用いた太陽や星の日周運動や年周運動等を効果的に学習するプログラム開発を行った。これらのプログラムを用いて、教員養成課程の学生を対象に実践を行い、その有効性を検証した。

研究成果の概要(英文)：In the curriculum guidelines, "observations" is frequently used and is emphasized in the astronomy field at both elementary and junior high school. However, there are various difficulties for observations in the astronomical field. In this study, in order to compensate for them, we have constructed a system that approximates "real sky observation" based on the observational data of all sky images different from existing digital teaching materials. We also have developed a program to effectively learn the diurnal and annual motions of the sun and the stars using them. Using these programs, we conducted practical training for students of teacher training course and verified their effects.

研究分野：天文学

キーワード：科学教育 天文学

1. 研究開始当初の背景

平成 24 年度から完全実施されている中学校学習指導要領では、天文分野関連の内容は、中学において太陽系にとどまっていた空間の広がりも銀河系にまで言及されるなど、それまでより大幅に増加した。一方で、学習指導要領には、「実感を伴った理解を図る」(小学校)など、実社会・実生活との関連の重視が強調されている。しかしながら、天文分野の現象は長大な時間と広大な空間で起きており、日常生活と結びつけにくく、指導が難しい分野である。平成 15 年度小・中学校教育課程実施状況調査では、天体の動き等の学習に対して教師の 77.3%が生徒にとって理解しにくいと回答している。また、下井倉(2014)は、小学校教員養成課程の非理科生の 81%が月の満ち欠けを十分に説明できていないことを報告している。これらは、天文分野は指導困難な分野であると同時に、生徒にとっても理解と定着の難しい分野であることを示唆する。一方、平成 24 年度全国学力・学習状況調査報告書や中学校学習指導要領では、時間概念や空間概念、宇宙に関する認識を深めさせる上で観察を重要視している。さらに、相場(2007)は、実際の星空を観察させることがまた見たいと言う意欲につながることを明らかにしている。これらは、天文分野を学習する上で観察が重要であることを示している。しかし、天文分野の観察・実験の実施率は他の分野に比べ低いことが知られている(三橋・中村 2010, 齋藤 2009)観察・実験が困難な原因として、小・中学校の天文分野での学習では、長期にわたる継続的な観察が必要であること、授業時間内の実施が困難であることなどが挙げられていた。

2. 研究の目的

本研究では、これらの困難を克服するために、実天の観測データに基づいて、より“実天観察”に近づけたシステムの構築を行い、太陽や星の日周運動・年周運動等を効果的に学習するプログラム開発とその検証を行う。これらにより、科学的学習の動機づけや理解を促進する方法を明らかにしていくことを目的とした。

3. 研究の方法

本研究は主に (1) 天体の動きの理解度の調査、(2) 全天データ取得システムの構築、設置と運用(国内及び海外)、(3) 取得したデータに基づいた教育プログラムの開発と実践・評価、(4) 取得したデータと開発したプログラムを利用できる web ページの製作、の 4 つの柱とした。最初に国内でのデータ取得システムの製作と設置・運用を行い、それに基づいて次に海外での設置と試験運用を目指した。国内で運用するシステムで取得されるデータをもとに、太陽・星の日周運動や年周運動を初めとした教育プログラムを考

案・開発する。これらを用いて教員養成課程の学生を対象にした実践を行い、その効果を評価した。

4. 研究成果

(1) 天体の日周運動・年周運動の理解度調査
教員養成課程に学ぶ大学生が、太陽の日周運動をどの程度理解しているかをはかるために、上越教育大学の学生を対象に述べ 430 名に対し調査を行った。調査結果から、学生の多くは、南中高度は夏至が一番高く冬至が一番低いことは理解しているが、季節ごとの日の出・日の入りの方角の違いや、春分と秋分が同じ軌跡であることを理解できていないことが示唆され、これらを改善するための教材の必要性が示された。この調査から、「どの季節でも太陽は真東から昇り真西に沈む」という誤解が多いことを示された。これら理解度の低い学生に対し、より効率的な教材を開発するためにはその特性を知る必要があると考えられたため、全国 10 大学の教育学部に在籍する学生述べ 1,136 名に対し、理解度とともに科学への興味・関心や中学校理科の自信度なども含めた追加調査を行なった。その結果、太陽の軌跡の問題に対する正解者は不正解者に比べ、科学への興味・関心、中学理科の自信度が高いこと、真東真西誤答者は正解者に比べ、科学への興味・関心には差はないが中学理科の自信度が低く、真東真西以外の誤答者は正解者と比べ、科学への興味・関心、中学理科の自信度が低いことなどがわかった。また、季節ごとの地球と太陽の位置関係での問題については、「夏と冬の位置が逆(夏冬逆誤答)」という誤答の割合が高かったが、これらと真東真西誤答者について正解者と比べたとき、正解者の方が物理・化学への興味・関心が高いことが判明した。このことが理解度に関わっている可能性が示唆される。

(2) 全天データ取得システム「上教大そらとる君」の構築

本研究では、デジタル一眼レフカメラに円周魚眼レンズを取り付け、定期的に空の様子を撮影するシステムを構築した。カメラとそれを制御するコンピュータは USB ケーブルと LAN で接続している。複数の撮影パラメータが設定・切替可能で、一つのシステムで太陽や星の様子を撮影することができる。保存されたデータは、大学の研究室で運用中のサーバーに転送されるように設定され、誰でも確

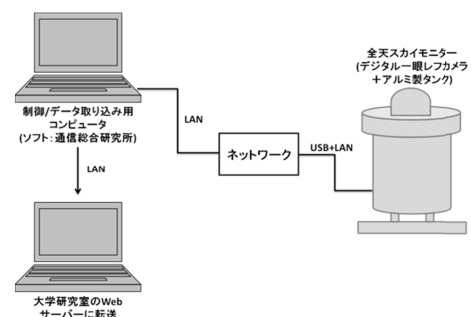


図 1: 「上教大そらとる君」のシステム概要

認できるようにした。

これらのシステムは、まず上越教育大学に設置し試験的に運用、さらに異なる緯度での天体の動きを比較できるように、名古屋大学の協力を得て、「なんてん」望遠鏡が設置・運用されている南米・チリ・アタカマ砂漠に2号機を設置し、試験運用を行った。

(3) 取得したデータに基づいた教育プログラムの開発と実践・評価、

「上教大そらとる君」で取得された画像を用いて、太陽と星、月の日周運動を観察し、天体の動きの認識を深め効率的な学習が行うことのできる教材を製作した。各天体の1日の動きについては、1時間ごとに撮影された画像を1日分印刷し、その上にOHPシートをのせてプロットしていくようにした。このOHPシートに、空に対応した時角15度、高度10度間隔に目もりをつけた画像(目もりシート)に合わせることで、1時間に天体が何度動いているか、季節ごとの南中高度の違い、日の出・日の入りや月の出・月の入りの時刻や方角を簡単に測定することができる。この教材を用いることで、授業時間内に様々な天体の観察が可能である。さらに、二次元と三次元の視点の変換をスムーズに行えるように、半透明半球とモニターの両方に太陽の1日の動きをgifアニメーション化した画像を映し出し、二次元と三次元での空の見え方の違いを見せるようにした。

製作した教材を用いて、教員養成大学に在籍する学生を対象に、2013年と2014年に4回授業を行い、授業前と後で理解度をはかる質問紙による調査を行うことで教育的効果を検証した。

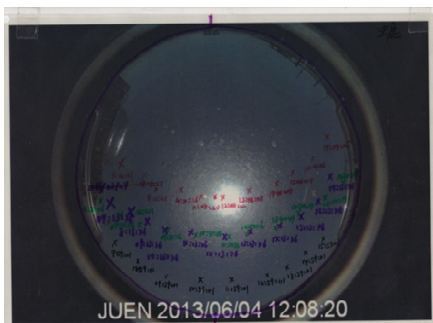


図 2: 春分・夏至・秋分・冬至の太陽に印をつけた様子

太陽が1時間に何度移動しているかを問う問題と季節ごとの太陽の軌跡を問う問題については、事前調査では、不正解者が60名中6名いたが、製作した教材を用いた授業後には60名全員が正しく解答できるようになった。さらに、春分・夏至・秋分・冬至の太陽の軌跡についての正解者は、60名中40名から52名に増えており、特に夏至と冬至での正解率が高くなった。授業受講者39名を対象として行った太陽の南中高度が高い順に並べ替

える問題では、授業前は4名が誤った解答をしていたが、授業後には39名全員が正しく解答できていた。23名を対象とした月の日周運動に関する設問では、授業前は正解者が5名だったが、授業後には21名と大幅に正解者が増えていた。48名を対象とした星の日周運動に関する設問では、北極星の名前を答える問題は41名から47名に、星が天球上を1時間に何度移動しているかを問う問題は40名から46名と正解者は増えていた。これらの結果から、作成した教材は教育的に効果があったと言える。また、授業後に行った教材に関するアンケートでも、全ての項目で肯定的な評価を選択した受講者が多く見られ、教材として高い評価を得ることができた。

(4) 取得したデータと開発したプログラムを利用できるwebページの製作

「上教大そらとる君」によって取得されたデータは、大学研究室で運用中のwebサーバーに転送されるように設定し、誰でも確認できるようにになっている。画像の閲覧に加え、日付を選択し、その日の全天画像、アニメーションを見ることができるよう過去のデータをさかのぼって見られる機能や解説ページなどを付加したホームページを製作した。解説ページには、上越での全天画像のアニメーションの太陽の動きに合わせて透明半球の太陽が動くアニメーションや、地球の公転と地軸の傾き、南中高度が季節によって変わることを関連付ける解説画像を季節ごとに掲載している。これにより、全天画像と透明半球での太陽の位置を組み合わせると季節ごとに太陽の日の出・日の入りの方角、南中高度が異なることについて理解でき、各季節の太陽の動きの違いが生じるしくみの理解を助けることが期待できる。「上教大そらとる君」の画像をこのような解説画像等の材料とともにインターネットで公開することで、誰でも授業等で全天画像を有効的に活用することが可能となり、授業時間内に実写の映像を観察しながら、太陽の日周運動・年周運動を学ぶ学習ができると期待される。



図 3: web ページの構成

5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

天体の日周運動と年周運動の理解を促進する教材の開発

瀧崎智佳, 落井裕子

日本天文学会春季年会 2014年3月 日本天文学会

天体の日周運動と年周運動の理解を促進する教材の開発(2)

落井裕子, 瀧崎智佳, 斉藤美妃

日本天文学会春季年会 2015年3月

天体の日周運動と年周運動の理解を促進する教材の開発(3)

瀧崎智佳, 斉藤美妃, 落井裕子

日本天文学会秋季年会 2015年9月

天体の日周運動と年周運動の理解を促進する教材の開発(4) - 理解度に影響を及ぼす要因 -

横尾信行, 瀧崎智佳, 斉藤美妃, 落井裕子

日本天文学会春季年会 2017年3月

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

http://www.juen.ac.jp/scien/tosaki_base/allsky/index.html

6. 研究組織

(1)研究代表者

瀧崎 智佳 (TOSAKI, Tomoka)

上越教育大学・学校教育研究科・教授

研究者番号: 40356126

(2)研究分担者

()

研究者番号:

(3)連携研究者

稲田 結美 (INADA, Yumi)

上越教育大学・学校教育研究科・准教授

研究者番号: 30585633

(4)研究協力者

落井 裕子 (OCHII, Yuko)

横尾 信行 (YOKOO, Nobuyuki)

斉藤 美妃 (SAITO, Miki)