

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：82617

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501088

研究課題名(和文) 主体的観測を通じた能動的天文教材作成・学習支援プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of programs promoting astronomical teaching-materials development with independent observation

研究代表者

洞口 俊博 (HORAGUCHI, Toshihiro)

独立行政法人国立科学博物館・理工学研究部・研究主幹

研究者番号：00238768

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)： 本科研費によって、単発の観測で学習が可能なもの、長期の観測が必要となるもの、および複数箇所ですべて同時に共同して行う観測プログラムの開発を行い、分光観測を行うプログラムの開発も行った。開発したプログラムについては研究協力者の学校で実践授業を行い、生徒が記入したワークシートや用意したアンケートの分析によって評価を行った。学校教員や博物館・科学館、公開天文台職員等を対象としたワークショップも開催し、開発したプログラムについて発表、広報を行った。

研究成果の概要(英文)： We have developed astronomy education programs that help teachers make their own teaching-materials with independent observation. Not only single imaging and long-term imaging observation, we have also developed programs of multi-site cooperative observation and of spectral observation. The programs are practiced at classrooms by collaborative teachers, and the educational effects are estimated with the worksheets and the questionnaires that students fill in. We have also held workshops for school teachers and staffs of museums, science centers, planetariums, and public observatories to promote and improve the programs.

研究分野：天体物理学・天文情報処理

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 科学教育

キーワード：科学教育 天文

### 1. 研究開始当初の背景

研究代表者(洞口)らはこれまでも「公開天文台ネットワーク(PAONET)」活動を通じて全国の学校や博物館、科学館等にすばる望遠鏡やハッブル宇宙望遠鏡などの画像の配信を行い、大きな成果をあげてきた。その活動の中で、既成の天体画像("picture")だけでなく、観測によって得られた生の天体画像("data")も学校等に配信し、生徒等の学習に利用したいという要望が次第に高まってきた。PAOFITS WG は、このような経緯から結成された、学校や博物館・科学館・公開天文台および国立天文台・大学関係者によるワーキンググループである。

PAOFITS WG は当初は手弁当で活動を行っていたが、その後科研費の援助を得て、恒星の進化に関する教材や天体の距離に関する教材、太陽や太陽系に関する教材など、10本以上の教材セットをそれに必要なソフトウェアやワークシート、教員用解説書などとともに開発することができた。ハッブル宇宙望遠鏡や国立天文台の最先端の観測データを用いたこれらの教材は、各地の学校で利用され、理系の生徒だけでなく文系の生徒についても大きな刺激となっているなど、高い評価を得ている。

しかしそのような評価を得ている一方で、宇宙の実態を実感できているかという点から見ると、これらの教材はまだ不十分なものであることも事実である。各自が魅力的な最先端の天体画像を開き、興味深そうにそこから実際の物理量の測定を行ってはいるのであるが、どうしてもまだ受動的に教育を受けるといった姿勢が生徒たちに残っており、自らが能動的に学ぶというところにまではなかなか至っていないというのが現状である。また教材の天体画像についても、与えられたデータをそのまま使うのではなく、教員自らが観測したデータを利用して教えてみたい、あるいは学生・生徒に自ら観測させて学習をさせたいという要望が多く寄せられてきている。学習者が実際の宇宙を主体的能動的に体感し、実感として確認することができる教育プログラムの開発が、強く望まれているところである。

### 2. 研究の目的

上記のような背景から、本科研費では教育者や学習者がそれぞれ主体的に観測することを通して、能動的に独自の天文教材を作成したり学習することを支援するシステムを構築する。これによって学習者(学校の生徒だけでなく、一般の大人も想定される)は、実際の宇宙を自ら体感し、実感として確認することが可能となる。

完成したプログラムは、インターネットを通じて広報し、学校関係だけでなく、宇宙を知りたい一般の市民の利用も呼びかける。宇宙に関心を持つ市民は地域や性別、年齢に関係なく広く分布しており、社会の科学リテラ

シーの向上にも貢献することが期待できる。

### 3. 研究の方法

我々はまず、学校現場で容易に準備できる機材で取得した画像を用いて、教材の作成を行う。天文研究者ではなく普通の学校教員、生徒が、大型の望遠鏡や特殊な機材ではなく普通のデジタルカメラで、高速の画像処理計算機ではなく教室にある普通のパソコンを用いて授業や学習ができる、この点がこの研究で開発する教材プログラムの重要なポイントである。

観測に基づく教材のテーマとしては、単発の観測で学習が可能なもの(例:天体の大きさ教材)と、長期の観測が必要となるもの(例:年変化をとまなう現象教材)が考えられる。ただし長期の観測が必要といっても、必ずしも学習者がすべて観測する必要はなく、教員が長期にわたってあらかじめ観測を行っておき、学習者は1度だけ観測を行って全体を理解するという方法が想定できる。また、これらは1カ所での観測を想定しているが、この他に複数箇所でも同時に共同して行うような観測も考えられる(例:観測地による月の視差)。これらの教材を順次開発し、実践授業を通して評価を行うとともに、最終年度にはシンポジウムを開催して、研究開発の総括を行う。

### 4. 研究成果

本科研費によって、単発の観測で学習が可能なもの(例:天体の大きさ教材)、および長期の観測が必要となるもの(例:年変化をとまなう現象教材)の観測、開発を行い、また、複数箇所でも同時に共同して行う観測プログラムとして、2012年5月の金環/部分日食と2012年6月の金星太陽面通過の観測を日本各地で行って、それらを用いた教材の開発を行った。これらの撮像観測に加え、分光観測を行うプログラムの開発も行った。

開発したプログラムについては研究協力者の学校で実践授業を行い、生徒が記入したワークシートや用意したアンケートの分析によって評価を行った。実施したミラーレス一眼カメラによる観測では、それぞれの生徒に難しさを感じさせることなく学習に十分な観測結果を得させるとともに、今後の学習につながる達成感満足感を与えることに成功している。

本科研費では、実践授業のほかに、学校の教員や博物館・科学館、公開天文台職員等を対象としたワークショップの開催も行っている。開発したプログラムについての研究発表や実習を通してそれらの広報を行うだけでなく、そこで収集したさまざまな意見によって、さらなる改良への指針を得ることができた。本研究の成果は学会の会場や論文誌を通じて発表を行っているが、このワークショップの中でも多くの興味深い成果が発表されている。以下に、それぞれのワークショップ

プで行われた主な発表テーマを記す。

#### 2012年度ワークショップ(於: 仙台市天文台)

- ・暗黒星雲の観測からわかること
- ・変光星の観測と私たちの銀河
- ・金星太陽面通過による1 AU 教材
- ・デジカメで天文学! 馬頭星雲 天体画像で奥行きが分かる?
- ・月表面の物理観測
- ・ミラーレス一眼カメラを使った簡単な分光観測実習
- ・太陽活動データベース画像を利用したケプラーの第一法則を確認する 実習教材の開発と実践
- ・君も今日から太陽研究者! - ひので衛星を使って解析体験実習 -
- ・中学校理科太陽の学習における望遠鏡観察と太陽観測衛星画像利用の差異
- ・FITS 画像とデジカメ画像
- ・X線天文公開 FITS データの紹介とその教材としての利用の可能性
- ・食変光星の光度曲線作成と極小時刻の求め方
- ・「あかり」遠赤外線宇宙地図の高校生対象実習型企画への活用

#### 2013年度ワークショップ(於: 国立天文台)

- ・ヴァーチャル天文台による天文データの利用
- ・太陽のデジタルカメラ画像でできる天文学
- ・LASCO 動画を利用した合付近の惑星の動き - 高校地学(天文分野)の探究活動への教材化を目指して -
- ・デジタル一眼カメラを使った簡単な観測体験の実習 ~ 高校授業での分光観測および多色測光の実習の可能性 ~
- ・パソコン制御デジカメインターバル撮影システム
- ・ALCAT(星座カメラやインターネット望遠鏡)を活用したリアルタイム学習
- ・市民の科学を目指して
- ・偏光フィルターを用いた撮像観測



図1 国立天文台三鷹キャンパスで開催された2013年度ワークショップの様子

#### 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2件)

大西浩次、松尾厚、安藤享平、大川拓也、小野智子、齋藤泉、篠原秀雄、高橋淳、海部宣男、大越治、佐藤幹哉、塩田和生、塚田健、船越浩海、洞口俊博、三島和久、森友和、山田陽志郎、2012年金環日食日本委員会の活動、天文教育、査読無、24巻、2012、4-10頁  
原正、五島正光、洞口俊博、古荘玲子、大島修、矢動丸泰、金光理、星団の色等級図作成と年齢を推定する高校生向け教材の開発と授業実践 - 研究用資源を利用した天文教材の開発 -、地学教育、査読有、64巻、2011、131-150頁

##### [学会発表](計7件)

原正、洞口俊博、Paofitsワーキンググループ、ミラーレス一眼デジカメを用いた簡易分光観測の授業実践、日本天文学会2013年秋季年会、2013年9月10日、東北大学  
原正、金光理、五島正光、洞口俊博、Paofitsワーキンググループ、ミラーレス一眼デジカメを使った簡単な分光観測の実習、日本地学教育学会全国大会、2013年8月18日、大阪教育大学  
山村秀人、時政典孝、洞口俊博、五島正光、原正、畠浩二、矢治健太郎、古荘玲子、金光理、PAOFITSワーキンググループ、太陽活動データベース画像を利用した地球軌道離心率教材の開発と実践、日本天文学会2012年秋季年会、2012年9月20日、大分大学  
大西浩次、海部宣男、飯塚礼子、大川拓也、大越治、齋藤泉、阪本成一、佐藤幹哉、篠原秀雄、塩田和生、塚田健、船越浩海、洞口俊博、松尾厚、三島和久、森友和、山田陽志郎、2012年金環日食を迎え撃つ; 2012年金環日食日本委員会の活動報告、日本天文学会2012年秋季年会、2012年9月20日、大分大学  
Handa, T., Hata, K., Hara, T., Horaguchi, T., Hiramatsu, M., Arai, T., Sato, Y., Ohnishi, K., A Global view of the Eclipse over the Earth (GEE) in 2009 and 2012, 28th IAU General Assembly, SPS14, Communicating astronomy with the public for scientists, 2012年8月30日、Beijing  
洞口俊博、2012年金環日食日本委員会、2012年金環日食日本委員会の活動、日本公開天文台協会第7回大会、2012年6月11日、群馬パース大学  
洞口俊博、金環日食に対する取り組み状況 ~ JAPOS(公開天文台協会)会員アンケート調査 ~、国立天文台研究集会「第2

回金環日食シンポジウム」、2011年10月  
29日、日本科学未来館

〔その他〕

ホームページ等

<http://paofits.nao.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

洞口 俊博 (HORAGUCHI Toshihiro)  
独立行政法人国立科学博物館・理工学研究  
部・研究主幹  
研究者番号：00238768

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

縣 秀彦 (AGATA Hidehiko)  
国立天文台・天文情報センター・准教授  
研究者番号：30321582

大西 浩次 (OHNISHI Kouji)  
長野工業高等専門学校・一般科・教授  
研究者番号：20290744

### (4) 研究協力者

金光 理 (KANAMITSU Osamu)  
福岡教育大学・教育学部・教授

五島 正光 (GOSHIMA Masamitsu)  
巣鴨中学校・高等学校・教諭

艶島 敬昭 (TSUYASHIMA Takaaki)  
熊本県民天文台・台長

畠 浩二 (HATA Kouji)  
岡山商科大学附属高等学校・教諭

原 正 (HARA Tadashi)  
埼玉県立豊岡高等学校・教諭

古荘 玲子 (FURUSHO Reiko)  
都留文科大学・非常勤講師

矢治 健太郎 (YAJI Kentaro)  
国立天文台・太陽観測所・専門研究職員

山村 秀人 (YAMAMURA Hidehito)  
滋賀県立長浜北星高校・教諭