

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 8 月 17 日現在

機関番号：82617

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350262

研究課題名(和文) デジタルカメラRAW画像を用いた学校および市民向け天文学習プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of learning program of astronomy for schools and citizens using RAW images of digital camera

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) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本科研費によって、太陽系天体に関する学習プログラム(対象は月、惑星、ガリレオ衛星など)および恒星・星雲・銀河に関する学習プログラム(対象は変光星、散開星団、系外銀河など)の開発を行った。開発したプログラムについては研究協力者とともに実践テストを行い、アンケート等による評価を行った。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を開催し、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 learning programs of solar system objects, and of stars, nebulae, and galaxies. The former are of the Moon, planets, the Galilean moons, etc., and the latter are of variable star, open cluster, galaxy, etc. The programs are practiced with collaborative teachers, and the effectiveness is estimated by questionnaires. We have held workshops for school teachers and staffs of museum, science center, planetarium, and public observatory to promote and improve the programs.

研究分野：天体物理学・天文情報処理

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。

一方、そのような研究観測画像による学習を行うなかで明らかになってきたことは、多くの生徒たちのあいだに、自らも観測を行いたいという強い欲求が生じていることである。このような自発的な学習意欲は、可能な限り阻害することなく発揮させてあげたいところであるが、残念ながら、一般生徒に天体の観測を行わせることは、機材の面などから当時はなかなか難しいのが現実であった。その障害が解消されてきたのはようやく近年のことであり、デジタルカメラのめざましい性能の向上によって、現在では、従来は考えられなかったような難しい天体の撮影が、一般の人々が所有するカメラで簡単にできるようになってきている。適切な学習プログラムさえあれば、自ら撮影した天体画像を解析することによって、主体的に宇宙について学ぶことが可能な時代が到来したのである。

2. 研究の目的

上記のような背景から、本科研費では学習者が自ら天体の撮影を行い、その画像を測定することによって、能動的に宇宙の学習を進めることができるプログラムの構築を行う。物理・化学・生物分野の学習内容の理解において、実験は重要な役割を担っているが、天文分野においては、観察・観測がそれに対応する。専門的な機材や知識を必要とすることなく、学校教員・生徒や一般市民の誰もが自身で観測を行い、宇宙に関する知識を実感として身につけることができる学習プログラムの開発を行う。

完成したプログラムは、学校関係者だけでなく、宇宙について関心をもっている一般の

市民にも広く公開し利用を呼びかける。宇宙に興味がある市民は地域や性別、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。

普及が進んできているデジタルカメラのRAW画像を活用することは、研究の現場でも始まってきており、このようなRAW画像データを教育に応用する事例を開拓することは、天文以外の分野においても大きな参考になると考えられる。

3. 研究の方法

デジタルカメラの撮影画像としてもっとも利用価値が高いのは、撮像素子からの生の出力にもっとも近いRAW形式の画像データである。RAW形式のデータといってもそのフォーマットはデジタルカメラの機種によってそれぞれ異なり、また撮像素子の特性もそれぞれ異なることから、まず最初にそれらのデータを読み込み解析することができるプラットフォームの確立が必要となる。学習プログラムの開発はその作業と並行して進め、最終的には太陽系天体に関するプログラム、恒星・星雲・銀河に関するプログラム、それぞれ複数本の開発を行う。それらについては、開発が終了したもものから順次、研究協力者による実践を通じたテストと評価を行い、最終年度にはシンポジウムを開催して、その成果をインターネットや印刷物を通して広く全国に発信する。

4. 研究成果

本科研費によって、太陽系天体に関するプログラムとしては月、惑星、ガリレオ衛星、彗星、太陽を対象としたもの、恒星・星雲・銀河に関するプログラムとしては変光星、散開星団、星雲、系外銀河を対象としたものを開発することができた。また、当初の予定にはなかったスペクトルに関するプログラムの開発にも着手することができた。RAW画像データのためのプラットフォームについては、さまざまなデジタルカメラ画像の読み込み、解析を行っている活動団体、星空公園との連携を確立し、解となる手続きを構築することができた。

開発したプログラムについては研究協力者とともに実践テストを行い、アンケート等によって評価を行った。また、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い、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合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で行われた主な発表テーマを記す。

2015 年度ワークショップ(於：京都情報大学院大学)

- ・デジカメ星空診断とカメラの特性
- ・デジカメで作る星団の色等級図
- ・星団すばる デジカメHR図から分かること
- ・ALCATを使った天体観察・撮影
- ・「月の大きさ」を測ってみよう
- ・デジカメでとらえるガリレオ衛星
- ・マカリを使ったデジカメ一次処理

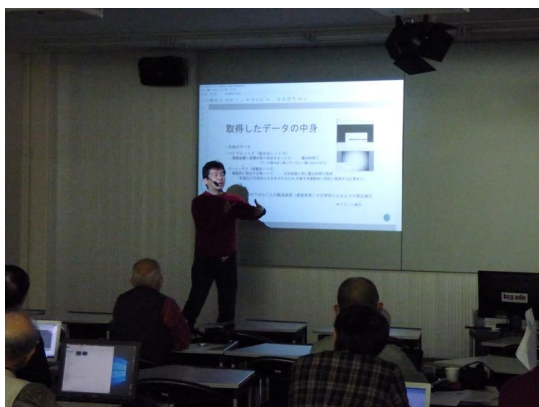


図1 京都情報大学院大学で開催された2015年度ワークショップのようす

2016 年度ワークショップ(於：国立天文台)

- ・すばる Hyper Suprime-Cam とそのデータ利用
- ・デジタルカメラを用いた変光星の観測
- ・月食画像を用いた月の微小視差検出
- ・デジカメで測る太陽系スケール
- ・マカリを活用した小学校の学習
- ・自作分光器による観測と解析
- ・あなたもできるスペクトル測定
- ・太陽観測衛星ひのでが観測した水星太陽面通過画像を用いた実習



図2 国立天文台三鷹キャンパスで開催された2016年度ワークショップのようす

ワークショップには科学教育に関するボランティアをしている市民の皆さんからも

たくさんの参加申し込みがあり、お互いに多くの刺激を受けることができた。スペクトルに関する学習プログラムについてもさまざまな提案がなされ、今後の展開の方向の1つとして、より進んだ議論が始まっているところである。

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)

Handa, T., K. Hata, T. Hara, T. Horaguchi, M. Hiramatsu, T. Arai, Y. Sato & K. Ohnishi, A Global view of the Eclipse over the Earth (GEE) in 2009 and 2012, Highlights of Astronomy, 査読無, Vol. 16, SPS14, Communicating astronomy with the public for scientists, 2015, p. 651

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、太陽活動データベース画像を利用して地球公転軌道の離心率を導出する実習教材の開発と実践、地学教育、査読有、66 巻、2014、123-138頁

〔学会発表〕(計 4件)

原正、洞口俊博、山村秀人、PAOFITS WG、木星質量を測ってみよう、日本地学教育学会全国大会ワークショップ、2016年10月9日、四国大学(徳島県・徳島市)

洞口俊博、あなたもできるデジカメ天文学、天体画像教育利用ワークショップ、2016年3月20日、京都情報大学院大学(京都府・京都市)

洞口俊博、「月の大きさ」を測ってみよう、天体画像教育利用ワークショップ、2016年3月21日、京都情報大学院大学(京都府・京都市)

畠浩二、洞口俊博、古荘玲子、半田利弘、大西浩次、PAOFITS WG、金星の太陽面通過による1天文単位教材の作成、日本天文学会2014年秋季年会、2014年9月11日、山形大学(山形県・山形市)

〔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：3 0 3 2 1 5 8 2

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：2 0 2 9 0 7 4 4

(4)研究協力者

金光 理 (KANAMITSU Osamu)
福岡教育大学・教育学部・教授

畠 浩二 (HATA Kouji)
岡山商科大学附属高等学校・主幹教諭

原 正 (HARA Tadashi)
埼玉県立豊岡高等学校・教諭

山村 秀人 (YAMAMURA Hidehito)
元滋賀県立長浜北星高等学校教諭

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

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

古荘 玲子 (FURUSHO Reiko)
都留文科大学・非常勤講師

大島 修 (OOSHIMA Osamu)
岡山理科大学・非常勤講師

鈴木 文二 (SUZUKI Bunji)
埼玉県立春日部女子高等学校・教諭

艶島 敬昭 (TSUYASHIMA Takaaki)
熊本県民天文台・台長