

機関番号：82617
 研究種目：基盤研究(C)
 研究期間：2008～2010
 課題番号：20500797
 研究課題名（和文） 本格的な天体観測画像を利用した自然認識力強化のための体験型
 科学教育プログラムの開発
 研究課題名（英文） Development of experimental science education program
 using authentic data of astronomical 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

研究成果の概要（和文）：

本科学研究費によって、太陽系に関連したプログラム(太陽の活動、地球の公転など)と、星・銀河・宇宙に関連したプログラム(変光星と銀河の距離、膨張する宇宙)、それぞれ複数本を制作することができた。開発したプログラム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事前事後に行ったアンケートの分析から教育効果の評価を行った。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も毎年開催した。

研究成果の概要（英文）：

We have developed several science education programs that take up solar activities, revolution of the earth, distance of a galaxy, expanding universe, etc. The programs are practiced at classrooms by collaborative teachers, and the educational effects are estimated with the questionnaires before and after the class works and the worksheets that students fill in. We have also held a workshop for the programs every year that is intended for school teachers and staffs of museums, science centers, planetariums, and public observatories.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：恒星物理学

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。FITS というフォーマットで書かれている生の天体画像は、報道発表等に用いられる画像と異なり、観測された物理量を正確に保持しており、星の明るさや色などを正しく測定することができる。このような経緯から、PAONET のユーザー、世話人を中心に学校関係者、博物館・科学館・公開天文台関係者、国立天文台・大学関係者による PAOFITS ワーキンググループ(以下 PAOFITS WG)が結成された。

中学生や高校生の「理科離れ」は、最近の理数科系教育の大きな問題の1つとなっている。この問題は中高生だけでなく、大学生や大人についても同様であり、自然を認識する力や認識しようとする心の衰えは科学リテラシーの低下にもつながり、社会的にも大きな問題となっている。テストのために教科書の内容を暗記するといったような、知識の詰め込みによる実体験と学習内容の遊離はこの問題の大きな要因の1つであり、「本物」の体験を通してその裏側にある本質をつかみ取る作業は、自然科学の本当のおもしろさを伝え、「理科離れ」を防ぐ大きな手だてとなる。

PAOFITS WG は当初は手弁当で活動を行っていたが、3年前に科研費基盤(C)「本格的な研究観測画像を用いた実践的な天文教育カリキュラムの開発」を得て、10本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。これらは学校教育の現場で利用され、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。

しかし高い評価を得ている一方で、自然を認識する力を育む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。自然界の法則がどのように見出されてきたのかを自ら確認し、これまで自分が学んできた数学や物理の知識がどのように役に立つのかを実感できる教育プログラムが強く必要とされている。

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(学校の生徒はもちろん、一般の大人も含む)各自が、自然科学の研究者が観測や実験を積み重ねて取得してきた自然の理解の道筋をトレースし、追体験しながら自然の科学的認識方法を理解し、深めることができるような教育プログラムの開発を目指す。これによって学習者は、自然界の法則がどのように見出されてきたのかを自ら確認し、これまで自分が学んできた数学や物理の知識がどのように役に立つのかを強く実感することができる。

このような教育プログラムは非常にユニークで、インターネットを通じて広報することにより、学校関係だけでなく、宇宙を知りたい一般の市民の関心も広く集めることができる。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貢献することが期待できる。

3. 研究の方法

プログラムの開発は天文学の領域を題材に進める。天文学を対象とする理由は、生物や気象現象と異なり、非常にシンプルな法則性を持つ素材が多数得られ、科学的な自然の認識の理解に最適なことと、物理や化学の現象に比べ、その美しさ、不思議さにおいて人々を十分ひきつけることのできる領域だからである。

開発の素材には、すばるやハッブル宇宙望遠鏡など現在最先端の本格的な研究観測画像を用いる。これまでよく行われていた、表の数値をもとに作図するような授業の実習ではとても研究体験は不可能である。かといって、科学的事実が本当に発見された当時のデータは、手に入れるのが難しいだけではなく、当時のぎりぎりの技術で行われていることが多く、必ずしも一般にわかりやすいものではない。現代の高品質な観測結果データを用いることにより、学習者の関心を高めると同時に、円滑な導入と理解を得ることが可能となる。

4. 研究成果

本科研費によって、太陽系に関連したプログラム(太陽の活動、地球の公転など)と、星・銀河・宇宙に関連したプログラム(変光星と銀河の距離、膨張する宇宙)、それぞれ複数本を制作することができた。プログラムの開発は、地上望遠鏡や天体観測衛星の観測データベースから利用可能なデータを検索し、適当な画像が見いだせない場合は、国内の公開天文台等の画像を用いて行った。また、プログラムで使用する画像解析ソフトウェアの開発もあわせて行った。

開発したプログラムは、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

ートの内容や、事前と事後に行ったアンケートの分析から、教育効果の評価を行っている。生徒の興味は明らかに強く喚起されており、文系理系によらず、8割を超える生徒が内容に肯定的な回答を寄せている。「本物のデータが使えた」「画像からデータがとれた」ことは生徒に大きなインパクトを与えており、自分でデータをとってみたいと考える生徒が3割に達した例も報告されている。これらの評価作業は、現在も続けられている。

本科学研究では、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、毎年行っている。このワークショップは、この科研費のような教材プログラムを利用した教育活動や開発活動に新たに加わられる方を意識しながら、新しく開発された教材や改良された教材を中心に、それらに実際に接する実習を行い、さらにそれらの活用にもつれた議論を行うことを目的に開かれている。

ワークショップで寄せられたたくさんの意見は、今後の開発や改良に向けての有用な指針となり、また参加者にとっては、プログラムを主体的に活用、実践する力を身につける貴重な場となっている。毎年多くの方が参加され、このワークショップを契機に我々の研究協力者の輪に加わった方も多し。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で行われた主な発表テーマを記す。

2008 年度ワークショップ(於: 仙台市天文台)

- ・ガリレオ先生養成講座
- ・マカリの多言語化へのアプローチ
- ・Makali`i と SalsaJ - 2つの教育用解析ソフトの授業での使い勝手の比較-
- ・太陽黒点の温度分布 - 試行授業結果報告
- ・地球公転測定の教材開発
- ・天体の大きさや速度を測る - 教材開発の現状と一眼デジカメ活用の可能性
- ・学習用の恒星スペクトルアトラスの作成
- ・中学校における銀河系外宇宙に関する教材開発
- ・NHK熊本文化センターと連携した天文講座

2009 年度ワークショップ(於: 生涯学習センター ハートピア安八)

- ・日食による月と太陽の距離測定
- ・太陽観測衛星「ひので」のデータを学校教育へ活用する
- ・「宇宙背景放射のゆらぎ」画像の教材化
- ・仙台市天文台分光観測報告
- ・高エネルギー天文学のデータを用いた科学教育プロジェクト

2010 年度ワークショップ(於: 国立天文台)

- ・「はやぶさ」火球のスペクトルをマカリで解析する
- ・PAOFITS ワーキンググループの 10 年 - 研究者と共にする天文教材開発-
- ・東広島天文台「かなた」望遠鏡による銀河スペクトルデータ
- ・デジカメ天体画像で宇宙が分かる
- ・デジカメ画像による光度測定 - 測定事例と問題点及び留意点-
- ・日食・月食を使った天体測定について
- ・天文教育の世界での状況: GTTP と GHOU
- ・ひので衛星の教育目的の観測提案

これらのワークショップについては集録を作成し、開発したプログラムの印刷版(ワークシート、教師用解説書など)とあわせて、関連する学会や研究会等で広く配布を行っている。また、インターネットでも情報を発信している。



図1 国立天文台三鷹キャンパスで開催された 2010 年度ワークショップのようす

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4件)

- ① 原正、梶浩二、五島正光、洞口俊博、金光理、古荘玲子、矢治健太郎、PAOFITS ワーキンググループ、研究用銀河スペクトル画像を用いたハッブル則の高校向け教材の開発と試行、地学教育、査読有、62 巻、2009、151-165 頁
- ② 原正、五島正光、洞口俊博、縣秀彦、矢治健太郎、古荘玲子、金光理、Ia 型超新星を使った銀河の距離測定の指導、地学教育、査読有、61 巻、2008、113-122 頁
- ③ Furusho, R., T. Horaguchi, M. Goshima,

T. Hara & paofits WG, Activities of PAOFITS Working Group, Proceedings of Global Hands-On Universe 2007, 査読無, 2008, pp.109-114

- ④ Hata, K., O. Kanamitsu & paofits WG (rep.: T. Horaguchi), The Hubble Tuning Fork --- Classification of Subaru Telescope, Proceedings of Global Hands-On Universe 2007, 査読無, 2008, pp.219-221

[学会発表] (計3件)

- ① 荒川忠彦、山村秀人、洞口俊博、矢治健太郎、Paofits WG、太陽黒点の温度を推定する教材の開発と検討 -Fits画像をもとにして-、日本地学教育学会全国大会、2009年8月23日、三重大学
- ② 原正、金光理、五島正光、洞口俊博、Paofits WG、FITSデータを用いた高校の天文教材の開発、実践とその評価、日本天文学会2009年春季年会、2009年3月24日、大阪府立大学
- ③ 山村秀人、荒川忠彦、矢治健太郎、Paofits WG(代表:洞口俊博)、太陽FITS画像による実習教材の開発と実践、日本天文学会2009年春季年会、2009年3月24日、大阪府立大学

[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

矢治 健太郎 (YAJI KENTARO)

立教大学・理学部・特任准教授

研究者番号：10399305

(4) 研究協力者

荒川 忠彦 (ARAKAWA TADAHIKO)

滋賀県立膳所高等学校・教諭

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

田辺 康夫 (TANABE YASUO)

東京大学教育学部附属中等教育学校・教諭

艶島 敬昭 (TSUYASHIMA TAKAAKI)

熊本県民天文台・台長

時政 典孝 (TOKIMASA NORITAKA)

兵庫県立西はりま天文台・主任研究員

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)

国立天文台・天文データセンター・研究員

山村 秀人 (YAMAMURA HIDEHITO)

滋賀県立長浜北星高校・教諭