

研究用の天体画像を利用した中学・高校での探究活動

○五島正光^A, 日本ハンズオンユニバース協会

GOSHIMA Masamitsu, JAPAN Association for Hands-On Universe

巣鴨中学高校^A・東京学芸大学大学院連合学校教育学研究科^A

【キーワード】：天文教育，中学校，高校，HOU

1. はじめに

1980年代より可視光線での天文学研究のための画像が冷却 CCD カメラで撮影されるようになった。それまでの銀塩写真に比べると、量子効率が数倍高い、低照度相反則不軌がない、ダイナミックレンジが広いなどの利点がある。このカメラによる画像は、FITS とよばれる世界共通の形式で記録される。FITS 画像は単に見るためだけの写真ではなく、CCD の各画素が受け取った光の量を記録した数値データである。研究者らは UNIX 上で動作する画像解析ソフトを利用して研究を進めている。

また、FITS 画像はデジタルデータであり、世界の主な天文台ではアーカイブが用意され、インターネットにより入手可能である。しかも、それらは、デジタルデータであるので、オリジナルの画像と等質のデータである。現在、研究者の間では、アーカイブ天文学という手法も行われるようになってきた。

教育利用を目的とした FITS 画像解析ソフトが、次に述べる HOU では用意されている。また、同様のソフト「マカリィ」が国立天文台により昨夏から無償で配布されている。つまり、PC さえあれば、FITS 画像の解析は高校生にも可能である。特に銀塩写真では専用の装置が必要であるために生徒たちには難しかった明るさの測定を、精度よく容易に行えるようになった。

生徒たちは、この教育用 FITS 画像解析ソフトを利用することにより、学校の冷却 CCD で撮像したデータから、インターネット経由のリモート望遠鏡、さらに世界中のアーカイブのデータを解析することができ、まさに研究者と同様の探究活動が可能である。事実、米国では超新星と海王星以遠天体を、HOU に参加した高校生たちが発見している。

2. ハンズオンユニバース

1) Hands-On Universe™ (HOU)

HOU は 1993 年にアメリカで、カリフォルニア大学バークレー校の天文学者カール・ベニーバック氏を中心に始められた、高校生のための科学教育プログラムである。このプログラムに参加した高校生は、

撮像リクエストシステムにより本格的な天体観測用望遠鏡を用いて、自分自身の観測を行うこともできる。その観測で得られた天体画像は、教室のコンピュータにインターネットを通して取りよせられ、HOU により独自に用意された画像解析ソフトを使って処理し、データの可視化や解析が行える。

このプログラムには、7つの課題をもつカリキュラムがあり、ワークブックが用意されている。その中には、木星のガリレオ衛星の運動を追跡することで木星の質量をケプラーの法則により決定するという課題や、銀河の写真から超新星を見つけ出す課題、散開星団の HR 図を作成し恒星の進化について考察する課題などが含まれている。そして、それぞれのトピックスについて作業をしている間に、幾何学や三角関数、対数などの数学、ケプラーの法則などの物理、星の進化や星の明るさの観測方法などの天文学、そしてコンピュータの使い方などが自然と身につくよう工夫がなされている。

特筆すべきは、生徒が自分自身の興味関心に従い、新しい発見を体験することを主目的に置いている点である。その過程において教員は一人の協力者ではない。教員が生徒に知識や技術を台本にそって一方的に教え込むという従来の教授法とは明らかに異なる「オープンエンド」の新しい教育観をまさに実現しているものであり、一つの画像から子どもたちが何を発見しても学び取ってもかまわないとされている。このため、教員には教授法を含めた指導者講習会への参加が義務づけられている。

2) 日本ハンズオンユニバース協会

日本では、戎崎俊一氏（理化学研究所）らが中心となって、この HOU に参加しようという動きが 1996 年から始まり、翌年に日本ハンズオンユニバース協会 (JAHOU) が組織された。高校教員をはじめ、科学館の学芸員、アマチュア天文家、プロの天文研究者に加えて、コンピュータプログラマー、ネットワーク技術者などの 76 名が会員となっている。

まず 1996~97 年に HOU ワークブックを、続いて 2001 年に HOU の中学生版である Hands-On Solar System (HOSS) を翻訳した。

JAHOU の活動のひとつは、指導者養成のワークショップを HOU と同じように行うことである。HOU による教育活動を指導者として実践するためには、

年1回開催されるワークショップに参加しなければならない。これによりHOUのFITS画像解析ソフト、教材用の画像データ、テキストなどが入手でき、観測をHOU望遠鏡にリクエストする権利を得る。また、ワークショップではTRA(認定された指導者)の指導によりカリキュラムを実際に体験するので、指導に必要な基礎的な知識とスキルを得る。また、年会費が望遠鏡のメンテナンスや新しい望遠鏡の建設資金、ワークブックの印刷代等にあてられている。

3. これまでの成果

1) 高校での教育実践

これまでにJAHOU活動は約20校で行われてきた。本格的な科学研究を体験した生徒たちの多くは、校内での研究発表のテーマにJAHOUを選んだ。また研究成果を日本天文学会ジュニアセッションで発表した者もある。自分の学校での活動にとどまらずに、JAHOUに参加している学校同士の交流も行われた。中でも目覚しい成果を挙げたのは、難病のために国立療養所南九州病院に入院し、鹿児島県立加治木養護学校に通う6人による活動である。彼らは肢体不自由であるために病院と学校の限られた社会経験しかなかったが、HOU活動を通して米国の天文学者たちとメールの交換をし、天体観測会を企画・実行した。さらには、福岡県で開催された「全国高校生理科研究発表大会」に鹿児島県の代表として参加した。彼らの様子は指導した千頭一郎氏によって雑誌「科学」に連載され好評を博し、「筋ジストロフィーの高校生、宇宙を学ぶ」として、岩波ジュニア新書から出版されている。

2) 国際観測プロジェクト

HOUでは、これまでに国際観測プロジェクトとして、小惑星探査、超新星探査などを進めてきている。米国の高校生が海王星以遠天体1998FS144を発見した際には、東大附属高校の生徒が少し遅れたものの独自に発見していた。

特に、2000年にドイツで開催された国際HOU集会で提案された、木星のガリレオ衛星の国際協力による連続撮像に関しては、2000年より2004年にいたるまで、観測期間の設定、ウェブに専用の掲示板をおき、画像アーカイブを用意するなど、毎年JAHOUが推進役を務めてきている。

3) 科学館でのJAHOU教室

2001年より学校教員以外の会員によるHOUによる実践が、科学技術館のパソコン道場を会場として、毎年夏休みに3日間程度開催されている。参加者は科学技術館の友の会に所属する小学校高学年から中学生であり、特に大学院生による指導に定評があるようである。

また、2000年より隔年で葛飾区郷土と天文の博物館で太陽望遠鏡と高分散分光器を用いて、太陽の自転速度を探究する観測実習を開催している。参加した高校生たちが日本天文学会のジュニアセッションで解析結果を毎回発表しており、関係者の注目を集めている。

4) スペクトルカリキュラム

天文学研究においては、天体画像処理と並び天体分光学が大きな比重を占めている。しかし、分光学の導入では画像処理よりもなじみが少ないこと、背景となる放射過程の理解が困難であることなどのために、高校でのカリキュラムがない。そこで半田利弘氏(東大天文教育センター)を中心として開発が1999年に始まった。

HOUと同じく日常的な導入から始め、天文学研究における分光学についての基礎概念を扱うワークブックとFITS画像からなるモジュールを作成し2003年に公開した。

5) 北の丸インターネット望遠鏡(KIT)

JAHOUでは設立時より昼間の授業時に、シカゴ大学ヤーキース天文台のVivianの協力を得て、24インチ望遠鏡によるリアルタイム観測を行ってきた。2002年に科学技術館屋上に設置されたKITの本格運用が始まり、同時期にヤーキース天文台の屋上に設置された望遠鏡(YRTS)の利用とあわせて、日米双方からお互いのインターネット望遠鏡をリモート操作することが可能になった。

4. 今後の展望

7年前にはFITS画像解析ソフトはHOUのものを利用するしかなかったが、現在では国立天文台から同様の解析ソフト「マカリイ」が無償で配信されている。また、北の丸インターネット望遠鏡(KIT)はHOU望遠鏡と同様の機能を有しており、スペクトルカリキュラムの英語版への翻訳も終わっている。さらに、FITS画像を用いる教材の開発が、FITS画像教育利用ワーキンググループ(PAOFITS)によって始められ、すでに一定の成果を挙げている。

このような状況をふまえてJAHOUでは、会費の値下げあるいは無料化を検討し始めている。あるいはJAHOUはすでにその役目を果たし、解散の時期にあるとの考えもある。しかしながら、JAHOUがこれまでにやってきた海外との共同観測プロジェクトについては、JAHOUという形で継続することが望ましいとの意見がある。

JAHOUが形式的にはどうなるだろうとも、FITS画像を利用した探究活動は、今後ますます発展していくことが予想されるし、そうでなければ日本の科学教育の未来は暗いものとなるであろう。