

# 天文教育の世界での状況

## GTTP と GHOU

半田利弘(鹿児島大学, JAHOU 副会長)

### 1. 天文教育と定量概念

天文教育と言えば、これまでは、現象の定性的な表現や知識の定着に終始してしまう傾向が強かった。学習者に定量的な概念を理解してもらうことが難しいという問題もあるが、これを乗り越えない限り、近代科学の正しい理解を得ることは殆ど不可能である。定量的な概念や量的関係をいかに理解できるようになるかは、科学教育を考える際には避けて通れない問題であり、むしろ天文教育を通じて科学教育の基礎である定量概念の理解を図る態度を取る必要がある。

2009 年は世界天文年であった。これは、ガリレオ・ガリレイが望遠鏡を用いて天体観測をしてから 400 年目であることにちなむ。そのガリレオが近代科学の祖とされるのは、自然現象に対する定量測定と、それらの量的関係を明確に意識したことにある。彼は世界初の望遠鏡を用いた天体観測について、自ら「星界の報告」を著し、その和訳は今でも文庫本として入手可能である。そこには、月面・天の川・木星の衛星などが報告されており、日本語版文庫本では、太陽黒点についてのガリレオの考察を述べた別の文章も併載されている。これらの文献で印象的なのは、ガリレオが観察したままを文章として単純に記録しているだけでも、画像をスケッチとして模写しているだけでなく、画像を測定し、そこから導かれる結論についても言及している点である。月の明暗境界の形状から表面の凹凸の高さを見積もったり、太陽黒点が太陽表面に存在することを示したりしているのである。また、今日、ガリレオ衛星とも呼ばれる木星の 4 衛星も単に発見しただけでなく、その運動について定量的に評価している。

このことは科学史的な意義とともに、市民の天文への関心を単なる鑑賞対象から科学的興味の対象へと進める重要な入り口となりうることを示唆する。ガリレオの発見を紹介することでも、科学の定量性・検証性を認識してもらうことができるだろうし、それが、科学技術に支えられた現代社会に生きる者が身につけるべき基本的素養の 1 つとなることを理解するきっかけともなりうる。

### 2. FITS 画像の利用

天文教育に於いて定量概念理解が重要であることは上記の例からも理解できると思うが、では、実際にどのような手段・教材があるかとなると案外難しい。それは、天体に関連す

る測定が主として画像の測定だからである。望遠鏡を覗いてみたときの映像を測定するのはかなりの困難と高度な技量を伴う。

しかしながら、近年のデジタルカメラの急速な進歩と普及に伴い、この困難は事実上、解消しつつある。学術研究では画像の定量測定は必要であり、銀塩写真の時代から実行されていたが、その時代でも末期には、一度、デジタル信号化して画像測定が行われていた。その際に多数の研究者が画像情報交換用として開発したデータ形式が FITS である。

したがって、FITS 形式で記録された画像は定量測定に適したものとなっており、これを天文教育に利用することは極めて合理的である。

このような背景から、世界的には 1990 年代より、FITS 画像の測定を鍵とした天文教育コンテンツが開発され、実践されてきた。日本では日本ハンズオンユニバース協会(JAHOU)と本研究会の主催者である PAOFITS ワーキンググループが積極的な活動を行ってきた。

世界的には、JAHOU 設立のきっかけとなった“ハンズオンユニバース(HOU)”と、世界天文年の世界企画として始まった“ガリレオ先生養成講座(GTTP)”とがある。ここでは、それらの経緯と現状について簡単に紹介する。

### 3. GHOUとガリレオ先生養成講座

HOU は、米国で始まった天文教育活動で、元々は宇宙膨張パラメータを観測的に求めるために遠方銀河の超新星を大量に観測・整約することを、直接、天文教育活動として取り入れようという動きから始まった。

このため、変光天体の効率的な発見方法や基礎的な天体位置測定および CCD 測光についての紹介が初期のカリキュラムであった。しかし、ほどなくして、それ以外の天文学的概念を理解するための内容も付け加えられるようになり、天体画像測定から天体物理学的パラメータを算出する過程を理解するのに必要な一通りの内容を備えるようになった。教育学の専門家ではなく、学校教育や天文学研究の現場にいる人々が制作しているのが特徴である。

素材としては、受講者用の「ワークブック」、指導者用の「ティーチャーズノート」で構成されている。FITS 画像測定用のソフトウェアも当初は、新規作成した“HOU-IP”が提供された。画像はユーザーグループのリクエストに応じて専用望遠鏡で得たものを提供する計画であったが、諸般の事情から、ワークブック掲載の内容に準拠したものが提供されている。

日本では、JAHOU がこのカリキュラムの紹介・導入を図り、10 年以上前から希望者に対する講習会を行ってきた。JAHOU では、「ワークブック」「ティーチャーズノート」の和訳に続き、独自カリキュラムの制作も行われ、天体分光を扱った「JAHOU スペクトルカリキュラム」が利用可能となっている。

日米以外では、フランス、ドイツ、スウェーデン、ポーランド、オーストラリアなどが初期から HOU の導入や普及を行った人のいる国となっている。これらの国でも各国内での

講習会のほか、自国の学校教育環境に合わせて独自のテキストや教材が作られるようになった。米国、日本、ドイツ、中国、フランス、ポルトガル、ポーランド、ロシア、インドネシア、タイなどが活発な活動を行っている人がいる国であり、アジア・アフリカ諸国にも急速に広まりつつある。

このため、それらの間で情報交換を行い FITS 画像利用の天文教育を広めていくために国際研究会が開催されるようになった。これが GHOU(Global HOU)の原型である。近年では毎年1回夏季に開催されており、2004 年はサンクトペテルスブルク（ロシア）、2005 年は北京（中国）、2006 年はオートプロバンス天文台（フランス）、2007 年は三鷹、2008 年はリスボン（ポルトガル）、2009 年はリオデジャネイロ（ブラジル）、2010 年はミュンヘン（ドイツ）で開催され、2011 年はヤーキス天文台（米国）で開催予定である。

現在、GHOU 組織の国際法人化が進められており、数年以内に各地（国単位とは限らない）の HOU 普及活動団体の連絡組織として発足する予定となっている。

このような活動と組織を背景として、世界天文年の世界企画の1つとして採用され、実行されたのが、ガリレオ先生養成講座(GTTP)である。GTTP は、HOU 普及活動をさらに発展させ、全世界的なものにすることを目標としている。このため、HOU 普及団体が中心となって進めている国が多く、日本では JAHOU が学校教員や博物館職員・愛好者団体の指導者などを主たる対象とした講習会を開催している。

ただし、GTTP は HOU の組織的な枠組みは前提としておらず、JAHOU と並立する形で FITS 画像利用の天文教育に多大な実績を持つ PAOFITS ワーキンググループにも絶大な協力をいただいております、密接な協力体制で活動を続けている。実際、2009 年以降の GTTP 活動には、本 PAOFITS 講習会も GTTP 講習会の1つとして位置づけられており、PAOFITS 教材も英訳の上、一部は GHOU を通じて日本発の教材として世界に頒布されている。

ソフトウェアも、HOU-IP が開発終了して以降、日本の国立天文台が開発した Makalii が世界的に使われているほか、EU が素粒子物理学の普及用に開発されていた Image-J を改良した Salsa-J が多国語対応の処理ソフトとして広く利用されている。

#### 4. 国際協力の意義

ガリレオ先生養成講座を中心として、我々の活動が国際的な繋がりを持つ意義として、まず、国際的な協力による教材の効率的な普及という点が挙げられる。

米国で開発された HOU 教材が和訳され日本で使われたように、海外で開発された多彩な FITS 画像利用教材を和訳することで日本でも利用することが可能となる。また、逆に、日本で開発した独自の教材を世界に提供することが可能となる。実際、JAHOU スペクトルカリキュラムは、その英訳版を提供することで、ドイツや中国、インドネシアなどでも現地語に翻訳の上、利用されている。また、Makalii も中国語版、インドネシア／マレー語版が試験的に提供され、現地で利用されている。

間接的な特徴として、天文教材は扱う対象が宇宙であるため、世界中どこからでも同じ

ように取り組むことが可能である点が挙げられる。逆に、緯度ごとに観測可能な天域が異なることや時差が生じることを考えると、それを利用することで国際共同であればこそわかる現象を追求することもできる。これら具体的な目標を共有した上で、国境を越えたパートナーシップを確立することが可能である。小惑星探査キャンペーンやガリレオ衛星の連続観測キャンペーンを通じて、高校生が直接、海外の高校生と交流を深めた実績もあり、これらの活動を通じて外国語取得の重要性を高校生自身が自覚することにもつながるなど、理科教育・科学教育に留まらない波及効果も期待できる。

FITS 画像利用が天文学に留まらないことは、既に GHOU を通じて、いくつかの国で取り組まれている。特に、ヨーロッパ諸国では EU が HOU 活動を公式に取り上げたこともあり、さまざまな教材がインターネット上にも展開されている。

JAHOU の web ページ (<http://www.jahou.org/>) や GHOU の公式 web ページ (<http://www.globalhou.net/>)を通じて、これらの例をご覧頂ければ、日本でのこれからの活動のヒントが得られるであろう。JAHOU や PAOFITS によって、これらの日本語版作成や画像転用も検討中である。参加の意欲がある方は、ぜひお申し出頂きたい。