

ジュピタープロジェクト —教室を越えた国際的な学習支援の場—

松本直記

〈慶應義塾高等学校 〒223-8524 横浜市港北区日吉 4-1-2〉

e-mail: matsu@hc.keio.ac.jp

小菅京

〈東京工業大学工学部附属工業高等学校 〒108-0023 東京都港区芝浦 3-3-6〉

e-mail: kosuge@ths.titech.ac.jp

畠中亮

〈東京工業大学大学院社会理工学研究科* 〒152-8550 東京都目黒区大岡山 2-12-1〉

e-mail: hatanaka@liangstyle.com

佐々木貴宏

〈ソニーコンピュータサイエンス研究所 〒141-0022 東京都品川区東五反田 3-14-13 高輪ミュージズビル〉

e-mail: sasaki@csl.sony.co.jp

JAHOU-ジュピタープロジェクトメンバー

〈日本ハンズオンユニバース協会〉

教材作成のための大人たちの国際的な共同観測網、ジュピタープロジェクトが2000年に始まった。いざ始めてみるととても楽しく、こんなに楽しいのなら生徒たちを巻き込んでいこうと考えた。そして生徒のための国際的な学習支援の場を提供し、生徒、教師、研究者らが世界中で交流と協力をしながら成果を作り上げていく、刺激的なプロジェクトへと発展していった。

1. かくして始まった

2000年7月、ドイツで行われたグローバル・ハンズオンユニバース会議。その会議に出席していたフランスの女性教師 Suzanne Faye の一言がすべての始まりだった。現在、Hands-On Universe (ハンズオンユニバース：HOU) のカリキュラムには、「木星衛星の動きから木星の質量を求める」

という実習がある。しかし、このカリキュラムで使用されている画像は古い。Suzanne はこの画像を世界中で協力して新しくし、さらに長時間の連続画像を撮ろう、と提案したのであった。この提案に賛同した多くの者たちによって、ジュピタープロジェクトは始まった。

* 現 日本アイ・ビー・エム(株)



図 1 GHOU2000 の様子

2. HOU とは

前節の HOU について簡単に解説を加える。1992 年、アメリカでコンピュータとネットワークを利用した天文学のカリキュラム、HOU が開発

され実践が始まった。HOU カリキュラムの特徴は、平易に扱える専用の画像処理ソフトを利用し、天文学研究者が扱う天体画像を処理できること、懇切丁寧なワークブックとティーチャーズノート、そしてワークブックに沿った演習用の画像が用意されており、天文学に詳しい教員でなくともカリキュラムを進めることができること、ネットワークを利用して生徒たちが専門家に直接質問することができること、また撮影をリモート望遠鏡にリクエストできることなどが挙げられる。このカリキュラムは現在、アメリカ、オーストラリア、ドイツ、日本、スウェーデン、イタリア、フランス、ロシア、ポルトガルなどで実践されている。

日本では 1996 年より日本ハンズオンユニバース協会 (Japan Association for HOU: JAHOU) を組織し、HOU に参加している。アメリカ HOU のメンバーの多くは教員だが、JAHOU は教員、研究者、社会教育施設職員など構成メンバーが多岐にわたっているのが特徴である。

HOU では、毎年グローバル・ハンズオンユニバース会議 (GHOU) を開催し、各国で HOU を実践しているメンバーが集まって交流する機会を作っている。このため国際的な協力体制を構築す

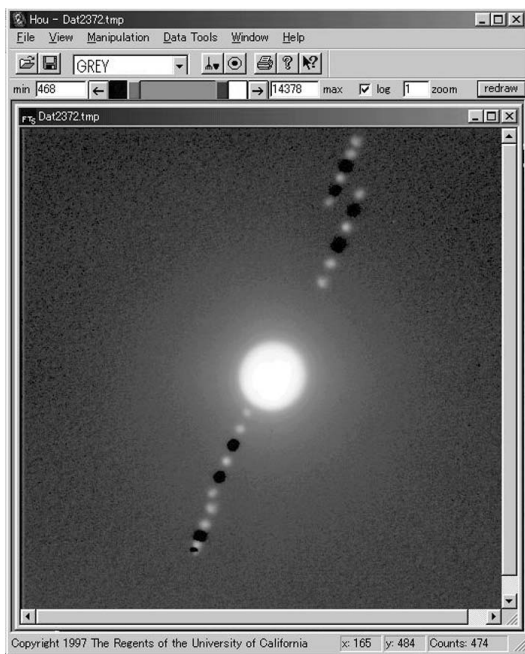


図 2 HOU カリキュラム「木星の質量を決定する」より、画像解析の様子

ることも容易なのである。

3. プロジェクト動き出す（2000年）

HOUカリキュラムCDに含まれる木星衛星画像は6時間分、同一地点で一晩に観測できるデータ量としては限界に近い。しかし、インターネットの普及した現在においては世界中に散らばる協力者が、順次木星を観測していけば単地点観測では考えられない、長時間に及ぶシームレスな木星衛星の動きを見ることができる。

Suzanne Faye の提案を受け、GHOU では、2000年の12月1日から7日までの1週間を「木星週間」と位置づけ、HOU活動を行っている各国で可能な限り木星を撮像し、継続的に木星とその衛星の動きをとらえようと取り決められた。

プロジェクトの告知や観測情報の共有には、インターネットが効率的に使われた。呼びかけにはメーリングリストが活用され、参加者一覧はドイツのメンバーが用意してくれたジュピタープロ

ジェクトのホームページに逐次掲載された²⁾。

日本のメンバーが中心になって観測方法などの取り決めを行った。これも参加者どうしのメールのやりとりによって決めていき、この情報もまたホームページに掲載された。

結果、ドイツ、フィンランド、スウェーデン、日本、フランス、アメリカの6カ国が参加し、日本国内では神奈川、埼玉、東京（2カ所）、和歌山、長野、岡山、奈良、群馬で観測が行われた。

観測画像の集約にはこのプロジェクト用に用意されたFTPサーバが利用された。観測者は、このサーバに観測画像もしくは自分のホームページへのリンクを置くことができ、簡単に、しかも速報性をもって観測結果を公開、集約することが可能になった。その結果、観測期間中に木星衛星の位置のわかる画像が336枚得られた³⁾。

4. 生徒が参加できるプロジェクトへ（2002年）

インターネットを利用することで、国際共同観測を比較的容易に行うことができた。容易、とは言ってもとりまとめには、さまざまな取り決めや依頼を慣れない英文で行わねばならず、実際にはたいへんな作業であった。しかし、その困難を上回る充実感を得られたのは事実である。実のところ、プロジェクト期間にヨーロッパの天候が思わしくなく、期待したようなシームレスな連続画像を得ることはできなかったが、さまざまな国のさまざまな立場の人たちと、教材資源の取得をキーワードに共同で活動を行えたことは大きな喜びであった。ドイツの参加者の中にはHOUティーチャーとともにギムナジウムの高校生たちも撮像に参加しており、彼女らはとても良い体験をしただろう。

この面白さを、大人たちだけで独占するのではなく、生徒たちにも体験してほしい。プロジェクトの後のメールのやりとりの中でこんな声が聞かれるようになった。そこで、より教材画像の質を高

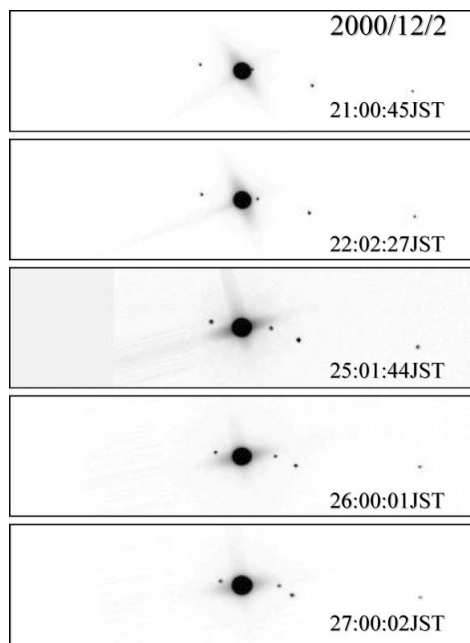


図3 ジュピタープロジェクト2000で撮影された木星の衛星の動きがわかる画像

（撮影：古荘玲子氏）

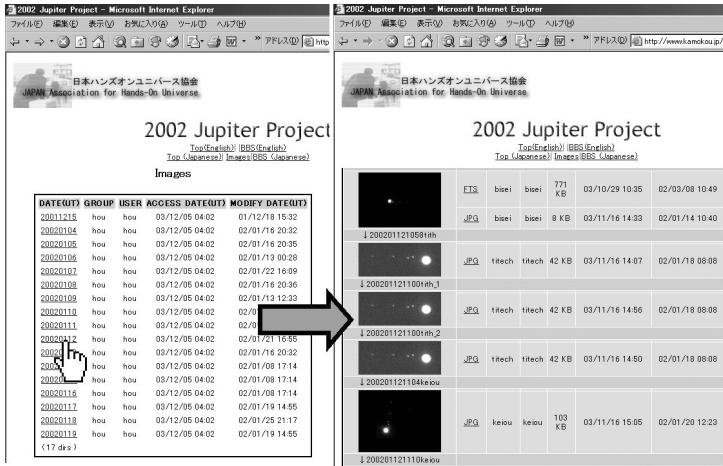


図 4 画像共有システム

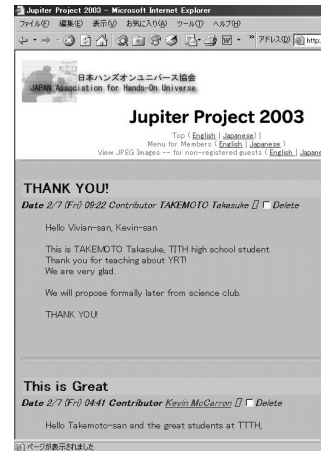


図 5 電子掲示板システム

めるため、さらなる長時間の連続画像を得ること、生徒たちが主体的に観測会に参加できることを目的に、日本のメンバーが中心となって新たな観測会を企画した。

生徒が参加するにあたって、生徒間、生徒と研究者・教員間の交流、コミュニケーションが容易に行えるように留意しなくてはならない。研究者や教師の間のやりとりでは電子メールの利用だけで十分だったが、生徒利用の簡便さを考えて電子掲示板を利用することにした。学校によってコンピュータ利用の規模やポリシーは大きく異なり、必ずしもメールが使えるとは限らないからである。海外とのやりとりのために日本語版と英語版のそれぞれの掲示板を立てた。

また、前回のプロジェクトではそれぞれにコンピュータスキルのある参加者だったため、用意されたサーバに FTP アップロードするか、自前のサーバに観測データを置いてそこへのリンクを知らせることでデータの共有を図っていた。しかし生徒にそこまで要求は難しい。そこで、画像共有の簡便性、リアルタイム性を念頭にセキュリティを意識した FTP サーバを用意し、参加者に発行した ID、パスワードで画像のアップロードを行えば、Web 上ではほぼ自動的に画像が表示されるシステムを開発した。システムでは、観測日ご

とにサムネイル画像の一覧テーブルを自動生成し、ファイルから取得した撮影者グループ、撮影時刻、データサイズの表示、FITS 画像のダウンロード用リンクを実現した。

2002 年の観測会には、国内からは 4 校と 1 研究機関の参加があり、生徒が中心となって用意した電子掲示板を利用して観測日程の調整や交流が行われた。海外からはアメリカから 1 機関の参加があった。結果として 2002 年 1 月 5～19 日の観測会期間に、129 枚の画像が得られた。特に 1 月 12 日の 3～20 h (UT) には 17 時間連続の 56 枚の画像が得られた⁴⁾。

観測計画の打ち合わせや観測結果の共有まで可能なスマートな共同プロジェクト支援システムとも言うべきシステムを構築できた。電子掲示板には国内外のさまざまな立場の参加者からコメントを寄せられ、お互いのモチベーションを高め合う働きをした。このようにさまざまな立場の人がそれぞれのスキルや資源を活かしてボランティアベースでプロジェクトを創り上げることができたのも、JAHOU という基盤があればこそであろう。

5. 共同プロジェクト支援システムの改善（2003年）

つづく2003年のプロジェクトでは、「追跡！イオ1周」と銘打ったメインテーマをWeb上でも大々的に掲げ、参加者への呼びかけを行った。なお、これに沿わない形でのプロジェクト参加を排除するものではなかったが、事後のアンケート調査によると、わかりやすい統一的なテーマが掲げられていたことが、こうした共同プロジェクトへの参加意欲を駆り立てたようである。

システムの改善も参加者の利便性を図ることを目的にその全体構成の見直しを行った。

基本的な要求仕様としての画像共有の機能と掲示板システムによるコミュニケーションの場は踏襲したものの、その実現方法は大幅に変更した。特に、画像データのアップロードにあたっては、Webブラウザに表示されるフォームに必要事項を指定するだけで行えるようなインタフェースを導入するとともに、ファイアウォールの敷かれたネットワーク環境においても特別な追加設定を参加者に強いることのないファイル転送方式を採用した。また、画像アップロードの際に付与される撮影日時や場所などの情報をもとにサーバ側のデータベースにて画像データを統一的に管理する仕組みや、データの一覧テーブルを自動的に、かつユーザの指定に応じて任意の撮影者や撮影日時ごとに分類されたものをダイナミックに生成、表示する仕組みも導入した。

以上のシステム改善は、管理者側にとってのさまざまな手間の軽減にもつながり、結果として各種スケジュールの調整、参加者間のコミュニケーション促進支援など、プロジェクトの本質的な部分についてのサポートにより多くの時間を割くことを可能にした。

前年同様、掲示板システムは英語版と日本語版の両方を用意した。参加者の多数は日本人生徒であったため、プロジェクト実施前は日本語版の掲

示板がメインで利用されるものと想像していたのだが、いざプロジェクトが開始されると実際にはむしろ英語版の利用の方が若干上回るという結果になった。生徒たちの中には、簡単な英語でも、また誤った英語でも相手に自分の意図を伝えることができ、これに対する反応が戻ってきたことに喜びと自信の高まりを感じた者もいたようである。

また、共有スケジュール帳の機能を新たに提供した。これにより、長時間連続観測の実現に向けて、参加者はお互いに他の参加者の観測予定を参考にしながら自身の計画を立てたりすることが可能になった。

一方で、こうしたスケジュール調整という本来意図していた実用的な効能のほかに、単に他の参加者の動向を眺めることが自身のモチベーションの高まりにつながったとのアンケート報告もあった。参加者は、こうした共通のアクティビティに多くの見知らぬ人間、しかも海外の人間までもが関与していることに対する驚きとともに、自分自身もその一端を担う重要な貢献者たりうることを実感したようである。

結果、2003年のジュピタープロジェクトは2003年2月3日から2月28日の間に実施され、国内11グループ、国外7グループ、計約80名（うち生徒60名）の参加者により、207枚の画像が得られた。

最長で15時間連続と、残念ながらメインテーマとして掲げたイオ1周分（約42時間）の連続撮影は実現しなかったが、おおむね参加者はプロジェクトの成果に満足していたようである。

6. 生徒たちはどう変わったか

生徒にとってこのイベントは、面識のない人たちとの「インターネット利用」による「英語を使った」国際的な「共同」観測であった。それをどのようにとらえているか、ここでは、2002年と2003年に科学クラブの活動として参加したT高

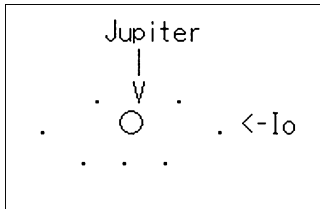


図 6 珍妙な文字絵

校の例について、取り組み前後の変化を中心に、アンケート調査の結果をまとめる。

最初に特筆すべき点として、参加回数による違いを挙げたい。2002年、2003年と2回の参加機会があったわけだが、2回参加者と1回参加者では、目的意識の持ち方に顕著な差が見られた。1回参加者は撮像そのものが目的であり参加することに意義があった。専ら撮像目標達成かどうかそのゲーム性に関心を示す。しかし2回目には、学究的な関心が目的となり、撮像し解析目標を実現することに意識が移る。自発的に課題の下調べを行い、英語で相手に観測プランを示し、データ解析まで、始終積極的な取り組み姿勢が見られた。

共同プロジェクト支援システムの利用についてはユーザーインターフェースとして興味を感じるものの、あまり意識はしていないようである。この結果は、要するに抵抗なく使えたということであり、システムの完成度の高さを物語っている。

次に「英語」に対する意識について述べる。参加した生徒の英語力は、自己評価で「不得意～普通」であり、若干の苦手意識を持っている。一方、英語を使うことについては「いざとなれば何とかなる」とは考えているが「自信がない」としている。指導するにあたり、英語使用については原則として「通じればよい」ことを強調した。結果として、珍妙な文字絵まで駆使していたが、まずは用事を足すことで自信をつけることができた。生徒の自己評価はいずれも向上し、やりたいことのために英語は「何とかする」と変化し、全体的に良好な結果を得た。

一般に文化系クラブは、体育系クラブに比べ試

合などの対外交流が少なく比較的自己完結的なクラブ活動になりがちである。参加直後はそのような意識のまま、共同観測とはいえなかった。相手が誰であるか（日本人・外国人も含めて）は興味の対象外で、興味があるのはあくまでも自分の活動自体であった。しかし、明確な目標が提示されたことで、目標達成に対する責任感が生じ、次に電子掲示板での交流を通じて連帯意識が芽生え、さらに観測結果が共有できることから、おもしろさを感じるに至ったように読みとれる。参加前は、観測すること自体が目的で、自分で取ったデータでさえ解析することに意義を感じていなかった。参加後はデータを解析し新たな発見をすることに楽しみを感じるとしている。また、こういった共同観測によって小さな個人の力が増幅され、より多くのデータが得られることを歓迎するようになった。さらに全体のデータを自分たちのものと認識しているのも興味深い。以上のことから、目的、観測、そして観測データに対する親近感が高まっており、それぞれの「自己化」が観察される。プロジェクトを通して、生徒のより高い興味を引き出すことに成功していると言える。

このような国際的なイベントに参加することについて、全員が一致して「たいへんである」と考えており、実施後もこの意識は変わらない。しかし例外なく「今後もやりたい」としている。生徒の中には当初「参加なんて考えられないし、やりたくない」と言っていたものが劇的とも言える著しい変化をしたものもいる。また回数ごとに自信を深めていく様子が見てとれた。生徒が参加しようと考えたのは、純粋に天文のイベントであったからであるが、その結果、観測やデータ解析に対する意識（これは科学に対する意識にはかならない）、また英語に対する意識を高めることができた。プロジェクトを通して、高校生にいろいろな収穫を得てもらうことができたと自負するのである。

7. おわりに

ジュピタープロジェクトの結果は、思いがけない副産物ももたらした。

K 高校では、生徒たちが観測した画像を利用して、衛星の動きから木星の質量を求める実習を行った。同様の実習は以前から海上保安庁水路部の衛星の動きのデータを利用して行ってきた。今回の実習では例年の作業に加えて画像から衛星の位置を読みとることが要求され煩雑さを増しているのだが、実習の前に「君たちと同世代の高校生の撮影した画像だよ」と一言加えるだけで、生徒の画像に対する親近感は増すようで、授業後のアンケートでは例年より興味度は高かった。

さらに、洗練された共同プロジェクト支援システムによって、同様の共同観測が容易に行えるようになった。2003年5月7日に起こった水星の日面通過を共同観測したが、ほぼこのシステムをそのまま流用し、わずか3時間ほどの間に45枚の画像を共有することができた。

ジュピタープロジェクトは最初は大人たちの教材製作のためのアクティビティとして始まったものが、回を重ねるごとに少しずつ活動主体が生徒たちに移るようになった。またそれに伴うさまざまな改善点を運営面およびシステムの中に取り込みながら、この刺激的なプロジェクトは恒例化しつつある。この稿が出版される頃には、日本各地で、世界各地で、生徒・教師・研究者らが木星を追っているはずである。

参考文献

- 1) Pennypacker C., 1998, Hands-On Universe and Plans

for Large-Scale Internet-Mediated Teacher Training, Astronomical Education with the Internet (Universal Academy Press), p. 45

- 2) http://hou.ph.tum.de/events/jupiter_week/index.html
- 3) 松本直記, 古荘玲子, 縣 秀彦, 2002, 「国際観測プロジェクト“Jupiter Project”の実施とその期待される教育効果」, 日本理科教育学会理科教育学紀要 42(3), 27
- 4) <http://www.kamokou.jp/~hou/jupiter/>

The Jupiter Project –The creation of the environment for supporting international study–

Naoki MATSUMOTO,^{*1} Misato KOSUGE,^{*2} Ryo HATANAKA,^{*3} Takahiro SASAKI^{*4} and JAHOU Jupiter project members^{*5}

^{*1}Keio Senior High School, ^{*2}Technical High School attached to Tokyo Institute of Technology, ^{*3}Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology, ^{*4}Sony Computer Science Laboratories, Inc. and ^{*5}Japan Association for HOU

Abstract: The Jupiter project was launched in 2000. It was originally started as a project for adults, whose aim was to conduct international observation of Jupiter with its satellites and to make educational materials. After the first trial, however, we realized that activities in the project would attract students as well. Since then, it has developed into an exciting project which provides students with a place for supporting international study, while involving also school teachers and professional researchers.