

一般発表2



系外惑星系シミュレータの開発と科学ライブショーでの上演

亀谷 和久 (東京理科大学)、小池 邦昭 (ちもんず OB)、野本 知理 (千葉大学)

Development of Exoplanet System Simulator and Representation in a Science

Live Show

Kazuhisa Kamegai (Tokyo University of Science), Kuniaki Koike (Chimons), Tomonori Nomoto (Chiba University)

Abstract

We have developed a simulator of exoplanet systems named “Wakusei-guruguru” for the science live show “Universe”. It can display exoplanets orbiting around a fixed star as a full-dome interactive simulation. In the live show, we perform interstellar travel to a fixed star with an interstellar spaceship simulator “HippLiner” before we show the exoplanets system.

1. はじめに

太陽以外の恒星を公転する惑星(以下、系外惑星)は、1995年に初めて発見[1]されて以来、これまでに1900個を超える発見が報告されている[2]。これらは太陽系の惑星からは想像できないような恒星の非常に近くを公転する巨大ガス惑星「ホットジュピター」から地球に似た大きさの惑星まで、その物理的特徴や環境は多様性に富む。このようなこの分野の急速な発展を受けて、2014年には国際天文学連合 (IAU)により系外惑星系に名前を付けるキャンペーン「NameExoWorlds」が発表された[3]。日本国内からのこのキャンペーンへの参加を支援するワーキンググループの活動[4]も奏功し、多くの国内団体も参加して興味の高さを示している。

このような天文学の最新成果の意義を多くの人と共有するために有効な方法として、我々はドームシアターで利用可能な系外惑星系シミュレータを開発し、科学ライブショーで上演している。本稿ではこのシミュレータの開発と上演について報告する。

2. 科学ライブショー「ユニバース」

東京都千代田区の科学技術館で毎週土曜日に上演している科学ライブショー「ユニバース」[5-9]は、科学者が「案内役」として来場者の前に立ち、科学の魅力を直接伝えることを特徴とする定期プログラムである。1996年4月の上演開始以来約20年間継続しており、これまでに1,800回以上のライブショーに88,000人を超える来場者を迎えている。開演当初は映画館のような200インチの平面スクリーンを持つホール「ユニバース」を会場としていた。このスクリーンは2002年に改装され、立体視(3D)映像を利用したライブショーを開始した。2008年には、ホール全体が常設公開施設としては日本初の立体フルデジタルドームシアターとなる「シンラドーム」へと改装された。それ以降、圧倒的な没入感をもつ全天周3Dシミュレーション映像を駆使したライブショーを上演している。

案内役は、数あるユニバースの独自のコンテンツから3~4個を選び、さらに最新の科学成果の情報等を盛り込んで、各回40分間のライブショーを構成する。それぞれのコンテンツでは、自然現象を再現するリアルタイムシミュレーションや実写画像による迫力のある映像を駆使して来場者が楽しめるよう工夫している。

ユニバースの運営全般は、学生チームの「ちもんず」が担当している[10]。毎回のライブショーでの上演用コンピュータの操作だけでなく、ゲストコーナーで話題提供していただくゲスト出演者の対応や公式ウェブサイトの管理運営、コンテンツ開発[11]、科学技術館以外への出張上演の手配等、ユニバースに関係することは全てを担当している。次章に記述する系外惑星系シミュレータは、ちもんずのメンバーが案内役の科学者等と協力して開発してきた独自ソフトウェアのひとつである。

3. 系外惑星系シミュレータの開発と上演での利用

3.1. 平面版「惑星ぐるぐる」

系外惑星系シミュレータの「惑星ぐるぐる」の初期バージョンは 2006 年に当時ちもんずの学生メンバーであった小池により開発された、科学ライブショー「ユニバース」のオリジナルソフトウェアである[12]。当時は平面スクリーンでユニバースを上演していたため、このバージョンは平面スクリーンのみに対応する。

発見された系外惑星のデータがまとめられているウェブサイト「The extra solar planets encyclopedia」[2]から軌道要素などを入手し、恒星とそれを公転する惑星、そしてその軌道を描画する。同時に中心の恒星を太陽としたときの太陽系の惑星の軌道も表示できる。このソフトウェアに当初実装されたデータは 171 個の惑星系のものであった。観測の進歩により新しい系外惑星が発見され上記ウェブサイトのデータが更新されれば、そのデータを簡単に反映する機能を備えている。

実際のライブショーでは、元ちもんずであり現在案内役を務める野本によって開発された恒星間飛行シミュレータ「HippLiner」[13,14]と組み合わせで上演される。まず HippLiner で訪れたい恒星を選択して移動する。そしてシミュレーション上でこの恒星に到着した後、「惑星ぐるぐる」を起動してこの恒星の周囲を公転する惑星を眺めることができる。

3.2. ドーム版の開発と科学ライブショー「ユニバース」での上演

今回、シンラドームで上演するライブショーに対応するため、上記の平面版を改良し、「ドーム版惑星ぐるぐる」の開発を行なった。開発は平面版と同じく小池が担当した。既にちもんずは卒業し社会人となっているが、卒業したメンバーがそれぞれの立場でユニバースに協力するために昨年立ち上げた「大人ちもんず」の活動の一つとして位置付けられる。

今回の開発は、国際天文学連合 (IAU) による系外惑星系命名キャンペーン「NameExoWorlds」[3]に合わせて、ライブショーの中で系外惑星についての話題を提供したいという案内役からの要望に応じて開始された。まずは同キャンペーンにユニバースを運営する「ちもんず」から命名提案を行なったうしかい座 τ 星(tau Boo)の惑星系を再現することを目標とした。同キャンペーンのウェブサイトや上述の「The extra solar planets encyclopedia」[2]からこの惑星系の軌道要素や惑星のサイズ等のデータを取得し、恒星と惑星の大きさの比が本物と同じになるように再現した。惑星の軌道は平面版と同じく、この惑星系に発見された惑星だけでなく、比較のために恒星から 1 天文単位的位置に地球の軌道も描いた。時間を進めると公転運動を再現することもできる。さらに平面版から改良された機能として、この惑星系から見られる星座を表示することが可能となった。これはヒッパルコス衛星による恒星データを用いて、各恒星のこの惑星系から見た場合の位置や見かけの明るさ等を計算して再現したものである。

実際のライブショーでは、既に開発されている HippLiner のドーム版と組み合わせで上演することが多い。まず地球上からの星空を HippLiner で見せた後、うしかい座 τ 星の位置を示し、この恒星について解説する。続いて HippLiner 上でこの恒星を選択し、この恒星までの恒星間飛行のシミュレーションを行なう(図 1)。到着したタイミングで「惑星ぐるぐるドーム版」を起

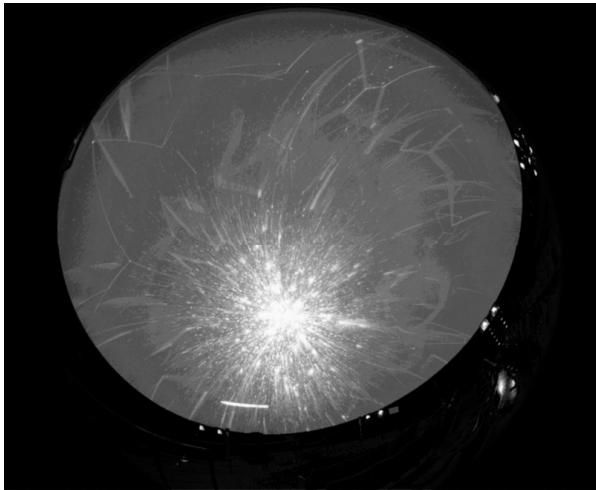


図 1. シンラドームに投映された HippLiner による恒星間飛行シミュレーション

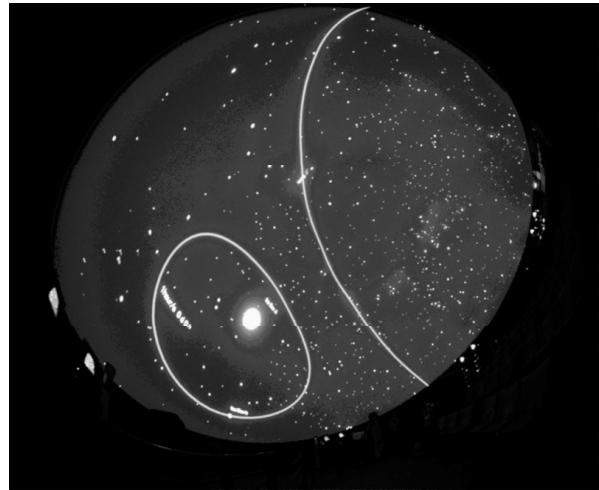


図 2. 「惑星ぐるぐる」により投映された系外惑星系シミュレーション

動して恒星の周囲の惑星系を表示する(図 2)。来場者の反応を見ながら、案内役が惑星系の解説やそこから見られる恒星の並び方(星座)が地球上から見た場合と異なることなどを解説する。また、命名キャンペーンについても紹介する。このような利用により、来場者に恒星間旅行を疑似体験してもらい、さらに到着した恒星を回る惑星やそこから見られる星座をドームシアターの没入感で体験してもらえよう工夫して上演している。

4. 今後の予定

本稿を執筆中の 2015 年 9 月現在では、ドーム版で再現できるのはうしかい座 ϵ 星系のみである。今後、惑星系のデータを追加して、命名キャンペーンの対象となっている惑星系のみならず、多くの惑星系を再現できるようにデータを整備していく予定であり、既にちもんずの有志により作業が進んでいる。また、平面版については「惑星ぐるぐる」と HippLiner とともに公開サイト [14] からダウンロード可能となっている。ドーム版についても可能であれば公開してシンラドーム以外のドームシアターでも利用していただけるように整備していきたいと考えている。

参考文献

- [1] Mayor, M., & Queloz, D., "A Jupiter-mass companion to a solar-type star", *Nature* **378**, 355 – 359, 1995.
- [2] The Extrasolar Planets Encyclopaedia, <http://exoplanet.eu/> (閲覧日: 2015 年 9 月 19 日)
- [3] NameExoWorlds, <http://nameexoworlds.iau.org/> (閲覧日: 2015 年 9 月 19 日)
- [4] 惑星系に名前を！ - 太陽系外惑星に名前をつけよう <http://exoplanet.jp/> (閲覧日: 2015 年 9 月 19 日)
- [5] 戒崎俊一, 「ユニバース」, 天文月報, 日本天文学会, 第 90 巻, 第 9 号, 1997.
- [6] Nomoto, T., Ito, T., **Kamegai, K.**, Takahei, T., Maruyama, I., Handa, T., Nukatani, S., Ono, A., Minagawa, T., Okuno, H., and Ebisuzaki, T., "Scientific Live Show in Computerized Theater: Universe", 1998, *Astronomical Education with the Internet (Proceedings of the Misato International Symposium 1998 on Astronomical Education with the Internet held on June 27-28, 1998, Misato-Town, Wakayama, Japan)*, pp.117-123.
- [7] 亀谷和久, 松浦匡, 「ユニバース is Expanding!」, 天文教育, 天文教育普及研究会, 43, pp.17-21, 2000.

- [8] Ogino S., “Science Live Show “UNIVERSE” – History and Overview”, Proc. of the GHOU2007 in Tokyo, pp. 139-142, 2007.
- [9] Handa T., “A Science Liveshow UNIVERSE, which will Go beyond the Horizon”, 2007, “Global Hands-On Universe 2007: For Win-Win Relations between Science Research and Education”(Proc. of the GHOU2007 in Tokyo), pp. 209-213.
- [10] Matsuura K., “Science Live Show “UNIVERSE” – Management and Development - ”, 2007, “Global Hands-On Universe 2007: For Win-Win Relations between Science Research and Education”(Proc. of the GHOU2007 in Tokyo), pp. 143-145.
- [11] Takahei T., “Software Tools for Astronomical Education”, 2007, “Global Hands-On Universe 2007: For Win-Win Relations between Science Research and Education”(Proc. of the GHOU2007 in Tokyo), pp. 215-218.
- [12] Koike K., “Software expands UNIVERSE liveshow – Raytrace simulation & Wakuseigrugru (exoplanet simulator)”, 2007, “Global Hands-On Universe 2007: For Win-Win Relations between Science Research and Education”(Proc. of the GHOU2007 in Tokyo), pp. 153-156.
- [13] Nomoto T., “Interstellar spaceship simulator for astronomical education and communications”, 2007, “Global Hands-On Universe 2007: For Win-Win Relations between Science Research and Education”(Proc. of the GHOU2007 in Tokyo), pp. 147-151.
- [14] HippLiner 公開サイト。惑星ぐるぐる同梱版も入手できる。(閲覧日：2015年9月19日)
<http://t.nomoto.org/HippLiner/>

質疑応答

Q : Uniview や Mitaka に組み込むことはできますか？ (弘田澄人さん)

A : 現状は対応していませんが、将来的には組み込むことができないか検討しています。

月探査情報ステーションの 17 年
～月・惑星探査のアウトリーチの過去・現在・未来～
寺菌 淳也 (会津大学)

**The Seventeen Years' Progress of "The Moon Station",
- Past, Present and Future of
Lunar and Planetary Exploration Outreach-
Junya Terazono (The University of Aizu)**

Abstract

The Moon Station, one of the largest website for lunar and planetary exploration in Japan, operated for 17 years since the establishment in 1998. This website has been grown for demand of users and needs of the times such as rise of "Apollo Hoax" and boom of Mars Exploration. And our website has been changed its operation style from JAXA-based management to group-based operation. Here I describe the history of the website, current situation and future prospective including concept behind coming full renewal.

1. はじめに

月・惑星探査は、多額の税金を使用し、また国民の関心も高く、その意味からして対外的な情報伝達活動(対外活動)は不可欠なものといえる。小惑星探査機「はやぶさ」の地球帰還などもあり、月・惑星探査、そしてそのアウトリーチが注目される中、「はやぶさ」地球帰還のはるか以前、1998 年から、この分野において先駆的な役割を果たしてきたウェブサイトがある。筆者が主催する「月探査情報ステーション」^{1,2)}である。

本稿では、月探査情報ステーションの誕生から成長、そして現在から未来に至るまでの過程を振り返り、その運営の過程で得られた教訓や今後の展望、構想などについて述べる。

2. 開設のきっかけ

月探査情報ステーションは、1990 年代後半から進められてきた日本の月探査計画「SELENE」(後に「かぐや」という愛称で呼ばれることになる)のプロモーションサイトとして設置された。1998 年 11 月 2 日に公開が始まった時点では、サイト名称は「インターネットシンポジウム ふたたび月へ」と称しており、名前からもわかるように、インターネット上に、ユーザーとのインタラクティブ性を重視した仮想的なシンポジウムページを設置するという形をとっていた。また、デザインについては NASDA 筑波宇宙センターに近く、デザイン関係での交流もあった筑波大学に依頼した。それにより、従来の月・惑星探査サイトとは一線を画す、当時としては斬新なデザインでデビューすることになった。

この時点で、

- 月探査ではなく、日本人が特別な感情を抱く月そのものの紹介をまず行うことで、その流れから月探査へと進むという姿勢。
- ユーザーとネットワーク上での交流を深めるというインタラクティブ性(これは特に当時の政府機関のサイトとしては極めて珍しかった)。
- ユーザーとのコミュニケーション重視(メールマガジンや頻繁な更新など)
- 大学との協力

といったユニークな視点を数多く備えた月・惑星探査サイトとしてデビューすることになった。

2000年11月からはサイト名称を現在の「月探査情報ステーション」に変更、正式に通年公開というスタイルをとることとなった。

3. 「アポロ疑惑」への対応

2002年初頭、テレビ番組で「アポロは実は月には行っていない」という話題(いわゆる「アポロ疑惑」)が紹介され、インターネットなどを通して瞬く間に世間に広がることとなった。

アポロ計画で得られたデータや知見を用いて進められている **SELENE** 計画にとって、このような話が広まることは問題であると考え、筆者(編集長)が番組放送から1ヶ月という早い期間でその説明サイト「人類は月に行っていない!」³⁾を作成した。

このページについては特に宣伝などは行わなかったが、口コミやネット検索などで広まってきた、「アポロ疑惑」がさらなる広まりをみせることを阻止する役割を果たした。2002年11月には、Yahoo! JAPANのニュースにおいて本サイトがリンクされたことで膨大なアクセスが集中、当時としては歴代最高値の138万ヒット/日のアクセスを集めることになった。

4. 惑星探査への進出

2003年の火星大接近は世間一般に大きな話題を巻き起こした。月探査情報ステーションはそれに後れをとることなく、2003年7月に火星探査関連のコンテンツ「火星・赤い星へ」をオープンさせ、火星探査分野の解説をサイト内容に新たに加えた。

本コンテンツは火星探査だけではなく、2003年に打ち上げられ、翌年の着陸で大きな話題になった火星探査機「マーズ・エクスプロレーション・ローバー」(スピリット及びオポチュニティという2台のローバー)についても詳細に解説した。特に両ローバーの着陸に関しては準リアルタイムで速報し、その当日の2004年1月4日には109万ヒット/日を記録した。

その後、他の惑星探査についてもコンテンツを広げ、惑星探査分野でもポータルとしての地位を次第に確立していった。

5. JAXAからの独立

このように人気上昇する一方で、ドメイン名がJAXAドメインのまま(moon.jaxa.jp)であったことなどもあって、JAXAとの関係は整理が必要となっていった。この問題点を解消するため、2010年には現行ドメイン moonstation.jp を取得、またサーバーもJAXAから切り離した。

2012年には広告投入を開始、広告収入は現在では月探査情報ステーションの収入の大きな柱となっている。さらにインターネットのソーシャル化の流れに対応し、2013年にはFacebookページを、2014年には公式Twitterアカウントの運用を開始している。

6. アクセスの特徴

月探査情報ステーションは、以下に示すように、時期によってかなり異なるアクセス状況を示す。

- 冬～春にかけてアクセスが少なく、7～10月に繁忙期を迎える。最高のピークは中秋の名月の日で、この日は1日20万ページビューを超えることもある。
- 満月の日にも多い。人気コーナーである「今日の月」⁴⁾が影響しているものと思われる。
- メディアに月・惑星探査の話題が出ると突発的にアクセスが増える。
- 10時台、12時台、14時台、夜の時間帯のアクセスが多い。おそらく10時台及び14時台は学校からのアクセスかと推定される。12時台は会社などの昼休みのアクセスが考えられる。夜の時間帯は家からのアクセス、あるいは宇宙関連のキーワードからやってくるアクセ

スではないかと考えられる。

7. 現在の課題とその解決に向けて

上記の通り、月探査情報ステーションはこれまで 17 年間にわたって実績を挙げてきているが、一方で多くの課題を抱えながら日々運用を行っていることも確かである。以下にその課題を列挙する。

- 英語版の展開
マンパワー不足や英語力不足などから、英語ページは存在するもののその充実にはまったく至っていない。
- 「1 人での運営」から脱却できていない
長らく月探査情報ステーションは編集長がほぼ 1 人でメンテナンスやコンテンツ拡張を行ってきており、それが故に複数人での編集という形をとることができない状態になっている。それがまた 1 人に負担を増す原因となるという悪循環が続いている。
- モバイル機器への対応が遅れている
現在のページは 2003 年にリニューアルが実施されたもので、現在では HTML 規格としても非常に古い。とりわけ、近年急速に拡大しているモバイル機器(スマートフォンやタブレットなど)からのアクセスには対応しきれていない。
- 収入の増大
編集長が日々の運用に追われているために、スポンサー確保や寄付の呼びかけといった収入増大策まで手が回っていない。そのため、収入が増大しないことでスタッフ雇用ができず、サイト運営が滞る、という悪循環が続いている。

こういった問題点の解消に向けての模索も現在続けている。その大きな転換点になると思われるのが、来年 1 月に予定されている 13 年ぶりのフルリニューアルである。今回のリニューアルでは最新の HTML 規格の導入によるモバイル機器への完全対応、デザインの近代化、現状に合わせたコーナーの整理などを行っていく予定である。

8. 運営から得られた教訓

最後に、17 年間にわたる本サイトの運営から得られた、私なりの教訓についていくつか触れておきたい。

- ユーザーに対して、こちらが知りたいことを押しつけてはならない
月探査情報ステーションは、月の画像を表示する「今日の月」や「月探査占い」といった、一見すると探査とはなんの関係もないコンテンツによって、多くのユーザーを引きつけることに成功している。ユーザーは月に魅力を感じ、さらに月探査について知ることができる。さらにはアポロ疑惑や中秋の名月は、ユーザーからの問い合わせをもとにして作られたコンテンツであり、このようにユーザーの声に忠実かつ的確に答えていくことが、多くのアクセスを得るためのコツであると考えている。
- 細かいところほど重要である
どれほど正しく、また正確に書かれているコンテンツであっても、それがわかりにくい言葉で書かれていてはだれにも読まれることはない。ちょっとした用語、ちょっとした書き方の違いによって、同じコンテンツがわかりやすくもわかりにくくもなってしまう。障壁となる部分は、それがいくら小さなものであっても取り除き、やさしくかつ正しい言葉で文章を書いていくことが必要である。
- 運営は継続を前提にして考えるべき
最初のうちは運営が 1 人でも何とかなっていくものであるが、規模が大きくなるにつれて 1 人ではどうしようもなくなる、というのは、ウェブサイトに限らず、団体の運営などではよ

くあることである。従って、多人数で運営ができるよう、システムや枠組みを整理していくことが必要であろう。例えば、ノウハウなどを文章として残したり、ファイル共有や CMS など、複数人が同時にコンテンツを扱える仕組みを導入することは重要である。

- 予算をしっかりと確保して運営することが重要

最初のうちは多少の自己犠牲が必要な場合もあるかも知れないが、それをそのままにしておくと、スタッフも財政も疲弊し、いいコンテンツが作れなくなる。やる気は確かに重要だが、必要に応じてお金で解決するという手段を考えるべきである。スポンサーや寄付金を集めるといったことは一見するとコンテンツと関連しないことのように見えるが、サイトを維持し、ひいてはより多くの人に月・惑星探査を知ってもらうという意味で非常に重要である。

参考文献

- 1) 月探査情報ステーション、<http://moonstation.jp>
- 2) 寺菌淳也、阪本成一、吉川真、若林尚樹、渡部潤一、月探査情報ステーション編集メンバー：インターネットにおける月・惑星探査アウトリーチ ～月探査情報ステーションの 16 年～、日本惑星科学会誌『遊・星・人』, vol.23, No. 4, pp.337-346, 2014
- 3) 月の雑学第 3 話「人類は月に行っていない!?!」、月探査情報ステーション、<http://moonstation.jp/ja/popular/story03/>
- 4) 今日の月、月探査情報ステーション、<http://moonstation.jp/ja/today/>

質疑応答

Q：スライドの「教訓」で述べられていたことは調査をされた結果でしょうか？ アクセス解析から得られたものでしょうか？ 亀谷和久さん)

A：一部はアクセス解析やアクセス状況の追跡から得られたものもありますが、中にはユーザーから直接伺った話なども含まれていますので、総合的なものといえます。

Q：コンテンツの英語化がたいへんなのは理解できる。2003 年のコンテンツ立ち上げ時には掲示板は設置していなかったか。それも含めて、読者とのインタラクティブ性はどのように行ってきたのか？ (矢治健太郎さん)

A：コンテンツの英語化については、本文にも述べた理由(リソース不足など)によりなかなか手がつけられないでいます。また、海外には同様のより優秀なウェブページ(たとえば The Planetary Society など)もあるため、現行ではこちらがそれほど頑張らなくても大丈夫かとは思っています。インタラクティブ性については、「インターネットシンポジウム」では掲示板設置や Q&A のメールでの募集などといった形で行っていました。その後しばらくはマンパワー不足やコンテンツのセキュリティ問題(不適切な書き込みを常に監視する必要がある)といった問題のためにインタラクティブコンテンツはなかなか作れていませんが、最近では SNS などを利用し、こういった点に再びチャレンジしようと考えています。

Q：各 SNS への対応はどのようになっているか？ Instagram への対応は考えているか？ (玉澤春史さん)

A：本文にもありますが、Twitter 及び Facebook を利用しています。Twitter アカウントは更新情報を中心に情報発信を実施し、1300 人以上のフォロワーを集めています。Facebook は 300 件以上の「いいね！」を集めています。ブログに関してはいわゆる「ソーシャルバー」を設置し、各 SNS との連携を図っています。来年 1 月に予定されているフルリニューアルでは、各コンテンツにソーシャルバーが設置されることになり、連携がさらに加速すると思われる。Instagram については、実は考えてはいるのですが、月探査情報ステーションで紹介する写真は、NASA や ESA、JAXA など他の機関が作成した写真がメインで、なかなかオリジナルなものがありません。そのため、そういったものをどう作っていくかといった点から掘り下げて考えていくことが必要かと思っています。

大学の「天文学」では何を教えているのか？

鷹野 重之 (九州産業大学)

What do you teach in the lecture of astronomy?

Shigeyuki KARINO (Kyushu Sangyo Univ.)

Abstract

We investigate the contents of classes opened for liberal-arts lectures in universities. In many lectures, only contents about the solar-system are taught. We discuss the issues of such a bias when we assure the quality of university education as the astronomical society.

1. はじめに

大学における教養科目としての天文学・宇宙科学は、学生からの人気が高いと言われている。これら、教養科目としての天文学・宇宙科学の授業ではいったいどのような内容が教えられているのだろうか。これは、大学で教鞭を取るものとしては、純粋に興味のあるトピックであるし、大学に生徒を送る中高の教員、または学外において天文学学習をサポートして下さる社会教育施設の方々にとっても、知っておいて損はないものと考えられる。

一方、天文学分野も含む大学教育においては、近年、教育の質保証が強く求められている。つまり大学で天文分野を教育する上で、どのような内容をどのレベルで教育できるのかを明確にし、大学として、または分野としての説明責任を果たすことが求められている[1]。大学教育の質保証に関しては天文学会の「策定委員会」を中心として議論されているが、ここでの議論では大学の授業で扱うべき内容や教授方法にまで踏み込んだ言及がなされている。はたして、大学の、とくに教養科目として開講されている天文学・宇宙科学の授業は、このような質保証の要求に耐え得るものなのだろうか。その判断は天文学会内の委員会でなされることであり、我々研究者の判断するところではない。しかし、現状を把握の一助として、現在大学の教養課程でどのような内容が講義されているのかを調査し報告することは可能であり、有益であると考えられる。

そこで本稿では、大学の教養科目として開講されている天文学・宇宙科学のシラバスを調査し、実際の授業でどのような内容が扱われているのかの予備的調査結果を紹介する。

2. シラバス調査

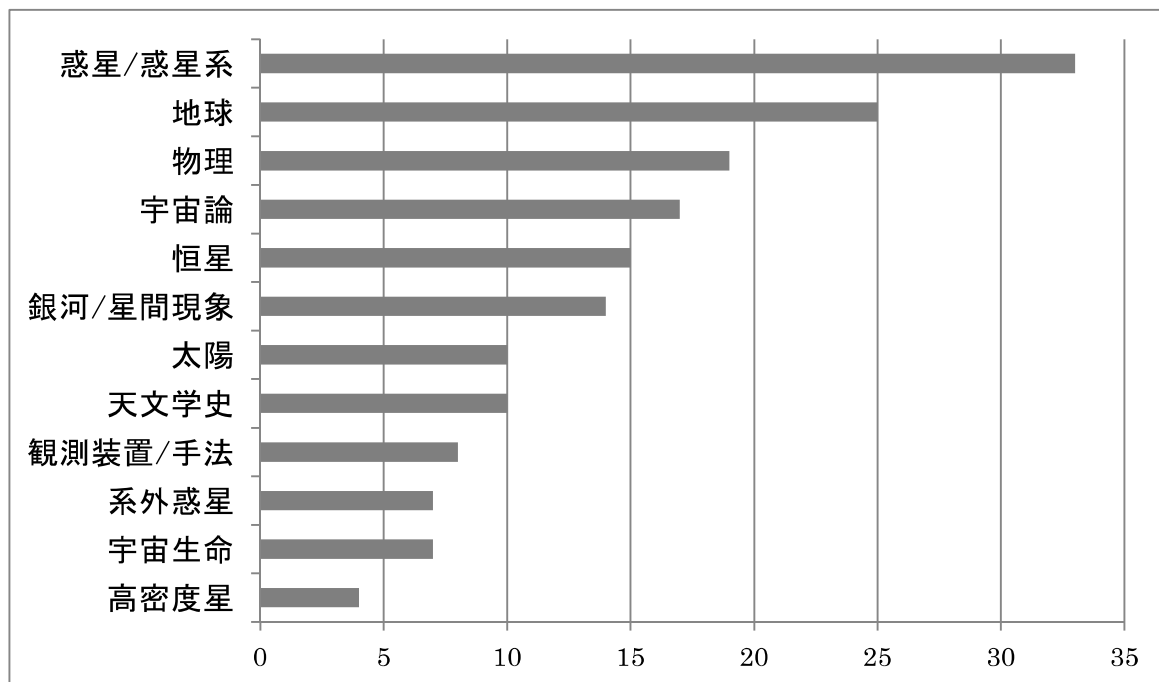
ここでは、調査対象として 2013 年版の「宇宙を学べる大学」リストに掲載されている大学から、宇宙に関して学べる度合いが最も高い(◎)とされる大学の中から、国立・私立/都市圏・地方の大学をあわせて 8 大学を選択した。これらの大学は、シラバスが web 公開されているものの中から選んだ[2]。

次に、これらの大学のオンラインシラバス検索を利用し、教養科目や導入科目など、前提知識を要求せず、さらに理系文系双方に開かれている授業を探しだし、そのシラバス内容を調査した。検索要件として「宇宙」「天文」をキーワード検索し、検索に引っかかるものを調べたところ、調査対象となる大学で合計 14 科目が対象として抽出された。近年、多くの大学では、シラバスに 14 ないしは 15 回分の授業内容を記載することが求められている。そこで、上記 14 科目に関して、各回の授業でどのようなテーマが扱われているかを精査した。各授業テーマを調べた中から、ガイダンス、イントロダクション、全体のまとめ、中間テスト、期末テストなどを除くと、総計 169 回分の授業テーマが得られた。これらを太陽・地球・惑星系・宇宙論・銀河など、いくつかのカテゴリに分類し、その出現頻度を調べた。結果を図 1 に示す。

調査の結果、シラバス記載の授業内容の内、惑星系および地球に関する内容で全体の約 1/3 を占めることがわかった。また、これに太陽や、太陽に関連する天体物理学的な内容を加えると、全体の半分近くにもなることがわかる。それに次いで、ビッグバンなど宇宙論に関する内容が多くなっている。

このように、調査した内容の半数近くは太陽系内に集中しており、太陽系を超えて宇宙全体にいたるまでの宇宙の構造に関する情報は非常に少ない。また、惑星や生命の誕生とも密接に関わる、宇宙における物質循環についても扱いはほとんどないことが明らかとなった。

図 1：教養科目としての天文学・宇宙科学の授業テーマ。横軸は出現頻度の実数。



3. 議論

大学の授業は小中高とは異なり、学習指導要領のような縛りは存在しない。授業で扱う内容は基本的には担当教員の専権事項であり、各教員が重要である、必要であると考える内容を教授しているはずである。よって、上記の結果は、天文学を教える上で太陽系を重要だと考える教員が多いということしか意味していない。また、このこと自体も何ら問題ではない。しかし、教員側が「教えた内容」と学生側が「学ぶべき内容」が必ずしも一致するわけではなく、両者のバランスを取ることは肝要であろう。

例として、上記調査結果より、実際に扱われている内容は太陽系内が多数を占めており、これらの授業を通して「宇宙の広がり」「宇宙の階層構造」が伝わるのかという疑問が生じる。また、「宇宙における物質循環」も扱いが少ない。つまり、本会が学習指導要領改定に際して訴えてきた、全ての学習者が身につけるべき宇宙観が大学教養の授業では取り入れられていないことになる。繰り返すが、大学における授業は学習指導要領などの縛りは受けないので、このこと自体は何の問題もない。しかし、将来的に大学教育での質保証を担保するにあたっては、この点は改善する必要が出てくる可能性もある。

日本天文学会 2014 年秋季年会の期間内に開催された、本会共催の天文教育フォーラム「学校教育における天文学」において、天文分野における「大学教育の分野別質保証のための 教育課

程編成上の参照基準」(以下「参照基準」とする)についての策定委員会からの報告がなされている。この中では、大学における天文学の教授内容にまで踏み込まれている。大学における天文教育にあっては、まず「現代の宇宙観を含む科学的素養が身につくように系統的に学ぶ」ことが明記され、核とすべき基本的な知識と理解として、

- ・地球は宇宙の中でどのような位置を占めるのか(宇宙の構造)
- ・宇宙は何からできているのか(宇宙の組成)
- ・星の一生と物質循環(元素の起源は宇宙にあること)
- ・太陽系と地球の誕生(地球環境の長期変動も含む)
- ・太陽以外の星にも惑星系があること
- ・宇宙の誕生と進化はどこまでわかったか
- ・人類の起源は宇宙にあること(元素の遙かな旅)
- ・天文学が人類の世界観を形成してきたこと
- ・宇宙の観測と先端技術

などが挙げられている。そして、大学教養科目のような「1科目だけの概論であっても、断片的にではなく、可能な限り網羅的に提供」することが求められている[1]。この参照基準に従うならば、現行の教養科目のシラバスは書き直す必要が出てくるかもしれない。現在大学にあって教養科目を担当されている会員の方は、ぜひ記憶の片隅に残しておいて頂きたい。

4. まとめ

大学で開講されている、教養科目として天文学・宇宙科学のシラバスを調査し、授業で扱われている内容を調べた。その結果、教養科目で扱われる内容は地球や惑星をはじめとする太陽系内天体に偏る傾向が見られた。一方で、惑星系から宇宙全体に至る中間スケールの扱いや、宇宙における物質循環などの概念に触れる機会は非常に少ないことが明らかになった。大学では学習指導要領のような縛りはなく、担当教員が個々の裁量で重要な内容を選択して教授することについては、とくに問題はない。しかし、大学教養課程を、高校までに宇宙について学ぶことのできなかった学生に対する最後の教育の機会ととらえるならば、すべての学習者が学ぶべきであると本会の訴える宇宙の構造や広がりについての内容が乏しいことは天文教育の機会損失となっている懸念もある。

また、現在策定が進んでいる大学における教育の質保証に関連し、質保証の参照基準では教育内容にまで踏み込む可能性が高い。2015年夏現在に明らかになっている資料によれば[1]、概論的な科目であっても天文学の幅広い概念を扱うことが是とされており、今後本格的に質保証が求められるようになる場合には、教養科目で扱う内容も再検討が必要となるかも知れない。

いずれにせよ、今回の調査はサンプル数が少なく、統計的に意味のある完備なものではない。今後、より多くの大学での授業について調べてみる必要があるだろう。

参考文献

- [1]「天文分野における 大学教育の質保証」、山岡 均，2014，日本天文学会 2014 年秋季年会天文教育フォーラム「学校教育における天文学」，<http://tenkyo.net/forum/2014-2autumn.html>
[2]「宇宙を学べる大学」沢武文，2013，<http://phyas.aichi-edu.ac.jp/~sawa/2013.html>

質疑応答

Q：リレー講義と単独講師講義の割合は？

A：調査した14科目中、1科目がオムニバス、1科目が2人の講師によるリレー講義であった。

Q：天文学史の割合についての解釈は？

A：まだ検討していない。サンプルが少ないこともある。

Q：天文学会の講演数と講義内容（太陽系が多い）などの相関がないのはなぜか？

A：観測機器など専門的な内容を教養の授業で扱うことが適切ではないからではないか。

Q：地動説・天動説の話は太陽系に分類したのか？それとも天文学史に分類したのか？

A：天文学史に分類した。

Q：扱う分野に偏りがあるのは、自分の専門にバイアスがかかっているせいではないか。すなわち、誰が教えるかによっているものと思われる。「学生にとって何が大事か」ではなく、内容が「教えやすい」「準備時間が節約できる」という観点から講義内容が決められている可能性がありそうだが？

A：まさにその通りだと思う。

Q：参照基準は専門課程を念頭に作成しているので、必ずしも全分野を網羅する必要はないのでは？

A：参照基準案では「1科目だけの概論であっても、断片的にではなく、可能な限り網羅的に提供する」とあり、この点をどう解釈するかの問題かと思う。

天体（星空）観望会支援団体/個人のリスト作成と公開

水野孝雄（元 東京学芸大学）

Making and Opening the List of Groups/Individuals

Supporting Star-parties

Takao Mizuno (Tokyo Gakugei University, formerly)

Abstract

We have several advisable comments about the web page with the list of supporters for star-parties. We would like to make and open the modified web page presently.

1. はじめに

1989年に、「天文教育普及研究会」が発足し、すぐに「観望会検討WG」が結成された。その議論の中で、観望会開催を依頼できるシステムを作れないかとの提案があった。しかし、当時はインターネットも無く、観望会の意義を認識しつつも立ち消えとなった。（その議論の成果として、天体観望会開催のためのガイドブック「宇宙をみせて」（恒星社）が出版され、改訂版が2013年に出された。）

2009年の世界天文年には、日本で皆既日食も重なり、多くの天文イベントが行われた。その中で最も多かったのは観望会で、その半数以上を天文同好会/愛好者が開催した。それにもかかわらず、その際に観望会開催をどこに依頼するかが分からず国立天文台に持ち込まれ、対応に困った件数が少なからずあったとのことである。

この頃には20年前に比べてITが格段に進歩し、観望会支援のネットワークづくりも可能かと考え、「天体観望会支援依頼受付システム」の構築を検討したが、それに賛同もありつつ、懸念や危惧も寄せられた。

2. 寄せられた意見・コメント

示された賛同、心配や危惧は次の通りである。

1) 賛同を得ていること

- ・観望会を開催・支援してほしいときに明確な受付窓口が存在すること。
- ・依頼人の住所から遠い地域で観望会を開催したい（移動教室等）ときに有効である。

2) 心配・危惧されていること

- ・すでに地域内で円滑に行っている観望会に入り、中央官僚的にコントロールしようとしている。
=>これまでの活動に何ら干渉しませんので、今まで通りに願います。
- ・当地の同好会や個人、公共施設等との関係がそれなりに出来ていて、それぞれ限度いっぱいの活動を行っている。アマチュアとして個人活動にも重点を置いている。いつも断るのはつらい。
=>依頼を引受けるかは、その団体/個人が決めることで、都合がいたら支援を願いたい。
- ・間際になっての依頼は、十分な打合せ、準備が出来ずに実施することになり、不満足な観望会になると信用を落としかねない
=>余裕をもって（2か月以上前？）依頼するようにウェブページに記述する。
- ・各地域との意思疎通・信頼関係なくして作成されるシステムには乗れない。
=>知っていただく努力が足りず、意見・コメントも十分にいただけていなかった。

- ・依頼の調整役が必要かもしれないが、誰か(WG)が依頼者と支援者の間に入ることにより逆に面倒になったり、時間がかかったりする可能性がある。

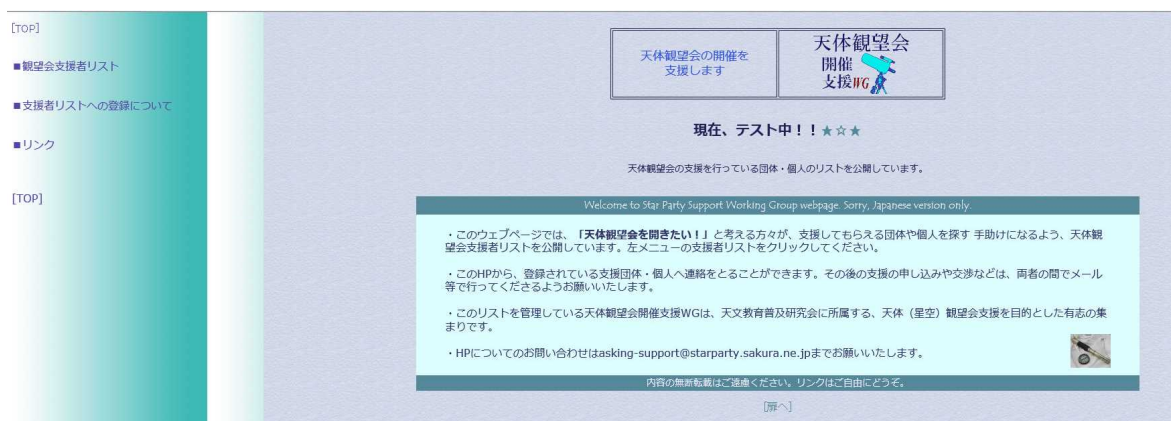
3. 現在、可能なことから始める

「天体観望会支援依頼受付システム」を構築し運用するには、上記の危惧等を解消する必要がある。特に依頼の調整（依頼内容のスクリーニングも）を行うことの難しさ、良し悪しがある。したがって、現在可能なこととして調整は行わず、依頼者が支援者に直接連絡できるようにする。具体的には次の通りである。

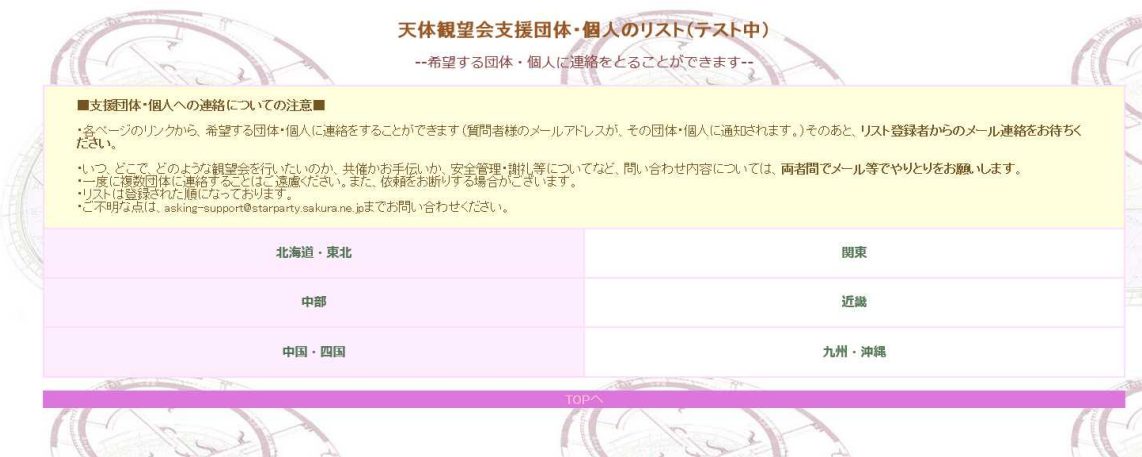
- 1) 観望会支援団体/個人のリストを作成し、ウェブで公開する。リストに載る必須項目は団体/個人名、活動領域で、それ以外の項目は支援者が登録記述したものだけを載せる。支援者のメールアドレスは非公開で済むようにする（迷惑メール対策）。
- 2) 観望会支援の依頼者が、支援者をウェブ上で選択し、その名前をクリックすると「簡易メール画面」が表示され、必要事項を記入して「送信」ボタンをクリックするとその支援者に送られる（依頼者には支援者のメールアドレスは表示されない）。メールを受信した支援者が依頼者にメール返信（3日以内に返信願います）して、その観望会についての相談開始である。

*具体的なウェブページ案は次の通りである。

- 1) このウェブ <http://starparty.sakura.ne.jp> を開くと、次の画面が出る。



この画面の「観望会支援者リスト」をクリックすると、次の画面が出る。



この画面で、観望会を開催する地域をクリックすると、その地域の支援者についての情報が表示される。



天体観望会支援団体・個人リスト1
■北海道・東北地区 ■（テスト中）

[戻る] [屏へ]

・右側の「連絡する」リンクから、希望する支援団体・個人へ簡易メールを送ることができます（質問者様のメールアドレスが通知されます）。その後、先方からの連絡をお待ちください。
・観望会支援の申し込みや交渉は、両者の間でメール等で行ってくださるようお願いいたします。

北海道	中嶋 久	<ul style="list-style-type: none"> ・主な活動地域：函館市旧市街を中心に道南地方 ・活動者数：約2-3名 ・主な活動内容：函館市の小学校での星空観望会を年に1-2回 ・主な所有機器：ニコン1200000mm フラッシュ、300mm望遠鏡 ・有償or無償：無償、但し交通費程度あるとペナー ・観望会支援回数/年：約2回/年 ・経験年数：約30年 ・HP：hp ・観望会への対応：室内での天文教室 ・特記すべきこと：平日はほとんど活動不能。 	連絡する
宮城県	殿村泰弘	<ul style="list-style-type: none"> ・主な活動地域：宮城県 ・活動者数：約5名 ・主な活動内容：仙台天文同好会観望会、パレットおおさき天文ボランティア、石巻市中央公民館、斎波公民館、女川町公民館、涌井、県内各地の小中学校、子供会からの依頼 ・主な所有機器：15センチ屈折望遠鏡 など ・有償or無償：有償or無償 ・観望会支援回数/年：約6回/年 ・経験年数：約30年 ・HP：HP ・観望会への対応：皆既日食、オーロラなどの自作視聴覚教材と、画像を使った講演 ・特記すべきこと：平日19時以降可能。 	連絡する

[Page TOP]

この地域に連絡して相談したい支援者がいたら、その支援者の「連絡する」をクリックすると次のような「簡易メール画面」が表示される。

天体観望会支援の問い合わせ

[TOPに戻る]

天体観望会支援者「中嶋久」さんにメールを送ります。先方から折り返し返信が来ますので、お待ちください。先方が留守などの場合、時間がかかりますので、ご了承ください。

送信ボタンを押したあとに、「メールが送信されました」と出ない場合は、向かいのエラーが生じております。お手数ですがやり直しをおすすめいたします。

1. 質問者氏名(必須):

2. メールアドレス(必須):

電話番号(なくてもよい): TEL:

3. 質問者様の大まかな住所をお入れください。(都道府県と市町村)
大まかな住所:

4. 所属がある場合は所属をお入れください。(例: ××町自治会、○○小学校)
所属:

5. 観望会支援を依頼する場合の予算について、以下の中から選択してください。
 謝礼等が出せる 交通費程度なら出せる 支払いできる予算がない 不明

6. 聞きたいことの概要を簡潔にお書きください。詳しい内容は、ここではなく、このあとのメールのやりとりで説明してください。(例: ○月に一割向けの土星観望会を××町で開くが支援可能か、等)

Created by KAI (Version 0.12a)

必要な事項を記入して、「送信」をクリックするとその支援者にメールが送られる。3日以内に返信がない場合は、asking-support@starparty.sakura.ne.jp に問合せ願います。

4. 支援者リストを公開することの意義

- ・ 依頼者にとって
 - (1) 観望会支援を受けたい依頼者にとって、支援者の必要な情報が得られ、アクセス可能になる。
 - (2) 依頼者から離れた地域で観望会を開催してほしい際に(移動教室等)、離れた地域での支援者にアクセス可能になる。
- ・ 支援者にとって
 - (3) 観望会の手伝いを通してノウハウを学びたい個人にとって、観望会を開催している支援者についての情報源になる。
 - (4) 手助けの必要や活動の拡大等の際に、他の支援者の協力を得るための情報源になる。
 - (5) 個人支援者が自らの所属を示す際に、この支援者リストの登録者であることも使える。

- ・全体にとって
- (6) 1つのウェブに主に都道府県ごとにまとめられ、団体だけでなく、個人もリストされている。

以上の観望会支援団体/個人についてのリストに登録していただき、公開することに同意される方は、次のアドレスにメール願います。新しい登録フォーマットをお知らせします。

asking-support@starparty.sakura.ne.jp

参考文献

- ・水野孝雄・縣 秀彦 監修(2013)、「天体観望ガイドブック 新版 宇宙をみせて」(恒星社厚生閣)
- ・水野孝雄 (2013)、「第 27 回天文教育研究会集録」, pp.104-107.

質疑応答

- Q: 天文イベントごとの可/不可/表明ナシ が検索できたら便利である。(平山大地氏)
- A: 依頼の集中を避けるのに有効と思われますので、検討したい。
- Q: 支援者同士のコミュニティ形成に活かせる仕掛けがほしい。(平山大地氏)
- A: 特別な仕掛けは用意できませんが、このリストを支援者同士の情報源になり得るリストとして活用いただければと思います。

年会での発表は以上ですが、年会に先立って本会の ML に流したテスト・ウェブを見て、メールや年会で直接にいただいたコメントを参考に次のような点についてウェブを修正したい。

- (1) 「天体(星空)観望会とは」と、その意義について
 - ・観望会の概要が分かるように、画像も載せる。
 - ・このウェブを作成しようとした経緯のなかで、観望会の意義などを述べる。
- (2) 観望会を依頼する側の心得のようなもの(特に、初めて依頼する人のために)
 - ・観望会支援の依頼は出来るだけ早い方が良いことを、その理由と共に記述する。
 - ・安全管理に特に注意していただく。
- (3) さらに良くするために
 - ・情報の必要度の高いものが目立つように(上方に等)
 - ・リスト登録者からの返事がなかなか来ない時への対応(いつまで他に依頼できないか等)
 - ・登録者が無い地区には、「登録をお待ちします」等の記述を入れる。
 - ・「複数県」や「全国どこへでも」行きます、をどのように記述するか。
- (4) 「(今後の)観望会予定」というのを登録項目に加えたい
 - ・大きな天文イベントで依頼が一部の登録者に集中しないように。
 - ・依頼者にとっては、観望会実施を依頼できそうな日の参考になる。
 - ・登録者にとっては、支援依頼を受入れできない日を示せている。
 - ・他の観望会を手伝いたい支援者にとって有効な情報となる。

「国際科学映像祭」・「最新の天文学の普及をめざすワークショップ」への招待

波田野 聡美 (国立天文台)

Invitation for "International Festival of Scientific Visualization" And

"The Workshop for Popularizing Cutting Edge Astronomy"

Satomi Hatano(National Astronomical Observatory of Japan)

Abstract

In National Astronomical Observatory, we have always been performing various projects for popularization of Astronomy. I introduce the two projects of them. For these projects, Mr. Ito played a key role until this March, but I became in charge of these projects from this April. I invite all of you to "The 6th International Festival of Scientific Visualization" and "The Workshop for Popularizing Cutting Edge Astronomy", and I would like to ask for your cooperation to these projects.

1. はじめに

国立天文台天文情報センターでは、天文学の普及をめざし、長年にわたって様々な事業を行っています。今回は、その中で、「国際科学映像祭」と「最新の天文学の普及をめざすワークショップ」についてご紹介します。この2つの事業は、今年3月まで、天文情報センター広報普及員として在職しておりました、伊東昌市氏が中心となって行ってきた事業ですが、今年度より、私、波田野が、担当となりました。皆様に、この事業の詳細について、ご紹介するとともに、来年度以降も皆様の御助力をお願いいたく発表します。

2. 第6回国際科学映像祭

2009年のプレイベントを行い、翌2010年から今年2015年で第6回目を迎える国際科学映像祭ですが、今年も、8月1日(土)から9月30日(水)の計61日間、開催される運びとなりました。今年度のテーマは、国際光年にちなんで「光」です。

実行委員会は、今年4月に組織され、実行委員長には、昨年に引き続き、鴈弘道氏(日本プラネタリウム協議会理事長)事務局長には、二見広志氏(天窓工房/国立天文台)、実行委員17名、事務局10名(実行委員兼務4名)の計23名という体制で準備を進めてまいりました。事務局は、国立天文台天文情報センターに置き、二見事務局長の指示の元、事務局業務を進めています。

実行委員会主催のコアプログラムとして、スタンプラリー、キックオフイベント、ドームフェスタを開催、また、全国49の協力施設・団体では、スタンプラリー協力や科学映像の上映が行われています。

各イベントの詳細については、以下にご紹介します。



<http://image.sci-fest.net/index.html>

【スタンプラリー】

今年度のスタンプラリーは、実行委員川村智子氏（株式会社アイカム）のお申し出により、スタンプラリー単独の事務局を株式会社アイカムで引き受けていただきました。

スタンプラリー参加館は、全国 44 館、多くの協賛企業／団体より、天体望遠鏡や家庭用プラネタリウム、DVD、星にちなんだ琉球泡盛など豪華な記念品を提供していただきました。開催期間は、映像祭会期と同じ 8 月 1 日（土）～9 月 30 日（水）の 61 日間です。スタンプ 3 個で応募となっています。

景品はこちらの WEB ページに掲載されています。

<http://image.sci-fest.net/2015/ja/prize.html>



【キックオフイベント】

8 月 3 日（月）、なかのゼロプラネタリウムを会場として、日本プラネタリウム協議会、デジタルプラネタリウムワークショップとの共催でキックオフイベントが行われました。キックオフイベントのテーマは、「Immersive Media の将来展望 2015」。“Immersive”つまり没入という意味ですが、たとえば、ドーム映像や 3D のように、実際にその空間に入り込んだような感覚をもたらす映像空間は、世界でも今大変注目されているメディアです。こうした Immersive Media について、ハードウェア、ソフトウェア、シミュレーション、サブカル、アーカイブなど、様々な観点からの様々な発表や、議論が行われました。

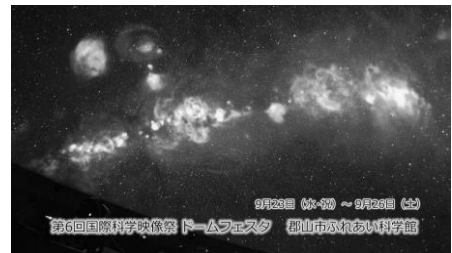


【ドームフェスタ】

8 月 23 日（水・祝）～8 月 26 日（土）、福島県郡山市の郡山市ふれあい科学館にて、ドームフェスタが開催されます。招待講演者として、プレイベントより、毎年ご参加いただいている、カーター・エマート氏（アメリカ自然史博物館ヘイデンプラネタリウム可視化ディレクター）、ラース・リンドバーグ・クリスチャンセン氏（ヨーロッパ南天天文台）のお二人が来日、他にも多数の海外からの参加者があり、まさに「国際」科学映像祭のメインイベントにふさわしい会となりました。

上映作品には、世界各地から合計 38 作品ものエントリーがありました。また、他に、ショートプログラムコンテストが行われ、平面映像、ドーム映像合わせて 9 作品の応募作品の中から、優秀な科学映像作品を表彰します。

また、国際光年にちなんで、光害がテーマのドーム映像上映と、その制作者やダークスカイ協会の担当者をスカイプで結んで、トークイベントを行います。



【科学映像上映】

開催期間中、全国の科学館・プラネタリウム館・シアター・天文台・大学・企業など 44 地点で、科学映像の上映が行われています。番組の詳細は、各上映施設の上映情報、連絡先、地図などをウェブページに掲載、科学映像上映の情報を告知しました。科学映像にご興味をお持ちの観客の皆様には、他に類を見ないポータルサイトとなったかと存じます。なお、地図の掲載には、PAONET のご協力を頂きました。

<http://image.sci-fest.net/2015/ja/theater.html>

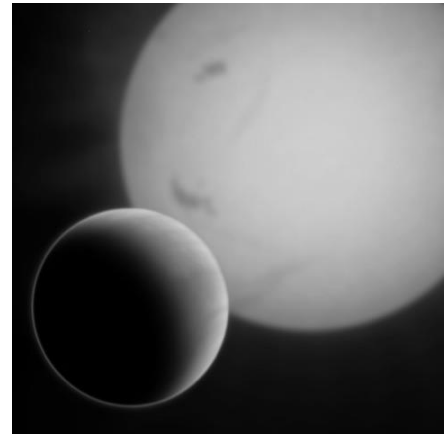
3. 第 11 回最新の天文学の普及をめざすワークショップ

科学教育に携わる人が、最新の、あるいは最先端の科学を学ぶことは、科学教育において大きな意味を持ちます。ところが、そうした現場に携わる職員が系統的に学習する機会は極めて限られているという現実があります。そこで、「最新の天文学の普及をめざす会」では、2004年から毎年、天文教育に携わる人々と研究者との連携によるワークショップを開催してきました。

2008 年からは、国立天文台の主催となり、昨年までに全 10 回のワークショップが開催されています。

11 回目の今年度は「アストロバイオロジー」をテーマに、ワークショップを開催します。

今年度からは、科学コミュニケーションにかかわるより多くの方に、この情報が届くよう、ウェブページを作成、そこからの参加申し込みも可能にしました。



http://prc.nao.ac.jp/fukyu/ws_pcea.html

コーディネーターは、堀 安範（アストロバイオロジーセンター／国立天文台）氏。各方面の最先端の研究者の皆様から、ご講演をいただけることになりまして。あわせて、「生命はどこから来たか」というテーマでパネルディスカッションを行います。

【講演プログラム】

- 11月15日(日) 『太陽系そして太陽系外の生命居住可能性』 【会場：国立天文台】
- 12:30 - 12:45 受付
 - 12:45 - 13:00 開会の挨拶／オリエンテーション
田村元秀（アストロバイオロジーセンター／国立天文台／東京大学）
「アストロバイオロジーセンターについて」
 - 13:00 - 13:30 オーバービュー（アストロバイオロジー）
 - 13:30 - 14:50 田近英一（東京大学）「地球および火星環境の進化とハビタビリティ」
 - 14:50 - 15:00 休憩
 - 15:00 - 16:20 関根康人（東京大学）「第2の地球！？外側太陽系探査の最前線」
 - 16:20 - 16:30 休憩
 - 16:30 - 17:50 田村元秀（東京大学）「太陽系外のハビタブル惑星探査」
 - 17:50 - 18:00 休憩
 - 18:00 - 18:50 堀 安範（アストロバイオロジーセンター／国立天文台）
「太陽系外の地球型惑星の姿および環境から探る生命居住可能性」
 - 18:50 - 20:30 ウェルカム・パーティ（軽食と飲み物を用意します）
* 希望者は4D2Uシアターの観覧も可能

- 11月16日(月) 『生命の起源と進化』 【会場：国立天文台】
- 9:00 - 9:10 受付
 - 9:10 - 9:20 渡部副台長挨拶
 - 9:20 - 10:40 大石雅寿（国立天文台）「宇宙からもたらされる生命素材物質」
 - 10:40 - 10:50 休憩
 - 10:50 - 12:10 山岸明彦（東京薬科大学）「生命の初期進化そしてたんぽぽ計画／火星生命探査計画」
 - 12:10 - 13:10 昼食
 - 13:10 - 14:30 小林憲正（横浜国立大学）「太陽系に生命起源の鍵を探す」
 - 14:30 - 14:40 休憩

14:40 - 16:00 長沼毅 (広島大学)「極限環境下での生命」
16:10 - 16:20 休憩
16:20 - 17:50 パネルディスカッション「生命はどこから来たか」
17:50 - 18:00 移動
18:00 - 20:00 懇親会 (@コスモス会館)

11月17日(火) 『地球史と生命誕生』

【会場：国立天文台】

9:30 - 10:50 丸山茂徳 (東京工業大学ELSI)「地球生命史とアストロバイオロジー」
11:00 - 13:00 国立天文台 → JAMSTEC (バス移動) *希望者のみ (移動中に昼食)

【会場：海洋研究開発機構 横須賀本部】

13:10 - 14:20 高井研 (JAMSTEC)
「宇宙における生命誕生・存続は普遍か奇跡か？誰が決着をつけるのか？」
14:20 - 14:30 休憩
14:30 - 16:30 JAMSTEC 横須賀本部見学
16:30 - 16:45 閉会の挨拶
17:00 - 19:00 JAMSTEC → 追浜駅 → 国立天文台(バス移動) *希望者のみ

多くの皆様にご参加を頂き、有意義な会にするべく、世話人一同、準備をしておりますので、どうぞご参加ください。

*注 集録発送時には、参加受付(10月3日まで)を終了しておりますがご了承ください。

3. まとめにかえて

国際科学映像祭については、来年度以降、諸般の事情により、資金のめどが立っていません。また、事務局の所在地についても国立天文台で引き受けることが難しい状況です。今年度ご参加いただいて、来年度以降も開催を望んでいただけましたら、是非、参加者としてだけでなく、運営側として、ご参加いただけましたらありがたく存じます。

また、最新の天文学の普及を目指すワークショップについてですが、このワークショップを受講した結果、どのように役立ったかについても、発表していただく機会をぜひ儲けたいと考えています。受講するのみでなく、実際の普及に役立てられるよう、こちらも是非、積極的なご参加をお願いしたいと考えています。

質疑応答

Q：最新の天文学の普及をめざすワークショップですが、全日程参加できなくても申し込んで良いでしょうか？ (清水醇さん)

A：お申込みいただくのはかまいませんが、世話人会による選考の際は、全日程参加の方が優先となります。

Q：「最新の天文学の普及を目指すワークショップ」でその講義内容が、その後、どのように活用されたか(プラネタリウム番組・展示・イベント)追跡調査はされているか？ (矢治健太郎さん)

A：現在は行っていませんが、今後はぜひ、考えていきたいと考えています。

GIGASTAR を使った教育学部 地学実験での望遠鏡実習

内山秀樹 (静岡大学 教育学部)、
間瀬康文 (非営利活動法人ギガスター)、原田敦 (東北大学天文同好会 OB 会)

Traning of Telsescopes for Teacher-Training Students with GIGASTAR

Hideki Uchiyama (Shizuoka Univ.), Yasufumi Mase (NPO GIGASTAR),
Atsushi Harda (OB Society of Tohoku University Association of Astronomy)

Abstract

Using GIGASTAR, we had a tellescope-traning class for teacher-training students. We report the results of the questionnaire before / after the class.

1. 背景

小中学校での天文教育 (天体観察) の充実の為には、まずは教員が望遠鏡の使い方に慣れておく、あるいは少なくとも、望遠鏡に対し苦手意識を持っていないことが必要である。教育学部の地学実験は、中学理科免許取得の際の必修科目であることが多く、教員を目指す学生が望遠鏡の操作を体験できる絶好の機会である。しかし、実際の星空を観察する夜間の授業は難しく、また、太陽黒点の観察も天候に左右される。直接式プラネタリウム GIGASTAR は天候に関わらず、望遠鏡の操作 (天体の導入) を体験できる絶好の教材である。GIGASTAR を使った望遠鏡実習を静岡大学教育学部の地学実験で実施した。その様子と受講者への事前・事後アンケートの結果を報告する。

2. GIGASTAR とは

GIGASTAR とは、ドームに投影を行う通常のプラネタリウムとは異なり、ドーム表面にピンホールとバックライト等で”実際に光る”微小な星を、高密度で形成した直接式プラネタリウムである。天体望遠鏡で拡大しても実際の星空の様リアルでシャープな「点」として星が見えるのが特長である。間瀬ら非営利活動法人ギガスター (<http://gigastar.jp/>) が開発を進めている。

3. 実習の状況

静岡大学 地学実験の天文分野回 (2014 年 12 月 5 日 14:25~17:35 2 コマ 3 時間) にて実施した。当科目は教員養成課程理科専修の必修科目となっており、受講者ほぼ全員が中学理科教員免許を取得希望であった。44 名が受講した。

実習は大学会館ホールで行った。受講者 5 名 1 台でビクセン スペースアイ 600 を使い、望遠鏡の組み立て、遠景の観察、ファインダーの調整、そして模擬星空 (GIGASTAR) による天体導入の体験を行った。模擬星空は iPhone に表示した高解像度の木星・ガリレオ衛星と GIGASTAR h- γ 星



図 1 実習時の光景

図を使った。図 1 に実習時の光景を示す。

実習の前後で無記名アンケートを行った。42 名の受講者からアンケートを回収した。

4. 実習前アンケート結果

実習前アンケートでは先ず「宇宙・天体への興味」と「天体望遠鏡での観察経験の有無」を訊ねた (図 2)。理科教員を目指す学生達だけあり、9 割以上は宇宙や天体に興味があると回答した。一方で、こうした興味がある学生でも、約 3 割は望遠鏡で天体を見た経験がないことが分かった。一般の大学生では、小・中学校や高校時代に望遠鏡での天体観察の経験を持つ割合は更に小さくなると考えられる。

次に、「天体望遠鏡を使った授業が出来そうか」を訊ねた (図 3)。これを、今回の実習の効果を測る上で最も重要な設問と考え、実習の前後に全く同じ設問を行った。回答の理由も合わせて訊いた。22%が「出来そうにない」と回答した。その理由としては「使い方が分からない」等、望遠鏡の使用経験がないことに起因する「漠然とした苦手意識」が原因の様子であった。一方で半数以上が「教えてもらえれば出来るようになりそう」と感じていることが分かった。

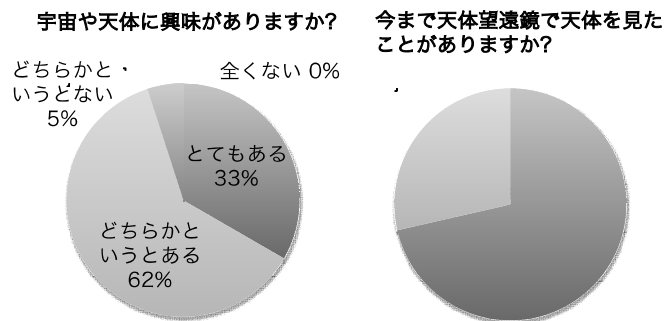
更に、「天体望遠鏡の使い方習得への意欲」を訊ねた (図 4)。約 8 割の学生が「講習会等へ自主参加はしないが、授業等の機会があれば望遠鏡の操作・組立が出来ようになりたい」と回答した。ここから、教育学部の必修授業 (地学実験等) で「望遠鏡の使い方実習」を行うことの需要は確実にあると考えられる。

5. 実習後アンケート結果

実習後アンケートでは GIGASTAR を使った実習に対する満足度を先ずは訊ねた (図 5)。「つまらない」という回答はなかった。GIGASTAR を使った望遠鏡実習の受講者の満足度は非常に高かったと考えられる。

次に「天体望遠鏡を使った授業が出来そうか」について実習前アンケートと同

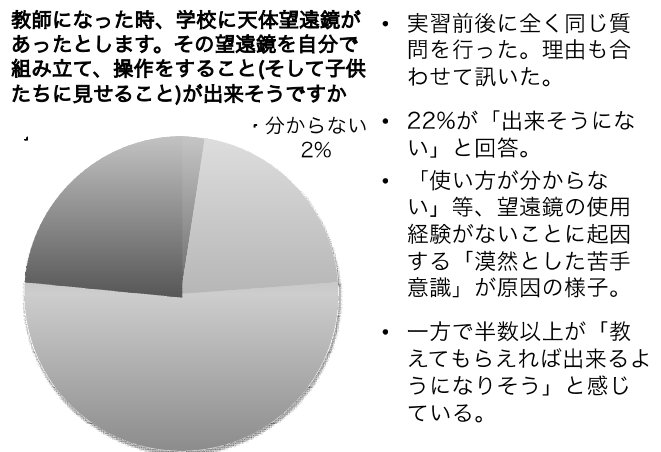
実習前アンケート 回答集計結果(1)



- 理科教員を目指す学生→9割以上は宇宙や天体に興味がある。
- それでも望遠鏡で天体を見たことがない学生が3割。

図 2 実習前アンケート結果 (1)

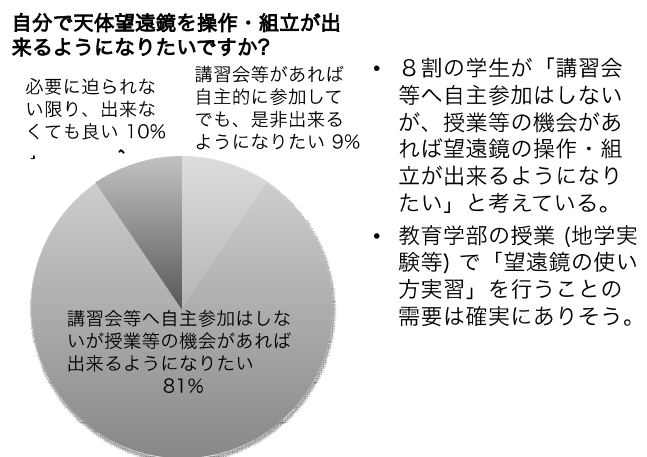
実習前アンケート 回答集計結果(2)



- 実習前後に全く同じ質問を行った。理由も合わせて訊いた。
- 22%が「出来そうにない」と回答。
- 「使い方が分からない」等、望遠鏡の使用経験がないことに起因する「漠然とした苦手意識」が原因の様子。
- 一方で半数以上が「教えてもらえれば出来るようになりそう」と感じている。

図 3 実習前アンケート結果 (2)

実習前アンケート 回答集計結果(3)



- 8 割の学生が「講習会等へ自主参加はしないが、授業等の機会があれば望遠鏡の操作・組立が出来ようになりたい」と考えている。
- 教育学部の授業 (地学実験等) で「望遠鏡の使い方実習」を行うことの需要は確実にありそう。

図 4 実習前アンケート結果 (3)

じ設問を行った(図 6)。実習前後で回答が異なる場合はその理由も訊いた。実習前には「出来そうにない」の回答が 22% を占めていたが、0%に減少した。一方で「説明書や解説書があれば、1人で出来そう」が実習前の 24% から実習後は 57%となり、最大多数へととなった。回答が実習前と異なる理由としては、「使ってみると案外簡単だった」「面白かったのでやりたくなった」との回答が多かった。

6. 結論

「天体望遠鏡を使った授業が出来そうか」に対する実習前後の回答の結果(図 3、図 6)から、GIGASTAR を使った今回の実習は、望遠鏡の組み立て・操作に対する心理的ハードルの高い「最初の一步」を乗り越えるきっかけにはなったのではないかと考えられる。実習前アンケートで見られた「望遠鏡に対する漠然とした苦手意識」の解消に、GIGASTAR を用いて自身で望遠鏡の使用を体験する今実習は有効であるように思われる。

質疑応答

Q: ホールでの実施とのことだが、ファインダーのパララックスは問題にならなかったのか。次の一步は空間(空)に望遠鏡を向けられるかだと思うが、構想はあるか。(鈴木文二さん)

A: 確かに、遠景でファインダーを合わせた場合には、ホール内で GIGASTAR に導入するのがやりにくい様だったので、今後実習手順を改善します。後者は、受講者アンケートの自由記述欄にも「望遠鏡の使い方は分かったがどこに向ければ良いか分からない」との回答があり、重要ですが、まだ具体的な構想はありません。

Q: 今回は日周運動はさせていないのですか。太陽を導入すると、金星導入を試みることで、目盛環を使った「見えない天体」の導入練習・体験になると思います。(濱根寿彦さん)

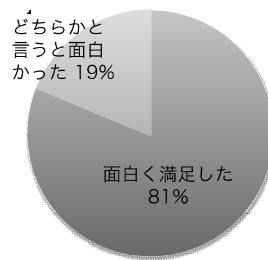
A: 日周運動はさせていません。今後の GIGASTAR の改良点だと思います。後者はコメントありがとうございました。昼でも授業として可能な天体観察の情報を天教を通じて色々教えていただくと助かります。

Q: Mitaka の活用を学生さんに伝えて、実際の天体導入の補助として活用して欲しい。(伊藤哲也さん)

A: Mitaka は小・中学校の授業でも実際に活用できると思うので、Mitaka を使った授業案の作成などの授業(実習)も考えてみたいと思います。

実習後アンケート 回答集計結果(1)

GIGASTARを使い、仮想的な星空を望遠鏡で観察した感想を答えて下さい



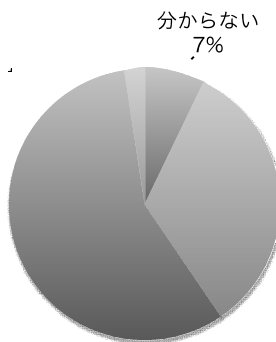
どちらかと言うとつまらなかった、つまらなく不満だった 0%

- GIGASTARを使った実習の受講者の満足度そのものは非常に高かった。「つまらない」という回答は0%であった。

図 5 実習後アンケート結果 (1)

実習後アンケート 回答集計結果(2)

教師になった時、学校に天体望遠鏡があったとします。その望遠鏡を自分で組み立て、操作すること(そして子供たちに見せること)が出来そうですか



- 事前アンケートと同じ質問。事前・事後で回答が異なる場合はその理由も訊いた。
- 「出来そうにない」が 22% → 0%と減少。
- 「説明書や解説書があれば、1人で出来そう」が24% → 57%となり、最大多数へ。
- 「望遠鏡に対する漠然とした苦手意識の解消」は今回の実習で出来たと考えられる。

図 6 実習後アンケート結果 (2)

天文教育におけるワンボードマイコンの活用

藤井 大地 (平塚市博物館)

Application of single-board computer to astronomical education

Daichi Fujii (Hiratsuka City Museum)

Abstract

Single-board computer like arduino is spreading rapidly across the globe. We made rotating shutters with Arduino for photographic meteor observations. We will carry out simultaneous meteor observations using it from this fall.

1. ワンボードマイコンとは？

近年、Arduino や Raspberry Pi、Intel Edison、Ichigo Jam などのワンボードマイコンが流行している (表 1)。マイコンボードとは小型のコンピュータ基板のことで、センサーやスイッチなどの入力に対し、プログラムを組み込んで動きや働きを出力することができる。電子工作にプログラミングを取り入れた新しいモノづくりは「フィジカルコンピューティング」と呼ばれ、広く技術する公開する「オープンソース」の概念を背景に、世界的なムーブメントとして拡大している。とくに Arduino は初心者にもやさしく、料理のレシピのように作例がインターネット上に広く共有されているため、電気電子の知識がなくても様々な技術に応用することができる。平塚市博物館ではこれまで、Arduino などのマイコンを使った博物館活動を多数行ってきた。

表 1 近年発売されたワンボードマイコンの比較

	Arduino Uno R3	Raspberry Pi 2B	Intel Edison	Ichigo Jam
PC	必要	不要	不要	不要
言語	C/C++	何でも	何でも	BASIC
RAM	2kB	512 MB	1GB	1kB
フラッシュメモリ	32kB	micro SD	4GB, SDIO	32kB
入出力ピン	20 ピン	40 ピン	70 ピン	10 ピン
ネットワーク	なし	イーサネット	イーサネット	なし
価格@秋月電子	2,940 円	5,800 円	6,800 円	1,500 円
互換品・自作品	500 円程	自作不可	自作不可	500 円程

2. 応用例① 回転シャッターを使った、市民との協働流星観測

(1) これまでの流星分科会

平塚市博物館では、市民と学芸員が一体となって、調査研究や教育普及、展示などの博物館活動に日夜取り組んでいる。その基盤となっているのは、博物館の各分野で実施している、年間会員制のサークル活動である。天文分野では「天体観察会」を担当し、過去 30 年以上にわたり、天体写真の撮影合宿や天文学の勉強会を定期的に行っている。

2014 年には、会員によってしぶんぎ座流星群の写真が多く撮影されたことをきっかけに、会員数 20 名ほどの流星分科会が発足した。流星分科会ではこれまで、ステレオネットを使った同時流星の確認や、プラネタリウムでの計数観測を行ってきた。現在は、羽によって流星像を切断し角速度を測る、回転シャッターを作成し、会員間での同時撮影に挑んでいる。

流星の軌道決定には多地点観測が求められるため、連携して撮影できれば、アマチュアでも科学的な成果へと結びつけることができる。従来の高感度ビデオカメラを使った動体監視システム (図 1) は、一晩に何百個もの流星を撮影できる反面、常時稼働する PC やハウジングが必要で、システム導入時のハードルがやや高い。既に会員が保有しているカメラと回転シャッターを組み合わせれば、長時間露光でも軌道決定が可能で、市民の力で流星の科学に迫ることができる。



図 1 高感度ビデオによる流星監視例
ハウジングの中に高感度カメラが入っている。
屋内にビデオ線を引き込み、PC で捉える。



図 2 量産した回転シャッター
回転シャッターはカメラ上部のアクセサリシュー
ーに固定されレンズに影を作り流星像を切断する。

(2) Arduino を使った回転シャッター作り

回転シャッターには通常、交流電源で動作するシンクロナスモーターが用いられる。流星分科会では、遠征観測でも使いやすいように USB バッテリーで動作させ、カメラのアクセサリシューに取り付け、持ち運びやすくした (図 2)。当初はステッピングモーターを使い、Arduino から発するパルス毎に正確に回転させたが、十分なトルクを得られなかった。次に、壊れた HDD のブラシレスモーターを使った。ハーフブリッジの駆動回路に Arduino から矩形波を送り、電磁石を ON、OFF したが、この方法でもトルクが足りなかった。最終的に駆動回路をドローン用のモーター制御デバイス (ESC) に変更し、十分なトルクと安定した回転数を得ることができた。回転シャッターの量産や回転数の確認テストは、会員とともにに行った (図 3、図 4)。



図 3 回転シャッターの製作風景
協力して基板の加工や、はんだ付けを行った。

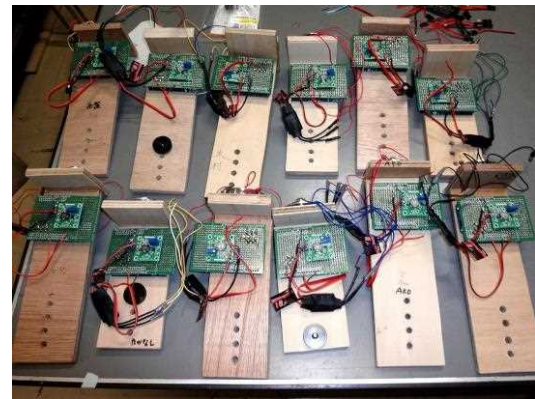


図 4 量産した回転シャッター
木版の穴はレンズ面と羽までの距離の調整に使う。

(3) 観測の処理方法

初めは天球を平面に投影するステレオネットを使って、流星写真から発光点・消失点の高度や方位角を導き出し、同時流星の確認を行った。ただし、ステレオネットから読み取る作業は非常に細かい上に測定精度が荒く、たくさんの流星写真を処理していくには効率が悪かった。

続いて、ビデオ流星観測用の解析ソフト「UFOAnalyzerV2」を用いた測定方法を探った。UFOAnalyzerV2 は、Sonotaco 氏が作成した UFO シリーズソフトの一つである。UFOCaptureV2 で動体監視した流星動画の位置や角速度を計測し、UFOOrbitV2 で多点観測の結果をまとめることができる。このソフトを応用し、撮影した流星画像を AVI ファイルへ変換して恒星マスクを作成したのち、星図とマスクの位置を合わせ、赤経・赤緯を測った。一度カメラ視野を確認できれば連続的に計測できる反面、マッチング作業が複雑で、会員に不評であった。

最後にたどりついたのが、天体の位置検索サイト「Astrometry.net」を使った測定方法である。写真をアップロードするだけで、マッチングから FITS 変換までできる、便利なサイトである。得られた FITS 画像から位置と角速度を読み取り、UFOOrbitV2 で軌道を計算した。

(4) これからの流星分科会

今年の秋から回転シャッターを本格的に稼働させる予定である。今後 1 年間で数百個の同時流星を目指している。活動の成果は、博物館で毎年開催している文化祭や館の紀要で発表したい。

3. 応用例② はやぶさ 2 のミニ展示

2014 年 12 月、博物館のミニコーナーで、打ち上げ直後のはやぶさ 2 について小さな展示を行った。マイコンを使った手作りのハンズオン展示を取り入れ、はやぶさ初号機との違いを中心に、リアクションホイールやアンテナといったバス機器と、カメラなどの観測装置について解説した。また、鉄道路線に例えたデルタ V マップについても取り上げた。その一部を紹介する。

(1) レーザー高度計「LIDAR」の距離計測の仕組み

Arduino から送られるパルスが、反射して距離センサーに戻ってくるまでの時間を常に計測し、キャラクタ液晶に距離を表示した。かざす手の距離を変えると、数値が変わる様子をリアルタイムに体感できた。手を近づけていくと、降下からタッチダウンに至る様子を再現できた。

(2) LIDAR による地図作成の仕組み

形状の異なる、フォボスとイトカワのペーパークラフトを作成し、ボリューム抵抗で任意の方向、および速度で自転可能にした。モーターにはステッピングモーターを使い、Arduino で制御した。小惑星にはそれぞれ (1) と同じセンサーを当て、ノート PC を使って Processing でリアルタイムに距離の変化を表示した。回転速度を変えると波形が変化し、小惑星の自転を利用しながら、形をスキャンする仕組みを演示することができた。



図 5 LIDAR による地図作成を再現した展示

手前に小惑星を回転させるボリュームがあり、小惑星の横に距離センサーを置き、結果を液晶に表示している。液晶には色を変えて二つの小惑星の距離を同時に示し、左から右へ常に測定結果を上書きしている。

(3) 鉄道路線図風デルタ V マップをもとにした電光掲示板

各惑星や軌道に遷移するために必要なデルタ V をまとめ、鉄道路線図風に表現した (図 6)。ロケットを鉄道に例え、駅 (惑星や軌道) から駅へ移動するために、どのくらいの速度が必要なのか数字で示している。目的の駅までの数字を足しあわせると、必要な速度とロケットの大きさが決まる。展示ではロケットの軌道エネルギー (C3) とペイロード質量の関係を示した表も並

べ、オリジナルのミッションに必要なロケットを選定していただいた。このデルタ V マップから、重力井戸の底から抜け出すことの大変さや、逆に大気のない星の底に降りることの難しさ、地球近傍小惑星への行きやすさ、などがわかる。より鉄道路線図の雰囲気を出すため、ARM マイコンを使って小さな電光掲示板を作成した(図 6 右下)。ロケットがもし電車だったら、という想定に適切なダイヤを入れ、順次ロケットが入線する様子を表現した。

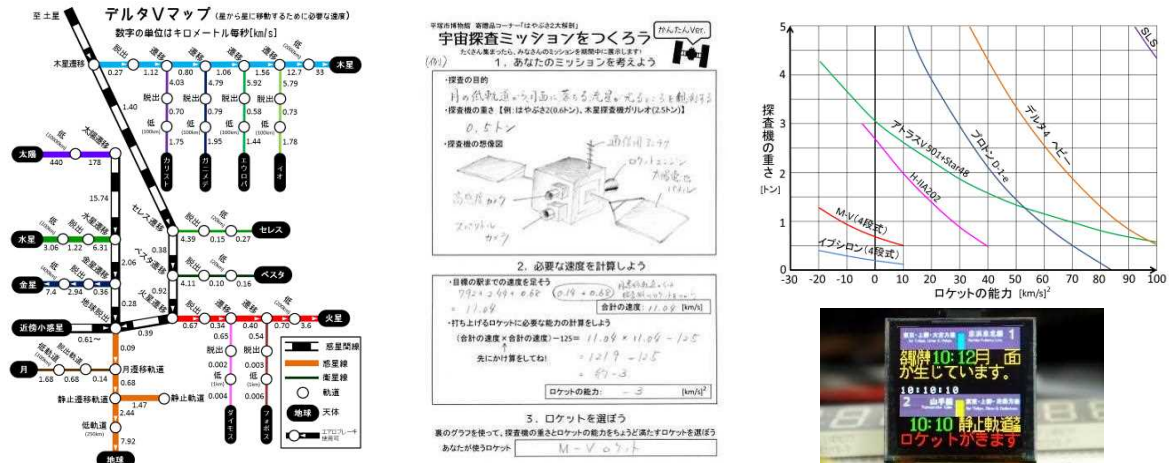


図 6 鉄道路線図風デルタ V マップやワークシートと、マイコンを使った電光掲示板

4. 応用例③ 体験学習「デジタルカメラを作ろう」

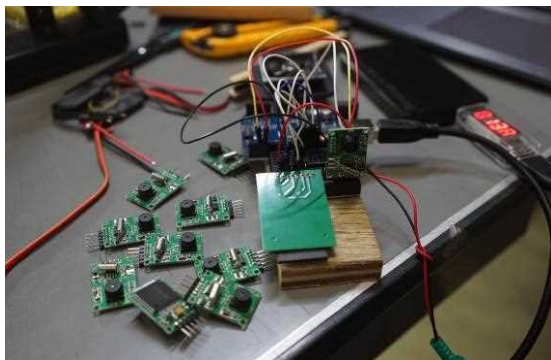


図 7 量産中のデジタルカメラ作成キット

今年の夏、平塚博物館では国際光年のイベントとして、ミニプラネタリウムや導電性インクを使った星座カードの工作など、光に関する体験学習を実施した。中でも、「デジタルカメラを作ろう」では、Arduino を使ったインターバルカメラを作成した(図 7)。参加 10 人の小さな講座で、対象は小学 4 年生以上、材料費は 3000 円に設定した。講座では工作を通し、主にブレッドボードの使い方や LED、抵抗、ダイオード、カメラの働きについて学習していただいた。カメラには小さなマイコンでも画像を取得できる、JPEG 圧縮機能を持った CMOS モジュールを用い、モニターに出力したビデオ映像からピント合わせができた。画像は 30 秒毎(可変)に SD カードに保存され、USB バッテリーを使うと、植物の成長や雲の変化、太陽や影、月の動きの観測に利用できる。レンズを外せば、コルキットなどの手作り望遠鏡につなげて直焦点撮影も可能である。今後、材料費の低コスト化や高感度化を目指し、ブラックボックス化してしまった技術を、より身近に感じることができる教材を作っていきたい。

5. まとめ

Arduino などのワンボードマイコンは、オープンソースとして資産が公開されており、調査研究、展示、教育普及などの博物館活動に広く活用することができる。マイコンを使うことで、受け身に留まることなく、市民自らも科学探究に参加できる活動を実施していきたい。

質疑応答

Q: ぜひそれぞれの試みを記事化してほしい。(伊藤哲也さん)

A: 作り方は HP で公開したいと思えます。流星分科会の活動は、館の紀要にまとめます。

Q: 小学生向けワークショップでは、プログラミングも実施しましたか?(内山秀樹さん)

A: 半日の講座だったのでプログラミングは実施せず、あらかじめ書き込んでおきました。

