

一般発表



ひので衛星といっしょに太陽を観測しよう

矢治 健太郎 (国立天文台太陽観測所)

Let's observe the sun with Hinode Satellite

Kentaro Yaji (National Astronomical Observatory of Japan)

Abstract

We have performed joint observations with high school students, public observatories and science museums since 2010. The students study Hinode's and their own observation data and have presentations on science contests. It is reported in details how the joint observations are performed so far.

1. はじめに

ひのでは 2006 年 9 月 23 日に打ち上げられた太陽観測衛星である。可視光・磁場望遠鏡 (SOT)、X 線望遠鏡 (XRT)、極端紫外線撮像分光装置 (EIS) の 3 種類の望遠鏡が搭載されている。各観測装置ごとに観測する光の波長が異なっており、その結果、太陽をとりまいている、光球・彩層・遷移層・コロナといった太陽の階層構造を同時に観測することができる。ひのでは「太陽コロナはなぜ熱いのか」「太陽磁場はどのように作られるのか」という問題を解決するために打ち上げられた。これまで様々な観測成果をあげてきており、天文ファンが興味を持つ画像も取得している。例えば日食や、2012 年 6 月 11 日の金星太陽面通過の画像はいまだ記憶に残るところである。そして、ひのではいまなお観測運用中である。

このような「ひので」の様々な観測結果は研究目的だけでなく、教育目的にも活用が奨励されている。そこで、PAONET ひのでデータ活用ワーキンググループを立ち上げて、公開天文台・プラネタリウムなどの天文施設の職員や研究者と共同で、観測成果を紹介する DVD や絵本を作成する活動を行ってきた。また、筆者もひのでの画像やデータを使った授業を中学校や高校で実践してきた。さらに、学校教育の現場でひのでのデータに直に触れ、積極的に関わる機会を増やすために、次節で紹介する「ひので衛星といっしょに太陽を観測しよう」を始めた。

2. ひので衛星といっしょに太陽を観測しよう

ひのでの観測データを教育現場で積極的に活用したい。そこで、2010 年夏から高校や公開天文台・科学館との共同観測を行う観測提案を行ってきた。これが「ひので衛星といっしょに太陽を観測しよう」である。ちょっと長いので、略して「ひのでといっしょ」と呼んでいる。

実際、高校や中学校のクラブ活動で、黒点スケッチや太陽の写真撮影をしているところは昔から多い。最近では、 $H\alpha$ 線やカルシウム K 線のフィルターを使って、プロミネンスを観測しているところもある。しかし、太陽観測衛星のデータと比べることは意外と行っていないのはいか。そこで、中高生に自分たちの日頃の太陽観測結果と「ひので」の観測データ積極的に比較するきっかけを与え、ひのでのデータに関心をもってもらおうというのが、「ひのでといっしょ」の一番の目的である。加えて、学校教員の教材開発や、公開天文台・科学館の展示活用も目指している。

ひのでは通常、活動領域(黒点)を観測している。太陽の全面像も 1 日に 2 回、時間を決めて観測している(ただし XRT のみ)。しかし、太陽研究者のリクエストに応じて、活動領域以外、例えば、プロミネンスとか極域磁場の観測を行なっている。日食や金星太陽面通過のときも実は観測のリクエストを行なっている。この観測リクエストを HOP(Hinode Operation Plan)と呼んでいる。HOP はこれまで 273 件申請され(2014 年 9 月 30 日現在)、観測を実行に移している。

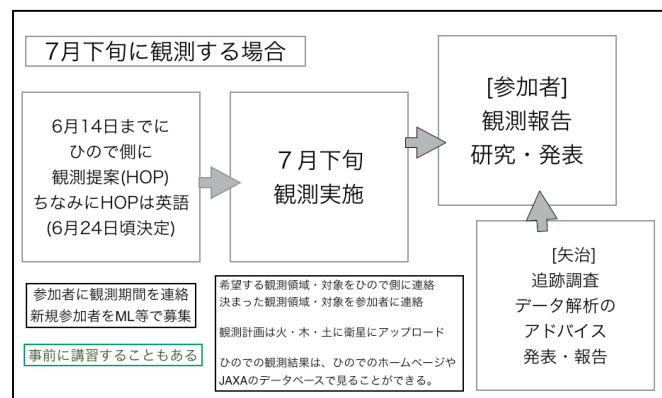
ひのではアメリカの SDO 衛星などと違い、ホームページ上でリアルタイムで画像をチェックできない。これでは、ひのでの共同観測を行う中高生たちの関心を引きにくい。そこで、中高生たちが観測している時間帯(日本時間の正午付近)に、活動領域や太陽の全面像の観測を設定することで、共同観測の動機付けにしている。われわれの観測提案は[HOP173]EPO Campaign observation mainly for high school students として採択された。教育目的の観測提案はひので初であり、外国人研究者からの関心も高い。

2010 年は 9 月 1 日から 6 日に行った。このときは初めてということもあり、日頃から太陽観測を行っている 3 つの高校にこの共同観測を呼びかけたところ、参加してくれた。川口市立科学館、西はりま天文台公園といった天文公開施設も参加している。2010 年は 12 月にも実施した。以降は、「ひのでといっしょ」のホームページを整備したり、宣伝用のちらしを作成したり、各種メーリングリストで宣伝につとめ、参加校・施設が年々増えている。今年は天文雑誌「星ナビ」に「ひのでといっしょ」の記事が掲載された。ユニークなところでは、大学の教育学部、大学の天文同好会も参加している。

3. 「ひのでといっしょ」共同観測の流れ

例えば、7 月下旬に「ひのでといっしょ」を行う場合、前月の 6 月 14 日までに観測提案を提出する。すると、6 月 24 日頃には観測提案の採択が決定する。本観測提案は数少ない教育目的ということもあり、毎回採択されている。観測時間帯は日本時間 11 時から 15 時に設定している。活動領域(黒点)は複数出現することが多いので、観測期間中はどの活動領域を観測するのかをひので側にリクエストする、このとき、参加校・施設にも観測場所の希望を募っている。H α で観測している学校のため、プロミネンスの観測をリクエストすることもある。観測領域が決定したら、参加校・施設にメーリングリストで知らせている。参考校・施設は、後日、観測日数や観測結果を報告する。こちらから観測のアドバイスをしたり、追跡調査を行うこともある。(図 1)

観測されたひのでのデータは、国立天文台「ひので」のホームページで見ることができ、「ひのでといっしょ」のホームページでも紹介している。少しハードルが高くなるが、JAXA 宇宙科学研究所の DARTS にアクセスして、FITS 形式の観測データを取得できる。



(図 1)「ひのでといっしょ」共同観測の流れ

4. 2014 年の観測状況

2014 年は 7 月 21 日から 26 日に実施した。7 つの学校が新しく参加し、14 の学校・施設が結果的に参加した。2013 年までは夏は共同観測期間を 2 週間設定したが、今年は 1 週間とした。共同観測期間前の 7 月 17 日は黒点数ゼロと極大期にしては妙な状況となり、観測期間中どれだけ黒点が出現してくれるか不安だったが幸いにも連日黒点が出現した。プロミネンス観測のリクエストも行い、7 月 25 日はプロミネンスの観測に成功した。(実はプロミネンス観測は難しい)

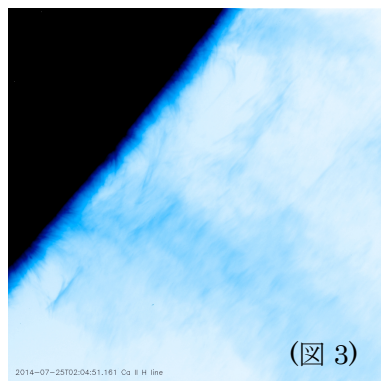
参加校・施設のほとんど(14 中 11)が白色光による観測で、6 ケ所が H α 、3 ケ所が CaK 線による観測である。電波観測も 1 校が行っている。天気恵まれたところは 6 日もとも観測している。ただし、1 日だけでも参加可にしているのも、1 日だけというところもある。

ここでは、共同観測の例として、7 月 25 日に観測したプロミネンスについて紹介する。このプロミネンスは広島城北高校(図 1)や埼玉県立浦和西高校が観測に成功している。ここではプロミネンスの大まかな形がわかる程度だが、ひので SOT の CaH 線の画像(図 3)では、プロミネン

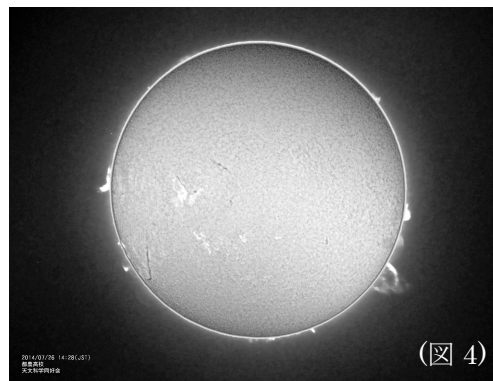
ス内の微細構造を知ることができる。動画を見ることで、プロミネンス内部の物質の動きも知ることができる。X線画像と比較すれば、プロミネンスとコロナの構造の関係を調べることもできる。翌日の7月26日には、宮崎県の都農高校がH α の観測を行っており(図4)、プロミネンスの日変化を知るよい観測結果となっている。



(図2)



(図3)



(図4)

(図2) 広島城北高校がH α 線で観測したプロミネンス(7月25日12時44分日本時間)

(図3) ひのでCaH線で観測したプロミネンス(7月25日11時4分日本時間)

(図4) 宮崎県都農高校がH α 線で観測したプロミネンス(7月26日14時28分日本時間)

5. 観測データの活用

今回の共同観測では事前アンケートを実施した。12校30人(内訳:教育9, 天文施設1, 生徒20)から回答があった。

「今回の共同観測でどんなことを調べたいですか」という質問に対しては以下のような回答があり、各々観測にモチベーションを持って取り組んでいたことがわかる。

- ・ 黒点やプロミネンスの変化の速度(教員)
- ・ 太陽黒点の移動速度と自転周期(生徒)
- ・ 地上観測で、どこまで黒点を正確にスケッチできているか?(教員)
- ・ BSアンテナを用いた電波観測による温度変化(教員、生徒)
- ・ ひので衛星の画像と自分たちの観測結果を比較していく中で、もう一度注意深くデータに触れる機会を持たせてあげられればと思う(教員)。

「観測成果をどこかで発表したいと思いますか?」という質問に対しては

- ・ 校内の研究発表会 17人
- ・ 校内の文化祭 10人
- ・ 都道府県の研究発表会 7人
- ・ ジュニアセッション 1人
- ・ 特に考えていない 5人
- ・ その他 2人

2010年にも類似の追跡調査を行ったが、そのときも校内の発表会・都道府県の研究発表会で発表した事例が多く、天文学会のジュニアセッションなどでの発表は少なかった。理由としては「顧問の先生がそれほどのレベルに達してないと判断した」「生徒が存在を知らなかった」などがあった。それでも、毎年いくつかの学校では、ひのでとの共同観測の結果を何らかの研究発表につなげている。例えば、2010年には大阪府立岸和田高等学校が「ひので画像と比べる岸高黒点スケッチ」というテーマで大阪府高校地学クラブ研究発表会で発表している。これは自身の黒点スケッチとひのでのX線画像のコロナを比較する研究を行ったものである。2013年には埼玉県立浦和西高校が自身の可視光・H α 画像とひのでのX線画像を比較し、太陽大気鉛直構造を理解する研究を行ない、埼玉県下の科学展に出展している。兵庫県立大学附属高校はひのでの可視光画像を使って「黒点本来の温度測定」というテーマでデータ解析を行い、兵庫県下の高校総合文化祭で発表している。

以上の観測データの活用方法は、以下のような段階にまとめられる。

- (1) 同時観測に参加する(手をあげる)
- (2) 観測データを比較する
- (3) 研究発表を行う/展示に活用する
- (4) データアーカイブにアクセスする
- (5) 共同観測時間以外のデータを活用する
- (6) 専用のソフト(マカリィ、IDL)を使って解析する
- (7) 観測提案を行う(まだ皆無)

共同観測の参加度・データの活用の仕方には差があり、特に(4)以降の段階が少ない。しかし、決して否定的には捉えておらず、多様なデータの触れ方があっていいと思っている。ただし、一歩上位の段階に進むためには、まだまだ様々なフォローが必要だと考える。

今後は事後アンケートを実施し、今年の観測結果をどのように活用したか追跡する予定である。

6. まとめと今後

ひので衛星と中高生、科学館・公開天文台との共同観測を 2010 年以来 9 回行なってきた。中学校・高校だけでなく、大学の教育学部、天文同好会など参加層も幅が広がっている。2014 年は 7 月 21 日から 26 日に実施し、新たに 7 つの学校が参加し、興味深い観測結果を得ている。

共同観測の参加度・データの活用方法には差があるが、多様なアプローチがあることは悪い意味ではないと考えている。共同観測結果を研究発表につなげる学校も出てきており、都道府県の研究発表会や総合発表会、校内の文化祭や発表会で発表している。天文学会のジュニアセッションなど全国的な発表の機会にもぜひ挑戦してほしい。

今回、事前アンケートを実施し、共同観測で関心を持っている事からや今後の取組について調査した。事後アンケートも実施し、この共同観測を通して意識の変化を追跡する予定である。

この共同観測は、海外の研究者の評価・関心も高く、ひので衛星のミッション延長にも貢献している。ただし、今後は太陽活動も下がっていくので、来年も実施するかどうかは検討中である。

参考文献

「PAONET ひのでデータ活用ワーキング・グループの活動」2008, 101, 565, 天文月報

「ひのでといっしょに太陽を見よう - 高校生たちとの共同観測 -」, 2014, 106, 503, 天文月報

「ひのでといっしょに太陽を見よう」2014, 7, 40-45, 星ナビ

「ひので衛星といっしょに太陽を観測しよう」ホームページ

<http://hinode.nao.ac.jp/user/yaji/hinode/issyo/>

[HOP173]EPO Campaign observation mainly for high school students

http://www.isas.jaxa.jp/home/solar/hinode_op/hop.php?hop=0173

質疑応答

Q: とても素晴らしい教育実践なので、是非、海外にも呼びかけて日本発の国際的な教育プロジェクトにして下さい。(縣秀彦さん)

A: まずは、ホームページを英語化して、外国からも情報がわかるようにしたいと思います。
東アジアであれば、時差もそれほどないので、共同観測の可能性を探ろうと思います。

大学の教養教育がめざす天文学とは？

中村 理（早稲田大学政治経済学部）

Direction of Astronomy Education in Liberal Arts Courses

Osamu NAKAMURA (School of Political Science and Economics, Waseda University)

Abstract

This article aims at discussing problems in astronomy education in liberal arts courses. First detailed are the problems in establishing the goal of education, then those in evaluating students' achievement are mentioned next. Liberal arts courses in universities provide the last opportunity for nonprofessionals to learn the universe. The goal of astronomy education and a systematic method for evaluation should therefore be considered in the future.

1 大学の教養教育の重要性と 2 つの課題

天文教育を考える上で、大学の教養教育は重要である。理由は、天文を専門とせずに大学へ進む者の場合、大学の教養教育が、教育機関で天文教育を受ける、事実上最後の機会となるからだ。人数でみると、天文を専門とする者より専門としない者のほうが圧倒的に多い。そのため、大学の教養教育をうまく活用することができれば、天文教育上は意義が深いというわけである。実例でみると、筆者の在籍する学部では、2009 年から 2014 年まで、毎年 10～20%ほどの学生（数にして 100～200 名）が教養の天文系科目を履修してきた。主な履修理由は「きれいな星空を見て宇宙って不思議だと思った」「興味はあるがこれまで天文を学ぶ機会がなかった」というところである。

しかし、この最後の機会は、一般には必ずしもうまく位置づけられていない。そこで、本報告では、大学の教養教育における天文学の課題を 2 点、指摘しよう。1 つ目の課題は目標、2 つ目の課題は質保証である。以下、順に述べる。天文教育普及研究会の場で議論を深めることができれば幸いである。

2 天文を専門として学ぶ場合の目標と質保証

話を進める前に、天文を専門として（つまり教養ではないものとして）学ぶ場合に、大学の 1、2 年次に学ぶ科目の目標と質保証がどうなっているのかをみておこう。

天文を専門とする場合、目標と質保証のしくみは明瞭である。たとえば、1・2 年次に学ぶ専門関連科目の目標は、大学の 3・4 年次におこなわれる専門研究ができるようになることだ。その教育の質は、最終的に学位が取得されることによって保証される。補足すると、天文や物理のような専門へ進む人材の教育は、小学校から大学まで高い系統性をもって整備されている。この系統性のもとでは、各段階の目標は、次の段階へ進むことだと自動的に決まる。そして、実際に次の段階へ進むことができる事実でもって、質を保証する。その活動には、高校まで学習指導要領と教科書が貢献する。つまり、専門家を養成するという場合は、教育全体がよく組み立てられているのである。

3 大学の教養教育における天文学の課題 I：目標

一方、天文を専門としない圧倒的多数の人の場合、大学では教養教育の中で天文学に触れることになる。しかし、専門でないとすれば、教養の教育は一体、何を目標にすればよいだろうか？

また、どのように質を保証すればよいだろうか？ ここでは、まず目標の設定における課題からみることにしよう。これには、以下の3つの問題を挙げる。

1 つ目の問題は、その目標設定に基準も制限もない点である。現状では、教養としての天文学の内容に同意されている事項やガイドはない。そのため、大学が、学部が、あるいは実際には多くの場合、個々の教員が、独自に目標を設定し、内容を作っているのである。ある教員は恒星の一生を重点的に扱い、ある教員は惑星科学を重点的に扱う、またある教員は宇宙膨張を重点的に扱う、ということが起きているであろうことは想像にかたくない。レベルもまちまちだろう。同じ科目でも、担当教員がかわるとシラバスが激変するのも、おそらく珍しいことではない。教養なのだから専門家が語ることであれば何でもよい、という意見もあろう。ただし、そうであっても、内容が人の教養としていかに資するかは広く検討され、受講者に明示されるべきである。

2 つ目の問題は、教養での天文学は、専門に準ずる科学教育の一環でおこなうのか、あるいは天文学自体の何らかの紹介をするにとどめるのか、という点である。たとえば、H-R 図上の等級差から星団の距離推定ができるようになる、万有引力の法則から惑星の楕円軌道が導けるようになる、赤色巨星がなぜ膨張するかを説明できるようになる、一般相対論の重力場の式から宇宙膨張が解けるようになる、などを実演する教員がいることだろう。このように数式を使って分析できるようになることは、科学的な思考力の涵養に重要だ。一方で、このような内容を実演するには、受講者が先に述べた高い系統性に乗って学びを進めてきたことが前提になる。特に、数式の応用に長けていることが必要だ。その系統性から外れてしまった人たち、数式を使うのが苦手な人たちは、天文をもはや学んではいけないのだろうか。あるいは、わけも分からず言われた数式を使ってみたという経験が重要なのだろうか。「きれいな星空を見て宇宙って不思議だと思った」という純粋な知的好奇心が、そのような理由で退けられてしまうのであれば、専門でない人々にとって、これは高い敷居だと言わざるを得ない。この両者のバランスをどうとるかは、教養課程では重要である。

3 つ目の問題は、高校で地学（地学基礎）を履修した者とそうでない者をどう扱うかという点である。大学の事情によっては、教養課程に天文系科目を2つ以上は置きたいという場合がおそらくあるだろう。その場合、地学履修をした者とそうでない者の両方を混ぜて授業をするのは、至難の業である。一方、仮に分けることができたとして、高校地学を未履修とする者には、高校地学とおよそ同じ内容を提供すればよいのだろうか？ この場合、大学の教養教育が何をめざすのかが強く問われることになる。

4 大学の教養教育における天文学の課題 II：質保証

目標を設定することができたとして、次に課題となるのはその達成度、すなわち質をどう保証するかである。これには以下に3つの問題を挙げる。

1 つ目の問題は、質を保証する外的な強制力が教養科目にはない点である。大学で科目を提供する場合、質を保証する直接のしくみは、単位を履修者に与えることである。専門科目であれば、先述のとおり、単位の可否は、その者が次の段階に進めるかどうかによって決まる。すなわち、次の段階によって質が外的に強制されるのである。その最後は、学士の学位ということになる。しかし、教養科目には次の段階がない。そのため、外的に質を制約するものがなく、科目単独で質を保証することになるのである。これは次の事態を招く遠因となっている。

2 つ目の問題は、その単位認定に実質的に基準がない点である。大学の単位認定にはもちろん基準がある。しかし、実際には教員の裁量にゆだねられるところが非常に大きい。そのため、大学や教員によっては、出席しているだけで A をつけたり、でたらめなレポートでも単位を出したりする例があるようである¹。これは質の保証を放棄しているに等しく、もはや教育機関の役割を果たしてはいない。

¹ 早稲田大学政治経済学部は、厳格な相対評価を導入している。

3 つ目の問題は、科目の運用上の問題である。それは、科目を設置する大学側にしっかりとした質保証の意図や基準があったとしても、科目を実際に担当する教員がその通りに実施しないというものである。原因には、双方の意思疎通が十分でないことが挙げられる。特に、教養科目を非常勤講師が担当することは珍しいことではない。そのような場合、新規担当に際して十分な説明がない場合も多いものと思われる。

5 まとめ

以上、大学の教養教育における課題として、初めに目標の設定のしかた、次に質保証のありかたを挙げ、それぞれに問題点を示した。最初に述べたとおり、教養は天文教育上の重要な砦の 1 つである。にもかかわらず、高校までの課程に比べて、現実の教養教育が直面している状況は、幾分、無法地帯ともいえるものである。今後、天文教育普及研究会で議論を深めていくことができれば幸いである。

天文学を通じた社会と理科の総合学習の試行

林 隆之（麻布学園，慶應義塾中等部，国立天文台）

Trial of comprehensive studies of history and science through astronomy

Takayuki J. Hayashi (Azabu Gakuen, Keio Gijyuku Chutobu, National Astronomical Observatory of Japan)

Abstract

Curriculum of Japanese junior and senior high schools are defined under each subject. In this situation, cross-sectional topic could be overlooked. To construct efficient curriculum by which students can study connection between different fields, at Keio Gijyuku Chutobu we tried to build up a half-year course of the history of astronomy. In this paper, we introduce its brief overview.

1. はじめに：中学校・高等学校の教科教育における課題

中学・高等学校では教科担任制のもとで各教科・科目の教育が行われている。教科・科目の区分を設けることは特定の視点に立って対象を俯瞰することを意味し、体系的に1つの学問分野を学習する際に効果的である。しかし、その弊害もある。対象は必ずしも教科・科目の区分に収まるとは限らず、教科・科目という特定の視点に立ったがゆえに見落とす事項も出てくる。特に、教科・科目の境界に位置する対象が欠けることで、本来は連続的であるはずの学問分野どうしの繋がりが見えなくなってしまう。

また、事実を語らずに『真実』を語り、近代科学の土俵に乗らない各種の疑似科学や陰謀論などに対して中学・高等学校の教科教育は対処できているのだろうか。これまでも「水からの伝言」をはじめとする疑似科学が学校教育の中で影を見せてはいた。その上で、東北地方太平洋沖地震や福島第一原子力発電所の事故をきっかけとして各種の陰謀論が大きく語られるようになり、いま改めて科学教育の役割が問われていると言えるだろう。

本講演では、以上の2つの課題に対処するカリキュラムを探るため、講演者が慶應義塾中等部で試行した天文学史の選択講義「宇宙と人類」の概要を紹介する。天文学は、時刻と座標を知るために古来より発達してきた分野であり、最古の学問の1つだと言える。歴史の中の天文学を語ることで、社会と理科の中間領域を紹介できると考えられ、分野同士の接点を確保することが期待される。また同時に、近代科学の成立以前・以後のコントラストを見せることで近代科学に対するメタな視点を獲得できると考えられる。

2. 慶應義塾中等部のカリキュラム

慶應義塾中等部では土曜授業（4限）を含む週6日制が採用されている（週当たり34限）。その中で、学習指導要領に定められた内容を扱う理科1分野・2分野は、中学の3学年を通じてそれぞれ週2限ずつ開講されている。これらに加え、学校独自の取り組みとして、中学3年生を対象とした選択科目を週1回、連続した2限で設定している。これは原則生徒自身が受講科目を選択するもので、生徒は半期ごとの講座を通年で2つ受講する（半期ごとの授業回数は11回）。例年、理科教員の担当講座としては、理科1分野の補習となる「理科演習」、通常の理科2分野では行えない解剖や野外見学を行う「生物・地学実習」の2つが開講されている。2014年度はこれらに加えて、天文学史を扱う「宇宙と人類」が講演者の担当として開講されている。

3. 選択科目「宇宙と人類」の概要

前述の通り、本講座は半期 11 回の講座である。2014 年度前期の講義予定を表 1 にまとめた。座学での講義がその中心で、1 回あたり 90 分の時間のうち前半を時代背景の解説（社会に相当する内容）、後半をその時代における天文学の紹介（理科に相当する内容）に割いている。時代背景の解説に関しては、時代考証のなされた映画などを通し、映像で雰囲気を感じ取って貰うことを重視している（参考：2014 年度上半期は「NHK スペシャル 四大文明」「アレキサンダー」「ベン・ハー」「薔薇の名前」「天地明察」を視聴した）。

表 1

日付	題名	内容
4 月 15 日	Introduction	宇宙の大きさと構造
4 月 22 日	現代の宇宙観 ①	宇宙の距離はしご
5 月 13 日	古代の宇宙観 ①	四大文明の天文知識
5 月 20 日	古代の宇宙観 ②	古代ギリシアにおける学問の発祥
5 月 27 日	古代の宇宙観 ③	プトレマイオスの天動説宇宙
6 月 3 日	中世の宇宙観	中世ヨーロッパとイスラム世界、ルネサンス
6 月 10 日	実験：三角測量	奥行きの測り方
6 月 24 日	研究室訪問	慶應義塾大学 理工学部 岡研究室の訪問
9 月 9 日	日本の宇宙観 ①	映画「天地明察」の鑑賞
9 月 16 日	日本の宇宙観 ②	古代中国から日本に渡った天文知識
9 月 30 日	日本の宇宙観 ③	幕府天文方から東京帝国大学までの系譜

4. 講義で扱ったトピックの例

・学問のはしりとしての古代ギリシア哲学とその宇宙観 — 倫理との接続

2500 年前、古代ギリシアのポリスではアゴラと呼ばれる広場でポリスとしての意思決定がなされた。その議論はやがて「ポリスの市民としていかに生きるか」という、今で言うところの古代ギリシア哲学に発展していく。なお、この当時の「哲学」は学問全体のことを指し、理性をもって自然界を含む世界を捉えようとしていたところに特徴がある。これは近代科学の源流に相当する。また、哲学者のプラトンは「イデア（ものごとの真の姿）」という概念を持ち出したことで有名だが、その思想は古代ギリシアの宇宙観にも表れている。例えば当時、プラトンやアリストテレスにより天動説宇宙が語られていたが、星々の存在する世界はイデアの思想を背景としている。これらの思想がプトレマイオスらの天動説宇宙に繋がる。

➔ 古代ギリシア哲学自体は高校倫理で扱われる。しかし、ポリスの中での学問という記述にとどまり、科学や天文学との接点が教科書で語られることはない。このような現状で、以上のようなトピックを紹介することは、倫理と地学（天文学）の境界領域に踏み込むことに繋がる。また、当時の学問の多くで実証が伴わなかった点に注目することで、近代科学とのコントラストも見せられるだろう。

・地動説確定までの経緯 — 世界史との接続

アレキサンダー大王がオリエント世界を統一した前後の古代ギリシアでは、天動説宇宙だけでなく（アリストアルコスらにより）地動説も提唱されていた。天動説や地動説の論争は宗教裁判と絡めて中世の話として語られることが多いが、古代ギリシアで既にこれらの基礎ができあがっていたことは注目に値する。また、古代ギリシアでは学説の多様性に寛容だった。しかし、中世のキリスト教世界では人類や地球を特別な存在と見なしていたことなどが影響し、ルネサンスまでは2つのモデルのどちらが正しいかという議論に大きな進展はなかった。

➔ アレキサンダー大王による「世界制覇」が知識の交流をもたらした。その後、地動説や天動説が議論されたことは、現代科学における意見交換の重要性を考えるにあたって注目に値する。また、世界史では西欧文明（キリスト教文化圏）が大きく取り扱われることが多く、取り扱いの小さな地域と比べて西欧文明が「進んでいる」という印象を抱きやすい。しかし、天文学に対して、キリスト教の思想が必ずしも良い影響をもたらしたわけではない。当時、多くの最前線の研究は、社会の安定していたイスラム世界でも行われており、おそらくこの事実は生徒にとって意外な話題であろう。以上の話題は、世界史と地学（天文学）の境界領域にあたる。

・ニュートンの逆二乗力（万有引力）発見までの経緯 — 物理との接続

万有引力の発見にまつわる逸話として「ニュートンは落下するリンゴを見て万有引力をひらめいた」というものがある。しかし、「落下するリンゴ」は万有引力を見出すきっかけの1つであっても、最大のものではない。ニュートンはコペルニクスやケプラーの築いた地動説宇宙を説明する基本原理の1つとして万有引力を見出したのだ。

➔ 史実ではケプラーの法則を説明する原理として、ニュートンの運動法則や万有引力が帰納的に発見される。しかし、高校物理では逆の順序で演繹的に学ぶことになる。高校物理を学ぶ前に、ニュートンの運動法則が2000年にわたる天動説・地動説の論争の中で生まれたものだということは高校物理を学習する動機づけになるだろうか。以上の話題は、物理と地学（天文学）の境界領域にあたる。

・ガリレオの業績の本質 — 近代科学とはなにか

ガリレオは当時既に発明されていた望遠鏡を天に向けて星々を観察することを思い立つ。その結果、金星の食や木星の衛星を発見し、これを根拠として地動説の直接証明を成し遂げることになる。

➔ ガリレオの名前を知らない生徒は皆無といって良いだろう。近年出版されたベストセラー小説のタイトルにもなっており、彼の名は科学者の代名詞であると言える。しかし、彼が成し遂げた業績について正しく理解している生徒は少ないのではないだろうか。地動説を主張したが故に宗教裁判にかけられ、自説を曲げずに主張したことによるヒーロー性があまりに強調されすぎていないだろうか。実際のところ、彼が科学者として評価されているのは「金星の満ち欠け」を発見し、地動説を実証したという点にある。生徒の認識とのギャップを浮き立たせることで、近代科学における実証の重要性や、陰謀論・疑似科学の問題点を伝える格好の教材になるだろう。

5. おわりに

異なる学問分野どうしの繋がりや、我々の生活基盤となっている近代科学の形成されてきた経緯を見せるためには、社会と理科の内容を織り交ぜた授業を展開することが有意義だと考えられる。以上を確認し、教科・科目の枠に縛られないカリキュラムを探るために、2014年度上半期に講演者は天文学史の講義に取り組んだ。今年度は定められた枠の中で展開できる話題の模索だ

けとなったが、今後は同様の趣旨で開発された教材との比較や学習効果の評価を通じ、カリキュラムをより洗練されたものに改めてゆきたい。

参考文献

「宇宙観 5000 年史 - 人類は宇宙をどうみてきたか」, 2011, 中村士・岡村定矩

「宇宙論と神」, 2014, 池内了

「知りたいサイエンス, 江戸の天文学者 - 星空を駆ける」, 2008, 中村士

「知識ゼロからの科学史入門」, 2012, 池内了

質疑応答

Q: 中学3年生に対する科学史の理解度はどうであろうか. 科学「史」は, 各々の科学を知っている人が結びつける「史」と考える. その点から見ると科学の基礎 (例えば, 地動説・天動説がなぜ区別できる, 運動方程式や万有引力を知っている, など) を知らない段階での理解度 (あるいは, 科学的批評ができる力) はどうであろうか? (大西浩次さん)

A: 正直なところ, 理解度自体はそこまで高くないだろう. 慶應義塾中等部の中学3年生前半段階では, 世界史は当然のことながら, 理科2分野の天文分野の学習も済んでいない. このように社会と理科の双方の知識がない現状では, 「世界史の中の天文学」の完全な理解は難しいと早くに気づいた. そこで講義を進める中で目標を修正し, 「一見すると離れた学問分野同士も繋がりを持ち, 高等学校で科目が細分化されてもその点は変わらない」 ことを感じ取って貰うことを主眼とするに至った. 一方, 日本史に関しては小学校以来の学習で通史の理解は済んでおり, 講義の後半で扱った「日本の天文学」に対する理解度は比較的高いと感じた. 当たり前のことではあるが, 大切なのは各教科・科目で得た既存の知識をベースに話題を展開することなのだろう. 今後は他教科教員との連携を密にする必要性を感じた. なお今回の講義では, 科学的批評できる力の醸成まで手が回らなかった. 今後, カリキュラムを改善するにあたっての課題としたい.

Q: 旧課程の「理科基礎」は, 科学史を中心に作られた科目です. この「科目」があるほど「科学史」を中心とした教育研究がおこなわれています. この研究も調査してみてください (コメント). (大西浩次さん)

A: ご指摘ありがとうございます. 今後, 参考にしたいと思います.

この 50 年間で中学教科書の天文に関する

記述はどのように変わってきたか

石井 馨（日食情報センター）

How did the description change the astronomy? of the junior high school textbooks in these 50 years?

Kaoru Ishii (Solar Eclipse Information Center)

Abstract

In this report, I clarify whether there is the difference between what kinds of generations for the astronomy education that has been performed at a junior high school. Thereby, I grope for the astronomy commentary method every generation at the place of the social education and in this way perform a proposal to future school education.

1. 本調査の背景

本調査を行うことになったきっかけは、天体観望会での年配者からの次のような指摘であった。「わたしが学校で教わって来た宇宙像は、今ではさぞかし陳腐化しているのではないか」

この発言の背景には、冥王星が惑星の分類から外れ、太陽系外縁天体が紹介されるようになり、更には昨今の日本史ブームの影響もあると思われる。「鎌倉幕府の成立は 1192 年ではない」とか、「現在は『仁徳天皇陵』とは呼ばずに『大仙陵古墳』と呼ぶ」というような、自分たちが学校で教わった知識に修正を促す情報に触れれば、もう一度日本史を学びなおしてみようという知的欲求が生まれるものである。天文学においても、教育普及の立場から世代毎に「学びなおし」を行うべき知識にどのようなものがあるかを明らかにすることを目的として本調査を行った。

2. 調査方針と方法

調査結果として取得したいと考えた情報は、「学校教育で学んだ、世代毎に共通する天文知識の中で、修正を要する情報」の抽出を行うことである。このため、調査の範囲を『昭和 37 年以降の中学校教科書』に限定した。理由は次のとおりである。

- 1) 小学校では、太陽、月、星など天体の動きの観察が主体の教育となっており、修正を要する天文知識の記述が見受け難い。また高校の地学教育は選択制であるため、世代に共通する天文知識の範囲として、本調査では中学校教科書に限定した。
- 2) 昭和 37 年以前の学習指導要領は、授業内容や教科書の記述に対する拘束性が緩く、教育現場の自由度が高かった。従って、その世代に共通する天文知識の範囲が曖昧であると考え、本調査の対象からは除外した。

調査方針としては、昭和 37 年以降の、各年代毎（学習指導要領が変わる毎）の代表的な中学校教科書を調査し、それぞれの教科書の天文に関わる単元において太字で記述してある天文用語を抽出すること。更には、解説内容が時代とともに、どのように変化してきたかを、定性的に捉えることとし、いずれも旧教科書の蔵書が多い以下の図書館を利用した。

- ① 教科書研究センター附属教科書図書館

〒135-0015 東京都江東区千石 1 丁目 9 番 28 号

- ② 東京学芸大学附属図書館

〒184-8501 東京都小金井市貫井北町 4 丁目 1 番 1 号

この内、「教科書研究センター附属教科書図書館」は、旧教科書は開架式となっており自由閲覧が出来るが、貸し出しは行っていない。また、「東京学芸大学附属図書館」は、旧教科書は閉架式で自由閲覧は出来ないが、2週間の貸し出し期間がある（希少本を除く）。

中学校教科書の中で天文に関しては「第2分野」の教科書に記述されているが、第2分野の教科書は、年代や教科書出版会社によって「学年毎に分かれているもの」、「上下巻に分かれているもの」など様々であり、更には学習指導要領によって、年代ごとにどの学年で天文を扱うかも異なっている。このため調査すべき（天文の記述がある）教科書の巻数を、開架式の「教科書研究センター附属教科書図書館」での閲覧で確認し、記述内容の詳細調査は「東京学芸大学附属図書館」からの貸し出しによって行うこととした。今回、調査できた教科書は以下の通りである。

出版年	学習指導要領告示	啓林館	大日本図書	東京書籍	日本書籍	教育出版	学校図書
昭和37年	昭和36年	○	○	○	○		
昭和43年	〃	○	○	○		○	○
昭和47年	昭和44年	○	○	○			
昭和58年	昭和56年	○	○	○			
平成5年	平成元年	○	○	○			
平成8年	〃	○	○	○			
平成14年	平成10年	○	○	○			
平成24年	平成23年	○	○	○			

<表1 調査教科書一覧>

3. 調査結果

天文分野における、年度毎の教科書の扱う学年と記述の特徴として、次のような傾向があった。

- 昭和37年版（第3学年） 系統性を重視し、詰め込み教育
- 昭和47年版（第1学年） 詰め込みを大幅に削減し、観察や実習を重視
- 昭和58年版（第1学年） 太陽熱放射に関する内容が削減
- 平成5年版（第1学年） 学習範囲は太陽系までとなる
- 平成14年版（第3学年） 地球や月の天体としての特徴が削減
- 平成24年版（第3学年） 学習範囲は恒星、銀河系まで復活

複数の教科書が太字で扱った天文用語に関しては、例えば昭和37年版と平成14年版で次のような差があった。

地軸	赤道				
緯線	経線	緯度	経度	子午線	
大陸だ	大洋底	大陸斜面	海こう	海えん	
海流	黒潮	親潮	暖流	寒流	
外とう部	内核	大気圏	対流圏	成層圏	電離層
天球	日周運動	南中	公転		
黄道	春分点	秋分点	春分	秋分	
冬至	夏至				
平均太陽日	平均太陽時	地方時			
世界時	日本標準時	日付変更線	太陽暦		
上弦	満月	下弦	大潮	小潮	潮流
月食	部分日食	皆既日食	金環日食	皆既月食	部分月食
光球	彩層	紅炎	コロナ		
衛星	太陽系	ほうき星	すい星	いん石	年周視差
光度	光年	星団	星雲		

天球	南中	南中高度
地軸	自転	公転
黒点		
日周運動	黄道	
太陽系	惑星	

<表3 平成14年度版教科書の天文用語>

<表2 昭和37年度版教科書の天文用語>

昭和37年版の教科書は、スプートニクショックの時代的背景もあり、理科教育の中でも天文・宇宙分野の記述比率は高いが、全体的に学ぶべき内容は範囲が多すぎる印象であり、限られた時間内に全てを教えることは難しかったのではないかと思われる。

それぞれの用語に関する記述は、現代の天文学の知見と比較して異なる点は次の通り。

3-1) 教科書によっては現在の知見と異なっていた説明

① 日本書籍株式会社（昭和 37 年）

「太陽の表面」に関する記述の中で、「太陽の光を分光器にかけて見ると、明るい帯状のスペクトルの中にたくさんの黒い線が見える。これは太陽面をガスの層が取り巻いていて、太陽面から出た光を吸収するためである。このガスの厚さは、約 1 万 km もあり、上層部を彩層、下層部を反彩層という。」という記述がある。現代では温度勾配によって吸収が起こることが知られており、「反彩層」という層の存在は否定されている。

② 啓林館（昭和 37 年）

「ほうき星（すい星）は、おもに気体でできていて自分で光り、形のぼんやりした星である。」という記述があるが、現代では探査衛星による調査などで、すい星は氷や塵などから構成されており、太陽からの放射熱によって光度が変わることが知られている。

③ 東京書籍（昭和 37 年）及び、教育出版（昭和 43 年）

「土星の輪は 3 つの部分に分かれている」という記述がある。地上からの望遠鏡観測で命名された、A 環、B 環、C 環のことを指し示していると思われる。パイオニアやボエジャー等の探査衛星が土星の輪の詳細写真を撮影した以降は、無数の輪の集合体という解説となっている。

3-2) 教科書によらず、共通して現在の知見と異なっていた説明

3-2-1) 火星に関する記述

昭和 40 年代前半までの中学校教科書における火星に関する記述は、「緑色（もしくは暗緑色）に見える部分がある」という色の記述と、火星の季節によって緑色の見られる範囲が異なることから、植物の存在を示唆する記述が多くみられる。以下に幾つかの例を示す。

① 啓林館（昭和 37 年）

「暗緑色に見える場所は、植物のはえている所であろうといわれている」

② 東京書籍（昭和 43 年）

「暗緑の部分には下等な植物群」

③ 教育出版（昭和 43 年）

「緑色の部分が見えることから、植物があるのではないかと考えられている」

これらの記述は、昭和 46 年以降の教科書の記述には見られなくなる。マリナー 4 号、6 号による探査の情報が影響したものと思われる。

3-2-2) アンドロメダ銀河に関する記述

平成 5 年に教科書の記述から消えるまでは、「アンドロメダ座の大星雲」という記述となっている。更に、銀河系や「アンドロメダ座の大星雲」の仲間を、「島宇宙」、「うずまき星雲」、「銀河系外星雲」というような用語で説明しているが、教科書間の統一性に欠けている。

大きさは銀河系とほぼ同じという説明で、距離は 150 万光年～230 万光年まで、時代と教科書によってまちまちである。銀河系の 2 倍の直径を持ち、局部銀河群の中では最大の銀河というイメージは、学校教育の中では得られていない。

4. 中学での天文教育の世代間相違例

本調査によって明らかになった、学んだ教科書に依存せずに世代間相違となっている天文知識には次のようなものがある。

- 1) 昭和 45 年以前に教育を受けた方（現在 59 歳以上）は火星に植物が生息していると教わっていた。
- 2) アンドロメダ銀河は 34 歳以上の方は「アンドロメダ座の大星雲」という名称で、銀河系とほぼ同じ大きさと教わっていた。18～33 歳は学校で習わなかった。

5. 今後の教科書への要望

最後に、数多くの教科書を調査した立場から、今後の教科書への要望事項をまとめておく。

本件は、単に教科書での記述ということに限定せず、天文分野における学習指導要領を再考する際の参考としていただければ幸いである。

5-1) 学習範囲に関して

昨今の教科書は、ハッブル宇宙望遠鏡やすばる望遠鏡、或いは惑星探査機による画像など、見た目が綺麗な写真が多く掲載されているが、かつての「火星に植物がいたかも知れない」というような「想像力を育む内容」に乏しい。また、最新の天文学が描き出すダイナミックな宇宙像が十分に伝わる内容になっていないように思われる。例えば、「太陽系外惑星と生命」とか「銀河系自転とダークマター」など、眼で見えていない写真にも取られていないが、存在することを予見させるようなテーマの教育があって欲しい。更に付け加えるなら、第2分野では自然環境の保全を考えさせているので「光害」に関しても言及して欲しい。

5-2) 「金星の満ち欠け」は本当に必要か？

上記の様な「想像力を育む内容」を追加するにあたり、学習時間の不足から現状の学習内容の削減を必要とするのであれば、「金星の満ち欠け」の項目がバランス的に不釣り合いであるように見受けられる。現在の教科書の中で「金星の満ち欠け」の項目は唐突に現れ、他の天文の事象との関連性も希薄な記述が多い。

5-3) 銀河系の形状について

中等教育に置いては、視覚的な印象による刷り込みというのは非常に重要である。我々は銀河系の姿を直接見ることが出来ないので、お隣のアンドロメダ銀河の写真を見て、銀河系も「渦巻銀河」の姿であると想像しており、この宇宙観が長らく固定化されているように思われる。

もうそろそろ、銀河系はアンドロメダ銀河のような「渦巻銀河」ではなく、「棒渦巻銀河」の形状という説明と想像図が出て来て欲しいものである。

5-4) 銀河系の恒星数

最新刊の教科書で同じ出版年にも関わらず、銀河系の恒星数は 2000 億個（大日本図書）と、1000 億個（東京書籍）というように、教科書会社によって異なった記述が混在している。これは、理科年表の「銀河系の可視総質量」の記述が 2004 年に変わったことが要因と思われ、東京書籍もかつては 2000 億個と表記していたものを、2004 年以降は 1000 億個に半減させた記述にしていることから採用した理科年表の発行年による違いであることは明らかである。

教科書会社によって、数値の記述に採用する理科年表の発行年が異なっている（別な言い方をすれば、同じ年代なのに学校によって教わる数字が異なっている）というのは、中等教育においてはいかがなものだろうか。もしも教科書を記述する側に、「天文学においては 2 倍程度の数字の差は誤差の範囲」というような『少々雑な数字の扱い方』の意識が蔓延しているのであれば、これを正すような何らかの統一基準が必要ではないかと思われる。

6. まとめ

教科書は時代に応じて新しい知見を取り入れることにより変わるべきところは変わっていく。そして変わった内容を生涯学習のネタとしてまとめていく必要がある。

更に天文分野に関して言うならば、記述が変わった内容そのものよりも、変えた経緯や理由の部分にこそ、もっとも“天文学の面白さ”を伝える部分が含まれていると思われる。

「何故、そのように思われていたか」、「何故、その考えが変わったか」という部分にスポットを当てつつ、それを学校教育や生涯教育の現場にフィードバックすることを検討していきたい。

参考文献

- [1] 「戦後中学校教科書の中の惑星記述の変遷」, 2007, 和歌山大学教育学部 真鍋未来
- [2] 「学習指導要領の改訂に伴う地学領域の内容の変遷」, 2008, 名古屋地学 70 号 1-8 ページ
- [3] 学習指導要領データベース <https://www.nier.go.jp/guideline/>

国立天文台・三鷹の「見学ガイド」(点字版)の作成

藤原 晴美

Development of the braille guidebook of National Astronomical Observatory of Japan (NAOJ), Mitaka Campus

Harumi Fujiwara

Abstract

I was involved in developing the braille guidebook for visitors to the NAOJ Mitaka Campus. Two visually impaired persons (including me) and an expert of developing tactile maps worked together with a NAOJ staff. I will introduce our process how we developed a user-friendly, braille guidebook.

1. はじめに

2013 年 9 月に開催された、第二回ユニバーサルデザイン天文教育研究会(*1)開催準備の打ち合わせが始まった頃、国立天文台・天文情報センターの臼田・佐藤功美子さんから私に、「三鷹キャンパスの見学ガイドブックの点字版を作りたいので、モニターとしてご協力いただきたい」という話があった。前回国立天文台の点字版パンフレットが出版されたのが 2006 年のことで、その内容も古くなっている。見学に来た方々に受付(守衛所)で配布している、「国立天文台三鷹・見学ガイド」の墨字(*2)のリーフレットをもとに点字版を作成したい、とのことであった。

2. ガイドブックに求められる条件

A. 天文台を初めて訪れる人にとってわかりやすい説明

読者の大半は、国立天文台を初めて訪れる人、天文学にあまり詳しくない人であろう。そのような人たちこそ"普及"の対象者だと私は考える。

B. 構内の触地図(*3)の掲載

臼田・佐藤さんの話を聞いて真っ先に私の脳裏に浮かんだのは、国立天文台の前身である東京天文台の一般公開の日(現・「三鷹・星と宇宙の日」)に配布されていた構内(台内)の略図だった。当時私は弱視だったが、主な道と見学できる施設の位置が記してあったのを覚えている。今回作成する「ガイドブック」には同様に、見学コースの道と常時公開の施設の位置を記した触地図を載せたい。

C. 野外でも読みやすい形態

見学者にはガイドブックを携帯しながら見学してほしいので、あまり厚くなつては不便である。各公開施設の説明文が冗長にならないようにして、全体のボリュームに注意する。また、机の上に置かなくても、見学コースをまわりながら、任意の場所に立ち止まって読めるものであってこそガイドブックである。リング綴じなど製本を工夫することで、片手でも持てて、もう一方の手で触読できるようにする。

D. ロービジョン(*4)への配慮

視覚はあるが見えにくいロービジョンの方用のガイドブックであることも望ましい。大きめの活字と見やすい文字フォント(20 ポイント、MS ゴシック体が標準)を併記して、ロービジョンの人々にとっても可能な限り見やすい(*5)ものにすべきである。

E. 返却不要

点字版の資料を用意しているものの、来館者が帰る時に、それを館に返却してもらうようにしている博物館や美術館もある。そのような貸出方式の資料ではなく、三鷹キャンパスを訪れた人が「持ち帰ることができるガイドブック」にすべきである。

3. 国立天文台「見学ガイド」作成プロジェクトチーム

モニターを引き受けるにあたって、最初の段階から私一人で行うべきではないと考えた。私は子どもの頃から天文学が大好きだった。1968 年、国立天文台がまだ東京天文台だった頃から、毎年のように公開の日などに三鷹に行き、構内を歩き、望遠鏡や観測施設を見ている。その情景を今もしっかりと記憶している。そんな私一人だけがモニターを務めたのでは、初めて見学に来る人のためのガイドブックにはならないだろうと思ったからである。そこで、武者さん（全盲、サウンドスケープ・デザイナー）、和田さん（晴眼者、日本点字図書館(*6)）にもモニターに加わってもらってはどうかと、臼田・佐藤さんに提案した。協力を快諾してくれたこの二人は、一度も三鷹キャンパスに行ったことがなかった。

臼田・佐藤さん、武者さん、和田さん、私の 4 名で「国立天文台見学ガイド作成プロジェクトチーム」が誕生した。私たちは説明文の表現等について、メールを利用して様々な意見交換を行うかたわら、この間に 2 回、三鷹キャンパスに集まって話し合いの機会を持った。

4. 2 度にわたる天文台での検討会

2013 年 11 月 17 日、4 名が天文台で 1 回目の検討会を行い、説明の対象となる見学コースをみんなで見て回ったり、説明文についての詳細な検討を行ったりした。武者さんと和田さんから、「見学ガイド」点字版の原稿に対して、初めて三鷹キャンパスを訪問された方ならではの意見が出た。長年三鷹キャンパスに来ていた私や、国立天文台で勤務している臼田・佐藤さんには気付かない観点であり、「見学ガイド」作成に、この 2 人をモニターとして推薦した私の判断が正しかったと確信した。

2014 年 1 月 14 日に、再び 4 名が国立天文台に集まって、最終稿の検討を行った。この日、日本点字図書館が作成した点字版の「見学ガイド」の試作版（構内案内の触地図も含めて）が提示された。私たちはそれを丹念に見ながら、以下のポイントについて話し合った。

A. 本文について

- (1) ページレイアウトに無理や無駄はないか。
- (2) 囲みコラムの配置は適切か。
- (3) 漢字の説明などの注釈は適切で分かり易いか。

B. 台内案内図について

- (1) 触地図の説明と凡例はこれでよいか。
- (2) 地図上では長い施設名は省略して書かなければならないが(*7)、その略語は適切か。元の施設名を連想し易いか。
- (3) 地図上で略語の文字列と、道や○印との位置関係は適切か。触察で分かりにくい所はないか。

5. 日本語の点訳

墨字原本をそのまま一字一句忠実に点字化・音声化（朗読など）するのが、点訳・音訳だと思われる人がいるかも知れない。大切な要件ではあるが、ジャンルによっては、触って読む点字、耳で聞く音声の特性から、それだけでは正確で十分な情報が読者に伝えられないこともある。

特に日本語の点字は、ひらがな・カタカナ・漢字の区別がない完全な表音文字なので(*8)、漢字かな混じり文を点訳しようとする時(*9)、読者が誤解したり混乱したりしないように心がける必要がある。同音異字が多い日本語ならではの事情かもしれないが、その語句の文字づかい（どんな漢字を書くのかなど）の説明を、本文中に注釈として挿入することがある。以下に今回点訳で悩んだ箇所を示す。

(1) 子午線（しごせん）の説明

方位と十二支の関係を知らない人でも、点字を読んで（あるいは読み聞かせてもらって）根や値でない「子」、馬でない「午」を正しく連想してくれるのか、と心配があった。解決策として

真北を「子（ね） → 子午線の子。読み方は、「しごせんのし」

真南を「午（うま） → 子午線の午。読み方は「しごせんのご」と説明した。

(2) バスの名前

「京王バス（武 91）調布駅北口行き」の「武」の読み方がわからず、臼田・佐藤さんがバス会社に問い合わせをして、それは「む」と読むのだとわかった。そこで点字では、

武「む」読み方は、「むさしの む」と説明した。

(3) 複数の読み方が可能な語句

複数の読み方が許される漢字混じりの語句は、どう点訳するのが適切なのか悩むことが多い(*10)。人名や地名のような有名な固有名詞は、読み方を辞書などで調べることが可能である。しかし、それだけでは解決できないケースもある。正確さを求めようとするなら、どの読み方を用いたかったのかを（可能ならばだが）原本の著者に尋ねてみるほかはない。「見学ガイド」にも下記のような事例があった。

○「日本」の天文学のナショナルセンターです。

読み：にほん or にっぽん → 「にほん」と点訳

○「その後」、半地下の大暗室に導かれ

読み：そのあと or そのご or そののち → 「そのあと」と点訳

6. 「見学ガイド」の完成

2014年3月6日、完成したA4版の「自然科学研究機構国立天文台・三鷹キャンパス見学ガイド」が2部、私の手許に届いた。点字と見やすい大きな活字が、同じページに印刷してある。リング綴じ製本なので、めくったページを順に下に重ねて行ける。これで机のような台を必要とせず、片手で持って、もう一方の手で点字を読める。見学中に野外でも立ち止まって読むことも可能である。A4版と少し大きめなのはやむを得ないが、全体はあまり厚くなく、私がずっと思い描いていたような見学ガイドブックらしい冊子になっていた。

この「見学ガイド」点字版は、受付（守衛所）で受け取ることができる。事前に受け取りたい方への郵送サービスも行っている。

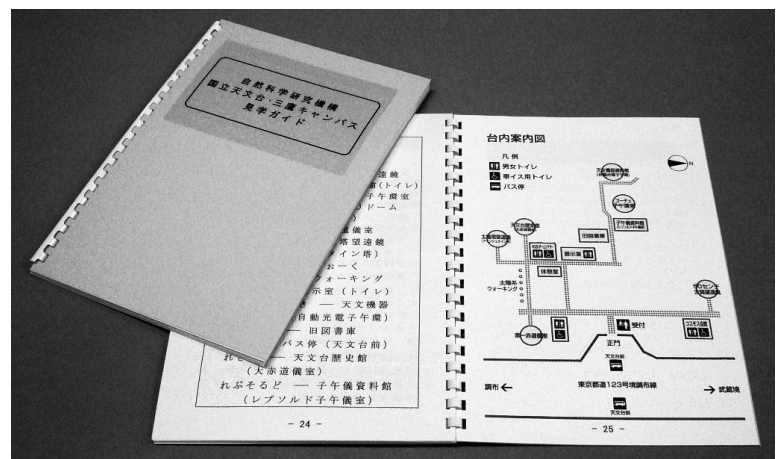


図1 完成した「自然科学研究機構国立天文台・三鷹キャンパス見学ガイド」点字版

7. おわりに

あるサッカー解説者が、ラジオ番組の中で次のようなことを語っていた。「欧米には、いつでも、誰でも、どこでも、サッカーができる環境がある。しかし、日本はまだまだ、いつか、誰か、どこか、でサッカーをやっている状況にある。」

私はそれを聞いて、「サッカーだけではない。天文教育・普及も、バリアフリー化・ユニバーサルデザインに対する姿勢も、まだ、いつでも、誰でも、どこでもにはなっていないな」と思った。人々の（私も含めて）心の中に、「いつか…、誰か…、どこか…」という考えが潜んでいないだろうか。

いつか：時間がたてば、待っていれば、そのうち、→「何とかなるだろう。」という考え

誰か：私でなくても→「誰かがやるだろう。誰かがやってくれるだろう。」という考え

どこか：ここでもなくとも→「どこかの施設がやるだろう。それでいいのでは。」という考え

いつでも、誰でも、どこでも、天文教育・普及の活動をしている。いつでも、誰でも、どこでも、バリアフリー化・ユニバーサルデザインのための活動をしている。そういう環境に少しでも近づけるために、私も何かをしなければならぬまい。では何ができるのか。初期のプロトタイプを作る段階から当事者として、グループの一員として、国立天文台の「見学ガイド」点字版の作成に参画し、それを完成させて行った過程を紹介することなら、私にもできるのではないだろうか。これが 2014 年天文教育普及研究会年会で口頭発表をしようと思った理由である。

注釈

(*1) 国立天文台主催、天文教育普及研究会共催で、2013 年 9 月 28 日・29 日に、国立天文台三鷹キャンパスにて開催された。その時の集録が天文教育普及研究会サイト内にある。

<http://tenkyo.net/wg/ud2013/index.html>

(*2) 「すみじ」と読む。視覚を使って読み書きする文字のことを墨字という。

(*3) 手や指で触って読みとれるようになっている地図。「触知地図」と呼ばれることもある。

(*4) 視機能が弱く見えにくい状態。眼鏡などでの強制ができない。そのために日常生活などで不自由さを強いられることが多い。

(*5) 見えにくさや不自由さの状況は一人一人違う。

(*6) 社会福祉法人・日本点字図書館。東京都新宿区にある。

<http://www.nittento.or.jp/>

(*7) 点字は 1 文字のサイズが決まっているので、表や地図のような限られたスペースでは、「凡例」で示したように略号を書かなければならないことが多い。

(*8) 文字種を区別している日本語点字体系（六点漢字など）もあるが、現在は一般には広まっていない。

(*9) 朗読して録音したり、読み聞かせをするなどの音訳の場合もほぼ同じである。

(*10) 音訳も同じである。

藤原晴美（全盲、関東支部に所属） e-mail : h-fuji@mug.biglobe.ne.jp

新バリアフリー教材プロジェクト：手話版 DVD と立体模型

嶺重 慎（京都大学）

New Barrier-Free Education-Material Project: Sign-Language Version DVD and 3D Models

Shin Mineshige (Kyoto University)

Abstract

The new barrier-free learning material project is outlined with special focus on making the sing-language version DVD and 3D models.

1. はじめに

そもそも、天文教育・普及活動の目指す「究極」の姿は何であろうか？ 宇宙や天文に関する話題に接し、学び、探究し、感動や個々の思いをあらゆる方と共有する（そして人生を語る）ことではないだろうか。目的は多々あろうとも、対象に例外があってはならない（はずである）。日本の天文教育・普及活動は、ユニークでかつ先進的な取り組みが多いが、障害のある方、特に、視覚、聴覚に障害がある方へのアプローチはまだまだ不十分といえる。これは決して「特殊な」問題ではなく、天文教育・普及の根幹に関わる大問題のように、私には思われる。

天文教育の「ユニバーサル化」（誰もが等しく学び、感じる楽しみを共有すること）を目指す活動の一環として、われわれは、2007 年から天文のバリアフリー学習教材の製作に取り組み、それを用いて全国の盲学校等で出前授業・セミナーを行い[1]、年会ごとに報告をしてきた[2]。今回は、新しく始まったプロジェクトの紹介と進展状況について報告する。

昨年度から、高橋淳氏（水海道一高）らと新プロジェクトに取り組んでいる。その骨子は、①宇宙・地球・生命の歴史をテーマのテキストを書き下ろし、②点図や立体模型、手話版 DVD を試作してモニター調査を行い、③改善を重ねて活字版、点字・点図版、立体模型、DVD（音声版、電子ブック版、手話版）を完成させ、④特別支援学校等で出前授業を行い、結果を公表するものである。これらの過程に、専門研究者・教育者が関与し、障害者教育の専門家と連携して開発を進めるところに本プロジェクトの特徴がある。

今回のプロジェクトの新規な点は、①宇宙をベースとしながらも、地球や生命までテーマを拡げること、②聴覚障害児向けに新しく手話版 DVD を開発すること、③視覚障害児向けに 3D プリンタを使った立体模型教材を開発すること、この 3 点である。

2. 手話版教材開発¹

（1）背景

一般に、理系の本は図やグラフが多く、また学習の積み重ねが大切で、専門用語も多様で多彩であることから、障害者が理系学問を学習する際にはしばしば困難が伴う。今回、手話による教材の製作を強く要請された。「日本語による教材があるのになぜ？」と思われる方もおられるだろう。私もその一人だ。しかし、手話を母語（ふだん使うことば）としている生徒たちには、日本語でなく手話による教材の方が、より深い理解ができるからである。（このことは、日本人生徒が、同じ内容を勉強するのに、英語の教科書より日本語の教科書の方が理解がスムーズにいくことを考えればわかる。）しかし、日本手話をベースに製作した理系の学習教材は存在しない。

¹ 正確にいうと、手話には「日本手話」と「日本語対应手話」とある。ここでは前者の意味である。

日本手話による教材は、日本語による教材の単なる翻訳かという点、必ずしもそうではない。手話独特の考え方で教材を組み立てる必要がある。また、理系の科目を手話で表現することはあまりなされていないため、専門用語には工夫が必要となる。例えば、いきなり「恒星」（こ・う・せ・い）ということばだけを教えても、中身は伝わらない。「自分で光る星が恒星、惑星は自分では光らない」といった、補足説明の手話を適宜、挿入する必要があるのである。このあたり、手話をネイティブとしている人の感覚が必要である。一方、補足説明が長すぎると、全体の流れを逸する。そのあたりの微妙なバランスについて、専門家と、実際にろう学校等で手話で教えている教師、生徒、手話通訳者の間での協議が必須である。

専門用語や科学のものの考え方を、手話を用いて、手話の考え方に即して、初心者にもわかりやすく伝えるためノウハウを開発し、具体的な形にする必要性が生じた。

もう一点、現実的な問題は、手話で学問を学ぼうとも、生徒たちはいずれ「受験」という関門で日本語で答えることを強要されることである。手話で内容を理解しつつ、それを「日本語」でどう表現するかを合わせて学び取るという、2ステップの学習が彼ら・彼女らには要請される。だから、重要単語については、日本語（単語）を文字にして出すことも大事である。概念と日本語対応語を結びつけること、このことも学習に含めなくてはならない。

（２）手話版教材の仕様

新プロジェクトの柱の一つである手話版教材は、宇宙地球科学分野の学習教材を、日本で初めて日本手話ベースで製作するものである。上記の必要性に鑑み、教材の満たすべき条件は以下の通りである。

- ・天文（宇宙）に限らず、地球、生命の歴史なども含めた広い分野をカバーするものであること。
- ・聴覚障害のある学習者にわかりやすい手話表現であるために、手話演者は、
 - ①手話を母語とするものであること²
 - ②小中高生らを相手に日本手話による教育を行った経験が豊富なものであることといった条件が求められる。
- ・手話は動きが大事であるので、手話演者の動画をもとにした DVD 仕様の教材であること。各章は約 400 字のテキストで構成される。1 章当り数分、全体で 1 時間程度の長さであること。
- ・理系学問の学習には画像が重要であることから、テーマにふさわしい画像を適宜用いること。また、動画もあれば、より内容の理解が深めることができる。

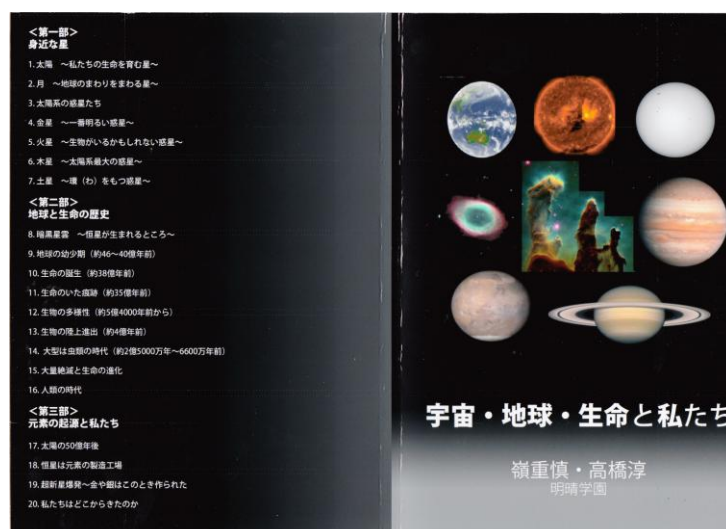


図 1：完成した手話版 DVD のパッケージ

² しばしば「ネイティブ」という言葉が使われる。生まれながら手話を母語としている人たちである。

(3) 手話版教材の特徴

以上の背景や必要性に鑑み、ろう児・ろう者を対象の学習教材（手話 DVD）の開発を進め、このほど完了した。手話通訳にはろう者（明晴学園で理科担当の現役教師の3名）が担当した。その撮影現場に私は立ち会うことができたが、その過程でいくつか興味深いことがあった。それは、日本語による表現と手話による表現との意外な違い（あるいは日本語の隠れた特性）である。

まず、日本語表現は多少あいまいでも成り立つ場合も、手話表現では論理をしっかりとさせないと成り立たないことがある。例えば手話では、主語をはっきりさせ、単数と複数を区別する必要がある。星が一個生まれると、二個生まれると、数個生まれるとでは（生まれるという手話動作を何回するかにより）表現が異なるのである。

第二に、手話は音声語に比べ、精確な立体表現が可能だということ。重力崩壊を例にとれば、3次元的に一点に向かって潰れる場合（手の平をすぼめて一点に縮める）と、2次元的に（面の平行移動で）潰れる場合（手の平を広げたまま両手を合わせる）とでは、手の動きが異なる。

時間の経過も大事である。動的に（瞬時に）潰れる場合（秒以下で手をつける）と、準静的にじわじわ潰れる場合（数秒かけてじわじわ手を接近させる）とでは、手を動かす速度が異なる。

だから、単に日本語の教科書を機械的に翻訳するのとはわけが違う。まさに日本語とは「違う言語」であることを思われる体験であった。科学の専門家と、ろう教育の専門家との連携、それも、撮影現場での実地の対話が不可欠なのである。こうして手話 DVD は、ろう児にとって日本語で原稿を読むより、はるかに深い理解を可能にするのである。

今後、このようなプロジェクトが広がっていくことを強く望みたい。なお、完成した DVD は関係者に無償配布する予定である。筆者まで問い合わせいただきたい。

3. 3Dプリンタによる立体模型製作

(1) 背景

視覚障害者向けの学習教材として、今まで平面的な「点図」をつくってきた。それを拡張し、現在、立体模型に取り組んでいる。京大の学内経費や三菱財団から助成金により、土星や銀河系の立体模型をつくって、盲学校などでの出前授業に用いるためである。そのため、今はやりの3D 立体プリンタ（図2左）を買ってきて、学生アルバイトの諸君に協力していただいている。

きっかけは、盲学校での出前授業である。点図教材を使い土星の構造を話した。何度も何度も「土星には環がある」と強調した。にも拘わらず、授業後のアンケートで「土星はどのような形をしていますか」と質問したら、生まれながらの全盲生徒は全員「楕円形をしている」との回答でがっかりした。やはり立体表現を、紙上の2次元で理解するのは困難である。なら、3次元模型をつくってしまおう、というわけである。ちょうどおりよく、3Dプリンタが比較的安価に手に入りそうになったことがプロジェクトを後押しした。ということで模型作りが始まった。



図2 3Dプリンタの外形（左）と3Dプリンタでつくった土星（右）

(2) 試作品と今後

図2はその試作品である。困ったのは、土星の本体と環を、どうくっつけるか。頭を悩ませましたが、結局、妙案もなく、橋渡しをしてつなげたものにした。土星の環の内縁、外縁のサイズは文献からとってきたものであるが、みてみれば、環が意外と大きく見える。実際、できたものを間近でながめてみると、何となく実感が湧いてくる。

さて、土星だけで満足しているわけではない。まずは、惑星の大きさ比べ、これは比較的簡単である。土星以外は、単なる球だからである。しかし、20cm 立方という大きさ制限があるので、これに木星を合わせると、水星や火星は直径1cm 以下、とても小さくて3D プリンタではつくれない。何かの玉で代用するしかない。

さて、アンモナイトや三葉虫の化石の模型を3D プリンタでつくろうかと考えていたら、「型をとって石膏でつくるのが手早い」と言われて、そういうものかと当初の信念がゆらいでいる。その代わり出てきたアイデアは、日本列島近辺におけるプレート運動や、台風の渦巻く雲を表す模型である。京大地球物理学教室の平原教授や余田教授と打合せをしていて、そんなテーマが浮かび上がった。うまくできるかどうか、お楽しみ。できたら、今年度後半から予定している全国の盲学校巡りに持参し、生徒たちに触ってもらって、感想を聞いてくる。

余談だが、私たちはふだん目でみてものごとがわかった気になっているが、見るだけではわからないこと、触ってみて初めてわかることがたくさんある。ざらざら感などの触感だけでなく、温度（暖かさ、冷たさ）、重さなどもわかる。また、裏表を同時に触察できるのも、目による観察ではまねができないものである。とはいうものの、模型に触って「宇宙（天体）を実感した」というのは、誤解が多い。模型は、形や大きさの学習に絞るべきである。

4. おわりに

教材作りも模型作りも、やり始めるととても奥が深いことに気づかされる。（本務がある中で）なかなか作業の時間がとれないのが悩みの種だが、出前授業でこどもたちが好奇心をあらわにどん欲に学ぶ姿勢に接してくれることを楽しみに、教材作りにはげんでいる。ここでは詳述を避けたが、地球の構造や、人間と地球環境との関わりをテーマの新テキスト執筆も、高橋淳氏、篠原秀雄氏（草加東高校教諭）らと進めている。活字版原稿の執筆をほぼ終了し、点字版製作の方と打合せをしたところである。それを使って、今年度も年末あたりから盲学校巡りをしようかと計画している。

最後に、今回のプロジェクトでは、明晴学園の斉藤道雄、長谷部倫子、狩野桂子、森田 明、澤村和哉の各先生方、読書工房の成松一郎氏、村上文氏、つくばバリアフリー学習会の北村まさみ氏、つくば技術大学の長岡英司教授と元教員の辰巳公子氏に大変お世話になった。また、立体模型製作では、京大大学院の、江見太郎、河端洋人、長友 竣の各氏にお願いした。この場を借りて御礼申し上げる。

参考文献

[1] 嶺重慎ほか (2011) 第25回天文教育研究会集録 p.137-140

[2] 嶺重慎ほか (2012) 第26回天文教育研究会集録 p.118-123

嶺重慎ほか (2013) 第27回天文教育研究会集録 p.96-99

質疑応答

Q：星の観測中のような真っ暗な場所で、目がくらまない説明文を映すには、どうすればよいでしょうか？ （佐藤章さん）

A：難しい質問です。とりあえず私は的確な答えをもっていません。今後の検討課題とさせていただきます。プラネタリウムにおける字幕投影などの経験をもっている方もおられるので、相談していきます。

宇宙を「癒やし」のために利用。

-筑波大学附属病院での実施例-

鈴木 裕行（筑波大学大学院）

Using the “Universe” for Healing: Practical example in University of Tsukuba Hospital

Hiroyuki Suzuki (University of Tsukuba)

Abstract

We held “Tanabata Star Festival” in University of Tsukuba Hospital, intending to exchange the surprising and excitement of the universe to “Healing” of many people in the hospital. In this paper, we introduce our motivation and practical example of our activities.

1. 活動のきっかけ

本活動は、「天プラ」のメンバーである方の誘いで東京医科歯科大学附属病院の小児科病棟での天文教室をお手伝いしたことに始まる。私自身、大学院に入った頃に研究の他に教育活動などといった課外活動を両立して行ってきたが、そのほぼ全てがいわゆる「宇宙好き・天文好き」を集めたイベントであった。しかし、小児科病棟で体験させてもらった活動はそのような趣旨でなく、私にとって非常に刺激的な経験で、日々の活動のモチベーションが転換するきっかけとなった。というのも、病棟に望遠鏡を持って行き、月をみせたり宇宙の話をしたりすることで、特に宇宙好きでない方でも、非常に楽しんでもらい、また、一瞬とても明るい雰囲気になったのに気がついたからである。また、その活動でもう一つ大事なことに気がついた事は、対象としていた小児病棟に入院している子どもたちだけでなく、付き添いの親御さん、その場にいた看護師も一緒に楽しんでもらえたことである。始まる前に子どもたちのための企画なのだと決めつけていた自分にとっては非常に驚いた光景であった。病院での入院の経験は私も少々あるが、非常に退屈で、閉鎖的で、あまりいいイメージは無い。また、外にでることも制限されたりする場合は、精神的にもその人の世界は狭くなりがちである。そのような環境に「宇宙」という非常にスケールの大きいトピックを提供することは、その驚き、感動が病院にいるすべての人にとっての「癒やし」に繋がるのではないかと感じた。

こういった経緯から、「宇宙」というトピックでいわゆる「科学振興」に重点を置いた活動を進めるのではなく、「宇宙好き・天文好き」を必ずしも対象とせず、「社会貢献」に重きをおいて宇宙を「利用」というモチベーションに変え、以下に説明するような活動を始めた。

2. 「七夕星まつり」の実施

上記した経験をさせてもらったことで、私が活動をしているフィールドである茨城県つくば市でも同様な活動ができないかと思い始めた。幸運にも、大学の友人で看護学類に在籍しており、且つ、天文好きな方がおり、その方に相談をしたところ、病院でアート活動をしている学生(今は社会人)や医学生にコネクションをつないでもらい、その4人で病院での活動を始めるようになった。筑波大学附属病院はボランティア活動を積極的に受け入れる病院で、特に大学の芸術学群と連携をしてアートによって病院内を明るくしようという活動が盛んに行われている。その、「病院のアートを育てる会議」に出席させてもらい、病院での活動の承認を得た。同時に、興味を持ってくれた看護師の方が非常に良くしてくれ、様々なアドバイスを頂けた。そしてその看護師、病院のアートコーディネーター(芸術の学生の紹介)の協力の下、七夕の季節に一つ大きなイ

イベントを行おうという流れとなり、7月3日(水)に宇宙にまつわるお祭りイベント「七夕星まつり」という院内イベントを実施した(図 1)。



図 1 病院の3連モニターを使用した七夕星まつりの告知の様子(芸術系学生が作成)

開催場所は病院の12階にある広いラウンジを使わせてもらい、実施の2週間前から院内にて広報を行った。対象は患者さんだけでなく、その連れ添いの方、病院の職員も対象とした。

行ったコンテンツは以下のとおりである。

1. 「mitaka」による宇宙の解説(プロジェクターを使用)
2. 七夕に纏わる伝説のお話(プロジェクターを使用)
3. 七夕飾りのワークショップ・短冊づくり(芸術系の仲間によるもの)
4. 暗室にてプラネタリウム(ホームプラネタリウムを使用)
5. 天文・宇宙写真ギャラリー

(1)(2)は、参加者に宇宙の事を知ってもらい、驚き、感動を自分たちの声で提供できればと思い実施した(図 3)。(3)(4)は患者さんとのコミュニケーションを重視した企画である(図 4)。また、(5)はいずれ常設展として病院に宇宙の写真を展示できないかと思い、そのプレ企画として行った。



図 2 プロジェクターを用いた宇宙のお話の様子。



図3 七夕飾りづくりのワークショップの様子

3. 活動を通して

イベントには訳 50 人~60 人の方が来場してくれた。その中でアンケートを実施した。以下にいくつかの回答を提示する。

- ・ 私が入院中なので、子どもと一緒に来ました。癒やされました。ありがとうございました。
- ・ 入院中に素敵な体験ができて、母との思い出も作れたのでとても良かったです。ワークショップで素敵なおみやげも出来ましたしありがとうございました！
- ・ 癒やされました。入院中は外に出られないのでとても助かります。ありがとうございました。
- ・ またこんな企画をしてほしい。ありがとうございました。

このような回答を頂いた。ほぼ全ての人が満足して頂けたみたいで安心である。イベントを行うにあたってレベルをどのように調整するべきかを迷ったり、準備がとてもバタバタしてしまったり、病院職員との連絡がうまく行かなかったりと反省点も多く出てきたが、初めての試みとしては来場者が喜んでくれて、笑っている方も多かったので赤点ではない点数を付けられるだろうと判断した。患者さんだけでなく、病院の看護師、医師といった職員にもとても喜んで下さった。附属病院ではアートの活動が主体にあったので、このような科学・天文の分野での活動は初めてで、とても刺激があったとのことである。このように、活動を行い、来場者・職員にフィードバックをもらうことで、病院での活動の大切さを改めて実感した。

4. 今後の展望

親身なって相談に乗ってくれる看護師の方とイベントの際に話したのだが、例えば、精神科や緩和ケア科などでこのような活動を行うこともすごくいいのではないかと推されている。また、「職員向けの天体観望会をしてほしい」という要望もあり、先日(9月某日)行ってきた(図4)。この観望会も非常に盛況で多くの職員の方々(約 80 人)が来場し喜んでくださった。また、わざわざ「職員向け」で行う必要性も感じた。今後何かの機会にて報告をするつもりである。

今後は、より多くの人と協力して、附属病院での活動の一つ一つを広げ、病院全体が今より明るくなれば幸いである。また、つくば市には他にも病院がある。附属病院にて行った活動をモデルケースとして、将来的には他の病院でも同様な活動ができるよう展開していく予定である。さら

に、このような場や病院関連の学会にて自身の活動の発表・ノウハウ交換を行うことにより、多くの人に病院での活動を知ってもらい、同様な活動が全国に広がるように、ノウハウの蓄積、活動の広報も積極的に行っていくつもりである。



図 4 職員向け観望会の様子

参考文献

特になし

質疑応答

Q：新しく別の病院にて活動を行うのは非常にハードルが高く、断られることが多いが、何かコツなどはあるのか。（伊藤哲也さん）

A：私も病院でアートの活動を行っている方に仲間に入ってもらってそのコネクションを通じて企画を行わせてもらったので、やはり何かしらの病院内部の人とのコネクションがあると行いやすい。

科学ライブショー「ユニバース」による天文学普及活動

亀谷 和久 (東京理科大学)

Science Live Show UNIVERSE, Activities for Astronomy Popularization

Kazuhisa Kamegai (Tokyo University of Science)

Abstract

Science live show UNIVERSE is a regular performance at the Science Museum, Tokyo every Saturday afternoon. Since 1996, we have made more than 1,800 live shows. The shows are hosted by scientists and operated by a group of voluntary students. In this paper, we report outline of the live show and how to manage it in detail.

1. はじめに

科学ライブショー「ユニバース」(以下、ユニバース)は、科学者が主体となって科学の魅力を発信するライブショーとして、科学技術館(東京都千代田区)において毎週土曜日に定期的な上演を継続してきた。科学者と学生、科学館スタッフが協力することにより、常に進化を続けながら18年間以上にわたって臨場感をもって最新の科学を伝えている。本稿では、その中で展開してきた活動についてまとめ、その運営の実際や今後の展望についても述べる。

2. 科学ライブショー「ユニバース」の概要

科学の魅力を最もよく伝えることができるのは自らの興味で研究に打ち込む科学者自身であるという考えのもと科学ライブショー「ユニバース」は1996年4月に戎崎俊一氏(理化学研究所)らによって上演を開始した[1-5]。会場は当初は大型平面スクリーンを備えた科学技術館のホール「ユニバース」(定員72名)を利用し、2008年にこれがシンラドーム(定員62名)へと改装され(図1)、



図 1. ライブショー上演の様子

常設施設として日本初の全天周フルデジタル立体視上映が実現した。毎週土曜日の午後2回ずつの上演を重ねた結果、2014年9月現在までに上演回数は約1800回を数え、84,000人を超える来場者を迎えている。来場者数を会場定員人数で除したものを客席充填率とすると、最近では70%以上という高い客席充填率を維持している(図2)。

ユニバースは、科学者が案内役として観客の前に立って進行するユニークなスタイルの科学ライブショーである。現在は著者を含め5名が持ち回りで案内役を務めている。彼らは天文学を専門とする研究者が多いが、化学など他分野の研究者も参加している。ライブショーは宇宙や化学などの様々な科学的な現象の3Dシミュレーションを駆使して展開する。そのような迫力のあるコンピュータグラフィックスを用いたコンテンツに加えて、インターネットを介してアメリカ合衆国の望遠鏡を用いてリアルタイムの天体観測や、科学の

様々な分野の研究者や芸術家等をゲストとして迎えて最新の話題を提供するゲストコーナーなど10を超える自前のコンテンツ(4章参照)から数種類を案内役が選択して、時事的な話題も交えて約40分間のライブショーを構成する。従って、毎回少しずつ異なる内容となっており、そのため最新の科学の進展に伴ってライブショーも進化させていくことができている。さらに、科学技術館以外でも全国各地や海外の科学館やイベントにおいて出張上演(出張ユニバース)をこれまでに100回以上行なってきた。また、ライブショー運営のほぼ全てが学生によって行なわれていることもユニバースの特徴のひとつである。これについては次章で詳しく述べる。

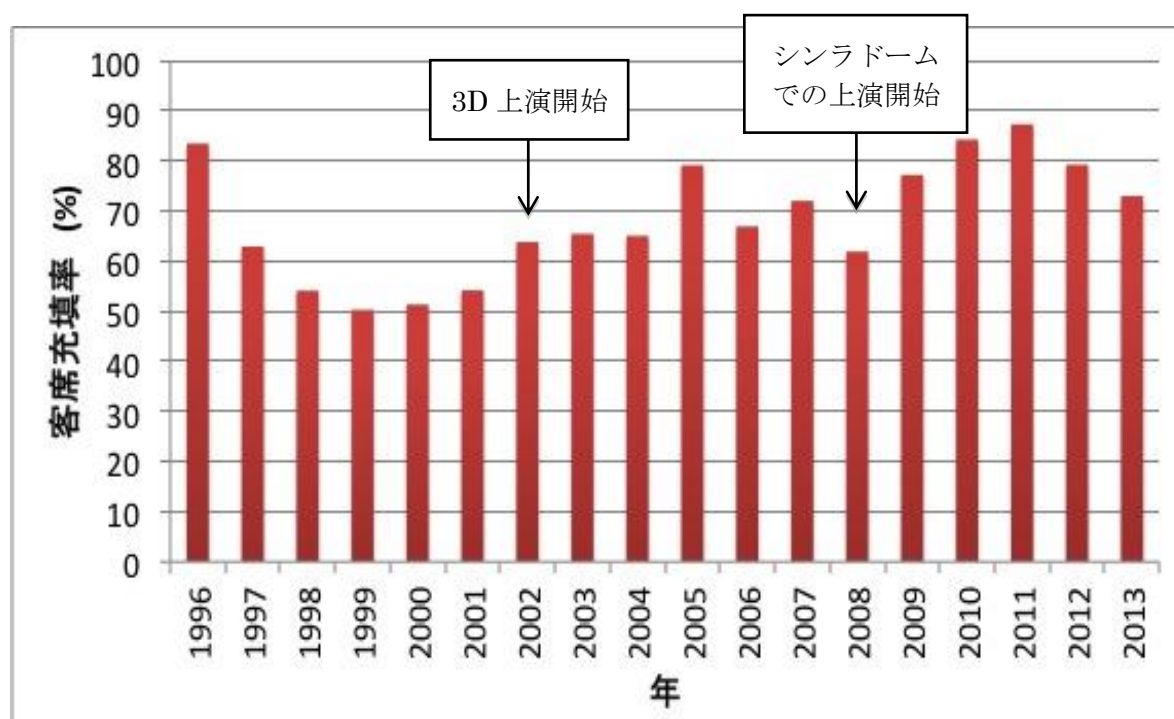


図 2. ユニバースの客席充填率の推移。客席充填率は(来場者数／会場定員人数)で計算される。

表1. 科学ライブショーの歴史

年月	主な出来事
1996.4	上演開始
1997.4	ロイシュナー天文台(米)との協力(ライブ天体観測)開始
1998.8	出張ユニバース開始
2000.8	ヤーキス天文台(米)との協力(ライブ天体観測)開始
2001.6	海外初の出張ユニバース
2002.7	3D 映像による上演開始
2008.8	常設公開施設としては日本初の全天周立体フルデジタルドームシアター「シンラドーム」が完成し、ここでのライブショーを開始。
2010.4	ユニバース創始者の戒崎俊一氏がこの活動に対して文部科学大臣表彰科学技術賞(理解増進部門)を受賞
2012.4	ユニバース元筆頭案内役の半田利弘氏がこの活動に対して文部科学大臣表彰科学技術賞(理解増進部門)を受賞

3. ライブショーの運営

ユニバースの運営は、学生集団「ちもんず」と案内役の科学者、科学技術館の三位一体の連携で行われている[6]。中でもちもんずは、運営の中核である。科学技術館だけでなく他のどの組織からも独立した学生集団であり、ユニバース発足時に東京大学の天文サークルである地文研究会天文部の有志を中心に組織された。その後、知人を紹介したり興味のある学生が参加したりすることで、これまでに20以上の大学・高校の学生が86名参加してきた。彼らの専攻は天文学や物理学だけでなく文理問わず様々な分野にわたり、現在は約20名が活動している。一方、案内役は毎回のライブショーの内容の決定、新しいコンテンツや演出の提案などを行ない、ちもんずとともにライブショーの継続的な改善を進める。科学技術館のスタッフは会場の整備などの技術的なサポートや諸々の事務を担う。

特にちもんずの活動は多岐にわたる。まず、毎週のライブショーのアシスタント2名とアシスタント補佐1名が上演の準備、ゲストとの交渉、本番中のPCや照明・音響の操作、後片付け、報告書の作成等を行なう。これらに加え、ウェブサイトによる広報活動、新人の勧誘と教育、コンテンツ開発など、ライブショーに関わるほぼ全ての業務を担当者が分担する。毎週土曜日のライブショーでは上記のアシスタントとアシスタント補佐の3名が科学技術館にて業務を行なう。それ以外ではメーリングリスト上で情報共有が行なわれるが、月に一度開催される定例会では案内役や科学技術館担当者を含めて全員が一同に会して、シフト決め、トラブルの確認と改善点の検討、今後の活動方針の決定などを議論する場を持ち、運営に関する意思決定をしている。

4. コンテンツ開発および改良

上演したいコンテンツは自分達で作るという精神のもと、ライブショーで実演したい内容を実現するソフトウェアはちもんずと案内役が協力して自前で開発してきた。その中で天文学普及に関わる主なものとしては、以下の通りである(括弧内は開発者)。

- 太陽系シミュレーター (高幣俊之) [7]
- 重力レンズ効果シミュレーター (高幣俊之)
- 太陽系近傍恒星間飛行シミュレーターHippLiner (野本知理) [8]
- レイトレースシミュレーター (小池邦昭) [9]
- 系外惑星シミュレーター (小池邦昭) [9]
- 銀河衝突シミュレーター (成見哲, 高幣俊之)
- 惑星力学シミュレーターNoA (古石貴裕) [10]
- Mitaka Pro (高幣俊之)
- Mitaka Pro ベース上演用操作システム (山田翔大, 高津貴大, 小川慧)
- 全天周 3D オーロラ (片岡龍峰) [11,12]
- BGM の作曲 (近藤秀将)

特に、ユニバースに特徴的なコンテンツとしては、研究者が研究のみに利用していた重力多体問題専用計算機 GRAPE をライブショーに持ち込み、銀河衝突のシミュレーションをリアルタイムで実行したことが挙げられる。衝突時の銀河の角度や衝突する場所などの衝突パラメータを来場者に決めてもらい、世界で初めてのシミュレーションをその場で行なうことで、来場者と双方向コミュニケーションをしながらライブショーを展開することができるようになった。最近では、実写による全天周コンテンツにも力を入れている。例えば、全天周 3D オーロラは本物を肉眼で見ても感じられないオーロラの奥行き方向の広がりを感じることができる。シンラドームでしか見られないこともあり非常に人気コンテンツとなっており、初公開の際には新聞報道もされた[11]。さらに立体視が可能になったことでオーロラの高度を測定可能となり、その成果が学術論文として発表される[12]に至った点でも特筆すべきであり、本物の科学研究を臨場感をもって伝えるユニバースの特徴を最も表現できるコンテンツのひとつといえる。

上記のようにコンテンツの開発者が内部にいることにより、ライブショーで使用する改善点があればすぐに修正するという改善のプロセスを頻繁に繰り返すことができる。このような開発環境が整っていることは、より充実し操作しやすいコンテンツを実現できることに繋がり、ちもんずの学生のモチベーション増加にも寄与していると考えられる。

5. 今後の展開

これまで 18 年間以上にわたって進化を続けてきたユニバースだが、今後も科学の発展とともにコンテンツを充実させていきたいと考えている。特に実写の全天周映像では、オーロラのほかの天文現象にも応用することができるだろう。ゲストについても様々な専門を持つ研究者を招き、来場者が最新の科学(天文学)に触れる入口になるように務めていきたい。また、2014 年夏に東京都現代美術館で開催された展覧会「ミッション[宇宙×芸術]～コスモロジーを超えて」[13]にちもんずとして協力したことを契機として、芸術家とのコラボレーションなど天文学の普及の新たな手法も試みていきたいと考えている。

参考文献

- [1] 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
- [2] 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
- [3] 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
- [4] Ogino S., “Science Live Show “UNIVERSE” – History and Overview”, Proc. of the GHOU2007 in Tokyo, pp. 139-142, 2007
- [5] Handa T., “A Science Liveshow UNIVERSE, which will Go beyond the Horizon”, Proc. of the GHOU2007 in Tokyo, pp. 209-213, 2007
- [6] Matsuura K., “Science Live Show “UNIVERSE” – Management and Development -”, Proc. of the GHOU2007 in Tokyo, pp. 143-145, 2007
- [7] Takahei T., “Software Tools for Astronomical Education”, Proc. of the GHOU2007 in Tokyo, pp. 215-218, 2007
- [8] Nomoto T., “Interstellar spaceship simulator for astronomical education and communications”, Proc. of the GHOU2007 in Tokyo, pp. 147-151, 2007
- [9] Koike K., “Software expands UNIVERSE liveshow – Raytrace simulation & Wakusei-grugru (exoplanet simulator)”, Proc. of the GHOU2007 in Tokyo, pp. 153-156, 2007
- [10] Koishi T., “Planet dynamics simulator NOA”, Proc. of the GHOU2007 in Tokyo, pp. 157-159, 2007
- [11] 「3D のオーロラ」, 読売新聞 2013 年 12 月 22 日朝刊 1 面
- [12] Kataoka, R., et. al., “Stereoscopic determination of all-sky altitude map of aurora using two ground-based Nikon DSLR cameras”, Annales Geophysicae, 31, 1543-1548, 2013
- [13] ミッション[宇宙×芸術]～コスモロジーを超えて
<http://www.mot-art-museum.jp/exhibition/cosmology.html> (2014 年 9 月 19 日閲覧)

質疑応答

なし

ペルーにおける天文教育活動

根本 しおみ（株式会社渡辺教具製作所ミニ博物館／元ペルー地球物理研究所・国立プラネタリウム）

Activities of Astronomical Education in Peru

Shiomi Nemoto (Blue Terra Watanabe, Mini Museum / Geophysical Institute of Peru,
National Planetarium)

Abstract

Geophysical Institute of Peru, Mutsumi Ishitsuka Planetarium is only National Planetarium in Peru. This is a report about activities of astronomical education in these three years by the National Planetarium of Peru.

1. はじめに

2011 年 7 月から 2014 年 6 月までの 3 年間、JICA（国際協力機構）のシニア海外ボランティアとして、ペルー共和国の首都リマにあるペルー地球物理研究所 国立ムツミ・イシツカ プラネタリウムで天文教育アドバイザーをしてきました。この 3 年間の振り返って、ペルーにおける天文教育活動について報告させていただきます。

2. ペルー国立プラネタリウムにおける天文教育活動

2-1. ペルーで唯一の国立プラネタリウム

ペルー地球物理研究所 国立ムツミ・イシツカ プラネタリウムは、日本の五藤光学製で座席数は 40 席、日本では最小クラスのプラネタリウムです。2008 年、日本政府からの文化無償資金協力で贈られたものです。

このプラネタリウムに私が赴任したのは 2011 年 7 月 22 日、当時のプラネタリウムの悩みは、「お客さんが少ない」ことでした。特に、日曜、連休、学校の長期休暇期間にはほとんどお客さんが来ません。（これは生活習慣の違いからもきています。）当時の番組は、「オリオン」「太陽」「メシエ」「春分」「七夕」で、すべて職員の手作り、天文教育に配慮された内容で、見に来たお客さんは満足して帰って行きます。投影内容がつまらないからお客さんが来ない、という事ではないのです。

ペルーで唯一の国立プラネタリウムの存在意義は、国民への天文教育（天文学の広報・普及）なので、お客さんが来てくれない事にはプラネタリウムの存在意義が果たせません。では、なぜお客さんが来ないのか？

平日は（日本と同じように）学校の団体が来ています。職員達が直接学校へ電話をして、来観を勧誘していました。ここで、日本とは違う興味深い事が起きていました。学校の先生に「プラネタリウムです。」と名乗ると、だまって電話を切られてしまう事があるのです。学校の先生でも、「プラネタリウム」が何をする場所なのか知らないのです。怪しい勧誘の電話だと思って切ってしまうのです。

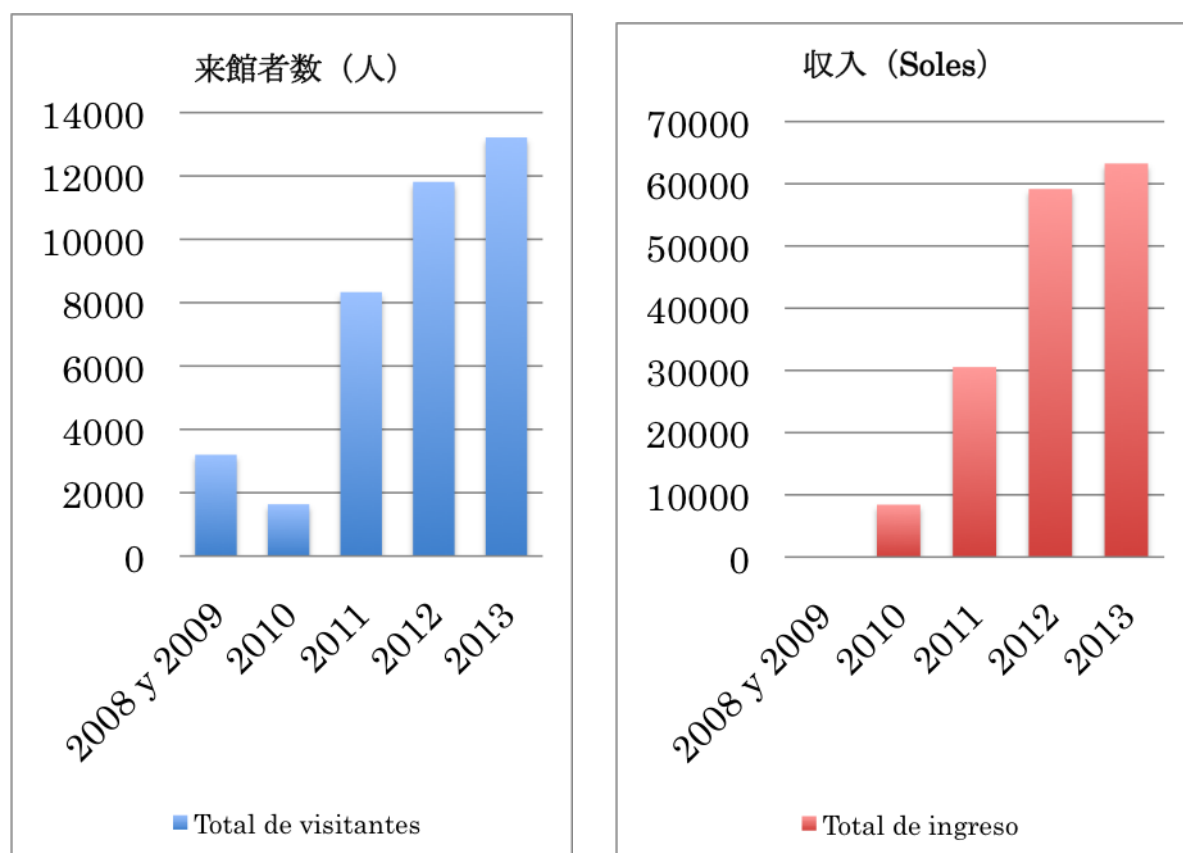
ペルーでは、そもそもプラネタリウムが何なのかが知られていない、最初はそんな状況でした。

2-2. Mitaka 3D の導入

日本の国立天文台が開発した天文シミュレーションソフト Mitaka は、2 台のパソコンと 2 台のプロジェクター、偏光メガネなどを使う事で、3D で楽しむ事ができます。これを我々のプラネタリウム（隣の会議室）でペルー人向けに投影するために、職員達とスペイン語版 Mitaka を作りました。2011 年の 12 月から Sala 3D(3D の部屋)として一般公開を始めました。

Sala 3D には予想以上に良い効果がありました。プラネタリウムが何をする場所か判らなくて

も、Sala 3D は「3D 映画のようなもの」と説明するだけで「映像を見て楽しむ場所」だということが判りやすいのです。お陰で、Sala 3D の公開以降入館者数は増加、しかも、Sala 3D はプラネタリウムとは別料金になるので、収入に至っては倍増しました。(グラフ 1)



グラフ 1 来館者数と収入の推移 (2011 年 12 月に Sala 3D 公開開始)

2-3. 教員研修の実施

2014 年 1 月、学校の夏休み期間を利用して天文学の教員研修を 3 日間にわたり、プラネタリウムで実施しました。今回は 27 名のリマ市内の学校の先生が参加してくれました。教員研修の良い点は、①先生達にプラネタリウムを理解してもらえ。 (認知度アップ)、②先生が、次は生徒達を連れて来てくれる。(入館者増)

さらに大切な事は、③国民への天文教育が目的である、プラネタリウムの存在意義が果たせる、ということです。プラネタリウムで人を待っているだけでは、1 時間に 40 人しか天文教育ができませんが、学校で先生たちが良い天文の授業をしてくれれば、1 時間に 1000 人もの生徒達に、天文教育ができることになります。

2-4. 新たな課題

Sala 3D や教員研修の実施、さらに、良い投影をやり続ける、という職員達の努力のお陰で、私がプラネタリウムに赴任してから 3 年近くが経った 2014 年 6 月には、毎日のように学校の方から予約の電話がかかって来るようになりました。もはや職員達は、こちらから学校に勧誘の電話をかける必要がなくなりました。

今の問題は、Sala 3D が会議室を使わせてもらっている関係で、会議が入ると投影ができなくなってしまうことです。Sala 3D が見られないと、学校は予約をキャンセルしてしまいます。Sala 3D の予約が入っている時には投影を優先させてもらうなど、研究所内での調整が必要となって来ています。

3. ペルー全国へむけての天文教育活動

3-1. 出張 Mitaka 3D 投影

Sala 3D の Mitaka 3D 投影システムは、2 台のノートパソコンと 2 台のプロジェクター、偏光フィルターと偏光メガネ、という持ち運びができるもので構成されているので、これを外へ持ち出してイベント会場や地方の学校等へ出張投影を行っています。これまで出張したところは図 1 の通りです。地域の治安が悪くて外に出る事もできないエンマヌエル協会孤児院の子供達、服に干し草をいっぱいくっつけたワンカイヨの子供達、人口 1000 人の村で一晩に 150 人が見に来てくれたサラマンカなど、出張 3D 投影で行った場所は、単なる旅行で行った場所よりもずっと印象深く記憶に残っています。

Mitaka 3D 投影システムは、プラネタリウムのような天文教育施設を建設する資金が無い開発途上国でも、市販されている機材で構築でき、さらに機材を持って移動することもできるので、今後さらに多くの国（特に開発途上国）に紹介して行く機会があればと思っています。



図 1 2012 年 4 月から 2014 年 6 月までに出張投影に行った場所

3-2. NASE の実施

NASE(Network for Astronomy School Education)は、国際天文学連合(IAU: International Astronomical Union)が資金を出して世界の学校の先生向けに行っている教員研修です。ペルーでも 2014 年 3 月にワンカイヨとイカで実施することができました。海外から講師 (Space Telescope Science Institute で働いているペルー人女性天文学者と、スペイン人女性天文学者) が来てくれて、研修が受けられると言う事で、2カ所合わせて 100 人以上の先生達が参加してくれました。教員研修は、天文教育が目的であるプラネタリウムの存在意義を果たす事につながります。さらに、NASE は現地人講師を育てる事も目標としています。来年からはプラネタ

リウムの職員達が講師となって、毎年 NASE を続けて行くという使命感を持つ事で、職員達のスキルアップにもなりました。

3-3. AstronomICA2013

1999 年、元西はりま天文台長の黒田武彦さんが発起人となった「ペルーに望遠鏡を贈ろう！」というキャンペーンがありました。その時に集められた寄付金で、2013 年 1 月、ペルー国立イカ大学の構内に、ペルー国内最高の性能を持つ西村製作所製 60cm 反射望遠鏡が設置されました。2013 年 2 月、この望遠鏡をペルー国内の天文学愛好家達にお披露目し、地元の街イカの住民達にも天文に親しんでもらうイベントを開催しました。スペイン語で、“Astronómica”は「天文学の」という意味、この末尾を地元の街 Ica に掛けて“AstronomICA”です。ペルー各地から 40 人の天文屋さん、またイカの住民の皆さん 1000 人が参加してくれて、盛況なイベントになりました。

3. おわりに

ペルー唯一の国立プラネタリウムは日本からの文化無償資金協力、ペルー国内最高性能の望遠鏡は日本の有志の皆様からの寄附、また国立イカ大学構内にある太陽フレア望遠鏡は飛騨天文台からの移設、と、ペルーの天文学と天文教育は日本国民の善意と税金で支えてもらっている、と言っても過言ではありません。日本がペルーの（そしておそらく、他の開発途上国でも）天文学の発展にこのような形で協力していたことは、ペルーに行くまで知りませんでした。天文学を愛する者として、日本人であることを嬉しく思えた 3 年間でした。

また、ここで紹介したペルー人のための現地語による天文教育活動は、全てペルー人の同僚達によって企画・実行されて行ったものです。（私の仕事はアドバイスと、JICA から資金調達のための書類作成です。）私の幼児のようなスペイン語のアドバイスを辛抱強く聞いてくれ、望ましい形で実現してくれた、優しくて優秀な同僚達に深く感謝しています。

参考文献

- 1.” Stereoscopic 3D Projections with MITAKA An Important Tool to Get People Interested in Astronomy and Space Science in Peru” Sun and Geosphere, 2014; 9(1-2): 115-116
2. 「ペルーのプラネタリウムにおける天文教育活動」 ASTEROID 第 23 巻 第 2 号 通巻 85 号 ISSN 1348-2440

質疑応答

Q：都市部と郊外で科学・天文における知識に差はあったか？（平松正顕さん）

A：ペルーの教育の格差は、貧富の格差に寄るところがあります。都市部でも郊外でも、普通の学校に通っていれば、天文の知識は無いに等しい、というところでは差はありません。ただし、テレビは普及しているので、冥王星が惑星ではなくなったことや、ブラックホールのことは良く質問に出ます。（年会後、ペルーの同僚に確認しました。）

観望会告知における SNS の活用と効果の検証

前田 昌志 (松阪市立第五小学校)

Verification of the effects of SNS for informing star watching activities toward young people.

Masashi Maeda (Matsusaka Daigo Elementary School)

Abstract

We have started regular star-watching parties from May in 2013. SNS has been adopted as our main tool to inform our activity because the main target of our events is young people and they have high penetration rate of SNS. Several months of our experience shows that an effective way to expand information widely is to tweet not only astronomical events but short sentences which arouse empathy of SNS users. Timing and frequency of tweeting are also important factors.

1. はじめに

日本各地の天文関連施設では、天文学に触れる機会を提供するために観望会がさかんに行われているが、大学生を中心とした若者の参加率が低いという現状がある。三重大学教育学部天文学教室では、若い世代に対して天文学に触れる機会を提供するため、2013 年度から大学の施設を拠点とする観望会活動を開始した。その際、我々は若い世代への効果的なアプローチ方法として大学生の利用率が急激に上昇している SNS (Social Networking Service) の活用注目した。

本研究では実際に SNS を運用して観望会周知や天文普及活動を行うことで、観望会告知における SNS の効果を検証し、SNS を天文普及に適用するための運用手法を検討する。

2. 観望会運営について

2-1 SNS の開設・運営

観望会を通じた天文普及活動を一般社会に広く知ってもらうため、Twitter と Facebook を立ち上げ、観望会の宣伝活動や天文学に関する情報の提供を行った。

(1) Twitter の運営

Twitter のアカウントを「AstroMieUni」という名で作成した (図 1)。観望会情報を中心に、天文現象に関する情報や学生が撮影した天体写真を投稿している。

(2) Facebook の運営

Facebook ページで「三重大学天文学研究室」のアカウントを作成した (図 2)。観望会の事前告知と事後報告を毎回行い、まれに天体写真を投稿する。



図 1 開設した Twitter アカウント
(URL : <https://twitter.com/AstroMieUni>)



図 2 開設した Facebook アカウント
(URL : <https://www.facebook.com/astromie>)

2-2 観望会の企画と告知

大学生の観望会への参加機会を増やすため、観望会を高頻度で開催した。2013 度は原則として月に 1 回計画し、2013 年 4 月から 2014 年 1 月までの期間において計 11 回計画し、6 回実施することができた。4 年生 2 名が主体となって企画・運営し、天文学教室の学生全 10 名で役割分担しながら観望会を開催した。また、教育学部家政教育コースや全学軽音楽部と連携をし、様々な分野の学生が参加するための企画も実施した。観望会の告知は SNS 以外に、ポスター（図 3）や大学広報へのリリースを行った。なお、実施回によって告知方法を変え、第 10 回（図 4）と第 11 回では SNS のみの告知とした。

SNS による観望会の告知および効果の検証手順は次の通りである。

- ① 観望会の約 1 ヶ月前に Twitter、Facebook 上で観望会の開催について告知した（図 5）。また、観望会に関係のある現象を発信することで、その現象について興味を喚起した。1 週間前や前日にも開催の告知をし、直前情報を流した。
 - ② 観望会当日に来場した参加者に対しては、質問紙式のアンケートを行った。アンケートの内容は性別・年齢・在住地域の他に、「観望会をどこで知って来たのか」等、SNS の効果を検証するための質問を取り入れた。
 - ③ 回収したアンケートを集計し、データを性別・年齢等の各項目別に分けて解析した。
- なお、雨天・曇天中止の回についてはアンケート調査を実施しなかった。

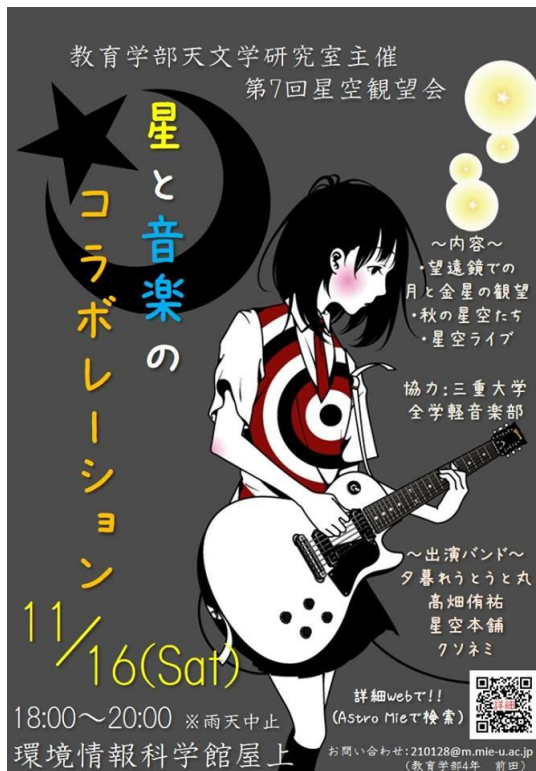


図 3 第 7 回観望会ポスター

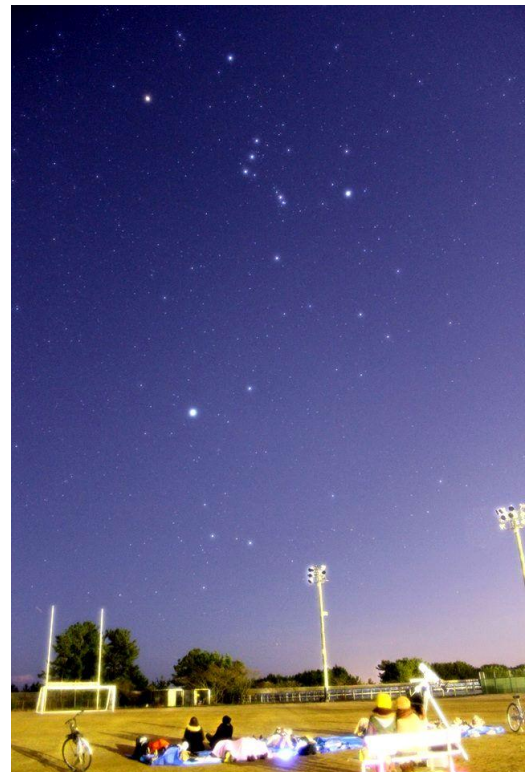


図 4 第 10 回観望会のようす



三重大大学天文学研究室 @AstroMieUni

11月13日

【アイソン彗星観望会】

12月上旬が見ごろのアイソン彗星。

三重大は東が伊勢湾に面しており

絶好の観測地となります！

日時：12月7日(土)8日(日)AM4:30～AM6:00

場所：三重大学生物資源学部棟屋上

参加無料・事前申込不要 pic.twitter.com/w6XtzQKAHb

図 5 Twitter での観望会告知

3. 観望会の実施とその結果

表 1 2013 年度に企画した観望会の告知方法と内容、参加者数

実施回	日付	SNS	ポスター	広報	内容	参加者数
第 1 回	5 月 24 日(金)	○	○	大学 HP	土星と春の星空	168 名
第 2 回	6 月 21 日(金)	○	○	-	月と夏至の太陽	中止
第 3 回	7 月 5 日(金)	○	○	大学 HP	土星と七夕講演会	講演会のみ開催
第 4 回	8 月 12 日(月)	○	○	大学 HP	ペルセウス座流星群	80 名
第 5 回	9 月 19 日(木)	○	○	新聞、HP	お月見サイエンスカフェ	170 名
第 6 回	10 月 4 日(金)	○	○	-	秋の星空と星座早見盤	中止
第 7 回	11 月 16 日(土)	○	○	-	軽音学部星空ライブ	66 名
第 8 回	11 月 2 日(土)	○	○	-	金星と秋の星空	中止
第 9 回	12 月 7 日(土)8 日(日)	○	○	大学 HP	アイソン彗星	中止
第 10 回	12 月 13 日(土)	○	-	-	ふたご座流星群	25 名
第 11 回	1 月 23 日(金)	○	-	-	木星と冬の星空	18 名

2013 年度に企画した全観望会の結果は表 1 の通りである。全参加者におけるアンケートの回収率は 69.4%であり、回答が得られた参加者の年齢層を図 6 にまとめた。回答者全 366 人中、20 代は 153 人 (41.8%) で一番多く、16 歳～19 歳が 86 人 (23%) と続く。20 代の参加が多いことから、若者に観望会へ来てもらおうという当初の目的が達成されていると言える。また、6～15 歳と 30 代以上は第 5 回で多い。これは新聞に情報が掲載されたためである。また、第 10 回と第 11 回では、16～19 歳が 20 人(49%)で一番多く、続いて 20 代が 10 人(24%)となっている。

また、観望会開催を知った手段(図 7) から、「知人から聞いて観望会に来た」人の割合が圧倒的に多いことがわかる。また、「知人から聞いて観望会を知った」人の中には、いわゆる「SNS を介した口コミ」の可能性も考えられる。口コミの最初の情報源として、SNS がどの程度寄与しているかを評価するため、第 10 回と第 11 回の観望会では Twitter のみで告知を行った。その結果、計 43 人の参加者があり、参加者の観望会認知手段は、「Twitter」が 24 人、「Facebook」が 5 人であるに対し、「知人」は 10 人であった。このことから、「SNS」を見て参加した人数に対して、その 3 割に当たる人数が「知人から聞いて知った」と答えながらも、SNS を介した口コミで参加していると推測される。

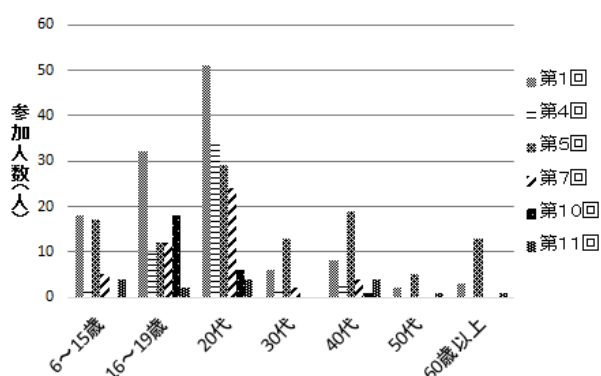


図 6 観望会参加者の年齢層

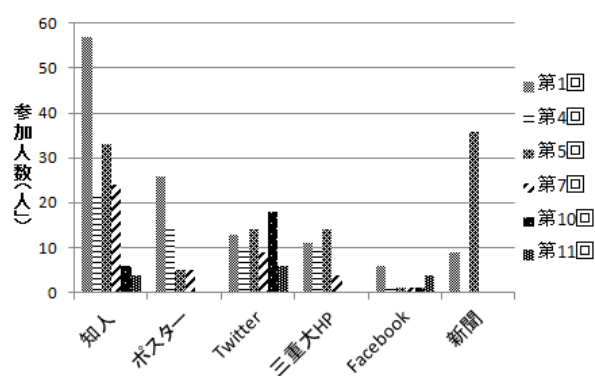


図 7 参加者の観望会認知手段

4. 観望会の運用手法

1. SNS のアカウントを取得する

Twitter (<https://twitter.com/>)、もしくは Facebook (<https://www.facebook.com/>) でアカウントを取得する。Facebook に関しては、Facebook 内に独自のウェブサイトを持てる

「Facebook ページ」という機能があるのでそのアカウントを作成する。

2. アカウントを知ってもらう

地元の学生や地域関係者、インフルエンサー（フォロワーが多い影響力者）をフォロー、もしくは招待する。情報を発信する前には、アカウントの存在を知ってもらうため、たくさんの人をフォローしておくことが必要だ。

3. ツイートする

（1）ユーザーが共感する内容を

図 6 は、ツイートの内容を 10 種類に分類し、1 ツイートあたりのリツイート数を示したものである。この結果から、1 番拡散されやすいツイートは「流星群」に関することであったことがわかる。ユーザーは「流星群」などの儚いもの、そして「月」などのわかりやすいものが好きだ。それに加え、ユーザーが共感するような一言を加えることで、より拡散されやすくなる。

（2）時間帯は、通勤・通学時間か夜を狙おう

図 7 は、1 ツイートあたりのリツイート数を時間帯別に分けたものである。これを見ると、深夜から未明にかけてと、日中は拡散されにくいことがわかる。反対に、通勤・通学時間帯と 21 時以降から深夜 1 時にかけて、情報がよく拡散されていることがわかる。

（3）天体写真を載せよう

アカウントの全ツイートを解析した結果、1 ツイートあたり、画像のありの場合 13.5 件のリツイート、画像なしの場合 6.7 件のリツイートがあった。このことから、画像を添付して情報を発信すると、より拡散されやすい。特に月の写真と星景写真が拡散されやすい傾向にあった。

（4）観望会情報は繰り返し告知しよう

観望会の告知は、何度も何度も行う必要がある。その際、観望会ポスターの添付が有効である。

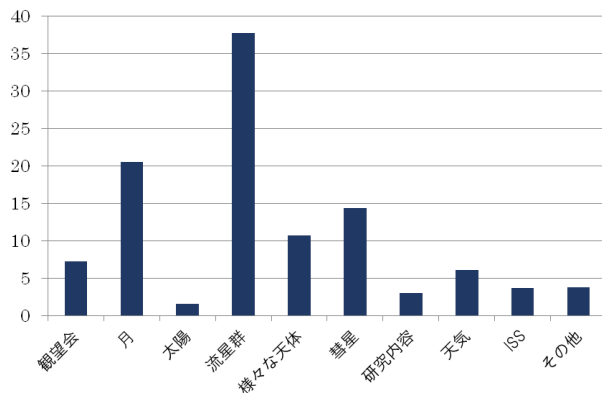


図 6 1 ツイートあたりの拡散数(内容別)

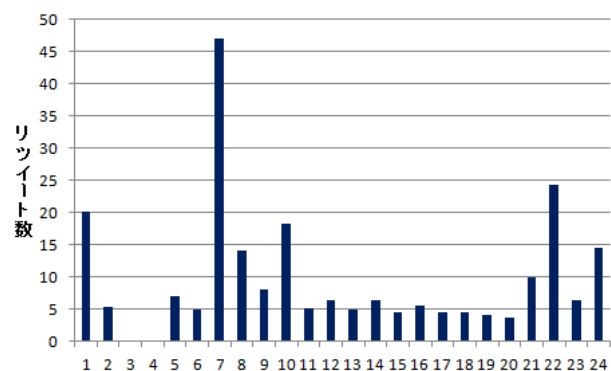


図 7 1 ツイートあたりの拡散数（時間別）

5. まとめ

SNS で観望会告知する際、ただ観望会情報を発信するだけではその効果あまり期待できない。観望会情報以外の天文情報を発信し、特異性、物語性、時間帯を考慮した情報発信をしていく必要がある。それは、流星群や月（スーパームーンやブルームーン）などの「珍しいもの・儚いもの・おもしろいもの（特異性）」であり、Twitter の 140 字制限を生かした「文章の紡ぎかた・写真の精選（物語性）」であり、SNS ユーザーが活発になる「通勤・通学時間帯と 21 時～深夜にかけての発信（時間帯）」である。

SNS は立派なメディアの 1 つである。メディアは市民の世論に沿った情報発信をしていかなければならない。SNS 上では、科学的な話をするだけでなく、共感する話やおもしろい話を発信していく必要があり、観望会情報はそのおまけと捉えて発信していくことが大切だ。

天文学普及プロジェクト「天プラ」はなにを目指すか

高梨 直紘（東京大学）、平松 正顕、伊藤 哲也（国立天文台）、大重 維貴乃（天プラ）
亀谷 和久（東京理科大学）、川越 至桜（東京大学）、日下部 展彦（国立天文台）、
佐藤 祐介（北海道大学）、塚田 健（平塚市博物館）、内藤 誠一郎、夏莉 聡美、額谷 宙彦（国立天文台）

Where Are We Going? The first 10 years of the Tenpla project

Naohiro Takanashi (the University of Tokyo), Masaaki Hiramatsu, Tetsuya Ito (NAOJ),
Yukina Oshige (Tenpla), Kazuhisa Kamegai (the Tokyo University of Science),
Shio Kawagoe (the University of Tokyo), Nobuhiko Kusakabe (NAOJ),
Yusuke Sato (the Hokkaido University), Ken Tsukada (Hiratsuka City Museum),
Seiichiro Naito, Satomi Natsugari, Sorahiko Nukatani (NAOJ)

Abstract

The Tenpla project is a unique project which aims to design a new relation between Astronomy and the society. In the first 10 years of the Tenpla project, we have developed a variety of activities, and modified our vision. In this paper, we present our vision and show the activities under the vision.

1. はじめに

2003 年に天文学普及プロジェクト「天プラ」[1]（以下、天プラ）が活動を始めてから、すでに 11 年が経過した。最初の頃は学生だった私たちも、いまやみな社会人となり、それぞれが忙しい日常を送っている。そのような中でも、天プラは活動の幅を広げてきた。この活動は、いったいなにであるのか。天プラのこれまでの活動を振り返りつつ、いま、私たちがなにを目指して活動を行っているのかを述べたい。なお、本発表は天文教育 2014 年 1 月号に掲載された「天文学普及プロジェクト「天プラ」はなにを目指すか」[2]に基づいているので、詳細はそちらを参考にされたい。

2. 活動の目的

天プラは、天文学の普及活動一般を行う非営利の任意団体である。運営メンバー 12 名を中心に、活動を手伝ってくれる有志が約 50 名、運営するメーリングリストには 300 名ほどが参加している。

天プラの活動の大きな目標は、天文学と社会のより良い関係を構想し、それを実現していくことである。5000 年の歴史がある天文学ではあるが、いつの時代も同じように発展を遂げてきたわけではない。特に最近 20 年は、天文学史上もっとも急速に発展を遂げている時代と言ってよいだろう。一方、社会の方も最近 20 年は、急速なグローバル化や価値観の多様化など、大きな変革の時期にあると言ってよいだろう。天文学も社会も、その両方が大きく姿を変えている現代であるからこそ、その両者の関係を再度検討し直し、より良い関係を築くことを目指して活動していくのである。

では、具体的になにをするのか。私たちが設定しているより具体的な目標は、日々の暮らしの中に天文学を編み込んでいくことである。現代の天文学は、急速な発展の裏返しとして、人々の日々の暮らしから遠い世界となってしまっている。人々が天文学を「なにかすごいらしいけど、難しい」と敬して遠ざけるのではなく、日々の暮らしの中で親しむためになにをしていけば良いのか。そのヒントを探るために、あの手この手で天文学と人々との出会いの機会を作り出し、さ

さまざまな文脈における天文学の意義を見つけ出していくことを、目標とするのである。

この事を前提に、私たちは図 1 に掲げる知の循環モデルを提案している。これは、実際に行われている各種の活動を整理し、全体の関係を俯瞰するための概念図である。日々の研究活動や論文を書き上げることが「研究の推進」であり、それをレビュー論文や教科書、あるいは宇宙図のような形にまとめあげることが「専門分野の構造化」、そうやって新たになった天文学の概念に基づき、一般の人々に対して行われるアウトリーチ活動や教育普及活動、共に語り合う対話活動などの活動が「知の体系への接続」、そしてそういった形で天文学の知を内在化した人々が感じる価値が集合体となって「社会的価値の発生」となり、人材の供給や精神的、経済的支援へとつながることでまた研究が推進されていく、という見方である。天プラは、現時点では「天文学の構造化」と、「知の体系への接続」という中課題設定で活動をしており、以下では具体的な活動について紹介したい。

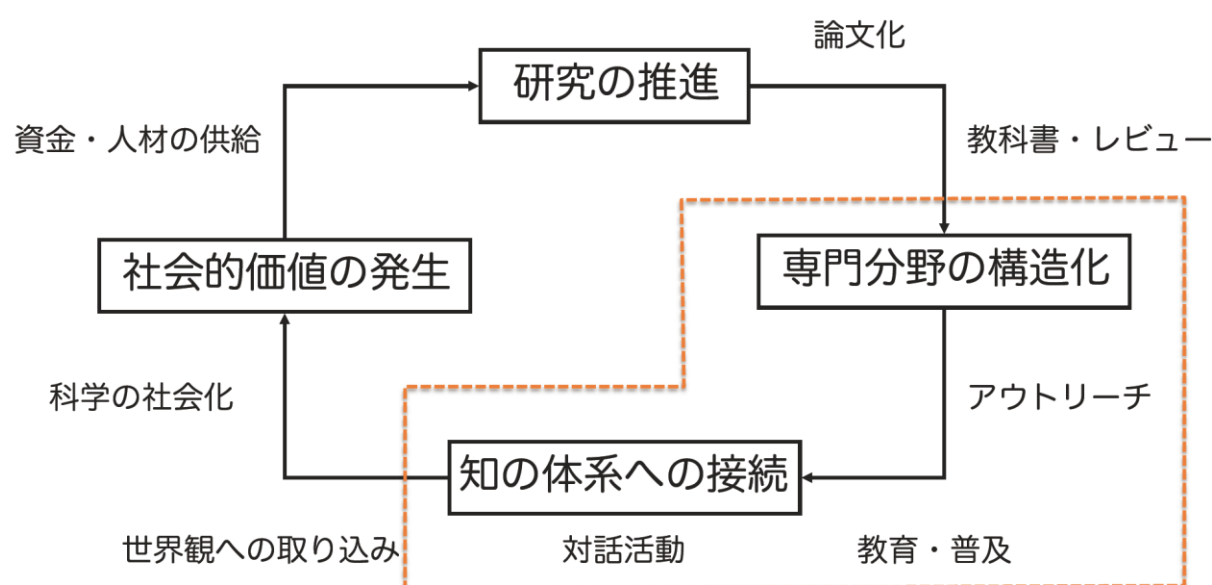


図 1 天プラの掲げる知の循環図

天プラの掲げるもっともマクロな課題設定である知の循環図（[2]、図 4 より引用、改編）。破線で囲まれた範囲が、現時点での天プラの活動の領域である。

3. 活動群

天プラではさまざまな活動を行っているが、その中でも人々を対象に行う「知の体系への接続」という中課題設定においては、人々の日常から非日常の世界である天文学までをいかにしてつなぐか、ということに柱を据えて活動している。そのための道具立てとして、日常側では天体観望会を、日常と非日常の接続には宇宙シミュレータ **Mitaka** を、非日常側では一家に 1 枚宇宙図を利用している。これによって、人々が自分と世界をつなぐ物語を作り出すお手伝いをしたいと考えている。天文学から影響を受けた世界観の確立が、結果として天文学の社会的価値を生み出すと考えるからである。

そのために、私たちはさまざまな活動をしている。いくつか紹介しよう。ひとつは、子どもを対象とした活動群である（例えば「三鷹市立第四小学校アストロクラブ」[3]の活動など）。子どもは私たちにとってもっとも重要な活動対象である。それは、子どもが私たちを育ててくれるからである。私たちが面白いと思っている天文学の話題を、いかに子どもに伝えることが出来るか。

彼らと対話している中で、私たち自身の中に出来てしまっている先入観など、無意識な前提が洗い出されるのである。また、彼らからの質問も重要である。彼らの問いの立て方や、それに対する返答の仕方には、大人相手の活動では学べない多くの事柄が含まれていると、私たちは感じているのである。ここで学んだ経験は、他の活動群に応用されている。

大人を対象とした活動群は、さらにいくつかのグループにわけられる事が出来る。ひとつは関心ある大人を主対象として設定した活動群である。既に関心ある層を対象に、より関心を深め、さらには周囲への発信者としての変化を促す活動群である（例えば「まるのうち宇宙塾」[4]など）。それに対して、積極的に天文学を学びにいくまでではないが、機会があれば触れてみたいと考えている潜在的関心層を対象とした活動群がある（例えば「六本木天文クラブ」[5]など）。また、より関心の低い層を対象に、天文学ではない切り口からアプローチしていく活動群もある（例えば「アストロノミカル・トイレットペーパー」や「デザイン・フェスタへの出展」など）。

関心レベルでは無く、異なる観点から設計された活動群もある。例えば、バリアフリーを意識した活動群がそれにあたる。身体的なバリアーはもちろん、子育て中の母親や外国人など、一般の活動に参加することに対するなんらかの社会的バリアーを発見し、それに対応していく活動群である。また、企業と連携して、地域コミュニティの中に入り込んで行くアプローチもユニークな活動群であると言えるだろう（例えば、「マンションへ出張イベント」など）。被災地での活動[5]については、単純に被災地の支援というだけではなく、天文学の可能性を探る上で重要な活動であると位置づけている。

4. おわりに

これまでの 11 年間で、天プラはさまざまな活動を行ってきた。それら活動での具体的な経験を通じて、常に私たちは何者で、私たちはなにができるのか、私たちはなにを目指すのかを考えてきた。現時点でのその結論として、最初に挙げた知の循環図というビジョンを示した。今後、このビジョンの下で活動の幅を広げることを行っていきたい。特に、社会的価値の発生という中課題設定においてなにができるのかを検討していきたいと考えている。すでに企業向けのワークショップの開催など、新しい可能性を探り始めているが、数年内にはその結果について報告したいと考えている。

参考文献

[1] www.tenpla.net

[2] 高梨直絃ら（2014）‘天文学普及プロジェクト「天プラ」はなにを目指すか’，天文教育，26(1)，20-28.

[3] 高梨直絃ら（2010）‘小学校における天文部活動「アストロクラブ」の試み’，日本天文学会春季年会

[4] 高梨直絃（2014）‘「知の循環」の文脈での対話型イベントの実施事例の報告：まるのうち宇宙塾の取り組み’，天文教育，26(3)，2-16.

[5] 高梨直絃（2014）‘暮らしの中に宇宙を ～六本木天文クラブの取り組み～’，天文教育，26(4)，4-18.

[5] 高梨直絃ら（2011）‘被災地における天文イベントの実施報告’，天文月報，104(2)，94-101.

質疑応答

なし

天体望遠鏡による観測に対応した、高精細プラネタリウムの開発

間瀬 康文（ギガスター実行委員会）

Development of High-definition Planetarium GIGASTAR®.

Yasufumi Mase (GIGASTAR executive committee)

Abstract

Development of the high-definition planetarium named GIGASTAR® corresponding to the observation using the astronomical telescope or CCD camera. It is effective for an experience of the pseudoastronomical observation in the city.

1. 活動の目的

子どもたちの理科離れが問題となっているなか、宇宙・天文分野は関心度の高い分野である。日本プラネタリウム協議会の調査によれば、国内のプラネタリウムの来場者は毎年約 700 万人前後と推定されており、科学館等に訪れる学習者の興味関心を高め、さらなる学習行動につなげていくために、双眼鏡や天体望遠鏡等による星空体験やさらに良質な星空体験を提供する山村地域への星空ツアー等の充実が求められている。

しかしながら、既存のプラネタリウムは天体望遠鏡による観察には対応しておらず、また都会では美しい星空が失われ、観光ツアーでは天候リスクにより商品力が弱いなどの自然相手固有の課題がある。

こうした課題を解決するため、著者らは、望遠鏡を向けると美しい深遠な宇宙の姿がどんどん見えてくる疑似的な天体観察体験を通じて星空の美しさ、宇宙の奥深さに触れ、その結果、本物の星空に出会いたいと、新たな学習行動に移す人々（※1）を創出することを目標に、以下の特徴を有するプラネタリウム「GIGASTAR®（ギガスター）」の開発と全国の学習現場への導入活動を進めている。

- ① 望遠鏡等を用いた疑似観察体験を高い品質で実施できる、高精細な星空が提供できる。
- ② 星を見る会等で曇った時や、実際の星空では観察できない微細な天体を観察する等、補助的な星空観察の体験を提供できる。
- ③ 山村地域への星空ツアー等で、天候悪化時に使用することで一定の顧客満足を確保し、観光商品としての一定の商品力維持に貢献できる。
- ④ 全国の学習現場で導入できるように、安価に製造できる。

2. 直接式プラネタリウム「GIGASTAR®（ギガスター）」の開発

著者らは、上記特徴を有するプラネタリウムの実現のために、従来の投影式プラネタリウムとは異なり、紙やアルミ箔等の多層構造を持つシートにピンホール等で直接星を形成する直接式プラネタリウム「GIGASTAR®（ギガスター）」を考案し、その実現に必要な要素技術を開発した。参考に GIGASTAR®と従来のプラネタリウムの比較表を（表1）に示す。

GIGASTAR®では、HIPPARCOS、UCAC4、USNOB1.0 等に掲載される 10 億 4 千万個の全ての星が、直径 0.3mm 以下の星像サイズで、星固有の色で再現可能である。星は、25 等級（金星の最大光輝 4.7 等星から最微光星約 20.3 等星まで）=100 億倍のダイナミックレンジで再現され、バックグラウンドとの S/N 比は、最微光星で 5:1 以上となる。

この結果、肉眼観測だけでなく、天体望遠鏡で観察するとシャープで美しい星々が観察可能である。またデジカメを用いた銀河の写真撮影では自然に近い色彩が再現され、冷却 CCD を用いれば 20 等級クラスの微光星も捉えられるなど、従来では不可能だった、様々な観測装置を活用して能動的に天体観察を行う疑似的な星空体験が提供可能になる。

3. GIGASTAR®（ギガスター）の有効性の検証

著者らは、GIGASTAR®の試作品を用いた以下のイベントを通じてその有効性を検証した。

1) GIGASTAR®HOME（ギガスター・ホーム）を手作りする講座の実施

2014年8月3日、小学校4年以上の10名の参加者を対象に、縦300mm、横600mmの大きさの星空シート（GIGASTAR®HOME）を手作りする講座を開催した。

GIGASTAR®HOMEは、白鳥座から南十字座までの星空で、UCAC4、HIPPARCOSに掲載される12.4等星まで約105万個の星を、色指数（V-B）に基づく色で再現した。

講座では、3.5等星以下の星については、著者らが開発した製造装置を用いてあらかじめ形成し、参加者の作業量を削減した。3.5等星より明るい星については、参加者が直径の異なる針などを用いて星の明るさを意識しながら手作業で穴あけし、星の着色を行った。

イベントを通じて参加者は、星の明るさや色などに対する理解を深めるとともに、美しい星空を再現する壁掛け型の教材を完成させ高い満足感を得るなど、その有効性が検証できた。

2) GIGASTAR®miniTheater（ギガスター・ミニシアター）による疑似天体観察会の実施

2014年8月10日、武豊町民会館において開催された、国立天文台の阪本成一氏による講演会「宇宙へ飛び立とう！」の後に、縦1.5m、横1.8mの大きさの星空シート（GIGASTAR®miniTheater）を用いて疑似的な天体観察を行う「星を見る会」を開催した。GIGASTAR®miniTheaterは、南十字座付近の星空で、18等星まで約400万個の星が再現され、8.5m離れた位置で、等倍の大きさで観察される。

当日は台風接近に伴う暴風警報が発令されるなか、170名が講演会に来場し、公演終了後に舞台上で開催された「星を見る会」には、100名以上が残留して参加し、散開星団のNGC4755を天体望遠鏡で観察した。参加者は、本物と同じように見える星に感嘆の声をあげるなど、GIGASTAR®（ギガスター）の有効性が確認できた。（写真1）

3. おわりに

GIGASTAR®（ギガスター）の実現に向けた技術開発と試作品の製作ならびにイベントの実施を通じて、基礎技術の検証ならびに活用時の効果が確認できた。

著者らは今後、国の創業補助金等を活用し、大型のGIGASTAR®Galaxy（写真2）を製作し、天文教育関係者による性能試験や科学館等での試験活用などの必要性調査を行う予定である。

質疑応答

Q：教室に置けるサイズのもの、室内で望遠鏡で覗いてもらうような部分的なタイプのもの、それぞれの価格は？（水野孝雄さん）

A：教室に置けるサイズのGIGASTAR®Galaxyの販売価格は未定です。貸出価格は1回あたり10万円を予定しています。部分的なタイプのGIGASTAR®HOMEは、バックライト付きのA3サイズ～A0サイズで、販売価格で1万円～5万円程度の予定です。

Q：数値目標（*1）が示されていたが、その達成はどのように確かめる？（篠原秀雄さん）

A：GIGASTAR®の体験者の中から、部分的に抽出したユーザーに対して追跡アンケート調査を実施して行動変化率を算出し、体験者の母数を乗じて推定します。

*1 GIGASTAR®の数値目標

2017年3月までに、全国のプラネタリウム観覧者（推定700万人／年）のうち約2%の15万人がGIGASTAR®を通じて星空の美しさ、宇宙の奥深さに触れ、そのうち10%の1.5万人が新たな学習行動（例：新規に星空観察会に参加、新たに双眼鏡を購入して自宅から星を観察、新たに星の綺麗な観光地に家族で旅行・・・等）に移し本物の星空に出会っている。

(表 1)

比較項目	GIGASTAR@DOME	ケイロンⅡ (多摩六都科学館)
製造者	ギガスター実行委員会	五藤光学研究所
星の再現方式	直接方式	投影方式
星の数	◎ 約 21 等星、10 億 4 千万個	約 16 等星、約 1 億 4 千万個
星の色	◎ 観測データに基づき再現	明るい一部の星のみ
星の瞬き	◎ 星の瞬き実測データで再現	星の瞬きを疑似的に再現
望遠鏡観察	◎ 10 倍でも点で観察可能	レンズ収差があり *1
ガス星	◎ 色彩とともに忠実に再現	不明
投影教材	必要最低限の投影のみ *2	◎ 高精細デジタルコンテンツ提供
日周運動 年周運動	不可能 *3	◎ 自由に可能
定員	20～50 名 *4	◎ 200 名～350 名
出張上演	◎ 可能	不可能
導入コスト	◎ 100～200 万円以下 *5	推定 3 億円以上 *6
市民参加	◎ 市民が手作りで製作が可能	不可能

ケイロンⅡは、2013 年 10 月時点での、ギガスター実行委員会による調査によるものです。

*1 投影レンズによるコマ収差により一部の星は点像にならない

*2 必要に応じてプロジェクターを導入可能

*3 定められた時刻と観測地の状態を指定して再現可能

*4 観察プログラムにより異なる

*5 劇場ホール、体育館、教室等の建設費は含まず

*6 平成元年以降に建設された政令指定都市のプラネタリウム建設費。

・千葉市 約 3.6 億円・相模原市 約 7.3 億円・静岡市 約 15 億円・大阪市 約 6 億円
・名古屋市 約 25 億円



(写真1) GIGASTAR®miniTheater を用いた、「星を見る会」(疑似天体観察会)



(写真2) 学校の教室に設置可能な、GIGASTAR®Galaxy (再現星数、約2億個)

「人気アニメキャラクターを利用したプラネタリウム番組の開発」

近清 武 (株式会社マイクロミュージアムラボラトリー)

Development of the planetarium program using animated cartoon character of popularity

Takeshi Chikakiyo (micro museum lab Inc.)

Abstract

For a family, I comment on a method to make a plain planetarium program.

And I introduce the development point of 3 works which I developed.

1. はじめに

これまでファミリーを対象に、科学の面白さの入り口として天文・宇宙をテーマにしたプラネタリウム番組を制作してましたが、中でも集客面と学習効果の両立および親子の対話を醸成を実現するため、人気のアニメ作品やキャラクターを利用した番組制作について3作品をご紹介します。

2. 科学コミュニケーション手法による学びのプロセス設計

- ・ドームシアターならではの臨場感を活用し「直感的に伝える」
- ・親子の対話を醸成することで学びを促進するため、人気のアニメやキャラの魅力による娯楽面と学習面の相乗効果をデザインする。

3. ドームシアター向け番組開発の事例

対象 親子（子ども～一般）
映像手法 プラネタリウム、ドームシアター

①「魔法使いハーレイのスピード・ストーリー」（平面版・ドーム版）

テーマ 速度の相対性
手法 速度の相対性に関する事例について魔法使いならではのスピード感を利用



図1 「魔法使いハーレイのスピードストーリー」ポスター

②「ちきゅうをみつめて」(平面版・ドーム版)

テーマ 炭素循環 (宇宙で生まれた炭素原子が人体を構成し地球内を循環しているという事実)

手法 循環するプロセスを高い臨場感映像で再現

③「ドラえもん 宇宙ふしぎ大探検2」(ドーム) 監修: JAXA 吉川准教授

メインテーマ 宇宙のひろがり、宇宙とのつながりを知ろう

サブテーマ 太陽系のひみつ (彗星・流れ星・隕石はどこから来たの?)

手法 学習プロセス自身を物語とする