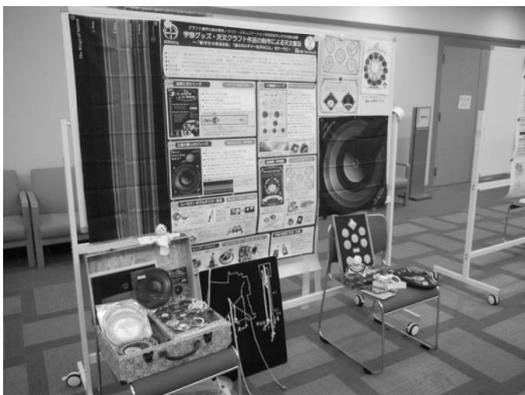


ポスター発表



教員養成系の学生に対する初等理科天文分野の理解度調査と学習法の検討

～地学ワークブック作成へ向けて～

加藤 美帆 (大阪教育大学大学院)

Understanding Survey and Evaluation of Repetitive Learning on Astronomy for Students of School Teacher Course -Towards Making a Workbook on Earth Science-

Miho Kato (Osaka Kyoiku University)

Abstract

In Osaka Kyoiku University, we conducted the understanding survey on astronomy for students. There were a significant difference in the understanding between science students and non-science students in the simple selection questions. However, there was no significant difference in the understanding between science students and non-science students in the description type questions which combined situations. In addition, although we investigated the effect of repetitive learning, in the range of this survey, the understanding of the simple questions rose up, but the understanding of the complex questions didn't rise up systematically.

1. 調査目的

教員養成系の大学の「月の満ち欠け」に関する理解度調査において、先行研究では、平成 10 年改訂学習指導要領の改訂の前後で正答率が異なるという結果が報告されている [1]。同学習指導要領では小・中学校の天文分野の学習内容が大幅に削減されたため、正答率が著しく低下したのではないかとこの見解であった [1]。

したがって、本調査は、小・中学校の天文分野の学習内容が増加した平成 20 年改訂学習指導要領後の理解度調査としての目的と、学生の学力の定着を測る反復学習法の検討という目的がある。

2. 調査方法

大阪教育大学のそれぞれ異なる講義を受けている学生合計 143 名の調査対象 (表 1) に対して、単純な選択問題 (図 1) と、記述問題 (図 2) を用意し、反復学習プログラムによって計 6 回調査を行った。講義中に、5 分ほどで 1 回目の問題を解答させ、その後、月の満ち欠けの原理と 1 回目の問題の解答を解説した後、2 回目の問題を解答させた。そして、次週の授業時間に 3 回目の問題への解答、解説後に 4 回目の問題を解答させた。さらにその次の週の授業時間に 5 回目の問題への解答と解説を行い、6 回目の問題を解答させた。6 回目の問題は応用問題とした。

表 1 調査対象

講義	問題	専攻の区別	学年
講義 A	選択問題	理科専攻	2 年生
講義 B	選択問題	非理科専攻	1 年生
講義 C	記述問題	理科専攻	1 年生
講義 D	記述問題	非理科専攻	1 年生

<p>1回目. 地球から満月が見えるときの月の位置を選ぼう。</p> <p>解答④</p>	<p>2回目. 月、太陽、地球がこの位置関係にあるとき、地球から見て月はどのように見えるか。</p> <p>解答④</p>
<p>3回目. 新月が見えるとき</p> <p>解答②</p>	<p>4回目.</p> <p>解答②</p>
<p>5回目. 半月が見えるとき</p> <p>解答①、③</p>	<p>6回目.</p> <p>解答③</p>

図1 選択問題

<p>1回目. 夕方の時刻、南の空に月がこのように見えるとき、太陽、地球、月の位置関係を書きなさい。また、地球上の観測者の位置を書きなさい。</p> <p>解答</p>	<p>2回目. 真夜中の時刻、東の空に月がこのように見えるとき、太陽、地球、月の位置関係を書きなさい。また、地球上の観測者の位置を書きなさい。</p> <p>解答</p>
<p>3回目. 夕方の時刻、西の空</p> <p>解答</p>	<p>4回目. 明け方の時刻、東の空</p> <p>解答</p>
<p>5回目. 明け方の時刻、西の空</p> <p>解答</p>	<p>6回目. 夕方の時刻、南の空</p> <p>解答なし</p>

図2 記述問題

3. 結果

1 回目の結果をもとに、2 サンプル比率検定を行った (表 2、3)。表 2 より、理科専攻の学生と非理科専攻の学生において、選択問題では有意な差がみられたが、記述問題では有意な差がみられなかった。表 3 より、選択問題と記述問題のそれぞれの正答率において、理科の学生と非理科の学生の両方に有意な差がみられた。先行研究において、平成 10 年改訂学習指導要領後の理解度調査として、三重大学教育学部の 2013 年の調査では正答率が約 4 割であったと報告されている [1]。上記の調査と同様の記述問題で、本調査の 1 回目においても約 4 割となり、平成 10 年学習指導要領の改訂後の調査と、平成 20 年学習指導要領の改訂後の本調査との結果において、正答率に大きな変化はみられなかった。

また、図 3 より、単純な選択問題では、非理科専攻の学生も、反復学習によって、正答率が 3 回目で 100.0%に到達した。一方で、記述問題では、全体に変動が大きく、反復学習を行っても正答率の系統的な上昇は見られなかった。この結果は、複雑な記述問題に対しては、反復学習の効果がさほど望めないことを意味していると考えられる。

表 2 1 回目の問題における理科専攻の学生と非理科専攻の学生の比較

問題	比率		Z 値	5% 限界値	有意差
	理科専攻	非理科専攻			
選択	1.000	0.784	2.806	1.96	あり
記述	0.429	0.471	0.366	1.96	なし

表 3 1 回目の問題における選択問題と記述問題の違い

1 回目	正答率		Z 値	5% 限界値	有意差
	選択	記述			
理科	1.000	0.429	5.239	1.96	あり
非理科	0.784	0.471	2.723	1.96	あり

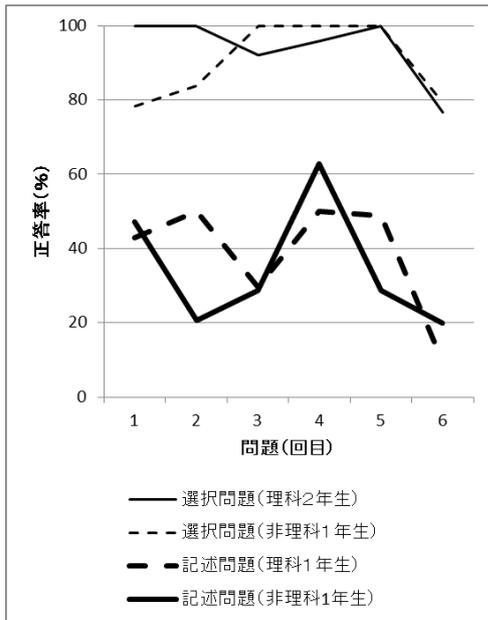


図3 正答率(%)の推移

参考文献

[1]伊藤信成・蛭波敬(2013)「月の満ち欠けについての理解度調査~小学校教員採用試験受験者に対する調査~」天文教育,25(1),pp36-37,天文教育普及研究会

質疑応答

Q：解説は全て統一していますか？

A：黒板で、月の満ち欠けの原理を説明した後、各問題の解説をするので、統一しています。

Q：問題文に、地軸の北側の宇宙から見たときに、という言葉を入れた方がよいのではないですか？

A：ぜひ参考にさせていただきます。

OSS フェスタにおける実験講座-若い星を見つけよう

仲野 誠 (大分大学)

Hands-on Learning in OSS Festa - Let's find young stars

Makoto Nakano (Oita University)

Abstract

Hands-on astronomical learning to find young stars on the research-grade images of IC 1396 for the high school students is briefly described.

1. はじめに

大分県では SSH 指定校を中心として県内の普通科高校が連携して活動しており、OSS フェスタとして年 1 回 1、2 年生を各校から 10 名程度ずつ集めて科学実験教室や模擬競技、事前課題研究発表などを行っている。私はこの地学の講座を担当する機会があり、最近の 3 年間は天体画像処理でマカリを利用して星団の色-等級図の作成やセファイド変光星の測光から銀河の距離を決定する実習を行ってきた。今年は自分自身が研究のために取得したオリジナルなデータを利用したものにしたと考え、「若い星を見つけよう」というタイトルで 2017 年 7 月 22 日に大分県教育センターで実施した。受講生は高校 1 年生 7 名である (図 1)。



図 1 : 講座での実習の様子

2. 講座の概要

講座の時間は全体で 2 時間である。前半の 1 時間は恒星の誕生 (暗黒星雲、原始星、おうし座 T 型星)、スペクトルの解説とおうし座 T 型星(TTS)の特徴、そしてマカリの概要の解説を行った。休憩後の後半はコンピュータを準備し、2 人 1 組でマカリを使った実習を行った。マカリによる実習においては散光星雲 IC1396 内の 10 分角の 3 領域の分光画像 (グリズムによる低分散分光画像) と直接画像 (i, J バンド画像)をデータとして配布した。IC1396 の全域においてはすでに大規模な探査が発表されており (Nakano et al. 2012)、それを元に今回の実習にふさわしい領域を選定した。可視域の画像はハワイ大学 2.2m 望遠鏡によって上記の研究用に取得されたもの、赤外線画像 (J バンド) はインターネット上で公開されている 2MASS データアーカイブから取得したものである。なお、3 領域は IC1396 の励起星のすぐ西の a 領域, グロビュールを含むもの c 領域, 及び c 領域の北に隣接する b 領域である (図 2)。

全体の流れ(計2時間)

1. 恒星の生まれ方と寿命	(15分)
2. 恒星の生まれるところ	(10分)
3. 光を調べる(スペクトル)	(15分)
4. 若い星の特徴と調べ方	(15分)
星に落下する物質(可視光の輝線)	
ちりの円盤(遠赤外線)	
その他の方法	
5. マカリの操作方法	(5分)
6. 実習	(60分)

表 1 : 時間配分

3. 若い星の検出方法

若い星としての TTS の候補を検出するにはいくつかの方法がある。近年では観測衛星によって TTS の周囲にある降着円盤からの赤外線放射、または TTS の活動からの X 線放射を検出する方法などで広い領域の探査が行われている。可視域では、その変光の様子や分光による輝線を捉える方法がとられてきた。特に TTS は $H\alpha$ 輝線で明るいのが特徴なので、低分散分光をすることで TTS の可能性の高い輝線星を明瞭に見つけ出すことが可能である。可視光であるので暗黒星雲の中まで見通すことは難しいが、分子雲の周辺部分または小さいまたは薄い分子雲領域では有効な手段である。今回はフィルターによって $H\alpha$ 付近に波長域を制限し、視野内のすべての天体を東西方向に低分散分光した画像から輝線星を探すという簡便な方法で探査の実習を行った。通常の星であれば連続光のみ、もしくは連続光に $H\alpha$ 吸収線が見られるが、TTS によるものは輝線なのでその検出は比較的容易である。

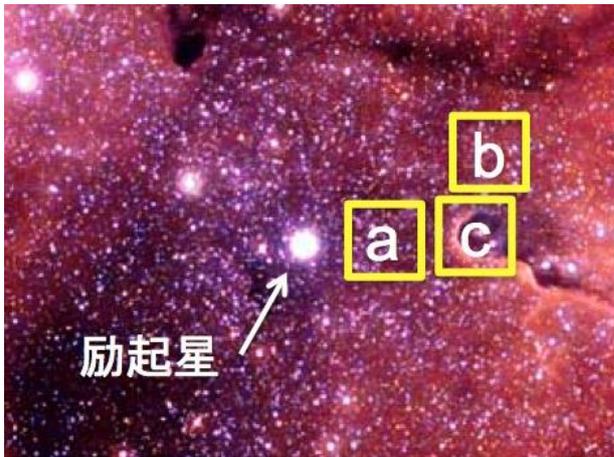


図 2 : 資料として画像を配布した 3 領域

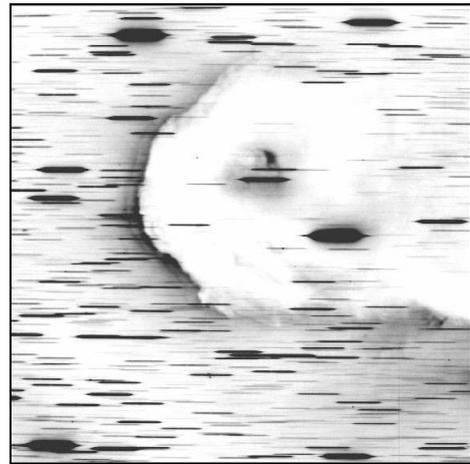


図 3 : c 領域のグリズム分光画像

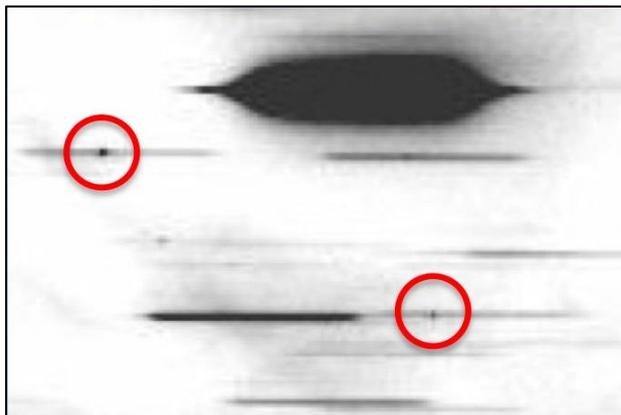


図 4 : 図 3 の一部を拡大。丸で示したのが $H\alpha$ 輝線

マカリによる実習

- (1) スペクトル画像のレベル調整
- (2) 目で探す
- (3) グラフ機能とカウント値で輝線の有無を確認
- (4) 確認できたらプリントにマークして番号つけ
- (5) 直接画像を開いて、レベル調整
- (6) 見つけた星の座標を読み取り、分布を知る
- (7) 二色(i, j-band)での測光
- (8) 色一等級図の作成

表 2 : 実習の流れ

4. 実習の実際

実習はまず全員に c 領域 (図 3) において TTS の候補として $H\alpha$ 輝線が顕著な星を探してもらった。画像のレベル調整をすると簡単に見つかる場合 (図 4) もあるが、グラフ機能を使っての確認が必要な場合もある。この領域では前半の講義で紹介したように、暗黒星雲の近傍であるため多くの星が誕生していることが予測でき、しかも容易に確認できる。実際には 40 個程度の輝線星がこの範囲に存在するが、どのグループにおいても 10-15 個程度は見つけていた。次に

残りの a,b 領域のいずれかを、それぞれのグループで選んでもらい、同様の探査をしてもらった。実はこの a,b 2つの領域ではお互いに分布の大きな違いがあることがわかっている。a 領域は 40 個程度の輝線星を含んでおり、b 領域には数個程度（通常はこの程度以下の表面密度しか期待できない）しかない。したがって a と c 領域には若い星が特に多く存在することを参加者全体で確認することができた。このことは若い星と散光星雲の励起星との関連性を考察する材料ともなる。

例年、この講座に割り当てられる時間が限られているので、過去に行った標準的なテーマでの講座でも 1 時間のマカリでの実習ではなかなか最後の段階（HR 図や光度曲線の作成及びその意味を考える）ところまで行き着くのが難しい。そこで、今回はまず発見して興味を持ってもらうことを第一目的（表 2 の(1)-(4)）にし、もし時間の余裕があれば位置測定・測光へと進めることを考えた。本来ならば測光まで行って、色-等級図まで作成できるのが望ましい（表 2 の(8)まで）ので、一応そこまでの準備は整えておいた。すなわち i バンドと J バンドの画像で検出した星を測光することで色-等級図を作成し、主系列と比較することで、その進化状態まで確認できる。しかし結果的には予想通りだが、数個の星の位置測定までしかできなかった。配布した画像のプリントに検出した星をマークさせていたので上記のように輝線星の分布の偏りは確認できた。いずれにせよ、色-等級図の理解とその作成にはさらに 2 時間程度の時間（講義および測光の実習）が必要であると思われる。

5. おわりに

高校 1 年生を対象として若い星の特徴の解説と研究グレードの画像データを使った実習を行った。内容的には高度であるが、若い星の検出自体そのものは比較的容易であり、星の同定にも時間がかからず、参加者に発見する喜びを体験させることはできたと考えている。結果的に若い星の分布に偏りがあることについての確認までは可能であった。実習時間は当初から不足することが予測されたが、やはり測光とその意味の理解には不十分なものであり、さらに 2 倍程度の時間が必要である。なお、実習には使用しなかったが、マカリによる測光では星の密度が高い領域では測光精度が低い（0.1 等以上）ことや可視光画像(1")に比べてデータベースの赤外線画像(2MASS)の画質が 4"と低いことが問題となる。しかし、前もって注意深く領域を選択することによって、若い星の色-等級図上での傾向を出すことも可能ではないだろうか。

参考文献

あなたもできるデジカメ天文学, 2015, 鈴木・洞口編, 恒星社厚生閣
Nakano, M. et al. , 2012, *Astronomical Journal*, 143, 61
2MASS—The Two Micron All Sky Survey NASA/IPAC infrared Science Archive
<http://irsa.ipac.caltech.edu/>

天文グッズとクラフト作品による「アステリズム」天文解説の事例報告

大江 尚子 (宙座工房 TeruTeruZa/SORACUL)

Case reports of method of astronomical popularization for "ASTERISM" using the astronomical goods and crafts.

Naoko Ohe (SORAZA-kobo TeruTeruZa/SORACUL)

Abstract

I'm producing some goods for astronomical popularization. I report the case of astronomical commentary for "ASTERISM" using the goods at craft events.

1. はじめに

クラフト分野での教材開発・商品企画の業務経験を活かし、「宙（そら）のある生活」「宙のカルチャーSORACUL」をコンセプトに「ものづくりによる天文普及とコミュニケーション促進」を目指した創作活動を行っている。宇宙や星空のモチーフに天文豆知識を取り入れたグッズのデザインやハンドメイド作品を制作し、それらを用いて（ポスター発表のように）イベント会場等で天文解説を行い、希望の方には販売している。モノが流通することで「モノに込めた情報やメッセージ」も広まるからだ。所有者が周囲に宇宙の話題をしやすいようにグッズにはミニ天文解説カードを同封している。グッズや作品には自分が天文ビギナー時代に驚いたことや感動したことを反映させているので、日頃宇宙にあまり興味のない方々にも驚きをもって共感していただけることが多い。グッズはシリーズ全体で地球から見た宇宙の階層構造（地球→月（衛星）→太陽系（惑星など）→星座と恒星→銀河）を表現する（解説できる）ことを目指している。宇宙の奥行きへの意識を促すことで「宙の彼方への天文学的な興味」を持つきっかけの1つとなれることを願うからだ。[1]（ここまで詳細は2016年度年会の口頭発表[2]及びポスター発表[3]参照）

毎年夏の博物ふえすていばる！[4]という博物創作イベントに向けてその年の普及テーマを設定し、新作シリーズを発表している。今年度の「星座ではない星のつなぎ・アステリズム」のデザインと「星座早見盤モチーフの12星座グッズ」を例に、解説と天文普及の事例を報告する。

2. 星空の目印 ASTERISM（アステリズム）の図案デザインと天文解説

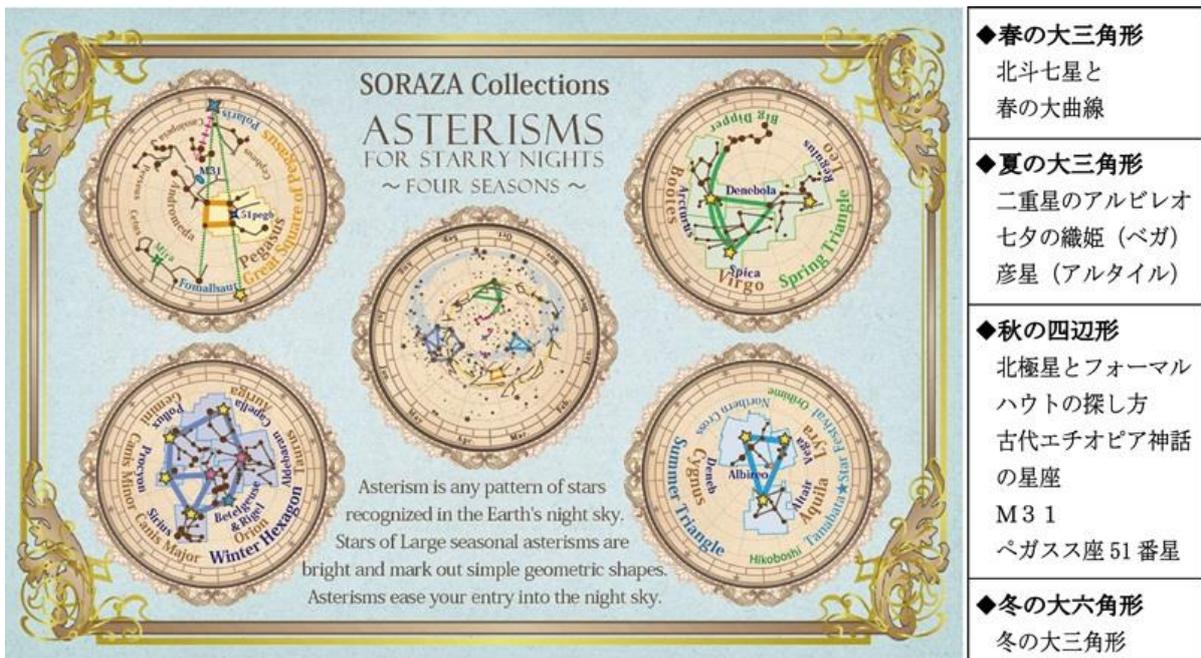
2-1 [constellation と asterism] 工房では「視点を変える提案」を意識しながら、私自身の体験から「ビギナーの方はこれだけ覚えれば OK では」と考える基礎的な解説項目を取り入れてグッズのデザインと作品制作をしている。四季の図形（春の大三角形など）の海外での紹介の仕方について調べる内に、星座“constellation”ではない星のつなぎ方などを英語の用語で“asterism”と呼ぶ事に気が付いた[5]。私が制作・普及活動でずっと強調して表現・解説してきた事柄はまさにこの概念である。星空を眺めた時の直観的な印象に近いシンプルな星のつなぎ方や図形に美しさ、自由な楽しさ、親しみを感じる。概念を表す言葉の力は絶大だ。用語への馴染みは薄いですが、この気軽な星空の楽しみ方を広く共有したいと考え、「アステリズム」という括りで自分なりに星空を改めて捉え直し、図案化したグッズや作品を用いた星空解説を始めた。

2-2 [星座ではない星のつなぎ方] 「アステリズム」とは、参照した複数の海外のウェブサイト[5]の解説を簡潔にまとめると、地球から見た夜空の天球上において肉眼で認識される星のパターンである。星座の一部、または複数の星座の星から構成される場合などがある。明るい星からなる単純な形状で、識別しやすいパターンが多く、星空に親しむ目印となる便利で特徴的な並びである。代表的なアステリズムとして紹介され、日本でも馴染み深いものを下記に抜粋する。

- ・複数の星座の星からなる大きな季節（四季）のアステリズム：
春の大三角形、夏の大三角形、ペガサスの四辺形（秋）、冬の大六角形（と大三角形）
- ・星座の別名：さそり座→Fish Hook（魚釣り星）、はくちょう座→Northern Cross（北十字）

- 星座の一部：おおぐま座→Big Dipper（北斗七星）、オリオン座→Orion's Belt（三ツ星）
- 他、各国・各地域の伝統的な星のつなぎ方 等々

2-3 [宙の四季の図形 ASTERISMS] 毎年普及テーマに合わせてメインビジュアルを英文のキャッチフレーズと共にデザインし、ポストカード裏面に簡単な天文解説を記載して配布している。今回は四季のアステリズムを古地図と標本のイメージでまとめ、キャッチフレーズはそのまま“ASTERISMS”（複数形）とした。視覚的にぱっと見て季節とサイズがわかりやすいようにした（図案は縮尺が同じ為、四季のサイズを比較できる。アステリズム線の色は季節をイメージしやすいように、春：グリーン、夏：ブルー、秋：オレンジ、冬：濃いブルーにした）。アステリズムを形成する星座の名称と領域の形、1等星など主な星の名称の他に、星を探す目印、アルビレオなど四季の星空情報、七夕など日本ならではの星の話題も補足で取り入れた（図1、表1）。



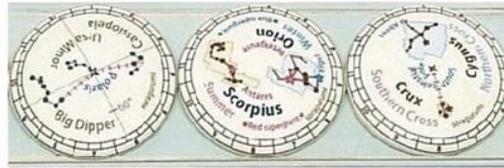
左：図1 宙の四季の図形 ASTERISMS メインビジュアル（ポストカード）

【春の大三角形／夏の大三角形／秋（ペガスス）の四辺形／冬の大六角形】

右：表1 四季のアステリズムの図案に加えた星空解説用の補足情報と話題

2-4 [アステリズムをテーマにした展示作品] 夜空の星々は植物や昆虫標本のように実物の収集や展示はできない。アステリズムの星のつなぎ方も星座線と同様に実際には存在しない人間のイメージの産物だ。だが敢えて標本のイメージでクラフト作品を制作した。図1の図案を写した布でくるみボタン（宙ぐるみ）を作り、板に標本のように虫ピンで留め、額装した。（図2）

2-5 [アステリズムに特化した天文解説] 夏のイベント[4]時に図2の作品を会場に展示し、図1の解説ポストカードを配布して「アステリズム」に特化した天文解説を試みた。メインビジュアルのポスターや作品の展示は、気に留めてじっくり眺めて話を聞いていただけるケースが増え、同図案のポストカードの配布は、後から思い返すことで印象と記憶に残る効果が期待されるからだ。聞き慣れない用語を使うことへの心配は杞憂に終わり、馴染みのある夏の大三角形などの星の並びを「アステリズム」という括りで捉え直すことの新鮮さや、「四季の星空の比較」と「その他の有名なアステリズム」（北斗七星など）という話の流れは、基礎的な星空案内のガイドスにもなるので、日頃天文に関心のない方々にも新しい「知識の括り」として共感と興味を持っていただけたように思う。星空を眺めた際の自然な印象に近い「アステリズム」による星空解説を天文ビギナーへのアプローチや導入方法の1つとして、よりよい紹介方法を今後も模索したい。



図案テーマ	北極星の探し方	オリオン座とさそり座 (冬の星座と夏の星座)	北十字と南十字 (北半球と南半球)
本来の星座 →アステリズム	おおぐま座 →北斗七星	オリオン座 →三ツ星	はくちょう座 →北十字
本来の星座 →アステリズム	カシオペア座 →M又はWの字	さそり座 →魚釣り星	

左：図2 展示作品「宙ぐるみの宙座標本～宙の四季の図形 ASTERISMS」

上部5つは四季のアステリズム(図1)。下部3つはその他の代表的なアステリズム(図3)。
 右上：図3 その他のアステリズムの図案、 右下：表2 その他のアステリズムの図案の項目

3. 星座早見盤風の宙座盤グッズ・12星座のキーホルダーによる天文解説

工房ではオリジナルのグッズと作品群に星空(星座)と宇宙の両方の意味を込めて「宙座」(ソラザ)、星座早見盤は「宙座盤」(ソラザバン)と名付けてシリーズ展開している。星図(星座早見盤データ)[6]及び星座の領域の形[7]のトレースは使用許可を得て利用している。

3-1 [“Astronomy made Easy”] メインビジュアル2つ目の宙座盤ポストカード(図4)は宇宙に浮いているイメージでデザインした。キャッチフレーズの“Astronomy made Easy”は海外のビンテージ早見盤に描かれているのを見て、なんて素敵なお言葉!と感激した経験から願いを込めて引用した[8]。一般に馴染み深い七夕(7月7日)20時頃の夜空が見えるように描いた。

3-2 [天文学的な12星座の宙座盤キーホルダー] 12星座は夜空で目立つ星座と目立たない星座があり、必ずしも基礎的な星空案内に適した題材ではない。だが誕生星座として一般の方にも馴染み深いことから「自分事」として捉え、天文学的な話題に発展しても興味を持って耳を傾けていただける効果が期待できる。そこで大人の知的好奇心を満たす「天文学的な12星座グッズ」を目指し、片面印刷の「12星座の領域サイズバッジ」[3]の経験を元に、両面印刷の平面キーホルダーで、デザインの力でどこまで程よく天文情報を取り入れ、話を広げられるか挑戦してみた。

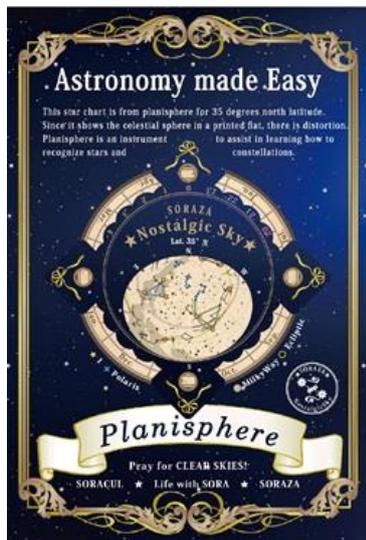
まず次の項目を決めた。(1) 1~5等星を描き分ける (2) 代表的な星座線を描く (3) 星座の領域の境界線も描く (3) 縮尺を合わせ星座同士のサイズを比較できる (4) 夜空での見頃の季節を示す (5) 星占い(誕生日の時期など)と神話(星座絵など)の情報は取敢えず扱わない

デザインは星座早見盤をモチーフにし、窓の中に12星座を1つずつアップで描いた(図5)。縮尺を合わせ、星の等級も描き分けたので「大きい星座・小さい星座、明るい星が多い星座・暗い星が多い星座」を比べて確認できる。早見盤の本来の使用方法に倣い、上の盤の20時の位置には、下の盤の目盛が各星座の20時正中の時期を示すように描いた(さそり座は7月下旬など)。芸が細かいと好評だ。裏面には文字情報(正中の時期、領域の広さ)を記載した(図6)(表3)。

これらの工夫により、友人同士や家族などが互いの星座のサイズ・形・見頃の時期を比べっこするなど、天文の話題でコミュニケーションが促進される場面が増え、とても嬉しく思う。

3-3 [解説の話の流れ] まず誕生星座は何かを尋ねる。キーホルダーで20時正中の時期を確認し、夜空での見頃の季節と誕生日の時期は3か月程ずれている理由を説明する。星座線の他に境界線があることを示し、現代天文学では全天88星座は天球上で住所のように区画に分けられ、境界線の内側の領域が星座とされる(ちなみに星座線には決まりがない)ことを伝える。また大きなおとめ座と小さなおひつじ座を比べると面積が3倍程違うことを示し、夜空で星座を探す際の範囲の目安を伝える。最後に、領域の面積の話は平面的だが、地球から見て〇〇座の領域の方角は宇宙の果てまで奥行きがあり、星座を構成する星々もそれぞれ地球からの距離が異なること(見かけの距離と実際の距離)、肉眼では見えない遥か遠くまで星や銀河があること(〇〇座

の方角に超新星発見」のニュースや大型望遠鏡の観測を例に) を話題にすると、ハッとしたような表情で一気に宇宙の奥行きに意識を向けていただけることが多い。一辺 5cm 程度の平面キーホルダーを用いた 3 分程の立ち話でここまで話を広げられること、宇宙・星空への意識や視点を変える楽しみ方を提案できることに、デザイン力とモノを介した天文普及の可能性を感じている。



宙座盤キーホルダー（さそり座）に取り入れた天文情報（日本語）

夏の夜空	夏の星座
20時の目盛 → 7月下旬	20時正中の時期 → 7月下旬
領域 → 境界線を描く	領域の広さ → 497平方度

左：図4 宙座盤メインビジュアル（北緯35度の星座早見盤・7月7日20時頃の夜空）

中央：図5（表面）、右：図6（裏面）、右下：表3 12星座の宙座盤キーホルダー（さそり座）

4. おわりに

工房のグッズや作品は「切り口が面白い」「星を見る目が変わった」「他の人に天文豆知識を伝えたい」という感想をいただけることが多い。天文への興味の入り口の1つになれば幸いだ。笑顔とワクワク感が広がることを願って、皆さんが主役の「宙のある生活」の提案を続けたい。

今までの活動と制作の経緯や趣旨を発表して文章にまとめる経験（2016年原稿[2][3]及び本稿）は私の大きな財産となり、改めて自分の活動に責任を持って前向きな気持ちで取り組めるようになった。この場をお借りして勧めてくださった縣秀彦氏と亀谷和久氏、原稿執筆に不慣れな私にアドバイスをしてくださった船越浩海氏、お世話になった皆様に心より感謝とお礼を申し上げる。

参考文献および註

「理科年表 平成28年」, 2015, 自然科学研究機構 国立天文台

「天文年鑑2016年版」, 2015, 天文年鑑編集委員会

[1] 国立天文台 4次元デジタル宇宙プロジェクト開発のフリーソフトウェア「Mitaka」

<http://4d2u.nao.ac.jp/html/program/mitaka/>から着想を得た宇宙旅行をイメージしている。

[2] 大江尚子 (2016) 第30回天文教育研究会集録 口頭発表「サイエンスカフェの経験を生かした天文クラフトによる天文普及活動」

[3] 大江尚子 (2016) 第30回天文教育研究会集録 ポスター発表「身に着けて宇宙を話題にできる」グッズを用いた天文解説の事例報告」

[4] 博物ふえすていばる! <http://hakubutufes.com/>

科学、生物、古生物、鉱物、天文等を題材とした創作・展示・研究の販売・発表イベント

[5] The Constellations IAU <https://www.iau.org/public/themes/constellations/>

Asterism (astronomy)-Wikipedia [https://en.wikipedia.org/wiki/Asterism_\(astronomy\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Asterism_(astronomy))

Asterisms for Winter Nights - Sky & Telescope

<http://www.skyandtelescope.com/observing/winter-sky-asterisms011320161301/>

[6] 星降る <http://hoshifuru.jp/> (星座早見盤のデータ配布)

[7] 株式会社アストロアーツ「ステラナビゲータ10」(天文シミュレーションソフトウェア)

[8] THE HANDY STAR FINDER (C.S.Hammond&Co./1935/For 40° North Latitude)

コスプレイヤーとの共創による天文普及

渡辺 謙仁 (北海道大学)

Popularization of Astronomy by Co-Creation With Cosplayers

Takahito Watanabe (Hokkaido University)

Abstract

This action research is based on “performance psychology.” The author tried to utilize a cosplay (costume play) space as a stage of co-creative and improvised learning and development through holding astronomical events. These events may start to expand communities of learning and playing astronomy. It will be good to walk about initiatively to make chances of improvisation.

1. はじめに

1.1 オタクとは何か？

本実践ではコスプレ（コスチューム・プレイ）をするオタクを対象としたことから、はじめに本実践におけるオタク像について述べておく。社会学者の大澤（2008）によれば、オタクとはアイロニカルに漫画やアニメ等で描かれる非現実的な虚構世界に没入する人々である。決して現実と虚構の区別がついていない人々ではない。現実と虚構の区別はついているが、それでも虚構世界に没入する人々である。宮崎勤事件が発生し、オタクには現実と虚構の区別がついていないとする言説が一定程度の社会的影響力を持ったことから、大澤が言うような対抗言説が必要になったのだろう。簡単に言えば、オタクとは敢えてバカになる遊びをする人々である。

1.2 パフォーマンス心理学

本項では、本実践の基になった考え方であるパフォーマンス心理学について解説する。パフォーマンス心理学とは、ホルツマン（2014）らによって始められた、ヴィゴツキーに依拠する新しい心理学のアプローチである。ヴィゴツキーによれば、人間発達の過程とは発達のためのステージを創り出すことである。ここで言う「ステージ」とは、道具や人との関係構築を含んだ場のことである（松浦・岡部, 2013）。ホルツマン（2014）は、ヴィゴツキーの最近接発達領域を集団的で即興的な「パフォーマンスのための空間構築」と再定義し、発達のためのステージをパフォーマンス（頭一つ分の背伸びをして何者かになってしまう遊び）して人から見られる場へ転換した。ホルツマン（2014）は劇作家で社会活動家のフリードマンらとともに、日常の文脈に演劇や遊びの要素を越境させることを、貧困層の子ども達の発達支援や企業研修などに取り入れている。このような活動は、パフォーマンス・アクティビズムとも呼ばれる。

1.3 パフォーマンスとしてのコスプレという遊び

これまでに見てきたことを基に、コスプレという実践を捉えなおしてみよう。コスプレとは、敢えてバカになり非現実的なキャラクターを、演じる、集団（共創）的かつ即興的な、身体を用いた2次元キャラクターへの横断という到達不可能な目的（松浦, 2015）を目指すので永遠に目的にたどり着かない、頭一つ分の背伸びをし続けるパフォーマンスとしての、つまり発達し続ける遊びであることが了解されよう。イベントという設えがあれば、コスプレが行われている空間

がそのまま学びと発達のステージになると考えられる。

1.4 TOYAKO マンガ・アニメフェスタ

ここで、本実践を行った TOYAKO マンガ・アニメフェスタ（以下、TMAF）について紹介しておく。TMAF では洞爺湖温泉街全体等がコスプレ会場になり、参加者は温泉街等でコスプレ撮影を行ったり、コスプレのまま飲食店や土産物店に入ったりすることが可能である。また、コスプレパレード、参加者の痛車の展示、アニメ等の複製原画展、声優・アーティストのライブ等の、主催者による企画がある。2010 年から毎年 6 月の週末の 2 日間開催しており、2017 年で 8 回目を迎えた。主催者発表によると、2017 年は約 6 万人が参加した。

2. 本実践の狙い

本実践では、2017 年 6 月 24・25 日に行われた TMAF において 2 つの天文関連イベントを開催した。夜の部の「君の写は。」と、昼の部の「てんもんフレンズ」である。本節では、これらのイベントの狙いについて述べる。

2.1 「君の写は。」の狙い

コスプレの目的は「撮影時に 1 秒だけキャラクターになりきること」（松浦, 2015）である。一方、天文においてもアマチュア天文家を中心に星野写真や星景写真を撮る実践がなされている。このことから、「写真」が天文とコスプレをつなぐ「境界的なオブジェクト」（Star, 1989）になり得ると考えた。具体的には、とある劇場アニメをリスペクトし、夕空や星空を背景にコスプレ写真を撮ることにした。また、当該アニメのストーリーのように当時地球に接近していたジョンソン彗星を観たり、著者が彗星のコスプレをしたりすることにした。これらは、コスプレイヤーとカメラマンの即興的な共創が起こる場を設え、学びと発達のステージを作るための仕掛けである。

2.2 「てんもんフレンズ」の狙い

昼の部は屋内で 4 次元デジタル地球儀「ダジック・アース」を使い、惑星などについて学ぶことを狙いとした。とあるテレビアニメをリスペクトし、球体スクリーンに投影された当該アニメに出てくる球形の敵キャラクターや惑星等の映像を参加者が回転させることにした。昼の部では、「球体」がアニメと天体をつなぐ境界的なオブジェクトになる。夜の部と同様に、これらはコスプレイヤーとカメラマンの即興的な共創が起こる場を設え、学びと発達のステージを作るための仕掛けである。

3. 結果と考察

3.1 「君の写は。」での出来事

曇り空で一瞬しか星は見えなかったが、著者がコスプレイヤー（仮名：L1）に声を掛けたことをきっかけに、カメラマンによる L1 の本格的な夜間撮影が始まった。カメラマンと L1 は初対面で、L1 は今後に関東のコスプレイベント等でカメラマンに撮影してもらいたいらしい。この出来事は、イベントという設えがあったからこそ達成された、カメラマンとコスプレイヤーによる即興的な学びと発達のステージの共創であると言えよう。

3.2 「君の写は。」で何が学ばれたのか？

まずは写真の上手な撮り方だろう。また、正統的周辺参加論によれば、学習とは共同体に十全参加していく過程でもある。つまり、社会関係やそれと表裏一体のアイデンティティの変化が学習ということである（レイヴ・ウェンガー, 1993）。L1 は星空の解説を聴きながら撮影したいとも言っており、今回つながったカメラマンも含め、天文を遊び、学ぶ共同体が広がっていく可能性がある。

3.3 「てんもんフレンズ」での出来事

敵キャラクターの映像を投影し、アニメの世界をイメージした状況で撮影が行われた。当該アニメは架空の巨大動物園を舞台にしているが、実在する動物園の飼育員が動物の解説をするコーナーがある。昼の部では、とある動物園の飼育員のコスプレをした人が、ダジック・アースの森林分布図の映像を使ってその解説のコーナーを再現した。また、球体スクリーンが偶然割れたことを即興的に上手く活かし、敵キャラクターを倒したかのような状況を構築した（図 1）。夜の部と同様に、これらの出来事はイベントという設えがあったからこそ達成された、カメラマンとコスプレイヤーによる即興的な学びと発達のステージの共創であると言えよう。

また、ある参加者から「国立新美術館などに展示される前衛芸術のようだ」との評を得た。しかし、当該アニメはネット上で「すごい！」などの流行語を生みだすほどの大ヒットだったにもかかわらず、参加者の中での知名度は今ひとつで、期待したほどには参加者との即興的な共創は実現しなかった。

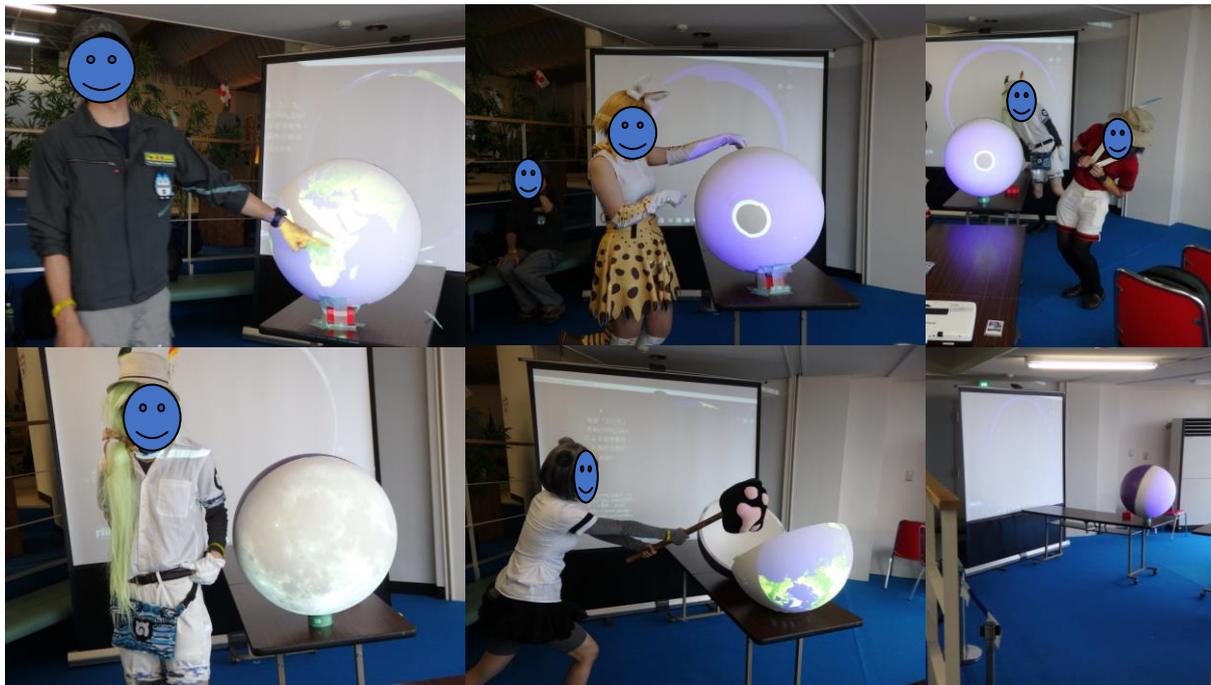


図 1 昼の部の様子

3.4 「てんもんフレンズ」で何が学ばれたのか？

当該アニメの参加者の中での知名度が今ひとつだったので、「球体」を境界的なオブジェクトとして、敵キャラクターから惑星などへ関心を広げることができたかには疑問が残る。だが、「ダジック・アース」というものがあることは学べた可能性がある。

3.5 敵キャラクターの模型を持ち歩いた

今回の天文関連イベントの外ではあるが、今回制作した敵キャラクターの模型を持ち歩いたところ、その模型に媒介されたコスプレイヤーとの即興的な共創が実現した（図 2）。このことから、天文関連イベントでもブースを構えず、積極的に歩き回って即興の機会を作っていくことも良いと考えられる。



図 2 模型に媒介されたコスプレイヤーとの即興的な共創

4. まとめ

本実践では、ホルツマン（2014）らのパフォーマンス心理学の考え方に立ち、コスプレが行われている空間を共創的かつ即興的な学びと発達のステージとして活用しようとした。今回のイベントをきっかけに、天文を遊び、学ぶ共同体が広がっていく可能性がある。また、ブースを構えず、積極的に歩き回って即興の機会を作っていく方法も考えられる。

謝辞

本イベントを手伝ってくださった北海道大学工学研究院の福澄孝博先生ならびに苫小牧工業高等専門学校天文同好会有志のみなさま、本イベントの開催をお許し頂き様々な形でご協力頂いた TOYAKO マンガ・アニメフェスタ事業推進委員会 / (社)洞爺湖温泉観光協会のみなさま、色々なご支援を頂いた北海道大学観光学高等研究センターの山村高淑先生をはじめコンテンツツーリズム研究会のみなさま、本イベントにご参加頂いたみなさまに感謝いたします。

参考文献

- 「遊ぶヴィゴツキー：生成の心理学へ」、2014、ホルツマン L. (茂呂雄二、訳)、東京：新曜社
- 「状況に埋め込まれた学習：正統的周辺参加」、1993、レイヴ J・ウエンガー E. (佐伯胖、訳)、東京：産業図書
- ステージ構築からみるコスプレ実践の学び、「日本認知科学会大会論文集」、30, 409–412, 2013, 松浦李恵・岡部大介
- 人工物の利用を通じた成員性と「境界する物」：キャラクターを支える遊びとしてのコスプレを対象に、「質的心理学フォーラム」、7, 14–23, 2015, 松浦李恵
- 「不可能性の時代」、2008、大澤真幸、東京：岩波書店
- The structure of ill-structured solutions: heterogeneous problem-solving, boundary objects and distributed artificial intelligence, “*Distributed Artificial Intelligence*,” 2, 37–54, 1989, Star, S.

高校理科教育における利用に向けた可搬式木星電波受信システムの開発

佐々木 悠朝 (八千代松陰中学校高等学校)

Development of a transportable Jovian radio receiving system for high-school science

Yuasa Sasaki (Yachiyoshoin Junior high school and High School)

Abstract

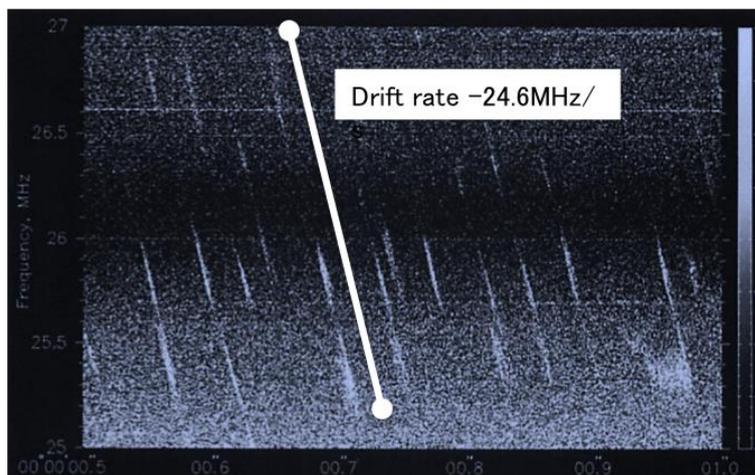
We propose transportable observation system for Jovian radiation in high school education.

Observing Jovian radio waves would interest to high school students and be attractive scientific experiment-teaching material. In this study, we propose Jovian S-bursts observation system that is easy to use in high school education. When it's used near urban area, the artificial noise would be received and be confused with Jovian radiation. Therefore the system must be transportable and battery-powered. For getting the data to unveil the mechanism for Jovian S-bursts in the future, the time resolution of the receiver must be enough, milliseconds. Hence we will develop it and consider in the following points, (a) the transportability, (b) the battery-powered ability, (c) the cost, (d) sensitivity, (e) the range of received frequency, and (f) the time resolution.

Radio JOVE receiver provided by NASA Radio JOVE project (<http://radiojove.gsfc.nasa.gov>) and 1seg TV tuner USB device managed by Software Defined Radio have some potential as the receiver of the observation system.

1. 木星デカメータ電波

近年、携帯電話や無線機器等の普及によって電波の利用は日常的で身近なものになっているが、このような電波は人工的な放射のみに限らず、磁場・大気をもつ天体が電波放射源とする自然放射も存在する。太陽・木星などの10MHzを超える電波放射は地球電離圏を透過するので地上でも観測可能であるが、現在も議論の途上にある未解明の問題が幾つも残されている。図は木星電波のなかには数ミリ秒間に放射周波数が数MHz低下し、かつ20Hz前後の繰り返し周波数をもって出現するS-burstと呼ばれる現象がある。木星電離圏・磁気圏・イオ衛星をつなぐ磁力線の固有振動現象(木星電離圏アルフヴェン共鳴)との関連が議論されている。



(図) 木星 S-burst の観測される様子。約 27 から 25MHz に急激に放射周波数が変化し、かつ準周期的に放射されていることがわかる。2012/8/24 00:33(JST) 宮城県登米市。(Kakimoto, Master's thesis, 2013)

2. 受信システム開発に向けて

木星電波観測は高校生にとっておそらく新鮮かつ魅力的な理科教育題材となりうる可能性がある。高校教育へ導入するにあたり、市街地・住宅地では周囲の人工ノイズによって敷地内に設置したアンテナでは観測が難しい。そこで、市街地・住宅地から離れた山林・海浜にアンテナ・受信機をその都度持参・設置し、観測後、撤収するという方式を考える。このため、可搬式のアンテナ・受信機が必要となる。生きた理科教育教材として、未解明の問題にも迫れるような性能の観測システムの実現が望まれ、本研究では、この S-burst が観測可能なシステムを目標とする。以上より(a)可搬式(b)バッテリー稼働(c)低コスト(d)木星電波が観測可能な感度(e)観測周波数帯 (f) 時間分解能を考慮し、開発・評価を行う。

現在、受信機部分として NASA の Radio JOVE プロジェクト(<http://radiojove.gsfc.nasa.gov>) が提供している木星デカメータ電波観測が可能な受信機の利用、またはワンセグ TV チューナーを Software defined radio のソフトウェアによる制御する受信システムの 2 者が有望であると考えている。

また、アンテナ部分に関しては、20MHz あたりの電波観測に向けて半波長である約 15m のワイヤーを用いたダイポールアンテナを予定している。長時間外に設置することを考慮し、風邪などの天候によって影響を受けず、かつ簡易的なものを検討する必要がある。

3. まとめ

本研究では、高校理科教育において利用可能な木星デカメータ電波受信システムの開発を目指している。利用を考慮し安価で導入できること、人工電波ノイズの少ない郊外などへ運べるよう可搬式であること、バッテリー稼働可能であること等々を評価し開発を行っている。現状では受信機として NASA の Radio JOVE が提供する受信キット、またワンセグチューナーをソフトウェア制御する SDR の 2 者が有望とされる。またワイヤーを用いたダイポールアンテナを組み合わせる。

これら受信システムについて評価すべく、2017 年冬～2018 年春にかけて東北大学蔵王観測所において実地試験また評価を行い、木星が衝になる 2018 年 5 月前後に木星デカメータ電波観測を予定している。

参考文献

- Kakimoto, S., Study on quasi-periodicity of S-burst of Jovian decametric radiation (in Japanese), Master's thesis, Tohoku University, 2013.
- Sasaki, Y., Study on the vertical distribution of Jovian decametric S-burst sources based on the ground-based radio observation (in Japanese), Master's thesis, Tohoku University, 2016.
- Su, Y. J., Jones, S. T., Ergun, R. E., Bagenal, F., Parker, S. E., Delamere, P. A., Lysak, R. L., Io-Jupiter interaction: Alfvén wave propagation and ionospheric Alfvén resonator, *J. Geophys. Res.*, 111 (A6), doi:10.1029/2005JA011252, 2006.
- Ergun, R. E., Su, Y.-J., Andersson, L., Bagenal, F., Delemere, P. A., Lysak, R. L., Strangeway, R. J., S bursts and the Jupiter ionospheric Alfvén resonator, *J. Geophys. Res.*, 111 (A6), doi:10.1029/2005JA011253, 2006.

謝辞

This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number 17H00313

天文教育と地域貢献

穂積 正人 (兵庫県立舞子高等学校)

Astronomy Education and Regional Contribution

Masato Hozumi (Maiko High School in Hyogo)

Abstract

We Astronomy Meteorology Club in Maiko H.S. have been doing our best both within and outside the school. For example, an astronomical and sun observation, and photometric observation of a variable star for research. Moreover, we hold planetarium events and show with "Mitaka", the software for visualizing the known Universe with up-to-date observational data and theoretical models, in Kobe regularly, which are for our community. We've shown our research in Junior Session by Astronomical Society of Japan, science fair in Hyogo etc.

1. はじめに

本校天文気象部では、アクティブ・ラーニングを意識した教材開発や天体観測だけでなく、地元で観望会を開催し、プラネタリウムや Mitaka の上映や小型望遠鏡の作成などにより、天文教育の普及だけでなく、地域貢献事業として取り組んでいます。また、研究として太陽観測・変光星の測光観測などを行い、日本天文学会ジュニアセッション・兵庫県サイエンスフェアなどで発表を行っています。

2. 観望会

校内だけでなく、小学校・公園・商業施設・コミュニティーセンターにて実施しています。主な内容は①Mitaka の上映、②プラネタリウムの上映、③月・惑星・恒星の観察、④小型望遠鏡の製作、⑤昼間：太陽の観測（黒点やプロミネンスの観測）、⑥昼間の星の観測などを場所・お客様の年齢・天候等を配慮しながら行っています。観望会ポスター（写真1）



写真 1 観望会ポスター

3. Mitaka による 3D「宇宙旅行」の上映

国立天文台の Mitaka を持ち運び可能にして、3D のカラー映像を見ることにより、目の前に迫ってくるような迫力のある映像をご覧いただけます。地球から宇宙へ宇宙空間を自由に移動して、時には、惑星や恒星に立ち寄りながら、宇宙の様々な構造や天体の位置を見ることができます。解説や操作は、主に「星空案内人」の資格を持った生徒が行います。上映風景（写真2）



写真 2 3D宇宙旅行

上映に当たって以下の点に配慮しています。(環境・原稿・読み手・操作の注意点・工夫点)

(1) 環境

- ① 移動式で暗くできる場所があれば、どこでも上映可能なように、スクリーンをプラスチックボードで作り、パーテーションをスクリーン代わりに使用しています。

- ② 短時間[30分以内]で準備できるように、プロジェクター2台やパソコン2台はラックに固定したまま運べるようにしました。

(2) 原稿作成

- ① なるべく、小さな子どもにもなじんでもらえるように、わかりやすい言葉で作り難いことばはできるだけ避けて作りました。
- ② 観客に呼びかけるような・問いかけるような箇所を複数用意し、観客の反応を感じ取れるようにしました。

(3) 上映中

- ① 原稿を読むとき、抑揚をつける。星や星座の固有名詞を読むときは、聞き取りやすいように、前後に少し間をおいて読む。
- ② 原稿は同じでも、日ごと時間ごとに地球・月・惑星の位置が変化しているので、その時の位置関係をうまくつかんでコントロールする。
- ③ 操作は手動のため、回転・前後・ズーム等のスピードが、同じ動きになるように工夫しました。

4. プラネタリウム

校舎の5階の部室の天井は、丸くなっていて、プラネタリウムを投影することができます。

文化祭・オープキャンパスなどの時に、上映します。また、雨天・曇天のため、星が見えないときの星座の勉強に使います。

また、校外では、生徒の作製したエアードームを持ち込み、上映します。エアードームは、遮光シートを貼り合わせてドーム状にして、サーキュレーターで送風しながらふくらませ、内側でプラネタリウムの上映を行うため、天候に関係なく観望会が実施できます。衣装ケース程度に折りたたみ、移動が可能で、現地で簡単に組み立てができます。すでに何度か一般観望会で活躍し、人気を得ています。エアードーム(写真3)



写真 3 エアードーム

5. 星空案内人@（星のソムリエ）の資格取得

部員の知識・技術向上のため、はりま宇宙講座に参加して、「星空案内人@」の資格を取得しています。1年生で「準案内人」、2年生で「案内人」の資格取得することにより、自信と知識を持って観望会に臨んでいます。星空案内人認定証(写真4)



写真 4 認定証

6. 研究発表

日本天文学会ジュニアセッション・星空案内人シンポジウム・兵庫県サイエンスフェアをはじめとする研究会で発表を行っています。昨年の主な内容は、「変光星麒麟座BLの測光観測」・「はやぶさ2号機の撮影」などです。

7. まとめ

部員の知識技術の向上のため研究観測を行います。また、観望会(昼間は、太陽観察会)を開催するとことにより社会性の研鑽に努めていくとともに、地域貢献事業の一つとして取り組み、天文教育の普及にもつながると考えています。

新学習指導要領へ向けた、現行の天文台学習の課題と改善案

- 仙台市天文台の事例報告 -

國友 有与志 (仙台市天文台)

The Problems and Improvements of Science Study at Astronomical Observatory toward New Educational Guidelines

- A Case Report in Sendai Astronomical Observatory -

Ariyoshi Kunitomo (Sendai Astronomical Observatory)

Abstract

Sendai Astronomical Observatory has annually conducted the science study using planetarium, astronomical telescope and exhibition room with first grade junior high school students within the Sendai city. I introduce the study contents and report the problems and improvements of current contents toward new educational guidelines.

1. はじめに

仙台市天文台では、仙台市内の中学校 1 年生を対象に天文台学習（悉皆）を実施している。学習内容は学習指導要領を踏まえたものとなっており、天体の日周運動などを学ぶプラネタリウム学習（80 分）、天体望遠鏡の仕組みについて学ぶ望遠鏡学習（20 分）、展示物を活用して調べ学習を行う展示学習（60 分）の 3 部構成となっている。

今年、文部科学省から学習指導要領改訂案が公表され、今後の教育目標の方向性が示された。この内容を受け、仙台市天文台で実施している天文台学習の内容をスタッフ間で議論し、「主体的・対話的で深い学び」を実現するための現行の課題点と、それらに対する改善案について、発表者の現時点での主観としてまとめた。

ここでは、現行の天文台学習の内容と、それについて議論した課題点と改善案を報告する。

2. 天文台学習の概要

仙台市天文台での天文台学習は、仙台市の学力向上施策「確かな学力育成プラン」中での「学習意欲・関心の向上に資する授業等の実現」のための施策のひとつであり、悉皆授業として位置づけられている。内容は学習指導要領を踏まえたものとしており、補助教材「天文台学習のしおり」を用いて学習活動を行う。

以下、学習のしおりと各学習内容の概要を紹介する。

2.1 学習のしおり

天文台学習の補助教材であり、全ての学習で使用する。展示室で解く穴埋め問題や、プラネタリウム学習と望遠鏡学習のまとめが記載されている他、プラネタリウム学習で選ばなかった選択内容についても学べるよう、6 種類全ての内容がまとめられている。また、その年度の満月と新月の日が記載されている天文カレンダーもついている。

2.2 プラネタリウム学習

プラネタリウム学習は、必修内容（60 分）と選択内容（20 分）の構成である。必修内容は、太陽（日周運動、高度変化、黒点）、今夜の星空案内、北極星（探し方、方位、緯度）、光害、星までの距離、天球、恒星の日周運動となっており、選択内容は、年周運動と季節の変化、月の動

きと見え方、太陽系、四季の星座、宇宙開発、宇宙の広がり の 6 種類となっている。

2.3 望遠鏡学習

望遠鏡学習では、天体望遠鏡のしくみ（鏡筒部、架台部、脚部）、望遠鏡の種類（屈折、反射）、望遠鏡の性能、（集光力、分解能）、太陽黒点の観察（※晴天時のみ）について学習する。

2.4 展示学習

展示学習では、2.1 で紹介した学習のしおり中の問題を解いていく形式であり、基本問題（展示室の各エリアを周り、学習のしおり中の空欄を埋める穴埋め問題）と発展問題（展示物を使って、月の満ち欠けの仕組みや惑星の分類について調べ、文章で記入する記述式問題）がある。

3. 現行の内容での課題点

3.1 業務形態

学習業務を含む運営事業は、市が要求するサービスの水準（以下、「要求水準」という。）を満たすよう実施する必要があるが、天文台側で自由に内容を変えて実施するということができない。なお、現行の天文台学習の内容は、仙台市天文台が現在の場所へ移転後、市の指導主事が 3 年間実施した内容を引き継いだものであり、現在もその内容を実施している。

3.2 来館する学年

中学校で天文分野を学習するのは 3 年生であるが、1 年生で来館し、天文台学習を行うことになっている。それに対し、要求水準では「学習指導要領に準拠した内容を実施する」となっているため、齟齬が発生している。これは、かつて 1 年生で天文分野を学習していた名残である。また、3 年生となった時点での知識の定着率や興味・関心の高さに関する検証等も行われておらず、天文台学習の効果が明確になっていない。

3.3 学習内容

プラネタリウム学習では、知識・理解と興味・関心が混在した内容となっており、方向性がはっきりしていない。また、80 分という時間も長すぎるという意見が先生の中からも出ている。また、望遠鏡学習では、本物の望遠鏡が目の前にも関わらず座学が中心となっている。晴天時は太陽黒点の観察ができるが、曇雨天時は観察体験がないことになる。さらに、展示学習では穴埋め問題となっているため、答えを探す作業のような学習となりがちであり、天文に関する学力向上や、興味・関心に繋げたりすることが難しい。

4. 現行の内容に対する改善案（私案）

4.1 業務形態に対して

天文台学習の内容変更は、中学校理科研究部会（以下、「理科部会」という。）から市教育委員会へ提言され、その事項について検討が進められるという形となっており、天文台職員が協議に関わっていない。そこで、理科部会と天文台が協働し、市へ働きかけができるような体系を確立させていくことが望ましい。

4.2 来館学年と学習内容に対して

学習をアクティブ・ラーニングの方向に持っていくには、「興味・関心」がベースとなっているべきである。また、1 年生で来館するということは、単元の内容に縛られることなく、天文台ならではの学習を進めていくことができると考えることができる。そこで、改善案として、展示学習については穴埋め学習ではなく、生徒が自ら興味のあるテーマを設定し、学校での事前学習

でそのテーマについて議論した後、天文台内で課題を解決していくというスタイルが考えられる。天文台学習後、レポートとしてまとめることにより、言語活動の充実を図ることもできる。また、望遠鏡学習については、座学ではなく実際に小型望遠鏡の組み立てを行い、覗く体験をすることによって、興味・関心を高められると考えられる。さらに、新学習指導要領でも求められている「観察に関する技能の習得」にもつなげることができる。

5. まとめ

上記のような改善案を実施することにより、新学習指導要領の方向性に沿った内容の天文台学習となるのではないだろうか。だが、天文台学習としての時間は数時間のみであり、この時間だけでアクティブ・ラーニングを実施することはおそらく難しい。学校側で事前・事後学習を行うことが必要になってくるであろうが、教員側の負担も増えることとなる。さらに、実際にアクティブ・ラーニングを進めていくための知識が、スタッフに不足しているという天文台側の課題も存在する。そこで、今後は市や教員とだけではなく、本格的に研究を行っているような教育大学などとの連携が重要になってくると考えられる。仙台市天文台の立ち位置をはっきりさせていくことが必要であろう。さらに、プラネタリウム・望遠鏡・展示室がそろっているという仙台市天文台の強みを活かし、施設全体を使って課題に取り組むことができるような内容にすることができれば、教育の質の向上のみならず、仙台市天文台のミッションである「宇宙を身近に」の実現にもつながっていくのではと考える。