



SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY

仙台市天文台

研究・実践紀要

BULLETIN : RESEARCH and PRACTICE

第5号

2018年度

目 次

2018 火星撮影画像	2
ひとみ望遠鏡中分散分光器での分光観測	松下 真人 5
恒星の低分散分光観測	千田 華 10 松下 真人
クイズでわかった！火星大接近に伴う知識の変化	大江 宏典 15
プラネタリウムを学習過程に取り入れた小学校 4 年生授業の実践	小野寺 正己 18
視覚支援学校向け学習投映の実施報告	國友 有与志 24
市民に向けた天体望遠鏡講座について－実施報告－	仲 千春 27
地域大学との連携事業の事例報告	千田 華 31

火星の位置の変化

1.



4.



2.



5.



3.



6.



7.



10.



8.



11.



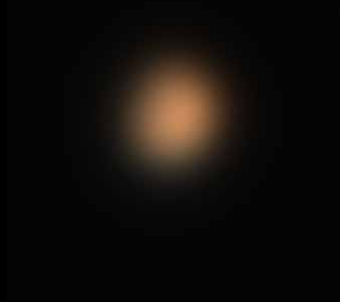
9.



火星の大きさの変化



2018.3.24



2018.4.22



2018.5.29



2018.6.23



2018.7.19



2018.7.31



2018.8.4



2018.8.22



2018.9.28



2018.10.8



2018.10.21



2018.11.13

【撮影情報】

撮影対象：火星

撮影場所：仙台市天文台

撮影機材：ASI120MC-S

観測機材：ひとみ望遠鏡 ナスミス眼視焦点

画像処理：フレームをスタック，トリミング

ひとみ望遠鏡中分散分光器での分光観測

松下真人

Spectroscopic observations using Medium-dispersion Spectrograph mounted on the Hitomi Telescope

MATSUSHITA Masato

要約

ひとみ望遠鏡に搭載された中分散分光器の低分散モードを使用し、アルビレオ、M42 オリオン星雲、火星、及びミラの分光観測を行った。いずれも既知の天体であるが、各天体に特徴的なスペクトルを得ることができた。

1. はじめに

天体観望会では、色の違いがわかりやすい二重星や、形状を確認しやすい星雲や銀河、星団等を観望することが多い。可視光を発するこれらの天体は、そのスペクトルにも違いが現れてくる。

本観測では、既知の天体スペクトルを観測することにより、ひとみ望遠鏡における分光観測の基礎データと位置付ける。

2. 観測装置

ひとみ望遠鏡ナスミス焦点の中分散分光器には、2種類のスリット（1.35"と2"）と3種類のグレーティング（低分散モード：600本/mm、中分散モード：1,714本/mm、1,800本/mm）があり、低分散モードでは可視光域のスペクトルを一度に取得することも可能である。本観測では、各種天体の可視光域でのスペクトル強度分布を把握するため、低分散モードを使用し、いずれの天体も2"スリットを使用して観測した。

3. 観測天体

天体観望会での観望対象天体のうち、二重星のアルビレオと散光星雲のM42 オリオン星雲、大接近を迎えた火星に加え、長周期変光星として知られるミラの分光観測を行った。各天体のスペクトル強度補正のための標準星データも取得した。（Tab.2）

4. 処理・解析

スペクトル強度分布を得るために、天体ごとにダーク処理、フラット処理、比較光源による波長校正に加え、標準星による強度補正を行った。また、天体の高度によって、通過する大気の厚さが異なりスペクトル強度も変化するため、強度補正の際にAirmass補正も行った。

5. 結果

横軸に波長、縦軸に強度をとり、観測で得られたスペクトル強度分布を天体ごとに示す。（Fig.1-Fig.6）

アルビレオは、黄色っぽく輝く星と青みがかった星の二重星として知られているが、正確には、はくちょう座 β 星A（ β Cyg A）に「アルビレオ」の固有名が付けられている。アルビレオと並んで輝くように見えるのは、はくちょう座 β 星B（ β Cyg B）で、色の違いがスペクトルからも読み取ることができる（Fig.1, Fig.2）。 β Cyg Aは、3933.66 Åと3968.47 ÅのCa II（D線とK線）の吸収が幅広く、K型星の特徴が現れている。一方の β Cyg Bは、B型星の特徴である水素バルマー線の吸収とヘリウムの吸収線が見られ、H α は輝線となっていることからBe星に分類される。

M42 オリオン星雲（Fig.3）のスペクトルは、水素バルマー線の輝線に加え、窒素や酸素の輝線が見られる。

Tab.1 ひとみ望遠鏡中分散分光器の低分散モード仕様

主鏡	有効口径 /1300mm, 主焦点 /F2.3
光学形式	クラシカルカセグレン光学系
焦点	ナスミス分光焦点 (F9.69)
観測装置	可視域中分散分光器 (ナスミス分光焦点)
スリット	W0.125×H 35mm(W2" × H9.3')
波長分解能	R ~ 1190 @ 5000Å

オリオン星雲内の高温のトラペジウムの紫外線によって電離したガスが輝線を発する、輝線星雲として知られている。

火星は太陽光を反射して輝いているため、そのスペクトルも太陽スペクトルを反映している (Fig.4)。長波長側に見られる吸収は地球大気の酸素や水蒸気によるものである。太陽光を反射する岩石天体では、赤外域でスペクトルの吸収が見られるものの、本観測の可視光域では特徴的なスペクトルは見られなかった。

ミラは長周期の脈動変光星であり、極大に向かうにつれて $H\gamma$ 、 $H\delta$ の輝線成分が強まっていくスペクトルを得ることができた (Fig.5, Fig.6)。

6. 今後の展望

ひとみ望遠鏡搭載の中分散分光器でさまざまな既知の天体のスペクトルを取得・公開し、観測によって明らかになった天文学の歴史をたどることで、天文普及の一助を担えるように努めたい。

<参考文献>

- Jack Martin (2010) A Spectroscopic Atlas of Bright Stars Springer
- Richard O. Gray and Christopher J. Corbally (2009) STELLAR SPECTRAL CLASSIFICATION Princeton University Press
- Richard Walker (2017) Spectral Atlas for Amateur Astronomers Cambridge University Press

Tab.2 観測日時と観測天体の分光撮像設定一覧

観測日	観測中心時間	観測天体	中心波長 (Å)	露出時間 (秒)	フレーム数	天体高度	Airmass
171127	18:49:32	ミラ	5500	120	1	34.477	1.767
171127	19:03:43	HR718(標準星)	5500	120	1	44.023	1.439
171213	18:40:22	アルビレオ	5500	120	5	27.882	2.138
171213	18:59:01	HR9087(標準星)	5500	120	5	24.363	2.424
171213	19:11:55	ミラ	5500	120	5	45.254	1.408
180119	20:37:34	M42	6000	300	4	45.373	1.405
180119	20:57:58	ミラ	6000	300	2	32.217	1.876
180119	21:16:40	HR718(標準星)	6000	300	2	38.823	1.595
181008	18:33:45	HR7950(標準星)	6000	60	1	41.349	1.514
181008	18:36:00	火星	6000	5	2	29.586	2.025
181215	22:52:24	ミラ	5500	60	4	35.980	1.702
181215	23:49:09	HR718(標準星)	5500	120	5	36.290	1.690

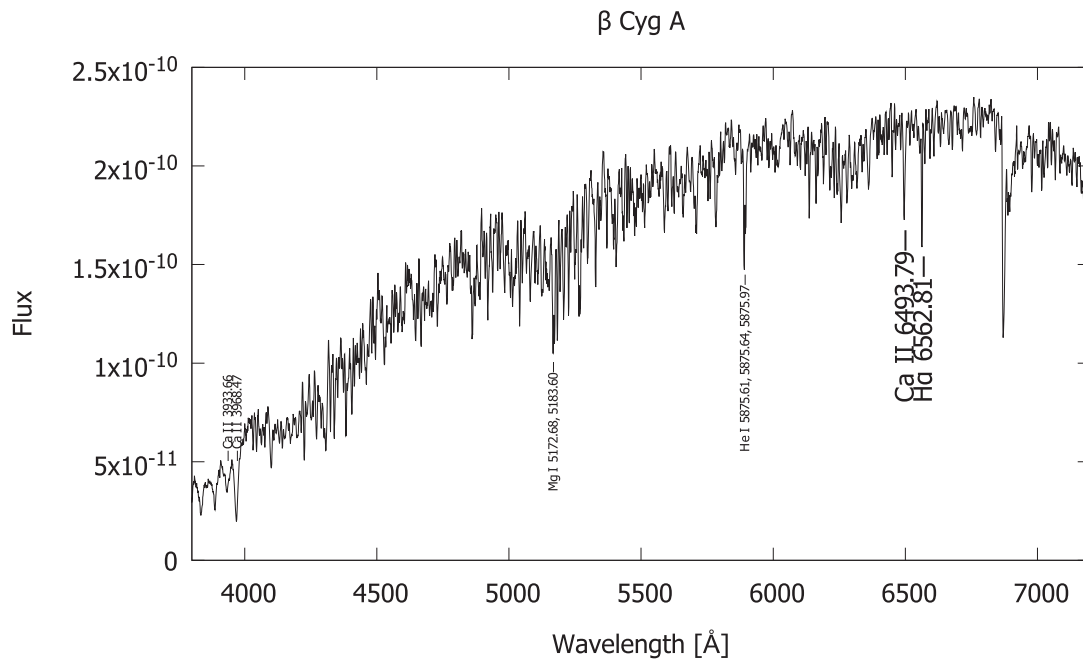


Fig.1 β Cyg A アルビレオ のスペクトル

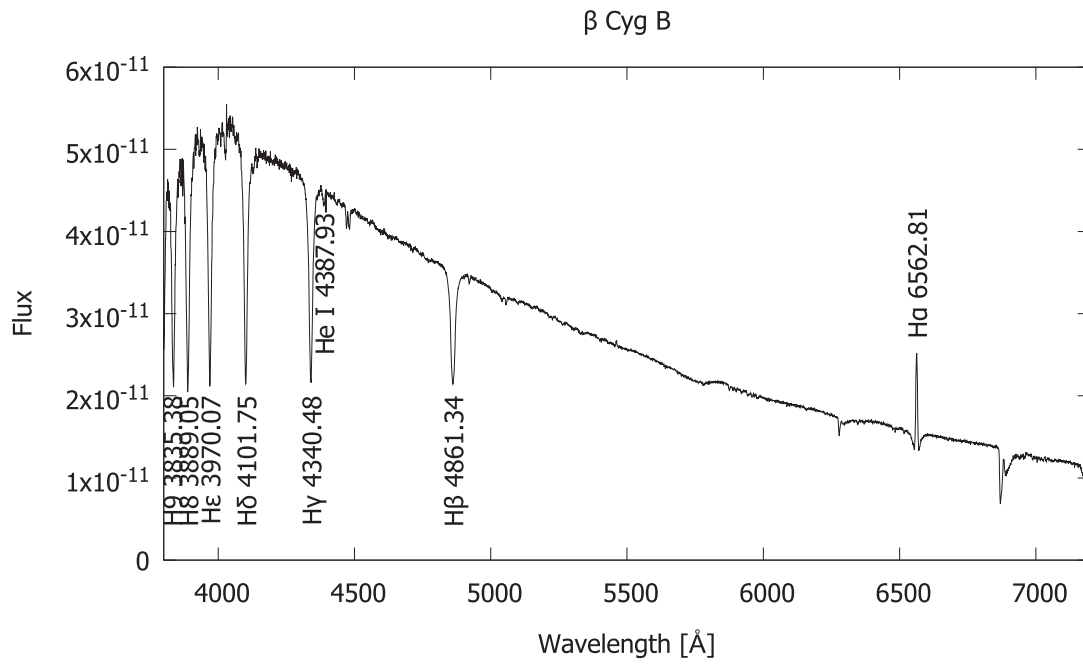


Fig.2 β Cyg B のスペクトル

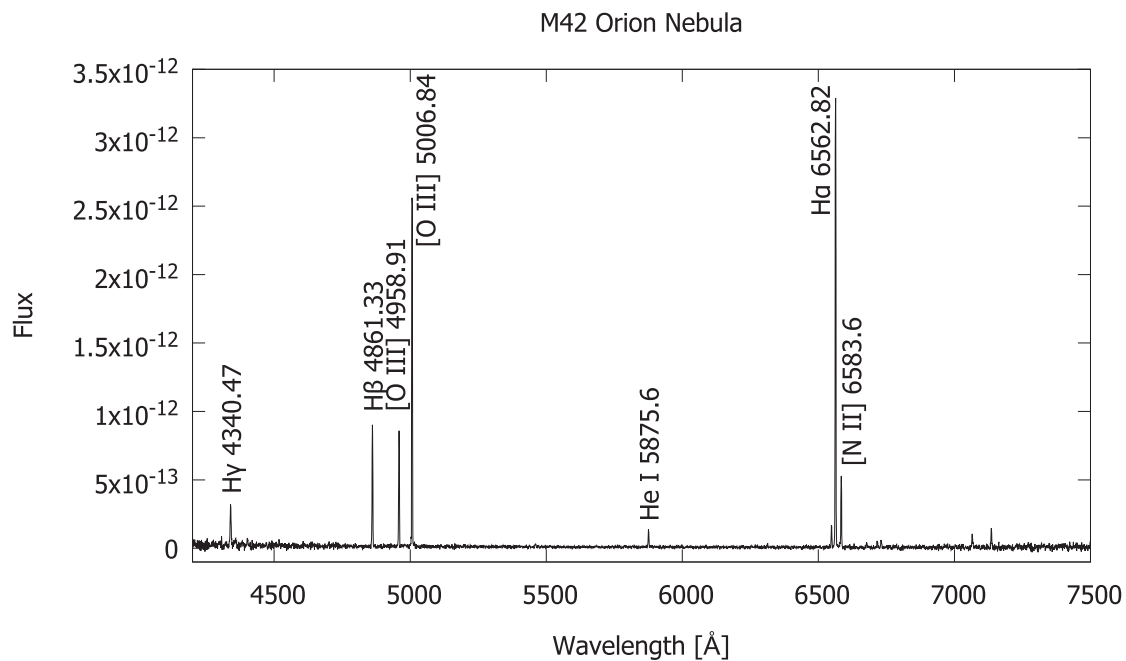


Fig.3 M42 オリオン星雲 のスペクトル

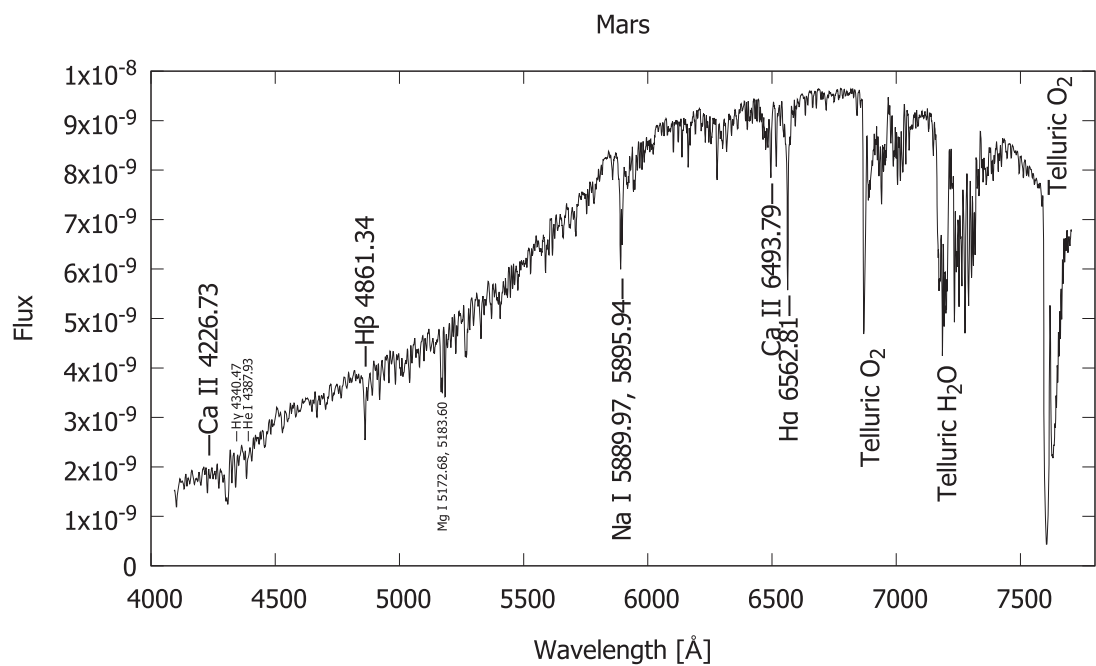


Fig.4 火星 のスペクトル

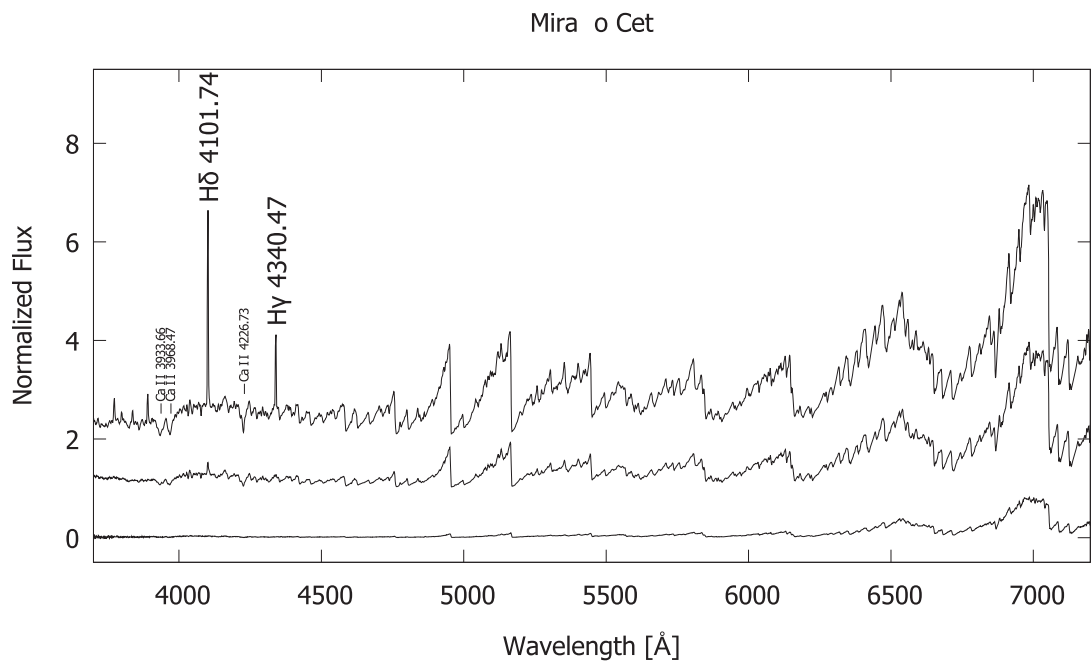


Fig.5 ミラ のスペクトル

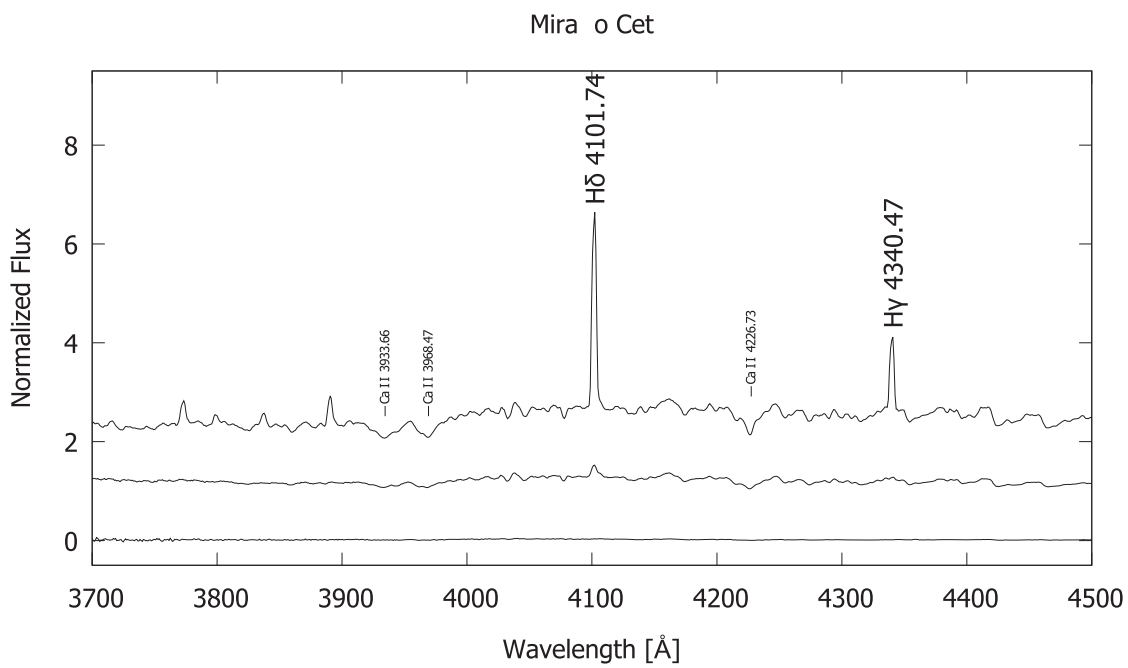


Fig.6 ミラ のスペクトル (拡大)

恒星の低分散分光観測

千田華， 松下真人

CHIDA Hikaru, MATSUSHITA Masato

概要

スペクトル型の違う恒星 6 天体について分光観測を行った。観測には仙台市天文台の 1.3m ひとみ望遠鏡の中分散分光器の低分散モードを使用し、スペクトル型の違いによるピーク波長の違いを確認することができた。本研究で得られた観測結果により、松下・溝口・長谷川・土佐（2014）で議論された同型のスペクトルをもつ天体でのスペクトル分布の相違の原因が、観測天体及び標準星の高度によるものであるということを突き止めることができた。

1. はじめに

恒星はスペクトル型によってスペクトル強度分布のピーク波長及び吸収線の現れ方に特徴がでる。ひとみ望遠鏡を用いたスペクトル型の異なる恒星のスペクトル強度分布は、松下他（2014）で報告されている。ここでは A1 型の恒星であるにもかかわらず、他の A1 型の恒星と比較するとスペクトル分布に相違が見られていた。この原因は、観測天体及び標準星の高度によるものではないかということが挙げられた。

本研究では、観測時における天体の高度が 20 度以上になるような時間帯を選び、大気による影響を減らした観測を行った。また、強度補正に用いる標準星と観測天体の高度差が小さくなるような天体を選定した。

2. 観測及びデータ解析

2.1 観測天体

本研究では、6 つの恒星の分光観測を行った。観測天体として B, F, K, M のスペクトル型の異なる 4 つの天体と、同じ A1 型の 2 天体を選定した。観測は 2018 年 12 月 15 日に各天体 5 フレームずつ撮像を行った。観測天体とスペクトル型、露出時間は Tab.1 に示す。

2.2 観測装置

本研究では仙台市天文台のひとみ望遠鏡を使用した。恒星の可視光全域でのスペクトル強度分布を把握するために、ひとみ望遠鏡ナスミス焦点の中分散分光器に搭載されている低分散モードで分光観測を行った。

本観測で使用した観測機器の仕様は Tab.2 に示す。

2.3 分光器用 CCD カメラ

スペクトルの撮像に FLI 社の冷却 CCD カメラ（PL-16803）を使用した。分光器用カメラの主な仕様は Tab.3 に示す。

2.4 データ処理・解析

スペクトル強度分布を得るために、ダーク処理、フラット処理、比較光源による波長校正に加え、標準星による強度補正を行った。目的天体と同高度の標準星を強度補正に使用するために、HR1544 と HR718 を標準星とした。各天体の強度補正に使用した標準星は tab.1 に示した。

3. 結果

横軸に波長、縦軸に強度をとり、観測で得られたスペクトル強度分布を天体ごとに Fig.1 から Fig.6 に示す。図中にはスペクトル分布に見られる吸収線を同定し記してある。

4. 議論

今回観測した 6 天体のスペクトル強度分布から、スペクトル型の違いによるピーク波長や吸収線の特徴が確認できた。松下他（2014）でスペクトルの相違を議論された同じ A1 型スペクトルのシリウス（Fig.4）とカストル（Fig.3）において、スペクトルの相違は見られなかった。また、プロキオンについても、松下他（2014）で報告されたスペクトル強度分布より明確に F 型星のスペクトル強度分布を再現できている。

これは、松下他（2014）で相違の見られた原因となっていた、観測時におけるシリウスの高度が極端に低く大気の影響と標準星とシリウスの高度差による強度補正の不十分さを、今回の観測では改善することができたからであると考ええる。

5. 結論と今後の展望

本研究では、スペクトル型の違う 6 天体の恒星に対して、ひとみ望遠鏡中分散分光器の低分散モードを用いた分光観測を行った。

その結果、全ての天体において、既に明らかとなっているそれぞれのスペクトル型のスペクトル強度分布と一致することが確認できた。

以前の観測でスペクトルの相違が見られた A1 型のシリウスとカストルに関しても今回は一致が認められ、前回の課題となっていた天体高度の問題を改善できたといえる。

<参考文献>

○松下真人・溝口小扶里・長谷川哲郎・土佐誠（2014）

ひとみ望遠鏡中分散分光器での低分散モード試験観測 仙台市天文台 仙台市天文台 研究・実践紀要 1, 8-14.

○Richard Walker (2017) Spectral Atlas for Amateur Astronomers, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS

○Jack Martin (2010) ASpectroscopic Atllass of Bright Stars, Springer

○Richard O. Gray and Christopher J. Corbally (2009) STELLAR SPECTRAL CLASSIFICATION, Princeton University Press

Tab.1 観測天体一覧

観測天体	スペクトル型	露出時間（秒）	観測時の天体高度（度）	エアマス	標準星名	標準星の露出時間（秒）	標準星の高度（度）	標準星のエアマス
ベテルギウス	M1	10	58.0	1.179	HR1544	120	60.0	1.155
アルデバラン	K5	5	62.0	1.133				
カストル	A1	10	61.0	1.143				
シリウス	A1	2	32.9	1.841	HR718	120	37.0	1.662
リゲル	B8	5	43.45	1.457				
プロキオン	F5	5	46.0	1.662				

Tab.2 ひとみ望遠鏡中分散分光器の低分散モード仕様

主鏡	有効口径 /1300mm, 主焦点 /F2.3
光学形式	クラシカルカセグレン光学系
焦点	ナスミス分光焦点 (F9.69)
観測装置	可視域中分散分光器（ナスミス分光焦点）
スリット	W0.125×H 35mm(W2" × H9.3')
中心波長	5500Å
観測波長域	3600-7200Å
波長分解能	R～1190 @ 5000Å

Tab.3 分光器用カメラの仕様

CCD チップ	KAF-16803
ピクセル数	4096(H) × 4096 (V)
ピクセルサイズ	9×9 μ m
センサーサイズ	36.8 × 36.8 mm
冷却方法	ベルチェ電子冷却

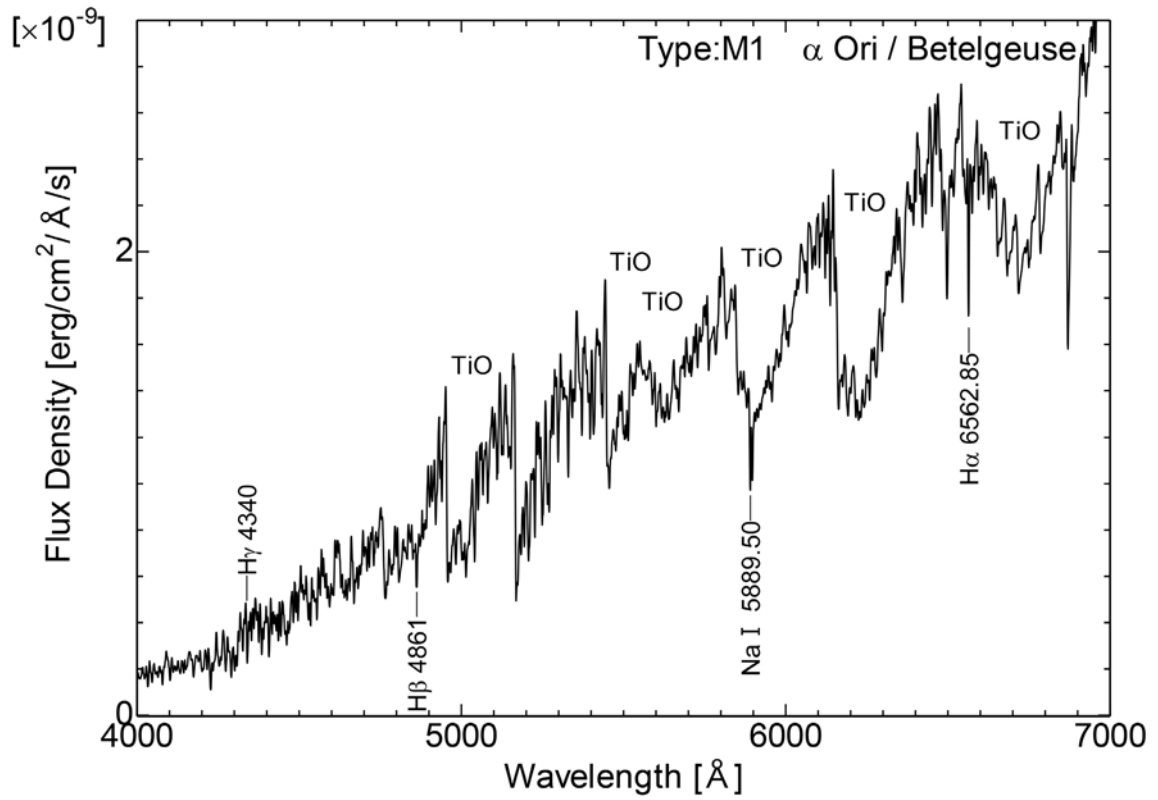


Fig.1 ベテルギウスのスペクトル

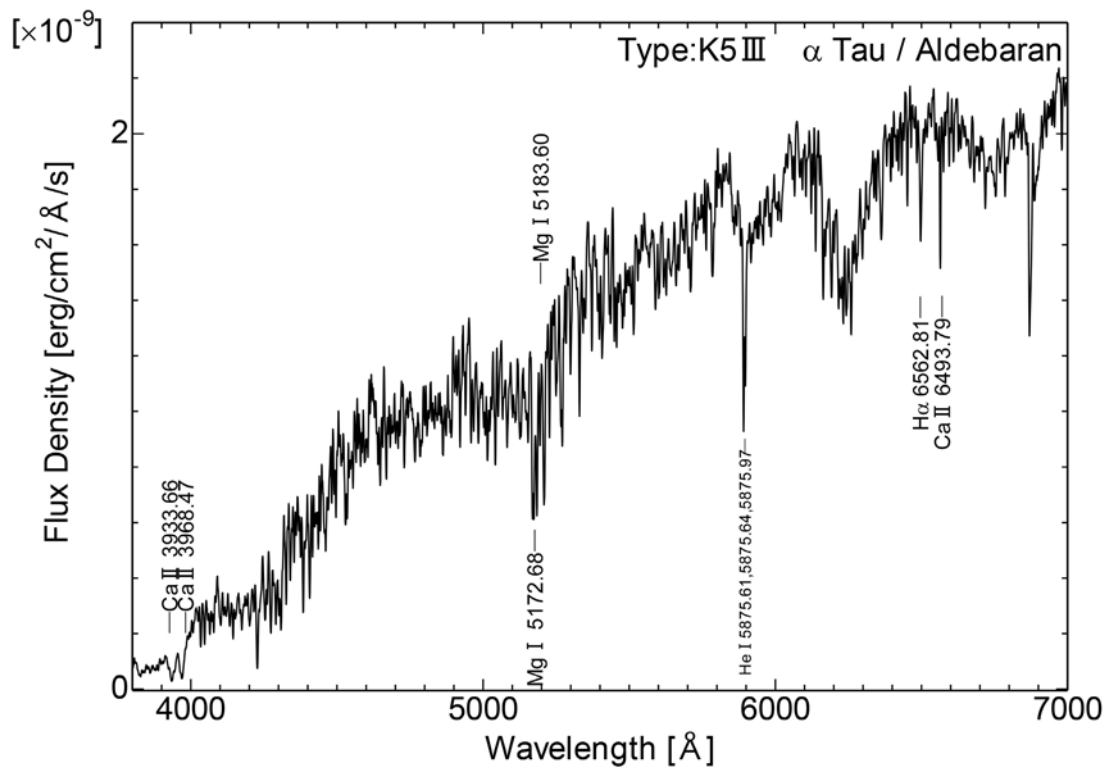


Fig.2 アルデバランのスペクトル

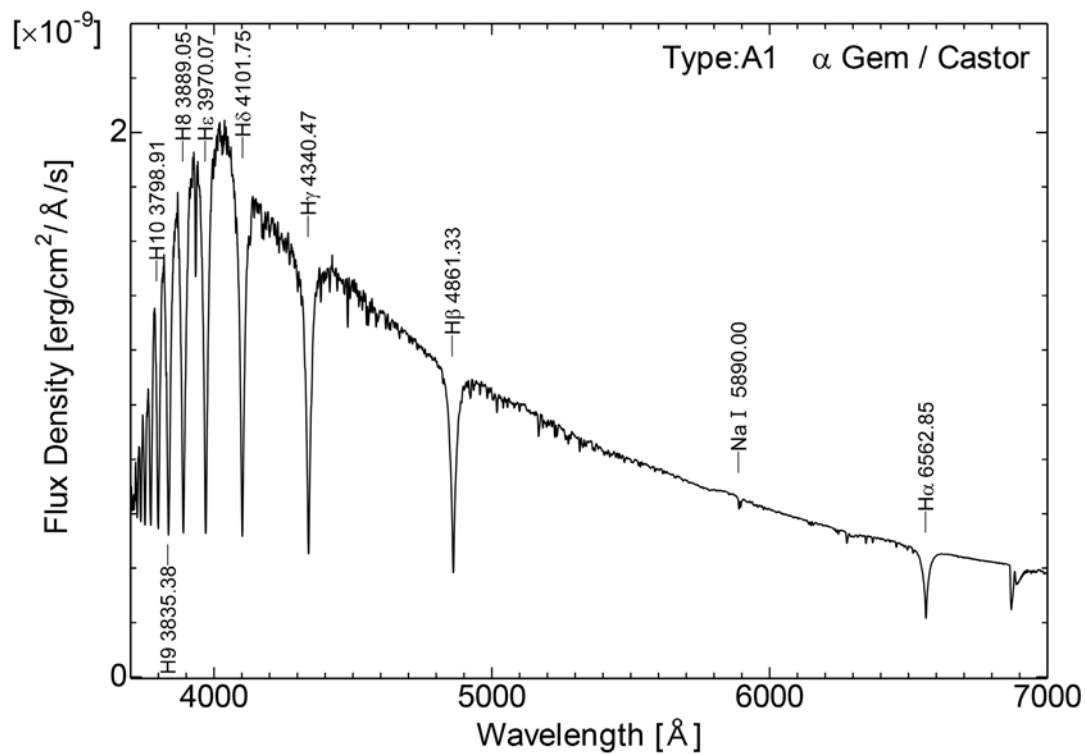


Fig.3 カストルのスペクトル

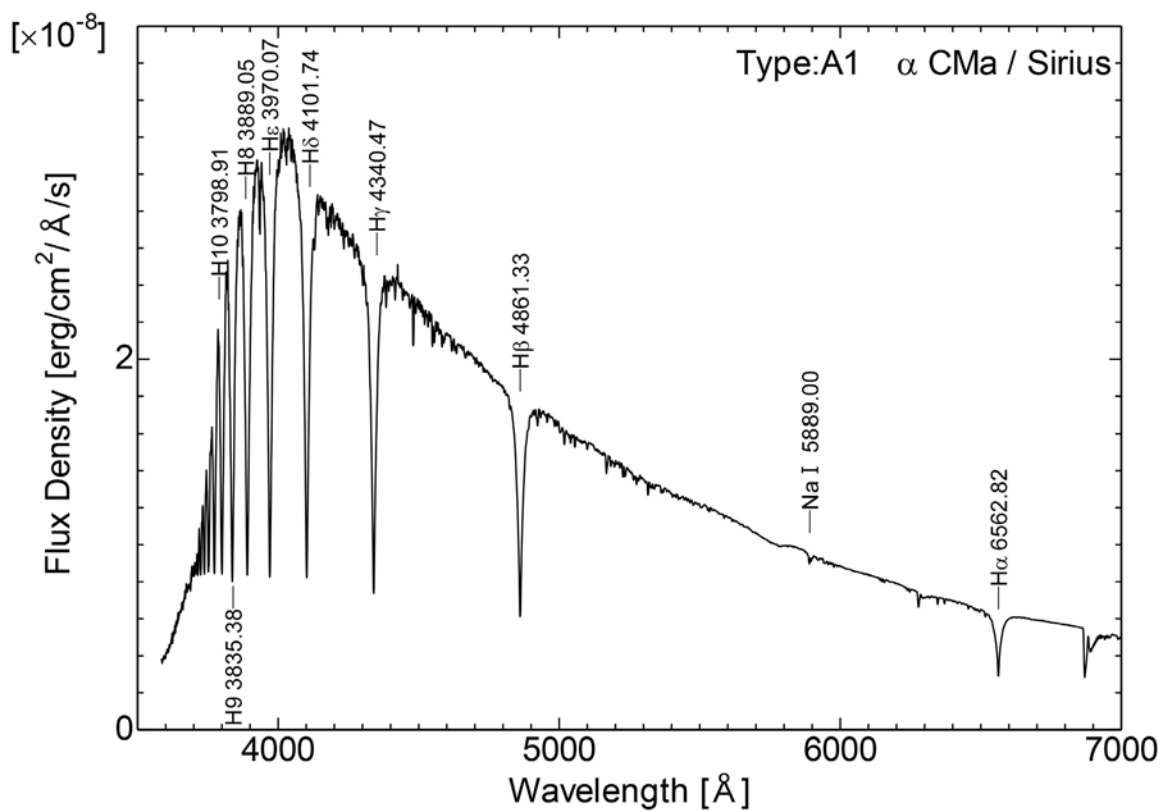


Fig.4 シリウスのスペクトル

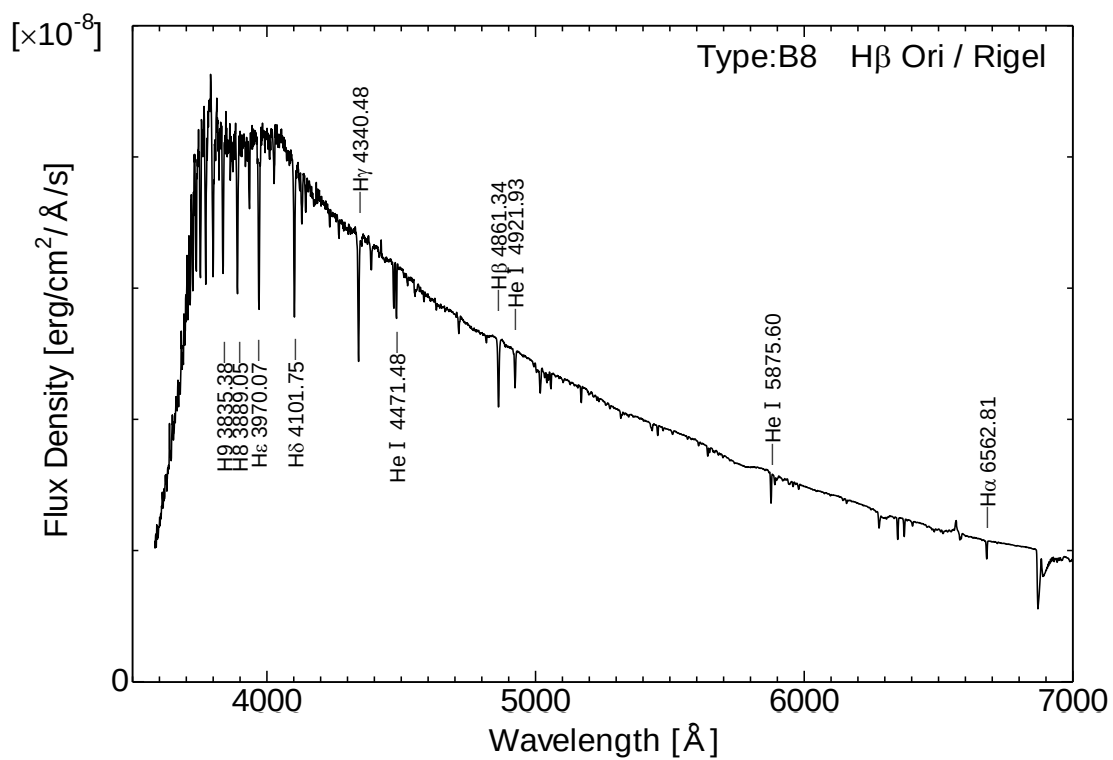


Fig.5 リゲルのスペクトル

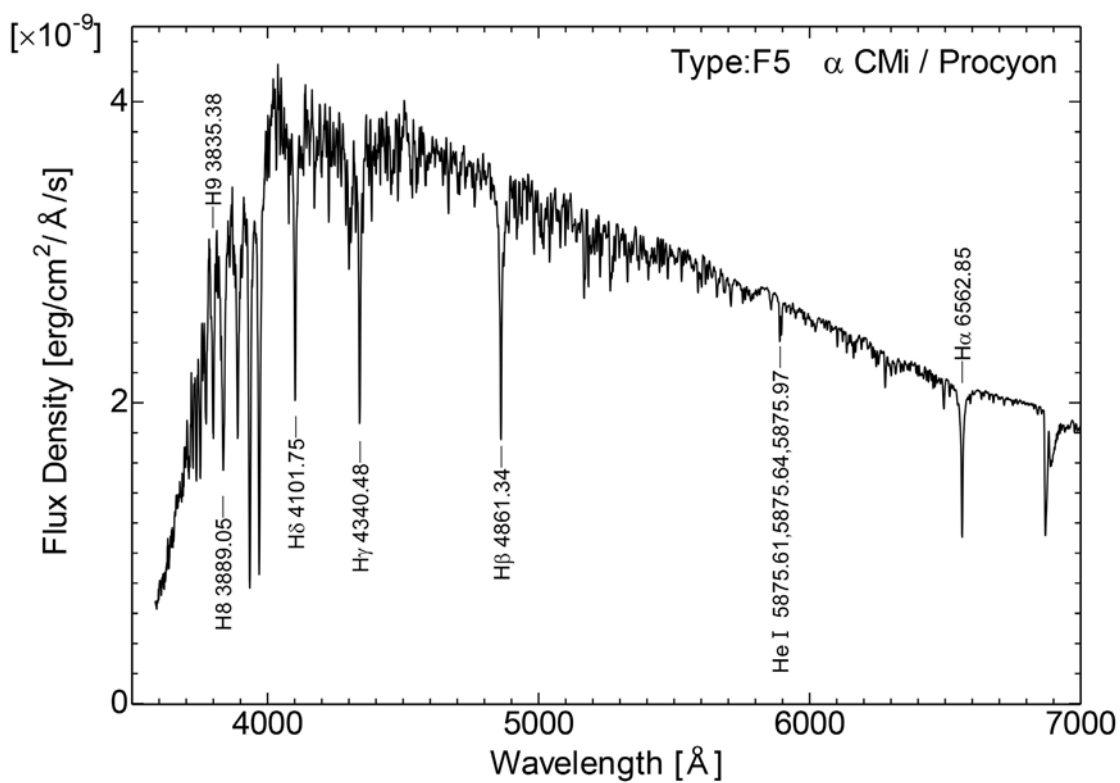


Fig.6 プロキオンのスペクトル

クイズでわかった！火星大接近に伴う知識の変化

大江 宏典

OOE Hironori

要約

2018年7月31日の火星大接近に伴い、約3ヶ月間、プラネタリウムでクイズを実施し、市民の火星に関する知識に変化が見られるか調査した。結果、ある一定の設問について、火星の知識の向上が見られた。

1. 調査の背景

2018年7月31日に火星が大接近した。世間でも注目の高いこの現象に合わせ、当台のプラネタリウムにおいてクイズ形式のプログラム「クイズでわかる！火星大接近」の放映を行った。このプログラムでは火星の基礎から応用的な知識まで、計10個の設問を用意し、当台のプラネタリウムに設置しているレスポンスアナライザー（クイズ等の回答機）を利用して正解率の統計調査を行った。また同時に、火星大接近の前後3ヶ月間における観覧者の火星に関する知識の変化も調査した。

2. 調査の概要

以下の方法にて調査を実施した。

Tab.1 調査の実施概要

調査時期	2018年6月2日－8月26日 (放映回数64回)
調査場所	仙台市天文台内
調査対象	プラネタリウム・天文の時間「クイズでわかる！火星大接近」観覧者（9歳以上）
調査方法	各座席に設置してあるレスポンスアナライザーによる調査
調査規模	回答件数：5,746件

3. 調査結果

3.1 回答者の属性

集計分析対象数5,746人の年齢について単純集計を行った。

「35－60歳」の子育て期・壮年期の割合が最も多く、次に「9－15歳」の小中学生の割合が多くなっていた。夏休み期間中の放映が多かったため、子どもを連れた観覧者が多かったと予想される。

Tab2. 年齢

年齢	n	%
9－15歳	1,286	22.4
16－22歳	375	6.5
23－34歳	944	16.4
35－60歳	2,523	43.9
61歳－	618	10.8
合計	5,746	100.0

3.2 正解率

クイズの正解率に関する集計結果がTab3のとおりである。

(第1問) 火星はどれ？

①火星（正解）②木星 ③土星 ④金星

→正解率 82.6%

プラネタリウムに映し出された7月31日の夜空から火星を探す問題である。正解率は10問中最も高かった。火星が夜空で赤く輝いている事を多くの観覧者が知っていたと考えられる。

(第2問) 「火星に対抗するもの」という意味の一等星は？

①アンタレス（正解）②アークトゥルス ③スピカ

→正解率 42.4%

7月31日に見える一等星に関する問題。②を選択した観覧者も32.7%と高いのが特徴である。スピカ以外の赤い星から二者択一となったと予想できる。

(第3問) 火星はなぜ赤い？

①マグマ ②鉄サビ（正解）③花畑

→正解率 58.4%

3つの画像から火星が赤く見える理由を予想する問題

である。消去法で①か②を選ぶ事になるため、正解率が高くなった。

(第4問) 火星の1日の長さは？

① 12 時間 ② 24 時間 (正解) ③ 48 時間

→正解率 17.1%

正解率が10問中最も低い結果となった。出題前に火星の直径は地球の約半分である事を意識付けたため、1日の長さも地球と異なると考えた観覧者が多かったと予想される。

(第5問) 大シルチスは何の色？

①雲 ②平原 ③火山 (正解)

→正解率 38.1%

3つの画像から大シルチスの正体を予想する問題。②を選択した観覧者も36.3%と多く、②と③で回答が割れる結果となった。

(第6問) 「火星の溝」は何と訳された？

①道路 ②運河 (正解) ③線路

→正解率 56.7%

スカパレリが火星を観測して描いたスケッチと3つの画像を見比べて、「火星には溝がある」という言葉が、どのように誤訳されたかについて回答する問題。問題は複雑だが正解率は高く、火星から水を連想した観覧者が多かったと考えられる。

(第7問) 天文台のイメージ画像は？

①トマト (正解) ②スイカ ③リンゴ

→正解率 41.8%

火星大接近に合わせて当台が作成したイメージ画像に関する問題。火星の知識とは直接的な関係はないが、多くの来館者が台内でこの画像を目にしていた事が伺える。

(第8問) 火星は誰に例えられた？

①大久保利通 ②坂本龍馬 ③西郷隆盛 (正解)

→正解率 37.7%

1877年の火星大接近を再現し、当時、火星が誰に例えられたかを問う問題。回答は割れたものの、③の回答者が最も多かった。西郷星については、NHKの大河ドラマで紹介された事もあり、③を選択した観覧者が多かったのかもしれない。

(第9問) 衛星の正しい組み合わせは？

①火星 (正解) ②木星 ③土星

→正解率 27.1%

火星の衛星を画像から選ぶ問題。②の木星の衛星を選んだ観覧者が44.4%と最も多く、正解率は低い。火星の衛星（フォボスとダイモス）は球形ではないため、衛星と認識しづらかったのが要因と考えられる。

(第10問) 火星の赤さが〇〇だ？

①おそろしい ②まぶしい ③あたたかい (正解)

→正解率 41.8%

谷川俊太郎の詩「地球があんまり荒れる日には」の穴埋め問題。火星の科学的な知識があっても回答できない問題だが、正解を選んだ観覧者の割合は高かった。詩の内容からポジティブなワードを選んだものと思われる。

Tab.3 設問ごとの正解率

	第1問	第2問	第3問	第4問	第5問	第6問	第7問	第8問	第9問	第10問
選択1	4,748 82.6	2,437 42.4	1,846 32.1	2,205 38.4	1,081 18.8	807 14.0	2,400 41.8	1,362 23.7	1,557 27.1	1,165 20.3
選択2	135 2.3	1,881 32.7	3,355 58.4	980 17.1	2,086 36.3	3,260 56.7	1,678 29.2	1,698 29.6	2,552 44.4	1,654 28.8
選択3	232 4.0	1,121 19.5	237 4.1	2,244 39.1	2,191 38.1	1,143 19.9	1,133 19.7	2,168 37.7	1,042 18.1	2,399 41.8
選択4	495 8.6	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0	0 0.0
無回答	136 2.4	307 5.3	308 5.4	317 5.5	388 6.8	536 9.3	535 9.3	518 9.0	595 10.4	528 9.2
全体	5,746 100.0	5,746 100.0	5,746 100.0	5,746 100.0	5,746 100.0	5,746 100.0	5,746 100.0	5,746 100.0	5,746 100.0	5,746 100.0

上：回答数 n
下：割合%

3.3 年齢と正解率の関係

観覧者の年齢によって正解率に違いが見られるかクロス集計によって分析を試みた。その結果をまとめたものがTab4である。

まず、全問平均の正解率を比較すると、35－60歳の正解率が49.2%と最も高く、61歳以上が45.9%と最も低い結果となった。35－60歳は、どの設問においても正解率が高く、火星に関する幅広い知識を持つ世代と言える。

設問別の比較では、第4問以外の正解率で年齢による相関が認められた。例えば第3問は61歳以上の正解率が35－60歳の正解率よりも約15%も低くなった。火星の色から鉄サビが連想できずにマグマを選択した観覧者が多かったと思われる。また、第6問では9－15歳の正解率が61歳以上と比べ約13%も低くなった。読解力が必要な設問だったため、小中学生にはやや難解だった可能性がある。

3.4 正解率の推移

火星大接近の前後3ヶ月間において正解率に変化が見られるかクロス集計によって分析を試みた。その結果をまとめたものがTab5である。

設問別に正解率を見てみると、第1、5、7、8、9問の計5つの設問の正解率に相関が認められた。また、その内の4つの設問において、8月の正解率が最も高くなっており、火星大接近に伴い火星の知識レベルが向上した事が伺える。特に第1問は、8月の正解率が6月よりも約5%向上しており、接近中の火星を実際の夜空で観察した観覧者が多かったと考えられる。

4. まとめ

本調査において、火星大接近に伴い、ある一定の項目で市民の火星に関する知識のレベルが上がる事がわかった。特に火星の観察については顕著であり、観覧者の約85%が火星を認識していた事になる。一方、今回は限られた設問による調査だったため、火星の科学的な知識まで向上したとは言い難い。市民にとって火星が観察対象であった事に間違いはないが、科学の対象になっていたかについては、もう少し詳しい調査が必要である。

Tab.4 年齢ごとの正解率

		第1問	第2問	第3問	第4問	第5問	第6問	第7問	第8問	第9問	第10問	平均
1	9－15歳	87.9	41.3	57.9	18.4	45.5	55.6	45.7	43.0	26.3	43.3	46.5
2	16－22歳	79.8	45.3	62.5	18.2	40.6	60.1	41.3	39.8	33.8	42.7	46.4
3	23－34歳	80.7	43.5	62.5	18.9	38.9	59.3	46.3	39.3	30.1	48.0	46.7
4	35－60歳	85.6	47.3	65.7	17.6	39.3	66.8	48.1	42.1	31.5	47.6	49.2
5	61歳－	82.7	43.6	50.9	17.5	40.8	68.5	40.3	39.3	32.0	43.9	45.9

Tab.5 月別正解率

	第1問	第2問	第3問	第4問	第5問	第6問	第7問	第8問	第9問	第10問	平均
6月の正解率	80.7	45.3	63.1	40.0	40.6	59.9	42.8	37.6	41.7	45.2	49.7
7月の正解率	78.8	43.6	57.4	40.3	38.7	55.8	38.8	36.7	43.1	41.2	47.4
8月の正解率	85.5	40.9	57.6	39.9	38.9	56.4	43.2	38.4	45.9	41.1	48.8

プラネタリウムを学習過程に取り入れた小学校 4 年生授業の実践

小野寺 正己

Practice of Fourth grade class in Elementary school incorporating Planetarium into Learning process

ONODERA Masami

要約

仙台市天文台において 4 年間継続している小学校の天文分野の単元について、プラネタリウムを活用した学習過程を計画し、実践する試みを今年度も行った。今年度は、小学校 4 年生の「月や星の動き」の単元について、3 学級ある学校にて実践を行った。その結果、ポストテストのみならず、フォローアップテストにおいても知識の維持が認められた。このことから、学校との連携を密にしたプラネタリウムの活用は、学校教育に有用であるものと考えられる。

Abstract

For the unit of elementary school astronomy field which has been continuing for 4 years at Sendai Astronomical Observatory, we also attempted to plan and practice the learning process utilizing planetarium this year. In this fiscal year, we conducted practice at school with 3 classes on unit of 'Moon and star movement' of elementary school fourth grader. As a result, retention of knowledge was recognized not only in the post test but also in the follow-up test. From this, it is considered that utilization of a planetarium that closely cooperates with schools is useful for school education.

1. はじめに

仙台市天文台では、2014 年から市内小学校と連携をし、理科の天文分野の単元について、天文台職員が学校に赴き、単元全ての学習を実施している。その際には、学校側と打ち合わせを行い、プラネタリウムでの学習も学習過程に組み込んだ学習にしている。具体的には、2014 年と 2015 年は、単学級の学校の小学校 4 年生の「月と星の動き」の単元。2016 年は 4 学級ある小学校 6 年生の「太陽と月の形」の単元の実践を行った。そして、2017 年と 2018 年は 3 学級ある小学校 4 年生の「月と星の動き」の単元の実践を行った。2017 年の実践は、小野寺（2018）にある通り、一定の成果が見られている。

2. 研究の目的

本研究では、小野寺（2018）の実践を基本とした単元全体の学習過程を計画し、追試実践をすることとした。その結果として単元に関わる知識の定着度について検討を行い、学習過程の再現性を確認し、その妥当性を確認

することを目的とした。

3. 研究の方法

3.1 調査対象

2017 年も実施した小学校が、2018 年も連携授業の希望をしたことから、同じ学校の小学校 4 年生を対象とすることとした。その学校の 4 年生全学級の児童 97 人（1 組：31 人、2 組 33 人、3 組 33 人）を調査対象とした。なお倫理的配慮として、調査結果を学校名や児童個人が特定されることのない範囲で研究発表をすることの承認を学校長から得ている。

3.2 調査時期

調査は、以下の段階で行った。

- (1) プレ調査 2018 年 11 月
- (2) 事前学習 2018 年 11 月
- (3) プラネタリウム学習 2018 年 11 月
- (4) 事後学習 2018 年 12 月
- (5) ポスト調査 2018 年 12 月

3.3 調査内容

上記それぞれの調査については、以下のように実施した。まず、単元全体の学習計画と評価基準に関しては、小野寺（2018）に準じた展開とした（Fig.1）。さらに

事前学習とプラネタリウム学習及び事後学習の授業に関しても小野寺（2018）と同様の展開とした（Fig.2, Fig.3, Fig.4）。また、プレ調査・ポスト調査・フォロアップ調査は、児童の実態及び理解度を調べるために、亀谷（2014）による「月と星に関する質問」（Fig.5）を用いた。

学習活動	時間	評価の観点と方法
第1次 プレ調査	1 時間	
・レディネス調査への記載を行う。	1	㊦月の形や星の動きに興味を持っている（日常体験の確認） ㊦球形の物体に光が一方からあたった場合の陰のつき方や見え方について予想を立てることができる。
第2次 経験の共有と学習課題設定	1 時間	
・月に関わる経験を共有し、月の形や位置に関する仮説を立てる。 ・星や星座に関わる経験を共有し、星の色や明るさ及び星座の位置に関する仮説を立てる。 ・仮説に基づいたプラネタリウム学習での課題の設定をする。 ・星座早見盤の使い方を知る。	1 Fig.2	㊦月を見た経験を基に、日によって形に違いがあることや見える方位が違うことに気づくことができる。 ㊦星や星座を見た経験を基に、星は明るさや色の違いがあることや、季節によって見える星座が違うことに気づくことができる。 ㊦月や星が時間変化に伴い見え方が違う予想を立てることができる。 ㊦グループ毎の話し合いを基に、仮説を立て、それを確かめるための課題を設定することができる。 ㊦星座早見盤の使い方を知り、日にちと時間を変更し、その日時に見ることのできる星空を導くことができる。
第3次 天文台学習	2.5 時間	
プラネタリウム学習（3 クラス合同） ・月の形が日によって違うことを観察する。 ・月が時間とともに動いていることを観察する。 ・星の明るさや色の違いを観察する。 ・星が時間とともに動いていることを観察する。 ・日時の違う星空を、星座早見盤を使って呼応させ、観察する。	1 Fig.3	㊦日にちの違う月の日周運動の観察や月位相をまとめた画像から、月の形が日によって違うことを理解する。 ㊦予想に基づいて、月が時間とともに動いていることを観察できる。 ㊦星空を観察し、星の色や明るさの違いに気づく。 ㊦星の日周運動を観察し、星座の形を変えずに星が時間とともに動いていることを知る。 ㊦星座早見盤を使って、星座や1等星等の名前を呼応させることができる。 ㊦プラネタリウムでの星座解説を聞き、実際の星空でも星座を探そうとする。
展示学習（生活班毎） ・学習のしおりを使い、月の位相についてのまとめを行う。 ・学習のしおりを使い、天文学に関わる発展的な学習を行う。	1	㊦プラネタリウムで確かめた月の位相変化について、形を記述することで、理解を深める。 ㊦発展的な学習をすることで、天文学に興味を持つ。 ㊦友達と協力をして、学習のしおりをまとめる作業を行う。
望遠鏡学習（クラス毎） ・望遠鏡の性能を決める要因について知る。 ・望遠鏡を使って星の観察をする（晴天時）。	0.5	㊦望遠鏡性能は、主鏡や対物レンズの大きさが一番大きな要因であることを知る。 ㊦望遠鏡をのぞき、星を見つけることができる。 ㊦望遠鏡の解説を聞き、自分なりの疑問や興味を持つことができる。
第4次 学習のまとめ	2 時間	
・学習のしおり及び教科書を使って月及び星や星座に関わるプラネタリウムでの観察学習の振り返りを行う。 ・教科書を使って、グループ毎にプラネタリウム学習のまとめと発展問題の検討をする。 ・秋の星空や冬の星空を個々に見ることができるよう星座早見盤を使って、秋や冬の星座を確認する。	1 Fig.4	㊦月は日によって形が変わって見え、1日のうちでも時刻によって位置が変わることを理解する。 ㊦空には、明るさや色の違う星があることを理解する。 ㊦星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わることを理解する。 ㊦星座早見盤が自由に使えるようになる。 ㊦仲間と協力して、学習のまとめをしたり発展的な問題を解いたりする。
・学校で用意する確認テストを行う。 ・レディネス調査の変容を確かめるため、再度同じ調査を行う。	1	㊦学んだことを活かして、空間認識を検討しようとする。 ㊦レディネステストで分からなかったことが分かるようになる。

㊦：知識・技能，㊦：思考・判断力・表現力，㊦：主体的に学習に取り組む態度

Fig.1 学習計画と評価基準

段階	学習活動（丸数字は所要時間）	授業者の支援	評価
導入 5分	1. 授業者の自己紹介を聞く③ 2. 今日の授業のめあてを確認する② 天文台で学ぶことを決めよう	・リレーションを取りやすくするため子どもが親しみを持てるような自己紹介をする。 ・天文台学習があることを伝え、そのための事前学習であることを理解させる。	
展開 36分	3. 月に関する日常体験の共有をする⑧ ・月を見たことがあるか ・どんな形だった？ ・いつ見た？（何時頃見た？） ・どちらの方位にあった？ 4. 月に関わる学習課題を設定する⑥ ・グループの発表を基に、天文台での月に関わる学習課題を設定する。 月の形の違いや見える時間の違いには、どんなきまりがあるのだろうか 5. 星に関する日常体験の共有をする⑦ ・星を見たことがあるか ・星を見て何か気づいたことがあるか ・星座を知っているか ・星を時間や季節を変えて比べてみたことがあるか 6. 星に関わる学習課題を設定する⑤ ・学級のみんなの実態から、天文台での星に関わる学習課題を設定する。 星や星座についてのきまりを調べてみよう 7. 星座早見盤の使い方を知る⑩ ・星や星座を調べる便利な道具として、星座早見盤というものがあることを知る。 ・星座早見盤の使い方の説明を受け、使い方の練習をする。	・グループでの話し合いを基本とするが、授業者からの発問を基にグループでの共有事項をまとめていく。ただし、学級実態に応じて変更する場合あり。 ・グループでまとめた、月に関する体験を黒板にまとめていく。 ・課題の設定については、学級状態に応じて、児童たちが設定をするか指導者が設定をするかを決める。 ・太陽の日周運動を基に月の日周運動を導く児童またはグループがある場合には、全員の前で説明をさせて質問をとる。その際には、それに基づいた課題設定をさせる。 ・レディネステストの実態からは、星の規則性に気づいている児童は少ないと思われることから、この共有は全体指導の中で確認をし、黒板にまとめていく。 ・学級の児童の実態を踏まえて、課題設定に関わる発問を変える。 ・月の日周運動に関してのおおよその仮説が立てられる場合には、太陽の日周運動も想起させ、星の動きの仮説をグループで立てさせる。 ・学校にて、教材費で購入する予定の星座早見盤を用いて、早見盤の使い方を指導する。 ・早見盤の練習の際には、担任教師にも机間巡視をお願いし、理解に時間のかかる児童のフォローをお願いする。 ・時間的に余裕がある場合には、星座早見盤を使って気づいたことの共有をし、日時を動かしても、星座の形が変わらないことに気づかせたい。	㊤月を見た経験を基に、日によって形に違いがある事や見える方位が違うことに気づくことができる。 ㊥グループ毎の話し合いを基に、仮説を立て、それを確かめようとする課題を設定できる。 ㊦星や星座を見た経験を基に、星は明るさや色の違いがあることや、季節によって見える星座が違うことに気づくことができる。 ㊧月や星が時間変化に伴い見え方が違うという予想を立てることができる。 ㊨星座早見盤の使い方を知り、日にちと時間を変更し、その日時に見ることのできる星空を導くことができる。
終結 4分	5. 今日の授業のまとめ④ ・天文台で学ぶことを再確認する。	・学習課題の2つに関して、声を出して読ませ、意識付けをさせる。	㊤月を見た経験を基に、日によって形に違いがあることや見える方位が違うことに気づくことができる。 ㊦星や星座を見た経験を基に、星は明るさや色の違いがあることや、季節によって見える星座が違うことに気づくことができる。 ㊧月や星が時間変化に伴い見え方が違う予想を立てることができる。 ㊥グループ毎の話し合いを基に、仮説を立て、それを確かめるための課題を設定することができる。 ㊨星座早見盤の使い方を知り、日にちと時間を変更し、その日時に見ることのできる星空を導くことができる。

Fig.2 事前学習展開案

段落	学習活動 (丸数字は所要時間)	授業者の支援	評価
導入 4分	1. 課題の確認④ 月の形と時間と方位のきまりを調べよう 星座の形と時間と方位のきまりを調べよう	・児童から課題を引き出す。 ・課題については、文字を投映し、声を出して読ませ、意識付けをさせる。	
展開 39分	2. 太陽の1日の動きの復習③ 3 学年の復習として、天球を使って、太陽の日周運動を確認する。 3. 月の動きの観察⑫ ・月の名称と形の変化の確認。 ・日にちを変えて夕方5時の月の観察を行い、月は日によって形が違ふことを確認する。 (12/10, 12/15, 12/23) ・三日月の天球上の運動を予想後観察する。 ・半月の天球上の運動を予想後観察する。 ・満月の天球上の運動を予想後観察する。 ・月の動きを言語にしてみよう。 どんな形の月も、太陽と同じように東の方からのぼり、南をとおり、西の方にしずみます。 4. 星の動きの観察⑫ (11/30, 18:30) ・星の明るさと色の違いの確認。 ・星座の形（夏の三大角、秋の四辺形）が変化しないことを予想後観察する。 ・星の動きの予想を言語化する。 ・東、南、西の方位の星の動きの観察をする。 ・北天の星の動きの観察をする。 ・体を使って全天の星の動きを体感する。 ・星の動きを言語にしてみよう。 星は、太陽や月と同じように東の方からのぼり、南をとおり、西の方にしずみます。北の空では、時計と反対回りで動いて見えます。 ★満天の星へ (12/24 : 21:00) 5. 星座早見盤を使った星座探し⑫ ・使い方の復習をする。 ・日時を変えた星空で星座探しをする。 (12/25 : 1:00) ・これからの季節の20時半頃の星座探しも行う。 (4/15, 8/15, 10/15 の 20:30)	・個々に天球上の太陽の軌道を予想させた後に確認を行う。また、観察後には、言語化して復習させる。 ・1日のうちに形が変化するわけではないことを明確にするために、日にちが違ふ観察をしていることを確実に理解させる。 ・月の位相の違いについては、展示室にも展示があることを伝え、展示学習につなげる。 ・半月の動きについて、学習のしおりにまとめさせ、その規則性を用いて満月の動きを予想させる。 ・形の観察では、南天にあるいくつかの星並びに線を描き、1時間おきの星空を観察させ、変化しないことを確認させるとともに、星の日周運動を予想させるヒントを与える。 ・太陽や月と同じ動きをするという予想が想定されることから、星の動きに軌跡を残し、観察をさせる。 ・北天の星の動きについては、軌跡を残したまま、予想を立てさせた後、北の方位を向いて観察することで規則性を見出させる。 ・明るく中で使い方の確認を行い、使い方を確実にした上で、観察に入る。 ・使い慣れない児童のために、担任教師の支援もいただく。 ・学習用投映灯の中、四季の星座探しをする。	㊦日にちの違う月の日周運動の観察や月位相をまとめた画像から、月の形が日によって違ふことを理解する。 ㊧予想に基づいて、月が時間とともに動いていることを観察できる。 ㊨星空を観察し、星の色や明るさの違いに気づく。 ㊩星の日周運動を観察し、星座の形を変えずに星が時間とともに動いていることを知る。 ㊪星座早見盤を使って、星座や1等星等の名前を呼応させることができる。
まとめ 6分	6. 観察学習の感想の共有⑤ ・隣どうしでの感想確認。 ・各学級1名の代表の発表。 7. 展示学習の確認① ・展示室で調べたいことを思い出して調べてみよう！	・学級代表については、機械的に決める。その上で、発言が難しい児童に関しては、支援を行う。 ・展示室にも月の色々な形の写真があり、学習のしおりの記載事項であることを伝える。	㊫プラネタリウムでの星座解説を聞き、実際の星空でも星座を探そうとする。

Fig.3 プラネタリウム学習展開案

段階	学習活動（丸数字は所要時間）	授業者の支援	評価
導入 10分	1. 天文台学習の感想発表⑩ ・感想を個々に書き込み、発表をする。 △△が難しかった。	・授業への主体性を高めるためにゲーム性のある導入とする。	
展開 30分	2. 天文台での観察学習の振り返り⑫ 課題：月の形と時間と方位のきまりを調べよう 課題：星座の形と時間と方位のきまりを調べよう ・課題に対応するまとめを言語化する。 ・教科書 P78 でまとめの確認をする。 3. 発展学習⑫ ・月の日周運動（教科書 P79） ・星の日周運動（教科書 P79） 星は、太陽や月と同じように東の方からのぼり、南をとおり、西の方にしずむからです。 北の空では、時計と反対回りで動いて見えるからです。 4. 星座早見盤の使い方練習⑥ ・当日及びこれからの季節に見ることができる星空の導入を行う。 ・冬の星座についての解説を聞く。 （教科書 P134-137）	・個人毎の思考・文章化後、グループでの話し合いを基本とする。学級実態に応じて変更する場合あり。 ・月や南天の星は、太陽の日周運動と同様であること、北天の星は反時計回りであることを言語でまとめる。 ・確認についても、個々に思考させ、全体またはグループ内で確認を行う。 ・カシオペアの位置角度についてまで意識できるかの確認を行う。 ・観測する位置を変えずに観測することについては、天文台での観測学習においても、軽く触れるが、記憶に残っていない児童も多いと思われることから、話し合いが進展しない場合にはヒントを出す。 ・天球をイメージできるように星座早見盤を用いるように心がける。また、プラネタリウムでは、南を見た使い方がだったので、東や西、北を見た使い方も行う。	㊤月や星の日周運動及び月位相の違いを理解する。 ㊤学んだことを活かして、時間経過による月や星の位置について表現することができる。 ㊤学んだことを活かして、月や星の観察における注意事項を考えることができる。 ㊤星座早見盤を自由に使えるようになる。
まとめ 5分	5. 新しい課題の設定⑤ ・星や宇宙に関して、更に知りたいことを考える。	・グループ毎に知りたいことをまとめさせ、どのようにすれば学べるかの示唆をする。	㊤学んだことを基に、新しい課題を設定することができる。

Fig.4 事後學習展開案

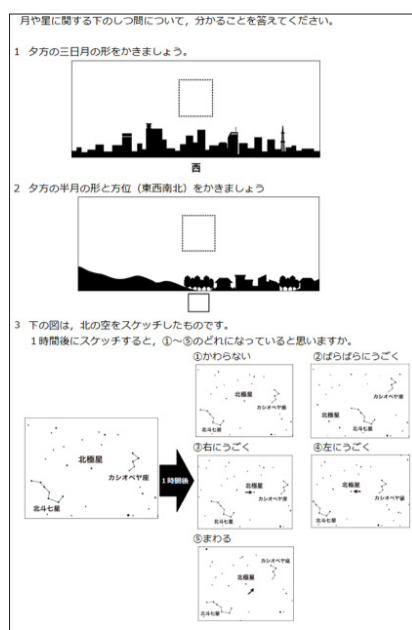


Fig.5 「月と星に関する質問」

4. 研究の結果と考察

プレ・ポスト・フォローアップ調査の結果を学年全体及び学級別で一要因の分散分析を行った。その結果、Tab.1に示すように、全ての質問項目において、プレ調査よりもポスト調査において有意に得点が高いことが認められた。また、半月の形を問う問題以外では、フォローアップ調査の得点がプレ調査の得点よりも有意に高いことも認められた。

また、学級別に検討した結果においても、多くの質問項目において有意に得点が高くなっていることが認められた。ただし、学級によっては、月の形の問題や半月が見える方位に関して有意な得点差が認められない問題もあった。月の位相及び方位については、「月は日によって形が変わって見え、1日のうちでも時刻によって位置が変わること」という4年生の学習指導内容から考えると、さらに発展的な問題だったとも考えられる。

しかし、この2点に関しては、事前学習でも経験値

が少ないことが明らかになっていたことから、プラネタリウム等において経験値を増やす必要があったとも考える。

以上の結果から、本研究の学習計画に基づく授業展開が、「月や星の動き」の単元の理解に効果があったものと考えられる。よって、本授業における学習過程の再現性の確認と妥当性の確認をするという目的も達成したものと考える。今後も、可能な限り多くの学校と連携を図りながら天文台における学習を展開したいと考える。

<引用文献>

- 亀谷光（2014）小学校と天文台の連携による単元まると学習の実践 2014 年天文教育普及研究会 年会集録：46-49.
- 小野寺正己（2018）既習事項や生活経験を基にした予想や仮説を検証するプラネタリウム学習の実践 ～小学校4年生の天文分野において～ 天文教育, 30(6), 2-12.

Tab.1 各調査の平均値及び分散分析と多重比較（Scheffe 法）結果

問	調査時期	学年全体（92 人）		1 組		2 組		3 組	
		平均値	分散分析結果	平均値	分散分析結果	平均値	分散分析結果	平均値	分散分析結果
1	ブレ	.57		.52		.50		.68	
	ポスト	.85	$F=18.21$ $p < .001$	.91	$F=8.23$ $p < .01$	.88	$F=10.80$ $p < .001$	.79	$F=2.42$ $n.s.$
	フォローアップ	.79		.70		.81		.83	
	多重比較結果 (5%水準)	ポスト、フォローアップ>ブレ		ポスト>ブレ		ポスト、フォローアップ>ブレ		$n.s.$	
2 形	ブレ	.57		.69		.50		.53	
	ポスト	.83	$F=14.08$ $p < .001$	.82	$F=2.16$ $n.s.$	.88	$F=11.31$ $p < .001$	.80	$F=7.99$ $p < .01$
	フォローアップ	.76		.61		.81		.82	
	多重比較結果 (5%水準)	ポスト、フォローアップ>ブレ		$n.s.$		ポスト、フォローアップ>ブレ		ポスト、フォローアップ>ブレ	
2 方位	ブレ	.14		.15		.16		.12	
	ポスト	.33	$F=5.42$ $p < .05$	.37	$F=2.36$ $n.s.$	.22	$F=.30$ $n.s.$	.39	$F=4.05$ $p < .05$
	フォローアップ	.23		.26		.22		.21	
	多重比較結果 (5%水準)	ポスト>ブレ		$n.s.$		$n.s.$		ポスト>ブレ	
3	ブレ	.23		.33		.22		.15	
	ポスト	.71	$F=47.50$ $p < .001$	.74	$F=7.52$ $p < .05$	.75	$F=21.43$ $p < .001$	.64	$F=21.85$ $p < .001$
	フォローアップ	.70		.67		.81		.61	
	多重比較結果 (5%水準)	ポスト、フォローアップ>ブレ		ポスト、フォローアップ>ブレ		ポスト、フォローアップ>ブレ		ポスト、フォローアップ>ブレ	
合計	ブレ	1.50		1.69		1.36		1.49	
	ポスト	2.73	$F=48.09$ $p < .001$	2.83	$F=10.93$ $p < .001$	2.76	$F=21.24$ $p < .001$	2.62	$F=20.34$ $p < .001$
	フォローアップ	2.41		2.13		2.58		2.47	
	多重比較結果 (5%水準)	ポスト、フォローアップ>ブレ		ポスト、フォローアップ>ブレ		ポスト、フォローアップ>ブレ		ポスト、フォローアップ>ブレ	

視覚支援学校向け学習投映の実施報告

國友 有与志

Implementation Report of Learning Projection in Planetarium for Special Needs School for the Visually Impaired

KUNITOMO Ariyoshi

要約

仙台市天文台では、学習指導要領に基づいた天文台学習を実施している。本稿では、プラネタリウムを用いた視覚支援学校向け学習投映の内容と、結果及び課題を紹介する。

Abstract

Sendai Astronomical Observatory has annually conducted the science study based on curriculum guidelines. In this report, the contents, results and challenges of learning projection in planetarium for special needs school for the visually impaired is introduced.

1. 視覚支援学校向け学習投映

本学習の対象者は、視覚支援学校中学部の5名である（全盲1名、弱視4名）。

1.1 学習投映の目標と内容

学習投映を実施するにあたり、投映の目標と内容を以下のように定めた。

・目標

空に見られる星や星座に興味をもち、星の位置を時間と関係付けて考え、位置は変わるが、星の並びは変わらないことを捉えることができるようにする。

・内容

- ①太陽 太陽の動きと、季節による太陽の高さの違いを知る。
- ②星と星座 北極星の探し方を知る。春の星座の特徴と位置関係を理解する。
- ③星空の動き 星座は時間が経つと、位置は変わるが並びは変わらないことを理解する。

1.2 学習投映の構成

投映時間は60分とした。以下、その内容を紹介する。

(1) 施設紹介

仙台市天文台を訪れるのが初めての生徒がほとんど

であったため、最初に天文台の施設模型に触れてもらい、天文台の形や、プラネタリウムの位置などを体感してもらった。

(2) プラネタリウム紹介

プラネタリウムの構造を理解するために、まずは簡易的な模型に触れてもらった。半球状の天井に星が映し出されるというイメージを持つために、直径30cmの半球の内側に、星を表すビーズを貼り付けた模型を用いた。また、プラネタリウム内（直径25m）を一周し、中の大きさを体感してもらった。

着席後は方位の確認を行った。この際、東西南北の文字を通常より大きく表示した。

(3) 太陽の基本

太陽の位置の確認のため、投映時の時刻の太陽を表示した。ここでも、通常の投映時に比べて約10倍程度の大きさで太陽を表示している。さらに、太陽の表示されている位置から音を出し、音でも位置を捉えられるようにした。その音の聞こえる方を指差してもらい、太陽の位置を確認した。この時ちょうど11:30頃で、仙台では南中時刻近くのため、お昼の太陽は南の空の高い位置にあるということを知ってもらった。

(4) 太陽の動き

日の出から日の入まで、太陽の位置から音を出しつつ日周運動を行い、太陽は時間と共に東から昇って、南を通り、西へと沈んでいくという小学校の内容の復習を行った。この際、時刻の読み上げも同時に行っている。その後、太陽が一番高くなった方位（音が一番高いところから聞こえた方位）を答えてもらい、「南中」の説明を行った。

これと同様の方法で、夏至の日の太陽の動きと、冬至の日の太陽の動きを比較した。そして、南中時の夏至と冬至の太陽の位置から交互に繰り返し音を出すことで、季節による太陽高度の違いを体感してもらい、「南中高度」の説明を行った。

(5) 星空

時間を進めて、日の入を迎えた。この際も時刻の読み上げを行うと同時に、青空から夕焼け空への空の変化の様子や、星が見えてきた様子などのナレーションを行っている。

星に関しても、通常より大きく表示することで、弱視の生徒でも星が見えていたとのことだった。ここで、星は太陽の仲間で「恒星」ということ、太陽以外の恒星までの距離は遠いため、光の速さを利用するという「光年」の概念を説明した。

次に、北斗七星から北極星を見つける練習を行った。北斗七星の位置からも音を出すようにし、位置を捉えられるようにした。そして、北極星を見つけ、真北にあることを説明した。

星空の説明をする場面では、全盲の生徒には事前に作成した点図を渡してある。これは、夏の大三角や星座の形や（Fig.1）、北斗七星から北極星を見つける方法（Fig.2）などが点字で表されているものである。

また、学習日が4月27日であったため、春の星座紹介を行った。北極星はこぐま座の星であること、北斗七星はおおぐま座のしっぽであること、北斗七星から春の大曲線を使って、アークトゥルスとスピカという2つの春の一等星を見つけられることなどを紹介した。春の夫婦星の話なども紹介している。

(6) 星の動き

春の大三角を紹介した後、春の大三角の位置からも音を出すようにした。そして時間を進め、時刻の読み上げをしつつ日周運動の観察を行った。この観察によって、星は東から昇って、南を通り、西に沈むという、太陽と同じ動きをしていることに気付いてもらった。

同様の方法で、北斗七星を使って北の空での星の動きを観察してもらい、北の空では北極星を中心に反時計回

りをしていることに気付いてもらった。

ここで、北の空では半時計回りになる理由を説明するために、中に入れるサイズの天球儀を用意した。用意した天球儀は直径1mの亚克力製のもので、半球の内側にガラス絵の具を用いて星の日周運動を表す軌跡の線を描いた（Fig.3）。描いた線は立体的なものとなり、手で触って線をなぞることで、各方位での星の動きを理解できるようにした（Fig.4）。

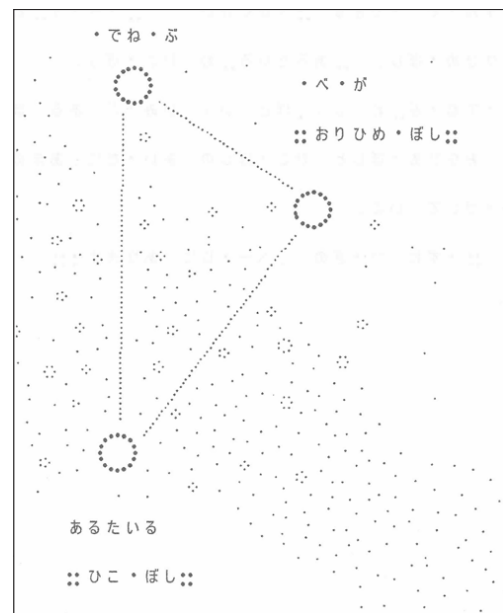


Fig.1 夏の大三角を表す点図

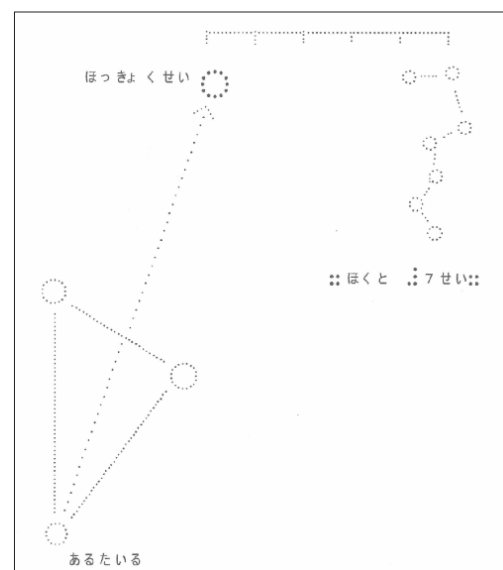


Fig.2 北斗七星と北極星の関係を表す点図

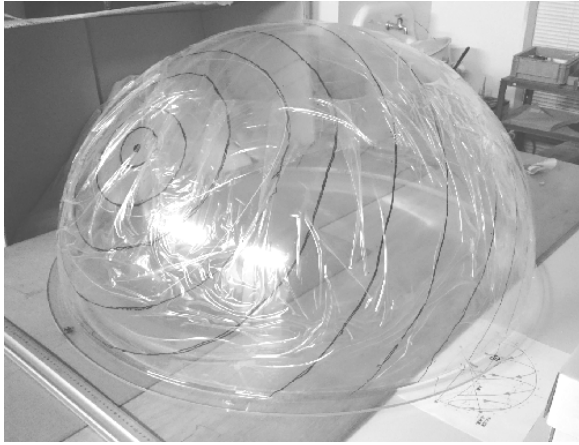


Fig.3 作成した天球儀



Fig.4 天球儀を使用している様子

(7) まとめ

最後のまとめとして、春の大三角の位置から音を出し、時刻の読み上げ、空の変化の様子をナレーションしつつ時間を進めた。春の大三角が西の空へ沈み、音が聞こえなくなると、東の空から太陽の音が聞こえてくることから、空全体が時間と共に動いていることを体感してもらった。

2. 成果と課題

仙台市天文台では、聴覚支援学校などの特別支援学校に対してこれまでも学習投映を何度も行っているが、視覚支援学校に対しては今回が初めての試みであった。他のイベント等で視覚障害者団体の方々との交流があったため、今回はそういった団体の方々と共に、星図や模型の開発を行うことができた。そして、実際にそれを学習の場で使用できたことは大きな成果であった。

また、今回の学習をきっかけに、宇宙や天文に興味が出てきたという感想をくれた生徒もいたことは非常に嬉しいと思う。

一方、プラネタリウム投映では、天体の位置から音を出して、その音を天体と一緒に動かしていくことで日周運動を感じてもらおうと試みた。プラネタリウム内にスピーカーは計8台設置されており、天体の動きと共に各スピーカーが連動して音を移動させていったのだが、ドーム内で音が反響してしまい、座席に座った状態では音の出ている位置を正確に把握することが難しかった。このことから、プラネタリウム内で「音」で天体の動きを理解させることは非常に難しいと考える。また、視覚障害の度合いに個人差があるため、こういった場合は各生徒と1対1の対応が基本なのであろうが、全員を一度に相手して同じ内容を行うという通常の学習投映スタイルでは、どうしても理解度に差ができてしまうと感じた。

3. おわりに

後日、生徒からいただいた感想に、「自分は星が見えないから、今まで誰かから星の話を聞くのが嫌いだったけど、今日はちゃんと星を見ることができたし、宇宙のことに興味が出てきた。」という内容があったのが非常に印象的だった。視覚障害を持っている、いないに関わらず、全員が何ら変わらない理解を得られるような学習のユニバーサルデザインに少しでも近づけるよう実践を重ねていきたい。

市民に向けた天体望遠鏡講座についてー実施報告ー

仲千春

NAKA Chiharu

要約

天体望遠鏡の仕組みや操作方法についての講座を行った。ここでは2年間の取り組みについて報告する。

1. はじめに

仙台市天文台には老若男女問わず、天体望遠鏡を使えるようになりたい方や購入した望遠鏡の使い方がわからない方からの相談が多く寄せられる。しかし、実際に天体望遠鏡に触れて、こういった望遠鏡がいいのか、またどうやって使うのか知ってもらえる機会は少ない。

そこで、望遠鏡の扱いやすさに応じた段階的な講座を実施することで、市民の天体望遠鏡へのニーズに答えられる場を提供することにした。

さらに当台には、観察室やひとみ望遠鏡という市民に利用してもらえる天体望遠鏡が数多くある。こういった望遠鏡への興味・関心を引くことやその存在を周知するためにも、望遠鏡関係の講座を実施した。ここではこの講座の実践報告をする。

2. 目的

講座の目的は下記の通りである。

- 天体望遠鏡操作方法習得のニーズに応えるため
- 市民に利用してもらえる望遠鏡の利用資格講習会の受講条件を満たすため
- 天文台としての天体望遠鏡に関する新たなプログラムを開発するため

3. 実施内容

今回は2017年度と2018年度の2年間の講座についてまとめた。両年ともに講座の対象者は同じとした。詳細はTab.1を参照。また各年の募集要項はTab.2, 3に記載した。

Tab.1 両年で共通の対象者

初級編, 入門編	・小学生以上（小学校低学年は保護者同伴） ・天体望遠鏡に興味がある方
中級編, 基礎編	・小学生以上（小学生は保護者同伴） ・天体望遠鏡を使ってみたい方 ・天体望遠鏡の購入を考えている方
上級編, 応用編	・20歳以上 ・観察室望遠鏡利用資格講習会の受講を希望しているが、赤道儀式の望遠鏡を使ったことが無い方 ・基礎編を受けてさらに望遠鏡を使ってみたいと思った方

Tab.2 2017 年度の内容

イベント名	初心者のための望遠鏡講座 ・初級編「手作り望遠鏡を作ってみよう」 ・中級編「経緯台式望遠鏡を使ってみよう」 ・上級編「赤道儀式望遠鏡の操作体験会」
日時	・初級編 5/1(月), 5/3(水) 13:30-15:30 ・中級編 8/5(土), 8/9(水) 10:00-12:30 ・上級編 9/30(土) 14:30-17:00
参加費	・初級編 1台 1,890円 ・中級編・上級編 1組 2,000円

Tab.3 2018 年度の内容

イベント名	天体望遠鏡講座 ・入門編 ～手作り望遠鏡を作ってみよう～ ・基礎編 ～経緯台式望遠鏡を使ってみよう～ ・応用編 ～赤道儀式望遠鏡操作体験会～
日時	・入門編 7/21(土), 7/22(日) 13:30-15:30 ・基礎編 8/18(土), 8/19(日) 13:30-16:00 ・応用編 9/2(日) 13:30-16:00
参加費	・入門編 1台 1,890円 ・基礎編・応用編 1組 2,500円

4. 2018 年度に向けて改良したこと

市民に受講してもらいやすくなるように 2018 年度は実施内容を変更した点がある。変更点は下記の通りである。

- 夏休み期間を意識した日程とした
- 講座名を変更し、天体望遠鏡の講座であることやレ

ベルがわかりやすいようにした

○当台 web サイトに「2018 年度望遠鏡関連講座一覧」として特集ページを掲載した

仙台市天

観 / お知らせ / イベント / 2018年度望遠鏡関連講座一覧

2018年度望遠鏡関連講座一覧

2018.06.26

CATEGORIES

- お知らせ [132]

- イベント [43]

- プレスリリース [7]

- 60周年記念事業 [4]

MONTHLY ARCHIVE

2018

仙台市天文台では、市民の皆さまにより宇宙に親しんでいただくため、望遠鏡に接する機会を設けています。望遠鏡の種類ごとに講座を開催しているため、各自のレベルに応じて受講していただけます。ぜひ望遠鏡講座に参加して、本物の宇宙をのぞいてみませんか？

それぞれの講座についてご紹介します。

1. 天体望遠鏡講座 入門編～手作り望遠鏡を作ってみよう～
▼手作り望遠鏡キット

仙台市天

2015
2014
2013
2012
2011
2010
2009
2008



手作り望遠鏡キットを使った講座です。天文台スタッフ講師のもと望遠鏡を作ります。完成した望遠鏡はお持ち帰りいただけます。

・レベル…★☆☆☆☆

・こんな人向け…オモチャ感覚で気軽に使いたい。初めて望遠鏡を使う。

[講座詳細はこちら](#)

※2018年度の募集は終了しました。

Fig.1-1 特集ページ

2. 天体望遠鏡講座 基礎編 ～経緯台式望遠鏡を使ってみよう～

▼経緯台式望遠鏡

天体望遠鏡の基本的な仕組みをご紹介します。その後、比較的扱いやすく初心者におすすめの「経緯台式望遠鏡」の組み立て・操作体験を行います。

仙台市天
SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY



協力：ビクセン (<https://www.vixen.co.jp/>)
使用機種：ポルタII A80Mf

- ・レベル・・・★★☆☆
- ・こんな人向け・・・自宅で気軽に天体観察を楽しみたい。望遠鏡を買いたい。

[講座詳細はこちら](#)

▼赤道儀式望遠鏡

天体望遠鏡の基本的な仕組みをご紹介します。その後、「赤道儀式望遠鏡」の組み立て体験を行います。

仙台市天
SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY

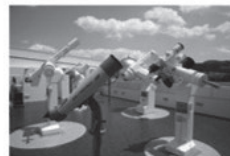


- ・レベル・・・★★★★☆
- ・こんな人向け・・・本格的に天体観察をしたい。基礎編を受講しレベルアップをしたい。

[講座詳細はこちら](#)

4. 観察室望遠鏡利用資格講習会

▼観察室の望遠鏡



天文台にある観察室に設置している望遠鏡機材を使うための講習会。受講することで、観察室を利用するために必要な

仙台市天
SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY

利用資格（ライセンス）が取得できます。

※20歳以上対象の講座です。受講には、汎用型の赤道儀式望遠鏡の組み立て・操作ができ、自宅のパソコンでEメールの送受信ができることが必要です。

- ・レベル・・・★★★★★
- ・こんな人向け・・・より詳しく天体を観たい。天体写真を撮りたい。

[講習会詳細はこちら](#)

ぜひご応募・ご参加くださいませ。

CONTACT
お問合せ

* サイトマップ © SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY

PAGE
TOP

Fig.1-2 特集ページ

5. 当日の様子

どの講座も進め方は同じにした。まず始めに、望遠鏡の基礎知識をレベルに合わせて話した。その後、実際に一組ずつ望遠鏡を組み立ててもらった。そして、晴天時には屋外でファインダーの調整方法や遠くにある目標物を導入するなどを行った。また、タイミングが合った際には月の導入も行った。なお、悪天候時には屋内のホールで操作練習などを実施した。



Fig.2 2018年度基礎編 屋内での組み立ての様子



Fig.3 2018年度基礎編 屋外での望遠鏡操作の様子



Fig.4 2017年度応用編 屋内での座学の様子



Fig.5 2017年度応用編 屋内での組み立ての様子

6. まとめ

参加者数は Tab.4 の通りである。なお、2 年度ともに上級の講座への申し込みは 1 組程度だった。また、講座が終わった直後に望遠鏡の操作方法についての問い合わせが多数あった。

Tab.4 参加者数

	2017 年度	2018 年度
初級編，入門編	9 名	19 名
中級編，基礎編	11 組 22 名	4 組 8 名
上級編，応用編	4 組 5 名	2 組 4 名

7. 今後について

講座終了後に問い合わせが多数あったことから、講座の存在がまだまだ行き届いていないことがわかる。そこで、募集や広報方法なども検討していきたい。さらに今後も継続して実施していくことで、講座の存在の周知を行いたいと考える。

また、両年度ともに上級への講座への参加者があまりいなかった。この原因を考えることで、上級の講座への参加を促す仕組みづくりを行いたい。そしていずれは当台にある望遠鏡を利用する方を増やしていきたい。

地域大学との連携事業の事例報告

千田 華

CHIDA Hikaru

要約

仙台市天文台では、地元の大学と連携し、双方にメリットのある事業の開催をしてきた。仙台市天文台スタッフと大学の教員及び研究者が協力し、一方向ではなく双方向で意見を交わせることができる関係にあることで、市民へより深い学びの場の提供することが可能となる。ここでは、10年間継続してきた事業展開を報告する。

1. はじめに

仙台市天文台は1955年に市民の寄付を基に建設が始まり、地元企業の寄付による設備増設、昼夜を通しての市民の観測活動の支援等、開台以来、市民とともに歩んできた市民天文台である。2008年には、PFI方式による施設整備及び維持管理・運営が始まり、民間活力を生かした形の市民天文台として、現在の地でリニューアルした。リニューアルに当たっては、宇宙を切り口に市民が集い、地域と共に成長する、ひらかれた「宇宙の広場」をめざしている。その1つの新しい取り組みとして地元大学との連携に力を入れている。市民の天文への関心を高めるために、大学と連携協定を結び、様々なイベントを開催している。その活動は、講座や講演会だけでなくコンサートや実験教室など多岐に渡り、多方向からのアプローチで宇宙を身近に感じてもらえるような取り組みをしている。

仙台は「学都仙台」を謳っており、地域の政策にリンクする取り組みにもなっていると考える。また、大学の研究者のアウトリーチの場を提供するとともに、施設の賑わいや市民への高度な情報提供を果たすという、まさに、設置者・大学・市民の「三方よし」を具現化した取り組みと捉えている。ここでは、10年間継続してきた事業展開を報告する。

2. 連携協定の締結

文科省は、研究者等が国民と対話しながら信頼を醸成していくアウトリーチ活動を積極的に行うことを推奨している。連携事業を円滑に進めるために、仙台市天文台は仙台にキャンパスを持つ2つの大学と連携協定を結んでいる。

2.1 国立大学東北大学大学院理学研究科との連携

国立大学法人東北大学の大学院理学研究科と仙台市天文台は、天文学及び地球惑星科学など理学の教育・研

究の推進と社会への広報と普及についての共通の認識に基づき、2008年に連携と協力に関する協定を結んだ。以来約10年間、東北大学大学院理学研究科の研究者や学生のみなさんにご協力いただき、市民が最新の研究に触れたり宇宙や天文に関する疑問を解消したりすることのできる場を提供してきた。

2.2 国立大学法人宮城教育大学との連携

東北大学と連携協定を結んだ翌年、国立大学法人宮城教育大学と連携協力に関する協定を結んだ。教育に長けた教授陣や教育を学ぶ学生のみなさんによる実験教室や、自身も演奏家として活躍されている先生方や音楽教育を学ぶ学生のみなさんによるコンサートなど、元々天文や宇宙に興味のない方が興味を持つきっかけとなる場を提供してきた。

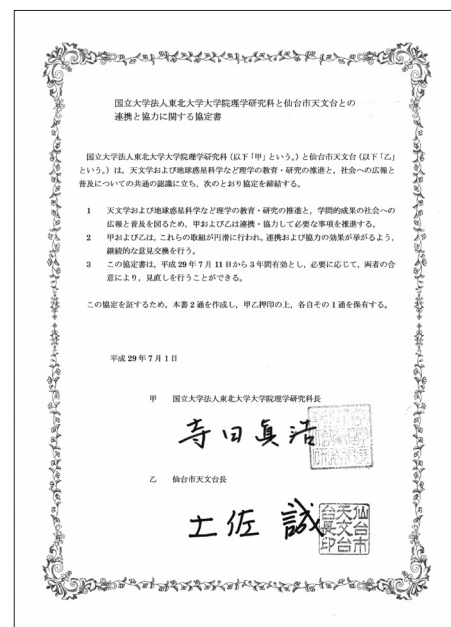


Fig.1 連携協定書

(国立大学法人東北大学大学院理学研究科)

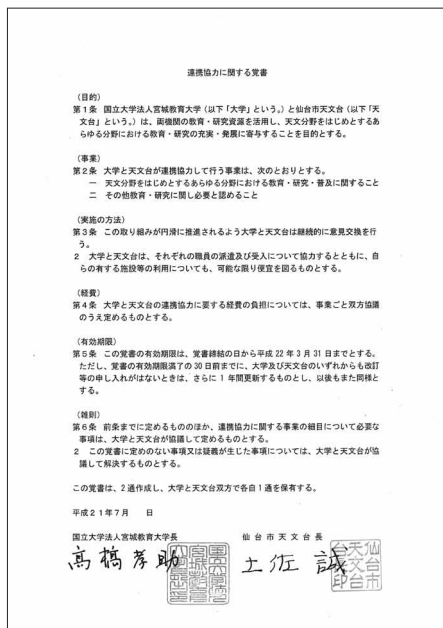


Fig.2 連携協定書 (国立大学法人宮城教育大学)

3. 大学との連携事例報告

3.1 仙台市天文台 × 東北大学大学院理学研究科公開サイエンス講座

東北大学大学院理学研究科と連携し、年に数回講座や講演会を実施している。天文や宇宙に関心の高い大人向けの講演会、小中学生向けの体験型講座、話題となったトピックスに焦点を当てた講演会など、幅広く市民に天文や宇宙を楽しんでもらえるよう取り組んでいる。

2018 年は火星と地球が 15 年ぶりの距離まで近づくということで、地球物理学専攻・地学専攻の皆さんによる、火星をテーマにした講座を開催した。説明パネルだけでなく火星の模型や火星表面を歩く VR、クイズラリー、衛星模型や火星儀を紙で作る工作コーナーなどを設けることで小・中学生でも自分で体験して学べる機会とできた。

初めての試みとして、プラネタリウムの中で音楽と講演を融合した講座を開催した。『惑星』をテーマに、プラネタリウムの映像をバックにしたサクソカルテットの演奏と東北大学大学院理学研究科の津村耕司氏による講演を交互に入れ込み、音楽好きも宇宙好きも楽しめるプログラムとできた。

また、天文や宇宙に関心の高い方への話題提供として、タッチダウンの成功により知名度が高まったはやぶさ 2 をテーマに講演会を開催し、旬な話題をいち早く提供できた。

【2018 年度の講座タイトル・講師一覧】

第一回 火星ってどんなところ？～人が住めるか考えよう～

講師：地球物理学専攻・地学専攻のみなさん
第二回 宇宙 × 音楽～サクソカルテットで紡ぐ『惑星』のお話～

出演・講師：サクソフォン・カルテット・コパン、津村耕司（東北大学学際フロンティア研究所、大学院理学研究科）

第三回 はやぶさ 2 で探る 太陽系と生命誕生の秘密

講師：大谷栄治（東北大学名誉教授）、中村智樹（東北大学理学研究科教授）

第四回 天の川銀河誕生の新たな描像に迫る

講師：千葉 証司（東北大学教授）



Fig.3 サイエンス講座の様子

3.2 アースデイ講演会

4 月 22 日のアースデイ「地球のことを考える日」にちなんで、毎年講演会を開催している。東北大学大学院理学研究科の花輪公雄氏（現東北大学名誉教授）を講師に迎え、海が気象や気候に及ぼす影響や地球温暖化による影響、黒潮大蛇行のメカニズムなど、毎年テーマを変えて講演いただいている。

3.3 アンドロメダファイト

東北大学理学部天文学専攻の皆さんが作成した天体カードゲーム。宇宙の広がりを実感できるボードゲームとなっており、こどもの日やおまつりの日などに学生が

主体となって来館者に向けて実施しており、毎回多くの親子連れに人気のイベントとなっている。

3.4 展示物への協力

仙台市天文台の展示室内にある企画展示コーナーでは、東北大学や他の関係機関と連携して、研究成果の紹介や最新情報をまとめたポスターの掲示や、関連物の展示などを行っている。年に1回程度の頻度で内容の更新をして、常に新しい情報を提供できるよう大学側と連携をしている。

3.5 スペースラボ in 仙台市天文台

宮城教育大学の理科教育担当教員と仙台市天文台スタッフが共同で「宇宙」をキーワードに実験教室を行っている。児童生徒らが宇宙の不思議の背景にある自然科学の規則性・法則性について学習し、科学技術への興味関心を向上させることを目的としている。

2018年度で10年目となり、恒例イベントとして定着してきており、各回定員を大きく上回る応募がある。一方で、教育学を学ぶ学生の実践の場としても機能しており、毎年、教員を目指す学生が、子供達の興味を引き出せるように工夫を凝らし、実践の場としても機能している。

【2018年度のスペースラボ タイトル・講師一覧】

- 第一回 星空たんけん
宮城教育大学 高田淑子教授
- 第二回 宇宙空間をミニ体験しよう
宮城教育大学 笠井香代子 教授
- 第三回 のぞいてみよう 野菜の世界
宮城教育大学 小林恭士教授
- 第四回 宇宙からの情報を読もう 初級編
宮城教育大学 内山哲治教授
- 第五回 宇宙からの情報を読もう 上級編
宮城教育大学 内山哲治教授

3.6 宮城教育大学&仙台市天文台 PRESENTS ロビーコンサート in 仙台市天文台

宮城教育大学音楽教育専攻の学生やOB、先生方にご協力いただき、仙台市天文台のロビーにて、星や天文にまつわる楽曲をピアノや声楽、リコーダー、打楽器などで演奏するコンサートを開催している。

2018年度で20回目のコラボを迎えたロビーコンサートでは、「お気に入り金の星」というテーマで歌やピアノの演奏をしていただくとともに、仙台市天文台スタッフが金星や今夜の星空のお話をする事で、音楽を楽しみに来た市民も星に興味がある市民も気軽に楽し

める内容を提供できた。



Fig.4 スペースラボ in 仙台市天文台の様子



Fig.5 ロビーコンサートの様子

3.7 もしも君が杜の都で天文学者になったら。。。 (通称：もし天)

「もし天」は、東北大学・宮城教育大学・仙台市天文台が共同で開催する「高校生を対象とした合宿形式」の天文学者体験講座である。全国各地から参加した高校生が、1週間の合宿の中で実際に天文学の研究を行う。

「もし天」では、グループごとに議論を進めながら、自分たちで研究テーマを設定し、データを取得し、それを解析して結論を導き出すという研究過程を体験することができる。天体の観測は大学院生や大学生の協力を得ながら、仙台市天文台の1.3mひとみ望遠鏡を、参加者自ら操作しながら行う。そうして得られた研究成果は最終日に、市民の前で発表する。宮城県教育委員会から後援を受けて、仙台市天文台と宮城教育大学と東北大学大学院理学研究科天文学専攻との共催で実施している。2018年度で8年目の開催となり、全国の科学や宇宙に興味のある高校生に広く認知されつつある事業となっていった。

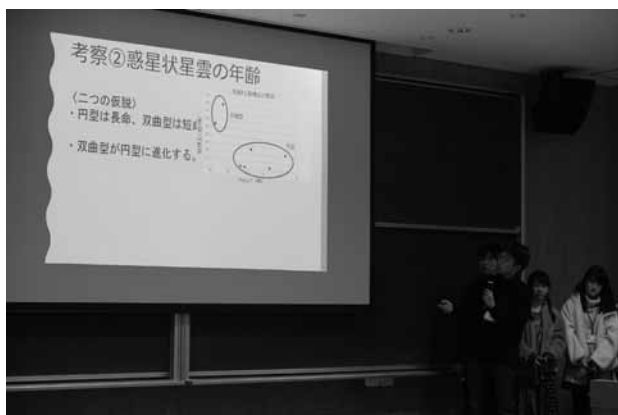


Fig.6 「もし天」の様子

4. 大学側の所感

大学の先生方からは、連携事業について、以下のような捉えをしていると伺っている。

- 連携協定を結んでいることで、仕事として天文台を活用した事業が実施できる。
- 補助金を得る際に、公共施設が入ることで補助金を得やすい。
- 学生が主体となって行う企画など挑戦することができ、学生の活躍の場とできる。
- 実践的な活動ができるので、学生の教育に非常に有効である。
- 各イベントにおけるアンケート結果からは肯定的な意見が多く、地域での科学普及活動としての役割を果たせていると感じている。
- 市民と関わることができる貴重なアウトリーチの場となっている。
- 天文台で開催するため、より関心の高い市民が集まる場での催しが可能となる。
- 仙台市天文台スタッフ（サイエンスコミュニケーター）と連携することで、専門的な内容をわかりやすく伝えることができる。

5. まとめと展望

仙台市天文台では約10年間に渡り、地元の大学と連携して様々な事業を展開してきた。講座・講演会をはじめとしたイベントを運営していく中で、専門的な内容を市民へ提供する際には、ターゲットや目的にあったテーマや手法を選択する必要があるということが明確になってきた。

仙台市天文台スタッフと大学側（研究者）が協力し、一方向ではなく双方向で意見を交わらせることができる関係にあることで、市民が求める情報やより深い学びの場の提供が可能となると考える。今後も地元の大学と連携をし、地域と共に成長する、ひらかれた「宇宙の広場」をめざしていく所存である。

仙台市天文台研究・実践紀要 第 5 号

2019 年 6 月 30 日 発行

編集発行

仙台市天文台

〒989-3123

仙台市青葉区錦ヶ丘 9 丁目 29-32

TEL 022-391-1300 FAX 022-391-1301

URL www.sendai-astro.jp

北緯 38°15'22"99 東経 140°45'18"56

標高 165m

印 刷

今野印刷株式会社

SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY 2018

