



SENDAI ASTRONOMICAL OBSERVATORY

仙台市天文台

研究・実践紀要

BULLETIN : RESEARCH and PRACTICE

第4号

2017年度

目 次

ひとみ望遠鏡による木星の自転速度測定	松下 真人	2
「科学ヘジャンプ・イン・仙台2017」における視覚障害者向け企画の実践	溝口 小扶里	6
使って・遊んで・学べる広報誌制作	熊田 美波	12
プラネタリウム投映「星空の時間」の顧客満足度調査	大江 宏典	16
小学生の満ち欠けの理解に関わる空間認識能力に影響を及ぼす 諸要因の因果モデルの検討	小野寺 正己	22
仙台市天文台幼児投映 試行錯誤の歴史	高橋 博子	31
	溝口 小扶里	

ひとみ望遠鏡による木星の自転速度測定

松下真人

The measurement of rotation speed of Jupiter with Medium-dispersion Spectrograph mounted on the Hitomi Telescope

MATSUSHITA Masato

要約

ひとみ望遠鏡の中分散分光器は、1.35" スリットの中分散6500モード（中心波長6500）で $R \sim 9000$ を超える波長分解能を有している。この分光器セッティングで木星の分光観測を行った。観測した木星のスペクトルから、ドップラーシフト法で赤道付近の自転速度を測定した結果、12.0 km/s となった。

Abstract

We measured rotation speed of Jupiter with Medium-dispersion Spectrograph mounted on the Hitomi Telescope. The result of the measurement, rotation speed of Jupiter of 12.0 [km/sec] were derived with 1.35" slit and medium-dispersion-6500 mode that have over $R \sim 9000$ wavelength resolution.

1. はじめに

ひとみ望遠鏡中分散分光器には、2種類のスリット（1.35" と 2"）と3種類のグレーティング（中分散5000モード：1,714本/mm, 中分散6500モード：1,800本/mm, 低分散モード：600本/mm）があり、可視光域を一度に撮影することも可能である。

ひとみ望遠鏡中分散分光器の波長分解能測定(松下・溝口・土佐, 2015)の結果(Tab.1, Tab.2), 1.35" スリットの中分散6500モードで $R \sim 9000$ を超える波長分解能を有しており、この分光器セッティングで木星の分光観測を行った。

木星は、約10時間の周期で自転していることが知られている。望遠鏡を使用した眼視や写真撮影といった方法で、木星表面の大赤斑などの特徴的な模様の位置を観察し、再び元の位置に戻るまでの周期を測定すれば自転周期を知ることができる。模様の位置変化を捉えるには、少なくとも数時間おきに観察する必要があるが、こうして測定した自転周期と、木星の大きさから求めた円周の長さを使って自転速度を求めることができる。

一方で、分光観測で取得したスペクトルを用いると、数分程度の撮影時間で木星の自転速度を測定すること

ができる。スペクトルで得られる波長の変化量から自転速度を測定する観測手法で、「ドップラーシフト法」といい、観測者に対して近づいている天体は波長が短い方へ変化し、遠ざかっている天体は波長が長い方へ変化する性質を用いた方法である。

ここでは、ひとみ望遠鏡の中分散分光器で取得した木星のスペクトルから、ドップラーシフト法で自転速度を測定する。

2. 観測方法

2017年4月29日22時11分に、ひとみ望遠鏡の中分散分光器で波長分解能が最も高い設定（1.35" スリット, 中分散6500モード）で、木星の分光撮像を行った。 $H\alpha$ の吸収線（6562.81 Å）に注目したため、中心波長を6500 Å の設定とし、木星の自転速度が最も速い赤道付近を測定するために、分光器のスリットを木星の赤道方向に合わせ（Fig.1）、30秒露出で分光データを取得した。

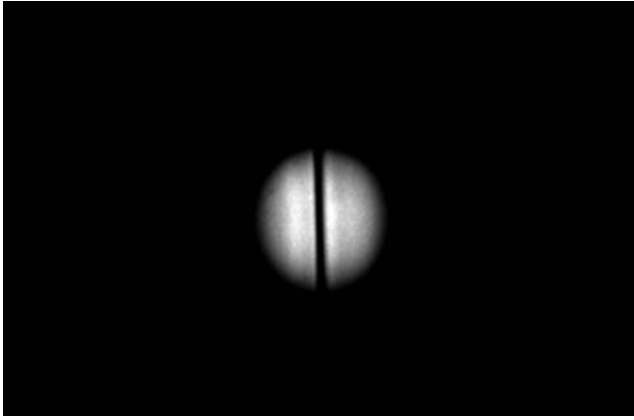


Fig.1 木星の赤道方向に合わせたスリット像

3. 解析方法

天体画像処理ソフト IRAF を用い、取得した木星の分光データに一次処理（ダーク処理、フラットフィールド処理）を行ったのち、identify、reidentify、fitcoord、transform の各タスクで波長校正を行った (Fig.2)。この木星スペクトルの上端から1ピクセルごとに一次元化し、splot タスクの k-k コマンドによるガウシアンフィッティングで $H\alpha$ による吸収線のピーク波長を読み取り、ドップラーシフトを測定した。

4. 結果

木星スペクトルの $H\alpha$ による吸収線 ($6562.81 \text{ \AA}$) 付近を拡大すると (Fig.3)、吸収線が傾いていることがわかる。これは、吸収線の上側は波長が短い方に変化しており観測者に対して近づいていること、一方、下側は波長が長い方に変化しており遠ざかっていることを示している。Fig.3をグラフ化した Fig.4から、吸収線のピーク波長の変化を見ることができる。最も短い波長が $6562.53 \text{ \AA}$ 、最も長い波長が $6563.58 \text{ \AA}$ となり、その差 ($\Delta\lambda$) は $1.05 \text{ \AA}$ となった。

ここで、木星は太陽光を反射して輝く天体なので、木星の自転速度を ν とすると、速度 ν で受けた光を速度 ν で反射しているため、検出される波長変化は 2ν に相当する。近づく側と遠ざかる側のそれぞれで、合計 4ν の速度差に対応する波長変化 ($\Delta\lambda$) を検出したことになる。

基準となる $H\alpha$ の波長 $\lambda = 6562.81 [\text{\AA}]$ 、検出した波長変化 $\Delta\lambda = 1.05 [\text{\AA}]$ 、光速 $c = 3 \times 10^5 [\text{km/s}]$ の値を、速度と波長変化の下記関係式を用いて、木星の自転速度 ν を求めた。

$$4\nu = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} c$$

その結果、 $\nu = 12.0 [\text{km/s}]$ となった。

5. 考察

木星の自転周期および赤道半径から求めた既知の自転速度が 12.57 km/s であるのに対し、本観測の結果は 12.0 km/s で差異がある。

木星はガスの集合体であり、緯度によって自転速度が異なる差動回転をしている。本観測の木星スペクトルは、Fig.1 のスリット像からもわかる通り緯度方向の空間成分を含んだものとなっている。また、スリット像のみから木星の赤道方向にスリットを一致させることは困難である。これらの理由から、本観測で測定した木星の自転速度は、純粋な赤道部分での自転速度ではないため、既知の自転速度よりも遅い結果となった。

今後は、銀河の回転速度や、遠方銀河の後退速度などをドップラーシフト法で検出し、測定していきたい。

<参考文献>

- 松下真人, 溝口小扶里, 土佐誠 (2015) ひとみ望遠鏡中分散分光器の波長分解能測定 仙台市天文台研究・実践紀要 2, 14-18.

Tab.1 1.35" スリットにおける波長分解能の設計値と実測値

グレーティング	中分散5000	中分散6500	低分散
設計値	R ~ 5400	R ~ 5400	R ~ 1800
実測値	R ~ 8730	R ~ 9928	R~2787
設計検出速度限界 (km/s)	56 ~	56 ~	167 ~
実測検出速度限界 (km/s)	35 ~	30 ~	108 ~
ブレース波長における波長範囲 (Å)	4515-5530	6090-7025	3085-6795

Tab.2 2" スリットにおける波長分解能の設計値と実測値

グレーティング	中分散5000	中分散6500	低分散
設計値	R ~ 3380	R ~ 3380	R ~ 1190
実測値	R ~ 3988	R ~ 5322	R ~ 1343
設計検出速度限界 (km/s)	88 ~	88 ~	253 ~
実測検出速度限界 (km/s)	76 ~	57 ~	224 ~
ブレース波長における波長範囲 (Å)	4515-5530	6090-7025	3080-6790



Fig.2 波長校正後の木星スペクトル 中心付近の吸収線が6562.81 Å の H α 吸収線

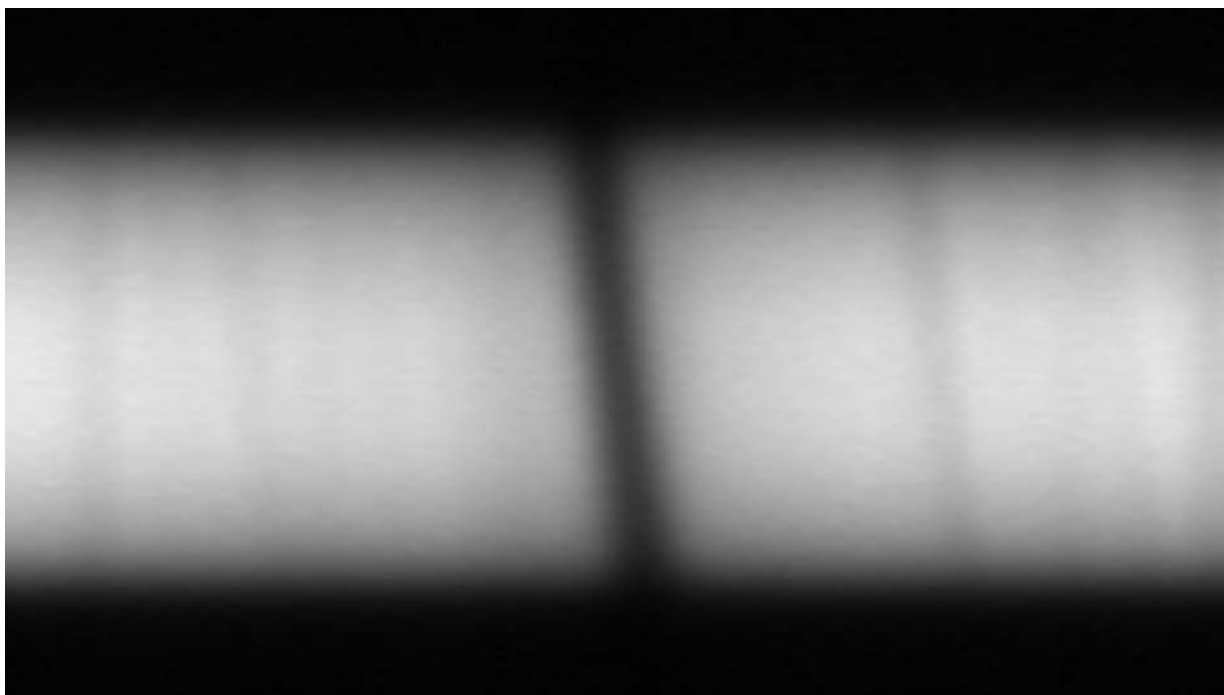


Fig.3 木星スペクトルの6562.81 Å の H α 吸収線付近を拡大

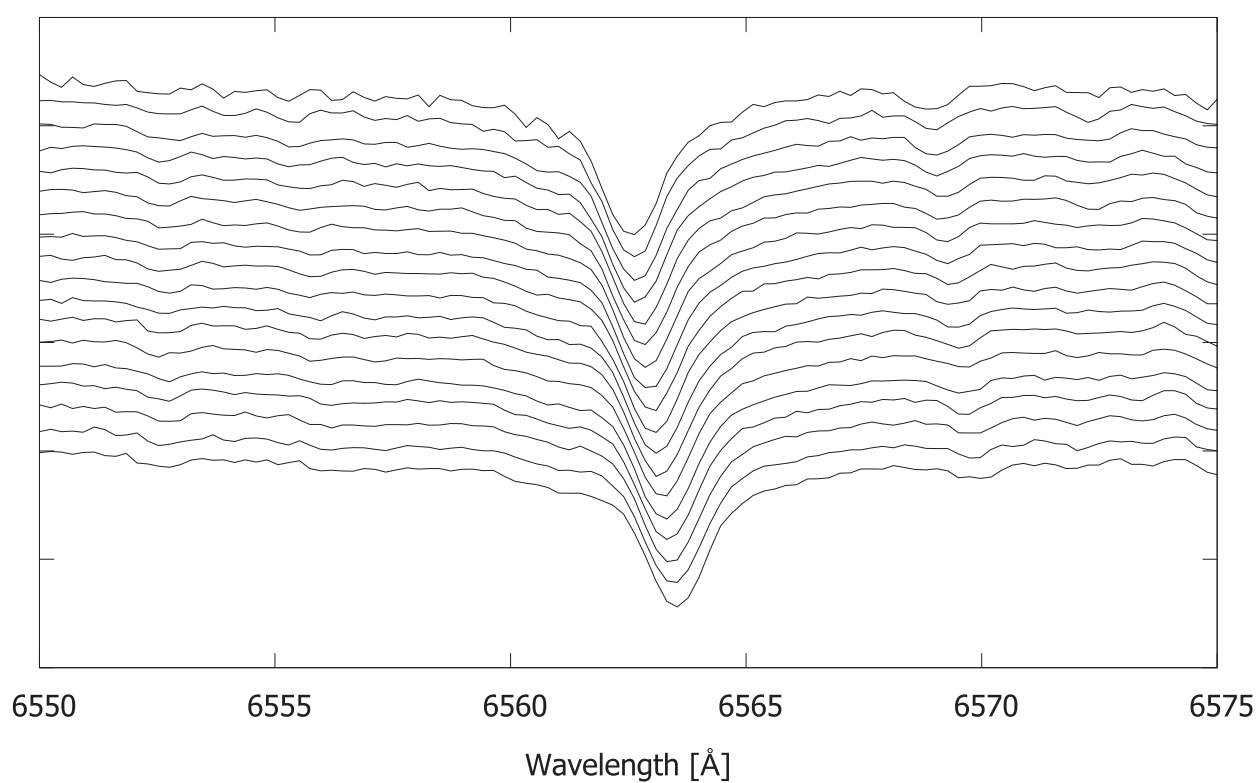


Fig.4 木星スペクトルの H α 吸収線付近を上端から下端まで5ピクセルおきにグラフ化

「科学ヘジャンプ・イン・仙台2017」における視覚障害者向け企画の実践

溝口小扶里

Abstract

2017年11月3日に行われた「科学ヘジャンプ・イン・仙台2017」において、移動式プラネタリウムを使用して視覚障害を持つ子どもたちにワークショップを行った。そのワークショップの実践内容について報告する。

1. はじめに

これまで、仙台市天文台では視覚障害者向けの企画を何度か行ってきた（高橋，2014）。活動が続ける中で、2017年4月に宮城県立視覚支援学校で生徒たちの授業の様子を見学させていただいた。視覚支援学校の先生方にもお話を伺い、「科学ヘジャンプ」という視覚障害をもつ生徒たちが科学に触れる機会を作るという企画があることを知り、今回参加させていただくことになった。

「科学ヘジャンプ」は、視覚障害のある生徒のために、科学の面白さを知る体験の場や、科学技術分野に進むために必要な技術や情報を取得するチャンスを提供しつつ、同じ分野に興味・関心を持つ視覚障害者同士や活躍している先輩との交流を培うことを目的にした企画である。「科学ヘジャンプ・イン・仙台2017」は2017年11月3日に東北地区の生徒たちのために実施され、視覚支援学校の教員有志等が中心になって運営されたものである。ワークショップの内容は天文だけでなく、地震や電気、音など身近な話題が取り上げられていた。参加者は小学校低学年から高校生までの子どもたちで、4、5人ずつ班に分けられ、班ごとに午前午後の2回、それぞれ違ったワークショップに参加した。

「科学ヘジャンプ」に参加するに当たり、ワークショップを企画するときに参考になるように、事前に子どもたちの障害の度合いを先生方と一緒に確認した。この企画に何度も参加している生徒もあり、東北の様々な地域から体験をするために参加されていた。

2. 実施内容

ワークショップの内容は、移動式プラネタリウムを活用したものを考案した。スタッフ3人が「アイスブレイク」「道具を使った事前準備」「プラネタリウムで星空体験」をそれぞれ担当した。詳しい企画内容はシラバスと構成案を参照のこと。

参加者は小学校3-6年生の男女8人で、ほとんどの子どもたちが小学校の弱視学級に通う子供たちだった。

3. アイスブレイク（担当：溝口）

3-1. 概要

住んでいる地域も学校も学年も違う子どもたちが一緒に活動することになるので、天文台スタッフも含めてアイスブレイクを行った。前の人の名前を積み重ねながら自分の自己紹介をする積み木自己紹介や誕生日の順に制限時間内に並んで円になるバースディチェーンといった一般的なアイスブレイクを行うことから始めた。また、東西南北が星空を紹介するときに重要になってくるので、「南はどっち？」というように尋ねた方位を指さすというゲームを行った。

3-2. 成果と課題



fig.1 アイスブレイクの様子

アイスブレイクを行うことで、天文台スタッフと子どもたちの距離が縮まり、その後のコミュニケーションがスムーズになった。子どもたち同士も仲良くなるきっかけになっていた。積み木自己紹介は出身地と名前を積み重ねて覚えていくという応用で行ったが、うまくいった班とそうでない班があった。子どもたちの

性格によってもチャレンジが難しいものがあると実感したので、できるだけ簡単に楽しめる内容を検討していきたい。

4. 道具を使った事前準備 (担当：大江)

4-1. 概要

プラネタリウムの中に入る前に、太陽の動きやプラネタリウムがどんなものなのか、自作した道具を使って紹介した。太陽の一日の動きはスポンジを太陽に見立ててフラフープに沿って動かしてもらい、東から南へ、西へと動いて再び東から昇ってくるという動きを体感してもらった (fig.2)。プラネタリウムの仕組みについては、ボウルをドームに、光るおもちゃをプラネタリウム投映機と見立て、そのボウルの中におもちゃと人形を入れて、ドームの中に投映機があり、人がその中に入っている様子を紹介した (fig.3)。ボウルの内側には少し出っ張った星のシールを貼り、星空が映る様子も表現した (fig.5)。その後、移動式プラネタリウムの周りを歩き、大きさや形状を体感してもらった。



fig.2 太陽の日周運動を体感中



fig.3 プラネタリウムの仕組みを紹介



fig.4 用意した道具。

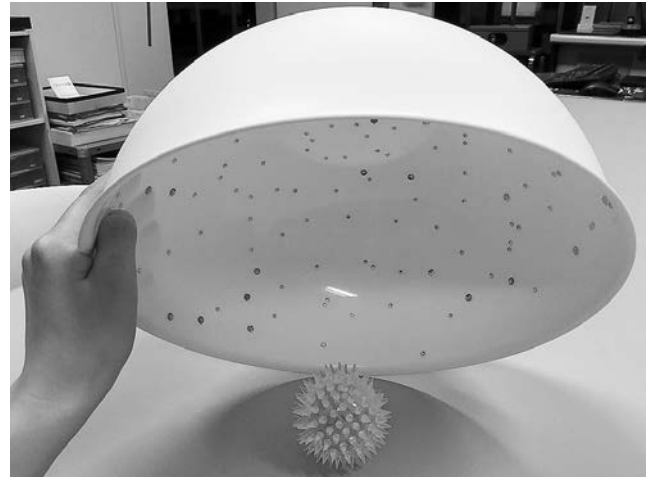


fig.5 プラネタリウムの模型

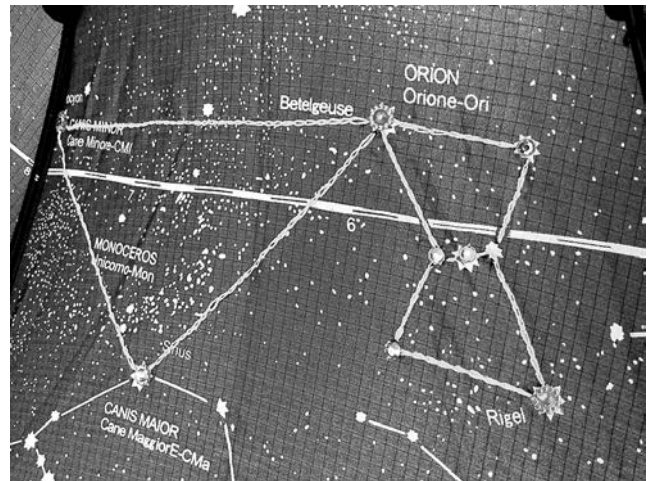


fig.6 星座の傘。中心を北極星として主な星にシールを貼り、夏の三大角などの目印になる形は糸を縫い付けて立体的に感じられるように工夫した。

4-2. 成果と課題

これまでに無かった道具を作り、実際にこどもたちに使ってもらうことでどんなものが有効なのか手がかりを知ることができた。しかし、弱視か全盲かによっても有効な道具が違うことも実感した。例えば、弱視であれば、近くで大きくして見られる、ということが

有効であったため、触るだけで感じられるように作った道具では体感しにくいということがあった。障害の程度によっても道具の検討が必要だと感じた。また、傘を使った道具は傘のハリが触るときに邪魔になってしまっていたので、更に改良する余地がある。

5. 移動式プラネタリウムでの星空体験(担当: 高橋博子)

5-1. 概要

プラネタリウムの中に入ってもらい、星空を映して解説を行った。見る、というよりも想像できるような言葉を使つての投映となった。弱視のこどもたちには星をより感じてもらいやすいように星が映っているドームのスクリーンに顔を近づけてもらった。また、星座の神話を紹介するときには、iPadを利用して画像を見てもらいながら紹介した。プラネタリウムに入る前に道具で体感してもらった日周運動も、プラネタリウムの中で実際に時間を動かしながら説明を行った。



fig.7 プラネタリウムの中の様子

5-2. 成果と課題

弱視のこどもたちが多かったこともあり、当初予想していたよりも星を見てもらうことができた。ドームスクリーンに顔を近づけることで、星の光を感じやすくなるのも移動式プラネタリウムの特徴だと感じた。

また、iPadで画像を表示することも有効であることが分かった。iPadに顔を近づけて、更に拡大して画像を見ると弱視のこどもたちでも理解することができていた。それでも、星の光を見ることが難しい場合には、ポインター矢印の光が見えている場合があった。ゆっくりたどれば形を認識してもらう手がかりとなる。一方で、暗闇の中でどれくらい見えているのか、話をしていることが理解できているのかを確認することはとても難しいと感じた。1人ひとり障害が違うため、それまでに信頼関係ができていないと、見えない、

わからないという声を上げにくいのではないかと思う。今回は投映者と補助者の2名のスタッフで対応し、保護者にも一緒に入ってもらったが、理想としてはこどもたちがどの程度認識できているのかを都度確認しながら話ができると良いと感じた。

6. 今後の展望

「科学ヘジャンプ」に参加したことにより、これまで以上に視覚障害にはどのようなものがあるのかを知ることができた。予想していたよりも見えていたこどもたちも多かったため、弱視だとどのように見えるのか、弱視体験用のめがねなどを使って事前に体験しておけば、それに合わせたツールを考えやすかったかもしれない。また、1人ひとりの障害の程度が異なるため、1対大勢で一斉に同じ体験をしてもらうことが難しい場合もあると感じた。今回のように1度きりの体験にするのではなく、何度か授業を重ねていくような形で星について学ぶ機会をつくることができれば、コミュニケーションを取りながら個々に対応することができる可能性がある。プラネタリウムでできること、道具を使ってできることなど、それぞれの特性を活かして今後の企画やツールを考えていきたい。

今回参加させていただいたことで、東北で活動されている先生方とも交流を持つことができた。「科学ヘジャンプ」をきっかけに、山形県立山形盲学校に3Dプリンターで月の模型を作っていただくこともできた。天文台を訪れた視覚障害を持つ方への説明で活用している。この交流をきっかけに、さらに視覚障害への知識を身につけるとともに、皆さんのお力もお借りしながら、新しいチャレンジを積み重ねていきたい。



fig.8 3D 月模型
(提供: 山形県立山形盲学校)

<引用文献>

高橋博子(2014) 視覚障がい者向け企画の中間報告 仙台市天文台研究・実践紀要 1, 32-39.

Tab.1 「科学ヘジャンプ」シラバス

科学ヘジャンプ・イン・仙台 2017 授業シラバス

タ イ ト ル	ミニプラネタリウムで星空体験
内 容	①太陽を感じよう（晴天時は屋外。雨天時はプラネタリウム内） ・身近な星・太陽の明るさや暖かさを実感する ・現在の太陽の方角や高さを知る ②空の変化（プラネタリウム内） ・昼から夜へと空の明るさが変化していくことを知る ・傘を利用した触図を使い、今夜見える星の明るさの違いや、星座の特徴とその位置関係を理解する ②天体の種類と動き方（プラネタリウム内） ・星座は時間が経つと、位置は変わるが星の並び方は変わらない事を、プラネタリウムの日周運動と触図から理解する
目 標 (ねらい)	・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づけて考え、位置は変わるが、星の並びは変わらない事や、星には明るさの違いがあることを捉えることができるようにする
道 具 材 料 使用 する 物	・ミニプラネタリウム ・懐中電灯（太陽を表現する熱源） ・星座の触図（傘）
工 夫 し た 点	・触図を活用し、プラネタリウムの星空のイメージを持たせる点
見 せ 場	・児童・生徒に触図を持たせ、星の動き（日周運動）を理解させる部分
教材化する際に 気をつけて ほしい点	特になし
そ の 他 特 記 事 項	特になし

Tab.2 「科学ヘジャンプ」構成案

「科学ヘジャンプ」構成案

(90 分／4 名)

準備物	・ミニプロセッサ ・触図（傘） ・大沼先生星図 ・両面テープ ・養生テープ ・名刺 ・プロセッサ模型（半球ボール） ・懐中電灯 ・フラフープ ・上履き ・ポインター ・延長コード
-----	--

時間	構 成	内 容	担当
15 分	■アイスブレイク	(体育館内) ・バースディチェーン ・積み木自己紹介 ・東西南北ゲーム	溝口
10 分	■事前準備① ○太陽がつくる昼 道具) フラフープ	(体育館内) ○昼ってどんな世界？ ・昼が明るく、暖かいのは太陽があるため ○太陽ってどんな星？ ・明るくて暖かい ・地球からの距離は 1 億 5 千万キロ（光で 8 分） 新幹線で 60 年、飛行機で 18 年 ○太陽はどう動く？ ・太陽は東から昇り、南を通り、西に沈む ・明るい太陽が西に沈むと暗い夜がやってくる	大江
10 分	■事前準備② ○プロセッサの世界 道具) プロセッサ模型 道具) 大沼星図ま	(体育館内) ○夜ってどんな世界？ ・暗い空に 4000 個もある小さな点 ○プロセッサをイメージしよう ・模型で人・投映機・ドームの大きさを触感 ○星空の見え方	大江

	たは星座傘 道具) ミニプラネリウム	・ 暗い空に星が張り付いているように見える ・ 星の明るさには違いがある ○ミニプラネリウムに入ろう (プラネリウム外→内) ・ ミニプラネリウムで人・投映機・ドームの大きさを触感	
10 分	■ 星空体験① ○空の変化 ♪ゆうやけこやけ ○星空とは	(プラネリウム内) ・ 不思議の空間プラネリウムへ ・ 東西南北を確認 (太陽はどう動く? 指で) ・ 日の入→夕暮れ→星空 (19 時頃) ・ 星空ってなんだ? (想像する、星を見る)	博子
20 分	■ 星空体験② ○星の明るさ ○星で作る形 iPad(ひしゃく) ○星座 ○日周運動 ○星の物語 iPad(イラスト) ○質問コーナー ○日の出 ♪朝	(プラネリウム内) ・ 遠くにあるから点に見える、明るさが違う、色も ・ 結ぶと形、指で△や□を作ってみる ・ 星で△を作ってみる (夏の大三角) ・ 星でできるひしゃくをさがしてみよう ・ 星で□を作ってみる (秋の四辺形) ・ 星座ってなんだ? (ペガサス座など) ・ 時間が過ぎると星空はどうなる? (太陽と同じ) ・ 夏の大三角が低くなる (21 時頃) ・ 両手で星の動き (右手を左手が追いかける) ・ すばるとみつぼしの追いかけ話 右手(すばる) 左手(みつぼし) おうし座とオリオン座 ・ 冬の星空は? (冬の大三角) ・ なんでもどうぞ ・ 夜から朝へ	博子
5 分	■ 今日のまとめ	(プラネリウム内)	溝口
	○感想	・ 気付いたこと、わかったこと	
	■ 終了		

使って・遊んで・学べる広報誌制作

熊田 美波

KUMADA Minami

要約

2008年のリニューアルオープン以来、「宇宙を身近に」という施設ミッションを達成するためのツールとして、「ソラリスト」という広報誌を発行してきた。本稿では、ソラリストの制作方法を紹介するとともに、その制作過程で培った「使って・遊んで・学べる」要素を持つ広報誌の事例を紹介する。

1. はじめに

仙台市天文台は、1955年、市民による市民のための「市民天文台」として開台。2008年には現在地へ移転・リニューアルオープンした。2018年現在、開台63年目を迎えている。

リニューアルにあたり、「宇宙を身近に」という施設ミッションを定めた。以来、ミッションを達成すべく、天体観望会や展示交流、プラネタリウムなどの天文に関わる事業はもちろん、様々なイベントやワークショップなどを実施している。

広報活動も例外ではない。天文情報やイベント情報を広報する際、どのような見せ方・伝え方をすれば読者にわかりやすく、身近に感じていただけるかなどを念頭に置き、活動している。その際たる例として、広報誌が挙げられる。

ここでは、「宇宙を身近に」という目的のもと作られる広報誌の制作方法や活用事例を紹介する。

2. 仙台市天文台の広報誌概要

仙台市天文台では、「ソラリスト」というフリーペーパーを広報誌として発行している。ソラリストという名前は、「宙(ソラ)」「空(ソラ)」と、人を意味する「イスト」を合わせた造語で、もっと“ソラ”を見上げて宇宙を身近に感じて欲しい、という願いを込めている。キャッチコピーにも、その意図を踏まえ、「ふと“宙”を見上げたくなるフリーマガジン」と付けた。

発行は春・夏・秋・冬の年4回。春・秋・冬号は各3万部、夏号はイベント等でソラリストを使用する機会が多いことから、3万5千部発行している。

誌面構成は、おもて面に天文情報を伝えるメインテーマ記事を設け、その周りに、コラム記事やクイズコーナー、インタビュー記事などを配置している。う

ら面には、イベント情報、プラネタリウム投映スケジュールなど、天文台を利用する際に必要な情報をまとめている。また、実際に空を見上げる際使っていたきたいという思いから、オリジナルの星図も掲載している。



Fig.1 ソラリスト

3. 広報誌の目的

一般的に、施設の広報誌の目的には以下の3つが考えられる。

1. 来館促進
2. 事業報告
3. 施設の業務内容の普及振興・知識向上

イベント情報や施設情報などは、来館促進のために掲載されることが多い。また、施設の活動報告としてイベントレポートを掲載している誌面も見られる。専門情報などは、それぞれの施設が取り扱う対象の普及振興や、興味関心を持つ読者の知識向上に役立てることができる。

施設の目的によって、力を入れる項目が異なるため、誌面の割合は異なるが、書かれている内容を分類すると、おおよそこれら3つの目的が考えられる。

ソラリストも、これら3つの目的を意識しつつ、制作を行っているが、施設ミッションを定めている施設だからこそ、ミッション達成のために役立つ広報誌にする必要がある。そこで、仙台市天文台では、ソラリストのコンセプトを以下のように定めた。

<ソラリストコンセプト>

- まだ天文台へ来たことのない市民等への来館喚起
- 正確な天文情報を提供することによる市民の天文・科学リテラシーの向上
- 多くの方に「宇宙を身近に」感じてもらう

事業報告については、ウェブサイトを用いて行うため、コンセプトには含めていない。その代わり、施設ミッション達成を意図するコンセプトを加えた。

コンセプトが増えるということは、誌面に課せられる課題が増えるということである。そのため、一見すると、制作が大変になるようにも思える。しかし、実際には、追加したコンセプトを誌面作りの柱として捉えることで、誌面のテーマ設定や、制作時の指針として役立てることができる。

4. 制作の流れ

ソラリストは、およそ1ヶ月半の制作期間で作られる。制作手順は以下の通りである。

①担当者打合せ

天文台のスタッフの中から選出した数名が集まり、次号の内容や方向性を決める。担当者は、広報担当者のほか、天文情報に詳しい企画・交流スタッフ、ビジュアル監修要員としてメディア制作スタッフを加えることが多い。

ざっくりばらんに次号のメインテーマや、各特集の内容を決めていく。この時、あまり細かく決めすぎしてしまうと、デザイン会社と行う編集会議の際、アイデアが広がりにくくなってしまうため、方向性を決める程度に留める。

②編集会議

ソラリストの実制作は、デザイン会社に委託している。委託するにあたり、デザイン会社の担当者と天文台の担当者が打合せを行い、互いのイメージを共有する時間を設けている。それが編集会議である。

具体的には、担当者間で打合せした内容を伝え、アイデアを膨らませていく。事前に用意していた案がそのまま採用されることもあれば、話し合いの中で、思わぬアイデアが浮かぶこともある。ここでどれだけイメージを共有できるかが、この後の制作がスムーズにいくかどうかの要となる。

デザイン会社の担当者には、誌面のラフ案を提出してもらい、ビジュアルイメージの相違がないかも事前に確認する。

③情報・資料収集

編集会議で決まった内容に沿って、必要な情報や資料を集める。この時、企画・交流スタッフは天文情報を、広報スタッフはイベント情報を集めるなど、得意分野ごとに分担して集めている。

④編集作業・制作・校正出し

まとめた情報をデザイン会社へ渡し、実制作に入る。情報出しから初稿提出までの期間は1週間~1週間半。校正原稿が届き次第、スタッフ全員で校正を行う。企画・交流スタッフは天文情報に誤りがないかなどを確認し、総務・広報スタッフは日本語の間違い、曜日・時間の間違いなどがないかを確認する。少ない時間での校正となるため、各自が得意とする分野を重点的に確認する方法をとっている。

校正後の原稿は、広報スタッフが指示書に取りまとめ、デザイン会社へ戻す。デザイン会社は指示書に従って修正を行う。これらの作業を4・5回程度繰り返し、入稿を迎える。

⑤印刷入稿

完成した原稿は、デザイン会社から直接印刷会社に入稿される。印刷会社には色校正を1回依頼しており、提出された校正原稿を見て、色の違いや写真の抜けなどの、不具合がないかを確認する。確認が全て完了したところで印刷となる。

⑥納品・配布

入稿から一週間程度で納品となる。納品されたソラリストは、折りや印刷に不具合がないかを確認し、問題がなければ配布となる。

配布場所は、天文台内はもちろん、市内の教育委員会所属施設(小・中・高校を含む)への巡回郵便や郵送などで、仙台市内の学校や公共施設、商店、県外の類似施設、道の駅など、様々な場所に配布している。

5. テーマ

以上のような流れで制作しているソラリストだが、最大の特徴は、テーマの扱い方である。先に述べた通り、ソラリストは、天文台のミッションである「宇宙を身近に」を達成するためのツールという役割を持つ。そのため、メインテーマとなる天文情報を、どのようにして伝えるか、切り口を工夫する必要がある。

例えば、「天の川」に関する天文情報を伝えたいと設定した際、天の川のことをただ紹介するだけでは、天

文に興味のある読者は手にとってくれても、そうでない読者には素通りされてしまう可能性がある。そこで、実際に天の川を特集した号では、「夏祭り」という身近なテーマを、天の川と掛け合わせて紹介することで、親近感を持って手にしてもらえよう工夫した。また、月を紹介する際には、オリンピックや流行のInstagramと掛け合わせて紹介した。



Fig.2 天の川特集例



Fig.3 月特集例

掛け合わせる身近なテーマは、特集のターゲットによって設定することができる。例えば、「自由研究」を特集した号では、小学生をターゲットに設定したため、身近なテーマは、小学生が好きそうな「ゲーム」を用いた。デザインをゲーム風にするとともに、自分に合った天文の自由研究を楽しく見つけれられるよう、性格診断チャートもオリジナルで作成した。



Fig.4 自由研究特集例

更に、身近なテーマの掛け合わせを考えていく中で、次第に、ただ掛け合わせるだけでなく、「遊べる・使える」要素を追加できるのではないかと考えるようになった。きっかけは、天文台の60周年に合わせて発行した特別号である。この号は、すごろくで遊びながら、天文台の歴史と宇宙開発・天文現象の歴史を振り返ることができる内容にした。



Fig.5 60周年特別号

閑散期のため配布が伸び悩む冬号の特集であったにも関わらず、通常よりも早く配布が終了し、現在も時々お客様から求める声をいただくことが多い号となった。遊びながら宇宙や天文について学べる広報誌。これは、天文台の「宇宙を身近に」という施設ミッション

にも通じるのではないかと考えた。

これ以降、「使って・遊べる」要素を追加した誌面を幾度となく制作するようになった。秋の星座を紹介する特集では、カードゲーム風に秋の星座を紹介し、実際にカードゲームとして遊べるよう、ルールを考えるとところから制作した。また、星座の大きさを紹介する特集では、身近なテーマとして相撲を掛け合わせ、更に、とんとん相撲として切り取って遊べるようにした。



Fig.6 使って・遊べる特集例

「使って・遊べる」要素を追加する際、気をつけなければならないのが、遊べる要素の開発に夢中になるがあまり、伝えたい天文情報がぶれないようにするという点である。楽しく遊べたとしても、肝心の「学び」の要素が薄いのでは意味がない。そのため、制作時には、以下の項目を念頭に置き、適宜担当者間で確認しながら制作を進めている。

＜制作時の合言葉＞

- ミッションからずれていないか？
- ターゲットがぶれていないか？
- 個性的なものになっているか？

特に、天文情報は、正確な情報であることは必須として、伝える範囲や言葉遣いがターゲットに即しているかも確認している。

6. おわりに

使って・遊べる要素を追加したソラリストは、天文台内で実際に遊べるよう見本を設置している。現在までに、多くのお客様が、プラネタリウムや天体観望会の待ち時間に遊んでいる様子を見ることができた。

また、スタッフが講師として外部のイベントや講座に赴く際にも持参し、使い方を説明するなど、交流のツールとしても活用している。

更に、仙台市内の小・中学校に配布していることから、小・中学生の認知度は高く、ソラリストを見て、「天

文台だ！」と声をあげる子どもたちも少なからず見受けられる。

広報誌に接する機会が増えることは、施設を知る機会が増えるということに繋がる。その意味では、現在のソラリストは、施設広報のツールとして、一定の成果を得られているのではないかと考える。

一方で、それらの成果を数値的に図る手段がないというのが課題である。毎号、入手先アンケートや、感想を取得しているが、分析するには数が少ない状況である。今後はどのようにして読者の声を得るかという点から検討が必要である。

また、内容についても、ターゲットを絞りすぎるあまり、号によって楽しめる年齢層が限られてしまう場合がある。今後は、様々な年代の方が楽しめるよう、メイン記事以外の、コラムやその他の記事についてもターゲットを明確にし、制作していく必要がある。

次年度は、これらの問題を解決すべく、誌面の大幅リニューアルを予定している。これまでに培ってきた「伝えたい天文情報×身近なテーマ」や、「使って・遊べる」手法はそのままに、様々な年代の方が誌面を通じて宇宙を身近に感じていただけるよう、これからも試作を続けていきたい。

プラネタリウム投映「星空の時間」の顧客満足度調査

大江 宏典

OOE Hironori

要約

本調査は、プラネタリウム投映「星空の時間」の満足度の測定および満足度に影響を与えている要素の特定を目的として実施した。その結果、来館者の総合満足度は明らかになったが、要素の特定には更なる検討が必要であることが明らかとなった。また同時に顧客満足度調査における課題も見えてきた。

1. 調査の背景

当台の来館者満足度調査において、プラネタリウムは高評価を得ている。しかし、具体的に何が評価に影響を与えているのか、これまでのアンケート調査ではわからなかった。そこで、プラネタリウムにおいて最も投映回数が多い「星空の時間」の満足度調査を実施し、評価がどのような要因によってもたらされているかを明らかにすることにした。また同時に、どの項目の評価を高めれば総合満足度が高まるかを調査することで、改善点が何かを明らかにすることを試みた。

2. 調査の概要

以下の方法にてアンケート調査を実施した。

Tab1. 調査の実施概要

調査時期	2017年4月29日～5月7日 (投映回数29回／投映者5名)
調査場所	仙台市天文台内
調査対象	プラネタリウム「星空の時間」観覧者 (8歳以上)
調査方法	来場者自記式調査 ・プラネタリウム入口にて観覧者全員に調査票を配布。プラネタリウム出口に記入所を設置し、回収ボックスに投函
調査規模	・配布数：2,980件 ・回収数：705件(回収率：23.7%)

本調査の調査票は Fig.2 のとおりである。1枚で両面を使用し、プロフィールに関する設問や満足度を5段階で聞く設問で構成した。満足度は項目を設け、どのような要素が総合評価に影響を及ぼすのかを分析するために、最後に総合満足度を加えているのが特徴である。

3. 調査結果

3.1 回答者の属性

ここでは、集計分析対象数705人の基本属性について単純集計を行った結果をもとに来館者の特徴について報告する。

Tab2. 性別

	性別	n	%
1	男性	283	41.9
2	女性	393	58.1
	合計	676	100.0

「女性」が約6割近いが、性差による極端な偏りは見られなかった。

Tab3. 年齢

	年齢	n	%
1	8～12歳	101	14.9
2	13～22歳	88	13.0
3	23～34歳	138	20.4
4	35～60歳	290	42.9
5	61歳～	59	8.7
	合計	676	100.0

「35～60歳」の子育て期・壮年期の割合が最も多く、4割以上となっている。

Tab4. 「星空の時間」の観覧回数

	観覧回数	n	%
1	初めて	431	61.1
2	2回	90	12.8
3	3～9回	144	20.4
4	10回以上	40	5.7
	合計	705	100.0

「初めて」の観覧者が約6割と最も多くなった。GW期間中の調査だったため、観光客等の市外からの来館が多かった事が予想される。リピーターは約4割だが、その半数近くは3回以上観覧している。

Tab5. 担当した投映者

	投映者	n	%
1	溝口	158	22.4
2	高橋博	76	10.8
3	亀谷	140	19.9
4	仲	153	21.7
5	國友	178	25.2
	合計	705	100.0

投映者によって投映回数が異なるため、サンプル数にややばらつきがでた。

3.2 満足度

満足度に関する集計結果は次のとおりである。なお、満足度は5段階評価とし、「満足」と「やや満足」を合わせたものを満足率(2top 比率)として分析した。分析結果は Tab6 のとおりである。

(1) 項目別満足度

いずれの項目も満足率が80%以上と高い傾向にあり、評価に極端な差は見られなかった。

満足率の高い項目は順番に、「解説のわかりやすさ」(89.7%)、「投映者の声」(88.9%)、「投映者の話し方」(88.4%)となった。一方、満足率の低い項目は順番に、「音楽」(83.9%)、「紹介した星座」(84.0%)、話題展開(86.2%)となった。

(2) 総合満足度

総合的な満足率は91%と非常に高く、平均値も4.6となった。これは、2017年の施設の来館者満足度調査におけるプラネタリウム満足度の平均値4.75に近い数値であり、この調査においても、仙台市天文台のプラネタリウム投映の満足度の高さが証明された。

なお、項目別の満足率より総合的な満足率が高いという結果については、総合満足度に影響を及ぼす要素(項目)が他にあるとも考えられる。項目の選定は今後の課題となりそうである。

Tab6. 項目別の満足度

		不満	やや不満	ふつう	やや満足	満足	2top 比率	平均値	n
a	投映者の声	0.4	0.6	10.1	13.4	75.5	88.9	4.6	702
b	投映者の話し方	0.4	0.6	10.8	13.8	74.6	88.4	4.6	702
c	紹介した星座	0.7	1.9	13.4	18.4	65.6	84.0	4.5	701
d	紹介した天文情報	0.4	1.3	11.5	22.2	64.6	86.8	4.5	697
e	解説のわかりやすさ	0.6	0.9	8.8	15.7	74.0	89.7	4.6	701
f	話題展開	0.6	2.1	11.2	19.2	67.0	86.2	4.5	699
g	映像	0.4	1.6	10.4	17.7	69.9	87.6	4.6	700
h	音楽	1.1	2.0	13.0	18.9	65.0	83.9	4.4	700
	総合	0.9	1.3	6.7	20.5	70.6	91.1	4.6	697

3.3 属性と満足度の関係

来館者の属性と満足度の結果をクロス集計することにより、「星空の時間」来館者の傾向の分析を試みた。

Tab7. 性別と満足度の関係

カテゴリー別平均値表		
カテゴリー名	n 数	平均値
全体	670	4.6
1. 男性	281	4.5
2. 女性	389	4.6

相関・検定表	
相関比	0.00
分散比	0.67
自由度1	1
自由度2	668
斜体値	0.41
判定	[n.s.]

女性の満足度がやや高いものの、有意差はなかった。

Tab8. 年齢と満足度の関係

カテゴリー別平均値表		
カテゴリー名	n 数	平均値
全体	670	4.62
1. 8～12歳	98	4.83
2. 13～22歳	88	4.81
3. 23～34歳	136	4.65
4. 35～60歳	289	4.53
5. 61歳～	59	4.37

相関・検定表	
相関比	0.04
分散比	7.00
自由度1	4
自由度2	665
斜体値	0.00
判定	[**]

年齢が高くなる程、満足度が下がる傾向が認められた。ライフステージによって、プラネタリウム投映に期待しているものが違う可能性がある。特に熟年期のニーズについては検討の余地があるだろう。

Tab10. 改善度指数票

カテゴリー別平均値表			
項目名	満足率	相関係数	改善度指数
投映者の声	88.9	0.64	-5.1
投映者の話し方	88.2	0.64	-2.0
紹介した星座	84.0	0.65	10.7
紹介した天文情報	86.8	0.64	1.6
解説のわかりやすさ	89.7	0.67	-1.6
話題展開	86.1	0.67	8.6
映像	87.6	0.59	-11.7
音楽	83.9	0.60	1.0
平均	86.9	0.64	

Tab9. 観覧回数と満足度の関係

カテゴリー別平均値表		
カテゴリー名	n 数	平均値
全体	697	4.59
1. 初めて	425	4.57
2. 2回	90	4.57
3. 3～9回	143	4.66
4. 10回以上	39	4.49

相関・検定表	
相関比	0.00
分散比	0.81
自由度1	3
自由度2	693
斜体値	0.49
判定	[n.s.]

来館回数が10回以上のリピーターの満足度がやや低いものの、有意差はなかった。

3.4 総合満足度と項目別満足度の関係

どの項目の評価を高めれば総合満足度が高まるかを明らかにするため、総合満足度と項目別満足度の関係について相関係数を使って分析をし、Tab.10の結果が得られた。

(1) 各項目の総合満足度に対する影響度

どの項目も比較的相関が高いが、特に「話題展開」「解説のわかりやすさ」「紹介した星座」の順に相関が高い事がわかった。仙台市天文台のプラネタリウムの評価の高さは、これらの要素に支えられていると予想できる。

(2) 改善項目の割り出し

縦軸に満足率、横軸に相関をとり、評価項目の散布図を描いた結果、Fig1のようになった。そして、相関が高く、満足率が低い項目を改善項目ととらえ、改善度を指数で表し、5以上を要改善項目とした。

分析の結果から、「話題展開」「紹介した星座」の2項目は相関が高く、満足率が低いため、これらを改善することにより、総合満足度が更に高くなることが期待できる。

n 数	
702	
702	※改善度指数 (K)
701	10 ≦ K
697	5 ≦ K < 10
701	0 < K < 5
699	K ≦ 0
700	即改善
700	要改善
	改善検討
	改善不要

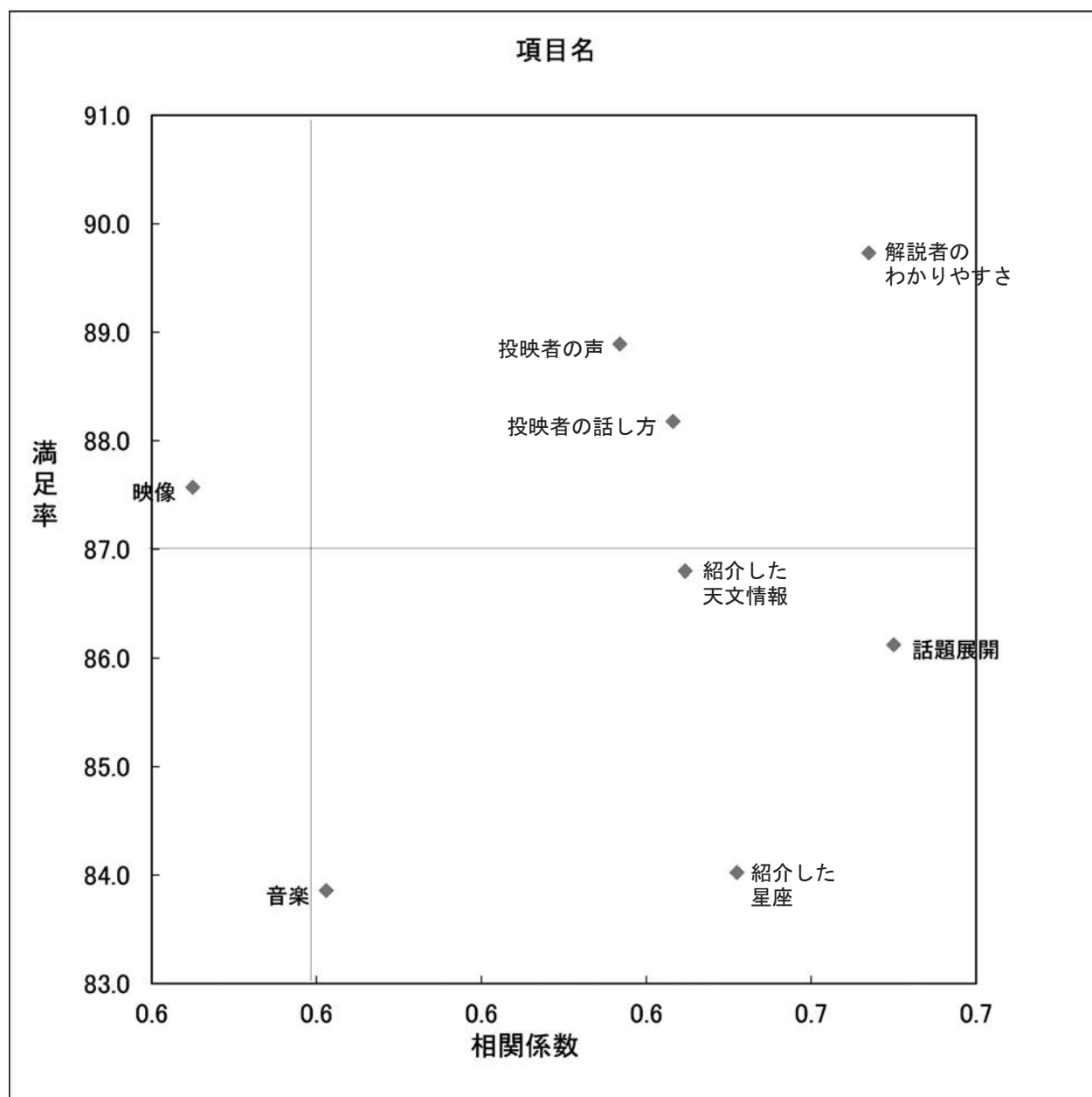


Fig.1 CS グラフ

4. 本調査の課題と今後の展望

本調査によって、仙台市天文台のプラネタリウム投映「星空の時間」に来館者がどの程度満足しているのかについて明らかにする事ができた。しかし、どのような要素が来館者に「満足感」を与えているのかについては、更なる検討が必要である。

例えば、項目別満足度については、満足度起因する要素が質問紙に含まれていない可能性がある。また、質問紙の各項目から受ける印象が回答者によって異なる事もありうる。よって、項目は更に細分化し、かつ、明確化するのが理想ではあるが、一方で、項目数の増加は回答者の負担を大きくし、現実的な結果が得られないというデメリットもある。よって、要素を正確に

把握するためには、インタビューによるヒアリング形式の調査が適していると思われる。

また、満足度調査におけるそもそもの課題として、「満足」していてもリピート等の実際の行動にはつながらない点が挙げられる。本調査でも実際に総合満足度が9割以上となっており、この結果から改善点を見出すのは難しい状況である。よって今後は、NPS（ネットプロモータースコア）等、業績に直結する指標の導入が必要と考える。

<参考文献>

○丹青研究所「特集 国立科学博物館の入館者満足度調査」『Museum Date』(2004) 65, 1-13.

◆◆◆◆◆ プラネタリウムに関するアンケート ◆◆◆◆◆

この度はプラネタリウム投映「星空の時間」をご観覧いただきありがとうございます。今後の投映の参考とさせていただきますので、アンケートへのご協力をお願いいたします。

☆ご記入頂いた方の中から抽選で5名様にご招待券をプレゼントします☆

問1 何時からの「星空の時間」をご覧になりましたか？（○は1つ）

①10:00～	②13:00～	③16:00～	④17:40～
---------	---------	---------	---------

問2 「星空の時間」をご覧になるのは何回目ですか？（○は1つ）

①初めて	②2回目	③3～9回	④10回以上
------	------	-------	--------

問3 今回の投映をご覧になって、以下の項目についてどの程度満足していますか？お気持ちに近いものを選んでください。（○は各々1つずつ）

	不満	やや不満	ふつう	やや満足	満足
a. 投映者の声の聞きやすさ	1	2	3	4	5
b. 投映者の話し方	1	2	3	4	5
c. 紹介した星座	1	2	3	4	5
d. 紹介した天文情報	1	2	3	4	5
e. 解説のわかりやすさ	1	2	3	4	5
f. 話題の展開	1	2	3	4	5
g. 映像	1	2	3	4	5
h. 音楽	1	2	3	4	5

問4 投映をご覧になる際、どのような点を重視しますか？重視する項目を下記よりいくつでもお選びください。（○はいくつでも）

①投映者の声の聞きやすさ ②投映者の話し方 ③紹介した星座 ④紹介した天文情報 ⑤解説のわかりやすさ ⑥話題の展開 ⑦映像 ⑧音楽 ⑨その他（具体的に：	
--	--

問5 今回の投映の総合的な満足度をお聞かせください。（○は1つ）

	不満	やや不満	ふつう	やや満足	満足
i. 総合満足度	1	2	3	4	5

※裏面に続く

Fig.2-1 アンケート用紙表

問6 お客様について教えてください。(○は各々1つずつ)

性別	①男性 ②女性
年齢	① 8～12 歳 ②13～22 歳 ③23～34 歳 ④35～60 歳 ⑤61 歳～

問7 その他、投映についてのご意見やご要望があればお聞かせください。

--

ご招待券をご希望の方は、下記にご住所とお名前をご記入ください。

(ご記入頂いた個人情報は厳重に管理し、プレゼントの発送以外の目的では使用いたしません)

ご住所：〒 _____

お名前： _____

ご協力ありがとうございました。

(この調査で収集した情報は、調査の目的以外に利用することはありません)

Fig.2-2 アンケート用紙裏

次ページからの論文は, 理科教育学研究58号に掲載された論文を, 一般社団法人日本理科教育学会「理科教育学研究」編集委員会の許可を得て掲載するものである。

資料論文

小学生の満ち欠けの理解に関わる空間認識能力に影響を及ぼす 諸要因の因果モデルの検討

小野寺正己¹

【要 約】

小学生の月の満ち欠けの理解に関わる空間認識能力に影響を及ぼす諸要因を検討したところ、「自然科学的体験」、「科学への興味関心」、「主体的・探求的活動」、「理科学習への好感度」、「天文学習への好感度」、「算数学習への好感度」の6つの因子が抽出された。その後、6つの因子が、空間認識能力にどのように影響を及ぼしているかの因果モデルを作成し、検討した。その結果、「自然・科学的体験」が「科学への興味関心」と「主体的・探求的活動」の双方と共变的な関係にあり、「科学への興味関心」と「主体的・探求的活動」が、「理科学習への好感度」、「天文学習への好感度」に影響を与えていることが明らかとなった。さらに、「理科学習への好感度」と「天文学習への好感度」が「算数学習への好感度」に影響を与え、「算数学習への好感度」が直接的に空間認識能力に影響を与えていることが示唆された。

【キーワード】小学生、空間認識能力、因果モデル

1. 問題と目的

栗原・濤崎・小林(2015)は、天文分野の学習において必要とされる空間認識能力の先行研究(例えば、岡田, 2009; 土田・小林, 1986; 小松・渡邊・鬼木・中野・久保田, 2013)を踏まえ、中学生の満ち欠けの理解に関わる空間認識能力に影響を及ぼす諸要因の因果モデルを明らかにしている。そこでは、空間認識能力に影響を及ぼす因子を6つ抽出し、その因子間の因果関係も含めたモデルを作成している。そして、その結果から、中学生に月や金星の満ち欠けの理解させる指導方法として、問題解決的な学習の重要性を示唆している。

一方、岡田・松浦(2014)が指摘するように、空間認識能力は、小学生と中学生では違いがある。ただし、球形概念は、小学校の天文学習によっても大きく伸びることも明らかとなっている(岡田・松浦, 2014)。よって、小学生における空間認識能力に影響を及ぼす要因についても検討し、天文分野の学習に活かしていく必要があるものと考えた。

そこで、本研究は、栗原ら(2015)の研究を基に、小学生を対象とした追試研究を行うこととした。なお、栗原ら(2015)は、因子分析結果の項目につい

て、クロンバックの α 係数を求めることで、質問項目の妥当性と信頼性を確認している。しかし、クロンバックの α 係数は、一般的に質問項目の信頼性のみに用いられることから、妥当性については、再度、本研究にて確認することとした。

2. 研究方法

2.1 調査対象及び調査時期

B県内公立小学校1校の第6学年4クラスの145名を調査対象とした。有効回答は、欠席者及び回答不備者を除く106名であった。欠席は7名であったが、他32名は調査問題の裏面まで記載をしない児童や、一部無回答の児童であった。

調査時期は、2016年10月初旬から中旬にかけて、各学級担任に調査用紙を依頼し、実施した。

2.2 調査内容

空間認識能力を調べるための調査問題(図1)及び、空間認識能力に影響を及ぼす因子を同定するための質問項目(因子確定後の項目のみ表2に記す)については、追試検証とするため、すべて栗原ら(2015)の研究と同じ項目とした。ただし、中学生向けの質問については、小学生に合う形に変更を行った。

¹ 仙台市天文台

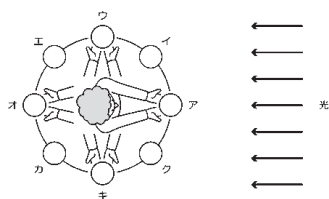
この調査はテストではないので、成績には全く関係ありません。天文台で小中学生にわかりやすいプログラムを作るために使います。みなさんのご協力をお願いします。

理科学習アンケート調査

6年

組

番 氏名



A. 上の図は、ひとつの方向から光がやってくる暗い部屋で、自分がボールを持って立っている様子を頭の上から見たときの図です。

ボールのかげの様子や、ボールの位置をア～クにしたときのボールの見え方について、次の問題に答えてください。ボールの位置を変えるときは、立っている位置はそのまま、自分の体をその方向に向けるようにします。

1. ボールがイの位置にある時、かげになる部分（光らない部分）を鉛筆で黒く塗りつぶしてください。（上の図のイに描いてください）

2. 次の問いに回答してください。

(1) ウの位置にあるボールを見ると、光っている部分はどのような形に見えるでしょうか。
右の点線の丸をボールとして線で描いてください。



(2) イの位置にあるボールを見ると、光っている部分はどのような形に見えるでしょうか。
右の点線の丸をボールとして線で描いてください。



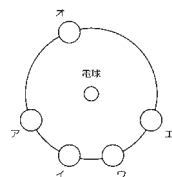
(3) カ、エ、キ、ク、オ、アのそれぞれの位置にあるボールを見ると、光っている部分はどのような形に見えるでしょうか。それぞれ下の点線の丸をボールとして線で描いてください。



B. 暗い部屋で、5つのボールが電球を囲むように置かれています。電球の光は全ての方向に向かうので、それぞれのボールが照らされています。このとき、男子は、それぞれのボールを見えています。



下の図は、上の図を頭の上から見た図です。ボールの位置をそれぞれア～オとしたとき、次の問いに回答してください。



1. ボールがアの位置にあるとき、かげになる部分（光らない部分）を鉛筆で黒く塗りつぶしてください。（左の図のアに描いてください）

2. 次の各問いに回答してください。

(1) アの位置にあるボールを見たとき、光っている部分はどのような形に見えるでしょうか。
右の四角の中に描いてください。



(2) ウの位置にあるボールを見たとき、光っている部分はどのような形に見えるでしょうか。
アと比べて、見え方が変わるか、変わらないかが分かるように形を描いてください。



(3) オ、イ、エの位置にあるボールを見たとき、それぞれ光っている部分はどのような形に見えるでしょうか。アと比べて見え方が変わるか、変わらないかが分かるように形を描いてください。



図1 空間認識能力を調べるための調査問題

2.3 調査手続き

調査に当たっては、対象校からの承認を得た後、各担任に実施を依頼した。また、実施に当たっては、成績評価等には無関係であることを確実に伝えてもらった上で、児童から回答を得た。

2.4 調査問題の得点化

空間認識能力の得点化にあたっては、栗原ら（2015）の得点化ではなく、岡田（2009）の採点方法に従うこととした。その理由は3つある。1つは、栗原ら（2015）の中学生の得点においても、平均値が6点満点の1.6点と低い状況であること。また、2項目正解で1点とする場合と4項目正解で1点とする場合が混在しており、岡田（2009）の採点方法のすべて2項目正解で能力を測る方法の方が明確であること。さらに、小学校の学習内容ではない、金星の満ち欠けに関わる「距離概念」についても得点化しているからであった。ただし、栗原ら（2015）において「俯瞰視点での陰の認識」としていた得点に関しては、柳本・大高（2008）が指摘するように、月の満ち欠けの理解における基本的な認識である光源の反対側が陰になることを測る問題であることから「光源と反対側の陰の認識」に関わる得点として、岡田（2009）の得点と併せて検討することとした。また、「球形左右概念」に関わる得点は、岡田（2009）においても結果として扱っておらず、更に小松ら（2013）でも小学生対象の本研究では得点化をしないこととした。

よって、空間認識能力得点は、以下の4つの得点の合計点を用いることとした。「光源と反対側の陰の認識」に関わる得点は、図1におけるA問題の1とB問題の1の両方が正答の場合1点とした。「球形概念」に関わる得点は、A問題の2(2)と2(3)のエの両方が正答した場合に1点とした。「左右概念」に関わる得点は、A問題の2(1)と2(3)のキの両方が正答した場合に1点とした。「真横からの視点移動」に関わる得点は、A問題の2(3)のアとオの両方が正答した場合に1点とした。

2.5 空間認識能力に影響を及ぼす因子を同定するための質問項目の得点化

栗原ら（2015）が用いた「空間認識能力に影響を及ぼす因子を同定するための質問項目」の全52項目について、4件法で回答を求めた。4は「とてもそう思う」、3は「そう思う」、2は「そう思わない」、1は「まったくそう思わない」という回答肢とし、それぞれの数字と同じ得点を与えることとした。

3. 調査内容の分析結果

3.1 空間認識能力得点

空間認識能力の得点分布は、最高値4点、最低値0点、平均値0.5点、標準偏差1.0点であった。

3.2 空間認識能力に影響を及ぼす因子の抽出

はじめに、52の質問項目それぞれの得点の平均値と標準偏差を求め、天井効果のある項目の確認を行った。その結果、15項目に天井効果が見られた。そこで、それらの項目を除いた37項目について、Kolmogorov-Smirnovの正規性検定により分布の正規性を確認した。その結果、すべての項目で正規性が確認された。それをふまえ、最尤法・プロマックス回転による因子分析を行った。固有値の減少の推移は、13.12, 3.69, 2.04, 1.71, 1.53, 1.35, 1.27, 1.15, 1.05…であり、6因子目で因子負荷プロットの傾きが緩やかになるとともに、因子の解釈可能性からも6因子が妥当であると判断した。さらに、単独の因子に.40以上の負荷量を示すという基準に基づき、同様の因子分析を行った。最終的には、6因子、29項目を採択した(表2)。

因子1は、「動植物の生き方やその環境を調べることに興味がある」、「地球や宇宙がどのようにできたかを調べることに興味がある」等、科学への興味関心があり好きという気持ちの項目が高い負荷をしめしていることから「科学への興味・関心」の因子と解釈した。第2因子は、「算数が好きである」等の算数の学習への好感度を表す項目が高い負荷を示していることから「算数学習への好感度」の因子と解釈した。第3因子は、「理科が好きである」等の理科の学習への好感度を表す項目が高い負荷を示していることから「理科学習への好感度」の因子と解釈した。第4因子は、「望遠鏡や双眼鏡を使って天体をよく見る」とか「不思議に思ったことを自分で確かめたことがある」等、科学や宇宙への主体的または探求的な活動の項目が高い負荷を示していることから「主体的・探求的活動」の因子と解釈した。第5因子は、「家の人や友達とよくハイキングや山登りに出かける」等の自然または科学的な体験活動の項目が高い負荷を示していることから「自然・科学的活動」の因子と解釈した。第6因子は、「4年生で学習した月や星の学習は好きだった」等、4年生の時の天文分野の学習に関する項目が高い負荷を示していることから「天文学習への好感度」の因子と解釈した。

3.3 因子分析により抽出された項目の信頼性と妥当性の検討

抽出された因子にて、小学生の空間認識能力に影響を及ぼす諸要因の因果モデルを検討することから、この因子構造の信頼性と妥当性の検討も行った。

信頼性については、クロンバックの α 係数を求めたところ、全項目で.94、各因子では、因子順に.89, .91, .90, .84, .75, .86であったことから、内的整合性が認められ、信頼性が確認された。

妥当性については、確認的因子分析により行った。その結果、狩野(2002)の指摘に基づき、質問項目の誤差変数間に共分散を認める必要があったが、適合指数は、GFI=.76, AGFI=.71, CFI=.92, RMSEA=.06であった。星野・岡田・前田(2005)は、確認的因子分析においては、CFIとRMSEAを適用することが適当と指摘していることから、GFIとAGFIは適合度がそれほど高くはないものの、妥当性が認められたものと考ええる。

4. 小学生の空間認識能力に影響を及ぼす諸要因の因果モデルの検討

4.1 6つの因子と「空間認識能力」との相関検討

空間認識能力に影響を及ぼす諸要因の因果モデルを作成するために、抽出された因子と空間認識能力との相関を求めた。その結果、表1に示す通り、「算数学習への好感度」と有意な相関があることが明らかとなった。

4.2 因果モデルの作成とその検討

上記、相関係数の検討及び栗原ら(2015)の研究を踏まえ、小学生の空間認識能力に影響を及ぼす諸要因の因果モデルを作成し、その適合度を検討した。

モデルの作成にあたって、空間認識能力を潜在変数にする図2と、栗原ら(2015)の研究同様、空間認識能力を観測変数とする図3の両方について検討を行った。なお、誤差変数間の共分散については、修正指標に基づいて、検討時に追加した共分散である。また、有意な影響を与えていないパスについても削除したモデルとなっている。

図2の適合度は、GFI=.93, AGFI=.89, CFI=.97,

表1 空間認知能力得点と各因子得点との相関係数

	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6
空間認知能力	.07	.21**	.15	.16	-.07	.13

** : $p < .01$

表2 空間認識能力に影響を及ぼす因子を同定するための質問項目の因子分析結果

	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5	因子6
因子1「科学への興味・関心」						
動植物の生き方やその環境を調べることに興味がある	.47	-.01	.35	-.02	.24	-.22
地球や宇宙がどのようにできたかを調べることに興味がある	.68	.13	.08	.07	.02	-.04
地震や火山や台風の被害をどのように防ぐかに興味がある	.72	.09	-.22	.01	.07	-.02
科学技術についてのニュースや話題に関心がある	.63	.09	.01	-.02	-.05	.20
月や星を見ることが好き	.72	-.11	-.03	-.04	-.03	.23
星にまつわる神話に興味がある	.98	-.07	-.08	-.03	-.05	-.09
月や星雲、銀河などの写真を見ることが好き	.79	-.13	-.02	.02	.02	-.02
因子2「算数学習への好感度」						
算数が好きである	.19	.91	-.01	-.12	-.06	-.18
算数の図形問題が好きである	-.07	.65	.14	-.10	.11	.06
立体の図（平面図や立体図）を描くことは得意である	-.09	.64	-.07	-.04	.12	.24
算数の文章を読んで式を立てる問題が好きである	-.04	.98	.02	-.04	-.08	-.05
算数の応用問題が好きである	.04	.95	.00	.02	-.05	-.18
算数の問題を解くときに、問題が分かるように線や図を描く	-.15	.63	-.13	.04	.05	.30
因子3「理科学習への好感度」						
理科が好きである	-.16	-.05	1.11	-.12	.03	-.01
理科の学習は面白い	-.03	.02	.99	-.09	-.10	.01
理科で学ぶことに、役立つことは多い	.11	.02	.61	.14	-.11	.07
理科について興味があることを自分で調べたり学習したりする	.07	.08	.44	.21	.03	.15
因子4「主体的・探求的活動」						
望遠鏡や双眼鏡を使って天体をよく見る	.02	-.03	.12	.48	.02	.08
宇宙や星などを題材にした本や漫画を読んだことがある	.00	-.09	-.22	.93	-.12	-.04
宇宙や星などを題材にしたテレビや映画を観たことがある	.00	-.13	.01	.87	-.06	-.20
不思議に思ったことを自分で確かめたことがある	.22	.04	.18	.42	.07	-.05
自分で考えた方法で、観察・実験をしたことがある	-.04	.21	.09	.52	.16	.00
実験の結果について、筋道を立てて考えたことがある	-.04	.37	-.08	.59	-.04	.06
知らない土地でも、方角や自分のいる位置がわかる	.02	-.15	.11	.43	.18	.10
因子5「自然・科学的活動」						
家の人や友達とよくハイキングや山登りに出かける	.05	-.11	-.06	.06	.78	-.01
家の人や友達とよく川や海へ出かける	-.06	.11	-.02	-.15	.88	-.08
科学館や自然系の博物館によく出かける	.19	.02	-.08	-.02	.45	.25
因子6「天文学習への好感度」						
4年生で学習した月や星の学習は好きだった	.34	.08	.15	-.01	-.17	.41
4年生で学習した月や星の学習は得意だった	.12	-.01	.04	-.12	-.02	.98
因子相関係数	因子2	.36				
※すべて5%水準で有意	因子3	.65	.47			
	因子4	.64	.39	.57		
	因子5	.44	.24	.35	.46	
	因子6	.59	.43	.56	.53	.37
	α 係数	.89	.91	.90	.84	.86

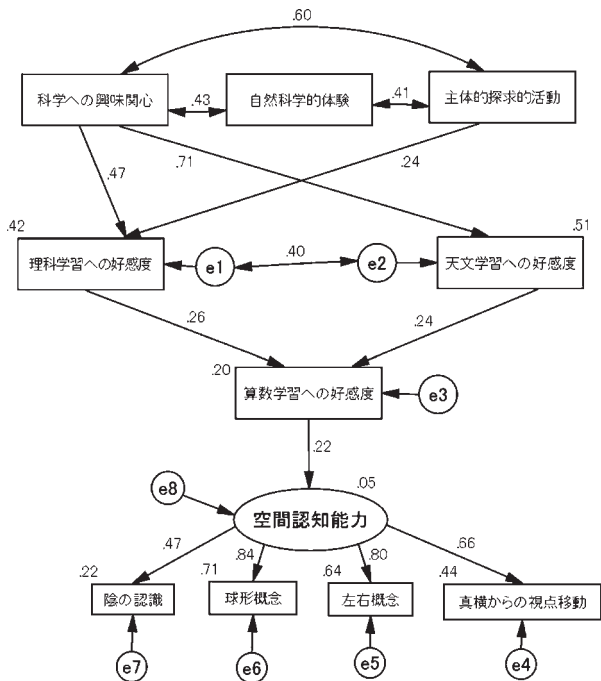


図2 空間認識能力を潜在変数とした因果モデル

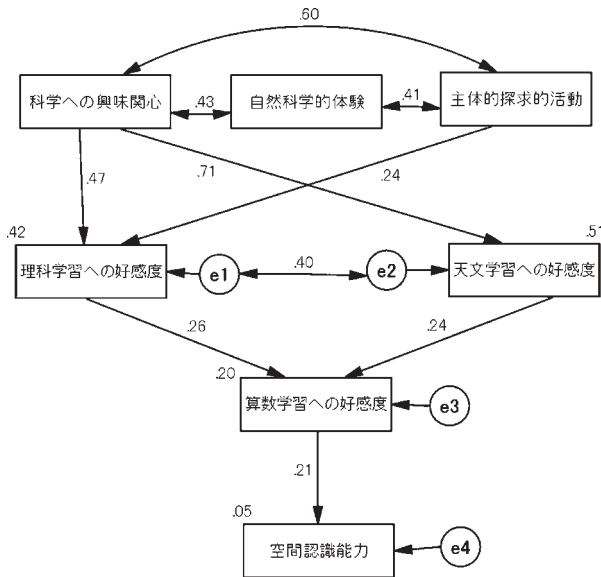


図3 空間認識能力を観測変数とした因果モデル

RMSEA=.06であった。また、図3の適合度は、GFI=.97、AGFI=.93、CFI=1.00、RMSEA=.01であった。よって、図2のAGFIの値が若干低いものの、双方のモデルの適合度は十分に高いものと判断した。

なお、空間認識能力に影響を及ぼす6つの因子の直接効果と間接効果、及び総合効果は表3に示す通りであった。

表3 空間認識能力に影響を及ぼす6つの因子の直接効果、間接効果、総合効果

	空間認識能力		
	直接効果	間接効果	総合効果
主体的探求的活動		.01	.01
科学への興味関心		.06	.06
天文学習への好感度		.05	.05
理科学習への好感度		.06	.06
算数学習への好感度	.21		.21

5. 考察

本研究の目的は、栗原ら(2015)が明らかにした「中学生の満ち欠けの理解に関わる空間認識能力に影響を及ぼす諸要因」について、小学生においても明らかにすることであった。以下に栗原ら(2015)との研究結果と比較しながら、本研究結果から考えられる小学生の特徴をまとめることとする。

5.1 空間認識能力を測定する項目

本研究では、空間認識能力を測定するための下位カテゴリーについては、岡田(2009)の研究に基づいた得点化を行った。結果、平均値が4満点の0.5点と、かなり低い値であった。しかし、栗原ら(2015)の中学生に結果においても平均値が低かったこと、また図2のモデルの適合度が高かったことから、空間認識能力を測定する4項目は、妥当な項目だったと考える。

5.2 空間認識能力に影響を及ぼす因子

本項目に関しては、栗原ら(2015)の研究で用いた質問項目をそのまま小学生に回答を求め、因子分析を行った。ただし栗原ら(2015)は主因子法を用いていたが、本研究では、サンプル数が少ないことと精度を高めるために最尤法を用いた。

結果、因子数は6因子と同じであったが、中学生とは若干違った因子内容となった。

まず、中学生と全く同じ質問項目で構成された因子は「天文学習への好感度」因子で、中学生では「小学校天文学習への好感度」因子とされていたものであった。また、「理科学習への好感度」因子も、中学校においては質問項目が2つ多いものの、「理科学習への好感度」因子として抽出されている。さらに「算数学習への好感度」因子は、中学校においても、ほぼ同じ質問項目で、「関係性の数学的図式化への好感度」因子とされていた。しかし、内容的には「理科学習への好感度」因子と呼応させた方が妥当と考えたことから、名称を変更した。

一方、中学校では抽出されなかった因子として、「科学への興味・関心」因子と「自然・科学的体験」因子の2つがある。これらの因子を構成する質問項目は、中学生では選ばれていなかった。また、「主体的・探求的活動」因子は、中学生では「天文への興味・関心」因子と「理科の問題解決への論理的思考」因子の双方を構成する質問項目を中心に構成されていたことから、このような因子名とした。

岡田・松浦（2014）が指摘するように、天文分野の学習の有無に関わらず、他教科の学習等の影響により、小学生から中学生と成長する過程で、空間認識が少しずつ向上するものと考えられ、その発達の違いが因子構造を違えているものと考えられる。さらには、小学生の発達段階として、生活経験に基づいた「自然・科学的体験」や日常の「科学への興味・関心」が空間認識能力に影響を及ぼす因子になっているものと思われる。

5.3 空間認識能力に影響を及ぼす諸要因の因果モデル

本研究で明らかになった因果モデルからは、空間認識能力に影響を及ぼす諸要因は、以下のような流れで空間認識能力に影響を与えるのではないかと類推される。

まず、小林・雨森・山田（1992）が指摘するように、理科学習の基盤としての自然科学の直接体験は、「科学への興味・関心」や「主体的・探求的活動」と共変的な関係にある。そして、「科学への興味・関心」は、「理科学習への好感度」及び「天文学習への好感度」の双方にプラスの効果を及ぼす。また「主体的・探求的活動」も「理科学習への好感度」にプラスの効果を及ぼす。さらに、「理科学習への好感度」と「天文学習への好感度」は、「算数学習への好感度」にもプラスの効果を及ぼす。その上で、「算数学習への好感度」を持つ子どもたちの「空間認識能力」が高くなるのではないかと考えられる。

この結果は、中学生の空間認識能力が「理科の問題解決への論理的思考」と「関係性の数学的図式化」の2つの因子から直接影響を及ぼされているという結果と類似する。ただし、「理科の問題解決への論理的思考」因子に関しては、小学校では「主体的・探求的活動」因子に包括され、構成する他の質問項目の方が多いことから、小学校では違った形でモデル化されたものと思われる。

以上のように考えると、小学校段階では、自然に触れ合う体験を大切にするとともに、科学的な現象に興味を持たせ、主体的に探究活動をさせる中で理科や天文を好きにさせることが基本となることが示

唆されたものとする。また、理科だけではなく算数の学習を大切にすることが、小学校段階では重要であることが示唆されたものとする。

算数教科の学習に関しては、比護（2012）が、具体物を用いた操作的かつ直感的な活動や念頭操作も行う活動を行うことで、小学生の空間認識能力が高まることを指摘している。さらに、鈴木（1999）が指摘するように地図の学習を行う社会教科や、東山（1991）が指摘する図画工作教科でも、小学生の空間認識能力が高められることが明らかとなっている。よって、小学校段階では、理科の学習だけではなく、全ての教育活動において体験的な学習を重ねることで空間認識能力を高めていくことが必要ではないかと考える。

栗原ら（2015）は、中学校においては体験から得られた知識や経験の積み重ねと、それを踏まえた論理的な推論、そしてその検証活動が空間認識力を高めるために重要であると結論をしている。本研究においても、小学生でも直接体験の重要性が再認識されたものとする。ただし、小学生の場合には、岡田・松浦（2014）や益田（2007）が指摘するように、発達段階に応じた指導が必要であり、理科の教科指導に留まらず、生活全般において体験活動を通して、空間認識能力育成を意識していくことが必要ではないかと思われる。

5.4 本研究の限界と課題

本研究は、分析において不適解が出なかったものの、質問数に比べてサンプル数が少ないことが一番の課題と考える。また、単一校のデータに基づき、モデルを構築したために、地域性等の環境要因を排除できてはいないことも課題と考える。よって、本研究の精度を高めるためには、単一校ではなく、いくつかの学校において調査を実施し、さらに多くのサンプルにて再検討を行う必要がある。そのことにより、因子の効果係数等も精度度が高くなっていくものとする。

また、栗原ら（2015）と同様に性差の検討は追試研究のため、実施をしなかった。サンプル数を十分確保し、再度検討する場合には、性差の検討も必須と考える。

最後に、因果モデルにおいて「理科学習への好感度」得点と「天文学習への好感度」得点の誤差変数間に共分散を認めることで、適合度が高くなっていることから、この2つの因子に関わり、共通した違う影響要因が考えられる。この要因についても、質問紙を再検討する等の課題が残った。

引用文献

- 東山明 (1991)「子どもの空間認識と表現」『美術教育学・美術科教育学会誌』第13巻, 1-11.
- 比護智洋 (2012)「空間認識力を育む教材に関する研究」『数学教育研究』第47巻, 第1号, 146-165.
- 星野崇宏・岡田謙介・前田忠彦 (2005)「構造方程式モデリングにおける適合度指標とモデル改善について: 展望とシミュレーション研究による新たな知見」『行動計量学』第32巻, 第2号, 209-235.
- 狩野裕 (2002)「再討論: 誤差共分散の利用と特殊要因の役割」『行動計量学』第29巻, 182-197.
- 小林辰至・雨森良子・山田卓三 (1992)「理科学習の基盤としての原体験の教育的意義」『日本理科教育学会研究紀要』第33巻, 第2号, 53-59.
- 小松祐貴・渡邊悠也・鬼木哲人・中野博幸・久保田善彦 (2013)「月の満ち欠けの理解を促すAR教材の開発と評価」『科学教育研究』第37巻, 第4号, 307-316.
- 栗原淳一・濤崎智佳・小林辰至 (2015)「中学生の満ち欠けの理解に関わる空間認識能力に影響を及ぼす諸要因の因果モデル」『理科教育学研究』第56巻, 第3号, 325-335.
- 岡田大爾 (2009)「児童・生徒の天文分野における空間認識に関する研究—1985年当時の視点移動能力について—」『地学教育』第62巻, 第3号, 79-88.
- 岡田大爾・松浦拓也 (2014)「天文分野における児童・生徒の空間認識に関する比較研究」『図学研究』第143巻, 3-10.
- 鈴木正俊 (1999)「子どもの地理的空間認識に関する基礎的研究—手描き地図法の問題点に着目して—」『社会科学教育研究』第82巻, 13-24.
- 土田理・小林学 (1986)「児童・生徒の天文分野における視点移動能力の発達過程と関係する基礎的研究」『地学教育』第39巻, 第5号, 167-176.
- 柳本高秀・大高泉 (2008)「『月の満ち欠け』の理解と2種類のかけ『影と陰』の理解との関係—小学4年生における実態—」『理科教育学研究』, 第49巻, 第2号, 81-92.

(2017年4月29日受付, 2017年8月24日受理)

Additional verification test of the casual model of factors affecting elementary school students' "spatial perception ability"

*Masami ONODERA*¹

¹ Sendai Astronomical Observatory

SUMMARY

This research aimed to clarify causal factors affecting "spatial perception ability" relating to elementary school students. Using factor analysis, the following six factors were extracted: "natural & science experience", "interests & concerns of science", "subjective & exploratory activities", "favorable impression of science learning", "favorable impression of astronomy learning", and "favorable impression of mathematics learning". From the results, I constructed a causal model of how the six factors influence the students' "spatial perception ability". That model is constructed of four stages. The first stage is that "natural & science experience" is covariant with both "interests & concerns of science" and "subjective & exploratory activities". The second stage is that "interests & concerns of science" and "subjective & exploratory activities" had affected both students' "favorable impression of science learning" and their "favorable impression of astronomy learning". The third stage is that "favorable impression of science learning" and "favorable impression of astronomy learning" had affected students' "favorable impression of mathematics learning". The last stage is that "favorable impression of mathematics learning" had directly affected students' "spatial perception ability".

<Key words> Elementary School Students, Spatial Perception Ability, Causal Model

次ページからの論文は、日本プラネタリウム協議会会誌「ぶらネタ」に掲載されたものを、日本プラネタリウム協議会の許可を得て掲載するものである。



仙台市天文台 幼児投映 試行錯誤の歴史

仙台市天文台 高橋博子・溝口小扶里

仙台市天文台の幼児投映の歴史を紐解くと、1969 年(昭和 44)開始とあります。半世紀近く幼稚園や保育所のこどもたち向けの投映を行ってきたことになります。初めて訪れたこどもたちは今 50 代半ば、もしかしたらお子さんやお孫さんも幼児投映を体験しているかもしれません。

さて仙台市天文台は 2008 年に郊外にリニューアルオープンし、投映設備もすっかり変わりましたが、幼児投映の精神は旧天文台時代から現在へと受け継がれています。では初めに旧天文台で行っていた幼児投映をまとめてみます。

< 生解説の時代 >

かなり昔のことで、プログラムした演出などはできませんので、幼児相手に生解説を行っていました。映像はスライド投影機が 1 台です。試行錯誤の上で作られた最初の「幼稚園指導案」は次のような簡単なものでした。

- ・途中何度かみんなで童謡を歌う
- ・時々館内を明るくする
- ・父兄同伴の場合は、父兄とこどもは別々に座らせる

大変不思議なのですが、今のこどもたちはプラネタリウムに入っても泣かないし、むしろワクワクしながら入ってきます。しかし、昔の子は、とにかく泣いたりわめいたりするので、投映者の方が泣きたい気持ちでした。悪戦苦闘の日々を懐かしく思い出しますが、もしかすると私たち自身が幼児というものを理解していなかったのかもしれません。幼児の発達段階を知ることとはとても大事だと思っています。

< 自作番組の時代 >

全国のプラネタリウムの集まりに参加し色々な投映を見て刺激を受け、いよいよ仙台市天文台でも幼児向けの番組を作るようになったのは 1983 年の

ことでした。それ以来旧天文台が閉館する 2007 年まで 25 作品を自作しました。前半は生解説、後半に 25 分位の番組という形式でおおよそ 50 分の投映でした。番組を作る上でこだわってきたことがあります。

○さりげなく科学のメッセージを入れたい

幼児投映には様々なワクワクが凝縮しています。ドームに入った時、暗くなって星が見えた時、未知の話、楽しい気分の音楽や映像など。中でも科学的要素でワクワクさせたい。そして、科学のワクワク感を解説者自身の生の感動を持って伝えたい。このようなこだわりです。

科学的要素の例は、ハレー彗星接近、流星群、ボイジャーの活躍、スペースシャトルの活躍、ヘールボップ彗星接近、皆既日食、火星大接近、はやぶさがイトカワに到着、系外惑星、など多岐に渡ります。オリジナルのキャラクター(せいこちゃんとドンちゃん、プラネくん)の他に、内容に合わせて作った様々なキャラクターが活躍しました。また番組に合わせたオリジナルの音楽や歌も効果的でした。「すいきんちかもくどってんかい(めい)」の歌は現在も幼児投映やこどもの時間で活用しています。

対話しながらの生解説から番組に変わると、「見る」態勢になってしまうこどもたちを何とか参加させようとチャレンジしたのは、「宇宙迷路」です。迷路が好きなこどもたちは大声で「右、上！」と無事ゴールまで案内してくれ大いに盛り上がりました。毎年番組を作るのは大変なことでした。しかし、常に新しい科学の世界に目を配り、こどもたちを楽しませるためにはどうしたらよいか、という難題に挑戦し続けたことは決して無駄ではなかったと思います。

さて、リニューアルした新天文台における一番最初の投映が、なんと幼児投映でした。次からは、新天文台における幼児投映の変遷と現在をご紹介します。



＜新天文台時代の幕明け＞

天文台がリニューアルした 2008 年。プラネタリウム機器は当時最新のハイブリットプラネタリウムへと更新。本物に近い星空と大迫力の映像で様々な種類の投映を始めました。毎日毎回投映が満席になるような状況下でスタートした幼児投映。当然番組を作りこむ余裕は無く…、生解説での投映となりました。それでも、旧天文台時代からのスピリットは受け継ぎ、前半は星空の案内、後半には宇宙に関する話題を生解説で紹介。「ゆうやけこやけ」の歌を一緒に歌ったり、月まで旅行に行って宇宙飛行士のおじさんと一緒に月を探検したり、幼児たちにとっての星空や宇宙との初めての出会いの場という役割は変わりませんでした。

＜幼児投映と一般こども向け投映＞

旧天文台時代は、幼児投映のために制作した番組を一般のこども向けにも同じ内容で投映していました。新天文台では、幼児投映とは別に小学校低学年以下とその家族をターゲットにした「ファミリープログラム（現：こどもの時間）」を開始。有名キャラクターが出てくる番組を投映することもありましたが、2008 年秋からプラネタリウムのオリジナルキャラクター「プラネくん」を登場させます。光学式投映機ケイロンをプラネくんと見立て、投映者はプラネくんとお話ができるという設定で生解説の投映を行いました。そこで、一般のこども向けに制作したプラネくんの番組を幼児投映でも同じように投映するという試みを始めたのです。

プラネくんは、ポインターの矢印に変身して星の並びをたどったり、ロケットに変身して皆を宇宙に連れて行ってくれたりしました。約 25 分の番組として制作し、前半は生解説での星空案内、後半はプラネくんの番組という形です。おかげで、幼児投映でプラネくんに出会ったこどもたちが「プラネくんに会いたい！」と天文台にまた足を運んでくれるという効果もありました。しかし、これは苦悩の日々の始まりだったのです。

＜プラネくんと歩んだ幼児投映＞

プラネくんで扱ったテーマは様々です。月、天の川、クリスマス…。旧天文台時代の番組中はこどもたちがまるでテレビを見ているように受身になってしまふという反省を活かし、こどもたちが自ら参加できる

場面を作りました。例えば、月をテーマにしたときは、月と地球の様子を見て違いを探してもらったり、一緒に月面でジャンプしてみたりしました。テーマによっては好評だった場合もありましたが、無謀にも「ブラックホール」をテーマにしたときには「プラネくんまた会いに来るねー！」という声が聞かれる一方で「ブラックホールが怖かった…難しかった…」との意見も多く聞かれました。幼児向けに投映するためにはテーマ選びや演出の仕方も重要だと猛省。元々小学校低学年以下をターゲットにして作っていたこともあり、幼児投映にうまく落としこめないということもありました。反対に、幼児を意識して作った演出は、小学生にはウケないことも…。そこで、同じ番組の中で幼児投映と一般のこども向けで扱う内容に差をつけてみたこともあります。例えば、天の川をテーマにしたときは、幼児投映では天の川を空でぐるっと一周周りながらいろんな星座を見るまでにし、一般では更に宇宙に飛び出して銀河系の姿までを紹介しました。

様々な工夫を行いながらプラネくんの番組を使って幼児投映を行っていましたが、一長一短がありました。プラネくんの番組は、当初はプラネくんがイラストや矢印で登場する形でした。投映者がお話しできないプラネくんの代わりに 1 人二役やっていたということです。生解説で行うため、ある程度の融通はきくものの、プラネくんのキャラクターが引き立ちにくい短所もありました。そこでプラネくんに声をあてて番組を作りこんでみた結果、こどもたちとプラネくんが本当にお話しているような雰囲気投映できるようになりました。しかし、作りこむことで流れが決まってしまうために、こどもたちとの自由なやり取りの時間がどうしても少なくなっていました。

ジレンマを抱えながらの投映が続き、こんな疑問がわくようになりました。「本当に幼児投映はこれでいいの？」

＜再び 45 分間生解説へ＞

幼児投映でとても大切にしていることがあります。それは「こどもたちのそうぞう力を引き出す」こと。幼児投映に入る多くのこどもたちは 5 歳児です。彼らの想像・創造力は大人のそれをはるかに超えます。「この△、何かに見えてきたなあ」とひと言言えば、「ケーキ！サンドイッチ！チーズ！ピザ！こんにゃく！」。「このおにぎりは何の具かな？」と言えば「梅



干し！ツナマヨ！さけ！からあげ！」（最近はいくらうな具が登場）「おいしそうだから食べちゃおう！いただきますー！」と言えば、皆が一斉に空に向かって手を伸ばし、一生懸命「ぱくぱくぱく」。プラネタリウムで体験・想像した世界は子どもたちにとって全て本物なのです。

子どもたちのそうぞう力を最大限に引き出すためには、投映者が星空を使って全力で一緒に遊ぶことが必要です。そのためには番組を使うのではなく、生解説で子どもたちと直接やり取りをしながら進めていくことが大事だと改めて感じ、生解説45分間の投映へと戻すことを決めました。

この年齢の子どもたちは1歳違えば理解できることも問いかかけに対する反応も随分違います。5歳児ですら、春ごろに来る子どもたちと夏以降に来る子どもたちで発達に差があります。たとえ3歳児や4歳児も入り混じっている状況の中でも、生解説であればその時々の子どもの反応を見ながら取り上げる話題や問いかかけ方も変えることが可能です。こうして再び、生解説、体当たりの45分間への挑戦が始まったのです。

＜現在の幼児投映＞

現在の幼児投映は、日の入りから日の出までを体験する流れになっています。（参照：幼稚園等に配布する資料）その中で季節の星座や話題、宇宙旅行を盛り込んで、いろいろな観点から星や宇宙への興味を持ってもらえるように工夫しています。また、幼稚園教育要領や保育園保育指針にあるような目標も確認し、方針に沿った内容になるよう心がけています。生解説に戻ったばかりの頃は「プラネくんは出ないんですか？キャラクターがいた方が親しみやすく子どもたちにも紹介しやすいです」といった声も先生方からありましたが、現在ではそのような声もほとんど聞かれなくなりました。以下に工夫している項目をいくつか挙げてみます。

- ・投映前に来台している園の名前をドームに映して紹介する
- ・「すいきんちかもくのうた」を入場時や投映で使用、Webでダウンロードも可能（冥王星がなくなった新Ver.）
- ・「ゆうやけこやけ」の歌を一緒に歌う（事前に先生にお伝えして可能な範囲で練習してきてもらう）

- ・座席についているボタン回答器を2回程度使う
- ・「何に見えるかな？」といった正解のない想像させる質問をして、ボタンで回答してもらう
- ・子どもたちが想像しそうな形（例えばケーキやピザなどを）を星空に重ねて映す
- ・子どもたちにとって身近なもの（例えば遊具や食べ物、動物、季節行事など）を取り入れる
- ・覚えて欲しい星の名前は文字で表示し、みんなで一斉に言う
- ・子どもたちの注意を引きつける手段を用意しておく（矢印を使う、話し方にメリハリをつけるなど）
- ・宇宙旅行に行くためには迷路をクリアしなくては行けない設定にして皆で一緒に頑張る一体感を作る
- ・宇宙旅行はただ行くだけではなく、最新の情報やサイエンスにも触れる機会を作る
- ・投映者が子どもたちと驚きや感動を共にする

＜おわりに＞

幼児投映を始めてまもなく50年。テレビやゲームは当たり前、スマホやタブレットも使いこなす子どもたちも登場し、日々時代の流れを感じてしまいます。しかし、試行錯誤の歴史を振り返ってみると、プラネタリウムから出てくる子どもたちの表情は、いつの時代も変わらないような気がします。

幼児投映は、投映者を成長させてくれる投映です。正直な子どもたちは面白いと笑い、つまらないとすぐ飽きる。毎日が実践と検証の繰り返しで、何年やっても正解にたどり着かない。教えることよりも教えられることが多い投映だと感じます。子どもたちと一緒に遊んで一緒に感動する。仙台市天文台幼児投映の試行錯誤はまだまだ続きます。



仙台市天文台 幼児向けプログラム

★★★★★★★★★★★★★ プラネタリウム (45 分間) ★★★★★★★★★★★★★★

スタッフが生解説で子どもたちと対話しながら星空を眺めます。

■ねらい

- 先生や友達と一緒に、星の美しさや星座の形を結ぶ楽しさ、宇宙の不思議を体感する
- 七夕やお月見など、季節の行事と星空のかかわりを知る

■内容

構成	内容
あいさつとお約束の確認	・元気に「こんにちは！」 ・プラネタリウムでのお約束
昼間の空から日の入り ♪ ゆうやけこやけ	・太陽は空をどのように動いていくかを想像して眺める ・太陽が沈んだあと、空が変わっていく様子を見る ・一番星を探してみる
明るい星を見つけよう	・その日に見えている月や惑星を見る ・明るい星や暗い星、色のついた星があることを知る ・星を結んで、簡単な形を作ってみる ・星を結ぶと何に見えるかな？
星座を見てみよう	・星座を探す目印を見つける ・季節の星座を眺める
季節のお話	・季節に合わせたお話を紹介 5/7－6/9：おおぐま・こぐまのお話 6/11－7/20：七夕 その他の季節：月の模様や形
宇宙を体感	・火星へ宇宙旅行 ・火星クイズ
日の出 ♪ あしたははれる	・朝に向かって、空が変わっていく様子を眺める
あいさつ	・元気に「さようなら！」



■見学ポイント

日の入りのときに「ゆうやけこやけ」の音楽を流して皆で歌います。ぜひ、練習してきてください♪

また、座席のリクライニング機能は背もたれに体重をかけ続けると倒れた状態を保てません。こどもたちにはその体勢が難しいため、使用のご案内はしておりません。使用しなくても体を動かして全体を見渡せるようになっておりますので、ご了承ください。

★★★★★展示室（自由見学） ※4月にリニューアルオープンします！★★★★★

「地球エリア」「大気圏エリア」「太陽系エリア」「銀河系エリア」「大宇宙エリア」「天文学の歴史エリア」「GEN 理広場」の7つのエリアがあります。

■ねらい

○太陽・月・惑星など、いろいろな星や分野に触れる

■内容

NEW!
GEN 理広場

光、重力、原子など
遊びながら学べる
実験装置

NEW!
銀河系エリア

光を虹にわけると実験
装置、星の一生
銀河系など

地球エリア

地球や月、地上から
みた星座など

太陽系エリア

リアルタイムの太陽
の映像、惑星など

NEW!
大気圏エリア

流れ星、隕石、
オーロラなど

大宇宙エリア

ビックバン、宇宙論
重力レンズなど

天文学の歴史
エリア

江戸時代の天文機器
企画展示など



■見学ポイント

2018 年 4 月に展示室がリニューアルオープンします！光や望遠鏡を使って楽しむ実験装置なども登場します。見学中に質問がありましたら、展示室内にスタッフがおりますので、お気軽にお尋ねください。

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★ひとみ望遠鏡（15 分間）★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★

1.3m の鏡を持つ「ひとみ望遠鏡」があります。

■ねらい

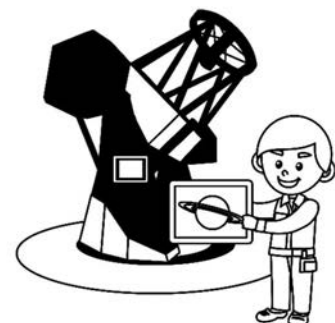
○「望遠鏡」は星を見る道具だということを知る

■内容

望遠鏡が動くところや屋根が開くところを見学しながら、望遠鏡がどのような道具なのか紹介します。また、自分の手を望遠鏡に見立てて、皆と一緒に望遠鏡をのぞく練習もしてみましょう。

■見学ポイント

星を望遠鏡で見た様子を写真などを使って紹介します。また、スタッフに質問できる時間もありますので疑問に思ったことは、ぜひ質問してみてください。



仙台市天文台研究・実践紀要 第4号

2018年7月20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 2017

