

報告**若手天文教育普及WG（わか天）の活動V****～ミニプラネタリウム工作～**

小林星羅、康哲洙（愛媛大学）、松坂怜（東京大学）、若手天文教育普及WG

1. はじめに

若手天文教育普及ワーキンググループ（以降、わか天）では、天文教育普及活動において若手同士が研鑽しスキル向上が期待できる環境作りを目指した活動を行っている[1]。

その一環で、対面イベント「学生のための星空交差点」～効果的な表現方法のすすめ～を開催した。今回の会場である徳島会場では、阿南市科学センターの天文職員の今村和義氏を講師としてお迎えし、天文教育普及活動の現場における表現方法の実例を学ぶオンライン講義や、対面日には阿南市科学センターに参加者が集結し、参加者自らが模擬イベントを企画し実演、講師からのフィードバックを受けるプログラムを実施した。本投稿では、この模擬イベント立案時に誕生した紙コップを用いた「ミニプラネタリウム工作」教材について紹介する。

紙コップを使用した工作は、手軽で安価に取り組めることから、さまざまなワークショップや教育現場で広く活用されている。例えば、仙台市天文台では、「紙コップでプラネタリウムを作ろう」という工作を2019年11月に公開している。これは、紙コップの底や側面を星形に切り抜き、カラーセロハンを貼ることで、カラフルな星が映し出せるプラネタリウムである[2]。他にも、視覚的に楽しむおもちゃやアート作品を作る材料として数多く扱われてきた。しかし、その多くは「見た目の面白さ」や「作る楽しさ」に主眼が置かれており、実際の夜空や天文的な知識と直接結びついた題材はあまり多くない。本工作では、こうした従来の活用例とは異なり、紙コップを用いて実際の星の位置や季節の星座を

再現することを目的としている。

2. ミニプラネタリウム工作の背景

人が住む街中での星空観望と「光害」という問題は切り離せない[3][4]。この問題により「目で見える本当の星空の姿を知らない」という課題が浮上する。例えば、筆者らが住む愛媛県の市街地では、3等星までしか見えないのが現状である。これは、オリオン座の領域において、オリオン座の砂時計部分のみ確認できることを意味する。しかし、星座88図鑑[5]によるとオリオン座領域には6等星までに202天体存在する。つまり、3等星までが11天体に対し、約18倍もの星が見えていないことになる。この事実をどれほどの人が知っているだろうか。そして、暗い場所へ移動すれば満天の星を見られることに気づいているだろうか。また、「星空を見上げて何を探せば良いか分からない」という課題も立案時の筆者らの中で挙げられた。こうした課題に対し、自作プラネタリウム[6]を作成することで体験的に星の数を理解することを目的とした工作を考えた。加えて、経験的に星座の形や星の明るさを知ること、星座を探ることができるようになることも目指す。

以上より、本工作では「目で見える星の数を理解する」「本物の星空を見るために行動できる」「目的の星座を見つけられるようになる」ことを狙いとした教材を目指した。

3. 工作の準備

今回紹介する工作では、紙コップと黒い画用紙を主な材料とし、ハサミや輪ゴム、画鋸など、比較的手軽に用意できる道具を使って

ミニプラネタリウムを制作した。この章では、実際にワークショップとして本工作を使用する際に、主催者側が事前に準備しておくことを推奨する項目を紹介する。ただし、ここでは、オリオン座を題材に、親子を対象としたイベントを例にする。

3.1 準備物

本節では、工作に必要な準備物について紹介する。実際に光を入射させて星空を投影する部分（投影機）、星座の配置や特徴を表現するための台紙（星座カード）、そしてその他の補助的な工作材料（その他）の三つの項目に分類して表 1 に示す。

表 1 本工作に必要な準備物のリスト

道具	個	備考
投影機		
紙コップ	1	
星座カード		
黒画用紙	1	紙コップの開口直径を 1 辺とする正方形
オリオン座領域の星図	1	黒画用紙に収まるサイズ (0.4 倍サイズ)
輪ゴム	2	
穴を開ける道具	各 1	0.5mm ペン、マップピン (小)、画鋸、まち針 (4 種類の穴のサイズを実現する道具を用意)
その他		
ハサミ	1	
カッター	1	
ホッチキス	1	
発泡スチロール	1	星座カードに穴を開ける時の台。
マスキングテープ	1	

表 1 の準備物は、100 円ショップにて簡易に調達可能で、10 名分を約 500 円で準備できる。

3.2 工作準備

本節では、安全性の確保および作業の円滑な進行を目的として、事前に準備しておくことが望ましい項目について紹介する。

(1) 紙コップに補助線を引く

投影機となる紙コップの底を切り取るために、底の円周に補助線を引く。また、星座カードを投影機に固定する切り込みを作成するため、紙コップの側面に補助線を引く。具体的には、紙コップの底だった開口面に対し垂線を 1 cm 程度 2 本引く。2 本の間隔も 1 cm 程度あける。円の中心に対する対称点の位置にも同様に 2 本線を引く (図 1 左図)。

(2) 黒画用紙に補助線を引く

黒画用紙と輪ゴムをホッチキスで留める位置に補助線を引く。具体的には、黒画用紙の向かい合う 2 辺に対し並行に、辺から 0.5 cm 程度の位置に 1 cm 程度の線を引く。また、補助線を引いた面に白印を付けておくと、解説の際に目印として利用できる (図 1 右図)。

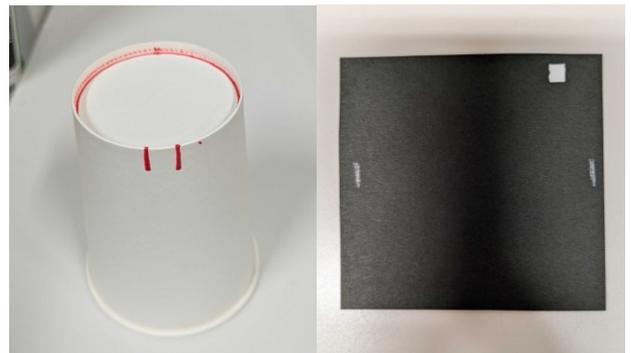


図 1 工作準備の例。左図は (1) 紙コップの準備、右図は (2) 黒画用紙の準備を示す。

(3) オリオン座領域の星図

本提案では、「星座 88 図鑑★学習館」で公開されているオリオン座領域の星図を使用する (図 2)。6 等星までの星が正確に描かれて

おり、工作用の素材として適している。一般的な紙コップを用いる場合には星座 88 図鑑★学習館のサイトから取得できる星図のデータサイズの 0.4 倍に縮小コピーすることで、良いサイズに収めることができる。また、星図の裏面に、黒画用紙を置く場所を指定するための補助線を引く。具体的には、黒画用紙の配置範囲に星座が入るように、黒画用紙を星図の裏面に配置し、角の目印を星図の裏面に引く。

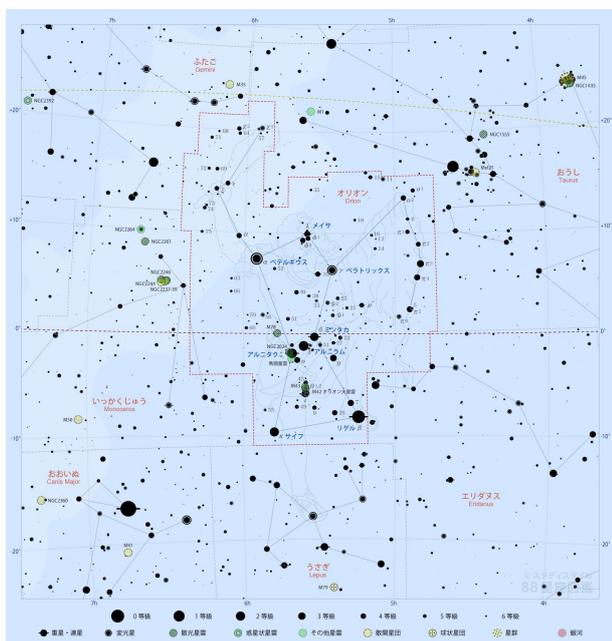


図 2 本投稿に使用したオリオン座領域の星図（出典：オリオン座|星座 88 図鑑 [5]）。

4. 工作手順

本節では、実際のワークショップでの実践を想定した工作手順について述べる。阿南市科学センターで実施した対面イベントにおいては、大学生および阿南市科学センターの職員、計 5 名が参加者として模擬的に本ワークショップを実施した。その結果、工作部分の所要時間はおよそ 40 分であった。

(1) 投影機（紙コップ）の作成

1. 紙コップの底を補助線に従ってカッターで切り抜く。
2. 紙コップの側面を補助線に従ってハサミ

で切る。投影機が完成（図 5 左図）。

(2) 星座カード（黒画用紙）の作成

3. 黒画用紙の補助線の上に輪ゴムを置き、線に沿って、ホッチキスで黒画用紙と輪ゴムを留める（図 3 左図）。
4. 星図を発泡スチロールの上におく。ただし、星図の裏面が見えるように置く。
5. 星図の補助線に従って、黒画用紙を配置し、印刷された紙と黒画用紙をマスキングテープで固定する。ただし、黒画用紙は白印が見えるように置く（図 3 右図）。

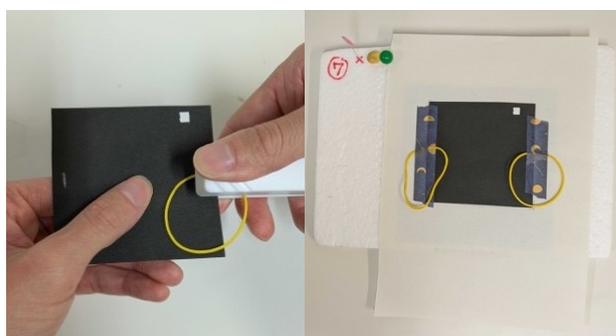


図 3 左図は手順 3 の様子、右図は手順 5 終了後の状態。ホッチキス留めは、必ず白印のある面の上に輪ゴムがくるよう注意が必要。



図 4 左図は手順 6 の様子、右図は手順 10 終了後の状態。マスキングテープを貼る際に穴を塞がないよう注意が必要。

6. 星図を表に返し、ベテルギウスとリゲル（1-2 等星）の位置にペンで穴をあける。
7. オリオンの腰にあたる 3 つ星とベラトリクス、サイフ（2-3 等星）の位置にピンで穴をあける（図 4 左図）。

- 8. オリオン座の線で繋がる星の位置に画鋸で穴をあける。
- 9. 黒画用紙に収まる位置にあるが、空いていない全ての星の位置にまち針で穴をあける。
- 10. 星図と黒画用紙を離し、黒画用紙のホッチキスで留められた位置にマスキングテープを貼る（ホッチキスの穴から光が漏れるのを防ぐ：図4右図）。星座カードが完成（図5右図）。

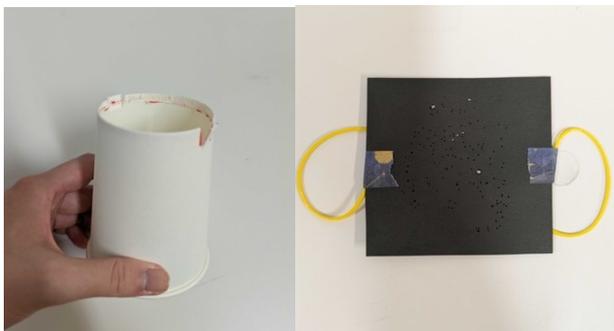


図5 工作物。左図は（1）投影機の完成形、右図は（2）星座カードの完成形を示す。

（3）投影機と星座カードを組み合わせる

- 11. 白印を下にして星座カードを置く。
- 12. 星座カードの上に投影機を置く。ただし、投影機は切り込みがない開口面を下にする。
- 13. 星座カードの輪ゴムを投影機の切り込みの一つずつ引っ掛ける（図6）。完成。



図6 星座カードと投影機の組み立ての様子。右図がミニプラネタリウムの完成形。

5. 使用方法とワークの提案

投影機の底を切り取った開口面から星座カードをスマホのライトなどで照らし、壁に投影することでオリオン座周辺の星空を再現できる（図7）。本章では、本工作を使用したワークや応用方法の例について言及する。



図7 投影した様子。壁、星座カード、投影機、光源の順に並べると星座が映し出される。

ワークの例として、都会の空と山中の空の違いを知ることができる。本工作は投影する部屋の明るさを変えることで、投影できる星の数を変化させることが可能である。例えば、電気をつけた明るい部屋での投影ではペンやピンを使用して開けた大きな穴を通る光（オリオン座の形）だけ確認できるため、都会の空を表現できる（図8左図）。逆に、暗幕などを使用した完全に暗い部屋での投影では、針を使用して開けた小さな穴を通る光（周辺の星）まで確認できるため、山中の空と表現できる（図8右図）。暗い部屋で星を数えることで、目に見える星の数を知ることができる。また、明るい部屋と暗い部屋での星の数を比較することで、山中で見える星の数が都市よりも圧倒的に多いことが理解できる。さらに、山中などの暗い場所に移動することで満天の星を観望できることを知る機会になる。

また、星座の形や見かけの明るさの違いを

知ること、空から星座を見つけることができるようになる。例えば、暗い部屋での投影にて、明るい星を繋げることでオリオン座が見つかるという体験を積むことが、星空観望にて星座を探す練習になる。

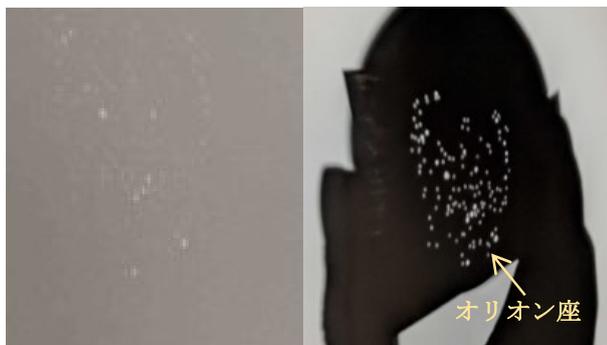


図8 明るい部屋（左図）と暗い部屋（右図）での投影の違いを示す。明るい部屋では、オリオン座の砂時計のみ見えるのが確認できる。

6. 応用と改善点

本章では、阿南市科学センターの今村氏から提案いただいた応用例を中心に、実際に複数人で使用した際に得られた知見や、そこから見えてきた改善点について紹介する。

6.1 難易度の調整

まず、星座カードの穴を開ける数や道具を変化させることによって、イベント対象者に合わせたワークショップを提供することができる。これは、今村氏から提案いただいた。例えば、小学生だけを対象にする場合は、手順8までをペンで行い、主催者側が指定した数個の周囲の明るい星だけをピンで開ける工程に簡易化することで、安全に目的を達成できる工作が可能である。

6.2 星の色の調整

また、星の色を付けることも可能である(図9)。例えば、プラバンやラップなどの透明なシートを星座カードに重ね、その上から色を

つけた星の位置をペンで塗ることで、色付きプラネタリウムができる。つまり、星空で星座探しの助けになる一方で、星の色に関する学習を助けることもできる。



図9 プラバンに色をつけた時の投影例。ベテルギウスとリゲルにのみペンで塗りつぶした。

6.3 シリーズ化

加えて、星座カードは付け替え可能になっている。つまり、投影機を一つ作成し、他の星座や天域で同様の星座カードを作成することでさまざまなプラネタリウムが作成可能である。工作の時期によって異なる星座カードを工作するシリーズイベントとしたり、イベントの持ち帰り品として星座が印刷された紙と黒画用紙をそれぞれ複数枚提供したり、繰り返し学習する教材としても利用できる。

6.4 星の名前を知る

他にも、本工作を通して星の名前に親しむ機会として利用できる。例えば、オリオンの左肩の星はベラトリクスという名で女戦士という意味をもつ。しかし、某魔法映画の女魔法使いの顔が思い浮かぶ人も少なくないはず。正体は若く青い星で、彼女とは似つかぬ星である。このように、物語作品に多用される星の名前や特徴的な星の名前は多い。本工作を通してそれらの星の位置を知ること、星への親しみを高めることができる。

6.5 改善点

現在のミニプラネタリウムには、焦点距離が短いという課題がある。投影した際に、星の焦点を合わせるために壁に近い位置での投影が必要になる。これに伴い、投影できる星座のサイズが小さく限られてしまう。これに対し、投影機の筒を長くする方法を今村氏にご提案いただいている。例えば、投影機に使用する材料を変えたり、スマートフォンのライトと投影機の距離を遠ざけたりといった方法が考えられる。他にも、穴のサイズを変化させる道具を増やして、より詳細に明るさの差をつけることや、イベント対象によっては道具を減らすことなどの改善点が挙げられている。以上の改良を行い、イベント等での運用を試みる予定である。

7. おわりに

天文・宇宙を伝える教育普及活動には、多様な手法が存在し、対象や目的に応じて内容や表現を工夫する必要がある。講演や観望会に加え、工作などの自らが手を動かす活動は、参加者の興味関心を引き出し、主体的な学びにつながる有効な手段となると考えている。

一方で、工作などは安全性や再現性の担保に対し他の手法より工夫が必要である。今回の教材開発を通して、どのように伝えるかを考える過程そのものが、我々自身の学びの機会ともなった。伝える側としての視点だけでなく、受け取る側の視点に立つことで、新たな気づきや課題も見えてきた。

本工作では、星の数や色、名前に親しむことを主な狙いとし、星空への入り口としての役割を果たすことを目指した。これをきっかけに、参加者が実際の夜空に目を向け、自ら満天の星を探しに行く一歩となれば幸いである。

謝 辞

本工作誕生の機会となった「学生のための星空交差点」～効果的な表現方法のすすめ～という企画は、公益財団法人天文学振興財団の助成を受けて実施されました。また、開催地である、阿南市科学センターの方々に大変お世話になりました。さらに、講師の今村和義氏には本工作に対し現場の視点からフィードバックをいただき、多大なるご協力をいただきました。皆様に心より感謝申し上げます。

2024-2025 年度わか天メンバー

小林星羅、齋藤有菜、西原翼、松坂怜、
村越麻友（計 5 名）。

文 献

- [1] <https://wakaten-wg.studio.site/>
- [2] 仙台市天文台 2019.11 月作成
<https://www.sendai-astro.jp/2019/2019work03.pdf>
- [3] 亀谷ほか 2016. 天文教育普及研究会 会誌 139 号, 37.
- [4] 今村 和義, 第 37 回天文教育普及研究会 2023 年日本天文教育普及研究会年会 集録, 91
- [5] 88 星座図鑑★自然学習館より
<https://www.study-style.com/seiza/Ori.html>
- [6] 本投稿においては、「単に星空を簡易的に再現する器具」という意味でプラネタリウムという言葉を使用する。

小林 星羅