

# 日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 **5** 回 助成期間：平成20年11月1日～平成21年10月31日（期間1年間）

テーマ：新しい学習指導要領に沿った惑星の体験学習教材の開発

氏名：毛利 春治

所属：秋田大学教育文化学部

登録番号：08258

## 1. 課題の主旨

秋田大学教育文化学部には、天文台が設置されており、夜間観察会や天文講演会、天文講習会などの市民向けの天文イベントを開催している。夜間天体観察会では、天文台にある天体望遠鏡で惑星や星雲・星団などを観察するが、曇天の場合は実施できない。曇天時の天文イベントとして、「手づくり天体望遠鏡」と「惑星観察ゲーム・キット」の開発を行う。これらの教材を開発しイベントを実施することにより、天体を観察するだけでなく、天体望遠鏡の仕組みや太陽系の概観について理解を深めることができ、天文学を取り巻く技術や科学について興味関心を深めることができると考えられる。平成24年度より実施される新しい中学校学習指導要領の地球と宇宙の単元では、「惑星の特徴を理解するとともに、惑星の見え方を太陽系の構造と関連付けてとらえる」ことが目標になっている。また、「惑星」について、大きさ、大気組成、表面温度、衛星の存在など現行には無い新しい内容を取扱うことになる。一方、「十分な観察、実験の時間や探求する時間の設定」、「ものづくりの推進」、「継続的な観察などの充実」、「博物館や科学学習センターなどとの連携」が指導計画の作成に新たに加えられた。本事業によって教材開発を行い、大学や各施設を利用して、複数回のイベントを実施することにより、学校教育において、大いに貢献することができると期待される。

## 2. 準備

本研究は、手づくり天体望遠鏡の開発、惑星観察ゲーム・キットの開発、天文イベントの開催で構成されている。

- 1) 手づくり天体望遠鏡の開発:試作した天体望遠鏡の性能について確認する
- 2) 惑星観察ゲーム・キットの開発:実際の天体との違いについて調査し、改善を行っていく。
- 3) 天文イベントの開催:各施設との打合せ、イベントの企画を行い、地元新聞・広報あきたを利用した広報を行う。

## 3. 指導方法

### 1) 手づくり天体望遠鏡の開発

手づくり天体望遠鏡の開発市販の虫眼鏡や老眼鏡、簡易双眼鏡に使用されている凸レンズの口径と焦点距離、材質、製品精度を測定して、天体望遠鏡の設計・制作を行う。また、専用の凸レンズ・凹面鏡を利用した天体望遠鏡の制作を行う。制作した天体望遠鏡と市販の天体望遠鏡工作キットを使用して天体観測を行い、性能（倍率、限界等級、分解能）を確認する。これまで市販されていた作るだけのキットではなく、考えながら工作できる学習シートと天体望遠鏡キットの開発を行う。

### 2) 惑星観察ゲーム・キットの開発

惑星観察ゲーム・キットの開発惑星の写真を印刷し、見かけの大きさが実際と等しくなる位置に配置して、天体望遠鏡や双眼鏡を使用して惑星の観察体験を行う学習教材である。見かけの大きさだけでなく、等級や満

ち欠け、表面の模様の変化が忠実に再現できる教材を開発する。また、どのような環境でも、いつでもどこでも簡単に惑星観察ゲームを実施することができるようなキットの開発を行う。

### 3) 天文イベントの開催

天文イベント（手づくり天体望遠鏡講座、惑星観察ゲーム）の開催秋田大学の天文台を中心に、秋田市自然科学学習館、秋田市太平山学習センター、あきた白神体験センターを会場にして、手づくり天体望遠鏡講座、惑星観察ゲームを実施する。晴天の場合は、天体望遠鏡を使った惑星観察を行い、制作した天体望遠鏡との違い、惑星観察ゲームとの違いについて比較学習を行う。また、教育機関への教材の提供・出前授業を行う。各施設においてイベントを実施する。秋田大学の天文台では、毎月月末の土曜日に実施している夜間天体観察時に実施する。参加者のアンケート・学習シートにより、教材の評価を行い改善を行う。各教育機関へ開発した教材の提供を行い、学習指導上の改善点についてアンケート調査を行う。スター・ウィーク期間中(8/1～7)、夏休みの自由研究として天体観測を行う児童生徒を対象に特別イベント「惑星観測大会」を実施する。夏休み終了後にレポートを提出してもらい優秀者の表彰を行う。実施された全イベントのアンケート・学習シートをまとめ、学習効果について評価を行う。

## 4. 実践内容

天文台主催で2回、市立図書館主催で1回、依頼のあった施設・個人に対して4回、合計7回のイベントにおいて手づくり天体望遠鏡講座を実施し、合計100名に手づくり望遠鏡キットを配布した。

夏休み期間中に手づくり天体望遠鏡・天体観察コンテストの募集を行い3名の応募があった、特賞1名、1等賞1名、2等賞1名を選出し、新天文台ファーストライトセレモニーにおいて表彰式を行った。

## 5. 成果・効果

天文イベント（手づくり天体望遠鏡講座）について

手づくり天体望遠鏡のイベントへの参加者に対するアンケート結果より以下のことが分かった(図1)。

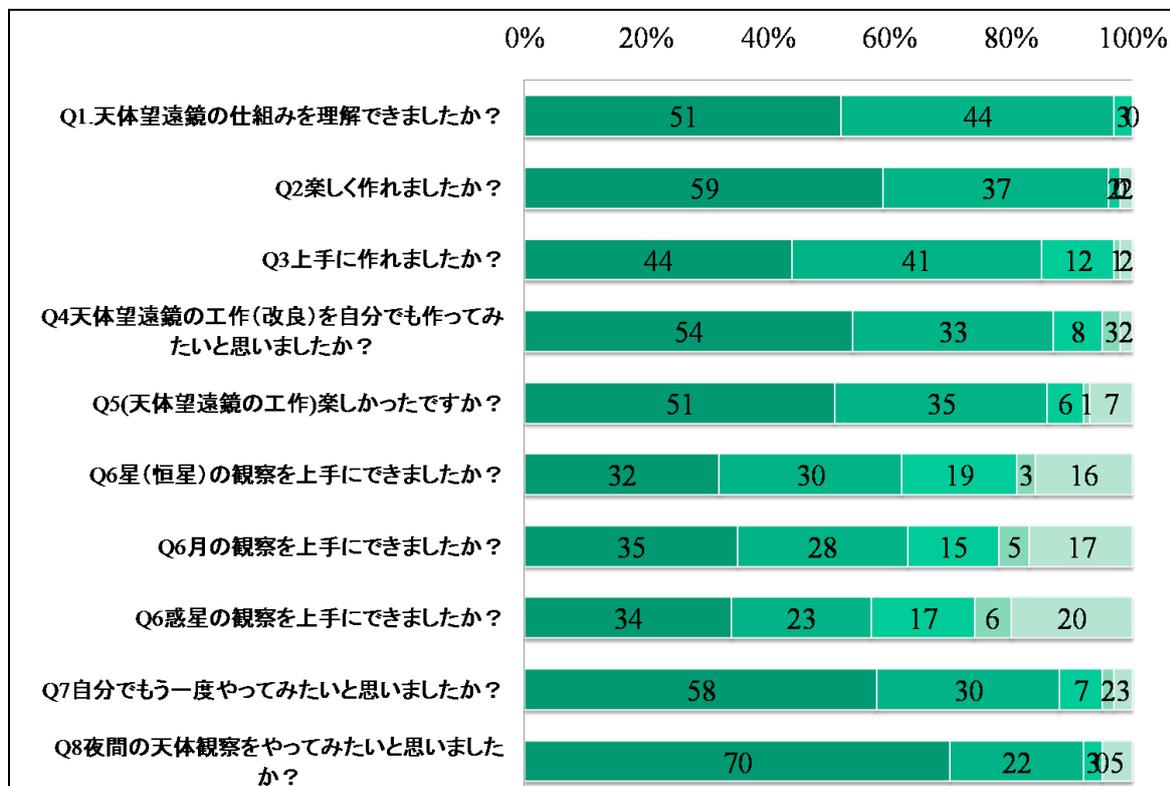


図1 イベント参加者のアンケート結果（数値は人数、色が濃い程評価が高い）。

- ① 天体望遠鏡の仕組みの学習では、レンズの焦点距離の測定や望遠鏡の工作の活動を通して、天体望遠鏡の仕組みを十分理解させることができた。
- ② 天体望遠鏡の工作では、楽しく、上手に作ることができ、また、自分でも改良してみたいという回答が多く、自ら学習する意欲を芽生えさせることができた。
- ③ 星・月・惑星の観察体験では、工作した天体望遠鏡の視野に目標の天体を入れピントを合わせる作業が、特に低学年の児童にとっては、困難な作業となってしまう、十分に観察体験を行うことができなかった。学年ごとに班分けをしたり、上級生に手伝ってもらったりするなどの活動の工夫があればスムーズに活動できたと考えられる。

#### 手づくり天体望遠鏡・天体観察コンテストについて

手づくり天体望遠鏡・天体観察コンテストでは、3件の応募があった。特賞の作品は工作・観察ともに優れた内容であった。材料を全て自分で用意してイベントで工作した天体望遠鏡より性能の高い天体望遠鏡を工作し、月を4回観測、月の満ち欠けの変化する様子や月の海の様子を詳細にスケッチしており、評価者の評価も非常に高かった。応募件数については、応募しやすいように条件を低く設定したり商品も多数そろえたりしたが、効果はほとんどなかったと考えられる。イベントの趣旨をもう一度考え直したり、イベントを単独で開催するのではなく、教育機関や公民館の協力を得てイベントを実施したりするなど、多くの改善が必要であると考えられる。

## 6. 所感

本活動で、多くの小中学生に、手づくり天体望遠鏡の楽しさ、天体観察の魅力について広めることができたと思う。現在は、さまざまなモノが比較的手に入りやすく、それらを利用した教育活動を行うための環境が整っている。しかし、現代社会は、科学技術の発展によって成り立っていることを自覚する機会はあまりないと思われる。社会成長を継続的なものにするためにも、ものづくり、科学と技術の関係を認識させながら、児童生徒の科学への興味関心を高めていくことは大切である。小さなイベントでも、実施回数を多くすることにより、少しでも多くの児童生徒に科学の面白さ、すばらしさを伝えることができれば、将来の社会に大きく貢献できるのではないかと思う。

## 7. 今後の課題や発展性について

本研究で開発したプログラムは、開催時間に応じて内容を変更することができるため、さまざまなイベントにおいて実施可能である。また、工作で利用できるマニュアル、ワークシートを作成したので、これを利用・参考にすることにより誰でも簡単に手づくり天体望遠鏡を工作し、天体観察を実施することができる。今後は、イベント終了後に、どのような活動を行ったのか、実際の天体観察を行ったか、科学や天文学に対する意識が変わったか、どのような進路(高校や大学)に進んだかを追跡するような、継続調査をする必要があると思われる。

## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

### 論文

1. 学習指導要領に沿った天体観察の体験学習教材, 毛利春治, 平成21年度東北地区国立大学法人等技術職員研修概要集, 2009, pp68-pp69

### 口頭発表

1. 学習指導要領に沿った天体観察の体験学習教材, 毛利春治, 平成21年度東北地区国立大学法人等技術職員研修技術発表会, 岩手大学テクノホール, 平成21年8月26日, 15:25-15:40

**【教材制作方法】**

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

惑星観察ゲーム・キットの開発を行った。惑星観察ゲームは、部屋の中に惑星や月の写真を貼り付けて、手づくり望遠鏡で観察して、肉眼と天体望遠鏡とでは、どのように見え方が違うかを体験する学習教材である。惑星観察キットは、手づくり天体望遠鏡を工作するための材料一式（賞状の筒、老眼鏡（度数+2.5）、ルーペ、三脚）と、惑星と月、星雲や星団の写真、方位磁石、ワークシート・観察シート（図2）、星座早見ペーパークラフトのセットとした。

ワークシートは、天体望遠鏡の仕組みを理解するための学習シートである。天体望遠鏡には凸レンズが2枚使用されていること、天体望遠鏡の倍率は凸レンズの焦点距離によって変わることを、凸レンズの焦点距離を実際に測定しながら理解し、する内容になっている。

観察シートは、完成した手づくり天体望遠鏡を使用して、部屋の壁に貼り付けた星（恒星）と惑星、月の写真を観察し、各天体がどのように見えるかを体験する内容になっている。星（恒星）の場合は、明るさの違うもの、色の違うものがあることを観察のポイントとする。また、発光ダイオードを使用して、電池の数が異なると明るさが変わることを、距離を変えると明るさが変わることを体験してもらい、色は温度が対応していることを確認する。惑星の場合は、惑星によって形や大きさ、満ち欠けの様子に違いがあることを観察のポイントとする。月の観察体験では、表面（月の高地と月の海）の様子の違いや、満ち欠けによって形が変わることをポイントとする。それぞれの観察体験では、肉眼で見たときと手づくり天体望遠鏡で見たときとでは、見え方に違いがあり、手づくりではあるが、天体望遠鏡で見たときの方が多くの内容を観察できることを確認する。

秋田大学教育文化学部天文台 財団法人日産科学振興財団教育助成イベント

**手づくり天体望遠鏡の工作と夜間天体観察**

**天体望遠鏡工作** 注意：レンズや望遠鏡を太陽に向けない！ はさみで手を切らないように100円ショップの老眼鏡とルーペを使って天体望遠鏡を作ってみよう。

材料：賞状の筒（直径約5cm、長さ約36cm）、老眼鏡（度数2.5、1枚）、ルーペ（4倍3枚組）、三脚用ボルト、三脚、定規、はさみ、木工用ボンド、セロテープ

老眼鏡とルーペのしよってん距離の測定と望遠鏡の倍率の計算  
ヒント：しよってん距離の求め方は・・・蛍光灯の像が机の上に映ったときの、机とレンズの距離  
望遠鏡の倍率＝対物レンズ（老眼鏡のしよってん距離）÷ 接眼レンズ（ルーペ）のしよってん距離

レンズの種類	しよってん距離	望遠鏡を作ったときの倍率
老眼鏡	①	
ルーペ1枚の場合	②	①÷②
ルーペ2枚重ねた場合	③	①÷③
ルーペ3枚重ねた場合	④	①÷④

天体望遠鏡の性能のまとめ（正しい方に○をつける）

- ・天体望遠鏡の倍率が高いのは、ルーペのしよってん距離が（大きい方 ・ 小さい方）である。
- ・天体望遠鏡の倍率が高いのは、老眼鏡のしよってん距離が（大きい方 ・ 小さい方）である。
- ・星の光をたくさん集められれば明るくなるので、老眼鏡は（大きい方 ・ 小さい方）が良い。

天体望遠鏡の組み立て（ルーペ2枚、取り付けは木工用ボンドとセロテープで、ボンドはつけすぎない）

- ① 老眼鏡からレンズを外し、ルーペのレンズを外しておく。
- ② 賞状の筒の底を2枚、とりはずす。
- ③ 長い方の筒のはずした部分に老眼鏡のレンズをつける（レンズのふくらみ方が上にくるように）。
- ④ とりはずした筒の底の中央に1つ穴をあける。
- ⑤ ルーペ2枚を重ねて貼り合わせる。④の穴を開けた筒の底をつける。
- ⑥ 短い方の筒のはずした部分に、ルーペをつけた底をつける。
- ⑦ 2つの筒をつなげて、両手でバランスのとれる位置に三脚用ボルトをつけて三脚にのせる。

発展：100円ショップで売られている老眼鏡やルーペ、段ボールやラップの芯を使って、手づくり天体望遠鏡を改良してみよう。

**天体観察ゲーム**

本物の天体を観察する前に、星や月・惑星の写真を使って天体観察の練習をしましょう。  
用意するもの：手づくり天体望遠鏡、星座や星・恒星の写真、月や惑星の写真、  
方法：壁に天体写真を張り付けて、10m以上離れた所から、肉眼と手づくり望遠鏡で観察してみよう。

☆星（恒星、遠いところにある太陽と同じ天体）  
星空の写真や発光ダイオードの明るさや色を調べよう

見る方法	星の明るさ	星の色
肉眼で見たとき	分かった ・ 分からなかった	分かった ・ 分からなかった
手づくり望遠鏡で見たとき	分かった ・ 分からなかった	分かった ・ 分からなかった

星の明るさがちがうのはなぜでしょう？ ヒント：同じ明るさでも距離がちがうと…、同じ距離でも明るさがちがうと…  
(考えたこと・気がついたこと…)

星にちがう色があるのはなぜでしょう？ ヒント：料理はガスコンロの火だどできる。ろうそくの火だどできない  
(考えたこと・気がついたこと…)

○月（地球の周りを回っている天体）  
月の写真で形や表面のようすを調べよう

見る方法	形	表面のようす
肉眼で見たとき	よく見えた ・ よく見えなかった	よく見えた ・ よく見えなかった
手づくり望遠鏡で見たとき	よく見えた ・ よく見えなかった	よく見えた ・ よく見えなかった

月が満ち欠けするのはなぜでしょう？（ヒント：月は球体で、太陽に照らされていると明るい）  
(考えたこと・気がついたこと…)

月の表面のようすはどのように見えましたか？（ヒント：黒い部分は月の海、白い部分は月の高地）  
(月の海…)  
(月の高地…)

◎惑星（太陽の周りを回っている天体）  
惑星の写真で形や大きさ、表面のようすを調べよう

見る方法	惑星の形・大きさ	惑星の表面のようす
肉眼で見たとき	よく見えた ・ よく見えなかった	よく見えた ・ よく見えなかった
手づくり望遠鏡で見たとき	よく見えた ・ よく見えなかった	よく見えた ・ よく見えなかった

惑星の形・大きさ、表面のようすは？（ヒント：地球と比較して考えてみよう）  
(考えたこと・気がついたこと…)

図2 作成した学習シート(左上:レンズの焦点距離の測定, 左下:望遠鏡の作り方, 右:惑星観察シート)