

児童が自分で星や星座を探す

プラネタリウムの授業実践

平川尚毅（大阪教育大学）、安積典子（大阪教育大学）、
藤津徹二（八尾市立北山本小学校）、中野英之（桐蔭横浜大学）

1. はじめに

小学校における天文教育では、教科書や視聴覚教材による学習のほかにプラネタリウムを活用した学習が考えられる[1]。典型的な例には、移動式プラネタリウムや科学館での上映を利用した教育の実践が挙げられる。一般にプラネタリウムは学校教室内や単元の学習中に用意することが困難である。また科学館などでの学習では解説員から児童生徒への一方向の説明になりやすい。しかし、児童間や児童一教員間の双方向性を持たせながら、児童が体験的にプラネタリウム学習に取り組むことができれば、学習指導要領に述べられている「主体的・対話的で深い学び」[1]の実現に大きく貢献することが可能であろう。

筆者らはこれまで、塚本らによって開発された卓上式プラネタリウムの“アマテラス”に着目し、教員研修や学校現場等において、児童生徒が体験的に学ぶことのできるプラネタリウムの開発・実践に取り組んできた[2][3][4]。

“アマテラス”はプラスチックダンボールを組み合わせて作製する直径 1.5 m 程度のハーフドームと、投影機材である小型恒星球から成り、恒星球の下に 360° 回転台を置くことで、天球上の全方位を観察することが可能である。また数名の班単位で利用することを意図されており、児童が自分の手で小型恒星球を操作することができる。なお、“アマテラス”の具体的な作製方法や操作方法については塚本らの報告[2]に詳しく記載されている。

過去の小学校での教育実践では、児童がプ

ラネタリウム解説員になるという挑戦的な取り組みが行われている[4]。児童たちは書籍や教員の力を借りながら、工夫して解説員をやり遂げた。しかし、ハーフドームへの投影時に児童が自分自身で目的の星を探して見つけ出すことに随分時間がかかり、困難を感じている様子が散見された[4]。普段から天体観測をするような児童でなければハードルの高い活動だったかもしれない。そこで、本実践では児童がプラネタリウムを操作しながら、「自分で目的の星や星座を探し出すこと」に焦点を置いて授業実践を行うこととし、探す体験、見つけ出す体験が児童にどのような学びや感想をもたらすか調査することとした。

2. 授業の実践

2023年12月14日、大阪府八尾市立北山本小学校の3年生児童30名を対象に5時間目(13:45~14:30)の45分間の授業、4年生児童18名を対象に6時間目の45分間(14:40~15:25)を使って“アマテラス”を用いた授業実践を行った。小学校理科において星の位置の変化や星の色、明るさについて学習する単元は4年生の学習に位置付けられている。2023年12月14日時点で、3年生は本授業に関わる内容について、方角以外は未習であり、4年生はほぼ既習であった。小学校の理科室全体が暗くなるよう、前日のうちに窓の周りやハーフドームの天井に黒のゴミ袋を貼って用意した。理科室にある机の上に全部で6台の“アマテラス”を準備し、3年生は各班5名で6台を使用、4年生は各班4~5名で4

台を使用した。4年生で“アマテラス”を4台しか用いなかったのは、3年生の使用時に児童が衝突して一部崩壊したためである。理科室に配置した“アマテラス”の様子を図1a、bに示す。

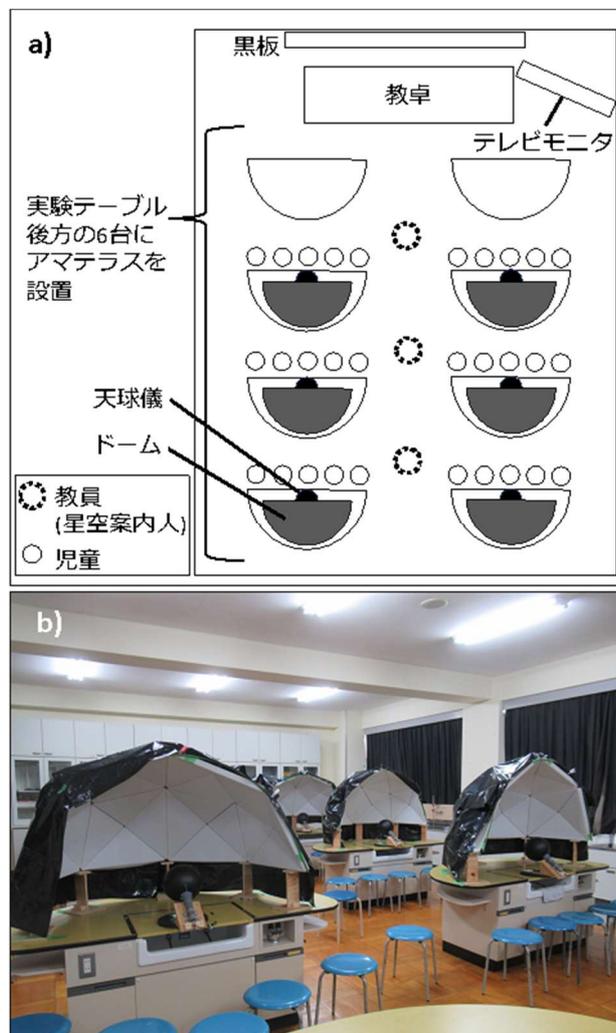


図1 理科室での“アマテラス”の配置
a) 教室内の配置図、b) 配置された様子。

授業のテーマは、「今日（2023年12月14日当日）の20時頃の星空から目的の星座を探し出すこと」とした。観察を行うタイミングでは、児童が“アマテラス”を操作しながら学習を展開するようにし、教員から児童への一方向の授業展開ではなく、双方向性のある授業展開となるように図った。

表1には授業の実践計画を示す。まず授業

のはじめにテレビモニタを用いて今日の星空のうち児童に探して欲しい星の並びを紹介した。本実践ではオリオン座、おおいぬ座、こいぬ座、うさぎ座、おうし座、ふたご座、ぎょしゃ座を見つけることを目標に置いた。部屋を暗転した後、ドームでの星の案内は著者の平川、安積、藤津が2班ずつを分担して担当した。あらかじめ当日夜の20時頃の南の空に小型恒星球をセットしておき、暗転後の説明時には児童に“アマテラス”を操作させながら目的の星座を探させる。各教員は、はじめに方角と時間について児童に確認し、南天や北天で星はどのように移動するかについて“アマテラス”を用いて学習させ、その後目標の星座探しを行った。目的の星座を見つけた後の残った授業時間に関しては、教員各々が児童の興味・関心に合わせて星空を紹介することとした。例えば、北天の星や星座の紹介、児童の誕生日の星座探し、さまざまな星座の神話などである。授業の最後には教室の明転後に授業当日の夕方頃から南天に明るく輝いていた「木星」について紹介を行い、実際の空を眺めることを勧めて授業を終了した。本授業の終了後、理科の教科担任のご好意により、児童の感想文を得ることができた。3年生児童からは授業全体の自由記述感想、4年生児童からは、①新しく知ったこと、②疑問に思ったこと、③授業全体の自由記述感想を得た。

3. 実践の結果と考察

実践は3年生、4年生ともにおおよそ表1に示した授業計画通りに進行することができた。しかし3年生の実践時、“アマテラス”のつくりを理解できていない児童で暗転後に乱暴な操作を行ったケースがあったことから、4年生の授業時にはテレビモニタでの説明後、暗転前に“アマテラス”の操作、ドームのつくりを確認した（図2）。

表 1 授業実践の計画

授業の流れ (*留意事項)			準備物
導入	10分	テレビモニタを使って今日の星空と星座の紹介、アマテラスの つくりの紹介(4年生) *観察する方角と時間の重要性を伝える。	テレビモニ タ、アマテ ラス
展開	30分	班分けした座席に児童たちが着席。 “アマテラス”を用いて班ごとに星座探し。 児童への解説は教員ごとに2班ずつを担当。 *北天と南天ではどの向きに星が回転するか児童に確認する。 目的の星座探しの後、児童の関心に基づいた星空紹介。 *児童の発言を共有しながら授業展開する。 *児童が小型恒星球を操作する。	レーザーポ インタ
まとめ	5分	屋外で星を見ることの重要性の説明、木星の紹介	

感想は3年生児童22名、4年生児童16名から得ることができた。それらの感想を意味のあるまとまりごとに切片化し、似た意味の切片同士を合わせキーワードをつけ、さらにキーワード同士を並べ替えてグループ化したものを図3~図5に示す。なお、3年生児童の感想から得られた切片についてはあらかじめ①新しく知ったこと、②疑問に思ったこと、③その他感想に分けてから分類を行うこととし、4年生児童の記述と比較することとした。



図2 星座や“アマテラス”の説明の様子。

またここでは、読みやすさの観点から、児童のひらがな表記を漢字表記に直してまとめている。

3.1 新しく知ったこと

3年生児童の記述は大きく「知らない星や星座そのものに対する知識」と「新しい経験」の2つのカテゴリに分類された(図3a)。「知らない星や星座そのものに対する知識」はさらに、「星座の知識」、「星の知識」の小カテゴリに分けられる。これらには「オリオン座とかこいぬ座とかが初めて知りました」や「ペテルギウスはオリオン座のもの」といったように、3年生理科でまだ学習していないものの4年生理科では学習する内容が多くを占めていた。中には「オリオン座・こいぬ・おおいぬ・おうし座・ぎよしゃ座のことを知った」といった具体的な記述をする者もあり、4年生理科で学習する以上の星座の存在についても知識を得た児童がいたことが見出された。

「新しい経験」のカテゴリはさらに「見つける・探す経験」と「実際の空」の小カテゴリに分けられる。プラネタリウム活動であるため、あくまで擬似的ではあるが、星空の中に目的の星座や星を探す体験に新しさを感じたことが読み取れる。

4年生児童の記述は大きく「星や星座そのものに対する知識」、「星や星座の位置関係」、「星や星座にまつわる神話」の3つのカテゴリに分類された(図3b)。「星や星座そのもの

に対する知識」はさらに、「星座の知識」、「星の知識」、「既習事項の確認」の小カテゴリに分けられる。なお「星座の知識」、「星の知識」のカテゴリには4年生理科で既習の記述は含まない。「星座の知識」については「冬のダイヤモンドがあること。」や「おうし座が迫力あること。」のように具体性のある記述が得られた。「既習事項の確認」には4年生理科で学習する内容が記載されており、これらは新しい学びではないはずの回答である。

「星や星座の位置関係」は「天球における位置」、「北天」の小カテゴリに分けられる。

「天球における位置」については「冬でも夏の大三角が見える」ことや「どこにどんな星があるか」といった天球上での星の位置関係を述べており、これらは“アマテラス”に投影されたドーム上で実際に確認できるものである。「北天」については北斗七星やWの形(カシオペア座)、北極星などの具体的な記述が見られた。さらに「星の中でも動かない星がある」といった記述が見られたが、これも“アマテラス”の操作によって児童自らが確認できるものである。

「星や星座にまつわる神話」はいずれも観察した星座に関連して教員が紹介したものであった。

これらから3年生と4年生の共通事項として、星や星座そのものに関する新しい知識の獲得があったと言える。反対に異なった事項として、3年生に「新しい体験」のカテゴリ、4年生に「星や星座の位置関係」、「星や星座にまつわる神話」のカテゴリが確認された。3年生の「新しい体験」は、天球に星を探す体験そのものを指すと考えられ、4年生の「星や星座の位置関係」は星や星座同士の位置関係を意識的に探した体験に基づいて得られる記述と考えられる。いずれも教科書に描かれた平面では体験できないものである。プラネタリウムに星を探した体験を通して3年生の

「ふたご座は兄と弟の体がちゃんとあった」という気づきや4年生の「冬でも夏の大三角が見える」という気づきなど、学齢に相応した気づきが出現したのではないだろうか。

また、4年生児童の記述の特徴として3年生よりも具体性の高い文章表現を行っていた点が挙げられる。発達段階の違いも考慮すべきではあるが、星が天球上を運動することや星座の存在、神話の存在などといった教科書による既習の知識があると具体性のある気づきが得やすくなることも考察される。

a. 3年生

知らない星や星座そのものに対する知識 12件 星座の知識 10件 ・知らない星座があった。3件 ・冬の大三角もどんな形か知れました。2件 ・オリオン座・こいぬ・おおいぬ・おうし座・ぎよしゃ座のことを知った。 ・冬の星座を知ることができた。 ・今日の星座、色々知って嬉しかった。 ・オリオン座とかこいぬ座とかが初めて知りました。 ・オリオン座の近くに冬の星座がたくさんあるなんてびっくり 星の知識 2件 ・ペテルキウスはオリオン座のもの。 ・星の名前を初めて知りました。	新しい経験 6件 見つける・探す経験 5件 ・初めて見た星座が見れて嬉しかった。2 ・ふたご座は兄と弟の体がちゃんとあった。 ・冬の三角形を初めてみて嬉しかった。 ・普段自分の見ることができない実験を見れてよかった。 実際の空 1件 ・(本当の空でも見れると)知った。
---	---

b. 4年生

星や星座そのものに対する知識 13件 星座の知識 8件 ・冬のダイヤモンドがあること 5 ・ふたご座の形 ・おうし座が迫力があること。 ・オリオン座、おおいぬ座、こいぬ座、ふたご座、おうし座、ぎよしゃ座の色々があること。 星の知識 2件 星のこと ・星の集まりの名前。 既習事項の確認 6件 ・星は色々な色がある。2 ・冬の大三角 ・冬の大三角にオリオン座がある ・冬の大三角のおおいぬ、こいぬのこと。	星や星座の位置関係 13件 天球における位置 7件 ・冬(12月)でも夏の大三角が見えること。3 ・オリオンを見つけれられるようになったこと。 ・しし座の場所 ・どこどこが冬の大三角なのか ・どこにどんな星があるか 北天 4件 ・北斗七星は北に見れること。 ・Wの星を探して北極星を探す。 ・北極星が5000年前に一回変わったこと。 ・星の中でも動かない星がある。 星や星座にまつわる神話 4件 ・狩人(オリオン)がサソリが怖いから逃げていたこと。2 ・オリオン座はこいぬとおおいぬを連れてる。 ・北斗七星(おおくま座)が尻尾を引っ張られてのびたこと。
--	---

図3 新しく知ったこと。a) 3年生の回答、b) 4年生の回答。

3.2 疑問に思ったこと

3年生児童の記述からは、「理解できなかった」旨の1件の切片しか得ることができなかった(図4a)。

4年生児童の記述は大きく「科学的な疑問」、「プラネタリウムのつくりや作り方」、「昔の人の考えへの関心」の3つのカテゴリに分類された(図4b)。「科学的な疑問」は「位置関係や運動」、「星の誕生」、「星の色」の小カテゴリに分けられる。「位置関係や運動」には「冬

なのに夏の大きな三角が見える」や「動かない星があるのがなんで」など、新しく知ったこと（図 3b）との共通事項が複数見られた。「星の誕生」及び「星の色」は星の一生やその進化段階に関わる記述であった。

「プラネタリアムのつくりや作り方」には装置そのものへの関心が記述されている。なお、本実践では“アマテラス”の内部構造については言及していない。

「昔の人の考えへの関心」は昔の人が星座を作った理由や星の物語を作った理由など、文化的な側面に対する関心である。これらは教員が星のつなぎ方を示したり、神話を紹介したりなどして、対話を通し児童に湧いてきた疑問と考えられる。

a. 3年生 理解できなかった 1件 ・ちょっと意味が分からなかった。	
b. 4年生	
科学的な疑問 11件 位置関係や運動 6件 ・冬なのに夏の大きな三角が見えること。 ・北斗七星は毎日見れるか。 ・動かない星があるのがなんでと思った。 ・北極星(の位置)が5000年で変わること。 ・オリオン座を知ったらさざやいぬがどうしているのかわかること。 ・星は隠れている時にしか見れないのか。 星の誕生 2件 ・星はなぜあるのか。 ・どうやって星ができたのか。 星の色 3件 ・星に色があること。 ・星はなぜほぼ全て色が違うのか。 ・なんで星には色があるのか。	プラネタリアムのつくりや作り方 4件 ・あの丸いので光を当ててできるのが不思議。 ・あんなんで見えるのが疑問。 ・あれ(天球儀)どうやって作ったのか。 ・どうやって作ったのか。 昔の人の考えへの関心 9件 形や名前 5件 ・さそり座などの名前の理由。 ・誰が星の名前をつけたのか。 ・なんで星や星座があるのか。 ・wの形や...の形があること。 ・ハートの星みたいなのやつ。 神話 3件 ・神話は実話？ ・北斗七星(おおくま座)の尻尾がとつてもひたこと。 ・なんでさそり座はオリオン座のことを追っている？

図 4 疑問に思ったこと。a) 3年生の回答、b) 4年生の回答。

疑問に思ったことについては、3年生児童の件数が1件と少ないため、学年での比較はできない。しかし4年生の記述の半数は科学的な疑問であったことから、理科における「問い」を導くために、本実践のような体験を出発点として考えることが可能かもしれない。特に、自分自身で“アマテラス”を操作することによって、天体同士の位置関係や運動に対する新しい気づき（図 3b）と問い（図 4b）が同時に得られる可能性が考えられる。またプラネタリアムを自分で操作したことによって装置そのものへの関心が生じた可能性や、

教員との対話を通して昔の人の考えに関心が生じた可能性など、本実践の授業スタイルによって育まれた疑問や関心があったことも考えられる。

3.3 授業全体の自由記述感想

3年生児童の記述は大きく「プラネタリアム」、「学習活動中の喜び」、「学習意欲」の3つのカテゴリに分類された（図 5a）。「プラネタリアム」はさらに、「投影した空への感動」、「装置への感動」、「目の疲労」の小カテゴリに分けられる。「投影した空への感動」は学習内容よりも投影された空の美しさに魅了された記述である。また同時に、投影した「装置への感動」が記述された。一方で1時間の授業の間中星空を投影し続けることによる「目の疲労」を記述する者もあり、使用時間や方法に注意が必要であると言える。

「学習活動中の喜び」は「見つけた喜び」、「学習活動への前向きさ」、「単調な感想」の小カテゴリに分けられる。「見つけた喜び」には「色々な星座を見ることができて嬉しかった」や「オリオン座・こいぬ座・おおいぬ座を見つけた時の嬉しさが最高」など、楽しみながら探す体験をしていたことが読み取れる。「学習活動中の喜び」のカテゴリは特に、嬉しかった、面白かった、楽しかったといった記述が目立ち、3年生児童達が前向きに取り組んだ様子が窺える。

「学習意欲」は「星座学習への意欲」、「観測への意欲」、「行動」の小カテゴリに分けられる。これらはいずれも本授業を通じて、さらに学びたいと感じた内容や深めたい経験について記述されている。特に「行動」のカテゴリは実際の行動に移した児童による記述である。プラネタリアムの学習を授業内だけに留めず、本当の空で確かめた児童がいくらか存在したことが分かる。

a. 3年生	
<p>プラネタリウム 12件</p> <p>投影した空への感動 7件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・星がきれい、4件 ・おもしろい、4件 ・プラネタリウムがきれい、1件 ・特にびっくりしたのは星を見た瞬間、1件 <p>観望への感動 3件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・壁に12/14の夜が見れる機械がすごかった、1件 ・プラネタリウムを作ったのがすごい、1件 ・壁なのに夜を見れるなんて思っても見なかった、1件 <p>目の疲労 2件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・すごいいっぱい星があつて目がおかしくなる、1件 ・目は少し痛くなった、1件 <p>学習活動中の喜び 18件</p> <p>見つけた喜び 10件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・色々な星座を見ることができて楽しかった、6件 ・オリオン座・こいぬ座・おおいぬ座を見つけた時の嬉しさが最高だった、1件 ・星の三角形も見れて楽しかった、1件 ・ふたごの星を見て気に入った、1件 ・冬の大きな星も見れた、1件 <p>学習活動への前向きさ 3件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・星座を探すのが楽しかった、1件 ・ふたごを探していた、1件 ・星の勉強をしてとても面白かった、1件 <p>単純な感想 5件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・楽しかった、3件 ・すごかった、2件 	<p>学習意欲 14件</p> <p>星座学習への意欲 6件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・また見たい、2件 ・また星座の授業をやりたい、1件 ・星座をもっと知りたい、1件 ・ダイヤモンド座(冬のダイヤモンド)が見て見たかった、1件 ・また星座のことを教えてください、1件 <p>観測への意欲 4件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・リアルな星座を見てみたい、1件 ・(実際に)見ることが楽しみ、1件 ・今日はふたごが見れるって聞いて、見たいなと思った、1件 ・今日の6時頃山の方を向いて星座を見つけない、1件 <p>行動 4件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本曜日(土)に星がきれいでした、1件 ・6時から見れたやつを見逃してしまいました、1件 ・今日空を見ていると光がめっちゃ光ってました、1件 ・おもしろい星を見つめました、1件
b. 4年生	
<p>学習活動中の感動・喜び 19件</p> <p>投影した空への感動 8件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・色々な星を見れてきれい、5件 ・赤い星があつたり青い星があつてきれい、1件 ・近くで見たら赤く光っている星もあつてきれい、1件 ・本当の色が表現されていてすごい、1件 <p>見つけた喜び 4件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・いろんな星が見えて楽しかった、2件 ・いろんな季節の星を見て勉強になった、1件 ・星の大三角を見つけた、1件 <p>知識が増えた喜び 7件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・星や星座がいろいろあって面白かった、3件 ・星のことをいろいろ知れて楽しかった、2件 ・いろんなことを知って楽しかった、1件 ・(星が)おつて大人で可愛いから好きなのはオリオン座、1件 	<p>学習方法 7件</p> <p>非日常感 3件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・理科室にプラネタリウムがあつて楽しかった、1件 ・暗くて楽しかった、1件 ・家まで(行った)プラネタリウムのことを思い出した、1件 <p>アマテラスの学習 4件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・星はあまり近くで見れないから見れてよかった、1件 ・説明が詳しくて分かりやすかった、1件 ・教え方が上手で楽しかった、1件 ・準備するのも楽しめるのにやってくれた、1件 <p>学習意欲 3件</p> <ul style="list-style-type: none"> ・いろんな星を知りたい、2件 ・自分がしし座だからしし座のことが聞きたい、1件

図5 授業全体の自由記述感想。a) 3年生の回答、b) 4年生の回答。

4年生児童の記述は大きく「学習活動中の感動・喜び」、「学習方法」、「学習意欲」の3つのカテゴリに分類された(図5b)。「学習活動中の感動・喜び」はさらに「投影した空への感動」、「見つけた喜び」、「知識が増えた喜び」に分けられる。「投影した空への感動」は3年生でも得られた小カテゴリであるが、3年生児童の記述よりも具体性が高く、学習活動中の観測事実に基づいて「きれい」であることを述べている。「見つけた喜び」は3年生児童の記述と同等のものであり、学年を問わず探す活動に楽しさを見出していると分かる。

「知識が増えた喜び」からは「知ること」の楽しさを感じている様子が窺われた。

「学習方法」は3年生の記述に見られなかったカテゴリであり、「非日常感」と「アマテラスの学習」の2つの小カテゴリに分けられる。「非日常感」は普段使う教室にプラネタリ

ウムがあつたことに対して記述されたもの、「アマテラスの学習」は普段の学習とは違った学び方に対して記述されたものと読み取ることができる。教室でのプラネタリウムという体験的な学習は普段の学習とは一味違った経験になったようである。

「学習意欲」の記述からは本授業を通じて、知的好奇心の深まりがあつたことが推測される。ただし、3年生児童よりも4年生の方が切片数は少なかった。特に3年生22名の回答には、3名の児童(4件の切片)で実際に星空を見た、もしくは見ようとしたことが記述されていた。

授業全体に対する自由記述では、3年生と4年生の共通項として、「投影した空への感動」や「見つけた喜び」などが挙げられ、学年を問わず教室でのプラネタリウム活動には、見て感動し、探して楽しむ要素があつたと考えられる。また、探し方を学んだことにより、実際の空へも挑戦してみようという意欲と主体性が育まれたことで、「学習意欲」の記述が得られたものとする。このことから、児童が自分たちの手で小型恒星球を操作しながら、目的の天体を探す体験には、楽しみながら観察の技能を育み、実際の空の観測やさらなる知識の欲求を引き出す役割があつたと考えられる。

4. おわりに

本稿では公立小学校の3、4年生を対象に行つた卓上式プラネタリウム「アマテラス」による授業実践を紹介した。実践では児童たち自身がプラネタリウムを操作することで、ただ眺めるだけでなく、自分の手で星や星座を見つけ出すという体験を行わせた。その結果、児童たちは単に新しい知識を得るだけではなく、天球上での星の運動や位置関係への気づきを得たり、科学的な疑問の出現や学習意欲の高まりを得たりなど、様々な学習効果

が得られる可能性が見出された。

本来天体を体験的に学習するためには夜間の実習が望ましいところではあるが、教育現場での実現は難しい。また科学館等でのプラネタリウム活動では、児童は説明を聞いて理解するだけの一方通行になる可能性がある。児童自身の操作を通して得られる気づきや意欲の高まりなどが本実践の魅力であり、実際の夜空の観察へと向かうステップになるのではないかと考える。

5. 謝辞

本実践の機会をくださった八尾市立北山本小学校の皆さまに心から御礼申し上げます。

文 献

[1] 文部科学省 (2018) 「小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説理科編」。

[2] 塚本胡美ら (2019) 「班活動で利用できる卓上プラネタリウム“アマテラス”の開発」, 科学技術コミュニケーション, **25** : 33-47.

[3] 中野英之ら (2020) 「対話と試行錯誤を重視した地学実験分野の教員免許状更新講習の試み」, 教師教育研究, **10** : 46-56.

[4] 平川尚毅ら (2020) 「児童がプラネタリウムの解説員になった 1 日」, 天文教育, **32** (3) : 27-31.



平川 尚毅

* * * * *