

天文分野における自ら学びに向かう力の獲得を目指して

自然科学系教育サブプログラム（理科）

佐藤 陸人

【指導教員】 松岡 圭介 岡本 和明 中島 雅子

【キーワード】 体験的な学習 小型望遠鏡 公立高校入試 自ら学びに向かう力 天文教育

1. はじめに

本研究の目的は、児童・生徒が天文分野を苦手と感じることを軽減し、自ら学びに向かう力の獲得を促すとともに、教員が天文分野において体験的な学習を取り入れやすくする方策を検討することである。そこで本研究では、児童・生徒が義務教育の過程において天文分野の体験的な学習に焦点を当て、学校設備に関する調査と公立高校入試の二つの調査を行った。

まず、天文教育の課題として、以下の二つが挙げられる。

1. 学校教育および指導法に関する課題
2. 体験的活動の実施に関する課題

1. 学校教育および指導法に関する課題では、教員側の課題として、多忙による準備時間の不足や天文分野に関する専門知識の不足が考えられる。『教員志望学生を対象とした天文分野の理解度や興味・関心に関する調査：10年間の変遷（大朝）』では、学習指導要領に基づき作成した天文分野の知識・理解度についての設問と、理科や天文分野に関する興味・関心の度合いや今までの天体観察・観測体験などの関係性を問う調査を行った。その結果、天文分野の知識・理解度についての設問の正答率は、高い順に「天体の動き」、「天体の分類」、「天体の光り方」、「天体の大きさ」となった。このことから、位置天文学的事項（日周運動・年周運動などの天体の動きに関する事項）は知識の定着が見られるものの、天体物理学的事項（天体の分類や光るメカニズムなど天体そのものに関する事項）への理解は乏しい結果が明らかになった。¹⁾

一方で児童・生徒の課題として、興味関心が低下していることが考えられる。『国際数学・理科教育動向調査TIMSS2023』の調査によると、小学4年生では“理科の勉強が楽しい”という問いに対して、“強くそう思う”“そう思う”と回答した割合が90%と国際平均（84%）を上回る結果となった。しかし、中学2年生では同じ問いに対して、“強くそう思う”“そう思う”と回答した割合が70%と低下し、国際平均（79%）を下回る結果となった。²⁾このことから、理科の学習は課程が上がるにつれ、知的好奇心から動機づけされたものではなく、試験や受験のために「やらなければいけない教科」として位置づけられて学習していると考えられる。

実際に、実地研究先の中学1年生の理科の初回授業で、教員が「資料集の中で気になるページを開いてごらん」と指

示したところ、35人中16人の生徒が天文分野のページを選んだ。この結果から、中学入学直後の生徒は天文分野に対して高い興味・関心や学習意欲をもっていることがうかがえる。一方で、中学3年生の授業では学力調査や外部模試の範囲が迫っていることや受験勉強が本格的に始まっていることが見受けられることで興味・関心があるから学習している様子があまりうかがえない。また、天文分野の授業は覚えることで精一杯という声を何人の生徒からも聞いた。

この実態は、『日本の初等中等教育過程における天文教育の現状調査（中村）』で行った教員志望学生を対象にした四季変化の原因に関する認識状態の調査でも示されている。地軸の傾きによって四季の変化が起きていることを理解しているものの、緯度の違いによる日周運動について正しく理解している学生の割合が低かった。このことから、単に暗記しているだけで、科学的に正しく理解している学生が少ないことを示した。さらに大朝は、調査の中で正答率が高かった位置的天文学的事項に対して、概念や原理・法則を単に暗記している可能性も否定できない³⁾と言及している。

2. 体験的な学習の実施に関する課題では、夜間の天体観察が中心となる単元では、学校での観察が難しいという点がある。小学4年生で扱う「月と星」や、小学6年生で扱う「月の観察」、中学3年生で扱う「月と金星の満ち欠け」など、授業が行われている日中の間に観察することが困難である。そのため、各自での観察になることが多く、その実施には家庭との連携が欠かせないことも懸念点として考えられている。また、太陽表面や月・金星の満ち欠けの観察は、望遠鏡を用いた体験的な観察ではなく、資料で調べたり、座学的に学んだりすることが多い実態がある。

『日本の中学校・高等学校における宇宙教育の現状と課題（井上）』での中学校教員向けに行った調査では、課題として「観測が難しい」、「実体験しにくい」などの回答が多く得られた。⁴⁾さらに『小学校における天文教育とその問題点の考察（加藤）』は「観察・観測には長時間、長期間の観察が必要であること、また夜間の観察が主であり、天候にも恵まれなければならない」と述べている。⁵⁾つまり天文分野における体験的な学習には、観察をする時間的制約および気象的制約が存在することも考えられる。

これらのような背景が原因で、天文分野の体験的な学習が多く実施されていない実態があると考えられる。

2. 体験的な学習の定義

本研究における体験的な学習とは、観察・実験を通して、児童・生徒が実際に見たり、触れたり、感じたりすることによって学びを得る活動を指す。

中学校第三学年の教科書『理科の世界3（大日本図書株式会社出版）』では、基本的な体験的な学習として、透明半球を用いた太陽の1日の動きや、四季の星座の移り変わり、月の形と位置の観察、小型望遠鏡を用いた太陽表面の観察が掲げられている。発展的な内容として、金星の形と位置の観察、金星の見え方のモデル実験、太陽からの距離によって受け取るエネルギーが異なるモデル実験がある。また、日常生活から宇宙のスケール感を体験することができる惑星の大きさや位置を縮尺したモデルを用いた太陽系地図が取り上げられている。さらに、GIGA スクール構想による一人一台端末を活用した天体シミュレーションソフトを用いた取り組みは、特徴的な体験的な活動と言えるだろう。⁶⁾ このように、教科書の中では様々な体験的な活動が取り扱われている。基本的な内容には小型望遠鏡を用いた太陽表面や月のクレーター、金星の満ち欠けの観察や月の位置・月の形の変化など日中でも取り組むことができる体験的な学習が記載されている。

また、学校での授業以外でも体験的な学習を取り入れる活動が行われている。

例えばさいたま市では、小学校4年生と中学校3年生を対象に、さいたま市青少年宇宙科学館やさいたま宇宙劇場でプラネタリウムの機能を用いた学習投影が取り組まれている。学習投影以外にも中学生向けには、日食のモデル実験や金星の満ち欠けのモデル実験を行う宇宙授業も取り組まれている。



図1.学習投影・宇宙授業の様子

また、スクール・サポート・サイエンスという小学生向けの出前授業を小学校3,6年生向けに行っていたり、小・中学校に科学館の方々が出向き、小型望遠鏡を組み立てて、星を見せる出張観望会も行っていたりする。出前授業や出張観望会を申し込む学校は定員よりも多いため、抽選で決まっている。

川口市では、小学校4年生が川口市立科学館に行き、プ

ラネタリウムを用いた学習が行われている。また、小・中学校に科学館の方々が出向き、太陽を見せる出張業務が行われている。しかし、実際に呼ぶ学校は、毎年10校未満と少ないことが現状である。

科学館などの教育施設では、プラネタリウムを用いた投影や、天文分野のモデル実験、サイエンス・ショーなど天文分野に限らず、体験的な学習が多く取り入れられている。しかし、特別活動のように学校行事として利用することはあっても、川口市の出張イベントのように自主的に取り組む行事はあまり利用されていない自治体があることが現状である。

これらの事実から、社会教育施設を用いた学習の機会を利用する学校が自治体によって大きく異なることが考えられる。

3. 体験的な学習を通じた資質・能力の獲得

課題設定の背景として、天文分野における体験的な学習の機会が、他の分野と比較して少ない・全くされていないことである。理科は、体験的な学習を通して、子どもに新たな学びや発見を与えたり、興味・関心を引き出したりすることができる教科である。文部科学省の『小学校・中学校・高等学校を通じて理科において育成すべき資質・能力』では、「知識や技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の三つの柱において、それぞれ以下のことを中学校では目指している。「知識や技能」では、自然事象に対する概念や原理・法則の基本的な理解、科学的探求についての基本的な理解、安全への配慮や器具などの操作、測定方法、データの記録・処理などの探究のために必要な観察・実験等の基礎的な技能の獲得を目指している。「思考力・判断力・表現力等」では、自然事象の中に問題を見出して見通しをもって課題を設定する力、計画を立て、観察・実験する力、得られて結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する力と科学的な根拠を基に表現する力、探求の過程における妥当性を検討するなど総合的に振り返る力の獲得が目指されている。「学びに向かう力、人間性等」では、自然事象にすすんでかかわる態度や、粘り強く挑戦する態度、科学の面白さや日常生活の関連性・有用性の気づき、科学的根拠に基づき的確に判断する態度、小学校で身につけた問題解決の力などを活用しようとする態度の育成が目指されている。⁷⁾ このように中学校理科では、体験的な学習を通して「知識や技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の三つの柱に基づく多様な資質・能力の育成が求められている。観察・実験に必要な知識、技能を始め、そこから得られた結果の考察、議論、さらに自然科学に対する興味・関心などは、観察・実験を通して獲得できる力である。⁷⁾ このことから、文部科学省は、理科での体験的な学習の重要性を示していると言える。

また大朝は、教員志望大学生の理解度と“小型望遠鏡”を使った天体観望・観測の経験や天の川を見た経験があるなど、天文分野に関する体験的な学習の関係性において、体験

的な学習をした経験が知識の定着につながることを示唆されたと述べている。具体的には、全体の正答率が高かった「天体の動き」や「天体の分類」では、体験的な学習をしたことがない学生と比較しても大きな差が見られなかったが、「天体の光り方」や「天体の大きさ」、全問正解者の割合は、体験的な学習をしたことがない学生よりも正答率が高かった。このことから、小・中学校では、小型望遠鏡を用いた天体の観察や観望、学校の宿泊行事の時に天の川を見る機会を児童・生徒に与えることが望まれている。¹⁾したがって、天文学の体験的な学習が重要視されていることがわかる。

本研究では、天文分野の体験的な学習のうち、体験的な学習に焦点を当て、小型望遠鏡の調査並びに公立高校入試の問題調査を行った。

4. 調査と結果

調査 I. 埼玉県公立小・中学校の小型望遠鏡の台数調査

はじめに小型望遠鏡が埼玉県内の公立小・中学校に何台備わっているのかという調査を行った。

①調査方法

各自治体の教育委員会や学校総務課などに電話や、メールでの学校ごとに所有している“小型望遠鏡”情報提供の依頼を行った。

②調査での条件

学校や自治体で管理している備品台帳に記載されている台数をご教示いただくこと。

③調査結果

現時点で、県内の63自治体のうち、43の自治体（上尾市、朝霞市、伊奈町、入間市、小鹿野町、桶川市、春日部市、加須市、神川町、川口市、川越市、熊谷市、越谷市、さいたま市、坂戸市、幸手市、狭山市、杉戸町、草加市、秩父市、鶴ヶ島市、ときがわ町、所沢市、戸田市、滑川町、新座市、蓮田市、羽生市、飯能市、東秩父村、東松山市、深谷市、富士見市、ふじみ野市、本庄市、三郷市、美里町、皆野町、宮代町、三芳町、毛呂山町、寄居町、和光市、蕨市）にご回答いただいた。その結果、小型望遠鏡を所有していない学校は、小・中学校で993校調査したうち408校、1台が445校、2台が127校、3台が10校、4台が3校であった。結果から、4割以上の学校に小型望遠鏡がないことが明らかになった。図2は、埼玉県の公立小・中学校の小型望遠鏡を所有している台数の割合を示した円グラフである。さらに、学校数に対して小型望遠鏡を何台所有しているか視覚化するために自治体ごとに色分けを行った。1校に対して0.5台を下回っていれば赤、0.5台以上で1台を下回っていれば緑、1台以上であれば青とした。図4は、埼玉県の公立小・中学校数に対しての小型望遠鏡を所有している割合を自治体ごとに示した地図である。

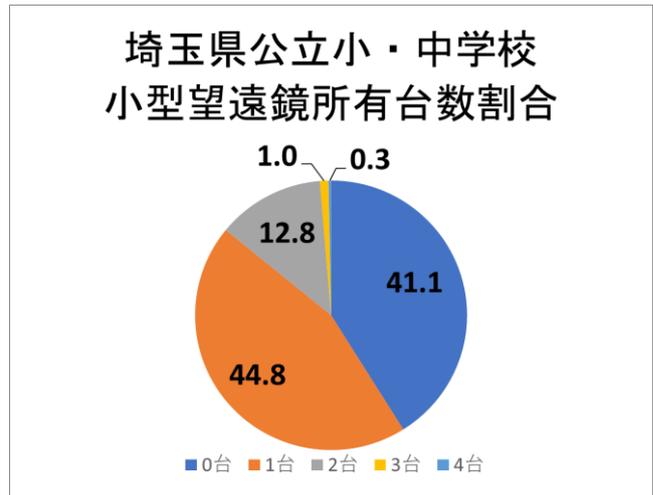
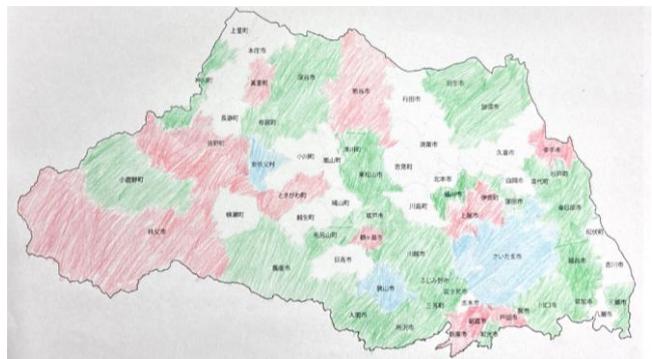


図2.埼玉県公立小・中学校小型望遠鏡所有割合



また校種別での比較をしてみたところ、小学校（652

図3.自治体別埼玉県公立小・中学校小型望遠鏡所有割合
校）で望遠鏡を所有していない学校が329校、1台が297校、2台が23校、3台が3校であった。図4は、埼玉県の公立小学校の小型望遠鏡を所有している台数の割合を示した円グラフで、図5は、埼玉県の公立小学校数に対しての小型望遠鏡を所有している割合を示した地図である。

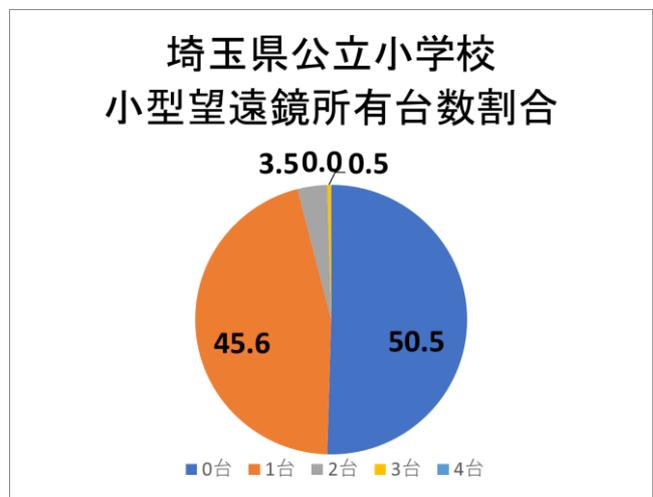


図4.埼玉県公立小学校小型望遠鏡所有割合

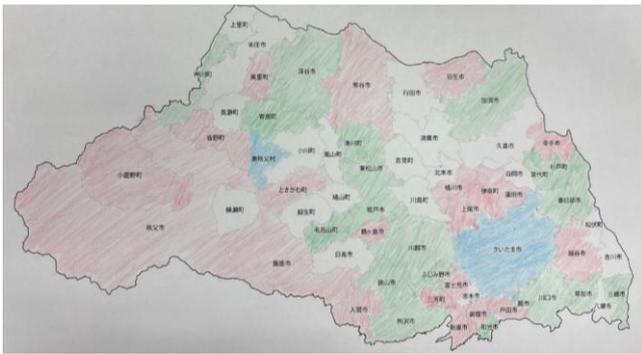


図 5.自治体別埼玉県公立小学校小型望遠鏡所有割合

中学校（336校）で望遠鏡を所有していない学校が79校、1台が148校、2台が104校、3台が7校、4台が3校であった。図6は、埼玉県の公立中学校の小型望遠鏡を所有している台数の割合を示した円グラフで、図7は、埼玉県の公立中学校数に対しての小型望遠鏡を所有している割合を示した地図である。

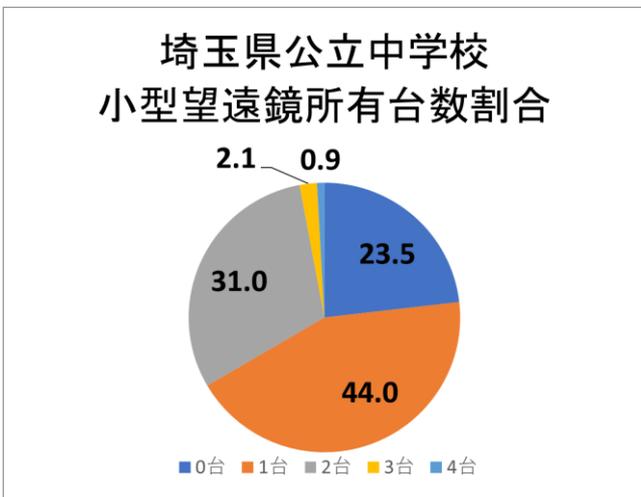


図 6.埼玉県公立中学校小型望遠鏡所有割合

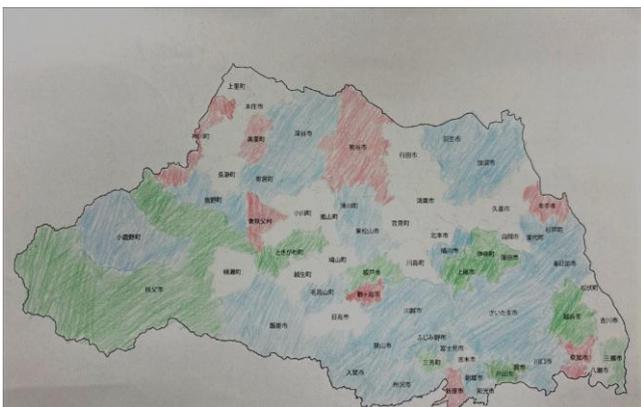


図 7.自治体別埼玉県公立中学校小型望遠鏡所有割合

④考察

本調査から、埼玉県の公立小・中学校では小型望遠鏡の整備状況に大きな偏りがあることが明らかになった。全体では約4割の学校が小型望遠鏡を所有しておらず、理科、

特に天文学習における観察活動が十分に行えない環境にある学校が多いと考えられる。一方で、1台のみ所有している学校が最も多く、複数台を備えている学校は少数にとどまっている。このことから、所有している場合でも、児童・生徒全員が同時に活用できる体制が整っている学校は限られていると推測される。

校種別に見ると、小学校と中学校で所有状況に大きな差が見られた。小学校では半数以上が小型望遠鏡を所有しておらず、2台以上所有している学校はごくわずかであった。これは、小学校理科では天体観察が単元の一部にとどまり、観察よりも写真や映像資料に頼る授業が行われやすいことや、保管・管理の難しさ、使用機会の少なさが影響している可能性が考えられる。また、小学校の教科指導のほとんどが学級担任制であることも原因の一つではないかと考えられる。中学校は教科担任制であるため、理科の教科指導は理科の専門性に長けている教師が行う。しかし、小学校では学級担任制であるため、専門ではない教科を児童に教える。そのため、教科書に小型望遠鏡を用いた体験的な学習についての取扱いがあったとしても教師自身が小型望遠鏡を使うことができない教員がほとんどだと考えられる。したがって小型望遠鏡を所有していない小学校が多いと考えられる。

一方、中学校では小型望遠鏡を所有している学校が多く、2台以上所有している割合も小学校に比べて高かった。中学校理科では天体の観察がより体系的に扱われ、学習指導要領においても観察活動の重要性が強調されていることから、設備整備が進んでいると考えられる。また、理科専科教員の配置や部活動（科学部・天文部など）の存在も、望遠鏡の導入・維持を後押ししている要因である可能性が考えられる。

以上より、小型望遠鏡の所有状況は校種や教育内容の違いを強く反映していることが分かった。今後は、小学校において、共同利用や貸し出し体制の整備、簡易で扱いやすい望遠鏡の導入などを通して、児童が実体験として天体観察に触れる機会を増やすことが課題であると考えられる。中学校においては、小型望遠鏡を所有していない学校に対する体験的な学習の取り組みについての工夫が必要であると考えられる。また、望遠鏡を所有していても、天候条件や授業時間の制約等により十分に活用されていないこと、専門性に長けているが小型望遠鏡を操作できない・触ったことがない教師もいることも課題であると考えられる。さいたま市の青少年宇宙科学館では、教員研修で小型望遠鏡の使い方の研修が行われている。しかし、一度の研修で使える教員は多くないため、研修を行ったとしても、実際に組み立て、星に向けて観察したり、太陽投影板で太陽表面を観察したりすることが難しいことが懸念される。

また、さいたま市ではどの小学校にも1台、どの中学校にも2台小型望遠鏡が設置されている。これは、さいたま市では理科教育振興法（通称：理振）の補助金で市内全校に小型望遠鏡を支給したためである。しかし、さいたま市以外

の自治体では同じ校種であっても所有している台数が学校によって差が見られた。このことから、自治体によっても天文分野に対する比重に差があることが考えられる。

調査Ⅱ. 公立高校の入学者選抜試験調査

次に47都道府県の公立高校入試に焦点を当て、調査・分析を行った。

①調査方法

リセマム⁸⁾を用いて、理科の天文分野の入試問題(本試のみ)を抽出した。

出題問題の抽出後、分析を行った。文部科学省が示した『中学校学習指導要領解説(平成29年公示)理科編』を用いて、出題された問題を(ア)天体の動きと地球の自転・公転中の「㉞日周運動と自転」と、「㉟年周運動と公転」、(イ)太陽系と恒星の中の「㊲太陽の様子」、「㊳惑星と恒星」、「㊴月や金星の運動と見え方」の5つの観点で分類を行った。

(ア)の㉞日周運動と自転では、太陽や星の日周運動が地球の自転によって起こる相対的な動きによるものであることを理解させることをねらいである。そのために透明半球を用いた太陽の1日の動きを調べたり、天球の各方位の星の動きを観察したり、長時間かけて撮影した星の写真を活用することが記載されている。例として、天球での星の動きについて正しい答えを選択させる問題があげられる。

(ア)の㉟年周運動と公転では、同じ時刻に見える星の位置が変わるのは、地球の公転による見かけの動きであることを理解させることや、太陽の南中高度や日の出、日の入りの時間が季節によって変化することを、地球の公転や地軸の傾きと関連付けて理解させることがねらいである。そのために、同じ時刻に見える星の位置を一定期間ごとに観察させ、星の位置が東から西へ少しずつ移動することに気づかせ、観察記録を太陽を中心とした地球の公転と関連付けることや、太陽を中心に公転する地球とその外側にそれぞれの季節の代表的な星座を描いた図を配したモデルを活用し、地球のモデルを動かすことで見える星座が変わっていくことから、年周運動と地球の公転を関連付け、理解させることが記載されている。またこの学習は、㉞日周運動と自転と同様、コンピュータシミュレーションを用いて視覚的にとらえさせることもできる。地軸の傾きについては、季節ごとに太陽の南中高度を継続的に観測させ、それらの年周的な変化を地軸が傾いていることと関連付けて理解させることや、太陽の南中高度の変化に伴う昼夜の長さや気温の変化に触れ、さらに四季の生じる理由について取り上げることが求められている。例として、1ヶ月後に同じ星座が同じ位置に見える時間や季節や場所による南中高度の違いについての問題があげられる。

(イ)の㊲太陽の様子では、観察記録や資料に基づいて、太陽は太陽系で最も大きいこと、自ら光を放出している天体であること、球形で自転していることを見出して理解させることがねらいである。そのために、天体望遠鏡で太陽表面

の黒点の観察を数日行い、それらの観察記録や写真、映像などの資料を用いて、太陽の黒点の形状や動きなどの様子から、太陽は球形で自転していることを見出すことが記載されている。また、太陽から放出されたエネルギーは、地球における大気の運動や生命活動に影響を与えていることにも触れることが求められている。例として、小型望遠鏡の使い方や、太陽黒点からわかることについての問題があげられる。

(イ)の㊳惑星と恒星では、観測資料などを基に、惑星や恒星の特徴を見出させるとともに、太陽系の構造を理解させることがねらいである。そのために、惑星探査機や大型望遠鏡による画像などを活用したり、太陽や各惑星の位置や大きさの関係をモデルとして表したりすることが効果的だと記載されている。

また、太陽系には惑星以外にも、小惑星や彗星、冥王星などの天体が存在することに触れたり、太陽も恒星の一つであること、太陽以外の恒星の観察を通して、恒星が太陽系の惑星に対して極めて遠い距離に存在することに気づかせたりして、宇宙の大規模なスケール感に触れることも求められている。例として、地球型惑星と木星型惑星の特徴の違いや惑星や衛星が光る原理の問題があげられる。

(イ)の㊴月や金星の運動と見え方では、月が約1ヶ月周期で満ち欠けし、同じ時刻に見える位置が毎日移り変わっていくことを、月が地球の周りを公転していることと関連付けて理解させたり、金星の観測資料などから、金星の見かけの形と大きさの変化を、地球の内側の軌道を公転していることと関連付けさせて理解させたりすることをねらいとしている。そのために、月の運動と見え方については、日没直後の月の位置と形を継続して観察し、その観察記録などを基に、月の見え方の特徴を見出させ、それを太陽と月の位置関係や月の運動と関連付けて考察させたり、金星の運動と見え方については、観測資料を基に、金星の見かけの形と大きさが変化することを見出させたり、太陽と金星の位置関係に着目したモデル実験を活用することが記載されている。⁹⁾例として、金星のスケッチから金星の位置を答える、1年後の金星の位置や形を答える問題があげられる。

②問題分析におけるルール設定

入試には大きく分けて大問と小問集合に分けられて構成されている都道府県が多い。例外として、気象分野と天文分野を組み合わせて大問を構成しているなどの場合もあった。そこで、天文分野の出題数が2題以下を小問、3題以上を大問として取り扱った。

また、複数の穴埋めから正しい組み合わせを選ぶ問題のような出題形式も見られたので、点数が割り当てられてい

る問題を1問として扱うこととした。

③調査対象年度

2022年(2021年度)から
2025年(2024年度)の計4年

表1. 全国公立高校入試出題形式・出題問題数と割合

対象年 (年度)	大問数	小問数	出題なし	日周運動と自転	年周運動と公転	太陽の様子	惑星と恒星	月や金星の 運動と見え方
	割合	割合	割合	割合	割合	割合	割合	割合
2022年 (2021年度)	27 57.4%	8 17.0%	12 25.5%	20 14.3%	30 21.4%	12 8.6%	26 18.6%	52 37.1%
2023年 (2022年度)	24 51.1%	8 17.0%	15 31.9%	29 20.9%	40 28.8%	16 11.5%	23 16.5%	31 22.3%
2024年 (2023年度)	21 44.7%	10 21.3%	16 34.0%	11 9.2%	26 21.7%	9 7.5%	27 22.5%	47 39.2%
2025年 (2024年度)	18 38.3%	16 34.0%	13 27.7%	21 19.3%	32 29.4%	7 6.4%	26 23.9%	23 21.1%
合計	90 47.9%	42 22.3%	56 29.8%	81 15.9%	128 25.2%	44 8.7%	102 20.1%	153 30.1%

④調査結果

表1は各年の出題形式と出題された問題の分類のまとめ、また出題形式、出題問題の合計値とそれぞれの全体に対する割合をまとめた表である。

出題形式に関しては、過去4年で大問として出題された割合は48%と5割近く、およそ半分の都道府県で大問として出題されていることが明らかになった。また、出題されていない都道府県も年によっては存在する。この出題傾向は都道府県によって差が見られた。埼玉県では、毎年必ず天文分野は出題されている。それは、小問集合のうち2題が地学分野で、大問の1つが地学分野で出題される傾向がみられ、1年で扱う岩石・地層分野、2年で扱う気象分野、3年で扱う天文分野それぞれから出題される。したがって、埼玉県では出題なしの年はなく、今回調査した天文分野は小問か大問に当てはまった。(2021年(2020年度)はコロナ禍のため例外)

出題問題に関しては、「月や金星の運動と見え方」が3割、「年周運動と公転」2.5割と半分以上を占めていた。このうち、天体の時間や季節による変化に関する出題や、月と金星の動きと見かけの変化に関する体験的な学習からの出題などがほとんどであった。一方で、小型望遠鏡を用いた太陽投影板が含まれている「太陽の様子」は、1割以下と非常に低い出題割合であった。この内容のほとんどは、透明半球を用いた太陽の動きに関する出題であった。図8は過去4年の高校入試の出題問題を分類した円グラフである。

公立高校入試出題分類



図8.公立高校入試出題問題分類 (2022年-2025年)

⑤考察

天文分野の出題形式に関しては、過去4年間で約半数の都道府県において大問として出題されており、一定の重要性をもつ分野であることが明らかになった。一方で、都道府県によっては出題されない年も存在し、天文分野の扱いには地域差が見られた。このことから、天文分野は全国一律の出題必須分野ではなく、各都道府県の教育方針や出題構成に大きく左右される分野であると考えられる。

出題問題に関しては比較的學校で扱われやすい内容がほとんど出題され、扱われにくい小型望遠鏡を用いた体験的な学習がほとんど出題されないことから、學校現場で多く取り入れていること、取り入れやすい観察・実験やモデル実験が出題される傾向が強いことが考えられる。月の満ち欠けや金星の見かけの形や大きさについて学ぶことができるモデル実験は、比較的容易に授業に組み込むことができる。それは、學校現場の先生方がよく言う「天文は夜じゃないとできない」という意見に反して、教具を作成することで

日中でも行うことができる。実際に実地研究先でも金星の満ち欠けや見かけの大きさのモデル実験を行っていて、生徒の理解度や、関心が高いことが見られた。このことから、学校でも取り入れやすい体験的な学習は入試においても重視されていることが考えられる。したがって、学校で取り入れにくい体験的な学習の小型望遠鏡を用いた太陽表面の観察は、入試においても取り入れにくいと考えられる。一方、体験的な学習があまり取り入れられていない「惑星と恒星」は、同じく体験的な学習があまり取り入れられていない「太陽の様子」と比べて、2割と高い割合で出題されている。これは、金星に絡めて火星の見える時間について出題できたり、惑星の特徴をまとめた表から考えられることから思考力を求めたりする問題が出題しやすいことなどが原因であると考えられる。

調査Ⅰ、Ⅱのまとめ

調査Ⅰより、埼玉県の公立小・中学校において小型望遠鏡を所有していない学校は全体の約4割を占め、小学校では5割以上、中学校では約2割が未所有であることが明らかになった。小学校では教科担任制がほとんど導入されており、担任の専門性に偏りが生じやすいため、操作が難しく、活用しにくいことが未所有の要因であると考えられる。一方、中学校では約8割が小型望遠鏡を所有しているものの、授業時間の制約や教員の研修不足により、有効に活用されていない点が課題である。今後は、小型望遠鏡を所有していない学校においても、授業時間の制約を受けにくく、どの教員でも容易に扱える教具の活用が求められる。

調査Ⅱより、入試問題における天文分野の比重は都道府県によって異なることが明らかになった。また、出題内容は学校現場で比較的扱いやすいものが多く、小型望遠鏡を用いた体験的な学習に関する出題は少なかった。このことから、授業での扱いやすさや実施の安定性が重視されているといえる。さらに、学校現場での体験的な学習と公立高校入試の出題内容には相関がある可能性が示唆された。今後、小型望遠鏡を活用した体験的な学習を取り入れる中学校が増加すれば、公立高校入試において「太陽の様子」に関する出題が増える可能性があると考えられる。

5. 具体的な実践例

調査Ⅰの調査から、公立小・中学校では小型望遠鏡を所有している学校と所有していない学校に分けられ、所有していない学校が多いことが明らかになった。また先行研究から、小型望遠鏡を実際に使ったことがない教員が多いため、小型望遠鏡が学校にあったとしても、それを用いた体験的な学習を取り入れにくい状況であることが考えられる。

そこで、本研究では小型望遠鏡がない学校でも活用できる授業を提案する。

天文分野において、小型望遠鏡以外の教具として、「ATOM Cam」(図9(左))や、「Seestar」(図9(右))など、天体の動きや様子を見たり、撮像したりするものがある。



図9. (左) ATOM Cam2

ATOM シリーズ 「ATOM Cam 2(アトムカム ツー)完全防水・防塵+カラーナイトビジョン」

<https://www.atomtech.co.jp/products/atomcam2>

(右) Seestar

ビクセン Vixen 「ZWO 天体望遠鏡 SeestarS50」

https://www.vixen.co.jp/product/63001_1/

この中のうち、Seestar はATOM Cam に比べて高性能であるため、10万円弱(S50の場合)と非常に高価である。また、機能がたくさんあるため、初心者が完璧に使いこなすことが難しい。一方、ATOM Cam は、3,000円程度で購入することができ、操作がシンプルである。さらに軽量で、設置も容易である。加えて、スマートフォン等で撮影した写真や動画を確認・保存することができ、タイムラプス機能で空が時間とともに変化していく様子を記録することが可能である。そのため、あらかじめ撮影した空の映像をもとに太陽や星の位置が変化している様子を児童・生徒に見せることができる。

このことを活用して、ATOM Cam を用いた天体の動きについての授業実践例を提案する。

今回紹介する実践は、第2分野の(6)地球と宇宙に記載されている(ア)天体の動きと地球の自転・公転の中の「⑦日周運動と自転」の方位ごとの天体の動きについてである。この単元では、太陽や星の日周運動が、地球の自転によって起きる相対的な動きであることを理解させる単元で、透明半球を用いた太陽の観察や星空の定点観察を通して関連付けることが想定されている。このうち、透明半球を用いた太陽の動きの観察は学校内で取り組みやすい体験的な学習と考えられるが、後者の星空の定点観察は、前述の課題からもあるように各自での観察になり、家庭との連携が必要不可欠であることから、実際の星空の動きについて観察する機会が難しい。

そこで、ATOM Cam を用いた星空の動きを授業内で取り入れる。その結果、課題として挙げられている星空の定点観察を児童・生徒に強要させる必要がなく、実際の星空の1日の動きを視覚的にかつ短時間で見るができる。

しかし、この方法だと児童・生徒が実際に観察した結果と学びがリンクしない。そこでの定点観察の様子を撮影するときのポイントとして、学校など児童・生徒が身近な場所から撮影することが重要である。例えば、星が東から昇り、南を通過して西に沈む様子を授業内で扱う単元で、その様子を

ATOM Cam を用いて実際の星空の時間変化の様子を撮影する。仮に、周りの景色を映さずに夜空の様子だけを映すと、児童・生徒は方位によって動き方が違うことのみで気がとられてしまい、一方的な学習すなわち受動的な学習になりかねない。しかし、周りの景色を映すことで、児童・生徒は星空の動きを学ぶことができるだけでなく、自分たちが住んでいる地域と宇宙の事象を関連付けて捉えることができる。これは学びを深めるだけでなく、生徒の興味・関心を引き出すきっかけとなり、夜空を見上げる動機につながる。授業内で扱う単元を体験的な学習で教えるだけでなく、体験的な学習を児童・生徒が主体的に取り組む態度を授業内で養うための工夫を施すこともとても重要だと考えられる。そのため、身近な場所などの実生活と関連させることで、学びを深めるだけでなく、児童・生徒の興味・関心を引き出すことが可能である。

またこの方法は、太陽や星の日周運動以外にも活用する方法はある。季節ごとに見える星空の違いを示すために、1か月ごとの同じ時間・同じ場所で撮影を行い、星空が変化している様子を追体験させて年周運動について理解させたり、毎日同じ時間・同じ場所で撮影を行い、月の位置と形の変化を撮影して月の位置と見かけの形の変化を見出させたりすることも可能である。

このように実際に観測することが困難であっても ATOM Cam を用いて撮影を行うことで児童・生徒の学びは深まり、主体的に星空を見上げ刻々と変化の様子を実体験する態度を養うことが期待できる。

6. まとめ

まとめとして、以下の四つをあげる。

1. 天文分野における体験的な学習は重要である一方、学校現場では十分に実施されていない実態が明らかになった。

先行研究や本研究の調査から、体験的な学習は知識の定着や理解の深化、興味・関心の向上に寄与することが示されている。しかし、夜間観察の難しさや時間的・気象的制約、教員の専門性や準備負担などにより、天文分野では体験的な学習が他分野に比べて実施されにくい状況にあることが分かった。

2. 埼玉県公立小・中学校では、小型望遠鏡の整備状況に大きな格差が存在する。

小型望遠鏡を所有していない学校は全体の約4割に及び、特に小学校では5割以上が未整備であった。中学校では所有率は高いものの、台数不足や教員の操作経験不足により、十分に活用されていない実態も明らかになった。これらの結果から、設備の有無だけでなく、活用を支える体制づくりが課題であることが示唆された。

3. 公立高校入試における天文分野の出題内容は、学校現場で扱いやすい体験的な学習と強く関連している。

入試問題では、「月や金星の運動と見え方」や「年周運動と公転」など、モデル実験や日中でも扱える内容が多く出題されていた。一方で、小型望遠鏡を用いた太陽表面の観察な

ど、実施が難しい体験的学習に関する出題は非常に少なかった。このことから、授業での実施状況が入試問題の出題傾向に影響している可能性が高いと考えられる。

4. 小型望遠鏡に依存しない新たな教具の活用は、天文分野の体験的な学習を拡充する有効的な手段である。

ATOM Cam のような安価で操作が簡単な機器を用いることで、授業時間内に天体の動きを視覚的に体験させることが可能となる。身近な場所から撮影した映像を活用することで、児童・生徒は天文現象を自分の生活と結び付けて理解でき、主体的に学ぶ態度の育成も期待できる。これにより、設備や時間の制約を超えた天文教育の実現が可能であると考えられる。

今後は、ATOM Cam を用いた授業実践を通して、児童・生徒が主体的に学びに向かう授業展開について継続的に検討していく。また、太陽や月を観察する体験を通して自然科学への興味・関心を高め、探究的に学ぶ態度の育成につながる教育実践の在り方を提案していきたい。そのことで、児童・生徒の探究への一歩となり、豊かに生きる力を育むことができる教育実践を提案していきたい。

謝辞

本研究にご協力いただきました埼玉県の各自治体の皆さま、並びにさいたま市青少年宇宙科学館の方々にご心より御礼申し上げます。また、指導教員の松岡先生には様々な面でご支援いただきありがとうございました。

参考文献

- 1) 大朝由美子. 『教員志望学生を対象とした天文分野の理解度や興味・関心に関する調査：10年間の変遷』. Stars and Galaxies. 2023. 6巻. p.8-19.
- 2) 国立教育政策研究所. 『TIMSS2023 IEA 国際数学・理科教育動向調査TIMSS2023の結果(概要)』. 2024.
- 3) 中村文隆. 『日本の初等中等教育過程における天文教育の現状調査』. 教育実践総合研究. 2008. p.69-76.
- 4) 井上晴香他. 『日本の中学校・高等学校における宇宙教育の現状と課題』. 日本科学教育学会. 研究会研究報告. 2014. 29巻. p.51-54
- 5) 加藤智雄. 『小学校における天文教育とその問題点の考察』. 静岡地学. 1965. 4巻. p.24-25
- 6) 有馬朗人他. 理科の世界 3. 大日本図書. 2021. p.373.
- 7) 文部科学省. 『中学校学習指導要領解説理科編』. 2017.
- 8) リセマム. 都道府県別公立高校入試

参照先：<https://resemom.jp/pages/public-highschool-exam/index.html>

ATOM シリーズ. ATOM Cam 2(アトムカム ツー)-完全防水・防塵+カラーナイトビジョン.

参照先：<https://www.atomtech.co.jp/products/atomcam2>

Vixen. ZWO 天体望遠鏡 Seestar S50.

参照先：https://www.vixen.co.jp/product/63001_1/