

琉球大学学術リポジトリ

中学校理科天文分野における空間概念を育む教材の開発

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学大学院教育学研究科 公開日: 2023-05-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 伊佐, 勇亮 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24564/0002019881

中学校理科天文分野における空間概念を育む教材の開発

Development of Teaching Materials for Fostering Spatial Concepts in the Field of Astronomy for Junior High School

伊佐 勇亮

Yusuke ISA

琉球大学大学院教育学研究科高度教職実践専攻

1. はじめに

平成 29 年度告示の中学校学習指導要領解説理科編には、「地球」を柱とする領域（地学分野）における特徴的な視点として、「地球や宇宙に関する自然の事物・現象を主として時間的・空間的な視点で捉えること」が記されている（文部科学省 2018a: 11）。中学校理科で扱う現象の空間的なスケールは、限りなくゼロに近いものから天文学的な大きさのものまで、大きな幅を持つ。このスケールが生徒の日常から大きくかけ離れているため、理科の学習において空間をイメージして捉えることが困難な場合もあると考える。こうした空間概念の認識や視点変換について、松森（1983）は、視点移動を操作、認識対象と学習者の相対的位置関係という 2 つのカテゴリーを用いて類型化し、視点移動能力には具体的受動的視点移動→具体的能動的視点移動→心的能動的視点移動・心的受動的視点移動の認知機能的階層があることを明らかにした。また、庭野・古川（2009）は、天文分野の空間概念を方位認識、視点移動、相対認識の 3 つに大別し、この 3 つの能力を高めることにより、事象を想像し、捉えやすくするとともに学習内容をより理解しやすく、考えやすくすると指摘した。

また、『中学校学習指導要領（平成 29 年告示）』における理科の目標では、「見通しをもって観察、実験を行うこと」で資質・能力を育成すると示されている（文部科学省 2018b: 78）。その一方で、地学分野を含む第二分野の特徴として、「日常の経験を超えた時間と空間の中で生じる地質や天体の現象は、授業の限られた条件の中で再現することは難しい」と指摘されている（文部科学省 2018a: 71）。第二分野の学習内容では、野外での観察や長時間に及ぶ継続的な観測を要するものがあり、学校での限られた授業時間や場所では観察や観測を行うことが難しく、教室で再現できないような現象も扱う。

近年の ICT 機器の発展により、実験や観察が難しい学習内容においては視聴覚教材を取り入れた授業展開を進めることも少なくない。小林・雨森・山田（1992）は、「視聴覚教育が有効なのは、視聴覚教材の内容と学習の基盤となる体験が結びつけられたときであり、学習の基盤となる体験が乏しい児童生徒への視聴覚教育は考え直す必要がある」と述べている。これを換言すれば、学習の基盤となる体験が乏しい生徒の資質・能力を育むためには、視聴覚教材を使うだけでなく、生徒に実験や観察、観測、モデル操作といった直接的な体験活動の場を設定する必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、まず中学理科天文分野において、生徒がこれまでの生活及び学習から身につけた空間概念からかけ離れたスケールを持つ事象を捉えることができる教材を開発し、次に開発した教材を用いて観察した状況を作図し、計算を組み入れて数値化していく作業までを組み入れた授業実践を通して、作成した教材の授業での効果的な利用法を検討することである。

3. 研究方法

中学校第3学年理科第2分野「地球と宇宙」単元において、筆者が作成した「約30億分の1の地球・太陽・月モデル」、「太陽と月の見かけの大きさ比較用覗き筒」の2つの教材(伊佐 2022)を用いて授業実践した。本研究では、昨年度のモデルを用いた活動を取り入れた実践(伊佐 2022)で課題として示された相対的及び絶対的な天体の大きさや天体間の距離の知識の定着が見られなかったことを受け、モデルを用いた観察に作図、数値計算を組み入れ、生徒に天体の大きさや天体間の距離の知識の定着を図るものとした。具体的には、「太陽と月が同じ大きさに見えるのはどうしてだろうか」という課題に対する、生徒の地球と太陽と月の位置関係の模式図の描画、実践前後のワークシートの記述、実践前後の質問紙調査から生徒の理解度を分析し、作成した教材と作図、数値計算を組み合わせた授業を評価した。

4. 空間概念の形成とモデル

高杉(2018)は、「教科指導において、空間的な配置や変位・形状が要点となる時、立体教具を活用することが効果的である。対象によっては実物を教室に持ち込むことが困難である場合もあるが、サイズの変更や要点のみを残し他を捨象した模型を用いることでも生徒への訴求は上がることが容易に想像される」と述べている。実際、多くの空間概念を中心的な概念として扱う単元ではモデルや簡易的な観測教材を用いた実践報告が少なくない。例えば、結城・藤林(2008)は、地球の運動によって生じる太陽の動きを考えさせるために、地球儀と透明半球、Webカメラを組み合わせた教材を作成し、Webカメラによる地球からの天体の見方と、小型透明半球を用いた地球外からの天体の見方を組み合わせることによって空間概念を効果的に育むことができたことを報告している。

そこで本研究では、中学校理科第二分野で実験や観測が難しい天文分野でモデルを使った授業が効果的であると考え、最も大きな空間スケールを扱う「地球と宇宙」単元でモデルを使って授業実践した。

先行研究として、伊佐(2022)は、沖縄県内の公立A中学校1クラス(30名)を対象に「約30億分の1の地球・太陽・月モデル」、「太陽と月の見かけの大きさ比較用覗き筒」の2つの自作教材と三球儀(ウチダ 型番:8-140-0020)を用いた授業実践を報告し、「太陽と月が同じ大きさに見えるのはどうしてだろうか」という課題に対して地球からの距離の違いのみに言及した生徒が複数いたこと、現象を正しく説明することができているものの太陽と月の大きさの比と地球からの距離の比が等しくなることにまで言及できている生徒が少なかったことを課題として挙げた。また、実践の前後で生徒の地球・太陽・月の3天体の大きさ及び天体間の距離に関する知識の定着に有意な変化は見られなかったため、より大きさや距離の違いを生徒に実感させるための工夫が授業では必要であることを指摘した。

5. 授業実践

(1) 実践の改善点

本実践は伊佐(2022)の課題を受け、教材や教材を使用する際の説明はそのままに、新たに太陽・地球・月の位置関係を、宇宙を俯瞰した図として描画する活動と「太陽の大きさ(直径)は月の約400倍」「地球から太陽までの距離は、地球から月までの距離の約400倍」を導く数値計算処理を活動に組み入れ、生徒が天体の大きさや天体間の距離の関係を正しく掴むことができることをねらいとして授業を行った。

(2) 実践の概要

時期：2022年12月上旬

対象：沖縄県内公立B中学校2クラス(計53名)

単元：地球と宇宙 プロローグ、第1節 太陽(3時間扱い)

本実践の単元計画を表1に示す。本稿ではモデルを用いた実践を行った第3時を紹介する。第3時に

使用したワークシートを図1に示す。

天体の大きさと天体間の距離に関係する現象の1つとして、地球から見ると太陽と月の大きさがほとんど同じ大きさに見えることを取り上げた。太陽の直径は月の直径の約400倍であり、地球―太陽間の距離も地球―月間の距離の約400倍であるため、太陽と月は地球上から同じ大きさに見える。そこで、「太陽と月が同じ大きさに見えるのはどうしてだろうか」という問いを立て、筆者が作成した2つの教材を用いることで「太陽は月に比べはるかに大きい天体であるが、遠く離れているため月と同じ大きさに見える」に気づかせながら、3天体の位置関係の作図することで観測者視点から宇宙から俯瞰して見る視点への転換を図り、天体の大きさと地球からの距離が見かけの大きさに及ぼす影響を、数値計算の結果として得られた比を用いて説明できることを授業のねらいとした。

表1 3時間の単元計画

時	主な活動
1	<p>【プロローグ 星空をながめよう】</p> <ul style="list-style-type: none"> いくつかの天体画像を見ながら、今後の学習内容の見通しを持つ。 単元を貫く問い「太陽と月が同じ大きさに見えるのはどうしてだろうか」に対して、学習前の自分の考えを記述する。 月と太陽の相違点について知っていること事を挙げる。 恒星と月の光るメカニズムの違いと月の表面の特徴を確認する。 月の観測画像とモデルを用いて、月の光るメカニズムと月が球体であることを考え、説明する。
2	<p>【第1節 太陽】</p> <ul style="list-style-type: none"> 近日の国立天文台の太陽観測データを見て気づいたことを挙げる。 太陽表面や内部の構造を知る。 前時を例にして、太陽に見立てた発泡スチロール球と太陽の観測画像を用いて太陽が球形であることがわかる理由を考える。
3	<p>【第1節 太陽】</p> <ul style="list-style-type: none"> めあて「太陽と月が同じ大きさに見える理由を説明することができる。」 地球・太陽・月の大きさと距離を約30億分の1にしたモデルを見て、天体の大きさと天体間の距離の違いを掴む。 約30億分の1の地球・太陽・月モデルと太陽と月の大きさ比較用覗き筒を用いて太陽モデルと月モデルが同じ大きさに見えることを確認する。 地球・太陽・月の3天体を大きさや距離を考慮して作図する 天体の大きさや天体間の距離の数値の計算を通して大きさや距離の違いを具体的な数値で把握する。 「太陽と月が同じ大きさに見えるのはどうしてだろうか」に対して、学習を終えて再度自分の考えを記述する。

2022 / () 3年 生 番 氏名

めあて 太陽と月が同じ大きさに見える理由を説明することができる。
課題 「太陽と月が同じ大きさに見えるのはなぜだろうか」

1. 30億分の1の地球・太陽・月のモデルと実際の天体の大きさと天体間上の距離について

【天体の大きさ】

	30億分の1のモデルでの大きさ	実際の大きさ	単位
太陽			km
地球			km
月			km

【天体間上の距離】

	30億分の1のモデルでの大きさ	実際の大きさ	単位
太陽と地球	n()	cm	km
地球と月	n()	cm	km

2. 地球を以下の円の大きさとしたとき、太陽と月を描き印え、地球・太陽・月の位置関係を図に表してみましょう（大きさや距離は厳密にこだわらなくてもよい）。

地球

3. 各天体の大きさや天体間上の距離を比較してみよう。

【大きさ】
太陽の大きさは、地球の大きさの _____ 倍
地球の大きさは、月の大きさの _____ 倍
太陽の大きさは、月の大きさの _____ 倍

【天体間上の距離】
地球から太陽までの距離は、地球から月までの距離の _____ 倍

4. 観察に対する結論
これまでの学習を踏まえ、「太陽と月が同じ大きさに見えるのはなぜだろうか」に対する学習後の考えを導きましよう。

5. 振り返り

図1 第3時で使用したワークシート（A4判両面印刷；左：表面；右：裏面）

(3) 生徒の宇宙に関連する体験の実態

実践前に質問紙調査で生徒の宇宙に関する体験の有無を調べた。B校が位置する自治体にはプラネタリウムや天文台はない。実践に参加した53名の生徒のうち望遠鏡の使用の有無に関わらず天体観測・観望の経験がある生徒は14名、経験のない生徒が39名、プラネタリウムに行った経験がある生徒は36名、ない生徒が17名であった。そのうち、天体観測・観望の経験とプラネタリウムに行った経験の両方

がない生徒が 53 名中 14 名いた。よって、天体に関する学習を進めるにあたって観察や観測、モデルを用いた活動などの体験を授業の中に取り入れる必要がある。

(4) 結果と考察

① 授業の実際と生徒の様子

第3時の活動は、モデルによる地球・太陽・月の大きさの確認からスタートした。実際の太陽の大きさを生徒に予想させた後に正しい大きさを伝え、約 30 億分の 1 に縮小した直径 45 cm の太陽モデルを見せた。太陽モデルの大きさをもとに、地球モデルの大きさを生徒に予想させ手や体を使って表現させたところ、両手を合わせてソフトボールくらいの大きさに行っている生徒や片手の人差し指と親指を合わせ円を作っている生徒が多数であった。実際の地球モデルは 4.4 mm であり、生徒たちが予想していたよりも小さいため、モデルを見た生徒たちからは「小さい！」と驚きの声があがっていた。生徒は地球の大きさを大きく捉えていたと考える。その後月モデルを見せ、各天体の実際の大きさを確認した後、活動は天体間の距離へと移った。地球モデルと月モデルの間の距離が 13 cm であることを見せた後、太陽モデル-地球モデル間の距離 (50 m) との違いを体感させるために太陽モデルを起点に 50 m 歩き、太陽モデルから 50 m 離れたところに地球モデルと月モデルを配置して、改めて天体の大きさの違いと天体間の距離の違いを確認した。地球モデル-月モデル間の距離 13 cm に対して地球モデル-太陽モデル間の距離は 50 m あるため、生徒たちから「こんなに遠いの?」「(地球から月までの距離と比べて) めっちゃ距離違うじゃん」という発言があったことから、生徒は地球-太陽間の距離が地球-月間の距離に比べてはるかに大きいことをここで体感することができていたと考える。

太陽モデルから 50 m 離れた場所で生徒に太陽と月の大きさ覗き筒を渡し、筒の長さがちょうど地球モデル-月モデル間の距離と同じであることと筒の使い方を説明し、自身の瞳を地球として筒を覗いて 13 cm 先の直径 1.1 mm の月モデルと 50 m 先の直径 45 cm が本当に同程度の大きさに見えるかどうかを一人一人に確かめさせた。覗いている間、生徒たちからは「本当に同じくらいに見えるよ」という声が寄せられ、月モデルと太陽モデルを重ねてみた生徒からは「これ日食じゃない?」という声もあがった。

② 地球・太陽・月の位置関係の作図

第3時にモデルを使って地球・太陽・月の大きさや位置関係、太陽と月が同じ大きさに見えることを確認した後、地球のみ描かれているワークシートに太陽と月を書き加えさせた。その際、天体の大きさや天体間の

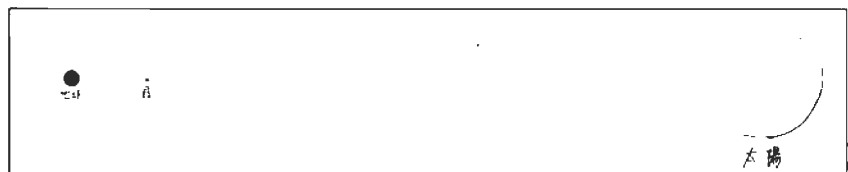


図2 生徒が描画した太陽・地球・月の図の正答例

距離を考慮して地球・太陽・月の位置関係を図に表すように指示した。また、大きさや距離に厳密さを求めていることをワークシートに明示した。生徒が描画した図の一例(正答例)を図2に示す。図2を描画した生徒は、3天体の大きさを太陽>地球>月となるように描画できており、また、天体間の距離についても地球-太陽間の距離>地球-月間の距離となるように描画できているため、相対的に天体の大きさや天体間の距離を正しく掴むことができていると考えられる。

表2 生徒が描画した図の分類結果

分類基準	生徒数(人)
天体の大きさ (○) 天体間の距離 (○)	48
天体の大きさ (○) 天体間の距離 (×)	1
天体の大きさ (×) 天体間の距離 (○)	2
天体の大きさ (×) 天体間の距離 (×)	2

表2は、生徒が作図したものを、天体の大きさや天体間の距離の2点について正しく描画できているかどうかという観点で筆者が分類した結果である。天体の大きさについては、太陽>地球>月のように天体の大きさを正しい関係で描画できているものを「天体の大きさ (○)」, 正しく描画できていないも

のを「天体の大きさ (×)」と表した。同様に、天体間の距離についても、地球-太陽間の距離 > 地球-月間の距離と正しく描画できている場合は「天体間の距離 (○)」のように表した。3つの天体の大きさと天体間の距離の両方を正しく描画できている生徒が53名中48名、天体の大きさのみ正しく描画できている生徒が1名、天体間の距離のみ正しく描画できている生徒が2名、天体の大きさと天体間の距離のどちらも正しく描画できていない生徒が2名いた(表2)。天体の大きさと天体間の距離の両方を正しく描画できた生徒数と、どちらか一方もしくはその両方が正しく描画できていない生徒の間に有意差があるかを調べるため js-STAR XR+ (release 1.2.0j) を用いて正確二項検定(両側検定)を行った。その結果、両方とも正しく描画できた生徒の方が正しく描画できていない生徒よりも有意に多かった ($p < .005$)。このことから多数の生徒が授業を通して太陽・地球・月の3天体の相対的な大きさと天体間の距離を正しく理解することができたと評価できる。また、地球外から見た3天体の大きさや天体間の距離の関係を図に表すことができていることから、宇宙を俯瞰して見るような視点を育むことができたと考えられる。

地球・太陽・月の位置関係の作図後、生徒たちは計算によって太陽の大きさが月の大きさの約400倍であること、地球-太陽間の距離が地球-月間の距離の約400倍であることを導いた。その後、算出した結果を全体で共有した。

③ ワークシートの記述

第1時に天文分野の学習内容を概観し、地球上から太陽と月がほとんど同じ大きさに見えることを確認した後、生徒に「太陽と月が同じ大きさに見えるのはどうしてだろうか」という問いに対する学習前の考えをワークシートに記述するよう求めた。また、第3時のモデルを使った活動後、授業の終わりに同じ問いに対する学習後の考えを記述するよう求めた。授業実践前後の生徒の記述内容を分類した結果を表3に示す。

表3 実践前と実践後の課題に対する記述の内訳

記述内容	実践前 (人)	実践後 (人)
天体の大きさと地球からの距離の比が等しいため	2	20
天体の大きさと地球からの距離が異なるため	18	27
地球からの距離が異なるため	16	4
天体の大きさが等しいため	1	0
地球からの距離が等しいため	3	0
その他	13	2
記述なし	0	0
合計	53	53

実践前の課題に対する解答では、「太陽の大きさと月の大きさの比と地球-太陽間の距離と地球-月間の距離の比が等しくなるから」と比を使って説明している生徒が2名、「太陽は月に比べて大きい、地球からの距離が月に比べ遠いため」という比までは言及できていないが、相対的な大きさと距離について書かれた解答が18名、課題に対して正しく説明することができている生徒が計20名いた。他方、不正解の生徒は33名おり、その記述として、「太陽の方が地球からの距離が遠いため」のように地球からの距離の違いのみに言及している生徒が16名、「天体の大きさが等しいため」が1名、「地球からの距離が等しいため」が3名であった。天体の大きさが等しい、もしくは地球からの距離が等しいと記述した生徒は天動説的な考えから地動説的な考えへの転換ができておらず、太陽と月は同じ大きさで地球から等しい距離を動いていると誤認している可能性がある。その他の記述として、「大きさと距離がいい具合になっているから」という抽象的な記述や「太陽が月を照らしているから」、「反対側に太陽と月があるから」などの記述が13名に見られた。

実践後の課題に対する解答では、「太陽の大きさと月の大きさの比と地球-太陽間の距離と地球-月間の距離の比が等しくなるから」が実践前から18名増の20名、「太陽は月に比べて大きい、地球からの距離が月に比べ遠いため」が実践前から9名増え27名となり、正しく説明できた生徒が計47名いた。

また、不正解の記述として、「太陽の方が地球からの距離が遠いため」と地球からの距離の違いのみに言及している生徒が4名、その他の記述が2名であった。実践後には月と太陽の大きさ、或いは地球からの距離が等しいと記述している生徒はいなかったことから、授業を通して太陽と月の大きさの違いや地球からの距離の違いを掴めたと考える。学習後の課題に対する解答の生徒の

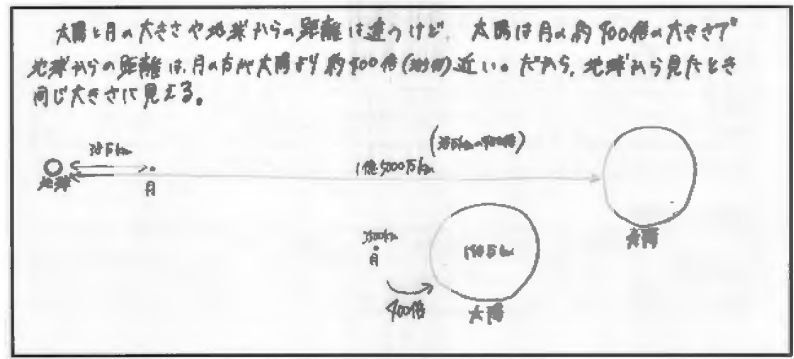


図3 課題に対して正しく記述できている生徒の記述例 (学習後)

記述例を図3に示す。図3の記述をした生徒は、太陽の大きさが月の約400倍であり、地球からの距離は月の方が太陽よりも約400倍近いことを文章によって説明できており、それに加え天体間の距離や天体の大きさの違いを図によって表現することができていた。

js-STAR XR+ (release 1.2.0j) を用いて、実践前後で課題に対する正解の記述人数と不正解の記述人数を2×2直接確率計算 (両側検定) で比較した。その結果、実践後に正解人数が有意に増加していた ($p < .01$)。よって、多数の生徒が授業を通して正しく現象を理解することができたと評価できる。

④ 質問紙調査

授業実践が生徒の空間概念に与えた影響を検証するために、実践の前後で太陽・地球・月の大きさや天体間の距離に関する質問紙調査を実施した。検証の対象は第3時のモデルを使った授業に参加、且つ授業実践前後両方の質問紙調査に解答した生徒53名とした。質問紙の内容とその結果を表4に示す。

表4 質問紙調査の結果

質問項目	実践前/後	正解	不正解
(ア) 次のうち、大きいものから順に () の中に番号を入れてください。 () 太陽, () 月, () 地球	実践前 (n=53)	39名	14名
	実践後 (n=53)	50名	3名
(イ) 次のうち、距離が大きいものから順に () の中に番号を入れてください。 () 地球から太陽まで, () 地球から雲まで, () 地球から月まで	実践前 (n=53)	39名	14名
	実践後 (n=53)	50名	3名
(ウ) 地球の直径は約13000kmです。太陽の直径はどれくらいの大きさだと思いますか。 1つ選んでマルをつけて下さい。 ①約1400km ②約14000km ③約140000km ④約1400000km ⑤約14000000km	実践前 (n=53)	27名	26名
	実践後 (n=53)	45名	8名
(エ) 地球の直径は約13000kmです。地球から太陽までの距離はどれくらいだと思いますか。 1つ選んでマルをつけて下さい。 ①約15000km ②約150000km ③約1500000km ④約150000000km ⑤約15000000000km	実践前 (n=53)	16名	37名
	実践後 (n=53)	48名	5名

質問項目(ア)と(イ)の2つは、「太陽は月よりも大きい」「地球から太陽までの距離は、地球から月までの距離よりも大きい」と相対的に天体の大きさや天体間の距離を掴むことができていようかどうかを問うものであった。質問項目(ア)は、地球・太陽・月を大きさ順に並び替える内容であり、実践前では正解者数が39名だったのに対し実践後には11名増え50名の生徒が正解していた。また、質問項目(イ)は地球からの距離の大きさ順に並び替える内容であり、これも事前の段階では正解者数が39名だったのに対し、実践後には11名増え、50名の生徒が正解していた。

質問項目(ウ)では、太陽の大きさを絶対的な数値(直径)で問う内容で、実践前での正解者数は7

名であったのに対し、実践後には45名となっていた。また、質問項目(エ)は地球から太陽までの距離を具体的な数値で問うものであり、実践前の段階では16名が正解したのに対し、実践後には32名増加し、48名が正解していた。

js-STAR XR+ (release 1.2.0j) を用いて、これらの各質問項目について実践前後で正解者数と不正解者数の人数 2×2 直接確率計算 (両側検定) で比較した結果を表5に示した。本研究で用いた質問紙は伊佐 (2022) と同じものを使用したため、比較のために伊佐 (2022) の結果を併せて示した。今回の実践では、いずれの質問項目においても実践前に比べ実践後に正解者数が有意に多かった ($p < .01$)。

どの質問項目に関しても、伊佐 (2022) では実践前後で正解者数と不正解者数に有意差はなかったが、本実践では実践後の正解者数が有意に多かった。作成した2つの教材に作図、数値計算を組み合わせることによって、地球・太陽・月の大きさや地球からの距離について正しく理解することができた生徒が増えたと考える。

表5 質問紙調査の検定結果

	質問項目(ア)	質問項目(イ)	質問項目(ウ)	質問項目(エ)
伊佐(2022)	ns	ns	ns	ns
本実践	** ($p < .01$)	** ($p < .01$)	** ($p < .01$)	** ($p < .01$)

⑤ 振り返りの記述

第3時の授業の最後に生徒に振り返りの記入を求めた。振り返りは自由記述式とし、記述内容や文字数を具体的に指示しなかった。図4は振り返りに本実践で用いた教材に関する所感や、教材を使って感じたことや考えたことを記述していた生徒の中から無作為に抽出した3名の記述(原文ママ)である。

生徒A：最初は、太陽と月は同じ大きさだと思っていたけど、本当は太陽の方が大きかった。だけど、同じ大きさに見える日食などが起こるのは、地球からの距離と大きさの関係だと分かった。

生徒B：実際に30億分の1の模型をつくってくれたり、太陽と地球の30億分の1の距離を歩いたりしたので、大きさのかんかかろがつかみやすかったです。

生徒C：月の実際の大きさや太陽の実際の大きさ、地球からの実際の距離での想像はできなかったけど、モデルや30億分の1した数字ではどれくらい違ってどれくらい離れているのか想像して理解することができた。モデルを使ってみると、本当に同じくらいの大きさに見えて、宇宙でも規模は大きいけど同じ事が起こっているのだと思って、すごいなと思った。

図4 生徒の振り返りの一例(原文ママ)

生徒Aは、授業前の時点では太陽と月が同じ大きさであるため、地球から見ると同じ大きさに見えると誤った知識を有していたが、授業を通して月よりも太陽の方が大きいことを理解し、地球からの距離と大きさの違いが関係していることを導くことができたと考えられる。また、授業の中では説明していない日食についての記述も見られ、授業で学んだ地球から太陽と月が同じ大きさに見えることと既知の現象であった日食を結びつけることができたと考えられる。生徒Bは、約30億分の1の地球・太陽・月モデルを使い大きさを確かめたり、天体間の距離を歩いたりしたことで天体の大きさや天体間の距離が掴みやすかったと記述していた。生徒Cもモデルを使ったことに加え、約30億分の1した数値であったことがイメージしやすくなった要因として挙げていた。また、モデルを用いた体験から「宇宙でも規模は大きいけど同じことが起こっている」と記述があることから、モデルで再現した現象と実際の現象を結びつけることができていると考えられる。

⑥ 実践から見た教材の課題

作成した2つの教材の課題として、屋内で使用する場合、太陽モデルを照らす光量、覗き筒の中に入ってくる光量が足りず、太陽と月の大きさ比較用覗き筒を用いて太陽モデルと月モデルの大きさを比較しようとする際にピントが合わせづらく太陽モデルと月モデルの位置を確認しづらいことがあった。昨年度の実践で屋外に出て教材を使用した際は、今回の様な問題は発生しなかった。光量が少ないと、人

の目ではピントが合わせづらいという教材利用時の課題が生じた。今回は早急な対応が必要であったため、太陽モデルを強力なライトで照らすことでこの課題を改善した。しかし、実際の太陽は自ら光を出す恒星の1つであり、他の光を反射して輝いているわけではないため、誤概念の形成に繋がる恐れがある点を留意しなくてはならない。

6. まとめ

本研究は、筆者が作成した「約30億分の1の地球・太陽・月モデル」と「太陽と月の大きさ比較用覗き筒」の2つの教材と作図・数値計算を組み合わせることで、生徒の空間概念の形成を図ったものである。沖縄県内の公立中学校1校2クラスで「太陽と月が同じ大きさに見えるのはどうしてだろうか」という課題を設定し、作成した教材とワークシートを用いて実践した。その結果、実践と実践前後の質問紙調査に参加した生徒53名中、48名の生徒が地球・太陽・月の3天体の大きさや天体間の距離を考慮して正しく図に表すことができていた。また、「太陽と月が同じ大きさに見えるのはどうしてだろうか」という問いに対して、53名中47名の生徒が正しく現象を説明することができており、実践前に比べ実践後に正しく説明することができている生徒数が有意に多かった。正解した47名中20名の生徒が比を用いて説明することができていた。これらのことから、生徒は現象を正しく理解し、観測者視点に加え宇宙から俯瞰して見る視点を身につけ、天体の大きさや天体間の距離を正しく掴むことができたと評価した。生徒の知識の定着を調べるための質問紙調査では相対的な天体の大きさや天体間の距離に関する2つの質問項目、天体の大きさや天体間の距離を絶対的な数値で尋ねた2つの質問項目のいずれについても、実践前に比べ実践後に有意に正解者数が増加していた。このことから、相対的及び絶対的な天体の大きさや天体間の距離に関する知識を身につけることができたと考える。作図と数値計算を授業に取り入れずに行った伊佐(2022)の実践では、いずれの質問項目においても実践前後で有意差が確認できなかったことから、2つの教材を用いて体験的な活動としての観察を行い、その結果を示すために作図・数値計算を組み入れた授業実践によって生徒は観測者視点から宇宙を俯瞰して見る視点への視点移動と天体の大きさ、天体間の距離を正しく掴むことができており、生徒の空間概念の形成を図ることができたと考える。

引用文献

- 伊佐勇亮, 2022, 「中学理科における時間・空間概念を育む授業」『琉球大学大学院教育学研究科高度教職実践専攻年次報告書』6: 73-76.
- 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』33(2): 53-59.
- 松森靖夫, 1983, 「児童・生徒の空間認識に関する考察(Ⅲ)-視点移動の類型化について-」『日本理科教育学会研究紀要』24(2): 27-35.
- 文部科学省, 2018a, 『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』, 学校図書株式会社.
- 文部科学省, 2018b, 『中学校学習指導要領(平成29年告示)』, 東山書房.
- 庭野義英・古川順子, 2009, 「中学校理科「宇宙」における空間概念形成についての研究—視点移動能力・方位認識能力・相対認識能力育成のための方法」『上越教育大学研究紀要』28: 227-233.
- 高杉強, 2018, 「空間理解を容易にする立体教具を活用した授業案の検討—中等理科教育法Ⅲ 授業実践報告—」『桜美林論考. 教職研究』3: 111-118.
- 結城義則・藤林紀枝, 2008, 「Webカメラと透明半球を活用した「太陽の動き」の再現により空間概念をはぐくむ授業の実践」『新潟大学教育人間科学部附属教育実践総合センター研究紀要教育実践総合研究』7: 85-110.