

琉球大学学術リポジトリ

中学理科における時間・空間概念を育む授業

メタデータ	言語: ja 出版者: 琉球大学大学院教育学研究科 公開日: 2022-05-25 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/10.24564/0002017968

中学理科における時間・空間概念を育む授業

伊佐 勇亮

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」と記されている。ここでは、理科を構成する各領域の特徴的な視点も整理されているが、「これらの視点は領域固有のものではなく、その強弱はあるものの他の領域において用いられる視点でもある」とされている（文部科学省 2018：11）。中学理科においては、時間・空間のいずれも、限りなく 0 に近いものから天文学的な大きさのものまで、大きな幅を持つスケールを扱う。このスケールが生徒の普段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時間・空間をイメージして捉えることを困難なものとしていると考えられる。

また、中学校学習指導要領解説理科編（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 2018：23）。その一方で、第二分野の特徴として、「再現したり実験したりすることが困難な事物・現象を扱うことがある」、「生物体に見られる複雑な物質の相互関係から生じる現象や長大な時間の経過に伴う生物の進化、及び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 2018：71）。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多く、学校での授業時間内に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事象も扱う。

そこで、生徒が自身の経験からかけ離れた時間・空間を捉えられるようになる授業展開・教材が求められる。

2. 研究の目的

本研究は中学理科において、生徒がこれまでの生活及び学習から身につけた時間・空間概念からかけ離れたスケールを持つ事物・事象を捉えることができる効果的な授業の在り方を探ることを目的とする。

3. 研究方法

観察・観測又はモデル操作などの体験を通して時間・空間概念を獲得できるような教材・授業づくりを行い、これを実践し、生徒を対象とした実践前後のアンケート、授業ワークシートから生徒の変容や理解度を分析し、教材・授業の評価を行う。

4. 空間概念の指導について

甲斐・杉野（2019）は、スケール概念を「様々なもののスケールを把握し、それをもとにして、他のもののスケールを推定することができるような概念」と定義づけている。さらに、このスケール概念を「絶対的スケール概念」と「相対的スケール概念」の 2 つに大別できると述べている。絶対的スケール概念と相対的スケール概念の定義と学習者がそれを身につけた状態を以下の表 1 にまとめた。まずは、感覚的に獲得することができる相対的スケール概念を身につけ、その後詳細な数値を扱う絶対的なスケ

ール概念が段階的に形成されると考える。

表1 絶対的・相対的スケール概念の定義と概念を身につけた状態（甲斐・杉野，2019を参考）

	定義	身につけた状態
絶対的スケール概念	1 mmや1 μ mのような単独のスケールに基づき、対象の長さを言い当てるための下位概念が含まれる。	大きさの指標となる概念を用いて道のりの長さや対象の大きさなどを算出することができる。
相対的スケール概念	複数の対象を比較することで大きさを順番に並べるための下位概念が含まれる。	大きさの順序性を見出すことができる。

また、高杉（2018）は、「教科指導において、空間的な配置や変位・形状が要点となるとき、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の実践報告ではモデルや簡易的な観測教材を用いているものが少なくない。

そこで、本研究では中学理科天文分野において、モデルを用いた具体物操作を通じた空間概念形成を図る授業実践を行った。

5. 授業実践の実際

（1）実践の概要

2021年12月上旬に沖縄県内公立A中学校第3学年1組（32名）を対象として授業実践を行った。3時間の実践の中で、本稿では3時間目の授業を紹介する。

本時では、単元地球と宇宙において、「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答えを導くために、モデルを用いた天体の運動の様子と各天体間の距離・大きさを感覚的に捉える学習活動を行った。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。今回の授業では、比を用いて説明する前段階として、「太陽は月に比べはるかに大きい天体であるが、距離があるため月と同じ大きさに見える」という大きさと遠近による見え方の関係を説明できることをねらいとし、三球儀及び約30億分の1スケールの地球・太陽・月モデルを用いた学習活動を取り入れた。

授業では教材が少なかったため、クラスを前半と後半の2つのグループに分け、中庭で学習活動を行った。はじめに前半グループは三球儀で天体の運動の様子を、後半グループは約30億分の1モデルを体感して大きさと距離の関係を探り、約10分後に活動を交代するという形をとった。授業のはじめの本時の説明と終末のワークシート記述は教室にて行った。

（2）教材について

① 三球儀

三球儀（図1）は太陽、地球、月の運動の様子や位置と見え方の関係、季節による日射量の変化などを捉えることができるモデルである。付属のレバーを回すことで地球や月を公転させることができる。今回は「月と太陽が同じ大きさで、地球から同距離を公転している」という天動説的な考えから地動説的な考えへの転換を図るため、三球儀を用いた。市販の三球儀は縮尺が実際とは

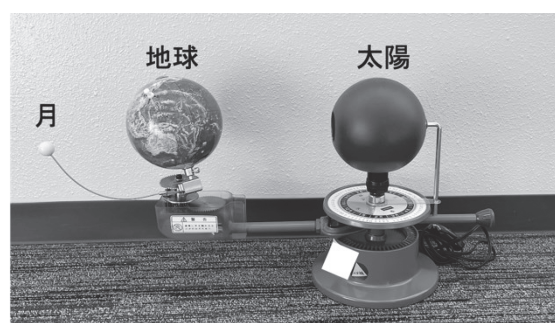


図1 三球儀

異なり、天体の大きさや距離感などは掴みにくいものとなっているため、距離と大きさの把握については以下②約30億分の1の地球・太陽・月モデルを用いた（図2）。

② 約 30 億分の 1 の地球・太陽・月モデル

地球・太陽・月の大きさと距離の比を感覚的に捉えられるよう、それぞれを約 30 億分の 1 にしたモデルを筆者が作成した。

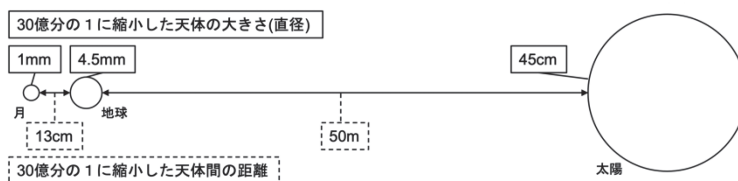


図 2 約 30 億分の 1 モデルの概略図

概略図は右の図 2 の通りである。太陽モデルには直径 45 cm のバランスボールを用い、地球と月のモデルには樹脂粘土を用いて作成した。

③ 太陽と月の見かけの大きさ比較用覗き筒

約 30 億分の 1 で再現した地球・太陽・月モデルと併せて、地球から月と太陽を見た時に同じ大きさに見えるのかを確認することができる太陽と月の見かけの大きさ比較用覗き筒を作成した（図 3）。実際、覗き筒を用いなくとも 13 cm 先の月モデルと 50 m 先の太陽モデルを見比べればいいのだが、月が小さすぎてピントが合わせづらい、太陽モデルと月モデルを比較しやすいように両モデルが視野内に並ぶようにしたいという理由から覗き筒を用いることにした。

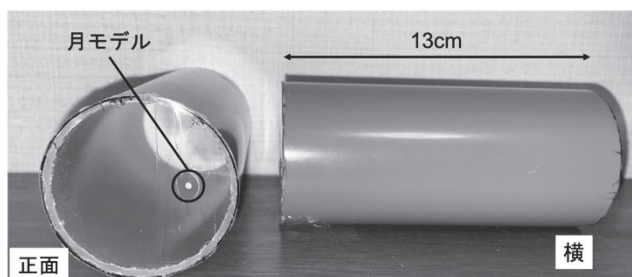


図 3 太陽と月の見かけの大きさ比較用覗き筒

6. 結果と考察

(1) ワークシートの記述

モデルを使った学習活動後、授業に参加した 30 名の生徒に「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回答をワークシートに記述するよう求めた。その結果、「太陽と月の大きさと地球からの距離の比が等しいため同じ大きさに見える」という趣旨の記述をした生徒が 2 名、「太陽の方が月よりも大きいけど地球からの距離が離れているため、小さいが地球から近い距離にある月と同じ大きさに見える」という趣旨の回答をした生徒が 13 名、「距離が離れているから同じ大きさに見える」と距離の違いのみについて言及している生徒が 12 名、「遠近法」と回答した生徒が 2 名、記述なしが 1 名であった。このことから、半数の生徒が天体の大きさ・遠近と見かけの大きさの関係を掴んでいると考えられる。しかし、距離のみに着目した記述が 13 名見られたことから、より距離・大きさと見かけの大きさを結びつける工夫が必要であると考えられる。

(2) 質問紙調査

① 方法

筆者が行った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、授業実践の前後に質問紙調査を行った。検証の対象は授業実践前後両方の質問紙調査に回答した生徒 22 名とした。授業実践の前後で生徒の知識の定着に統計的な有意差があるかどうかを確認するため、js-STAR XR (1.1.8j) を用いて 2×2 直接確率計算（両側検定）を行った。

② 結果と考察

質問紙調査の結果は以下の表 2 の通りである。表 2 の相対的なスケール概念に関する質問項目について、「(1) 太陽, (2) 月, (3) 地球」と回答した場合「①-②-③」という様に左端の丸括弧から順に数字のみを抜き出した形で表記した。

質問項目 (ア) について、正解である①-③-②と記述した生徒を正解群、それ以外の記述をした生徒を不正解群とし、実践の前後で 2×2 直接確率計算（両側検定）を行った。その結果、実践の前後で正

解群と不正解群の間に有意差はみられなかった ($p > .10$)。質問項目 (イ) について、正解である①-③-②と記述した生徒を正解群、それ以外を不正解群とし、実践の前後で 2×2 直接確率計算 (両側検定) を行った。その結果、実践の前後で正解群と不正解群の間に有意差はみられなかった ($p > .10$)。

表2 質問紙調査の結果

相対的なスケール概念に関する質問項目	事前/事後	①-②-③	①-③-②	②-①-③	②-③-①	③-①-②	③-②-①
(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	事前 (n=22)	2名	14名	1名	2名	3名	0名
	事後 (n=22)	1名	19名	0名	0名	2名	0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	事前 (n=22)	1名	17名	1名	3名	0名	0名
	事後 (n=22)	1名	20名	0名	1名	0名	0名
絶対的なスケール概念に関する質問項目	事前/事後	①	②	③	④	⑤	
(ウ) 地球の直径は約13000kmです。太陽の直径はどれくらい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	事前 (n=22)	2名	1名	4名	11名	4名	
	事後 (n=22)	0名	1名	5名	9名	7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	事前 (n=22)	1名	6名	6名	5名	4名	
	事後 (n=22)	0名	0名	7名	9名	6名	

質問項目 (ウ) について、正解である④を選択した生徒を正解群、それ以外を不正解群とし、実践の前後で 2×2 直接確率計算 (両側検定) を行った。その結果、実践の前後で正解群と不正解群の間に有意差はみられなかった ($p > .10$)。質問項目 (エ) について、正解である④を選択した生徒を正解群、それ以外を不正解群とし、実践の前後で 2×2 直接確率計算 (両側検定) を行った。その結果、実践の前後で正解群と不正解群の間に有意差はみられなかった ($p > .10$)。

以上より、質問紙調査からは、今回行った実践が生徒の天体の大きさ・天体間の距離に関する知識の定着に及ぼす影響は見られなかった。

7. まとめ

本研究では、中学理科天文分野において「三球儀」, 「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3つの教材を用いた授業実践を行った。ワークシートの記述からは、これらの教材が体験的に距離と大きさの違いを掴むことに有効であることが示唆された。空間に占める割合 (大きさ・距離) や空間的な配置 (位置関係) をより具体的にイメージするにはモデル教材が有効であると考えられる。しかし、質問紙調査からは実践前後で生徒の理解度に有意な差がみられないこと、ワークシートには距離の違いのみに着目した記述も多く見られたことから、これからさらに教材や授業の構成を精錬する必要があると考えられる。

今後は、中学理科において時間概念構築を目指す実験・観察又はモデル教材を取り入れた授業実践を展開し、その有効性を検証する。

引用文献

- 甲斐初美・杉野里紗, 2016, 「スケール概念に基づく小・中・高等学校理科の生物領域における学習内容の系統性に関する考察」『日本科学教育学会研究会研究報告』31(2): 21-26.
- 文部科学省, 2018, 『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.
- 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.