

小学校理科で扱う月の満ち欠けの指導法の開発とその効果の検討

— 三次元で展開される時間空間概念を育む困難さの解消を目指して —

Development and Examination of the Effects of a Method for Teaching about the Waxing and Waning of the Moon in Elementary School Science

— Toward Eliminating Difficulties in Fostering the Concept of Time and Space Expressed in Three Dimensions —

次世代教育学部教育経営学科

平松 茂

HIRAMATSU, Shigeru

Department of Management for Education
Faculty of Education for Future Generations

キーワード：理科教育，月の満ち欠け，教材開発，時間空間概念，小学校

Abstract : One of the units of the elementary school sixth-grade course of study for science is “The Moon and the Sun,” in which students are taught about the waxing and waning of the moon. However, since the actual observations conducted in these units is done at home, not only are there shortcomings in the way instruction is delivered, the high dependency on weather conditions also becomes a problem. Furthermore, as many previous studies have shown, the teaching materials in question are problematic for teachers, who find it difficult to promote understanding. This is because, although model experiments are conducted to help students visualize the phenomenon, it is difficult to deepen students’ understanding because this topic involves the concepts of time and space.

In the university’s Science Teaching Methods class, which aims to train elementary school teachers, we are also continuing to explore methods of teaching that promote more effective understanding, and have repeatedly improved the teaching materials and methods used in this unit each year. This study applied the teaching methods that were developed this academic year to a university course, and in teacher training, and considered the effects of actual classes conducted with children using these methods.

The results indicated that students developed a more accurate perception of the moon and sun and deepened their understanding of the reasons for the moon’s waxing and waning. There was also a greater desire to learn about the moon. It was found too that, both university students and elementary school teachers enhanced their understanding, and this led to university students feeling more motivated about their studies, and elementary school teachers feeling more confident about their teaching.

Keywords : Science education, waxing and waning of the moon, development of teaching materials, concepts of time and space, elementary schools

I. はじめに

小学校第6学年「月と太陽」の単元では「月の形の見え方は，太陽と月との位置関係によって変わるこ

と」を指導する。天体は夢やロマンに満ち溢れ，星座や月，太陽などの教材に対して児童は強い興味・関心を示す。しかし，四季を通じて見え方が変化する星座や，日によって月の形の見え方が変わることなどの具

体的な指導を考えた時、授業では実際に観察することができない単元であるだけに実感を伴う理解ができていく。加えて、現在子ども達は日常生活で天体に慣れ親しむ機会が少なくなっており、注意深く天文現象を捉える場面は極めて少ない。

また、授業者からも、児童にどうやって興味・関心をもたせ、どのように学習活動を展開すれば児童の理解が深まるのかについては悩ましいという声も聞く。天体観察は学習者が帰宅している時間帯に実施しなければならない、教師による直接指導はできない。そのため、児童が自宅で観察したカードを手掛かりにして展開する授業が一般的である。しかし、そのカードを用いて一人一人の児童の理解を図りながら授業を進めることは、筆者のように大学で理科を専攻した者であっても難しいと感じる。さらに、天球上に展開される三次元で起こる現象を二次元の紙面に記録させ、これをきっかけとして指導を展開すると、中には何を学習しているのかさえつかめなくなる児童も出てくる。天体の学習では普段の生活と規模のちがう時間空間の概念を扱うことから理解を一層困難にしていると言えるのではないだろうか。それを裏付けるかのようにこの単元の指導に関する先行研究は多く、教師や研究者が多様な教具と指導法を開発、研究しながら今日に至っている。

II. 研究の目的

1 研究のねらいと研究仮説

本研究では「月と太陽」の単元（以下「本単元」という。）のオリジナル教材を活用した指導法を開発してその活用効果を検討する。

具体的には、これまで開発・改良を加えてきた月のモデルやワークシートを活用した講義、教員研修を行って月の満ち欠けのしくみの理解度や指導の自信などを調査するとともに、児童に向けた授業実践を行ってその指導効果を検討する。

月のモデルは、満ち欠けのしくみを実感しながら理解することを促すものであり、ワークシートは三次元の宇宙空間で起こる月の満ち欠けの現象を、月のモデルで実感を伴いながら確認して二次元の紙面に記録できるように工夫したものである。モデルとワークシートを使って月の満ち欠けが起こる仕組みという時間空間の概念の形成を児童に促進する一助にしようと考えた。

研究仮説

月のモデルと三次元の現象を平面に記録できるワークシートを使った指導法は、月の満ち欠けの指導に効果的であり、見え方の変化の仕組みの理解を深めることができる。

III. 先行研究

1 学習指導要領の記述

小学校学習指導要領解説理科編（2017）には、理科の目標として「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを旨とする。

- (1) 自然の事物・現象についての理解を図り、観察、実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。
- (2) 観察、実験などを行い、問題解決の力を養う。
- (3) 自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。」とある。

2 先行研究

文部科学省学習指導要領理科編（2017）には、(5) 月と太陽のAの(ア)に「月の輝いている側に太陽があること。また、月の形の見え方は、太陽と月との位置関係によって変わること。」とある。

また、「(ア) 月と太陽の位置に着目して、月の形の見え方と太陽の位置関係を実際に観察したり、モデルや図で表したりして多面的に調べる。これらの活動を通して、月の形の見え方について、より妥当な考えをつくりだすとともに、月は、日によって形が変わって見え、月の輝いている側に太陽があることや、月の形の見え方は太陽と月との位置関係によって変わることを捉えるようにする。ただし、地球から見た太陽と月の位置関係で扱うものとし、地球の外から月や太陽の位置関係を捉えることについては、中学校第2分野「(6) 地球と宇宙」で扱う。」とある。

伊藤（1986）は、天文分野の指導の問題点として、「天候に左右される」、「夜間に登校させる」、「観測をやっているとしても、家庭でするように指示している程度で、殆どのものがそのための指導の徹底を欠くと感じている」と指摘している。

嘉数（1989）は、「授業中に観察ができないこと」、「家庭学習が徹底しないこと」、「天候に左右されるこ

と」を困難点として挙げている。

田口他（2012）は、天体観察学習の問題点を、教師へのアンケート調査から次の5点にまとめている。

- ①教員のほとんどは、「月や星の動き」の単元の指導に困難を感じ、その理由の多いものとしては、夜の月や星の天体観測を家庭で行わせる時に直接指導ができない。指導が徹底しない。ということである。
- ②ほとんどの教員は「月と太陽」の単元指導に困難を感じ、その半数は月と太陽の位置関係がわかるような観察・記録を行わせる指導に難しさを感じている。
- ③理科専攻教員は「月の観察の宿題」や「モデル実験」を行う割合が、理科非専攻教員よりも高い。また、理科非専攻教員は知識を定着させる指導に困難を感じる割合が理科専攻教員よりも高い。
- ④児童に月や星の夜間観察をさせる学習や、月と太陽を観察させる学習の実施の割合には、地域差は見られなかった。
- ⑤1985年に秋田県で行なわれたアンケート調査の結果において指摘された「月や星の観察学習は宿題ゆえに指導の徹底を欠くという点は解消されていない。」等々と指摘している。

中城（2018）他は、「月の満ち欠け」の学習において一般的に使用されるワークシートの問題点を検討した。そして、「円環上に地球-月-太陽が配置されたワークシートを用いることによって、月の形を左右逆に記録してしまうという混乱が不可逆的に引き起こされる」と指摘している。また、学習指導要領に「小学校における月の満ち欠けの学習では、地球から見た太陽と月の位置関係で扱うものとする」とされているにもかかわらず、こうしたワークシートを利用すると「指導者は地球から見た太陽と月の位置関係のみで学習を展開しているつもりでも、知らず知らずのうちに宇宙から俯瞰した視点を内在させたまま学習を展開することになる。」としている。

相場（2015）は、地球視点による月の満ち欠けの指導と「月の満ち欠け説明器」を開発、報告しており、「地球視点で行った月の観察とモデル実験との整合性をとることが困難であり、地球から見た月と太陽の位置関係と月の満ち欠けの現象の論理的説明が不十分であることがその原因ではないかと考えた」と述べ、こうした点を解決するために地球視点によるモデルの開発を進めた。

柳本（2017）は、「月の満ち欠けの理解不足を生む要因として、視点移動能力や関連する科学的知識の不

足にある」とし、「その克服には、適切な教材開発や身近な現象と地球・宇宙全体の関連付けによる概念形成が必要である」と指摘している。

栗原（2009）は、天体の指導について、「時間や天候の制約を受けるため、月や太陽を観察させにくい」「月の満ち欠けのしくみを日常生活の体験と結びつけて捉えさせにくい」、「教材が不十分な上、内容の指導計画に沿って整理されていない」などの問題点を挙げ、指導資料「Moon & Sun」セットを作成している。この活用により、児童の「月と太陽」の学習内容についての理解を深める上で有効であることを明らかにしている。特に、月の光っている方向と太陽の位置について理由を説明できるようになった児童が、指導前の40.0%から90.0%に上昇し、3週間後も保たれていることを報告している。

木内（2016）は、段ボール箱を利用することでいつでも簡易的な暗室を作りだすことを可能にしており、光源と発泡ポリスチレン球の位置関係によって満ち欠けの様子がはっきり捉えることができ、観察記録の月の位置と月の満ち欠けの様子もおおむね一致することができるようになったと報告している。

萩原（2010）は、月の運行モデル教材を新たに開発し、初等教員養成課程の学生を対象として、教材と観測を組み合わせた学習が月の見え方の理解に及ぼす効果をまとめている。モデル教材の妥当性について、Trundle et al. のそれより、「月の満ち欠けに対するイメージがしやすいと思われる」と述べており、「日没後、三日月が見えるのはどの方向か」の正答率が実践前後で大幅に上昇したことの根拠としている。

渡辺（2015）は、スケッチを取り入れた授業実践を行って、月の満ち欠けの理解度の向上に関する研究を進めた。その結果、子どもは実際の月を観察するとき、また、球形モデルを観察するときのどちらの場合でも、影の様子を正確に認識し、スケッチで表現することは困難であると指摘した。

以上、これまでの初等理科の指導に関わる研究として度々「月と太陽」がテーマとなっているものの、様々な要因で指導が困難であるという指摘が続いている。この単元の指導のための更なる教材開発と指導法の研究が期待されるところである。

IV. 研究の実際

1 研究の進め方

次の手順で研究を進めることにした。

(1) 活用する教材

これまで開発・改良しながら本学の講義「理科教育法」で使用してきた月のモデルやワークシートを再確認して、その特徴や活用法をまとめる。また、最終形としての月のモデル1, 月のモデル2, 月の観察カード, 太陽と月の形記録用ワークシートを完成させ、講義用セット以外に学外への貸与用セットも整える。

(2) 指導法の開発

本学で使用している教材を活用して月の満ち欠けが起こるしくみの理解を進める指導法を開発する。指導法は、指導案としてまとめ、前項で示した教材を指導の中に位置付ける。

(3) 実践と調査

月のモデルやワークシートを使用して本学の筆者が担当する「理科実験の指導法I」の一コマで講義を行って指導効果を調査するとともに、学外で実施する教員研修の内容の一部として位置付けて活用し、月の満ち欠けの起こるしくみの理解度、指導の自信などを調査する。また、筆者から、教材やその活用法を紹介した教師に依頼して、貸与用の月のモデルやワークシートを活用して小学校の児童に対して指導実践を行って理解度等を調査する。

(4) 調査結果の分析と考察

児童、学生、教員に実施したアンケート調査の結果を集計、分析、考察して、本研究で開発した指導法の教育的効果を検討する。

2 活用する教材

(1) 月のモデル

月の満ち欠けが光の当たり方によることを実験できる月のモデル1及び見かけの月の満ち欠けをワークシートへ記録するための月のモデル2は次の通りである。



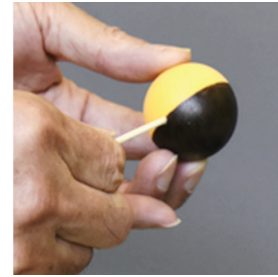
①月のモデル1

月のモデル1は、各児童に持たせて月に見立て、光源が発する光を太陽に見立て、各自が伸ばした腕の先でモデルの一部、または全部が光って見えることを実感しながら、月が満ち欠けする様子を疑似的に観察するためのものである。竹串のもち手を付けた発泡スチロール球全体を黄色の蛍光塗料で着色した。

②月のモデル2

月のモデル2は、光源からの光がなくても、太陽側の

半分が黄色く見えるので、月のモデル1が満ち欠けして見える様子を疑似的に観察できるものである。おもちゃのピンポン球の半分を黒く塗って竹串を付けた。



(2) 月の観察カード

月を観察・記録するため 図2 月のモデル2の観察カード(図3)は、自宅で指定された日の夕方の月を目視で観察して記録するものである。東、南、西の地上の風景を事前に簡単に記入させておき、観察の際には地上の風景を手掛かりに方位や高度、月の形、向きなどに注意して記録する。

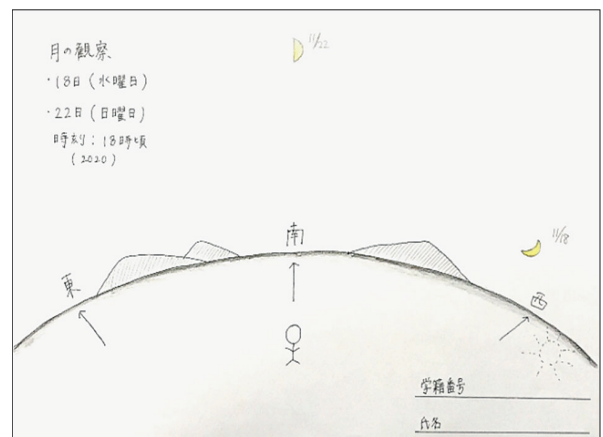


図3 月の観察カード

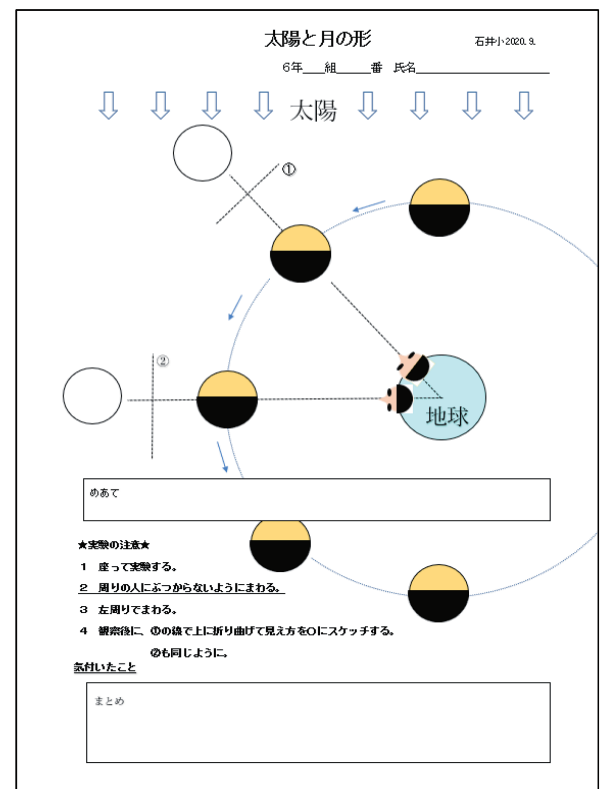


図4 太陽と月の形記録用ワークシート

授業開始以前に、指定した日の日没直後の三日月と半月を記録させる。月を黄色く着色し、○/○のように観察した月日を記入する。

(3) 太陽と月の形記録用ワークシート

開発した月のモデル1を使って確認した月の見え方を、月のモデル2を使って再現して紙面上に記録するためのワークシート(図4)である。月のスケッチは、シートの一部を点線①及び点線②で上に向けて折り、視線を月の方向に引いた線上に合わせて、確認した月の見え方を折り立てた紙面に記録する。三次元の立体の月を眺めてどのように見えるかを二次元の紙面に記録することにより空間概念を育む。また、観察日によって月が異なる位置で観察されることなどから時間概念の形成にもつながる。

3 指導法の開発

太陽に見立てた光源と月のモデル1を活用しながら見え方を確認したり、月のモデル2と太陽と月の形記録用ワークシートを活用したりする活動を取り入れて月の満ち欠けの指導案(図11)を開発した。活用の詳細は、(2)授業展開の項で記述する。

(1) 三日月と半月の観察

月の観察カード(図3)に三日月と半月(上弦)を各児童の自宅の日没直後に観察・記録させる。宿題とした。指定日に曇りや雨が予想される場合は前後にずらせる。

(2) 授業展開

①月の観察カードの記録をホワイトボード上に再現

代表児童に、月の観察カードを参照させながら教室のホワイトボード上に三日月や半月の形に切った色画用紙を貼らせる。方位、高度、月の向きなどを微修正させると記憶が鮮明に蘇り、活動意欲が高まる。

②月のモデル1を利用した三日月や半月の発見

実験室を暗室にして、教卓とホワイトボード間に図5のように太陽に見立てたレフランプを設置して、光が教室全体に行き渡るようにする。

月のモデル1を各児童に持たせて目の前にかざす。椅子に座ってランプを見ながら、月のモデルを左周りに移動させると三日月の形に光るのが見える。更に、ランプを右に見ながら、モデルを左に移動させると半月が見つかる。満月、下弦なども順に発見できる。球形の月のモデル1が光の当たり方で満ち欠けすることを実感させ、実際の月も同様に太陽の光が当たっている部分をどの方向から見るかによって満ち欠けすることが推測できる。最後に、レフランプを右に見て、夕

方の状況の位置で三日月と半月の見え方を再確認する。このような手順で、ホワイトボードに再現された月の観察記録を月のモデル1で疑似観察させる。



図5 太陽に見立てたライトと月のモデル1

「三日月に見える位置で止まりましょう」などの指示を与えると児童がほぼ同じ方向に向くので、理解が進みにくい児童を容易に発見して指導できる。

③月の満ち欠けをワークシートに記録

月のモデル1で確認した三日月や半月を明るい部屋で再確認しながら紙面に記録を残すための太陽と月の形記録用ワークシート(図4)を活用する。月のモデル2を各児童に配付し、図6,7のように点線①や点線②を順に手前側に折ってワークシートの紙面に垂直に立てて作業を進める。

ワークシートの上側から太陽の光が差す仮定とし、紙面上部をホワイトボード側に向けて机の上に置く。

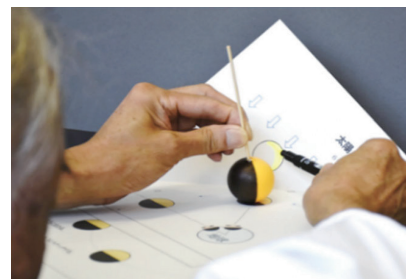


図6 月のモデル2が三日月に

ワークシート中央の地球上に描いている顔の向きに視線を合わせ、月のモデル2を紙面点線上の月の位置に置いてオレンジ色見え方を確認し、見える様子を月

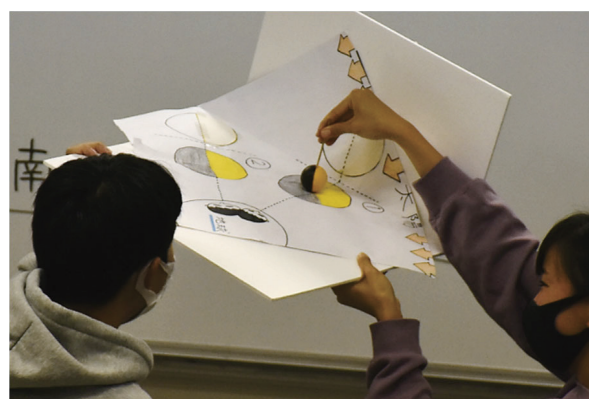


図7 ワークシートの使用法を説明する学生

のモデル2の向こうに起立させた円に記録する。蛍光ペンなどあまり力を入れずに描ける筆記具がよい。点線に重なるように視点を移動させることが指導のポイントとなる。

4 アンケート

児童、大学生用の調査用紙図（巻末図12）は両者の状況を比較できるよう共通にした。教師用は、教員の経験年数、本単元の指導経験、本単元の指導の自信などを問うものとした。月の見え方についての設問のみ児童、大学生と同一にした（巻末図13）。

5 活用実践とアンケート調査

次の4つの場面で実際に活用を試み、活用前後にアンケート調査を実施した。

(1) 小学校における授業実践 2020年5月、9月

岡山県内2校に本単元の授業実践を依頼して、アンケート調査した。筆者から担当教員に教材の特徴やねらい、活用法を紹介し、本研究で開発してまとめた指導案を使って指導法を説明した後、教材やワークシートなどを貸与して、各学校で授業を実践した。アンケートは授業実践の前後で実施した。また、後日、児童の反応、教材や指導法の効果や問題点等々を教材返却時に聞き取った。

(2) 本学学生に対しての指導 2020年10月23日

本学の「理科実験の指導法I」の講義の一コマのテーマとして本単元を位置付けて筆者が学生への指導を試み、学生への指導効果、理解度をアンケート調査した。

(3) 教育センターでの研修会 2020年1月20日

筆者が講師として招聘された大阪府寝屋川市総合教育研修センターの研修中に、月のモデル、ワークシート等の教材と開発した指導法を紹介し、これを使って先生方に対して模擬授業を実践した。そして、受講生である同市内小学校の教員に対してアンケート調査した。

(4) 本学学生による模擬授業 2020年11月25、26日

本学の「理科教育法」の一コマに本単元を位置付けた。受講中の学生3名で班を構成して、4回にわたり各クラスで模擬授業を実施して、教材の活用状況と指導法の適否、本研究で開発して指導法の可能性や問題点を検討した。アンケートは未実施であった。

V. 調査結果の分析と考察

1 分析対象者

事前調査と事後調査の両方に参加した者を分析対象とした。一部の質問項目への無回答・無記入者は分析対象から除外した。その結果、小学生83名、大学生29名、教員18名が分析対象となった。統計的検定にはHAD (ver.17.101) を使用した（清水, 2016）。

2 集計結果

小学生、大学生用アンケートを簡略にしたものを以下に示す。詳細は巻末の図12に示す。

1	月の観察経験の有無 ①ない②1, 2回あり③3~5回あり④6回以上 または何回も
2	地球と太陽の距離は月と地球の距離と同じか ①そうでない②わからない③そのとおり
3	月は地球の周りを半年で1周する ①そうでない②わからない③そのとおり
4	月が大きくなったり小さくなったりする ①そうでない②わからない③そのとおり
5	月の形そのものが変化する ①そうでない②わからない③そのとおり
6	月の形が変わって見える理由を知っている ①そうでない②わからない③そのとおり
7	日没後の三日月位置 A~Hを選択（正答はA）
8	日没後の半月位置 A~Hを選択（正答はB）
9	月への学習意欲

岡山県内2校の小学生の分析対象者の回答状況は図8の通りである。

項目	事前				事後			
	①	②	③	④	①	②	③	④
1 観察経験	12	28	31	12	2	21	35	25
2 地球と太陽の距離	48	31	4		76	2	5	
3 月の公転周期	46	28	9		72	6	5	
4 月の形 自体の大小	70	12	1		80	1	2	
5 月の形 自体の変形	69	8	5		78	2	3	
6 月の形 理由の承知	14	16	24	28	0	2	16	65
		正	誤			正	誤	
7 日没後の三日月の位置	21	62			57	26		
8 日没後の半月の位置	34	49			60	23		
9 学習意欲	8	6	28	36	1	5	27	43

図8 小学生の回答状況（83名）

本学大学生の分析対象者の回答状況は図9のとおりである。

教師用アンケートを簡略にしたものを以下に示す。
詳細は巻末の図13に示す。

3 小学生のアンケート結果の分析

教師の分析対象者の回答状況は図10のとおりである。

質問項目1から6について、調査時期ごとに選択肢の度数を集計した。さらに、中央値と四分位範囲を求めた。表は紙面の都合で省略する。質問項目7, 8について、正答と誤答を変数とし、質問項目ごとに、問題の正誤と調査時期のクロス集計を行った。表は省略。質問項目1から6と質問項目9のそれぞれについて、調査時期（事前調査・事後調査）の回答傾向に違いがあるのかを検討するため、符号つき順位検定（T検定）を行った。

その結果、小学生では質問項目1 ($z = -4.17, p < .001$), 質問項目2 ($z = 3.40, p < .01$), 質問項目3 ($z = 3.63, p < .001$), 質問項目4 ($z = 2.17, p < .05$), 質問項目6 ($z = -5.79, p < .001$), 質問項目9 ($z = -2.80, p < .01$) で回答傾向の違いが有意であった。一方、質問項目5は回答傾向に違いはなかった ($z = 1.75, p = .08$)。質問項目7と質問項目8について、事前調査と事後調査で正誤の分布が変化したのかを検討した。McNemar検定を行った結果、質問項目7 ($z = 5.53, p < .001$) と質問項目8 ($z = 3.95, p < .001$) のいずれも、授業によって正誤の分布が変化した。

大学生のデータ、教員のデータについても小学生と同様の方法で分析したが紙面の都合で詳細掲載を省略する。

4 小学生の分析結果に対する考察

質問項目2～4について、より正しい理解ができる割合が増えた。質問項目5の変化が有意でなかったのは、事前調査時から選択肢1を選ぶ児童が多く、いわゆる「床効果」が生じたためと推測される。質問項目6について、実施前に比べて実施後の中央値が有意に上昇したことから、月の形が変わって見えるわけの理解が進んだと解釈される。さらに、質問項目7と8では、事前調査で不正解だった児童が事後調査で正答を選択する割合が有意に多く、この結果は、授業を通して正しい理解ができるようになったことを裏付けるものである。さらに、質問項目9から、授業を通して子どもたちは月についてもっと勉強したいという動機付けが高まったと解釈できる。質問項目7, 8と、事後調査の質問項目1～6との関連を検討した結果、質問

項目	事前				事後			
	①	②	③	④	①	②	③	④
1 観察経験	3	13	4	9	3	13	4	9
2 地球と太陽の距離	21	4	3		26	0	2	
3 月の公転周期	17	8	4		24	0	5	
4 月の形 自体の大小	27	1	1		29	0	0	
5 月の形 自体の変形	27	1	0		28	0	1	
6 月の形 理由の承知	0	4	15	9	0	0	4	25
	正 誤				正 誤			
7 日没後の三日月の位置	5	24			22	7		
8 日没後の半月の位置	13	16			23	6		
9 学習意欲	0	1	9	18	0	0	3	25

図9 大学生の回答状況 (29名)

- | | |
|---|------------------------|
| 1 | 月の満ち欠けの理解 |
| 2 | 月の満ち欠けの指導経験 |
| 3 | 月の満ち欠けの仕組みの指導経験 |
| 4 | 月の満ち欠けの仕組みの理解 |
| 5 | 月の満ち欠けの仕組みを児童へ説明できる |
| 6 | 月の満ち欠けの仕組みを自信をもって授業できる |
| | 1～6までの選択肢はすべて以下の通り |
| | ①そうでない②ややそうでない③ややそのとおり |
| | ④そのとおり |
| 7 | 日没後の三日月位置 |
| | A～Hを選択 (正答はA) |
| 8 | 日没後の半月位置 |
| | A～Hを選択 (正答はB) |

項目	事前				事後			
	①	②	③	④	①	②	③	④
1 月満ち欠けの理解	2	0	2	13	0	1	4	12
2 月満ち欠けの指導経験	8	5	3	2	8	5	2	2
3 仕組みの指導経験	8	2	6	2	7	2	6	2
4 仕組みの理解	0	4	9	4	0	1	9	7
5 児童への説明可	0	4	12	2	0	1	11	5
6 授業への自信	2	9	5	2	0	3	10	3
	正 誤				正 誤			
7 日没後の三日月の位置	12	6			16	2		
8 日没後の半月の位置	11	7			16	2		

図10 教員の回答状況 (18名)

項目7が正答できない児童は質問項目3を理解していない割合が高かった。また、質問項目8では、事前調査時から正答できた児童ほど月を観察する頻度が高い傾向にあることが分かった。

5 大学生の分析結果に対する考察

授業の前後で回答傾向に違いが認められたのは、質問項目6と9であった。授業によって、月の形が変

わって見えるわけの理解が進んだことが、質問項目7および8の解答の正誤の変化でも裏付けられた。また、授業を受けることで、勉強へのモチベーションも高まった。この傾向は小学生のものと同じであった。その一方で、質問項目7および8と各質問項目（1～6および9）との有意な関連が認められなかった。その理由として、事前調査の時点から回答が偏っていたため、天井効果あるいは床効果が見られたためと考えられる。

6 小学校教員の分析結果に対する考察

質問項目6で実施前後の回答傾向の違いが有意であった。研修で模擬授業を受けた後、月と太陽と地球の関係で月が満ち欠けする仕組みの授業ができる自信が強まったと解釈できる。調査実施前後で、質問項目7および8の解答傾向には有意な変化が認められなかった。これは、事前調査時に、既に正答を選択している回答者が多かったためと考えられる。質問項目7の解答の変化のみ、事後調査の質問項目1、4および5の回答のクロス集計において、度数に有意な偏りが認められた。事前調査時から正答を選んでいた回答者ほど、月の満ち欠けする仕組みを理解しており、自信をもって教えられると考えていることがわかる。一方、人数は少ないものの、事後調査でも誤答だった回答者は、月の満ち欠けする仕組みを理解できておらず、自信をもって教えられないと考えていることが分かる。質問項目8では上記のような関連は認められなかった。課題として、回答人数が少ないため、差が認められ難かった可能性も考えられる。今後も同様の研修を実施し、回答人数を増やして再度分析すると異なる結果が得られることが期待される。

VI おわりに

本学で講義をする中で、「月と太陽」、特に、月の満ち欠けについての指導内容については、他の単元と比較して学生の理解度にかなり個人差が見られ、このことが常々気になっていた。特に、地学分野の学習、とりわけ天体についての学習では、実感を伴って理解することが難しいため、小学校での学習が定着しにくいということは容易に推察できる。しかし、小学校の教員を目指す学生は、苦手分野だからと言って内容の理解や、指導力を身に付けることを避けることはできない。また、小学校の先生方からも本単元の指導についての相談が度々あり、日々指導に当たっている小学校

教員にとっても本単元の内容の理解と児童への指導が困難であることを認識していた。

ところが、本研究で開発した指導法で授業実践を行い、調査を実施していただいた先生からは、本単元の振り返りテストにおいてこれまでに見ない好結果が得られたとの声を聞くことができた。児童自身が観察したカードと月のモデルやワークシートをシンクロさせる指導を行ったことが児童の理解を深めたと考える。普段、授業に対して興味、関心を示しにくい児童が月の満ち欠けの学習には主体的に学習に取り組めた。そして、確認テストの際にも、授業で活用した月のモデルを使って考えたいという児童もいたと言う。

本研究でまとめた教材や開発した指導法は現時点では最良であると考えてるものの、開発、研究過程の成果に過ぎない。調査を見るとすべての児童が理解できたというわけではないことも分かった。また、受講された教員の中にも、短時間の模擬授業を受講しただけでは十分に納得できるまでの理解には至らなかったという意見があった。このことから更なる改善と見直しが必要であると考えてる。さらに、この指導法を一般化するための方策も検討していく必要がある。

今後とも、指導に当たる先生方がすぐに理解できて指導に活かしやすく、児童にとっても理解しやすい教材と指導法の研究を継続していきたい。

謝辞

本研究遂行にあたり、授業実践をお引き受けいただいた2校の先生方、アンケートにご協力いただいた児童、本学学生、大阪府寝屋川市内の研修に参加された先生方に本紙面を借りて謝意を表します。また、調査結果の分析と考察にご協力いただいた星槎道都大学社会福祉学部吉澤英里准教授、研究推進にご協力いただいた関係各位に謝意を表します。

参考・引用文献

- 相場博明 (2015), 地球視点による月の満ち欠けの指導と「月の満ち欠け説明器」の開発, 理科教育学研究Vol.56 No.2, pp.129-139
- 伊藤胖・大谷直樹・鎌田武美 (1986), 秋田県の小・中・高校に於ける「天文・宇宙教育」の実態調査, 秋田大学教育学部教育工学研究報告第8号, pp.15-45
- 岡直樹 (1990), 第4章質的データの検定法 森敏昭・吉田寿夫 (編著) 心理学のためのデータ解析テクニカルブック, 北大路書房, pp.176-216

- 嘉数次人・岡田理・尾久土正己 (1989), 天文学と教育 -小学校教育における天文教育の現状-, 天文月報第82巻第3号, pp.68-72
- 木内隆友・立花起一・中村学・鈴木勇二・藤枝昌利・坂本真 (2015), 小学校理科の追加内容における教材と指導に関する研究, 岩手県教育研究発表会資料, pp.5-7
- 栗原淳一 (2009), 小学校理科「月と太陽」の理解を深める指導の工夫 -指導資料「Moon & Sun」セットの作成と活用を通して-, 群馬県総合教育センター, 平21・241集, pp.1-10
- 清水裕士 (2016), フリーの統計分析ソフトHAD: 機能の紹介と統計学習・教育, 研究実践における利用方法の提案, メディア・情報・コミュニケーション研究1, pp.59-73
- 田口瑞穂・川村教一・上田晴彦 (2012), 小学校理科における天体観察学習指導の問題点, 秋田大学文化学部教育実践研究第34号, pp.45-55
- 中城満・楠瀬弘哲・国沢亜矢・濱口洋人 (2018), 月の満ち欠けの学習で使用されるワークシートの問題点について-左右概念の混乱の現状-, 日本科学教育学会研究会研究報告Vol.32 No.8, pp.41-44
- 萩原庸平・小林辰至 (2010), 月の運行モデル教材と観測を組み合わせた学習が月の見え方の理解に及ぼす効果 -初等教員養成課程の学生を対象として-, 日本理科教育学会理科教育学研究Vol.50 No.3, pp.43-56
- 文部科学省 (2017), 小学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説理科編, 東洋館出版社, p12, pp.92-93
- 柳本高秀 (2013), 月の満ち欠けの理解不足を生む要因とその対策, 北海道立教育研究所附属理科教育センター研究紀要第25号, pp.54-85
- 渡辺悠也・桐生徹 (2015), 月の満ち欠けの理解度向上に関する研究, 日本科学教育学会研究会研究報告Vol.29 No.4, pp.83-88

学習活動	教師の指導・支援	評価基準・評価方法
1 先生の「夜に観察した月はどんな形？」という問いに答えながら、本時の題材に興味をもつ。	1 「夜に観察した月の形はどんな形で、どの方向に見えましたか。」という発問し、本時に扱う月の形のイメージをふくらませるようにする。 ・三日月 ・半分しか見えない月（上弦、半月）	【準備】宿題で三日月と半月を記入した月の観察カードを各児童が準備する。
2 「日によって月の見え方が変わる理由はなぜか」という先生に質問に答えた後に先生と一緒に学習のめあてをつくる。	2 「月の形は日によって見え方が変わるようですね。でもどうしてなのかな。」と発問する。 ・太陽の光が当たって光っていることに関するのではないかという指摘を期待する。 ○太陽と月に着目させてめあてにつなげる。	【知識・理解】 ・既習事項を理解している。 【準備】月のモデル1, 2, 記録用ワークシート
めあて 日によって月の形が変わって見えることを説明できるようになる。		
	・めあてを書き写すように促し、書き終えたら全員で一斉に読んで意識を高める。	
3 月の見え方が変わるしくみを見つける実験の方法を聞く。	3 太陽に見立てた照明器具と蛍光塗料で黄色に着色した発砲スチロール球（月のモデル1）を児童数準備して各児童に配布する。これを使いながら、地球に見立てた自分から見える月の形が変化するしくみを見つける実験の方法を説明する。	【準備物】 ・照明（フラットランプ） ・月のモデル1 ・月の観察カード
4 黄色に着色した発砲スチロール球（月のモデル1）を使い、反時計回りにモデルを移動させながら宿題で観察した三日月や半月のように光って見える位置を見つける実験を行う。	4 レフランプと月のモデル1を使って三日月と半月に見える月の位置を見つける実験を行う。 ・電気を消す時は児童が驚かないよう一声かける。 ・教師が実際に反時計回りに移動する方法を見せ、回転いすに座って月が移動する方向を指導する。 ・発砲スチロール球（月のモデル1）の位置を少しずつ左方向に移動させることでボールの明るい部分の見え方が変化することを確認させる。 ・三日月と半月の位置を見つけさせる。	【準備】 ・月のモデル2 ・記録用ワークシート 【知識・技能】 ・実験器具を正しく使って実験を進めている。 ・積極的に実験に参加しているか。
○オレンジと黒色に塗り分けたピンポン球（月のモデル2）を使い、太陽と月の形記録用ワークシートに月の見え方をスケッチする。 ・月と太陽の位置と光り方を班で話し合う。 ○記録用ワークシートを使って、先生の指示で折り立てながら○の中に三日月と半月をスケッチする。	○オレンジと黒色に塗り分けたピンポン球（月のモデル2）を竹串で下に向けて持ち、オレンジ色の方をワークシート上方に向けて置き、月のモデル2を地球の位置・方向点線の上に視線を置いて見て、三日月と半月に見えることを確認する。 ・実験結果から分かったことを記入する。 ・月の形は日によって変わって見えるのはどうしてか実験結果をもとに班で考えさせる。 ○月のモデル2を使った実験で見た月の形を、記録用ワークシートの①の線で折り立てた○の中にスケッチ（三日月）する。同様に、②の線で折ってスケッチ（半月・上弦）する。	【観察・実験の技能】 ・班の全員で協力して実験を進めている。 【話し合いの能力】 ・実験中の各自の気づきを班内で共有できている。
5 実験結果で分かったことをクラス全体へ発表する。	5 実験結果を基にして班ごとに話し合い、班の代表者に発表させる。	
6 先生と一緒に本日のまとめをつくる。	6 本時の実験結果から分かったことを児童の言葉を使って板書してまとめとする。	
まとめ 月と太陽の角度で地球からの見方が違うので月が満ち欠けして見える。		
・後片付けをする。	○片付ける場所を指示する。	

図11 月の満ち欠けの指導案

事前調査 ※ 後調査は前調査と同一の内容で実施した。

6年__組__番 名前_____

- 月を実際に観察したことがあります。
①ない ②1, 2回あり ③3～5回あり ④6回以上, または 何回も
- 地球と太陽とのきよりは, 月と地球とのきよりと同じくらいです。
①そうでない ②わからない ③そのとおり
- 月は地球の周りを半年くらいで1周します。
①そうでない ②わからない ③そのとおり
- 月の形が変わって見えるのは, 月が大きくなったり小さくなったりするからです。
①そうでない ②わからない ③そのとおり
- 月の形が変わって見えるのは, 月の形そのものが変化するからです。
①そうでない ②わからない ③そのとおり
- 月の形が変わって見えるわけを知っています。
①そうでない ②ややそうでない ③ややそのとおり ④そのとおり
- 月が日ぼつ後 三日月に見えるのは図のどこですか。
A ~ H で一つ選びなさい。
※日ぼつ後: 太陽が西の空に沈んだ後
- 月が日ぼつ後 半月に見えるのは
図のどこですか。
A ~ H で一つ選びなさい。
- 月についてもっと勉強したい。
①そうでない ②ややそうでない ③ややそのとおり ④そのとおり

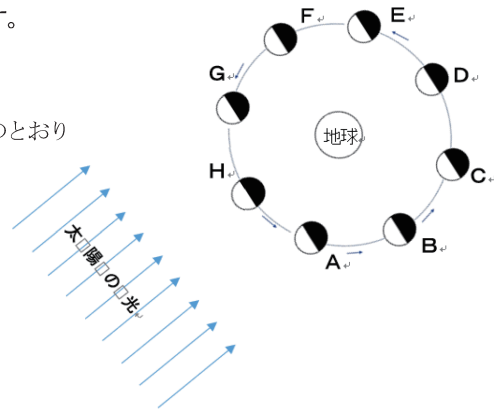


図12 アンケート (児童・大学生用)

事前調査 ※ 後調査は前調査と同一の内容で実施した。

名前_____

- 月が満ち欠けするのを知っています。
①まったくそうでない ②ややそうでない ③ややそうである ④まったくそのとおり
- 月の満ち欠けを実際に指導したことがありますか。
①ない ②1, 2回あり ③3～5回あり ④6回以上, または何回も
- 「月と太陽」の単元で, 月が満ち欠けするしくみを指導した。
①指導経験がない ②経験: うまくいかなかった ③経験: ややうまくいった ④経験: うまくいった
- 月が満ち欠けするしくみを理解できています。
①まったくそうでない ②ややそうでない ③ややそうである ④まったくそのとおり
- 「月と太陽」の単元で, 月と太陽と地球の関係で月が満ち欠けする仕組みを 児童に説明できます。
①まったくそうでない ②ややそうでない ③ややそうである ④まったくそのとおり
- 「月と太陽」の単元で, 月と太陽と地球の関係で月が満ち欠けする仕組みを 自信を持って授業できます。
①まったくそうでない ②ややそうでない ③ややそうである ④まったくそのとおり
- 月が日没直後三日月に見えるのは, 図のどこですか。
AからHで答えなさい。
- 月が日没直後半月に見えるのは, 図のどこですか。
AからHで答えなさい。

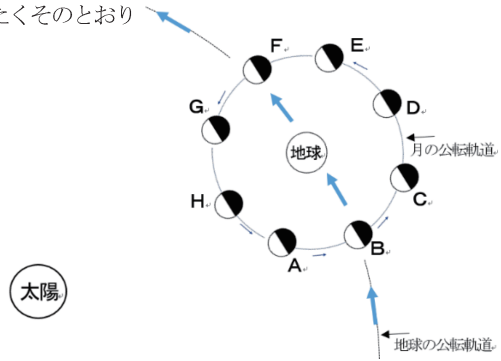


図13 アンケート (教師用)