

月の継続観察とモデル実験の関連を重視した 第6学年「月と太陽」の学習

岐阜市立長良西小学校 白木克郎
岐阜大学教育学部 川上紳一

1. はじめに

平成21年度より新学習指導要領の先行実施によって、第6学年では「月と太陽」の学習が始まった。本単元の目標は、月と太陽を観察し、月の位置や形と太陽の位置関係を調べ、月の形の見え方や表面の様子についての考えをもつことができるようにすることである（文部科学省，2008）。ここでは、実際に子どもたちが月と太陽の観察を行うことが目標の最初に掲げられている。つまり、自然体験が不足する現代において、子どもたちが月の学習を行うに際しては、まずは自分の目で月を観察することを重視し、そこで発見した事実を科学的に考えて理論化する過程においてこそ、実感を伴った理解が図れるという意図を読み取ることができる。

そこで、太陽との位置関係に留意した月の観察として、午前中に西の空に見える月を授業中に観察したあと、児童が自宅で観察しやすい三日月から満月にいたる変化を継続的に観察するという課題を提示し、観察結果をその都度授業時間中に確認することで、事実をしっかりと捉えさせることができるのではないかと考えた。また、こうした継続観察の結果を理解するための実験器具を新たに開発して授業実践を行った。さらに、早朝東の空に見える月の形について考察する授業へとつなげることで、月の満ち欠けのしくみについて、子どもたちが科学的に追究するような学習が実現したので報告する。

これまで、月の学習は小学4年生で学習することになっていた。小学校の第4学年の月の動きの学習において、昼間に見える月を観察し、月が東から西へ移動していくことを学習した授業には、清生（2009）の実践がある。また、授業中にリ

アルタイムで天体観測を体験できるインターネット天文台の開発も進んでいる（高田ほか，2003；松山ほか，2005；上田ほか，2008）。新たに導入された小学校第6学年「月と太陽」では、太陽との位置関係に焦点を当てた観察が求められており、観察をどのように位置づけて授業を構成していくかが課題となっている。

2. 指導計画と教材開発

(1) 月の継続観察

本授業実践を行う計画を立てた2009年10月における月齢を調べると、10月4日が満月であり、18日が新月であった。児童に継続観察を行わせるのは、日没後に月を見つけやすい三日月から満月にかけてが適当であり、継続観測の時期を10月20日から29日と設定した。またその結果を受けて、月と太陽の位置関係と満ち欠けを追究する授業を31日に行うことにした。この期間における継続観察は、児童が自宅に帰って行うため、その前にクラス全員で月を観察する機会をもち、観察の仕方や条件統一、観察の視点を明確にする必要があった。月齢20日から25日にかけては、午前中に西の空に月を観察することができるため、この時期に観察を行う授業を位置づけた。観察の場面では天体望遠鏡を用い、月の欠けた様子や表面の模様注目させると同時に、継続観察を意欲的に行わせるための興味・関心を高めることを目的としている。この授業は天気によって左右されるため、台風18号が通過し快晴となった10月9日に、月齢20.2日の月の観察を行っている。このときに、岐阜大学の天体望遠鏡（ペンタックス製75SDHF）も急遽小学校のグラウンドに運び、順番に観察をさせた。また、この日にデジカメで撮影した月の画

像を拡大すると、月の形や模様がかっきり分かったので、教室の掲示物としてプリントした。

(2) デジタルコンテンツの開発

2009年10月9日の観察学習のようすやこの日に天体望遠鏡で撮影した月の画像を web サイト教材「理科教材データベース」に掲載した。さらに、10月15日と16日には、月齢26.1日と27.1日の月を長良西小学校のグラウンドにおいて早朝に撮影し、月と太陽との位置関係を確認できるデジタルコンテンツを開発した。これらの日における月は三日月状であるが、太陽と反対側の西側が欠けている。月と太陽を同時にカメラで撮影することは明るさの違いが大きく困難なため、5時ごろから7時にかけて5分ごとに撮影した画像をGIFアニメに加工し、三日月状の月が高度があげていくと、やがて空が明るくなり太陽が昇ることをわかるようにした。長良西小学校はグラウンドの東の隅に時計が設置されており、時計の文字盤と月を同一写真に撮影することで、時間の変化を読み取れるようにしている。



図1. 長良西小学校における夜明け前の月の撮影。



図2. 長良西小学校のグラウンドの時計と東の空に見える月齢26.1日の月。

さらに、ビデオカメラによる三日月状の月を拡大撮影し、視野を广角にして月と太陽の位置関係がわかるようにし、さらに校庭や校舎を撮影して、太陽と月の位置関係と月の形がわかるような動画教材を作成した。この動画をパソコンソフトで編集し逆再生させることで、校舎と校庭を確認したあと、太陽の昇る場所、太陽と月の位置関係、三日月状で西側が欠けている月がわかるようにした。

なお、継続観察の期間中、クラス全員が観察事実を共有する目的で、教師が月を観察できた日は必ずデジカメで撮影し、教室に掲示して結果の交流ができるようにしている。

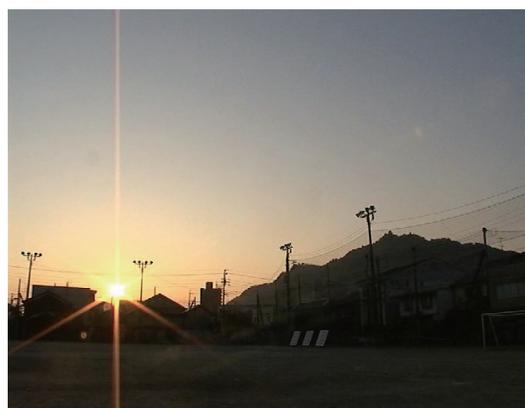


図3. 太陽と月の位置関係を示す動画コンテンツ。長良西小学校グラウンドで撮影。

(3) モデル実験器具の開発

従来、月の満ち欠けのモデル実験は、月が地球のまわりを公転する衛星であることを前提として設計されている。こうしたモデルによる授業は、中学校第3学年で位置づけられており、小学校第6学年の「月と太陽」の単元では、児童の観察を地上として、月と太陽の見える方位と月の欠け方を追究できるような教具が必要であると考えた。

子どもたちの継続観察は、日没直後に行っている。その意図は先述の通り、常に太陽の位置を西側の地平線付近に固定し、思考を容易にするためである。そこで、モデル実験の光源も、固定して一定の光を放射することができるものを開発した。基盤となる板には、MDF(Medium Density Fiberboard)と呼ばれる成型板を使用した。MDFは、木材のように高い加工性をもち、耐久

性が高く、木材特有の反りや乾燥割れなどの癖がなく、均質で安価であるという特性がある。そこで、今後も継続的に活用するために、耐久性を考え、この材質を選択した。

また、太陽の代わりとなる電球には、暖色系蛍光灯ランプを使用した。その理由は、太陽光の感覚に近づけると共に、発熱量が小さく火傷の防止になることや、消費電力が小さく、班の一つ、同時に8班分の電球を点灯しても、ブレーカーは作動しないといったことを配慮したことである。消費電力は13W／1個 8班同時点灯でも、わずかに104Wである。

月には、白色の発砲スチロール球を用いた。いろいろと塗装も試みたが、何も加工しない白色の状態の方が、光を当てたときに白と黒のコントラストが明らかになり、照らされて光る月の様子がよく現れた。



図4. モデル実験器。(1)光源,(2)月モデル,(3)長良西小学校から見える南の景色を示したボード。

また、背景には長良西小学校から見える風景を貼り付けた背景ボードを作成した。このボードには、方角も位置づけ、自分の継続観察で記録した月の位置をおよそ再現できるようにした。

なお、実験の際に、光の当たり方と月の形をわかりやすくするため、理科室の窓にダンボールを貼って、屋外からはいる光を遮断している。

3. 月の観察の実践

(1) 単元導入における学級全員での月の観察

平成21年10月9日には、月齢が20.2日であり、朝の8時45分頃、西の空、高さ25°付近に月を観察することができた。単元の導入では、この機会を捉えて、10月9日の朝の会から1時間目の時間帯を利用し、月の観察を学級全員で行った。ここでの目標は、月の観察方法を身に付けるとともに、共通の観察体験を得ること、さらに、そこから問題意識を引き出すことである。具体的には、方角と高度の取り方、記録用紙への記入方法を説明し、さらに興味・関心を高める手だてとして、天体望遠鏡での月の表面の観察も行っている(図5)。



図5. 月の観察のようす(2009年10月9日)。

ここでは、高度の測定方法として、地平線が0°、天頂が90°、その中間が45°であること。そして、あまり数値にこだわる必要はなく、周りの建物など目印になるものとの位置関係で高度は記録していくことを確認した。

この授業における子どもたちの反応は次のようであった(表1)。

表 1. 朝の月を観察した子どもたちの反応

子どもの反応や意見 (抜粋)	
見つけた事実	<ul style="list-style-type: none"> ・朝、月が見えるなんてびっくりした。 ・月は左上が見えている。 ・月は夜と違って白色に見える。青い空に白い月で、ドラえもののポケットみたい。 ・観察している間に、月の高度が低くなった。 ・望遠鏡で見ると、月の表面はでこぼこしている。 ・望遠鏡の視界から、月はすぐにずれていった。 ・月が動くのはけっこう速い。(地球の回転かな。)
疑問	<ul style="list-style-type: none"> ・どうして月の左上は見えるのに、右下は見えないのかな。太陽のある方が見えるのかな。 ・月は丸いから、見えないところにもきっと月はあるはずなんだけど、見えないのが不思議だなあ。 ・今日は、満月ではないけれど、もうすぐ満月になるのかなあ。 ・満月は過ぎたような気がする。きっと小さくなる。 ・月も太陽と同じ東から西の方向に動いているけれど、どうしてだろう。 ・月の表面にはどうしてクレーターがあるのかな。

授業後の意見交流において、「丸いはずの月がどうして欠けて見えるのだろうか」という疑問が生じたので、「月の形が変わって見えるのはなぜだろうか」という単元を貫く課題を設定することができた。

(2) 個人で行った月の継続観察の結果

学級全員で行った月の観察経験を生かして、今度は日没直後の月の観察を継続的に行うこととした。その際に、観測する自分と太陽の位置を固定し、変化するのは月だけという状況を設定して行うようにした。そうした条件を成立させるために、観察場所は自宅のベランダや玄関先など、毎日きまった位置から、時刻は日没直後に行うことを約束とした。さらに、日時と月の見える方向、高度、形を記録し、方向については、厳密な方位で記録するのではなく、そこから見える建物など目印になるものとの位置関係で記録するようにした。

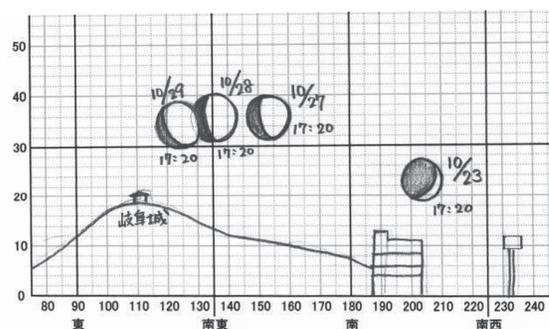


図 6. 継続観察のまとめ。

10日間の観察記録は、最終的に1枚のシートにまとめ、月の見え方が連続的に変化する様子を捉えやすいようにした(図6)。

また、継続観察をもとに、分かったことや疑問を交流することで、問題意識を焦点化していった。そこでは、「日没直後の月が、毎日少しずつ東に移動すると、形が変わって見えるのはなぜだろうか」という課題を設定することができた。

表 2. 継続観察後の交流会での内容

主な発言内容	
S1	日にちがたつほど、月の見える位置は東の方角に変わっていったよ。
S2	見え方もだんだんと大きくなってきたよ。
S3	右側が光って見えるのは同じです。
S4	やっぱり太陽のある側が光っているんだよ。
S5	もうすぐ満月になることは間違いないね。
S6	規則正しく月の見え方が大きくなっていくのはどうしてかなあ。
S7	太陽に照らされて光っているけど、月の位置が変わると日の当たり方も変わるのかなあ。

なお、教師も学校の屋上から、毎日継続して観察を行い、夕焼け空に照らされて浮かぶ月の様子を写真撮影して、次の日教室に掲示していった。こうした掲示物のポイントは、太陽の位置を想起させるように、夕焼け空を写すこと。さらにその日の月の拡大写真も合わせて載せたことである。このことにより、太陽のある側が輝いて見えることを強調することができた。

4. 開発したモデルを用いた授業実践

継続観察を受けて、開発したモデル実験器を用いた授業を実施した。実施日は平成21年10月31日、児童は長良西小学校6年2組の33名である。

(1) プレゼンテーションソフトを用いた導入

導入では、パワーポイントを用いて、実際に継続観察してきた月の見え方を提示し、課題を確認した。ここでは、「日没直後の月の形が、東にいけばいくほど、満月のように大きく見えるのはなぜだろうか」というものである。この課題に対して、予想を交流した後、モデル実験の方法を説明して、実験を開始した。

(2) モデル実験の実施と子どもの思考

モデル実験は、理科室全体を暗くして、8つの班ごとに教具をセットして行った。このとき光源装置は、継続観察の時と同様に、西側から発砲スチロール球を照らせるように設置した。すべての班の光源を西側から東側に向けて照らすように設置したことで、光源の方向を統一し、干渉し合わないように配慮した。

子どもたちは一人ずつ、発砲スチロール球を順番に持って座り、自分が継続観察した月の位置をさぐりながら、月の形の見え方が同じように見えるかどうかを確かめた。

モデル実験での月の形の見え方が、継続観察の結果と同じであることを確かめ、このことから、なぜ月は満ち欠けして見えるのかについて考察した。以下に児童の書いたノートから考えを示す(文章は原文通り)。

(1)なぜ西の方に月が出ているときは、三日月のように見えて、東に動くほど満月みたいにふくらんでくるのか不思議でした。でもモデル実験をやってみて理由が分かりました。

西の方に月があるときは、太陽の光が月の反対側を多く照らしているんだけど、東に行くと月の正面をたくさん照らしているからです。

(N.S 男)

(2)太陽と同じ西の方角に月があると、月の裏側を太陽が照らしています。だから、地球からはあまり光って見えません。でも東にくると、月の表側を照らすので、たくさん光って見えることが分かりました。

(N.A 女)

(3)太陽の光は広がって進んでいる。だから太陽に近い西の方にあるときは、光る部分が少ないけれど、東に行くと光が広がって大きく照らされているから。

(T.M 男)

交流会では、(1)や(2)の意見が出され、適切に月が満ち欠けする理由を子どもたちは見出したかのように思われた。しかし、(3)の意見が途中で出され、その意見に納得する子たちも現れた。(3)の考えは、モデル実験という小さな空間の中で起きていることを適切に捉え、考えた結果であるといえる。これに対して次の(4)の意見が発言され、ドッジボールを使って説明することで、多くの子たちが納得することができた。

多くの子たちが納得することができた。

(4)太陽はいつも月の半分を照らしている。その照らされている半分が西にあるときは地球から見にくいけれど、東に行けばよく見えるようになる。だから、東の空では、満月のように見える。

(U.N 男)

<ドッジボールを使いながら説明>

(3) 本時のまとめ

このような話し合いを通して、月が満ち欠けして見える理由を明らかにしていくことができた。ここでは、モデル実験と継続観察の結果を関連付けて考えを深めていくことで、課題解決を行うことができた。

5. 日の出前に東に見える月の形に関する推論

モデルを用いた授業で獲得した見方や考え方を生かして推論し、学習内容を強化する目的で、開発したデジタルコンテンツを活用した。用いたコンテンツには、長良西小学校のグラウンドから東の空を眺め、日の出前後の月の形の見え方を捉えた映像が映っている。これまでの学習では、日没直後の月の形の見え方、つまり太陽を西側に固定して扱ってきたが、本単元の終末では、日の出の時間を扱っており、太陽の位置は東になる。つまり、太陽の方向を正反対にしたときにも、本時学習した見方を応用して考えることで、月の満ち欠

けに関する見方を強化することがねらいである。

ここでは、動画コンテンツの再生を途中で一時停止し状況を確認した後、月の形を見せないで、子どもたちに予想をさせ、全員で形を交流してから続きの映像(図8)を流した。そこでの意見交流は次のようであった。



図7. 太陽との位置関係と光の当たり方を示した動画コンテンツの一部。太陽のある方向が光っていることがわかる。

(5)これは朝だから太陽は東から出てきますよね。だから太陽に照らされている月の左下の方が光って見えます。→黒板に図示する
(M.D 男)

(6)私は形について付けたすんだけど、左下の方が少しだけ光っていると思います。理由は、太陽と月の方向が同じだから、照らされて見える部分は小さいはずだからです。→もう少し細い月を板書
(K.M 女)

(7)夕方西の空に太陽があるとき、西の空に月があると見え方は細かったですよね。これは方向が反対なんだけど、太陽と月は同じ東の方角にあるので、きっと細く見えると思います。
(S.K 男)

このように意見交流した後、VTRで見え方を確認した。「やっぱりそうや」、「やったあ。あっとったあ」などと歓声が上がった。

このように、日没直後の月の形の見え方について考え見出した決まりを、夜明け前の月の形の見え方に当てはめて考えることは、まさに推論であり、子どもたちの見方や考え方をさらに深めたり強化したりするのに有効であった。

なお、ここでは、6年2組の33人中31人の児童が、図7に示されているような月の見え方をノートに描いた。中でも、非常に細く描いた児童は23名であり、半月よりもやや細い児童が8人であった。

6. 議論

本実践では、月の直接観察を通して得たことと、モデル実験を関連づけて行えば、月が満ち欠けして見えることについての科学的な見方や考え方を養うことができるであろうと考え実践してきた。ここまで、授業中に見られた子どもたちの反応や発言、記述をもとに論じてきたが、単元の終末では論述形式の問題を出題した。

そこでの記述を分析した結果、月の満ち欠けする理由について、多くの子どもたちが適切な概念を形成することができた一方で、モデル実験における理解が不十分と考えられる記述がみられた。

まず、適切な概念形成ができていない例については、図8の記述にあるように、「常に月は半分だけ太陽に照らされている」といった記述や、「観測者と月との位置関係によって、照らされている部分の見え方が変わってくる」といった記述に表れている。このように「常に月は半分だけ照らされているが、観測者との位置関係でその見える範囲が変化することで満ち欠けがおきる」と説明している記述は、33人中23人であり、多くの児童が適切な概念を獲得しているといえる。

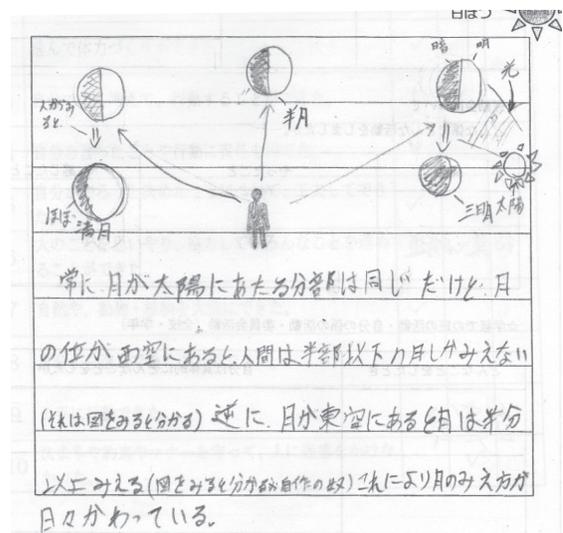


図8. 月の見え方と太陽の位置関係に関する子どもの記述の例。

理解が不十分と判断されたとき記述は、「太陽から月が遠ざかるために照らされている面積が広がる」というものである(図9)。これは、モデル実験後の交流において出された意見と同様であるが、話し合い活動を行っても、払拭することができなかった。同様の記述をした子どもは33人中8人に見られた。

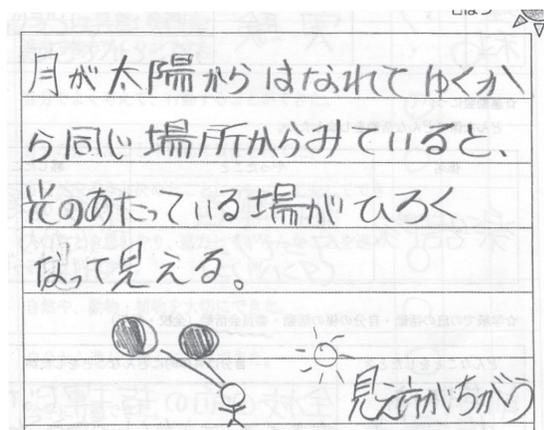


図9. モデル実験において月と太陽の距離が原因で見え方が違っていると考えている子どもの記述の例。

この記述の例において、月と太陽の距離が長さではなく、角度として捉えられていれば事象の理解としては問題がないが、単純に距離(長さ)で捉えられているとすれば、理解が不十分といわざるを得ない。このことは、今後のモデル実験を行う上で配慮すべき観点である。子どもたちの概念には、「太陽系」とか、「惑星」, 「衛星」などという認識が不十分で、それらの距離感覚も十分ではない。そのため、今回のモデル実験では、三日月にみえる位置と満月に近い形に見えるときで、光源からの距離が大きく違っている。この光源とスチロール球との距離の変化に着目して、このような概念が形成されてしまったものと考えられる。

10月31日の授業でも、月が太陽から遠ざかることで光の当たり方が変化するという意見がだされた。この時は、バレーボールを用いて、教室を広く使って光源と月モデルの距離を十分大きくとっており、納得した子どもの姿がみられた。しかし、最初に行った班ごとの実験が鮮明に頭に残っていたことが、単元終末の論述に表れたのではないかと考えられる。すなわち、今回の実験で

は、班ごとのモデル実験器を使った実験のあと、全員でバレーボールを使った実験を行ったが、この2つの活動を逆にし、班ごとの実験の前にクラス全員でバレーボールを使って、光の当たり方に違いがあることを確認し、そのあとで班ごとに実験にとりくませることで、モデル実験器における光源と月モデルの距離を重視した認識に陥らないようにできるのではなかろうか。

7. おわりに

本研究は、新しい学習指導要領で導入された小学校第6学年の「月と太陽」の指導法に関するものである。その結果、次のような成果と課題が導かれた。成果としては、(1)午前中の月を学級全体で観察したことは、月を観察するための技能を習得したり、学習を展開していく上での共通の足場を形成したりするのに効果的であったこと、(2)地上に視点をおいて、月と太陽の位置関係を調べるモデル実験によって、月が満ち欠けして見える理由について、多くの児童が適切な概念を形成することができたこと、(3)継続観察とモデル実験で獲得した見方や考え方をもとに、早朝に東にみえる月の形について推論することができたことである。また、この推論を重視した授業を想定して開発したデジタルコンテンツが有効であった。

いっぽう、課題としては、モデル実験器の光源と月モデルの距離が三日月のときと満月のときで差が大きく、月と太陽の距離の変化による光の拡散が原因で月の満ち欠けがおきるという不十分な考え方を形成してしまい、それを払拭することができない子どもたちがいたことである。この課題については、班ごとのモデル実験器を用いた活動のまえに、バレーボールを用い、教室を広く使った演習実験を行うことで、改善できるのではないかと考えている。

謝辞. 本研究を進めるにあたり、長良西小学校の諸先生方から、多くのご指導を頂いている。さらに、モデル実験の授業は公開授業とさせていただいき、授業後の研究会でも貴重なご意見、ご指導をいくつも賜りました。深く感謝申し上げます。

引用文献

文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領解説 - 理科編, 大日本図書株式会社6.

松山明道・佐藤毅彦・濱田夕架・前田健吾 (2005) インターネット天文台を中心にした小学校理科「地球と宇宙」の教育実践, 熊本大学教育学部紀要 (自然科学), **54**, 113-121.

高田淑子ほか (2003) 宮城教育大学インターネット天文台の活用事例, 天文月報, **96**, 572-578.

上田晴彦・成田堅悦・亀谷光・毛利春治・林信太郎・早坂匡 (2008) 秋田大学におけるインターネット天文台の構築, 秋田大学教育文化学部研究紀要 (自然科学), 第63集, 1-6.

清生庸夫 (2009) 天体の動きを, 実体験を基に理解できる教材・教具の工夫～「月の動き」の学習を通して～, 平成20年度科学教育シンポジウム, 8-10, 岐阜県総合教育センター.