

小学校 理科

「月と太陽」の学習において推論する能力を育てる指導法の研究
—観察記録とモデル実験を一致させる場面を取り入れた授業を通して—

むつ市立苫生小学校 教諭 工藤 貴史

要 旨

第6学年「月と太陽」の学習において、推論する能力を育てるために、観察記録とモデル実験を一致させることに着目した。継続して観察記録をとらせることによって、観察記録とモデル実験を一致させるための前提条件が整い、更に、児童の思考の流れに沿ったモデル実験を工夫したことによって、自然の事物・現象に結び付けて推論しながら説明できるようになった。

キーワード：小学校 理科 月と太陽 観察記録 モデル実験 推論する能力

I 主題設定の理由

小学校学習指導要領（平成20年3月告示）において、第6学年の問題解決の能力として「推論する能力」が挙げられている。これは中学校における科学的に探究する能力との系統性を重視したものである。

本県の平成20年度及び22年度の学習状況調査の理科において、「時間による月の位置」に関する問題の通過率は32.6%で、「日中の月の動き」に関する問題の通過率は36.7%であった。通過率の低い理由として、月の動きを実際に観察記録した上で、月の位置と時間の経過との関係を理解していないことが挙げられる。

また、本学級の実態調査の結果から、第4学年の月の動きについて定着していない児童が多いことが分かった。これは方位の認識や月の観察の体験が不足していることが要因になっているようだ。また、観察記録を基に、自然の事物・現象と結び付けて考える場面設定をしていなかったことも、要因として挙げられる。

そこで、第6学年「月と太陽」の学習において、推論する能力を育てるために「月の位置や形」と「太陽の位置」の観察記録とモデル実験を一致させることができるように指導法を工夫することが、有効であることを実践を通して明らかにする。

II 研究目標

「月と太陽」の学習において、推論する能力を育てるために、「月の位置や形」と「太陽の位置」の観察記録とモデル実験を一致させることができるように指導法を工夫することが、有効であることを実践を通して明らかにする。

III 研究仮説

「月と太陽」の学習において、「月の位置や形」と「太陽の位置」の観察記録とモデル実験を一致させるために、次の3点の手だてを工夫することによって推論する能力を育てることができるであろう。

- ・「月の位置や形」と「太陽の位置」の関係が捉えやすい時期に、継続して観察記録をとらせる工夫。
- ・観察記録と一致させることができるモデル実験の工夫。
- ・観察記録やモデル実験で分かったことを、自然の事物・現象に結び付けて説明させる場面設定の工夫。

IV 研究の実際とその考察

1 研究における基本的な考え方

日置は「「推論」とは、事物・現象から見いだした問題に対し、今までの自分の経験や知識を基に推し量り考えることである」（日置光久，2007）と述べている。また、白岩は「理科の学習において推論する力が

特に発揮される場面は、観察実験の結果を基に考察する場面といえよう」（白岩等，2011）と述べている。

そこで、本研究では、月の位置や形の変化の要因を観察記録と一致させることができるモデル実験を基にして説明できる姿が見られたとき、推論する能力が育まれたと定義付けた。

また、観察記録とモデル実験を一致させるとは、モデル実験の中の「月の位置や形」と「太陽の位置」が自分の観察記録と結び付くことに気付き、モデル実験を基に月の位置や形の変化の要因を考える姿とする。

2 研究内容

研究内容は三つの段階に分けて考えた。まず、「月の位置や形」と「太陽の位置」の関係が捉えやすい時期に継続して観察記録をとらせることで、観察記録とモデル実験を一致させる前提条件を整える。次に、観察記録と一致させることができるモデル実験を通して、推論する能力が育てられるようにする。そして、観察記録やモデル実験で分かったことを、自然の事物・現象に結び付けて説明させる場面設定の工夫をする。

(1) 「月の位置や形」と「太陽の位置」の関係が捉えやすい時期に、継続して観察記録をとらせる工夫

ア 観察する太陽の位置を決め、日ごとの月の位置や形の変化を捉えやすくする工夫

観察に当たっては月の位置や形、そして、太陽の位置も変化しているので月の位置や形の変化を捉えるのは難しい。そこで、太陽がいつも西の山に沈むときに月を観察することにした。このことで月の位置や形だけを観察記録していくことができると考える。

イ 観察時期と観察用具の工夫

三日月、上弦の月、新月から10日目くらいの月、満月が記録できるように観察時期を四つの期間に特定した（4(3)単元の指導計画参照）。

また、CDケースを利用した簡易高度計（図1）を作成し、使用することにした。このことで観察の精度を高め、詳しく日ごとの月の位置の変化を観察できると考えた。

ウ 観察記録の結果を記入する観察シートと月の記録カード（図2）を共有する場面設定の工夫

観察シートには西側に目印となる釜臥山を、南西には校舎を予め記入し観察場所を詳しく説明できるようにした。月の記録カードには日ごとに観察記録をした月の形を学級全員が記入する欄を設けた月の記録カードを用意した。観察シートや月の記録カードを共有することで、月の位置や形の変化を捉えられるようになると思う。

以上の手だてにより継続して観察記録をとり、月の位置や形の変化を捉え観察記録とモデル実験を一致させる前提条件が整うものと思う。

(2) 観察記録と一致させることができるモデル実験の工夫

児童の思考の流れに沿った三つのモデル実験を行う。観察記録をした月の形を簡単に再現できるモデル実験から始め、最後には月の形の変化の要因となる「太陽に照らされている月の面を見る角度」を検証するモデル実験とした。各実験の内容を以下に述べる。

ア 児童一人一人が月と太陽のモデルを用いて、観察記録をした月の形を再現する実験

児童が操作できる月のモデルを用意し、観察記録を基に三日月を再現する実験である。観察したときと同じ条件（太陽が西の山に沈むころであり、いつも太陽の位置は決められている状態）で太陽のモデルである光源を固定し、月のモデルだけを動かして三日月に見えるかを確認する実験である。

イ ビデオ機器とモニターを用いて、全員で月の位置と形の変化を確認するモデル実験

全員で月の位置と形の変化を確認するためのモデル実験をするために、図3の①ビデオカメラの先に月のモデルが映るように固定したもの。②①をプラネタリウムドームの中にセットし月や太陽がどの方位にあるのかを確認できるようにしたもの。③光源に照らされた月のモデルの映像を大型モニターで確認できるようにしたもの。④観察記録とモデル実験を一致させるために観察シートを拡大したものをそれぞれ準備する。

このモデル実験では、モニターに映された三日月を全員が見ることができるとともに三日月に見えたときの太陽と月の位置を確認することができる。さらに、拡大観察シートの三日月と、同じ条件（太陽の位置や月の見える方位）で見られることを確認することでモデル実験と観察記録を一致させることができると考える。

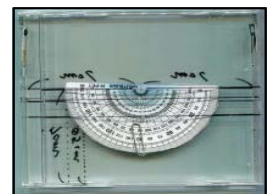


図1 簡易高度計



図2 月の記録カード



図3 ビデオ機器とモニターを用いたモデル実験

ウ 反射鏡と学習シートを用いて、太陽に照らされている月の面を見る角度を変え、月の形の変化を確認する実験

太陽に照らされている月の面を反射鏡を通して見る角度を変えることで、月の形が変化する様子を、学習シートに記録するモデル実験（図4）を用意した。

(3) 観察記録やモデル実験で分かったことを、自然の事物・現象に結び付けて説明させる場面設定の工夫

月の絵が描かれている図書や生活場面の情報から、その場面のおおよその時刻や方位、月の正しい位置や形を話し合う場面設定をする。このことで、児童は観察記録や学習シートを基にして、学んだことを自然の事物・現象に結び付けて説明することができると考える。

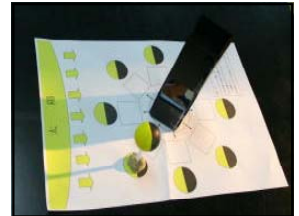


図4 ウのモデル実験

3 検証方法

観察ありの学級と観察なしの学級の比較と、観察ありの学級内での事前・事後の比較で検証した。まず、月の位置や形の変化を捉えているのかを調べるために、4回の確認テストを実施した。次に、4学年の月の学習と、6学年の月と太陽にかかわる予備知識を調べるために2回のアンケートを実施した。そして、観察記録を正確にとることができたか。また、観察記録の回数や形の変化を正確に捉えることができたかを調べるためには、観察シートと月の観察カードを用いた。

4 検証授業について

(1) 単元名 月と太陽

(2) 単元の目標

月の位置や形と太陽の位置を調べ、月の輝いている側に太陽があることを捉えるようにするとともに月の形の見え方が太陽との位置関係によって変わること、モデル実験などを通して推論することができるようにする。また、月の形の見え方や表面の様子について、実際に観察したり、資料を調べたりする活動を通して、月や太陽に対する豊かな心情と考えをもつことができるようにする。

(3) 単元の指導計画

	ねらいと学習活動	検証計画		ねらいと学習活動	検証計画
事前観察	「月の位置や形」と「太陽の位置」の観察をする。 【夕方見える月の観察日時】 時刻5時46分ごろ(釜臥山に太陽が沈むころの観察) ①9月1～3日：三日月 ②9月4～6日：上弦の月 ③9月7～8日：新月から10日目くらいの月 ④9月12～14日：満月 【朝見える月の観察日時】 時刻7時ごろ ①9月19～20日：下弦の月 ②9月21～22日：西側が欠けた月 ③9月23～25日：西側が大きく欠けた月	<ul style="list-style-type: none"> ・アンケート① 4学年の既習事項の確認 ・確認テスト① 日ごとの、月の位置や形の変化を捉えることができたか。 ・観察シートと月の記録カード 継続して観察記録をとることができたか。 	第4・5時	月のモデルで三日月を再現できるのかを確かめる。 ・モデル実験と観察記録を一致させる ・球形の月のモデルが三日月を再現できる条件を探す。 ・モデル実験を基に球形の月が三日月に見える理由を説明する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ノート記録② 太陽に照らされている月の面をいろいろな角度から見ることによって、月の形が変わって見えることをモデル実験を基に説明することができたか。
			第6時	朝見える月は日ごとに西側が欠けていく理由を説明することができる。 ・夕方見える月の形の変化が太陽と月の位置の変化であることを基に朝見える月の形の変化を予想する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ノート記録③ 朝見える月は、日ごとに太陽に近付いていくため、だんだん細くなって見えるということをモデル実験や観察記録を基に説明することができたか。
第2時	地球と月と太陽の位置関係を、モデルを使って再現しそれぞれの大きさや距離を確かめることができる。 ・太陽と地球と月のモデルを用意する。太陽(直径1mの大王)地球(ビー玉)、月(まち針)	<ul style="list-style-type: none"> ・ノート記録① 太陽と地球と月のおおよその大きさや距離を図などに表し説明することができたか。 	第7・8時	図書や写真などの情報の中から正確な月の形や位置を説明することができる。 ・月の位置や形からおおよその時刻や方位を把握する方法を話し合う。 ・三日月、半月、満月のときの太陽の位置から方位や時刻を特定する方法を話し合う。 ・「海」の一番の歌詞にある風景を月の形に表す。	<ul style="list-style-type: none"> ・確認テスト③ 球形の月が三日月などいろいろな形に見える理由を説明することができたかを確かめる。 また、月の形から太陽の位置を推論し方位や時刻を特定することができたか。 ・ノート記録④ 10問の設問：与えられた情報から月の形を正確に描くことができたか。
第3時	観察記録を比べ、日ごとの月の位置や形の変化についてまとめる。	<ul style="list-style-type: none"> ・確認テスト② 日ごとの、月の位置や形の変化を捉えることができたか。 			※単元終了後に確認テスト④とアンケート②を実施した。

5 考察

ここで、確認テスト、ノート記録と表記しているのは、4(3)単元の指導計画の検証計画中に示されているものである。

(1) 「月の位置や形」と「太陽の位置」の関係が捉えやすい時期に継続して観察記録をとらせる工夫をしたこと

太陽の位置を決め、日ごとの月の位置と形を、観察シートに記録させた。児童は太陽が沈むころという条件で観察をしたことで月の位置が日ごとに西から南そして東に変化していくことを32人中24人が正確に記録できた。また、三日月から満月までの月の形を32人中29人が観察シートに記録できていた(図5)。

観察用具は、観察シートの記録の様子(図5)から分かるように月の位置を正確に捉えることに有効だったと考える。このことから観察時期の特定、そして、観察用具の工夫をしたことが、継続して観察記録をとらせることに有効だったと考える。

観察の回数を月の記録カード(図6)から集計すると20日間の観察期間中、平均15日以上観察記録ができていたことが分かる。少ない児童でも8日以上観察記録をとることができていた。

図7は、単元前と第3時終了後の確認テスト①と確認テスト②の結果である。「南の空に見えている半月の位置と形が、3日後の同じ時刻に、どのように変化するか」という設問に対する正答率を観察ありの学級内で比較したものである。第3時終了後には9割近くまで達している。これは、授業の中で各自が記録してきた観察シートや月の観察カードを紹介し合い、月の位置が日ごとに東に移動することを共有できたことによるものと考えられる。児童に「同じ時刻に見える明日の月はどんな形になると思う?」と発問すると「東側がふくらむよ」や「さらに東に移動するはずだ」といった言葉が返ってくるようになっていた。

この三つの手だてによりモデル実験と一致させるための前提条件が整っていたと考えることができる。

(2) 観察記録と一致させることができるモデル実験の工夫をしたこと

ア 児童一人一人が月と太陽のモデルを用いて、観察記録をした月の形を再現する実験

まず、自分が観察したとき、南西に見えた三日月を月のモデルで再現できるか確かめた。月のモデルを太陽のモデルである光源にかざした(図8)。

観察記録とモデル実験を一致させるために「今回の実験で動かしてよいのは月のモデルと太陽のモデルの両方にしますか。それとも、どちらか一方だけにしますか」と発問した。このとき、児童からは「動かしてよいのは月だけだ」という答えが返ってきた。理由を聞くと「観察したときは太陽はいつも西の山にあったから」と答える児童が大部分であった。実験を始めると月のモデルだけを動かして三日月を再現できていた。

さらに、月と太陽がどのような位置関係のときに三日月に見えたのかを考える場面設定をした。三日月を再現したときの月のモデルと太陽のモデルの位置関係を説明させると意見が二つ出された。一つ目は「光源と月のモデルの距離が関係している」という意見である。これは光源に月のモデルを近づけると三日月に見え、それを離すと光の当たる面積が広がり満月になるという考えであった。二つ目は「光源と月のモデルの面を見る角度が関係している」という意見である。これは太陽と月の位置を固定した状態で、自分が月を見る角度を変えることで、三日月や半月に見えるという考えである。児童の挙手の様子から、前者の意見が15名、後者が17名であった。そこで、光源までの距離が関係しているのか、見る角度が関係しているのかを確かめる実験を後述のイのモデル実験に取り入れることにした。

イ ビデオ機器とモニターを用いて、全員で月の位置と形の変化を確認する実験

この実験では、児童は月のモデルが明確に三日月に見える瞬間をモニターで確認できた。また、三日月に見える状態が固定できるので月と太陽の位置関係を確かめることに有効だった。また、図3④の括

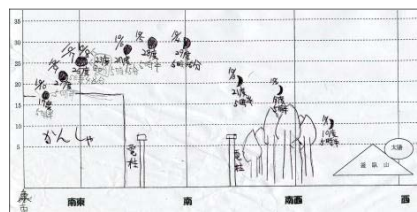


図5 観察シートの記録の様子

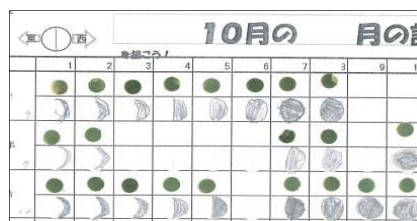


図6 月の記録カードの記録の様子

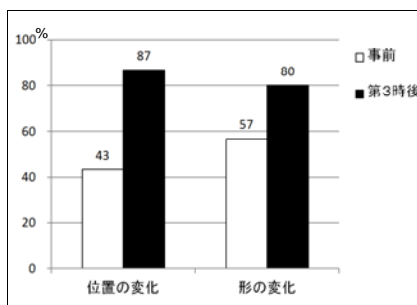


図7 確認テスト①と②の結果



図8 アのモデル実験

大観察シートと比較させた。すると、児童からは「観察シートも同じ南西に三日月がある」という声が上がった。さらに、上弦の月やその他の月の形も観察シートと同じ方位になることを確認でき、モデル実験と観察シートを一致させて考えることができた。

図9は、単元終了1か月後に実施した確認テスト④の結果である。「ビデオ機器とモニターを用いたモデル実験で太陽のモデルはどの方位に設置したでしょう。また、その理由を書きましょう」という設問に対する正答率を観察ありとなしの学級で比較したものである。観察ありの学級の児童は、方位について9割以上が正確に西であると答えることができた。その理由について「観察したときと同じ条件にするため」など観察したときのことと一致させている解答が多かった。正答率も8割を超えていた。一方、観察なしの学級の児童は、太陽のモデルの方位を答えることができたのは5割でその理由の正答率は3割だった。

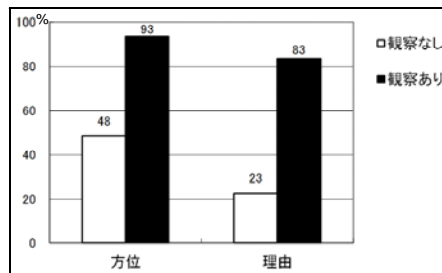


図9 確認テスト④の結果

このことから、観察ありの学級の児童は、モデル実験と観察記録を一致させていたと考えられる。

さらに、月の形の変化の要因として「光源と月のモデルの距離が関係している。」という意見が合っているかを確認する実験をした。月を見る角度を変えずに、光源と月のモデルの距離を変えた場合、三日月に見えるかを確認した。

このモデル実験により、距離を変えても光に照らされている月の面は半面だけであり、近づけても遠ざけても光に照らされている月の面は変わらないことに気付くことができた。ここで初めて月の形の変化に距離は関係ないことを理解できたようだ。事後のテストで、「球形の月が三日月に見える理由」を問う設問では、距離が関係していると答えた児童はいなかった。

ウ 反射鏡と学習シートを用いて、太陽に照らされている月の面を見る角度を変え、月の形の変化を確認する実験

この実験では、太陽に照らされている月の面が黄色に塗られている月のモデルを用いた。この実験で太陽に照らされている月の面は光源からの距離にかかわらず、半分であることを確認できていたので、このモデルを示し、見る角度を変えると三日月に見えるかを確認させた(図10)。

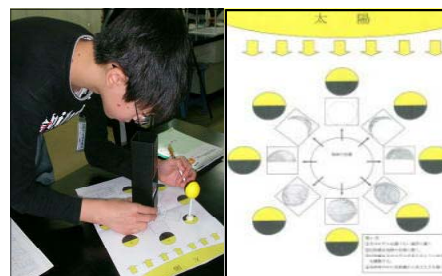


図10 反射鏡の実験と学習シート

反射鏡を通して見えた月の形を、学習シートに記録していった。全ての班で、三日月から半月、満月と記録することができた。児童は角度を変えることによって三日月に見えることを捉えることができた。この反射鏡を用いた実験は、月の形の変化の要因は太陽に照らされている月の面を見る角度であることを確認するのに有効だったと言える。

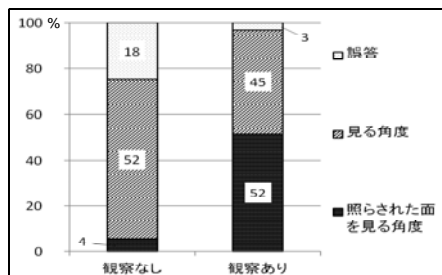


図11 確認テスト③の結果

図11は、単元終了時の確認テスト③の結果である。「球形であるはずの月がどうして三日月に見えるのだろうか」という設問に対する正答率を、観察ありとなしの学級で比較したものである。観察ありの学級では9割以上の児童が「見る角度」という言葉を用いて説明できていた。その中でも「太陽に照らされている月の面を見る角度」というように正確に答えることができた児童は5割を超えていた。

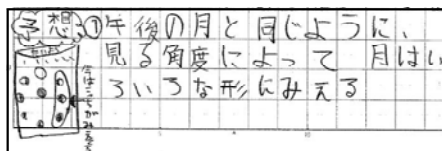


図12 ノート記録③

図12は、「朝見える月が、日ごとに細くなっていくのはなぜか」を説明した児童のノート記録③である。朝見える月について初めて学習した時間である。このとき、32名中22名の児童が反射鏡を用いて記録した学習シートと同じものをノートに書き、それを活用して解決しようとしていることが分かった。これはモデル実験を基に月の形を推論しようとしている姿と言える。

以上、三つのモデル実験を実施したことによって観察記録とモデル実験を一致させることができたものとする。これは継続して観察記録をとることによってモデル実験を具体的なイメージをもって捉えることができたことも一因として考えられる。また、児童は観察結果にある月の形の変化の要因は月と太陽の位置関係にあるということモデル実験を基に説明できるようになった。

(3) 観察記録やモデル実験で分かったことを、自然の事物・現象に結び付けて説明させる場面設定の工夫をしたこと

まず、「『海』の歌詞の一節『海はひろいな大きいな月は昇るし日は沈む』を絵に表してみよう」と発問した。月が昇るころに日が沈むという現象から考えて、東の方位に満月を描くことができるかを確認するためのものであった。結果は、観察ありの学級では5割の児童が満月を東に描き、理由も答えることができていた。また、誤答した児童には太陽が沈むときに、月が出るという現象をもう一度意識するよう助言すると正しく描き直す児童が多く見られた。観察なしの学級では正答率が3割だった。

次に、図書に描かれている月を見て、その月が正しい位置や形になっているかを問う設問や「上弦の月を見ることが出来る場面を4枚の修学旅行中の写真の中から選びましょう」などの図書や生活場面と関連付けた設問を10問用意した。その結果、観察なしの学級の正答率は4割に達しないが、観察ありの学級では6割に達した(図13)。観察ありの学級の児童に問題の解き方を聞くと「まず月の形から太陽と月の位置関係が分かる。次に太陽の位置からおよその時刻が分かるはず」と答えた。また、32名中20名がモデル実験で使った学習シートと同じような図を描いて解答していた。このことから、観察ありの学級はモデル実験を基にして考える児童が多いことが分かった。

以上のことから、継続して観察記録をとることによって観察記録とモデル実験を一致させる前提条件が整い、モデル実験で分かったことを自然の事物・現象に結び付けて考えることができるようになることが分かった。

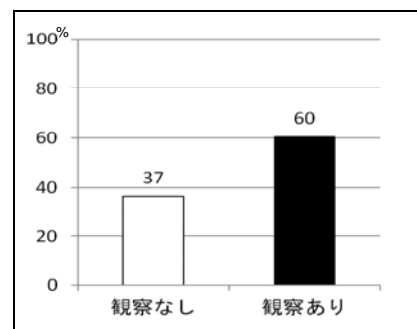


図13 ノート記録④より

V 研究のまとめ

- ・「月の位置や形」と「太陽の位置」の関係が捉えやすい時期に、継続して観察記録をとらせる工夫をしたことによって、観察記録とモデル実験を一致させる前提条件を整えることができた。
- ・観察記録とモデル実験を一致させたことによって、月の形の変化の要因が月と太陽の位置関係であることに気付かせることができた。また、モデル実験で用いた学習シートは、月の位置や形の変化を考えるときの手掛かりとなることが分かった。
- ・観察記録やモデル実験で分かったことを、自然の事物・現象に結び付けて説明させる場面設定の工夫をしたことによって、月の位置や形の変化などについて推論して説明できるようになったと考える。

VI 本研究における課題

- ・観察記録が困難な月の形について、モデル実験と一致させて説明できない児童への指導。
- ・4学年の月の一日の位置の変化に関する学習内容と、6学年の月の位置や形の変化に関する学習内容との系統性をもたせた指導の在り方。

<引用文献>

白岩 等 2011 「理科の授業における推論」『初等理科教育 11月号』, p.14, 農文協
日置光久, 矢野英明 2007 『理科でどんな「力」が育つか』, p.22, 東洋館出版社

<参考文献>

文部科学省 2008 『小学校学習指導要領解説 理科編(平成20年6月)』
日置光久, 村山哲也 2009 『実感を伴った理解を図る理科学習』 東洋館出版社
奥山尚登 2011 「『月の形が変わる仕組み』と『イメージ化』」 『初等理科教育 8月号』 農文協

<参考URL>

森竹高裕 5年理科「月と太陽」
<http://homepage1.nifty.com/moritake/rika/5/tuki00.htm> (2011.8.8)