

## 実践のまとめ（中学校3年 理科）

授業公開日 令和7年11月28日第5校時

授業者 阿賀町立三川中学校

教諭 石川 公康

### 1 研究テーマ

「わかる学力」を形成する生徒の育成 ～誤概念の修正と説明活動を通して～

### 2 研究テーマについて

#### (1) テーマ設定の意図

本研究でいう「わかる学力」とは、石井英真氏<sup>\*1</sup>が提唱する学力観に基づくものであり、知識を単に覚えるだけでなく、理解し、さらに活用できるようになる学力を指す。具体的には、①知識を知っている・できる、②知識を整理し関連付けて理解する、③知識を統合し日常の現象を説明・活用できる、という三段階の質の高まりを伴う学力である。

（※1：『授業づくりの深め方』石井英真著より）

しかし現状、多くの生徒は理科を「暗記の教科」と捉え、テストのために知識を点として蓄積することが中心になっている。そのため、知識どうしが結び付かず、学習内容を生活や自然現象に活かすことが難しい状況にある。

さらに、生徒は感覚的に形成された誤概念を抱いており、正しい知識を学んでもそれに基づいて理解を組み替えることが困難である。例えば、水の沸騰時に生じるあわを「空気」と考えてしまう誤解のように、一度形成された誤概念は修正が難しく、正しい知識を教えても元に戻ってしまうことがある。今井むつみ氏<sup>\*2</sup>も「正しい答えを与えるだけでは誤ったスキーマは修正されない」と指摘している。（※2：『学力喪失』今井むつみ著より）

したがって「わかる学力」を形成するためには、誤概念を問い直し修正する機会を設け、知識を結び付けながら自ら説明できるようにする学習活動が不可欠である。その際には、発問を通して仮の説明を立てたり、仲間と説明を共有・検討したりする活動、さらには振り返りによるメタ認知を取り入れることが有効である。

本研究では、誤概念の修正と説明活動を軸に、生徒が知識を相互に関連付け、現象を自ら説明できるようになることを目指す。

#### (2) 研究テーマに迫るために

##### ① 導入で活動を通した問題意識をつくる。

現象の説明（仮の説明）など生徒同士の考えを比較検討したり、身近なものや映像の提示、簡単な観察や実験をしたりすることで、学習への問題意識を高める。

##### ② 誤概念の修正と振り返りを通して知識の意味理解を促す。

学習を進める中で、最初の説明と新しい学習内容との違いに気付かせる。その上で、自分の説明を見直す活動を取り入れ、誤概念を修正し知識を再構築させる。また、違う現象に学習内容を転用して説明する活動を取り入れてさらに理解を促す。

#### (3) 研究テーマに関わる評価

##### ① 生徒が自分なりの疑問や課題をもてたかを確認する。導入時の活動や生徒同士の予想の違いをきっかけに、議論や比較が生まれているか。

##### ② 学習後に、生徒が学習内容をふまえて、自分の説明を修正している。修正の理由に、観察・実験の結果や科学的な根拠が取り入れられているかを確認する。

### 3 単元と指導計画

#### (1) 単元名

地球と宇宙（教科書名 東京書籍「新編 新しい科学3」）

#### (2) 単元の目標

天体の観察やシミュレーション実験を通して、地球や月、惑星の見かけの運動の規則性を理解し、地球や宇宙に関する事物・現象を科学的に説明できるようになる。また、天体の運動を観察や実験の結果と関連付けて科学的に思考することができる。

#### (3) 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
地球の自転や公転、月の運動や満ち欠け、惑星の見かけの運動など、天体现象の基本的な規則性を理解するとともに、天体の観察やシミュレーション実験を行い、天体现象の説明ができる。	天体の観察やシミュレーション実験から得られた結果をもとに、地球や月、惑星の運動をモデルや図と関連付けて分析・解釈し、天体现象における規則性や関係性を見いだしている。また、天体现象を学習した知識を関連付けながら説明している。	天体现象に対して進んで関わり、疑問や関心をもって観察・実験に取り組んでいる。さらに、自らの学習を振り返りながら、理解の進展や課題を意識して学習を深めようとしている。

#### (4) 単元の指導計画と評価計画（全11時間、本時3/11時間）

次 (時数)	学習内容	学習活動	主な評価規準と方法
1	観測者から見た方位や地球の自転の向きについて理解する。	◎ヘッドアースモデルを用いたシミュレーション実験（以降、シミュレーション実験）を行い、観測者から見た方位や地球の自転を体験する。	<b>知・技</b> ヘッドアースモデルを使ってシミュレーション実験を行うことができる。 【行動観察】 <b>知・技</b> 観測者からの方位や地球の自転について理解している。【ワークシート】
2, 3 本時	月の満ち欠けの仕組み（時刻と方位、月の公転による見え方）について理解する。	◎発泡スチロール球を使ってシミュレーション実験を行い、月の満ち欠けの仕組みについて考える。 ◎アニメ映画のワンシーンをシミュレーション実験と結び付けながら説明する。	<b>知・技</b> 地球の自転によって月が見える時刻や方位が変化することを理解している。 【ワークシート】 <b>思・判・表</b> アニメ映画のワンシーンより、時刻を推定することができる。 【ワークシート】
4	日食と月食の原理を理解する。	◎シミュレーション実験を通して、日食と月食を再現する。 ◎日食が起こる理由を太陽、月、地球の大きさや距離に着目して考える。	<b>知・技</b> 地球と月、太陽の位置関係により日食と月食が起こっていることを理解している。 【ワークシート】 <b>思・判・表</b> 毎年日本で日食が見ることができないことを説明する。【ワークシート】

5	金星の満ち欠けの仕組みについて理解する。	<p>◎シミュレーション実験を通して、観測者から見える金星の形や方位、時刻について考える。</p> <p>◎金星の満ち欠けから天動説では説明できないことを理解する。</p>	<p><b>知・技</b> 金星の満ち欠けの仕組みについて理解している。 【ワークシート】</p> <p><b>思・判・表</b> 金星が真夜中に見えないことや天動説（地球が宇宙の中心）が間違っていることが説明できる。【ワークシート】</p>
6	太陽の日周運動について理解する。	<p>◎ミニ透明半球を用いたモデル実験を行い、太陽の日周運動を考える。</p> <p>◎地球の3地点（日本、シドニー、シドニー）の日周運動をモデル実験で再現する。</p>	<p><b>知・技</b> ミニ透明半球の使い方を身に付けている。 【行動観察】</p> <p><b>知・技</b> 太陽の日周運動について理解している。 【ワークシート】</p>
7	南北の空での星の日周運動について知り、それぞれの見かけの動きが違うことを考える。	<p>◎シミュレーション実験を通して、南の空と北の空の日周運動について考える。</p> <p>◎南の空と北の空の日周運動の違いを、モデルを使って説明する。</p>	<p><b>知・技</b> 南の空、北の空の星の日周運動について理解している。【ワークシート】</p> <p><b>思・判・表</b> 南の空と北の空の日周運動の違いを、モデルを使って再現し説明できる。 【ワークシート】</p>
8	星の年周運動について理解する。	<p>◎シミュレーション実験を通して、季節によって見える星座が違うことを考える。</p> <p>◎自分の星座が誕生日には見えない理由を説明する。</p>	<p><b>知・技</b> 季節によって見える星座が違うことを理解している。【ワークシート】</p> <p><b>思・判・表</b> 星座や太陽の位置、地球の公転より自分の星座が見えないことを説明できる。【ワークシート】</p>
9	地軸の傾きを知り、夏至と冬至の太陽の見かけの通り道を理解する。	<p>◎ミニ透明半球を用いたモデル実験を、地軸を傾けた状態で行い、夏至と冬至の太陽の見かけの運動を考える。</p>	<p><b>知・技</b> ミニ透明半球を、地軸を傾けた使い方を身に付けている。【行動観察】</p> <p><b>知・技</b> 夏至と冬至で太陽の通り道が違うことを理解している。【ワークシート】</p>
10	日本には季節がある理由を考える。	<p>◎日照時間や太陽の角度、影の長さなどをモデル実験で確認し、季節がある理由を説明する。</p> <p>&lt;選択課題&gt;</p> <p>①北半球と南半球で季節が逆になる理由を説明する。</p> <p>②白夜が起こる仕組みについて説明する。</p>	<p><b>知・技</b> モデル実験を行い、夏至と冬至の日照時間や影の長さについて実験で再現できる。【行動観察】</p> <p><b>思・判・表</b> 選択課題について、地軸の傾きと地球と太陽の位置関係から説明できる。 【ワークシート】</p>
11	【発展課題】 満月が冬高く、夏に低い理由や春と秋の三日月の向きの違いを考える。	<p>&lt;選択課題&gt;</p> <p>①満月が冬に高く夏に低い理由を説明する。</p> <p>②三日月が春と秋で向きが違う理由を説明する。</p>	<p><b>思・判・表</b> 選択課題について、地軸の傾きと地平線から説明できる。 【ワークシート】</p>

## 4 単元と生徒

### (1) 単元について

本単元は、小・中学校の「宇宙」の学習の最終単元にあたる。小学校第3学年では、日陰の位置が太陽の位置によって変化することや太陽によって地面が暖められることについて学習した。第4学年では、明るさや色の違う星があることを学習した。第6学年では、月の位置や形と太陽の位置との関係について、地球上に視点を置いて学習した。

小学校の「宇宙」の学習と大きく異なる点は、空間的な見方が入っている点である。例えば、月の学習では、地球の自転と月が地球の周りを公転していることから関係を見いだす。夕方南の空に見える上弦の月は、真夜中になると西の空に沈む、これは地球が自転しているからである。しかし、同じ時刻に見ると、月は東の方にずれて見える。これは月が公転しているからである。さらには、日食や月食が起こる原理など、空間的な見方を用いて考える点が小学校と異なっている。

生徒にとって身近な存在である「宇宙と地球」を学習することで、天体の位置関係や地球の運動をもとに説明できるようになることが、本単元の目標となる。

### (2) 生徒の実態（3年1組12名）

4月に行われた標準学力検査教研式NRTの結果は47.7であった。2年生の学習内容は、どの分野も全国平均よりも下回り、学習内容が定着していない生徒が多い。また理科に対する苦手意識が強い生徒もいる。特に、現象の説明に対しての苦手意識が強い。

これまでの授業では、単元や授業の最初に現象を提示し、その現象が起こっている理由を考える機会を多く設けてきた。実験・観察を通じた学習の後では、最初説明できなかった現象を再度説明する場面も設け、「わかる学力」の形成を図ってきた。

天体の学習が始まる際、事前調査としてレディネステストを3種類行った。

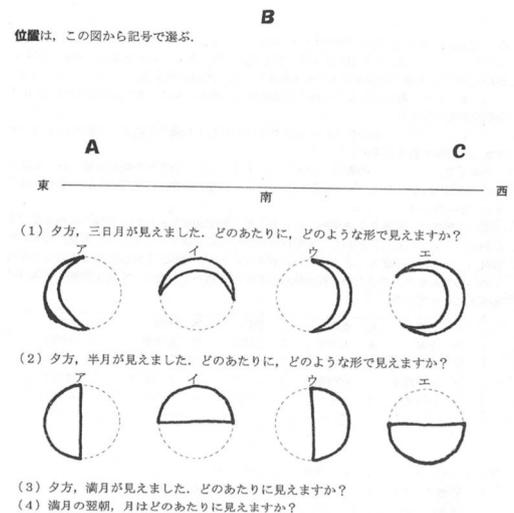
1つ目は、右の月の満ち欠けに関する問題である。結果は、(1)の正答者は12人中4人だった。形に関しては正答率が高かったが、位置をAと選択する生徒が多数いた。(2)、(3)の正答者は0人、(4)は2人だった。実際の観測をしていたとしても、問われると難しいようだ。

2つ目は、「1日や1年で、太陽や星の動きが変わって見えるのはなぜか？」である。「地球が公転と自転をして太陽のまわりを回っているから」と答える生徒も4人であった。他に「地球が太陽のまわりを回っている」と答える生徒もいた。また、中には「地球が中心で太陽が回っている」という天動説を答える生徒もいた。

3つ目は、「日本に季節（四季）があるのはなぜか？」である。中学2年時の天気学習から、季節風や気団の影響と考える生徒や太陽から距離が遠くなったり近くなったりすることだったり、太陽の当たる位置が変わると考えている生徒もいた。

以上より、毎日のように見上げる太陽や月、星空、さらには季節の変化や天体現象についての正しい知識が十分に定着していないことが分かる。

しかし、テスト後は「日食は毎年起こることですか?」「何で白夜って起こるのですか?」「プラネタリウムに行きましょう」など、宇宙の学習に関して意欲的な発言が多かった。



### (3) 指導について

本単元で生徒が陥りやすい点は、地球を外から見た図から日本の夕方、真夜中を判断したり、見える星座の方位を答えたりすることが難しいことである。特に、方位についての混乱が大きい。その理由は、天体の見え方の理解には、観測者としての視点と観測者を外から見たメタ認知的な視点の両方が必要だからである。生徒は、「地上から宇宙空間へ」または、「宇宙空間から地上へ」の視点の移動が困難であり、地上での方位は、宇宙空間では絶対的なものではないことに気付かせる必要がある。

そこで、「ヘッドアースモデル」を用いたシミュレーション実験などのようなモデルを使って解決したい。ヘッドアースモデルとは、自分の頭（ヘッド）を地球（アース）とし、鼻の上に小さな人が立ち、南の空を見ているという設定である。宇宙の学習を「地上にいる自分が見た状態」でシミュレーション実験をするモデルである。このモデルを用いることで以下のことが可能となる。

- ①時刻と月の見える方位を指定して、月の見え方（満ち欠け）を再現できる。
- ②日食や月食について、簡単にシミュレーション実験できる。
- ③金星の見える位置と形をシミュレーション実験できる。
- ④季節や時刻を指定して、星空を再現できる。
- ⑤太陽や月の南中高度の変化を再現できる。

実験を通じて、東西の方位は自分中心に決められたものであり、宇宙空間では絶対的なものではないことが実感できる。また、自分が見ているのは地上からの見え方（地上視点）で、他の人の様子を見るときは宇宙空間からの視点になっているので、視点の切り替えができるようになる。

## 5 本時の展開

### (1) ねらい

アニメ映画のワンシーンにおける時刻について仮の説明を立て、シミュレーション実験などからおおよその時刻を推定することができる。（思考・判断・表現）

### (2) 展開の構想

- ① 導入で活動を通じた問題意識をつくる。

アニメ映画のワンシーンを提示する（図1）。このシーンより、おおよその時刻を予想できる。しかし、生徒は月の学習を前時に学習したばかりで、根拠がない説明が並ぶことが予想される。生徒が予想する時間はバラバラとなり、そのバラバラになった予想から、本学習に向かう生徒の問題意識を醸成したいと考える。

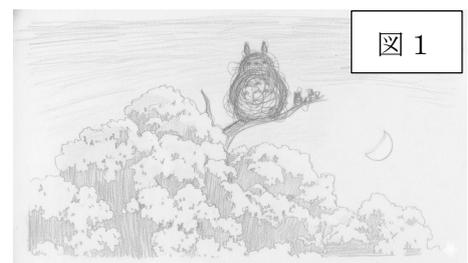


図1

- ② 誤概念の修正と振り返りを通して知識の意味理解を促す。

「どんな月も一晩中見ることができる」ことや「月は夜になると見える」などの間違った知識を、シミュレーション実験を通して修正する。また、発展的な課題に取り組むことで、獲得した知識を活用させる。その上で、学習前後を振り返りことによって比較させる。そのことにより、「わかる学力」が形成されたいと考える。また、更なる発展課題として、別のシーン（図2）を提示する。生徒の反応を見ながら提示したい。



図2

(3) 展開

時間 (分)	学習活動	◎教師の働き掛け ・予想される生徒の反応	□評価 ○支援 ◇留意点
導入 15分	<p>○前時の学習内容の確認。</p> <p>○ヘッドアースモデルを使って「地球の自転」を復習。</p> <p>○アニメ映画には多くの「月」が描かれていることを知る。</p> <p>○アニメ映画のワンシーンから時刻を予想する。</p>	<p>◎前時の学習内容の復習問題を提示する。</p> <p>◎ヘッドアースモデルを用いて、地球の自転を再現させる。</p> <p>◎アニメ映画の「月」が描かれているシーンを提示する。</p> <p>◎アニメ映画のワンシーンから、時刻を予想させる。 ・21時      ・22時</p> <p>◎予想を共有し、違いに着目させる。 ・暗いから。 ・小学生が手紙を書く時間がそのくらい。 ・月が沈みかけているから。</p>	<p>□評価 ○支援 ◇留意点</p> <p>○ヘッドアースキャップを被るのが恥ずかしい生徒は持つだけでいい。 ◇日本が、昼、夕方、夜、朝と順番に確認する。</p> <p>◇予想した理由を書かせる。(ロイロノート)</p> <p>○時刻を推定するために「月」に着目させる。</p>
<p>課題 アニメ映画のシーンを月などの情報をもとに時刻を推定しよう。</p>			
展開 35	<p>○月の満ち欠けや位置から時刻を推定する。</p> <p>○再度、アニメ映画のワンシーンから、時刻を推定する。</p>	<p>◎ヘッドアースモデルを用いて、観測者から見える月の満ち欠けについて、シミュレーション実験を行う。 ・上弦の月だから夕方は南の空に見える。 ・真夜中になると上弦の月は西の空に沈む。 ・このシーンは沈みかけだから西の空に近い。</p> <p>◎アニメ映画のワンシーンから時刻を推定する。</p>	<p>○一人1つの発泡スチロール球を渡して実験を行わせる。</p> <p>○観測者と太陽の位置関係から時刻(朝・真昼・夕方・真夜中)を判断させる。</p> <p><b>知・技</b> 地球の自転によって、月が見える時刻や方位が変化することを理解している。【見取り】</p> <p><b>思・判・表</b> アニメ映画のワンシーンから、根拠をもとに時刻を推定することができる。【ワークシート】</p>

振り返り 5分	○月の満ち欠けについて、振り返りを行う。	○月の満ち欠けについて、学習の振り返りを書かせる。	○学習前と学習後に着目させながら、学習内容について振り返らせる。
------------	----------------------	---------------------------	----------------------------------

#### (4) 評価

A: シミュレーション実験の結果などをもとにして、アニメ映画のワンシーンの時刻を、根拠をもって推定することができた。

B: シミュレーション実験を行い、太陽と地球、月の位置における月の満ち欠けの形、見える方角、時刻の関係を理解できた。

## 6 成果と課題

本研究は、次の2つを手立てとして行った。

- ① 導入で活動を通じた問題意識をつくる。
- ② 誤概念の修正と振り返りを通して知識の意味理解を促す。

以下、それについて、本時の授業実践をもとに記す。

### (1) 成果

①について、本時では導入で別のアニメ映画のワンシーンを扱った。生徒も知っている作品であり、何よりもモニターに画像を映し出したので全体を巻き込み、授業の意識付けとなった。

しかし、指導案には別のアニメ映画のシーンを扱う予定はなかった。今回、導入時に別のアニメ映画を急遽入れた理由は、生徒にとって、いきなり課題のアニメ映画のワンシーンを考えることは困難であると考えたためである。また、別のアニメ映画で考え方を学ぶことで

よりスムーズに課題に取り組めると考えたためである。

②について、ICTを活用することで、生徒の考えを共有することはできた。



ヘッドアースモデルでの活動の様子

### (2) 課題（本時の授業実践から見た課題）

一点目は、ヘッドアースモデルの使い方に関する課題である。一部の生徒にとって、ヘッドアースモデルの操作はまだ十分に定着しておらず、正しく操作できていない様子が見られた。例えば、ヘッドアースモデルにおいて「朝」は何時に相当するのかという点である。これまでの授業では、「朝」「昼」「夕方」「真夜中」の4つの時刻で確認していた。しかし、本時の課題では「何時ごろ」という発問で、具体的な時刻を求める必要があった。そのため、24時を4分割した時刻と具体的な時刻を対応させて理解している生徒は容易である一方、その理解に至っていない生徒にとっては、難易度の高い課題となった。

例えば、満月が何時に東の地平線から昇り、何時に南中し、何時に西の地平線に沈むのかという点について共通理解ができていなかったことである。前時で月（発泡スチロール球）を初めて扱い、日本が夕方の時刻に見える月と方位については学習した。しかし、それらの理解は断片的なものであり、本時の課題を考えるためには十分とはいえない生徒も見られた。

また、月を手を持ったまま一緒に自転してしまう生徒が見られた。このような操作では、月の位置が空間内で固定されず、正確な見え方を考えることができない。実際に、課題を解決できなかった生徒の多くは、月を固定せずに考えていて、モデルの前提条件を理解しないまま操作していた。

モデルは「考えるための道具」であるが、その使い方自体が理解されていなければ、か

えって思考を混乱させてしまうことが明らかになった。本時の授業では、これらの基礎的な技能が生徒間で十分に共有されていなかったため、課題解決のスタートラインに立てていない生徒が存在していた点が課題として明らかになった。

二点目は、考える手順が明確に示されていない点である。導入で扱った別のアニメ映画の問題について、生徒がどのような順序で考えればよいのかを、活動に入る前に、明確に示す必要があった。例えば、「①まず月がどの方角に見えるかを考える」「②ヘッドアースモデルで同じ月の位形を再現する」「③方位を合わせて時刻を割り出す」といった思考の手順を、モニターなどに提示することで、生徒は見通しをもって課題に取り組めたと考えられる。思考の手順を明示することで、活動を生徒に委ねた際の足場となり、生徒自身で思考を進めることができる。しかし、本時では、その手順を明確にしないまま課題に入ったため、生徒は何から考えればよいのか分からず、試行錯誤することに終始する様子が見られた。

最後は、生徒の活動の設計についての課題である。本時で設定した課題そのものは、生徒に思考を促す良質なものであった。しかし、その課題をどのように解決していくのかという学習のプロセスが十分に設計されていなかった。課題のみを提示し、活動を生徒に委ねた結果、生徒は自由に活動する一方で、何をよりどころに考えればよいのか分からず、混乱したまま学習が終わってしまった。例えば、解決できた生徒からミニ Teacher として説明させる、黒板に考えを書かせて全体で評価・修正する、考える際の根拠としてこれまでの学習内容を整理して提示しておく、といった仕組みが必要であった。特に、画像（P5 図 1）から月の方位をどのように特定すればいいのか、多くの生徒は困っていた。前時まで上弦の月の 1 日の動きを押さえておき、本時で再提示するなどの手立ても考えられる。「手放す」ことは重要であるが、その前提として、生徒が自立して考えるための足場を十分に準備する必要があることが、本研究を通して明らかになった。

### (3) 研究テーマに迫るための評価（手立て①、②の評価）

一点目は、導入場面における活動や提示した現象をきっかけに、生徒同士の予想や考えに違いが生まれ、それをもとに比較や議論が行われているかを評価の視点とした。実際の導入場面では、生徒同士の予想に大きな違いはあまり見られなかった。その結果、課題に対して試行錯誤する様子は見られたものの、他者の考えと自分の考えを比較したり、議論を通して考えを深めたりする学習活動には十分につながらなかった。

このことから、導入時の活動は、生徒の既存概念や考えの違いを顕在化させるには不十分であったと考えられる。今後は、意図的に複数の見方が生まれるような現象提示や、考えを可視化して比較できる活動の工夫が必要である。

二点目は、学習後に、生徒が学習内容を踏まえて自分の説明を修正できているかという点である。特に、説明の修正にあたって、観察や実験の結果、あるいは科学的な根拠が用いられているかを重視した。本時の学習直後には、説明を明確に修正する場面はほとんど見られなかった。ヘッドアースモデルの操作や思考の手順が十分に定着していなかったこともあり、学習内容を根拠として説明を書き換えるまでには至らなかったと考えられる。しかし、本時の反省を踏まえ、次時にもう一つの発展課題に取り組ませたところ、生徒の説明は大きな変化が見られた。月や地球の位置関係をモデルで確認しながら、時刻や方角と結び付けて説明する姿が見られ、観察結果や既習内容を根拠に、自分の考えを筋道立てて表現できるようになっていた。

このことから、説明を修正する力は 1 時間の学習のみで十分に育成されるものではなく、課題と振り返りを重ね、単元を通して生徒の考えの変容を捉える視点が重要といえる。