

生徒の空間認識力を育てる学習指導に関する一考察

山 根 斉 浩

1 はじめに

学習指導要領の改訂に伴って、新学習指導要領では、中学校理科の標準授業時数が2年生で35時間、3年生で60時間増加し、それぞれ年間140時間となった。この背景には、理数系の学力低下問題がある。2007年12月に、経済協力開発機構（OECD）から発表された国際学習到達度調査（PISA）の結果で日本は、数学が6位から10位へ、科学は2位から6位へといずれも順位を下げた。単純にこの順位だけで学力低下と決めることはできない。しかし、同調査で高校生を対象に理科学習への関心・意欲を調べた結果によると、「動機」に関する項目の点数が、参加国中最下位だったことから、学生の意欲の低下はやはり危惧される状態にあると考えられる。「理科離れ」と呼ばれる生徒の関心・意欲の低下が、理科学習に大きく影響を与えていることが明らかになっている。

本校では、一昨年度から附属学校園の幼小中一貫教育に向けての取り組みを開始した。平成18年度には、各教科で一貫教育に向けた準備を始めた。幼稚園から中学校までの自然科学に関する体験・授業・行事の内容について、幼・小・中の教員が意見を出しあい検討したなかで、児童・生徒の現状を次のように分析した。

- (1) 観察・実験を楽しんでいると感じ、授業にも進んで取り組むが、観察・実験そのものが目的化しており、課題解決の意欲や目的意識を持った観察・実験が行われていない面がある。
- (2) 学力調査の結果から知識・技能の定着は、全学年ともに比較的高いが、小学校高学年から中学校になるにつれて、実感の伴わない知識・技能の習得に陥り、理科は暗記教科であるという意識に偏る傾向が見られる。

これらの現状をふまえて、本校の生徒の実態に即した研究に取り組むこととした。

2 生徒の実態

本校に入学した生徒に対して、1年生の最初の授業で、次のようなアンケートを実施した。

1年生 事前アンケート

設問1 小学校の理科(3年生から6年生までの学習内容)で学習した内容やキーワードを、10個思い出して書き出してみよう。 ① ⋮ ⑩	
設問2-1 設問1で書き出した内容のうち、自分が「得意」と感じる内容の番号を書き出してみよう。	設問2-2 設問1で書き出した内容のうち、自分が「苦手」と感じる内容の番号を書き出してみよう。
設問3-1 設問2-1で「得意」と感じた理由をあげてみよう。	設問3-2 設問2-2で「苦手」と感じた理由をあげてみよう。

このアンケートは、成績には全く関係しないことと、思い出せる範囲の内容だけでよいことを事前に伝えて、1年生全員を対象に行った。次の表①～表④は、生徒の回答の中から、半数の回答を無作為に選び、回答の内容を生物・地学・物理・化学の4領域に分けて集計したものである。

表①「小学校で学習した内容（生物分野に関わる内容）の意識調査の結果」

生物分野	項 目	得意(人)	苦手(人)	合計(人)	得意(%)	苦手(%)
	花のつくり	3	3	6	50.0	50.0
	メダカ・人の誕生	6	7	13	46.2	53.8
	昆虫	5	4	9	55.6	44.4
	メダカの飼育	2	3	5	40.0	60.0
	植物	25	12	37	67.6	32.4
	人のからだ	12	6	18	66.7	33.3
	計	53	35	88	60.2	39.8

表②「小学校で学習した内容（地学分野に関わる内容）の意識調査の結果」

地学分野	項 目	得意(人)	苦手(人)	合計(人)	得意(%)	苦手(%)
	流水のはたらき	13	6	19	68.4	31.6
	天気	8	10	18	44.4	55.6
	月・星座	7	27	34	20.6	79.4
	地層	13	7	20	65.0	35.0
	大地の変化	8	3	11	72.7	27.3
	計	49	53	102	48.0	52.0

表③「小学校で学習した内容（物理分野に関わる内容）の意識調査の結果」

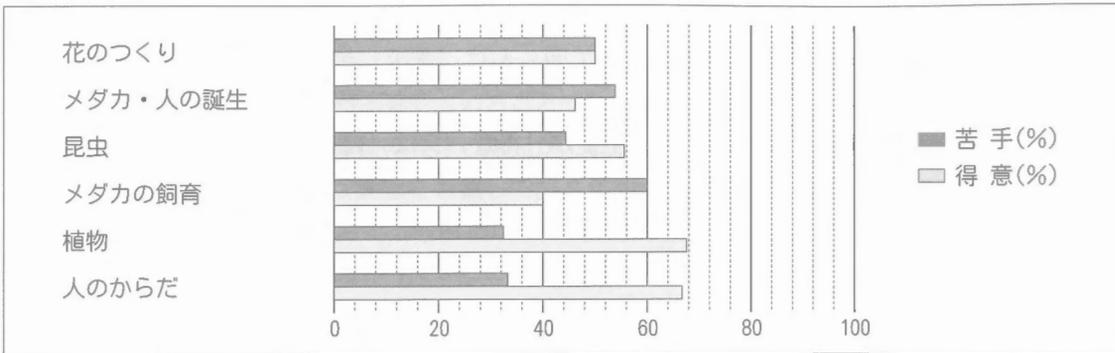
物理分野	項 目	得意(人)	苦手(人)	合計(人)	得意(%)	苦手(%)
	てこ	13	12	25	52.0	48.0
	ふりこ	6	9	15	40.0	60.0
	おもりの衝突	1	6	7	14.3	85.7
	磁石	7	5	12	58.3	41.7
	電磁石	17	9	26	65.4	34.6
	電流のはたらき	8	17	25	32.0	68.0
	熱の伝わり方	5	3	8	62.5	37.5
	計	57	61	118	48.0	52.0

表④「小学校で学習した内容（化学分野に関わる内容）の意識調査の結果」

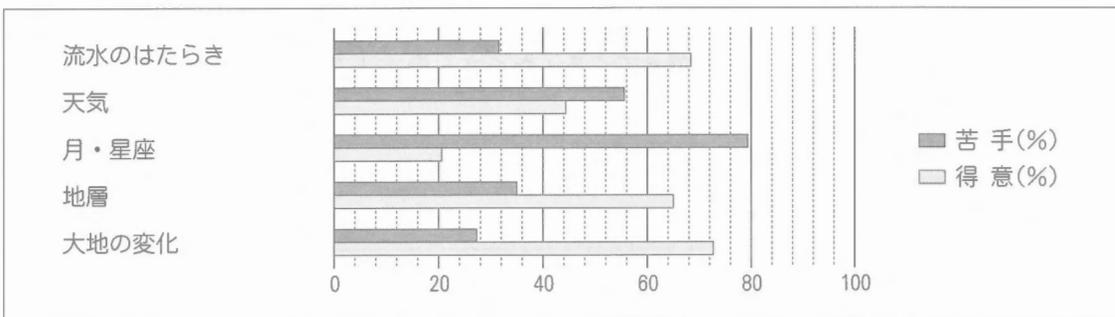
化学分野	項 目	得意(人)	苦手(人)	合計(人)	得意(%)	苦手(%)
	水溶液の性質	26	9	35	74.3	25.7
	ものの燃え方	18	2	20	90.0	10.0
	ものの溶け方	3	10	13	23.1	76.9
	リトマス紙	1	2	3	33.3	66.7
	気体の性質	4	3	7	57.1	42.9
計	52	26	78	66.7	33.3	

これらの表の数値を，グラフ①～グラフ④に表わした。

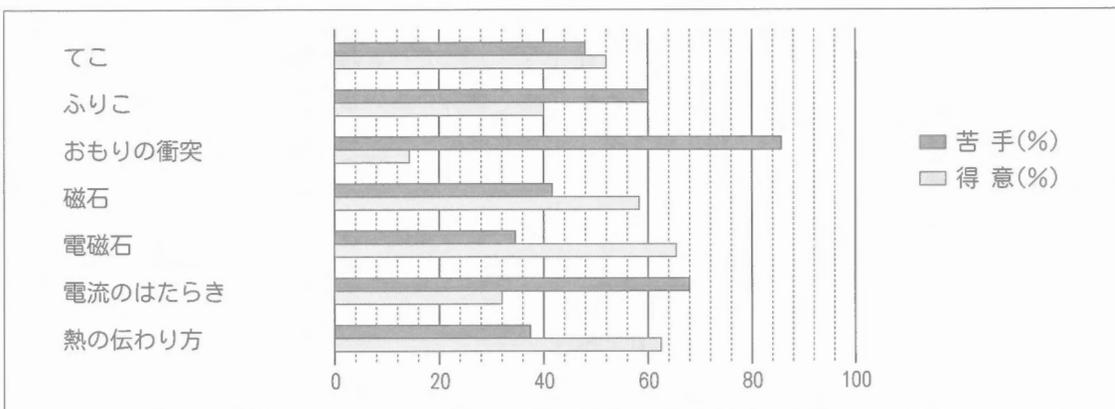
グラフ① 「小学校で学習した内容（生物分野に関わる内容）の意識調査の結果」



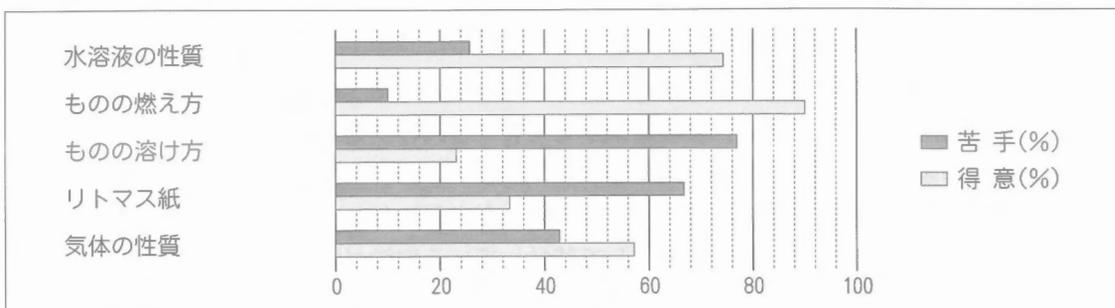
グラフ② 「小学校で学習した内容（地学分野に関わる内容）の意識調査の結果」



グラフ③ 「小学校で学習した内容（物学分野に関わる内容）の意識調査の結果」



グラフ④ 「小学校で学習した内容（化学分野に関わる内容）の意識調査の結果」



この結果から、中学校入学時の段階で、物理分野と地学分野については、すでに「苦手」という意識を持っている生徒が多いことが分かる。「得意」よりも「苦手」の数が多い内容としては、生物分野では、「メダカの飼育」「メダカ・人の誕生」。地学分野では「月・星座」「天気」。物理分野では、「おもりの衝突」「ふりこ」。化学分野では「リトマス紙」「ものの溶け方」がそれぞれあげられる。このうち、生徒の回答数が多く、全体の傾向として明らかに「苦手」が多い内容は、「月・星座」ということがわかる。

次の表⑤、表⑥は、前述のアンケートで、生徒が「得意」又は「苦手」とした理由をまとめたものである。

表⑤ 「小学校理科の内容を『得意』とした理由」

覚える物の数が少ない、覚えやすい。
法則を覚えたら簡単、理由を考えたら分かる、簡単な式で答えが出るから、てこをシーソーに置き換えて考えたら簡単。
実験やしくみがおもしろいから、物をつくるのが好き。
実験をすることで想像からイメージができてくる、たくさんの方で調べたから。
生物を育てたことがある。
身近なものだから、普段の生活の中に出てくるから。
面白いことがたくさんある。
教科書に写真やイラストがたくさん載っていてわかりやすい。

表⑥ 「小学校理科の学習内容を『苦手』とした理由」

覚えることが多い、ややこしい、公式を覚えるのが難しい、似たようなことばかりで覚えられない。
雲の動きなどが覚えられない、昆虫の名前が覚えられない。
星の名前・明るさがややこしくて覚えられない。月や星がどの方向に何時頃に見えるかが覚えられず分からない。
4年生のときの学習で結構忘れてる。
実験結果がたくさんあるので覚えられない。
計算が苦手。
何がどうだからこうなるというのが分からない。
実験ができなくて頭に入らない、 $+$ ・ $-$ や N ・ S が分からない、実験機器の目盛りの見方・読み方が分からない。
自分にあった理解の仕方や覚え方を見つけなくてはいけないのが大変。

表⑤、表⑥の内容から、生徒が「得意」と感じている理由として、観察・実験そのものが楽しく、強く興味を引かれていること、また、実験結果や覚えるべき内容が覚えやすいことがあげられる。

一方生徒が「苦手」と感じている理由としては、「覚えることができない」という理由が多いことがわかる。生物名や雲・星座などの名前は、覚えることが必要になってくるが、月や星がどの方向に何時頃見えるかという内容まで、覚えようとして苦勞している実態が浮かび上がってくる。

このことから、生徒が理科に対して、暗記教科という意識を持ち、理論的な思考が十分に行われていないという視点に立って、研究主題を設定した。

3 仮 説

「覚えることができない」という回答が多かった「月・星座」の内容について、生徒の記述の中に次のようなものがあった。

「学校では、昼間太陽がある方向が南と分かるけれど、家の部屋の中では、どちらが南で、どちらが北か分からない。」

これは、天体観察などの体験が不足していることや、生徒の空間認識の能力が未発達であるという理由が考えられる。一例として中学校の天体の単元が、以前は1年生の学習内容であったものが、生徒の「空間認識能力」が未発達という実態を考慮して、3年生の内容に移行されたことがあげられる。このことから、生徒が天体を苦手とする理由として、「空間認識能力」の未発達が考えられ、そのことが「覚えられない」という感覚につながっているのではないかと考えた。そこで、次のような仮説を立てた。

仮説 天体の学習において、生徒の視点移動能力を高める教材・教具を工夫すれば、生徒の空間認識能力が育成され、天体の運動や見かけの形の変化をイメージしやすくなるだろう。

ここで、「視点移動能力」とは、自分の立つ位置（視点）を移動させたら、自分から見た周囲の眺めがどのように変化するかを、頭の中で考えて理解する能力のことである。例えば、地球上から満月が見えているときに、月面に移動して、月面上から地球を見ると、地球がどのような形に見えるかを、頭の中で考えることができる能力である。

4 研究の実際

(1) 単元配列

本校で使用している東京書籍の「新しい科学2下」の教科書では、単元「地球と宇宙」の学習を、次のように配列している。まず、天体観測を行い、天体の動きを記録して規則性を見つ

「地球と宇宙」

・夜空をながめよう

第1章 地球の運動と天体の動き

- 1 天体は1日のうちにどのように動くか
- 2 天体は1年のうちにどのように動くか
- 3 季節はなぜ変化するのか

第2章 惑星と恒星

- 1 惑星と恒星はどこがちがうか
- 2 恒星の表面を見てみよう

第3章 宇宙の広がり

- 1 太陽系とは何か
- 2 太陽系の外には何があるか

けたのち、第1章で天体の日周運動と年周運動について学習する。そして太陽の南中高度の変化と、日照時間の変化が原因となって、季節の変化がおきることを学習する。

第2章では、惑星と恒星の違いについて学習する。この中で、惑星の満ち欠けに触れる。また、太陽の表面の観察を行って、恒星の特徴に触れる。

第3章では、太陽系の天体の特徴について学習し、各惑星・衛星の特徴に触れ、さらに太陽系外の天体や銀河へと視野を広げていく。

これらの配列を基本としながらも、実際の指導

に当たっては、2つの工夫を取り入れて指導することにした。

(工夫1) 単元の始めに、地球・月・太陽について、発展的な内容を取り入れた学習を行う。

(工夫2) 「第3章宇宙の広がり」の太陽系の天体の特徴を第1章の前に学習し、生徒の興味・関心を高める。

工夫1の発展的な内容では、暦、時刻の概念や地球上での時刻の決め方、そして、地球上の観測者から見た東西南北の決め方を学習させる。

暦や地球上の時刻の決め方については、教科書では触れていないが、生徒の「天体がいつ頃の方向に見えるかわかりにくい」という疑問を、理論的に解決するための基礎知識として欠かせない内容と考える。

工夫2については、生徒の興味・関心を高めるために、小学校の学習で天体に対して抱いている苦手意識を緩和する必要があると考え、地球との比較がしやすい内容を先に学習することにした。

(2) 実践事例

①実践例1 (方位・時刻の定義)

図1は、地球上での時刻の決め方を表わしたものである。太陽に最も近づくときを12時(正午)と決め、地球の自転1回転を24時間と定義してから、24時間を等分して時刻を決めるという法則を共通理解させる。

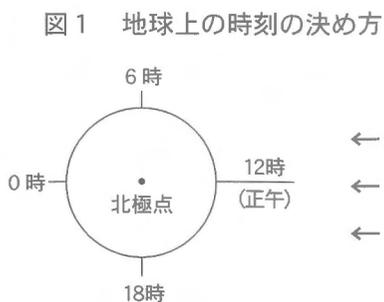


図2 地球上の方位の決め方

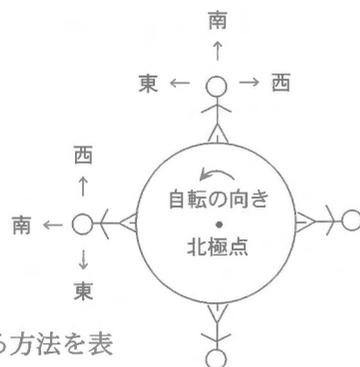


図2は、地球上の各地で、観測者から見た東西南北を決める方法を表わしたものである。生徒は地図上で北極点(上)を北という定義で学習する。しかし、地球を北極点上空から見た場合、北は地球の中心を指すことになり、地表に立つ人間からみた視線(図中の矢印)では、北を表現できなくなっている。この場合、地球の自転方向を東と決め、人の頭上方向が南、自転方向の反対を西と決める。

単元の始めに、この2つの定義を確認することで、生徒の考え方を統一することが大切である。2007年11月にBenesseが実施した「中学校の学習指導実態調査」によると、理科の学習で発展的な学習の内容を扱っている教員は、全体の84%に上るものの、天体の単元では「月の満ち欠け」を扱う程度で、その割合も23.5%と比較的少ないという結果が出ている。「月の満ち欠け」や「惑星の満ち欠け」をより論理的に考えるための基礎知識として、地球上の時刻と方位の定義を生徒に理解させる取り組みが重要になってくる。

②実践例2 (教室内掲示)

生徒の視点移動能力を高めるための取り組みとして、教室の周囲に東西南北と書いたカードを貼り付け、体の前面を北に向けたときに東がどの向きになるかとか、体の前面を西に向けたときに、左手の側はどの方位になるかといったことを考えやすくした。

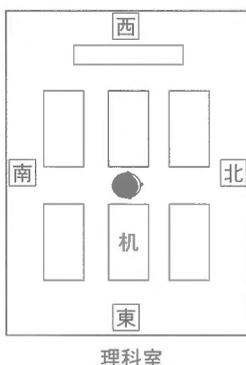


図3

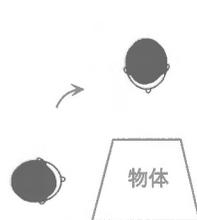
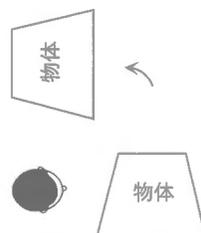


図4



視点移動能力には、図3のように、観測者が体の向きを変えたときの物体の見え方の変化を考える場合と、図4のように、観測者は移動せずに物体が移動したとき、観測者から見た物体の見え方の変化を考える場合がある。

いろいろな場面で、生徒に視点移動の課題を与え、自分の体を使って見え方の変化を体験させることによって、視点移動が抵抗なく行えるようにする取り組みを行った。

③実践例3 (CCDカメラを使った取り組み)

太陽・地球・月が、図5のような位置関係にあるとき、地球から見た月は、どのような形に見えるかを考えさせる。教科書では、実験機の中央に電球を置き、周囲にボールを置いて、ボールの見え方を確認するような指導例があげてある。教科書の指導例では、生徒が地球上の自分の位置を考えて、自分の視線を適切な位置に移動させなければならない。太陽・地球・月の位置関係

を容易に理解でき、視点移動能力が身につけている生徒にとっては、比較的容易な課題であるが、能力の未発達な生徒にとっては、難しい作業である。

そこで、地球儀、ソフトテニスボール、スライド映写機を使って、教室内でシミュレーション

を行った。(写真1) 観測者の位置には、CCDカメラを設置し、地球から見た月の映像をTV画面に映した。(写真2) 生徒には、地球上の×印の位置から月を見ているということを確認して、月の見え方をTV画面で確認させた。周囲の風景が映らないように、教室内を暗い状態にして、スライド映写機の強い光を当てると、ボールが夜空に浮かぶ月のような状態に見える。(写真3)

この装置を使い、太陽・地球・月の位置を変えながら、月の見え方を考えさせ、検証する取り組みを行った。この装置は、月だけでなく、惑星の見え方を考える場合にも利用できる。

CCDカメラを使うと、視点の移動が簡単で、月の見え方を全体で確認できるという利点がある。単純に見え方の確認だけにならないように、事前に太陽・地球・月の位置関係を生徒に理解させることが大切である。

④実践例4 (ミカンを使った取り組み)

実践例3の後に、月の見え方の確認テストを行ってみた。その結果、70%以上の生徒が、月の見え方を正しく求めることができたが、中に図6のような月の形の回答があった。これは、天体の位置関係は理解しているものの、光の当たる部分と影の部分とを区別する方法が定着していないものと思われた。

そこで、図7のAのように、天体に光の当たっている部分と、光の当たらない部分を区別して、その状態をBのように見える位置から見て形を考える方法を工夫した。

具体的には、皮をむいたミカンを利用し、Aの状態を、ミカンを上(へたのついている方)から見た状態と考え、光が当たっている房の数を確認する。その後、視点をBの状態に移動させ、ミカンを横から見た状態で、光が当たっている房の数が何個分かを考えて、見える形を考えるように指導した。

⑤実践例5 (シミュレーションソフトの利用)

天体の天球上の移動について考えさせる方法の1つとして、プラネタリウムのシミュレーションソフトを活用した。使用したのは、Stella Theater Pro Ver. 2.63である。このシミュレーションをコンピュータ画面上で操作しながら、プロジェクターでスクリーンに投影して使用した。

図5

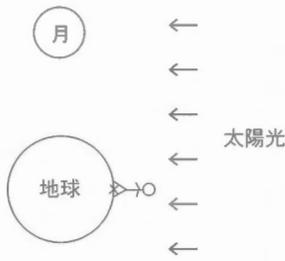


写真1

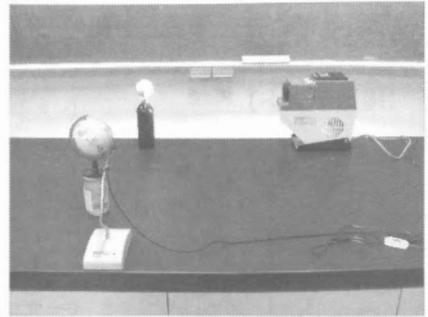


写真2

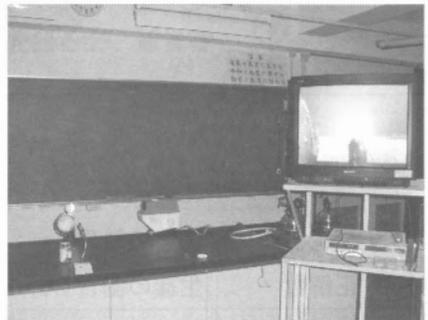


写真3

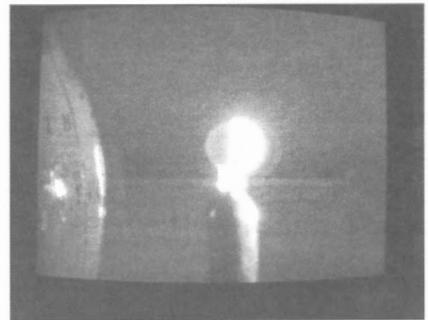
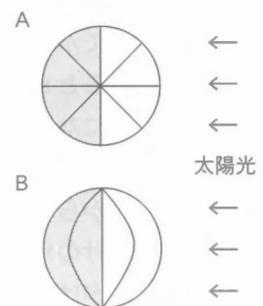


図6



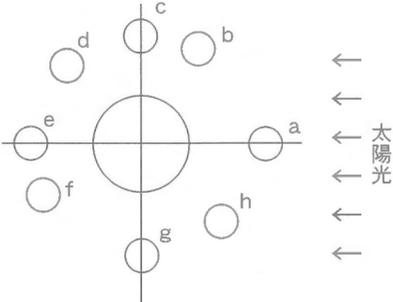
図7



5 考 察

今回の実践を通じて、生徒の空間認識力がどの程度定着したかを、次のようなテストで確認した。

(確認テスト)



① a～hの位置にある月を、地球から観測したときに月は、どのような形に見えますか。見える形を表しなさい。

② 月がdの位置にあるとき、月が見え始めるのは何時頃ですか。

③ 地球上で深夜3時ころ西の空に見ることができる月を、a～hから全て選びなさい。

①の問いについて、生徒の正解率を調べたところ、表⑦のようになった。

表⑦ 確認テストの結果

正解数	生徒の割合(%)
8問(全正解)	82.5
7問	0
6問	12.9
5問以下	4.5

このテストに関しては、全問正解が82.5%となり、生徒の空間認識力は定着しているものと考えられる。正解数が5問以下の生徒の解答には、図6のような解答が見られた。

②の問いについて、正解の午後3時と答えた生徒の割合は、75.5%であった。中には作図によって、より厳密な時刻を求めようとして午後5時前後の時刻を答えた生徒もいた。

③の問いについて、午前3時の位置で、西の空に見える月を全て選んだ生徒の割合は、78.1%であった。問い②と問い③は、どちらも正解というケースが多く、時刻と方向を同時に学習した方が定着がよいことが分かった。

また、学習のまとめとして行った意識調査の回答に次のような文章があった。

- ・小学校の時には、天体の学習は星の形や方向が覚えられなくて嫌いな内容だったけれども、考え方が分かってからは、頭の中で考えるのが楽しくなった。
- ・夕方下校するときに、西の空に見える天体を見て、金星の形や太陽・地球・金星の位置関係を想像するようになった。

これらの感想からも、今回の実践のように、生徒の空間認識力を高める教材・教具を利用して、天体の運動や見かけの形の変化をイメージする方法を身につけさせることで、生徒の興味・関心が高まり、知識の定着がはかれると考えられる。さらに、天体の学習が知識を覚えるだけの学習ではなく、天体の空間的な位置関係や、それぞれの天体の運動を総合的に考えて結論を出す、より科学的な学習へと高まることがわかる。

6 ま と め

今回の実践は、天体の単元での実践であった。天体観測などの体験学習は、時間・場所などの条件により、学校現場では指導が難しく、体験不足になりやすい。体験不足を補う方法としていろいろな実践が提案されている。しかし、3年生の受験前に扱うことから、どうしても暗記重視になりがちである。また、季節によっては、天体観測にむかない天候が続く地域もあり、これまで、生徒に学習の楽しさを感じさせないまま終わっていた面がある。しかし、様々な工夫によって、生徒の意欲を高め、

科学的な思考力を育てることができる。

学習指導要領の改訂により、理科の学習内容が増えたという現実をふまえ、教師が指導法や教材の工夫をすることによって、生徒が自然現象の仕組みを体感し、より本質に迫りたいという意欲の向上につながるように、今まで以上に実践研究や研修が大切であるとする。

本校でも、幼小中一貫教育の利点を生かして、今後理科が苦手という生徒の原因を解明し、より効果的な指導法の確立を目指した取り組みを実践していきたいと考える。

参考文献

- ・松森靖夫著「学びなおしの天文学～基礎編～」恒星社厚生閣
- ・中学校の学習指導に関する実態調査報告書2007 Benesse教育開発センター
- ・H18年度 島根大学教育学部附属中学校園 幼小中一貫教育を語る会 報告書