

トピックス

校種間連携による効果的な理科指導の研究

—「イメージ化」とマイクロスケール実験を例として—

京都学園大学 バイオ環境学部非常勤講師 友松 勝之

1 はじめに

平成27年度全国学力学習状況調査の中学校理科において、「理科の授業の内容はよく分かる」は3年前の小学校6年生時より19.1ポイント減少し、66.9%であった。中学校での学習内容は小学校より格段に多くなり、授業も速く進められる。そのため、授業内容が分からない生徒が増えているのではないかとされている。しかし、理科の指導内容は小・中・高等学校で系統的に組まれているばかりでなく、スパイラルに学習できるように重なっている内容も多々ある。その重なっている内容を理解し、その指導方法を工夫することにより効率的でなおかつ効果的な学習が可能となる。また、児童生徒が積極的に参加するように授業の展開を工夫することにより効果がより向上すると考えられる。

2 小中連携による理科指導力の向上

(1) 理科教員の現状

小学校においては、始業から下校指導までは休む時間がなく、それが終わってから学級や分掌の事務、教材研究、明日の準備等を行うことになる。また、理科を得意とする教員も多くいるが、逆に得意でない教員も多い。そのため、準備や後片付けに時間のかかる観察・実験より、教師による演示実験やビデオ

等による間接的な観察・実験をして解説する指導で済ます場合も多いと聞く。中学校においても得意としない分野では十分な観察・実験を行わず、さらっと流すことが多いと聞く。理科の教員を目指す学生に聞いても「あまり実験をした記憶がない」と答えるものも少なくからずいる。

このような場合は児童生徒が「自分で見て、触って、感じて、考える」過程を踏まないため、理解記憶ができない。そのため習得の度合が非効率的になり、それを活用することはできない。その一例として、中学校教員から「BTB液(6年生『水よう液の性質』)を習っていないと答える新入生がほとんどである」とよく聞く。

これらのことは、情報の収集、分析、規則性の発見や同定する力等論理的な思考力の育成に大きな影響を及ぼしているといえる。

(2) 小中連携による理科指導の工夫

そこで、小単位における項ごとに学習内容と関連項目を明確にして、理科の教科が始まる小学校3年生から中学校3年生までの7年間のカリキュラムを作成した。

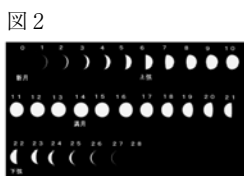
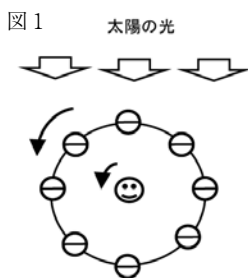
このカリキュラムを基に、①日常身近にあるものや現象を取り入れた内容、②安価でどこでも手に入る材料でかつ短時間で容易に作ることができる教具を用いた内容、③児童生徒が具体的にイメージするのにより効果的な

教具を用いた内容、④マイクロスケール実験を行うために教具を工夫した内容など、小中学校の教員とともに指導方法の工夫を行っている。多くの教員が、時間が取れず、教科書通りの実験を行ったり、ビデオ等で指導していると聞かすが、工夫された教材・教具を知らない、作成したことがないというのが現状であろう。①～④のように工夫された教材や教具を実際に指導者である教員自身が「扱ってみる」、「作ってみる」こと、また、小中学校の教員が意見を出し合いながらより効果が大きくなるものに工夫を加えることが、理科指導力の向上にとって大変重要なことである。

3 小中連携による指導方法の工夫

(1) 容易にイメージ化させるための工夫

小学校6年生の「月の満ち欠け」は、まず、4年生で「月と星の動き」について学習し、6年生「月の満ち欠け」、中学校3年生「月と金星の満ち欠け」とつながっていく。6年生の「月の満ち欠け」での理解が中学校3年生の「金星の満ち欠け」の理解に大きく関わっている。しかし、6年生の教員の中には、観察者と方位の関係や太陽・地球・月の位置関係と月の見え方など説明が難しいと苦手意識を持っている人も多い。それは教科書にある右のような図1、2や写真、そして暗室の中で球に光を当てた観察で説明しているため、児童は満ち欠けの規則性までは考えず、暗記をすることにな



る。例えば「西の空に新月が見えた。4日後にはどのように見えるか?」という問いには時間の条件がないため、同時刻と考え、図2を見て答えればよい。しかし、「午後6時に西の空に新月が見えた。4日後の午後8時にはどのように見えるか?」のように時間を条件に加えると途端に理解できなくなってしまう。

そこで、まず平面上での方位を確認(図3)し、立体的に日本付近での方位を理解する(図4)。

次に、新月の時の太陽・地球・月の位置関係を確認する(図5-1)。そして、赤いスケールに合わせ、4日後の位置に月を動かす(図5-2)。赤いスケールは月の見かけの公転周期を1日ごとつまり12.4°ごとに区切ったものである。

最後に、青いスケールに合わせて地球上の観測者を2時間後の位置に合わせる(図5-4)。青いスケールは地球の自転周期を1時間ごと(15°ごと)に区切ったものである。

三球儀や立体的な

図3

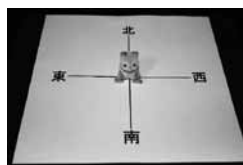


図4

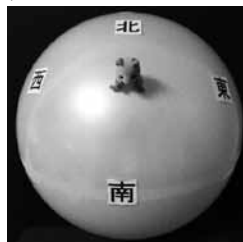


図5-1

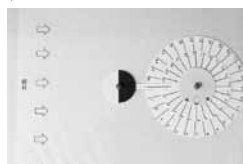


図5-2



図5-3



図5-4



モデルを用いるよ 図5-5

り、平面的に位置関係を把握の方が児童にとっては具体的にイメージでき、思考を深めることができる。

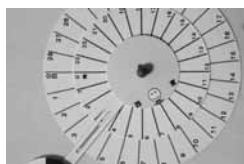


図6



以上の位置関係を基にして月に見立てた球を配置し、観察する（図6）。太陽

の光が当たる部分を白色、光の当たらない部分を青色に塗ってあり、暗室や照明を必要としない。人数の少ないクラスでは直接観察ができるが、人数の多いクラスはカメラと電子黒板をつなぐことにより、効率よく観察できる。一般には暗室にして照明を使って観察するが、光と陰の部分が鮮明に観察できなかったり、人数が多い場合は直接観察して実感することが難しい。

このように教具や展開を工夫して指導することにより、習得ばかりでなく、活用、探求が相互に働き合い、児童の思考を活性化させることになる。また、このように児童自らが理解しながら学習することは習得を確かなものにし、中学校3年生の「月の満ち欠け」「金星の満ち欠け」の理解を容易なものにしているのである。

(2) マイクロスケール実験の工夫1

近年は3～4人グループの少人数で実験を行う場合も増えてきたが、実験器具や準備等が要因となり、まだまだ6～7人で行う場合も多い。人数が多くなれば、実験に参加せず、傍観し、結果だけを写す児童生徒も増える。そこで児童生徒一人一人が自らの手で行い、結果をまとめ、分析し、考察ができるように、

1～2人でできるマイクロスケール実験を工夫していくことが望まれる。また、当然ながら、先に述べた「実験器具や準備等の課題」も克服してである。

例えば、地震は小学校6年生、中学校1年生で扱われている。その両学年で液状化による被害が写真で紹介されている。しかし、なぜ起こるのか記述されていないため、注意して見るのがないのが現状であろう。ところが日本は80%が山であり、いたるところに扇状地があり、地震が起これば液状化が起こる可能性はどこにでもある。ここ亀岡でも阪神淡路大震災では数カ所で液状化が見られた。防災教育も関連づけて、そのメカニズムを知ることは大切である。

液状化の実験は一人一人が行うにしても、材料は安価で用意できる。実験も短時間で済む。食品保存容器（図7）に約8割の高さまで砂を入れ、砂と同じ高さまで水を注ぎ込む。その上にまた砂を1割ほど重ねる。以上で扇状地の地面と地下水を含んだ地層は完成である。その上には建物

図7



等の代わりにする物体を置き、ハンディマッサージ器で食品保存容器の横から振動を与えると水が地表に浮き出し、物体が倒れたり、砂の中に埋もれていく様子を観察できる（図8）。

図8



扇状地の地層の様子や地下水、被害が出るメカニズムについても理解できる。この実験で、「ボウ

図9



リングのように杭を深く打ち込んだら建物は本当に倒れにくくなるのだろうか？」と疑問を持ち、検証実験を試した生徒もいた。

また、同時にP波、S波の実験を行うとどちらのゆれが速く到着するのか、ゆれが大きいのはどちらか、体感することができ、地震が起こったときは、すぐに避難せずに、まず机などの下に身を隠すのはなぜか理解できるため、防災意識が高まる。しかし、P波、S波は中学校の教科書に比較の写真が載っているだけである。実験はごく簡単にできるので小学校でも行えば、中学校での学習が深まる。

用意するものは、レインボースプリング(図10)といわれるバネ6個とセロテープである。他のバネでもよいが、レインボースプリングは色の変化があり動きが分かりやすい特徴がある。3本のバネをセロテープで繋ぎ1本にする。図10が3本を繋ぎ合わせたものである。同様なものをもう1本作る。3人一組になり、Aは2つの波を受ける人(図11)、BはP波(たて波)を出す人(図12)、CはS波(よこ波)を出す人(図13)となり、BとCはP波とS波を同時に出し、Aがどちらの波が速いのか、大きいのか判定する。3人はそれぞれABCの3つの役割を体験する。

以上の2つの実験は容易にそして短時間で行え、波の違いを体感できるため、6年生でも十分に理解できるものである。特に中学校での「初期微動」「主

図10

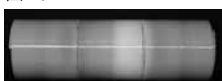


図11



図12

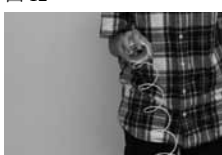


図13

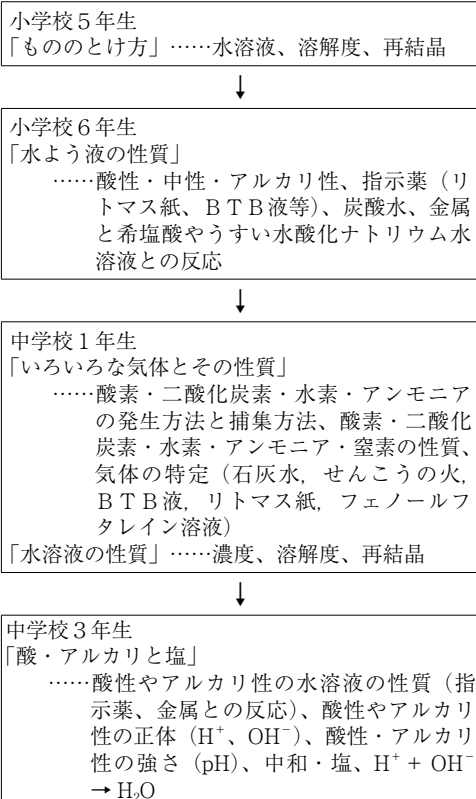


要動」は知識が定着しにくく、丸暗記している生徒も多いが、6年生で体験しておけば、「初期微動」「主要動」の理解が容易にでき、定着もしやすくなる。そのことが生徒の学習意欲を喚起することになるのである。

(3) マイクロスケール実験の工夫2

次に挙げるのは「水溶液の性質」である。表1の系統図のように、スパイラルに学習するようになっている。ただ、関連項目はこれだけではない。例えば、BTB液や石灰水は光合成や呼吸などで二酸化炭素の検出にも用いる。したがって、6年生でしっかり習得させておきたい。また、指示薬はフェノールフタレイン溶液を除いて、酸性は暖色、アルカリ性は寒色に変化することも、リトマス紙、

表1「水溶液の性質」に関する項目の系統図



B T B液から見出させたいものである。しかしながら、多くの教員がその共通性を認識していないため、指示薬の色の変化を見させた後は、暗記に重きを置いてしまうようである。この6年生「水よう液の性質」の終わりでは、この単元で調べた希塩酸、炭酸水、食塩水、うすい水酸化ナトリウム水溶液の性質をまとめているが、その同定のしかたは中学校1年生の「いろいろな物質とその性質」の白い粉を同定する方法にもつながっているため、児童にはできるだけ一人一人に同定のしかたを体験させたいものである。

そのためには、できる限り工夫してマイクロスケール実験をし、児童生徒に規則性や共通性を気づかせ、論理的なものごとを見ようとする力を育成させたいものである。

そこで、一人一人の児童生徒が「自分で見て、触って、感じて、考える」過程を踏むことができ、短時間で操作ができるマイクロスケール実験を工夫した。

ア 水よう液の仲間分け（小学校6年生）

リトマス紙を用いて 図14

酸性、中性、アルカリ性に分類するものである。溶液を点眼容器等先がスポイト状になっている容器に入れておく準備や片付けが容易になるだけではない。リトマス紙に1滴滴下すればよいため、塩酸、水酸化ナトリウム水溶液の皮膚や衣類への付着を防止できる。また、リトマス紙をウズラの卵のバック



図15



図16



の容器や簡易パレット 図17

などを用いて図17のようにすれば容易に分類できる。水を蒸発させて残る物質を見る場合は、ガスコンロに蒸発皿を用いるのではなく、ドライヤーとスライドガラスを用いれば、容易にできる。やけどやガスコンロによる事故の危険性もなくなる（図18）。



図18



イ 水よう液と金属（小学校6年生）

塩酸や水酸化ナトリウム水溶液と鉄やアルミニウムの反応である。「溶ける・溶けない」「反応している・していない」の判別であれば、ウズラの卵の容器（図16）に塩酸や水酸化ナトリウム水溶液を入れ、市販のスチールウールやアルミ箔を少量入れるだけで十分に観察、比較できる。できた物質を取り出す場合も図18のようにすれば少量であるが取り出すことができる。

ウ いろいろな物質とその性質（中学校1年生）

この単元の初めに、白い粉（食塩、砂糖、かたくり粉）の性質を調べながら、物質X（かたくり粉）を同定する実験がある（図19）。「無機化合物・有機化合物」や加熱によって「溶ける・溶けない」、「炭化する・燃える」などを調べるときは、ガスバーナーと燃焼さじを用いなくてもアルミ箔（できればフライパン用のアルミ箔）と先の

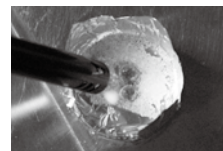
図19



図20



図21 - 1（砂糖）



長いライター（図 20）を用いれば、容易に図 21 - 1 ~ 3 の結果が得られる。この方法であれば、器具等の準備も少なく、一人一人が実験できる。

図 21 - 2（かたくり粉）



図 21 - 3（食塩）



エ 感覚と運動のしくみ（中学校 2 年生）

小学校 4 年生の「ヒトの体のつくりと運動」で骨格と筋肉の動き、中学校 2 年生では「感覚と運動のしくみ」で刺激から運動までの仕組み、高等学校生物では「動物の反応と行動」で刺激の受容から反応・行動まで学習する。中学校で初めて刺激と感覚器官（受容器）が出てくる。その導入として、圧点と冷点の分布を調べる実験がよく行われている。圧点用はクリップの先を 1 本のものと 2 本のものを作る（図 22 の左と中）。目を閉じ、どちらを当てられているか当てる。2 本のものが分かるところは圧点が多いことが分かる。図 22 の右の冷点用はタレビンのふたに熱伝導性の高いアルミの針金をさし、中にはスーパーの刺身のパックなどついている保冷剤（図 23）を入れている。冷凍しておくで冷たいままで長時間使うことができる。タレビンのキャップは柔らかく、針金を通してすぐに穴を開けようとして液だれを防いでくれる。また、保冷剤は、保冷のほか、消臭・芳香剤や、園芸・切り花の保水、ホットパックへの再利用もでき、環境教育に発展もできる。

図 22



図 23



4 おわりに

小中学校 7 年間の理科のカリキュラムを基に、「自分で見て、触って、感じて、考える」過程を大切に教材・教具やマイクロスケール実験について、いくつかの例を挙げてきた。小中学校の教員からの相談や意見を聞きながら、これまでに実践されてきたものに改良を加え、安価で手に入れやすい材料を使って容易に作成できる教材・教具を考えたものである。まずは、小中学校教員自身に教材教具を作ってもらい、実際に実験や観察を行ってもらった。

小中学校教員の反応は、「こんなに簡単に教材・教具が作れること知らなかった」「実験の時間が短縮できるため、十分に分析や考察の時間が取れる」「それぞれの学年でしっかり身に付けさせなければならないことが分かった」「自分が不得意であった分野の指導も苦手意識がなくなったように思う」「もっと教えて欲しい」などであった。今後も小中学校教員の思いや意見を十分に聞きながら、効果的な理科指導を模索し、体験してもらう機会を多く作っていきたい。

参考

平成 27 年度全国学力学習状況調査報告書
新興出版社啓林館 わくわく理科 3 ~ 6、未来へひろがるサイエンス 1 ~ 3、生物
http://www.osaka-c.ed.jp/karinavi/kyozai_siryoyou/plan/pdf/13_01_A_06_004_01a.pdf
<http://www.esnet.ed.jp/center/shiryo/uploads/suiyouekinakanma.pdf>
<http://blog.goo.ne.jp/cu-cu-cu/e/378feb1f046ef6d2be133e92a6948928>