

理科力を育てる・鍛える

第6回 自信をもって小学校理科の学習指導ができる教員の養成

小林辰至

上越教育大学大学院学校教育研究科教授

はじめに

科学技術振興機構（JST）が平成20年に実施した全国の公立小学校の教員を対象としたアンケート調査によると、小学校の約半数の教員が理科の指導に苦手意識をもっており、7割近くが理科の指導法や観察・実験についての知識・技能等の低さを自認していることが明らかになっている。さらに、指導法や観察・実験について「もっと大学で学んでお

いた方がよかった」と感じている教員は8割を超えていた。

小学校で理科の授業を自信をもって指導できる教員の養成は喫緊の課題である。そのためには、科学的な知識・理解に加えて、実際に観察・実験器具が操作できる技能の習得や科学の方法の具体的な理解が不可欠である。

本学の教職科目「初等理科指導法」（前期開講）では、このような課題を受け止め、観察・実験とその指導法に重点をおいた、次のような実践を行っている。

1 タンポポの継続観察を通して、植物の生活と光等の環境要因とのかわりを理解する。

2 月の満ち欠けの定時観測記録を根拠として、月の満ち欠けが地球・太陽・月の位置関係で生じること

をモデル教具の作成と操作を通して理解する。

3 振り子の等時性について、仮説を立て実験で検証する過程を通して科学の方法を習得する。

5 「実験・観察パフォーマンス講座」で、教科書に掲載された観察・実験を習得する。

以下、それぞれの実践の概要とその効果について述べる。

1 タンポポの継続観察 — 実感を伴った理解 —

春に約3週間タンポポの継続観察を行い、レポートにまとめる課題を出している。課題のねらいは、1つの植物を継続観察することで、事象の変化や因果関係に気付く能力を育

成することにある。

課題の説明では、小学校2年生の国語の教科書（光村図書）の「たんぽぽのちえ」から「たんぽぽは、どんなときに、どんなようすをしていますか。かわっていくじゅんじよに気をつけてみましょう。」の部分を引用し、下線部は理科の学習においても重要な視点であることを強調している。具体的な観察の観点として、①タンポポの1日（日の出前・日中・日没後）のようすの変化、②1つの株について、つぼみが開いて果実ができるまでの変化のようすの2点を与えている。

学生のレポートには、「今まで見過ごしていた身近な野草の美しさや生活のたくましさにも感動するようになった」等の感想が数多く記されている。また、観察の前後において、道ばたに生えているタンポポのカラー写真から読み取れる事柄を回答させたところ、タンポポの経時的変化や因果関係に関する気付きの指摘数の平均値が3・1から約2倍の6・

0に有意に増加するなど、継続観察の効果が認められた。

2 月の満ち欠けの観測

天体の学習指導に関する自信の程度は、教職の経験年数を重ねても向上しにくいことが知られている。月の満ち欠けの観測のねらいは、理科が事実を根拠に考察する教科であることを、体験を通して理解させるとともに指導に対する自信をもたせることにある。

4月末から5月末のうちの2週間にわたって月の満ち欠けの様子を定時観測させ、観測が終了した後の7月にはモデル教材（図）を自作させている。学生は観測記録を手がかりに実際の月の満ち欠けを想起しながら、モデル教材の地球・月・太陽の位置関係を操作し、月の満ち欠けがおこる理由を考える。

実践の前後で月の見え方の理解を問う質問紙調査を行った結果、「日

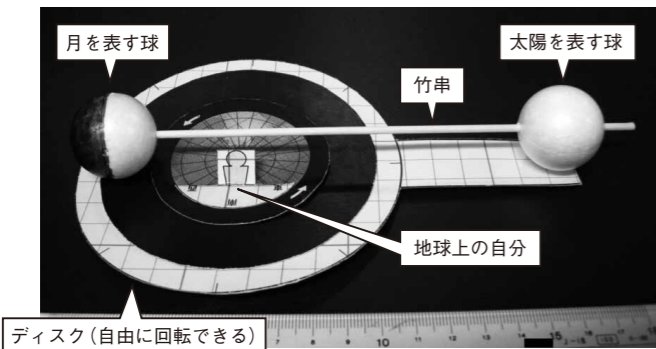
没後、三日月が見えるのはどの方向か」等の正答率は、実践前の約30%に対して実践後は約80%と大幅に増加し、理解の改善が認められた。また、月の観測記録をつける自信の程度について、「ある」と回答した学生が実践前は約20%と低率であったのに対し、実践後は約70%に増加し授業の効果が認められた。

3 児童に見通しをもって 実験に取り組ませる 指導法の習得

児童に見通しをもって実験に取り組ませるといことは、「こうすると結果はこうなる」という自分の考えを意識化させることである。つまり、要因（独立変数）の変化に伴って変化するもの（従属変数）との関係に気付くことが、見通しをもって実験に取り組む上で重要になる。独立変数を変化させると従属変数がどのように変化するかという見通しが作業仮説（以下、仮説と略記）と呼ばれるものである。仮説の設定は探究的な理科学習の出発点といわれるが、その指導は若い教員にはふつう困難である。そこで、児童に仮説を立てさせる際の考え方や指導法を習得させることを目的とした実践を行っている。

授業ではまず、小学校理科教科書に掲載されている電磁石の実験「強

■ 図 月の満ち欠けを理解させるためのモデル教材



5 小学校理科教科書に
取りあげられている
観察・実験の習得
— 観察・実験
パフォーマンス講座 —

基本的な観察・実験技能の習得は、通常の授業の中で実施しているが、小学校理科教科書に取りあげられている観察・実験を行う時間は「観察・実験パフォーマンス講座」として別途設定している（1回90分間の講座を3回）。この講座については、長

年小・中学校で理科を教えてきた元教員に指導を依頼している。1回の講座は最大10人までの少人数編成である（写真）。学生が講座に参加する日はすべての学生の都合を調査して、設定している。1回の講座で5種類以上の観察・実験を課しておくと、小学校の理科授業で取り扱う観察・実験の多くを体験することができる。

げ、学生自身に仮説を立てさせている。なお、振り子の等時性に関する仮説の検証は、次の時間に実施しレポートを提出させている。

仮説の立て方については、「小学校理科の観察・実験について仮説を文章で表現する手立てが理解できたか」の質問に対して、肯定的に回答した学生は93%に達した。また、振り子の実験の指導の自信について、実践前に肯定的に回答した学生の割合は25%と低率であったのに対し、実践後は83%に増加し授業の効果が認められた。

自分が立てた仮説を検証する過程において、理科の本質的な楽しさや味わえる。将来、小学校教員を志望する学生に仮説設定の手立てを習得させることは、極めて意義深いものであると考えている。

4 基本的な観察・
実験技能の習得

理科の学習指導において、教員は

基本的な観察・実験器具の操作を習得しておく必要がある。学生には「習うより慣れる」の発想で、基本的な観察・実験器具に触れさせる時間（90分授業を2回）を設定している。取りあげているのは、ルーペ、方位磁針、検流計、アルコールランプ、ガスバーナ、顕微鏡、気体検知管等の16項目である。授業のはじめに簡単な説明をした後、講義室と理科室に設定した各器具のコーナーで操作させている。なお、学生にはチェックリストをもたせ、正しく操作できたかを自己評価できるようにしている。

その結果、たとえば気体検知管の使い方について、授業前は9%の学生しか自信があると回答しなかったのに対し、授業後は55%の学生が自信があると回答するなど、すべての観察・実験器具の操作において改善がみられた。

基本的な観察・実験技能の習得は、通常の授業の中で実施しているが、小学校理科教科書に取りあげられている観察・実験を行う時間は「観察・実験パフォーマンス講座」として別途設定している（1回90分間の講座を3回）。この講座については、長



観察・実験パフォーマンス講座の様子

■表 観察・実験パフォーマンス講座（全3回）の内容

1回目	
1. 液体の加熱	100mLの水を量り取り、アルコールランプで温める。
2. 水溶液の性質	濃塩酸を希釈する。塩酸、食塩水、石灰水の液性をリトマス紙とBTB溶液で調べる。
3. 単純な回路づくり	豆電球1個、乾電池1個、導線1本で豆電球を点灯させる。
4. 飽和食塩水の調整と水の凝固点の測定	飽和食塩水を作る。水に飽和食塩水を入れ、試験管の中の水温変化を測定する。
5. 水中の微生物を顕微鏡で観察	プレパラートを作り、顕微鏡で観察する。
2回目	
6. だ液のはたらきの調査	デンプン溶液を用いて、体温と同じ条件下で、だ液のはたらきを調べる。
7. 手回し発電機の操作	手回し発電機を用いコンデンサーに蓄電し、豆電球と発光ダイオードの点灯時間を比較する。
8. 酸素の性質	水上置換法で酸素を集気ビンに集め、線香で気体の性質を調べる。
9. 燃焼後の酸素濃度の調査	集気ビンの中でろうそくを燃やした後に、酸素が残っているかどうかを気体検知管で調べる。
10. 回路を流れる電流の大きさ	乾電池の直列・並列回路をつくり、豆電球の明るさと流れる電流の大きさを調べる。
11. 電熱線による発熱の比較	直径の異なる電熱線に電流を流し、発熱の違いを調べる。
3回目	
12. 金属と酸の反応	アルミニウムとスチールウールに希塩酸を注ぎ、変化を観察する。後に残った物質が金属ではなくなっていることを確認する。
13. 葉の中のデンプンの確認	葉をエタノールで脱色するか、たたく染めを行って、光合成によって何が葉に作られたかを調べる。
14. 地層のつき方	ペットボトル内で泥水に含まれる粒が、その大きさによってどのように堆積するかを観察する。
15. 火山岩と砂岩の観察	ルーペや双眼実体顕微鏡を用いて、火山岩や砂岩、火山灰の粒などを観察し、その特徴を記録する。
16. 堆積岩の選別	6つの岩石から3種の堆積岩を選び出し、名前をつける。

初等理科指導法の受講生を対象に、実験器具の使用方法や、実験のやり方を小学生に指導する自信があるかどうかを、「観察・実験パフォーマンス講座」の実施前後に質問紙による調査を行った。その結果、たとえば「酸素を発生させて集気びんに集める」では、講座前に自信がある学生は43%であったのに対し、講座

後は78%が自信があると回答するなど、取りあげたすべての観察・実験において、受講後には大きく改善していた。

本稿では、小学校で自信をもって理科の学習指導ができる教員養成の視点から、本学の教職科目「初等理科指導法」での取り組みの概要と効果について述べた。観察・実験技能や教科書に掲載されている観察・実験の習得ならびに、児童に見通しを

導法の習得については概ね達成できた。しかし、物理・化学・生物・地学の内容理解については、十分な成果が上がっているとはいえない。今後の課題としては、教科に関する科目「理科」との関連付け等の必要性が考えられる。

もって観察・実験に取り組みせる指

おわりに

初等理科指導法の受講生を対象