

指導資料



鹿児島県総合教育センター

理科 第239号

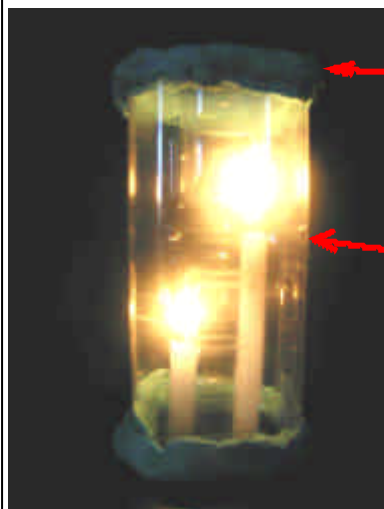
- 中学校，盲・聾・養護学校対象 -

平成15年9月発行

中学校理科における問題解決的な学習の進め方

次の問いについて考えてみたい。

下の写真1のように，上部を切り取った細長いペットボトルの容器の中で，長いろそくと短いろそくが燃えている。今，容器にガラス板でふたをし，空気が入らないようにした。



ふたで密閉するための粘土

上部を切り取ったペットボトル

写真1

さて，長いろそくと短いろそくでは，どちらの炎が先に消えるだろうか。（事象提示）

「二酸化炭素は空気よりも重い」という知識を適用して，「二酸化炭素が下にたまるので，短いろそくの炎の方が先に消える」と考える人が多いだろうと思われる。

しかし，結果は写真2のように長いろそくの方が先に消える。自分の考えに合わない



写真2

事象であるために，疑いの目をもちながら，再度，同じ実験を試みる。何度やっても同じ結果になるため，「長いろそくの炎の方が先に消える要因は何か」

（問題の把握）という問題が生じる。

そこで，「長いろそくの炎の方が先に消えるのは，容器が細長いので発生した二酸化炭素が熱せられて，上からたまっていくからではないか」（仮説の設定）と考え，「容積の大きい水槽とより細長い容器で同様の実験をして，結果を比較する」（観察，実験の企画）ことにする。

実際に実験を行う（観察，実験の実施）と，容積の大きい水槽の中では長いろそくも短いろそくもほぼ同時に消える。しかし，細長い容器では，ろうそくが長いほど早く炎が消え，炎が消えた直後に発生した煙が，容器の上部だけで対流している様子が観察された。

このことから，「容器が小さく細長い場合

は、熱源より上の方だけで対流が起こり新たな酸素の供給がなされないため、ろうそくの燃焼によって発生した二酸化炭素や水蒸気が容器の上部からたまっていき、長いうそくの方から炎が消える」(結果の考察)ことが推察される。

この例は、理科における問題解決的な探究活動の典型と言える。中学校理科の授業においては、このような問題解決的な探究活動を生徒にできるだけ多く体験させることが求められている。

1 理科における問題解決的な学習の意義

問題解決的な学習が重視されるのは、学習の結果得られる知識の量だけでなく、自然事象から問題を発見する力や問題解決の過程で学び取る科学的な方法、科学的な見方や考え方などの総合的な資質・能力をはぐくむことが求められているからである。

科学的な資質・能力は、教え込むだけでは身に付けさせられないことは言うまでもない。主体的な探究活動を通して、生徒自らが身に付けていくものである。生徒に「自分(自分たち)の考えで観察、実験を行っている」、「自分(自分たち)の力で問題を解決した」という実感をもたせながら学習させることが大切である。

2 問題解決的な学習指導上の留意点

問題解決的な学習の一般的な過程は、問題の把握 仮説の設定 観察、実験の企画 観察、実験の実施 結果の考察である。この中でも、問題の把握の段階で「何が疑問なのか」、「何が分かって

いないのか」といった問題を自分のこととして自覚させることが大切である。この問題意識が問題解決の原動力となる。

また、仮説の設定及び観察、実験の企画段階で、「何について、どのような方法で調べればよいのか」、「どのような結果が予想されるのか」、「その結果からどのようなことが言えるのか」といった、結果の考察までの見通しをもたせることも大切である。このことが、生徒の問題意識を持続させることになる。

3 問題意識を高めさせる指導の工夫

確かな問題意識をもたせるためには、問題を発見させる場の設定が必要である。問題を発見させるとともに、問題を自覚化、共有化させるためには次のような方法が有効である。

- ア 生徒の考えや自然認識と矛盾する事象に出会う場を設定する。
驚きや感動を伴うような事象提示など
- イ 自分の考えがあいまいだったり、知識が不足したりしていることを実感させる場を設定する。
試行錯誤が可能となる観察、実験など
- ウ 一つの事象で多様な意見や考えが出る場を設定する。
生徒同士が自分の考えを表現し、意見交換する時間の設定など

このような学習を構成するためには、これから学習する内容について、生徒はどのような知識や経験をもっているかだけでなく、どのような自然認識(誤解、素朴概念)をもっているか、なぜそのように考えるの

かなどを事前に把握する必要がある。

次は、ある中学校の実践例である。

(1) 生徒の自然認識に関する実態把握

「生徒は速さと力とを混同して考える場合が多い」という実態は、よく知られている。そこで、斜面を下っている物体の速さの変化と物体の進行方向に働いている力との関係について生徒の認識を把握するために、事前に実態調査を行った。

その結果、次のような実態が明らかになった。

ア 物体の速さの変化について

斜面を下る物体の速さはだんだん速くなるということは、すべての生徒が認識していた。

斜面の傾きが急なほど速さの変化が大きくなるということは、すべての生徒が認識していた。

速さの変化の仕方については、次のような認識に分かれた。

- ・ 二次関数的に速くなる
- ・ 二次関数的に速くなる

このように考える理由は、「自転車坂道を下ったり滑り台を滑ったりするというような、日常生活の経験からそのように感じる」というものがほとんどであった。

イ 物体の進行方向に働いている力について

物体の進行方向に力が働いているということは、すべての生徒が認識していた。

物体の進行方向に働いている力の大きさについては、次のような認識に分かれた。

- ・ 速さが速くなるにつれて、力はだんだん大きくなる
- ・ 速さが速くなるにつれて、勢いが付いて力はだんだん小さくなる

(2) 問題意識の確立

この中学校では、実態調査の結果を生徒に示し、解決すべき問題は何かを話し合わせた。

当然、認識が分かれた部分に議論が集中し、他者の意見によって自分の考えを変える生徒も出てきた。この話し合いを通して、問題が自覚化、共有化され、学習問題が次のように設定された。

斜面を下る物体の速さはどのように変化するのだろうか。

斜面を下る物体の進行方向に働いている力はどのように変化しているのだろうか。

4 解決の見通しをもたせる指導の工夫

学習問題が設定され、解決への意欲が高まると、次にどのような観察、実験を行えば、どのような結果が予想されるかという見通しをもたせる必要がある。

この過程では、自分のもっている知識や技能、経験などを最大限生かして思考させる必要がある。しかし、生徒のもっている情報では解決の方法を見いだせなかったり、生徒の考えた方法では意図する結果が得られなかったりする場合も少なくない。

そのような場合には、次のような手だてを講ずる必要がある。

ア 問題解決に必要な知識や技能が不足している場合は、それらを補うための観察、実験を意図的に組み込むなど、必要な情報を積極的に獲得させる。

イ 意図する結果が得られない場合は、再度見直しをさせ、仮説やその検証方法に修正を加えさせながら、観察、実験を行わせる。

先ほどの実践例を基に、具体的に説明する。

(1) 観察、実験の企画と結果の見直し

生徒たちが確かめたいことは、「速さの変化の仕方と、物体の進行方向に働いている力の変化」である。

そこで生徒たちは、次のような実験方法を考え、予想を立てた。

ア 速さの変化については、力学台車と記録タイマーを使えばすぐに正しい結果が分かる。(等加速度運動を確認できた。)

イ 動いている物体に働いている力を、直接測定することはできないので、次のような方法が考え出された。

力学台車を斜面に置き、斜面方向に働く力をばねはかりで測定する。

ばねはかりで力を大きく(小さく)していることを確かめながら力学台車を引き、力学台車の速さの変化を調べる。自分たちの考えが正しいならば、速さはアと同じ変化をするはずである。

の方法は教科書にも示されており、最も確実な方法であるが、生徒から「では力学台車が静止しているのだから、速さが速くなっているときの力ではないのではないか」という意見が出され、の方法の支持者が多くなった。

ところが、実際にの方法で実験を行うと、引く力の大きさを変えながら力学台車を動かすのは不可能であることに気付く、生徒たちは観察、実験の方法に修正を加えることになった。

(2) 観察、実験方法の修正

「加える力を変化させながら動かすことは難しいので、一定の力で引いて速さが変わらないことを実証できれば、自分たちの考えが正しいことを証明できる」と生徒たちは考えた。しかし、一定の力で引く方法になかなか気付かなかったので、次のような方法を教師から提案し、実施した。



実験台の上に長机をのせておもりの移動距離を確保し、摩擦力に抗する重さのおもりを下げると、ばねはかりは一定の力を示し、力学台車は等加速度運動をする。この実験結果から、生徒たちは自分の考えを、「物体が斜面を下るとき、速さは一定の変化の割合で速くなり、進行方向に働いている力は一定である」と修正した。

問題解決的な学習を進める際に最も大切なことは、生徒たちの発想やこだわり、つまづきなどを十分に生かした授業展開を工夫することである。そのためには、じっくり思考する時間や生徒同士が意見交換をしながら、考えを練り上げていく時間を十分に確保することが必要である。また、問題解決のどの過程に重きを置いて取り組ませる必要があるか、十分吟味して指導に当たることも大切である。

問題解決的な学習を通して、生徒たちに「自分の力で解決した」という成就感や達成感を味わわせることで、[生きる力]がはぐくまれていくもの考える。

(第二研修室)