

日常生活との関連を図る指導の工夫 — 圧力に関する指導を通して —

中学校, 高等学校理科の新学習指導要領においては, 自然の事物・現象に対する興味や関心を喚起し, 日常生活や社会との関連から理科を学ぶことの意義や有用性を実感させ, 科学的に探究する能力や態度を育成することの重要性が述べられている。

圧力の学習は身近な物理現象であるにも関わらず正しい概念形成が難しく, その中でも気体の圧力については数式やモデルを使った学習が多くその現象をイメージしにくい。

そこで本稿では, 小学校で行った観察, 実験を導入部で体験させ, 日常生活との関連を図りながら具体的な事象を提示することによって, 気体の圧力に関する確かな概念を形成していくための工夫を述べる。

1 気体の圧力に関する学習の系統性

小・中・高等学校における気体の圧力に関する学習内容は, 次の通りである。

(1) 小学校第4学年「空気と水の性質」
閉じ込めた空気及び水に力を加え, その体積や押し返す力の変化を調べ, 空気及び水の性質についての考えをもつことができるようにする。

(2) 中学校第1学年「力と圧力」
圧力についての実験を行い, 圧力は力の大きさと面積に関係があることを見いだすこと。また, 水圧や大気圧の実験を行い, その結果を水や空気の重さと関連付けてとらえること。

(3) 高等学校物理「気体分子の運動」
気体分子の運動と圧力の関係について理解すること。

新学習指導要領では, 「エネルギー」, 「粒子」, 「生命」, 「地球」の4つの柱を作って, 小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化を図った。ここで, 小学校第4学年の空気の圧縮の学習は「粒子」の柱に分類されているが, 中学校第1学年の圧力の学習は「エネルギー」の柱に分類されている。このことは, 気体の圧力の学習に関しては, 「エネルギー」と「粒子」の両方の物理学的な概念が必要であり, 完全に分けて考えることはできないことを示している。つまり, 異なる校種や柱で学習した内容の確実な定着を図った後, それらを統合しながら概念形成を行っていくことが必要とされている。

2 気体の圧力に関する学習内容のポイント

(1) 小学校第4学年「空気と水の性質」

この単元では, 空気の圧縮を水の圧縮と比較しながら学習する。これは空気と水という物質の性質による違いではなく, 気体と液体という状態による違いを調べており, 「粒子」の概念形成の出発点となる。

(2) 中学校第1学年「力と圧力」

ここで初めて圧力が物理学的に定義される。空気の圧力についても学習するが、その重さによる圧力として学習するため、固体と同様に物体としてのイメージであり、粒子としてのイメージは生まれにくい。中学校において、粒子のモデルを用いた微視的な見方や考え方を学習するのは、同じ第1学年の「水溶液」、「状態変化」の単元である。ここでは、物質の水への溶解や、物質の融解、蒸発を粒子のモデルと関連付けて理解する。その際、小学校第4学年での空気と水の圧縮の実験を振り返り、体積変化の起こりやすさと粒子の密度との関係を示しておくこと、気体の圧力に粒子のイメージをつなげて高等学校での学習に接続できる。

(3) 高等学校物理「気体分子の運動」

ここでは、気体分子の速さや平均の運動エネルギーと気体の圧力、絶対温度の関係を力学の法則を用いて導き出す。つまり、気体の圧力という巨視的な量を分子の運動という微視的な量から理解していく。このとき、導き出された数式を日常生活に見られる現象と結びつけて理解することが重要である。

3 気体の圧力の概念形成のための工夫

(1) 空気の存在を実感させる指導の工夫

注射器の口を押さえてピストンを押し出すと、注射器の中には何も見えないが、中の体積が小さくなればなるほどピストンを押し出すには大きな力が必要となり、

手を離すとピストンは元に戻ろうとしてはね返る。このことから、容器中に何かがあることが分かる。このように、直接目で確認できないものの存在を、他の物体の変化によって間接的にとらえて証明することは、科学的な見方を育てる上で重要である。

(2) 気体の体積変化に関する指導の工夫

気体は力を加えると容易に体積を変えられることができる。このことは、気体では自由の空間が大きく、分子が自由に空間を飛び回っており、容器全体に均一に分布していることを示している。この概念が、気体の圧力を考える上で重要である。気体が液体に状態変化すると体積が非常に小さくなることから、液体の状態では分子と分子が気体に比べてずっと近づいていることが予想できる。このことから、液体に力を加えても容易に体積を変えられないことを説明できる。



写真1 空気の圧縮 写真2 水の圧縮

注射器の中に、写真1は空気、写真2は水が入っている。水は空気に比べて、力を加えてもあまり体積が小さくならない。

外力に対して弾性を保ちながら体積

を容易に変化させることができるという気体の性質は、日常生活でどのように利用されているかという視点で生徒に考えさせてみる。

例えば、自転車のタイヤはゴムでできている。さらにその中にはチューブが入っており、チューブの中に空気が入れている。タイヤの空気が抜けた状態で自転車に乗ってみると乗り心地が悪い。つまり、タイヤは路面から力を受けており、路面に凹凸があると、上下方向の力は自転車に乗っている人にも伝わる。そのとき、体積を縮めることによってその力を吸収してくれるのが空気である。その他にも衝撃を吸収するという気体の性質の利用として、自動車のエアサスペンションやエアバッグなどを挙げ、科学技術の進歩について触れることで興味、関心を高めることができる。

(3) 圧力の定義に関する指導の工夫

圧力は、単位面積当たりの力で定義される。圧力も力と同様、圧力そのものを目で見ることはできない。物体の変化を見て、圧力の存在を確認するだけなのである。よって概念形成が難しく、力と圧力の違いを理解できていない生徒は多い。また、日常生活で使われている「力」という言葉が、物理学的には非常に曖昧な使われ方をしているのも概念形成を難しくしている要因の一つであろう。

そこで、力との違いを明確にした単純明快な事象提示をすることにより、

圧力とは何かを確実に定着させたい。



写真3 鉛筆を指で挟む

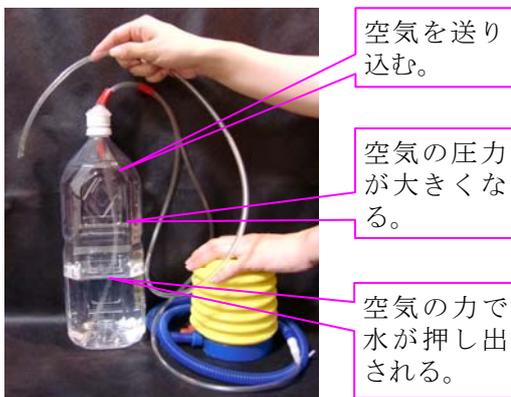
写真3のように片方だけ研いだ鉛筆を2本の指で挟んで静止させる。どちらの指に大きな力が加わっているかを生徒に問うと、尖っている方を支えている親指だと答える。そこで、鉛筆に働いている力を考えさせる。鉛筆の重心がほぼ中心にあると考えると、水平方向の力のつり合いから、親指から鉛筆が受ける力と、中指から鉛筆が受ける力の大きさは等しい。よって、作用反作用の法則により、鉛筆から2本の指に加わる力の大きさは等しいことがわかる。そこで、親指だと誤答した理由を考えさせて、力と圧力の違いを理解させる。

日常生活においても、力と圧力の違いを活用させたい。例えば、最近では景色がよく見えるようにガラス窓を大きくしたバスを見かける。ヨーロッパの観光列車も窓を大きくしている車両がある。ところが飛行機の窓は小さい。その理由を生徒に考えさせる。大気圧を学習していれば、生徒は機内外の圧力差に着目するだろう。そこで教師は、面積が大きくなると力が大きくなることに気付かせると同時に、安全面を考えると科学の知識が重要であることを実感させる。また、水族館のアク

リルパネルについてもその内外の圧力差を求めて、パネルの強度や工夫について考えさせることにより、生徒の興味、関心を高めることができる。

(4) 気体の圧力に関する指導の工夫

気体の圧力は、気体の分子が器壁に衝突してはねかえるときに、分子が器壁を押し力によって生じる。気体の分子が器壁に衝突する回数は、単位体積中の分子の数に比例するので、どうしたら気体の圧力が大きくなるか、条件整理をしながら生徒に考えさせてみる。



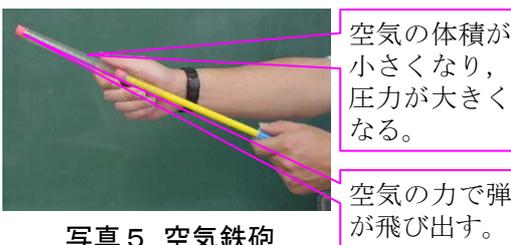
空気を送り込む。

空気の圧力が大きくなる。

空気の水で押し出される。

写真4 ポットの原理を示す実験

一つの手段として、分子の数を増やすには閉じ込められた容器に気体を送り込めばよい。それを利用したポットは、大きくなった空気の圧力によって水を押し出す。写真4はポットの原理を示す実験である。



空気の体積が小さくなり、圧力が大きくなる。

空気の水で弾が飛び出す。

写真5 空気鉄砲

分子の数を変えなければ、体積を小さくするか、分子の速さを速くして衝突回数を増やせばよい。写真5は、体

積を小さくすることにより圧力を大きくし、弾を飛び出させる空気鉄砲の実験である。また、分子の速さを速くするには、気体を温めて温度を上昇させればよい。しぼんだソフトテニスのボールを温めると、ボールは膨らんで硬くなる。それぞれ、スプレー缶や圧力鍋など日常生活に利用されている。

気体の圧力に関する学習のように、校種を超えて学んだ様々な法則を関連付けながら一つの理論を導き出していく学習や、力と圧力や分子のように視覚的にとらえることができないものについての学習は、正しく概念を形成していくことが難しい。

そこで教師は、生徒が小・中・高等学校でどのような学習を通してどのような概念を形成するのかを理解した上で、今身に付けさせるべき概念は何かをとらえて指導する必要がある。また、形成すべき概念がイメージしにくいものであれば、身近な実験を体感させ、それが日常生活でどのように利用されているか具体的な事象を提示してイメージ作りの工夫をしなければならない。そして、その事象を物理の原理・法則を用いて解明できるのだと実感させることによって、学ぶことの意義や有用性を知り、科学に対する関心を高め、学習内容をより確実に定着させることができると考える。

〔参考文献〕

文部科学省『小学校学習指導要領解説－理科編－』平成20年8月
文部科学省『中学校学習指導要領解説－理科編－』平成20年9月
文部科学省『高等学校学習指導要領解説－理科編 理数編－』

平成21年12月
(教科教育研修課)