

Chapter  
II

## 身近な物理現象

## 1 単元のねらい

光や音、力など日常生活と関連した身近な事物・現象に関する観察、実験を行い、結果を分析して解釈し、それらの規則性などを見いださせるとともに、身近な物理現象に対する生徒の興味・関心を高め、日常生活や社会と関連付けながら、科学的にみる見方や考え方を養う。

## 2 単元の内容

身近な事物・現象についての観察、実験を通して、光や音の規則性、力の性質について理解させるとともに、これらの事物・現象を日常生活や社会と関連付けて科学的にみる見方や考え方を養う。

ア 光 と 音 (ア) 光の反射・屈折 (イ) 凸レンズの働き (ウ) 音の性質  
イ 力 と 圧 力 (ア) 力の働き (イ) 圧力

小学校の第3学年で、光は集めたり反射させたりできることについて学習している。これらの学習とつながっているのが、「光の反射・屈折」、「凸レンズの働き」である。光が水やガラスなどの物質の境界面で反射、屈折する現象を、予想、実験、考察、交流という流れを通して幾何光学的な規則性を見いだせるようにする。凸レンズの働きについても、予想、実験、考察、交流という流れで、実像や虚像ができる条件、像の位置や大きさ、像の向きについての規則性を定性的に見いだせるようにする。音の性質については、音についての観察、実験を通して、音は物体の振動によって生じ、その振動が空気中などを伝わること、音の大小や高低は、発音体の振動の振幅と振動数に関係することを見いだせるようにする。

小学校の第3学年で、風やゴムの力で物を動かすことができること、第6学年でこの規則性について学習している。これらの学習とつながっているのが、「力の働き」である。物体に力を働かせる実験を行い、物体に力が働いたときの变化から力の働きを見いだせるようにする。物体の変形については、ばねに加える力の大きさとばねの伸びを測定する実験を行う。ここでも予想、実験、考察、交流という流れを通して、力の大きさとばねの伸びの関係を見だし、力の大きさはばねの変形の量で測定できることを理解できるようにする。また、圧力については、圧力に関する実験を行い、単位面積当たりに働く力の大きさとして圧力の概念を形成させ、水圧や大気圧を水や空気の重さと関連付けて捉えられるようにする。

この単元は、予想や仮説を基に実験を行い、その結果から考察、交流するというサイクルを実践していくのに適しており、課題探究的な学習を推進するための基礎となる力を身に付けるのに有効である。この力を身に付けることで、知識・技能と活用を結ぶ学習モデルを確立し、課題解決能力を育むことにつなげていける。これは、「自ら課題を見付け、自ら学び、自ら問題を解決する資質や能力等」の「学ぶ力」を育成することに通ずるものである。このことから、札幌市の教育が目指す人間像の具体的な姿の一つである「未来に向かって 創造的に考え、主体的に行動する人」の実現に深く関連する重要な単元であると言える。

### 3 評価規準の設定例

| 自然事象への<br>関心・意欲・態度  | 科学的な思考・表現   | 観察・実験の技能  | 自然事象についての<br>知識・理解  |
|---|---|---|---|
| 光の反射・屈折、凸レンズの働き、音の性質に関する事象・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとす。 | 光の反射・屈折、凸レンズの働き、音の性質に関する事象・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、光が反射、屈折するときの規則性、凸レンズにおける物体の位置と像の位置や大きさとの関係、音の発生と伝わり方、音の高さや大きさと発音体の振動の関係などについて自らの考えを導き、表現している。 | 光の反射・屈折、凸レンズの働き、音の性質に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。 | 光が反射、屈折するときの規則性、凸レンズにおける物体の位置と像の位置や大きさとの関係、音の発生と伝わり方、音の高さや大きさと発音体の振動の関係などについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。                   |
| 力の働き、圧力に関する事象・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとす。              | 力の働き、圧力に関する事象・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、力が働いた物体の形や運動の様子の変化、圧力と力の大きさや面積との関係、水圧や大気圧と水や空気の重さとの関連などについて自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。                       | 力の働き、圧力に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。              | 物体に力が働くと変形したり運動の様子が変わったりすること、力は大きさと向きによって表されること、圧力は力の大きさと面積に関係があること、水圧や大気圧が水や空気の重さと関連することなどについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。 |

### 4 単元における観察、実験の位置付け

| 学 習 活 動  | 備 考  |
|--|--|
| <p>ものの見え方についての学習</p> <p>【課題】 光が鏡ではね返るとき、どのような規則性があるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験①】 光が鏡ではね返るとき、入射角と反射角は等しくなることを見いだしている。</p>  | 鏡に全身を映すには、身長 <small>の半分</small> の大きさが必要であることを確かめる演示実験。 |
| <p>【課題】 光は透明な物体に出入りするとき、どのように進むのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験②】 透明な物体に出入りする光の道筋を調べる実験</p> <p>光が空気から透明な物体へ進むとき、屈折角は入射角より小さくなる。透明な物体から空気へ進むとき、屈折角は入射角よりも大きくなる。また入射角が一定以上大きくなると全反射することを見いだしている。</p> |  |
| <p>【課題】 凸レンズに光が入ると、どのように進むのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験③】 凸レンズに入射した光の道筋を調べる実験</p> <p>凸レンズの軸（光軸）に平行に入射した光は屈折した後、焦点を通り、凸レンズの中心を通る光はそのまま直進し、焦点を通った光は凸レンズを通ると屈折した後、凸レンズの軸（光軸）に平行に進むことを見いだしている。</p>  |  |
| <p>【課題】 凸レンズによる像のでき方には、どのような決まりがあるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験④】 凸レンズによってできる像を調べる実験</p> <p>物体が焦点より外側にあるときには実像ができ、物体が焦点と凸レンズの間にあるとき、凸レンズをのぞくと虚像が見えることを見いだしている。</p>                              | ものづくり<br>・ 屈折式望遠鏡<br>・ 簡易カメラ<br>・ ガラス玉顕微鏡              |
| <p>【課題】 音が出ている物体は、どのような共通点があるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑤】 音が出ている物体の共通点を調べる実験</p> <p>音が出ている物体は、振動していることを見いだしている。</p>  |  |

|   |   |
|---|---|
| <p>【課題】音はどのようにして聞こえるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑥】音の伝わり方を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>音が聞こえるためには、音の振動を伝える物質が必要であることを見いだしている。</p>                                     |   |
| 音の伝わる速さについての学習  |   |
| <p>【課題】音の大小や高低と、音を出す部分の振動とは、どのような関係になっているのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑦】音と振動の様子との関係を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>振幅が大きいほど大きい音が、振動数が多いほど高い音が出ることを見いだしている。</p>          |   |
| <p>【課題】物体に力が働くと、どうなるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑧】物体に力を加え、どのように変化するかを調べる実験</p> <p>↓</p> <p>静止している物体に力を加えると、変形したり動き出すこと、動いている物体に力を加えると運動の様子が変わることを見いだしている。</p> | <p>ものづくり</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ゴムで動く車や坂登り人形などの動くおもちゃ</li> </ul> |
| 重力と重さ、力の単位についての学習   |   |
| <p>【課題】力の大きさはどのようにすれば測れるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑨】力の大きさとばねの伸びの関係を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>ばねの伸びは、ばねを引く力の大きさに比例しているため、ばねを使えば力の大きさを測れることを見いだしている。</p>          |   |
| 力の表し方についての学習  |   |
| 圧力についての学習   |   |
| <p>【課題】力の働く面積が違っていると、力の働きはどう変わるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑩】力が働く面積を変えて物体のへこみ方を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>同じ大きさの力でも、力が働く面積が小さくなると物体の変形は大きくなることを見いだしている。</p>        | ホバークラフトの演示  |
| <p>【課題】水圧の大きさや働く向きには、どのような特徴があるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑪】水圧の大きさや働く向きを調べる実験</p> <p>↓</p> <p>水圧は水の深さが深いほど大きく、あらゆる方向から働くことを見いだしている。</p>                      |   |
| <p>【課題】浮力の大きさは、物体の何に関係があるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑫】浮力の大きさを調べる実験</p> <p>↓</p> <p>浮力は物体の水に沈んでいる部分の体積に関係し、体積が大きいほど、働く浮力は大きいことを見いだしている。</p>                   |   |
| <p>【課題】空気中でなぜ缶やペットボトルがつぶれたのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑬】空き缶を大気圧でつぶす実験/空気に重さがあることを調べる実験</p> <p>↓</p> <p>空気には重さがあることと、気圧の差によって缶の外側から力が働いたことを見いだしている。</p>        | 注射器内に発泡ポリスチレンを入れたときの演示  |

## 5 本単元における観察、実験例

【課題】 光が鏡ではね返るとき、どのような規則性があるのだろうか。

【実験①】 光が鏡ではね返るときの規則性を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

小学校第3学年では、光は集めたり反射させたりできることについて学習している。レーザー光を用いて演示したり、スポットライトやプロジェクターから出ている光の様子を想起するなどして、光は直進するという既習事項を確認する。また、復習をかねて、鏡で光を反射させて的に当てるゲームを行ってもよい。

本実験では、日常生活で毎日のように見ている鏡を用いて光の進む道筋を記録し、光の反射の法則を見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] 光源装置、スリット台、鏡、分度器など

[実験の手順]

- ① 光が鏡に当たり、はね返るときの光の道筋を予想する。
- ② 分度器に鏡を垂直に固定する。
- ③ 鏡に光を当てる角度を $10^\circ$ ずつ変化させ、それぞれの時に分度器の中心(図中のO)に光を当てる。
- ④ はね返った光の角度を、それぞれ読み取る。

[実験の結果]

鏡に入る光の角度と、鏡で反射して出ていく光の角度は等しい。

[安全上の注意]

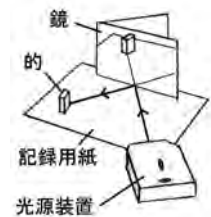
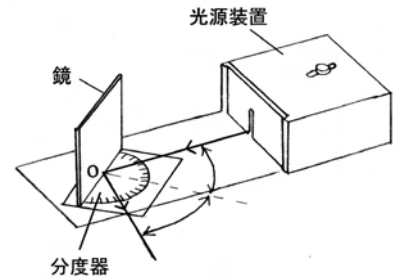
- ・光源から出た光や鏡で反射した光が直接目に入らないようにする。
- ・実験室を暗くして行うので、実験前に周辺を整理する。また、懐中電灯を用意するなど事故に対して配慮する。

[指導のポイント]

- ・光源装置は水平な台の上に置き、鏡はその台に垂直に立てる。
- ・光源から出る光が同じ幅で進むように調節する。
- ・用意する鏡は、裏面鏡は反射光がずれるので、表面鏡がよい。

別法

- ① 右図のように記録用紙上に鏡と的を置き、鏡の面に沿って線を引く。
- ② 光源装置から出した光を鏡で反射させて、的に光を当てる。
- ③ 光の道筋を記録用紙に記録する。
- ④ 光が鏡に当たった点を中心として、鏡の面の線が重なるように記録用紙を二つ折りにし、紙を透かして見る。



### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、入射角と反射角は等しいことを捉えるようにする。また、鏡の面に垂直な直線と入射光および反射光との間の角度をそれぞれ入射角、反射角ということを理解できるようにする。

鏡に映る像を光の反射と関連付けて捉えるようにする。また、万華鏡で見える像は、3枚の合わせ鏡で光が何回も反射することで、線対称の美しい模様を作りだしていることが分かるようにする。

【課題解決の姿】 光が鏡ではね返るとき、入射角と反射角は等しくなることを見いだしている。

【課題】光は透明な物体に入入りするときに、どのように進むのだろうか。

【実験②】透明な物体に入入りする光の道筋を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

日常生活の中で、水中に入れた棒が曲がって見えたり、短く見えたりすることや、ずれて見えることを経験している。また、底にコインを入れたカップに静かに水を注ぐとコインが浮き上がって見えることを演示するなどして、水など透明な物体があると光の進み方が変わることを確認する。

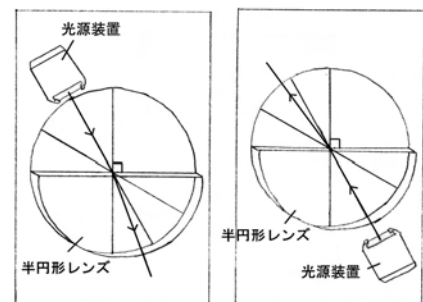
本実験では、半円形レンズや小型光学用水槽を用いて光の屈折の規則性を捉え、光の屈折による物体の見え方について見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] 光源装置、半円形レンズ、分度器、記録用紙など

[実験の手順]

- ① 光が空気から半円形レンズに入射するとき、及び半円形レンズから空気に入射するときの光の進み方を予想する。
- ② 記録用紙に半円形レンズと同じ直径の円をかき、中心で垂直に交わる線をかき、その線に対して $30^\circ$ ごとに線をかき、
- ③ 空気側から境界面に垂直になるように光を半円形レンズに入射させ、半円形レンズの中を進む光の道筋を記録する。同様に入射する光の角度を $30^\circ$ ずつ大きくしたときの光の道筋を記録する。
- ④ 半円形レンズ側から境界面に垂直になるように光を入射させ、③と同様にして光の道筋を記録する。



[実験の結果]

空気側から透明な物体に光が入射するとき

- ・光が垂直に境界面に入射するときは直進し、光が角度をもって入射するとき、屈折角は入射角より小さくなるように屈折する。一部の光は境界面で反射する。

透明な物体から空気側に光が入射するとき

- ・光が垂直に境界面に入射するときは直進し、光が角度をもって入射するとき、屈折角は入射角より大きくなるように屈折する。光は、空気側から入射するときと逆の経路をたどる。一部の光は境界面で反射する。
- ・入射角が一定以上大きくなると、全反射する。

[安全上の注意]

- ・光源から出た光や透明な物体で屈折した光は反射した光が直接目に入らないようにする。
- ・実験室を暗くして行うので、実験前に周辺を整理する。また、懐中電灯を用意するなど事故に対して配慮する。

[指導のポイント]

- ・半円形レンズの中心を光が通るようにする。
- ・光源から出る光はできるだけしぼり、光の幅の中心に印を付ける。

【別法】 小型光学用水槽を利用すると、準備が省けて簡単に実験を行うことができる。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、光は透明な物体に入入りするときに規則性をもって屈折することを捉えるようにする。また、光が透明な物体側から空気側に入射するとき、入射角が一定以上大きくなると全反射することを捉えるようにする。

光の屈折による物体の見え方を光の進み方と関連付けて捉えるようにし、図などを使って具体的に説明できるようにする。

【課題解決の姿】 光が空気から透明な物体へ進むとき、屈折角は入射角より小さくなる。透明な物体から空気へ進むとき、屈折角は入射角よりも大きくなる。また入射角が一定以上大きくなると全反射することを見いだしている。

【課題】凸レンズに光が入ると、どのように進むのだろうか。

【実験③】凸レンズに入射した光の道筋を調べる実験

(1) 実験前の指導の手だて

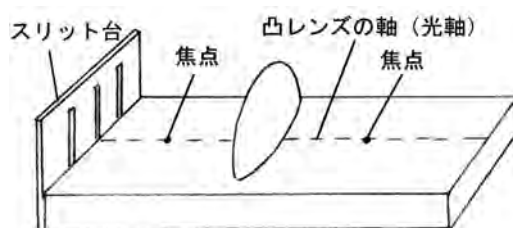
小学校第3学年では、光は集めることができることを学習している。凸レンズを用いて太陽の光を集め、黒い紙を焦がすことができたことを想起させ、そのとき凸レンズは太陽の方向を向いていることを確認する。本実験では、凸レンズを通る平行な光と焦点との関係を見いだせるようにする。

(2) 実験について

[主な準備物] 光源装置、スリット台、凸レンズなど

[実験の手順]

- ① 凸レンズの軸（光軸）に平行に入射した光は、どのように進むのかを予想する。
- ② 複数のスリットから出てくる光を凸レンズの正面に当て、光の道筋を記録する。別の種類の凸レンズでも同様に実験する。
- ③ 1つのスリットだけを使って、凸レンズの中心を通る光、凸レンズの軸（光軸）に平行に入射した光、焦点を通る光の道筋を記録する。



[実験の結果]

- ・複数のスリットから出てくる光を凸レンズの正面に当てると、光は屈折して1点に集まる。
- ・凸レンズの種類によって、焦点距離が異なる。

[安全上の注意]

- ・光源から出た光が直接目に入らないようにする。
- ・実験室を暗くして行うので、実験前に周辺を整理する。また、懐中電灯を用意するなど事故に対して配慮する。

[指導のポイント]

- ・複数のスリットから出てくる光を凸レンズの正面に当てるとき、凸レンズの軸（光軸）に平行に当てるようにする。

(3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、凸レンズの正面から平行な光を当てると焦点を通り、レンズの種類によって焦点距離が異なることを捉えるようにする。凸レンズの中心を通る光は直進すること、凸レンズの軸（光軸）に平行に入射した光は焦点を通ること、焦点を通った光は凸レンズの軸（光軸）に平行に進むことを捉えるようにする。

眼鏡や望遠鏡、顕微鏡以外に、懐中電灯やスポットライトなどにも凸レンズが使われていることを、実物を提示するなどして、実感を伴った理解につなげる。

【課題解決の姿】凸レンズの軸（光軸）に平行に入射した光は屈折した後、焦点を通り、凸レンズの中心を通る光はそのまま直進し、焦点を通った光は凸レンズを通ると屈折した後、凸レンズの軸（光軸）に平行に進むことを見いだしている。

【課題】凸レンズによる像のでき方には、どのような決まりがあるのだろうか。

【実験④】凸レンズによってできる像を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

虫眼鏡に使われている凸レンズには、ものを拡大したり光を集める働きがあることを経験上知っている。実験前に凸レンズを通る光の進み方について、次の①～③のことをまとめておく。①凸レンズの軸（光軸）に平行に入射した光は屈折した後、焦点を通る。②凸レンズの中心を通る光はそのまま直進する。③焦点を通った光は凸レンズを通ると屈折して凸レンズの軸（光軸）に平行に進む。

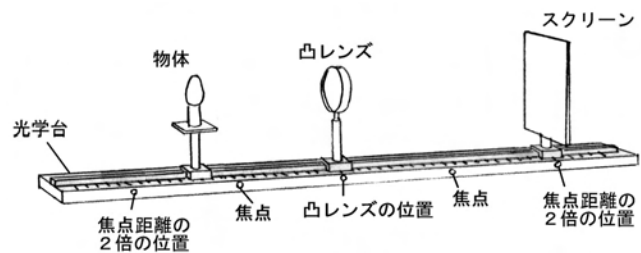
本実験では、物体、凸レンズ、スクリーンの位置をいろいろ調節して、スクリーンに実像を結ばせ、凸レンズと物体、凸レンズとスクリーンの距離や像の大きさ、像の向きとの関係を捉えるようにする。また、物体を凸レンズと焦点の間に置き、凸レンズを通して物体を見ると拡大した虚像が見えることを見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] 凸レンズ、光学台、スクリーン、光源、物体、ものさしなど

[実験の手順]

- ① 凸レンズによって、どの位置にどのような像ができるかを予想する。
- ② 物体を凸レンズの焦点距離の2倍より離れた位置に置き、凸レンズは動かさず、スクリーンのみ動かしてはっきりした像を映す。
- ③ 像をスクリーンの後方から観察し、像ができる位置、物体と比べた像の大きさ、物体と比べた像の向きの変化を調べる。
- ④ 凸レンズは動かさず、物体の位置を焦点距離の2倍、焦点と焦点距離の2倍の間、焦点、焦点と凸レンズの間へと順に凸レンズに近づけていき、それぞれ③と同様に調べる。
- ⑤ スクリーンに像が映らないときはスクリーンをはずし、凸レンズを通して物体を観察して、物体と比べた像の大きさ、物体と比べた像の向きの変化を調べる。



[実験の結果]

- ・物体を凸レンズの焦点距離の2倍よりも離れた位置にあるとき、物体より小さな実像が、スクリーン側の焦点と焦点距離の2倍の間に、上下左右逆にできる。
- ・物体と凸レンズの距離が焦点距離の2倍の位置にあるとき、物体と同じ大きさの実像が、スクリーン側の焦点距離の2倍の位置に、上下左右逆にできる。
- ・物体と凸レンズの距離が焦点距離の2倍と焦点の間にあるとき、物体より大きな実像がスクリーン側の焦点距離の2倍より離れた位置に、上下左右逆にできる。
- ・物体が焦点の位置にあるとき、像はできない。
- ・物体が焦点と凸レンズの間にあるとき、物体より大きな虚像が物体と同じ向きにできる。

[安全上の注意]

- ・光源から出た光や鏡で反射した光が直接目に入らないようにする。
- ・実験室を暗くして行うので、実験前に周辺を整理する。また、懐中電灯を用意するなど事故に対して配慮する。

[指導のポイント]

- ・凸レンズの位置は変えず、物体の位置を変え、ピントが合うスクリーンの位置を探す。
- ・スクリーンに映ったものが物体と相似でなければ、ピントが合っていないもしくは像はできていないことを助言する。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、実像ができるか虚像ができるかの境界は凸レンズの焦点の位置であることを捉えるようにする。

凸レンズを通る光の進み方を作図することで凸レンズによってできる像を整理することができる。このことから、凸レンズによってできる実像や虚像がどのようなときにできるか説明できるようにする。

【課題解決の姿】物体が焦点より外側にあるときには実像ができ、物体が焦点と凸レンズの間にあるとき、凸レンズをのぞくと虚像が見えることを見いだしている。

【課題】音が出ている物体は、どのような共通点があるのだろうか。

【実験⑤】音が出ている物体の共通点を調べる実験

(1) 実験前の指導の手だて

リコーダーや太鼓など、楽器を演奏するときのことを想起し、どのようにしたら音が出るのかを確認する。本実験では、楽器に限らず、音を出す物体に共通する点を見いだせるようにする。

(2) 実験について

[主な準備物] 楽器（太鼓、ギターなど）、ワイングラス、ストロー笛、音さ、スピーカーなど

[実験の手順]

- ① 楽器やワイングラス、音さなどから音を出し、そのときの発音体の様子を観察する。
- ② スピーカーから大きな音を出し、スピーカーの様子を観察する。

[実験の結果]

- ・音源は振動している。

[安全上の注意]

- ・打楽器や音さは、必要以上に強くたたかないようにする。

[指導のポイント]

- ・振動を直接見るのが難しいスピーカーなどは、発泡スチロール球を乗せるなどして見やすい工夫をする。

(3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、音を出している物体は振動していることを捉えるようにする。

【課題解決の姿】音が出ている物体は、振動していることを見いだしている。

【課題】音はどのようにして聞こえるのだろうか。

【実験⑥】音の伝わり方を調べる実験

(1) 実験前の指導の手だて

音を出している物体は振動していることを学習した。音を聞くのは耳であり、音源から耳へ音を伝えるものは何かを確認する。本実験では、音源と耳の間に何があるのかを見いだせるようにする。

(2) 実験について

[主な準備物] 共鳴音さ（2台）、真空鈴、簡易真空容器など

[実験の手順]

- ① 音さを2つ並べ、一方の音さを鳴らし、もう一方の音さがどうなるかを調べる。また、音さと音さの間に板を置いて同じように実験をする。
- ② 真空鈴やブザーを入れた簡易真空容器などの空気をぬいていったときに音の大きさの変化を調べる。また、容器内に空気を入れていったときの音の大きさの変化を調べる。

[実験の結果]

- ・音さの一方を鳴らすと、もう一方の音さも鳴り出す。音さ間に板を置いて、もう一方の音さが鳴り出す。
- ・真空鈴や簡易真空容器内の空気をぬいていくと、音が聞こえなくなる。再び空気を入れると、音が聞こえるようになる。

※真空容器を使った実験は、空気が音を伝えていることを示す実験ではないという主張もある。

(3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、空気が音の振動を伝えていることを捉えるようにする。

【課題解決の姿】音が聞こえるためには、音の振動を伝える物質が必要であることを見いだしている。



【課題】音の大小や高低と、音を出す部分の振動とは、どのような関係になっているのだろうか。

【実験⑦】音と振動の様子との関係を調べる実験

(1) 実験前の指導の手だて

いろいろな楽器の出る音の大きさや高さを想起する。そして実際に音が出ている楽器を観察し、それぞれの楽器の音の大きさや高さを変えるにはどうしたらよいか、楽器の振動の様子と音の大きさや高さとの間にどのような関係があるかを考える。

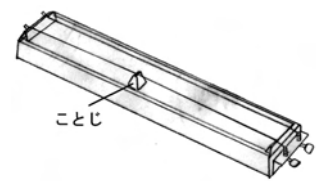
本実験では、弦の振動では弦をはじく強さ、弦の長さや太さなどを変えて音を発生させ、音の大きさや高さを決める条件を見いだすようにする。

(2) 実験について

[主な準備物] 弦楽器（ギター、モノコードなど）、オシロスコープやコンピュータ、マイクロホンなど

[実験の手順]

- ① 音の大きさや高さは、物体の振動とどのような関係があるかを予想する。
- ② 弦楽器の弦をはじくとき、次のことを変化させて音の大小や高低の関係を調べる。
  - ・ はじく強さ
  - ・ はじく弦の長さ
  - ・ 弦の張りの強さ
- ③ 音の大きさや高さを変えて、そのときの音をマイクロホンを使ってオシロスコープやコンピュータに入力し、波形の変化を調べる。



[実験の結果]

- ・ 弦を強くはじくと大きな音が出る。弦を短くしたり弦を強く張ると高い音が出る。
- ・ 振幅が大きいほど、音は大きくなる。振動数が多いほど音は高くなる。

[安全上の注意]

- ・ 弦で手などを切らないようにする。
- ・ 弦を強くはじきすぎたり、弦の張りを強くしすぎて弦を切らないようにする。

[指導のポイント]

- ・ 条件を制御して行うことに留意する。
- ・ 空気の振動は目に見えないが、弦の振動が空気に伝わって、音として聞こえていることを確認する。
- ・ ギターやモノコードは、共鳴箱にマイクを差し込むとききれいな波形が出やすい。

【別法】 低周波発振器を使うことで、より正確な実験を行うことができる。

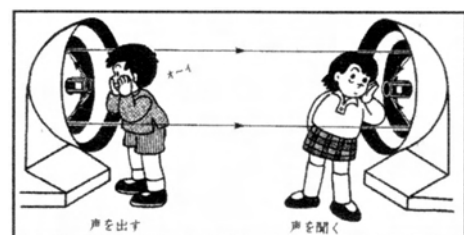
(3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、音の大小は振幅の大小、音の高低は振動数の大小によることを捉えるようにする。身近なものを用いて、振動数の大小を調整して音階を変えられるような楽器を作ること、得られた結論を確かなものにする。また、オシロスコープやコンピュータを用いて、音を波形で表示させ、音の大小と振幅、音の高低と振動数が関連することを見いだすようにする。

【課題解決の姿】 振幅が大きいほど大きい音が、振動数が多いほど高い音が出ることを見いだしている。

札幌市青少年科学館の展示物「どうして遠くまで聞こえるの？」

パラボアンテナを向かい合わせに置いて、一方から送信した声をもう一方で受信できるようにしている。音が空気中を伝わることを理解するだけでなく、音の波（音波）も現在さまざまな通信機器に使われている電波と同じように、離れた場所に情報を伝えることができることが分かる。



【課題】物体に力が働くと、どうなるのだろうか。

【実験⑧】物体に力を加え、どのように変化するかを調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

日常生活の中では、様々な力が存在しているが、力を見ることは難しい。いろいろな力が働いている写真や映像を使いながら、力が働くと、物体にどのような変化がみられるかを想起する。

本実験では、静止している物体や動いている物体に力を加えることで、力が働くと物体のどのような変化に関係するのを見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] 粘土、ボール、小型の模型自動車など

[実験の手順]

- ① 静止している粘土や模型自動車などに力を加え、どのような変化がみられるかを調べる。また、加える力の大きさを変化させたときの物体の様子を観察する。
- ② 動いている模型自動車などに力を加え、どのような変化が見られるかを調べる。また、加える力の大きさや向きを変化させたときの物体の様子を観察する。

[実験の結果]

- ・静止している粘土に力を加えると、粘土が変形する。加える力の大きさを大きくすると、大きく変形する。
- ・静止している模型自動車に力を加えると、模型自動車が動き出す。加える力の大きさを大きくすると、動き出す速さが速くなる。また、加える力が小さいときは動かない。
- ・動いている模型自動車の進行方向に力を加えると、速さが速くなる。進行方向と反対に力を加えると、速さは小さくなったり動く向きが反対になる。
- ・動いている模型自動車の進行方向に対して角度をもって力を加えると、速さの他に動く向きが変化する。

[指導のポイント]

- ・物体に加える力の向きと大きさについて、条件制御を行う。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、物体に力が働くと、物体の形を変えること、物体の運動の様子を変えることを捉えるようにする。また、物体を支えることも力の働きの一つであることを理解できるように支援する。

【課題解決の姿】静止している物体に力を加えると、変形したり動き出すこと、動いている物体に力を加えると運動の様子が変わることを見だしている。

### 札幌市青少年科学館の展示物「二面鏡と無限反射」

2枚の平面鏡と直角につなげた二面鏡では、図のように2つの鏡の境目に立つと、自分の3つの像が映り、真ん中の像は1枚の鏡では見ることができない像が映る。また、2枚の平面鏡を向かい合わせに置いてある無限反射では、中に置いたものが、2枚の鏡の間で無限に反射している様子を見ることができる。



< 二面鏡 >



< 無限反射 >

【課題】力の大きさはどのようにすれば測れるのだろうか。

【実験⑨】力の大きさとばねの伸びの関係を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

小学校第3学年で風やゴムの力で物を動かすことができること、物には重さがあることを学習している。ばねに力を加えればばねが伸びるが、力の大きさに関係するのはばねの長さではなく、ばねの伸びであることを確認しておく。また、針金を試験管やえんぴつなどに巻き付けて自作のばねを作成することでスムーズに学習を展開することができる。

本実験では、ばねにおもりをつるして伸ばし、おもりの数と伸びの関係を思いだせるようにする。測定結果を処理する際、測定値には誤差が必ず含まれていることや、誤差を踏まえた上で規則性を思いだせるように指導し、誤差の扱いやグラフ化など、測定値の処理の仕方の基礎を習得できるようにすることが大切である。

### (2) 実験について

[主な準備物] ばね、スタンド、ものさし、おもり、方眼紙など

[実験の手順]

- ① ばねに加える力の大きさとばねの伸びには、どのような関係があるかを予想する。
- ② 図のような装置を組み立て、ばねをつるし、おもりをつるさないときを基準とする。
- ③ ばねにつるすおもりの数を増やし、ばねの伸びを測定する。
- ④ 強さのちがう別のばねを使って、②と同じように測定する。
- ⑤ ばねを引く力の大きさと、ばねの伸びの関係をグラフに表す。

[実験の結果]

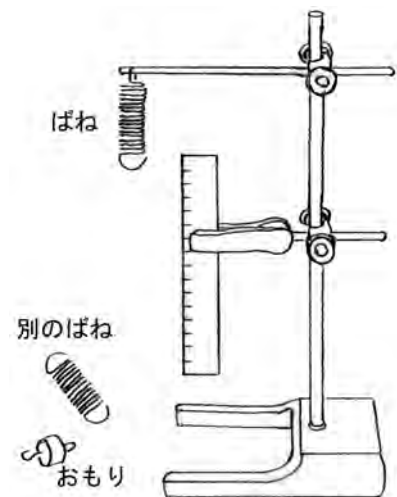
ばねに加える力の大きさとばねの伸びは比例する。

[指導のポイント]

- ・新しいばねは、初応力が働いている場合があるので調整しておく。
- ・古いばねは、ばねが一様に伸びなくなっていないか確認しておく。
- ・弾性限界を確認しておき、ばねを伸ばして遊ぶなど、ばねに無理な力がかからないように注意する。
- ・グラフ作成時、次のことに気を付ける。
- ・測定値のプロットは少し大きな点で打つようにする。
- ・縦軸横軸の最大値が入るような目盛り間隔にする。
- ・原点を通るようにする。
- ・測定値を通る折れ線にならないようにする。

別法

太い手芸用ゴムひもや輪ゴムを切ったものを用いて実験することができる。



### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、ばねに加える力の大きさとばねの伸びは比例する関係にあり、ばねによって伸び方に違いがあることを捉えられるようにする。

力には、大きさ、向き、作用点という要素があり、力を大きさと向きの矢印を用いて表すことを理解できるように支援する。

【課題解決の姿】ばねの伸びは、ばねを引く力の大きさに比例しているため、ばねを使えば力の大きさを測れることを見いだしている。

【課題】力の働く面積が違くと、力の働きはどう変わるのだろうか。

【実験⑩】力が働く面積を変えて物体のへこみ方を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

小学校第4学年では、閉じこめられた空気を圧すと体積は小さくなり、体積が小さくなるに従い押し返す力は大きくなることについて学習している。スキー板やかんじきを想起するなど、接する面積と関連付けて考えられるようにする。

本実験では、スポンジなどの柔らかい物体に接触面積を変えて同じ力を加えたときのへこみ方の違いを調べるなど、へこみ方は接触面積と関係があるという圧力の考え方を見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] ペットボトル（三角フラスコ）、やわらかいスポンジ、板、ものさし、スタンド、支持環など

[実験の手順]

- ① 同じ物体で、スポンジに接する面積が変わると、スポンジのへこみ方はどうなるかを予想する。
- ② 図のような装置を組み立て、水が入ったペットボトルをスポンジの上の板にのせ、スポンジがへこんだ高さを調べる。
- ③ 板の面積を変え、②と同様に調べる。

[実験の結果]

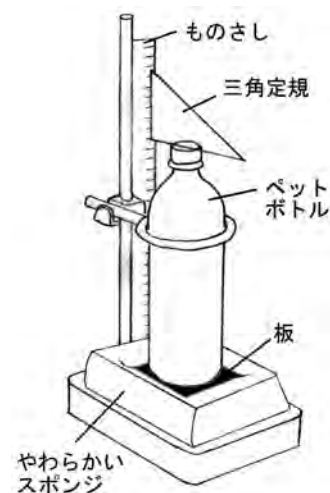
スポンジの接する面積が小さくなると、スポンジのへこみ方は大きくなる。

[安全上の注意]

- ・水の入ったペットボトルを足に落とさないようにする。
- ・ペットボトルのキャップ（三角フラスコのゴム栓）がしっかり閉まっているか確認する。

[指導のポイント]

- ・誤差が大きいので、定性的に調べる。



### (3) 実験後の指導の手だて

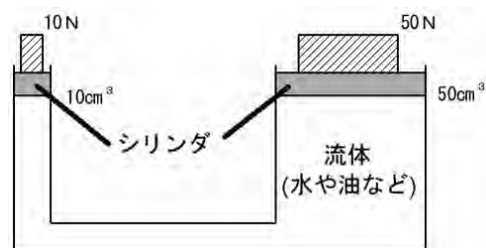
本実験の結果から、面に力が働くとき、力の大きさが同じでも、触れ合う面積が小さくなると、物体の変形の仕方が大きくなることを捉えるようにする。

物体同士が接触して力を及ぼし合う場合には、力の大きさや向きだけでなく、接触している面積も考慮しなければならないことに気付くようにし、圧力は単位面積当たりに働く力の大きさであることを理解できるように支援する。

【課題解決の姿】同じ大きさの力でも、力が働く面積が小さくなると物体の変形は大きくなることを見いだしている。

### パスカルの原理

密閉した容器中に静止している非圧縮性流体の一部に加えた圧力は、流体内の全ての部分に同じ大きさの圧力で伝わる。油圧装置は、このパスカルの原理を利用したもので、図の左右のピストンの面積が $10\text{cm}^2$ と $50\text{cm}^2$ のシリンダを組合わせた容器の場合、小さい方の面積に $10\text{N}$ の力を加えると、大きい面積に伝わる力は $50\text{N}$ になる。したがって、面積比が $1:5$ であれば、5倍の力を伝えることができる。



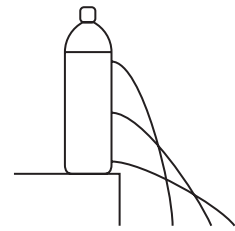
【課題】水圧の大きさや働く向きには、どのような特徴があるのだろうか。

【実験①】水圧の大きさや働く向きを調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

プールや海で泳いだりもぐったりしたときの経験を想起し、水圧のイメージを広げるようにする。また、図のように、穴の空いたペットボトルに水を入れると下の穴からの水の勢いが強いことを演示する。

本実験では、ゴム膜を張った円筒を水中に沈める実験を行い、深いところほどゴム膜のへこみが大きくなることから、水圧と水の深さに関係があることを捉えられるようにする。

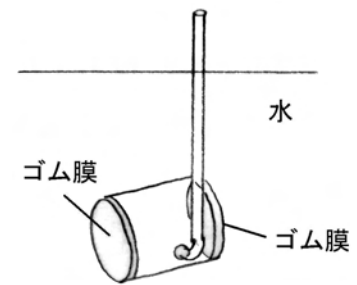


### (2) 実験について

[主な準備物] 水槽、薄いゴム膜を張った円筒（水圧観察器）など

[実験の手順]

- ① 水圧観察器を水中に入れ、同じ深さでゴム膜の向きを変えたときのへこみ方、及び水の深さを変えたときのゴム膜のへこみ方を予想する。
- ② 水圧観察器の円筒を水平にして水中に入れ、左右のゴム膜のへこみ方を調べる。
- ③ 円筒を縦にしたり斜めにしたりして、②と同じ深さに入れたときのゴム膜のへこみ方を調べる。
- ④ 水圧観察器の円筒を水平または縦にしたまま水中に入れ、さらにゆっくり沈めながらゴム膜のへこみ方を調べる。



[実験の結果]

- ・同じ深さのところでは、ゴム膜のへこみ方は円筒の向きが違って同じになる。
- ・水深が深くなるほどゴム膜のへこみ方は大きくなる。

[指導のポイント]

- ・水圧観察器の円筒を水平にして水中に沈めたとき、左右のゴム膜にへこみ方が同じになることを確認しておく。
- ・水圧観察器の中に水が入らないようにする。
- ・水の代わりに食塩水を使って演示することで、密度の大きい食塩水では同じ深さでも水圧が大きくなることを確かめられる。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、水圧は水深が深くなるほど大きくなること、同じ深さではあらゆる向きから同じ大きさで働くことを捉えるようにする。このとき、ゴム膜の上にある水がゴム膜に力を及ぼしていると捉え、水圧が水の重さによって生じていることを理解できるようにする。

【課題解決の姿】水圧は水の深さが深いほど大きく、あらゆる方向から働くことを見いだしている。

### スキューバダイビングで「浮上中は息を止めてはいけない」

ダイバーが息を止めたまま上昇すると、肺の中の圧力が水圧と同じように小さくなっていく。そうすると、肺の中の空気が膨脹し、肺胞がふくらむ。2気圧から1気圧（約10m上昇）になると、空気の体積はおおよそ2倍となり、肺胞が破裂してしまう場合が多い。その結果、血管の中に空気が入りこむと塞栓症となる。スポーツ用語で、「エアエンボリズム (air embolism)」という。



【課題】浮力の大きさは、物体の何に関係があるのだろうか。

【実験⑫】浮力の大きさを調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

プールや海で、水中からプールサイド等にあがったときに体が重く感じる事、浮き輪や木片が水に浮くことを想起し、水中では浮力が働くことを確認する。

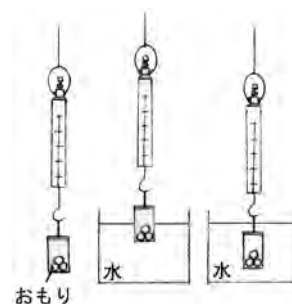
本実験では、ばねばかりにつるした物体を水中に沈めると、ばねばかりの指標が小さくなることなどから、浮力の大きさを調べ、浮力の大きさは何に関係するのかを見いだせるようにする。

### (2) 実験について

[主な準備物] 小型密閉容器、ばねばかり、水槽など

[実験の手順]

- ① おもりを入れた容器を水に沈めると、ばねばかりの値はどのように変化するか予想する。
- ② 容器におもりを入れて空気中で重さをはかる。
- ③ 容器をゆっくり水に沈めていき、半分沈めたときのばねばかりの値を読む。
- ④ 容器全部を水中に沈めたときのばねばかりの値を読む。
- ⑤ 容器に入れるおもりの重さを変えて、②～④を行う。



[実験の結果]

- ・ばねばかりの値は、「空気中>物体を水に半分沈めたとき>物体を水に全部沈めたとき」となる。
- ・おもりの重さを変えても浮力の大きさは変わらない。

[安全上の注意]

- ・おもりの入った容器を足の上に落とさないようにする。

[指導のポイント]

- ・あらかじめ容器の半分の位置に印を付けておく。
- ・ばねばかりを水槽のふちに触れないようにし、ばねばかりの値は指針の真横から読むようにする。
- ・容器全部を水中に沈めるとき、容器が水槽の底に着かないようにする。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、浮力の大きさは水中にある物体の体積が大きいほど大きいこと、浮力の大きさは物体の重さに関係しないことを捉えるようにする。また、物体に働く重力より浮力の方が大きければ、物体は水に浮くことを理解できるように支援する。

【課題解決の姿】浮力は物体の水に沈んでいる部分の体積に関係し、体積が大きいほど、働く浮力は大きいことを見いだしている。

### 船に働く浮力

アルキメデスの原理（静止している流体の中に全部または一部沈んでいる物体は、その排除した流体の重さに等しい力で流体から鉛直上向きに押し上げられる。）により、押し上げる力が浮力であり、

$$\text{浮力} = \text{水面下の船体の体積} \times \text{海水の密度}$$

という式が成り立つ。更に、

$$\text{水面下の船体の体積} \times \text{海水の密度} \geq \text{船の重さ} + \text{貨物等の重さ}$$

の関係が成り立つとき、船は水面に浮かぶことができる。

【課題】 空気中でなぜ缶やペットボトルがつぶれたのだろうか。

【実験⑬】 空き缶を大気圧でつぶす実験／空気の重さがあることを調べる実験

### (1) 実験前の指導の手立て

高い山の上で、空のペットボトルにふたをして麓へ持ってくるとペットボトルがつぶれたり、未開封のサク菓子やの袋を高い山の上へ持って行くと膨らんだりする現象を写真や映像で見て、どのようなことが原因かを考えられるようにする。

本実験では、空き缶の中を真空に近い状態にすることにより、空き缶がつぶれることから、大気圧の存在を実感できるようにする。また、普段は気にならない空気に重さがあることを理解できるようにする。

### (2) 実験について

【主な準備物】 空き缶、作業用手袋、布ガムテープまたはラップフィルム、スプレーなどの空き缶、電子てんびんなど

【実験の手順】

- ① 空き缶に少量の水を入れて、沸騰するまで加熱する。
- ② 盛んに湯気が出るようになったら、布ガムテープまたはラップフィルムで口をふさぐ。
- ③ しばらく放置して缶を冷やすか、水をかけて缶を冷やし、様子を観察する。
- ④ 空気ポンプなどでスプレーなどの空き缶に空気を詰める。
- ⑤ 缶の重さをはかった後、空気を出し、再び缶の重さをはかる。



【実験の結果】

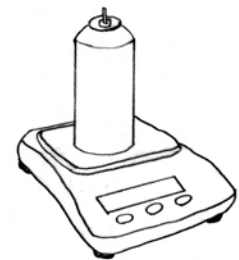
- ・ 空き缶がつぶれる。
- ・ 缶の中の空気を出すと、缶の重さが減る。

【安全上の注意】

- ・ 缶が非常に高温になるので、やけどの防止を徹底する。
- ・ 加熱した缶を急冷すると、缶の一部が裂けたり水が飛び跳ねたりすることがあるので注意する。

【指導のポイント】

- ・ ボトル形の缶を利用し、ふたを閉めるようにしてもよい。
- ・ 沸騰してから、しばらく加熱を続けてから口をふさぐようにする。



### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、水が気体から液体に状態変化するとき体積が減少することから、空き缶の中が真空に近い状態になっていることを理解できるようにするとともに、まわりの空気から圧されるようにつぶれることを見いだすことができるようにする。また、空気には重さがあることを見だし、全ての物体は大気圧の影響を受けていることを理解できるように支援する。

【課題解決の姿】 空気には重さがあることと、気圧の差によって缶の外側から力が働いた。

### アネロイド気圧計

アネロイドとは、「液体ではない」という意味のギリシア語からきている。アネロイド気圧計で測定される圧力の単位「hPa」は絶対圧力である。一般に、圧力計で測定される圧力は大気圧との差であるので、ゲージ圧力といい、絶対圧力は大気圧とゲージ圧力との和である。(絶対圧力=大気圧+ゲージ圧力)



アネロイド気圧計