

1 日時・場所 令和4年11月9日(水) 第2校時(9:40~10:30)

2 単元名 運動とエネルギー 第2章「力のはたらき方」

3 単元目標

- (1) 2つ以上の力のはたらき状況の観察・実験を通して、合力や分力の規則性や、水中ではたらく力、物体にはたらく力と物体の運動の関係を理解するとともに、それらの観察・実験などに関する技能を身に付ける。【知識・技能】
- (2) 力のはたらきと物体の運動の規則性について問題を見だし、見通しをもって観察・実験などを行い、力のはたらきと物体の運動の規則性を表現することができる。【思考・判断・表現】
- (3) 力のはたらきと物体の運動の規則性に関する事物・現象に進んでかかわり、科学的に探究しようとする態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができる。【主体的に学習に取り組む態度】

4 指導観

(1) 単元について

本単元では、運動の規則性やエネルギーの基礎を、身のまわりの物体の運動などの観察や実験を通して、見いだすことがねらいである。本単元は、「物体の運動」「力のはたらき方」「エネルギーと仕事」の3つの章で構成されている。本時の内容が含まれるのは「力のはたらき方」の章であり、ここでは、物体にはたらく力の合成・分解の実験を行い、規則性を捉えるようにする。そして、物体に力のはたらきときの運動とはたらかないときの運動についての規則性や作用・反作用の法則など、力の規則性について習得させたい。本時では、「水中ではたらく力」とはどのようなものであるか、様々な実験を通して考え、「浮力」という力をもとに、船が海に浮いている原理について考える。

(2) 生徒について

3年生を対象とした理科の学習についてのアンケートでは、「理科が好きである・どちらかというが好きである」という回答が69.2%であり、多くの生徒が理科を学ぶことに意欲的であると言える。一方、「普通」と回答した生徒が22.3%、「理科が嫌い」と回答した生徒も8%あり、理科の学習に消極的な生徒もいることが分かる。また、各分野での生徒の学習理解度のアンケートでは、地学分野の学習において「理解できた」と感じている生徒が多い一方、生物分野や物理分野では「難しかった」と感じている生徒が多いことも分かった。この結果から、物理分野である本単元にも、苦手意識を持っている生徒がいると思われるので、苦手意識を払拭し理解が深まるような授業を行っていく必要がある。アンケート結果の中には、実験や話し合い活動のある授業では「楽しかった・よく分かった」という意見も多くあり、本授業の中で、話し合い活動や実験を取り入れた授業展開をすることで、生徒の理解がより深まると考えられる。

本学級の生徒は、落ち着いて学校生活を送っている生徒が多く、授業にも真面目に取り組んでいる。理科の授業中には挙手や発表を意欲的に行う生徒や、話し合い活動も積極的に取り組む生徒も多い。しかし、自分の意見を発表したり、課題を解決するため一人で考えたりすることが苦手な生徒もいる。よって、授業の中で級友との話し合いの場を設け、誰もが自信をもって発言したり

授業に参加したりすることができる学習活動を工夫することで、全員が主体的に取り組める授業展開を行いたい。

(3) 指導に当たって

本時では、船がなぜ海に浮いているのか考えることで、「浮力」を学習させたい。理科で学習することは、私たちの日常生活に深く関わっていることが多い。本時では「船がなぜ浮くのか」という日常的な疑問を基に授業を展開し、生徒たちの知的好奇心を高めたい。

学年全体に実施したアンケートから、実験や話し合い活動について、肯定的な意見が多かったことから、本時では、「知識構成型ジグソー法」を用いて、課題探求型の学習に取り組む。船がなぜ浮くのかを解明するため、3つの実験を用意し、それぞれ生徒がエキスパートとなり実験を行う。その後、エキスパートで得た知識を各班に持ち帰ってジグソー活動を行い、意見交換をする時間を設ける。そして、クロストークを行う中で級友の意見を参考にしながら、一人一人が課題の解決ができるように導きたい。活発な話し合い活動になる手立てとして、たくさんの級友と意見交換できるよう、立ち歩き自由な時間を設けたり、教師が相談役となり机間支援を行ったりする。さらに、タブレット端末を有効的に活用し、「情報を整理・分析・表現できる」「双方向でのやり取りができる」等の利点を生かし、多様な見方・考え方を学級全体で共有できるようにしたい。

5 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
<p>・力のつり合いと合成・分解、運動の規則性を日常生活や社会と関連付けながら、水中の物体にはたらく力、力の合成・分解、力と運動についての基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。</p>	<p>・力のつり合いと合成・分解、運動の規則性について、見通しを持って観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈し、水中の物体にはたらく力、力のつり合いと合成・分解、運動の規則性や関係性を見いだして表現しているとともに、探究の過程を振り返るなど、科学的に探究している。</p>	<p>・水中の物体にはたらく力、力のつり合いと合成・分解、運動の規則性に関する事物・現象に進んで関わり、見通しをもちたり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。</p>

6 指導と評価の計画（全7時間扱い）

時間	主な学習活動	評価する主な内容			評価方法
		知	思	態	
1	力の合成と分解について、2本のゴムの角度を変化させ、角度によって力の大きさが変化していることを見だし、表現する。		○	○	行動観察 発表 ワークシート
2	力の合成と分解について、ばねを1つの力で引いた時と同じのび方を、2つのばねを用いて角度をつけて引くことで再現し、両者の状態が物理的に同じ意味であることを作図によって表現する。		○	○	行動観察 ワークシート
3	斜面の角度の違いによって斜面を下る物体の速さが変化する理由を、物体にはたらく斜面に垂直な重力の分力と斜面下向きの重力の分力によることを理解し、説明する。	○	○		発表 ワークシート
4	慣性の法則について、身近な物理現象をもとに物体がどのように変化するかを予想し、物体の運動の規則性を見だし表現する。		○	○	行動観察 ワークシート
5	作用・反作用の法則について、1つの物体が別の物体に力を加えると、相手からも力を受けることを理解し説明する。	○		○	ロイロノート 発表
6	水中ではたらく力について、ほかの生徒と話し合いながら問題を見だし、解決しようとする。		○	○	発表 行動観察
7 (本時)	水中ではたらく力について、浮力の大きさは水中に沈んでいる物体の体積によって変化することを実験結果から見だし、船が浮いている原理を考え説明する。	○	○	○	発表 ロイロノート 行動観察

7 本時の指導

(1) ねらい

- 浮力に関する実験を通して浮力について理解することができる。
- 浮力をもとに、船が海に浮いている原理について考え、説明することができる。

(2) 準備物

油粘土、メスシリンダー、フィルムケース、ばねばかり、ゴム膜を張ったパイプ、水槽、おもり、タブレット端末、ワークシート、電子黒板

<p>4 エキスパート活動で学んだことを班で共有し、課題解決に取り組む。(ジグソー活動)</p>	<p>10</p>	<p>○ ジグソー活動を行い、エキスパート活動の内容を共有しよう。 ・浮力は上向きにはたらく。 ・同じ質量の物体では、体積が大きい方が浮力が大きくなる。 ・物体にはたらく重力と浮力が打ち消し合ったときに、物体が水に浮かぶ。</p>	<p>○ 各グループの考えを全体で共有・比較して、更に考えを深めたり広げたりする。 ○ 根拠や理由を明らかにして意見を述べるよう支援する。</p>
<p>5 各班で話し合った内容を発表し、意見交換を行う。(クロストーク)</p>	<p>15</p>	<p>○ ジグソー活動で得た知識を用いて、船が浮かぶ仕組みを説明しよう。 ・船は中を空洞にして体積を増やしてたくさんの浮力を得られるようにしている。 ・船にはたらく重力と同じ浮力を得られるように、お椀型のようにして体積を増やしている。 ・船にはたらく重力と浮力が合うように設計している。</p>	<p>○ アルキメデスの原理と船の構造の資料を準備し、ジグソーで得た知識と組み合わせ考えられるようにする。 ◎ ジグソー学習で得た知識をもとに、船がなぜ浮いているか説明している。(ワークシート) 【思考・判断・表現】</p>
<p>6 本時の学習課題について自分の考えをまとめる。(個人)</p>	<p>5</p>	<p>○ 本時の課題に対する最終的な自分の考えをまとめよう。 ・物体にはたらく重力と浮力が合うように、船は中に空洞を作るなど、体積を大きくして、たくさんの浮力を受ける形にすることで、浮かんでいる。</p>	<p>○ 協働学習を通して、自己の考えが広がったり深まったりしたことを書かせる。</p>
<p>6 本時を振り返り、学習課題についてまとめる。(個人)</p>	<p>3</p>	<p>○ 本時を振り返り、自己評価カードに記入しよう。 ・船が水に浮かぶには、「浮力＝物体にはたらく重力」という関係がある。</p>	<p>◎ 学習を通して、船が水に浮かぶ仕組みを理解できているか。(タブレット) 【知識・技能】</p>

8 研究の視点

○ 授業構成員力

ねらいを達成するために、「知識構成型ジグソー法」は効果的に活用できていたか。

○ 授業実践力

生徒の考えを引き出したり意見を共有したりするために、ICT 機器を効果的に活用することができていたか。

エキスパート A

水中ではたらく力「水圧」とは



水深 1000 m 程度の
水圧で縮められた
発泡ポリスチレンの容器

水中では、どのような力が働いているのだろうか。右の写真を見てみよう。右の写真は、発泡ポリスチレンの容器を水深 1000 m まで沈めたものである（右側）。元の大きさよりもかなり小さくなっていることが分かる。これは、水中ではたらく「水圧」という力によって起こった現象である。一体、水中ではたらく「水圧」とはどのような力なのだろうか。実験を通して、水中ではたらく力「水圧」について考えよう。

(実験) 薄いゴム膜の変化を観察し、水圧について考えよう。

(準備物) 縦長水槽、ゴム膜付きパイプ

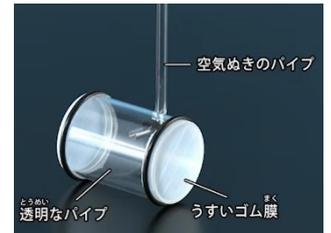
(手順) ① 縦長水槽に水を入れる。

② ゴム膜付きパイプを、赤色の線のところまで沈め、変化を見る。

このとき、ア 横向き イ ななめ ウ 縦向き エ その他の向きなど、パイプの向きを変えて、あらゆる方向を試す。

③ ゴム膜付きパイプを、横向きで深く沈め、②のときと見比べ変化を比較する。

④ ゴム膜付きパイプを縦向きにして深く沈め、ゴム膜の変化の様子を見る。



(結果) 文章でまとめよう。

イラストでゴム膜 (赤の点線部分) の変化を書こう。

②、③の実験より分かること。

ゴム膜付きパイプをあらゆる方向に変えて沈めると、ゴム膜は、すべて へこむ。

→「水圧」は水中にある物体に対して、あらゆる方向からはたらくことが分かる。

②と③のゴム膜の変化の様子を比べると、③の方が、大きくへこんでいた。

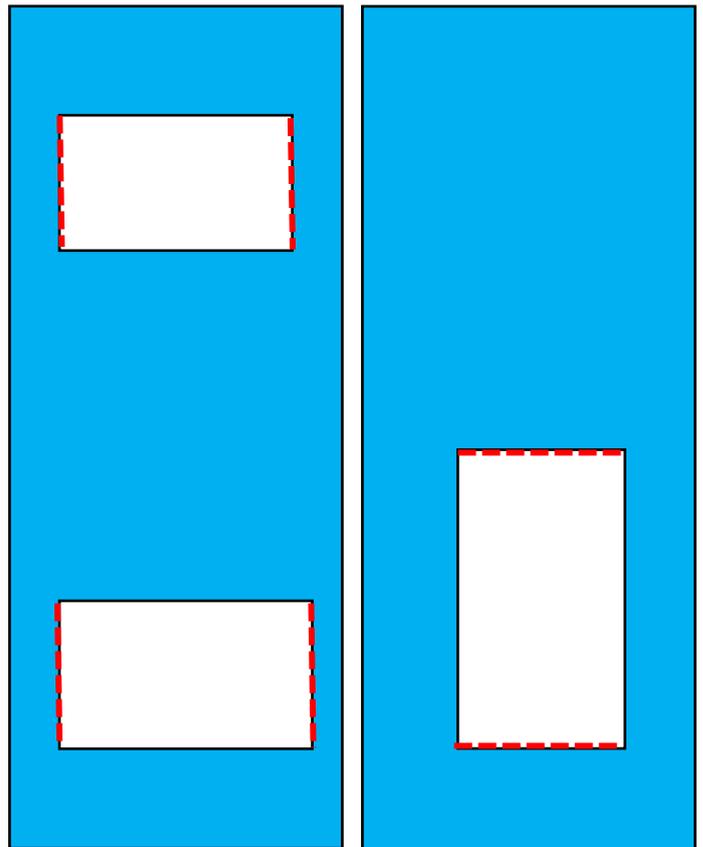
→「水圧」は水面から 遠い(深い)ほど 大きいということが分かる。

横むきの時は左右のへこみ方は 同じ。

④の実験から分かること。

深く沈めたゴム膜の変化の様子で、上側と下側のゴム膜のへこみ方を比べると、下側の方が大きくへこんでいた。

→「水圧」は、水中の物体に対して、上から下の圧力より 下から上の圧力が大きくはたらいっているので、物体は浮かぶ(軽くなる)。=浮力



問 水中ではたらく力である「水圧」とは何か、実験結果をもとに以下にまとめ、班員に伝えよう。

・水圧は、水深が (深い) ほど大きくなる。

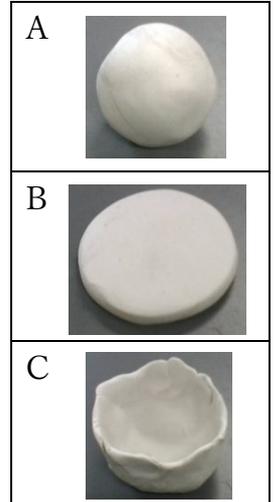
・水圧は、水中の物体に対して、(あらゆる方向) からはたらくが、高さのある物体では、上から下への水圧より (下から上) への水圧の方が 大きい ので、全体として、(上向き) の水圧が 大きい。



この、下向きと上向きの水圧の「差」が、物体を浮かす「浮力」である。

エキスパート B 物体を浮かす力「浮力」とはどんな力だろう。

水中ではたらく力には、「物体を浮かす」力がある。この力を「浮力」という。浮力という言葉聞いたことがある人は多いのではないだろうか。では、「浮力とは何か説明しなさい」と言われた時、科学的に説明できる人はいるだろうか。金属でできた「ネジ」は沈んでいくのに、金属でできた「船」は、あんなに大きいのに沈まない。これはなぜなのだろう。「浮力」と「体積」について調べ、考えよう。



(実験) 同じ質量で形の違う物体を水中に入れたときの水面の上がり方(体積の増え方)を調べ、「浮力」の力と「浮かぶ」ことについて考えよう。

(準備物) メスシリンダー、同じ質量の物体 A、B、C

(手順) ① メスシリンダーに 700ml 水を入れる。

② 物体 A→B→C の順番に、ゆっくりメスシリンダーに入れ、増えた分の目盛りを読む。それぞれの物体の体積を調べる。

(結果)

	A (球体)	B (板状)	C (おわん型)
浮いたかどうか	うかない	うかない	うく
メスシリンダーの最初の目盛り	700ml	740ml	780ml
物体が入った時の目盛り	740ml	780ml	850ml
☆ 水中での物体の体積	40ml	40ml	70ml

結果からわかること。

- 物体 ABC を水中に入れたところ、物体 (C) が浮かんだ。
- 同じ質量で物体を水に浮かすためには、水中にある物体の体積を (大きく) する必要がある。(水中での体積を大きくする)

☆ 同じ質量では、水中での物体の体積を (大きく) すると、水に浮かぶことが分かる。水中での体積が大きくなると、たくさんの水を「押しよける」ことになる。

☆ 実験結果からも分かるように、物体 (C) を水中に入れたときに、水中の体積が大きく増えて、その結果、浮かんだね。これは、中の空洞の部分も水中にあるから、その分の体積が増えた。そういう作りになると、物体が受ける浮力は大きくなる。

問 「浮力」とは何か、実験結果をもとに以下にまとめ、班員に伝えよう。

- 水中の物体にはたらく上向きの力(浮力)は、同じ質量の物体では水中での (体積) が大きいほど大きい力になる。
- 質量が同じ物体では、水中での物体の形をできるだけ (体積) を大きくした (お椀) のような形にすると浮力は大きくなる。

エキスパート C

物体が浮くときはどんな時だろう。



水中では、どのような力がはたらいっているのだろうか。私たちの身体や、大きな船は、水の中に沈まず、浮かんでいる。しかし、小さなスマートフォンや石ころは水に沈む。これはなぜなのだろう。泳いでいるときや、水中でものを持ち上げた時など、「軽く」感じたことがあるでしょう。これは水中にはたらく力の「浮力」おかげだ。では、物体が「水に浮く」ときというのは一体どういった時なのか、物体にはたらく重力と浮力の大きさに着目して、化学的に解明していこう。

(実験) 同じ大きさで違う質量の物体を水中に入れて、浮くときはどんな時か考えよう。

(準備物) ビーカー、物体 A,B,C、ばねばかり

- (手順) ① ビーカーに水を入れる。
 ② ばねばかりに物体をぶら下げ、物体にはたらく重力を計測する。(A,B,C の順に行う)
 ③ 物体を水中に入れていき、ばねばかりの数値を見て、物体に加わっている「浮力」を読み取る。

(結果)

	A	B	C
元の質量 (重力) 100 g = 1 N	1.0 N	0.6 N	0.2 N
水中での質量 100 g = 1 N	0.6 N	0.2 N	0.0 N
浮力の大きさ 100 g = 1 N	0.4 N	0.4 N	0.2 N
水に浮くか、沈むか	沈む	沈む	浮く
物体にはたらく重力と浮力の関係 (> = <)	重力 (>) 浮力	重力 (>) 浮力	重力 (=) 浮力

実験から分かること

- ・ 水中に沈んだ物体は、それ以上深く沈めても浮力の大きさは、(**変わらない**)
- ・ 物体にはたらく重力より浮力が小さいとき、物体は (**水に沈む**)
- ・ 物体にはたらく重力と浮力が (**つり合った**) とき、物体は (**水に浮かぶ**)

問 物体が水に浮くときはどんな時か、実験結果をもとに以下にまとめ、班員に伝えよう。

- ・ 物体が水に浮かぶ時というのは、物体にはたらく (**重力**) と水中の物体に (**上向きにはたらく力**) である (**浮力**) の大きさが (**つり合っている**) とき、物体は浮かぶ。

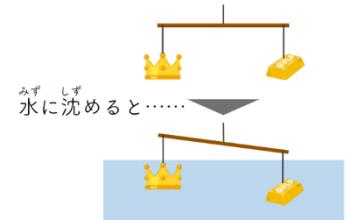
船はなぜ海(水)に浮かんでいるのか説明しよう。(参考資料)

☆アルキメデスの原理

「アルキメデスの原理」とは、古代ギリシャのアルキメデスという人が発見した法則です。

物体が流体(水)の中にあるとき、物体には、物体が押しつけた部分の流体(水)の重さに等しい浮力がはたらくという原理である。

伝説によると、王様に、王冠が純金でできているのか、それともほかの金属が混ざっているのか調べるよう命じられたアルキメデスが、入浴中に、浴槽に浸かった自分の体と同じ体積の水がこぼれて、自分の体が軽く感じられることに気が付き、このことから、この原理を発見し、王冠に銀が混ざっていることを見抜いたとされている。



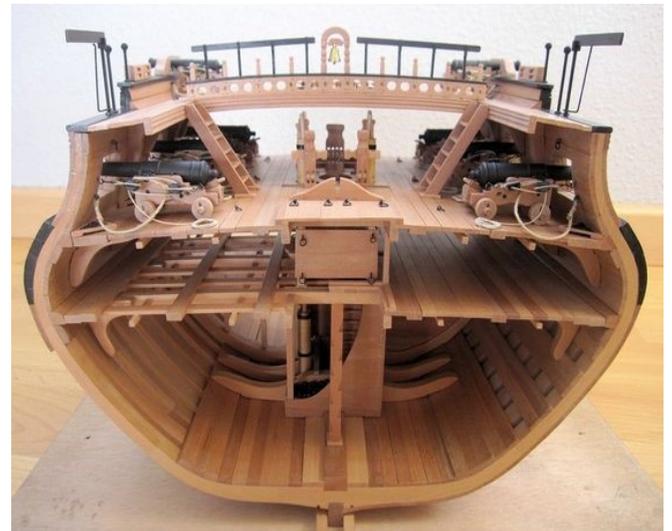
つまり、物体が水に入ると、入った物体の重さの分だけ、水が押し出されます。そして、水に入った物体は、その押し出した水の重さに等しい浮力を受けます。

物体が受ける浮力を大きくするには……

☆ 船の構造

船は、鉄などで造られており、質量としては相当重たいものです。世界最大のコンテナ船は、なんと、全長 400m、全幅58, 8mあります。なんと、「東京タワー」よりも大きな船が海に浮かんでいるのです。どんな構造なのでしょう。簡単に見てみましょう。

☆ 船が、ぎっしり詰まった鉄の塊だと、間違いなく沈んでしまいます。しかし、船は、中にはたくさんの客室があったり、船体には大きな空洞を作ったりすることで、海(水)に浮かぶことができるようになっています。ようするに、船体を空洞にして空っぽにし、体積を大きくして、たくさんの水を押しつけることができるようになっているのです。ということは、たくさんの水を(押しつける)形にすることで、水を押しつけた分の力が、浮力となって物体を上を押し上げる力に代わるのです。



どのくらい水を押しつける構造にすれば……
浮力の大きさがどのくらいになれば……