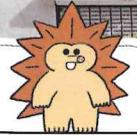


第 2 章

力のはたらき方



スタート動画



Before & After
学習前に書こう

力とは何だろうか。



ワークシート

坂道に停止している車



組み合っている力士



電車内で
読書をしているようす

海にうかがふ客船

1年生のときに
学習したことも
思い出してみよう。



海中にただようクラゲ



1 力の合成と分解



図1
横浜ベイブリッジ(神奈川県)

2本の柱間の距離が460 m、柱の高さが海面から約170 mのつり橋(斜張橋)。



図2
2人で荷物を持つ

2つの写真の似ているところはどこかな。

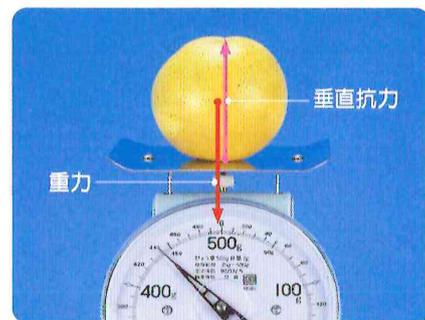


図1 のつり橋の橋げたは、2本の柱からのびたケーブルによって、図2 のかごは、2人の手が持つ取っ手によって、どちらもつり上げられている。ゆかや机の上で静止している物体には、その重力と同じ大きさで逆向きの力(垂直抗力)が一直線上にはたらくことを1年の2力のつり合いで学習した^{★1}。しかし、図1 と 図2 では、重力と一直線上にはない、角度をもった2つの方向に力がはたらいっている。したがって、物体にはたらく2力が、重力とつり合う逆向きの力と同じはたらきをしていると考えられる。

★1 これまでに学んだこと

力のつり合い → 中1

- 静止している物体にはたらく2力は、一直線上にあり、大きさが等しく、力の向きが逆向きである。



台ばかりにのせた果物にはたらく力

? 物体にはたらく2力と、重力とつり合う力にはどのような関係があるだろうか。

仮説 ? に対する自分の考えは?

物体を2人で持つとき
どの持ち方のときに
最も軽く感じるだろうか。
自分の仮説を立てて、
話し合おう。

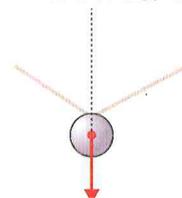
ア 2人が真上から引く。



イ 2人が少しはなれて引く。



ウ 2人がかなりはなれて引く。



エ 2人が異なる角度で引く。



角度をもってはたらく2力

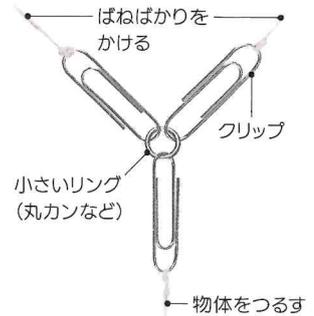


実験手順

実験の目的 物体に角度をもってはたらく2力の向きと大きさとの関係を調べる。

実験の方法

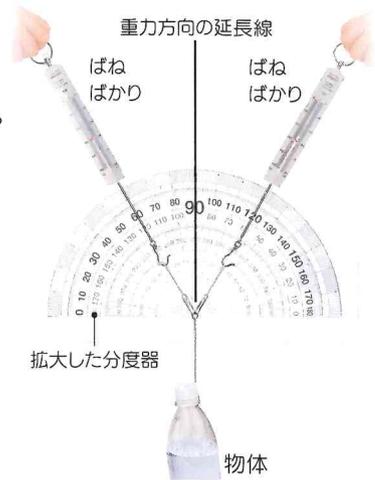
- 準備する物**
- 物体 (水を400 cm³程度入れたペットボトルなど)
 - 5 Nばねばかり (2)
 - 小さいリング (丸カンなど)
 - クリップ (3)
 - たこ糸
 - カメラ機能つき端末
 - 分度器 (拡大印刷しておく)
 - 方眼紙



ステップ 1

力の角度と大きさをはかる

- 1 1本のばねばかりで物体をつり下げ、値を読む。
- 2 小さいリングにクリップを3個とりつけ、その先にたこ糸を結ぶ。1つのクリップに物体をつるし、残りのクリップにはばねばかりのフックをかけ、真上から物体を引くようにしてばねばかりの値を読む。
 - ㊦ ばねばかりの中で摩擦が起こらないように、まっすぐリングと反対の方向に引く。
- 3 重力方向の延長線と、それぞれのばねばかりとの角度と、力の大きさを測定し、表に記録する。
 - ㊦ 小さいリングの後ろに、拡大印刷した分度器の中心を重ねて、角度を読みとる。
 - ㊦ 角度は、撮影した写真に分度器を重ねて読みとってもよい。
- 4 ばねばかりどうしをはなして、物体を引く角度を変えて 3 をくり返し測定する。



	左側のばねばかり		右側のばねばかり	
	角度〔°〕	力の大きさ(N)	角度〔°〕	力の大きさ(N)
重力とつり合う力の大きさ	0			
㊦ 2つの力で真上から引く	0		0	
㊦ 少しはなれて引く				
㊦ かなりはなれて引く				
㊦ 左右で異なる角度で引く				

ステップ 2

方眼紙に作図する

- 5 小さいリングの位置を作用点として、物体にはたらく重力、重力とつり合う力、ばねばかりで引く2つの力を矢印で記録する。
 - ㊦ ここでは力の大きさは、1.0 Nを1.0 cmの長さで表す。

結果の見方

- 2力の角度が大きくなると、同じはたらきをする1つの力と比べて、2力はどのように変化したか。

まずは自分で考察しよう。わからなければ、次ページ「考察しよう」を見よう。

考察しよう

- ① 物体を引く2力が重力と一直線にある場合、2力の大きさと、重力の大きさはどのような関係になるか。
- ② 物体を引く2力の角度が大きくなると、2力の大きさはどのように変わるか。

理科の見方・考え方



向きと大きさをもつ複数の力の関係を、量的に比較して分析しよう。

表1 実験3のステップ1の結果例	左側のばねばかり		右側のばねばかり	
	角度〔°〕	力の大きさ〔N〕	角度〔°〕	力の大きさ〔N〕
重力とつり合う力の大きさ	0	4.6		
ア 2つの力で真上から引く	0	2.3	0	2.3
イ 少しはなれて引く	30	2.7	30	2.7
ウ かなりはなれて引く	60	4.7	60	4.6
エ 左右で異なる角度で引く	60	2.4	30	4.0

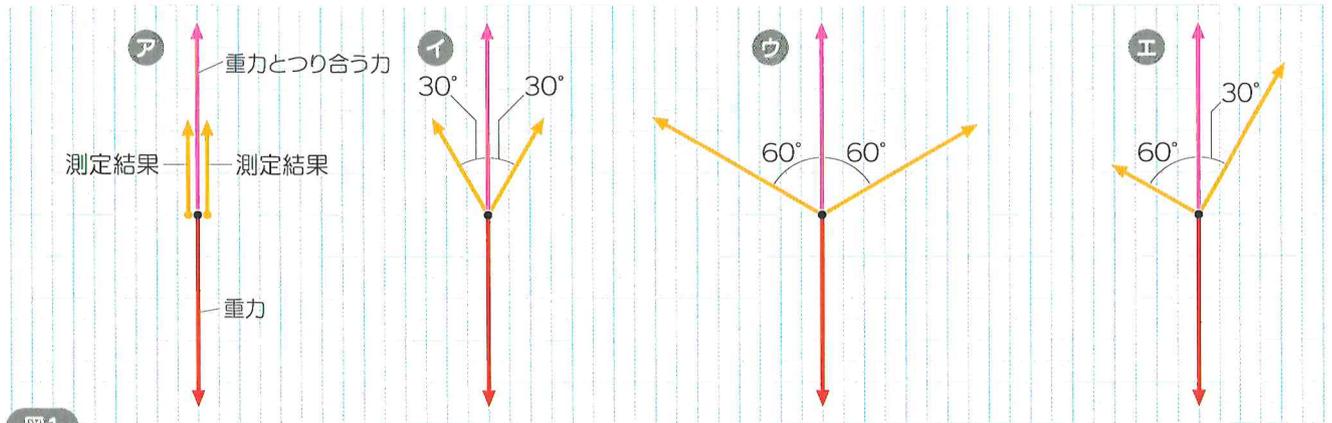


図1

実験3のステップ2の作図例

重力は鉛直下向きの矢印で示し、ステップ1の①で測定した重力とつり合う力を上向きの矢印で作図している。さらに、実験3のステップ1のほかの各測定結果も矢印で作図している。

実験から

左右同じ角度で引くとき、物体を引く角度が大きくなると、ばねばかりの値は大きくなった。実験結果を 図1 のように作図すると、物体にはたらく重力とつり合う力と、角度をもって物体を引く2力との関係を調べることができる。

● 力の合成と分解

図2 のようにして調べると、物体にはたらく重力とつり合う力が、測定結果である力Aと力Bの2力を2辺とする平行四辺形の対角線になっていることがわかる。図2 において、力Aと力Bの2力と1つの力Fは、同じはたらきをしているといえる。このとき、力Fを

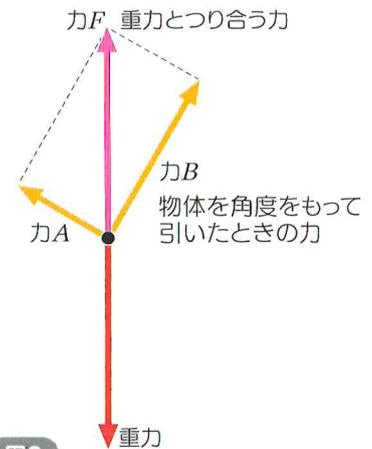


図2

重力とつり合う力と角度をもって引く2力 (図1 ①の例)

力Aと力Bの合力ごうりょくという。2力が一直線上にあれば、合力は2力と同じ向きで2力の大きさを足し合わせた大きさとなり、2力が角度をもってはたらくときは、合力は2力を2辺とする平行四辺形★1の対角線と同じ向きと大きさになる。このように、複数の力を合わせて同じはたらきをする1つの力ちからとすることごうせいを力の合成ごうせいという。

逆に、1つの力をそれと同じはたらきをする複数の力に分けることを力の分解ぶんかい★2という。1つの力Fを同じはたらきをする力Aと力Bの2力に分けると、1つの力Fを分けた複数の力を力Fの分力ぶんりょくという。

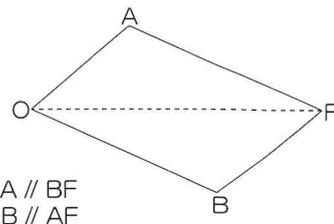
★1 数学で学んだこと

平行四辺形の性質 →中2

- 2組の対辺がそれぞれ平行な四角形を平行四辺形という。



他教科の内容



★2 力の分解の方向は1通りではなく、何通りにも分けることができる。

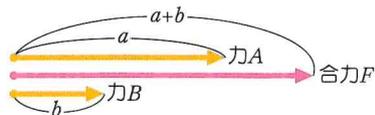
ここがポイント

合力と分力の求め方

合力の求め方

- ① 2力が一直線上にあり、向きが同じ場合

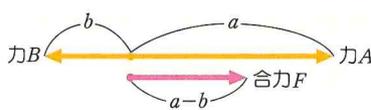
合力Fの向きは2力A、Bと同じ向きで、合力Fの大きさは2力の大きさの和になる。



aは力Aの大きさ、bは力Bの大きさを表す。

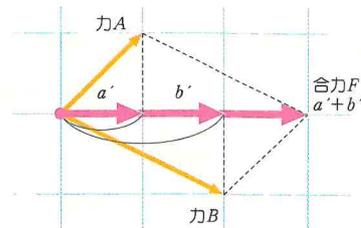
- ② 2力が一直線上にあり、向きが逆の場合

合力Fの向きは2力A、Bのうち、力の大きい方と同じ向きで、合力Fの大きさは2力の大きさの差になる。2力の大きさが同じ場合には合力が0となる。このとき、2力はつり合う。



- ③ 2力が一直線上にない場合

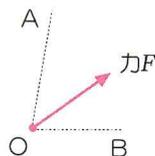
合力Fの向きは、2力A、Bを2辺とする平行四辺形の対角線の向きになる。合力Fの大きさは、この対角線の矢印の長さとして表される。



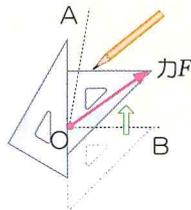
a' は力Aの水平方向の大きさ、b' は力Bの水平方向の大きさを表す。

分力の求め方

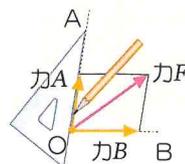
- ① 力Fを分解する方向を決める。



- ② 力Fが対角線となるような平行四辺形をかく。



- ③ 力A、Bが力Fの分力になる。

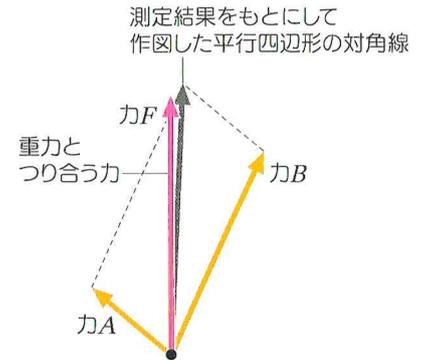


探究をふり返ろう

2つの分力を2辺とする平行四辺形の対角線を測定結果をもとに作図すると、重力とつり合う力 F とは少しずれていることがある。実験をふり返ってその原因を考えよう。



測定結果は誤差をふくんでいる。どうしたら誤差を小さくして真の値に近づけることができるかを、実験をふり返って考えよう。



144ページの(?)に対する自分の考えをまとめよう。

(使用するキーワード → 平行四辺形)

● 斜面上にある物体にはたらく力

第1章で学習した斜面上を運動する物体にはたらく力を、力の分解を使って考えよう。図1のように、斜面上にある物体には、斜面に垂直な方向に垂直抗力 N がはたらき、重力の分力である力 A とつり合うため、力 A の向きには動かない。一方、斜面方向では、斜面下向きの分力 B がはたらくため、物体が斜面下方向に運動する。137ページの実験2では、傾きが大きい方が速さの増加する割合が大きかった。これは、斜面の傾きが大きいほど重力の斜面方向の分力 B が大きくなることで説明できる(図2)。

● 摩擦のある斜面上にある物体にはたらく力

斜面上の物体がすべり落ちないで静止している場合はどうだろうか。斜面方向に物体が動かないとき、物体と斜面との間の摩擦力がはたらき、重力の斜面下向きの分力である力 B と摩擦力がつり合っている(図3)。しかし、斜面がなめらかですべりやすいときや、傾きが大きくなると、摩擦力が力 B よりも小さくなり、物体は斜面上を力 B の向きに動く。

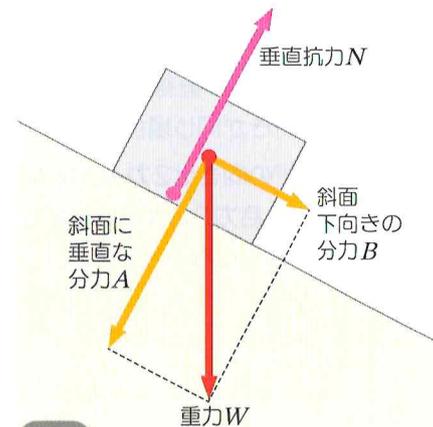
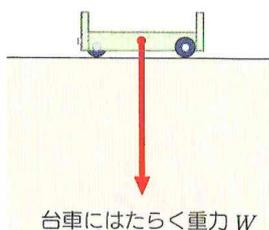


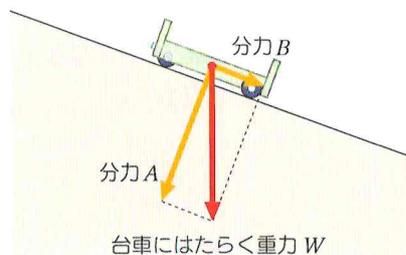
図1

なめらかな斜面上の物体にはたらく重力と垂直抗力(摩擦を無視できる場合) 重力の分力である力 A とつり合う垂直抗力 N が物体にはたらく。

水平面上の場合



傾きが小さい場合



傾きが大きい場合

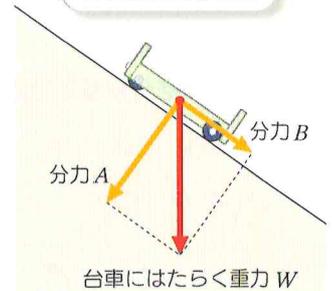


図2

斜面の傾きによる重力の分力のちがい

傾きが大きいほど、斜面下向きの分力 B は大きくなる。分力 B が大きいほど、速さの変化も大きくなる。

● 止まっている物体にはたらく力の合力は0

146ページの 図2 では、重力と物体を引く力Aと力Bの合力である力Fがつり合って、それらの合力が0なので、物体が静止していた。また、143ページ上の自動車の写真のように、物体が斜面上で止まっているのは、 図3 のように、斜面に垂直な方向では、力Aが垂直抗力とつり合い、斜面方向では、力Bとつり合う大きさの摩擦力がはたらい、重力と垂直抗力と摩擦力の合力が0になっているからである。

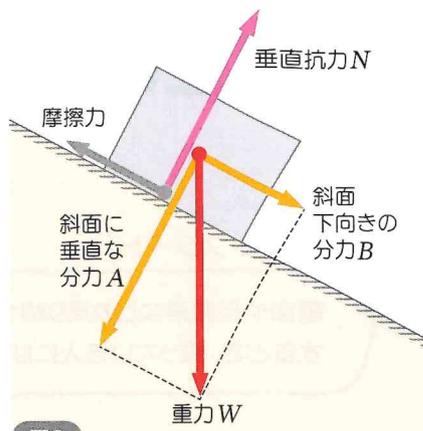


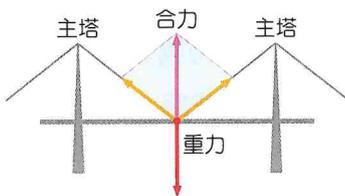
図3 斜面上の物体にはたらく摩擦力

活用

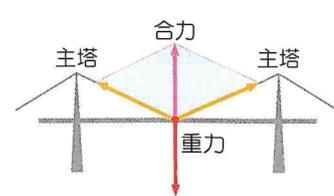
学びをいかして考えよう

- 144ページの 図1 のような長いつり橋の2つの柱(主塔)を高くすると、どのような利点があるか考えよう。
- 144ページの 図2 のように、重い荷物を2人で持つ場合、どのように持つとたがいに小さい力で持てるか考えよう。

主塔が高い場合



主塔が低い場合



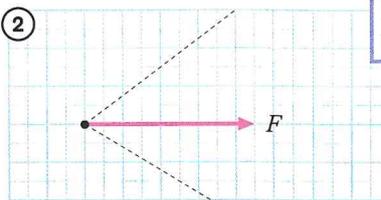
例題

- ① 力 F_1 、 F_2 の合力を作図しなさい。
- ② 力 F を点線の向きに分解しなさい。

①



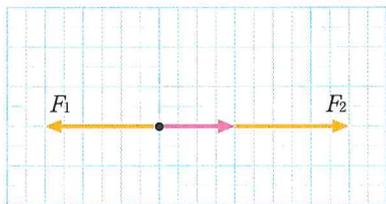
②



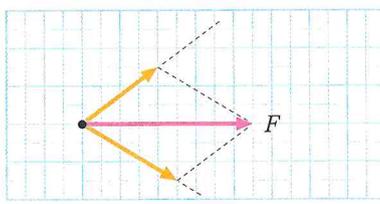
練習問題

考え方

① 長さの差を求める



② 平行四辺形をつくる



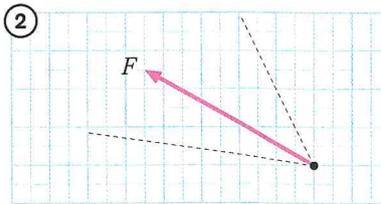
練習

- ① 力 F_1 、 F_2 の合力を作図しなさい。
- ② 力 F を点線の向きに分解しなさい。

①



②



2 慣性の法則

問題
発見

レッツ スタート!

電車や自動車などの乗り物が、発進したりブレーキをかけたりするとき、乗っている人にはどのようなことが起こるだろうか。

図1のように、一定の速さで動いていた電車がブレーキをかけると、乗っている人は電車の前方に動こうとする。また止まっていた電車が発進するとき、人は電車の後方に動こうとする。このように、等速直線運動、または静止している乗り物の運動の状態が変化するとき、乗っている人は直前の運動の状態を続けようとする*1。

調べよう

図2のように、台車の上にミニカーをのせて静止状態から台車を発進させたり、ミニカーをのせたまま動いている状態の台車を急に止めたりしてみよう。ミニカーはどのように動くだろうか。

?

等速直線運動または静止している物体の運動の状態が変化するとき、物体の中や上にある物体は、どのような運動をするだろうか。

等速直線運動、または静止をしている物体には、運動方向に力がはたらいっていないか、力がつり合って合力が0になっている。このことから、物体に力がはたらいっていないか、力がはたらいいていても合力が0のとき、静止している物体は静止し続け、運動している物体はそのままの速さで等速直線運動を続けることがわかる。

図2の台車上のミニカーも、直前の運動の状態を続けようとする。これを**慣性の法則**といい、物体がもつこの性質を**慣性**という。電車がブレーキをかけたときに、電車の前方に人が動かされるのは、慣性によって人が等速直線運動を続けようとするためである。



図1

走行している電車がブレーキをかけたときの車内のようす

★1 電車に乗っている人には重力や垂直抗力がはたらくが、これらの力はつり合っていて、はたらいしていないのと同じである。

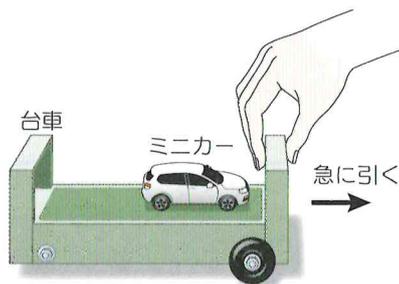


図2

ミニカーをのせた台車を引く実験

発展 | 高校

慣性と質量の関係

慣性の大きさは、「運動状態の変化のしにくさ」を表現しており、物体の質量に比例する。つまり、質量の大きな物体ほど、運動の状態を変化させるために大きな力が必要となる。高速で走行中の電車が停止するのにブレーキをかけても数百メートル進んでしまうのは、慣性が大きいからである。





自動車のシートベルト



テーブルクロス引き

身のまわりでも慣性に関係しているものがある（図3）。自動車に乗るときにシートベルトをしめるのは、急停止したときに、自動車に乗っている人が前に飛び出してしまわないようにするためである。また、食器などをのせたテーブルクロスを勢いよく引くと食器などはテーブルの上に止まったまま、テーブルクロスだけを引きぬくことができる。だるま落としは、たたいた段だけ横に飛ばし、それより上の段は落下することを利用したおもちゃである。



だるま落とし

たたいた段は横に飛ぶが、それより上の段は落下する。

図3

慣性の例



150ページの？に対する自分の考えをまとめよう。

(使用するキーワード → 静止、速さ)



【歴史にアクセス】

発見! 慣性の法則

ガリオ・ガリレイ VS アリストテレス

ROUND 2

物体は静止しているのが自然
動かし続けるには力が必要

アリストテレス

そこにもた
異を唱える
ガリオ

そう
かな?

なめらかで曲がった面に
球を置いたとする

物体をある高さから運動
させると同じ高さまで
上がる

……では、その
斜面をゆるやかに
していくと?

進む先が水平になったとしたら……
球は同じ高さになるまでどこまでも
運動し続けるだろう

球は同じ高さ
になるまで

どこまでも
進むだろう……

つまり、物体は、静止している
のが自然ではなく、速さや
向きを保とうとしている!

ガリオが発見した「慣性の法則」は
さらにかれの没後、ニュートンに
よって運動の3法則の1つとして
まとめられた

ニュートン

3 作用・反作用の法則



図1 短距離走のスタート

図1のように、陸上競技の短距離走でスタートのためにブロックをけると、人はけた向きとは逆向きに進む。人の運動の状態が変わったことから、人に力*¹がはたらいたことがわかる。

? ある物体が別の物体に力を加えたとき、2つの物体の間でどのように力をおよぼし合うだろうか。

調べよう

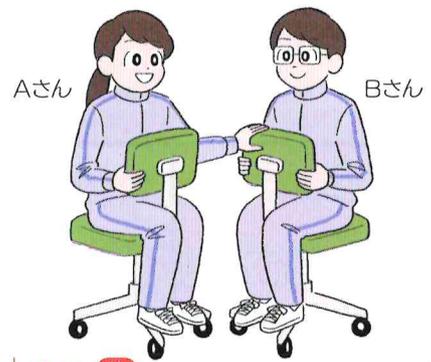
- ① おたがいが向き合うようにして、キャスターつきのいすに座る。
- ② どちらか一方が相手を軽くおし、おした人とおされた人のいすの動き方を調べる。

図2のように、Aさんがおすと、Bさんだけではなく、Aさんも動きだす。これはBさんに力がはたらいただけでなく、力を加えたAさんにも力がはたらいたためである。このように、ある物体が別の物体に力を加えると、同時に相手の物体から、一直線上にあり、大きさが等しく、逆向きの力を受ける。この2力の一方を作用、もう一方を反作用といい、この法則を作用・反作用の法則という。作用と反作用は一直線上にあるが、それぞれ異なる物体にはたらく。

★1 これまでに学んだこと

力のはたらき →中1

- 力には、物体の運動の状態を変えるはたらきがある。



注意

- 相手をおすとき、いすがたおれないようにやさしくおすようにする。

図2 いすに座っておす実験

「作用・反作用の2力」と「つり合う2力」のちがいは

作用・反作用の2力……2つの物体（図3ではりんごと机）のそれぞれにはたらく力
 つり合う2力……1つの物体（図4ではりんご）にはたらく力

「りんご」が「机」をおす力がはたらくと、「机」が「りんご」をおす力（垂直抗力）が、一直線上にあり、大きさが等しく逆向きにはたらく。

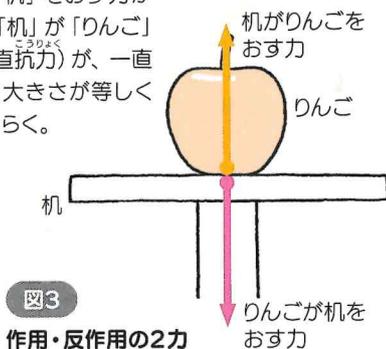


図3

作用・反作用の2力

「地球」が「りんご」を引く力（重力）と、「机」が「りんご」をおす力（垂直抗力）の2力は、どちらも「りんご」にはたらいている。

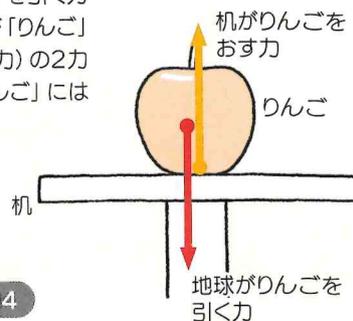


図4

つり合う2力



152ページの？に対する自分の考えをまとめよう。

（使用するキーワード → 直線、大きさ、向き）



図5

作用・反作用の例（自転車）

ペダルをこぐ力をタイヤに伝えると、進行方向と逆向きの力が地面に対してはたらき、その反作用として地面からタイヤに対して進行方向に等しい大きさの力がはたらくことで、自転車が加速する。

活用

学びをいかして考えよう

図5のように身のまわりで作用・反作用が関係しているものを見つけて説明しよう。



【お仕事図鑑】

宇宙飛行士の仕事は命がけ

作用・反作用の法則は、宇宙空間でもなり立ちます。国際宇宙ステーションで作業をする宇宙飛行士は、宇宙ステーション本体にからだをぶついたり、作業に必要な部品を動かしたりするたびに、反作用の力が自分自身にはたらきます。宇宙空間では地球上ではたらく空気抵抗などの力がはたらかないので、その反作用の力によって、宇



宙のはるかかなたへ投げ出されてしまいます。そのため、宇宙空間での作業には、命づなが必要なのです。

4 水中ではたらく力



図1

海に浮かぶ巨大な客船

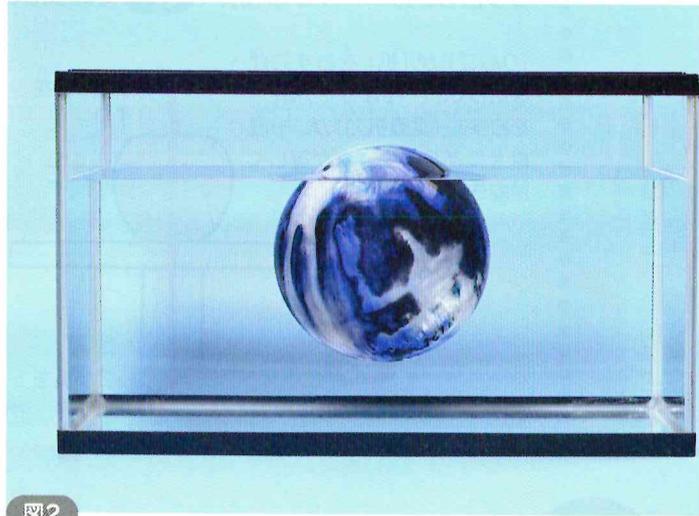


図2

水に入れたボウリングの球

問題発見

レッツ スタート!

図1では、20万トンを超える巨大客船が海に浮かび、また、図2では、重そうに見えるボウリングの球も、水にういている。物体がうく原因は何だろうか。

手で持ったりりんごを空気中ではなすと落下するように、すべての物体には重力がはたらいて、落下する。しかし、水面や水中で物体をはなすと、物体がしずまずにういたまま静止することがある。

物体が静止しているということは、重力とつり合う力^{*1}がはたらいているはずである。図3や図4のように、水中にある物体にはたらく、上向きの力を^{ふりょく}浮力とよぶ。図4のように、水中では、この浮力が重力より小さいと物体はしずみ、大きいとうき上がると考えられる。浮力はどのような条件によって変わるのかを調べよう。



浮力はどのような条件によって変わるだろうか。

★1 これまでに学んだこと

力のつり合い → 中1

- ①2力が一直線上にある。
- ②2力の大きさが等しい。
- ③2力の向きが逆向きである。

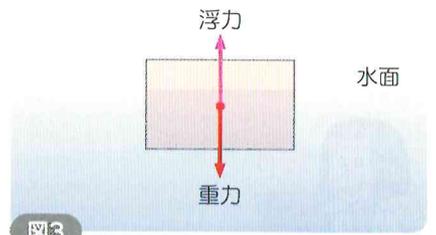


図3

ういている物体

重力と浮力がつり合っている。

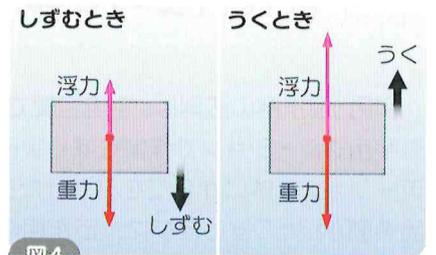


図4

水中の物体

水中ではたらく浮力が重力よりも小さいと物体はしずみ、大きいと物体はうき上がる。

仮説

② に対する自分の考えは？

浮力の大きさに関する可能性のある条件を考えて、「仮説：□が大きくなると、浮力が大きくなる」のように表現しよう。可能性のある条件はいくつあってもよい。

理科の見方・考え方



調べる条件は、「浮力」の変化に関係がありそうな要素を考えて、仮説として表現しよう。

大きな船ほどしずみにくいと聞いたことがあるよ。関係しそうなのは……。

Aさん

仮説A：□が大きくなると、浮力が大きくなる。

重い物体がしずまないのは大きな浮力がはたらくからなのかな。

Bさん

仮説B：□が大きくなると、浮力が大きくなる。

ういているボールを水に深くしずめるのは大変だよ。

Cさん

仮説C：□が大きくなると、浮力が大きくなる。

構想

調べ方を考えよう

① 浮力の大きさの測定方法を考えよう

図5のように、石を手で支えて水中にしずめ、浮力を感じよう。どうやったら浮力の大きさを測定することができるだろうか。

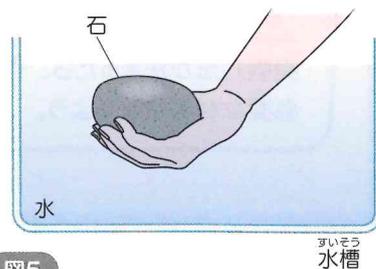
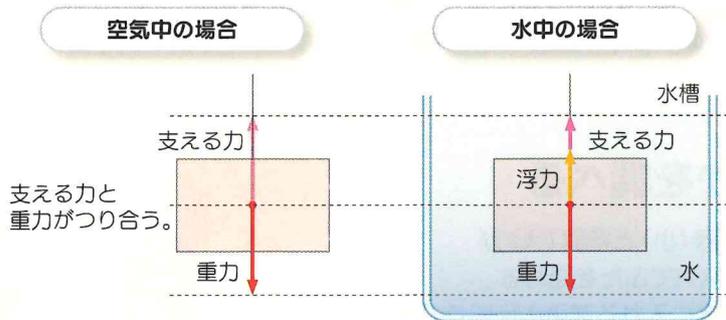


図5

石を水中にしずめる

物体が水中に入ると、物体の重さが軽くなるように感じる。空気中では、物体にはたらく重力とつり合う力で手が物体を支えていたが、水中では浮力が上向きにはたらくため、その分だけ手が物体を支える力が小さくなった。

図6のように、浮力の大きさは、空気中と水中での物体を支える力の差になる。物体を支える力の大きさを力の単位[N]ではかるには、どうしたらよいだろうか。



$$\text{浮力の大きさ [N]} = \text{重力の大きさ [N]} - \text{水中で物体を支える力 [N]}$$

図6

つるした物体を支える力の大きさ

物体を支える力と浮力などの関係を見やすくするため、作用点の位置をずらしてかいている。

調べ方を考えよう

② 仮説を確かめる実験方法を考えよう

「『ある』条件が大きくなると、浮力が大きくなる」という仮説を確かめるとき、『ある』条件と同時に別の条件が変化すると、実験結果がどちらの条件の変化が原因で得られたのかわからなくなる。そのため、1つの条件だけを変化させ、そのほかの条件は同じにそろえる必要がある。

仮説を確かめるために、変える条件と変えない条件を整理し、仮説を確かめるための実験方法を考えよう。

仮説	変える条件	変えない条件
仮説A: <input type="text"/> が大きくなると、浮力が大きくなる。		
仮説B: <input type="text"/> が大きくなると、浮力が大きくなる。		
仮説C: <input type="text"/> が大きくなると、浮力が大きくなる。		

実験方法が決まったら、それぞれの仮説を確かめるための実験に必要な材料を考えよう。

理科の見方・考え方



条件を1つだけ変化させて、そのほかの条件をそろえて実験することを「条件制御」*1という。変える条件と変えない条件に着目しよう。

★1 これまでに学んだこと

条件制御

(変える条件と変えない条件) → 小5

- 例えば「ふりこ」の学習では、「ふりこの糸の長さが長くなると、1往復する時間が長くなる。」という仮説を調べるために、「ふりこの糸の長さ」を「変える条件」、「おもりの重さ、ふれはば」を「変えない条件」として実験した。



実験 4

浮力の大きさに関する条件



実験の目的 水中で物体にはたらく浮力の大きさに何に関係するか調べる。

実験の方法(例)

- 準備する物 容器(小)、容器(大)(2) おもり(ナットなど) ばねばかり 電子てんびん
ピーカーまたはメスシリンダー 定規 水 記録用紙

方法 A

体積が関係しているかを調べる

- 1 電子てんびんを使いながら、容器(小)と容器(大)が同じ質量になるようにおもりを入れてふたを閉める。水の入ったピーカーに容器を完全に入れる前後の目盛りのちがいがいから、およその体積をはかる(単位は cm^3)。



- 2 空気中で、容器にはたらく重力の大きさをばねばかりではかる。
- 3 同じ質量のおもりを入れた体積の異なる2つの容器を同じ深さの水中にしずめたときの、ばねばかりの値を読む。

	体積 [cm ³]	重力 (N) ①	測定値 (N) ②	浮力 (N) ①-②
容器 (小)				
容器 (大)				

- 🔍 おもりを入れた容器がピーカーの底につかないように注意する。
- 🔍 水面から容器上面までの深さを、深さの基準とする。



方法 B

質量が関係しているかを調べる

- 1 同じ体積の2つの容器を使い、それぞれに異なる質量のおもりを入れてふたを閉める。
- 2 空気中で、容器にはたらく重力の大きさをばねばかりではかる。
- 3 同じ深さの水中にしずめたときの、ばねばかりの値を読む。

	質量 [g]	重力 (N) ①	測定値 (N) ②	浮力 (N) ①-②
質量 (小)				
質量 (大)				



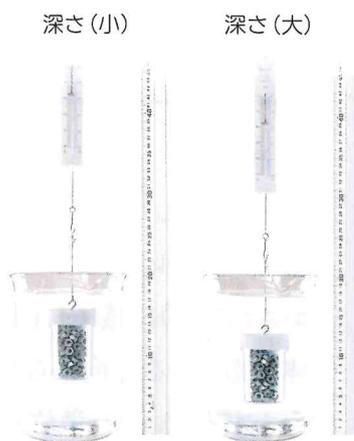
方法 C

深さが関係しているかを調べる

- 1 容器におもりを入れてふたを閉める。
- 2 空気中で、容器にはたらく重力の大きさをばねばかりではかる。
- 3 異なる深さにしずめたときの、ばねばかりの値を読む。

- 🔍 体積と質量を同じ条件にするため、くり返し同じ容器を使う。

	しずめた 深さ [cm]	重力 (N) ①	測定値 (N) ②	浮力 (N) ①-②
深さ (小)				
深さ (大)				



結果の見方

- どの条件を変化させたときに、浮力の大きさが変化したか。

まずは自分で考察しよう。わからなければ、次ページ「考察しよう」を見よう。

考察しよう

表1 は実験4の結果の例である。浮力の大きさの変化に、どの条件が関係しただろうか。

- ・方法①の結果から、物体の体積は浮力の大きさに関係しているといえるだろうか。
- ・方法②の結果から、物体の質量は浮力の大きさに関係しているといえるだろうか。
- ・方法③の結果から、水中での物体の深さは浮力の大きさに関係しているといえるだろうか。

表1 実験4の結果例

方法①	体積 [cm ³]	重力 [N] ①	測定値 [N] ②	浮力 [N] ①-②
容器 (小)	80	1.5	0.7	0.8
容器 (大)	135	1.5	0.1	1.4
方法②	質量 [g]	重力 [N] ①	測定値 [N] ②	浮力 [N] ①-②
質量 (小)	155	1.5	0.1	1.4
質量 (大)	305	3.0	1.6	1.4
方法③	深さ [cm]	重力 [N] ①	測定値 [N] ②	浮力 [N] ①-②
深さ (小)	9.0	3.0	1.6	1.4
深さ (大)	18.0	3.0	1.6	1.4

実験から

方法①から、浮力の大きさは、水中での物体の体積によって変化し、体積が大きいほど浮力が大きくなるのがわかる。方法②、③から、物体の質量と水中での深さによって浮力の大きさは変化しないのがわかる。

探究をふり返ろう

浮力がどのような条件によって変化するかを自分たちで探究した過程をふり返り、うまくできなかったことがあれば、どうすればもっとよくなったのかを理由とともに考えよう。

● 水圧

実験4で、どうして浮力は深さによって変わらなかったのだろうか。ビニルぶくろに入れた手を水の中に入れると、まわりからおされるように感じる (図1)。これは圧力*1が、水の中の物体にあらゆる方向からはたらくからである。水中ではたらく圧力を水圧すいあつという。単位は圧力と同じパスカル (記号Pa) (1 Pa = 1 N/m²) である。水圧は、水中の物体より上にある水の重力によって生じるため、深くなるほど大きくなる (図2)。

うすいゴム膜まくを張った透明なパイプとうめい (図3) を水の中に入れて、ゴム膜のへこみ方を見てみよう。



図1

ビニルぶくろに入れた手を水中に入れたようす

★1 これまでに学んだこと

圧力 → 中2

- 1 m²に 1 Nの力が垂直にはたらくときの圧力が1 Paである。

大気圧 → 中2

- 大気圧は、上空の空気にはたらく重力によって生じる圧力である。

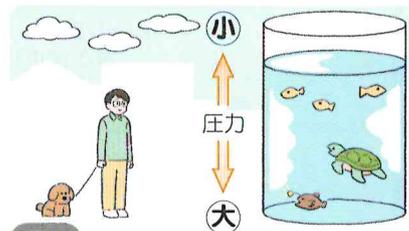


図2

水圧と大気圧

標高が低くなるほど大気圧は大きくなるのと同様に、水面から深くなるほど水圧は大きくなる。



図3

うすいゴム膜を張ったパイプ

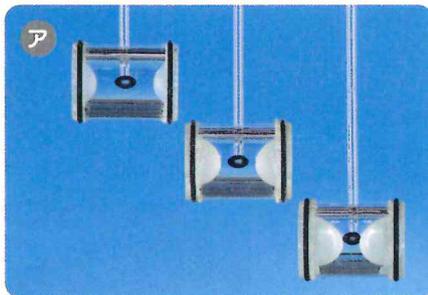
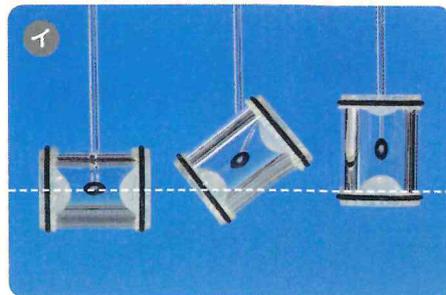


図4

水中でのゴム膜のへこみ方



● 水圧と浮力の関係

図4 アのゴム膜のへこみ方のちがいから、深いほどゴム膜は水から大きな圧力を受けていることがわかる。また図4 イからは、同じ深さではゴム膜をどの向きにしてもへこみ方が変わらないことから、ゴム膜には水からあらゆる方向に圧力がはたらいっていることがわかる。

物体の側面にはたらく水圧は、同じ深さで同じ大きさの水圧がたがいに打ち消し合うように逆向きにはたらく(図5)。一方で、図4 イの右側のパイプは、上面のゴム膜よりも下面のゴム膜の方がへこみ方が大きくなっている。このように、物体の下面にはたらく上向きの水圧の方が、物体の上面にはたらく下向きの水圧よりも大きくなる。そのため、水中の物体には全体として上向きの力がはたらくこととなる。これが水中の物体に浮力がはたらく原因である。物体の上面と下面での水圧の差はどの深さでも同じになるため、浮力の大きさは、水中での深さによって変化しない。

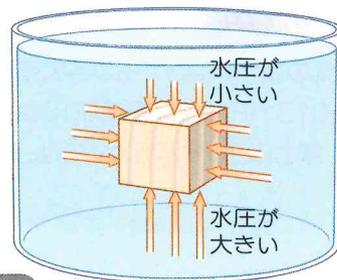


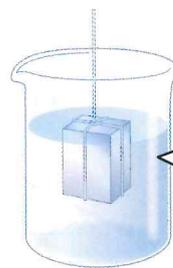
図5

物体にはたらく水圧

発展 | 高校

浮力と体積の関係

水中の物体にはたらく浮力の大きさは、物体の水中にある部分の体積と同じ体積の水にはたらく重力の大きさに等しい。これはアルキメデスの原理として知られている。



浮力の大きさ
||
そこにあつたはずの水にはたらく重力の大きさ

154ページの(?)に対する自分の考えをまとめよう。

(使用するキーワード → 体積、大きさ)

活用

学びをいかして考えよう

154ページの写真(図1)、(図2)を見て次の理由を考えよう。

- ・巨大な客船が海に浮かぶことができるのはなぜか。
- ・ボウリングの球が水にういたのはなぜか。

理科の見方・考え方



船は海中でどのようにになっているかに注目して考えよう。



【なるほどね!】

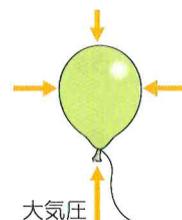
私たちは重力と圧力の 世界で生きている

ふだんあまり意識しないだけで、重力と圧力は常にはたらいています。

空気の重さによって生じる大気圧は、地上付近で約1気圧(1013 hPa)で、高度が100 m上がると約10 hPa低下し、富士山頂(3776 m)では、約0.6気圧(約640 hPa)

となります。海の中では、さらに海水にはたらく重力によって、約10 m深くなるごとに1気圧分の水圧が加わります。そのため、深く潜水すると、高い水圧によって、命にかかわる危険性があります。プールで泳ぐときに、からだが軽くなったように感じるのは、水中で重力と逆向きに浮力がはたらくからです。

また、ヘリウムガスを入れた風船は、まわりからおされる大気圧によって生じる上向きの力が、重力よりも大きいとき、うかび上がります。水中だけでなく、大気中にはたらくこのような上向きの力も浮力といいます。



章末

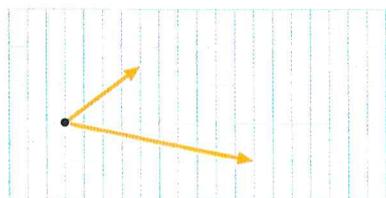
学んだことをチェックしよう



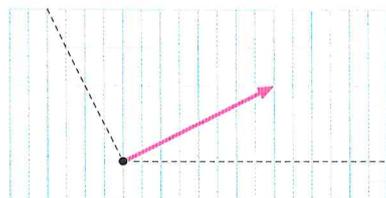
章末問題

1 力の合成と分解 →P.146, 147

□ 次の2力の合力をかきなさい。



□ 次の力を点線の方に分解しなさい。



2 慣性の法則 →P.150

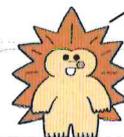
□ 力がはたらいっていないか、はたらく力の合力が0のとき、静止している物体は()し続け、運動している物体はそのままの速さで()を続ける。物体がもつこの性質を()という。

3 作用・反作用の法則 →P.152

□ 物体Aが物体Bに力を加えると、同時に物体Aは物体Bから大きさが等しく()向きの力を受ける。

4 水中ではたらく力 →P.158, 159

□ 水圧は、深いところほど()なる。
浮力は、水中での物体の()が増すほど、大きくなり、()や()によっては変わらない。



学習前と比べて
自分の考えが
どう変わったかな。

Before & After

学習後も書こう

力とは何だろうか。