

第

3

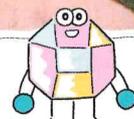
章

力の世界



スタート動画

単元3



Before & After

学習前に書こう

力とは何だろうか。



ワークシート

かって
見えるのかな。



1 日常生活のなかの力

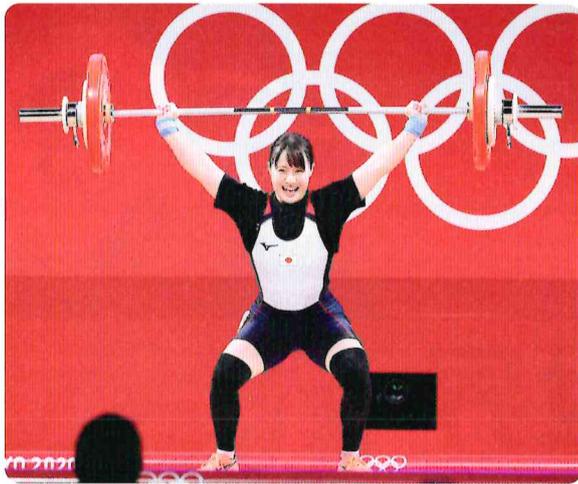


図1

力がはたらいていると考えられる現象の例

問題
発見

レッツ スタート!

身のまわりで、力がはたらいていると考えられる場面をさがしてみよう。

ちから
力は目に見えないが、力がはたらいているようすを観察することはできる(図1)。力がはたらいている物体のようすや、その変化を観察し、力のはたらきについて考えていこう。

?

力は、どのようなはたらきをするだろうか。

● 力のはたらき

図2のように、消しゴムを机におしつけると、消しゴムは変形する。このように、力には「物体の形を変えるはたらき」がある。

図3のように、消しゴムを指ではじくと、消しゴムははじいた向きに動きだす。静止している物体を動かすには、動かしたい向きに力を加える必要がある。また、はじかれた消しゴムを指でおさえると、動いていた消しゴムは静止する。このように、力には「物体の運動の状態を変えるはたらき」がある。



図2

消しゴムをおしつけたときのように

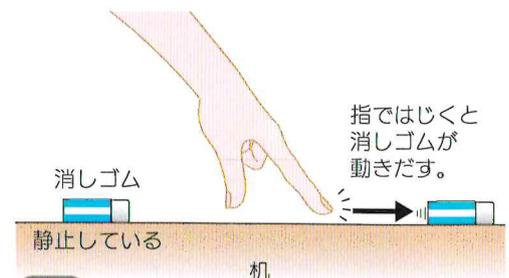


図3

消しゴムをはじいて運動の状態を変える

「物体の運動の状態を変える」とは、止まっている物体を動かしたり、動く速さや向きを変えたりすることである。

図4のように、下じきの上に筆箱を置くと、下じきがたわんで静止する。筆箱を外して、下じきが同じくらいたわむように手でおすと、下じきからの力を感じる。このことから、筆箱には下じきから上向きに力がはたらいていたことがわかる。この力があるために、筆箱は下に落ちない。筆箱を手のひらにのせたときも、筆箱に手のひらから上向きの力がはたらくことで、筆箱は下に落ちることなくその場にとどまる(図5)。

机の上で静止している物体は、机の面をおして下に落ちようとするが、机の面から上向きに力がはたらくために、机の上で静止する。このように、力には「物体を支えるはたらき」がある。

身のまわりで見られる図6のような現象について、なぜこのようなことが起こるのか考えていこう。

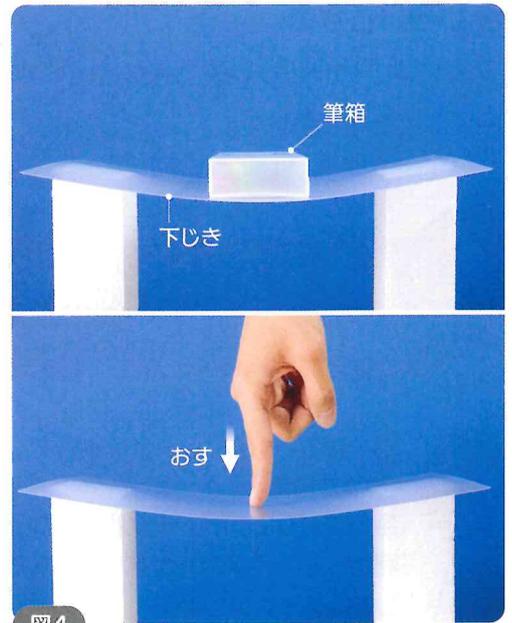


図4
下じきに加わる力

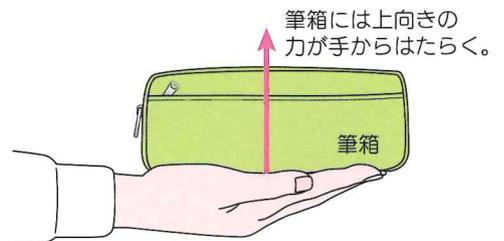


図5
手が筆箱に加える力
ここでは、手が筆箱に加える力に着目する。

ここがポイント

力のはたらき

力のはたらきは、次の3つに分けることができる。

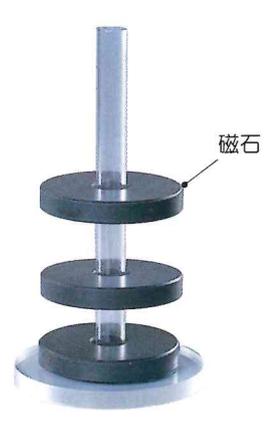
- ① 物体の形を変える。
- ② 物体の運動の状態を変える。
- ③ 物体を支える。



スポンジの上に鉄球をのせると、スポンジがへこむ。



こすった下じきを頭に近づけると、かみの毛が引かれる。



磁石の同じ極どうしを近づけると、宙にうく。

図6

身のまわりで見られる現象の例

● いろいろな力

— 力には、物体どうしが直接ふれ合ってはたらく力と、はなれていてもはたらく力がある。



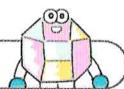
168ページの(?)に対する自分の考えを
まとめよう。(使用するキーワード → 力、物体)

活用

学びをいかして考えよう

身のまわりで、だんせいりき弾性力やま摩擦りき力など、物体にはたらく力を利用して
いる事例をさがし、どのようなはたらきをしているか説明しよう。

理科の見方・考え方



見つけた事例は、169ページの力の3つのはたらきのどれにあてはまるだろうか。

物体どうしがふれ合ってはたらく力

垂直抗力

面の上で静止している物体は、接している面から物体に向かって垂直の向きに力を受けている。面が物体におされたとき、その力に逆らって面が物体を垂直におし返す力をすいじやくこうりき垂直抗力りきという。



机の上の本

摩擦力

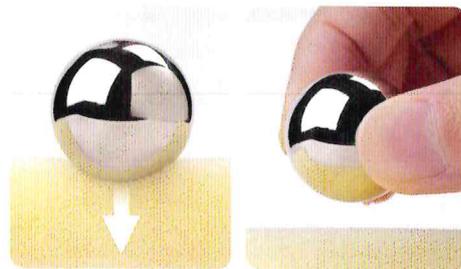
自転車のブレーキをかけると、減速させたり止めたりすることができる。これは、運動をさまたげる向きに力がはたらくからである。このような力をま摩擦りき力りきという。摩擦力の大きさは、接しているそれぞれの物体の材質や表面の状態によって変わる。



自転車のブレーキ

弾性力

スポンジや、輪ゴム、ばねなどは、形が変わると、もとにもどろうとする性質をもっている。輪ゴムやばねは、引っ張る力が強いほどのび(変形)が大きくなり、もとにもどろうとする力も強くなる。このように、力によって変形させられた物体が、もとにもどろうとする性質を弾性だんせいといい、もとにもどる向きに生じる力を弾性の力だんせいりき(弾性力)という。

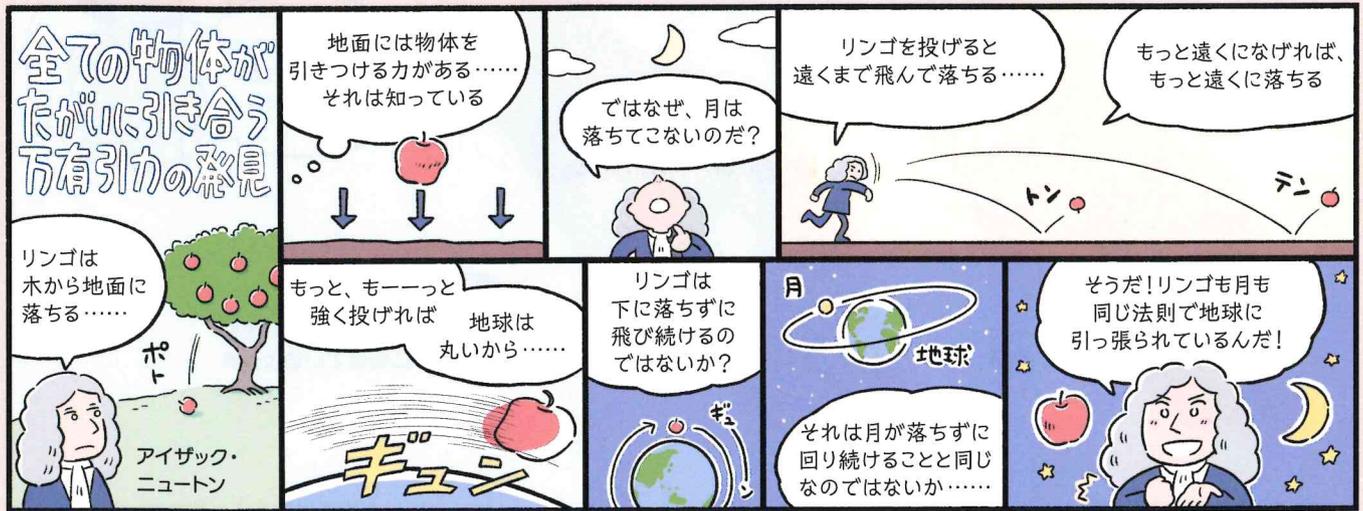


スポンジの弾性

下向きにおされたスポンジは、もとにもどろうとする性質がある。このように、輪ゴムや下じきだけでなく、スポンジなどにも弾性がある。



【歴史にアクセス】



はなれた物体にはたらく力

重力

地球上にある全ての物体は、地球から地球の中心の向きに力を受けている。この力を重力じゅうりょくといい、全ての物体は地球の中心に向かって引かれている。重力は、物体がほかの物体と接していなくてもはたらく力で、空を飛ぶ飛行機やその中の物体、落下中の物体にもはたらいている。



地球上の重力

物体を落としてくいを打つ機械や水力発電など、私たちは重力をさまざまな場面で利用している。

磁石の力

2つの磁石を近づけると、N極とN極のように同じ極の場合は反発し合い、N極とS極のように異なる極の場合は引き合うように力がはたらく。また、どちらの極でも、鉄を近づけると引き合う力がはたらく。このような力を磁石じしつの力ちから (磁力) という。



磁石の力で宙にうく磁石

反発し合う力がはたらくことで宙にうく。

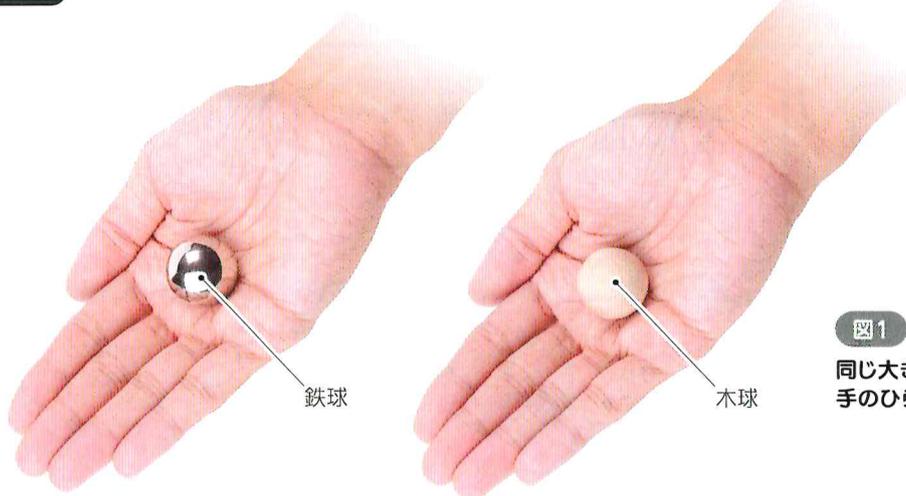
電気でんの力

かみの毛をこすった下じきを持ち上げると、かみの毛が下じきに引き寄せられる力がはたらく。このような力を電気でんの力ちからという。



電気でんの力ちからで下じきに引き寄せられるかみの毛

2 力のはかり方



鉄球

木球



手に加わる力は
どちらの方が
大きいかな。

図1

同じ大きさの2種類の小球を
手のひらにのせているようす

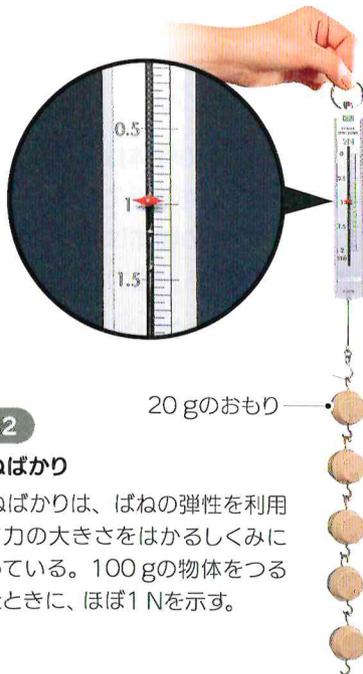
● 力のはかり方

ばねばかりを使えば、**図1**のような異なる物体にはたらく重力の大きさを比べることができる。ばねばかりは、ばねの弾性を利用して、ばねののび方で力の大きさをはかれるようにした道具である(**図2**)。力の大きさの単位には、ニュートン(記号N)が使われる。1 Nは、100 gの物体にはたらく重力の大きさにほぼ等しい^{★1}。

★1 100 gの物体にはたらく重力の大きさは、約0.98 Nである。重力の大きさは、測定する場所の緯度や標高によってわずかに異なる。



ばねを引く力とばねののびには、
どのような関係があるだろうか。



20 gのおもり

図2

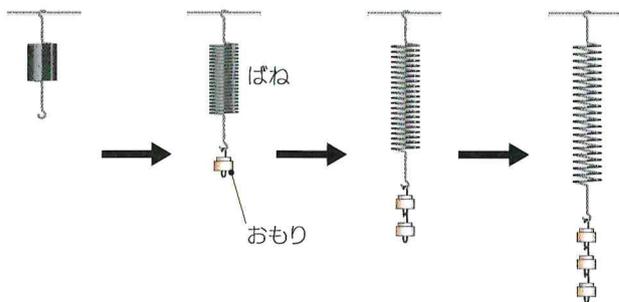
ばねばかり

ばねばかりは、ばねの弾性を利用して力の大きさをはかるしくみになっている。100 gの物体をつるしたときに、ほぼ1 Nを示す。

🔍 に対する自分の考えは?

仮説

おもりの数が増えると、ばねののびはどうなるだろうか。





力の大きさとばねののびの関係

実験の目的 ばねにつるすおもりの数を変えて、力の大きさとばねののびの関係を調べる。

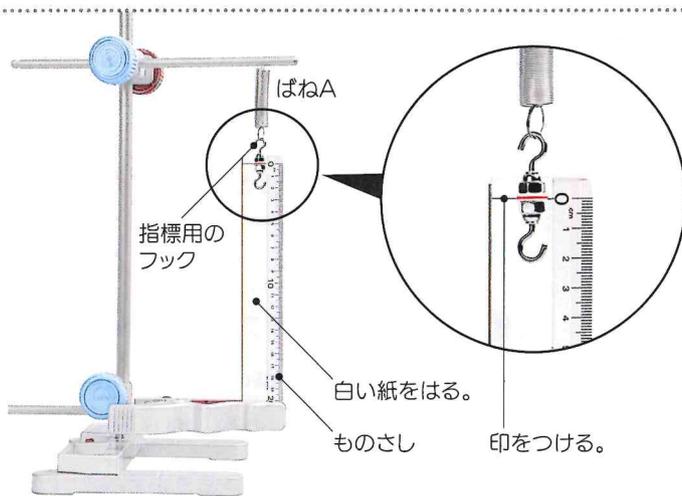
実験の方法

準備する物 | ばねA、ばねB（強さのちがうもの2種類） おもり（同じ質量のもの数個）
スタンド ものさし 白い紙 方眼紙 指標用のフック

ステップ 1

実験装置をつくる

- 1 ものさしに白い紙をはり、おもりをつるしていないときの指標の位置に印をつける。

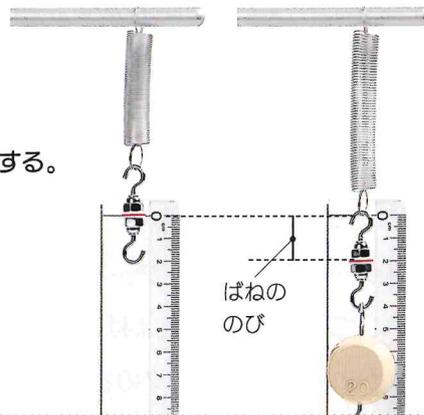


ステップ 2

おもりの数やばねの種類を変えて、ばねののびの長さを調べる

- 2 同じ質量のおもりを1個、2個と増やしていき、ばねののびの長さを測定する。
- 3 結果を表にまとめる。
- 4 強さのちがうばねBを使い、同じように測定し、結果をまとめる。

④ 指標用のフックしかつるしていないときののびを0 cmとし、これも測定値としてあつかい、この位置をのびの基準とする。



ステップ 3

グラフをかく

- 5 ばねA、ばねBについて、おもりの数と、ばねがのびた長さの関係をグラフにする。

おもりの数(個)		0	1	2	3	4	5
ばねののび [cm]	A	0					
	B	0					

結果の見方

- おもりの数を増やすと、ばねののびはどうなったか。
ばねAとばねBを比べて、ばねののびにちがいはあったか。

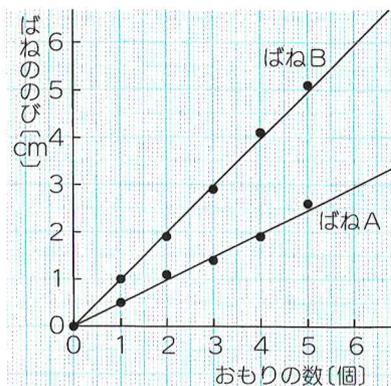
まずは自分で考察しよう。わからなければ、次ページ「考察しよう」を見よう。

考察しよう

- ① おもりの数を2個、3個と増やしていくと、ばねののびはどうなったか。
- ② ばねAとばねBに、同じ数のおもりをつるして比べたとき、ばねののびはどうなったか。
- ③ おもりの数とばねののびには、規則性があったか。

実験5の結果例

おもりの数(個)		0	1	2	3	4	5
ばねののび (cm)	A	0	0.50	1.05	1.44	1.93	2.57
	B	0	1.00	1.92	2.90	4.05	5.08



実験から

図1のように、グラフが原点を通る直線になっていることから、ばねののびは、ばねを引く力の大きさに比例^{★1}することがわかる。

また、同じ力を加えたとき、ばねBの方がばねAよりも大きくのびていることから、ばねBの方が変形しやすいことがわかる。ばねを引く力の大きさに対してばねがのびる割合は、ばねによって異なる。

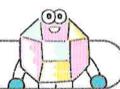
フックの法則

ばねののびは、ばねを引く力の大きさに比例する。この関係は、イギリスのロバート・フック(1635年~1703年)によって発見され、**フックの法則**とよばれている。ばねばかりで力の大きさはかれることも、フックの法則によって説明できる。

! 172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→比例)

活用 学びをいかして考えよう
身のまわりで、ばねばかりのように物体にはたらく重力の大きさを比べられる物がないかさがしてみよう。

理科の見方・考え方



ばねを引く力は、おもりにはたらく重力によって決まる。おもりにはたらく重力の大きさを知るには、質量に着目しよう。

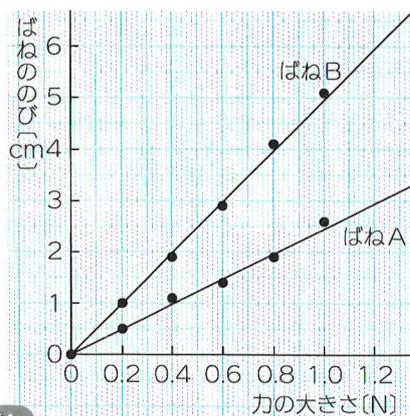


図1

ばねを引く力の大きさとばねののびの関係

おもりの質量を測定して、横軸をばねを引く「力の大きさ」としたグラフである。質量が100gのおもりにはたらく重力の大きさを1Nとすると、おもり1個の質量が20gの場合、ばねを引く力の大きさは0.2Nとなる。

★1 算数で学んだこと

比例 →小6

- 2つの数量の一方がm倍になれば、それと対応するもう一方の数量もm倍になる。

グラフのかき方



実験の結果をグラフに表すには、次の順序で行う。

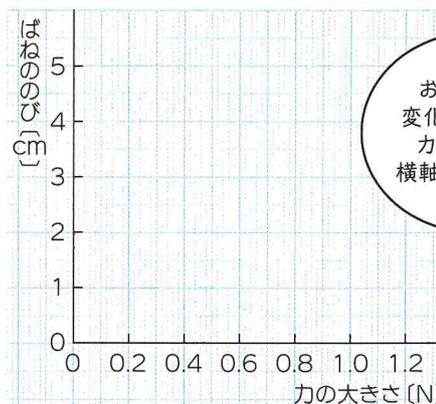
横軸・縦軸を作成する

①

実験で「変化させた量(ここでは力の大きさ)」を横軸に、「変化した量(ここではばねの伸び)」を縦軸にとって、見出しと単位を書く。

②

測定値の最大の値を考慮して、グラフ全体の形が正方形に近くなるように、それぞれの軸に等間隔に目盛りを入れる。



おもりの数を
変化させるから、
力の大きさを
横軸にとるんだね。



測定値を記入する

③

縦軸・横軸の目盛りに合うように、測定値を●で正確に記入する★²。

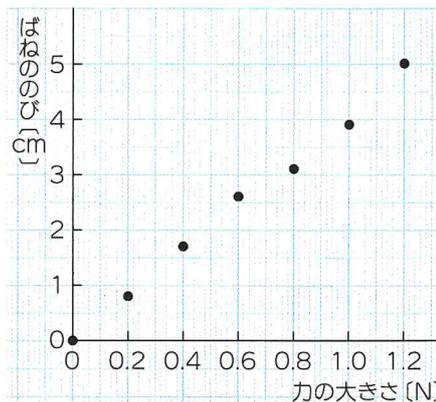
力の大きさ [N]	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
ばねの伸び [cm]	0	0.80	1.68	2.55	3.07	3.93	5.00

★² ●は誤差の範囲をおおまかに表すので、ある程度の大きさでかく。

④

測定値には誤差があることを考慮したうえで、曲線のような変化なのか、直線のような変化なのか、変化のようすを大まかに判断する → P.247。

⑤ 力の大きさが0 Nのとき、ばねの伸びも0 cmなので、これも測定値と考える。

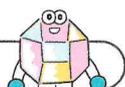


曲線または直線を引く

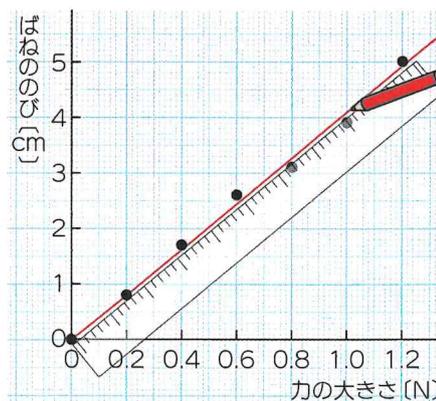
⑤

全ての測定点(●)のなるべく近くを通るように、なめらかな曲線または直線を引く。そのとき、目安として、線の上下に同じ数の測定点がかかるようにすると引きやすい。

理科の見方・考え方



ここでは測定点から比例の関係だと推測できるので、測定値には誤差があることを考慮して、折れ線ではなく、直線を引いている。



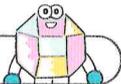
3 力の表し方

問題発見

レッツ スタート!

ばねに力を加えると、ばねはのびる。毎回同じようにのばすには、どのようなことに着目すればよいだろうか。

理科の見方・考え方



力のはたらきに影響するものは、力の大きさ以外に何が考えられるだろうか。

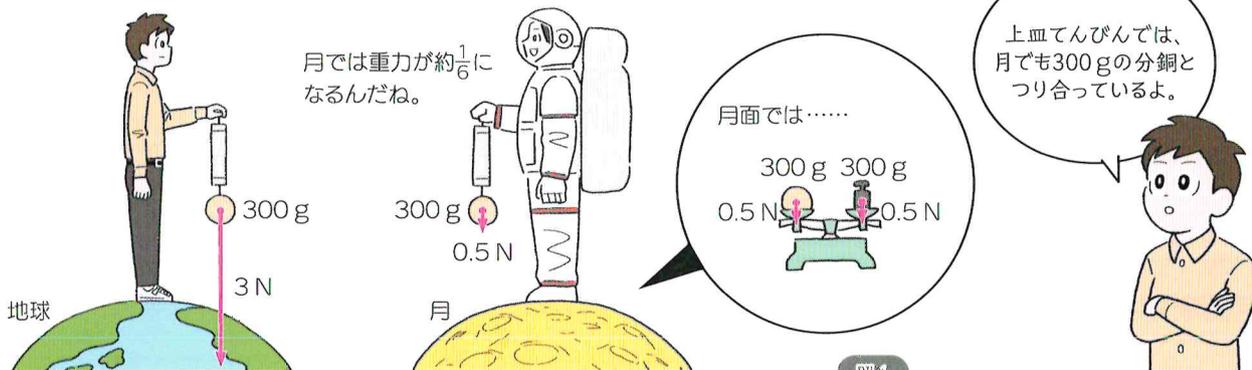


図1

重力と質量のちがい

地球上でも月面上でも物体の質量は変わらないが、物体にはたらく重力の大きさは異なる。なお、月では、月の中心向きに重力がはたらいっている。ここでは、地球上で質量100gの物体にはたらく重力の大きさをおよそ1Nとする。

● 重力と質量

物体にはたらく重力の大きさは、地球上でも場所によってわずかに異なる。また、月面上では、重力の大きさは地球上の約 $\frac{1}{6}$ しかない(図1)。一方で、場所が変わっても、その物体をつくっている物質の量は変わらない。場所が変わっても変化しない物質そのものの量を質量しつりょう →P.80 という。質量の単位には、g(グラム)やkg(キログラム)などが使われる。上皿てんびん →P.244 を用いると、質量をはかることができる(図2)。



物体にはたらく力は、どのように表すことができるだろうか。

● 力の表し方

図1 や 図2 では、物体にはたらく重力が、物体の中心の点から下向きに、点と矢印で表されている。力を表すには、力ちからのはたらく点(作用点)を矢印の始点にして、力の向きを矢印の向きにし、力の大きさを矢印の長さに比例するようにかく。

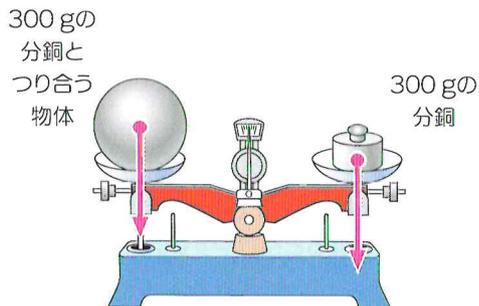


図2

質量の調べ方

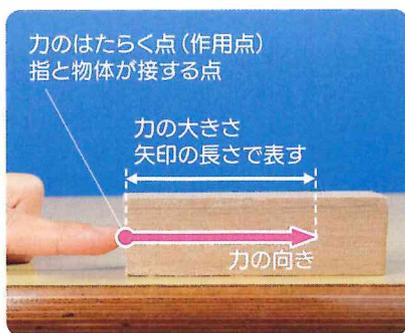
上皿てんびんは、てこを利用した道具であり、左右のうでに同じ質量の物体をのせると、水平につり合う。

ここがポイント

力の3つの要素

物体にはたらく力は、次の3つの要素をもち、点と矢印を使って表す。

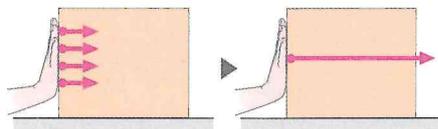
- ① 力のはたらく点 (作用点)
- ② 力の向き
- ③ 力の大きさ



ここがポイント

力の矢印のかき方

物体を手のひら全体でおす場合、作用点を1つにして、1本の力の矢印で表す。本書では力のはたらいている物体側にずらして作用点をかいている。



● 力の矢印の位置

10 重力は物体全体にはたらいているが、**図3**のように、物体の中心を作用点とする1本の力の矢印で表す。垂直抗力すいちよくこうりょくのように面にはたらく力は、その面の1点を作用点として、1本の力の矢印で表す。

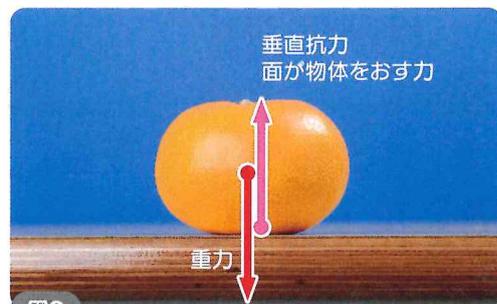


図3

物体にはたらく力の表し方

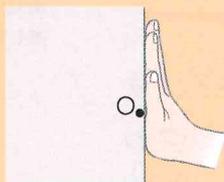
垂直抗力は、物体と面が接している点から上向きに矢印をかいて表す。本来であれば、一直線上に重力と垂直抗力の矢印をかかなければならないが、ここでは見やすさを考え、ずらしてかいている。

176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 → 点、矢印)

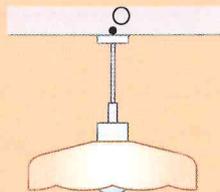
例題

下図の**①**と**②**の場面で、それぞれO点にはたらいている力を、力の矢印で表しなさい。

- ① かべを、手が水平におす2 Nの力 (1 Nを1 cmとする。)



- ② てんじょう天井を、電灯のコードが引く30 Nの力 (10 Nを1 cmとする。)

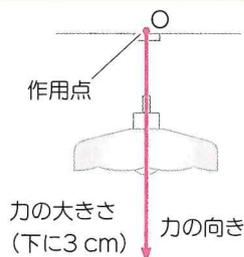


考え方

①



②



練習問題

4 力のつり合い

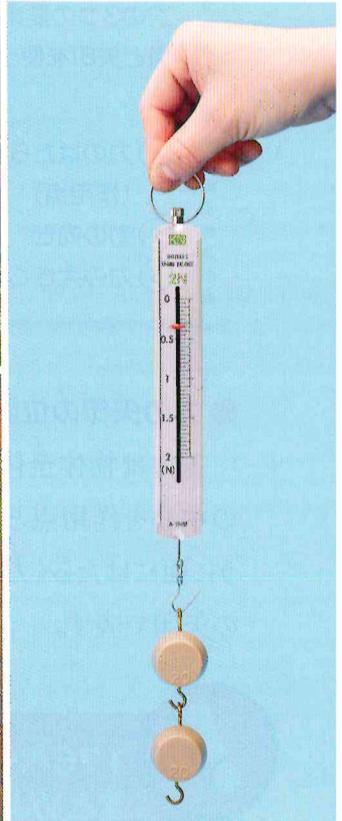


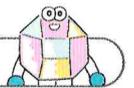
図1 静止している物体の例

問題
発見

レッツ スタート!

身のまわりで、物体に2つ以上の力がはたらいているのに動かない事例をあげてみよう。

理科の見方・考え方



荷物を持つ事例について、荷物にはたらく力を矢印で表してみよう。

机の上に置いた消しゴムに力を加えると、消しゴムを動かすことができるように、物体に力がはたらくと、運動の状態が変わることは学習した。しかし、**図1**のように、力が加わっていても、全体としては動かない場合もある。

?

2つの力が1つの物体にはたらいているのに物体が動かないとき、2つの力にはどのような関係があるだろうか。

1つの物体にはたらく2つの力



実験の目的 さまざまな形の厚紙に2つの力を加えたときの、2つの力の関係を予想しながら調べる。

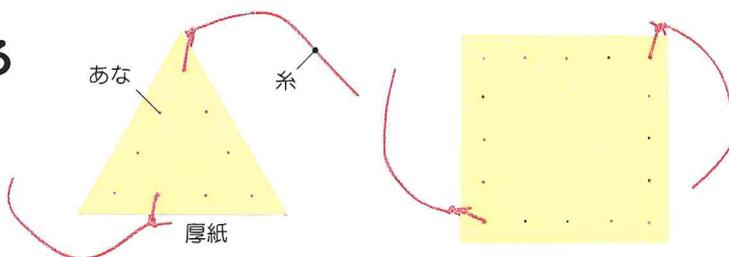
実験の方法

準備する物 厚紙 あなをあける道具 糸 ばね (同じ強さのもの2個)
はさみ ものさし 記録用紙

ステップ 1

力を加える物体を厚紙でつくる

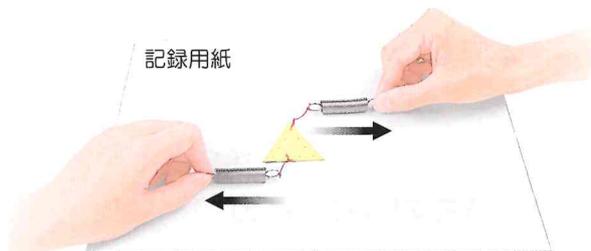
- 1 厚紙を自由な形に切りとり、ふちにいくつかあなをあける。
- 2 あなを2つ選び、ばねをつけるための糸を通す。



ステップ 2

ばねの長さを測定する

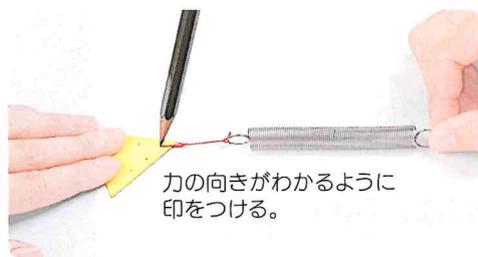
- 3 力を加えていないときのばねの長さを測定する。
- 4 2の糸につけたばねに力を加え、厚紙が動かなくなったときのばねの長さを測定する。



ステップ 3

厚紙が動かなくなったときのばねののびを記録する

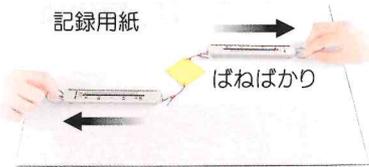
- 5 4のときの厚紙のあなの位置と糸の位置に印をつけて、厚紙にはたらく力の向きを記録する。
- 6 5の印を結んだ線に重なるように、ばねののびと同じ長さの矢印をかく。
- 7 2のあなの位置を変えて、4～6を調べる。
- 8 厚紙の形を変えて、4～7を調べる。



別法

ばねばかりを用いた方法

- ばねばかりを使っても、調べることができる。



結果の見方

- 2個のばねに引かれるそれぞれの糸の向きは、どうなったか。
- 糸を引く2つの力の大きさは、どうなったか。

考察のポイント

- 力を加えても厚紙が動かないとき、糸を引く2つの力には、どのような関係があるか。

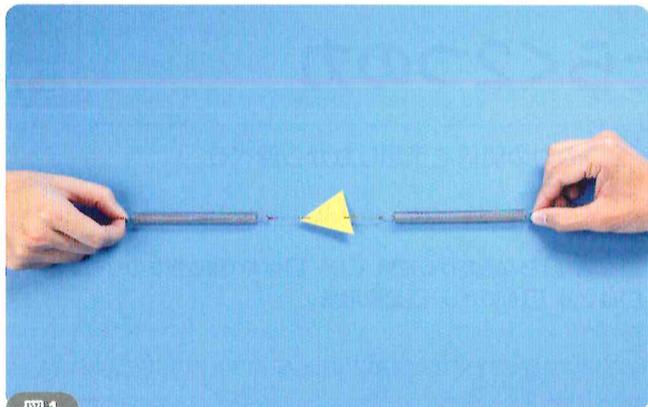


図1

実験6の結果例

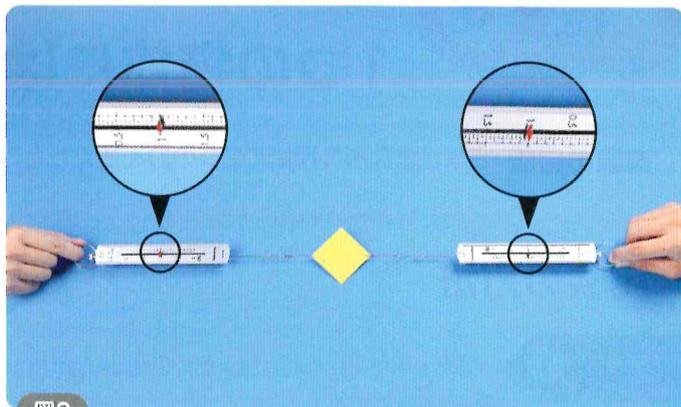


図2

実験6別法の結果例

実験から

図1 や 図2 のように、厚紙に2つの力(2力)が同時にはたらいているにもかかわらず厚紙が静止しているとき、厚紙にはたらく2力は「**つり合っている**」という。この2力は、一直線上にあって、大きさが等しく、向きが逆向きである。このようなとき、力がはたらいていないのと同じ状態になり、厚紙は静止状態を保つ。

● 静止している物体にはたらく力

図3 は、台ばかりの上で静止している果物にはたらく力を表している。台ばかりの目盛りは、440 gを指している。つまり、果物には下向きに約4.4 Nの重力がはたらいているが、果物は下向きに動かない。これは、重力と同じ大きさの垂直抗力すいちやくこうりょくが、台ばかりから果物に上向きにはたらいて、重力とつり合っているからである。このように、静止している物体にはたらく2力は、つり合いの3つの条件を満たしているが、この条件のどれか1つでも満たさなければ、物体は静止状態を保つことができない。

ここがポイント

1つの物体にはたらく 2力のつり合いの3つの条件

- ① 2力が一直線上にある。
- ② 2力の大きさが等しい。
- ③ 2力の向きが逆向きである。

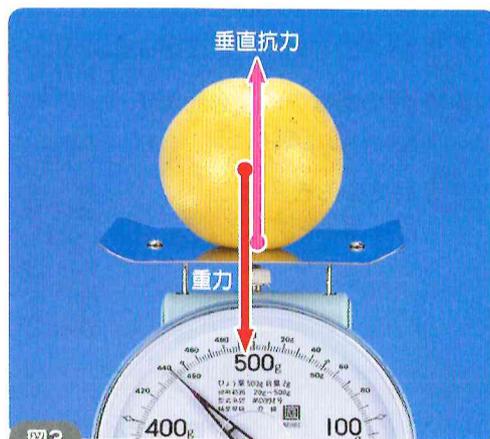
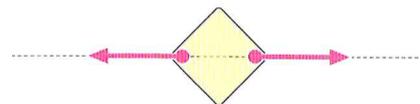


図3

台ばかりにのせた果物にはたらく力

つり合う2力は必ず一直線上にあるため、本来であれば一直線上に力の矢印をかかなければならないが、ここでは見やすさを考えて、ずらしてかいている。



178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 → 一直線、大きさ、向き)

活用

学びをいかして考えよう

飛行機を30人で引っ張っても動かないのは、
なぜだろうか。どうしたら動かせるだろうか。

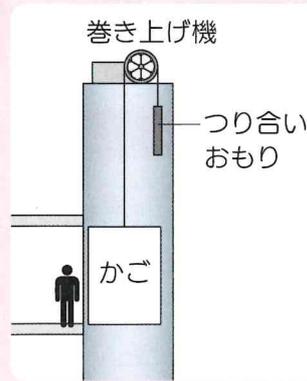


【私たちのSDGs】

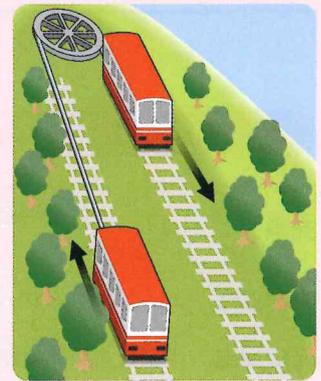
こんなところにも力のつり合いが!

身のまわりには、力のつり合いをうまく利用したものが
あります。例えば、ビルやマンションなどのエレベーター
は、ワイヤーの両端に人が乗り降りするかごと「つり合い
おもり」をつり下げ、最上部に設置してある巻き上げ機で
上げ下げします。つり合いおもりを入れることで、バラ
ンスを保ちやすくしたり、ワイヤーと滑車との間の摩擦力を
うみ出したりして、効率的に動くようにしています。

また、ケーブルカーは、急で険しい山を一気に上ること
ができる乗り物です。片側1台のケーブルカーだけをモ-



エレベーターのしくみ



ケーブルカーのしくみ

ターで引き上げるには大きな力が必要ですが、両側にほ
ぼ同じ重さのケーブルカーがあると、効率よく上りと下り
を同時に動かすことができます。

章末

学んだことをチェックしよう



章末問題

1 日常生活のなかの力 →P.168、169

□ 力には、物体の()を変える、物体の()
の状態を変える、物体を()える、という3つ
はたらきがある。

2 力のはかり方 →P.172、174

□ 力の大きさは、ばねの()で調べることができ
る。ばねの()が大きいほど、ばねにはたらく
力は()なる。

3 力の表し方 →P.176、177

□ 力の3つの要素とは、矢印の長さで表される力の
()、矢印の向きで表される力の()、力
のはたらく点を表す()の3つである。

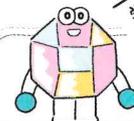
4 力のつり合い →P.180

□ 2力が1つの物体にはたらいっているときのつり合い
の条件は、2力が()上にあり、2力の()
が等しく、向きが()向きである。

学びを生活や社会に広げよう

167ページで例示された日常生活のなかの力を、力
のはたらきの視点から、次の①～③に分類しよう。

- ① 物体の形を変えているもの
- ② 物体の運動の状態を変えているもの
- ③ 物体を支えているもの



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。