



5 カとはなんだろう

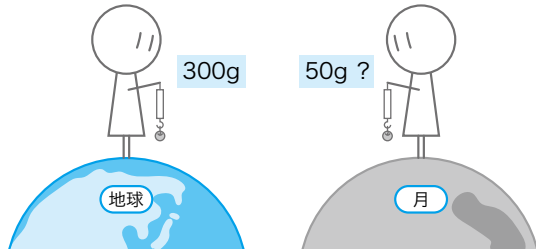
1年生

この節でわかること・学ぶこと

- 月では体重が $1/6$ になると聞くけど本当？
- 力を目に見えるようにするにはどう表わす？
- 重さと質量というふたつの単位があります。[kg] という単位はどちらで使うもの？

Q

「月での重力は地球の $1/6$ なので、地球上で重さが 300g のリンゴは月では重さが 50g になります」これは正しいでしょうか？



私たちは「このリンゴの重さは 300g です」という言い方をしますが、実はこの g という単位は物理学では質量といい、重さには別の単位を使います。

質量は地球でも、月でも、重力がはたらかない宇宙でも変わりません。ですので、確かに月では重力が $1/6$ ですが、質量は地球と同じ 300g なのです。では、月では何が $1/6$ になるのでしょうか。この節で学びましょう。

まず力にはどんなはたらきがあるのかを考えてみます。

テニスを想像してみてください。テニスをするときには、ラケットを使います。

ラケットを手に持ったとき、手はラケットが地面に落ちないように支えています。これが1つ目の力のはたらきです。

次に、飛んできたテニスボールをラケットで打つと、ボールは相手コートに飛んでいきます。これはボールに力がはたらいてボールの進む方向と速さが変わったからです。これが2つ目の力のはたらきです。

そして、ラケットに当たった瞬間のボールはへこんでいます。これは力がボールの形を変えたからです。これが3つ目の力のはたらきです。

以上をまとめると、力のはたらきは次の3つです。

- ① 物体を支える。
- ② 物体の動く速さや方向を変える。
- ③ 物体の形を変える。

力は、ふつうは触れあっている物体同士にはたらきます。どんな力があるのか見ていきましょう。

■ 垂直抗力

机の上の筆箱は、机がなければ床に落ちてしまいます。筆箱が静止しているのは、筆箱が接している机の面から垂直上向きに力を受けているからです。このように、筆箱が重力によって机を押ししたときに、その力に逆らって机が筆箱を垂直上向きに押し返す力を垂直抗力といいます。

■ 弾性力

輪ゴムやバネを伸ばしてから手を離すと、元の形に戻ります。力によって変形させられた物体が元に戻ろうとして生じる力を弾性力といいます。

■ 摩擦力

机の上の筆箱を勢いよく押して滑らせても少し滑って止まってしまいます。これは、筆箱が机の面と接しながら運動するとき、机の面から筆箱に運動をさまたげる向きの力がはたらくからです。このような力を摩擦力といいます。

では、離れていてもはたらく力について見ていきましょう。離れてもはたらく力は3つあります。まずは、みなさん自身にはたらいている重力です。重力

は地面に足をつけていなくてもはたりますね。

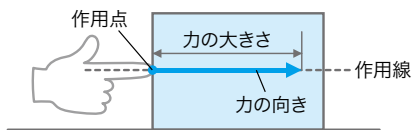
それから**磁力**です。磁石に釘を近づけると引き付けられます。もう1つは何でしょうか。授業で生徒に聞いてもこの最後の1つはなかなか出てきません。わかりますか？乾燥した冬の時期特有の現象です。

正解は**静電気力**です。セーターにこすりつけた下敷きを髪の毛に近づけると、離れていても髪の毛を引き付けますね。

力の表わし方

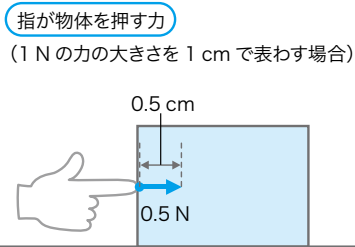
力は見えないので、物体に加わる力を表わすには、どこに、どの向きの力がどれくらいの大きさで加わっているのかを誰が見てもわかるように表わす必要があります。

力がはたらく場所を**作用点**といい、図のように矢印を使って向きを示します。このとき、矢印の長さが力の大きさと比例するように書きます。

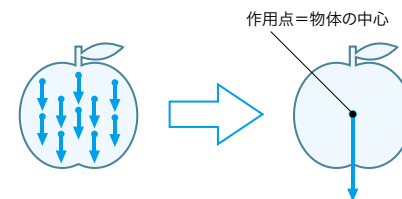


ここで「力の大きさ」という表現が出てきました。**力の大きさは、ニュートン [N] という単位で表わされます。1.00 N という力の大きさは、地球上では約 100 g の物体にはたらく重力の大きさと等しくなります。**これはとても大切なことなので、頭に留めておいてください。

前述しましたが、力の矢印を書くときは、次の図のように矢印の長さを力の大きさに比例させて書きます。



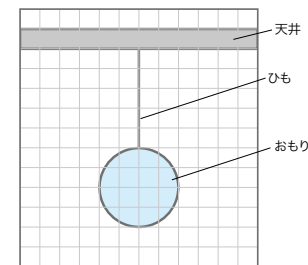
重力のように、物体全体に均等にはたらく力は、作用点を物体の中心として、力全体を 1 本の矢印で代表して表わします。



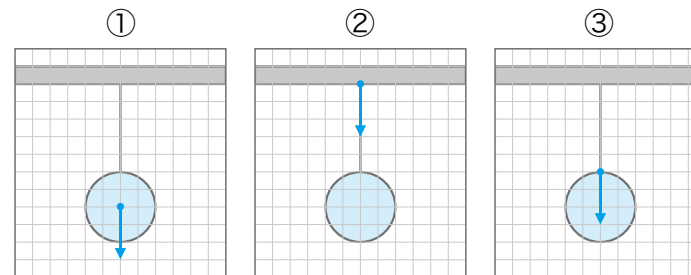
Q

ここで、力の矢印を描く練習をしてみましょう。天井から 300g のおもりがひもでつり下がっている図があります。1 マスが 1 N を表わします。この図に、①～③の力の矢印を書いてみてください。ただし、ひもは軽いので重さは無視できるものとします。

- ① おもりにはたらく重力
- ② ひもが天井を引く力
- ③ おもりがひもを引く力



どうでしょう、できましたか？正解は以下のようになります。



①は重力という離れてもはたらく力なので、物体の中心から矢印を引きます。

②はひもが天井を引く力なので、ひもと天井が触れている部分から、③はおもりがひもを引く力なので、ひもとおもりが触れている部分から矢印を引き始めます。

実際に描いてみると、けっこう難しかったと思います。**重力のように離れてもはたらく力以外は、物体同士が触れているところから矢印を引き始めるのがポイントです。**

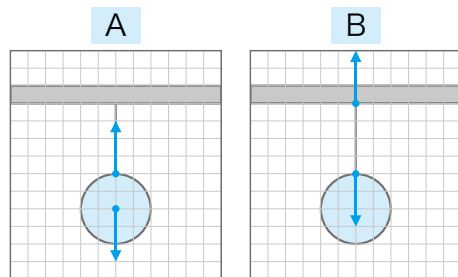
力のつり合い

先ほどの問題で、おもりには重力という力がはたらいているにもかかわらず、落下しないでその場にとどまっています。これは、おもりには重力だけではなく、ひもがおもりを上を引く力も加わっているためです。このように、1つの物体に2つ以上の力がはたらいていて、その物体が静止しているとき、物体にはたらく力はつり合っているといえます。

1つの物体にはたらく2力がつり合う条件は、以下の3つです。

- ① 2力が同一直線上にあること。
- ② 2力の大きさが等しいこと。
- ③ 2力の向きが逆向きであること。

先ほどの問題では、おもりに関する力のつり合い(A)と、ひもに関する力のつり合い(B)の2種類の力のつり合いを考えることができます。

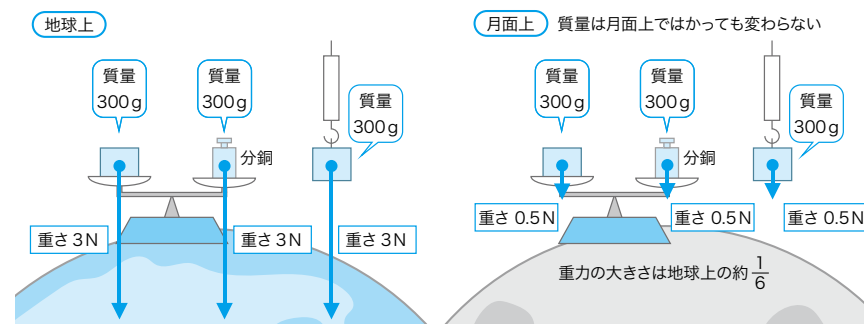


重さと質量はどう違う？

100gの物体には1.00Nの重力がはたらくという話をしました。この1.00Nが**重さ**です。100gと1.00Nはどう違うのでしょうか。地球上でばねばかりで量ると6.00Nの物体は、月面では重力が1/6なので1.00Nになります。では重力のはたらかない宇宙空間ではどうでしょうか。重さは0Nになりますね。ですが、物体は消えたわけではありません。物体そのものの量は地球上でも、月面でも、宇宙空間でも変わっていません。このように、場所によって変わらない物体そのものの量のことを**質量**といい、gやkgの単位で表わします。

重力のはたらかない宇宙空間では重さがありませんので、ボーリングの球もバレーボールも重さは0Nです。しかし、動かそうと同じ力で押したときにはボーリングの球はゆっくり動き始めるのに対して、バレーボールは大きく動き始めます。これはボーリングの球のほうがその場にとどまろうとする物体そのものの量(=質量=物体の動かしにくさ)が大きいことを示しています。

以上を図で示してみましよう。300gの物体は地球上でも月面上でも300gの分銅とつり合います。しかしばねばかりでは地球上では300gの目盛を指しますが、月面上では50gの目盛を指します(もちろん質量は300gのまま変わりません)。





6 静電気って電気とどう違う？

2年生

この節でわかること・学ぶこと

- 静電気はどんなときに起きやすい？
- 静電気が起きたとき、物体の内部ではどんな現象が起きている？
- 電流は、「電」気が「流」れる、と書きます。ではいったい何が流れている？

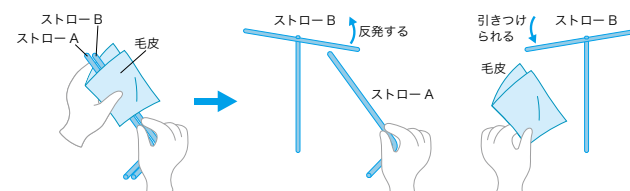


冬の乾燥した日、家に帰ってお風呂に入ろうと洋服を脱いでいくときに、一番強い静電気が発生するのはどの場面でしょうか？

- ① 羊毛でできたコートを脱ぐとき
- ② 羊毛でできたセーターを脱いでポリエステル製のワイシャツになるとき
- ③ ワイシャツを脱いで下着の綿でできたTシャツになるとき
- ④ 下着のTシャツを脱ぐとき

乾燥した冬に、セーターを脱ぐとパチパチと音がしたり、金属に触れるとビリッと感じたりすることがあります。このような現象を引き起こす静電気は家庭のコンセントから流れてくる電流とはどう違うのでしょうか？ 静電気が起きるときのメカニズムを考えてみましょう。

プラスチック製のストロー2本を図のように毛皮でこすります。



ここまで読んでもらえればこの節の冒頭のクイズの解答もわかりましたね？

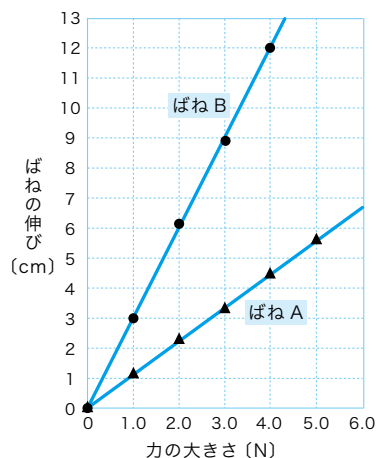
300 g を 3 N に、50 g を 0.5 N に変えれば正しい表現になります。

私たちは普段の生活で質量と重さを区別しないで使っています。「この前体重計に乗ったら体重が 60 kg で 2 kg も重くなっちゃった (泣)」なんてことをいいますが、正確には体重計は、地球の重力により体重計に乗ったときの足の裏が体重計を押し力をはかっているのです。「この前体重計に乗ったら体重が 600 N で 20 N も重くなっちゃった (泣)」といわなくてははいけません。

力のはかり方

1 個の質量が 100 g のおもりをかたさの違う 2 種類のばねにつるしたときの結果を表にして、表をもとにグラフを描くと図のようになります。グラフは直線になるので、力の大きさとばねの伸びは比例していることがわかりますね。

おもりの個数	0	1	2	3	4	5	
おもりの質量 (g)	0	100	200	300	400	500	
力の大きさ (N)	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	
ばねの伸び (cm)	A	0	1.1	2.3	3.3	4.5	5.6
	B	0	3.0	6.1	8.9	12.0	14.9



ばねばかりが重さを量ることができるのは、ばねの伸びがおもりの重さに比例しているからです。この関係は、イギリスのロバート・フックが 1660 年に発見したため、**フックの法則**と呼ばれています。何とフックが 25 才のときでした！



6 物質を構成する粒子・原子とは？

2年生

この節でわかること・学ぶこと

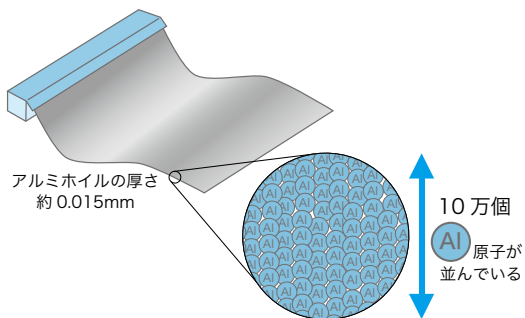
- 物質をどんどん細かくしていくと、どんな粒になる？
- 原子はどんな記号で表わすことができる？
- 化学反応式とは何？



すべての物質は原子でできています。原子の種類を元素といい、元素は元素記号で表わされます。水素、酸素、炭素の元素記号として正しいものはどれでしょうか？

- ① 水素：C 酸素：H 炭素：O ② 水素：C 酸素：O 炭素：H
- ③ 水素：H 酸素：C 炭素：O ④ 水素：H 酸素：O 炭素：C
- ⑤ 水素：O 酸素：H 炭素：C ⑥ 水素：O 酸素：C 炭素：H

アルミホイルは文字通りアルミニウムからできています。アルミホイルはどこまで細かくできるのでしょうか？アルミホイルをびりびり破って、どんどん小さくしていき、さらにやすりで削って粉にして、さらにどんどん小さくしていくと、これ以上小さくできない粒になります。この粒が原子です。原子はとても小さく、とても軽いので目には見えません。みなさんが家で使うアルミホイルは約 **0.015 mm** の厚さで



すが、アルミニウム原子 1 粒の直径は約 **0.00000015 mm** なので、薄いアルミホイルでもアルミニウム原子が **10 万個**並んだ厚さなのです。それくらい原子は小さな粒です。

原子の種類のことを元素といいます。原子は **1 個 1 個の粒子に着目して**いて、**元素は粒子の種類に着目しています**。

例えば「水を構成している元素は酸素と水素であり、水分子 1 個は酸素原子 1 個と水素原子 2 個からできている」というように使い分けます。元素を表わすために、その種類ごとに記号がアルファベットを用いて決められています。これを**元素記号**といい世界共通で使われています。水素は英語で **hydrogen**、酸素は **oxygen**、炭素は **carbon** といいますので、その頭文字が元素記号になっています。よってクイズの正解は④です。

元素は現在 118 種類が知られていますが、アルファベットは 26 文字しかないので、1 文字ずつ割り当てては足りなくなってしまいます。そこで、**炭素や水素など基本的な元素にはアルファベット 1 文字を割り当てることにして、ほとんどの元素にはアルファベット 2 文字を割り当てることにしました**。このとき、**元素記号の 1 文字目は大文字で、2 文字目は小文字で書き、アルファベットを英語式で読む**という決まりがあります。例えば **Na** はドイツ語では **Natrium**、英語では **Sodium**、中国語では **钠**、日本語では **曹達** といいます。世界共通でエヌエイという決まった読み方があります。

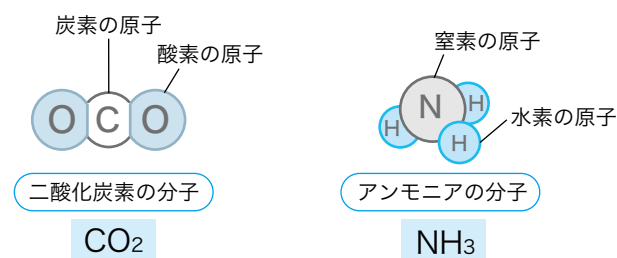
中学の理科ではこの 14 種類の元素記号を覚えておけば大丈夫です。

水素	H	硫黄	S
炭素	C	塩素	Cl
窒素	N	カルシウム	Ca
酸素	O	鉄	Fe
ナトリウム	Na	銅	Cu
マグネシウム	Mg	亜鉛	Zn
アルミニウム	Al	銀	Ag

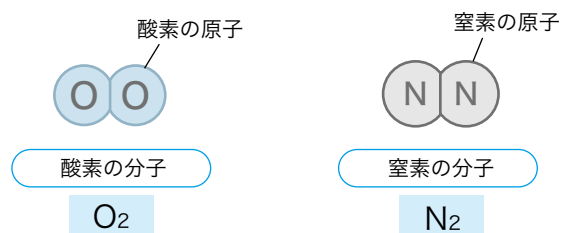
118 種類の元素はそれぞれの性質が異なるので、似た性質の元素が縦に並ぶようにして整理したものが元素の周期表です（表紙の裏に掲載）。

物質を表わす式——化学式

周期表を見てみると、気体のうち、水素や酸素、窒素を表わす元素記号はありますが、二酸化炭素やアンモニアはありません。これは、二酸化炭素やアンモニアが複数の原子が組み合わさってできている「**分子**」という粒だからです。二酸化炭素は1個の炭素原子と2個の酸素原子からできていて、アンモニアは1個の窒素原子と3個の水素原子からできているので、複数の元素記号を組み合わせて表わします。



また、酸素や窒素は1種類の元素からなりますが、1個の原子として存在するのではなく、2個の原子が結びついた分子という粒で存在します。



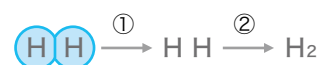
酸素や窒素のように1種類の元素からなる物質を**単体**、二酸化炭素やアンモニアのように2種類以上の元素からなる物質を**化合物**といいます。元素記号を使うと、分子をつくっている原子の種類と数をはっきり表わすことができます。これを**化学式**といいます。

〈単体の化学式〉

水素分子は2個の水素原子からできていて、**H₂**と表わします。**2H**と書くとバラバラの水素原子が2個あるという意味になるので、2個の水素原子が結びついているということを表わすために原子の個数を右下に小さく書きます。

マグネシウムやアルミニウムなど、主に金属の固体は1種類の原子がたくさん集まってできた物質なので、単体ですがひとまとまりの集まりを決められないため分子ではありません。そこで、例えばマグネシウムでは1個のマグネシウムの原子を代表させて元素記号に置き換えます。

水素の分子のモデルと化学式



- ①モデルを元素記号に置き換える
- ②原子をまとめ、個数を右下に小さく書く
(原子が1個の場面は、1を省略する)

マグネシウムの固体のモデルと化学式



- ①1個のマグネシウムの原子を代表させる
- ②元素記号に置き換える

〈化合物の化学式〉

水分子 **H₂O** は水素原子が2個、酸素原子が1個の合計3個の原子が結びついてできた分子ということを表わします。

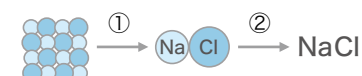
塩化ナトリウムの固体は、ナトリウム原子と塩素原子が1:1の割合で結びついた物質なので、化合物ですが分子ではありません。この場合は1個のナトリウム原子と1個の塩素原子の組み合わせを代表させて元素記号に置き換えます。

水の分子のモデルと化学式



- ①モデルを元素記号に置き換える
- ②同じ種類の原子をまとめ、個数を右下に小さく書く

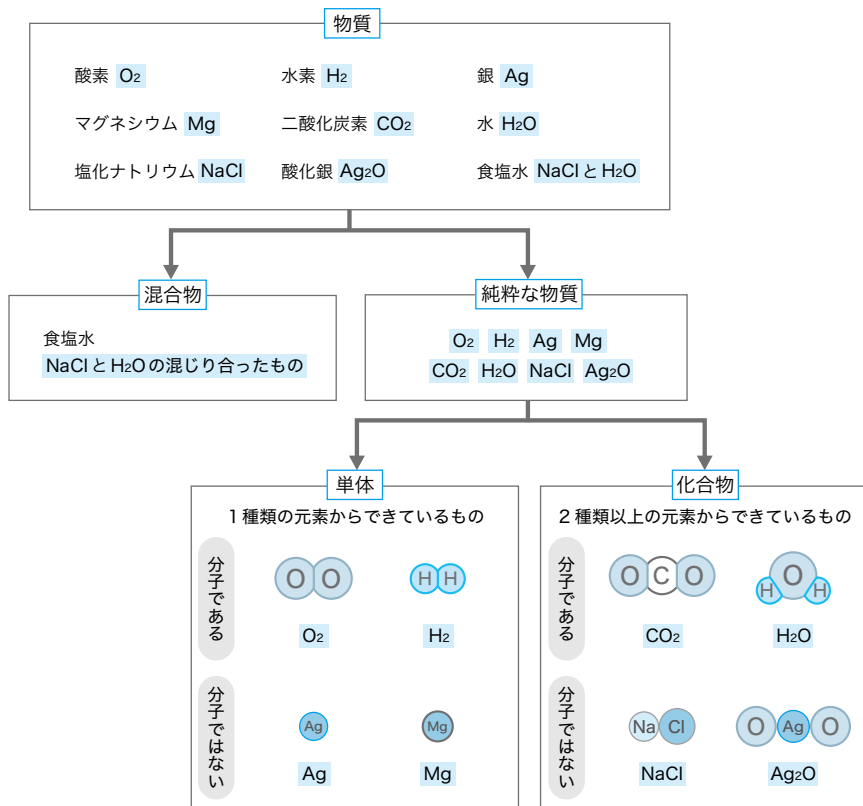
塩化ナトリウムの固体のモデルと化学式



- ①1個のナトリウムの原子と1個の塩素の原子の組み合わせを代表させる
- ②元素記号に置き換える

物質の分類

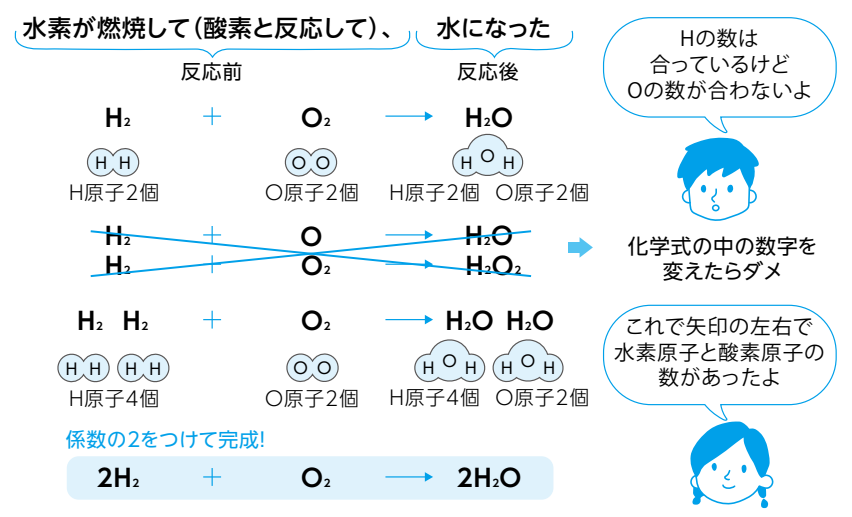
物質を混合物と純粋な物質、純粋な物質をさらに単体と化合物、分子と分子を作らない物質に分けてまとめてみましょう。



化学変化を化学式で表わす——化学反応式

物質を化学式で表わすと、物質がどんな元素でできているかということ、原子の数の比がわかることを学びました。化学変化も化学式を使って表わすことができます。この式を**化学反応式**といいます。

「水素を燃焼させると、酸素と反応して水が生じる」、この反応を化学反応式で表わしてみましょう。次の図を見てください。



この反応では反応前の物質が水素と酸素、反応後の物質が水なので、それぞれ化学式で表わして間を→で結びます。

続いて、右辺と左辺で原子の数を比較します。左辺にはH原子とO原子が2個ずつ、右辺にはH原子が2個にO原子が1個です。原子の数が合っていないので、合わせる必要がありますが、化学式の中の数字をいじってはいけません。

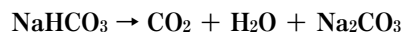
例えば、 O_2 を O としたり、 H_2O を H_2O_2 とすれば両辺の原子の数は合いますが、これでは酸素や水の化学式として誤ったものになってしまいます。そこで「係数」をつけていって両辺の原子の数を合わせます。この化学反応式では H_2O の前に係数の2をつけます。この係数の2は H_2O が2個あるということを表わしていますので、H原子は4個、O原子は2個あります。そこで、左辺の H_2 にも係数の2をつけて原子の数を合わせて完成です。

ではここまでに出てきた炭酸水素ナトリウムと酸化銀の熱分解、水の電気分解の3つの化学反応を化学反応式で表わしてみましょう。

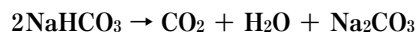
■炭酸水素ナトリウムの熱分解

炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) を加熱すると、二酸化炭素と水が発生して炭酸ナトリウム (Na_2CO_3) が残った、という反応です。

まず、反応前の物質を化学式で矢印の左側に、反応後の物質を化学式で矢印の右側に書きます。



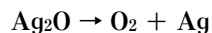
その後、右側に Na が 2 個あることに着目して左側の NaHCO_3 に係数の 2 をつけると完成です。各原子の数が左右でそろいました。



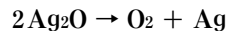
■酸化銀の熱分解

酸化銀 (Ag_2O) を加熱すると、酸素が発生して銀が残った、という反応です。

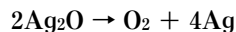
まず、反応前の物質を化学式で矢印の左側に、反応後の物質を化学式で矢印の右側に書きます。



その後、右側に O が 2 個あることに着目して左側の Ag_2O に係数の 2 をつけます。



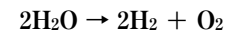
O の数はそろいましたが、左側の Ag が 4 個になったので、右側の Ag に係数の 4 をつけます。各原子の数が左右でそろっていることを確認して完成です。



■水の電気分解

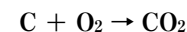
水に電流を流すと水素と酸素が発生した、という反応です。

この反応は、水素の燃焼と逆向きの反応なので、水素の燃焼の化学反応式の右辺と左辺を入れ替えれば OK です。

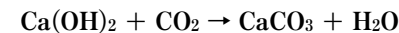


ちょっと補足 今までに出てきた化学反応を化学反応式で考える

◎炭素が燃えると二酸化炭素になる。



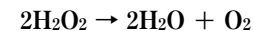
◎二酸化炭素を石灰水に通すと白くにごる。石灰水は水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) の水溶液で、白くにごったのは水に溶けない炭酸カルシウム (CaCO_3) のせいです。



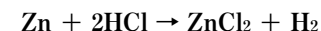
◎石灰石 (CaCO_3) とうすい塩酸 (塩化水素 HCl の水溶液) を反応させると二酸化炭素が発生する。



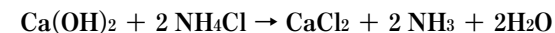
◎オキシドールと二酸化マンガンを反応させると酸素が発生する。オキシドールは過酸化水素の 3% 水溶液のことです。この反応では、二酸化マンガンは触媒としてはたらいっているの、反応を進める役割をしていますが、二酸化マンガンは反応の前後で変化しないので化学反応式には書きません。



◎亜鉛とうすい塩酸を反応させると水素が発生する。



◎水酸化カルシウムと塩化アンモニウムを反応させるとアンモニアが発生する。





5 植物の体のつくりとはたらき

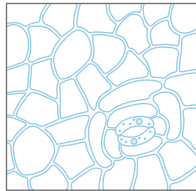
2年生

この節でわかること・学ぶこと

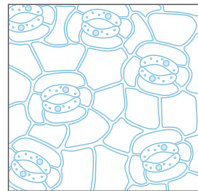
- 植物の葉はどんなつくりをしている？
- 植物はどんな仕組みで水を吸い上げている？
- 光合成は酸素以外に何ができている？



植物の葉の表と裏の表皮をはぎ取って観察します。どちらが葉の表でしょうか。



ア

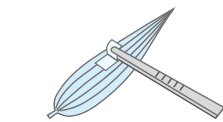


イ

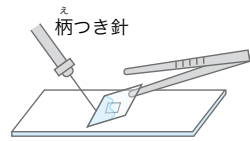
植物の体のつくりとは

植物の葉の表面はどのようになっているのでしょうか？ 葉の表面の観察をするためにツククサという単子葉類の植物の表皮を図のようにはぎ取って観察してみましょう。

すると葉の表にも裏にも普通の細胞以外に唇のような形をした細胞が

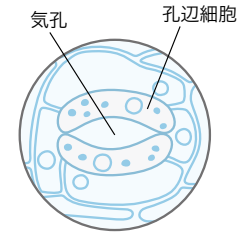


切れ目を入れ、表皮をはぎ取る



プレパラートをつくり、顕微鏡で観察する

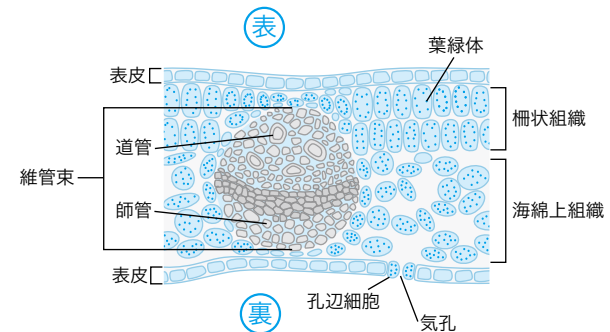
観察できます。この細胞を**孔辺細胞**といい、間にある隙間を**気孔**といいます。気孔は葉の裏側に多くあり、表には少ないので、クイズの解答はアですね。



気孔は開いたり閉じたりして、二酸化炭素をとり込んだり、水蒸気を出す役割をしています。なぜ裏側に気孔が多いのでしょうか？ その理由は葉の表よりも裏のほうが日光が当たらないので気温の変動が少なく、ほこりなどの汚れがつきづらいからだと考えられています。

■葉のつくり

次に葉の断面を調べてみましょう。顕微鏡で断面を見るためには、葉をうすく切る必要があるため、葉が固いつバキを使用します。図を見てください。



うすく切った葉の断面を観察すると、葉の表側のほうがぎっしりと細胞が詰まっていて**柵状組織**といいます。柵のように細胞が並んでいることが名前の由来です)、裏側のほうは細胞の間にすき間があります**(海綿状組織**といいます。海綿=スポンジのことなので、スポンジのようにすき間が空いているのが名前の由来です)。これは光合成を効率的に行なうために葉の表側には細胞を

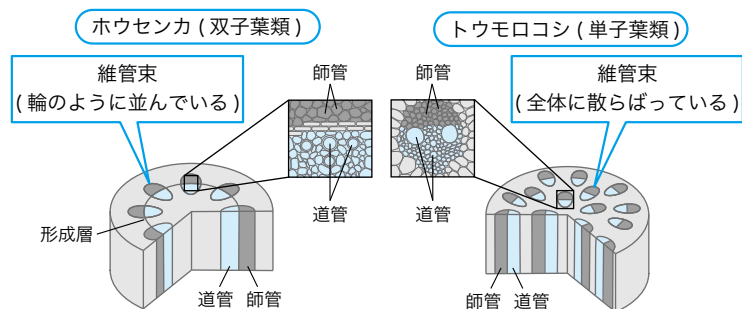
ぎっしり並べ、裏側は気孔を通して気体のやり取りをするためにあえてすき間をつくって気体の通り道確保しているためだと考えられています。

また、孔辺細胞以外の表皮の細胞には葉緑体がないこと、葉の表側に近いほうに水を通す**道管**が、裏側に近いほうにデンプンなどの養分を通す**師管**があるということもわかります。**道管と師管が束のように集まったつくりを維管束とい**いますので、覚えておいてください。

道管が葉の表側にある理由ですが、葉の表側にあるということは茎では道管は師管よりも内側にあるということになります。植物にとって、光合成でつくられる栄養よりも外部からとり込むしかない水のほうが生きるために大切なので、水を通る道管を内側において守っていると考えられます。

■茎のつくり

単子葉類と双子葉類で大きく異なるのが茎の断面図です。次の図を見てください。

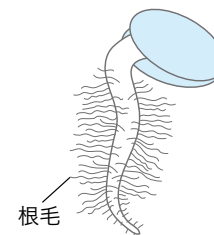


ホウセンカやアブラナのような双子葉類では、**維管束が円形に並んで分布しているのに対し、トウモロコシやツユクサのような単子葉類では全体に散らばって分布しています。**

双子葉類の維管束の道管と師管にはさまれた部分を**形成層**といい、**成長したときに年輪になります。**単子葉類はイネやトウモロコシなど1年で枯れてしまうものが多いので、維管束を茎の全体に散らばらせることで速く成長できるようになっています。

■根のつくり

根には、植物の体を支えたり、水や養分を吸収したりするはたらきがあります。単子葉類はひげ根で単純なので、双子葉類のハツカダイコンの根を観察してみましょう。図を見てください。

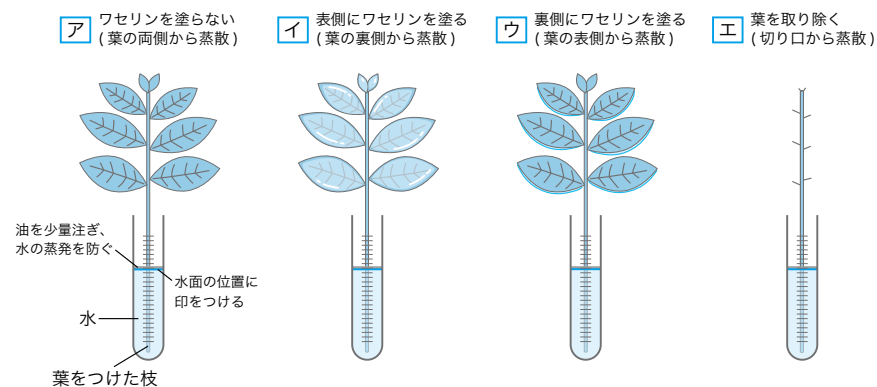


ハツカダイコンの根には、**根毛**という細かい毛のようなものが無数に生えていて、根の表面積を増やし効率よく水や養分を吸収できるようになっています。

植物はどのようなメカニズムで水を吸い上げているのか？

植物の枝にビニール袋をかけておくと、ビニール袋の内側に水滴がつき、やがて水が溜まります。

このように植物から水が出ていくことを**蒸散**といいます。植物は蒸散で水を放出する一方、根から吸水しています。蒸散と吸水の関係を次の実験で調べてみましょう。ちなみにワセリン（べとべとした軟膏なんこうのようなもの）を葉にぬると気孔の穴がふさがれて気体のやり取りができなくなります。



水の減少量を比べると、一番減少したのがアで、次がイ、その次がウで、最も水の減少量が少なかったのがエになります。**植物が葉から蒸散を行なってい**

ることで水を吸い上げていることがこの実験からわかりますが、イとウを比べるとイのほうが水の減少量が多いこと、気孔が葉の裏側に多いこと、の2つを考えると、蒸散は主に気孔から行なわれていることがわかります。

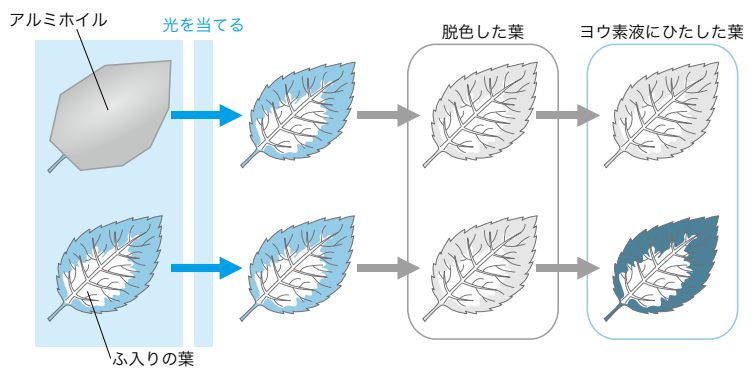
光合成について調べる実験

植物が光合成をして成長しているのはみなさん知っていると思います。その光合成が葉緑体で行なわれることもすでに説明しましたが、ここではそれをどう実験で証明できるのか？ 光合成ではどんな気体が出てきて、どんなものが必要なのかということを実験で確認します。その後に植物も呼吸をしていること、植物の内部で水や栄養はどのように運ばれているのかを見ていきます。

■実験1 光合成はどこで行なわれている？

緑色とそうでない部分がまだらになっているふ入りの葉（「ふ」とは、漢字では「斑」と書きます。葉緑体をもたない白い部分を「ふ」といいます。「斑」は訓読みするとまだらと読み、緑色と白色が入り組んでまだら模様になっていることからこの漢字が使われます）を暗室に一晚おいて、もともと葉にあるデンプンを植物に消費させてなくします。

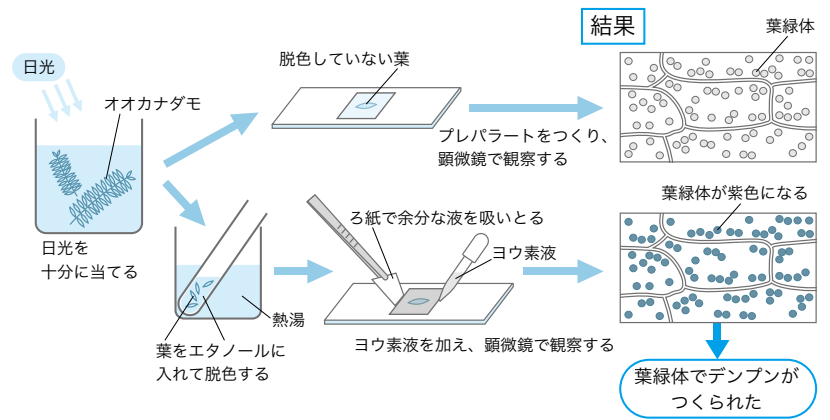
そのあと、図のようにアルミホイルで包んで光に当たらないようにした葉と、そのままの葉に光を当てます。その後に葉をエタノールで脱色してヨウ素液に入れると、光に当てた葉の緑色だった部分が紫色に染まります。このことから光合成は葉の緑色の部分で行なわれていることがわかります。



■実験2 葉の細胞の中で光合成が行なわれているのはどこ？

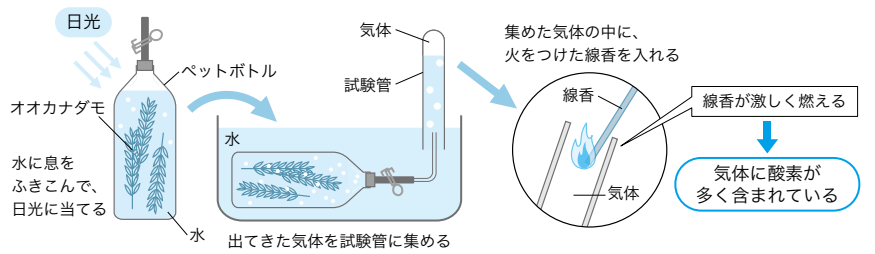
光合成が葉を構成する植物細胞のなかのどこで行なわれているかを調べるために、細胞内部が観察しやすい水草のオオカナダモを使います。

日光を十分に当てたオオカナダモを用意して、エタノールで脱色した後で観察すると、細胞内の葉緑体がヨウ素反応で紫色に染まっていることがわかります。ここから光合成は葉緑体で行なわれていることが確認できました。



■実験3 光合成では何ができて、何が必要とされている？

この実験では、光合成では何が必要とされ、デンプン以外に何ができているのかを調べていきます。

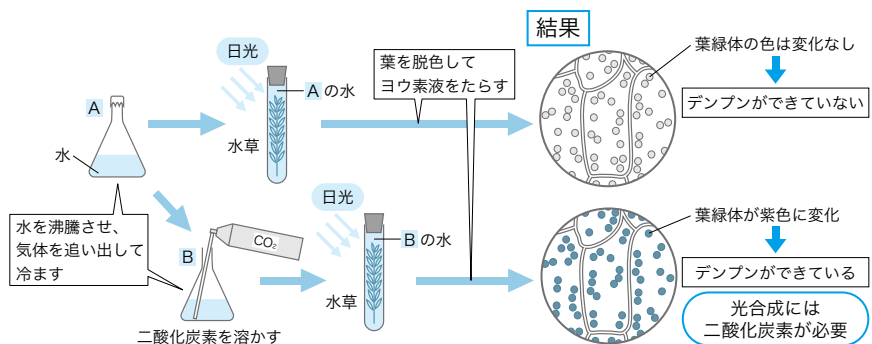


図のようにペットボトルにオオカナダモを入れて、日光に当てます（ペットボトルに息を吹き込むのは、光合成の原料になる二酸化炭素を供給するためです）。しばらくたつと、オオカナダモの葉に気泡がつくので、この気泡を試験管に集めます。集めた気体の中に火のついた線香を入れると、激しく燃えるこ

とから集めた気体は酸素であることがわかりました。

この実験の結果から、**光合成の結果、酸素ができています**ことがわかります。

では光合成の原料に二酸化炭素が使われていることを確認するにはどうすればよいでしょうか。これには、あらかじめ気体を取り除いた水と、二酸化炭素を溶かしておいた水にオオカナダモを入れ、次の図のような実験を行ないます。

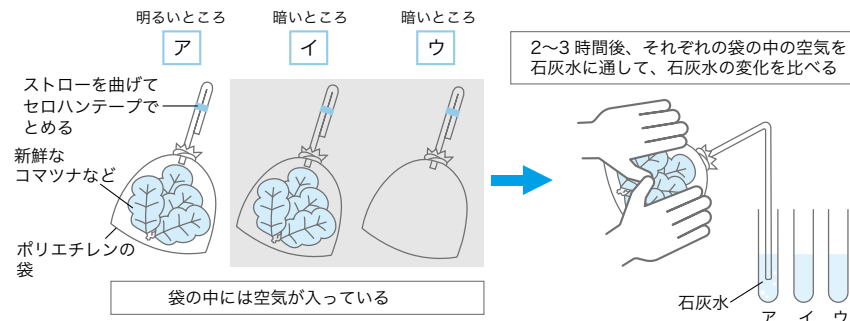


実験の結果から、水中に二酸化炭素がないと光合成ができないことがわかります。実験終了後の A では、葉緑体でデンプンができていないこと、B ではデンプンができていたことがわかります。

このことから、**光合成には二酸化炭素が必要である**ことがわかりました。

■実験4 植物も呼吸をしている？

植物は葉緑体で、水と二酸化炭素から光を利用して酸素とデンプンを合成する光合成をしていることが実験1～3から確かめられました。続いて、植物も呼吸をしているのかを確認するために次のような実験を行ないます。



結果は、イのみ、石灰水が白く濁り、アとウは透明なままでした。アの袋では植物は光合成を行なったために、二酸化炭素が消費されて石灰水は白くにごりません。

ウでは袋に何も入っていないため、袋の中の空気の成分は変化せず、二酸化炭素は増えないためにアと同様に石灰水は白くにごりません。この実験は、袋の中に何も入っていないときには気体の成分が変化しない（＝成分の変化は植物のせいである）ことを確認しています。これを**対照実験**といいます。

イが白く濁ったことから、植物は光が当たらないときは二酸化炭素を放出している、つまり**動物と同じように酸素を取り入れて二酸化炭素を放出する呼吸をしている**ことがわかりました。

植物は光の当たるときだけ光合成を行ないませんが、呼吸は光の有無には関係なく昼も夜も行なわれています。光が当たっていると、呼吸で消費される酸素よりも、光合成で放出される酸素のほうが多いために光合成だけが行なわれるように見えるのです。



6 大気の動きと日本の四季

2年生

この節でわかること・学ぶこと

- 地球全体で見ると、風はどのように吹いている？
- 10 km 程度の狭い範囲の海岸では、風はどのように吹いている？
- 日本の季節にはどんな特徴がある？

Q

日本とロサンゼルスを飛行機で行き来するときに、飛行時間が最も短くなるのは①～④のうちどれでしょうか？

- ① 夏に日本からロサンゼルスに行くとき
- ② 夏にロサンゼルスから日本に帰るとき
- ③ 冬に日本からロサンゼルスに行くとき
- ④ 冬にロサンゼルスから日本に帰るとき

日本航空（JAL）のホームページで日本の成田空港からロサンゼルスまでの所要時間を調べてみると、①が10時間10分、②が11時間5分、③が9時間40分、④が11時間50分です。③の時間が最も短いことがわかります。

行きと帰りでは帰りのほうが長く、夏と冬では行きは夏より冬のほうが短く、帰りは夏より冬のほうが長くかかっています。なぜでしょうか？

日本のある北緯35度付近の上空には**偏西風**という西からの強い風が吹いています。この偏西風のうち、特に強いものを**ジェット気流**といい、夏には時速80 km 前後、冬にはなんとその倍以上の時速180 km 前後に達します。日本からロサンゼルスに向かうときはこのジェット気流が追い風となり、短い時間で到達できるのです。

この節では、日本付近でどのように大気が流れているのか、また季節ごとの天気の特徴について見ていきましょう。

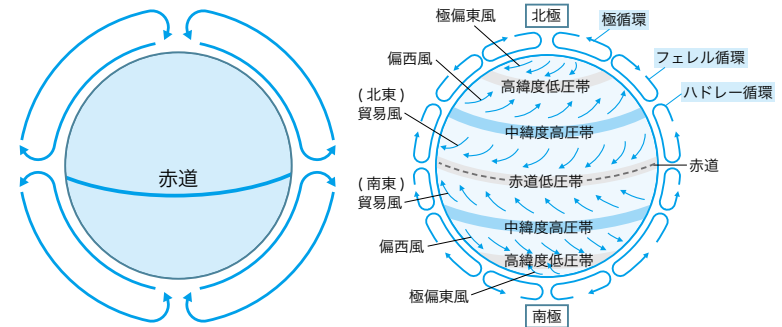
地球全体の大気の動き

地球では赤道付近が太陽の光を強く受けますが、北極と南極の両極付近は太陽の光をあまり受けないので、赤道付近は暑く、両極付近は寒くなります。

しかし、大気が風となって熱を赤道付近から両極付近に運ぶために温度差は大気の少ない水星や火星などの惑星に比べるとずっとゆるやかです。

単純に考えると、左の図のように、大気は温められた赤道付近で上昇気流となり、上空を両極方向に移動して両極付近で下降気流となり地表付近を北風となって赤道方向に吹くと考えられます。

ところが実際には、地球の自転などの影響によりもっと複雑で、右の図のように吹いています。



2つの図を見比べてみると、右図では、赤道で上昇気流が発生し、両極では下降気流が発生しているのは左の図と同じですが、中緯度帯で**フェレル循環**という逆向きの大気の循環が発生しています。

このフェレル循環の風が偏西風で、日本はちょうど偏西風が吹くところに位置しています。偏西風は南北に蛇行しながら吹いているために、熱を北極側に運ぶ作用があります。

この節のはじめのクイズでは、夏よりも冬のほうが偏西風が強くなるという話をしました。これはなぜでしょうか？

偏西風は南北の気温差が大きいほど強くなります。では北海道と九州で夏と冬の気温差を比べると、夏と冬ではどちらのほうが、差が大きいですか？

夏の鹿児島はもちろん暑いですが、北海道も異常な暑さを記録することもあり、気温差はそれほどではありません。しかし、冬は鹿児島よりも北海道のほうがはるかに寒いんですね。

つまり**冬のほうが気温差が大きいので、冬のほうが偏西風が強くなる**のです。ここから、日本とロサンゼルスとの飛行機での往復では、行きは冬がより速く、帰りはより遅くなるのがわかります。

ちょっと補足 地球上で砂漠はどこにあるのか？

砂漠というと熱いところというイメージがあるので、赤道の近くにあると考える人もいるかもしれませんが、サハラ砂漠やゴビ砂漠など、世界の主要な砂漠は赤道付近ではなく、少し高緯度側に離れた**中緯度高圧帯**というところにあります。この理由はなぜでしょうか？

赤道付近は常に上昇気流が吹いていて雲が多いため、雨が多く降ります。しかし、中緯度高圧帯は**ハドレー循環**と**フェレル循環**の下降気流がちょうど収束するところにあって高気圧が発生しやすく、雨があまり降らないので内陸では砂漠ができやすいのです。

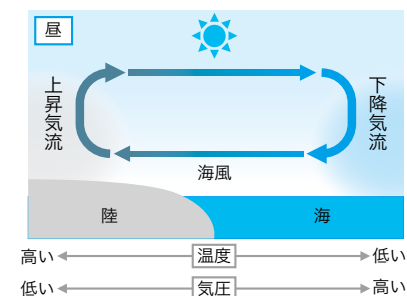
陸と海の間の大気の動き

はじめに地球規模ではなく、海岸沿い**10 km**程度の比較的狭い範囲での大気の動きを考えてみましょう。

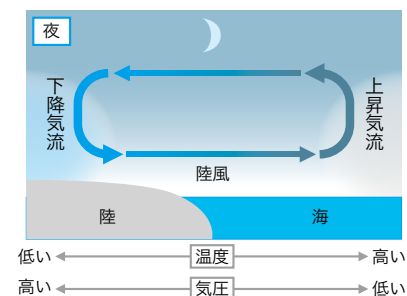
真夏の海水浴では裸足で歩けないほど砂浜が熱くなっていることがありますね。「アチチッ」なんていって海に入ったら海はもっと熱かった……、なんてことはありません。砂浜がどんなに熱くても、海水温はお風呂のように熱くな

ることはありません。

これは、**同じ太陽光を受けても陸地のほうが海に比べて温まりやすい**からです。すると朝から昼にかけては図のように暖かい陸地で上昇気流が起きて、陸地より温度の低い海上で下降気流が起きるため、海から陸地に向かって風が吹きます。これを**海風**といいます。

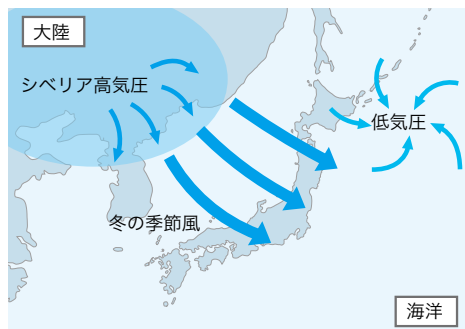


夕方から夜にかけては逆に、陸地の温度が相対的に低くなるため、図のように陸地で下降気流、海上で上昇気流が起きて陸から海に風が吹きます。これを**陸風**といいます。ゴムボートに乗って海で遊んでいるとき、夕方おそくになってしまうと**陸風**が吹いてきて、陸に戻れなくなってしまうことがあるので注意が必要です。



次に、もっと大きなスケールで大気の動きを考えてみましょう。具体的には、日本付近の季節ごとに吹く風（季節風）の傾向を考えてみます。

冬は大陸が海よりも冷たくなり、下降気流が起きやすく、**シベリア気団**ができるので、図のようにユーラシア大陸から日本列島に冷たく乾燥した季節風が吹いてきます。

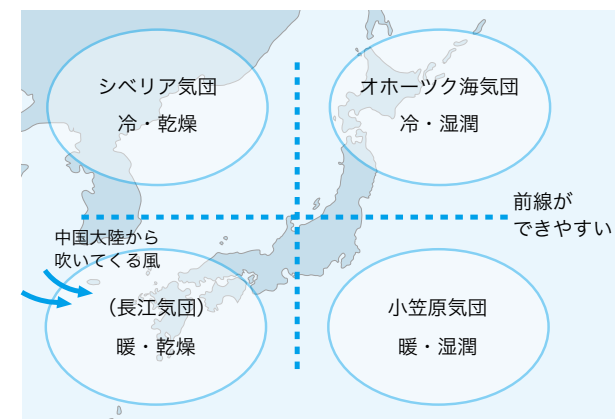


また、夏は大陸が海よりも暖かくなるので、海で下降気流が起きやすく**小笠原気団**ができるので、図のように太平洋から日本列島に湿った暖かい季節風が吹いてきます。



日本の四季のそれぞれの特徴

日本の四季には、シベリア気団、小笠原気団が大きな影響を与えますが、それ以外にも**オホーツク海気団**を加えて3つの気団を考えると日本の四季がわかりやすくなります。図にまとめました。



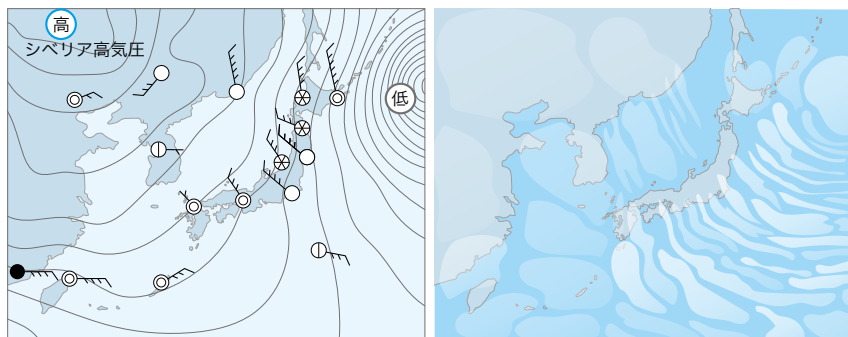
以前は南西にある気団として長江（揚子江）気団が描いてありました。しかし、「移動しない、もしくは移動しにくく停滞する大規模な高気圧」という気団の定義から見ると、長江気団は移動性であり、規模も小さく、シベリア気団が変質したものの場合もあることから教科書からはなくなりました。

北側にできる気団は冷たく、南側にできる気団は暖かい、東側の気団は海上でできるので湿潤で、西側の気団は陸上でできるので乾燥しているという特徴があります。

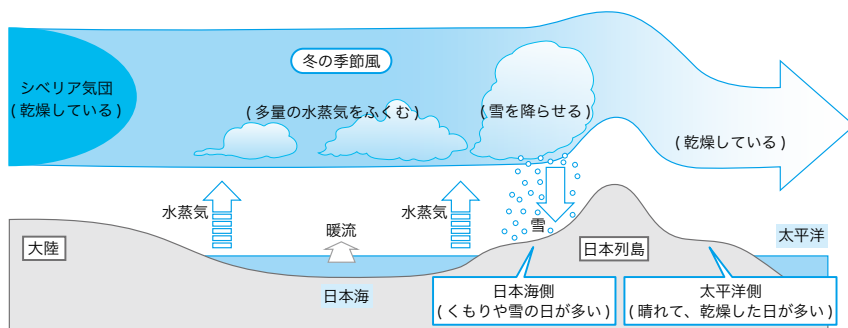
ただし、西側にできる気団から吹く季節風は日本海の海上を通過する際に水蒸気をたっぷり含むので日本列島に到達するときは湿潤な風として吹いてきます。以上を踏まえて日本の季節の特徴を気団と絡めて紹介していきます。

■冬の天気

冬はシベリア気団が発達し、その一部であるシベリア高気圧から強い風が日本列島に吹いてきます。このときオホーツク海～太平洋上には低気圧が発達するので、次の左の図のように西に高気圧があり、東に低気圧があつて等圧線が南北に走る気圧配置になることが多いです。これを**西高東低型の気圧配置**（せいこうとうてい）といいます。このとき気象衛星の雲の画像にもとづいて描いたイラスト（右の図）を見ると、日本海上には季節風にそった筋状の雲が見えますね。



シベリア高気圧から吹き出す季節風はもともと乾燥していますが、南からの暖流（対馬海流）が流れる日本海の上を通過する間に大量の水蒸気を含むために湿潤な性質に変わり、図のように日本列島の山脈にぶつかって上昇する際に日本海側の各地に雪を降させます。



その後、雪を降らせて乾燥した大気は山脈をこえた後は太平洋側に吹き降りるため太平洋側の各地は晴れて乾燥する日が多くなります。

■春の天気

冬の終わりにシベリア高気圧の勢力が衰えて季節風が弱まると、日本海上で低気圧が発達し、その低気圧に向かって南寄りの強い風が吹きこんで日本各地の気温が上がります。2月4日ごろの立春以降に南寄りの強風（関東地方では風速8m/秒以上）が吹いて気温が上がったときに、その風を**春一番**と呼んでいます。

春一番の原因となった低気圧が東に遠ざかると再び冬型の気圧配置になって寒くなりますが、寒暖を繰り返しながら次第に暖かくなります。

3月下旬～4月になると中国大陸から移動性高気圧が偏西風に乗って次々と日本に来るので数日周期で天気が変わります。

■梅雨の天気

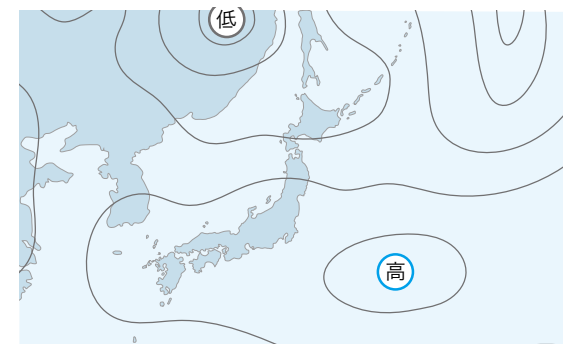
6月ごろになると、オホーツク海気団が発達し、同時に小笠原気団も発達します。この2つの気団はどちらも湿潤な気団なので、その間には**停滞前線**が発達します。

この停滞前線は2つの気団の勢力が同じ間は同じ場所に長い間とどまって雨の多い天気が続きます。この時期の停滞前線を特に**梅雨前線**と呼んでいます。

7月の下旬になるとオホーツク海気団は衰えていくのに対して、小笠原気団はより発達していき梅雨前線を北に押し上げていくため、南から梅雨明けしていきます。

■夏の天気

夏になると暖かく湿った小笠原気団が発達して南の海上から大きく張り出していきます。これにより図のように日本の南に太平洋高気圧、北側に低気圧がある**南高北低の気圧配置**になって、南から湿った暖かい風が吹いてきて蒸し暑くなります。



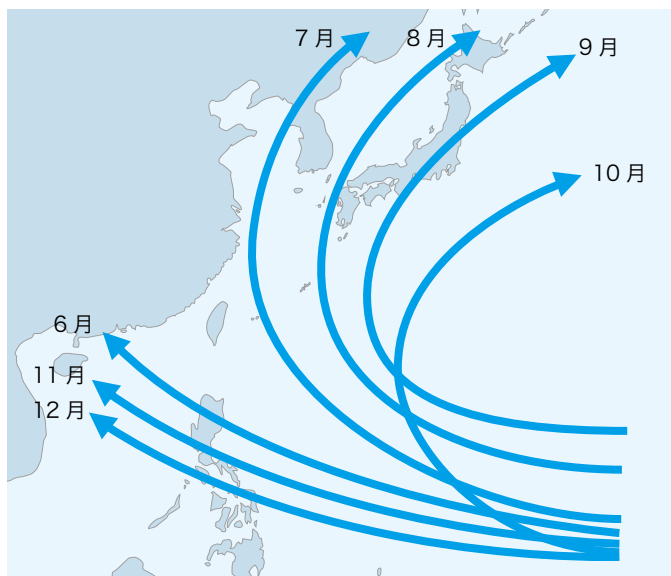
■秋の天気

9月に入ると小笠原気団の勢力が衰えるために梅雨の時期と似た天気図になります。このときできた停滞前線は**秋雨前線**といいます。さらに10月の中旬になると移動性高気圧が次々と日本列島を通過し、天気が周期的に変わる春と似た天気になります。

■台風

熱帯地方の海上で発生した低気圧のことを**熱帯低気圧**といい、**前線を伴わない**のが特徴です。熱帯低気圧は暖かい海から大量の水蒸気を供給されて発達していき、**最大風速が17.2 m/秒以上になると台風**と呼ばれるようになります。

台風は低緯度で吹いている貿易風に乗ってはじめは西に進みますが、北上していくと貿易風から偏西風が変わって東の風から西の風が変わるために進行方向も変わります。進行方向は図のように時期によって異なります。



日本に台風が上陸する数が一番多いのが9月です。これは、9月になると太平洋高気圧の勢力が弱まってこのふちを沿うように進む台風がちょうど日本列島にぶつかるようになるからです。

