



子ども科学技術白書 2011年度版

EARTH 地球を知る冒険

海の水はどうしてしょっぱいの？

子ども科学技術白書 2011年度版



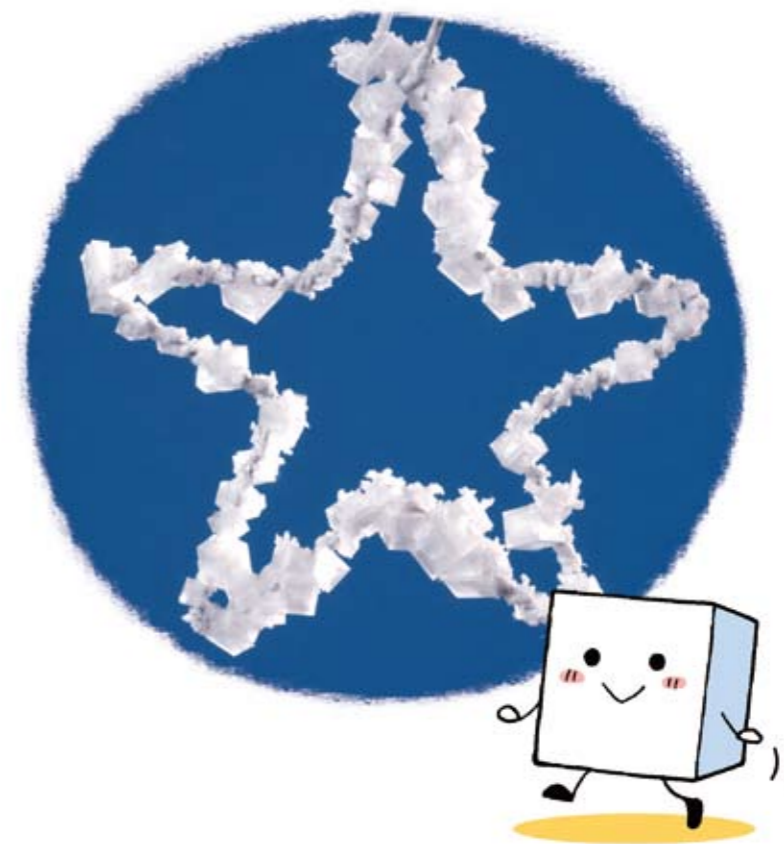
9784888903172



1928084004761

ISBN978-4-88890-317-2 C8084 ¥476E

定価500円 [本体476円+税]
独立行政法人科学技術振興機構



第1章 ● 海の水ってしょっぱい！

海の水はどうしてしょっぱいの？ 6

〔実験〕結晶アートをつくってみよう 12

しょっぱいなどはイオンにあり！ 20

湖でも陸地でもとれる塩 22

塩だけじゃないよ！ 海の水は資源の宝庫 24

第2章 ● 海ができた、命が生まれた

海の始まり 26

生き物はどうして海で生まれたの？ 28

海を持って上陸だ！ 30

体の中の塩の働き 34

塩がないと生きられない 36

チャレンジ!! 水そうの魚を海の魚と川や湖に
すむ魚に分けてみよう 40

第3章 ● くらしを支える陰の主役

塩は料理に大活やく！ 42

日本の塩のつくり方 46

塩を求めてきた人の歩み 48

〈まんが〉塩で世界を発展させた技術者
アーネスト・ソルベ 50

日本のソーダ工業の発展 60

塩に支えられたわたしたちの生活 62

〔実験〕塩で固形石けんをつくってみよう
塩にかかわる科学にこうけんした人びと 66

第4章 ● みんなでつくる地球の未来

—わたしたちとともに歩む科学技術—

海の研究者に話に行く 68

水が足りない！ 海水から真水をとる 70

海の変化から気象を調べる 71

ウナギを追ってどこまでも 72

深海の地形や生物を探る 73

海や塩にかかわる仕事やそれを伝える仕事 74

もっと知りたい！ 科学コミュニケーターの仕事 76

〃なぞ〃から始まったわたしたちの未来 78

もっと知りたい人へ 80



子ども科学技術白書は、子どもたちの小さな疑問から地球全体の大きなふしぎを科学的にとき明かし、未来の社会をつくり出していく子どもたちの力をはぐくむことを目的に制作しました。子どもたちにぜひおすすめください。



海の水はどうしてしょっぱいの？

— なぞを探るために登場する
4人の仲間を紹介します —

ナナミさん

元気いっぱい！ 外に出るのが大好きで、
だれとでも友達になれる小学5年生



コウタさん

おとなしいけど、興味を持ったことは
最後までやる、実験好きな小学6年生



タロウさん

生き物が好きで野山を歩き回る自然観察の案内人



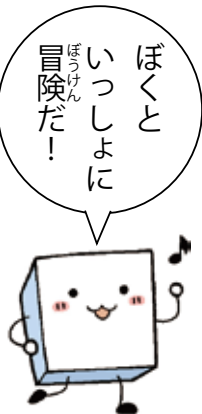
ヒカリさん

実験教室でアドバイスをしている博物館の学芸員



シオくん

塩のことを話すと現れる人なつっこい塩の精



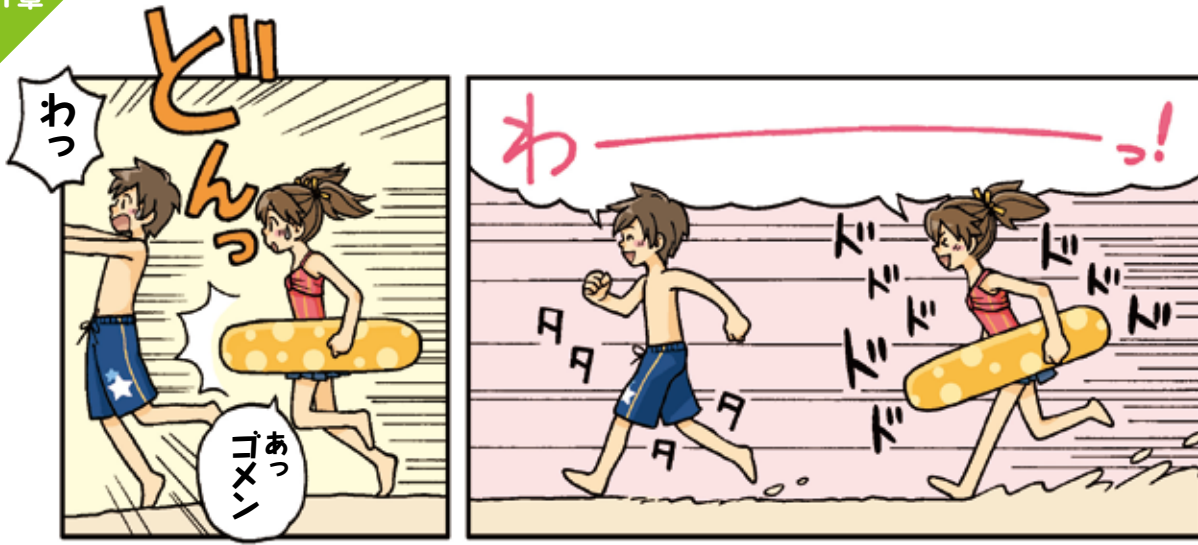
海の水はなぜしょっぱいの？ 小学生のナナミさんとコウタさんが、科学コミュニケーターであるタロウさん、ヒカリさんといっしょに、なぞときに出発！
科学の大冒険が始まります。

海の水がしょっぱいのはなぜか、
知っていますか？
ひとつの小さななぞが
また次のなぞを呼ぶ、
なぞときの旅が始まります。

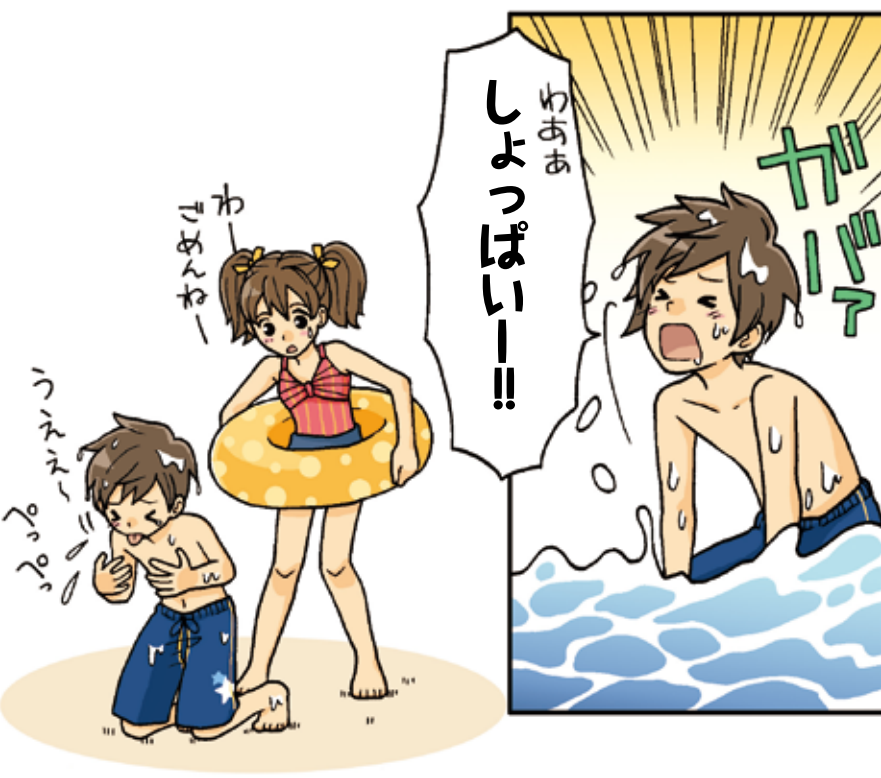


第1章

海の水ってしょっぱい！



うん、まだ口の中がしょっぱい……。
 そんなにしょっぱかったの？
 うえー、海の水を飲んじゃった。



夏休みに海にやってきました。
 2人とも大喜びです。



海の水はどうして

しょっぱいの？

かわいたら、かみの毛がこわこわだ！

なんか手もべたべたするよ。

ねえ、海の水がしょっぱいのってどうしてなの？

しょっぱいんだから、塩のせいじゃないの？

でも、しょっぱいだけじゃないよ。

ちゅと苦さ……。

うーん……どうしてなの？

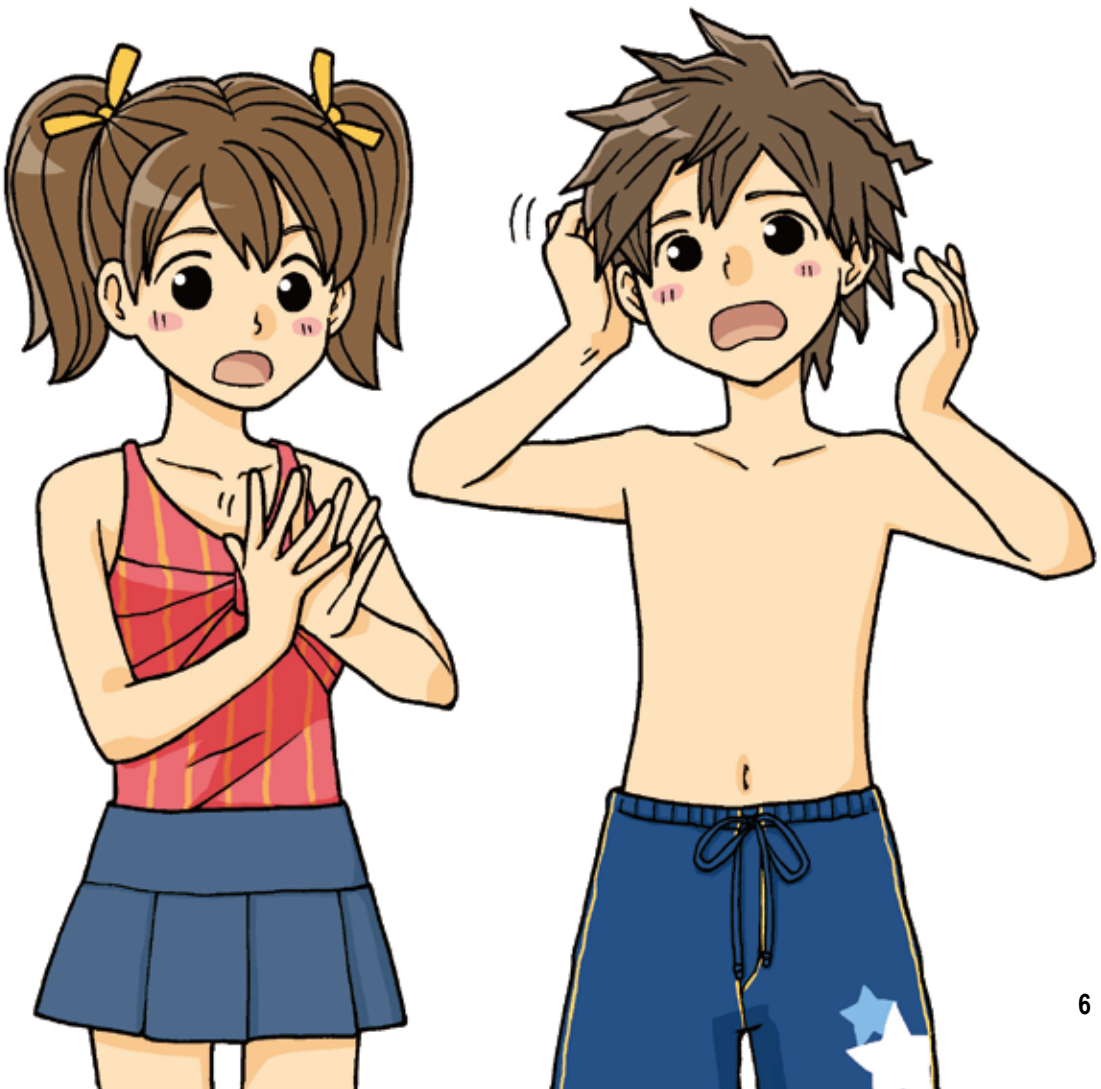
これは、なぞだなあ。

そっか、

海の水がしょっぱいのほんっつこなのか、

その答えを探しに行こうか。

いいね！ なんだかおもこぼさうー！



きみたち、おもしろそうな話をしているね。



ぼくもいつしよにそのなぞの答えを探してもいいかな？



はじめまして。ぼくはタロウ。

自然のふしぎをみんなに伝える仕事を
しているんだ。

はじめまして！ わたしはナナミ。

ぼくはコウタです。

いつしよに探しに行きまじょうー！

海の水がしょっぱいわけか……難しいね。

海の水には塩が入っているから

しょっぱいんですよね？

そっだよ。でも、本当にそれだけかな？

海の水にはふしぎがいっぱい

つまっているんだ。

海水と塩水って同じものではないのかな？

海水と塩水をくらべてみようか。

海水を持ち帰って調べてみよう。

じっけん 実験

しお みず 塩水



かい すい 海水



1 小さじ山もり1杯の塩を200mLの水にとかしてつくった塩水(海水と同じくらいのかさ)と海水200mLを卵焼き用フライパンに入れて弱火にかけます。

注意 火を使うので、必ず大人といっしょに行いましょう。

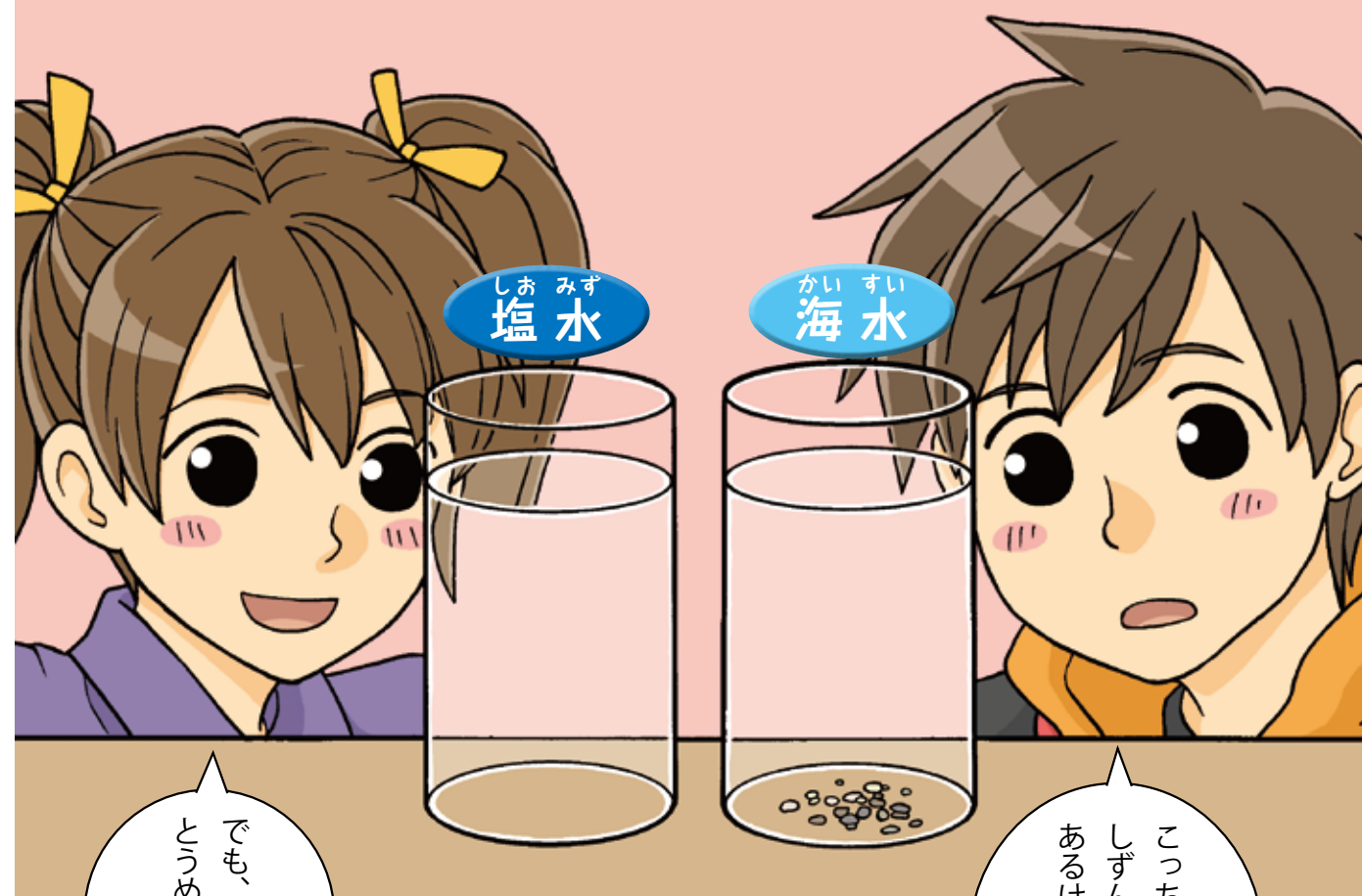


2 水が蒸発して、とけているものが出てきます。水分がなくなっても加熱を続けると、出てくるものがとびちって危険なので、水分がなくなる少し手前で火を止めます。しばらく熱いままなので、すぐに近づかないようにしましょう。

注意 中のものがとびちる危険があるので、顔や手を近づけてはいけません。とびちるようなら一度火を止めて、さましてから、また点火してください。

観察のポイント 塩水からは、白いさらさらした固体があわの表面に出てきますが、海水からは、白くしっとりした固体が出てきます。

何が残るかな？

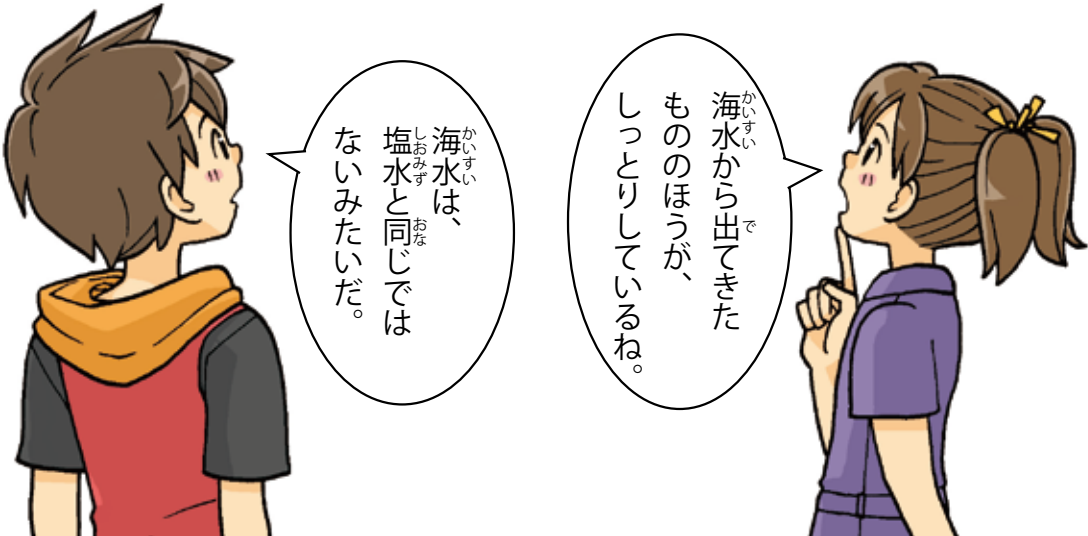


でも、どっちもとうめいだね。

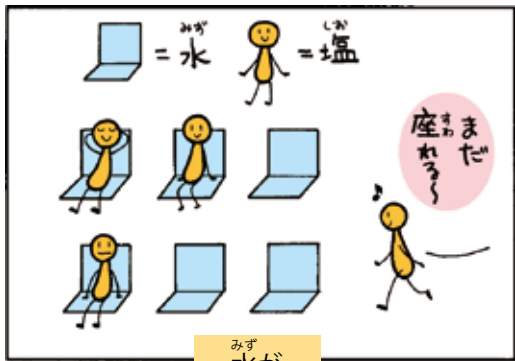
こっちは何かしずんでいるものがあるけど……。

フライパンで水分を蒸発させるんだ。

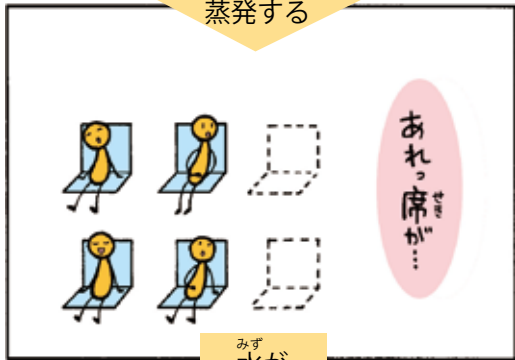
それならよい方法があるよ！



うーん……。 調べられるんだらう？ 海水を持ってきたけど……。 塩水とどっちがうんだらう？ 海水も塩水もとうめいだけど、やっぱり味はちよつとちがつわ。 どうやったら入っているものを調べられるんだらう？



水が蒸発する



水が蒸発する



海水をこめると、塩などが出てくるのはなぜ？

たとえば、水を座席のようなものだと想像してみてください。

座席は水の中にたくさんあって、塩がとけるってことは、席に座るようなものなの。席の数には限りがあるわ。

海水をこめると、水はどんどん蒸発しちゃっちゃうね。

座席が減って、空いている席がなくなっちゃう。

さびにこめると、水が蒸発するよ……。

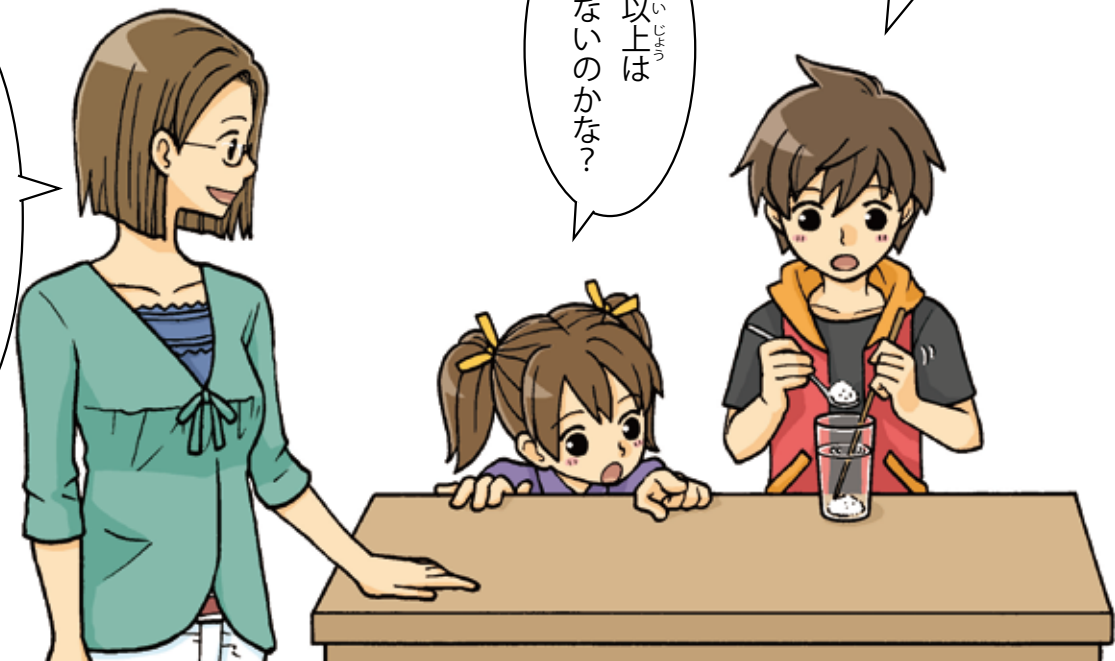
座席が足りなくなると……座れなくなった塩は？

そうか、出てきたんだ！ とけていたものが、とけていられなくなって、出てきたんだね。

たくさん塩を入れると、かきまぜても底に残るね。

これ以上はとけないのかな？

では、この塩水を使って、実験してみよう！



塩以外のもの

- 塩化マグネシウム
- 硫酸マグネシウム
- 硫酸カルシウム
- 塩化カリウム

塩(塩化ナトリウム)

「食塩」とも呼ばれ、なめると「しょっぱい」と感じる。

塩以外のものは「にがり」といって、とろろを固めるのにも使われているよ。



塩

「塩」は「しお」「エン」と2種類の読み方があり、通常は「しお」と読んで塩化ナトリウムを指します。塩は、食べられるので「食塩」ともいいます。

この本では、塩化ナトリウムを「塩」と呼びます。海の水に入っているほかのものも塩の仲間、塩の仲間と塩をまとめて指す場合は「エン」と呼びます。

出てきたものを少しなめてみよう。

海水から出てきたものは、少ししょっぱい味があるね。

出てきたものは何だろう。ほんのりもくもく。

くわしいにカリさんに聞きに行こう。

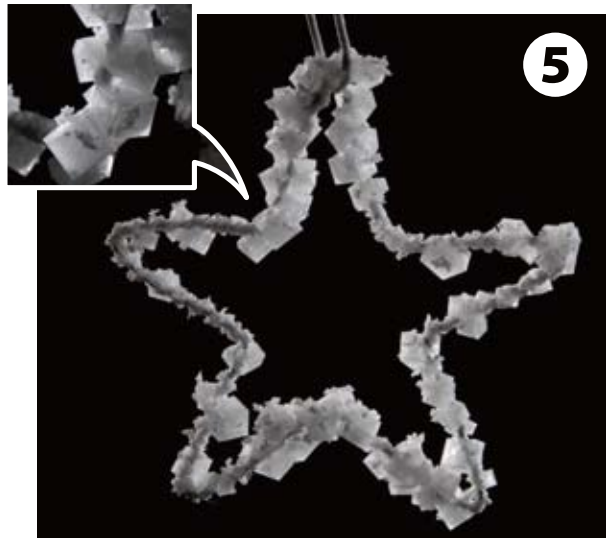
こんにちは。うしよに調べてみましたか。

本で調べたら、海水には、塩のほかにもうろろなものが出てくるんだって。

だから、しょっぱいだけじゃなくて苦さもあるんだね。

海水には、塩や塩以外のものが、3.5%ほど入っているのよ。

※中学校理科では、酸とアルカリの中和反応でできたものを「塩(エン)」と呼びます。



5

箱を開けずに1日おいてから、骨組みをなべからとり出すと、塩の結晶アートの完成です。ティッシュペーパーにのせ、もう1枚を上のにせて水を吸わせ、つるしてかわかします。

箱に入れたら、さわらないのが成功のコツだよ！



3

注意 やけどに注意してください

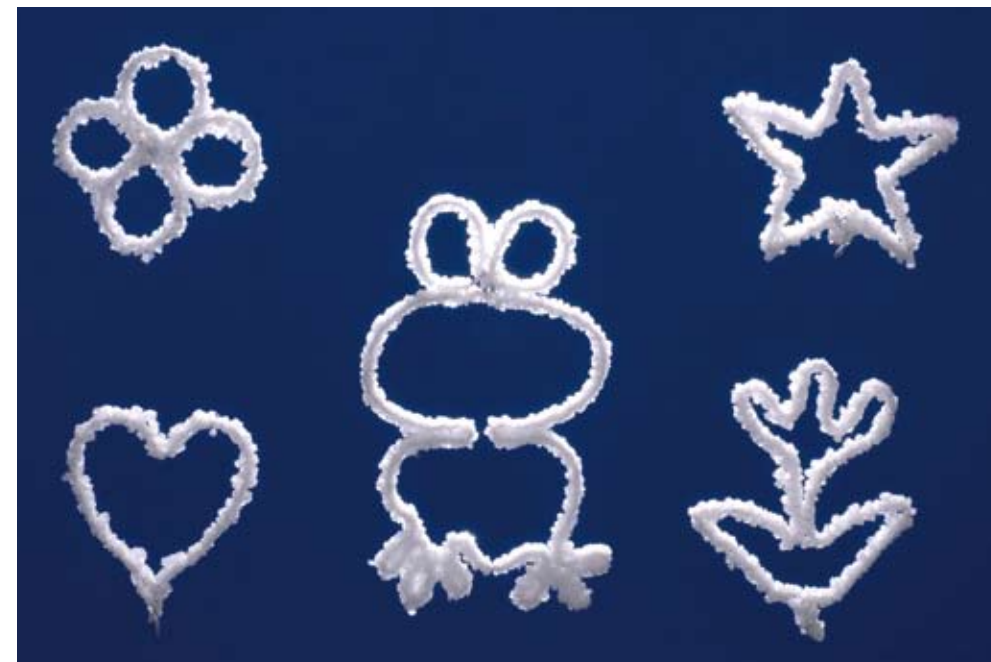
なべに水と塩を入れてよくかきまぜます。火にかけてさらによくかきまぜ、ふつとさせて、水面に小さな塩の結晶がういてきたら火を止めます。



4



骨組みをS字のとめ金につけてさいばしでつり、なべの底にふれないように塩水につけます。なべを保温箱に入れてふたをのせ、保温用に丸めた新聞紙を箱全体につめ、箱をしめて静かにおきます。



1

つくりたい飾りの形を紙にかきまます。かいた線の長さを測り、それより1~2cm長めに針金を切ります。



2

針金に糸を2mmずつ間を開けて巻きつけます。その針金を、紙にかいた形に合わせて曲げ、骨組みをつくりまます。

用意するもの

- 塩 (水 1Lにつき450gを用意)
- ※ 塩は水にとける限度の量よりたくさん使います。
- 水
- 針金 (アルミで直径2mmほど)
- 糸 (もめんの太いもの)
- 新聞紙
- ティッシュペーパー
- なべ (深いもの)
- さいばし (なべの直径より長いもの)
- 保温箱 (なべが入る段ボール箱)
- ラジオペンチ
- はさみ
- 紙とサインペン
- ※ S字のとめ金 (針金でつくる)
- なべにさいばしをかけてつるした骨組みが、なべの底から1cmほど上にくるように長さを調節しておきます。
- ※ 保温箱の底に新聞紙をしき、丸めた新聞紙をいくつか用意しておきます。



結晶アートをつくってみよう

塩をできるだけたくさんと、かした塩水から、塩の結晶をつくることができます。



これも
塩の結晶だよ！
大きい結晶は
一辺が5cmほど
あるんだ！



あれっ？ 結晶アートが動いている……。

わっ！ 何か出てきた！！

こんにちは！ ほく、シオ！

塩の結晶から生まれたんだ！

今まで気づかなかったけど、

塩って本当は四角いんだね。

どっぴん！

そのなぞは、海の水が

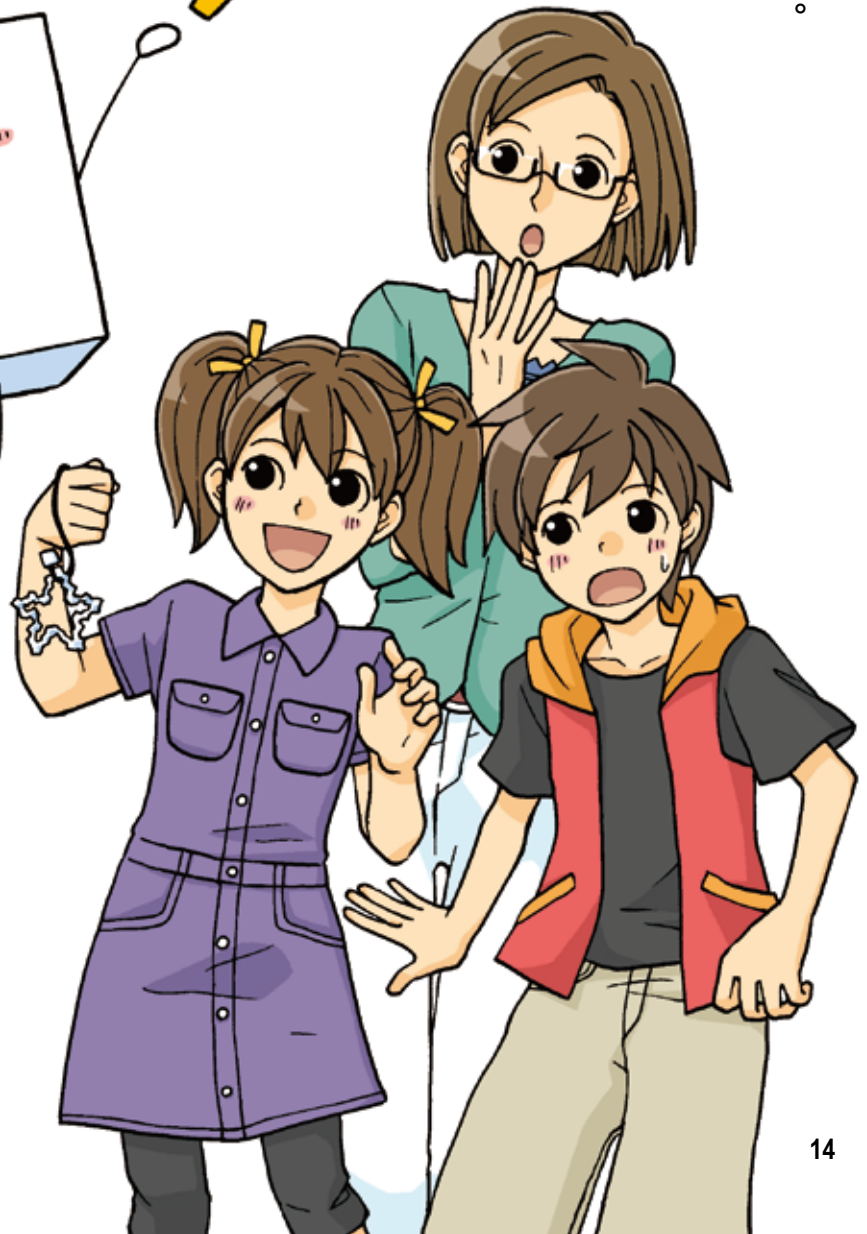
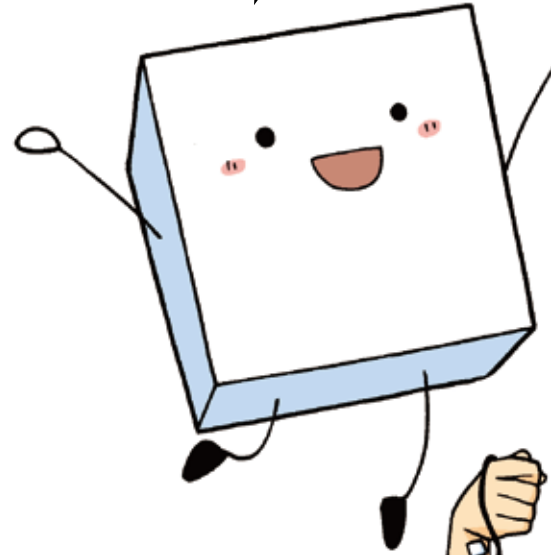
しゅっぽいなのよ！

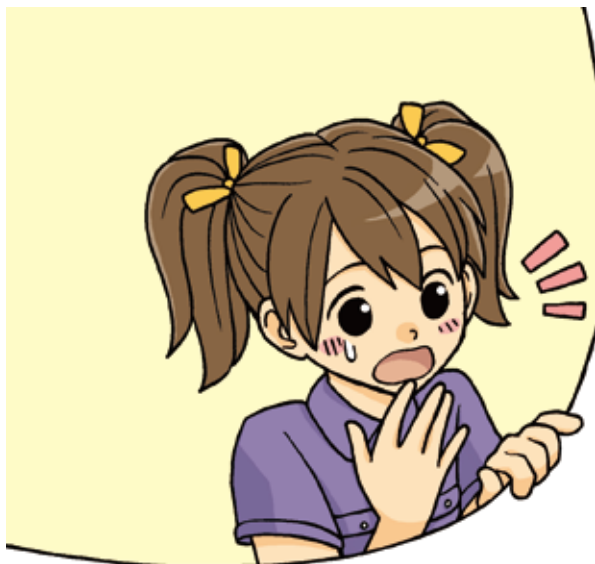
関係するよー！

さっさと探さないとー！



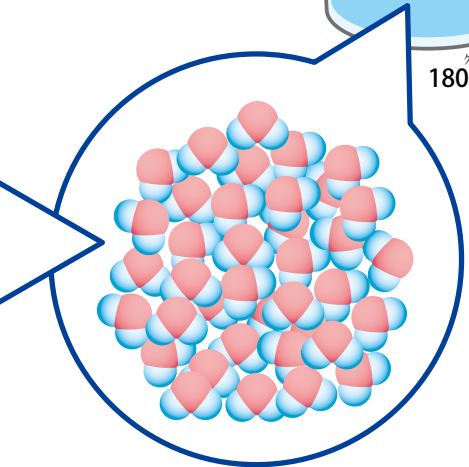
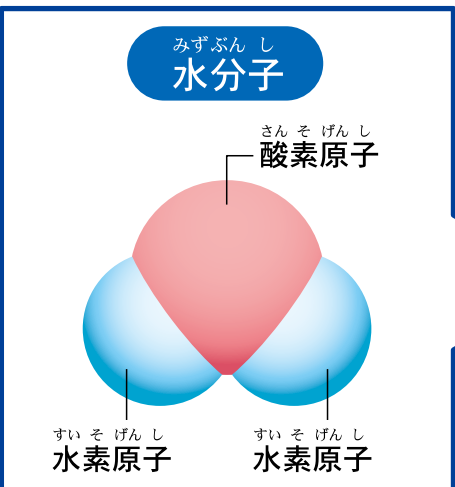
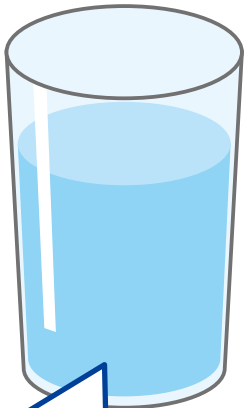
ほくも
「しゅっぽい」のなぞを
探さお手伝いをするよー！





これが何億、何兆……
もっと入ってるの!?

水分子はどんな形?
水の分子は、水素原子と酸素原子からできていて、原子どうしがくっつく角度は決まっています。

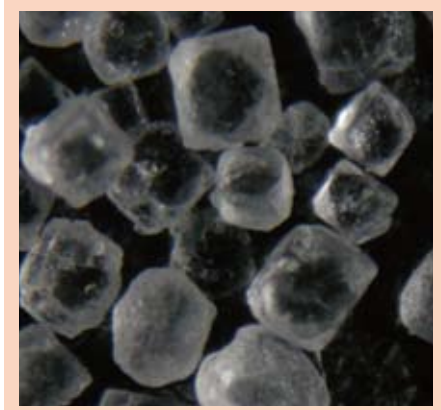


えっ、そんな!!?
それくらい小さいと目に見えないね。
塩も原子からできているのかな?

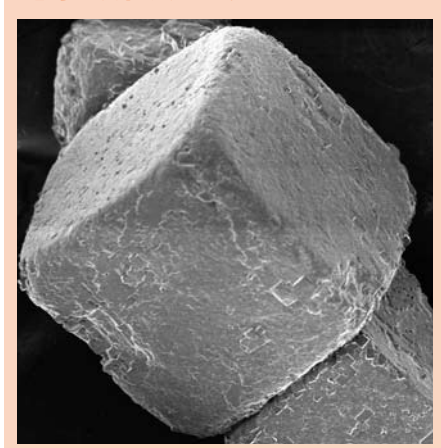
水を例にして考えてみるよ。
水分子は酸素原子1つと水素原子2つからできているんだ。
でも、コップの中に分子なんて見えないよ。
コップ1杯の水って、どれくらいのか?
数の水分子が入っていると想像?..
うーん。100万個くらい..
もっともって多いよ。
1億個とか?
まだまだ。
実は、コップ1杯に入っている水分子は、6兆個のさらに1兆倍くらいあるよ。

わたしたちがふだん料理に使う塩はどのくらいなの?
拡大して見ると四角いね。
もっと小さな結晶でも四角いのかな?
立体的に見える電子顕微鏡で
もっと小さい塩を見てみようか。
やっぱり四角いね。
どのくらい小さいの?..
「原子」まで小さいの?..
「原子」って..
名前は聞いたことがあるなあ。
君たちやほくの体も、水や空気も、目に見えないよ..
小さい「分子」からできてるよ..
その分子は..
「原子」からできているんだよ。
水も空気も小さな「分子」の集まりなんだよ..
なんだかピンとこないな。
じつと目に見えるものではないからね。
図で考えてみよう。

実体顕微鏡で見た塩 (20倍)



電子顕微鏡で見た塩 (100倍)



「座席に座る」と「自由」は、水分子に囲まれることなんだね。

だが、いかにくっつかないから、自由に動きまわるんだ。

塩化物イオンが、それぞれ水分子で囲まれて、

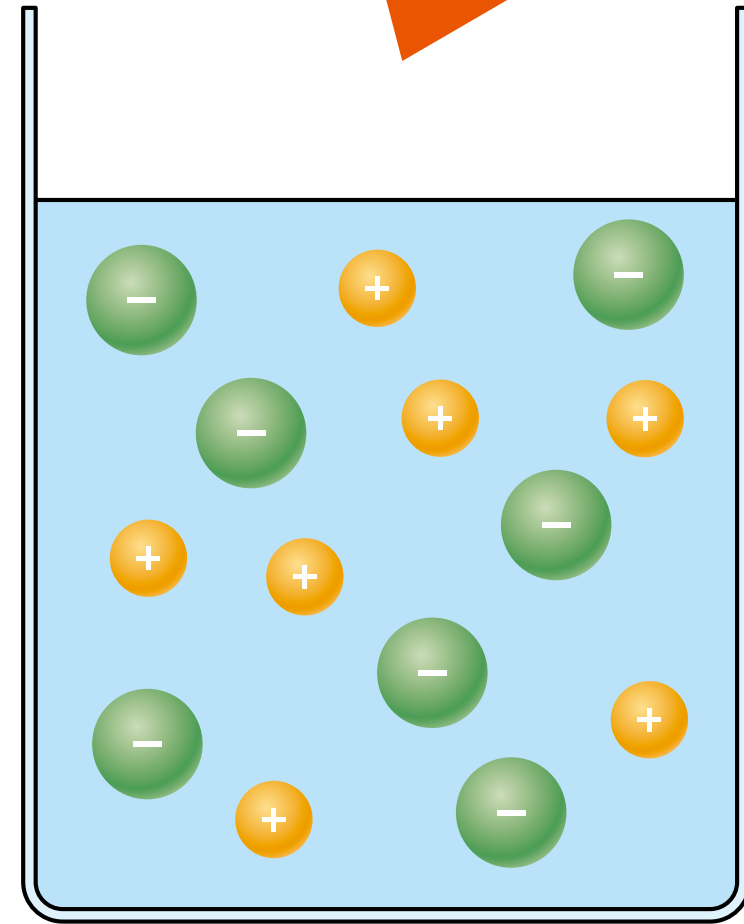
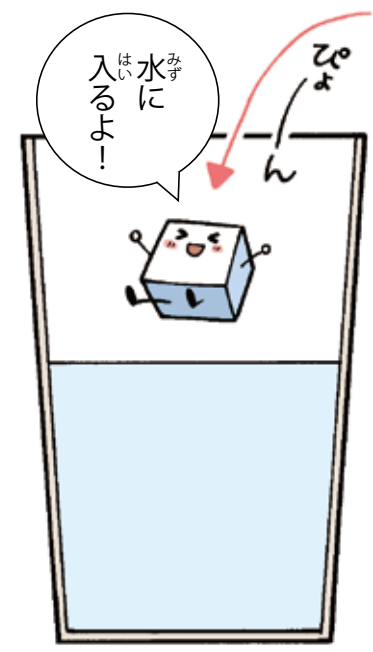
水の中では、ナトリウムイオンや

あれ？ 水の中ではバラバラだ！

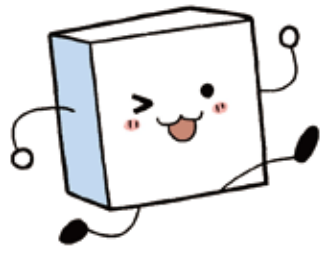
それは、塩を水に入れるとわかるよ。

しょっぱい味と匂い関係があるのかな？

塩が四角いわけはわかったけど、

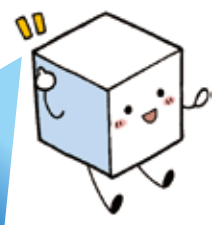


「しょっぱい」のせまってきたよ！



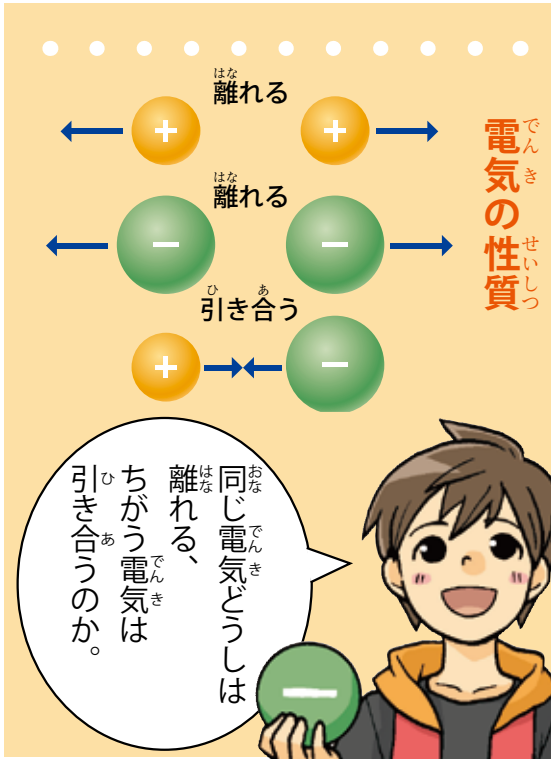
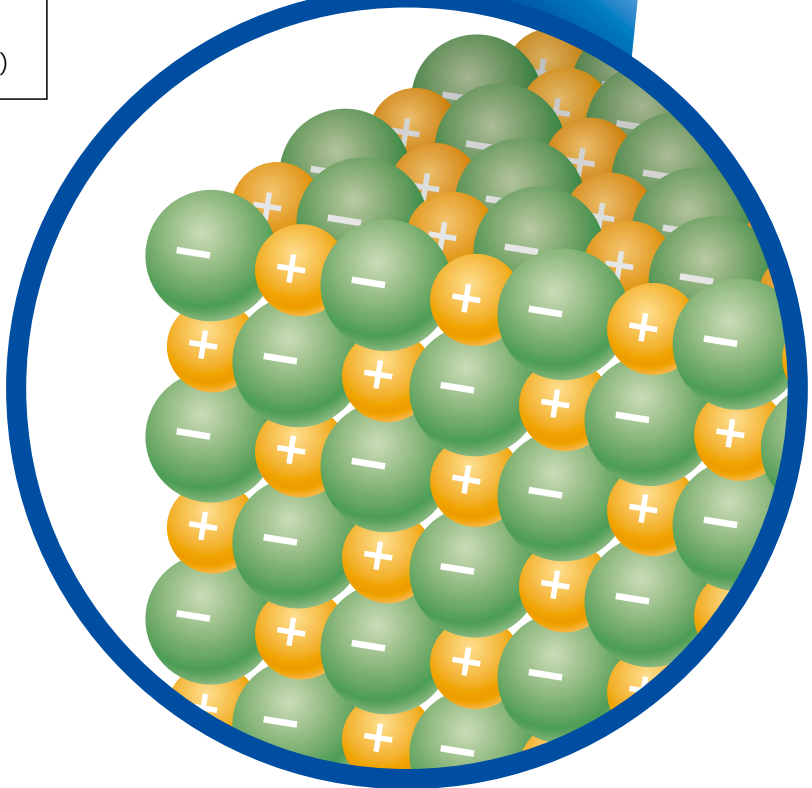
※それぞれのイオンを囲む水分子の絵はかいてありません。

塩の結晶はどんなつくり？



- +** ナトリウムイオン (ナトリウム原子がイオンになったもの)
- 塩化物イオン (塩素原子がイオンになったもの)

原子やイオンが規則正しく並んで固まっているものを「結晶」といいます。つまり、塩の結晶はイオンになったナトリウムと塩素が規則正しく交じって並んでできているのです。



「しょっぱい」のせまってきたよ！

ぼくの体のしっぴきを見よ！

わあ、しっぴきがまじりまじりだ。

しっぴきが2種類で、**+**と**-**があるのよ。

プラスマイナスイオン、**+**と**-**があるのよ。

塩は「ナトリウムイオン」(+)と「塩化物イオン」(-)からできているんだ。

塩の結晶は**+**と**-**が1対1で引きあっているよ。

規則正しく並ぶから、四角い形になるよ。

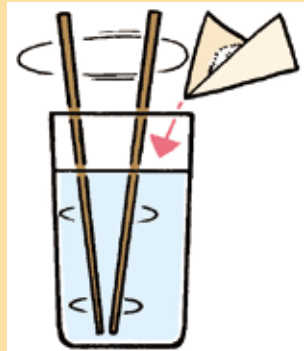
※「イオン」については、中学校3年生の理科でくわしく学習します。

じっけん 実験

塩水のこさで味比べ！



Aはあせなどの体液に近いこさ(0.9%)、Bは海水と同じくらい、Cはとける限度近くのこさです。



① それぞれ塩を入れて、よくかきまぜます。



② スプーンに半分ほどすくって、味見をしてみましょう。注意:あまり多くの量を飲まないようにしましょう。

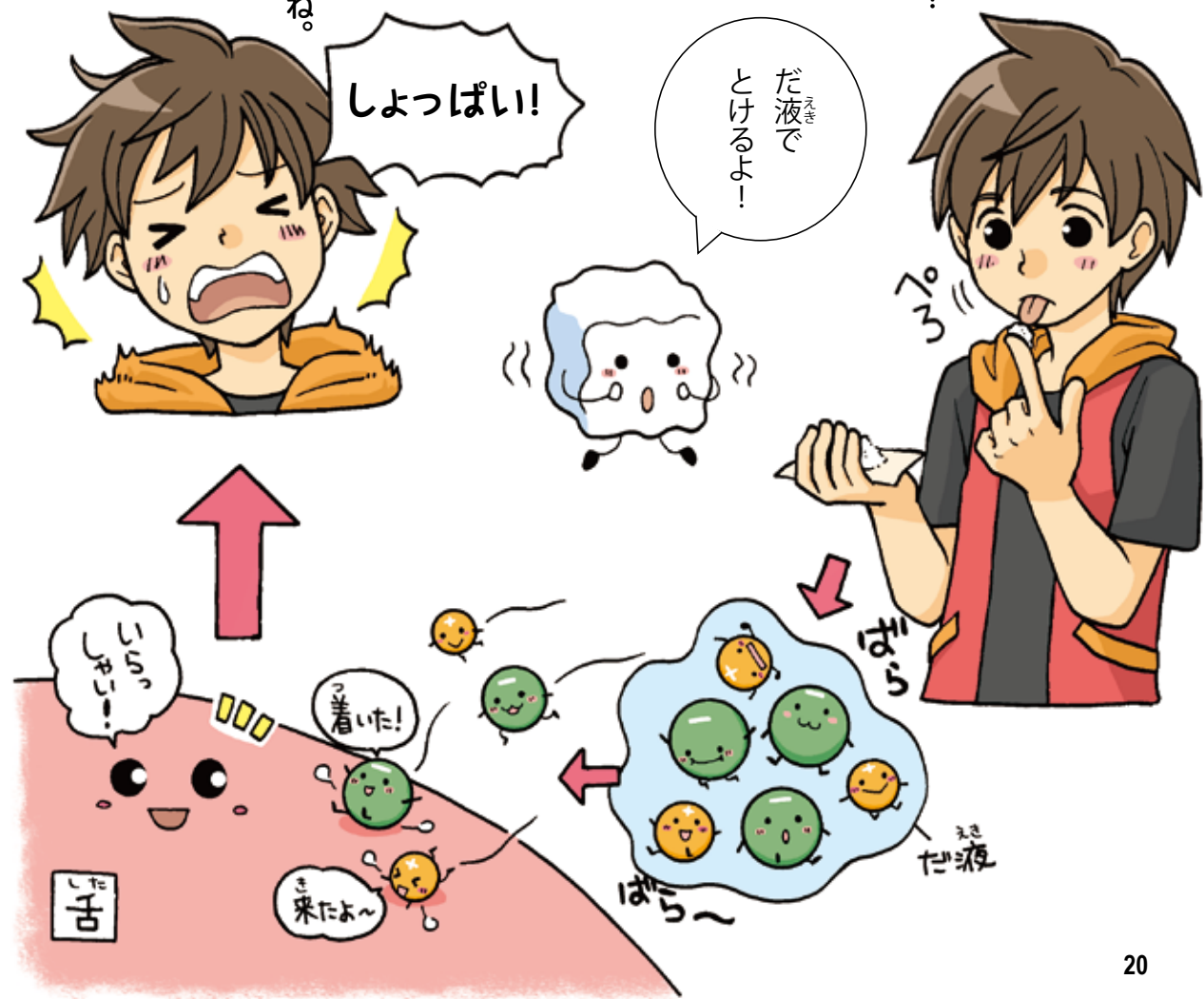
しょっぱいなぞはイオンにあり！

塩のじぶをなめてみて。すべに味を感じるかな？

しょっぱいー！でも、すべにではなごよ。そうなんだよ。実は、塩は結晶のままだとしょっぱくないんだ。塩がだ液にとけて、ナトリウムイオンと塩化物イオンに分かれ、舌にある味の感覚をしげきするから、「しょっぱい」と感じるんだよ。

海の水がしょっぱいなぞがとけたね！塩が海の水にとけてイオンになってるから、海の水をなめると「しょっぱい」と感じるのね。さっきの海水は、とってもしょっぱかったよ。お吸い物は、そんなにしょっぱいと感じないのね。人間の舌は「しょっぱい」に敏感なんだよ。ちまじぶより感じる塩水の量は、だいたい0.9%くらいなんだ。

塩のこさのちがいで、味比べをしてみようよ。



湖でも陸地でもとれる塩

海塩



ゲレロネグロ塩田(メキシコ)
太陽の熱と風のおかげで水分を蒸発させて塩をつくります。



能登の揚浜(日本)
海水を砂にまき、こくしてからにつめ、塩をつくります。

海水からつくる塩です。太陽の熱と風のおかげで水分を蒸発させる方法や、燃料を使ってにつめる方法があります。

湖塩



ウユニ塩湖(ボリビア)
層になって固まっている塩を切り出して使います。



死海(イスラエル・ヨルダン)
死海という湖は海より塩分がこく、浮力の働きが大きいので、人が簡単に浮きます。

ボリビアのウユニ塩湖やイスラエルの死海など、塩がとれたくさんとれた湖があります。非常に塩分がこく、雨がふらない季節には、塩が結晶になってたまりま。



塩は海以外の場所からもたくさんとれるんだよ！

岩塩



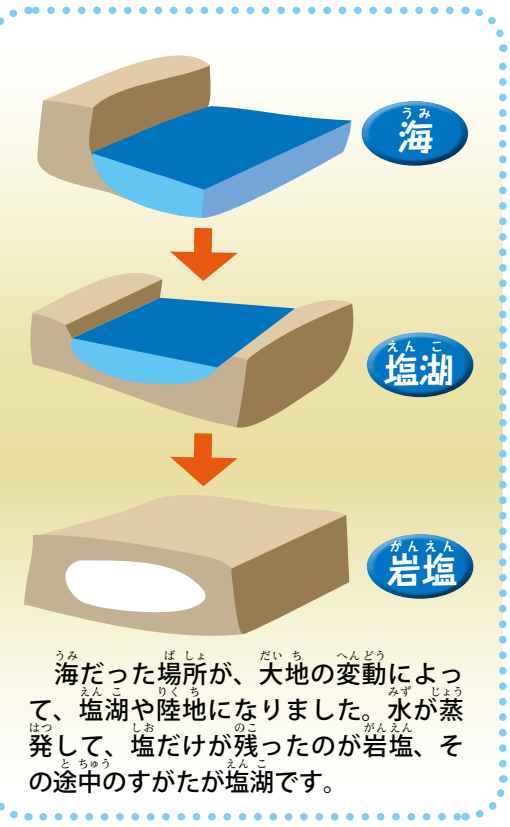
岩塩鉱山の内部(ドイツ)

岩塩鉱山から塩をほり出します。世界で使われている塩の多くは、岩塩からつくられています。



岩塩のかたまり。とれる場所によっては、鉄分をふくんでいるため、赤い岩塩もあります。塩が高い値段で取引されていた時代は、岩塩がとれることで、まちが大きく発展することもありました。

海だった場所が陸になり、水分が蒸発して、塩だけがかたまりとなって地中に残っています。これを岩塩といひ、ほり出したり、とかしてくみ上げたりして使います。



海だった場所が、大地の変動によって、塩湖や陸地になりました。水が蒸発して、塩だけが残ったのが岩塩、その途中のすがたが塩湖です。



そつすると、海はいつからしよっぱくになったんだろう？

もとはみんな海だったんだね！

第2章

海ができた、命が生まれた

地球に海ができたとき、
海の水には塩をはじめとして
いろいろなものがとけていました。
海はどのようにして
しょっぱくなったのか、
海から命が生まれたのはなぜか、
のぞいてみましょう。



塩だけじゃないよ！

海の水は資源の宝庫

リチウム

海水 1L につき、約 0.0002g ぶん
まれています。リチウムは、けい
帯電話やカメラなどの電池に使わ
れています。今後、電気自動車に
使われる電池などへの利用も期待
されるため、将来、より必要とさ
れると考えられています。

海水には塩以外にもいろいろなものが
とけていて、全部で約 35g です。
現在、塩以外にふくまれている資源をとり出して、
活用しようとする研究が進められています。
特に、電池や電子部品をつくるのに
欠かせないリチウムや、
なかなかとれない
金属（レアメタル）の
回収が期待されています。

海水は、
13億5千万立方キロメートル
ほどあるそうですよ。

そうか、
とけている割合は
わずかだけれど、
海水はたくさん
あるから……。

集めれば、
すごい量だね！
※どれくらいなのかな？

※約2700億t



海の始まり

海はいつごろできたの？

地球ができたのが46億年くらい前だと

いわれているよ。

地球は小さな星くずが集まり、

ぶつかり合ってできたんだ。

そのしょうとつのエネルギーのせいで、

できたばかりの地球はとても熱く、

岩もとけてにえたぎっていたぞつだ。

そのしょうとつがおさまって

地球が冷え始めたとき、

原始の雨がふり始めたの。

つまりそのときまで、

地球には海はなかったというわけ。

空気中の塩素が雨にとけて
塩化物イオンとなって
落ちてくる



雨が川になって地面の
ナトリウムイオンが
とけ出す



海底の地面から
ナトリウムイオンが
とけ出す



- + ナトリウムイオン
- 塩化物イオン

にえたぎっていた地球からは大気中に

いろいろな物質が出てきたの。

ふり出した原始の雨には、

そつした物質がとけていたのよ。

また、ふつた雨は地上の成分をとかしながら

大きな大きな水たまりをつくつたの。

もしかしてそれが海の始まり？

そつ。そして、その水には地球の岩石に

あつたものがとけ出したの。

もちろんその中に塩のもととなる

ナトリウムイオンがあつたんだ。

これは雨にふくまれていた

塩化物イオンとらつしよになつて塩になるの。

へえ、そつちよつて海はじよつぽくなつたんだね。

そのとおり。そのほかにもらつらつるなものが

とけていたおかげで生命は海で生まれたの。

深海で生命が 生まれた 3つの理由

理由①
生きていく体をつくるのに
必要な材料がたくさんあった。

理由②
温度や圧力などのエネルギーが
あったので材料から
いろいろな物質がつくられた。

高い圧力
高い温度

理由③
このころは紫外線などが
強く地上に
ふりそそいでいた。
紫外線などが
届きにくい
深い海の中は数少ない
安全な場所だった。

ここなら
安全♪

有害な紫外線など

海の外の危険だったなんて……。
でも生き物はじゅやって陸に
上がったんだらっ？
まだ、くわじゅじゅはわかってるわ。
でもじゅじゅだったのは……
考えられているじゅを説明するわね。



生き物は
どうして海で
生まれたの？

©AFP=時事 / FISHERIES AND OCEANS CANADA / UVIC-VERENA TUNNICLIFFE



ん？は？ん？

暗いし、圧力も高いのに
こんなところにも生き物が
いるなんてびっくりだ。

深海だよ。海底から
とても高温の「熱水」が
吹き出しているんだって。

最近の研究では、地球最初の生き物は、
じゅじゅ熱と圧力のある深い海で
生まれたと考えられるようになった。
どうしてわかるかな？

海を持って上陸だ！

生き物は どうやって 海を体にとりこんだの？



最初の生き物は海の中をただよっていた。いろいろなものをとって生きていた。



もしも、たくさん細胞がまとまって生きるようになると、内側の細胞にも海水が届かなくてはならない。



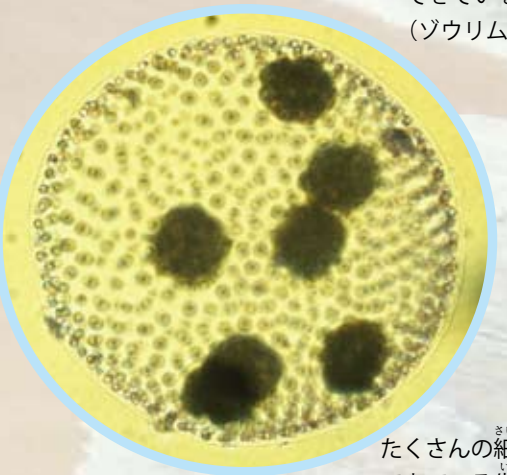
そこで、それぞれの細胞に海水を送れるようにした。



人の血液などの体液も、その成分を調べると、海水によく似たものが入っているんだ！



ひとつの細胞でできている生き物 (ゾウリムシ)



たくさんの細胞でできている生き物 (ボルボックス)

生き物の体は「細胞」からできているんだよ。海で生まれた最初の生き物は、ひとつの細胞がひとつの生き物だった。体は海の水で囲まれていて、海がないと生きていけなかったんだ。それからたくさん細胞が集まった生き物が生まれたの。

そういう生き物だと、海の水に囲まれていない細胞もできちゃうよね。だいじょうぶなのかな？

そうね、だから細胞と細胞のすき間を、最初の生き物が生まれた海の水によく似た成分の水で満たしたのよ。

からだなか、海の中にとりこんだみたい！

そうそう、そんなふうにもいえるわね。それから長い時間がたって、生き物は陸に上がっていったのだけど……。

体に海を持ったまま？

そういうことだ。だから今でも動物の体液には、昔の海の水と同じような成分がとけているんだよ。

※体液…動物が体内に持っている液体。ここでは細胞外液(血液、リンパ液、組織液)を指します。写真/ゾウリムシ:©浅井行子/Nature Production ボルボックス:©今森光彦/Nature Production

※ボルボックスの写真に見えるのは、球状の層になる体細胞(細胞核は薄い丸、細胞質は透明)と生殖細胞(大きな黒丸)です。なお、ゾウリムシ、ボルボックスは、単細胞・多細胞の例として使ったもので、海の生物ではありません。



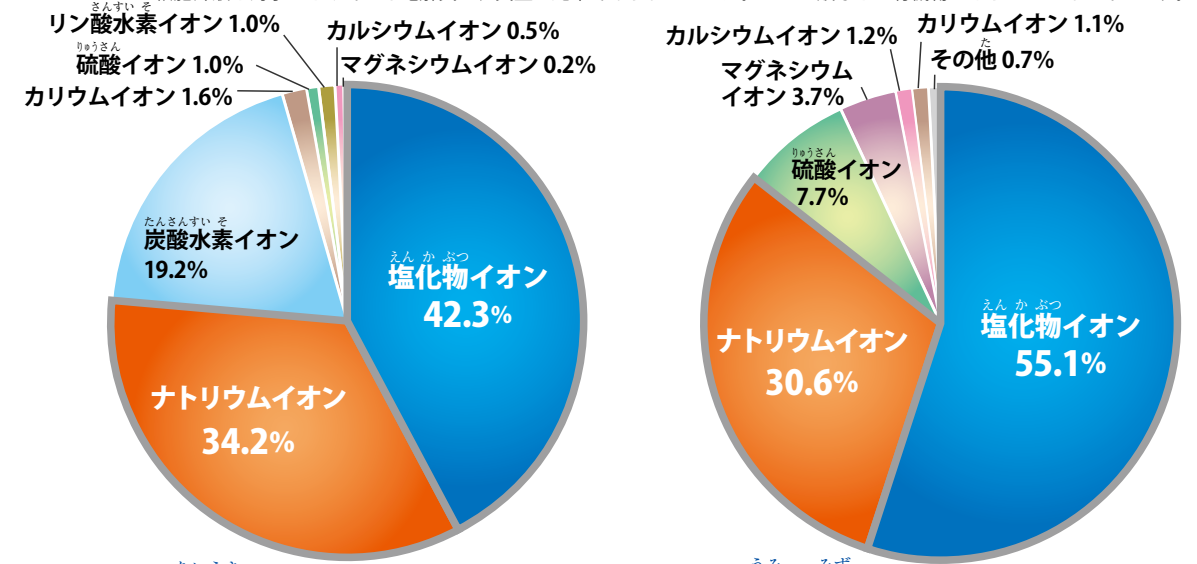
もっぴつ、ふじぎなことがあわわ。
 あかちゃんか、お母かのおなかの中は、羊水という液体に浮かんでるのだから、羊水も海の水に似ているの。
 え？ お母さんのおなかの中は、まるで今でも海の中から生まれてくるみたいだね。



©EPA=時事

人の体液と海の水を比べてみよう

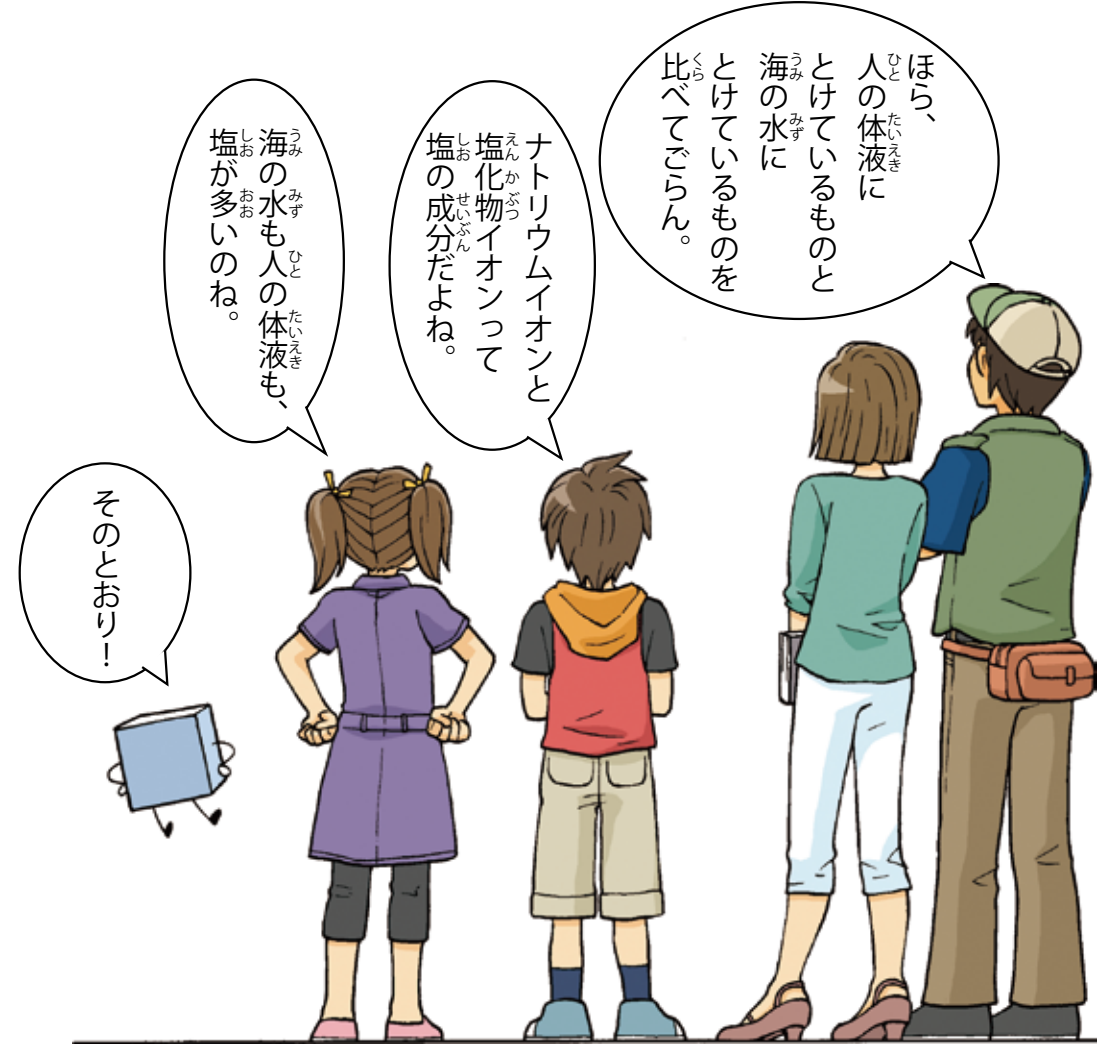
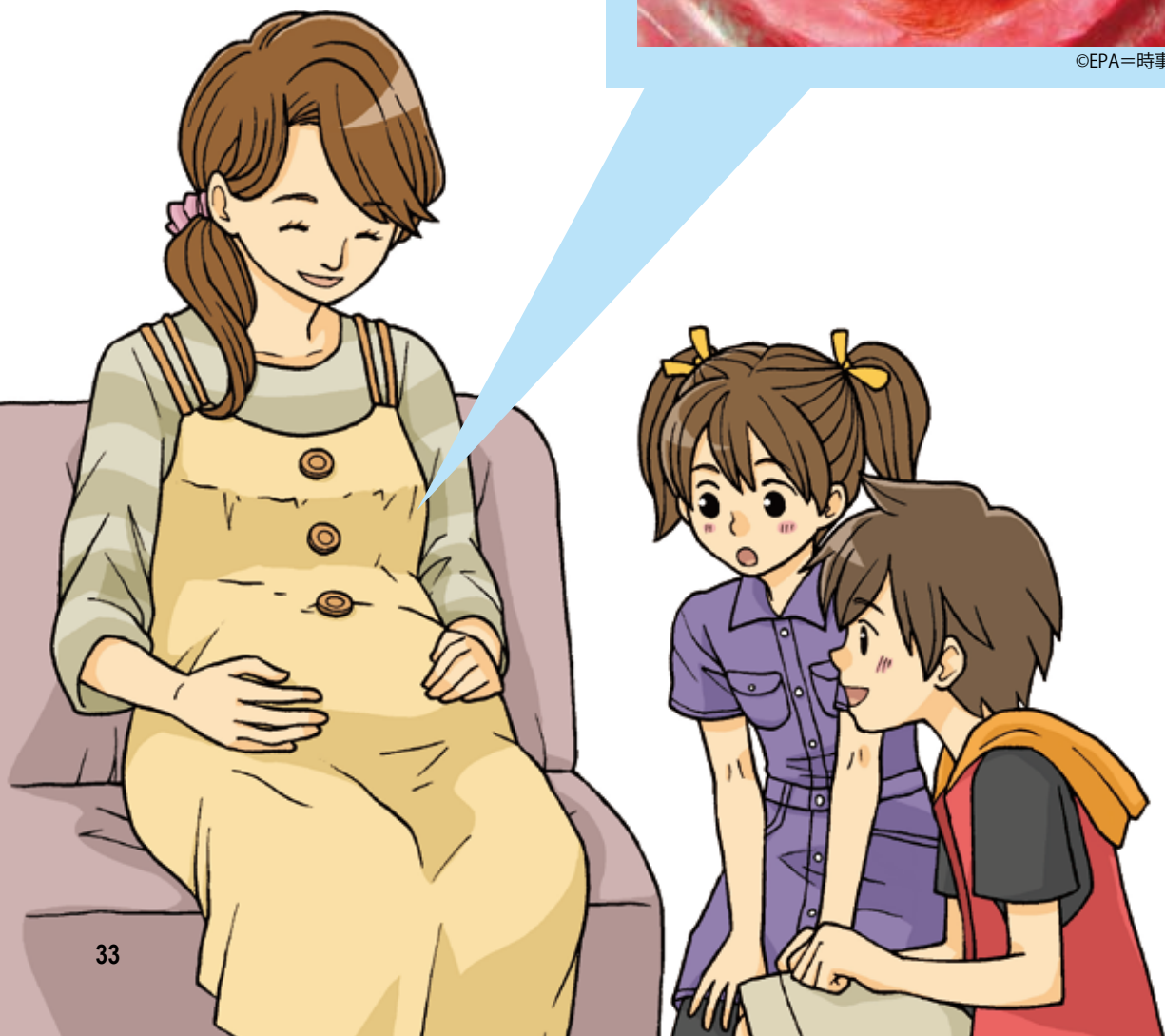
※細胞外液と海水にとけている電解質を、質量の比率であらわしました。アミノ酸などの有機物のイオンはのぞいています。



体液中にとけているもの

海の水にとけているもの

(川崎医科大学附属病院臨床教育研修センターの資料をもとに計算)



そのとおり！

海の水も人の体液も、塩が多いのね。

ナトリウムイオンと塩化物イオンって塩の成分だよな。

ほら、人の体液にとけているものと海の水にとけているものを比べてごらん。

体の中の塩の働き



どうしてわたしたちの体の中には塩がたくさんあるのかしら？

ね、シオくん。

そのとおり。人の体の中の塩は

血液やリンパ液などの細胞をとり囲む

体液にとけていて、体中をめぐっているんだよ。

地球に初めて生き物が

現れたとき、まわりを

とり囲んでいた

海の水は、

体の中に

とりこまれて

その役目を

果たしているの

うしろだね。

みんなも経験あるよね。



そういえばあせってしょっぱいわね。



とっさで、ときどき体の中の海が外に出てくることがあるのだけれど、どんなときかわかるかしら？

なみだだってしょっぱいよ。



神経
神経はさまざまなしげきを脳に伝えたり、脳からの指令を体中に伝えていきます。体にとけた塩の成分、ナトリウムイオンはカリウムイオンといっしょにその働きをになっています。

血液
血管を流れる血液の中の塩がいつも同じこさになっていくことで、体中の細胞がきちんと働けるように調節されています。

腎臓
血液中の塩を一定に保つため、余分な塩を血液からとり出し、おしっこにして外に出しています。

胃
食べ物を消化する胃液の成分、塩酸は、体液にとけた塩からつくられます。

小腸
栄養素を吸収するときも、ナトリウムイオンが働いています。



ふじつひとつ注意！
激しい運動をして、急にあせをいっぱいかいたときは、体の中の塩も減ってしまつの。だから食事や飲み物で塩をとって、体の中の塩のバランスをとるのが大切なよ。
ふじつの運動なら、食事をして水をこまめにとればだいじょうぶだね。

*体の中の状態を一定に保つ働きを恒常性といい、高等学校の生物でくわしく学習します。

塩がないと 生きられない



塩が入っている土をなめるキリン



土の中の塩をとるゾウ



塩をとるために海水を飲むアオバト

人は動物の一種だよ。
人にとって塩が大切なら、
ほかの動物にとっても同じことなんだよ。
ほかの動物も見てみよう。

塩が必要だって自然にわかるなんてふしぎよね。



塩をなめるウシ

草にはほとんど塩がふくまれていないから、草食の動物は、わざわざ塩をとらなければならぬんだよ。



ほかの動物を食べるライオン

だから動物を食べる肉食の動物はわざわざ塩をとらなくてもいいのね。
動物の体液は海の水に似ているんだよね。



余分な塩は外に出すのもいいんだよ。



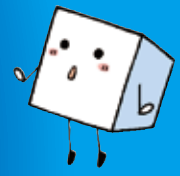
塩たっぷりの環境にいる生き物は？



ウミガメは余分な塩を目のふちから涙のように出します



ペンギンは余分な塩を鼻の穴から捨てます





しなや、あま、とろりと入るよー

せきをとらしたよー

知りたくなよー



そんね。こほもまた別の働きがあるよ。
あま、とろりと入るよ。
せきをとらしたよ。



陸の動物にとって塩が大切なのはわかったわ。
でも魚はどうなのかしら...
そつななあ。魚って塩たっぴりの海の中に入ると、
川や湖のような真水の申で入ると、身のかわるわね。
何かちがいはあるのかな？
それがね、海の魚も川や湖にすむ魚も、体液の塩の量は
変わりがないし、体の中の塩の働きも同じなんだ。
これを一定に保つしくみにはちががあるだけなの。
へえー。とろとろは、動物は陸に入っても海に入っても
体の中の塩が大切になると変わるがないのね！
最初に海ができたときからあって、今でもほぐたの
体の中に入るとろとろな働きをしてるよ。
塩ってなんだかウソウソは、でもなまなまね。

第3章

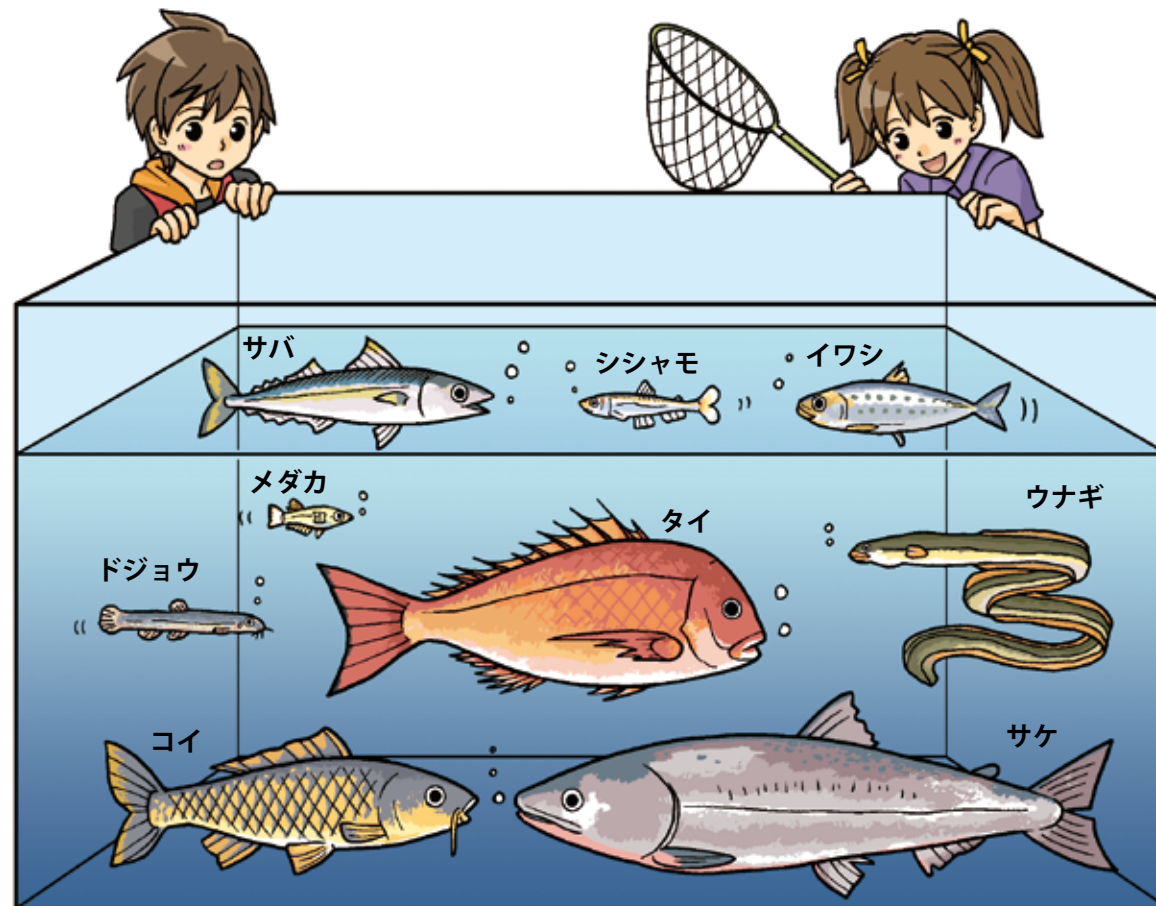
くらしを支える陰の主演

塩と海のふしぎを知った2人は、
毎日の生活の中で、塩がどのように
使われているのかを探り始めます。
くらしを支える塩の働きとは……？



チャレンジ!!

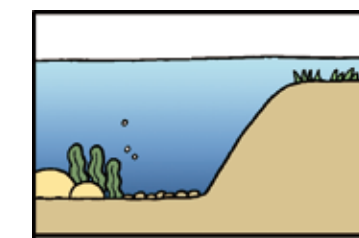
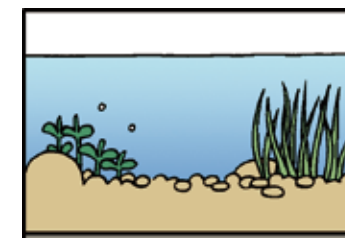
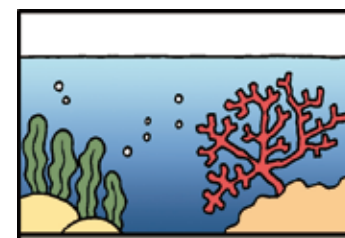
水そうの魚を海の魚と川や湖にすむ魚に分けてみよう



海にすむ魚

川や湖にすむ魚

海と川を行き来する魚



海にすむ魚：タイ、メダカ、コイ、ドジョウ、サバ、イワシ、シシャモ、ウナギ
海と川を行き来する魚：サケ、ウナギ

※海と川を行き来する魚には、淡水魚と海水魚両方の塩の濃度調節のしくみを持ち、まわりの環境にあわせて使い分けるものと、一生の時期によって周囲の環境にあった調節機能を働かせるものがあります。

塩は料理に大活やく！

海では、いろいろなことがわかって楽しかったね。

魚もいっぱいつれたし……。

でも、ちよつとつり過ぎたかも。

冷とう庫にも入りきらないわ。

どうしよう？

あ、冷やつする以外に

魚の保存方法はないかしら？

2人はふだん、どんな魚料理を

食べているの？

ぼくはフライや焼き魚かな。

わたしも焼き魚は大好きよ。

塩づけをよく食べるけど、

塩づけにも塩が使われているわね。

そのとおり。

ほとんどの魚の加工には、

塩が使われているの。

では、なんのために

塩を使っているの？

くわひくわひするためかな？

塩には、食べ物を持持ちさせる

働きがあるのかも？

そのうえ、おばあちゃんが、

「梅干しは塩漬けなのかな？」

長持ちする「ってしてたわ。

そのね。

塩には、くわひくわひする以外にも

いろいろな働きがあるのよ。

料理の中で、どのくらい塩が

使われているのか

見てみましょー！

人は、塩がないと生きられない。食べ物から塩をとることで、体内の塩が不足しないようにしているんだ。



色が変わるのを防ぐ りんご

りんごは、塩水につけると、むいたりんごの色が茶色に変色しにくくなる。



あま味を強める すいか おしるこ

すいか おしるこに塩を少し加えると、さらにあまく感じられる。



くさるのを防ぐ 塩づけ

塩づけは、くさらせる細菌を増えにくくする。



塩味をつける 食塩

食塩は、食べ物に塩味をつける。



緑を鮮やかにする ほうれんそう

ほうれんそうは、塩を加えてゆでると、熱で緑色が変わるのをおさえられる。



うま味を引き出す みそ しょうゆ

みそ しょうゆは、くさるのを塩が防ぐ。すると、こうじがゆっくり育ち、うま味が出る。



ねばりを出す うどん パン

うどん パンは、塩水でねると、小麦粉のねばりとびが出て、コシが出る。



水をしみ出させる 野菜の塩もみ

野菜の塩もみは、野菜の水分を出し、青くささをとる。



ねばりを出してまとめる ソーセージ・ハム かまぼこ

ソーセージ・ハム かまぼこは、塩を加えてねると、肉や魚がねばってまとまる。



すっぱさをやわらげる すの物 すし飯

すの物 すし飯は、塩を加えると、すっぱさがやわげられる。



うま味ののがさない 焼き肉 焼き魚

焼き肉 焼き魚は、塩をふりかけて加熱すると、表面が早く固まって、うま味ののがさない。



じっけん 実験

しおみず 塩水につけなかったとき



①りんごをむく。



②そのままおいておく。

しおみず 塩水につけたとき

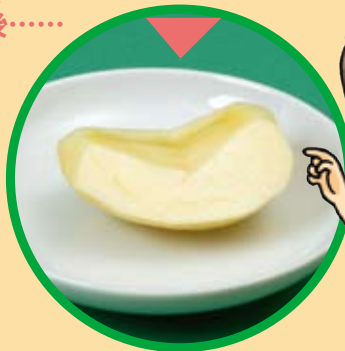


①りんごをむく。



②500mLの水に小さじ半分の塩を入れた塩水に、りんごをつけてからとり出す。

ぶんご 20分後……



③ほとんど変色しなかった。



か 変わった!

③茶色っぽく変色した。



きれいだね!



りんごをむいたときにも、塩水につけるよね? 塩水につけなかったときと、どんなふうにちがうのかな? やってみまじやうにー! そうね。実験でためしてみればわかるわ。 さっそくちやうせん!

じっけん 実験

しお きゅうりに塩をふるとどうなる?



きゅうりを切って、皿にのせる。



しお 塩をふる。



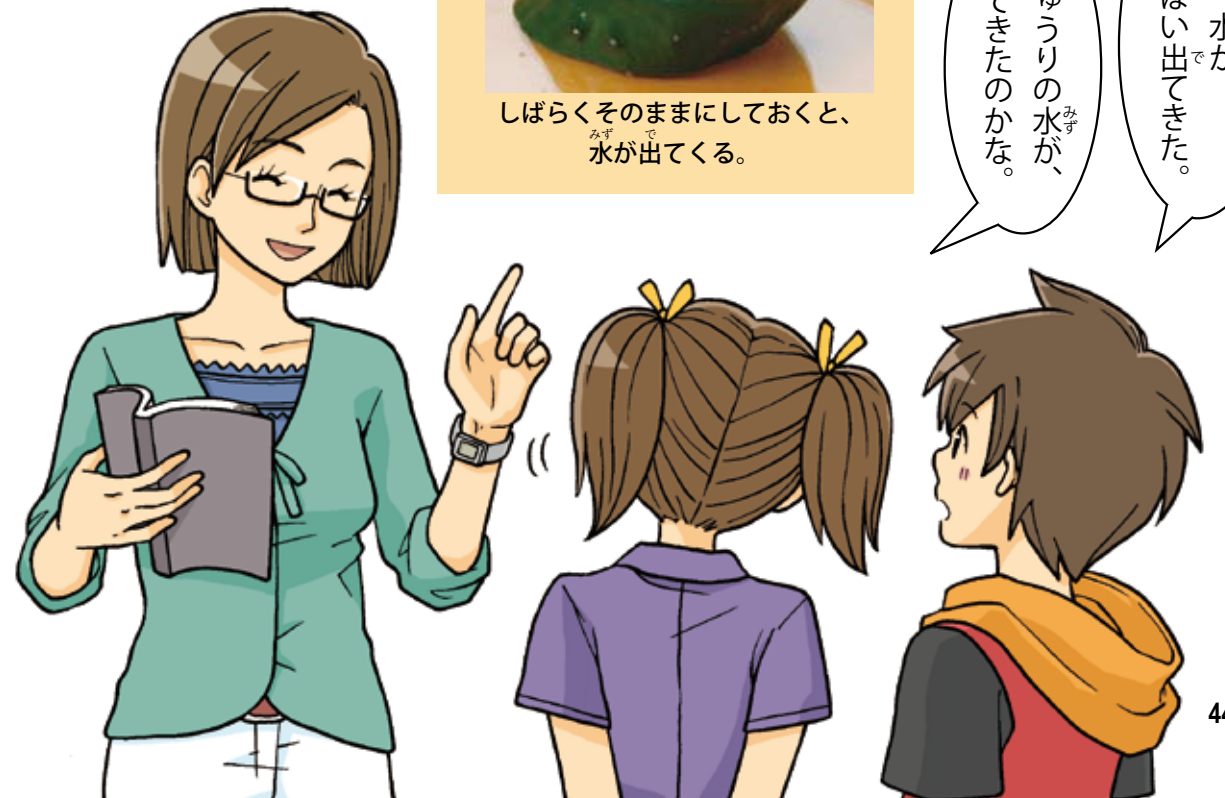
しばらくそのままにしておくと、水が出てくる。

このように、塩は、野菜などの水分をしみ出させ、野菜の中をこい塩水にするの。こい塩水の中では、食べ物にくさらせる細菌が増えにくくなるのよ。



塩って、本当いろいろな料理に使われているのね。でも、なぜ塩を使うのかわからないのよ。そのポイントがわかる実験があるわ。包丁のあつかいに注意して、やってみまじやう。

わあ。水がいつぱい出てきた。きゅうりの水が出てきたのかな。



なぜ?

りんごは、空気中の酸素にふれると、こう素の働きで茶色っぽくなる。塩水につけると、こう素の働きがおさえられるため、変色しにくい。



ぼくにはふしぎがいっぱいでしょ?

人は昔から、すぐにいたんでしまう野菜や魚、肉などを塩づけにして保存してきた。これは、冷蔵庫などがない時代に、大切な食料を少しでも長持ちさせようという、生活の知恵だったんだ。

日本の塩のつくり方

塩は、たくさんの料理に使われているのね。そうだね。

だけど、実は料理や食品加工以外の使いみちで、もっとたくさん塩が使われているんだ。

だったら、すぐたくさん塩が必要になるわね。うん。日本では、国内でつくられる塩の

5〜6倍もの量を、外国から輸入しているんだ。え、そうなの？ でも、日本は海に囲まれているから、

海水から塩をとればいいんじゃない？ そう。食用の塩の多くは海水からつくられているよ。

でも、塩は海水中に約3%しか含まれていないから、それをにつめるにはたくさんの燃料がいるんだ。

干物のように外に干したらどうかな？ そういう方法でつくる塩を天日塩というって、

時間はかかるけど燃料がいらなから、雨が少くない国ではその方法でつくるようが多い。

ここでは塩づくりの工夫を学ぼう。



でも、日本のほとんどの地域は湿度が高くて

雨が降りから、天日塩づくりには向かないんだ。じゃあ、日本ではどんな方法がいいのかな。

燃料をあまり使わない方法がいいわね。そうだね。実をいうと、こい塩水を使えば、

そのまま海水につめるよりも燃料が少なくてすむんだ。だから、日本では昔から、

先に海水をこくしておいてからにつめる方法を、工夫し続けてきたんだ。

現在では、海水をこくするのにイオン交換膜という特別な膜を使っているよ。

日本の塩づくり

原料は海水



昔

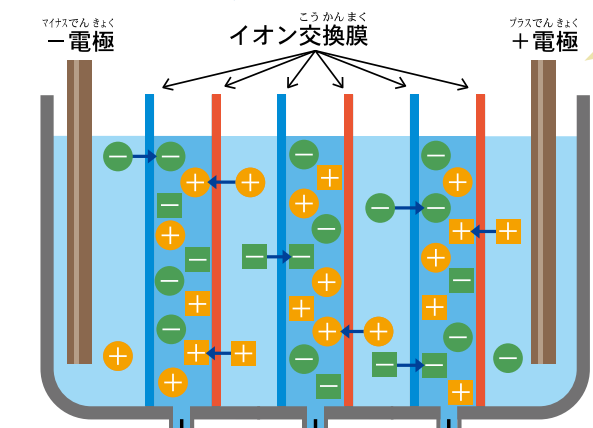
人が運ぶ、または潮の干満を利用



海水を何回も砂にまき、水分を蒸発させる。塩のついた砂を集めて海水をかけると、こい塩水ができる。これをにつめて、塩をとり出す。労力がかかり、天候のえいきょうが大きい。

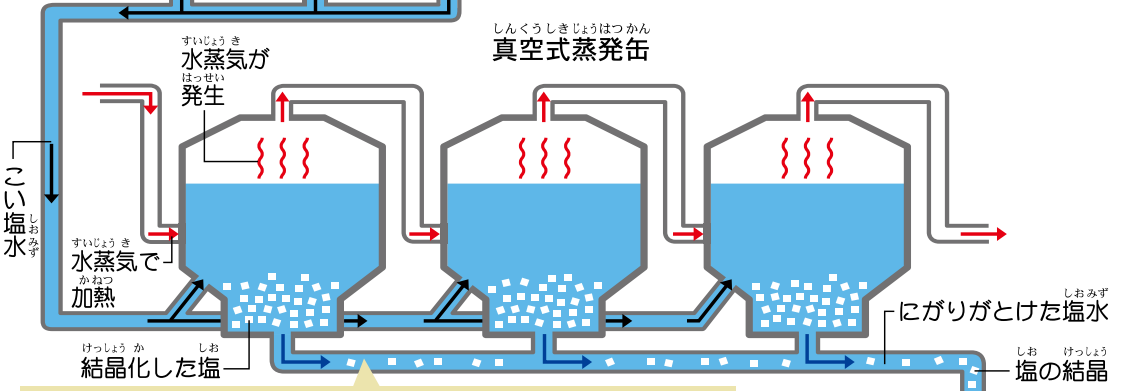
ポンプで吸い上げる

現在

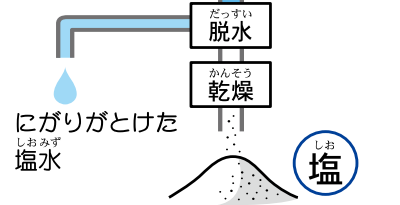


イオン交換膜には、+のイオンだけを通す膜と、-のイオンだけを通す膜があり、それが交互に並べられている。そこに海水を流すと、ナトリウムイオンは-電極に、塩化物イオンは+電極にひびられ、それぞれ片方しか通さない膜の間にたまり、こい塩水とうすい塩水の部屋ができるので、こい塩水だけを集める。

- ：塩化物イオン
- ：ナトリウムイオン
- ：その他のイオン
- ：-だけを通す膜
- ：+だけを通す膜



こくした塩水を「真空式蒸発缶」という装置で熱し、にがりをほとんどふくまない塩の結晶をとる。また、最初の水蒸気で2番目の缶を温め、2番目は3番目を温めるといようにして、燃料を節約する。



塩を求めてきた人の歩み



塩を手に入れるために、長い間努力が続けられてきたことがわかったよ。
そつだね。人類の歴史は塩の歴史といってもいいほど、古くから人は塩を求め続けてきたからね。
ただ、昔はほとんどが食用とされていた塩の使いみちは、歴史の中で大きく変わってきているよ。
へえ。食べる以外の使いみちって、どんなことがしら？

塩と人のかかわりを見てみよう

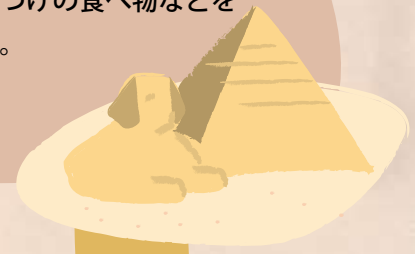
アジア 紀元前6000年ごろ



中国山西省の運城塩湖では、夏、湖が干上がると出てくる塩の結晶をとっていたとされる。

アフリカ 紀元前3000年ごろ

古代エジプトでは、お墓に、塩づけの食べ物などを供えていた。



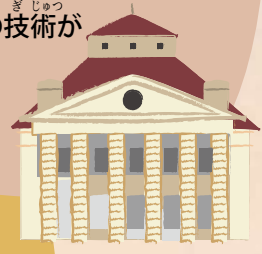
ヨーロッパ 紀元前1300年ごろ

現在のオーストリアで、ケルト人が岩塩の採くつをはじめた。

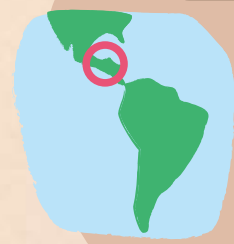


1750年ごろ

このころまでに、岩塩をほるのではなく、岩塩がとけてできた塩水をくみ上げてにつめる塩づくりも多く見られるようになった。1779年にできた王立製塩所(フランス)もそのひとつ。このように塩づくりの技術が発達し、塩が豊富に手に入るようになってきた。



アメリカ 紀元前1000年ごろ



中央アメリカで、マヤ族が塩づくりをし、塩を支配することで勢力を増した。

日本 紀元前1000年ごろ

縄文時代後期の日本では、土器に海水を入れてにつめ、塩をとっていた。



塩の使いみちが変わってくる

1760年ごろからヨーロッパでは織物産業がさかんになってきた。織物を洗う石けんとその原料となる「ソーダ」が大量に必要となり、人びとは、身近にたくさんある塩を使って、ソーダをつくる方法を探し始めた。

1783年

フランスで、ニコラ・ルブランが塩からソーダをとり出す方法を発明。塩を変身させて、くらしに必要な別のものをつくる研究が始まった。



塩を使った化学産業が生まれる



今の日本では、年間約850万トンの塩が使われているけれど、そのうち食用は、加工食品を合わせても15%にもならない。残りの多くはソーダに変えて、ガラスや石けん、紙などをつくるのに利用されているよ。

塩は食べるためだけでなく工業製品をつくることにも使われ
わたしたちの生活を支えています



塩で世界を発展させた技術者

アーネスト・ソルベール

画・MCH

これから始まるのはわたしたちにとって身近な塩から工業を発展させ広めた人のお話です

1840年代・ベルギーの塩をとる工場にて

お兄ちゃん早く〜！

待つてよ〜

こらっ！！

2人とも工場の中を走らないの！
けがをするでしょ！

ごめん
なさ〜い！

弟：アルフレッド

大丈夫だよ

そんなに心配しなくても

でもアーネストは体が弱いから心配で……

わあ！

塩の結晶はきれいだな

見るだけで楽しくなるよ

この体の弱いひとりぼっちの少年が大人になって大発明をしたのです

ぼくも学校に行きたいなあ……

岩塩から塩をよる工場の息子として生まれたアーネストは幼いころから塩にかこまれて育ちました

アーネストは学ぶことが大好きでしたが生まれつき病気がちで小学校から先には進学できませんでしたが10代になると父親の工場を手伝いながら物理や化学の本を読み実験に夢中になっていました

1859年
アーネスト21歳



2000フランも
受けとれないよ

ずっと困っていた
ガスの汚れを
防ぐことができたんだ

これはそのお礼だ
ありがとう



アーネストの知識や
工夫には驚くばかりだ
だれにもできないことが
きみにはできてしまう



アーネストは
当時さかんだった
石灰ガス工業を経営する
おじさんのもとで働き

さまざま
研究や実験に
積極的に
とり組んでいました



—ある日のこと……
ためして
ほしいことが
あるんだ



工場から
不要になって
捨てられる液体から
肥料をつくる
ことは
できないかな？



たしかに……
あの液体には
肥料の原料
になる
アンモニアが
とけているはずだ

この時代は産業がさかんになり
くらしもゆたかになったので
食料がたくさん必要になりました
そこで食料となる農作物の
肥料となるアンモニアがたくさん必要とされました



実験装置を
組み立てる
ところまではできた
まず水を
あためて……



どろやったら
ここから
アンモニアが
とれるんだろう



いったい
どうすれば
いいんだ？

そうだ！
この水の中に
塩をまぜて
みよう！

アーネストはためしに
塩を水にかきして
実験してみました



何か下に
たまっている……



これは
ソーダだ！

アンモニアのもと
だけじゃなくて
ソーダも出てきた！



ソーダ
だって？

それは
大発見じゃ
ないかっ！



この方法ならソーダもアンモニアのもととれてむだがない

貴重なるものをいっぺんにつくれて一石二鳥だ!!

1861年
アーネストは23歳のときにこの発明を「ソルベール法」と名づけ特許をとりました

工場をつくるのはどうかしら

よけいなものが出ないから安心して働けるよ

今より安全にソーダもアンモニアもつくれるよ

—じかこ—

だめだっ!

どうしてもうまくまがらな!

ソーダをたくさんつくるためには実験とはちがう大規模な装置が必要でした

なかなか思いどおりにいかない

原料のアンモニアをくり返し使えるようにしましょう

工場をつくるのは簡単にはいかない

アーネストの時代になると産業が発達する中で生活で利用するガラス製品や毛織物清潔を保つための石けんなどを求める人びとが増え原料となるソーダがたくさん必要でした

ソーダとはもともと海藻を焼いた灰などからとれるものでした昔からガラス製品や石けんなどの原料として使われていましたが貴重で高価なものでした

アーネストのソーダと飲み物のソーダ

ソーダはナトリウムと結びついた物質であることがわかっていました。

アーネストがつくろうとしたソーダは、炭酸水素ナトリウム(重曹)や炭酸ナトリウムです。

二酸化炭素のあわが出る炭酸水もソーダと呼ばれます。レモン汁などを入れて酸性にした水に、重曹(ソーダ)を加えて炭酸水をつくっていたからです。

当時ほろからソーダがひんやりとしたがソーダ工場から出る煙や粉が

土地を汚し工場働く人や近所で生活する人びとの健康を害することが問題になっていました

兄さん
この本を見て
ごらんよ……

どれどれ

弟とご一緒に毎日寝る間もおして
研究を続けました

兄さん
大丈夫……？



なんとしても
装置をつくるよ

無理しないで

みんなの健康のためにも
ソルベー法の工場を
成功させたいんだ



母親の協力で
なんとかお金も集まり
兄弟は夢中で機械をつくりました

これが最後の
チャンスになる
かもしれない



機械の中心に
気体と液体をまぜる
鉄の塔を
とりつけるんだ

これなら一気に
混ぜることができるとし
機械の中でできるから
人手もかからない



そして
いよいよ機械を動かす日が
来ました

兄さん
やってみるよ

よし！

いよいよ来るのよ
すでに5年が
経過してました



兄さん……

研究が始まって4年が経っても
装置が動くことはあきらめました



もうだめだ！

何度やっても
動かない

会社のお金も
底をつきた
兄さん
どうしよう……

……もう
やめよう……



動いた！
次つぎとソーダが
出てくる！

やった

やっと成功だ!!
どれだけの時間が
かかったことか

ここまで来れたのは
みんなのおかげだ
この機械はみんなの
ためのものだよ



あなたたち
ここまで来て
何いってるの？
家中のもの全部
売り払ってでも
お金をつくるから

あきらめないで！
やってみなさい！



わたしは病弱で十分な教育を受けることができなかった
 だけどこれからの子どもたちにはぜひあつてほしいな

そしてソーダの製造法はソルベー法が主流となり巨万の富を築いたアーネストは次第に社会や教育に関心を持つようになりました



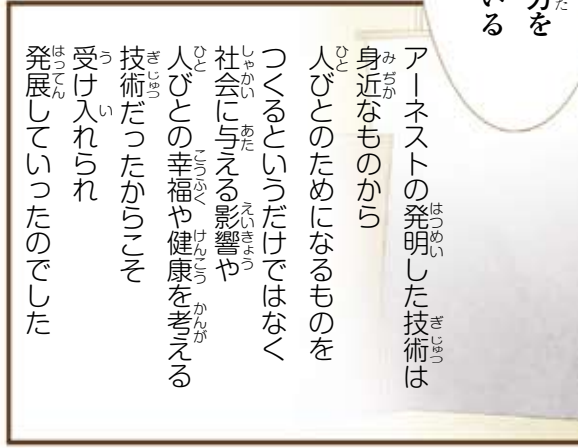
1911年からはアーネストの呼びかけで科学者を集めて議論する「ソルベー会議」が開かれ現在も続いています

科学は社会のあり方を変える力をもっている



子どもたちが十分な教育を受けることができる社会や環境をつくりたい

アーネストは積極的に寄付をしたり研究所や図書館の設立にかかりました



アーネストの発明した技術は身近なものから人びとのためになるものをつくるというだけでなく社会に与える影響や人びとの幸福や健康を考える技術だったからこそ発展していったのでした

科学にかかわる人間は研究のことだけではなく社会全体のことも考えなくてはいけないんだ



ある日……

ソルベー法のつわさを聞いた化学技師がイギリスからやってきました



ありがとうございます
 ありがとうございます

本当にすばらしい

ぜひあなたの技術と工場を自分の目で確かめてみたくて

ルードビッヒ・モンド

今のソーダをつくる方法では工場から出るごみやけむりが人の健康や作物などに害を与えています
 あなたの手法なら問題ない



本当ですか？

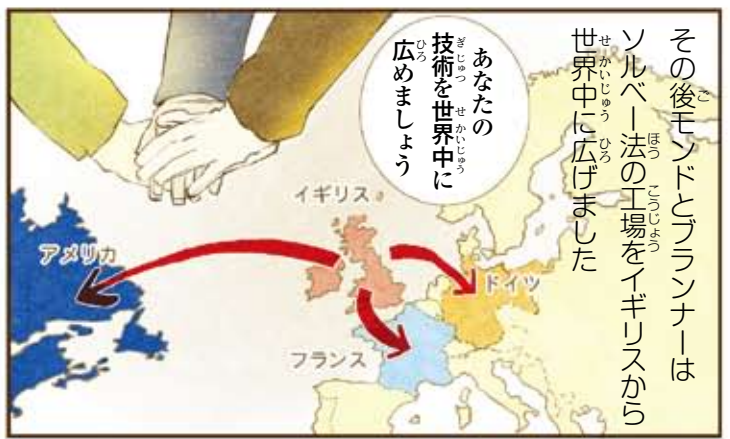


石けんだって今より安く大量につくれる

プランナー

モンドは友人のプランナーとイギリスで初めてのソルベー法による工場をつくりました

こんな技術をわれわれは待ち望んでいたのです



あなたの技術を世界中に広めましょう

その後モンドとプランナーはソルベー法の工場をイギリスから世界中に広げました

やがてソルベー法は今までのソーダ製造法に比べて原料をリサイクルできたり人手もかからないこともあり効率よくソーダを生産できる方法として人びとに受け入れられました

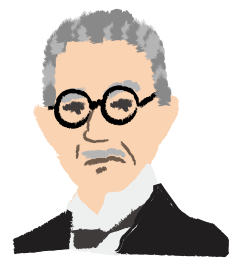
日本のソーダ工業の発展



ソルベー法は日本でも使われたの？
ソルベー法は当時の大発明だったから、日本でも同じ方法を開発しようと、当時の化学者たちは大変な努力をしたんだよ。

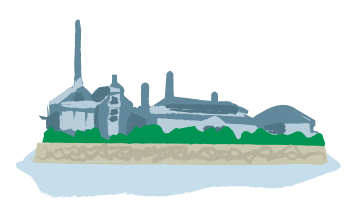
日本のソーダの父・西川虎吉博士とソルベー法

日本にもソルベー法を！



西川虎吉博士

大阪造幣局でソーダ製造が始まる

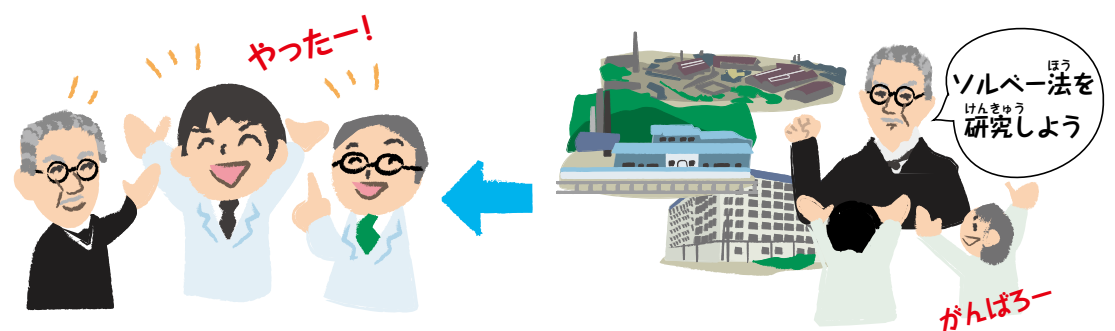


1881年 政府は国内の産業を近代化させるために、ソルベー以前の方法でソーダ製造を始めた。しかし、質のよいソーダをつくることができず、だんだんと工場は減っていった。

日本は、多くのソーダを輸入にたよっていたが、1914年に第一次世界大戦が始まると、輸入が止まってしまった。西川虎吉博士は日本にソルベー法をとり入れる必要性を感じた。

良質なソーダの製造に成功

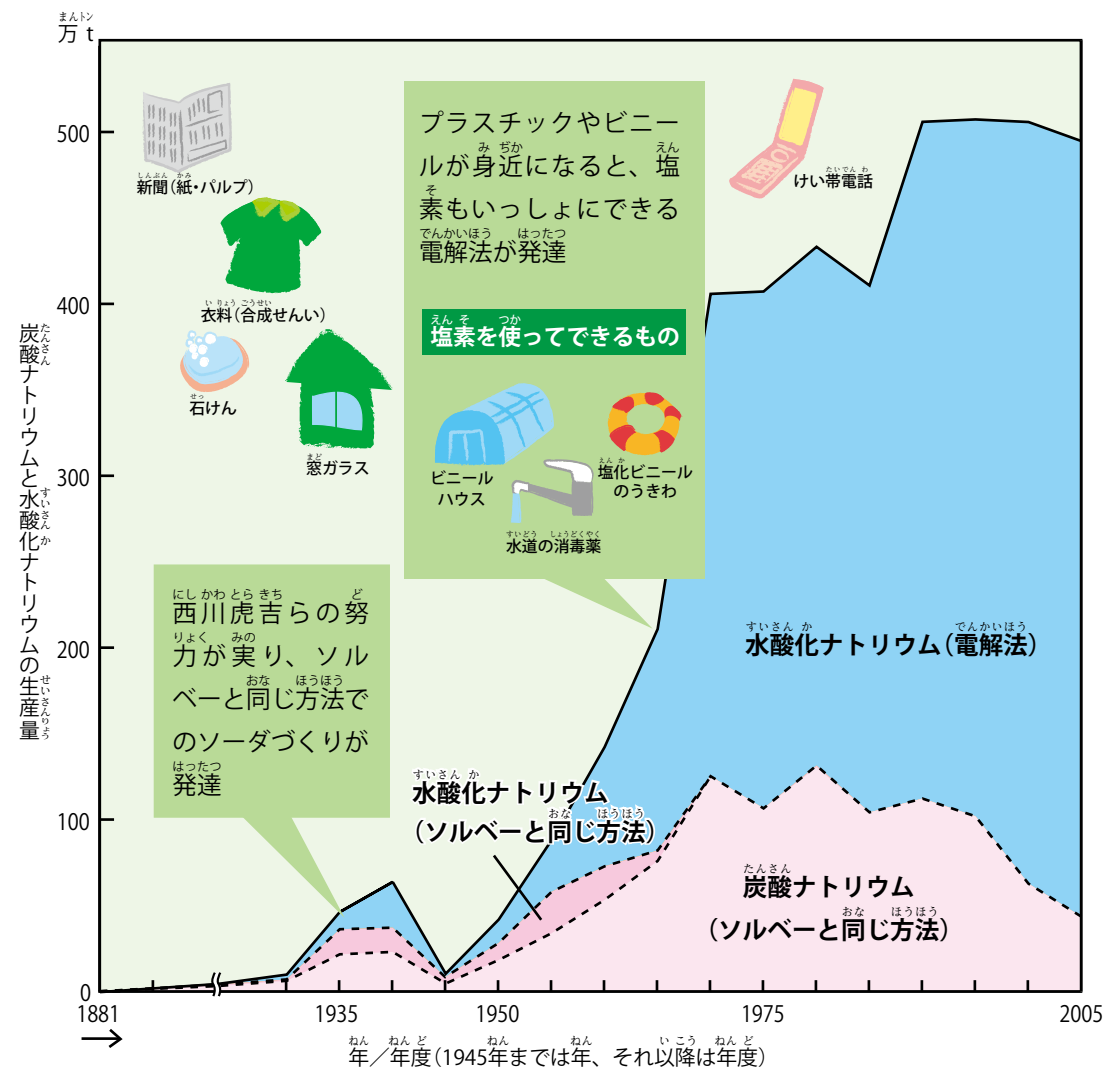
ソルベーと同じ方法の工場を設立



西川博士らは、独自にソルベー法を研究することを決め、1916年、工場をつくらせた。初めのうちは失敗をくり返したが、博士らは工場に泊まりこんで研究を続け、独自の生産技術をつくりあげ、改良を加えていった。

第一次世界大戦が終わると、ふたたび外国産ソーダが輸入され、安売りがされた。「国産ソーダは不要」という声も上がった。博士らは努力を続け、1929年には輸入ソーダに負けない高品質のソーダ製造に成功した。

日本におけるソーダ製造方法の移り変わり



プラスチックやビニールが身近になると、塩素もいっしょにできる電解法が発達



西川虎吉らの努力が実り、ソルベーと同じ方法でのソーダづくりが発達

水酸化ナトリウム (ソルベーと同じ方法)

水酸化ナトリウム (電解法)

炭酸ナトリウム (ソルベーと同じ方法)

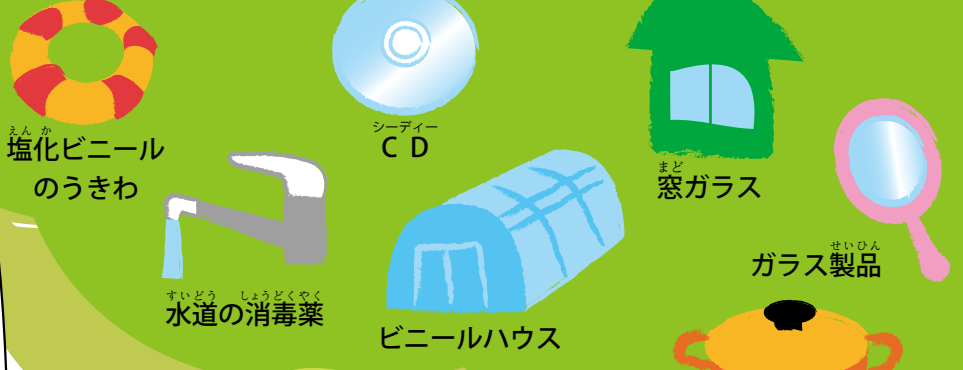
ものづくりに欠かせないソーダ製品

塩を変身させてつくる水酸化ナトリウムや炭酸ナトリウムなどのことを「ソーダ製品」という。ソルベー法では、おもに炭酸ナトリウムをつくることができる。一方、電気を使って、塩水から水酸化ナトリウムや塩素などをつくる方法を電解法という。電解法は、1900年以前に日本に紹介されていたが、はじめは塩素の使いみちがほとんどなく、広まらなかった。

やがて、水道水の消毒やプラスチックの製造などに塩素が大量に必要となり、電解法を用いることが多くなってきた。現在では多くのソーダ製造会社が電解法を使っている。一方で、ソルベー法と同じ方法に改良を加え、炭酸ナトリウムの製造を続けている会社も残っている。また近年では、より電力を使わず環境を汚さない方法の設備が増えている。

<参考文献・資料> 日本ソーダ工業会HP(2011) / 「ソーダの話」日本ソーダ工業会(2003) / 「ソーダ工業ガイドブック2010」日本ソーダ工業会(2010) / 『化学工業の発明発見物語』大沼正則編、国土社(1983) / 『社史四十年 東洋曹達』東ソー株式会社(1978) / 『日本科学技術史大系21』日本科学史学会、第一法規出版(1964) / 『日本ソーダ工業百年史』日本ソーダ工業会(1982) / 「ソーダ工業ガイドブック2003」日本ソーダ工業会(2003)

食用以外のものは、塩を材料にしているわけじゃなくて、つくる過程で塩やソーダ製品の働きを利用しているものも多いんだ。けい帯電話では、リチウム電池や電子部品など、いろいろな部分にかかわっているよ。それにしてもたくさんあるなあ。



ソーダ工業用

水酸化ナトリウムのものをとくす性質を利用して紙や布、金属をつくったり、塩素の殺菌作用を利用して消毒薬をつくったり、炭酸ナトリウムを原料としてガラス製品をつくったりしています。

一般工業用など



塩を水酸化ナトリウムなどのソーダ製品に変身させて使う

食用



食べ物に使う

塩のままのすがたで食用以外に使う

塩

塩に支えられたわたしたちの生活

塩をへらして役に立っているために、たくさんの人が努力したのね。そっだね。いまのほくららのへらしては、塩に支えられているからって、いつかなくなっちゃうんだ。いったいどんなものが塩と関係しているのか、知りたくなってきたよ。

紙も、塩からできるソーダ製品がないとつくれないんだね。けい帯電話にも使うの？

うわあ。こんなにたくさん！なべやゴムにも使われているなんて、ふしぎ。





5
ぬき型に入れて水気をしぼるように強く押して固めます。



2
カップに入れた液体石けんに、①でつくった塩水を入れます。

ようい 用意するもの

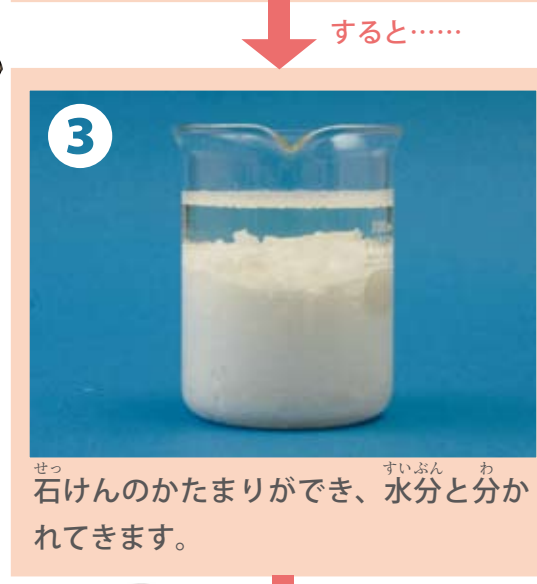
- 1Lのペットボトル
- 水500mL
- 塩180g
- 液体石けん(成分表示に、純石けん分・石けん素地・カリ石けんのどれかが書かれているもの) 100mL
- 計量カップ
- 口の広いカップ
- すくいあみ
- ねんどやクッキーのぬき型(プラスチックのもの)
- はかり

おもしろそうだわ。やってみましょー！
 家でできるものもあるの。固形石けんは、工場じゃないとできないんじゃないの？
 でも、さういふことは、工場でないといけない？
 食べ物以外に使う塩の働きを、実験で調べてみたい？

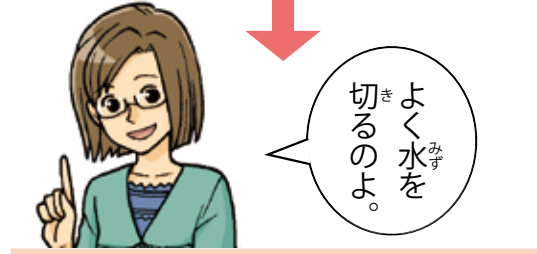
じっけん 実験
 つくってみよう
 塩で固形石けんを



かわかして、型からぬきます
できあがり!



3
石けんのかたまりができ、水分と分かれてきます。



よく水を切るのよ。



4
あみでこして、水気をよく切ります。



これ以上とけないとうとうとこるまでとかすんだ。

わあ、しゅっぱい！

なぜ石けんが出てきたのだろう？

液体石けんは、石けんのつぶが水にとけています。こい塩水を入れると、塩が水をうばうため、とけていられなくなった石けんつぶが出てくるのです*。

<注意> 液体石けんによっては、成分がちがうのでうまく固まらないものがあります。表示をよく見て選びましょう。

* この現象は、塩析と呼ばれます。

第4章

みんなのでつくる地球の未来
わたしたちとともに歩む科学技術

海の水のなぞをとく、
科学の大冒険は続きます。
みんなで考えていくと、
未来はどう変わるのでしょうか？



みんなで考えよう
日本科学未来館の展示解説

塩にかかわる科学にうけんした人びと



現在のようには、塩の性質を利用してものづくりができるようになるまでには、ソルベールだけではなく、多くの人たちの努力があったんだ。どれも欠かせない発見や研究だよ。

塩の性質を研究した人びと



カール・ヴィルヘルム・シェーレ
(スウェーデン:1742～1786)

1774年、塩素を発見。しかし、塩素は2種類以上の元素(原子の種類のこと)からできていると考えていた。



ハンフリー・デービー
(イギリス:1778～1829)

1807年、水酸化ナトリウムの中からナトリウムを発見。また、その3年後には、塩素が元素であることを証明した。



チャールズ・テナント
(スコットランド:1768～1838)

1799年、塩素を使って安全なさらし粉(木綿を白くする薬品)を開発。木綿工業の発展につながった。



ニコラールブラン
(フランス:1742～1806)

塩などから炭酸ナトリウム(ソーダ灰)を製造する方法を発明。ソルベール法が一般的になるまでは、ソーダ製造にさかんに用いられた。



アレサンドロ・ボルタ
(イタリア:1745～1827)

塩水を使って、世界で初めて化学電池をつくった。



ルードビッヒ・モンド
(イギリス:1839～1909)

1873年、ソルベール法でソーダをつくる会社を設立。ソルベール法に改良を加え、大量生産を可能にした。



オーギュスタン・ジャン・フレネル
(フランス:1788～1827)

1811年、こい塩水から炭酸水素ナトリウム(重曹)ができることを発見。



海の研究者に話しに行く



海の水がしょっぱいわけが、目には見えないイオンや



地球の歴史につながってくるなんてふしぎだよ。



あせやなみだがしょっぱいのも、

生き物が海で生まれたからだったと聞いてびっくりしたわ。
ガラスや石けんも塩からできているなんて、知らなかった。



いま、ぼくたちの身のまわりにあるものは、

多くの人のびとの努力によってつくられてきたものなんだよ。
新しいものをつくりだすって大変そうだよ。



健康に悪いごみやけむりをださないようにもしたんだよ。



みんなのために、研究をしていたのね。



そうよ。それは、いまの科学者や研究者にも



求められていることなのよ。



だから、科学者や研究者にとって、みんなと会って



話し合うことは、とても大切なことなんだね。



わたしたちは、科学者や研究者に、

教えてもらえばいいのね。



ううえ、教えてもらおうのではなへん、



うっしょに考えるのよ。



うっしょに考えるの？



科学者だけが科学を追究していればいいん

うっわけではないんだよ。

科学者は、みんなが理解できるように説明し、

みんなは、疑問や意見を出すことがとても大切なんだ。



疑問をぶつけ合って、みんなで考えるん、

むずかしい問題を解決していけると思っわ。



ぼく、海についてまだなぞがうっしょにあるんだ。

この前、ニュースで聞いたんだけど、

世界中で水が足りなくて大変なんだって。

海水はうっしょはあるから、それを、使えないのかしら？



そんな課題に挑戦している人もいると聞いてくるよ。

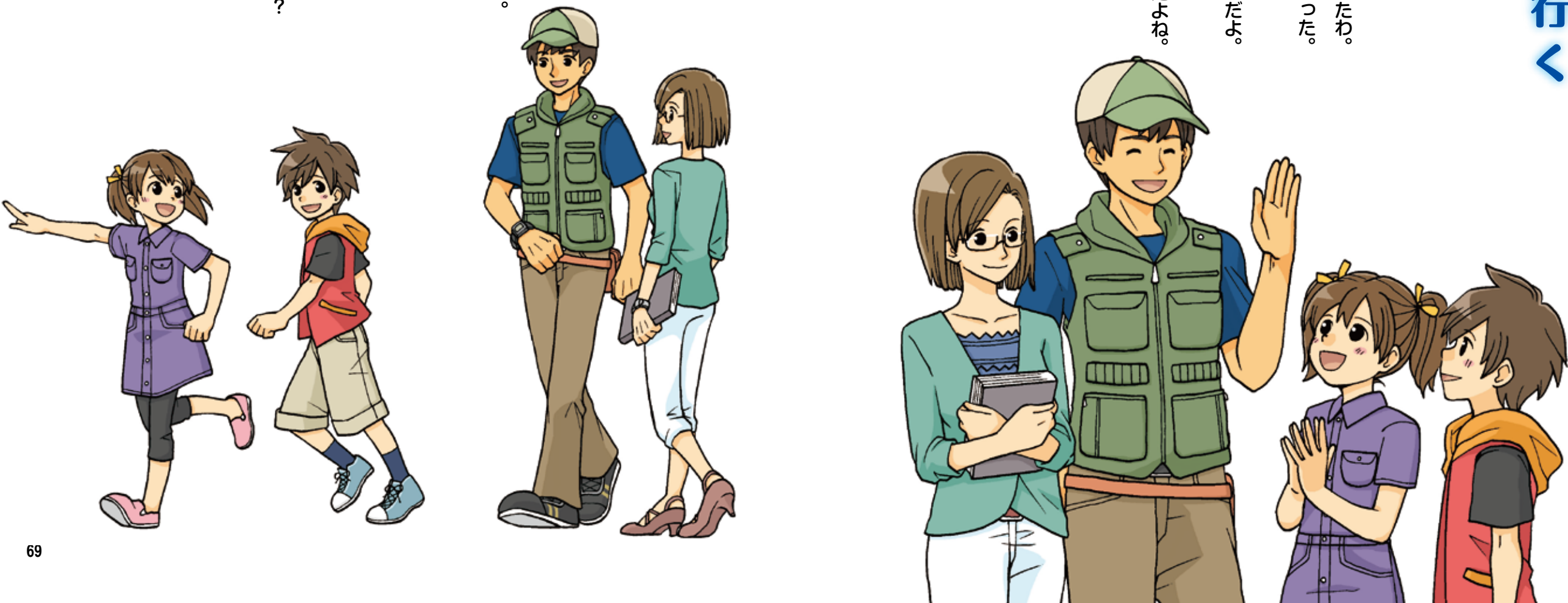


海の研究者のところに案内するから、

会いにいってらいいわ。



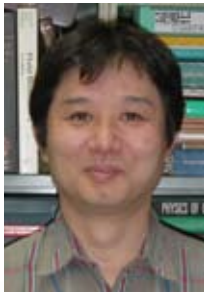
科学者や研究者と話しに行きたいよー！



海の変化から気象を調べる

海の水温の変化から台風が発生が予測できるように、海と気象は深いつながりを持っています。そこで、気象研究所の蒲地さんを中心に、海洋研究部と地球化学研究部のみなさんに、海洋の観測について、お話をうかがいました。

気象庁気象研究所 海洋研究部/地球化学研究部
(海洋研究部部長 工学博士 蒲地 政文さん ほか)



しかし、世界の海の塩の濃度は場所によってちがうのです。気温が高く雨の少ない亜熱帯では、蒸発する水の量が多いため、ほかよりも塩の濃度が高くなります。気温が低く降水量の多い亜寒帯では、蒸発する水が少なく雨により入ってくる水が多いため、ほかよりも塩の濃度が低くなります。このように、塩の濃度は気象と深くかかわっているのです。逆に塩の濃度を観測すると、気象の変化がわかります。海は広いので日本だけで世界の海の観測をすることはできません。

海のいろいろな場所、その温度や流れ方、塩の濃さを調べています。みなさんは、塩の濃さはどこでも同じではないかと思ってもいいかもしれません。確かに比べていくとわかるほどのちがいはありません。

©JAMSTEC

そこで、世界の国々が協力して海の観測をするアルゴ計画というプロジェクトに日本も参加しています。計画では、世界各地の海に水深2000mまで調べられる観測機器「アルゴフロート」を設置して、海の深さごとの水温や塩の濃さなどの情報を、手に入らせるようになっています。



アルゴフロート(黄色)で観測開始

でも、毎年研究所で一般公開をしています。子どもたちといっしょに実験したり、研究所の活動をパネルにして説明したりしています。それをきっかけに、海に興味を持ったり、海洋の観測の大切さをわかってくれる人が増えてくれればうれしいですね。

海には、わからないことが、まだたくさんあるんだ。

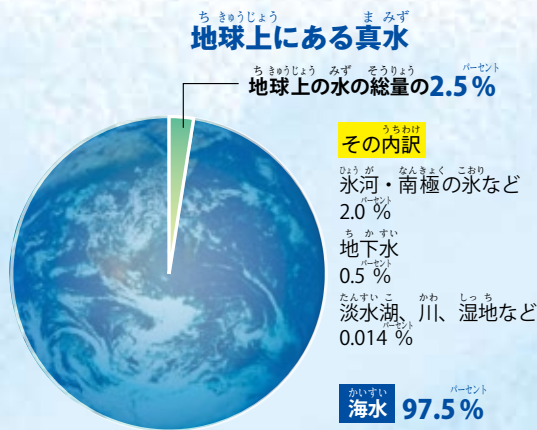


海は広いから観測するのが大変なんだって。



日本で生活しているとなかなか実感できませんが、世界の国々には多くの方がいつも水不足に苦しんでいます。それを解決するために、海の水から真水を取り出す技術を研究・開発している栗原さんにお話をうかがいました。

東レ株式会社 フェロー
栗原 優さん



わたしが研究しているのは、海水から1日100万トンという大量の真水をとる技術です。メガトンウォーターシステムといいます。この研究では、真水は通すけれど塩などの物質は通さない薄い膜(逆浸透膜)の開発を進めています。この膜は、エネルギーをあまり使わずに、海水から真水をとることができ、日本にいて、いつも水道から水が出るので気づきませんが、世界ではいつも水が不足しています。たとえば砂漠の国では、人口が増えて大都市ができ、地下水が枯れる心配が出てきています。生活が豊かになればなるほど、水を使う量が増えるからです。1人が1日に使う水の量は、日本人の400Lに対して、生活が厳しい国は50Lほどです。みんなが日本のように使おうとすれば、大量の水が必要になります。この水不足の解決に、わたしたちの技術を生かすことができます。この技術で、世界各地に進められている海水から真水をとる事業を、リードしていきたいと思っています。膜づくりでは高い技術を持っていますが、まだ課題も残っています。

海水から真水をとる

それは、真水を取り出したあとに残るこい塩水の処理法の開発です。そのまま海に流すと、環境をよこす原因になるからです。このこい塩水から、電池の原料となるリチウムなどの資源を取り出すという新たな研究も出てきています。

この膜は、下水の再利用にも使われているのよ



水だけ通す膜をつくるなんて大変ね。



深海の地形や生物を探る

深海は、長い間、人が訪れることができない場所だった。め、まだわからないことがたくさんあります。世界一深く潜れる有人潜水調査船「しんかい6500」に乗って、海底の地形や資源、生物を調べている三輪さんにお話をうかがいました。

独立行政法人海洋研究開発機構 サイエンススーパーバイザー 三輪 哲也さん



有人潜水調査船「しんかい6500」

調査船は、深海にある「海溝」という谷間のような地形を調べて地震発生のしくみを研究しています。地震は、地球をおおむね数枚の巨大な岩版がその境目でわずかにずれるために起こり、海溝はその境目にできるからです。* 海底では、燃料として燃やせるガスがシャベットの状のこおった状態で見つかることがあり、こう

した資源の調査も進めています。海の深いところは真っ暗で、以前は生物がほとんどすんでいないと思われていました。ところが、よく調べると熱水を吹き出す煙突があったり、見たこともない生物がいたり、ふしぎなことがたくさんわかってきました。これらの生物は、大昔の生物に近いのではないかと考えられていて、地球で生命がどのようにして生まれたのかを知る手がかりになっています。こうした研究は、気軽に見ることができません。たとえば、新江ノ島水族館と協力して深海の研究を展示しています。「研究を見せる」という姿勢で、楽しみながら先端の研究者が考える知識を学ぶことが目的です。ほかの水族館でもできたらと思っています。

わたしは昔から海の研究をしようと思っていました。



深海の生物が船にぶつかってあわく光る様子がとてもきれいなんだって。



うと思っていたわけではなく、生物と機械が好きで、自分のやりたいことを追っていたら海に行き着いたんです。だから、子どものころから海が好きで、ほかのことを追うのではなく、ほかのことを追究した結果として海にたどり着いた人もいて、そういういろいろな考えをもった人が集まって話合うと、おもしろい発想が出てくると思います。

わたしたちになじみ深いウナギ。ニホンウナギは海で生まれて川で育ち、産卵のために海へ戻る長い旅をします。その距離なんと5000km。そんなウナギの「大回遊」のふしぎを追いかけて世界中を飛び回る青山さんにお話をうかがいました。

東京大学大気海洋研究所海洋アライアンス連携分野 特任准教授 青山 潤さん



2009年に、世界で初めてニホンウナギの卵を発見しました。1970年代から約40年、ずっと探し続けたウナギの産卵場(西マリアナ海嶺)がほぼ特定されました。これで研究は終わりではありません。そこへ行く道のりや、いつ産卵するかなど、まだまだわからないことがいっぱいあります。次の目標は、ウナギがどのような環境で産卵するのかを明らかにすることです。できれば産卵シーンも撮影したいです。そうすれば、今、話題になっているシラスウナギ(ウナギの赤ちゃん)の数が減っていることへの対策ができるかもしれません。ニホンウナギは、産卵場へ向かう2000km以上に及ぶ長い旅で、えさをまったく食べないんです。しかも、卵に栄養を与えるから、産卵場でとれる親ウナギは、体が

半分くらいにやせ細っています。なぜ、そこまでして遠くで産卵するのかはまだわかっていません。ウナギの研究で、北はアイスランドから南はアフリカ、山の上から深海まで、いろいろな場所に行きました。ウナギの仲間には、いたるところにすんでいて、それを追いかけていると世界中に行けて、とても楽しいですね。また、小学校や中学校、高校で出前授業をして、ウナギの研究の最前線とおもしろさを子どもたちに伝えていきます。授業を聞いた子どもが、自由研究のテーマにウナギを選び、研究室を訪ねてくれたとき、とてもうれしかったです。

世界中でウナギを追いかける研究って、楽しそう！



青山先生は、研究の楽しさを伝えるために、本を書いてるのよ。



採集された天然ニホンウナギの卵 ©青山潤

ウナギを追ってどこへまでも

海や塩にかかわる仕事やそれを伝える仕事



海や塩にかかわる仕事には、どんなものがあるかと思いついていろいろなことがわかってきたけど、海や塩にかかわる仕事には、どんなものがあるかと思いついていろいろなことがわかってきたけど、お魚をとったり……。うくん、なかなか思いつかない。実はいろいろな仕事があるんだ。町の中を探してみよう！

広報



企業や研究機関の取り組みを、テレビや新聞、インターネットなどを通じて一般の人にわかりやすく伝えます。

技術者



海の水から生活で使う水をつくる装置の研究や開発をしています。

塩の工場では、海水から塩をつくります。装置の技術開発も行っています。

工場働く人



ソーダ工場で、塩からソーダ製品をつくっています。ソーダ製品からできたものは、みんなのまわりいっぱいありますよ。

大学などの教員



新たな発見を求めて調査や研究をし、大学生たちに、さまざまな知識を教えます。

科学コミュニケーター



博物館やイベントで案内や説明をしたり、一般の方と科学者が直接お話しできる機会をつくったり、科学にたずさわると一般の人をつなぐ仕事です。

研究者



企業や研究機関で、データを集めて分析したり、新しい技術を開発したりしています。

気象予報士



気象庁の情報を分けて、天気を予報します。テレビのお天気コーナーなどでも活やくしています。

学芸員



博物館などで展示する資料を集めて、管理しています。専門分野の調査・研究や、展示の説明もしています。

水族館の案内係



館内の案内や、展示されている生き物の説明、ショーの司会などをしながら、海の生き物の魅力を伝えます。

漁師



日本や外国の海で、新鮮な魚や海そうをとる仕事です。魚を育てる仕事もします。

市場関係



食卓に新鮮で安全・安心な海の幸を届ける拠点として、生産者や販売店に取引の場を提供しています。

船長・船員



日本だけでなく、世界中の荷物を運ぶ船に乗って働いています。石油やガスも運びます。

水中カメラマン



海にもぐって生き物や景色の写真、映像を撮影します。

海上保安官



海の安全維持から、海の事故の対応、緊急時の救助活動など、日本の海の安全を守ります。

ダイバー



スキューバダイビングの免許をとるための技術指導や、海の中でのガイドをします。

潜水士



水中土木作業や、海にしずんだものの引きあげ作業などをします。海の生き物の調査や採集をすることもあります。

もっと知りたい！ 科学コミュニケーターの仕事



海や塩にかかわることだけでも、たくさん仕事があるのね。
 ぼく、科学の仕事って、実験したり計算したりするのよ、ばかりだと思っていた。
 タロウさんとヒカリさんは、科学のことをおもしく伝えてくれたね。
 「科学」コミュニケーターの仕事って楽しそうだね。
 日本科学未来館で実際に科学コミュニケーターをしている大堀さんと久保さんに、その仕事について質問してみました。



日本科学未来館
 東京都のお台場にある科学館。先端の科学技術について、見たりさわったり、遊んで学べる展示がたくさんある。



おおほり なつこ
 大堀 菜摘子さん

くぼ のぶひろ
 久保 暢宏さん

科学コミュニケーターってどんな仕事ですか？

わたしたちは、日本科学未来館に来たお客さんに、実験の手伝いや展示物の説明をして、科学を身近に感じてもらいたい仕事をしています。



科学技術のよいところ、また、悪いところもきちんと伝えて、いろんな人が「どうしたらいいのだろう」と話し合っているのを助けています。



2人の仕事は楽しいですか？

とっても楽しい！お客さんや科学者の人と話しているところとか、「って自分が気づかされることもたくさんある。ぼくらは科学を教えるというより、みんなと一緒に考える感じ。出会った人の数だけ、ぼく自身も学べるんだ。



科学について話し合うことは、どうして大切なの？

たとえば大きな災害があったとき。自分はどうするべきか、科学的に正確な判断をするのが大切だと思うの。でも、研究者や技術者が「こうですよ」というだけじゃダメ。みんなの意見も伝え、おたがいに通い合う科学コミュニケーションが、これからは必要になっていくはずよ。



ぼくらが科学コミュニケーションするのってすれはいいの？

近くの科学館や博物館に行くと、スタッフにどんどん質問してみよう。身のまわりでふしぎに思ったことや、疑問に思ったことなら、展示物にとじゃなくてもいいんだよ。



もし気になったことがあれば、まずは自分で調べて、家族や友達と話してみよう。人に話そうとするときに自分自身で理解が深まるし、相手の、自分とはちがう考え方や感じ方に、きくと学ぶことがあるはずだよ。



ありがとうございました！

“なぞ”から始まった わたしたちの未来



じょうはくのなぞをいらいらいと、
いろいろなことを知るのが楽しくなったわ。
塩から身のまわりのものがつくられてるなんて、
初めて知って、びっくりしちゃった。

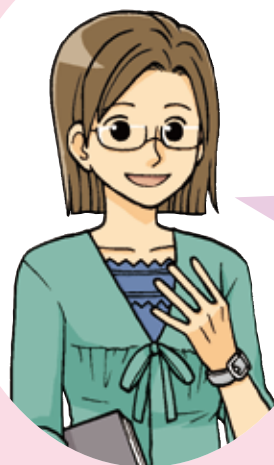
ほく、海が大切なのは知っていたつもりだったけど、
こんなに自分とかかわりが深いとは思わなかったな。
地球で足りない水の問題を解決する研究にもおどろいたよ。
世界の人に役立つ技術が進むといいね。



なぜって感じることも大切なんだよ。
人はそれをとき明かそうと、一所けん命になるからね。
その中で、いろいろな発見や発明があつて、
わたしたちの生活に役立つものも生まれてきたんだよ。



ひとりひとりが、地球の未来を考えて行動しなくちゃね。
科学者とも対話して、社会に受け入れられる答えを
みんなで探していこうよ。
それが、よりよい未来を築く方法ではないかしら。



地球の
未来のために
がんばらなくちゃ。



わたしたちここで暮らすのは
まだまだあるはずよ。
ぼくらの未来は、
これから始まっていくんだ！



● 学校・図書館・科学館に届けています。

小・中学校と特別支援学校に、1部ずつ無料で配布しています。配布には、市区町村の教育委員会や都道府県の私学担当窓口などに協力をいただいています。そのほか公立の図書館・科学館・博物館や海外の日本人学校にも無料でお届けしています。お問い合わせは、左記「理科教材担当」までご連絡ください。

● 個人での購入方法

お申し込みは、サイエンスウィンドウのウェブサイト (<http://sciencewindow.jp/>) をご利用いただくか、委託販売先の株式会社ジェイ・エヌ・エス (電話: 03-33655-8321 / FAX: 03-33655-8323 / Eメール: sw@jns-info.co.jp) までお知らせください。

● 店頭販売

日本科学未来館ミュージアムショップ (Mitsukan Shop)、科学技術館ミュージアムショップ (千代田区北の丸公園)、ジューンク堂書店 (池袋本店) など、一部のインターネット書店でも購入できます。

学校での授業利用などについて

独立行政法人科学技術振興機構
科学コミュニケーション推進本部
理数学習支援部 理科教材担当
(サイエンスウィンドウ編集部)
web ● <http://sciencewindow.jp/>
郵送 ● 〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3
電話 ● 03-5214-7377
FAX ● 03-5214-8430
メール ● s-window@jst.go.jp
教育機関に対しては無料での追加発送などにも対応しています。お気軽にお問い合わせください。

● 先生や家族の方に
海に触れ、科学技術を身近に考えるために

「JST科学コミュニケーション推進本部 理数学習支援部長 岩淵 晴行」
科学技術振興機構は、小中学生の理科教材として「子ども科学技術白書」を全国の学校に毎年お届けしています。子どもが身近に感じた疑問をもとに地球全体のことを知る「地球を知る冒険シリーズ」として、昨年度の「葉っぱはどうして緑色なの？」に続き、「海の水はどのようにしてしょっぱいの？」を刊行いたします。

周囲を海に囲まれた日本では美しい海岸の風景や食卓を賑わす海の幸が日本人の感性や文化を形づくってきました。海は石油、食料、自動車などを積んだ船が頻繁に行き来し世界と日本をつなぐ道でもあります。日本人を育む海を子どもが身近に感じ深く考えをきっかけとなるよう、「海の水はどのようにしてしょっぱいの？」は海水中の塩を発端に、生命、環境、生活などへ科学の眼を向けるよう編集いたしました。

海は大自然の怖さもあわせ持っています。今年3月11日の三陸沖海底の大地震による津波で、東日本太平洋側は深刻な被害に見舞われました。原子力発電所からの放射性物質の漏洩も起きました。被害にあわれた方に心からお見舞い申し上げますとともに一日も早い復興を祈念いたします。

東日本大震災を受け、今後の科学技術のあり方については、社会全体で考えていかねばなりません。このため「科学コミュニケーション」の役割はますます重要になっていきます。白書でも日本科学未来館などで活躍する「科学コミュニケーション」が登壇し、読者をご案内いたしました。

この白書をきっかけに、学校の先生や保護者の方は、海を通じて子どもたちが科学的な考え方を育んでいきますようにご指導いただければ幸いです。

子ども科学技術白書 2011年度版 地球を知る冒険 海の水はどうしてしょっぱいの？

■ 発行人 独立行政法人 科学技術振興機構 理事長 北澤 宏一
■ 編集指導 Science Window 委員会
永山 國昭 大学共同利用機関法人自然科学研究機構 生理学研究所特任教授
小倉 康 埼玉大学教育学部准教授
田邊 則彦 関西大学初等部情報教育・理科担当教諭
松本 徳重 長野県上水内郡小川村立小川小学校講師
室伏きみ子 お茶の水女子大学 大学院 人間文化創成科学研究科教授
青木久美子 東京都府中市立府中第二中学校主幹教諭
岩淵 晴行 科学技術振興機構 科学コミュニケーション推進本部 理数学習支援部 部長
佐藤 年緒 同部 Science Window 編集長
■ 監修 高梨 浩樹 (たばこと塩の博物館 学芸員)
片江 安巳 (杉並区立科学館)
船尾 聖 (全国小学校理科研究協議会 会長)
星野 昌治 (帝京大学文学部教育学科 教授)
藤田 千枝 (科学読物作家) p.50 ~ p.59

■ アドバイザー 青山 潤 (東京大学大気海洋研究所 特任准教授)
岩尾 尊徳 (気象庁気象研究所海洋研究部第2研究室室長)
碓氷 典久 (気象庁気象研究所海洋研究部研究官)
内田 信一 (東京医科歯科大学大学院腎臓内科学分野 准教授)
蒲地 政文 (気象庁気象研究所海洋研究部 部長)
蒲生 俊敬 (東京大学大気海洋研究所海洋化学部門 教授)
栗原 優 (株式会社東レ フェロー)
小宮 剛 (東京大学大学院総合文化研究科 准教授)
中野 英之 (気象庁気象研究所海洋研究部 主任研究官)
平原 幹俊 (気象庁気象研究所海洋研究部 主任研究官)
藤井 陽介 (気象庁気象研究所海洋研究部 研究官)
緑川 貴 (気象庁気象研究所地球化学研究部 部長)
三輪 哲也 (海洋研究開発機構 サイエンススーパーバイザー)
村上 茂教 (気象庁気象研究所気候研究部 主任研究官)
■ 取材協力 日本科学未来館 (井上徳之、久保暢宏、大堀菜摘子)
財団法人塩事業センター
日本ソーダ工業会
■ 制作担当 松本 浄 (科学技術振興機構「子ども科学技術白書」担当)

■ 印刷 株式会社サンエー印刷
■ 制作・発行 独立行政法人 科学技術振興機構
〒102-8666 東京都千代田区四番町5番地3 サイエンスプラザ
科学コミュニケーション推進本部 理数学習支援部
理科教材担当 (サイエンスウィンドウ編集部)
<http://sciencewindow.jp/>
※本書のご感想やご意見は、以下のメールアドレスまでにお寄せください。
s-window@jst.go.jp
※この本の内容は、学校などで教育目的として使用する限りにおいて、複製することができます。営利目的での使用や複製はできません。
※本書の著作権は独立行政法人 科学技術振興機構にあります。
● 製版フィルムを使用しないCTP (Computer to plate) 方式を採用しています。
● 環境にやさしい紙・大豆油インキを使用しています。

平成23年6月1日 発行

■ 編集・制作 株式会社 少年写真新聞社 (編集制作: 野本雅央・新谷明日子・吉岡佐和子・加藤智子・藤田千聡・山部富久美・河野英人・服部智也・石井理抄子・古川妹 / 写真撮影: 後藤祐也 / イラスト: 井元ひろい・中村光宏・細尾沙代)
まんが: MCH 校正協力: 野口薫
デザイン: 有限会社岡村デザイン事務所 (岡村公男・大石荘子・小島香・本間愛里)
■ 写真提供 PANA 通信社 / ネイチャープロダクション / たばこと塩の博物館 / 海洋研究開発機構 / 八戸インテリジェントプラザ / 日本科学未来館

もっと知りたい人へ
この「子ども科学技術白書」はインターネットでも読むことができます
ウェブサイト <http://sciencewindow.jp/hakusho/>
雑誌「サイエンスウィンドウ」のホームページに関連して掲載されています。

ムービーで見る ● サイエンスチャンネル <http://sc-smn.jst.go.jp/>
サイエンスチャンネルとは、「くらしの中の身近な題材から、最先端の科学技術の紹介まで、子どもも大人も楽しみながら“科学”に触れることができる」番組づくりを目指した科学技術専門放送です。約3,000の番組を無料で見るができます。
学習コンテンツを楽しむ ● 理科ねっとわーく 一般公開版 <http://rikanet2.jst.go.jp/>
学校の学習内容にそって遊んで学べるデジタルコンテンツがいっぱい!

化学に親しむ ● 世界化学年ホームページ <http://www.iyc2011.jp/>
2011年は「世界化学年」です。小学生向けの実験教室やトークショーなどのイベントが開かれます。

参考図書
『自然と人間 海は生きて
いる』
講談社
富山和子 著
『つくってあそぼう12
塩の絵本』
農山漁村文化協会
高梨浩樹 編 / 沢田としき 絵
尾方昇 著
『広くてふしぎな世界
海の大研究』
PHP研究所
東京大学海洋研究所 監修
『海から来た宝物
塩の大研究』
PHP研究所
財団法人塩事業センター 監修

「科学技術白書」を
読んでみよう!
「子ども科学技術白書」は子ども向けの読み物ですが、大人向けの「科学技術白書」が文部科学省から毎年発行されています。
未来の社会をよりよくするために、科学技術の分野で、どんな研究や取り組みが行われているかなどをくわしく掲載しています。日本の最先端の科学も紹介しています。
ぜひ先生やおうちの方といっしょに読んでみましょう!
ホームページ
http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/kagaku.htm