

うち
お家で！

かながわサイエンスサマー2007

じょうすいき つく ちかすい
浄水器を作って地下水の
おいしさのヒミツをし
知ろう！



この資料は、2007(平成 19)年 8 月 1 日に温泉地学研究所が行った、サイエンスサマーの内容をもとに、特別な器具を用いなくても実験ができるように、内容の一部を変更して紹介しています。

かながわけんおんせんちがくけんきゅうじょ
神奈川県温泉地学研究所

もくじ
目次

第1部 おいしい水ってどんな水？

- 「いろいろな水」を見つけよう！
- 「飲める水」^のってどんな水？
- 「おいしい水」をみつけよう。

第2部 ペットボトルで浄水器^{じょうすいき}を作ろう

- 「浄水器^{じょうすいき}」のしくみ
- ペットボトルを使って浄水器^{じょうすいき}を作ろう

第3部 ペットボトル浄水器^{じょうすいき}で地下水^{ちかすい}のヒミツを知ろう

- 流れる速さ^{なが}を調べ^{はや}てみよう^{しら}

(その1・ろ過材の種類や量を変えてみよう)

- 流れる速さ^{なが}を調べ^{はや}てみよう^{しら}

(その2・入れる水の量を変えてみよう)

- 水の変化^{へんか} (その1・にこった水がきれいになるかな)
- 水の変化^{へんか} (その2・色水の色が消えるかな)

第4部 おまけ

- おまけの工作^{こうさく}
(浄水器^{じょうすいき}を作るのに使ったもので砂時計^{すなどけい}を作ろう)

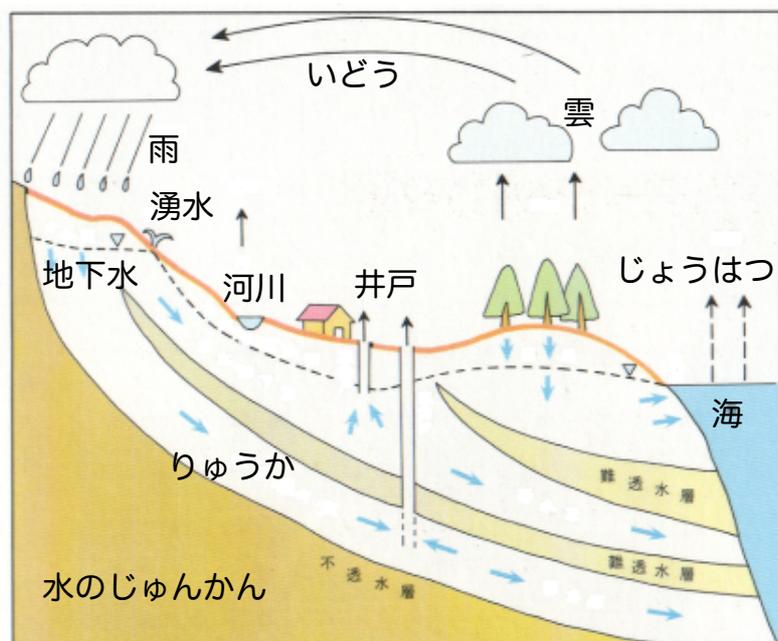
第1部 おいしい水ってどんな水？

○ 「いろいろな水」を見つけよう！

「水」はいろいろあるけれど、身の回りには、どんな水があるのかな？ 「いろいろな水」を見つけてみよう。

例	^{うみ} 海の水	川の水	^{いどみず} 井戸水
例	^{げすい} 下水の水		^{すいどう} 水道の水
例	にごった水		にごっていない水

いろいろな水がみつかったけど、それらは別々の水なの？



^{うみ}海の水は、^{たいよう}太陽の熱によって^{じょうはつ}蒸発し、^{くも}雲になります。^{くも}雲は風に乗って^{りくち}陸地へ進み、^{あめ}雨となって降ってきます。降ってきた^{あめ}雨は、^{ちかすい}地下水になったり、^か川の水になったりしながら、やがて^{うみ}海に戻ります。これを「水じゅんかん」といいます。つまり、すべての水は1つにつながっているのです。

神奈川県環境部水質保全課(現大気水質課)パンフレット
「地下水 守ろう・活かそう身近な地下水」を元に加筆修正

○ 「飲める水」ってどんな水？

「飲める水」というのは「飲んでも安全な水」ということです。

それでは、どんな水であれば「飲んでも安全」といえるでしょうか。

たとえば、

- ・ にごっていないこと、変な味やにおいがしないこと
 - ・ 体に悪いもの(毒など)が溶けていないこと
 - ・ 体に悪い生き物(ばい菌など)が入っていないこと
- などの条件があげられます。

このような水であれば、「飲んでも安全」といえるでしょう。でも、にごりやにおいはすぐにわかりますが、毒や病原菌などが入っているかは、見ただけではわかりませんし、試しに飲んでみて、おなかをこわしてから「飲めないことが分かりました」では後の祭りです。

そこで、見ただけではわからないものについては、機械など使って調べることが必要です。

すいどうすい しはん 水道水や市販されている水は、きちんと分析して調べたり、ばい菌などが増えないように、塩素などで殺菌(この効果が残っている証拠が「残留塩素」という値として示されます)をしたりして、「飲んでも安全」であることを確かめています。

つまり、「飲んでも安全な水」とは、「きちんと調べてある水」ということができます。

たとえば、水道の浄水場などでは、「大腸菌が入っていないか」、「鉛やヒ素などが、基準以上に入っていないか」、「味やにおいに異常がないか」など、50項目の検査をおこなっています。

また、その結果については、多くが、ホームページなどで公開されています。

かながわけんない すいどう すいしつ 神奈川県内の水道の水質などについては、かながわけん保健福祉部生活衛生課というところが「神奈川県水道事業の実態」という報告書にまとめて、ホームページで公開しています。

さんこう URL :

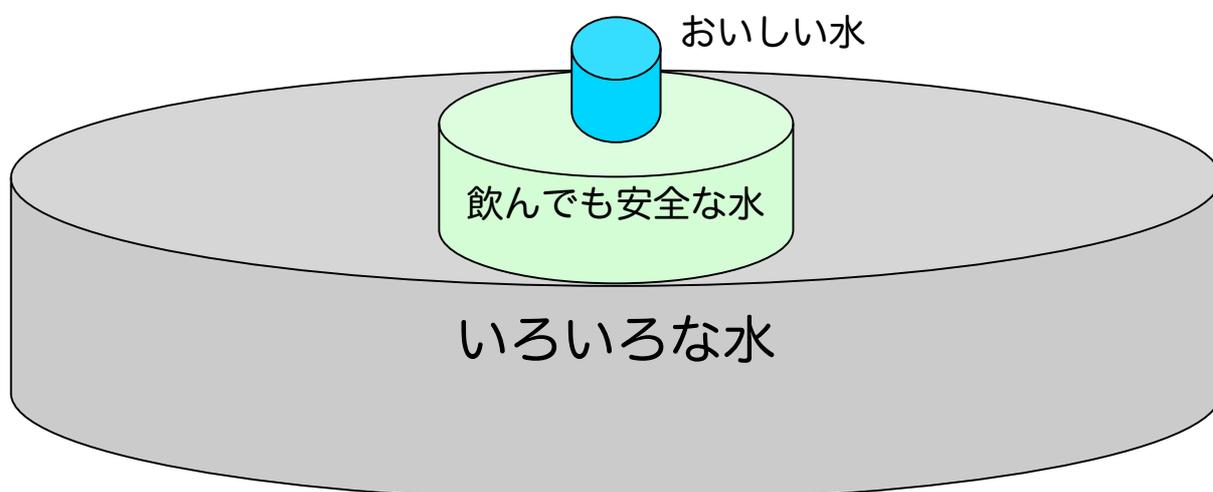
<http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/seikatueisei/kanajin/suidou/jittai.html>

○「おいしい水」をみつけよう。

我々は、以下の要件^{ようけん}を満たしている水を「おいしく感じる」といわれています。

こうもく 項目	おいしい水の要件 ^{ようけん}
じょうはつざんりゅうぶつ 蒸発残留物	30~200mg/L
カルシウム・マグネシウム等 ^{とう(こうど)} (硬度)	10~100mg/L
ゆうりたんさん 遊離炭酸	3~30mg/L
ゆうきぶつとう 有機物等 か (過マンガン酸カリウム消費量 ^{しょうひりょう})	3mg/L以下 ^{いか}
しゅうききょうど 臭気強度	3以下 ^{いか}
ざんりゅうえんそ 残留塩素	0.4mg/L以下 ^{いか}
すいおん 水温	20°C以下 ^{いか}

厚生省(現 厚生労働省)「おいしい水研究会」より



○^{みぢか}身近にある「おいしい水」

いつも飲んでいる水道水^{すいどうすい}には、殺菌^{さっきん}のため「残留塩素^{ざんりゅうえんそ}」
^{ふく}が含まれています(法律^{ほうりつ}で決まっています)。

^{みぢか}身近にある飲める水で、この残留塩素^{ざんりゅうえんそ}(カルキ成分^{せいぶん})が
^{ふく}含まれていないものに、ペットボトルなどに入っている
 「ミネラルウォーター」などがあります。

ミネラルウォーターの硬度^{こうど}(いろいろ調^{しら}べてみよう)

名前(ここであげたものは一例です)	硬度 ^{こうど} (mg/)
南アルプス天然水	30 (軟水 ^{なんすい})
クリスタルガイザー	38 (軟水 ^{なんすい})
ボルビック(volvic)	60 (軟水 ^{なんすい})
六甲のおいしい水	84 (中程度の軟水 ^{ちゅうていど なんすい})
エビアン(evian)	304 (非常な硬水 ^{ひじょう こうすい})
ビittel(vittel)	307 (非常な硬水 ^{ひじょう こうすい})
コントレックス(Contrex)	1468 (非常な硬水 ^{ひじょう こうすい})

硬度^{こうど}は、次の式^{つぎ しき}から計算^{けいさん}することができます。

$$\text{硬度} = (\text{カルシウム濃度} \times 2.5) + (\text{マグネシウム濃度} \times 4.2)$$

そして、この値^{あたい}によって軟水^{なんすい}と硬水^{こうすい}に分ける^わことができます。

硬度 ^{こうど}	0	～	60	(mg/L)	: 軟水 ^{なんすい}
硬度 ^{こうど}	60	～	120	(mg/L)	: 中程度の軟水 ^{ちゅうていど なんすい}
硬度 ^{こうど}	120	～	180	(mg/L)	: 硬水 ^{こうすい}
硬度 ^{こうど}	180	～		(mg/L)	: 非常な硬水 ^{ひじょう こうすい}

それでは「ミネラルウォーター」とはいったい「どんな水」なのでしょう。

農林水産省が平成2年(平成7年に改正)に、「ミネラルウォーター類(容器入り飲用水)の品質表示ガイドライン」というものを定めていて、その中で、容器に入っている水の名称や水源などが決められています。

そこでは、次のように決められています。

ナチュラルウォーター	特定の水源地から採取された地下水を水源として、沈殿・ろ過・加熱殺菌以外の処理をしていないもの
ナチュラルミネラルウォーター	ナチュラルウォーターのうち、ミネラル分が豊富なもの
ミネラルウォーター	ナチュラルミネラルウォーターのミネラル分を調整したものなど
ボトルドウォーター	「ナチュラルウォーター」、「ナチュラルミネラルウォーター」、「ミネラルウォーター」以外のもの(水源は地下水に限定されていない)

(注：文章を簡単にしています。正式なものは、農林水産省のホームページ等をご参照下さい(「7食流第398号」で検索してね))
つまり、「ミネラルウォーター」は全て地下水なのです。

ちかすい しく りょう じょうすいき
地下水の仕組みを利用した浄水器を作って、
ちかすい
地下水のはたらき(おいしさのヒミツ)を
しらべてみましょう。

第2部 ペットボトルで浄水器を作ろう

○「浄水器」のしくみ

ふつうの浄水器では、炭などの細かな粒やいろいろな膜のはたらきで、「水の中のゴミや泥などのにごりや、溶け込んでいる余分なものを『ろ過』することで、きれいな水を作っています。

●地下水も、地面の中の細かい砂や小石などのすき間を通っていく中で『ろ過』され、きれいな水になります。でも、地下水のはたらきは、これだけではありません。

●空から降ってきた雨水が、地面の中を流れる時に、土や粘土、砂や石などからいろいろなミネラル分が地下水の中に『溶け出し』、場所ごとに特徴ある成分(味)の水ができていきます。

ペットボトルを使って浄水器じょうすいきを作ってみよう。

○今回使う材料こんかいつか ざいりょう

- ・ 同じかたちの 500mL ペットボトル 2本おな
- ・ ろ過材かざい 脱脂綿だっしめん 10g ぐらい
- ・ ろ過材かざい 活性炭かつせいたん 50g ぐらい
- ・ ろ過材かざい 細かい砂こま ずな 100g ぐらい
- ・ ろ過材かざい 陽イオン交換樹脂よう こうかんじゆし 25g (なくても OK)
- ・ いらなくなったストッキングの切れ端き はし・20cm ぐらい
- ・ コーヒーの紙フィルターかみ 1枚 ガーゼまい 1枚



※ろ過材について(解説)

- 陽イオン交換樹脂とは、水に溶けているナトリウムやカルシウムなどの陽イオンを「交換」してくれる働きがあります。これにより、水に含まれるカルシウムやマグネシウムなどの「硬度」の成分が、ナトリウムやカリウムに置き換わり、硬度の値を低くなり、硬水を軟水に変えてくれます。
- 活性炭は、ヤシ殻などを炭にしたもので、非常に小さい穴が沢山あいています。この穴に、水中に含まれるいろいろな物質が吸着される(くっつく)ことで、取り除かれ、水がきれいになります。水槽の水のろ過用など、少量のものはペットショップなどで買うことができます。

今回のサイエンスサマーでは、ろ過材として、脱脂綿、砂、活性炭、陽イオン交換樹脂の四種類を使用しました。

自宅で作る場合には、陽イオン交換樹脂の代わりに、庭の土(できれば、天日やオーブンなどで十分に乾燥させ、細かく砕いて使用しましょう)や、目の細かいスポンジをペットボトルの形に合わせて切り抜くなど、ご家庭にあるものをいろいろ工夫してみましょ。う。

- ・その他に、セロテープ、^{りょうめん}両面テープ(ガムテープでもOK)、^{したじ}下敷きぐらいの大きさの^{あつがみ}厚紙(いらなくなった^{だん}段ボールやお菓子^{かし}の^あ空き箱^{ぼこ}などを^{さいりょう}再利用)を使います。

○^{こんかいつか}今回使う^{どうぐ}道具

- ・^{せんまいどお}カッターナイフ、はさみ、千枚通しかギリ

^{しょうがくせい}小学生のみなさんは、^{せんまいどお}カッターナイフや千枚通しを使うときは、^{ほごしゃ}保護者の方に^{かた}手伝って^{てつた}もらいましょう。

作り方

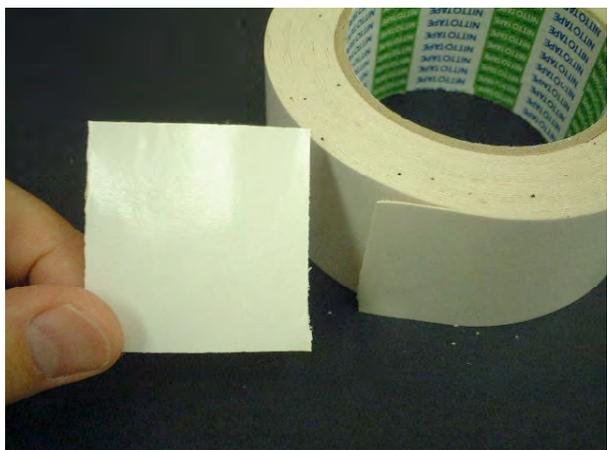
○容器スタンド部分を作ろう

1. ペットボトルの上のキャップがついている方の、細くなっている部分を切り取ります。切り口にセロテープをはって、手を切らないようにカバーしましょう。



2. 千枚通しかきりを使って、切り取った所からだいたい3cmぐらい下に空気抜きの穴を1つあけます。

3. 上の部分を切り取ったペットボトルを、両面テープなどで、厚紙の中心に貼り付けます。これを「容器スタンド」とよびましょう。



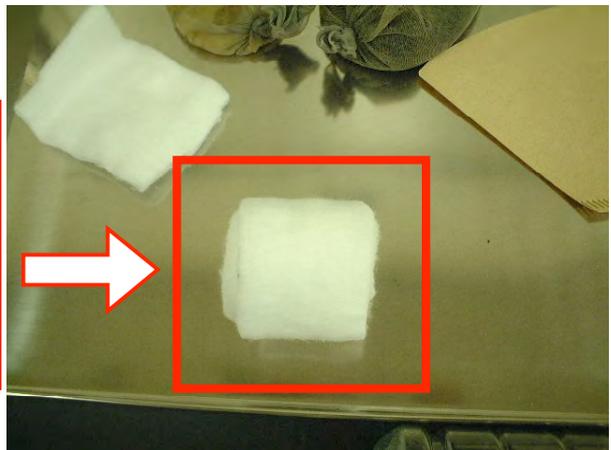
じょうすいきほんたいぶぶん つく
○浄水器本体部分を作ろう

4. ペットボトルの底の部分^{そこ}を切り取り^きます。切り口^きにセロテープ^{くち}をはって、手^てを切り^きらないようにカバー^ましましょう。



5. 脱脂綿^{だっしめん}を細長^{ほそなが}くテープ^きのように切り^ます。幅^{はば}が3cmぐらい、長さ^{なが}が30~40cmぐらいにします。長さ^{なが}が足りない^た場合は、短^{ばあい}いもの^{みじか}を3~4本^{ほん}用意^{ようい}しましょう。

6. 細長^{ほそなが}く切^きった脱脂綿^{だっしめん}をきつく^ま巻^まきます。



7. ペットボトルの底を切り取った方の飲み口部分にねじ込みます。脱脂綿が入らない時は、脱脂綿を少し切り取って、小さくしてから詰めて下さい。



8. 千枚通しかきりで、キャップに穴を開けます。だいたい2mm ぐらいの大きさにします(鉛筆の芯の太さがだいたい2mm ぐらいです)。



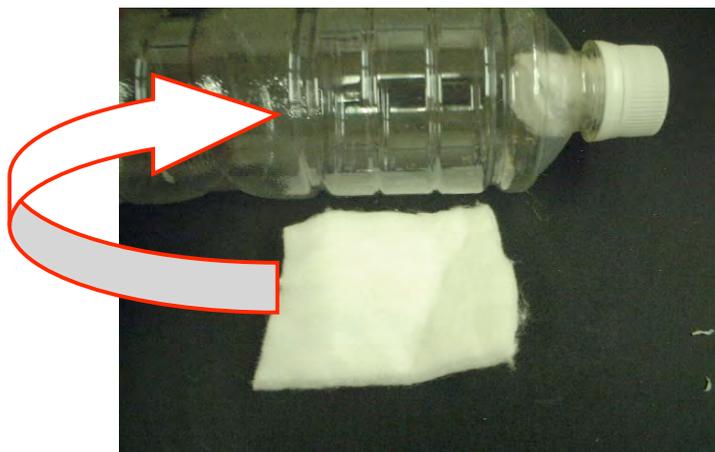
9. 穴を開けたキャップを、脱脂綿を詰めた上からきつくねじ込みます。

これが浄水器の本体になります。



○ろ過材をつめよう

10. 脱脂綿^{だっしめん}をたて5cm、よこ5cmぐらいに切り取り、
本体^{ほんたい}の切り口^きから飲み口^{くち}に詰めた脱脂綿^{だっしめん}を覆^{おお}うように
詰^つめます。



11. 本体^{ほんたい}をキャップ部分^{ぶぶん}を
下^{した}にして、容器^{ようき}スタンドに
セットします。

押し込^{おしこ}むとぴったりと
はまります。



もし、ぴったりとはまらない場合は、容器スタンドの
切る位置(手順1)を少し変えて、なるべく一番太い部分
で切るようにしてください。なお、使用するペットボト
ルは、なるべく太さが一定(途中で細くなっていないも
の)のものが作りやすいです。

☆^{こんかいつか}今回使う「ろ過材」です。^{かざい}脱脂綿もろ過材の役目をし
ますので、あわせると4種類^{しゅるい}のろ過材^{かざい}を使います。^{つか}

よう
陽イオン

こうかんじゆし
交換樹脂

かっせいたん
活性炭

すな
砂

とようらけいさ
(豊浦硅砂)



※^{うち}お家で作る^{ばあい}場合には、^{よう}陽イオン^{こうかんじゆし}交換樹脂の代わりに、
^{てんぴ}土(できれば、^{てんぴ}天日や^{かんそう}オーブンなどで十分に乾燥させ、
^{こま}細かく^{くだ}砕いて^{つか}使いましょう)や、^め目の^{こま}細かいスポンジ
をペットボトルの形に合わせて切り抜くなど、まわり
にあるものをいろいろ工夫してみましよう。

12. 使い古しのストッキング

キングを10cmぐらい
切りとり、端を縛って
陽イオン交換樹脂25g
を詰め、もう片方も縛
って本体に詰めます。



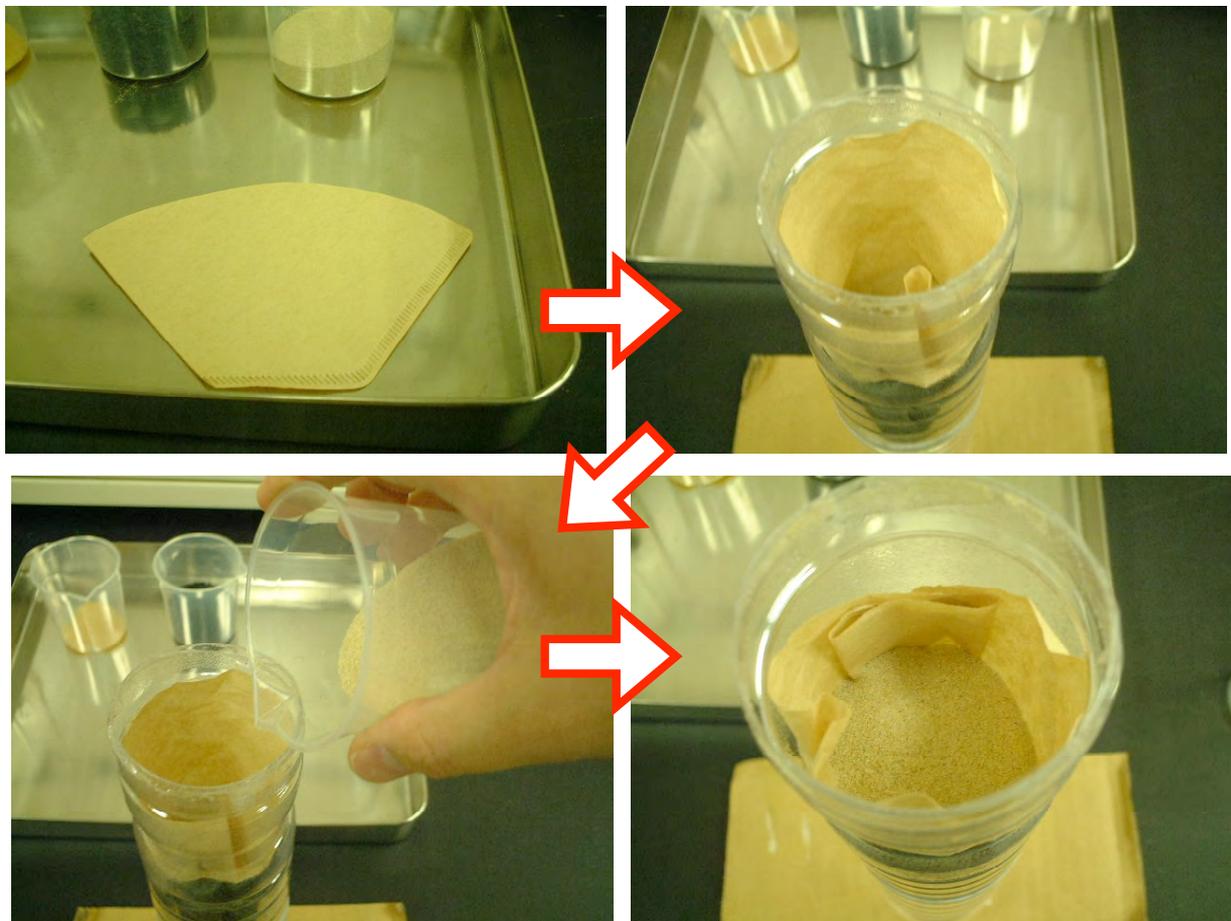
※ろ過材を直接、本体に入れてもかまいません。しかし、使った後に取り出すことを考えると、ストッキングなどで作ったネット(排水口用の水切りネットなどでも代用できます)に入れてから、本体に詰めた方がいいでしょう(活性炭や砂についても同じです)。

13. 使い古しのストッキング

キングを10cmぐら
い切りとり、端を縛
って活性炭50gを詰
め、もう片方も縛っ
て本体に詰めます。



14. ^{ほんたい}本体にコーヒーのペーパーフィルターをセットし、^{すな}砂を100g詰めます。



15. ^{すな}砂の上に、ガーゼを一枚折りたたんでかぶせる(^{すな}砂がこぼれないようにするため。なくても大丈夫)。

16. 完成です。上から水を注ぐと、下の容器スタンド部分にろ過した水が溜まります。



※注意事項

- この浄水器でろ過した水は、「飲んでも安全かどうか『調べていない』ので」飲むことはできません。
- 実験した後、そのままにしておくと、ろ過材の部分にカビが生えたり、ばい菌が増えたりします。実験した後は、本体の中のろ過材を取り出して、よく乾燥させて下さい。
- 砂や活性炭、陽イオン交換樹脂など、細かい粒がこぼれた場合、拭き取って燃えないゴミとして捨てて下さい。また、目に入らないよう十分注意して下さい。

第3部 ペットボトル浄水器^{じょうすいき}で地下水^{ちかすい}のヒミツを知ろう

○流^{なが}れる速^{はや}さを調^{しら}べてみよう。

(その1・ろ過材の種類や量を変えてみよう)

- ・水を200mLながして、50mLたまるまでにどのくらい^{じかん}の時間がかかるでしょうか。実験^{じっけん}してみましょう。

※実験^{じっけん}の前^{まえ}に、計^{けいりょう}量^{りょう}カップなどで水を50cc(=50mL)はかって、容^{ようき}器^きスタ^すンドに入れ、50mLの位置^{いち}に目^めもりを書き込んでおきましょう。

注^{ちゅう}：1回^{かい}目は、活^{かつ}性^{せい}炭^{たん}が発^{はつ}熱^{ねつ}し、ろ過材^{かざい}の部^ぶ分^{ぶん}が熱^{あつ}くなりますので、やけどに注^{ちゅうい}意^いしてください。

※サイエンスサマーへの参^{さん}加^か者^{しゃ}が作^{つく}った浄^{じょう}水^{すい}器^きでは、2分ぐらいから10分以上かかるものまで、いろいろありました。これは、脱^{だっ}脂^{しめん}綿^{めん}やろ過材^{かざい}などの詰^つめ方^{かた}のばらつきによるものです。担^{たん}当^{とう}者^{しゃ}が何^{なん}回^{かい}か実^{じっ}験^{けん}して見^みましたが、5分ぐらいになるものが多^{おほ}かっただです(5分が正^{せい}解^{かい}ということではありません)。何^{なん}回^{かい}か水^{みづ}を流^{なが}して見^みて、平^{へい}均^{ぎん}をとって見^みましょう。

※水^{みづ}の流^{なが}れる時^{じかん}間^{かん}が分^{わか}ったら、ろ過材^{かざい}の種^{しゅるい}類^{りょう}や量^{りょう}を^か変^かえたらどうなるか、調^{しら}べて見^みましょう。

☆この実験のように、土や砂、砂利などを容器の中に入れ、一定の量の水を流したときにかかる時間から、地面の中の水の通りやすさを調べる方法を「透水試験」といいます。

☆この浄水器の中を水が流れる速さを「透水試験」という方法にしたがって調べた結果、実際の地下水が流れている砂や砂利の中をながれる速さの1,000倍から10,000倍も「速い」ことが分かりました。

☆☆だいたい、地下水の流れる速さは、場所にもよりますが、1日に1mぐらいです。このようにゆっくりと時間をかけて地面の中を流れることで、土や粘土、砂や石などからいろいろなミネラル分が地下水の中に『溶け出し』たり、水質が安定したりするのです。

☆☆☆地下水がおいしいひみつの1つは、「地下水がともゆっくりと流れていて、雨がしみこんでから、湧き水となって湧き出したり、井戸からくみ上げたりするまでに、何年から何十年、何百年というとても長い時間がかかっている」ことにあるといえます。

○^{なが}流れる^{はや}速さを^{しら}調べてみよう

(その2・入れる水の量を変えてみよう)

- ・水を100mL、150mL、200mL、250mL、300mL、、、と50mLずつ^{ふや}増やした^{とき}時に、50mLたまるまでにかかる^{じかん}時間がどう変わるか、調べてみましょう。

※このとき、^{じょうすいき}浄水器の^{ほんたいぶぶん}本体部分から水があふれてしまうかもしれないので、^{ちゅうい}注意しましょう。

※※このような時には、もう1つ同じ形のペットボトルを用意して、上と下を切り取って筒のよう^{つつ}にしたものを本体に^は貼り^つ付けて、長さ^のを伸ばしてみましょう。水の^{おも}重さで^{たお}倒れないように^{ちゅうい}注意して、600~700mLぐら^いいまで入れてみましょう。

※※500mL^{いじょう}以上の水を入れる時には、下の^{ようき}容器スタンドから水があふれないように、注意しましょう。また、^{じっけん}実験を^{はじめ}始める前に、100~500mLまで、50mLずつ^{めも}目盛りを入れておき、600~700mLの水を入れると、^{ようき}容器スタンドがいっぱいになるまで、^{れんぞくてき}連続的に^{じかん}時間をはかることができます。

○水の^{へんか}変化 (その1・にごった水がきれいになるかな)

- ・浄水器^{じょうすいき}に、泥でにごった水を流した時に、どうなるか(ろ過されてきれいになるのかどうか)調べてみましょう。

注：このとき、にごった水があまり濃^こいと、浄水器^{じょうすいき}がつかまってしまい、水が流れてこなくなってしまうので、うすいにごり水^{じっけん}で実験しましょう。

※にごった水を流した時の^{へんか}変化が分かったら、ろ過材^{かざい}の種類^{しゅるい}を変えたらどうなるか、調べてみましょう(ろ過材を取り出して、一^{いっしゅるい}種類の^{じょうたい}状態でにごった水を流してみましょう)。



かせいたん
活性炭

すな
砂

つち
土

○水の^{へんか}変化 (その2・色水の色が消えるかな)

- ・浄水器^{じょうすいき}に、インクなどで着^{ちやくしよく}色した色水を流した時に、
どうなるか調^{しら}べてみましょう。

注：色水は、万年筆^{まんねんひつ}のインクや、絵の具^{えぐ}、食^{しょく}べになど
を、水でとかして作りましょう。このとき、色水があ
まり濃^こいと、色^{へんか}の変化が見にくくなってしまいますの
で、なるべくうすい色水^{じっけん}で実験^{じっけん}しましょう。

※色水を流した時の変化が分かったら、ろ過材^{かざい}の種^{しゆるい}類^{るい}を
変^かえたらどうなるか、調^{しら}べてみましょう(ろ過材を取
り出して、一^{いっ}種^{しゆ}類^{るい}の状態^{じたい}で色水を流してみましよう)。



かっせいたん
活性炭

すな
砂

つち
土



かっせいたん
活性炭

すな
砂

つち
土

第4部 おまけ

○おまけの工作

(浄水器を作るのに使ったもので砂時計を作ろう)

- 今日使った砂は、普通の砂ではなく、砂粒の大きさがとてもよく揃っている砂です(豊浦硅砂といいます)。
- また、キャップにあけた2mmの穴も、この砂が通るにはちょうどいい大きさです。
- そこで、キャップを2つ、背中合わせに貼り合わせて2mmの穴を開け、今日使った分量の砂(100g)を300mLのペットボトルに入れて、両側からキャップをして、砂時計を作ってみました。すると約8分の砂時計ができました。

- 時間を計りながら、砂の量を調節して、自分だけのぴったりの時間の砂時計を作ってみましょう。



神奈川県温泉地学研究所

〒250-0031 神奈川県小田原市入生田 586

電話 0465-23-3588(代)

FAX 0465-23-3589

ホームページ <http://www.onken.odawara.kanagawa.jp>