

かながわサイエンスサマー
2009

おんせん
温泉をしらべよう
おんせんぶんせきにゆうもん
～温泉分析入門～

平成21年8月5日（水）

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

1. ^{おんせん}温泉ってなんだろう？ 1
2. ^{おんせん}温泉の^{せいぶん}成分をしらべてみよう 7
3. ^{おんせん}温泉のプロはどんな^{どうぐ}道具や^{きかい}機械を^{つか}使って
しらべているの？ 17

☆^{やくそく}約束

^{おんせん}温泉の^{せいぶん}成分をしらべるときに^{やくひん}薬品を^{つか}使いますので、まちがって^め目に入
^のれたり飲み^のこんだりしないように、^{じゅうぶん}十分、^{ちゅうい}注意してください。

^{おんせん}温泉を^のなめたり飲^のんだりするのは、ぜったいダメ！！

1. 温泉ってなんだろう？

温泉ってなに？ 神奈川にはどんな温泉があるの？

温泉のプロの話 を聞こう！

① 温泉の定義

温泉って、「温かい泉」と書くけど、地面から自然にわいているお湯のことかな？ それとも旅館やホテルの大きなお風呂はみんな温泉なのかな？

実は、温泉は「温泉法」という法律でちゃんと決められているんだ！

「温泉」になる条件（温泉法第2条 別表）

1. 温度 25℃以上（源泉から採取される時）

2. 成分（どれかひとつでよい）

溶存物質総量 1000mg/kg以上

メタケイ酸 50mg/kg以上

メタホウ酸 5mg/kg以上

炭酸水素ナトリウム 340mg/kg以上

総硫黄 1mg/kg以上

など

※ 「温度」か「成分」のどちらかを満たせばOK！

ということは、^{おんど ひく}温度が低くても「2. ^{せいぶん}成分」のひとつでも^み満たせば「^{おんせん}温泉」になるんだね。もちろん、^{おんど たか}温度が高ければ、それだけで^{おんせん}温泉になるよ。また、^{おんせん しぜん}温泉は自然にわいているものだけではなく、ポンプでくみあげているところもあって、^{さいきん}最近では、ポンプでくみ上げる^あほうが多いんだ。^{しぜん}自然にわいている^{おんせん}温泉を「^{しぜんゆうせん}自然湧泉」、ポンプでくみ上げる^あ温泉を「^{ようとうせん}揚湯泉」と呼びます。

^{りょかん}旅館やホテルのお風呂は必ずしも^{おんせん}温泉とは^{かぎ}限らないので、^{りょかん}旅館やホテルの人に^{ひと}確認してね。^{おんせん}温泉の場合には、

^{おんど ひく}温度や含まれている^{せいぶん}成分などが書かれた「^{けいじしょう}掲示証」を必ず

^{けいじ}掲示しなければいけないと^{ほうりつ}法律できまっていますので、^{こんど}今度チェックしてみよう！



写真 ^{おんせん}温泉の^{けいじしょう}掲示証の例

② 療養泉と泉質

温泉のうち、とくに病気の治療の目的になるものを「療養泉」といいます。温泉には「療養泉」になるものとならないものがあります。

「療養泉」になる条件（いずれかひとつでよい）

温度 25℃以上（源泉から採取される時）

溶存物質総量 1000mg/kg以上

水素イオン 1mg/kg以上

総硫黄 2mg/kg以上

など

療養泉は、温度やふくまれる成分によって、いろいろな「泉質」にわけることができます。「泉質」には次のようなものがあります。

単純温泉：温度が25℃以上で、成分は多くない

（正しくは、溶存物質総量が1000mg/kg未満）

酸性泉：水素イオンが1mg/kg以上（pH 3未満）

硫黄泉：総硫黄が2mg/kg以上

塩類泉：溶存物質総量が1000mg/kg以上 → さらに、

陽イオンと陰イオンの割合により泉質が決まります。

例えば、ナトリウムイオンと塩化物イオンが多けれ

ば、ナトリウム-塩化物泉（食塩泉）となります。

だいひょうてき せんしつ つぎ ひょう

代表的な泉質を次の表にまとめました。

$\begin{matrix} \text{よう} \\ \text{陽イオン} \\ \text{いん} \\ \text{陰イオン} \end{matrix}$	ナトリウムイオン (Na ⁺)	カルシウムイオン (Ca ²⁺)
$\begin{matrix} \text{えんかぶつ} \\ \text{塩化物イオン} \\ (\text{Cl}^-) \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{えんかぶつせん} \\ \text{ナトリウム-塩化物泉} \\ \text{しょくえんせん} \\ (\text{食塩泉}) \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{えんかぶつせん} \\ \text{カルシウム-塩化物泉} \\ (\text{塩化土類泉}) \end{matrix}$
$\begin{matrix} \text{りゅうさん} \\ \text{硫酸イオン} \\ (\text{SO}_4^{2-}) \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{りゅうさんえんせん} \\ \text{ナトリウム-硫酸塩泉} \\ \text{ぼうしょうせん} \\ (\text{芒硝泉}) \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{りゅうさんえんせん} \\ \text{カルシウム-硫酸塩泉} \\ \text{せっこうせん} \\ (\text{石膏泉}) \end{matrix}$
$\begin{matrix} \text{たんさんすいそ} \\ \text{炭酸水素イオン} \\ (\text{HCO}_3^-) \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{たんさんすいそえんせん} \\ \text{ナトリウム-炭酸水素塩泉} \\ \text{じゅうそうせん} \\ (\text{重曹泉}) \end{matrix}$	$\begin{matrix} \text{たんさんすいそえんせん} \\ \text{カルシウム-炭酸水素塩泉} \\ \text{じゅうたんさんどるいせん} \\ (\text{重炭酸土類泉}) \end{matrix}$

() の泉質は、 $\begin{matrix} \text{せんしつ} \\ \text{新泉質} \end{matrix}$ は、 $\begin{matrix} \text{きゅうせんしつめい} \\ \text{旧泉質名} \end{matrix}$ です。

③ 神奈川の温泉

神奈川県にある温泉は、そのできかたによって、火山性温泉（火山のめぐみによる温泉）と非火山性温泉（火山とは関係ない温泉）にわけられます。非火山性温泉は、さらに深層地下水型と化石海水型に分けられます。

火山性温泉・・・箱根温泉、湯河原温泉

非火山性温泉

深層地下水型・・・中川温泉、七沢温泉など

化石海水型・・・鶴巻温泉、横浜温泉など

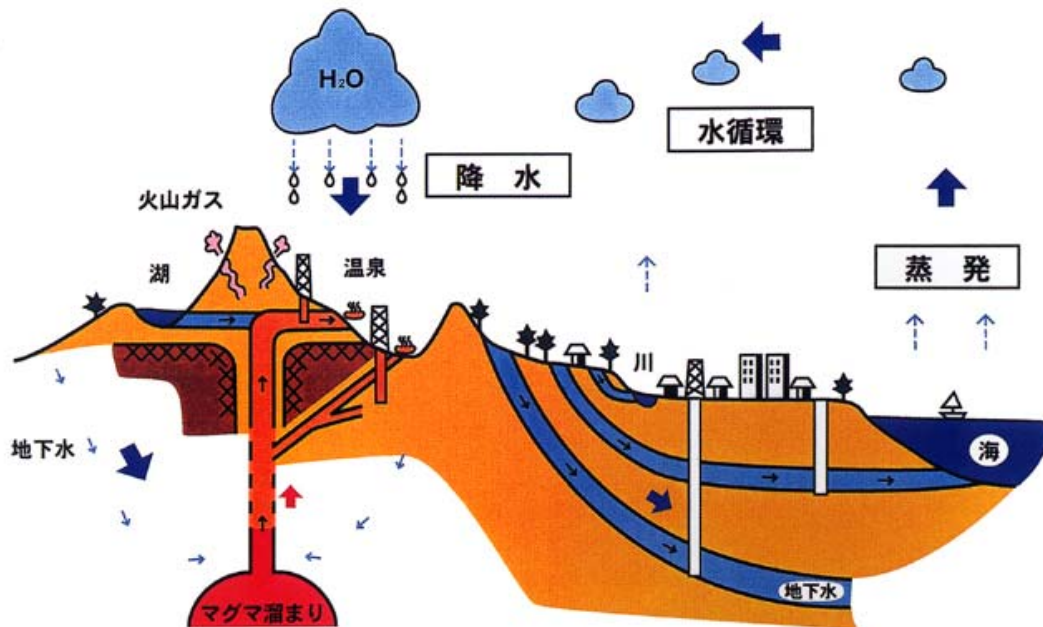


図 1-5 水の循環（2006年，大山正雄原図）
水は海水，水蒸気，降水，河川・湖水，地下水などとなってその姿や水質を変えながら循環している。

神奈川県 の 主な 温泉 地 の 特徴

	名称	交通	主な泉質・温度	概要
火山性温泉	湯本温泉	箱根登山鉄道箱根湯本駅下車または小田原駅からバス15分	単純温泉、アルカリ性単純温泉、ナトリウム-塩化物泉、ナトリウム-塩化物・硫酸塩泉30～80℃	箱根温泉の玄関口の温泉場。四季を通じてにぎわう。
	塔之沢温泉	箱根登山鉄道塔之沢駅下車または小田原駅からバス20分	アルカリ性単純温泉 35～60℃	早川沿いの古き良き時代のおもかげを残した温泉地。
	大平台温泉	箱根登山鉄道大平台駅下車または小田原駅からバス25分	ナトリウム-塩化物泉 60～70℃	浅間山の東麓にあり、名水「姫の水」がある。
	宮ノ下温泉	箱根登山鉄道宮ノ下駅下車または小田原駅からバス30分	ナトリウム-塩化物泉 30～90℃	近代箱根温泉の発祥地。蛇骨川沿いの散策も楽しめる。
	堂ヶ島温泉	箱根登山鉄道宮ノ下駅下車または小田原駅からバス30分	単純温泉、ナトリウム-塩化物泉 50～80℃	国道沿いから旅館のケーブル、ロープウェイが出る。
	底倉温泉	箱根登山鉄道宮ノ下駅下車または小田原駅からバス30分	ナトリウム-塩化物泉 25～90℃	蛇骨川沿いにあり、豊臣秀吉ゆかりの石風呂がある。
	木賀温泉	箱根登山鉄道宮ノ下駅下車または小田原駅からバス35分	単純温泉、ナトリウム-塩化物泉 30～80℃	木賀溪谷沿いにあり、江戸時代の幕府献上湯である。
	二ノ平温泉	箱根登山鉄道彫刻の森駅下車または小田原駅からバス40分	単純温泉、ナトリウム-塩化物泉、ナトリウム-塩化物・硫酸塩泉 40～80℃	小涌谷から強羅に至る道路沿いにあり、付近には彫刻の森美術館がある。
	宮城野温泉	小田原駅からバス40分	ナトリウム-塩化物泉、ナトリウム・カルシウム-塩化物・硫酸塩泉 50～70℃	明星、明神ヶ岳の山すそに広がり、マス釣場がある。
	強羅温泉	箱根登山鉄道強羅駅下車または小田原駅からバス45分	(アルカリ性)単純温泉、ナトリウム-塩化物泉、カルシウム・マグネシウム-硫酸塩・塩化物泉 50～95℃	神山の北東にあり、公園美術館、植物園などがある。引湯(造成泉)も多い。
	小涌谷温泉	箱根登山鉄道小涌谷駅下車または小田原駅からバス40分	単純温泉、アルカリ性単純温泉、ナトリウム-塩化物泉、ナトリウム-塩化物・硫酸塩・炭酸水素塩泉25～80℃	蓬萊山の山腹にあり、四季の自然が美しい。
	姥子温泉	小田原駅からバス55分	単純温泉、カルシウム・マグネシウム・ナトリウム-炭酸水素塩・硫酸塩泉 50～70℃	神山の北西斜面にあり、湯治も行われている。
	芦之湯温泉	小田原駅からバス45分	単純硫黄泉、含硫黄-カルシウム-硫酸塩泉35～70℃	駒ヶ岳の山麓の標高850mの高原にあり、夏は涼しい。
	仙石原温泉	小田原駅からバス50分	単純温泉(造成泉)、カルシウム-硫酸塩泉、含硫黄-カルシウム-硫酸塩泉 20～70℃	神山の北～北西部の標高700mの高原。引湯で開けた。
	湯ノ花沢温泉	小田原駅からバス50分	単純硫黄泉(造成泉)(蒸気95℃)	駒ヶ岳の東麓にあり、ゴルフ場がある。
	芦ノ湖温泉	小田原駅からバス60分	単純温泉(造成泉) 60℃	昭和40年代に引湯によって生まれた箱根の新しい温泉場。
	湯河原温泉	湯河原駅からバス15分	単純温泉、ナトリウム-塩化物泉、ナトリウム・カルシウム-塩化物・硫酸塩泉 30～90℃	万葉集に詠まれている由緒ある温泉。藤木川に沿う。
奥湯河原温泉	湯河原駅からバス20分	単純温泉、カルシウム-硫酸塩泉、ナトリウム・カルシウム-塩化物・硫酸塩泉 30～80℃	藤木川の上流の閑静な山間にある温泉。	
非火山性温泉	鶴巻温泉	小田急鶴巻温泉駅下車	カルシウム・ナトリウム-塩化物泉 20～40℃	丹沢山塊の眺めを背景にし、カルシウム含量を誇る温泉地。
	中川温泉	小田急新松田駅からバス50分	アルカリ性単純温泉 25～40℃	西丹沢の山ふところの中川に面する信玄の隠し湯。
	綱島温泉(横浜)	東横線綱島駅下車	ナトリウム-炭酸水素塩泉 15～20℃	大正時代に発見された茶褐色の湯。大倉山梅林も近い。
	阿部倉温泉(横須賀)	横須賀線衣笠駅からバス15分	単純硫黄冷鉱泉 15～20℃	大楠山北麓にあり、清れつな沢から湧き出す湧泉。
	飯山温泉	小田急本厚木駅からバス25分	15～20℃(温泉法の温泉に該当する)	東丹沢、小鮎川の山狭に沿う温泉場。飯山観音をまつる。
	七沢温泉	小田急伊勢原、本厚木駅からバス30分	15～20℃(温泉法の温泉に該当する)	丹沢山塊東麓のはずれ玉川の上流部の静かな山の温泉。
	別所温泉	小田急本厚木駅かちバス30分	15～20℃(温泉法の温泉に該当する)	丹沢三峰山の東麓にあたり、丹沢自然歩道がある。
	伊勢原温泉	小田急伊勢原駅からバス15分	15～20℃(温泉法の温泉に該当する)	大山への参道と日向薬師を結ぶ道の中程で眺めがよい。

2. 温泉の成分をしらべてみよう

くば
配られたNo.1～7の温泉について、「いろ」
「におい」「pH」「カルシウムイオンの濃度」
えんかぶつ のうど
「塩化物イオンの濃度」をしらべてみよう！
しらべた結果は「結果記録用紙」に記入しよう。
どこの温泉かわかるかな？
ヒントは「温泉の成分表」にかくされているよ。

①温泉の「いろ」、「におい」を比べてみよう

おんせん
温泉の「いろ」には、無色透明なもの、茶色いもの、黄色いもの、白い
ものなどがあるよ。「におい」には、無臭（においのないもの）、硫化
すいそしゅう 水素臭（たまごのくさったようなにおい）、鉱物油臭（油のような
におい）などがあるよ。

おんせん せいぶんひょう
温泉の成分表

えんかぶつ たんい
(塩化物イオンとカルシウムイオンの単位 ; mg/kg)

おんせんめい 温泉名	おんど 温度	いろ	におい	pH	カルシウム イオン	えんかぶつ 塩化物 イオン
ゆのはなざわおんせん 湯ノ花沢温泉	やく 約90℃	とうめい 透明	つよ 強い りゅうかすいそしゅう 硫化水素臭	2.3	65	2.3
あしのゆおんせん 芦之湯温泉	やく 約60℃	とうめい 透明	よわ 弱い りゅうかすいそしゅう 硫化水素臭	7.8	110	4.9
うばこおんせん 姥子温泉	やく 約50℃	とうめい 透明	むしゅう 無臭	3.6	56	3.3
ゆもとおんせん 湯本温泉	やく 約40℃	とうめい 透明	むしゅう 無臭	8.2	24	110
ごうらおんせん 強羅温泉	やく 約90℃	とうめい 透明	むしゅう 無臭	8.0	140	2880
つなしまおんせん 綱島温泉	やく 約20℃	ちやかっしょく 茶褐色	むしゅう 無臭	8.2	19	23
つるまきおんせん 鶴巻温泉	やく 約40℃	とうめい 透明	むしゅう 無臭	9.0	5050	1960
なかがわおんせん 中川温泉	やく 約35℃	とうめい 透明	かすかな りゅうかすいそしゅう 硫化水素臭	9.7	16	31

② 温泉の「pH」をしらべてみよう

pH試験紙をつかって、温泉のpHをしらべてみよう。

今回は、pH1～12まで測定できる試験紙をつかいます。



矢印の部分をつまんで、
全体がぬれるように2～
3秒間ひたします。

約10秒で、真ん中の色
がかわります。
その色と、上下の色を
くらべて、一番近い色
の数字を読みます。



※ ここがポイント!

pH試験紙はかんたんな方法なので、正しい数字が出ないことがあります。

ここでは、酸性なのか中性なのかアルカリ性なのかを「おおまかに」判断する
ようにしましょう。あまり数字にとらわれると、正解できないかもしれな
いよ。

温泉のプロは、正確に測定するために、pHメーターという機械をつかって
いるよ。

☆ いろ、におい、pHだけで、どこの^{おんせん}温泉かわか
ったかな？

^{おんせん}温泉によって、いろやにおい、pHがちがうことがわかったよね。ここ

までで、どこの^{おんせん}温泉^わが分かったら「^{けっかきろくようし}結果記録用紙」に^{きにゅう}記入してみよう。

「^{おんせん}温泉^{せいぶんひょう}の成分表」とくらべてみれば、^わ分かるはずだ！

これですでに、4つの^{おんせん}温泉^わが分かったんじゃないかな？

※ ここまでの^{こた}答え^あ合わせ

No.

とく ちょう
特 徴

おんせんめい
温泉名

③ 「カルシウムイオンの濃度」をしらべよう

色やにおい、pHだけでは見分けがつかない温泉について、ふくまれている成分をしらべてみよう。パックテストという方法をつかって、まずは「カルシウムイオンの濃度」をしらべます。

そくてい ほうほう 測定の方法

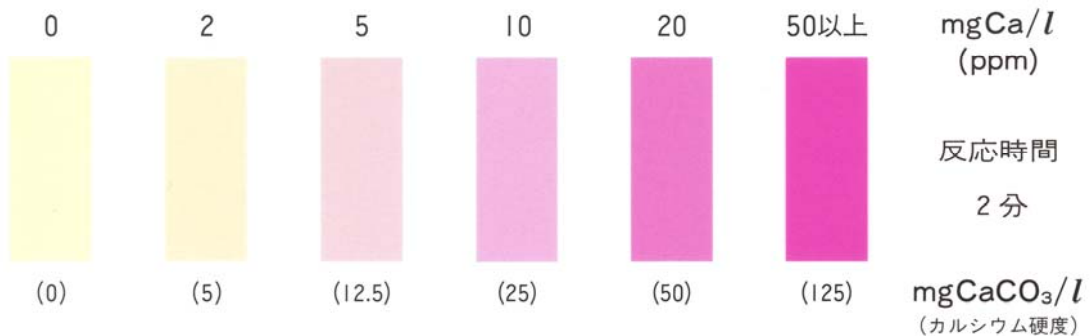
測り方

- ① チューブ先端のラインを引き抜きます。
- ② 穴を上にして、指でチューブの下半分を強くつまみ、中の空気を追い出します。
- ③ そのまま②の状態、穴を検水の中に入れ、つまんだ指をゆるめ、半分くらい水を吸い込むまで待ちます。
- ④ かるく5～6回振りまぜて、2分後に図のように標準色の上ののせて比色します。

比色と測定値の読み方

指定時間後にポリチューブ内の水の色を標準色と比べ、一番近い色の値がその検水の測定値になります。標準色の色と色の間の場合は、だいたいの中間の値を読んでください。

標準色 <カルシウム>



※ ここがポイント!

- ・ 測り方の②で、チューブの下半分をぎゅっと強くつまんで、中の空気を追いだそう。ちゃんと空気を追い出さないとうまくできないよ!
- ・ そのまま力を弱めずに、穴のあいた方を温泉の中に入れます。
- ・ 指の力をゆるめて、温泉が半分ぐらい吸い込まれるまで待ちます。
- ・ かるく5～6回ふり混ぜて、**2分後**に標準色の色とくらべます。
- ・ 標準色の上に書いてある数字(0～50以上)を読み取ります。

※ テキストの標準色はカラーコピーなので実際の色とはちがいます。

色の区別がむずかしい場合には、担当の人に声をかけてね。

④ 「塩化物イオンの濃度」をしらべてみよう

つぎに、「塩化物イオンの濃度」をしらべてみましょう。

測定の方法

測り方

- ① 検水を専用カップの線 (1.5mL) まで入れ、滴ピンのK-1試薬を2滴 (約0.07mL) 加えます。
- ② 蓋をしてゆっくり1回だけ振ります。
- ③ チューブ先端のラインを引き抜きます。
- ④ 穴を上にして指でチューブの下半分を強くつまみ、中の空気を追い出します。
- ⑤ そのまま④の状態、穴を検水の中に入れ、つまんだ指をゆるめ、全量吸い込みます。(検水はチューブの半分入ります。)

⑥ かるく2~3回振りまぜて、10秒直後に下記の色と比べます。

Cl 濃度	(NaCl濃度)	
100mg/L 以下 (こげ茶色)	(170mg/L 以下)	→
150mg/L 付近 (薄茶色~灰色)	(250mg/L 付近)	→
200mg/L 以上 (白く濁ります)	(330mg/L 以上)	→

※ ここがポイント!

- ・ 小さい容器のふたをはずします。

※ 薬品が入っていますので、十分に注意してください!

- ・ スポイトで温泉を 1.5 ml 取り、小さい容器に入れます。
- ・ ふたをして、ゆっくり1回だけふります。
- ・ カルシウムイオンを測った時と同じように、チューブに吸い込みます。
- ・ かるく2~3回ふり混ぜて、10秒後に 標準色の色とくらべます。
- ・ こげ茶色なら100mg/L以下、薄茶色~灰色なら150mg/L付近（100~200mg/Lの間）、白くにごったら200mg/L以上です。

※ テキストの標準色はカラーコピーなので実際の色とはちがいます。

色の区別がむずかしい場合には、担当の人に声をかけてね。

☆ もう全部ぜんぶわかったかな？

温泉おんせんによって、ふくまれている成分せいぶんの量りょうがちがうことがわかったよね。

さらにどこの温泉おんせんかわかったら「結果記録用紙けっかきろくようし」に記入きにゆうしてみよう。さ

あ、全部ぜんぶの温泉おんせんがわかったかな???

※ ここまでの答えこた合わせあ

No.

特 徴 (成分の量)

温泉名おんせんめい

うーん、、、ひとつだけわからないよね・・・

☆ どうすればよいか ^{かんが} 考えてみよう

^{のこ}残ったひとつの ^{おんせん}温泉は、カルシウムイオンが50mg/L以上、^{いじょう}塩化物イ

^{オン}が200mg/L以上 ^{いじょう}だったよね。 ^{のうど}濃度が ^こ濃すぎて、^{そくてい}どちらも測定

^{はんい}範囲 ^こを超えているから、^{ただ}正しい ^{のうど}濃度がわからないんだ。

※ こういう ^{ばあい}場合はどうしたらいいか ^{かんが} 考えてみよう！

※ ^{さいご}最後の ^{こた}答え ^あ合わせ

No. _____

特 徴 (成分の量)

温泉名

3. 温泉のプロはどんな道具や機械を つか 使ってしらべているの？

① 源泉（温泉が出ているところ）でしらべること



① 温度計：温泉の温度をはかる

② pHメーター：温泉のpHをはかる

③ 導電率計：電気の流れやすさをはか
る。成分(イオン)が多いほど電気が
流れやすく、値が大きくなる



左：温泉の温度をはかっているところ 右：pHと導電率をはかっているところ

おんせん りょう
温泉の量をはかる



おけに^{おんせん}温泉がいっぱいになる
までの^{じかん}時間をストップウォッチで
はかる。1分間にどのくらいの^{りょう}
^{おんせん}量の温泉が出ているかわかる。

おんせん ようき も かせ
温泉を容器に入れて持ち帰る



②実験室でしらべること

持ち帰った温泉は、いろいろな機械をつかって、カルシウムイオンや塩化物イオンなどの成分がどのくらいふくまれているかしらべるんだ。



イオンクロマトグラフ

カルシウムイオンや塩化物イオンのほか、ナトリウムイオン、マグネシウムイオン、硫酸イオンなどをはかる。



原子吸光分光光度計

鉄、アルミニウム、銅、鉛、亜鉛などの金属類をはかる。



分光光度計

ケイ素やホウ素などをはかる。写真はケイ素をはかっているところ。濃度が濃いほど青色が濃くなる。