

理科実験の 魅力と可能性

小・中学校での実験授業に、病院や障がい者施設での慰問ライブ。ユニークな理科実験で子どもの心をひきつける松延康先生に、理科実験がもたらすものについて話を聞きました。

安全が大前提の実験で 培われる危機管理能力

理科実験は大きくふたつに分けられます。キット化された実験とそうでない実験。「これらは全くの別物です」と松延康先生は語ります。

「ステップが少なく、皆がほぼ同じ結果になる実験はおもしろくないですね。でも、時間的な制限がある授業やイベントでは、キット化された実験にせざるを得ない。それでも、理科って楽しいんだなと興味をわかせる、関心を持たせることはできるでしょう」

一方、本格的な実験では、準備段階から子どもたち一人ひとりが携わりま

す。1日がかりの大掛かりなものになることも少なくないそうです。

「大人がおもしろいと感じるポイントと、子どもが喜ぶポイントは違うんです。大人は最後に色が変わったりとか、実験の結果を楽しみますよね。でも、

子どもに「何が楽しかった？」と聞いてみると、ビペットを使うことだったり、ラベリングだったり、実験の手順そのものを楽しんでるんです」

そうした準備や実作業を通して、子どもは自然に実験室での立ち振る舞いや心構えなどを身につけていきます。

「実験で一番大切なことは何だと思えますか？ それは安全です。小学校でも大学でも、実験は大前提として安全でなければなりません。ですから、実験を行う際には、必ず最低限のルールを教えています。実験室のおきて、と呼んでいるんですが、これを実践することで、安全と危険を見分けられるようになる。要するに、危機管理ができるようになるんです」

危機管理能力が培われるのは、理科実験の大きなメリットのひとつですが、子どもたちが実験を通して得るものは、それだけではありません。

「本やインターネットを通して、知っ

ていること、それを目の前で見る。こと。そして、それを自分でやってみる。こととの間には、とても大きな隔りがあるんです。実際にやってみて初めてわかることもたくさんある。反対に、実際にやってみるとできないこともたくさんあるわけです。理科実験をすることが、すぐに理科の点数アップにつながるわけではありませんが、実際に手を動かすことで、理解は確実に深まるでしょうね」

そんな先生の実験授業には、理科嫌いの子どもからも「今日の授業は楽しかった」という声が多数寄せられます。「実験授業はライブだと思って臨んでいますからね。エンターテインメントのように、自分も楽しんで、子どもも親も驚かせなければならぬ。ある男の子から『Jリーガーもいいたいけれど、科学者になるのもいいなと思った』という感想文をもらったときは、Jリーガーに勝ったぞと喜びました(笑)」

未知なるものに驚嘆する感性 「センス・オブ・ワンダー」を育む

知れば知るほど 知らないことが増える

理科が好き、理科に強い子どもにするために、親はどんなサポートができるのでしょうか。

「センス・オブ・ワンダー」という言葉をご存じですか？ 不思議なことに出会ったときに、驚くことができる感性」という意味です。ぜひこれを大事にしてほしいですね。たとえば、子どもに『飛行機はなぜ飛べるの？』と

言われて何と答えますか？ 『蛇口をひねるとどうして水が出るの？』と問われて、うまく答えられますか？ 大人は飛行機が飛ぶのも、蛇口から水が

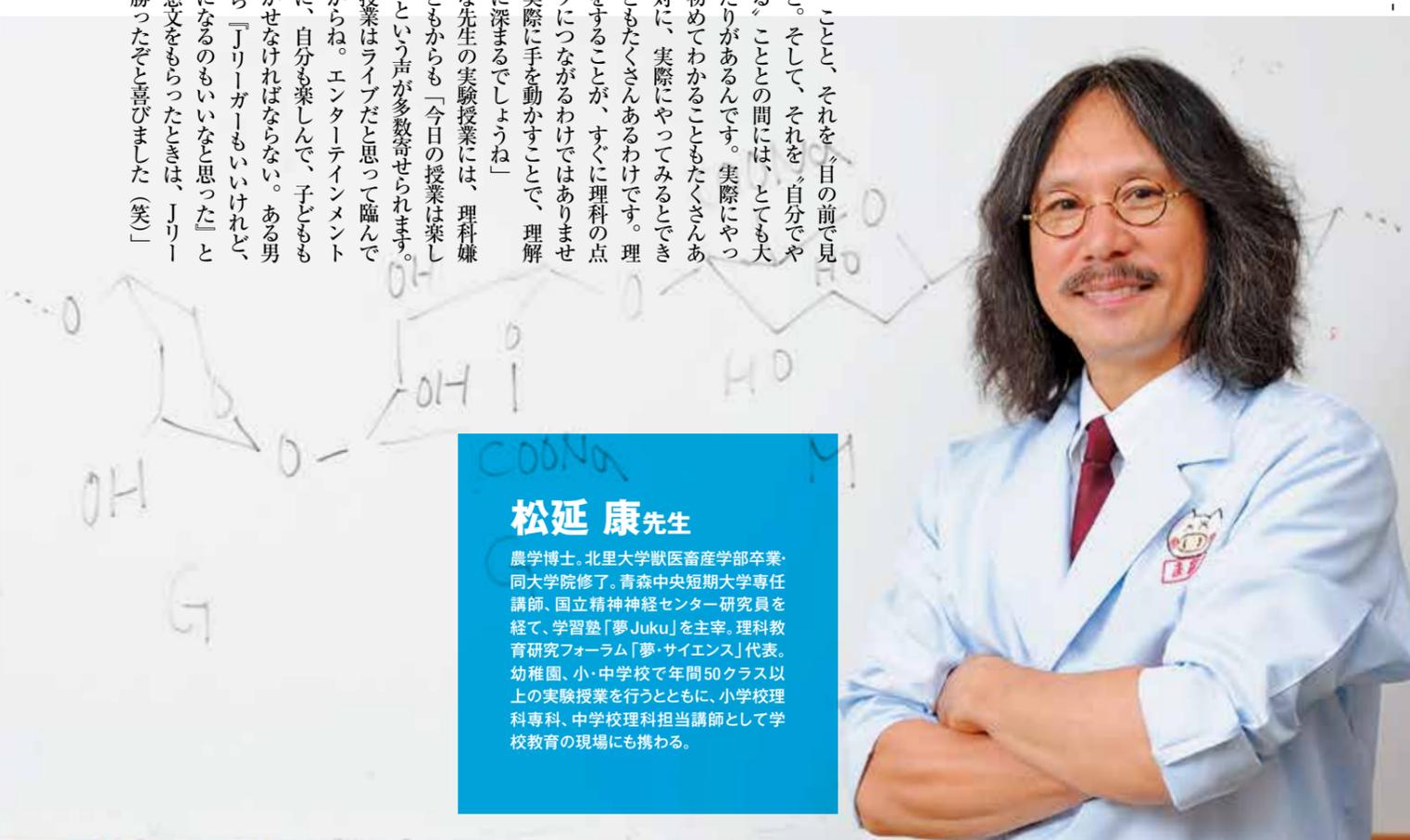
出るのも知っていますが、それがなぜなのかは案外知らないものです。こうしたときには、子どもと一緒に『なぜだろう？』と疑問を持ってあげてください。そして、それを一緒に調べてあげましょう。図書館やインターネットで探せば、いろいろな人が易しく解説したものがたくさんあります。『そうだったんだ！』と親子で驚き、楽しんでもらいたいですね」

さらに松延先生は、理科実験が持つ力について、次のように語ります。

「小学生、中学生、高校生と知識はどんどん増えていきますよね。それで、知らないことは減るのか。確かにそうかもしれないませんが、私たちの知らない

ことなんて無限にあるんです。その全てを知ることはできませんし、世の中には『知らないことすら知らない』ことが溢れています。知識が遠く及ばない『知らないこと』をいきなり知ろうとしても、それはやっぱり難しい。実は、『知っていること』のすぐ外側にある『身近な知らないこと』をクリアにしていくことこそ、知識を増やす近道なんです。『知っていること』が増えれば増えるほど、『身近な知らないこと』が増えますからね。理科実験とは、身近な『なぜ？』を解消していくこと。ぜひ家庭で理科実験をして、親子で『知っていること』を増やしてください！」

家庭でできる
理科実験



松延 康先生

農学博士。北里大学獣医学部卒業。同大学院修了。青森中央短期大学専任講師。国立精神神経センター研究員を経て、学習塾「夢Juku」を主宰。理科教育研究フォーラム「夢サイエンス」代表。幼稚園、小・中学校で年間50クラス以上の実験授業を行うとともに、小学校理科専科、中学校理科担当講師として学校教育の現場にも携わる。

子どもを
理科好きにするためには



1

一緒に驚く

知らないことを恥じたり、恐れたりせず、子どもと一緒に驚き、疑問を持つ感性を大事にしましょう。

2

一緒に調べる

何も親の知識だけで全てを答える必要はありません。一緒に調べて、一緒に疑問を解決していきましょう。

3

一緒に楽しむ

不思議なことを解消する喜びを共有することが大切。親も楽しむことで、子どもの知識欲が刺激されるはず。



身近な疑問を解消することが、知識を増やす近道

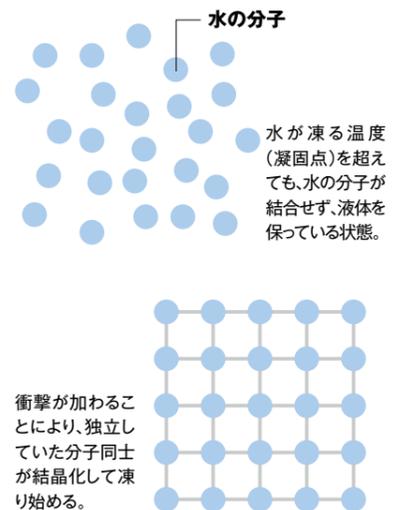


年齢や経験を重ねるにつれて「知っていること」は増えていくが、「知らないこと」は無限にあるため、すべてを知ることは不可能。また、あまりに自分の知識から遠い「知らないこと」は、「知らないことすら知らない」状態である。

「知っていること」が増えれば増えるほど、「知っていること」のすぐ外側にある「身近な知らないこと」も増えていく。こうした身近にある「なぜ？」や「何？」を解消していくことこそ、知識を増やすための近道となる。

どうしてこうなる?

水は0℃で氷になりますが、こうした液体が固体に変わる温度を「凝固点」と言います。今回の実験のように、液体をゆっくり均一に冷やしていくと、凝固点に達しても凍らないという現象が起きます。これを「過冷却」と言います。水が氷になるには、氷の核をつくるためのエネルギーが必要になりますが、ゆっくり均一に冷やすと、このエネルギーが得られません。いわば「過冷却」とは「凍るきっかけが得られず、水のままでいる状態」です。ここにフタを開ける、お皿に注ぐなどの「きっかけ」を与えることで、水が瞬時に氷に変わります。



家庭でできる理科実験

5 冷やしたミネラルウォーターを取り出す



炭酸水と同様に、衝撃を与えないように注意しながら、静かにミネラルウォーターを取り出します。

6 ミネラルウォーターをお皿に注ぐ

そっとフタを開け、お皿に少しずつミネラルウォーターを注ぎます。



7 注いだミネラルウォーターが瞬時に凍る



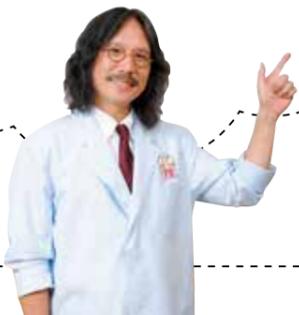
ミネラルウォーターがお皿に落ちると同時に、みぞれ状の氷ができ始めます。



上から注がれているのが液体なのに、お皿には氷の山ができる、という不思議な様子が観察できます。

松延先生からひと言

この実験のポイントは、冷やしているときや、冷やしたペットボトルを取り出すときに、衝撃を与えないことです。水道水でも同様の実験はできますが、水に含まれる不純物がきっかけとなって、冷やしている間に凍ってしまうことも。不純物の少ないミネラルウォーターや精製水を使った方が成功しやすいでしょう。



1 ペットボトルを冷やす

氷水の中にミネラルウォーターと炭酸水を入れます。ペットボトル全体が氷水に浸かるようにし、衝撃や振動のない場所で1時間ほど冷やします。ペットボトル全体を氷水に浸けるために、バケツやクーラーボックスを使うのもおすすめです。

2 炭酸水のフタを開ける

炭酸水を静かに取り出し、振動を与えないように注意しながら、フタを開けます。



上からどんどん凍っていく様子がフシギ!

4 炭酸水がみるみる凍っていく

「ブシュッ」という炭酸の抜ける音と同時に、炭酸水が凍り始めます。



最終的には炭酸水のほとんどが凍ってしまいます。



氷の範囲が、下に広がっていきます。

家庭でカンタン理科力アップ!!

親子でできる理科実験

数々の実験教室で、子どもたちの目を釘づけにしてきた松延先生。そんな松延先生に、家庭でできるオススメの理科実験を教えてくださいました!

実験①

瞬時に凍る水!?

難易度 ★★★

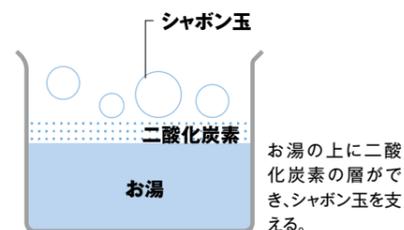
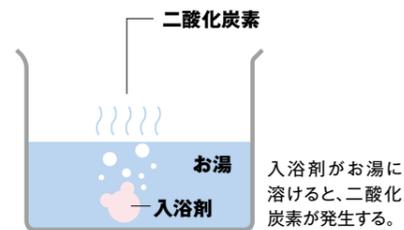
凍る温度に達しているのに凍っていない水「過冷却水」をつくり、目の前で水が凍っていく様子を観察しましょう。

用意するもの

- 炭酸水
- ミネラルウォーター
※今回の実験では、見やすいように色をつけています
- 氷
- 塩
- 水道水
- 大きめの洗い桶
- お皿

どうしてこうなる?

重曹(炭酸水素ナトリウム)とクエン酸を混ぜてお湯に溶かすと、二酸化炭素が発生します。この二酸化炭素が水槽に発生した泡の正体です。炭酸飲料の泡も二酸化炭素ですから、食品用の重曹とクエン酸を使い、アルコールの代わりに水で湿らせれば、自家製のソーダ水をつくることもできます。シャボン玉が静止する秘密も、二酸化炭素にあります。水槽は入浴剤から発生した二酸化炭素で充満していきませんが、二酸化炭素は空気よりも重いので、お湯のすぐ上に層となって溜まります。この二酸化炭素の層に支えられ、シャボン玉が落下せずに静止するのです。

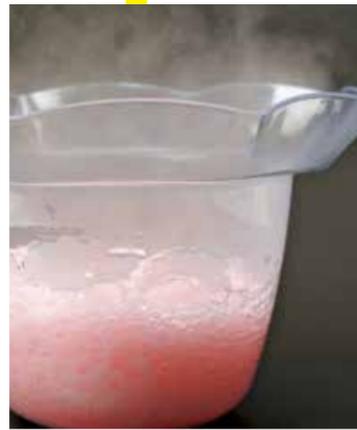


7 入浴剤をお湯に入れる

完全に乾燥したら型枠から外します。水槽などにお湯を張り、入浴剤を入れます。

8 お湯が泡立つ

お湯がブクブクと泡立つ様子が観察できます。



6 乾燥させる

アルコールを蒸発させるため、太陽の当たる場所で1時間ほど乾燥させます。



入浴剤って、こんなに簡単にできるんだね。



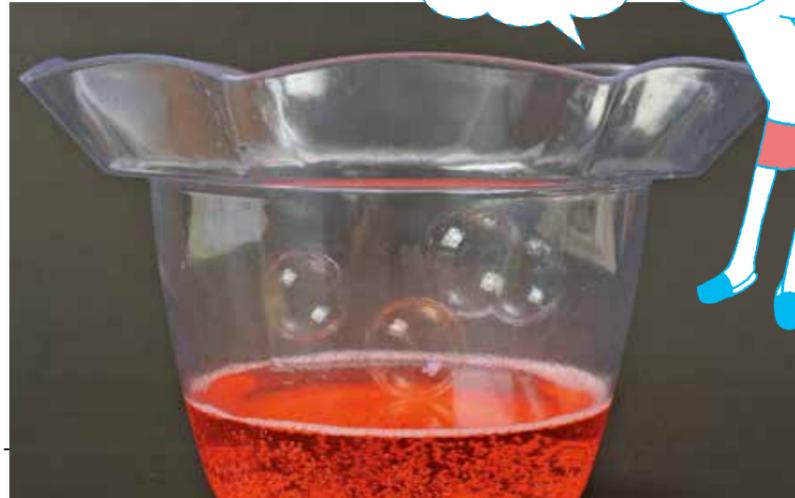
9 シャボン玉を吹き入れる

さらにもうひと実験してみましょう。入浴剤を入れた後に、水槽にシャボン玉を吹き入れます。

10 シャボン玉が静止する

シャボン玉が水面に落下せず、空中で静止します。

止まっているシャボン玉なんて初めて見た!



1 重曹とクエン酸をビニール袋に入れる

重曹30gをビニール袋の中に入れます。



そこにクエン酸15gを加えます。

2 食紅を加える

好きな色の食紅を少量加えます。ここで好みのアロマオイルや香料を入れると、香りつきの入浴剤が出来ます。



3 アルコールをひと吹きする

材料を固めやすくするために、消毒用アルコールをひと吹きして湿らせます。あまり湿らせすぎると、乾燥中に発泡してしまうので注意しましょう。



5 型枠に入れて押し固める

全体がしっとりとして固まってきたら型枠に移し、押し蓋で強く押し固めます。



4 ビニール袋をもむ

ビニール袋をもむようにして、材料をこねて丸めます。



実験② 入浴剤でシャボン玉静止!?

難易度 ★★★★★

- 炭酸ガスの入った入浴剤は、身体をポカポカにする効果があります。実はこの入浴剤、家庭で簡単に作ることができるのです。

用意するもの

- 重曹
- クエン酸
- 食紅
- 消毒用アルコール
- ビニール袋
- クッキーなどの型枠
※押し蓋がついているものが便利です
- お湯
- シャボン液

入浴剤をつくるポイントは、消毒用アルコールの量。水分を加えすぎると、固めている段階で発泡が始まってしまう。どうしても粉がまとまらない場合にだけ、アルコールを少量ずつ追加しましょう。食紅を使った場合、残り湯で洗濯すると、服に色がついてしまうので要注意!

松延先生からひとこと





1 小さいコップを 大きいコップの中に

小さいコップにシールを貼り、大きいコップの中に入れます。このとき、小さいコップが大きいコップの中央にくるようにしましょう。



2 小さいコップに サラダ油を注ぐ

外側のコップにこぼれないように注意して、小さいコップにサラダ油を注ぎます。



3

小さいコップを サラダ油で満たす

サラダ油を小さいコップいっぱいまで注ぎます。まだ小さいコップははっきりと見えているはずですよ。

コップが消える
なんて信じられ
ないけど……。



4 さらに サラダ油を 注ぐ

小さいコップにサラダ油をさらに注ぎ、外側の大きいコップに溢れさせます。小さいコップの下の方に変化が……。



5 小さい コップが消える

小さいコップがすっかり浸かるまで、サラダ油を注ぎ続けると、小さいコップが見えなくなります。小さいコップに貼ったはずシールが、大きいコップの中に浮いているように見えます。



簡単な実験ですが、コップの選び方に注意しましょう。まずはガラスでできていること、そしてカットが施されていないこと。また、実験前にコップをキレイに洗い、よく拭いておくといいでしょ。手軽で失敗も少ないので、オススメの実験です!



松延先生からひと言

実験① 消える コップ!?

難易度 ★★☆☆

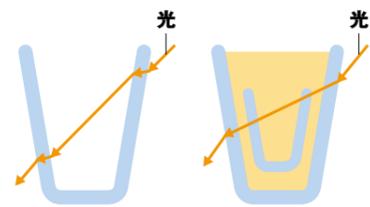
ガラスは透明ですが、
私たちはコップを
「見る」ことができます。
透明なのに見える……。
これは一体なぜなのでしょうか。

用意するもの

大きいコップ
小さいコップ
サラダ油
シール

どうしてこうなる?

透明なコップが「見える」秘密は、光の屈折率。ガラスと空気の境目で曲がった光をキャッチして、私たちはコップを見ているのです。サラダ油に浸かったコップが見えなくなるのは、サラダ油とガラスの屈折率がほとんど同じだから。光が折れ曲がらずに進むため、内側のコップは見えなくなってしまうのです。



水に塩を溶かしたときに見える透明なモヤも、屈折率の違いによるもの。これを「シュリーレン現象」と呼ぶ。



1 レモンに フォークを刺す

レモンを半分に切り、切った面を下にしてアルミホイルに乗せます。さらにレモンにフォークを深く突き刺します。



2 アルミホイルで 回路をつくる

アルミホイルをこより状にし、一方をフォークに巻きつけ、もう一方をレモンとアルミホイルの間に挟み込みます。



3 回路を 完成させる

「フォーク→レモン→フォーク→レモン」の順につないでいき、回路を完成させます。

4 アルミホイルを LEDにつなぐ

こより状にしたアルミホイルをLEDにつなぐと、電気が点きます。



レモン以外の
果物でも電気は
点くんよね。



とても有名な実験ですが、フォークとアルミホイルだけでつないだのは、先生も初めてです! 無事に電気がついて安心しました。普通の豆電球と違い、LEDには極性(プラス・マイナス)があるので、電気が点かない場合は反対につないでみましょう。

松延先生からひと言



実験② レモンが 発電機に!?

難易度 ★★☆☆

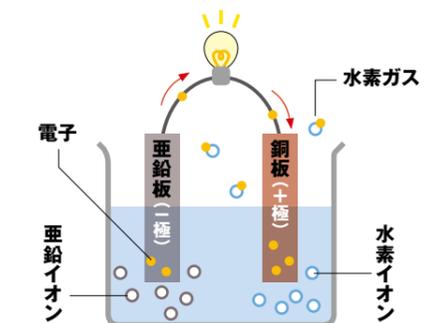
果物や野菜を使って電球を
灯す、有名な実験。実は、銅板や
亜鉛板、銅線などがなくても、
家庭にあるものだけで
電気は点くんです。

用意するもの

レモン
金属のフォーク
アルミホイル
LED (発光ダイオード)

どうしてこうなる?

ここでは、レモン、フォーク、アルミホイルの代わりに、電気を通ず溶液、亜鉛板、銅板を使って解説します。溶液に亜鉛板を浸けると、亜鉛イオンと電子が生まれます。亜鉛イオンは溶液に溶け出し、電子はリード線を通して銅板の方へと移動します。移動した電子は、溶液中の水素イオンとくっつき、水素ガスに変化します。この一連の反応を繰り返すことで、電子の流れが生まれ、電流が発生するのです。



家庭でできる
理科実験



家庭でできる
理科実験

「失敗をたくさん経験して、なぜ失敗したのかを考えることで、論理的・科学的に物ごとを考える姿勢が身につきます。ただそれ以前の段階として、注意力が養われるということのほうが、子どもたちにとって大きいでしょう」

子どもたちの失敗は、水溶液の量の指示を聞き逃すといった、単純なミス

四谷大塚理科講師が教える
**実験と受験の
カンケイ**

「実験が大事なのはわかるけど、入試に役立つの？」
そんなお母さんの素朴な疑問について、
四谷大塚理科実験教室の吉木澄男先生に話を聞きました。

**注意力が養われて
他教科にも好影響が**

中学入試の理科の問題について、「最近のトレンドは実験のデータ処理」と語る吉木澄男先生。

「最低でも大問ひとつは実験に関する問題が出題されていると思いますね。男子校はもちろん、最近は女子校でも浮力や発熱などの難問が出ることも。実験をひとつやったからといって、それが難問を解くことに直結することはないと思います。ですが、数多くこなすうちに、この問題は、あの実験と原則的な部分が似ているな」という、ある種の感覚が身についていきます。算数で演習問題をこなして、解法の引き出しを増やすと、難問が解けるようになるのと似ているでしょうか」

実験を数多くこなすことのメリットは、問題を解く能力に関することだけではないと言います。

「失敗をたくさん経験して、なぜ失敗したのかを考えることで、論理的・科学的に物ごとを考える姿勢が身につきます。ただそれ以前の段階として、注意力が養われるということのほうが、子どもたちにとって大きいでしょう」



吉木 澄男先生
四谷大塚新横浜校舎
専任講師。理科講師
として、実験教室を担当している。

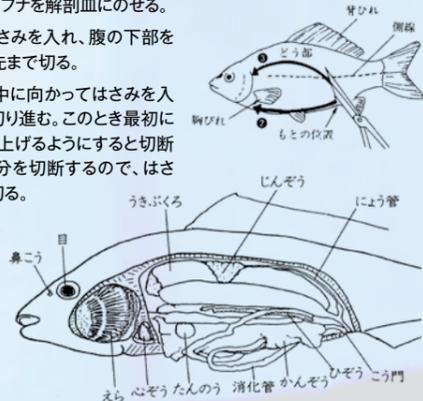
「実験は、その分野を授業で習う2週間ほど前にやります。実験教室では、その日やった実験を家で繰り返し行える簡単な実験器具を配っていますから、家庭で復習の実験を行うといいでしょう。あとは、ご父母の皆さんも実験教室に来て、お子さんと一緒に楽しんでほしいですね」

四谷大塚理科実験教室で行われた実験

中学受験コース「フナの解剖」

【準備】材料:フナ(麻醉をかけたもの) 器具:解剖皿、解剖ばさみ
【観察】フナのからだのつくりを観察する。

- ①頭が左になるように、フナを解剖皿にのせる。
- ②肛門のところからはさみを入れ、腹の下部をまっすぐえらぶたの先まで切る。
- ③肛門の位置から背中に向かってはさみを入れ、弧を描くように切り進む。このとき最初に切った部分を、持ち上げるようにすると切断しやすい。ろっ骨部分を切断するので、はさみをしっかり持って切る。
- ④えらを切らないようにしながら、えらぶたの前の線に沿って切ると心臓が見える。



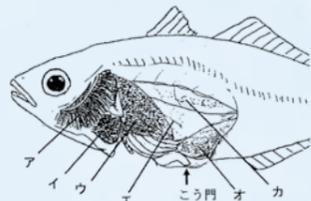
実際に出題された実験にまつわる入試問題

桐蔭学園中学校(平成24年度 一部改)

右の図は、アジのからだの一部を解剖したものです。ア〜カの各部分を観察すると、次のような特徴が見られました。

【特徴】

- ア 赤くて細かひだが集まってできている臓器。
- イ 弾力のある赤い臓器。ふたつの部屋からできている。
- ウ 濃い赤い色をした、内臓の中で最も大きな臓器。
- エ 弾力のある白い臓器。中に小さなエビが見られた。
- オ 内部に小さな卵が多数見られる臓器。
- カ 透明な袋のような臓器。中には気体が入っている。



- 問1 アジが呼吸するために用いる臓器はどれですか。ア〜カの中から記号で答えなさい。
- 問2 アジの消化管の一部となっている臓器はどれですか。ア〜カの中から記号で答えなさい。
- 問3 アジの血液を体中に送り出している臓器はどれですか。ア〜カの中から記号で答えなさい。

解答:問1 ア 問2 エ 問3 イ



**2種類の
水溶液を
つくる**

空のペットボトルを2本用意します。1本には水道水約200mlと小さじ一杯のアルギン酸ナトリウム、もう1本には水道水約400mlと塩化カルシウム大さじ一杯を入れます。



**2
ペットボトル
を振る**

2本のペットボトルを振って、よく溶かします。特にアルギン酸ナトリウムは溶けにくいので、がんばって溶かしましょう。



**3
アルギン酸に
色をつける**

アルギン酸ナトリウムを溶かした液体に絵の具を入れて混ぜます。絵の具を入れたアルギン酸溶液と、塩化カルシウム溶液をそれぞれプラスチックコップに移します。



**4
アルギン酸
ビーズをつくる**

アルギン酸溶液をスポイトで吸い、1滴ずつ塩化カルシウム溶液の中に落とすと、すぐにビーズ状になって固まります。

**5
ほかの色
のビーズ
をつくる**

別の色の絵の具を使い、同じ手順でビーズをつくります。



**6
スノードームを
完成させる**

塩化カルシウム溶液ごと空のペットボトルに移し、水道水でペットボトルを満たすと、スノードームの完成です。



これなら私にもつくれそう!



先生イチ押しの実験です。いろいろな実験教室で披露しましたが、子どもたちが本当に喜んでくれます。今回は、最後にペットボトルに移しましたが、ジャムの瓶などに入れてもOK。そのとき、瓶の底やフタに接着剤で人形をつけると、より完成度の高いスノードームになります。

松延先生からひとこと

**実験⑥
手づくり
スノードーム!?**

難易度 ★★★★★

水の中にカラフルなビーズが舞うスノードーム。意外な材料を使って、オリジナルのスノードームをつくりましょう。

用意するもの

- アルギン酸ナトリウム
※インターネットで購入できます
- 塩化カルシウム
※ホームセンターやインターネットで購入できます
- ペットボトル
- 絵の具
- プラスチックコップ
- スポイト

どうしてこうなる?

アルギン酸ナトリウムとは、海藻特有のヌルヌルとした成分で、食物繊維の一種です。このアルギン酸ナトリウムには、カルシウム溶液の中で固まる性質があります。これを「アルギン酸ビーズ」と言い、バイオテクノロジーの世界で広く利用されているものです。また、人工イクラにもこの反応が利用されており、見た目や味、食感も本物と変わらないイクラをつくることができます。

人工イクラの構造

