

離島の小学校における理科授業の実践

— 苓崎市立志原小学校での「ものが水に溶ける現象」の授業 —

星野 由雅（長崎大学教育学部数理情報講座化学）

要旨

離島の小学校での理科授業実践として、苓崎市立志原小学校で5年生と6年生を対象としたAB方式の複式授業、「ものが水に溶ける現象」の授業を行った。ものが水に溶ける現象を理解するための粒子概念を形成でき、さらにもものが水に溶ける際にはエネルギーの出入りを伴っていることを認識できる計4つの実験を行った。実験1は、市販のアメを水に浸してシュリーレン現象を観測し、“ものが水に溶ける現象”の可視化をねらったもの、実験2は、デンプン水溶液と食塩水にレーザー光を照射して、チンダル現象の観測の有無から溶液中に粒子の存在を認識させるもの、実験3は、ポリビニルアルコール製のビーズを用いて立方体の結晶モデルを作製し、それをエタノール中でばらばらにすることにより、溶液中では粒子がばらばらに存在していることを認識させるもの、実験4は、塩化カルシウムと硝酸カリウムを水に溶かすと熱としてエネルギーの出入りがあることを体感させるものである。これらの実験を行うための準備や用いた資料、授業手順などを述べた。

1. はじめに

長崎県は、その地理的環境から離島を多く抱え、複式授業など都市部とは異なる授業形態を余儀なくされる場合もある。小学校の理科の授業では、2年間をかけて2学年の教科内容を異なる学年の児童と一緒に学ぶAB方式が取られることが多い。今回、長崎県教育委員会からの依頼により、理科支援員等配置事業にかかる特別講師として平成19年11月6日（火）、苓崎市立志原（しむら）小学校の5年生10名、6年生7名の計17名に対する授業を行った。期せずしてAB方式の複式授業の形態で行ったので、その実践報告を行う。

小学校の子どもたちは日常生活の中で、ものが水に溶ける現象、例えば砂糖や塩が水に溶ける現象などを体験している。また、子どもたちの中には、ものを水に多量に溶かすには、水を温めればよいことを経験的に知っているものもいる。しかし、水を温めれば溶解する量がすべての物質で増すわけではない。この現象を理解するには、ものが水に溶ける際にはエネルギーの出入りがあり、さらに“乱雑さ（エントロピー）”の増減が関わっていることを知る必要がある。しかし、これらの概念を、子どもたちが小学校段階で理解するには、無理がある。ただ、子どもたちが、将来、中学校、高等学校、あるいは大学に進んだ際、各課程で、“ものが水に溶ける現象”を的確に理解するために、小学校段階で、それらの概念を

理解する助けとなる，“粒子概念”をある程度獲得しておくことは意義がある。また、子どもたちの中には、ものを水に溶かした際に、温くなるものや冷たくなるものがあることも経験したものがおり、ものが水に溶ける際にはエネルギーの出入りが伴うことを小学校段階で明示しておくことは、その後の発達段階に応じた学習をスムーズに理解する上で意義があると考えられる。

そこで、今回の授業ではいくつかの実験を通して、子どもたちがおぼろげながらも粒子概念を獲得し、また物理・化学現象には、エネルギーが関わっていることを認識できることを目指した。

尚、本稿では主に著者が行った授業内容を報告することを目的とし、児童の反応については、最小限に止め、その詳細は次稿にゆずることとする。また、今回のような離島での理科の出前授業では、現地校で器具等を利用させてもらうこともあり、ノウハウ蓄積の観点から授業内容だけでなく、打合せおよび準備の過程についても記録を残しておくことが重要であると考えたので、そのことについても触れておく。

2. 授業打合せおよび準備

今後の参考のために簡単に時系列で特別講師としての授業要請から打合せおよび準備について紹介する。

・平成19年8月中旬：

長崎県教育委員会から特別講師として11月6日に壱岐市立志原小学校での授業要請があった。数日後、著者のスケジュール調整が上手く行き、授業実施が可能になった旨を県教委に連絡した。

・平成19年9月中旬：

県教委から正式に特別講師として派遣決定通知書(9月14日付け)が届いた。志原小学校へ連絡を行い、時間帯と対象学年、人数を問い合わせた。

・平成19年10月4日：

志原小学校の理科専科の教諭より、時間帯、対象学年、人数について連絡をいただいた。

・平成19年10月14日：

志原小学校の理科専科の教諭に授業での実験内容と使用する器具・材料などを電子メールで知らせた。その中には、こちらで準備できるものと志原小学校で準備していただきたいものを明示しておいた。教諭からは、折り返し小学校で準備できるものの器具等の連絡をいただいた。

・平成19年11月2日：

志原小学校宛に、実験器具と材料を11月5日の午前中までに到着するよう宅配便で送付した。

・平成19年11月5日：

夕方に志原小学校へ到着。理科専科の教諭と共に、授業の進め方および実験内

容の打合せと器具・材料の準備を行った。

・平成19年11月6日：

9時35分から授業実施。当初、11時25分までの予定であったが、実験が長引いたため12時15分まで時間を延長していただいた。

3. 授業内容

次に、実際に行った授業内容について報告する。授業では、5、6年生が混合して6班に分かれて実験を行った。授業で使用したPowerPoint®のスライドを資料1に、ワークシートを資料2に示す。ワークシートは、児童一人ひとりに配布し、実験ごとに記入してもらった。

まず、理科専科の教諭から著者の紹介をいただいた後、自己紹介を行った。その後、著者が小学生のときの理科にまつわるエピソードを披露し、失敗談も含めて話すことにより、児童が著者に親近感を持てるように図った。

次に、実験上の注意を行うことにより、気持ちを切り替えさせた。そして、まず日常生活の中でどのようなものを水に溶かしているかを児童に問い掛け、発表してもらった。資料1のスライドにあるように、児童からは、食塩、砂糖、デンブ、セッケンの答えが返ってきた。そこで、“砂糖が水に溶ける”とはどういうことかを知るために、砂糖の塊であるチュッパチャプス®をビーカー中の水に浸けて、溶けるようすを観察する実験を提案した。ここで、資料2にある実験1「シュリーレン現象を利用した“ものが水に溶ける現象”の可視化」のワークシートを配布した。一人の児童に、実験の手順を読んでもらい、次に各児童に実験を行ったらどのようなことが観測されるか、予想をワークシートに記入してもらった。そして、実験器具・材料を班毎に教卓まで取りに来てもらい、揃った班から実験を始めてもらった。実験1の概要を下に記す。

実験1. シュリーレン現象を利用した“ものが水に溶ける現象”の可視化
概要：2個の100 mL ビーカーに、それぞれ水道水80 mLを入れ、一方には、小石、もう一方には柄を持ったままでチュッパチャプスを水の上部に浸けてもらった。ビーカーの後ろには、黒画用紙を立てておいた。チュッパチャプスが溶けるようすを観察してもらい、それをワークシートに記入してもらった。

観察結果を記入してもらった後に、2つの班に予想と観察したようすを発表してもらった。児童は、チュッパチャプスを水に浸けたほうは、「もやーんとしたものが見えた。」などの表現で、ものが水に溶けるときは、そのものの一部が少しずつ水のほうに移ったことを認識できたようであった。

実験1により、何かが水の中に溶けていることは、皆わかったが、目に見えないため、それが何かはまだ理解できないようであった。そこで、コロイド溶液の

一つであるデンプン溶液にレーザー光をあて、チンダル現象を観察することにより、水の中に“溶けている粒子”があることを認識させることを目指した。

まず、実験1の後片付けを行った後、実験2の概要をスライドで示し、さらに実験2「コロイド溶液の“粒子”を観察する」のワークシートを配布し、ワークシートとの変更点を含めて実験手順を解説した。このとき、スライドで「アルコールランプを使うときの注意点」を示して、取り扱い上の注意を促した。実験に入る前に各自に予想を書いてもらってから、実験に取り掛かってもらった。

尚、ワークシートの方法では溶液の質量測定に上皿天秤を使用する予定であったが、実際の実験ではデジタル式電子上皿天秤を使用した。また、食塩水を調製する際に用いる水は、前日の準備段階で水道水にレーザー光線を当ててみるとチンダル現象が観測され、かなり大きな粒子が混入している水であることがわかったので、精製水を用いることにした。実験2の方法を次に記す。

実験2 コロイド溶液の“粒子”を観察する

概要：200 mLのビーカーに約180 mLの精製水を取り、その質量をビーカーごとデジタル式上皿天秤で量ってもらった。次に、その水に食塩1 gを入れ、ガラス棒でかき混ぜて完全に溶解させ、その食塩水の質量を量ってもらい、約1 gだけ始めと比べて重くなっていることを確認してもらった。これで、食塩は溶けて見えなくなっているが確かに水の中に食塩が入っていることを認識してもらった。次に、予め電気ポットで温めておいた約90℃の水180 mLをビーカーにとり、次に可溶性デンプン1 gを入れて、よくかき混ぜてもらった。この時、すべての班で水温が下がり、デンプンが完全に溶けなかったため、アルコールランプを用いて加熱して、溶解させた。デンプン溶液ができた班から順に著者が緑色のレーザーポインターを用いて各班の食塩水とデンプン水溶液にレーザー光線を当てた。

予想の段階では、食塩水とデンプン溶液にレーザー光を当てると「どちらにも光のすじが見える」、「食塩水には見えて、デンプン溶液には見えない」、あるいは逆に「デンプン溶液には見えて、食塩水には見えない」と3つの意見がでた。実際に、実験を行い、デンプン溶液に緑色の光のすじが見えると、皆一様に「おー」と驚きの声を上げていた。観察結果をワークシートに記入してもらい、その後代表の班に思ったことを発表してもらった。予想とは異なる結果であった児童にとっても、また予想したとおりであった児童にとっても、「なぜそうなるかがわからない」ため、不思議なことと受け止められたようであった。

そこで、次に結晶など目に見える固体が水に溶けるとなぜ見えなくなるのかを体験的に理解してもらうために、実験3の「ビーズを用いて結晶モデルをつくる」を行ってもらうことにした。これは、アクアビーズ®で結晶モデルを作製してもら

い、それをエタノールに入れ、ガラス棒でつついてもらおうと、ビーズがばらばらになることから、固体が溶けるときは構成している粒子が小さくばらばらになることを認識させる実験である。ワークシートを配布後、実験の手順を読んでもらい、さらにエタノールが目に入る危険性があることから保護メガネをかけるよう説明した。実験3の内容を次に記す。

実験3 ビーズで作った結晶モデルを溶かす

概要：スポンジに水を含ませてその上でビーズ（ポリビニルアルコール製）を転がして、ビーズ同士が接着するようにした。ペットボトルのフタの中で3個×3個×3個の立方体の塩化ナトリウム型結晶モデルを作成してもらった。これを、エタノール中に入れ、ガラス棒でつついて砕くことによって、ビーズをばらばらにしてもらい、擬似的に“溶けた”状態を作り出した。

実験後、発表してもらおうと、ほとんどの児童は予想通りビーズがばらばらになったことを述べていた。ここで、スライドを示し、ものが水に溶けるときには“つぶ”となって溶けていること、そしてデンプンのように大きい“つぶ”は、工夫をすればチンダル現象として見えるが、食塩では工夫をしても見えない小さい“つぶ”となっていることを説明した。なぜ、溶けると見えなくなるかは、溶かす前は結晶などの固体で、これは“つぶ”が集まっているので大きくて見えるが、溶かすと“つぶ”がばらばらに、つまり1つ1つになってしまうため、小さい“つぶ”では見えないことを説明した。

ところで、ものが水に溶けるときは、ただ、小さな“つぶ”になっているだけだろうか、と児童に問い掛けを行った。ものを水に溶かすと温かくなったり、冷たくなったりするものがあると述べた後、実験4を行ってみようという提案をした。実験4では、塩化カルシウムのように水に溶かすと発熱するものと硝酸カリウムのように熱を奪って冷えるものを扱うことにより、ものが水に溶ける際には熱としてエネルギーの出入りがあることを認識してもらおうことを目指した。児童には、予想を記入してもらってから実験4に取り掛かってもらった。実験4の内容を次に示す。

実験4 ものが水に溶けるときのエネルギーの出入り

概要：予め、ねじ式サンプル管2本の中の水の温度を測定してもらった。そして、一方のサンプル管に塩化カルシウムを、もう一方のサンプル管に硝酸カリウムを入れてもらい、ねじフタをしっかり締めて、フタの部分を持って10回程度振ってもらった。サンプル管の本体の部分に触ってもらい、温度を体感してもらった。次に、フタを開けて、それぞれの溶液の温度を測定してもらい、始めの水温と比較してもらった。

実験を行ってみると、塩化カルシウムを溶かした溶液の入ったサンプル管は手で触れないほど熱くなり、一方、硝酸カリウムの溶液は随分冷たくなっていたことに児童は驚いていた。実験終了後、予想と実際の実験結果を発表してもらった。予想と異なる結果を得た児童が多かったようで、「なぜものが水に溶けると温度が上がるものと下がるものがあるのか。」という疑問が湧いたようである。児童に、同じような経験をしたことがないかと問うたところ、「氷水に塩を入れると0℃より冷たくなる。」と答えた児童がいた。これは、小学校4年生での水の三態の学習で、氷を作製するときに氷水に食塩を入れると水温が下がり0℃付近でほぼ全ての水が氷となり、さらに温度が下がり0℃より低くなった実験を思い出したからであろう。4年生の時点では、食塩が水に溶けることによって水温が下がったことを明確には意識していなかったと思われるが、この実験4を行うことで、ものが水に溶けるときには熱の出入りがあり、4年生のときの実験はそれを利用したものであることを、児童が認識できたといえる。そこで、スライドを用いて、ものが水に溶ける際には“熱”という形でエネルギーの出入りを伴っていることを改めて説明した。

最後に、今回の4つの実験のまとめのスライドを示して、ものが水に溶けるときに何が起きているのかを“つぶ”を用いて説明した。さらに、「なぜ水に溶けるのか？」については、是非大学生になってから勉強してくださいと述べて授業を終了した。

ものが水に溶けることは、小学校5年生の単元で扱われる。今回、6年生にとっては、既に学習した内容となったが、デンプン水溶液のようなコロイド溶液を取り入れることで新たな視点で学習した内容を振り返る契機となったと考えられる。また、粒子概念を確実にするために用いた“ビーズを利用した結晶モデル”や“ものが水に溶ける際に熱の出入りがある”ことは、小学校では直接学ばない内容である。そういう意味では、6年生にとっても、新鮮な印象を抱いてもらえたのではないかと考えられる。反省点としては、実験時間の見積もりが少なかつたため、時間を超過したことである。特に、実験3の「ビーズで作った結晶モデルを溶かす」では、児童がビーズの接着のコツを掴むのに時間がかかった。指導方法の改善が必要であると感じた。

4. おわりに

この授業は、独立行政法人科学技術振興機構の理科支援員等配置事業により行われたものである。尚、授業実施に際しては、打合せおよび準備段階から壱岐市立志原小学校の森山早百合教諭をはじめ志原小学校の先生方に御助力をいただいた。特に、森山教諭には授業時にも多くの御支援をいただいた。ここに深く感謝の意を表す。また、事前に原稿に目を通していただいた長崎県教育庁義務教育課の糸瀬英俊指導主事にも感謝の意を表す。

巻城市立志原小学校
H19.11.06

ものが水に^と溶ける 現象^{げんしょう}の実験^{じっけん}

1. “溶ける”^とということ
2. “溶ける”^{あたた}と温かくなる?
3. なぜ, “溶ける”の^とだろう?

長崎大学教育学部
数理情報講座(化学)
星野 由雅

1

小学生のときの 理科にまつわる思い出

1. 湯川秀樹博士の伝記(小2)
日本人で初めてノーベル賞を受賞
2. 気温をはかるときの失敗(小4)
ついつい遊んでしまいました。
3. 食塩とホウ酸の分離(小5)
自分たちで方法を考える楽しさ

2

実験上の注意

1. エタノールとしょうさんカリウムは、火のそばにちかづけないようにしましょう。また、目に入らないように注意しましょう。
2. えんかカルシウムは、目に入らないように注意しましょう。
3. 危ない実験のときは、ほごメガネをかけましょう。

3

1. “とける”ということ


水になにをとかしますか?

- 1) 食塩を水にとかす
- 2) 砂糖を水にとかす
- 3) デンプンを温水にとかす
- 4) せっけんを水にとかす

4

1. “とける”ということ

2) 砂糖を水にとかす



チュッパチャプスを水にとかす

5

実験①

チュッパチャプスを水にとかす

- ①2つのビーカーに水を入れる。
- ②1つのビーカーに小石を入れる。
- ③もう1つのビーカーにチュッパチャプスのアメのところだけをつける。
- ④黒画用紙の前にビーカーをおき, 中のようすをよく観察する。

6


なにが見えましたか?

- ・小石を入れたほう
- ・チュッパチャプスを入れたほう

7

ものが水にとけるとき

・なにかが, 水のなかに入っている



- ・どんなもの?
- ・目に見える?

8

実験②
食塩水とデンプン水よう液に
レーザー光線をあててみる。

- ①水の重さをはかりではかる。
- ②食塩水を作って、始めの水の重さと比べる。
- ③温水でデンプン水よう液を作る。
- ④食塩水とデンプン水よう液に横からレーザー光線をあててみる。
- ⑤ビーカーの中のをよく観察する。

アルコールランプを使う
ときの注意点

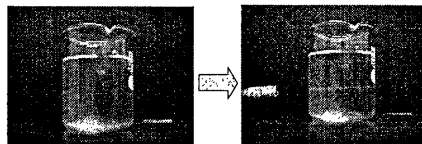
- ・ぬれぞうきんを準備しよう。
- ・点火は、マッチの火でおこなおう。
- ・マッチの火は、横から近づけよう。
- ・三脚の下へは、すべらせるように入れて入れよう。ランプは、持ち上げない。
- ・消すときは、フタをななめ横からかぶせよう。

なにが見えましたか？

- ・食塩水のほう
- ・デンプン水よう液のほう

実験②
食塩水とデンプン水よう液に
レーザー光線をあててみる。

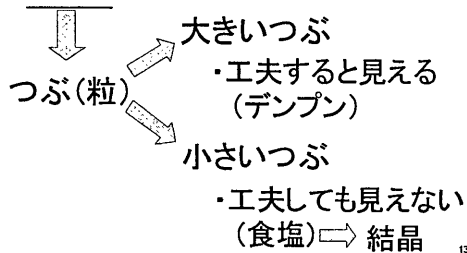
- ・デンプン水よう液にレーザー光線をあてると



光のすじが見えた。

ものが水にとけるとき

- ・なにかが、水のなかに入っている

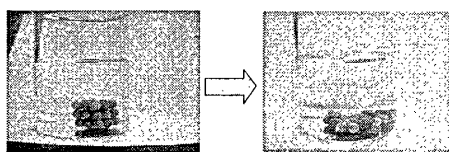


実験③
結晶モデルを作るとかす

- ①アクアビーズをスポンジで水にぬらす。
- ②ピンセットでビーズの色が交互になるようにペットボトルのフタの中でならべる。
- ③3段に交互(たがいちがい)に重ねる。
- ④エタノールに入れてガラス棒でくすぐるとかす。

実験③
結晶モデルを作るとかす

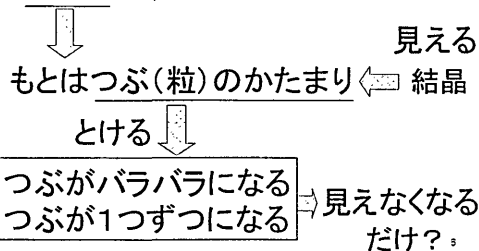
- ・結晶モデルを溶かしてみると、



つぶのかたまり つぶがバラバラ

ものが水にとけるとき

- ・なにかが、水のなかに入っている



実験④ とけるときのエネルギーの出入り

- ① サンプル管の中の水の温度をはかる。
- ② えんかカルシウムをサンプル管の水に入れて、あたまを持って振ってとくす。
- ③ しょうさんカリウムをサンプル管の水に入れて、あたまを持って振ってとくす。
- ④ サンプル管の水の入っているところをさわってみる。温度もはかってみる。

17

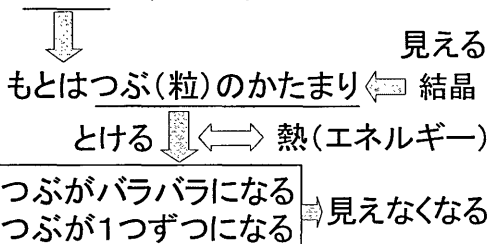
実験上の注意

1. エタノールとしょうさんカリウムは、火のそばにちかづけないようにしましょう。また、目に入らないように注意しましょう。
2. えんかカルシウムは、目に入らないように注意しましょう。
3. 危ない実験のときは、ほごメガネをかけましょう。

18

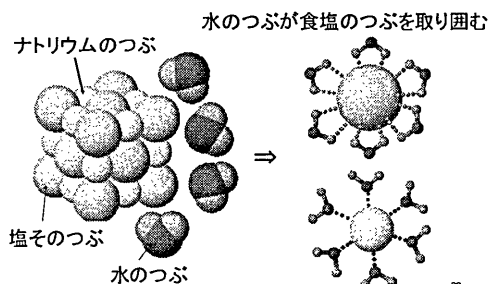
ものが水にとけるとき

・なにかが、水のなかに入っている



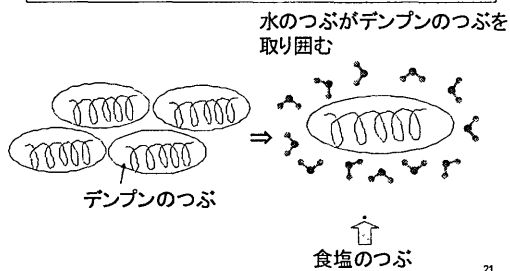
19

食塩(塩化ナトリウム)を水に溶かすと



20

デンプンを温水に溶かす (コロイド溶液)



21

香枝市立志原小学校
H19.11.06

ものが水に溶ける 現象の実験

1. “溶ける”ということ
2. “溶ける”と温かくなる?
3. なぜ、“溶ける”のだろう?

↓
大学生で学びます。

22

資料2 授業で用いたワークシート

平成19年11月6日

ものが水に溶ける現象の実験①
シュリーレン現象を利用した“ものが水に溶ける現象”の可視化

学年：
なまえ：

ア) 準備するもの(班ごと)：

・ビーカー(100ml)	2個
・ビーカーに入る小石	1個
・チュッパチャプス	1個
・黒画用紙	1枚

イ) 実験の手順：

- ①黒画用紙に折り目をつけて、実験台に立つようにする。
- ②100mlのビーカーに水道水を約80ml入れる。
- ③2つのビーカーを黒画用紙の前におく。
- ④ビーカーの一方に小石を、もう一方のビーカーにチュッパチャプスのあめのところだけをつける。
- ⑤ビーカーの中のようすをよく観察する。

ウ) 予想(図でも文章でもよい)

→

エ) 観察したこと(図でも文章でもよい)

オ) 実験の結果からわかったこと、おもったこと、感じたこと

平成19年11月6日

ものが水に溶ける現象の実験②
コロイド溶液の“粒子”を観察する

学年：
なまえ：

ア) 準備するもの(班ごと)：

・ビーカー(200ml)	2個
・食塩	1g
・可溶性デンプン	1g
・ガラス棒	2本
・アルコール温度計	1本
・温水(70℃程度)	180ml
・三脚	1個
・アルコールランプ	1個

イ) 実験の手順：

- ①200mlのビーカー1つに蒸留水を約180ml入れ、はかりの皿にのせ、おもりでつりあわせる。
- ②そのビーカーに食塩1gを入れて、とかす。
- ③食塩をとかしたビーカーをはかりのものと皿にのせ、つりあうかどうか観察する。
- ④もう一方のビーカーに温水(70℃程度)を約180ml入れる。
- ⑤そのビーカーにデンプン1gを入れて、とかす(とけにくいようなら、アルコールランプであたためる)。
- ⑥黒画用紙を立てて、その前に食塩水のビーカーとデンプン水よう液のビーカーをおき、横から緑色のレーザー光線をあてる。

ウ) 予想(図でも文章でもよい)

→

エ) 観察したこと(図でも文章でもよい)

オ) 実験の結果からわかったこと、おもったこと、感じたこと

平成19年11月6日

ものが水に溶ける現象の実験③

ビーズで作った結晶モデルを溶かす

学年：
なまえ：

ア) 準備するもの(班ごと)：

- ・アクアビーズ(赤) 15個
- ・アクアビーズ(青) 15個
- ・ビーカー(100ml) 2個
- ・ピンセット 1本
- ・ガラス棒 1本
- ・スクリュウ式サンプル管の蓋 1個
- ・エタノール 60ml

イ) 実験の手順：

①水で湿らせたスポンジの上にビーズを乗せ、
転がしながら、ビーズの表面に水をつける。



②ピンセットを使って、ペットボトルのふたの中で色がたがいち
がいになるように組み立て、下の三つのセットをつくる。



③3つのセットを写真のように、たがいちがい(交互)に重ねる。



④作った結晶モデルをエタノールを入れたビーカーにつけ、ガラ
ス棒でかくようにしてみる。

ウ) 予想(図でも文章でもよい)

エ) 観察したこと(図でも文章でもよい)

オ) 実験の結果からわかったこと、おもったこと、感じたこと

平成19年11月6日

ものが水に溶ける現象の実験④

“ものが水に溶ける”ときのエネルギーの出入り

学年：
なまえ：

ア) 準備するもの(班ごと)：

- ・ねじ式サンプル管(中, 水15ml入り) 2個
- ・ねじ式サンプル管(小, えんかカルシウム5g) 1個
- ・ねじ式サンプル管(小, しょうさんカリウム5g) 1個
- ・アルコール温度計 1本

イ) 実験の手順：

①はじめに、サンプル管の中の水の温度をはかる。

②水の入ったねじ式サンプル管の口をあげ、その一方の口に、え
んかカルシウムの入ったねじ式サンプル管から直接、えんかカ
ルシウムを入れる。

③もう一方の水の入ったサンプル管の口へ、しょうさんカリウム
の入ったサンプル管から直接、しょうさんカリウムを入れる。

④2つの水の入ったサンプル管のねじのふたをしっかりと締めて、
サンプル管のあたまを持って約10回振る。

⑤サンプル管の水の入った部分を外からさわってみる。

⑥ふたを開けて、それぞれのサンプル管の中の水の温度をはかる。

ウ) 予想(図でも文章でもよい)

エ) 観察したこと(図でも文章でもよい)

オ) 実験の結果からわかったこと、おもったこと、感じたこと