

けつしよう ふしぎな結晶をつくろう！

みぎ しやしん つけもの つか
右の写真は、漬物をつけるときによく使われる
ミョウバンという物質です。まるで宝石のように
きれいな八面体。このように物質が規則正しい
かたち かに けつしよう
形をして固まったものを「結晶」といいます。
けつしよう かたち ぶつしつ しゆるい か
結晶の形は物質の種類によって、いろいろ変
わってきます。



こんかい かがくきょうしつ にようそ さくさん ぶつしつ
今回のおもしろ科学教室では、尿素と酢酸ナトリウムという2つの物質を
つか けつしよう つく
使って「ふしぎな結晶」を作っていきます。

材料 (1人分)

- かみ こ にようそ
・紙コップ2個
- みず
・水
- だいどころようせんざい
・台所用洗剤
- ・コーヒーフィルター
- ほん
・30cmモール 4本
- さくさん
・酢酸ナトリウム三水和物20g
- ・尿素35g
- ・PVAのり
- めだま
・目玉クリップ

用具

- こ
・プラスチックコップ1個
- あんぜん
・安全めがね
- じようぎ
・定規
- ・ホッチキス
- こもの
・プラスチックの小物ケース
- ・プラスチック調味料用ボトル
- ・わりばし
- ・はさみ
- すいせい いろ
・水性の色ペン

やくそく <約束>

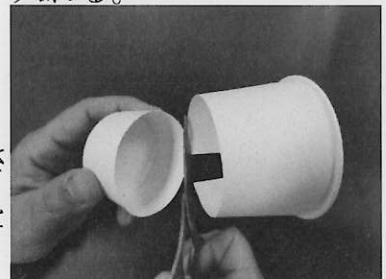
- せんせい しじ き あんぜん さんか
○先生の指示をよく聞いて、安全めがねをつけて参加してください。
- にようそ さくさん みちか やくひん いっしゆ くち い
○尿素も酢酸ナトリウムも身近なものですが、薬品の一種です。口に入れては
いけません。実験のあとは、石けんで手を洗いましょう。

にようそ けつしよう <尿素の結晶をつくろう>

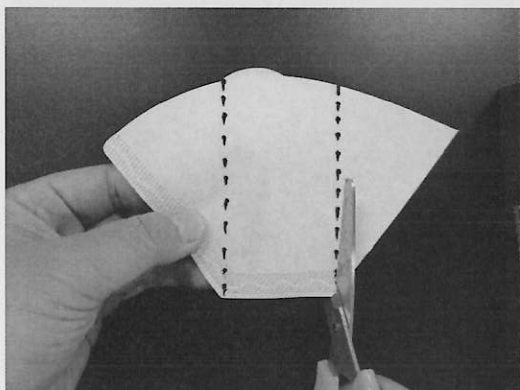
1. にようそ わすいようえき 1. 尿素のほう和水溶液をつくる

- (1) プラスチックコップに尿素を大きじ6杯(およそ35g)入れる。
- (2) プラスチックコップにぬるま湯を大きじ3杯(およそ45mL)入れる。
- (3) ビーカーにPVAのりを小さじ1杯(およそ5mL)入れる。
- (4) わりばしでよくかき混ぜて尿素をとかす。
- (5) ちゆうせいせんざい てきい
中性洗剤を2滴入れ、しみこみやすくする。
- (6) みぎ しやしん かみ たか
右の写真のように紙コップを3cmくらいの高さ

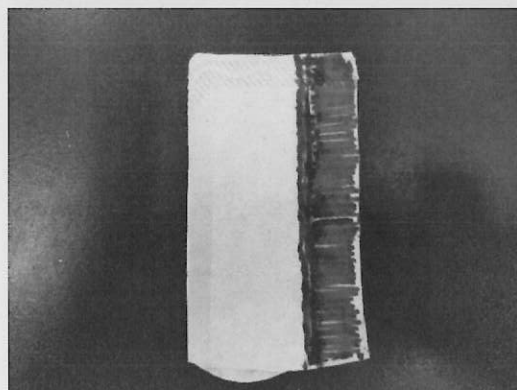
になるように、はさみで切る。カラフル結晶と
けつしよう よう つく
結晶 ツリー用に2つ作る。



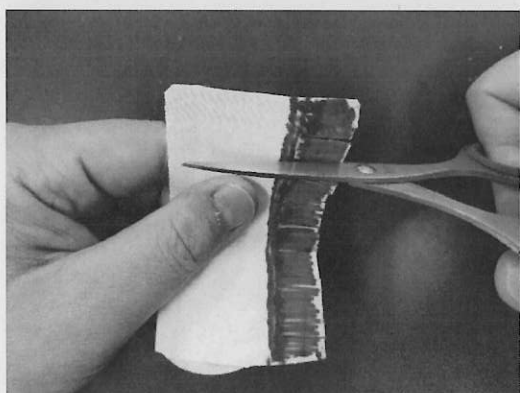
2. カラフル^{けっしょう}結晶をつくる



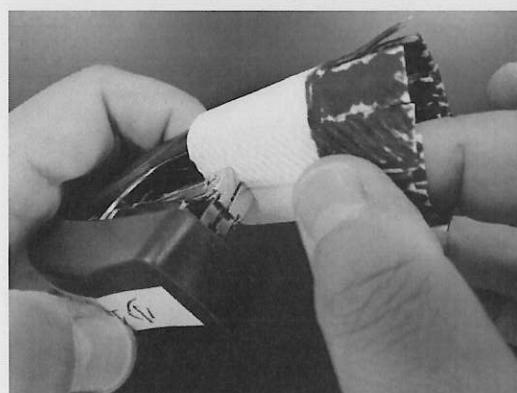
(1) コーヒーフィルタの^{りょう}両^きはじ^とを切り取る。



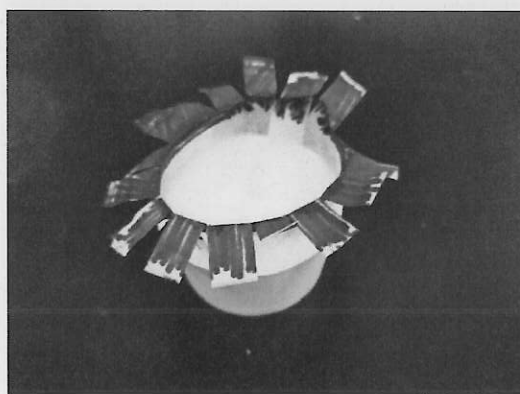
(2) 片側^{かたがわ}だけ色^{いろ}を塗^ぬる。表^{おもてめん}面^{めん}が塗^ぬれたら、裏^{うらめん}面^{めん}も塗^ぬる。



(3) 1 cm くらいのかんかくで、片方^{かたほう}のはじ^きから切れ込み^{こい}を入れる。



(4) 筒^{つつじょう}状^{じょう}に輪^わをつくり、ホッチキス^{しよ}で2カ所^{しよ}とめる。

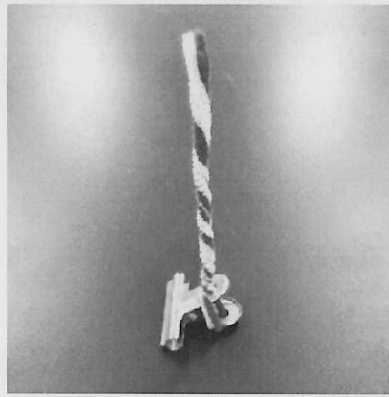
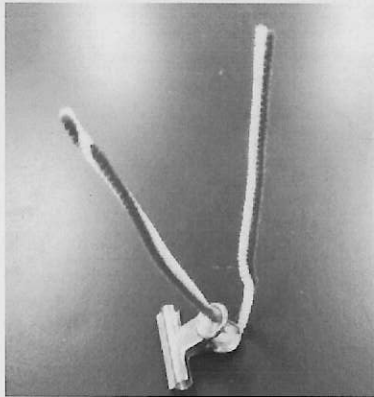


(5) 完成^{かんせい}した輪^わを紙^{かみ}コップ^なの中^たに立て、真^まん中^{なか}から尿^{によう}素^そ水^{すい}溶^{よう}液^{えき}を注^そぐ。(深^{ふか}さ2 cm くらい)

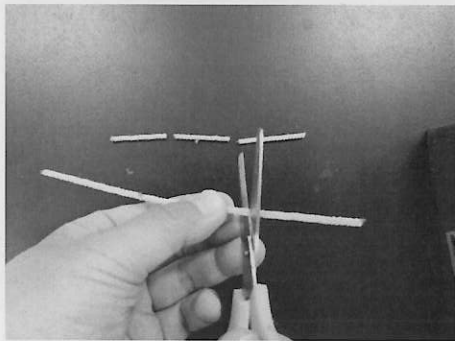
(6) こぼさないように紙^{かみ}コップ^こごとプ^いラスチック^{こもの}小^い物^{もの}ケ^いース^すに入れる。

(7) 20 分^{ふん}ほどで結^{けっしょう}晶^{じょう}が^かでき^みはじ^めめる。結^{けっしょう}晶^{じょう}が^こもろ^わいので、壊^{こわ}さない^{ちゆうい}ように注^ち意^いする。1 日^{いち}くらいた^かって、完^{かん}全^{ぜん}に乾^{かわ}いたら完^{かん}成^{せい}。

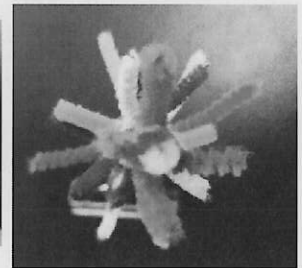
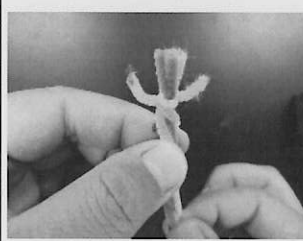
3. 結晶ツリーをつくる



(1) 目玉クリップに2本のモールを通して、半分のところで折り曲げる。モールのねじって、ツリーの幹をつくる。



(2) 定規で長さをはかり、残りのモールをはさみで切り分ける。

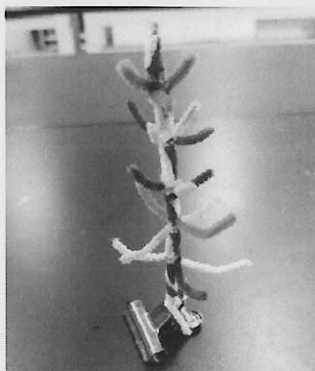


(3) 上から1.5 cmのところに4 cmのモールのまきつける。少し上向きにする。

4 cm... 2本	7 cm... 3本
5 cm... 2本	9 cm... 1本
6 cm... 2本	

(4) 同じ場所にもう一本の4 cmのモールのまきつける。上から見て重ならないようにする。

(5) 1.5 cmずつかんかくをあけて、短いモールから2本ずつ順番につけていく。



最後に全体の形を整え、紙コップに立てる。

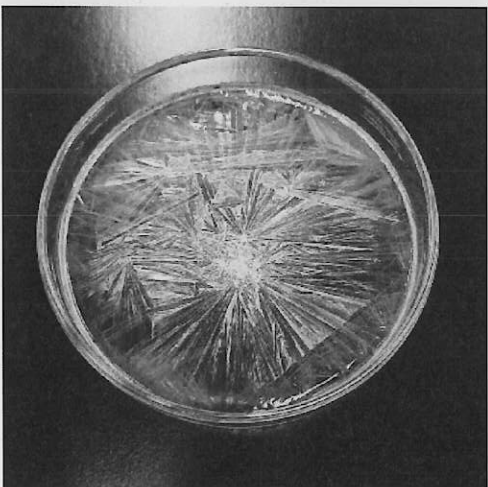
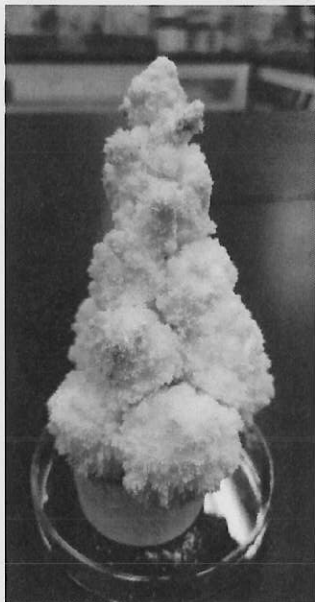
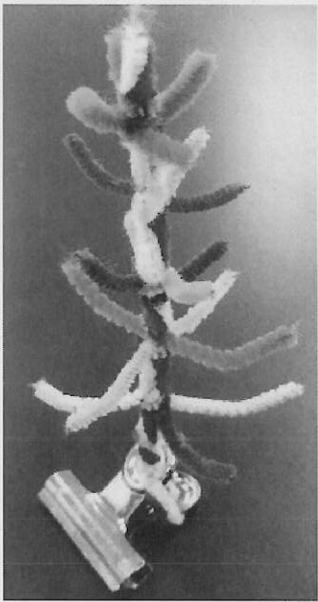
(6) ツリーの幹や枝に尿素水溶液をかける。

(7) ツリーがかわいてきたら、くりかえしかけると結晶がさらに大きくなる。1日くらいして完全にかわいたら完成!

※ あまった尿素水溶液はプラスチック調味料用ボトルに入れて持ち帰る。

^{さくさん}
<酢酸ナトリウム三水和物の結晶を作ろう>
^{えきたい さくさん} ^{さんすい わぶつ} ^{なかに} ^{さくさん} ^{さんすい わぶつ} ^{ふんまつ} ^お
 ○液体の酢酸ナトリウム三水和物の中に酢酸ナトリウム三水和物の粉末を落
^{けつしょう} ^{ようす} ^{かんさつ}
 とします。結晶ができていく様子を、観察しましょう。

^き ^{ふしぎ} ^{おも}
 気づいたこと、不思議に思ったこと



教材名

ふしぎな結晶をつくらう！

—指導者編—

1. ねらい

(1) 「結晶」という言葉を聞くと、どんな姿を思い浮かべるだろうか。結晶は、物質の種類によって実に様々な形を呈する。今回は、尿素と酢酸ナトリウム三水和物の結晶を作って、その違いを比べていく。

この活動を通して、物質によって結晶の形やでき方に違いがあることに気づかせるとともに、物質を形づくる「粒子」について興味関心を高めることが本教材のねらいである。

準備は簡単で、工夫すれば1時間でも指導可能な構成とした。小学校5年「物の溶け方」や中学校1年「物質の状態変化」「水溶液」の学習とも関わりが深いので、単元の導入やまとめの場面で実施すれば、効果的に活用できる。小さくて目に見えないため、教えにくい、学びにくいと言われる「粒子」領域の指導に役立てば幸いである。

2. 準備上の留意点

(1) はじめに

- 尿素も酢酸ナトリウム三水和物も薬品の一種なので、安全めがねをつけさせるとともに、経口しないようにしっかりと指導する。
- 薬品の特徴

尿素 $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$

• 体内のアンモニアを肝臓で分解する際に合成される。腎臓でろ過され、尿として排出される。保湿クリームや肥料の原料として、広く用いられている。溶解度が大きく、水に溶けると吸熱反応が起きる。

- 白色
- 融点 133°C

酢酸ナトリウム三水和物

$\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

• 弱い酢酸臭があり、凍結防止剤、色止め剤など、幅広い用途がある。加熱して 120°C 以上になると無水和物となる。

- 白色
- 融点 58°C

- 尿素と酢酸ナトリウム三水和物を購入する際は、モントロウ（通販）が格安。ともに 500g で 1000 円程度。薬局や教材会社でも購入できるが、酢酸ナトリウム三水和物は届くまでに 10 日くらいかかることがある。
- テキストをプロジェクターで投影すると、わかりやすく説明できる。

(2) 尿素の結晶を作ろう

- 尿素や水の量は、多少増減があっても問題なく結晶はできる。
- むるま湯に尿素を溶かす。吸熱反応により、むるま湯が冷水に変わるため、子どもたちはびっくりする。温度変化が感じられる容器が良い。
- 水溶液が人肌の温度になるまで、手で温めながらかき混ぜる。
- PVA のりを入れると尿素結晶が丈夫になる。規定量だとカリフラワー状になり、量を減らすと針状になっていく。どちらも特徴的な形でおもしろい。
- 中性洗剤を入れると、ろ紙が水溶液を吸い上げやすくなる。
- 溶液の持ち帰り用として、 100 円ショップの調味用ボトルを使用した。価格を抑えるなら、空のペットボトルを持参してもらってもよい。
- コーヒーフィルターの両はじを平行に折って線をつけてから切ると、低学年児童でも作業しやすい。
- 輪を作るときは、下が平らになるようにホッチキス止めし、自立するようにする。
- 当日の湿度にもよるが、 20 分程度で結晶がではじめる。1日程で完全に乾く。
- 結晶ツリーに尿素水溶液をかけるときは、枝や幹に直接かけるようにする。スポイトがあると低学年の児童でもやりやすい。

(3) 酢酸ナトリウムの結晶を作ろう

- 事前に酢酸ナトリウムに少量の水を加えた後、加熱する。

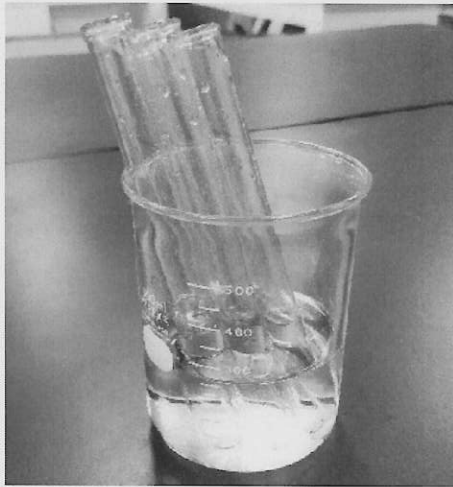
<個別で実験する場合の分量のめやす>

○酢酸ナトリウム三水和物 20g

○水 5mL

- 加熱するときは、ビーカーなどで人数分まとめて湯せんする。 60°C 以上になると溶けてくる。
- 酢酸ナトリウムが全て溶けたら、火を止め、人肌の温度 (40°C 以下) になるまでゆっくりと冷ます。急に冷やすと結晶化しやすい。

- ・過冷却状態の酢酸ナトリウムを容器に注ぎ、酢酸ナトリウムの結晶（小片）を落とすと、放射状に結晶化が進む。
- ・演示実験する場合は、透明な平皿やシャーレを用いると見やすい。材質がプラスチックだと急冷せず、便利。背景が黒のような濃い色だと、透明な状態から白色の結晶になっていく様子がはっきりと観察できる。
- ・プラスチックシャーレは少年科学館で借りられる。
- ・子どもたち1人1人に実験をさせる場合は、シャーレではなく、試験官を用いるとよい。まず、酢酸ナトリウムを溶かしたあと、試験管に移して湯せんする。そのまま写真のようにしてゆっくりと冷ますと、過冷却状態がコントロールしやすい。



- ・試験管の口から酢酸ナトリウム三水和物の結晶（小片）を落とす。すると、上から下に白い針状結晶ができていく。こどもの目には、みるみる凍っていくようにうつるだろう。
- ・予定外に固まってしまったら、もう一度湯せんし溶かせば、再度実験することができる。試験管の場合、やり直しの手間が省ける。
- ・過冷却状態なので衝撃を与えたり、長時間放置しておくとも結晶化してしまう。実施時刻に合わせて、担当者や副指導者が準備するようにする。
- ・実施は授業の導入か終盤の休憩明けタイミングが良い。扱いに慣れておくために、必ず前日までに予備実験を行う必要がある。
- ・水の量を増やしていくと、ゆっくり結晶化する。水の量を変え、結晶化するまでの様子や時間を調べると、さらに発展した実験となる。

4. 参考資料

< Web ページ >

・「おうちで自由研究道場 尿素結晶」
https://www.yumeginga.jp/910_support/jikken_kousaku/jiyuukenyuu/08nyousokessyou.html

・「過冷却 ～あつためて 冷やして～」
 （一関工業高等専門学校）

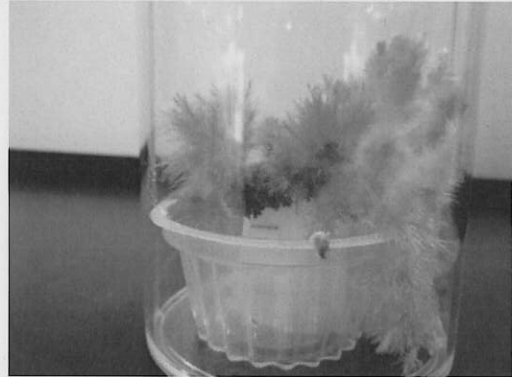
<https://www.ichinoseki.ac.jp/che-site/sosei/hei27/hei27-09.html>

・「【科学実験】結晶3連発」
 （酢酸ナトリウム・ホウ酸・尿素）

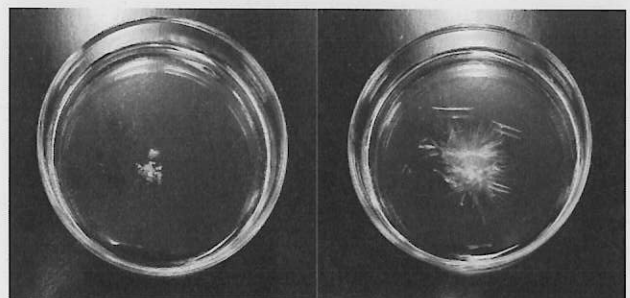
<https://www.youtube.com/watch?v=CtcL1Inkcb8>

< 参考画像 >

・PVA を減らした場合の尿素結晶

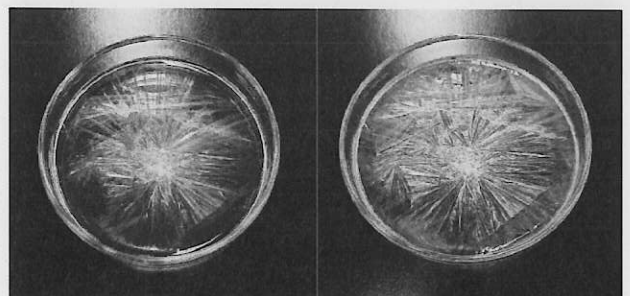


・酢酸ナトリウム結晶化の様子



結晶片投入

5 秒後



15 秒後

30 秒後