

水の3つのすがた

- 1 水のゆくえを調べよう
- 2 水がじょう発するときのすがたを調べよう
- 3 空気中に水じょう気があるか調べよう
- 4 水のもう1つのすがた

学習指導要領——— 第4学年 (2) 金属, 水, 空気と温度

金属, 水及び空気を温めたり冷やしたりして, それらの変化の様子を調べ, 金属, 水及び空気の性質についての考えをもつことができるようにする。

- ア 金属, 水及び空気は, 温めたり冷やしたりすると, その体積が変わること。
- イ 金属は熱せられた部分から順に温まるが, 水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まること。
- ウ 水は, 温度によって水蒸気や氷に変わること。また, 水が氷になると体積が増えること。【追加】

学習のねらい

- ・ 水の行方に興味・関心をもち, 意欲的に調べようとしたり, 日常の現象を見直そうとしたりさせる。
- ・ 水は水面や地面などから蒸発し, 水蒸気になって空気中に含まれるとともに, 結露して再び水になって現れることがあることを理解させる。
- ・ 水が沸騰している間は, 熱し続けても温度は上がらないことや, 沸騰している水から出る泡は水蒸気であること, 水蒸気と湯気の違いを理解する。
- ・ アルコールランプやマッチを安全に取り扱う方法を身に付ける。
- ・ 空気中に水蒸気が含まれていることに, 意欲的に調べる。
- ・ 水を冷やして, 水が氷になる温度や体積の変化を調べる。
- ・ 水が氷になるとき, 体積が増えることを観察する。

身に付けさせたい科学的な考え方

- 物質の三態と状態変化
 - ・ 物質には, 固体, 液体, 気体の3つの状態があり, 沸点や融点で物質の状態が変化する。
 - ・ 物質が状態変化するときには熱の出入りがある。

既習事項との関連

第3学年 太陽と地面の様子

- ・ 地面は太陽によって暖められ, 日なたと日陰では地面の暖かさや湿り気に違いがあること。

高学年あるいは中学校での学習

中学校

- (2) 身の回りの物質 ウ 状態変化 (ア) 状態変化と熱

物質の状態変化についての観察, 実験を行い, 状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないことを見いだすこと。

- (4) 天気とその変化 イ 天気の変化

(ア) 霧や雲の発生についての観察, 実験を行い, そのでき方を気圧, 気温及び湿度の変化と関連付けてとらえること。

準備物

学校が用意するもの

- [1 水のゆくえを調べよう]

- 水, ビーカー, ラップ, 輪ゴム, ナイロン袋, 細く切った赤いビニールテープ,
(フルーツパック: イチゴなどが入っているもの, ハンカチなどは児童に持参させるとよい)

[2 水がじょう発するときのすがたを調べよう]

- アルコールランプ、蒸発皿、金網、丸底フラスコ、沸騰石、スタンド、温度計、ひも、マッチ、燃えさし入れ、ストップウォッチ



石状の沸騰石



球状の沸騰石

沸騰石とは

液体を加熱して沸点に達した後急激な沸騰（突沸）を防ぐため、あらかじめ液体中に加えておく微量の空気を含んだ石、または、多孔質の物質。一度使用したものは効果がないので使わない。

[3 空気中に水じょう気があるか調べよう]

- ビーカー、かわいた布

[4 水のもう1つのすがた]

- ビーカー、試験管、温度計（ -20°C まで測れるもの）、氷、食塩、割り箸、輪ゴム、ストップウォッチ、ワークシート、ストロー、プラスチック製小型容器（例 乳酸飲料の容器）、ラップ、冷凍庫



プラスチック製
小型容器

個人で用意するもの

[1 水のゆくえを調べよう]

- フルーツパック、ハンカチ、筆記用具

[2 水がじょう発するときのすがたを調べよう]

[3 空気中に水じょう気があるか調べよう]

[4 水のもう1つのすがた]

- 筆記用具

事前準備

[1 水のゆくえを調べよう]

- 天気の確認

- ・ 実験の途中で雨が降ったりすると、結果が得られないので、天気予報等を事前に調べて晴天の日に行くようにするとはっきりとした結果が出やすい。

[2 水がじょう発するときのすがたを調べよう]

- アルコールランプの点検

- ・ 燃料のエチルアルコールの量が8分目であることを確認する。右図のように印をつけておくと点検しやすい。

特に夏休み明けに事故が多いので注意したい。

（液量が少ないと、容器内にエチルアルコールと空気の混合気体ができ、引火して爆発することがある。）

- ・ エタノールを途中でつぎたすと危険なので、予備のアルコールランプを用意しておく。

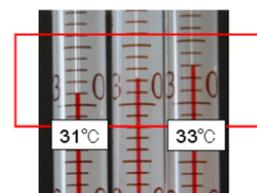
- ・ 出ている芯の長さが約5mmになっているか、びんにひびはないか、事前に点検しておく。



- 温度計の確認

アルコール温度計は、同じものの温度を測定しても、異なった温度を示すことがある。同じ温度を示す温度計を児童実験に用いるようにする。

器具を準備するときの留意点



[3 空気中に水じょう気があるか調べよう]

○ 湿度について

実験する時期によっては、乾燥しているので、屋内で実験する場合、事前に予備実験を行い、どれくらいの時間で水蒸気が水滴となって容器に付着するか調べておく。

[4 水のもう1つのすがた]

○ 温度計の確認

アルコール温度計は、同じものの温度を測定しても、異なった温度を示すことがある。同じ温度を示す温度計を児童実験に用いるようにする。

○ 温度計の温度範囲

低温をはかる実験なので、 -20°C まで測定できる温度計を準備するとよい。

○寒剤に使用する砕いた氷の作り方

寒剤として使用するために、製氷器で作った立方体の氷を細かく砕くのは難しい。そこで、右写真のようにチャック付きビニル袋などの袋に約100mLの水を入れて、袋の空気を抜いて薄く広げ、実験する班の数だけ凍らせた。



できた氷は厚さが薄いので、手で割ることもでき、木の棒などで軽くたたくと右写真のようにクラッシュ氷のように細かく砕くことができる。また、氷が薄いので、この氷を入れたビーカーに試験管を入れるときに試験管が入るスペースができる。さらに、入れた水の量をはかっていたので、適切な寒剤を作るためにできた氷に加える食塩や水の量が指示でき、寒剤作りがスムーズに行く。



砕いた氷100gに対して、食塩約30gと水約30gを加えて混ぜ合わせると、 -20°C 付近の寒剤が得られる。

○他の寒剤の使用

簡単に使用できる、しかも繰り返し使用できる寒剤を考えた。次の寒剤は、実験後、液をもとのペットボトルに回収すると、何度も寒剤として使用できる。

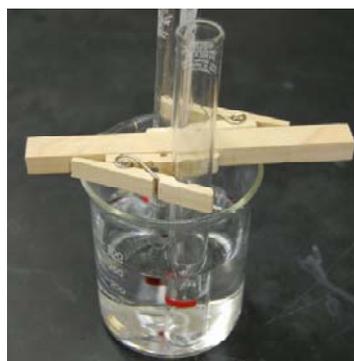
① 飽和食塩水をペットボトルに入れ、実験の前日に冷凍庫に入れておくと -20°C 付近の液になっており(冷凍庫に入れても凍らない)、ビーカーに入れるだけで寒剤として使用できる。

② 使用済みの市販の湿気取り剤の中にたまっている液をろ過すると、塩化カルシウム水溶液が得られる。これをペットボトルに入れ、実験の前日に冷凍庫に入れておくと(冷凍庫に入れても凍らない) -20°C 付近の液として使用できる。



○試験管ホルダーの工夫

ビーカーに試験管を固定するのに割り箸や輪ゴムを使用しているが、手間がかかるので、試験管を固定するホルダーを作成した。今回は、木片に木製のクリップ(100円ショップで購入)をつけて作成した。



自作試験管ホルダー

身に付けたい実験器具の扱い方

[1 水のゆくえを調べよう]

○ ビーカーに入れた水の水面の高さを見て、印をつけるとき、真横から水面を見るように指導する。

[2 水がじょう発するときのすがたを調べよう]

○ アルコールランプの使い方

- ・ マッチの火は下の方から近づける。(エタノールには引火性があるので)
- ・ 火を消すときには、横の方からふたをかぶせて火を消す。
- ・ アルコールランプを使用する際には、右のようなチェックシートを用いて、毎回、安全な扱い方を確認させながら徹底して指導する。

※ してはいけないこと

- ・ 火がついたままで、エタノールをつぎたさない。
- ・ アルコールランプから別のアルコールランプに火をうつさない。
- ・ 火をつけたまま、アルコールランプを持ち歩かない。
- ・ アルコールランプは、不安定なものの上にのせない。

○ マッチの使い方

- ・ 左手の親指と中指で押さえて外箱を持つ。
- ・ 右手の4本の指でマッチの軸木を持ち、外箱の発火面に斜めにあて、強くこすりつつスッと押し出す。手前になると火の粉が自分に飛び、危険である。
- ・ 火がついたマッチは机と平行にして、芯に火をつける。
- ・ 軸木の燃えさしは燃えさし入れに入れ、マッチは定位置に戻す。

※ マッチで火をつけた経験のある児童は少ないので、マッチの正しい火のつけ方や消し方を演示した上で、一人ひとりにマッチでアルコールランプに火をつける経験をさせる。

また、火に対して児童が恐怖感を持たないように十分配慮する。

[3 空気中に水じょう気があるか調べよう]

○ 調べる前に、乾いた布でビーカーやペットボトル等を必ずふいておく。

[4 水のもう1つのすがた]

○ アルコール温度計の0℃以下の読み方を指導しておく。0℃より低い温度は、「れい下または氷点下何℃」と読み、「れい下5℃」は「-5℃」のように書く。

アルコールランプの使い方 チェックシート

4年()組 名前()

アルコールランプのしくみ

1 火を使うとき、注意すること(4か条)

- ① 火を使うときは必ず立って実験する。
- ② ぬれたぞうきんとマッチの燃えさし入れを机の上に置いておく。
- ③ 机の上に必要でないものは置かない。
- ④ 事故が起きてもおどろかない。

2 アルコールランプを使う前に、確認すること(4か条)

- ① 燃料のアルコールは半分まで入っているか。
- ② 出ているしんの長さはろうどい(約5mm)。
- ③ しんはランプの皿につかっているか。
- ④ アルコールランプやふたにひびが入っていないか。

3 これができれば合格！

① 火を使うとき、注意すること(4か条)が書える。	チェック印
② アルコールランプを使う前に、確認すること(4か条)が書える。	
③ マッチの火を正しく安全につけることができる。	
④ マッチの火を正しく安全に消すことができる。	

チェック印には ○で来た △あと少し ✕でできなかった

授業展開例

時	児童の学習活動	留意点
1	水のゆくえを調べよう ○ 水たまりの水や皿の中の水は、どこにいったのか考えさせる。	・ 水の行方に興味・関心をもち、意欲的に調べようとしたり、日常の現象を見直そうとしたりさせる。
2	実験 水のゆくえを調べる ○ 実験を計画し、結果を予想させる。	・ 水の行方を、洗濯物が乾いたり、ふたをしていない容器の水が減ったりする事実と関係付けて推測させる。
3	○ 2つのビーカーに同じ量の水を入れて水面の位置に印をつけ、一方のビーカーにはラップでふたをする。しばらくしてから、2つのビーカーの水の量を調べる。 ○ かわいた地面の上にフルーツパックをさかさまにしてかぶせておき、内側の様子を調べる。 ○ ぬれたものから、水が出ているかどうか確かめる。	・ 地面の水たまりが次第に小さくなっていく変化の過程なども考察させる。 ・ 水面や地面から、水は蒸発していることを理解させる。

安全上の留意点

- ガラス器具を取り扱うので、破損させてけがをしないように注意する。

授業展開例

時	児童の学習活動	留意点
1	<p>水の沸騰</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 水を熱すると、どのように変化していくか話し合う。 <p>実験</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 実験装置を組み立て、安全に気を付けながら加熱を始める。 ○ 水を熱して、水が沸騰していく様子を詳しく観察し、記録する。 ○ 加熱した時間と水の温度との関係を記録する。 ○ 記録したデータを、グラフにかかせる。 <p>まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 記録したことやグラフをもとに、水が沸騰するまでの様子について話し合う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・水を熱したときの状態の様子に興味・関心を持たせる。 ・アルコールランプやマッチなどを安全に操作できるように指導し、火を使う実験は必ず立って行わせる。 ・水中、水面、水上に着目させて、加熱によって変化してくる様子を、具体的な言葉で記録させる。
2	<p>泡の正体は何だろう</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 沸騰したときに出る泡の正体を予想し、泡を集める実験方法を考える。 <p>実験</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 実験装置を組み立て、安全に気を付けながら実験を行う。 ○ ロートを使ってエアポンプから出てきた空気の泡をナイロン袋に集め、ナイロン袋の変化を観察させる。 ○ 水が沸騰して出てきた泡をナイロン袋に集め、ナイロン袋の変化を観察させる。 ○ ナイロン袋がどうしてふくらまなかったのか考える。 ○ ナイロン袋の内側についている水滴に着目させる。 <p>まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 観察したことをもとに、水が沸騰したときに出る泡の正体について話し合う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の言葉でまとめさせるが、水を熱すると「湯気が出ること」、「泡が出ること」、「沸騰後は温度が上昇しないこと」については、とらえさせる。 ・これまでの生活経験などを関係付けて、水の変化を状態変化として考えさせる。 ・泡が空気と予想する児童が多いと思うが、泡の正体が空気であれば実験結果がどうなるかを考えさせる。
3	<p>湯気の正体は何だろう</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ お風呂の湯気など、湯気を身近に観察できる場面を提示し、湯気の正体を予想させる。 <p>実験</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 水を温めて出てくる湯気に、スプーンや水を入れた試験管を近づけて表面の変化を観察する。 ○ 湯気が水蒸気であると思っている児童も多い。水蒸気は目に見えない気体であるが、湯気は目に見えるので水蒸気ではないことを確認する。 <p>まとめ</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 観察したことをもとに、湯気の正体についてについて話し合う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・加熱器具等を安全に使えるように、細かいところまで繰り返し指導する。 ・ナイロン袋がふくらまなかったことから、出てきた泡は空気でないことと、ナイロン袋の内側についている水滴から泡の正体を考えさせる。 ・泡は無色透明であり、水蒸気は目に見えないことを確認する。 ・生活経験などをもとにして、湯気と水蒸気との関係を思い出させる。 ・手で触れても安全な温度の湯気を触れさせて、温かさや手が湿ってくることを実感させても良い。 ・スプーンや試験管の表面について水滴から湯気の正体と、水蒸気と湯気との関係について考えさせる。

安全上の留意点

- 実験中の事故も多いので、アルコールランプやマッチの安全な扱い方を徹底して指導しておく。
- 実験を始める前に、不必要な道具は机の下に置かせ、机上の整理整頓をさせる。
- 火を使う実験は、必ず立って行わせる。（いすは机の下に入れておく）
- 実験器具は机の中央に置き、必ずぬれた雑巾を机上に置いておく。
- 湯気は温度が高いため、顔や手を近づけない。また、火を消しても、しばらくは実験器具は熱いので、絶対にさわらないように注意する。
- 「・・・してはいけません」とか「・・・しなさい」という指示だけでなく、どうして危険なのか、児童に考えさせ、その理由を説明しておくことが大切です。

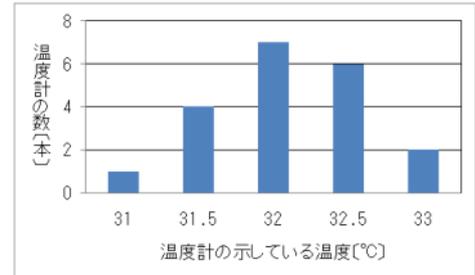


教員が知っておきたい内容

- 水の沸点は100℃であるが、水が沸騰していても98℃くらいまでしか温度が上がらないことも多い。(特にビーカーで実験したとき) これは、アルコール温度計の中に入っている赤色に着色した灯油が、上昇していくと回りの空気によって冷やされることが大きな理由である。ビーカーでなく、丸底フラスコを用いることで100℃に近くはなるが、温度計が100℃にならないこの理由を知った上で、児童の指導をする。

教師実験として大きな鍋とガスコンロを用いて、アルコール温度計の液の部分すべてを浸す実験を行うと、沸点はほぼ100℃を示す。

- 最も一般的な100℃まで測定できるアルコール温度計に入っている赤い液は、色をつけた灯油である。精度はJIS規格で、刻んである最小目盛りの±2目盛り以内と決まっている。つまり、アルコール温度計は、一目盛りが1℃タイプなら±2℃以内の精度を保っている。20本のアルコール温度計を比較してみると右図のようになり、約2℃の温度差があった。JIS規格における精度内におさまっているが、教師がこのことを知っておかないと、実験で問題が起こる。



20本の温度計のばらつき

したがって、実験で児童に温度を測定させるときには、同じ温度付近を示すグループを使用するようにしなければならない。

- 加熱直後、丸底フラスコの外側がくもった理由

アルコールランプの燃料であるエチルアルコールは燃焼すると、二酸化炭素と水蒸気になる。この燃焼によって発生した水蒸気が、フラスコの中の水によって冷やされ、小さな水滴となってフラスコの外側につくため、くもった。加熱を続け、水温が上昇すると冷やされにくくなるために、くもらなくなる。

- 水が沸騰したときに出る泡の正体を調べる実験

水が沸騰しているときに盛んに出てくる泡は、空気ではなく水蒸気であることに気付かせるために次のような実験を演習実験として行うとよい。児童にとって日常生活では・・・**泡=空気**

[実験1] 泡の正体は何だろう① (泡を直接集める実験)

- ① 水を入れた水槽の中で、500mLビーカーと200mLビーカーを横に向けて沈めて、右のように200mLビーカーに水を満たす。このとき、500mLビーカーの水の量を100mLくらいを目盛まで、スポイトなどを使って減らしておく。(多いと吹き出るので)
- ② ビーカーの底に沸騰石を入れ、加熱して沸騰させると、200mLのビーカーに泡がどんどんたまっていき、200mLビーカーが浮く。浮いたら、火を消して様子を観察する。
- ③ たまっていた気体がしだいに減って、ビーカーが沈んだら、再び加熱する。
ただし、沸騰が激しくなると泡の勢いでお湯が飛び出ることがあるので、沸騰してからは炎を小さくして実験することがポイントである。



本実験を通した児童への問いかけと思考の流れ

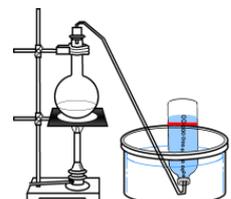
ビーカーに泡(気体)がたまったら → 火を消す → 空気ならそのまま泡がたまったままのはず → たまっていた気体がしだいに減って(水になって)ビーカーが沈んだ → 泡は空気ではない → 泡の正体は水の空気みたいな気体のもの → それを水蒸気という
すなわち、水は温めると水蒸気になり、冷やすと水に戻る。

冷やしたとき、ビーカーに少量の空気が残るが、これは、もともと水に溶けていた空気である。児童には、水に少量の空気が溶けているからメダカが呼吸できることを思い出させる。

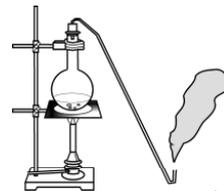
[実験2] 泡の正体は何だろう② (出てきた泡を水で冷やしてみる実験)

丸底フラスコにゴム栓つきガラス管をさして、ガラス管の先を水を満たしたペットボトルに入れて加熱する。

- ・最初にででくる泡は、ペットボトル内にどんどんたまっていくので、丸底フラスコ内にあった空気である。



- ・フラスコ内の水が沸騰しはじめるとガラス管の先から出る泡がすぐに消えるようになり、ペットボトル内にはたまらないので、沸騰しているときの泡が空気ではなく、水蒸気であることを児童に見せることができる。
- ・このとき、ガラス管の先を水から出すと、ガラス管の先から水蒸気と湯気が出てくる。ガラス管の先を水槽の水につけたり、出したりすることによって水蒸気と湯気の違いを確認させることができる。



※ 右写真のように試験管に水 10mL と沸騰石を入れ、行っても良い。試験管で行うと、アルコールランプを用いても 1 分くらいで沸騰するので時間の短縮になる。



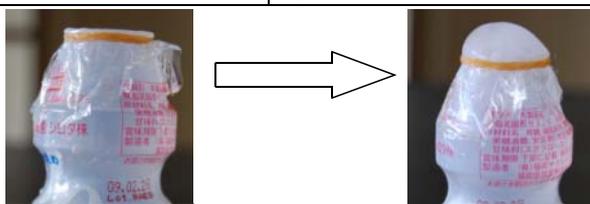
授業展開例

時	児童の学習活動	留意点
1	<p>水じょう気をつかまえる</p> <p>○いろいろな場所で、ピーカーやペットボトルを用いて、空気中にある水蒸気をつかまえる。</p> <p>○冷えている容器や窓ガラスに付着する水滴はどこから来たものか考える。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・空気中に水蒸気が含まれていることに興味関心を持たせる。 ・実験の前に、ピーカーやペットボトルの回りを乾いた布でふいておく。 ・冷えている容器や窓ガラスに付着する水滴は、空気中に含まれている水蒸気が出てきたものであることを理解させる。

授業展開例

時	児童の学習活動	留意点
1	<p>水がこおるようすを調べる</p> <p>○水を冷やしていくと、何℃くらいで氷になるか話し合う。</p> <p>実験</p> <p>○時間と水の温度との関係を記録する。</p> <p>○記録したデータを、グラフにかかせる。</p> <p>まとめ</p> <p>○記録したことやグラフをもとに、水が氷になる様子について話し合う。</p> <p>氷になるときの体積変化</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・水を冷やしたときの変化の様子に興味・関心を持たせる。 ・生活経験から、水が氷になる温度の見通しを持たせる。 ・細かく砕いた氷と食塩で寒剤を作らせる。 ・水が凍るときの様子と温度変化を観察する。
2	<p>実験</p> <p>○プラスチック製の小型容器に水をいっぱい入れ、ラップと輪ゴムでふたをしたものを冷凍庫に入れて、水を凍らせておく。</p> <p>○表面の盛り上がりから、氷になると体積が増えることを観察させる。</p> <p>○ストローに入れた水を凍らせて液面の変化を観察する。</p> <p>まとめ</p> <p>○観察したことから、氷になるときの体積変化について話し合う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・前日に冷凍庫に入れておき、観察させる。 ・ラップでふたをすることで盛り上がる様子がよく観察できる。 ・ストローに入れた水の液面の変化から、氷になるときの体積変化を考察する。 ・液体が固体になるとき体積が増えることは、水の大きな特徴であることを伝える。

氷になるときの体積変化の実験例



安全上の留意点

- 氷を細かく砕かずにビーカーに入れて、そこに無理矢理試験管を入れようとするすると試験管が割れることがあるので、氷は細かくしてから使用する。
- 水が凍った後、無理にアルコール温度計を抜こうとすると温度計が折れることがあるので、試験管の水が凍った後は、お湯を入れたビーカーを教卓に置き、中に試験管をつけて氷を融かしてから温度計を抜くように指示する。
- 試験管に入れた温度計が試験管の底につかないようにするために、透明なストローを2 cmくらい切ったものを右写真のように、温度計の先につけておくと温度計の先が割れにくくなるし、試験管の底にもあたらない。



教員が知っておきたい内容

水が凍る瞬間の観察

水は氷になるとき、結晶が規則正しく成長しながらこおっていく様子を観察させる。

- ① カップめんの小型容器に入れた湿気取り剤の水溶液（寒剤）に試験管を入れる。
- ② 試験管に湿気取り剤の寒剤の液面の高さまで、蒸留水をゆっくりと入れる。
- ③ 2 cmくらいに切ったストローを温度計の先にさし、これを試験管に入れて、試験管の中をぐるぐるとかき混ぜる。
- ④ 温度計が4℃を指したら、右図のように温度計が見えるようにセットし、試験管を容器に立てかけて、小型容器の上から試験管内の様子と温度変化を観察する。この後、液温が-5℃になるまで絶対に容器や試験管、温度計に触れない。少しの衝撃で凍ってしまう。
- ⑤ 温度計が-5℃になったら、衝撃を与えないようにゆっくりと、小型容器から試験管を取り出す。
- ⑥ 温度計を少しだけ持ち上げて試験管の底に軽くトンとあてて衝撃を加えると、右図のように試験管の底から、規則正しく結晶が成長して凍っていく様子が観察できる。
- ⑦ 失敗したら、もう一度実験する。温度計を試験管から取り出して、水道水でよく洗った後、キッチンペーパーでよくふいておく。少量のゴミが付着して入ると、成功しない。別の試験管に蒸留水を入れて同様に行う。



成功のポイント

- (1) この実験は過冷却状態を作り、凍っていく瞬間を観察させる「発展」的な内容となる。実験の目的を明確にして行うこと。
- (2) 温度計が4℃を指してから、-5℃を指すまでは、さわらない、衝撃を与えない。この実験では汚れが大敵。きれいな試験管、温度計、水を使うこと。

参考資料

「過冷却」とは

液体または気体を冷やしていく時、状態変化が起こるはずの温度以下になっても、なお凝固または凝縮が起こらないこと。また、その状態。この状態で小さな結晶を入れたり、振動させたりすると、ただちに凝固・凝縮が起こる。飛行機雲はその例。過冷。（三省堂「大辞林 第二版」）