

## 状態変化を探る

### 繰り返し使うことができるカイロをつくろう（発展）

水を加熱すると沸騰して水蒸気になることや、冷凍庫で冷やすと氷になることは、実生活でよく経験することです。身の回りの物質である水の状態変化を調べる中で、氷の融点や水の沸点が決まっていることや、状態変化している間は温度が変わらないことなどを学びます。純粋な物質は、それぞれ固有の融点や沸点を持ちます。液体の温度を凝固点（融点）よりも下げると固体に変化しますが、とてもゆっくり冷やすと凝固点以下になっても液体が固体に変化しないで液体のままの場合があります。この状態を過冷却状態と呼びますが、衝撃を与えたり、同じ物質の固体を少しだけ加えたりすると、それがきっかけとなり急激に液体から固体に変化する現象が起きます。酢酸ナトリウムの過冷却液体は、衝撃や種結晶を加えることで固体に変化し、その際に凝固熱に相当する熱を放出します。このことを利用して、使い捨てではない、繰り返し使うことができるカイロをつくることができます。使い捨てインスタントカイロと比較することで、持続発展可能な教材として興味を持たせた上で学習を進めてみてはいかがでしょうか。

## 1 準備

酢酸ナトリウム、イオン交換水、ホットスターラー、ガラス棒、軍手、トリガーボタン、チャック付袋

## 2 実験

### (1) 種結晶による酢酸ナトリウムの固体化

- ①ビーカー内の酢酸ナトリウム 20.5 g にイオン交換水 16mL を加えて、酢酸ナトリウムの塊が小さくなるまでガラス棒でかきまぜる。
- ②ホットスターラーを用いて、透明な液体になるまで加熱しながらかきまぜる。
- ③シャーレに酢酸ナトリウム水溶液を静かに注ぎ入れる（図 1 a）。
- ④ごく少量の酢酸ナトリウム結晶をシャーレ内に入れると（図 1 b）、液体から固体へ状態変化する（図 1 c）。その際、シャーレを手のひらの上に置いて、発熱していることを確かめる。

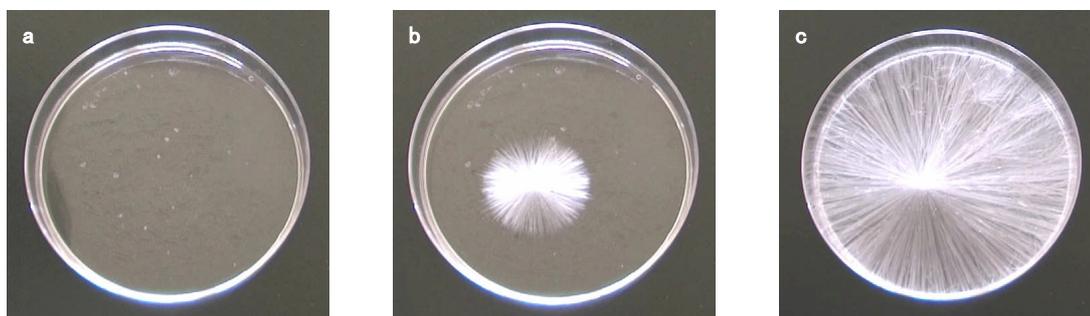


図1 過冷却状態の酢酸ナトリウム水溶液の種結晶追加による固体化

- a)過冷却状態の酢酸ナトリウム水溶液    b)種結晶を加えて固体化しはじめた状態  
c)完全に固体となった状態、凝固熱の発熱により固体全体の温度が上昇する

## (2) 繰り返し使用可能なカイロの作製

- ①実験(1)の手順①, ②と同様にして, 酢酸ナトリウム水溶液を調製する。
- ②厚手のチャック付袋にトリガーボタンを入れ, 酢酸ナトリウム水溶液を静かに注ぎ入れる。
- ③なるべく空気が入らないようにして, チャックを閉じ, 室温まで冷やす (図 2 a)。
- ④トリガーを弾くと (図 2 b), 液体から固体へ状態変化する。その際, 発熱していることを確かめる (図 2 c)。
- ⑤熱湯の中に袋ごとに入れて加熱すると, 固体となった酢酸ナトリウムが再び液体状になる。
- ⑥室温まで冷やした後, ④の手順により, 再び状態変化し発熱することから, 繰り返しカイロとして利用できることを確かめる。

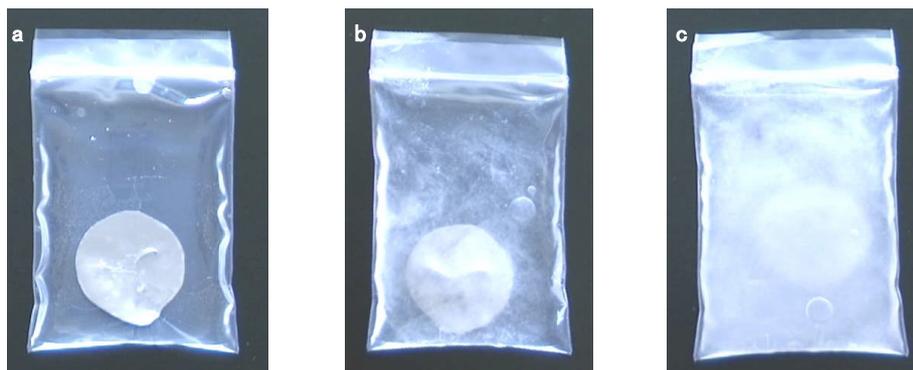


図2 過冷却状態の酢酸ナトリウム水溶液の衝撃を加えたことによる固体化

a)過冷却状態の酢酸ナトリウム水溶液 b)トリガーボタンを弾いて衝撃を加え, 固体化しはじめた状態 c)完全に固体となり, 発熱した状態

## 3 実験上の留意点

- ・加熱融解後の酢酸ナトリウム水溶液は熱いため, シャーレやチャック付袋に注ぐ時は, 軍手を使用してビーカーを持ち, やけどに十分注意する。
- ・シャーレ内で固体化した酢酸ナトリウムは回収し, 次回同様な実験を行う場合の試料として再利用する。

## 4 予想される学習者の思考

- ・「酢酸ナトリウムの液体がみるみる固体に変化していく様子が不思議だ。」
- ・「なぜ衝撃を加えると液体から固体に変化するのだろうか？」
- ・「液体が固体に変化する時に熱が放出されるのはとても不思議だ。」
- ・「液体が固体化する時, 粒子の運動はどのように変化するのだろうか？」



### 水の過冷却

水は $0^{\circ}\text{C}$ で氷へと変化しますが, ゆっくり冷やすことで $0^{\circ}\text{C}$ 以下でも水のままである過冷却状態にすることができます。 $-4^{\circ}\text{C}$ 前後までゆっくりと冷却した過冷却水は, 衝撃を与えたり, コップなどの容器に注いだりすることによって, 固体である氷に急激に変化することが観察できます。