

「物質の状態変化」(中学校第1学年)

# 蒸留でエタノールを取り出す

MAEKAWA Tetsuya

前川 哲也

お茶の水女子大学附属中学校

## 実験のねらい

「物質の状態変化」の単元の中で、液体を加熱すると気体に状態変化し、そのときの温度を沸点とよび、沸点は物質によって決められていることを学習する。

ここでは、この性質を利用した蒸留の実験を行う。身近な物質である水（沸点 100 ）とエタノール（沸点 78 ）が混合した液から、エタノールを取り出す。最初に得られる液が、沸点の低いエタノールだけが沸騰して冷やされて取り出されたことを実感させたい。

## 準備

**器具：**目盛りつき試験管(3)、試験管立て、ガスバーナー、ゴムせん、ゴム管、沸騰石、ピーカー、ガラス管、丸底フラスコ、スタンド、金網、マッチ、蒸発皿、ろ紙、燃えさし入れ

**試薬：**エタノール

## 実験操作（授業展開）

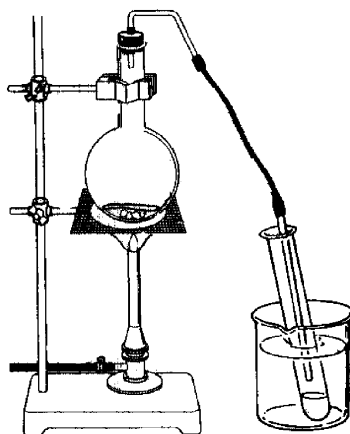
### 【展開1】

丸底フラスコにエタノール 3 cm<sup>3</sup> と水 9 cm<sup>3</sup> を入れた混合液 12 cm<sup>3</sup> と沸騰石を入れ、図のような装置を組み立てる\*1,4。

### 【展開2】

小さい炎で混合液を静かに加熱し、出てくる液体を試験管の中に集める\*5。

試験管に液体が 2 cm<sup>3</sup> 程度集まったら、試験管を交換し、同様に操作し



- \*1 クランプでフラスコを強くしめすぎて割らないように注意する。
- \*2 蒸留で生じた蒸気の温度を測るため、温度計の球部は、フラスコ内のガラス管の先端よりやや下の位置にあわせる。
- \*3 留出液の逆流を防ぐため、ガラス管の先は試験管の底より高い位置にする。
- \*4 沸騰石は必ず入れること。また、沸騰石は空気を含んでいるものでないと効果がないので、新しいものを使う。
- \*5 沸騰石を入れ忘れて、温度が上がってしまった場合、必ず温度を下げてから沸騰石を入れる。温度が上がった状態のまま沸騰石を入れると逆に突沸を引き起こす危険性がある。

てあわせて試験管 3 本に液体を集める\*6。

\*6 試験管を交換するときは、ガラス管から熱い蒸気が出ていることがあるのでやけどに注意する。

3 本目の試験管に液体が集まったら、試験管からガラス管を取り出して火を止める。

### 【展開3】

1 本目の試験管に集められた液体のにおいを調べ、手につけてみる。また、液体をろ紙にしみこませ、ろ紙に火がつくか調べる。2 本目, 3 本目, 純粋なエタノールでも同様な操作を行う。

### 【結果とまとめ】

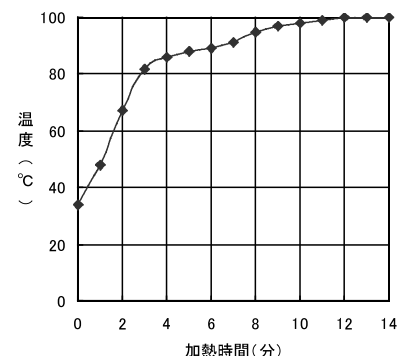
	におい	手につけたとき	火をつける
1 本目	エタノールのにおい	冷たいがすぐに蒸発する	長く燃える
2 本目	少しする	冷たい感じがやや残る	少し燃えるがすぐに消える
3 本目	においはしない	濡れて残る感じがする	燃えない
エタノール	エタノールのにおい	冷たいがすぐに蒸発する	長く燃える

エタノールと水の混合液を加熱して、最初に試験管にたまった液は、におい、手につけたときの感触、燃え方などが、エタノールのそれに一致するため、エタノールであると推論できる。また、3 本目の試験管にたまった液は、最初の試験管の液のような性質は見られず、水であることがわかる。つまり、この方法で混合液からエタノールが取り出せた、ということになる。

## 解説

この実験でフラスコを出る部分の蒸気を温度計で測定し、加熱時間と混合物の温度のグラフをとると、右図のように一定の沸点をもたず、エタノールの沸点より少し高い 80 を越えたあたりで、温度上昇はゆるやかになることがわかる。

また、エタノール



が96%の水溶液の沸点は78.15 と純粋なエタノールの沸点(78.3)より低いため、蒸気も最初に冷やされてたまる液体も96%のエタノール水溶液になってしまう(このような現象を共沸という)。したがって蒸留ではそれ以上にエタノールの割合を増やすことはできない。

なお、エタノールを手につけたときに、気化熱がより大きい水を手につけたときよりも冷たく感じるのは、体温で水以上にエタノールが気化するためである。

## バリエーション

### 1. 蒸留する液体

教科書ではエタノールと水の混合液を蒸留する実験が紹介されているが、身近なものでこれらを含んでいる赤ワインや本みりんでも興味深く実験ができるだろう。特に赤ワインは、蒸留して出てくる液の無色と対照的で、より生徒の興味を引くことができる。

ただし、混合液の量が少なくなってくると、液体の粘度が高くなったり、汚れが落ちにくくなるので、はじめに入れた量の半分以上残して蒸留を終えた方がよい。

なお、みりんを使う場合、「みりん風」ではアルコール分が少ない(1%未満)ので「本みりん」を使用する。

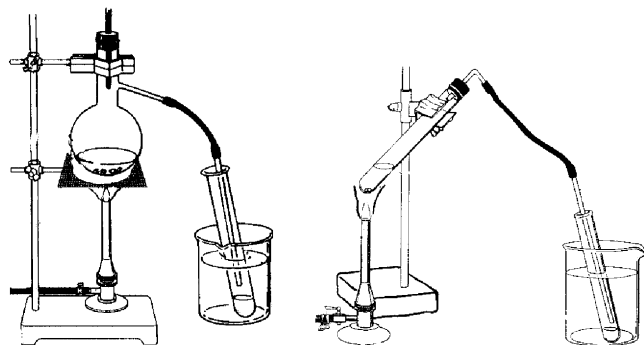
### 2. 装置の組み立て

枝つきフラスコ\*7を使う方法

- ・温度計の球部の位置は、枝の高さにそろえる。
- ・混合液や沸騰石を入れるとき、フラスコの枝からこぼさないように注意する。

試験管\*7を使う方法

- ・手軽ではあるが、太い試験管(30 mm)でないと温度計が使えないのが難点である。



\*7 枝つきフラスコは、枝の部分がときに折れやすく、生徒が破損してしまうことよくある。予備のものを用意しておく。また、丸底フラスコや試験管に比べて高価であり、計画を立てて数をそろえたい。  
丸底フラスコ 100 ml ¥770<sup>1)</sup>  
枝付フラスコ 100 ml ¥3,450<sup>1)</sup>  
パイレックス試験管(内径 30 mm) 25 本入り ¥5,875<sup>1)</sup>

### 3. 逆流を起こす

加熱を止める前に、ガラス管の先を試験管から出しておくが、これは試験管の中の液体がフラスコ側へ逆流してしまうためである。

しかし、フラスコに液体が残っている状態で、その中に

大量の水が入ってきたところで、温度差によってフラスコが割れることはまず起こらない。

そのため、ガラス管の先をビーカーの冷却水の中に入れてから加熱を止めると、勢いよく逆流が起こり、生徒も興味深くそのようすを観察するだろう。

### ♪ 成功のコツ

加熱時には、火を強くし過ぎないことに気をつけたい。装置の下から加熱しているため、フラスコ内の蒸気の温度は上に行くほど低くなる。温度が低くても、少量ではあるが水も蒸気になっている。しかし、火力が強くなければ、蒸気の発生量も少ないので、ほとんどの水蒸気はフラスコ内で凝結してしまい、下に戻る(還流)。だからといって加熱が強すぎれば、混合液がガラス管に入ってしまうことがある。穏やかな沸騰が続くくらいになるように火力を調節する必要があるので、生徒実験時には細やかな机間指導が必要である。特に、バリエーション2 で枝つきフラスコを用いて温度変化の測定を行う場合、データを処理する時間があり授業時間内に終了するように留意したい。

一般に蒸留では蒸気の温度を目安にして物質を分離するが(エタノールの沸点より高い85~88あたりを区切りにすることが多い)、今回のように、事前に含まれるエタノールの量がわかっていれば、それを目安にするのも一法である。今回の実験ではエタノールの量を3 cm<sup>3</sup>としたため、3本の試験管のうち1本目(0~2 cm<sup>3</sup>)にはエタノールが多く含まれるが、3本目(4~6 cm<sup>3</sup>)にはほとんど含まれない。特に赤ワインやみりんを使う場合、アルコールの割合が10%台であるため、蒸留する量を増やすか、事前にエタノールを加えておくとうい。

### 参考文献

- 1) ウチダ理科消耗品カタログ2002 vol. 23

連絡先：112 8610 東京都文京区大塚2 1 1(勤務先)

「定番！化学実験」では、ふだんの授業で行われる「定番」の化学実験を、簡単、安全、確実、効果的なものにしていくための工夫を、実践例をもとに紹介していきます。このため、必ずしも実験のオリジナリティーにはこだわりませんが、もとにしたアイデア等については文献等を明記します。

また、実験を安全・確実に成功させるための「成功のコツ」や、実験に役立つ書籍や便利な器具とその入手方法などワンポイントアドバイスを随時掲載していきます。

実験を行う際は、注意事項をお守りいただき、安全確認のため必ず予備実験を行った上で実施してください。

この「定番！化学実験」は、下記のメンバーが、運営を担当しています。

梶山 正明, 城戸 律雄, 小森 栄治, 荘司 隆一,  
高梨 賢英, 牧野 順子, 平賀 伸夫, 前川 哲也,  
宮内 卓也, 山口 晃弘, 山口 舞子