

最小表示0.1 mgの電子天秤を用いた蒸発の可視化

中学校第1学年第1分野「(2)身の回りの物質」

山口晃弘

1 ねらい

電子天秤は上皿天秤に比較すると簡便に使用できる。1台1万円前後のものが主流だが、千円前後で買える安価なものもある。いずれにしても、最小表示は0.1 gで十分であり、実験台の数だけそろえたい。

以前は使われていた上皿天秤は過去の器具となった。小学校でも中・高等学校でも、理科の授業で質量を量るには、電子天秤を使用するのが一般的である¹⁾。

価格は数万円になるが、最小表示が0.01 gの電子天秤も1台はほしい。銅やマグネシウムを酸化させて定比例の法則を見いだすような正確な質量を秤量する実験で有効に活用できる。

最近では最小表示が0.0001 g (0.1 mg)の精密電子天秤も入手できる。濡れたろ紙を秤量すると、水分が蒸発し目に見えて表示される数字が減っていく。蒸発のようすが数字の変化を通して可視化でき、興味深い。

本稿ではこのようすを取り上げ、中学校第1学年の「物質の状態変化」の単元に演習実験として組み込んだ事例の紹介をする。

2 準備

器具：精密電子天秤（OHAUS PA64 117、000円。税抜き。「ウチダ理化学機器カタログ平成29-30年度版 vol.64」）、ピンセット、ペトリ皿、駒込ピペット、ピーカー
試薬：常温の水道水、湯または常温のエタノール

3 実験方法

【実験1 水の秤量】

まず1円硬貨を量ることで精密電子天秤の秤量の

精密さを確認させる。次に、約5 mLの水を量り、時間がたつにつれて表示される数字が減っていくことを演習する。蒸発が原因であることを教師が知識として指導する前に「減っていくのかなぜか」と問い、表示された数字が減少していく実感を通して生徒に気付かせたい。

- ①精密電子天秤のスイッチを入れる。計量皿に何も載せない状態では、表示が「0.0000 g」を示していることを確認させる。
- ②ピンセットを用い、計量皿の上に1円硬貨を1枚載せ、表示される数字が安定するのを待つ。1秒ほどで安定するので、その後、数字を確認させる。電子天秤を置いた実験台を振動させると表示された数字が変わってしまうことを確認させ、精密さを示す。計量皿の周囲に風防がある意味についても確認させ、やはり精密さを示す。
- ③ピンセットを用い、1円硬貨を取り出し、代わりに計量皿の上にペトリ皿をのせ、「風袋引き」ボタンを操作して表示される数字を「0.0000 g」に戻す。
- ④駒込ピペットを使って、ペトリ皿に約5 mLの水を入れる（写真）。その後、1～2分ほど表示される数字の変化を確認させる。



写真 風防付きの精密電子天秤

【実験2 湯またはエタノールの秤量】

実験1を行い、水が蒸発していること確認させた後に、「水以外の液体も蒸発しているのだろう

か」と問う。次に、「どんな液体を試したいか」と誘導し、生徒の側から湯またはエタノールで実験することを引き出す。湯またはエタノールでは、減っていく数字が明らかに速いことを実感させる。演示実験をする前に、水を比較するとどうなのか、予想させておくと、生徒の興味はより高まる。

- ①精密電子天秤のスイッチを入れる。計量皿に何も載せない状態で表示が「0.0000 g」を示していることを確認させる。
- ②計量皿の上にペトリ皿を載せ、「風袋引き」ボタンを操作して表示を「0.0000 g」に戻す。
- ③駒込ピペットを使って、ペトリ皿に約5 mLの湯またはエタノールを入れる。その後、1~2分ほど表示される数字を確認させる。

4 結果

筆者が計測したところ、実験1と2の10秒ごとの表示の減少の平均値は以下のようになった。

・23℃の水	約0.0005 g
・23℃のエタノール	約0.0015 g
・約85℃の湯	約0.0051 g

その差は明らかで、同じ常温で比較すると、水より、エタノールの方が表示された数字の減少がより速い。温度にもよるが湯はもっと速い。

以下に実際に授業で実験を行ったときの計測例を示す。

経過時間	水	エタノール	湯
0分00秒	5.7645	4.5629	5.3590
0分10秒	5.7640	4.5623	5.3500
0分20秒	5.7634	4.5599	5.3432
0分30秒	5.7628	4.5586	5.3371
0分40秒	5.7623	4.5571	5.3318
0分50秒	5.7618	4.5553	5.3269
1分00秒	5.7612	4.5539	5.3235
1分10秒	5.7607	4.5521	5.3195
1分20秒	5.7601	4.5509	5.3156
1分30秒	5.7596	4.5497	5.3132

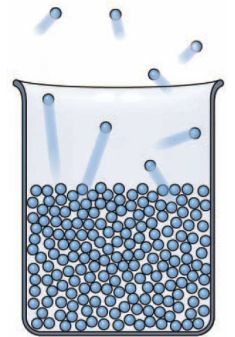
※水とエタノールは室温（23℃）、湯は約85℃

実験1での生徒の反応は予想以上にストレートだった。数字の減少が明らかになるとすぐさま「蒸発している！」と声が上がった。あえて教師が説明をする必要はなかった。

実験2では、他に試してみたいものはあるか、という発問に対し、まず「髪の毛」、「シャープペンの芯」が出たが、「蒸発しそうなもの」と条件付けると、「湯」や「エタノール」と同時に「シャボン玉」、「氷水」等も出た。

5 解説

蒸発と沸騰の違いについて、中学校第1学年では、「状態変化によって粒子の運動の様子が変化している」ことについて学習する²⁾。教科書には、蒸発について模式的に表し「水の表面では、温度に関係なくつねに水の粒子が水蒸気となって空中に飛び出している（右図）」という記述がある³⁾。



本稿の演示実験は、液体が蒸発する現象を電子天秤の数字の変化を通して可視化しているととらえることができる。実験1と実験2の差は、物質による蒸気圧の違いや、温度による蒸気圧の変化による。中学校の段階では蒸気圧に触れる必要はないが、本稿の演示実験を行えば、蒸発の現象について児童生徒の理解が深まると考えられる。

【参考文献】

- 1) 山口晃弘、「実験用ガスコンロは中・高等学校の理科室に普及するか」理科の教育2018,67,289.
- 2) 文部科学省、中学校学習指導要領2017
- 3) 中学校第1学年理科教科書「新版・理科の世界」大日本図書2017,104.

やまぐちあきひろ東京都品川区立八潮学園・校長