

日用品を利用した安価で安全な気体発生装置の製作（2例）

岩手県立総合教育センター 関向 正俊

1. はじめに

「気体の発生とその性質」の学習では、気体の発生や捕集などの実験をとおして、気体の特性を理解させるとともに、観察や実験の技能の習得を図ることが主なねらいである。

その中で、取り扱う気体は、日常生活の中で生徒にとって身近な気体などから選ぶなど、日常生活と関連付けた理解を図る配慮が求められている。また、安全上の対策として実験において適切な器具や方法を用いること、容器の破裂や火傷などの事故が起こらないように十分に留意すること、実験室の換気や保護眼鏡の使用等にも配慮すること、なども求められている。

以上のような学習活動を展開していく上で、より安全な気体発生装置を用いることは、授業中における教師の安全面の負担を軽減するだけでなく、実験場面において生徒の生き生きとした活動を引き出すことにもつながると考える。さらにその装置が身近な日用品を利用したもので、しかも、安価で手軽に自作できるとなればさらに生徒の興味・関心の高まりも期待される。

そこで、ここでは開発した「日用品を利用した安価で安全な気体発生装置」2例の製作方法と使用方法を紹介する。

2. 欲しいときに即、気体を取り出せるペットボトルを用いたキップの装置の製作

(1)装置の概要

気体発生装置としては教科書にも掲載されているように三角フラスコと活栓付きロートや安全ロートを組み合わせたものが一般的である。しかし、この装置は捕集した初期の気体に空気が混合しやすい点や、一度始まった反応を止めることができないといった点で問題がある。さらに水素の発生の場合、誤って引火、爆発した際、ガラス製であるため重大な事故につながる事も考えられる。

反応をコントロールでき比較的純粋な気体が捕集可能な気体発生装置としてキップの装置がある。キップの装置は1862年頃、オランダの Petrus Jacobus Kipp(1808 ~ 1864)によって発明されたといわれている。この装置は

不要なときコックを閉じるとそれまでに発生した気体の圧力によって、液体と試薬の接触が断たれて気体の反応を止めることができる。

気体が必要になったときコックを開ければ蓄えられていた純粋な気体を瞬時に取り出すことができる。

という大変優れた特徴を有している。キップの装置の発明後100年以上も経過する現在も使われていることからわかるとおり、この装置がいかによく工夫されたものであるか推察できる。しかしながらガラス製であるため取り扱いに注意を必要とするとともに、高価なため実験に際し、気軽に複数個用意することが難しいのが現状と考える。



写真1 装置全景

そこで写真1のようなガラス製のキップの装置に代わるペットボトルを用いたキップの装置の開発を

行った。考案した装置の原理はキップの装置と同じである。本体にペットボトルを用いているため安全性が高く、しかも純粋な気体が容易に得られる。また、ピンチコックでゴム管を閉じるだけで反応を自由にコントロールすることができる。ペットボトルとゴム栓、ガラス管等を接合させただけの簡単な装置で、接着剤を用いることもなく比較的短時間でかつ安価に製作することができる。

(2)準備

ア)材料(写真2)

- 炭酸飲料用ペットボトル 1500ml 用 1本, 500ml 用 2本, 245ml 用 1本(キリンチビレモンなど)
- ガラス管(直径5mm×約40cm) 1本
- ゴム栓(6号) 2個,(2号) 1個
- ゴム管(内径5mm×40cm) 1本
- エナメル線(20cm) 1本
- 弁当用タレピン(口が大きく、四角柱のものがよい) 1個
- ピンチコック 1個
- ビニールテープ



写真2 準備するもの

イ)道具

- ・目立て用ヤスリ ・ガスバーナー ・コルクボーラー(5mm穴用) ・千枚通し(またはくぎ)
- ・カッター ・軍手

(3)製作方法

ア)ガラス管の加工(写真3)

- 直径5mmのガラス管にヤスリで傷つけ、16cm(ガラス管A)、15cm(ガラス管B)の長さに折る。
- 残りのガラス管Cの中央を直角に曲げたあと、両端を3cm、2.5cmの長さにする。

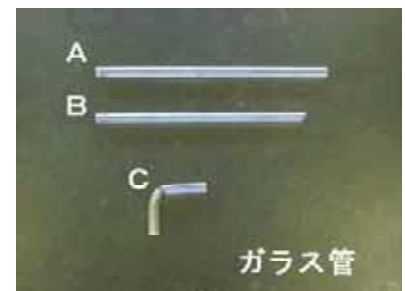


写真3 ガラス管の加工

イ)ゴム栓の加工(写真4)

- 6号のゴム栓Aにはガラス管の外径に合わせた2つの穴を、もう一つの6号のゴム栓Bには1つの穴をコルクボーラーで開ける。Bの穴は中心でない方がよい。
- 2号のゴム栓Cに穴を開ける。
- ゴム栓C 1/3をカッターで輪切りにする。



写真4 ゴム栓の加工

ウ)タレピンの加工(写真5~7)

- タレピンに千枚通し(またはくぎ)で多数の穴を開ける。
- タレピンに二酸化マンガンや垂鉛粒等を入れやすくするため、タレピンの口をカッターで切り広げる。
- タレピンの口にエナメル線を結びつけ、ふたを閉める。



写真5 穴開け



写真6 口の加工



写真7 エナメル線の取り付け

エ) ペットボトルの加工 (写真 8 ~ 11)

500ml のペットボトルの底側を写真 8 のように切断し、溶液タンク部を製作する。

もう 1 本の 500ml ペットボトルの注ぎ口側を の切り口の径の大きさに合わせ、若干大きめに切断し、逆流防止ろうと部を製作する (写真 9)。

同様に の 500ml ペットボトルの切り口の径の大きさに合わせ 1500ml ペットボトルの注ぎ口側を切断し装置安定部を製作する (写真 10)。

で製作した逆流防止ろうと部を溶液タンク部にはめ込み、ビニールテープで接合部を巻き固定する。



写真 8 溶液タンク部



写真 9 ろうと部



写真 10 装置安定部



写真 11 ろうと部の接合

オ) 溶液タンク部と反応タンク部の接合 (写真 12 ~ 15)

輪切りにしたゴム栓 C 1/3 を 16cm のガラス管 A に通す。

ガラス管 A にエナメル線を結びタレピンをぶら下げる。

直角に曲げたガラス管 C の 2.5cm 側をゴム栓 A に差し込む。その際ゴム栓 A に差し込んだガラス管 C の先がゴム栓の反対側から突出しないよう注意する。(液を捨てる際、液が残らないようにするため) ガラス管 A をゴム栓 A、B の両方に差し込み、全体を写真 12 のように組み立てる。

の接合部が完成したならば 245ml のペットボトル (反応タンク部) にタレピンを挿入する。



写真 12 接合部



写真 13 タレピンの挿入



写真 14 位置の調整



写真 15

輪切りにしたゴム栓 C 1/3 をペットボトルの口部分で押し上げながらタレピンの位置を調整し、ゴム栓 A を取り付ける (写真 14)。

ゴム栓 B に 500ml のペットボトル (溶液タンク部) を取り付ける (写真 15)。

カ) 発生気体排出用のゴム管出口の加工 (写真 16)

組み立てた オ) を一度、1500ml ペットボトル (装置安定部) に差し込み、反応タンク部の底部が装置安定部の底部と密着するよう固定する。

直角に曲げたガラス管の口 (気体発生部) が 1500ml ペットボトルのどの辺にくるか印を付ける。



写真 16 管出口

オ)を取り出した後、 で付けた印を中心にゴム管が通るほどの穴を縦長(2 ~ 3cm)に開ける。

キ) 組み立て

気体発生部のガラス管にゴム管を取り付ける。

15cm ガラス管をゴム管反対側に取り付ける。

ガラス管 ゴム管の順に 1500ml ペットボトル内側から カ)で開けた穴に通し、再び オ)を取り付ける。

ゴム管にピンチコックを取り付けて完成。

(4)使用方法

ア) 水素を発生させる場合

タレピンに粒状亜鉛を詰め込み、タレピンがペットボトルの底につかないようにセットする。 底についていると反応が止まらない。

装置上部の溶液タンク部より塩酸(6mol/l相当)または希硫酸を 200 ~ 245ml 入れる。

入れすぎるとガラス管から流れ出るので注意。

ピンチコックを開くことにより、溶液が滴下し反応が始まる。

初期の気体には貯まっていた空気が混じっていることが予想されることから、1分ほどおいてから、水上置換法により気体を捕集する。

収集完了し反応を止める場合は、ピンチコックでゴム栓を閉じる。発生した気体の圧力により溶液が上方の液体タンク部に逆流し反応が止まる。

2度目からはピンチコックを開けるだけで目的の気体を即、取り出すことができる。

イ) 酸素を発生させる場合

タレピンによく洗浄した二酸化マンガン粒を用い、うすい過酸化水素水を溶液として用いる。手順は上記 からと同様である。

(5)授業での活用方法

単元「気体の発生とその性質」の学習において本装置をグループ数準備し、グループ実験に用いることはもちろんのこと、装置が数台しか準備できない場合でも、気体の性質を確認するための演示実験において十分にその効果を発揮すると思われる。

また、単元「化学変化と物質の質量」でのユージオメーターを用いた「水の合成実験」において、水素と酸素の混合比 2 : 1 の割合を正確に導き出すための純粋な水素や酸素の供給源として本装置を用いることもかなり有効である。

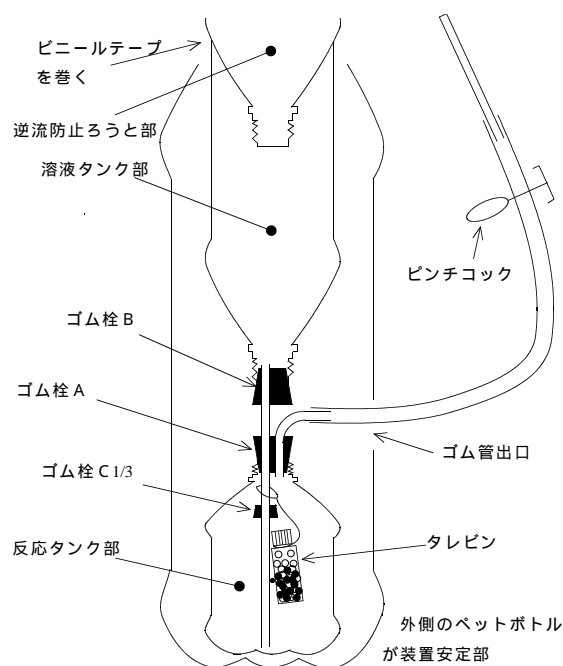


図1 装置の構造



写真17 装置を使用しているところ

3. 5分でできるフィルムケースと弁当用タレピンを用いた気体発生装置の製作

(1)装置の概要

自作の気体発生装置として乳酸菌飲料のビンやフィルムケースを用いたものは様々紹介され、活用されている。そのほとんどが、接着剤を使用したり、ポリ管を加熱し加工したりする手間が伴う場合が多かった。そこで、より、手間をかけずに短時間で身近にあるもので製作可能な気体発生装置の開発を行った。本装置はフィルムケースと弁当用タレピン、そしてゴム管で構成され、穴を開けるだけの加工で容易に製作できるのが大きな特徴である。



写真 18 装置全景

(2)準備 (写真 19)

ア)材料

- フィルムケース 1個
- 弁当用タレピン 1個
- ゴム管(またはビニール管)
(外径 5mm × 40 ~ 50cm) 1本

イ)道具

- ・くぎ(または千枚通し)
- ・コルクボーラー(9 ~ 10mm 穴用, 4mm 穴用)
先の尖ったドライバーやリーマー等で穴の大きさを調整してもよい。
- ・カッター

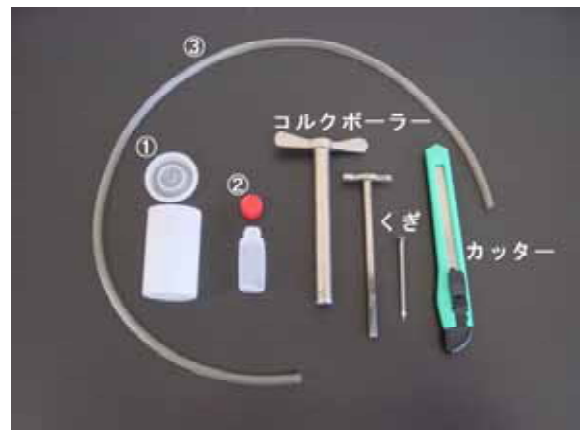


写真 19 準備するもの

(3)製作方法 (写真 20 ~ 28)

フィルムケースのふたの中心に、タレピンのねじ部分がちょうどはいる大きさの穴(9 ~ 10mm)を開ける(写真 20)。

タレピンのふたに、ゴム管(またはビニール管)をねじ込めば入る大きさの穴(4mm)を開ける。このとき、穴が大き過ぎないように注意する(写真 21)。

タレピンのふたにゴム管(またはビニール管)をねじ込む(写真 22)。



写真 20 穴開け



写真 21 穴開け



写真 22 管をねじ込む

タレピンにくぎ(または千枚通し)でたくさんの小さな穴を開ける。このとき、タレピン全体に均一に穴を開ける(写真 23)。

タレピンに二酸化マンガンを垂鉛の粒が入りやすいようにタレピンの口の部分をカッター等で切り広げる(写真 24)。

タレピンをフィルムケースのふたにねじ込む(写真 25,26)。

ゴム管がついたタレピンのふたを取り付け完成(写真 27)。



写真 23 タレピンに穴



写真 24 口の加工



写真 25 タレピンの取り付け



写真 26 横から見たところ



写真 27 ふたの取り付け



写真 28 フィルムケースへ

(4)使い方および留意点

- ・タレピンに二酸化マンガン（粉末は不可）、細かく砕いた石灰石、亜鉛などを入れる（図2）。
- ・フィルムケースに用いる薬品を8部目ほど入れ、タレピンのついたふたを取り付けることにより、気体が発生する。ちなみに酸素の場合1回で発生する気体の量は、二酸化マンガンと約5%の過酸化水素水を用いた場合、30ml用の試験管約5本分である。
- ・フィルムケースのふたを取ることによって気体の発生は止まるが、取り外したふたには薬品がついているので、飛び散らないようあらかじめ用意しておいたビーカーに入れておくのがよい。
- ・フィルムケース一杯に薬品を入れてふたを取り付けると、薬品があふれて勢いよく飛び散る可能性がある。そのため、危険防止の観点からも写真29のように8部目あたりのところにあらかじめマジック等で目印を付け、それ以上薬品を入れないよう注意する必要がある。

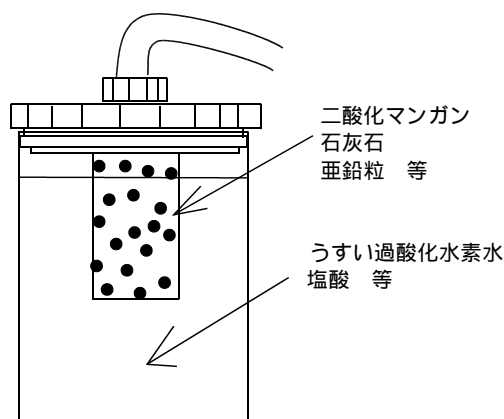


図2 装置内部

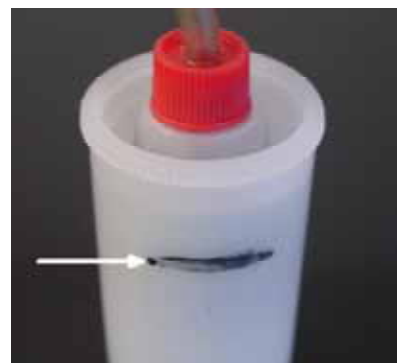


写真 29 目印を付ける

(5)授業での活用方法

容易に入手できる材料で、しかも短時間で製作できるので、グループ数の道具さえ用意できれば生徒一人一人が装置を自作するが十分可能である。自作装置で実験に取り組む場合の意欲が高まることはもちろん、個々の実験技能の定着と気体の発生方法と性質への理解の高まりも期待される。また、コンパクトで数が揃う点などから、本装置を気体の発生方法と捕集方法のパフォーマンステストなどに用いることも考えられる。

