

「身のまわりの物質」(中学校第1学年)

気体 X を探ろう

KOMORI Eiji

小森 栄治

埼玉県蓮田市立蓮田南中学校

実験のねらい

石灰水とあれば、実験をする前から二酸化炭素が発生するとわかってしまう。火のついた線香を近づけるという指示なら、確かめる前から酸素ということになる。これでは、おもしろくない。

そこで、探究的な学習を仕組む。そのことにより、思考力を発揮して試行錯誤しながら追究する楽しさを味わえる。

具体的には、「気体 X の性質を徹底的に調べる」と題して、未知の気体（窒素）を探究させる実験を行う。教科書に載っている気体について一通り学習した後の発展的な学習である。窒素の反応性は低いので、1つの実験から窒素であることを証明するのは難しい。ここでは、調べる過程、結果からどう判断、考察するかそこに意義がある実験なのである。

なお、十分探究活動ができるよう、2時間当てるとよい。

準備

器具：直径 30 mm の試験管^{*1}、その試験管にあうゴム栓付きガラス管、沸騰石、ビーカー、集気びん、試験管、コンテナボックス^{*2} (28 cm × 40 cm × 15 cm)、メスシリンダー

試薬：塩化アンモニウム、亜硝酸ナトリウム

このほか調べる器具、薬品等は生徒が自分で考えたものを使う。例：線香、ロウソク、石灰水、BTB 溶液、シャボン液等

^{*1} 発生器に直径 30 mm の試験管を使う。2, 3 人の小グループに試験管 1 本の割合で用意することにより、全員が実験に参加できる。丸底フラスコより取り扱いやすいし、耐圧性もよいので事故防止、破損防止にもなる。なお、直径 30 mm の試験管は、丸底フラスコ用のゴム栓 (No.9) をそのまま使うことができる。

^{*2} 水槽のかわりにコンテナボックスを使う。教科書の図には、水上置換で気体を捕集する際、円形ガラス水槽が載っていることが多い。しかし、ガラス水槽は重く、水で濡れると滑りやすく、落として割ることもある。それに対してプラスチックのコンテナボックスなら、軽くて丈夫である。底面も広く平らなので、集気びんや試験管をいくつも入れておくことができる。

実験操作 1 (気体 X の発生)

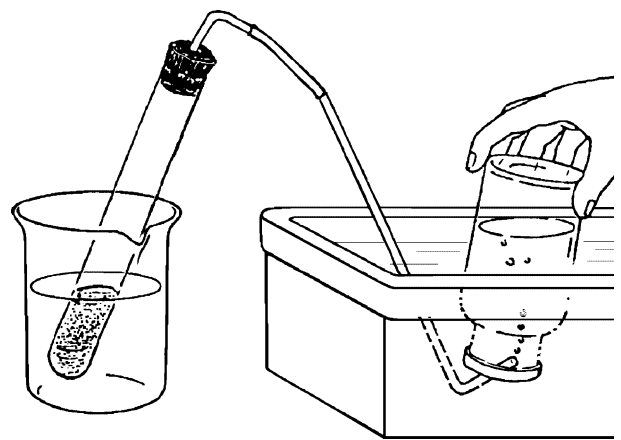
塩化アンモニウム 5 g、亜硝酸ナトリウム 7 g をはかりとり、直径 3 cm の試験管に入れる。さらに水 20 cm³ を加え、ゴム栓付きガラス管を取り付ける。

熱湯^{*3}を入れたビーカーに、この試験管を入れて加熱する^{*4}と、泡だって気体が発生^{*5}する。

^{*3} 炊飯器でお湯を沸かす。生徒がガスバーナーで水を加熱して熱湯を用意するのは、時間と手間がかかる。そこで、電気ポットなどで熱湯を用意しておく、探究活動により多くの時間を当てられる。私は、炊飯器も利用している。水を入れ「炊飯」スイッチを入れておけば、お湯が沸く。湯は取っ手付きの小鍋を使ってくみ出す。湯せん装置としても使えるので、廃物を集めておくとうい。

^{*4} 最初は加熱しないと反応が始まらないが、一度始まると発熱反応なので激しく発生するようになる。ゴム管が折れてぶさがっていたりすると、圧が高くなりゴム栓が飛ぶことがあるので注意したい。反応が激しすぎるときは、試験管をお湯から出してぬれぞうきんで冷やしたり、水の中に入れて冷やせばよい。その際、ガラス管が水の中に入っていると逆流する。逆流しても、試験管が割れるようなことはないので安心である。

^{*5} この実験の化学反応式は、次のようになる。



成功のコツ

窒素の発生が遅いことがある。その原因は、湯が冷めていることが多い。熱湯を使うのがポイントである。熱湯だと試験管を入れてすぐに窒素の発生が始まる。授業開始前に、電気ポット（炊飯器）のスイッチを入れ、実験開始時には温まっているようにしておくとうい。

実験操作 2 (気体の性質調べ)

生徒が計画をすることの多い実験をいくつか紹介する。以下の ~ の番号は実験順を示すものではない。なお、事前に「毒性はない」と「火をつけても爆発することはない」ことを伝えておく。

火のついたロウソクを入れる

すぐに消える。生徒は二酸化炭素と予想する。

石灰水を入れて振る

濁らない。「えー、何で？」と生徒は驚く。

「火が消える気体は、二酸化炭素」と思いこんでいる生徒が多い。その思いこみがくずれぬ。ここで生徒の探究心に火がつく。「何だろう」と思考が活発になる。

「火が消える」という結果からは、「酸素ではない」という考察になる。「石灰水が濁らない」という結果からは、「二酸化炭素ではない」と考察させる。

水に溶かす

気体を捕集した試験管に水を3分の1程度入れ、親指でふたをするようにして振ってみる。

吸い込まれないことから、水に溶けにくいことがわかる。

BTB 溶液や湿らせたリトマス紙で調べる

上記の水に溶けるかを確認して、水に溶けると確認できたら、行うべき実験である。しかし、それを未確認のまま実験する生徒が多い。その結果、試験管の汚れなどの影響で、バラバラの結果が生じる。

シャボン玉を作る

発生装置のガラス管の先にシャボン液をつけ、シャボン玉のようすから、空気より重いか軽いかを調べる。

窒素なので、空気とほぼ同じになるはずであるが、気体発生が遅いときに実験すると、シャボン膜が厚くなり速く落ちて「空気より重い」と結論する生徒がいる。

そのほかわかること

「爆発しないから水素ではない」「刺激臭がないからアモニアではない」などがわかる。

□ 成功のコツ

シャボン玉を作る際、市販のシャボン液を使ってもよいが、私は自作している。ポリビニルアルコール (PVA) 洗濯のり、台所用洗剤、水を 1:1:2 で混ぜている。洗剤の種類によっても混合比が異なるので、事前に試しておくとうい。

なお、シャボン液は作り置きすると、割れやすくなる。当日、作成することが望ましい。

■ 評価

毎回生徒たちは、夢中になって実験する。放課後まで実験する生徒も少なくない。なかなかわからないから、おもしろいのである。

反応性がないことから、消去法で「窒素かもしれない」と推測するしかない。窒素のシャボン玉と息を吹き込んで作ったでシャボン玉とを比較すると、落ちる速さがほとんど同じなので、密度は空気とほぼ同じと判断し、気体が窒素であるということが裏付けられる程度である。

窒素は反応性が低いので、「こうなったので窒素だ」と1つの実験から断定することが難しい。自分たちで考えてい

ろいろ調べることで自体に意義がある。そのため、生徒には次のことを説明しておく。

- ・「予想がはずれた結果」についても記録して、考察する。「ではない」というのも重要な情報、判断である。
- ・どんな事実から、どう判断したかをはっきり書く。
- ・気体の名前がわからなくても、性質をいろいろな面から調べる。レポートに窒素という名前が最終的に出なくてもよいのである。どれだけ実験をしたか、結果からどう考察したか、結果からの考察に間違いがないかを評価する。

■ バリエーション

酸素、二酸化炭素、窒素のボンベ (実験用気体) を用意しておき、シャボン玉の落ち方を、発生させた気体と比較させる。

窒素は、窒素充填と表示してあるスナック菓子の袋から取り出して利用してもよい。

私は、レポート提出が終わったあと、次のように窒素と日常生活との関連を紹介している。

「窒素は、ほとんど反応しない。空気中に 8 割あるが、吸い込んでも何の変化もなく、またはき出されるだけだ。でも、この反応しない性質を利用して、缶コーヒーなどに窒素を入れているものがある。酸素があると食品の味や香りが変化してしまうからだ。スナック菓子、お茶なども窒素を詰めてパックにしてあるものがある。そういうものには、窒素充填と表示してあるので探してみよう」

参考文献

- 1) 理科 1 分野上, 啓林館, p. 34 (1981)

連絡先: 349 0115 埼玉県蓮田市蓮田 1519 (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, 平賀 伸夫, 前川 哲也, 牧野 順子,
宮内 卓也, 山口 晃弘, 山口 舞子