第52回愛媛県児童・生徒理科研究作品特別賞〈愛媛県教育委員会教育長賞〉

空気中の酸素って何パーセント？

今治市立日吉中学校　第２学年　**越　智　悠　斗**
指導教諭　**髙　橋　　誠**

1　はじめに

動物や植物は呼吸をしている。僕たち人間も空気中から酸素を吸っている。空気中には酸素が約21％、窒素が約78％含まれているといわれている。空気中に約21％しか酸素は含まれていない。だから僕たち人間は空気中から酸素だけをより分けて身体に取り入れている。そこで、いつでも、どこにでもある空気の中に本当に酸素が21％しか存在しないのか確かめた。

2　実験方法

空気全体や酸素の粒を数え、割合を見つけ出せればよいのだが、これらの粒には色もなく、粒が小さすぎて顕微鏡でも見ることができない。そこで、思いついたものが「使い捨てカイロ」だ。カイロは酸素を取り入れて熱を発生するということを思い出した。中身を調べると、黒い粒が入っていて、主な成分は鉄粉だということが分かった。使い捨てカイロが発熱するのは、この鉄粉が空気中の酸素とゆっくりふれ合うことで起こるためだ。そこで、使い捨てカイロを使って空気中の酸素の割合を調べるために、次のような実験方法を考えた。

⑴　500mℓのペットボトルの内体積を求める。
⑵　ペットボトルに入れる使い捨てカイロの体積を求める。
⑶　ペットボトルに使い捨てカイロを入れる。
⑷　ペットボトルを24時間、常温で放置する。
⑸　ペットボトルが縮んだ体積を測定する。

２ℓのペットボトルの上部を切り取り、その中に24時間放置した後のペットボトルを入れ、水をいっぱい入れる。そのあと、同じ種類の変化していないペットボトルを入れる。このとき、あふれて出てきた水の体積を測定することで、ペットボトルの縮んだ体積を求める。

鉄粉が吸収した酸素の体積　＝　あふれた水の体積

⑹　空気中に存在する酸素の割合を計算する。

⑴・⑵・⑸の測定結果から空気中に存在する酸素の割合を求める。

⑸　÷　（　⑴　－　⑵　）＝　酸素の割合

⑺　⑴～⑹の実験を空気だけでなく、他の気体を用いて行う。

空気の成分の中には、二酸化炭素や窒素も含まれている。そこで、酸素や二酸化炭素、窒素を充満させたペットボトルの中で同じ実験を行うと、どのような変化が起こるか実験で確かめた。

【予想】
① 酸素を充満させたもの
→ ・ 空気よりも酸素が多いので、発熱も大きい。
・ ペットボトルの体積は大幅に減る。
② ペットボトル内でろうそくを燃やしたもの
→ ・ 酸素がないので発熱はしない。
・ ペットボトルの体積も減らない。
③ 二酸化炭素を充満させたもの
→ ・ 酸素がないので発熱はしない。
・ ペットボトルの体積も減らない。
④ 窒素を充満させたもの
→ ・ 酸素がないので発熱はしない。
・ ペットボトルの体積も減らない。

4 準備物

500mℓのペットボトル、2ℓのペットボトル、使い捨てカイロ、白い容器、500mℓの計量カップ、メスシリンダー、じょうご、ピンセット、ロウソク、気体ボンベ（酸素、二酸化炭素、窒素）

5 実験を効率よく行うためのアイデア

⑴ 鉄粉を素早くペットボトルに入れる方法

黒い粉を素早くペットボトルに入れないと、ペットボトルの外の空気中の酸素と反応が起こってしまう。そこで、黒い粉を入れる方法を検討した。

① スプーンを使って入れる。
時間がかかり、外で空気中の酸素と反応してしまう。入れるとき飛び散った。

② ろうとを使って入れる。
あまり飛び散らなかったが、筒の部分に黒い粉が詰まり、入らなかった。

③ ペットボトルを切ったろうとを使って入れる。
黒い粉は飛び散らず、短時間で下のペットボトルにあっという間に落ちていく。

実験では、ペットボトルを切断したものを用いて、素早く鉄粉を移動させた。

⑵ 空気以外の気体がペットボトルから逃げるのを防ぐ方法

二酸化炭素や酸素、窒素の中に黒い粉を入れるとき、入れた気体が逃げてしまうので、気体を入れたあとティッシュペーパーでふたをした。そして、黒い粉を入れるときに割り箸でティッシュペーパーを破り、中の気体が外に出るのを防いだ。

6 実験内容及び結果

⑴ 500mℓペットボトルの内体積を測定する。

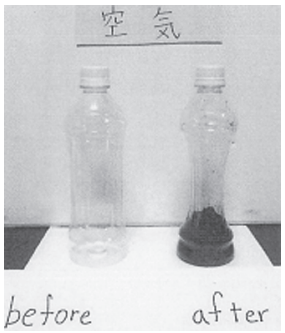
使用するペットボトルに口までいっぱい水を入れて、水の量を計測する。

〔結果〕
計量カップに500mℓ→500cm³
メスシリンダーに 20.0cm³
合計 520cm³
500mℓペットボトルの中に520cm³の空間があります。

⑵　ペットボトルに入れる使い捨てカイロ（２袋）の黒い粉の体積を測定する。

使用する黒い粉の体積　　100㎤

⑶　ペットボトルに使い捨てカイロの黒い粉を入れ、放置する。
入れた後、軽く振っているとだんだん熱くなってきた。
しばらくすると、「バコッ！バコッ！」と音を出し、ペットボトルがへこみだした。鉄と酸素が激しく反応していることが分かる。30分ほどすると、ある程度までペットボトルはへこんだ。10時間もたった真夜中に突然「バコッ」と音がしたのはさすがに驚いた。



⑷　ペットボトルが縮んだ体積を測定する。
白い容器にたまった水＝ペットボトルが縮んだ体積＝鉄粉が吸収した酸素の体積

鉄粉が吸収した酸素の体積　81.0㎤

⑸　空気中に存在する酸素の割合を算出する。

①　ペットボトルの空気の体積＝ペットボトルの内体積－黒い粉の体積
＝520.0㎤（６⑴より）　－100㎤（６⑵より）

ペットボトル内の空気の体積　420.0㎤

・・・あ

②　ペットボトル内の酸素の体積
酸素は鉄粉と反応してなくなったと考え、ペットボトルが縮んだ体積が酸素の体積であると考えると、６⑷より

酸素の体積　81.0㎤

・・・い

③　酸素の割合の算出
①・②より、空気中の酸素の割合 ＝ い ÷ あ × 100＝ 81.0 ÷ 420.0 × 100
＝ 19.28 ≒ 19.3

空気中の酸素の割合　19.3%

この数字は、参考書などで見た数字に近いのでうれしかった。

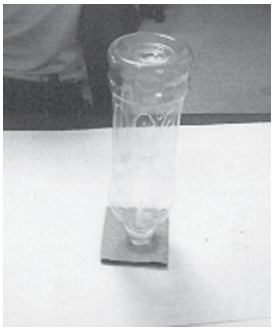
⑹　空気以外の気体を用いて６と同様の実験をする。
気体ボンベは５秒間ペットボトルへ噴出させた。

①　酸素を充満させたペットボトルで実験する。

空気中の酸素の割合　76.7%

100%を期待していたが、ペットボトルが柔らかくなく、元の形をくずさない力がはたらき、真空の部分ができてしまい、気体はないのに体積がある状態ができたためと考えられる。

②　ロウソクの火を燃やしたあとの気体で実験する。
ロウソクに火をつけ、ペットボトルを逆さにかぶせて火が消えるまで待ち、ペットボトル内の酸素をなくした。



空気中の酸素の割合　17.9%

二酸化炭素を用いてもペットボトルがへこんだ。とても不思議だった。

③　二酸化炭素を充満させたペットボトルで実験する。

空気中の酸素の割合　75.2%

④　窒素を充満させたペットボトルで実験する。

空気中の酸素の割合　3.3%

24時間放置しても、何回ペットボトルを振っても発熱しなかった。

7　測定結果のまとめ

気　　体	空気	酸素	ロウソクを燃やした気体	二酸化炭素	窒素
内体積（㎤）	420	420	420	420	420
減少した体積（㎤）	81.0	322.0	75.0	316.0	14.0
酸素の割合（%）	19.3	76.7	17.9	75.2	3.3
発熱量	中	大	中	大	なし

〔わかったこと〕

○　空気中の酸素の割合は19.3%である。参考書では、20.9%なので、ほぼ同じ数字が算出できてうれしかった。

○　たくさんの酸素が入ったペットボトルでは、鉄粉は激しく酸素と反応した。

○　使い捨てカイロの鉄粉は、二酸化炭素の中でも反応した。

○　鉄粉は窒素とは反応しない。

8　考察

⑴　二酸化炭素の還元

使い捨てカイロが二酸化炭素の中でも反応して、熱を発生することができているのは、おそらく二酸化炭素の中の酸素の成分を使っているからだと思う。

⑵　使い捨てカイロ

鉄がゆっくり酸素と結びつくとサビになり、熱は発生しない。しかし、急激に酸素と結びつけさせると、熱が発生した。

⑶　質量保存の法則

ペットボトルに使い捨てカイロを入れた瞬間の質量と、24時間経過したものの質量を測定した。質量は同じだった。質量保存の法則が成立した。

9　感想

この理科実験を行って、分かったことやびっくりしたことがたくさんあった。ペットボトルに酸素を充満させ、使い捨てカイロを中に入れると、火傷するくらい熱く、ペットボトルの幅が５㎜位までへこんだことにびっくりした。

二酸化炭素の中でも使い捨てカイロが発熱し、ペットボトルがあんなにへこむことは予想できなかった。二酸化炭素から酸素を取り出し、発熱するパワーが使い捨てカイロにあることはとても驚いた。

ＰＭ2.5や放射能など、環境問題が新聞やニュースで取り上げられている。しかし、自分自身で直接それらの問題に接したわけではない。それらの問題に取り組むきっかけとして、空気の成分を研究したのはとても有意義だった。