容器内でのロウソクの燃焼

１年Ａ組　福留 菜月
１年Ａ組　廣谷 美羽
指導教員　松浦 紀之

１．概要

空気中には酸素が約 20%含まれている。小学生のときの理科の授業で，容器内でロウソクを燃焼させると，酸素の量が減少し，二酸化炭素の量が増加することを学んだ。しかし，ロウソクを燃やしたあとの容器内には，酸素がまだ残っている。酸素が残っているのにロウソクの火が消えたのか，疑問に思い実験を行った。ロウソクの燃え方や容器内の酸素の消費量は，容器内に存在する気体の割合に関係があると考えられるが，今回の実験では検証できなかった。

キーワード　燃焼　ロウソク　化学カイロ

２．研究背景と目的

空気中には酸素が約 20%含まれている。小学生のときの理科の授業で，容器内でロウソクを燃焼させると，酸素の量が減少し，二酸化炭素の量が増加することを学んだ[1)]。しかし，ロウソクを燃やしたあとの容器内の気体を気体検知管で調べると，酸素はまだ残っている。なぜ，酸素が残っているのにロウソクの火が消えたのだろうか。疑問に思い，実験を行った。

２．仮説と実験操作

実験に用いたロウソクは「カメヤマローソク」(パラフィンワックスを主原料とする）を，使い捨てカイロは「桐灰カイロミニ」を用いた。

(1) 予備実験．容器内でのロウソクの燃焼

水が入ったシャーレにロウソクを立て，点火してからガラスコップをかぶせてコップ内の様子を観察した（図１）。

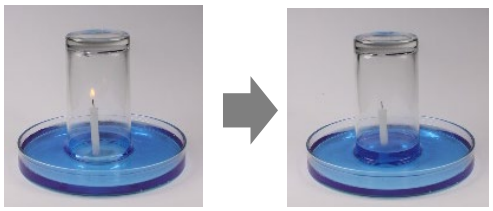

図１．予備実験の様子

(2) 実験１．ロウソクの長さによる，燃焼時間の変化

3 種類の長さの異なるロウソクを用意し，それぞれ粘土にロウソクを立て点火させ，粘土と隙間ができないようすぐにガラス瓶をかぶせた（図２）。長さの違いによるロウソクの燃焼時間の差を調べた。

図２．実験１の様子

(3) 実験２．容器内の二酸化炭素の量による，ロウソクの燃焼時間の変化

実験１と同じ装置で，粘土の上に固体の水酸化ナトリウム NaOH を置き同様の手順でロウソクを燃焼させた。

(4) 実験３．容器内での使い捨てカイロの燃焼

文献[2)]の方法を改良して，実験を行った。カイロを袋から出して，温かくなったのを確認してから，ガラス製の 100 mL 注射器に入れた。100 mL の目盛りに注射器を合わせ，注射器の先端にコックを付けた。30 秒ごとに注射筒を動かし，注射筒が自然に止まったところの注射器内の気体の体積を調べた（図３）。

図３．実験３の様子

３．結果と考察

(1) 予備実験．容器内でのロウソクの燃焼

水が入ったシャーレにロウソクを立てて，点火してからコップをかぶせると，コップ内の水が上昇して火が消えた。ロウソクが燃えてできた水蒸気は

冷えると水になり，また二酸化炭素は水に溶けるので，コップ内の気体の体積が減り，さらにコップ内の気体は冷えると体積が小さくなるので，その分だけ水が入ったと考えた。

(2) 実験１．ロウソクの長さによる，燃焼時間の変化

容器内でロウソクの火が消えるのは，燃焼時にロウソクへ新鮮な酸素が送り込まれなくなるからだと予想した。短いロウソクでは，ロウソクの上部の空間が広いので，一番長く燃焼するのではないだろうかと考えた。

結果は，仮説通りの結果にはならなかった（表１）。ロウソクの燃焼に関する論文[3)]には，「短いロウソクの方がより長く燃焼した」と書かれていることから，論文と実験の装置や方法の違いがこのような結果になったと考えられる。

表１．ロウソクの長さと燃焼時間の関係

回数	9.5cm	6.8cm	3.4cm
1	14.5	24.8	17.4
2	16.4	24.4	17.5
3	21.0	22.8	18.8
4	20.0	24.3	18.8
5	23.3	22.7	17.6
6	25.7	20.6	17.0
7	23.4	20.4	16.9
8	17.1	16.9	16.3
9	16.3	20.4	15.3
10	20.3	18.7	17.7
平均	19.8	21.6	17.7

(3) 実験２．容器内の二酸化炭素の量による，ロウソクの燃焼時間の変化

実験１の結果からロウソクの燃焼時に発生する二酸化炭素を除去し続ければ，ロウソクは実験１よりも酸素を使って燃焼し続けるのではないかと考えた。

固体の水酸化ナトリウムが，燃焼で生じた二酸化炭素を吸収（中和）して，二酸化炭素の濃度が下がり，ロウソクが燃え続けると予想した。しかし，結果はロウソクの燃焼時間に大きな変化はなかった。固体の水酸化ナトリウムの代わりに，濃い水酸化ナトリウム水溶液を使って二酸

化炭素を吸収できるか検討中である。

(4) 実験３．容器内での使い捨てカイロの燃焼

ロウソクの代わりにゆっくり燃焼するカイロを用いれば，容器内の酸素はたくさん消費されるのではないだろうかと考えた。

容器内での使い捨てカイロの燃焼時間とともに，注射器内の体積は減少し，10分後には 82 mL で一定になった（図４）。空気中の酸素の体積は約 20%なので，ほとんどの酸素が消費されたといえる。ロウソクのような燃焼ではなく，カイロのゆっくりとした燃焼が関係していると考えた。

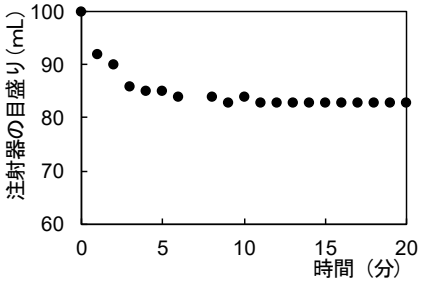

図４．実験３の結果

４．まとめ・今後の展望

ロウソクの燃え方や容器内の酸素の消費量は，容器内に存在する気体の割合に関係があると思われるが，十分に検証することができなかった。現在，窒素，酸素，二酸化炭素を様々な割合で混合した気体中でのロウソク燃焼実験を行っている。

参考文献

1）マイケル・ファラデー，白川英樹(監修)，尾嶋好美(訳)，「ロウソクの科学」が教えてくれること，ソフトバンククリエイティブ, 2018.

2）平賀伸夫，臼井豊和，化学と教育 1989, 37, 534.

3）第 25 回日本学生科学賞論文集，容器内でのローソクの燃焼について，1981, 172.

本研究の外部発表

「まほろばけいはんなサイエンスフェスティバル」
（令和元年 11 月

「集まれ！理系女子 女子生徒による科学研究発表交流会 関西大会」
（令和元年 12 月 14 日, 奈良女子大学）

「日本化学会近畿支部第 36 回高等学校中学校化学研究発表会」
（令和元年 12 月 25 日，大阪科学技術センター）＜奨励賞受賞＞