

科学的に見る火と熱の性質

2633 服部周生 2615 勝俊裕 2638 松田大輝 2611 小椋康太郎

要旨

私たちは火や熱がどのような性質を持っていて目に見えない部分では何が起きているのかをはっきりさせるために、火（熱源）から燃焼対象までの距離と燃焼までの時間の関係、外炎の存在の確認、化学カイロの効率に関する実験を行いました。

熱源から燃焼対象までの距離と燃焼までの時間の関係をグラフにして式を導きました。外炎の存在の確認では、ろうソクに塩化ナトリウムを置き確認することができました。化学カイロの効率では、触媒が反応効率に影響を与えていることがわかりました。

実験1 <火（熱源）から燃焼対象までの距離と燃焼までの時間の関係>

1. 目的

身近にあるストーブなどの暖房は遠くに離れるとあまり暖かくありません。疑問に思ったので熱源からの距離と燃焼時間にはどんな関係があるのか調べます。

2. 使用器具

蒸発皿、三脚、金網、ガスバーナー、5cm 立方の角材、エタノール、ストップウォッチ、ピペット、マッチ、(一回目のみ黒鉛、デンプン)

3. 実験の手順

1. 蒸発皿に対象物をのせ、それを三脚にのせます。
2. ガスバーナーで蒸発皿を下から加熱します。
3. 加熱はじめから発火と燃え尽きるまでの時間を計測します。
4. 5cm ごとに角材を用いて三脚の位置を高くします。
5. 1~4 を繰り返します。

なお、三脚の高さは三脚の脚の下端の机からの高さで示します。ちなみに 0cm の時、机から金網までの高さは 20cm で、バーナーの上端から 5cm 離れています。

4. 結果

5月11日の結果

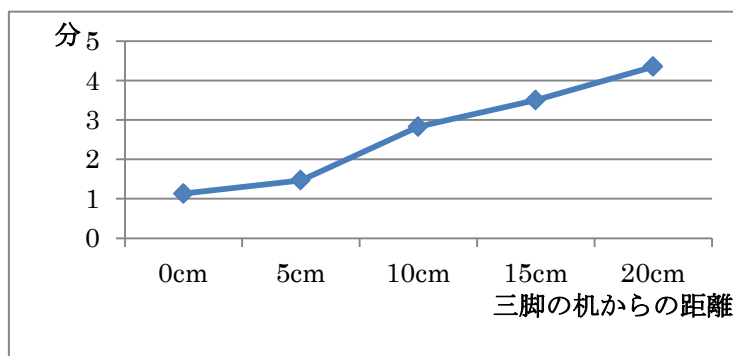
燃焼物	高さ	0cm	5cm
デンプン 0.5g		5分41秒	
エタノール 1mL		1分23秒	2分44秒
黒鉛 1g		中断	

- ・黒鉛・・5分経過で変化が見られなかったため中断しました。
- ・この結果から、デンプンは燃焼時間が長く、煙が火災報知機に反応するため、2回目以降は実施しないこととします。黒鉛も同様に、燃焼が確認できなかったため2回目以降実施しないこととします。したがって、今後の実験はエタノールのみで行うこととします。

※エタノールの量はすべて1mLとします。

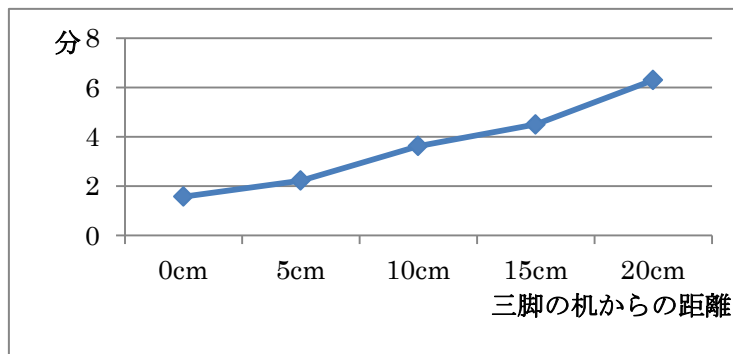
5月23日の結果

高さ	0cm	5cm	10cm	15cm	20cm
エタノール	1分8秒	1分28秒	2分50秒	3分30秒	4分21秒



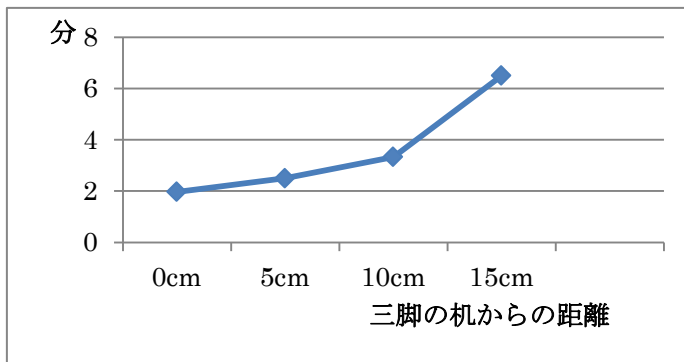
6月8日の結果

高さ	0cm	5cm	10cm	15cm	20cm
エタノール	1分34秒	2分13秒	3分37秒	4分30秒	6分18秒



6月15日の結果

高さ	0cm	5cm	10cm	15cm
エタノール	1分58秒	2分30秒	3分20秒	6分30秒



5. 考察

- それぞれのグラフの式を表わします。(x=三脚の机からの距離、y=時間)

(式はどれも近似値)

5月23日 $y=0.161x+1.13$

6月8日 $y=0.2365x+0.57$

6月15日 $y=0.136x+1.97$

以上の3つの式を平均して式にすると、 $y=0.1778x+1.557$ です。

実験2 <外炎の確認>

1. 目的

ろうソクに灯された火のうち、外炎は酸素濃度が高く高温で目視が出来ません。そこで芯付近に塩化ナトリウムを置くことで酸素濃度を下げ、その結果、外炎が目視できるようにします。

2. 使用した器具

ろうソク、マッチ、塩化ナトリウム

3. 研究手順

1. ロウソクを立てその上に塩化ナトリウムを少量置きます。
2. ロウソクに火を灯します。
3. ロウソクの火の変化を観察します。

4. 結果

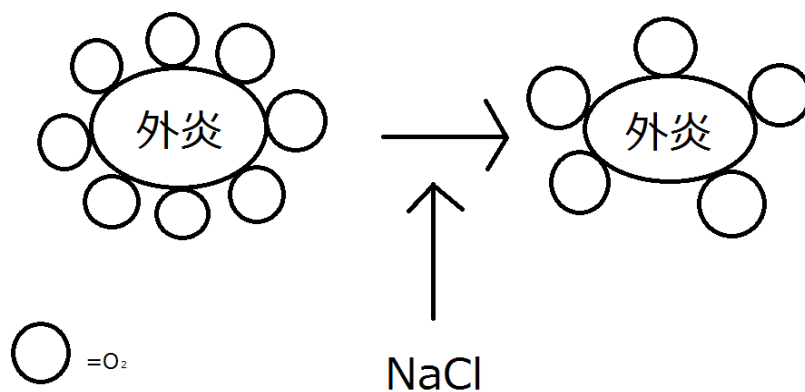
1回目、実験通りに行いましたが、外炎をはっきりとは観察できませんでした。しかし、2回目、3回目と実験したところ、普段は目視できない外炎を確認することが出来ました。

5. 考察

実験の結果から、普段は目視することが出来ない外炎がロウソクの芯付近に塩化ナトリウムを置くことで、目視できるようになることが分かりました。そしてこの実験結果から、塩化ナトリウムが外炎の酸素濃度を下げたと考察できます。また、外炎が目視で来た際に内炎、炎心もわずかに小さくなりました。

予想される化学反応式は、 $4\text{NaCl} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$ です。

外炎のモデル



しかし実験中に塩素の刺激臭がしなかったため、この化学反応式は確定できるとは言えません。しかし、この実験から塩化ナトリウムが火の酸素濃度を下げているということが分かりました。また、別の考察として、ロウソクの芯がロウを吸うのを塩化

ナトリウムが妨げたせいで炎の温度が全体的に下がったことも考えられます。その仕組みとこれらが別の物質でもできるかどうか、および化学反応式で表すのが今後の課題となります。

6. 参考文献

- ・ハイベスト教科辞典〈物理・化学〉（Gakken）

実験3 <化学カイロの効率>

1. 目的

市販カイロは温度が一定で長持ちするのでその仕組みが気になったので、化学カイロの効率はどのような条件で変化するかを調べます。

2. 使用した器具

蒸発皿、薬さじ、100mL ビーカー、ピペット、電子計り、ガラス棒、温度計、霧吹き

3. 手順

1. 鉄粉：活性炭＝2：3の割合にして蒸発皿の上で混ぜます。
2. 1へ食塩水を入れます。
3. 温度上昇を温度計で計測し記録します。

上の実験を次の条件で行います。

条件

- ① 1.鉄粉を 4g、活性炭を 6g にします。
2.入れる食塩水を濃度 10%にします。
- ② (i)1.鉄粉 8g、活性炭 12g にします。
2.そこへ塩化ナトリウム 2g を入れ、純水を加えながら計測します。
(ii) 1.鉄粉 4g、活性炭 6g にします。
2.食塩水ではなく、純水を加えます。
- ③ 1.鉄粉 4g、活性炭 6g にします。
2.食塩水の濃度を 5%、10%、20%、飽和に分けて実験します。
3.温度上昇の計測時間を 5分と定めます。
- ④ 1.鉄粉を 4g、6g にします。
2.食塩水の濃度を 10%とし、加える際に霧吹きを使用し通常に加え方との比較をします。
- ⑤ 1.炭素をなしにして鉄粉のみにします。

2.10%食塩水をピペットで加えます。

4. 結果

- 条件① 化学カイロの温度は 93℃まで上昇しました。
- ② (i) 化学カイロの温度は 78℃まで上昇しました。
(ii) 大きな温度上昇はみられませんでした。
- ③ 5%食塩水は 36℃まで上昇、10%食塩水は 41℃まで上昇、20%食塩水は 41℃まで上昇、飽和食塩水は 44℃まで上昇しました。
- ④ 霧吹きを使用した時よりも通常の実験のほうが温度は上昇しました。
- ⑤ 鉄粉のみの実験では温度上昇はほぼみられませんでした。

5. 考察

- ・②の(i)と(ii)の結果の比較より加える食塩水に含まれる NaCl が触媒として温度上昇を促進していると考えられます。
- ・③の結果より濃度の高い食塩水を加えた時、温度上昇が大きくなることがみられました。したがって触媒と考えられる NaCl の濃度が高いほうが、一定時間内の温度上昇を促進させたと考えられました。
- ・④の結果より熱を奪わない程度で、まとまった量の食塩水の安定した供給が必要だと考えられました。
- ・⑤の結果より活性炭も触媒として作用すると考えられます。

6. 参考文献

- ・「サイエンスビュー 化学総合資料」(実教出版)

まとめ

- ・火(熱源)から燃焼対象までの距離と燃焼までの時間の関係では、5cm ごとに三脚の高さを上げてエタノールが燃焼しきる時間を計測して、 $y=0.1778x+1.557$ という式を導きました。
- ・今後は、作業環境を整えより正確なデータを得ます。
- ・外炎の存在の確認では通常、肉眼では見ることでできない外炎をろうソクに塩化ナトリウムを置き、確認することができました。
- ・化学カイロの効率では、触媒が反応効率に大きな影響を与えていることがわかりました。
- ・今後は作業環境を整えて気温が一定なところで行い、より正確な結果を出すとともにバーミキュライト(蛭石の原鉱石を 800℃ほどで加熱風化处理し、10 倍以上に膨張させた土)などを用いてより効率の良いカイロ作りを目指します。