

炎色反応による混色

園田大悟、興梠紋葉、城後陽呂、松浦大輝

延岡高等学校 Nobeoka High School

Abstract

私たちは授業から炎色反応に興味を持ち、炎色反応を用いた混色について研究した。1つ目の実験では炎色反応の起きる金属塩をエタノールと蒸留水で溶かし、直接火をつけて色を確認した。エタノールを燃やすと炎が青色になるため、エタノールの影響を減らすために、2つ目の実験では金属塩と蒸留水のみの溶液をガスバーナーの火にふきかけた。結果として、双方の実験は色がはつきりと分かれ、色が混ざっているとは言い難い結果となった。炎色反応は金属原子の電子が励起状態から基底状態に戻る時のエネルギー差がそれぞれの決まった振動数の光を発生させることによって起こる。光には固有の波長があり、波長を変えることは難しいため、炎色反応の混色はできないと考えた。

Keyword 炎色反応/混色/波長/金属塩

1. 序論

(1) 研究背景

授業で炎色反応について学んだ際、物質を加熱することで、炎の色が変化するという現象に興味を持った。この現象を利用して、一般的に知られている炎色反応の色(赤・橙・黄・緑・青など)だけでなく、桃色のような新しい色を生み出せないかと考えた。

(2) 研究の目的

炎色反応を用いて、複数の金属塩を組み合わせることで新たな色彩表現が可能かを検討し、花火やろうそく、特殊効果などの色彩技術の応用拡大を目指す。

(3) 先行研究

金属粉末を燃やして燃焼時間に金属粉末の種類が異なることで差ができるのか、また2種類の金属粉末を混ぜて火をつけると色は混ざるのかについて実験した。結果として、燃焼時間に差ができ、色はうまく混ざらなかった。

この実験を続けることで、より深く炎色反応について知識がつけられ、2種類の金属粉末を混ぜる実験の成功に近づくと考えられる。

(4) 研究仮説

実験1(2種類以上の金属塩をエタノール中で混ぜ合わせる実験)では炎色反応によって出てくる炎が混ざるのではないか。

実験2(金属塩と蒸留水のみの溶液をガスバーナーの火に直接ふきかける実験)では、エタノールの青色の炎の影響を受けないことで、色が混ざるのではないか。

2. 調査方法

(1) 材料

- ・塩化リチウム
- ・塩化ナトリウム
- ・塩化カリウム
- ・塩化銅
- ・塩化銅水溶液
- ・塩化カルシウム
- ・ガスバーナー
- ・マッチ
- ・エタノール
- ・スプレーボトル
- ・蒸留水
- ・蒸発皿

(2) 実験方法

- 実験1 1 金属塩を2種類以上用意する
 2 金属塩やエタノール、蒸留水の量を計測して、それらを混ぜ合わせる。
 3 暗室で溶液に火をつけ、色を確認する。
- 実験2 金属塩と蒸留水を混ぜた溶液をスプレーボトルに入れてバーナーの炎に噴射し、それによる炎の色の変化を調べる。

3. 結果

(1) 結果1

表1 金属塩を混ぜた結果

	CuCl ₂	NaCl	CaCl ₂	KCl	LiCl
CuCl ₂	緑黄色は分かれる	緑 橙 緑が強かった	緑	緑 赤 色が出る タイミングが異なる	
NaCl		黄 橙 分かりにくかった	黄	黄 赤 ほとんど赤色だった	
CaCl ₂			橙	橙 赤 分かりにくかった	
KCl				赤	
LiCl					

金属塩を1gずつ投入した。

溶質・溶媒・炎の光の関係を以下の表に示す。

(2) 結果2

表2 溶質と溶媒による光の関係

	溶質	溶媒	光の有無
1	塩化リチウムと塩化銅	エタノール	×
2	塩化ナトリウム2.0g 塩化カリウム2.0g 塩化カルシウム2.0g	エタノール 4ml 塩化銅水溶液2ml	△ 赤、紫、緑 オレンジ
3	塩化リチウム1.0g 塩化カリウム1.0g 塩化ナトリウム1.0g 塩化カルシウム1.0g	エタノール 3ml 塩化銅水溶液2ml	△ 赤
4	塩化カルシウム 1.0g 塩化リチウム 1.0g	エタノール 1ml	△ 青 短
5	塩化ナトリウム1.0g	エタノール 2 ml	×
6	塩化銅1.0g	エタノール 1.5ml 蒸留水 0.5ml	△ 緑
7	塩化リチウム0.50g 塩化カルシウム0.50g	エタノール 3ml お湯3ml	△ 青
8	塩化リチウム0.50g 塩化カルシウム0.50g	エタノール 1ml お湯1ml	△ 青

図1 塩化銅水溶液5% 10mlを燃やしたとき



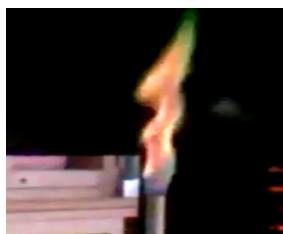
図2 塩化カルシウム1g
蒸留水10mlを燃やしたとき



図3 塩化銅水溶液5% 10ml

塩化カルシウム 1g

蒸留水を燃やしたとき

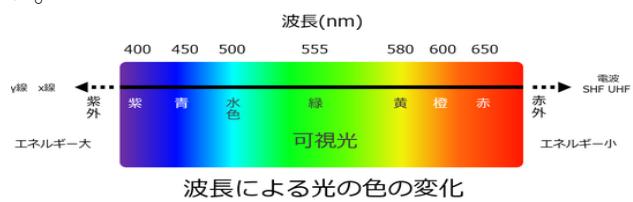


4. 考察

炎色反応が起こるのは金属原子の電子が励起状態から基底状態に戻る際のエネルギー差がそれぞれ決まった振動数の光を発生させるためである。よって光には固有の波長があり、現時点の技術では波長を変えることができないため、色を混ぜることはできないと考えた。また、結果から光の波長が長いほど必要なエネルギーが小さくてすむため、色が出やすいのではないかと考えた。

5. 結論

光には固有の波長があり、私たちの技術では波長を変えることができないため、色を混ぜることはできない。



6. 今後の展望

今後は、炎色反応によって出てくる炎の色同士を完全に混ぜるだけでなく、色がバラバラに出てきたことから、それぞれの色が出てくるタイミングをコントロールする方法などを研究していきたい。この研究が進めば芸術文化の発展に貢献できると考える。

7. 謝辞

今回の課題研究にあたり、実験器具の扱い方や研究に行き詰ったときの助言、丁寧なご指導のおかげで研究を進めることができました。児玉洸隆先生、郡司泰祥先生に感謝申し上げます。

8. 参考文献

大塚電子株式会社『イメージで分かる』光源の明るさ

<https://www.otsukael.jp/weblearn/chapter/learnid/87/page/2>

木原 寛 今福京子 炎色反応の原理 さくらインターネット

<https://katakago.sakura.ne.jp/chem/flame/genri.html>

令和3年度SDGs課題研究 化学分野12班

https://cms.miyazaki-c.ed.jp/6027/cabinets/cabinet_files/download/280/b7f68c12ebb9b952cf6dbc1e3e48102e?frame_id=492