

線香花火の色を変える

3504 伊藤愛理 3529 藤川理子 3607 加藤瑞季 3627 平松愛華

要旨

自分たちで線香花火を作り、炎色反応で炎の色を変化させるために4つの実験を行ってきた。1つ目の実験では、今後の基準となる線香花火を製作した。2つ目の実験では、1つ目の実験で作った基準の火薬にアルミニウムを加えて、花火の松葉の段階を試みた。3つ目の実験では、緑色の炎色反応を起こすために、基準の火薬に硫酸バリウムを加えた。4つ目の実験では、紫色の炎色反応を起こすために、基準の火薬に含まれる硝酸カリウムの分量を多くした。今回、その実験に加えて新たな火薬を製作し、実験を行った。

その結果、基準の火薬に薬品を加えていくと炎色反応は起こったものの、できる時と出来ない時があることが分かった。また、新たな火薬では基準の火薬よりも火花が散ることが増え、線香花火らしい燃え方になった。

1. 目的

市販のものに近づくように線香花火を作り、炎色反応によって炎の色を変えて更に楽しめるようにする。

2. 使用した器具・装置

乳鉢、乳棒、薬さじ、薬包紙、電子天秤、鉄、木炭、硫黄、アルミニウム、硝酸カリウム、硫酸バリウム、マッチ、サイエンスメイト（温度、湿度測定用）、ティッシュ

新規追加

油煙、三脚、バット、るつぼのふた、ろうそく、書道紙

3. 手順

<実験1>（線香花火を作る）

① 鉄に木炭 0.1g、鉄 0.2g、硫黄 0.3g、硝酸カリウム 0.6g を入れてすりつぶし、火薬を作成した。

今後の実験ではこの火薬を基準とした。この火薬を A とする。

② ティッシュに火薬を 0.1g 量り取り、市販の線香花火のような形にした。

③ 実験の直前に、サイエンスメイトを使って実験場所の温度と湿度を測定した。

④ ②で作ったものに火をつけて火薬が燃える様子を観察し、燃えるときの色、火花の様子、燃えた時間を記録した。

⑤ 市販の線香花火の燃焼時間と色を比べて、相違点を見つける。

<実験2> (火薬Aにアルミニウムを加え、火花を増やす)

① 乳鉢に木炭 0.1g、鉄 0.2g、硫黄 0.3g、硝酸カリウム 0.6g、アルミニウム 0.1g を入れてすりつぶし、火薬を作成する。

② 実験1の②、③、④と同様に実験を行う。

<実験3> (火薬Aに硫酸バリウムを加え、炎色反応を起こす)

① 乳鉢に木炭 0.1g、鉄 0.2g、硫黄 0.3g、硝酸カリウム 0.6g、硫酸バリウム 0.2g を入れてすりつぶし、火薬を作成する。

② 実験1の②、③、④と同様にして実験を行う。

<実験4> (火薬Aを使って火薬を作製し、炎色反応を起こすために硝酸カリウムの分量を変える)

① 乳鉢に木炭 0.1g、鉄 0.2g、硫黄 0.3g、硝酸カリウム 3.2g を入れてすりつぶし、火薬を作製する。

② 実験1の②、③、④と同様にして実験を行う。

<新火薬> (今回新たに製作したものを火薬Bとする)

① 乳鉢に硝酸カリウム 0.30g、硫黄 0.21g、木炭 0.09g、油煙 0.03g を入れてすりつぶし、火薬を作製する。

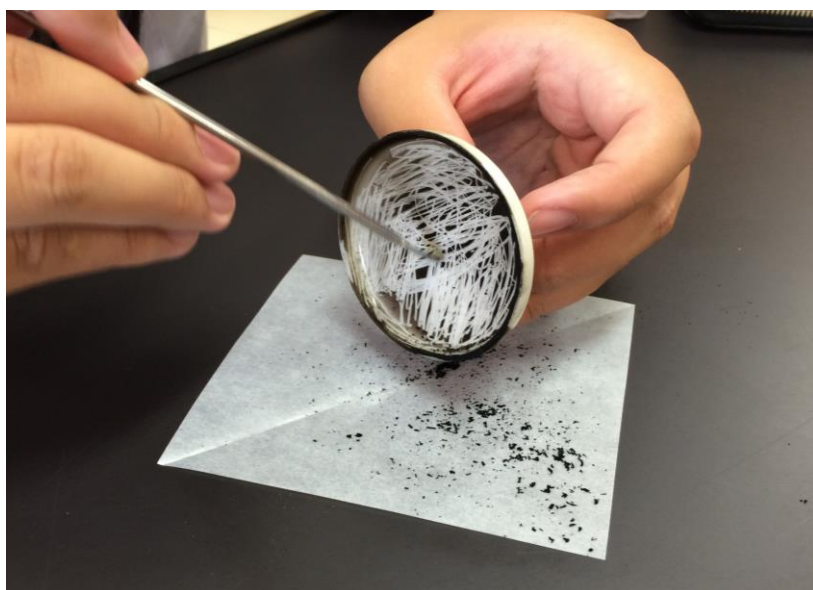
② 実験1の②、③、④と同様にして実験を行う。

油煙の作製方法

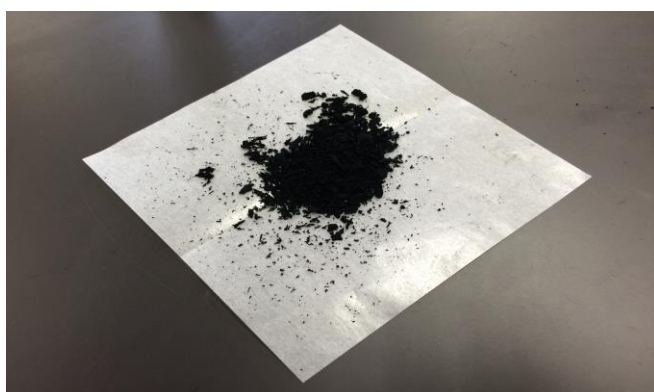
三脚に針金でつぼのふたをつらし、その下にろうそくを立て燃やす。そのろうそくの不完全燃焼により、できた油煙を薬さじでこそぎ落として集める。



【図1 油煙を作製する様子】



【図2 油煙をこそぎ落とす様子】



【図 3 油煙】

4. 結果

<実験 1>

実験 1 では、燃焼時間及び炎の色の観察を行った。結果は下の表のとおりであった。自分たちで作った線香花火と市販のものと比較するため、市販の線香花火を購入して同様に燃焼させ、次の色と燃焼時間を調べた。(ここでの「燃焼時間」は着火してから燃えていた火薬が水の中に落ちるまでの時間とした。)

表 1 火薬 A の結果

	気温	湿度	炎の色	燃焼時間
1 回目	25.0℃	55.6%	橙	11 秒
2 回目	31.9℃	32.0%	橙	13 秒

表 2 市販の線香花火の結果

	気温	湿度	炎の色	燃焼時間
1 回目	25.0℃	55.6%	ピンク	38 秒

市販の線香花火のほうが、自分たちで作った花火の 3 倍以上長く燃えた。また、炎の色は、市販の方が少し淡く、鮮やかだった。



【図 4 火薬 A の燃焼する様子】

<実験 2>

実験 2 では、実験 1 でつくった火薬にアルミニウムを加えて、炎の色と燃焼時間とともに、花火の燃えている段階も観察しようと試みた。

表 3 アルミニウム入りの火薬の燃焼の結果

	気温	湿度	炎の色	燃焼時間
1 回目	25.3℃	53.6%	白	5 秒
2 回目	31.9℃	32.0%	白	6 秒

炎の色は白になり、燃焼時間が火薬 A を燃やした時の 2 分の 1 以下になった。また、線香花火にマッチで火をつけた瞬間に、「パチパチ」ではなく「シューッ」という音を立てて激しく燃え出した。



【図 5 実験 2 1 回目の燃焼の様子】

<実験 3>

実験 3 では、実験 1 で作った火薬 A に硫酸バリウムを加えて観察した。この実験では、炎色反応によって炎の色が緑色になると予想していたが、表 4 のように、炎は通常の橙色であった。そこで、硫酸バリウムの分量を少しずつ増やしていき、緑色になるまで火薬を作り続けた。上の実験を行った後、硫酸バリウムの量を 0.4g、0.8g、1.6g、3.2g、と増やしていった。実験を続けた結果、硫酸バリウムを 3.2g にした 6 回目の実験で、予想していた緑色の炎を見ることができた。しかし、かろうじて緑に見えるぐらいの色が薄く、鮮やかであるとは言えなかった。また、淡い緑色を確認できた直後に玉が落ちてしまったので、撮影することができなかった。

表 4 硫酸バリウム入りの火薬の燃焼の結果

	気温	湿度	炎の色	燃焼時間
1 回目 (BaSO ₄ 0.2 g)	26.8°C	42.2%	橙	6 秒
2 回目 (BaSO ₄ 0.2g)	24.5°C	44.1%	橙	7 秒
3 回目 (BaSO ₄ 0.4g)	24.5°C	39%	橙	6 秒
4 回目 (BaSO ₄ 0.8g)	25.3°C	51%	橙	5 秒
5 回目 (BaSO ₄ 1.6g)	26.0°C	49%	うす橙	5 秒
6 回目 (BaSO ₄ 3.2g)	26.0°C	51%	うす緑	4 秒

<実験 4>

実験 4 では、火薬 A を炎色反応で炎の色を紫色にするため、用いる硝酸カリウムの量を通常の分量の 0.6g から 3.2g にして実験を行った。ここで硝酸カリウムの量を 3.2g にしたのは、実験 4 で硫酸バリウムを 3.2g にしたときに、炎色反応を確認できたためである。

表 5 火薬 A の硝酸カリウムの量を変えた火薬の燃焼の結果

	気温	湿度	炎の色	燃焼時間
1 回目	26.3°C	49.1%	紫	5 秒
2 回目	26.2°C	47.7%	橙	5 秒

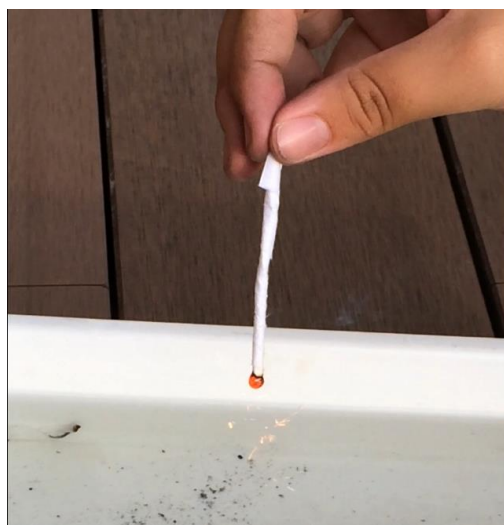
1回目の実験では炎の色は綺麗な紫色になり、炎色反応を確認することができた。しかし15分ほど経過した後にもう一度同じ火薬を燃やしてみると、気温、湿度にさほどの変化はなかったが、炎の色はオレンジ色になった。この実験でも、紫色を確認できた直後に玉が落ちたので、撮影することができなかった。

<新火薬>

火薬 A よりも市販の線香花火の火の玉により近づくことができ、今まで観察できなかった目標としていた松葉の段階を観察することができた。また、ティッシュで包んだ時よりも書道紙のほうが強度があり、火薬が燃えきる前に紙が燃え落ちてしまうこともなくなり、成功率が高くなった。

表 6 火薬 B の結果

	気温	湿度	炎の色	燃焼時間
1回目	26.0℃	62%	橙	11秒
2回目	27.0℃	69%	橙	54秒



【図 6 火薬 B 燃焼の様子】

5. 考察

<実験 1>

市販の線香花火と自分たちで作ったものでは、燃焼時間と色の鮮やかさが大きく違ったため、更なる工夫が必要だと考えた。燃焼時間が市販のものよりも短かった理由として、「ティッシュで包んだこと」「火薬の配合が適当でない」ということが考えられる。

<実験 2>

火薬 A にアルミニウムを加えたことによって、勢いのある燃え方になり、炎の色は白くなった。しかし、燃焼時間が実験 1 の 2 分の 1 以下になってしまうと共に、線香花火とは言えない燃え方になってしまった。そのため、市販の線香花火にはアルミニウムは入っていないと考えられる。

<実験 3>

炎色反応を起こすために火薬 A に硫酸バリウムを加えて実験を行ったが、緑色になるまで硫酸バリウムを増やし続けた結果、燃焼時間が 4 秒と、火薬 A を燃やした時の 3 分の 1 ほどになってしまった。また、炎の色ははっきり緑色だと判断できなかった。これらのことから、燃焼時間をもっと長くし、綺麗な緑色を出すために、火薬 A の薬品の配合の比を考慮し直すことが必要であると考えられる。

<実験 4>

硝酸カリウムの量を増やして炎色反応を起こそうと試みたが、実験 3 と同様に、色を認識できるのは一瞬だけであり、燃焼時間も短かった。また、1 回目の実験では炎の色は綺麗な紫色になったが、2 回目では橙色になってしまった。この原因は、硝酸カリウムにうまく火がつかなかったことだと考えられる。

<新火薬>

今までの火薬と比べて市販の線香花火により近い火の玉ができ、火花を散らして目標としていた松葉の段階を観察することができたことから、油煙が加わったことで更に市販に近づくことができたと考えた。また、包む紙は実験の結果から書道紙のほうがよりよいということがわかった。

6. 今後の展望

これらの5つの実験から、

①炎色反応による火花の色を変える実験をするにあたり、それに関係する薬品（リチウム、ナトリウム、ストロンチウムなど）は火薬Bに加えていくこととする。

②火薬を包む紙は書道紙とする。また、参考文献から書道紙を湿らせそれを乾かしたものでも観察をしていきたい。

今後は①、②を踏まえて、質の良く楽しめるような線香花火を作製していくため、繰り返し実験を行っていきたい。

7. 参考文献 引用文献

平成21年度 サイエンスリサーチII

「筒井時正玩具花火製造所」 <http://www.tsutsuitokimasa.jp/issyou.html>

合成木炭：線香花火の簡単な作り方(化学実験虎の巻)<http://ci.nii.ac.jp/naid/110001829147>