

コラム



炎色反応と打揚花火の技

真夏の夜に、暑さ忘れさせてくれる風物詩といえば花火です。明るく鮮やかな色が魅力の花火ですが、さまざま色が出せるようになったのは実は明治時代からなのです。隅田川の花火は打揚花火の発祥と言われており、江戸時代に始まっていますが（1733年の両国の川開きの際に行われたのが始まり）、当時は今のようなカラフルな花火ではありませんでした。

実は、花火の色は中学・高校の化学の授業でも学ぶ炎色反応を応用しています。今月度は、花火について化学の目で見てみましょう。



花火の色と炎色反応

化学の教科書に載っている炎色反応ですが、下の表にある金属やその塩を炎の中に入れた時に、各元素が特有の色を示す反応のことです。

元素記号	元素名	族番号 (名称)	色
Li	リチウム	1 A (アルカリ金属)	赤
Na	ナトリウム	1 A (アルカリ金属)	黄
K	カリウム	1 A (アルカリ金属)	赤紫
Cu	銅	1 B (遷移金属)	青緑
Ca	カルシウム	2 A (アルカリ土類金属)	橙
Sr	ストロンチウム	2 A (アルカリ土類金属)	紅
Ba	バリウム	2 A (アルカリ土類金属)	黄緑

とても鮮やかな色を観察することができます。実験では、上記の元素の塩化物を水溶液にして白金線に含ませて、ガスバーナーなどの炎の中に入れて観察します。色鮮やかな炎に高校生が化学の専攻を志すきっかけにもなっています。¹⁾

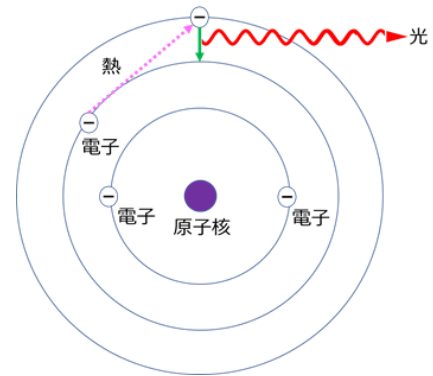
花火には、火が付くと高温で燃える火薬に炎色反応を示す少量の上記の元素成分が加えられています。ガスバーナーを火薬に置換えて、炎色反応を上手に利用することで、夜空に大輪の花を咲かせているのです。

どうして元素で色が？

これは各元素の原子構造から説明できます。リチウム原子を例にとって説明すると、リチウム原子の構造は次のような絵で示されます。これはボーアの原子模型といわれるもので、真ん中にある原子核の周りを電子が取り巻いています。電子が取り巻いている場所（電子殻という）は決まっています。電子殻は何層もあり、内側からK殻、L殻、M殻、N殻、O殻、P殻という名前が付けられています。それぞれの電子殻に入る電子の数は決まっていて、K殻は2個、L殻は8個、M殻は18個、N殻は32個、O殻は50個、P殻は72個です。電子殻は外側にいくほどエネルギー順位が高

く、電子は内側から電子殻を埋めていきます。原子番号が3のリチウム原子の場合は、電子は3個ですから、一番内側のK殻に2個、一つ外側のL殻に1個入っています。元素によって、原子核や電子の数が違うため、電子殻を埋めている状況が異なります。この違いが、炎色反応での色の違いが生じる理由になります。

高温の熱、花火では火薬が燃えることによる熱で、原子核を取り巻いている電子はエネルギー順位の高い外側の電子殻に移動します。その状態は非常に不安定なので、元の安定な電子殻に戻りますが、その時にエネルギーを光として放出します。その光の波長が可視光領域にあれば、人は色として感じます。元素によって原子核や電子数、電子殻への入り方が異なるため、放出されるエネルギーが異なり、それぞれ固有の炎の色を示すのです。リチウムでは赤い色の波長の光を放出します。電子配置（電子殻への電子の入り方）は元素によってそれぞれ違うので元素ごとに色が違うことになります。²⁾



リチウム、ナトリウム、カリウムなどのアルカリ金属やカルシウム、ストロンチウム、バリウムなどのアルカリ土類金属は、一番外側の電子が燃焼による熱の影響を受けてそれぞれ特有の可視光を発光する特性があります。

炎色反応から打揚花火へ

打揚花火は夜空に花開き広がる中で色が変わります。これを、炎色反応を利用して思いのままに仕上げるのが花火師。まさに職人技です。³⁾

花火の丸い玉の中は中心に割り薬が置かれ、その周りに小さな「星」が整然と並んでいます。割り薬が破裂すると「星」が中心から球状に広がり夜空に花火が開きます。

「星」にも職人の技があります。火薬に混ぜられた各色の元素が幾重にも層を成して丸められています。個々の「星」は同じ重さ、大きさで、更に各元素が含まれた層が、同じ厚さに積み重なるようになるように丸められます。

「星」が同じように出来上がっていないと中心から均等に広がらずにきれいな球状にならなくなります。また、それぞれの「星」が外側から燃える時の速さに違いがでてしまうと、色が不揃いになってしまいます。ひとつひとつ打揚花火の玉の中には、丹精な職人技が込められているのです。



【参考にした情報】

1) 文部科学省 高等学校学習指導要領解説 理科編 p. 56 :

https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2010/01/29/1282000_6.pdf

2) 岩手県立総合教育センター 化学基礎 :

<http://www1.iwate-ed.jp/tantou/kagaku/kagakukiso/kagakukiso%202/sapoto06.pdf>

3) 日本煙火協会 : <http://www.hanabi-jpa.jp/uchiage/structure.html>