



# 科学の甲子園ジュニア

## 「物質に含まれている金属を炎色反応とスペクトルから探る」 (競技者用説明書)

### 1. 競技概要 (競技人数：3名)

---

この競技は、物質に直接触れることなく、物質に含まれている金属を特定する競技である。炎色反応の知識を活用すれば、その色から物質に含まれる金属がある程度わかる。さらに、金属による輝線スペクトルを調べることができれば、物質に含まれる金属をより正確に特定することができる場合がある。

炎色反応や輝線スペクトルについては、現在は中学校で学習しない。そこで、はじめはスペクトルの定義や知識を得ることから始まる。

次に、簡易分光器を使い、白熱灯やLED電球のスペクトルを見てみる。さらに、蛍光灯の輝線スペクトルの波長と簡易分光器の目盛りの関係についてまとめる。その関係をもとに、さまざまな物質の炎色反応のようすを簡易分光器で調べることによって、それに含まれる金属を特定する。

チームの仲間と協力して、数多くの課題を解決することを期待する。

### 2. 競技の流れ

---

(1) 競技概要説明及び練習 (20分)

練習 【白熱灯のスペクトルを簡易分光器で観察し、iPadで撮影する】

(2) 競技時間 (60分)

課題1 【白熱灯とLED電球のスペクトルを観察し、類似点と相違点をまとめる】

課題2 【蛍光灯のスペクトルと簡易分光器の目盛りの関係をまとめる】

課題3 【物質の炎色反応や輝線スペクトルから、物質に含まれる金属を特定する】

### 3. 使用するもの

---

競技を始める前に、このチェックリストで材料、道具類がそろっているかを確認すること。

不足または不具合がある場合は、ただちに手を挙げて係員に申し出ること。

- 簡易分光器
- i P a d
- 白熱電球
- L E D電球
- 蛍光灯
- 異なる物質の水溶液A～Eが入っている紙コップ
- 炎色反应用ステンレス金網5枚
- ピンセット
- ガスコンロ
- 鉄製スタンド
- 30cm 定規
- 保護めがね

## 4. 説明及び練習

スペクトルとは何か？

### (1) 連続スペクトル (イメージ: 図1)

光は波の性質を持っている。波長の違う光が目に入ると、異なる色の光として認識される。

太陽光など、熱放射による光はあらゆる波長の光を含んでいる。このような光を簡易分光器で観察すると、連続的な虹色の模様になる。このようなスペクトルを連続スペクトルという。

### (2) 輝線スペクトル (イメージ: 図2)

原子から発せられる光を簡易分光器で観察すると、バラバラに離れたいくつかの光の線となる。この光の線を輝線といい、輝線からなるスペクトルを輝線スペクトルという。輝線スペクトルはそれぞれの元素によって決まっている。



図1 連続スペクトル

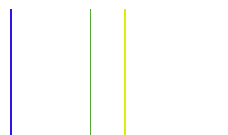


図2 輝線スペクトル

### 練習 【白熱灯のスペクトルを簡易分光器で観察し、iPadで撮影する】 採点対象外

(1) 簡易分光器を使って白熱灯のスペクトルを観察しよう。

※ 白熱灯のスペクトルは{ 連続 ・ 輝線 }スペクトルである。

(2) 白熱灯のスペクトルをiPadで撮影しよう。

#### 撮影の仕方

- ・ 「カメラ」を起動する。
- ・ レンズと簡易分光器を密着させ、画面をタップして、目盛りにピントを合わせ、撮影する。
- ・ 撮影ボタンを「長押し」すると「連写」することができる。

(3) 撮影したスペクトルを見て、スペクトルの色と簡易分光器の目盛りをまとめよう。

※ あとで課題を解決するためのヒントになるかもしれない。

色	青	緑	黄	赤
簡易分光器の 目盛り (cm)				

## 5. 課題

### 課題1 【白熱灯とLED電球のスペクトルを観察し、類似点と相違点をまとめる】(10分)

- (1) LED電球をソケットに取り付け、簡易分光器を用いてスペクトルを観察しなさい。必要に応じてiPadで撮影し、グループ内で共有するとよい。白熱灯とLED電球のスペクトルを比較して、類似点と相違点を解答用紙に記入しなさい。

### 課題2 【蛍光灯のスペクトルを観察し、簡易分光器の目盛りと波長の関係を調べる】(30分)

- (1) 蛍光灯には水銀蒸気が封入されている。蛍光灯を点灯し、簡易分光器を用いて水銀のスペクトルを観察しなさい。必要に応じてiPadで撮影しなさい。
- (2) 水銀のスペクトルは5本の輝線からなることが知られている。そのうち、紫色の輝線はとても見えにくい。また、黄色の輝線は波長が近いため、重なって少し太い1本の輝線に見えることが多い。一方、(1)で観察できた輝線のうち、水色と赤色は水銀による輝線ではなく、蛍光による輝線である。

結果として5本の輝線が観察できる。これらの輝線に対応する簡易分光器の目盛りをそれぞれ読み取り、解答用紙に記入しなさい。ただし、重なった2本の黄色の輝線については、真ん中の目盛りを読むとよい。

輝線の波長 (nm)	色	簡易分光器の目盛り (cm)
405	紫	見えない
436	青	
491	水色	★
546	黄緑	
577	黄	
579	黄	
615	赤	★

※nm：ナノメートルと読む。ナノ(n)は10億分の1の意味。

★この2本の輝線は蛍光による輝線である。水銀による輝線ではない。

(3) (2)で読み取った簡易分光器の目盛り (cm) を横軸、5本の輝線の波長 (nm) を縦軸にとり、目盛りと波長の関係を表すグラフをグラフ用紙に描きなさい。グラフの縦軸、横軸の目盛りの大きさは各チームで適切に決めなさい。

※ このグラフを使って課題3を解決することになるので、丁寧に描きなさい。

※ 横軸は 5.0~9.0cm 程度、縦軸は 400~800nm 程度の範囲でグラフを描けるようにするとい。

### 課題3 【物質の炎色反応や輝線スペクトルから、物質に含まれる金属を特定する】(30分)

(1) それぞれの物質の炎色反応を簡易分光器を使って観察すると輝線スペクトルが見られる。方法や注意・ヒントは次のとおりである。

#### 《方法》

- ① 簡易分光器の向きをガスコンロの炎の方に合わせて、鉄製スタンドで固定する。
- ② 炎色反应用ステンレス金網（以下「金網」という）をピンセットでつまみ、水溶液にひたす。
- ③ 金網をガスコンロの火の中に入れる。しばらくすると炎色反応が見られる。
- ④ 必要に応じて iPad で撮影する。
- ⑤ 金網を変えて、次の水溶液について調べる。

#### 《注意・ヒント》

- ・ それぞれの水溶液には、別々の金網を使用すること。2種類以上の水溶液が1枚の金網につかないようにすること。
- ・ 簡易分光器で輝線スペクトルを見るためには、簡易分光器の向きを炎に合わせるこ  
と、調光窓を調節して明るさを変えること、できるだけ長い時間、炎色反応が見られ  
るようにすることなど、コツが必要である。何度も繰り返しチャレンジしよう。
- ・ 中には、輝線スペクトルが見えにくいものや、撮影しにくいものがある。うまく撮影  
できない場合は「連写」してみるとよい。また、炎色反応そのものを撮影したりする  
と、考えるヒントになるだろう。

代表的な金属とその輝線スペクトルの波長は下の表のようになっている。この表を利用して、水溶液A～Eに含まれる金属をそれぞれ特定し、その金属名を解答用紙に記入しなさい。また、そのように考えた理由をそれぞれ簡潔に書きなさい。

金属名	輝線スペクトルの波長(nm)
リチウム	610, 671
ナトリウム	589
カリウム	405, 760
カルシウム	554, 620
銅	510
ストロンチウム	641, 651, 688, 707
インジウム	410

※炎色反応を簡易分光器で見たときに輝線が複数本見える場合は、波長も複数記載されている。

## 6. 片付け

---

片づけは、使用したものをプラスチックトレイにもどし、1か所にまとめるだけでよい。机の上を雑巾でふき、提出用の解答用紙に解答のまとめを行うこと。

## 7. その他

---

### (1) 確認事項

- 筆記具以外は持ちこめない。
- 必要な器材はすべて各チームの机上に用意されている。
- 試料は、実験に十分な量が配付されている。不足した場合の補充はない。
- トイレへ行くなど競技会場を出なければいけないときには、競技役員に申し出ること。

### (2) 実験および安全に関する注意事項

- 実験は用意された白衣と保護めがね、手袋を着用すること。
- 実験中にけがをした場合には、すぐに手を挙げて競技役員に申し出ること。
- 水溶液の取りあつかいには十分に注意する。絶対になめないこと。
- 大量に体についた場合やこぼした場合は、すぐに競技役員に報告すること。