

12

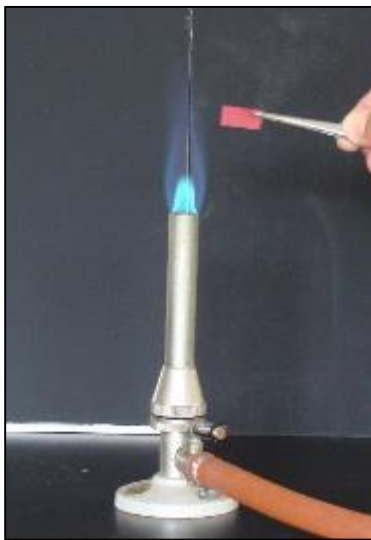
プラスチックの分類

難易度	可能時期	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★★☆	一年中	1日	1日	50分

目的と内容

目的：プラスチックにも様々な種類があること、性質の違いがあることを理解する。
 プラスチックを分別せず燃焼させると有害な物質ができることを理解する。
 プラスチックゴミの再利用について、性質の違いから、分別の必要性を理解することができる。

内容：プラスチックの燃焼の様子や密度を調べ、分類し、リサイクルについて考える。



プラスチックの燃焼実験
 様々な、プラスチックを燃焼し、その様子を観察する。



パイルシュタイン反応
 銅線にプラスチックをつけ、炎色反応を見る。



プラスチックの密度の調査
 ガムシロップ、水、アセトンの3層をつくり、様々なプラスチックの密度を調べる。

既習事項

小学校：3年生 物と重さ
 6年生 燃焼の仕組み
 中学校：1年生 物質のすがた

留意点

【指導面】

- 身近なプラスチックの分類について理解させる実験である。
「身近な材料であるプラスチックや金属の種類、性質及び用途と資源の再利用について理解すること。」がこの単元目標である。「プラスチック」については、その成分の違い、化学構造及び燃焼にかかわる安全性にも触れることとある。燃焼の仕方によっては、ダイオキシンや塩化水素ガス、シアン化水素が発生する可能性があることを踏まえた指導を行う。
- プラスチックの種類・燃焼の様子・密度

プラスチック	記号	燃焼の様子	バイルシュタイン反応	密度 (g/cm ³)
ポリエチレン低密度	PE (LDPE)	とける 青い炎	×	0.92
ポリエチレン高密度	PE (HDPE)	とける 青い炎	×	0.94
ポリプロピレン	PP	とける 青い炎	×	0.91
ポリスチレン	PS	とける 明るい炎	×	1.03
ポリ塩化ビニル	PVC	とける、一部焦げる	○ 青緑色	1.39
ポリエチレンテレフタレート	PET	とけてしたたる	×	1.38
アクリル樹脂	PMMA	とけて泡立つ	×	1.19
フェノール樹脂	PF	焦げる 燃えにくい	×	1.3

※ バイルシュタイン反応が出るポリ塩化ビニルは、低温で燃焼させるとダイオキシンが発生する。

※ 密度 アセトン 0.788g/cm³ 、 ガムシロップ 1.2~1.3g/cm³

- プラスチックのリサイクル

マテリアルリサイクル	ケミカルリサイクル	サーマルリサイクル
廃プラスチックを溶かし、もう一度プラスチック原料やプラスチック製品に再生する方法	廃プラスチックを科学的に分解するなどして化学原料に再生する方法	廃プラスチックを焼却して熱エネルギーの回収や固形燃料にする方法
コンテナ、ベンチ、土木建築資材、シート、繊維…等	化学製品の原料化、鉄をつくるとき還元剤、ガス、油…等	固形燃料化、セメント原燃料化、廃棄物発電、熱利用焼却

【安全面】

- 燃焼実験で発生する気体やアセトンは、吸わないように窓や戸を開けた状態など換気のよい状態で行うこと。
- アセトンを使わせることに抵抗がある（アレルギーなどの理由で）場合は、蒸留水とガムシロップで浮く物、沈む物の区別をつけるとよい。別法（p93）に記載。

【廃液処理】

- アセトンを使用した場合は、有機廃液の容器を用意する。P71の酸や塩基の廃液と同じように、プラスチック製の容器を用意する。ペットボトルでも良いが、**廃液であることを容器に大きく表示したり、ペットボトルの形を加工したり、誤飲を防ぐよう注意する。**15 繊維の合成や 19 光合成色素の分離でも使用。

◎準備

準備の流れ

1ヶ月前～

(発注, 調製, 代替の検討時間含む)

- 器具の在庫確認
- 実験室の備品確認
- プラスチックの加工

～前日

- 材料の確認
- 器具・教材の分配

当日

- 器具・教材・薬品の分配

☆教材の入手方法

● プラスチック

- ・ ペットボトル飲料

本体	PET	ポリエチレンテレフタレート
キャップ	PP	ポリプロピレン
ラベル	PS	ポリスチレン

- ・ ポリ袋

PE ポリエチレン (低密度)

- ・ ビニル被覆銅線

PVC ポリ塩化ビニル

密度を調べる実験で銅線を覆っている塩化ビニルを使う場合は、穴に空気が入ると浮力が増すので、縦に半分に切ってから使う。



※銅線を覆っているビニルを使う場合点線で示したとおりに切って使用する。

- ・ 熱硬化樹脂も準備するとよい。尿素 (フェノール) 樹脂やメラミン樹脂等。

● 銅線 (バイルシュタイン反応で使用)

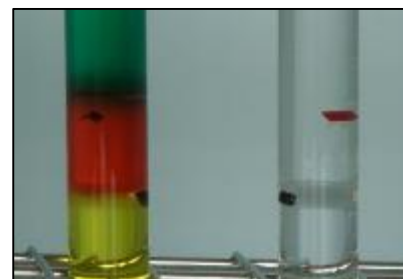
● ガムシロップ (密度を調べる実験で使用)

スーパーやコンビニなどで購入。今回の実験では、アラビアガムが入っていない物を使用。比重は、1.2~1.3(g/cm³)程度。



● 食紅 (密度を調べる実験で使用)

スーパーで購入可能。水やガムシロップに色をつける際に使う。生徒実験では、色は付けなくてもよい。しかし、演示実験でアセトン・水・ガムシロップと密度によって透明な液体が3層に分かれていることを示す場合には、色分けすると見やすい。



準備

当日のセット

☆生徒用

=材料=

- | | |
|---------------------------------------------|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> ポリスチレン片 | 2枚(1×2cm) 1つ(0.5×0.5cm) |
| <input type="checkbox"/> ポリプロピレン片 | 2枚(1×2cm) 1つ(0.5×0.5cm) |
| <input type="checkbox"/> ポリエチレン
テレフタレート片 | 2枚(1×2cm) 1つ(0.5×0.5cm) |
| <input type="checkbox"/> ポリ塩化ビニル片 | 2枚(1×2cm) 1つ(0.5×0.5cm) |
| <input type="checkbox"/> 尿素(フェノール)樹脂 | 2枚(1×2cm) 1つ(0.5×0.5cm) |

=器具=

- | | |
|-----------------------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> ビーカー | 2つ 50ml |
| <input type="checkbox"/> 試験管 | 1本 |
| <input type="checkbox"/> 試験管立て | 1つ |
| <input type="checkbox"/> ピンセット | 1本 |
| <input type="checkbox"/> 割り箸 | 1本 |
| <input type="checkbox"/> 銅線 | 1本(直径約1mm, 約20cm) |
| <input type="checkbox"/> こまごめピペット | 2本 |
| <input type="checkbox"/> 燃え差し入れ | |
| <input type="checkbox"/> マッチ | |
| <input type="checkbox"/> ガスバーナー | |
| <input type="checkbox"/> 保護メガネ | |
- =薬品=
- | | |
|---------------------------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> アセトン | 5 mL |
| <input type="checkbox"/> ガムシロップ | 1個(使い切りタイプ) |
| <input type="checkbox"/> 蒸留水 | 5 mL |

※尿素樹脂やメラミン樹脂は、加工しにくいので、他のプラスチック片と同程度の大きさの物を用意する。

★教員用

- 生徒用と同じもの 1組



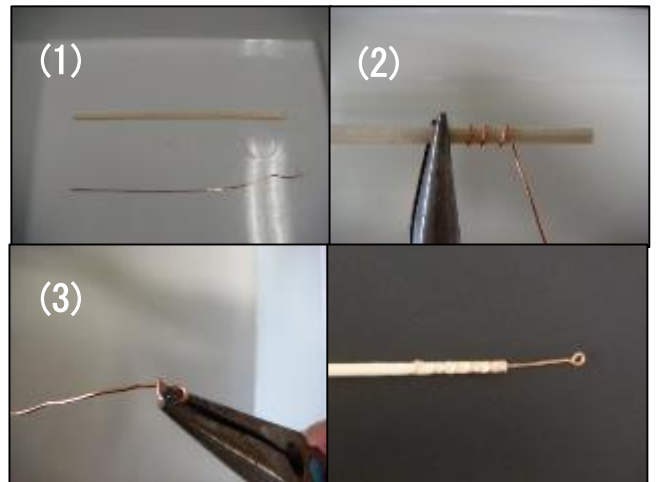
プラスチック片は、同じ種類に分け、小さい容器に入れて分配するとよい。

＝前日まで＝

- ・ プラスチック片の準備
はさみや金切りはさみなどを利用して、プラスチック片を加工する。



- ・ バイルシュタイン反応で使用する銅線の準備
(1) 割り箸と直径約 1mm 長さ約 20cm の銅線を準備する。3 cm 程、サンドペーパーなどでよく磨いておくこと。
(2) ペンチで割り箸と銅線を強く押さえ、割り箸に銅線を巻いていく。
(3) よく磨いた方を先端にして、先を丸くする。



＝当日の準備＝

- ・ 薬品の準備
アセトンと蒸留水を 5mL ずつビーカーに入れ分配する。
- ・ 器具・材料・薬品を分配してセットを用意する。

◎観察，実験

観察，実験の流れ

□導入

- ・身近な、プラスチックについての説明、確認。
- ・既習事項の確認。

□目的を理解させる

□観察，実験

- ・手順の指導。
- ・机間巡視を行いながら、生徒への実験のアドバイスや注意を促す。

□結果のまとめ，考察

- ・プラスチックには、様々な種類があり、分別が必要なことを理解させる。

□後片付けの指示

手順

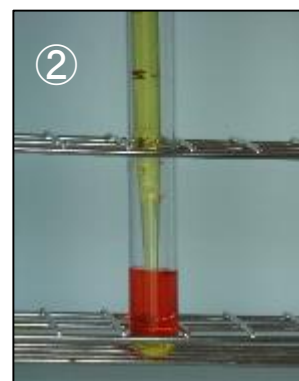
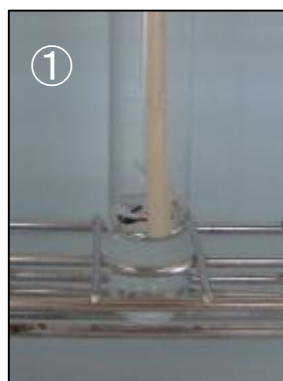
時間のめど（およそ 50 分）

（1）実験の説明、注意点（10 分）

器具の名称と扱い方，薬品の危険性と留意点，燃焼実験を行うときには保護めがねを着用することの呼びかけ，結果の書き方の指導。

（2）密度の測定（10 分）

- ① 試験管に約 3 mL の蒸留水を入れ、プラスチック片を入れる。気泡が付いている場合は、割り箸やガラス棒などで、かき混ぜる。水に浮くもの、沈むものの観察をする。

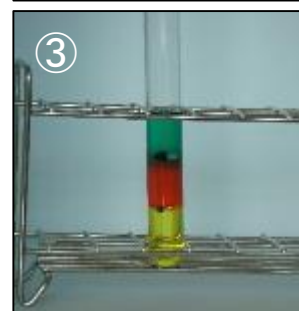


- ② こまごめピペットでガムシロップを 3 mL とり、試験管の下の方にゆっくりとガムシロップを沈めるように加えていく。

※ 写真は、3種類の液体を使っていることを分かりやすくするため、それぞれを色している。赤：蒸留水、黄色：ガムシロップ

- ③ こまごめピペットでアセトンを 3 mL とり、試験管の上の方にゆっくりとアセトンを加える。

※ アセトン 10 mL に水 1 mL。これに食紅を入れるとアセトンに色がつけられる。緑：アセトン、赤：蒸留水、黄色：ガムシロップ



水道水を使うと PS が沈まない場合があるので、蒸留水で行うこと。

ペットボトルのラベルを PS（ポリスチレン）として使用する場合。水をはじく性質の強い薄いプラスチック片を使用する際は、表面に付いた気泡がとれにくい場合や、水の表面張力等で沈まない場合がある。試験管の縁などにつけて、慎重に沈めるよう指導する。

(3) 燃焼実験 (10分)

- ① ピンセットで、各プラスチック片をはさみ、炎に少しずつ近づけて、変化の様子を観察する。(このとき、いきなり炎に入れないように注意する)
- ② 燃焼時のにおいにも注意して、記録すること。



気体には、有害な物があるため、強く吸い込まないように(炎に近づけたときに漂うにおいを感じる程度)に注意させる。特に、燃えない性質の物をしつこく燃やそうとすると(塩化ビニルやフェノール樹脂やメラミン樹脂などの熱硬化性樹脂系のもの)、強い刺激臭がでるので、注意させること。

(4) バイルシュタイン反応 (10分)

- ① 銅線の先端を外炎に入れ、銅線がオレンジ色になるまで加熱する。
- ② 熱した銅線を熱いうちに直ちにプラスチック片に押しつける。燃え差し入れか、アルミ製のバットなどの中で行うとよい。また、プラスチック片にはマジックなどで記号を記入するとよい。
- ③ プラスチックが融けて銅線に付着したら、その先端を外炎の中程のところに入れ、炎の色を観察する。



(5) 後片付け まとめ 考察 (10分)

まとめ

- ① プラスチックにも様々な種類があること、性質の違いがあることが分かった。
- ② プラスチックを分別せず燃焼させると有害な物質ができることが分かった。
- ③ プラスチックゴミの再利用について、性質の違いから、分別の必要性を理解することができた。

◎後片付け

■後片付けのさせ方

- ・ アセトンの入った試験管やビーカーは、液体がはいったまま返却させる。
- ・ こまごめピペットやピンセットは、軽く水洗いさせる。
- ・ 燃えかすは、金属でできた燃え差し入れ等に回収する。
- ・ 溶液などが手についた場合は、十分な水で洗い流すよう指示する。

失敗例

- 状態1 密度の実験で液体が3層にならない。

液体を3層にすることが難しい場合や、アセトンを使わせることに抵抗がある(アレルギーなどの理由で)場合は、蒸留水とガムシロップで浮く物、沈む物の区別をつけるとよい。別法(次頁)に記載。

別法

- 密度を調べる実験
アセトン・水・ガムシロップの層をつくらせることが難しい場合

(2) 密度の測定 (10分) に代わる方法。

- 50mL のビーカーに 1/3 程度蒸留水をれ、プラスチック片を入れる。
- 試験管の中にガムシロップ (密度 1.2g/cm^3) を入れる。蒸留水で沈んだプラスチック片だけを選び、試験管に入れる。

※ 今回はポーションタイプのガムシロップを利用したので、試験管を使った。ガムシロップを多めに使用できる場合は、ビーカーでも良い。



- プラスチック片の種類を推測させる実験

=推測させる試料の例=

メラミン・フェノール混合樹脂 (食器) , 塩化ビニル (消しゴム ビニル被覆銅線) ポリプロピレン (ペットボトルのキャップ) , ポリスチレン (ペットボトルのラベル) ポリエチレンテレフタレート (ペットボトル本体) のプラスチック片を用意し、燃焼実践や密度の測定を行い、プラスチックの種類を結果と下の表のデータと比較・推測させる。

プラスチック	燃焼	炎除去	炎色	におい※ 融け方燃え方の状態	バイルシュタイン反応 (炎色反応)	密度 (g/cm ³)
メラミン樹脂	難	自己消火	薄黄色	尿素臭 燃えない	×	1.4
フェノール樹脂	難	自己消火	黄色	尿素臭 燃えない	×	1.5
ポリプロピレン	易	燃	先端黄 下青	石油臭 溶融落下	×	0.91
塩化ビニル	難	自己消火	黄色 有煙	酸の刺激臭 軟化	○ (青緑色)	1.39
ポリスチレン	易	燃	芯青 炎黄 有煙	スチレン臭 軟化	×	1.03
ポリエチレンテレフタレート	易	燃	ローソク 状の炎	パラフィン臭 溶融落下	×	1.38