

プラスチックによる酸化銅（Ⅱ）の還元

中学校第1分野 物質の変化、物質資源の利用

高等学校 酸化還元反応

1 ねらい

児童生徒にとって身近で、廃棄物としての意識の強いプラスチックが、科学的に利用できることを、実験を通して学ぶ。

2 準備するもの

・スタンド ・クランプ ・試験管 4 ・気体誘導管 1 ・石灰水 ・酸化銅（Ⅱ）
・炭素（粉末） ・ポリエチレン袋 ・はさみ ・シャーレ ・ガスバーナー

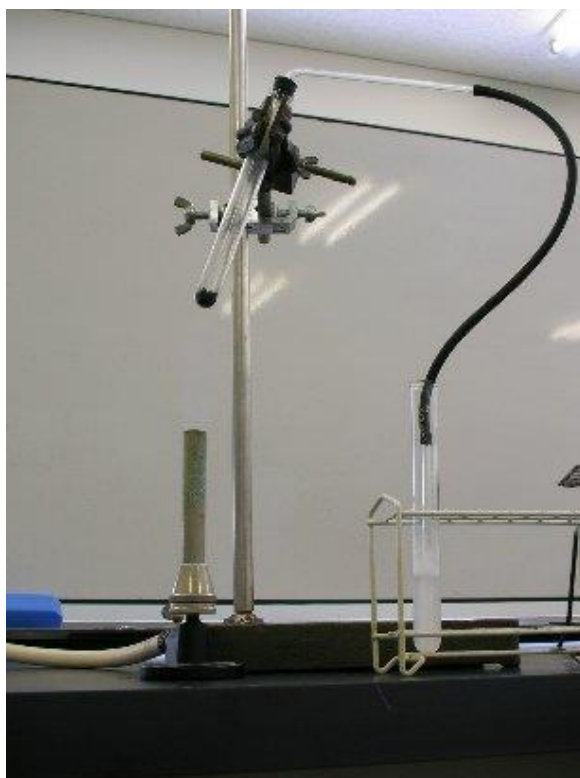
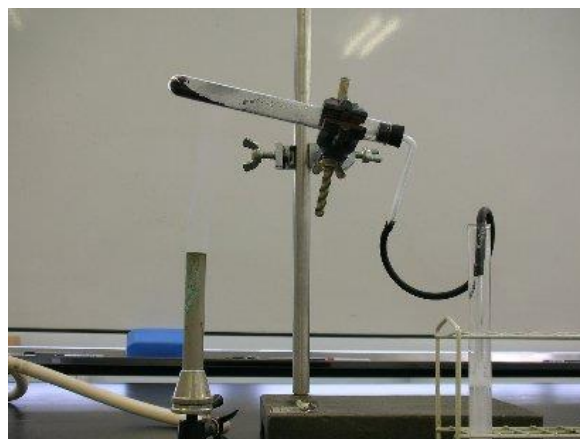
3 実験方法

（1）炭素による酸化銅（Ⅱ）の還元

- ① 酸化銅（Ⅱ）1.3 gと炭素粉末0.1 gを、試験管に入れ、よく振り混ぜる。
- ② ①の試験管に気体誘導管を取り付け、気体誘導管の先を試験管にとった石灰水中に入れる。このとき、管口をやや下向きにスタンドに固定すること。
- ③ 試験管の混合物が入っている部分をガスバーナーで加熱し、混合物の変化、気体の発生と石灰水の変化を観察する。
- ④ 気体の発生がほぼ終わったら、気体誘導管の先を石灰水から取り出して、その後火を止める。

（2）プラスチックによる酸化銅（Ⅱ）の還元

- ① ポリエチレン袋をはさみで0.1 gだけ切り取り、細く切って試験管の底にガラス棒で押し込む。
- ② 酸化銅（Ⅱ）1 gを①の試験管のポリエチレンの上にのせるように入れる。
- ③ スタンドに、②の試験管を管口が上向きになるように固定し、気体誘導管を取り付け、その先を石灰水中に入れる。
- ④ 試験管の底をガスバーナーで穏やかに加熱する。ポリエチレンと酸化銅（Ⅱ）の変化、発生する気体、石灰水の変化を観察する。
- ⑤ 試験管内の固体の色が変化し終わったら、気体誘導管



を石灰水から取り出して、火を止める。

- ⑥ 試験管が冷えてから、試験管内の固体粉末を取り出し、実験（１）の結果と比較する。

4 実験結果

（１） 炭素による酸化銅（Ⅱ）の還元

炭素による還元は酸化還元反応の代表的な例である。酸化銅（Ⅱ）の黒色粉末が赤く変色する。固体どうしの反応なので、試験管の加熱された側だけしか色の変化が見えない場合もある。室温まで冷却した後、シャーレなどに中身をあげると変化がしていることがわかる。

（２） プラスチックによる酸化銅（Ⅱ）の還元

加熱を始めるとまずポリエチレンが融解し、さらに加熱を続けると分解する。ポリエチレンの成分元素は炭素Cと水素Hである。いずれも還元剤としてはたらく。加熱により融解して液体になるため、炭素による場合よりも速やかにかつ全体的に反応する。

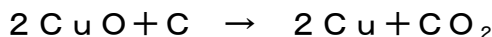
[動画](#)

5 留意点

- （１） ポリエチレンは、市販の台所用の半透明の袋などに使用されている。あまり細かく切ると、静電気によって手についてしまうので、適当な大きさに切る。
- （２） 水分が蒸発し、試験管壁で冷やされて凝縮する。その水が加熱部分に触れると試験管が割れる場合があるので、試験管の口を下げる。実験（２）の場合も水分を蒸発させてしまうよう、最初は弱く加熱する。
- （３） 反応後、気体誘導管を試験管から出してから火を消す。先に火を消すと、石灰水が試験管内に逆流する。
- （４） ポリエチレンの量が多いと分解による刺激臭が強くなるので、必要最小量を使用するとともに、換気に留意する。
- （５） 強熱するので、硬質ガラス製の試験管を使用する。軟質ガラス製試験管では、ガラスが融ける。

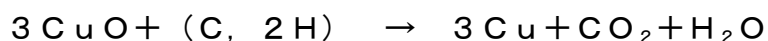
6 解説

実験（１）の変化を化学反応式で表すと、次のようになる。



銅が生成するので、特有の赤銅色を示すと同時に、二酸化炭素が発生するので、石灰水が白濁する。

実験（２）で、試験管をたてて加熱するのは、ポリエチレンの分解生成物を試験管の外へ出にくくするためである。この炭素と水素からなる分解生成物が、酸化銅（Ⅱ）を還元していると考えられる。



使用するプラスチックは、ポリエチレンの他、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリエチレンテレフタレートなどが利用できる。どのプラスチックも酸化銅（Ⅱ）1 g に対して0.1 g 程度を用いる。

このプラスチック廃棄物を利用した金属酸化物の還元は、実際に工業的に応用されている。

家庭から収集された容器包装プラスチックから市町村の指定保管場所で分別固縛した分別基準適合物を、企業が引き取り、これをプラスチック種類選別機で固形プラスチックとフィルム状プラスチックに機械的に分離する。

フィルム状プラスチックは、塩化ビニル(PVC)選別機でPVCの分別処理を行い、再商品化製品である高炉還元剤となる。また、固形プラスチックは、破碎・粉碎処理後、再商品化製品である高炉還元剤となる。これらの高炉還元剤は、分級後、製鉄高炉で原料として使用されている。

このような製鉄技術を生かした使用済みプラスチックの高炉リサイクルシステムは、資源エネルギー利用効率が非常に高く、海外に依存している石炭資源の省資源化につながり、資源有効利用の推進や環境保全活動によるISOの取得などに貢献できるものである。また、製鉄製造工程や焼却処理で発生するCO₂が削減でき、地球温暖化の防止対策となる。

7 引用文献・参考文献等

- ・梶山正明「プラスチックによる酸化銅（Ⅱ）の還元」 定番！化学実験（小学校・中学校版）、日本化学会、p 46－47（2005）
- ・JFEスチール株式会社HP
<https://www.jfe-steel.co.jp/recycle/index.html>