

1

孔雀石から銅を取り出す
～酸化銅の還元～化学と人間生活との
かかわり

難易度	教材の入手日数	準備時間	実施時間
★☆☆	1ヶ月	1時間	45分

目的と内容

化学反応の1つである還元を利用して孔雀石から銅を取り出すことで、
化学と日常生活との関係を実感する

物質の探究

物質の構成粒子

物質と化学結合

物質量と化学反応式

化学反応

巻末資料

「生活を支える物質として、その特性を生かして使われている金属やプラスチックが、様々な化学の研究成果に基づいて製造されていることや再利用されていることを学び、物質を対象とする学問である化学への興味・関心を高め、化学の学習の動機付けとすること」がこの単元の主なねらいである。

この単元を、化学基礎の導入として位置付けていることを踏まえ、化学への興味・関心を高める視点で取り扱わなければならない。日常生活や社会を支える身近な物質を取り上げて、化学が人間生活に果たしている役割について扱い、以後の学習に生徒が意欲的に取り組めるように学習の展開を工夫することが重要である。

ここでは、きれいな緑色の石である孔雀石から、還元反応を用いて銅を取り出すことにより、生徒の興味・関心を高め、化学と日常生活との関係を実感させる。

既習
事項

小学校：3年生の「磁石の性質」「電気の通り道」
中学校：1年生の「物質のすがた」
2年生の「化学変化」

中学校1年生では「物質のすがた」で金属の性質について「電気をよく通す」「金属光沢」「引っ張ると細く伸びる」「叩くと伸びて薄く広がる」「熱をよく伝える」といった性質を学んでいる。実験では「金属と金属でない物質の区別」として、「電気を通すか」と「磁石につくか」を調べており、電気を通すことは金属に共通した性質であるが、磁石につくことは金属に共通した性質ではないことを確かめている。また、教科書には、金属の利用として、昔の鏡と今の鏡について掲載されている。

中学校2年生では、酸化と還元を学習しており、還元とは、酸化物が酸素を奪われる反応であることを学んでいる。酸化銅と炭素粉末を混ぜ合わせて加熱することで、酸化銅が還元され銅になる実験を行っている。また、化学変化とその利用として、反応熱の利用（化学カイロ、冷却パック、暖房、調理など）も学んでいる。

留意点

【指導面】

- ほとんどの金属は、自然界において酸素や硫黄などとの化合物の状態で存在し、鉱石として利用されている。科学技術の発展によって金属の単体を取り出すことができるようになり、我々の生活を支えてきた。中でも銅の歴史は古く、紀元前35世紀ごろの青銅器時代には、銅とスズの合金である青銅が広く利用されていた。日本では、弥生時代に利用されるようになり、銅鐸や青銅鏡などの青銅器が発見されている。銅は熱伝導性や電気伝導性に優れている。特に電気伝導性は銀について金属の中で2番目の良導体であり、銀に比べて安価なため、現在では電線や電気器具などに使われている。また、日本では硬貨の多くが銅の合金でできている（下表）。これらのことなど、我々の生活に深く関わっている銅を紹介し、また、銅が使われるようになるためには、化学が大きな役割を果たしていることを伝えることで、化学への興味関心を高めたい。

5円	黄銅（銅と亜鉛）
10円	青銅（銅と亜鉛とスズ）
50円, 100円	白銅（銅とニッケル）
500円	ニッケル黄銅（銅と亜鉛とニッケル）

- 生徒が、実験に慣れていない時期に行うことが考えられる。操作の仕方や安全面など「当たり前」と思われることにも注意する必要がある。特に、ガスバーナーを用いて加熱するので、ガスバーナーの使い方の確認や、やけどへの注意などに留意する必要がある。

- 今回の実験について

孔雀石の化学式は、炭酸二水酸化二銅(II) $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ で、これを加熱するとまず黒色の酸化銅(II) CuO に変化し、さらに加熱すると炭素Cと水素Hの化合物であるポリエチレン $[-\text{C}_2\text{H}_4-]_n$ によって還元され、赤茶色の銅Cuになる。

【安全面】

- 保護メガネを着用させる。
○やけどに気を付けさせる。
○ポリエチレンは不完全燃焼させると有毒ガスを生じる。実験の際は刺激臭の気体を発生するため、換気を十分に行う。生徒には吸い込まないように注意する。

【後処理】

- 試験管はクレンザーを使って洗うが、汚れが落ちにくいので、そのまま回収し、この実験専用の試験管とするか、廃棄する。

導入

【ポイント】

- 金属への興味・関心を高める。
○化学と日常生活とのつながりを感じさせる。

【導入例】

- 身近な銅製品（硬貨、電線等）を見せる。
○錬金術時代の話など、金属の歴史について話す。
○孔雀石を見せて、石に含まれる物質について発問する。銅が含まれていることを伝え、どうしたら取り出せるか考えさせる。

◎準備

準備の流れ

1ヶ月前～

(発注, 調製, 代替の検討時間含む)

- 材料の準備
- 実験室の備品確認

～前日

- 材料の確認
- 孔雀石を粉末状に砕く
- 器具・教材の分配

当日

- 器具・教材の分配

必要な材料・器具・薬品

準備で必要なもの

鉄製乳鉢, 鉄製乳棒, 孔雀石

孔雀石の必要量 1班 $1\text{ g} \times (\quad)$ 班 = (\quad) g

当日必要なもの

[器具] 試験管, 試験管立て, 試験管ばさみ, ガラス棒, スタンド, ガスバーナー, 着火器具, 薬包紙, 薬さじ, ろ紙, 電子オルゴール, 単3電池(2個), 電池ボックス, リード線, 保護めがね

[薬品] 砕いた孔雀石, ポリエチレンの袋, 脱脂綿

☆教材の入手方法

①孔雀石

理科消耗品カタログなどで購入可能 500gで6,000円程度

②電子オルゴール

理科消耗品カタログなどで購入可能 1個で400円程度

③ポリエチレンの袋

スーパーマーケットなどで購入可能 100枚で110円程度

④脱脂綿

薬局などで購入可能 50gで200円程度

⑤プラスチックカップ ※なくてもよいが, 実験の試料配付に便利

インターネットでも購入可能 本体 50個で450円程度

ふた 50個で300円程度

100円ショップなどでも購入可能 ふたつき7個で108円

⑥電池ボックス

理科消耗品カタログなどで購入可能 10個で1,000円程度

インターネットでも購入可能 1個で60円程度

⑦リード線

理科消耗品カタログなどで購入可能 10本で2,000円程度

ミノムシクリップとビニールコードで自作すると1本で70円程度

⑧鉄製乳鉢, 鉄製乳棒

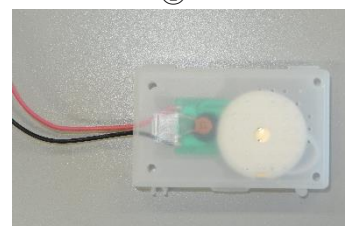
理科教材屋で購入可能

外径×高さが150mm×100mmで20,000円程度

無い場合はハンマーで代用



①



②



⑧

当日のセット

☆生徒用

[器具]

<input type="checkbox"/> ポリエチレン袋	約 0.3 g
<input type="checkbox"/> 脱脂綿	親指大
<input type="checkbox"/> 薬包紙	1 枚
<input type="checkbox"/> ろ紙	1 枚
<input type="checkbox"/> ガラス棒	1 本
<input type="checkbox"/> 薬さじ	1 本
<input type="checkbox"/> 試験管	1 本
<input type="checkbox"/> 試験管立て	1 個
<input type="checkbox"/> 試験管ばさみ	1 個
<input type="checkbox"/> プラスチックカップ (孔雀石用)	1 個
<input type="checkbox"/> ガスバーナー	1 個
<input type="checkbox"/> スタンド	1 個
<input type="checkbox"/> 着火器具	1 箱
<input type="checkbox"/> 電子オルゴール	1 個
<input type="checkbox"/> 単 3 乾電池	2 個
<input type="checkbox"/> 電池ボックス	1 個
<input type="checkbox"/> リード線	3 本 (2 本可)
<input type="checkbox"/> 保護めがね	人数分

[薬品]

<input type="checkbox"/> 孔雀石 (砕いたもの)	1 g
--------------------------------------	-----

孔雀石は 1 個約 24 g なので一つ砕くと 24 班分とれる。

35mm×25mm, 0.02mm 厚のポリ袋で約 3 g なので, 1 枚から 10 班分とれる。



★教員用

生徒用と同じもの

(1) 前日まで

○材料や器具の確認・調達を行う。

○孔雀石を細かい砂状に細かく砕く。鉄製乳鉢・乳棒がない場合は、新聞紙で孔雀石をはさみ、ハンマーで叩いて砕く。ある程度小さくなったら乳鉢ですりつぶす。



始めはがんがん叩いて砕く

ある程度細くなったらすり潰す

細かい砂状にする

(2) 実験当日

材料や器具の分配を行う。孔雀石は生徒にはかりとらせてもよいが、あらかじめプラスチックカップや薬包紙にとってから配ると、時間短縮できる。

◎観察，実験

観察，実験の流れ

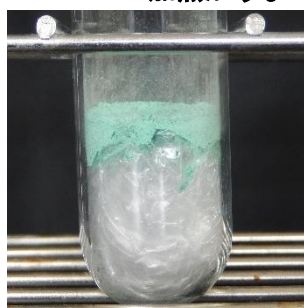
- 導入（5分）
 - *導入のポイント及び例を参照
 - *目的を理解させる
- 観察，実験（25分）
 - *手順を指導する
 - ・試験管に孔雀石・ポリエチレン袋を入れ，脱脂綿で栓をする
 - ・試験管をスタンドに固定し，加熱する
 - ・反応後の物質の性質（金属光沢・電気伝導性）を調べる
 - *安全面を指導する（留意点の安全面を参照）
 - *操作は必ず全員で分担して行うように指導する
 - *机間指導を行いながら，生徒への実験のアドバイスや注意を促す
- 考察，まとめ（10分）
- 後片付け（5分）

手順 時間のめど（およそ20分）

- ① 試験管にポリエチレンの袋を入れ，ガラス棒で底に押し込む。
- ② 砕いた孔雀石を薬包紙に移し，①の試験管に入れる。
- ③ 試験管の口に脱脂綿を入れる。
- ④ 試験管の口を少し下げてスタンドに固定し，ガスバーナーに火をつけて加熱する。火の中心が孔雀石に当たるようにする。

注意！ 固体試料を加熱する場合は，液体が生じる場合があるため試験管の口が少し下になるように固定して行う。試験管の口を上になると，生じた液体が加熱部分に流れ，急冷されて試験管が破損する可能性がある。

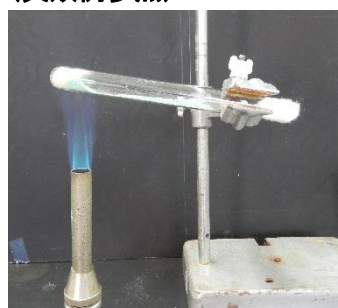
ポイント！ 火の当たる中心が底のポリエチレンの袋部分ではなく，その上の孔雀石の部分にすると，加熱がうまく進みやすい。（失敗例参照）



①②



③



④-1



④-2

- ⑤ 孔雀石の色が緑色から黒色，さらに銅色に変化する。ポリエチレンが融解し液状になるが，それが試験管の底周辺では完全に見えなくなったら火を消す（試験管の口の方に流れ出したもしくは蒸発したポリエチレンが再び凝縮，凝固し白色から薄黄色の物質になるが，それはそのままでもよい）。



⑤

⑥ しばらくそのまま置き冷ました後に、試験管ばさみで試験管をはさみ、試験管の内容物をろ紙に取り出す。

注意！すぐに取り出すと取り出した銅が熱いためろ紙が燃焼する。



⑥-1



⑥-2

⑦ 取り出した内容を葉さじでこすり、金属光沢を確認する。⑧の電気伝導性を確認する際に塊を使用したいので、葉さじでこするのは粉末状のものもしくは小さめの塊をこするようにする。ろ紙にバターを塗るように葉さじで力を加えてこすりつける。

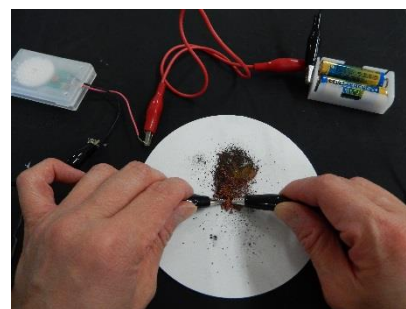
⑧ リード線1→電子オルゴール→リード線2→電池（電池ボックス）→リード線3とつなぎ回路を作り、内容物の中で少し大きめの塊を見つけ、端のリード線を塊に付け、電気伝導性を確認する。



⑦-1



⑦-2



⑧

考 察

次の点などについて、考察させ、プリントに記入もしくは発表させる。

- ① 色の変化から、孔雀石がどのように変化していったと考えられるか。
- ② 化学は日常生活にどんな役割を果たしているか。

まとめ

以下の視点を参考に、まとめを行う。

- ① 孔雀石から銅を取り出すことができた。
- ② 還元という化学的手法で石から銅を取り出すことから、化学と日常生活との関係が実感できた。

後片付け

生徒に次のように指示する。

- 脱脂綿、葉包紙、ろ紙は燃えるゴミ、得られた銅は、燃えないゴミとする。
- 試験管はクレンザーを用いて洗う。汚れが落ちきらないものは、その状態で回収する。汚れが落ちないことが多いので、「孔雀石実験用」とする。
- 葉さじ、ガラス棒は洗う。
- それ以外はそのまま回収する。

失敗例

●状態 得られた銅が少ない。

原因 ポリエチレン側を加熱してしまった。

孔雀石をまず酸化銅(Ⅱ)に変えなければならぬため、試験管の底のポリエチレンではなくポリエチレンより口側にある孔雀石に直接ガスバーナーの火が当たるようにする。そのようにすると、まず、孔雀石が黒くなり(酸化銅(Ⅱ)になる)、その頃にポリエチレンも融解し始めるので還元がうまく進む。

別 法

別法① 還元剤として炭素を使用し、るつぼを用いてガスバーナーで強熱を加える。

別法② 酸化銅(Ⅱ)を還元する。この場合水は生じないので、試験管の口を上にした方が、ポリエチレンがうまく作用する。この場合、ポリエチレンの量は 0.1 g 程度でよく、発生する刺激臭のある気体も少量で済む。

別法③ 酸化銅(Ⅱ)をメタノール(またはエタノール)で還元する。