

研究主題 **高等学校理科「化学基礎」における
学習指導要領に対応したサポート資料の作成**

【研究担当者】平 松 訓 子

【この研究に対する問い合わせ先】

TEL 0198-27-2774 FAX 0198-27-3562

E-mail kagaku-r@center.iwate-ed.jp

1 はじめに

高等学校理科「化学基礎」の学習指導においては、生徒が目的意識をもって観察、実験などを行うことを重視しています。

「目的意識をもって行われる観察、実験」とは、単に指示されたとおりに操作を行うのではなく、生徒自らが考え、見通しをもって主体的に取り組むことを示しています。

しかし、観察、実験が十分に行われているとはいえない状況や、生徒が与えられた指示に従うだけの、受け身的で作業的な観察、実験を行っている姿が見られます。これは、教科書準拠の指導書においても基礎知識や基本技能までは触れられていないものが多く、特に化学専門外の理科教員にとっては、薬品や安全面、実験器具の取り扱いなどへの不安から、積極的に観察、実験を行うのは難しいといった現状によるものです。

そこで、生徒に目的意識をもたせるための手段として、導入の工夫について盛り込み、観察、実験に関する情報を集約した「高等学校理科『化学基礎』観察、実験サポート資料」（以下、サポート資料という）を作成しました。



2 サポート資料のねらい

観察、実験の教材研究や準備の効率化を図り、導入の工夫を取り入れることで、生徒一人一人が目的意識を明確に把握し、見通しをもって主体的に行う観察、実験が行われることに役立てようとするものです。また、化学専門外の先生方が、化学の観察、実験への不安感や抵抗感を払拭し、目的意識をもった観察、実験を中心とした授業が展開できるよう支援することです。

3 サポート資料の概要

サポート資料は、現在発行されている「化学基礎」の教科書を基に、21項目の観察、実験について選定し、解説しました。さらに、生徒用のプリント、薬品や実験器具の取り扱い、後処理の方法などについてまとめた巻末資料を掲載しました。

4 サポート資料の内容 (1) 孔雀石から銅を取り出す (より)

1

孔雀石から銅を取り出す

難易度	教材の入手日数	準備時間	実施時間
☆☆☆	1ヶ月	1時間	40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

単元の目的やねらい 実験の目的、ねらい、内容

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、銅を取り出すことにより、生徒の興味・関心を高めたい。

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」「引くと細く伸びる」「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、還元が、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反応の利用(化学カイロ、冷却パック、)

小学校・中学校の既習事項

留意点

【指導面】
○ほとんどの金属は、自然界において、科学技術の発展によって採掘されてきた。中でも銅の歴史は古く、紀元前3000年頃には、銅と鉛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 $[-\text{C}_2\text{H}_4-]$ 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こと。
○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発生させる。生徒にはあまり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】

○化学への興味・関心を高める。
○化学と日常生活とのつながり。

【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。

指導上の留意点として、
実験の原理、実験の解説など
指導に必要な事柄

安全面の留意点
後処理

生徒に目的意識をもたせるための
導入のポイントと具体例

◎準備

準備の流れ

1ヶ月前～
(発注、割替、代替の検討時間含む)
□材料の準備
□実験室の備品確認

□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

準備の大まかな流れ

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1g × (

当日必要なもの

【器具】試験管、試験管立て、試験管

薬包紙、葉さじ、ろ紙、電子

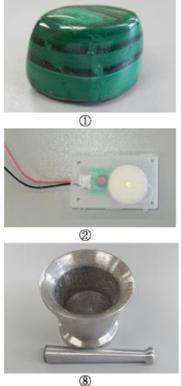
保護メガネ

【薬品】砕いた孔雀石、ポリエチレンの袋

準備と実験に必要な教材、
入手方法など

☆教材の入手方法

- 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
- 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
- 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
- 脱脂綿
薬局などで購入可能 50gで200円程度
- 単3乾電池
100円ショップなどで購入可能
- 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
- 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
ミノシクリップとビニールコードを購入し作成すると
1本で70円程度
- 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



当日のセット

☆生徒用

【器具】

- ポリエチレン袋 約0.3g
- 脱脂綿 親指大
- 薬包紙 1枚
- ろ紙 1枚
- ガラス棒 1本
- 葉さじ 1本
- 試験管 1本
- 試験管立て 1個
- 試験管バサミ 1個
- プラスチックカップ(孔雀石用) 1個
- ガスバーナー 1個
- スタンド 1個
- 着火装置 1箱
- 電子オルゴール 1個
- 単3乾電池 2個
- 電池ボックス 1個

本(2本可) 1分

生徒に配布する
実験器具など
1回分のセット

- 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。



始めはがんがんに叩いて砕く

ある程度細かく

- 実験当日
材料や器具の分配を行う。孔雀石は生徒にとってから配ると、時間短縮できる。

準備の詳細
「前日まで」と「当日」

代用品など
教材について

○孔雀石は1個約24gなので一つ砕くと24班分とれる。
○35mm×25mm×0.02mmのポリ袋で約3gなので、1枚から10班分とれる。



◎観察、実験

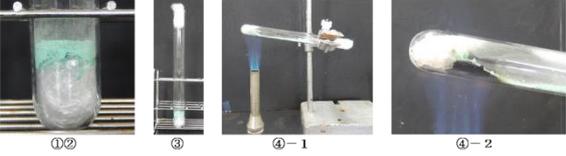
実験の大まかな流れ

観察、実験の流れ

- 導入（5分）
 - *留意点の導入例を参照
 - *目的を理解させる
- 観察、実験（25分）
 - *手順の指導
 - ・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。
 - *安全面の指導（留意点の安全面を参照）
 - *操作は必ず全員で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
- 授業のまとめ、考察（5分）
- 後片付け（5分）

手順 時間のめど（およそ20分）

実験の手順の詳細

- 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
 - 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。試験管の口を上にとすると、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）
- 
- 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の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）。
- 

- ⑥ しばらくそのまま置き冷ました後に、試験管バサミで試験管をはさみ、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。



- ⑦ 取り出した内容を薬さじでこすり、金属光沢を確認する。⑥の電気伝導性を確認する際に塊を使用したいので、薬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薬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。



考察

- ① 色の变化から、孔雀石がどのように変化していったかを考察する。
- ② 化学が日常生活に果たしている役割について考えさせる。

まとめ・考察

まとめ

- 孔雀石から銅を取り出すことができた。
- 化学と日常生活との関係が実感できた。

後片付け

- 脱脂綿、薬包紙、ろ紙は燃えるゴミ、得られた銅は、燃やさないゴミとして回収する。
- 試験管はクレンザーを用いて洗う。ただし、汚れが落ちるまで洗う。
- 薬さじ、ガラス棒は洗う。
- それ以外はそのまま回収する。

生徒の後片付けの方法

失敗例
原因と解決策

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ないため、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。そうすると、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、ろつば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0.1g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。

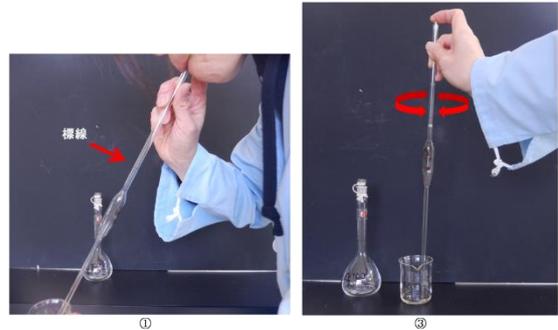
別法

化学と日常生活との
かかわり
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
化学反応
巻末資料

インデックス

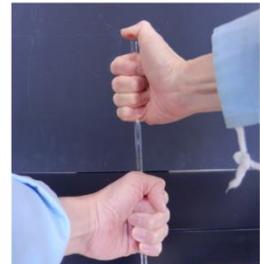
巻末資料より

- (1) 安全ビベットを用いない場合
 - ① ホールビベットの先端を液体に深く入れ、標線のより少し上まで液体を口で吸い上げる。このとき、ビベットを親指、中指、薬指でもつ（人差し指は使わない）。
 - ② ホールビベットの先端を人差し指で素早くふさぐ。
 - ③ ビベットを親指と中指で回すように動かして、余分な液を少しずつ落として、液面の最も低い部分（メニスカスの下側）を標線に合わせる。



- ④ 先端を容器（受け器）の内壁に付け、人差し指をはなし、液体を流出させる。先端に残る液は、ビベットの口をふさぎ、球部を左手で握って中の空気を温め、空気の膨張で落とす。このとき、必ず先に口をふさぐ。逆にとすると液は出てこない。その場合は、少しおいて温度を下げた後再び行う。

危険な薬品について
器具の取り扱い方法
試薬の調製方法
廃液処理など



5 生徒用観察、実験プリント例 (14) 化学結合と物質の性質 (より)

実験 化学結合と物質の性質

<目的> 電気伝導性を、電子の流れと化学結合との関わりから考えることで、化学結合の理解を深める。

<準備>

【器具】 テスター、試験管8本、試験管立て、ガスバーナー、スタンド、マッチ、筆手、保冷めがね、乾いた布

【薬品】 塩化ナトリウムNaCl、砂糖(スクロース $C_{12}H_{22}O_{11}$)、スズSn、石英砂SiO₂、蒸留水H₂O

<方法>

(1) 固体の電気伝導性を調べる。
 試験管に入っている各固体について、テスターを入れて電気伝導性を調べる。テスターの電極は試料ごとに、乾いた布でよく拭いてから使用する。

(2) 水溶液の電気伝導性を調べる。
 (1)で電気伝導性がなかった試料について調べる。
 各固体が入った試験管に、蒸留水を試験管の約9割程度まで加える。溶解した試料の電気伝導性を、テスターを用いて調べる。テスターの電極は試料ごとに洗い、乾いた布で拭いてから使用する。

(3) 液体(融解液)の電気伝導性を調べる。
 (1)でも(2)でも電気伝導性がなかった試料について調べる。
 ①試験管の口を上にして斜めになるようにスタンドに固定する。
 ②ガスバーナーで加熱し、融解したらテスターを用いて調べる。
 ※炎の強さの調節(強まったら火・弱火)が大切!
 ③約3分加熱しても変化が見られない場合は「融解しなかった」とする。
 ④テスターの電極は試料ごとに洗い、乾いた布でよく拭いてから使用する。
 注意! やけどに十分気をつけること。万一やけどしたら、すぐに流水で冷やす。
 注意! 加熱後の試験管はスタンドを立てたまま冷ます。すぐに水にはつけない。

<考察>

(1) 実験結果から、試料はそれぞれ何結晶と考えられるか。また、その根拠は何か。
 例文) 石英砂は、実験の結果より共有結合からなる結晶と考えられる。その根拠は、固体ではイオンが自由に動きまわるため電子が流れ、液体、水溶液では電子が動かないため、電子が流れることができないからである。(・内容はデタラメです! 書き方の参考にすること)

塩化ナトリウムは、実験の結果より()結晶であると考えられる。
 その根拠は、

砂糖は、実験の結果より()結晶であると考えられる。
 その根拠は、

スズは、実験の結果より()結晶であると考えられる。
 その根拠は、

石英は、実験の結果より(共有結合)結晶であると考えられる。
 その根拠は、共有結合の結晶では、価電子がすべて結合に使われていて、自由に動ける電子がないので、電子が流れることができないからである。

(2) チャレンジ!! 実験(1)の固体で電気が流れた物質があれば、その融解液で実験を行った場合どうなると考えられるか?(電気は流れるか、流れないか?)
 固体で電気が流れた物質: _____ 融解液では電気は?: _____

<わかったこと>

<感想>

1年 組 番 氏名 _____

自由に編集して
 使用できる
 生徒用観察、実験
 プリントを掲載
 しました。

6 サポート資料を活用した授業実践

導入の効果とサポート資料の有効性について検証を行うために、授業実践を行いました。

ワークシートやアンケート、生徒の様子から分析を行った結果、導入の工夫を行うことで、生徒は目的意識をもって実験していたと考えられ、導入の効果を明らかにすることができました。



また、授業実践で明らかとなった改善点や、サポート資料に関する先生方からの助言から、後処理の手間が少ない方法にするなど、改良を行いました。

7 研究のまとめ

「化学基礎」の目標に基づき、現在発行されている全教科書、先行研究、文献から、教員が観察、実験を指導する際に必要な情報を明らかにし、生徒の目的意識や意欲を喚起できるような観察、実験を抽出し、サポート資料を作成することができました。

また、授業実践を通して、生徒に目的意識をもって観察、実験を行わせるためには、導入の工夫が効果的であることを明らかにすることができました。

8 おわりに

研究の詳細と「高等学校理科『化学基礎』観察、実験サポート資料」については、当センターのWebページに掲載しておりますのでご覧ください。

岩手県立総合教育センターWeb ページ <http://www1.iwate-ed.jp/>