

2

亜鉛めっきと黄銅
～めっきと合金～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	40分

目的と内容

銅板の、銅→銀→金への変化から、化学への興味・関心を高めるとともに、めっきや合金から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

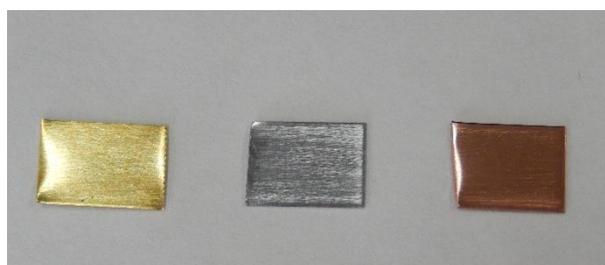
化学反応

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、古くから人間の生活を支えてきた金属のなかでも合金である黄銅を作ることを通して、化学への興味・関心を高め、化学の学習の動機づけとなるようにする。



既習事項

小学校：5年生の「物の溶け方」
中学校：1年生の「物質のすがた」「水溶液」
2年生の「物質の成り立ち」

中学校1年生で、身の回りの物質をその性質の違いから分類することを学んでいる。金属については、電気伝導性、熱伝導性、金属光沢、展性、延性について学んでいる（用語については電気伝導性のみ）。実験では、電気を通してみる、磁石につけてみる、金属を紙やすりで磨いてみる、金槌でたたいてみる、湯につけて熱の伝わり方を見るなどを行っている。

留意点

【指導面】

○化学に対する興味・関心を高めることが主なねらいなので、原理については簡単に触れる程度にとどめる。金属の特徴を生かして加工され、利用されていることが、化学に関する先人の研究成果であることに気付かせる。

○めっきについて

物体の表面を、他の金属または合金の薄膜で覆うことをめっきという。めっきは、下地の金属を腐食から保護したり、装飾用として利用したりするために行われる。

トタンは鉄（鋼板）の表面に亜鉛めっきを施したもので、建築物に用いられる。鋼鉄は硬いという利点に対し、さびて腐食しやすいという欠点をもつ。亜鉛めっきを行うことで、鉄がさびるのを防ぐことができ、鋼鉄の利点を生かし、建築物に用いることができるようになる。

○合金について

銅は軟らかくて、十分な強度が出せないので、合金の形で使用する（「1孔雀石から銅を取り出す」の留意点を参照）。この実験では、銅と亜鉛の合金である黄銅を生成する。黄銅は銅に亜鉛（30～40%）を含む合金で、適度な硬さを持ち、加工性がよいため、家庭用具や楽器などに広く使われる。

○本実験は、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強熱するので、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。

○この実験は、「物質と化学結合」の「金属と金属結合」で実施してもよい。その場合、単元のおもなねらいは「金属結合は自由電子が介在した結合であることや、金属結合でできた物質の性質を理解させること」となる。融解した金属に他の金属元素や非金属元素の単体を混合することで、金属単体にはない性質を持つ合金になることを理解させる。

○今回の実験について

亜鉛粉末を水酸化ナトリウム液に浸し加熱し、それに、銅板を浸すことで銅板に亜鉛めっきがほどこされ、亜鉛色の銀色になる。さらに、これを加熱することにより、銅と亜鉛が混じり合い、表面に合金である黄銅が生成する。

【安全面】

○水酸化ナトリウムは皮膚を侵す。特に目に入ると失明する恐れがあるので、必ず保護めがねを着用させる。手などについた場合はよく洗うように指導する。加熱の際は、弱火にし、激しく沸騰させないように注意する。また、加熱中、蒸発皿の中をのぞき込まないように指導する。

○亜鉛は濡れていると自然発火することもあるので、亜鉛を紙で包むことは絶対にしない。

○ガスバーナーを使用するので、やけどに気を付けさせる。

【後処理】

- 亜鉛は重金属であるので下水に流さないように注意する。
- 亜鉛と水酸化ナトリウム水溶液の入った蒸発皿は、そのまま次のクラスに使用できるので、そのまま回収する。最後のクラスが終わったら、亜鉛廃液として回収する。【安全面】でも触れたが、亜鉛は濡れていると自然発火することもあるので、亜鉛を紙で包むことは絶対にしない。
- すべてのクラスで実験が終わったら、廃液は亜鉛廃液として分別回収し、貯留しておき、専門業者に廃棄を委託する。亜鉛粉末も廃液と一緒に回収して廃棄するか、再利用する場合は、ろ過を行い、得られた亜鉛粉末を水で洗浄し、乾燥させると再利用できる。ただし、前述のように濡れていると危険なので十分注意が必要である。

導 入

【ポイント】

- めっきや合金への興味・関心を高める。
- 化学と日常生活の関わりを感じさせる。

【導入例】

- 身近なめっき製品（ブリキやトタンなど）や合金製品（硬貨、ステンレス鋼製の水道のシンク、ネオジム磁石など）を見せる。
- 最初に、この実験によってできた、金色・銀色・銅色の金属片を見せ、それぞれ何か発問する。

◎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
- 銅板をカットする
- 水酸化ナトリウム水溶液の調製
- 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

銅板, 金切りばさみ, 水酸化ナトリウム, 蒸留水, 電子天秤, 薬包紙, 薬さじ, メスシリンダー

銅板の必要量 1班3枚で考えると $3\text{枚/班} \times (\quad)\text{班} = (\quad)\text{枚}$

1人3枚で考えると $3\text{枚/人} \times (\quad)\text{人} = (\quad)\text{枚}$

となる。1班3枚の場合は少し大きめにし, 1人3枚の際は小さめにする。
予算と人数に応じて考える。

1班3枚の場合は $12 \times 50 \times 0.5\text{mm}$ の銅板を6等分以上の大きさが望ましい。

水酸化ナトリウム水溶液の必要量

2クラス目以降は足しながら用いるため, 1班20mLは必要ない。最初のクラスのみ20mLで後のクラスは10mL程度で考えるとよい。

$20\text{mL/班} \times (\quad)\text{班/初回のクラス} + 10\text{mL/班} \times (\quad)\text{班/2回目以降のクラス} = (\text{X})\text{mL}$

XmLの20%水酸化ナトリウム水溶液を調製するのに必要な水酸化ナトリウムはおおよそ,

$X \times 20 / 100 = (\quad)\text{g}$

当日必要なもの

[器具] ビーカー, 蒸発皿, ピンセット, プラスチックカップ, 三脚, 金網, ガスバーナー, 着火器具, ゴム手袋, 保護めがね

[薬品] 銅板, 亜鉛粉末, 水酸化ナトリウム水溶液

亜鉛粉末の必要量 $2\text{g/1班} \times 1\text{クラスで最大の}(\quad)\text{班} = (\quad)\text{g}$

亜鉛粉末は再利用できるので一クラス分あれば間に合う。

☆教材の入手方法

①銅板

理科消耗品カタログなどで購入可能

12×50×0.5mm が 25 枚で 1,300 円程度から
ホームセンターでも購入可能。ただし、加工が必要になる。

約 100×365×0.5mm で 800 円程度

※ 銅製品であれば代用可能

例 導線の被膜をはがして中の銅線

銅針金（100 円ショップなどで購入可能）

②亜鉛粉末

理科消耗品カタログで購入可能 500g で 3,500 円程度

③水酸化ナトリウム

理科消耗品カタログで購入可能 500g で 1,800 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



①12×50×0.5mm



④

当日のセット

☆生徒用

[薬品]

<input type="checkbox"/> 200mL ビーカー	1 個
<input type="checkbox"/> 50mL ビーカー (水酸化ナトリウム水溶液用)	1 個
<input type="checkbox"/> 蒸発皿 (できれば平底)	1 個
<input type="checkbox"/> ピンセット	1 個
<input type="checkbox"/> ろ紙	1 枚
<input type="checkbox"/> 紙	1 枚
<input type="checkbox"/> プラスチックカップ小	1 個
<input type="checkbox"/> 三脚	1 個
<input type="checkbox"/> 金網	1 個
<input type="checkbox"/> ガスバーナー	1 台
<input type="checkbox"/> 着火器具	1 個
<input type="checkbox"/> ゴム手袋	1 ~ 人数分
<input type="checkbox"/> 保護めがね	人数分

[薬品]

<input type="checkbox"/> 銅板	3 ~ 人数分
<input type="checkbox"/> 亜鉛粉末	約 2 g
<input type="checkbox"/> 20%水酸化ナトリウム水溶液	約 20mL

★教員用

- 生徒用と同じもの

蒸発皿は、水酸化ナトリウム水溶液を加熱するため、倒れると危険である。平底の方が安定するが、丸底でもよい。

ろ紙は、金属板を置くのに用いるため、金属板を何枚用いるかによって大きさ、枚数を調節する。

紙は、めっき後金属板を拭くのに用いる。ろ紙同様、金属板を何枚用いるかによって枚数を調節する。

銅板の枚数は、「必要な材料・器具・薬品」を参照。

亜鉛は砂状、顆粒状、粒状でも可能であるが、粒子が大きいほど、めっきにかかる時間が長くなる。また、大きい粒の場合、めっきが薄くなる場合もある。銅板の色の変化が見やすく、めっきがしやすいのは顆粒状のものである。亜鉛は、再利用できるので、初回のクラスのみプラスチックカップで配付するが、他のクラスは蒸発皿に水酸化ナトリウムと一緒にになった状態で配付する。

水酸化ナトリウム水溶液の濃度は2%以上であればめっきはできる。安全面から考えると濃度は小さいほうが良いが、その場合、加熱の際に亜鉛粉末が対流し、銅板が隠れてしまい、色の変化を確認できなくなる。濃度を薄くする場合は、亜鉛は砂状や顆粒状のものであるほうが色の変化を確認しやすい。また、濃度が薄い場合は時間もかかるので、沸騰に注意する。

(1) 前日まで

- 材料や器具の確認・調達を行う。
- 銅板を人数分カットしておく。銅板がさびている場合、サンドペーパーをかける。準備で行っても、生徒にやらせてもよい。
- 水酸化ナトリウム水溶液を調製する。
- 亜鉛粉末をはかりとる。

(2) 実験当日

- 材料や器具の分配を行う。



◎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（20分）

*手順を指導する

- ・亜鉛粉末と水酸化ナトリウム水溶液を蒸発皿に取り，加熱する
- ・沸騰したら銅板を入れ，亜鉛めっきを施す
- ・亜鉛めっきされた銅板を加熱し黄銅にする

*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

□考察，まとめ（10分）

□後片付け（5分）

手順

時間のめど（およそ15分）

- ① 蒸発皿に亜鉛粉末を入れる。そこに約20%水酸化ナトリウム水溶液を蒸発皿の半分以下になるように入れる。

注意！蒸発皿の大きさにより，20mL すべて入れると半分以上になる。危険な水酸化ナトリウム水溶液を加熱するので，半分以上にならないように調節する。



①

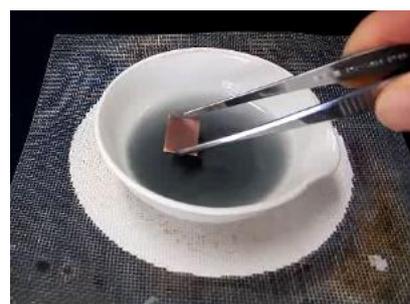
- ② 亜鉛粉末の入った蒸発皿を金網の上に載せ，ガスバーナーで加熱する。火は弱火にする。

注意！ブクブク沸騰させると水酸化ナトリウムが飛び散るので，必ず弱火にし，沸騰したらガスバーナーを離すなどして調節する。



②

- ③ 沸騰してきたら，銅板を一人2枚ずつ入れる。班員分一度に入れても問題は無い。



③

- ④ 銅板が銀白色に変化するので（10 秒程度），ひっくり返して両面とも銀白色になったら取り出し，水を入れたビーカーに入れて洗う。銅板に亜鉛粉末がついている場合は，水道水で洗い取り除く。

注意！ 亜鉛は重金属なので，できるだけ水に流さないように注意する。

ポイント！ この濃度の水酸化ナトリウム水溶液であれば，ひっくり返さなくても両面とも亜鉛めっきができるが，ひっくり返して確認すること。



④-1



④-2



④-3



④-4



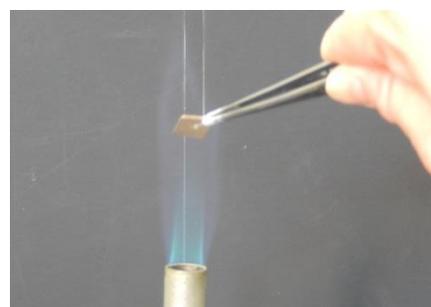
④-5

- ⑤ 亜鉛めっきされた二枚の銅板のうち1枚をピンセットでもち，ガスバーナーの火にかざして色の変化を見る。金色になったら加熱をやめる。

注意！ 加熱直後の金属板は熱いので，触らない。

ポイント！ 加熱しすぎると光沢が失われるので，動かしながら軽くあぶるように加熱する。

ポイント！ できた3枚の金属板は実験プリントなどに貼るとよい。



⑤

考 察

次の点などについて考察させ，プリント記入もしくは発表させる。

- ① 色の変化から，銅板がどのような物質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 銅板に亜鉛めっきができた。
- ② 2種類以上の金属から，もとの性質と異なる合金が得られることが分かった。
- ③ 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。

- 亜鉛粉末と水酸化ナトリウム水溶液が入った蒸発皿はそのまま回収する。
- 亜鉛めっきをした銅板を洗ったビーカーの水は、上澄みを水道に捨て、底にある亜鉛は、少しの水とともに亜鉛廃液として回収する。
- 余った水酸化ナトリウム水溶液はビーカーごとそのまま回収する。
- ピンセットは水で洗う。

失敗例

●状態1 きれいにめっきができなかった。

原因1 めっき時間が短かった。

完全に銀色になるまで加熱する。

原因2 銅の表面が酸化していた。

銅板の表面が、きれいな銅色の金属光沢が見られる状態になるようにサンドペーパーをかける。

●状態2 きれいな金色の合金にならなかった（金属光沢が少ない。茶色がかっている）。

原因 加熱しすぎ。

動かしながら、軽く炎に当てるように加熱する。色が変わり始めたら特に慎重に行う。

●状態3 部分的に黒ずんだ色になった。

原因1 状態1の原因2と同様

原因2 めっきを施した銅板を洗う際、亜鉛粉末が付着していた。

表面から、亜鉛粉末がなくなるまで、よく洗う。

別法

別法① マッフルを用い、亜鉛と銅を強熱で融解し、混ぜ合わせる。

別法② 70%以上の塩化亜鉛水溶液を用い、試験管内でめっきを行う。

亜鉛粉末と70%以上の塩化亜鉛水溶液を試験管に取り、ガスバーナーで加熱する（突沸しないように注意する）。沸騰したら、銅線を入れる。液につかった部分が銀白色になったら、取り出し水で洗う。銅板同様、直火で加熱し、黄銅にする。このとき、銅線の先の方のみを加熱すると、合金部分の金色・めっき部分の銀色・銅線そのままの銅色の3色が得られる。銀色部分を全体的に加熱してしまうと、合金部分と銅そのままの2色になる。

この方法では、数本の銅線をめっきする際、一度にめっきすることは難しいので、同じ試験管を用い、銅線だけ変えてめっきを行う。水溶液は亜鉛イオンを含む廃液になるので、下水に流さないように注意する。