

酸化と還元

I

金属が燃焼して質量が大きくなる様子が目で見てわかる観察・実験例

1 金属の燃焼の観察・実験のあらまし

生徒は小学校6年時に紙や木炭の燃焼経験がある。その経験から、生徒は物質が燃焼すると質量は軽くなると考えている。これを利用し、導入でティッシュペーパーを上皿てんびんの上で一方を燃やし、軽くなることを確かめてから金属の燃焼後の質量変化を予想をさせる。そのうえでスチールウールを加熱後、ティッシュペーパーと同様に上皿てんびんで加熱前のスチールウールと質量を比べることによって、目で見て明らかに質量が大きくなることを確かめることができる。マグネシウムリボンに関しては、酸化マグネシウムが煙状に空气中に逃げてしまい質量の変化はわかりにくいので、塩酸との反応のみについて実験を行う。

2 準備するもの

(1) 器具 (4人で1つ)

- ・上皿てんびん
- ・蒸発皿
- ・燃焼皿 (2枚)
- ・ガスバーナー
- ・るつぼばさみ
- ・マッチ
- ・ストロー
- ・アルミニウムはく
- ・試験管 (4本)
- ・試験管立て
- ・保護眼鏡
- ・花ハサミ



(2) 材料・試薬

- ・スチールウール (000番)
- ・マグネシウムリボン
- ・ティッシュペーパー (箱)
- ・希塩酸 (約2%)



3 学習前の観察・実験の指導の手立て

前時までに、酸化銀が熱分解して銀と酸素になる化学変化の化学反応式を学習しておく。酸化して黒くなっている銀が、酸素と離れることで光沢を持つことを復習も兼ねて指導することで、本時のスチールウールが黒くなったのが酸化によるものであることが理解しやすくなる。

実験の準備としては、だいたい同じ質量のスチールウール2つを1セットとして、班の数用意しておく。上皿てんびんによる微調整は、生徒自身が行えばよい。

4 観察・実験の手順・様子

(1) 金属の準備

ア スチールウールは目の細かい000番が理想だが、廉価なものでも実験は可能である。スチールウールは空気に十分に触れるようにほぐしてから手のひらで軽く丸める。丸めておかないと、とびだした部分が、点火した時に熱でとけて飛び散ってしまう。はじめに細かい粉はふり落としておくとよい。目分量で直径2cm程度に準備する。塩酸に入れた時の反应用(加熱前)には、直径1cm程度の小さいものを準備する。



イ マグネシウムリボンはハサミで切ることができる。ハサミは、花ハサミが力も入り、耐久性もあるので使いやすい。3 cm程度に切る。塩酸に入れた時の反应用（加熱前）には、5 mm～1 cm程度で十分である。



(2) 導入の手順・様子

ア 実験の前に、導入としてティッシュペーパーを燃やす。箱ティッシュは1枚1枚、質量が同じなので、比較しやすい。



イ ティッシュペーパーは軽く丸めて燃焼皿に乗せ、上皿てんびんでつり合わせた状態からマッチで火をつける。燃やした方は、軽くなる。

ウ ワークシートに、金属だと質量の変化はどうか予想させる。予想の理由も書かせる。ティッシュペーパーでの変化を見ているので、生徒は予想を立てやすい。

(3) スチールウールの加熱の手順・様子

ア るつばばさみで持ち、加熱する。ピンセットよりも火から遠い位置で加熱できるため、安全である。スチールウールの中のほうまで燃焼させるために、赤熱している際に火からはずし、ストローで息を吹きかける。勢いよく吹きかけすぎるとスチールウールが散るのでアルミニウムはくを敷き、落ちた粉は質量を比べるときに一緒にする。



イ 冷えたら上皿てんびんに乗せて、加熱前のスチールウールと質量を比べる。ティッシュペーパーと違い、加熱後のほうが重くなるので生徒は理由を考え出す。



(4) マグネシウムリボンの加熱の手順・様子

ア るつばばさみで端の方を持ち、ガスバーナーで加熱する。燃焼が始まったら、すぐに蒸発皿に入れる。

イ 燃焼後の酸化マグネシウムはもろく、扱いづらいので、マグネシウムリボンは3 cm程度の長さで実験をすると、その後の操作が容易である。



(5) 加熱後の物質の性質を調べる手順・様子

ア 希塩酸を入れた試験管を4本用意し、加熱前後をそれぞれ比較する。

イ 加熱したスチールウールは、中心部分のかたまり状のところを用いる。

ウ マグネシウムリボンは、酸化して白くなった部分を用いる。



5 学習後の観察・実験の指導の手立て

次時に、今回の実験結果を化学反応式で表すとどのようになるか考えておくように伝える。原子や分子のモデルで実験結果を表現できるようにさせたい。

実験後の塩酸は、金属ごとにまとめて回収する。大きめのビーカー等を用意し、そこに入れさせるとよい。回収後、金属は茶こし等で分別し、水洗いをして不燃ごみとする。使用済みの塩酸は、廃液として適切に管理する。

6 器具や薬品等の扱い方等

(1) 指導面

一時間の中で二つの実験を行うので、手際よく取り組ませたい。同時に二つの実験を行ってしまうと混乱するので、スチールウールの加熱から取り組ませる。

(2) 安全面

加熱の際は、るつぼばさみを使い、やけどに注意させる。赤熱したスチールウールに息を吹きかける際は、ゆっくり吹きかけないと飛び散って危険であるため、保護眼鏡を着用させる。マグネシウムリボンは加熱すると激しい光を放つので、直視しすぎないように注意する。希塩酸は目や皮ふにつかないように注意し、保護眼鏡を着用させる。

(3) その他(実験の注意)

風が強いと、火をつけたティッシュペーパーが飛んだり、スチールウールが転がったりする危険性があるので、窓の開閉には注意したい。

II 指導の例

1 単元名 酸化と還元

2 単元のねらい

酸化や還元の実験を行い、酸化や還元が酸素の関係する反応であることを見いだすこと。

3 指導計画 (全10時間)

酸素と結びつく化学変化—酸化 (5時間) 本時 1 / 5, 2 / 5

酸素をうばう化学変化—還元 (2時間)

硫黄と結びつく化学変化 (3時間)

4 学習問題

スチールウール (鉄), マグネシウムリボン (マグネシウム) に火をつけると、どうなるだろうか。燃やす前と後では、何か違いはあるだろうか。

5 観察・実験の展開例

(1) ねらい

・物質の酸化や還元の実験を行い、酸化や還元が酸素の関係する反応であることを見いださせる。
(科学的な思考・表現)

(2) 展開 (2時間扱い※2日にわたって授業を実施)

※評価の観点

学習内容・学習活動	指導上の留意点と評価の観点
<p>1 既習事項を確認し、予想の根拠となる事象を示す。 ・紙や木では、燃やすと軽くなることを上皿てんびんを使った演示実験で確認する。 ・酸化銀の加熱では、銀と酸素に分かれたことを復習する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> スチールウール (鉄) , マグネシウムリボン (マグネシウム) に火をつけると、どうなるだろうか。燃やす前と後では、何か違いはあるだろうか。 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・教卓に生徒を集め、ティッシュペーパーを燃やし、簡単に説明する。 ・できた銀は、金属光沢や展性があったことを確認する。
<p>2 学習課題に対する予想と予想の根拠をワークシートに記入する。 ・紙と同じで、軽くなると思う。 ・酸化銀と同じで熱分解されて軽くなると思う。 ・金属だから、さびて重くなると思う。 ・焦げてボロボロになって、黒くなると思う。フライパンはそうなったから。</p> <p>3 予想とその理由を発表する。 ・班ごとに発表させる。</p> <p>4 実験方法を確認し、実験をする。 【観察・実験例1】 ①スチールウールを加熱し、加熱をしないものと見た目や質量を比較する。質量は上皿てんびんで比較する。 ②マグネシウムリボンを加熱し、加熱をしないものと見た目を比較する。 ③希塩酸で加熱前後のスチールウール、マグネシウムリボンの反応の違いを調べる。</p> <p>5 結果をまとめ、考察をする。 ・結果を表にまとめ、班ごとに黒板に記入する。 ・考察を発表する。</p> <p>6 まとめる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・酸化銀や紙の加熱と比較させる。 ・鉄の金属としての特徴を確認させる。金属光沢、展性、塩酸との反応、電導性など。 ・他の班の発表を聞き、自分の考えを深められるようにする。 ・加熱の仕方を確認する。 ・やけどをしないように、加熱中は顔をあまり近づけないようにさせる。 ・火や塩酸を用いるので、立って実験をさせる。 ・他の班の発表を聞き、自分の考えを深められるようにする。 <p>※酸素と結びついて別の物質になることに気づき、ワークシートに記入しようとしている。</p> <p style="text-align: right;">(科学的な思考・表現)</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ・加熱後の物質は金属光沢がなく、塩酸に入れた時の反応も異なり、別の物質に変化する。 ・加熱すると、空気中の酸素と化合する(酸化)。鉄は酸化鉄、マグネシウムは酸化マグネシウムに化学変化する。 ・酸素と結びついたため、質量が大きくなる。 </div>	

III よりよい観察・実験にするために

1 生徒・教師の失敗例

(1) スチールウールの質量をそろえることができない。

<対処法>

- ・上皿てんびんにのせ、重いほうから少しずつ減らしながら、両方の質量を等しくするようになるとよい。

(2) 加熱してもスチールウールの質量がほとんど変化しない。

<対処法>

- ・スチールウールは実験前に、よくほぐしてから丸める。ほぐさないと、中心部分まで空気がうまく届かない。スチールウールの燃焼は、炎から出すと止まるが、出してすぐにストローで息を吹きかけると、周辺部分や中心が赤熱状態になる。赤熱状態が見られなくなってからもう一度全体を熱すると、質量の変化が観察可能である。

(3) 加熱したスチールウールが塩酸に反応してしまう。

<対処法>

- ・赤熱して中心部分にかたまりができるが、その部分を塩酸の反応に使用する。まわりがほぐれて粉状になった部分では、塩酸に反応してしまう場合がある。

(4) 酸化マグネシウムがボロボロになってピンセットでつかめない。

<対処法>

- ・マグネシウムリボンの長さが短すぎると、酸化して白くなった際にすぐ崩れてしまうので、3 cm 程度が扱いやすい。

(5) マグネシウムの燃焼を何回もやりたがる生徒がいる。

<対処法>

- ・激しい光を伴うので、生徒はこの実験を声を上げて喜ぶ。(4)と同様、マグネシウムリボンが短すぎるとすぐに反応が終わり、「もう一度やらせてください!」と多くの班から注文がくる。

(6) マグネシウムの燃焼に驚いて、机の上に落としてしまう。

<対処法>

- ・女子生徒など、燃焼の激しさに驚いて机に落としてしまう生徒が時々いる。当然高温なので、非常に危険である。机も焼け焦げてしまう。ガスバーナーで加熱をし、燃焼が始まったらすぐに蒸発皿に移せるように、マグネシウムリボンの下に蒸発皿を置く。

(7) 加熱したマグネシウムリボンが塩酸に反応してしまう。

<対処法>

- ・燃焼が始まってから、ピンセットで持ったままだと燃え残ってしまう。燃え残った部分は塩酸に反応してしまうので、燃焼が始まったら蒸発皿に置かせる。

(8) 片づけで塩酸を回収する際、試験管にスチールウールが詰まってしまう。

<対処法>

- ・加熱したスチールウールを試験管の塩酸に入れる際、一部ではなく、丸ごと入れてしまう生徒がいる。事前の指導で防ぎたいが、もし詰まってしまった場合はピンセットや柄付き針で掻き出すようにすると簡単にとれる。試験管を逆さまにして振って取ろうとする生徒が時々いる。塩酸が飛び散ったり、試験管が割れたりする可能性があるため、必ず教師が処理する。

2 経験談から

実験はやらされるものではなく、やりたい!と生徒に思わせることが大切です。そのためにも導入が大切です。しっかりと準備をし、生徒が「なぜだろう、どうしてだろう、どうなるか知りたい!」と思えば、ほぼ実験は成功したようなものです。導入を工夫し予想を立てさせると、一刻も早く実験を行い、結果を確かめたくてウズウズする生徒が現れます。クラス全体がこのような状態になったとき、主体的に学び、協力して実験に取り組むことが実現されます。今回の実験では、ティッシュペーパーに火をつけることを導入としました。上皿てんびん上で燃えると、はっきりと質量の変化が目で見えてわかります。このように、視覚に訴え、的確な言葉かけで学習課題を提示することで、根拠を伴った予想が生まれ、ねらい通りに実験から考察まで進むはずですが、授業の主役は生徒ですが、いかに教師が演出をするかで動きが変わります。労を惜しまず、工夫を凝らしてほしいと思います。