

## 1 単元のねらい

化学変化についての観察、実験を行い、結果を分析して解釈し、化合や分解などにおける物質の変化やその量的な関係について理解させるとともに、これらの事物・現象を原子や分子のモデルと関連付けてみる微視的な見方や考え方を養う。

## 2 単元の内容

化学変化についての観察、実験を通して、化合、分解などにおける物質の変化やその量的な関係について理解させるとともに、これらの事象を原子、分子のモデルと関連付けてみる見方や考え方を養う。

- ア 物質の成り立ち (ア) 物質の分解 (イ) 原子・分子  
 イ 化学変化 (ア) 化合 (イ) 酸化と還元 (ウ) 化学変化と熱  
 ウ 化学変化と物質の質量 (ア) 化学変化と質量の保存 (イ) 質量変化の規則性

この単元は、物質の変化やその量的な関係について、原子や分子などの粒子概念と関連付ける見方や考え方を養うことが重要である。その際、物質は原子の記号や化学式で表されること、化学変化は化学反応式で表されることなどを理解するとともに、目には見えない原子や分子についてモデルの有用性に気付き、それらを用いた科学的な思考力・表現力を身に付けていくことで、「分かる・できる・楽しい授業」づくりへつなげていくことが重要である。

小学校の第6学年で「燃焼の仕組み」について学習していること、中学校の第1学年では「身の回りの物質」の単元で「物の溶け方」や「状態変化」における粒子概念について学習しており、既習事項とのつながりを意識して進めることも重要である。また、分解や化合、酸化や還元、熱の出入りなどの基本的な化学変化の学習を通じて、化学変化の不思議さや面白さを実感するとともに、身の回りの様々な物質が発見され、生み出されてきた歴史を知ることができるようにしていく。そして、様々な実験を通じて、予想や仮説を立て、結果から考察し、生徒が主体的に結論や規則性を見いだすことができるよう、課題探究的な学習を構築していく。

## 3 評価規準の設定例

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
物質の成り立ち、化学変化、化学変化と物質の質量に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究するとともに、事象を日常生活との関わりでみようとす。	物質の成り立ち、化学変化、化学変化と物質の質量に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、事象や結果を分析して解釈し、自らの考えを表現している。	物質の成り立ち、化学変化、化学変化と物質の質量に関する事物・現象についての観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理など、事象を科学的に探究する技能の基礎を身に付けている。	観察や実験などを通して、物質の成り立ち、化学変化、化学変化と物質の質量に関する事物・現象についての基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。
物質の分解、原子・分子に関する事物・現象に進んでかかわり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとす。	物質の分解、原子・分子に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、分解して生成した物質から元の物質の成分が推定できること、物質は原子や分子からできていることなどについて自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。	物質の分解、原子・分子に関する事物・現象について観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	分解して生成した物質から元の物質の成分が推定できること、物質は原子や分子からできていること、原子は記号で表されることなどについて基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。

<p>化合、酸化と還元、化学反応と熱に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするともに、事象を日常生活との関わりでみようとする。</p>	<p>化合、酸化と還元、化学変化と熱に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、原子や分子のモデルと関連付けた化合による異なる物質の生成、原子や分子のモデルと関連付けた酸化・還元と酸素との関係、化学変化に伴う熱の出入りなどについて自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。</p>	<p>化合、酸化と還元、化学変化と熱に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。</p>	<p>化合によって反応前とは異なる物質が生成すること、化学変化は原子や分子のモデルで説明できること、化合物の組成は化学式で、化学変化は化学反応式で表されること、酸化と還元は酸素の関係する反応であること、化学変化には熱の出入りが伴うことなどについて基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。</p>
<p>化学変化と質量の保存、質量変化の規則性に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとする。</p>	<p>化学変化と質量の保存、質量変化の規則性に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、原子や分子のモデルと関連付けて、反応物の質量の総和と生成物の質量の総和が等しいこと、反応する物質の質量の間には一定の関係があることなどについて自らの考えを導き、表現している。</p>	<p>化学変化における物質の質量の測定など観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。</p>	<p>反応の前後で物質の質量の総和が等しいこと、反応する物質の質量の間には一定の関係があることなどについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。</p>

## 4 単元における観察、実験の位置付け

学 習 活 動	備 考
<p>カルメ焼きやホットケーキが膨らむ理由についての学習</p>	
<p>【課題】炭酸水素ナトリウムを加熱すると、どのような変化が起こるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験①】炭酸水素ナトリウムを加熱してできる物質を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>炭酸水素ナトリウムを加熱すると、二酸化炭素、水、加熱前とは異なる固体（炭酸ナトリウム）の3種類の物質に分かれることを見いだしている。</p>	<p>単元の導入として、実際にホットケーキが膨らむところを見せるなどしながら、日常と関連付け、興味・関心を高めることを重視してから、本実験を行う。</p>
<p>【課題】酸化銀は加熱することによって分解できるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験②】酸化銀を加熱し、発生する物質を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>酸化銀を加熱すると、酸素と金属（銀）の2種類の物質に分かれることを見いだしている。</p>	<p>炭酸水素ナトリウム以外にも熱分解できる物質例として、本実験を行う。</p>
<p>【課題】水に電流を通すと、どのような変化が起こるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験③】水に電流を通し、発生する物質を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>水に電流を通すと、陰極から水素、陽極から酸素が発生し、2種類の物質に分かれることを見いだす。また、その体積の割合がおおよそ2：1になる規則性を導き出している。</p>	<p>炭酸水素ナトリウムの熱分解によって発生した水を更に分解する目的で、本実験を行う。事前に、水に電流を流すと両極から気体が発生することを学習しておく。</p> <p>また、様々な器具を使って電気分解することができる。</p>

<p>【課題】塩化銅水溶液は電流を通すことによって、どのような物質に分解できるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験④】塩化銅水溶液に電流を通し、発生する物質を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>塩化銅水溶液に電流を通すと、陰極から銅、陽極から塩素が発生し、2種類の物質に分かれることを見いだしている。</p>	<p>水以外にも電気分解できる物質例として、本実験を行う。なお、本実験は第3学年の「化学変化とイオン」で行うことができる。</p>
<p>原子・分子についての学習</p>	
<p>化学式、化学反応式についての学習</p>	
<p>水素と酸素の混合気体の化合について</p>	
<p>【課題】鉄と硫黄の混合物を加熱するとどのような変化があるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑤】鉄と硫黄の混合物を加熱した時にできる物質を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>加熱によって鉄と硫黄が結び付き、全く異なる性質の物質（硫化鉄）ができることを見いだしている。</p>	<p>実験後に、同様の化合の例として、次のような演示実験を行うことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・銅と硫黄の化合</li> <li>・銅と塩素の化合</li> <li>・木炭の燃焼</li> </ul>
<p>【課題】スチールウールが燃焼するとどのような変化があるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑥】スチールウール（鉄）を燃焼させ、性質や質量の変化を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>燃焼によって鉄と酸素が結び付き、全く異なる性質の物質（酸化鉄）ができ、加熱前に比べ質量が増えたことを理解している。</p>	<p>実験後に、同様の金属の燃焼の例として、次のような演示実験を行うことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・銅の燃焼</li> <li>・マグネシウムの燃焼</li> </ul>
<p>【課題】どうすれば酸化銅から酸素を取り除くことができるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑦】酸化銅と活性炭の混合物を加熱し還元する実験</p> <p>↓</p> <p>炭素を入れて加熱することによって、炭素が酸化銅から酸素を取り除き、二酸化炭素になることで、銅を取り出せることを見いだしている。</p>	<p>実験後に、同様の酸化銅の還元例として次のような演示実験を行うことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・酸化銅と水素の還元</li> <li>・酸化銅とエタノールの還元</li> </ul>
<p>【課題】マグネシウムをドライアイスの中で燃やすとどのような変化があるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑧】マグネシウムを二酸化炭素（ドライアイス）の中で燃やす実験</p> <p>↓</p> <p>二酸化炭素に含まれる酸素によってマグネシウムの燃焼が進み、加熱後に炭素と酸化マグネシウムができることを導き出している。</p>	<p>化合、還元の発展的内容として本実験を行う。</p> <p>生徒が今までの学習を活用して、なぜ酸素のない中で激しく燃焼するかを類推したり、学び合いの中で結論を再構築したりすることなどを重視する。</p>
<p>【課題】化学変化では、必ず熱が発生するのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑨】化学かいろや簡易冷却パックを作り、熱の出入りを調べる実験</p> <p>↓</p> <p>化学変化では、熱が発生し温度が上昇するだけでなく、周りから熱を吸収し温度が下がる反応があることを理解している。</p>	<p>実験後に、同様に熱が入り出す化学変化の例として、次のような演示実験を行うことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・酸化カルシウムと水の反応</li> <li>・炭酸水素ナトリウムとクエン酸の反応</li> </ul>

<p>【課題】 化学変化の前後で、質量はどのように変化するのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑩】 物質を密閉された容器と開放された容器で化学変化を起こし、それぞれ前後の質量を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>化学変化の前後で、その反応に関係している物質全体の質量は変化しないことを見いだしている。</p>	
<p>【課題】 金属と化合する酸素の質量は、金属の質量とどのような関係にあるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験⑪】 銅とマグネシウムを空気中で燃焼する実験</p> <p>↓</p> <p>金属には酸素と結びつく限界の量があり、銅と酸素は約 4 : 1、マグネシウムと酸素は約 3 : 2 という一定の割合で化合する規則性を導き出している。</p>	<p>正確に結果が出にくい実験であり、十分な予備実験が必要である。物質が結びつく割合が原子量と関わりがあることを周期表などを手掛かりに理論付けしていてもよい。</p>

## 5 本單元における観察、実験例

【課題】炭酸水素ナトリウムを加熱すると、どのような変化が起こるのだろうか。

【実験①】炭酸水素ナトリウムを加熱してできる物質を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

まずは、炭酸水素ナトリウムがベーキングパウダーやふくらし粉、重曹といった別名で、身の回りに使用されていることを確認する。そして、炭酸水素ナトリウムを入れたカルメ焼きやホットケーキが膨らみ、断面を見ると隙間がたくさんできていることから、加熱すると気体が発生していることが推測できる。炭酸水素ナトリウムという物質名を基に、発生する気体が何かを予想すると、「二酸化炭素」、「水素」などの意見が出てくるため、第1学年の時に学習した気体の捕集方法によって性質を調べていくことを示唆する。

### (2) 実験について

[主な準備物] 炭酸水素ナトリウム、石灰水、マッチ、線香、塩化コバルト紙、フェノールフタレイン溶液、試験管、水槽、ゴム管、ゴム栓、ガラス管、ガスバーナー、スタンド、ピンセット、駒込ピペット、保護眼鏡など

[実験の手順]

- ① 乾いた試験管に炭酸水素ナトリウムを入れ、右図のように設置する。
- ② 試験管を加熱して、水上置換で発生した気体を3本の試験管に捕集する。
- ③ 気体が出なくなったら、ガスバーナーの火を消す。
- ④ 試験管に集めた気体の性質を調べる。
  - ・石灰水を入れてよく振る。
  - ・火の付いた線香を入れる。
  - ・マッチの火を近付ける。
- ⑤ 熱した試験管の内側に付いた液体に青色の塩化コバルト紙を付け、それが何であるかを調べる。
- ⑥ 熱した試験管に残った物質と炭酸水素ナトリウムが異なる物質かどうか、性質を調べる。
  - ・炭酸水素ナトリウムと加熱後の物質を同量測り取り、同量の水に溶かして、溶け方の違いを調べる。
  - ・フェノールフタレイン溶液を加えた時の、色の変化の違いを調べる。

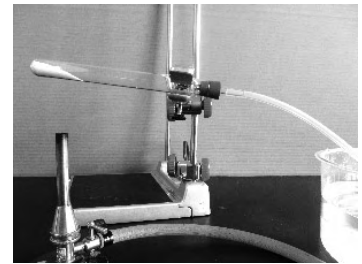


図1

[実験の結果]

- ・④では、石灰水が白くにごる。
- ・⑤では、塩化コバルト紙が青色から赤色（桃色）に変化する。
- ・⑥では、加熱後の物質の方が水に溶けやすく、フェノールフタレイン溶液を加えると濃い赤色に変化する。炭酸水素ナトリウムは水に溶けにくく、フェノールフタレイン溶液を加えると薄い赤色に変化する。

[安全上の注意]

- ・加熱する試験管の口を少し下げて設置し、加熱時に発生した液体が加熱部に流れて、試験管が割れるのを防ぐ。
- ・ガスバーナーの火を消す前にガラス管を水槽の中から出して、水が逆流しないように注意する。
- ・加熱時はゴム管のねじれによる破裂に注意し、保護眼鏡を着用する。

[指導のポイント]

- ・気体を捕集する際、1本目は加熱した試験管内の気体が混ざっているため、その気体は捨てて2本目から捕集する。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、炭酸水素ナトリウムを加熱すると別の物質に変化する「化学変化」であることを確認する。また、本実験では、加熱後の物質が炭酸ナトリウムであることは導き出せないが、炭酸ナトリウムが炭酸ソーダという別名で洗剤に使用されていることや、ラーメンの麺を作る際に使われる「かん水」にも使用されていることなどを紹介し、日常生活と結び付ける。

【課題解決の姿】炭酸水素ナトリウムを加熱すると、二酸化炭素、水、加熱前とは異なる固体（炭酸ナトリウム）の3種類の物質に分かれることを見いだしている。

【課題】酸化銀は加熱することによって分解できるのだろうか。

【実験②】酸化銀を加熱し、発生する物質を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

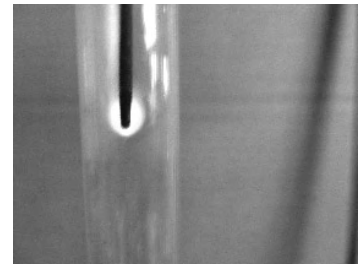
事前に行った炭酸水素ナトリウムの熱分解実験の後に、他にも熱分解できる物質として酸化銀を使った本実験を行う。酸化銀という名前やその価格の高さからも、加熱すると酸素と銀が発生することを予想しやすい。また、酸素や金属の性質については第1学年で既に学習しているため、既習事項を生かすことで生徒が主体的に実験を進めていくことができる。

### (2) 実験について

[主な準備物] 酸化銀、線香、塩化コバルト紙、試験管、水槽、ゴム管、ゴム栓、ガラス管、ガスバーナー、スタンド、金属さじ、電気回路(導線、乾電池、豆電球など)、金づち、保護眼鏡など

[実験の手順]

- ① 乾いた試験管に酸化銀を入れ、設置する。
- ② 試験管を加熱して、水上置換で発生した気体を1本の試験管に捕集する。
- ③ 気体が出なくなったら、ガスバーナーの火を消す。
- ④ 試験管に集めた気体の性質を調べる。
  - ・火の付いた線香を入れる。
- ⑤ 熱した試験管に残った物質と酸化銀が異なる物質かどうか、性質を調べる。
  - ・加熱後の物質を取り出し、しっかり押し固めてから金属さじの裏でこする。
  - ・金づちで叩いてみる。
  - ・電気回路を用いて電気を通すかどうか調べる。



線香が炎を上げて燃える様子

[実験の結果]

- ・④では、火の付いた線香が激しく燃える。
- ・⑤では、加熱後の白色の物質に金属光沢が見られ、叩くと延び、電流が流れる。

[安全上の注意]

- ・加熱する試験管の口を少し下げて設置し、加熱時に試験管が割れないように注意する。
- ・ガスバーナーの火を消す前にガラス管を水槽の中から出して、水が逆流しないように注意する。
- ・加熱時はゴム管のねじれや火傷、怪我に注意し、保護眼鏡を着用する。
- ・加熱後の物質は、試験管を割らなければ取り出せないこともあるため、怪我に十分注意する。別法としてアルミニウム箔で皿を作り、そのまま試験管に入れて加熱する方法もあるが、時間がかかり、加熱が不十分になることもある。



アルミニウム箔を用いた別法

[指導のポイント]

- ・気体を捕集する際、1本目は加熱した試験管内の気体が混ざっているため、捨てて2本目から捕集する。
- ・加熱する量が少ないと発生する気体の量も少ないため、強すぎない火で捕集を手際よく行う必要がある。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果から、加熱後の物質が銀であることまでは断定できないが、金属であることを確認する。また、炭酸水素ナトリウムの加熱時と同様の1種類の物質が2種類以上に分かれる「分解」という化学変化であるという共通点にも気付くよう促していく。

【課題解決の姿】酸化銀を加熱すると、酸素と金属(銀)の2種類の物質に分かれることを見いだしている。

【課題】水に電流を通すと、どのような変化が起こるのだろうか。

【実験③】水に電流を通し、発生する物質を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

炭酸水素ナトリウムで分解されて出てきた「水」を更に分解することができないだろうか、という問いを投げかけた時に、生徒は加熱では水が水蒸気に状態変化をすることになり、分解という化学変化には至らないことに気付く。そこで、水に電流を通すと両極から気体が発生していることを紹介し、「どのような気体が発生しているのか」、「発生の量には規則性があるか」などに着目して本実験を行う。

### (2) 実験について

[主な準備物] 簡易電気分解装置（またはH字管電気分解装置）、ゴム栓、マッチ、線香、水酸化ナトリウム、ビーカー、電源装置、導線、漏斗

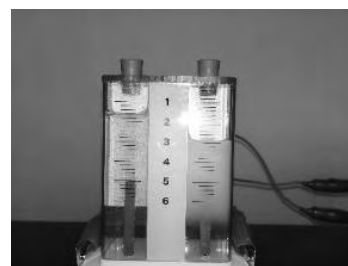
[実験の手順]

- ① 装置に少量の水酸化ナトリウムを溶かした水（2.5%水酸化ナトリウム水溶液）を入れる。
- ② 電源装置につなぎ、約6Vの電圧を加えて電流を通す。
- ③ どちらか一方の気体が4.0mL集まったら電源を切り、両極の気体の量を記録してから集まった気体の性質を調べる。
  - ・マッチの火を近付ける。
  - ・火の付いた線香を入れる。
- ④ 装置に再び電流を通し、今度はどちらか一方の気体が3.0mL集まったら電源を切り、両極の気体の量を記録する。

[実験の結果]

- ・③では、陰極にマッチの火を近付けると気体がボンと音を立てて燃え、陽極に火の付いた線香を入れると、線香が炎を上げて激しく燃える。
- ・下記のような量でそれぞれ気体がたまる。

	陰極	陽極
1回目	4.0mL	2.0mL
2回目	3.0mL	1.5mL



装置に気体がたまった様子

[安全上の注意]

- ・水溶液が皮膚に付かないように注意し、目に入らないように保護眼鏡を着用する。
- ・マッチの火を近付けるときは、顔を近付けたり上からのぞいたりしない。

[指導のポイント]

- ・どんな気体が発生するかについての予想ができない時には、水の化学式（ $\text{H}_2\text{O}$ ）などを紹介すると良い。
- ・班ごとに気体の量を変えて測定し、交流することでより規則性を導きやすくなる。

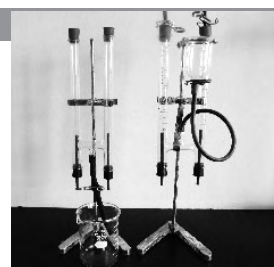
### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果より、水が水素と酸素に分かれたということだけではなく、その量についても規則性があることを確認する。その際、測定誤差などもあるため、班同士で結果の交流をすると良い。また、他にも電気によって分解できるものがあることを学習し、次時に行う塩化銅水溶液の電気分解や第3学年で行う塩酸の電気分解などにも結び付ける。

【課題解決の姿】水に電流を通すと、陰極から水素、陽極から酸素が発生し、2種類の物質に分かれることを見いだす。また、その体積の割合がおおよそ2：1になる規則性を導き出している。

### H字管電気分解装置について

H字管にはビーカーをセットするタイプ（写真左）と、液だめがついているタイプ（写真右）がある。どちらも、必要とする水溶液の量が少ないというメリットがあるが、実験や水溶液の回収の操作が難しく、水溶液をこぼしてしまいやすいなどのデメリットも多いので、生徒実験では簡易電気分解装置を用いて良いが、H字管の使用法や原理を理解することも生徒の学びにつながるので、紹介しておきたい。



【課題】塩化銅水溶液は電流を通すことによって、どのような物質に分解できるのだろうか。

【実験④】塩化銅水溶液に電流を通し、発生する物質を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

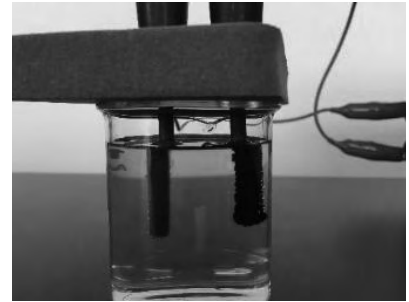
水の電気分解を学習した後に、他にも電気で分解できる物質として塩化銅を紹介する。塩化銅という物質名から銅が出てくることは予想しやすいので、酸化銀の時の既習事項も活用しながら、生徒自ら銅であるかを調べる方法を考えることができる。なお、塩素は有毒な気体であるため、班ごとではなく、演示実験で行っても良い。

### (2) 実験について

[主な準備物] 塩化銅、ビーカー、炭素棒、ゴム栓、金属さじ、電気回路（導線、乾電池、豆電球など）、電源装置、導線、保護眼鏡

[実験の手順]

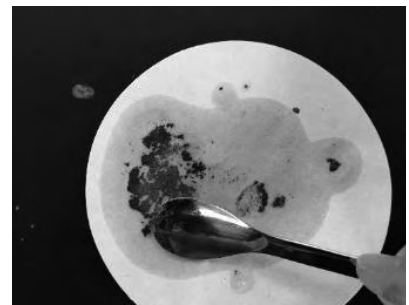
- ① ビーカーに10%塩化銅水溶液を入れる。
- ② 電源装置と炭素棒2本を右図のようにつなぎ、約6Vの電圧を加える。
- ③ 陽極で発生している気体の臭いを嗅ぐ。
- ④ ある程度時間が経過したら電源を切り、陰極に付着した茶色の物質をろ紙の上に取り出し、次のように調べる。
  - ・金属さじの裏でこする。
  - ・電気回路を用いて電気を通すかどうか調べる。
- ⑤ 電気分解をし続け、水溶液の色の変化を観察する。



電気分解装置

[実験の結果]

- ・③では、プールの消毒液や漂白剤のような臭いがする。
- ・④では、加熱後の茶色の物質に金属光沢が見られ、電流が流れる。
- ・⑤では、青色から無色に変化していく。



金属光沢の観察の様子

[安全上の注意]

- ・水溶液が皮膚に付かないように注意し、目に入らないように保護眼鏡を着用する。
- ・有毒な気体が発生するため、臭いを確認する時は手で仰ぐように嗅ぐ。
- ・実験中は十分な換気を行う。また、長時間分解を続けるときは、ドラフトなど、換気を十分に行える場所で行う。
- ・廃液は透明になるまで、電気分解をしてから廃棄する。

[指導のポイント]

- ・電極の+と-を逆につないでも、必ず決まった極に同じ物質が発生することを確認しておくが良い。

### (3) 実験後の指導の手だて

両極に銅と塩素が発生したという結果と電気分解を行って青色がどんどんと薄くなっていったという結果を結び付け、「塩化銅が分解され、別の物質に変わっていった」という結論を導き出す。また、それぞれの電極になぜ決まった物質が発生するのかについては、第3学年で行うイオンの学習とも関連のあるところなので、生徒から疑問が生じたらイオンについて簡単に触れて、第3学年への関わりを示唆するようにしてもよい。

【課題解決の姿】塩化銅水溶液に電流を通すと、陰極から銅、陽極から塩素が発生し、2種類の物質に分かれることを見いだしている。



【課題】鉄と硫黄の混合物を加熱するとどのような変化があるのだろうか。

【実験⑤】鉄と硫黄の混合物を加熱した時にできる物質を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

本時の実験の前に、水素と酸素が結び付いて水ができる反応を化合の例として紹介したり、演示したりすることで興味・関心を高める。例えば透明の袋の中に水素と酸素を2：1の割合で入れて点火すると、一瞬の爆発の後に、袋内に水滴ができていることを観察できる。水の電気分解については既に学習しているので、その逆の反応であることも考えやすい。そこで、この他にも物質と物質が結び付く変化の例として、本実験を行うと良い。

### (2) 実験について

[主な準備物] 鉄粉、硫黄、乳棒、乳鉢、ガスバーナー、磁石、塩酸、金属さじ、保護眼鏡

方法Ⅰ：脱脂綿、試験管、試験管ばさみ

方法Ⅱ：アルミニウム箔、ガラス棒、ピンセット、砂皿、砂

[実験の手順(方法Ⅰ)]

- ① 鉄粉と硫黄の質量が7：4の割合になるように量り取り、乳鉢と乳棒を使ってよく混ぜる。
- ② 2本の試験管に分けて入れ、写真のように1本を脱脂綿で軽くふたをする。
- ③ 混合物の上部を加熱し、その部分が赤く色が変わったら、加熱をやめ、変化の様子を観察する。
- ④ 加熱前と加熱後を次の方法で比較する。
  - ・磁石を近付ける。
  - ・5%の塩酸を2、3滴加え、気体の臭いを嗅ぐ。



方法Ⅰの装置

[実験の手順(方法Ⅱ)]

方法Ⅰの手順②を、ガラス棒で作ったアルミニウム箔の筒の中に入れ、ピンセットで持って加熱する。



ガラス棒に巻き片側を閉じる



空いている方から薬品を入れる



空いている方を閉じる

[実験の結果]

	加熱前	加熱後
磁石	付く	付かない
5%塩酸	無臭の気体が発生	特有の臭いの気体が発生

[安全上の注意]

- ・加熱中には二酸化硫黄、硫化鉄に塩酸を加えた時には硫化水素という、それぞれ刺激臭のある有毒な気体が発生するため、直接吸い込まないように注意し、実験中は十分な換気を行う。
- ・薬品を扱う際には、気体が過剰に発生しないよう、分量に気を付ける。
- ・水溶液が皮膚に付かないように注意し、目に入らないように保護眼鏡を着用する。

[指導のポイント]

- ・加熱の際は反応熱が発生するため、赤くなった時点で加熱を止め、熱が発生し、反応が進む様子を観察するよう指導する。
- ・純粋な硫黄は無臭であることを確認しておくことで、「硫黄臭い」という生徒の誤った認識を修正することができる。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果以外にも、銅と硫黄や銅と塩素でも同様の反応が起きることを学習し、様々な種類の化合があることを理解する。また、今回塩酸を加えて発生していた気体は、それぞれ「水素」と「硫化水素」であり、特に硫化水素については、過去に温泉などで死亡事故も起きている危険な気体であることを確認する。なお、赤くなった時点で加熱をやめても反応が進むことから、この化学変化が発熱反応であることを確認し、この後の学習に結び付ける。

【課題解決の姿】加熱によって鉄と硫黄が結び付き、全く異なる性質の物質(硫化鉄)ができることを見いだしている。

【課題】 スチールウールが燃焼するとどのような変化があるのだろうか。

【実験⑥】 スチールウール（鉄）を燃焼させ、性質や質量の変化を調べる実験

(1) 実験前の指導の手だて

事前に学習した鉄と硫黄の化合を振り返り、鉄はその他にも化合して別の物質に変化することがあるかを考える。鉄は大変身近な物質であり、小学校第6学年でもスチールウールの燃焼実験を行っているため、鉄が酸素と化合するという例は挙げやすい。そこで本時では、スチールウールの燃焼実験で酸素と化合するとどのような変化があるのかを予想し、検証実験を行う。前時までの実験から磁石や電気回路、塩酸を使って性質を調べる方法は予想しやすいが、質量の比較については、モデルを用いて表すと考えやすい。

(2) 実験について

[主な準備物] スチールウール、ピンセット、燃焼さじ、集気びん、酸素、多目的ライター、磁石、塩酸、保護眼鏡、電気回路（導線、乾電池、豆電球など）

[実験の手順]

① 性質について燃やす前に生徒が考えた次のような方法で加熱前と比較する。

- ・手触り、見た目を調べる。
- ・電子てんびんを使って質量を測定する。（加熱時に飛び散らないようにスチールウールを丸めてから実験すること）
- ・磁石を近付ける。
- ・電気回路を用いて電気を通すかどうか調べる。
- ・5%の塩酸を2、3滴加え、気体の臭いを嗅ぐ。



集気びんで加熱する様子

② スチールウールを燃焼さじに載せ、多目的ライターなどで燃やした後、酸素が入った集気びんの中に入れて激しく燃やす。または、ピンセットではさみ、多目的ライターなどで燃やした後、息を吹きかけながらゆっくり燃やす。

③ 加熱後、加熱前と同様に性質を調べ、比較する。

[実験の結果]

	加熱前	加熱後
手触り、見た目	弾力がある、灰色	ぼろぼろになる、黒色
質量	加熱後の方が、質量が増加している	
磁石	付く	付かない
電気	通す	通さない
5%塩酸	無臭の気体が発生	変化なし

[安全上の注意]

- ・集気びんでふたをする時に火傷をしないように注意する。
- ・水溶液が皮膚に付かないように注意し、目に入らないように保護眼鏡を着用する。

[指導のポイント]

- ・スチールウールが加熱中に飛び散るため、規則的な値はなかなか出ないが、質量が増えたことは、どちらの方法でも十分理解することができる。

(3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果以外にも、銅やマグネシウムの燃焼でも同様の反応が起きることや、酸化鉄には3種類（FeO、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>）あることから、様々な種類の燃焼（酸化）があり、金属が酸化すると質量が増えることを確認し、次時の学習につなげていく。そして、金属が錆びることも酸化の一種であることや、食品が酸化によって変色することから日常生活との結び付きを考える。また、木片や木炭などで同様の実験をすると質量が減少することから、これら有機物は燃焼すると二酸化炭素が発生し、その分の質量が減少することも実験で確かめることで、より深く思考する場面を設けることができる。

【課題解決の姿】 燃焼によって鉄と酸素が結び付き、全く異なる性質の物質（酸化鉄）ができ、加熱前に比べ質量が増えたことを理解している。

【課題】 どうすれば酸化銅から酸素を取り除くことができるのだろうか。

### 【実験⑦】 酸化銅と活性炭の混合物を加熱し還元する実験

#### (1) 実験前の指導の手だて

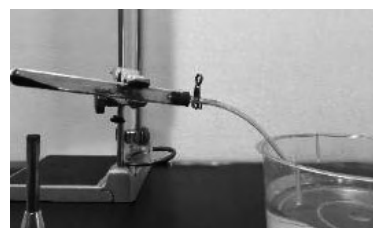
普段、身の回りで使用している金属は、自然界では元々は酸化物や硫黄との化合物として岩石中に存在していることが多く（鉄鉱石、ボーキサイトなど）、それらの化合物を単体の金属として取り出すにはどのような方法があるかを考える。日本古来のたたら製鉄法では、砂鉄に木炭を混ぜて加熱していること、現在の製鉄でも鉄鉱石とコークス（石炭を蒸し焼きにしたもの）を炉に入れて加熱していることなどから、炭素のような酸素と結び付きやすいものと一緒に加熱することで、酸化物から酸素を取り除く方法を考えることができる。また、実験前にモデルを用いて考えることで、二酸化炭素が発生することを予想しやすくなる。

#### (2) 実験について

【主な準備物】 酸化銅、活性炭、石灰水、乳鉢、乳棒、試験管、ゴム管、ガラス管、ゴム栓、ピンチコック、保護眼鏡、試験管、水槽、ガスバーナー、金属さじ、ろ紙、電気回路（導線、乾電池、豆電球など）

【実験の手順】

- ① 酸化銅と活性炭の質量が8：1の割合になるように量り取り、乳鉢と乳棒でよく混ぜ合わせる。
- ② 写真のようにピンチコックを開いた状態で、試験管をガスバーナーで加熱し、気体を水上置換によって捕集する。
- ③ 気体が出なくなったら、火を消し、ゴム管のピンチコックを閉じる。
- ④ 集めた気体の性質を調べる。
- ⑤ 加熱した物質が十分に冷えたら、ろ紙の上に取り出し、次の方法で性質を調べる。
  - ・金属さじの裏でこする
  - ・電気回路を用いて電気を通すかどうか調べる



加熱の様子



ピンチコック開

ピンチコック閉

【実験の結果】

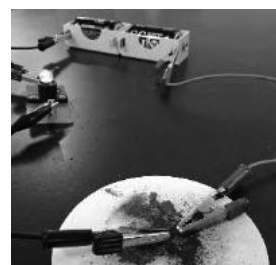
- ・④については、石灰水が白く濁る。
- ・⑤については、加熱後の茶色の物質に金属光沢が見られ、電流が流れる。

【安全上の注意】

- ・加熱する試験管の口を少し下げて設置し、加熱時に試験管が割れないように注意する。
- ・ピンチコックを閉じたまま加熱しないように注意する。
- ・ガスバーナーの火を消す前にガラス管を水槽の中から出して、水が逆流しないように注意する。
- ・加熱時はゴム管のねじれによる破裂に注意し、保護眼鏡を着用する。

【指導のポイント】

- ・気体を捕集する際、1本目は加熱した試験管内の気体が混ざっているため、その分は捨てて2本目から捕集する。
- ・火を消した後、すぐにピンチコックを閉じ、銅が再び酸化するのを防ぐ。



電流が流れる様子

#### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果を、モデルや化学反応式を用いて、しっかりと原子の組合せの変化を表すことができるようにする。また、活性炭以外にも、エタノールや水素などの物質を用いて酸化銅を還元できることを学習することで、酸化されやすい物質であれば還元できることを理解する。特に水素を用いた場合は、試験管の内側に水滴がつくことから、還元によって酸化銅の酸素原子が水素原子と結び付き、水ができたことも分かる。



酸化銅の水素による還元

【課題解決の姿】 炭素を入れて加熱することによって、炭素が酸化銅から酸素を取り除き、二酸化炭素になることで、銅を取り出せることを見いだしている。

【課題】マグネシウムをドライアイスの中で燃やすとどのような変化があるのだろうか。

【実験⑧】マグネシウムを二酸化炭素（ドライアイス）の中で燃やす実験

### (1) 実験前の指導の手だて

本実験は、今までの分解、化合、還元の実験の応用・発展的な実験として行うと良い。多くの生徒は、物質が燃焼するためには酸素が必要であると考えているため、マグネシウムが二酸化炭素（ドライアイス）の中で、燃焼することに強い印象を受ける。そして、燃焼後の物質の中に黒色と白色の2種類の物質ができていることをよく観察し、モデルや化学反応式を用いて思考し、それらが何という物質であるのか結論を導き出していく。このため、実験前には物質の燃焼には酸素が必要であること、酸化マグネシウムが白色、炭素が黒色であることを確認しておくが良い。

### (2) 実験について

[主な準備物] マグネシウム粉末、ドライアイス、はんだごて、保護眼鏡

[実験の手順]

- ① 一つのドライアイスにはんだごてを使ってくぼみを付ける。
- ② くぼみにマグネシウム粉末をすり切るように入れる。
- ③ マグネシウム粉末にマグネシウムリボンを差し、導火線とする。
- ④ マグネシウムリボンに火を付け、燃焼が始まった時点で、もう一つドライアイスでふたをする。
- ⑤ 燃焼が終わってから中の状態を観察する。特に燃焼後の物質を割って観察する。

[実験の結果]

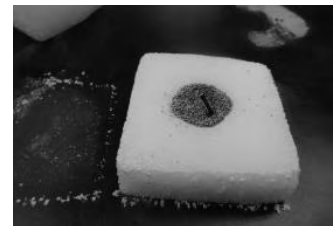
- ・マグネシウム粉末はドライアイスでふたをし、内部に酸素がない状態でも激しく燃焼する。
- ・燃焼後の物質の表面は白く、中を割ると黒色になっている。

[安全上の注意]

- ・ドライアイスを扱う時は、凍傷になる恐れがあるため、素手では触らない。
- ・燃焼時は、ドライアイスの隙間があると火花が出ることが多いので、観察する際は保護眼鏡を着用し、十分注意して実験を行う。

[指導のポイント]

- ・本実験は、安全面の考慮や思考の場面に時間を取るため、演示で行っても良い。
- ・ドライアイスを重ねる際にできるだけ隙間ができないように重ねる面を平らにしておく。



加熱前の様子



加熱中の様子



加熱後の様子

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果より、加熱後は黒色と白色の2種類の物質ができていることが分かる。マグネシウムの燃焼が進んだことと白色の物質ができていることから、酸化マグネシウムができたことが分かる。また、燃焼に二酸化炭素（ $\text{CO}_2$ ）の酸素原子（O）が使われたと考えると、炭素原子（C）が残るため、黒色の物質は炭素であると導き出すことができる。

本実験の後に、加熱後にできた炭素をバーナーなどで加熱すると、木炭と似たような燃え方をすることを確認したり、二酸化炭素を入れた集気びん内でマグネシウムリボンを燃やしたりして、この現象の検証をしてもよい。

また、この現象がマグネシウムの酸化と、二酸化炭素の還元が同時に起きている化学変化であることも理解しておく。

【課題解決の姿】二酸化炭素に含まれる酸素によってマグネシウムの燃焼が進み、加熱後に炭素と酸化マグネシウムができることを導き出している。

【課題】化学変化では、必ず熱が発生するのだろうか。

【実験⑨】化学かいろや簡易冷却パックを作り、熱の出入りを調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

今まで行ってきた様々な燃焼実験では多くの熱が発生していたことが分かる。また、鉄と硫黄の化合の際、加熱をやめても反応が進んだことから、化学変化では、必ず熱が発生するのだろうかという課題を設定し、様々な化学変化による温度変化について考えていく。そこで、身近な化学変化による熱の出入りを利用している化学かいろや簡易冷却パックを作り、調べていく。

### (2) 実験について

[主な準備物] **化学かいろ**：鉄粉、活性炭、紙袋（封筒など）、塩化ナトリウム、ろ紙、ビーカー

**簡易冷却パック**：水酸化バリウム、塩化アンモニウム、チャック付ビニル袋、ろ紙

[実験の手順（化学かいろ）]

- ① 鉄粉と活性炭の質量が2：1の割合になるように量り取る。
- ② 紙袋の中に、鉄粉と活性炭を入れる。
- ③ 紙袋の中に、飽和塩化ナトリウム水溶液をしみ込ませたろ紙を入れて、よく振る。

**別法** ビーカーに鉄粉と活性炭を入れ、塩化ナトリウム水溶液を数滴加え、ガラス棒で混ぜながら温度計を使って温度変化を調べる。



化学かいろ

[実験の手順（簡易冷却パック）]

- ① 水酸化バリウムと塩化アンモニウムの質量が3：1の割合になるように量り取る。
- ② チャック付ビニル袋の中に水酸化バリウムと塩化アンモニウムを入れる。
- ③ 水で濡らしたろ紙を袋の内側に貼り付け、チャックを閉じ、二つの物質をよく混ぜ合わせる。

**別法** ビーカーに水酸化バリウムと塩化アンモニウムを入れ、濡れたろ紙をかぶせる。ろ紙に温度計とガラス棒を入れる穴を開け、かき混ぜながら温度変化を調べる。



簡易冷却パック

[実験の結果]

- ・化学かいろは熱が発生し、温度が上昇する。
- ・簡易冷却パックは、周りから熱を吸収し、温度が低下する。また、袋を開けるとアンモニアの臭いを確認できる。

[安全上の注意]

- ・化学かいろは80℃近い温度まで上昇することがあるので、火傷に注意しながら混ぜる。
- ・簡易冷却パックではアンモニアが発生するため、袋のチャックをしっかりと閉じておく。また、袋内の気体の臭いを嗅ぐときは直接嗅がず、手で仰ぐようにする。

[指導のポイント]

- ・実験前に市販のかいろや簡易冷却パックの成分表を見て実験準備を考えてみるのも良い。
- ・化学かいろを作るときには、できるだけ新しい鉄粉や還元鉄を使用すると反応しやすい。

### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果より、化学変化の際に熱が発生する発熱反応や周りから熱を奪い、化学変化が進む吸熱反応があることを理解する。そして、市販の化学かいろはなぜ袋から取り出すと発熱するのかを考えることが重要である。また、第1学年に行った「亜鉛と薄い塩酸による水素発生」や「二酸化マンガンと薄い過酸化水素水による酸素発生」などの実験でも熱が発生していたことを確認し、既習の化学変化と結び付ける。また、本実験以外にも「水と酸化カルシウムを混ぜ合わせる発熱反応」や「炭酸水素ナトリウムとクエン酸を混ぜ合わせる吸熱反応」等がある。

【課題解決の姿】化学変化では、熱が発生し温度が上昇するだけでなく、周りから熱を吸収し温度が下がる反応があることを理解している。

【課題】化学変化の前後で、質量はどのように変化するのだろうか。

【実験⑩】物質を密閉された容器と開放された容器で化学変化を起こし、それぞれ前後の質量を調べる実験

### (1) 実験前の指導の手だて

第1学年で学習した状態変化では、「体積は変化するが質量は変化しない」ことを学習している。化学変化では体積だけではなく物質の性質も変化しているが、質量は変化しているかどうかを本実験で考えていく。事前に行ったスチールウールの燃焼実験で質量が増加したことや化学反応式やモデルで反応前後の原子の数を合わせる理由を想起しながら予想をしていくことが重要である。

### (2) 実験について

[主な準備物] ビーカー、保護眼鏡

方法Ⅰ：2.5%硫酸、2.5%水酸化バリウム水溶液

方法Ⅱ：炭酸水素ナトリウム、5%塩酸

方法Ⅲ：炭酸水素ナトリウム、5%塩酸、ペットボトル、小型試験管

[実験の手順（方法Ⅰ）]

- ① 2.5%硫酸と2.5%水酸化バリウム水溶液をそれぞれビーカーに入れ、質量を量る。
- ② 二つを混ぜ合わせてから、もう一度質量を量る。

[実験の手順（方法Ⅱ）]

- ① 炭酸水素ナトリウムと5%塩酸をそれぞれビーカーに入れ、質量を量る。
- ② 二つを混ぜ合わせてから、もう一度質量を量る。

[実験の手順（方法Ⅲ）]

- ① 5%塩酸を5cm<sup>3</sup>入れた小型試験管を炭酸水素ナトリウム1.5gが入った500mLペットボトルに入れ、質量を量る。
- ② ペットボトルのふたをしっかりと閉め、二つを混ぜ合わせてから、もう一度質量を量る。
- ③ ふたを開けてから、もう一度質量を量る。

[実験の結果]

- ・方法Ⅰは、白い沈殿物（硫酸バリウム）ができる化学変化が起こり、質量は変化しない。
- ・方法Ⅱは、二酸化炭素が発生する化学変化が起こり、質量は減る。
- ・方法Ⅲは、二酸化炭素が発生する化学変化が起こり、質量は変化しない。しかし、ふたを開けると質量が減る。

[安全上の注意]

- ・水溶液が皮膚に付かないように注意し、目に入らないように保護眼鏡を着用する。
- ・薬品を扱う際には、気体が過剰に発生しないよう、分量に気を付ける。

[指導のポイント]

- ・生徒が予想をする場面を設けたり、班やクラス内で結果や意見を交流したりすることによって、思考を深めていく。

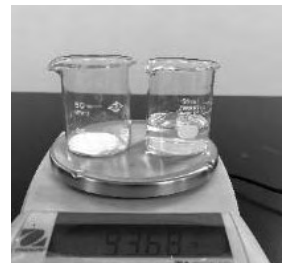
### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果より、気体が発生する化学変化を開放容器で行うと、その気体の分だけ、質量が減少するが、密閉容器で行うと、その気体の質量も含めた総量を測定しているため、質量が変化しない。このことから、「質量保存の法則」を導き出していく。方法Ⅲの化学変化後にペットボトルのふたを開けることで、質量が減ることや、空気中の酸素と結びつく化学変化を、開放・密閉両容器で行い、質量変化の違いをみることなどで、より理解が深まる。

【課題解決の姿】化学変化の前後で、その反応に関係している物質全体の質量は変化しないことを見いだしている。



方法Ⅰの様子



方法Ⅱの様子



方法Ⅲの様子

【課題】金属と化合する酸素の質量は、金属の質量とどのような関係にあるのだろうか。

### 【実験①】銅とマグネシウムを空気中で燃焼する実験

#### (1) 実験前の指導の手だて

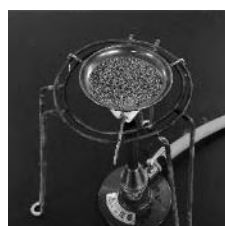
前時までに行っている燃焼実験より、金属は酸素と化合することによって質量が増加することは分かっている。そこで、結び付くことができる酸素の量には限界があるのか、また、その割合に規則性があるのかという新たな疑問をもって考えていく。ここではグラフ作成の技能が必要であり、グラフから規則性を導き出す力を身に付ける。また、規則性を導くためには複数のデータが必要となるため、班ごとに加熱する金属の質量を変え、データを交流する等の方法で行うと良い。

#### (2) 実験について

[主な準備物] 銅の粉末、マグネシウムの粉末、ステンレス皿、金属さじ、ガスバーナー、保護眼鏡、三脚、三角架、るつぼばさみ、金網

[実験の手順]

- ① 班ごとに質量を変えて銅、またはマグネシウムを量り取る。
- ② ステンレス皿のみの質量を量る。
- ③ 量り取った金属の粉末をステンレス皿に入れる。
- ④ 薄く広げて3～5分間加熱する。
- ⑤ よく冷やしてから、再び質量を量り、加熱した物質をよくかき混ぜる。
- ⑥ ④～⑤の操作を繰り返し、質量の変化を調べて「加熱回数と質量変化」のグラフAを作成する。
- ⑦ 銅とマグネシウムがそれぞれ酸素と化合し質量が一定になった時のデータを各班で交流し、「金属の質量と化合した酸素の質量」のグラフBを作成する。



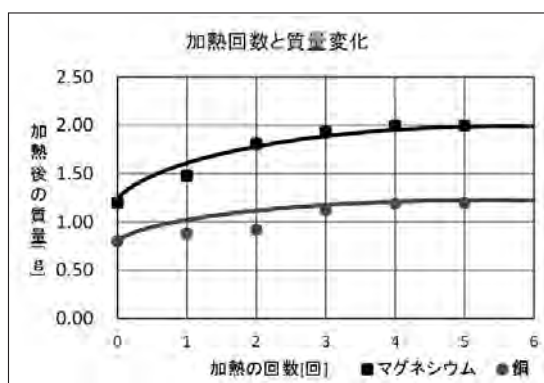
銅の加熱



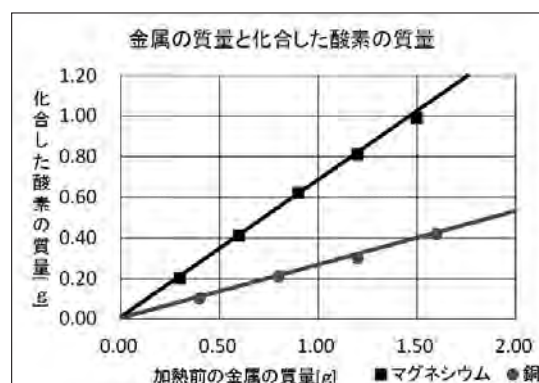
マグネシウムの加熱

※ステンレス皿は実験前に「から焼き」をしておき、ステンレス皿自体の質量変化が起こらないようにする。  
※マグネシウム粉の加熱は飛び散る可能性があるため、加熱時に金網を上からかぶせ、金網ごと測定する。

[実験の結果]



グラフA（結果例）



グラフB（結果例）

[安全上の注意]

- ・保護眼鏡を着用して実験を行う。

[指導のポイント]

- ・金属と化合する酸素の質量の関係が捉えられるように作成し、そこから規則性を読み取るようにする。

#### (3) 実験後の指導の手だて

本実験の結果を、班ごとにデータを交流し、グラフを作成する。グラフから銅、マグネシウムの質量、それぞれと結び付く酸素の質量との規則性を導き出していき。そして、それらが原子の質量の比（原子量）と関わりがあることを、周期表を見て確認することも効果がある。（酸素原子16、銅原子64、マグネシウム原子24）

【課題解決の姿】金属には酸素と結び付く限界の量があり、銅と酸素は約4：1、マグネシウムと酸素は約3：2という一定の割合で化合する規則性を導き出している。