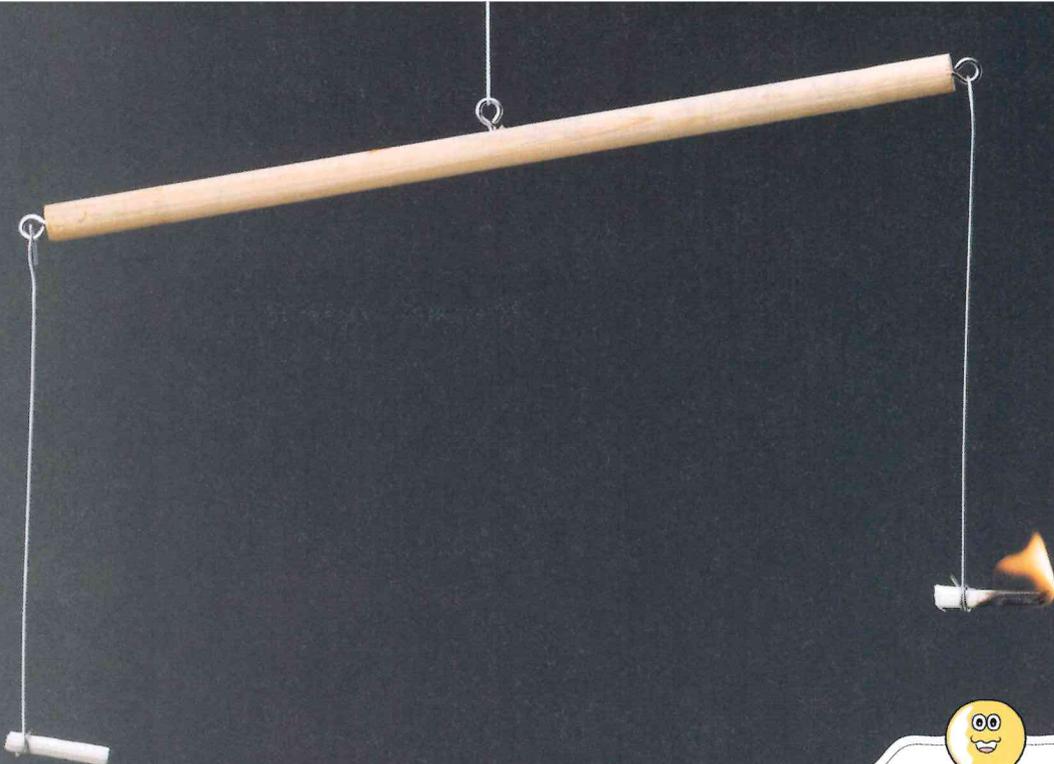


右の<sup>ちくへん</sup>木片を燃やす。

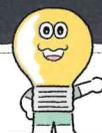


第 4 章

# 化学変化と物質の質量



スタート動画



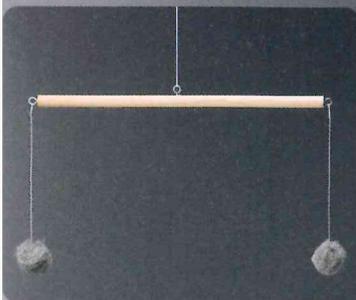
Before & After

学習前に書こう

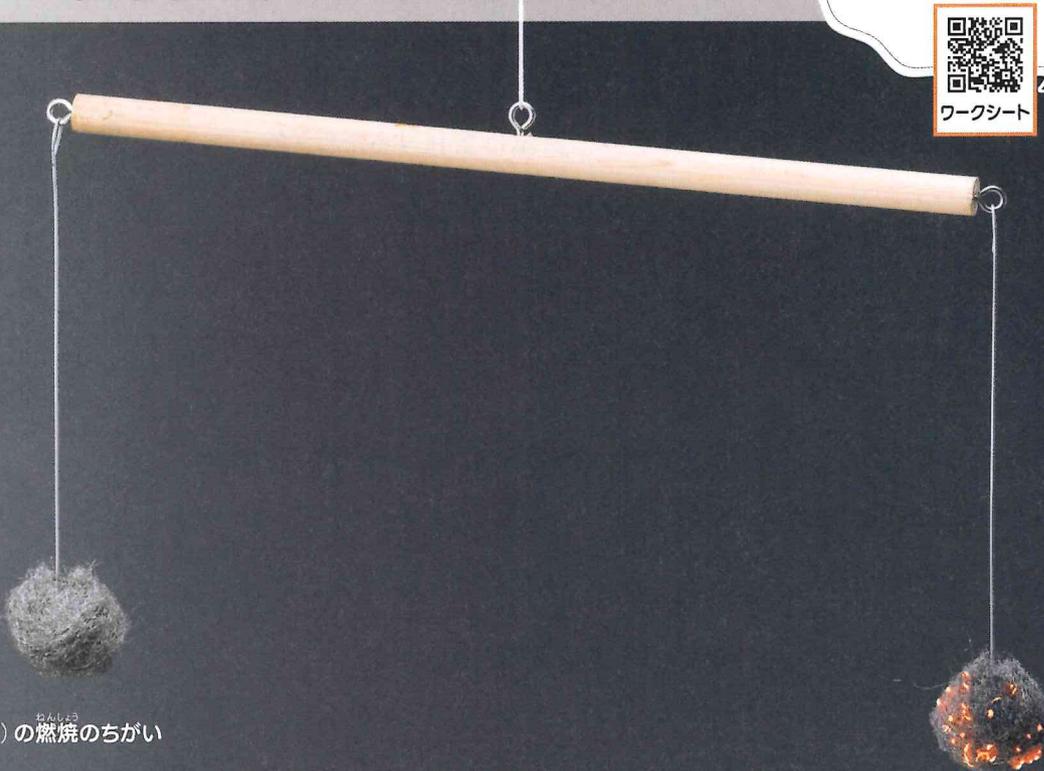
化学変化が起こると物質の質量は  
どうなるだろうか。



ワークシート



右の  
スチールウールを燃やす。



木片(上)とスチールウール(下)の<sup>おんしつ</sup>燃焼のちがい



# 1

## 化学変化と質量の変化

スチールウールを  
空気中で燃やすと、  
質量が大きくなったね。  
フラスコの中に  
鉄を閉じこめて燃やしても、  
フラスコ全体の  
質量は大きくなるかな。



スタート動画

図1

フラスコの中にスチールウールを閉じこめて燃焼させる

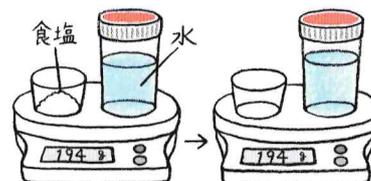
注意  

物質が水にとけるとときや状態変化をするときには、全体の質量は変化しない\*1。それでは、2つの物質が化学変化を起こすとき、その反応の前と後では、物質全体の質量は変化するだろうか。

### ★1 これまでに学んだこと

#### 物が水にとけるときの重さ → 小5

- 物と水を合わせた重さは、とける前とつけた後で変わらない。



5



化学変化が起こる前と後では、物質全体の質量はどうなるだろうか。

化学変化によって質量はどのように変化するか、実際に化学変化の前後で質量をはかってみよう。

仮説

### ？に対する自分の考えは？

化学変化の前後で、物質をつくる原子はどうなるか、原子・分子のモデルで考えよう。

化学変化の前後で、  
元素とそれぞれの  
原子の数は……。



10



**実験の目的** 化学変化が起こるとき、化学変化の前と後では、物質全体の質量が変化するかどうかを調べる。

## 実験の方法

注意



●水溶液が手についたり、目に入ったりしたときは、すぐに多量の水で洗い流す。

- 準備する物**
- うすい硫酸 (5%)
  - うすい塩化バリウム水溶液 (5%)
  - 炭酸水素ナトリウム
  - うすい塩酸 (5%)
  - 試験管
  - 電子てんびん
  - メスシリンダー
  - プラスチックのカップ (2)
  - プラスチックの密閉容器 (炭酸飲料用のペットボトルでもよい)
- P.294

### 実験 A

#### 沈殿ができる反応を調べる

- 1 うすい硫酸と、うすい塩化バリウム水溶液を別々のプラスチックのカップに入れ、いっしょに質量をはかる。
- 2 混ぜ合わせて、変化のようすを観察する。
- 3 反応後の全体の質量をはかり、結果を表にまとめる。



### 実験 B

#### 気体が発生する反応を調べる

- 1 プラスチックの密閉容器に、炭酸水素ナトリウム1.5 gと、うすい塩酸5 cm<sup>3</sup>を入れた試験管を入れ、ふたをしっかりと閉めて質量をはかる。  
① 薬品の量を正確にはかりとって実験する。
- 2 容器を傾けて、塩酸と炭酸水素ナトリウムを混ぜ合わせ、ようすを観察する。
- 3 反応後の質量をはかる。
- 4 容器のふたをゆっくりとあけ、もう一度ふたを閉めてから質量をはかり、③の結果と合わせて表にまとめる。



**結果の見方** ● 実験A、実験Bのそれぞれについて、化学変化が起こる前と後の質量を比べよう。

**考察のポイント** ● 化学変化が起こる前と後では、物質全体の質量はどうなるといえるか。

表1 実験6の結果の例 (反応前と反応後の全体の質量)

	反応前	反応後
実験A	130.79 g	130.79 g
実験B	35.53 g	35.53 g (3の操作)、35.43 g (4の操作)

実験から

実験6の実験Aでは、硫酸と塩化バリウム水溶液が反応して、硫酸バリウムの白い沈殿ができたが、反応の前後で全体の質量は変化しなかった。



実験6の実験Bでは、炭酸水素ナトリウムと塩酸が反応して、塩化ナトリウムと水、二酸化炭素が発生した。このときも、3の操作までは、反応の前後で全体の質量は変化しなかった。



これらの結果から、化学変化が起こっても、化学変化の前と後で物質全体の質量は変化しないと考えられる。

● 質量保存の法則

化学変化が起こる前と後では、物質全体の質量は変わらない。これを質量保存の法則といい、全ての化学変化に当てはまる。

化学変化の前と後では、物質をつくる原子の組み合わせは変化しても、原子が新しくできたり、なくなったりしないため、全体の元素とそれぞれの原子の数は変化しない★1。そのため、化学変化の前と後で質量も変わらない。

64ページの図1の実験で、反応後の質量は、右の図1のように、反応前の質量から変化していない。この化学変化も、密閉したフラスコの中で、鉄と酸素が結びついただけなので、鉄原子の数も酸素原子の数も変わらず、質量保存の法則に当てはまる。

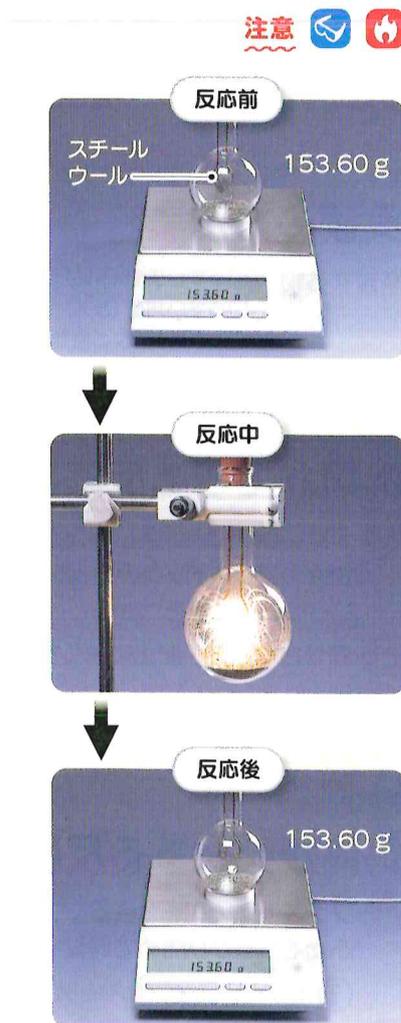
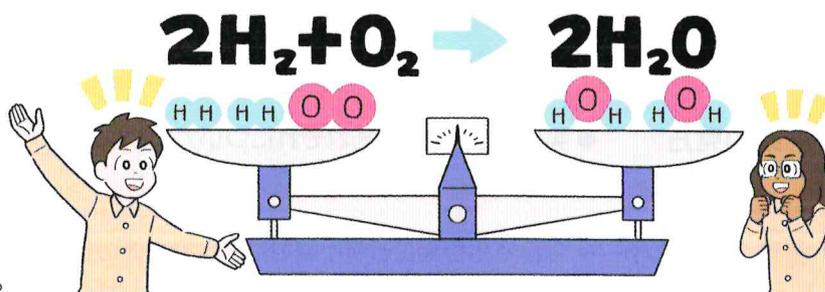


図1

64ページの図1の結果

密閉した状態でスチールウールを燃焼させると、反応の前後で質量は変化しない。

★1 化学反応式をつくるとき、矢印の左右で元素とそれぞれの原子の数をそろえるようにするのは、このような理由がある → P.44。



分析  
解釈

考察しよう

実験6の実験B④で化学変化が起こった後、容器のふたをあけてから質量を測定すると、質量が小さくなった。質量が小さくなった理由を考えよう。

理科の見方・考え方



原子・分子のモデルで考えよう。実験Bの化学変化の後にできる物質の1つは気体だね。

5 実験6の実験Bの③までのように、密閉して実験を行うと、発生した二酸化炭素は容器内に閉じこめられるため、反応の前後で全体の質量は変化しない。その後、容器のふたをあけると、二酸化炭素が容器の外に出ていくので、質量が小さくなる。

● 物理変化における質量の保存

10 図2 や 図3 のように、物質が水にとけることや物質が状態変化することを物理変化という。物理変化では、見た目や体積が変化しても、全体の質量は変化しない。これは、物質が水にとけたり、状態が変化したりしても、物質を構成する原子はふえたり、減ったりしないからである。

15 このように、質量保存の考え方は化学変化だけでなく、物理変化など、物質の変化のほぼ全てについてなり立つ。

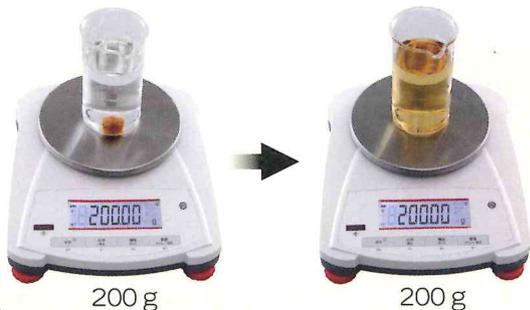
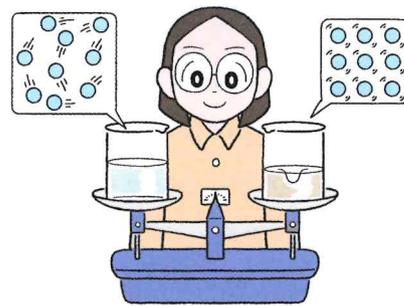


図2  
砂糖が水にとけるようす



図3  
ロウの状態変化(液体⇔固体)



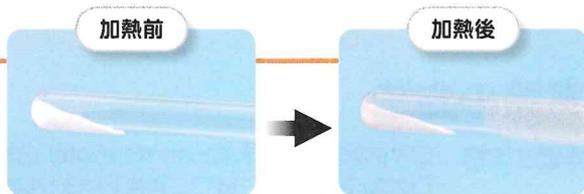
64ページの❓に対する自分の考えをまとめよう。

(使用するキーワード → 化学変化、質量)

活用

学びをいかして考えよう

20 17ページの実験1で、加熱前の炭酸水素ナトリウムと加熱後に残った炭酸ナトリウムの質量は、どちらが大きいか、もしくは、両方の質量は等しいか、考えよう。



# 2 化学変化する物質どうしの 質量の関係



図1のように、同じ質量の鉄とマグネシウムを酸化させたのに、それぞれの酸化物の質量がちがうのはなぜだろう。



スタート動画

図1

1.00 gの鉄(左)とマグネシウム(右)を酸化させたときの質量の変化

スチールウールを燃やしたときのように、金属を酸化させると、結びついた酸素の分だけ質量は大きくなる。それでは、決まった質量の金属と結びつく酸素の質量には限りがあるだろうか。

5

? 2種類の物質が結びつくとき、それぞれの物質の質量にはどのような関係があるだろうか。

## 実験 7

### 金属を熱したときの質量の変化



実験手順

**実験の目的** 金属を熱する前と熱した後の質量を調べ、金属と酸素が結びつくとき、それぞれの質量にはどのような関係があるかを見いだす。

#### 実験の方法

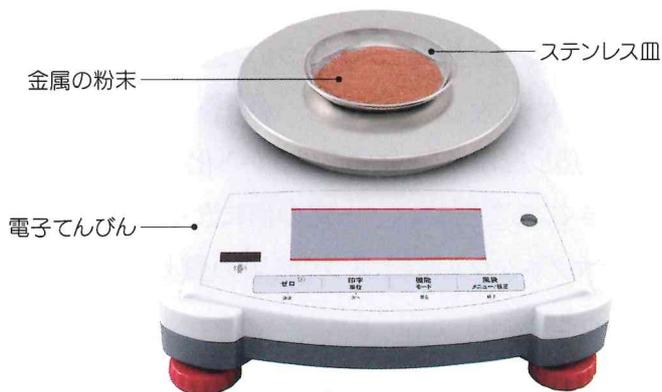
注意

**準備する物**  マグネシウム(粉末またはけずり状の物)  銅の粉末(新しい物)  電子てんびん  金属製の薬品さじ  ガスバーナー  三脚  三角架  ステンレス皿(いちど熱して冷やした物)(2)  りつばばさみ

ステップ 1

## 熱する前の質量をはかる

- 1 班ごとに熱する金属の質量を決める。  
① 0.4 g ~ 1.0 g の範囲にする。
- 2 ステンレス皿の質量をはかる。  
① ステンレス皿はきれいな物を使う。
- 3 ステンレス皿に金属の粉末をのせて質量をはかり、金属の粉末の正確な質量を求める。



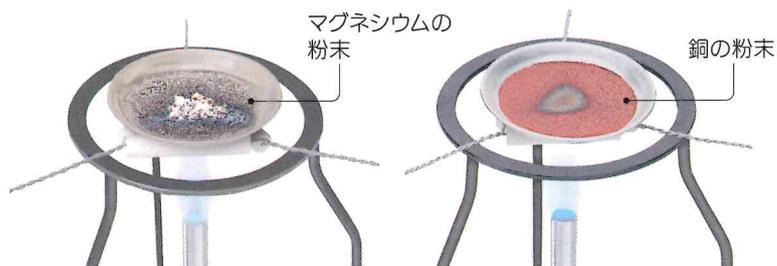
ステップ 2

## 熱してから質量をはかる

- 4 金属の粉末をステンレス皿全体にうすく広げて熱する。  
① 金属の粉末をうすく広げることで、じゅうぶんに空気中の酸素とふれられるようにする。  
② 初めは弱火で熱し、その後、強火にする。
- 5 よく冷やしてから、再び質量をはかり、熱した後の物質の質量を求める。

注意  

- ステンレス皿や三脚、ガスバーナーなどの加熱器具は熱くなっているので、やけどをしないように注意する。
- マグネシウムを加熱すると、強い光が出るので、近くで見つめたり、長く見続けたりしないようにする。



冷やして  
質量をはかる。

加熱する。

ステップ 3

## くり返して変化を調べる

- 6 ④ ~ ⑤ の操作をくり返して、質量の変化を調べる。  
① 薬品さじでかき混ぜた場合は、薬品さじについた粉末を、ステンレス皿の外に落とさないように注意する。



- ① ステンレス皿が冷えたことを確かめてから、質量をはかる。

ステップ 4

## 結果をグラフに表し、ほかの班と結果を比べる

- 7 ⑥ の結果を、横軸を熱した回数に、縦軸を熱した後の物質の質量にしてグラフで表す。
- 8 各班でつくったグラフをクラスで共有し、見比べる。

### 結果の見方

- 物質の質量は、熱する前と熱した後でどのように変化したか。

### 考察のポイント

- ステップ4から、一定の質量の金属と結びつく酸素の質量には限りがあるといえるか。
- 金属の質量を変えると、結びつく酸素の質量はどうなったか。

## 実験から

マグネシウムや銅などの金属を熱すると、結びついた酸素の分だけ質量が大きくなった。しかし、**図1**のグラフのように、熱し続けても、あるところから化合物の質量は大きくなることはなく、一定の値あたひになった。つまり、銅やマグネシウムに結びつく酸素の質量には限りがあるといえる。

それでは、もとの金属の質量と、金属と結びつく酸素の質量の間には、どのような決まりがあるだろうか。

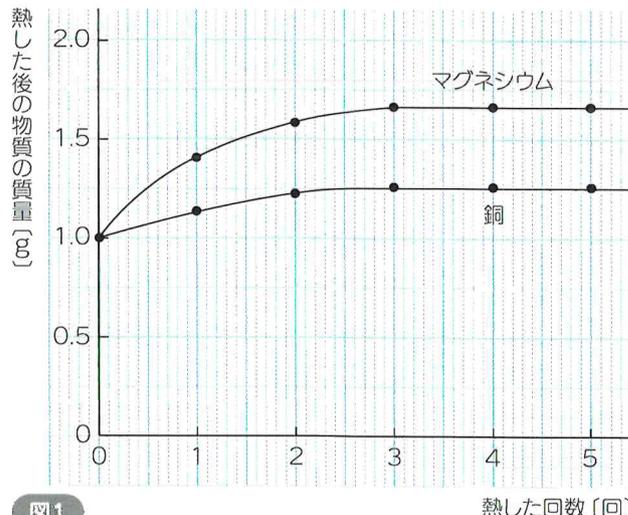


図1 マグネシウム (1.00 g) と銅 (1.00 g) の加熱回数と質量変化の例

## 分析 解釈

### データを読みとろう

ステップ4で各班がつくったグラフから、もとの金属の質量と、加熱後の物質の質量が一定になったときの質量を、次の表やグラフにまとめて、下の①、②について考えよう。

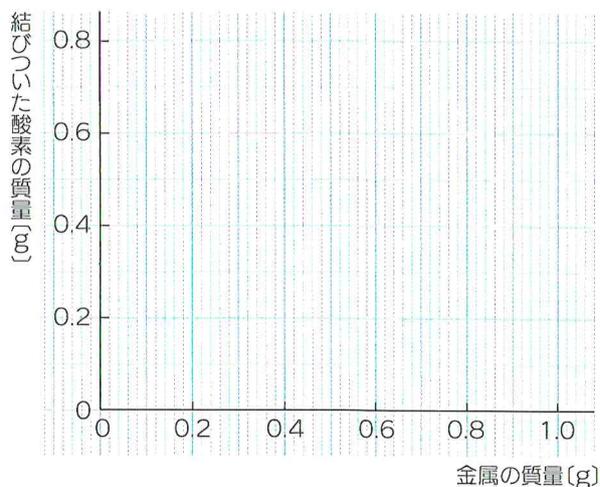
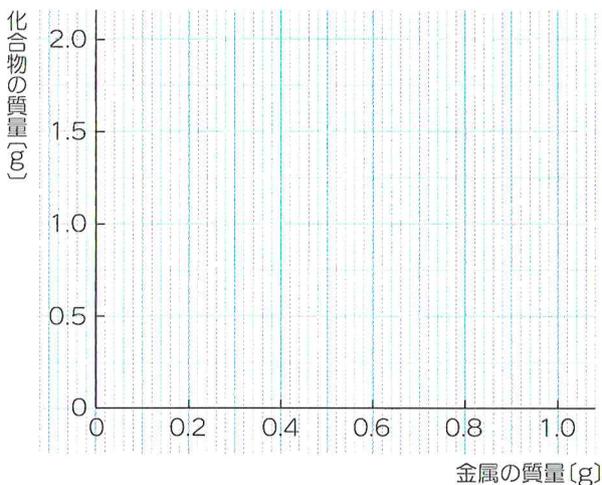
④ グラフのかき方は → P.296 を確認しよう。



シミュレーション

各班の結果		A	B	C	D	E	F	G
マグネシウムの質量 [g]	0							
酸化マグネシウムの質量 [g]	0							
結びついた酸素の質量 [g]	0							

各班の結果		A	B	C	D	E	F	G
銅の質量 [g]	0							
酸化銅の質量 [g]	0							
結びついた酸素の質量 [g]	0							



- ① もとの金属の質量と、化合物の質量の間には、どのような決まりがあるだろうか。
- ② もとの金属の質量と、結びついた酸素の質量の間には、何か決まりがあるだろうか。

表1 金属の質量と化合物の質量、結びついた酸素の質量の結果の例

各班の結果		A	B	C	D	E	F	G
マグネシウムの質量 [g]	0	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
酸化マグネシウムの質量 [g]	0	0.66	0.82	0.99	1.16	1.32	1.49	1.66
結びついた酸素の質量 [g]	0	0.26	0.32	0.39	0.46	0.52	0.59	0.66

各班の結果		A	B	C	D	E	F	G
銅の質量 [g]	0	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
酸化銅の質量 [g]	0	0.50	0.62	0.75	0.87	1.00	1.12	1.25
結びついた酸素の質量 [g]	0	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.22	0.25

● 化学変化する物質どうしの質量の割合

図3 のグラフから、もとの金属の質量と結びついた酸素の質量が、比例していることがわかる。銅と酸素が結びついて酸化銅ができる場合、銅粉0.8 gに酸素が0.2 g結びついているので、銅と酸素の質量の比は4:1になる\*1。また、酸化マグネシウムの場合、マグネシウムと酸素の質量の比は3:2になる。このように、AとBの2種類の物質が結びつく場合、物質Aと物質Bは、いつも一定の質量の比で結びつく。結びつく物質Aと物質Bで、一方に質量の過不足があるときは、多い方の物質が、結びつかないで残る。

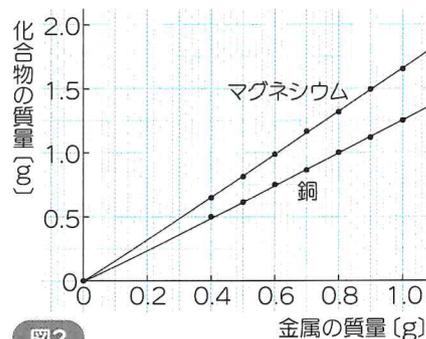


図2 金属の質量と化合物の質量

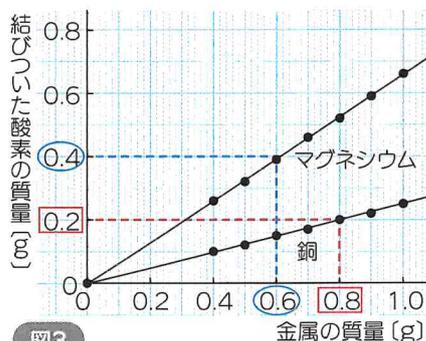


図3 金属の質量と結びついた酸素の質量

ふり  
返り

探究をふり返ろう

図2 のグラフではなく、図3 のグラフをもとに考察したのはなぜか、説明しよう。

マグネシウムと酸素はなぜ3:2になるのかな。



!

68ページの(?)に対する自分の考えをまとめよう。

(使用するキーワード→2種類の物質が結びつくとき、質量、比)

活用

学びをいかして考えよう

酸化銅1.50 gにじゅうぶん量の炭素を加えて、57ページの実験5と同じ方法で、酸化銅から銅をとり出したい。どのくらいの質量の銅がとり出せるか、考えよう。

★1 数学で学んだこと

比例式の利用 →中1

- 比が等しいことを表す式を比例式といい、いっぽんに、 $a:b=m:n$ では、次がなり立つ。 $a:b=m:n$ ならば  $an=bm$



他教科の内容

理科の見方・考え方



銅と酸素が結びつく質量の比に着目して考えよう。

## 物質の質量の比と原子の質量の比

71ページの説明から、金属と酸素が結びつくとき、両者の質量の比は、金属が銅の場合は4:1、マグネシウムの場合は3:2になることがわかった。質量の比にちがいがあるのはなぜだろうか。

原子は種類によって質量が決まっている。10、11ページの周期表には、その原子のおよその質量の比である原子量が示されており、銅は約64、マグネシウムは約24、酸素は16である。それぞれ結びつく原子の質量の比を比べてみると、下のようになる。

銅と酸素の質量の比は  $64:16=4:1$

マグネシウムと酸素の質量の比は  $24:16=3:2$

このように、結びつく金属と酸素の質量の比と、それぞれの原子1個の質量の比が等しくなる。

これらの比が等しくなるのは、どちらも、金属原子と酸素原子が1:1の比で結びつく物質だからである。この場合、金属や酸素の量を少なくして、原子を1個ずつにすると、その比は金属原子1個と酸素原子1個の質量の比になる。

物質の質量の比と原子の質量の比の例

銅 4g : 酸素 1g

銅原子の質量 4 : 酸素原子の質量 1

5  
10  
15

### 章末

### 学んだことをチェックしよう



#### 1 化学変化と質量の変化 →P.66

化学変化が起こる前と後で物質全体の質量が変わらないことを( )という。

#### 2 化学変化する物質どうしの質量の関係 →P.71

AとBの2種類の物質が結びつくとき、物質Aと物質Bの質量にはどのような関係があるか。

### 学びを生活や社会に広げよう

ロケットの打ち上げには、液体水素と液体酸素の化学変化を利用する物がある。このロケットの発射時に、質量 $x$ の液体水素と質量 $y$ の液体酸素が反応して、質量 $z$ の水蒸気ができたとすると、 $x$ と $y$ と $z$ の間にはどのような関係があるか。言葉や式で表そう。

自分の考えをノートに書こう



学習前と比べて自分の考えがどう変わったかな。

Before & After  
学習後も書こう

化学変化が起こると物質の質量はどうなるだろうか。