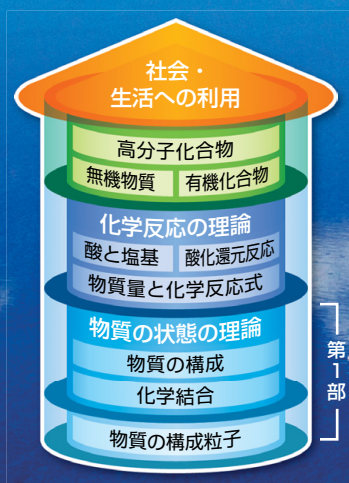


第1部

物質の構成



第1章 物質の構成 22

第2章 物質の構成粒子 40

第3章 化学結合 60

Advanced Study 98

探究活動 100



地球上には自然がつくったすばらしい光景がある。

南アメリカのボリビアに、四国地方の半分ほどの面積の広大な土地に塩の結晶が堆積してできたウユニ塩原がある。何万年もかかってできたウユニ塩原の土地は水平で、雨が降って水が1～2 cm程度の深さで広がると、鏡のようになって空を映し出す。

ウユニ塩原の塩にはリチウムが大量に含まれている。リチウムはリチウムイオン電池の原料としても重要であり、資源として注目を集めている。

第1部では、原子の構造や種類、化学結合、イオンや分子など、物質を理解していくための基礎を詳しく学習する。



ウユニ塩原（ボリビア）

地球上に存在するものは、様々な物質の混合物である。人類はこれらの物質について研究し、活用してきた。序章で学んだように、石油を分離・精製してプラスチックや繊維をつくり出したり、燃料にしたりするのもその一例である。

この章では、化学の学習の基礎となる物質の分類や分離・精製法、物質の成分や状態変化について学ぼう。



第 1 節

純物質と混合物

10

A 純物質と混合物

復習

私たちの身のまわりの物質は、純物質と混合物に分類できる。

純物質 pure substance は、1種類の物質のみでできたものである。例えば、酸素や二酸化炭素、水、塩化ナトリウム、鉄などは純物質である。

一方、**混合物** mixture は、2種類以上の純物質が混じったものである。例えば、空気は、窒素や酸素、アルゴン、二酸化炭素などが混じった混合物であり、海水は、水に塩化ナトリウムや塩化マグネシウムなどが溶けた混合物である。岩石や石油など、自然界に存在するものの多くは混合物である。

15

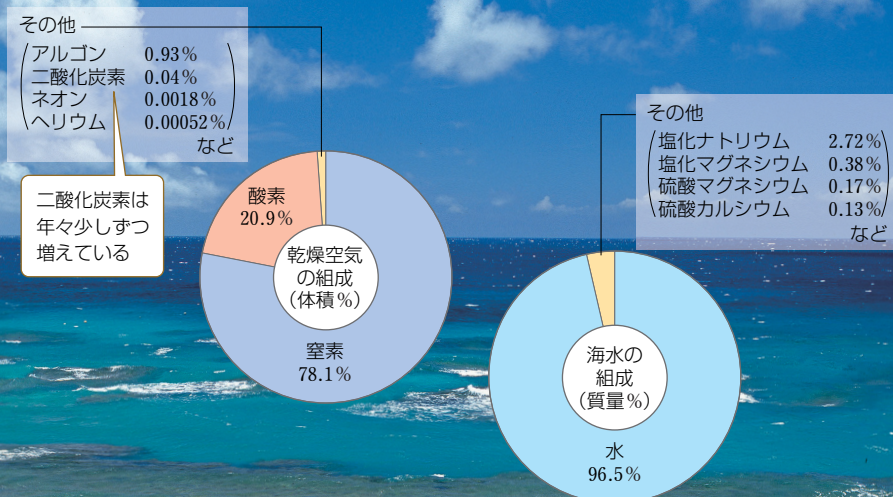
→ p.23 図1

物質	純物質	(例) 窒素, 酸素, 二酸化炭素, 水, 鉄, 銅, 塩化ナトリウム, 塩化水素, エタノール
	混合物	(例) 空気, 海水, 岩石, 石油, 塩化ナトリウム水溶液, 塩酸(塩化水素の水溶液)

20

問1 次の各物質を純物質と混合物に分類し、番号で答えよ。

- (1) 金 (2) 水素 (3) 砂糖水 (4) 水酸化ナトリウム



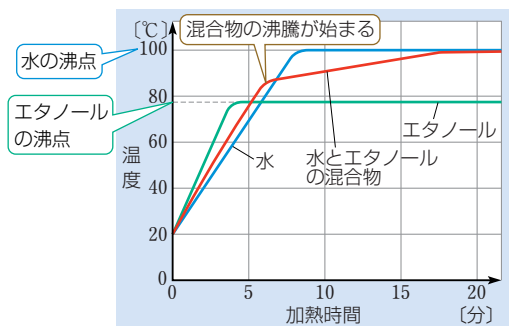
①図1 乾燥空気や海水に含まれる成分

純物質と混合物の性質

復習

純物質では、**融点** や **沸点**、**密度** などがそれぞれの物質ごとに一定の値となる。これに対して混合物では、混じっている物質の種類やその割合により、これらの値が変化する。

例えば、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (1013 hPa, 標準大気圧)のもとで、水の沸点は 100°C 、エタノールの沸点は 78°C と一定である。しかし、水とエタノールの混合物では、混合する割合によって、沸点がおよそ $80 \sim 100^\circ\text{C}$ の範囲で変化する。



融点：固体がとけて液体になる温度。
m.p. と表すことがある。

凝固点：液体が固まって固体になる温度。
(純物質では、融点＝凝固点)

沸点：液体が沸騰する温度。
b.p. と表すことがある。

密度：単位体積当たりの物質の質量。

$$\text{密度} [\text{g}/\text{cm}^3] = \frac{\text{質量} [\text{g}]}{\text{体積} [\text{cm}^3]}$$

②図2 水とエタノールの混合物を加熱したときの温度変化の例

水やエタノールは純物質なので、沸騰が始まると温度は一定になる(沸点)。しかし、水とエタノールの混合物では、沸騰が始まっても温度は一定にならず、上がっていく。これは、混合物中のエタノールが先に蒸発して減少し、両者の割合が変化していくためである。

B 物質の分離・精製法

混合物では、ろ過や蒸留などの操作によって、その中に混じっている純物質を別々に取り出すことができる。混合物から純物質を取り出す操作を **分離** separation **精製** purification **という。混合物の分離は、一般に、混合物中の各純物質の沸点や融点、水への溶解度などの物理的な性質の違いを利用して行う。**

物質の分離・精製法には、次のような方法がある。

復習

《ろ過》 固体と液体の混合物から、ろ紙などを用いて固体を分離する操作を **ろ過** filtration **といい、通過した液体を** **ろ液** filtrate **という。**

一般に、液体はろ紙などの繊維の隙間を通過するが、隙間より大きい固体は通過できないため、これらを分離できる。

ろ過は、溶液中に溶けきれずに残った物質(沈殿)を分離するときなどに行う。



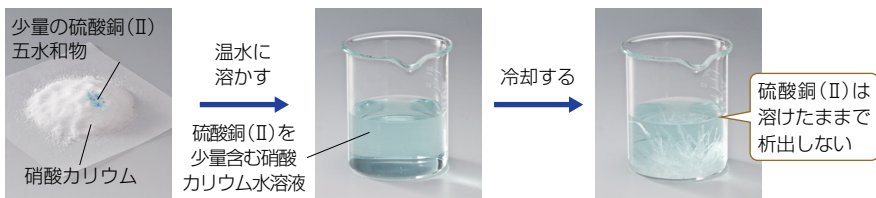
①図3 ろ過(→p.230)

復習

《再結晶》 少量の不純物を含む物質を溶媒(水など)に溶かし、温度などによる溶解度の変化を利用して、純物質のみを結晶として析出させる操作を **再結晶** recrystallization **という。**

例えば、白色の硝酸カリウムに不純物として青色の硫酸銅(Ⅱ)五水和物が少量含まれている場合、この混合物をすべて温水に溶かした後、冷却していく。すると、溶けきれなくなった硝酸カリウムのみが結晶として析出するので、これをろ過すると、純粋な硝酸カリウムを分離できる。

溶 質：水などの溶媒に溶けている物質。
溶 媒：水など、溶質を溶かす液体。
溶 液：溶質が溶媒に溶けた液体。
溶媒が水の溶液を水溶液という。
溶解度：溶媒 100 g に溶ける溶質の最大質量[g]。
→p.122

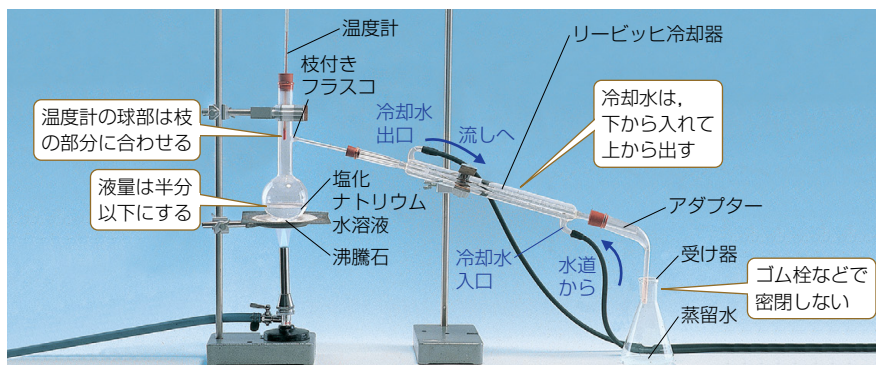


①図4 再結晶

《蒸留と分留》 固体が溶けた溶液や、液体どうしの混合物を加熱して沸騰させ、その蒸気を冷却して沸点の低い成分を分離する操作を^{じょうりゅう}蒸留^{distillation}という。蒸留は、塩化ナトリウム水溶液から水(蒸留水)を取り出すときのように、各成分の沸点の差が大きい混合物から、特定の純物質を分離するときに行う。



①図5 香料の製造
植物などから香料を製造するとき、蒸留を利用することがある。



①図6 蒸留(塩化ナトリウム水溶液から水を取り出す場合)

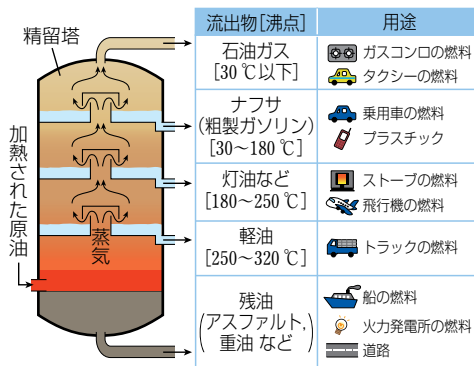
沸点の異なる2種類以上の液体を含む混合物を蒸留によって分離する操作を特に^{ぶんりゅう}分留^{fractional distillation}(分別蒸留)という。分留は、原油を沸点の近い成分ごとに分けたり、液体空気を酸素や窒素に分けるときなどに利用される。

参考 工業

原油の分留

原油は、製油所の精留塔で、分留によって石油ガスやナフサ(粗製ガソリン)、灯油、軽油、残油などに分けられる。

加熱された原油は蒸気となり、精留塔内部を上昇する。塔の内部には数十段のトレーがあり、上部ほど温度が低い。沸点の高い物質は塔の下部で、沸点の低い物質は上部で、液体となってそれぞれトレーに分離される。



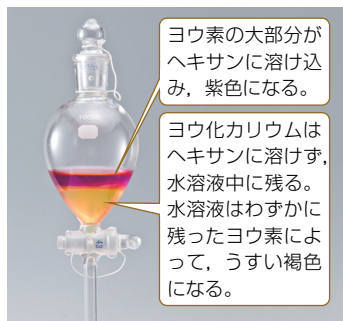
①図 原油の分留

《抽出》 溶解度は、溶媒や溶質の種類によって異なる。この溶解度の差を利用して、混合物から特定の物質のみを溶かし出す操作を抽出ちゅうしゅつ extraction という。溶液中の物質を抽出する場合には、分液ろうとぶんえきき separatory funnel を用いることが多い。
→図 8



①図 7 紅茶の抽出

5



ヨウ素とヨウ化カリウムの混合水溶液(ヨウ素溶液)に、ヘキサンを加える。ヘキサンは有機物で、水より密度が小さく、水と混じりにくい液体である。

ヨウ素は水よりヘキサンに溶けやすいので、ヨウ素がヘキサンに溶け込む。上層のヘキサンを取り出し、ヨウ素を分離する。

10

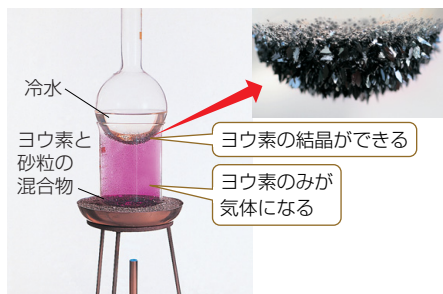
①図 8 分液ろうとを用いた抽出

《昇華法》 固体が液体を経ずに気体に変化することを昇華しょうか sublimation という。固体の混合物中に昇華しやすい(昇華性)物質が含まれるとき、加熱や減圧などの方法によってその物質のみを気体にし、再び固体に戻すことで分離することができる。この変化を利用して物質を分離する操作を昇華法という。

15

例えば、砂粒が混入したヨウ素を穏やかに温めると、ヨウ素のみが昇華して気体となる。その気体を冷水の入った容器などに触れさせて冷却すると、ヨウ素の結晶を取り出すことができる。

→図 9



①図 9 昇華法

20

《クロマトグラフィー》 種々の成分を含む混合物を、適当な溶媒とともにろ紙やシリカゲルの中を移動させると、各成分が少しずつ分離していく。これは、成分によってろ紙などに吸着する力が違うことなどで、移動速度に違いが生じるためである。このような現象を利用して、物質を分離する操作を**クロマトグラフィー** (chromatography) という。

クロマトグラフィーにはいくつかの種類があり、ろ紙を用いる方法を特に**ペーパークロマトグラフィー** (paper chromatography) という。

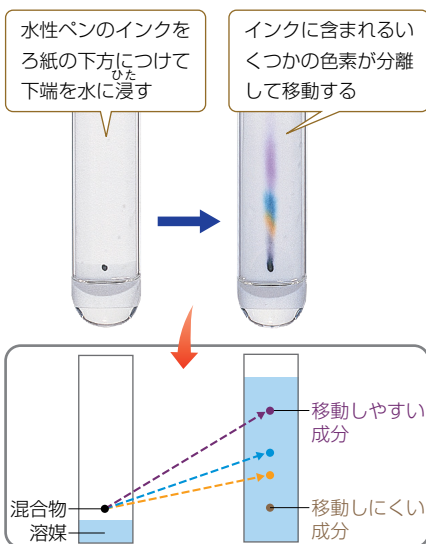


図10 ペーパークロマトグラフィー

参考

研究

いろいろなクロマトグラフィー

《**薄層クロマトグラフィー** (TLC)》 (thin-layer chromatography) ガラス板などに塗ったシリカゲルなどの吸着剤に混合物をつけ、吸着剤の端を適当な溶媒に浸して分離する。

《**カラムクロマトグラフィー**》 (column chromatography) シリカゲルなどの吸着剤をつめたガラス管(カラム)の上部から、適当な溶媒とともに混合物を流して分離する。

《**高速液体クロマトグラフィー** (HPLC)》 (high performance liquid chromatography) 混合物を流す溶媒に一定の圧力をかけ、吸着剤の中を高速で移動させて分離する。

《**ガスクロマトグラフィー** (GC)》 (gas chromatography) 気体または揮発性(気体になりやすい)成分からなる混合物を気体にし、ヘリウムやアルゴンなどの気体とともに吸着剤の中を移動させて分離する。



図1 カラムクロマトグラフィー

整理

様々な分離・精製法と原理

分離・精製法	原理
ろ過	ろ紙の目と粒子の大きさの大小
再結晶	温度などによる溶解度の変化
蒸留・分留	沸点の違い
抽出	溶媒に対する溶解度の違い
昇華法	昇華性の有無
クロマトグラフィー	ろ紙などへの吸着力の違い

A 化合物・単体・元素

化合物と単体

復習

図 11 のような装置で、水に直流電圧をかけ
て電気分解(電解)すると、水素と酸素の気体が
electrolysis ⇒発展 p.194, 196
2:1 の体積比で生じる。しかし、水素や酸素
は、それ以上別の物質に分解できない。

水のように、2 種類以上の物質に分解できる
物質を **化合物** という。一方、水素や酸素のよ
compound
うに、それ以上、別の物質に分解できない物質
を **単体** という。
simple substance

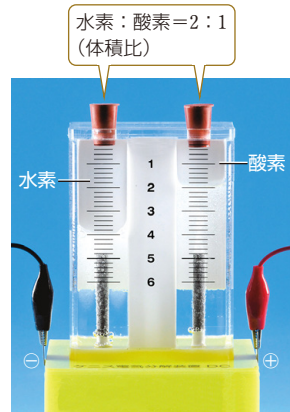


図 11
電解装置による水の分解

元素

復習

自然界には多くの種類の原子が存在している。物質は、原子または原子
からできた分子やイオンなどの粒子でできている。物質を構成する原子の
種類を **元素** といい、現在 120 種類近くの元素が知られている^①。各元素
element ⇒ p.42
は、ラテン語の頭文字などに由来する **元素記号** で表される。
symbol of element ⇒表 1, 前後見返し

単体 は 1 種類の元素のみでできた物質であり、**化合物** は 2 種類以上の
元素でできた物質である。

表 1 元素記号とその語源

元素記号は、大文字 1 字、または大文字 1 字と小文字 1 字で示す。

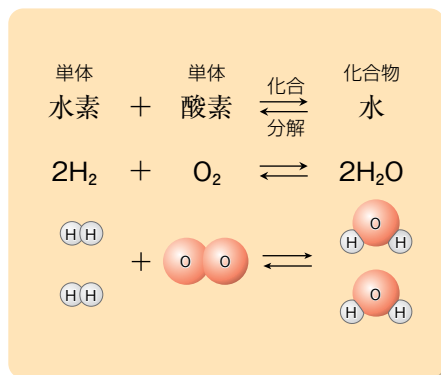
元素	元素記号 ラテン語名	語源	元素	元素記号 ラテン語名	語源
水素	H Hydrogenium	水をつくる	金	Au Aurum	光, 輝き
酸素	O Oxygenium	酸をつくる	銀	Ag Argentum	光り輝く
窒素	N Nitrogenium	硝石をつくる	銅	Cu Cuprum	キプロス島 (銅の産地)
炭素	C Carboneum	炭	鉄	Fe Ferrum	強固
塩素	Cl Chlorum	黄緑色	アルミ ニウム	Al Aluminium	ミョウバン

+プラス

① 現在知られている元素のうちおよそ 90 種類は自然界に存在し、他は人工的につくられたものである。

単体と元素は同じ名称でよばれることが多いが、単体は実際に存在する物質を示し、元素は物質の構成成分を示す。

例えば、「水を電気分解すると、水素と酸素ができる」という場合の「水素」や「酸素」は、それぞれ気体として実際に存在し、単体を示している。一方、「水は水素と酸素からできている」という場合の「水素」や「酸素」は、水の構成成分であり、元素の意味で使われている。



①図 12 水素と酸素の化合

水素と酸素の気体を混合して点火すると、水が生じる。塩化コバルト紙は水に触れると青色から赤色に変化する。

問 2

次の文中の下線部は、元素、単体のどちらを表しているか、それぞれ答えよ。

- (1) 砂糖は、炭素や水素、酸素でできた物質である。
- (2) 乾燥空気の体積の約 78 % は窒素である。
- (3) 食塩にはナトリウムが含まれている。



整理

単体と化合物

純物質

単 体：1 種類の元素のみからなる物質

(化学式(⇒ p.48)は、1 種類の元素記号で表される)

＝別の物質に分解できない物質

(例)水素 H_2 、酸素 O_2 、黒鉛 C 、銅 Cu

化合物：2 種類以上の元素からなる物質

(化学式は、2 種類以上の元素記号で表される)

＝2 種類以上の物質に分解できる物質

(例)水 H_2O 、塩化ナトリウム NaCl 、硫酸 H_2SO_4

同素体

同じ1種類の元素でできていながら、性質の異なる単体が存在することがある。これらを互いに **同素体** allotrope という。




例えば、ダイヤモンドと黒鉛(グラファイト)はどちらも炭素Cでできた単体であり、互いに同素体である。これらは原子の結びつき方が違うため、色や硬さ、密度などの性質が異なる。

この他、硫黄Sの同素体には、斜方硫黄^{しゃほう}や単斜硫黄^{たんしゃ}、ゴム状硫黄がある。また、酸素Oの同素体には酸素O₂とオゾンO₃が、リンPの同素体には黄リン^{おう}^①と赤リン^{せき}がある。

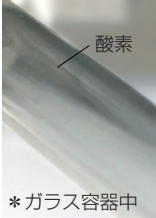

炭素 C^②

ダイヤモンド	黒鉛	フラーレン
		
無色透明 硬い 電気を通さない	灰黒色 やわらかい 電気を通す	黒～褐色 有機溶媒に可溶

硫黄 S

斜方硫黄	単斜硫黄	ゴム状硫黄
		
黄色・塊状 常温で安定 融点 113℃	淡黄色・針状 融点 119℃	黄色～褐色・ゴム状

酸素 O

酸素	オゾン
	
* ガラス容器中 無色 無臭 沸点 -183℃	* ガラス容器中 淡青色 特異臭 沸点 -111℃

リン P

黄リン	赤リン
	
* 水中に保存 無～淡黄色 猛毒 密度 1.82 g/cm ³ 自然発火する	赤褐色 ほぼ無毒 密度 2.2 g/cm ³

①図 13 同素体の例とその性質

10

+プラス

① 黄リンは白リンともいう。

② 炭素の同素体には、管状構造のカーボンナノチューブ(➡p.17)などもある。

成分元素の検出

物質を構成する元素は、特有の性質や化学反応を示す。したがって、元素に特有な性質や反応を調べると、物質に含まれる元素の種類がわかる。

→ p.33 実験 1

《炎色反応》 塩化ナトリウム水溶液

を白金線の先端につけてガスバーナーの外炎(酸化炎)に入れると、炎が黄色になる。このように、ある種の元素を含む物質を炎の中に入れると、炎がその元素特有の色を示すことがあり、これを **炎色反応** という。炎色反応の色は元素によって異なり、その色から物質中に含まれている元素を検出できる。

→ p.229

えんしよくはんのう

flame reaction

→ 図 15



① 図 14 打ち上げ花火

花火の色は炎色反応によるものである。

リチウム Li	ナトリウム Na	カリウム K	カルシウム Ca	ストロンチウム Sr	バリウム Ba	銅 Cu
赤色	黄色	赤紫色	橙赤色	深赤色	黄緑色	青緑色

① 図 15 炎色反応 炎色反応は特定の元素で起こる。炎色反応を示さない元素も多い。

やってみよう 1 いろいろな炎色反応を観察しよう。



やってみよう 1

炎色反応



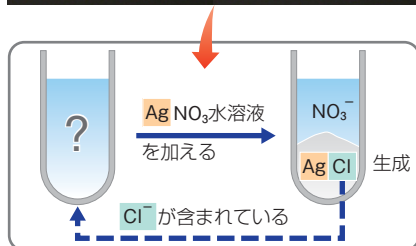
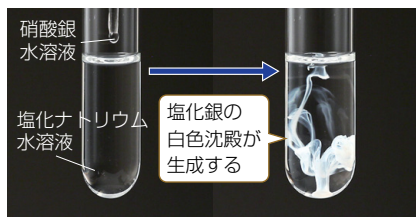
保護眼鏡をかけ、やけどに注意する。また、風通しのよいところで行う。

- 図 15 の元素を含む化合物を別々の試験管に葉さじ (小) 1 杯ずつ入れ、水を試験管の $\frac{1}{5}$ 程度加えて溶かす。
- 白金線の先端を、塩酸と蒸留水で繰り返し洗い、ガスバーナーの外炎(酸化炎)に入れて炎に色がつかないことを確認する。
- ②の白金線の先端に①の水溶液をつけて、ガスバーナーの外炎に入れる。



《沈殿生成による検出》 溶媒に溶けきれずに、濁りを生じたり、底に沈んだりする固体を沈殿^{ちんでん}という。例えば、塩化ナトリウム水溶液に硝酸銀^{しょうきんぎん}水溶液を加えると、白色の沈殿が生じる。これは、塩化ナトリウム中の塩化物イオン Cl^- と硝酸銀中の銀イオン Ag^+ が反応し、水に溶けにくい塩化銀 AgCl が生じたため、塩化物イオンを含む物質に特有の反応である。

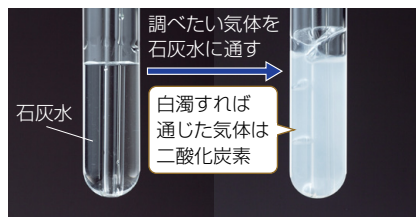
このように、特定の元素を含む物質どうしが反応して沈殿が生じることを利用すると、物質中に含まれる元素を検出できる。



①図 16 塩化銀の生成による塩化物イオンの検出

《気体の発生による検出》 大理石に塩酸を加えると気体が発生する。この気体を石灰水(水酸化カルシウム水溶液)に通すと、炭酸カルシウムの白色沈殿が生じる。この変化から、発生した気体は二酸化炭素で、大理石の中に二酸化炭素の成分である炭素 C が含まれることがわかる。

このように、特定の反応によって発生する気体を調べることで、元の物質に含まれる元素を検出できる。



①図 17 炭酸カルシウムの生成による二酸化炭素の検出

整理

成分元素の検出

炎色反応：特定の元素を含む物質を炎に入れると、炎が特有の色になる。

Li …赤色、 Na …黄色、 K …赤紫色、 Ca …橙赤色、 Sr …深赤色、 Ba …黄緑色、 Cu …青緑色

塩素の検出…水溶液に硝酸銀水溶液を加えると白色沈殿が生じる。

炭素の検出…反応によって発生した気体を石灰水に通すと白色沈殿が生じる。

実験 1 大理石の成分元素を調べてみよう。



実験 1

大理石の成分元素

p.31, 32

第1章

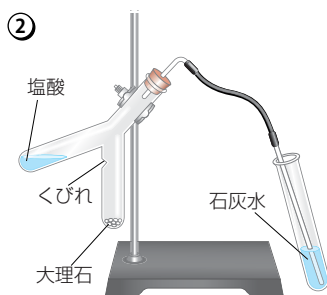
目的 物質は、それぞれ特有の性質を示し、特有の化学反応を起こす。これらを利用して、物質の構成元素を推定できる。ここでは、大理石を用いてその成分元素を調べてみる。

準備 砕いた大理石、希塩酸(うすい塩酸)、石灰水、電子てんびん、二また試験管、駒込ピペット、気体誘導管(ゴム栓、ゴム管、ガラス管)、スタンド、白金線、ガスバーナー、着火器具

! 試料の微粉末が眼に入らないように注意する。アルカリ性(塩基性)の石灰水を使うので保護眼鏡をかける。

操作 ① 二また試験管のくびれのあるほうに大理石 0.5 g、他方に塩酸 5 mL を入れ、気体誘導管をつける。

② 二また試験管を傾けて塩酸を大理石側に注ぎ、徐々に反応させる。気体が発生したら気体を石灰水中に通じる。



初めのうちは二また試験管に入っていた空気が出てくるので反応しない

③ 白金線は、あらかじめ塩酸と蒸留水で繰り返し洗い、ガスバーナーの外炎(酸化炎)に入れて炎に色がつかないことを確認しておく。気体の発生が終了した後、二また試験管内の水溶液を白金線の先につける。

④ ガスバーナーの外炎に③の白金線を入れ、炎の色を見る(炎色反応)。

結果と考察 ① ②で、石灰水はどのように変化したか。また、このような変化から、発生した気体は何と考えられるか。

② ④の炎は何色になったか。また、この炎の色からどのような元素の存在が考えられるか。

③ ①、②より、大理石の成分元素として、どのような元素が考えられるか。

発展実験 チョーク、卵の殻、石灰石、貝殻、珊瑚、ベーキングパウダー(炭酸水素ナトリウムを含む)などで同様の実験を計画し、行ってみよう。



①図 炭酸カルシウムが主成分で自然界に存在するもの

A 粒子の熱運動

拡散

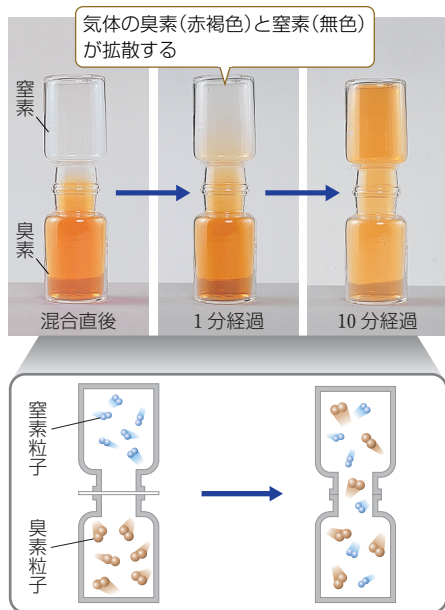
水性インク 1 滴を水に落とすと、水中にインクの色が自然に広がっていく。また、気体の臭素(赤褐色)^①と窒素(無色)をそれぞれ別の瓶に入れ、2つの瓶の口にガラス板を挟んで重ねる。ガラス板を静かに引き抜くと、窒素と臭素は徐々に混じり合い、やがて均一な混合気体となって全体がうすい赤褐色になる。

このように、物質の構成粒子が自然に散らばっていく現象を^{かくさん}拡散^{diffusion}という。

熱運動

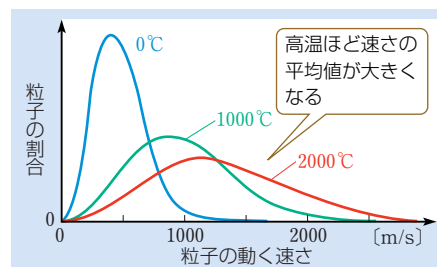
一般に、物質を構成する粒子は絶えず不規則な運動をしている。このような粒子の運動を^{thermal motion}熱運動^{thermal motion}という。高温になるほど粒子のもつエネルギーが大きくなるため、粒子の熱運動は活発になる。ただし、同じ温度でも、すべての粒子が同じ速さで運動しているわけではない。

拡散は粒子の熱運動によって起こる現象である。例えば、図 18 の気体の拡散を高温の条件で行うと、粒子の熱運動が活発になるため、短時間で全体が均一になる。



①図 18 気体の拡散とそのモデル図

臭素は窒素より重い気体だが、窒素と臭素はともに拡散し、やがて均一になる。



①図 19 粒子の熱運動の温度による違い (気体の窒素粒子の動く速さの分布)

+プラス

① 臭素は、沸点 58.8℃で常温では液体だが、揮発性(➡p.155)があるため一部は気体として存在する。

絶対温度

粒子の熱運動は、温度が低くなると徐々に穏やかになり、 -273°C になるとすべての粒子が熱運動をしなくなる。この -273°C を **絶対零度** れいど absolute zero とい
い、これより低い温度はない。

絶対零度を原点としてセルシウス温度(摂氏温度)と同じ目盛間隔で表した温度を **絶対温度** (熱力学温度) absolute temperature ケルビン といい、単位記号には **K** を用いる。

絶対温度 $T[\text{K}]$ とセルシウス温度 $t[^\circ\text{C}]$ の関係は次式で表される。

$$T = 273 + t \quad (1)$$

問 3 次の温度を〔 〕で示した単位でそれぞれ答えよ。

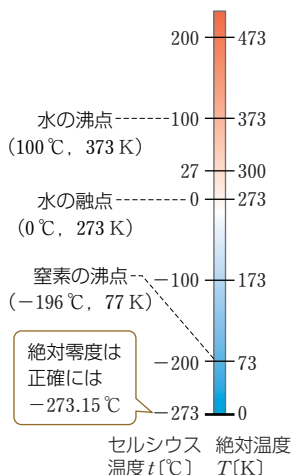
- (1) 50 °C [K] (2) 400 K [°C]
(3) -20 °C [K] (4) 123 K [°C]

B 物質の状態変化と三態

物質の三態

標準大気圧 ($1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) のもとで水を加熱
→ p.115
 していくと、 0°C でとけて水に変化し、 100°C に
 になると沸騰して水蒸気に変化する。このように、
 同じ物質でも、温度などの条件を変化させると
固体、**液体**、**気体** の異なった状態になる。この
solid liquid gas
 3つの状態を **物質の三態** という。

このように状態が変化するのは、物質を構成する粒子間に、互いに引き合う力がはたらいっている一方で、粒子が熱運動によってばらばらになろうとするからである。ある温度・圧力のもとで、その物質が固体、液体、気体のどの状態になるかは、粒子間の引力と熱運動の大小関係で決まる。



④図 20 セルシウス温度と絶対温度の関係

セルシウス温度は、標準大気圧での水の融点を 0°C 、沸点を 100°C とし、その間を 100 等分して 1°C の温度差を決めたものである。



①図 21 酸素の固体・液体・気体

液体や固体の酸素は淡青色である。液体酸素には、磁石を近づけると引きつけられる性質がある。

状態変化

温度や圧力が変化したとき、固体、液体、気体の間で物質の状態が変化することを **状態変化** という。そのうち、固体から液体への変化を **融解**^{ゆうかい}、change of state → p.37 やってみよう2 その逆を **凝固**^{ぎよう}、液体から気体への変化を **蒸発**^{じようはつ}、その逆を **凝縮**^{ぎようしゆく} という。solidification evaporation condensation また、固体から直接気体になる変化を **昇華**^{しやうか} という。sublimation

5

●表2 物質の三態

温度を上げると粒子のもつエネルギーが増大し、熱運動によってばらばらになろうとする。そのため、固体→液体→気体と変化する。

	固 体	液 体	気 体
モデル図			
エネルギー			
粒子間の引力	粒子間の距離が小さく、引力がはたらく	粒子間の距離が小さく、引力がはたらく	粒子間の距離が大きく、引力はほとんどはたらない
粒子の熱運動	熱運動が小さく、ほぼ一定の位置にとどまってその場でわずかに振動する	固体より熱運動が大きく、自由に移動する	激しく熱運動するため、自由に飛びまわる
形	ほぼ一定	自由に変わる	自由に変わる
体積	ほぼ一定	ほぼ一定	非常に大きく、温度や圧力によって変化する

水が氷になる状態変化や、物質が水に溶解する変化などのように、物質そのものは変化しないが、状態のみが変わることを **物理変化**^{physical change} という。

10

一方、水の電気分解や、水素と酸素の化合のように、原子の組み合わせが変化し、物質が別の物質に変わることを **化学変化**^{chemical change} という。→ p.28 → p.29

問4 次の変化は物理変化、化学変化のどちらを表しているか、それぞれ答えよ。

- (1) 炭を燃やした。
- (2) ドライアイスが気体になった。
- (3) ビーカーに入れた水を加熱すると、水の量が減った。
- (4) 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を混合すると、塩化ナトリウムが生じた。

15

＋プラス

① 気体が固体になる変化を **凝華**^{ぎようか} ということがある。また、気象分野では、気体が液体になる変化を **凝結**^{ぎようけつ} ということもある。

融点と沸点

復習

図 22 に氷を加熱したときの温度変化を示す。水の場合、 0°C から液体の表面で少しずつ蒸発が起こるが、 100°C になると、液体の内部からも蒸発が起こって気泡が生じる。この現象を **沸騰** (ふっとう boiling) という。

固体が融解するときの温度を **融点** (melting point)、液体が沸騰するときの温度を **沸点** (boiling point) という。一定の圧力のもとでは、純物質の融点や沸点は決まった値を示す。
純物質の融点や沸点では、その物質の状態がすべて変化するまで温度は一定に保たれる。

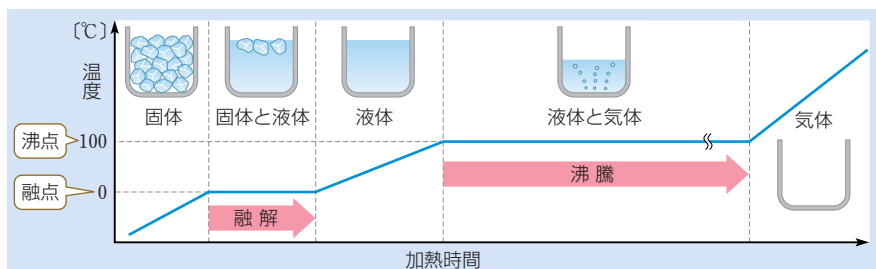


図 22 氷を加熱したときの温度変化 ($1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)

やってみよう 2 物質の状態変化を確かめてみよう。



やってみよう 2

物質の三態

！ 保護眼鏡をかけ、やけどに注意して行う。

I. 2-メチル-2-プロパノール(*t*-ブチルアルコール)の状態変化

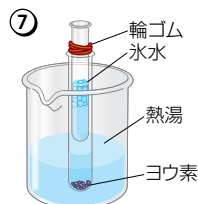
- ① あらかじめ穴があいていないことを確認した容量 2 L 程度のポリエチレンの袋に、2-メチル-2-プロパノールを 5 mL 入れる。
- ② ①の袋の空気を抜き、端を輪ゴムで固くとめる。
- ③ ビーカーに氷を半分程度入れた後、②の袋を入れ、さらに氷を加える。
- ④ ③の袋を取り出して固体が観察できたら、袋を空の水槽に移し、凍った部分に熱湯を少量注ぐ。
- ⑤ ④で液体が観察できたら、さらに熱湯を注ぎ、蒸発させる。
- ⑥ バットの中に③で用いた氷と水を移した後、⑤の袋を浸してみる。



II. ヨウ素の昇華

！ ヨウ素は素手でさわらない。また、蒸気を吸い込まないように、風通しのよいところで行う。

- ⑦ 胴径 18 mm の試験管に葉さじでヨウ素を少量入れる。この試験管の中に、輪ゴムを巻き氷水を入れた胴径 15 mm の試験管を固定し、ビーカーに入れた熱湯に浸す。



1章のまとめ

物質の分類

単体 1種類の元素からなる物質
元素 物質を構成する原子の種類
同素体 同じ元素の単体で性質の異なる物質。S, C, O, Pなどにみられる。

混合物

空気
 (窒素, 酸素, アルゴン, 二酸化炭素などからなる)

化合物 2種類以上の元素からなる物質

分離・精製

純物質

窒素

純物質

酸素

純物質

アルゴン

単体

純物質

二酸化炭素

純物質

メタン

化合物

分解

純物質

炭素

純物質

酸素

単体

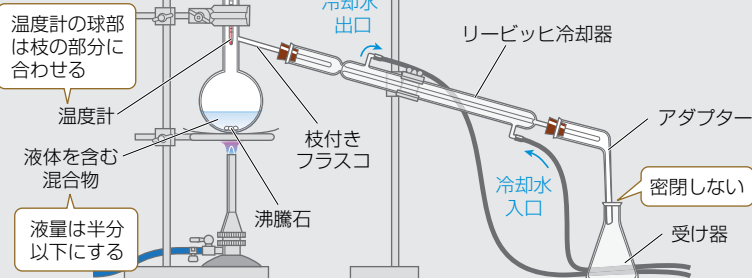
元素の検出

炎色反応 Li(赤色), Na(黄色), K(赤紫色), Ca(橙赤色), Sr(深赤色), Ba(黄緑色), Cu(青緑色)
沈殿生成 AgNO_3 水溶液で白色沈殿 → Cl⁻検出
気体の発生 塩酸で CO_2 生成 → 石灰水白濁 → C検出
燃焼 CO_2 生成 → 石灰水白濁 → C検出

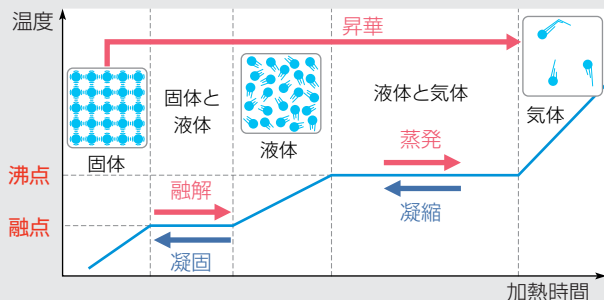
分離・精製法

例 蒸留

ろ過
 再結晶
 蒸留・分留
 抽出
 昇華法
 クロマトグラフィー



物質の状態変化と絶対温度



セルシウス温度 t [°C]

水の融点と沸点の間を100等分して決められた温度

$$T = 273 + t$$

絶対温度 T [K]

−273 °C (絶対零度)を原点とし、セルシウス温度と同じ目盛間隔で表した温度

1 物質の分類

p.22, 28

次の(ア)～(オ)の各物質を，混合物，化合物，単体に分類し，記号で答えよ。

- (ア) アルゴン (イ) 二酸化炭素 (ウ) 空気 (エ) 塩酸 (オ) 塩化マグネシウム

2 混合物の分離

p.24～27

次の混合物から，() に示した純物質を分離する方法をそれぞれ答えよ。

- (1) 石灰水(水) (2) 少量の黒鉛が混じったヨウ素(ヨウ素)
(3) 少量の塩化ナトリウムの結晶が混じった硝酸カリウム(硝酸カリウム)

3 蒸留

p.25

右図は簡単な蒸留装置を示したものである。

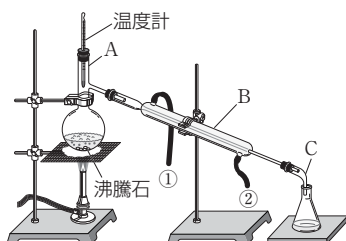
次の各問いに答えよ。

- (1) 器具 A～C の名称を答えよ。
(2) 温度計の下端はどの位置にするのが正しいか。次の(ア)～(ウ)から選べ。

(ア) 液体の中 (イ) 図示された位置

(ウ) 図示された位置と液面の中間

- (3) B に冷却水を流すとき，①，②のどちらから入れるのが適当か。番号で答えよ。



4 元素と単体

p.28, 29

次の文中の下線部は，元素，単体のどちらを表しているか，それぞれ答えよ。

- (1) 水素と酸素の混合気体に点火すると，水が生じる。
(2) 地殻中には，酸素に次いでケイ素が多量に存在する。
(3) カルシウムは，骨や歯に多く含まれている。

5 成分元素の検出

p.31～33

次の文から，物質Xに含まれると考えられる元素の名称をすべて答えよ。

物質Xの水溶液を白金線につけて，ガスバーナーの外炎中に入れると，炎が黄色になった。また，空気を断ってXを加熱すると，水が生じると同時に無色無臭の気体が発生し，この気体を石灰水に通じると，白色の沈殿を生じた。

6 物質の状態変化

p.35～37

次の現象に関係が深い用語を，それぞれ下の(ア)～(カ)から選べ。

- (1) 冬には，暖かい室内の窓ガラスに水滴がつく。
(2) 日陰でも洗濯物が乾く。
(3) 冷凍庫の水が小さくなった。

(ア) 融解 (イ) 凝固 (ウ) 蒸発 (エ) 凝縮 (オ) 沸騰 (カ) 昇華

記述

7 物質の構成と変化

p.28～30, 36

次の(1)～(3)の各語句を，それぞれ 20 字程度で説明せよ。

- (1) 化合物 (2) 同素体 (3) 化学変化