高校化学 L01 第 10 講 粒子モデルで見る物質の三態

この講でできるようになること

- 固体・液体・気体の形や体積の違いを、粒子の配置・動き・間隔から説明できる。
- 温度が変化したときの粒子の熱運動の変化を説明できる。
- 状態変化を、粒子の種類や個数ではなく、配置・動き・間隔の変化として説明できる。
- 気体が圧縮しやすい理由を、粒子間の間隔から説明できる。

固体・液体・気体を観察する

三つの状態では形と体積が異なる

物質には、固体・液体・気体という代表的な三つの状態がある。これらをまとめて**物質の三態**という。
固体は、ふつう形と体積がほぼ一定である。液体は体積がほぼ一定であるが、形は容器に合わせて変化する。気体は決まった形をもたず、容器全体へ広がる。
水を例にすると、氷は固体、水は液体、水蒸気は気体である。



図 1　氷と水、沸騰する水のイメージ

沸騰する水の上で白く見える湯気は、細かい液体の水滴である。気体である水蒸気そのものは目には見えない。

三態の形と体積

状態	形	体積
固体	ほぼ一定	ほぼ一定
液体	容器に合わせて変わる	ほぼ一定
気体	容器に合わせて変わる	容器全体へ広がる

粒子モデルで三態を比べる

違いは粒子そのものではなく配置と動きにある

同じ物質でも、固体・液体・気体では粒子の配置や動き方が異なる。
典型的な結晶性固体では、粒子は互いに近い位置に規則正しく並び、それぞれ一定の位置のまわりで振動している。固体の粒子も完全に静止しているわけではない。
液体では、粒子どうしは互いに近いままであるが、粒子は固定された位置にとどまらず、互いの位置を変えながら動く。このため、液体は流れて容器の形に合わせることができる。

©ミライコーチング

気体では、粒子どうしの距離が大きく、粒子はさまざまな方向へ運動しながら容器全体へ広がる。

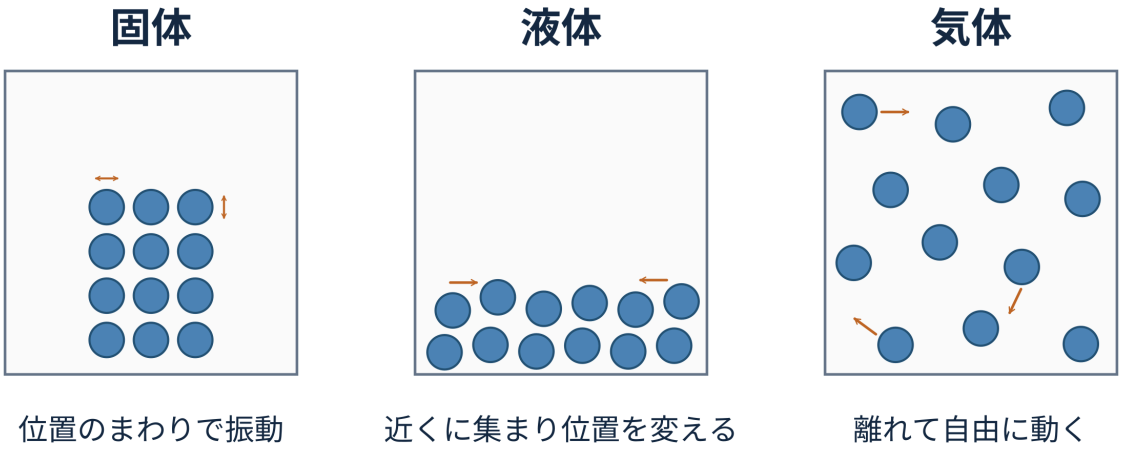


図 2　三態の粒子の配置と動き

図の粒子数・大きさ・間隔は模式的であり、矢印は粒子の動きを表している。
液体の形が変わるのは、粒子そのものが変形するからではない。粒子が互いに近い状態を保ちながら位置を変えるためである。

熱運動

物質をつくる粒子が絶えず行っている運動を**熱運動**という。
同じ状態の物質では、温度が高くなると粒子の熱運動は活発になる。

三態の違いを粒子から説明する

固体・液体・気体の性質につなげる

固体の形がほぼ一定なのは、粒子が一定の位置のまわりで振動し、粒子全体の配置が大きく変わりにくいためである。
液体では粒子が互いに近いまま位置を変えられるため、体積は大きく変化しにくい一方、形は容器に合わせて変わる。
気体では粒子の間に大きな空間があり、粒子が自由に動いて容器全体へ広がる。このため、気体は固体や液体に比べて圧縮しやすい。

気体を圧縮するとき

気体を圧縮すると、主に粒子と粒子の間の距離が小さくなる。粒子そのものが押し潰されて小さくなるわけではない。

状態変化を粒子で見る

状態変化

物質が固体・液体・気体の間で状態を変えることを**状態変化**という。
固体から液体への変化を**融解**、液体から固体への変化を**凝固**、液体から気体への変化を**気化**、気体から液体への変化を**凝縮**という。

状態が変わっても同じ物質である

状態変化では、物質をつくる粒子の種類が別のものへ変わるわけではない。粒子の配置、動き方、粒子間の距離が変化する。
閉じた容器の中で物質が外へ出入りしない条件なら、状態変化の前後で物質をつくる粒子の個数も変わらない。
たとえば、氷が融けて水になっても、水をつくる粒子そのものが別の種類の粒子へ変化するわけではない。

加熱と温度

物質を加熱すると粒子の運動が活発になる場合があるが、純物質が状態変化している間など、加熱を続けても温度が変化しない場合がある。「加熱すれば必ず温度が上がり続ける」と考えてはいけない。

例題

例題 1

固体 A と液体 B について、次の特徴が観察された。
・ 固体 A は容器を替えても形がほぼ変わらない。
・ 液体 B は容器を替えると形が変わるが、体積はほぼ変わらない。
1. 固体 A の形がほぼ一定である理由を、粒子の配置と動きから説明せよ。
2. 液体 B の形が変わる理由を、粒子そのものの変形と区別して説明せよ。

解答・解説

1.
固体では、粒子が互いに近い位置にあり、一定の位置のまわりで振動しているため、粒子全体の配置が大きく変わりにくい。
そのため、固体は形をほぼ一定に保つ。
2.
液体では、粒子は互いに近いまま、互いの位置を変えながら動くことができる。
そのため、粒子そのものが変形しなくても、粒子全体の配置が変わって容器の形に合わせることができる。

例題 2

同じ液体を、状態が液体のままである範囲で温めた。
1. 温める前と比べて、粒子の熱運動はどのように変化するか答えよ。
2. 液体をさらに加熱して気体になる状態変化が起こったとき、粒子の種類と個数はどうなるか。ただし、物質の出入りがない閉じた容器内で考える。

解答・解説

1.
粒子の熱運動はより活発になる。
同じ状態では、温度が高くなるほど粒子の運動が活発になる。

©ミライコーチング

2.
粒子の種類と個数は変わらない。
状態変化では、同じ物質をつくる粒子の配置・動き・間隔が変化する。閉じた容器内で物質の出入りがなければ、粒子の個数も変わらない。

例題 3

注射器の先をふさいで内部に空気を閉じ込め、押し子をゆっくり押すと、空気の体積が小さくなった。
また、沸騰する水の上には白い湯気が見えた。
1. 空気の体積が小さくなる理由を、気体の粒子から説明せよ。
2. 白い湯気を「水蒸気そのものが目に見えている」と説明してよいか答え、理由を説明せよ。

解答・解説

1.
気体では粒子どうしの間に大きな空間があるため、押し子を押すと粒子間の距離を小さくすることができる。
気体が圧縮されるのは、粒子そのものが押し潰されるためではない。
2.
説明してはいけない。
水蒸気は気体であり、目には見えない。白く見える湯気は、水蒸気が冷えてできた細かい液体の水滴である。

演習問題

演習 1

固体・液体・気体について答えよ。
1. 形と体積がともにほぼ一定である状態を答えよ。
2. 体積はほぼ一定であるが、容器に合わせて形が変わる状態を答え、その性質を粒子の動きから説明せよ。

演習 2

粒子モデルについて答えよ。
1.「固体では粒子が完全に静止している」という説明は正しいか答え、理由を説明せよ。
2. 液体の形が変わるとき、「液体をつくる粒子そのものの形が変わる」と考えてよいか答え、理由を説明せよ。

演習 3

気体について答えよ。
1. 気体が容器全体へ広がる理由を粒子モデルで説明せよ。
2. 気体が固体や液体に比べて圧縮しやすい理由を説明せよ。

©ミライコーチング

演習 4

熱運動について答えよ。
1. 同じ状態の物質で温度が上がったとき、粒子の運動はどのように変化するか答えよ。
2.「物質を加熱している間は、温度は必ず上がり続ける」という説明が正しくない場合がある理由を答えよ。

演習 5

状態変化について答えよ。
1. 氷が融けて液体の水になったとき、水をつくる粒子の種類は変化するか答えよ。
2. 物質の出入りがない閉じた容器内で液体が気体になったとき、粒子の個数は変化するか答え、その理由を説明せよ。

演習 6

次の観察について答えよ。
1. 沸騰する水の上に白い湯気が見えた。この白い部分は水蒸気そのものか答え、何が見えているのか説明せよ。
2. 同じ物質の固体・液体・気体を粒子図で表すとき、状態によって粒子の大きさそのものを変えて描くのが適切でない理由を説明せよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

固体である。
固体は、ふつう形と体積がともにほぼ一定である。

2.

液体である。
液体では、粒子が互いに近いまま位置を変えながら動くことができる。そのため、体積は大きく変化しにくいが、容器に合わせて粒子全体の配置が変わり、形が変化する。

解答 2

1.

正しくない。
固体の粒子も完全に静止しているわけではなく、一定の位置のまわりで振動している。

2.

考えてはいけない。
液体の形が変わるのは、粒子そのものが変形するためではなく、互いに近い状態を保った粒子が位置を変え、粒子全体の配置が変化するためである。

©ミライコーチング

解答 3

1.

気体では粒子間の距離が大きく、粒子がさまざまな方向へ運動しているため、容器全体へ広がる。

2.

気体では粒子どうしの間に大きな空間があるため、外から押すと粒子間の距離を小さくできるからである。
粒子そのものが押し潰されるためではない。

解答 4

1.

粒子の熱運動がより活発になる。
同じ状態では、温度が高くなるほど粒子は活発に運動する。

2.

純物質が状態変化している間など、加えられたエネルギーが状態を変えるために使われ、加熱を続けても温度が変化しない場合があるためである。

解答 5

1.

変化しない。
融解は状態変化であり、水をつくる粒子が別の種類の粒子へ変わるわけではない。主に粒子の配置や動き方が変化する。

2.

変化しない。
物質の出入りがない閉じた容器内では、状態変化によって粒子の種類や個数が変わるのではなく、粒子の配置・動き・間隔が変化する。

解答 6

1.

水蒸気そのものではない。
水蒸気は目には見えず、白く見える湯気は、水蒸気が冷えてできた細かい液体の水滴である。

2.

同じ物質の状態変化では、粒子そのものが状態に応じて大きくなったり小さくなったりすることを表しているわけではないためである。
粒子モデルでは、固体・液体・気体の違いを主に粒子の配置・動き・間隔の違いとして表す。

©ミライコーチング