高校化学 L01 第 62 講 固体の分類と結晶・アモルファス

この講でできるようになること

- 固体を、粒子の長距離にわたる配列に注目して結晶とアモルファスに分類できる。
- 結晶とアモルファスの粒子配列の違いを説明できる。
- 粒子配列の違いと、加熱したときの融解・軟化のしかたを結び付けて説明できる。
- 外観だけでは結晶・アモルファスを確実に判定できないことを説明できる。

同じ成分を含む固体でも構造は同じとは限らない

水晶と石英ガラスを比べる

水晶と石英ガラスは、どちらも SiO_2 を主成分とする身近な固体である。
しかし、固体内部での粒子の並び方には大きな違いがある。
水晶では粒子の配置に長距離にわたる規則性があり、**結晶**に分類される。
一方、石英ガラスにはそのような長距離にわたる規則的な配列がなく、**アモルファス**に分類される。



図 1　水晶と石英ガラスのイメージ。左：水晶、右：石英ガラス。

見た目だけでは分類できない

水晶と石英ガラスでは外観にも違いが見られることがあるが、結晶かアモルファスかを決める本質的な基準は**内部の粒子配列**である。
透明か不透明か、表面が滑らかかどうかだけで結晶・アモルファスを判定することはできない。

結晶

結晶

固体中の粒子が、長距離にわたって規則正しく配列している固体を**結晶**という。

同じ並び方が繰り返される

結晶では、原子・分子・イオンなどの構成粒子が、空間内で規則的な並びを繰り返している。
この規則性は、近くの粒子だけではなく、固体の広い範囲へ続いている。
このような長距離にわたる規則的な配列が、結晶を特徴付ける。

©ミライコーチング

アモルファス

アモルファス

固体でありながら、粒子の配列に結晶のような長距離にわたる規則性をもたない状態を**アモルファス**という。

粒子が気体のようにばらばらなのではない

アモルファスでも粒子は互いに近接しており、固体としてまとまっている。
近くの粒子どうしにはある程度の規則性が見られる場合もあるが、その並び方が遠くまで周期的に続くわけではない。
したがって、アモルファスを「粒子が離れて自由に飛び回っている状態」と考えるのは適切ではない。

粒子配列を模式図で比べる

長距離の規則性を見る

次の模式図では、同じ大きさの記号を粒子として表し、結晶とアモルファスの配列の違いを比較する。
結晶では同じような位置関係が広い範囲で繰り返されるのに対し、アモルファスでは粒子は密に存在していても、その並び方に長距離の規則性がない。

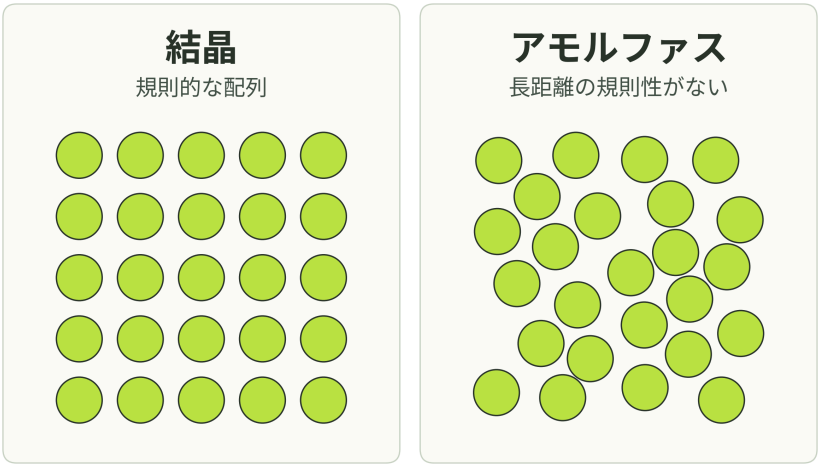


図 2　固体中の粒子配列の模式図。

模式図が表すもの

模式図の粒子は、固体中の粒子位置の違いを理解するための表現である。
SiO_2の実際の原子どうしの結合構造をそのまま描いたものではなく、ここでは**配列に長距離の規則性があるか**に注目する。

結晶とアモルファスの性質を比べる

観点	結晶	アモルファス
粒子配列	長距離にわたり規則的	長距離の規則性がない
固体としての粒子	互いに近接している	互いに近接している
加熱したとき	純物質の結晶では一定圧力で一定の融点を示す	ガラスなどでは一定の融点を示さず、温度範囲をもって軟化する

融け方にも違いが現れる

純物質の結晶を一定圧力で加熱すると、一般に一定の温度で固体と液体が共存するため、明確な融点を示す。
一方、ガラスのようなアモルファスは、結晶のような一定の融点を示さず、ある温度範囲で次第に軟らかくなる。
この違いは、固体内部の粒子配列の違いと関係している。

配列から性質へつなげる

規則性が崩れる結晶と徐々に動きやすくなるアモルファス

結晶では、粒子が規則的な構造をつくっている。その構造を保てなくなって液体へ移る条件がそろうと、純物質では一定圧力のもとで明確な融点が現れる。
ガラスのようなアモルファスでは結晶のような長距離規則構造をもたないため、加熱すると粒子が徐々に動きやすくなり、一定の一点ではなく温度範囲をもって軟化する。
したがって、固体の分類では外観だけではなく、**粒子配列と加熱時の挙動を結び付けて考える**ことが重要である。

©ミライコーチング

例題

例題 1

未知の固体 A、B について、粒子位置を調べた模式的な資料が与えられた。
- 固体 A：粒子は密に存在し、同じような配列が広い範囲にわたって繰り返されている。
- 固体 B：粒子は密に存在しているが、近くの粒子の並びは場所によって異なり、広い範囲で繰り返す規則性はない。

1. 固体 A、B をそれぞれ結晶・アモルファスのどちらに分類するか答えよ。
2. 固体 B について、「規則的な配列がないので、粒子は気体のように互いに離れている」という説明が正しいか。理由も答えよ。

解答・解説

1.
固体 A は**結晶**、固体 B は**アモルファス**である。
固体 A では、粒子の同じような配列が広い範囲にわたって繰り返されており、長距離の規則性がある。
一方、固体 B には長距離の規則性がないため、アモルファスに分類される。
この違いは、粒子配列の模式図で比べた「長距離にわたる規則性の有無」と対応している。
2.
正しくない。
アモルファスでも固体であるため、粒子は互いに近接している。
結晶との違いは粒子間の距離が気体のように大きいことではなく、**粒子配列に長距離の規則性がないこと**である。

例題 2

一定圧力のもとで、純物質の固体 C とガラス状の固体 D をそれぞれ加熱した。
- 固体 C：ある一定の温度で固体から液体への変化が進んだ。
- 固体 D：温度を上げるにつれて、ある温度範囲で次第に軟らかくなった。

1. 固体 C と D は、それぞれ結晶・アモルファスのどちらの特徴を示しているか答えよ。
2. 固体 D が一定の一点で融解せず温度範囲をもって軟化することを、粒子配列の特徴と結び付けて説明せよ。

解答・解説

1.
固体 C は**結晶**の特徴を示している。
純物質の結晶は、一定圧力のもとでは明確な融点を示す。
固体 D は**アモルファス**の特徴を示している。
ガラスのようなアモルファスでは一定の融点を示さず、温度範囲をもって軟化する。
2.
アモルファスには、結晶のように広い範囲へ繰り返される規則的な粒子配列がない。
ガラス状の固体 D では、加熱に伴って粒子の位置関係が徐々に変わりやすくなるため、一定の融点を示さず、ある温度範囲で軟化していく。一方、純物質の結晶では、一定圧力のもとで固体と液体が共存する一定の温度で融解が進む。

©ミライコーチング

演習問題

演習 1

固体 P と Q について、内部の粒子配列を調べたところ次の結果が得られた。
・P：粒子の位置関係が広い範囲にわたって周期的に繰り返されている。
・Q：粒子は密に存在するが、広い範囲にわたる周期的な配列は見られない。
1. P と Q をそれぞれ結晶・アモルファスのどちらに分類するか答えよ。
2. 分類の根拠となる粒子配列の違いを説明せよ。

演習 2

水晶と石英ガラスはいずれも SiO_2を主成分とする材料である。水晶は結晶、石英ガラスはアモルファスであるとする。
1. 同じ SiO_2を主成分としていても分類が異なる理由を、粒子配列に注目して説明せよ。
2.「透明な固体はアモルファス、結晶面が見える固体だけが結晶である」という判断が適切か。理由も答えよ。

演習 3

一定圧力で 2 種類の固体 R、S を加熱した。
・R は、一定の温度で明確に融解した純物質である。
・S は、一定の融点を示さず、ある温度範囲で次第に軟らかくなったガラス状固体である。
1. R と S について、それぞれ結晶・アモルファスのどちらの特徴を示すか答えよ。
2. R と S の加熱時の違いを、長距離の粒子配列の有無と結び付けて説明せよ。

演習 4

ある生徒が「アモルファスには結晶のような長距離の規則性がないので、内部の粒子にはどの距離にも秩序がなく、気体と同じようにばらばらである」と説明した。この説明を、固体としての粒子配置と近距離の秩序に触れて訂正せよ。

演習問題の解答・解説

解答 1

1.

P は**結晶**、Q は**アモルファス**である。

2.

P では、粒子の位置関係が広い範囲にわたって周期的に繰り返されているため、長距離の規則性がある。
一方、Q では粒子は密に存在しているが、その配列が広い範囲へ規則正しく繰り返されていない。
したがって、両者を分ける基準は**長距離にわたる規則的な粒子配列の有無**である。

©ミライコーチング

解答 2

1.

固体の結晶・アモルファスという分類は、主成分の化学式だけではなく、固体中で粒子がどのように配列しているかによって決まる。
水晶では粒子配列に長距離の規則性があるため結晶であり、石英ガラスではその長距離規則性がないためアモルファスである。
したがって、同じ SiO_2を主成分としていても、内部構造が異なれば分類も異なる。

2.

適切ではない。
透明かどうかや、肉眼で結晶面が見えるかどうかは、結晶・アモルファスを決める本質的な基準ではない。
分類では、外観ではなく**固体内部の粒子配列に長距離の規則性があるか**を確認する必要がある。

解答 3

1.

R は**結晶**の特徴を示し、S は**アモルファス**の特徴を示している。
純物質の結晶 R は一定圧力で明確な融点を示している。
一方、ガラス状の S は一定の融点を示さず、温度範囲をもって軟化している。

2.

結晶 R では、粒子が長距離にわたって規則的に配列している。
その規則的な構造を保てなくなる条件がそろうと、純物質では一定圧力のもとで明確な融点が現れる。
アモルファス S にはそのような長距離規則構造がないため、加熱すると粒子が徐々に動きやすくなり、ある温度範囲で次第に軟化する。

解答 4

その説明は正しくない。
アモルファスは固体なので、粒子は互いに近接して存在しており、気体のように大きく離れて自由に動き回っているわけではない。
また、アモルファスには長距離にわたる周期的な規則性はないが、近くにある粒子どうしの位置関係にはある程度の秩序が見られる場合がある。
したがって、アモルファスは「まったく秩序のない粒子の集まり」ではなく、**長距離の規則性をもたない固体**と考えるのが適切である。

©ミライコーチング