

## -----テーマ6 沸点・融点-----

### 厳選正誤問題

- Q1 エタンは, プロパンより沸点は低い。○or×
- Q2 一般に, 炭素数が同じ場合のアルコールの沸点の大きさは, 第一級アルコール<第二級アルコール<第三級アルコール の順となる。○or×
- Q3 1-プロパノールは, 同分子量のエチルメチルエーテルより沸点は高い。○or×
- Q4 アルデヒドの沸点は, 同程度の分子量のカルボン酸と比べると低く, アルカンと比べると高い。○or×
- Q5 エステルの沸点は, 同程度の分子量のアルコールと比べると高く, アルカンと比べると低い。○or×
- Q6 アミンの沸点は, 同程度の分子量のアルカンと比べるとはるかに高い。○or×
- Q7 マレイン酸は, フマル酸より融点が低い。○or×
- Q8 アミノ酸は他の有機化合物に比べて, 融点は低い。○or×
- Q9 リノレン酸とステアリン酸の融点は, リノレン酸の方がかなり高い。○or×
- Q10 高分子化合物の融点は, 低分子化合物同様に一定の融点を示す。○or×

📖 テーマ6は、沸点・融点についてです。

沸点・融点の大きさは、主に、分子間の結合の強さによって決まります。なぜなら、蒸発や融解させるためには、分子間にはたらく結合を切断しなければならないからです。つまり、結合が強いということは、その結合を切断するために多くのエネルギー(熱)を必要とするので、沸点や融点は高くなるのです。

沸点や融点は、物質に含まれる官能基や構造を特定する手がかりとなります。テーマ4の構造、テーマ7の状態とつなげておさえましょう。

◎ それでは、沸点・融点と分子量との相関について見ていきましょう。

Q1 エタンは、プロパンより沸点は低い。→ ○

### 解説

一般に分子構造が似ている分子同士では、分子量が大きくなるほど、分子間力が大きくなるので、沸点・融点は高くなります。

エタン $C_2H_6$ とプロパン $C_3H_8$ は、同じ直鎖状でプロパンの方が分子量が大きいためプロパンの方が沸点が高くなります。

例えば、メタン(分子量16)の沸点は $-161.5^{\circ}C$ 、エタン(分子量30)の沸点は $-89^{\circ}C$ 、プロパン(分子量44)の沸点は $-42^{\circ}C$ です。

#### 電気陰性度

異なる原子が共有結合したときに、その原子が共有電子対を引きつける強さの値

ここで、3つの結合について説明します。

分子間に働く力にはいくつかあり、極性分子の間では、極性による電氣的な引力がはたらき、この力を**極性引力**といいます。

また、分子中に電気陰性度の大きいF、O、N原子と電気陰性度の小さい大きいH原子が結合すると非常に強い極性を生じます。この結合で負に帯電したF、O、Nと、他の分子の正に帯電したHとの間とで強く引きつけあいます。

この結合を特に**水素結合**とよんでいます。

しかし、極性をもたない無極性分子でも、瞬間的な電子の偏りにより、弱い力が働きます。

この極性、無極性に関係なくすべての分子間に働く弱い結合を**ファンデルワールス力**といいます。

このように分子間に働く極性引力、水素結合、ファンデルワールス力を合わせて**分子間力**とよんでいます。

そして、これらの結合の強さは、一般的に次のようになります。

#### 分子間力の強さ

水素結合 > 極性引力 > ファンデルワールス力

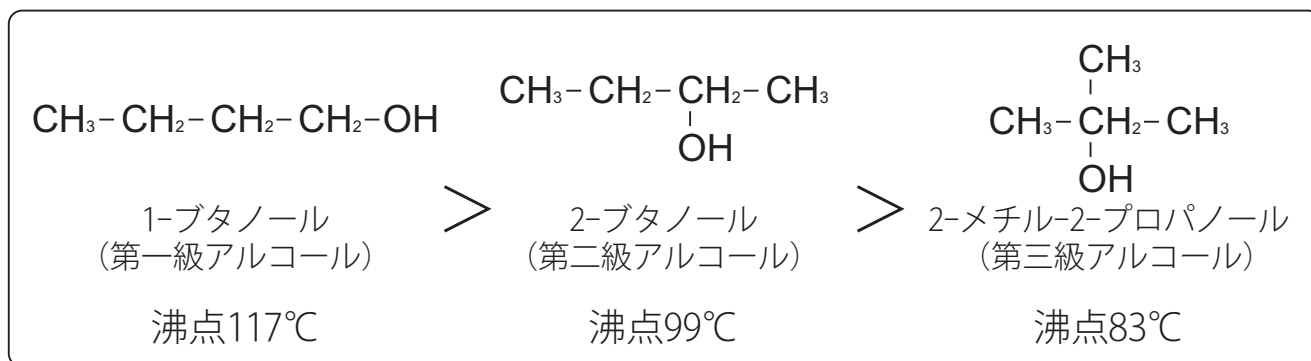
関連 1章 アルカン

◎ 次は, 沸点・融点と分子構造との相関についてです。

Q2 一般に, 炭素数が同じアルコールの沸点の大きさは,  
第一級アルコール<第二級アルコール<第三級アルコールの順となる。→ ×

### 解説

逆で, 下記例のように, 第一級アルコール>第二級アルコール>第三級アルコールの順となる。



理由は, 第一級アルコールの-OH基は, 分子の末端にあるので, 分子どうしで水素結合を形成しやすいのですが, 第二級アルコール, 第三級アルコールは, -OH基のまわりを炭化水素基が取り囲み, 水素結合を形成しづらくするためです。

一般に, 分子の形が枝分かれ状より, 直鎖状の方が分子間力が強く, 沸点が高くなる傾向があります。これらより, 沸点・融点の大きさを判断するときのポイントは, 次のようになります。

### Point!

- ① 分子の大きさ  
一般に, 分子量が大きいほど沸点・融点は高くなる。
- ② 分子の形  
一般に, 枝分かれ状より直鎖状の方が沸点・融点は高くなる。
- ③ 分子の極性  
無極性分子より極性分子の方がクーロン力が働き, 沸点・融点は高くなる。
- ④ 水素結合の有無  
極性分子の中でも水素結合があれば, 沸点・融点はさらに高くなる。

関連 4章 アルコール

◎ Q3, アルコールとエーテルの沸点についてです。

Q3 1-プロパノールは, 同分子量のエチルメチルエーテルより沸点は高い。→ ○

### 解説

アルコールである1-プロパノール(分子量60)の沸点は97℃で, エーテルであるエチルメチルエーテル(分子量60)の沸点は7℃で, 1-プロパノールの方が圧倒的に高くなります。これは, 1-プロパノールはヒドロキシ基-OHをもち, 分子間で水素結合を形成するためです。

関連 4章 アルコール, 5章 エーテル

◎ Q4, アルデヒドとカルボン酸の沸点についてです。

Q4 アルデヒドの沸点は, 同程度の分子量のカルボン酸と比べると低く, アルカンと比べると高い。→ ○

### 解説

例えば, プロピオンアルデヒド(分子量58)の沸点は48℃, 酢酸(分子量60)の沸点は118℃, ブタン(分子量58)の沸点は-0.5℃で, アルデヒドの沸点は, カルボン酸と比べると低く, アルカンと比べると高くなります。アルデヒドの沸点がカルボン酸より低いのは, アルデヒドはカルボン酸のようにカルボキシ基-COOHを持たず, 同分子間で水素結合が形成されないためです。しかし, カルボニル基(-CO-)には, 極性があるため, 無極性分子であるアルカンよりは高くなります。

関連 6章 アルデヒド, 8章 カルボン酸

◎ Q5は, エステルの沸点についてです。

Q5 エステルの沸点は, 同程度の分子量のアルコールと比べると高く, アルカンと比べると低い。→ ×

### 解説

例えば, ギ酸メチル(分子量60)の沸点は32℃, 1-プロパノール(分子量60)の沸点は97℃, ブタン(分子量58)の沸点は-0.5℃で, エステルの沸点は, アルコールと比べると低く, アルカンと比べると高くなります。エステルの沸点がアルコールより低いのは, エステルはアルコールのようにヒドロキシ基-OHを持たず, 水素結合が形成されないためです。しかし, カルボニル基(-CO-)には, 極性があるため, 無極性分子であるアルカンよりは沸点は高くなります。

関連 9章 エステル

◎ Q6, アミンの沸点についてです。

Q6 アミンの沸点は, 同程度の分子量のアルカンと比べるとはるかに高い。 → ○

解説

例えば, アミンであるプロピルアミン(分子量59)の沸点は47°C, アルカンであるブタン(分子量58)の沸点は-0.5°Cで, アミンの沸点は, 同程度の分子量のアルカンと比べるとはるかに高くなります。

これは, アミン分子間で, NとHとで水素結合が形成されるためです。

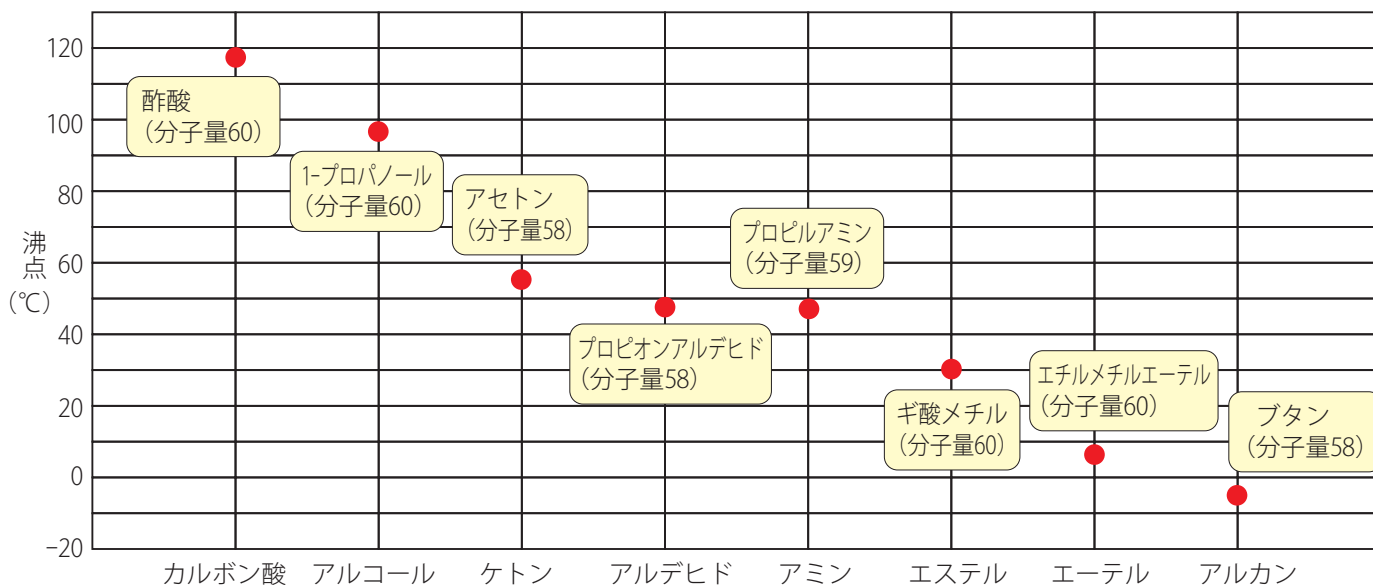
関連 13章 アミン

以上, 分子量が同程度の化合物の種類による沸点の高さは, 次のようになります。

くらべて  
まとめる!

一般的な沸点の高さ(同程度の分子量)

カルボン酸 > アルコール > ケトン, アルデヒド, アミン > エステル > エーテル > アルカン



きっちり正確な順番を覚える必要はなく, 1番が炭素酸で, 2番がアルコール, 3番目が同程度で, ケトン, アルデヒド, アミン。

さらに, エステル, エーテル, アルカンの順に低くなる。

と覚えるくらいで十分でしょう。

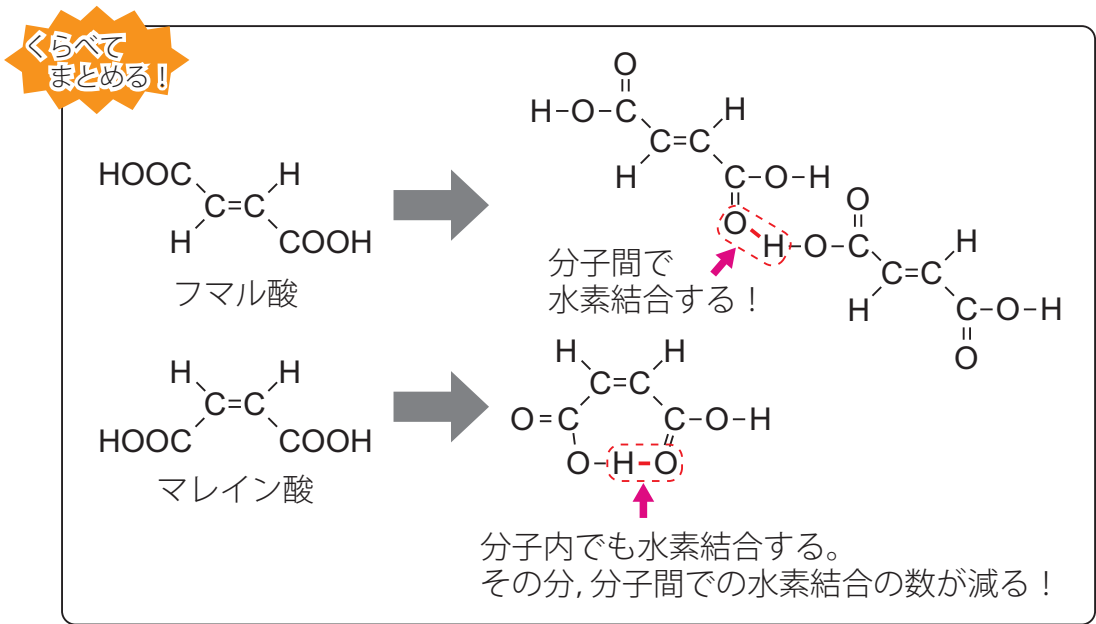
◎ Q7は、幾何異性体の関係にあるマレイン酸とフマル酸の融点についてです。

Q7 マレイン酸は、フマル酸より融点が高い。 → ○

**解説**

マレイン酸とフマル酸(分子式 $C_4H_4O_4$ )は、不飽和の2価カルボン酸で、マレイン酸(シス形)とフマル酸(トランス形)は、**幾何異性体**の関係にあります。

融点は、フマル酸のほうがはるかに高くなります。  
理由は、フマル酸は分子間だけで水素結合をするのに対し、マレイン酸は、分子内でも水素結合もするので、その分、分子間の水素結合の数が減少するためです。



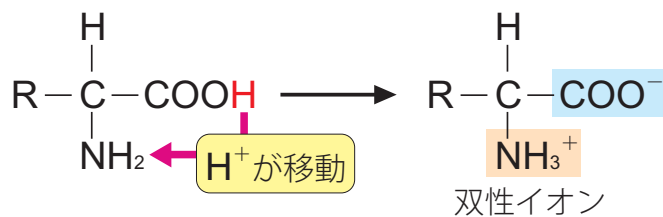
関連 8章 カルボン酸

◎ Q8は、アミノ酸の融点についてです。

Q8 アミノ酸は他の有機化合物に比べて、融点は低い。 → ×

**解説**

アミノ酸の双性イオンが互いにクーロン力で強く結合して、イオン結合を形成しているため、他の有機化合物に比べて、融点は高くなります。  
イオン結合は、水素結合や極性引力よりもはるかに強い結合です。



関連 15章 アミノ酸・タンパク質

◎ Q9は、高級脂肪族の融点についてです。

Q9 リノレン酸とステアリン酸の融点は、リノレン酸の方がかなり高い。→ ×

解説

飽和脂肪酸であるステアリン酸の融点は71℃、不飽和脂肪酸であるリノレン酸の融点は-11℃で、ステアリン酸の方がかなり高くなります。分子量がほぼ変わらなく、ステアリン酸の方が高いのは、分子構造から理解できます。

飽和脂肪酸は直鎖状の形をしているので、分子同士が接近しやすく、分子間力が強く働きます。

一方、不飽和脂肪酸は二重結合をもち、二重結合を多く持つ分子ほど折れ曲がった形となっているため、分子同士の接近が妨げられ、分子間力が弱くなります。つまり、ステアリン酸の方が分子間力が強くはたらくため、融点は高くなるのです。

くらべて  
まとめる!

覚えておきたい高級脂肪酸

分類	高級脂肪酸名	示性式	C=Cの数
飽和脂肪酸	パルミチン酸	$C_{15}H_{31}COOH$	0個
	ステアリン酸	$C_{17}H_{35}COOH$	
不飽和脂肪酸	オレイン酸	$C_{17}H_{33}COOH$	1個
	リノール酸	$C_{17}H_{31}COOH$	2個
	リノレン酸	$C_{17}H_{29}COOH$	3個

関連 10章 油脂・セッケン

◎ 最後は、高分子化合物の融点についてです。

Q10 高分子化合物の融点は、低分子化合物同様に一定の融点を示す。→ ×

解説

低分子化合物は、一定の融点を示しますが、高分子化合物は、分子量の異なった分子の混合物であることと、全体が結晶構造をとらないことから、一定の融点は示しません。

高分子化合物では、加熱すると次第に軟らかくなり変形し始めるときの温度を軟化点といい、融点に準じて使われます。