

# 強者の戦略

見慣れない図と表の読み取りが必要な問題〔問題編〕

2019年最初の投稿です。今年の入試問題で面白そうな問題を見つけました。テーマとしては見慣れないものですが、問題自体はそこまで難しくないので是非解いてみてください。問2の論述が勝負どころでしょうか。

では、解答編でお会いしましょう。

## 【2019年度 札幌医科大学 大問1】

以下の文章を読み、問1～問8に答えなさい。

化学結合する2つの原子の電気陰性度に大差がある場合、その化学結合はNaClのようなイオン結合となり、電気陰性度の差が中程度の場合にはH<sub>2</sub>Oのように〔あ〕をもった共有結合となる。とはいえ、ある結合がイオン結合か共有結合かを判別するには、電気陰性度の差の値だけでは不十分である。<sup>①</sup>例えばBF<sub>3</sub>やSiF<sub>4</sub>における2つの異なる原子の電気陰性度の差はNaClのそれよりも大きく、これらの化学結合はイオン結合のように思えるが、これらの物質は室温では気体として存在する。また窒素分子のように同種の原子どうしや、一酸化窒素のように電気陰性度がほぼ同じである異種の原子どうしの化学結合は共有結合だが、<sup>②</sup>青銅のような合金や金属ナトリウム中の化学結合は金属結合と呼ばれる。

化学結合の種類を判別するには、元素間の電気陰性度の差を縦軸に、その平均を横軸にプロットした図1を用いて考えることができる。例えば、NaClは図1に描かれた三角形の頂点側にプロットされ、一酸化窒素は三角形の右下側にプロットされる。イオン結合と共有結合との領域の境界を破線で示した。またこの三角形を右から左へたどると、物質中の化学結合をつかさどる電子に対してその物質中の原子が束縛する強度が徐々に弱まり、その電子は〔い〕電子と呼ばれるようになる。つまり図1の点線で境界を示した三角形の左下側に位置する物質内の結合は金属結合の特徴を持つ。ただし、金属結合と共有結合との境界に位置する化学結合を持つ物質は両方の特徴を併せ持つことも多い。例えば金属ゲルマニウムの電気陰性度との差と平均値はそれぞれ0.0と1.99であり境界付近に位置しており、<sup>③</sup>伝導体と絶縁体の中間的な電気伝導性を示す〔う〕となる。

固体の名称として、イオン結晶、共有結晶、金属結晶以外に、分子結晶というものがある。その固体内部の分子内結合は共有結合により原子どうしが強く結びつき、分子どうしの間には弱い結合力の〔え〕が働く。〔え〕のうち〔お〕結合を除いた結合力をファンデルワールス力ともいい、この力は<sup>④</sup>すべての分子の間にはたらく弱い引力と、電荷の偏りのある〔あ〕分子間の静電的な引力を合計したものである。また〔え〕の強度は図1に示した三つの結合よりはるかに弱く、室温での分子の熱振動エネルギーよりも少し強い程度であり、〔え〕の強い物質ほど、融点は〔か〕くなり、融解熱も〔き〕くなる。例えば、F<sub>2</sub>の分子結晶の融点はI<sub>2</sub>のその融点よりも〔く〕い。

# 強者の戦略

表1 元素とその電気陰性度

H	2.30	Mn	1.55
B	2.05	Fe	1.67
C	2.54	Co	1.76
N	3.07	Ni	1.86
O	3.61	Cu	1.84
F	4.19	Zn	1.59
Na	0.87	Ga	1.76
Mg	1.29	Ge	1.99
Si	1.92	As	2.21
S	2.59	Br	2.69
Cl	2.87	Sn	1.82

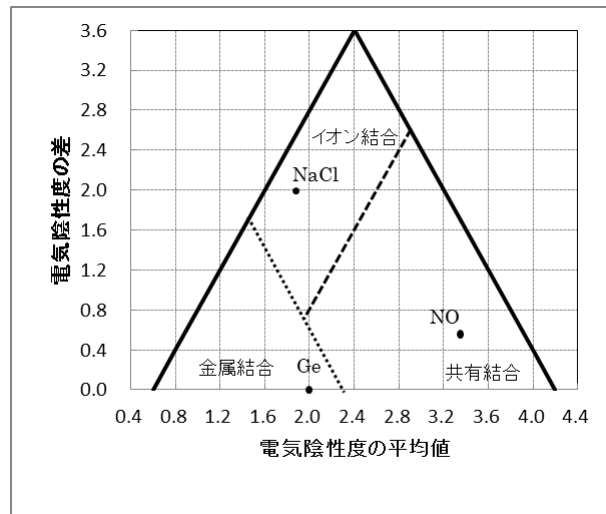


図1 元素の電気陰性度の差と平均による結合タイプ三角形

問1 説明文中の (あ) ~ (お) にあてはまる語句を記しなさい。

問2 説明文の下線部①のように、 $\text{BF}_3$ や $\text{SiF}_4$ が室温では気体として存在すると、なぜ「電気陰性度の差だけではイオン結合か共有結合かを判別することができない」ということの論拠となるか。 $\text{BF}_3$ 、 $\text{SiF}_4$ および $\text{NaCl}$ での化学結合における電気陰性度の差を表1から計算した値を示しながら、140文字以内でその論拠となる理由を記述しなさい。なお、分子式や数値は以下の例にしたがって2文字マス目内に記述すること。

(例)

B	F <sub>3</sub>	,	Si	F <sub>4</sub>	,	Na	Cl	,	2.	01
---	----------------	---	----	----------------	---	----	----	---	----	----

問3 説明文中の下線部②の青銅における2つの異なる原子間の化学結合における電気陰性度の平均と差の値を表1から計算しなさい。

問4 説明文中の下線部③の (う) に属すると図1から考えられる物質を、(a)~(e)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (a)  $\text{Mg}_3\text{N}_2$       (b)  $\text{SnBr}_4$       (c)  $\text{GaAs}$       (d)  $\text{CS}_2$       (e)  $\text{SiC}$

# 強者の戦略

問 5 窒化ホウ素 BN と硫化ナトリウム  $\text{Na}_2\text{S}$  の 2 つの物質の種類について、適切なものを(a)~(d)の中からそれぞれ 1 つ選び、記号で答えなさい。なお、窒化ホウ素と硫化ナトリウムの融点はそれぞれ  $2700^\circ\text{C}$  と  $1176^\circ\text{C}$  である。

- (a) イオン結晶 (b) 分子結晶 (c) 金属結晶 (d) 共有結晶

問 6 最近、医療現場で利用するためのマグネシウムと鉄のみからできた新素材が開発された。図 1 から考えられるこの新素材の性質について、以下の(a)~(e)の記述の中から合うものをすべて選びなさい。

- (a) 融点も沸点も高く、水に可溶である。  
(b) 固体状態でも融解状態でも電気を通す。  
(c) 融点が  $500^\circ\text{C}$  よりも低く、柔らかい。  
(d) 融点が  $1000^\circ\text{C}$  よりも高く、融解状態でも電気を通さない。  
(e) 展性や延性を示し、熱の伝導性が高い。

問 7 説明文中の (か)、(き)、(く) の組み合わせに当てはまるものを、以下の(a)~(h)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- |     |       |        |       |
|-----|-------|--------|-------|
| (a) | (か) 低 | (き) 小さ | (く) 高 |
| (b) | (か) 低 | (き) 小さ | (く) 低 |
| (c) | (か) 高 | (き) 大き | (く) 高 |
| (d) | (か) 高 | (き) 大き | (く) 低 |
| (e) | (か) 低 | (き) 大き | (く) 高 |
| (f) | (か) 低 | (き) 大き | (く) 低 |
| (g) | (か) 高 | (き) 小さ | (く) 高 |
| (h) | (か) 高 | (き) 小さ | (く) 低 |

問 8 説明文中の下線部④は、電子を全く共有しないほど離れた場所にある複数の無極性の分子間にも弱い引力が働くことを示唆しているが、その弱い引力が生じる原因について最も適切なものを(a)~(d)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (a) 電子を共有しなくても、分子間には電子親和力がはたらくため。  
(b) 電子の運動により生じる微弱な磁場により引力がはたらくため。  
(c) 電子の運動により瞬間的に電荷のかたよりが生じ、静電的な引力がはたらくため。  
(d) 離れた場所にある無極性の分子中の原子核の間には、陽子と中性子との間に引力がはたらくため。