

# 強者の戦略

見慣れない図と表の読み取りが必要な問題〔解説編〕

化学科の古谷です。今年の入試問題も、「これはテキストに使いたい！生徒に演習させたい！」という問題がいくつかありました。今回はその中でも少し難しめ、かつ目新しい問題を紹介させていただきました。では解答と解説です。

## <解答>

問1 あ：極性 い：自由 う：半導体  
え：分子間力 お：水素

問2 化学結合における電気陰性度の差は、 $\text{BF}_3$  が 2.14,  $\text{SiF}_4$  が 2.27,  $\text{NaCl}$  が 2.00 であり、イオン結合をつくる  $\text{NaCl}$  よりも電気陰性度の差が大きいため、イオン結合と判別されるが、室温で気体として存在していれば、 $\text{B}$  と  $\text{F}$ ,  $\text{Si}$  と  $\text{F}$  はともに共有結合を形成していると判別されるから。

問3 平均：1.83 差：0.02

問4 (c)

問5  $\text{BN}$  : (d)  $\text{Na}_2\text{S}$  : (a)

問6 (b), (e)

問7 (d)

問8 (c)

## <解説>

問1

あ： $\text{H}_2\text{O}$  の  $\text{O}-\text{H}$  結合には極性があります。もちろん、 $\text{O}$  が電氣的に負に偏り、 $\text{H}$  は正に偏ります。

い：一見分かりづらいたのですが、空欄のあとに「つまり～金属結合の特徴をもつ」とあるので、「自由（電子）」であると分かるでしょう。フィーリングで解答しないように注意してください。

え：これも一見すると「分子間力」か「ファンデルワールス力」か迷うところですが、空欄のあとに「(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」とあるので、「分子間力」の方が適切であると分かります。なお、分子間力とファンデルワールス力は同じもの、とする考え方もありますが、ここでは問題文の記述のとおり、別物と考えます。

問2

140字以内とは、某 SNS を意識したのでしょうか？それはともかく、記述問題のポイントは「第 58 回(2016/09/09)」に述べたとおり、いきなり書くのではなく、文体と書くべき項目の整理から始めることです。

まず、文体は対比の形で良いでしょう。次に、書くべき項目についてですが、今回は設問が丁寧で、「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」と書かれているので、書くべき項目は見つけやすいと思います。ただ、強者になろうとする皆さんはこの誘導がなくても表 1 から計算した値を使うことに気づいていただきたいと思います。実際に皆さんが目指すレベルの大学では、このような誘導がないことも珍しくありませんから。

今回書くべき項目は、以下の 3 つでしょう。

# 強者の戦略

- ① 表1の値を示す
- ② ①から判別されること
- ③ 室温で気体として存在することから判別されること (②とは異なるはず!)

## 問3

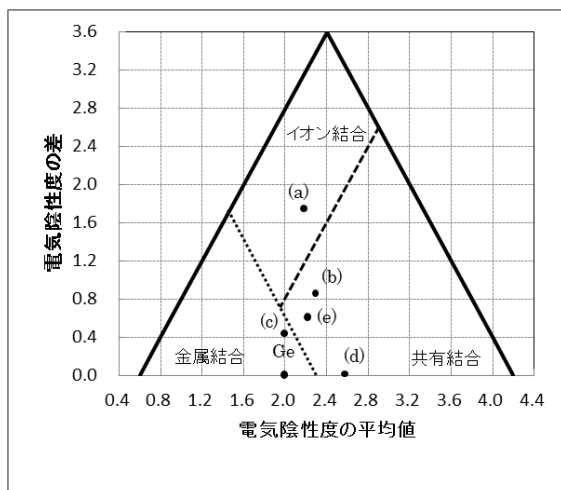
青銅は銅とスズの合金です。それを知っていれば、表1を用いて値を計算するだけです。なお、言うまでもなく、図1で金属結合の領域に属しません。

## 問4

方針はすぐ立てられると思います。表1の数値を用いて、図1のどこにプロットされるかを考えればよいです。電気陰性度の平均値と差は次のとおりです。

	平均値	差
(a) $Mg_3N_2$	2.18	1.78
(b) $SnBr_4$	2.26	0.87
(c) GaAs	1.99	0.45
(d) $CS_2$	2.56	0.05
(e) SiC	2.23	0.62

したがって、図1にプロットすると



となります。

最も共有結合と金属結合の境界に近いのは(c)です。なお、実際には(e)のSiCも半導体として用

いられています。しかし、「図1から考えられる物質を、・・・1つ選べ」ということなので、より境界に近い(c)の方を正解とします。問題文には、ゲルマニウムが半導体であるということが示されているので、ゲルマニウムと同じ領域にあるということも判断基準となるかもしれません。

## 問5

問4と同様にして考えて、どの領域にあるかを決めます。BとNは共有結合を形成することが分かっていますが、これだけでは共有結晶か分子結晶か判別できません。そこで、問題文にある融点の値を確認すると、 $2700^{\circ}C$ と非常に高い温度なので、共有結晶であると分かります。

## 問6

問4、5と同様に考えると、MgとFeは金属結合を形成することが分かっています。そこで、選択肢のうち、金属結晶にあてはまる性質を選べばよいです。ちなみに、マグネシウム合金は、マグネシウムが人体における必須元素で、体内で分解・吸収されるために、インプラントなどとして医療現場で用いられているようです。

[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100966.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100966.html)

## 問7

分子間力が強いほど、分子が自由に動けるためには、より激しく熱運動する必要がある、すなわち、より高温にする必要があります。したがって、融点は「高」くなり、融解熱も「大」くなります(「も」とあるので国語力だけでも解答できそうですが・・・)ファンデルワールス力は分子量が大きい分子ほど強くなるので、 $F_2$ は $I_2$ よりもファンデルワールス力が弱く、融点は「低」くなります。

# 強者の戦略

## <参考>

本問の図 1 は、「ケテラーの三角形」と呼ばれるものです。二原子間の電気陰性度の差が大きい（縦軸の値が大きい）と、結合に用いられた電子はどちらかの原子に強く引き寄せられるため、三角形の上の領域はイオン結合となります。また、電気陰性度の差が小さく、互いの電気陰性度が大きい（横軸の値が大きい）ときは、結合に用いられた電子は互いの原子に強く束縛されるため、右下側の領域は共有結合になり、小さい（横軸の値が小さい）ときは、結合に用いられた電子は互いの原子にあまり強く束縛されず、自由に動ける状態になるため、左下側の領域は金属結合になります。これは問題文にも書かれているとおりです。

また、実際にはこれらの結合の明確な境界は存在しません。例えば、問題文にもあった  $\text{H}_2\text{O}$  の結合についていえば、たしかに非金属原子どうしの結合なので共有結合なのですが、見方を変えれば、共有結合とイオン結合の中間の性質を持った結合、とみなせます。また、同じように極性をもった共有結合でも、 $\text{HF}$  の結合とはまた性質が異なります。電気陰性度の差を考えると、こちらの方がよりイオン結合の性質が強いといえます。逆に、問 4 の(b)は、金属原子と非金属原子との結合とはいえ、図 1 より共有結合と判別されるので、かなり共有結合の性質が強いイオン結合であるといえます。このように、分子内の結合は明確に共有結合とイオン結合に区別されるものではありません。そこで、大学レベルでは「共有結合性」「イオン結合性」という概念で結合を表現します。例えば「共有結合性○%、イオン結合性△%」といった具合です。

なお、偶然にも 2019 年の東北大（後期）でもケテラーの三角形は出されました。大学の 1, 2 回生で習うような内容を、高校生に理解できるように丁寧に説明した上で考えさせる問題は、特に難関大の入試では定番です。やはり、暗記に頼ら

ず思考することを強いられるので、出題テーマとして用いやすいのでしょうか。また、本問は図や表（しかも見慣れないもの）を用いる問題なので、2020 年度以降の入試も意識しているのではないのでしょうか。その意味では非常に良い問題だと思います。

では、また次回お会いしましょう。