

金属の結晶



金属原子が金属結合によって規則正しく配列した結晶

金属によって決まった結晶格子をとる

結晶格子の最小単位



単位格子

灯油 約 0.8 [g/cm³]

体心立方格子

Li Na K Fe

0.53 0.97 0.86

(アルカリ金属)

面心立方格子

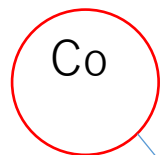
Al Cu Ag Au (コイン)

2.7 8.96 10.5 19.3

六方最密構造

Mg Zn Co

(マガジン)







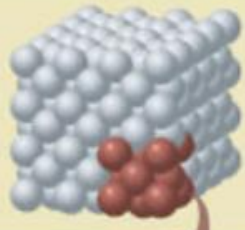

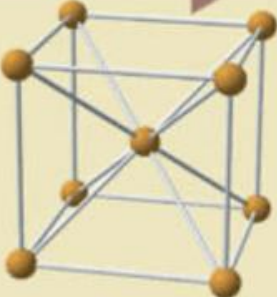

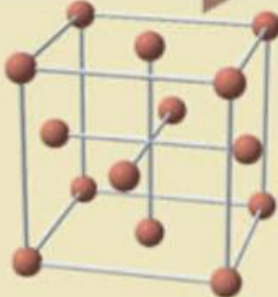

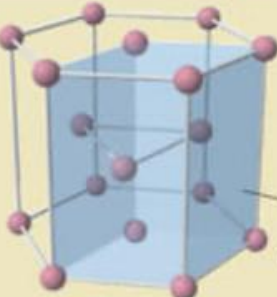
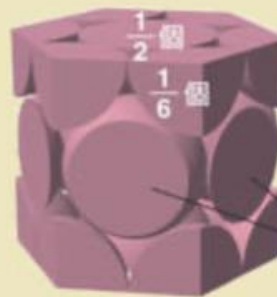
昭和医学部2015で出題

● アルカリ金属元素の単体と保存法



金属結晶

【化】 多数の金属元素の原子が次々に結合してできた結晶を、金属結晶という。金属結晶中の原子の配列には、体心立方格子、面心立方格子、六方最密構造などがある。

	体心立方格子 	面心立方格子 	六方最密構造 
結晶中の原子の配列 (結晶格子)			
単位格子	 	 	 <small>くり返しの最小単位 (単位格子)</small>  <small>あわせて1個</small>
配位数 ^{※1}	8	12	12
単位格子に含まれる原子の数	$\frac{1}{8} \times 8 + 1 \times 1 = 2$	$\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$	$\left(\frac{1}{6} \times 12 + \frac{1}{2} \times 2 + 1 \times 3\right) \div 3 = 2$
原子の占める割合 ^{※2}	68%	74%	74%
例	Na, Ba, Cr, Fe など	Al, Cu, Ag, Au など	Be, Mg, Zn, Cd など

※1：1つの原子に接している原子の数を配位数という。 ※2：原子が結晶中の空間に占める体積の割合を充填率という。

金属原子の半径と充填率

radius

filling factor



単位格子の一辺の長さ l がわかれば、以下の方法によって、金属原子の半径 r や充填率を求めることができる。

● 体心立方格子の場合

l : 単位格子の一辺の長さ
 r : 原子の半径

$\sqrt{2}l$

立方体の頂点と中心の原子が接している

【原子半径】三平方の定理より、 $AG^2 = CG^2 + AC^2 = l^2 + (\sqrt{2}l)^2 = 3l^2$
一方、 $AG = 4r$ なので、 $4r = \sqrt{3}l$ $r = \frac{\sqrt{3}}{4}l$

【充填率】単位格子に含まれる原子の数は2個であり、 $l = \frac{4}{\sqrt{3}}r$ より、

$$\text{充填率} = \frac{\text{単位格子中の原子の体積}}{\text{単位格子の体積}} = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times 2}{l^3} = \frac{\sqrt{3}\pi}{8} = 0.68$$

68%

● 面心立方格子の場合

l : 単位格子の一辺の長さ
 r : 原子の半径

立方体の頂点と面の中心の原子が接している

【原子半径】三平方の定理より、 $AF^2 = AB^2 + BF^2 = l^2 + l^2 = 2l^2$
一方、 $AF = 4r$ なので、 $4r = \sqrt{2}l$ $r = \frac{\sqrt{2}}{4}l$

【充填率】単位格子に含まれる原子の数は4個であり、 $l = \frac{4}{\sqrt{2}}r$ より、

$$\text{充填率} = \frac{\text{単位格子中の原子の体積}}{\text{単位格子の体積}} = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \times 4}{l^3} = \frac{\sqrt{2}\pi}{6} = 0.74$$

74%



イオン結晶

ionic crystal

構成粒子が規則正しく配列している固体を結晶といい、イオン結合でできている結晶をイオン結晶という。また、結晶中の粒子の配列構造を結晶格子といい、その最小のくり返し構造を単位格子という。

	塩化セシウム CsCl 型	塩化ナトリウム NaCl 型	硫化亜鉛 ZnS 型
結晶格子 (0をつけた陽イオン (Cs ⁺ , Na ⁺ , Zn ²⁺) に接する陰イオン (Cl ⁻ , S ²⁻) に、番号をふいた。)			
	一辺 0.41 nm の立方体	一辺 0.56 nm の立方体	一辺 0.54 nm の立方体
配位数*	8	6	4
単位格子に含まれるイオンの数	セシウムイオン Cs^+ : $1 \times 1 = 1$ 塩化物イオン Cl^- : $\frac{1}{8} \times 8 = 1$	ナトリウムイオン Na^+ : $\frac{1}{4} \times 12 + 1 \times 1 = 4$ 塩化物イオン Cl^- : $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$	亜鉛イオン Zn^{2+} : $1 \times 4 = 4$ 硫化物イオン S^{2-} : $\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 = 4$
例	CsBr, CsI, NH ₄ Cl など	LiF, NaBr, KI, MgO など	CuCl, CdS など

*配位数：1つのイオンに接しているイオンの数

共有結合の結晶
(共有結晶)



多数の原子が共有結合だけで結びついた結晶
結晶全体を1つの巨大な分子と考えることができる。



分子式



組成式

覚えるべき共有結晶

ダイヤモンド

C

黒鉛

C

炭化ケイ素

SiC

ケイ素

Si

二酸化ケイ素

SiO₂

共有結合の結晶の性質

硬く、融点が極めて高い

水に溶けにくく、電気を通さないものが多い

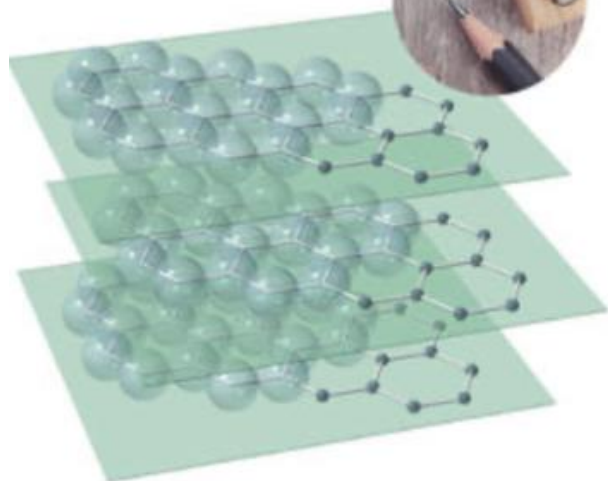


例外は黒鉛

共有結合結晶

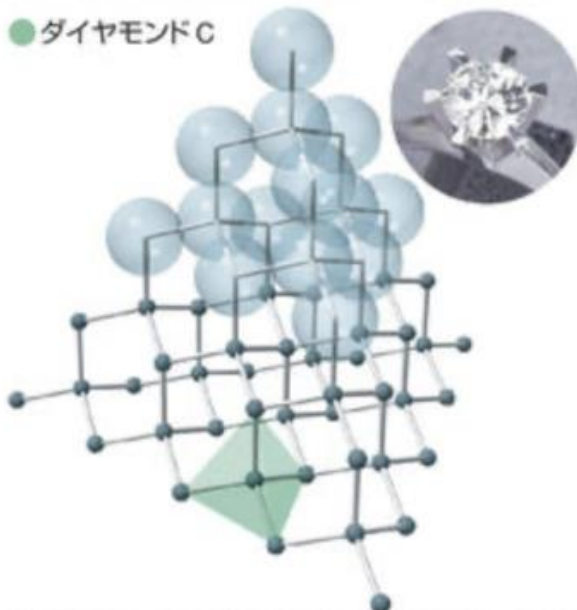
共有結合によって原子が次々につながってできた結晶を、共有結合結晶という。
共有結合結晶は、特定の分子が存在しないので、組成式で表される。

● 黒鉛 C(グラファイト)



炭素原子の4個の価電子のうち3個が次々に他の炭素原子と共有結合した、網目状の平面構造。平面構造どうしがいくつも重なりあっている。

● ダイヤモンド C



炭素原子の4個の価電子が次々に4個の他の炭素原子と共有結合した、正四面体構造。
ケイ素もダイヤモンドと同様の構造をもつ (p.131)。

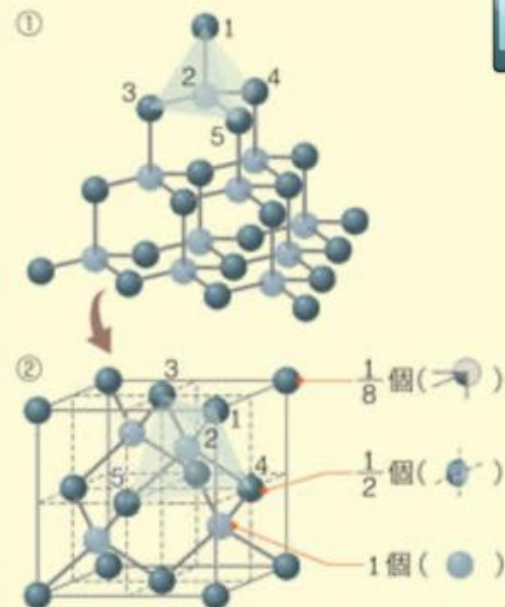
● 共有結合結晶の電気伝導性



共有結合結晶はふつう、電気を導かない。しかし、黒鉛では、炭素原子の4個の価電子のうち、3個が共有結合に使われる。共有結合に使われずに余っている1個の価電子は、平面構造の中を動くことができるので、黒鉛は電気を導く。

ダイヤモンドの単位格子

①のダイヤモンドの構造を角度を変えて観察すると、②のような立方体型の単位格子であることがわかる。



ダイヤモンドの単位格子は、頂点とそれぞれの面の中央にある ● で構成された面心立方格子 (p.43) の中に、さらに4個の ● が含まれた構造をしている。

【単位格子に含まれる原子の数】

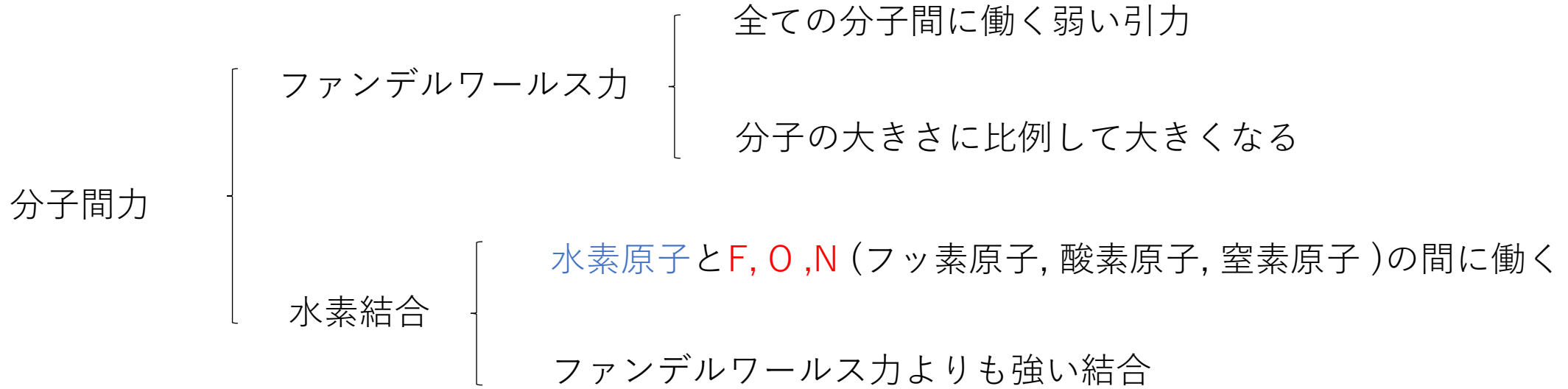
$$\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 + 1 \times 4 = 8$$



分子結晶



分子が分子間に働く弱い引力(分子間力)により規則的に配列した結晶



分子結晶の性質

分子間力は弱いため、軟らかく、融点・沸点も低い。

昇華性をもつもの



ドライアイス、ヨウ素、ナフタレン

分子は電荷をもたないので、固体でも液体でも電気を通さない