

**原子は不変なのに、結合の仕方によって
物質の性質は変化します。**

化学変化とはこういったものでしょう。

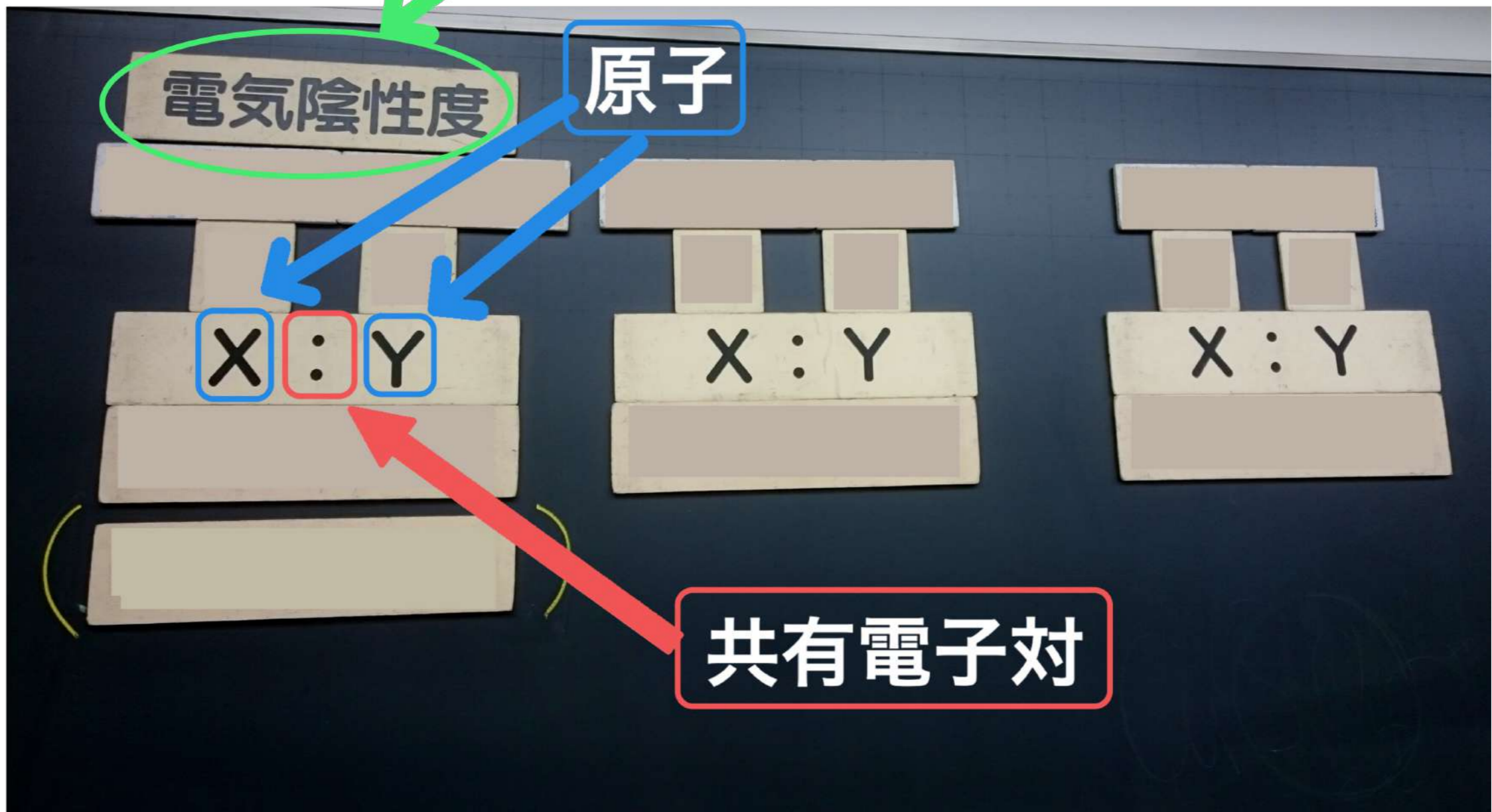
よって、化学の履修において、

化学結合は重要なテーマなのです。

電気陰性度って？

大きいか小さいか

共有電子対を引きつける強さの程度を数値で表したものの。



プリントに書き込んで下さい。



電気陰性度

大 大

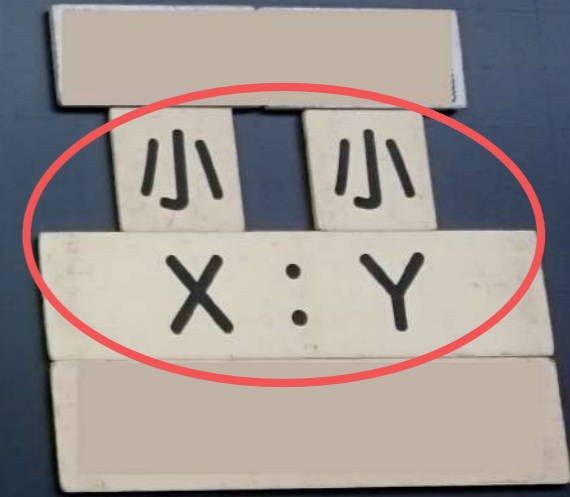
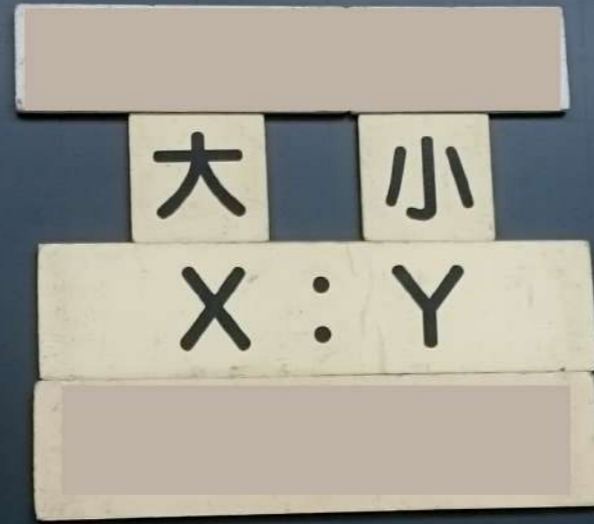
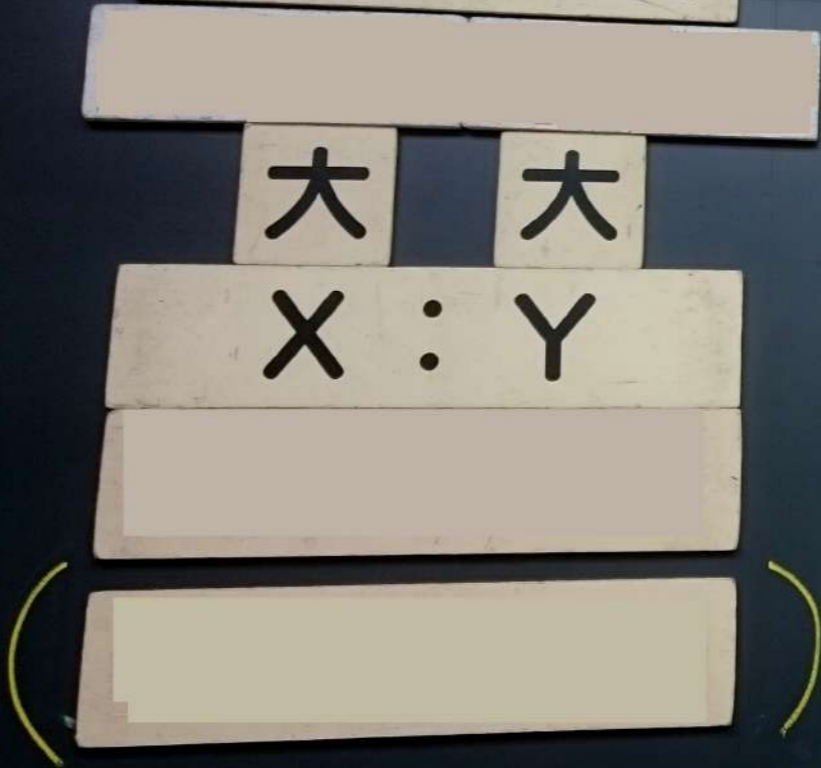
X : Y

大 小

X : Y

X : Y

電気陰性度



電氣陰性度

大 大

X : Y

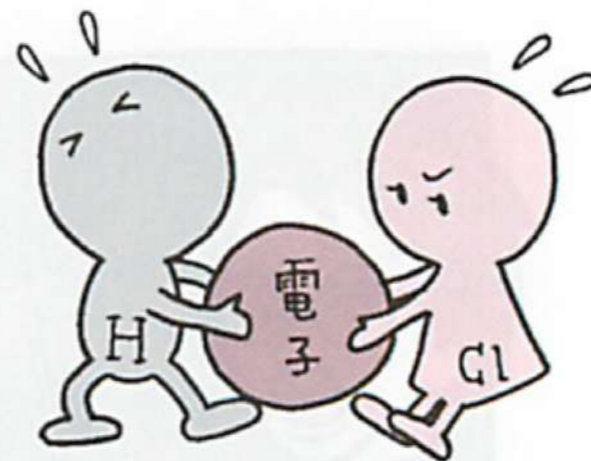
共有結合

大 小

X : Y

小 小

X : Y



電気陰性度

大 大

X : Y

共有結合

大 小

X : Y

イオン結合

小 小

X : Y



電気陰性度

大 大

X : Y

共有結合

大 小

X : Y

イオン結合

小 小

X : Y

金属結合



電気陰性度

非金属 非金属

大 大

X : Y

共有結合

大 小

X : Y

イオン結合

小 小

X : Y

金属結合

()

電気陰性度

非金属 非金属

大 大

X : Y

共有結合

非金属 金属

大 小

X : Y

イオン結合

小 小

X : Y

金属結合

()

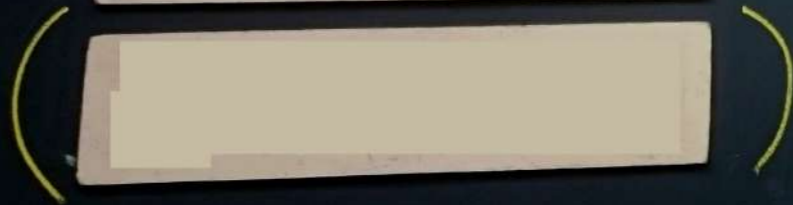
電気陰性度

非金属 非金属

大 大

X : Y

共有結合



非金属 金属

大 小

X : Y

イオン結合

金属 金属

小 小

X : Y

金属結合

電気陰性度と化学結合

電気陰性度

非金属どうし

大

大

X:Y

共有結合

非金属と金属

大

小

X:Y

イオン結合

金属どうし

小

小

X:Y

金属結合

()

電気陰性度

非金属 非金属

大 大

X : Y

共有結合

配位結合

非金属 金属

大 小

X : Y

イオン結合

金属 金属

小 小

X : Y

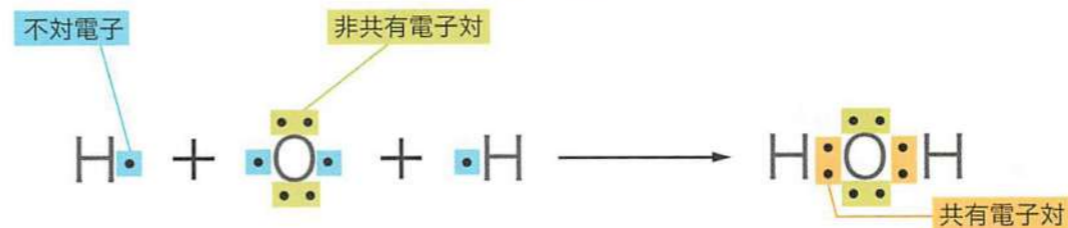
金属結合

電気陰性度

非金属	非金属	非金属	金属	金属	金属
大	大	大	小	小	小
X:Y		X:Y		X:Y	
共有結合		イオン結合		金属結合	
配位結合					

共有結合って？

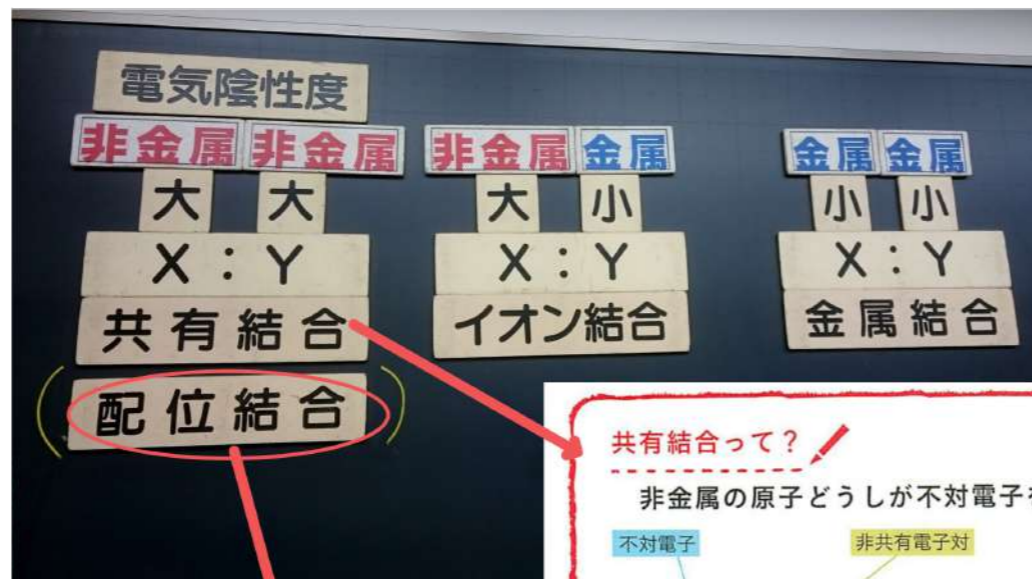
非金属の原子どうしが不対電子を共有して生じる結合のこと。



簡単に書き込もう。

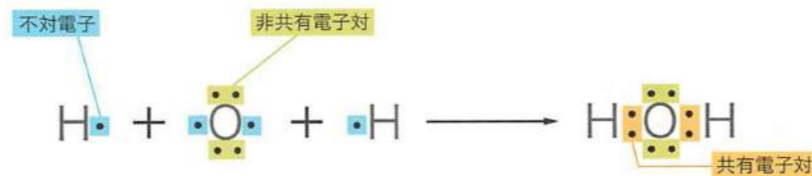
共有結合って？

非金属の原子どうしが不対電子を共有して生じる結合のこと。



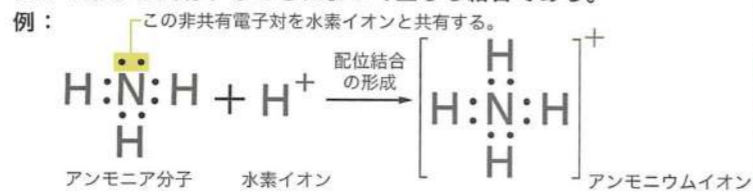
共有結合って？

非金属の原子どうしが不対電子を共有して生じる結合のこと。



配位結合とは？

配位結合は、一方の原子が非共有電子対を提供し、その電子対を他方の原子と共有することによって生じる結合である。



配位結合は、もともとある共有結合と区別できない！

簡単に書き込もう。

配位結合とは？

一方の原子が非共有電子対を提供し、その電子対を他方の原子と共有することによって生じる結合のこと。

電気陰性度と化学結合

電気陰性度

非金属どうし

大

大

$X:Y$

共有結合

配位結合

非金属と金属

大

小

$X:Y$

イオン結合

金属どうし

小

小

$X:Y$

金属結合

化学結合と結晶

テーマ① 結晶

① 結合から結晶へを参照。

●化学結合と結晶の種類



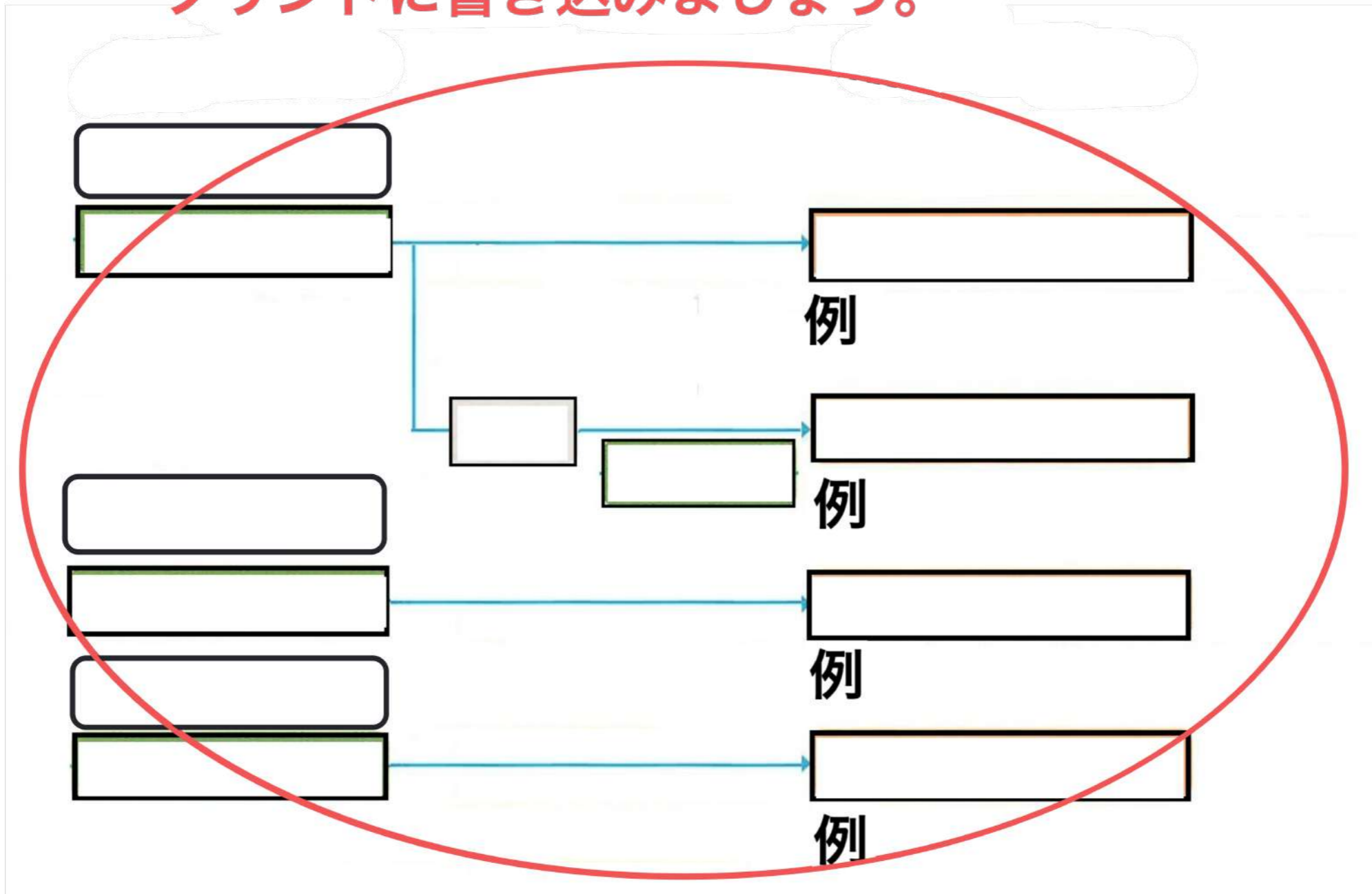
拡大

①結合から結晶へ

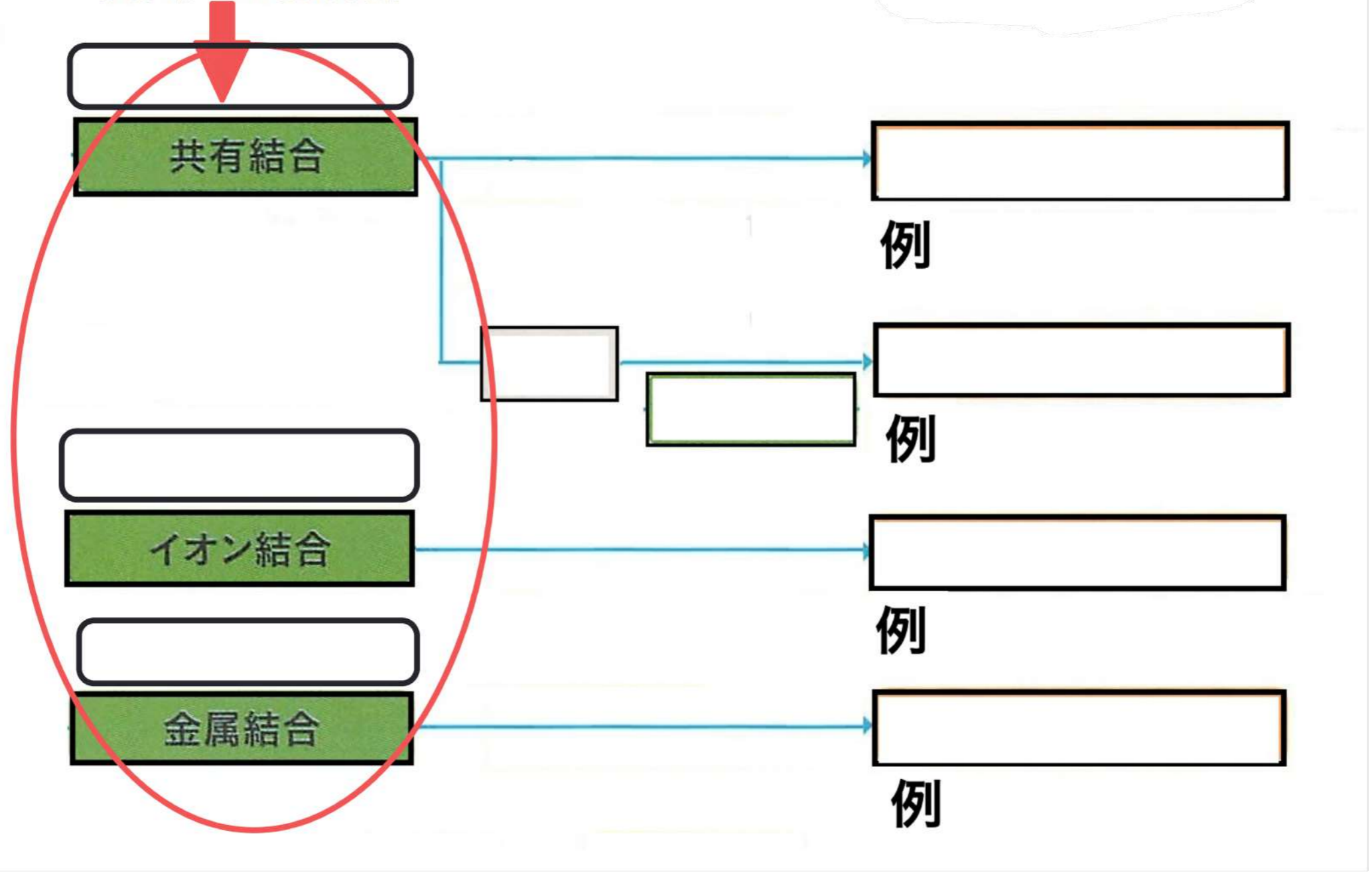
原子間の結合は「共有結合」、「イオン結合」、「金属結合」でしたが、共有結合で形成された分子間には、さらに、「分子間力」が働きます。ここでは、まず、これらの化学結合と結晶（構成粒子が規則正しく配列している固体）との対応について考えてみましょう。

化学結合と結晶

プリントに書き込みましょう。



原子間の 【結合の種類】



原子間の 【結合の種類】

共有結合

分子間の 【結合の種類】

分子

分子間力

例

例

例

例

例

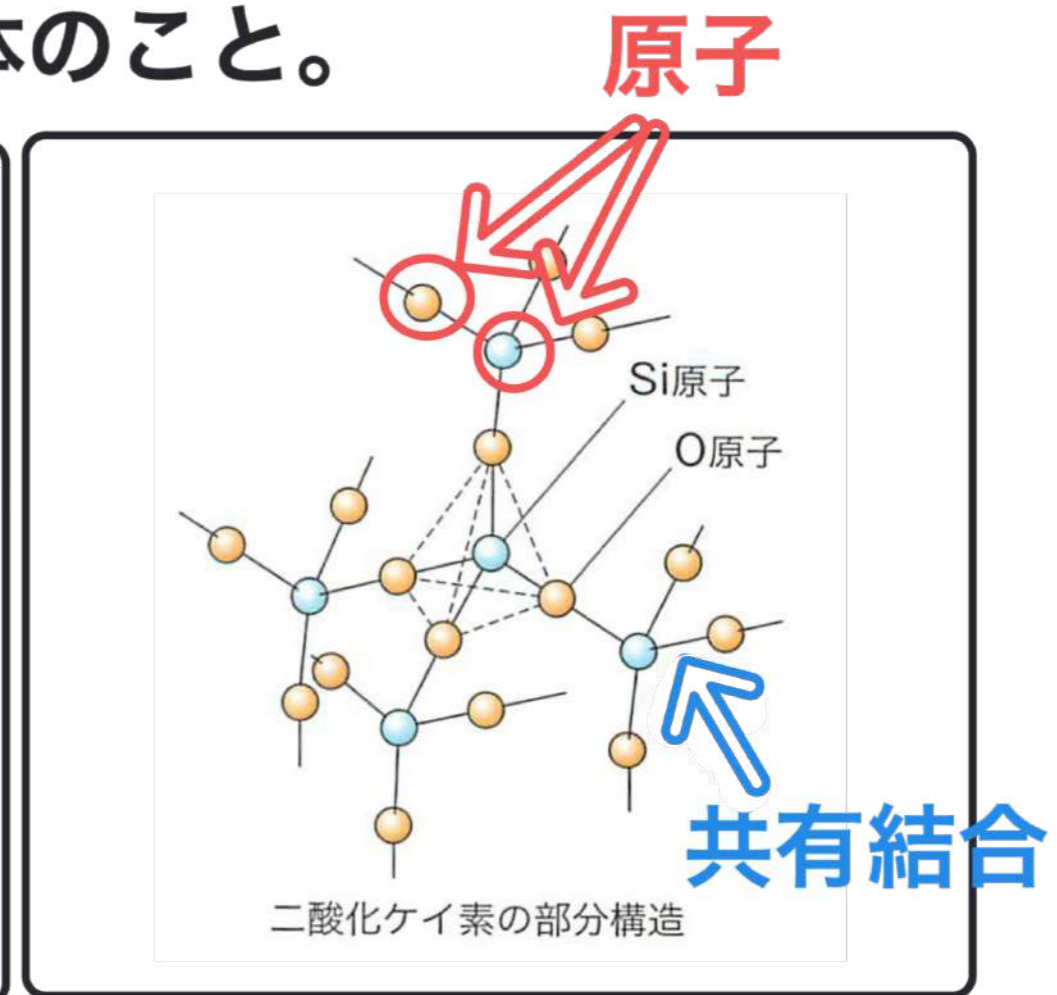
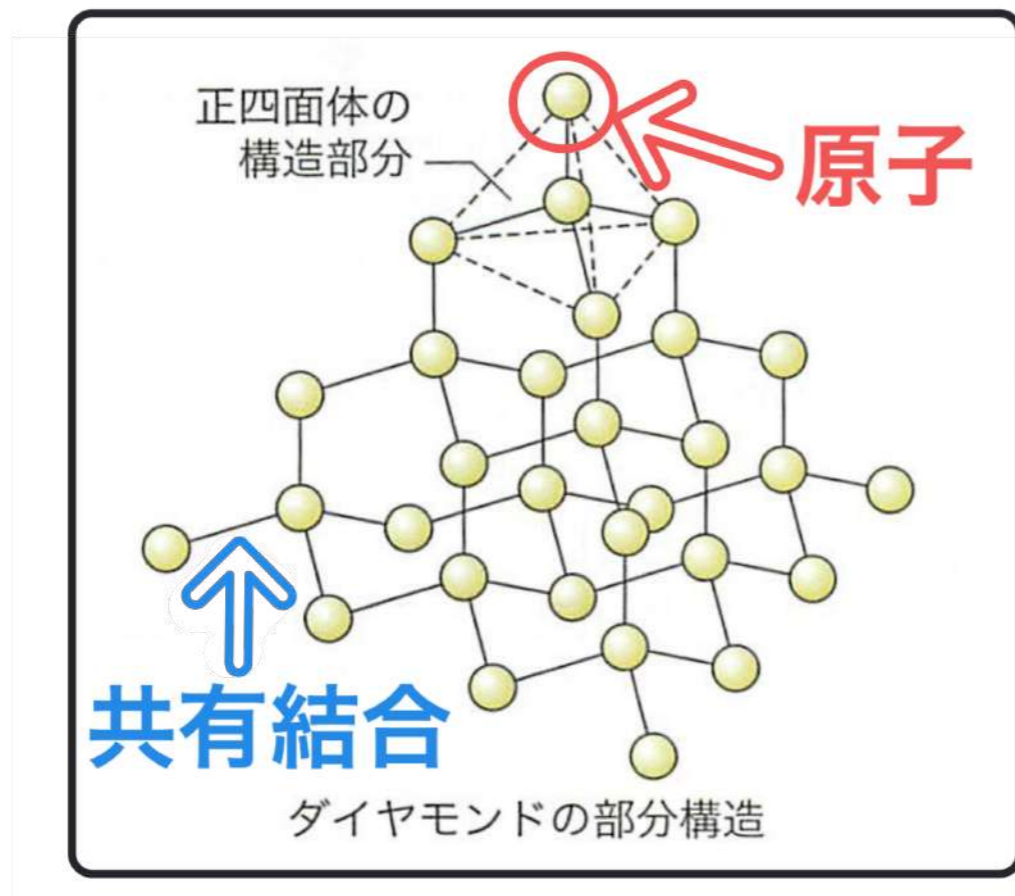
例

イオン結合

金属結合

共有結合の結晶

多数の原子が、数に限りなく延々と共有結合を繰り返してできた固体のこと。



原子間の
【結合の種類】

共有結合

イオン結合

金属結合

【結晶の種類】



共有結合の結晶

例

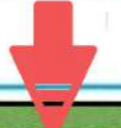
分子結晶

例

例

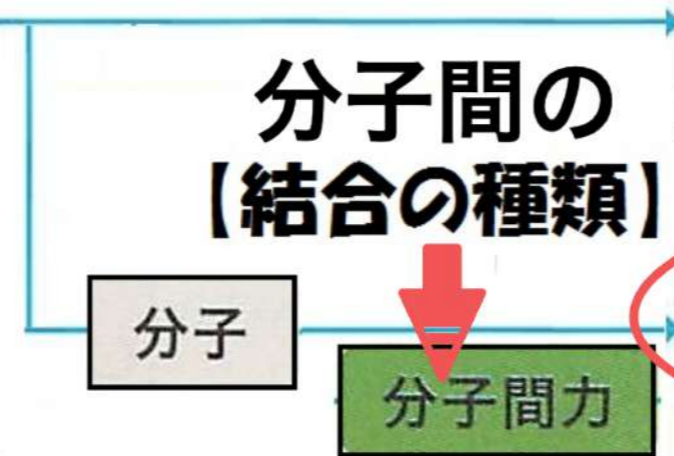
例

分子間の
【結合の種類】



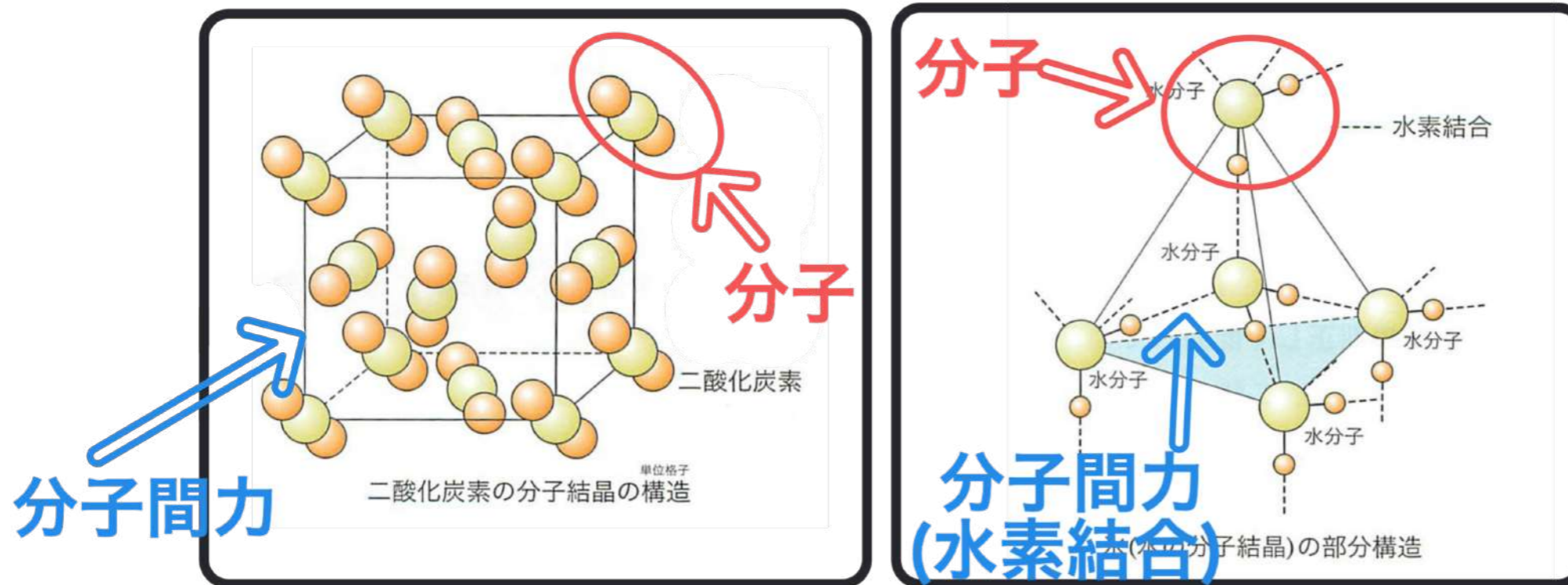
分子

分子間力

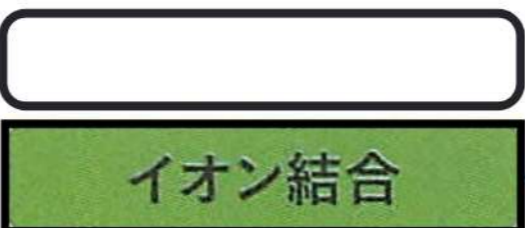


分子結晶

分子が、分子間に働く引力によって規則正しく並んでできた固体のこと。



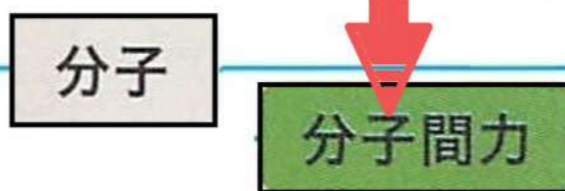
原子間の
【結合の種類】



【結晶の種類】



分子間の
【結合の種類】



分子

例

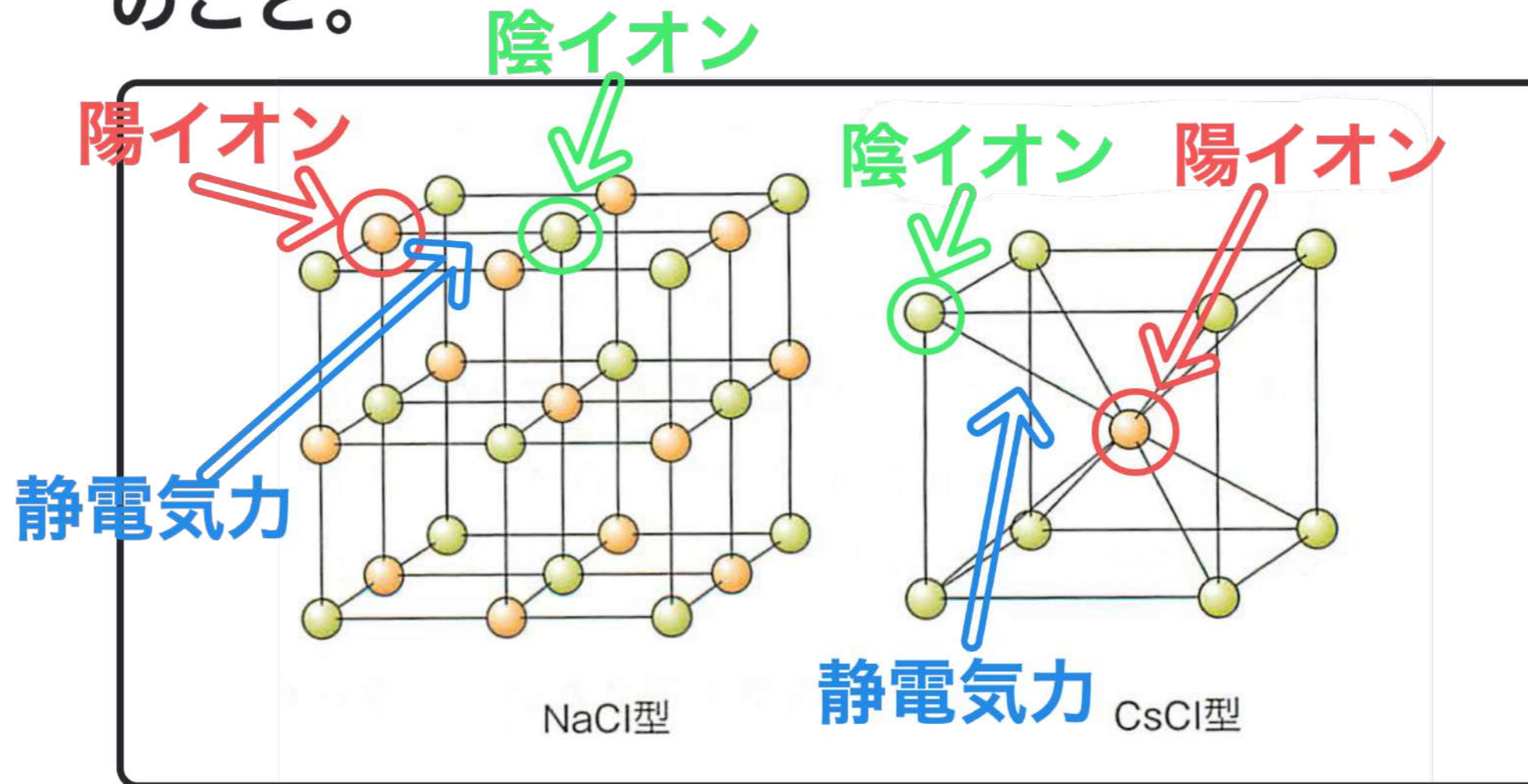
例

例

例

イオン結晶

多数の陽イオンと陰イオンが静電気力によって結び付き、規則正しく配列してできた固体のこと。



原子間の
【結合の種類】

共有結合

イオン結合

金属結合

分子間の
【結合の種類】

分子

分子間力

【結晶の種類】

共有結合の結晶

例

分子結晶

例

イオン結晶

例

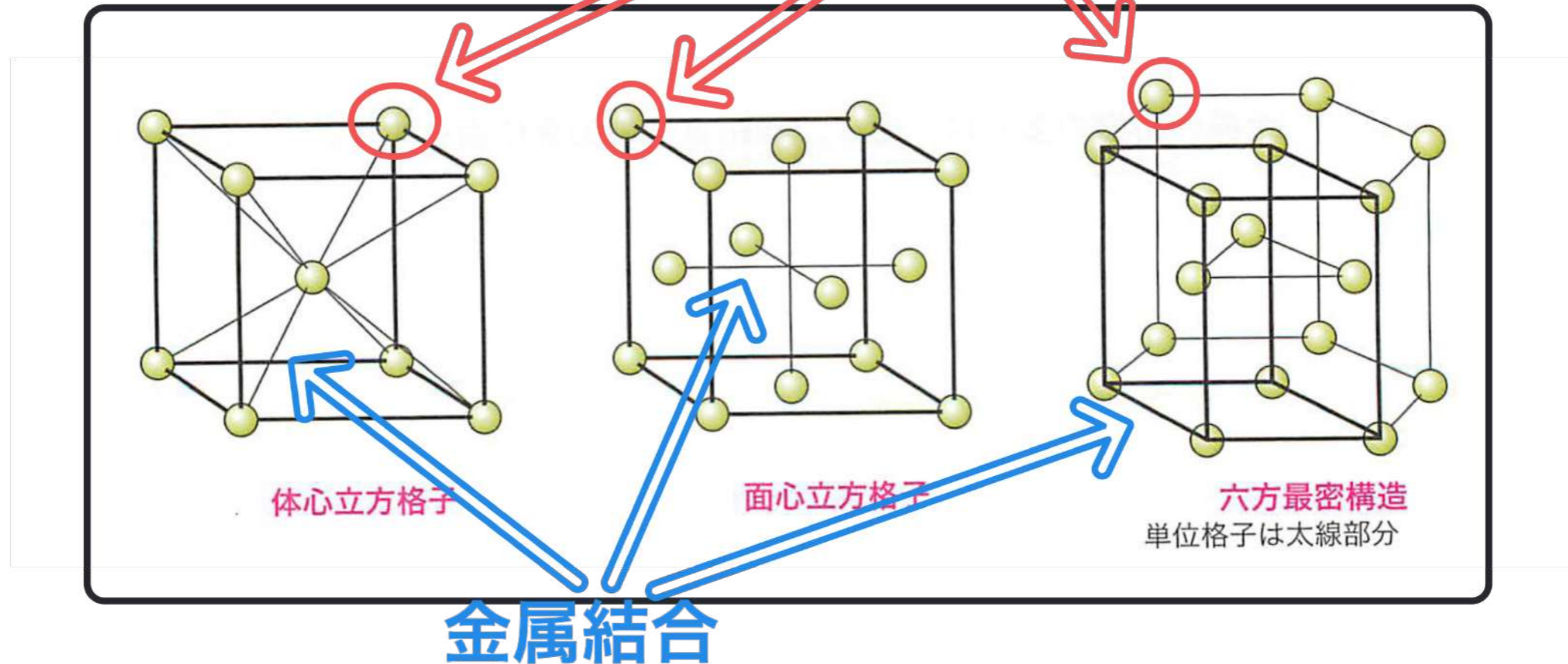
金属結晶

例

金属結晶

金属原子が、規則正しく配列してできた
固体のこと。

金属原子(金属イオン)



【結合の種類】

非金属元素のみ

共有結合

分子

イオン結合

金属結合

【結晶の種類】

共有結合の結晶

分子結晶

イオン結晶

金属結晶

組成式

例:C(黒鉛, ダイヤモンド)、Si、SiO₂

【結合の種類】

分子間力

【結合の種類】

非金属元素のみ

共有結合

分子

【結合の種類】

分子間力

イオン結合

金属結合

【結晶の種類】

共有結合の結晶

例:C(黒鉛, ダイヤモンド)、Si、SiO₂

分子結晶

例:CO₂(ドライアイス), H₂O(氷)

イオン結晶

金属結晶

分子式

【結合の種類】

非金属元素のみ

共有結合

金属元素と非金属元素

イオン結合

金属結合

【結晶の種類】

共有結合の結晶

例:C(黒鉛, ダイヤモンド)、Si、SiO₂

【結合の種類】

分子

分子間力

分子結晶

例:CO₂(ドライアイス), H₂O(氷)

イオン結晶

例:NaCl, Al₂O₃, CuSO₄

金属結晶

組成式

【結合の種類】

非金属元素のみ

共有結合

金属元素と非金属元素

イオン結合

金属元素のみ

金属結合

【結晶の種類】

共有結合の結晶

例:C(黒鉛, ダイヤモンド)、Si、SiO₂

分子

【結合の種類】

分子間力

分子結晶

例:CO₂(ドライアイス), H₂O(氷)

イオン結晶

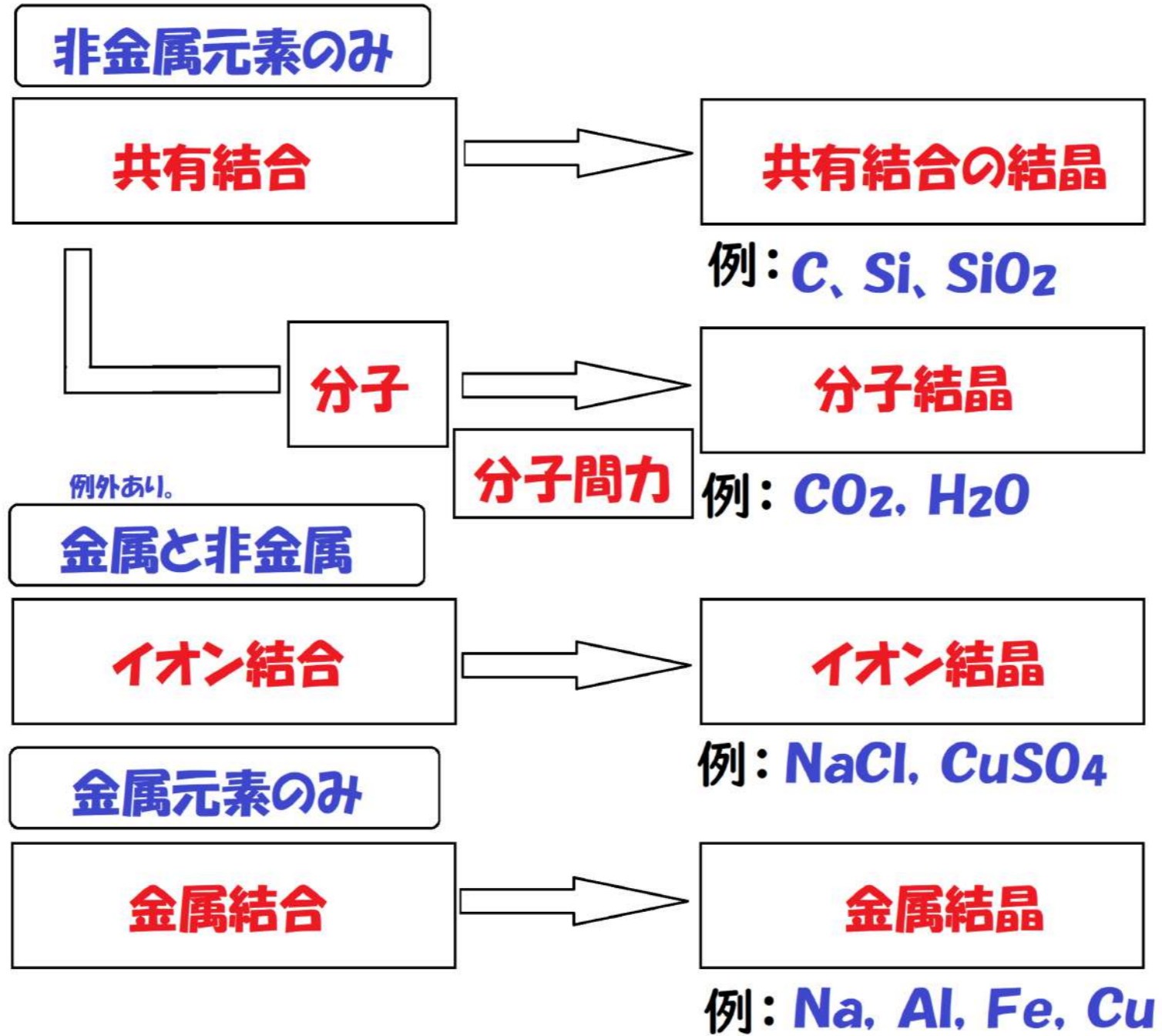
例:NaCl, Al₂O₃, CuSO₄

金属結晶

例:Na, Al, Fe, Cu

組成式

化学結合と結晶



結晶

結晶とは、構成粒子（、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配位のものがある。

結晶

結晶とは、構成粒子（**原子**、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配位のものがある。

結晶

結晶とは、構成粒子（、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配
位のものがある。

結晶

結晶とは、構成粒子（、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配位のものがある。

結晶

結晶とは、構成粒子（、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配位のものがある。

結晶

結晶とは、構成粒子（、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配位のものがある。

結晶

結晶とは、構成粒子（、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配位のものがある。

結晶

結晶とは、構成粒子（、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配位のものがある。

結晶

結晶とは、構成粒子（、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配位のものがある。

結晶

結晶とは、構成粒子（、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配位のものがある。

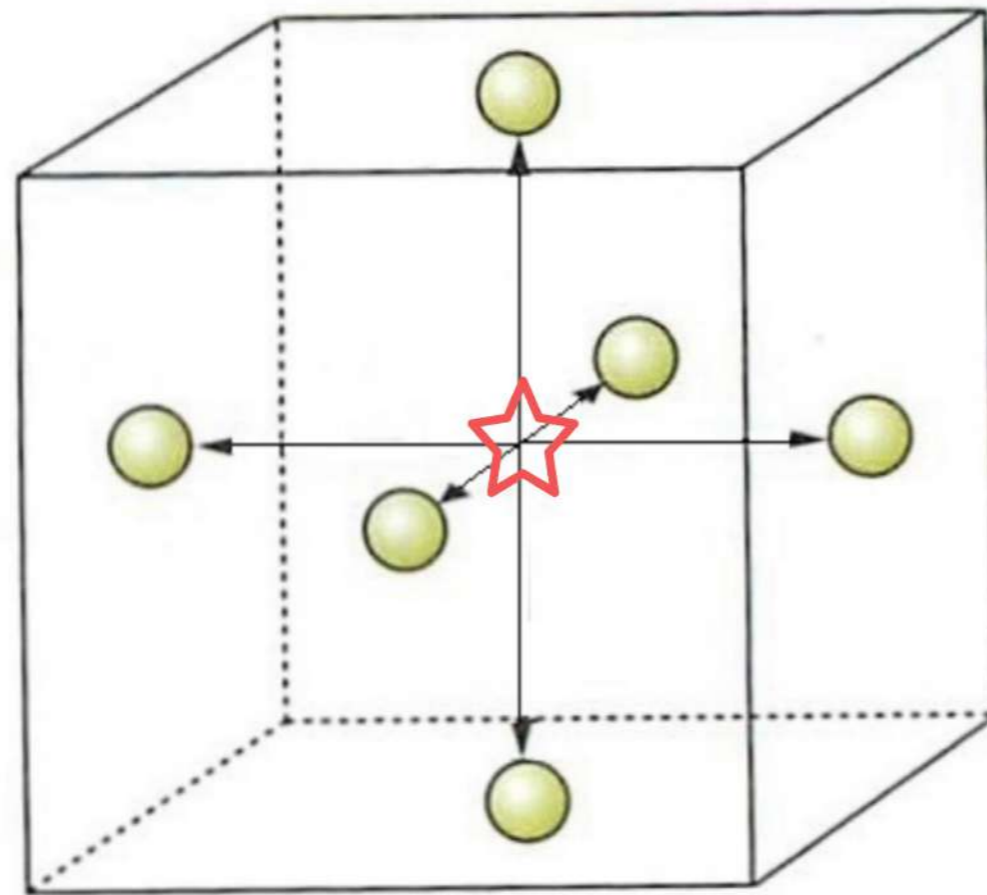
結晶

結晶とは、構成粒子（、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配位のものがある。

立方体の中心から 各面の中心方向 6方向



注：配位の方法のイメージで、単位格子ではありません。

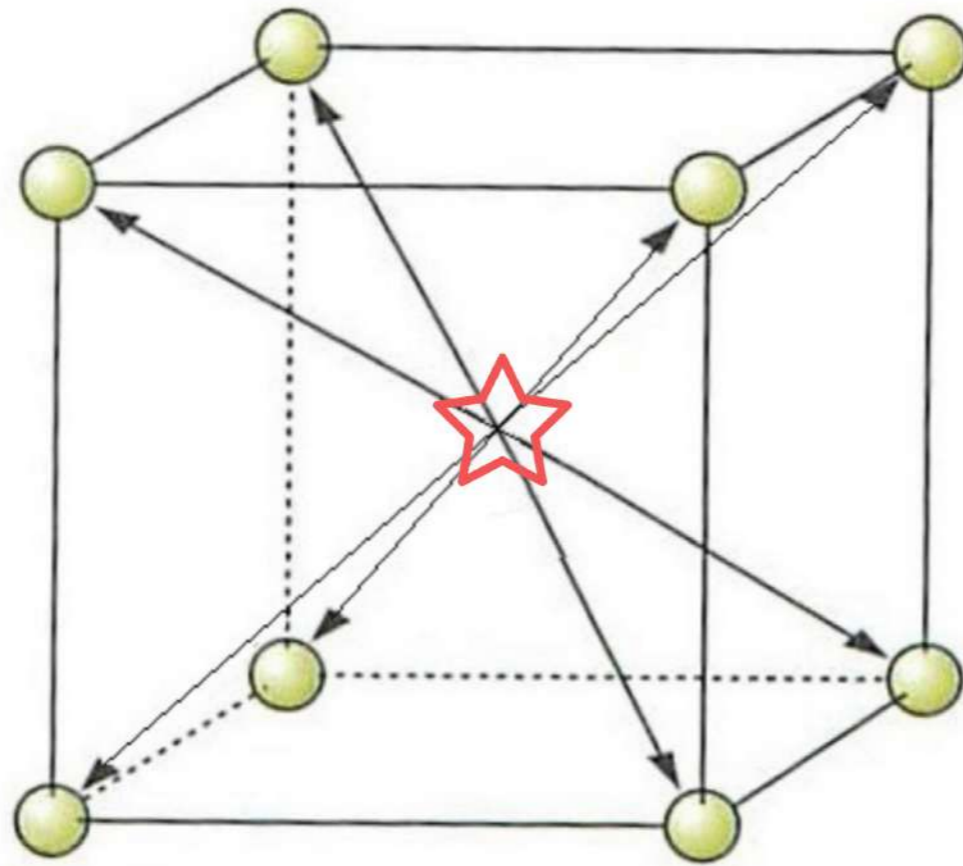
結晶

結晶とは、構成粒子（、、）が
しているのことである。

結晶には、結晶、結晶、結晶、
結晶がある。

また、結晶には、配位、配位、配位、配位のものがある。

立方体の中心から 各頂点方向 8方向



注：配位の方法のイメージで、単位格子ではありません。

結晶

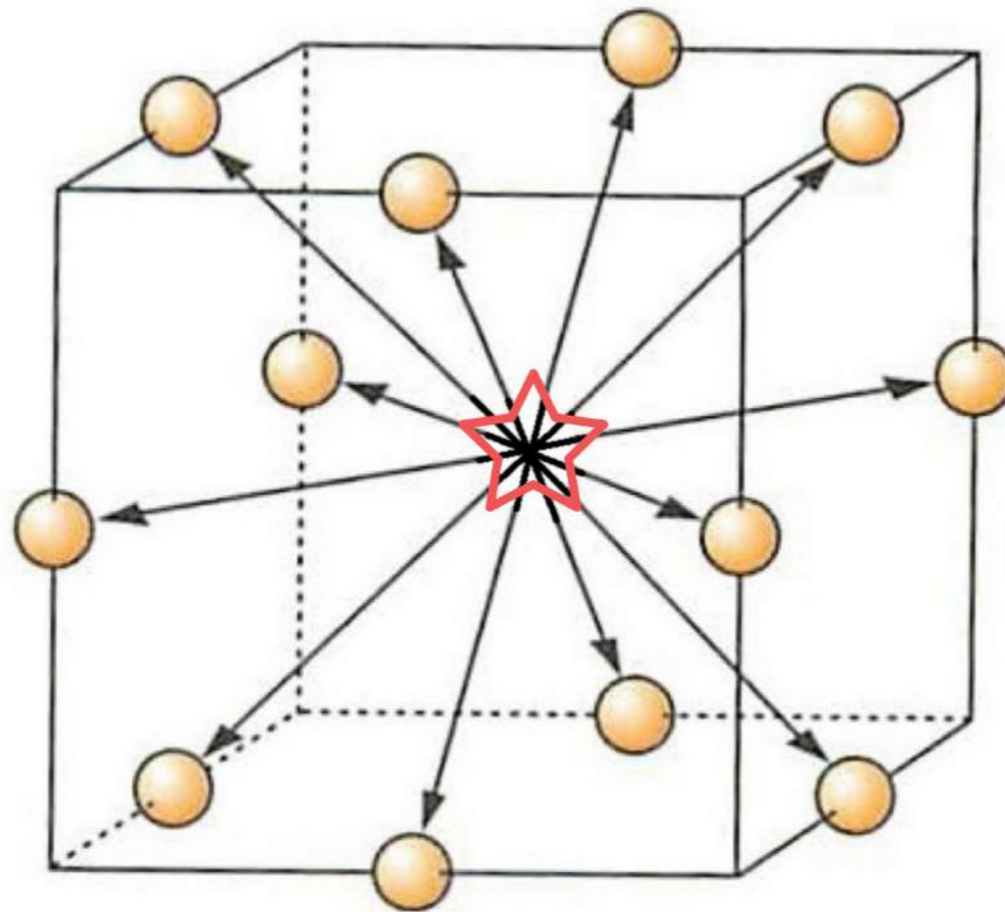
結晶とは、構成粒子（**原子**、**分子**、**イオン**）が**規則正しく配列**している**固体**のことである。

結晶には、**金属**結晶、**イオン**結晶、**共有結合の**結晶、**分子**結晶がある。

また、結晶には、**6**配位、**8**配位、**12**配位、配位のものがある。

立方体の中心から 立方体の各辺の真ん中方向

12方向



注：配位の方法のイメージで、単位格子ではありません。

結晶

結晶とは、構成粒子（**原子**、**分子**、**イオン**）が**規則正しく配列**している**固体**のことである。

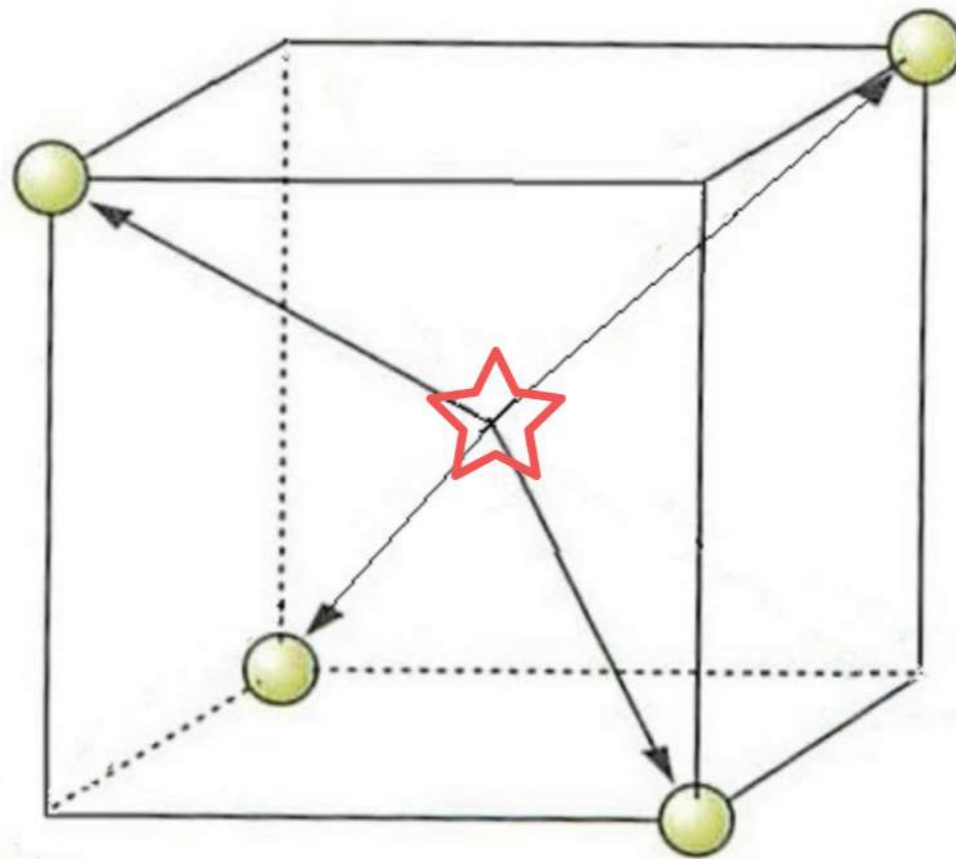
結晶には、**金属**結晶、**イオン**結晶、**共有結合の**結晶、**分子**結晶がある。

また、結晶には、**6**配位、**8**配位、**12**配位、**4D**配位のものがある。

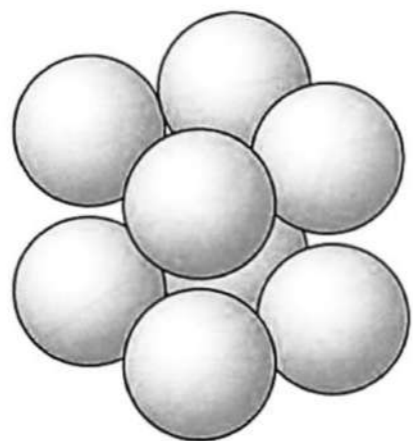
立方体の中心から 各頂点方向

の半分！

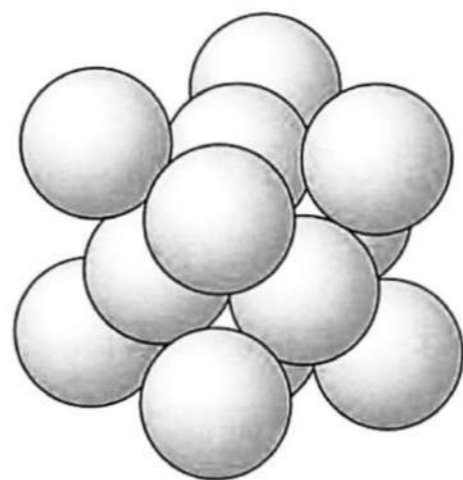
4方向



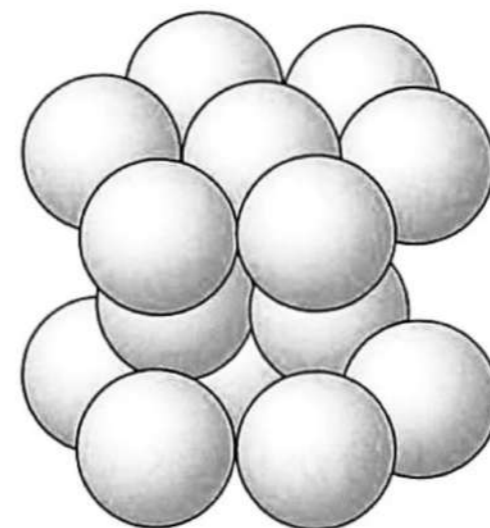
注：配位の方法のイメージで、単位格子ではありません。



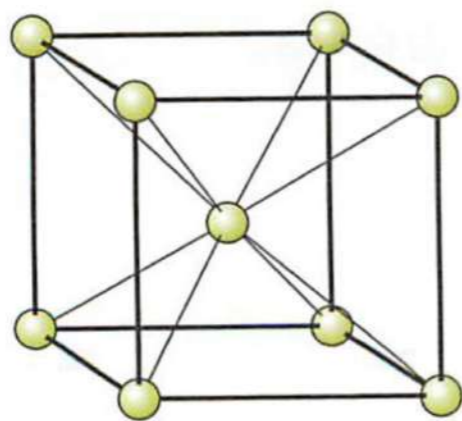
体心立方格子



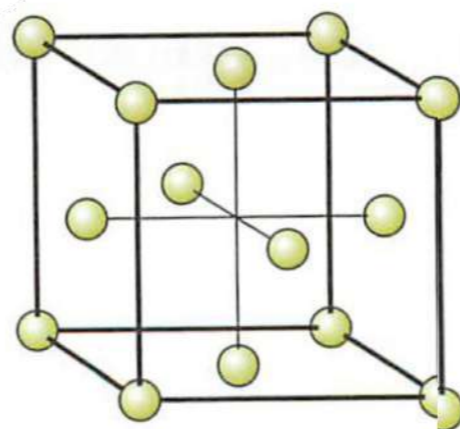
面心立方格子



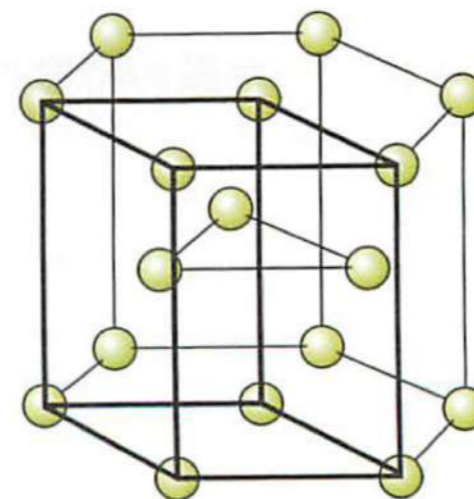
六方最密構造



体心立方格子

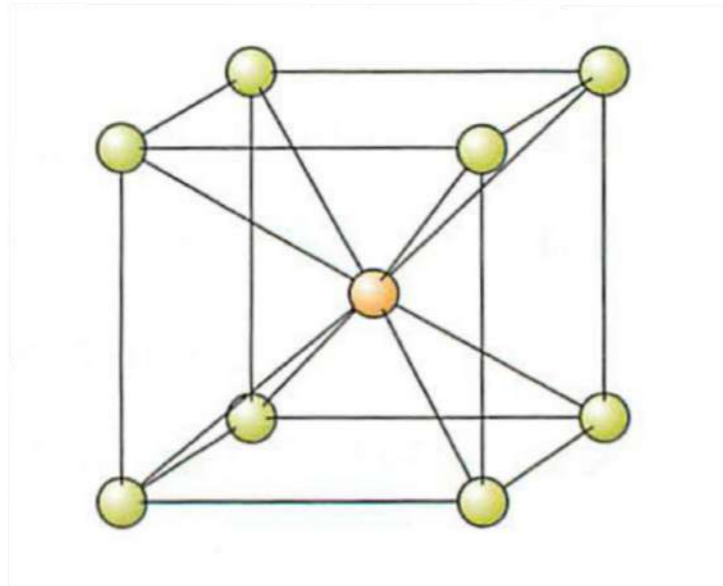


面心立方格子

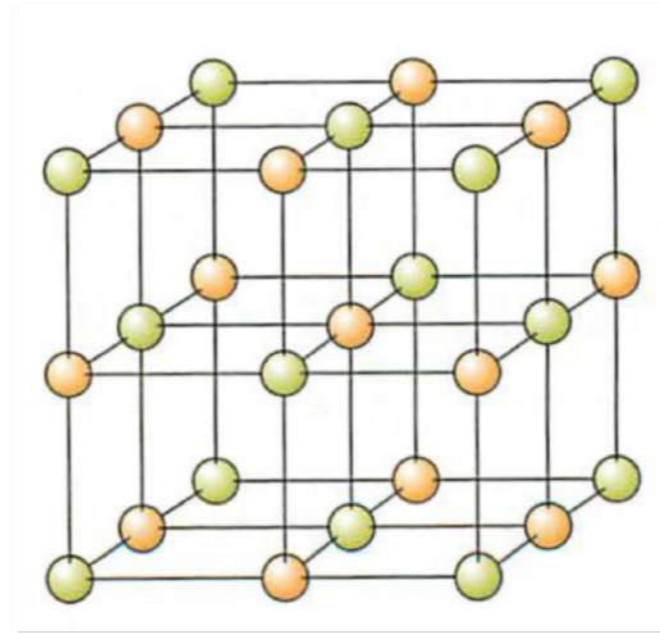


六方最密構造
単位格子は太線部分

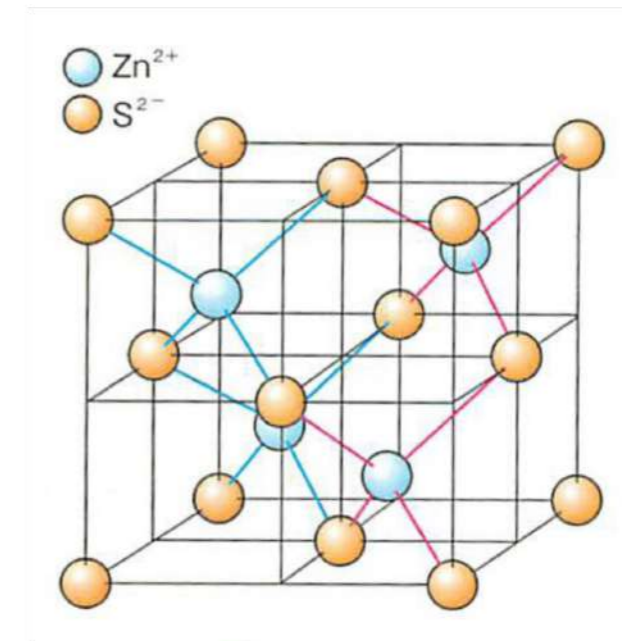
CsCl型



NaCl型

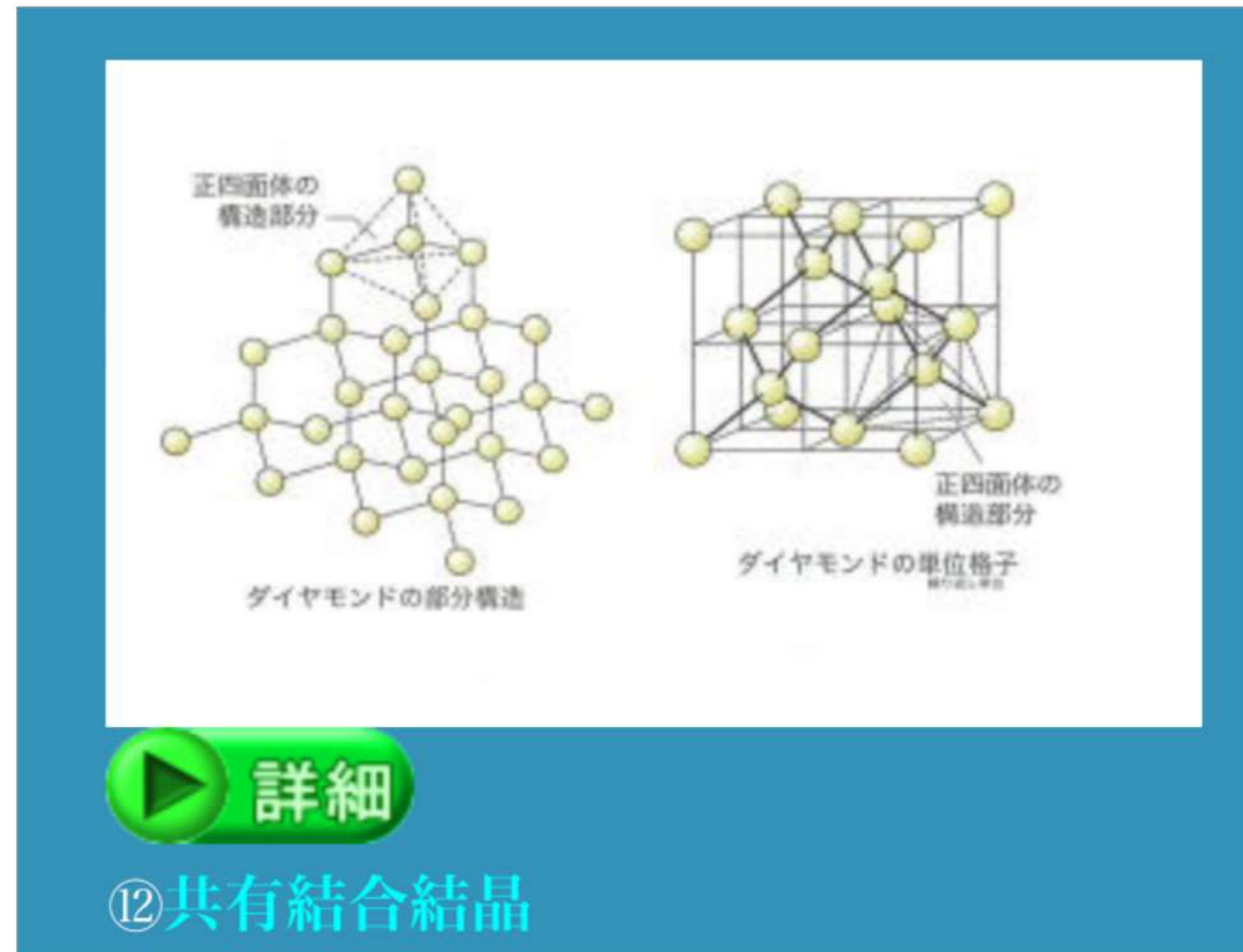


ZnS型



共有結合結晶

テーマ1 結晶 ⑫ 共有結合結晶
を参照。



金属結晶には、格子、格子、構造などがあり、配位数はそれぞれ、、である。

イオン結晶には、型、型、型などがあり、配位数はそれぞれ、、である。

共有結合の結晶の例には、の結晶やの結晶などがあるが、これらの配位数はともにである。

金属結晶には、**体心立方** 格子、**面心立方** 格子、**六方最密** 構造などがあり、配位数はそれぞれ **8**、**12**、**12** である。

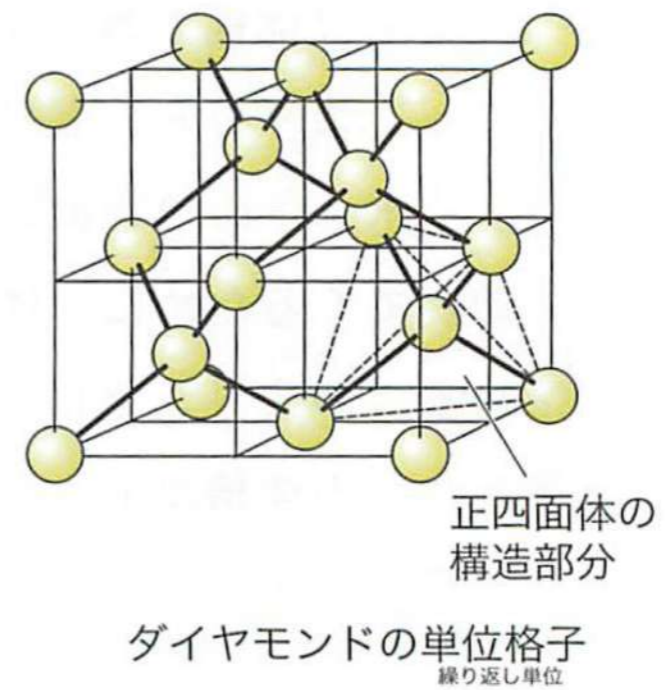
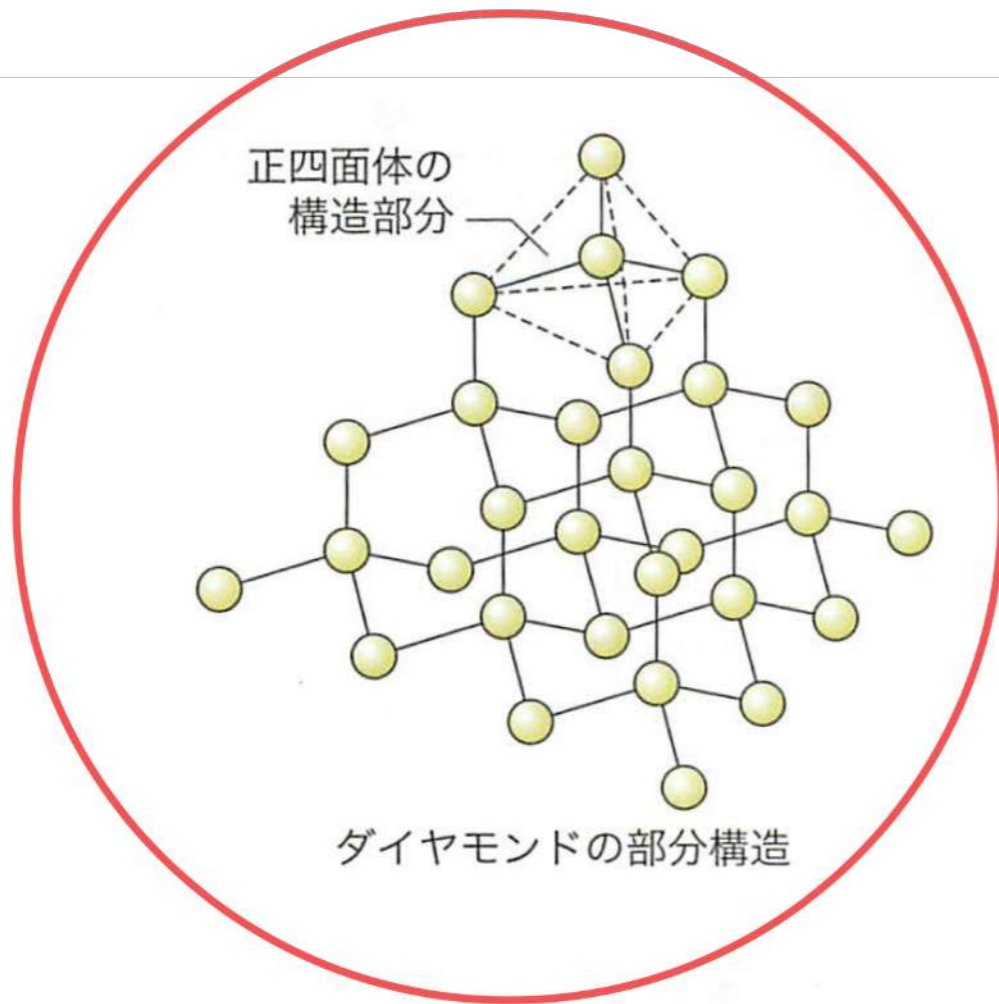
イオン結晶には、**NaCl** 型、**CsCl** 型、**ZnS** 型などがあり、配位数はそれぞれ **6**、**8**、**4** である。

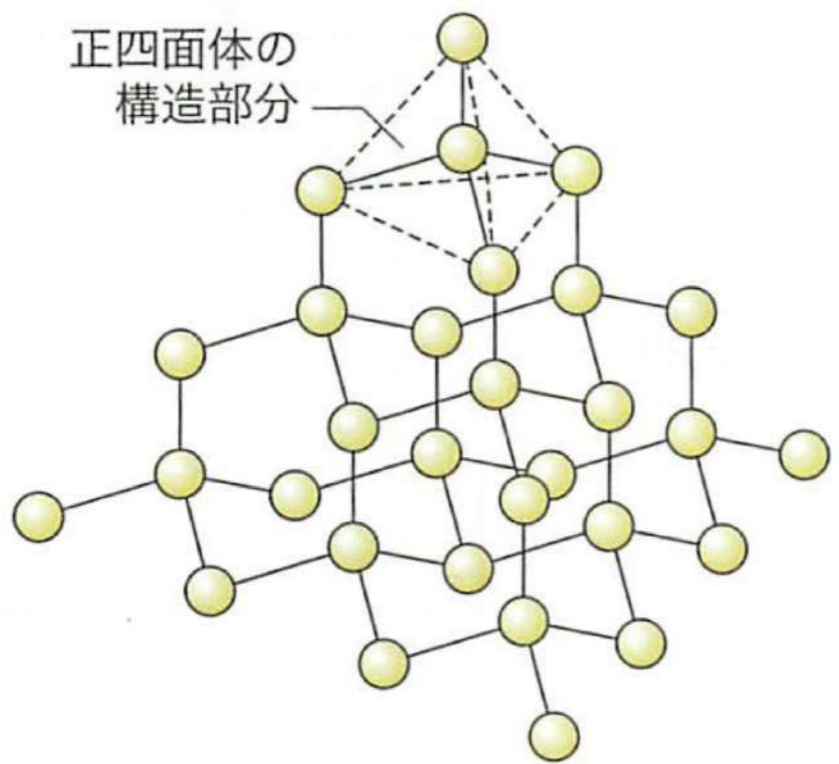
共有結合の結晶の例には、**ダイヤモンド** の結晶や **ケイ素** の結晶などがあるが、これらの配位数はともに である。

金属結晶には、**体心立方**格子、**面心立方**格子、**六方最密**構造などがあり、配位数はそれぞれ**8**、**12**、**12**である。

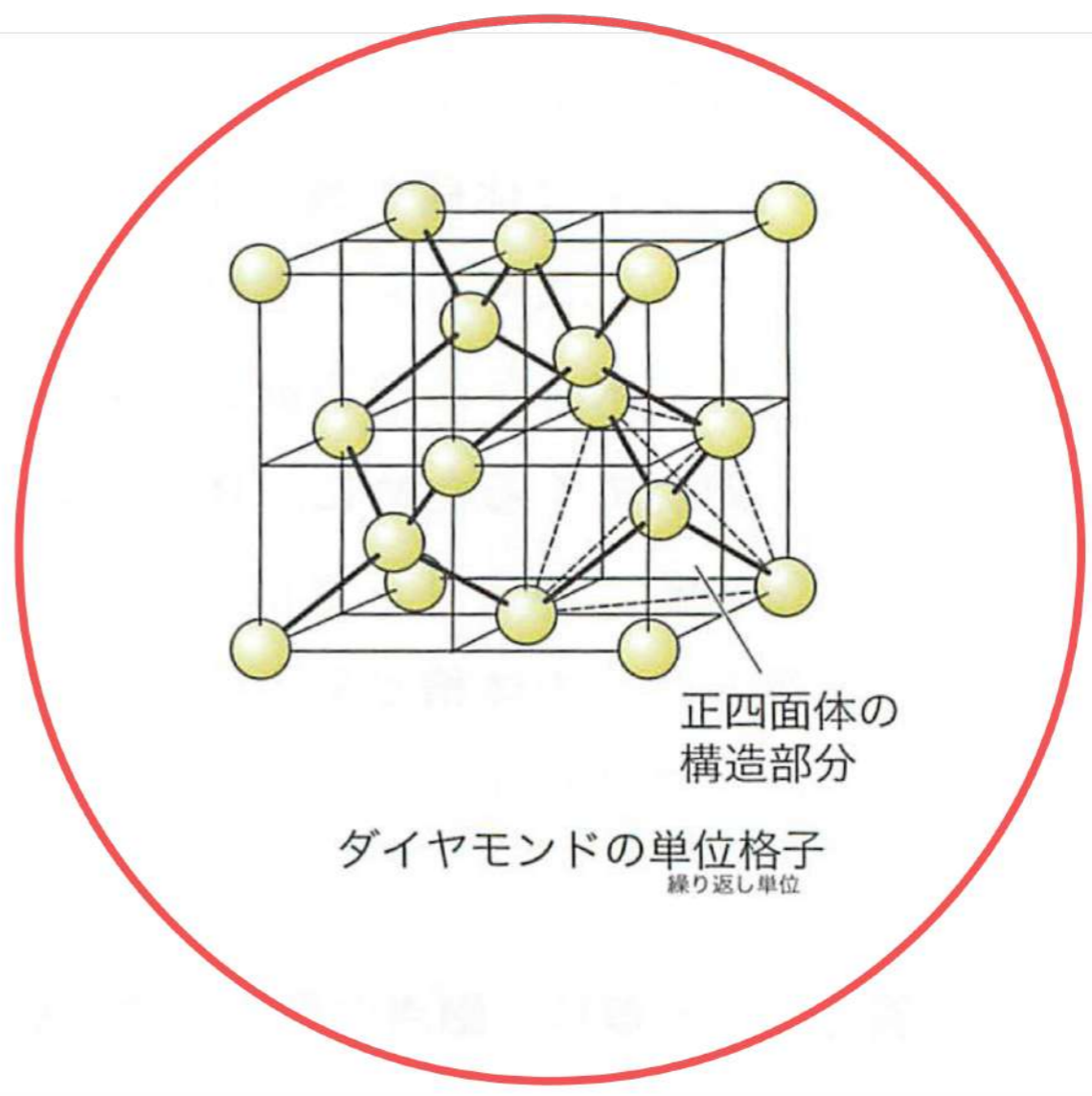
イオン結晶には、**NaCl**型、**CsCl**型、**ZnS**型などがあり、配位数はそれぞれ**6**、**8**、**4**である。

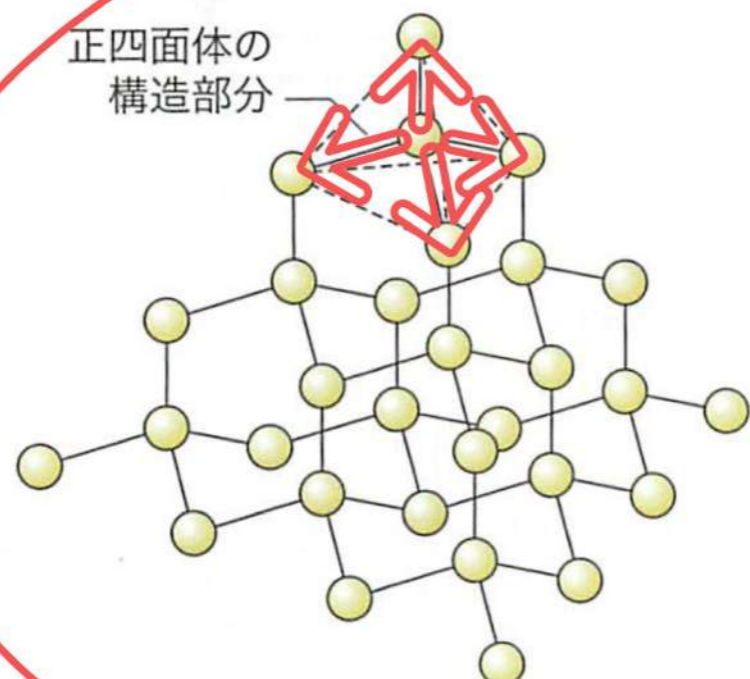
共有結合の結晶の例には、**ダイヤモンド**の結晶や**ケイ素**の結晶などがあるが、これらの配位数はともに**4**である。



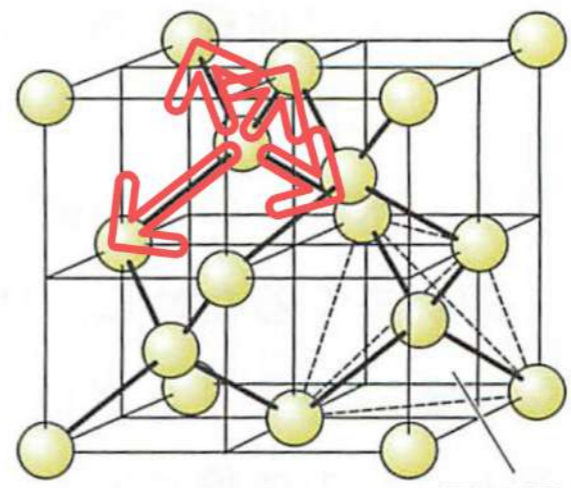


ダイヤモンドの部分構造





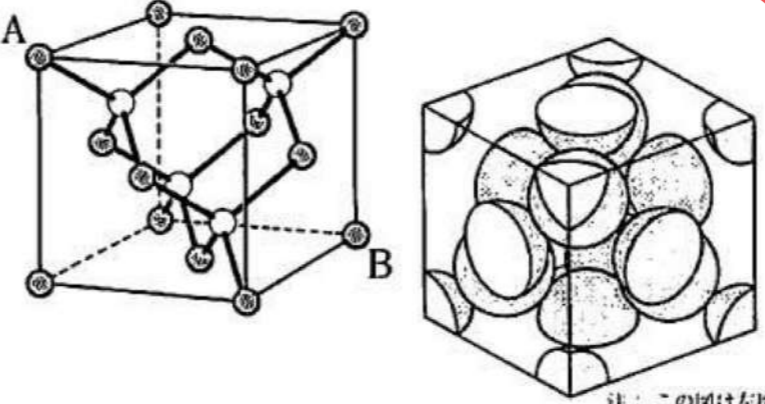
ダイヤモンドの部分構造



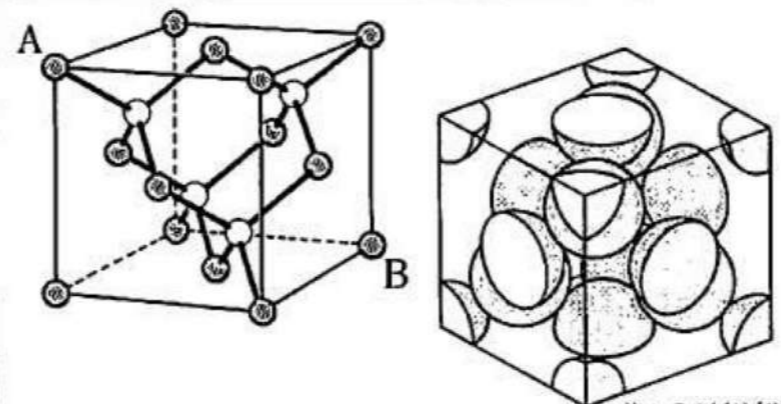
ダイヤモンドの単位格子
繰り返し単位

共有結合結晶の出題としては
『ダイヤモンド』に関する出題が
多く見受けられるようです。

共有結合の結晶

ダイヤモンド	
単位格子中の 原子の配置(左) と 剛体球モデル(右)	 <p>◎と○はともに炭素原子の中心部分を表す。</p> <p>注：この図は左図のA点からB点に向かってながめたものである。</p>
単位格子中の 原子の個数	
最近接の原子の数 (配位数)	
原子間距離 (中心間距離) R と 単位格子の 一辺の長さ l との関係	

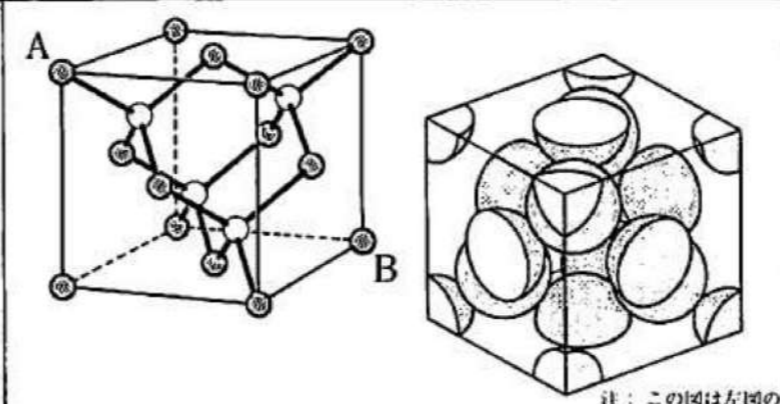
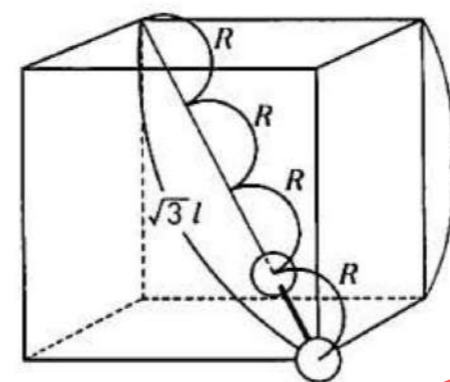
共有結合の結晶

ダイヤモンド	
単位格子中の 原子の配置(左) と 剛体球モデル(右)	 <p style="font-size: small;">◎と○はともに炭素原子の中心部分を表す。 注：この図は左図のA点からB点に向かってながめたものである。</p>
単位格子中の 原子の個数	$\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 + 1 \times 4 = 8 (\text{個})$
最近接の原子の数 (配位数)	
原子間距離 (中心間距離) R と 単位格子の 一辺の長さ l との関係	

共有結合の結晶

ダイヤモンド	
単位格子中の 原子の配置(左) と 剛体球モデル(右)	<p style="font-size: small;">◎と○はともに炭素原子の中心部分を表す。 注：この図は左図のA点からB点に向かってながめたものである。</p>
単位格子中の 原子の個数	$\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 + 1 \times 4 = 8 (\text{個})$
最近接の原子の数 (配位数)	4 個
原子間距離 (中心間距離) R と 単位格子の 一辺の長さ l との関係	

共有結合の結晶

ダイヤモンド	
単位格子中の 原子の配置(左) と 剛体球モデル(右)	 <p>◎と○はともに炭素原子の中心部分を表す。</p> <p>注: この図は左図のA点からB点に向かってながめたものである。</p>
単位格子中の 原子の個数	$\frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 + 1 \times 4 = 8 (\text{個})$
最近接の原子の数 (配位数)	4 個
原子間距離 (中心間距離) R と 単位格子の 一辺の長さ l との関係	$4R = \sqrt{3}l$ 

8. 右図の立方体はダイヤモンド結晶の単位格子であり、図中の黒球は炭素原子の位置を示したものである。この図に関する以下の各問いに答えなさい。

問1 単位格子中に含まれる炭素原子の個数を a~e の中から一つ選びなさい。

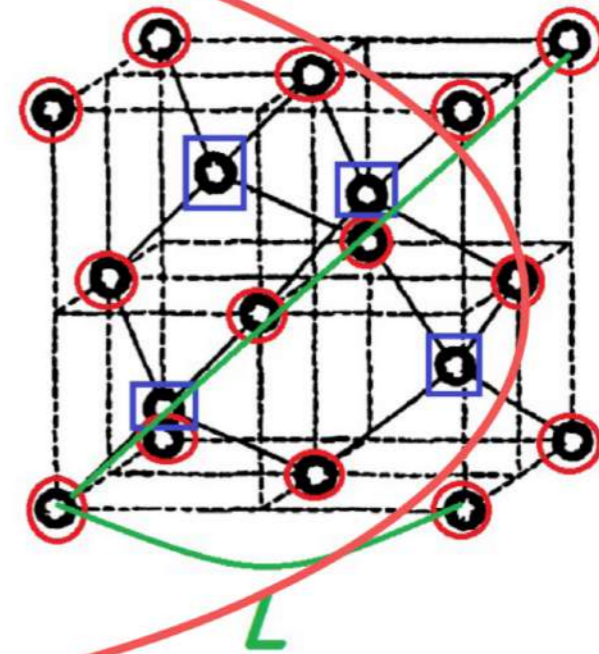
a. 2

b. 3

c. 4

d. 6

e. 8



問3 炭素原子どうしはお互いに接しているとして、単格子中に占める炭素原子の体積割合 [%] を a~f の中から一つ選びなさい。ただし、円周率は π とする。

a. $\frac{25\sqrt{3}}{3}\pi$

b. $\frac{25\sqrt{2}}{2}\pi$

c. $\frac{25\sqrt{2}}{4}\pi$

d. $\frac{25\sqrt{6}}{3}\pi$

e. $\frac{25\sqrt{3}}{4}\pi$

f. $\frac{25\sqrt{2}}{3}\pi$

ダイヤモンド型; $\frac{\frac{4}{3}\pi \left(\frac{\sqrt{3}L}{8}\right)^3 \times 8}{L^3} \times 100 \doteq 34 (\%)$

金属の結晶格子の応用

問3 炭素原子どうしはお互いに接しているとして、単位格子中に占める炭素原子の体積割合 [%] を a~f の中から一つ選びなさい。ただし、円周率は π とする。

a. $\frac{25\sqrt{3}}{3}\pi$

b. $\frac{25\sqrt{2}}{2}\pi$

c. $\frac{25\sqrt{2}}{4}\pi$

d. $\frac{25\sqrt{6}}{3}\pi$

e. $\frac{25\sqrt{3}}{4}\pi$

f. $\frac{25\sqrt{2}}{3}\pi$

ダイヤモンド型; $\frac{\frac{4}{3}\pi \left(\frac{\sqrt{3}L}{8}\right)^3 \times 8}{L^3} \times 100 \doteq 34 (\%)$

基本

問4 ダイヤモンドの単位格子の体積が $4.5 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ であるとして、このダイヤモンドの密度 [g/cm^3] を a~f の中から一つ選びなさい。

a. 2.6

b. 3.2

c. 3.6

d. 4.2

e. 4.6

f. 5.2

$\frac{\frac{12}{6.0 \times 10^{23}} \times 8}{4.5 \times 10^{-23}} \doteq 3.6 (\text{g/cm}^3)$

分子結晶の出題例としては
『氷』に関する出題が多く
見受けられるようです。

分子結晶の出題としては『氷』に関する出題が多く見受けられるようです。

氷は液体の水に浮く。

ことを説明出来ますか？

[Blank box]

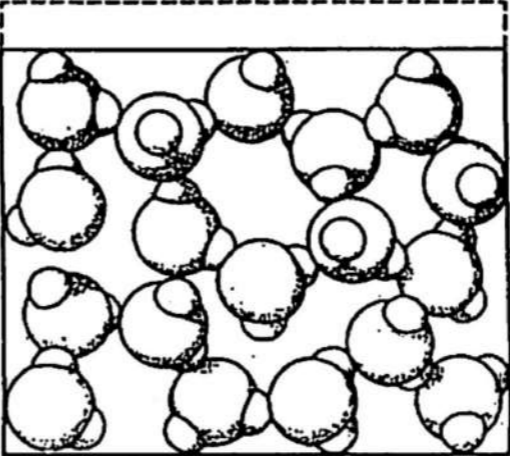
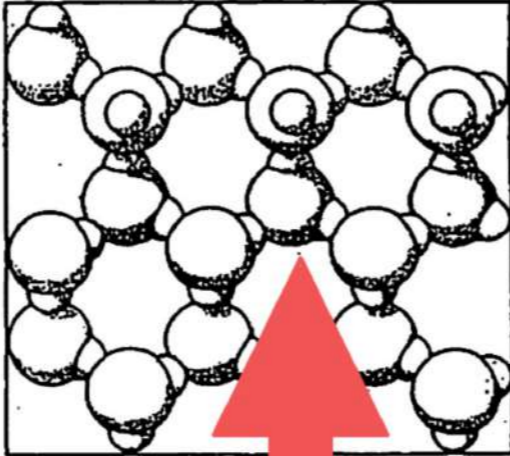
[Blank box]

[Blank box]

H₂Oの固体と液体とでは、V_{固体} > V_{液体}

氷の結晶

液体の水



[Blank box]



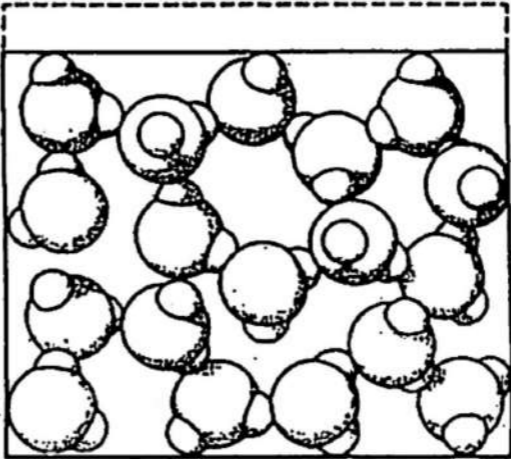
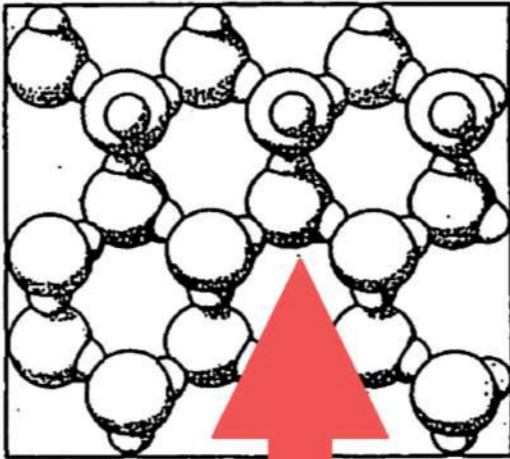
[Blank box]



H₂Oの固体と液体とでは、V_{固体} > V_{液体}

氷の結晶

液体の水



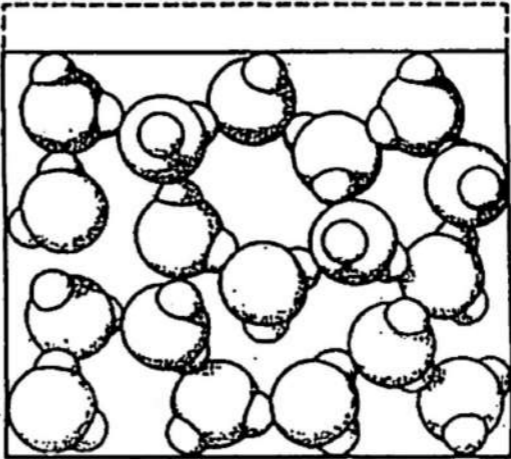
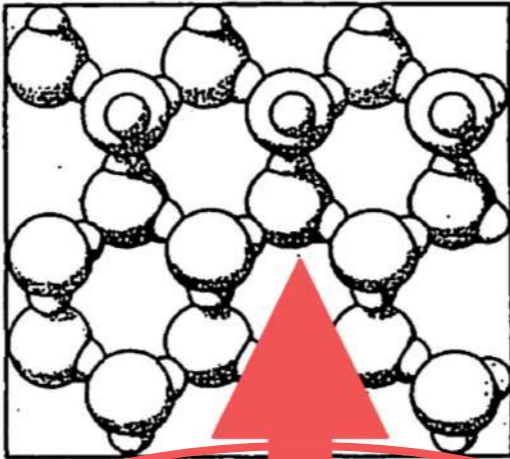
水素結合による正四面体構造



H₂Oの固体と液体とでは、V_{固体} > V_{液体}

氷の結晶

液体の水



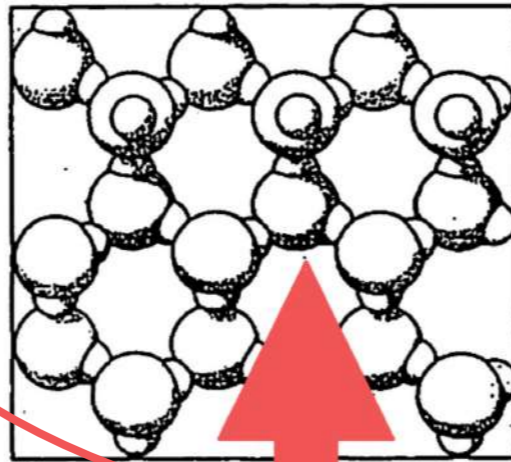
隙間の多い構造

水素結合による正四面体構造

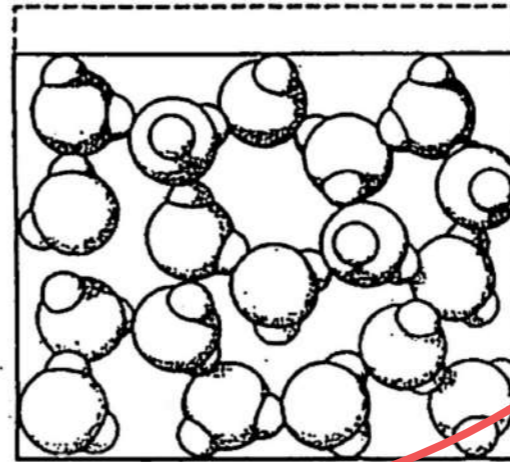
$$V_{\text{固体}} > V_{\text{液体}}$$

H₂Oの固体と液体とでは、 $V_{\text{固体}} > V_{\text{液体}}$

氷の結晶



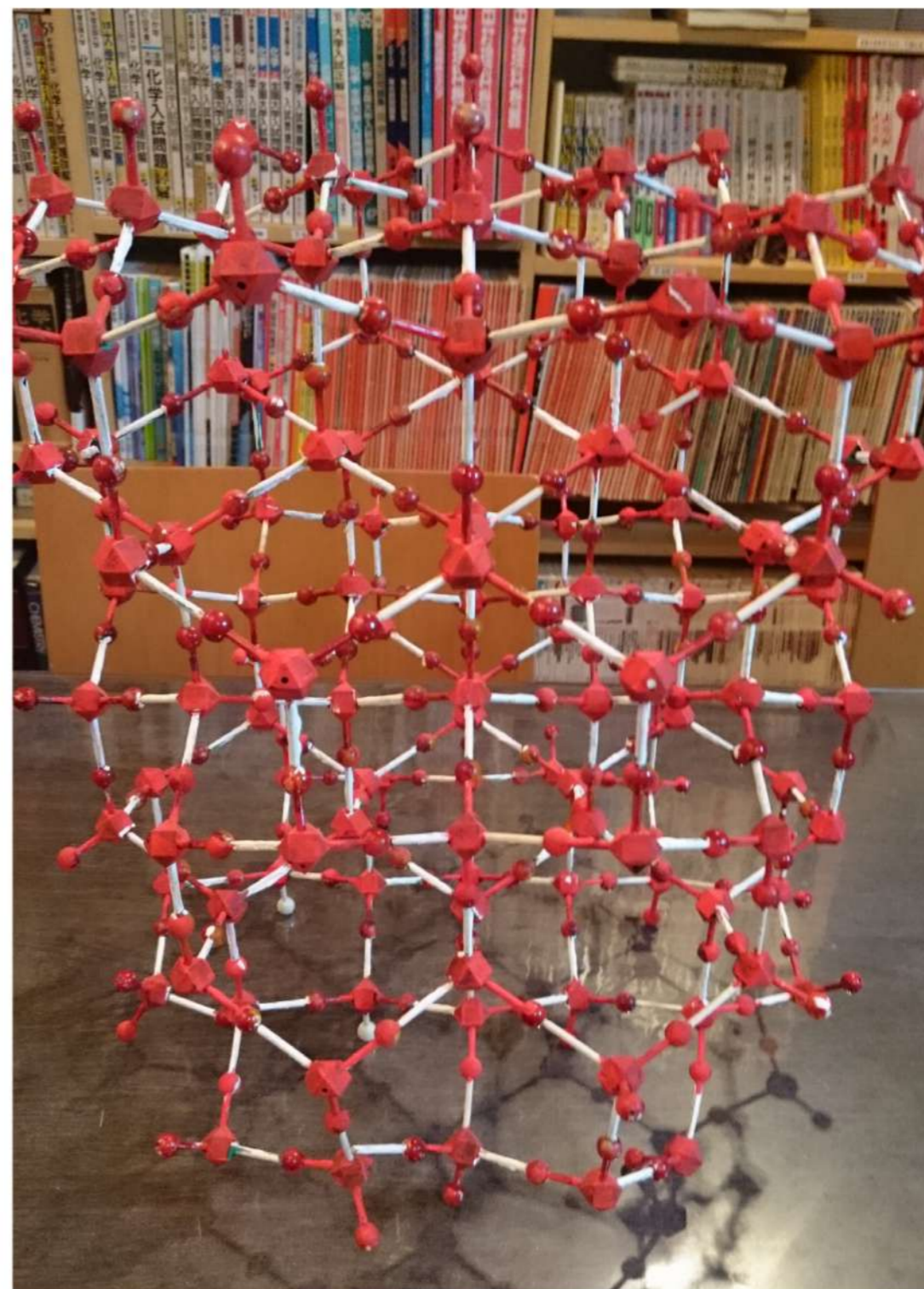
液体の水



隙間の多い構造

水素結合による正四面体構造

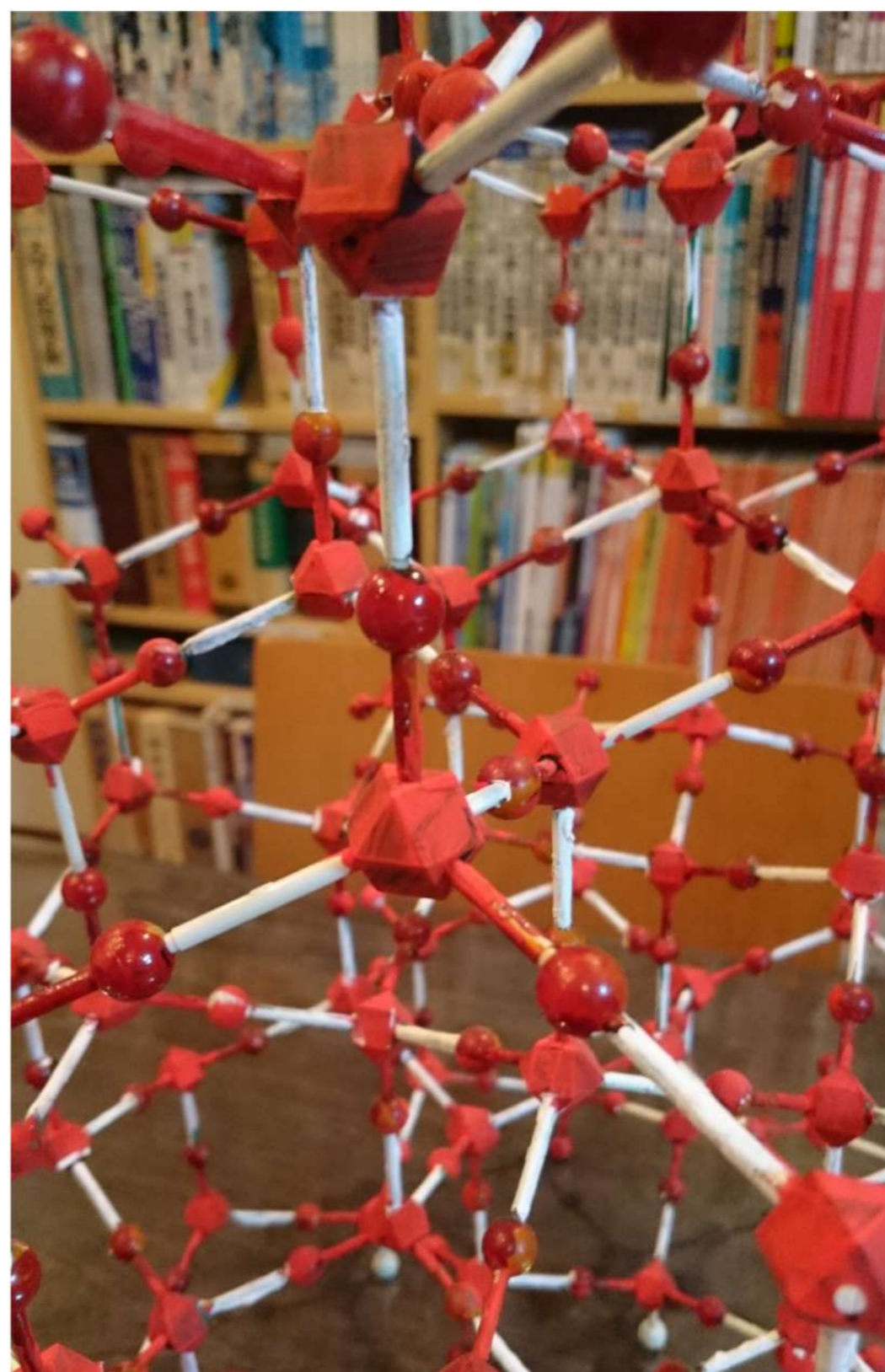
【氷の結晶構造】
水素結合によって
結び付けられた
正四面体構造



【氷の結晶構造】
水素結合によって
結び付けられた
正四面体構造



すき間の多い構造



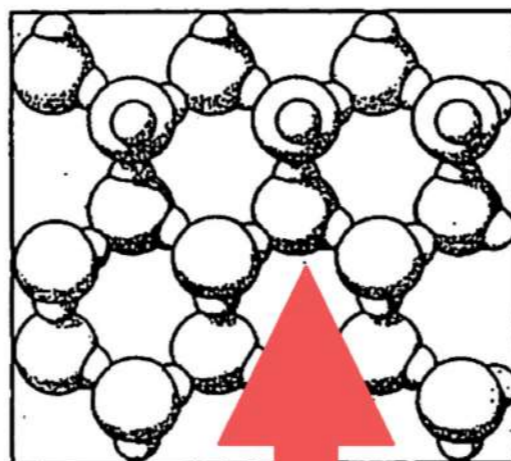
水素結合による正四面体構造で、すき間が多い。



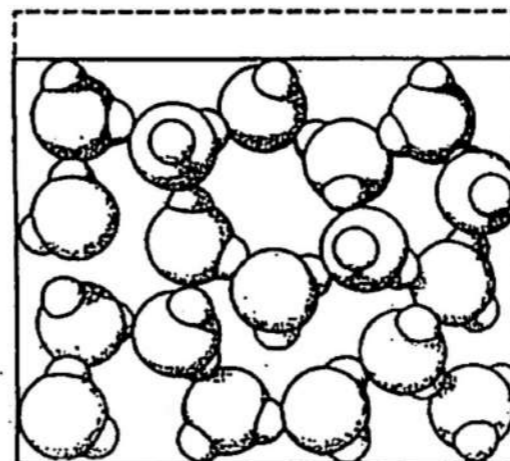
$$V_{\text{固体}} > V_{\text{液体}}$$

H₂Oの固体と液体とでは、 $V_{\text{固体}} > V_{\text{液体}}$

氷の結晶



液体の水



隙間の多い構造

水素結合による正四面体構造

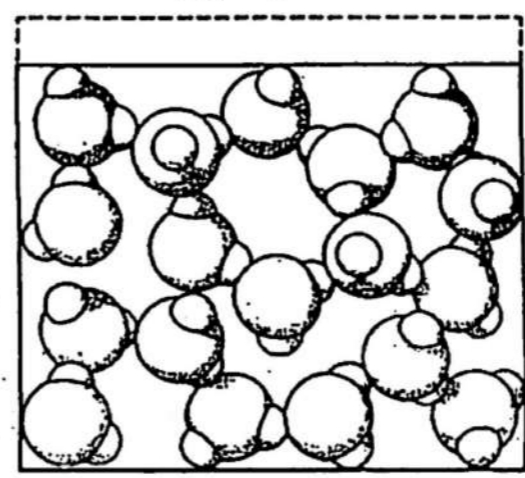
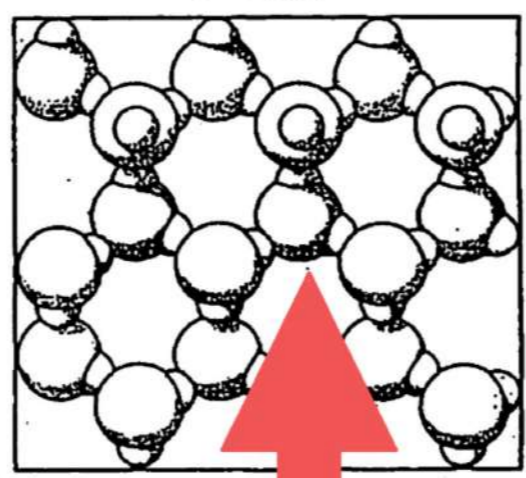
$$V_{\text{固体}} > V_{\text{液体}}$$

$$d_{\text{固体}} < d_{\text{液体}}$$

H₂Oの固体と液体とでは、 $V_{\text{固体}} > V_{\text{液体}}$

氷の結晶

液体の水



隙間の多い構造

水素結合による正四面体構造

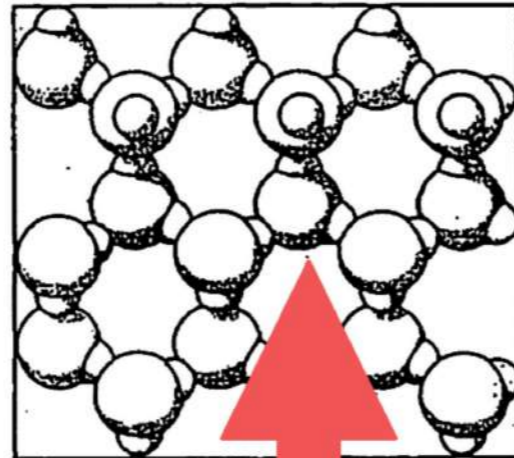
$$V_{\text{固体}} > V_{\text{液体}}$$

$$d_{\text{固体}} < d_{\text{液体}}$$

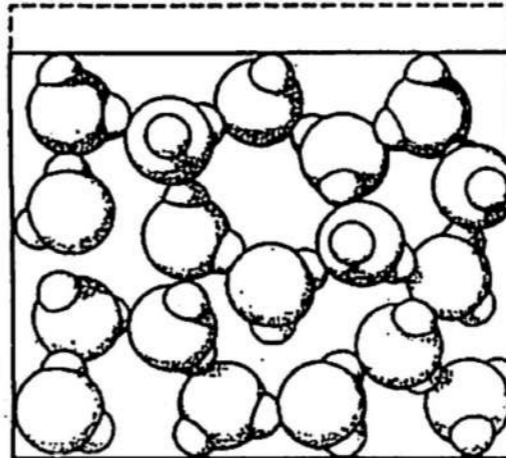
氷は水に浮く

H₂Oの固体と液体とでは、 $V_{\text{固体}} > V_{\text{液体}}$

氷の結晶



液体の水



隙間の多い構造

水素結合による正四面体構造

**お疲れ様
でした。**

