「化学基礎」授業プリント③

化学結合

○イオン結合

原子が単独のまま存在している例は、＿＿＿＿＿くらいである

ほとんどの場合、原子は結合して存在している。

原子の結合（＝化学結合）にはいくつかパターンがあるが、どの場合も原子が「＿＿＿＿＿のようになるために」結合するのだと考えると、理解しやすい

例：Na 原子と Cl 原子の結合

Na 原子は、貴ガスのようになるため＿＿＿＿になる

Cl 原子は、貴ガスのようになるため＿＿＿＿になる

⇩

Na^+ と Cl^- は＿＿＿＿＿＿によって結合しながら、

＿＿＿＿＿（粒子が＿＿＿＿＿＿並んだもの）を作る

… このような結合の仕方を＿＿＿＿＿＿といい、

その結晶を＿＿＿＿＿＿という

○組成式

イオン結晶中の陽イオンと陰イオンの数の比は、次のように変わる

例１：$Na^+ : Cl^-$ ＝ ＿＿＿：＿＿＿

例２：$Mg^{2+} : Cl^-$ ＝ ＿＿＿：＿＿＿

例３：$Al^{3+} : O^{2-}$ ＝ ＿＿＿：＿＿＿

例４：$Ca^{2+} : OH^-$ ＝ ＿＿＿：＿＿＿

｝必ず、電気量の合計が＿＿＿となる

⇩

それぞれ、次のような＿＿＿＿＿＿および名称で表す

	組成式	名称
例１		
例２		
例３		
例４		

多原子イオンは（　）で
囲んでから数字を添える

組成式：陽イオン⇒陰イオン　の順で記す
名称　：陰イオン⇒陽イオン　の順で命名

（練習）次のイオンの組み合わせからなる物質の組成式および名称をそれぞれ答えよ。

	組成式	名称
Li^+ と Cl^-		
Mg^{2+} と OH^-		
Al^{3+} と $SO_4{}^{2-}$		
$NH_4{}^+$ と $CO_3{}^{2-}$		

○イオン結晶からなる物質の性質

イオン結晶でできている物質には、次のような性質がある

・固体のままでは電気を通さないが、

水に＿＿＿＿＿と電気を通すようになる

イオン結晶は水中で＿＿＿＿＿する（陽イオンと陰イオンに分かれる）から

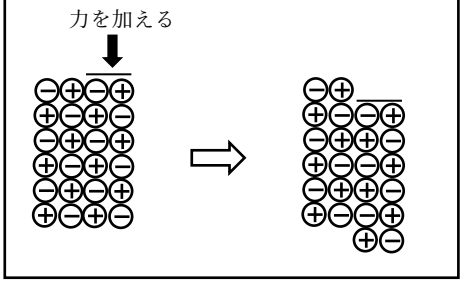
… イオン結晶は「＿＿＿＿＿である」

（⇔ 砂糖は「＿＿＿＿＿である」）

高温にして＿＿＿＿＿と電気を通すようになる

例：NaCl は＿＿＿＿＿（融点）で融ける

・硬いが＿＿＿＿＿



※ イオンからなる物質の融点は全体に高いが、次のような違いがある

（例）

融点 NaF NaCl NaBr

＿＿＿の３つ方が

＿＿＿の３つより融点が高い

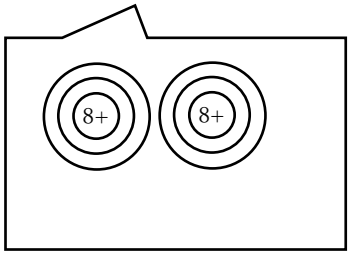
融点 CaO SrO BaO

○共有結合

例：O 原子と O 原子の結合

２つの O 原子がともに貴ガスのようになるためには、

互いに＿＿個ずつ電子を出し、それらを＿＿＿＿すればよい



⇩

このような結合の仕方を＿＿＿＿＿＿＿＿といい、

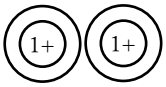
共有結合によってできるのが＿＿＿＿＿である

いくつかの原子が結合していさえすれば「分子」というのではない。共有結合でできているもの**だけ**が「分子」である。

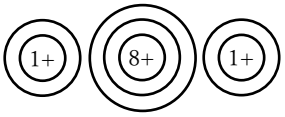
（例：NaCl は分子＿＿＿＿＿＿＿＿）

※ 共有結合の例

２つの H 原子は、次のように共有結合して水素分子となる



H 原子１つと O 原子１つは、次のように共有結合して水分子となる



○分子の表し方

分子には、次のような表し方がある

例：酸素分子

分子式：＿＿＿＿

電子式：＿＿＿＿＿＿

電子式 ＝ 元素記号の周りに＿＿＿＿＿＿を点で描いたもの

（最外殻電子は、上下左右になるべく分散させる）

酸素原子の電子式は＿＿＿＿＿

⇩

共有する電子を原子の間に描いて、分子を電子式で表す

構造式：＿＿＿＿＿＿

構造式 ＝ 共有電子対を１本の線（＿＿＿＿）で表したもの

⇧

原子ごとに価標の本数（＿＿＿＿＿）が決まっていて、

価標を余らないようにつなげば構造式が完成する

… 原子価は、その原子の＿＿＿＿＿＿＿＿の数を表す

※ 原子を電子式で表す練習

1族	2族	13族	14族	15族	16族	17族	18族
H							He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar

※ 分子を電子式で表す練習

① C 原子1個と H 原子4個からメタン分子 CH_4 ができる変化を、電子式で表せ。

② N 原子1個と H 原子3個からアンモニア分子 NH_3 ができる変化を、電子式で表せ。

③ 次の各分子を電子式で表し、共有電子対と非共有電子対がそれぞれ何組あるか答えよ。

	電子式	共有電子対	非共有電子対
フッ素 F_2			
塩化水素 HCl			
二酸化炭素 CO_2			
窒素 N_2			

※ 原子の価標を表す練習

	1族	2族	13族	14族	15族	16族	17族	18族
	H							
				C	N	O	F	
				Si	P	S	Cl	
原子価								

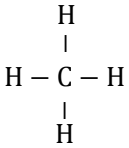
※ 分子を構造式で表す練習

次の各分子を構造式で表せ。

	構造式
水素 H_2	
フッ化水素 HF	
二酸化炭素 CO_2	
窒素 N_2	

	構造式
硫化水素 H_2S	
エタン C_2H_6	
エチレン C_2H_4	
シアン化水素 HCN	

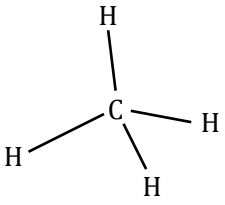
○分子の形

例：メタン分子　  　の実際の形は、平面的でなく立体的である

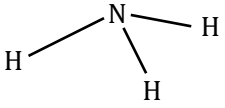
例：CO_2 は＿＿＿＿＿＿の分子だが、H_2O は＿＿＿＿＿＿の分子である

⇩

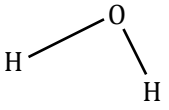
これらの違いは、次のように理解できる



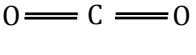
C のまわりの４組の共有電子対は、
なるべく＿＿＿＿＿＿とする
↓
最も広がった形が＿＿＿＿＿＿



アンモニア NH_3 分子の形は、
メタン CH_4 分子から H が１つ
減った形（＝＿＿＿＿＿＿）と
理解できる



アンモニア NH_3 分子から
さらに１つ H が減ると、
水 H_2O 分子の形
（＝＿＿＿＿＿＿）となる



二酸化炭素 CO_2 分子が直線形
なのは、C に＿＿＿＿＿＿
がないからである

○配位結合（特殊な共有結合）

例：アンモニア分子 NH_3 と水素イオン H^+ の結合

H^+ には電子が＿＿＿＿ので、お互いに電子を出しあって共有することは不可能

→ NH_3 には＿＿＿＿＿＿＿＿があるので、それを共有することで結合できる

… このように、一方のみが電子を提供する共有結合を

＿＿＿＿＿＿＿＿という

配位結合の様子を電子式で表すと、次のようになる

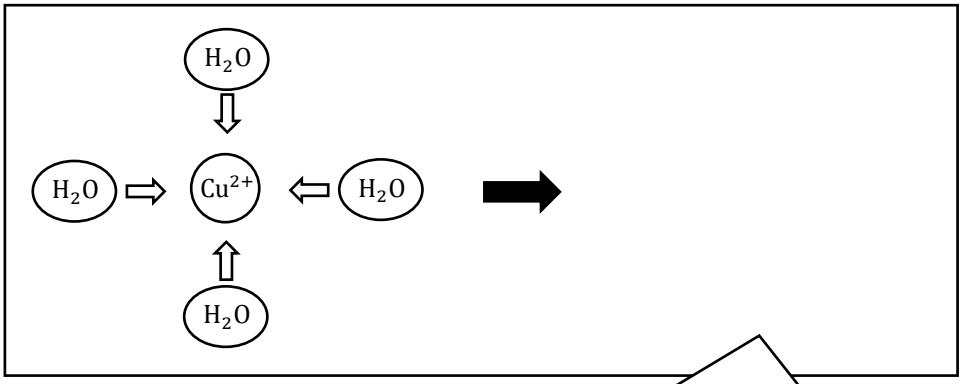
※ 水分子 H_2O と水素イオン H^+ の結合を電子式で表すと、次のようになる

（練習）次の中から、配位結合を含むものをすべて選べ。

H_2O_2　　NH_4Cl　　HCl　　$(NH_4)_2SO_4$

○錯イオン

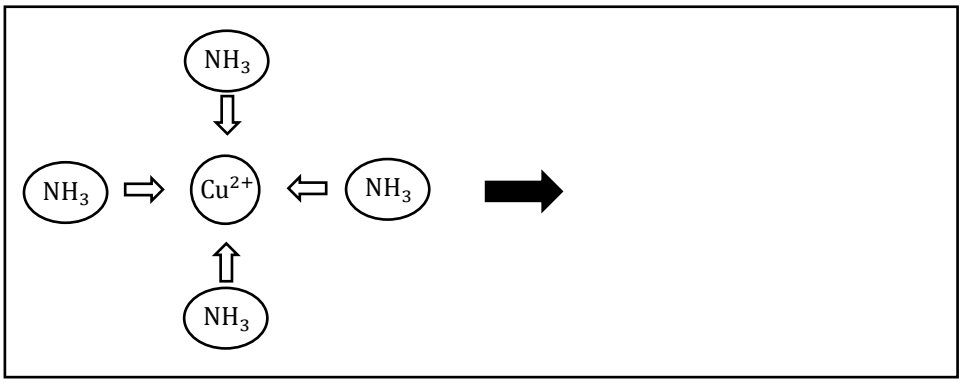
例：銅(Ⅱ)イオン Cu^{2+} は、水中では次のような形で存在している



金属イオン Cu^{2+} に対して水分子 H_2O が一方的に電子を提供する＿＿＿＿結合によってできたイオン

＝ ＿＿＿イオン

これに過剰なアンモニア NH_3 水を加えると、次のような錯イオンに変化する



○分子の極性

原子には、電子を引き寄せようとする力がある

… 電子を引き寄せる強さ ＝ ＿＿＿＿＿＿

例：F 原子は、電子があと＿＿個あれば
貴ガスと同じ電子配置になれる
… 電気陰性度が＿＿＿＿＿＿

⇩

周期表の＿＿＿＿＿＿にある原子ほど、電気陰性度が大きい
（ただし、貴ガスは電子を引き寄せないので電気陰性度は定められていない）

⇩

原子によって電気陰性度に差があるため、分子に電気的な偏り（＝＿＿＿＿）が生じる

例：塩化水素 HCl 分子　　H　Cl

… H が＿＿＿＿の、Cl が＿＿＿＿の電気を持つ

… HCl は＿＿＿＿＿＿＿＿と呼ばれる

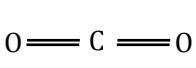
例：水素 H_2 分子　　H　H

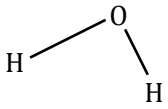
… どちらの H も電気を＿＿＿＿＿＿

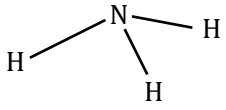
… H_2 は＿＿＿＿＿＿＿＿と呼ばれる

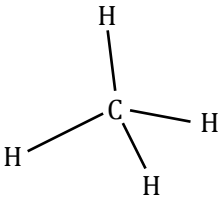
※ 次の各分子は、極性分子と無極性分子のどちらか判断せよ

二酸化炭素 CO_2 分子	
水 H_2O 分子	
アンモニア NH_3 分子	
メタン CH_4 分子	









○分子間力

分子の間には、＿＿＿＿＿＿と呼ばれる＿＿＿＿がはたらく

… このおかげで、分子どうしが集まって固体や液体になることができる

分子間力が生じる理由は、次のように理解できる

・極性分子の場合　：分子の中の＋の部分と－の部分が引きつけあうことで引力が生じる

・無極性分子の場合：定常的な＋と－の偏りはなくても、瞬間的には＋と－の偏りが生じることがあり、そのために引力が生じる

⇩

分子間力は、＿＿＿＿＿＿より＿＿＿＿＿＿の方が強い

CO_2（無極性分子）：分子間力が＿＿＿＿ので、常温では気体

H_2O（極性分子）　：分子間力が＿＿＿＿ので、常温では液体

○分子結晶

分子結晶 ＝ 分子が分子間力によって＿＿＿＿＿＿並んだもの（固体）

分子結晶の例

・氷：水分子 H_2O が規則正しく並んだもの

・ドライアイス：二酸化炭素分子 CO_2 が規則正しく並んだもの

・固体のヨウ素：ヨウ素分子 I_2 が規則正しく並んだもの

分子結晶の特徴

・融点が＿＿＿＿

・柔らかくて、＿＿＿＿＿

・＿＿＿＿するものは、分子結晶でできたもの

分子結晶を作る分子間力が＿＿＿＿から

○共有結合結晶

分子でできている物質が固体になるとき、ほとんどのものは分子結晶を作るが、

＿＿＿＿＿＿結晶を作るものもある

分子結晶と共有結合結晶の違い

分子結晶：分子という単位を作り、それが＿＿＿＿＿＿＿に

よって結びつけられて配列したもの

共有結合結晶：分子という単位を作らず、原子が＿＿＿＿＿に

共有結合して作る結晶

⇩

共有結合結晶の特徴

・融点が＿＿＿＿＿

・とても＿＿＿＿＿

・水に溶け＿＿＿＿＿

○共有結合結晶の例

共有結合結晶の例

・ダイヤモンド C ：非常に＿＿＿＿＿、電気を＿＿＿＿＿

1つの C 原子が＿＿＿個の C 原子と立体的に結合しているため硬く、
価電子がすべて共有結合に使われているため電気を通さない

・黒鉛 C ：柔らかい（もろい）、電気を＿＿＿＿＿

1つの C 原子が＿＿＿個の C 原子と＿＿＿＿的に結合して層を作る
→ 層どうしは分子間力で結びついているが、分子間力は弱いので
層が離れる（はがれる）
また、余った＿＿個の価電子が自由に動けるため、電気を通す

・ケイ素 Si ：単体は自然界に存在しない、＿＿＿＿＿として利用される

Si の価電子は C と同じく＿＿＿個：ダイヤモンドと同じ構造の結晶

・二酸化ケイ素 SiO_2 ：＿＿＿＿＿の主成分、水晶などとしても存在する

ケイ素の結晶中の各 Si 原子の間に O 原子が入り込んだ構造
水晶振動子、石英ガラス、光ファイバーなどに利用されている

○分子でできている物質の例

世の中にあるすべての物質は、炭素 C を含む＿＿＿＿＿＿＿＿と
炭素 C を含まない＿＿＿＿＿＿＿＿に分類されている

⇩

・有機化合物のほとんどは、分子でできている

（例）
・教科書 p83 の物質（ほとんどが油の仲間）
・高分子化合物：10000 個ほどの原子が集まった巨大な分子（＝高分子）
でできているもの
デンプン・タンパク質などの＿＿＿高分子化合物と
プラスチックなどの＿＿＿高分子化合物がある

・無機化合物にも、分子でできているものがある

（例）
・教科書 p82 の物質（常温で気体のものが多い）

○金属結合

例：Na 原子と Na 原子の結合

Na 原子が貴ガスのようになるには、電子を＿＿個放出すればよい

… Na 原子は Na^+ となるが、Na^+ どうしは＿＿＿＿する

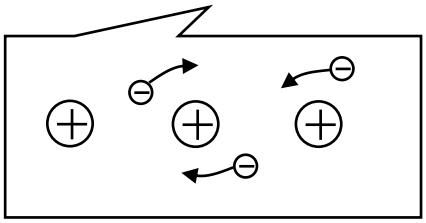
… しかし、放出された電子が Na^+ の間を自由に動き回って

＿＿＿＿＿＿になるので、Na^+ が規則正しく並ぶことができる

… 陽イオンの間を自由に動き回る電子 ＝ ＿＿＿＿＿＿

自由電子による金属原子どうしの結合 ＝ ＿＿＿＿＿＿

金属結合によってできた結晶 ＝ ＿＿＿＿＿＿



○金属の性質

・光沢がある：＿＿＿＿＿＿に光を反射する作用があるから

・電気や熱をよく伝える：＿＿＿＿＿＿が電気や熱を移動させるから

電気と熱の伝えやすさ

1位：＿＿＿　2位：＿＿＿　3位：＿＿＿　4位：＿＿＿

・＿＿＿＿（たたくと広がる）がある

・＿＿＿＿（引っ張ると伸びる）がある

＿＿＿＿＿＿が陽イオンどうしをつなぎとめるから

展性・延性ともに　1位：＿＿＿　2位：＿＿＿

○金属結合の強さの差

金属の種類によって、金属結合の強さは違う

・原子半径が＿＿＿＿＿＿ほど、金属結合が強い

原子半径が小さいほど、原子核と自由電子の距離が小さくなり、
引力が強くなるから

・原子の価電子が＿＿＿＿＿＿ほど、金属結合が強い

原子から価電子が放出されて自由電子となる
… 価電子が多いほど自由電子が多くなり、結合が強くなる

○金属の利用

身近なところでは、教科書 p90～91 にある単体の金属だけでなく、
p91 下のような＿＿＿＿＿＿も利用されている

2 種類以上の金属を溶かし合わせたもの

○原子の結合についての整理

原子どうしの結合の仕方は＿＿＿種類ある

・金属元素どうし ⇒ ＿＿＿＿＿結合をする

金属元素は＿＿＿イオンになり、＿＿＿＿＿＿を放出するから

・金属元素と非金属元素 ⇒ ＿＿＿＿＿結合をする

金属元素が＿＿＿イオンに、非金属元素が＿＿＿イオンになって結合する

・非金属元素どうし ⇒ ＿＿＿＿＿結合をする

非金属元素は電子を＿＿＿＿＿して＿＿＿＿＿＿と同じ電子配置になる

（練習）次の各物質の固体は、どのような結晶でできているか。

$CaCl_2$　　H_2O　　Fe　　MgS　　SiO_2　　CO_2

○結晶についての整理

物質が固体になる場合、ほとんどのものは＿＿＿＿として存在している

… 結晶には＿＿＿種類ある

・金属結合でできているもの：＿＿＿＿結晶

・イオン結合でできているもの：＿＿＿＿結晶

・共有結合でできているもの

ほとんどの物質は＿＿＿＿結晶になっている

分子という単位を作り、分子どうしが＿＿＿＿＿によって引きつけあって結晶を作る

一部の物質は＿＿＿＿＿＿結晶になっている

分子という単位を作らず、原子が共有結合を繰り返して結晶を作る

○結晶の種類による融点の違い

4種類の結晶でできている物質の融点は、およそ

共有結合結晶 ＞ 金属結晶 イオン結晶 ＞ 分子結晶

となっている

（詳細は教科書 p94）

⇧

結合の強さに

＿＿＿結合 ＞ ＿＿＿結合 ＿＿＿結合 ＞ ＿＿＿力

という差があるから