

入門化学04

化学結合と結晶



芽室町の畑 2021.5.4 (古砂丘地形)

世界の人口とアボガドロ数

- 世界の人口 = 80 億人 = 8.0×10^9 人
- アボガドロ数 = 6.02×10^{23}
- 世界の人口 / アボガドロ数 = 1.33×10^{-14}
→ 13.3 f (フェムト) 倍
- 国際単位系(SI) の接頭語 (小さな数)

ミリ	マイクロ	ナノ	ピコ	フェムト
m	μ	n	p	f
10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}

アボガドロ数と世界の人口

- 世界の人口 = 80 億人 = 8.0×10^9 人
- アボガドロ数 = 6.02×10^{23}
- アボガドロ数 / 世界の人口 = 7.53×10^{13}
→ 75.3 T (テラ) 倍
- 国際単位系(SI) の接頭語 (大きな数)

テラ	ギガ	メガ	キロ	ヘクト
T	G	M	k	h
10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^2

課題の復習

- ドライアイスは 固体状態の CO_2 である。
 CO_2 の分子量は $12 + 16 \times 2 = 44$
100 g のドライアイスは $100 \div 44 = 2.27 \text{ mol}$
- 硫酸アンモニウムの化学式は
 $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$
原子量の概数値は、 $\text{N} = 14, \text{H} = 1, \text{S} = 32, \text{O} = 16$
式量は $(14+4) \times 2 + 32 + 16 \times 4 = 132$

第1章 物質の構造

第3節 物質量と化学反応式

第4節 化学結合と結晶

1. イオン間の結合
2. 共有結合
3. 分子間力
4. 金属結合

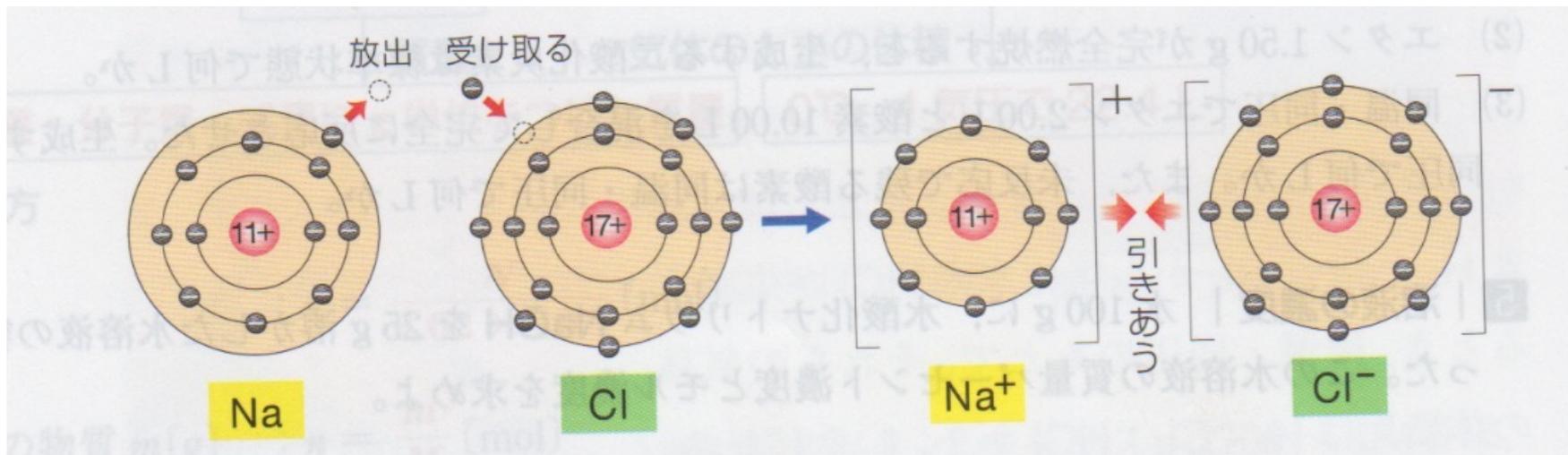
第4節 化学結合と結晶

1. イオン間の結合
2. 共有結合
3. 分子間力
4. 金属結合

イオン結合 p. 52

- 陽性の強い（イオン化エネルギーが小さい）元素（金属元素）は電子を放出して陽イオンとなり、
- 陰性の強い（電子親和力が大きい）元素（非金属元素）は電子を受け取って陰イオンとなる。
- それぞれ希ガス型電子配置のイオンとなって安定化する。
- 陽イオンと陰イオンが静電的な引力によって引き合っている結合をイオン結合という。

イオン結合の形成 p.52 図1



復習：イオンのできかた。 p.28

- 最外殻の軌道に電子が1個ないし2個だけ入っているとき、これらの電子は他の原子に放出されて、1価ないし2価の陽イオンになる。
- 最外殻の軌道が電子で満たされておらず、1個ないし2個だけ不足している場合は、他の原子から電子を受け取って、1価ないし2価の陰イオンになる。
- イオンの電子配置は、直近の希ガスの電子配置と等しい。希ガスの電子配置は安定なため。

1価の陽イオン 2価の陽イオン
になりやすい。 になりやすい。

1価の陰イオン
になりやすい。

族	1	2	13	14	15	16	17	18
1 最外殻 K殻	 1H							 2He
2 最外殻 L殻	 3Li	 4Be	 5B	 6C	 7N	 8O	 9F	 10Ne
3 最外殻 M殻	 11Na	 12Mg	 13Al	 14Si	 15P	 16S	 17Cl	 18Ar
4 最外殻 N殻	 19K	 20Ca					 35Br	 36Kr
価電子	1	2	3	4	5	6	7	0

原子模型の中心は原子核、円は電子殻、最外殻の青い点は価電子を表している。

図 10 原子とその価電子の数

▲ 金属元素 ▲ 非金属元素

33

原子とその価電子の数

希ガス原子
安定な電子配置

結晶格子と単位格子 p.52-53

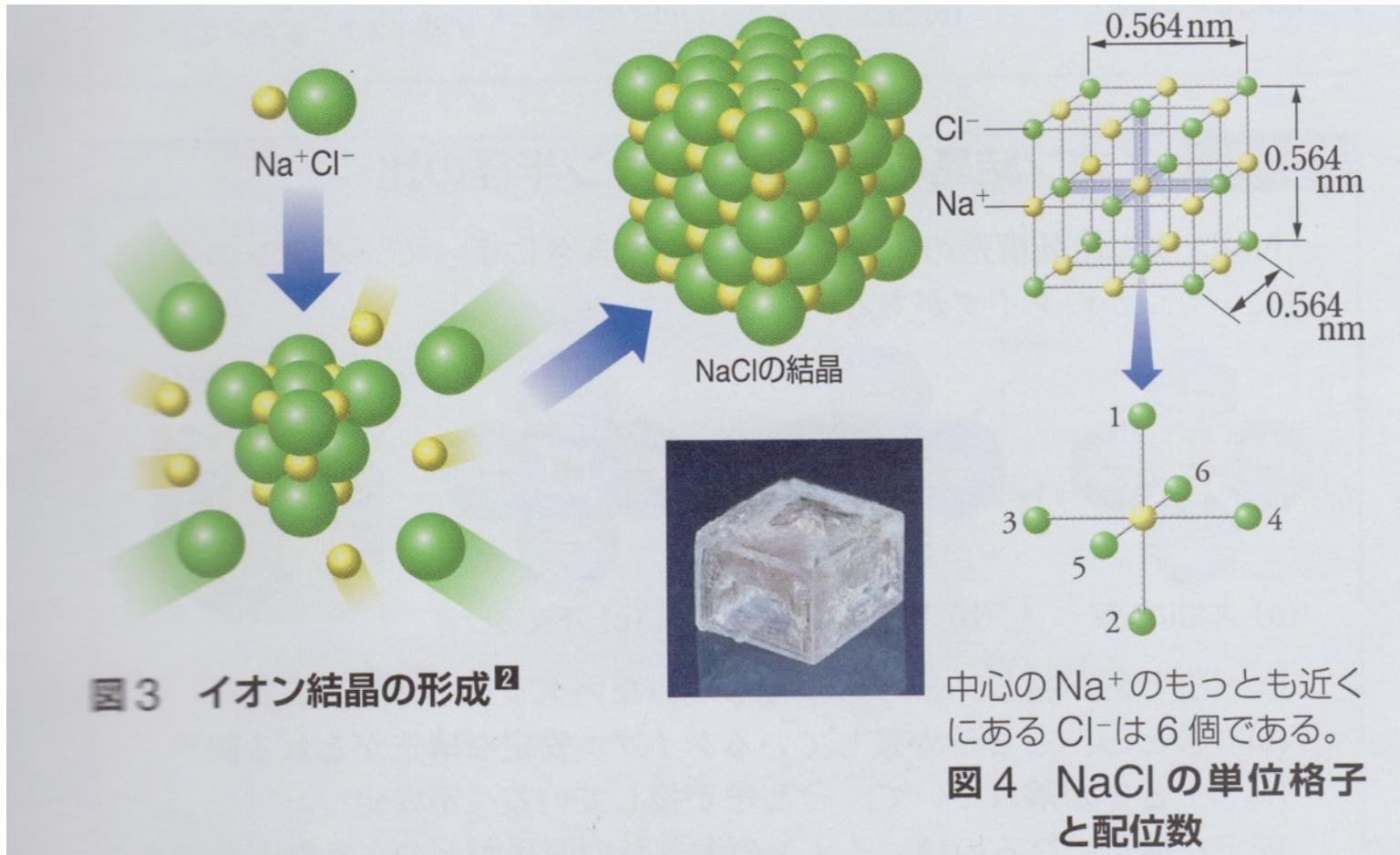
- 結晶中の規則正しい粒子の配列を結晶格子とい
い、結晶格子の最小の繰り返し単位を単位格子
という。
- イオン結合でできた結晶をイオン結晶という。

イオン結晶 p.53 図 4

- 固体の塩化ナトリウムの場合、1個のナトリウムイオンのまわりに6個の塩化物イオンがイオン結合で結ばれて存在し、1個の塩化物イオンのまわりに6個のナトリウムイオンがイオン結合で結ばれて存在する。
- 1個の粒子に隣接する他の粒子の数を配位数という。

イオン結晶の形成

NaCl の単位格子と配位数



イオン結晶の性質 p.53 下 図5

- **イオン結晶**は、融点・沸点が高く、かたくてもろい。
- 固体の状態では、電子が移動できないため、**電気を通さない**。
- **液体**の状態では、イオンが自由に移動できるため、**電気がよく通る**。
- **水に溶かした水溶液**では、イオンが自由に移動できるため、**電気を通しやすい**。

融解してできた液体や水溶液 は電気を通す

- 物質が水に溶けてイオンに分かれることを**電離**といい、電離する物質を**電解質**という。

例：塩化ナトリウム

硫酸アンモニウム

- 水に溶けても電離せず分子のままている物質を**非電解質**という。

例：ショ糖（スクロース）、

ブドウ糖（グルコース）

分子とは

- いくつかの原子が結合し、ひとまとまりになった粒子を分子という。
- 元素記号と原子数を用いて分子を表す式を分子式という。
- 分子式は、その物質がどのような状態でも共通に用いられる。
- 固体、液体、気体の水は全て H_2O
- 二酸化炭素は固体（ドライアイス）でも気体でも CO_2

原子間の結合 A: 共有結合 p.57 ~

最外殻電子と電子式

原子の最外殻電子は、原子が他の原子と結合するときなどに重要な役割をするので、価電子と呼ばれる。

元素記号のまわりに、最外殻電子を点で表したものを電子式という。P.58

原子間の結合 A: 共有結合

電子対と不対電子 (p.58下)

原子中の同じ電子殻の電子は、電子の数が多くなると、2個ずつ対をなして安定な状態になる。このように、**対になった電子を電子対**という。

希ガス以外の元素の原子は、最も外側の電子殻に**対をなさない電子**をもつ。

価電子のうち、対をなさず、単独で存在する電子を**不対電子**という。

電子対と不對電子 p.58 図12



図 12 電子対と不對電子

原子間の結合 A: 共有結合

p.59 上 図13

不対電子を持つ原子どうしが接近すると、各原子の不対電子は他方の原子核から引力を受け、その反作用で他方の原子核を引きつける。

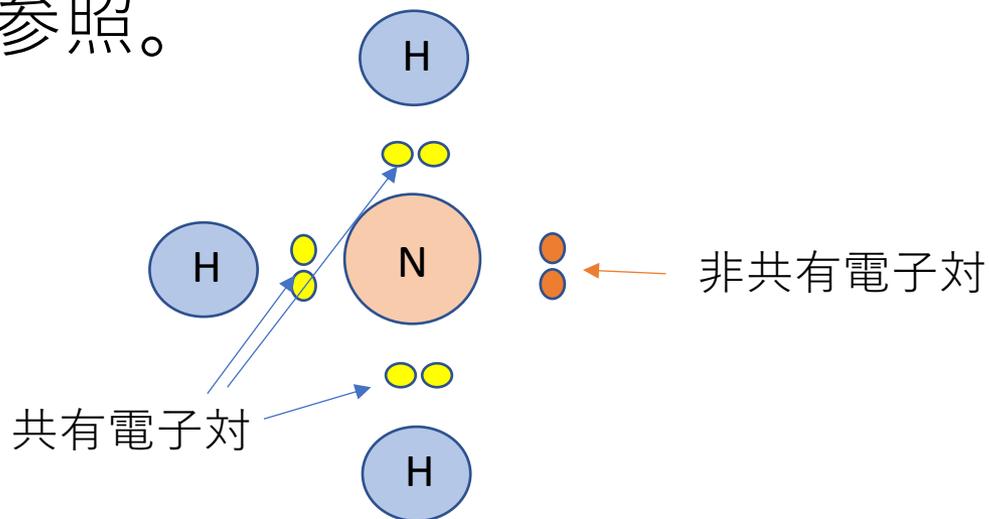
両者の不対電子は組み合わさって対をなし、両方の原子核の間に共有される。

このように、原子間に共有された電子対を、共有電子対といい、共有電子対によってできる結合を共有結合という。

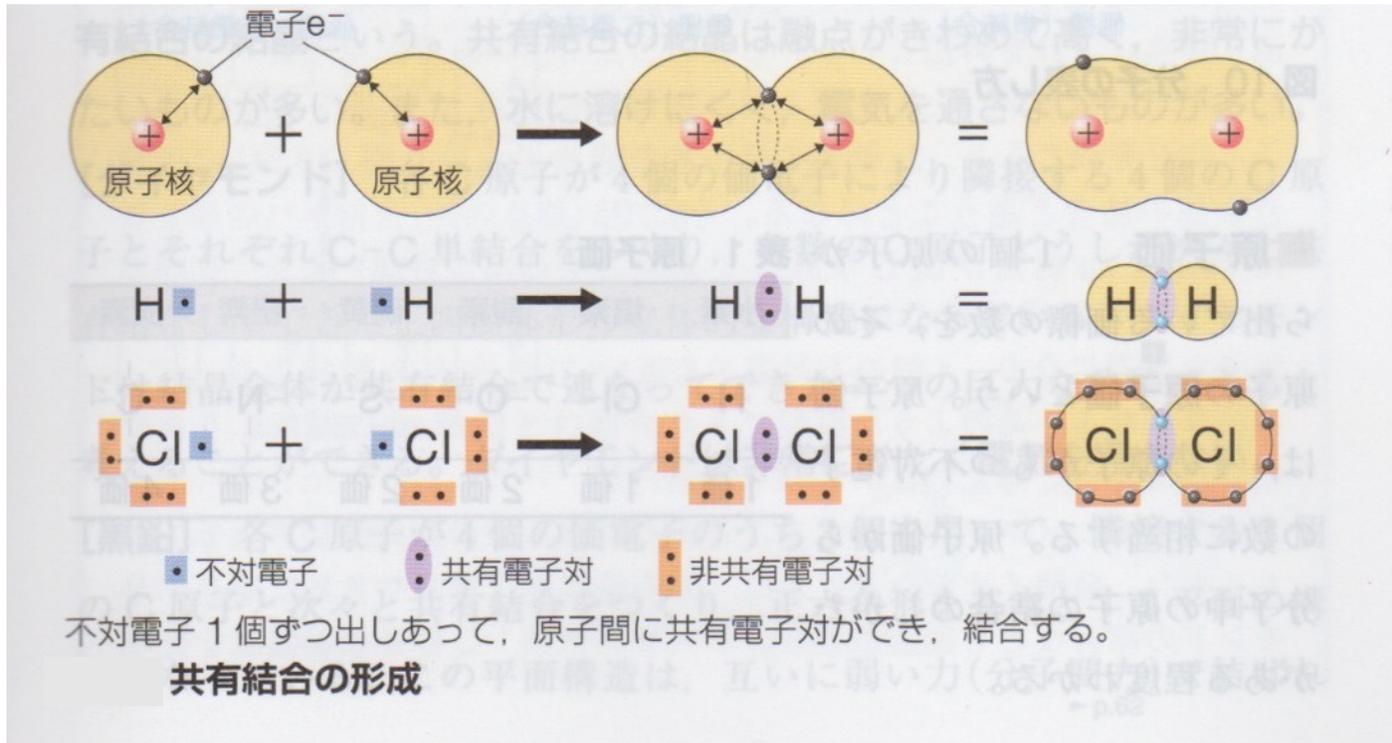
非共有電子対と共有電子対 p.58 上

原子間に共有されない電子対は、非共有電子対とよばれ、共有電子対とは区別される。

p.58 図13を参照。



共有結合の形成 p.59 図13

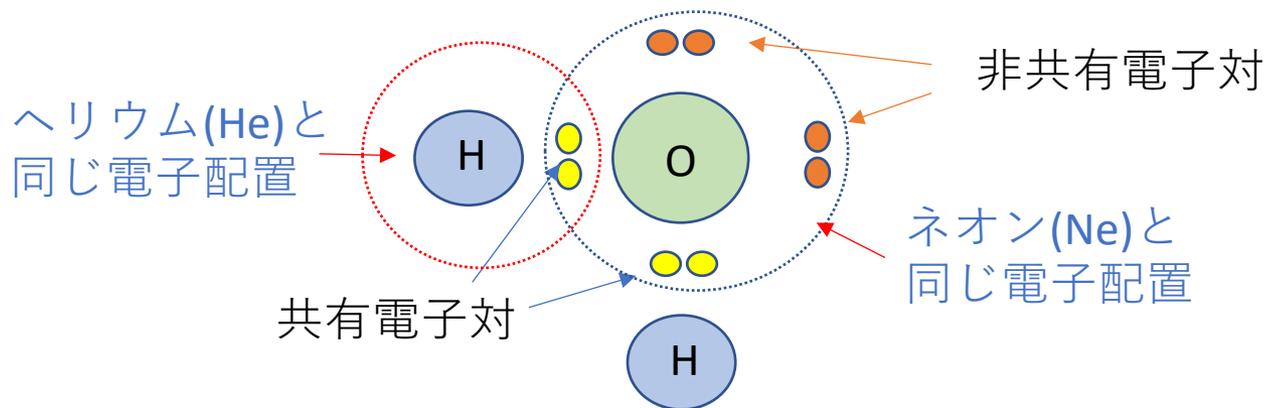


共有結合の電子配置 p.59

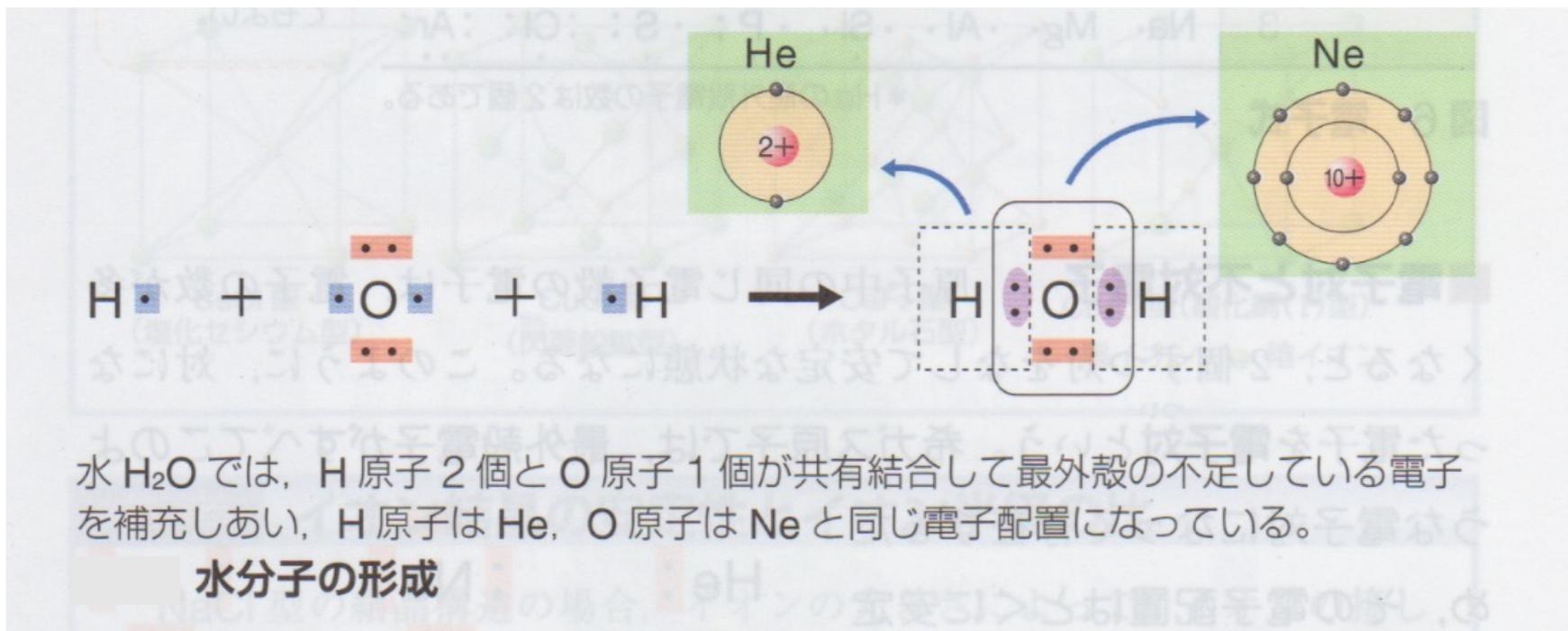
不対電子をもつ原子や原子団は、共有結合をつくり、分子を形成することが多い。

安定に存在する分子では、

一般に、各原子は希ガス原子と同じ電子配置になっている。



共有結合の電子配置と水分子の形成 p.59 図13



共有結合の種類 p.59 下

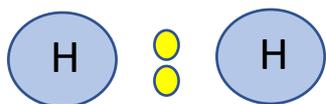
1 組の共有電子対からなる共有結合を単結合、
2 組の共有電子対からなる共有結合を二重結合、
3 組の共有電子対からなる共有結合を三重結合
という。

水素分子 H_2 、水 H_2O → 単結合

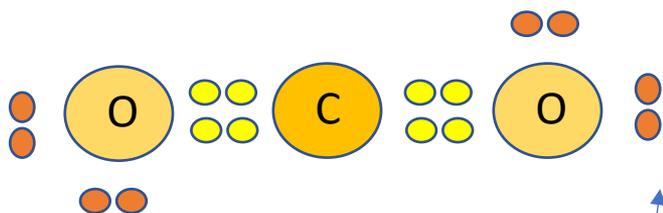
二酸化炭素 CO_2 → 二重結合

窒素ガス N_2 → 三重結合

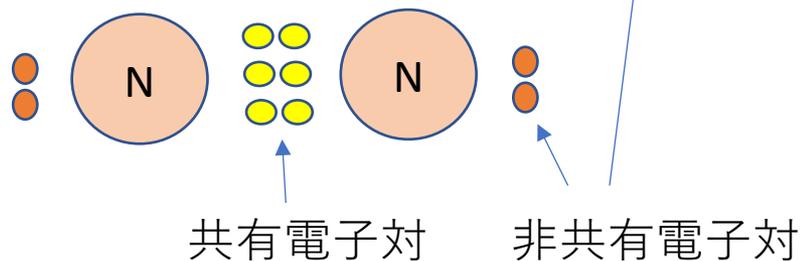
共有結合の種類



単結合

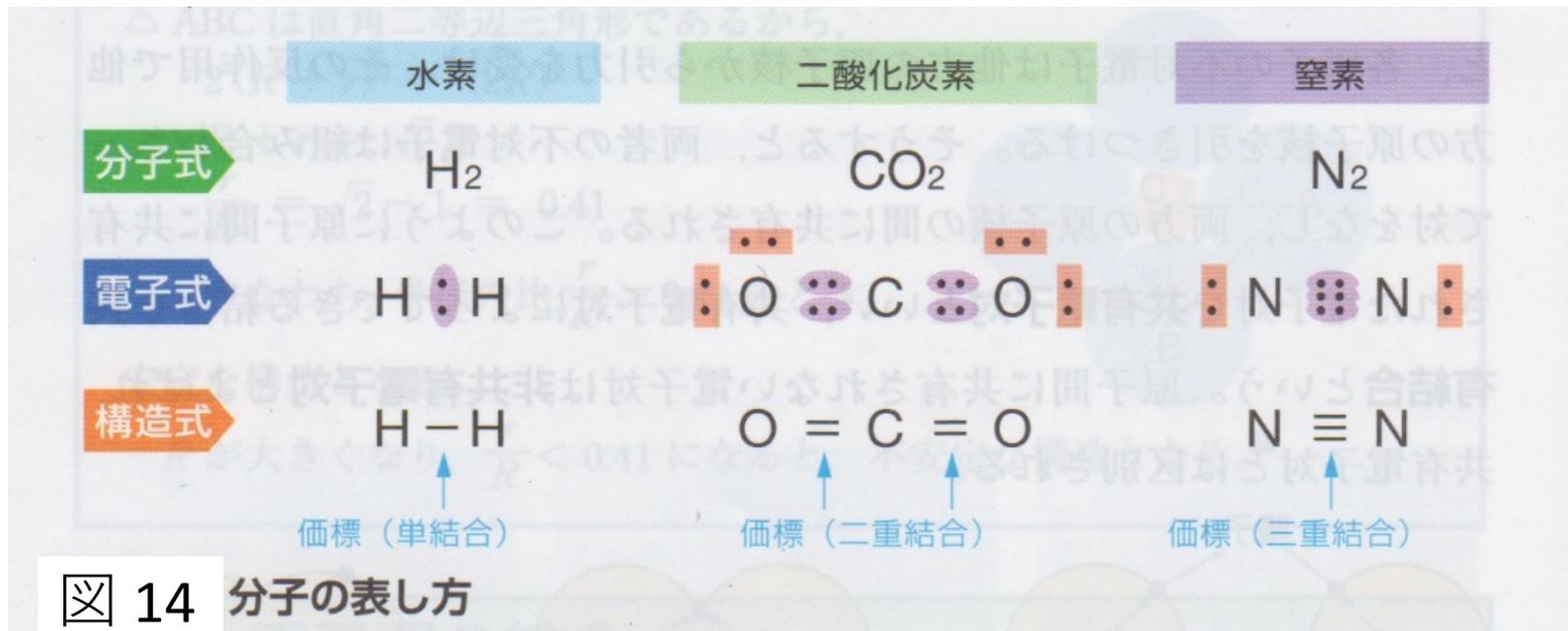


二重結合



三重結合

分子の表し方 p.59 図14



原子価 p.62 表 3

1個の原子から出ている価標の数を、その原子の原子価という。原子価は、その原子がもつ不対電子の数に相当する。

水素 H- 1価

塩素 Cl- 1価

酸素 -O- 2価

硫黄 -S- 2価

窒素 -N- 3価

炭素 $\begin{array}{c} | \\ -C- \\ | \end{array}$ 4価

分子式・電子式・構造式

- 1組の共有電子対を1本の線であらわしたものを「**価標**」という。「**価標**」を用いて分子内の原子の結びつきを表した化学式を**構造式**という。
- p.59 図14 分子の表し方
- p.62 表4 分子の形 参照

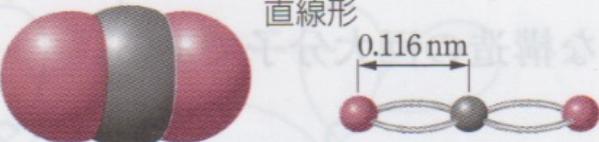
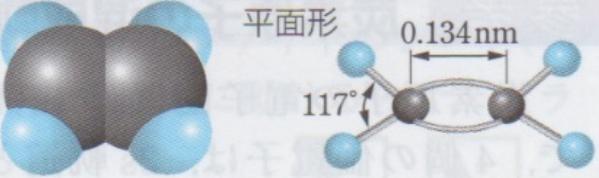
分子の構造 p.57 上、 p.62

- 構造式は原子間の結合のみを示すもので、**実際にはそれぞれ固有の立体構造**がある。
- p. 62 表 4 分子の形 参照

分子の構造 p.62 表4

名称と分子式	電子式	構造式	分子の形の模型(結合距離, 結合角)
水素 H ₂	H:H	H-H	直線形 0.074 nm
水 H ₂ O	H:Ö: H	H-O H	折れ線形 0.096 nm 104.5°
アンモニア NH ₃	H:Ñ:H H	H-N-H H	三角錐形 0.101 nm 106.7°
メタン CH ₄	H H:C:H H	H H-C-H H	正四面体形 0.109 nm 109.5°

分子の構造 p.62 表4 (続き)

名称と分子式	電子式	構造式	分子の形の模型(結合距離, 結合角)
二酸化炭素 CO_2	$:\ddot{\text{O}}::\text{C}::\ddot{\text{O}}:$	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$	直線形 
窒素 N_2	$:\text{N}::\text{N}:$	$\text{N}\equiv\text{N}$	直線形 
エチレン C_2H_4	$\begin{array}{c} \text{H} & \text{H} \\ \vdots & \vdots \\ \text{C} & :: & \text{C} \\ \vdots & \vdots \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & / \\ & \text{C}=\text{C} & \\ & / & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	平面形 

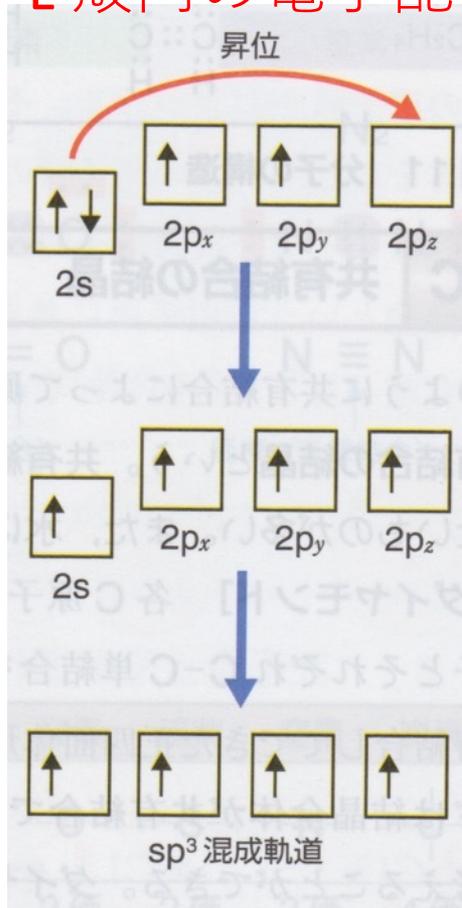
分子の構造

炭素原子の混成軌道 p. 64 – p.65

- 炭素、窒素、酸素、硫黄などの原子は、基底状態の原子配置から変化して混成軌道を形成し、他の原子と結合します。
- これらの混成軌道として、
 sp^3 , sp^2 , sp 軌道 などがあります。

炭素原子の sp^3 混成軌道の形成

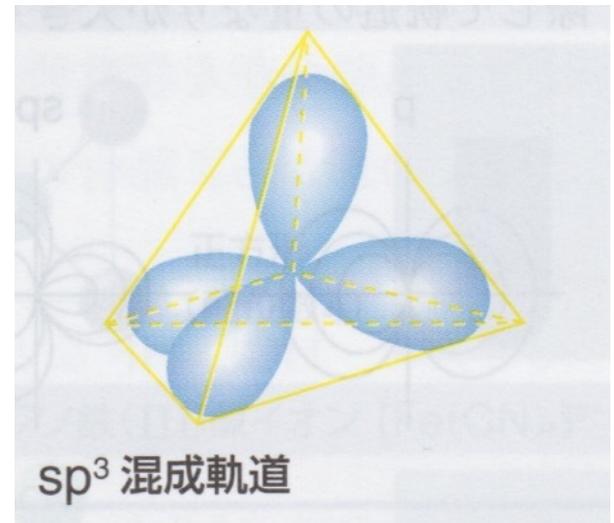
L殻内の電子配置 炭素の場合L殻が最外殻となる。



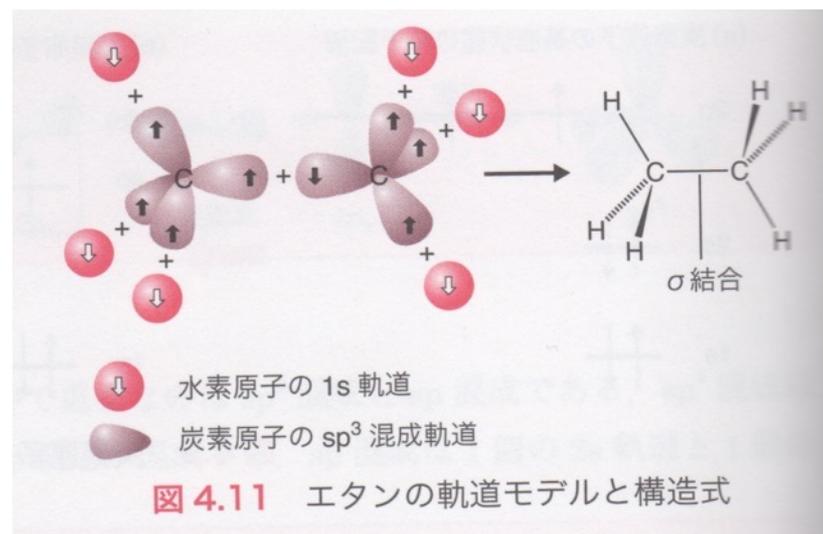
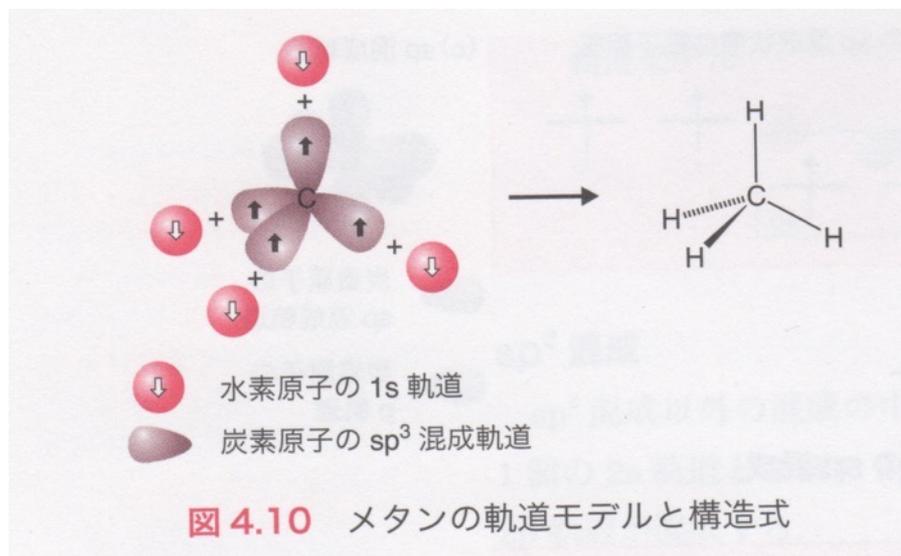
基底状態の電子配置

2s 軌道の電子 1 個
が $2p_z$ 軌道へ昇位

sp^3 混成軌道



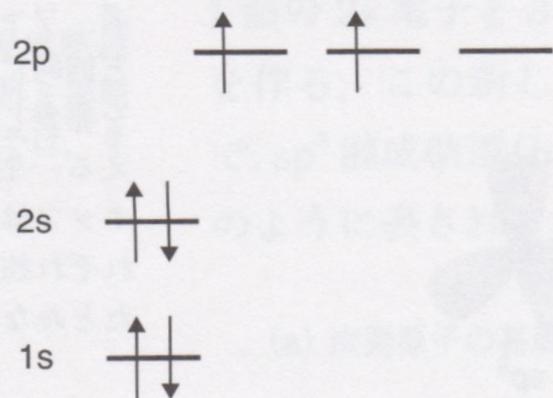
sp^3 混成軌道による結合



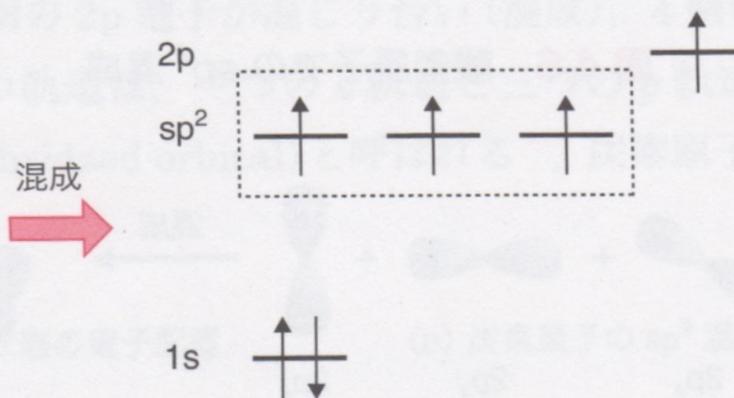
竹内敬人「ベーシック化学」(化学同人)より引用

sp^2 混成軌道の形成

(a) 炭素原子の基底状態の電子配置



(b) 炭素原子の sp^2 混成状態の電子配置



(c) sp^2 混成軌道

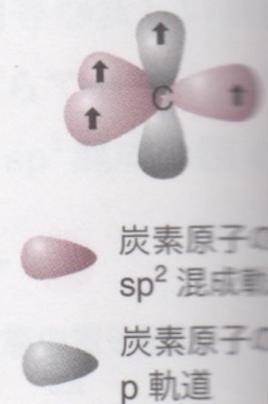
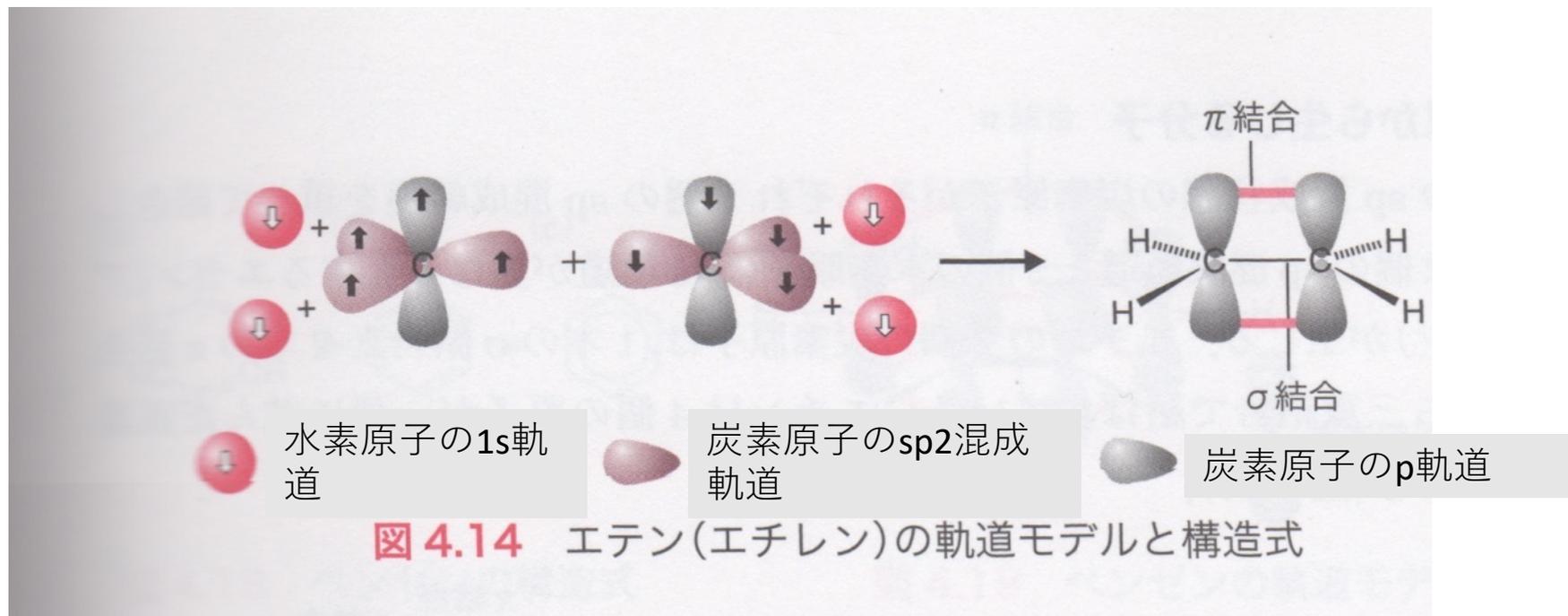


図 4.8 炭素原子の sp^2 混成

竹内敬人「ベーシック化学」(化学同人)より引用

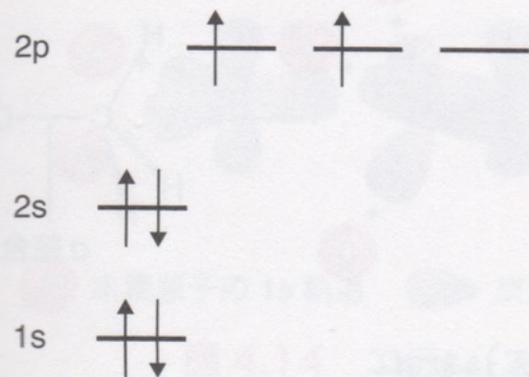
sp^2 混成軌道による結合



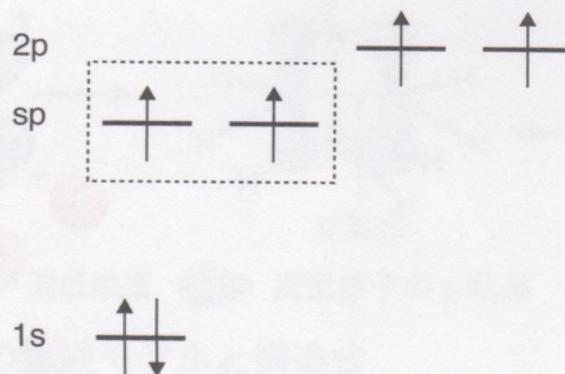
竹内敬人「ベーシック化学」(化学同人)より引用

sp 混成軌道の形成

(a) 炭素原子の基底状態の電子配置



(b) 炭素原子の sp 混成状態の電子配置



混成
→

(c) sp 混成軌道

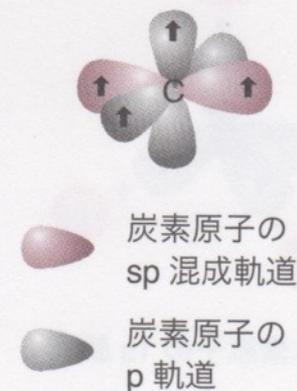
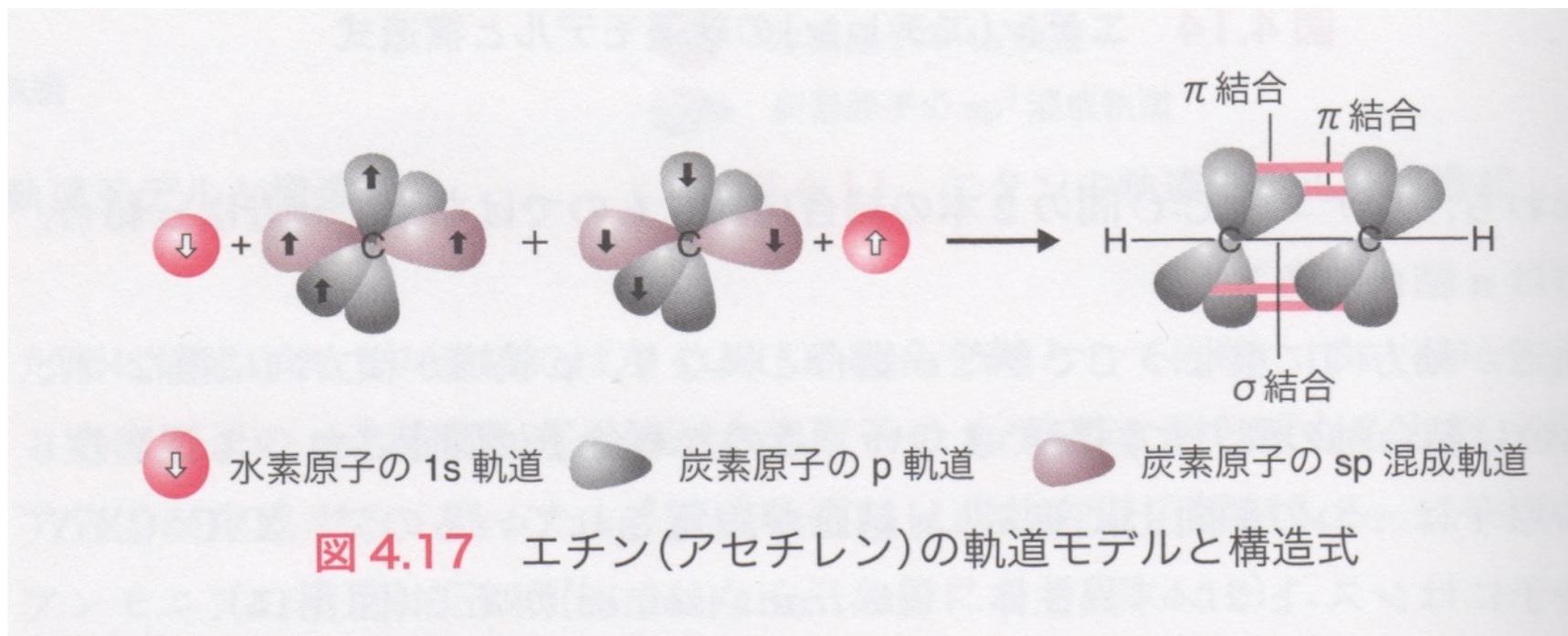


図 4.9 炭素原子の sp 混成

竹内敬人「ベーシック化学」(化学同人)より引用

sp 混成軌道による結合



竹内敬人「ベーシック化学」(化学同人)より引用

5月中に帯広で見たスミレ

エゾノタチツ
ボスミレ



タチツボスミ
レ



ツボスミレ



サクラスミレ



アカネスミレ



アメリカスミレサイ
シン (外来種)

以下は来週に続く。

出席確認メールのお願い

出席確認のため、**授業終了後、当日中に**筒木宛にメールを送ってください。送り先は；

kiyosi.tutuki@icloud.com

メールのタイトルは、「**入門化学出席確認、学籍番号、氏名**」としてください。

メールの本文には、簡単で良いので**授業の感想**などを書いてください。

別途、**課題**を出すことがあります。その際は、**別のメール**で送ってください。課題の締め切りは概ね1週間程度とします。

今日（5月17日）の課題

(1) 次の物質が10gずつあるとき、それぞれの物質の物質
量(mol)を求めよ。

(a) 酸素分子、(b) 水、(c) アンモニア

(2) 水酸化ナトリウム20gを水に溶かして容量を1Lにした
場合のモル濃度を求めよ。

(3) 10%塩化ナトリウム水溶液の比重は1.07(20°C)である。
この溶液のモル濃度を求めよ。(NaCl = 58.4)

解き方は先週の講義のパワーポイントで説明しています。

メール宛先： kiyosi.tutuki@icloud.com

メールのタイトルは、

「入門化学5/17課題、学籍番号、氏名」としてください。

期限： 5月22日（月）