

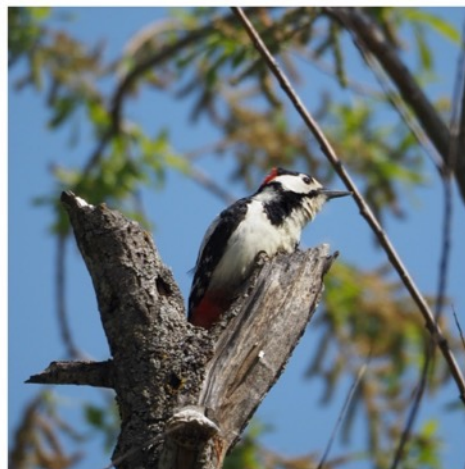
入門化学05

共有結合、水素結合と金属結合

シマエナガ



アカゲラ



クロツグミ

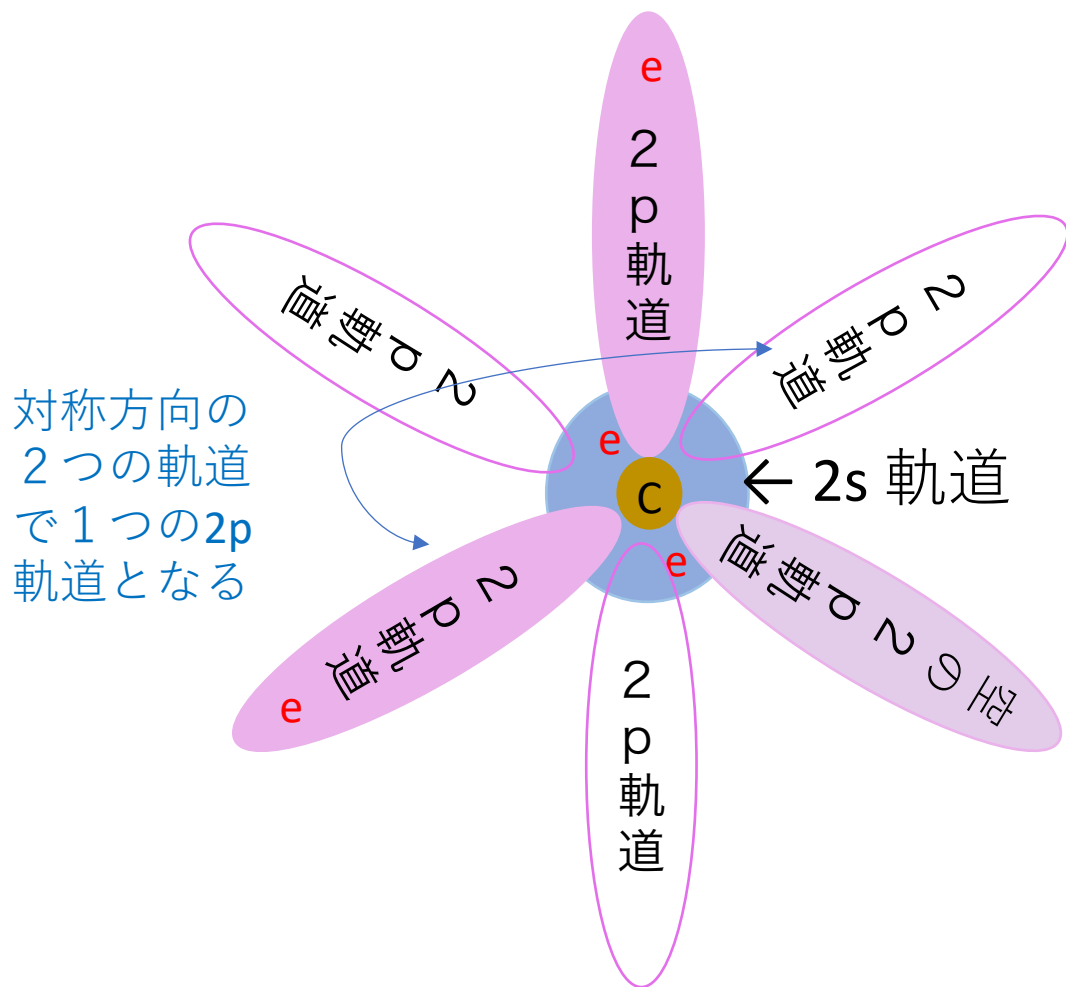


アオジ



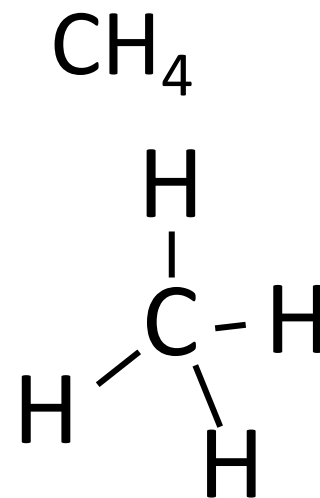
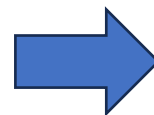
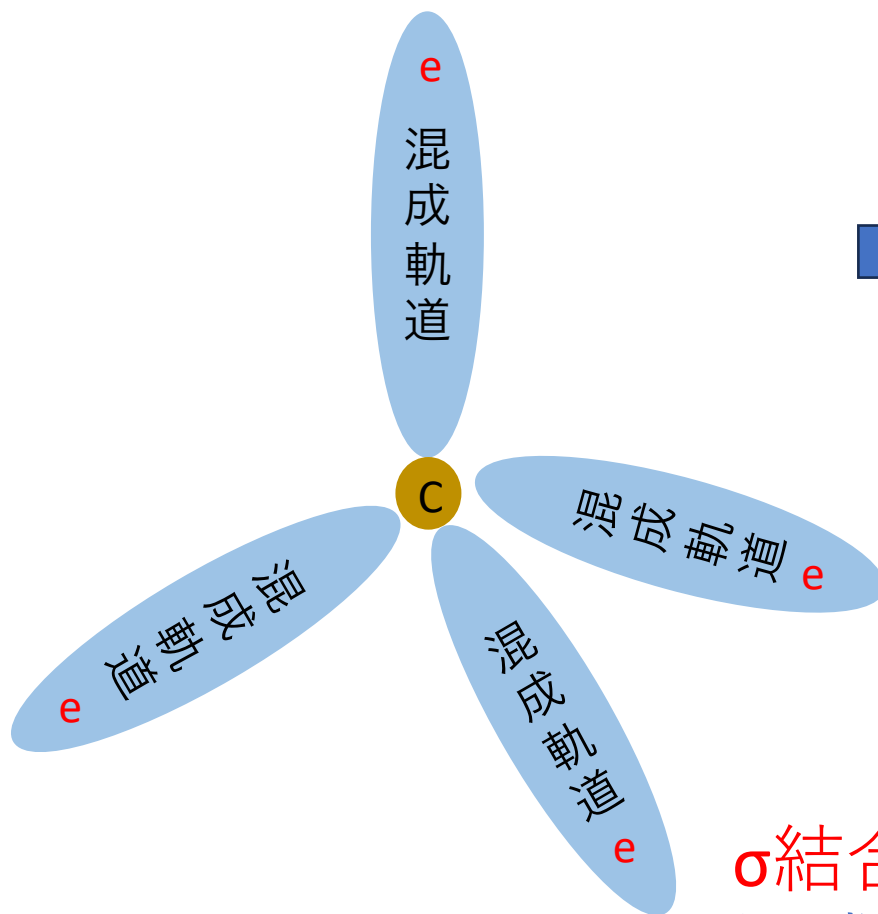
5月の鳥

混成軌道の復習：基底状態



e は電子を表す

混成軌道の復習： sp^3 混成軌道

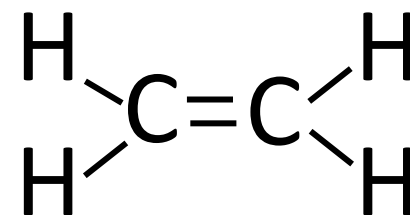
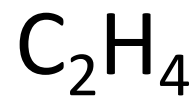
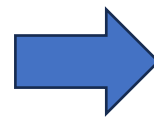
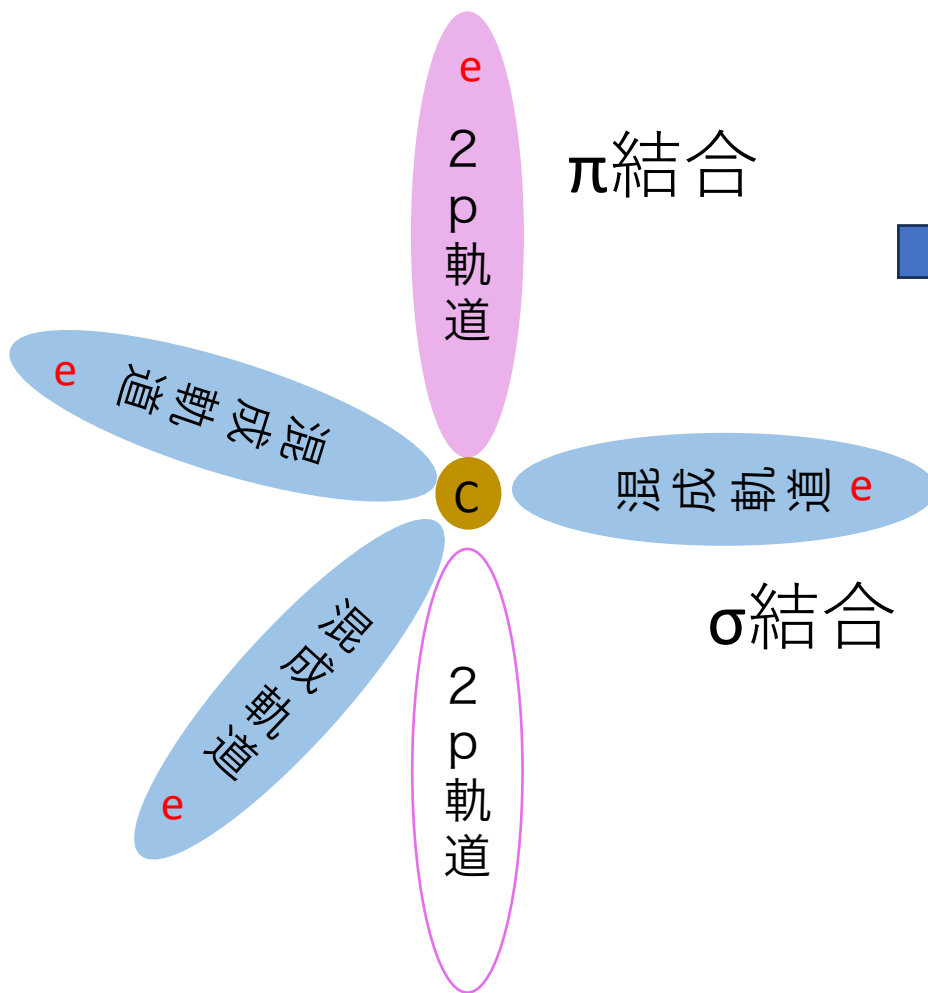


メタン

σ 結合

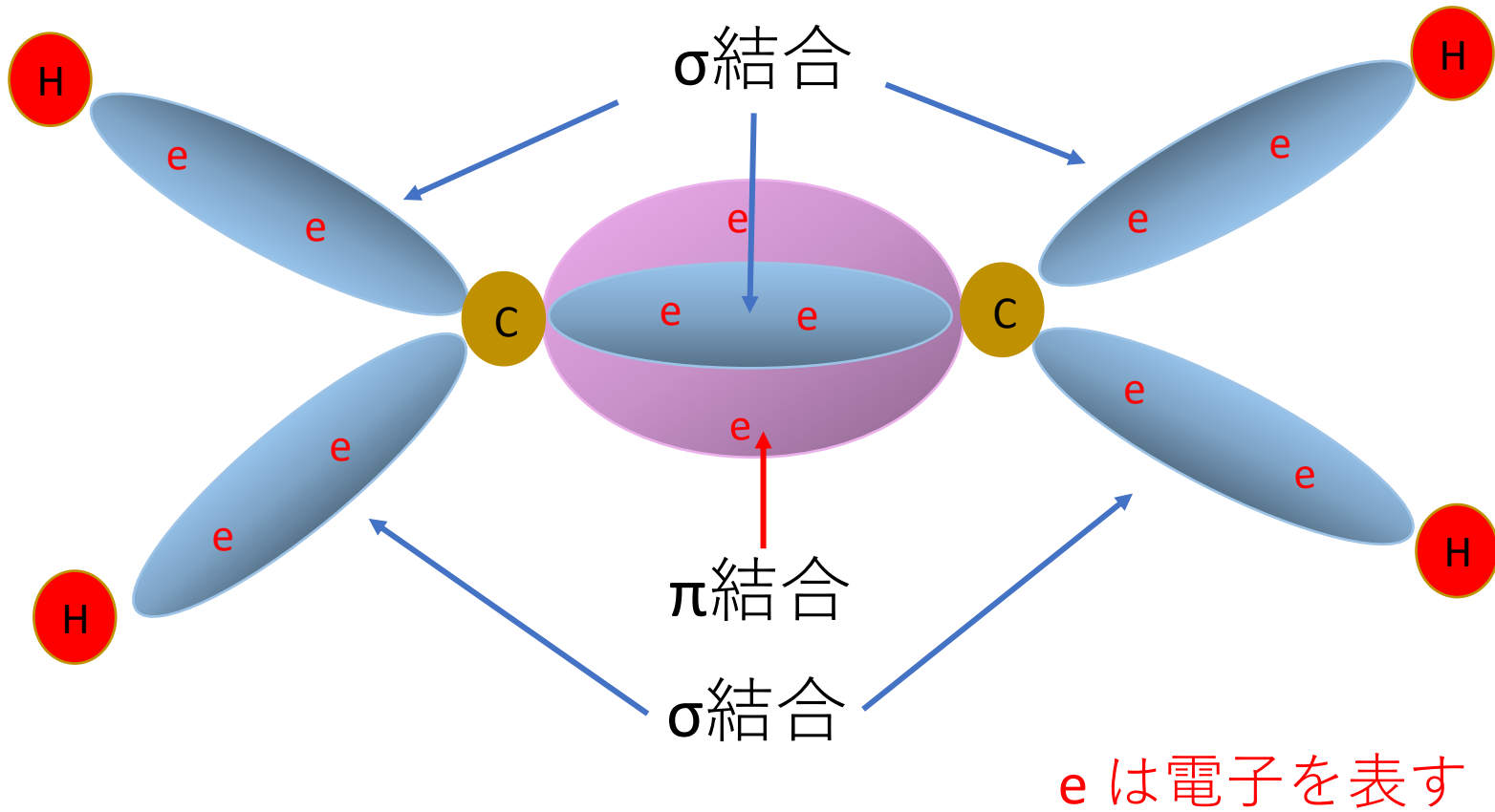
混成軌道が作る
共有結合のこと

混成軌道の復習：sp²混成軌道

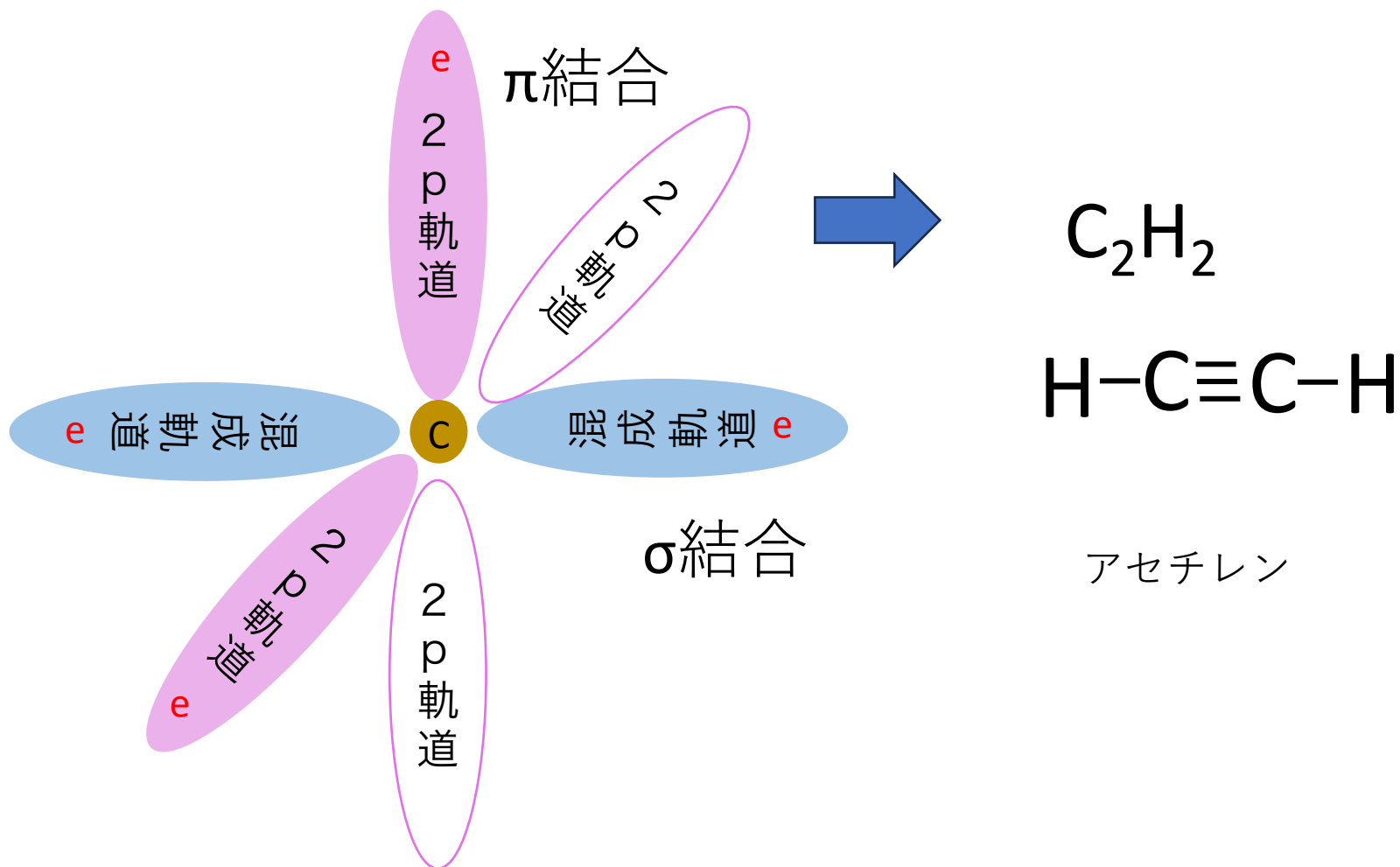


エチレン

σ 結合と π 結合 エチレンの場合



混成軌道の復習：sp混成軌道



課題復習：(1) 次の物質が10gずつあるとき、それぞれの物質の物質質量(mol)を求めよ。

(a) 酸素分子、分子式 O_2 、分子量 32

10g 物質質量は $10/32 = 0.313 \text{ mol}$

(b) 水、分子式 H_2O 、分子量 18

10g 物質質量は $10/18 = 0.555 \text{ mol}$

(c) アンモニア、分子式 NH_3 、分子量 17

10g 物質質量は $10/17 = 0.588 \text{ mol}$

解答は小数点以下3桁まで計算すること。

原子量や分子量は3桁以上の精度がある。

課題復習：(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。

水酸化ナトリウムの化学式はNaOH

式量は $23+16+1 = 40$

NaOH 20gの物質量は、 $20/40 = 0.5 \text{ mol}$

容量を1Lにした場合のモル濃度は 0.5 mol/L 。

課題復習：10%(重量%)の食塩水
(比重1.07)のモル濃度を求めよ。

解き方 (1)

- 10%(重量%)の食塩水は溶液 1kg中に100gのNaClを溶かしている。
- NaClの式量は58.4なので100gのNaClは $100/58.4 = 1.71 \text{ mol}$ である。
- 1 kg の食塩水は比重1.07 (kg/L) なので、その容量は $1/1.07 = 0.935 \text{ L}$ である。
- モル濃度は、 $1.71 \text{ mol} / 0.935 \text{ L} = 1.83 \text{ mol/L}$ 。

課題復習：10%(重量%)の食塩水
(比重1.07)のモル濃度を求めよ。

解き方 (2)

- 10% (重量%) の食塩水 1 L の質量は、
比重1.07なので 1.07 kg である。
- 10% (重量%) の食塩水 1.07 kg は、
107g の NaCl を溶かしている。
- NaCl の式量は 58.4 なので
107g の NaCl は $107/58.4 = 1.83$ mol である。
- モル濃度は 1.83 mol/L となる。

第1章 物質の構造

第4節 化学結合と結晶

1. イオン間の結合
2. 原子間の結合 . . . 今日はこの途中から
3. 分子間の結合
4. 金属原子間の結合

配位結合

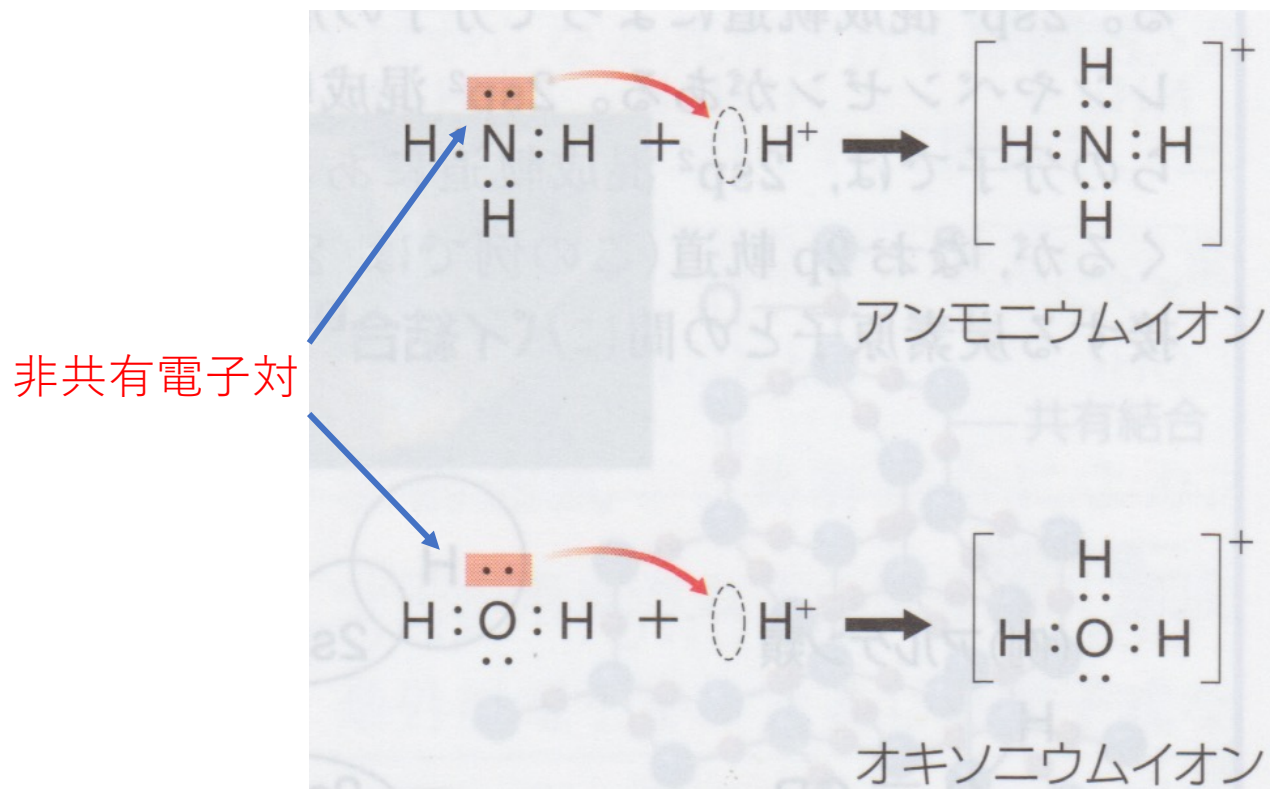


図 14 配位結合の生成

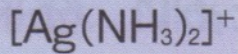
非共有電子対が他の原子・イオンの空の軌道にはまりこむ。

錯イオン p.68 下

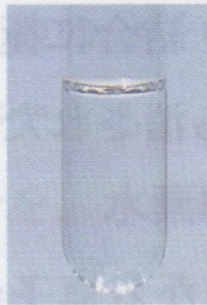
- 金属イオンに、非共有電子対をもつ分子または陰イオンが配位結合してできたイオンを錯イオンという。
- 配位する分子としては、 NH_3 , H_2O
- 配位する陰イオンとしては、 CN^- , Cl^- , OH^- などがよく知られている。

錯イオン

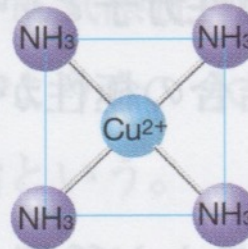
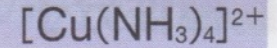
ジアンミン銀(I)イオン



直線形
(配位数2)



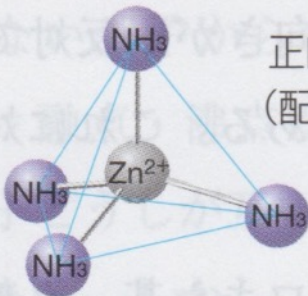
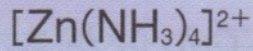
テトラアンミン銅(II)イオン



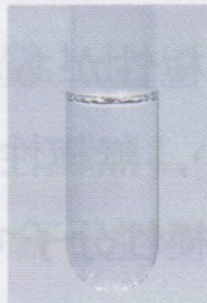
正方形
(配位数4)



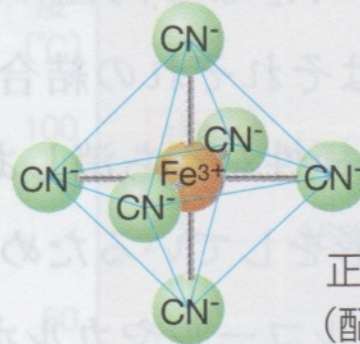
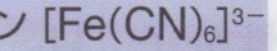
テトラアンミン亜鉛(II)イオン



正四面体
(配位数4)



ヘキサシアノ鉄(III)酸イオン



正八面体
(配位数6)



錯イオンの立体構造と色

共有結合の結晶 p.70- 71

- 共有結合によって原子が規則正しく配列してできた結晶を、共有結合の結晶という。
- ダイヤモンドと黒鉛の違いについて。
- ダイヤモンドは非常に硬く電気を通さない。
- 黒鉛はすべすべしてやわらかい。また、電気をよく通す。 何故か？
- p.70 図18 ダイヤモンドと黒鉛
- ダイヤモンドは正四面体の立体構造 (sp^3)、
黒鉛は正六角形平面構造 (sp^2)

分子間力 p.72-

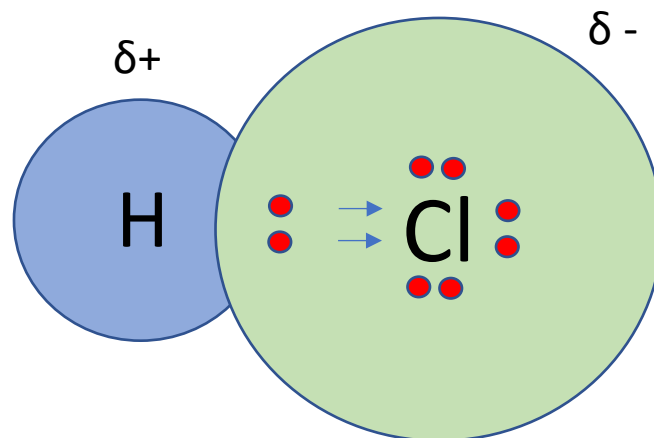
- A. 電気陰性度と極性
- B. 分子間力と水素結合
- C. 分子からなる結晶

結合の極性 p.72

電気陰性度の差が大きい2原子間の共有結合では、電気陰性度の大きい原子の方に共有電子対が引きつけられ、一方の原子にかたよって存在し、**電荷のかたより**を生じる。

これを**結合の極性**という。

例：図17 塩化水素分子



共有電子対が塩素原子の側に引き寄せられる。

電気陰性度 p.72-73

共有結合している原子間で、原子が共有電子対を引きよせる度合いを数値で示したものを電気陰性度という。値が大きいほど、共有電子対を引きよせる力が強い。

図21 元素の電気陰性度

および裏表紙見返し参照

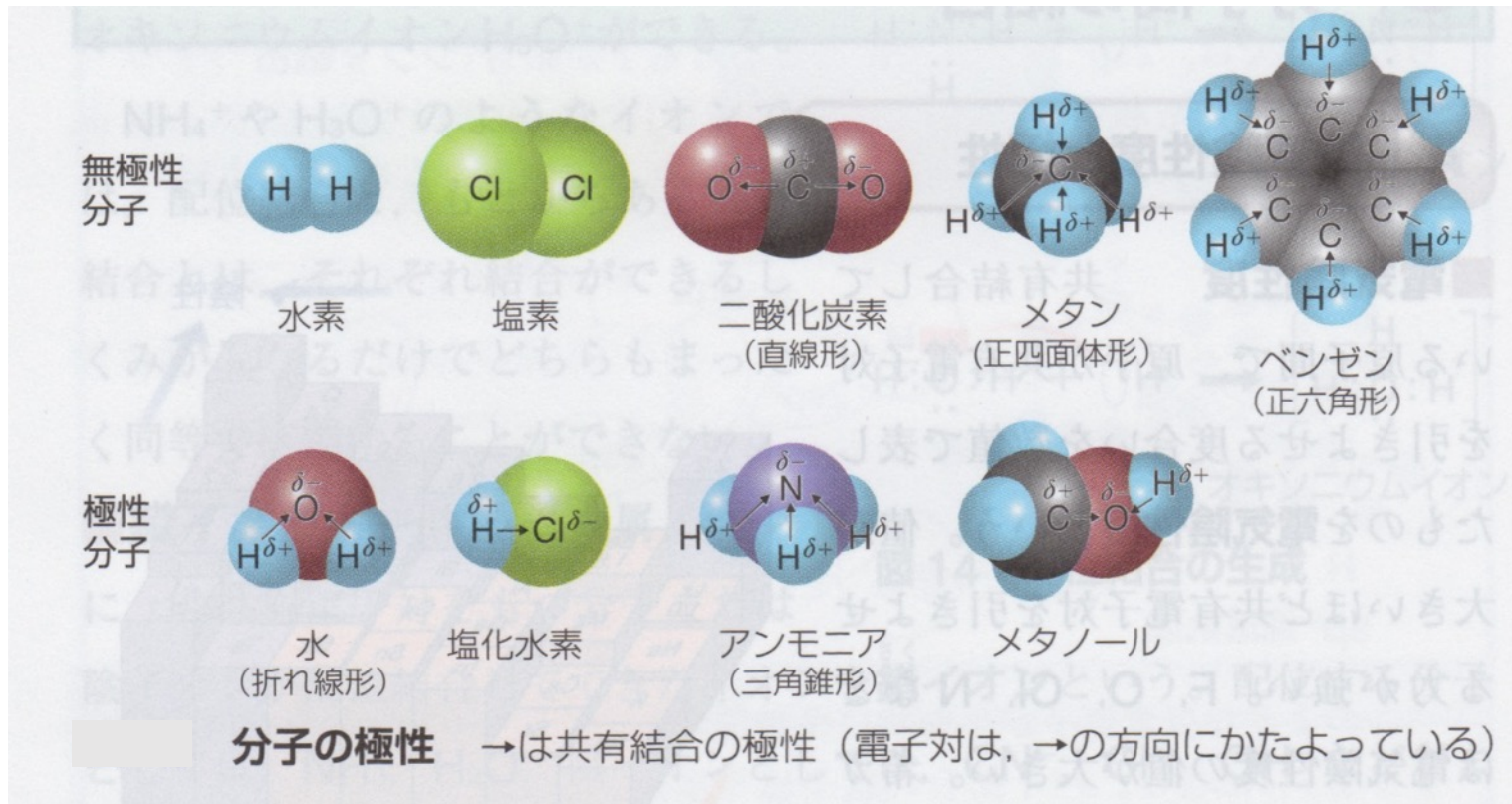
極性分子 p.73

結合に極性があるために、分子が全体として電荷のかたよりの持つ分子を極性分子という。

結合に極性がない、あるいはあっても分子の形から、結合の極性が打ち消された分子は、無極性分子という。

p. 73 図22 分子の極性 参照

分子の極性



分子間力 p.74-75

- N_2 , CO_2 , I_2 , Ar などの無極性分子どうしには非常に弱い引力が働く。このような力をファンデルワールス力という。このような分子間に働く弱い力を分子間力という。
- 分子間力は、イオン結合、共有結合の力よりもはるかに弱い。
- また、極性分子の場合には、分子間に静電的な引力が働くため、分子間力はさらに強くなる。

分子からなる結晶 p.74

- 分子間力により分子が規則正しく配列してできた結晶を分子結晶という。
- ドライアイス CO_2
- ナフタレン C_{10}H_8
- ヨウ素 I_2
- 固体のアルゴン Ar
- 固体の窒素 N_2

分子間力と溶解しやすさ

p.74 参考

	組み合わせ 1	組み合わせ 2	組み合わせ 3
溶媒	極性分子	極性分子	無極性分子
例	H ₂ O	H ₂ O	ヘキサン
溶質	極性分子	無極性分子	無極性分子
例	エタノール	ヨウ素	ヨウ素
溶けやすさ	よく溶ける	溶け合わない	よく溶ける

水素結合 p.75 下

HF, H₂O, NH₃ のように、電気陰性度の大きい原子に結合した**水素原子**は、他の分子中の**電気陰性度の大きい原子**と結ばれて、結合を作ることができる。

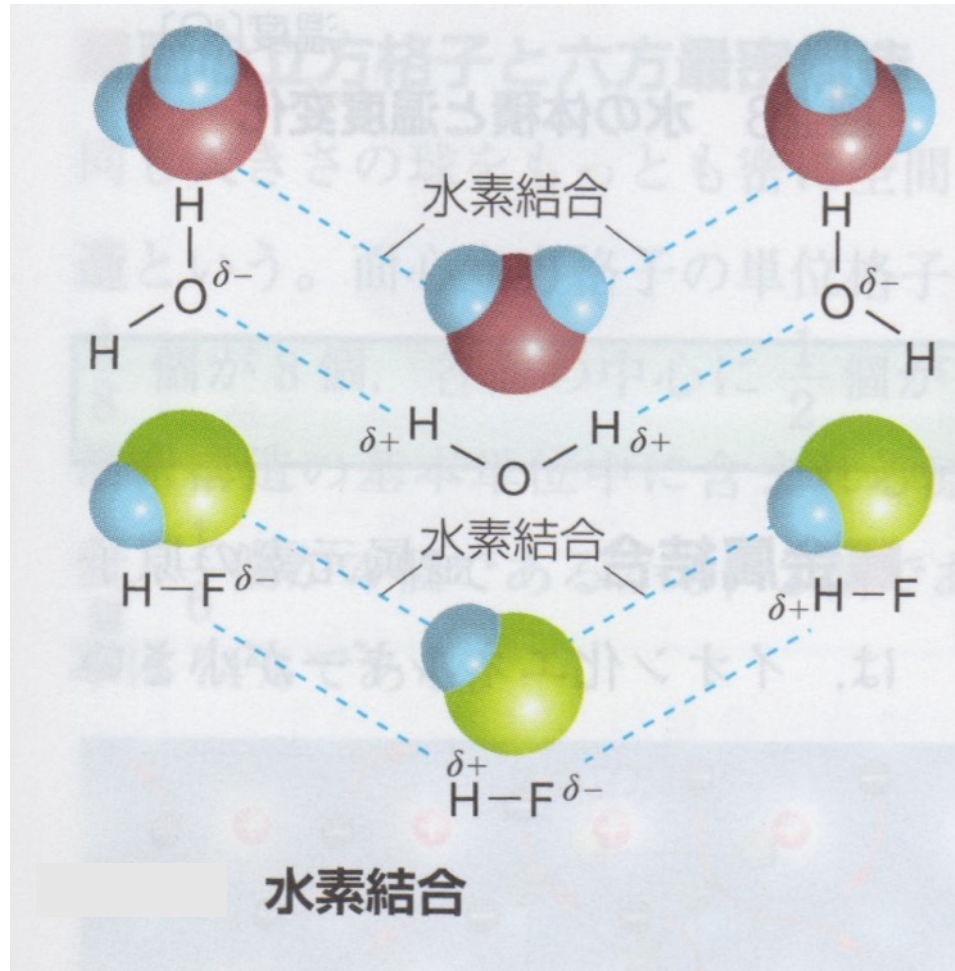
このような、水素原子をなかだちとして、分子間にできる結合を、**水素結合**という。

水素結合は、イオン結合や共有結合よりもはるかに**弱く切れやすい**。

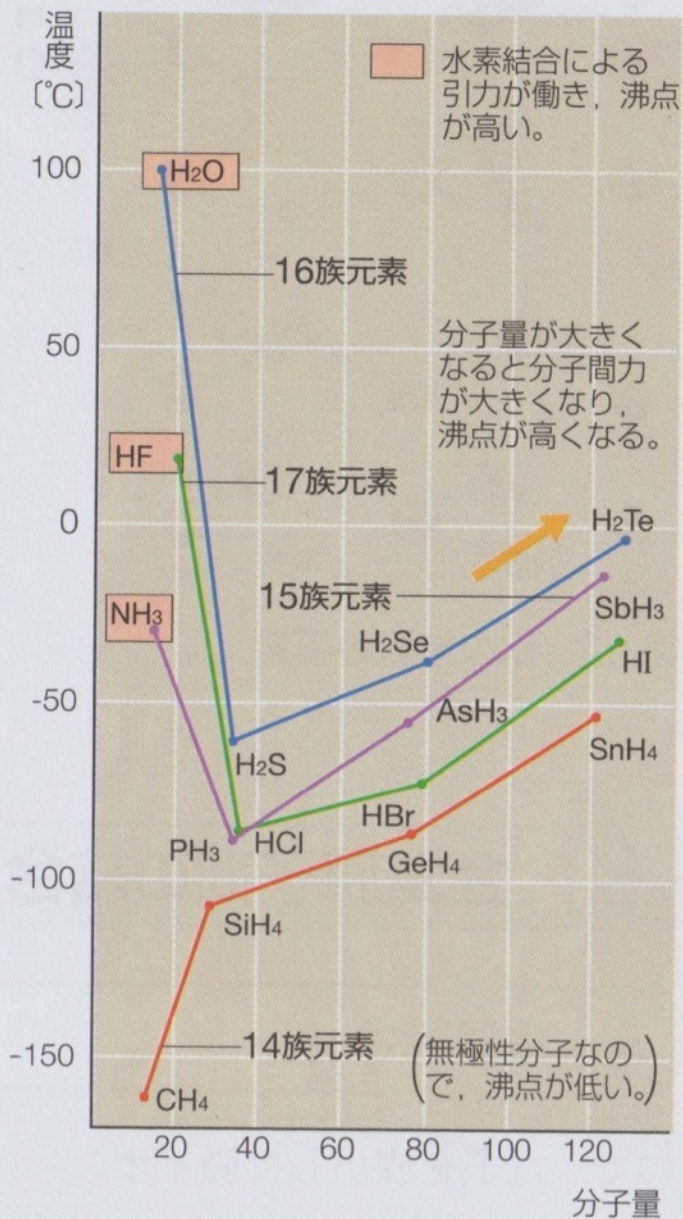
図28 水素化合物の沸点 参照

水素結合

他にも図25, 26, 27参照



水素化合物の沸点 p.76



14族	15族	16族	17族
低沸点 CH ₄	NH ₃	高沸点 H ₂ O	HF
SiH ₄	PH ₃	H ₂ S	HCl
GeH ₄	AsH ₃	H ₂ Se	HBr
SnH ₄	SbH ₃	H ₂ Te	HI

いったん低下



分子量増大とともに上昇

HF, H₂O, NH₃ のように、電気陰性度の大きい原子に結合した水素原子は水素結合を作りやすいので沸点が高くなる。

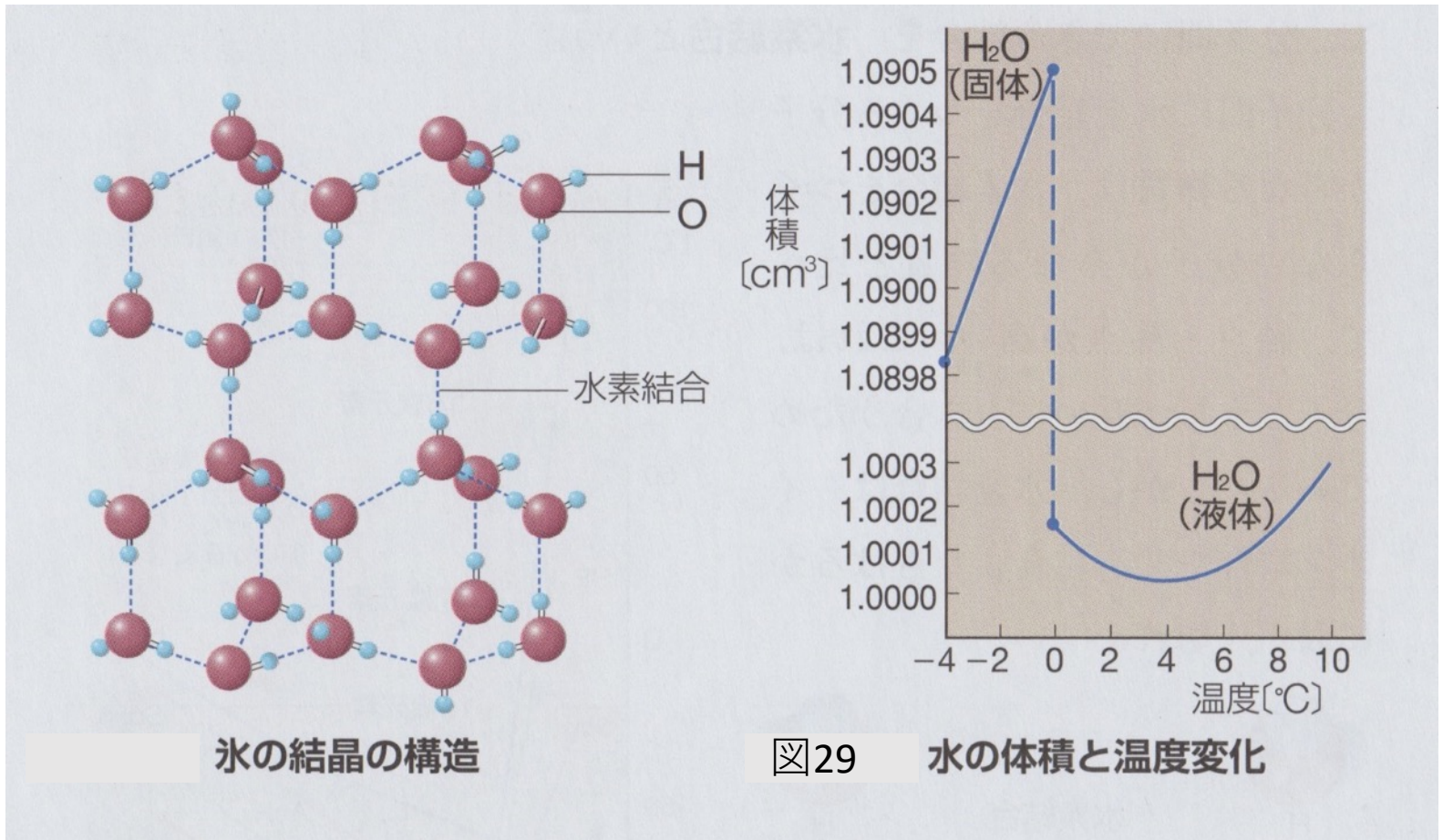
CH₄は無極性分子なので沸点が低い。

図28 水素化合物の沸点

氷の結晶構造 p.76参考

- 氷の結晶は、水素結合に都合の良い位置に水分子がおさまり、ダイヤモンドの結晶に似た隙間の多い構造をもつ。
- 0℃で氷が水になるとき、結晶の規則的な分子の配列が崩れ、すきまに水分子が入りこみ、体積が減少する。

氷の結晶構造 氷の体積と温度変化



金属原子間の結合 p.80 -

A. 金属結合

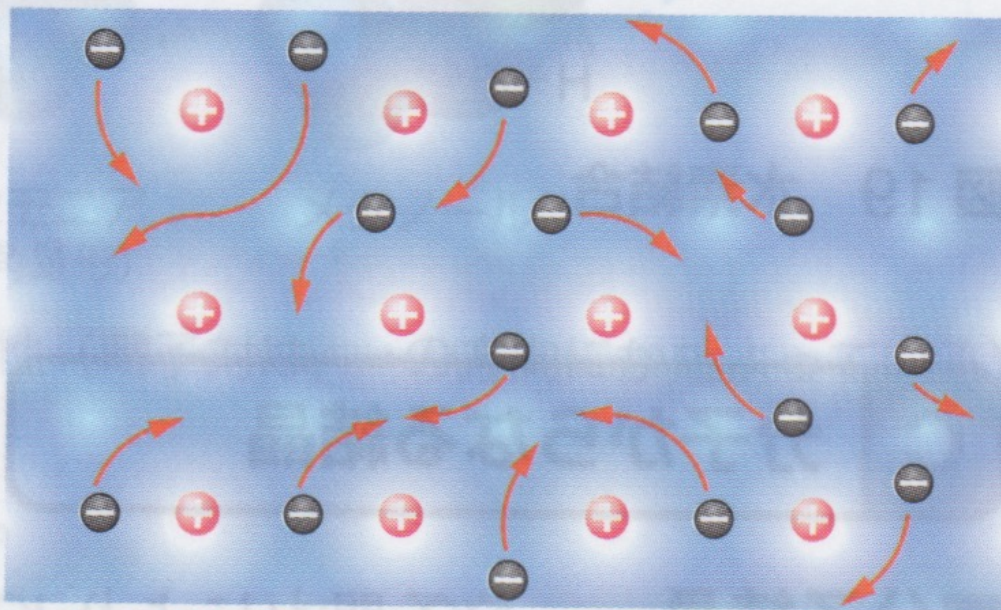
B. 金属の結晶

C. 金属の特徴

金属結合 p.80

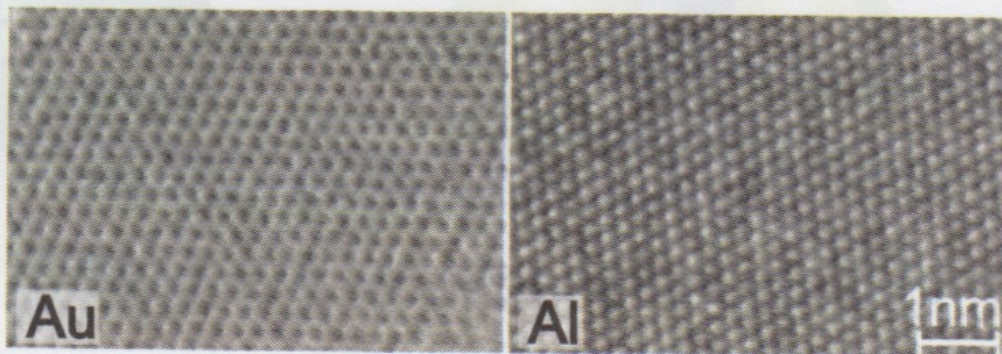
- 金属元素の原子はイオン化エネルギーが小さいので、電子を放出して陽イオンになりやすい。
- 金属原子の価電子は、離れやすく、特定の原子に固定されず、金属全体を自由に移動できる。
- このような電子を自由電子という。
- 自由電子がすべての金属原子に共有されてできる結合を金属結合という。

金属結合



●は自由電子を表し，金属全体を移動する。

図30 金属結合と自由電子



金属の電子顕微鏡写真¹⁾

金属結晶 p.80中

- 金属の結晶は、金属原子が金属結合によって、規則正しく整列して結晶格子の構造になっている。
- 金属の結晶は、物質全体にわたり分子が存在しないため、金属を化学式で表すときは、Na, Alのように、組成式を用いる。

金属の性質 p.80 中

- ① 金属光沢がある。
 - ② 熱伝導性・電気伝導性が大きい。
 - ③ 展性や延性を示す。
 - ④ 合金を作ることができる (p.81) 。
- 2種類以上の金属を溶かし合わせるか、金属に非金属を溶かし込んだものを合金という。
 - 合金はもとの金属に無い優れた性質を持つようになる。

合金

p.81参照

- 合金とその利用例 p. 81 表 5 参照
- 合金の構造による分類 p. 81 参考記事

結晶性合金

a. 置換型固溶体 (黄銅など)

b. 侵入型固溶体 (鋼など)

c. 金属間化合物

(形状記憶型合金、水素吸蔵合金、超伝導合金など)

アモルフォス合金 (異なる金属が不規則に配列。

非晶質で、耐食性があり、強度が高い。)

金属の結晶格子 p.82 図31

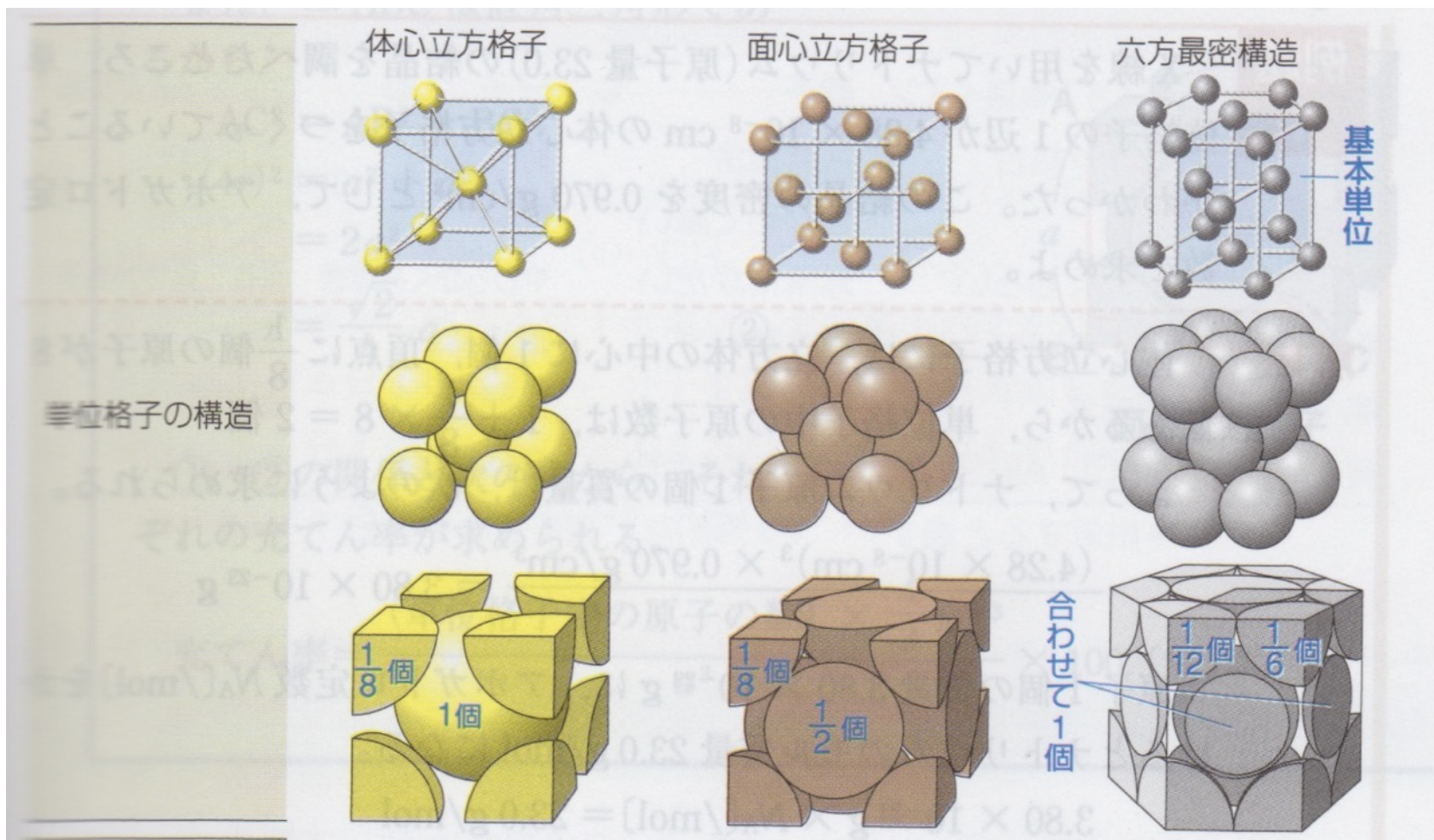
金属の結晶格子は、

- ① 体心立方格子
- ② 面心立方格子
- ③ 六方細密構造

のいずれかである（次ページ図31）。

これらの結晶格子の構造の詳細については、
p.84-85の文章（参考記事）を参照してください。

金属の結晶格子 p.82 図31



結晶の種類と性質（まとめ）

結晶は、結晶を構成している粒子の結合の種類により、

- ① 金属の結晶
- ② イオン結晶
- ③ 分子結晶
- ④ 共有結合の結晶

に分類できる。

これらの特徴については、

p.88 表1 結晶の種類と性質 を参照してください。

イオン結晶と共有結合結晶、金属結晶

	イオン結晶	分子結晶	共有結合結晶	金属結晶
粒子間の結合	電気的な引力	分子間力	共有電子対	自由電子
一般的な性質	極めてかたく 融点・沸点も 高い。	やわらかく融 点、沸点が低 い。	極めてかたく 融点も高い。	延性・展性が あり電気伝導 性がよい。
	固体状態では 電気を通さな いが、融解状 態では通す。	固体は電気を 通さない。融 解しても電気 を通さない。	水に溶けにく く電気を通さ ない。黒鉛は 例外。	金属光沢があ る。
物質の種類	金属元素と非 金属元素から なる。	非金属元素の 単体または化 合物。	原子価の多い 非金属元素 (C やSi)	金属元素の単 体または混合 物 (合金)。
物質の例	塩化ナトリウ ム、他多数。	ヨウ素、ナフ タレン、ドラ イアイス	ダイヤモンド、 黒鉛、水晶、 シリコン	銅、金、鉄、 他多数。

アモルフォス（非晶質） p.88

- 固体を形成する粒子の配列に規則性がみられず無秩序なものを一般にアモルフォス（非晶質）という。

例：

- ガラス
- 土壌中の粘土鉱物のうち、アロフェンなど。
- 部分的に規則性が残っているものを準晶質とよぶ。

地球の構造と化学組成 (参考)

半径 (km)	主要元素成分	状態	化学結合の主形態
内核 (1222)	Fe	固体	金属結合
外核 (3480)	Fe	液体	金属結合
マントル (6350)	Mg, Si, O	固体	イオン結合
地殻 (6371)	Si, Al, Ca, O	固体	イオン結合
海洋 (6371)	H, O	液体	水素結合
大気 (>6371)	N, O	気体	共有結合
参考：人体	O, C, H, N	液体, 固体	イオン結合, 共有結合
参考：宇宙	H, He	気体	分子間力

5月下旬の畜大キャンパスの花

クロユリ、サクラソウ、エゾムラサキ、タチツボスミレなど



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。

5月24日課題

イオン結晶および共有結合の結晶について、その特徴と例を文章で説明しなさい。

締め切り：5月29日（月）

5月31日は開学記念日のため休講ですが、課題の締め切り日は通常通りとします。