

材料の化学 2

第4回講義

担当 菊池明彦
kikuchia@rs.tus.ac.jp

1

1

第4回 不飽和炭化水素1

アルケン、アルキン
IUPAC命名法
二重結合の特徴
結合の軌道モデル
アルケンの *cis-trans* 異性

2

2

アルケン (alkene) アルキン (alkyne)

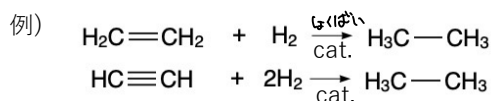
アルケン：エテン（植物ホルモン）、コレステロール（ステロイド）、リモネン、リコペン等
自然界にも多く存在 種々化合物合成の出発原料としても重要

定義・分類

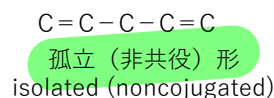
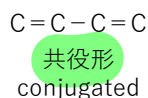
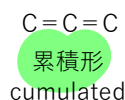
アルケン(alkene)：炭素-炭素二重結合を含む炭化水素 C_nH_{2n}

アルキン(alkyne)：炭素-炭素三重結合を含む炭化水素 C_nH_{2n-2}

いずれも不飽和(unsaturated)である = アルカンに比して水素数が少ない
水素の付加でいずれもアルカンに変換可能



1分子中に多重結合が2個以上存在する場合

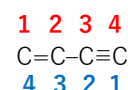
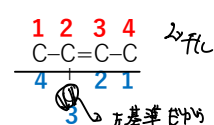
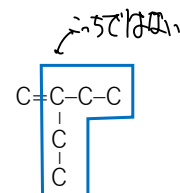
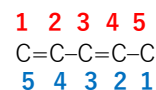
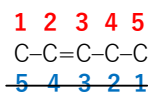
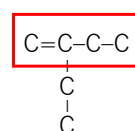


3

3

アルケンのIUPAC命名法：アルカンの命名規則に類似

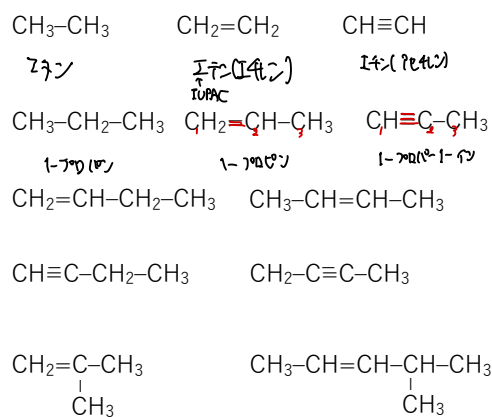
- 語尾：二重結合；-ene
二重結合2つ；-diene, 3つ；-triene
三重結合；-yne
二重結合と三重結合；-eneyne
- 二重結合、あるいは三重結合した2つの炭素を含む最長鎖を基本名に
- 多重結合に最も近い末端から番号を付与
多重結合が同じ距離にある場合、枝分かれに近い末端から番号を付与
- 多重結合の位置番号は小さい方の炭素の番号にする
- 2つ以上多重結合がある場合1番目の多重結合の位置番号が小さくなるよう番号付
二重結合と三重結合が等位置なら二重結合を最小になるように番号付



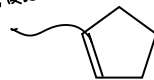
4

4

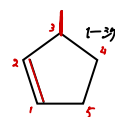
例)



2重結合が優先



シクロペンテン



1-メチルシクロペンテン



1,3-シクロヘキサジエン

5

5

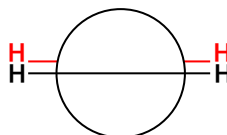
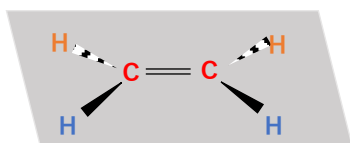
IUPAC名と慣用名

答え方に注意

	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$\text{CH}\equiv\text{CH}$	$\text{CH}_2=\text{CH-CH}_3$	$\text{CH}_2=\text{CH-}$	$\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-}$
IUPAC名	ethene	ethyne	propene	ethenyl	propenyl
慣用名	ethylene	acetylene	propylene	vinyl ビニル	allyl アリル
				$\text{CH}_2=\text{CH-Cl}$ chloroethene	$\text{CH}_2=\text{CH-CH}_2\text{-Cl}$ 3-chloro-1-propene
				vinyl chloride ↓重名 ビニル塩化エチレン	allyl chloride

二重結合の特徴

二重結合を構成する各炭素原子は3個の原子とのみ結合；trigonal

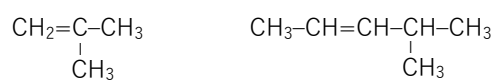
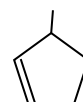
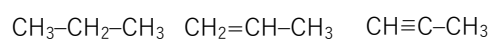
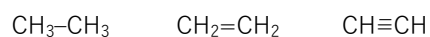


C=C間距離：1.34 Å かなり短い
C-C間距離：1.54 Å
1 Å = 10⁻¹⁰ m

6

6

例)



5

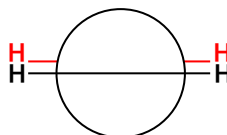
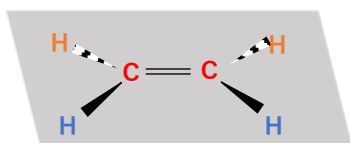
5

IUPAC名と慣用名

	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$\text{CH}\equiv\text{CH}$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$	$\text{CH}_2=\text{CH}-$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-$
IUPAC名	ethene	ethyne	propene	ethenyl	propenyl
慣用名	ethylene	acetylene	propylene	vinyl	allyl
二重結合の特徴				$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{Cl}$	$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{Cl}$
				chloroethene	3-chloro-1-propene
				vinyl chloride	allyl chloride

二重結合の特徴

二重結合を構成する各炭素原子は3個の原子とのみ結合；trigonal



C=C間距離： 1.34 \AA
C-C間距離： 1.54 \AA

6

6

二重結合の軌道モデル： π 結合

C=C結合を作る炭素原子の原子軌道はなぜ平面三角形となるのか？

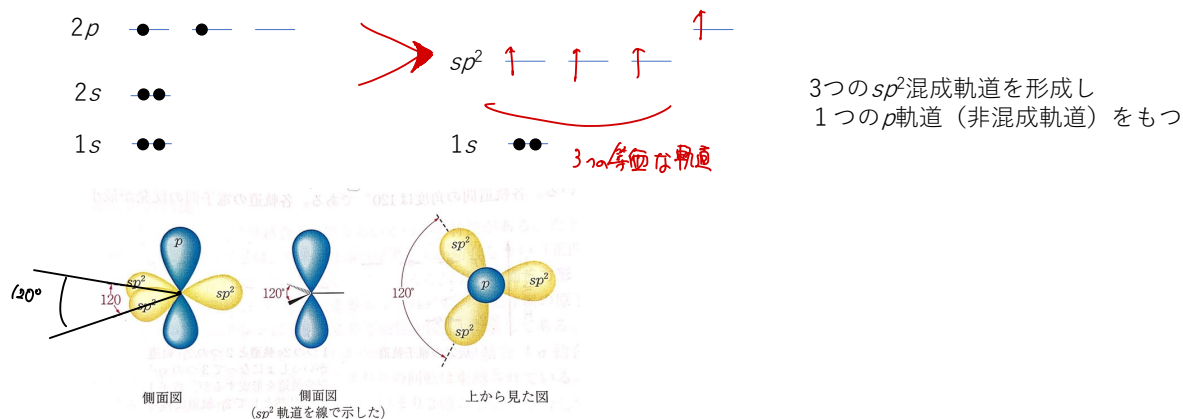


図3.3 同一平面内で 120° の角度をなす3つの sp^2 軌道をもつ平面三角形の炭素が書かれてある。残りの1つの $2p$ 軌道は sp^2 混成軌道に垂直である。 p 軌道には裏側に小さな軌道葉があるが、作図の都合上省略してある。

教科書 p. 86, 図3・3より引用

7

7

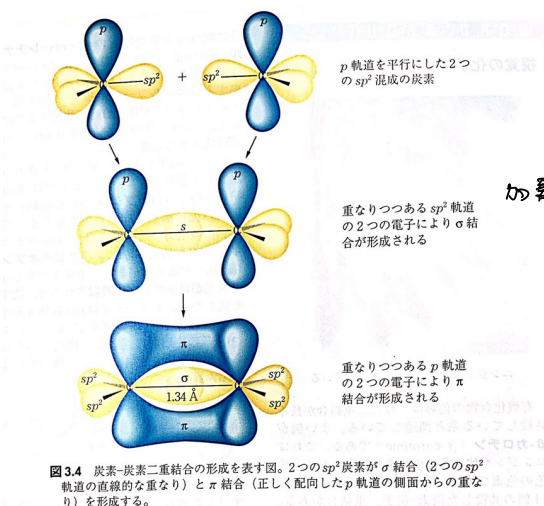
 sp^2 混成した2つの炭素が結合し二重結合を形成するしくみ

図3.4 炭素-炭素二重結合の形成を表す図。2つの sp^2 炭素が σ 結合（2つの sp^2 軌道の直線的な重なり）と π 結合（正しく配向した p 軌道の側面からの重なり）を形成する。

教科書 p. 87, 図3・4より引用

エテンの π 結合の切断エネルギー：約62 kcal/mol
(259 kJ/mol)

室温で獲得できるエネルギーよりはるかに大きい

加熱・紫外光

sp^2-sp^2 σ 結合と $p-p$ π 結合により2つの炭素は強く惹きつけられる

→ 結合距離が sp^3-sp^3 σ 結合のC-C間距離より短い

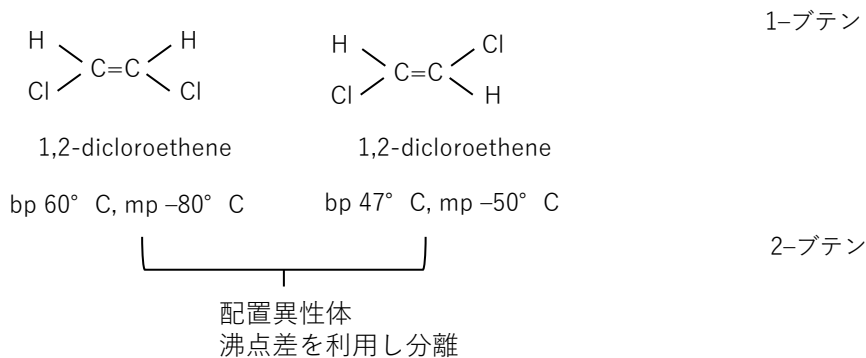
π 電子： sp^2 混成軌道電子が形成する平面の上下に位置
種々の求電子剤の攻撃を受けやすい

8

8

アルケンの *cis-trans* 異性

C=C間の回転の束縛 → *cis-trans* 異性（幾何異性）の存在 例)



アルケンの幾何異性体を相互に変換するには？

熱、光によるエネルギーの供給で π 結合を切断、回転後再結合

9

9

第4回講義 まとめ

アルケン、アルキン
 IUPAC命名法
 二重結合の特徴
 結合の軌道モデル
 アルケンの *cis-trans* 異性

第4回講義を終了します。

LETUSに掲載した第4回講義課題をダウンロードし、
手書きで解答後、PDFに変換したファイル（ファイル名は学籍番号氏名）を指定期日までにアップロードしてください。

10

10