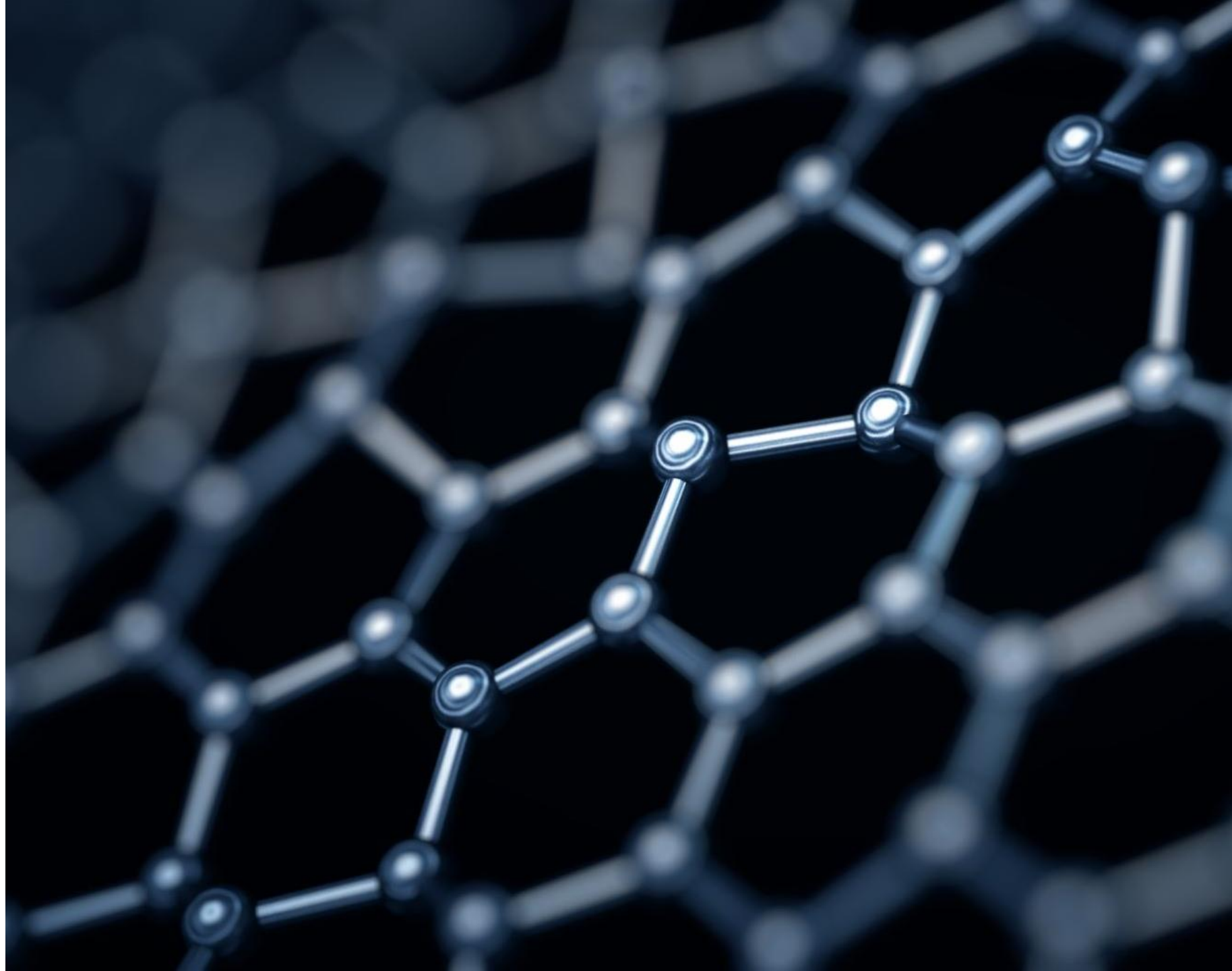


2022年秋学期

# 化学2 (K2)

第3回目

2022年10月12日(水)



# 本日の目標

## ★有機化合物のバリエーションについて学ぶ

- 有機化合物の描き方を学ぶ
- 有機化合物にはどのような種類があるか学ぶ
- 官能基とは何か？
- 異性体とは何か？
- 有機化合物の情報にアクセスするには？

# 前回の復習

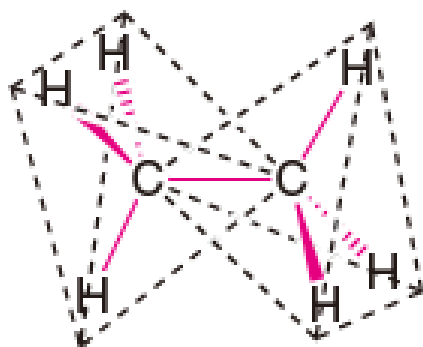
## ★結合の仕組みを理解する

- 有機化合物は主に  結合でできている
- s軌道の電子とp軌道の電子によって結合ができるときに、軌道が再構成される。このような軌道を  という。
- 混成軌道は特に、分子の  に大きく関わっている。
- メタンは  混成軌道、エチレンは  混成軌道、アセチレンは  混成軌道でできている。
- アセチレンの3重結合は1本の  結合と2本の  結合でできている。

# 前回の復習

$sp^3 - sp^3$

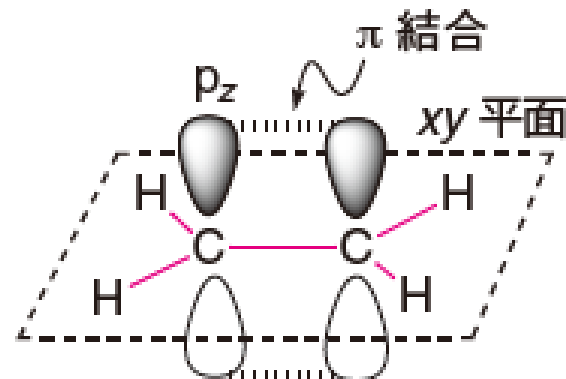
単結合 ( $\sigma$  結合)



エタン

$sp^2 - sp^2$

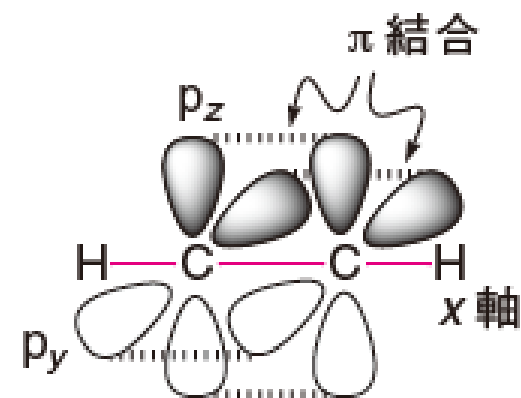
二重結合 ( $\sigma + \pi$  結合)



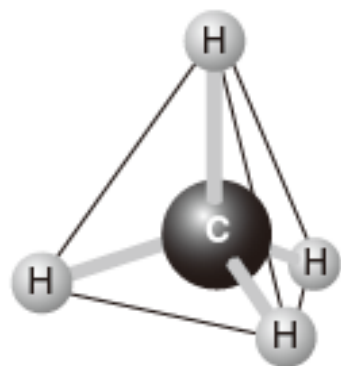
エテン(エチレン)

$sp - sp$

三重結合 ( $\sigma + \pi + \pi$  結合)



エチン(アセチレン)



メタン

# 本日の内容

## ① 有機化合物の描き方

## ② 有機化合物の分類

- ・ 脂肪族化合物
- ・ 芳香族化合物
- ・ 複素環化合物

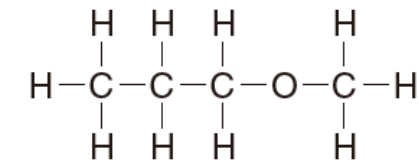
## ③ 官能基とは

- ・ 官能基の種類と名前

## ④ 異性体とは

- ・ 構造異性体と立体異性体

# ①有機化合物の描き方



## A) 結合省略法

→ 原子を全て残して、結合を省略する描き方

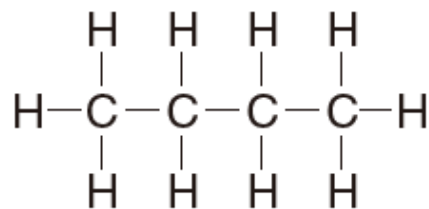


## B) 原子省略法

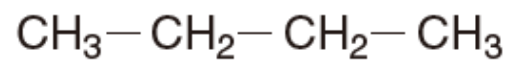
→ 結合を残して、原子(炭素と水素)を省略する描き方



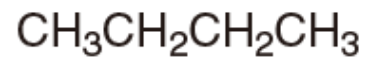
# ①結合省略法



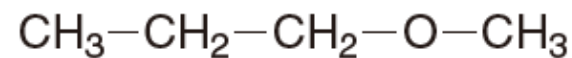
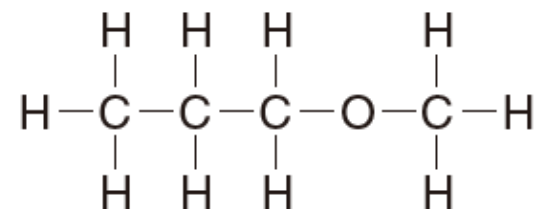
各炭素ユニット  
ごとにまとめる



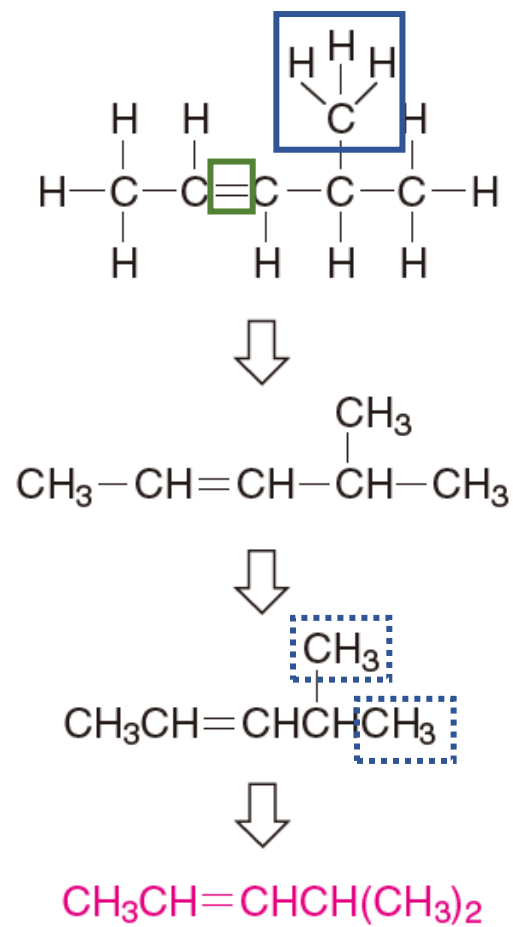
ユニット間  
結合を省略



同じユニット  
をまとめる



# ①結合省略法



多重結合はまとめられない！

上下方向の結合はまとめられない！（原則）

まぎらわしくない場合は主鎖内に( )で組み込める

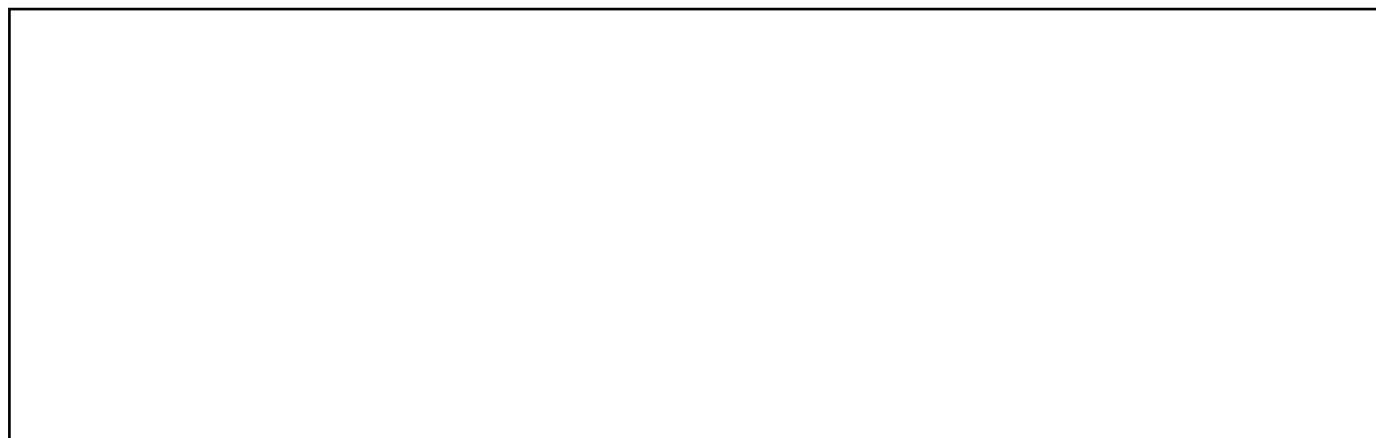
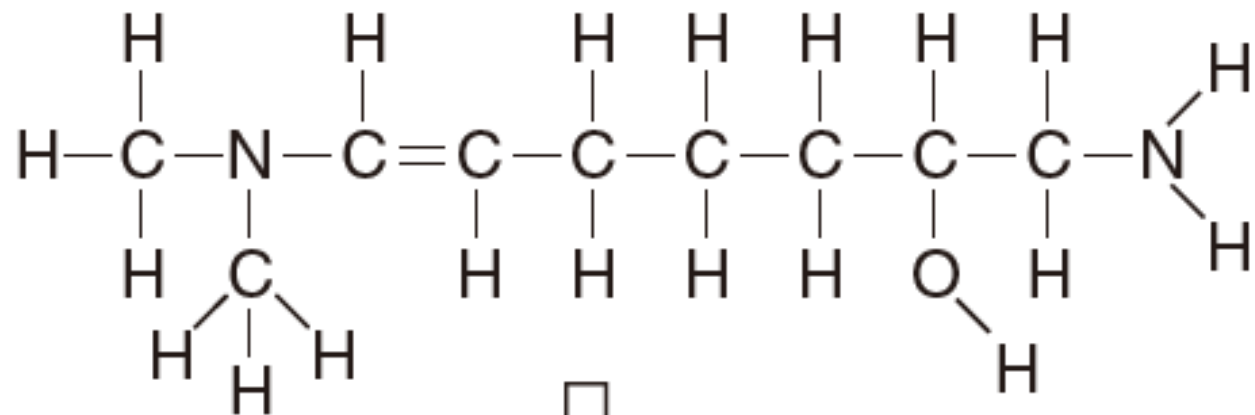


同じユニットが2つあるので、まとめることができる

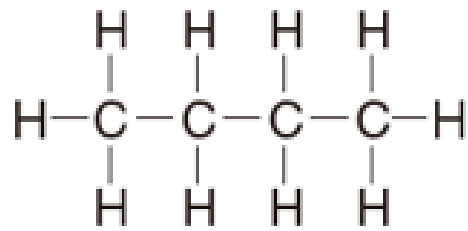




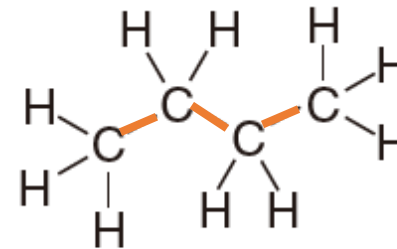
# ①結合省略法 ～練習～



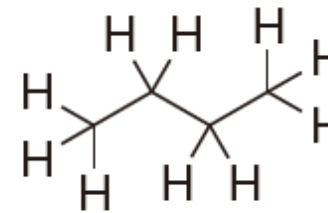
## ②原子省略法



炭素鎖を折れ線状に描く



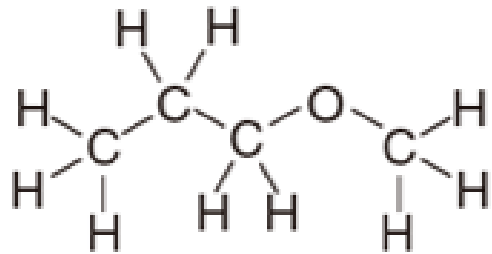
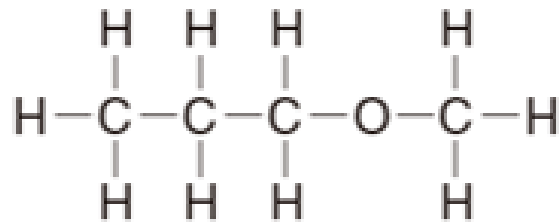
炭素原子を省略



炭素原子について  
水素原子を省略



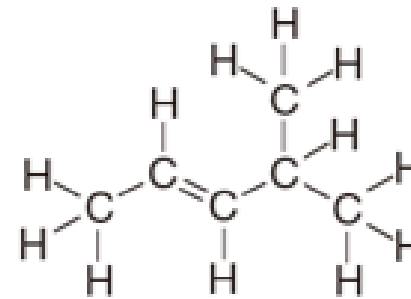
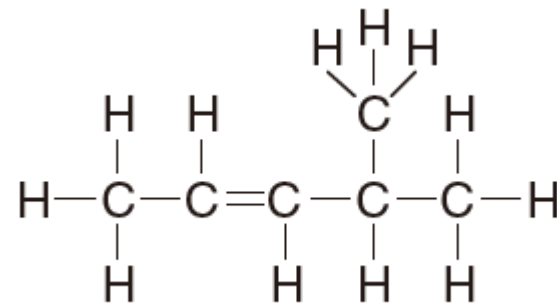
## ②原子省略法



炭素・炭素についた  
水素以外の原子は  
省略できない

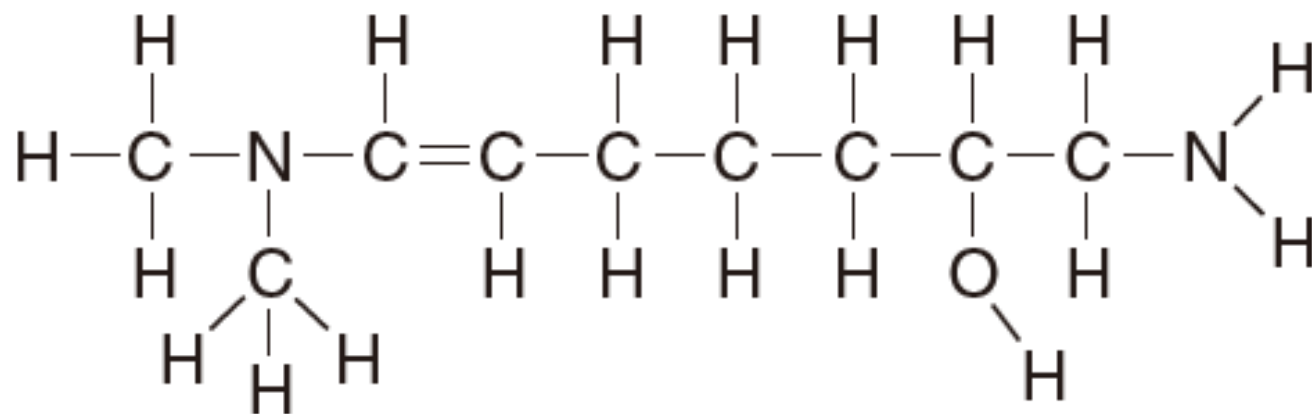
$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$  の表し方は？

$\begin{array}{c} \text{O} \\ || \\ \text{—} \text{C} \text{—} \text{OH} \end{array}$       どれでもOK!  
—COOH      —CO<sub>2</sub>H

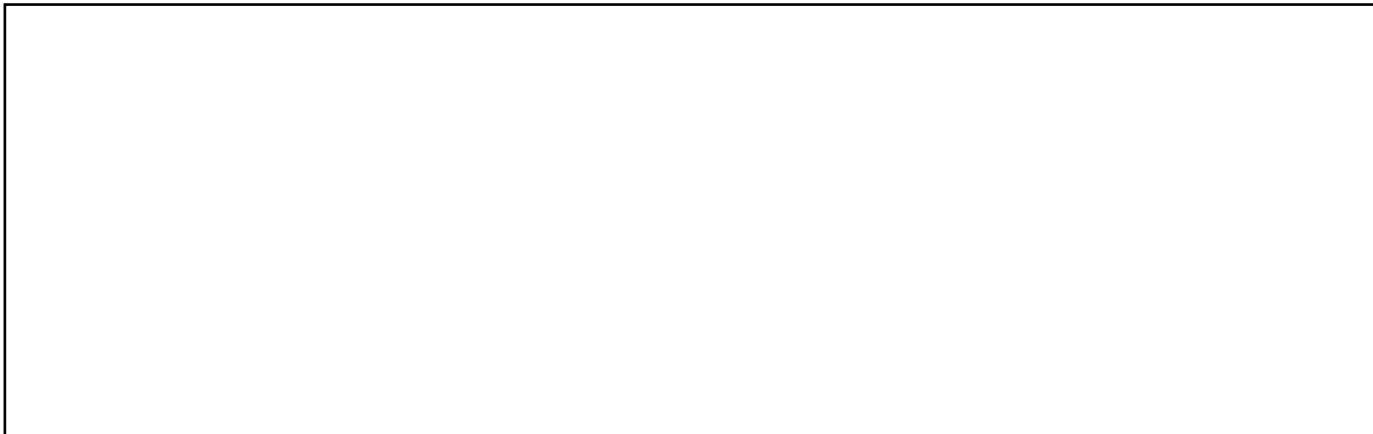
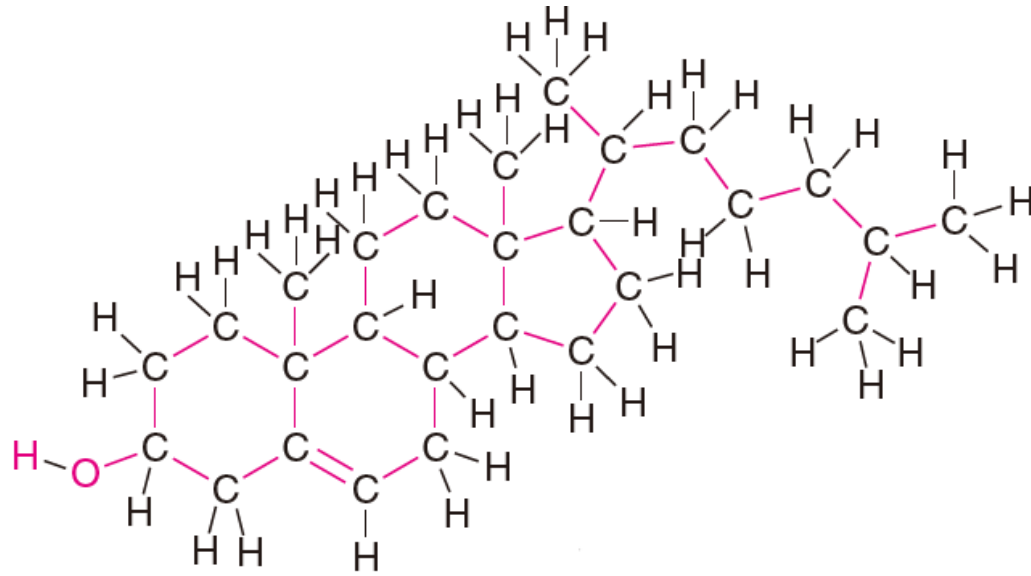


多重結合は  
そのまま描く

# ①原子省略法 ～練習～



# ①原子省略法 ～練習～



# 本日の内容

## ① 有機化合物の描き方

## ② 有機化合物の分類

- ・ 脂肪族化合物
- ・ 芳香族化合物
- ・ 複素環化合物

## ③ 官能基とは

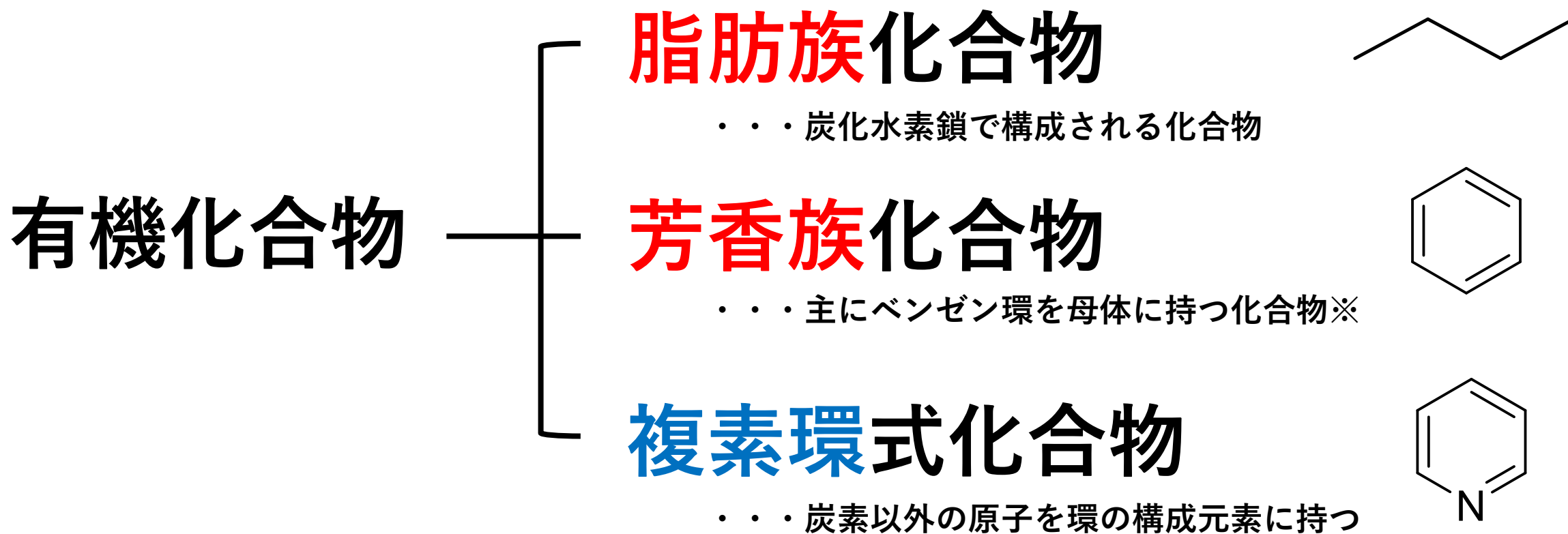
- ・ 官能基の種類と名前

## ④ 異性体とは

- ・ 構造異性体と立体異性体

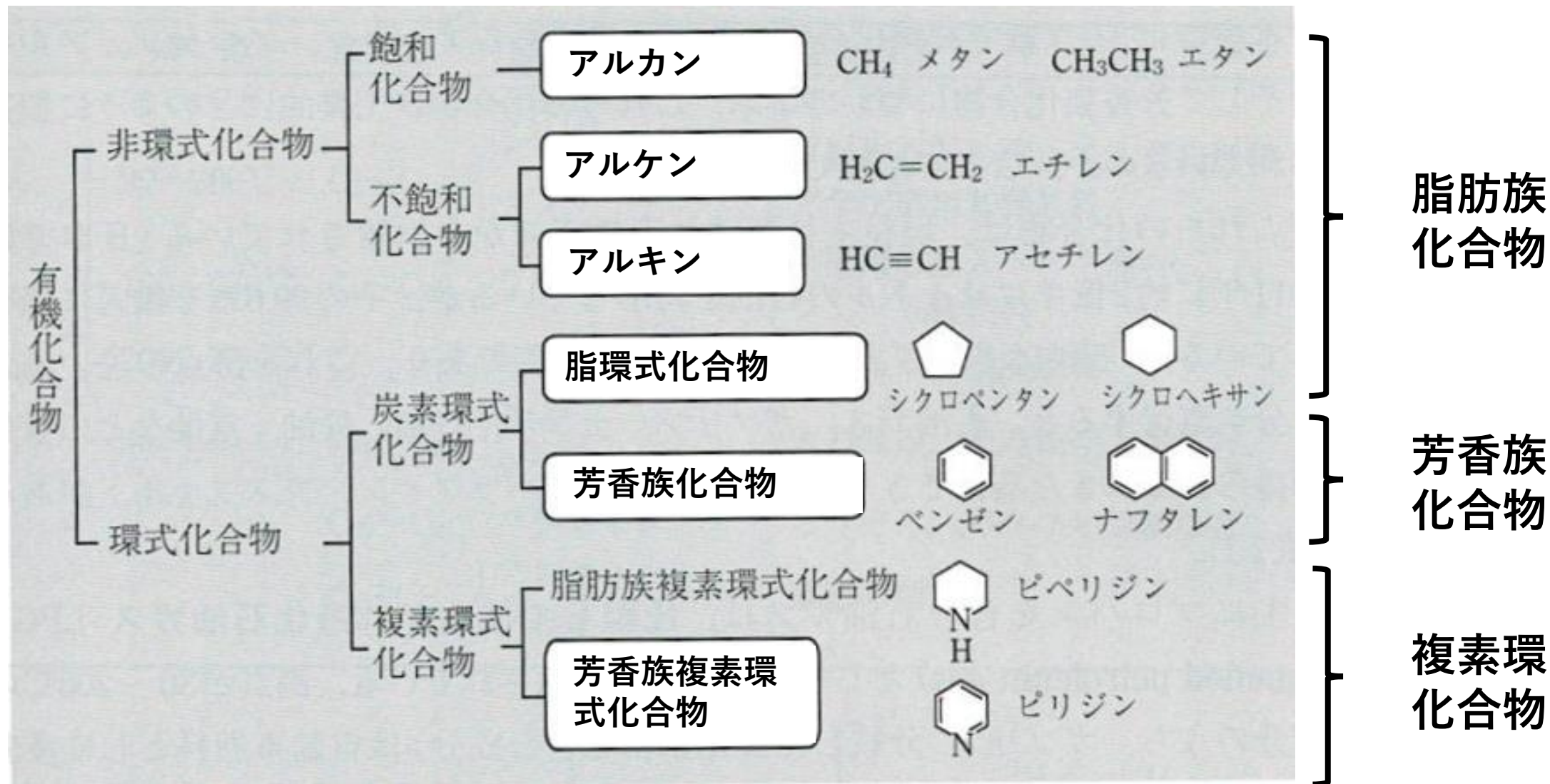
## ②有機化合物の分類

### 基本骨格による分類



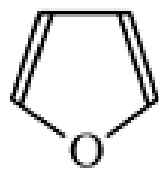
※実際には、環状不飽和構造をもつ化合物の総称。複素環の中に芳香族化合物に属するものもある。

# 有機化合物の分類(基本骨格による分類)





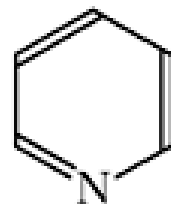
## おまけ：複素環の例



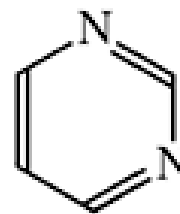
フラン  
(furan)



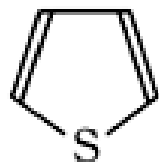
ピロール  
(pyrrole)



ピリジン  
(pyridine)



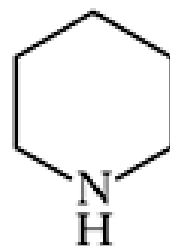
ピリミジン  
(pyrimidine)



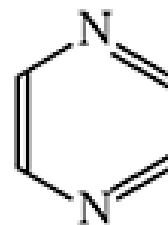
チオフェン  
(thiophene)



ピロリジン  
(pyrrolidine)

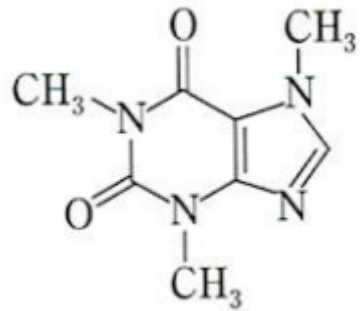


ピペリジン  
(piperidine)

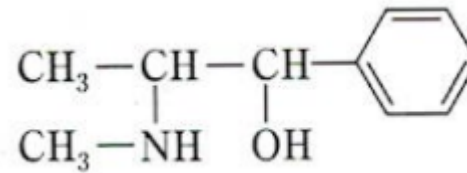


ピラジン  
(pyrazine)

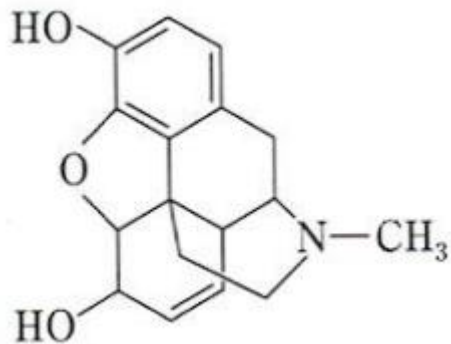
# 化合物と分類



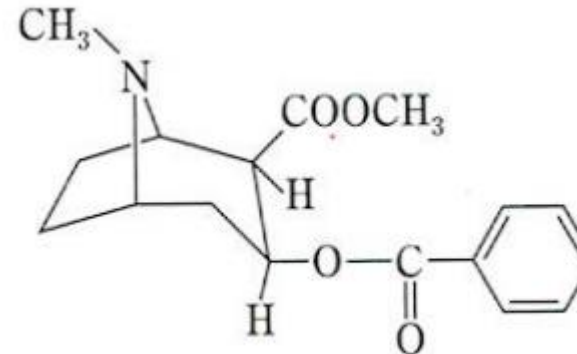
カフェイン



エフェドリン



モルヒネ



コカイン

実際の化合物は、脂肪族・芳香族など複数の族のハイブリッドであることが多い。

# 有機化合物の分類(官能基による分類)

化合物名	官能基	代表的化合物
ハロゲン化合物(9章)	-F, -Cl, -Br, -I	$\text{CH}_3\text{-Cl}$ クロロメタン
アルコール(10章)	-OH	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-OH}$ エタノール
フェノール(10章)	-OH	 フェノール
エーテル(11章)	-O-	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_2\text{H}_5$ ジエチルエーテル
アルデヒド(12章)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{-C-H} \end{array}$ アセトアルデヒド
ケトン(12章)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{-C-CH}_3 \end{array}$ アセトン
カルボン酸(13章)	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{-C-OH} \end{array}$ 酢酸
カルボン酸誘導体(13章)		
酸ハロゲン化物	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-X} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{-C-Cl} \end{array}$ 塩化アセチル
酸無水物	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{-C-O-C-} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{CH}_3\text{-C-O-C-CH}_3 \end{array}$ 無水酢酸
エステル	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-OR} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{-C-OC}_2\text{H}_5 \end{array}$ 酢酸エチル
アミド	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{-C-NH}_2 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{-C-NH}_2 \end{array}$ アセトアミド
アミン(14章)	-NH <sub>2</sub>	$\text{CH}_3\text{-NH}_2$ メチルアミン

官能基が同じ

物理化学的性質  
化学的性質が  
類似する

# 本日の内容

## ① 有機化合物の描き方

## ② 有機化合物の分類

- ・ 脂肪族化合物
- ・ 芳香族化合物
- ・ 複素環化合物

## ③ 官能基とは

- ・ 官能基の種類と名前

## ④ 異性体とは

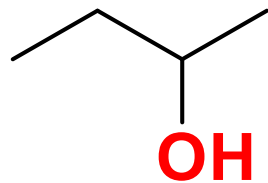
- ・ 構造異性体と立体異性体

# 官能基とは？

## 官能基とは…

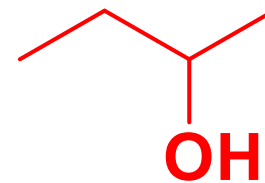
有機化合物に含まれる、**特定の構造を持つ原子や原子団**のこと。  
官能基によって、特徴的な物理化学的性質・化学的性質を示す。

官能基



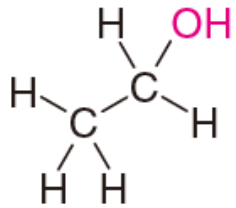
ヒドロキシ基

一般名

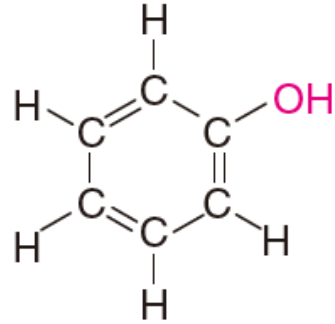


アルコール

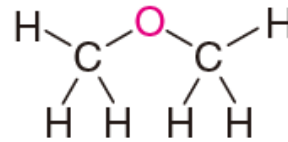
# 官能基の名前と構造



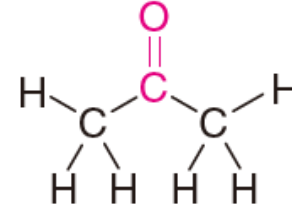
ヒドロキシ基



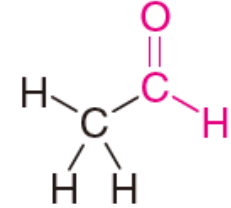
ヒドロキシ基



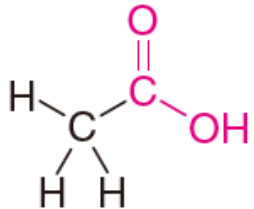
エーテル基



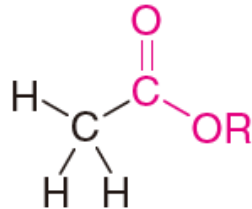
カルボニル基



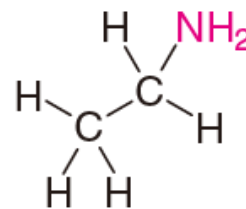
アルデヒド基



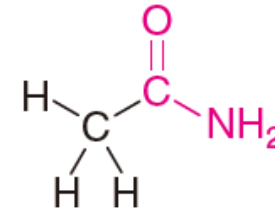
カルボキシ基



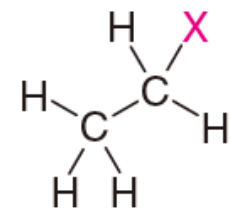
アルコキシカルボニル基



アミノ基

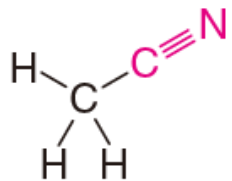


アミド基

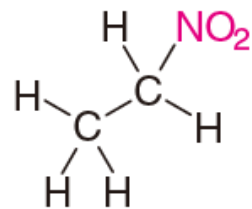


X=ハロゲン

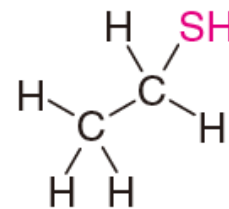
F: フルオロ  
Cl: クロロ  
Br: ブロモ



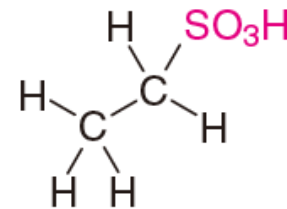
ニトリル基



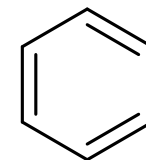
ニトロ基



メルカプト基

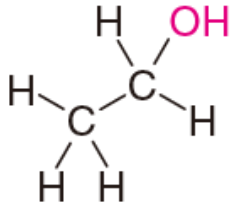


スルホニル基

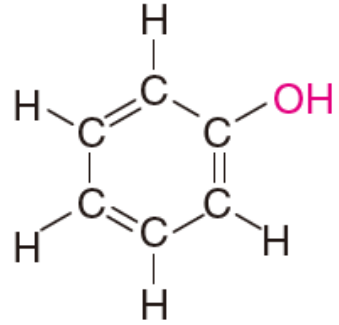


フェニル基

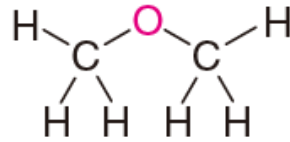
# 化合物名の総称



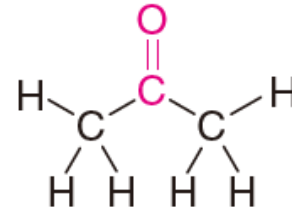
アルコール



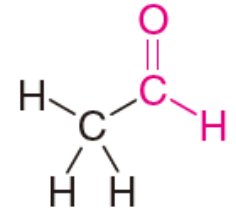
フェノール



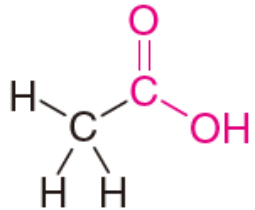
エーテル



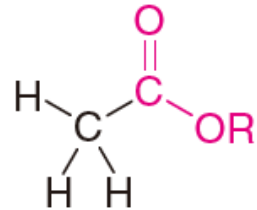
ケトン



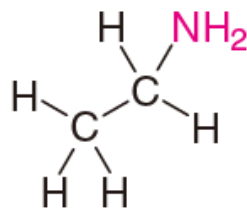
アルデヒド



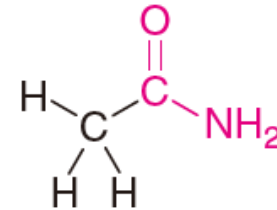
カルボキシ基



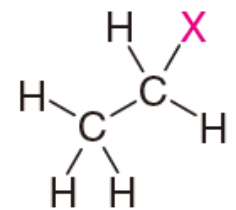
エステル  
(アルコキシカルボニル基)



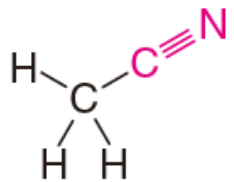
アミノ基



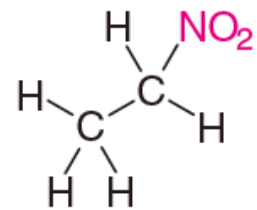
アミド基



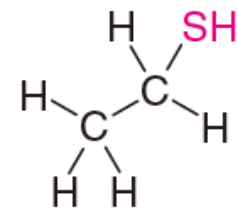
X=ハロゲン  
F: フルオロ  
Cl: クロロ  
Br: ブロモ



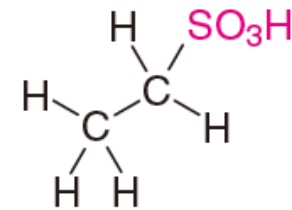
ニトリル基



ニトロ基

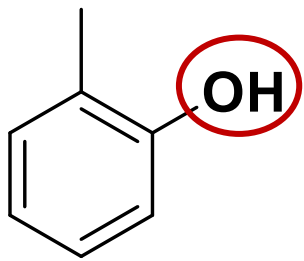


チオール基



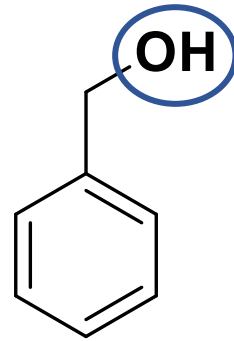
スルホ基

# 官能基と性質



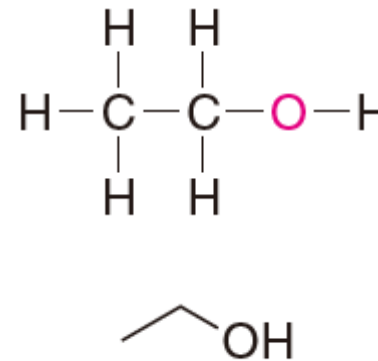
クレゾール

$C_7H_8O$   
フェノール類  
 $pK_a = 10.2$   
弱酸性



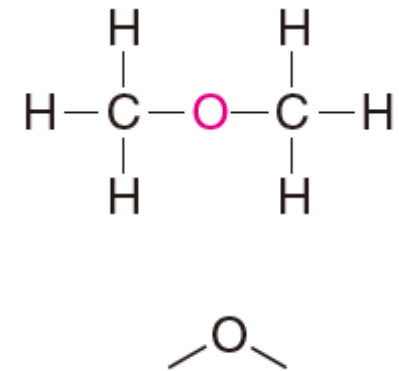
ベンジルアルコール

$C_7H_8O$   
アルコール類  
 $pK_a = 14.36$   
中性



エタノール

$C_2H_6O$   
アルコール類  
沸点 =  $78.5^\circ$



ジメチルエーテル

$C_2H_6O$   
エーテル類  
沸点 =  $-23.6^\circ$

## 官能基によって有機化合物の性質が決まる

※参考： $pK_a$  = 酸解離定数。値が小さいほど強い酸であることを表す。水の $pK_a$ は15.7。



# 発展：化合物と命名法

International Union of Pure and Applied Chemistry (**IUPAC**)により体系的に命名されている

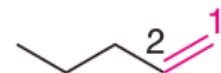
炭化水素の名称→炭素の数に応じてつける

## 炭素数

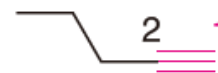
1	メタン (methane)	$\text{CH}_4$
2	エタン (ethane)	$\text{C}_2\text{H}_6$
3	プロパン (propane)	$\text{C}_3\text{H}_8$
4	ブタン (butane)	$\text{C}_4\text{H}_{10}$
5	ペンタン (pentane)	$\text{C}_5\text{H}_{12}$
6	ヘキサン (hexane)	$\text{C}_6\text{H}_{14}$
7	ヘプタン (heptane)	$\text{C}_7\text{H}_{16}$
8	オクタン (octane)	$\text{C}_8\text{H}_{18}$

## アルケン, アルキンの命名

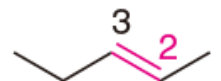
アルカン(-ane) → アルケン(-ene) → アルキン(-yne)



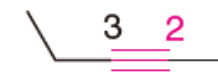
1-ペンテン



1-ペンチン



2-ペンテン



2-ペンチン

図 5-13 アルカン, アルケン, アルキンの命名

アルカン：-ane, アルケン：-ene, アルキン：-yne 置換基：-yl  
例)           プロパン           プロペン           プロピン           プロピル

# 発展：化合物と命名法

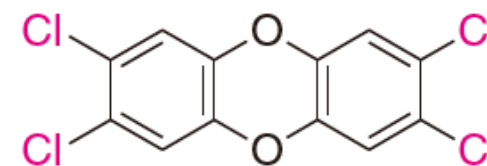
官能基などが構造中にいくつ含まれているかを表す

表 5-3 数詞

1：モノ (mono)	とくに明記すべきときのみ
2：ジ (di)	
3：トリ (tri)	
4：テトラ (tetra)	
5：ペンタ (penta)	

例)

ジヒドロキシ→ヒドロキシ基が2つ  
トリメチル→メチル基が3つ



2,3,7,8-テトラクロロ  
ジベンゾ-*p*-ジオキシン  
“ダイオキシン”

そのほか構造を表すことば

シクロ→環状の  
イソ→枝分かれした

# 本日の内容

## ① 有機化合物の描き方

## ② 有機化合物の分類

- ・ 脂肪族化合物
- ・ 芳香族化合物
- ・ 複素環化合物

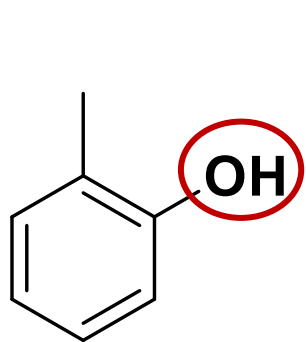
## ③ 官能基とは

- ・ 官能基の種類と名前

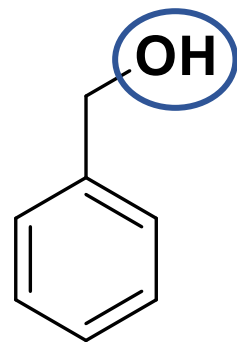
## ④ 異性体とは

- ・ 構造異性体と立体異性体

# 異性体とは

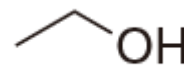
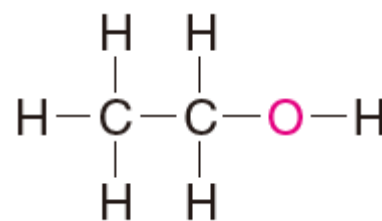


クレゾール

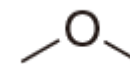
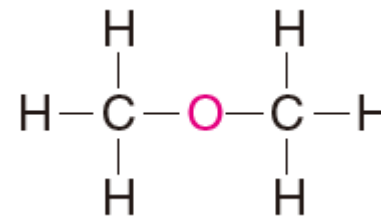


ベンジルアルコール

異性体



エタノール



ジメチルエーテル

異性体

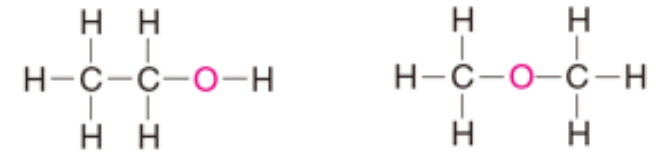
分子式は同じだが、原子の並びが違う物質のこと

# 異性体とは

## 異性体

### 構造異性体

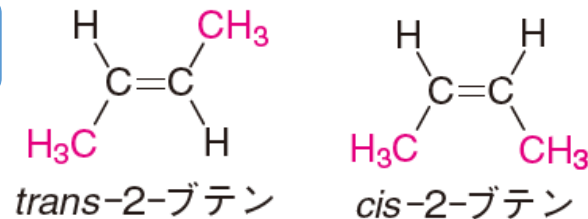
分子式は同じだが、原子の結合の順序が異なる



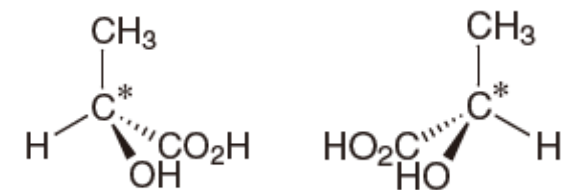
### 立体異性体

分子式も原子の結合の順序も同じだが、立体的な原子の配置が異なる

#### 幾何異性体



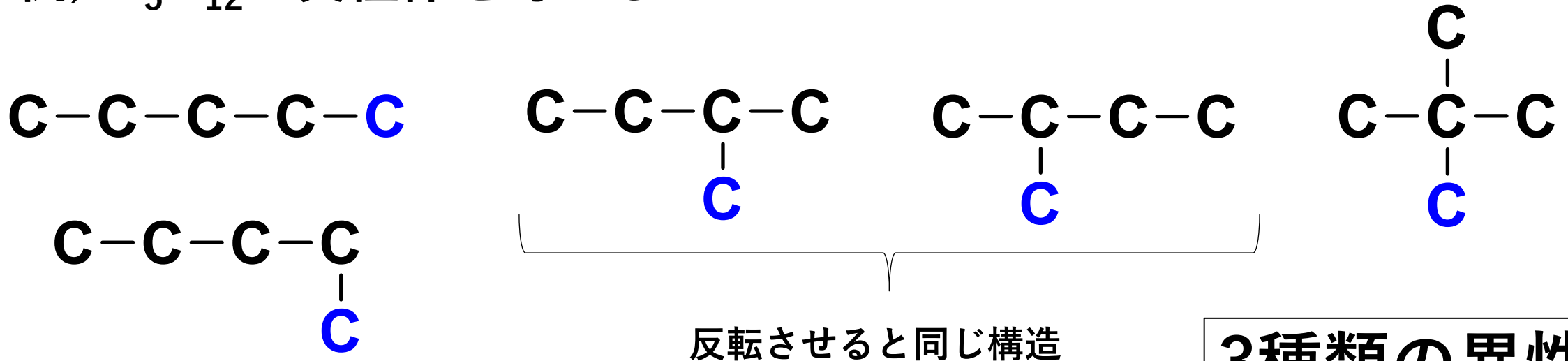
#### 光学異性体



異性体の物理・化学的性質や生理作用は異なる

# 構造異性体

例)  $C_5H_{12}$ の異性体を考える



3種類の異性体

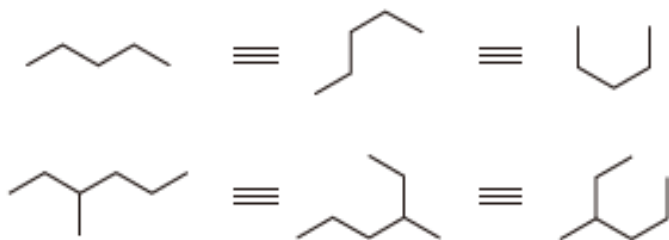


図 5-11 結合の曲げかた  
結合の曲げかたは自由(任意)である。

異性体の物理・化学的性質や生理作用は異なる

# 本日のまとめ

化合物の表し方



- ・有機化合物のうち、ベンゼンを母体とするものを**芳香族化合物**という。
- ・有機化合物のうち、炭化水素鎖で構成されるものを**脂肪族化合物**という。
- ・環状の化合物のうち、環に炭素以外の元素をもつものを**複素環化合物**という。
- ・有機化合物に含まれる特定の構造を持つ原子や原子団で、  
物理的・化学的性質に影響を及ぼすものを**官能基**という。
- ・炭化水素鎖にヒドロキシ基がついている化合物を**アルコール**という。
- ・ベンゼン環に直接ヒドロキシ基がついている化合物を**フェノール**という。
- ・C=Oであらわされる官能基を**カルボニル**という。
- ・**異性体**とは、分子式は同じだが、原子の並びが異なる物質である。
- ・異性体には大きく、**構造異性体**と**立体異性体**がある。
- ・分子式は同じだが、原子の結合順序が異なる化合物を**構造異性体**という。
- ・分子式も原子の結合順序も同じだが、立体的な配置が異なる化合物を**立体異性体**という。
- ・**SciFinder**では論文や化学物質の探索ができる。
- ・**PubChem**では化合物の検索ができる。