

第5章 有機化合物

p.232 1 有機化合物の特徴と構造

1 特徴と分類

特徴

炭素原子を骨格とする化合物... **有機化合物**

その他の化合物 ... **無機化合物**

ただし、CO<sub>2</sub>やCaCO<sub>3</sub>は無機化合物に含められる

有機化合物の種類は一千万種以上、構成元素は、炭素のほか、水素、酸素、窒素、塩素、硫黄、リンなど

有機化合物は、一般に融点や沸点が低く、可燃性である。

水溶けにくい、エタノール、灯油などには溶けやすいものが多い。

**ウェーラー**(ドイツ人) 1828年、無機物のシアン酸アンモニウムから有機物の尿素を合成した。

分類

分子中の炭素原子の結合様式にもとづいて分ける場合と、化合物の特性にもとづいて分ける場合がある

結合様式によって分類

**鎖式化合物**または**脂肪族化合物** ... 炭素原子が鎖状に結合した化合物

プロパンC<sub>3</sub>H<sub>8</sub>やプロペンC<sub>3</sub>H<sub>6</sub>など

**環式化合物** ... 炭素原子が環状に結合した化合物

シクロヘキサンC<sub>6</sub>H<sub>12</sub>やベンゼンC<sub>6</sub>H<sub>6</sub>など

芳香族化合物 ... ベンゼンのような構造を含む化合物

脂環式化合物 ... それ以外

**飽和化合物** ... 炭素原子間が単結合だけで構成されている化合物

プロパンやシクロヘキサンなど

**不飽和化合物** ... 炭素原子間に二重結合、三重結合を含む化合物

有機化合物の特性は、その分子に存在する特定の原子団によって決まる。

特性を決める原子団を( **官能基** )という。

例 ヒドロキシル基 -OH をもつ化合物 エタノールC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH

... 中性で、ナトリウムと反応して水素を発生する。

カルボキシル基 -COOH をもつ化合物 ... 酸性を示す。

アミノ基 -NH<sub>2</sub> をもつ化合物 ... 塩基性を示す。

| 官能基の種類  |                    | 化合物の一般名 | 有機化合物の例   |                                                                |
|---------|--------------------|---------|-----------|----------------------------------------------------------------|
| ヒドロキシル基 | -OH                | アルコール   | エタノール     | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -OH                              |
| (水酸基)   | -OH                | フェノール類  | フェノール     | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -OH                              |
| アルデヒド基* | -CHO               | アルデヒド   | アセトアルデヒド  | CH <sub>3</sub> -CHO                                           |
| カルボニル基  | >C=O               | ケトン     | アセトン      | CH <sub>3</sub> -CO-CH <sub>3</sub>                            |
| カルボキシル基 | -COOH              | カルボン酸   | 酢酸        | CH <sub>3</sub> -COOH                                          |
| ニトロ基    | -NO <sub>2</sub>   | ニトロ化合物  | ニトロベンゼン   | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -NO <sub>2</sub>                 |
| アミノ基    | -NH <sub>2</sub>   | アミン     | アニリン      | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -NH <sub>2</sub>                 |
| スルホ基    | -SO <sub>3</sub> H | スルホン酸   | ベンゼンスルホン酸 | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -SO <sub>3</sub> H               |
| エーテル基   | -O-                | エーテル    | ジエチルエーテル  | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -O-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> |
| エステル基   | -COO-              | エステル    | 酢酸エチル     | CH <sub>3</sub> -COO-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>             |

\*ホルミル基ともいう。

炭素と水素だけで構成されている部分 ... ( **炭化水素基** )とよばれる。

例 メチル基 CH<sub>3</sub>- エチル基 C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>- フェニル基 C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-

有機化合物を化学式で示す場合、炭化水素基と官能基を組み合わせで表す。= ( **示性式** )という

例 エタノールの示性式 ... エチル基とヒドロキシル基の組み合わせで示す。= C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH

有機化合物の分離

個々の有機化合物を調べるには、その化合物を純粋にする必要がある。

次のような分離・精製の方法が用いられる。

混合物から目的とする物質をよく溶かす溶媒を用いて分離する方法 ... ( **抽出** )

溶媒には、沸点の低いジエチルエーテルやヘキサンなどが用いられる。

混じりあわない液体を分離するには( **分液ろうと** )が用いられる。

固体の物質を精製するには、溶解度の差を利用した ( **再結晶** )を行う。

この場合、水よりもエタノールなどの有機溶媒がよく用いられる。

液体の物質を精製する場合には、沸点の違いを利用して沸点の低い物質から順に取り出す ( **分留** )

が用いられる。

性質のよく似た有機化合物を分離するには、吸着力の差を利用する方法がある。

例 吸着剤としてアルミナの粉末をガラス管につめ、有機溶媒に溶かした混合物の溶液を流すと、混合物が分離される = ( **カラムクロマトグラフィー** )という。

2 化学式の決定

実験式の決定

有機化合物の化学式を決定するには、分離・精製した試料を用いて、構成元素の種類を確認する必要がある。

表3 構成元素の確認方法

| 元素   | 操作                | 生成物                          | 確認                               |
|------|-------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 炭素C  | 完全燃焼させる           | 二酸化炭素<br>CO <sub>2</sub>     | 発生した気体を石灰水に通じると白濁する              |
| 水素H  | 完全燃焼させる           | 水<br>H <sub>2</sub> O        | 生じた液体は無水の硫酸銅( )を青変する             |
| 窒素N  | ソーダ石灰を加えて加熱する     | アンモニア<br>NH <sub>3</sub>     | 発生した気体を濃塩酸に近づけると白煙を生じる           |
| 塩素Cl | 焼いた銅線に付けて燃焼させる    | 塩化銅( )<br>CuCl <sub>2</sub>  | 青緑色の炎色反応が見られる                    |
| 硫黄S  | ナトリウムを加えて加熱・融解させる | 硫化ナトリウム<br>Na <sub>2</sub> S | 生成物を水に溶かして酢酸鉛( )水溶液を加えると黒色沈殿を生じる |

ソーダ石灰は、水酸化ナトリウムと酸化カルシウムを混合・融解し、凝固後粒状にしたものである。

表3のようにして確認された各元素について、それぞれ質量を求め、化合物中の元素の種類と割合を決定することを ( **元素分析** )という。

炭素、水素、酸素だけから構成されている有機化合物の元素分析は、次のようにして行う。

試料の質量を正確に測ったのち、酸化銅( )CuOとともに乾燥した酸素によって、試料を完全燃焼させる。このとき生じた水蒸気を塩化カルシウムCaCl<sub>2</sub>に、また、二酸化炭素をソーダ石灰にそれぞれ吸収させる。この吸収された水蒸気と二酸化炭素の質量から、試料中の水素と炭素の質量が決定される。酸素の質量は、試料の質量から炭素と水素の質量を差し引いて求められる。

求めた各元素の質量をそれぞれの原子量で割り、各元素の原子の数をその最も簡単な整数の比として求める。各元素記号にこの整数をかき添えて示した化学式を、

その有機化合物の ( **実験式** ( **組成式** ) )という。

分子式の決定

実験式は、分子中の原子の数の比を示しているだけなので、

実験式を整数倍した分子式を考える。

(実験式の式量) × n = 分子量

p.238 例題1 実験式・分子式の決定

炭素、水素、酸素からなる有機化合物 8.00mgを完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 15.28mg、水が 9.36mg得られた。また、この化合物 0.458gを 127 、1.00 atmで気体にしたところ 328mlの体積を占めた。これらの結果から、実験式および分子式を求めよ。

解) 有機化合物 8.00mg 中の炭素、水素、酸素の質量は、次のようになる。

$$\text{炭素} \quad 15.28 \times \frac{\text{C}}{\text{C O}_2} = 15.28 \times \frac{12}{44} = 4.17(\text{mg})$$

$$\text{水素} \quad 9.36 \times \frac{2 \text{ H}}{\text{H}_2\text{O}} = 9.36 \times \frac{2.0}{18} = 1.04(\text{mg})$$

$$\text{酸素} \quad 8.00 - (4.17 + 1.04) = 2.79(\text{mg})$$

有機化合物の各元素の質量を原子量で割って、各原子の物質量の比を求める。これを、原子の数の最も簡単な整数比で示すと、次のようになる。

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{4.17}{12} : \frac{1.04}{1.0} : \frac{2.79}{16} = 0.348 : 1.04 : 0.174$$

$$2 : 6 : 1$$

以上の結果から、この有機化合物の実験式は  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  と表される。

次に、この化合物のモル濃度  $M(\text{g/mol})$  は、次のようになる。

$$M = \frac{wRT}{PV} = \frac{0.458 \times 0.082 \times (273 + 127)}{1.00 \times 0.328} = 45.8(\text{g/mol})$$

したがって、この化合物の分子量は 45.8 となる。また、 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  の式量は 46 であるから、次の関係が成立する。

$$46 \times n = 45.8$$

n は、整数であるから、 $n = 1$  となる。したがって、この化合物の分子式は  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$  である。

構造式の決定

有機化合物には、分子式が同一であっても性質の異なる化合物が多い。これらを区別して示すには、構造式を用いる必要がある。

原子の価標

H ... 1    C ... 4    N ... 3    Cl ... 1

異性体

分子式は同じであるが、構造や性質の異なる化合物を互いに ( **異性体** ) であるという。

例 エタノールとジメチルエーテル

2 脂肪族炭化水素1 アルカンとシクロアルカンアルカン

有機化合物のうち、炭素と水素だけから構成されているものを ( **炭化水素** ) とら。

一般式  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$  ( **アルカン** ) または ( **メタン系炭化水素** )

鎖式飽和化合物の基本的な構造  $\text{CH}_2$  ずつ異なっている = ( **同族体** )

例    メタン     $\text{CH}_4$     - 161    ブタン     $\text{C}_4\text{H}_{10}$     - 0.5  
       エタン     $\text{C}_2\text{H}_6$     - 89    ペンタン     $\text{C}_5\text{H}_{12}$     36  
       プロパン     $\text{C}_3\text{H}_8$     - 42    ヘキサン     $\text{C}_6\text{H}_{14}$     69

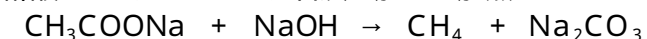
アルカンから水素原子 1 個を取り除いた炭化水素基を ( **アルキル基** ) とよぶ。

一般式  $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$  -    メチル基  $\text{CH}_3$  -    エチル基  $\text{C}_2\text{H}_5$  -

メタン  $\text{CH}_4$  ... 天然ガスの主成分、燃料として利用

実験室

酢酸ナトリウムにソーダ石灰を加えて加熱



特徴

**正四面体形構造**

炭素原子が中心に 4 個の水素原子が各頂点に位置している。

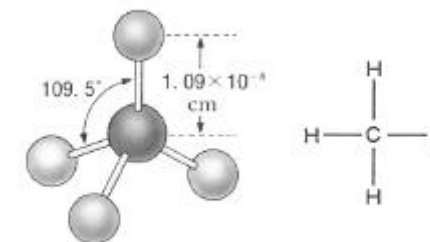
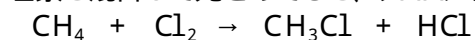


図7 メタン分子

炭素原子は正四面体の中心に位置している。

酸、塩基、還元剤などとは反応しにくい。

塩素と混合して光をあてると、クロロメタン  $\text{CH}_3\text{Cl}$  を生じる。



さらに塩素と反応して



クロロメタン    ジクロロメタン    トリクロロメタン    テトラクロロメタン

(塩化メチル)    (塩化メチレン)    (クロロホルム)    (四塩化炭素)

塩素の化合物を生成する反応を ( **塩素化** ) という。

化合物中の原子または原子団が他の原子または原子団と置き換わる反応を ( **置換反応** ) とら。

構造異性体

メタンの同族体には、エタン、プロパンなどがあり、これらには異性体は存在しない。

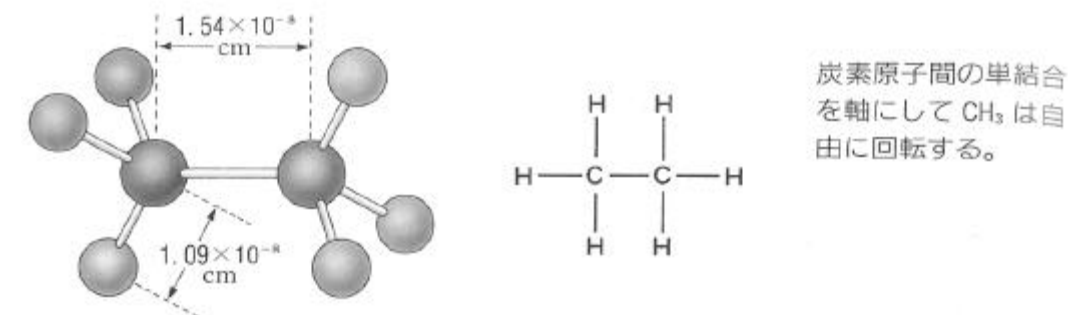
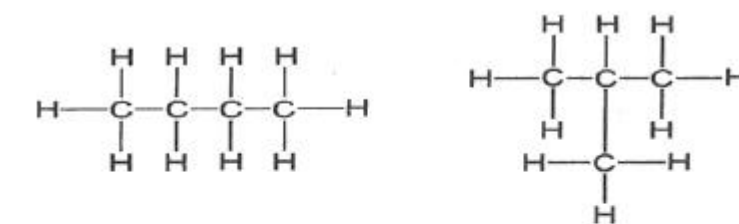


図8 エタン分子

**炭素数が 4 以上のアルカンには異性体が存在する。**

例  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  のアルカンの異性体    ブタン    と    2-メチルプロパンがある。



ブタン  
(沸点  $-0.5^\circ\text{C}$ )  
(融点  $-138^\circ\text{C}$ )

2-メチルプロパン  
(イソブタン)  
(沸点  $-12^\circ\text{C}$ )  
(融点  $-160^\circ\text{C}$ )

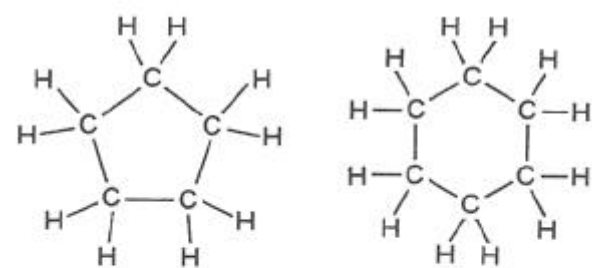
図9 ブタンの異性体

分子式が同じでも、構造式が異なる異性体を ( **構造異性体** ) とら。

アルカンの構造異性体の数は、分子中の炭素数が増えるとともに p に増大する。

シクロアルカン

飽和炭化水素には、環式の ( **シクロアルカン** ) がある。  
一般式  $C_nH_{2n}$  性質はアルカンによく似ている。  
シクロペンタンやシクロヘキサンが安定である。



シクロペンタン  
(沸点 49℃)

シクロヘキサン  
(沸点 81℃)

図10 シクロペンタンとシクロヘキサン

環をつくっている炭素原子は、同一平面上にない。

石油

油田からくみ上げられた石油( = 原油) は 粘りけのある黒褐色の液体  
炭化水素を主成分とし、硫黄の化合物を含む複雑な混合物である。  
分留などによって、ガス、ナフサ(粗製ガソリン)、灯油、軽油、残渣油などの成分に分けられる  
灯油と軽油はそのままで燃料に用いられる

ナフサの一部は、750～900 の高温で分解され、エチレン、プロペンなどの工業原料と分解油に変えられる。また、一部は、触媒を用いて 10～50atm くらいの圧力で、450～550 の高温にして反応させる、性質を変化させる。この操作は ( **接触改質(リホーミング)** ) とよばれる。

残渣油の一部は、触媒を用いて常圧、450～550 の高温のもとで反応させ、沸点の低いものに分解される。これを ( **接触分解(クラッキング)** ) といふ。

ナフサなどから得られる分解油からベンゼンやトルエンなどが抽出される。

ナフサの接触改質で得られたものに、残渣油の接触分解で得られたものを加えて品質を改良し、市販のガソリンとする。

油田地帯には、メタンを主成分とした天然ガスが存在する。これを採取し、加圧・冷却によって液体にしたものは **液化天然ガス(LNG)** とよばれ、都市ガス用の燃料として用いられる。

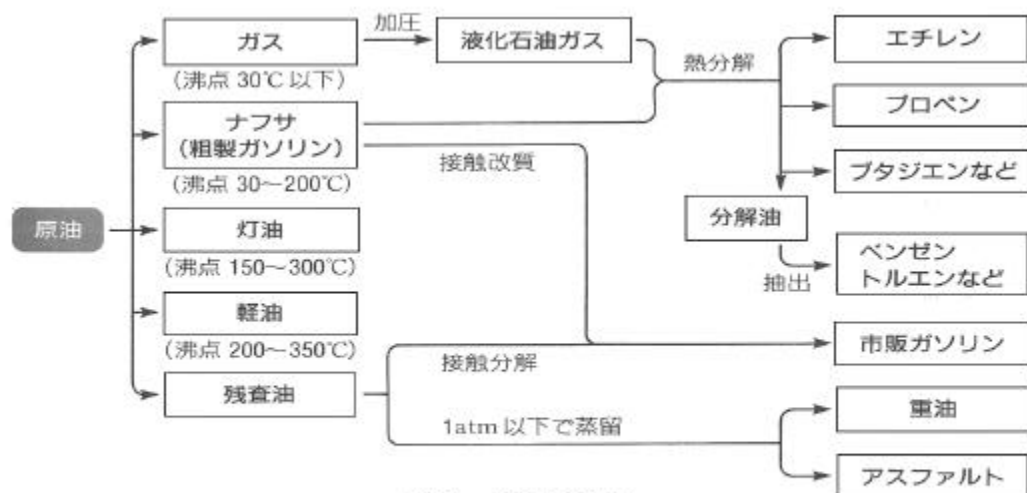


図11 原油の精製

ガスは加圧によって液化石油ガス (LPG) とし、燃料などに用いられる。残渣油の一部は、圧力を減少させて蒸留し、重油として用いられる。

アルケンとアルキン

**アルケン(エチレン系炭化水素)** 炭素原子間に二重結合を1つもつ鎖式不飽和炭化水素

一般式  $C_nH_{2n}$

エチレン(エテン)  $C_2H_4$ 

石油から大量につくられ、種々の化学製品の原料として重要  
実験室

エタノールと濃硫酸を170 くらいに加熱すると得られる。

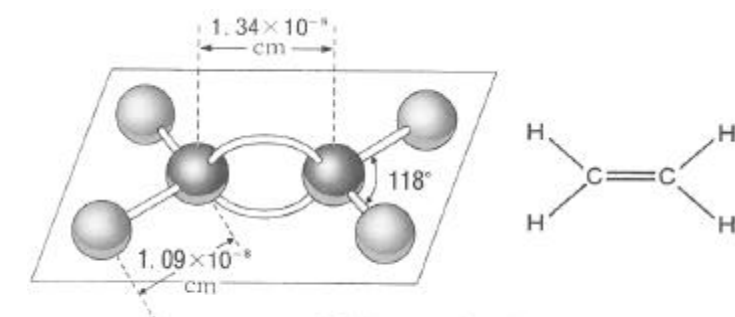
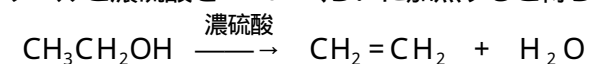


図12 エチレン分子

炭素原子間の距離は、単結合の場合よりも短い。

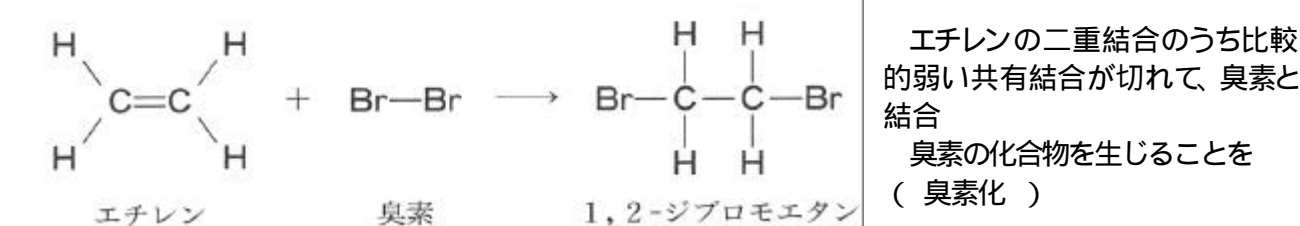
| 名称      | 示性式             | 沸点( ) |
|---------|-----------------|-------|
| エチレン    | $CH_2=CH_2$     | -104  |
| プロペン    | $CH_2=CHCH_3$   | -47   |
| 1 - ブテン | $CH_2=CHC_2H_5$ | -6    |
| 2 - ブテン | $CH_2=CHC_3H_7$ | 30    |

エチレン分子を構成する原子は

すべて同一平面内にあり、2つの  $CH_2$  は二重結合を軸にして回転しない

エチレンの二重結合にあずかっている電子4個のうち、2個はエタンの単結合と同じような共有結合を形成しているが、残りの2個は比較的弱い共有結合を形成している。

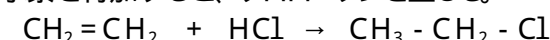
エチレンを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液に通じると、水溶液の赤紫色はただちに脱色される。  
エチレンを臭素の四塩化炭素溶液に通じると、その溶液の赤褐色が消える。



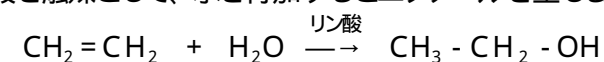
エチレンの二重結合のうち比較的弱い共有結合が切れて、臭素と結合  
臭素の化合物を生じることを ( **臭素化** )

二重結合などの不飽和結合の部分に、臭素などが結合する反応 = ( **付加反応** )

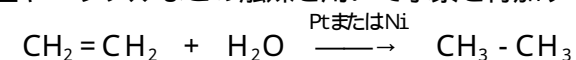
塩化水素を付加すると、クロロエタンを生じる。



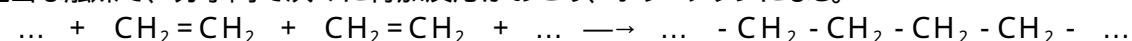
リン酸を触媒として、水を付加するとエタノールを生じる。



白金やニッケルなどの触媒を用いて水素を付加すると、エタンになる。



適当な触媒で、分子間で次々に付加反応が起こり、ポリエチレンになる。



多数の分子が結合して、分子量の大きな分子を生じる反応を ( **重合** ) といふ。

付加反応によるものを特に ( **付加重合** ) といふ。

分子量が約1万以上のものを ( **高分子(ポリマー)** ) といふ。

高分子の合成に用いられる分子量の小さな原料を ( **単量体(モノマー)** ) といふ。

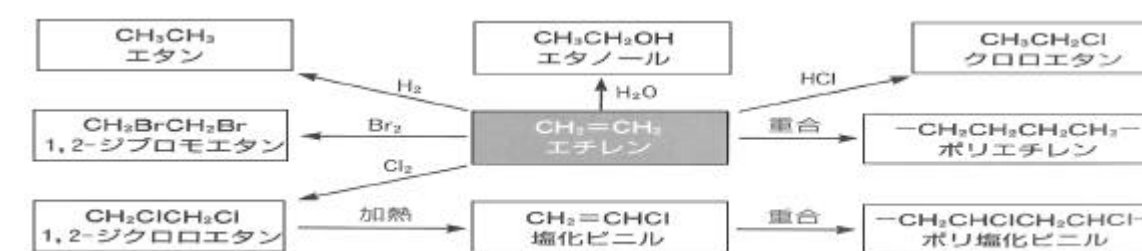


図13 エチレンの反応

分子内に二重結合を2個もつ不飽和炭化水素

1,3 - ブタジエン  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2$  やイソプレンなど

適当な触媒で、二重結合が残った高分子になり、合成ゴムの原料に用いられる。



## 二重結合と異性体

エチレン  $\text{C}_2\text{H}_4$  およびプロペン  $\text{C}_3\text{H}_6$  には鎖状の異性体は存在しない

ブテン  $\text{C}_4\text{H}_8$  には次の構造異性体が存在する。

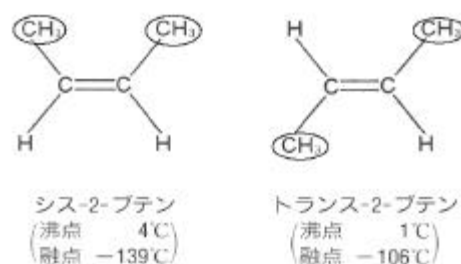
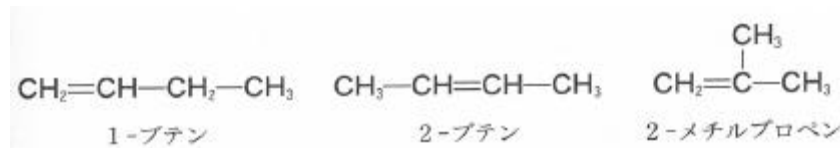


図14 2-ブテンの異性体

二重結合とそのすぐ隣りの単結合は同一平面内にある。

2 - ブテンには、融点や沸点の異なる2種の物質が存在する、これは、二重結合を軸とした分子内の回転ができないためである。

二重結合の同じ側に、同種の原子または原子団のあるもの ... ( **シス形** )  
反対側にあるもの ... ( **トランス形** )

このような異性体を ( **シス・トランス異性体** )  
または ( **幾何異性体** ) とら。

アルキン ... 炭素原子間に三重結合を1個もつ鎖式不飽和炭化水素

( **アルキン** ) または ( **アセチレン系炭化水素** ) とよばれ、一般式  $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$

**アセチレン**  $\text{C}_2\text{H}_2$

工業的 ... 石油を高温で分解する

実験室 ... 炭化カルシウム(カーバイド)に水を作用させる

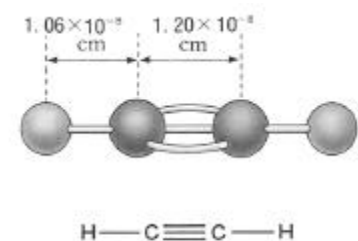
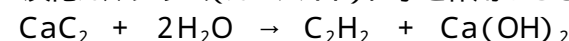


図15 アセチレン分子

炭素原子間の距離は、単結合や二重結合の場合よりも短い。

水の付加には、硫酸水銀( )が触媒として用いられ、まずビニルアルコール  $\text{CH}_2=\text{CHOH}$  を生じる。これは、不安定で、ただちにアセトアルデヒドになる。この方法は、現在用いられていない。

アセチレン分子は、その構成原子4個が一直線上に並んだ形  
臭素を付加して、その赤褐色を脱色する。

硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液の赤紫色を脱色する。

アセチレンは、白金またはニッケルを触媒として水素を付加すると、まずエチレンになり、さらにエタンになる。

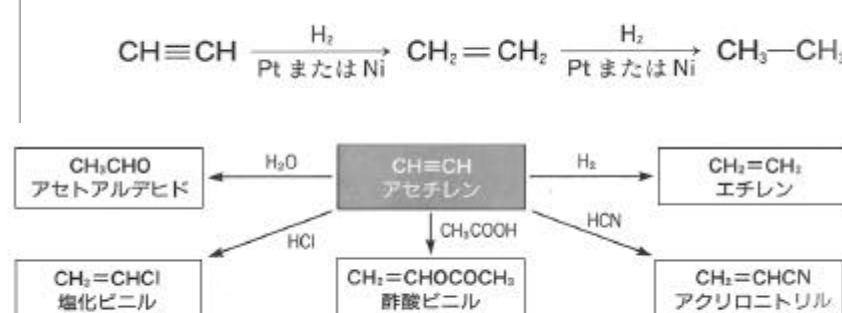


図16 アセチレンの付加反応

現在、化学工業では、アセトアルデヒド、塩化ビニル、酢酸ビニルはエチレンから、アクリロニトリルはプロペンからつくられている。

## 3 酸素を含む脂肪族化合物

### 1 アルコールとエーテル

#### アルコール

メタンやエタンのような炭化水素の水素原子を、ヒドロキシル基で置き換えた構造の化合物

$\text{R}-\text{OH}$   $\text{R}$  - は炭化水素基を表す

表7 アルコール

| 名称         | 示性式                                          | 沸点( ) |
|------------|----------------------------------------------|-------|
| メタノール      | $\text{CH}_3\text{OH}$                       | 65    |
| エタノール      | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$            | 78    |
| 1 - プロパノール | $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ | 97    |
| 2 - プロパノール | $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$                 | 82    |

**メタノール**  $\text{CH}_3\text{OH}$  ... 無色の液体

水に溶けやすく、中性

燃料や溶媒として用いられる。

工業的 ... 金属の酸化物を触媒に用いて、一酸化炭素と水素を高压下で反応させる。

**エタノール**  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  ... エチルアルコールともよばれ

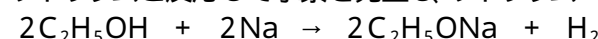
無色の液体 水に溶けやすく、中性

燃料、溶媒、薬品の原料などに用いられる。

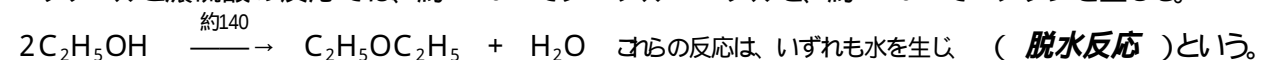
工業的 ... リン酸を触媒として、エチレンへの水の付加反応によって得られる。

デンプンなどに酵母を作用させると得られる。

ナトリウムと反応して水素を発生し、ナトリウムエトキシドを生じる。他のアルコールもナトリウムと反応する。



エタノールと濃硫酸の反応では、約 140 でジエチルエーテルを、約 170 でエチレンを生じる。



これらの反応は、いずれも水を生じ、( **脱水反応** ) という。

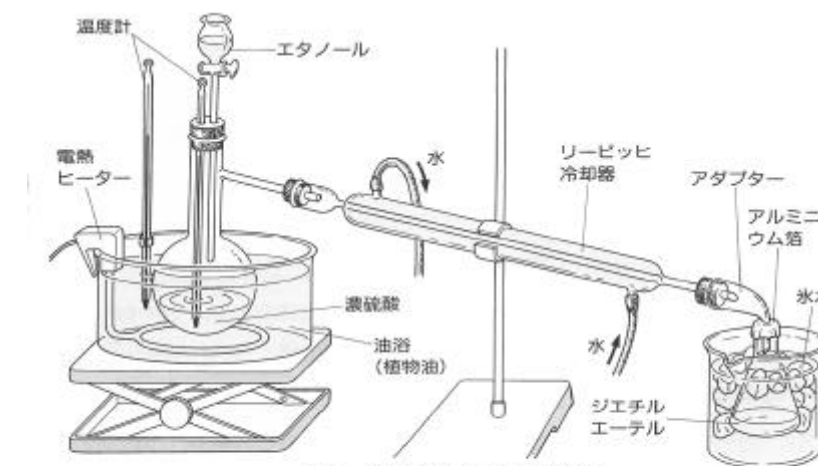


図17 ジエチルエーテルの生成

蒸留の場合とは異なり、温度計を反応液に浸す。

\* ヨードホルム反応は、 $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{R}$ 、 $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{R}$  などの検出に用いられる。

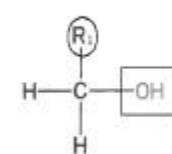
また、ジエチルエーテルを生じる反応のように、反応物の2分子から水のような簡単な分子が取れて、反応物の2分子が結合する反応を ( **縮合** ) とら。縮合は異種の分子間でもおこる。

エタノールは、アルカリ性水溶液中でヨウ素と反応して、特異なおいをもつヨードホルム  $\text{CHI}_3$  の黄色沈殿を生じる。

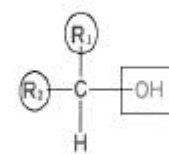
エタノールなどに特有の反応で、( **ヨードホルム反応** ) とよばれる。メタノールはヨードホルム反応を示さない。

## アルコールの分類

### 第一級アルコール



### 第二級アルコール



### 第三級アルコール

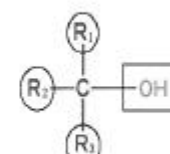


図18 アルコールの分類

メタノールは第一級アルコールに分類される。

アルコールは、ヒドロキシル基をもつ炭化水素原子に結合している炭化水素基の数1, 2, 3によって、それぞれ第一級アルコール、第二級アルコール、第三級アルコールに分類される。

一般に、第一級アルコール、第二級アルコールは酸化されやすいが、第三級アルコールは酸化されにくい。

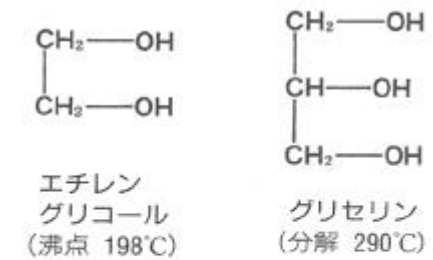


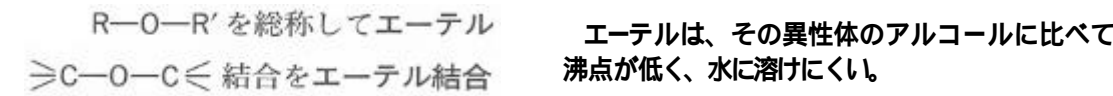
図19 2価アルコールと  
3価アルコール  
簡単な2価、3価アルコールは、水  
に溶けやすい。

番 ( ) No. 9  
また、アルコールは ヒドロキシル基の数によって、1価アルコ  
ール、2価アルコール、3価アルコールなどに分類される。

エチレングリコールは、2価アルコールで、合成繊維の原料や不  
凍液などに用いられる。  
グリセリンは、3価アルコールで油脂の成分であり、医薬、爆薬の  
原料として用いられる。

エーテル

アルコールのヒドロキシル基の水素原子を、炭化水素基で置き換えた化合物



ジエチルエーテル ... 無色、揮発性の液体  
で、引火性が強く、麻酔性がある。溶媒として  
用いられる。

表8 エーテル

| 名称         | 示性式                                                          | 沸点( ) |
|------------|--------------------------------------------------------------|-------|
| ジメチルエーテル   | CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>                             | - 25  |
| エチルメチルエーテル | CH <sub>3</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>               | 7     |
| ジエチルエーテル   | C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub> | 34    |

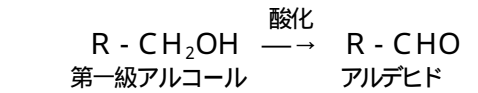
2アルデヒドとケトン

アルデヒド

炭原子と酸素原子の間に二重結合のある基 >C=O を ( **カルボニル基** )といふ。  
これに水素原子が1個結合している基 -CHO が アルデヒド基である。  
アルデヒド基をもつ化合物R - CHOを総称して ( **アルデヒド** )といふ。

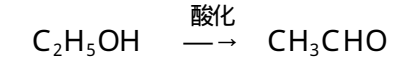
表9 アルデヒド

アルデヒドは、一般に、第一級アルコー  
ルの酸化によって得られる。



アルデヒド基 -CHOは、酸化されてカルボキシル基 -COOHに変化しやすい。  
アルデヒドは、還元性を示し、硝酸銀水溶液に多量のアンモニア水を加えた混合水溶液と反応して、  
銀を析出させる。( = **銀鏡反応** )  
フェーリング液を還元して、酸化銅( ) Cu<sub>2</sub>Oの赤色沈殿を生成( **フェーリング液の還元** )  
ホルムアルデヒドHCHO ... 刺激臭のある気体で、水に溶けやすい。  
約40%水溶液をホルマリンといひ、動物標本の保存溶液、合成樹脂の原料  
メタノールの蒸気を、加熱した白金または銅を触媒に用いて、酸化すると得られる。  
$$2\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{HCHO} + 2\text{H}_2\text{O}$$

アセトアルデヒドCH<sub>3</sub>CHO ... 水に溶けやすく、ヨードホルム反応を示す。  
エタノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いて、  
酸化すると得られる。



工業的 ... 塩化パラジウムPdCl<sub>2</sub>と塩化銅( )を触媒として、  
エチレンを酸素で酸化する  
$$2\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CH}_3\text{CHO}$$

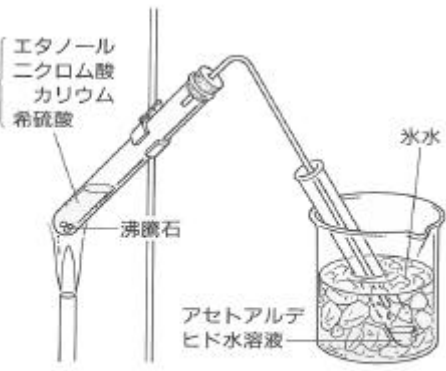


図20 アセトアルデヒドの製法  
アセトアルデヒドは、蒸発しやすいので、  
冷水中に水溶液として捕集する。

グルコースとスクロース

グルコース(ブドウ糖) ... デンプン(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>やセルロース(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>を希硫酸や酵素で加水分解  
すると得られる。グルコースはデンプンやセルロースの構成単位と考えられる。  
グルコースは、無色の結晶で、水に溶けやすく、甘味を呈する。  
アルデヒド基をもつ構造があり、還元性を示す。  
グルコースは、酵母などによって分解し、エタノールを生じる。( = **アルコール発酵** )  
$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$$
  
グルコースの異性体には、フルクトース(果糖)などがある。  
フルクトースは、無色の結晶で、果実やはちみつに含まれ、甘味を呈する。水溶液中で還元性を示す。

スクロース(ショ糖)C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>は、日常用いられる甘味料で、さとうきびなどから得られる。

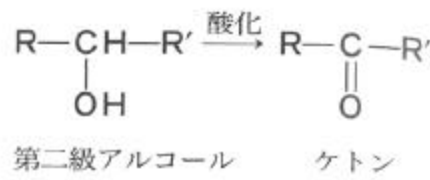
スクロースを希硫酸で加水分解すると、グルコースとフルクトースが得られる。

グルコースやフルクトース ...( **単糖類** ) スクロースやマルトース ...( **二糖類** )

単糖類や二糖類などを総称して( **糖類** )といひ、一般式 C<sub>m</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub> ( **炭水化物** )ともいう。

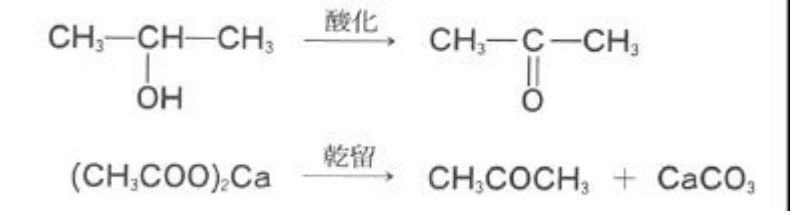
ケトン

カルボニル基に短化水素基が2つ結合した化合物  
R - CO - R'を総称して ( **ケトン** )といふ。  
一般に、第二級アルコールの酸化によって得られる。  
アセトン CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> 沸点56  
エチルメチルケトン CH<sub>3</sub>COC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> 沸点80



アセトンCH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub> ... 無色、揮発性の液体、水によく溶ける  
溶媒や化学合成の原料に用いられる。

実験室  
2 - プロパノールの酸化や酢酸カルシウムの **乾留** ( = 空気を遮断して加熱分解すること )によって得られる。



アセトンは還元性を示さないが、ヨードホルム反応を示す。

3カルボン酸とエステルカルボン酸

分子中にカルボキシル基 - COOHをもつ化合物R - COOHを ( **カルボン酸** ) とい

- COOH の数により、1価カルボン酸 2価カルボン酸などに分類

例 1価の鎖式カルボン酸 ... ギ酸HCOOH 酢酸CH<sub>3</sub>COOH

これらは 特に ( **脂肪酸** ) とよばれる。飽和脂肪酸 一般式 C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>COOH

カルボン酸は、一般に、第一級アルコールまたはアルデヒドを酸化すると得られる。

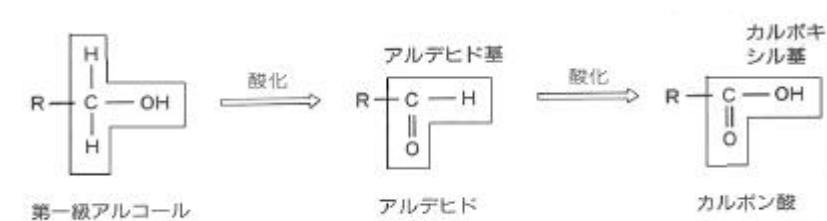
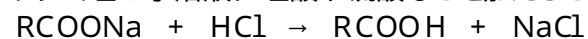


図22 アルコール、アルデヒド、カルボン酸

カルボン酸は、有機化合物の中で代表的な酸性の物質であり、炭酸水素ナトリウムと反応して二酸化炭素を発生する。

$$\text{RCOOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{RCOONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$

カルボン酸のナトリウム塩の水溶液に塩酸や硫酸などを加えると、カルボン酸が得られる。



**カルボン酸の酸性は、塩酸や硫酸よりも弱く、炭酸水よりも強いことがわかる。**

ギ酸HCOOH ... 刺激臭をもつ液体で、水によく溶ける。

濃硫酸を加えて加熱すると、脱水されて一酸化炭素になる。

また、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液の赤紫色を脱色し、還元性を示す。

ギ酸は、ホルムアルデヒドを酸化すると得られる。

工業的 ... 一酸化炭素と水酸化ナトリウムを反応させ、ギ酸ナトリウム

HCOONaとし、これに硫酸を加えてつくられる。

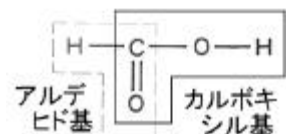
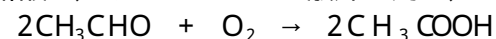


図23 ギ酸の構造式

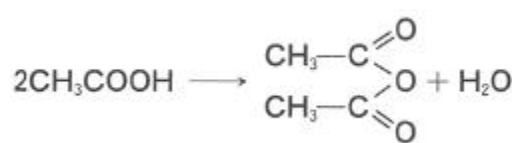
ギ酸にはアルデヒド基があるとみなされる。

酢酸CH<sub>3</sub>COOH ... 食酢中に含まれ、純度の高いものは冬期に氷結するので氷酢酸とよばれる。

酢酸は、マンガン塩などを触媒に用い、アセトアルデヒドを酸化してつくられる。



酢酸は、五酸化二リン P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>で脱水すると無水酢酸(CH<sub>3</sub>CO)<sub>2</sub>Oとなる。

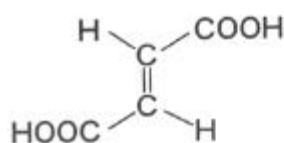


2個のカルボキシル基から  
1分子の水がとれて結合した化合物を  
( **酸無水物** ) とい

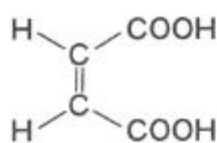
カルボン酸の種類

1価カルボン酸の脂肪酸のほか、2価カルボン酸であるシュウ酸、フマル酸、マレイン酸などがある。

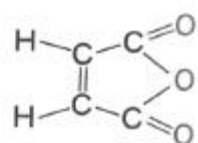
マレイン酸を加熱すると、分子内の2つのカルボキシル基が脱水して結合し、無水マレイン酸が生成



フマル酸



マレイン酸



無水マレイン酸

カルボン酸には、分子中にヒドロキシル基をもつ**乳酸**CH<sub>3</sub>CH(OH)COOHなどがある。

一般に、( **ヒドロキシ酸** ) とよばれ、アルコールとカルボン酸の両方の性質をもっている。

乳酸分子の中央の炭素原子には、4つの異なる原子または原子団が結合している。

このような炭素原子を ( **不斉炭素原子** ) とい

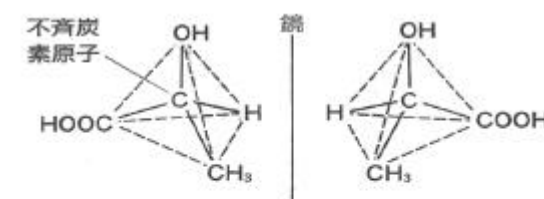


図24 乳酸の光学異性体

一方の光学異性体だけの溶液に偏光板を通った偏光(振動が一方向に限られている光)を通過させると、その振動面が傾く。他方の異性体では、その傾く向きが逆になる。

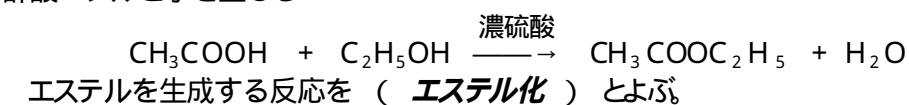
分子中に不斉炭素原子をもつ場合、原子または原子団の配置が立体的に異なる2種の異性体が存在する。これらを( **光学異性体** ) とい

これらの分子の構造は、右手と左手、鏡に対する実体とその鏡像の関係にある。また、偏光に対する性質や味などが異なる。

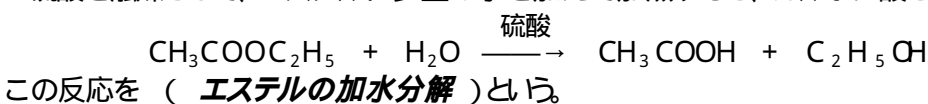
エステル

カルボン酸とアルコールが縮合すると、エステル結合  $\text{—C(=O)—O—}$  をもつ化合物が生成する。この化合物を ( **エステル** ) とい

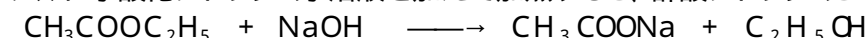
例 酢酸CH<sub>3</sub>COOHとエタノールの混合物に触媒として濃硫酸を少量加え、加熱すると、分子間で縮合し、酢酸エチルと水を生じる



硫酸を触媒として、エステルに多量の水を加えて加熱すると、カルボン酸とアルコールが生じる。



酢酸エチルに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、酢酸ナトリウムとエタノールを生じる。



このように、カルボン酸のエステルとアルカリの反応によって、カルボン酸の塩とアルコールが生じる反応を ( **けん化** ) とい

エステルには、酢酸エチルCH<sub>3</sub>COOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、ギ酸エチルHCOOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>、酢酸メチルCH<sub>3</sub>COOCH<sub>3</sub>があり、香料や溶媒に用いられる。

α - アミノ酸

分子中にアミノ基 - NH<sub>2</sub>をもつカルボン酸 ... ( **アミノ酸** )

カルボキシル基とアミノ基が同一の炭素原子に結合したものを ( **α - アミノ酸** ) とい

これは、タンパク質を希塩酸で加水分解して得られる。

タンパク質を構成するα - アミノ酸には、約20種があり、一般式R - CH(NH<sub>2</sub>)COOH で表される。



図25 タンパク質から得られるα-アミノ酸

表12 α-アミノ酸 R-CH(NH<sub>2</sub>)COOH

| 名称       | R                                                                               | 特徴                  |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| グリシン     | H                                                                               | 最も簡単で、多くのタンパク質に含まれる |
| アラニン     | CH <sub>3</sub>                                                                 | 多くのタンパク質に含まれる       |
| フェニルアラニン | C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub>                                   | 芳香族のアミノ酸            |
| グルタミン酸   | HOOCCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>                                             | 酸性のアミノ酸             |
| リシン      | NH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> | 塩基性のアミノ酸            |

グリシン以外のα-アミノ酸には、乳酸のように光学異性体がある。

## 4油脂とセッケン

## 油脂

動植物から得られる油脂には

... 牛脂のように**固体のもの**( = **脂肪** )

... 綿実油や大豆油のように**液体のもの**( = **脂肪油** )

油脂は、右図のような方法で植物の種子などから抽出される。  
成分は、パルミチン酸 $C_{15}H_{31}COOH$ のように炭素原子の数の多い脂肪酸(高級脂肪酸) $RCOOH$ とグリセリン $C_3H_5(OH)_3$ とのエステルである。

表13 油脂とその構成脂肪酸

| 油脂     |                           | 牛脂    | ヤシ油   | 綿実油   | 大豆油   |
|--------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 飽和脂肪酸  | ラウリン酸 $C_{11}H_{23}COOH$  | —     | 40～50 | —     | —     |
|        | ミリスチン酸 $C_{13}H_{27}COOH$ | 2～5   | 15～20 | 1～2   | 1～2   |
|        | パルミチン酸 $C_{15}H_{31}COOH$ | 24～34 | 9～12  | 18～25 | 6～10  |
|        | ステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ | 15～30 | 2～4   | 1～2   | 2～4   |
| 不飽和脂肪酸 | オレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$  | 35～45 | 6～9   | 17～38 | 20～30 |
|        | リノール酸 $C_{17}H_{31}COOH$  | 1～3   | 0～1   | 45～55 | 50～58 |
|        | リノレン酸 $C_{17}H_{29}COOH$  | 0～1   | —     | —     | 5～10  |

脂肪酸の組成は質量%で示す。

油脂を加水分解すると、種々の脂肪酸とグリセリンが得られる。

油脂を水酸化カリウム $KOH$ でけん化すると

... 脂肪酸のカリウム塩とグリセリンが得られる。



油脂のけん化では、油脂 1 mol に対して水酸化カリウムが 3 mol 反応する。

同じ質量の油脂を用いると、その物質が多いほど(分子量が小さいほど)水酸化カリウムがより多く反応する。

この反応量が多いと、その油脂中の脂肪酸は、分子量が小さいことになる。

油脂を構成する脂肪酸には

... 飽和脂肪酸 ステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ など

... 不飽和脂肪酸 オレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$ など

不飽和脂肪酸には、塩素、臭素、ヨウ素などが容易に付加する。

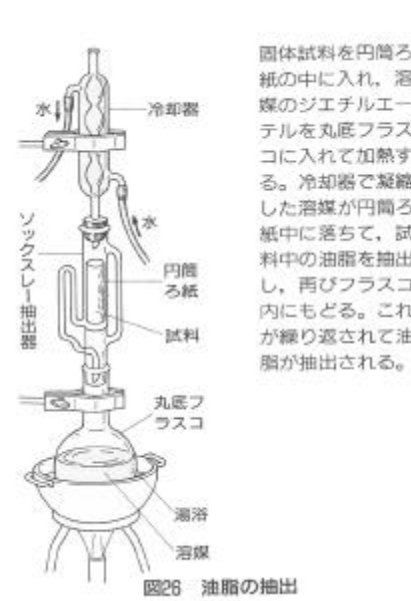
〔炭素原子間の二重結合1個に、ハロゲン分子1個が付加する。〕

一定質量の油脂に付加するハロゲンの物質質量から、油脂中の二重結合の数(=不飽和の度合い)が比較できる。

不飽和の度合いが大きい油脂 ... 常温で液体、空气中で酸化されて固化しやすい。  
ニッケルなどを触媒として水素を付加させると固体になる。  
( = **硬化油** )

例 大豆油などに水素を付加した硬化油は、マーガリンに用いられる。

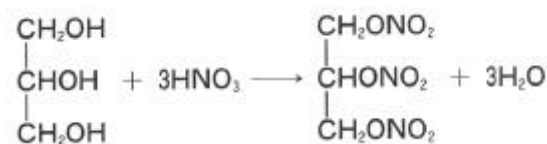
不飽和度の小さい油脂 ... 常温で固体であり、酸化されにくい。



固体試料を円筒ろ紙の中に入れ、溶媒のジエチルエーテルを丸底フラスコに入れて加熱する。冷却器で凝縮した溶媒が円筒ろ紙中落ちて、試料中の油脂を抽出し、再びフラスコ内にもどる。これが繰り返されて油脂が抽出される。

グリセリンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えると、グリセリンと硝酸のエステルを生じる。

ニトログリセリン $C_3H_5(ONO_2)_3$  爆薬などに用いられる。



## セッケンと合成洗剤

油脂を水酸化ナトリウムでけん化すると ... 高級脂肪酸のナトリウム塩であるセッケン $RCOONa$ とグリセリンが得られる。

セッケンを水に溶かすと、その一部が加水分解して、水溶液は弱いアルカリ性を示す。

セッケンは水に溶けて、水の表面張力を低下させる物質( = **界面活性剤** )である。

界面活性剤は、水溶液中で分子またはイオンが多数集まって、集団( = **ミセル** )を形成する。

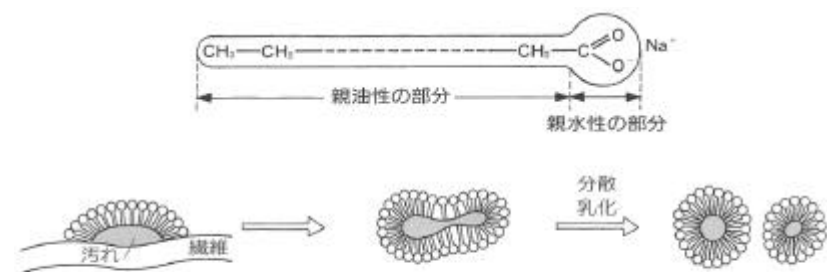
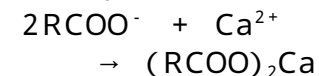


図28 セッケンの洗浄作用

長い炭化水素基の部分(親油性)が寄り集まって油分を包みこみ、イオン性部分(親水性)が水和されて、水に溶ける。

セッケン水中のセッケン分子は、繊維に付着した油状物質を取りこみ、ミセルとして分散・乳化させ、洗剤として働く。しかし、水中にカルシウムイオンやマグネシウムイオンが多いと、難溶性の塩を生じ、その洗浄力が低下する。

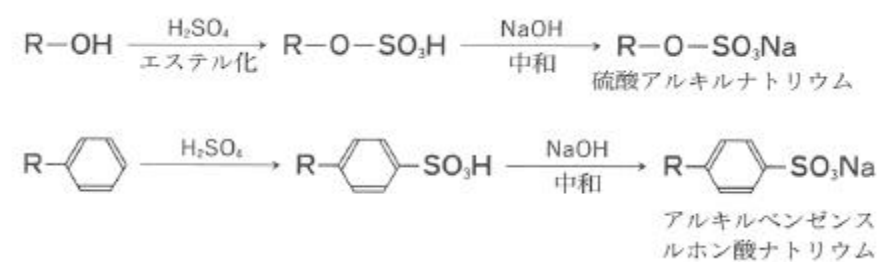


**合成洗剤** ... カルシウムイオンなどによって沈殿しにくい界面活性剤

硫酸アルキルナトリウムやアルキルベンゼンスルホン酸ナトリウムなど

これらは石油などから合成され( **合成洗剤** )といわれる。

強酸と強塩基からなる塩であり、その水溶液は中性で、**中性洗剤**ともよばれる。



## 4 芳香族化合物

## 1 芳香族炭化水素

ベンゼン  $C_6H_6$  ... 特異臭をもつ無色の液体(沸点80、密度0.88g/cm<sup>3</sup>)

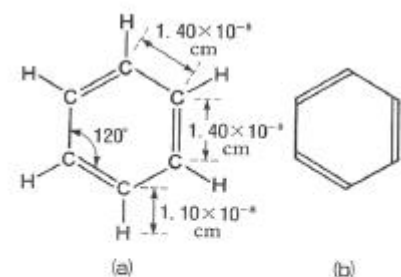


図29 ベンゼン分子の構造式

ベンゼンでは、原子はすべて同一平面上にあり、炭素原子は正六角形をつくっている。炭素原子間の結合の長さは、エタンの単結合より短く、エチレンの二重結合より長い。

水に溶けにくい。

ベンゼン分子中の二重結合は、特定の炭素原子間に固定されておらず、アルケンの二重結合とは異なった性質を示す。

この炭素骨格を( **ベンゼン環** )とら。

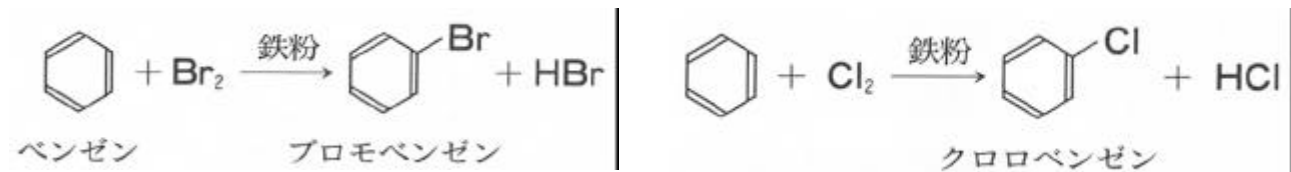
臭素を容易に付加せず、また、過マンガン酸カリウムの赤紫色を容易に脱色しない。

芳香族化合物のうち、炭素と水素だけで構成されているものを( **芳香族炭化水素** )とら。

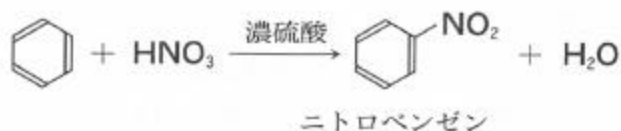
代表的なものは ベンゼン  $C_6H_6$  である。

ベンゼンと臭素の混合物に鉄粉を加えると臭素化がおこり、ブロモベンゼンを生じる。

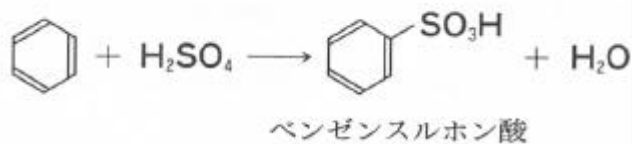
ベンゼンに鉄粉を加えて塩素を通じると、塩素化がおこり、クロロベンゼンを生じる。



ベンゼンに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて約60℃で反応させると( **ニトロ化** )が起こり、ニトロベンゼンが生じる。

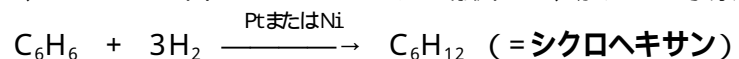


ベンゼンに濃硫酸を加えて加熱すると、ベンゼンスルホン酸を生じる。この反応を( **スルホン化** )とら。



ベンゼンは不飽和化合物であるが、付加反応よりも置換反応をおこしやすい。

しかし、ベンゼンに白金またはニッケルを触媒とし、加圧した水素と反応させると、付加反応がおこる。



また、ベンゼンと塩素の混合物に紫外線をあてると、付加反応がおこり、ヘキサクロロシクロヘキサン  $C_6H_2Cl_6$  を生じる。

ベンゼンは石油化学工業によって多量につくられており、種々の染料、医薬、合成繊維、合成樹脂の原料に用いられる。

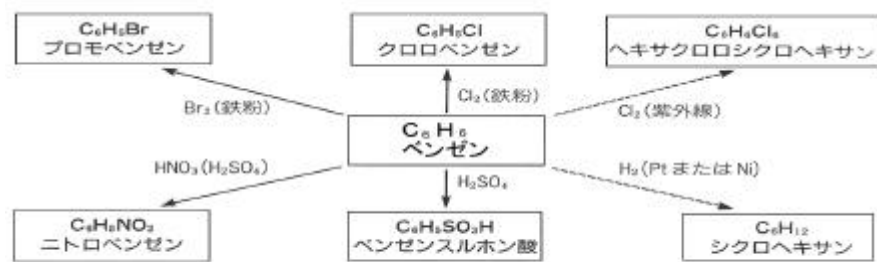


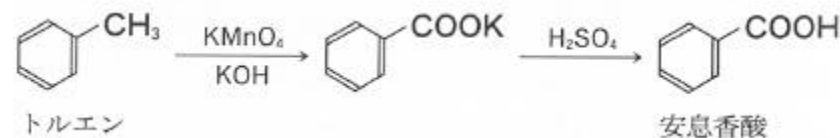
図31 ベンゼンの反応

図中の実線は置換反応を、点線は付加反応を示す。

## トルエンとキシレン

トルエン  $C_6H_5CH_3$  ... ベンゼンの水素原子1個をメチル基で置換した構造  
特異臭をもつ無色の液体(沸点111)

トルエンを過マンガン酸カリウムのアルカリ水溶液と反応させると、ベンゼン環は変化せず、メチル基が酸化されて**安息香酸**が得られる。



ベンゼン環の炭素原子に結合したメチル基などの炭素原子は酸化を受けやすい。

キシレン  $C_6H_4(CH_3)_2$  ... ベンゼンの水素原子2個をメチル基で置換した構造

オルト *o*-キシレン、メタ *m*-キシレン、パラ *p*-キシレンの3種の異性体が存在する。  
いずれも無色の液体である。

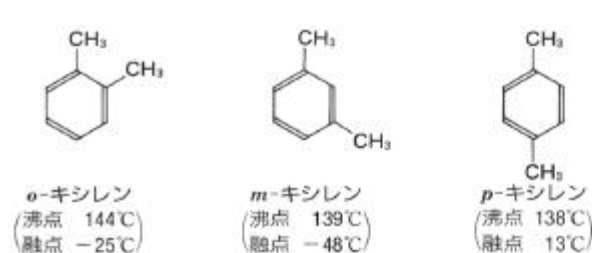


図32 キシレンの異性体

ベンゼン環において、ある置換基のすぐ隣りの位置をオルト位(*o*)、その次の位置をメタ位(*m*)、さらに次の位置をパラ位(*p*)とよぶ。

トルエンやキシレンは、いずれもベンゼンの同族体で、溶媒として利用される。  
*p*-キシレンは、合成繊維や合成樹脂の原料として重要。

芳香族炭化水素には、このほか

エチルベンゼン  $C_6H_5C_2H_5$  ... スチレンの原料

スチレン  $C_6H_5CH=CH_2$  ... 合成樹脂や合成ゴムの原料

ナフタレン  $C_{10}H_8$  } コールタール中に存在し、

アントラセン  $C_{14}H_{10}$  } 染料の原料

などがある。

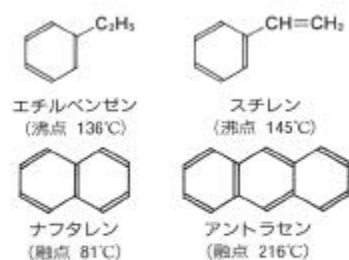


図33 芳香族炭化水素

エチルベンゼンは、キシレンと異性体の関係にある。

## 2 酸素を含む芳香族化合物

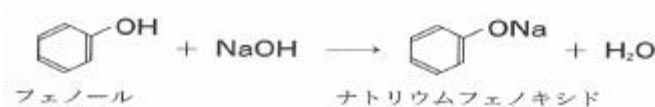
フェノール類 ... ベンゼン環の炭素原子にヒドロキシル基 - OH が結合した化合物

フェノール  $C_6H_5OH$  ... 特異臭をもつ無色の固体(融点41)

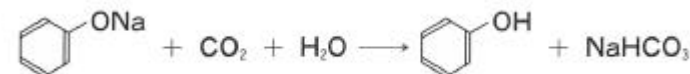
空気中で徐々に赤褐色になり、塩化鉄( )水溶液によって青紫色を呈する。

あまり水に溶けないが、水溶液は弱酸性を示す。

水酸化ナトリウム水溶液で中和され、ナトリウムフェノキシド  $C_6H_5ONa$  を生じる。



ナトリウムフェノキシドの水溶液に塩酸や酢酸を加えたり、二酸化炭素を通じると、フェノールを生じる。



これは、フェノールが塩酸、酢酸、炭酸水よりも弱い酸であるためである。

フェノールの水溶液に臭素を加えると、ただちに2,4,6-トリブロモフェノール  $C_6H_2(OH)Br_3$  の白色沈殿を生じる。これは、フェノールのベンゼン環の水素原子が置換されやすいことを示している。

フェノールはナトリウムと反応して水素を発生し、無水酢酸と反応して酢酸フェニル  $CH_3COOC_6H_5$  を生じる。(=アルコールと共通した反応)

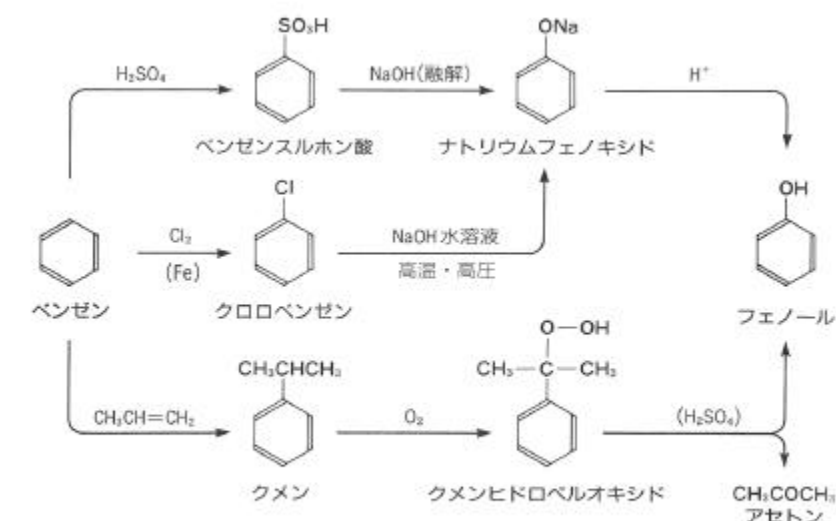


図35 フェノールの製法

クメンの反応も、トルエンの酸化と同じように、ベンゼン環に結合した炭素原子が酸化される。クメン法では、生成するフェノールとアセトンの物質量は同じである。

フェノール類には、フェノールのほかクレゾール $C_6H_4(OH)_2$ 、ナフトール $C_{10}H_7OH$ 、ヒドロキノン $C_6H_4(OH)_2$ などがある。

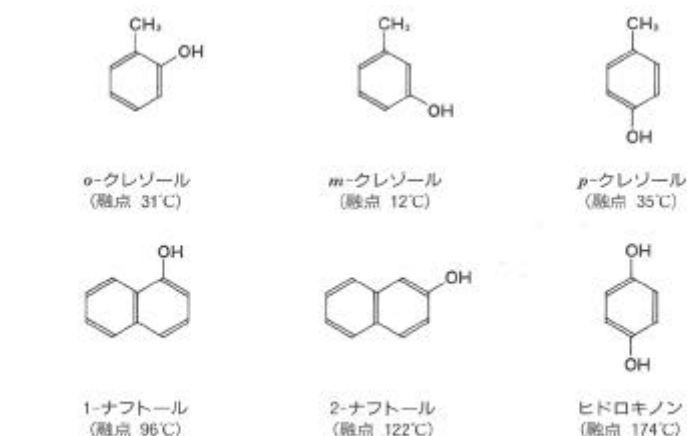


図36 フェノール類

ヒドロキノンは、2価のフェノール類で、ヒドロキシル基がバラの位置にある。

**芳香族カルボン酸** ... ベンゼン環の炭素原子にカルボキシル基 - COOHが結合した化合物一般に水に溶けにくい、その水溶液は弱酸性を示す。

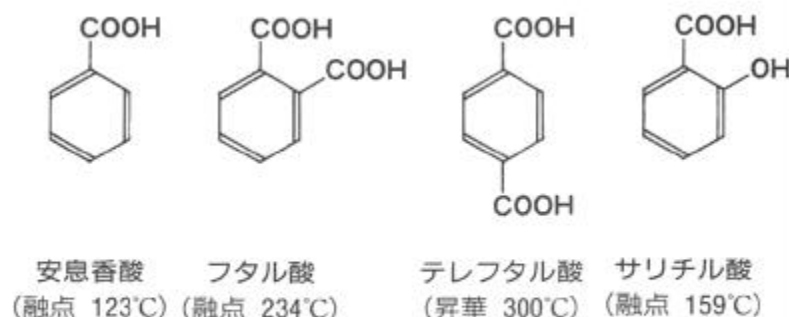


図37 芳香族カルボン酸

いずれも白色、無臭の固体である。

フェノールは、ベンゼンからベンゼンスルホン酸またはクロロベンゼンをつくり、さらにナトリウムフェノキッドを経て得られる。

工業的には、まずベンゼンとプロペンを触媒の存在下で反応させてクメン $C_6H_5CH(CH_3)_2$ をつくる。これを酸素によってクメンヒドロペルオキシドにしたのち、硫酸で分解するとフェノールが得られ、同時にアセトンが生成する。この製法を（クメン法）とら。

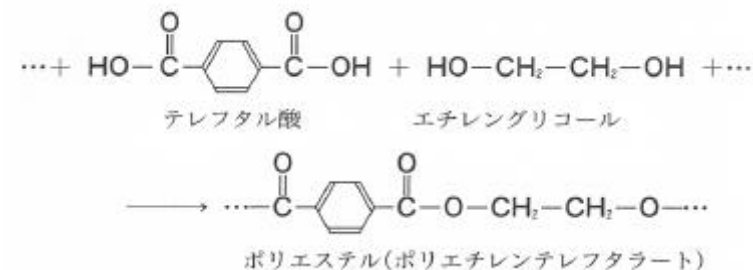
フェノールは、医薬、染料、合成樹脂などの原料として用いる。

クレゾールには3種の異性体があり、消毒薬などに用いられる。ナフトールには2種の異性体があり、染料などに用いられる。ヒドロキノンは2価のフェノール類で、写真の現像薬などに用いられる。

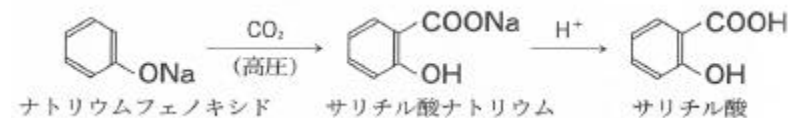
フェノール類は、いずれも塩化鉄( )水溶液によって、それぞれ青～紫色を呈する。

安息香酸 $C_6H_5COOH$ は、トルエンやベンズアルデヒドを過マンガン酸カリウムで酸化してつくられる。テレフタル酸は、ポリエステル(合成繊維)の原料として利用。

ポリエステルはテレフタル酸とエチレングリコールから合成される。



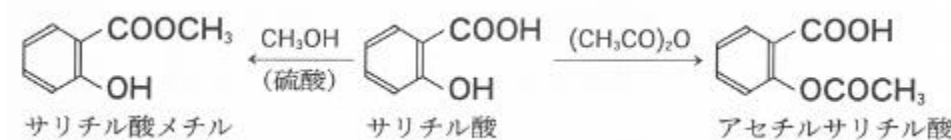
### サリチル酸 $C_6H_4(OH)COOH$



工業的には、ナトリウムフェノキッドに高圧の二酸化炭素を反応させてサリチル酸ナトリウムとし、これに希硫酸などを加えてつくる。

サリチル酸は、分子内にカルボキシル基とヒドロキシル基があり、カルボン酸とフェノール類の両方の性質を示す。

メタノールと反応してサリチル酸メチルを生じる。無水酢酸と反応してアセチルサリチル酸を生じる。これらは、いずれもエステルである。

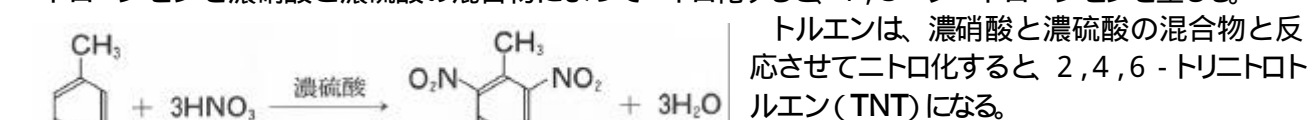


サリチル酸およびサリチル酸メチルは、塩化鉄( )水溶液によって赤紫色を呈する。サリチル酸メチルは鎮痛用塗布薬、アセチルサリチル酸は解熱薬として用いられる。

### 3 窒素を含む芳香族化合物

**芳香族ニトロ化合物** ... ベンゼン環の炭素原子にニトロ基 - NO<sub>2</sub>が結合した化合物。代表的なものはニトロベンゼン $C_6H_5NO_2$  (沸点211、密度1.20 g/cm<sup>3</sup>)。水に溶けにくい淡黄色の液体。ベンゼンを濃硝酸と濃硫酸の混合物によってニトロ化してつくる。

ニトロベンゼンを濃硝酸と濃硫酸の混合物によってニトロ化すると、1,3-ジニトロベンゼンを生じる。



トルエンは、濃硝酸と濃硫酸の混合物と反応させてニトロ化すると、2,4,6-トリニトロトルエン(TNT)になる。

フェノールはニトロ化するとピクリン酸になる。



図38 芳香族ニトロ化合物

トリニトロトルエンは TNT と略称することもある。

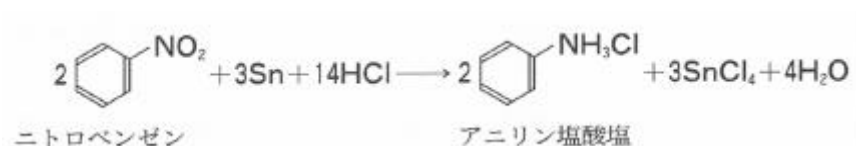
分子中にニトロ基の多いトリニトロトルエンやピクリン酸は、いずれも黄色の固体で、衝撃によって爆発しやすいので、爆薬として用いられる。

**芳香族アミン** ... アンモニア水素原子を炭化水素基で置き換えた構造の化合物を総称して ( **アミン** ) といふ。有機化合物の中では代表的な塩基性の物質アミンのうちベンゼン環をもつものを ( **芳香族アミン** ) といふ。代表的なものはアニリンである。

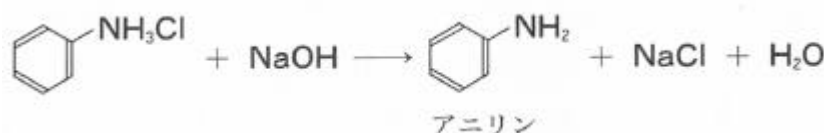
**アニリン**  $C_6H_5NO_2$  ... ベンゼン環の炭素原子にアミノ基が結合した構造の化合物無色の液体(沸点185)で、水に溶けにくく、弱い塩基である。塩基性はアンモニアよりも弱い。

#### アニリンの合成

ニトロベンゼンを濃塩酸とスズまたは鉄で還元すると、アニリン塩酸塩が得られる。



アニリン塩酸塩を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、アニリンが遊離する。



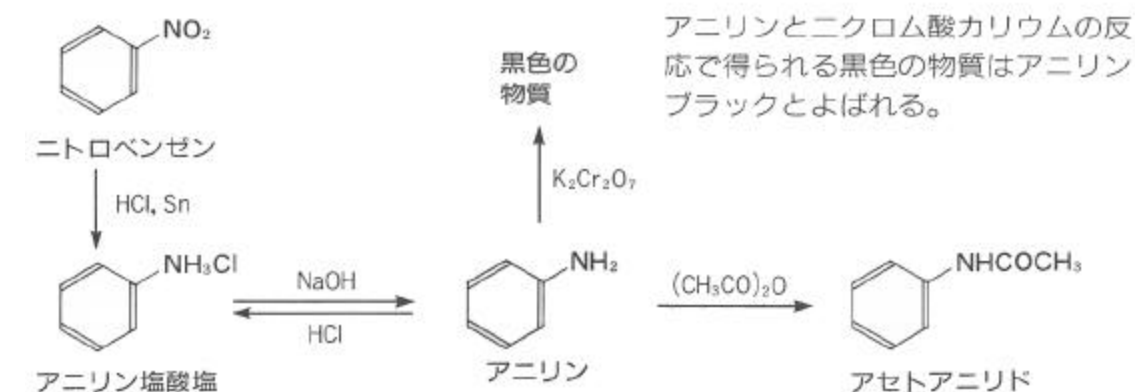
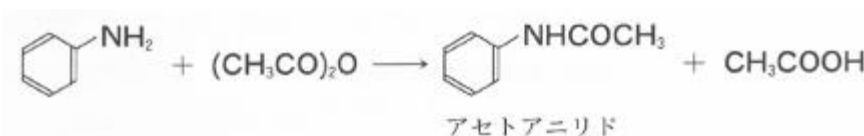
アニリンは空気中に放置しておくと、徐々に褐色になる。

さらし粉水溶液を加えると赤紫色を呈する。←アニリン特有の反応

硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液によって、黒色で水に不溶性の物質に変化する。

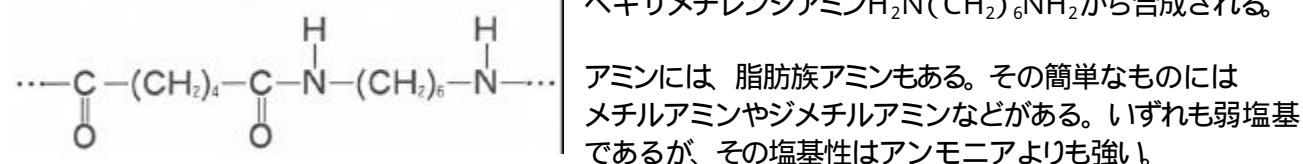
これらの反応は、アニリンが酸化されやすいことを示している。

無水酢酸または氷酢酸と反応すると、アセトアニリド(融点115)になる。



アセトアニリド中の -CO-NH- 結合を ( **アミド結合** ) といふ。この結合をもつ化合物を総称して ( **アミド** ) といふ。この結合をもつものに、タンパク質やナイロンがある。

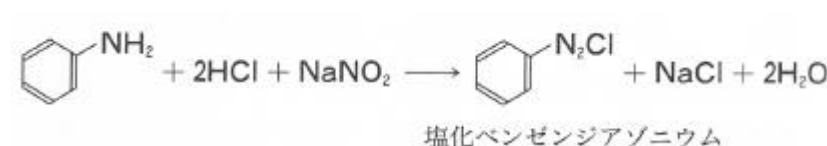
例 代表的なナイロンは6,6-ナイロン ... アジピン酸  $\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$  とヘキサメチレンジアミン  $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$  から合成される。



**アゾ染料** ... **アゾ基** を含む色素を ( **アゾ色素** ) または ( **アゾ染料** ) といふ。  
-N≡N-

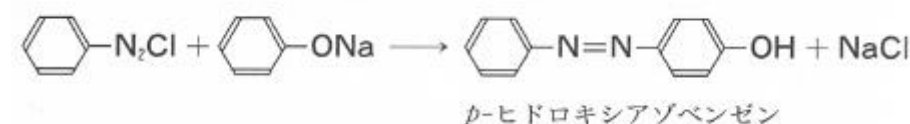
例 アニリンから合成されるアゾ染料

アニリンを塩酸に溶かして、氷で冷却しながら亜硝酸ナトリウムの水溶液を加え、塩化ベンゼンジアゾニウム  $C_6H_5N_2Cl$  をつくる。この反応を ( **ジアゾ化** ) といふ。

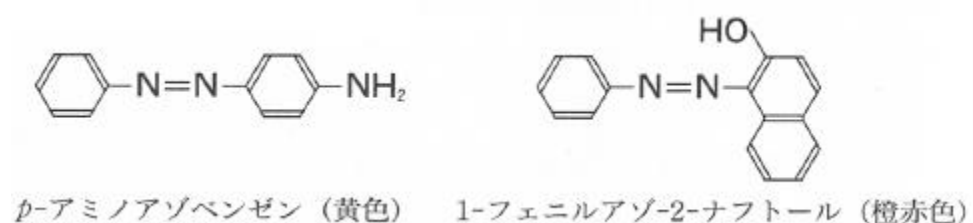


塩化ベンゼンジアゾニウムは熱によって分解しやすいので、冷却しながらその水溶液に、フェノールを溶かした水酸化ナトリウム水溶液を加えると、橙色の *p*-ヒドロキシアゾベンゼンを生じる。

これは、アゾ基をもつ色素で、この反応を ( **カップリング** ) といふ。

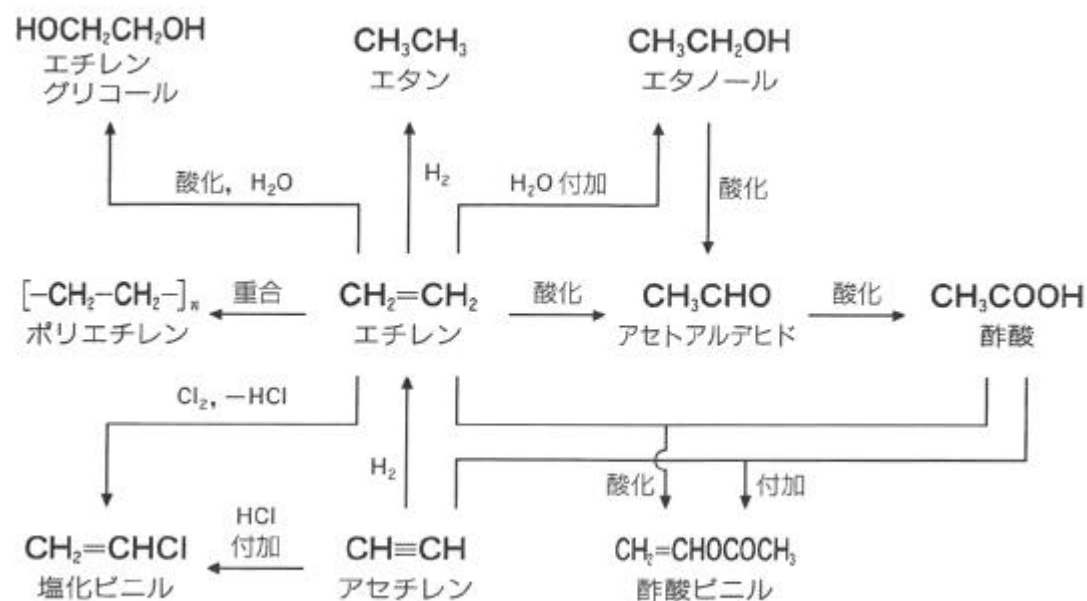


アゾ染料には、このほかに下に示すものなどがある。

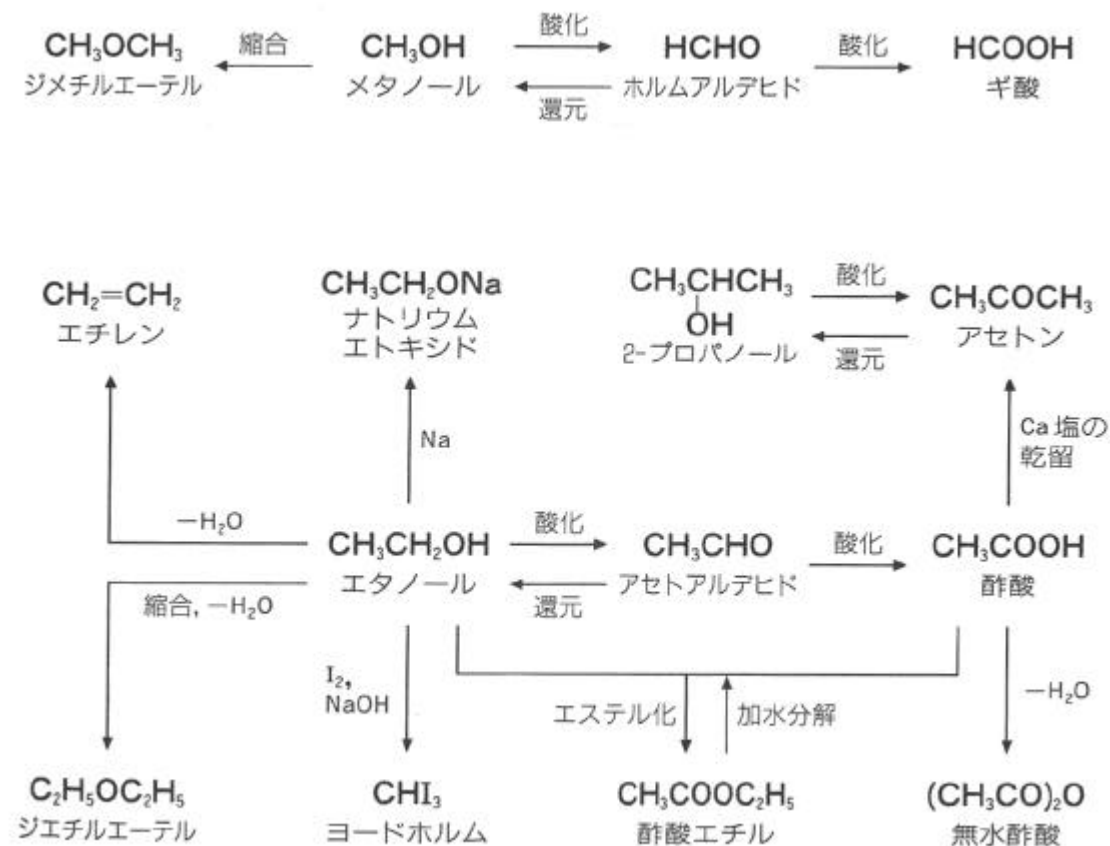


## 付録10 有機化合物の相互関係

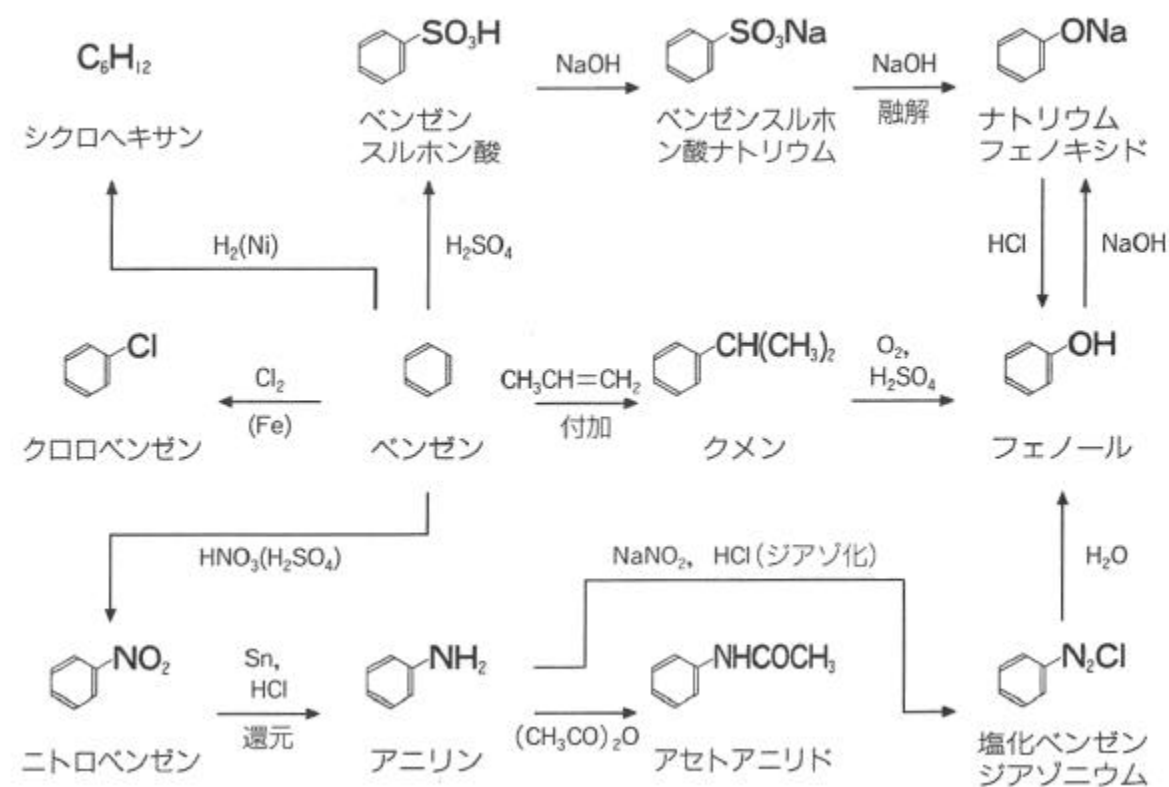
## ① エチレンを中心とした相互関係



## ② メタノール, エタノールを中心とした相互関係



## ③ ベンゼンを中心とした相互関係



## ④ フェノールを中心とした相互関係

