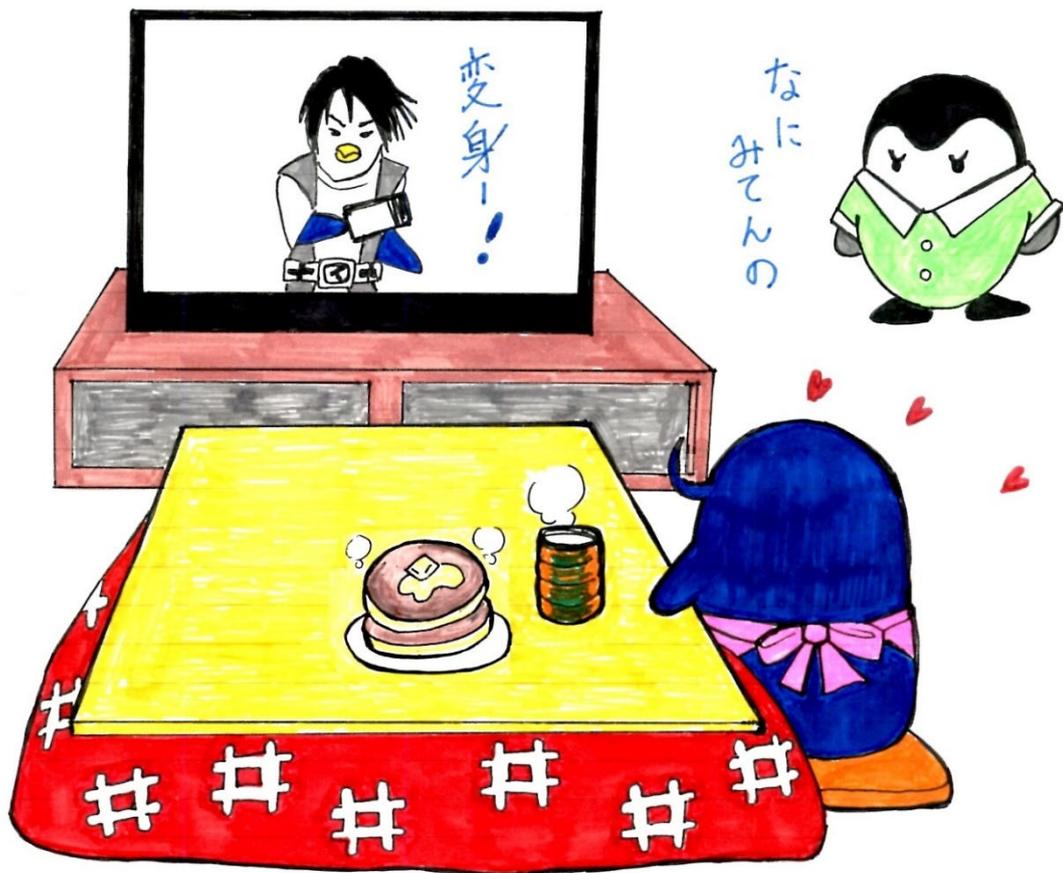


## 第2章

## 合成高分子化合物

気がついたら、まわりはプラスチックだらけ。  
でも、ひと口にプラスチックと言っても、  
いろいろあります。

丸暗記ではなく、どんな構造カナ？と考えながら  
覚えると、覚えやすいと思います。



## はじめに

高分子を合成する方法は、大きく分けて3通りあります。

**縮合重合** = くつつく間から水などがとれる。

**付加重合** = 主にビニル気 ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ) をもつものどうしがくつついて結びつく。  
2重結合がどんどん開いていく。

**付加縮合** = 付加反応と縮合反応を繰り返す。

## 高分子化合物の特徴

・ 分子量がばらつくので、**平均分子量**を求める。



**溶液の浸透圧** や **光散乱** で求める。

・ 結晶部分と非結晶部分が入り混じっているので、明確な融点がない。

徐々に軟化する。 軟化しはじめる温度 = **軟化点**

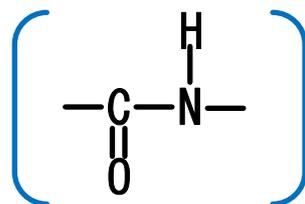
# ① 合成繊維

合成繊維には、**縮合重合** でつくるもの、

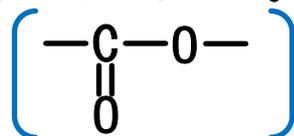
**付加重合** でつくるものがあります。

**縮合重合でつくるもの** にも、2通りあります。

① タンパク質と同じように、**アミド結合**でつながる。



② エステル結合 でつながる。

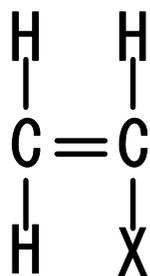


**付加重合でつくるもの**

何もとれずに **ただ** くっついていく。

**2重結合** が **開く**。

**ビニル基**

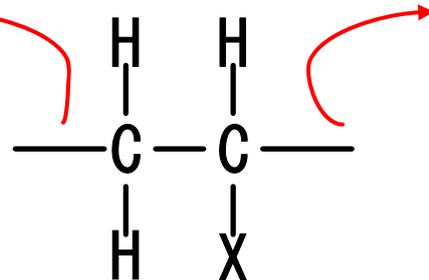


**二重結合** が

**開く**

つながる

つながる



つながる—

⇒次からくわしく



縮合重合

で

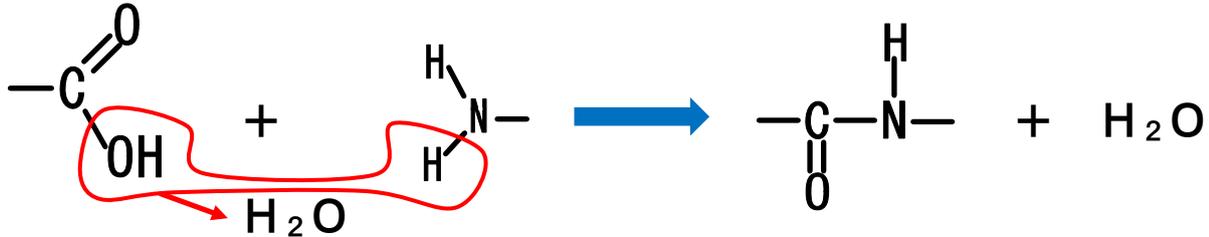
アミド結合

をつくる 合成繊維

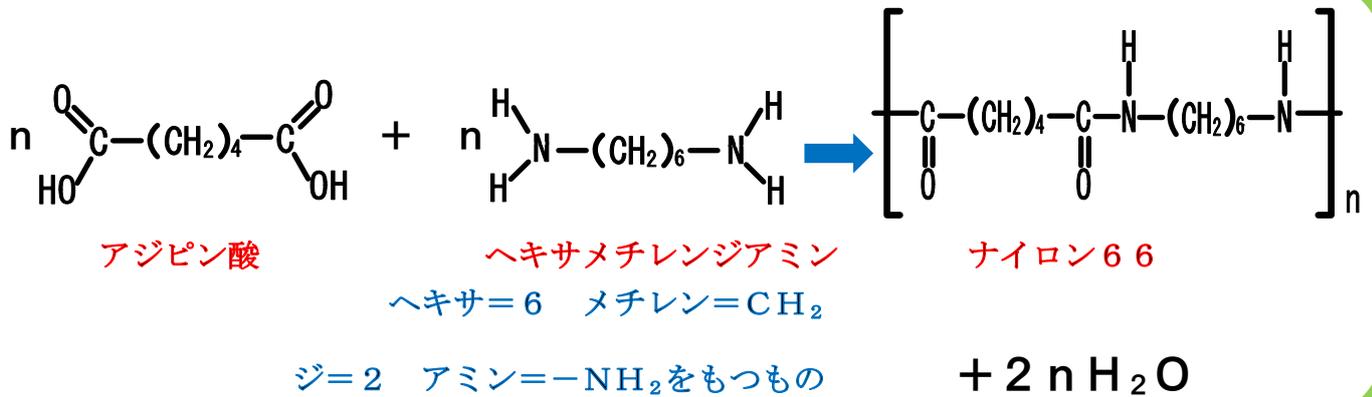
= ポリアミド合成繊維

代表例：ナイロン66

-COOHと-NH<sub>2</sub>の脱水縮合が、アミド結合でしたね！



ナイロン66 は、-COOHを2つ持つ アジピン酸 と、  
 -NH<sub>2</sub>を2つ持つ ヘキサメチレンジアミン  
 が、右手と左手で次々つながったものです！



※なぜナイロン66か？

Cが6コのものが2つつながるから！

名前と構造式が  
 正確に出てこなくても、  
 こんなカンジのもの2つつなげるのが  
 ナイロン66だなーと、  
 おぼえりゃいいです。  
 (共通テストなら。)



アメリカのカルザースさんが  
発明

ナイロン66が  
 世界に出る前に  
 うつ病で  
 自殺してしまった  
 そうです  
 (´Д`)

## ナイロン66と似てるけどちがうもの

### ナイロン6

日本で開発

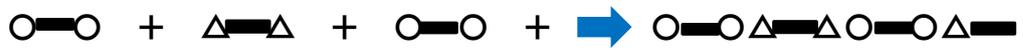
注 縮合重合ではありません！めずらしい**開環重合**です！

縮合重合は2つのものをつなげるのに対し、

開環重合は、1つのものが輪になった部分を開いて、

次々つなげていく。

#### 縮合重合

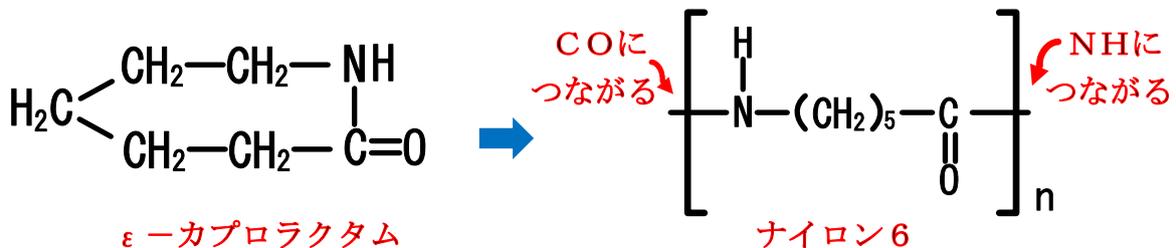


こっちは脱水するケドネ。

#### 開環重合



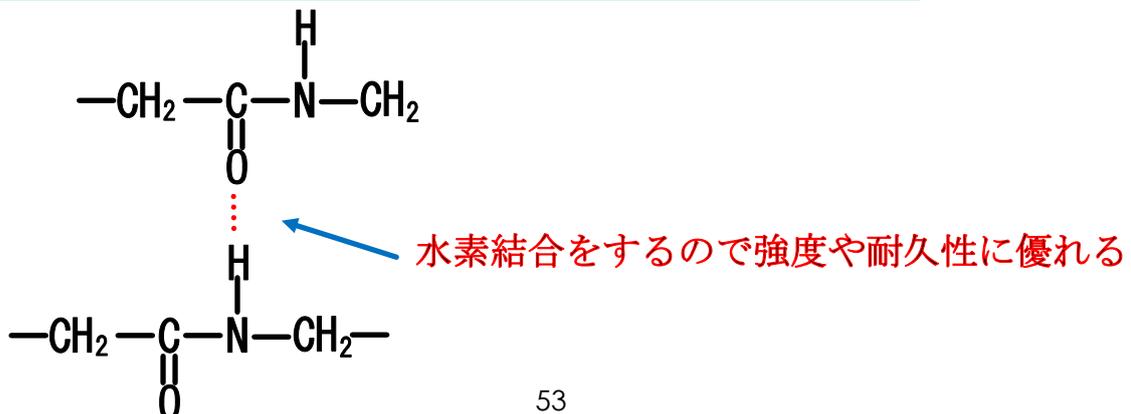
分子は1種類でよい！



※環状構造

Cの数は6コ（よく数えてみ！）

### ナイロン66・ナイロン6の共通して持つ特徴



縮合重合

で

エステル結合

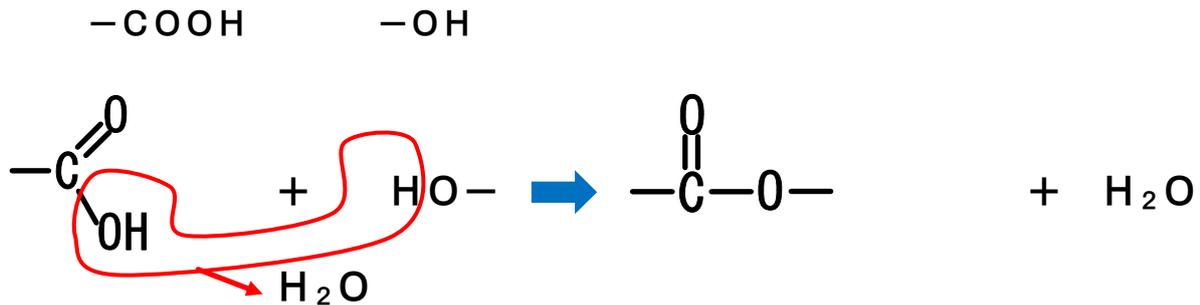
をつくる合成繊維

= ポリエステル系合成繊維

代表例：ポリエチレンテレフタレート

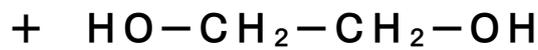
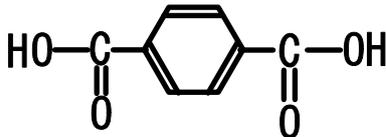
(PET) ペットボトルの原料

カルボン酸とアルコールの脱水縮合がエステル結合でしたね！



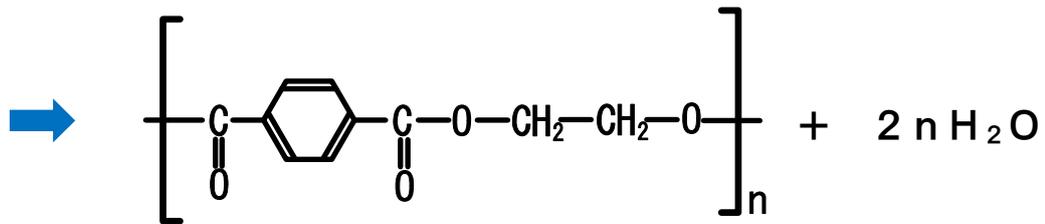
-COOHを2つ持つ

-OHを2つ持つ



テレフタル酸

1,2-エタンジオール(エチレングリコール)



ポリエチレンテレフタレート (PET)

たくさんの エチレングリコール テレフタル酸と



• ペットボトルの原料

• 再利用で服にもできる。

• 服はすぐかわく。



があるから強い。

## アラミド繊維

=ベンゼン環がアミド結合でつながったもの

## 縮合重合

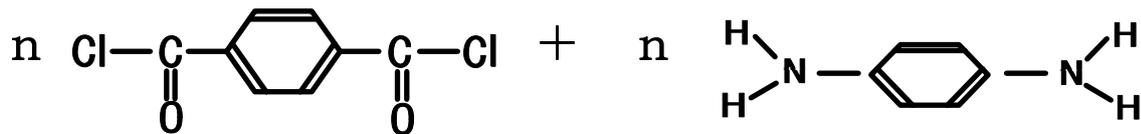
## ポリ-フェニレンテレフタルアミド

アミド結合の強い部分を持っているが、

 の強い部分も持っている、どんだけ～な繊維！！

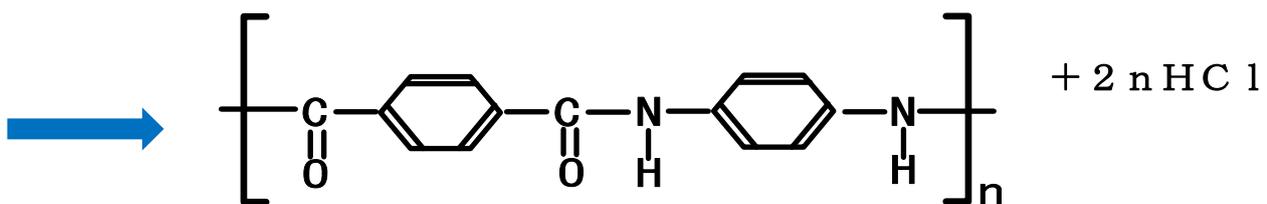
**防弾チョッキ** や **消防服** に使います。

テレフタル酸に似てるけどちがう



テレフタル酸クロリド

p-フェニレンジアミン



ポリ-フェニレンテレフタルアミド

なぜテレフタル酸を

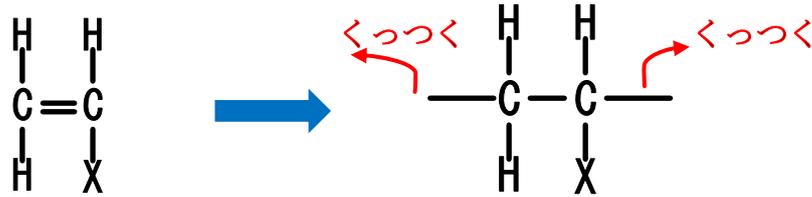
使わないのかは・・・

わかりませ～ん。

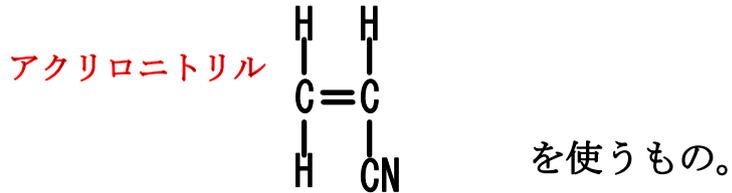


**付加重合**

でつくる 合成繊維



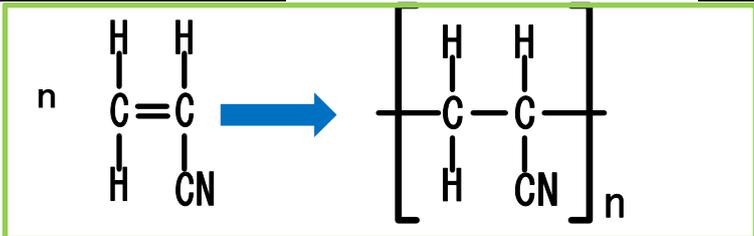
**アクリル繊維**



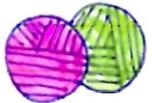
ニトリルとは-CN (シアノ基) のこと。 有毒。  
ニトロとかニトリルとかはやばい。

**例1**

アクリロニトリルを次々つなげていく。⇒ポリアクリロニトリル

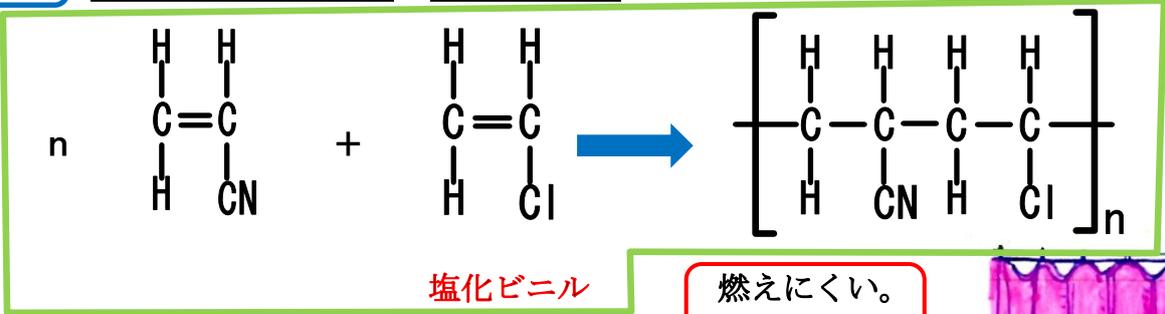


毛糸  
ににている



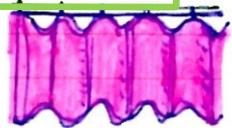
**例2**

アクリロニトリルと塩化ビニルを交互につなげていく。



塩化ビニル

燃えにくい。  
防火カーテン



アクリル繊維を高温で炭化させると

(不活性ガス中で)

じゃないと燃えるし!

**カーボンファイバー (炭素繊維)**

丈夫で弾性がある  
つりざお ラケット 航空機の翼



よく出る

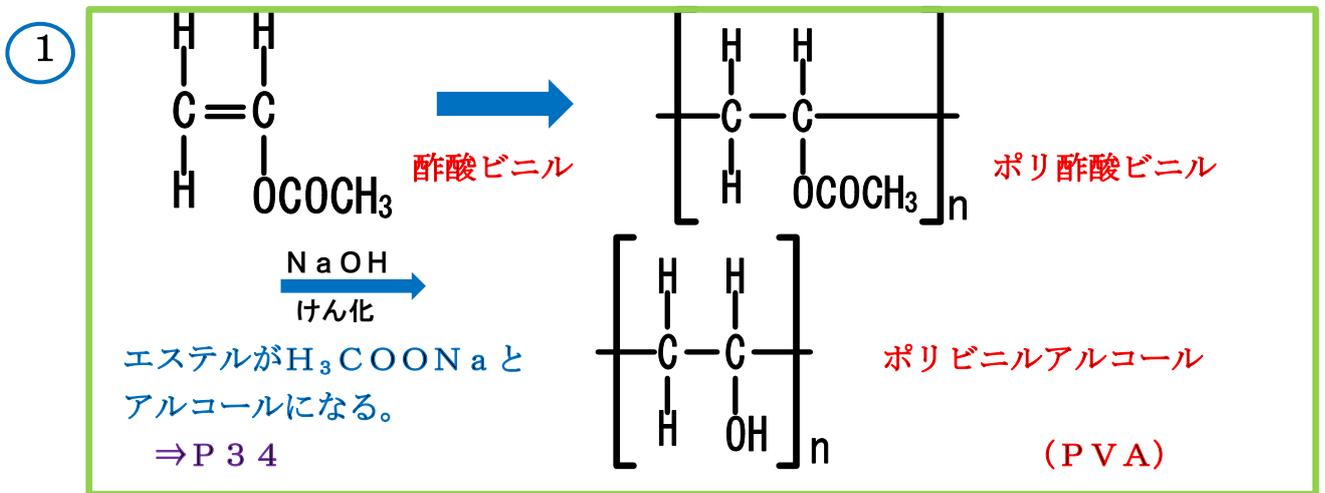
# ビニロン

・国産初の合成繊維

桜田一郎さんが開発

- 酢酸ビニル の重合 → ポリ酢酸ビニル →  
↑  
ポリビニルアルコール → アセタール化させるのが特徴

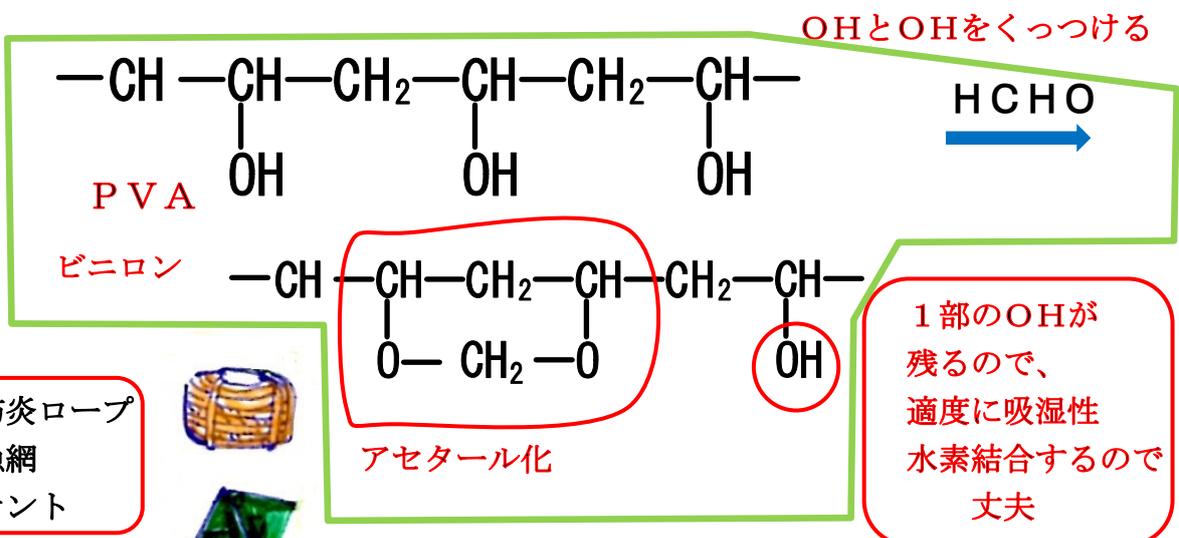
NaOHでけん化



- ② Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>中に押し出して繊維状にする。

(PVAがコロイド状になっているので塩析が起こる。)

- ③ ホルムアルデヒド (HCHO) で アセタール化 させる。



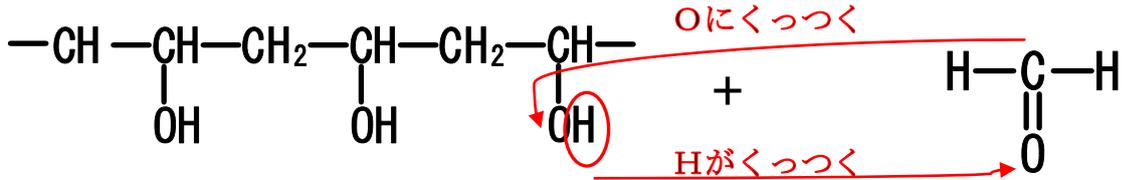
東北大2017年2次で、  
**アセタール化**が出ました！  
 東北大の有機は  
 ムズいので有名。

聞き慣れない言葉だなー、  
 わかりにくいなー、とか  
 思っていると、  
 そういうのは出ますヨ！  
**アセタール化**は意外と出る！

**アセタール化くわしく**

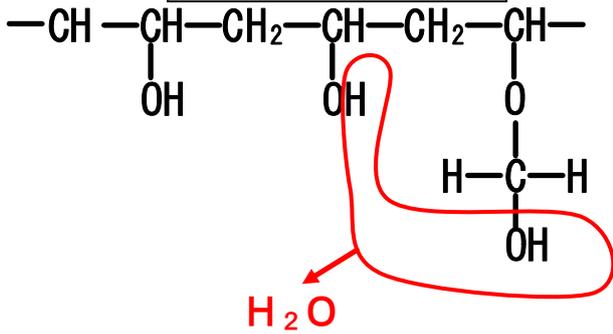
ポリビニルアルコール

ホルムアルデヒド



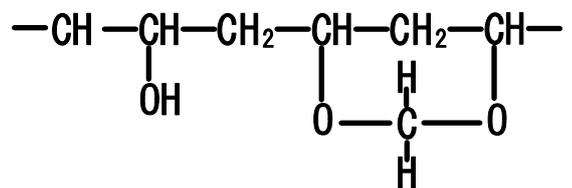
2重結合のうち  
 1つがボタンと  
 開く

**ヘミアセタール構造**



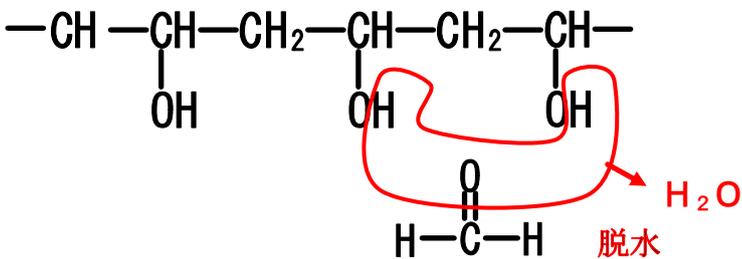
脱水

**アセタール化**



間をはしょって、わかりやすく図にすると、

ポリビニルアルコール



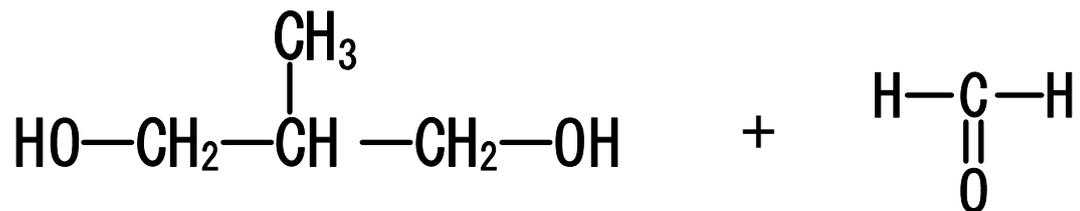
ホルムアルデヒド

・2つのOHから  
 Hをとる  
 ・ホルムアルデヒドの  
 $\text{O}$   
 をとる。

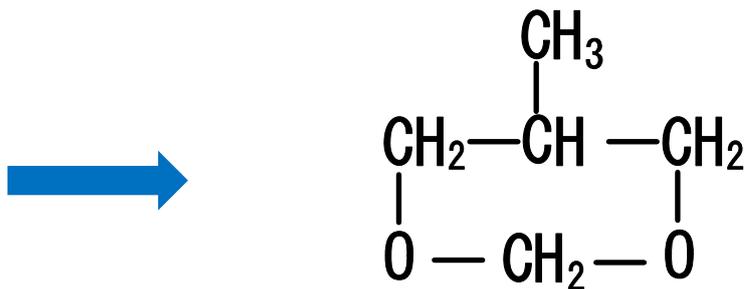
Oにはさまれて  
 CH<sub>2</sub>が残る。

東北大の問題は、

両はじの-OHを使って、環にするアセタール化でした！



ホルムアルデヒド



⇒アセタール化のよくでる計算問題は 第5編で。

②

## プラスチック

プラスチックは、大きく分けて2種類あります。

①

### 熱可塑性樹脂

付加重合

でつくるもの

※熱可塑性 (ねつかそせい)

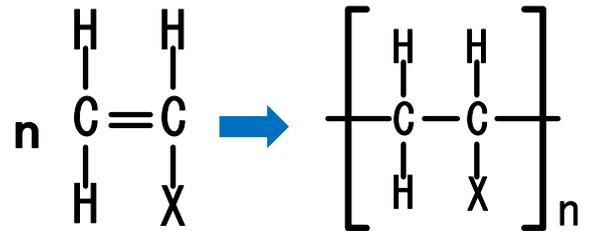
=熱を加えるたび

いくらでも変形する。

冷えればまた硬くなる。

成型しやすい。

でも、強度と耐熱性はない。



縮合重合

でつくるもの

合成繊維のところをやった。

・ポリエチレンテレフタレート (PET)

・ナイロン66 など

②

### 熱硬化性樹脂

付加縮合

でつくるもの

一度成型したら、

変えられない。

加熱によって硬化したもの

硬くて丈夫

(付加反応と縮合反応を交互に)

縮合重合

でつくるもの

1

熱可塑性樹脂

.....

付加重合

でつくる。

ビニル化合物

(ビニル基  $\text{CH}_2=\text{CH}-$ をもつもの)

が、次々とつながる。



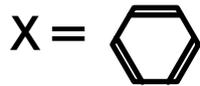
※Xの違いで、いろいろなものができる。

X = H

ポリエチレン



透明な袋

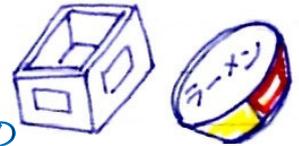


ポリスチレン

断熱材・カップラーメン容器

発泡スチロール

ポリスチレンに気泡を含ませたもの



X = Cl

ポリ塩化ビニル

塩ビとよばれる。

薬品に強い。

水道用パイプ



X =  $\text{OCOCH}_3$  ポリ酢酸ビニル

融点が低い。

塗料・ボンド



X =  $\text{CH}_3$  ポリプロピレン

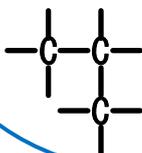
比較的熱に強い。

注射器 タッパー フロおけ

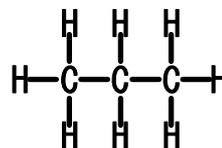
プロピレン

プロパンが

曲がってつながった形



プロパン



からくる。





## 高密度ポリエチレン

- 半透明で濃い
- ポリ容器などに用いる
- 枝分かれが少なく  
結晶部分が多い

## 低密度ポリエチレン

- 透明で軟らかい
- ポリ袋などに用いる
- 枝分かれが多く  
結晶部分が少ない

まあ、このへんはイメージどおりですね、

密度が高ければ透明度が低いのはあたりまえ。

- 低圧 低温で合成

- 高圧 高温で合成



ここはイメージと逆、

なんとなく、高圧の方が

密度が高くなりそうですが、

結晶ができるときにイメージしてください。

プラスチックは、ゆっくりできる方が硬くなるんですね。

## ② 熱硬化性樹脂

### フェノール樹脂 (ベークライト)

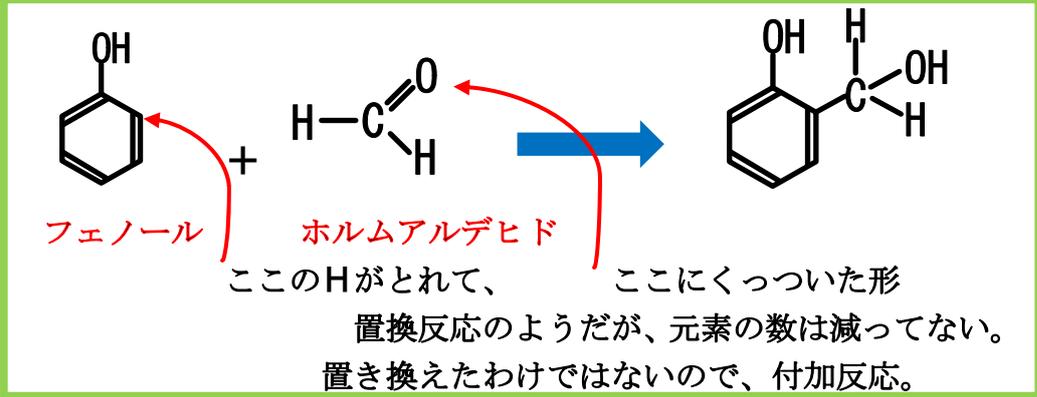
フェノール と ホルムアルデヒド (HCHO) の 付加縮合

でつくる。

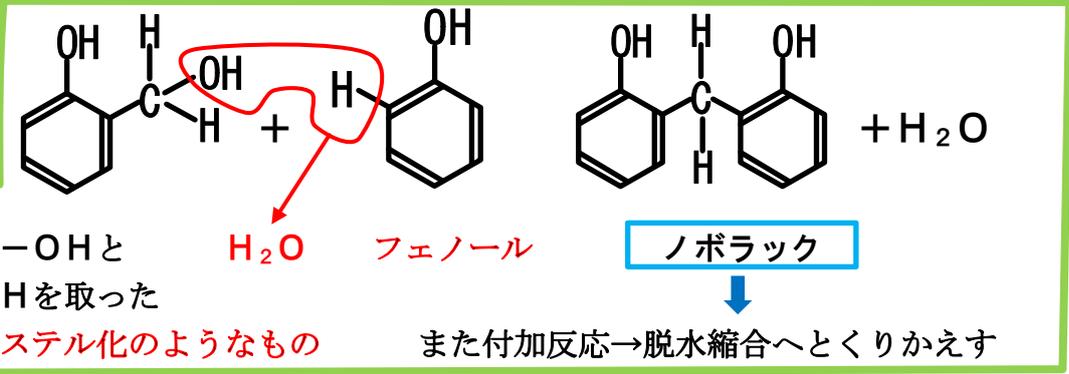
付加と縮合を交互に

#### ◎ 酸 触媒を使った場合

まず、  
付加反応

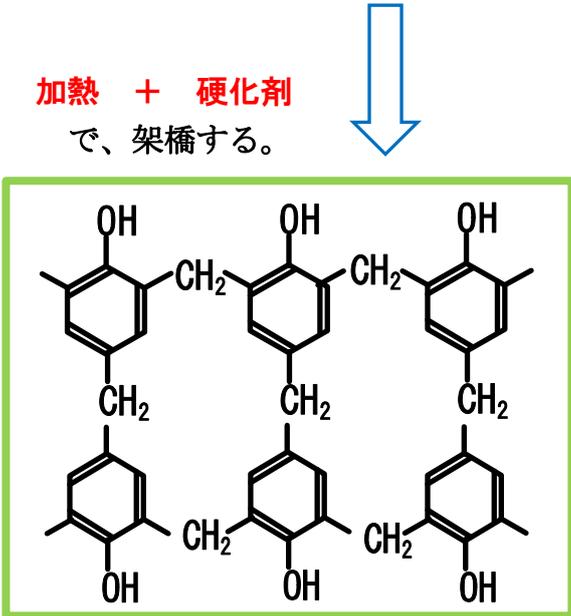
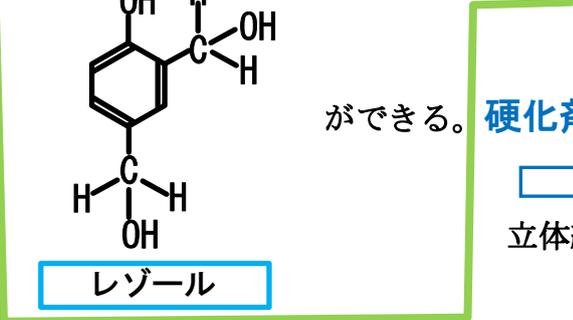


次に、  
縮合反応



#### ◎ 塩基 触媒を使った場合

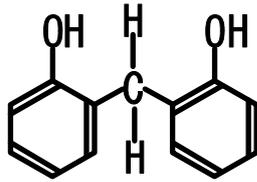
縮合反応があまり起こらなくなり、  
付加反応をたくさんする結果、



硬化剤なしで、加熱だけで架橋する。

この対比は、よく出るです。

酸 触媒を使う ⇒

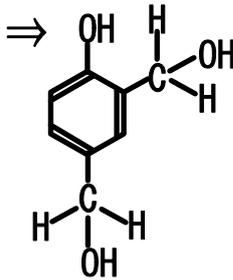


ノボラック

架橋に

硬化剤が必要

塩基 触媒を使う ⇒



レゾール

架橋は

硬化剤なしでできる。

横にもしたにも手が伸びて、

自然に

網目構造ができる！

どっちがどっちかわかれば、あとは出てくるよね？

まずノボラックの方だけおぼえましょう！

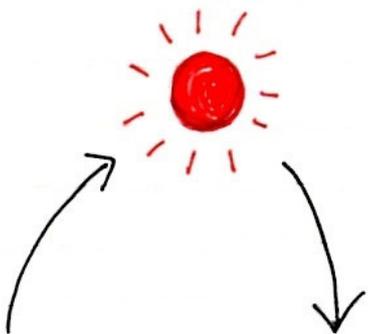
Sun は昇って降下する。

酸

ノボラック 硬化剤必要

レゾールの方は、ノボラ

ック取ってくれゾール



電気絶縁性がある。

電気のソケット・フライパンの取っ手

ベークライトさんが作った。

ライトだけに電気のソケット



# 他の付加縮合でつくる熱硬化性樹脂

アミノ樹脂



と



の

付加縮合

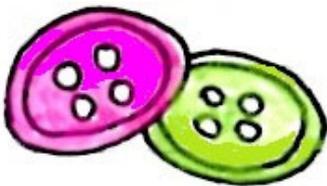
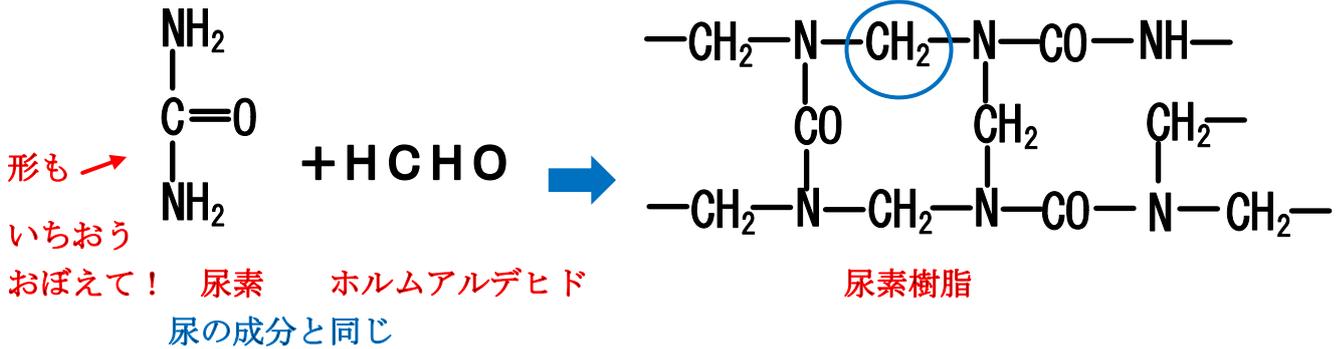
アミノ酸

ホルムアルデヒド

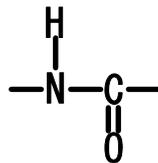
## ◎ 尿素樹脂

$CH_2$ が、Nのかけ橋となる。

アセタール化は、 $CH_2$ がOのかけ橋となったネ!



アミド結合と似てるけどちょっとちがう

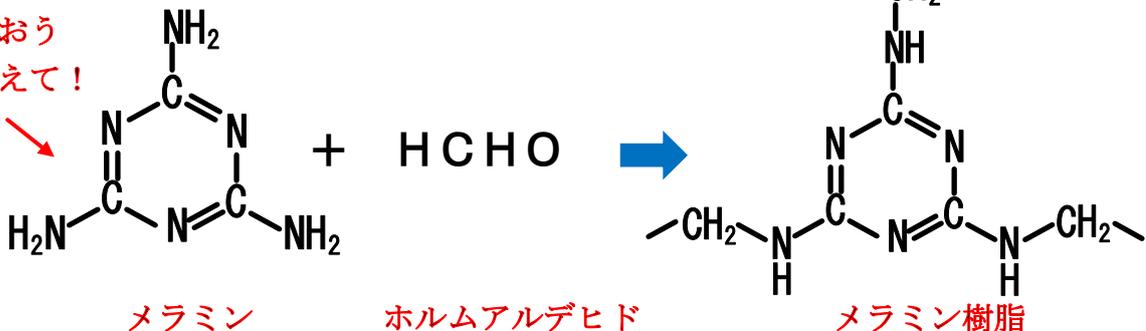


これは $-NH_2$ と $-COOH$ の縮合重合

※ 透明で何色にも染まるので、カラフルなボタンなどに使う。キレイ!  
名前はキタナイけど。尿だし。

## ◎ メラミン樹脂

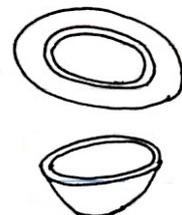
形も  
いちおう  
おぼえて!



※ 給食で使う白い食器はこれ!

硬くて丈夫だから化粧板(壁に張る板) 白のイメージ

もう、メラミン樹脂といったら、給食の食器思い出して下さい。



# アルキド樹脂

アルコール + アシッド Acid (酸)

多価アルコール

(-OHがたくさん)

と 多価カルボン酸

(-COOHがたくさん)

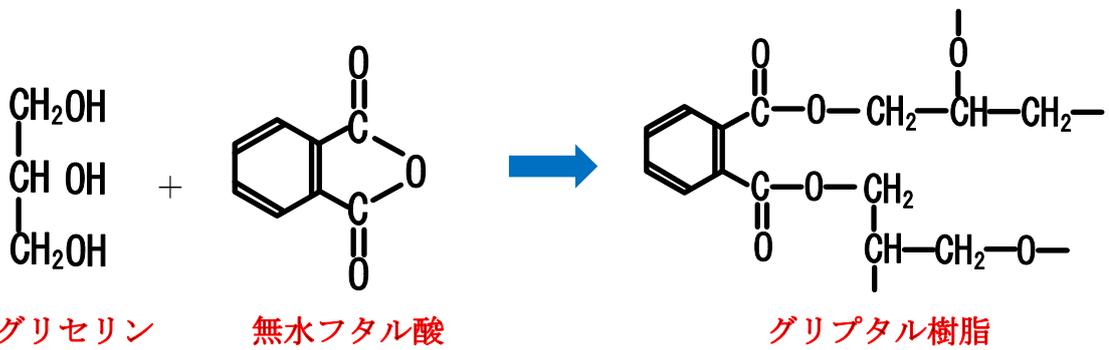
の 縮合重合

つまりエステル化

## ◎ グリプタル酸

グリセリン+フタル酸 ↑  
そのまま!

OHがニョキニョキ  
枝分かれして重合する!



グリセリンは手が3つ  
フタル酸は手が2つ  
なので、フクザツな  
形になる!

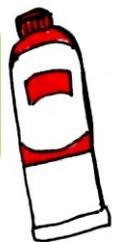
-COOHと-OHでエステル結合  
ができていますので、  
ポリエステルの一種!

同じポリエステルでも  
エチレングリコール+テレフタル酸の  
ポリエチレンテレフタレート (PET) は  
熱可塑性樹脂ですが、⇒P60  
これは架橋構造をつくるので、  
こっちは、**熱硬化性樹脂**です!

※さらに脂肪酸を加えたりグリセリン量を調節したりすると、  
いろいろな硬さに調節できる。

塗料など

油絵の具



## 特殊な機能を持った樹脂

### イオン交換樹脂

置換基を持たせ、

イオンと交換する機能を持たせる。

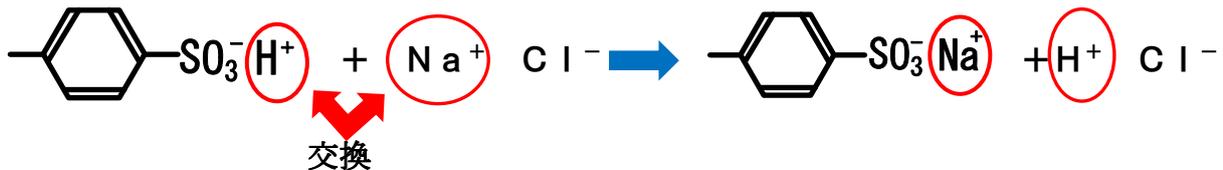
↓  
きたない水でもキレイに！

### ◎ 陽イオン交換樹脂

にあるHの1つを **スルホ基(-SO<sub>3</sub>H)**で置換。

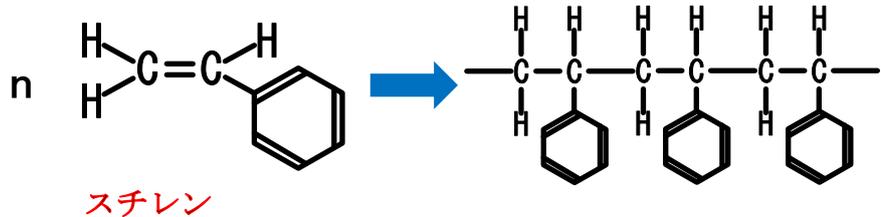
(スルホン化⇒P )

陽イオンを交換できる。

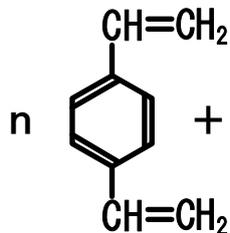


例： ポリスチレンの一部を -SO<sub>3</sub>H で置換

ふつうのポリスチレン



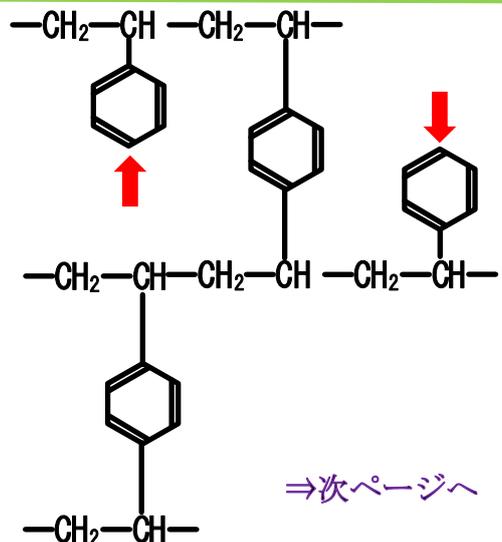
架橋構造の  
ポリスチレン

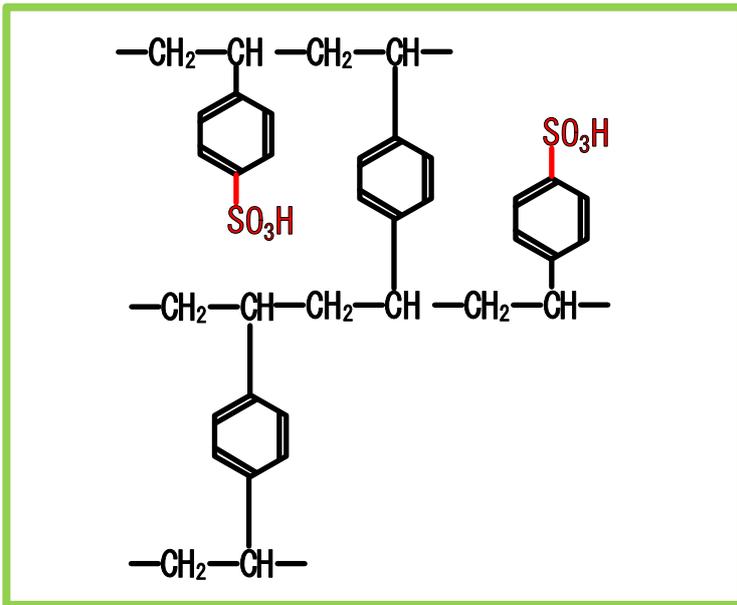


p-ジビニルベンゼン

スチレン

注： -SO<sub>3</sub>Hは  
→ にしかつかない  
(オルトの位置)

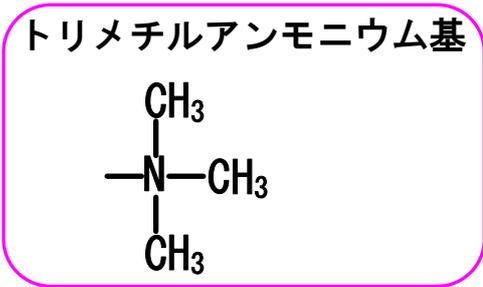




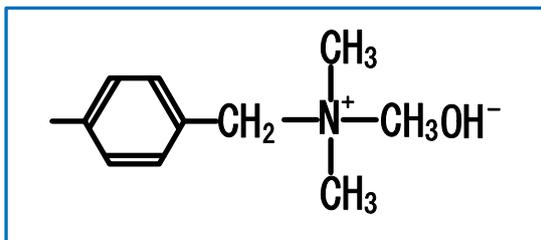
架橋構造の  
ポリスチレンから作った  
陽イオン交換樹脂

### ◎ 陰イオン交換樹脂

ポリスチレン中のHの1つを トリメチルアンモニウム基 で置換

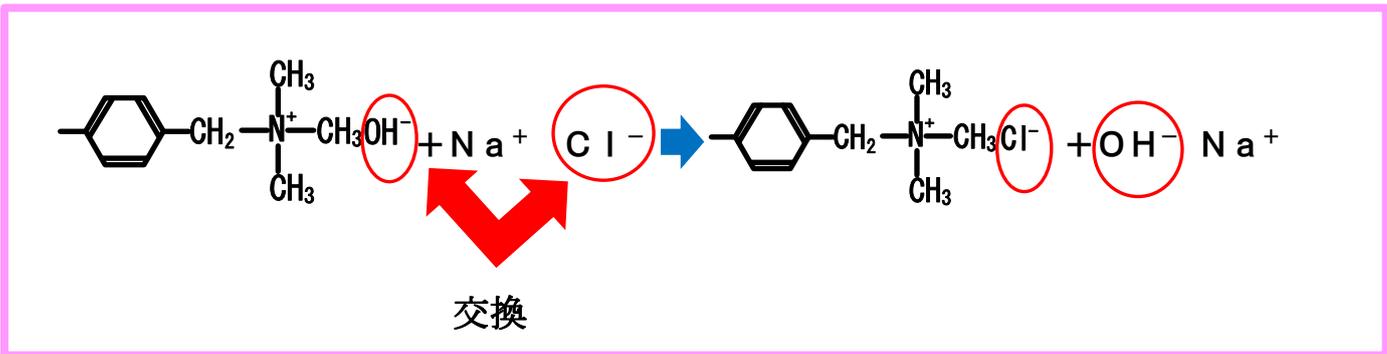


してから、強塩基でアルカリ化して



にする。

陰イオンを交換できる。

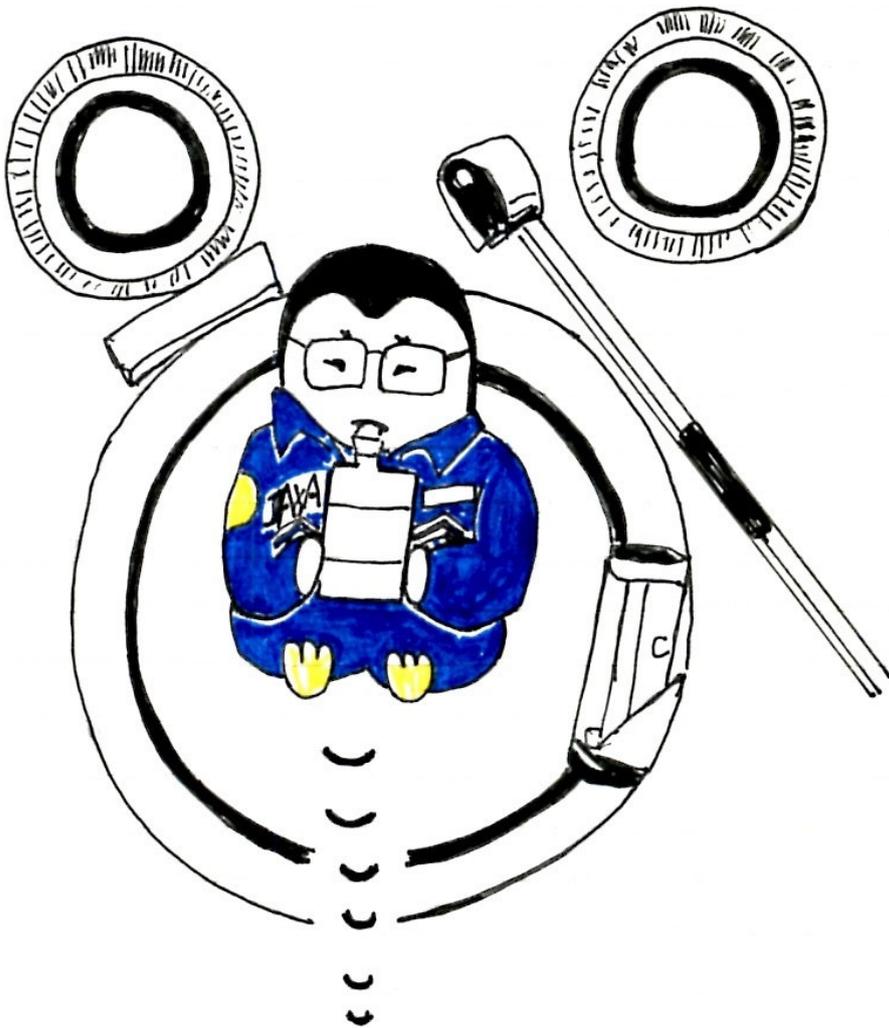


使用済みのものでも、

**強酸・強塩基を通せば再生できます！**

可逆反応である、という言い方をする時もありますが、

つまり、再生できるって事です。逆にも反応するって事。



キタナイとか  
言っちゃられないです。

### ③ ゴム

#### 天然ゴム

イソプレン を 付加重合 させる → ポリイソプレン となる。

ゴムの木からとった乳液からできる。(酸を加えて生ゴムにする)



イソプレン

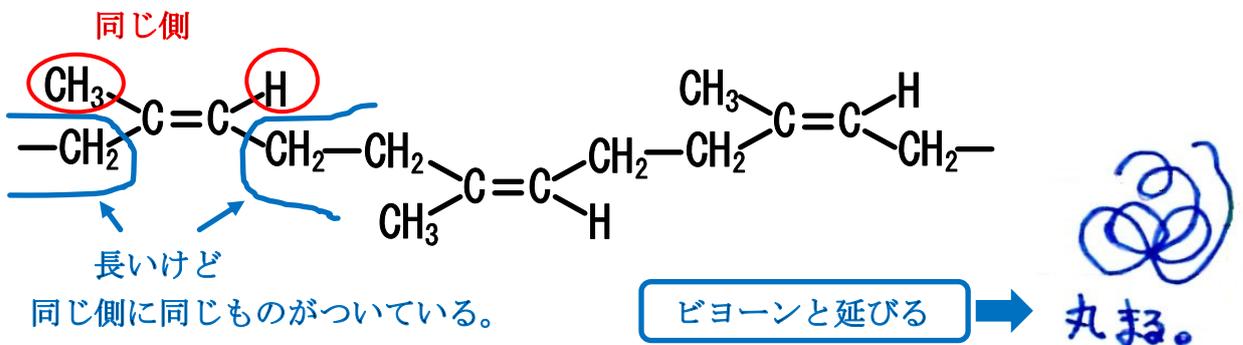
なぜこれをイソプレンと呼ぶのかなゾ。慣用名。

イソとは異性体のこと

ポリイソプレン

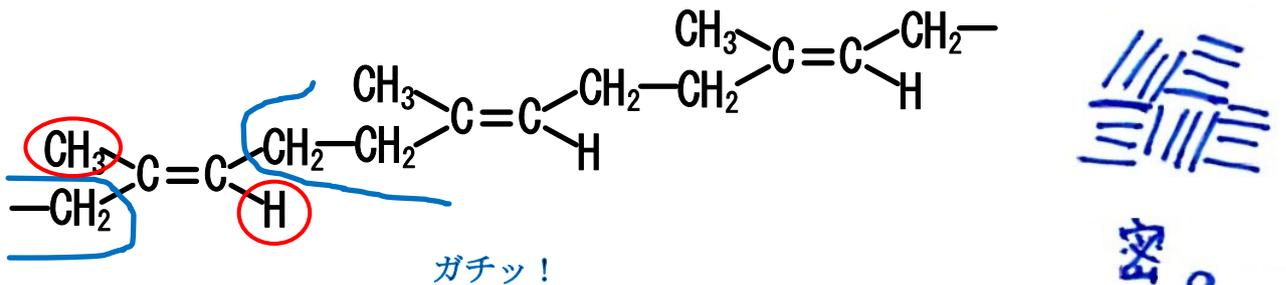
※ゴムの木からできるポリイソプレンはすべて **シス形**。

重合すると、回転できる C-C と回転できない C=C が交互に並ぶため、伸ばすと不安定 → 元にもどる力が出る。



※もしトランス形のものを作ったら？

→ 弾性のないプラスチック となる。



ゴムの木からとった樹液をラテックスといいます。

これはコロイドだから酢酸やギ酸を加えると

**凝析**が起こり、**生ゴム**ができます。

生ゴムを **乾留**（空気を絶って個体を加熱する）すると、**イソプレン**ができます。

ラテックス製のゴム手袋とか、コン〇ームとか聞きますね！





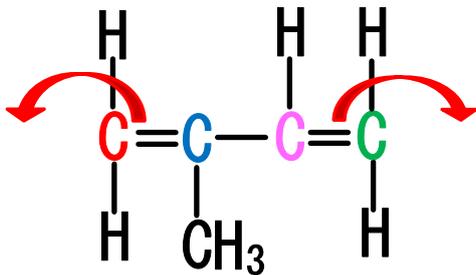
## オマケ2

どのような反応が起こっているかというと、

両側に  $C=C$  を持っているので、

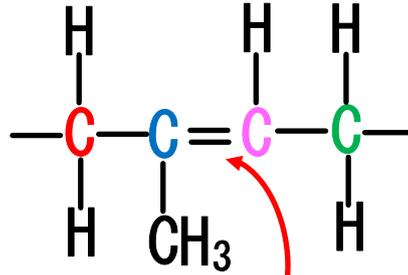
これが切れて  $C-C$  となり、

両側に開く。

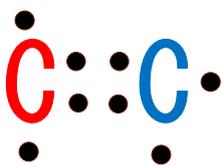


両側で

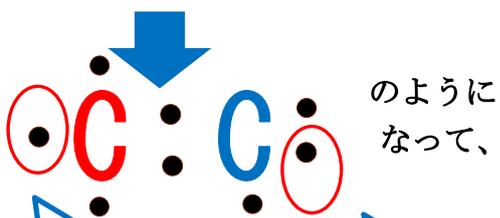
他とつながるようになる！



つまり、



となっていたのが、



のようになつて、

私は他とつながるからいいけど

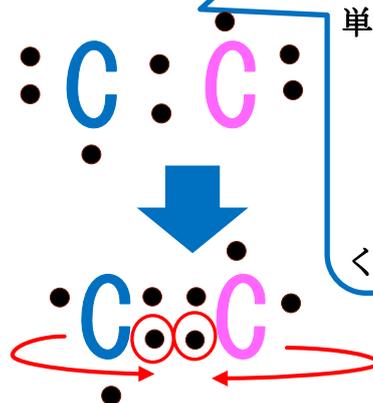
余っちゃった

余ったひとりぼっちの電子がどっかにつながりたいよー！  
と思います。

隣の  $C=C$  が切れて余ったひとりぼっち電子は仕方がないのでこっちにきて  $C=C$  をつくる。

しょーがないな、単結合

残ってるけど、こっちへくるかい？



二重結合になる

※この、間に残る  $C=C$  のおかげで、  
ゴム弾性が生まれます。

## 老化

時間がたつと次第に  $C=C$  が切れて  $C-C$  に。

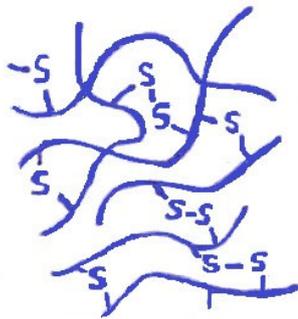
(酸素で酸化)

→弾性がなくなつてのびっぱなし。

## 加硫

- Sを数%加えて加熱すると→ところどころに架橋構造ができる。

適度な架橋でもどる力が強くなる。



弾性が強くなる。

弾性ゴム となる。

もともどる力が強くなる！  
よくはねるボール！

- Sを数10%加えて加熱すると → エボナイト となる。

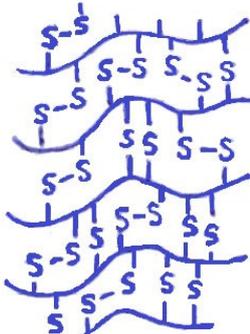
Sを入れすぎると、

黒くて硬いプラスチック。

そもそも弾性がなくなる。

楽器のマウスピース。

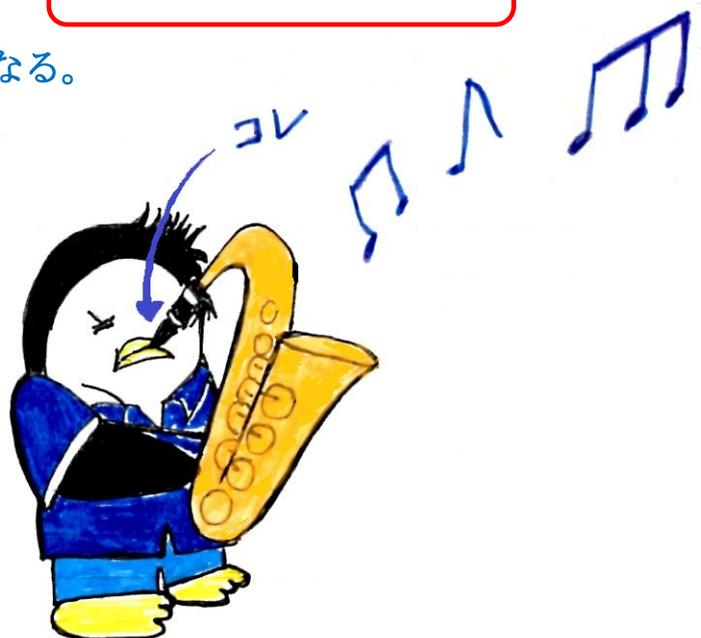
ガチガチなプラスチック状になる。



エボナイトは、

温かい音色が出るそうです。

すり減りにくいのでよい。



# 合成ゴム

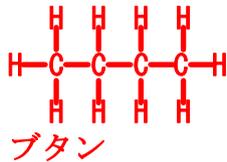
ジエン化合物 = イソプレンのように  $C=C$  を2つ持つもの (はしっこに。)

これを、天然ゴムを作るときと同じように **付加重合** させると、

合成ゴム ができる。



$X = \text{CH}_3$  のものが イソプレン。



$X = \text{H}$  なら **ブタジエンゴム** 耐寒

$X = \text{Cl}$  なら **クロロプレンゴム**

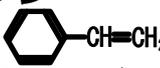
耐熱性 耐火性 → コンベアーベルト

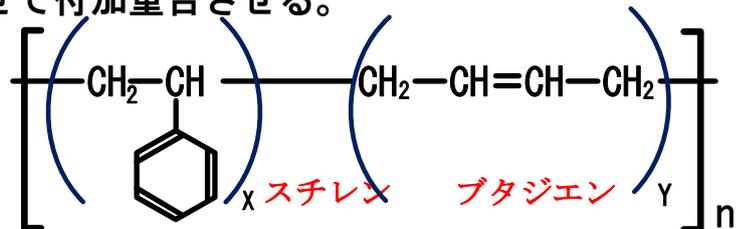
クロロ = Cl Cl は強い

共重合でつくるもの

ブタジエン + 

ブタジエンと、他のものも混ぜて付加重合させる。

◎ ブタジエン + スチレン  
  
 = スチレン・ブタジエンゴム



どれくらいくっつけるかはいろいろ変えられる。

(SBR)

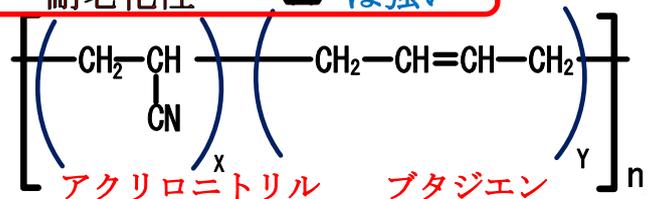


タイヤ・くつ底

耐老化性

 は強い

◎ ブタジエン + アクリロニトリル  
 $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CN}$   
 = アクリロニトリル・ブタジエンゴム



(NBR)

石油ホースなど。耐油性 ( $-\text{CN}$  は極性大なので油となじまない。)

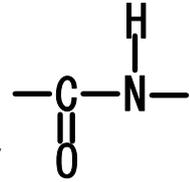


ごちゃごちゃしてきたので！ まとめページ くだいようだが  
おぼえるヒントコーナー

## 合成繊維

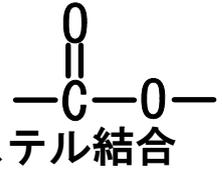
**縮合重合** でつくるもの。(脱水縮合)

**ナイロン66・アラミド繊維** = アミド結合



ポリエステル系の

**ポリエチレンテレフタレート (PET)** = エステル結合

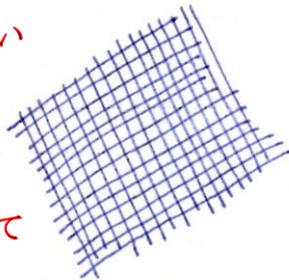


を利用しています。 有機のところでやったね！

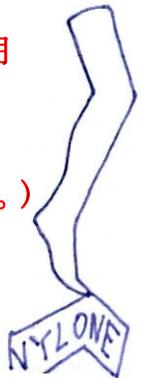
◎ナイロン66は、ストッキングへの利用で、一躍有名になりました。

Cが6コのもののどうしを重合させるからナイロン66。

名前からアミド結合が思い  
うかばないかもだけど、  
おぼえよう！  
ストッキングの目が  
網戸に似てるなんちゃって



カルザースさんの大発明  
無理をしすぎて  
うつ病になって  
しまいました(。。。)  
無理しないでね。



◎ポリエステルのポリエチレンテレフタレート (PET)

は、名前のお通り！

**エステル結合**の利用。

ペットボトルを

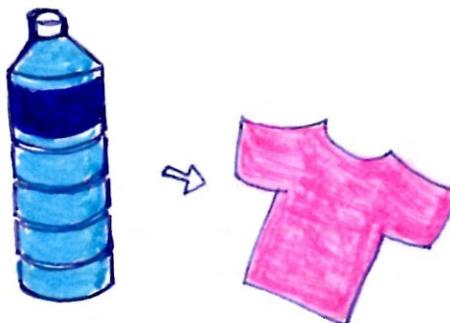
エチレングリコール+テレフタル酸

再利用して、

**PET**という名前のお通り、

熱可塑性樹脂として、

ペットボトルにもなります。



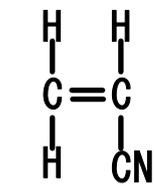
Tシャツにした

なんて話を

聞きますね！

**付加重合** でつくるもの。

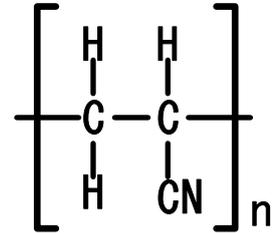
**アクリル繊維** は、



アクリロニトリル

が、両側にボタンボタン開いて  
つながったもの！

何も元素を加えたりとったり  
していない、付け加えただけ  
なので、付加重合。



※ニトリルとは  $-\text{CN}$  (シアノ基) の事で、

$\text{KCN}$  = 青酸カリ からもわかるように、有毒です！

じゃあ、なぜこのようなのを使っているかという？

**$-\text{CN}$  は、極性が強い** から！

極性が強いと、水と相性が良く、保湿性を持ちます。

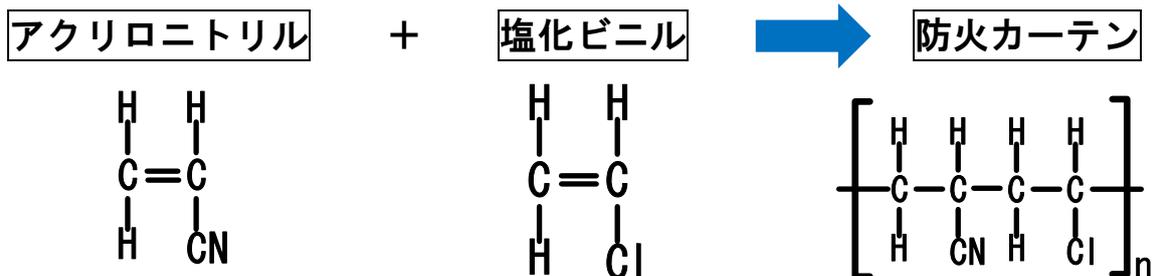
服の繊維は、汗を吸う必要があるので、保湿性は必要です。

(天然素材には、かないませんが。)

また、 **$\text{Cl}$  (塩素) が入ると、強くなる！**

という、イメージがあります。おぼえところ！

塩化ビニルは、耐火性、耐熱性、耐薬品性、耐久性などいろいろ持ちます。



なぜか？

というと、

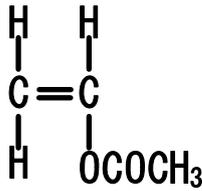
Cという元素は+にも-にもなりにくいのですが  
ハロゲンC Iのような強い電気陰性度を持つ元素とは  
わずかに分極し、+にちかづくのです！

そこで引き合うので、C-C結合よりC-C I結合の方が強くなります！  
Fはもっと電気陰性度が高いので、  
C-F結合は、もっと強くなります。

フッ素加工とか言いますね！



**ビニロン** は、とりあえず

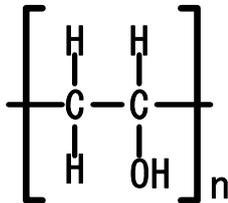


酢酸ビニル

の **付加重合** で つくりますが、

いろいろ変わってます。

- ・ 国産初。
- ・ ポリビニルアルコールに変えてから **アセタール化** させる。



1 部の OH が吸湿性を持ち、

水素結合するので**丈夫**。

水吸って丈夫な方が良さそうなもの → 防災ロープ、魚網、テント

服の素材とか、気にした事ないですか？

ペンこママは、

化繊アレルギーだから、気にします！

いいなと思った服も、

**ポリエステル**や**アクリル**が混じっていると、

ああ〜とってしまいます。

(レーヨンは天然由来だから大丈夫です。)

また、

編み物したいな〜と思っても、

羊毛の毛糸はめっちゃ高い！

**アクリル**の毛糸なら、まあまあ、

羊毛よりは安い。

・・・など、

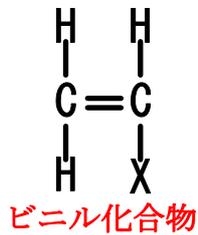
生活とからめて覚えると、

覚えやすいですよ。



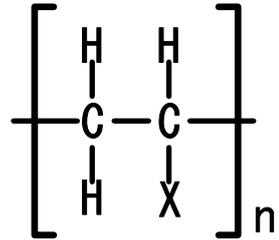
# プラスチック

## 熱可塑性樹脂



両側に開いて

こんなのが くっついていく



付加重合 できるもの。(アクリル繊維と同種。)

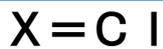
Xの種類によっていろいろなものができる。



ポリエチレン いわずと知れた透明袋。



ポリスチレン 発泡させると発泡スチロールに。



ポリ塩化ビニル 「塩ビ」と呼ばれる。

Clが入って居るので強い！

耐薬品性、耐久性など⇒水道用パイプ

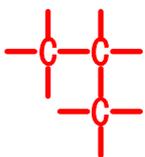


ポリ酢酸ビニル 融点が低い⇒塗料・ボンド

お酢だから、フニャーとやわらかいテキにおぼえて！



ポリプロピレン



プロパンが  
曲がって  
つながった形

熱に強いし、軽くて硬いし、  
いろいろ使えます！  
タッパー、注射器、フロおけ  
熱可塑性の中では比較的熱に強い。  
電子レンジもOK。

変則



で、Hの1つを  
CH<sub>3</sub>にする

メタクリル酸

メチル

透明度が高い

光ファイバー

コンタクトレンズ

合成繊維 の 所でてきた、**縮合重合** で作る

**ナイロン66** や **ポリエチレンテレフタレート(PET)** も、

**熱可塑性樹脂** として 使います！ イガイと忘れがち

教科書にないケド・・・

### 豆知識

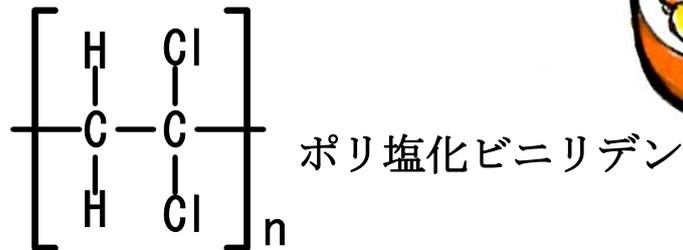
サラ○ラップ とか ク○ラップ とかは、

景品でもらったやつとかに比べると、

やっぱりパリッとしてるなーと

思いませんか？

それは、



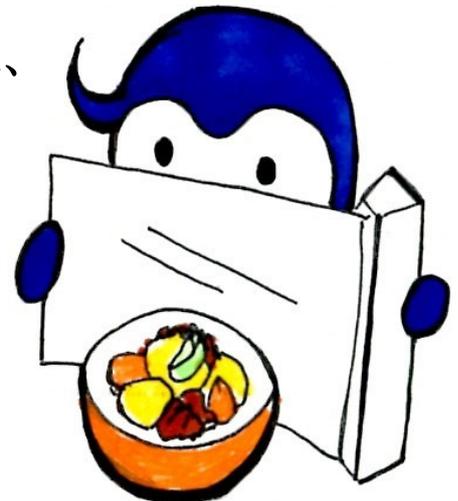
だからです！

**Cl** を入れると強くなる でしたよね！

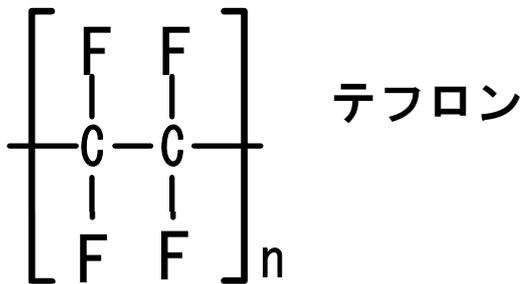
一時、「燃やすとダイオキシンが出る！」と騒がれましたが、

今は焼却技術が進んでダイジョーブらしいです。

環境の事も考えよーね。自分で燃やしちやダメよ！



旭化成さん  
ノーベル賞  
おめでとう



これがフライパンに塗ってあると、コゲませんね！

デュポンさんの製品です！

フランスぽい名前だけど、フランス系アメリカ人さんが  
創業者だそうです。

C-F の結合力が、C-C よりも強いからです！

こういうのを **フッ素樹脂** といいます。

重宝してるよー



# 熱硬化性樹脂

ホルムアルデヒド との **付加縮合** でつくるもの  
**HCHO**

付加と縮合をくりかえす

3種

## ・フェノール樹脂（ベークライト）

まず、HCHOが フェノールに **付加** して

他のフェノールと **脱水縮合** する

またHCHOが **付加**

くりかえす

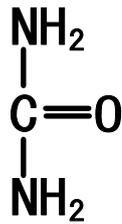
電気絶縁性

ソケット

フライパンの取っ手

## アミノ樹脂（ $-NH_2$ = アミノ基をもつもの）

### ・尿素樹脂



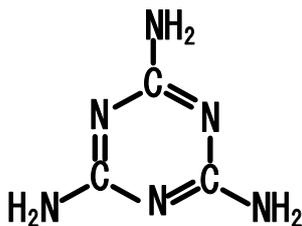
尿素 = 尿の成分

名前に似合わず

きれいな色に染まる

カラフルなボタン

### ・メラミン樹脂



メラミン

メラミンというと白！

を思いうかべよう。

給食用食器

化粧板（壁の板）

**縮合重合** でつくるもの

**エステル結合** を利用する。

**アルキド樹脂** = アルコール + 酸 (acid アシッド)

名前のとおり、

**多価アルコール**  
(-OHがたくさん)

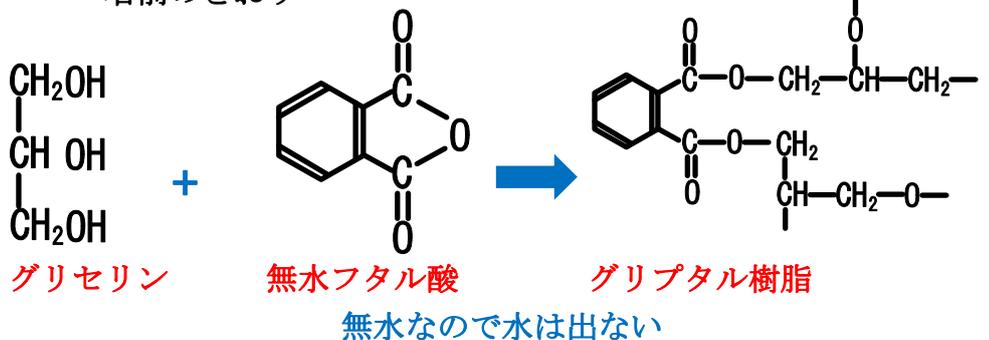
と **多価カルボン酸**  
(-COOHがたくさん)

の **縮合重合**  
つまり**エステル化**

・ **グリプタル樹脂** = グリセリン + フタル酸

名前のとおり

グリセリンは  
3つ手がのびて  
フタル酸は  
2つなので、  
手が1つあまって、  
フクザツな形に。



※硬さが調節できるので、塗料・油えのぐ に使う。

ポリエチレンテレフタレート (PET) ⇒ P は、同じ**ポリエステル系**

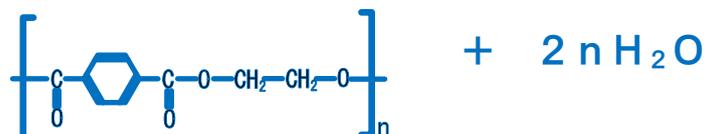
なのに、なぜ**熱可塑性樹脂**で、グリプタル樹脂は、

**熱硬化性樹脂**なのかな？

それは、**あまった手**がクセモノで、**架橋構造**をつくるからです！



1・2-エタンジオール (エチレングリコール)



ポリエチレンテレフタレート (PET)

PETは手があまらない

## 合成ゴム

・**ブタジエンゴム** といえば、まず**タイヤ**をイメージしますネ！

(車持ってないとピンとこないかな?)

・**クロロプレンゴム** クロロ=C I なので、

C Iを加えたゴムです。

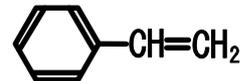
**C Iがあると強くなる** でした ヨネ！

**耐熱性、耐火性があるので コンベアーベルト**に使用します。

さらに進化したもの

**共重合** = 他のものも混ぜて **付加重合**

・**スチレン・ブタジエンゴム (SBR)** = ブタジエン + スチレン



**耐老化性にすぐれる**



**は強い**

タイヤ・くつ底

・**アクリロニトリル・ブタジエンゴム (NBR)** = ブタジエン +

アクリロニトリル

**耐油性にすぐれる**



石油ホース

(-CNは極性大なので、水とはなじむが、油となじまない。)

# これからのプラスチック

**導電性高分子** ナント、電気が通るプラスチック！

いろいろ使えそう。

ポリアセチレンに**ハロゲン** を注入する

**半透膜**

**透析**・ **海水の淡水化**

**感光性高分子** 光を当てると硬化する→**凸版印刷**

**プリント配線**

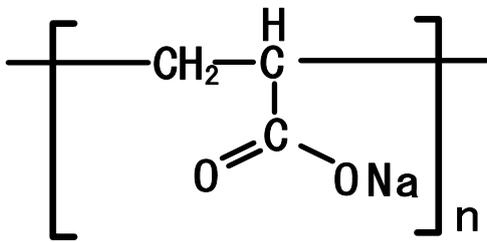
**光透過性高分子**

**めがねのレンズ** **光ファイバー** ⇒ P 62

ポリメタクリル酸メチルも、その1つ。

**高吸水性高分子**

**紙おむつ** **土壌保水剤**



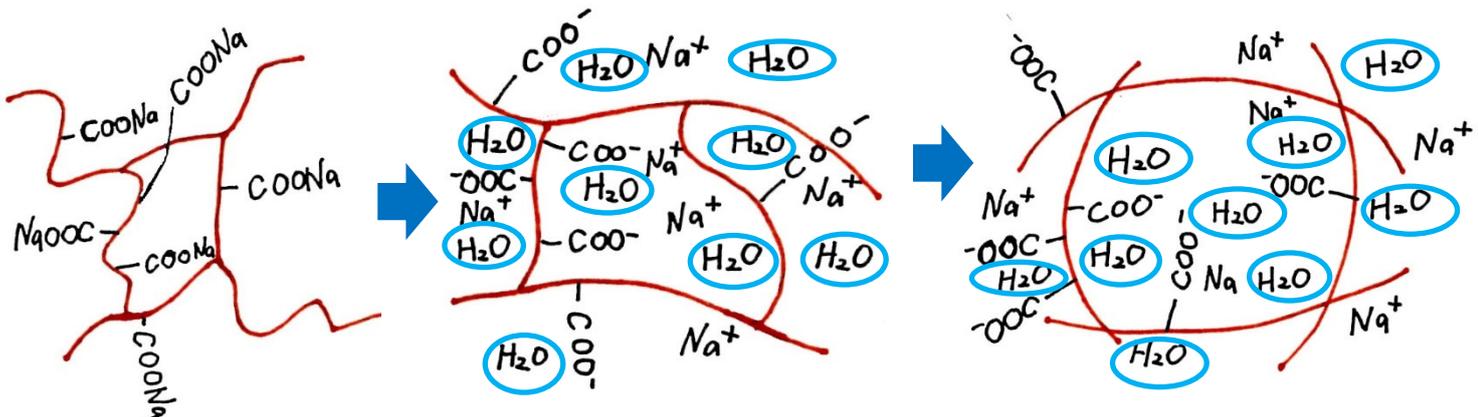
水を吸い込んで保つ！砂漠も緑に！



ポリアクリル酸ナトリウム

-COO<sup>-</sup>とNa<sup>+</sup>になって水をすごく吸収しますが、

-COO<sup>-</sup>と-COO<sup>-</sup>どうしが反発し合っふくらみます。

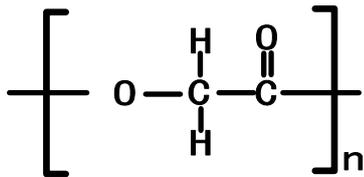




砂漠化STOP

### 生分解性高分子

生体内の酵素や微生物で分解される。

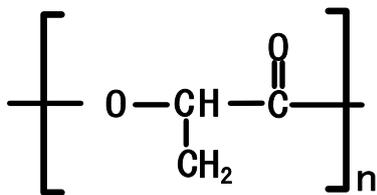


ポリグリコール酸

抜糸の必要がない手術糸

ゴミが残らないプラスチック

グリコール酸  $\text{HO}-\underset{\text{H}}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{COOH}$  は、 $-\text{OH}$ も $-\text{COOH}$ も持つので、  
 どんどんエステル結合して縮合重合します。



ポリ乳酸

乳酸  $\text{HO}-\underset{\text{CH}_2}{\overset{\text{H}}{\text{C}}}-\text{COOH}$  も、同じように縮合重合します。

体に入っても大丈夫なので、分解するので便利です

やっぱりごちゃごちゃしてきたので(° 0° ;)

繊維と樹脂をざっくりと分類しました。

## 繊維

### 縮合重合

2つの基をくっつけて脱水させる

#### アミド結合

ナイロン66 (ナイロン6は開環重合)

アラミド繊維



#### エステル結合

ポリエチレンテレフタレート (PET)



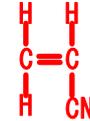
### 付加重合

2重結合を広げてつなげていく

#### アクリル繊維

アクリロニトリルを使う

炭化させるとカーボンファイバー



#### ビニロン

酢酸ビニルのポリを

アセタール化させる

-CNも-OHも水と仲良し。  
保湿性

-OHと-OHをホルムアルデヒド (HCHO) で脱水

## 樹脂

### 熱可塑性樹脂

#### 付加重合

ビニル基を持つものいろいろ

2重結合を広げてつなげていく

(その他 縮合重合による ナイロン66 と PETも。)

### 熱硬化性樹脂

#### 付加縮合

ホルムアルデヒド (HCHO) をくっつけて縮合させる

フェノール樹脂

アミノ樹脂

アミノ基 (-NH<sub>2</sub>) とくっつける

尿素樹脂

メラミン樹脂

#### 縮合重合

アルキド樹脂

グリプタル樹脂

エステル結合でも、網目構造

アルコール+酸    グリセリン+フタル酸 (acid)

ちょっとムリヤリですが、合成繊維と合成樹脂のおぼえかたも考えましたっ！

## 合成繊維

**集合**—！といわれても **戦意**は**ナイ** **ナイ**！と**感情的**に

**縮合重合** **繊維** **ナイロン66** **ナイロン6**→**環状構造**を使った**開環重合**

なって **雨戸**を閉めたが、

**アミド結合** **アラミド繊維**

みんなを**見してる**のか！と**ペットボトル**でぶたれた。

**エステル結合** **ポリエチレンテレフタレート (PET)**

**不快**になった**アムロ**は**モビル**スーツに**アセット**乗った。

**付加重合** **アクリロニトリル**を使った**アクリル繊維** **アセタール化した****ビニロン**



# 合成樹脂

過疎化が進んだエリアから怪電波を受信したので

熱可塑性樹脂

樹脂

不快で銃をかまえて、ビールでも飲んで～な～と思った。

付加重合

ビニル基をもつもの

降下しようか迷っていると、不可思議なテノールが聞こえ、

熱硬化性樹脂

付加縮合

フェノール樹脂

尿意をもよおしてムラムラとし、

尿素樹脂

メラミン樹脂

グリップにぎって集合住宅に降りた。

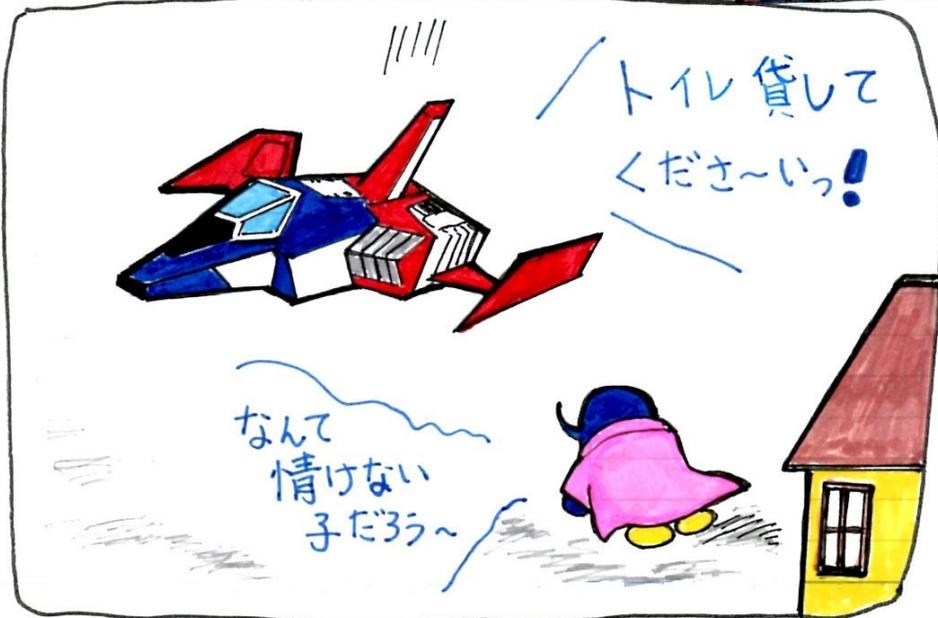
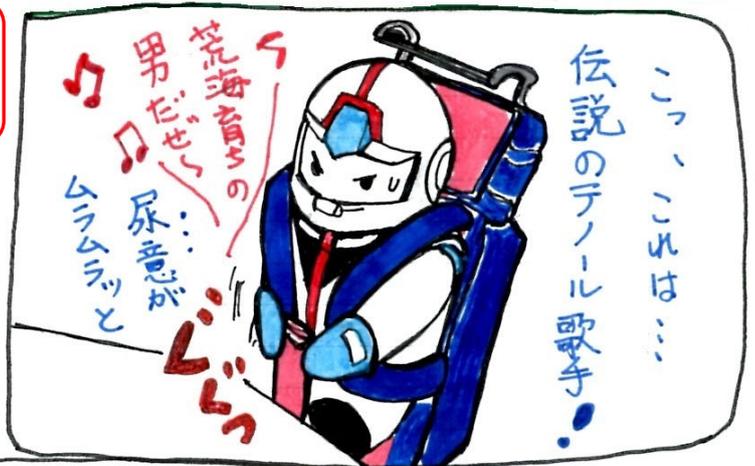
グリプタル樹脂→縮合重合

尿素樹脂、メラミン樹脂  
=アミノ樹脂の一種

アミノ基  
-NH<sub>2</sub>を  
もつ

グリプタル樹脂=アルキド樹脂  
の一種

までは アルコール+酸 acid  
盛りこめません  
でした!



# 合成高分子のまとめ

表にもまとめてみました！ 用途はよく出るのでおぼえよう。

## 合成繊維

	特徴	用途
<p><b>縮合重合</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>アミド結合</li> <li>ナイロン66</li> <li>アラミド繊維</li> <li>エステル結合</li> <li>ポリエチレンテレフタレート (PET)</li> </ul> <p>ナイロン6は開環重合</p>	<p>水素結合するので強い 水素結合も  もある</p> <p> があるから強い</p>	<p>ストッキング・つり糸 防弾チョッキ・消防服</p> <p>ペットボトル 服のポリエステル</p>
<p><b>付加重合</b></p> <p><b>アクリル繊維</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>アクリロニトリルのポリ</li> <li>アクリロニトリル + 塩化ビニル</li> </ul> <p>炭化させる 炭素繊維 (カーボンファイバー)</p> <p><b>酢酸ビニルのポリ</b> ビニロン 日本人発明</p>	<p>毛糸とにている</p> <p>燃えにくい</p> <p>軽くて強い</p> <p>アセタール化しているので丈夫 <b>よくでる</b> 保湿性もある。</p>	<p>毛糸</p> <p>-CNは極性がある。 羊毛には劣るが、保湿性あり</p> <p>防火カーテン CIは強い！</p> <p>つりざお・テニスラケット 航空機の翼</p> <p>防災ロープ・漁網・テント</p>

# 合成樹脂

	特徴	用途
<p><b>熱可塑性樹脂</b></p> <p>ビニル化合物  <math>\begin{array}{c} \text{H} &amp; \text{H} \\   &amp;   \\ \text{C} &amp; - &amp; \text{C} \\   &amp;   \\ \text{H} &amp; \text{X} \end{array}</math>            の付加重合</p> <p>ポリエチレン X=H</p> <p>ポリスチレン X=</p> <p>ポリ塩化ビニル X=C I (PVC 塩ビ)</p> <p>ポリプロピレン X=CH<sub>3</sub></p> <p>ポリ酢酸ビニル(PVA<sub>o</sub>) X=OCOCH<sub>3</sub></p> <p>変則</p> <p>ポリメタクリル酸メチル (PMMA)</p> <p>※ナイロン66            ポリエチレンテレフタ            ラート(PET)も。</p>	<p>発泡すると発泡スチロ            ール</p> <p>薬品に強い</p> <p>熱に強い・軽くて硬い</p> <p>融点が低い</p> <p>透明度が高い</p>	<p>透明な袋</p> <p>断熱材・カップラーメン容器</p> <p>水道用パイプ <b>CIは強い!</b></p> <p>フロおけ・タッパー・注射器  <b>プロピレン!</b>            塗料・ボンド</p> <p>光ファイバー            コンタクトレンズ  <span style="border: 1px solid blue; border-radius: 50%; padding: 2px;">よくでる</span></p>
<p><b>熱硬化性樹脂</b></p> <p>ホルムアルデヒド(HC            HO)との付加縮合</p> <p>フェノール樹脂</p> <p>アミノ樹脂</p> <p>尿素樹脂</p> <p>メラミン            樹脂</p> <p>多価-COOHと多価-OHの縮合重合</p> <p>アルキド樹脂</p> <p>グリプタル樹脂            グリセリン+フタル酸</p>	<p>電気絶縁性がある</p> <p>透明でキレイな色</p> <p>硬くて丈夫・白い</p> <p>硬さが調節できる</p>	<p>電気のソケット・フライパン            の取手</p> <p>ボタンなどカラフルなもの  <b>尿だけどキレイ!</b></p> <p>給食の食器 化粧板  <b>メラミンといえぼこれ!</b></p> <p>塗料</p>

# ゴム

	特徴	用途
<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">天然ゴム</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">イソプレンの 付加重合</div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">イソプレンゴム</div> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Sを数10%加えて加硫</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">エボナイト</p>	<p style="text-align: center;">黒くて硬い</p>	<p style="text-align: center;">輪ゴム</p> <p style="text-align: center;">楽器のマウスピース</p>
<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">合成ゴム</div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>ジエン化合物</p> <math display="block">\begin{array}{c} \text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2 \\   \\ \text{X} \end{array}</math> <p>の 付加重合</p> </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">           ブタジエンゴム X=H         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">           クロロプレン」ゴム X=Cl         </div> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">さらに進化！</p> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-bottom: 5px; text-align: center;">           ブタジエンとの 共重合         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">           スチレン・ブタジエンゴム         </div> <div style="border: 1px solid green; padding: 5px; text-align: center;">           アクリロニトリル・ブタジエンゴム         </div>	<p style="text-align: center;">耐寒性・耐摩擦性</p> <p style="text-align: center;">耐熱性・耐火性</p> <p style="text-align: center;">耐老化性・耐摩耗性</p> <p style="text-align: center;">耐油性</p>	<p style="text-align: center;">タイヤ</p> <p style="text-align: center;">コンベアーベルト</p> <p style="text-align: center; color: red;">Clは強い！</p> <p style="text-align: center;">タイヤ・くつ底</p> <p style="text-align: center;">石油ホース</p> <p style="text-align: center; color: red;">-CNは極性があるので油とはなじまない。</p>

## 教科書にないケド

「味の素」といえば、匂くんの隣でチャーハン食べたいわあ、  
櫻井くんにギョーザ作ってもらいたいわあ、などと思っている  
そこのアナタっ！（あたしだよっ！）

「味の素」が、高度な高分子技術を持っているのを知っていますか？

「エッ、なんでえ？関係ないじゃん！」と、思うでしょ？

ナイロンが、アミド結合でできているのを思い出して下さい。

タンパク質も、アミノ酸がつながったアミド結合でできてます。

そして、社名にもなった

取り出した、グルタミン酸

できたものなのです。ホラ、

世の中、何が役に立つかわかりませんね！



は、さとうきびから

というアミノ酸から

関係あるでしょ！



# オマケ

## 触媒の種類

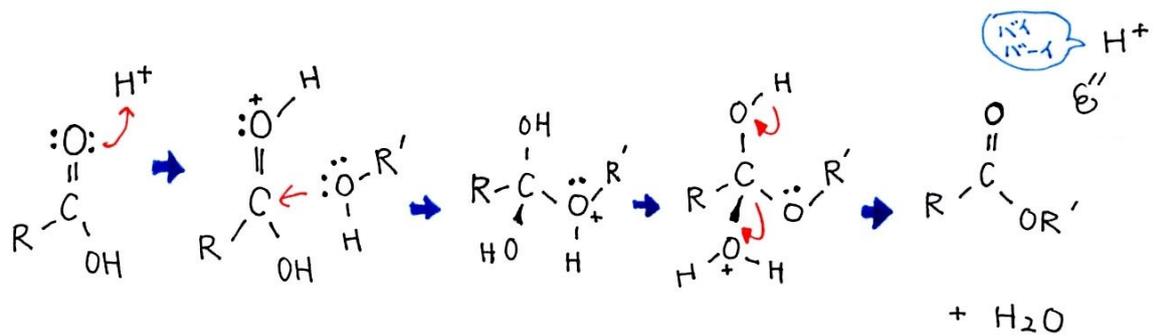
### 酸触媒

酸触媒のしくみを  
ものすごく  
ざっくりいうと！

Hちゃんも  
いろいろあって、  
すっかり  
アバズレ...いや、  
アカアケました。

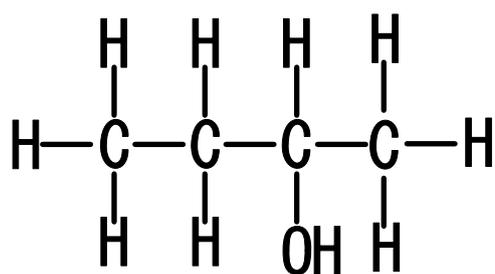
小悪魔テキなH<sup>+</sup>ちゃんが  
分子の中の誰か（OくんかCくん）に  
ちょっかいを出し、人間関係（原子関係？）を  
かき乱して混乱させ、自分はちゃっかり  
元に戻って、そ知らぬ顔で行ってしまいます。

エステル結合は、こんなカンジでできます。 くわしくは大学で!

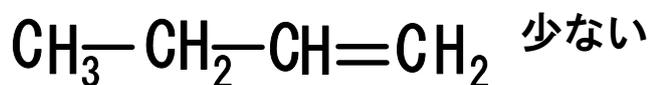


## ザイツェフの法則

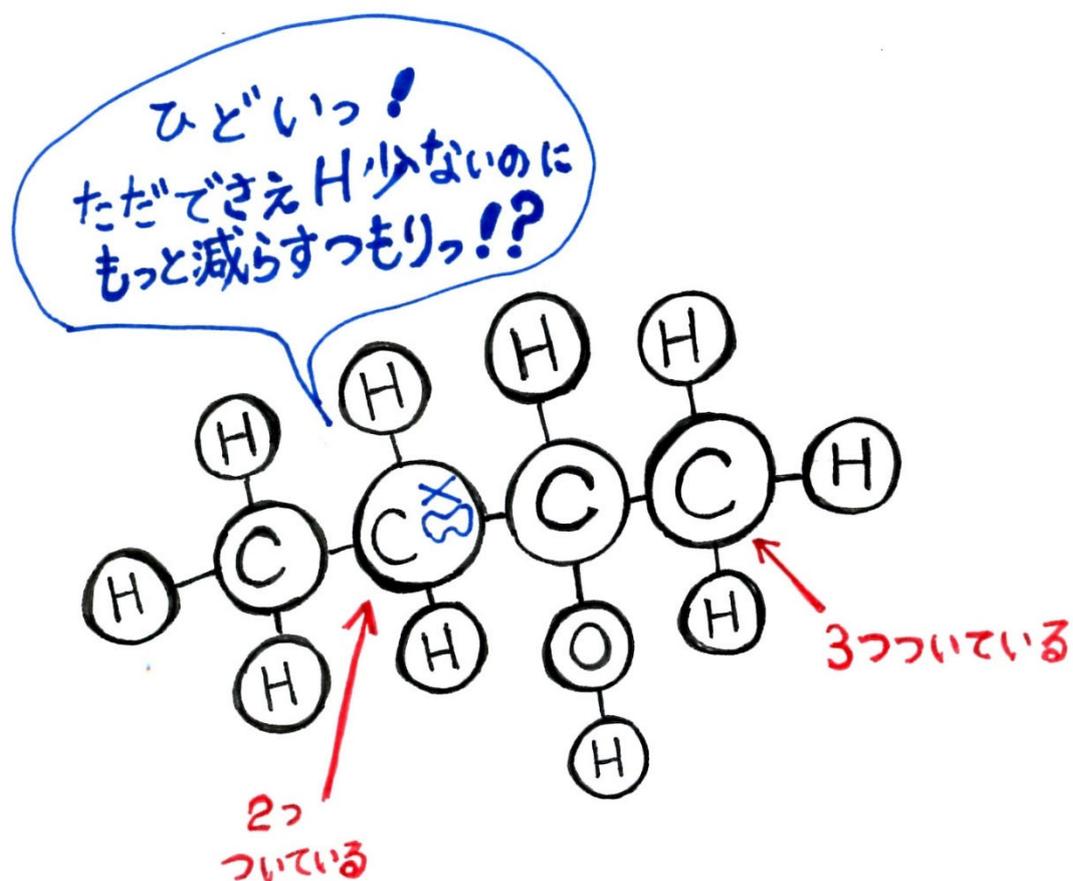
アルコールの脱水反応では、くっついているHが少ない方のCからHがとれる方が多くできる。



2-ブテン



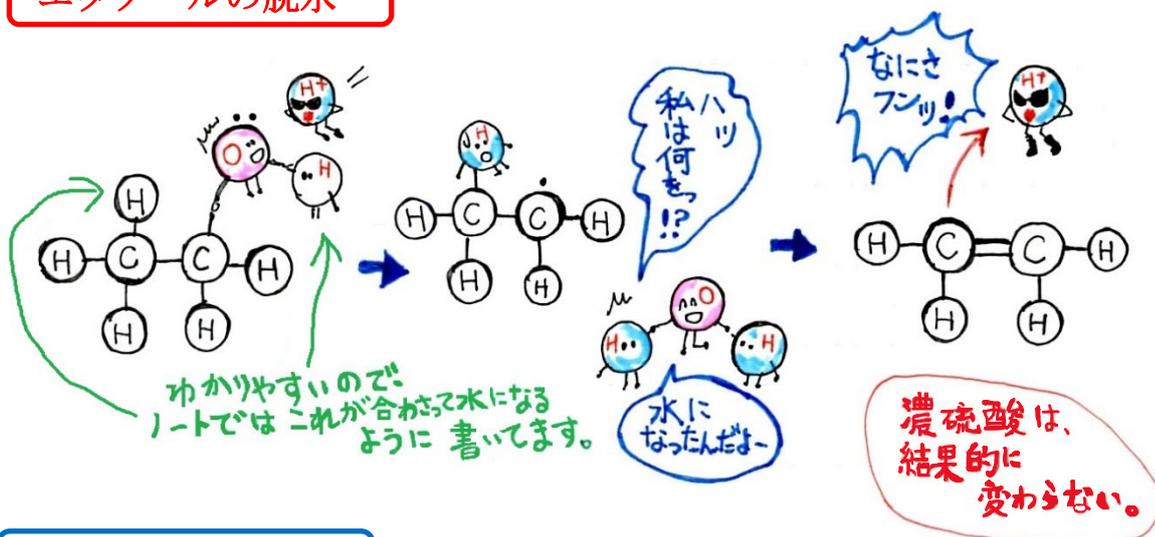
1-ブテン



アバズレH<sup>+</sup>ちゃんが純情Hちゃんに戻って、

他のHちゃんがアバズレH<sup>+</sup>ちゃんになるパターンもあります。

### エタノールの脱水



### 脱水反応の定番!

濃硫酸 は、酸触媒の一種です。



水ほしがり屋さんなので、副産物で水ができると、喜んで受けとります。

できた水で薄まるので、変化してるといえはいえませんが、物質的には

変化してません。不揮発性なので、相手の揮発性を利用する反応

や、脱水反応では、基本は加熱が必要です。

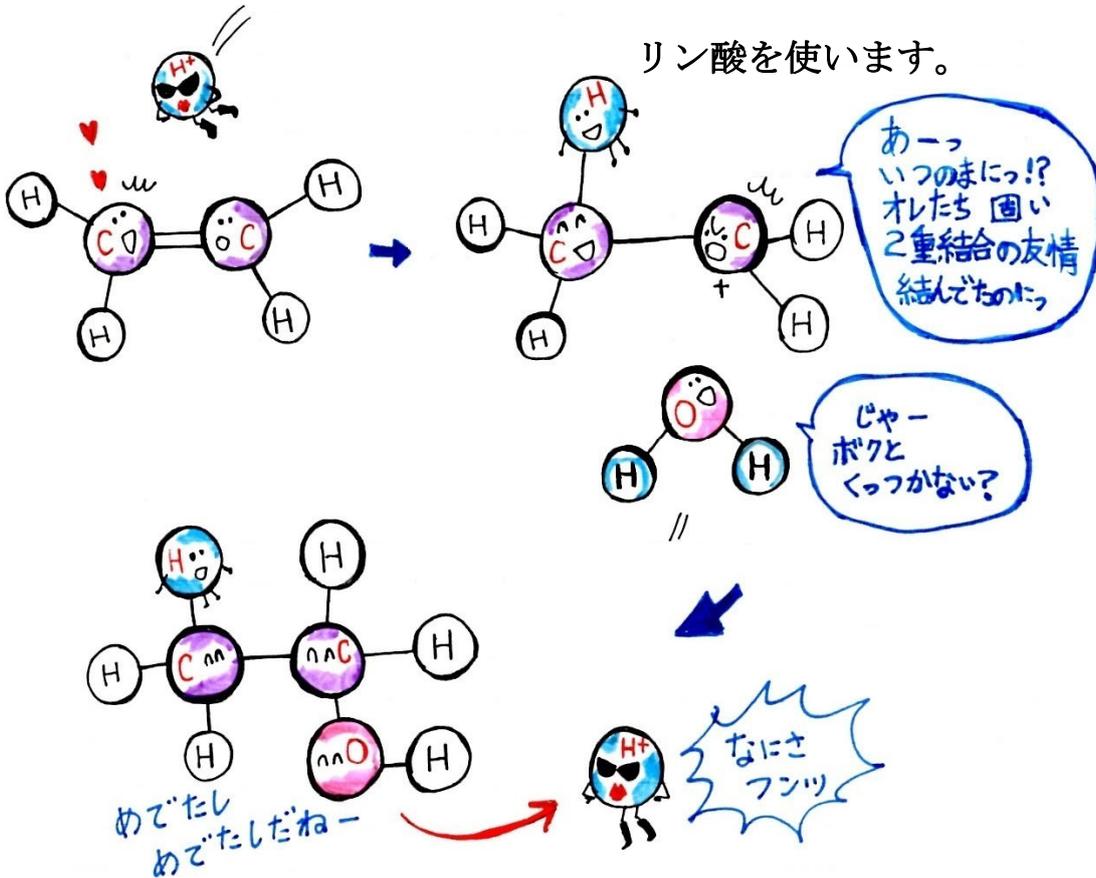
**エチレン→エタノールの製造**

水をくっつけるので、

(前ページの逆)

濃硫酸ではなく

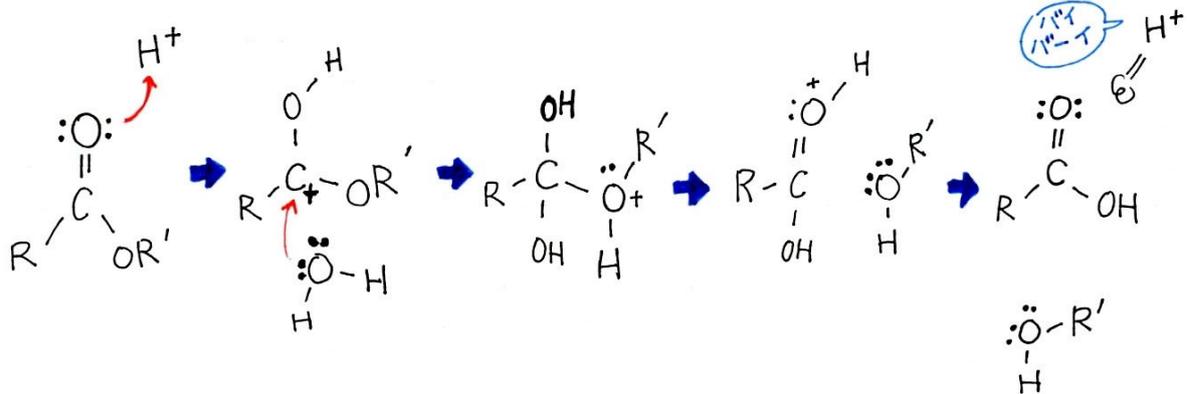
リン酸を使います。



**エステルの加水分解**

エステル化の逆です。

水をくっつけるので、**希**塩酸や**希**硫酸を使います。



※NaOHなど強塩基を加える「けん化」も、加水分解の一種。

でも、NaOHは触媒ではありません。

## 固体触媒

(不均一触媒) 均一に混じらず、

表面上で反応させる。

物質のかたっぽを表面に吸着させておいて、

他の物質とくっつきやすくします。(反応中間体をつくらせる。)

金属や、金属の化合物が多いです。

水素化触媒も、この一種です。(Pt や Ni)



## 触媒まとめ

触媒は、均一触媒と不均一触媒があります。

## 不均一触媒

(固体触媒)

- ・ 反応物を表面に吸着させて反応しやすくさせる。
- ・ 表面だけが不均一に働いている。
- ・ 固体なので固体触媒ともいう。
- ・ 酸化金属や金属が多い。

## 酸化マンガン

◎過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  から  $\text{O}_2$  をつくる



◎塩素酸カリウム  $\text{KClO}_3$  から  $\text{O}_2$  をつくる



## 酸化鉄

◎ハーバー・ボッシュ法 アンモニア  $\text{NH}_3$  の工業的製法



$\text{Fe}_3\text{O}_4$  テツも参加⇒第2編

## 酸化バナジウム

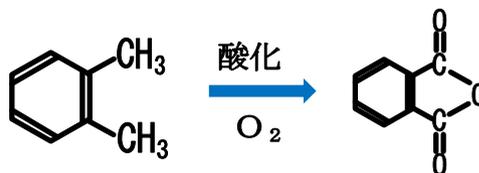
◎接触法 硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_4$  の工業的製造



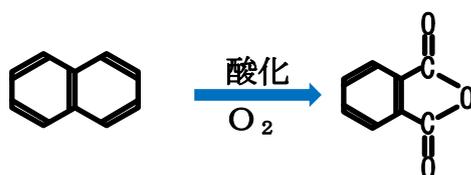
$\text{V}_2\text{O}_5$  鼻血ブルー (バナジウム) ⇒第2編

◎無水フタル酸の工業的製法 わけわからなくて鼻血ブルー (バナジウム)

その1 o-キシレンの酸化



その2 ナフタレンの酸化



白金

水素化触媒

Pt

表面にHをくっつけて反応しやすくさせる

◎オストワルト法 硝酸 HNO<sub>3</sub> の工業的製法

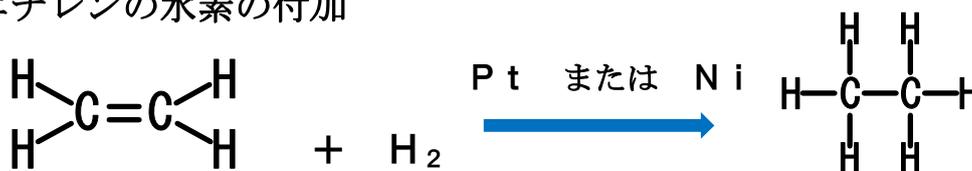


Pt 白金のネックレス ⇒第2編

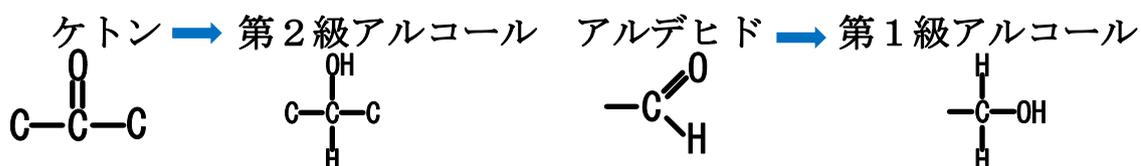
◎ベンゼンにHを付加させる



◎エチレンの水素の付加



◎還元反応 (酸化の反対)



ニッケル

水素化触媒

Ni

◎アニリンの工業的製法

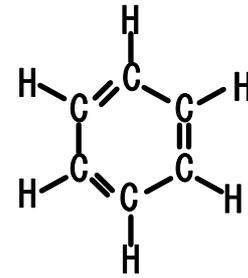


鉄

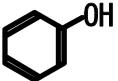
Fe

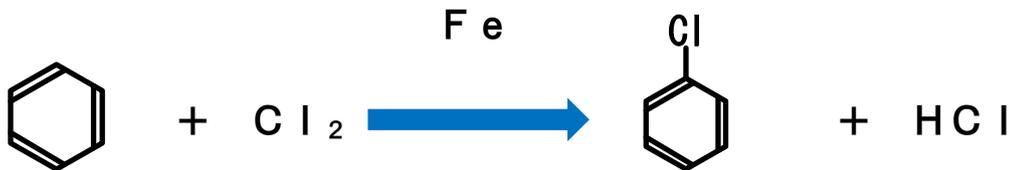
◎アセチレンの重合 → ベンゼン

赤熱した Fe



◎ベンゼン  の置換反応

ベンゼンは フェノール  と比べて  
置換反応が起きにくいので 触媒必要。



塩化パラジウム

PdCl<sub>2</sub>

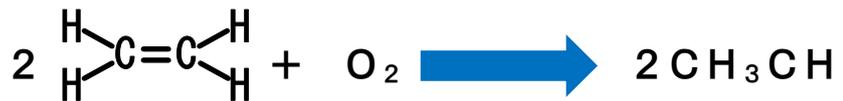
+

塩化銅

CuCl<sub>2</sub>

◎ アセトアルデヒドの工業的製法⇒第3編P86

エチレンからいきなり酸化させる。



おぼえかた (大阪のノリで)

オリックスが優勝してビールかけしているところ

酒をとばすでー! (大阪弁で)

エチレンからエタノールとぼしていきなりアセトアルデヒドをつくる

ええんか、パラダイスや! ええど〜、ええど〜。

塩化パラジウム 塩化銅 を触媒とする

## 均一触媒

### 酸触媒

リン酸



◎ エタノールの工業的製法

水をくっつける



エチレン

( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )

エタノール

濃硫酸



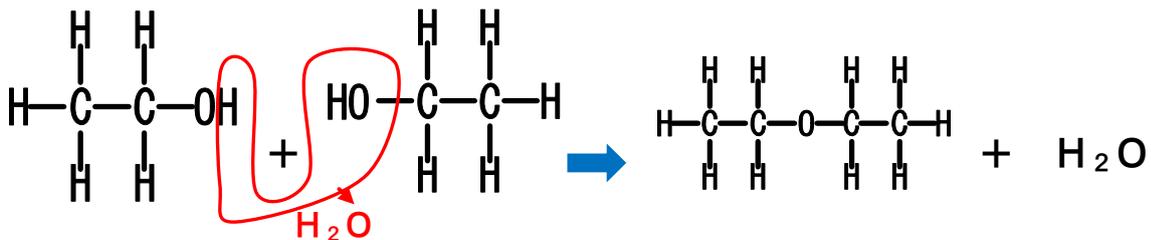
脱水作用

◎ CO の製法 ギ酸  $\text{HCOOH}$  から脱水

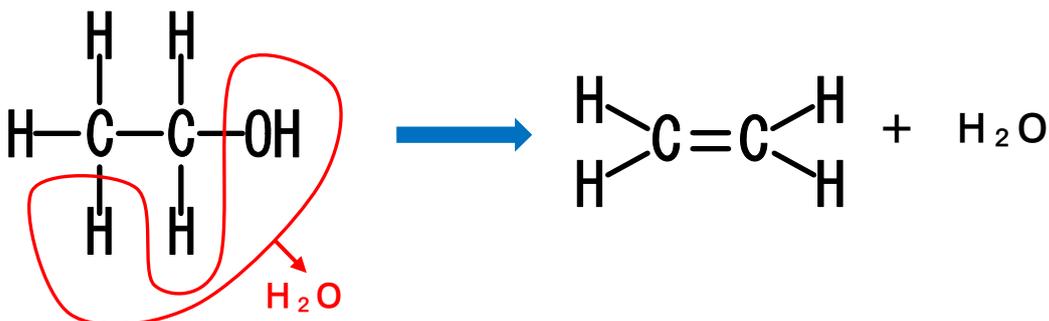


◎ エーテルの製法 第1級アルコール2つを低温で脱水縮合

例：エタノール2つ → ジエチルエーテル



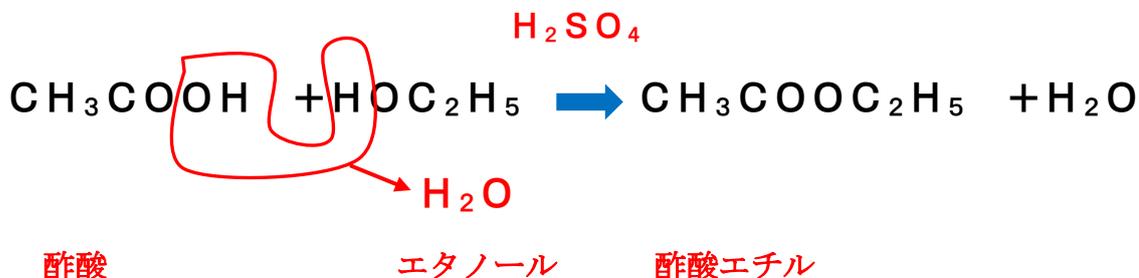
◎ エチレンの製法 エタノール を高温で脱水



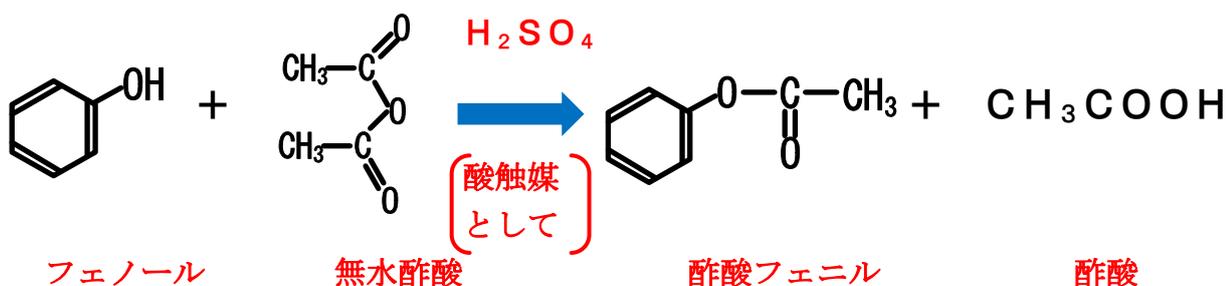
◎エステル化

カルボン酸 + アルコール の 脱水縮合

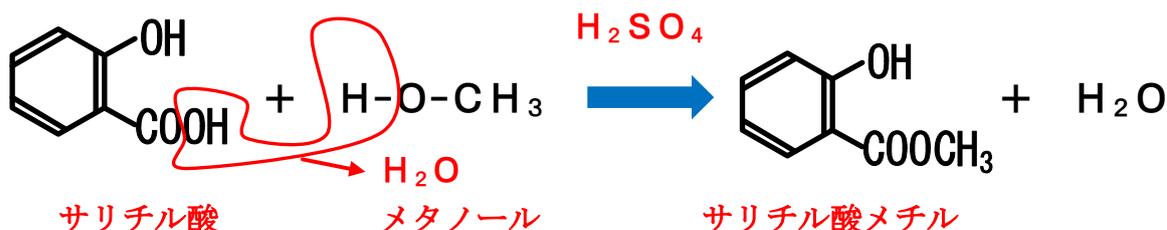
例1 酢酸 + エタノール → 酢酸エチル



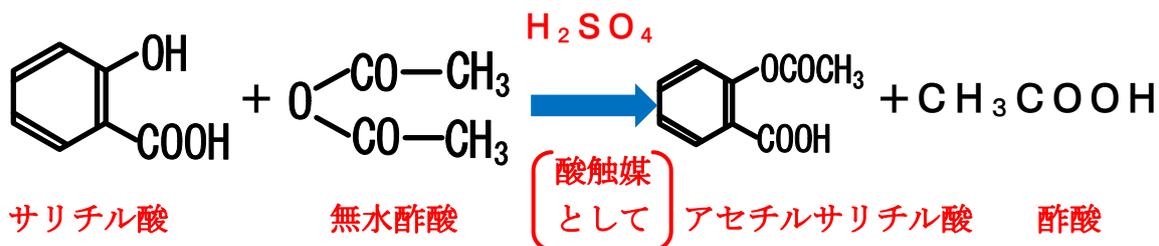
例2 フェノール + 無水酢酸 → 酢酸フェニル



例3 サリチル酸メチルの製法 (サリチル酸とメタノールのエステル化)

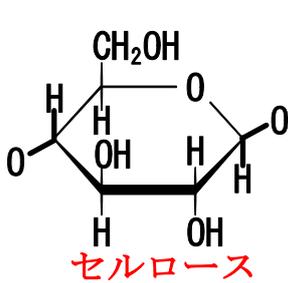


例4 アセチルサリチル酸の製法 (サリチル酸と無水酢酸のエステル化)



セルロースの工業利用

例5 アセテート (半合成繊維)



3つの C-OH を  $\text{C}-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{CH}_3$  にする

(無水酢酸でエステル化する。)

一部を -OH にもどす。

アセトンに溶けるので空气中に押し出す。

例6 トリニトロセルロース 硝酸エステル化 (火薬)

3つの C-OH を  $\text{C}-\text{O}-\text{NO}_2$  にする。

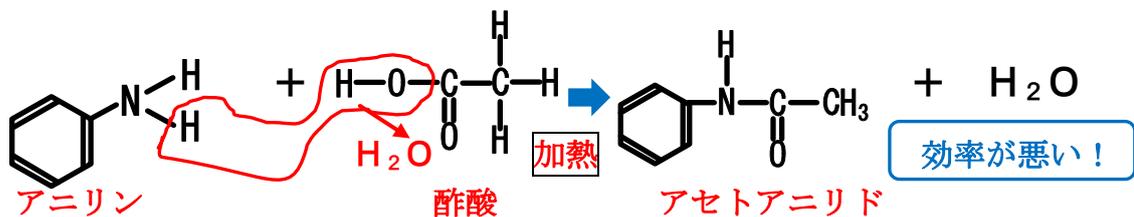
混戦 (濃硝酸+濃硫酸) で

◎アミド化 アミン類 (-NH<sub>2</sub>) とカルボン酸 (-COOH) の脱水縮合  
(特にカルボン酸=酢酸 なら アセチル化)

例1 アセトアニリドの製法

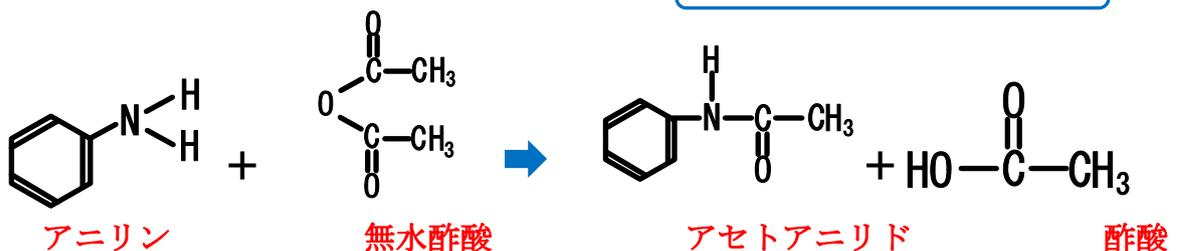
1 アニリンと酢酸のアセチル化

※濃硫酸がなくてもできますが、



2 アニリンと無水酢酸のアセチル化

これは触媒いらない。





⑨塩酸 HCl

か

◎エステルの加水分解

⑨硫酸 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



エステル化の逆。

カルボン酸 + アルコール

水をくっつけるので ⑨。

ができる。

### 特殊なもの

酸化チタン

TiO<sub>2</sub>

光触媒

光を当てると電子が自由に動く



⊕の穴が表面の水から⊖をとる



$\cdot\ddot{\text{O}}\text{:H}$  ができて電子をほしがる



半導体の一種だよ！

未来の太陽電池としても

注目されてます。

(今はシリコンが主。)

⇒第2編 P59

エリートのチタンくん



表面の汚れを酸化させる。

壁が汚れない！

Fe<sup>3+</sup>の水溶液

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>の分解 均一触媒。

カタラーゼ

肝臓にある酵素。

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>を分解する。

## ルミノール反応

血液中の鉄イオンが触媒として $H_2O_2$ を分解して $O_2$ を発生させ、 $O_2$ がルミノールという物質を酸化させると、青白く発光します。これを鑑識に利用します。でも、血液だけでなく、 $H_2O_2$ を分解する触媒なら、何でも反応します。前ページのように、鉄イオン、銅イオンのような金属イオンやその錯体、ある種の酵素でも発光します。(大根に含まれる酵素でも発光します。)  $MnO_2$  (酸化マンガン)でも、少しなら発光します。ルミノール反応が出て、「それは血液ではない!」と言い張る事もできるかもしれませんが.....ウソです。そのあと細かく分析されるので、バレます。



## オマケ

## 有機物の異性体の見つけ方

### ① 不飽和度を求める

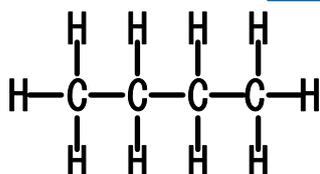
これを求めておくと、=がいくつあるかなどの情報が得られます！

まず、Cの数から、それを 単結合で鎖状に並べた場合、

いくつHがつくのか= H原子の最大数 を求める。

・ CとHしかない場合は

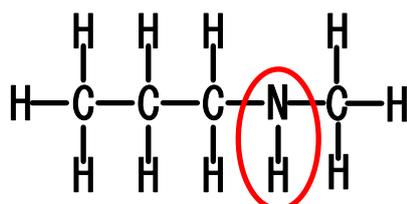
$$\text{H原子の最大数} = 2 \times (\text{Cの数}) + 2$$



上下に2つずつ

と、両端に。

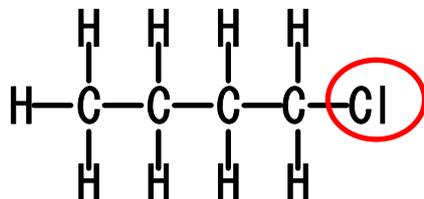
・ Nを含む場合は、Nの数だけ足す。



N 1 つにつき、

Hが1コ増える。

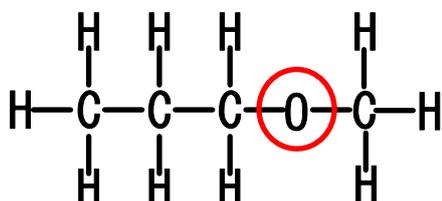
・ C | などハロゲンを含む場合は、ハロゲンの数だけ引く。



ハロゲン1つにつき、

Hが1コ減る。

・ Oを含む場合は、変わらない。



変わらない

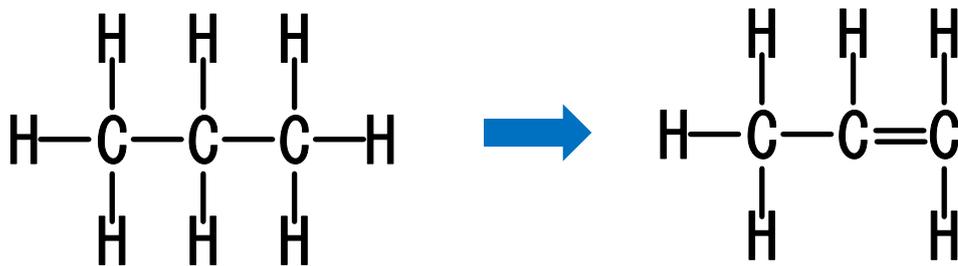
$$\text{不飽和度} = \frac{\text{H原子の最大数} - \text{今あるH原子数}}{2}$$

**例**

不飽和度 1 = 2重結合が1つある場合

図のように、

2重結合が1つできると、Hが2つとれます。



もとの、H原子の最大数 = 8

今あるH = 6 なので、差は2。

H 2つ分 減った事になります。

それが、不飽和度 1 と対応するので、2で割ります。

まとめると、

**不飽和度 =**

$$2 \times (\text{Cの数}) + 2 + (\text{Nの数}) - (\text{ハロゲン数}) - (\text{今あるHの数})$$


---

2

**※CHOしかない場合、Hの数は必ず偶数です！**

## 不飽和度の式 おぼえかた

(宮沢賢治風に)

西に 入浴している人いれば、行ってプラスになる

$2 \times C + 2$  N +

ような事を言い、ハロー、エッチしない? と言えばマイ

ハロゲン H -

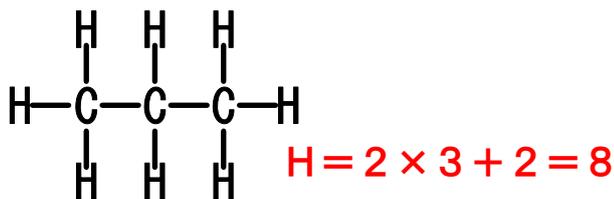
ナス。楽しみは2人でわける、そんな人に私はなりたい。

2で割る

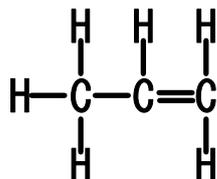


例えば Cの数=3 あとはHだけの場合

不飽和度 0 ならば

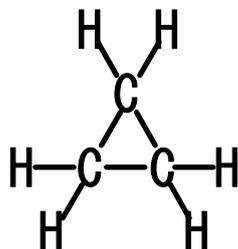


不飽和度 1 ならば



2重結合が1つ  $H = 6$

または、



環構造も

Hが2コ減るので、

不飽和度1となります。

## 不飽和度

0のとき

すべて単結合

//

1のとき

①

2重結合 (C=C C=Oなど) 1つ

②

環構造が1つ

//

2のとき

①

3重結合 (C≡C) が1つ

②

2重結合 (C=C C=Oなど) 2つ

③

環構造が2つ

④

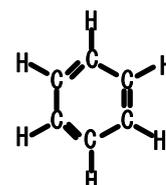
2重結合1つ+環構造1つ

//

4のとき

①

ベンゼン環が1つ



$C = 6$   $H = 6$   
なので  
不飽和度4

②

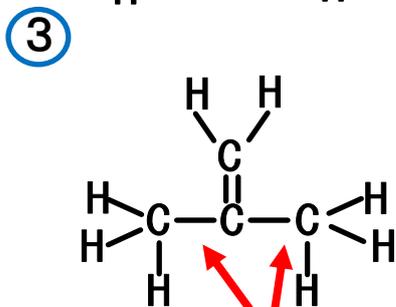
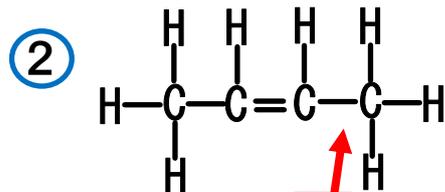
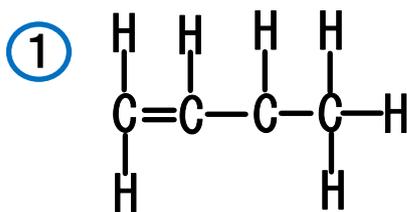
その他4になるように組み合わせる



③ 不飽和度に応じて、二重結合 や 官能基、  
環構造 をあてはめてみる。

例 C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> で、不飽和度が  $\frac{2 \times 4 + 2 - 8}{2} = 1$  だから

◎ 2重結合が1つ

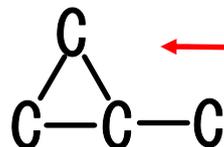
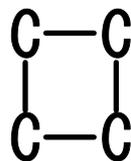


骨格が違う場合も  
考えます！

注 ここにきても  
① と左右対称  
なので 同じ！

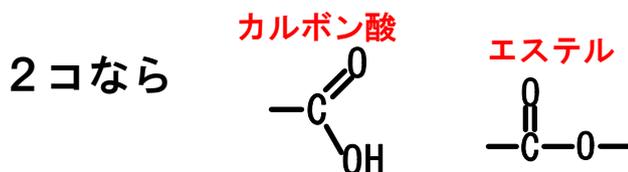
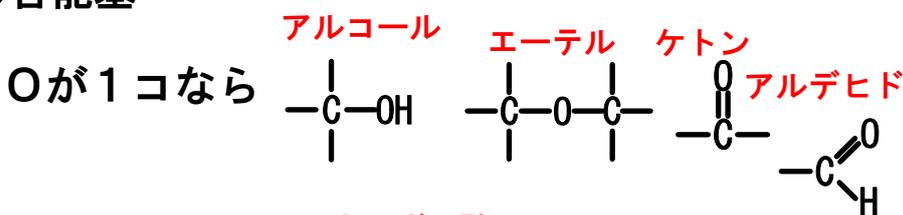
注 ここにきても構造的に同じ！

◎ 環構造も忘れずに！



← みのがしがち

◎ 官能基



ベンゼン環  
があるなら、

オルト o-	メタ m-	パラ p-

も忘れずに！

などを考える。 ※ 2価の場合もあるので注意！

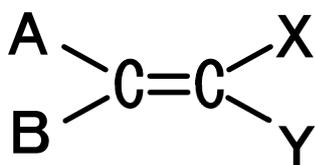
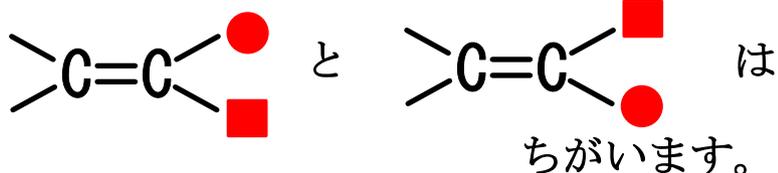
④

幾何異性体や光学異性体（鏡像異性体）がな  
いか気をつける。

**幾何異性体**

2重結合 は回転できないので、

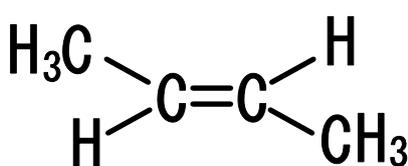
2重結合があったら  
うたがえ！



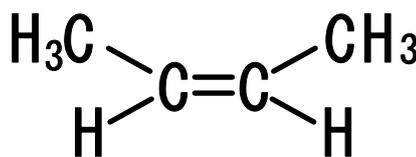
幾何異性体の存在条件は、

$A \neq B$  かつ  $X \neq Y$

右左どっちかが  $\text{>C=C}<$  か  $\text{<C=C}>$  となっていたらダメ。



シス-2-ブテン



トランス-2-ブテン

前ページの

②

C=Cをはさんで、

同じ側に同じものがついていれば シス。

反対側なら トランス。

トランシーバー

トランスフォーマー

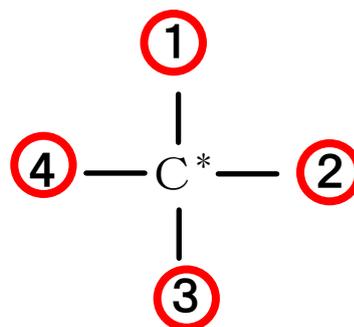
のトランス交換する。

**光学異性体**（鏡像異性体）

1つの炭素に4つの違うものが  
ついているとき

$C^*$  = 不斉炭素原子があるとき

存在します！



## まとめ

### ① 不飽和度を求める

$$\frac{2 \times (\text{Cの数}) + 2 + (\text{Nの数}) - (\text{ハロゲン数}) - (\text{今あるHの数})}{2}$$

0 ⇒ 単結合

1 増えると ⇒ 2重結合 または 環結合が1増える

2 増えると ⇒ 3重結合 または 1のミックス

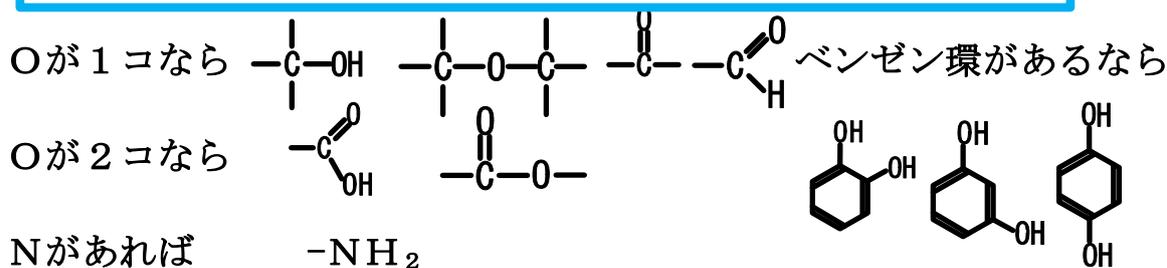
4 増えると ⇒ ベンゼン環 または ミックス

### ② 鎖状結合の炭素C骨格パターンをすべて書く

1番長い鎖を順に減らしていき、枝を順番にくっつける。

### ③ 不飽和度に応じて、

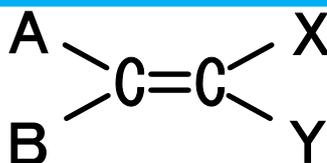
**二重結合** や **官能基**、 **環構造** をあてはめてみる。



※2価の場合もあるので注意。

### ④ 幾何異性体や光学異性体（鏡像異性体）がないか気をつける。

**幾何異性体の存在条件**



AかつB

かつ X ≠ Y

**光学異性体** 不斉炭素原子がある。

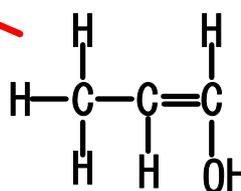
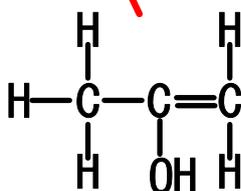
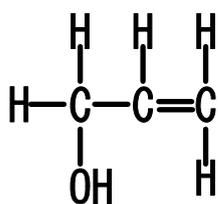
**例題** C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>Oの異性体をすべてあげろ。(光学異性体は除く。)

$$\text{不飽和度} = \frac{2 \times 3 + 2 - 6}{2} = 1$$

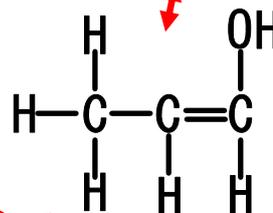
Oが1つなので

アルコールなら ⇒ 鎖状なら2重結合1つ。

骨格はこれしかない! C-C=C にそれぞれ-OHがつく。



トランス



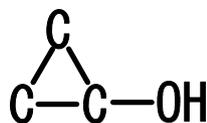
シス

これは、  
幾何異性体  
がある!

4種類

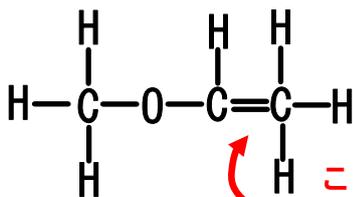
環構造も忘れずに。

不飽和度1を使うので単結合のみ。

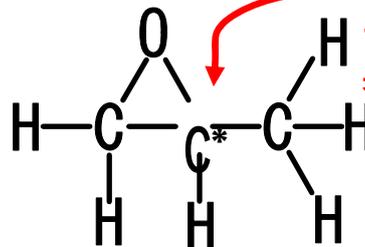
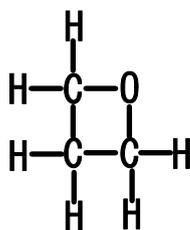


1種類

エーテルなら



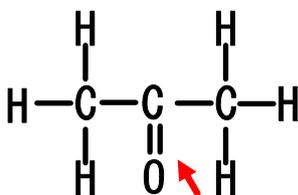
ここにOは  
入り込めない。



これは不斉炭素原子  
だが、ここでは  
考えない。

3種類

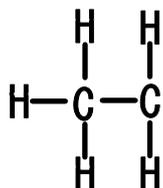
ケトンなら



ここで不飽和度1を使うので、  
これしかない。

1種類

アルデヒドなら



ここで不飽和度1を  
使うので、これしかない。

1種類

合計 10種類

## オマケ

## よくでるワード

### 展性・延性

金属の性質。

金がNo. 1

展性＝圧縮で伸びる性質 例：金箔

延性＝引っ張りで伸びる性質 例：針金

### なぜ？

金属結合は、自由電子が自由に動きまわって金属原子を結びつけているので、金属原子の配置が多少ずれても、結びつきに影響がないから。

### 抽出

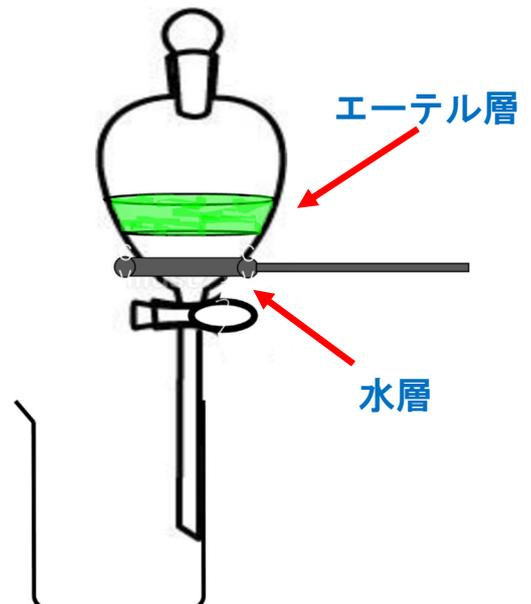
混合物からある物質を抜き出すこと。

エーテルをよく使います。

エーテルは極性が低いので、  
極性が低いものをよく溶かします。  
極性の高いものは水層に溶けます。

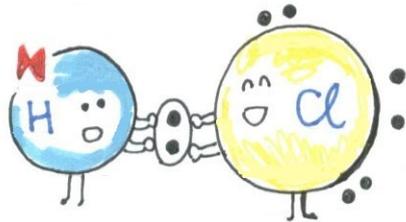
(Na塩など、電離するもの)

### 分液ロート



## 配位結合

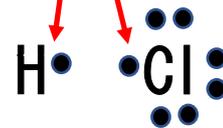
第1編で、共有結合とは、  
原子と原子が電子を1コずつ出し合って、  
仲よく共有すること、と書きましたね。



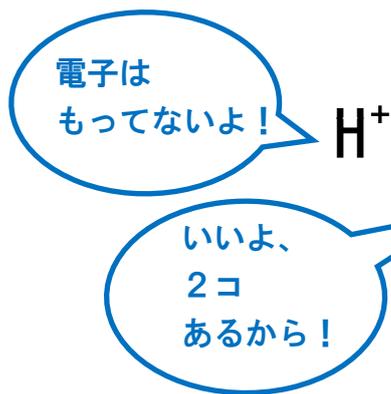
この場合、

### 不對電子

(対になってない電子)  
を出し合います。

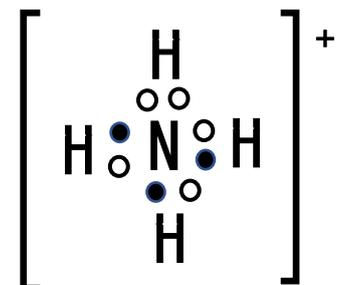


でも、**配位結合**は、どちらかの原子が一方的に、電子を2コ  
提供します。



### 非共有電子対

あまっている  
電子が  
あれば、  
あげる事ができる!



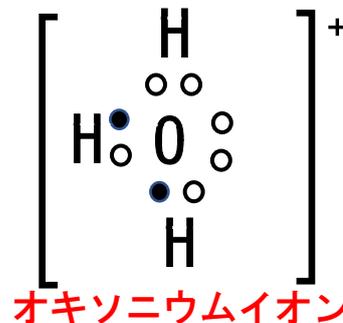
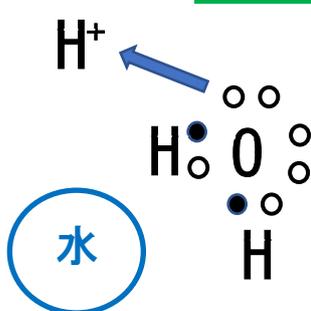
**アンモニウムイオン**

でも陽子の数が多いので  
+になる

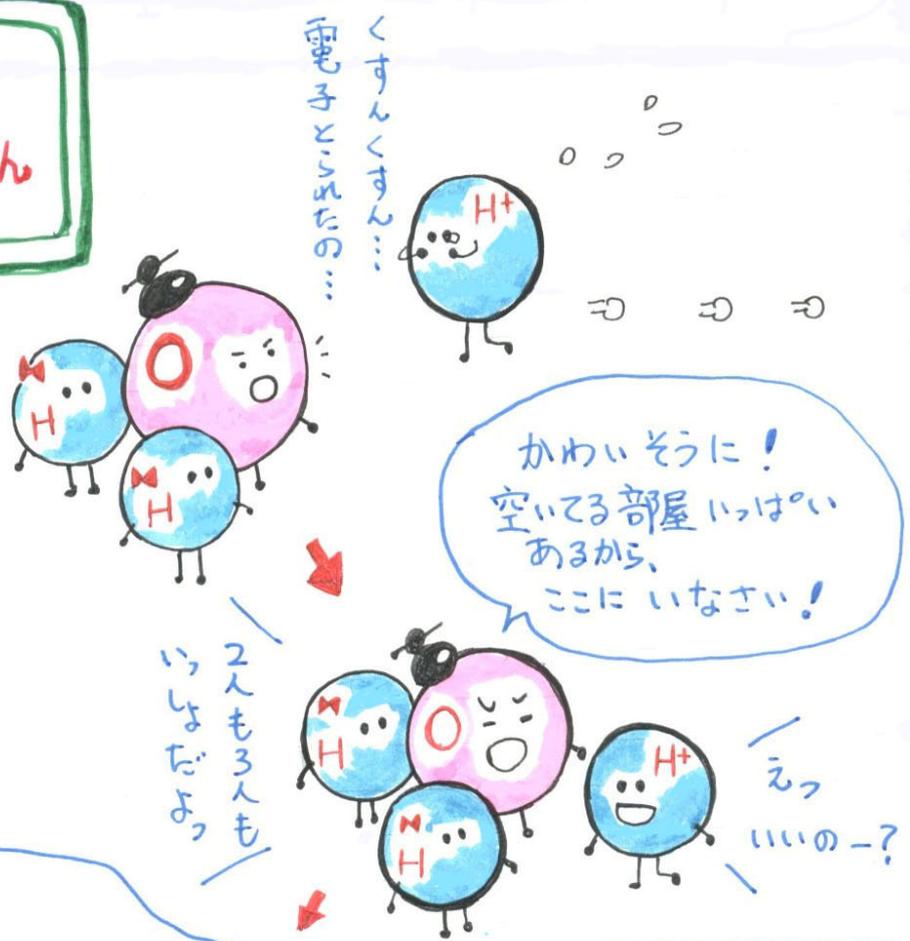
今まで、**アバズレ水素イオンちゃん**  $H^+$  と呼んでいたもの

は、実は**水溶液中**では **オキソニウムイオン**  $H_3O^+$

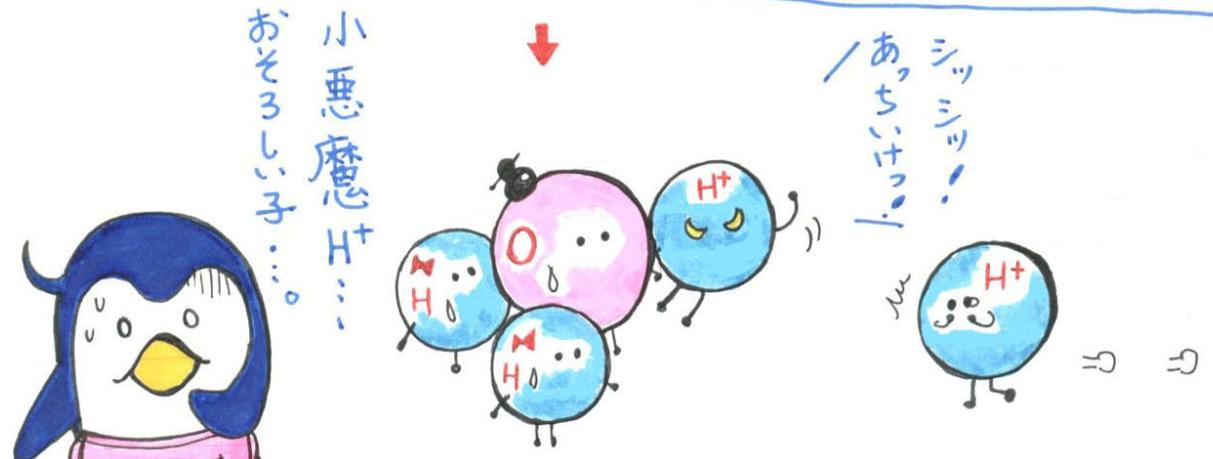
という、水と**水和**したものでしたのです!



人情劇場  
肝っ玉酸素があさん



でも、なぜ”  
 $\left[ \begin{array}{c} \text{H} \\ \text{H}:\text{O}:\text{H} \\ \text{H} \end{array} \right]^{2+}$  ができないかというと、 $\left[ \begin{array}{c} \text{H} \\ \text{H}:\text{O}:\text{H} \\ \text{H} \end{array} \right]^+$  のように+を帯びてしまい、  
 $\text{H}^+$ が1つついてしまうと、他の $\text{H}^+$ を寄せつけなくなるからです!



※ 実際は全体が+を帯びています。

## オキソ酸

硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )、硝酸 ( $\text{HNO}_3$ )、リン酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )、  
炭酸 ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )、ケイ酸 ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ )、  
次亜塩素酸 ( $\text{HClO}$ )、 などなど・・・

Oが配位結合したものです。

じゃあ、金属錯体は、なぜ、 $\text{OH}^-$  や  $\text{NH}_3$  を

配位子として、配位結合するのかって？

軌道エネルギーがふんたらかんたら～(^0^;) )

大学で学ぼう！！