

## 第2章

## 酸と塩基

化学の定番デスネ！

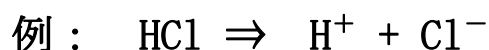
### ① 酸と塩基の定義 2種類

まちがえないように！

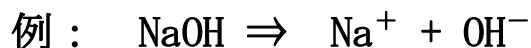
#### アレニウスの定義

アレ、タンジュン！

**酸**とは = 水溶液中で  $H^+$  を出すもの



**塩基**とは = 水溶液中で  $OH^-$  を出すもの

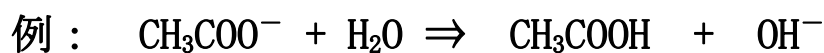


#### ブレンステッドの定義

ブレブレ

**酸**とは = 他に  $H^+$  を 与えるもの

**塩基**とは = 他から  $H^+$  を うけとるもの



|| ||

$H^+$  を  $H^+$  を

うけとるから 与えるから

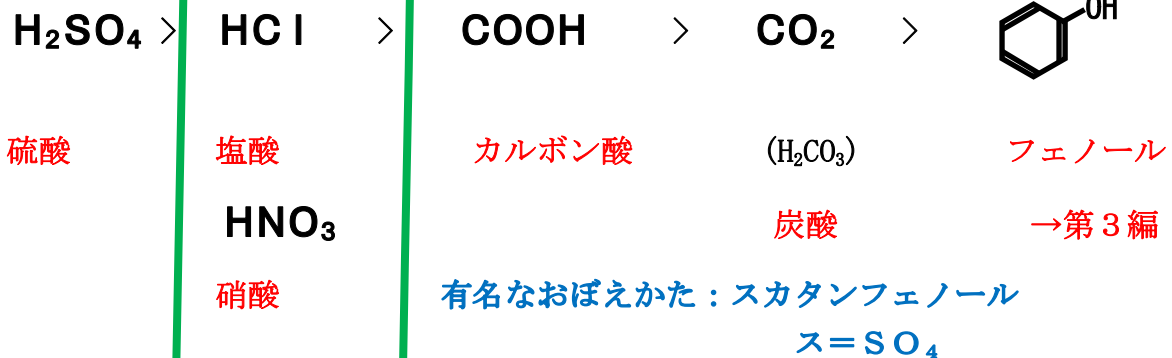
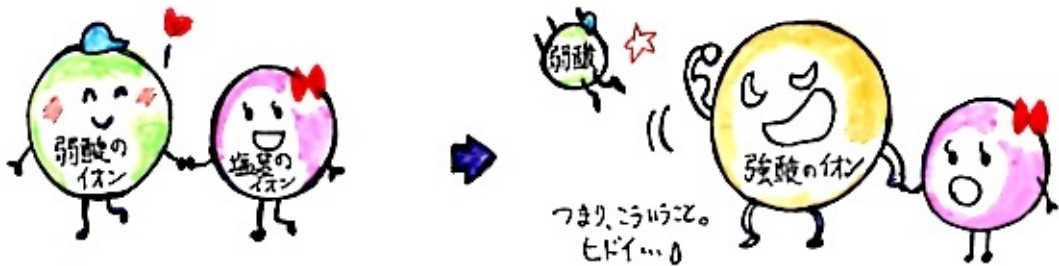
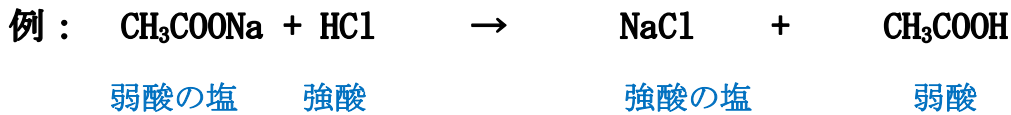
塩基 酸

アレニウスの定義では、塩基でも酸でもない。

## ② 酸の強弱関係

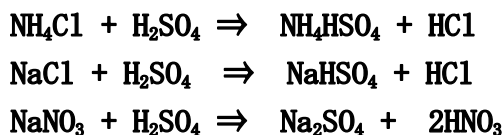
化学の世界は弱肉強食！

塩に含まれる酸よりもっと強酸を加えれば、  
弱い方の酸が出てくる！ 負けて追い出される

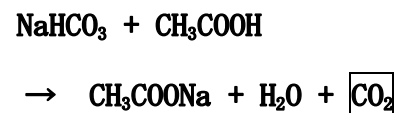


注： $\text{H}_2\text{SO}_4$ と同じ強酸だが、  
**揮発性**なので、  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$ には負けて出てくる。

例：



例：



※忘れがちですが、硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  と 亜硫酸  $\text{H}_2\text{SO}_3$  は **弱酸**！  
フッ化水素  $\text{HF}$  も！

### ③ ハロゲン化水素とハロゲン(単体)のちがい

よく出る!

ハロゲン化水素は、**HF** だけ弱酸。あとは強酸。

HF << HCl HBr HI

フッ化水素

塩化水素 (塩酸)

臭化水素

ヨウ化水素

こっちほど弱い。



⑨ でも、

HFは、弱酸だけど **ガラス (SiO<sub>2</sub>)** は溶かす!

イメージとちがうのでまちがえやすい!



逆!

よく出る!

ハロゲン(単体)の反応性は、ハロゲン化水素 と逆!

混同するな!

F<sub>2</sub>

Cl<sub>2</sub>

Br<sub>2</sub>

I<sub>2</sub>

フッ素

塩素

臭素

ヨウ素

**反応性**

こっちほど大きい。



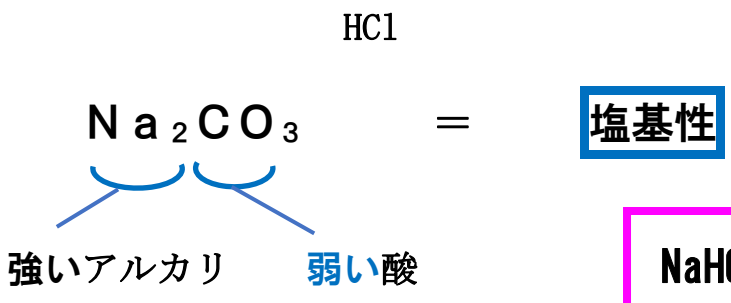
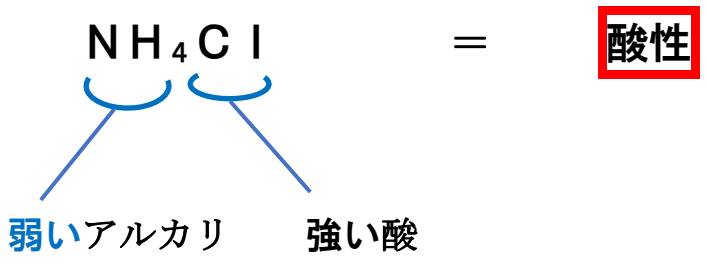
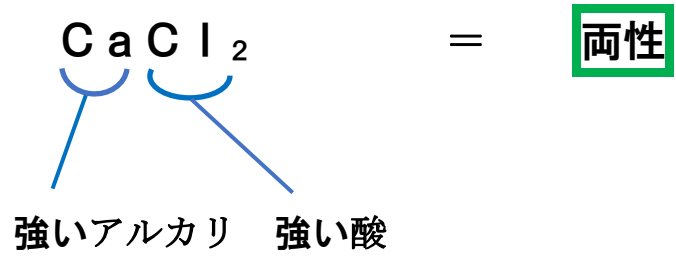
反応性の小さい方が出てくる! **ここでも弱肉強食**

FとClはHと激しく反応してHFとHClになるが、BrやIは一部だけ。Fは、水でも激しく反応してHFになる。

# 4 塩の性質

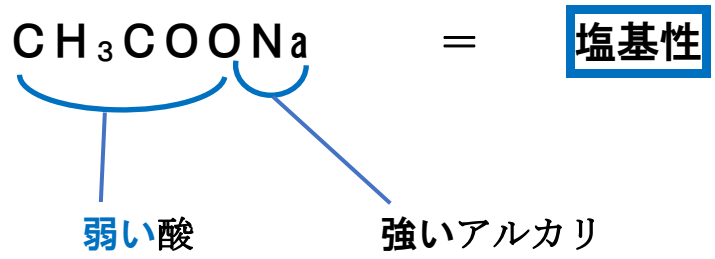
塩の性質は、強い 方がでる。

弱肉強食



$\text{NaHCO}_3$  も、塩基性だが、  
 よけいなHがあるだけ弱い。  
 弱塩基性      よく出る

酢酸ナトリウム



## 第3章

# 酸化剤 と 還元剤

あれ、これ酸化剤だっけ還元剤だっけ??

どっちにもなるやつもあるし・・・と、けっこうイライラします。

まぎらわしいけども、おぼえよう！

**酸化剤** =

他人を  
酸化させる  
酸化力をもつ

自分は **還元** されやすいもの。

つまり、

・ +から-になりやすい。

⊖をもらいやすい。 **電子ほしがり屋さん**

・ Oを出しやすい。

**(H<sup>+</sup>とH<sub>2</sub>Oにするから)**

**還元剤** =

他人を  
還元させる  
還元力をもつ

自分は **酸化** されやすいもの。

つまり、

・ -から+になりやすい。

⊖を出しやすい。

・ Hを出しやすい。

**(H<sup>+</sup>とe<sup>-</sup>を出す)**

## 主な 酸化剤

熱濃硫酸	$H_2SO_4$
希硝酸	$HNO_3$
濃硝酸	$HNO_3$
オゾン	$O_3$
酸素	$O_2$
過マンガン酸カリウム	$KMnO_4$
二クロム酸カリウム	$K_2Cr_2O_7$
ハロゲン	$Cl_2$ $F_2$ $I_2$
さらし粉	$CaCl(ClO)H_2O$

## 主な 還元剤

硫化水素	$H_2S$		
シュウ酸	$(COOH)_2$	塩酸	$HCl$
ヨウ化カリウム	$KI$		
水素	$H_2$		
硫酸鉄 (II)	$FeSO_4$		
塩化スズ (II)	$SnCl_2$		

## どっちにもなる

二酸化硫黄	$\text{SO}_2$
過酸化水素	$\text{H}_2\text{O}_2$

どれが 酸化剤 だけ、どれが 還元剤 だけ、

どっちにもなるやつどれだけ、

頭がごちゃごちゃしますよね！



ここは、**進路指導の先生** になったつもりで、

「きみは、将来何になりたいのかね!？」と、聞いてみると、

この人たちがどっちになりたいのか見えてきます。



**次ページへGo!**

# 酸化剤 になりたい人たち

○ (重荷?) をたくさんかかえてる人たち



酸化剤以外の何になれっていうんだ、な人たち





たくさんの資格を持つ秀才な人たち  
(英検とか漢検とか?)

MnとCrは 複数のイオン価数を持つ。

## 代表的な酸化剤です!

過マンガン酸カリウム  
 $\text{KMnO}_4$

僕は  
+2, +4, +7と、  
様々な資格を  
持っています!

ニクロム酸カリウム  
 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

ちなみに、今 +7なので  
+2にも +4にも  
なれます!

僕も  
27  
持っています!

ちなみに  $\text{MnO}_2$  も、  
今 +4 だから +2 になれる  
酸化剤

期待してよ  
うむっ

**還元剤** になりたい人たち

**出家したい人たち**

**エッチは捨てます!**



**愛が1つじゃ足りない人**



# 両方 になれる人たち

## 夢みる人

二酸化硫黄  $SO_2$

ホラほくって、 $SO_4^{2-}$ にもSにもなれるじゃないですか！

無限の可能性があるとちゃうですかー！ほくって。

$SO_2 \rightarrow S$  酸化剤  
 $SO_2 \rightarrow SO_4^{2-}$  還元剤

ウン、結局、何になりたいか決まてないんだね？

## いじけてる人

過酸化水素  $H_2O_2$

だいたい、ぼくの名前からして過酸化水素ですからねー **過!** 酸化水素っ！

どうせね、ぼくなんかには過ぎたOだって思われてみですよ、Oを1コなければ水なのに！って、みんな思ってるんですよ！

$H_2O_2 \rightarrow H_2O$  酸化剤

いっそのことH捨てて、 $O_2$ になってやるーか！

$H_2O_2 \rightarrow O_2$  還元剤

いや、君だってね、酸素の発生実験に使われたり、消毒に使われたり、いろいろ役立ってるよ？

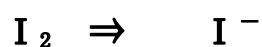
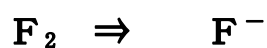
## その他 1

－が増えるか、＋が増えるかで判断しよう！

＋⇒－になるもの = 自分が還元される = 酸化剤

－⇒＋になるもの = 自分が酸化される = 還元剤

## 酸化剤 (－が増えるもの)



## 還元剤 (＋が増えるもの)



## その他2

もう1つ、

さらし粉

も、

酸化剤



としておぼえておこう！

さらし粉は、**カルキ**とも呼ばれ、水の消毒とかに使います。

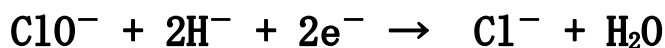
カルシウムのカル

水がカルキくさい！とかいう。

プールの塩素くさいのもこれです。

**次亜塩素酸イオン (ClO<sup>-</sup>)** を出しますが、

すぐにOを出して Cl<sup>-</sup> になりそうですね！



他人を酸化させやすいのです。



て、ことは、菌の細胞を **酸化** してぶっこわしやすいので、

**消毒** に使われるのです。

白い粉なので、扱いやすいです。

**酸化剤は、消毒・殺菌に使われる事が多い！**

# 半反応式

基本 は、

**酸化剤** =  $H^+$  をもらって  $O$  を出す  $\Rightarrow H_2O$  にする

$e^-$  をもらう。(自分は還元) **電子ほしがり屋さん**

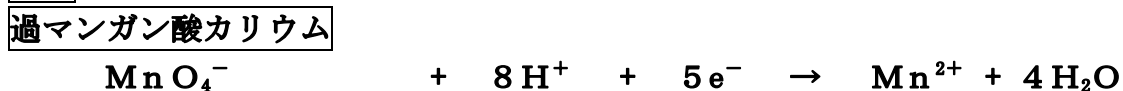
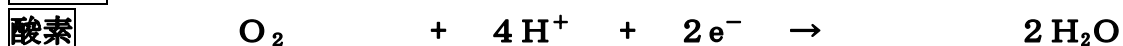
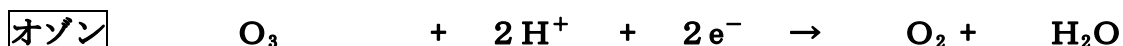
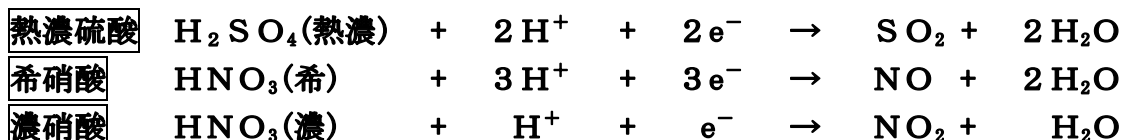
**還元剤** =  $H^+$  を出す。

$e^-$  を出す。(自分は酸化)

※共通テストで書け、というのはいらないかもしれませんが、二次なら出るかも。  
基本がわかれば書けます。

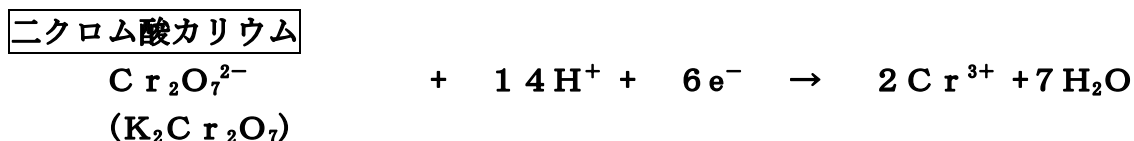
## 酸化剤

**Cu Hg Ag を溶かす酸化反応**

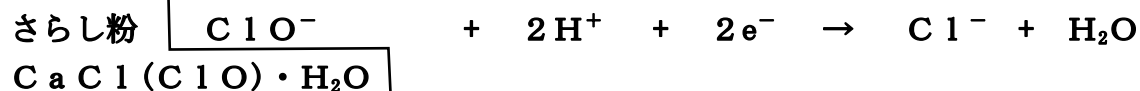
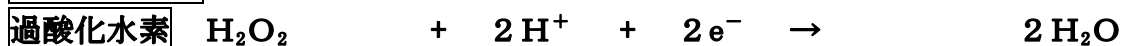
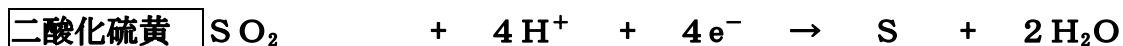


( $KMnO_4$ )

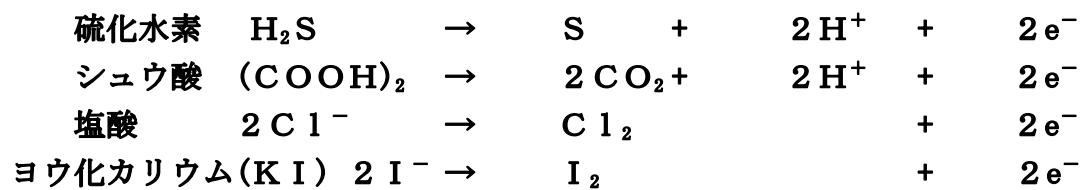
中性のとき



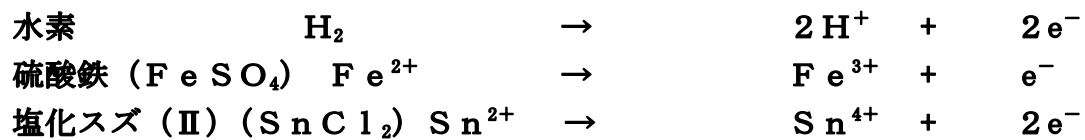
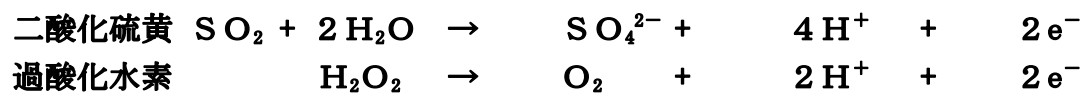
**還元剤にもなる**



## 還元剤



### 酸化剤にもなる



●  $\text{H}_2\text{O}_2$  と  $\text{SO}_2$  は、

相手が強い **酸化剤** なら **還元剤** に、

相手が強い **還元剤** なら **酸化剤** に

なります。

●  $\text{H}_2\text{O}_2$  を水に溶かしたものを

過酸化水素水 (オキシドール) といって、消毒に使います。

すぐ分解して、水になるので、



出てくるシュワシュワは、酸素です。

$\text{O}_2$  の酸化力で、殺菌消毒します。



● それでは、

過酸化水素水 (オキシドール)  $\text{H}_2\text{O}_2$  に、 $\text{SO}_2$  を吹き込んだら、

どっちが酸化剤で、どっちが還元剤になるのでしょうか？

↓

答え



どうせ、

Oがよけいだって

言いたいんでしょっ



$\text{H}_2\text{O}_2$

できるものは **硫酸** です。2つの半反応式をまとめると、

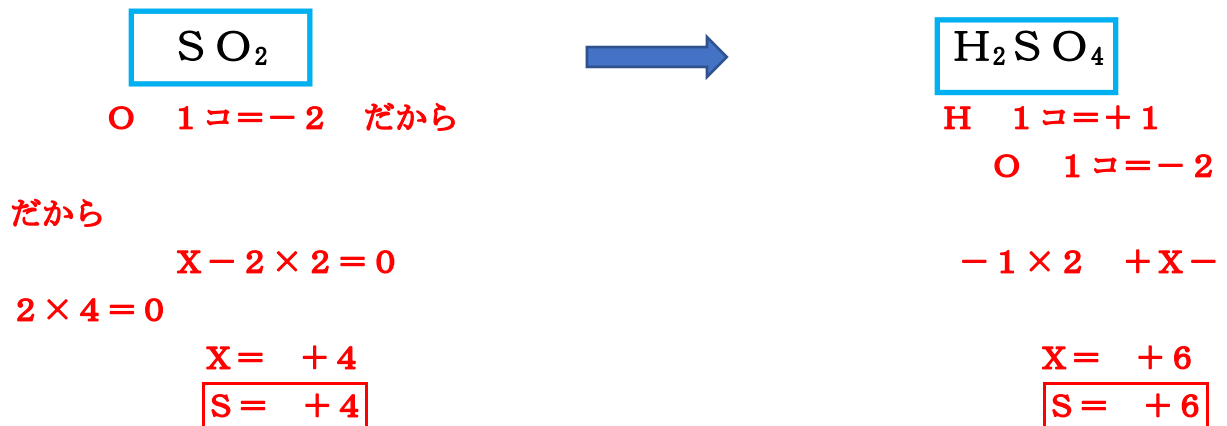


こーなるからです。

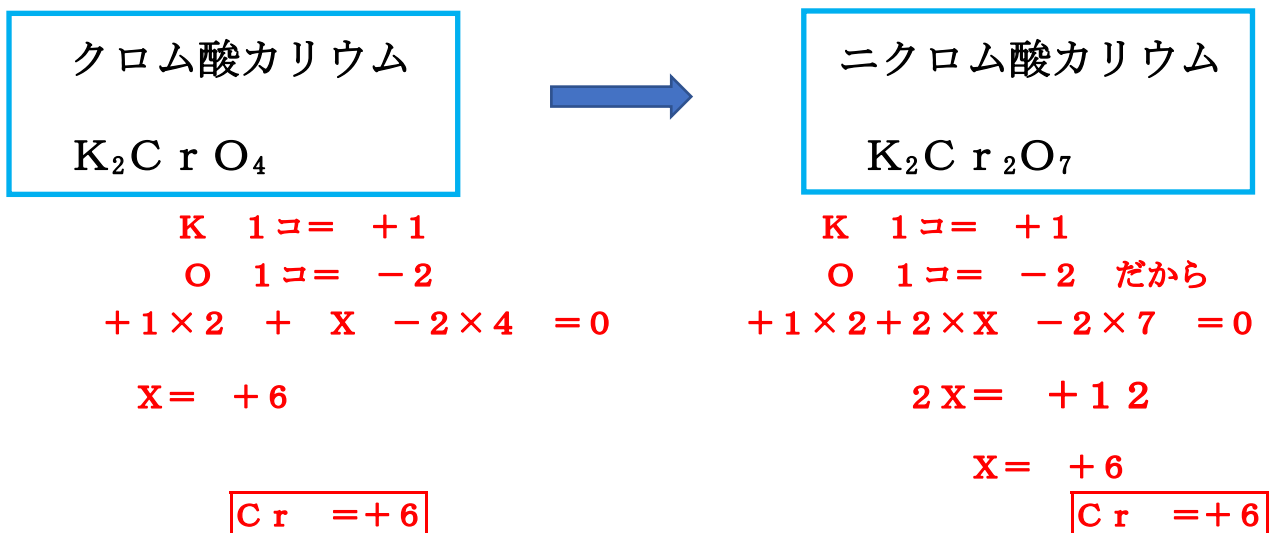


●その元素が酸化しているか還元しているかは、  
計算すればわかります。

化学式は、電荷を持っていなければ合計0です。



Sは酸化している



どちらも

Crは 同じ +6

オマケ

乾燥剤 として使えるもの・使えないもの

濃硫酸 は、乾燥 や 脱水 によく使います。

なぜ? ⑧硫酸なので水分がほとんどなく、ほとんど電離してない。  
でも強酸なので、 $H^+$ を出したくてしょうがない。  
しかし水がない。どーしよー!  
水ほしーい! というわけで うばいとるのです。

しかし! 濃硫酸 は、還元剤 [  $H_2S$  (COOH) $_2$  など ]  
の 乾燥には使えない。

なぜ? 濃硫酸 は、酸化剤 でもあるので、  
酸化させてしまうから!

他にも、乾燥NGな 組み合わせ

塩基性酸化物  $\Rightarrow$  酸性 のものはダメ。 反応してしまうから。

CaO など

塩基性のもの

NaOH など

$CaCl_2 \rightleftharpoons NH_3$  はダメ。  $NH_4Cl$  を作ってしまうから。

両性だけど

※NaOH  $CaCl_2$  は潮解性 (水すって溶ける) があるので乾燥によく  
使われる。  $\Rightarrow$ 第2編

※CaO は塩基性酸化物なので 水と反応して発熱する 発熱剤として使  
われる。  $\Rightarrow$ 第2編

## 第4章

# 電気分解

と

# 電池

これもよく出ます。(金属とも関係あります)

まぎらわしいので、混同しないようにしよう！

原理さえ覚えれば **楽勝** のテーマです。

- まず、**電気分解**と**電池**では何が1番ちがうかというと、

**電気分解** = 外部に **電池** を無理やりつなげて  
無理やり **電子** を流す。

**電池** = それ自身が **電子** を流す。

です。

- だから、極の呼び方もちがいます。

**電池** は、ふつうの電池っぽく、

+ ⇒ **正極**

- ⇒ **負極**

**電気分解** は、+ ⇒ **陽極** ・ ・ 電池の+とつながってる方

- ⇒ **陰極** ・ ・ 電池の-とつながってる方

# 1 電気分解

は、とても単純。

基本的には、

陰極 (-) に **+イオン** が引きつけられる。

陽極 (+) に **-イオン** が引きつけられる。

です。

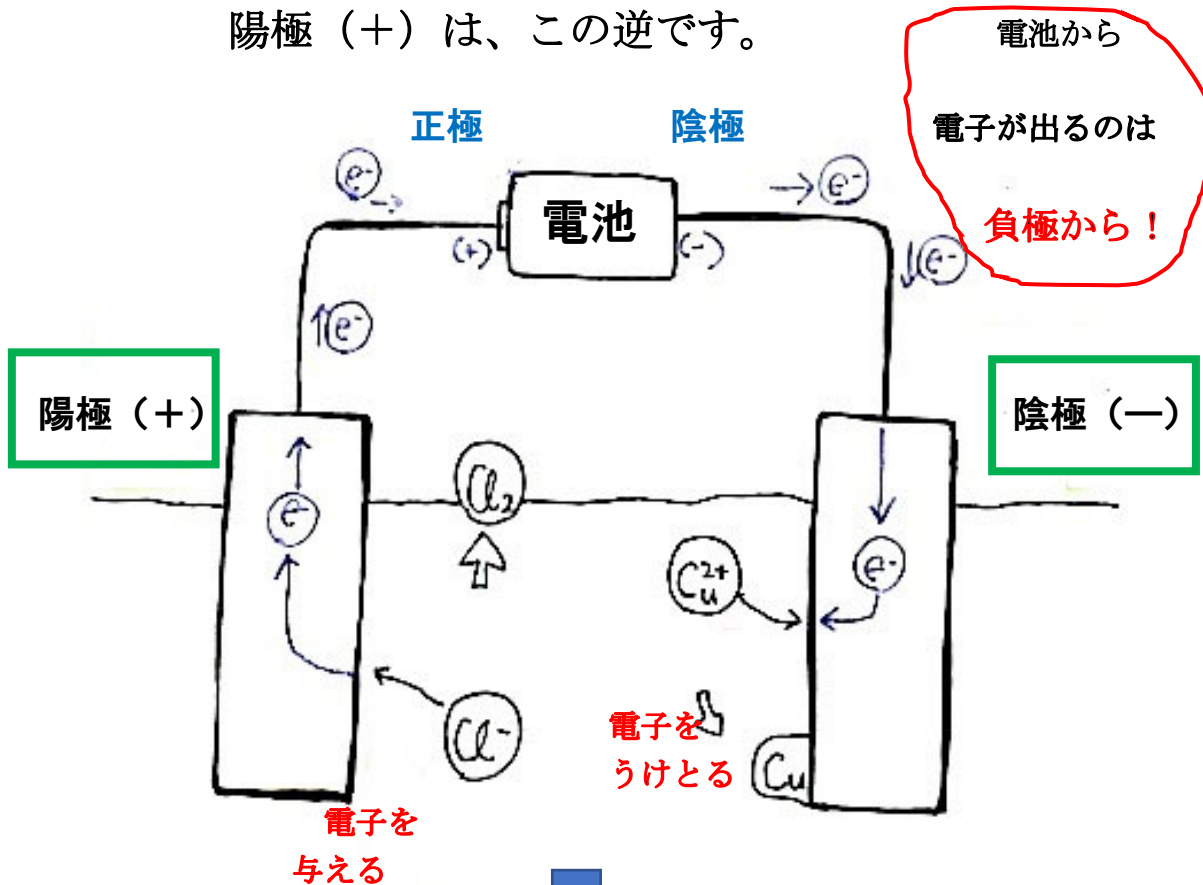
つまり、

**電池の-につないだ方が陰極 (-)** なので、

電池の-から電子  $e^-$  が流れてくる。

⇒ **+イオン** がそれに引き寄せられる。

陽極 (+) は、この逆です。



次に、それぞれの**極**での反応をみていきましょう。

## 陰極（－）

基本は+イオンが引きつけられますが、

電池の(－)から 電子⊖がくる

電解質中の金属イオン が

H<sub>2</sub>より イオン化傾向が大きい小さいか

によって、ちがいます！

H<sub>2</sub>よりイオン化傾向が大きい場合 NaOH NaCl など

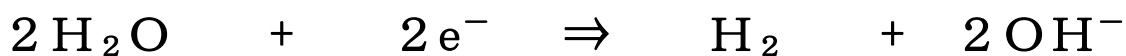
金属イオン (Na<sup>+</sup>など) は イオンのまま。

水中のH<sup>+</sup>の方が引きつけられ、H<sub>2</sub>となって出てくる。

弱肉強食なので イオンになりにくい方が出てくる！



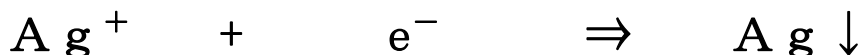
(酸性以外なら)



H<sup>+</sup>とOH<sup>-</sup>に分かれると考えると同じこと。

H<sub>2</sub>よりイオン化傾向が小さい場合

その金属イオン自身が引きつけられて、析出する。



# 陽極 (+)

基本は **−イオン** が引きつけられますが、

こっちはもっと複雑です！

電極が

白金 Pt か 炭素 C

変化しにくい

それ以外

電極自身が  
溶ける

⇒  $\ominus$  を出して

$\ominus$  を送り出す

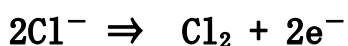


電解質中に

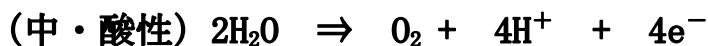
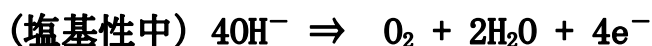
ハロゲン化物イオンがある  
 $\text{Cl}^-$   $\text{I}^-$  など

ハロゲン化物イオンはなくて、  
 $\text{SO}_4^{2-}$   $\text{NO}_3^-$   $\text{OH}^-$   
などがある

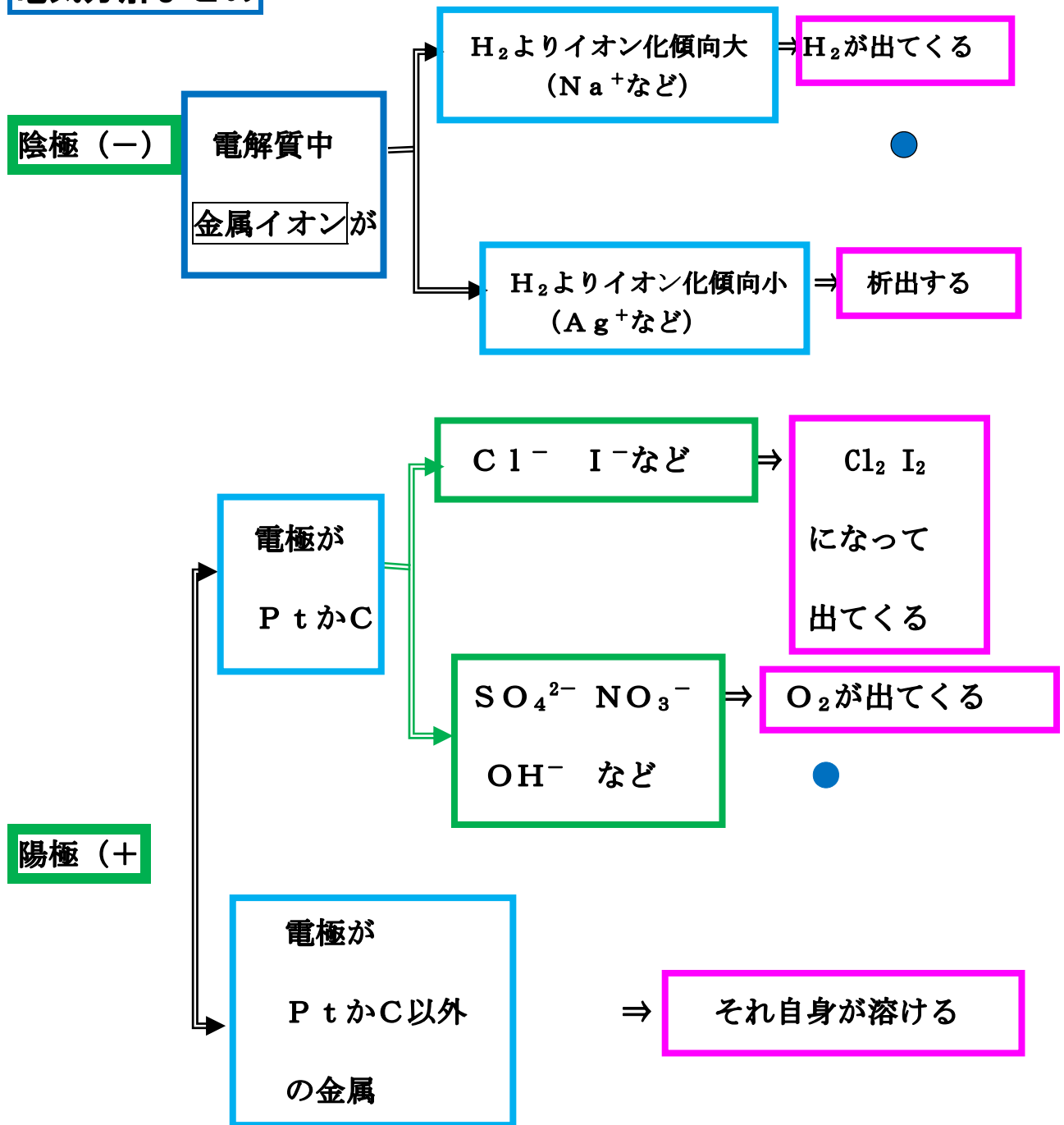
引きつけられて、  
すぐに酸化して  
 $\text{Cl}_2$   $\text{I}_2$  になって  
出てくる。



$\text{SO}_4^{2-}$   $\text{NO}_3^-$  は酸化しにくいので  
 $\text{OH}^-$  がかわりに  $\text{O}_2$  となって  
出てくる。



## 電気分解まとめ



Pt (白金) は水素化触媒 (あとででてくる) なので、

●の時に電池から抵抗に切り替えると、逆反応が起こって、逆に電流が流れます。 **水の電気分解の逆!**

これを利用したのが **燃料電池** O<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>からH<sub>2</sub>Oができるのでクリーン!

## 電気分解 よく出る 計算問題

● どの極にどの物質がどのくらいできるか？

1 まず、電子 $\ominus$ が何 mol 流れたか計算する。

2 反応式を書いてみる！

電子 $\ominus$  1 mol に対して、物質が何 mol できるか考える。

(反応式を正確に書けなくとも、これがわかればOK)



次ページ

例題



**例題**

硫酸銅(Ⅱ)水溶液を

2.0Aの電流で 32分10秒間 電気分解を行った。

電極=Pt(白金) Cu=63.5 とする。

ファラデー定数  
=電子 1 mol のもつ電気量  
=9.65×10<sup>4</sup> C/mol

**おぼえかた**

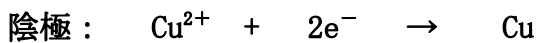
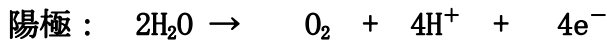
黒子 (くろこ)	vs	天使
965		10 4

C(クーロン)=1Aの電流を1秒間  
流したときの電気量

**1** 何 mol の電子 $e^-$ が流れたか？

$$\frac{\text{電流} \times t \text{ (秒)}}{9.65 \times 10^4} \quad (\text{mol})$$

$$= \frac{2.0 \times (32 \times 60 + 10)}{9.65 \times 10^4} = 4.0 \times 10^{-2} \quad (\text{mol})$$

**2** 反応式**陽極では**電子 4 mol 分で $\text{O}_2$ が 1 mol 発生するので、

↓

電子 1 mol 分 では $\text{O}_2$ が 1/4 mol $1/4 \times 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol} = 1.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$  の $\text{O}_2$ が発生する。**体積で表すと**

気体 1 mol=22.4L (標準状態) だから、

 $1.0 \times 10^{-2} \times 22.4 = 0.224 \text{ L}$  の $\text{O}_2$ が発生する。

陰極では

電子 2 mol 分で Cu が 1 mol 析出するので、

↓

電子 1 mol 分 では Cu が 1/2 mol

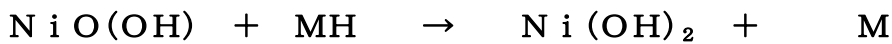
$$1/2 \times 4.0 \times 10^{-2} \text{ mol} = 2.0 \times 10^{-2} \text{ mol} \text{ の Cu が析出する。}$$

g で表すと

$$63.5 \times 2.0 \times 10^{-2} \text{ g} = 1.27 \text{ g} \text{ の Cu が析出する。}$$

### センター 2020 第3問問5

ニッケルの水素電池の全反応は



ニッケルの酸化数は +3 から +2 に変化する。ここで、M は水素吸蔵合金である。

6.7 kg の Ni(OH)<sub>2</sub> を用いたニッケル水素電池が、

1 回の充電で蓄えることのできる最大の電気量は何 A・h か。

ただし Ni(OH)<sub>2</sub> の式量は 93、ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ 。

逆に電気量を求める問題だったので、

X = 電気量と置いて、逆に求める問題でした。

ただし、何 A・h か。なので、h = 時間 なので

60×60 で割ると、

割り切れない! ? ので、とまどったのではないのでしょうか。

イジワルですよ。

そういうときは、

$$X = \frac{6.7 \times 1000}{93} \times 9.65 \times 10^4 \times \frac{1}{60 \times 60}$$

これとこれが近い!

これとこれが近い!

みたいにして、だいたいの値を予測すると良いです。

## 2 電池

違う種類の電極を使う

⇒イオン化傾向の大きい方の電極が溶け、  
電子 $\ominus$ を放出する。

負極(−)となる。

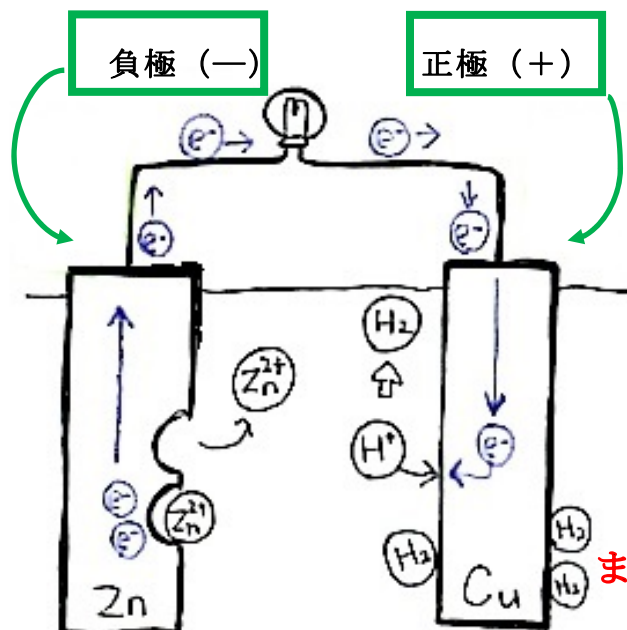
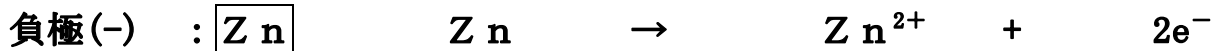
電子 $\ominus$ を放出する方が負極(−)

**溶ける方が負極!** これが **電池** です。

電気分解とは逆ダヨ! 電気分解は(+)の方が溶ける

● **ボルタ電池** (電解質 $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) (電極はZnとCu)

イオン化傾向  $\text{Zn} > \text{Cu}$  なので **Znの方が溶ける!**



Znが溶ける

$\text{H}^+$ が引き寄せられる

電子 $\ominus$ が電線を通して送られてくるので、 $\text{H}^+$ が引き寄せられる。  
注: 電気分解とは逆!  
+イオンが正極(+)に引き寄せられる。

ボルタ電池は、これがCuのまわりとりまくので、すぐに電力が落ちる。

**分極**という。

まとめについて分極

## ● ダニエル電池

・ボルタ電池の欠点を改良したもの。

ダニエルさんが。 **電解質の**

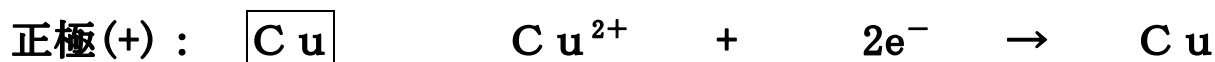
**$H_2SO_4$ をやめて、 $H_2$ があまり出ないようにした。**



$ZnSO_4$   $CuSO_4$  の水溶液にして、

2つがまじらないよう、素焼き板でしきる。

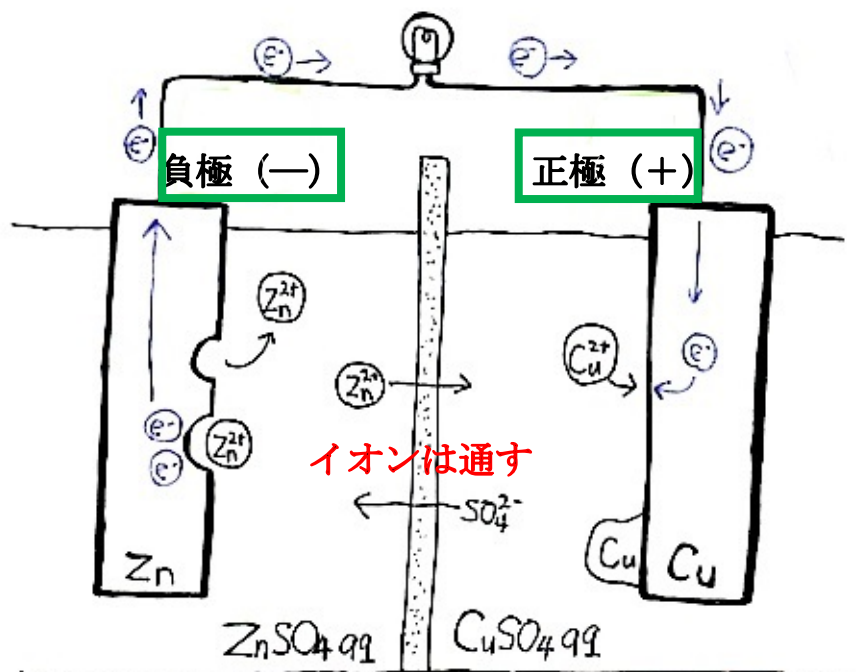
(イオンは通す。)



$CuSO_4$ 中の銅が析出して

銅極にくっつく。

同じ銅なので問題ない。(分極は起こらない。)



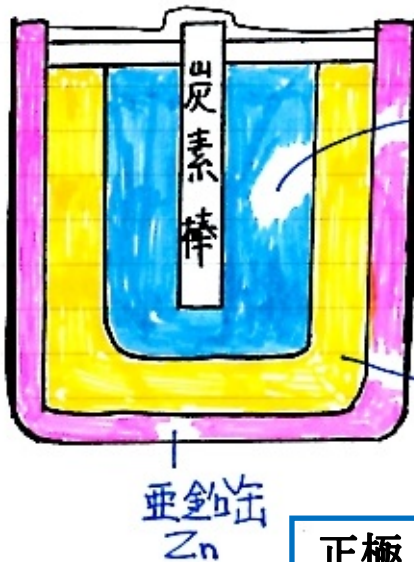


## マンガン乾電池

昔からある。溶液でちやぶちやぶしないから、持ち運べるようになった！  
かわいているから「乾」電池



これは反応と関係なし



MnO<sub>2</sub>  
Cの粉  
ZnCl<sub>2</sub>  
NH<sub>4</sub>Cl

練り固めもの

電解質 ZnCl<sub>2</sub> NH<sub>4</sub>Cl  
水溶液を  
デンプンで練ってのり状  
にしたもの



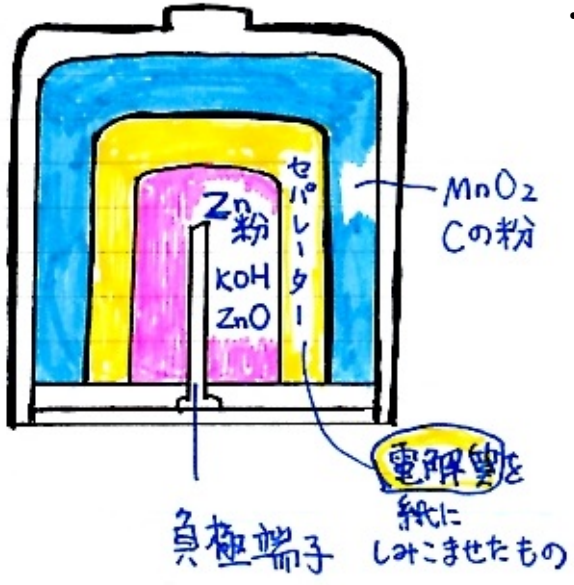
NH<sub>4</sub>Cl と 反応する  
↓  
ZnCl<sub>2</sub> + NH<sub>4</sub><sup>+</sup> になる



MnO<sub>2</sub>は酸化剤だから！ → H<sub>2</sub>が出るのをふせいでいる  
Hを受け取る

## アルカリマンガン乾電池

いわゆるアルカリ電池



- ・ **負極**の材料Znを内側につめる。
- ・ 電解質に**アルカリ**をつかう。  
比較的電気抵抗が小さくなるので、マンガン電池より大きな電流が持続する。
- 時計とか、微小な電流しか必要ないものは、むしろマンガン電池がいいよ。  
負荷が少ないから。

## ● リチウムイオン電池

旭化成さんがノーベル賞をとった  
携帯でおなじみ！

二次電池

充電できるもんね！

ものすござっくり言うと

リチウムイオン ( $\text{Li}^+$ ) がどっち方向にも動けるので、  
放電も充電もできます。

注： リチウム電池 とはちがうヨ。

負極に  $\text{Li}$  を使う。長く使える。電解質は有機化合物なので  
凍らない。 ゲームなど

## ● 燃料電池

これも二次電池

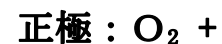
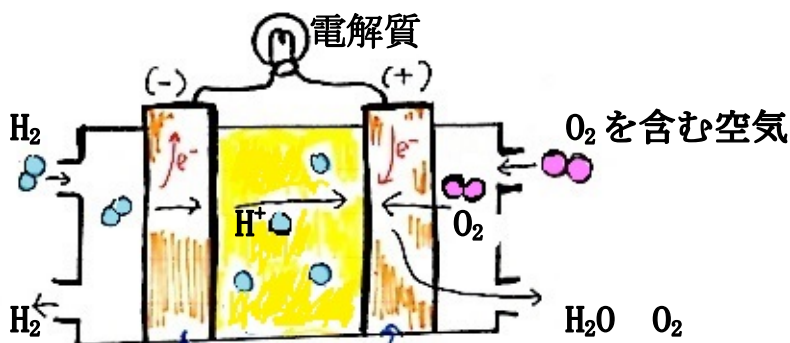
$\text{H}_2$  と  $\text{O}_2$  でできるの水だから！  
とてもクリーン！

⇒ P 6 9

$\text{Pt}$  (白金) = 水素化触媒 なので、これを電極にすると  
水の電気分解をさせたあと抵抗につなぐと、

水の電気分解の逆反応 がおこり、

逆方向に電流が流れる。



# 第5章

# 気体

気体の問題もよく出るのでまとめました！

## ① 気体でよく出る豆知識

ヒッカケでよく出るのは  $\text{NO}$  と  $\text{NO}_2$  の比較です。

$\text{NO}_2$  は、濃硝酸で  $\text{Cu}$   $\text{Hg}$   $\text{Ag}$  を溶かしたとき出る、

$\text{NO}$  は、希硝酸で  $\text{Cu}$   $\text{Hg}$   $\text{Ag}$  を溶かしたとき出る、

でしたよね！

色もよく出ます。

水への溶け方も。

$\text{NO}_2$  = 赤褐色

溶ける

$\text{NO}$  = 無色

溶けない

とにかくOが多い $\text{NO}_2$ は、

濃い方で出そうだし、色も濃そう！水にも溶ける。

と、おぼえよう。



でも、さらにまぎらわしいのは、

$\text{N}_2\text{O}_4$  = 無色

平衡移動の問題でよく出ます。

あとでくわしく



$\text{NO}$  (無色) はすぐ酸化されて $\text{NO}_2$  になって赤くなるけど、

容器にとじこめると $\text{N}_2\text{O}_4$  になって色がうすくなる・・・。

ペンこママのおぼえ方  $\overset{+}{\text{O}}$  が 2 は 赤い ⇒ 赤オニ！  $\text{NO}_2$  O が 2



2

# 気体の状態方程式

$$PV = nRT$$

気体はとにかく、これさえおぼえりゃなんとかなります！

ピーヴ ィー イコール エヌアールティー

これを、呪文のようくり返し、自然と出てくるようにしよう！



n = mol                      R = 定数                      なので、

モルが一定なら

$$\frac{PV}{T} = \frac{P'V'}{T'} = nR = \text{一定}$$

となり、**ボイル・シャルルの法則** となります。

気体を、  
ピストンに閉じ込めたところを  
イメージしよう！



P = 圧力  
V = 体積  
T = 温度

- ピストンを押す ⇒ V が減る ⇒ 圧力 P がかかる  
⇒ V と P は反比例
- 温度 T を上げる ⇒ 分子の運動が活発になる  
⇒ V がふくらむ ⇒ V と T は比例
- V が一定のまま T を上げる ⇒ 圧力 P がかかる  
⇒ T と P は比例

また、

$$n = \frac{\omega}{M}$$

————— 気体の質量  
————— モル質量(つまり分子量)

なので、

$$PV = \frac{\omega}{M}RT$$

とも書けます。

また、

密度  $d = \frac{\omega}{V}$      $\omega$  : 重さ     $V$  : 体積    なので、

$$PV = \frac{\omega}{M}RT \quad \text{より、}$$

$$d = \frac{\omega}{V} = \frac{PM}{RT}$$

と、変形できます。

混合気体の場合は、**みかけの分子量** を計算すると便利です。

⇒ くわしくは 第5編 計算問題で。

**同じ分子数 (モル数)** の混合気体なら、足して2で割るだけです。

$$\text{例 : H}_2 \text{ と N}_2 \text{ なら } M = \frac{2 + 28}{2} = 15$$

また、標準状態 ( $P = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$      $T = 273 \text{ K}$ )

では、どんな気体でも、

$$1 \text{ mol の体積} = \mathbf{22.4 \text{ L}}$$

ににんがし!

と、決まっています。

※たとえば混合気体だろうと、合計 1 mol なら同じ!

$PV = nRT$  が成り立つのだから、当然です。

mol が 2 倍になれば、圧力も 2 倍になります。

(体積が一定なら。)

それだけ分子が混雑するのだから当然!

## 第6章

## その他の基礎知識

### ① 分離

① **金属イオン**の分離といえは、

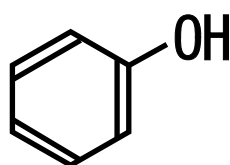
まず**沈殿**を思い出せ！

② **芳香族**の分離といえは、

まず **酸** か **塩基** か **中性** か。

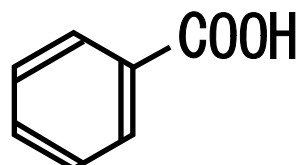
※後ほどくわしく。 ⇒ 第3編 有機物質で。

酸：



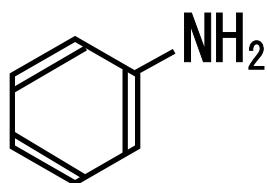
フェノール

<

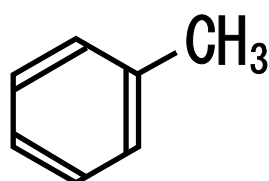


酸の強さ

塩基：



中性：



2

# 同素体

同素体 は スコップ でさがせ

有名なおぼえかたです。



S



斜方硫黄

単斜硫黄

ゴム状硫黄

C



ダイヤモンド

黒鉛

フラーレン

基本はC<sub>60</sub>

サッカーボールのような形



O



O<sub>2</sub>

O<sub>3</sub>(オゾン)

淡青色で

特異臭がする。

P



赤リン

黄リン

※後で詳しく

強い酸化剤なので、

細菌の細胞膜を

酸化させ、殺菌します。

1985年発見 まだ未知の世界 気体だから空気清浄機など。

カーボンナノチューブもこの一種

昔ウチにあったけどニオイがした。

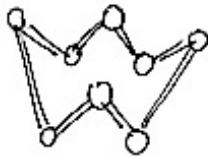
## Sの同素体

### 斜方硫黄



常温で存在

$S_8$



$CS_2$  二硫化炭素 (溶剤の一種) に

溶ける

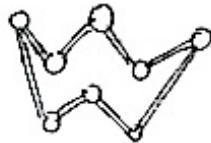
ここまでは、似てる仲間

### 単斜硫黄



95℃以上で結晶化

$S_8$



溶ける

ここまでは、似てる仲間

### ゴム状硫黄

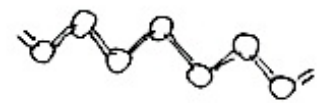


最近、高純度なら実は黄色という事がわかった。

250℃近くの液体

を急冷させる

$S_n$



溶けない

こっちは仲間はずれ

よくでる

ほっとくとどうなるか？

単斜硫黄 と ゴム状硫黄 ⇒ 斜方硫黄になる。

感覚的には、どろっと溶けてゴム状になりそうですが、高温で作るということは、それだけエネルギーが必要ということで・・・。ほっとけば、斜方硫黄 になるのです。

# Pの同素体

## 黄リン

④いろ

↓

キケン

自然発火の危険がある。

有毒

P<sub>4</sub>

正四面体

## 赤リン

④か

↓

アンゼン

比較的安全

無毒

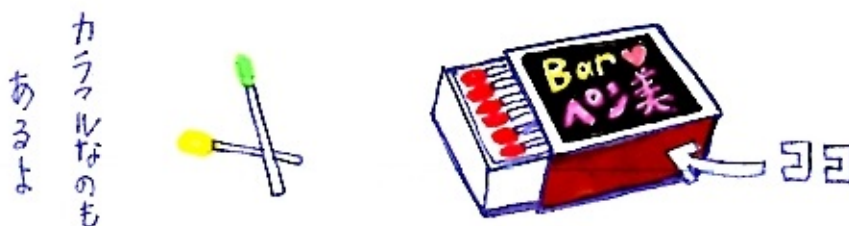
P

無定形

※昔のマッチ頭には黄リンが使われていて、  
どこかでこするだけで火が着きましたが、火事になりやすく危険でした。



今は、マッチ箱の側面に赤リンが使われています。  
赤いマッチ頭が多いので、マッチ頭に使われてる！と誤解されがちですが、  
違います。



### 3 結合

**イオン結合** = イオンどうしがくっついたもの。

+と=で引き合う

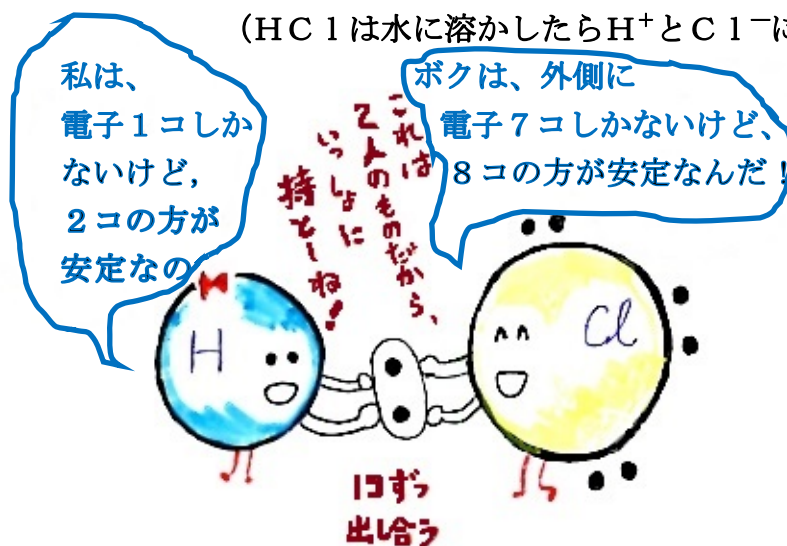
代表例： NaCl

**金属結合** = 原子の間を電子 $\ominus$ が自由に飛びまわって結びつける。

電気をよく通す！

**共有結合** = 原子が同じ電子 $\ominus$ を共有しあってくっついてる。

(HClは水に溶かしたら $H^+$ と $Cl^-$ になるけども、共有結合です。)



なぜ？

電子 $\ominus$ は、1つの電子殻に2コとか8コとか、  
( $2n^2$ であらわせる)  
決まった数だけあった方が安定なので、お互いにハンパな電子 $\ominus$ を出しあって、無理やり2コとか8コとかにして共有すると、お互いに得なのです！

• **分子** とよばれるものは共有結合なので、

気体はみんな、共有結合です。

• 結晶になる共有結合もあります。(ダイヤモンド・石英など)

• ただし、同じ $SiO_2$ でも、

**石英**は**結晶**ですが、**石英ガラス**は**アモルファス(非結晶)**です。

※どちらも共有結合ではある。

なぜ？ 石英ガラスは人工的に急激に作るので、不規則に並ぶ。  
石英はゆっくりと結晶化されたもの。

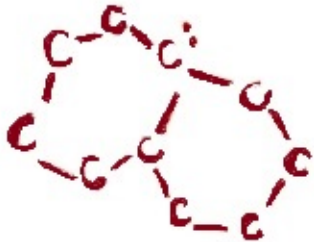
●前にでた C の 同素体も、

基本は **共有結合** ですが、

**黒鉛** は平面中の網目状になっているところが **共有結合** で

鉛は入ってナイヨ！平面どうしは **ファンデルワールス力** (分子間力

炭素だけ つまり分子の引力) でくっついてるだけです。



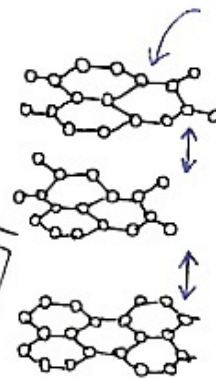
だから、薄くはがれやすいのです。

あまってる電子対があるので、

ハチの巣状

導電性がある！

はがれやすいから  
描きやすい  
黒鉛のクレヨン  
デッサンで使う



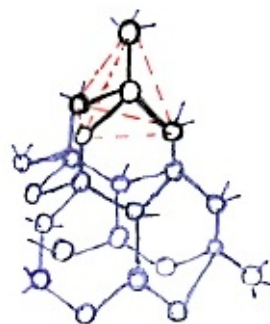
ファンデルワールス力  
だけでくっついている。

**ダイヤモンド**は、**正四面体**で ぎっちりかたまっているので、

固いのです！



導電性  
はない





## 分子結晶

結合ではないけども、  
分子間の相互作用で結びついてできた結晶。  
昇華性がある。 電気伝導性がない。

**ファンデルワールス力（分子間力）**で結びついたもの

$I_2$ （ヨウ素）  $CO_2$ （ドライアイス） など

**水素結合**で結びついたもの

$H_2O$  など ※純粋なものは電気伝導性は  
ほとんどない。 **わずかならある。**

二次では、 **電子式**を書け、という問題がよく出ます！

例えば水は、

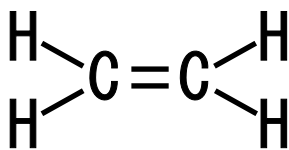
このようになります。



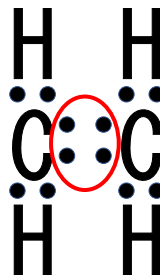
他の原子と電子を  
共有していない  
電子の対を、

**非共有電子対**といいます。

エチレン

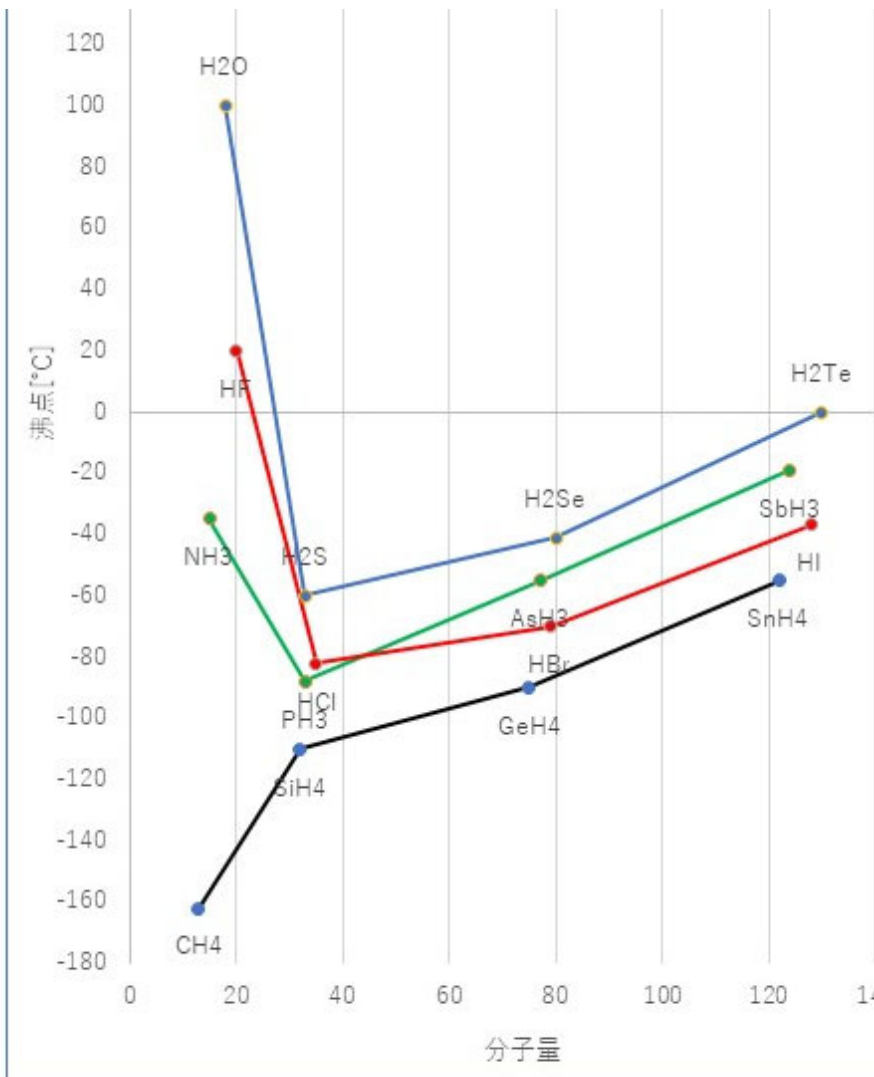


は、



二重結合は、電子対 $\cdot\cdot$ を  
2つ重ねて表します。  
Cのまわりの $\cdot$ は、  
合計8個となります。

## 4 水素化合物の沸点



●同じ族なら、

**基本は**

分子量が大きいほど  
沸点は高い。

**なぜ？**

原子が大きいほど  
引き合う力(引力)が  
強くなるので、  
沸騰させにくく  
なるから。

●**ただし** 15 16 17 族は、1番小さいものだけは、  
沸点が高くなる。

[ 15 族では N ]  
[ 16 族では O ]  
[ 17 族では F ]

**なぜ？** **水素結合** をつくるから。 ⇒水素結合とは？

まず、**水素結合**とは？

説明するまえに、**電気陰性度** について説明しないといけません！

## 電気陰性度 とは？

**共有結合**で共有している**電子**を、自分の方に引きつける力。

**N O F** は、**電気陰性度がとても高い元素**です。

**例えば** HFを例にとると、



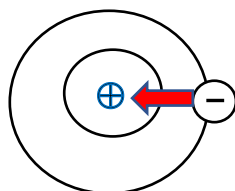
そして、イオンにもなっていないのに、Fは(-)に近づき、Hは(+)に近づきます。

注：HFは $H^+$ と $F^-$ になると思いがちですが、それは水溶液中での話！  
水がないところでは、共有結合をしています。(HClも同じ。)

## なぜ **N O F** は 電気陰性度が高いのか？

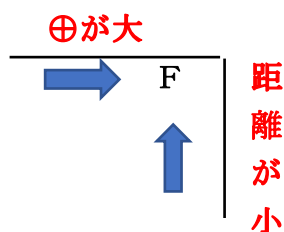
1つは、原子核の⊕が大きいこと。⇒⊖を引きつけやすくなる！

もっと重要なのは **外側の電子殻** と、**原子核の距離** が近いこと。



**N O F**は原子核の外がわりに  
2重の電子殻しか持っていないので、  
外がわの **電子** を原子核に引きつけやすい！

**周期表では、**



右上に行くほど電気陰性度が高くなり、  
Fが最大となります。

(ただし、希ガスは除く。)

それに比べて、**H**は・・・。

電子軌道が1重しかないので、原子核までの距離が近い、

とはいえ・・・。

なんといっても、**⊕**1コだけで守っているのですから！

**⊖**を守る力がとても弱く、

みんなから**⊖**をねらわれる事になってしまいます！



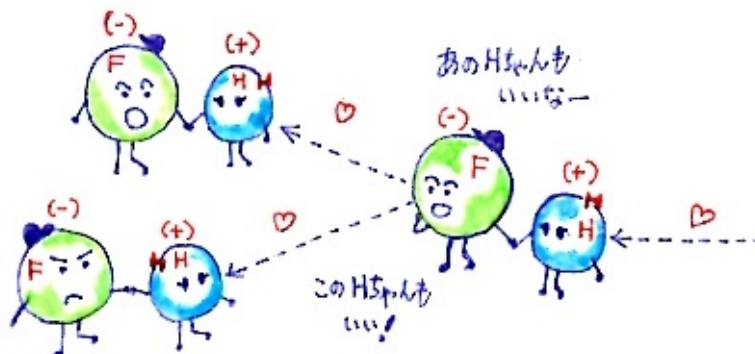
と、いうわけで



**H**は、めでたく どちらの**原子**と**分子**になっても、

他の**分子**の**原子**からもアプローチを受けて、引っぱられます。

それは、  
(+) に近く  
なっているので、  
(-) と  
引き合うから  
です！



この力が、**水素結合** です！

この力の分だけ、**分子**どうしが引き合う力が強く、沸点も高くなります。

●CH<sub>4</sub>だけは、水素結合をしないので、沸点が高くなりません。

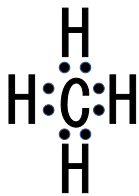
### なぜ？

正四面体で、

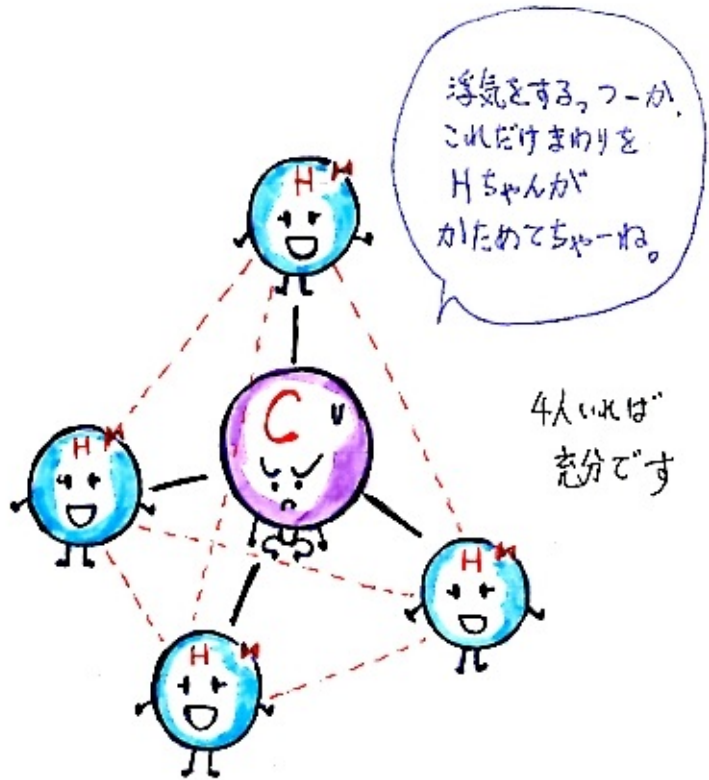
四方をHで

かためられているから！

※二次試験テキに言えば  
非共有電子対を持っていないから。

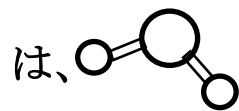


全部共有電子



### オマケ

### 水分子



こんな形をしているので、

水素結合が うま〜くできるようになっています。

だから、沸点もひとときわ高くなります。

表面張力もめっちゃ高くなるし、

**玉になる！**

氷より水の方が体積が小さい理由も、

そんな理由です。



**氷**・・・ガッチリ水素結合でつながって、間にすきまができ、

密度はむしろ小さくなる。

## 5 元素 と 原子 の 豆知識

### ● 地球で多い元素

地殻中なら

1位=O

2位=Si

なぜ？

岩石の主成分は  $\text{SiO}_2$  結晶は石英。 ガラスの原料

だから！

Oが2コな分だけOが多い。

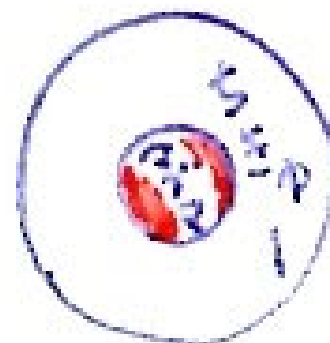
殻（コア）中なら

Fe

なぜ？

重いので中心に集まる！

マグマは鉄！



### ● 原子の大きさ

およそ 直径  $n \text{ m}$

$$= \times 10^{-9} \text{ m} = 10^{-10} \text{ m}$$

## イオンの半径

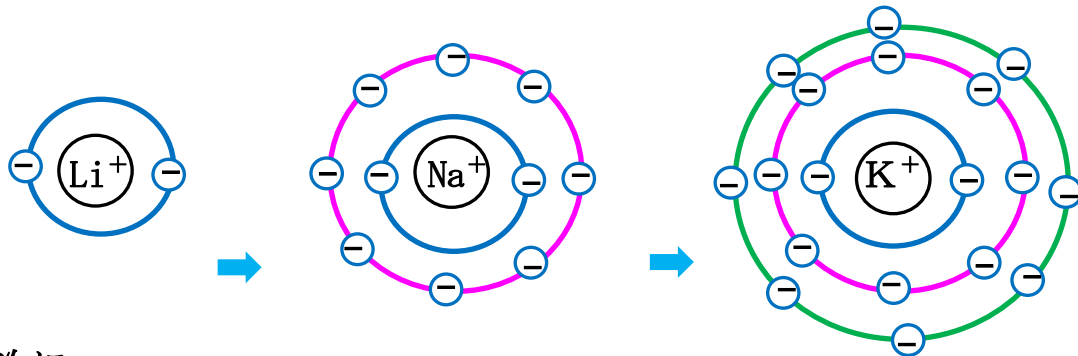
⊕の電荷と ⊖の電荷 は 引き合う . . .

⊕どうし、 ⊖どうしは 反発し合う . . .

という、常識さえ考えれば、覚える必要はありません！

●まず、**同族ならば、原子番号が大きいほど半径大**

は、あたりまえですね。電子殻が、雪だるま式に大きくなるのだから！



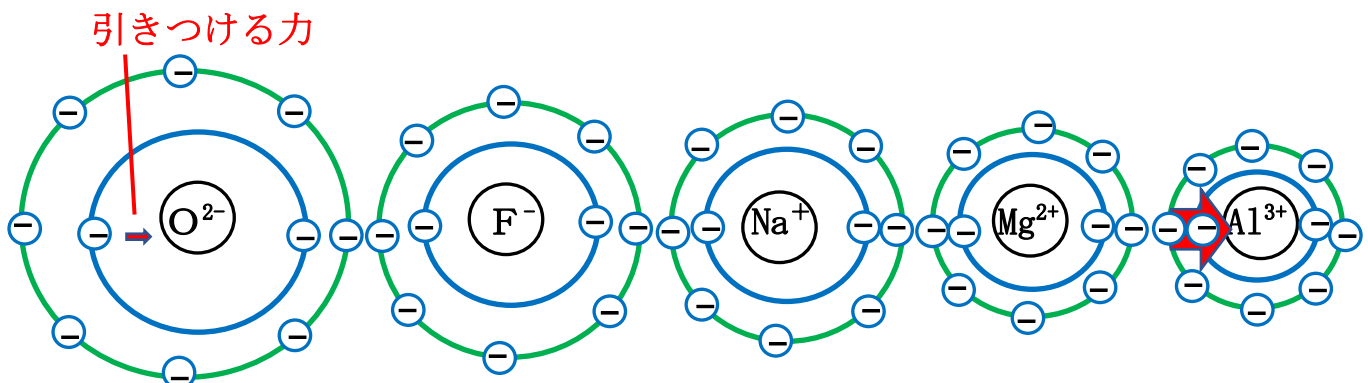
●次に

**同じ電子配置ならば、原子番号が大きいほど半径小**

これは、⊕と⊖が引き合う事を考えれば、当然です。

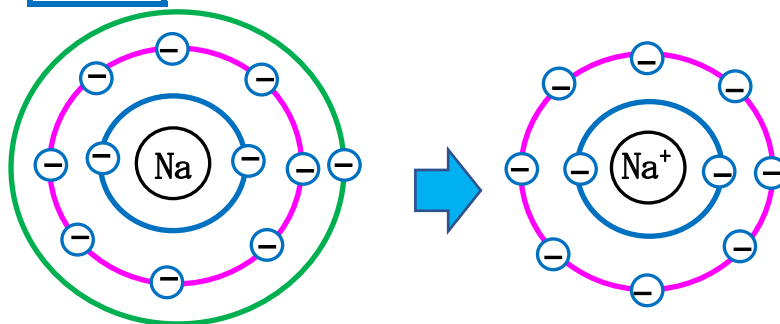
同じ電子の数ならば、引きつける⊕の数が多いほど、

⊖を引きつける力が強くなって、小さくなります。



● それでは、ある原子が、陽イオンになった場合、半径はどうなるか？

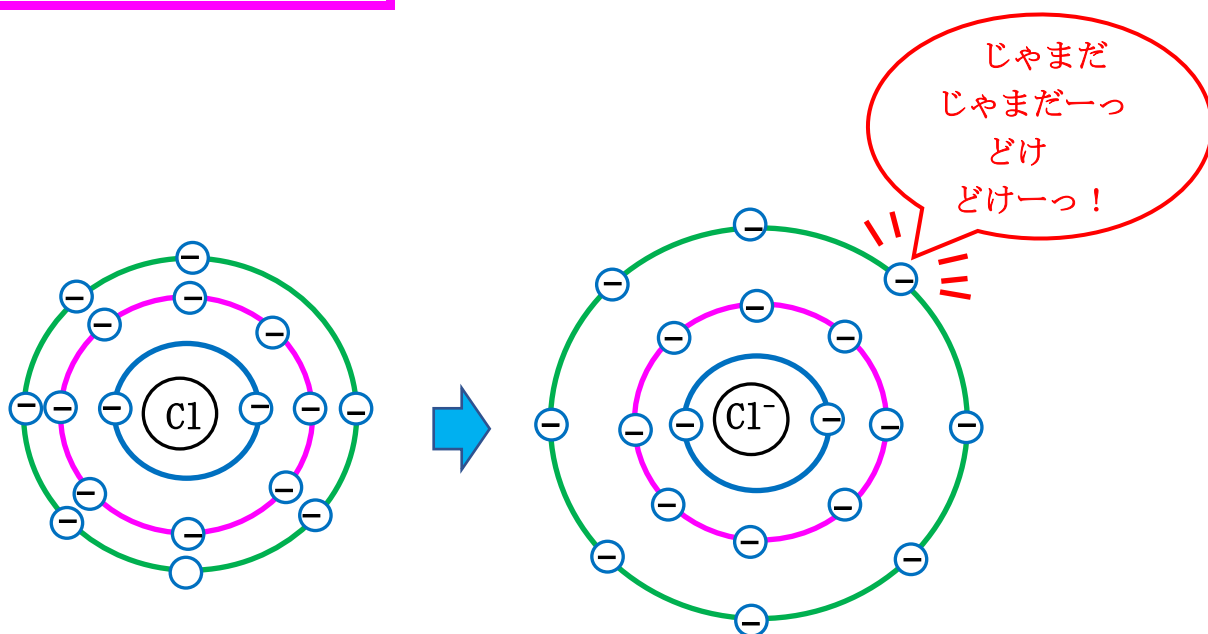
それは、電子殻がひとまわり小さくなるのだから、当然、小さくなりますよね。



● それでは、ある原子が、陰イオンになった場合、どうなるか？

電子殻の数は同じだから、変わらないように思えますが、

⊖ どうしが反発する ので、大きく なります！





6

# コロイド

でっかい分子が **何か** の中で分散したものを、コロイドといいます。

**何か** は、気体でも液体でも固体でもいいのです。

代表的なものは **マヨネーズ**

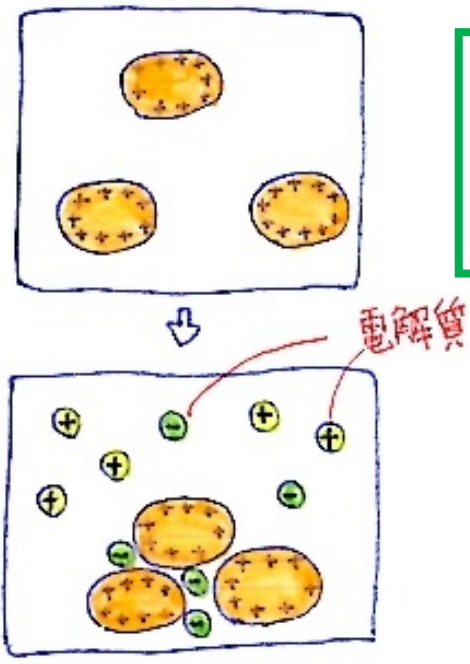


卵黄は油とも水とも仲よしなので、油を包んで酢の中にぶかぶか浮きます。

まるで乳製品のようになるのは、牛乳というものが、これもコロイドで、脂肪分が水に浮いたものだから。

**セッケン** もコロイドです。にごって、水の中でぶかぶか浮きますね。

**疎水コロイド** = 親水性はないが、正か負に帯電し、その反発力によって分散したもの。



例：粘土 = (負) **よく出る**  
 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  = (正)  
 なんとなく正になりそう！ $\text{Fe}^{3+}$

電解質を **少量** 加えると

帯電しなくなるので、

沈殿する。

= **凝析** という。

**よく出る**

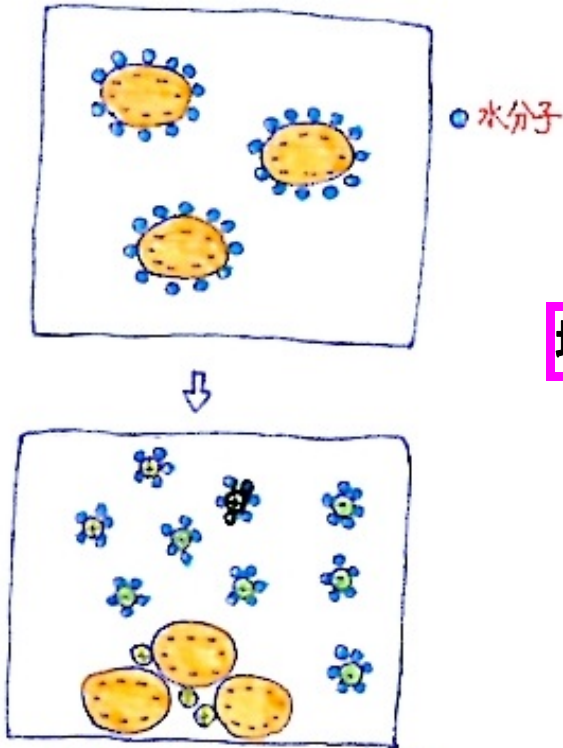
電解質が  $\text{NaCl} \Rightarrow \text{MgCl}_2 \Rightarrow \text{AlCl}_3$  にいくほど少量で

沈殿する場合、コロイドは (負) を帯びている。

**なぜ?**  $\text{Na}^+ < \text{Mg}^{2+} < \text{Al}^{3+}$  だから。

$\text{Al}^{3+}$  1コでも  $\text{Na}^+$  の3倍の威力がある。

## 親水コロイド



まず、水分子をはがさないで。

水との親和力が大きく、  
水分子によって守られているので、  
電解質を **多量** 加えないと  
沈殿しない。

### 塩析

= 多量の電解質で

親水コロイドが沈殿すること。

例：デンプン

卵白

セッケン

水にとかすとドロドロになる。

## 保護コロイド

疎水コロイド

+ 親水コロイドで、凝析しにくくなる

和風には

和風



墨汁

中の

にかわ

炭素

骨からとるゼラチン

木の接着に使う

洋風には

洋風と  
おぼえる！



インク

中の

アラビアゴム

顔料

アラビアゴムの木の樹液 疎水コロイド

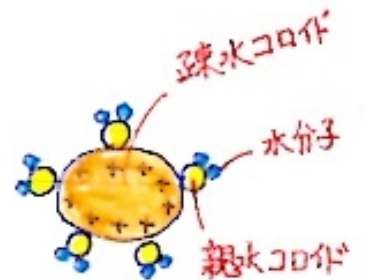
いわゆるゴムとはちがう。

でも、

接着剤に使う。糖が主成分。親水コロイド

のように

できる。



なぜ？

疎水コロイドを親水コロイドが囲み、  
そのまわりを水が囲むから。

マヨネーズもこれ。卵黄=親水コロイド 牛乳とか乳化製品も。

## コロイドの種類

基本、大きな粒子の物質が物質の中で分散すればよいので、

いろいろな組み合わせがあります。

(気体中に気体は、さすがにない。)

分子の大きいものはだいたいコロイドになります。

気体や水も、くふうすればなります。(泡立てるとかとじこめるとか)

コロイドをえらべ!とかよく出る。

● 気体中 に 液体 = 雲 水のつぶが空気中に浮かんでる。

に 固体 = 煙 固体の粒子が空気中に浮かんでる。

● 液体中 に 気体 = ビールの泡

ムース

に 液体 = マヨネーズ 酢の中に油が分散している。

牛乳

水の中に油(脂肪)が分散している。

に 固体 = 墨汁 水の中に炭素が分散している。

● 固体中 に 気体 = シリカゲル  $\text{SiO}_2$ 中に細かい空気の穴  
⇒穴が水を吸うので、乾燥剤に。

マシュマロ

に 液体 = ゼリー ゼラチンの中を水が分散している。

に 固体 = 人工ルビー  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 中に $\text{Cr}_2\text{O}_3$

人工サファイア  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 中に $\text{TiO}_2$ と $\text{Fe}_2\text{O}_3$

**ゾル** = 流動性のあるコロイド

**ゲル** = 流動性のないコロイド

どっちだったっけ？ と迷ったとき

シリカ**ゲル** の**ゲル** と思い出そう。

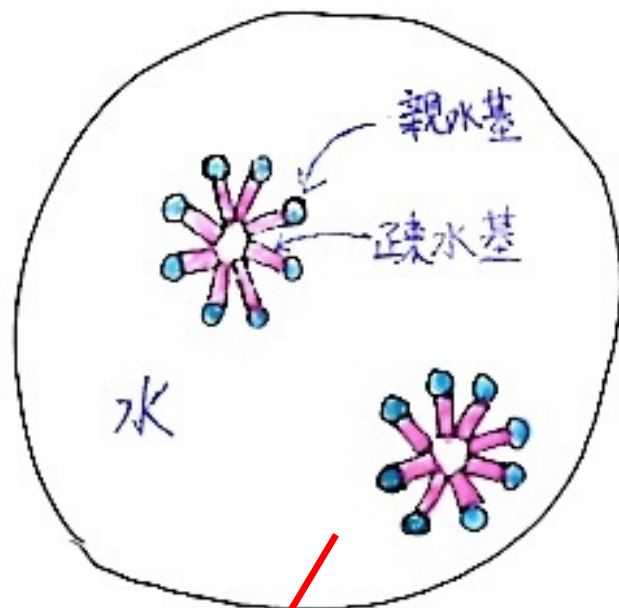
エアロ**ゾル**は、空中に霧や煙が浮かぶこと。

(スプレーとかにあるね！)

**会合コロイド** = たくさんの分子が集まってコロイド粒子になったもの

例：セッケン

親水基が、  
疎水基のまわりを  
ぐるっと囲むので、  
水の中に浮く。



こういう

コロイド粒子のことを

**ミセル** という。

## コロイドの現象

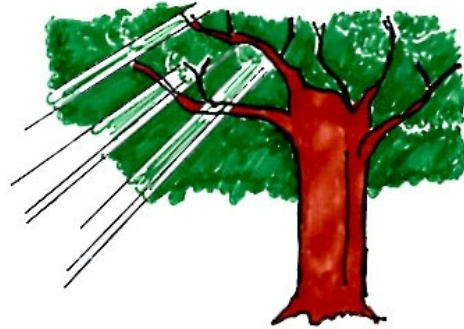
### ● チンダル現象

コロイド粒子が光を散乱させるので、  
強い光は進路が明るく輝く。

身近なところでは

- ・ 朝もやの中を
- 木もれ日が輝く

水蒸気が光を散乱させている



### ● ブラウン運動

水中のコロイド粒子に水分子が  
衝突し、不規則に動く（空中でもよい）

顕微鏡で牛乳の脂肪が

動くところみえます

身近なところでは

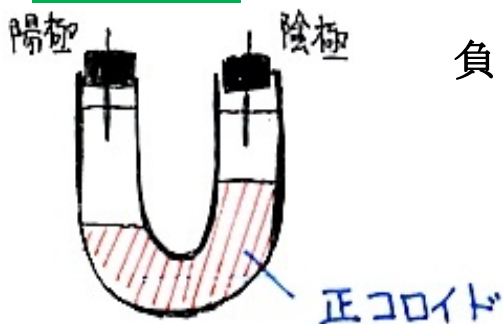
- ・ ほこりが空中を不規則に動いているのも、  
ほこりに空気の分子が衝突しているから。

### ● 透析

コロイドは大きいのでセロハンは通らないが、  
水分子は通る。

### ● 電気泳動

正コロイド・・・ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ などは陰極に、  
負コロイド・・・粘土などは陽極に  
引きよせられる。



これは出そうデスネ！

## 7 物質の状態

物質は、何か刺激を与えると、それを打ち消そうとします。



**ふつう** 圧力が高くなると、融点・沸点は高くなる。

つまり、液体に圧力を加えると固体になり、  
気体に圧力を加えると液体になります。

または、固体に圧力を加えながら温度を上げてても融けにくく、  
液体に圧力を加えながら温度を上げてても沸騰しにくい。

**なぜ?** ふつう、気体より液体、液体より固体の方が体積が小さい  
ので、体積が小さくなれば すきまができ、圧力が下がるから。



高山でおいしいカップラーメンは  
できにくい。

と、聞いた事ありませんか？

気圧が低いので

低温でもすぐ

沸騰してしまい、

熱いお湯ができないのです。



JALと日清が共同開発でつくった

気圧が低い機内でもおいしくできるカップラーメン

「らーめんですかいい」

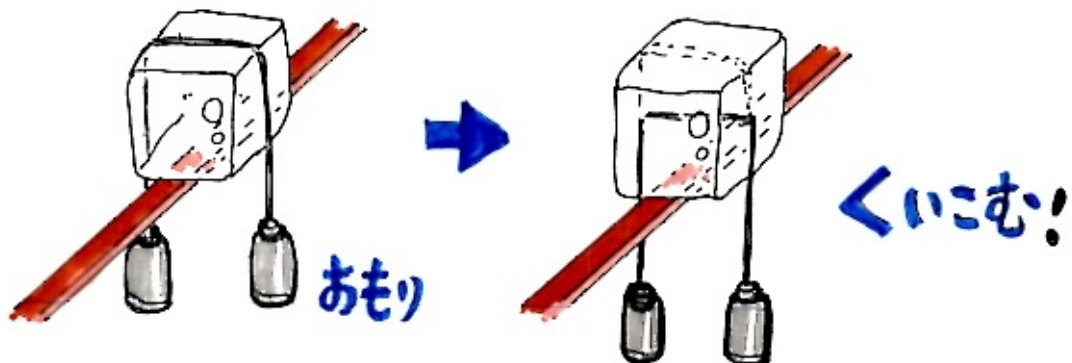
↑ らーめん de sky の ダジャレ。

**ところが！** 例外なのは、**水の融点** です。

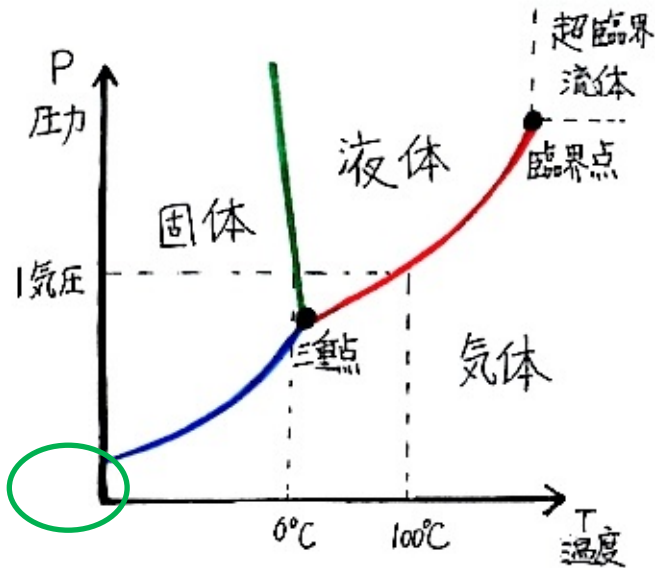
**水は、氷になった方が密度が小さい** んです！

つまり、水の方が体積が小さい・・・。

だから、**氷に圧力をかけると、むしろ溶けます！**



## 水の状態図



グラフを読み取れば

わかりますが、  
他の物質と違い、  
圧力が高いほど  
融点が低くなってます！

(**緑線**を見る)

**基本** ● **三重点** は固体・液体・気体が共存する

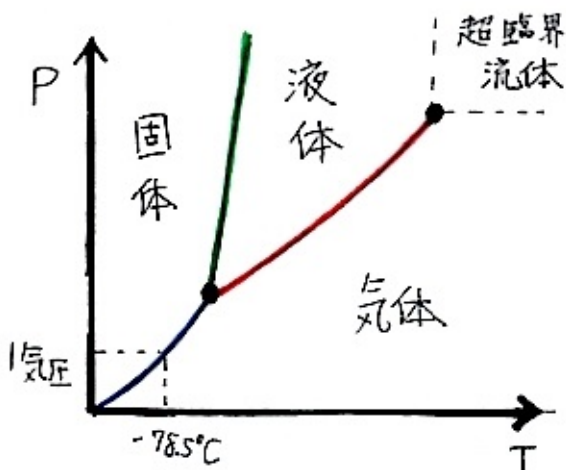
● **臨界点** は液体とも気体ともつかない状態

(不均一に、液体みたいな部分と気体みたいな部分がある)

## あとは、グラフを読む

- ・液体の沸点は、液体と気体の境の温度なので、**赤線**の部分を見るとわかるように、圧力が高くなると高くなる。
- ・固体が昇華する温度は、固体と気体の境なので、**青線**の部分を見るとわかるように、圧力が高くなると高くなる。
- ・固体の融点は、固体と液体の境なので、**緑線**の部分を見るとわかるように、圧力が高くなると低くなる。

## 二酸化炭素の状態図



ちなみに、二酸化炭素は

このように、

**融点** は**緑線**をみると、  
圧力が高くなると高くなります。  
1気圧では-78.5°Cで、  
すぐに固体から気体へ  
昇華してしまうことがわかります。

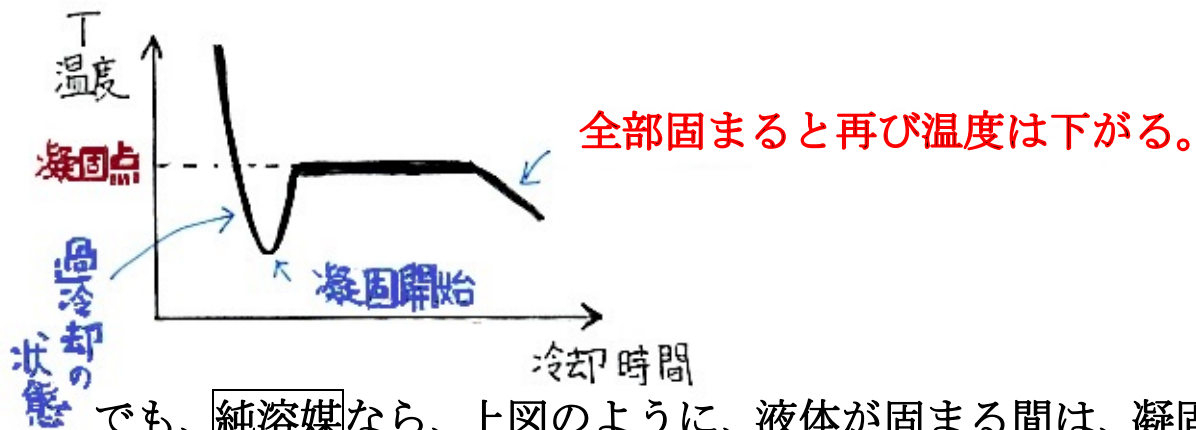


## 過冷却

液体をそーっとひやすと、凝固点になっても、すぐには固体になりません。

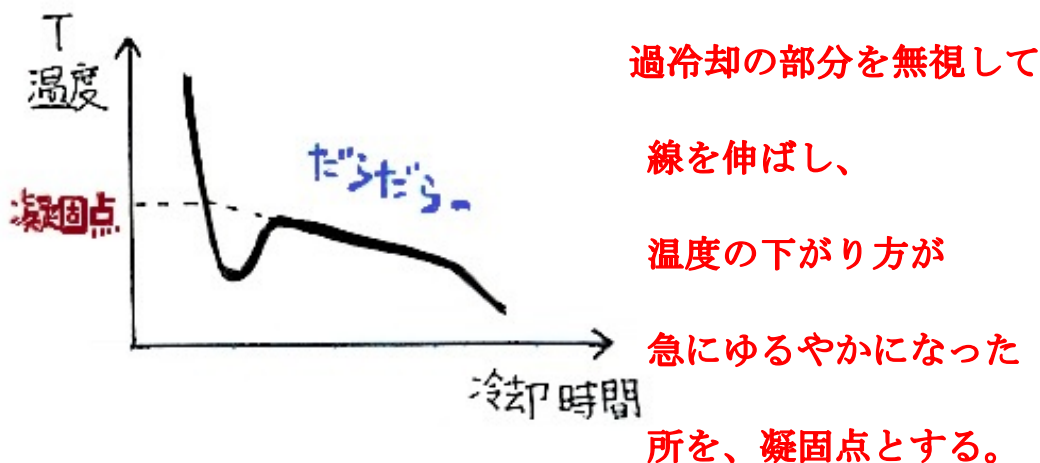
液体でも、凝固点以下の温度になります。

でも、何かのきっかけがあつて、一部が固まると、一気に固まります！



でも、**純溶媒**なら、上図のように、液体が固まる間は、凝固点で温度は一定になりますが**溶液**の場合は、だらだら下がります。

**なぜ？** まず、溶媒が先に固まって、濃度が濃くなった溶液は、凝固点降下が進んで、ますます凝固点が下がるから。



## 家庭でできる過冷却実験

- 保冷剤を冷やしておく
- きれいに洗った小瓶に、沸騰させてさましておいた水を8割くらい入れる。
- 瓶をタオルでくるみ、冷蔵庫に入れる。
- 3時間くらいゆっくり冷やす。
- 皿に保冷剤を置き、瓶をそーっと取り出して、上から水をたらす。



何度も試して

1番いいタイミングをみないと、  
キレイにはできません。^\_^;

## オマケ

## 知識系選択問題の選び方

**絶対にこれだ!** とわかるものがあれば良いですが、他の選択肢もよく見ると、合ってるような気がして気になる・・・。

でも、常識的な感覚で考えてみて、違和感がなければ、だいたい合ってると思いますよ。

だって、特殊なものは、化学の先生が、どっかで教えてくれているはずですからね!

(たとえば、水は、固体の方が軽いとか。)

例1 2020年センター 第1問問1の③

$F_2$ 、 $Cl_2$ 、 $Br_2$ 、 $I_2$  の融点や沸点は、原子番号が大きいほど高い。 答：○

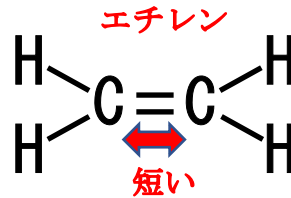
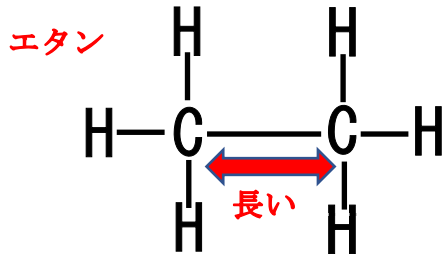
常識的に考えたら、○ですよ!

原子が大きいほど分子間力が働いて、引き合うのだから、溶かしたり沸騰させたりするにはエネルギーが必要となり、高い温度でなければできなくなります。

例外なのは、HFとか、水素結合をする時ですね。

例2 第4問問1

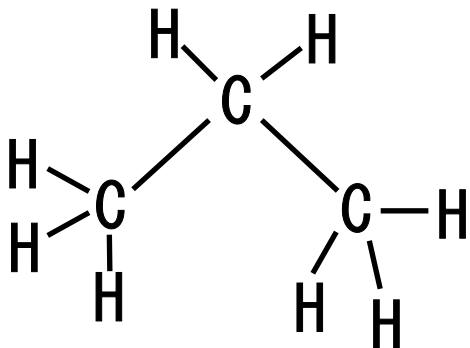
- 単結合（一重結合）より、二重結合の方が短い。



答：○

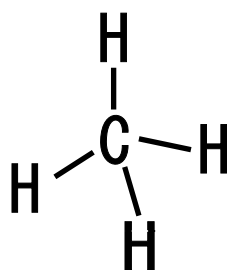
そりゃ、二重結合の方ががちっとつながってるから、短そうですね！ 三重結合なら、もっとです。

- プロパンの三つの炭素原子は、折れ線状に結合している。



炭素は手を4つ持っていて、単結合だと正四面体をつなげたような形になるので、どうしても折れ曲がります。

- メタンの四つの共有結合の長さは、すべて等しい。



答：○

この形からして、そりゃそーですよね！

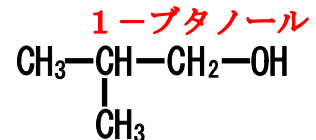
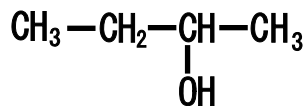
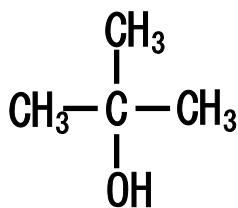
## アルコールの融点・沸点について

これはもう、覚える必要もなく、**なんとな〜くこんな感じがするう〜!**と、  
いうので、合ってます。



**沸点** は、分子どうしの引力をふりきって空気中に飛び出すのだから、  
当然、分子の**引き合う力**が強ければ、沸点も高くなるのです。

**引き合う力**は、第三級 < 第二級 < 第一級



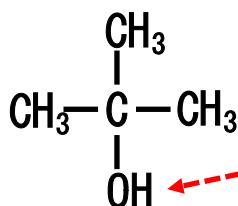
**2-メチル-2-プロパノール**   **2-ブタノール**   **2-メチル-1-プロパノール**

なので、**沸点**も 第三級 < 第二級 < 第一級 です。

**なぜ?** **同じくらいの大きさの分子**なら、

**水素結合をつくりやすい方が、引き合う力が強い** からです!

感覚的に考えても、

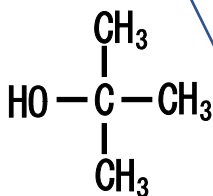


よけいな枝があって、

Oに近づきにくい!

ものは

水素結合が  
できにくい  
です。



同じ第一級では、枝分かれのない1-ブタノールの方が、



沸点が高いです。

2-メチル-1-プロパノール  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{OH}$  より

## なぜ?

感覚的に考えても、

まるまったカンジの形の方が、



表面積も小さく、

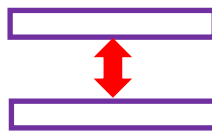


くっつきにくいですね!

まっすぐなら、



べたべたとくっつきます。



## 融点

は、すでにくっついてるものをぐにゃ〜とさせる のですから、

規則正しく配列しているものは、形を壊しにくい です。



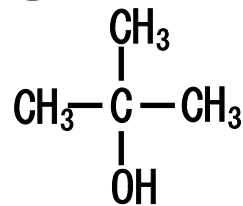
つまり、とかしにくい → 融点は高く なります。

1番配列しやすく、融点の高いものは、(丸)に近い、

2-メチル-2-プロパノール



配列しやすい  
くずしにくい

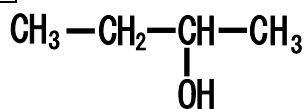


です。

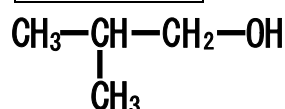
次は、直線の 1-ブタノール  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$  です。



枝のあるものは、すぐに形を崩せるので、融点が低い です。



2-ブタノール



2-メチル-1-プロパノール

ところで、言うまでもないと思いますが、  
名前にある数字は、1番長い炭素鎖の、はしっこから何番目のCについているか・・・  
を、表しますネ。

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$  は、

1番はしっこに  $-\text{OH}$ がついているので、 1-ブタノールです。  
(アルコールだから、 $-\text{OH}$ がなるべく小さい数字になるようにします。)