



元リケジョママが教える大学受験

# ペンとママの 化学ノート

第2編

無機物質



楽しく勉強

いろんなパロディ満載

## 第2編

## 無機物質

第2編は、無機物質についてです。

化学って、暗記ばかりでやだなあ・・・と思ってませんか？

「ああ、ドラえもんの暗記パンがあればなあ！」  
などと言っている受験生の、なんと多いことか。

でも！  
化学は、  
まるきりの暗記科目では  
ありません！  
理屈がわかっているならば、  
おぼえられる事も多いです。

(奥の手で、ゴロ合わせも使いますが。)



<b>第1章 無機物質の性質</b> .....	3←
<b>①</b> ハロゲン .....	4←
<b>②</b> O と S .....	12←
<b>③</b> N と P .....	16←
<b>④</b> C と Si .....	21←
<b>⑤</b> アルカリ金属 .....	27←
<b>⑥</b> アルカリ土類金属 2族元素 .	31←
<b>⑦</b> 1・2族以外の典型金属元素 .	38←
<b>⑧</b> 遷移金属 .....	42←
<b>⑨</b> 貴ガス .....	60←
<b>第2章 無機物質の製法</b> .....	61←
<b>第2編 総まとめ</b> .....	89←

# 第1章 無機物質の性質

化学の教科書って、  
物質の性質と製法が  
いちどにごちゃごちゃ書いてあって、  
頭の中がごちゃごちゃすると思いませんか？  
私は、**性質** と **製法** を分けて  
整理する事にしました！  
まずは **性質** から！

# ① ハロゲン

17族の元素を **ハロゲン** と呼びます。

第1編でも書きましたが、⇒第1編 P49

水素化合物の **水溶液** は、HF 以外は **強酸** となります。

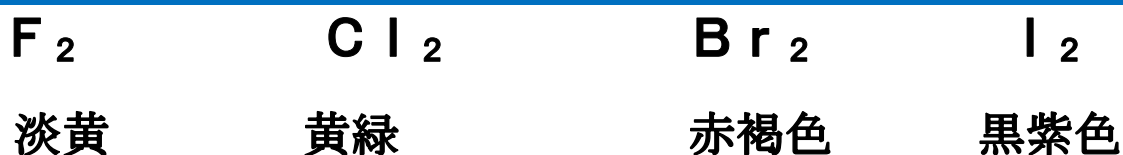


でも、**ハロゲン** の **酸化力** は 逆、でしたよね！



**色** は、原子番号 が大きくなるほど **濃く** なります。

なんとなく、デカイ方が濃そうじゃん。



イソジンの色

## ハロゲン化銀



第1編では **Cl<sup>-</sup>** だけおぼえた。現 (Ag) ナマ (Pb) で苦労 (Cl) する

次に、元素を1つずつみていきます。

◎ **フッ素 F**

◎ **F<sub>2</sub>** は、とにかく **酸化力** が強いので！

(反応性)

H<sub>2</sub> と **爆発的** に **HF** となる。

水とだって反応する！



◎ **ホタル石 CaF<sub>2</sub>** として自然に存在する。

強塩基 Ca(OH)<sub>2</sub> と 弱酸 HF の 塩。

・ レンズとかに使う。

鉱山から掘る。

昼間日光の紫外線を当てると、

夜 ホタルのように光る。

基本無色だが、

不純物によって緑～青色になる。

アクセサリーにも

八面体に割れる。



⇒ P 7 2

HF を 作るのに使う。



◎ フッ化水素

HF

は、

**弱酸** のくせに **ガラス (SiO<sub>2</sub>)** を溶かす！

⇒第1編 P50

よく出る

ガラスびんで保存できないので、  
ポリエチレン容器に保存する。  
水素結合があるため、沸点は高い。

フッ化水素酸 (HF の水溶液) が、ガラスを溶かす反応式は、



ヘキサフルオロケイ酸 です。

ヘキサ=6

HF が **気体** なら、



四フッ化ケイ素 (気体)

のように、 $\text{SiF}_4$  ができますが **四価だから**

HF が **フッ化水素酸** なら、これに HF が 2 つ ついた形の、

**H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> ヘキサフルオロケイ酸**

ができます。 **強酸** です。

HFは、半導体加工のための重要な物質です。

現在の半導体はほとんどがシリコンSiでできているので、

表面にできてしまう酸化物SiO<sub>2</sub>を、取り除きます。

まず表面をきれいにしてから、さらにいろいろな加工を加えていくのです。

(純度が高いほど、性能の良い半導体ができます。)



## ◎ 塩素 Cl

HCl (塩化水素) の

水溶液は HCl (塩酸) ですが、

1部が HClO (次亜塩素酸) と なります。

## ◎ 次亜塩素酸

塩酸とちがって、弱酸。 Oがあるだけ弱い

### HClO

次=~の次

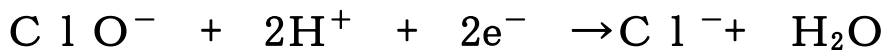
亜=~より下

塩酸より下、  
というイミ。

そーゆーこと  
イジケルよっ！

ClO<sup>-</sup> は、強い 酸化作用 がある。

Oがヨケイだから！



↓  
・ 消毒薬 や 漂白剤 に 使われる。

塩素系漂白剤には  
これが入っている。  
黄ばみもよく落ちる！  
でも、たまに色落ちしてショック！

ちゃんと  
表示を  
見よう



お気に入りか！

◎ **塩化水素** 水溶液は 塩酸。 **強酸** !  
**HCl**

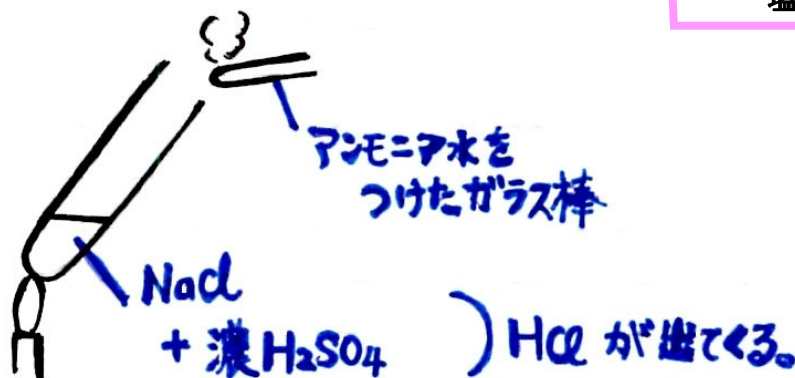
・でも、**揮発性** があるので、塩に**硫酸**を加えると出てくる。

(同じ強酸でも、**揮発性**がある方が負けて出てくる。)

⇒ 第1編 P49

・**発煙性** がある。(揮発したものが空気中の水蒸気を集めて霧となる。)

・アンモニアと反応して塩化アンモニウムを作って**白煙**を生じる。



◎ **さらし粉**  $\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$

日にさらす=殺菌する のイミ

$\text{Cl}_2$  を  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  に 吸収させたもの。

$\text{ClO}^-$  を 生じるので、強い **酸化力** があり、  
**漂白・殺菌** に使う。

「カルキ」ともいう。水道の「カルキ臭」とはこれのこと。  
カルシウムのカル。  
プールの消毒の塩素くさいのもこれ!

・酸化剤

## ◎ 臭素 Br

- (常温で) **赤褐色** の **液体**



ここを切って使う

**アンプル**

非金属で、常温で液体なのはコレだけ！（単体で）

気化しやすく毒性があるので**アンプル**に保存。

$Cl_2$  = 気体

間をとって **液体!**

I = 固体

## ◎ ヨウ素 I

- (常温で) **黒紫色** の **固体**

イソジンは液体じゃん！とか言ってる人！アレは正確にはヨウ素と高分子の重合体です。

- **昇華性**がある。 (固体から直接気体になる)



こんな実験やらなかったかな？

前は、気体から固体になることも

昇華と行っていましたけど、今は

**凝華** と言います！

気体から液体になるのは凝縮

だから、まあわかりますね！

**茶色**のビンに入れ**密閉**して**冷暗所**に保管する。

## ◎ヨウ化カリウム K I

第1編でも触れましたが、 $2 I^- \rightarrow I_2 + 2 e^-$

となるので、還元剤です。(自分は酸化する。)

また、K Iは、 $I_2$ を溶かして **三ヨウ化物イオン  $I_3^-$**  を

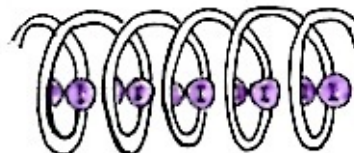
生じ、 **ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液 (ヨウ素液)** と、

なります。 $I_2 + I^- \rightleftharpoons I_3^-$

この液体は、 **ヨウ素デンプン反応** に使われます。

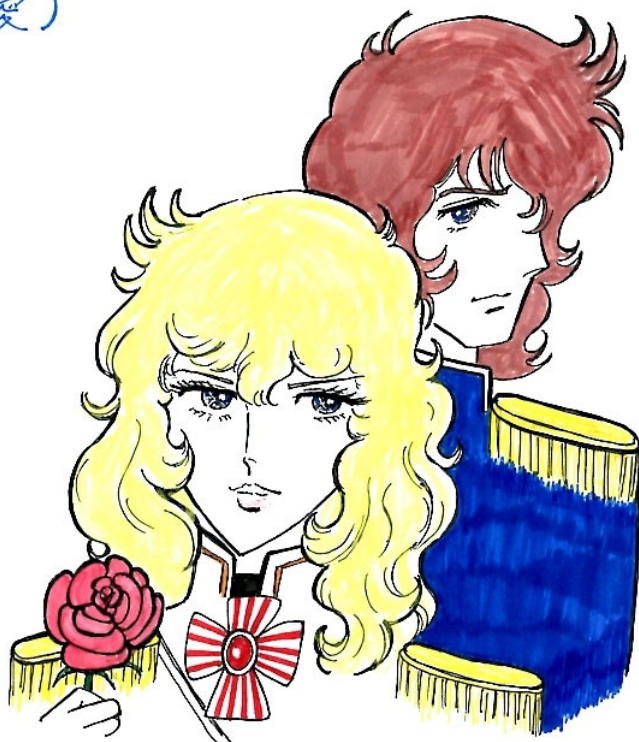
イモの断面にたらすと、**褐色**の液体が**青紫色**になる、アレです!

デンプンのらせん構造が、 $I_2$ だけをとどめるため、  
紫色となるのです。 $I_3^-$ は、  
濃度が高いときは褐色です。



I(愛)

あればこそ……



## ② O と S

どっちも16族

◎ **酸素 O**

● **オゾン O<sub>3</sub>**

・第1編でも書きましたが、 ⇒第1編 P55

強い酸化力がある **酸化剤** !

なので、**殺菌** や **漂白** に使う。

**淡青色** ・ **特異臭**

気体なのを生かし、

オゾンが発生する空気清浄機とか  
ちょっとニオイがする。

### ・ O<sub>3</sub>の検出方法

よく出る

強い酸化剤だったね! 気体なのでカンタンに検出できる

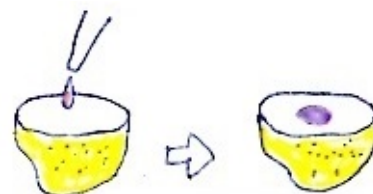
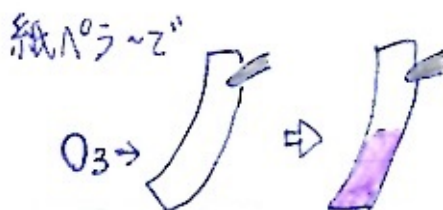
水で湿らせた **ヨウ化カリウム (KI) デンプン紙** が

**青紫色** に変わる

なぜ? ヨウ化カリウム (KI) を酸化させ、**I<sub>2</sub>**が出てきて**デンプン**

と反応するから! **KI**は、還元剤だったね!

小学校か中学校でやったよね! 生物で。  
イモとかにヨウ素液をたらすと青紫色に!



◎ **硫黄 S**

Sは同素体が3つあります。

⇒第1編 P84

◎ **硫化水素 H<sub>2</sub>S**

・ 強い **還元剤** ⇒第1編 P57

・ **弱酸**

・ 多くの金属と沈殿をつくる。 ⇒第1編 P23

(S<sup>2-</sup> として)

・ たまごのくさったにおい

無色

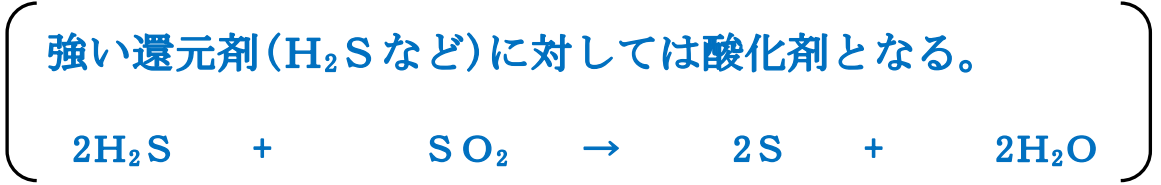
有毒

火山ガスに含まれる  
あまり濃いとキケン!



◎ **二酸化硫黄**  $\text{SO}_2$

- **還元剤** にも **酸化剤** にもなる。 ⇒第1編 P58



- 無色 有毒  
刺激臭 = 花火のにおい  
**弱酸**
- }  $\text{H}_2\text{S}$  と にている



水に溶かすと **亜硫酸**  $\text{H}_2\text{SO}_3$  になって、**弱酸** になる。

④注： **硫酸**  $\text{H}_2\text{SO}_4$  にはならない！  
=  $\text{SO}_3$  と水を反応させてできる。

- **濃硫酸**  $\text{H}_2\text{SO}_4$  が **Cu Hg Ag** を溶かすと  
出てくる ⇒第1編 P17

◎ **硫酸**  $H_2SO_4$

・ 強い **酸化剤** ⇒ 第1編 P55

・ **濃硫酸** は、**不揮発性** なので、

蒸発することもできず、

電離したいのに ろくに水もなく、

↓

**水がほしい!** 水ほしがりやさん

↓

**乾燥剤**

**脱水反応** の触媒 に 使われる。

有機物質の反応でよく出てきますが、  
無理やり水をむしりとる反応。

後でくわしく

・  $Fe$   $Ni$   $Al$  は 不動態 を作るので熱濃硫酸でも  
溶かさなない。

(希硫酸なら溶ける)



### ③ N と P

どっちも15族

◎ **窒素 N**

◎ **アンモニア NH<sub>3</sub>**

・ **弱塩**

・ 水によく溶ける ⇒ 製法は後ほど

◎ **一酸化窒素 NO**



対比がよく出る

◎ **二酸化窒素 NO<sub>2</sub>**

**NO**  
**無色**  
**希硝酸がCu Hg Ag**  
を溶かすと出てくる  
  
**水に溶けにくい**  
自動車のエンジン内ででき、  
 $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$   
酸性雨の原因となる。  
不安定なのですぐにNO<sub>2</sub>になる。



**NO<sub>2</sub>**  
**赤褐色**  
**濃硝酸がCu Hg Ag**  
を溶かすと出てくる  
  
**水に溶けやすい**  
**イメージでおぼえろ!**  
Oが多い方が濃そう。  
H<sub>2</sub>Oともなじみやすそう。

**※どっちも有毒**

排気ガスに含まれる NO



すぐ NO<sub>2</sub> になる



水に溶けて硝酸HNO<sub>3</sub>になる



硝酸は銅を溶かすんだっけ！

塩酸や希硫酸は溶かさないけど。 ⇒第1編 P17

酸性雨となって、銅像を溶かすよ！



◎ **硝酸**  $\text{HNO}_3$

- 強い **酸化剤**
- $\text{Cu}$   $\text{Hg}$   $\text{Ag}$  も溶かす ( 希 なら  $\text{NO}$  が出る。  
濃 なら  $\text{NO}_2$  )
- ただし、 $\text{Fe}$   $\text{Ni}$   $\text{Al}$  は不動態を作るので濃硝酸でも溶かさない  
(希硝酸なら溶かす)

$\text{Fe}$   $\text{Ni}$   $\text{Al}$  不動態  
て に ある とうふ

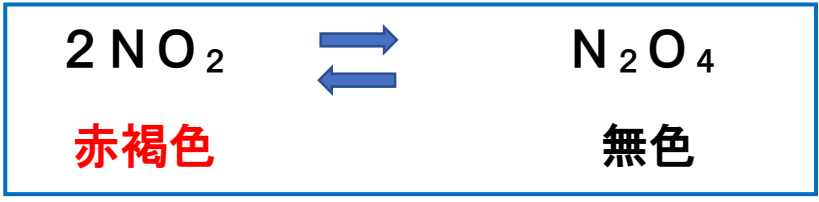
- 光や熱で分解しやすいので **褐色瓶** に入れ



冷暗所 で保存。  
よく出る

◎ **四酸化二窒素**  $\text{N}_2\text{O}_4$  **無色**

$\text{NO}_2$  を容器に閉じこめると、



の 平衡状態になります。 ⇒第1編 P79

ペンこママのおぼえかた 赤オニ⇒Oが2個⇒ $\text{NO}_2$ が赤

NO = 無色

NO<sub>2</sub> = 赤褐色

N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> = 無色

Nの化合物は似たような物質がたくさんあって、NO<sub>2</sub>だけが赤なので、まぎらわしいですネ！ ペンこママは、

赤オニ⇒Oが2個⇒NO<sub>2</sub>が赤 と、おぼえるようにしています。



◎ **リン P** Pは同素体が2つあります。 ⇒第1編 P85

⇒ **燃やすと  $P_4O_{10}$  になる!**

◎ **リン酸  $H_3PO_4$**

・ **強酸** でも、強酸の中では弱い方で、地味。

でも!  $\overset{\text{リン}}{P}$  は、植物や動物に不可欠な元素。

肉や魚には  $\overset{\text{リン}}{P}$  が含まれる。

DNAの一部もリン酸。

・ **リン酸肥料**

・ **食品の pH調整剤** に使う。

・ **潮解性** がある。(塩みたいに水すって溶ける。)



◎ **十酸化四リン  $P_4O_{10}$**  これも **潮解性** あり

・ 温水で **リン酸** になる。



・ 吸湿性の強い **白色粉末** ⇒ 乾燥剤・脱水剤

潮解性があるものは、よく乾燥剤に使われる!

◎ **過リン酸石灰  $Ca(H_2PO_4)_2$  と  $CaSO_4$  の混合物**

リン酸カルシウム

硫酸カルシウム

・ **リン肥料**  $Ca$ カルシウム を含んだものを 石灰という。

$P$ リン も  $Ca$  も 植物には大切!

家庭菜園とかで、リンと石灰でもまくかー!と、言う。

リン鉱石  $Ca_3(PO_4)_2$  と **硫酸** を混ぜるとできる。

## 4 C と Si

どっちも 14 族

◎ **炭素 C** Cは同素体が3つあります。⇒第1編 P83

◎ **一酸化炭素 CO**

- ・超 有害 いうまでもなく！
- ・**金属の精錬** に利用する。 (鉄など)

高温でほかの物質からOを奪ってCO<sub>2</sub>になりやすい。

⇒酸化した金属からOを奪う。

◎ **二酸化炭素 CO<sub>2</sub>**

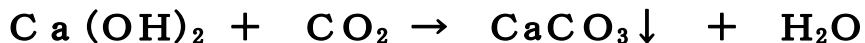
- ・**弱酸**
- ・水に溶解ると炭酸になるので、炭酸とも呼ばれる。

・石灰水 Ca(OH)<sub>2</sub>に通じると白濁する。

生物の実験で、息吹き込んだりしませんでした？

これは、CaCO<sub>3</sub>=炭酸カルシウムの沈殿ができるから。

CO<sub>2</sub>は弱酸だから、中和反応です。⇒第1編 P30



・固体=ドライアイス **昇華** しやすい。

モクモクっと煙が出る、あれは固体からいきなり気体になってるんですね！

気体になるとき気化熱をうばいとるので、冷たいものを保存するのに使います。



# ◎ ケイ素 Si

シリコンとも呼びます。

半導体に欠かせない元素ですね！  
アメリカで半導体研究が盛んな所を、  
シリコンバレー と 呼びますね！



結晶は **正四面体** が重なった形



Cのダイヤモンドと同じように、

四方で他のSiと電子を共有する共有結合。

電気は通しにくい。



でも、**エネルギー**を与えると **半導体** となる。

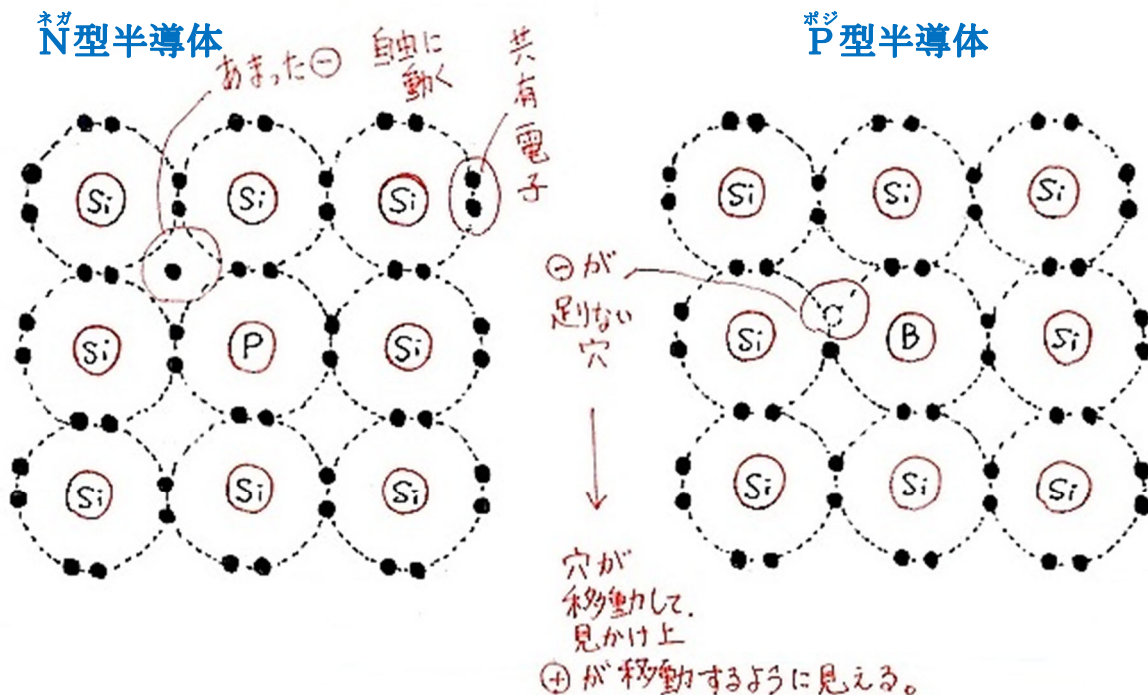
**不純物** が混じると、さらに**半導体**になりやすくなる。

Siの中にPが混じれば

よけいな $\ominus$ が動く

Siの中にBが混じれば

$\ominus$ が足りない部分、 $\oplus$ が動く



## ● 二酸化ケイ素 $\text{SiO}_2$

## $\text{CO}_2$ のナカマ

- ・ 結晶は **石英** **水晶**

Si と O が交互に共有結合する

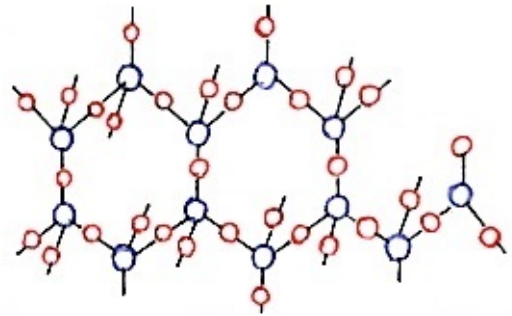
### 立体網目構造

- ・ **ガラスの材料** だが、

ガラスは急激に加工するので結晶にならず、

### アモルファス（非結晶）となる。

- ・ **酸性酸化物** なので **塩基** と反応する。⇒第1編 P41
- ・ **HF** には溶ける。 ⇒第1編 P50



岩石の主成分は  $\text{SiO}_2$   
海を除いた大陸地殻のうち、  
最も多い物質は  $\text{SiO}_2$ !  
(元素なら1位O, 2位Si)  
動物の体はCが作っているし、  
地下はSiが作っているとも  
いえますね。  
じゃあどっかに、動物の体を  
Siが作っていて、  
地下をGe (ゲルマニウム) が  
作ってる  
なんつー世界もあったりして!?  
なーんてSFなかつたっけ。  
調べたらいっぱいあった。



こんなのはない。



## 現代の科学の発展は、Siのおかげともいえます！

**セラミックス** = 金属以外の無機物質を高温で焼き固めたもの

ですが、ほとんど **SiO<sub>2</sub>** がからんでいるので、

**ケイ酸塩工業** ともいいます。

Si を必ず含むとは限りませんが、

窯で焼くので **窯業** ともいいます。

◎ ガラス = もちろん **SiO<sub>2</sub>** が主原料。

炭酸ナトリウムや炭酸カルシウムを加えて融解し冷やす  
(四面体結晶の中に Na<sup>+</sup> や Ca<sup>+</sup> が入り込む。)

結晶が不規則な **アモルファス**

◎ 陶磁器 = 土器は粘土だけだが、

陶器は石英 (SiO<sub>2</sub>) も混ぜる。

磁気はさらに長石 (Al がまじったケイ酸塩) も混ぜる

◎ セメント = 石灰石 (CaCO<sub>3</sub>)・粘土・セッコウ (CaSO<sub>4</sub>)

普通のセメントは SiO<sub>2</sub> は入っていない。

(特殊なのは入っている。)

砂・小石を加えて固めると **コンクリート**

## 新しい技術

◎ **ファインセラミックス** = 天然でない原料を使って、温度や時間を制御

して作る

- ・ 電子材料 ICの基板
- ・ 耐熱材料 自動車エンジン・タービン
- ・ 生体材料 人工関節・人工骨
- ・ その他 センサー 電磁石

**光ファイバー** **石英ガラス** で作った繊維 ⇒ **光通信**

プラスチック製のもの (メタクリル酸メチル) もあるが、⇒ 第4編高分子  
石英ガラスの方が光損失が少ないので、**長距離通信** に使う！

## ◎ ケイ酸 $\text{H}_2\text{SiO}_3$

こんな酸もあるのを忘れないデネ！

### ・ 弱酸

周期表からわかるように、SiはCの仲間なので、炭酸  $\text{H}_2\text{CO}_3$  のような酸をつくります。

影薄いケド

・ 加熱脱水すると **シリカゲル** となる。

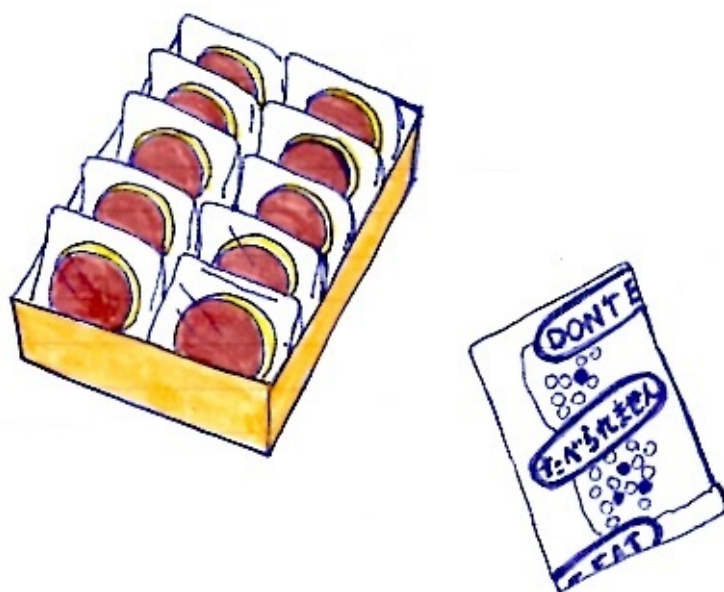
よく知られた乾燥剤。

お菓子に入ってる。 **たいていこれ。**

シリカ=シリコンSi からくる。

**$\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ケイ酸のゲル。**

たくさんの空気の穴がゲル状に入っているので水をよく吸う。 ⇒第1編 P98 コロイド



## ◎ ケイ酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{SiO}_3$

・ ケイ酸の塩。  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  の仲間

・ **水ガラス** と呼ばれる。

水あめ状だから。

ガラスの接着剤などに使う。

・  $\text{SiO}_2$  を  $\text{NaOH}$  と 反応させるとできる。

$\text{SiO}_2$  も、 $\text{CO}_2$  と同じように弱酸の仲間！

・  $\text{SiO}_2$  を  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  と 反応させてもできる。

ケイ酸も炭酸も弱酸だけど、

$\text{CO}_2$  の方が **揮発性** なので負けて出てくる。

・  $\text{HCl}$  を加えると **ケイ酸  $\text{H}_2\text{SiO}_3$**  ができる。

$\text{HCl}$  は**強酸**、ケイ酸は**弱酸** だから

負けて出てくる。

## ⑤ アルカリ金属

アルカリ金属とは、Hを除く 1族の元素です。

やわらかい金属です。

とても反応しやすいので

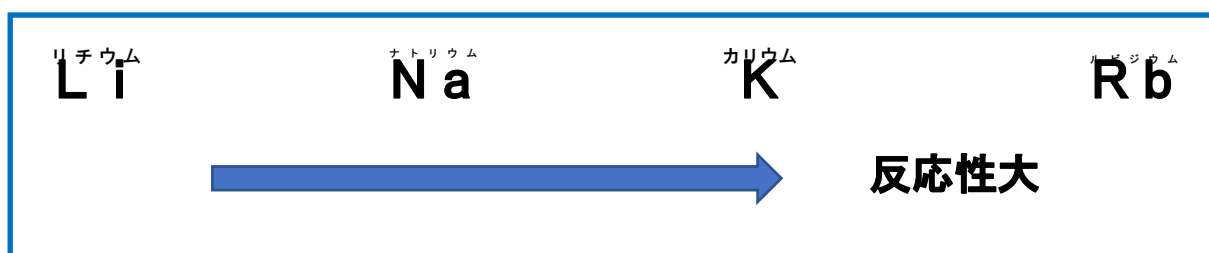
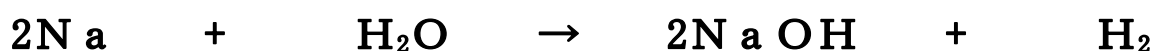
キケン!

空気中でも発火するので、石油につけて保存。

↑

火さえつけなければ安全なのですよ。むしろ。

常温の水とでも激しく反応。

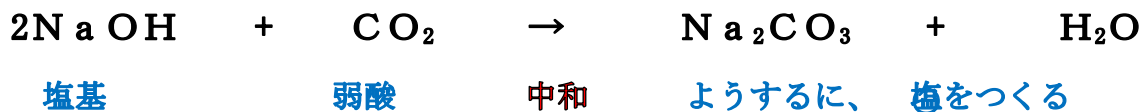


- ・水酸化物はすべて塩基になり、アルカリ性を示す。

## ◎ ナトリウム Na

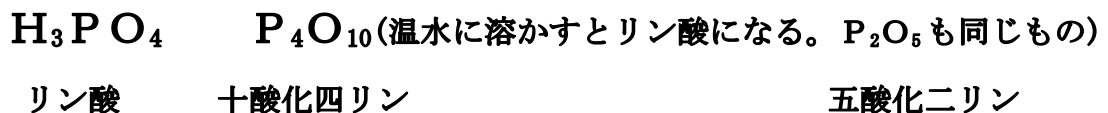
### ◎ 水酸化ナトリウム NaOH

- ・ 白い固体
- ・ 空気中のCO<sub>2</sub>を吸収して炭酸ナトリウムNa<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>に変化する。



- ・ **潮解性** がある。 (空気中の水をすって溶ける)

**潮解性があるもの** ※フェノール以外は乾燥剤に使えます。



**リンさん!** リン酸 (P<sub>4</sub>O<sub>10</sub> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>も)

冷蔵庫の **な** **か** に  
ナトリウム カリウム

**スイカ** があるよ。

水酸化

食べると体重 **ふえーるの**。

フェノール

**炎天下**を**軽く**走ったよ。

塩化 カルシウム

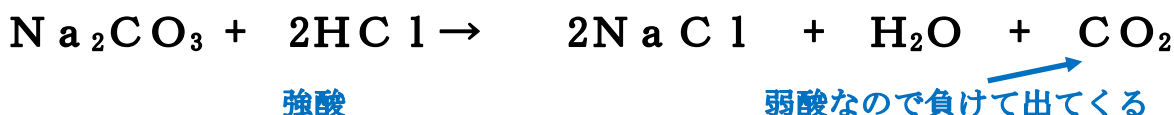
あー**ちようかい!** (そうかい!)



## 2つの**ナトリウム炭酸塩** いろいろ使えて、比較がよく出る！

### ◎ **炭酸ナトリウム** $\text{Na}_2\text{CO}_3$

- ・ 白い固体 ⇒ P 7 4 アンモニアソーダ法で  $\text{NaHCO}_3$  から作る
- ・ 加熱しても **分解しない** が、 $\text{HCl}$  を加えると  $\text{CO}_2$  を発生する。



- ・ **塩基性** ⇒ 第1編 P 5 1

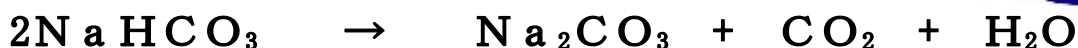
$\text{NaOH}$ =強塩基       $\text{H}_2\text{CO}_3$ =弱酸      強い方が勝つ！

- ・ **ソーダ灰** と呼ばれ、ガラスの材料。  $\text{SiO}_2$  の融点を下げる。

ソーダとは  $\text{Na}$  の工業的別名。ソーダハイって検索するとお酒ばっか出てくる。^\_^;

### ◎ **炭酸水素ナトリウム** $\text{NaHCO}_3$

- ・ 白い固体
- ・ 加熱すると **分解する**

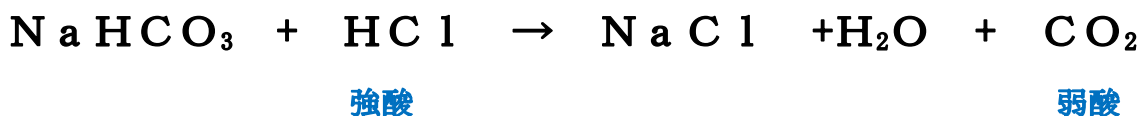


この性質を利用して、(加熱すれば  $\text{CO}_2$  がポコポコ出る)

**ふくらし粉 (ベーキングパウダー)** として使う。

**重曹** じゅうそう とも呼ぶ。

- ・  $\text{HCl}$  を加えると  $\text{CO}_2$  を発生する。 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  と同じ)



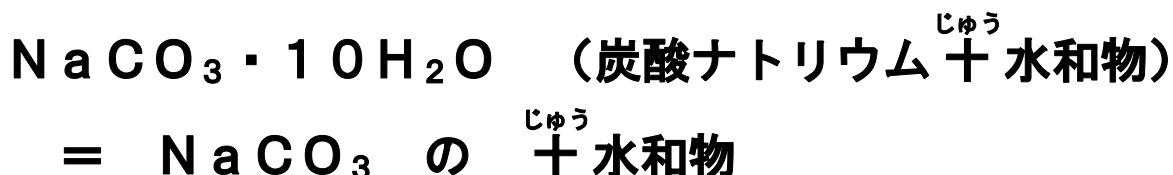
- ・ **弱塩基性**      ・ ・ ・ Hがある分、 $\text{Na}_2\text{CO}_3$  より弱い！



● 「<sup>じゅうそう</sup>重曹」 ( $\text{NaHCO}_3$  炭酸水素ナトリウム)

は、おそうじにも使えます！ → 水に溶かす。

弱塩基性だからタンパク質溶かす！ 環境にも優しい！



も、「洗濯ソーダ」という別名があり、おそうじにも使えます。



風解



- ・無色の結晶
- ・重曹よりやや強い 弱塩基性

でも、空気中でほっとくと、粉々になります。

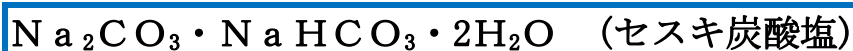
水の一部を失います。



- ・白い粉末

(教科書にナイケド)

最近 **はやり** なのがこれ！



「セスキ炭酸ソーダ」として宣伝されてます。

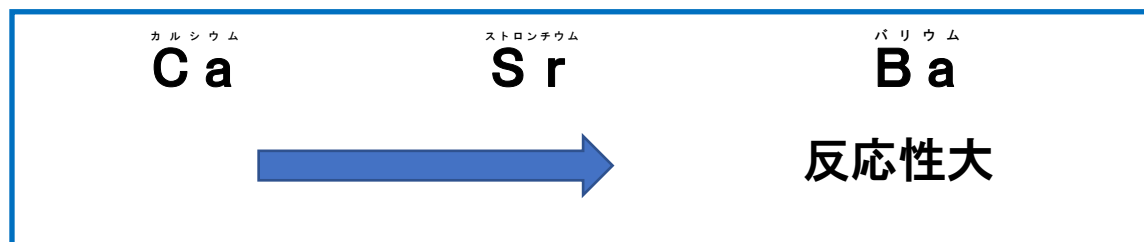
「重曹」と「洗濯ソーダ」の中間みたいな。



セスキとは  
ラテン語で  
「1.5」  
のこと  
Naが2コ  
と  
1コ  
足して  
2で割ると  
1.5 だから

## ⑥ アルカリ土類金属 2族元素

前は、Be (ベリリウム)とMg (マグネシウム) は、仲間にはいっていませんでした。



Be と Mg 以外は アルカリ金属と同様に、**常温の水**と反応しますが、(Mg は熱水なら反応する)

アルカリ金属ほど激しくありません。



**強塩基**

Be と Mg 以外は炎色反応を示します。



## ◎ カルシウム Ca

Caの化合物も、Naと同じようにいろいろ実用的に使われています！

まぎらわしいのでよく出る！ ごっちゃにしないこと！

## ◎ 酸化カルシウム CaO

- ・ 白い固体
- ・ **生石灰** とよばれる。

なぜ生か？水を加えると発熱して、生きてるみたいだから！

- ・ 水を加えると発熱しながら反応する。

塩基性酸化物だから。

消石灰となる。アルカリになる。



これを利用して、**発熱剤** として使われる。

ひもを引っ張るとあつたまる駅弁！



← ココ引っはる

## ◎ 水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$

・ 白い粉末

・ **消石灰** と呼ばれる。 **なぜ消か？**  $\text{CaO}$  を生石灰と呼ぶのに対して、  
水を加えても発熱しない。火が消えたように反応しないから。

・ 飽和水溶液を **石灰水** と呼ぶ。

( $\text{CO}_2$  を通じると、にごる。) **生物の実験で、息ふきこんだね！**



それは、**白色沈殿  $\text{CaCO}_3$**  ができるから。⇒第1編 P30



しかし、さらに  $\text{CO}_2$  を過剰に通じると



**炭酸水素カルシウム  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$**  となって、再び溶ける。



加熱すると

再び  **$\text{CaCO}_3$**  が沈殿

**これは、鍾乳洞ができるしくみ！**



$\text{CO}_2$  を含んだ水が、石灰岩 (成分  $\text{CaCO}_3$ ) を浸食し、穴をつくる

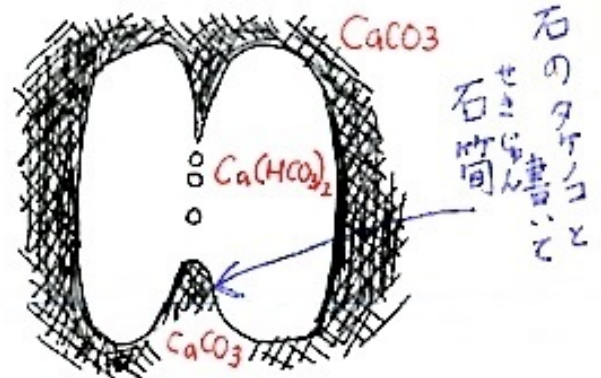


溶けて  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  となったものが、  
穴の中をポタポタと落ちる



落ちたものは、自然と  $\text{CO}_2$  と  $\text{H}_2\text{O}$  が  
蒸発して、また固まる。

(再び  $\text{CaCO}_3$  となる。)



● **炭酸カルシウム  $\text{CaCO}_3$**

- 石灰岩・大理石・貝殻に含まれる
- $\text{HCl}$  と反応すると  $\text{CO}_2$  が出てくる

**チョークの材料**



強酸

弱酸だから  
負けて追い出されて出てくる

● **硫酸カルシウム  $\text{CaSO}_4$**

炭酸とごっちゃにしないこと！

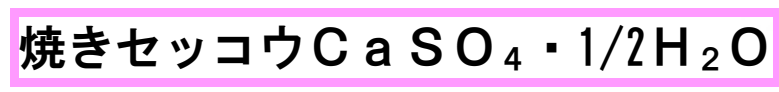
- 天然で **セッコウ  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**  として産出される。

2水和物

コンクリートの原料



140℃に加熱



1/2水和物

セッコウ像に使う。



● **塩化カルシウム  $\text{CaCl}_2$**

- 融雪剤** に使う。 =  $\text{NaCl}$  と同じ原理で、氷の融点を下げる

**凝固点降下** = 不純物があると凝固点 (融点) が下がる。

$\text{CaCl}_2$   $\text{NaCl}$  は電離するので濃度が増える。

塩と氷でアイスクリームつくる実験やらなかった？

氷がとけやすくなってまわりの温度を下げるから、0℃より低くなる！

- 潮解性** があるので、**乾燥剤** に使う。

水分すって溶ける

## ヒートパックの原理

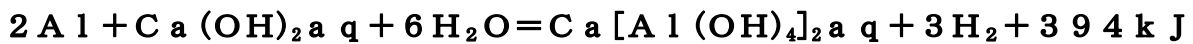
$\text{CaO}$  は、塩基性酸化物だから、  
水と反応して、アルカリになるのですよね！ ⇒第1編 P41

P32 のように、お弁当をあっためるくらいなら、この反応熱でも  
充分ですが、お湯をわかすとなると、そうはいきません。



そこで、**アルミニウム** を使います。

まず、 $\text{CaO}$  と水で  $\text{Ca(OH)}_2$  を作ってから、  
その  $\text{Ca(OH)}_2$  と **アルミニウム** を反応させ、**錯体** を作ります。



水素が出ます。火は近づけないこと。

このときの反応熱が大きいので水は水蒸気となり、レトルトなどをホカホカにできる  
のです。

$\text{Ca(OH)}_2$  は、消石灰といっても、Al とはすごい反応するんですネ！



◎ **バリウム Ba**

◎ **水酸化バリウム Ba(OH)<sub>2</sub>**

- ・ 強い **塩基性 (アルカリ)**

◎ **硫酸バリウム Ba(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>**

- ・ 白色粉末
- ・ Ba<sup>2+</sup>は **硫酸** で **白色沈殿** ができる。

⇒第1編 P30

バ カ な 竜さん

B a C a P b H<sub>2</sub>S O<sub>4</sub>

- ・ X線の吸収力が大きいので **胃のレントゲン** に使う。

バリウム飲んできたわー！とか言う。

## ◎ マグネシウム Mg

### ◎ 水酸化マグネシウム Mg(OH)<sub>2</sub>

熱水なら反応する

・ **弱塩基** 強塩基になれない！

・ 水にはほとんど溶けず、沈殿する

⇒第1編 P25

Mg<sup>2+</sup>からイオン化傾向が小さいものはOH<sup>-</sup>で沈殿するんだっけ！

マー(Mg)いいじゃないか、オー、エッチ！(OH<sup>-</sup>)

アルカリ金属・アルカリ土類金属は、OH<sup>-</sup>とは沈殿をつくらず、  
強塩基となる。

### ◎ 硫酸マグネシウム MgSO<sub>4</sub>

・ 水に溶ける

⇒第1編 P30

硫酸で沈殿するのは、

Ba Ca Pb H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>だったね！  
ば か な 竜さん

### ◎ 炭酸マグネシウム MgCO<sub>3</sub>

・ 沈殿する。 ⇒第1編 P30

⑨：炭酸は、アルカリ金属以外はだいたい沈殿する。

## 7 1・2族以外の典型金属元素

1・2族は、H以外は金属ですが、それ以外の族も、重くなると金属っぽくなってきます。

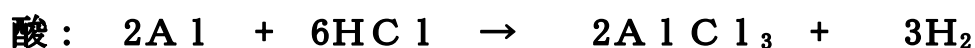
### ◎ **アルミニウム Al** 13族

めずらしく3価となる金属

**主な性質** 第1編で書きましたが、おさらい！

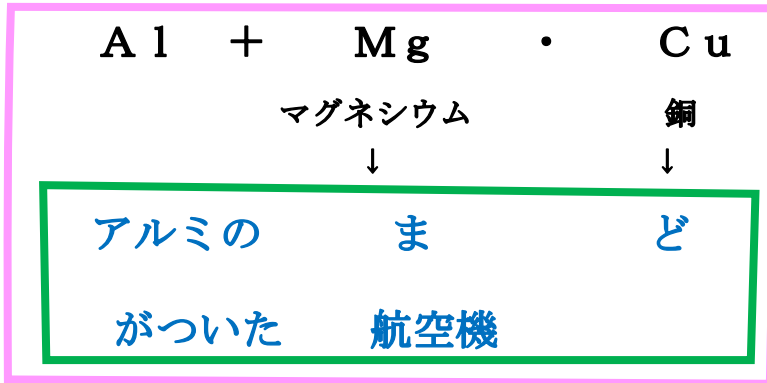
1. 空気中では表面に被膜をつくるのですぐには酸化しないけど酸化される。
2. 不動態をつくるので濃硝酸・熱濃硫酸には溶けない。
3. 常温では水と反応しないが、**高温の水蒸気** とは反応する。
4. 両性元素である。酸にも塩基にも溶ける。

Ⓢ：濃硝酸・熱濃硫酸には溶けない



## アルミニウムの用途

- 1円玉
- **ジュラルミン合金** ⇒ 航空機 軽いのもってこい!



### レールの溶接

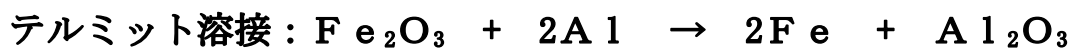
A l 粉末に  $F e_2O_3$  を加えて点火すると、激しく燃焼して  $F e$  が溶ける。

(テルミット溶接という。)

A l は、アルカリ金属・アルカリ土類金属のように空気中ですみやかに酸化されませんが、(取扱いは比較的安全)

空気中で 高温 に熱すると激しく燃焼して

酸化アルミニウム (アルミナ) になります。



こんなカンジで  
るつぼから、  
どろどろに溶けた  
A l と  $F e_2O_3$  を


鋳型に注入する。



● **酸化アルミニウム  $Al_2O_3$**

- 白い粉末
- **アルミナ** とよばれる。

そうね、誕生石なら  
酸化アルミニウムの結晶に  
不純物として  
酸化クロムが  
入ったものなの  
わー頭が  
うすまー



ボーキサイト → **アルミナ** → アルミニウム と、加工  
(アルミニウムの鉱物)

- **両性酸化物** 酸にも塩基にも溶ける ⇒第1編 P41

あ あ すん なり と われて 口で とける スイカ  
Zn Al Sn Pb OH<sup>-</sup>

- 赤いルビーや青いサファイアは、**結晶**に不純物が混じったもの。  
⇒第1編 P98 コロイド 人工的に作れる

● **水酸化アルミニウム  $Al(OH)_3$**

- 白いゲル状沈殿
- OH<sup>-</sup>を加えつづけると錯体となってまた溶ける。Alは両性元素だから。

● **硫酸カリウムアルミニウム十二水和物  $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$**

- **ミョウバン** とよばれる。      このように、  
2つのイオンがドッキングした  
ものを **複塩** という。よく出る

- 硫酸アルミニウム  $Al_2(SO_4)_3$  と硫酸カリウム  $K_2SO_4$   
を混ぜて濃縮するとできる。

• **水に溶かすと  $Al^{3+}$   $K^+$   $SO_4^{2-}$  イオンに電離する。**

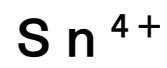
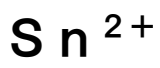
- つけもののなすの色を保つために使う。
- きれいな無色の結晶



## ◎スズ Sn

- ・両性金属
- ・Cと同じ14族なので、4価の価電子をもつ。

でも、+2にもなれる。(+4の方が安定だけど。)



- ・スズめっき=ブリキ ⇒第1編 P43
- ・銅との合金=青銅

無鉛はんだ = 銀・銅・すず の合金  
はんだ = 鉛・すず の合金

## ◎鉛 Pb

- ・両性金属
- ・Cと同じ14族なので、4価の価電子をもつ。

でも、+2にもなれる。(+2の方が安定。)  $\text{Pb}^{2+}$

- ・たがいのイオンと沈殿をつくる。

$\text{Pb}(\text{OH})_2$	白	$\text{PbCl}_2$	白	
$\text{PbCO}_3$	白	$\text{PbSO}_4$	白	⇒第1編 P30
$\text{PbS}$	黒			
$\text{PbCrO}_4$	黄			

- ・酸化物や沈殿はいろいろな色をもつので、**顔料**としてつかわれる。

$\text{PbO}$	黄
$\text{Pb}_3\text{O}_4$	赤
$\text{PbO}_2$	黒褐

でも、鉛は毒だから減っている。(鉛中毒)  
はんだも無鉛はんだが主流。

昔はおしろいに入っていて、(炭酸鉛)  
フランス貴族や歌舞伎役者が健康を害した。

はんだ楽し  
くっつけて  
溶かして



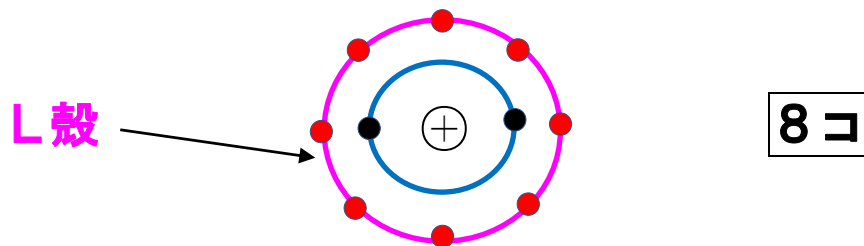
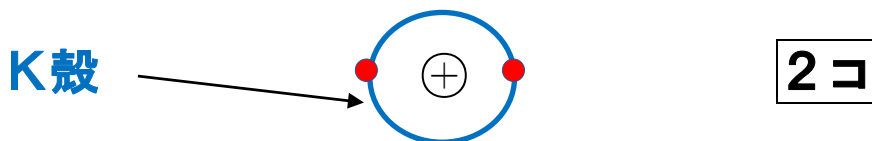
## 8 遷移金属 (遷移元素ともいう。例外なく金属。)

### ◎ 亜鉛 Zn

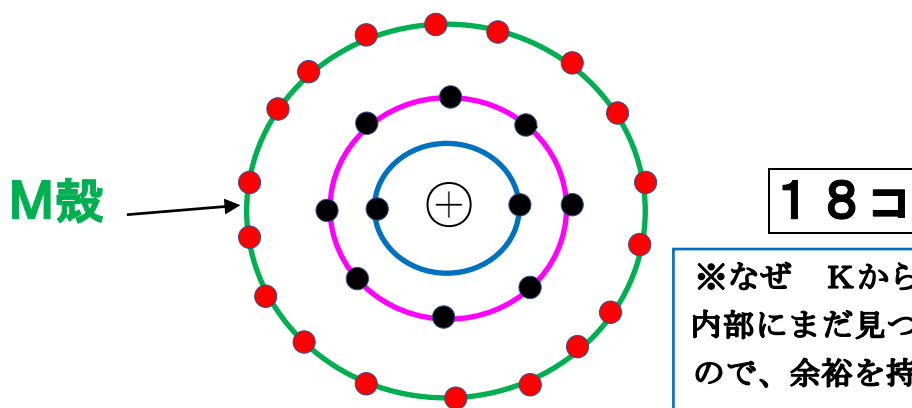
前は典型元素でしたが、遷移元素に変わりました。

**豆知識** そもそも、**遷移元素** とは何なのか？

・まず、電子は、電子殻ごとに最大限に入る数が決まっています。

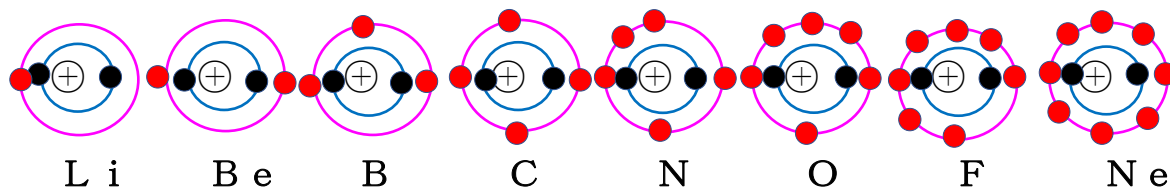


$2n^2$  と  
表せる。



※なぜ Kから始まるかというと、内部にまだ見つかるかもしれないので、余裕を持たせたそうです。

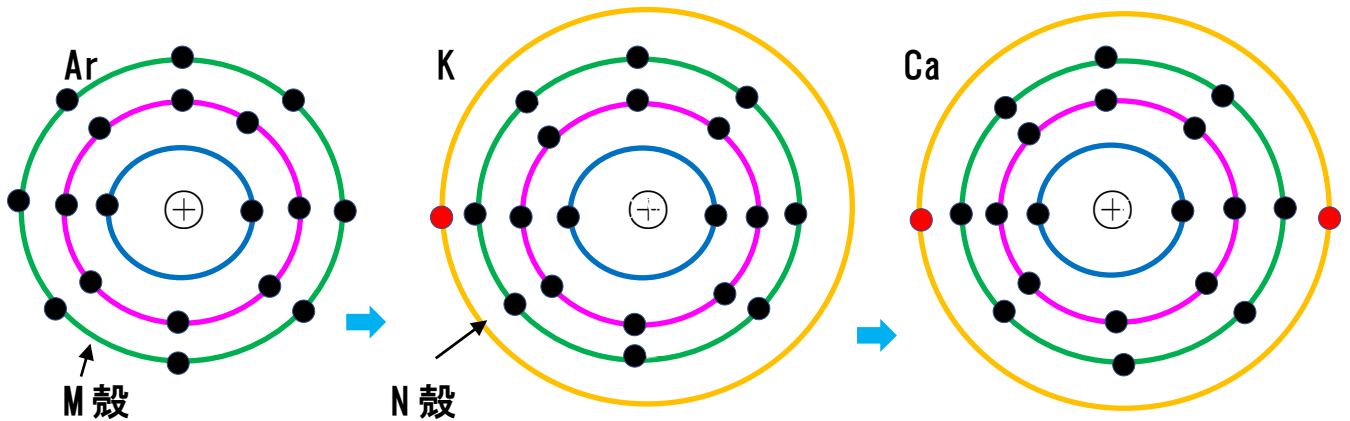
・典型元素では、1番外側にある電子が1コ増えるたび、性質が変わります。



ところが！ M殻に電子が8コ入ったところで、

何が起こるかという、本当は 18コ入るはずなのに、

いきなりすつとばして、N殻に電子が入ってしまいます。



なぜこういう事が起こるかという、

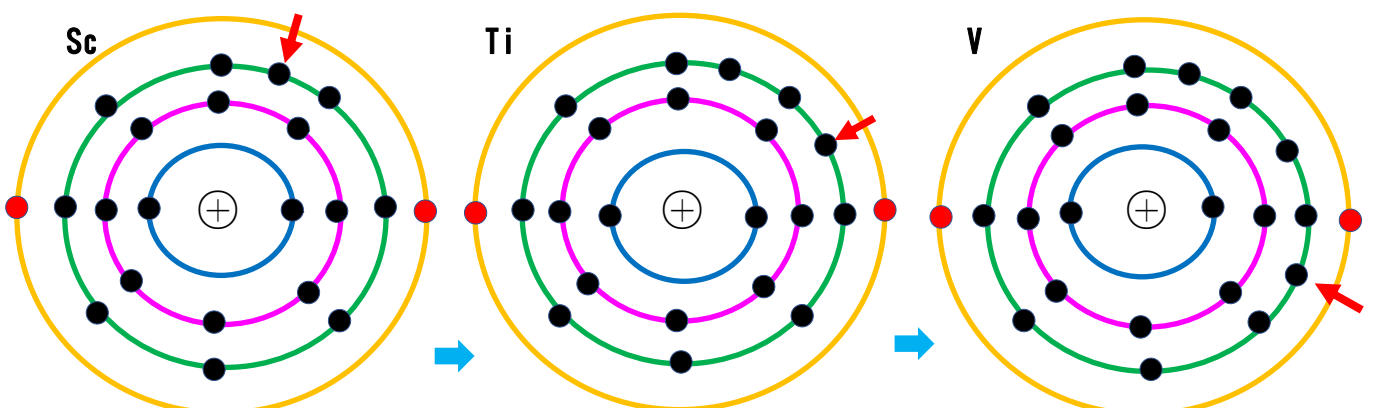
N殻の中にエネルギーが低い軌道が混じっているからです。

(軌道は、1種類ではないのです！)

電子は、エネルギーの低い軌道から順に、うまっていきます。

そして、 N殻に電子が2コ入ったら、

再びM殻がうまっていきます。(1つの軌道に入る電子は2コまでなので。)



この間、N殻の電子はずっと、2コか1コ (状況によって変わる) のままで、M殻に電子がうまっていくだけなので、このへんの元素はにたよーな性質を持つ、イマイチ個性に欠けた元素になってしまいます。

N殻と O殻の間でも、同じような事が起きます。(さらに複雑!)

そのたびに、なんだかいたよーな? 元素がぞろぞろ出てきます。

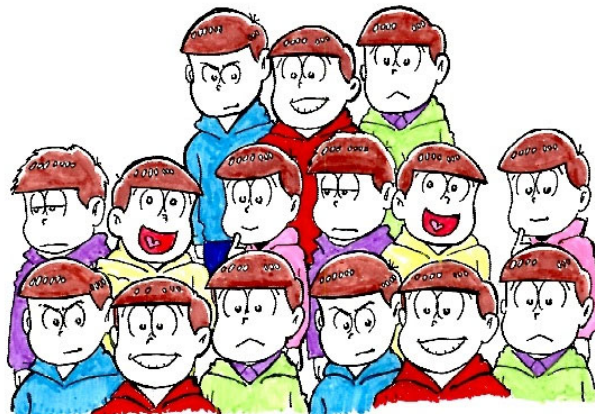
こういうのを、ひっくるめて、**遷移元素** と 呼ぶのです!

全部 金属だから、**遷移金属** とも いいます。



ランタノイド・アクチノイド になるともう、こんなカンジです。

ランタノイドは N殻もO殻もうまってないのに、P殻に電子が2コ入って、足踏みします。 アクチノイドは、さらにフクザツです。



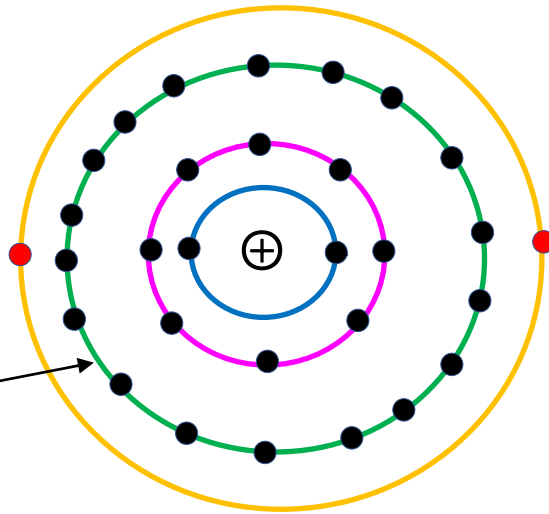
でも、このうち何人か、有望なコがいるという事がわかってきました。

ところが！

Zn

亜鉛

M殻  
18コ



Znは、**たまたま**、

まっとう(?)に  
電子をつめていった

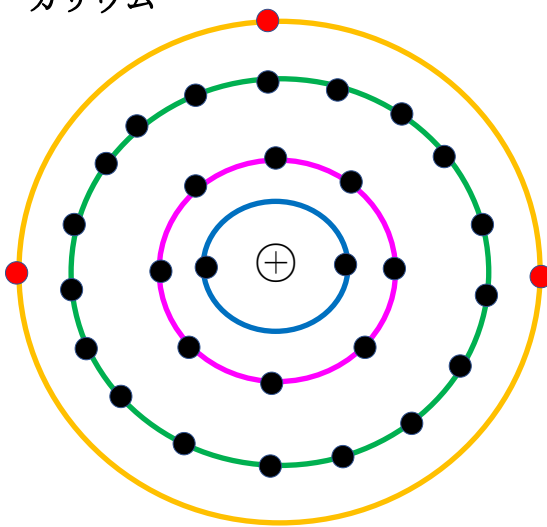
結果、こうなる、  
という形をしています。

そして、この後は、

再びN殻に  
電子が1コずつ  
増えていきます。

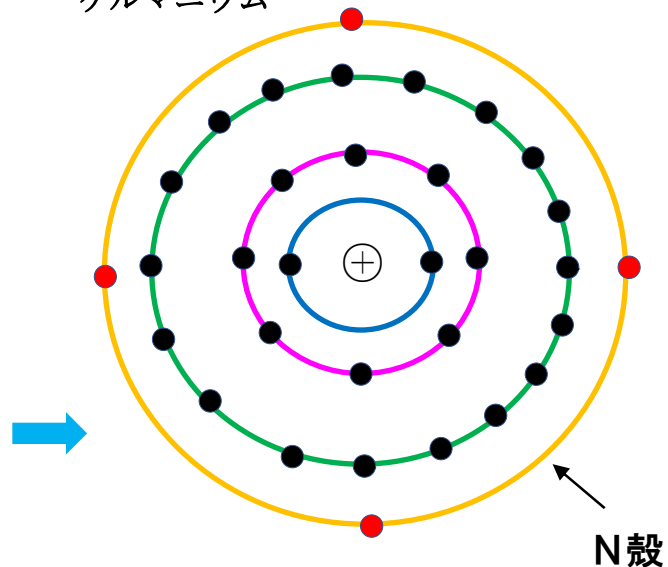
Ga

ガリウム



Ge

ゲルマニウム



というわけで、Znは、**たまたま** **典型元素**のような  
位置にいるのです。

だから、コロコロ変わってエーかげんにせーよっ！という  
かんじですが、今は、**遷移元素** に分類されています。

僕、やっぱり、  
遷移元素だったん  
ですってえ~~~~

見捨てないで、  
ネッネッ

しらんわ!



Nd  
ネオジム



W  
タンクステン



アッホくそ

Co  
コバルト



コロコロ  
変えんなよな一  
もー

遷移元素でも  
ちやほやされてきた  
レアメタルな人たち

科学が進んで扱い方が  
わかって  
きました!

で、本題にもどります。

**Znの性質** 第1編で書きましたが、おさらい！

- **両性金属** 性質はA1と似ている。
- Cuとの合金 = 黄銅
- めっき板 = トタン

◎ **水酸化亜鉛**  $Zn(OH)_2$

- 白いゲル状沈殿 ⇒ 第1編 P23
- $OH^-$ を過剰に加えると錯体になって再び溶ける。  
両性元素だから。



## ● 酸化亜鉛 ZnO

- 白い 粉末
- 両性酸化物 酸にもアルカリにも溶ける。
- 油えのぐの白。



きれいな白 で、 **ジンクホワイト** と呼ぶ。

ZnO

**亜鉛華** ともいう。

## ● 硫化亜鉛 ZnS

- 白い沈殿
- 蛍光を発するので **蛍光塗料** に使う。

なぜ蛍光を発するか？

私もよく知りません(^0^;)ワスレマシタ！

やっぱり電子構造に関係あるのかな？

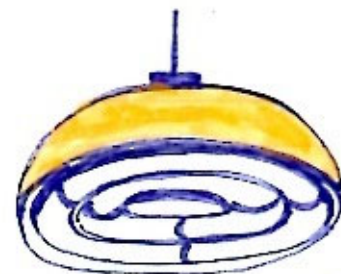
エネルギーのバンドギャップが

ふんたらかんたらいうリクツだったと思います。

知りたかったら **大学の量子力学にGO!**

まー変わったやつなんですよ。Znって。

ふつう硫化物は黒なのに、白だし。



## というわけで、遷移元素は 3 ~ 12 族です。

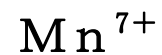
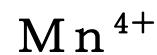
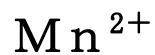
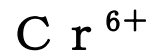
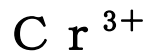
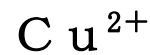
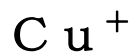
⑦で、遷移金属はいまいち個性に乏しいと言いましたが、  
なにおうっ！とおこりだしそうなどんがってる人たちもいます。  
その人たちを紹介していきます。

まず、遷移金属で共通していることは、

- ・外側の電子がだいたい 1 ~ 2 個なので性質が似ている。

※ただし、わりと自由なので

いろいろな価数をもつものが多い。



- ・密度が大きい
  - ・融点が高い
  - ・錯イオンになるものが多い
- } かたい金属だから！

配位数



## ◎ 鉄 Fe

### 主な性質

第1編で書きましたが、おさらい！

- $Fe^{3+}$  と  $Fe^{2+}$  があるが、 $Fe^{3+}$  の方が安定



そのへんのさびの色

赤～褐色

- $Fe^{2+}$  = 淡緑色

- $Fe^{3+}$  = 黄褐色

- 塩酸・希硫酸には溶けるが、

濃硝酸・熱濃硫酸には不動態となるため、溶けない。

- $Fe_2O_3$  = **赤さび** (赤鉄鉱)  $Fe^{3+}$  のさび

酸化鉄 (III)

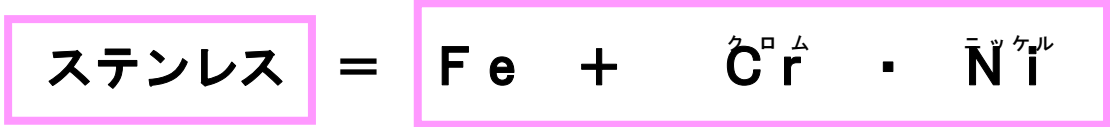
- $Fe_3O_4$  = **黒さび** (磁鉄鉱)  $Fe^{2+}$  と  $Fe^{3+}$  の混合

四酸化三鉄

鉄瓶をつくる時に高温でわざとさびさせる。  
(それ以上さびない)

- **そのイオンと** ちがう価数の シアン錯体を加えると、  
きれいな青色沈殿をつくる。

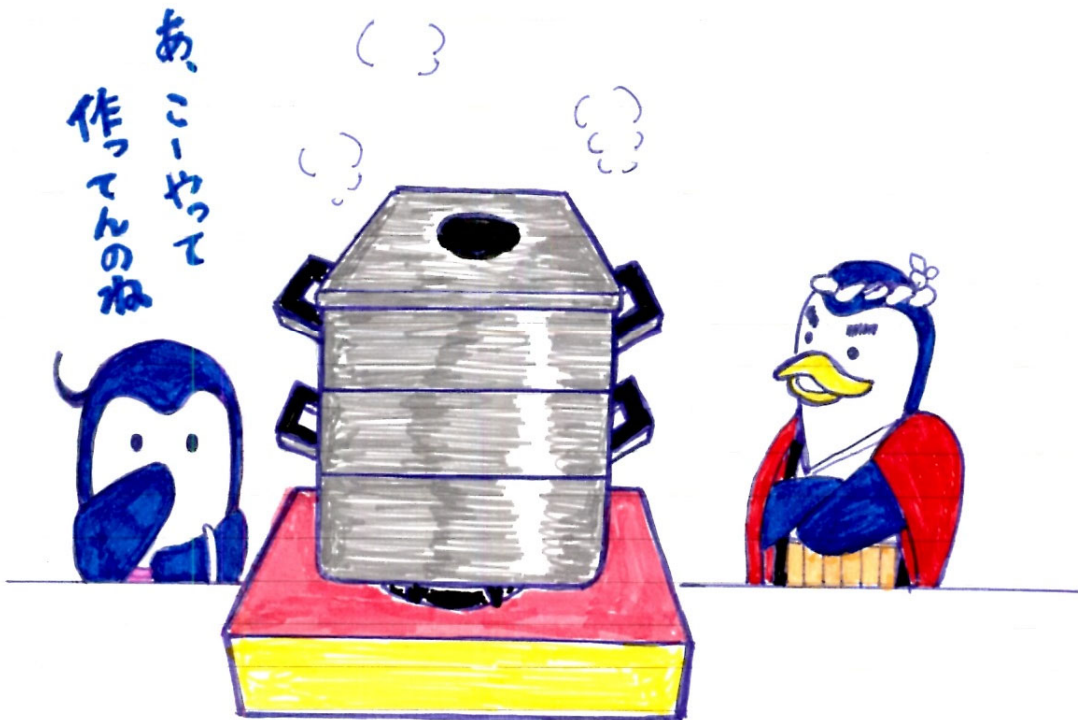
# 鉄の合金



Cr (クロム) は、実は不動態をつくるので、

Fe・Cr・Ni は 不動態トリオ！

ステンレスの蒸し器で  
黒蒸しに  
Cr Ni  
クロム ニッケル



## ◎ 銅 Cu

- ・ 多くは 黄銅鉱  $\text{CuFeS}_2$  として存在する。
- ・ やわらかくて展性延性に富み、電気伝導性・熱伝導性も大きいので、よく知られるように、銅線・銅なべなどに使う。

※銅は電気抵抗が小さい！Agに次いでNo. 2

ニクロム線（ニッケル＋クロム）は逆！電気抵抗が大きいから電熱線に使うね！

- ・ いろいろな合金もつくる。



青銅 — <sup>スズ</sup>Snとの合金・・・青銅器 ⇒第1編 P43

黄銅 — <sup>亜鉛</sup>Znとの合金・・・5円玉



白銅 — <sup>ニッケル</sup>Niとの合金・・・50円玉・100円玉

実は銀ではナイ！

- ・ 多くは +2 だが、+1 もある。



- ・ 空気中でさびる。（乾いた空気ではさびにくい。）

※ただし、CuOでなくて  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$  緑色

- ・ 塩酸や希硫酸には溶けないが、硝酸や濃硫酸には溶ける。

（希硝酸ならNOが出る）

（濃硝酸ならNO<sub>2</sub>が出る）

（濃硫酸ならSO<sub>2</sub>が出る）

◎ 酸化銅(Ⅱ)  $\text{CuO}$  ・ 黒色 1000℃ 以下 で加熱する

酸化銅(Ⅰ)  $\text{Cu}_2\text{O}$  ・ 赤色 1000℃ 以上 で加熱する

⑨：鉄は高温の方が黒くなるので 逆なので注意！

● **硫酸銅(Ⅱ)  $\text{CuSO}_4$**

- 銅は、濃硫酸には溶ける。



溶かしたもののから 水 を 蒸発させると

硫酸銅(Ⅱ)五水和物  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  **青色結晶** となる。



さらに加熱

硫酸銅(Ⅱ)無水物  $\text{CuSO}_4$  **白い粉末** これは青くナイ

- $\text{OH}^-$  と **青白色沈殿**をつくる。  $\text{Cu}(\text{OH})_2$



過剰のアンモニアで錯体をつくって溶ける。

⇒第1編 P29

- $\text{Cu}(\text{OH})_2$ を**加熱**すると、 $\text{CuO}$  の **黒色沈殿** となる。

銅を 1000℃以下の加熱で  $\text{CuO}$  (黒色) だったね! →**前ページ**

- $\text{H}_2\text{S}$  で  $\text{CuS}$  **黒色沈殿** をつくる。

※どんな液性でも。 ⇒第1編 P23

すん なり どう でも ギン ギン と。  
Sn Pb Cu Hg Ag

◎ **銀** Ag

- 価数は+1
- 塩酸や希硫酸とは反応しないが、硝酸や濃硫酸なら溶ける。

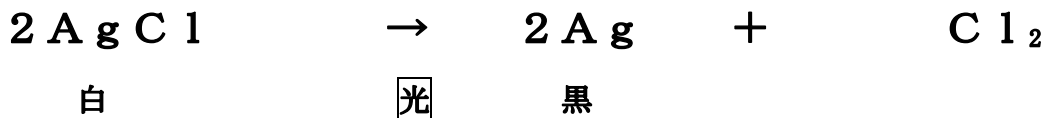
• 銀は、光の反射率が金属No. 1 → **鏡** に使う。

• 電気や熱の伝導性も金属No. 1 **実は、銅より上!**

でも、値段が高いので、電線は銅を使います。

• **感光性** がある。

なぜ? 貴金属なので、もともと酸化されにくく、酸化されたものはわずかな光のエネルギーでもとにもどろうとする。



• AgClはアンモニアを**過剰**に加えると溶けるので、

AgClを洗い流すと、感光して黒くなったAgだけ残り、

写真フィルムができる。

でも、AgBrは少ししか溶けない。



• **チオ硫酸ナトリウム Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

なら、AgClもAgBrも溶けるので、

**写真の定着剤**によく使われる。

**よく出る**

※チオ=OをSにおきかえた、というイミ。SO<sub>4</sub> → S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> になった。



•  $\text{Ag}^+$  は

⇒  $\text{OH}^-$  で **褐色沈殿**ができる。ただし、 $\text{Ag}_2\text{O}$  ができる。

○とでも **ギン ギン チン**でんしまっせ!

$\text{Hg}$   $\text{Ag}$

↓  
過剰のアンモニアで溶ける。

⇒  $\text{H}_2\text{S}$  で  $\text{Ag}_2\text{S}$  **黒色沈殿** どんな液性でも

**すん なり どう でも ギン ギン に**

$\text{Sn}$   $\text{Pb}$   $\text{Cu}$   $\text{Hg}$   $\text{Ag}$

⇒  $\text{Cl}^-$  で **白色沈殿**

**ゲン ナマ** で **苦労する**

$\text{Ag}$   $\text{Pb}$   $\text{Cl}$

と、覚えましたが、

**F以外の ハロゲンは みんな沈殿する。**

$\text{AgBr}$  **黄色**

$\text{AgI}$  **黄色**

## ● **硝酸銀 $\text{AgNO}_3$**

• **無色の板状結晶**

銀を硝酸に溶かし、水溶液を蒸発させるとできる。

• **感光性** があるので、**褐色瓶** で保存する。

※硝酸 $\text{HNO}_3$ も、褐色瓶で保存するんだったネ! ⇒P18





# ◎ マンガン Mn

+2 +4 +7 を持っている。

- ・鉄より硬いがもろい。

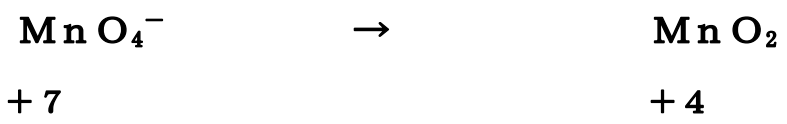


鉄に少量まぜると強くなる。

マンガン鋼 レールのつなぎめ に使う。

# ◎ 過マンガン酸カリウム $\text{KMnO}_4$ ・黒紫色結晶 色は濃い!

- ・代表的な酸化剤  $\text{MnO}_4^-$  を生じる。

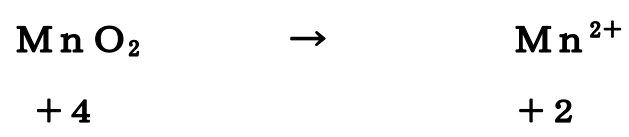


自分は還元して他人を酸化させる。

- ・水に溶ける すぐ  $\text{K}^+ \text{MnO}_4^-$  となる

# ◎ 酸化マンガン(IV) $\text{MnO}_2$ ・黒褐色粉末

- ・これも 酸化剤



- ・水に溶けない

乾電池の 正極 に使う。 (マンガン電池) (負極はZn)  
自分は +4 → +2 になる = +を減らす = ⊖をもらう。 = 正極  
⇒第1編 P70 電池



過酸化水素水  $\text{H}_2\text{O}_2$  から 酸素を作るときの 触媒 実験でやったね

## ◎ ニッケル Ni

・ <sup>クロム</sup>Cr との合金 でつくる **ニクロム線** は、

**電気抵抗が大きい** ので、

むりやり電気を通そうとすると 発熱する！

ので、電熱器 に使います。



電気コンロ

・ あと、 水素 を吸着するので、

**水素化触媒** として使います。

後ででてくる

白金  
Pt も。

# ◎チタン Ti

近年注目されてきたエリート！



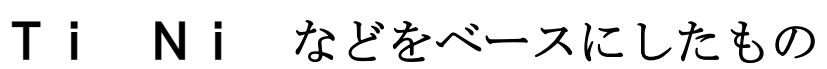
## チタン合金



チタン          アルミニウム          亜鉛

- ・軽くくせに強度大！          耐食性もある。
- メガネのフレーム          →航空機やロケットにも！

## 水素吸蔵合金



チタン          ニッケル

または Ti - Fe 合金 (他にMg合金もある。)

- ・水素を貯蔵できる。          → 水素自動車 (未来の自動車)

## 形状記憶合金



## 光触媒



## ⑨ 貴ガス

価電子が0なので安定している。放電させてネオンなどに使う。「希ガス」から、**貴ガス**と書くようになりました。

### おぼえかた

へんな ねーちゃん 歩いて くるよ 奇声をあげて

ヘリウム ネオン アルゴン クリプトン キセノン

らんらんらん

ラドン

