

# 無機物質 (金属元素)

Copyright (C) Kimiaki Yoshino. All rights reserved.

## 1. 金属元素とイオン化傾向

【覚え方】

	貸	そう	か	な、ま	あ	あ	て	に	する	な	ひ	ど	す	ぎる	借	金
	K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	H <sub>2</sub>	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
水との反応	常温で反応し、水素を発生する			温水と反応	高温の水蒸気に溶けて水素を発生する			反応しない(溶けない)								
酸との反応	希塩酸や希硫酸に溶け、水素を発生											硝酸・熱濃硫酸に溶ける		王水に溶ける		

※熱濃硫酸・希硝酸・濃硝酸は酸化力の強い酸である。

※王水とは、濃塩酸と濃硝酸を 3 : 1 体積比で混合したものである。

- 例外① 希塩酸や希硫酸に溶けない金属 …… **Pb**  
 ② 酸にも塩基にも溶ける金属 …… **両性元素 (Al, Zn, Sn, Pb)**  
 ③ 濃硫酸や濃硝酸に不動態をつくり溶けない金属 …… **Al, Fe, Ni**

【詳細版】

リカバー する かな まあ まあ 狂っ て 過去に すん なりひ どす ぎる 借金  
**LiK Ba Sr CaNaMgAlMnZnCr FeCdCoNi Sn Pb(H)CuHgAg PtAu**

## 2. アルカリ金属の特徴

(水素以外の1族元素 Li, Na, K, ……)

### (1) 保存の仕方

単体は空気中の酸素によって酸化されたり水蒸気と反応するので、**灯油中**に保存する。

### (2) 炎色反応

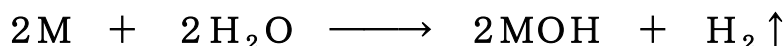
金属イオンを含む溶液を白金線につけて、炎に入れると元素固有の色がつく。

**Li (赤) Na (黄) K (紫) Cu (緑) Ca (橙) Sr (紅) Ba (緑)**

【覚え方】リヤカー なき K村 動力 借りとう するも くない 馬力

### (3) 水との反応

単体 (M) は水と反応して、水素を発生し水酸化物を生じる。



### (4) 水酸化ナトリウム (NaOH) の性質

- ① **潮解性**がある (水蒸気を吸収して溶ける)
- ② 水溶液を保存する場合、試薬ビンにはゴム栓を使用しガラス栓は使わない。  
(空気中の二酸化炭素と反応して、炭酸ナトリウムが口に生じ栓がとれなくなるため)

# 無機物質 (金属元素)

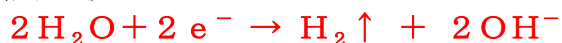
Copyright (C) Kimiaki Yoshino. All rights reserved.

## ③ 工業的には食塩水の電気分解で製造される (イオン交換膜法)

陽極の反応

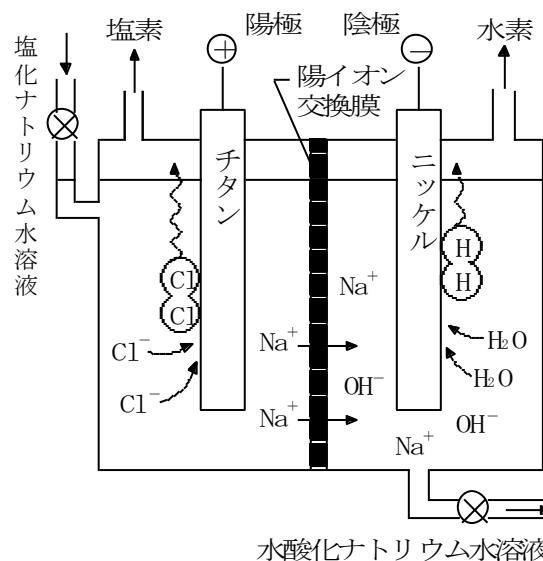


陰極の反応



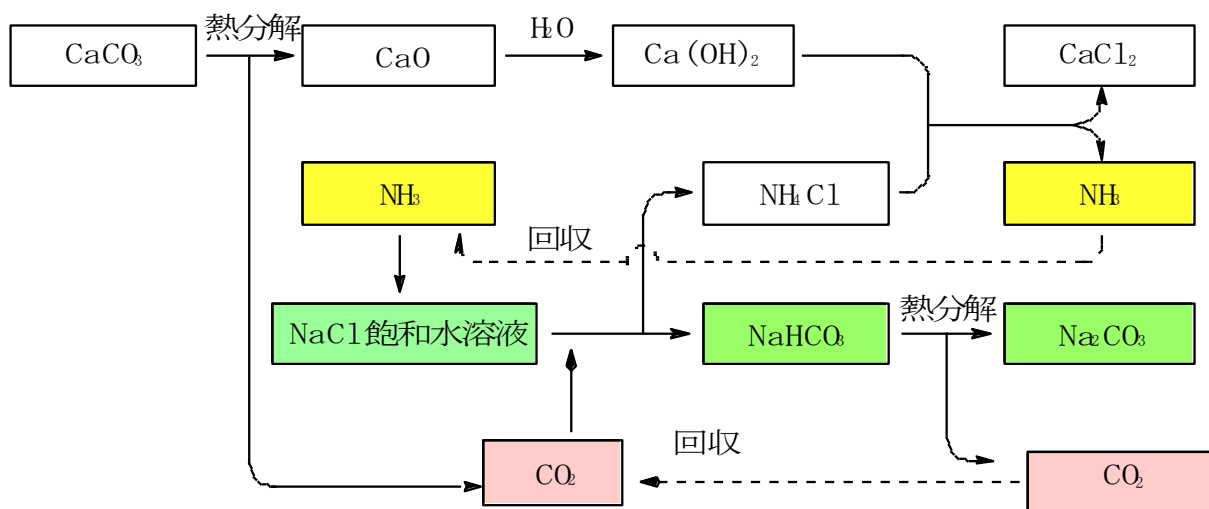
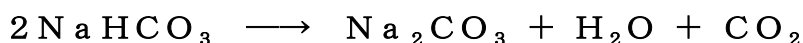
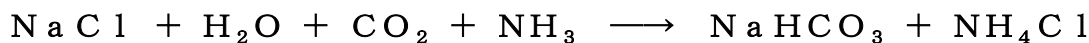
※イオン交換膜は $\text{Na}^+$ だけを通過させる陽イオン交換膜を用いる。

電解液中に残った $\text{Na}^+$ と $\text{OH}^-$ とから、水酸化ナトリウムが得られる。



## (5) 炭酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) の性質

- ① 炭酸ナトリウム十水和物 ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) は風解性を示し、空气中に放置すると風解して ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) になる。
- ② アンモニアソーダ法 (ソルバー法) で製造される  
 ※ 溶解度の比較的小さい炭酸水素ナトリウムを沈殿させ、これを熱分解させて炭酸ナトリウムを製造する。

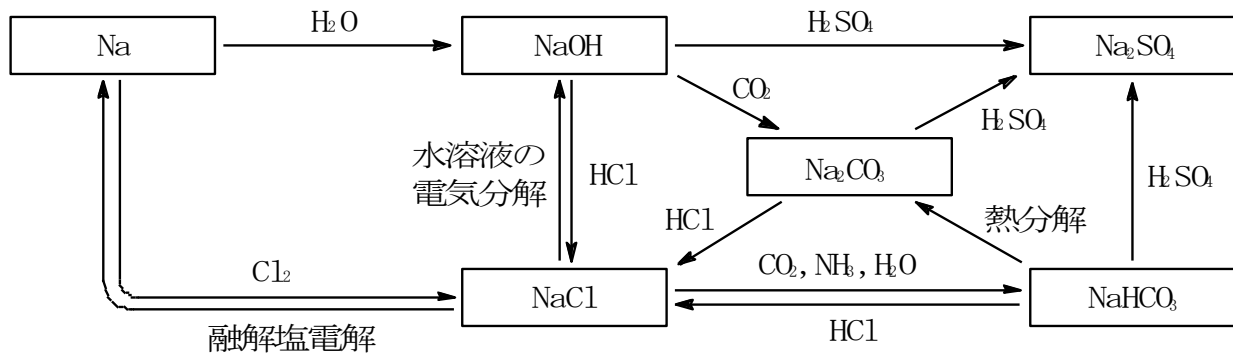


二酸化炭素は石灰石の熱分解でつくられるほか、炭酸水素ナトリウムの熱分解によって生じるものも回収、利用される。また、アンモニアの一部は塩化アンモニウムから得られるものを再利用する。

# 無機物質 (金属元素)

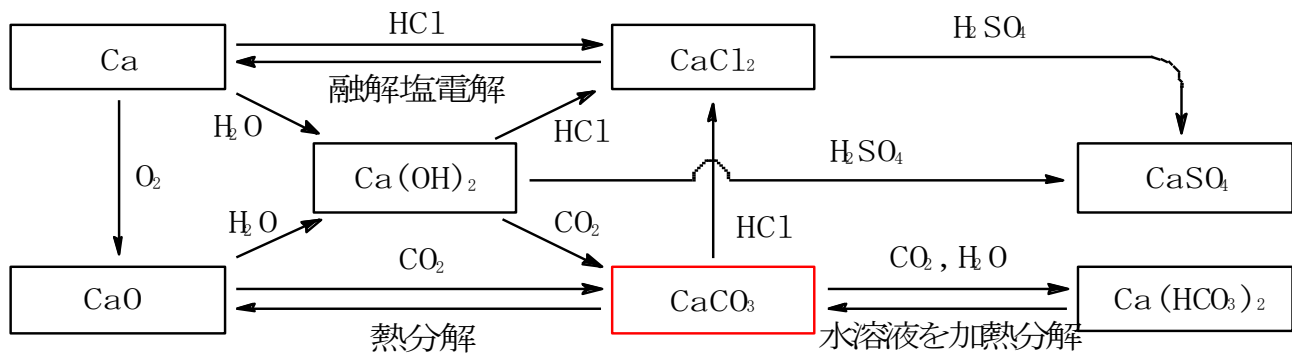
Copyright (C) Kimiaki Yoshino. All rights reserved.

## (6) ナトリウムとその化合物



## 3. アルカリ土類金属の特徴

### (1) カルシウムとその化合物



水酸化カルシウムの水溶液 (石灰水)  
大理石 (主成分は炭酸カルシウム)

酸化カルシウム (生石灰)  
ソーダ石灰 (酸化カルシウム + 水酸化ナトリウム)

- ①  $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$  (水との反応)
- ②  $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$  (弱酸の遊離反応)
- ③  $\text{CaCO}_3 \xrightarrow{(100^\circ\text{C})} \text{CaO} + \text{O}_2$  (強熱で分解)
- ④  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$  (生石灰を水に溶かす)
- ⑤  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$  (石灰水に二酸化炭素を通す)
- ⑥  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  (石灰水に二酸化炭素を過剰に通す)

### (2) 炭酸塩の性質

アルカリ金属の炭酸塩	アルカリ土類金属の炭酸塩
<ul style="list-style-type: none"> <li>・水によく溶けてアルカリ性になる</li> <li>・加熱により融解してしまうので、分解しにくい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水に溶けにくい</li> <li>・加熱により分解し、酸化物になる</li> </ul>

# 無機物質 (金属元素)

Copyright (C) Kimiaki Yoshino. All rights reserved.

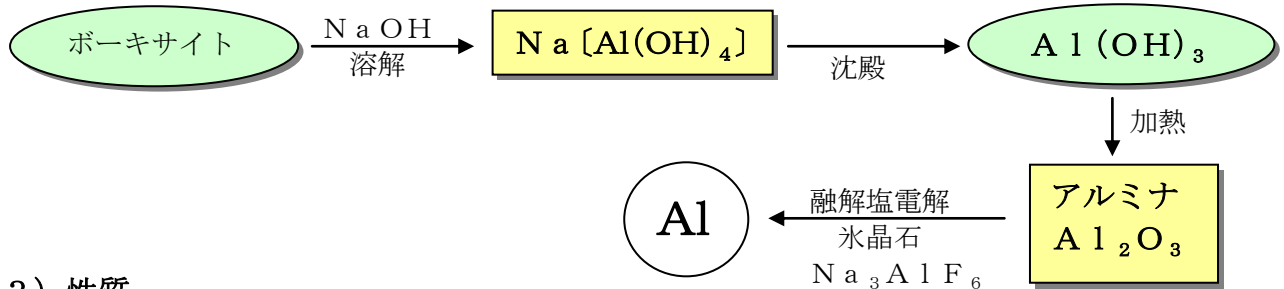
## 4. アルミニウムの特徴

### (1) クラーク数

地殻に酸化物として含まれ、酸素・ケイ素について多く存在する。

### (2) アルミニウムの精錬

原料のボーキサイト (主成分は  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) をアルカリで処理してアルミナ (純粋な酸化アルミニウム) をつくり、氷晶石に溶かして融解塩電解する。



### (3) 性質

**両性元素**で、単体は酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも溶ける



テトラヒドロキソアルミン酸ナトリウム

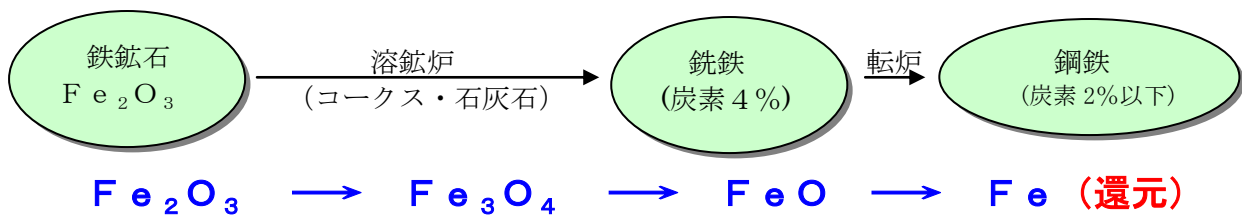
※テトラヒドロキソアルミン酸イオン  $[\text{Al(OH)}_4]^-$

**不動態**……アルミニウムは濃硝酸や濃硫酸には、表面にち密な酸化被膜をつくり溶けない

## 5. 鉄の特徴

### (1) 鉄の精錬

鉄鉱石を溶鉱炉 (高炉) で還元して、銑鉄が得られさらに転炉で不純物を除く。



### (2) $\text{Fe}^{2+}$ と $\text{Fe}^{3+}$ の検出反応

	鉄(II)イオン $\text{Fe}^{2+}$ (淡緑色)	鉄(III)イオン $\text{Fe}^{3+}$ (黄褐色)
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ヘキサシアノ鉄(II)酸カリウム水溶液	青白色沈殿	<b>濃青色沈殿</b>
$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ヘキサシアノ鉄(III)酸カリウム水溶液	<b>濃青色沈殿</b>	暗褐色水溶液
$\text{KSCN}$ チオシアン酸カリウム水溶液	変化無し	血赤色水溶液
$\text{NaOH}$ 水酸化ナトリウム水溶液	$\text{Fe}(\text{OH})_2$ 淡緑色沈殿	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ 赤褐色沈殿

# 無機物質 (金属元素)

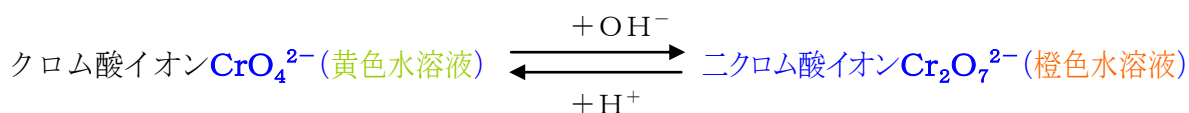
Copyright (C) Kimiaki Yoshino. All rights reserved.

## 6. 沈殿生成反応

◆沈殿を作らないイオン……アルカリ金属イオン、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{NO}_3^-$

◆沈殿を作るイオンの組合せ

陰イオン	陽イオン		
$\text{OH}^-$	$\text{K}^+ \text{Ca}^{2+} \text{Na}^+$ 沈殿しない	$\text{Mg}^{2+} \text{Al}^{3+} \text{Zn}^{2+} \text{Fe}^{3+} \text{Ni}^{2+} \text{Sn}^{2+} \text{Pb}^{2+} \text{Cu}^{2+}$ 水酸化物として沈殿	$\text{Hg}^{2+} \text{Ag}^+ \text{Pt Au}$ 酸化物として沈殿
NaOH $\text{NH}_3$	※過剰のNaOHで生成した沈殿が溶けるもの [両性元素 Al, Zn, Sn, Pbの沈殿物] 溶けたイオン $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ , $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$		Ag <sub>2</sub> Oは褐色
	※過剰のNH <sub>3</sub> 水で生成した沈殿が溶けるもの [Zn, Cu, Agの沈殿物] 溶けたイオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ , $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$		
$\text{Cl}^-$ 希塩酸	$\text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{PbCl}_2$ (熱水に溶解) $\text{Ag}^+ \rightarrow \text{AgCl}$ (過剰のNH <sub>3</sub> 水に溶解)		沈殿の色は白色
$\text{S}^{2-}$	$\text{K}^+ \text{Ca}^{2+} \text{Na}^+ \text{Mg}^{2+} \text{Al}^{3+}$	$\text{Zn}^{2+} \text{Fe}^{2+} \text{Ni}^{2+}$	$\text{Sn}^{2+} \text{Pb}^{2+} \text{Cu}^{2+} \text{Hg}^{2+} \text{Ag}^+ \text{Pt Au}$
$\text{H}_2\text{S}$ を 通じる	中性・塩基性で沈殿しない		中性・塩基性で沈殿する その他、MnS(淡桃色)、CdS(黄色)など
	酸性溶液では沈殿しない		酸性でも沈殿する
	ZnSは白色、SnSは褐色 他は黒色		
$\text{SO}_4^{2-}$ 希硫酸	$\text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{CaSO}_4$ $\text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaSO}_4$ $\text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{PbSO}_4$ 全て白色		
$\text{CrO}_4^{2-}$ 黄色の水溶液	$\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4$ (赤褐色沈殿) $\text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaCrO}_4$ (黄色沈殿) $\text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{PbCrO}_4$ (黄色沈殿)		
$\text{CO}_3^{2-}$ $\text{PO}_4^{3-}$	アルカリ金属イオン、 $\text{NH}_4^+$ 以外は沈殿する		



# 無機物質 (金属元素)

Copyright (C) Kimiaki Yoshino. All rights reserved.

## 7. 沈殿再溶解反応と錯イオン

### ◆過剰のNaOH水溶液での再溶解 (両性元素)

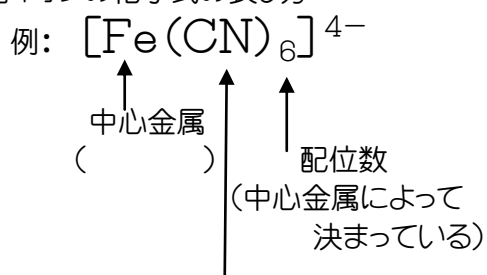
該当する陽イオン	少量加えた場合		過剰に加えた場合		
	沈殿物	色	溶けたイオン	色	形
$\text{Al}^{3+}$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	白	テトラヒドロキシアルミン酸イオン $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$	無	正八面体
$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	白	テトラヒドロキシ亜鉛(II)酸イオン $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$	無	正四面体

### ◆過剰の $\text{NH}_3$ 水で再溶解

該当する陽イオン	少量加えた場合		過剰に加えた場合		
	沈殿物	色	溶けたイオン	色	形
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	青白	テトラアンミン銅(II)イオン $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	濃青	正方形
$\text{Ag}^+$	$\text{Ag}_2\text{O}$	褐	ジアンミン銀イオン $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$	無	直線形
$\text{Zn}^{2+}$	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	白	テトラアンミン亜鉛(II)イオン $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	無	正四面体

中心金属イオン(遷移金属, 両性金属)のまわりに数個の分子やイオンが配位結合してできているイオンを**錯イオン**といい、錯イオンを含む化合物を錯塩または錯体という。

#### ◆錯イオンの化学式の表し方



配位子(非共有電子対を持っているもの)

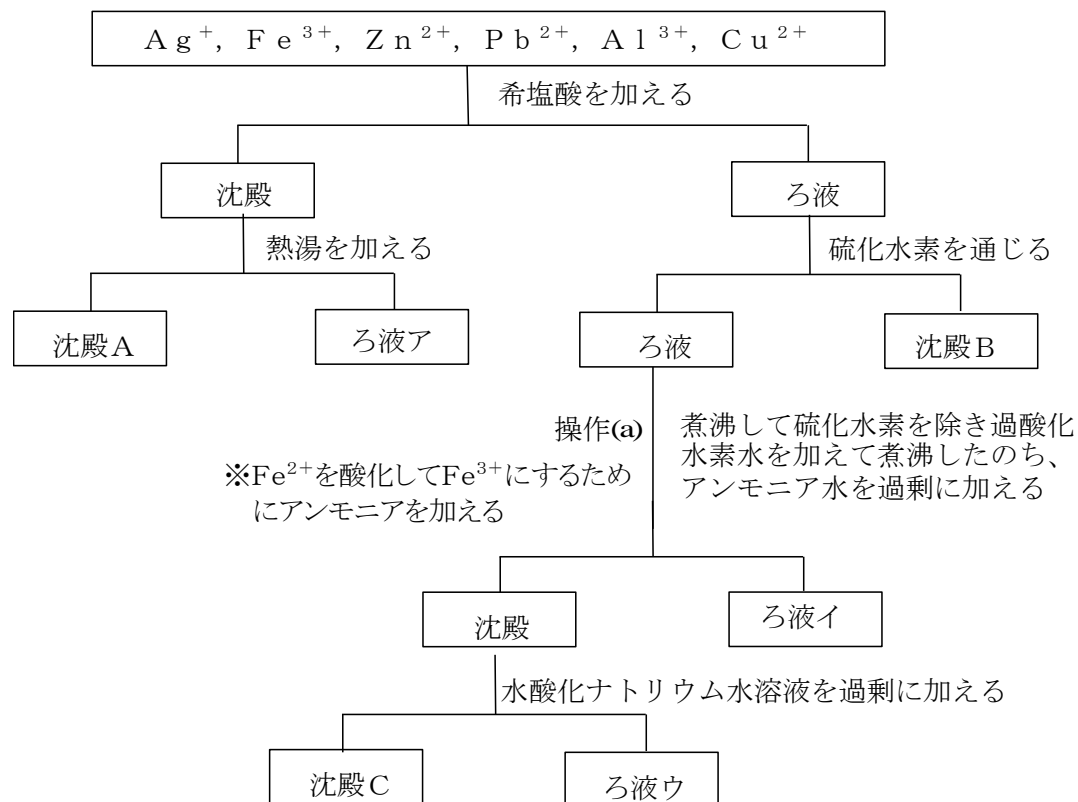
#### ◆錯イオンの命名

- 1). 配位子の数  
1:モノ, 2:ジ, 3:トリ, 4:テトラ, 5:ペンタ, 6:ヘキサ
- 2). 配位子名  
 $\text{NH}_3$ :アンミン,  $\text{OH}^-$ :ヒドロキシ,  $\text{CN}^-$ :シアノ  
 $\text{Cl}^-$ :クロロ,  $\text{H}_2\text{O}$ :アクア
- 3). 中心金属
- 4). 中心金属の酸化数
- 5). 錯イオンの電荷  
+ (陽イオン)の時:~イオン  
- (陰イオン)の時:~酸イオン

# 無機物質 (金属元素)

Copyright (C) Kimiaki Yoshino. All rights reserved.

## 8. 陽イオンの系統分離



■ 沈殿A [AgCl], 沈殿B [CuS], 沈殿C [Fe(OH)<sub>3</sub>]

■ ろ液ア ; Pb<sup>2+</sup>, ろ液イ ; [Zn(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup>, ろ液ウ ; [Al(OH)<sub>4</sub>]<sup>-</sup>