

鉄の製錬

鉄の製錬

鉄鉱石を溶鉱炉内でコークスとともに加熱する。

COの生成

Feの製錬

溶鉱炉で生成した鉄の単体は銑鉄*と呼ばれ、約4%前後の炭素を含んでいます。銑鉄は展性や延性があまりなく、もろいので、建築物の構造材料などには適しません。しかし、融解液の流動性がよいので、鋳物などに使われます。

- * 銑鉄は、炭素のほかに、ケイ素や硫黄、あるいはリンなどの不純物を含む。また、生成した銑鉄は溶鉱炉の底にたまり、銑鉄上にはスラグが浮上する。スラグとは、鉄鉱石中に含まれていた二酸化ケイ素や酸化アルミニウムなどの不純物が、溶鉱炉中に加えられた石灰石から生じた酸化カルシウム CaO と反応して生成したものである。

銑鉄をさらに転炉*中で処理すると、炭素をはじめとする不純物の除去が進み、機械的強度を向上させることができます。

- * 炉は、回転軸に取り付けられており、前後に傾斜または回転できる。炉には、融解した銑鉄を入れ、回転させながら、酸素を吹き込む。

転炉で生成した鉄の単体は、鋼と呼ばれ、約0.02~2%以下の炭素しか含んでいません。鋼は機械的強度に優れている*ので、建築物の構造材料やレールなどに用いられます。

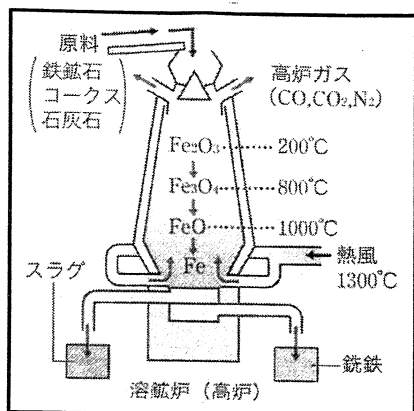
- * 炭素の含有率によって硬さは異なるので、用途に応じて炭素含有量を調節する。

まとめておくと、

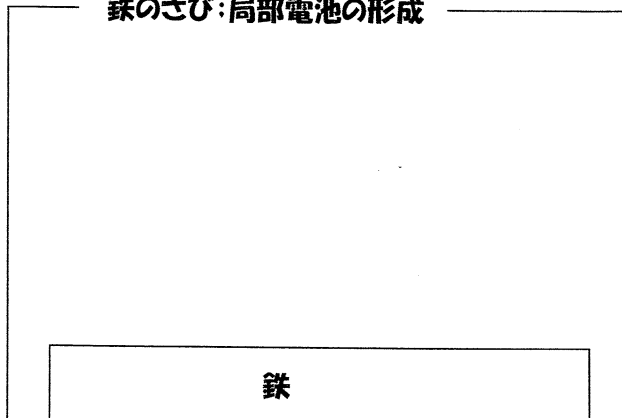
鉄の単体の反応性

Feの反応性

- ① 湿った空気中に放置すると、酸化されて、が生じる。
- ② 希酸に溶け、水素を発生し、鉄(II)イオンの溶液となる。
- ③ 濃硝酸にはとなって溶けない。

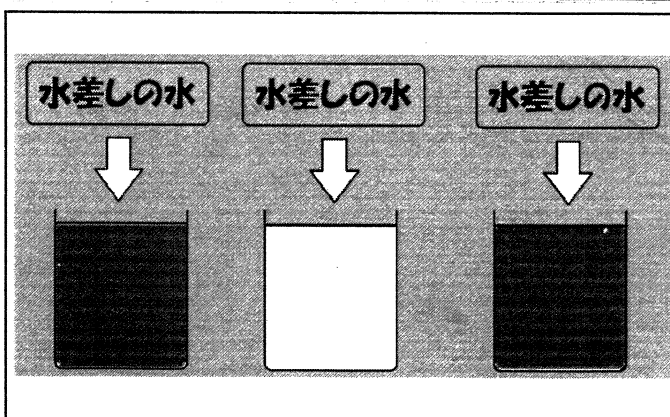
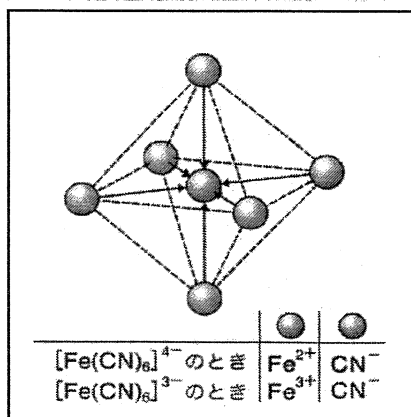


鉄のさび: 局部電池の形成



鉄のイオンの反応

	Fe^{2+}	Fe^{3+}
水溶液の色		
OH^-		
$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$		[褐～暗褐色溶液]
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	[白～青白色沈殿]	
KSCN	[変化なし]	

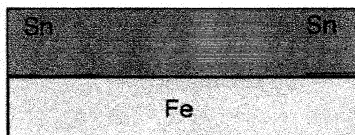


鉄を主体とする合金の例

鉄を主体とする合金の例		
名称	組成	用途
13クロムステンレス鋼	; 13%	医療器具, 家庭用品(刃物)
18-8ステンレス鋼	; 18%, Ni; 8%	建築材料, 家庭用品(流し)

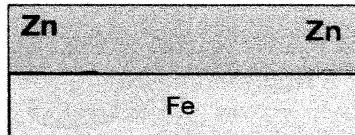
【参考資料】

● 金属の腐食とめっき



ブリキ

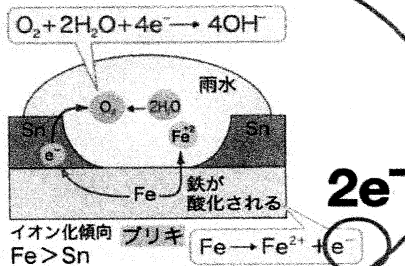
イオン化傾向 $Fe > Sn$



トタン

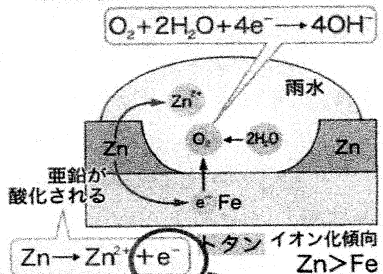
イオン化傾向 $Zn > Fe$

ブリキ tin plateブリキとは、Fe（鋼板）の表面をSnで覆ったものです。Snは、Feよりイオン化傾向が小さく、Feより酸化されにくい金属で、しかも酸化されて表面に酸化被膜が形成されると、その酸化被膜が内部を保護するので、ブリキは鋼板よりさびにくい材料です。ただし、傷が付いてFeが露出したときには、不都合が生じます。傷が付いた部分に雨水などが付着すると、水中に溶けている酸素が金属から電子を奪おうとしますが、このときに電子を奪われるのは、イオン化傾向が大きく陽イオンになりやすいFeの方だからです。つまり傷が付くと、Feは積極的に酸化されて（さびて）しまうのです。よって、ブリキは、傷が付きにくいところでしか使われません。



ブリキは傷が付くと鉄は錆びやすくなる。

トタン galvanized sheet steelトタンとは、Fe（鋼板）の表面をZnで覆ったものです。ZnはFeよりイオン化傾向が大きく、Feより酸化されやすい金属ですが、酸化されて表面に緻密な酸化被膜が形成されると、その緻密な酸化被膜が内部を保護するので、トタンは鋼板よりさびにくい材料です。もしも、傷が付いてFeが露出したときにも、不都合は生じません。傷が付いた部分に雨水などが付着すると、水中に溶けている酸素が金属から電子を奪おうとしますが、このときに電子を奪われるのは、イオン化傾向が大きく陽イオンになりやすいZnの方だからです。つまり傷が付いても、Feは酸化（さび）から守られるのです。



トタンは傷が付いてもなお鉄を守る♡

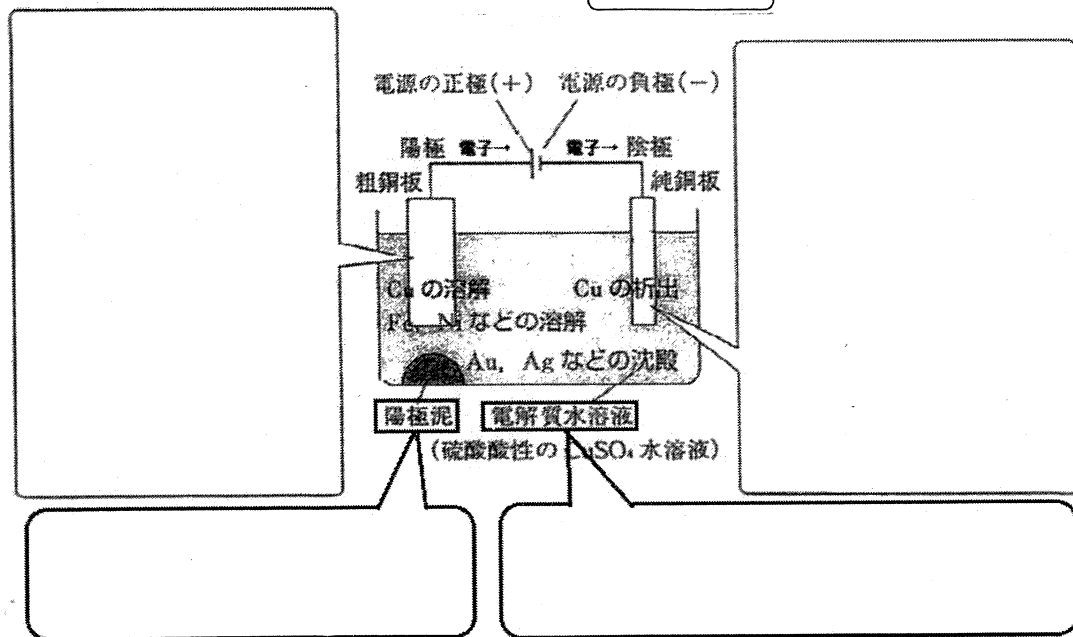
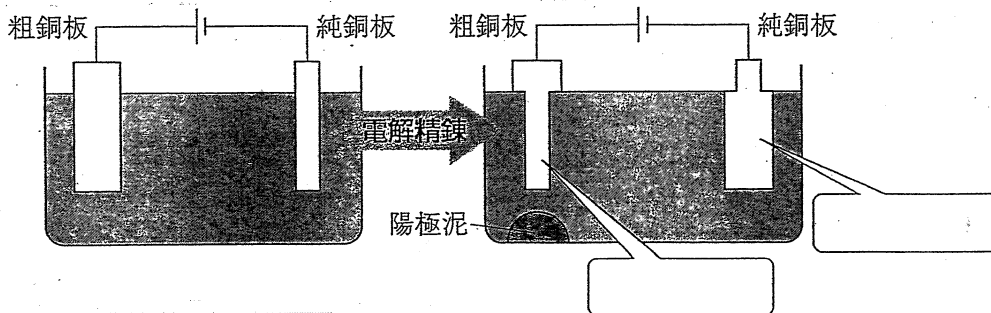
銅の電解精錬

電解精錬

純銅は、粗銅を電解精錬することによって得られる。

(陽極)

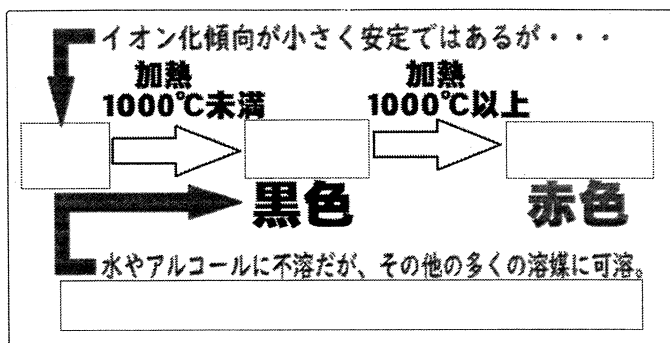
(陰極)



銅の単体の反応性

Cu

- ① 湿った空气中に放置すると、が生じる。
 - ② には溶解しない。
 - ③ には溶解する。
- [例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。



青色の結晶

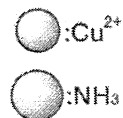
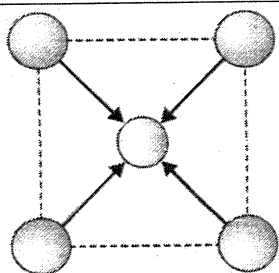
加熱すると、その水和水を失って、
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$
 硫酸銅(Ⅱ)無水塩 白色の粉末 になります。

銅のイオンの反応

①-(Ⅰ) Cu^{2+} を含む水溶液に適量のアンモニア水や水酸化ナトリウム水溶液を加えると、青白色の水酸化銅(Ⅱ)が沈殿する。

①-(Ⅱ) ただし、アンモニア水を過剰に加えると、同沈殿は再び溶解する。

② Cu^{2+} を含む水溶液に硫化水素を通すと、黒色の硫化銅(Ⅱ)が沈殿する。



配位結合 (→)

【参考資料】

Cu、Ag、Auの性質 化学的性質

反応性	
Cu	① 湿った空气中に放置すると、緑青が生じる。
	② 塩酸や希硫酸には溶解しない。
	③ 酸化力をもつ酸（熱濃硫酸や希硝酸、濃硝酸）には溶解する。
	例 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。 $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ 濃硝酸に溶解し、二酸化窒素を発生する。 $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$ 希硝酸に溶解し、一酸化窒素を発生する。 $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$
Ag	① 空気中では安定であり、放置しても酸化されない。
	② 塩酸や希硫酸には溶解しない。
	③ 酸化力をもつ酸（熱濃硫酸や希硝酸、濃硝酸）には溶解する。
	例 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。 $2\text{Ag} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$ 濃硝酸に溶解し、二酸化窒素を発生する。 $\text{Ag} + 2\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}_2$ 希硝酸に溶解し、一酸化窒素を発生する。 $3\text{Ag} + 4\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{AgNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{NO}$ ④ 硫黄と加熱したり、あるいは、湿った空气中で硫化水素を作用させると、硫化銀を生じる。
Au	① 空気中では安定であり、放置しても酸化されない。
	② 塩酸や希硫酸にも、熱濃硫酸や希硝酸、濃硝酸にも溶解しない。
	③ 王水には溶解する。

異なる

整理例②①、②補足 遷移元素について

- ① 第4周期以降の 族から 族に属する元素である。
- ② 同族のみならず、
- ③ 単体の融点は、典型元素の金属の単体に比べて、
- ④ 単体の密度は、典型元素の金属の単体に比べて、
- ⑤ 単体の硬度は、典型元素の金属の単体に比べて、
- ⑥ 化合物やイオンには のものが多い。
- ⑦ 同じ元素でもいろいろな酸化数をとることができる。よって、単体や化合物、そしてイオンには、酸化剤や還元剤として働くものが多い。

【例】 酸化剤； $K_2Cr_2O_7$ ($Cr_2O_7^{2-}$)、 $KMnO_4$ (MnO_4^-) など

還元剤； $FeSO_4$ (Fe^{2+}) など

- ⑧ 単体や化合物には、触媒として働くものが多い。

【例】 Pt 、 V_2O_5 、 MnO_2 など

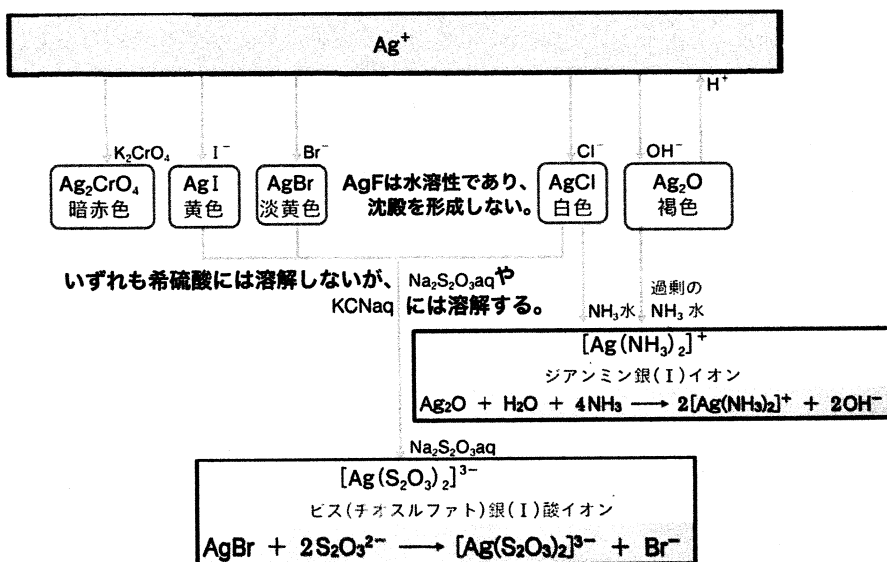
銅の合金について

【黄銅】 黄銅は、Cu と亜鉛 Zn の合金で、黄色がかった金属光沢が特徴のひとつで、^{しんちゅう}真鍮とも呼ばれます。腐食しにくく、展性・延性に富み、加工性に優れているので、板材や箔のほか、棒材や細線としても用いられています。

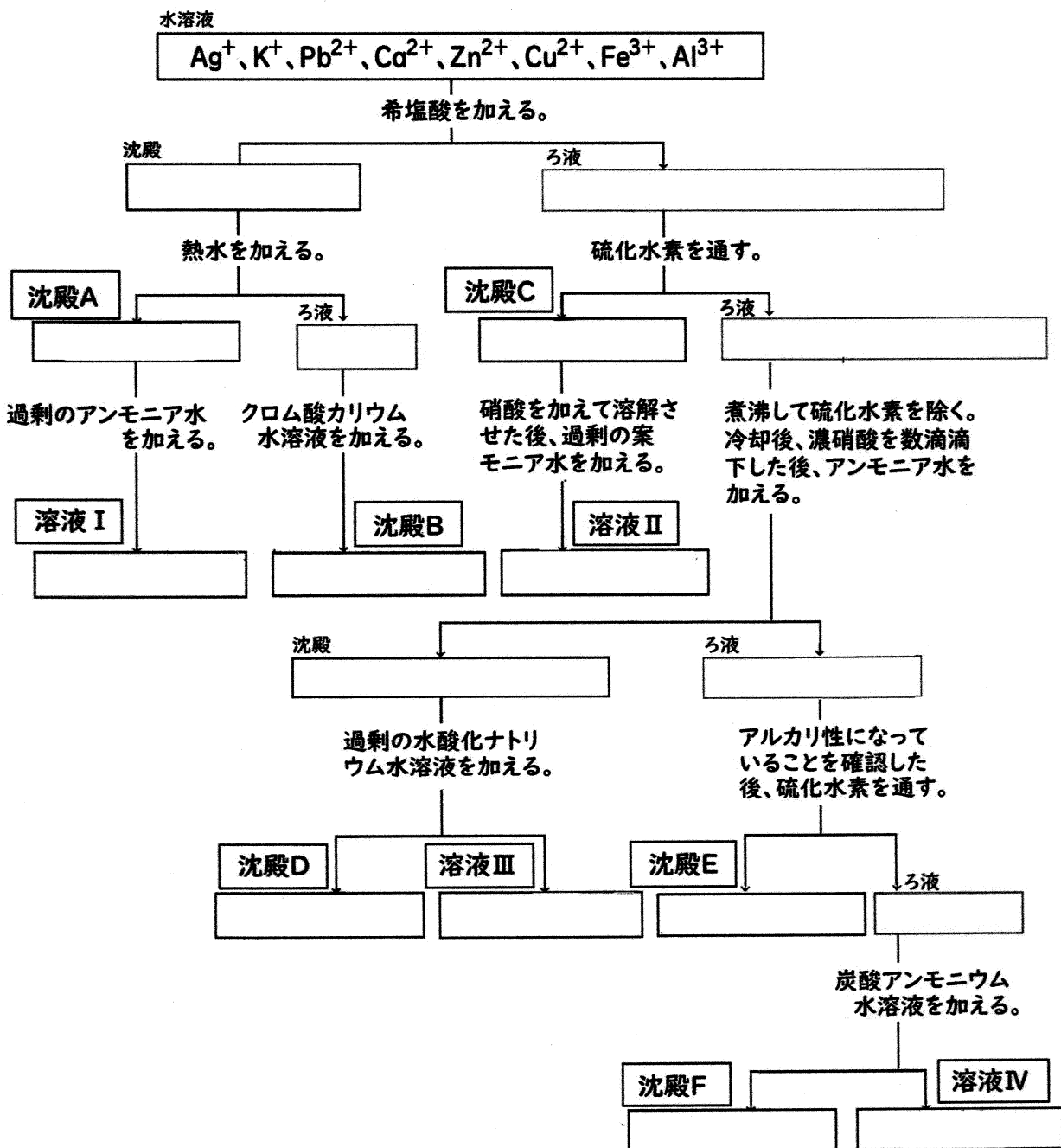
【青銅】 青銅は、Cu とスズ Sn の合金です。腐食しにくく、铸造性に優れているので、銅像（ブロンズ像）などに用いられています。また、ある特定の組成のものは音響性能がよく、寺院の鐘などにも用いられています。

組成	特徴	用途
黄銅 Cu, Zn	黄色の金属光沢、加工性に優れる	硬貨、楽器、仏具 5 円硬貨
青銅 Cu, Sn	腐食しにくく、铸造性に優れる	硬貨、銅像 10 円硬貨
白銅 Cu, Ni	白色の金属光沢、加工性に優れる	硬貨、配管材料 50、100 円硬貨

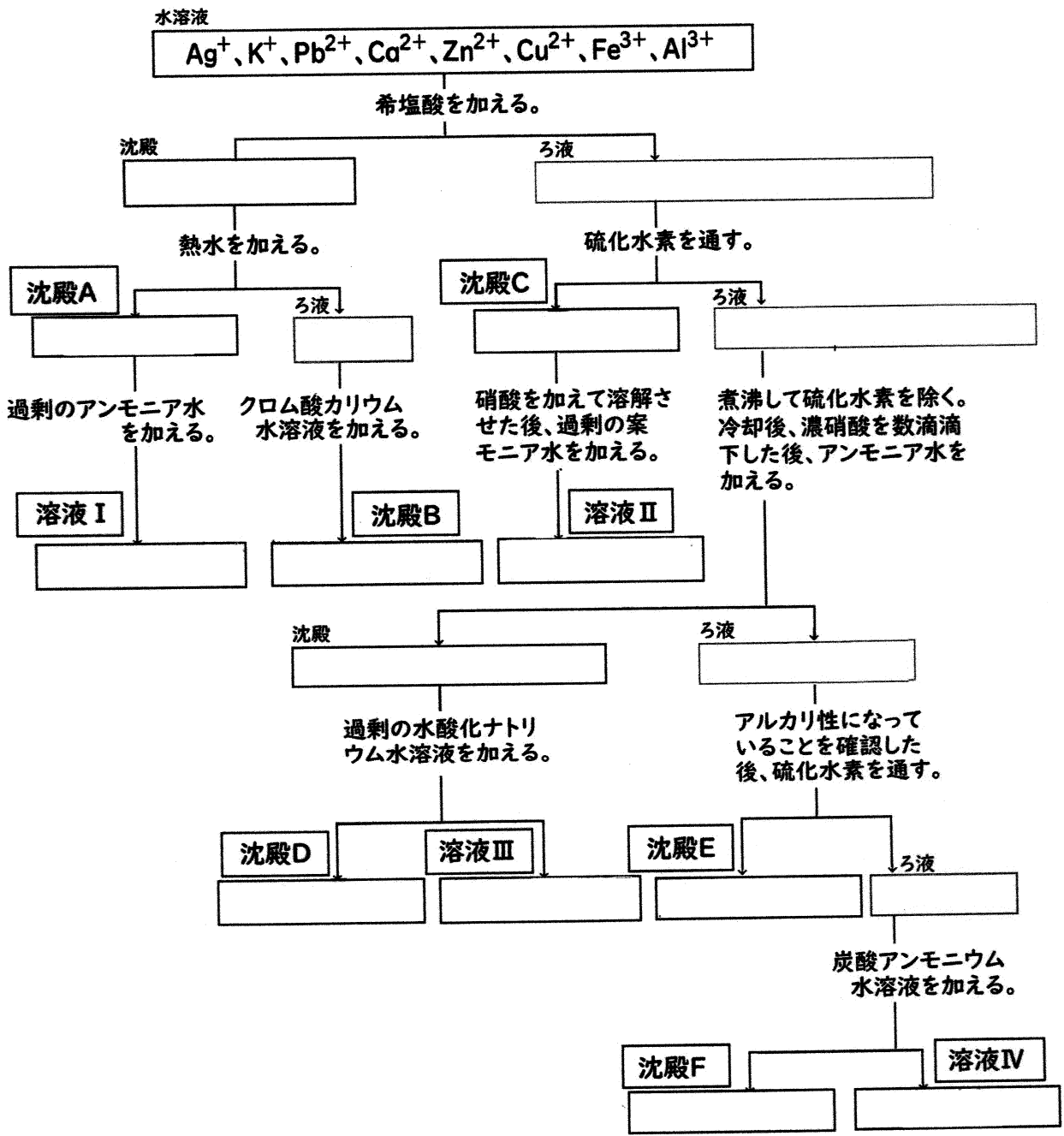
銀イオンの沈殿形成とその再溶解について



整理例②③;補足①(授業時記入用)



整理例②;補足①(自習用)



整理例②③;補足②

沈殿Aについて 塩化物沈殿の形成、および、塩化物沈殿の再溶解

	Cl ⁻ を加えると沈殿を形成するイオン	
沈殿の化学式		
沈殿の色		
沈殿の溶解性		

沈殿Bについて クロム酸塩の沈殿

CrO ₄ ²⁻ による沈殿の形成		
Ba ²⁺	Pb ²⁺	Ag ⁺

沈殿C、Eについて 硫化物沈殿の形成

	S ²⁻ を加えると沈殿を形成金属イオン	
	溶液が中性、塩基性なら	溶液がどのような液性でも
沈殿の化学式		
沈殿の色	ZnS; 、その他;	

整理例②③;補足③

沈殿Dについて; 水酸化物(酸化物)沈殿の形成、および、その再溶解

		適量のOH ⁻ を加えると沈殿を形成するイオン	
		Zn ²⁺	Cu ²⁺ , Ag ⁺
沈殿の化学式		Zn(OH) ₂	Cu(OH) ₂ , Ag ₂ O
沈殿の色		白色	Cu(OH) ₂ ; 青白色、Ag ₂ O; 暗褐色
沈殿の溶解性	過剰のNH ₃ 水に		
	過剰のNaOHaqに		

		適量のOH ⁻ を加えると沈殿を形成するイオン	
		Al ³⁺ , Pb ²⁺	Fe ³⁺
沈殿の化学式		Al(OH) ₃ , Pb(OH) ₂	Fe(OH) ₃
沈殿の色		白色	赤褐色
沈殿の溶解性	過剰のNH ₃ 水に		
	過剰のNaOHaqに		

沈殿Fについて 炭酸塩の沈殿

		CO ₃ ²⁻ を加える		SO ₄ ²⁻ を加える	
		Ca ²⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺
沈殿の化学式					
沈殿の色		白色	白色	白色	白色
沈殿の再溶解					

炎色反応

	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Na ⁺	K ⁺
炎色反応				

【参考資料】

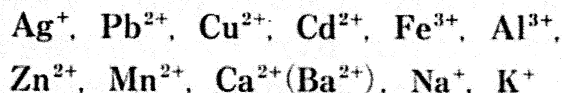
最初の頃はひたすら覚えた。

Cl ⁻ で沈殿するのは	Ag ⁺		Pb ²⁺	
	ぎん Ag	なま Pb	で 苦勞 Cl	するが、
酸性でも、S ²⁻ で沈殿するのは	Cu ²⁺	Ag ⁺		Pb ²⁺
	かっぱ Cu	らった	ぎん Ag	なま は Pb
塩基性なら、S ²⁻ で沈殿するのは	Zn ²⁺	Fe ²⁺		Ni ²⁺
	あ Zn	て Fe	に Ni	できんし、
OH ⁻ で沈殿するが、過剰の NaOHaq に溶けるのは	Al ³⁺	Zn ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺
	あ Al	あ Zn	すん Sn	な りとは Pb
OH ⁻ で沈殿するが、過剰の NH ₃ 水に溶けるのは	Ag ⁺	Cu ²⁺	Ni ²⁺	Zn ²⁺
	銀 Ag	行員には Cu	どー に Ni	も 会えん し、 Zn
OH ⁻ で沈殿するが、過剰の NaOHaq にも過剰の NH ₃ 水にも溶けないのは	Fe ²⁺		Fe ³⁺	
	鋼 鉄 製の貯金箱を Fe			
アルカリ土類金属のイオンを沈殿させるのは	C ₂ O ₄ ²⁻		SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻
	手 シュウ酸	りゅう 硫酸	弾 炭酸	で爆破しよ。

【参考資料】

やがてパターンが見えてきた。

金属イオンの系統分離



金属イオンとしては、上記の枠内の金属イオン中のいくつかだけを含む水溶液を試料として、次の[操作Ⅰ]～[操作Ⅵ]を順に行った後、以下のような沈殿(炎色反応)が生じたとすれば、矢印(→)の右に示したイオンが含まれていることがわかる。

[操作Ⅰ] 希塩酸 HCl を加える。

- ① 熱水に溶ける白色沈殿 → 鉛(Ⅱ)イオン Pb^{2+}
- ② アンモニア NH_3 水に溶ける白色沈殿 → 銀イオン Ag^+

[操作Ⅱ] 次に、ろ液に硫化水素 H_2S を通じる。

- ① 黒色沈殿 → 銅(Ⅱ)イオン Cu^{2+}
- ② 黄色沈殿 → カドミウムイオン Cd^{2+}

[操作Ⅲ] 次に、(煮沸し、硝酸 HNO_3 を加えた後)ろ液にアンモニア NH_3 水を過剰に加える。

- ① 赤褐色沈殿 → 鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+}
- ② 白色沈殿 → アルミニウムイオン Al^{3+}

[操作Ⅳ] 再び、ろ液に硫化水素 H_2S を通じる。

- ① 白色沈殿 → 亜鉛イオン Zn^{2+}
- ② 桃色沈殿 → マンガン(Ⅱ)イオン Mn^{2+}

[操作Ⅴ] 次に、ろ液に炭酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 水溶液を加える。

白色沈殿 → カルシウムイオン Ca^{2+} (バリウムイオン Ba^{2+})

[操作Ⅵ] 最後に、ろ液について炎色反応を調べる。

- ① 黄色の炎色反応 → ナトリウムイオン Na^+
- ② 赤紫色の炎色反応 → カリウムイオン K^+

【参考資料】

ちょっとは得意になってきた。

【操作の手順】

試料水溶液



【操作Ⅰ】 試料水溶液に希塩酸 HCl を加える。

【操作Ⅱ】 沈殿をろ別し、ろ液(酸性)に硫化水素 H_2S を通じる。

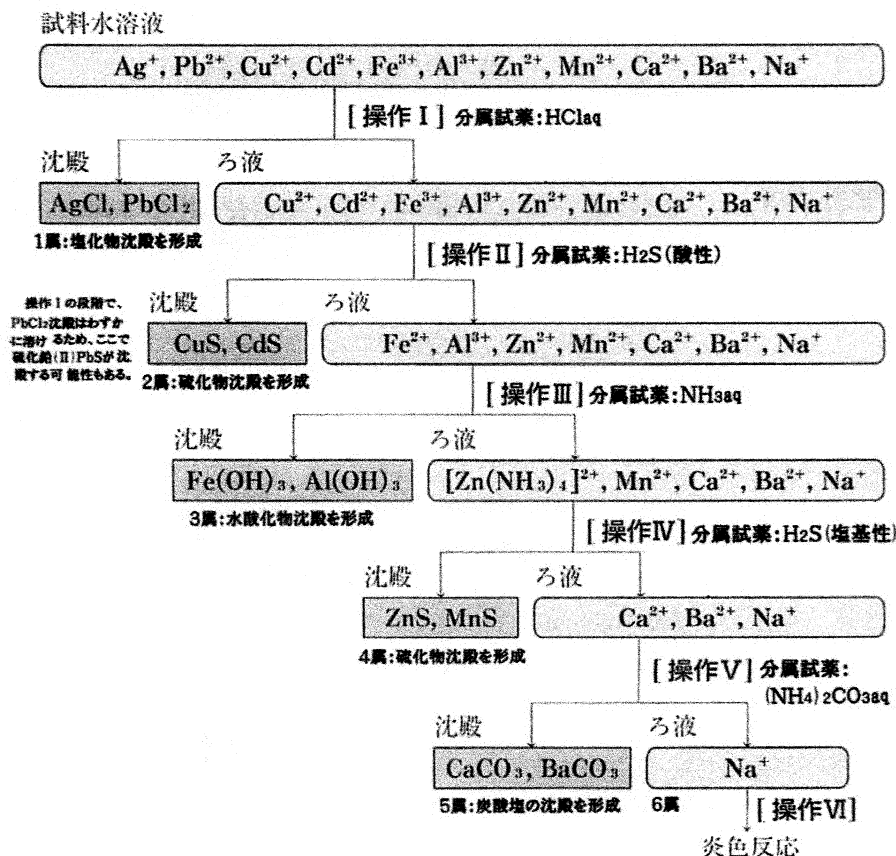
【操作Ⅲ】 上記の操作の終了後、沈殿をろ別する。さらに、ろ液を煮沸し、硝酸 HNO_3 を加える。その後、ろ液にアンモニア NH_3 水を過剰に加える。

【操作Ⅳ】 沈殿をろ別し、ろ液(塩基性)に硫化水素 H_2S を通じる。

【操作Ⅴ】 上記の操作の終了後、沈殿をろ別する(さらに、ろ液を煮沸する)。ろ液に炭酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 水溶液を加える。

【操作Ⅵ】 上記の操作の終了後、沈殿をろ別し、ろ液について炎色反応を調べる。

【流れ図】



以下は、心配ならばのコメントです・・・試料水溶液に、 K^+ 、 Sr^{2+} 、 Cr^{3+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+} 、 Sn^{2+} 、 Hg_2^{2+} などが含まれれば、操作Ⅰ後に Hg_2Cl_2 が沈殿し、操作Ⅱ後に SnS が沈殿する。操作Ⅲ後に $\text{Cr}(\text{OH})_3$ が沈殿し、ろ液中に Co^{2+} と Ni^{2+} のアンミン錯イオンが残る。操作Ⅳ後に CoS および NiS が沈殿する。操作Ⅴ後には SrCO_3 が沈殿し、ろ液中に K^+ が残る。ちなみに、操作Ⅱでは硫黄 S も沈殿する ($2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}^+ + \text{S}$)。