

# 遷移元素について

(遷移金属元素)

## 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； $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ),  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{MnO}_4^-$ ) など  
還元剤； $\text{FeSO}_4$  ( $\text{Fe}^{2+}$ ) 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,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}_2$  など

この表 (図) は補足プリントにあります。

## 遷移元素について

- ① 第4周期以降の **3** 族から **11** 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； $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )、 $\text{KMnO}_4$  ( $\text{MnO}_4^-$ ) など  
      還元剤； $\text{FeSO}_4$  ( $\text{Fe}^{2+}$ ) 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,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}_2$  など

## 遷移元素について

- ① 第4周期以降の **3** 族から **11** 族に属する元素である。
- ② 同族のみならず、**同一周期方向でも性質が似ている。**
- 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； $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ),  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{MnO}_4^-$ ) など  
      還元剤； $\text{FeSO}_4$  ( $\text{Fe}^{2+}$ ) など
- ⑧ 単体や化合物には、触媒として働くものが多い。  
[例]  $\text{Pt}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}_2$  など

# 遷移元素について

- ① 第4周期以降の **3** 族から **11** 族に属する元素である。
- ② 同族のみならず、**同一周期方向でも性質が似ている。**
- ③ 単体の融点は、典型元素の金属の単体に比べて **高い。**
- 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； $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )、 $\text{KMnO}_4$  ( $\text{MnO}_4^-$ ) など  
      還元剤； $\text{FeSO}_4$  ( $\text{Fe}^{2+}$ ) など
- ⑧ 単体や化合物には、触媒として働くものが多い。  
[例]  $\text{Pt}$ 、 $\text{V}_2\text{O}_5$ 、 $\text{MnO}_2$  など

# 遷移元素について

- ① 第4周期以降の **3** 族から **11** 族に属する元素である。
- ② 同族のみならず、**同一周期方向でも性質が似ている。**
- ③ 単体の融点は、典型元素の金属の単体に比べて、**高い。**
- ④ 単体の密度は、典型元素の金属の単体に比べて、**大きい。**
- 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； $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )、 $\text{KMnO}_4$  ( $\text{MnO}_4^-$ ) など  
還元剤； $\text{FeSO}_4$  ( $\text{Fe}^{2+}$ ) 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,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}_2$  など

## 遷移元素について

- ① 第4周期以降の **3** 族から **11** 族に属する元素である。
- ② 同族のみならず、**同一周期方向でも性質が似ている。**
- ③ 単体の融点は、典型元素の金属の単体に比べて、**高い。**
- ④ 単体の密度は、典型元素の金属の単体に比べて、**大きい。**
- ⑤ 単体の硬度は、典型元素の金属の単体に比べて、**硬い。**
- 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； $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ),  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{MnO}_4^-$ ) など  
      還元剤； $\text{FeSO}_4$  ( $\text{Fe}^{2+}$ ) など
- ⑧ 単体や化合物には、触媒として働くものが多い。  
[例]  $\text{Pt}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}_2$  など

## 遷移元素について

- ① 第4周期以降の **3** 族から **11** 族に属する元素である。
- ② 同族のみならず、**同一周期方向でも性質が似ている。**
- ③ 単体の融点は、典型元素の金属の単体に比べて、**高い。**
- ④ 単体の密度は、典型元素の金属の単体に比べて、**大きい。**
- ⑤ 単体の硬度は、典型元素の金属の単体に比べて、**硬い。**
- ⑥ 化合物やイオンには **有色** 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； $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ),  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{MnO}_4^-$ ) など  
還元剤； $\text{FeSO}_4$  ( $\text{Fe}^{2+}$ ) 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,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}_2$  など



# 遷移元素について

- ① 第4周期以降の **3** 族から **11** 族に属する元素である。
- ② 同族のみならず、**同一周期方向でも性質が似ている。**
- ③ 単体の融点は、典型元素の金属の単体に比べて、**高い。**
- ④ 単体の密度は、典型元素の金属の単体に比べて、**大きい。**
- ⑤ 単体の硬度は、典型元素の金属の単体に比べて、**硬い。**
- ⑥ 化合物やイオンには **有色** 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； $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ )、 $\text{KMnO}_4$  ( $\text{MnO}_4^-$ ) など  
還元剤； $\text{FeSO}_4$  ( $\text{Fe}^{2+}$ ) 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,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}_2$  など

## 遷移元素について

- ① 第4周期以降の **3** 族から **11** 族に属する元素である。
- ② 同族のみならず、**同一周期方向でも性質が似ている。**
- ③ 単体の融点は、典型元素の金属の単体に比べて、**高い。**
- ④ 単体の密度は、典型元素の金属の単体に比べて、**大きい。**
- ⑤ 単体の硬度は、典型元素の金属の単体に比べて、**硬い。**
- ⑥ 化合物やイオンには **有色** 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； $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ),  $\text{KMnO}_4$  ( $\text{MnO}_4^-$ ) など  
還元剤； $\text{FeSO}_4$  ( $\text{Fe}^{2+}$ ) 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,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MnO}_2$  など

Fe



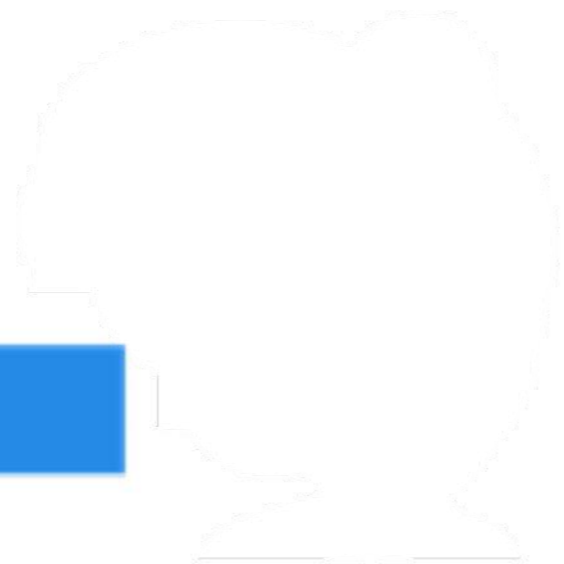
製錬

単体

イオン

合金やメッキ

Fe



製錬

単体

イオン

合金やメッキ

## 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、<sup>いもの</sup> 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  $\text{CaO}$  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、<sup>こう</sup> 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。

## 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、<sup>いもの</sup>鑄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、<sup>こう</sup>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。

## 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。



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、<sup>いもの</sup>鑄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、<sup>こう</sup>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。

# 全体の流れを確認しておこう。

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、融解時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、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**しながら、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。**



# 全体の流れを確認しておこう。

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、融解時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、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。

\* 転炉は、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、**回転しながら**、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\*<sup>①</sup>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。

溶鉱炉で生成した鉄の単体は**銑鉄<sup>\*4</sup>**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、融解時の流動性がよいので、**鑄物**などに使われます。

\*4 銑鉄は、炭素のほか、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<sup>\*5</sup>**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。

\*5 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**しながら、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<sup>\*6</sup>**ので、建築物の構造材料やレールなどに用いられます。

\*6 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、



溶鉱炉で生成した鉄の単体は**銑鉄<sup>\*4</sup>**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、融解時の流動性がよいので、**鋳物**などに使われます。

\*4 銑鉄は、炭素のほか、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炭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。

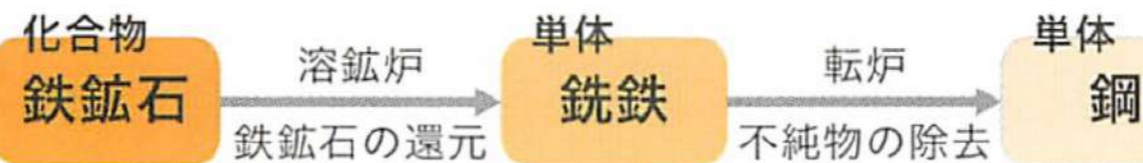
銑鉄をさらに**転炉<sup>\*5</sup>**中で処理すると、炭素をはじめとする不純物の除去が進み、機械的強度を向上させることができます。

\*5 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**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<sup>\*6</sup>**ので、**建築物の構造材料**や**レール**などに用いられます。

\*6 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。

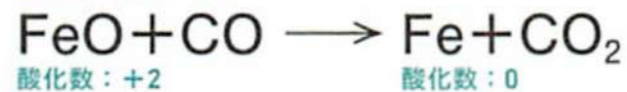
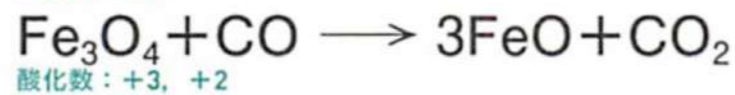
まとめておくと、



# 溶鉱炉内の様子を確認しておこう①



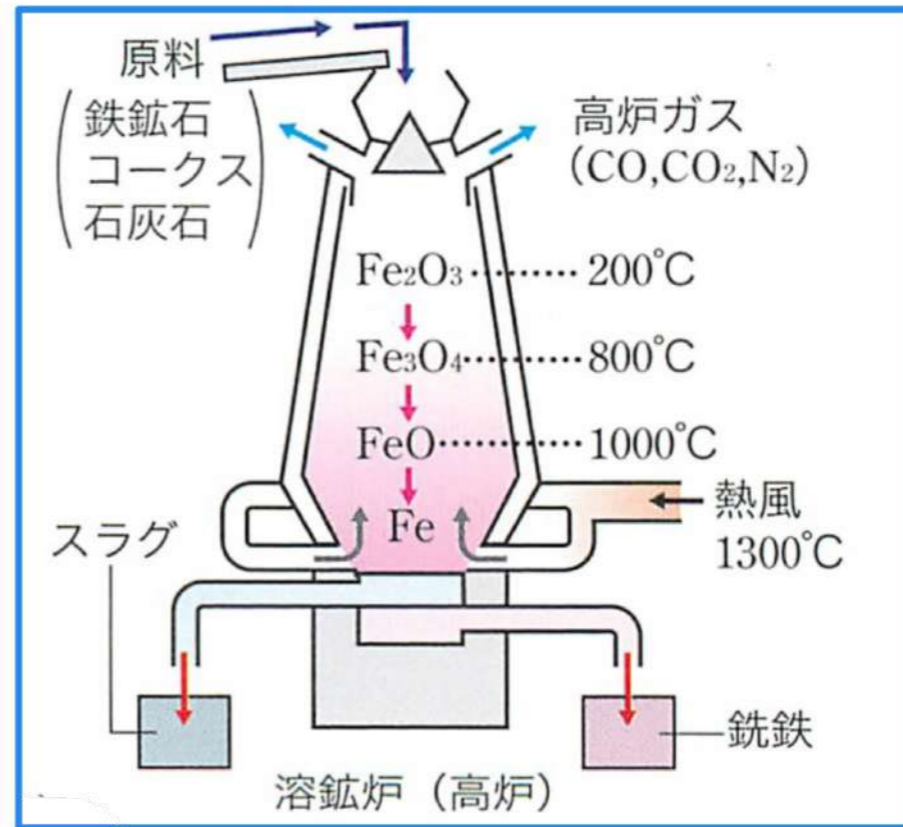
『ただ、実際には、上式のように、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  が直接  $\text{Fe}$  に還元されるわけじゃない。



といった順に還元され、全体として



となる』

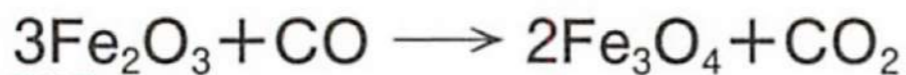


この絵はプリントにあります。

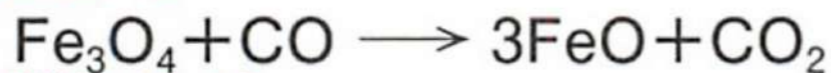
# 溶鉱炉内の様子を確認しておこう①



『ただ、実際には、上式のように、  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が直接 Fe に還元されるわけ  
じゃない。



酸化数：+3



酸化数：+3, +2



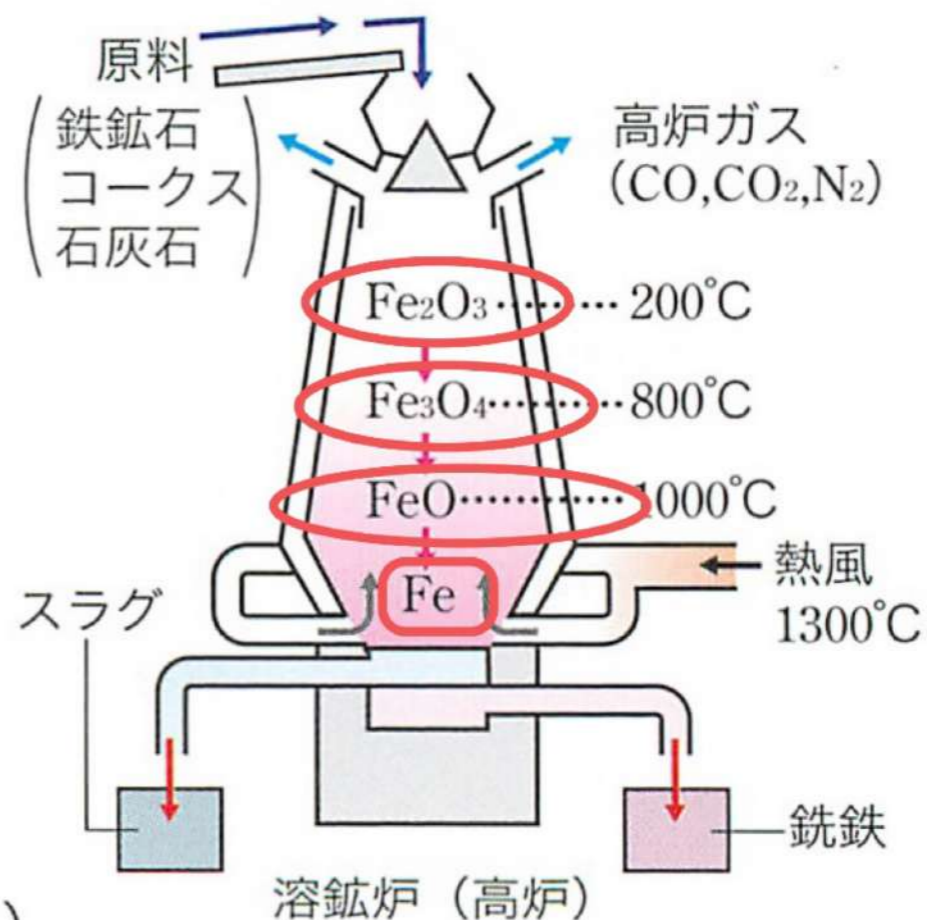
酸化数：+2

酸化数：0

といった順に還元され、全体として



となる』



## 溶鉱炉内の様子を確認しておこう②

鉄鉱石中に含まれていた不純物

二酸化ケイ素など

+

溶鉱炉中に加えられた石灰石から生じた

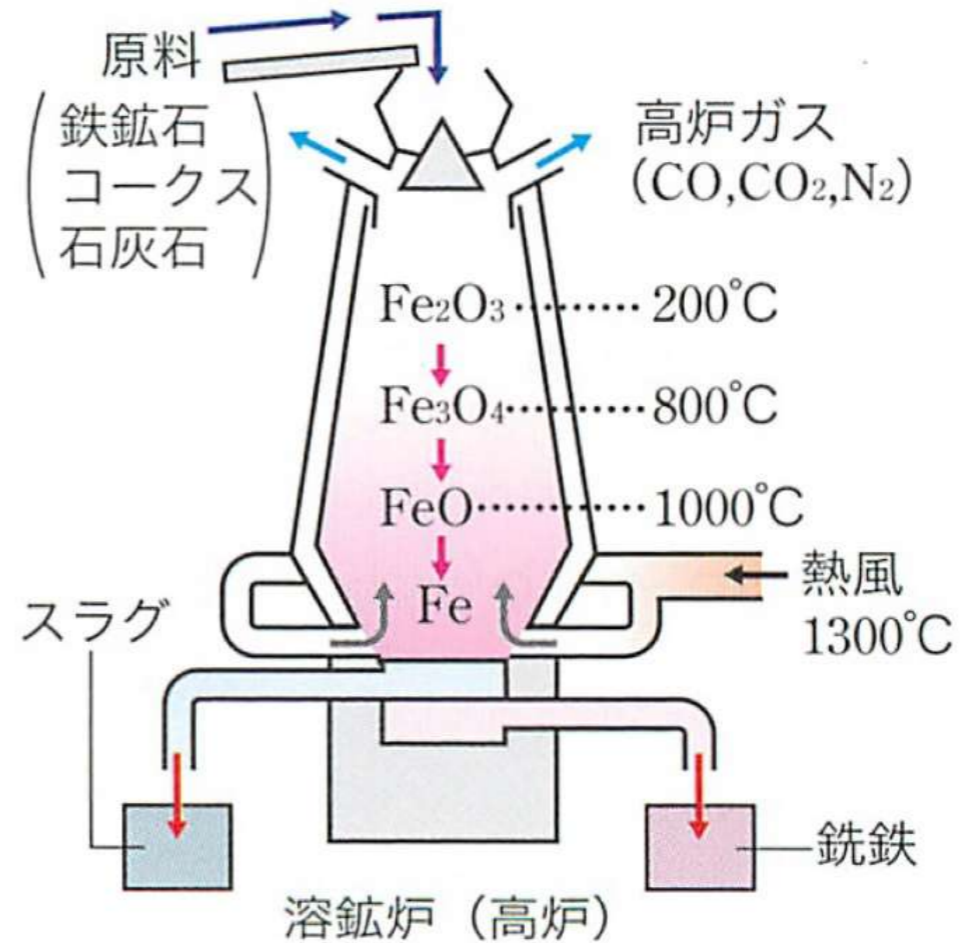
酸化カルシウム CaO  
( $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ )

生成した不燃物

ケイ酸カルシウム  $\text{CaSiO}_3$  など



### これがスラグ



## 溶鉱炉内の様子を確認しておこう②

鉄鉱石中に含まれていた不純物

二酸化ケイ素など

+

溶鉱炉中に加えられた石灰石から生じた

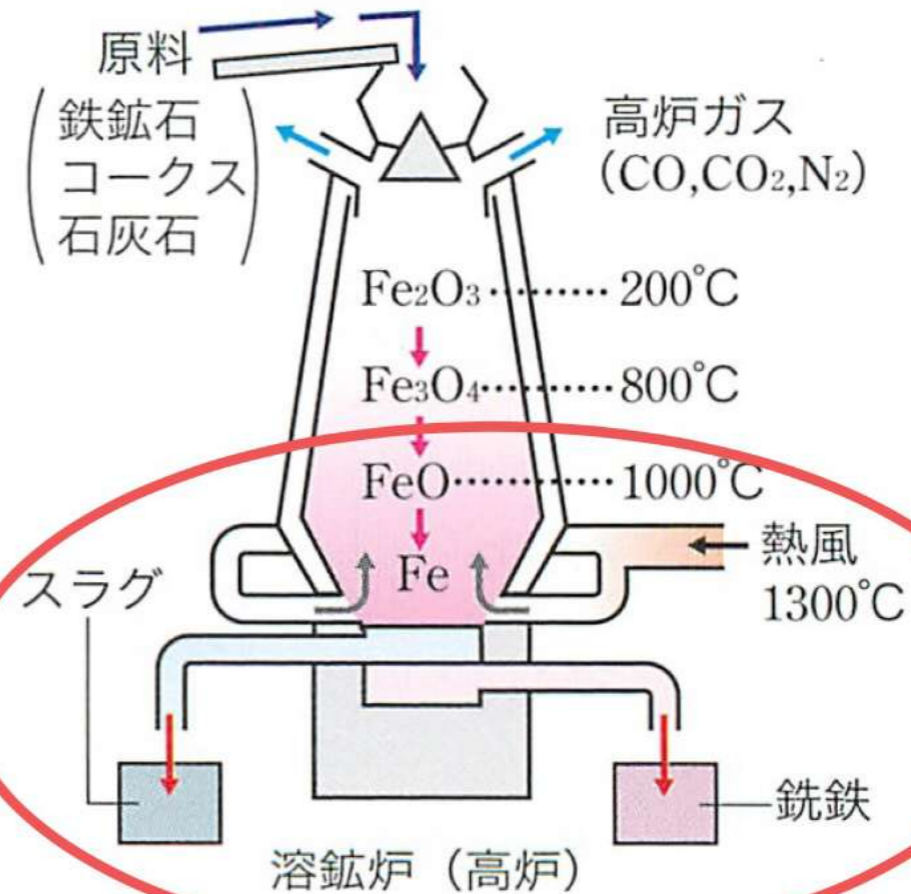
酸化カルシウム CaO  
( $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$ )

生成した不燃物

ケイ酸カルシウム  $\text{CaSiO}_3$  など



### これがスラグ



Fe



製錬

単体

イオン

合金やメッキ



## 鉄の単体の反応性

### Feの反応性

- ① 湿った空气中に放置すると、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、**赤さび**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 となつて溶けない。

## 鉄の単体の反応性

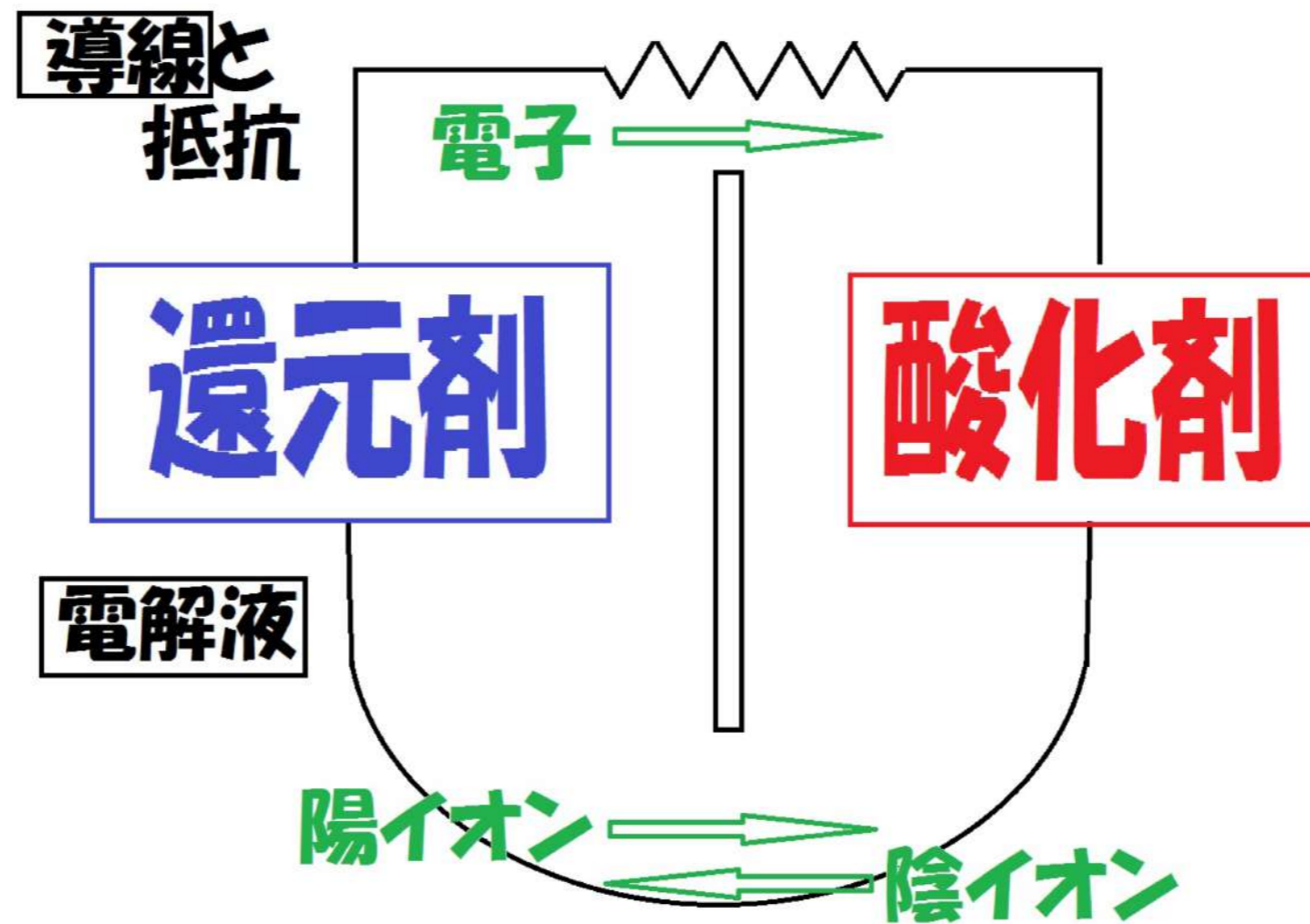
### Feの反応性

- ① 湿った空气中に放置すると、酸化されて、**赤さび**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 となつて溶けない。

**局部電池というものが形成されるため。**

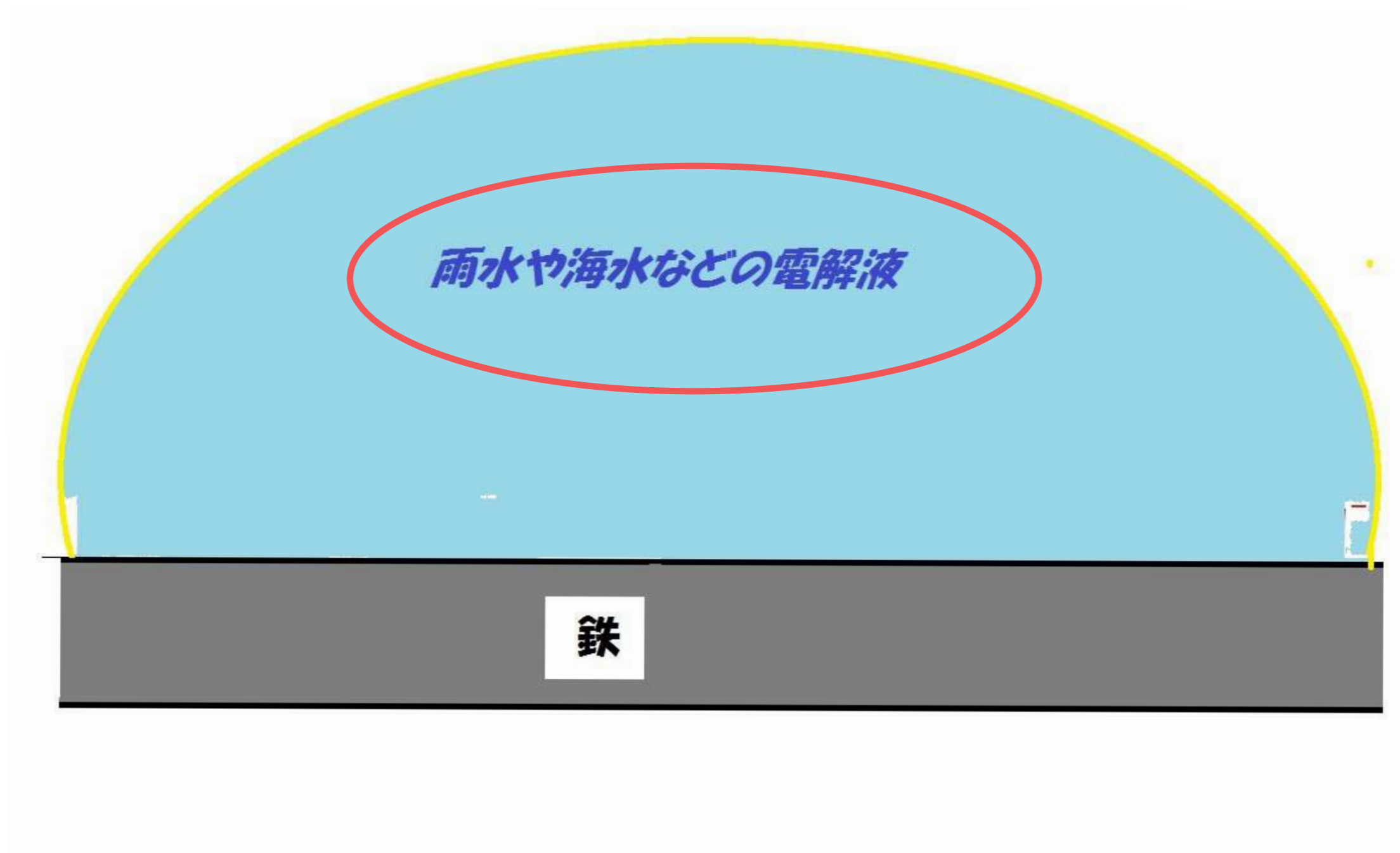
復習

# 化学電子のしくみ



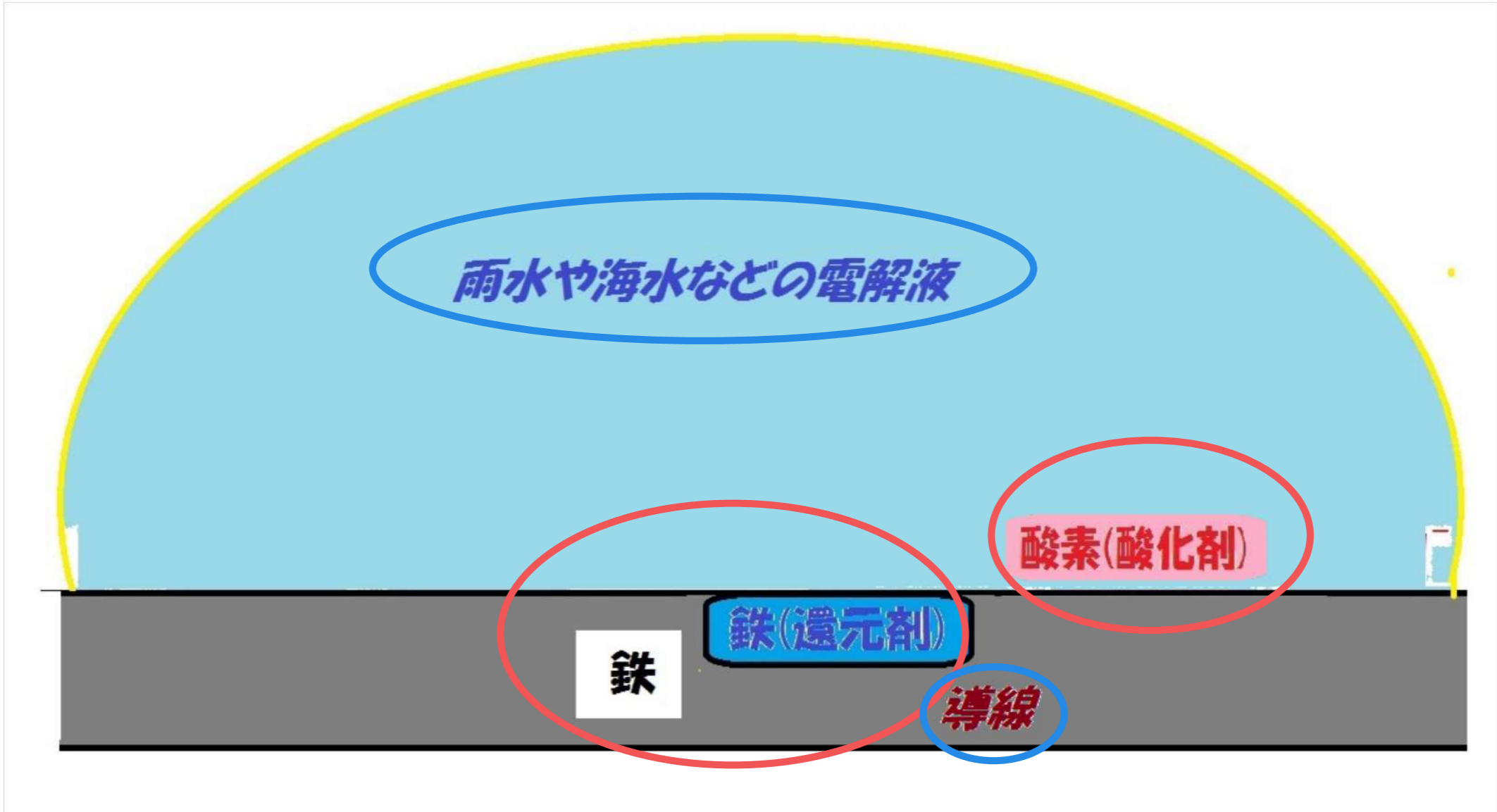
メモ用のスペースがプリントにあります。

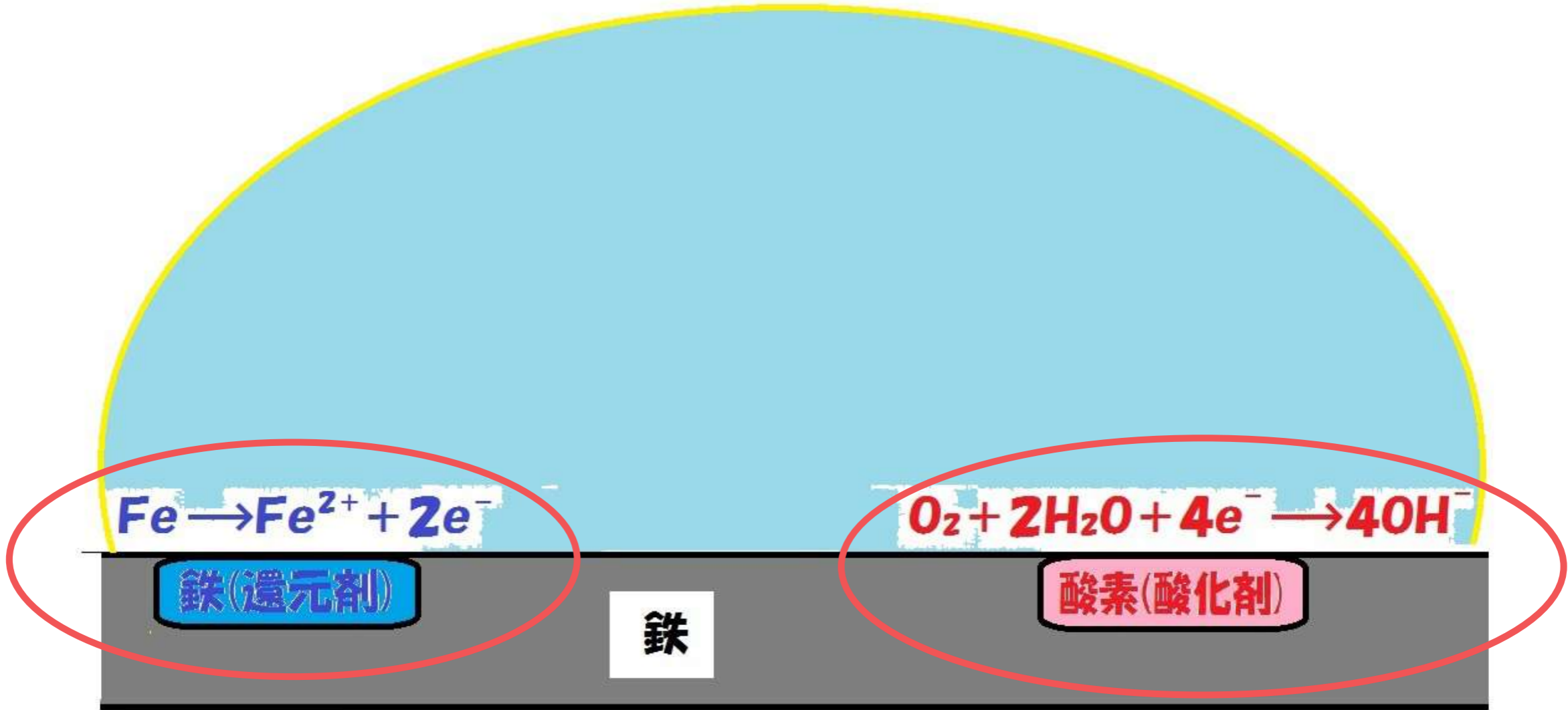




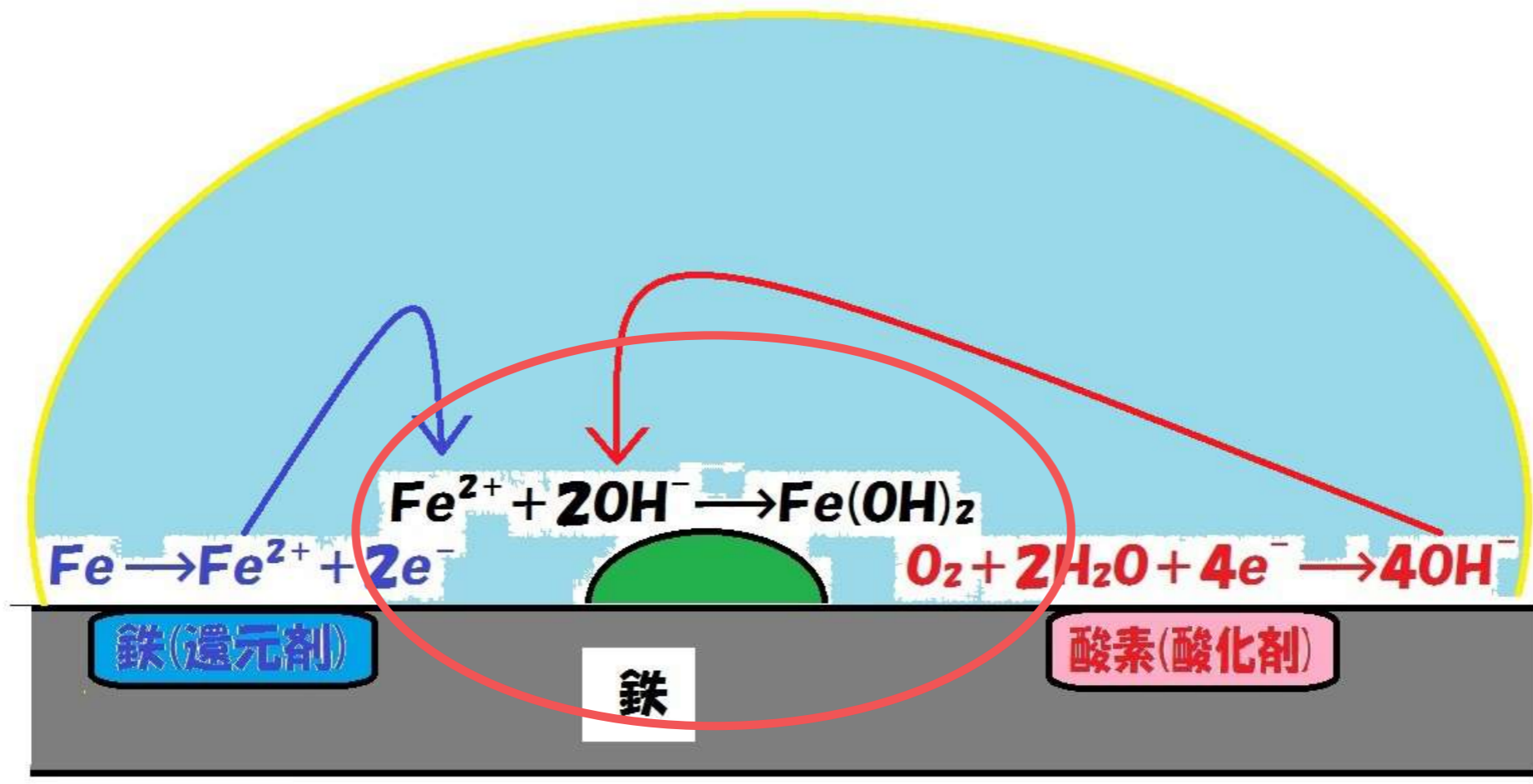
雨水や海水などの電解液

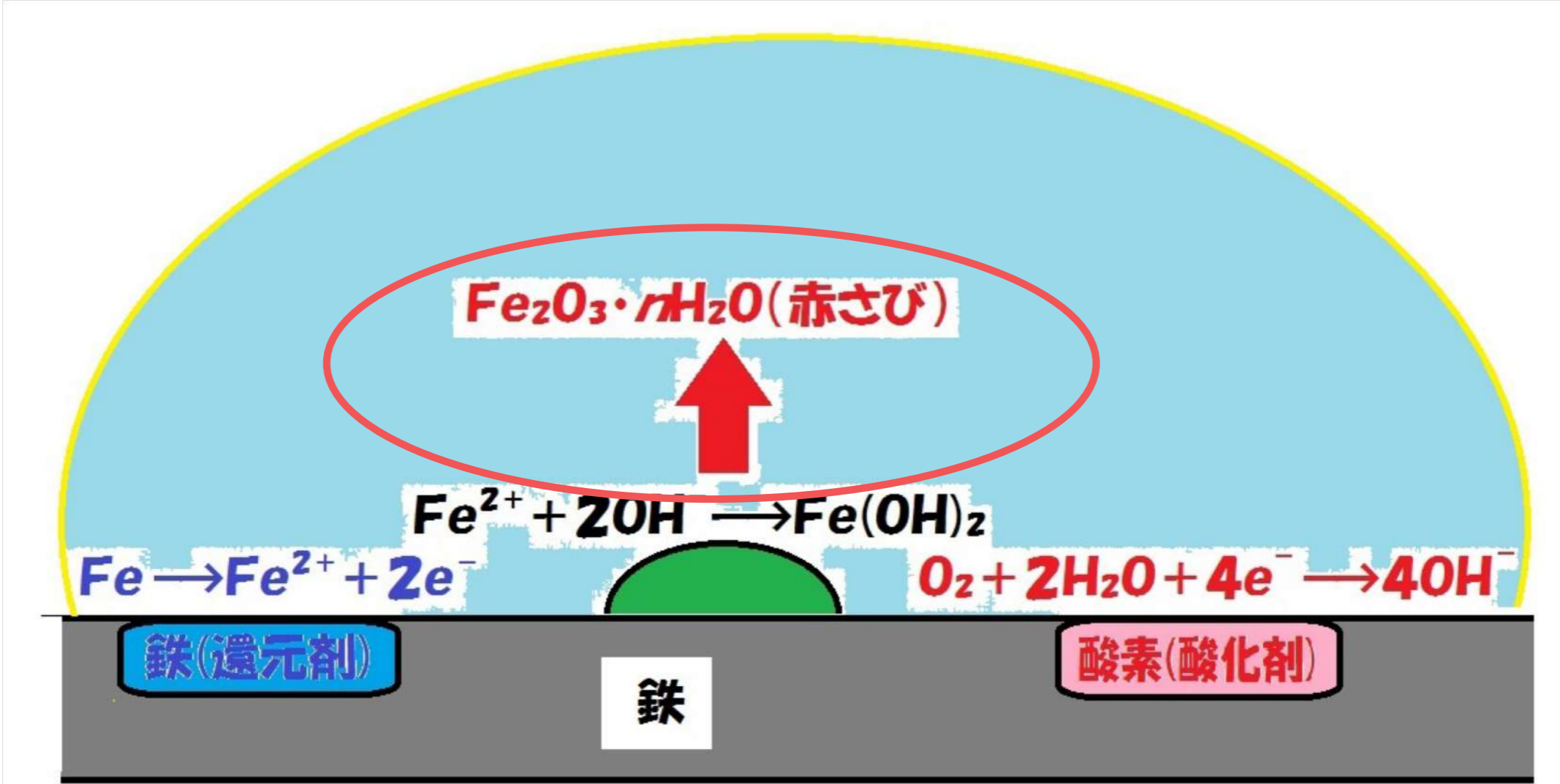
鉄











## 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、**赤さび**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  
となつて溶けない。

## 鉄の単体の反応性

### Feの反応性

- ① 湿った空气中に放置すると、酸化されて、**赤さび**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。  
$$\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2$$
- ③ 濃硝酸には **不動態** となって溶けない。

**注: この反応は、鉄(還元剤)と水素イオン(ここでは酸化剤)との間における酸化還元反応です。**

## 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、**赤さび**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 **不動態** となって溶けない。

Fe



製錬

単体

イオン

合金やメッキ

金属イオンの系統分離では、  
この2つは判別できない。

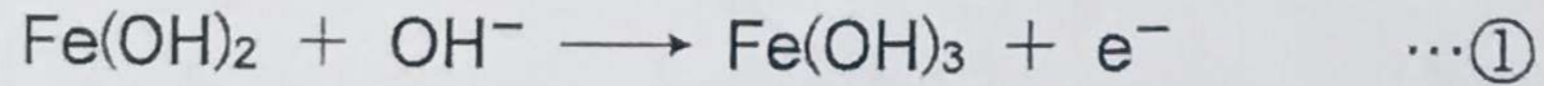
鉄のイオンの反応

	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
水溶液の色		
OH <sup>-</sup>		
K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]		[褐～暗褐色溶液]
K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	[白～青白色沈殿]	
KSCN	[変化なし]	

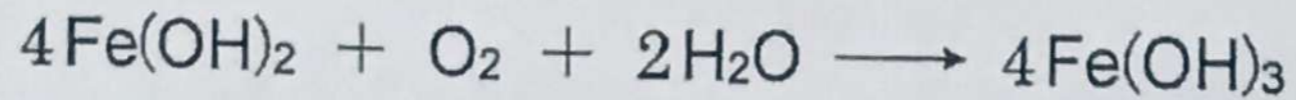
鉄のイオンの反応

		$Fe^{2+}$	$Fe^{3+}$
	水溶液の色	淡緑色	黄褐色
$Fe^{3+}$	$OH^-$	$Fe(OH)_2$ 緑白色	$Fe(OH)_3$ 赤褐色
	$K_3[Fe(CN)_6]$		[褐～暗褐色溶液]
$Fe^{2+}$	$K_4[Fe(CN)_6]$	[白～青白色沈殿]	
	KSCN	[変化なし]	





①式×4+②式より、



空気中に放置すると、

鉄のイオンの反応

	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Fe}^{3+}$
水溶液の色	淡緑色	黄褐色
$\text{OH}^-$	$\text{Fe(OH)}_2$ 緑白色	$\text{Fe(OH)}_3$ 赤褐色

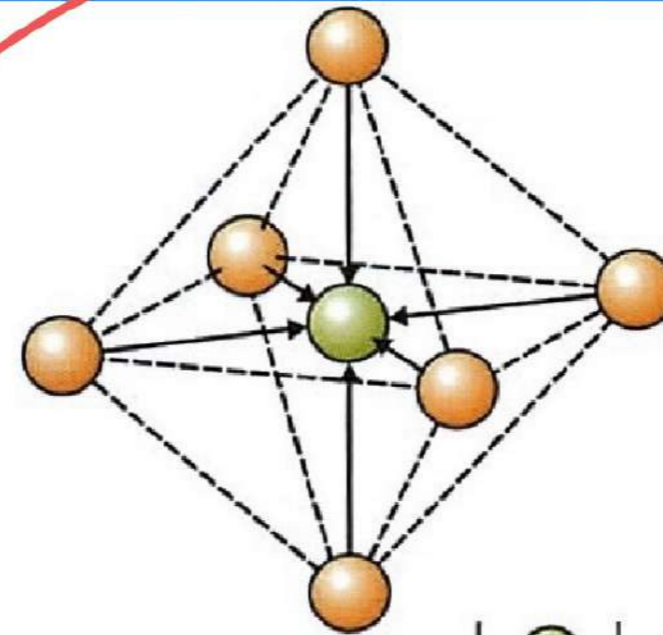
$\text{Fe}^{3+}$

鉄のイオンの反応

		Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
水溶液の色		淡緑色	黄褐色
Fe <sup>3+</sup>	OH <sup>-</sup>	Fe(OH) <sub>2</sub> 緑白色	Fe(OH) <sub>3</sub> 赤褐色
	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	濃青色沈殿	[褐～暗褐色溶液]
Fe <sup>2+</sup>	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	[白～青白色沈殿]	濃青色沈殿
KSCN		[変化なし]	

鉄のイオンの反応

	$Fe^{2+}$	$Fe^{3+}$
水溶液の色	淡緑色	黄褐色
$OH^-$	$Fe(OH)_2$ 緑白色	$Fe(OH)_3$ 赤褐色
$Fe^{3+}$ $K_3[Fe(CN)_6]$		
$Fe^{2+}$ $K_4[Fe(CN)_6]$		
KSCN		



	$Fe^{2+}$	$CN^-$
$[Fe(CN)_6]^{4-}$ のとき		
$[Fe(CN)_6]^{3-}$ のとき		

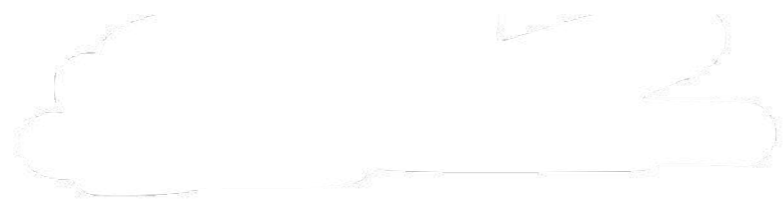
ヘキサシアニド鉄(II)酸イオン

ヘキサシアニド鉄(III)酸イオン

この図はプリントにあります。

鉄のイオンの反応

		Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>
	水溶液の色	<b>淡緑色</b>	<b>黄褐色</b>
	OH <sup>-</sup>	<b>Fe(OH)<sub>2</sub> 緑白色</b>	<b>Fe(OH)<sub>3</sub> 赤褐色</b>
Fe <sup>3+</sup>	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	<b>濃青色沈殿</b>	[褐～暗褐色溶液]
Fe <sup>2+</sup>	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	[白～青白色沈殿]	<b>濃青色沈殿</b>
	KSCN	[変化なし]	<b>血赤色溶液</b>



**マジック**

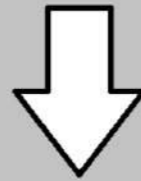
**トコロニル**

**のお話を。**

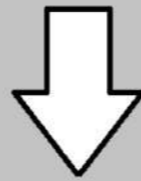
東京大学の入試で出題された(● ㊦)。

メモ用のスペースがプリントにあります。

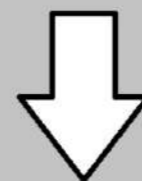
水差しの水



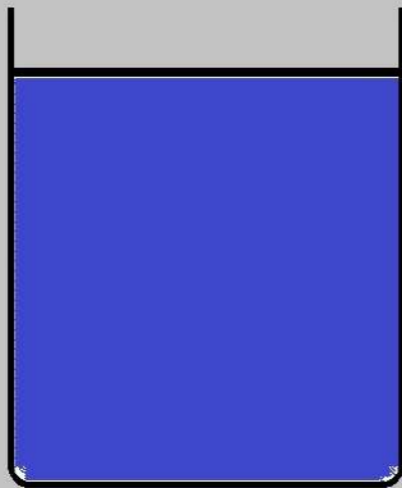
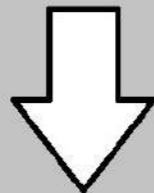
水差しの水



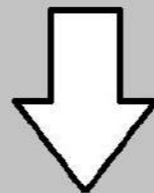
水差しの水



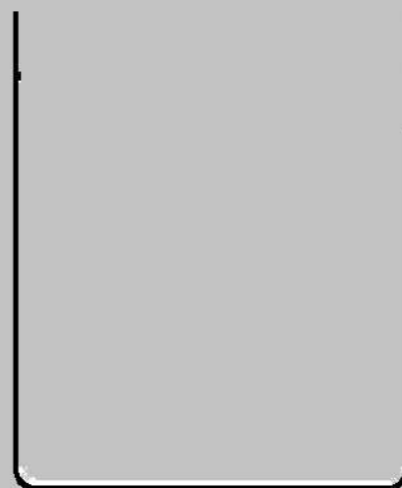
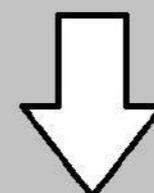
水差しの水



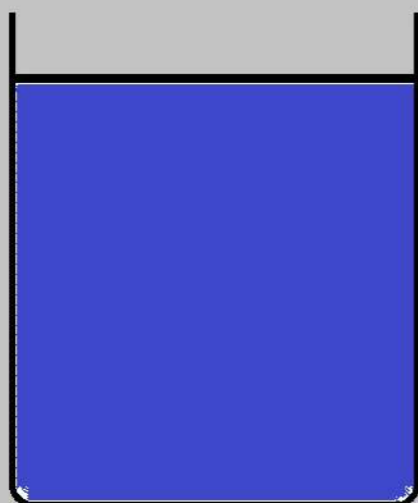
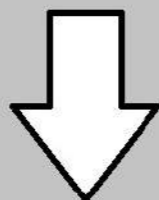
水差しの水



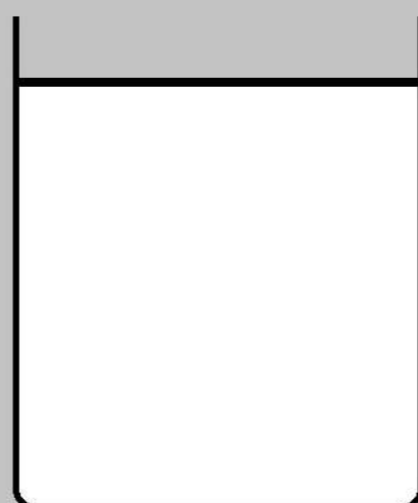
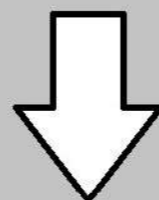
水差しの水



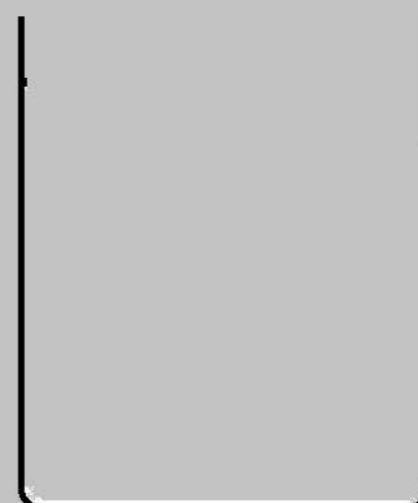
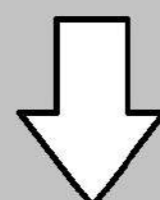
水差しの水



水差しの水

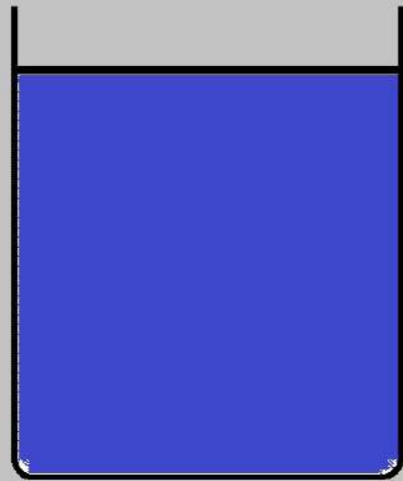
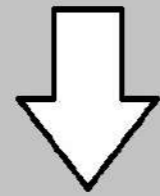


水差しの水

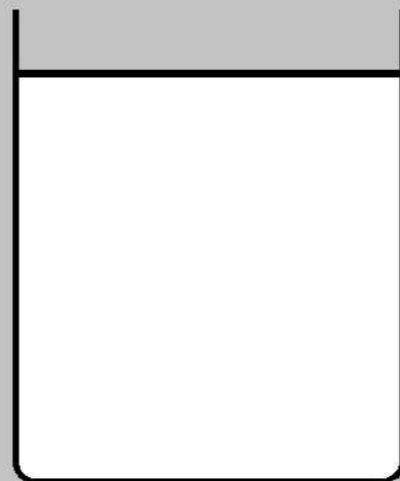
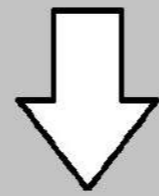




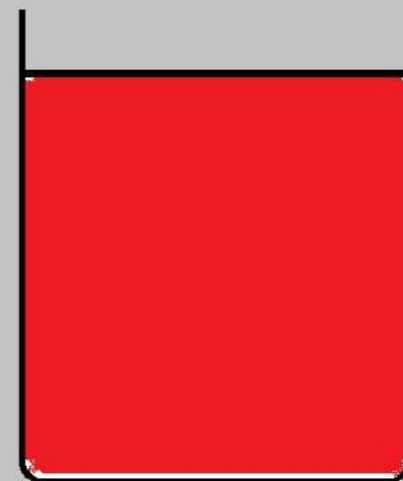
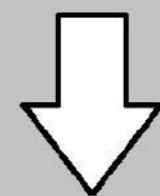
水差しの水



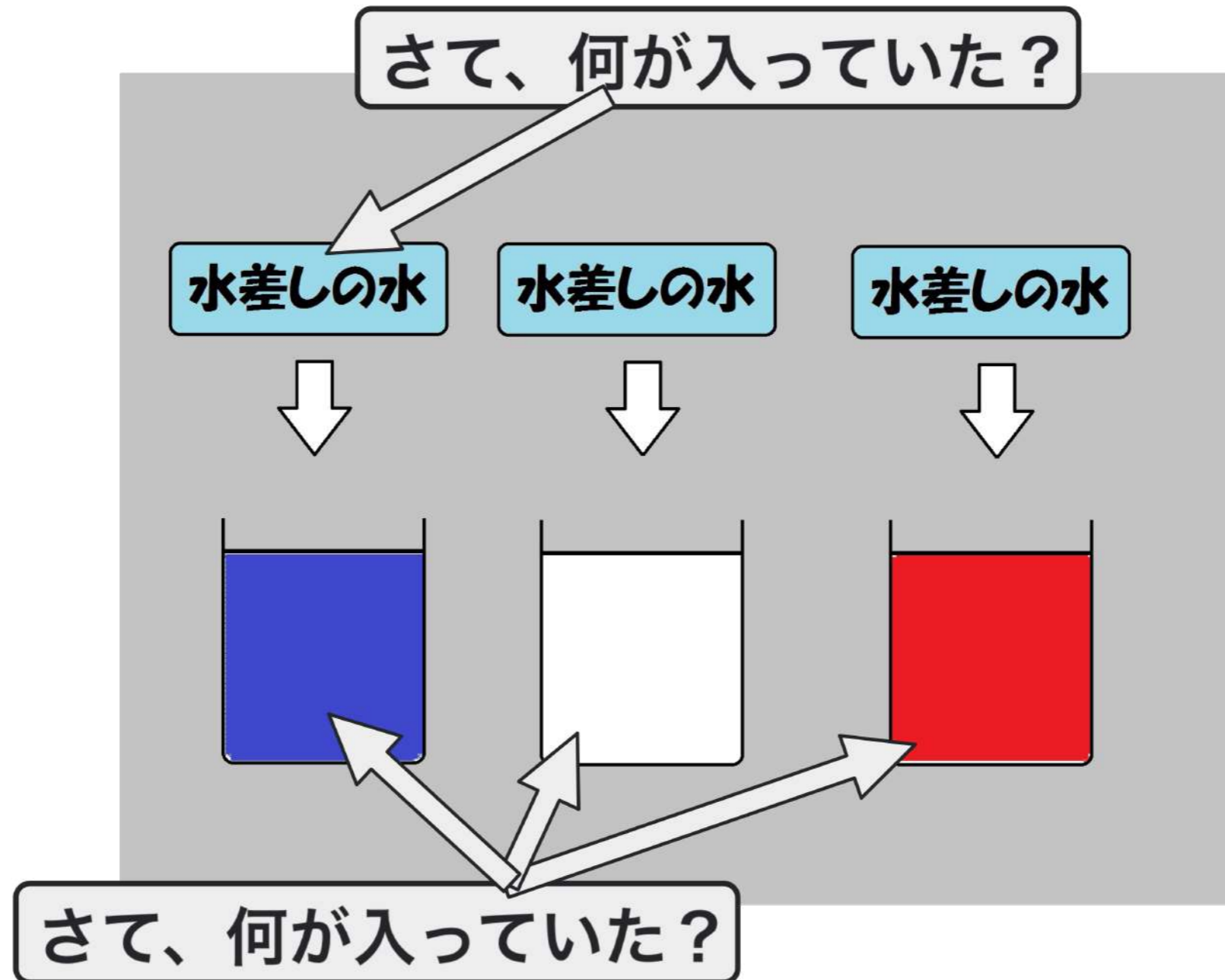
水差しの水



水差しの水

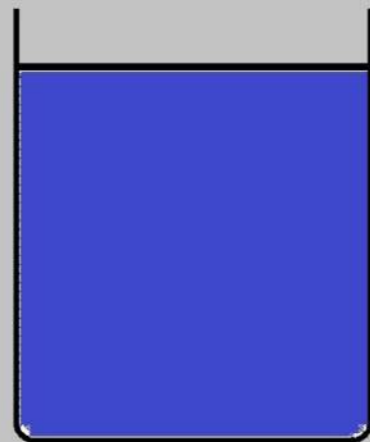
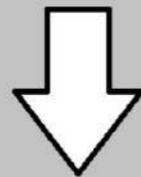


メモ用のスペースがプリントにあります。

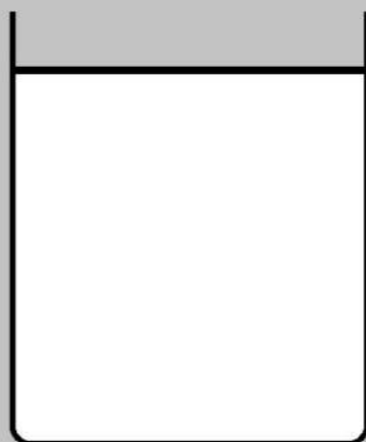
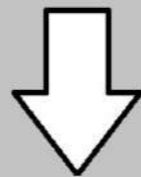


水差しの水には **ヒントはこれだけ！**  
参考:ミョウバン  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  に似たものが入っていた。

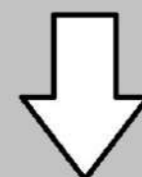
水差しの水



水差しの水



水差しの水



水差しの水には **ヒントはこれだけ!**  
参考:ミョウバン  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  に似たものが入っていた。

水差しの水

水差しの水

水差しの水

【ミョウバン】  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  に限らず、3価の金属イオンの硫酸塩（例： $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ）と1価の陽イオンの硫酸塩（例： $\text{K}_2\text{SO}_4$ ）との**複塩**をミョウバンといいます。すなわち、ミョウバンには、

アルミニウムカリウムミョウバン： $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

鉄カリウムミョウバン： $\text{FeK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

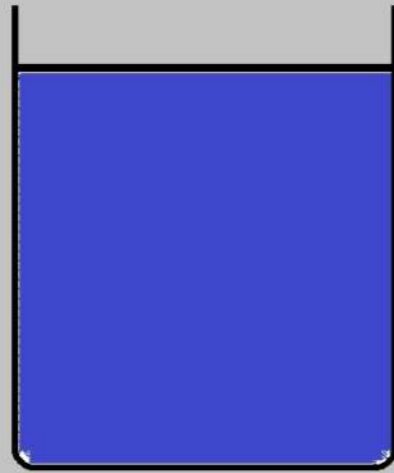
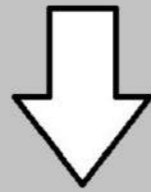
鉄アンモニウムミョウバン： $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

クロムミョウバン： $\text{CrK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

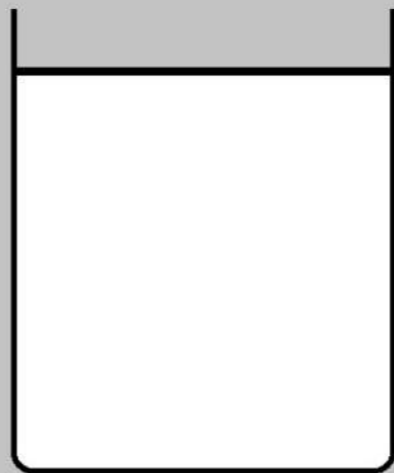
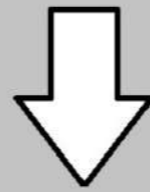
などいくつかの種類がありますが、単にミョウバンといったとき、多くの場合、「アルミニウム」と「カリウム」は省略することが多い硫酸カリウムアルミニウム十二水和物  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  を指します。

仮に  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  と考えてみましょう。

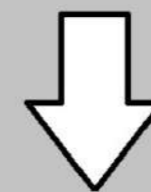
水差しの水



水差しの水



水差しの水



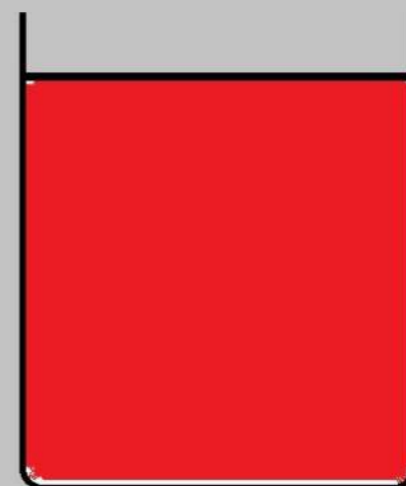
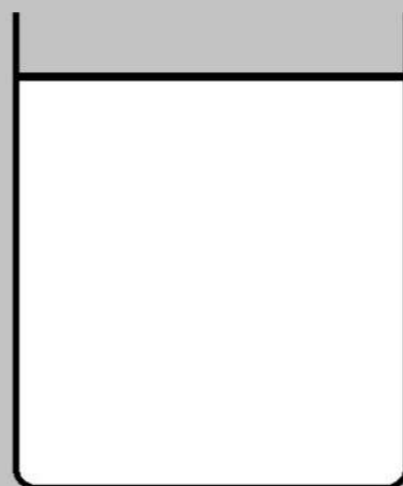
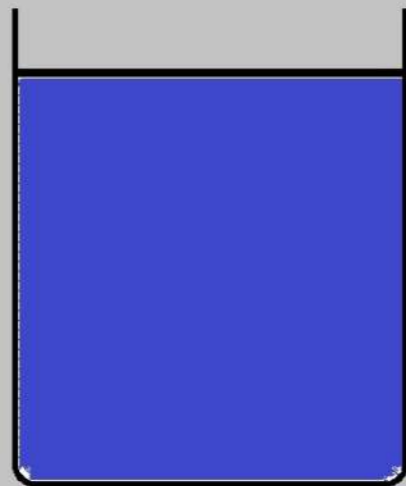
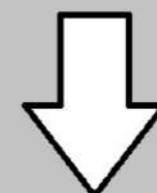
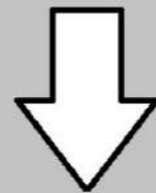
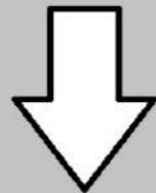
さて、青とは？

仮に  $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  と考えてみましょう。

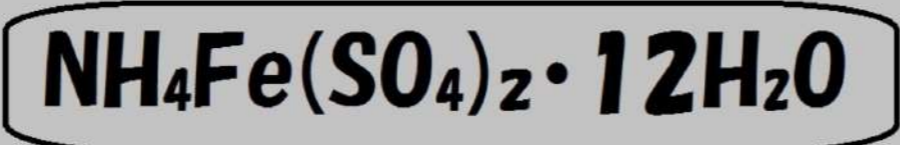
水差しの水

水差しの水

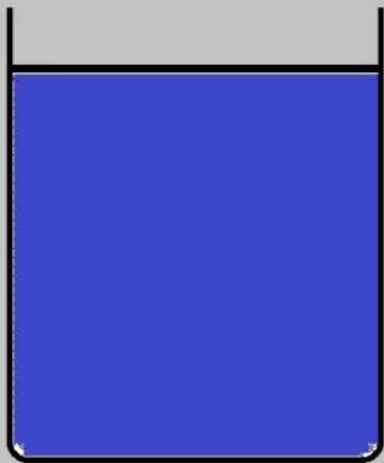
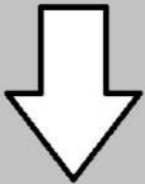
水差しの水



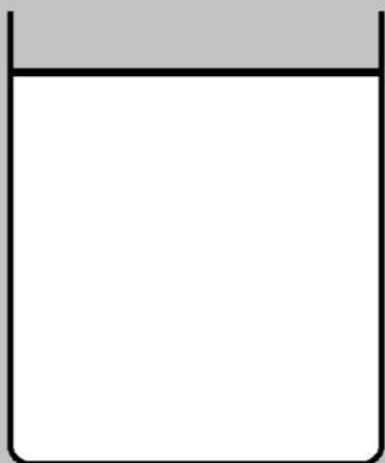
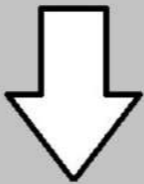
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$



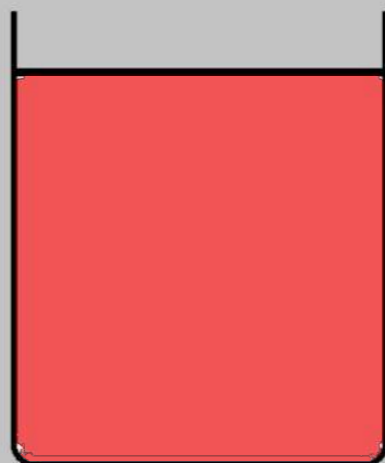
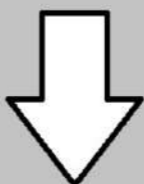
水差しの水



水差しの水



水差しの水



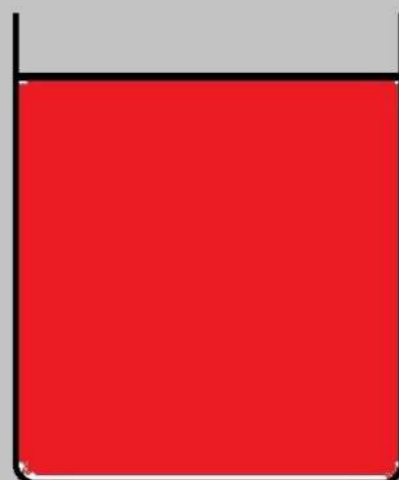
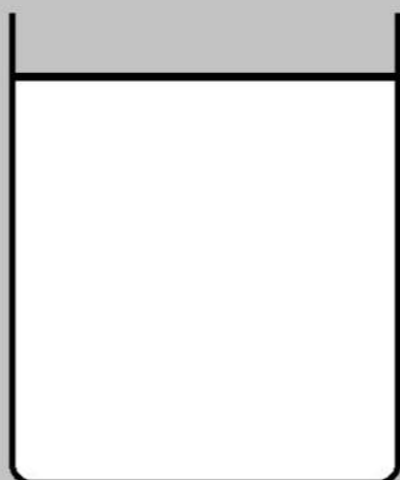
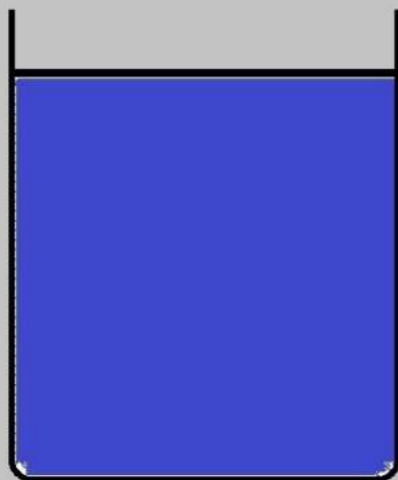
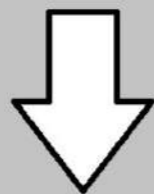
さて、赤とは？



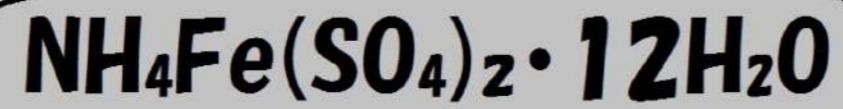
水差しの水

水差しの水

水差しの水



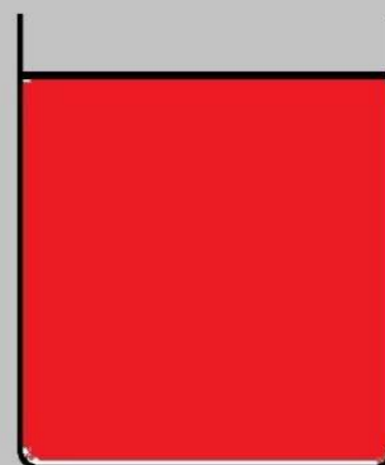
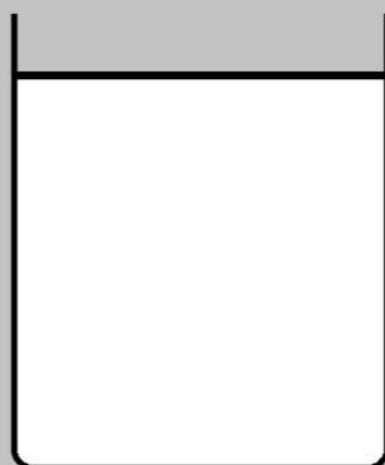
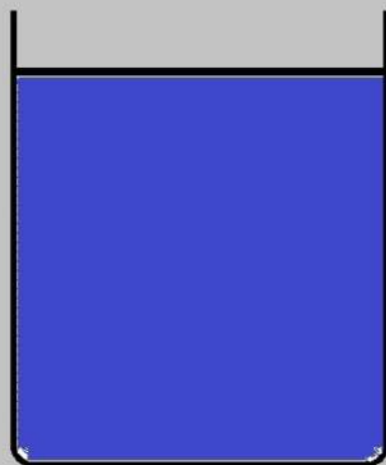
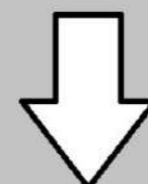
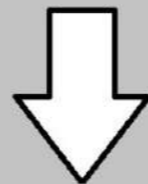
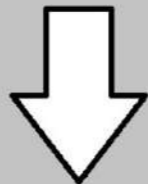




水差しの水

水差しの水

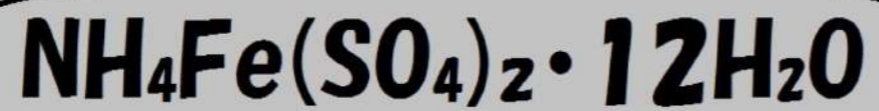
水差しの水



$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

さて、白とは？

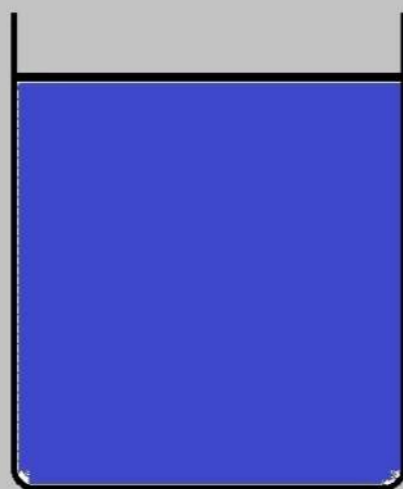
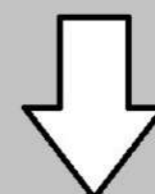
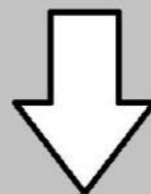
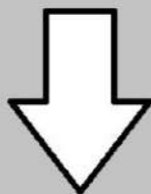
$\text{KSCN}$



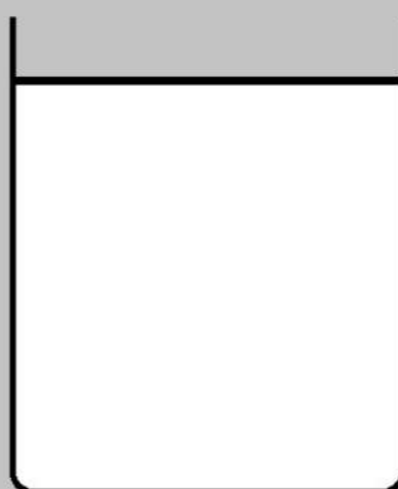
水差しの水

水差しの水

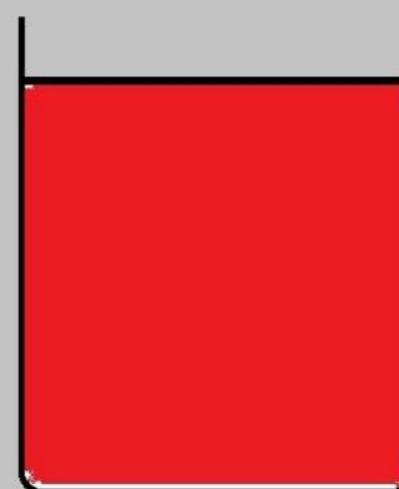
水差しの水



$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$



$\text{BaCl}_2$ とか



$\text{KSCN}$

Fe

製錬

単体

イオン

合金やメッキ

### 鉄を主体とする合金の例

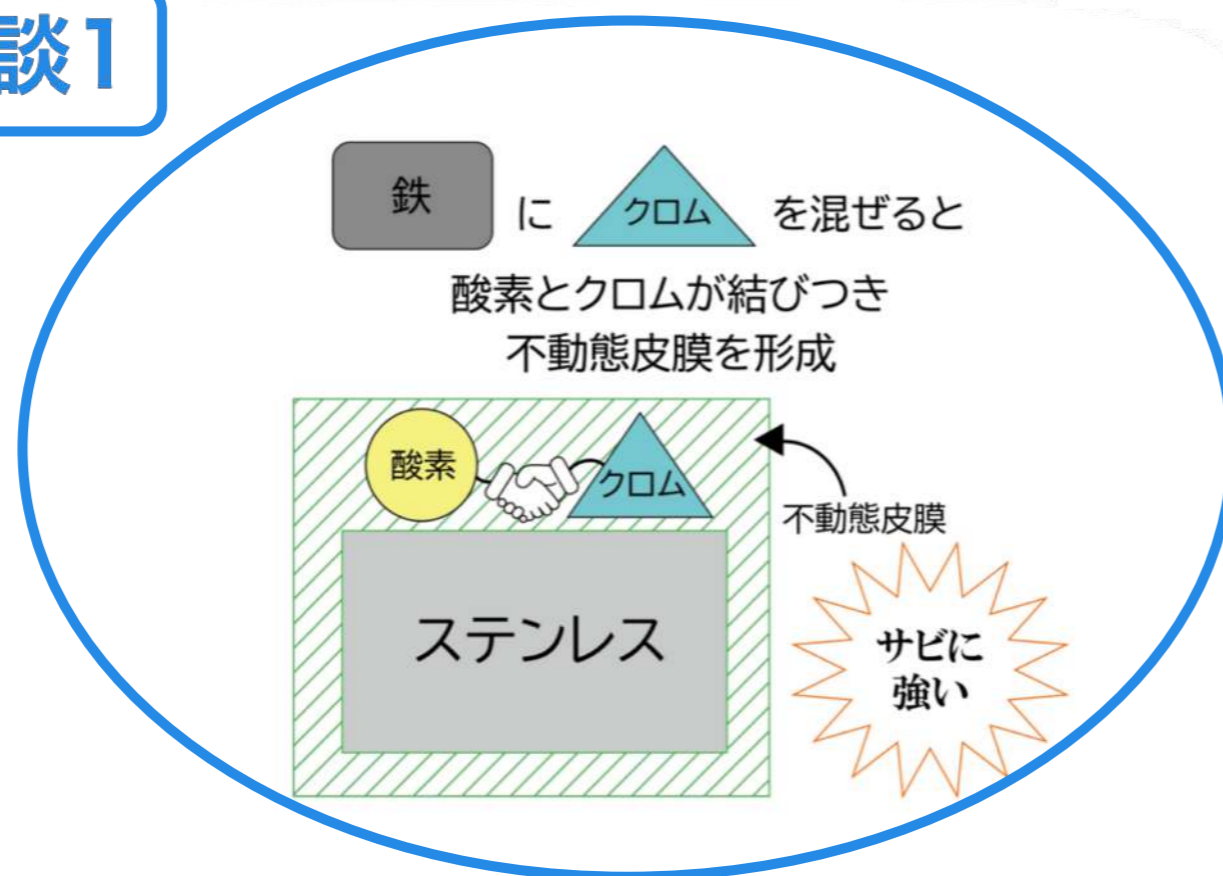
鉄を主体とする合金の例		
名称	組成	用途
13クロムステンレス鋼	<b>Cr</b> ; 13%	医療器具, 家庭用品 (刃物)
18-8ステンレス鋼	<b>Cr</b> ; 18%, Ni ; 8%	建築材料, 家庭用品 (流し)

鉄の欠点である錆びやすさを改良♥

## 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	Cr ; 13%	医療器具, 家庭用品 (刃物)
18-8ステンレス鋼	Cr ; 18%, Ni ; 8%	建築材料, 家庭用品 (流し)

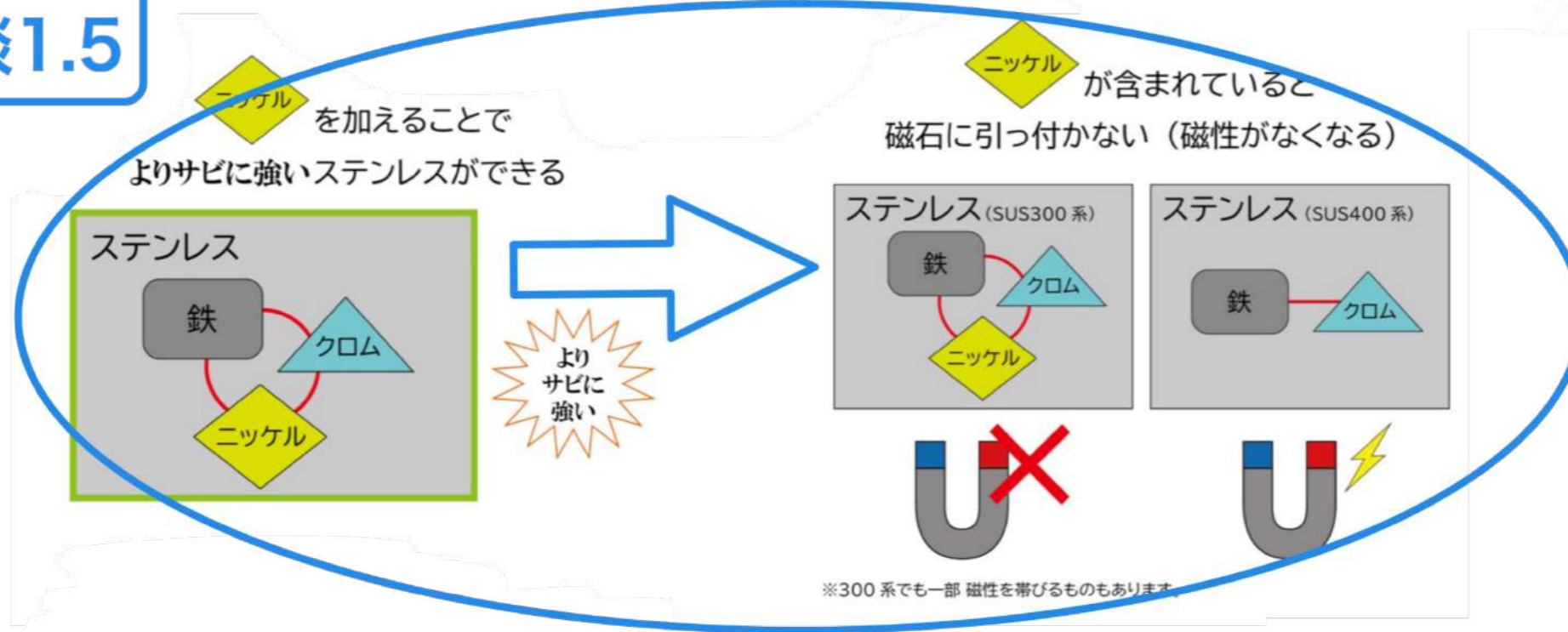
### 雑談1



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	<b>Cr</b> ; 13%	医療器具, 家庭用品 (刃物)
18-8ステンレス鋼	<b>Cr</b> ; 18%, <b>Ni</b> ; 8%	建築材料, 家庭用品 (流し)

雑談1.5



鉄と酸化クロムは強磁性体だけど、ニッケルはそうではないからかなあ？

## 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	Cr ; 13%	医療器具, 家庭用品(刃物)
18-8ステンレス鋼	Cr ; 18%, Ni ; 8%	建築材料, 家庭用品(流し)

### 雑談2

もし、あなたの家の蛇口が光沢のある銀色だったら、おそらくクロムめっきが施されているだろう。このさび止め技術の実験は、19世紀にヨーロッパで始まった。しかし40年ほど前から、研究者やメディアの間では、クロムめっきの起源について別の仮説が広まっていた。クロムめっきは、紀元前3世紀の中国で発明されており、秦の始皇帝陵に兵馬俑とともに埋葬されていた青銅の武器のさび止めに使用されたという説だ。兵馬俑の遺跡がある西安の博物館でも、こうした説明が表示されている。

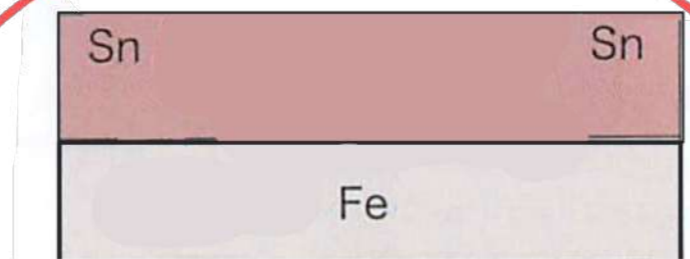
**「兵馬俑の武器にハイテク」説は間違いだった**

残念だけど

2200年前の青銅の武器464点を分析、さび止め加工はなかった

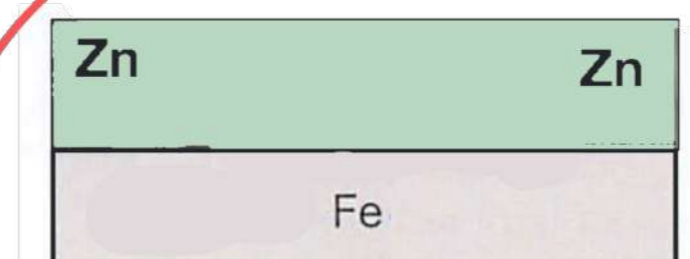
## ● 金属の腐食とめっき

金属単体の一部分が、空気中や水中の酸素などによって酸化され、酸化物をはじめとする化合物（水酸化物や炭酸塩など）に変わっていくとき、これを金属が**腐食**する（さびる）といいます。金属の腐食を防ぐ方法の1つに、金属の表面を別のさびにくい金属で覆う方法があります。これをめっき<sup>plating</sup>（装飾目的でも行う）といい、その代表例には、ブリキやトタンなどがあります。



ブリキ

イオン化傾向  $Fe > Sn$

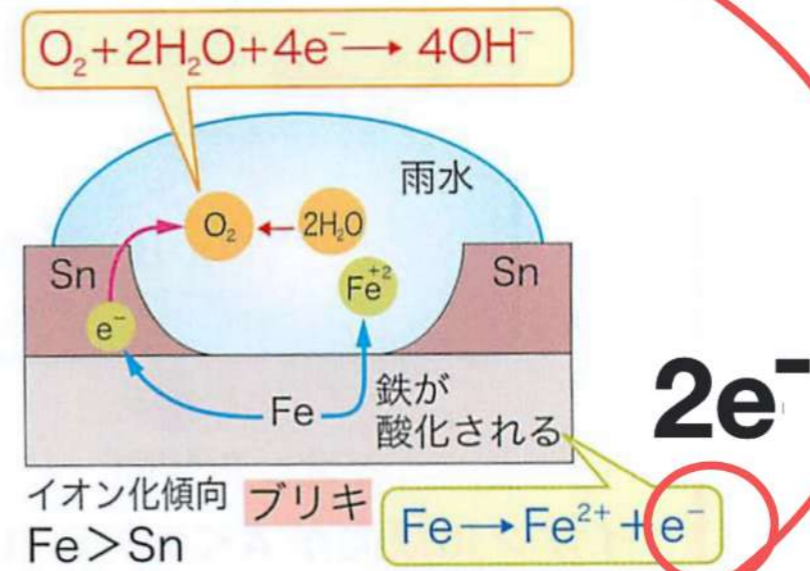


トタン

イオン化傾向  $Zn > Fe$



**ブリキ** <sup>tin plate</sup> **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。

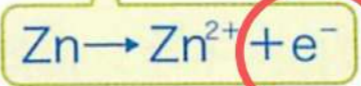
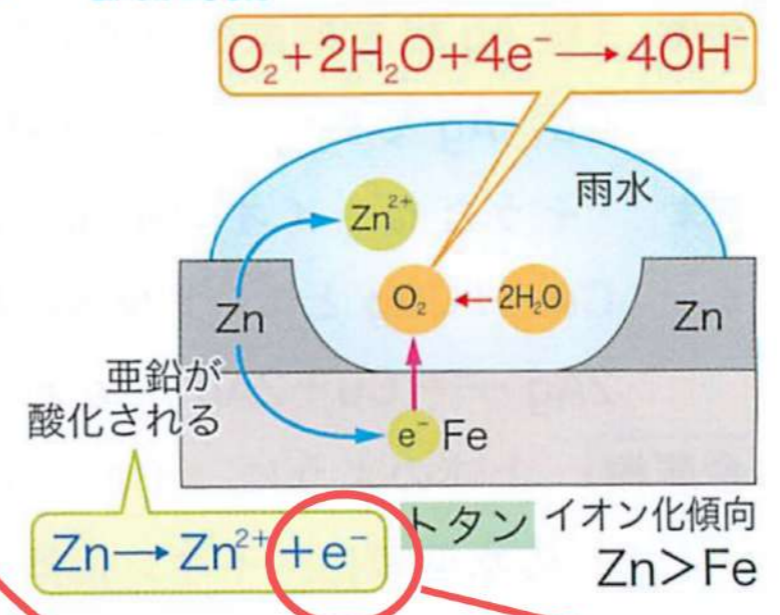


**ブリキは傷が付くと鉄は錆びやすくなる。**

**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。



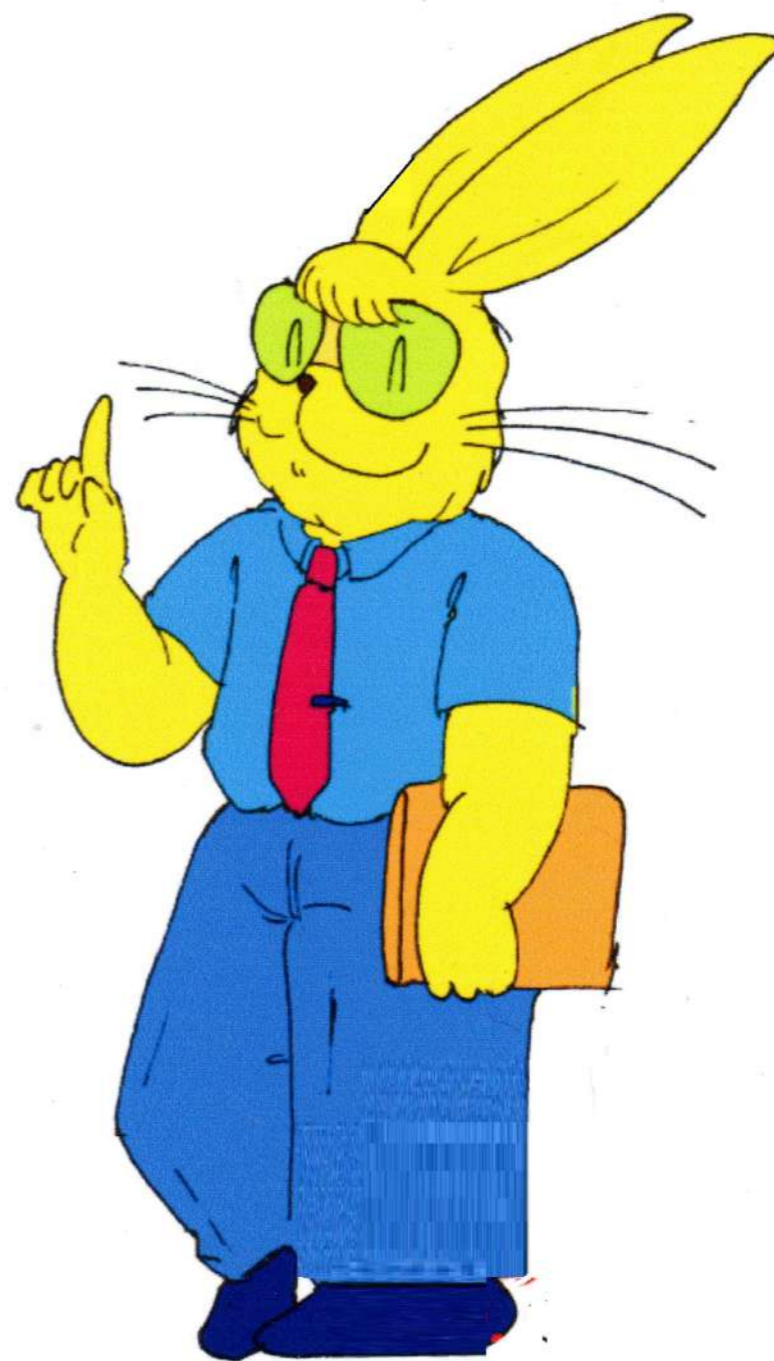
トタンイオン化傾向  $Zn > Fe$

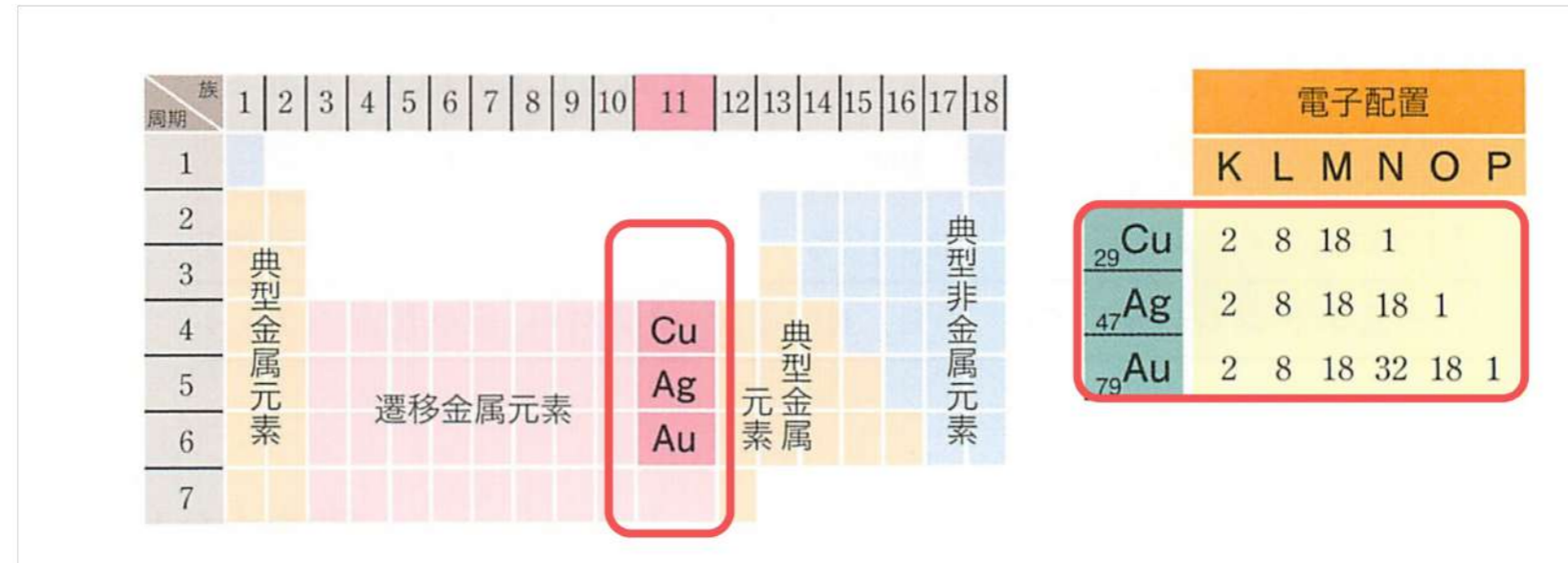
$2e^{-}$

**トタンは傷が付いてもなお鉄を守る！**

では、次は

Cu





Cu

精鍊

単体

イオン

合金

ちなみに、**製錬**と**精錬**って？



銅鉍石

粗銅

純銅

**銅鉱石** 化合物(混合物)

**粗銅** 単体(不純物を含む)

**純銅** 単体(純度が高い)

**銅鉱石** 化合物(混合物)

↓ 還元する。

**粗銅** 単体(不純物を含む)

↓ 不純物を除去する。

**純銅** 単体(純度が高い)



**銅鉱石** 化合物(混合物)

**製錬**

還元する。

**粗銅** 単体(不純物を含む)

**精錬**

不純物を除去する。

**純銅** 単体(純度が高い)

**銅鉱石** 化合物(混合物)

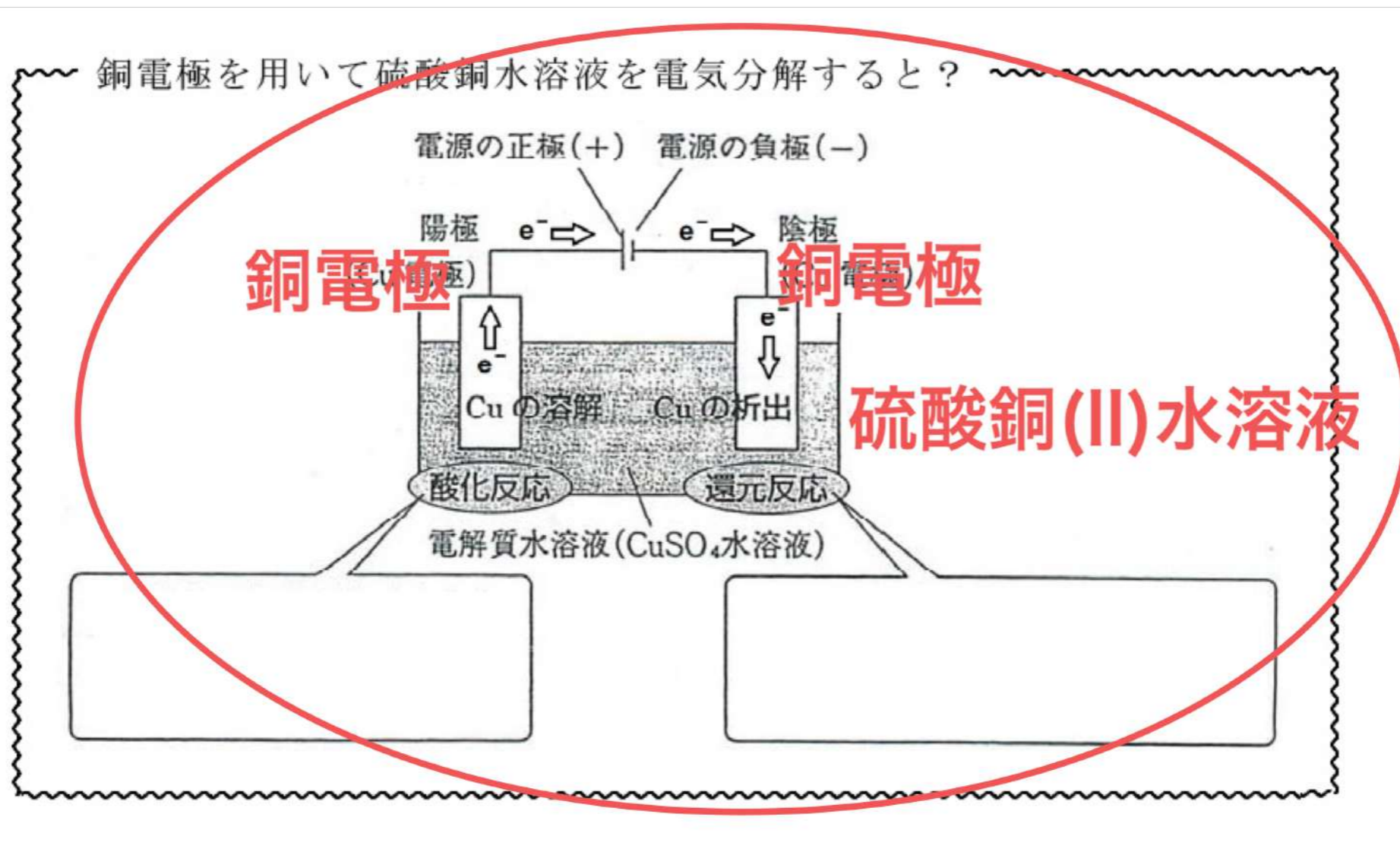
**製錬** ↓ 還元する。

**粗銅** 単体(不純物を含む)

**精錬** ↓ 不純物を除去する。

**純銅** 単体(純度が高い)

まずは、聞いていて下さい。  
硫酸銅(II)水溶液の  
銅電極電気分解を考えましょう。



# 陽極で起こる反応

1. 電極の溶解
2. ハロゲン単体の生成
3. 酸素の発生

解すると？

極(-)

陰極

(Cu 電極)

酸化反応

還元反応

電解質水溶液 (CuSO<sub>4</sub>水溶液)



銅電極を用いて

# 陰極で起こる反応

1. 重金属単体の析出
2. 水素の発生



銅電極を用いて硫酸銅水溶液を電気分解すると？

電源の正極(+) 電源の負極(-)



# 電気分解の反応式は？

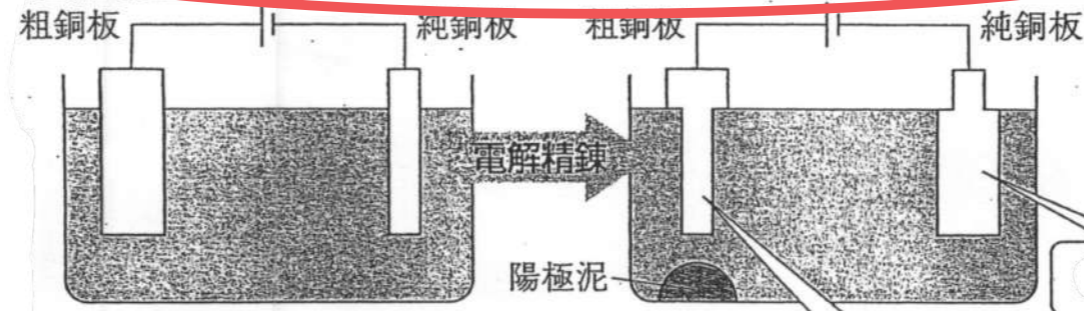
## 銅の電解精錬

### 電解精錬

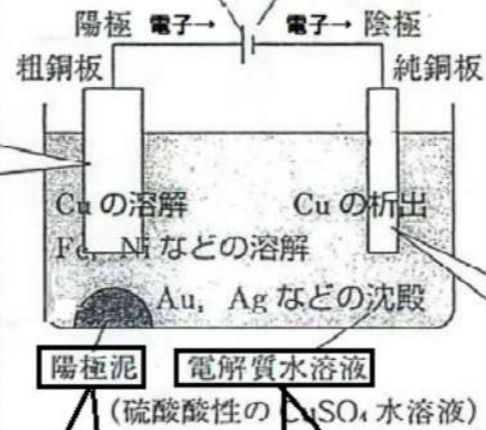
純銅は、粗銅を電解精錬することによって得られる。

(陽極)

(陰極)

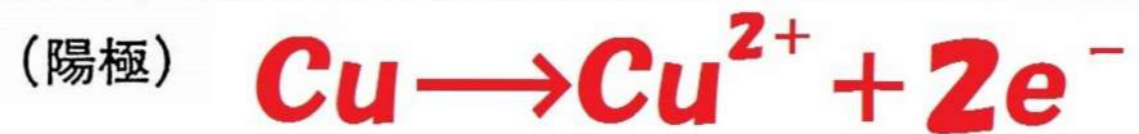


電源の正極(+) 電源の負極(-)



電解精錬

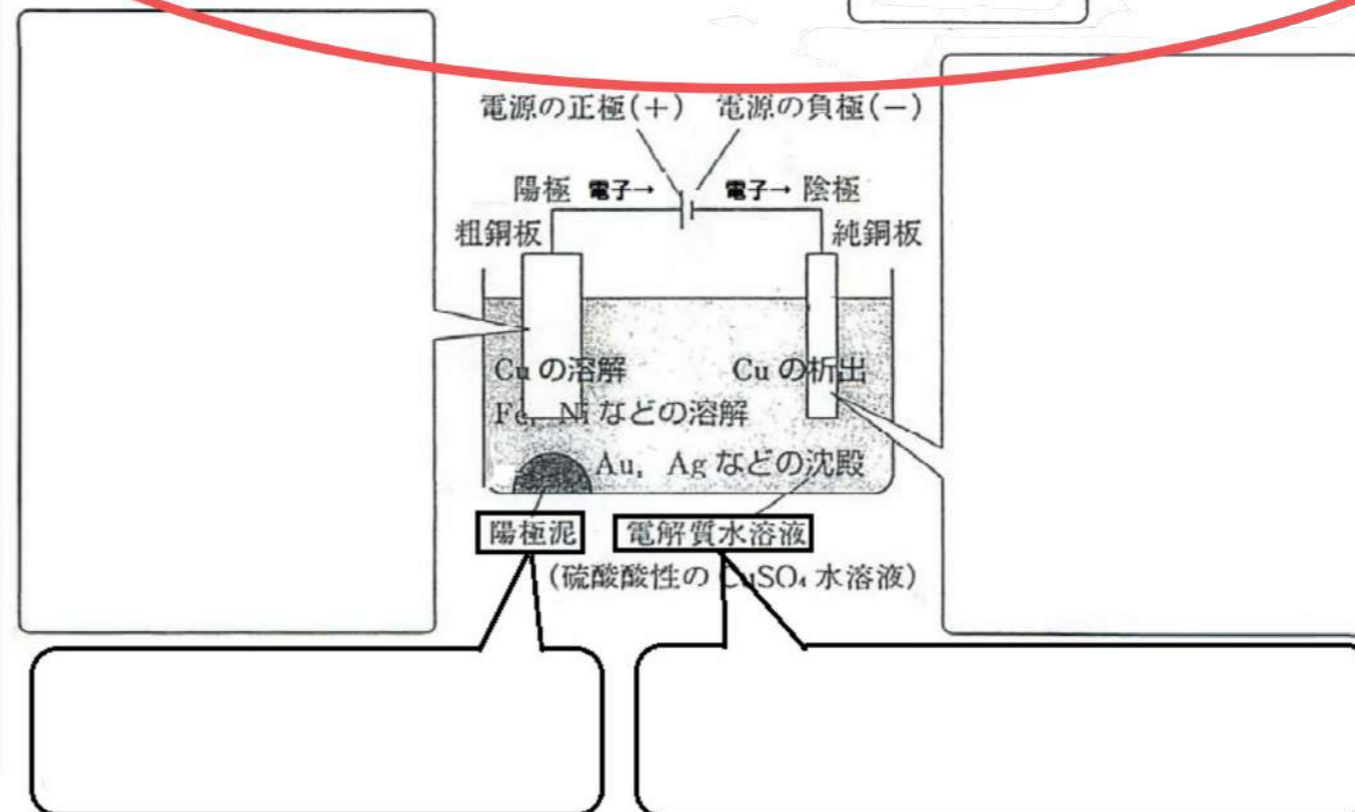
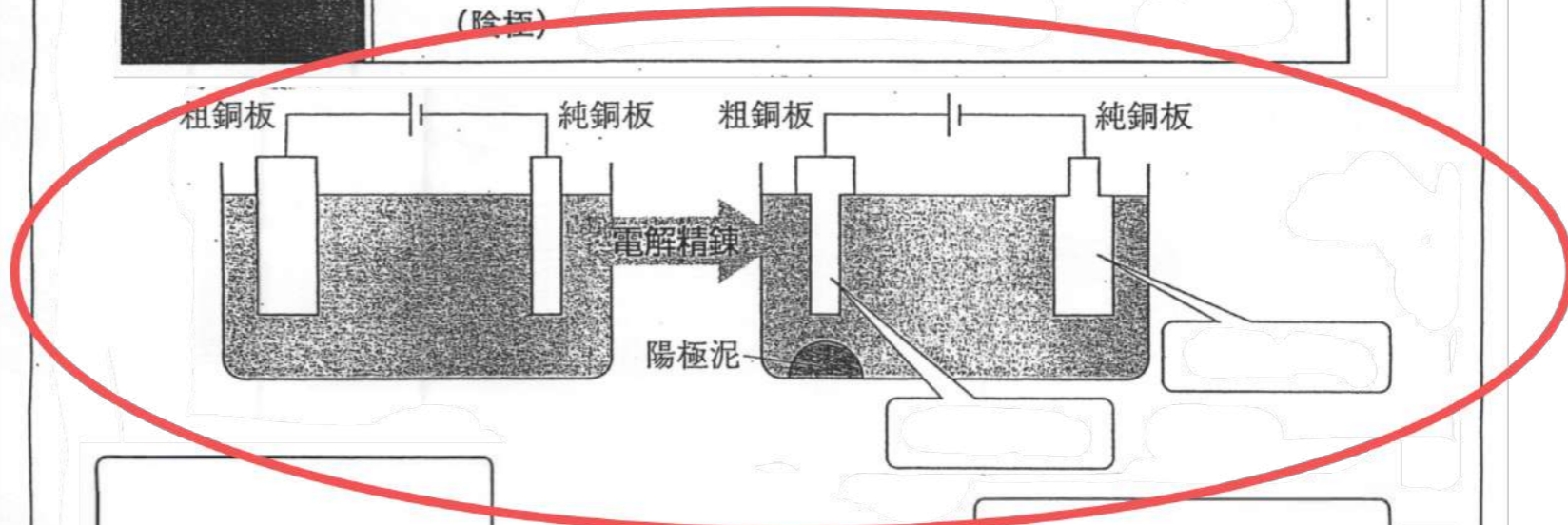
純銅は、粗銅を電解精錬することによって得られる。

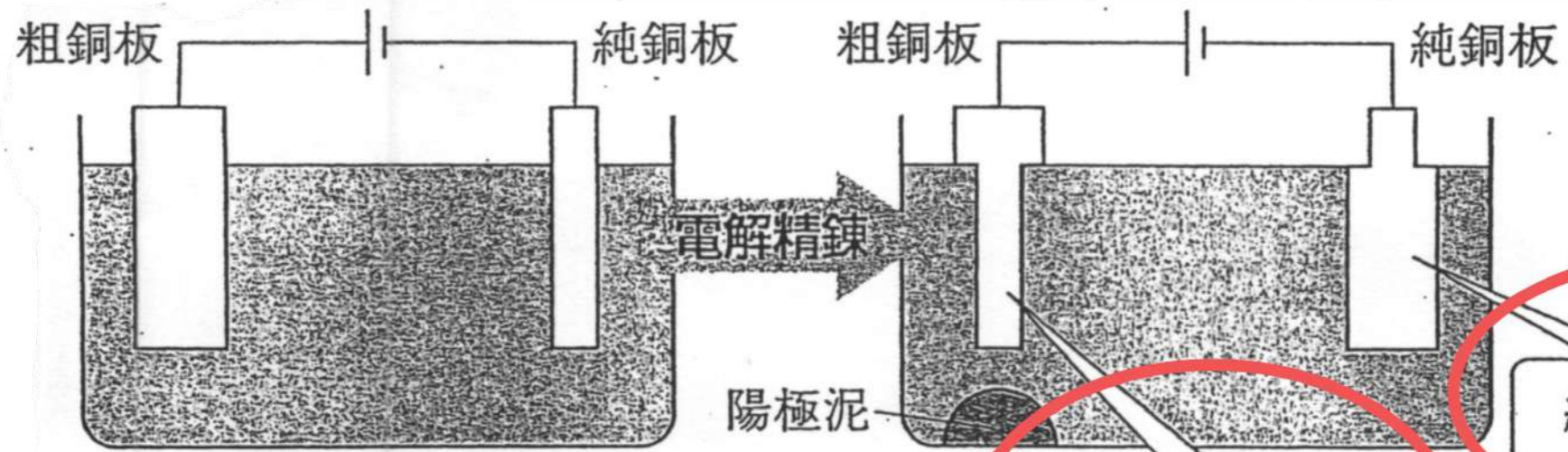




銅の電解精錬

電気分解で生じた事象は？(魔法だね) まるで



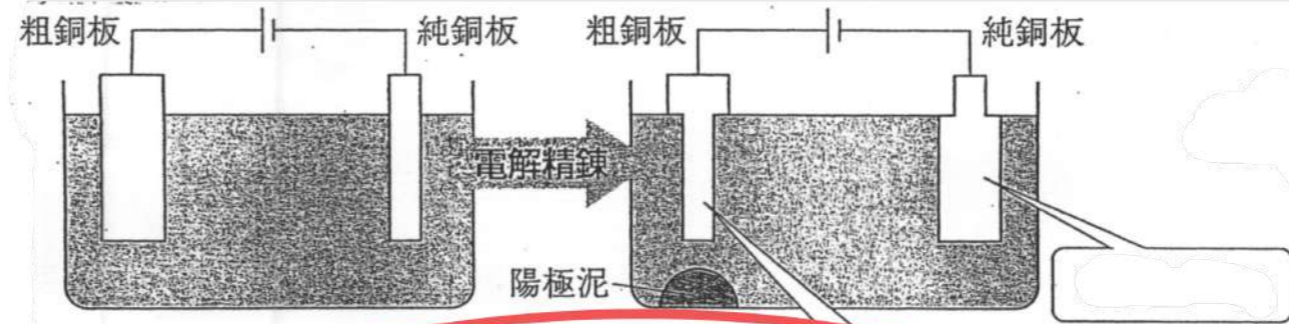


粗銅は減少

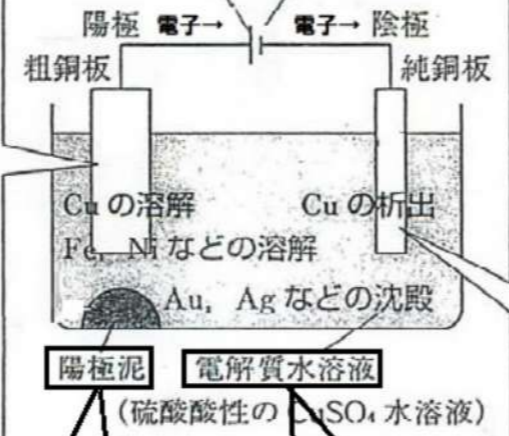
純銅は増大

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)



では、不純物は怎么样了？

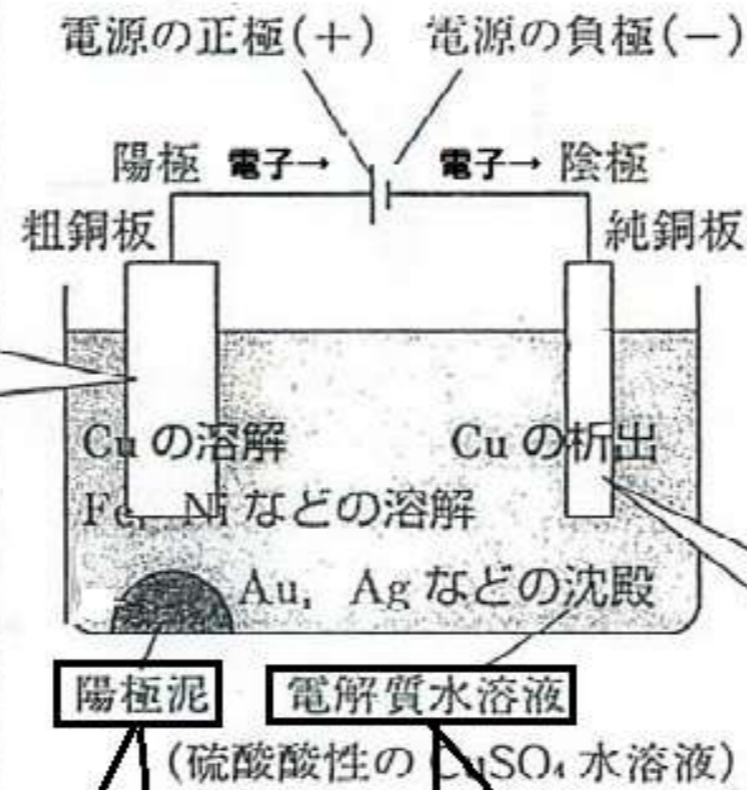




$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Cu}$   
銅のみが析出する  
ように、慎重に電圧  
(電流)を調整し続け  
る。

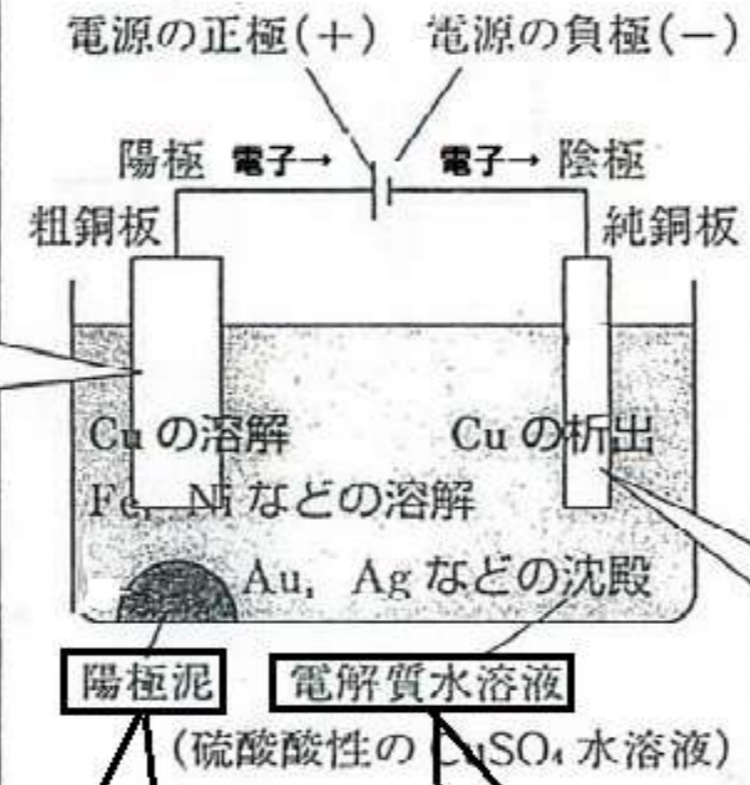
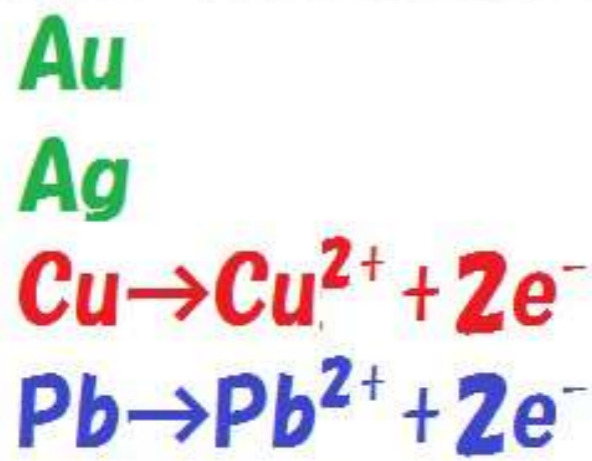
**Au**

**Ag**



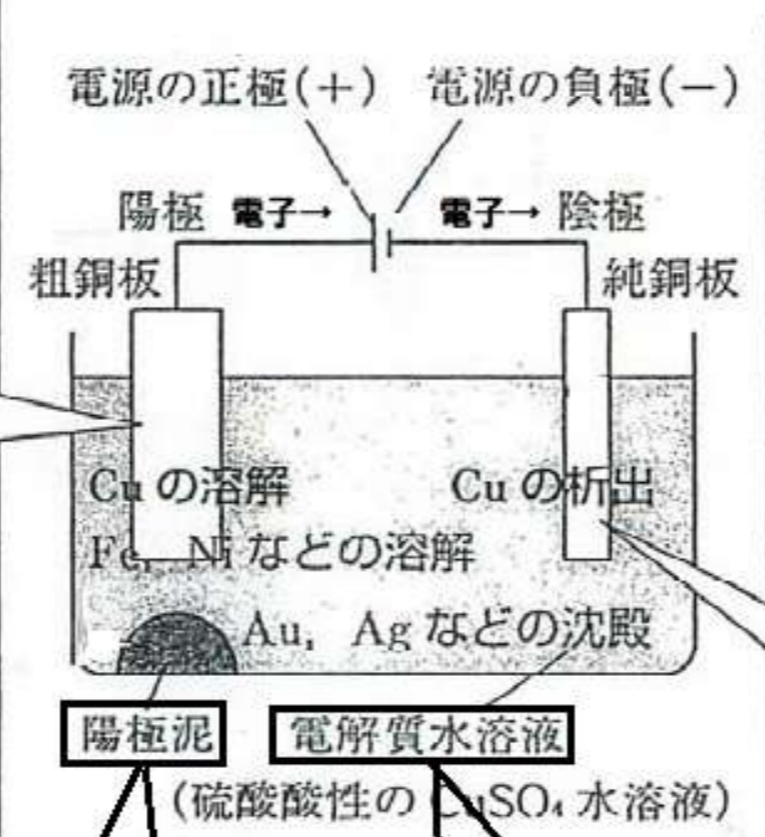
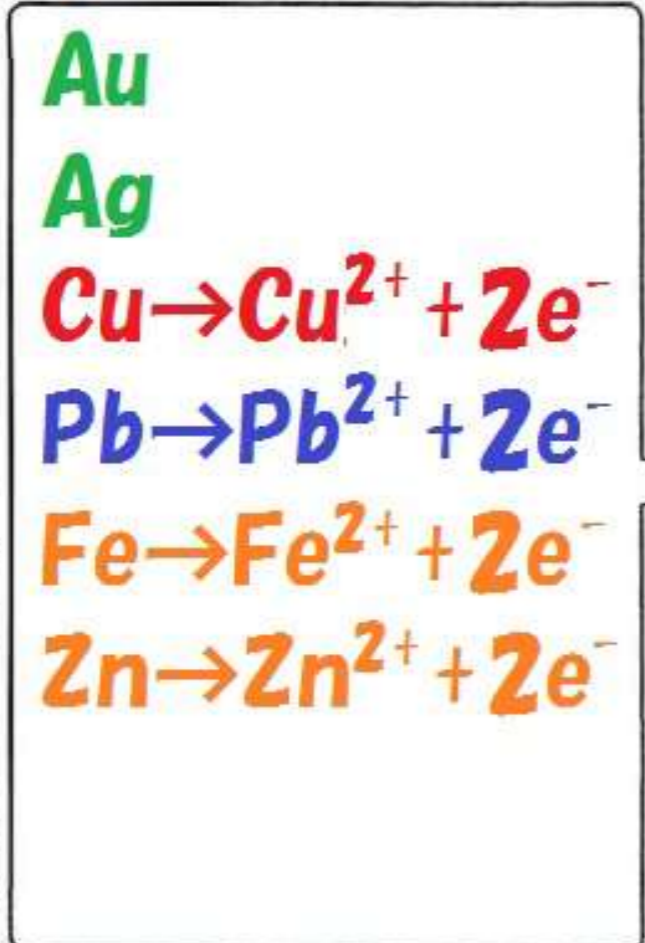
**銅のみが析出する  
ように、慎重に電圧  
(電流)を調整し続け  
る。**

**Au, Ag: 陽極泥として沈殿**



$Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$   
 銅のみが析出するように、慎重に電圧(電流)を調整し続ける。

**Au, Ag: 陽極泥として沈殿**  
 $Pb^{2+}: PbSO_4$  となって沈殿



$Cu^{2+} + 2e^{-} \rightarrow Cu$   
 銅のみが析出する  
 ように、慎重に電圧  
 (電流)を調整し続け  
 る。

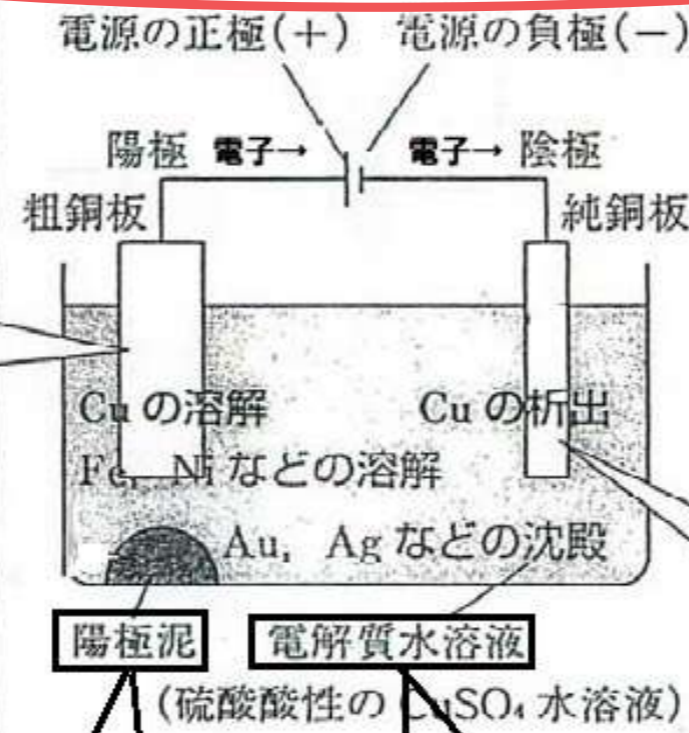
**Au, Ag: 陽極泥として沈殿**  
 **$Pb^{2+}$ :  $PbSO_4$  となって沈殿**

**$Fe^{2+}, Zn^{2+}$ : イオンのまま、  
 水溶液中にとどまる。**

# 結果的に不純物が除去された！

Au

Ag



銅のみが析出するように、慎重に電圧(電流)を調整し続ける。

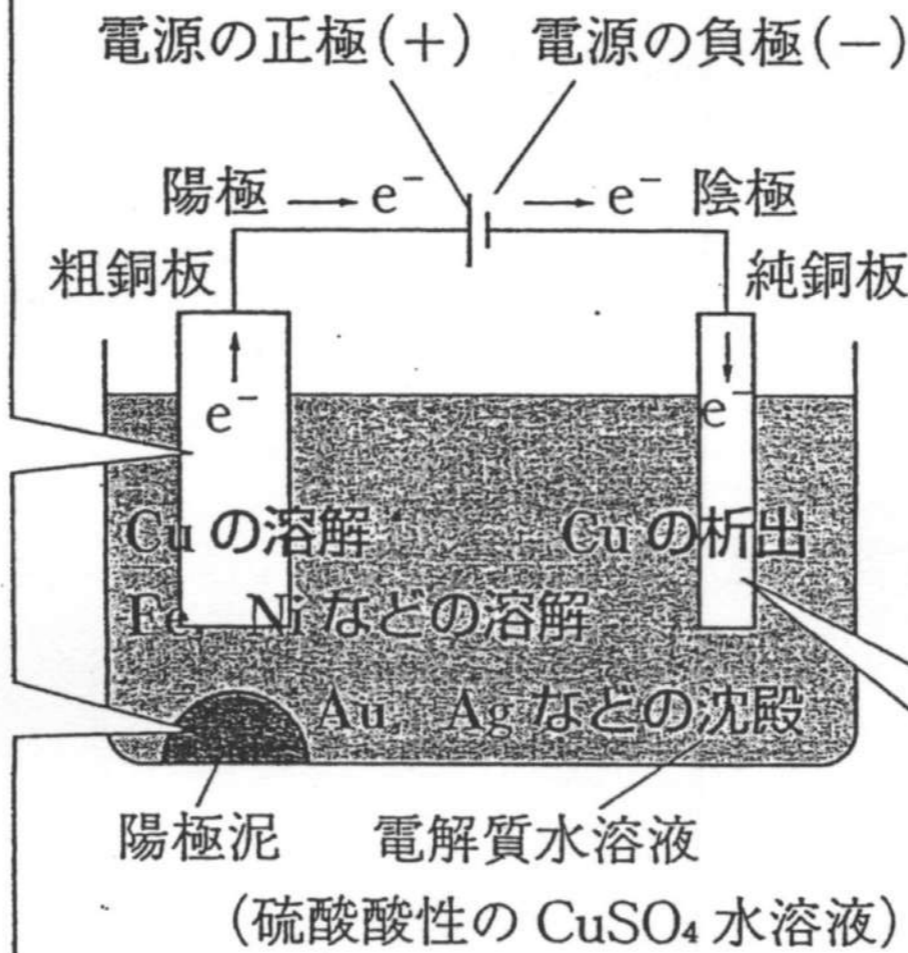
Au, Ag: 陽極泥として沈殿  
Pb<sup>2+</sup>: PbSO<sub>4</sub> となって沈殿

Fe<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>: イオンのまま、水溶液中にとどまる。



# 確認

陽極では酸化反応が起こる。その結果、銅が酸化され、溶解する。不純物として含まれる鉄やニッケル(銅よりもイオン化傾向が大きい金属)なども酸化され、溶解する。不純物として含まれる金や銀(銅よりもイオン化傾向が小さい金属)などは、酸化されることはなく、そのまま沈殿する。



陰極では還元反応が起こる。その結果、銅(II)イオンが還元されて、銅が生成する。ここでかけられている電圧は0.3V程度と低く、鉄(II)イオンやニッケル(II)イオンは還元されず、鉄やニッケルは析出しない。

**Cu**

**精錬**

**単体**

**イオン**

**合金**

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。

### 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。

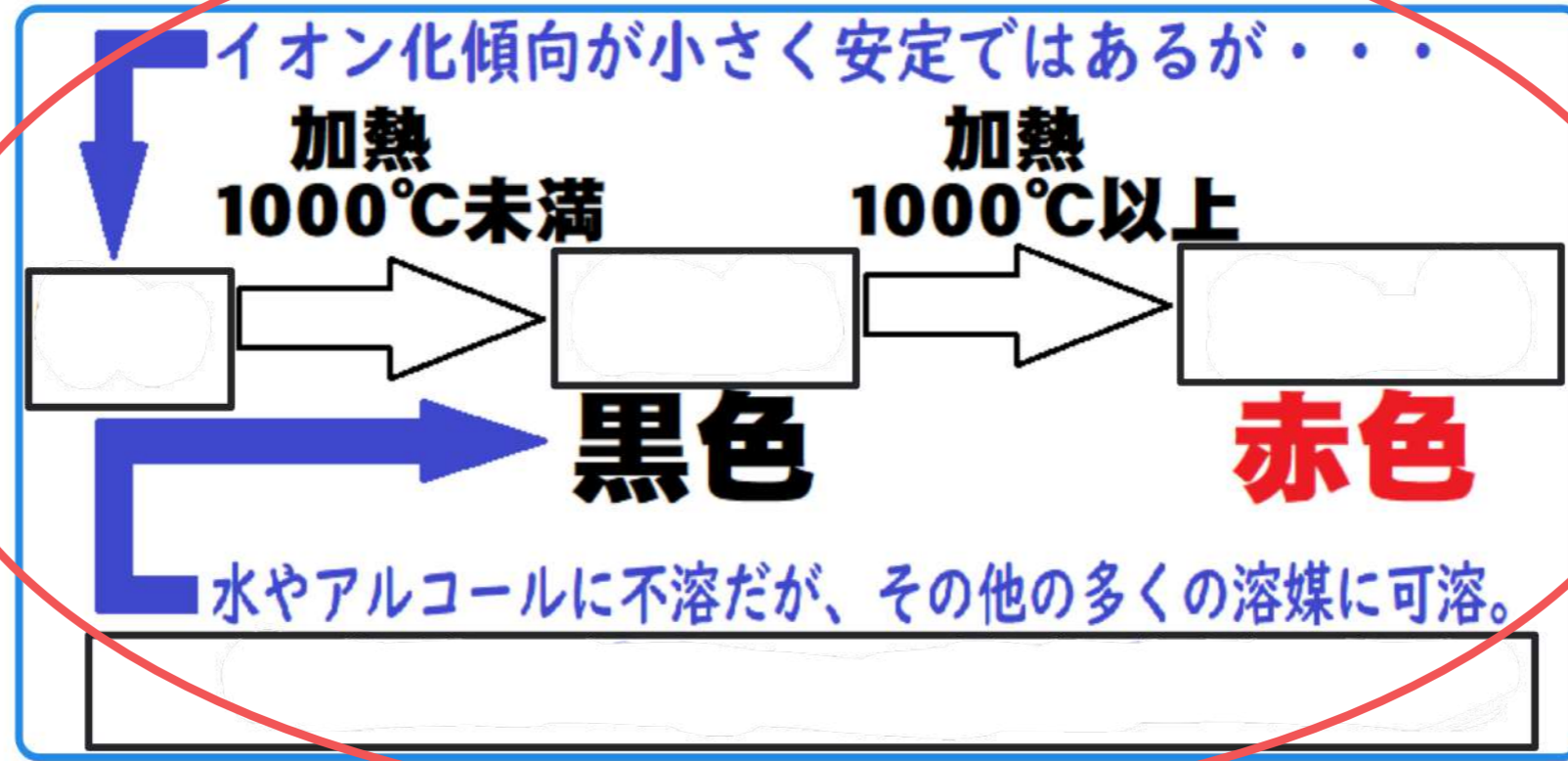
[例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。

銅の単体の反応性



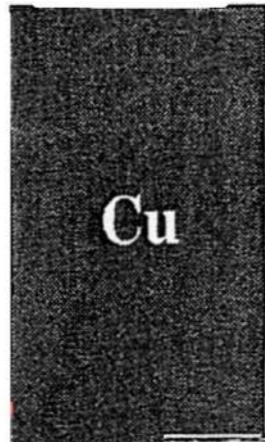
- ① 湿った空気中に放置すると、が生じる。
- ② には溶解しない。
- ③ には溶解する。  
[例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。

書き込み欄あります。

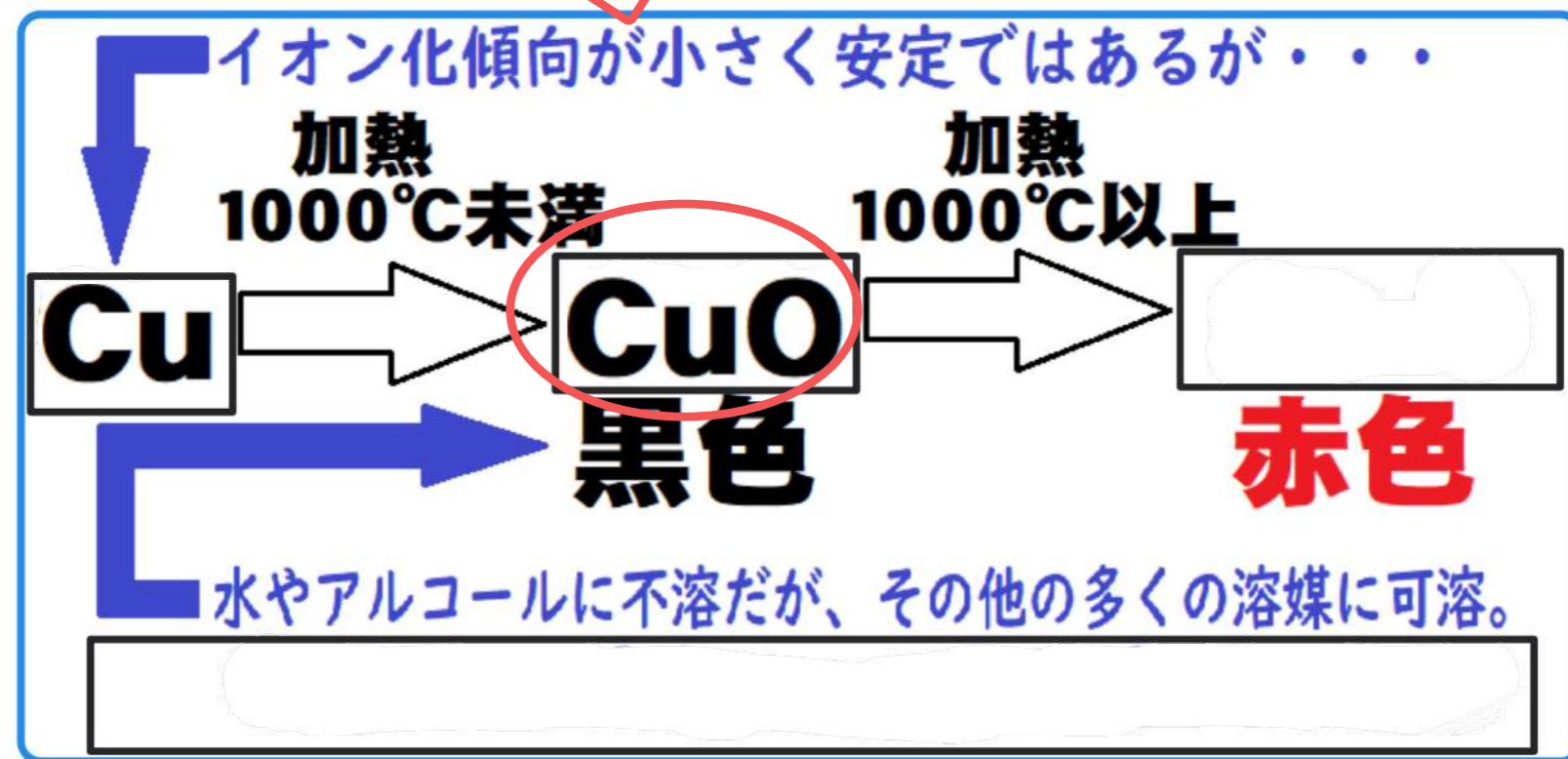




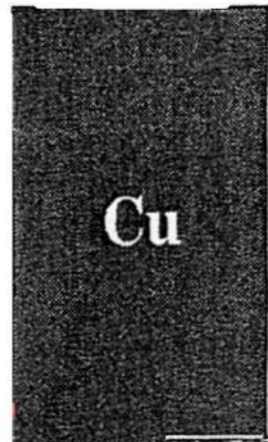
### 銅の単体の反応性



- ① 湿った空気中に放置すると、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。



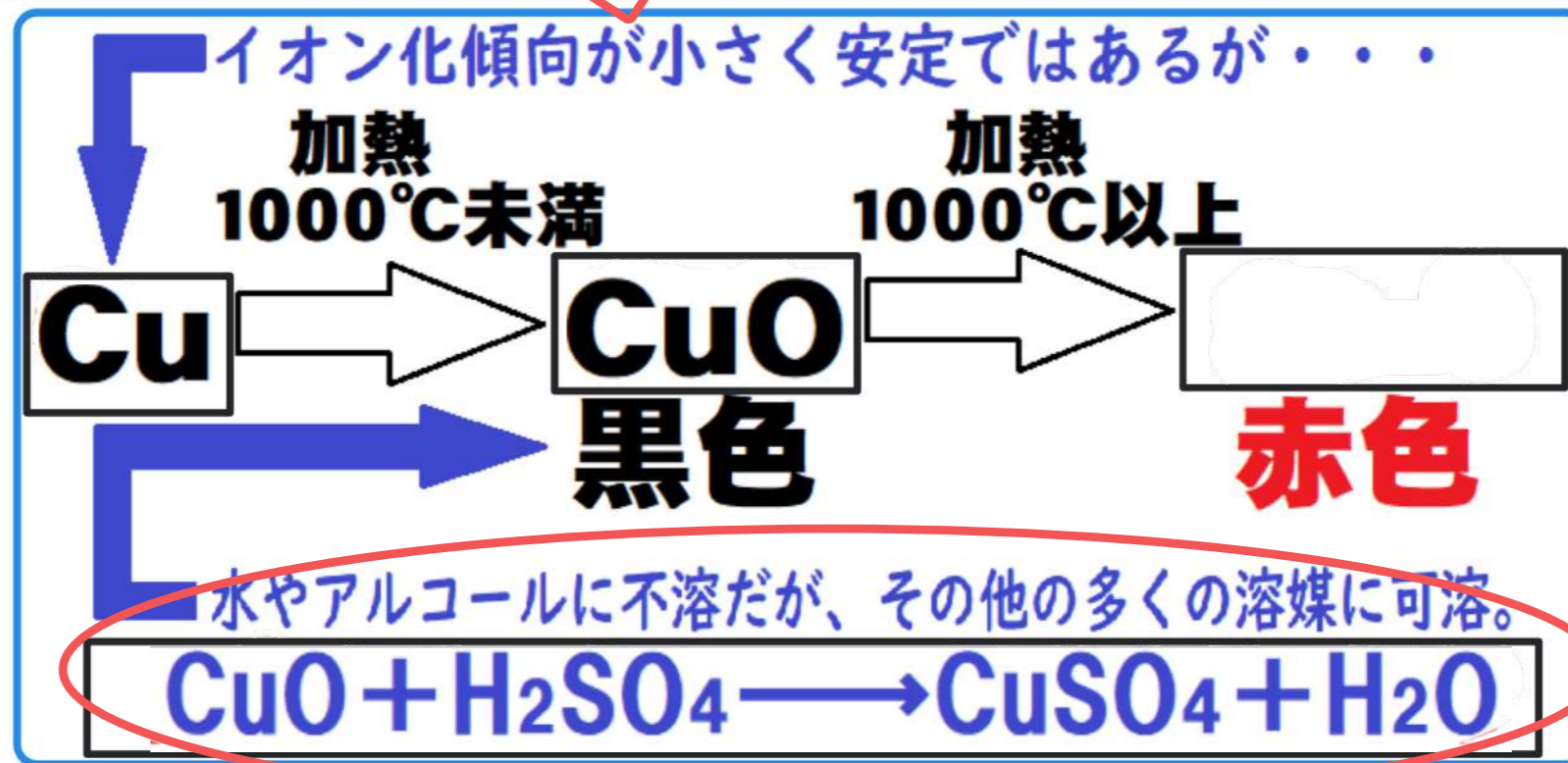
## 銅の単体の反応性



Cu

- ① 湿った空気中に放置すると、が生じる。
- ② には溶解しない。
- ③ には溶解する。

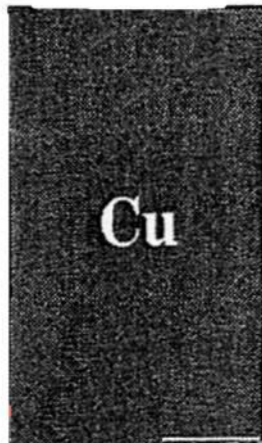
[例] 熱濃硫酸に溶解し、二酸化硫黄を発生する。







### 銅の単体の反応性



- ① 湿った空気中に放置すると、**緑青**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。

## 炭酸二水酸化銅(Ⅱ)

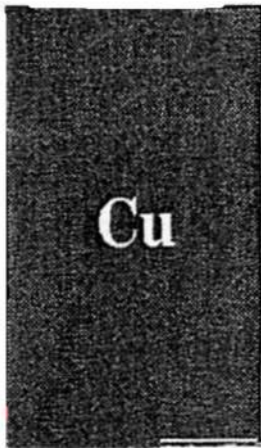
- ①塩基性炭酸銅 $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$
- ②銅板の表面に被膜を作って内部の腐食を防ぐ。
- ③抗菌作用がある。

### 銅の単体の反応性



- ① 湿った空気中に放置すると、**緑青**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。

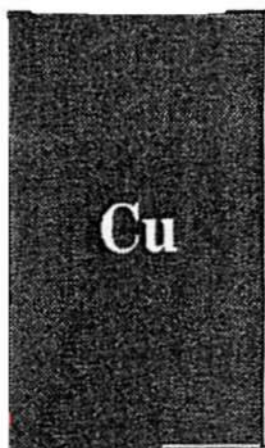
### 銅の単体の反応性



- ① 湿った空気中に放置すると、**緑青**が生じる。
- ② **塩酸や硫酸**には溶解しない。
- ③ **熱濃硫酸**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。

### 銅の単体の反応性



- ① 湿った空気中に放置すると、**緑青**が生じる。
- ② ~~塩酸や硫酸~~には溶解しない。
- ③ **酸化力のある酸**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。

### 銅の単体の反応性



① 湿った空気中に放置すると、**緑青**が生じる。

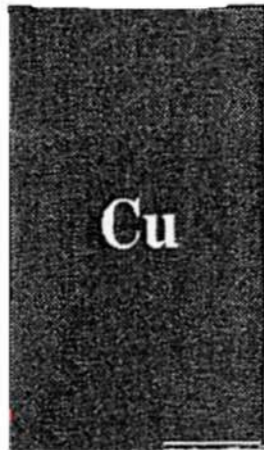
② **塩酸や硫酸**には溶解しない。

③ **酸化力のある酸**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。



## 銅の単体の反応性



① 湿った空気中に放置すると、**緑青**が生じる。

② **塩酸や硫酸**には溶解しない。

③ **酸化力のある酸**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。



書き込み欄あります。

**濃縮すると**

青色の結晶

加熱すると、その水和水を失って、



硫酸銅(II)無水塩  になります。

白色の粉末

## 銅の単体の反応性



① 湿った空気中に放置すると、**緑青**が生じる。

② **塩酸や硫酸**には溶解しない。

③ **酸化力のある酸**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。



濃縮すると

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  青色の結晶

加熱すると、その水和水を失って、



硫酸銅(II)無水塩  になります。

白色の粉末



## 銅の単体の反応性



① 湿った空気中に放置すると、**緑青**が生じる。

② **塩酸や硫酸**には溶解しない。

③ **酸化力のある酸**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。



濃縮すると

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  青色の結晶

加熱すると、その水和水を失って、



硫酸銅(II)無水塩  $\text{CuSO}_4$  になります。

白色の粉末

**Cu**

**精錬  
単体**

**イオン**

**合金**

### 銅のイオンの反応

①-(I)  $\text{Cu}^{2+}$  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

②  $\text{Cu}^{2+}$  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。

### 銅のイオンの反応

- ①-(I)  $\text{Cu}^{2+}$  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

- ②  $\text{Cu}^{2+}$  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。

### 銅のイオンの反応

- ①-(I)  $\text{Cu}^{2+}$  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



- ②  $\text{Cu}^{2+}$  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。

銅のイオンの反応

①-(I)  $\text{Cu}^{2+}$  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。

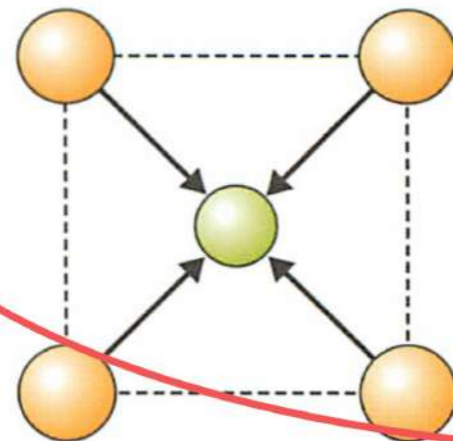


①-(II) ただし、アンモニア水を過剰に加えると、同沈殿は再び溶解する。



②  $\text{Cu}^{2+}$  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。

$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  を含む深青色の溶液



配位結合 (→)

この図はプリントにあります。

## 銅のイオンの反応

- ①-(I)  $\text{Cu}^{2+}$  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

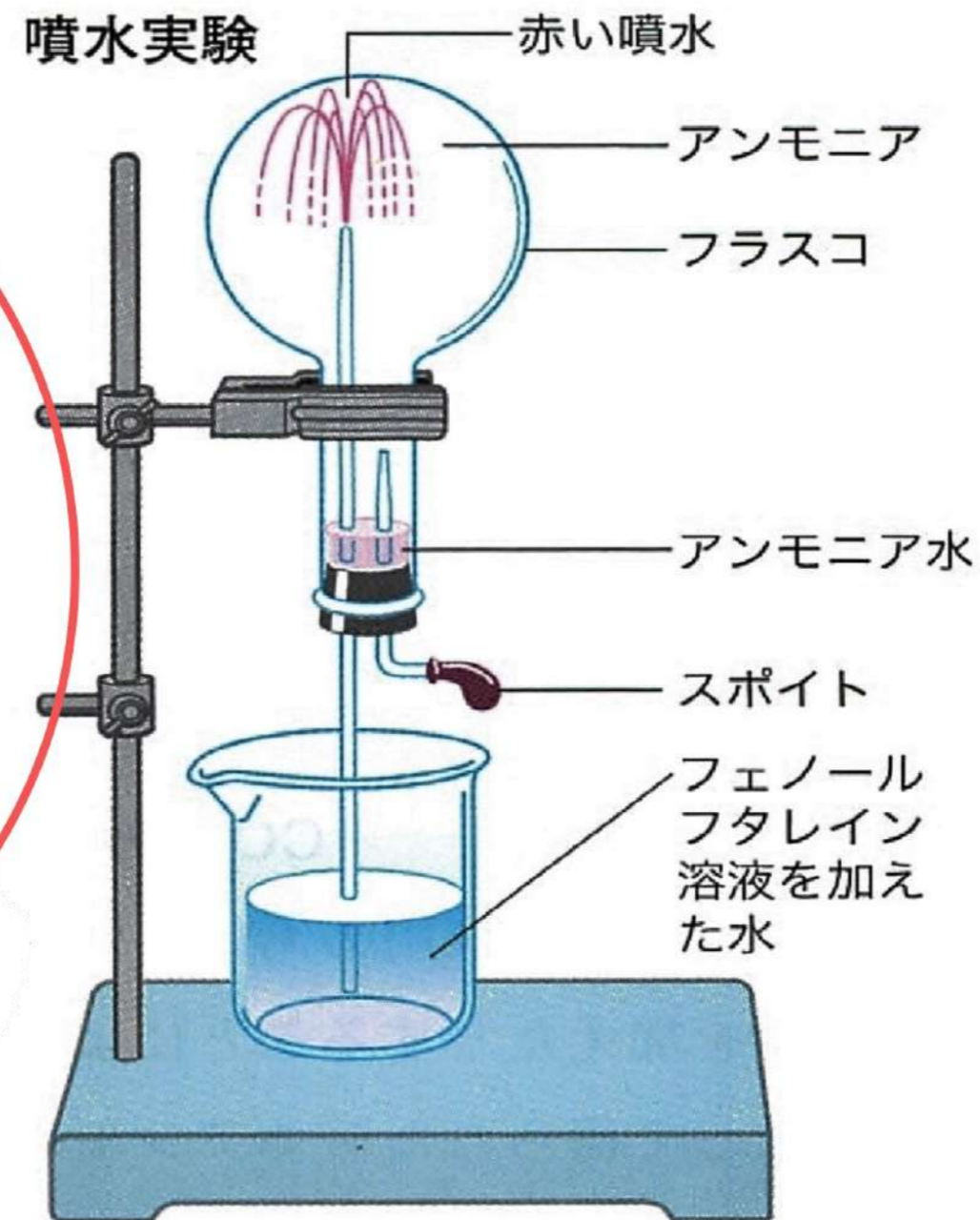


深青色の水溶液となる。

- ②  $\text{Cu}^{2+}$  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。

ちなみに、アンモニアの噴水実験ってご存知ですよ。

では、『赤色』ではなく、『青色』の噴水を観察したかったらどうしますか？





## 銅のイオンの反応

- ①-(I)  $\text{Cu}^{2+}$  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



深青色の水溶液となる。

- ②  $\text{Cu}^{2+}$  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。



ちちなみに、銅の炎色反応は？  
(バイルシュタインテスト  
って知ってる？)



**Cu**

**精錬  
単体**

**イオン**

**合金**

## 銅の合金について

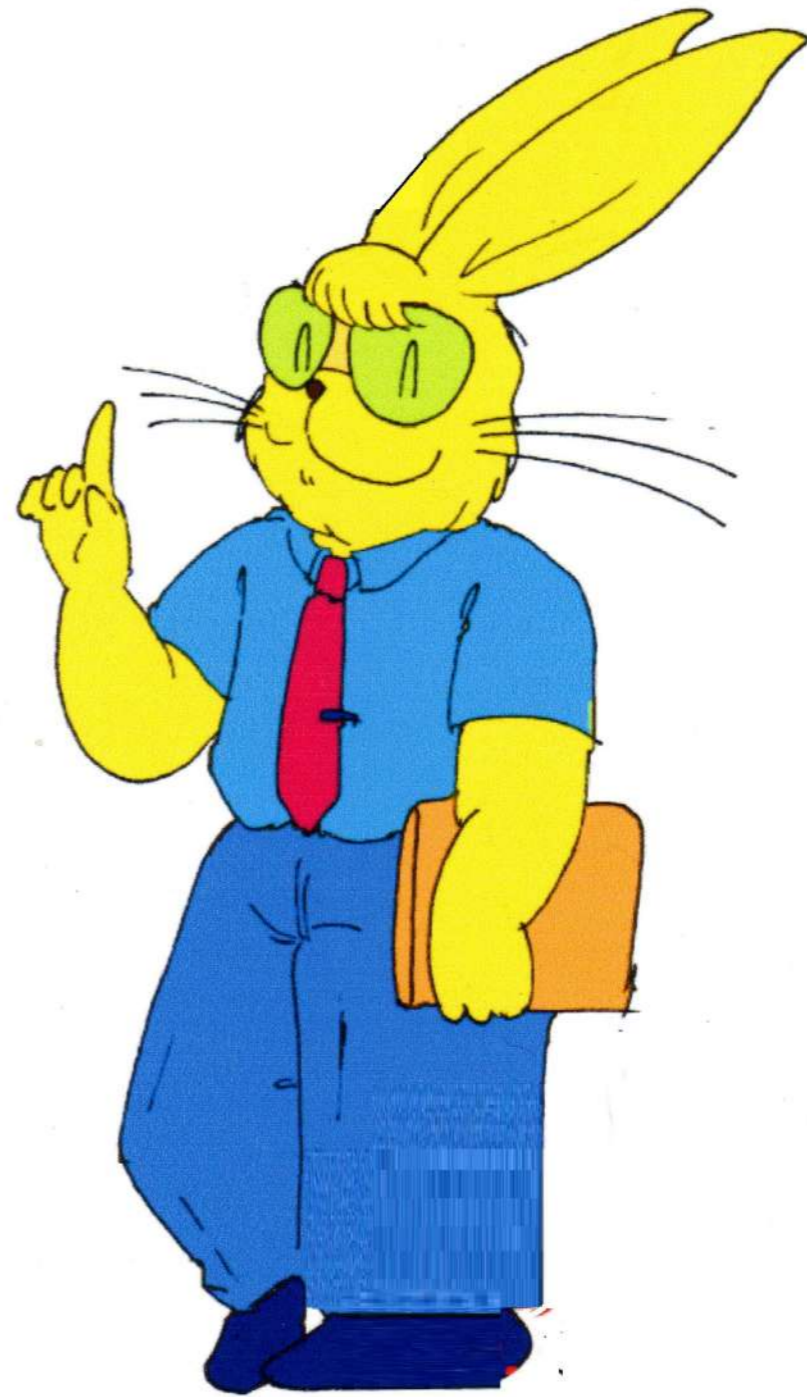
**【黄銅】** 黄銅は、Cuと亜鉛 Znの合金で、黄色がかった金属光沢が特徴のひとつで、<sup>しんちゅう</sup>真鍮とも呼ばれます。腐食しにくく、展性・延性に富み、加工性に優れているので、板材や箔のほか、棒材や細線としても用いられています。

**【青銅】** 青銅は、Cuとスズ Snの合金です。腐食しにくく、鑄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 <small>5円硬貨</small>
青銅	Cu, Sn	腐食しにくく, 鑄造性に優れる	硬貨, 銅像 <small>10円硬貨</small>
白銅	Cu, Ni	白色の金属光沢, 加工性に優れる	硬貨, 配管材料 <small>50, 100円硬貨</small>

**この表（図）は補足プリントにあります。**

余裕があったら、  
銀についても  
確認しておこう。





Ag

単体

イオン

## Cu、Ag、Auの性質 機械的性質

いずれも展性や延性に富み、熱伝導性や電気伝導性に優れている。

展性や延性 :  $Au > Ag > Cu$

熱伝導性や電気伝導性 :  $Ag > Cu > Au$



# Cu、Ag、Auの性質 | 化学的性質

## 反応性

異なる

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

# Cu、Ag、Auの性質 化学的性質

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

同一

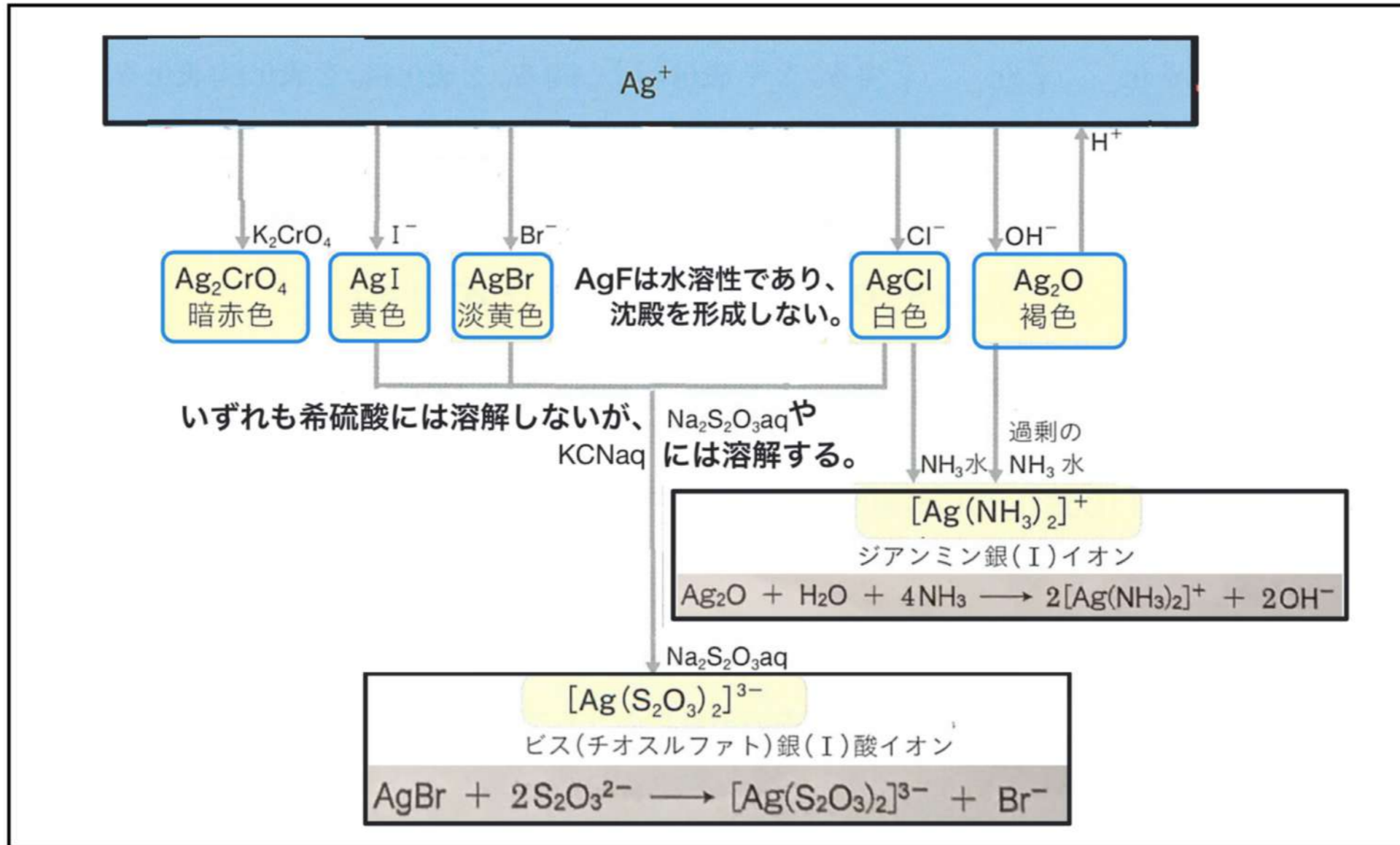


Ag

単体

イオン

## 銀イオンの沈殿形成とその再溶解について



この表 (図) は補足プリントにあります。

## 鉄の製造(製鉄)

鉄の製造に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

鉄の製造(製鉄)では、溶鉱炉の中でまず  を燃やして高温とし、生成した二酸化炭素と未反応の  が反応して一酸化炭素ができる。(a)この一酸化炭素によって鉄鉱石が鉄となり、溶鉱炉の底部にたまる。 こうして得られた鉄は炭素を4%ほど含み、 と呼ばれ、 などの製造に用いられる。 の上に浮かぶ  は建築材料など(コンクリート用粗骨材や高炉セメント原料など)に用いられる。転炉を回転させながら、酸素を吹き込み、 中の不純物や炭素を除くと  が得られる。

**問1** 空欄  ~  にもっとも適切な語句を入れよ。

**問2** 鉱石として赤鉄鉱(組成式： $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )を用いるとき、下線部(a)の反応を化学反応式で書け。

## 鉄とその化合物

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

(b)鉄を希硫酸に溶かすと、淡緑色の硫酸鉄(Ⅱ)の水溶液が得られる。この水溶液を濃縮すると、淡緑色の硫酸鉄(Ⅱ)七水和物  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  の結晶が得られる。この結晶は  性をもつ。また、(c)鉄を希塩酸に溶かすと、淡緑色の塩化鉄(Ⅱ)の水溶液が得られる。(d)この水溶液を塩素で酸化すると、黄褐色の塩化鉄(Ⅲ)の水溶液が得られる。この水溶液を濃縮すると、黄褐色の塩化鉄(Ⅲ)六水和物  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  の結晶が得られる。この結晶は  性をもつ。

問 3 空欄 ,  にもっとも適当な語句を入れよ。

問 4 下線部(b)~(d)の反応を化学反応式で書け。

## 鉄イオンの反応

鉄イオンに関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

鉄(Ⅱ)イオンの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると  (化学式は ) の緑白色の沈殿が生じる。(e)  は空気や酸素に触れると酸化が進み、赤褐色の  (化学式は ) に変わる。鉄(Ⅱ)イオンは錯塩である  (化学式は ) の水溶液と反応して濃青色の沈殿を生じる。

鉄(Ⅲ)イオンは錯塩である  (化学式は ) の水溶液と反応してやはり濃青色の沈殿を生じる。同じく鉄(Ⅲ)イオンを含む溶液に  (化学式は ) 水溶液を加えると水溶液は血赤色になり、この反応も鉄(Ⅲ)イオンの検出に用いられる。

**問5** 空欄  ~  にもっとも適切な語句を入れよ。

**問6** 空欄  ~  にもっとも適切な化学式を入れよ。

**問7** 下線部(e)の反応を化学反応式で書け。

## 鉄に関する問題の解答

問 1  ア コークス  イ 銑鉄  ウ 鋳物  
 エ スラグ  オ 鋼

問 2  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \longrightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

問 3  カ 風解  キ 潮解

問 4 (b)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$

(c)  $\text{Fe} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$

(d)  $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{FeCl}_3$

問 5  A 水酸化鉄(Ⅱ)

B 水酸化鉄(Ⅲ)

C ヘキサシアニド鉄(Ⅲ)酸カリウム

D ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム

E チオシアン酸カリウム

問 6  ①  $\text{Fe}(\text{OH})_2$

②  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

③  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

④  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

⑤  $\text{KSCN}$

問 7  $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 4\text{Fe}(\text{OH})_3$



## 銅の製錬と精錬

銅の製錬と精錬に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

銅を工業的に製造するには、まず黄銅鉱をコークスや石灰石、ケイ砂とともに溶鉱炉中で反応させ、生じた硫化銅(I)を転炉で高圧の空気を送って燃焼させ、粗銅とする。

次に、この<sup>(a)</sup>粗銅を陽極に、純銅を陰極として硫酸銅(II)の希硫酸溶液中で電気分解すると、純度の高い銅が得られる。このとき、不純物のうち銅よりイオン化傾向の  い金属は<sup>(b)</sup>陽極の下に沈殿し、銅よりイオン化傾向の  い金属は溶液中に残る。

**問 1** 空欄 ,  に適当な語句を入れよ。

**問 2** 下線部(a)について以下の設問に答えよ。

- (1) この精錬方法を何というか。
- (2) 両極で起こる反応を電子を含む式で示せ。

**問 3** 下線部(b)の沈殿を何というか。

## 銅とその化合物

次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

銅の化学的性質は比較的不活発で、空気中では常温でゆっくりと表面が酸化される程度であるが、加熱すると [ ③ ] 色の酸化銅(I)を経て、ただちに [ ④ ] 色の酸化銅(II)となる。また、酸に対しても銅は塩酸や希硫酸には溶けないが、[ ⑤ ] の強い硝酸や熱濃硫酸には溶ける。

銅が濃硝酸に溶解するときには赤褐色の気体である [ ⑥ ] を、希硝酸に溶けるときには無色の気体である [ ⑦ ] をそれぞれ発生する。(c)銅片に濃硫酸を加えて加熱すると、刺激臭のある無色の気体を発生しながら溶解する。この溶液に水を加えてろ過したのち、濃縮すると(d)青色の結晶が析出する。

**問 4** 空欄 [ ③ ] ~ [ ⑦ ] に適当な語句を入れよ。

**問 5** 下線部(c)の変化を化学反応式で示せ。

**問 6** 下線部(d)の結晶を 150°C程度で加熱したところ、白色の物質になった。

この白色の物質の名称を示せ。

## 銅(Ⅱ)イオンの反応

銅(Ⅱ)イオンの反応に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

(e)硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶を水に溶かしてアンモニア水を加えると、青白色の沈殿が生成する。 (f)さらにアンモニア水を加えると沈殿は溶けて深青色の溶液になる。これは、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中において銅(Ⅱ)イオンが4個の水分子と結合して  イオンとなっているところに、過剰のアンモニア水が加えられたことにより、水分子がアンモニア分子と置換されて  イオンを生成したためである。

問7 空欄 ,  に適当なイオンの名称を入れよ。

問8 下線部(e)の変化をイオン反応式で示せ。

問9 下線部(f)の変化をイオン反応式で示せ。

## 銅に関する問題の解答

問 1  ① 小 さ

② 大 き

問 2 (1) 電解精錬

(2) 陽極  $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-}$

陰極  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^{-} \longrightarrow \text{Cu}$

問 3 陽極泥

問 4  ③ 赤

④ 黒

⑤ 酸化力

⑥ 二酸化窒素

⑦ 一酸化窒素

問 5  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$

問 6 無水硫酸銅(Ⅱ)

問 7  ⑧ テトラアクア銅(Ⅱ)

⑨ テトラアンミン銅(Ⅱ)

問 8  $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^{-} \longrightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$

問 9  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 4\text{NH}_3 \longrightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 2\text{OH}^{-}$

