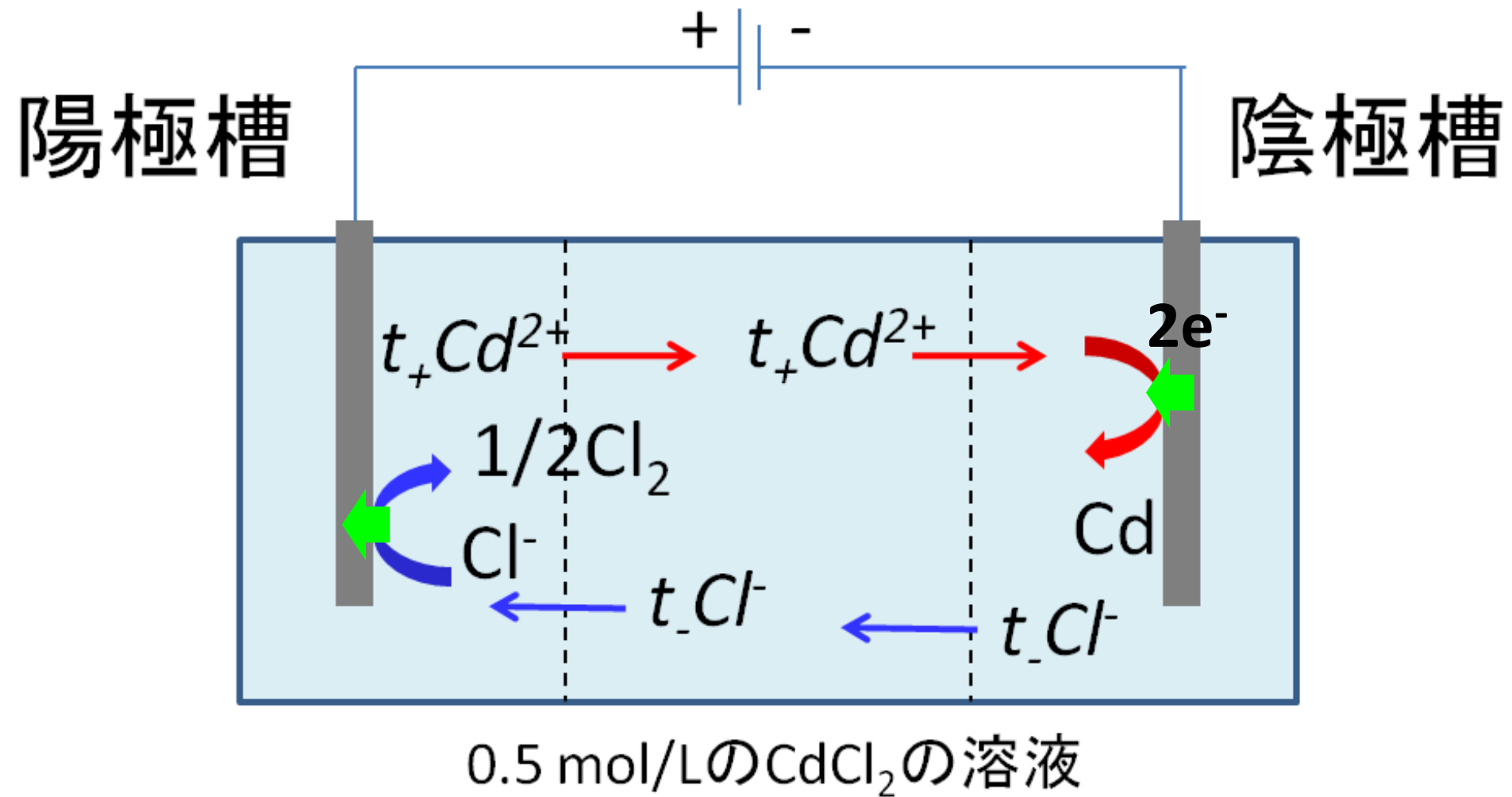


# 今回の小テストの解説

今回は学生番号を用いて問題を設定しましたが、  
例えば、以下のように濃度、電流値、電流を流した時間を用いると、

### 小テスト3

ヒットルフ法の輸率測定セルで白金電極を用いて電解を行った。各槽には0.5 mol/Lの $\text{CdCl}_2$ 溶液が1.5 L満たされている。このセルに1.65 Aの電流を4時間30分流した後の陽極槽と陰極槽の $\text{Cd}^{2+}$ の濃度はいくつになっているか。ただし $\text{Cd}^{2+}$ の輸率は0.301とする。



1.65 Aの電流を4時間30分流した。n =

$$1.65 \text{ A} \times (270 \times 60) \text{ sec} = 26730 \text{ C} = 0.277 \text{ F}$$

0.5 mol/LのCdCl<sub>2</sub>の溶液中のCd<sup>2+</sup>イオンは0.75 mol存在する。

陽極槽におけるCd<sup>2+</sup>の減少量  
n(F) の電氣量が流れたとする。

$$= \frac{1}{2} \times \underbrace{0.277}_{\text{流れた電子数}} \times \underbrace{0.301}_{t_+(\text{Cd}^{2+})}$$

$$= 0.0417 \text{ mol}$$

陽極槽におけるCd<sup>2+</sup>のモル数

$$= 0.75 \text{ mol} - 0.0417 \text{ mol} = 0.708 \text{ mol}$$

陽極槽におけるCd<sup>2+</sup>のモル濃度

$$0.708 \text{ mol} / 1.5 \text{ L} = 0.472 \text{ mol/L}$$

## 陰極槽における $\text{Cd}^{2+}$ の減少量

電極反応部分

イオン移動部分

$$\begin{aligned} &= \overbrace{(1/2) \times \underline{0.277}}^{\text{電極反応部分}} - \overbrace{(1/2) \times \underline{0.277} \times \underline{0.301}}^{\text{イオン移動部分}} \\ &\quad \text{流れた電子数} \quad \text{流れた電子数} \quad t_+(\text{Cd}^{2+}) \\ &= 0.0968 \text{ mol} \end{aligned}$$

## 陰極槽における $\text{Cd}^{2+}$ のモル数

$$= 0.75 \text{ mol} - 0.0968 \text{ mol} = 0.653 \text{ mol}$$

## 陰極槽における $\text{Cd}^{2+}$ のモル濃度

$$0.653 \text{ mol} / 1.5 \text{ L}$$

$$= 0.435 \text{ mol/L}$$

# 答えのまとめ

## 学籍番号末尾0と1

陽極槽の濃度 0.083 mol/L

陰極槽の濃度 0.060 mol/L

## 学籍番号末尾2

陽極槽の濃度 0.180 mol/L

陰極槽の濃度 0.155 mol/L

## 学籍番号末尾3

陽極槽の濃度 0.278 mol/L

陰極槽の濃度 0.249 mol/L

## 学籍番号末尾4

陽極槽の濃度 0.375 mol/L

陰極槽の濃度 0.343 mol/L

## 学籍番号末尾5

陽極槽の濃度 0.473 mol/L

陰極槽の濃度 0.437 mol/L

## 学籍番号末尾6

陽極槽の濃度 0.570 mol/L

陰極槽の濃度 0.530 mol/L

## 学籍番号末尾7

陽極槽の濃度 0.667 mol/L

陰極槽の濃度 0.623 mol/L

## 学籍番号末尾8

陽極槽の濃度 0.764 mol/L

陰極槽の濃度 0.716 mol/L

## 学籍番号末尾9

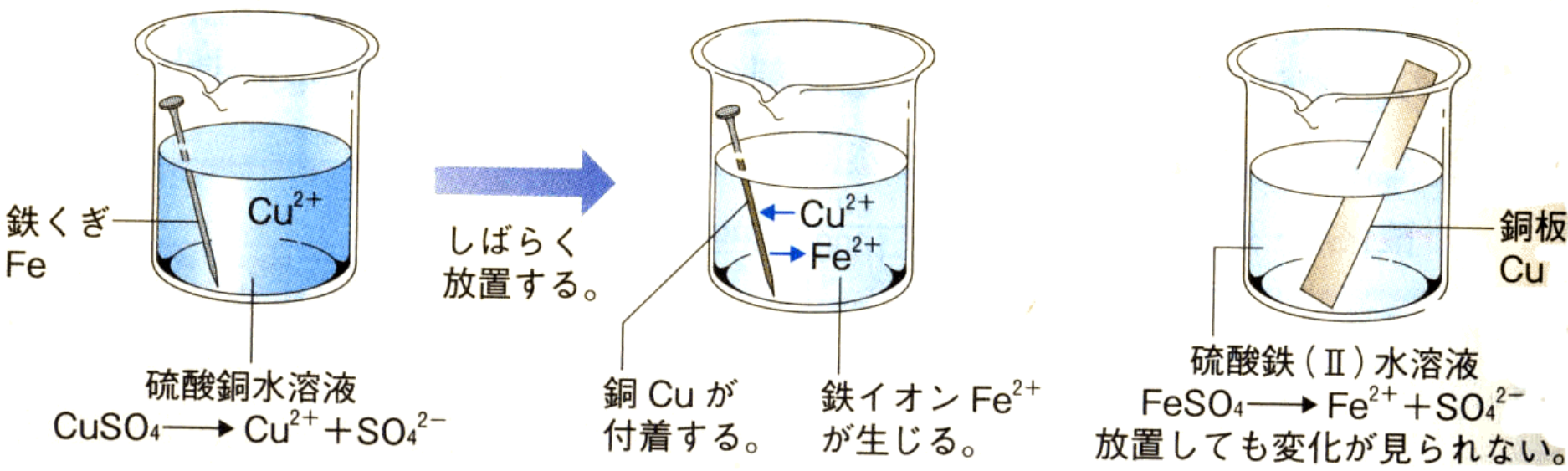
陽極槽の濃度 0.861 mol/L

陰極槽の濃度 0.809 mol/L

# 基礎電気化学(4)

~電池の起電力, 半電池, 標準電極電位~

2010-10-18



**重要**  
**BEST**

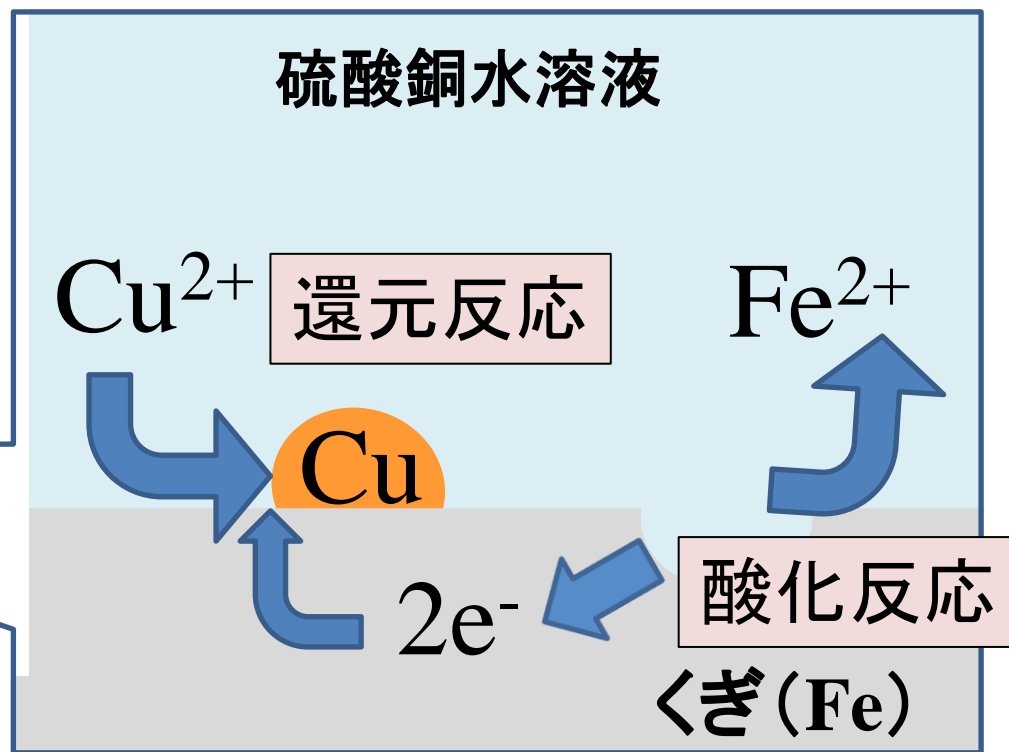
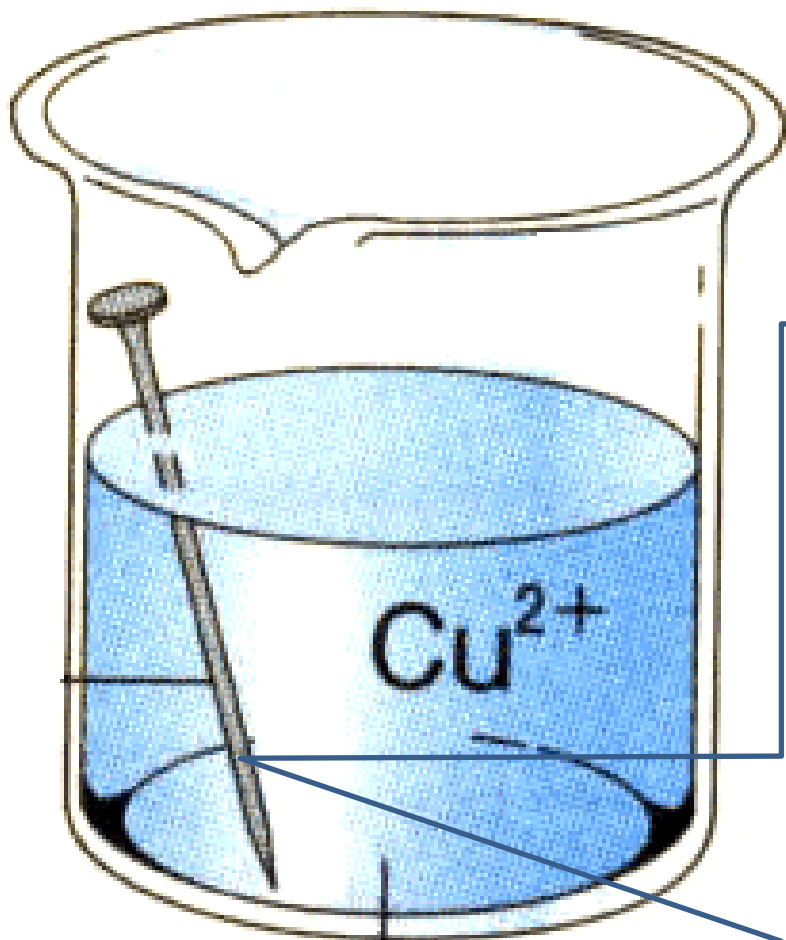
イオン化列  $\overset{\text{カソウ}}{\text{K}} > \overset{\text{カ}}{\text{Ca}} > \overset{\text{ナ}}{\text{Na}} > \overset{\text{マ}}{\text{Mg}} > \overset{\text{ア}}{\text{Al}} > \overset{\text{ア}}{\text{Zn}} > \overset{\text{テ}}{\text{Fe}} > \overset{\text{ニ}}{\text{Ni}} > \\ \overset{\text{スン}}{\text{Sn}} > \overset{\text{ナ}}{\text{Pb}} > \overset{\text{ヒ}}{(\text{H}_2)} > \overset{\text{ド}}{\text{Cu}} > \overset{\text{ス}}{\text{Hg}} > \overset{\text{ギル}}{\text{Ag}} > \overset{\text{ハク(借)}}{\text{Pt}} > \overset{\text{キン}}{\text{Au}}$

イオン化傾向

- 大きい金属
  - ↗ 陽イオンになりやすい。
  - ↘ 溶け出しやすい。
- 小さい金属
  - ↗ 陽イオンになりにくい。
  - ↘ 析出しやすい。



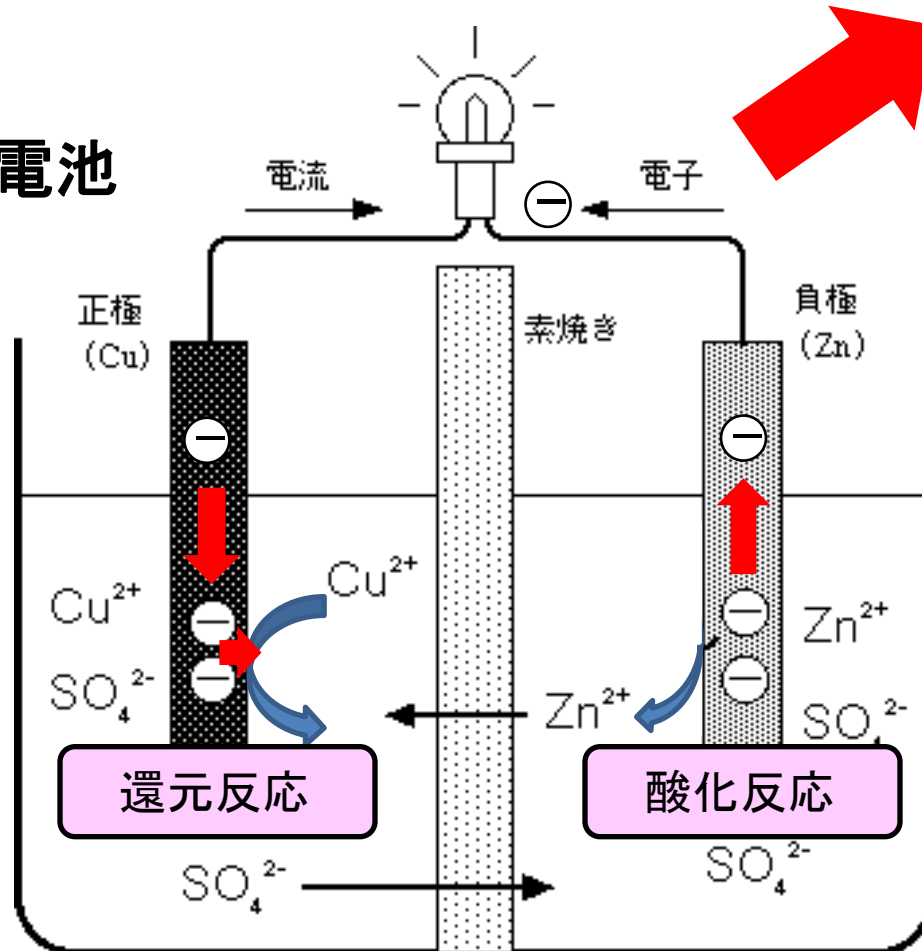
# 局部電池反応



# 電池

電気エネルギーを取り出す

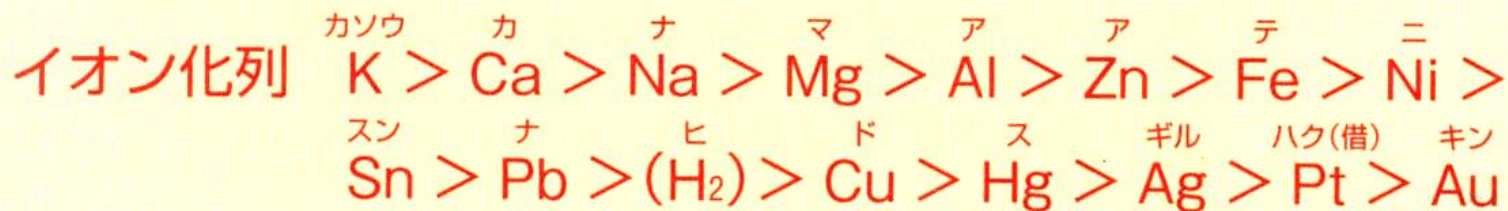
## ダニエル電池



- 電池 (自発的に起こる反応)

$$\Delta G < 0$$

**重要**  
**BEST**



イオン化傾向 {   
 大きい金属 ↗ 陽イオンになりやすい。  
 ↘ 溶け出しやすい。  
 小さい金属 ↗ 陽イオンになりにくい。  
 ↘ 析出しやすい。

↓  
ちょっとあいまいな感じ！  
元素が少なすぎる！！

↓  
もっと深く知るには？

↓  
電極電位という考え方

# 標準電極電位 (25°C)

電 極	電 極 反 応	$E^\circ$ (V)
Li Li <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup> + e → Li	-3.045
K K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> + e → K	-2.925
Ca Ca <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup> + 2e → Ca	-2.866
Na Na <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + e → Na	-2.714
Mg Mg <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup> + 2e → Mg	-2.363
Al Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> + 3e → Al	-1.662
Zn Zn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup> + 2e → Zn	-0.763
Fe Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup> + 2e → Fe	-0.440
Cd Cd <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup> + 2e → Cd	-0.403
Ag AgI (s), I <sup>-</sup>	AgI + e → Ag + I <sup>-</sup>	-0.151 8
Sn Sn <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup> + 2e → Sn	-0.140
Pb Pb <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup> + 2e → Pb	-0.126
Fe Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup> + 3e → Fe	-0.036
Pt, H <sub>2</sub>  H <sup>+</sup>	2H <sup>+</sup> + 2e → H <sub>2</sub>	0
Ag AgBr, Br <sup>-</sup>	AgBr + e → Ag + Br <sup>-</sup>	+0.071 3
Pt Sn <sup>2+</sup> , Sn <sup>4+</sup>	Sn <sup>4+</sup> + 2e → Sn <sup>2+</sup>	+0.15
Ag AgCl (s), Cl <sup>-</sup>	AgCl + e → Ag + Cl <sup>-</sup>	+0.222 5
Cu Cu <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup> + 2e → Cu	+0.337
Pt, I <sub>2</sub>  I <sup>-</sup>	I <sub>2</sub> + 2e → 2I <sup>-</sup>	+0.535 5
Pt Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup> + e → Fe <sup>2+</sup>	+0.771
Hg Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> + 2e → Hg	+0.789
Ag Ag <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup> + e → Ag	+0.799 1
Pt Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup>	2Hg <sup>2+</sup> + 2e → Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	+0.920
Pt, Br <sub>2</sub>  Br <sup>-</sup>	Br <sub>2</sub> + 2e → 2Br <sup>-</sup>	+1.065 2
Pt, Cl <sub>2</sub>  Cl <sup>-</sup>	Cl <sub>2</sub> + 2e → 2Cl <sup>-</sup>	+1.359 5

電位とは電子がどれだけいるかを表している。



電子のレベルを水位として考える。

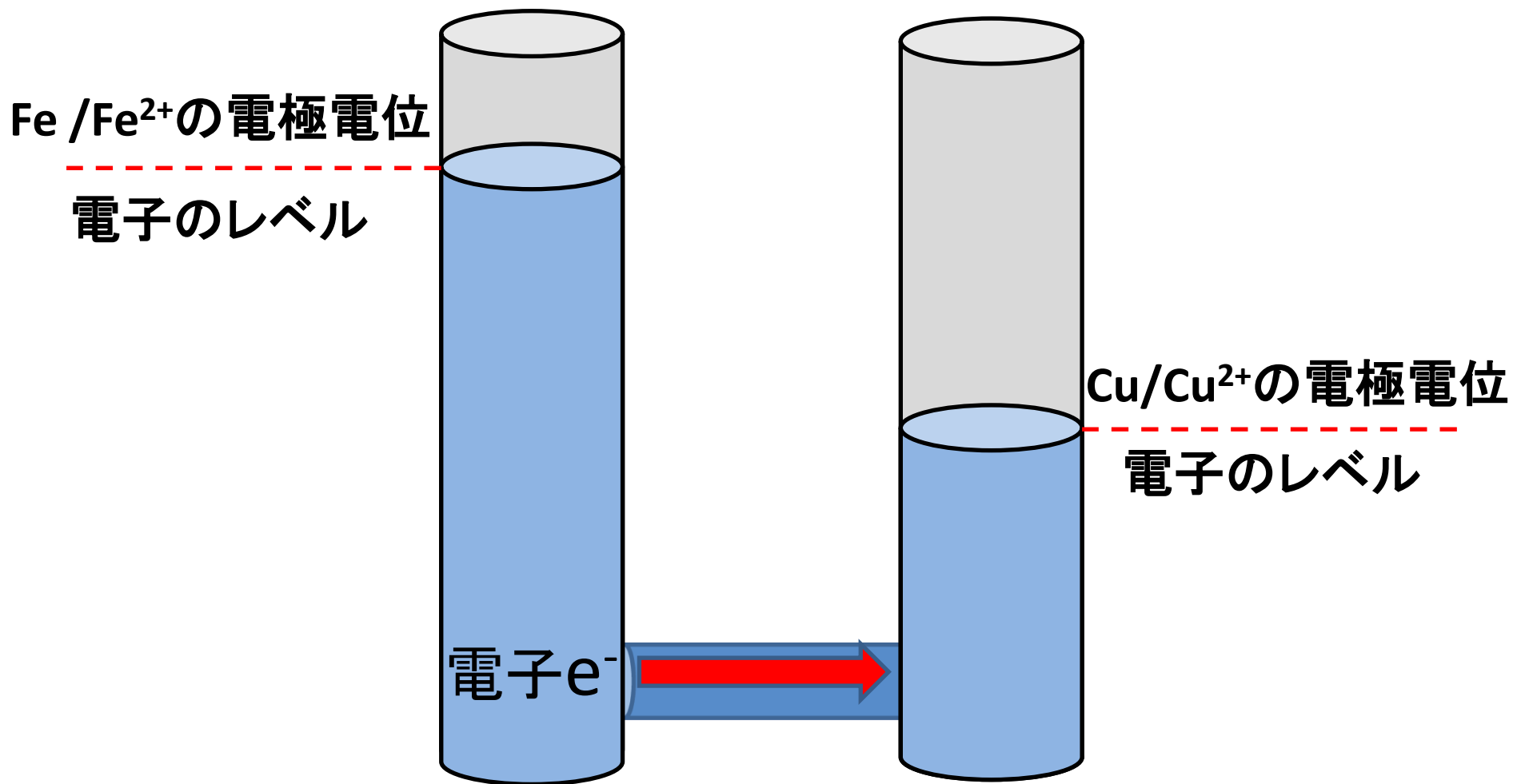
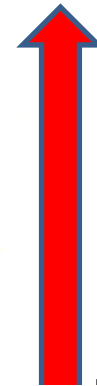


表 10-1 標準電極電位 (25°C)

電 極	電 極 反 応	$E^\circ$ (V)
Li Li <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup> + e → Li	-3.045
K K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> + e → K	-2.925
Ca Ca <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup> + 2e → Ca	-2.866
Na Na <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + e → Na	-2.714
Mg Mg <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup> + 2e → Mg	-2.363
Al Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> + 3e → Al	-1.662
Zn Zn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup> + 2e → Zn	-0.763
Fe Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup> + 2e → Fe	-0.440
Cd Cd <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup> + 2e → Cd	-0.403
Ag AgI(s), I <sup>-</sup>	AgI + e → Ag + I <sup>-</sup>	-0.1518
Sn Sn <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup> + 2e → Sn	-0.140

高い



**重要**  
**BEST**

イオン化列 カソウ カ ナ マ ア ア テ ニ  
 K > Ca > Na > Mg > Al > Zn > Fe > Ni >  
スン ナ ヒ ド ス ギル ハク(借) キン  
 Sn > Pb > (H<sub>2</sub>) > Cu > Hg > Ag > Pt > Au

イオン化傾向 {  
 大きい金属 → 陽イオンになりやすい。  
                   → 溶け出しやすい。  
 小さい金属 → 陽イオンになりにくい。  
                   → 析出しやすい。

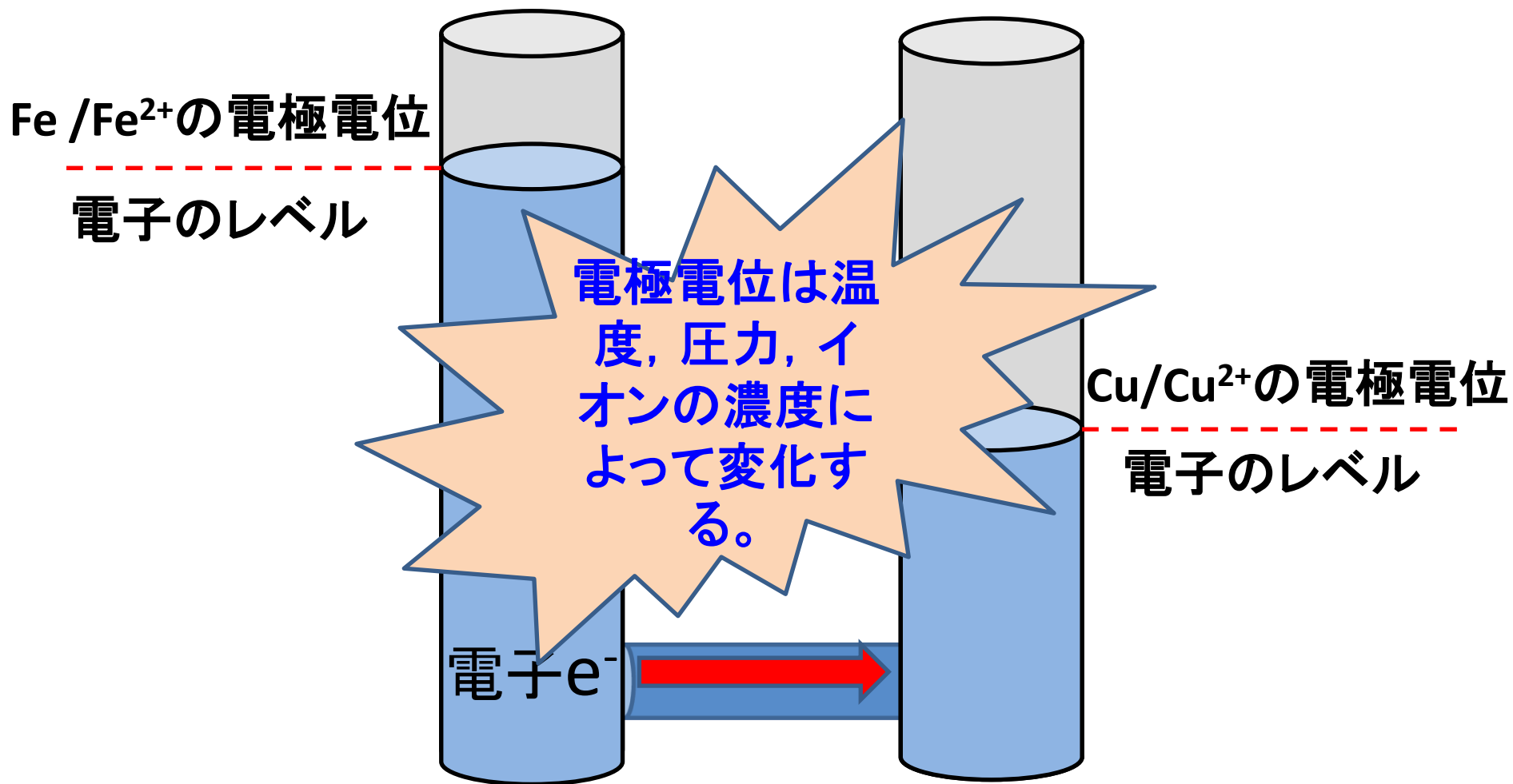
表 10-1 標準電極電位 (25°C)

電 極	電 極 反 応	$E^\circ$ (V)
Li Li <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup> + e → Li	-3.045
K K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> + e → K	-2.925
Ca Ca <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup> + 2e → Ca	-2.866
Na Na <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + e → Na	-2.714
Mg Mg <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup> + 2e → Mg	-2.363
Al Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> + 3e → Al	-1.662
Zn Zn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup> + 2e → Zn	-0.763
Fe Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup> + 2e → Fe	-0.440
Cd Cd <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup> + 2e → Cd	-0.403
Ag AgI (s), I <sup>-</sup>	AgI + e → Ag + I <sup>-</sup>	-0.151 8
Sn Sn <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup> + 2e → Sn	-0.140
Pb Pb <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup> + 2e → Pb	-0.126
Fe Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup> + 3e → Fe	-0.036
Pt, H <sub>2</sub>  H <sup>+</sup>	2H <sup>+</sup> + 2e → H <sub>2</sub>	0
Ag AgBr, Br <sup>-</sup>	AgBr + e → Ag + Br <sup>-</sup>	+0.071 3
Pt Sn <sup>2+</sup> , Sn <sup>4+</sup>	Sn <sup>4+</sup> + 2e → Sn <sup>2+</sup>	+0.15
Ag AgCl (s), Cl <sup>-</sup>	AgCl + e → Ag + Cl <sup>-</sup>	+0.222 5
Cu Cu <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup> + 2e → Cu	+0.337
Pt, I <sub>2</sub>  I <sup>-</sup>	I <sub>2</sub> + 2e → 2I <sup>-</sup>	+0.535 5
Pt Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup> + e → Fe <sup>2+</sup>	+0.771
Hg Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> + 2e → Hg	+0.789
Ag Ag <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup> + e → Ag	+0.799 1
Pt Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup>	2Hg <sup>2+</sup> + 2e → Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	+0.920
Pt, Br <sub>2</sub>  Br <sup>-</sup>	Br <sub>2</sub> + 2e → 2Br <sup>-</sup>	+1.065 2
Pt, Cl <sub>2</sub>  Cl <sup>-</sup>	Cl <sub>2</sub> + 2e → 2Cl <sup>-</sup>	+1.359 5

電位とは電子がどれだけいるかを表している。



電子のレベルを水位として考える。

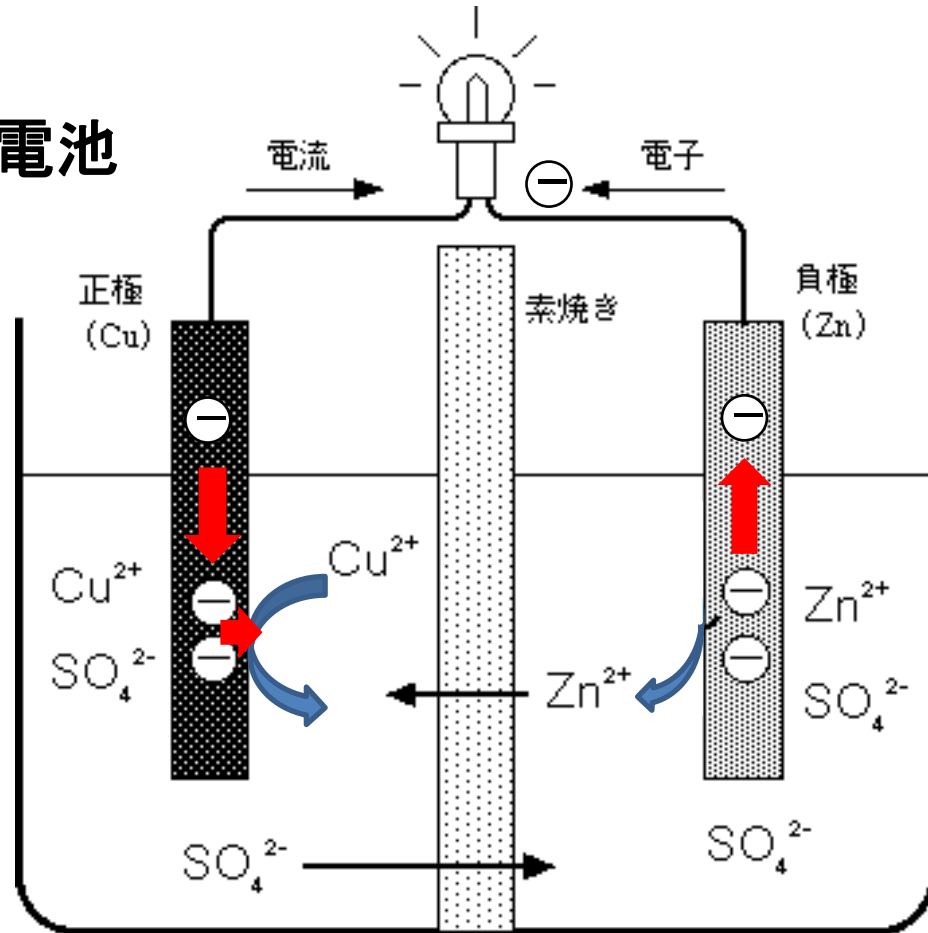




電 極	電 極 反 応	$E^\circ$ (V)
Li Li <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup> + e → Li	-3.045
K K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> + e → K	-2.925
Ca Ca <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup> + 2e → Ca	-2.866
Na Na <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + e → Na	-2.714
Mg Mg <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup> + 2e → Mg	-2.363
Al Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> + 3e → Al	-1.662
Zn Zn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup> + 2e → Zn	-0.763
Fe Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup> + 2e → Fe	-0.440
Cd Cd <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup> + 2e → Cd	-0.403
Ag AgI (s), I <sup>-</sup>	AgI + e → Ag + I <sup>-</sup>	-0.151 8
Sn Sn <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup> + 2e → Sn	-0.140
Pb Pb <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup> + 2e → Pb	-0.126
Fe Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup> + 3e → Fe	-0.036
Pt, H <sub>2</sub>  H <sup>+</sup>	2H <sup>+</sup> + 2e → H <sub>2</sub>	0
Ag AgBr, Br <sup>-</sup>	AgBr + e → Ag + Br <sup>-</sup>	+0.071 3
Pt Sn <sup>2+</sup> , Sn <sup>4+</sup>	Sn <sup>4+</sup> + 2e → Sn <sup>2+</sup>	+0.15
Ag AgCl (s), Cl <sup>-</sup>	AgCl + e → Ag + Cl <sup>-</sup>	+0.222 5
Cu Cu <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup> + 2e → Cu	+0.337
Pt, I <sub>2</sub>  I <sup>-</sup>	I <sub>2</sub> + 2e → 2I <sup>-</sup>	+0.535 5
Pt Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup> + e → Fe <sup>2+</sup>	+0.771
Hg Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> + 2e → Hg	+0.789
Ag Ag <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup> + e → Ag	+0.799 1
Pt Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup>	2Hg <sup>2+</sup> + 2e → Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	+0.920
Pt, Br <sub>2</sub>  Br <sup>-</sup>	Br <sub>2</sub> + 2e → 2Br <sup>-</sup>	+1.065 2
Pt, Cl <sub>2</sub>  Cl <sup>-</sup>	Cl <sub>2</sub> + 2e → 2Cl <sup>-</sup>	+1.359 5

# 電池の起電力

## ダニエル電池



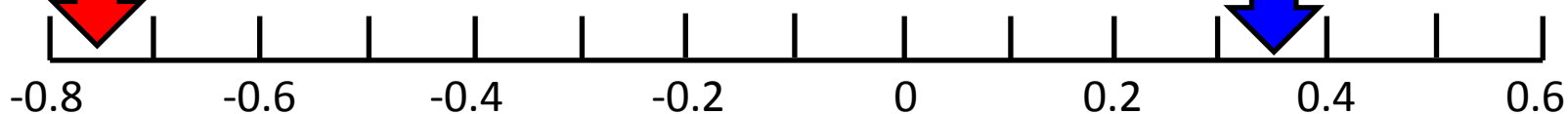
1 atm, 1 mol/L, 25 °C



1.1 V



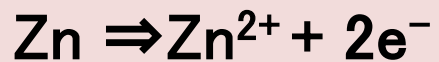
起電力



-0.763 V

電極電位(V)

+0.337 V



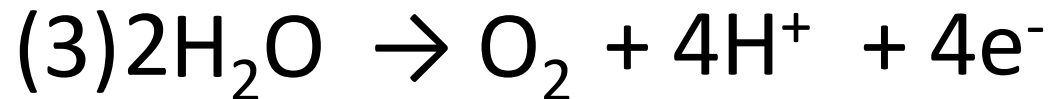
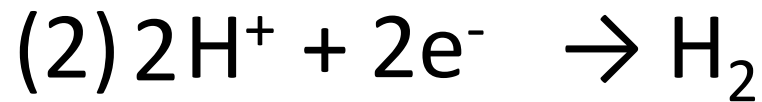
負極

正極

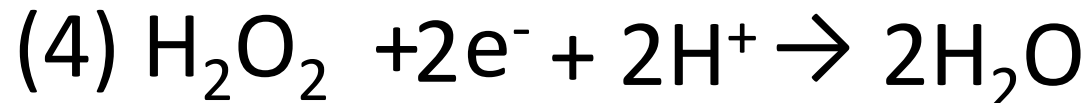
表 10-1 標準電極電位 (25°C)

電 極	電 極 反 応	$E^\circ$ (V)
Li Li <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup> + e → Li	-3.045
K K <sup>+</sup>	K <sup>+</sup> + e → K	-2.925
Ca Ca <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup> + 2e → Ca	-2.866
Na Na <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> + e → Na	-2.714
Mg Mg <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup> + 2e → Mg	-2.363
Al Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup> + 3e → Al	-1.662
Zn Zn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup> + 2e → Zn	-0.763
Fe Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup> + 2e → Fe	-0.440
Cd Cd <sup>2+</sup>	Cd <sup>2+</sup> + 2e → Cd	-0.403
★ Ag AgI (s), I <sup>-</sup>	AgI + e → Ag + I <sup>-</sup>	-0.151 8
Sn Sn <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup> + 2e → Sn	-0.140
Pb Pb <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup> + 2e → Pb	-0.126
Fe Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup> + 3e → Fe	-0.036
★ Pt, H <sub>2</sub>  H <sup>+</sup>	2H <sup>+</sup> + 2e → H <sub>2</sub>	0
★ Ag AgBr, Br <sup>-</sup>	AgBr + e → Ag + Br <sup>-</sup>	+0.071 3
★ Pt Sn <sup>2+</sup> , Sn <sup>4+</sup>	Sn <sup>4+</sup> + 2e → Sn <sup>2+</sup>	+0.15
★ Ag AgCl (s), Cl <sup>-</sup>	AgCl + e → Ag + Cl <sup>-</sup>	+0.222 5
Cu Cu <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup> + 2e → Cu	+0.337
★ Pt, I <sub>2</sub>  I <sup>-</sup>	I <sub>2</sub> + 2e → 2I <sup>-</sup>	+0.535 5
★ Pt Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup> + e → Fe <sup>2+</sup>	+0.771
Hg Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> + 2e → Hg	+0.789
Ag Ag <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup> + e → Ag	+0.799 1
★ Pt Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup> , Hg <sup>2+</sup>	2Hg <sup>2+</sup> + 2e → Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	+0.920
★ Pt, Br <sub>2</sub>  Br <sup>-</sup>	Br <sub>2</sub> + 2e → 2Br <sup>-</sup>	+1.065 2
★ Pt, Cl <sub>2</sub>  Cl <sup>-</sup>	Cl <sub>2</sub> + 2e → 2Cl <sup>-</sup>	+1.359 5

# 電極反応式を書く練習



(酸性溶液中)



(酸性溶液中)



(アルカリ性溶液中)