

**ゆっくり丁寧な** **物理化学** #2-1  
 单元毎の断片的な理解は後々困る

**Today's TOPICs/ 本動画でわかること**

- ・電池の原理
- ・標準電極電位の見方・考え方

電池は水と同じ。  
 原理を踏まえダニエル電池とボル  
 タ電池を再考察してみる

1

---

---

---

---

---

---

---

---

1. 電気化学の歴史・雑学 } 本授業動画 #2-1  
 2. 電池の原理

3. 電気化学の基本4パラメーター } 本授業動画 #2-2  
 4. プラス「抵抗」と電気エネルギー

物理化学\_オンライン授業 2

2

---

---

---

---

---

---

---

---

**Today's TOPICs/ 動画でわかること**

電気化学の小ネタ

電池の動作原理

- ・標準電極電位の表の見方・考え方
- ・ダニエル電池とボルタ電池の「真の理解」

物理化学\_オンライン授業 3

3

---

---

---

---

---

---

---

---

1. 電気化学の歴史・雑学 } 本授業動画 #2-1  
 2. 電池の原理 }  
 3. 電気化学の基本4パラメーター } 本授業動画 #2-2  
 4. プラス「抵抗」と電気エネルギー }  
 物理化学\_オンライン授業 4

4

---

---

---

---

---

---

---

---

電気化学の歴史・雑学 I



アレッサンドロ・ボルタ (Alessandro Volta 伯爵) 1745-1827; 200年前



ボルタの電堆(デンタイ)の発見に始まる 1800年 (伊藤忠孝が日本測量中)

	Cu or Ag
	NaCl.aq paper
	Zn or Sn
	Cu or Ag

コモ湖畔@イタリアの市民公園内にあるボルタ博物館

人類史上 初めての  
化学物質から電気(新エネルギー)を手に入れた装置

物理化学\_オンライン授業 5

5

---

---

---

---

---

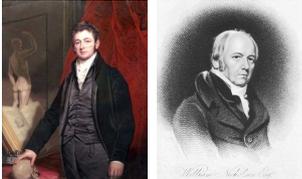
---

---

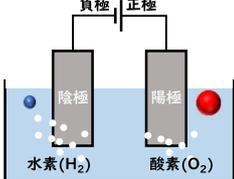
---

電気化学の歴史・雑学 2

ボルタの電堆(デンタイ)を使って、水の電気分解を実施 1800年(ボルタの電堆と同じ年)



アンソニー・カーライル      ウィリアム・ニコルソン



負極 | 正極  
陰極      陽極  
水素(H<sub>2</sub>)      酸素(O<sub>2</sub>)  
水の電気分解

電気による「物質の化学変化」  
人類史上初の実験

物理化学\_オンライン授業 6

6

---

---

---

---

---

---

---

---

## 電気化学の歴史・雑学3;2019年～



**吉野彰(よしのあきら)先生**  
リチウムイオン二次電池の発明者;  
2019年のノーベル化学賞



**藤島昭(ふじしまあきら)先生**  
光触媒:酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )に光を当てると、  
酸素と水素に分解し、電気が得られることを  
世界ではじめて発見 (本多-藤島効果)

**日本は電池(電気化学)にゆかりが深い。**

ゆかりが深い=日本(政府)の研究投資対象

物理化学\_オンライン授業

7

7

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 電気化学の歴史・雑学4;1887年

乾電池の発明(概念)により、簡便に「電気を持ち運べる」



屋井 先蔵



自分の運命が人生を変えた!運らない乾電池を生み出した軌跡



マンガで読む  
乾電池歴史

屋井乾電池

(概要欄URL参照)

**乾電池は日本生まれ**

物理化学\_オンライン授業

8

8

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

1. 電気化学の歴史・雑学
2. **電池の原理**

本授業動画  
#2-1

3. 電気化学の基本4パラメーター
4. プラス「抵抗」と電気エネルギー

本授業動画  
#2-2

物理化学\_オンライン授業

9

9

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 電池の原理 (標準電極電位)

※概要欄の「標準電極電位の資料」を  
みながら、動画を視聴してください。

物理化学\_オンライン授業

10

10

---

---

---

---

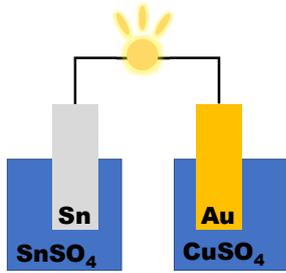
---

---

---

---

## 電池構造と標準電極電位から何がわかる



左図の電池の  
負極と正極は？

原理と標準電極電位  
の資料がわかっている  
ならば、覚えなくてもわかり  
ます。

ダニエル電池でもボルタ電池でもない  
架空の電池

物理化学\_オンライン授業

11

11

---

---

---

---

---

---

---

---

## 水の循環

水は山から海へ  
高いところから低いところへ

→ エネルギーは不要

海の水は、太陽や潮流などの外部エネ  
ルギーにより水蒸気→雲となり

→ エネルギーは必要



<https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school>

物理化学\_オンライン授業

12

12

---

---

---

---

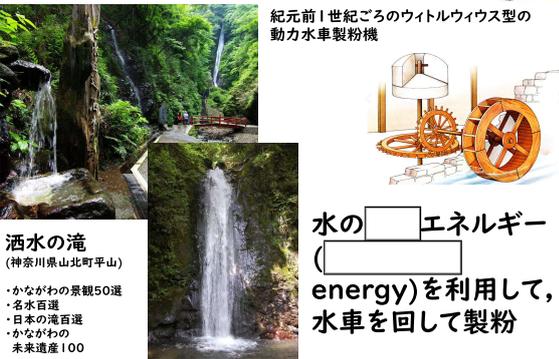
---

---

---

---

**水の流れ; 高いところから低いところへ エネルギーを提供**



紀元前1世紀ごろのウイトルウィウス型の動力水車製粉機

洒水の滝  
(神奈川県山北町平山)

- ・かながわの景観50選
- ・名水百選
- ・日本の滝百選
- ・かながわの未来遺産100

水の  エネルギー (  energy) を利用して、水車を回して製粉

物理化学\_オンライン授業 13

13

---

---

---

---

---

---

---

---

**電子とは? 電子の流れとは?**

水 =

水の流れ =

水は **高い**位置から**低い**位置へ自発的に流れる =

物理化学\_オンライン授業 14

14

---

---

---

---

---

---

---

---

**電子も同じ**

標準電極電位  $E^0$  (V vs SHE)

$\text{Li}^+ + e^- = \text{Li}$	-3.04
$\text{K}^+ + e^- = \text{K}$	-2.925
$\text{Rb}^+ + e^- = \text{Rb}$	-2.924
$\text{Ba}^{2+} + 2e^- = \text{Ba}$	-2.92
$\text{Sr}^{2+} + 2e^- = \text{Sr}$	-2.89
$\text{Ca}^{2+} + 2e^- = \text{Ca}$	-2.84
$\text{Na}^+ + e^- = \text{Na}$	-2.714
$\text{Mg}^{2+} + 2e^- = \text{Mg}$	-2.356
$\text{Al}^{3+} + 3e^- = \text{Al}$	-1.676
$\text{U}^{3+} + 3e^- = \text{U}$	-1.56
$\text{Tl}^+ + 2e^- = \text{Tl}$	-1.63
$\text{Zr}^{4+} + 4e^- = \text{Zr}$	-1.55
$\text{Mn}^{2+} + 2e^- = \text{Mn}$	-1.18
$\text{Zn}^{2+} + 2e^- = \text{Zn}$	-0.763
$\text{Cr}^{3+} + 3e^- = \text{Cr}$	-0.74
$\text{Fe}^{2+} + 2e^- = \text{Fe}$	-0.44
$\text{Cd}^{2+} + 2e^- = \text{Cd}$	-0.403
$\text{Co}^{2+} + 2e^- = \text{Co}$	-0.277
$\text{Ni}^{2+} + 2e^- = \text{Ni}$	-0.257
$\text{Sn}^{2+} + 2e^- = \text{Sn}$	-0.138
$\text{Pb}^{2+} + 2e^- = \text{Pb}$	-0.126
$2\text{H}^+ + 2e^- = \text{H}_2$	0.0000
$\text{Cu}^{2+} + 2e^- = \text{Cu}$	0.337
$\text{Cu}^+ + e^- = \text{Cu}$	0.520
$\text{Hg}_2^{2+} + 2e^- = 2\text{Hg}$	0.796
$\text{Ag}^+ + e^- = \text{Ag}$	0.799
$\text{Hg}^{2+} + 2e^- = \text{Hg}$	0.85
$\text{Pt}^{2+} + 2e^- = \text{Pt}$	1.188
$\text{Au}^{3+} + 3e^- = \text{Au}$	1.52
$\text{Au}^+ + e^- = \text{Au}$	1.83

**高い**エネルギー状態から **低い**エネルギー状態へ自発的に動く

標準電極電位は物質がもつ電子エネルギーの

覚える必要は一切ありません。  
標準電極電位の「見方・考え方」を理解する。

物理化学\_オンライン授業 15

15

---

---

---

---

---

---

---

---





電池の原理:ダニエル電池2

ダニエル電池

電子は高い所から低い所に

物理化学\_オンライン授業 22.22

22

---

---

---

---

---

---

---

---

電池の原理:ダニエル電池3\_アノードとカソード

$Zn^{2+} + 2e^- = Zn$   
 (-0.763 vs SHE)

$Cu^{2+} + 2e^- = Cu$   
 (+0.337 vs SHE)

起電力  
 (Cathode) - (Anode) = 0.337 - (-0.763) = 1.100V

物理化学\_オンライン授業 23

23

---

---

---

---

---

---

---

---

ダニエル電池のまとめと用語を覚える

ダニエル電池

酸化される極をアノード(Anode)  
 負極(電池)

還元される極をカソード  
 (Cathode)  
 正極(電池)

・反応場:  
 ・活物質:  
 ・半反応式:

物理化学\_オンライン授業 24

24

---

---

---

---

---

---

---

---

## 電池の原理2：ボルタ電池を例にして

「標準電極電位の資料」を見ながら、  
自分でやってみましょう。

例題は、、、

物理化学\_オンライン授業

25

25

---

---

---

---

---

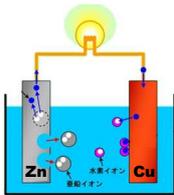
---

---

---

## 電池の原理2：ボルタ電池1

### ボルタ電池



亜鉛(Zn)板  
希硫酸水溶液

銅(Cu)板  
希硫酸水溶液

ボルタ電池には、亜鉛(Zn)、銅(Cu)、水素イオン(H<sup>+</sup>)、硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)が多く存在

物理化学\_オンライン授業

26

26

---

---

---

---

---

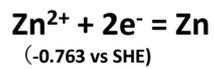
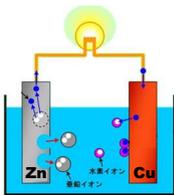
---

---

---

## 電池の原理2：ボルタ電池2

### ボルタ電池



物理化学\_オンライン授業

27

27

---

---

---

---

---

---

---

---

ボルタ電池の構造から関係する反応式を抽出

**ボルタ電池**

ダニエル電池には、亜鉛(Zn)、銅(Cu)、水素イオン(H<sup>+</sup>)、硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)が多く存在

電子は高い所から低い所に

物理化学\_オンライン授業 28

28

---

---

---

---

---

---

---

---

電池の原理2：ボルタ電池3

$Zn^{2+} + 2e^- = Zn$   
(-0.763 vs SHE)

$2H^+ + 2e^- = H_2$   
(0.000 vs SHE)

$Cu^{2+} + 2e^- = Cu$   
(+0.34 vs SHE)

酸化される極を  
アノード(Anode)  
負極(電池)

還元される極を  
カソード(Cathode)  
正極(電池)

**No**

起電力  
(Cathode) - (Anode) = 0.00 - (-0.763) = 0.763V

物理化学\_オンライン授業 29

29

---

---

---

---

---

---

---

---

電池の原理2：ボルタ電池4

**ボルタ電池**

酸化される極をアノード(Anode)  
負極(電池)

還元される極をカソード  
(Cathode)  
正極(電池)

・反応場：  
・活物質：  
・半反応式

・反応場：  
・活物質：  
・半反応式

物理化学\_オンライン授業 30

30

---

---

---

---

---

---

---

---

まとめと

### ボルタ電池

①  
②  
③  
④  
⑤ 低エネ側が正極のカソード

ダニエル電池には、亜鉛(Zn), 銅(Cu), 水素イオン(H<sup>+</sup>), 硫酸イオン(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)が多く存在

物理化学\_オンライン授業 31

31

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

【発展】ボルタ電池のカソード側について

### ボルタ電池

還元される極をカソード(Cathode) 正極(電池)

- ・反応場: 銅板
- ・活物質: 希硫酸
- ・半反応式:  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

なぜ? **左右** で色が違うのでしょうか?

掃除したから・・・ではなくって、酸化の度合いが違うから色が違う。  
左: 酸化銅, 右: 銅  
(銅はたいてい酸化されている。)

物理化学\_オンライン授業 32

32

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ボルタ電池の起電力は低下する。+1.3V >> +0.763V

還元される極をカソード(Cathode) 正極(電池)

- ・反応場: 銅板 (初めは, 酸化銅)
- ・活物質: 希硫酸
- ・反応式:  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$

物理化学\_オンライン授業 33

33

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ボルタ電池の実際



還元される極をカソード(Cathode) 正極(電池)

- ・反応場: 銅板 (初めは酸化銅)
- ・活物質: 希硫酸
- ・半反応式:  $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$



その後,  が起きる。

酸化銅が銅板となるために, カソードとなるのが酸化銅から銅板へと変化して起電力が0.76Vと低下する。

※これ以外の反応も進んでおり, 複雑な反応が進行。

物理化学\_オンライン授業

34

34

---

---

---

---

---

---

---

---

最後に,

今回の電池の原理を踏まえての2次電池や「正極と負極」と「陽極と陰極」の違いは, 「電気化学」の再生リストをお待ちください。



出典:少年ジャンプNo25;「Dr. Stone」よりオンライン授業

35

35

---

---

---

---

---

---

---

---