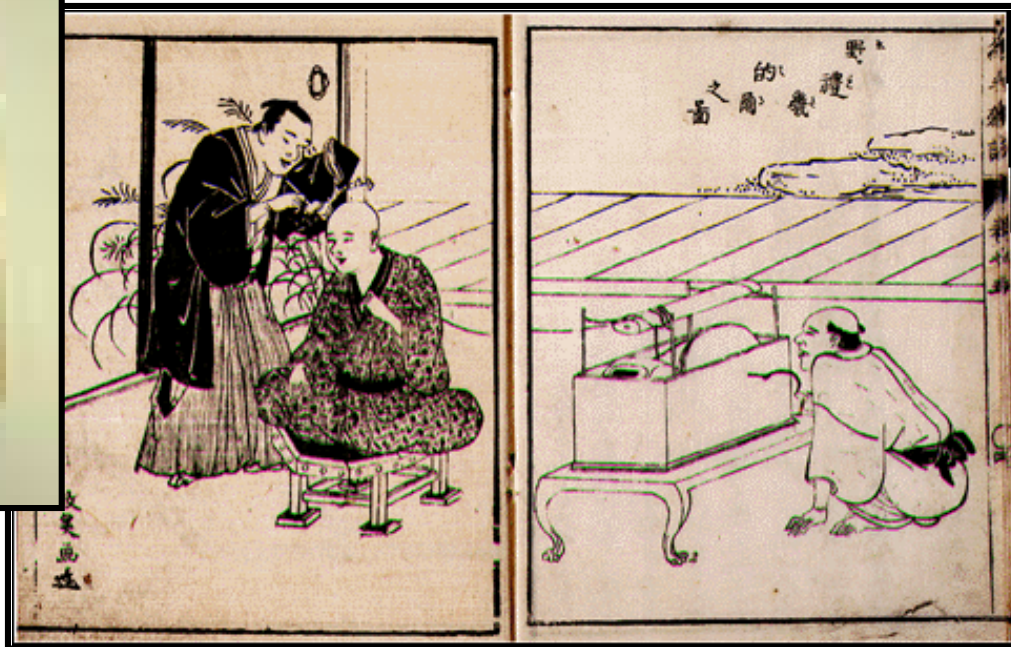


# 電気の科学の夜明け

## ■ 擦ると物体に宿る不思議な能力



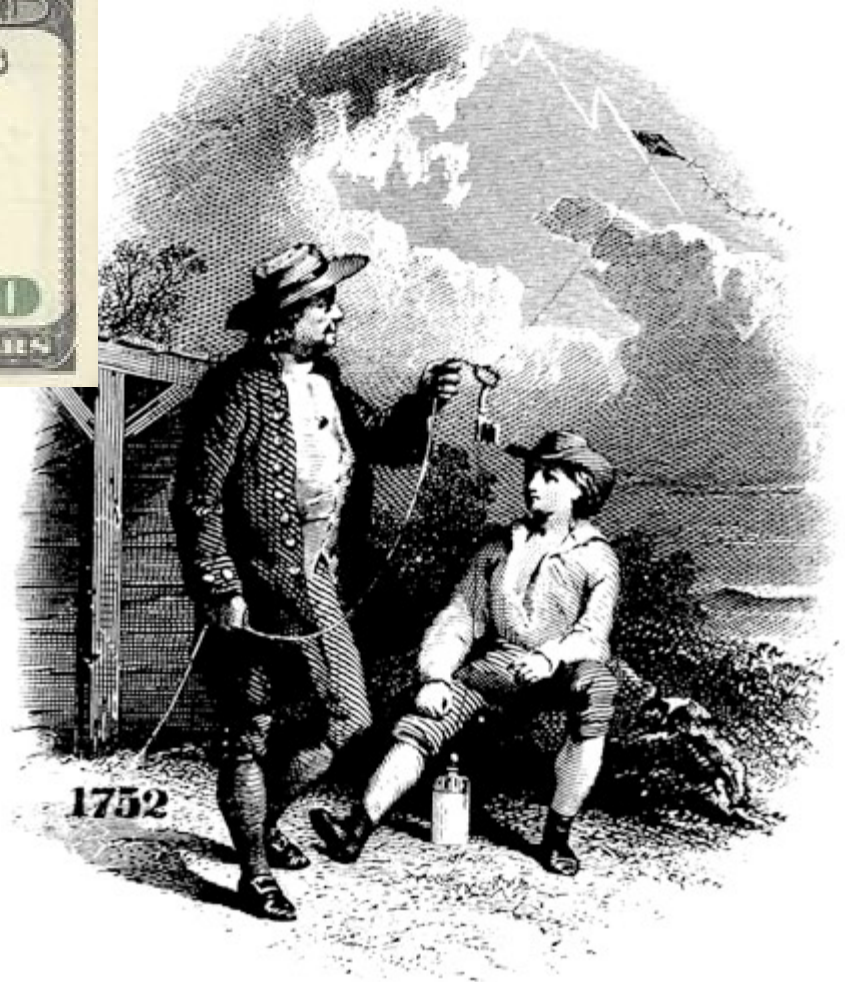
摩擦電気



# ベンジャミン・フランクリン



- 印刷、出版
- 発明
- 政治： アメリカ独立宣言
- 電気1流体説

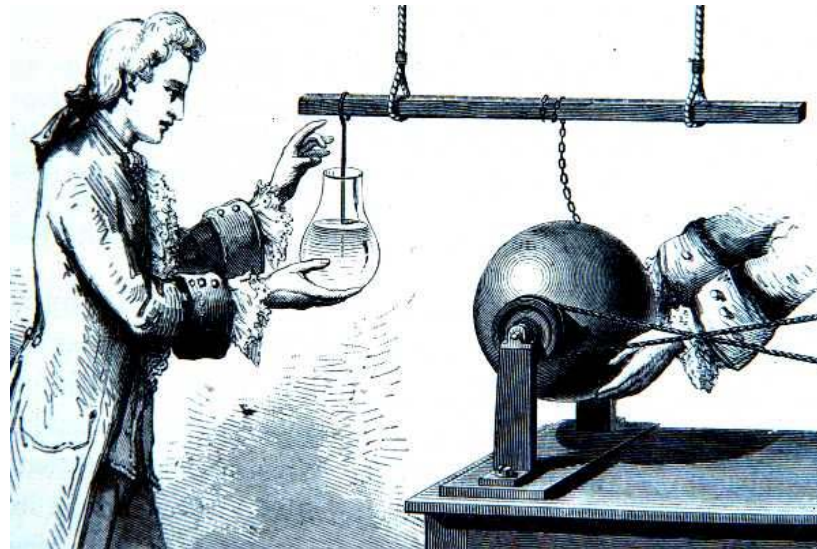
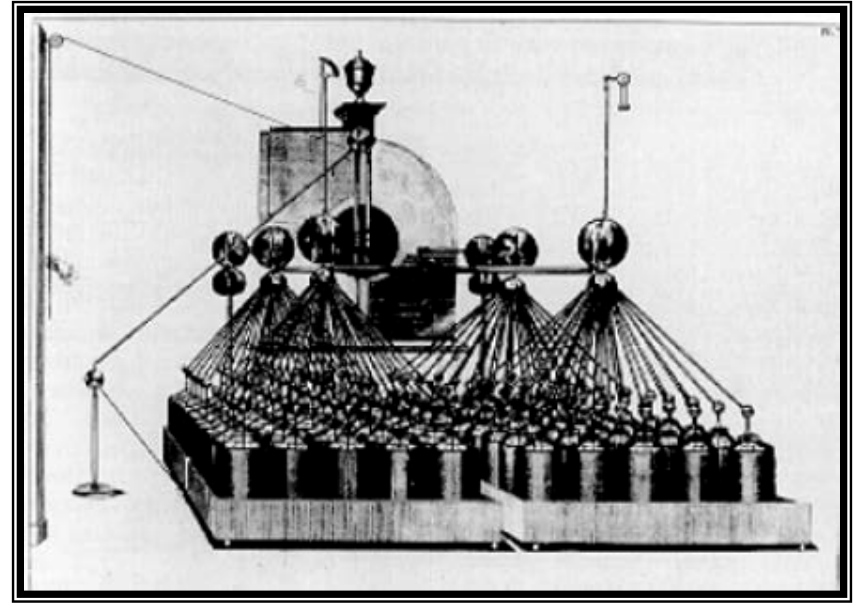
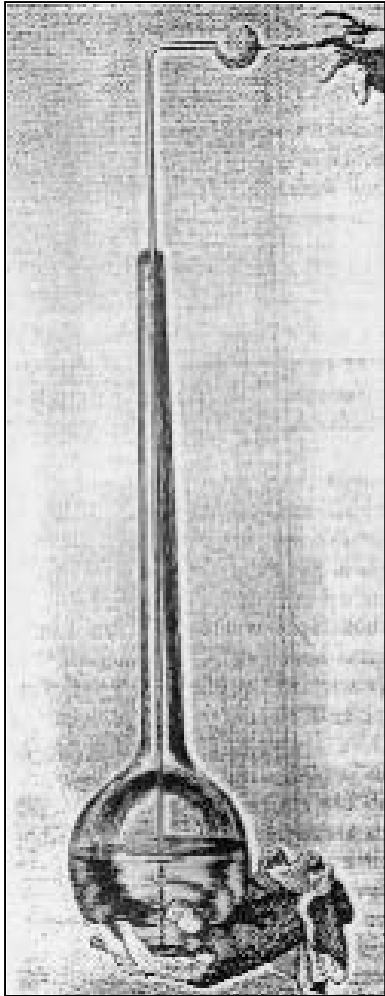


# 電気を溜める

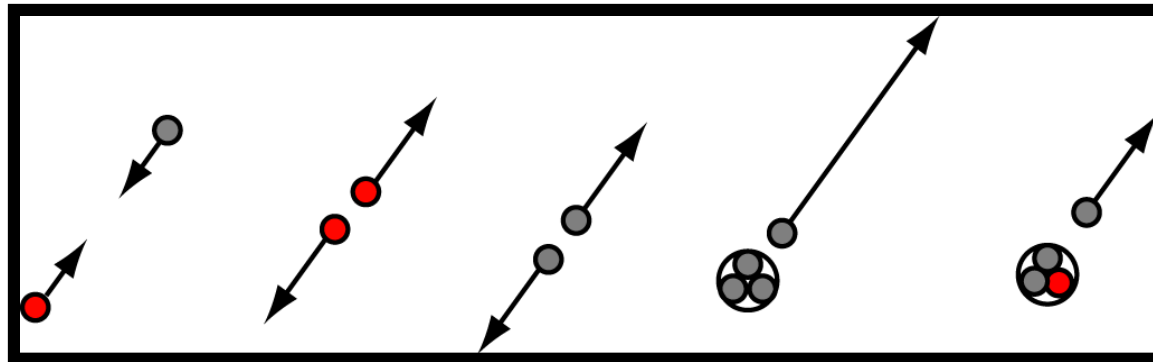
- ライデン瓶 (Leyden jar)
- 円柱コンデンサーの一種
- ガラス瓶の内外両面に金属箔を貼りコンデンサーを構成している
- 電気を正負にわけて蓄える



# ライデン瓶の発明



# 電気の「正」と「負」、電荷

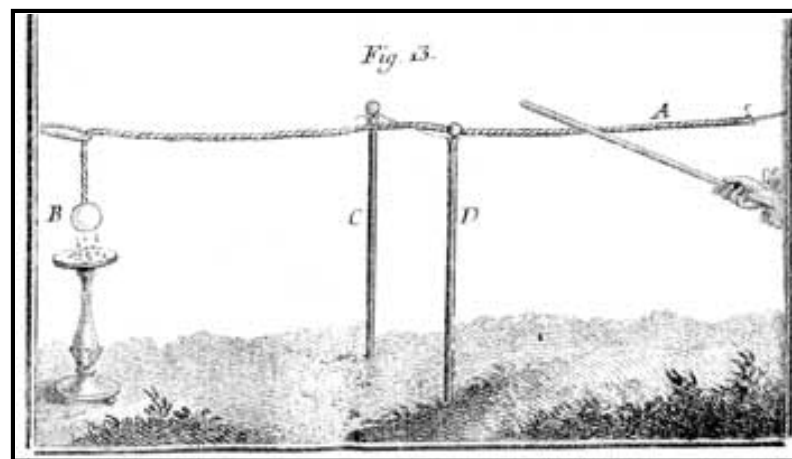
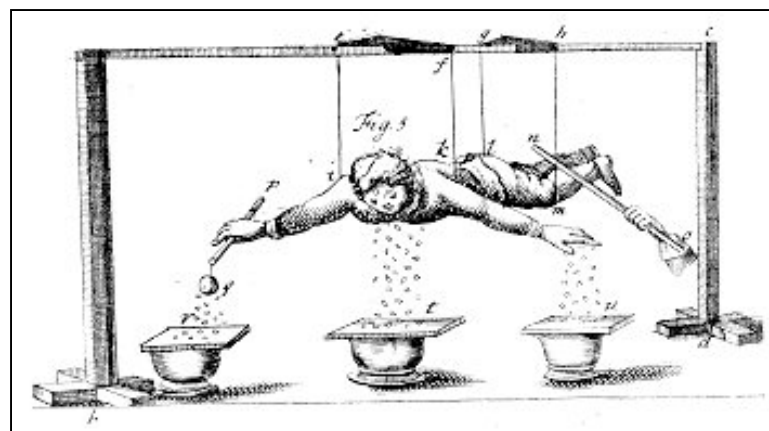


- 電気に符号は書いてない！フランクリンが「決めた」
- まさつ電気の反発力と引力
  - 「同種」と「異種」
  - 「同種」を集めると電気の効果が増す
  - 「同種」と「異種」を集めると効果が減る
  - 「同種」の量と「異種」の量を符号つきの数で表す
- 電荷：電気の量、電気現象の原因となるもの

# 電気の移動

## 導体、半導体、絶縁体

- 電気が物体を通して移動（フランクリン以前）
  - 絹（絶縁） vs 麻（導体）
- 電気の通しやすさ
  - 導体（金属が代表）
  - 半導体
  - 絶縁体（ガラスが代表）
  - 同じ物質でも状態による
    - 圧力、温度など

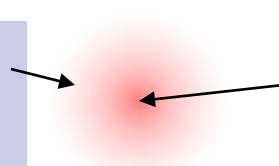


# 原子

## 原子核と電子、素電荷、荷電粒子

原子の大きさ：  
電子が運動する範囲  
 $\sim 10^{-10}\text{m}$

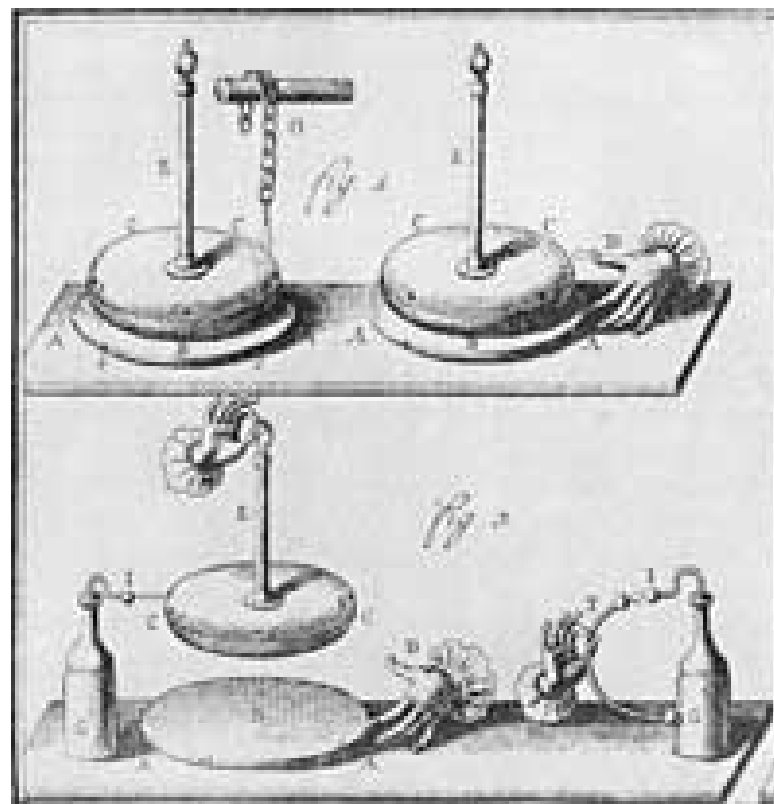
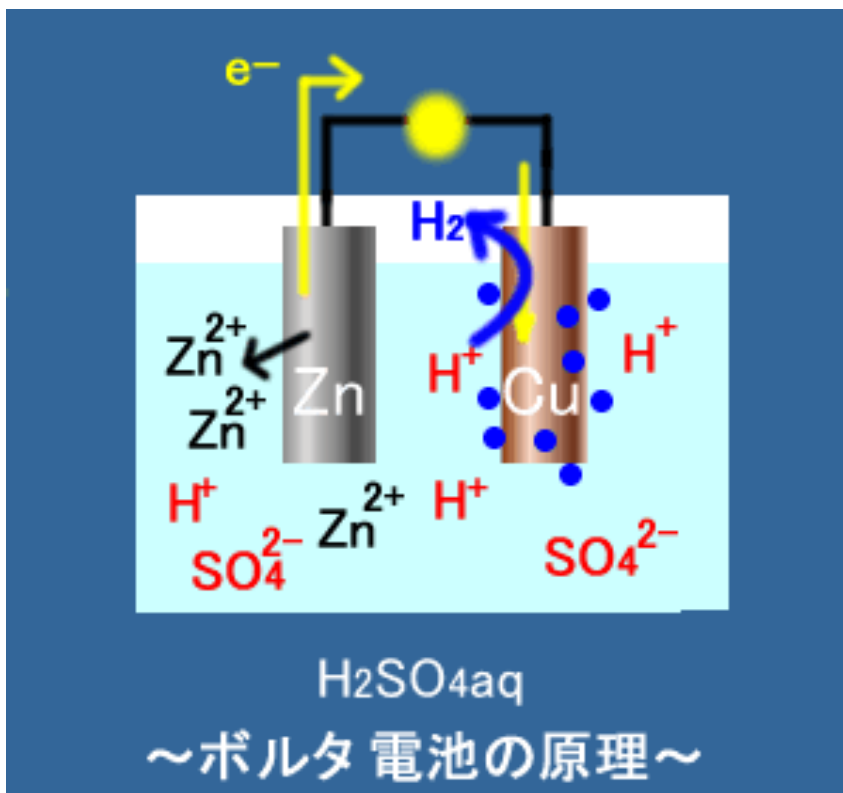
原子核の大きさ：  
 $\sim 10^{-14}\text{m}$



- 物質は原子から成る
  - 原子は電子(負電荷)と原子核(正電荷)から成る
  - 素電荷: 電子の電荷は負の素電荷
- 素電荷 約  $1.6 \times 10^{-19}$ クーロン
- 摩擦電気: 物質の間で電子が移動
- 荷電粒子: 電荷を持つ粒子を一般的に言う

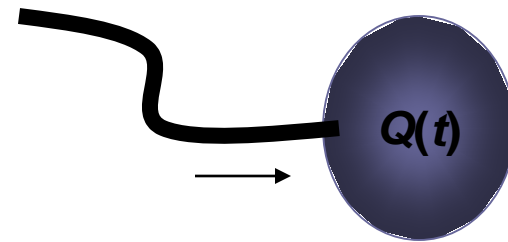
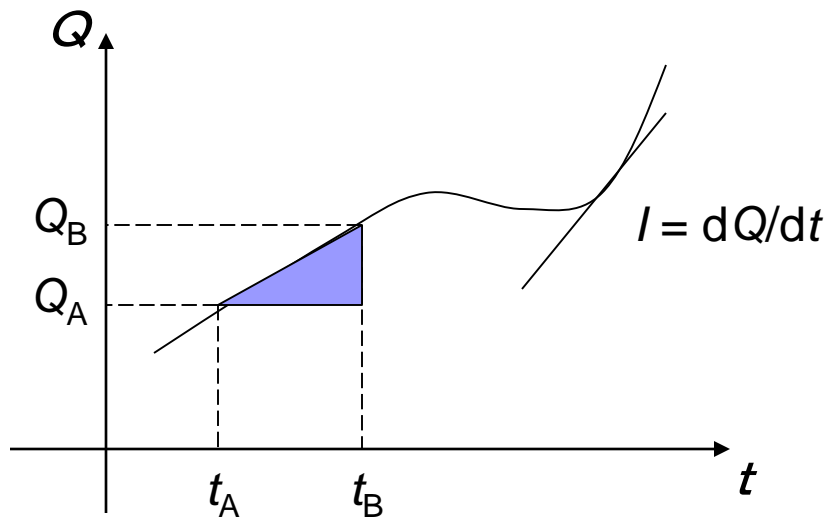
# 電池の発明

## ■ アレッサンドロ・ボルタ





# 電流と電荷



時刻:  $t_A \rightarrow t_B$   
電荷:  $Q(t_A) \rightarrow Q(t_B)$

電流:

$$I = \frac{\text{流れ込んだ電荷}}{\text{経過した時間}}$$

## ■ 変動する電流:

- $\Delta t \rightarrow 0$ の極限をとる
- 瞬時値

# 電流の向き

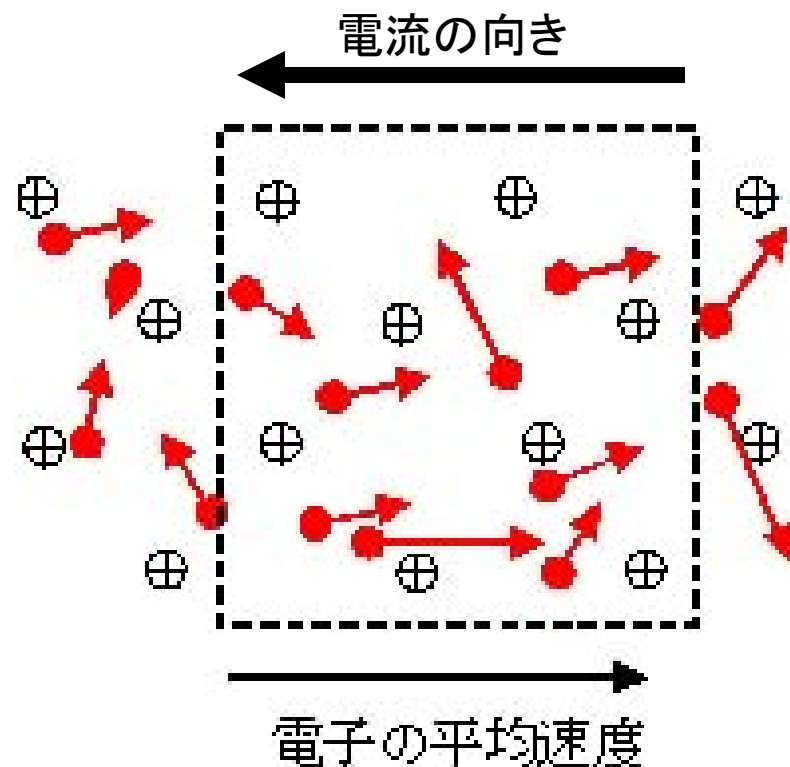
## 金属を流れる電流

### ■ 金属

- 原子核は移動しない
- 一部の電子が移動する
- 伝導電子、“自由”電子

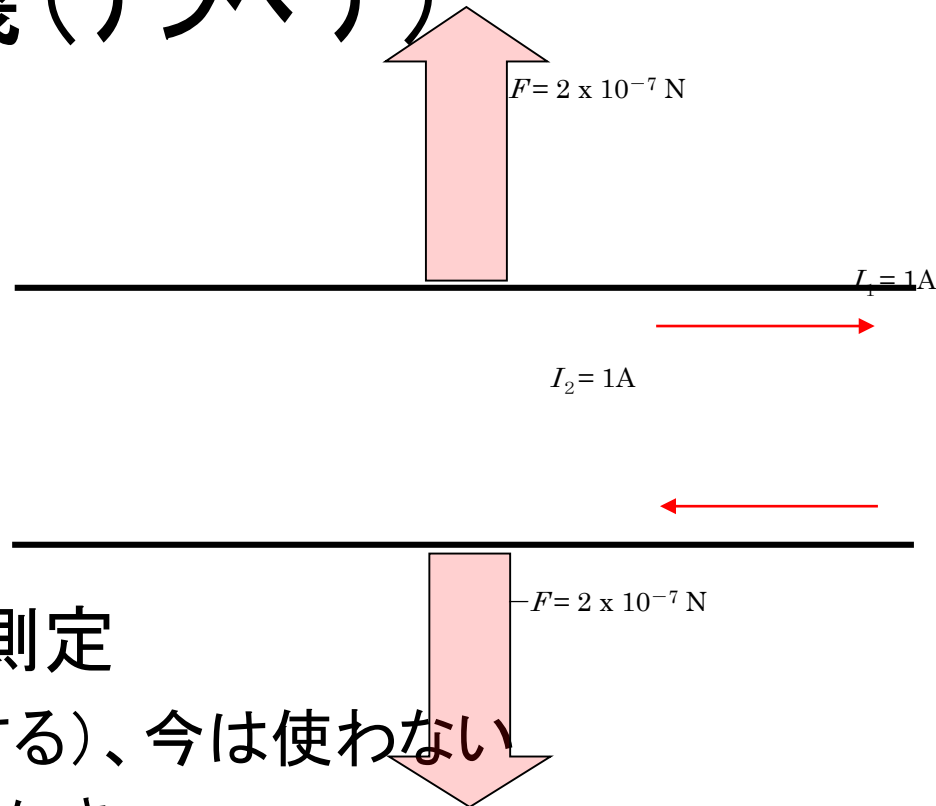
### ■ 電流の向き

- 正電荷が流れる向き
- 電子(負電荷)の流れと逆



# 電流の定義 (アンペア)

1A



## ■ 物理量の定義と測定

□ (電荷から定義する)、今は使わない

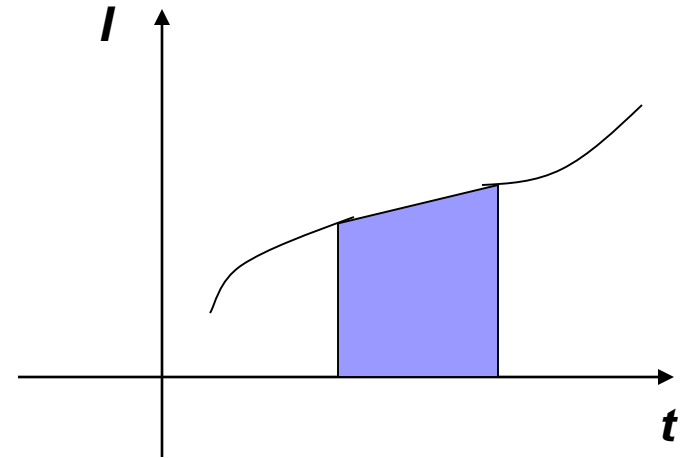
■ 電気分解、電気メッキ、

□ 2本の電流間に働く力

■ 直線の導線を1m離して2本並行に置き、同じ電流を流すとき、一方の導線の単位長さが受ける力の大きさを測る。

# 電荷の単位(クーロン)

$$1\text{C} = 1\text{A} \times 1\text{s}$$



## ■ 電流を一定時間積算する

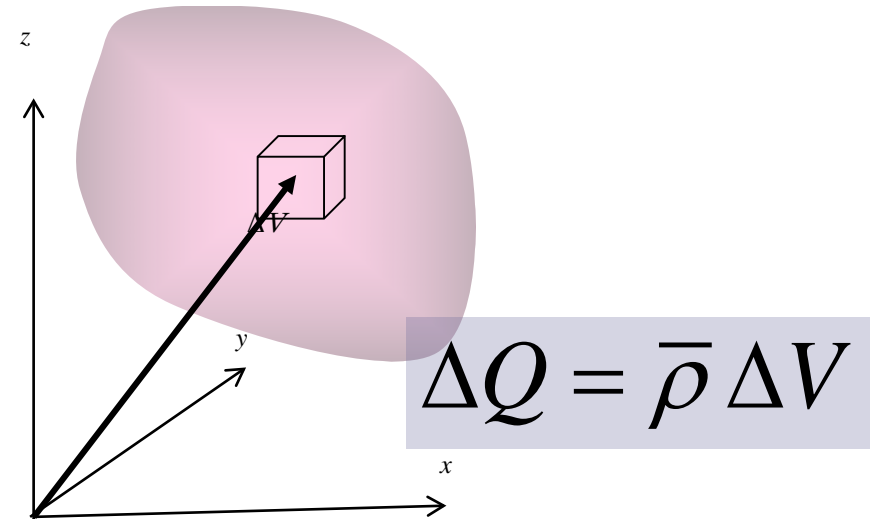
電流がいつも一定なら:  $\Delta Q = I \times \Delta t$

**時間的に変動する電流については、積分**

$$Q(t_2) - Q(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} \frac{dQ}{dt} dt = \int_{t_1}^{t_2} I(t) dt$$

# 空間的に広がった電荷

- 非常に小さな電荷(素電荷)が非常にたくさんあると、連続的な分布に見える。
  - 体積 $\Delta V$ 中の電荷 $\Delta Q$
  - 電荷密度  $\rho = \frac{\Delta Q}{\Delta V} \rightarrow \frac{dQ}{dV}$
- 連続に分布する量は実数の連続関数で表せる。



$$\rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta V} = \frac{dQ}{dV}$$