

# 基礎物理学 II

## (第1回) 静電場 (I)

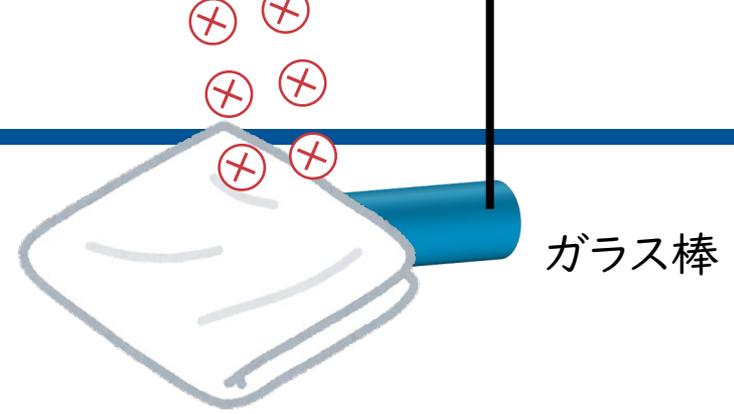
### 【今日の内容】

- 静電気力
- 電荷
- クーロンの法則

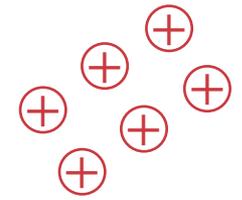
# 静電気力

2本のガラス棒を絹でこすって、近づけると反発力がはたらく

この反発力を 静電気力 (クーロン力) という



ガラス棒

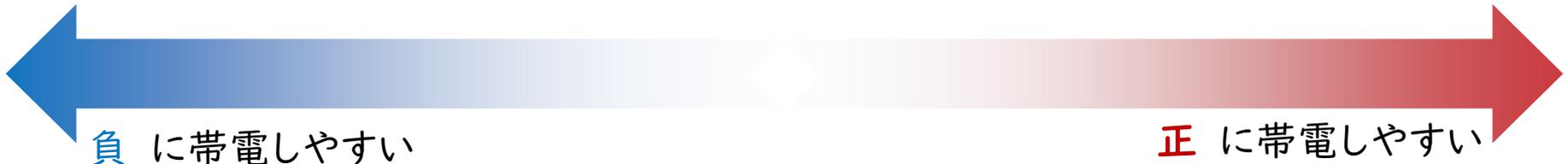


これはガラス棒の表面が 帯電 して、同じ 帯電状態 になることでその間に 斥力 がはたらくためである。

物質によっては正に帯電する物質もあるので、異なる帯電状態同士では 引力 がはたらく

力学との対応  
 静電気力 ↔ 万有引力

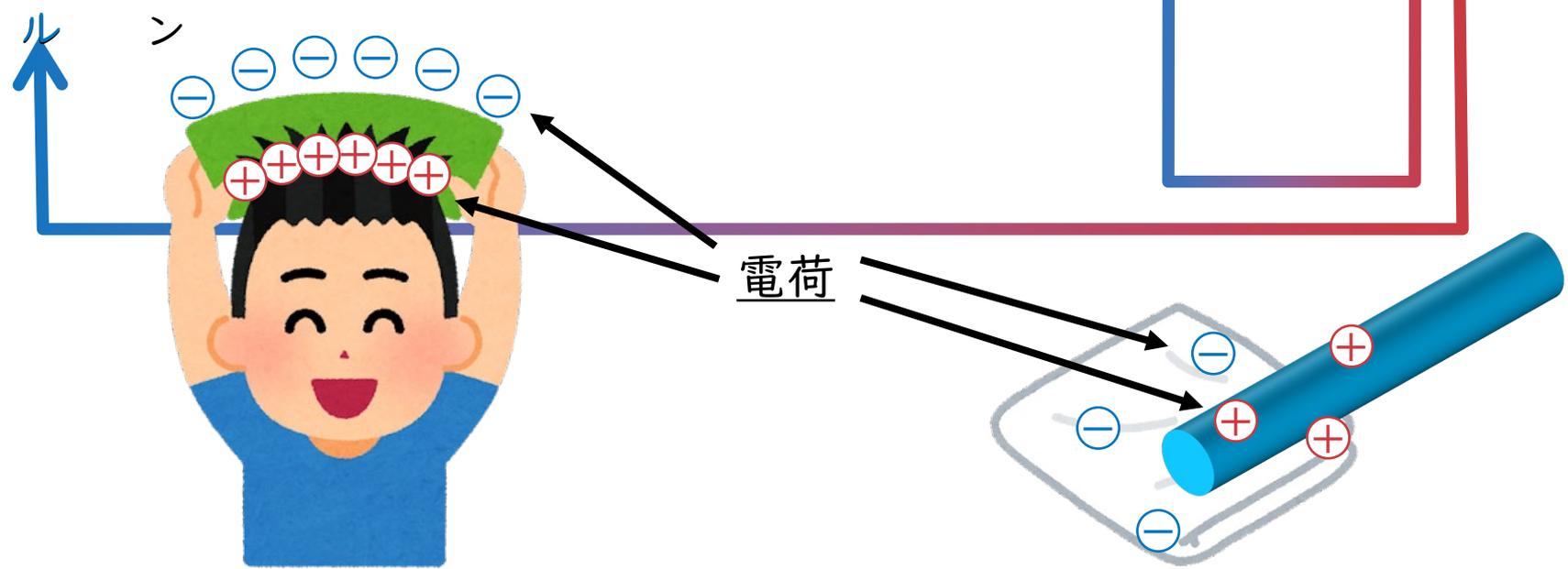
# 帯電系列と電荷



.....

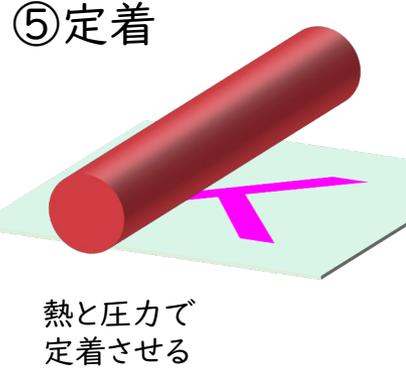
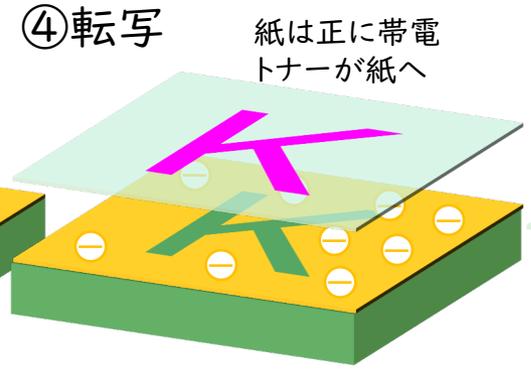
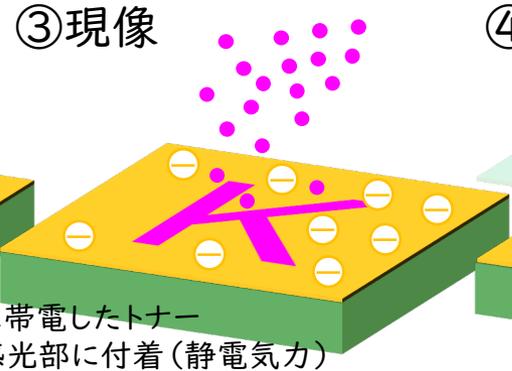
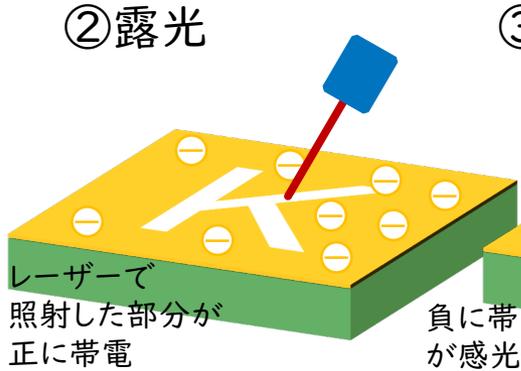
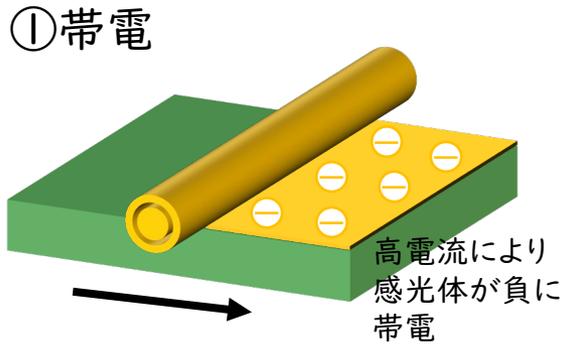
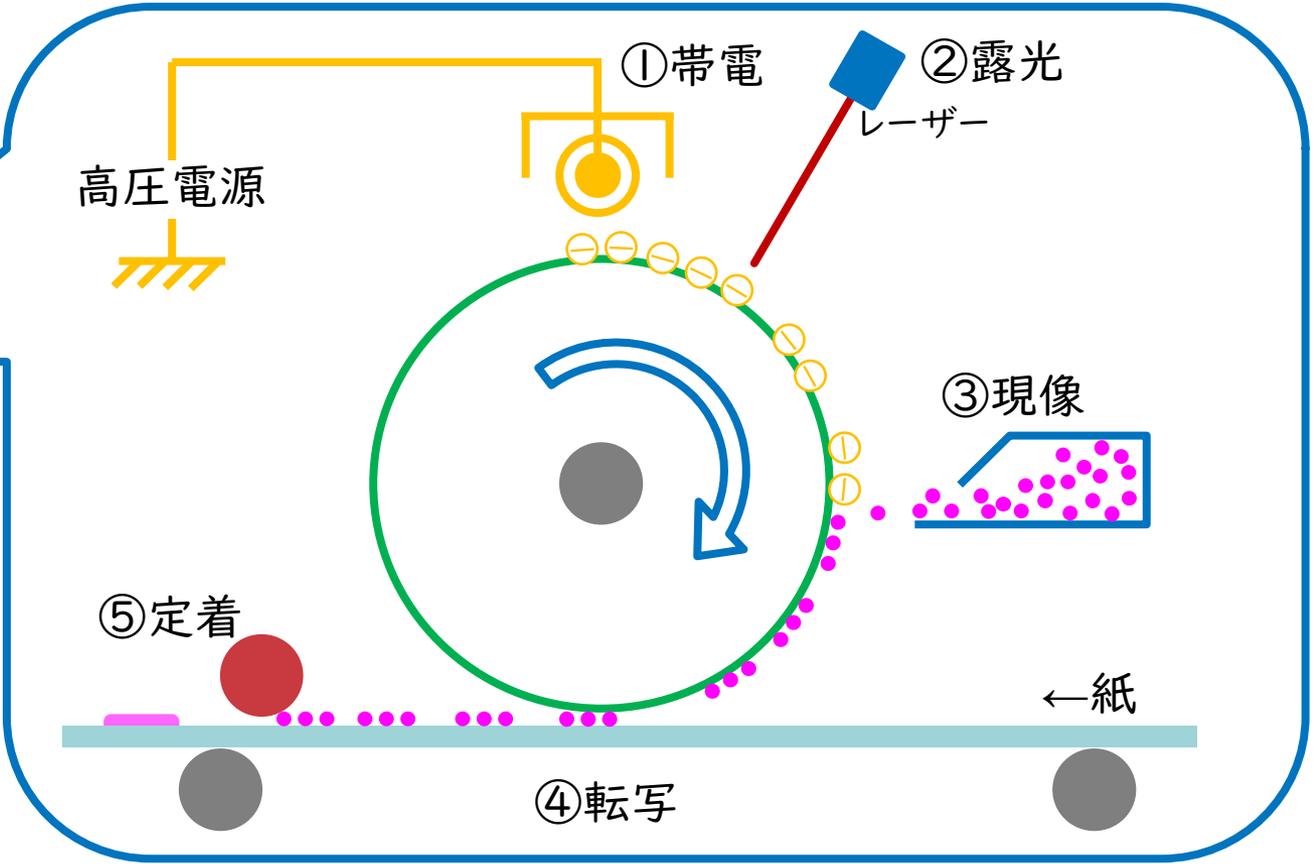
アシテポセポポアポポ白ポゴ金ニ銀銅鉄エ	ク紙ポアア	亜ガ人木麻木	絹鉛レナウ雲ガ人フ空
スリフリロリリクリリ金リム	ッ	ボロ	リルセ鉛ラの材綿
ベコロ塩フエプリエウ	ス	ケ	ナム
スニン化ァチロルスレ	チ	ル	イ
ト	ニンレピ	テタ	レ
	ニ	ンレ	ルン
	ン		

.....



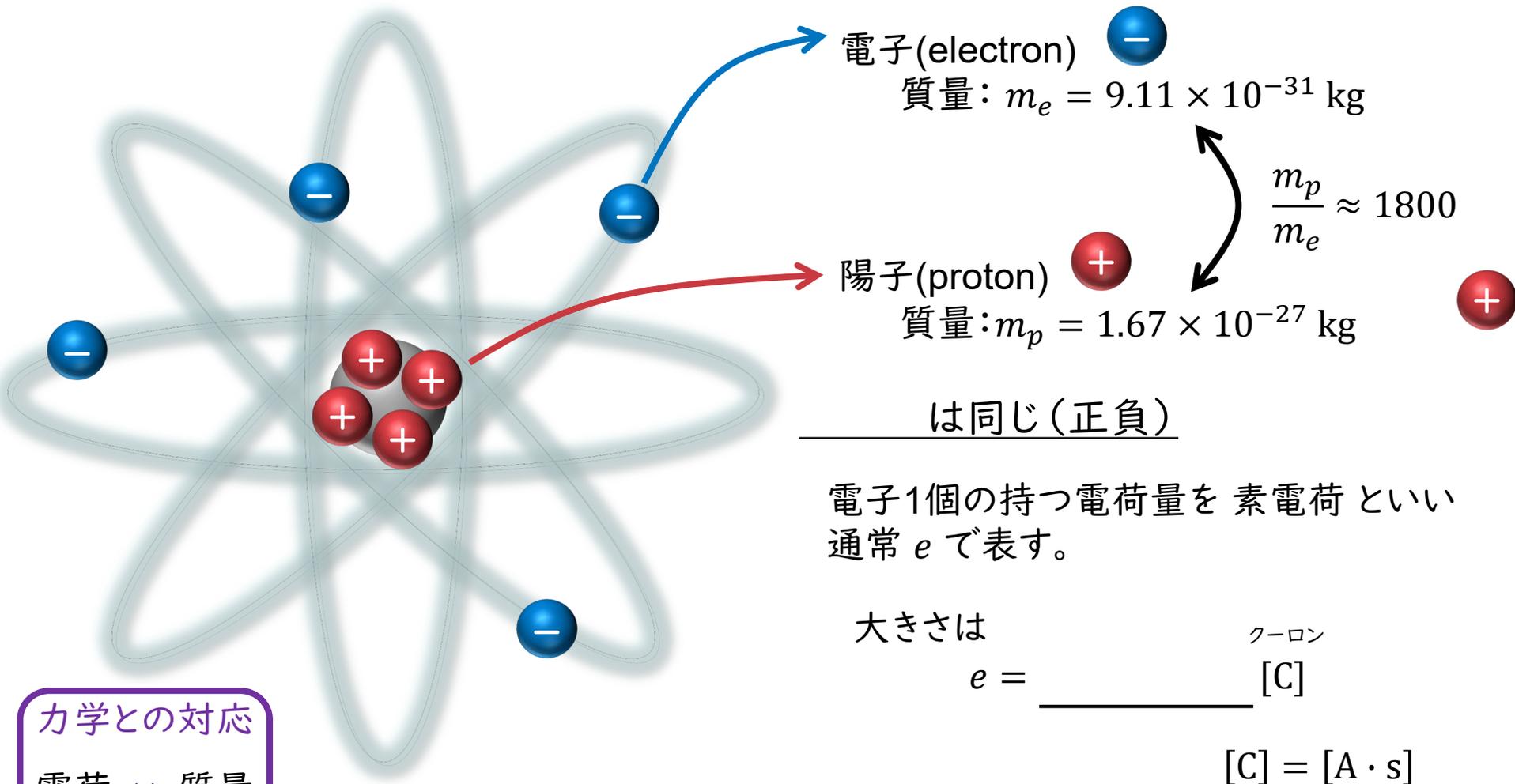
# 身近な静電気力 ~ゼログラフィ~

参考:富士フィルムHPより



# 電荷

(electric charge) 粒子や物体が帯びている電気の量  
電磁場から受ける作用の大きさを規定する物理量



力学との対応

電荷  $\leftrightarrow$  質量

±がある    +のみ

\_\_\_\_\_ ……大きさを無視した電荷を持つ理想粒子

# クーロンの法則

では、2つの電荷の間にはたらく力を考えてみよう

力学との対応

静電気力 - 万有引力

## クーロンの法則

「2つの電荷は互いに力を及ぼし合い、その大きさ  $F$ [N] は、それぞれの電荷量  $q_1$ [C],  $q_2$ [C] の積に比例し、物体間の距離  $r$ [m] の2乗に反比例する」



ここで  $k$  は \_\_\_\_\_ といい、

$$k \cong 9.0 \times 10^9 \text{ [N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2]$$

復習

## 万有引力の法則

「2つの物体は互いに引力を及ぼし合い、その大きさ  $F$ [N] は、それぞれの質量  $M$ [kg],  $m$ [kg] の積に比例し、物体間の距離  $r$ [m] の2乗に反比例する」

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

ここで  $G$  は万有引力定数といい、

$$G \cong 6.673 \times 10^{-11} \text{ [N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2]$$

# クーロンの法則

## クーロンの法則

「2つの電荷は互いに力を及ぼし合い、その大きさ  $F$  [N] は、それぞれの電荷量  $q_1$  [C],  $q_2$  [C] の積に比例し、物体間の距離  $r$  [m] の2乗に反比例する」

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

ここで  $k$  はクーロン定数といい、

$$k \cong 9.0 \times 10^9 \text{ [N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2]$$

クーロン定数は

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

と表すことが多い。

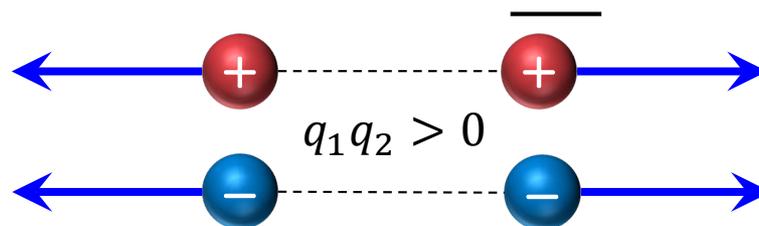
ここで  $\epsilon_0$  は \_\_\_\_\_ と呼ばれ、

である。  $\epsilon_0 \cong 8.85 \times 10^{-12} \text{ [C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)]$

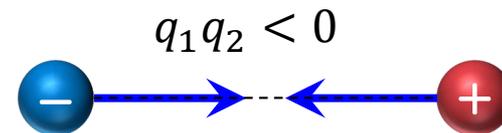
質点の場合は質量が+だけと考えるので、引力 ( $F > 0$ ) しかなかったが、

電荷の場合は、±両方あるので、

同じ符号の電荷の場合は \_\_\_\_\_ ( $F > 0$ )



異なる符号の電荷の場合は \_\_\_\_\_ ( $F < 0$ )



## クーロンの法則

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

# [例題1] クーロンの法則

水素原子の陽子と電子の間にはたらく静電気力(クーロン力)は何 N か。

電荷の絶対値はともに  $1.6 \times 10^{-19}$  [C]、距離は  $5.3 \times 10^{-11}$  [m] とする。

クーロンの法則  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$  より

$$F = (9.0 \times 10^9) \times \frac{(1.6 \times 10^{-19})^2}{(5.3 \times 10^{-11})^2} \quad \left[ \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{\text{C}^2}{\text{m}^2} \right]$$

$$= \left( \frac{9.0 \times 1.6^2}{5.3^2} \right) \times 10^{9+(-19) \times 2 - (-11) \times 2} \quad [\text{N}]$$

$$= 0.8202 \times 10^{-7} \quad [\text{N}]$$

$$= \underline{8.2 \times 10^{-8} \quad [\text{N}]}$$

$4.4 \times 10^{-40}$  倍!



ちなみに陽子と電子の間にはたらく重力は

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \quad \text{より} \quad F = (6.7 \times 10^{-11}) \times \frac{(9.1 \times 10^{-31}) \times (1.7 \times 10^{-27})}{(5.3 \times 10^{-11})^2} = 3.6 \times 10^{-47} [\text{N}]$$

# [演習1] クーロンの法則

$3.0 \times 10^{-8}$  [C]の正電荷をもった小球と、 $6.0 \times 10^{-8}$  [C]の負電荷をもった小球を  
9.0 cm 隔てておいたとき、小球間にはたらくクーロン力は引力か斥力か。  
また、その静電気力(クーロン力)は何 N か。