

物理 II

後期 第 2 回 電磁気
電場

教科書 p17-20

今日の内容

1. 電場とは？

電場をイメージする。

2. 電場の「場」とはどんなもの？

場にはいろいろある。電場はベクトル場。

3. 静電場

電場中に電荷が置かれると電荷には静電気力が働く。

4. 電場と静電気力

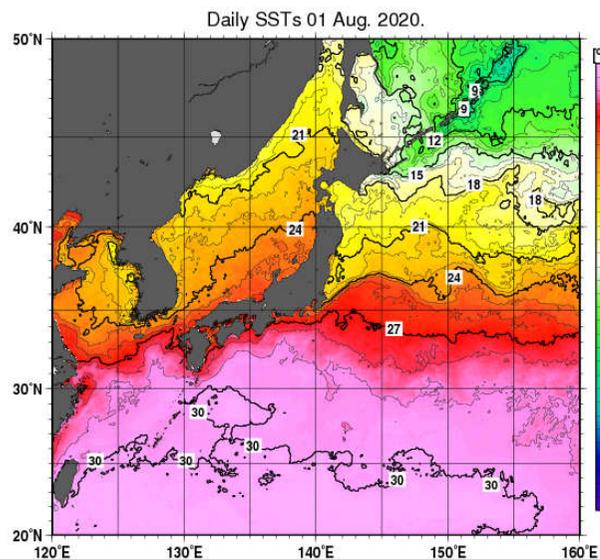
電場の定義式より、電場と電気力の関係を理解する。

5. クーロン力と電場

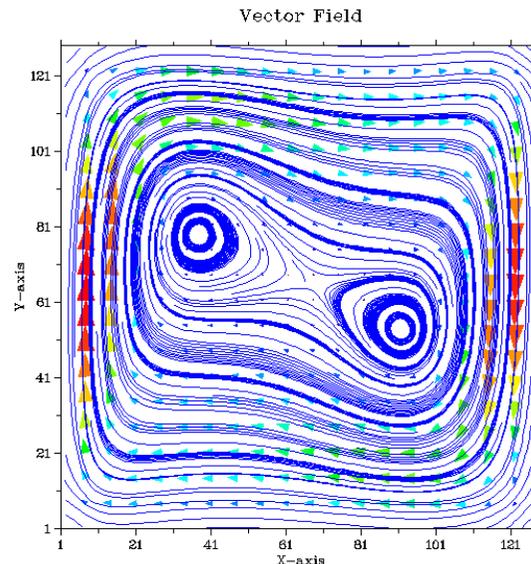
電荷は周りに電場を作り、その電場中に置かれた電荷に力を及ぼす。

電場の「場」とは何？

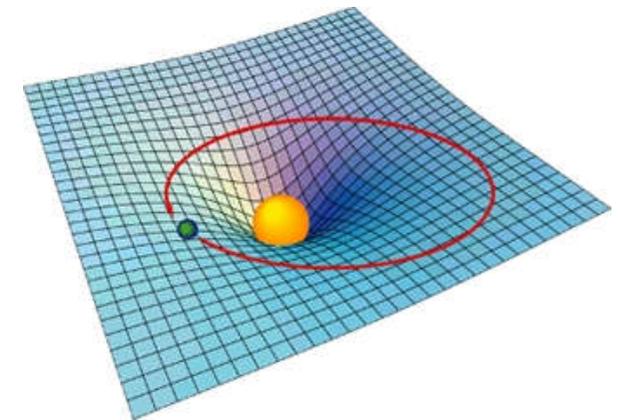
- ✓ 空間の各点での物理量の分布を場という。位置と時間を指定すれば、場の物理量の値が一意的に決定される。
- ✓ 物理量ごとに場がある：温度場，圧力場，速度場，重力場 …



気象庁 日別海面水温
(2020.8.1)

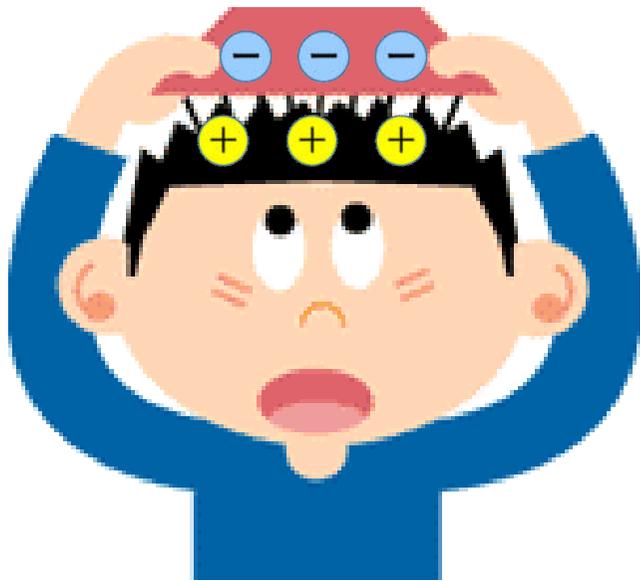


流体の速度場と流線

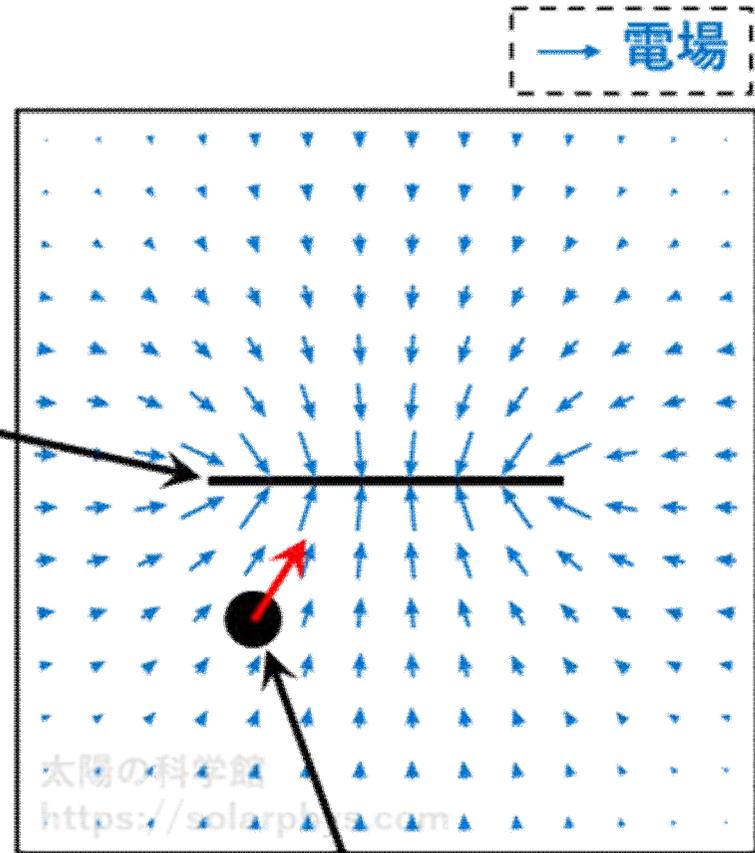


重力場

電場：「他の電荷に電気力を及ぼすような性質」をもった空間。



下敷き
(負に帯電)

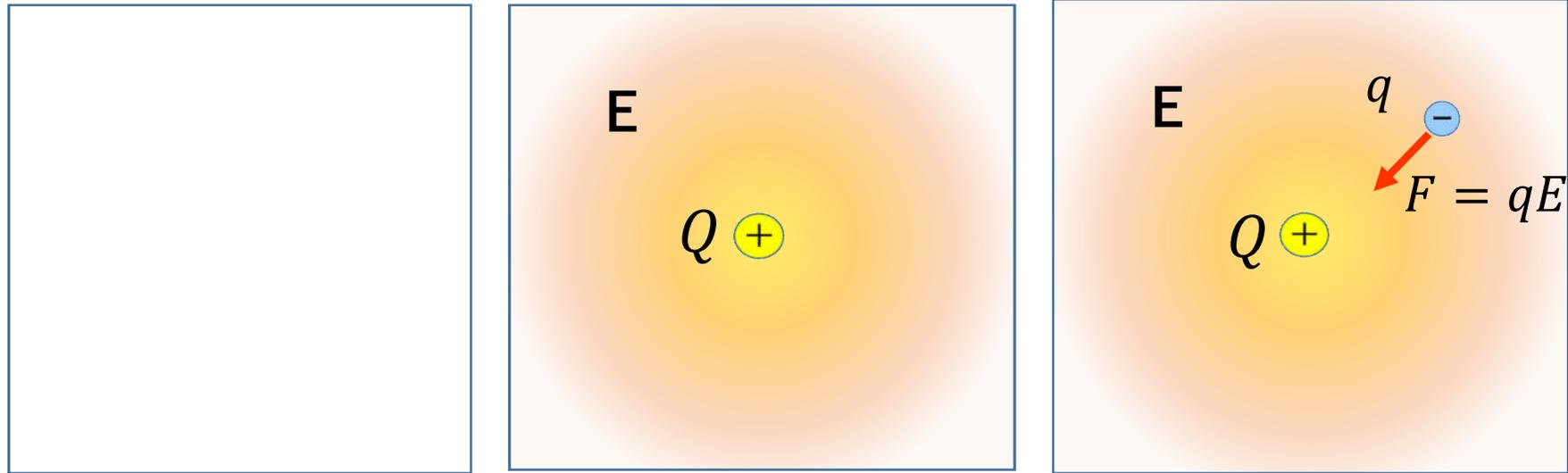


正に帯電した物質

下敷きを擦って負に帯電させたときの周りの電場の様子

電場とは？

電荷が電場を作り、電場が電荷に力を及ぼす。



(a) 何もない空間

(b) 電場が発生

(c) 近接作用

(b) 電荷 Q を置くとその周囲に電場が作られる。

(c) 電場中に別の電荷 q を置くと、電荷 q は電場 E から力 $F = qE$ を受ける。

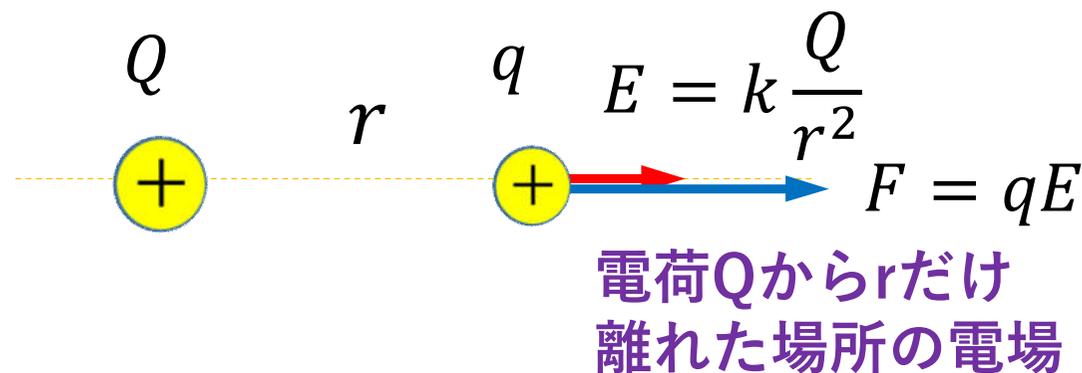
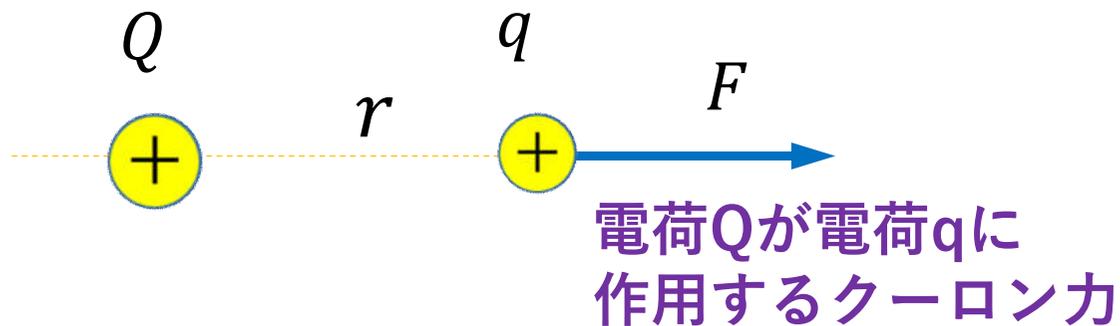
クーロン力

$$F = k \frac{Qq}{r^2}$$

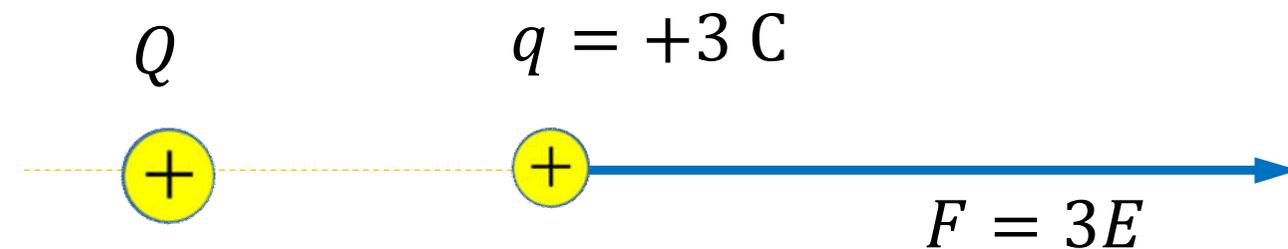
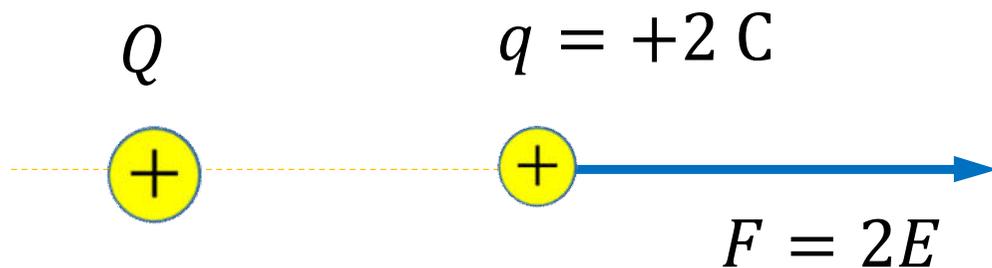
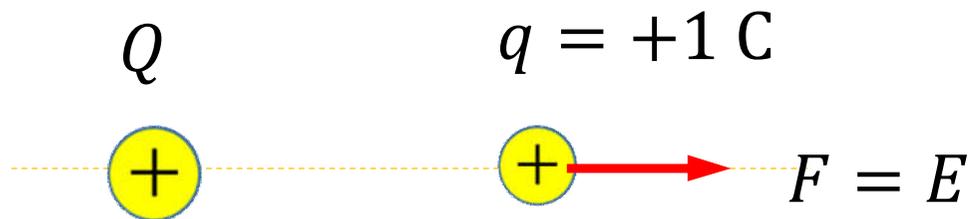
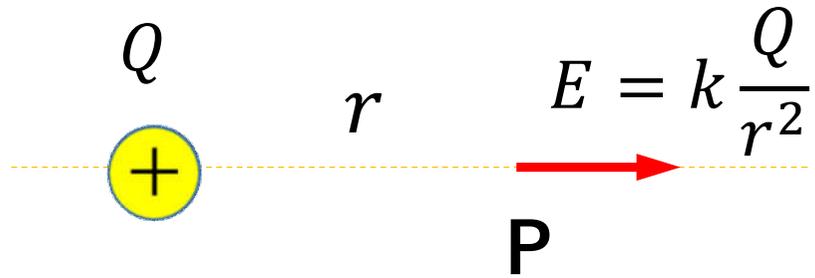
↓ 2つに分けると…

$$F = qE$$

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

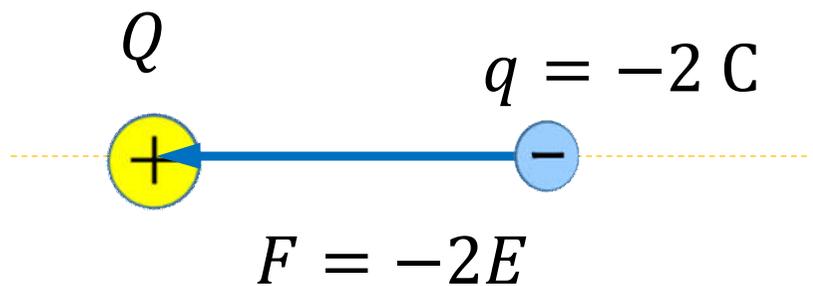
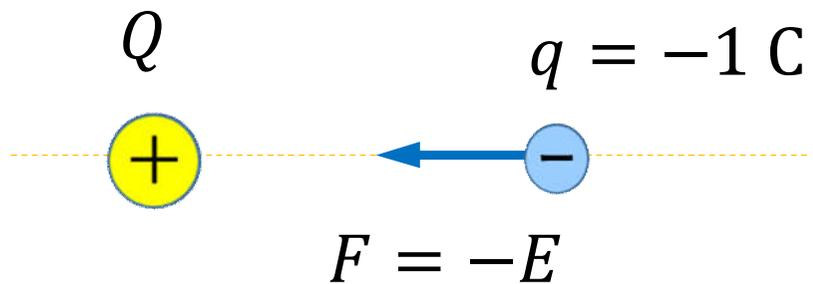
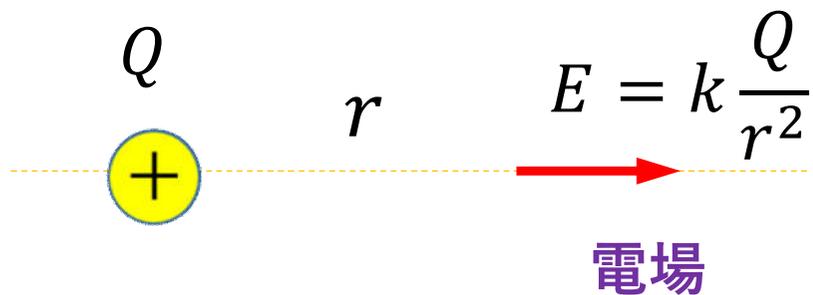


P点の電場



✓ P点に+1Cの電荷を置いたとき、電荷に働くクーロン力は電場に等しい。(電場の定義)

✓ q を2倍、3倍にすると、 F の大きさも2倍、3倍になる。



✓ 正電荷は電場と同じ向き、
 負電荷は電場と反対向きの
 クーロン力を受ける

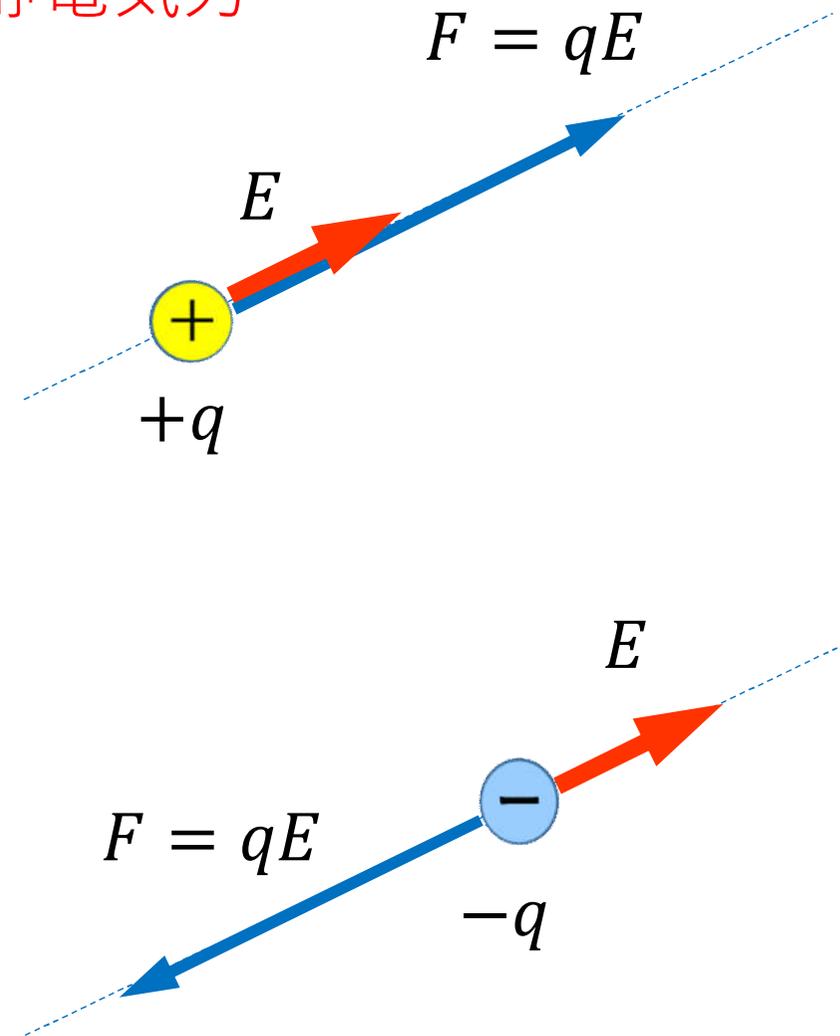
クーロンの法則
 正電荷 Q と負電荷 q は引力を及ぼし合う

電場と静電気力

電場中に置かれた電荷が受ける静電気力

- ✓ 正電荷は電場と同じ向きの静電気力を受ける
- ✓ 負電荷は電場と反対向きの静電気力を受ける
- ✓ 電場が電荷 q 電場におよぼす静電気力は電気量 q に比例する。

q を2倍 F の大きさも2倍



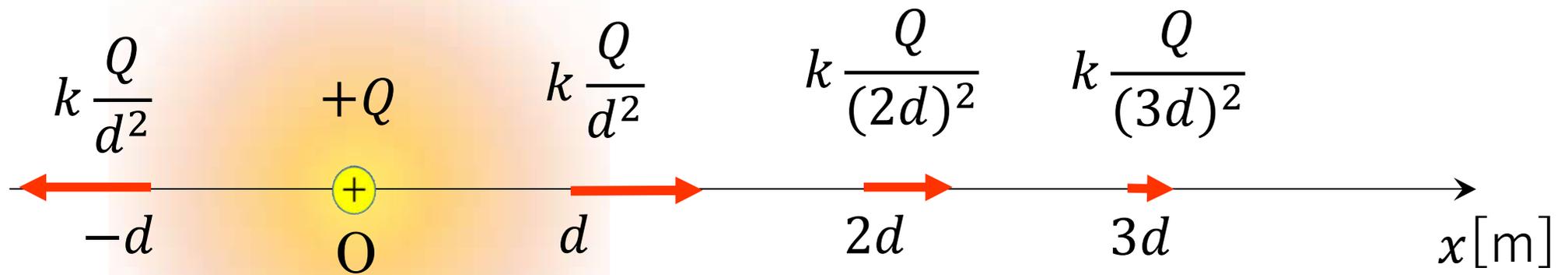
例題1を解きましょう

電荷の周りの電場

原点にある**正電荷**のつくる電場

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

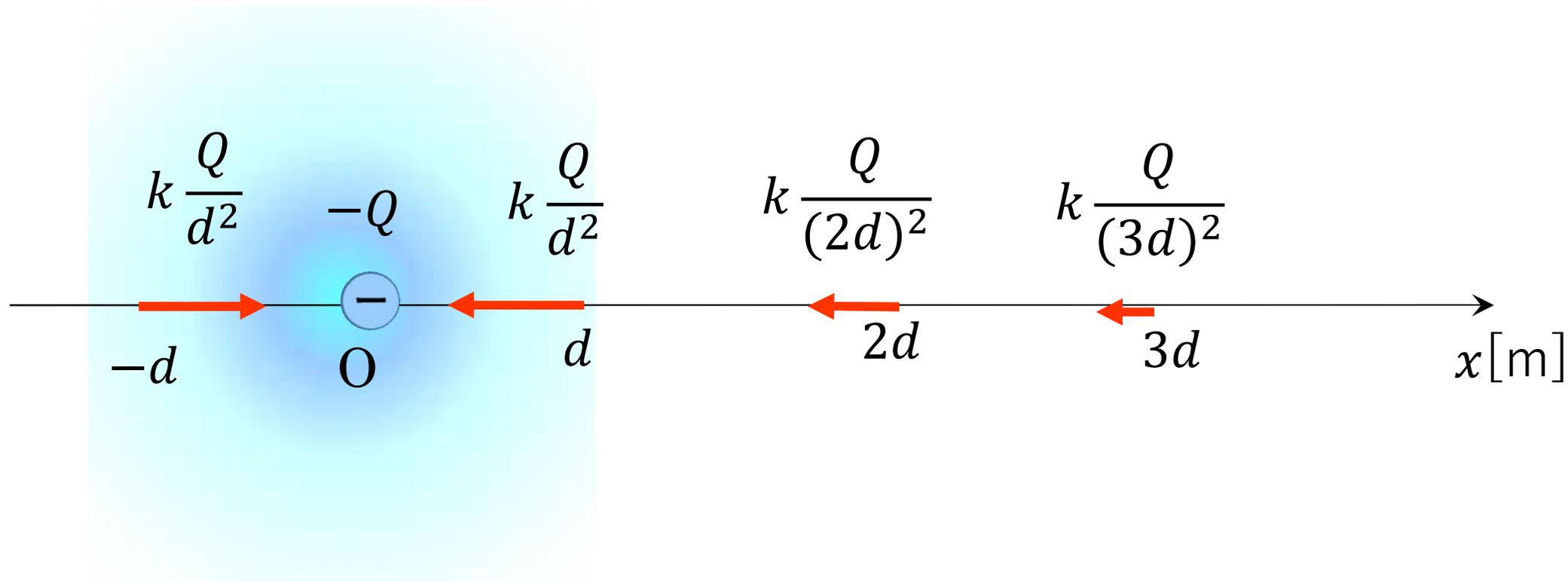
x 軸上のある点の電場



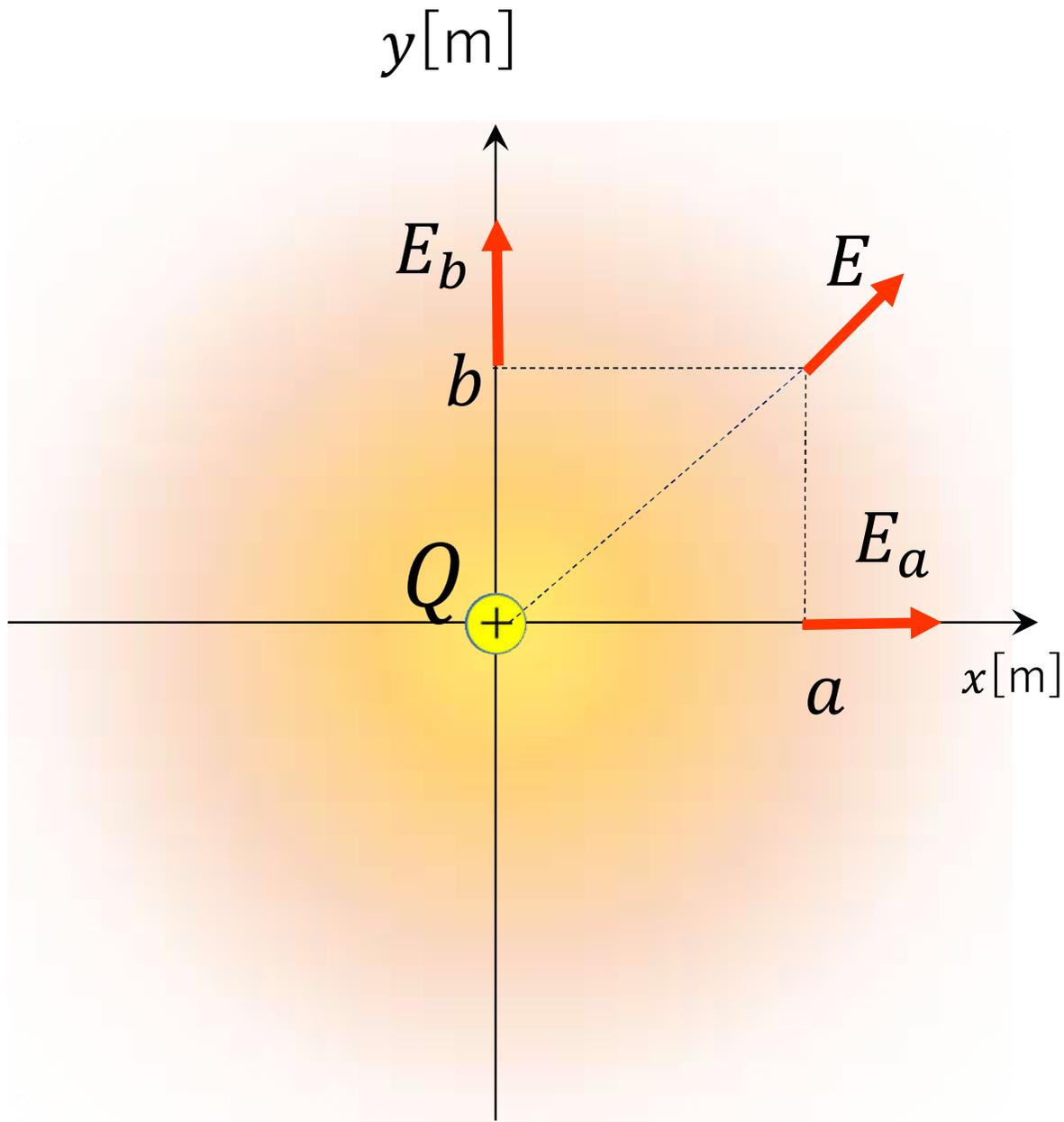
例) 1.0×10^{-6} Cの電荷から
1.0 m離れた点での
電場の強さは

$$E = k \frac{Q}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \frac{1.0 \times 10^{-6}}{(1.0)^2} = 9.0 \times 10^3 \text{ N/C}$$

原点にある**負電荷**のつくる電場



例題 2 を解きましょう



x軸上の点 $(a, 0)$ での電場

$$E_a = k \frac{Q}{a^2}$$

y軸上の点 $(0, b)$ での電場

$$E_b = k \frac{Q}{b^2}$$

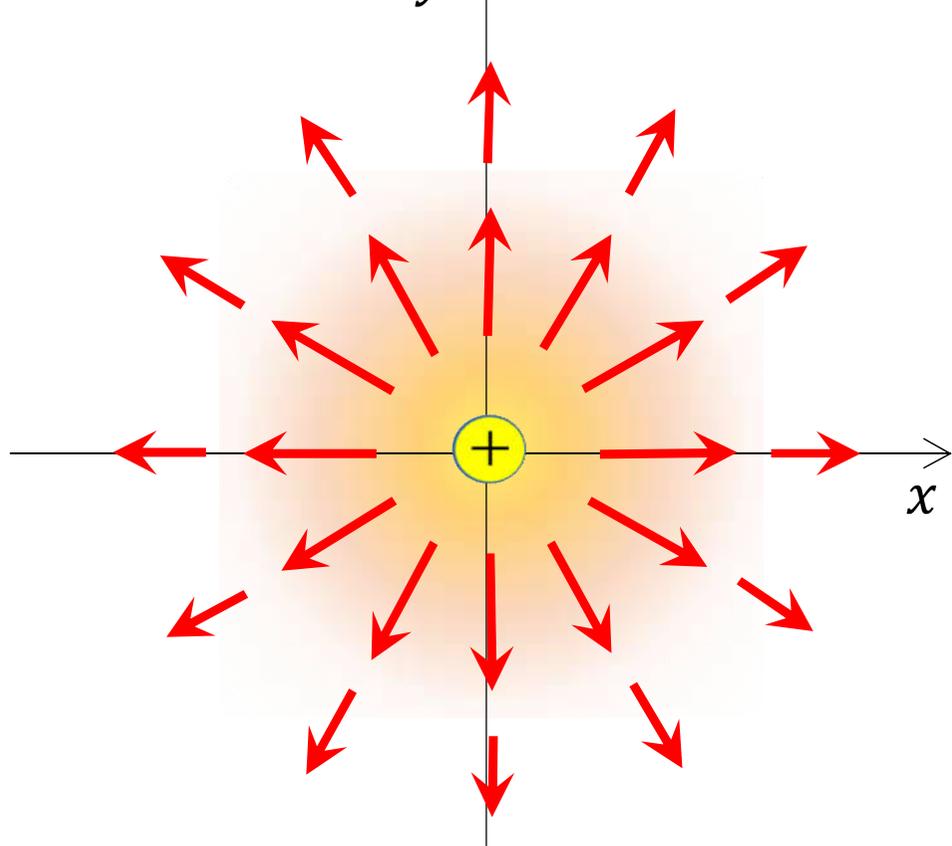
点 (a, b) での電場

距離 $r = \sqrt{a^2 + b^2}$ より

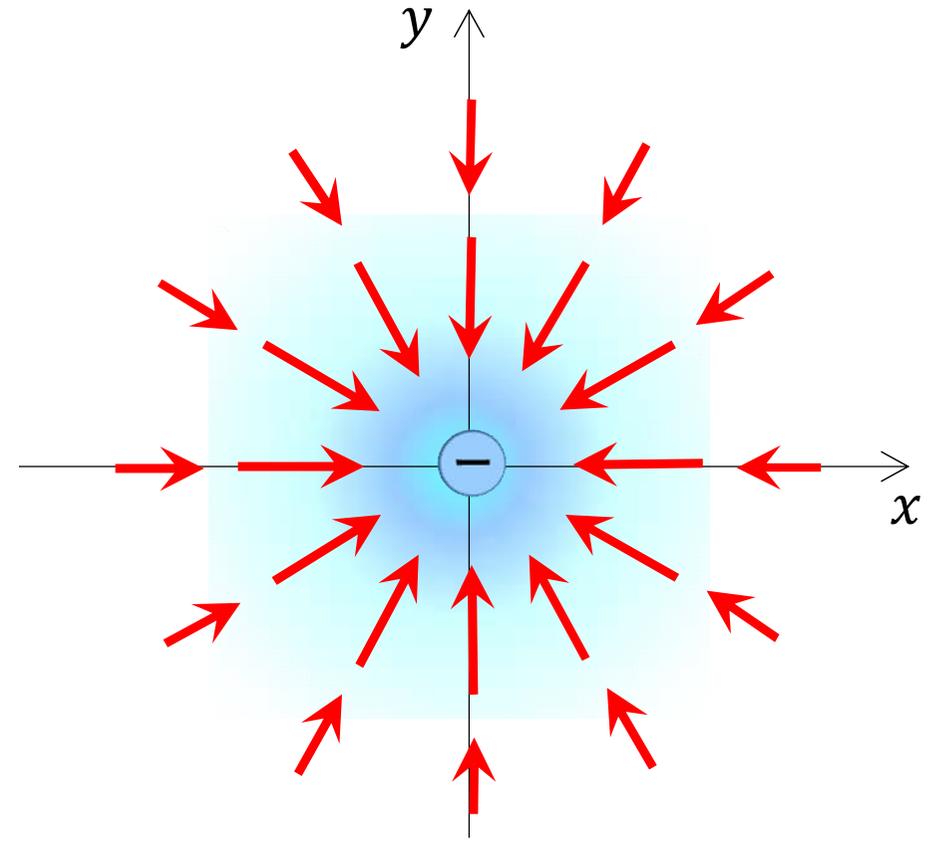
$$E = k \frac{Q}{a^2 + b^2}$$

例題3を解きましょう

$Q > 0$ の場合



$Q < 0$ の場合



電場シミュレーション

- ✓ 正電荷の作る電場は放射状に広がる
- ✓ 負電荷の作る電場は自身に収束する
- ✓ 電場の強さは距離の2乗に反比例して減衰する