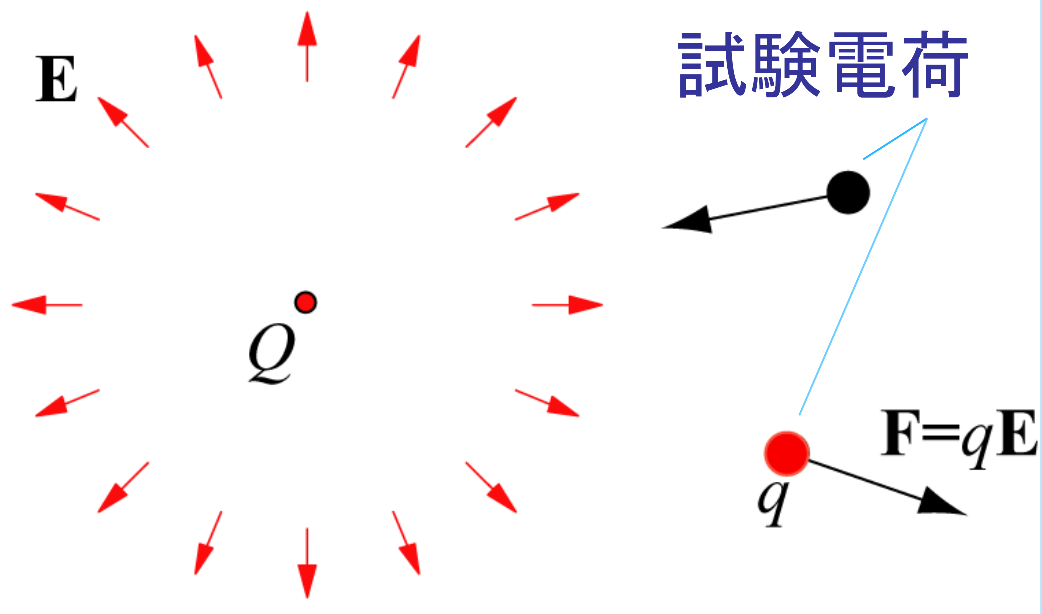
静電場ベクトル

- 空間の電気的性質
- 近接作用 vs 遠隔作用



$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}(\vec{r})}{q}$$

電場の向きはqによらず一定.
電場の大きさはqによらず一定.
→ 電場は空間の性質

$$\vec{E}(\vec{r}) = \frac{\vec{F}(\vec{r})}{q} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\left(\frac{\vec{r}}{r}\right)$$

電場の単位

N/C = V/m

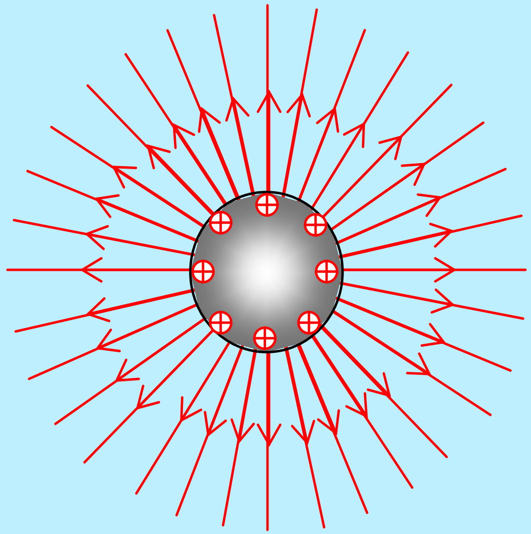
静止した電荷分布がつくる静電場

- 重ね合わせの原理

$$\vec{E}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_{j=1\cdots N}\frac{Q_j}{|\vec{r}-\vec{r}_j|^2}\frac{\vec{r}-\vec{r}_j}{|\vec{r}-\vec{r}_j|}$$

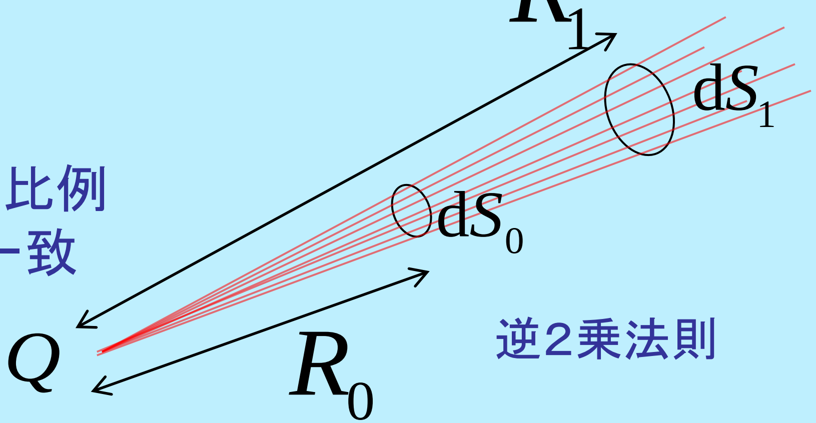
$$\vec{E}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\iiint_V\frac{\rho(\vec{r}')}{|\vec{r}-\overrightarrow{r'}|^2}\frac{\vec{r}-\overrightarrow{r'}}{|\vec{r}-\overrightarrow{r'}|}dV'$$

電気力線



- 電場の可視的表現(仮想)

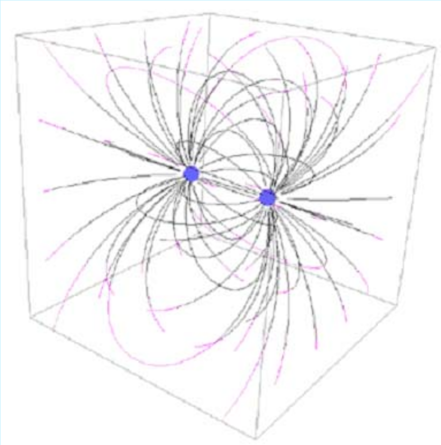
性質
- 電荷から出る･入る
  - 電荷に比例した本数
  - 正電荷(出る)負電荷(入る)
- **終端は電荷だけ→逆2乗則**



電場との関係
- 密度(本数/断面積)が電場に比例
- 接線の向きが電場の向きに一致

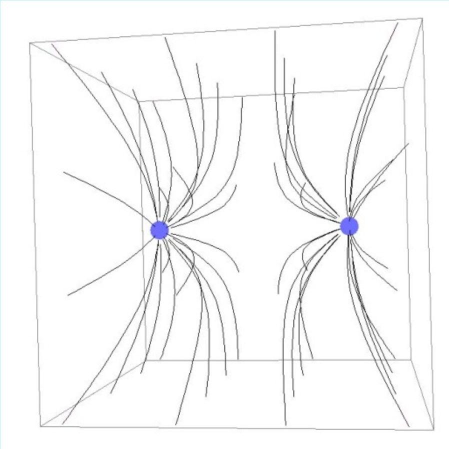
電気力線とクーロン力
- 各力線は縮もうとする
- 隣り合う力線は反発する

2個の点電荷による電気力線

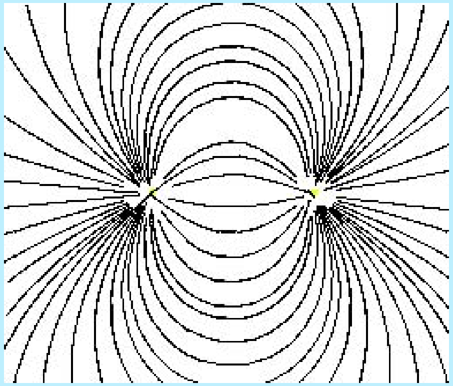


異種の電荷

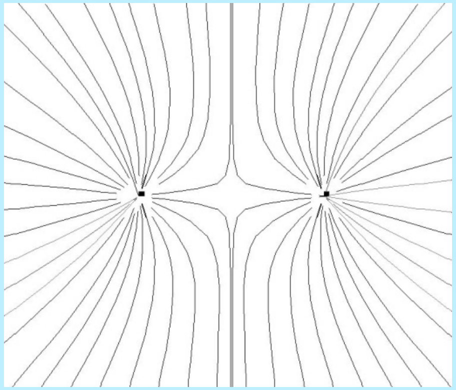
3D



同種の電荷

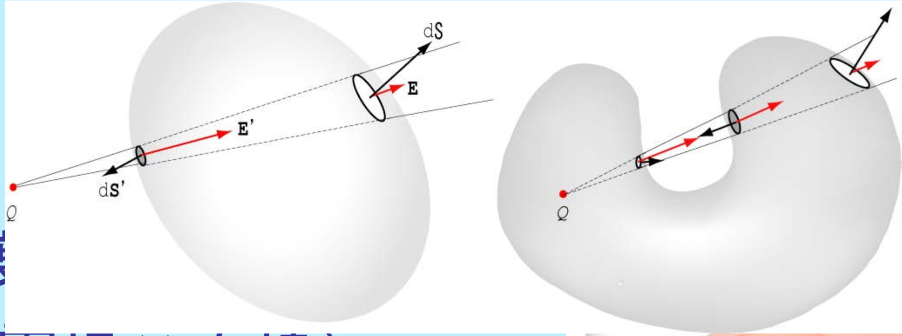


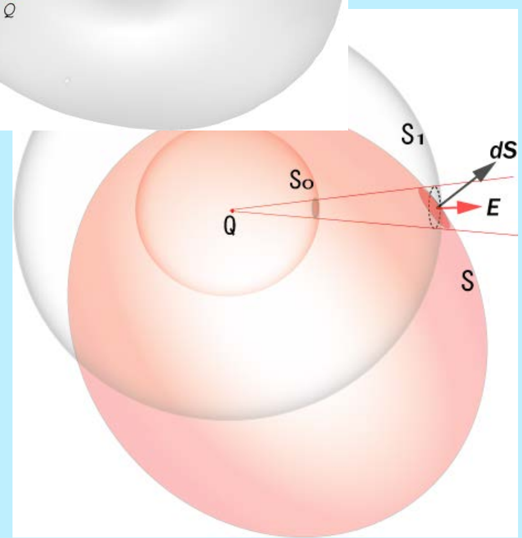
断面



電気力線の本数を数える

- 閉曲面
  - 通過する電気力線の本数
  - 内部の電荷
  - 外部の電荷
- 面を通過する本
  - 電気力線の密度
  - 電場を面積分(電場×面積)





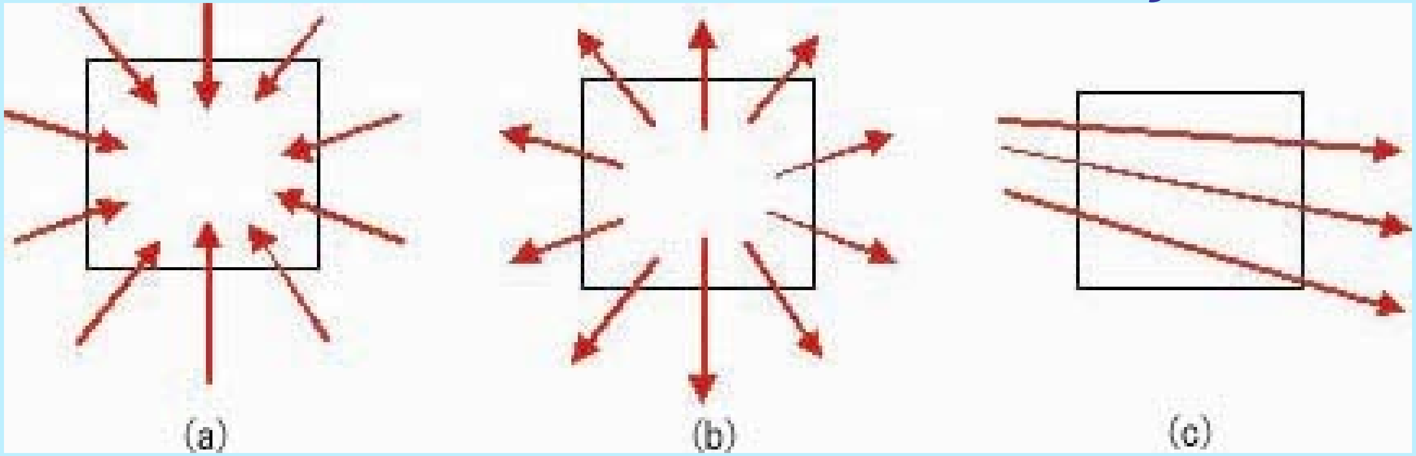
第3回　ガウスの発散定理

発散、ダイバージェンス

$$\iint_S \vec{j}\cdot d\vec{S} = \iiint \left(\frac{\partial j_x}{\partial x}+\frac{\partial j_y}{\partial y}+\frac{\partial j_z}{\partial z}\right) dV = \iiint_V \nabla\cdot\vec{j}\,dV$$

$$\mathrm{div}\ \vec{j} = \nabla\cdot\vec{j} = \frac{\partial j_x}{\partial x}+\frac{\partial j_y}{\partial y}+\frac{\partial j_z}{\partial z}$$

$\nabla\cdot\vec{j} < 0$　　$\nabla\cdot\vec{j} > 0$　　$\nabla\cdot\vec{j} = 0$



ガウスの法則
空間の電気的性質を決める法則

- 1個の点電荷を原点におく

$$\iint_S \vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\iint_S \frac{\vec{r}}{r^3} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{4\pi R^2\varepsilon_0} \times 4\pi R^2 = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

- どんな電荷分布でも

$$\iint_S \vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\varepsilon_0}\iiint_V \rho(\vec{r})dV = \frac{1}{\varepsilon_0} \times (\text{内部の総電荷})$$

- 電荷がない真空中では

$$\iint_S \vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{S} = 0$$

$$\boxed{\nabla \cdot \vec{E} = \frac{1}{\varepsilon_0}\rho}$$