付　録

[A] ガウスの法則とそれを用いるいくつかの例

ガウスの法則

ガウスの法則はクーロンの法則を一般化したものであり，次のように言い表すことができる。

ある面の単位面積を垂直に貫く電気力線の数を，その面に垂直な電場の強さに等しいと定義する。真空中の任意の閉曲面内の全電気量をQとすると，その閉曲面から外へ出る電気力線の総数は$\dfrac{Q}{\varepsilon_0}$に等しい。ここで，ε_0は真空の誘電率である。

ガウスの法則を用いると，いろいろな形に連続的に分布している電荷のつくる電場を簡単に求めることができる。

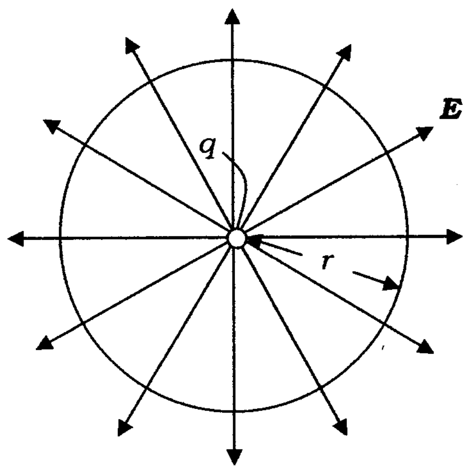
例１　点電荷のつくる電場

図Ａ－１のように，真空中で，点電荷qからr離れた点の電場$\boldsymbol{E}$を求める。それには，qを中心にした半径rの球面をとり，ガウスの法則を用いる。半径rの球の表面積$4\pi r^2$を用いて，求める電場の強さEは，

$$4\pi r^2 \cdot E = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$\therefore \quad E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \qquad (\text{A}-1)$$

となる。電場$\boldsymbol{E}$は，$q>0$のとき外向き，$q<0$のとき内向きである。ただし，この結果は，クーロンの法則からただちに得られるものである。すなわち，(４－３)式で，比例定数kを$k=\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}$とおき，$q_1 \to Q$とすればよい。



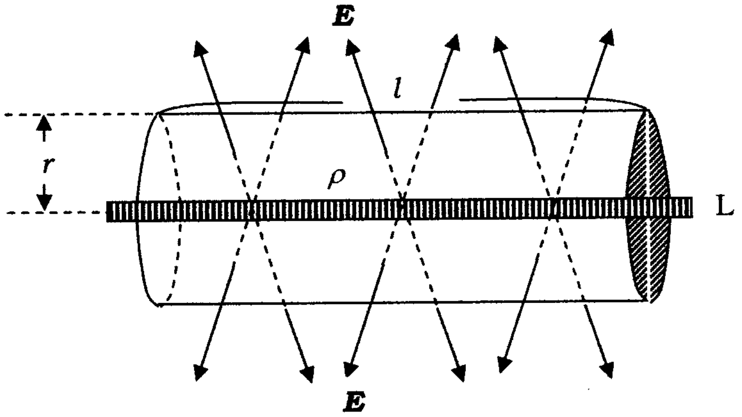
図Ａ－１

例２　直線状に分布した電荷のつくる電場

図Ａ－２のように，真空中で，無限に長い直線Ｌ上に線密度ρ(単位長さ当たりの電気量ρ)で分布した電荷が，Ｌからr離れた点につくる電場$\boldsymbol{E}$を求める。それには，Ｌを中心軸とし，半径r，長さlの円柱面をとり，ガウスの法則を用いる。電荷分布の対称性より，電場はＬを中心に線対称にでき，Ｌからr離れた側面上の電場はどこでも同じ強さである。円柱の側面積$2\pi rl$を用いて，求める電場の強さEは，

$$2\pi rl \cdot E = \frac{\rho l}{\varepsilon_0} \qquad \therefore \quad E = \frac{\rho}{2\pi\varepsilon_0 r} \qquad (4-9)$$

となる。電場$\boldsymbol{E}$は，$\rho>0$のとき外向き，$\rho<0$のとき内向きである。



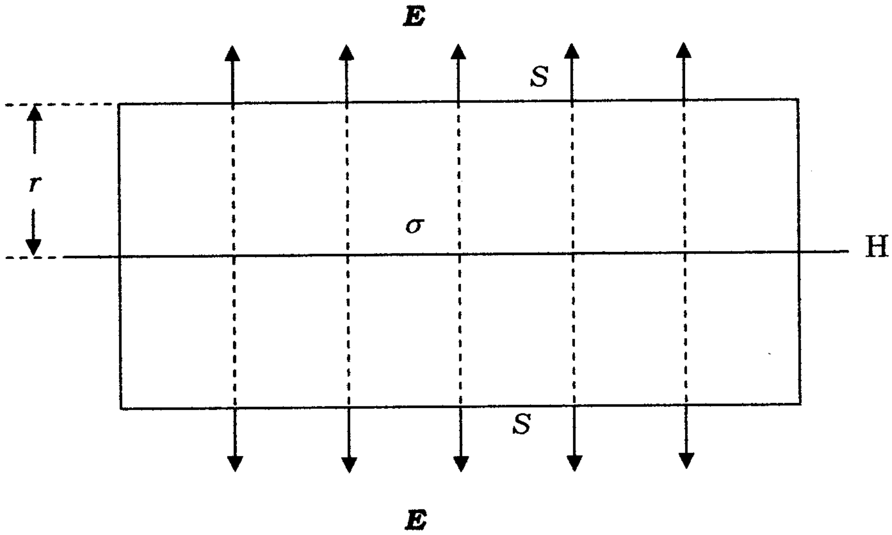
図A－2

例3　平面状に分布した電荷のつくる電場

図A－3のように，真空中で，無限に広い平面H上に面積密度σ(単位面積当たりの電気量σ)で分布した電荷が，Hからr離れた点につくる電場$\boldsymbol{E}$を求める。それには，Hの両側，Hからrの距離にHに平行に面積Sの正方形を考え，これらの正方形を両底面とする直方体面をとり，ガウスの法則を用いる。電荷分布の対称性より，電場はHに関して両側対称，かつ，平行にでき，電場はどこでも同じ強さになる。求める電場の強さEは，

$$2S\cdot E=\frac{\sigma\cdot S}{\varepsilon_0}\qquad\therefore\quad E=\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\qquad\text{(A－2)}$$

となる。電場$\boldsymbol{E}$は，$\sigma>0$のとき外向き，$\sigma<0$のとき内向きである。



図A－3