電荷保存則
復習

電荷は不生不滅

- 電荷の生成と消滅
  - 正負同量が対になって起きる
  - 単独で生成・消滅しない
  - 「電荷保存則」

電荷密度と電流密度

- 電荷密度:$\rho = \frac{Q}{V}$, $dQ = \rho dV$, $Q = \iiint_V \rho \, dV$
- 電流密度:$j = \frac{I}{S}$, $dI = \vec{j} \cdot d\vec{S}$, $I = \iint_S \vec{j} \cdot d\vec{S}$
- 電荷密度 ρが，平均速度 $\vec{v}$ で移動するとき
$$\vec{j} = \rho\vec{v}$$

電荷保存則

電流の空間的変化＋電荷の時間的変化＝０

- 電流が出ていくと電荷が減る
  - $I = -\frac{dQ}{dt}$
- 1次元
  - $I(x,t),\ \ \lambda(x,t)$
  - $\frac{\partial I}{\partial x} + \frac{\partial \lambda}{\partial t} = 0$

$\frac{\partial I}{\partial x} > 0 \rightarrow$ 左側から入る電流より，
右側に出ていく電流が多い位置
$\frac{\partial \lambda}{\partial t} < 0 \rightarrow$その位置で電荷密度が減る

- ３次元
  - $\vec{j}(x,y,z,t), \rho(x,y,z,t)$
  - $\boxed{\frac{\partial j_x}{\partial x} + \frac{\partial j_y}{\partial y} + \frac{\partial j_z}{\partial z}} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = \nabla \cdot \vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$

$\nabla \cdot \vec{j} > 0 \rightarrow$ 電流が湧き出す位置
$\frac{\partial \rho}{\partial t} < 0 \rightarrow$その位置で電荷密度が減る

ガウスの発散定理(＊)

$$\iint_S \vec{j} \cdot d\vec{S} = \iiint_V \nabla \cdot \vec{j}\ dV$$

S: 閉じた表面(体積Vの表面)

- 左辺:
  表面を通過する流れの総量(流出を正)
- 右辺:
  体積内部の「湧き出し・吸い込み」の総量(湧き出しを正)

空間的に微分できる「ベクトル場」なら常に成り立つ