

## 1.2 電荷保存則

式 (1. 1. 3) の発散 (divergence) を考える。

$$(1) \quad \nabla \cdot \nabla \times \mathbf{H}(\mathbf{r}, t) - \nabla \cdot \frac{\partial \mathbf{D}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} = \nabla \cdot \mathbf{i}(\mathbf{r}, t).$$

第 1 項はゼロ . よって ,

$$(2) \quad \nabla \cdot \mathbf{i}(\mathbf{r}, t) + \frac{\partial}{\partial t} \nabla \cdot \mathbf{D}(\mathbf{r}, t) = 0.$$

式 (1. 1. 1) より ,

$$(3) \quad \nabla \cdot \mathbf{i}(\mathbf{r}, t) + \frac{\partial}{\partial t} \rho(\mathbf{r}, t) = 0. \quad (\text{電荷保存則})$$

第 2 項は変位電流に由来することに注意 .

閉曲面  $S$  で囲まれた領域  $V$  を考える .

$$(4) \quad \int_V \nabla \cdot \mathbf{i}(\mathbf{r}, t) dV + \int_V \frac{\partial \rho(\mathbf{r}, t)}{\partial t} dV = 0 .$$

ガウスの定理を用いて ,

$$(5) \quad \int_S \mathbf{i}(\mathbf{r}, t) \cdot d\mathbf{S} = -\frac{d}{dt} \int_V \rho(\mathbf{r}, t) dV .$$

左辺は単位時間に面  $S$  を通って領域  $V$  から出ていく電荷の量 .

右辺は  $V$  内の電荷の単位時間当りの減少量 .

