

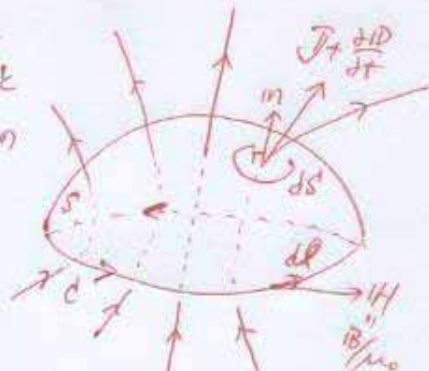
## (真空中の電磁界基本法則(積分形)のまとめ)

下記の法則を表す方程式(積分形)を記述し、その物理的意味について図示するとともに説明せよ。

## (1) アンペア・マクスウェルの法則

$$(F_m =) \oint_C \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \int_S \mathbf{J} \cdot \mathbf{ndS} + \frac{d}{dt} \int_S \mathbf{D} \cdot \mathbf{ndS} \quad \left( \oint_C \frac{\mathbf{B}}{\mu_0} \cdot d\mathbf{l} = \int_S \mathbf{J} \cdot \mathbf{ndS} + \frac{d}{dt} \int_S \epsilon_0 \mathbf{E} \cdot \mathbf{ndS} \text{ 也可} \right)$$

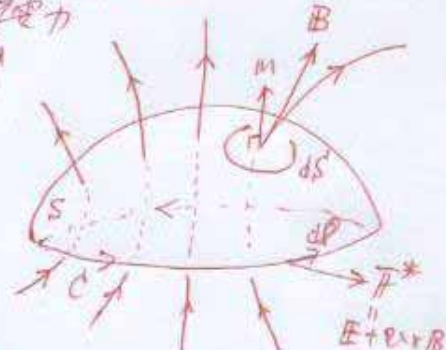
空間の任意の閉曲線(周回)  $C$  と積分路として磁界  $\mathbf{H}$  の接線成分  $\mathbf{H} \cdot d\mathbf{l}$  の周回積分の大小、すなわち起磁力(循環)(左辺)は、その閉曲線(周回)  $C$  と周辺と存面  $S$  ( $m$ (法線単位ベクトル)と線素  $\mathbf{ndl}$  は右ネジ関係)と正味鎖交する導電電流  $\mathbf{J}$  と変位電流(電束の時間変化)の和に等しい。



## (2) ファラデー・マクスウェルの法則

$$(F_e =) \oint_C \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \frac{d}{dt} \int_S \mathbf{B} \cdot \mathbf{ndS} \quad \left( \oint_C \mathbf{F}^* \cdot d\mathbf{l} = - \frac{d}{dt} \int_S \mathbf{B} \cdot \mathbf{ndS}, \mathbf{F}^* = \mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B} \text{ 也可} \right)$$

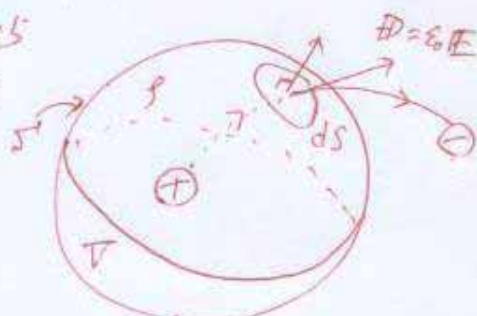
空間の任意の閉曲線(周回)  $C$  と積分路として単位正電荷に働く力  $\mathbf{F}^* = \mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B}$  の接線成分  $\mathbf{F}^* \cdot d\mathbf{l}$  (or  $\mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$ ) の周回積分の大小、すなわち起電力(循環)(左辺)は、その閉曲線(周回)  $C$  と周辺と存面  $S$  ( $m$ (法線単位ベクトル)と線素  $\mathbf{ndl}$  は右ネジ関係)と正味鎖交する磁束の時間変化(右辺)に等しく、その方向は磁束の時間変化を補償する向きである。



## (3) 電束に関するガウスの法則

$$(F_e =) \oint_S \mathbf{D} \cdot \mathbf{ndS} = \int_V \rho dV \quad \left( \oint_S \epsilon_0 \mathbf{E} \cdot \mathbf{ndS} = \int_V \rho dV \text{ 也可} \right)$$

空間の任意の閉曲面  $S$  を通ってその領域  $V$  から外方向へ出ていく正味の電束(左辺)は、その領域内に含まれる正味の正電荷量(右辺)に等しい。



## (4) 磁束に関するガウスの法則

$$(F_m =) \oint_S \mathbf{B} \cdot \mathbf{ndS} = 0$$

空間の任意の閉曲面  $S$  を通ってその領域  $V$  から外方向へ出ていく正味の磁束(左辺)は常に零である。

(or 磁束密度ベクトル  $\mathbf{B}$  の分布を示す力線(磁力線)は) 湧出点も流入点もなく閉じた閉曲線である。  
(or 磁力線は閉じている。)

