3. 電磁気

1) 図 3.1 のように，無限に長い半径 r_1 の円筒導体の周りを，誘電体が 2 重に取り囲み(半径 r_2 まで誘電率 ε_1，半径 r_3 まで誘電率 ε_2)，その周りを半径 r_4 まで導体が取り囲んでいる．ここで，$r_2 = 2r_1, r_3 = 4r_1, r_4 = 6r_1, \varepsilon_1 = 3\varepsilon_2$ とする．内側と外側の導体間には，外側を正の電位として電圧 V(V)を印加してある．

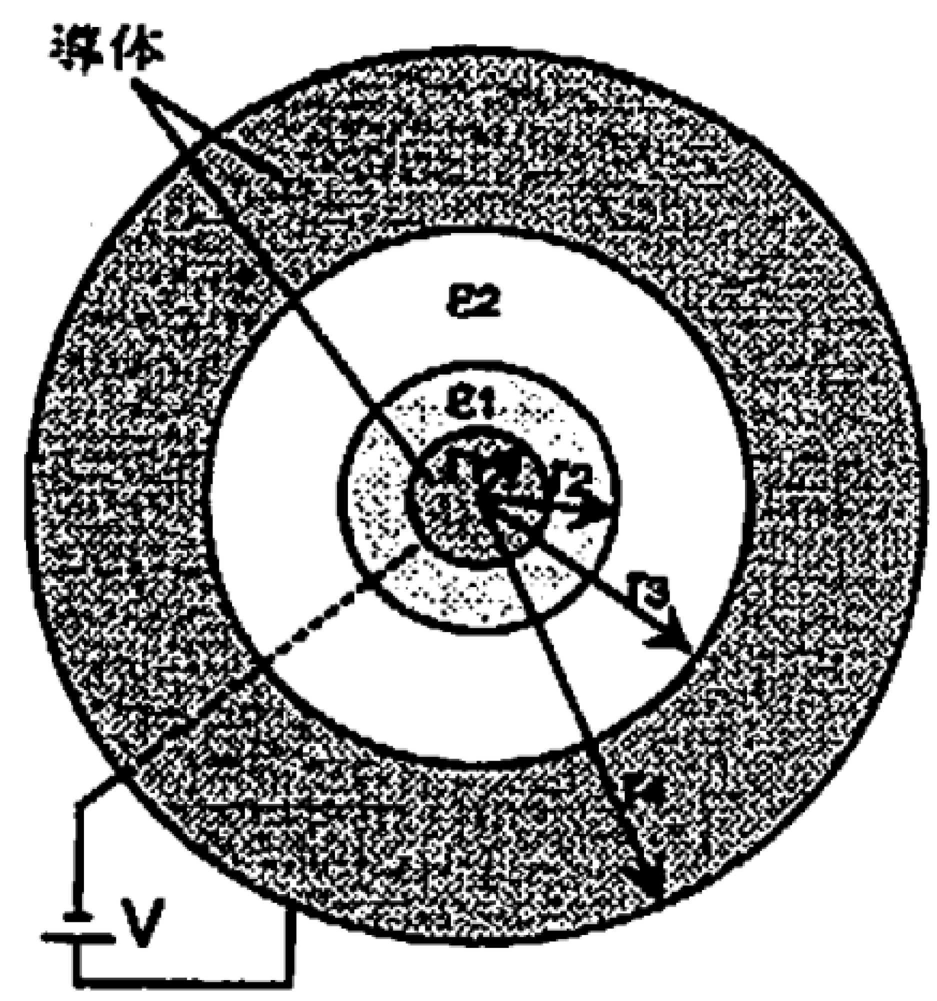

図 3.1

a) 中心から半径 r_4 までの電界と電位のグラフの概形を示せ．また，最も絶対値の大きい電界強度を，V を用いて表せ．

b) 導体間の静電容量 C を求めよ．

c) 半径 r_1 から r_3 までの誘電体の誘電率を，図 3.2 のように半径 r の関数として不連続なく任意に変化できる場合，$r_1<r<r_3$ の間の電界強度を一定にするために，どのような誘電率の分布にすれば良いか答えよ．

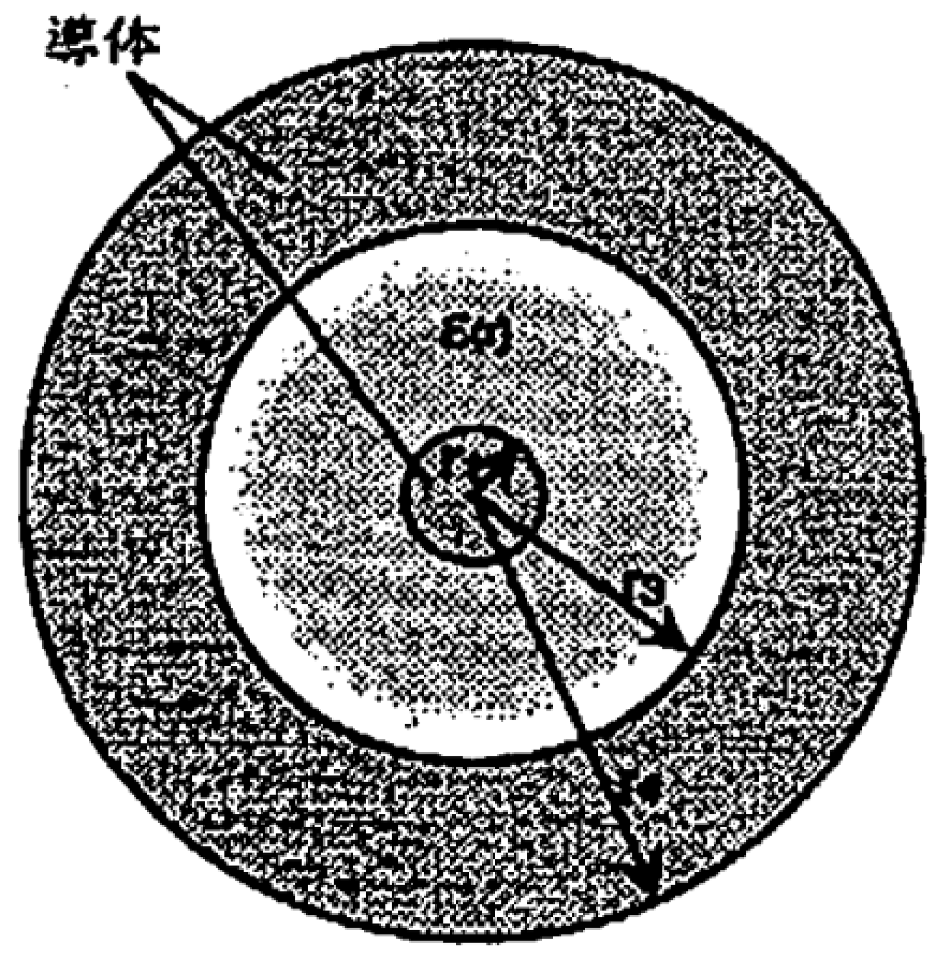

図 3.2

2) 次の問いに答えよ．

a) 図 3.3 のような無限に長い半径 r_1 の円筒 A が，一様な電荷密度ρで帯電している．円筒 A の中の，任意の点 P における電界ベクトル $\boldsymbol{E}_a$ を，中心 O_A から点 P に向かうベクトル $\boldsymbol{r}_a$ を用いて表せ．ただし，円筒および円筒の外部の誘電率はεとする．

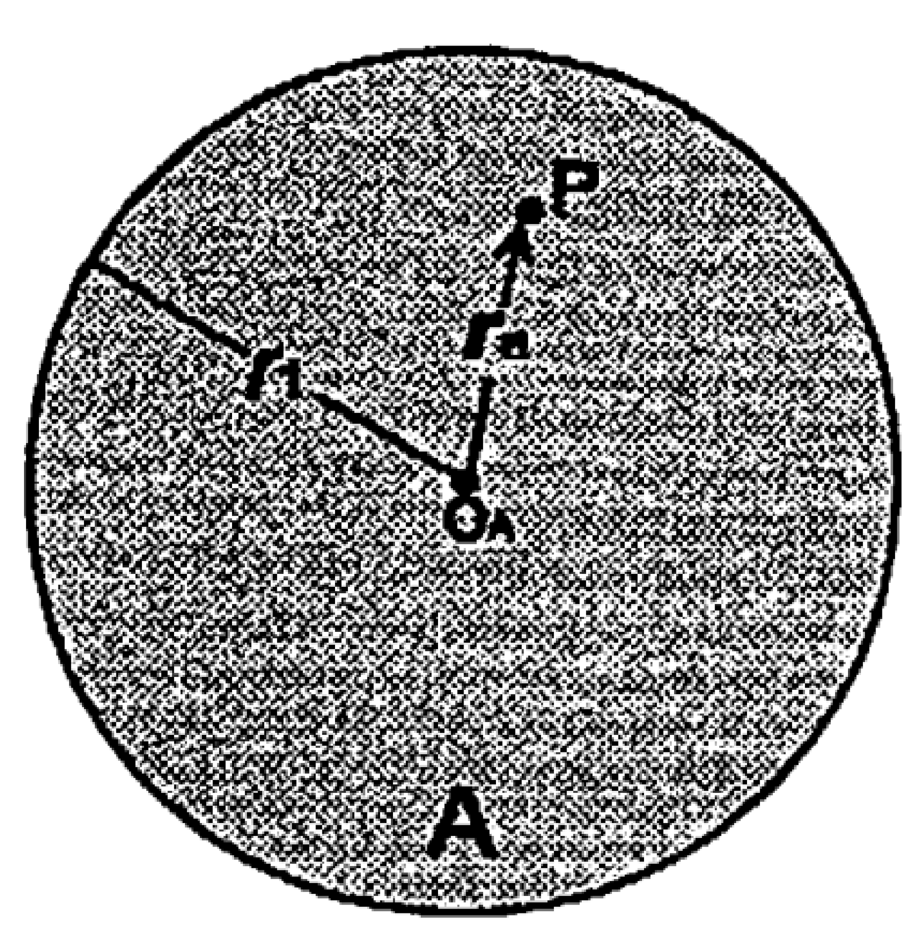

図 3.3

b) 図 3.4 のように，前問の円筒 A から，半径 r_2 の円筒をくり抜いて空洞領域 B を形成した．円筒 A の中心 O_A と空洞の中心 O_B の距離は r_3 である．ここで，$r_2 + r_3 < r_1$ の関係があるとする．点 P は領域 B の中に位置するとして，O_B から点 P へ向かうベクトルを $\boldsymbol{r}_b$ とする．重ね合わせの理により，点 P における電界ベクトル $\boldsymbol{E}$ を $\boldsymbol{r}_a$ と $\boldsymbol{r}_b$ を用いて表せ．

c) 前問の電界ベクトル $\boldsymbol{E}$ の特徴を次の 3 つから一つ選べ．

(A) 領域 A の中心 O_A から放射状の方向で，その大きさが O_A からの距離に反比例する．

(B) 領域 B の中心 O_B から放射状の方向で，その大きさが O_B からの距離に比例する．

(C) 領域 A の中心 O_A から領域 B の中心 O_B の方向に平行で，その大きさは一定である．

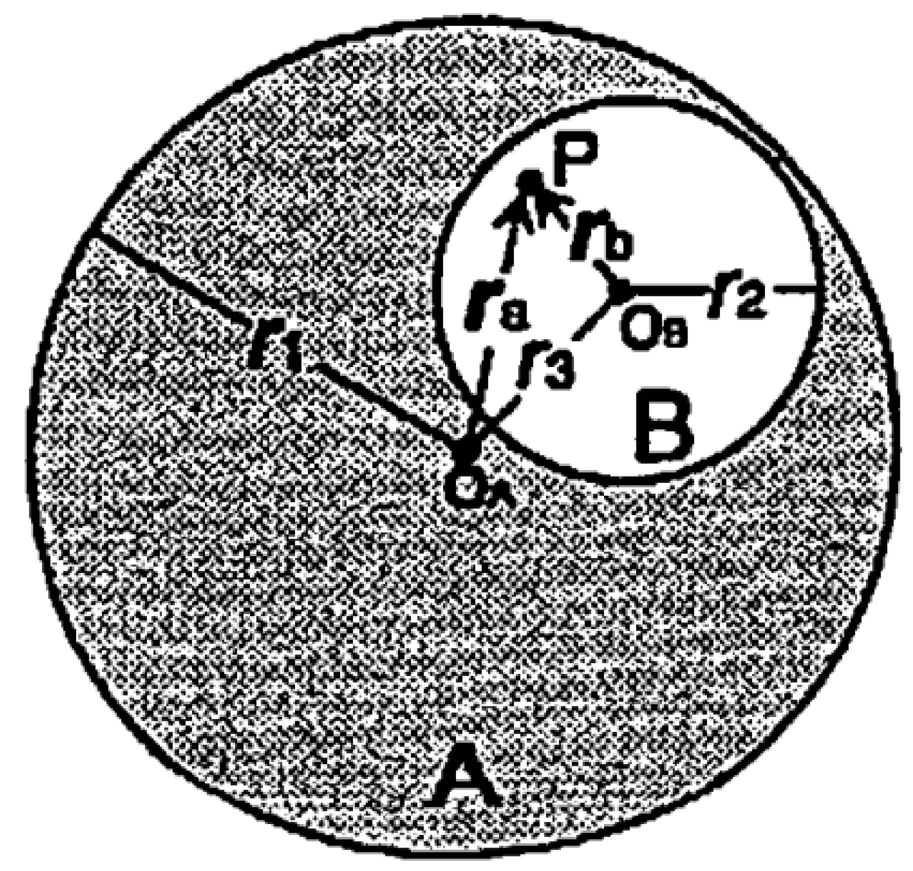

図 3.4