問題2　電磁気学　設問すべてについて解答すること。

I　図1のように，半径aの内導体，および内半径cの外導体からなる同心球コンデンサ（中心O）がある。この同心球コンデンサを，半径aから半径bまでは誘電率がε_1の誘電体1で，半径bから半径cまでは誘電率がε_2の誘電体2で，それぞれ一様に満たした（ただし，$a<b<c$)。内導体にQ，外導体に$-Q$の電荷（真電荷）をそれぞれ一様に与えたとして，次の（1）〜（4）の問いに答えよ。真空の誘電率はε_0である。

（1）中心Oからの距離をrとして，誘電体1 ($a<r<b$)，および誘電体2 ($b<r<c$) における電界の大きさと向きを求めよ。

（2）内導体と外導体の電位差Vを求めよ。

（3）このコンデンサの静電容量Cを求めよ。

（4）誘電体の表面には分極による電荷（分極電荷）があらわれる。誘電体1，2に挟まれた境界面（半径bの球面）に生じる分極電荷の面密度σ_pを求めよ。

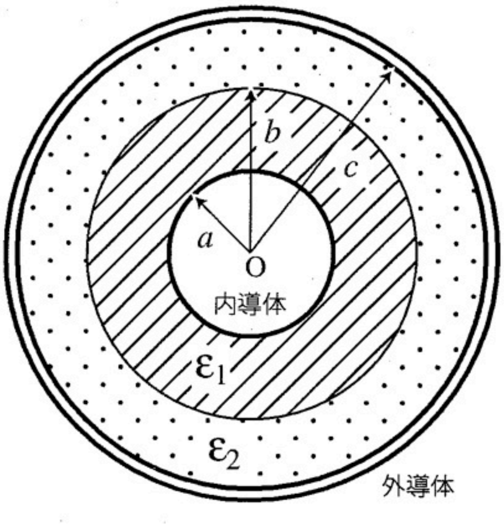

図1

II　図２のように，太さが無視できる２本の無限長直線状導線A_1，A_2が，真空中，間隔$2d$でz軸に対して平行におかれている。この２本の導線に図２のような往復の定常電流Iが流れている。真空の透磁率をμ_0として，次の（１）～（４）の問いに答えよ。

（１）導線A_1の電流がxy平面上の任意の点$P(x, y, 0)$につくる磁界の大きさH_1を求めよ。

（２）（１）と同様に，導線A_2の電流が点$P(x, y, 0)$につくる磁界の大きさH_2を求めよ。

（３）導線A_1，A_2を流れる往復電流がつくる磁界は（１）と（２）の磁界を合成して得られる。点$P(x, y, 0)$における合成磁界のx成分H_x，y成分H_y，およびz成分H_zを求めよ。

（４）導線A_1，A_2（往復線路）の間に，２辺の長さがa，bの単巻きの長方形コイルを，図３のように中心が原点O，長さbの辺が導線A_1，A_2と平行になるようにおいた（ただし，$a < 2d$）。長方形コイルを貫く全磁束Φ，およびA_1，A_2の往復線路と長方形コイルとの間の相互インダクタンスMを求めよ。

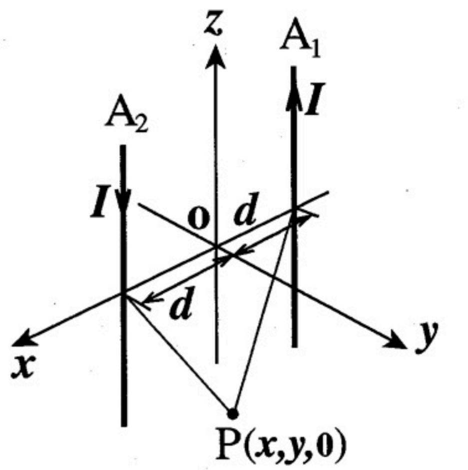

図２

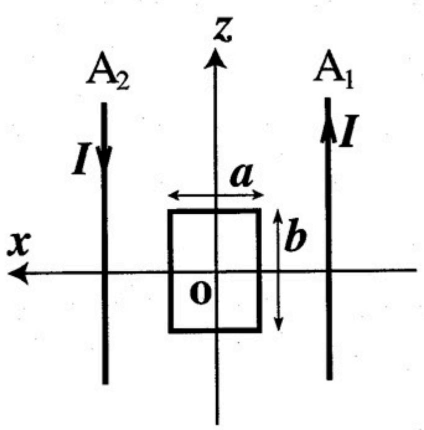

図３