

専門 II (数理情報学専攻)

※ 6題中3題を選択して解答しなさい。所定の解答用紙に問題番号と解答を書きなさい。解答用紙は1題につき1枚を使用しなさい。

I

(1) 複素関数 $\frac{1}{1-z}$ の $z=0$ におけるテイラー展開を書きなさい。また、収束半径も答えなさい。

(2) 領域 $D = \{z \in \mathbb{C} : 1 < |z| < \infty\}$ を考える。 $\frac{1}{1-z}$ の D におけるローラン展開を求めなさい。

(3) 複素積分 $\int_{|z|=2} \frac{dz}{(1-z)(3-z)}$ の値を求めなさい。

(4) 複素積分 $\int_{|z|=4} \frac{dz}{(1-z)(3-z)}$ の値を求めなさい。

II 行列

$$A = \begin{pmatrix} -1 & -1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix}$$

が与えられている。ベクトル値関数 $\mathbf{y}(t) = \begin{pmatrix} y_1(t) \\ y_2(t) \end{pmatrix}$ に関する微分方程式

$$\frac{d\mathbf{y}}{dt} = A\mathbf{y}$$

を考える。

(1) 正則行列 N により $\mathbf{y}(t) = N\mathbf{z}(t)$ と変換して

$$\frac{d\mathbf{z}}{dt} = D\mathbf{z} \quad (D \text{ は対角行列})$$

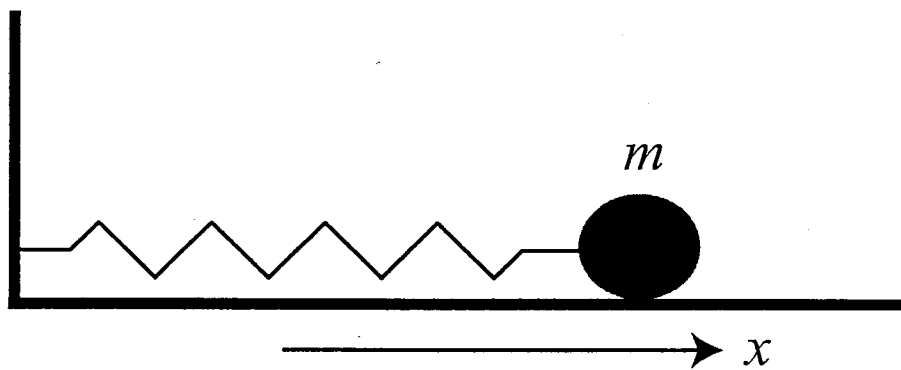
となるような N と D を1組求めなさい。

(2) 初期値 $\mathbf{y}(0) = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix}$ を満たす解 $\mathbf{y}(t)$ について、 $\mathbf{y}(t) \rightarrow 0$ ($t \rightarrow \infty$) と

なる場合に a, b の間に成り立つ関係式を求めなさい。

Ⅲ 図のようなばね質点系を考える．おもりの質量を m とし，つりあいの位置からのずれを時刻 t の関数として $x(t)$ で表す．ただし，ばねが伸びているとき ($x(t) > 0$) のばね定数 k_+ とばねが縮んでいるとき ($x(t) < 0$) のばね定数 k_- は相異なるとする．以下の問に答えなさい．

- (1) $x(t) > 0$ の場合に成り立つおもりの運動方程式を求めなさい．また， $x(t) < 0$ の場合に成り立つおもりの運動方程式も求めなさい．
- (2) おもりをつりあいの位置から 1 だけ伸ばして静かに放すとき，おもりがつりあいの位置にはじめて戻るまでの時間を計算しなさい．また，おもりをつりあいの位置から 1 だけ縮めて静かに放すとき，おもりがつりあいの位置にはじめて戻るまでの時間も計算しなさい．
- (3) おもりをつりあいの位置から 1 だけ伸ばして静かに放す． $m = 1$ ， $k_- = 1$ ， $k_+ = 9$ の場合に $x(t)$ のグラフ ($0 \leq t \leq 2\pi$) を描きなさい．



IV ベクトル場 $V(\mathbf{r}) = (4y - 4, x, z)$ とパラメータ表示された曲面 S :

$$\mathbf{r}(s, t) = (x(s, t), y(s, t), z(s, t))$$

を考える。ただし,

$$\begin{cases} x(s, t) = 2s \cos t, \\ y(s, t) = s + 1, \\ z(s, t) = 2s \sin t \end{cases}$$

$(2 \leq s \leq 4, 0 \leq t < 2\pi)$ である。

- (1) 曲面の単位法線ベクトル \mathbf{n} を求めなさい。ただし, \mathbf{n} の向きは y 成分が正となるように決めなさい。
- (2) 曲面上の点 $\mathbf{r}\left(3, \frac{\pi}{3}\right) = (3, 4, 3\sqrt{3})$ における接平面を, パラメータ表示, または x, y, z の方程式として求めなさい。
- (3) 面積分 $\int_S \mathbf{V} \cdot \mathbf{n} \, dS$ を求めなさい。

V 配列 a の先頭から順に、 n 個の整数値が格納されているとき、次の手順に従うと、配列に格納された値を昇順に並べ替えることができる。

i を 1 から $n-1$ まで、1 ずつ増やしながら、次の処理を繰り返す。

- 配列 a の i 番目から n 番目の要素の中での最小の要素を探し出し、それが i 番目の要素でなければ、その最小の要素と i 番目の要素を交換する。

(1) 整数配列 a と非負の整数 n が引数として与えられたときに、このような手順で配列中の要素を昇順に並び替える関数(あるいはクラスメソッド) `sort` を、C または Java のいずれかのプログラミング言語を用いて書きなさい。

(2) (1) のプログラムを修正して、配列 a 中の、値が奇数の要素は動かさずに、値が偶数の要素だけを昇順に並べ替える関数(あるいはクラスメソッド) `esort` を、C または Java のいずれかのプログラミング言語を用いて書きなさい。ただし、配列 a に格納された整数値はすべて非負であるものとする。

VI xy 平面上の n 組の座標値 (x_i, y_i) ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) が与えられている。ただし, x_i および y_i は整数で, $x_1 < x_2 < x_3 < \dots < x_n$ が成り立っている。2つの整数 a, b が与えられたとき, $(x_i, y_i) = (a, b)$ となるような i が存在するかどうかを調べ, 存在するならば, そのような i を, 存在しないならば -1 を出力するプログラムを作りたい。ただし, x_i, y_i の値は, それぞれ, 整数配列 x と y の先頭から順に格納されているものとする。

- (1) 上記の処理を, n が大きい場合にも効率よく行う方法を考え, その手順を記述しなさい。
- (2) n の値および配列 x, y の内容が次のようになっているとする。 $(a, b) = (57, 33)$ が与えられたときに, (1) の手順で, $(x_i, y_i) = (a, b)$ となるような i を見つけるまでの過程を示しなさい。

$$n = 11$$

$$x = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 19 & 21 & 23 & 32 & 45 & 49 & 51 & 57 & 68 & 73 & 85 \\ \hline \end{array}$$

$$y = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 29 & 11 & 82 & 91 & 23 & 12 & 41 & 33 & 29 & 15 & 53 \\ \hline \end{array}$$

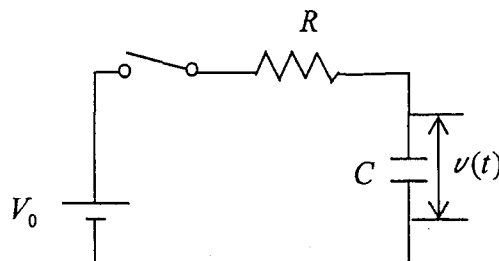
専門 II (電子情報学専攻)

次の6問のうち4問を選んで解答しなさい。別紙の解答用紙は1問につき1枚ずつ使用し、必ず問題番号を記入しなさい(解答が白紙であっても、すべての用紙に受験番号、氏名、問題番号を記入すること)。

I (電気回路)

図のように抵抗(抵抗値 R)と充電されていないコンデンサー(電気容量 C)と電圧 V_0 の電源を直列に接続した回路がある。時間 $t=0$ にスイッチを入れ、定常状態に落ち着くまでの過渡状態を考える。次の問に答えなさい。

- (1) コンデンサーにかかる電圧 $v(t)$ とそれを流れる電流 $i(t)$ の関係を示しなさい。
- (2) 電流 $i(t)$ を消去し、コンデンサーにかかる電圧 $v(t)$ の微分方程式を求めなさい。
- (3) (2)の微分方程式の一般解が $v(t) = A \exp\left(-\frac{t}{CR}\right) + V_0$ (A は定数)であることを示しなさい。次に積分定数 A を求め、横軸に時間、縦軸に電圧をとり、コンデンサーにかかる電圧 $v(t)$ の時間変化を図示しなさい。またこのとき時定数も図に示しなさい。ここで $e=2.7$ とする。


II (電子工学)

- (1) n型半導体とは何か、また、p型半導体とは何か、ドナー、アクセプタ、電子、正孔、伝導帯、価電子帯などの言葉を用いて、説明しなさい。
- (2) n型半導体とp型半導体を接合すると、どのようなことがおこるか、エネルギーバンド(エネルギー帯)の図を用いて、説明しなさい。

III (通信工学)

情報信号の伝送において、アナログの変調方式としては、振幅変調(AM)と角度変調(FMまたはPM)が、デジタルの変調方式としては、デジタル振幅変調(OOK)、周波数シフト変調(FSK)、位相シフト変調(PSK)が代表的な変調方式としてあげられる。

これらの変調方式について、数式を用いて説明しなさい。

IV (情報工学)

二つの完全事象系

$$A = \begin{bmatrix} A_1 & A_2 \\ p_1 & p_2 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} B_1 & B_2 & B_3 \\ q_1 & q_2 & q_3 \end{bmatrix}$$

があるとする。ここに、 p_i は事象 A_i の確率 $p(A_i)$ 、 q_j は事象 B_j の確率 $p(B_j)$ である ($i = 1, 2; j = 1, 2, 3$)。事象 B_j のもとでの事象 A_i の条件つき確率 $p(A_i | B_j)$ を、

$$p(A_i | B_j) = r_{ij} \quad (i = 1, 2; j = 1, 2, 3)$$

とする。次の問に答えなさい。

- (1) A のエントロピー $H(A)$ を、 p_1, p_2 を用いて表しなさい。また、 B のエントロピー $H(B)$ を、 q_1, q_2, q_3 を用いて表しなさい。
- (2) A と B の結合エントロピー $H(A, B)$ を、 q_j ($j = 1, 2, 3$) と r_{ij} ($i = 1, 2; j = 1, 2, 3$) を用いて表しなさい。
- (3) $H(A), H(B), H(A, B)$ を用いて、下記の量を表しなさい。
 - (3-1) A と B の平均相互情報量 $I(A; B)$
 - (3-2) A を知った場合の B についての条件つきエントロピー $H(B | A)$
 - (3-3) B を知った場合の A についての条件つきエントロピー $H(A | B)$

V (計算機工学)

下記の設問に答えなさい。

- (1) 10進数の0.3125を2進数に変換しなさい。
- (2) 下記の特徴を説明しなさい。
 - (a) プログラム内蔵式計算機
 - (b) アセンブリ言語
- (3) メモリ番地指定方法の一つである間接番地指定を説明しなさい。
- (4) 割り込みとその動作を説明しなさい。特に、スタックの役割を明記しなさい。

VI (応用数学)

時間的に短い波形で広いスペクトルを持つ関数として、ガウス型関数を微分して得られる関数が種々の解析においてよく用いられる。これらの関数をもつ周波数スペクトルを、次のようなステップを踏んで、簡単に求めよう。ここで、関数 $h(t)$ のフーリエ変換は $H(f) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t) e^{-j2\pi ft} dt$ で与えられる。

- (1) 最初に、ガウス型関数 $g(t) = e^{-\lambda t^2}$ のフーリエ変換が $G(f) = \sqrt{\frac{\pi}{\lambda}} e^{-\pi^2 f^2 / \lambda}$ であることを計算しなさい。ただし、 λ は正の定数である。この導出において、必要であれば、正の定数 a に対して $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-ax^2} dx = \sqrt{\frac{\pi}{a}}$ であることを用いなさい。
- (2) 関数 $h(t)$ が微分可能で、 $h(-\infty) = h(\infty) = 0$ であれば、一般に $\mathcal{F} \left[\frac{dh(t)}{dt} \right] = j2\pi f \mathcal{F}[h(t)]$ であることを導きなさい。ただし、 $\mathcal{F}[\]$ はカッコ $[\]$ 内の関数のフーリエ変換を表す。
- (3) 先に導いたことを有効に利用して、ガウス型関数 $g(t) = e^{-\lambda t^2}$ の2階導関数のフーリエ変換、すなわち周波数スペクトル $P(f)$ を、簡単に求めなさい。
- (4) 規格化した横軸 $\pi f / \sqrt{\lambda}$ に対して、小問(3)で求めた周波数スペクトル $P(f)$ の概略を示しなさい。特にスペクトルが極大となるピークを示す周波数の値をグラフに明記しなさい。

専門 II (機械システム工学専攻)

「機械材料・強度学」「材料力学」「熱力学」「流体力学」
 「機械力学」「制御工学」の6分野から3分野を選んで
 解答しなさい。

機械材料・強度学

繰り返し引張り応力 σ が作用している平板の中央に、き裂長さ $2a$ の貫通き裂の疲労問題を考える。き裂先端での応力拡大係数は $K_I = \sigma \sqrt{\pi a}$ で表され、き裂の長さが板幅に比べて十分に小さいと仮定し、初期き裂寸法を a_0 、最終き裂寸法を a_f として、以下の問に答えなさい。

問1 疲労き裂進展速度 $\frac{da}{dn}$ と応力拡大係数範囲 ΔK_I がParis則(m乗則)で表される時、疲労き裂進展寿命 N_p を求めなさい。ただし、 $m \neq 2$ とする。

問2 応力比 $R=0$ (完全片振り応力)で、繰り返し引張り応力範囲 $\Delta\sigma=80\text{MPa}$ が作用する平板の欠陥検査を行ったところ、中央に長さ 6mm のき裂が発見された。この板材の破壊靱性値 $K_{Ic}=25\text{MPa}\sqrt{m}$ であるとき、最終き裂長さ a_f を求めなさい。ここで、 $\sqrt{\pi}=1.77$ である。

問3 疲労き裂進展試験結果からき裂進展速度が次式で与えられるとして、疲労き裂進展寿命 N_p を求めなさい。ここで、 $2^{13}=8.2 \times 10^3$ である。

$$\text{き裂進展速度； } \frac{da}{dn} = 2.0 \times 10^{-14} (\Delta K)^4$$

問4 疲労き裂進展の下限界値 $\Delta K_{th} = 6\text{MPa}\sqrt{m}$ として、疲労き裂が進展を開始する応力範囲 $\Delta\sigma$ を計算しなさい。ここで、 $\sqrt{30}=5.47$ である。

材料力学

図1に示すように真直な2本の棒ACおよびBCの両端がピン接合され、点AおよびBで天井に支持されているトラスを考える。この2本の棒はそれぞれ同じ縦弾性係数 E 、断面積 A を有しており、点Cと天井との鉛直距離を l 、鉛直線と棒ACおよびBCとのなす角度をそれぞれ α 、 β とする。点Cに鉛直方向の荷重 P が作用するとき、次の間に答えなさい。

- (1) 棒ACおよびBCに生じる図示の方向の内力を Q および R とすると、点Cにおける水平方向および鉛直方向の力の釣合い方程式を示すと同時に、内力 Q および R を求めなさい。さらにこれらの内力が引張りであるか圧縮であることを示しなさい。
- (2) 棒ACおよびBCの長さを求めた後、2本の棒ACおよびBCの伸び δ_Q および δ_R を求めなさい。
- (3) 支点Aにおける図1の方向の水平および鉛直方向の支持反力をそれぞれ H_A および V_A とし、同様に支点Bにおける図示の方向の水平および鉛直方向の支持反力をそれぞれ H_B および V_B とする。点Aおよび点Bにおける水平方向および鉛直方向の釣合い方程式を示すと同時に、支持反力 H_A 、 V_A 、 H_B 、 V_B を求めなさい。
- (4) 2本の棒ACおよびBCの傾斜角 α および β がともに同じ値 θ であるとき、荷重 P による棒ACの伸び δ_Q および点Cの鉛直下向き方向の変位 δ を求めなさい。

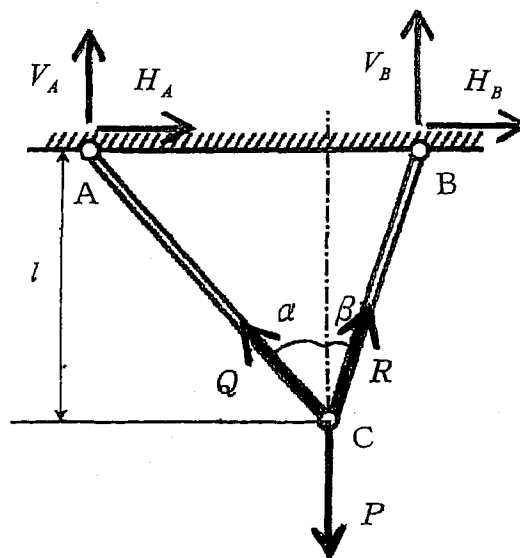


図1

熱力学

- I. 図1（断面図）のような銅丸棒の両端は、それぞれ一定の温度 $T_1=500[\text{K}]$ 、 $T_2=300[\text{K}]$ の壁面に完全接触されており、これらと同一温度になっているものとする。また、銅丸棒のまわりは断熱材で完全に断熱されているとする。以下の問いに答えなさい。
- (1) 熱流 Q が 250 W であったとき、この熱流によって生じるエントロピー増加 $\Delta S [\text{W/K}]$ を与える式を書いた上で、 ΔS の符号(プラスまたはマイナス)と数値を示しなさい。
 - (2) エクセルギー(有効エネルギー)の損失 $\Delta E [\text{W}]$ はいくらか。ただし、外界温度 $T_0=293 \text{ K}$ とする。
 - (3) $\Delta E [\text{W}]$ を求める定理はどのように呼ばれるかを書きなさい。

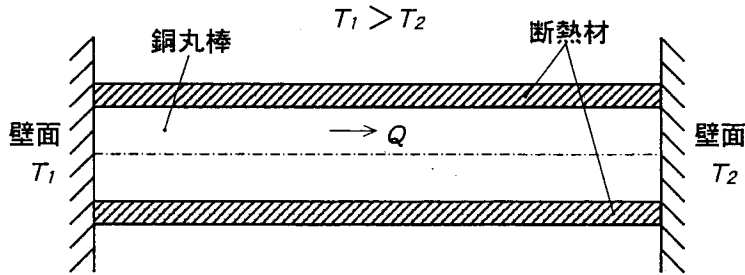


図1

- II. 図2のような $p-v$ 線図で示される 1 kg の空気を作動流体とするサイクルがある。空気の比熱比を κ として、以下の問いに答えなさい。
- (1) このサイクルの名称を書きなさい。
 - (2) 状態 $1 \rightarrow 2$ 、状態 $2 \rightarrow 3$ 、状態 $3 \rightarrow 4$ 、状態 $4 \rightarrow 1$ はそれぞれどのような変化であるか書きなさい。
 - (3) 供給熱量 $Q_1 [\text{J}]$ と放出熱量 $Q_2 [\text{J}]$ を求めなさい。ただし、定容比熱を $C_v [\text{J/kg}\cdot\text{K}]$ 、状態 $1, 2, 3, 4$ での温度をそれぞれ $T_1, T_2, T_3, T_4 [\text{K}]$ とする。
 - (4) 理論熱効率 η を、 Q_1 と Q_2 を用いて表し、さらにそれを状態 1 と状態 2 の比容積の比である圧縮比 $\varepsilon (= v_1/v_2)$ を用いて表しなさい。
 - (5) このサイクルを $T-s$ 線図上に表しなさい。

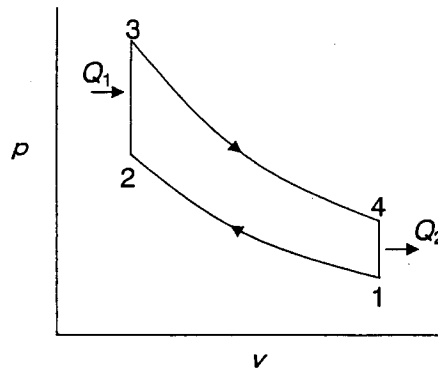


図2

流体力学

以下の各問いに答えなさい。

- I. 密度 ρ [kg/m³], 粘度 μ [Pa·s] の流体が円管内を質量流量 M [kg/s] で流れているとき, この流れが層流であるための円管の直径 D [m] の条件を求めなさい。
- II. 内径 40 cm の真っ直ぐな円管を, 平均流速 20 m/s の水が流れているとき, 管軸方向の長さ 10 m の区間における摩擦圧力損失が 98 Pa であった. このときの損失ヘッドと管摩擦係数 λ を求めなさい. ただし, 水の密度を 1000 kg/m³, 重力加速度を 9.8 m/s² とする。
- III. 鉛直に置かれたベンチュリー管を密度 ρ [kg/m³] の油が下方に流れている. 図 1 に示されるように, 水銀マンオメータの読みが h_1 [mm], マノメータのその他の高さが h_2, h_3 [mm] のとき, 円管が縮小する前のもとの円管部 (直径 d_1 [mm], 速度 u_1 [m/s]) の圧力 p_1 と, 縮小したのど部 (直径 d_2 [mm], 速度 u_2 [m/s]) の圧力 p_2 の圧力差 ($p_1 - p_2$) を 2 通りで表すことにより, 速度 u_1 [m/s] と体積流量 Q [m³/s] を求めなさい. ただし, d_1 は d_2 の 2 倍で, 水銀の密度を ρ_{Hg} [kg/m³] とする。

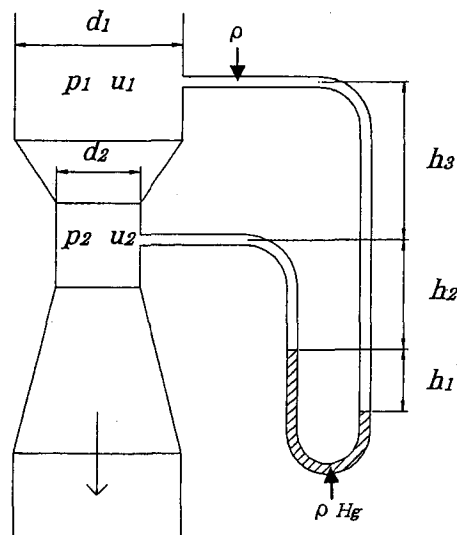


図 1

- IV. 2次元流れにおける速度ポテンシャル ϕ と速度成分 u, v の関係および流れ関数 ψ と速度成分 u, v との関係を示しなさい。

機械力学

図1に示すような1自由度ばね・質量系を考える。質点は、質量 m をもち、図の x 方向にのみ運動することができる。質点の位置は、ばねが自然長であるときの位置を原点とする。また、ばね定数を k とする。

- 1) 質点に働く作用力を図示しなさい(自由物体図を描きなさい)。
- 2) ニュートンの運動の第2法則から、このばね・質量系の運動方程式を導きなさい。
- 3) 2)の運動方程式の一般解を示しなさい。ここで、 $k/m = \omega^2$ と置きなさい。
- 4) $t=0$ のとき、 $x=x_0$ 、 $dx/dt=v=0$ の初期条件が与えられる場合について、3)の解を求めなさい。また、どのような運動となるか説明しなさい。
- 5) この力学系における力学的エネルギー保存の法則を式で表しなさい。

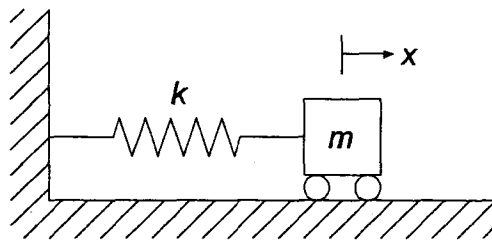


図1 1自由度ばね・質量系

つぎに、図2に示すような2自由度ばね・質量系を考える。2つの質点の質量をそれぞれ m_1 、 m_2 とし、ばね定数をそれぞれ k_1 、 k_2 、 k_3 とする。

- 6) 2つの質点に働く作用力をそれぞれ図示しなさい(自由物体図を描きなさい)。
- 7) ニュートンの運動の第2法則から、この2自由度ばね・質量系の運動方程式を導きなさい。
- 8) 運動方程式をマトリックス形に書き表しなさい。
- 9) 一般解を $x = e^{i\omega t}$ と置いて、特性方程式を導きなさい。
- 10) $m_1 = m_2 = m$ 、 $k_1 = k_2 = k_3 = k$ の場合について、9)の特性根を求めなさい。

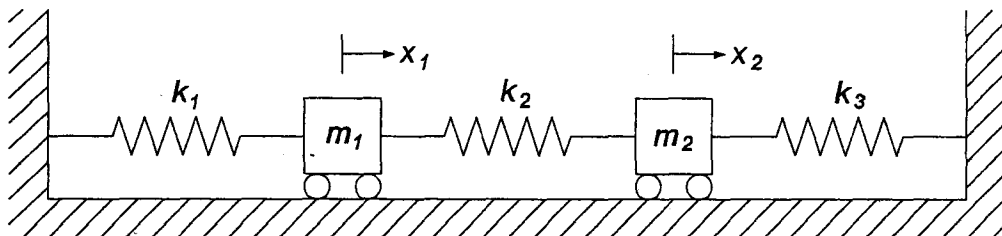


図2 2自由度ばね・質量系

制御工学

図 1 に示す回路において、電流 i および 電圧 v_i のスイッチ投入前における初期値を 0 とし、スイッチを投入した後の出力電圧 v_o の時間的変化を知りたい。以下の質問に答えなさい。

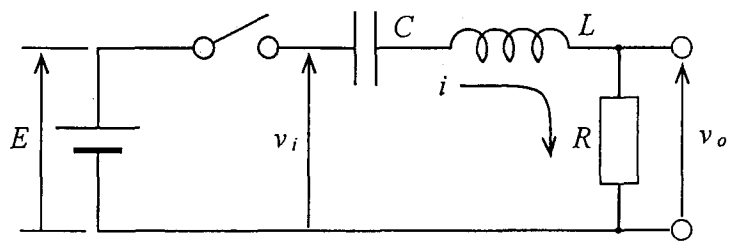


図 1

- (1) 回路を流れる電流を i としたとき、 v_i と v_o の物理的関係を数式で表しなさい。
- (2) 上記の結果を用いて、入力を v_i 出力を v_o とする伝達関数を求めなさい。
- (3) 特性根と零点の値を求めなさい。
- (4) スwitch投入後の時間を t とし、出力応答 v_o を求めなさい。ただし、チャタリング等の影響はないものとする。
- (5) L を $300\mu\text{H}$ 、 C を 1200pF としたとき、出力 v_o が振動しないようにするには R の値をどのようにすればよいか。

参考(ラプラス変換)

$f(t)$	$F(s)$	$f(t)$	$F(s)$	$f(t)$	$F(s)$
$\frac{1}{(n-1)!}t^{n-1}$	$\frac{1}{s^n}$	$\sin \beta t$	$\frac{\beta}{s^2 + \beta^2}$	$e^{-\alpha t} \sin \beta t$	$\frac{\beta}{(s + \alpha)^2 + \beta^2}$
$e^{-\alpha t}$	$\frac{1}{s + \alpha}$	$\cos \beta t$	$\frac{s}{s^2 + \beta^2}$	$e^{-\alpha t} \cos \beta t$	$\frac{s + \alpha}{(s + \alpha)^2 + \beta^2}$

専門 II	(物質化学専攻)
-------	----------

次の6問のうち3問を選んで解答しなさい。別紙解答用紙には必ず解答する問題番号を記入した上で解答しなさい。

問題 1 [無機・無機材料系 1]

I 配位化学は1800年代の後半にWernerによって系統化され始めた。次の表1に示すのは、コバルト、アンモニア、塩化物イオンからなる錯体の組成、色および名称である。これについて以下の問に答えなさい。

表1 4種類の塩化コバルト(III)のアンモニア錯体

錯体	色	初期の名前
$\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$	黄	ルテオ錯体
$\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$	紫	ブルプレオ錯体
$\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$	緑	ブラセオ錯体
$\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$	すみれ色	ビオレオ錯体

- (1) Werner はまず、これら4種類の錯体の塩化物イオンと硝酸銀水溶液との反応において、沈殿する塩化銀の量に差があることに注目した。それぞれの錯体について予想される反応式を示しなさい。
- (2) さらに、Werner はコバルトの配位数は常に6で八面体構造であるとしたとき、アンモニア分子の数が減少するに伴い、塩化物イオンがコバルト原子と共有結合的に結合していることを示唆した。これにより、硝酸銀との反応性に差があることを説明できるとした。以上の考察から、上記4種類の錯体はどのような形に書き表すことができるか、例にならって書きなさい。例： $\text{PtCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$
- (3) $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ には幾何異性体が存在する。それらの立体構造を書きなさい。

II 次の語句を説明しなさい。(各100~150字程度)

- (1) 活性酸素種
- (2) 両性酸化物
- (3) 三中心二電子結合
- (4) HSAB 則

問題 3 [有機・高分子系 1]

- I *p*-(トリフルオロメチル)安息香酸は、安息香酸よりも強い酸か弱い酸か答えなさい。
また、その理由について説明しなさい。
- II ベンズアルデヒドのような芳香族アルデヒドは、求核付加反応において脂肪族アルデヒドよりも反応性が低い。この理由を説明しなさい。
- III $C_{10}H_{14}$ の分子式をもつ芳香族炭化水素を $FeBr_3$ の存在下、臭素を用いて臭素化すると、 $C_{10}H_{13}Br$ の分子式をもつ化合物 A のみが得られた。この化合物の 1H NMR を測定すると以下のようなデータが得られた。
 1H NMR: 1.28 ppm (9H, 一重線), 7.23 ppm (2H, 二重線, $J=8.8$ Hz), 7.39 ppm (2H, 二重線, $J=8.8$ Hz).
- 1) 化合物 A の構造式を書きなさい。
 - 2) 化合物 A 以外の構造異性体 that 得られなかった理由について、説明しなさい。

問題 4 [有機・高分子系 2]

- I スチレンを重合してポリスチレンを得るためには、様々な重合方法がある。以下の間に答えなさい。
- (1) ラジカル重合反応で用いられる代表的な重合開始剤の名称と構造式を1つ挙げなさい。
 - (2) ラジカル重合の成長過程で末端ラジカルが安定になる理由を説明しなさい。
 - (3) カチオン重合を行う時、低温で重合を行う方が高分子量のポリスチレンを得ることができる。この理由について説明しなさい。
 - (4) リビングアニオン重合で得られるポリスチレンの特徴について答えなさい。
 - (5) チーグラー・ナッタ触媒は通常2つの化合物が用いられる。代表的なチーグラー・ナッタ触媒の化学式を示しなさい。この触媒により重合を行うと、どのような特徴を持つポリスチレンが得られるかを、フィッシャー投影図を用いて説明しなさい。

問題5〔分析・物理化学系1〕

I 電子について記述した次の文章の空欄にそれぞれ適切な語句を記入し、下の問に答えなさい。
答えはすべて解答用紙に記入すること。

電子には、(A) 性と (B) 性の二重性がある。電子のように (C) が小さい粒子を扱う場合には、(B) 性を無視することができない。ただし、古典物理学を用いて運動やエネルギーを説明することができるマクロな世界にも (B) 性があることが知られており、ド・ブロイによって導かれた (D) の概念がある。ド・ブロイの式は (E) のように書くことができる。

(問) 電子線を用いた機器分析法を一つ答えなさい。また、その分析法の原理を簡単に説明しなさい。

II 光(電磁波)を用いた機器分析法には、いろいろな種類がある。例にならって、下の表の空欄をうめなさい。
 ただし、光(電磁波)の速度を 3.0×10^8 m/s として計算しなさい。
答えはすべて解答用紙に記入すること。

	波長 (m)	電磁波の種類	主な機器分析法	現象	代表的な試料例	得られる情報
(例) 50 nm	5.0×10^{-8}	紫外線	紫外線吸収分析法	光吸収 結合の開裂	有機分子 オゾン	結合の強さ 定量
(1) 2.5 Å	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
(2) 1000 cm^{-1}	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	(L)
(3) 100 MHz	(M)	(N)	(O)	(P)	(Q)	(R)

問題 6 [分析・物理化学系 2]

I モルギブズエネルギー G_m は化学の各分野においてきわめて重要な役割を果たしている。一般に、 G_m の全微分は $dG_m = V_m dP - S_m dT$ と表わされる。ここで V_m はモル体積、 S_m はモルエントロピーである。この関係を用いて、圧力変化に伴う物質の相変化について考えよう。

図 1 は、一定温度の下において、ある物質の、気体、液体、固体の各状態での G_m を、圧力 P に対してプロットした模式図である。次の各問に答えなさい。ただし、気体は完全気体として扱えるものとする。

- (1) 図中の曲線 A および直線 B、C の接線の傾きは何を表わすか答えなさい。
- (2) 図中の曲線 A および直線 B、C はそれぞれ、気体、液体、固体のどれを表すか答えなさい。また、その理由を答えなさい。
- (3) 温度を一定の下で加圧しながら、系の状態を観察したとき、図中の交点 a および交点 b に対応する各圧力で、どのような現象が起きるか答えなさい。
- (4) 気体、液体、固体の各相が現れる代表的な相図を、横軸に温度、縦軸に圧力をとって図示し、(3) の観察結果をこの相図を用いて説明しなさい。
- (5) 図中の曲線 A において、ある圧力 P_0 における系の G_m を $G_{m,0}$ とするとき、他の圧力 P における系の G_m を表す式を求めなさい。

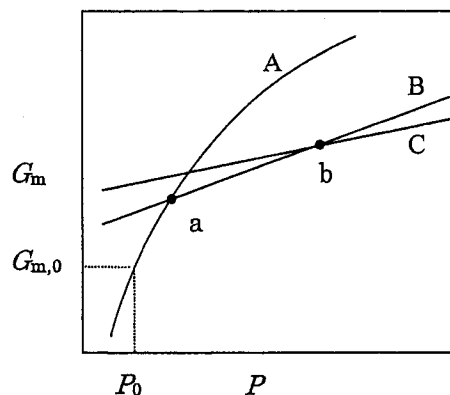


図 1. モルギブズエネルギー G_m と圧力 P の関係を示す模式図

専門 II	(情報メディア学専攻)
-------	-------------

問題 I、II は必ず解答しなさい。さらに、問題 III、IV、V から 1 問を選択して解答しなさい。
 所定の解答用紙に問題番号と解答を書きなさい。解答用紙は 1 問につき 1 枚を使用しなさい。

I 以下の問題を読み、(1) と (2) の各問を解答しなさい。

P88 計算機は、命令ポインタ IP、命令レジスタ IR、条件フラグ CF、演算レジスタ AX およびメモリの各部分からなっている。そして、P88 計算機には、表 1 に示す 12 種類の命令がある。表 1 の最初の命令は「コピー」であり、COPY AX, mem と書く。mem はメモリ内の位置を示す。この命令が実行されると、位置 mem のメモリ内容が、レジスタ AX にコピーされる。もう 1 つのコピー命令 COPY mem, AX は、AX の内容を位置 mem にコピーする。例として、この 2 つの命令を使って、データをメモリ内の位置 A から位置 B に移すプログラムを以下に用いる。

```
COPY    AX, A
COPY    B, AX
```

(1) 整数を AX に読み込み、メモリ内の位置 M1 にコピーして、それを 2 乗し、その結果を出力するプログラムを作成しなさい。

(2) 次のプログラムがどんな関数を計算するか、説明しなさい。

```

                IN      AX
                COPY   M1, AX
                SUB    AX, M1
                CMP    AX, M1
                JB     LAB1
                OUT    AX
                JMP    LAB2
LAB1           COPY   AX, M1
                DIV   AX, M1
LAB2           END
```

Table 1: P88 計算機の命令

命令	書式	動作
1 mem からコピーせよ	COPY AX, mem	AX に mem を代入せよ。
2 mem へコピーせよ	COPY mem, AX	mem に AX を代入せよ。
3 加算せよ	ADD AX, mem	AX に AX + mem を代入せよ。
4 減算せよ	SUB AX, mem	AX に AX - mem を代入せよ。
5 乗算せよ	MUL AX, mem	AX に AX * mem を代入せよ。
6 除算せよ	DIV AX, mem	AX に AX / mem を代入せよ。
7 比較せよ	CMP AX, mem	AX < mem なら、CF に B を代入せよ。 そうでなければ、CF に NB を代入せよ。
8 ジャンプせよ	JMP lab1	lab1 というラベルのついた命令へ行け。
9 未満でなければ ジャンプせよ	JNB lab1	CF = NB なら、lab1 というラベルの ついた命令へ行け。そうでなければ、 次の命令へ行け。
10 未満なら ジャンプせよ	JB lab1	CF = B なら、lab1 というラベルの ついた命令へ行け。そうでなければ、 次の命令へ行け。
11 入力せよ	IN AX	レジスタ AX に整数を入力せよ。
12 出力せよ	OUT AX	レジスタ AX に整数を出力せよ。

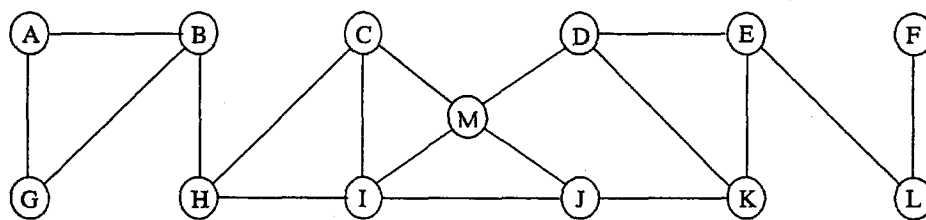
II 以下の問いに答えなさい。

- (1) OSI参照モデルに基づく計算機ネットワークにおいて、発信元と宛先終端システム相互の中継システムのモデルとしてのリピータ、ブリッジ、ルータを図式化しなさい。なお、図中にはOSI各層の名称と役割についても記入しなさい。
- (2) TCP/IPにおいて、トランスポート層プロトコルのPDUが2300バイトの場合、それが、A, B, Cのサブネットを通過して宛先まで行く場合、最終的にいくつのIPパケットになってたどり着くかを調べなさい。
ただし、IPパケットは24バイト長のヘッダを持つと考える。また、A, B, CのMTUは、それぞれ、1500, 256, 2000バイトとする。

III データベースに関する次の問いに答えなさい。

- (1) オブジェクト指向データベースの特徴をリレーショナルデータベースとの比較で述べなさい。
- (2) 集中型データベースと分散型データベースに関してそれぞれの長所・短所を述べなさい。

IV 次の連結グラフについて下の問いに答えなさい。



- (1) 節点Aから節点Fへの距離を求めよ。
- (2) このグラフのカットポイントを列挙しなさい。
- (3) このグラフのブリッジを列挙しなさい。
- (4) 節点Hから節点Kへの順路（同じ接点を2度通らない）は何通りあるか。
- (5) 上記グラフにおいて、節点Iを始点として接点Fを探索する縦型（深さ優先）探索木を作成しなさい。ただし、同じレベルにある接点の探索優先順位はアルファベット順とする。

V 以下の問いに答えなさい。

(1) 周期 T の信号 $x(t)$

$$x(t) = \begin{cases} 1, & |t| \leq \frac{T}{4} \\ 0, & \frac{T}{4} < |t| < \frac{T}{2} \end{cases}$$

を、フーリエ級数

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k e^{jk\frac{2\pi}{T}t}$$

$$a_k = \frac{1}{T} \int_T x(t) e^{-jk\frac{2\pi}{T}t} dt$$

に展開した際のフーリエ展開係数 a_k を求めなさい。

(2) 信号 $x(t)$ のフーリエ変換 $X(\omega)$

$$X(\omega) = \begin{cases} 1, & |\omega| \leq W \\ 0, & |\omega| > W \end{cases}$$

が与えられたとき、逆フーリエ変換

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega) e^{j\omega t} d\omega$$

を用いて、元の信号 $x(t)$ を求めなさい。

専門 II	(環境ソリューション工学専攻)
-------	-----------------

以下の大問I～IVの中から3問を選択して、解答しなさい。なお、それぞれの大問は別々の解答用紙に解答し、解答用紙には解答した大問番号を明記すること。

I 下記の問題(問1、問2)に答えなさい。

問1 衛生学的に安全な水を供給するため、日本の水道では塩素を用いて消毒をしている。塩素消毒に関する次の文章を読んで、下記の問いに答えなさい。

水道水の消毒に用いられる塩素剤には液化塩素のほか、(①) ナトリウムなどがある。

(a) (①) ナトリウムを純水に溶解すると、(①) と水酸化ナトリウムを生じてこれらと平衡状態となる。アンモニア性窒素のみが存在する水に (①) ナトリウムを溶解すると、(①) はアンモニア性窒素と反応して3種類の (②) を生じる。3種類の (②) は相互に反応して減少し、窒素ガスなどを生じる。なお、それぞれ (①) は (③) 塩素、(②) は (④) 塩素と呼ばれ、いずれも残留塩素として消毒効果を有している。

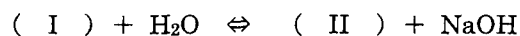
塩素の注入率(水単位体積あたりの塩素添加量、mg/L)を多くするにつれて残留塩素はいったん増加するが、その後、減少し始める。(b) 最も残留塩素が少なくなる点を超えると (②) がすべて消費されて、残留塩素は再び増加するようになる。

- (1) 消毒と滅菌について、微生物に対する効果の面からそれぞれを簡単に説明しなさい。
- (2) ①から④に当てはまる最も適切な語句を、下記の1から11の語群から選んで、その番号で答えなさい。

語群 (1～11)

- | | | | | |
|----------|----------|-------------|----------|--------|
| 1) アンモニア | 2) 塩化 | 3) 塩化アンモニウム | 4) 会合 | 5) 結合 |
| 6) クロラミン | 7) グルタミン | 8) 水酸化 | 9) 次亜塩素酸 | 10) 分離 |
| | | | 11) 遊離 | |

- (3) 下線部(a)の平衡状態を表したい。下記の (I)、(II) に当てはまる最も適切な 化学式 を書きなさい。



- (4) 下線部(b)の点を何というか、答えなさい。

問2 水質指標のひとつである、細菌学的試験に関する次の問いに答えなさい。

- (1) 一般細菌と大腸菌群に関する次の文章の (①) から (⑦) に当てはまる最も適切な語句を、下記の1から16の語群から選んで、その番号で答えなさい。

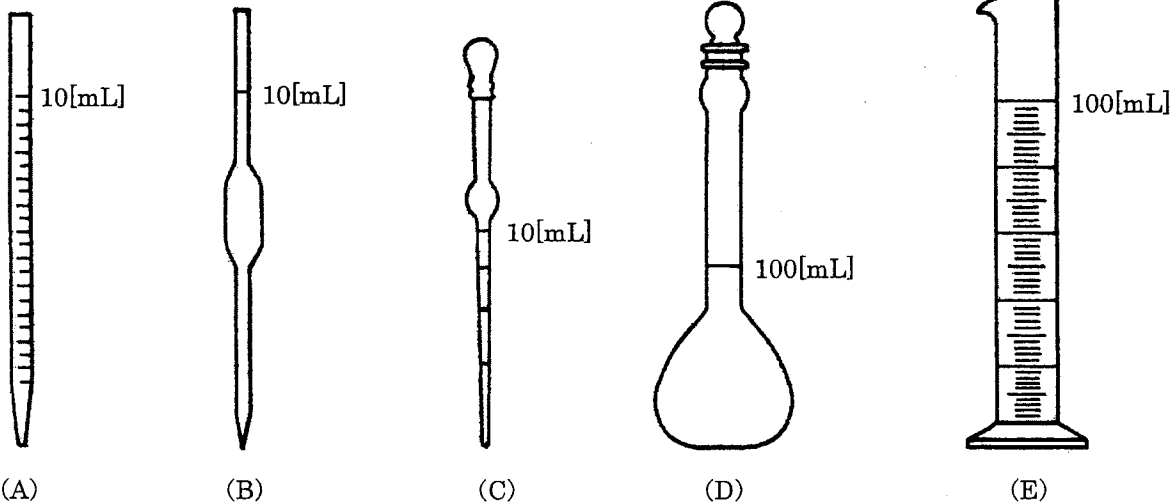
一般細菌とは、(①) 培地上に $36 \pm 1 [^{\circ}\text{C}]$ 、(②) 時間で集落 (コロニー) を形成しうる生菌のことである。一方、大腸菌群とはグラム (③) 性、無芽胞の (④) 菌であるとともに、 $36 \pm 1 [^{\circ}\text{C}]$ で (⑤) 時間以内に乳糖を分解して (⑥) とガスを生じる、(⑦) 性または通性嫌気性の細菌である。

語群 (1~16)

- 1) アルカリ 2) 陰 3) 桿 4) 嫌気 5) 好気 6) 酸
 7) 糸状性 8) デオキシコール酸塩 9) 標準寒天 10) ブドウ球 11) 陽
 12) 24 ± 2 13) 30 ± 1 14) 48 ± 3 15) 55 ± 1

- (2) 試料水中から大腸菌群が検出された。このことはどのようなことを意味しているか、説明しなさい。
- (3) 細菌学的試験のため、試料水 10[mL] をできる限り正確に 10 倍に希釈して 100[mL] としたい。図に示した A から E の器具が使用できるとき、次の①から⑦の組合せのうち最も適切なものをひとつ選びなさい。また、選んだ器具の名称を、記号と対応させて書きなさい。

- ①A と D ②A と E ③B と D ④B と E
 ⑤C と D ⑥C と E ⑦D と E



II 下記の問題（問1、問2）に答えなさい。

問1 以下の(ア)～(エ)の4つの問いから2つ選んで答えなさい。解答用紙に解答した(ア)～(エ)の記号を明記すること。

(ア) 事業者（生産・流通）に関係する例も含め、環境に関する3Rの具体的な例を2つずつあげて説明しなさい。

(イ) ストーカ式焼却炉におけるダイオキシン類対策について説明しなさい。

(ウ) 準好気性埋立とは何か、その機能を発揮させるための留意点を説明しなさい。

(エ) 特別管理廃棄物であるアスベストの毒性、規制、処理法について説明しなさい。

問2 以下の問いに答えなさい。

(1) 3成分データ（水分 W [%]、可燃分 B [%]、灰分 A [%]）があるごみは、解答用紙に示す三角図中に点として表すことができる。3種類のごみ $P1$ 、 $P2$ 、 $P3$ があり、それらの3成分データが下記のものであったとする。

$P1$ ($W=56\%$ 、 $B=21\%$ 、 $A=23\%$)、 $P2$ ($W=50\%$ 、 $B=34\%$ 、 $A=16\%$)、 $P3$ ($W=40\%$ 、 $B=54\%$ 、 $A=6\%$)

このとき、ごみ $P1$ 、 $P2$ 、 $P3$ を三角図中に書き入れなさい。

(2) 3成分値を用いて低位発熱量 H_u [kcal/kg] を H_u [kcal/kg] = $50B$ [%] - $6W$ [%] により推定することにする。助燃油等が要らない自然限界の低位発熱量を 800 [kcal/kg]、自己熱で灰の溶融ができる自溶限界の低位発熱量を 1700 [kcal/kg] としたとき、自然限界線 $50B - 6W = 800$ [kcal/kg] は三角図中に直線で表示でき、同様に自溶限界線 $50B - 6W = 1700$ [kcal/kg] も直線で表示できる。自然限界線、自溶限界線を三角図中に書き入れなさい。このとき、それぞれの線が三角辺と交わる点の値も明記しなさい。

(3) 以上の結果から、ごみ $P1$ 、 $P2$ 、 $P3$ の処理法として焼却処理、溶融処理が可能か、理由をあげて説明しなさい。

Ⅲ 下記の問題（問1、問2）に答えなさい。

問1 植物の被食に対する物理的防御、化学的防御、他の生物を利用した防御のそれぞれについて説明し、例を2つずつあげなさい。

問2 北方針葉樹林と熱帯降雨林の特徴を、分布地域、気候、土壌、生物多様性の観点から説明しなさい。特に、有機物の主な存在場所（植物体内、土壌中）の違いを指摘しなさい。

Ⅳ 下記の問題に答えなさい。

ある地域に生育・生息する生物の個体数や生物量を調べたい。しかし、調査地全域が広い場合や捕獲が困難な場合、調査地内の全数調査が困難なことが多い。このような場合を想定し、下記の生物のうち植物と動物をそれぞれひとつ、計2つを例にとり、野外におけるその単位面積あたりの個体数および生物量を比較的少ない労力により推定する調査方法について、調査対象の時空間スケールおよび調査道具類などとともに解説し、その方法の利点・欠点について述べよ。なお必要に応じて、採取・捕獲等に許可が必要な方法も用いることができることとし、また調査個体を採取し調査地に戻さない場合も可とする。

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| (ア) コナラ（広葉樹） | (調査地全域 100[ha]=1[km ²]) |
| (イ) モウソウチク（竹） | (調査地全域 100[ha]=1[km ²]) |
| (ウ) クロモ（湖沿岸部の沈水植物） | (調査地全域 100[ha]=1[km ²]) |
| (エ) ウグイス（鳥） | (調査地全域 100[ha]=1[km ²]) |
| (オ) モンシロチョウ（蝶） | (調査地全域 1[ha]=10,000[m ²]) |
| (カ) カワムツ（ため池の魚） | (調査地全域 1[ha]=10,000[m ²]) |