問題２１　離散数学　設問すべてについて解答すること。

I　p，q，rを命題変数とする。次の（１）～（５）の問いについて答えよ。

（ア）$p \leftrightarrow \neg(\neg p)$　　（イ）$q \rightarrow p$　　（ウ）$\neg q \rightarrow \neg p$

（エ）$(p \leftrightarrow q) \wedge \neg(\neg p \leftrightarrow \neg q)$　　（オ）$(p \rightarrow q) \leftrightarrow \neg(p \wedge \neg q)$

（カ）$(p \wedge (q \wedge r)) \rightarrow (p \vee (q \vee r))$

（１）論理式（ア）～（カ）の真理値表をそれぞれ示せ。

（２）論理式（ア）～（カ）のうち，充足可能なものを列挙せよ。

（３）論理式（ア）～（カ）のうち，恒真であるものを列挙せよ。

（４）論理式（ア）～（カ）のうち，恒偽であるものを列挙せよ。

（５）恒真な論理式A，恒偽な論理式B，充足可能な論理式Cがあるものとする。

下記の8つの論理式を恒真と恒偽に分類せよ。

$\neg A$, $\neg B$, $(A \rightarrow B)$, $(B \rightarrow C)$, $(C \rightarrow A)$, $(A \oplus B)$, $(A \leftrightarrow B)$, $(A \wedge B \wedge C) \rightarrow (A \vee B \vee C)$

II　x，yを整数とする。以下のR_1からR_5は整数の集合Z上の2項関係である。

$R_1 = \{ (x,y) \mid y = x \}$

$R_2 = \{ (x,y) \mid y \geqq x \}$

$R_3 = \{ (x,y) \mid y = 3x + 3 \}$

$R_4 = \{ (x,y) \mid (y = x) \vee (y = x + 3) \}$

$R_5 = \{ (x,y) \mid |x| + |y| < 5 \}$

次の（１）～（７）の問いについて答えよ。

（１）R_1からR_5について，反射的である（反射律を満たす）ものを列挙せよ。

（２）R_1からR_5について，対称的である（対称律を満たす）ものを列挙せよ。

（３）R_1からR_5について，反対称的である（反対称律を満たす）ものを列挙せよ。

（４）R_1からR_5について，推移的である（推移律を満たす）ものを列挙せよ。

（５）集合Z上の2項関係で，(ア)的かつ（イ)的かつ（ウ)的であるものを同値関係という。

(ア)，(イ)，(ウ)に入る適切な言葉を示せ。

また，R_1からR_5について，同値関係にあるものを列挙せよ。

（６）集合Z上の2項関係で，(エ)的かつ（オ)的かつ（カ)的であるものを半順序関係という。

(エ)，(オ)，(カ)に入る適切な言葉を示せ。

また，R_1からR_5について，半順序関係にあるものを列挙せよ。

（７）0以上の整数の集合Z^+上での4を法とする同値関係 $R_6 = \{ (x,y) \mid x \equiv y \pmod 4 \}$の同値類をすべてあげよ。

III 次のとおり定義される無向グラフGを考える。

$G=(V,E)$　/* Vは頂点の集合，Eは辺の集合 */

$V=\{a,\ b,\ c,\ d,\ e,\ f,\ g,\ h,\ i,\ j,\ k,\ l,\ m,\ n,\ o\}$

$E=\{(a,b),\ (a,c),\ (b,d),\ (b,e),\ (c,f),\ (c,g),\ (d,h),$
$(d,i),\ (e,j),\ (e,k),\ (f,l),\ (f,m),\ (g,n),\ (g,o)\}$

次の（1）～（5）の問いについて答えよ。

（1）このグラフを図示せよ。

（2）このグラフの高さ，葉の数，内部節点の数を示せ。ただし，内部節点は根を含む。

（3）全ての葉が同じ深さを持ち，かつ，全ての内部節点の子が2つである木において，
高さをtとする。この時，葉の数と内部節点の数をtを用いて示せ。

（4）グラフGから部分グラフG'を取出し，これに辺をひとつ加えて頂点数7のオイラー閉路を作る。
このようなオイラー閉路は何個作成可能か答えよ。
またそのうちのひとつを図示せよ。ただし，加えた辺は点線で示せ。

（5）グラフGをハミルトン閉路を含むグラフにしたい。辺を5本追加しハミルトン閉路とした場合の
図を示せ。ただし，加えた辺は点線で示せ。

問題２２　情報科学　設問すべてについて解答すること。

Ⅰ　以下に示す文章（１）～（５）の正誤をそれぞれ答えよ。

（１）$f(n) = 3n^7 + 5n^2 + 3 \cdot 2^n$ のとき，$f(n) = O(n^7)$ である。

（２）$f(n) = n + n\log n$ のとき，$f(n) = O(n)$ である。

（３）$f(n) = O(g(n))$ かつ $g(n) = O(h(n))$ のとき，常に $f(n) = O(h(n))$ である。

（４）$f(n) = O(g(n))$ のとき，常に $g(n) = \Omega(f(n))$ である。

（５）$f(n) = \Theta(g(n))$ のとき，常に $f(n) = \Omega(g(n))$ である。

Ⅱ　重み付き単純無向グラフ $G = (V, E)$ において，与えられた始点 $s\ (\in V)$ から各頂点への最短距離を求めるアルゴリズムの疑似コードを図１に示す。なお V は G の頂点集合であり，疑似コード中で各頂点 $v\ (\in V)$ は，$1, 2, \ldots$ の自然数値で表されるものとする。また E は G の辺集合であり，疑似コード中で各辺は二次元配列 $E[][]$ で表され，$E[i][j]$ および $E[j][i]$ には頂点 i と頂点 j を結ぶ辺の距離が格納されているとする。辺の距離は非負の値とし，頂点 i と頂点 j が辺で結ばれていない場合は $E[i][j] = \infty$ および $E[j][i] = \infty$ とする。このとき，次の（１）～（４）の問いに答えよ。

```
 1: Q ← V;
 2: for all v ∈ V do
 3:     distance[v] ← ∞;
 4: end for
 5: distance[s] ← 0;

 6: while Q ≠ ∅ do
 7:     u ← decrease(Q);
 8:     for all v ∈ V do
 9:         if E[u][v] ≠ ∞ then
10:             if distance[v] > distance[u] + E[u][v] then
11:                 distance[v] ← distance[u] + E[u][v];
12:             end if
13:         end if
14:     end for
15: end while

16: function decrease(Q)
17:     dist ← ∞;
18:     node ← NULL;
19:     for all q ∈ Q do
20:         if distance[q] < dist then
21:             dist ← distance[q];
22:             node ← q;
23:         end if
24:     end for
25:     Q ← Q− { node };
26:     return node;
27: end function
```

図 1: 各頂点への最短距離を求めるアルゴリズムの疑似コード

（１）このアルゴリズムは一般に，考案者の人名で呼ばれる。その人名を答えよ。

（２）decrease(Q) は，Q に含まれる全ての要素 v のうち最小の distance$[v]$ を持つ要素を返し，その要素を Q から取り除く。いま，集合 Q を管理するデータ構造をサイズ $|V|$ の一次元配列で実現する場合を考える。すなわち，疑似コードの１行目では，この一次元配列に V の全要素が順不同で格納される。また 25 行目では，node に相当する要素をこの一次元配列中から線形探索で発見し，当該要素を NULL で上書き消去する。このとき，decrease(Q) の時間計算量を，Θ 記法で示せ。ただし，V の大きさを $|V|$，E の大きさを $|E|$ と表記するとする。

（3）上記（2）の場合において，図1の疑似コードで示されたプログラム全体の時間計算量を，Θ 記法で示せ。

（4）最短距離ではなく最長距離を求めることを目的に，図1のプログラムを以下に示すとおり4箇所書き換えたとする。なおここで2頂点間の最長距離とは，同じ頂点を二度通らない経路のうち最大の長さを持つ経路の距離を指す。このとき，書き換えたプログラムでは始点 s から各頂点への最長距離を正しく求められない理由を，反例となる入力グラフ G をひとつ挙げて説明せよ。

- 3行目において，distance[v] を ∞ ではなく $-\infty$ で初期化する。
- 10行目の distance[v] の更新条件を，distance[v] $<$ distance[u] $+$ $E[u][v]$ とする。
- 17行目において，dist $\leftarrow \infty$ を dist $\leftarrow -\infty$ とする。
- 20行目の dist, node の更新条件を，distance[q] $>$ dist とする。

III　図2は，$\Sigma = \{0, 1\}$ 上の言語 L を受理する決定性有限オートマトン M の状態遷移図である。ただし，S を初期状態，F を受理状態とする。次の（1）～（3）の問いに答えよ。

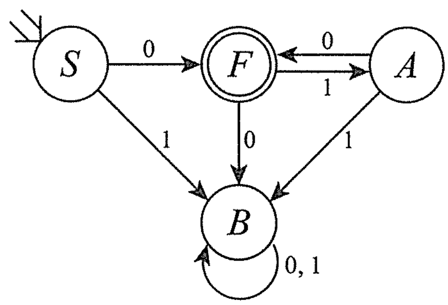


図 2: オートマトン M の状態遷移図

（1）以下のそれぞれの語が M で受理されるか否か答えよ。

（ア）0001

（イ）0101010

（ウ）00101

（2）L を正規表現で表せ。

（3）M をもとに得た，L を生成する正規文法 G の生成規則を以下に示す。

$$G:\quad S \rightarrow （ア）,\quad A \rightarrow （イ）,\quad B \rightarrow （ウ）,\quad F \rightarrow （エ）$$

各生成規則の右辺（ア）～（エ）を埋めよ。この際，M の状態名と非終端記号を対応させること。ここで正規文法とは，その文法を構成する各生成規則において，左辺が非終端記号ひとつだけから成り，右辺がひとつの終端記号とそれに続くひとつの非終端記号，もしくはひとつの終端記号のみから成るものを言う。また，ε-遷移は許さないものとする。なお解答に際しては，以下の例のように，左辺が共通する生成規則は，「|」記号を用いてひとつの規則にまとめて表記すること。

生成規則をまとめて表記する例： $X \rightarrow aY,\ X \rightarrow b \quad \Rightarrow \quad X \rightarrow aY \mid b$

問題２３　情報理論　設問すべてについて解答すること。

導出過程も簡潔に示すこと。ただし，解答においては最も簡約化した形で答えを示すこと。ここで簡約化とは，分数に関しては既約形，対数に関しては最も簡単な形（例：$\log_2 6 \to 1+\log_2 3$）に変形することを指す。また，$0\log_2 0 = 0$ とする。

Ⅰ　以下の式で表されるマルコフ情報源を考える。

$$X_n = \mathrm{sign}(X_{n-1} + Z_n), \qquad n = 1,2,\ldots$$

ここで，X_n, Z_n $(n = 1,2,\ldots)$ は整数 $-1,0,1$ のいずれかをとる確率変数であり，$X_0 = 0$（定数）とする。また，Z_n $(n = 1,2,\ldots)$ は以下の確率分布に従うものとする。

$$P_{Z_n}(-1) = \frac{1}{4}, P_{Z_n}(0) = \frac{1}{4}, P_{Z_n}(1) = \frac{1}{2}, \qquad n = 1,2,\ldots$$

ただし，関数 $\mathrm{sign}(\cdot)$ は以下のように定義される。

$$\mathrm{sign}(x) = \begin{cases} -1 & : x < 0 \\ 0 & : x = 0 \\ 1 & : x > 0 \end{cases}$$

この情報源について，以下の（１）～（７）の問いに答えよ。

（１）　エントロピー $H(X_1)$ を求めよ。

（２）　以下の遷移確率行列 $\boldsymbol{P}_{X_2|X_1}$ および確率ベクトル $\boldsymbol{P}_{X_2}$ を求めよ。

$$\boldsymbol{P}_{X_2|X_1} = \begin{pmatrix} P_{X_2|X_1}(-1|-1) & P_{X_2|X_1}(-1|0) & P_{X_2|X_1}(-1|1) \\ P_{X_2|X_1}(0|-1) & P_{X_2|X_1}(0|0) & P_{X_2|X_1}(0|1) \\ P_{X_2|X_1}(1|-1) & P_{X_2|X_1}(1|0) & P_{X_2|X_1}(1|1) \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{P}_{X_2} = \begin{pmatrix} P_{X_2}(-1) \\ P_{X_2}(0) \\ P_{X_2}(1) \end{pmatrix}$$

（３）　相互情報量 $I(X_1; X_2)$ を求めよ。

（４）　確率ベクトル $\boldsymbol{P}_{X_3}$ を $\boldsymbol{P}_{X_2|X_1}$ および $\boldsymbol{P}_{X_1}$ を用いて表せ。

（５）　この情報源の生起確率は $n \to \infty$ において収束する。確率ベクトル $\boldsymbol{P}_{X_\infty} = \lim_{n\to\infty} \boldsymbol{P}_{X_n}$ を求めよ。

（６）　条件付きエントロピーの極限値 $H(X_\infty|X_\infty) = \lim_{n\to\infty} H(X_n|X_{n-1})$ を求めよ。

（７）　この情報源のエントロピーレート $H(X) = \lim_{n\to\infty} \frac{1}{n} H(X_1, X_2, \ldots, X_n)$ が $H(X_\infty|X_\infty)$ と一致することを示せ。

II　次の（1）～（4）の問いについて答えよ。

（1）送信記号を確率変数Xで表し，そのアルファベットを$\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$とする。また受信記号を確率変数$Y$で表し，そのアルファベットを$\{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\}$とする。このとき通信路行列$\boldsymbol{W}_1$が

$$\boldsymbol{W}_1 = \begin{bmatrix} 1-\varepsilon & \varepsilon & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1-\varepsilon & \varepsilon & 0 & 0 \\ \varepsilon & 0 & 1-\varepsilon & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1-\varepsilon & \varepsilon \\ 0 & 0 & 0 & \varepsilon & 1-\varepsilon \end{bmatrix},$$

で与えられる定常無記憶通信路がある。ただし，通信路行列$\boldsymbol{W}_1$の第i行j列の要素（$i \in \{1,2,3,4,5\}, j \in \{1,2,3,4,5\}$）は，送信アルファベット$x_i$から受信アルファベット$y_j$への遷移確率$P_{Y|X}(y_j \mid x_i)$を表すこととする。また，$\varepsilon$は$0<\varepsilon<1$を満たす実数である。このとき，条件付きエントロピー$H(Y \mid X)$をεを用いて表せ。

（2）通信路行列$\boldsymbol{W}_1$を持つ通信路の通信路容量C_1を求めよ。

（3）送信記号を確率変数Xで表し，そのアルファベットを$\{0,1\}$とする。また受信記号を確率変数Yで表し，そのアルファベットを$\{0,1\}$とする。このとき通信路行列$\boldsymbol{W}_2$が

$$\boldsymbol{W}_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1/2 & 1/2 \end{bmatrix}$$

で与えられる定常無記憶通信路がある。このとき$X=1$となる確率をqとする。この通信路に対し相互情報量$I(X;Y)$をqを用いて表せ。ただし，qは$0<q<1$を満たす実数である。

（4）通信路行列$\boldsymbol{W}_2$を持つ通信路の通信路容量C_2を求めよ。

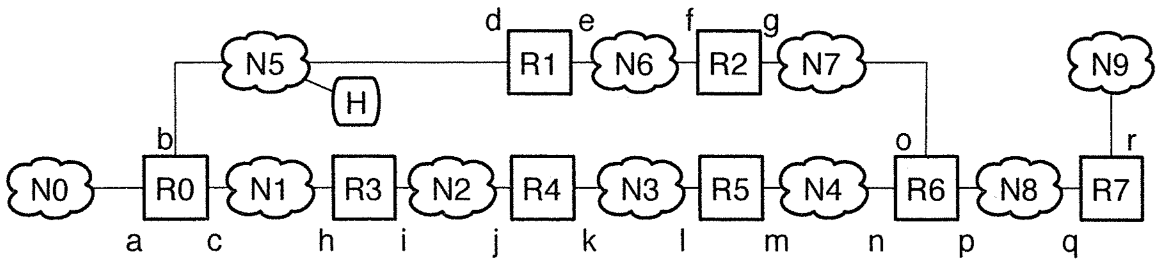
問題２４　Ａ［情報ネットワーク］，Ｂ［知能科学］，Ｃ［メディア情報処理］

Ａ，ＢまたはＣの設問のいずれかを選択して解答し，解答用紙の選択記号欄に，選択したＡ，ＢまたはＣの記号を記入すること。

Ａ［情報ネットワーク］ 設問すべてについて解答すること。

I　有線回線と衛星回線で接続された二つの端末 A と端末 B を考える。有線回線は回線速度を設定可能な全二重回線であり，衛星回線は 320 キロビット/秒の全二重回線である。また，衛星回線はバックアップ用であり，有線回線に障害が発生した時にのみ使われる。したがって，これら二つの回線は同時に使用することができない。ここで，端末 A から端末 B の一方向にデータを送信する。送信されるデータは，有線回線を利用した場合は 1600 バイトごとのフレームに分割されて伝送され，衛星回線を利用した場合は，800 バイトごとのフレームに分割されて伝送される。どちらの回線でも，データの伝送において，誤り制御としてストップアンドウェイト ARQ 方式が用いられている。そして，受信側より返される送達確認（ACK）のデータサイズは非常に小さく，その作成時間及び送出時間は無視できるものとする。有線回線の伝搬遅延は 75 ミリ秒，衛星回線の伝搬遅延は 240 ミリ秒とし，いずれの回線上でも誤りが発生しないものとする。衛星回線を用いた時の，端末 A から端末 B へのスループットを測定したところ，有線回線を用いた時のスループットの四分の一になるという。この時，有線回線の回線速度を，理由と共に示せ。

II　10 個のパケット交換ネットワーク（N0〜N9）が，下図のように 8 つのルータ（R0〜R7）を介して接続されている。図において，R0〜R7 に記載されたアルファベット a〜r は，ルータの持つインタフェースに付与されたアドレスであり，例えば，R0 は，N1 にはアドレス “c” が付与されたインタフェースを介して接続され，N5 にはアドレス “b” のインタフェースを介して接続されている。ルータを含めた同じネットワーク内のホスト同士は直接通信することができ，ネットワーク間の経路制御プロトコルとしては，ホップ数を距離とした距離ベクトル型のプロトコルが用いられている。すべてのルータが，ある時刻に，同時に，かつ，瞬時に起動したとする。起動した直後から 30 秒間は，各ルータは経路制御情報を発信せず，30 秒後からは，30 秒間隔で経路制御情報を配信するものとする。また，起動直後のすべてのルータは直属のネットワークのみを知る。そして，デフォルトルートを用いないものとする。なお，宛先までの距離が等しい二つの経路がある場合には，アルファベット順でインタフェースが選択されるものとする。



この時，以下の（1）～（4）の問いに答えよ。

（1） 起動から 65 秒経過した時点の R0 の経路制御表を，直接接続も含めて示せ。経路制御表は，以下の記述例のように，（宛先，ネクストホップ(Next-hop)，ホップ数）の三つ組で記載すること。ここで，経路制御情報は受信した瞬間に即座に処理され，経路制御表に反映されるものとし，経路制御情報を送信するパケットの遅延，損失はないものとする。
記述例）宛先が N0 でネクストホップが p，ホップ数が 10 の時は，（N0，p，10）と書く。

（2） R0 の経路制御表に N9 への経路情報が載るのは，すべてのルータが起動してから最短で何秒後になるかを答えよ。

（3） 起動から 1 時間経過した後に，N5 に属する端末 H が，N0～N4 および N6～N9 に属する端末と最短経路で通信を行いたい。この時，H において，各ネットワークに対するネクストホップをどのように設定すればよいかを，N5 を除いた 9 つのネットワークごとに，インタフェースアドレスにより以下の表の形で示せ。

ネットワーク	N0	N1	N2	N3	N4	N6	N7	N8	N9
ネクストホップ									

（4） 経路制御プロトコルについて，以下の（ア）（イ）の問いに答えよ。

（ア）自律システム（Autonomous System: AS）内の経路制御を行うプロトコルと自律システム間の経路制御を行うプロトコルはそれぞれ何と呼ばれるかを答えよ。

（イ）距離ベクトル型の経路制御プロトコルとリンク状態型の経路制御プロトコルの代表的なものをそれぞれ二つずつ答えよ。また，非適応型経路制御の例を一つ答えよ。

III WWW サービスに関して，以下の文章中の空欄（ア）～（シ）に入る適切な語を答えよ。

WWW(World Wide Web)サービスにおいて用いられるアプリケーション層プロトコルである（ア）は，トランスポート層プロトコルとして（イ）を採用しており，ポート番号は 80 である。このようなサービスに固有なポート番号は，（ウ）と呼ばれる。なお，（イ）は，トランスポート層のコネクション型のプロトコルであるので（エ）がエンティティとなり，その転送単位は（オ）と呼ばれる。（イ）は，コネクションの確立（開設）には，（カ）という方式を，また，コネクションの切断（開放）には（キ）という方式を採用している。

WWW サービスは，クライアント-サーバ型のサービスであり，クライアントからの要求メッセージに対して，サーバは応答メッセージを返す。要求メッセージの一行目は，（ク），（ケ），バージョンの三つからなる要求行と，その後にヘッダ行，空白行があり，必要に応じてメッセージボディが続く。一方，応答メッセージは，バージョン，（コ），説明句(Reason-Phrase)の後に，ヘッダ行，空白行，メッセージボディが続く。（コ）はクライアントからの要求に対する試行の結果を三桁の数字で表したものである。（ア）のバージョン 1.1 では，（イ）を用いてデータを送る場合，一つの要求ごとに一つの（イ）コネクションを用いる（サ）接続と，一つの（イ）コネクションで複数の要求・応答を送る（シ）接続がある。

B [知能科学]　設問すべてについて解答すること。

I　次の（1），（2）の問いについて答えよ。

（1）「論理式Qは論理式の集合$\{P_1,\ldots,P_n\}$からの論理的帰結である」の定義として以下の文 a)～d)が正しいか誤りか答えよ。誤りの場合は文の一部を変更し正しい定義に訂正せよ。

a)　$P_1 \vee \cdots \vee P_n$が真となる解釈の下でQが真となる。

b)　$P_1 \wedge \cdots \wedge P_n \rightarrow Q$が充足可能となる。

c)　$P_1 \wedge \cdots \wedge P_n \wedge Q$が恒真（妥当）である。

d)　$\neg P_1 \vee \cdots \vee \neg P_n \vee \neg Q$が充足可能となる。

（2）以下の文 a)～c)を正しく表現する論理式を表1からそれぞれ選択せよ。ここで，xとyはそれぞれ人物を表す個体変数とし，述語$love(x,y)$は「xがyを愛する」を表現することとする。

a)　皆から愛される人がいる。

b)　すべての人には愛する人がいる。

c)　すべての人を愛する人がいる。

表1：論理式

$\forall x.\forall y.\ love(x,y)$	$\exists y.\ \exists x.\ love(x,y)$
$\forall x.\exists y.\ love(x,y)$	$\exists y.\forall x.\ love(x,y)$
$\exists x.\forall y.\ love(x,y)$	$\forall y.\ \exists x.\ love(x,y)$

II　次の（1），（2）の問いについて答えよ。

（1）　基本命題p, q, rを用いて三段論法の推論形式を命題論理の論理表現で示せ。

（2）　三段論法が健全な推論であることを証明せよ。証明には，肯定式の推論規則（モーダス・ポーネンス，MP）を用いることとし，必要に応じて表2の公理系と演繹定理を用いても良い。

表2：命題論理の公理系

$(a)\ \alpha \rightarrow (\beta \rightarrow \alpha)$

$(b)\ (\alpha \rightarrow (\beta \rightarrow \gamma)) \rightarrow ((\alpha \rightarrow \beta) \rightarrow (\alpha \rightarrow \gamma))$

$(c)\ (\neg\alpha \rightarrow \neg\beta) \rightarrow (\beta \rightarrow \alpha)$

α, β, γは任意の命題論理式

III　表3に示す述語論理ホーン節集合Pについて，次の（1），（2）の問いに答えよ。ここで，$P \models Q$とはQが論理式の集合Pからの論理的帰結であることを示す。

（1）　述語論理ホーン節集合について説明せよ。解答には以下の用語をすべて用いること。

「リテラル」「連言」「選言」「限量」

（2）　後向き推論によって以下が成立するかどうか確かめた。このとき生成される SLD 導出 (Selective Linear resolution for Definite clause) 反駁木と推論結果の例をすべて示せ。反駁木の枝には導出に用いた親節のラベル（(R1)～(R6)）と単一化置換（代入）を記すこと。ただし，親節や導出節に含まれる変数の分離標準化のための置換は省略しても良い。

$P \models \exists y.\mathrm{path}(b,y)$

表3：述語論理ホーン節集合P

(R1) $\mathrm{arc}(a,c) \leftarrow .$

(R2) $\mathrm{arc}(b,c) \leftarrow .$

(R3) $\mathrm{arc}(c,e) \leftarrow .$

(R4) $\mathrm{arc}(d,b) \leftarrow .$

(R5) $\mathrm{path}(x,y) \leftarrow \mathrm{arc}(x,y).$

(R6) $\mathrm{path}(x,y) \leftarrow \mathrm{arc}(x,z),\mathrm{path}(z,y).$

個体変数：x,y,z

個体定数：a,b,c,d,e

C［メディア情報処理］ 設問すべてについて解答すること。以下，j は複素数を表す。

I 時刻tの単位は秒である。実連続信号$f_o(t)$を時刻$t=0$を起点として 20Hz でサンプリングして得られた信号を$f[n]$で表す。すなわち，サンプリング間隔を$\Delta_t = 1/20$ 秒で表すとき，$f[n] = f_o(n\Delta_t)$が$n \geq 0$において成立しており，$n < 0$においては$f[n] = 0$であるとする。次の（1）～（4）の問いについて答えよ。

（1） $f_o(t) = \cos(10\pi t)$であったとする。この信号$f_o(t)$は何ヘルツか，その周波数を答えよ。また，$f[0]$, $f[1]$, $f[2]$, $f[3]$, $f[4]$の値を順に記せ。

（2） $f_o(t) = \cos(2\pi g t)$であったとする。$n \geq 0$において$f[n] = \cos(an)$と表すとき，aをgを含む式で表せ。ただし，$0 < g < 10$を満たしており，エイリアシングは起こらないとする。

（3） $f[n]$が次式で与えられるとする。

$$f[n] = \begin{cases} \cos(an), & \text{if}\, n \geq 0 \\ 0, & \text{if}\, n < 0 \end{cases}$$

このとき，$f[n]$のz変換$F(z)$は次式で与えられる。

$$F(z) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} f[n] z^{-n} = \sum_{n=0}^{\infty} f[n] z^{-n} = \frac{1 - z^{-1}\cos a}{1 - 2z^{-1}\cos a + z^{-2}} \qquad (\text{式 A})$$

$f_o(t) = \cos(10\pi t)$ のときの$f[n]$のz変換$F(z)$を，aを含まないzの関数で表せ。

（4） $f_o(t) = 2^{-t}\cos(10\pi t)$であったとする。このとき，$n \geq 0$における$f[n]$を$n$の式で表せ。また，$f[n]$の$z$変換$F(z)$を求めよ。上に示されている（式 A）を利用しても良い。ただし，答えに変数aを含めてはならない。

II 複素信号$f(t)$と，そのフーリエ変換$F(\omega)$の間には次式が成立する。

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-j\omega t}\, dt, \quad f(t) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} F(\omega) e^{j\omega t}\, d\omega$$

ただし，tは時間，ωは周波数をあらわす実数である。複素信号$f(t)$の複素共役を$f^*(t)$で表す。次の（1）と（2）の問いについて答えよ。

（1） $f^*(t)$のフーリエ変換が$F^*(-\omega)$で表されることを示せ。必要であれば，$f(t)$の実部と虚部を表す実関数は，それぞれ$f_{\mathrm{Re}}(t)$と$f_{\mathrm{Im}}(t)$で表せ。すなわち，$f(t) = f_{\mathrm{Re}}(t) + j f_{\mathrm{Im}}(t)$である。

（2） 複素信号$f(t)$と$g(t)$のフーリエ変換を，それぞれ$F(\omega)$と$G(\omega)$で表す。パーセバルの定理を表す次式を証明せよ。

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f^*(t) g(t) dt = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} F^*(\omega) G(\omega) d\omega$$

証明には（1）の問いの結果や次に示す性質を，必要であれば，利用してよい。

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(t) g(t) e^{-j\omega t} dt = \frac{1}{2\pi} F(\omega) * G(\omega)$$

ただし，$F(\omega) * G(\omega)$は，$F(\omega)$と$G(\omega)$の畳み込みを表す。

【次ページに続く】

III　周期 1 秒の実信号$f_g(t)$を 12Hz でサンプリングして得られた信号を$f[n] = f_g(\Delta_t n)$で表す。ただし時刻を表す実数値変数tの単位は秒であり，Δ_t =1/12 秒である。また，nは整数である。いま，$f[0], f[1], \ldots, f[N-1]$のフーリエ級数展開とフーリエ逆級数展開を次式で与える。ただし，Nは 1 より大きい偶数の整数であり，kは 0 以上N未満の整数である。

$$F[k] = \sum_{n=0}^{N-1} f[n] e^{-j2\pi nk/N}, \quad f[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} F[k] e^{j2\pi nk/N}$$

次の（1）～（5）の問いについて答えよ。

（1）　フーリエ基底は直交基底である。下記Aの値と$k \neq m$のときのBの値を答えよ。ただしlとmは 0 以上N未満の整数である。

$$A = \sum_{n=0}^{N-1} \cos\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) \sin\left(\frac{2\pi ln}{N}\right), B = \sum_{n=0}^{N-1} \cos\left(\frac{2\pi kn}{N}\right) \cos\left(\frac{2\pi mn}{N}\right)$$

（2）　次式のCの値は$k \neq N/2$のときには$C = N/2$となる。$k = N/2$のときのCの値を答えよ。

$$C = \sum_{n=0}^{N-1} \cos^2\left(\frac{2\pi kn}{N}\right)$$

（3）　実信号$f[n]$のフーリエ係数$F[k]$において，$F[k] = F^*[N-k]$が成立することを示せ。ただし，$F^*[N-k]$は$F[N-k]$の複素共役である。

（4）　サンプリング周波数 12Hz のときのナイキスト周波数g_{Nyq}は何ヘルツか記せ。また，$N = 12$とし，$f_g(t) = \cos(2\pi g t)$とする。$g = g_{\mathrm{Nyq}}$のときの，$f[0], f[1], \ldots, f[11]$の値と，$F[0], F[1], \ldots, F[11]$の値を全て記せ。

（5）　$N = 12$とし，$f_g(t) = \cos(8\pi t)$とする。$f[0], f[1], \ldots, f[11]$の値と$F[0], F[1], \ldots, F[11]$の 12 個の値を全て記せ。

問題２５　Ａ［建築構造学］，Ｂ［土木構造力学］

ＡまたはＢの設問のどちらかを選択して解答し，解答用紙の選択記号欄に，選択したＡまたはＢの記号を記入すること。

Ａ［建築構造学］ 設問すべてについて解答すること。

I　図 1 に示す不静定ラーメン構造について，以下の質問に答えよ。すべての部材について，曲げ剛性を EI とする。

(1) 支点 A 及び D をピンに変え，静定基本形を作った。図 2 に示す静定構造のモーメント図を求めよ。

(2) 逆対称性を考慮し，反力を解除した支点 A 及び D に，単位のモーメント外力を作用させた（図 3)。この時のモーメント図を求めよ。

(3) 図 2 のモーメント図を M_0，図 3 のモーメント図を M_1 とし，支点 A 及び D のモーメント反力を X_1 とする。EI は一定であるから，支点 A 及び D での変形の適合条件より，$\int M_0 M_1 ds + X_1 \int M_1 M_1 ds = 0$ である。X_1 を求めよ。

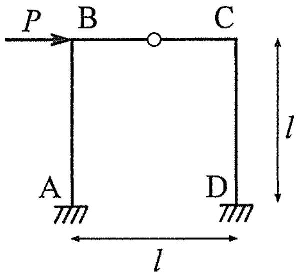


図 1

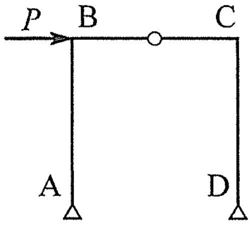


図 2

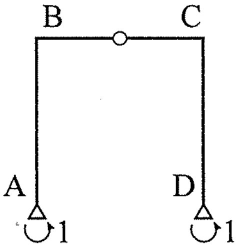


図 3

II　図 4 に示す長方形の断面を持つ一様な部材に対して，図心位置 O からずれた位置にある点 $\mathrm{P}(e_x, e_y)$ において，偏心圧縮軸力 N が作用している。部材の応力に関する以下の問に答えよ。

(1) y 軸に関する断面二次モーメント $(\int x^2 dA)$ が，$I_y = \dfrac{b^3 h}{12}$ と表せることを示せ。

(2) $e_y = 0$ のとき，辺 AB の位置における応力度は，中心圧縮軸力 N の影響と，x 方向の偏心の効果による曲げモーメント Ne_x の影響を足しあわせて求めることができる (図 5 参照)。辺 AB の位置で引張応力が生じないための，e_x の範囲を求めよ。

(3) 点 A の位置で引張応力が生じないために，e_x と e_y が満たすべき条件式を求めよ。

(4) 断面上のどの位置にも引張応力が生じないような，$\mathrm{P}(e_x, e_y)$ の範囲（断面の核）を図示せよ。

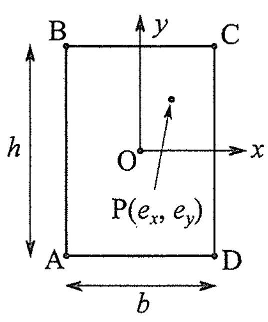


図 4

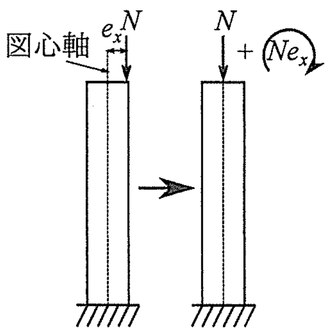


図 5

B［土木構造力学］ 設問すべてについて解答すること。

図1に示すトラスについて答えよ。ただし，トラス格点には間接載荷により荷重が作用するものとし，格点1は不動ヒンジ支承（固定ヒンジ支承）で格点2は可動ヒンジ支承で支持されており，すべての部材の軸方向の伸び剛性はEAとする。

(1) 図1のトラスの格点1から格点5まで図2のように単位荷重が水平移動したときの部材1-3および2-3の影響線を描きなさい。

(2) 図1のトラスの格点1から格点3に一様に単位長さあたりqの分布荷重，格点3から格点5に一様に単位長さあたり$2q$の分布荷重が鉛直下向きに作用したときの部材2-3に作用する軸力を(1)で求めた影響線を用いて求めよ。

(3) 図1のトラスの格点1から格点3のみに一様に単位長さあたりqの分布荷重が鉛直下向きに作用したときの格点6の鉛直方向変位v_6を求めよ。

(4) 図1に示すトラスに図3のように格点6に可動ヒンジ支承を追加で設置した。このときに(3)と同様に格点1から格点3のみに一様に単位長さあたりqの分布荷重が鉛直下向きに作用したときの格点6に設置した支承の鉛直方向反力R_6を求めよ。

注）軸力は引張りを正，鉛直方向変位は下向き，鉛直方向反力は上向きを正とする。

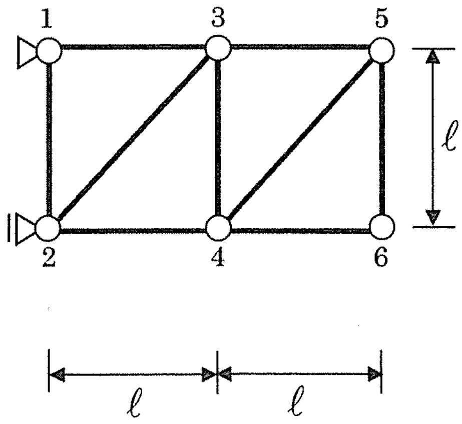


図1

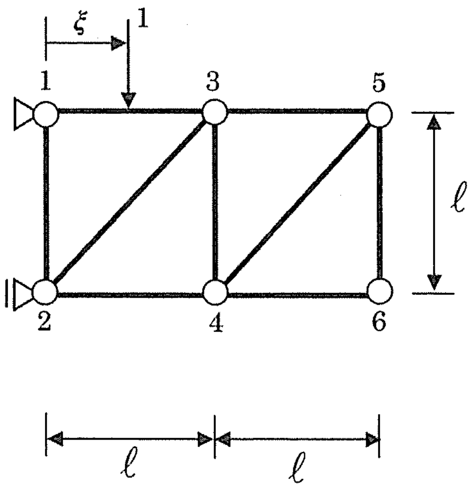


図2

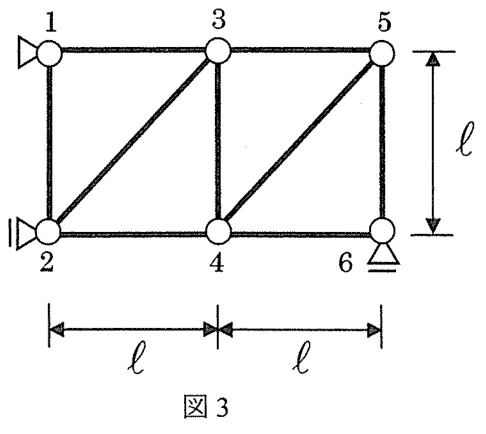


図3

問題２６　Ａ[建築環境・設備]，Ｂ[環境水理学]

ＡまたはＢの設問のどちらかを選択して解答し，解答用紙の選択記号欄に，選択したＡまたはＢの記号を記入せよ。

Ａ[建築環境・設備]　設問すべてについて解答せよ。

Ⅰ　建築環境の計測に用いられる（１）～（５）の温度計について，（ａ）～（ｅ）の測定原理，および，（ア）～（オ）の関連項目の最も適当な組合せを作成せよ。

なお，解答は（１）－（ａ）－（ア）のように記述せよ。

温度計	測定原理	関連項目
（１）電気抵抗式温度計	（ａ）固体の熱膨張	（ア）ゼーベック効果
（２）熱電対温度計	（ｂ）熱放射	（イ）半導体
（３）棒状温度計	（ｃ）熱起電力	（ウ）シュテファン・ボルツマンの法則
（４）放射温度計	（ｄ）液体の熱膨張	（エ）インバー
（５）バイメタル式温度計	（ｅ）電気抵抗	（オ）アスマン通風乾湿計

Ⅱ　建築環境に関する（１）～（３）の問いに答えよ。

（１）音の強さが 10^{-7}[W/m²]の音の音圧レベルを求めよ。

（２）音響エネルギーの透過率が 0.001 の壁の音響透過損失を求めよ。

（３）（２）の壁に（１）の音が入射したときの透過音の音圧レベルを求めよ。

Ⅲ　都市環境に関する（１）～（３）の問いに答えよ。

（１）ヒートアイランドを簡潔に説明せよ。

（２）ヒートアイランドの主な要因を３つあげよ。

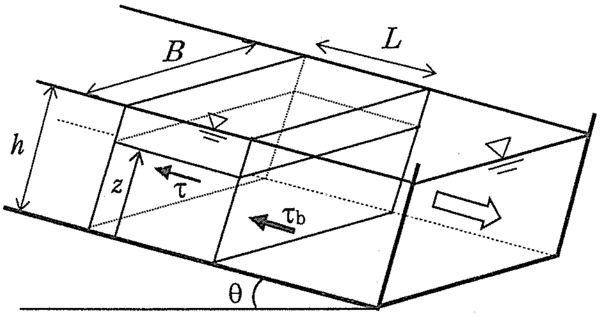
（３）ヒートアイランドの緩和対策を簡潔に記述せよ。

Ⅳ　建築環境・設備に関する（１）～（10）の測定量，特性値などの単位を記せ。

（１）光束発散度（２）標準視感度（３）全天空照度（４）湿気伝達率（５）絶対湿度

（６）着衣量（７）活動量　（８）音響透過損失（９）熱水分比（10）外皮平均熱貫流率

B［環境水理学］ 設問すべてについて解答すること。



I　右図のように幅B，水路床の水平となす角θの長方形開水路に水深がhと一定状態で水が流れている。下の問いに答えよ。

(1) 平均の壁面せん断応力τ_b，重力加速度gとするとき，図の記号を用いて力の釣り合い式を示せ。また，径深Rを定義して，τ_bの式を示せ。ここで，τ_bは側壁のせん断応力も含めた平均の壁面せん断応力である。

(2) ここからは，水路幅Bが水深hに比して十分大きく側壁のせん断応力が無視できるとする。図を参考にして底面から高さzにおけるせん断応力τを力のつり合いから求めよ。

(3) 流れが層流のとき，この流れの流速uのz方向の分布式を求めよ。ただし，層流では$\tau=\rho\nu du/dz$（ρは水の密度，νは水の動粘性係数）と表され，境界条件は底面で流速$u=0$である。

(4) この流れの単位幅の平均流速u_mを求めよ。

(5) この開水路の層流の抵抗則をDarcy-Weisbach式で表わすとき，摩擦損失係数fは，レイノルズ数Reに反比例することを示せ。

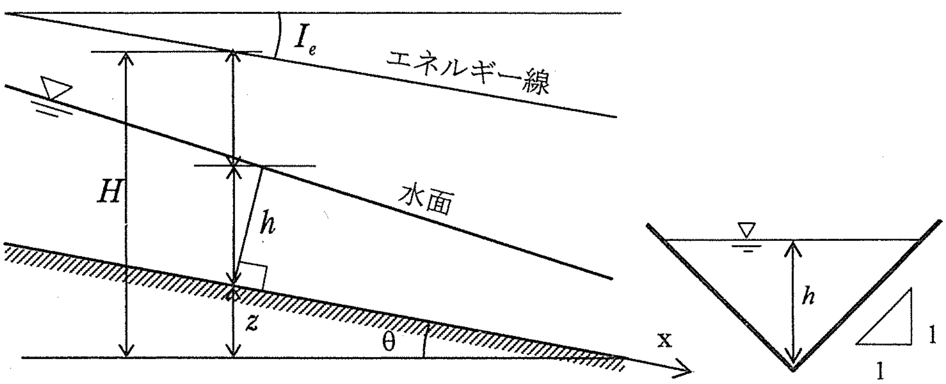
II　下図のような水路床の水平となす角θの開水路に流量Qの水が流れている。以下の問いに答えよ。（ただし，重力加速度$g=9.8\mathrm{m/s^2}$とする）

(1) 基準面からの水路底の高さz，水路底に垂直な水深h，全エネルギー水頭をHとするとき（エネルギー補正係数α=1），エネルギー勾配が$I_e=-dH/dx$となることから，水路幅一定の任意断面形について水面形の式（dh/dxの式）を導け。ただし，断面積Aは水深hのみの関数であり，水深hはxの関数である。また，水路勾配は$\sin\theta=-dz/dx$となることを用いよ。

(2) 上の式より限界水深と等流水深を定義し，それぞれについてdh/dxとの関係を示せ。

(3) 側壁斜面勾配が1:1の三角形断面開水路において（下図参照），限界水深h_cおよび等流水深h_oを求めよ。ただし，エネルギー勾配I_eはマニング式で表すものとし，マニングの粗度係数をnとする。

(4) この三角形断面水路において水深$h=1$ m，マニングの粗度係数$n=0.01$のときの限界勾配を$\tan\theta$の値で求めよ。



◇M1(002—69)

問題２７　Ａ[建築・都市計画]，Ｂ[社会基盤計画]

ＡまたはＢの設問のどちらかを選択して解答し，解答用紙の選択記号欄に，選択したＡまたはＢの記号を記入すること。

Ａ[建築・都市計画]　Ⅰについては設問すべてについて解答せよ。Ⅱについては（１），（２）のどちらか一つについて解答せよ。その際，Ⅰには解答用紙の表面に（１）～（６）の問番号を記入し，Ⅱには解答用紙の裏面に（１）または（２）の記号を記入せよ。なお，Ⅱの（２）では（ａ）～（ｈ）のすべての問いについて解答せよ。

Ⅰ

（１）次の文章の①から⑤に最も適当な用語・数値などを記入せよ。

1898 年にハワードが提唱した都市構想は，原語で（①英文２語）と呼ばれるもので，計画人口を（②数字）人，対象面積を 2,400ha としたが，市街地の開発を全体の六分の一にとどめ，残りを（③名詞）として保全する内容であった。この都市は，（④名詞）のみならず工場なども含む点で，後のニュータウンとは異なっていた。この構想は，のちにロンドン郊外における（⑤地名）やウエルウインで実現することになった。

（２）戸建て住宅の「テラス」について，80 文字程度で説明せよ。

（３）チームティーチング方式について，80 文字程度で説明せよ。

（４）ユニバーサル・スペースについて，80 文字程度で説明せよ。

（５）コーポラティブ・ハウスについて，80 文字程度で説明せよ。

（６）①群の各建築に対応する②群の設計者を一つ選び，その記号対を記しなさい。②群に正しい設計者がなければ，正しい設計者の名前を記しなさい。

①群

１．香川県の豊島美術館（日本）

２．フィラデルフィア州の母の家（アメリカ）

３．北海道の釧路市立博物館（日本）

４．愛知県の丸栄百貨店（日本）

５．パリのルーヴル・ピラミッド（フランス）

②群

ａ．村野藤吾

ｂ．西沢立衛

ｃ．イオ・ミン・ペイ

ｄ．毛綱毅曠

ｅ．ロバート・ヴェンチューリ

II

（1） 次の条件による住宅の略設計を行い，解答用紙の裏面に，1階平面図兼配置図と2階平面図（それぞれ縮尺約100分の1）を描きなさい。

敷地：東西が18m，南北が18m，北辺と西辺に幅員6mの隣接道路をもつ平坦な敷地。周辺は都市公園に近い風光明媚な住宅地で，東側の敷地境界線越しに大きな溜池が広がる。駐車スペース1台分は敷地内に設けること。

家族構成：40代前半の夫婦，長女10才，二女8才，長男6才。

敷地条件：建ぺい率60％。

延床面積：120㎡程度。

構造：木造，または鉄筋コンクリート壁構造，2階建て。

図面：作図はフリーハンドの鉛筆仕上げとし，スケールは使わない。木造の場合，柱の位置がわかるようにする。コンクリート壁は塗りつぶさない（薄塗りは可）。基本寸法，室名，家具，樹木等の描き込みをできるだけする。

採点の基本方針：基礎的な計画力，技術力，表現力を見るのが基本であるが，独創性を付加的なものとして評価する。

（2） 次の文章の内容が正しければ○，誤りがあれば×を記すとともに，下線部を変更して正しい内容の文にしなさい。

(a) レジリエンスとは，持続可能性とも訳され，例えば，次世代以降で破綻することのない開発の方針のことである。

(b) 10,000㎡の用地に20%の街路を設け，200戸の集合住宅群を建てると，戸数密度（ネット）は，20,000戸／haである。

(c) 土地利用計画を検討するにあたり，CISと略称される地理情報システムが用いられる。

(d) エンカレッジメントとは，無秩序な市街化を意味する。

(e) 広域避難地とは，災害時に近隣住民が避難するための面積1～2haの公共空地を指す。

(f) 市町村は，都市計画を決定するとき，議会の議決を必要としない。

(g) と畜場は，都市計画法における都市施設に該当する。

(h) 市街化区域が，既成市街地や概ね十年以内に計画的な市街化を図る区域に指定されるのに対して，市街化抑制区域とは，市街化を抑制すべき区域に指定される。

B [社会基盤計画]　下記の問題ⅠからⅢのうち、２問を選択して解答しなさい。選択した問題は必ず問題番号を書いてから解答しなさい。記入した部分があるが最終的に選択しなかった問題は問題番号に×を書きなさい。

問題Ⅰ

まだ開発されていない丘陵地域で、新しい土地利用開発が考えられている。土地利用開発では、商業地域、住宅地域の２つの用途に利用できるように、土地の開削と整地を行うものとしている。開発された土地を売却したときの収益は、商業地域、住宅地域でそれぞれ1ha あたり６億円、３億円である。しかし、この地域への供給可能な上水道の量は1000 リットル／日であるが、用途別の1ha あたり上水道利用量は、商業、住宅のそれぞれの地域で、300 リットル／日、100 リットル／日である。また、同様にこの地域への供給可能な電力需要量は一日当たり最大で５００kwh であるが、用途別の1ha あたり日電力利用量は、商業、住宅のそれぞれの地域で、１００ｋwh、２００ｋwh である。このとき以下の問題に答えよ。

（１）この開発による収益を最大にすることを考えるとき、各地域の開発面積(単位：ha)をいくらにすべきか。線形計画問題として定式化せよ。

（２）最大収益となるときの収益と各地域の面積を、図解法を利用して求めよ。

問題Ⅱ

ある公共施設の駐車場の入口ゲートでは，一つのゲートで 10 分間に平均 30 台の車に対応できる。このゲートが一つの状態で、車が 10 分間に平均２１台到着する時，下記の問題の（１）～（５）に答えよ。なお，このシステムは，ポアソン到着，指数サービスで，待ち行列の長さは無制限な定常状態にあるものとする。計算は分単位で行い，小数点第３位以下は切り捨てすること。

（１）到着率λ（台／分），サービス率μ（台／分）はいくらか。

（２）利用率ρと待たされない確率（待たずに済む確率：$1-\rho$）をそれぞれ求めよ。

（３）待ち行列内にいる車の台数の期待値(平均待ち行列長さ(サービス中を含まず)：Ｌｑ)を求めよ。

（４）車１台あたりの待ち時間の期待値（平均待ち時間（サービス中を含まず）：Ｗｑ）を求めよ。

（５）このゲートが一つと到着率が同じ状態において，ドライバーの心理的負担を減らすために、平均待ち時間（サービス中を含まず）を１５秒に抑えることを考えるとき，サービス率をどのくらいまで改善させる必要があるか。サービス率で表される関係式を求めよ。整理して２次方程式となった場合は式のままでも可とする。

問題III

多くの住宅地の騒音量と、住宅地内道路の自動車交通量、自動車平均速度、歩行者交通量を計測して、重回帰分析を行った結果、住宅地の騒音量の推定モデルとして以下のような分析結果が得られた。下記の（1）－（3）の問に答えよ。なお、歩行者交通量は、多いときでも歩道を余裕をもって歩ける程度で、話声が騒音量に影響するような状況にはないといえる。

表　重回帰分析による住宅地の騒音量の推定モデル

説明変数	モデル1		モデル2	
	偏回帰係数	t値	偏回帰係数	t値
自動車交通量（台／日）	0.11	3.5*	0.15	3.3*
自動車平均速度（km／h）	0.21	2.3*	——	——
歩行者交通量（人／日）	——	——	0.05	1.3
データ数	152		152	
重相関係数	0.87		0.75	

注）*は有意水準5％で有意を示す。　定数項は有意な変数とはならなかった。
　　——　は有意変数として採用されていない変数を示す。

（1）　重回帰分析における重相関係数とt値とはなにか。一般にどのようなことを示すものかを述べよ。

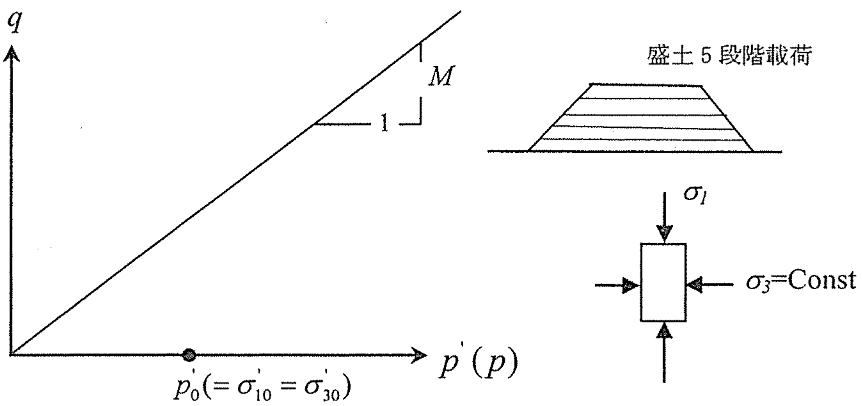
（2）　モデル1とモデル2を比較し、どちらのモデルが騒音量の推定モデルとして妥当と考えられるかを述べよ。またそのように判断した理由について、重相関係数、t値および騒音量と各変数との関係の意味をそれぞれのモデルごとに吟味して述べよ。

（3）　3つの変数すべてを採用した騒音量の重回帰モデルを作成したところ、自動車平均速度の変数の符号がマイナスとなり、解釈ができなくなった。このような現象が生じるとき、どのような統計的な問題を最も疑うべきか、それはどのような特徴で分かるか述べよ。

問題２８　土質力学・地盤工学　設問すべてについて解答すること。

I

図１に示すように、軟弱粘土地盤に盛土を建設する。盛土は 5 段階に分けて載荷することにしているが、載荷時は急速載荷と見なしてよい。各段階載荷が終わると、地盤内に発生する過剰間隙水圧を消散させるための休止時間を設けている（目安は発生している過剰間隙水圧の半分が消散する）。*p-q* 応力空間内で、この盛土載荷過程における盛土直下の土の有効応力経路を描け。また、休止時間を設けない完全な急速載荷と非常にゆっくり載荷する場合の有効応力経路を描き、三つの速度の異なる載荷過程における地盤の有効応力経路を比較することにより、載荷方法の安全性を議論せよ。ただし、盛土載荷前の土の初期応力状態は図中に示すことを仮定する。



（σ_{10}、σ_{30} は σ_1、σ_3 の盛土載荷前の初期値、u は過剰間隙水圧であり、載荷前は u=0 である。

$$p' = (\sigma_1' + 2\sigma_3')/3、q = \sigma_1 - \sigma_3）$$

図１

II

図２に示すように、ある擁壁の裏込め砂質土の全体が降雨により浸水、飽和状態にあり、地下水位が地表面に達している。排水工が全く施されていない擁壁（a）と排水工が施されている擁壁（b）がある。排水工が施される場合には、降雨によって鉛直方向の浸透流が裏込め土に生じるとともに、レキ排水層によって速やかに排水処理が行われている。擁壁の背面は鉛直であり、裏込め土との摩擦がないと仮定する。ϕ' は砂質土の内部摩擦角、γ_{sat} は飽和土の単位体積重量である。また、簡単に計算できるため、水の単位体積重量は $\gamma_w = 10$ kN/m^3 とする。ランキン理論を用いて、擁壁(a)と(b)に働く主働土圧と水圧の合力を求めよ。

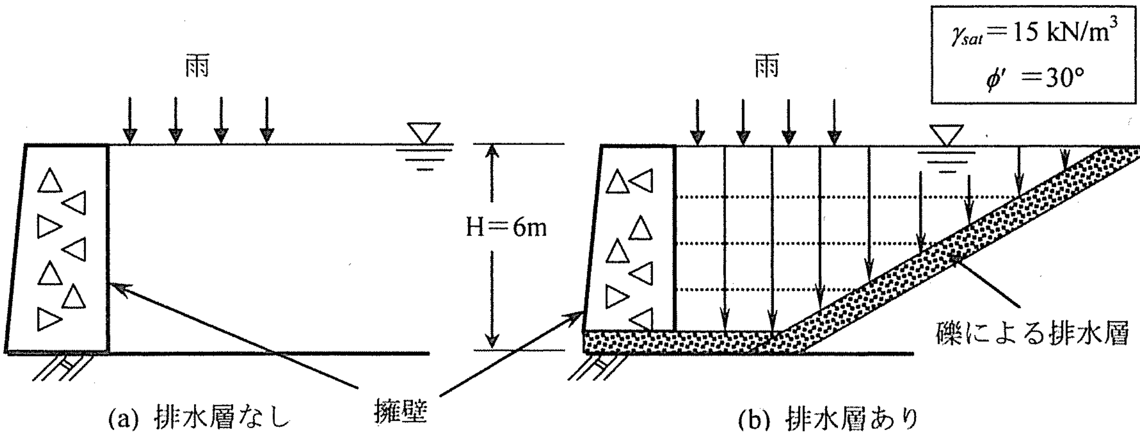


図２

問題２９　建築歴史・意匠　設問すべてについて解答すること。

次の（1）～（3）の問いについて答えよ。

（1）　下の建築の中から３つを選び，それぞれの建築について，建築年代（時代）・様式的あるいは歴史的特質について論述せよ。なお様式的特質については図示説明を併用してもよい。

a：法隆寺金堂

b：姫路城大天守

c：円覚寺舎利殿

d：フィレンツェ大聖堂

e：アマリーエンブルク（ミュンヘン）

f：日本銀行本店

（2）　次の建築用語について，図示説明せよ。

1：春日造

2：コリント式オーダー

（3）　次の建築用語にフリガナをつけよ。

1：裳階

2：虹梁

3：蔀戸

4：拭板

5：大斗

問題３０　Ａ[建築生産]，Ｂ[コンクリート工学]

ＡまたはＢの設問のどちらかを選択して解答し，解答用紙の選択記号欄に，選択したＡまたはＢの記号を記入すること。

Ａ[建築生産]　設問すべてについて解答すること。

Ⅰ　次の鉄筋コンクリート工事に関する記述の(　　)内に最も適当な用語・数値などを記入せよ。

(1) 連続した打込みにおいて，先に打ち込まれたコンクリートが凝固し，後から打ち込まれたコンクリートと一体化されずにできた打継ぎ目を（　①　）という。

(2)「JASS 5」によると普通ポルトランドセメントによるコンクリートの水セメント比は，計画供用期間が標準の場合，（　②　）％を最大値とする。

(3) 石炭火力発電所で排出され，セメントの一部と置換される灰を（　③　）という。

(4) 鉄筋表面からこれを覆うコンクリートの表面までの最短距離を（　④　）厚さという。

Ⅱ　次の建築材料に関する記述の(　　)内に最も適当な用語・数値などを記入せよ。

(1) H型鋼の上下のフランジをつなぐ縦長の断面を（　①　）という。

(2) 木材などが，点火しないのに燃焼し始める温度を（　②　）点という。

(3) プラスチックは熱硬化性樹脂と熱（　③　）性樹脂の２つに分類できる。

(4) ガラス原料にコバルトを混ぜて製造することで，ガラスを（　④　）色に着色できる。

Ⅲ　山留め壁の種類を2つ記述せよ。

Ⅳ　建築において一般的に用いられる岩石を成因により大きく3つに分類するとき，その3つの名称とそれぞれの成因を記述せよ。

Ⅴ　高さ200mm，断面積100mm^{2}の円柱試験体がある。この下端を固定して上端に100kNの圧縮荷重を加えたところ試験体は弾性的に変形し，載荷方向における上端の変位は0.4mmとなった。この時，次の(1)と(2)の値を答えよ。ただし，(2)は(　　)内に示した単位とする。

(1) ひずみ　　　(2) ヤング係数（kN/mm^2）

B［コンクリート工学］ 設問すべてについて解答すること。

Ⅰ　混和材料に関する次の設問に答えなさい。

（１）混和材と混和剤の違いについて説明しなさい。

（２）高炉スラグ微粉末の製法と働き（効果）について説明しなさい。

（３）減水剤の働きについて説明しなさい。

（４）エントレインドエアの特徴と，フレッシュ時および硬化時の働きを説明しなさい。

Ⅱ　鉄筋コンクリートと比較したプレストレストコンクリートの特長を２項目挙げ，その理由（要因）を説明しなさい。

Ⅲ　維持管理に関する以下の記述に対して，①～⑤までの（　）内を適切な用語または数値で答え，文章を完成させなさい。

維持管理で対象とする基本的な性能は，（　①　），使用性，（　②　），（　③　），美観，耐久性である。コンクリートの耐久性に関連する規制には，以下の項目がある。

・塩化物含有量は，荷卸し地点で，塩化物イオン量として（　④　）kg/m³以下とする。

・アルカリシリカ反応抑制対策では，コンクリート中のアルカリ総量は Na_2O 換算で（　⑤　）kg/m³以下とする。

Ⅳ　鉄筋コンクリート梁部材に関する次の設問に答えなさい。

（１）図１は「鉄筋コンクリートの片持ち梁」である。「引張鉄筋」を図中の記号（**A～C**）を用いて答えなさい。また，図中の記号を用いて「せん断スパン比」を表しなさい。

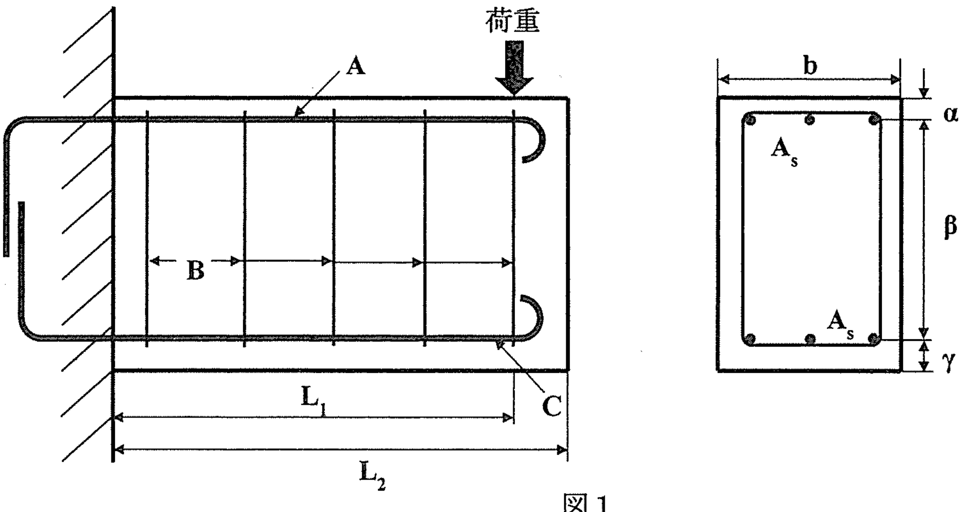


図１

【次ページに続く】

（2）図１に示す片持ち梁の終局曲げモーメント $\mathbf{M_u}$ を求める。以下の記述に対して，①から⑧までの（　）内を適切な数式で表し，文章を完成させなさい。

ただし，コンクリートの強度は通常強度であり，設計用材料強度は，$\mathbf{f'_c}$（コンクリート），$\mathbf{f_y}$（鉄筋：圧縮，引張りとも同じ），材料のヤング係数は $\mathbf{E_c}$（コンクリート），$\mathbf{E_s}$（鉄筋：圧縮，引張りとも同じ），材料のひずみは ε_c'（コンクリート），ε_s（引張鉄筋），ε_s'（圧縮鉄筋）で表す。図中の記号 $\mathbf{A_s}$（**A** 鉄筋と **C** 鉄筋の断面積は同じ），α，β，γ，**b**，は既知である。コンクリートの終局ひずみは ε_{cu}'，鋼材の降伏ひずみは ε_y（圧縮，引張りとも同じ）で表す。

・引張鉄筋は降伏後，圧縮鉄筋は降伏前と仮定する。

・有効高さ **d** は図１の記号を用いて **d**＝（　①　）と表される。以下，有効高さは **d** を用いて表す。

・仮定「引張鉄筋は降伏後」は，ひずみを用いて（　②　）と表す。また，「圧縮鉄筋は降伏前」は，ひずみを用いて（　③　）と表す。ところで，圧縮鉄筋のひずみは，平面保持の仮定から **x**（圧縮縁から中立軸までの距離）を用いると ε_s'＝（　④　）と表される。以下 ε_s'は，（　④　）で表示。

・矩形応力ブロックを用いるとコンクリートの圧縮合力 $\mathbf{C_c'}$は，$\mathbf{C_c'}$＝（　⑤　）となる。

・圧縮鉄筋が降伏前と仮定することから，圧縮鉄筋の圧縮力 $\mathbf{C_s'}$は，$\mathbf{C_s'}$ ＝（　⑥　）となる。

・主鉄筋の引張力 **T** は，**T**＝（　⑦　）となる。

・力のつり合いより，$\mathbf{C_c'+C_s'=T}$ が成り立つことから，未知である **x** について式を整理すると **x** の２次式が得られる。これより **x** が求まる。

・モーメントのつり合いより（引張鉄筋まわり），式（　⑧　）が得られる。この式に **x** を代入することで，終局曲げモーメント $\mathbf{M_u}$ が求まる。

・平面保持の仮定から，ε_s（引張鉄筋），ε_s'（圧縮鉄筋）を導くとともに，使用材料条件から鉄筋降伏時の ε_y を算定する。得られた値の大小関係から，引張鉄筋は降伏しているが，圧縮鉄筋は降伏前であることが確認され，仮定の成立が証明される。