

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 を命題変数とする。論理式に関する次の(1)と(2)の問いについて答えよ。

(1) 以下の論理式が恒偽命題であることを真理値表を用いて示せ。

$$p \wedge \neg p$$

(2) 以下の a. と b. の論理式が恒真であることを真理値表を用いて示せ。

a. $(p \rightarrow q) \rightarrow (\neg q \rightarrow \neg p)$

b. $(p \wedge (p \rightarrow q)) \rightarrow q$

II 実数全体の集合を R とする。次の(1)～(3)の問いについて答えよ。

(1) 以下の f_1 から f_4 の4つの R から R への関数それぞれについて、(a)～(c)の問いに答えよ。

$$f_1(x) = x$$

$$f_2(x) = 2^x$$

$$f_3(x) = x^3 - 2x^2 - 5x + 6$$

$$f_4(x) = x^3$$

(a) 単射となる関数をすべて答えよ。

(b) 全射となる関数をすべて答えよ。

(c) 全単射となる関数をすべて答えよ。

(2) 整数全体の集合が可算無限であることを示せ(このとき、正の整数全体の集合は可算無限であることを使ってよい)。

(3) R は可算か否かを答えよ。

III 次の(1)～(4)の問いについて答えよ。

(1) 集合 $S = \{x, y, z\}$ のべき集合を $\mathcal{P}(S)$ とする。 $\mathcal{P}(S)$ を外延的表現で書け。

(2) $\mathcal{P}(S)$ について、要素間の包含による半順序関係に基づいてハッセ図を示せ。なお、ハッセ図とは、有限な半順序集合 T について、 T の要素を頂点とし、 $a, b \in T$ について $a \ll b$ (a は b の直前にあることを表す) なら、 a から b への辺がある有向グラフである。

(3) $\mathcal{P}(S)$ の部分集合 U を $U = \{\{x, y\}, \{x, z\}\}$ とする。 U の上界、上限、下界、および下限について、それぞれ示せ。ない場合はないと答えよ。

(4) 任意の2つの元(要素)が必ず上限と下限を持つ有限順序集合を一般に何と呼ぶか漢字一文字で答えよ。

IV 集合 $X = \{a, b, c\}$ 上の以下の5つの関係に関する (1) ~ (4) の問いについて答えよ。

$$R_1 = \{(a, a), (a, b), (b, c), (a, c)\}$$

$$R_2 = \{(a, a), (a, b), (b, b), (c, c)\}$$

$$R_3 = \{(a, b), (b, a), (b, b)\}$$

$$R_4 = \emptyset$$

$$R_5 = X \times X$$

- (1) R_1, R_2, R_3, R_4 , および R_5 のそれぞれについて, 反射的か否かを理由とともに示せ。
- (2) R_1, R_2, R_3, R_4 , および R_5 のそれぞれについて, 対称的か否かを理由とともに示せ。
- (3) R_1, R_2, R_3, R_4 , および R_5 のそれぞれについて, 推移的か否かを理由とともに示せ。
- (4) R_1, R_2, R_3, R_4 , および R_5 のそれぞれについて, 反対称的か否かを理由とともに示せ。

問題 2 2 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) ~ (6) の正誤を答えよ。なお、対数関数の底は 2 とする。

- (1) $f(n) = n^2 + 3n$ のとき, $f(n) = O(n^2)$ である。
- (2) $f(n) = n^3 + 5n$ のとき, $f(n) = \Omega(n)$ である。
- (3) $f(n) = n\sqrt{n}$ のとき, $f(n) = O(n \log n)$ である。
- (4) 最悪時実行時間が $\Theta(n^2)$, かつ最良時実行時間が $O(n)$ のアルゴリズムは存在しない。
- (5) 最悪時実行時間が $\Theta(n^2)$ であるアルゴリズムの最良時実行時間は $O(n^2)$ である。
- (6) $f(n) = O(n)$, $g(n) = \Omega(n)$ のとき, $f(n) \cdot g(n) = \Theta(n^2)$ である。

II N 個の相異なる自然数値が配列 A として与えられるとする ($N > 1$)。このとき、配列の値を昇順にソートするアルゴリズムの擬似コードを以下に示す。

```
1: int A[0..N-1];  
  
2: sort(A, low, high) {  
3:   if (low < high) {  
4:     x = A[low];  
5:     i = low; j = high;  
6:     while(i <= j) {  
7:       while(A[i] < x) i++;  
8:       while(A[j] > x) j--;  
9:       if (i <= j) {  
10:        swap(A, i, j);  
11:        i++; j--;  
12:      }  
13:    }  
14:    /* 時点 P */  
15:    sort(A, low, j);  
16:    sort(A, i, high);  
17:  }  
18: }
```

この擬似コードは、`sort(A, 0, N-1)` を実行することで、配列 A 中の値が昇順にソートされる。
なお、擬似コード中で使われている手続き `swap` は以下の処理を行うものとする。

・ `swap(A, a, b)` : 配列 A における `A[a]` の値と `A[b]` の値を入れ替える。

このとき、次の (1) ~ (4) の問いについて答えよ。

- (1) この擬似コードで実現されているソーティングアルゴリズムの名前を答えよ。

- (2) $N=10$ とし, $\text{sort}(A, 0, N-1)$ を実行することを考える。配列 A の初期値が以下のとおりであるとする。

$A[0]$	$A[1]$	$A[2]$	$A[3]$	$A[4]$	$A[5]$	$A[6]$	$A[7]$	$A[8]$	$A[9]$
18	21	9	13	4	53	19	38	24	6

このとき、擬似コードの実行が初めて時点 P (14 行目) に到達したときにおける配列 A の内容を書け。

- (3) いま、上記の擬似コードの 4 行目を以下の命令に書き換える。

4: $x = \text{median}(A, \text{low}, \text{high});$

ここで、関数 median は以下の処理を行うものとする。

- $\text{median}(A, a, b)$: $b-a = m-1$ ($m \geq 1$) であるような引数 a, b に対して, $A[a], A[a+1], \dots, A[b]$ の中から $\lceil m/2 \rceil$ 番目に小さい値を返す。ただし、天井記号 $\lceil x \rceil$ は実数 x 以上の値を持つ最小の整数を表すものとする。

$\text{median}(A, a, b)$ の実行時間が $O(m)$ であるとする。このとき、上述の書き換えを行った擬似コードにより実現されるアルゴリズムの最悪時実行時間を Θ 記法を用いて書け。

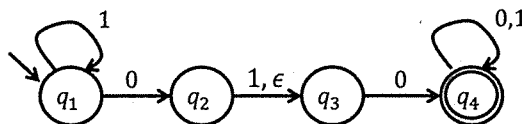
- (4) (3) で示した書き換えを行わなかった場合を考える。このとき、入力配列 A の要素数を n として、擬似コードにより実現されるアルゴリズムの最悪時実行時間を Θ 記法を用いて書け。また、実行時間が漸近的に最悪となる入力配列 A はどのようなものか、理由とともに説明せよ。

Ⅲ 次の (1) ~ (3) の問いについて答えよ。

- (1) 以下の語(a)~(f)のうち、正規表現 $(0 \cup 1)^* 0101^*$ で定義される言語に属するものを全て答えよ。

(a)0010 (b)0100 (c)0001 (d)011110101 (e)0001000 (f)111011

- (2) (1) に挙げられている語(a)~(f)のうち、以下の状態遷移図で定義される非決定性有限オートマトンが受理するものを全て答えよ。ただし q_1 を初期状態, q_4 を受理状態とする。



- (3) 言語 $L = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$ が正規言語でないことを、繰返し定理 (反復補題, ポンピング補題, xyz 定理) を用いて証明せよ。ここで, a^n はアルファベット a の n 回の繰返しを表すものとする。

問題 2 3 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。

I 2値確率変数 X, Y の確率分布は,

$$P_X(0) = 1/2, P_X(1) = 1/2$$

$$P_Y(0) = 1/8, P_Y(1) = 7/8$$

と与えられる。ここで、 X と Y は独立である。もう一つの確率変数 Z は、 $Z = X + Y$ と定義される（ただし、この加算は整数上の加算である）。このとき次の（１）～（３）の問いについて答えよ。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： $\log_2 6 \rightarrow 1 + \log_2 3$ ）に変形することを指す。

（１）エントロピー $H(Z)$ を求めよ。

（２） $Z = k$ と条件付けられたときの X に関するエントロピー

$$H(X|Z = k)$$

を $k = 0, 1, 2$ それぞれに対して求めよ。

（３）相互情報量 $I(X; Z)$ を求めよ。

II 語頭符号に関する次の（１）～（５）の問いについて答えよ。

（１）情報源アルファベットが $A = \{a, b, c, d, e, f\}$ である定常無記憶情報源 S^* の出力を確率変数 X^* で表す。 X^* の確率分布（情報源アルファベットの生起確率）は、

$$P_{X^*}(a) = 12/25, P_{X^*}(b) = 7/25, P_{X^*}(c) = 1/10,$$

$$P_{X^*}(d) = 2/25, P_{X^*}(e) = 1/25, P_{X^*}(f) = 1/50$$

である。情報源 S^* に対して２元ハフマン符号 C_H^* を構成するとき、ハフマン符号 C_H^* に対応する符号語長ベクトル

$$(\ell(a), \ell(b), \ell(c), \ell(d), \ell(e), \ell(f))$$

を求めよ。ただし、各情報源アルファベットに対応する符号語の符号語長を $\ell(x)$ ($x \in A$) で表す。本問の解答においてはハフマン符号 C_H^* の構成過程も同時に示すこと。

（２）情報源 S^* に対して構成されたハフマン符号 C_H^* の平均符号語長 $L(C_H^*)$ を求めよ。

（３）情報源 S^* に対してシャノン・ファノ符号 C_{SF}^* を構成した場合の平均符号語長 $L(C_{SF}^*)$ を求めよ。ただし、本問においては $\log_2 3 = 1.58, \log_2 5 = 2.32, \log_2 7 = 2.81$ として計算せよ。

（４）情報源アルファベットが \mathcal{X} （有限集合）である任意の定常無記憶情報源 S を考える。その出力を確率変数 X で表す。この情報源 S に対して構成されたハフマン符号 C_H とシャノン・ファノ符号 C_{SF} に対して

$$L(C_{SF}) - L(C_H) < 1$$

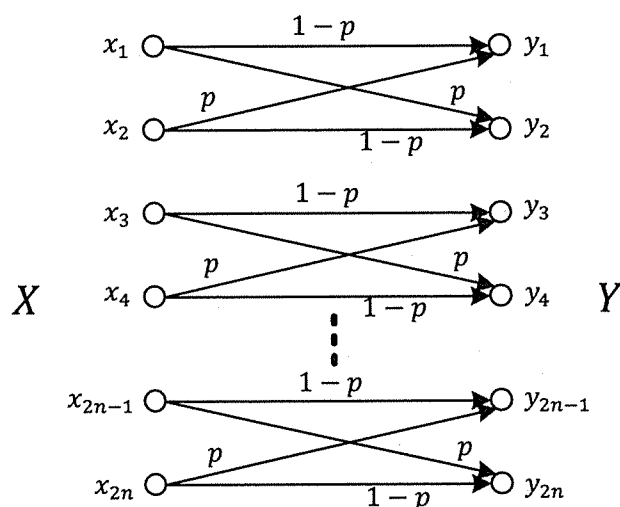
が成立することを証明せよ。ただし、証明においては、ハフマン符号の平均符号語長に関する最適性、ならびに $H(X) \leq L(C)$ が任意の語頭符号 C について成立する事実は既知として利用してよい。

(5) 情報源 S の出力 X の確率分布が

$$P_X(x) = 2^{-i(x)}, \quad x \in \mathcal{X}$$

と与えられるとき、等式 $L(C_{SF}) = L(C_H)$ が成立する。これを証明せよ。ここで、 $i(x)$ は任意の $x \in \mathcal{X}$ に対して正整数値を返す関数である。ただし、証明においては、ハフマン符号の平均符号語長に関する最適性、ならびに $H(X) \leq L(C)$ が任意の語頭符号 C について成立する事実は既知として利用してよい。

Ⅲ 下図の定常無記憶通信路を考える。送信記号を確率変数 X で表し、そのアルファベットを $\mathcal{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_{2n}\}$ 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 $\mathcal{Y} = \{y_1, y_2, \dots, y_{2n}\}$ とする。 X から Y への遷移確率（通信路を表す条件付き確率） $P_{Y|X}(y|x)$ ($x \in \mathcal{X}$, $y \in \mathcal{Y}$) は図に与えられている通りである。ここで、 n は正の整数、 p は $0 \leq p < 1/2$ を満たす実数である。このとき次の(1)～(3)の問いについて答えよ。ただし、 $0 \log_2 0 = 0$ とせよ。



- (1) 条件付きエントロピー $H(Y|X)$ を求めよ。
- (2) $H(Y)$ の最大値を求めよ。また、その最大値を達成する送信記号の確率分布 $P_X(x)$ ($x \in \mathcal{X}$)を示せ。
- (3) 通信路容量 C を求めよ。

問題 2 4 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。ただし, 1 オクテットは 8 ビットを表す。

I 二台の端末 A, B が, 下図に示すように, ルータ二台からなるコネクションレス型パケット交換ネットワークの各ルータにそれぞれ接続されている場合を考える。



ルータ間, ルータ・端末間は, いずれもビット伝送速度が 1 Mbps の全二重通信回線で接続されている。通信回線の伝搬遅延は無視できるほど小さいとする。また, ルータは, 十分に大きなバッファを持つものとする。1 パケットあたりの最大ペイロード長は 450 オクテット, ヘッダ長は 50 オクテットである。このネットワークにおいて, 端末 A から端末 B に向けて, 2000 オクテットのユーザデータを伝送することを考える。端末 A は, ウィンドウフロー制御を用いるものとする。ウィンドウサイズはパケット長に関係なくパケット数で定めるとする。端末 B はパケットを一つ受信するごとに送達確認 (ACK) を返送する。ACK はペイロードを持たないヘッダのみのパケットとして送られる。また, このネットワークに他のパケットフローは存在せず, ルータや端末でのパケット処理時間, ACK 生成にかかる時間は無視できるものとし, パケット欠落は生じないものとする。このとき, 次の (1) ~ (3) の問いについて答えよ。ただし, 時間の単位はミリ秒 (ms) とすること。

- (1) 端末 A が最大長のペイロードを持つパケット一つを送信し始めてから, そのパケットに対する ACK を受信し終えるまでにかかる時間を答えよ。
- (2) ウィンドウサイズが 2 パケットであったとき, 端末 A がユーザデータの最初のビットを含むパケットを送信し始めてから, ユーザデータの最後のビットを含むパケットに対する ACK を受信し終えるまでの時間を答えよ。
- (3) 端末 A がユーザデータの最初のビットを含むパケットを送信し始めてから, ユーザデータの最後のビットを含むパケットに対する ACK を受信し終えるまでの時間を最小とする, ウィンドウサイズの最小値と, その時間を答えよ。

II CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) を用いたビット伝送速度が 10 Mbps であるバス形状の放送型チャネル有線ネットワークに, 局 A, 局 B, 局 C が接続されている。局 A・B 間の片道伝搬遅延が 5 マイクロ秒 (μs), 局 B・C 間の片道伝搬遅延が 12 マイクロ秒, 局 A・C 間の片道伝搬遅延が 17 マイクロ秒であるとする。このネットワークに他の局は存在せず, ビット誤りは生じないものとし, キャリアセンスは瞬時に行われるとする。1 フレームの大きさが 64 オクテットであったとき, 次の (1) ~ (4) の問いについて答えよ。

- (1) CSMA/CD のような MAC (Media Access Control) プロトコルを何方式と呼ぶか答えよ。また、この方式において、フレーム衝突が発生してから再送するまでの待ち時間のことを何と呼ぶか答えよ。
- (2) 局 A だけがフレームを送信する場合を考える。局 B は、局 A がフレームを送信し始めてから何マイクロ秒から何マイクロ秒までチャネルが使用状態 (ビジー) であると判断するか答えよ。
- (3) 局 B がフレームを送信する場合を考える。局 B がフレームを送信し始めて 5 マイクロ秒後に局 C がフレームを送信しようとした場合、これらのフレームは CSMA/CD の機能によりどうなるか、局 B、局 C のフレーム送信タイミングを図示して説明せよ。なお、このとき、局 A はフレームを送信しないものとする。
- (4) このネットワークにおいて CSMA/CD を有効に動作させるために、スロット時間は何マイクロ秒より大きいことが必要かを答えよ。

III 次の (1) ~ (3) の問いについて答えよ。

- (1) インターネットにおいて利用されているプロトコル群のうち、TCP, UDP, IP は、それぞれ何の略かを答えよ。
- (2) IP バージョン 4 (IPv4) における IP ヘッダの最小長、IP データグラムの最大長、ならびに IP アドレス長を答えよ。
- (3) 第 2 層 SDU (Service Data Unit) が 950 オクテットで、その PCI (Protocol Control Information) が 50 オクテットであるとする。また、第 3 層 PCI が 20 オクテットであり、第 4 層 PCI が 10 オクテットであったとする。第 2 層 PDU (Protocol Data Unit) のスループットが 10 Mbps であったとき、第 4 層 SDU のスループットを求めよ。

B [知能科学] 設問すべてについて解答すること。

I 次の(1)～(4)の問いについて答えよ。

右の図1の地図におけるA地点からF地点までの最短経路を求めるための経路探索問題について考える。

図1の地図について説明する。円で囲まれたアルファベットはA～Fの各地点を表している。また、各地点間を結ぶ道路が、中に矢印を含む太線により示されている。各道路の矢印は、進行方向を表す。例えば、A地点からC地点は直通できるが、逆にC地点からA地点は直通できない。A-C間およびD-F間の道路は、B-E間の2本の道路と立体交差している。

距離の計算方法について説明する。図1において点線で示された格子の一边の長さは1kmである。例えばF地点からA地点の距離は、2kmである。ただし、A地点からB地点のようにカーブを含む場合は、カーブを直角とみなした場合の距離とする。例えば、A地点からB地点の距離は、3kmである。

探索手法として、横型探索(幅優先探索)、最良優先探索、およびA*アルゴリズムについて考える。各探索手法に関して、次の条件を満たすこと。各地点をノードとし、各地点間の道路をアークとする。オープンリストのみを用い、クローズドリストを用いない。最初の解の発見時点で停止する。ノード v の展開では、 v のすべての子ノードをアルファベット順にソートしたリストを返す。評価値によりオープンリストをソートする場合、評価値が等しい場合はアルファベット順、さらにアルファベットも等しい場合は出現順とする。探索木におけるルートノードの深さを0とする。探索前には、各地点間の最短距離を未知とする。最良優先探索およびA*アルゴリズムにおけるノード v の評価関数を、それぞれ $f(v) = h'(v)$ および $f(v) = g(v) + h'(v)$ とする。 $g(v)$ をルートノードからノード v までの経路の距離とする。 $h'(v)$ をノード v からゴールまでの経路を見積もるためのヒューリスティック関数とし、 v とゴールの2地点間の直線距離とする。 $\sqrt{5} = 2.2$, $\sqrt{13} = 3.6$ とする。

解答において、 $g(v) = p$ であるノード v を vp と記述せよ。例えば、 $g(C) = 4$ の場合はC4、 $g(C) = 6$ の場合はC6と記述し区別せよ。探索木を解答する場合は、A地点からの経路の距離が4であるC地点を表すノードを④と記載し、各ノードの子ノードをアルファベット順に左から並べよ。さらに、各ノードの右肩に、それぞれのノードの探索順を記載せよ。例えば、④¹と記載せよ。

- (1) 図1の地図を表す有向グラフを図示せよ。各ノード v には $h'(v)$ を併記し、各アークには地点間の距離を併記せよ。
- (2) 横型探索(幅優先探索)を用いた場合における探索木を示せ。ここでは、探索終了時の探索木を示すこと。
- (3) 最良優先探索およびA*アルゴリズムを用いた場合における、探索終了時の訪問ノードのリストおよび探索過程におけるオープンリストの最大長をそれぞれ答えよ。訪問ノードのリストの記述法に関して、例えば訪問順が、A0, B3, C6の場合は(A0, B3, C6)と記述せよ。
- (4) A*アルゴリズムにおいて $h'(v)$ が満たすべき条件を2つ答えよ。

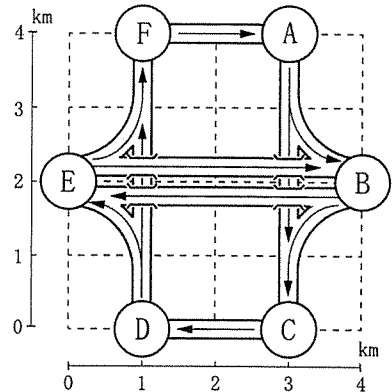
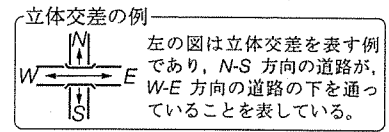


図1: 地図

II 次の(1), (2)の問いについて答えよ。

3目並べとは図2のような3×3のマスの盤面において、空いているマス目に交互に石(○もしくは×)を置き、自分の石を先に一直線に3石並べたプレイヤーを勝者とするゲームである。ここでは先手を○、後手を×とする。

局面 v の評価関数 $f(v)$ を次のように定義する。

$$f(v) = 4g_{2,0} + g_{1,0} - 8g_{0,2} - 2g_{0,1}$$

$$g_{n,m} = |A_{n,m}|$$

$$A_{n,m} = \{a_i \mid \text{count}(a_i, \bigcirc) = n \text{ かつ } \text{count}(a_i, \times) = m \text{ かつ } 1 \leq i \leq 8\}$$

ただし、 $|A_{n,m}|$ は、集合 $A_{n,m}$ の要素の個数である。また、 $a_1 \sim a_8$ を軸と呼び、図3において局面上を縦、横、および斜めに横切る8本の点線で示されている。

$\text{count}(a_i, s)$ は、軸 a_i 上の石 s の個数を返す関数である。図2の局面 x の場合、 $g_{1,0} = 3$ (a_1, a_5, a_7 の3本)、 $g_{0,1} = 1$ (a_6 の1本)、かつ $g_{2,0} = g_{0,2} = 0$ であるから、 $f(x) = 3 - 2 = 1$ となる。

1	×	2
3	○	4
5	6	7

図2：局面 x

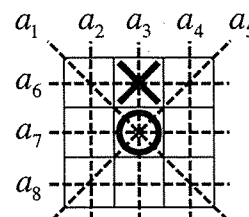


図3：軸 a_i

局面 x における次の手(先手)の評価値を次の条件で求めることを考える。min-max 戦略に基づき局面 x の評価値を求める。同時に α - β 法を用いてもよい。深さ制限探索(深さ制限のある縦型探索)により局面の展開順序を決定する。局面 x の深さを0とし、深さ0~3の局面を探索する。葉ノード v_{leaf} において $f(v_{leaf})$ を計算する。子ノードの展開順は、図2の各マス目に記載の数値順(マス目番号と呼ぶ)とする。ただし、展開済みの局面と線対称もしくは点対称となる局面の探索を省略する。また、深さ0~2の局面における手が、次の局面で負けるような手である場合は、その手の探索を省略する。例えば、局面 x の左上の1のマス目に○を置いた場合、右下の7のマス目に×を置く場合のみを展開すればよい。

- (1) 局面 x における次の手の評価値を計算するためのゲーム木を図示せよ。ここでは、各ノードの子ノードをマス目番号順に左から並べよ。枝刈りを行う場合は、その理由を記載せよ。
- (2) 局面 x における次の手の評価値を答えよ。

III 次の(1), (2)の問いについて答えよ。

次の制約充足問題について考える。いまカップラーメンの開発中であり、1個のカップラーメンに入れる具の個数を決めたい。具として、チャーシュー、タマゴ、ナルト、ネギ、エビ、およびメンマの6種類を検討中であり、それぞれの具の個数を u, v, w, x, y, z とおく。それぞれの具の個数を、1以上かつ5以下の整数値とする。

市場調査の結果、次の9つの条件をすべて満たすことが必要であることがわかった。

$$u < w, u < y, v < y, v < z, w < x, w > y, w = z, x > z, y < z$$

- (1) この問題の制約ネットワークを図示せよ。
- (2) (1)の制約ネットワークをアーク無矛盾に変換した結果を図示せよ。

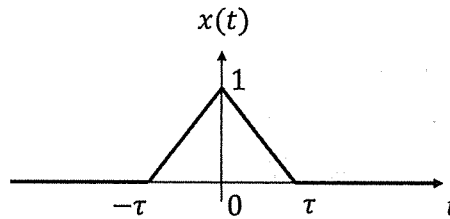
C[メディア情報処理] 設問すべてについて解答すること。

I 次の(1), (2)の問いについて答えよ。

- (1) 以下の文章中の(a)～(f)にあてはまる適切な語句あるいは式を答えよ。なお, (c), (d), (e)は「離散」「連続」「有限」「無限」の4語のうち最もあてはまる語句を解答せよ。

基本周期 T , すなわち基本角周波数 $\omega_0 =$ (a) である連続周期信号 (時間関数) $f(t)$ は直流成分および ω_0 とその整数倍の角周波数 $n\omega_0$ を持つ正弦波の重ね合わせとして表せる。これを $f(t)$ の (b) 展開といい, 連続周期信号を (c) 的なスペクトルとして表現できることを表している。そして, 基本周期 T を (d) とする極限操作により $f(t)$ を非周期信号へと拡張するとき, 前述のスペクトル表現は (e) となる。この変換を (f) と言う。

- (2) 以下の三角波 $x(t)$ のフーリエ変換 $X(\omega)$ を求めよ。ただし, 虚数単位 j を含まない形で表せ。計算の過程の式も示すこと。



II 連続時間信号 $x(t)$ に対して, 単位インパルス関数 $\delta(t)$ が間隔 T (秒) で繰り返される単位インパルス列を乗じた以下の連続信号 $x_s(t)$ を考える。

$$x_s(t) = x(t) \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT)$$

このとき, 次の(1), (2)の問いに答えよ。なお, $\delta(t)$ は, たたみ込み積分を $*$ で表すとき任意の関数 $f(t)$ に対して以下が成り立つ関数とする。

$$f(t) * \delta(t - \tau) = f(t - \tau)$$

- (1) $x_s(t)$ のスペクトル $X_s(\omega)$ を $x(t)$ のスペクトル $X(\omega)$ を用いて表し, 角周波数軸上において $X_s(\omega)$ が周期関数となることを示せ。ただし, 以下の関係式を用いてよい。

\leftrightarrow は, その両側の式がフーリエ変換対であることを表す記号である。

$$\sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta(t - nT) \leftrightarrow \frac{2\pi}{T} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta\left(\omega - n\frac{2\pi}{T}\right)$$

$$f(t) \leftrightarrow F(\omega), g(t) \leftrightarrow G(\omega) \text{ のとき, } f(t)g(t) \leftrightarrow F(\omega) * G(\omega)$$

- (2) $x_s(t)$ から元信号 $x(t)$ を完全に復元できるための $x(t)$ の周波数帯域に関する条件を, $X(\omega)$ を用いて答えよ。

Ⅲ 離散時間信号 $x[n]$ を入力, $y[n]$ を出力とする以下の構成の離散時間システムについて, 次の (1) ~ (4) の問いに答えよ。

$$y[n] = x[n] - \sqrt{3}x[n-1] + x[n-2]$$

- (1) このシステムのインパルス応答 $h[n]$ および伝達関数 $H(z)$ を求めよ。
- (2) このシステムが線形であるか, 時不変であるか, 再帰形であるか, 因果的であるか, 安定であるかをそれぞれ理由とともに答えよ。
- (3) このシステムの周波数応答 $H(e^{j\omega})$ を求め, 振幅特性 $|H(e^{j\omega})|$ の概形を図示せよ。
- (4) このシステムに正弦波信号 $x[n] = \sin(\omega_s n)$ を入力するとき, 出力信号の振幅が最も小さくなる ω_s (ただし $0 \leq \omega_s < 2\pi$) をすべて答えよ。ただし, 位相は考えなくてよい。

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 に示す骨組に水平荷重 Q が作用している。梁は剛体であり、柱には図 2 に示す曲げモーメントと曲率の関係がある。ここで、 EI は柱の曲げ剛性である。以下の各問に答えよ。なお、必要であれば図 3 に示す関係を用いよ。

- (1) 柱が弾性状態のとき、柱が負担するせん断力の比 $Q_{左} : Q_{右}$ を求めよ。
- (2) 水平荷重 Q を徐々に増加させたとき、柱のいずれかの断面が最初に全塑性モーメント M_p に達するときの水平荷重 Q_e を求めよ。
- (3) 水平荷重 Q_e のとき、右柱に生じる軸方向力 $N_{右}$ を求めよ。
- (4) 骨組が崩壊メカニズムを形成するときの崩壊荷重 Q_u を求めよ。

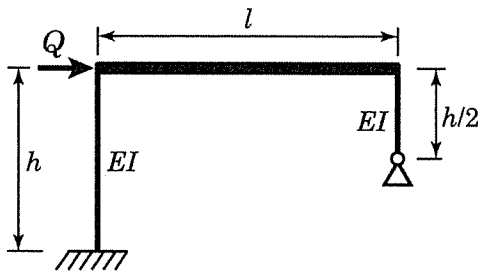


図 1

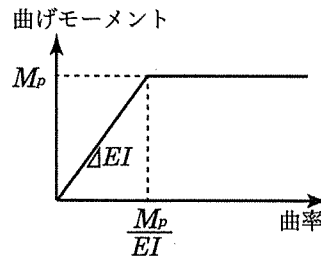


図 2

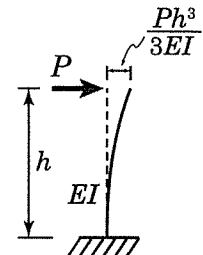


図 3

II 図 4, 5 に示すように、中心圧縮力 P を受ける圧縮部材について考える。各図の下には部材の断面形状を示す。部材は弾性曲げ座屈するものとし、座屈変形は面内 (図中 y 方向) のみに生じるとする。以下の各問に答えよ。なお、必要であれば図 6 に示す関係式を用いよ。

- (1) 図 4 (a), (b) の弾性座屈荷重の比 $P_{ea} : P_{eb}$ を求めよ。
- (2) 図 4 (c) に示すように y 方向への変位を拘束する補剛材を設置したとき、この部材の弾性座屈荷重 P_{ec} は P_{eb} の何倍になるか求めよ。
- (3) 図 5 (a), (b) に示す部材の座屈荷重が等しいとき、断面形状を決める係数 k を求めよ。

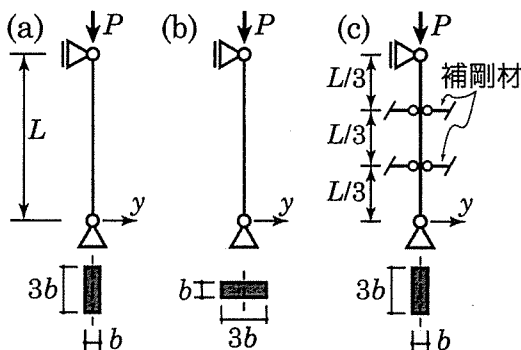


図 4

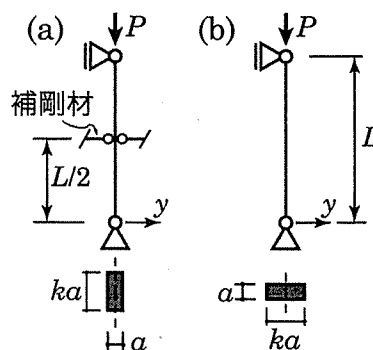


図 5

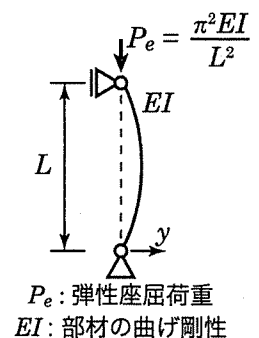


図 6

B[土木構造力学] 設問すべてについて解答すること。

I 図1のようなD点にヒンジを挿入した2径間のゲルバー橋を考える。桁の曲げ剛性は一様で EI とする。

(1) この橋に作用する荷重として、道路橋示方書によると自重などの作用位置や大きさが変化しない荷重のことを「死荷重」、また、自動車の荷重、群衆の荷重、軌道上の車両の荷重などの作用位置や大きさが変化する荷重のことを「(a)」と呼んでいる。以上のような常時の使用状態で橋に作用する荷重をまとめて「(b)」, 地震の荷重や風の荷重など常に作用しないが設計上重要な荷重をまとめて「従荷重」とそれぞれ呼んでいる。(a), (b)に用いる適切な語句を答えよ。

(2) 図1で $\xi = 3.5L$ としたときのB点の反力と曲げモーメントを求めよ。

(3) 図1で $P = 1.0$ としてB点の反力と曲げモーメントの影響線を描け。

(4) 自重として一様に分布線荷重 q が作用した場合のB点の反力と曲げモーメントを(3)で求めた影響線を用いて計算せよ。

(5) 図2の自動車荷重がゲルバー橋上を移動する場合のB点の反力と曲げモーメントについて、それぞれの絶対値の最大値を求めよ。

注) 反力は上向きを正, 曲げモーメントは桁の下縁が引張, 上縁が圧縮となる時を正とする。

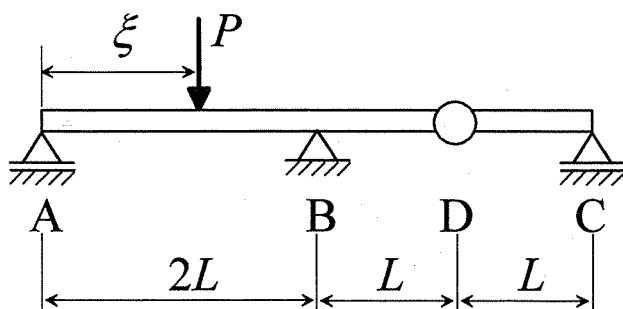


図1 ゲルバー橋

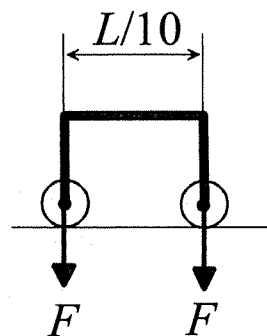


図2 自動車荷重

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の記号を記入すること。

A[建築環境・設備] 設問すべてについて解答すること。

I 図1に示す湿り空気線図を用いて、次の(1)～(3)の問いに答えよ。ただし、数値は小数点以下第1位まで記入するものとし、単位も併せて記入すること。

- (1) 空気温度(乾球温度) 26.0°C 、相対湿度 50.0% のとき、絶対湿度を求めよ。
- (2) (1) の状態の空気について露点温度を求めよ。
- (3) 空気温度(乾球温度) 26.0°C 、相対湿度 50.0% の空気 A と空気温度 35.0°C 、相対湿度 70.0% の空気 B を 4 対 1 の割合で混合させたときの混合空気 C の絶対湿度を求めよ。

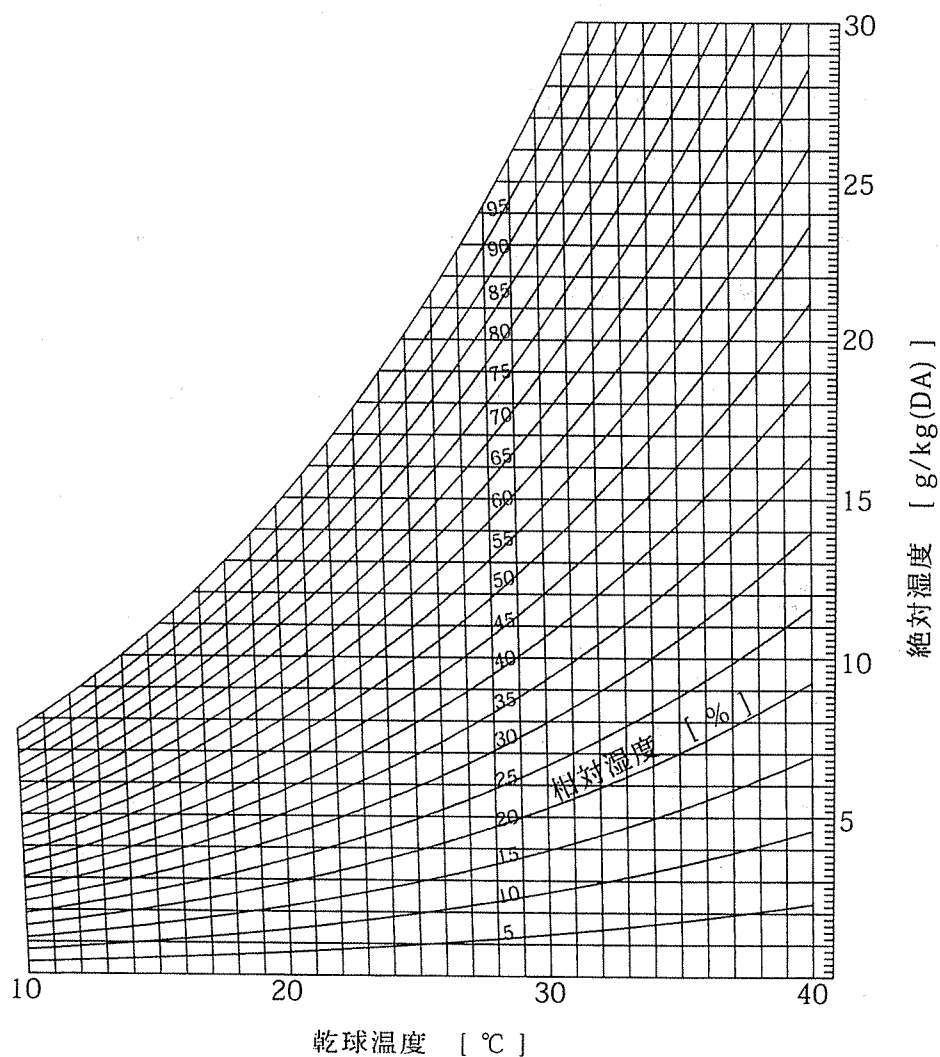


図1 湿り空気線図

Ⅱ 次の（１）～（６）のうち２つを選択し、各用語の特徴や相違点などを 150 文字以内で説明せよ。

- | | | |
|------------|-------------|-----------|
| （１）照度と昼光率 | （２）可視光線と赤外線 | （３）光色と演色性 |
| （４）直射光と天空光 | （５）音の大きさと高さ | （６）吸音と遮音 |

Ⅲ 室内の換気に関する次の（１）～（３）の問いに答えよ。

- （１）図 2 のような室容積 V [m^3] の部屋において、汚染質が一定の割合（ M [mg/h]）で発生し、一定の換気量 Q [m^3/h] で換気が行われているとき、室内の汚染質濃度は C_{in} [mg/m^3] となった。次式の①、②を埋めて、微小時間 dt [h] における室内の汚染質の流出入バランスを表す式を完成させよ。ただし、室内の汚染質濃度は一様拡散とし、外気の汚染質濃度を C_{out} [mg/m^3] とする。

$$\text{①} dt + \text{②} dt - C_{in} Q dt = V dC$$

- （２）ある室内の換気量を Q [m^3/h]、室容積を V [m^3] としたとき、換気回数 N の関係式およびその単位を答えよ。
- （３）2003 年の建築基準法改正により、住宅などで設置が義務付けられた、いわゆる「24 時間換気システム」について、150 文字以内で説明せよ。

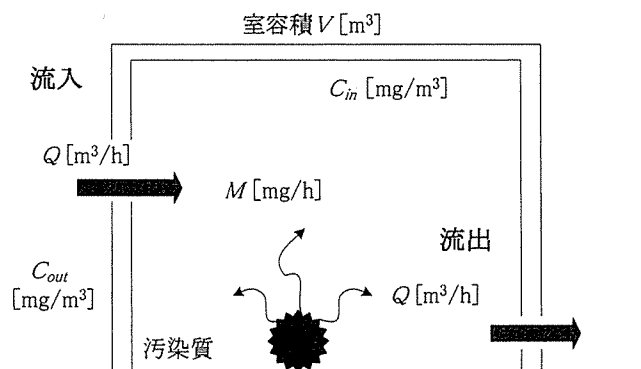


図 2 室内の断面模式図

【次ページに続く】

IV 図3のような冷房時の空調設備に関する次の記述において、(1)～(6)に当てはまる用語を下の語群の中から選び、解答欄にその記号を記入せよ。

空調機では室内空気を清浄にするため、室内還気と(1)を混合させる。そして、(2)を通過することで 粉塵等が除去される。

また、空調機のもう1つの役割として、室内の(3)の処理がある。空調機に取り入れられた空気が(4)を通過することによって空気が冷却される。このとき、一部の空気が過冷却されることによって、(5)が生じ、結果として除湿もされる。そして、(6)により室内に給気される。

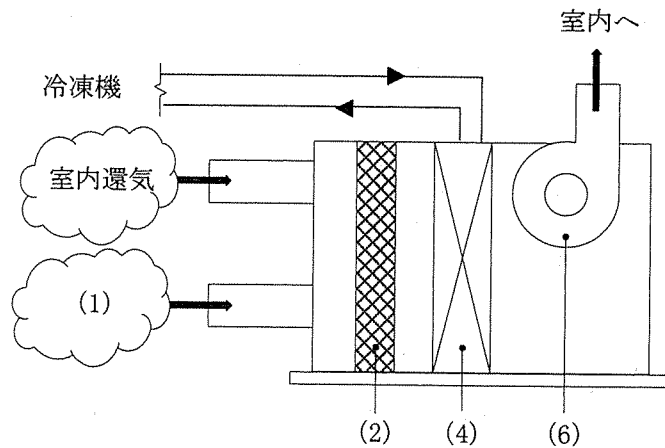


図3 空調機（冷房時） 概念図

【語群】

- | | | | | |
|----------|----------|--------|------------|-----------|
| ア) オゾン | イ) 結露 | ウ) 送風機 | エ) 外気 | オ) 対流 |
| カ) 冷却コイル | キ) 加熱コイル | ク) 脱水 | ケ) エアフィルター | コ) 除湿装置 |
| サ) 紫外線 | シ) 熱負荷 | ス) 換気 | セ) 冷却塔 | ソ) ヒートポンプ |

B【環境水理学】 設問すべてについて解答をすること。

I 以下の文中のカッコに入る英単語、カタカナ、記号、説明文、数値を答えよ。

本年 2014 年は、土木学会の百周年記念である。土木学会のホームページ（www.jsce.or.jp）を見れば、いろんなことが書いてある。その中で 2 点注目して欲しいことがある。1 つは、1938 年に土木技術者の倫理規定が成文化されたことである。1933 年、日本は国際連盟を脱退し戦争へと向かうなか、「土木技術者の信条および実践要綱」を策定した見識は土木学会の誇りである。他方、理学系の主要学会では、2000 年に、このような規範をまとめた日本化学会が最初である。2 つめは、土木学会を表す略語 JSCE とは、Japan Society of (ア) Engineers の頭文字である。工学とは、人 (engineers) による、人のための技術である。

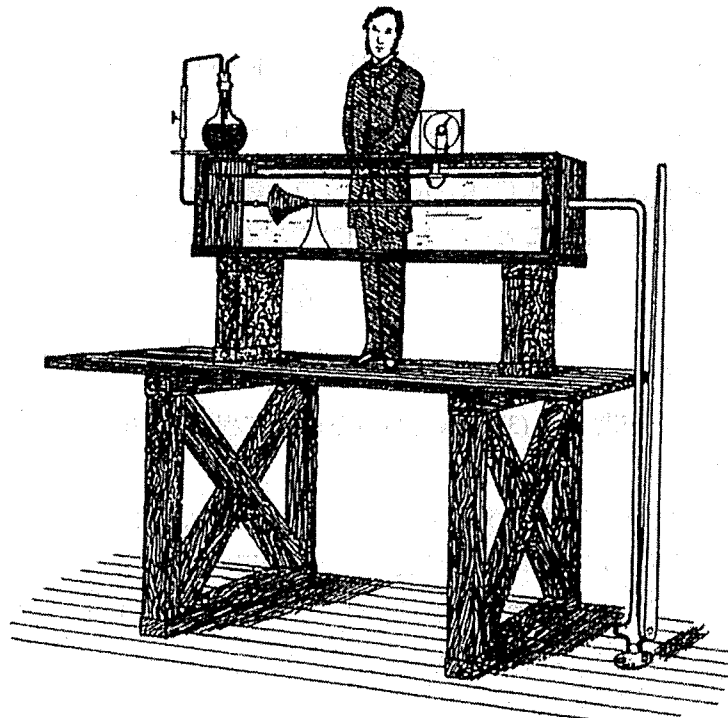


図-1 1883 年の実験

オズボーン・(イ 人名) は、英国の大学における史上初の工学の教授の一人となった人物である。図-1 に示すような実験装置を使って、乱流と層流という流れの形態に区別ができることを示した (1883 年)。他にも重要な概念の導入などを行い、その後が続いて、プラントルの境界層理論やカルマンの混合距離理論などの 20 世紀の現代流体力学の礎となる役割を果たした。

彼の名前を冠した無次元数である (イと同じ人名) 数は、次式で与えられる。

$$Re = (\text{ウ}) \dots\dots\dots (1)$$

なお、(エ 上式に現れる記号の説明文) である。式 (1) で与えられる Re の値が、約 (オ 数値) を超えると、たとえ微小なものであっても、かく乱が慣性力によって増幅し、変動流となる。それが乱流である。

ところで、時代が少しさかのぼり、ドイツの下水道技師である (カ 人名) は、1839 年に層

【次ページに続く】

流管路の抵抗則を導き、乱流と層流の区別についても、上述した（イと同じ人名）によってずっと後で発見されることを既に知っていたことが明らかにされている。なお、同じ時期に（1841年）、血管内の血液の流れに興味を持つ医師であったポワズイユによっても層流管路の抵抗則について研究されており、管路の抵抗則の基本となる円管内の層流は、（カと同じ人名）・ポワズイユ流れとよばれる。

II 円管内の層流の抵抗則について、以下の設問 1)～6) にしたがって誘導しよう。

直径 d の円管を流れる流体の内部に、中心軸を円管と共有する長さ Δx 、半径 r の小円柱の流体にかかる力の釣り合いを考える。小円柱の側面にかかるせん断力を τ と表し、小円柱の左端の円断面における圧力を p_0 および鉛直座標を z_0 とし、小円柱の右端の円断面の各々の量を、順に、 $p_0 + \Delta p$ および $z_0 + \Delta z$ と表す。

この時、重力加速度を g 、流体の密度を ρ と記せば、軸方向の力の釣り合いは次式のように表される。

$$\pi r^2 p_0 + \left(\quad \right) \frac{-\Delta z}{\Delta x} \rho g = \pi r^2 (p_0 + \Delta p) + \left(\quad \right) \tau \quad \cdots \cdots \cdots (2)$$

1) 上述の設定を図示せよ。そして、式 (2) におけるカッコを数式で埋めよ。

2) 次式に示す I という量を導入することにより、式 (2) を次のように変形できる。 I は何とよばれるか？

$$\frac{\tau}{\rho} = \frac{grI}{2}, \quad I = -\frac{\frac{\Delta p}{\rho g} + \Delta z}{\Delta x} \quad (>0) \quad \cdots \cdots \cdots (3)$$

3) 円管の中心から距離 r での流速を u 、粘性係数を μ と表せば、層流でのせん断力 τ をどう表せるか？

4) 適切な境界条件の下で、前問と式 (3) から得られる微分方程式を解いて流速分布を求めるとともに、断面平均流速 U を求めよ。

5) 流れの抵抗則を表すダルシー・ワイズバッハの式を記せ。ただし、摩擦係数を f として、残りの変数は、以上で既出の量に加え、さらに必要となる量は説明した上で用いよ。

6) 層流の摩擦係数 f が、式 (1) で表される無次元パラメータ Re のみを用いて表されることを示せ。

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)の間番号を記入し、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、(2)では(a)～(h)のすべての問いについて解答せよ。

I

(1) カッコ内のヒントにしたがって、①～⑤の空欄を埋め、以下の文章を完成させよ。

1929年、(①人名)は、近隣住区の概念を発表した。近隣住区とは、一つの(②名詞)を中心とした居住コミュニティの単位で、人口はおよそ(③数字)人、通過交通を排除するため、周囲を(④名詞)で取り囲むものであった。この空間構成は、戦後のわが国の、とくに(⑤名詞)計画に大きな影響を与えた。

(2) 人間の感性を数量化する手法である「ME法」とは何か、2～3行で説明せよ。

(3) 人間の着座法における「ソシオファーガル」とは何か、2～3行で説明せよ。

(4) 「タウンハウス」とは何か、2～3行で説明せよ。

(5) 建築設計において考慮すべき「ライフステージ」について、2～3行で説明せよ。

(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せ。

①群

1. ルイ・ヴィトン名古屋栄店(日本)
2. 香港上海銀行・香港本店ビル(香港)
3. 富弘美術館(日本)
4. ファンズワース邸(アメリカ)
5. 大栄ビルヂング(日本)

②群

- | | |
|-------------------|---------------|
| a. ミース・ファン・デル・ローエ | d. ノーマン・フォスター |
| b. ポール・ルドルフ | e. 青木淳 |
| c. ヨコミゾマコト | |

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、2階平面図(それぞれ縮尺約100分の1)を描け。

敷地：東西が14m，南北が14m，東辺に幅員6mの隣接道路をもつ平坦な敷地。周辺は中層の住宅地で，北側の敷地境界線越しに駐車場が広がる。駐車スペース1台分と駐輪スペース4台分を敷地内に設けること。

家族構成：50代前半の夫婦，長男15才，二男13才。

敷地条件：建ぺい率60%。

延床面積：150㎡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×を記するとともに，下線部を変更して正しい内容の文にせよ。

(a) 人口データなどの基礎となるわが国の国勢調査は，10年に一度行われている。

(b) 商業地来訪の選択確率を，対象の規模に比例，距離の2乗（ λ 乗）に反比例する，と定式化したモデルは，ハフのモデルと呼ばれる。

(c) 都市計画法によれば，地権者のみならずまちづくりNPO法人もまた，都市計画の決定または変更を提案することができる。

(d) 関一は，関東大震災における東京の復興に大きな役割を果たした。

(e) 1996年，ジェンクスによるインパクトシティの論文集は，EUのみならずわが国の21世紀の都市戦略に大きな影響を与えた。

(f) 1980年以降，わが国の空き家率は上昇の一途をたどった。そして2000年以降には減少に転じた。

(g) 地区防災計画における防災教育の方法として知られるDIGとはクロスロードゲームのことである。

(h) 建築協定により，地区施設を定めることができる。

B[社会基盤計画] 設問すべてについて解答すること。

I 次の(1)～(4)の問いについて答えよ。

- (1) 近年注目されている社会資本整備の手法に関する以下の文章について、選択肢の中から適切な語句を選び、(ア)～(ケ)の空欄を埋めよ。

社会資本の整備や維持管理には、施設の性格により 100% (ア) が直営で行う場合と、一方で 100% を (イ) に委託する (ウ) や (エ) を活用する選択肢もある。その手法として (オ) や (カ) がある。(オ) とは行政と民間がパートナーを組んで事業を行う新しい官民協力の形態で、「官民協同事業」や「公民連携事業」と呼ばれる。地域や事業の特性を考慮したうえで、サービスの基本的枠組みを作り上げる (キ) 段階から民間や (エ) が参加して、公共サービスのより広い範囲で民間や市民のノウハウを活用する手法である。(カ) は (オ) の実施手法の一つである。(カ) は、公共施設等の建設、維持管理、運営等を (ク) で賄い、経営能力及び技術能力を活用して行うもので、(ケ) ((カ) 法) に基づいて実施される。

選択肢

住民、民間、公共、調査、計画、設計、NGO、NPO、TPP、PPP、VFM、LCC、PFI、管理委託制度、公的資金、民間資金、指定管理者制度、公共工事の品質確保の促進に関する法律、民間資金等の活用による公共施設等の促進に関する法律

- (2) 以下の(a)～(c)の目的に適した解析手法を以下の選択肢から答えよ。

- (a) 河川整備事業に関する住民の意識調査（30 個の質問項目、7 段階評価）を行った。調査で得られた回答情報をなるべく少ない変数でまとめて結果を考察したい。
- (b) 愛知県名古屋市に住む社員が仙台へ出張するときに、新幹線を利用するか、飛行機を利用するかを、年齢、旅行費用、所要時間から判定したい。
- (c) 愛知県内の各市町村の鉄道整備水準を示すデータ（都心までの所要時間、列車本数、鉄道駅までのバス所要時間）が与えられている。このとき各市町村を鉄道整備水準の似通ったグループに分類したい。

選択肢

分散分析、シンプレックス法、回帰分析、数量化Ⅰ類、PERT、判別分析、CPM、主成分分析、共分散構造分析、クラスター分析、費用便益分析、産業連関分析

- (3) 愛知県内の6地点における公示地価 y_i [千円]と名古屋駅までの距離 x_{1i} [km]および所要時間 x_{2i} [分]が表-1のように与えられているとする。
- (a) 公示地価を目的変数、名古屋駅までの距離、所要時間をそれぞれ説明変数とする単回帰分析を行い、関係式を求めよ。なお、回帰パラメータは小数点2位まで示すこと。また、表-1に示した各数値を参考にしてよい。
- (b) 決定係数を算出して、いずれの関係式の方が当てはまりがよいか考察せよ。ただし、表-2の分散分析表の数値を参考にしてよい。
- (c) (b)で当てはまりがよいと判断した関係式について、推定した回帰パラメータの統計的有意性を有意水準5% ($t_{0.05/2}(4)=2.776$)で確認せよ。ただし、説明変数 x_1 に関する標準誤差 $s.e$ を1.221, 説明変数 x_2 に関する標準誤差 $s.e$ を0.774として検定統計量の計算に用いてよい。
- (d) 説明変数 x_1 と x_2 の相関係数を求めたところ、相関係数0.982の非常に強い相関がみられた。この2変数を同時に説明変数とした重回帰分析を行うことにより発生が懸念される問題のことを何というか答えよ。

表-1 各地点の公示地価と名古屋駅までの距離および所要時間、偏差平方和・積和の情報

地点 i	公示地価 y_i	距離 x_{1i}	所要時間 x_{2i}	$(x_{1i}-\bar{x}_1)^2$	$(x_{2i}-\bar{x}_2)^2$	$(x_{1i}-\bar{x}_1)(y_i-\bar{y})$	$(x_{2i}-\bar{x}_2)(y_i-\bar{y})$	$(y_i-\bar{y})^2$
1	250	25	45	25	25	-275	-275	3,025
2	150	35	55	25	25	-225	-225	2,025
3	100	45	85	225	1,225	-1,425	-3,325	9,025
4	300	20	30	100	400	-1,050	-2,100	11,025
5	250	15	20	225	900	-825	-1,650	3,025
6	120	40	65	100	225	-750	-1,125	5,625

表-2 分散分析表 (左: 説明変数 x_1 に関する分析結果, 右: 説明変数 x_2 に関する分析結果)

	自由度 ϕ	変動 S	不偏分散 V		自由度 ϕ	変動 S	不偏分散 V
回帰 (R)	1	29,575	29,575	回帰 (R)	1	27,032	27,032
残差 (E)	4	4,175	1,044	残差 (E)	4	6,718	1,679
合計 (T)	5	33,750		合計 (T)	5	33,750	

- (4) 片側3車線の高速自動車国道で、第1走行車線から第2走行車線、追越車線への車線変更確率がそれぞれ0.5, 0.1, 第2走行車線から第1走行車線、追越車線への車線変更確率がそれぞれ0.3, 0.3, さらに追越車線から第1走行車線、第2走行車線への車線変更確率がそれぞれ0.2, 0.5であったとする。
- (a) この車線変更の現象をマルコフ過程として捉えたとき、推移確率行列 P を表せ。
- (b) 定常状態での各車線の車両存在確率がいくらかになるか求めよ。

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、飽和した砂試料層について水位差を $\Delta h(\text{cm})$ に保ちながら定水位透水試験を行った。なお、この試料層の長さ $L=90\text{cm}$ 、断面積 $A=50\text{cm}^2$ 、飽和単位体積重量 $\gamma_{\text{sat}}=20.0 \text{ kN/m}^3$ であり、水の単位体積重量は $\gamma_w=10.0\text{kN/m}^3$ とする。以下の設問にそれぞれ答えなさい。

- (1) 水位差 $\Delta h=30\text{cm}$ のとき、 $15\text{cm}^3/\text{min}$ の透水流量が測定された。このとき、試料層の透水係数 k (cm/s) を求めよ。
- (2) 上記(1)のとき、試料上面、下面の全応力 σ 、有効応力 σ' 、間隙水圧 u を求めよ (応力単位 : kPa)。
- (3) この試料層でクイックサンドが発生すると考えられるときの水位差 Δh の値を求めよ。

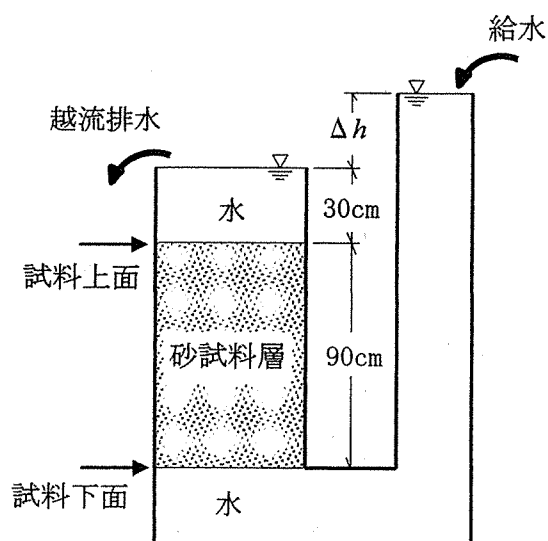


図 1

II

ランキン理論を用いて図 2 に示すような高さ $H=6.0\text{m}$ の擁壁に働く主働土圧と水圧の分布を求めよ。ただし、裏込め土の地下水位は地表面下 2.0m とする。擁壁と土の間の摩擦は無視する。なお、 c は粘着力、 ϕ は内部摩擦角、 G_s は土粒子比重、 e は土の間隙比、 S_r は飽和度、 γ_w ($=10.0\text{ kN/m}^3$) は水の単位体積重量である。 ($\sqrt{1/3}=0.58$ とする)

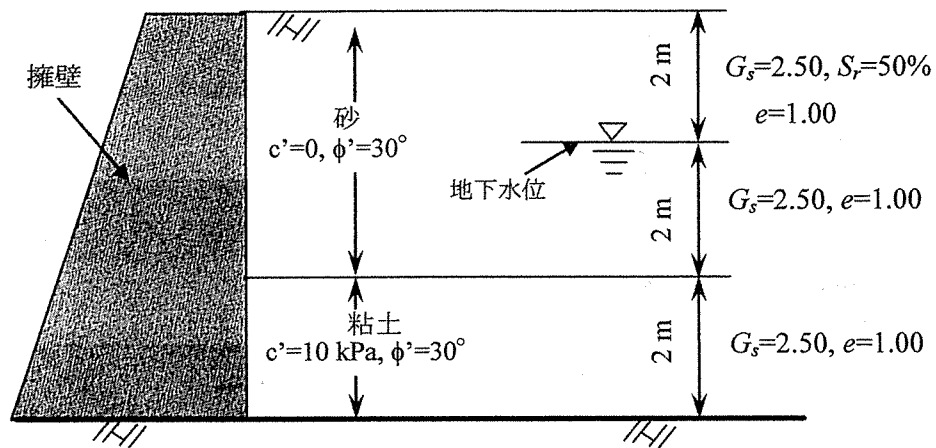


図 2

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 : 大報恩寺本堂
- b : 東福寺三門
- c : 石山寺多宝塔
- d : 泉布観
- e : サヴォワ邸
- f : パリ大聖堂

- (2) 次の建築用語について、図示説明せよ。

- 1 : 花頭窓
- 2 : 地円飛角

- (3) 次の建築用語にフリガナをつけよ。

- 1 : 欄間
- 2 : 千木
- 3 : 内法
- 4 : 網代
- 5 : 長押

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①～④の()内に最も適当な用語・数値を、下記の選択肢のア)～シ)の中から記号で選べ。

- (1)鉄筋コンクリート用棒鋼 SD345 のSDは (①) を意味する。
- (2)「JASS 5」によるとコンクリートの単位セメント量は (②) kg/m^3 以上とする。
- (3)細骨材とは (③) mm ふるいを質量で85%以上通過する骨材のことである。
- (4)スランプコーンの上面の内径は (④) cm である。

選択肢	ア) 異形棒鋼	イ) 丸鋼	ウ) 再生丸鋼
	エ) 65	オ) 185	カ) 270
	キ) 5	ク) 15	ケ) 25
	コ) 10	サ) 20	シ) 30

II 次の(1)～(4)の単語を英語に訳せ。

- (1) 砂 (2) 砂利 (3) ポルトランドセメント (4) 水セメント比

III 施工管理の4つの管理サイクルであるPDCAを説明せよ。

IV 木材の心持ち材にあらかじめ「背割り」を施す意義を述べよ。

V タイル仕上げ外壁におけるタイルの浮きの検査方法を30字程度で述べよ。ただし目視による外観検査は除く。なお、文章の最後に文字数を括弧書きせよ。

VI 高さ200mm、断面積 50mm^2 の円柱試験体がある。この下端を固定して上端に50kNの圧縮荷重を加えたところ、上端の変位は0.2mmとなった。この時、次の(1)と(2)の値を答えよ。ただし、(1)は()内に示した単位とする。

- (1)圧縮応力 (kN/mm^2) (2)ひずみ

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 ポルトランドセメントに関する以下の記述に対して、①から⑩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。なお、④、⑤、⑥はセメント化合物名で答えること。

最も一般的に用いられるセメントは、（ ① ）であり、密度は約（ ② ） g/cm^3 程度である。（ ③ ）は、（ ① ）に比べて（ ④ ）が多く、（ ⑤ ）が少ないので、早期に高い強度（3日で一般的なセメントの7日に相当）が得られる。低熱ポルトランドセメントは、（ ① ）より（ ④ ）が少なく、（ ⑤ ）が多く、（ ⑥ ）も少ないので、水和熱がかなり小さくなる。

セメントを空気中で貯蔵すると、空気中の湿気および炭酸ガスを吸収して、軽微な（ ⑦ ）と（ ⑧ ）を生じて固化する。この現象を（ ⑨ ）という。（ ⑨ ）したセメントは（ ⑩ ）が減り（小さくなり）、凝結が遅れ、強度が低下する。

II プレストレストコンクリートは、プレストレスの導入時期により、プレテンション方式とポストテンション方式に大別されます。それぞれの特徴を2つ説明しなさい。

（注意：施工方法の説明ではありません。）

III 維持管理に関する次の設問に答えなさい。

（1）「臨時点検」と「緊急点検」の違いについて簡単に説明しなさい。

（2）次の維持管理区分の対象について簡単に説明しなさい。

- ①維持管理区分 A（予防維持管理）、 ②維持管理区分 B（事後維持管理）、
- ③維持管理区分 C（観察維持管理）

IV 複鉄筋長方形断面の鉄筋コンクリートはりに関する次の設問に答えなさい。

（1）図1の矢印（A～D）が示す鉄筋の名称と働きを説明しなさい。

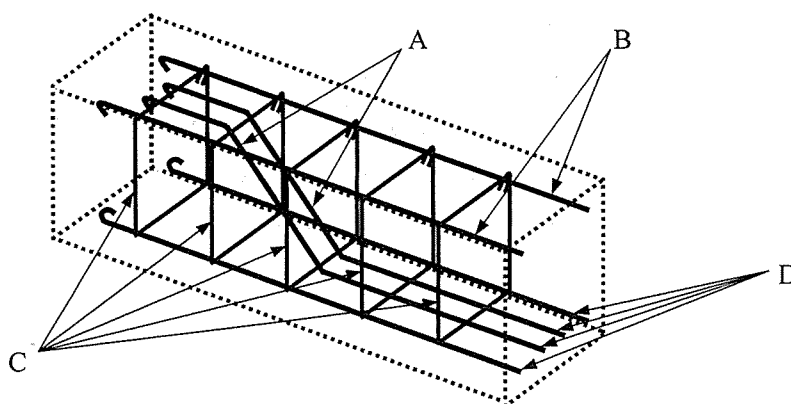


図1

【次ページに続く】

(2) 図2に鉄筋コンクリートはりのスパン中央断面を示す。複鉄筋長方形断面に設計曲げモーメント M が作用するとき、D鉄筋およびB鉄筋の断面積 A_s 、 A_s' ($=0.5A_s$) 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。

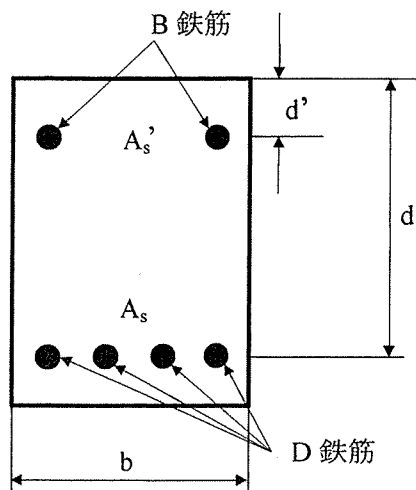


図 2

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、 f'_c (コンクリート)、 f_y (鉄筋：B および D 鉄筋とも同じ)、材料のヤング係数は E_c (コンクリート)、 E_s (鉄筋)、材料のひずみは ϵ'_c (コンクリート)、 ϵ_s (D 鉄筋)、 ϵ'_s (B 鉄筋) で表す。図中の記号 b 、 d 、 d' 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 (B および D 鉄筋とも同じ) で表す。

・「D 鉄筋は降伏する」と仮定し、ひずみを用いて $\epsilon_s > \epsilon_y$ と表す。また、「B 鉄筋は降伏しない」と仮定し、ひずみを用いて $\epsilon'_s < \epsilon_y$ と表す。ところで、B 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 $\epsilon'_s =$ (①) と表される。なお、以下 ϵ'_s は、(①) で表示すること。

・等価応力ブロックを用いるとコンクリートの圧縮合力 C_c' は、 $C_c' =$ (②) となる。

・B 鉄筋が降伏前と仮定することから、B 鉄筋の圧縮力 C_s' は、 $C_s' =$ (③) となる。

・D 鉄筋の引張力 T は、 $T =$ (④) となる。

・力のつり合いより、 $C_c' + C_s' = T$ が成り立つことから、未知である A_s と x を用いると、式 (⑤) が得られる。

・モーメントのつり合いより (D 鉄筋まわり)、式 (⑥) が得られる。

・式 (⑤) と式 (⑥) から、 A_s を削除して x の 3 次式を導くことで、 x が得られる。

・式 (⑤) を A_s について整理すると、 $A_s =$ (⑦) が得られ、上記の式から得られた x を代入することで、D 鉄筋および B 鉄筋の断面積 A_s 、 A_s' ($=0.5A_s$) が求る。

・平面保持の仮定から、 ϵ_s (D 鉄筋)、 ϵ'_s (B 鉄筋) を導くとともに、使用材料から得られる鉄筋の降伏ひずみ $\epsilon_y =$ (⑧) を算定する。得られた値の大小関係から、D 鉄筋は降伏しているが、B 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。