

問題21 知識工学，アルゴリズムとデータ構造，メディア情報処理

A, B, Cのいずれかを選択して解答すること。なお，解答用紙には，選択した記号（A, B, Cのいずれか）をはじめに記入すること。

A（知識工学）

述語論理のホーン節で表現されたある親族の家系図に関する知識ベースKBが与えられたとする。

問A-1. ホーン節について説明せよ。

問A-2. 前向き推論システム（プロダクションシステム）について以下の問に答えよ。

(a) 「father(X, ann)」の問合せに対する推論プロセスを答えよ。なお，簡単のため競合解消は考えない。

解答ではプロダクションサイクル毎の作業領域（WM）の内容と推論結果を示すこと。

KB

```
R1: parent(pam, bob).
R2: parent(tom, bob).
R3: parent(tom, liz).
R4: parent(bob, ann).

R5: male(tom).
R6: male(bob).

R7: father(X, Y) <- parent(X, Y), male(X).

R8: ancestor(X, Y) <- parent(X, Y).
R9: ancestor(X, Y) <- parent(X, Z),
    ancestor(Z, Y).
```

(b) 前向き推論システムで多く採用される Rete アルゴリズムについて，KBのルール R7～R9 に対する Rete ネットワークを図示し，同アルゴリズムが必要な理由を述べよ。

問A-3. 後向き推論システム（prolog 処理系）について「ancestor(pam, X)」の問合せに対する SLD（Selective Linear Definite resolution）反駁木と推論結果を示せ。反駁木の各枝にはサブゴールの展開に用いたルール（ホーン節）の番号と代入を示すこと。

問A-4. 前向き推論システムおよび後向き推論システムの長所と短所をそれぞれ述べよ。

B（アルゴリズムとデータ構造）

昇順にソートされた二つの整数列  $X = (x_1, x_2, \dots, x_{2m})$  と  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_{2m})$  をマージする次のような二つの方法を考える。但し，全ての要素は異なるとし， $m$  は2のべき乗と仮定する。

方法 Simple:  $X$  の先頭  $x_1$  と  $Y$  の先頭  $y_1$  から順に比較してゆき，小さい方（例えば  $x_1$  とする）を出力し， $x_1$  を  $X$  の列から取り除き，次の要素  $x_2$  と  $y_1$  を比較する。この操作をどちらかの列がなくなるまで繰り返す。残った列を順に出力する。

方法 *OddEven* : まず以下のように定義する。  $X_{odd} = (x_1, x_3, \dots, x_{2m-1})$ ,  $X_{even} = (x_2, x_4, \dots, x_{2m})$  ( $Y_{odd}, Y_{even}$  についても同様に定義する),  $SH(X, Y) = (x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_{2m}, y_{2m})$ .  
 このとき,  $X_{odd}$  と  $Y_{odd}$  を (再帰的に) マージした列を  $O = (o_1, o_2, \dots, o_{2m})$  とし,  $X_{even}$  と  $Y_{even}$  を (再帰的に) マージした列を  $E = (e_1, e_2, \dots, e_{2m})$  とする.  $SH(O, E)$  にある操作をした結果を出力する.

ここで,  $O$  の  $k$  番目の要素 ( $o_k$ ) について考える.

$x_1 < x_3 < \dots < x_{2i-1} < x_{2i+1} = o_k$  とし  $y_1 < y_3 < \dots < y_{2j-1} < o_k < y_{2j+1}$  とする.

問 B-1. 方法 *Simple* を用いて二つの列  $X$  と  $Y$  をマージするとき, 最良の場合と最悪の場合における要素間の比較回数はそれぞれ何回か. また, 方法 *Simple* の時間計算量は  $O(m)$  となることを示せ.

以下は方法 *OddEven* に関する問である.

問 B-2.  $O$  中には  $o_k$  より小さい要素は何個あるか.

問 B-3.  $E$  中には  $o_k$  より小さい要素は何個あるか.

問 B-4. 任意の  $k (1 \leq k \leq 2m)$  に対して,  $o_k < e_k$  となることを示せ.

問 B-5.  $SH(O, E)$  に対して  $2m-1$  回の比較で  $X$  と  $Y$  をマージできることを示せ.

問 B-6. 方法 *OddEven* によって二つのソートされた列  $X$  と  $Y$  をマージするアルゴリズムを示せ.

問 B-7. 問 B-6 のアルゴリズムの時間計算量を示せ.

問 B-8. 方法 *Simple* と方法 *OddEven* を比較したときに, それぞれの長所を示せ.

## C (メディア情報処理)

問 C-1. 差分方程式が  $y(n) = x(n) + ay(n-1)$  の因果的な線形シフト不変システムがある. このシステムが安定となるための条件を示せ.

問 C-2. 二つの離散時間信号の畳込みの  $z$  変換は, それぞれの信号の  $z$  変換の積になることを示せ.

問 C-3. 差分方程式が  $y(n) = 0.5\{x(n) + x(n-1)\}$  のシステムの振幅特性  $|H(e^{j\Omega})|$  と位相特性  $\arg(H(e^{j\Omega}))$  を示し,  $0 \leq \Omega \leq \pi$  の範囲で図示せよ.

問 C-4. 差分方程式が  $y(n) = x(n) - x(n-1) + 0.3y(n-1) + 0.4y(n-2)$  の因果的な線形シフト不変システムがある. このシステムの伝達関数とインパルス応答を求めよ.

問 C-5. 以下のキーワードすべてを用いて, JPEG 基本符号化について 200 字程度で説明せよ.  
 {2次元 DCT, 量子化,  $8 \times 8$ , ジグザグスキャン, ブロック化, ハフマン符号化}

問題22 電磁気・電磁波

設問すべてについて解答すること。

1. 真空中（誘電率  $\epsilon_0$  [F/m], 透磁率  $\mu_0$  [H/m]）に置かれた平板に面密度  $\sigma$  [C/m<sup>2</sup>] の電荷が一様に分布している。

- (1) 平板の面積が無限大のとき、平板からの垂直距離  $z$  [m] の位置にある点 P に生ずる電界の大きさ  $E_\infty$  [V/m] をガウスの定理から求めよ。
- (2) 平板が半径  $a$  [m] の円板のとき、円板の中心から垂直距離  $z$  [m] の位置にある点 P に生ずる電界の大きさ  $E_a$  [V/m] を電位から求めよ（図1参照）。
- (3)  $E_a$  が  $E_\infty$  の半分となるための円板半径  $a$  と中心からの距離  $z$  との関係を求めよ。

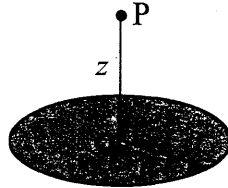


図1

2. 図2において、真空中（誘電率  $\epsilon_0$  [F/m], 透磁率  $\mu_0$  [H/m]）に置かれた有限長  $2l$  [m] の直線状導線に電流  $I$  [A] が流れている。

- (1)  $x$   $y$  面内の点 P でのベクトルポテンシャル  $A$  [Wb/m] を求めよ。ただし、円筒座標系における点 P の座標は  $(r, \theta, 0)$  とする。なお、電流密度を  $J$  [A/m<sup>2</sup>]、電流の分布している体積を  $V$  [m<sup>3</sup>]、その体積要素  $dv$  [m<sup>3</sup>] から考察点までの距離を  $R$  [m] として、 $A = \frac{\mu_0}{4\pi} \iiint_V \frac{J}{R} dv$

$$[Wb/m] \text{ である。}$$

- (2) 点 P での磁界  $H$  [A/m] を求めよ。

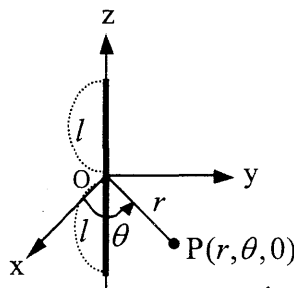


図2

注1:  $\int \frac{dz}{\sqrt{z^2 + r^2}} = \log |\sqrt{z^2 + r^2} + z|$ . 注2: 円筒座標において、 $\nabla \times \mathbf{A} = \frac{1}{r} \begin{vmatrix} \hat{r} & r\hat{\theta} & \hat{z} \\ \frac{\partial}{\partial r} & \frac{\partial}{\partial \theta} & \frac{\partial}{\partial z} \\ A_r & rA_\theta & A_z \end{vmatrix}$ .

問題23 電気回路・電子回路

設問すべてについて解答すること。

- 図1に示すように、抵抗  $R_S$  とリアクタンス  $X_S$  からなる内部インピーダンスを持つ交流電源  $\dot{E}$  に、抵抗  $R_L$  とリアクタンス  $X_L$  からなる負荷を接続し、負荷に流れる電流を  $\dot{I}_L$ 、負荷の端子電圧を  $\dot{E}_L$  とする。このとき以下の問いに答えよ。
  - 電流  $\dot{I}_L$  と電圧  $\dot{E}$  が同位相となる条件を求めよ。
  - (1) の条件を満足するとき負荷の消費電力（有効電力） $P_a$  が最大となる  $R_L$  の条件と  $P_a$  の最大値を求めよ。
  - 負荷の端子電圧  $\dot{E}_L$  が  $\dot{E}$  に対して、振幅が等しく位相が  $\pi/3$  遅れるための  $R_S$  と  $X_S$  の条件を求めよ。

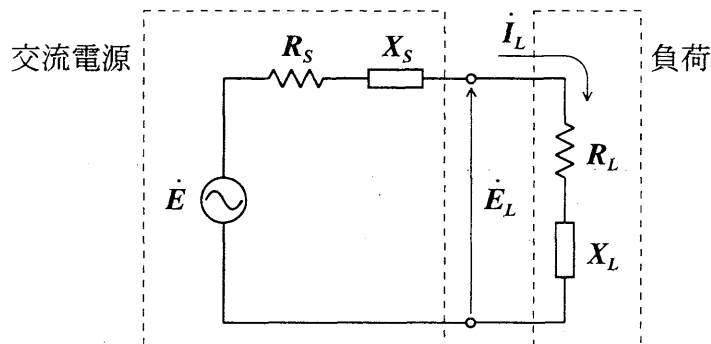


図1

- 図2のオペアンプ回路について、以下の問いに答えよ。ただしオペアンプは理想（利得  $\mu = \infty$ ，入力インピーダンス  $\infty$ ，出力インピーダンス 0）とする。
  - 図2 (a) の回路は逆相増幅回路である。利得  $V_2/V_1$  を求めよ。
  - 図2 (b) の回路は有損失積分回路である。伝達関数  $T(j\omega) = V_2(j\omega)/V_1(j\omega)$  を求めよ。
  - (2) の伝達関数において、直流利得  $A_0$  と、直流利得が 3 [dB] 減衰する周波数（遮断周波数） $f_C$  を求めよ。

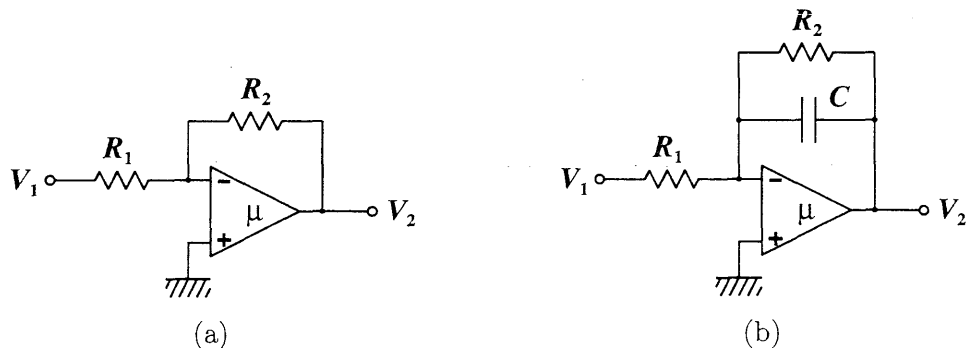


図2

問題24 制御工学、システム工学

AまたはBのどちらかを選択して解答すること。なお、解答用紙には、選択した記号（AまたはB）をはじめに記入すること。

A。

図1で表される制御系に対して、以下の問に答えなさい。

1.  $F(s) = K_d s (K_d > 0)$ ,  $K(s) = K_p (K_p > 0)$  とする。このとき、  
 (a)  $r$  から  $y$  までの伝達関数  
 (b) 定常速度偏差 ( $r = t$  としたときの定常偏差)  
 (c) 閉ループ系の減衰係数および固有角周波数を求めなさい。ただし、 $d = 0$  とする。
2.  $F(s) = K_d s (K_d > 0)$ ,  $K(s) = \frac{K_C}{T_C s + 1} (T_C, K_C > 0)$  とする。 $K_C$  を可調節パラメータとして、閉ループ系が安定であるための  $K_C$  の範囲を求めなさい。
3. 図2で表される電気回路（LC直列回路）で、 $x = [x_1, x_2]^T = [q, i]^T$ ,  $u = v_i$ ,  $z = v_o$  とおいたとき、 $x, u, z$  の関係を状態空間表現により表しなさい。ただし、 $q$  はコンデンサに蓄えられる電荷とする。
4. 前問の電気回路で、 $u$  から  $z$  までの伝達関数  $G_C(s)$  を求めなさい。ただし、初期値を0とする。
5. 前問の  $G_C(s)$  を用いて  $F(s) = K_d s (K_d > 0)$ ,  $K(s) = K_p G_C(s) (K_p > 0)$  とする。図1で、外乱  $d$  に正弦波入力  $\sin \omega_f t$  が加わるときに、定常偏差が0となるための  $L, C$  の条件を求めなさい。ただし、 $r = 0$  とする。

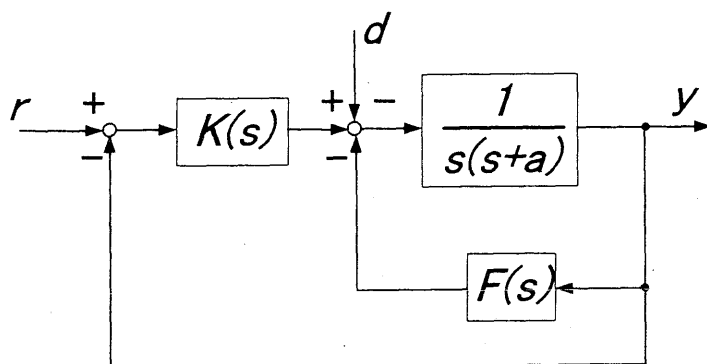


図1

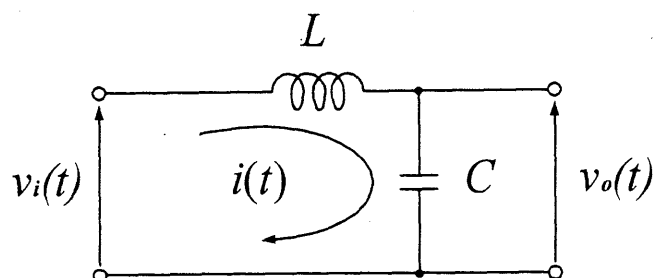


図2

## B (問題 24)

以下の設問すべてに答えよ。

システム工学は、問題解決のためのものの見方、考え方を示すもので、目的を明確にし、その目的を達成するための要素を解析し、解決策を効率よく合成する方法を示す。

以下では、タンクの貯水量を目標値に近づける最適な操作を求める問題について考える。

問 1. 時刻  $k$  での蓄積量を  $y(k)$ , 時刻  $k$  から  $k+1$  までの流入量を  $u(k)$ , 流出量を  $d(k)$  とすると, 時刻  $k+1$  での蓄積量は, 以下のように表現できる。

$$y(k+1) = y(k) + u(k) - d(k) \quad ①$$

時刻  $k+1$  での貯水量  $y(k+1)$  を目標値  $r(k+1)$  に, 近づける操作を考えるとき, その目標値からのずれは重要であるが, 流入ポンプ操作  $u(k)$  にコストがかかるので, 両方を評価に取り込み, 次に示すように, 評価関数  $J(k)$  を定め, この評価関数を最小にする操作  $u(k)$  を考える。

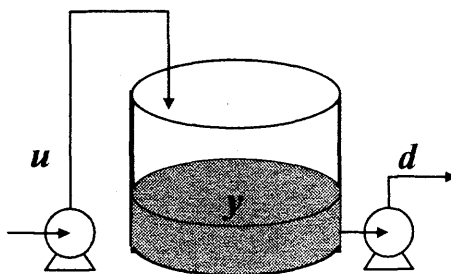


図 1. 貯水タンク

$$J(k) = e^2(k+1) + u^2(k) \rightarrow \min_{u(k)}$$

$$e(k+1) = r(k+1) - y(k+1)$$

$y(k), d(k), r(k+1)$  が, 決まっているとき,  $J(k)$  を最小にする最適な  $u(k)$  を, 求めよ。[答えは,  $y(k), d(k), r(k+1)$  の式で表せ。]

問 2. 時刻  $k$  での操作  $u(k)$  は, 時刻  $k+1$  だけでなく, それ以後の貯水量に影響する (①式より, その影響が算出できる)。評価対象を長時間にわたってのずれと操作にすると, 最適な操作  $u(0)$  から  $u(N-1)$  は, 下記の評価関数を最小にするものとなる。

$$J = \sum_{k=0}^{N-1} J(k) = \sum_{k=0}^{N-1} [\{r(k+1) - y(k+1)\}^2 + u^2(k)] \rightarrow \min_{u(k)}$$

このとき, 各時刻  $k$  では, 次の式が成立し,

$$y(k+1) = y(k) + u(k) - d(k)$$

以下の初期条件と入力は与えられるものとする。

$$y(0), d(k), r(k+1) \quad [at \quad k=0 \cdots N-1]$$

各時刻の制約式に, ラグランジの未定乗数  $\lambda(k)$  を導入して, ラグランジアン  $L(y, u, \lambda)$  を定めると, 以下のように表現できる。

$$L = \sum_{k=0}^{N-1} J(k) = \sum_{k=0}^{N-1} [\{r(k+1) - y(k+1)\}^2 + u^2(k) - \lambda(k)\{y(k+1) - y(k) - u(k) + d(k)\}]$$

a)  $N=2$  として,  $L$  の級数を書き下し, 各時刻の変数  $y(1), y(2), u(0), u(1), \lambda(0), \lambda(1)$  に関する停留条件を示せ。

[停留条件  $\partial L / \partial y$  を求める際には,  $y$  の時刻に注意すること。]

b)  $N$  を 2 と限らずに, 一般的な停留条件を考えると, 最適解の条件は,  $y(k)$  と  $\lambda(k)$  に関する差分方程式と初期条件, 終端条件になる。 $u(k)$  に関する条件式を差分方程式に代入した上で,  $y(k)$  と  $\lambda(k)$  に関する連立差分方程式とその初期条件, 終端条件を示せ。

問題 25 構造力学，構造工学

A または B のどちらかを選択して解答すること。なお、解答用紙には、選択した記号（A または B）をはじめに記入すること。

A（問題 25）

以下の問 1，問 2，両方とも解答しなさい。

問 1 下図 1 に示すトラス構造物について、次の各問いに答えなさい。

- 引張軸力が最大となる部材はどれか。また、その軸力の大きさはいくらか。
- 圧縮軸力が最大となる部材はどれか。また、その軸力の大きさはいくらか。
- 各部材が図 2 のような外径 10 mm，内径 8 mm の中空円形断面で、降伏強度  $\sigma_y = 30 \text{ N/mm}^2$  の完全弾塑性材料とすると、荷重  $P$  の取り得る最大値を計算しなさい。ただし、座屈は生じないものとする。
- 部材の断面二次モーメントを計算しなさい。なお、半径  $R$  の円形断面の断面二次モーメントは  $I = \pi R^4/4$  である。
- 各部材のオイラー座屈を考慮して、荷重  $P$  の取り得る最大値を計算しなさい。材料のヤング係数は  $E = 3 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$  とする。なお、図 3 のような一端固定，他端自由，長さ  $h$  の柱の座屈荷重は、 $P_{cr} = \pi^2 EI/(2h)^2$  である。また、計算の際、円周率  $\pi$  はそのまま残しても良い。

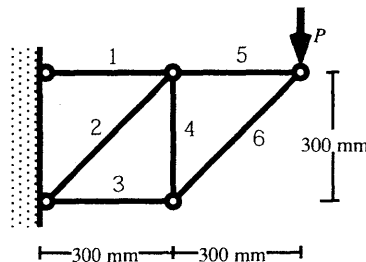


図 1



図 2

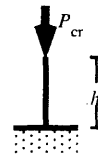


図 3

問 2 ラーメン骨組について次の各問いに答えなさい。

- 図 1 に示すような骨組の梁端部に水平荷重  $1.0 \times 10^3 \text{ N}$  を作用させたときの梁の水平変位  $\delta$  (m) を求めなさい。ただし、柱の曲げ剛性  $EI$  はすべて  $9.0 \times 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}^2$  とし、梁は変形しないものとする。また、柱の軸方向変形は無視して良い。なお、必要であれば図 2 の関係を参考にしなさい。
- このラーメン骨組の水平方向振動に対する固有周期  $T$  (s) を求めなさい。ただし、梁の質量を  $2.0 \times 10^5 \text{ kg}$  とし、柱の質量は無視できるものとする。また、計算の際、円周率  $\pi$  はそのまま残しても良い。
- このラーメン骨組に、図 3 に示すような加速度応答スペクトルを持った水平方向地震動が作用した。このとき、ラーメン骨組に生じる最大層せん断力  $Q_{\max}$  (N) を求めなさい。なお、計算の際、円周率  $\pi$  はそのまま残しても良い。

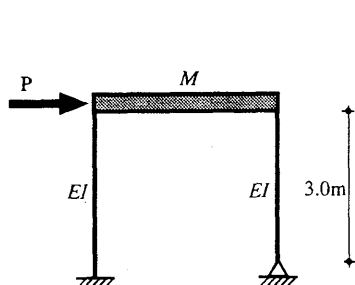


図 1

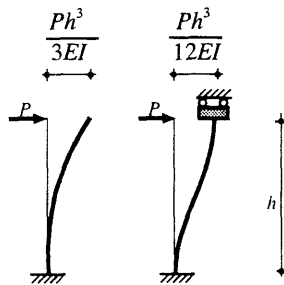


図 2

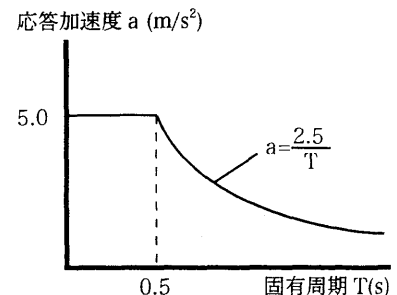


図 3

B (問題 25)

下記の問題すべてについて解答せよ。

図 1 に示す単純ばりについて、以下の問いに答えよ。ただし、はりの曲げ剛性  $EI$  は一定とする。

問 1. 点 C に鉛直下向きの集中荷重  $P$  が作用したときの、点 D のたわみ  $y_{D1}$  (下向き正) を求めよ。

問 2. 点 D に鉛直下向きの集中荷重  $X$  が作用したときの、点 D のたわみ  $y_{D2}$  (下向き正) を求めよ。

問 3. 上記の集中荷重  $P$  および  $X$  が同時に作用したとき、点 D のたわみは 0 となった。 $X$  を  $P$  を用いて表せ。

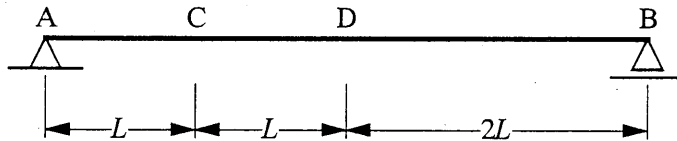


図 1

以上の問題をもとに、図 2 に示す連続ばりについて考える。以下の問いに答えよ。ただし、はりの曲げ剛性  $EI$  は一定とする。

問 4. 支点 D の鉛直反力  $R_D$  (上向き正) を求めよ。

問 5. せん断力  $S$ , 曲げモーメント  $M$  の分布式を求め、図示せよ。

問 6. 点 E のたわみ  $y_E$  (下向き正), たわみ角  $\theta_E$  (時計回り正) を求めよ。

問 7. はりが幅  $b$ , 高さ  $h$  の長方形充実断面を持つとしたときの、点 E における最大直応力  $\sigma_E$ , 最大軸ひずみ  $\varepsilon_E$  (いずれも絶対値) を求めよ。

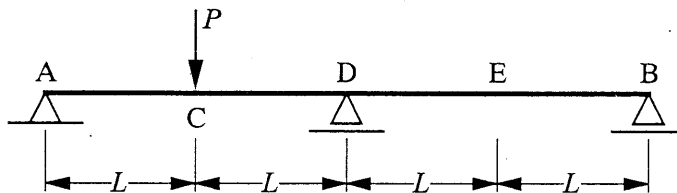


図 2



問題 26 建築環境・設備、環境水理学

A または B のどちらかを選択して解答すること。なお、解答用紙には、選択した記号（A または B）をはじめに記入すること。

A（問題 26）

下記の問題すべてについて解答せよ。

問 1. 換気に関わる次の設問に答えよ。

- a) 居室において、ある汚染ガスの発生量が  $k[\text{m}^3/\text{h}]$ 、室内におけるその汚染ガスの許容濃度  $p_i[\text{m}^3/\text{m}^3]$ 、外気中の濃度  $p_o[\text{m}^3/\text{m}^3]$  とした場合、この居室の必要換気量  $Q$  を  $k$ 、 $p_i$ 、 $p_o$  を用いて表しなさい。
- b) 在室者一人当たりの  $\text{CO}_2$  の許容濃度を 1000ppm (0.1%) とする。外気の  $\text{CO}_2$  濃度を 300ppm (0.03%) とした場合の、在室者一人当たりの必要換気量を求めよ（必要換気量の単位も明記すること）。ただし、在室者（成人）一人当たりの呼吸による  $\text{CO}_2$  発生量は  $0.022[\text{m}^3/\text{h}]$  とする。

問 2. グローブ温度の特徴を記述し、平均放射温度との関係を説明せよ。

問 3. 次の建築環境・設備に関する用語を簡潔に説明せよ。

- a) 湿り空気線図
- b) 風圧係数
- c) 均斉度
- d) 潜熱負荷
- e) グレア
- f) マンセル表色系
- g) 天空日射
- h) ヒートポンプ
- i) パッシブソーラーシステム
- j) 音圧レベル

B (問題 26)

開水路に関する以下の設問 ア) から キ) の全てについて答えよ。なお、解答にあたっては、ア) から キ) に入る語句および数字のみを解答用紙に記述すること。数値が答えとなる場合は、2ケタの小数で記すこと。

問 1 円管 (直径  $D$  および流下方向の長さ  $L$ ) 内の平均流速  $V$  に対する損失水頭  $h_L$  は、ダルシー・ワイズバッハの式により以下のように表わされる。

$$h_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (1)$$

ここで、 $f$  は摩擦係数、 $g$  は重力加速度である。

円管の直径  $D$  を径深  $R$  に書き換えることにより、式(1)は円管だけでなく、開水路にも応用できる。水路勾配  $I$  の開水路において等流で流水する時の径深が  $R$  となった。この時の流速  $V$  は、

$$V = \boxed{\text{ア)}} \quad (2)$$

となる。したがって、上式とマンニングの流速式を比較することにより、式(1)に含まれる摩擦係数  $f$  とマンニングの摩擦係数  $n$  との関係は以下ようになる。

$$f = \boxed{\text{イ)}} \quad (3)$$

なお、径深とは断面積を潤辺で除したものである。

問 2 一様な勾配で幅の広い長方形断面の開水路を考える。単位幅流量  $q = 12.5 \text{ m}^2/\text{s}$  の水が流れる時、等流水深は  $\boxed{\text{ウ)}} \text{ m}$ 、限界水深は  $\boxed{\text{エ)}} \text{ m}$  となる。したがって、この時の流れの状態は、 $\boxed{\text{オ)}} \text{ 射流, 常流, 限界流}$  (いずれかの語句を選択) である。ただし、水路勾配  $I = 1/58 (= 2^{22}/5^{12})$ 、開水路の底面および壁面におけるマンニングの摩擦係数  $n = 0.032 (= 2^2/5^3)$  ( $\text{m} \cdot \text{s}$  単位系での値) および重力加速度  $g = 10 \text{ m/s}^2$  として計算せよ (単位幅流量の値は  $12.5 = 5^2/2$  と変形できることも利用せよ)。なお、式(3)の関係をを用いれば、摩擦係数  $f$  の値は  $\boxed{\text{カ)}} \text{ }$  に相当することがわかる。

また、上述のことを室内実験により確認したい。模型の幾何縮尺を原寸の  $1/25$  とする時、模型開水路において単位幅流量を  $\boxed{\text{キ)}} \text{ m}^2/\text{s}$  と与えればよいことになる。

平成 16 年度大学院工学研究科（博士前期課程）専門試験問題

問題 27 都市・建築計画，社会基盤計画

A または B のどちらかを選択して解答すること。なお、解答用紙には、選択した記号（A または B）をはじめに記入すること。

A（問題 27）

下記の問題すべてについて解答せよ。（問 1～問 6 は解答用紙の表面に問番号を記して 3～4 行で解答しなさい。問 7 は解答用紙の裏面に解答しなさい。）

問 1. 建築計画や都市計画における「ゾーニング」とは何か説明せよ。

問 2. 建築空間計画における「パーソナルスペース」とは何か説明せよ。

問 3. 人間の要求をとらえるための調査方法の一つであるアンケートについて、その有用性と調査結果の分析にあたっての注意点を述べよ。

問 4. ウィーン郵便貯金局の設計者の名前と、その時代のウィーンにおける建築思潮名を記せ。

問 5. ル・コルビュジェの「近代建築 5 原則」における、地上階の開放に関する要素の用語をあげて、その内容を説明せよ。

問 6. 高層オフィスビルの平面計画における「コア」とはどういった概念か。

問 7. 下記①から⑥の条件による、小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（約 100 分の 1）を描け。

記

- ①敷地 : 東西に 12 m、南北に 15 m、北辺に幅員 4 m の隣接道路をもつ平坦な敷地。周辺は住宅地。
- ②家族構成 : 夫婦および 10 歳の子供 1 人の 3 人家族。
- ③延床面積 : 80 m<sup>2</sup>前後（建蔽率は 60%）。
- ④構造 : 鉄筋コンクリート壁構造、1 階建て。
- ⑤図面 : 作図はフリーハンドとし、スケールは使わない。コンクリート壁は塗りつぶさない（薄塗り可）。基本寸法、室名、家具、樹木の等の描き込みをする。
- ⑥採点基準 : 計画力、技術力、表現力が基本で、独創性は付加的なものとして評価する。

B (問題 27)

Z市では鉄道路線を新たに整備する計画がある。これに関して下記の問題すべてについて解答せよ。

問 1. この種の社会基盤施設整備計画を合理的に立案・決定するための方法論として「システムズアナリシス」がある。システムズアナリシスについて知るところを150字以内で述べよ。

問 2. 「計画の4要素」とは何か。各要素を示すとともにそれぞれ1～2行程度で説明せよ。

問 3. 鉄道の営業収入  $I$  と列車輸送能力  $X$  には、 $I=4X^{0.5}$  ( $X \geq 0$ ) という関係が成立し、また整備費  $C$  は  $X$  の一次関数  $C=pX+q$  (ただし  $p>0, q>0$ ) で表されることが明らかになっている。これより  $I$  を便益、 $C$  を費用とした場合の「費用便益差」を最大にする  $X$  を求めよ。(事象発生時期、時間割引は問わない)

問 4. 次に鉄道路線の途中から先はバス路線を整備することを検討する。鉄道の路線長を  $X_1 (\geq 0)$ 、バスの路線長を  $X_2 (\geq 0)$  とした場合、Z市に発生する社会的便益  $I$  は  $I=500X_1+300X_2$  であると予測される。他方、以下のような予算と環境影響の制約も考えなければならない。

$$2X_1+X_2 \leq 12 \quad (\text{右辺；A市の交通整備に使われる予算総額})$$

$$3X_1+4X_2 \leq 23 \quad (\text{右辺；この交通整備で許容されるCO}_2\text{排出量})$$

$$2X_1+5X_2 \leq 26 \quad (\text{右辺；この交通整備で許容されるNO排出量})$$

これら制約下で上述の便益を最大化するような路線長を求める問題を線形計画問題として定式化せよ。

問 5. シンプレックス法を用いて問 4 の線形計画問題を解くプロセスと最適解  $B^*$ ,  $X_1^*$ ,  $X_2^*$  を示せ。(解答が整数にならない場合は分数で答えよ)

問 6. 問 4 で定式化した最大化問題の双対問題を示せ。

問題 28 土質力学・地盤工学

下記の問題すべてについて解答せよ。

問 1. 図-1 に示すように矢板前面の地盤上に押さえ荷重としてのフィルター（ローデッド・フィルター）を設置した場合について、パイピングに対して安全であるための条件式を求めよ ( $h_f$  と  $H$  と  $D$  が満たすべき条件式を求めよ)。ただし、砂地盤の飽和単位体積重量を  $\gamma_{sat}$ 、ローデッド・フィルターの単位体積重量を  $\gamma_f$ 、水の単位体積重量を  $\gamma_w$  とする。

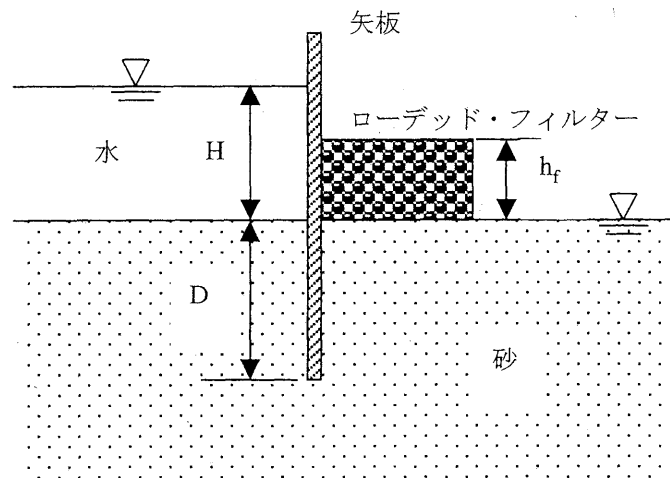


図-1

問 2. 図-2 のような斜面が角度  $\theta$  をなす直線すべり面  $BC$  に沿って崩壊しようとするときの安全率  $F_s$  を求めよ ( $F_s$  を  $c$ 、 $\phi$ 、 $\gamma$ 、 $\theta$ 、 $b$ 、 $d$ 、 $h$  で表示せよ)。ただし、土の粘着力を  $c$ 、内部摩擦角を  $\phi$ 、土の単位体積重量を  $\gamma$  とする。

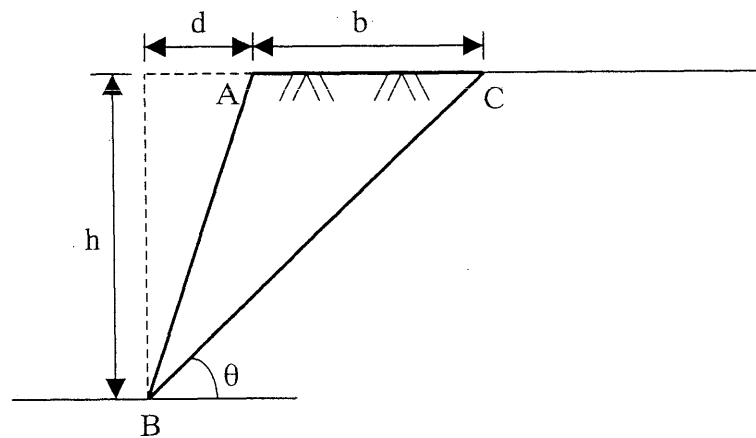


図-2

問題 29 建築歴史・意匠，人間工学

A または B のどちらかを選択して解答すること。なお、解答用紙には、選択した記号（A または B）をはじめに記入すること。

A（問題 29）

下記の問題すべてについて解答せよ。

問 1. 下欄の建築の中から 3 つを選び、それぞれの建築について、建築年代（時代）・様式的特質・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：吉備津神社本殿	E：パンテオン（ローマ）
B：浄土寺浄土堂	F：アミアン大聖堂
C：唐招提寺金堂	G：ルチエルライ邸（フィレンツェ）
D：二条城二の丸御殿大広間	H：カサ・ミラ（バルセロナ）

問 2. 下記の建築用語について、図示説明せよ。

1. 墓股（かえるまた）
2. イオニア式柱頭

問 3. 次の 1～5 の様式（形式）について、最も関係する用語を語群から 2 つずつ選び記号で記せ。

1. 書院造 2. 数寄屋造 3. 神明造 4. ゴシック様式 5. バロック様式	語群	A. 面取角柱	I. 海老虹梁
		B. 八角柱	J. 尖頭アーチ
		C. 棟持柱	K. 多葉形アーチ
		D. 面皮柱	L. 楕円形ドーム
		E. 土壁	M. 大オーダー
		F. 相輪	N. フライング・バットレス
		G. 貼付壁	O. スタラクタイト
		H. 千木	P. 双獣柱頭

（※記入要領 1-J、N 2-O、M ……）

B (問題 29)

下記の問題すべてについて解答せよ。

問 1. 次の語句をくわしく説明せよ。

- a) ヒューマン・マシン・システムにおける操作器
- b) クリティカルシンキング
- c) フェイルセーフ

問 2. 快適性について、快と適の違いに着目して、説明せよ。

問 3. 視覚表示器の特性と聴覚表示器の特性について、両者の特性を対比させながら、説明せよ。

問 4. ユニバーサルデザインとバリアフリーデザインの違いについて、説明せよ。

問題 30 生産マネジメント工学，技術マネジメント

A または B のどちらかを選択して解答すること。なお、解答用紙には、選択した記号（A または B）をはじめに記入すること。

A（問題 30）

下記の問題すべてについて解答せよ。

問 1. 一般に、システムを開発あるいは改善・改良していくための総合的な推進手順をシステムズ・アプローチ（systems approach）という。これらのシステムズ・アプローチのうち、2つの代表的なシステムズ・アプローチとして、帰納的（分析的）アプローチおよび演繹的アプローチを挙げることができる。そこで、この両アプローチの概要・特徴・課題並びに両者の比較検討を行え。また、具体的なシステム例を用いて、上記のいずれかのシステムズ・アプローチの適用方法・具体的内容について簡単に説明せよ。

問 2. 基本的な在庫管理方式として、計画期間  $T$  において製品 A を一定量  $Q$  ずつ外注先 B へ発注する定量発注方式を考える。保管費用は単位量・単位時間当たり  $R$  円かかり、発注費用は 1 回当たり  $S$  円、製品 A の購入に単位量当たり  $C$  円かかるものとする。以下の問に答えよ。

a) 製品 A の需要は安定しており、単位時間当たり需要量  $D$  が確定しているものとし、品切れは許されないものと仮定する。発注先 B は発注量  $Q$  を直ちに納入できるものとする。

a-1) 計画期間  $T$  における単位時間当たり総費用  $TC(Q)$  を求めよ。

a-2)  $TC(Q)$  を最小にする経済的発注量 (EOQ)  $Q^*$  を求めよ。

b) 製品 A の需要及び品切れに関する仮定は a) と同様とする。発注先 B は単位時間当たり生産能力  $P (> D)$  をもち、連続的に A を発注量  $Q$  まで生産して遅れなしに納入できるものとする。すなわち、B が生産しているとき、製品 A の在庫量は単位時間当たり  $(P-D)$  で増加する。

b-1) 計画期間  $T$  における単位時間当たり総費用  $TC(Q)$  を求めよ。

b-2)  $TC(Q)$  を最小にする経済的生産量 (EMQ)  $Q^*$  を求めよ。

c) 発注先 B は発注を受けてから  $L$  単位時間後に納入できるものと仮定する。製品 A の需要は確率的に変動し、その  $L$  単位時間における需要量は平均  $LD$ 、分散  $L\sigma^2$  をもつ正規分布に従うものとする。このとき、品切れが起こる確率を  $p$  におさえるための発注点  $V$  を求めよ。ただし、標準正規分布の上側  $100p\%$  点を  $n_p$  で表せ。すなわち、標準正規分布において  $n_p$  以上の値を取る確率が  $p$  である。



## B (問題 30)

下記の問題すべてについて解答せよ。

**問 1.** AHP (the Analytic Hierarchy Process)は、様々な判断基準が存在するときに、意思決定を行う（あるいは、その意思決定を説明する）のに有用な方法である。評価基準の重要度を決定するのに、AHP では、一対比較行列の固有ベクトルを用いる。

AHP では、一対比較の一貫性も評価し、その指標 Consistency Index (C.I.)を次のように定義する。

$$C.I. = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1).$$

ここで、 $n$  は比較項目の数、

$\lambda_{\max}$  は 一対比較行列の最大固有値

大学院入試における問題選択を、  
図 1 のように整理してみた。

評価基準は、他にもあろうが、  
ここでは、この 3 つで考えてみる。  
この評価基準間の一対比較が、  
表 1 のようになったとする。

表 1 は、「似てる」が「時間」より 2 倍重要  
であることを示す。

- 表 1 の C.I.はいくつか。
- AHP における各評価基準の重みを答えよ。
- 図 1 の A,B を各評価基準について、一対比較した表を作成し、A,B のそれぞれの AHP での評価値を求めよ。  
[計算しやすい一対比較表を作成して答えればよい]

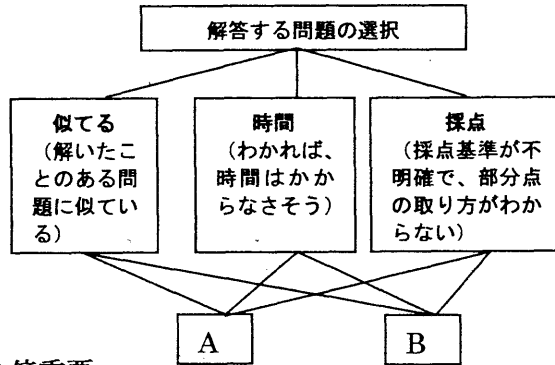


図 1 AHP の階層図

表 1. 評価基準の一対比較表

	似てる	時間	採点
似てる	1	2	1/2
時間	1/2	1	1/4
採点	2	4	1

**問 2.** 環境へのインパクトは、製造だけでなく、廃棄、回収、再利用を含めたライフサイクルで評価する必要がある。図 2 の各工程で廃棄される重量は、その工程に入るトータル重量の 20% であるとする。消費者に入ってくる量が 100ton/day、保管される量が 20ton/day として、以下の問いに答えよ。

- 消費者から古紙パルプ工場に回収される量が 60ton/day であるとき、木材は何 ton/day 必要か？
- 古紙の回収率が向上し、75ton/day になると、必要な木材は、何 ton/day になるか？
- 上記の a) の問題の条件のときと、b) の条件の時では、廃棄のトータル量（印刷・加工から古紙パルプ工場への流れは含めない）は、どれだけの差が生じるか？

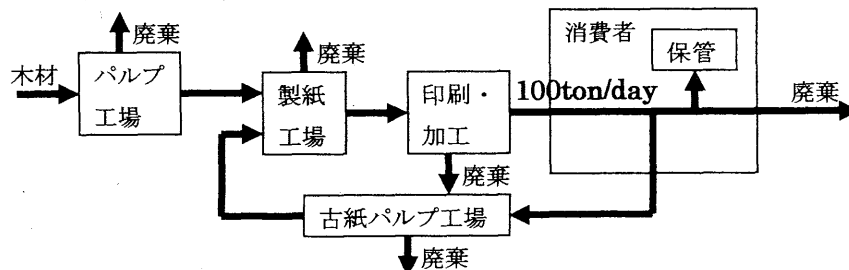


図 2. 紙の循環系

## ◆問題訂正

45ページ

問題 23

1. (1)

「電圧  $E$ 」

を  
「電源電圧  $E$ 」

に訂正する。

49ページ

問題 25 A

問 1 (c)

外径 10 mm, 内径 8 mm を

外径 8 mm, 内径 4 mm に

訂正する。

## ◆問題訂正

52ページ

問題 26 B

上から2行目

「2けたの小数」は

「有効数字 2けたの小数」の

意味である、

54ページ

問題 27 B

問4 上から5行目

A市 を Z市 に訂正する。

問5 上から1行目

最適解  $B^*, X_1^*, X_2^*$  を 最適解  $I^*, X_1^*, X_2^*$   
に訂正する。

## ◆問題訂正

p.55 問題28

「土質力学・地盤工学」(誤)→「土質力学, 地盤工学」  
(正)

「下記の問題すべてについて解答せよ」(言誤)→

「問1または問2のどちらかを選択して解答せよ」(正)