

修士課程入学筆記試験問題(表紙)

メカトロニクス工学コース

筆記試験

受験番号	
------	--

- ① 解答時間は、9：30～11：30の2時間です。
- ② 数学の問題と解答用紙は数学の封筒に、専門科目（4科目）の問題と回答用紙は専門科目の封筒に入れてあります。
- ③ 数学と専門科目（4つの専門科目から1科目を選択する）に解答して下さい。
選択した専門科目には下表の所定の欄に○印をつけてください。専門科目は2科目以上選択・解答した場合は、採点されませんので注意してください。
- ④ 専門科目において、デジタル回路は各科目専用の解答用紙に書いてください。
異なる解答用紙に記入した場合、採点されませんので注意してください。材料力学・機械力学、プログラミング、制御工学は汎用の解答用紙に書き、選択した科目名を記載するのを忘れないでください。科目名が記載されていないと採点されませんので注意してください。
- ⑤ 解答は必ず解答用紙に記述してください。問題用紙に記載されている内容は採点対象にはなりません。
- ⑥ 封筒（数学と専門科目）、本表紙、解答用紙には受験番号を必ず書いて下さい。記入がない場合、採点されませんので注意してください。
- ⑦ 定規・コンパス・電卓等は使用できません。
- ⑧ 試験終了後、数学の問題・解答用紙はすべて数学の封筒に、専門科目の問題と解答用紙は解答・未解答によらずすべての問題・解答用紙を専門科目の封筒に入れて提出してください。本表紙は、専門科目の封筒に入れてください。

選択した専門科目に ○印をつける	専 門 科 目
	材料力学・機械力学
	プログラミング
	デジタル回路
	制御工学

【後期募集】

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入学試験問題

No. 1/2

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	数学
------	------------------	------	----

問1 行列 $A = \begin{bmatrix} 0 & a & b \\ d & 0 & c \\ e & f & 0 \end{bmatrix}$ に対して、次の問いに答えよ。

(1) ベクトル $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ が A の固有値 1 の固有ベクトルであり、かつ A が対称行列であるとき、

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 0 & 1/2 \\ 1/2 & 1/2 & 0 \end{bmatrix}$$
 であることを示せ。

(2) (1)で示した A に対して、その固有値 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ とその固有ベクトル $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3$ を求めよ。

(3) (1)で示した A に対して、極限 $\lim_{n \rightarrow \infty} A^n \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ を求めよ。

問2 関数 $f(x) = e^{-x} \sin x$ に対して、テーラー級数展開 $f(x) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k x^k$ を考え、次の問いに答えよ。ただし $a_k = f^{(k)}(0) / k!$ である。

(1) $f^{(3)}(x) = 2e^{-x}(\cos x + \sin x)$ を示せ。

(2) a_0, a_1, a_2, a_3 を求めよ。

(3) $f_3(x) = \sum_{k=0}^3 a_k x^k$ を考え、区間 $[-1, 2]$ で $f(x)$ と $f_3(x)$ の概略図を描け。

【後期募集】

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 2/2

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	数学
------	------------------	------	----

問3 微分方程式 $d^2y/dx^2 - 2dy/dx + 3y = p(x)$ について次の問いに答えよ。

- (1) $d^2y/dx^2 - 2dy/dx + 3y = 0$ の一般解を求めよ。
- (2) $d^2y/dx^2 - 2dy/dx + 3y = p(x)$ の特殊解 $Y(x)$ が $Y(x) = 3\cos(2x)$ であるとき,
 $p(x)$ を求めよ。
- (3) (2)で得た $p(x)$ に対して、初期値が $y(0) = 0, y'(0) = 0$ であるとき,
 $d^2y/dx^2 - 2dy/dx + 3y = p(x)$ の解を求めよ。

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入学試験問題

No. 1/2

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	材料力学・機械力学
------	------------------	------	-----------

問1 常温で長さ l , 横断面積 A_1 , 線膨張係数 α , 縦弾性係数 E_1 の弾性体の棒Iがある。棒I全体の温度が ΔT 上昇したときの温度変化による変形と応力に関する以下の問い合わせよ。

(1) 棒Iの伸びを答えよ。

(2) 図1に示すように、剛体の板2枚に接合された剛体の棒II（長さ l ）2本の中間に棒Iを置いた。棒Iの温度だけを ΔT 上昇させたとき、棒Iに生じる熱応力 σ を求めよ。ただし、このとき棒I以外の部材はすべて完全断熱されており、熱の影響を全く受けないものとする。

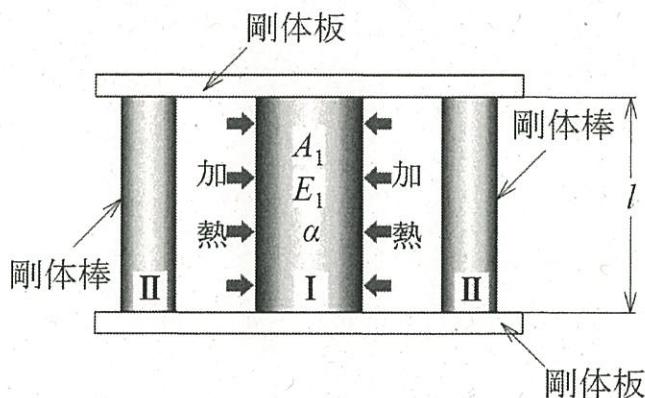


図1 剛体板2枚に接合された剛体棒2本の中間に置かれた弾性棒I

(3) 図2に示すように、棒IIを横断面積 A_3 , 弾性係数 E_3 の弾性体の棒IIIに変え、棒Iの温度だけを ΔT 上昇させると、各棒は均等に伸びる。このとき棒Iおよび棒IIIに作用している応力 σ_1 , σ_3 を、 α , ΔT , A_1 , A_3 , E_1 , E_3 を使って示せ。なお、(2)と同様に棒I以外の部材はすべて完全断熱されており、熱の影響を全く受けないものとする。

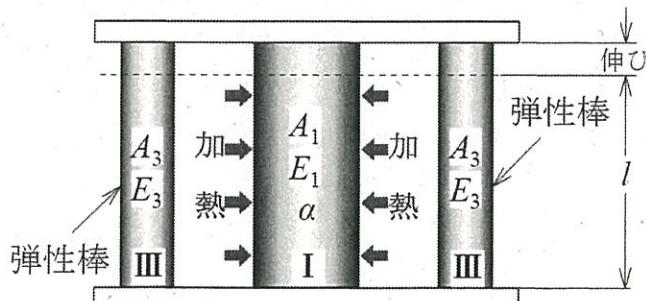


図2 昇温による弾性棒の伸び

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入学試験問題

No. 2/2

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	材料力学・機械力学
------	------------------	------	-----------

問2 図3は両端支持の弦である。細線は両端に強い張力 T を受けながら、剛体壁の各点 A, B に張られている。細線は長さが l であり、かつ一様な線密度(単位長さ当たりの質量)が ρ である。細線の引張り方向の位置を x (右方向を正)、細線の上下方向の変位を u (上方向を正)とするとき、以下の問い合わせに答えよ。

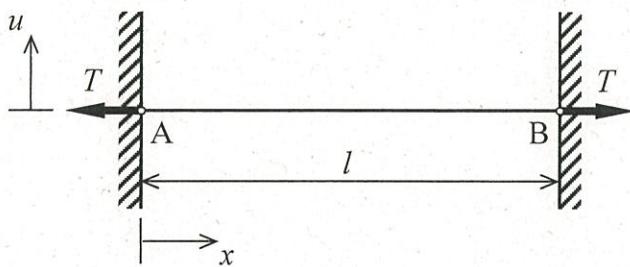


図3 両端支持の弦

- (1) 弦楽器の弦のように、弦の両端の境界条件が与えられると、同じ波形の振動が繰り返される。このような波を何というか。
- (2) 時刻 t 、弦の振幅 $a(x)$ 、角振動数 ω とすると、(1)で発生する波の変位が $u(x, t) = a(x)\sin\omega t$ となるとき、次の常微分方程式になることを示せ。

$$\frac{d^2 a(x)}{dx^2} + \left(\frac{\omega}{c}\right)^2 a(x) = 0$$

ただし、 $u(x, t)$ の波动方程式は次の式である。

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2}, \quad c = \sqrt{T/\rho}$$

- (3) (2) に示した常微分方程式の一般解は次の式になることを示せ。ただし、 D_1, D_2 は任意の定数である。

$$a(x) = D_1 \cos \frac{\omega}{c} x + D_2 \sin \frac{\omega}{c} x$$

- (4) 境界条件より、この系における振動方程式を求めよ。
- (5) この系における n 次の固有角振動数 ω_n を求めよ。

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入学試験問題

No. 1/3

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	プログラミング
------	------------------	------	---------

問1 下のコードはヒープソートのC言語プログラムである。

- (1) ヒープのノード $a[k]$ が 2 つの子ノードを持つとき $a[k]$ の 2 つの子ノードを示せ。
- (2) 空欄 A～E にコードを追加し、プログラムを完成させよ。
- (3) アの部分の出力結果を示せ。
- (4) イの部分の出力結果を示せ。

```
#include <stdio.h>
#define N 10
static int const in_data[N+1] = {5, 2, 5, 6, 7, 8, 0, 1, 9, 3, 4};

void heapsort(int n, int a[]) /* ヒープソート */
{
    int i, j, k;
    int x;

    for (A; k >= 1; k--) { /* 半順序木の作成 */
        i = k; x = a[i];
        while ((j = 2 * i) <= n) {
            if (j < n && a[j] < a[j + 1]) j++;
            if (x >= a[j]) break;
            a[i] = a[j]; i = j;
        }
        a[i] = B;
    }
    for (i = 1; i <= n; i++) {
        printf("%d ", a[i]);
    }
    printf("\n");
}

while (n > 1) { /* 最大値を取り出し、半順序木を再構成 */
    x = a[n]; a[n] = a[1]; n--;
    i = 1;
    while ((j = C) <= n) {
        if (j < n && D) j++;
        if (x >= E) break;
        a[i] = a[j]; i = j;
    }
    a[i] = x;
}
```

ア

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 2/3

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	プログラミング
------	------------------	------	---------

```
int main(void)
{
    int data[N+1];
    int i;

    for (i = 1; i <= N; i++) {
        data[i] = in_data[i];
    }

    heapsort(N, data);

    for (i = 1; i <= N; i++) {
        printf("%d ", data[i]);
    }
    printf("\n");
    return 0;
}
```

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入学試験問題

No. 3/3

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	プログラミング
------	------------------	------	---------

問2 最小二乗法は実験などで得られたデータをある関数で表せると予想し、誤差の評価などに用いる手法である。下のコードはある実験データ $\{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$ が $y = ax + b$ で表せると予想し、その係数 a, b を求めるための C 言語プログラムである。空欄 A～E にコードを追加し、プログラムを完成させよ。

ただし a と b は

$$a = \frac{n \sum_{k=1}^n x_k y_k - \sum_{k=1}^n x_k \sum_{k=1}^n y_k}{n \sum_{k=1}^n x_k^2 - (\sum_{k=1}^n x_k)^2}$$

$$b = \frac{\sum_{k=1}^n x_k^2 \sum_{k=1}^n y_k - \sum_{k=1}^n x_k y_k \sum_{k=1}^n x_k}{n \sum_{k=1}^n x_k^2 - (\sum_{k=1}^n x_k)^2}$$

で求められる。

```
#include <stdio.h>

void leastSquaresMethod(double x[], double y[], int N, double *a, double *b)
{
    int i;
    double A00=0.0, A01=0.0, A02=0.0, A11=0.0, A12=0.0;

    for (i=0; i<N; i++) {
        A00+=1.0;
        A01+=x[i];
        A02+=y[i];
        A11+=x[i]*x[i];
        A12+=x[i]*y[i];
    }
    *a = (A00) / (A11);
    *b = (A01) / (A12);
}

int main(void)
{
    double x[]={1.1, 2.2, 3.3, 4.3, 5.5, 6.6, 7.5};
    double y[]={0.7, 1.9, 3.1, 4.2, 5.6, 6.9, 8.1};
    double a = 0.0, b = 0.0;
    int N = sizeof(x) / sizeof(x[0]);

    leastSquaresMethod(x, y, N, E);
    printf("a=%lf\nb=%lf\n", a, b);
    return 0;
}
```

【後期募集】

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 1/3

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	デジタル回路
------	------------------	------	--------

問1 次の方法、および条件にしたがって1本100円と1本110円のジュース、および1個10円のキャンディを売る自動販売機の状態遷移図を作図したい。

[入力と表記方法]

- ・硬貨：'10', '100'
 - ・ジュース選択ボタン：100円のジュースは'S₁₀₀'、110円のジュースは'S₁₁₀'
 - ・キャンディ選択ボタン：10円のキャンディは'S₁₀'
 - ・釣り銭ボタン：'C'
 - ・条件8（No.2/3 参照）に示す一定時間経過したことを示す：'T'
- 補足) 一回の入力は上に示す' 'ではさまれた記号、数字のどれか一つである。

[出力と表記方法]

- ・品物：100円のジュースは'J₁₀₀'、110円のジュースは'J₁₁₀'、10円のキャンディは'D₁₀'、ない場合は'0'
 - ・釣り銭：'数字'で表記、ない場合は'0'と表記
- 補足) ジュースとキャンディ、釣り銭の両方とも出ない場合がある。

[状態遷移図での入力と出力の表記方法]

'入力／出力品物、出力釣り銭'とする。例えば、10円投入されている状態で「釣り銭ボタン」が入力された場合の表記は、C/0, 10 である。

[状態遷移図での状態の表記方法]

- ・X円投入されている状態をQ_X
- ・X円投入されているタイマー待ちの状態をQ_{tX}

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入学試験問題

No. 2/3

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	デジタル回路
------	------------------	------	--------

問1（問題文続き）

条件1：10円、100円の硬貨のみ投入可能である。

条件2：所有している硬貨は、10円、100円の硬貨1枚ずつである。

条件3：途中で気が変わった場合のために「釣り銭ボタン'C''がある。「釣り銭ボタン'C''が入力された場合、現在自動販売機に入力されている金額すべてを出力する。

条件4：ジュース、およびキャンディを購入可能な金額が自動販売機に入力されていない場合に、ジュース選択ボタン'S₁₀₀'、'S₁₁₀'、およびキャンディ選択ボタン'S₁₀'を入力しても状態は変わらない。

条件5：100円の金額が投入されている状態で、キャンディ選択ボタン'S₁₀'が入力された場合、キャンディを出力し、状態は一時的に、90円タイマー待ちの状態Q_{t90}に遷移する。

条件6：110円の金額が投入されている状態で、ジュース選択ボタン'S₁₀₀'が入力された場合、100円のジュースを出力し、状態は一時的に、10円タイマー待ちの状態Q_{t10}に遷移する。

条件7：110円の金額が投入されている状態で、キャンディ選択ボタン'S₁₀'が入力された場合、キャンディを出力し、状態は一時的に、100円タイマー待ちの状態Q_{t100}に遷移する。

条件8：Q_{t10}、Q_{t90}、およびQ_{t100}の状態で「釣り銭ボタン'C''が入力されると、現在自動販売機に入力されている金額すべてを出力する。Q_{t10}、Q_{t90}、およびQ_{t100}の状態で一定時間経過すると、現在自動販売機に入力されている金額すべてを出力する。

条件9：Q_{t100}の状態でジュース選択ボタン'S₁₀₀'が入力された場合、100円のジュースを出力する。Q_{t90}とQ_{t100}の状態でキャンディ選択ボタン'S₁₀'が入力された場合、キャンディと釣り銭を出力する。Q_{t10}の状態でキャンディ選択ボタン'S₁₀'が入力された場合、キャンディを出力する。

解答用紙の状態遷移図を完成させなさい。

【後期募集】

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 3/3

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	デジタル回路
------	------------------	------	--------

問2 ここでは、「素数」を、1より大きい自然数で、正の約数が1と自分自身のみである数とする。「非素数」は、「素数でない数」とする。

4桁の2進数入力 $X_3X_2X_1X_0$ がある。 X_3 が最上位ビット、 X_0 が最下位ビットを表す。つまり、入力[1010]は10進数での10を表し、入力[0001]は10進数での1を表す。

4桁の2進数入力で「非素数」が入力された時に出力 Z が1、「非素数」以外が入力された時に出力 Z が0になる回路を作りたい。以下の問い合わせに答えなさい。

(1) 「非素数」検出回路のブロック図を記しなさい。

入力は X_i (添え字 i には適切な数字を記入)、出力は Z で表しなさい。

「非素数」検出器自身は 非素数検出器 で表して良い。

(2) 真理値表を作成しなさい(可能な限り丁寧に記述)。

(3) (2)で求めた真理値表を利用して論理式を記しなさい。

(4) (3)で求めた論理式をカルノー図を利用して最も簡単化した論理式を記しなさい。

(5) (4)で簡単化した論理式を利用して回路図を記しなさい。

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 1/2

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	制御工学
------	------------------	------	------

問1 図1は室内の暖房モデルである。

暖房機器は、設定温度 $x(t)$ と室温 $y(t)$ の差から

$$q_h(t) = K(x(t) - y(t))$$

の熱量 $q_h(t)$ を出力する。ここで K は暖房出力に関する比例定数である。

室内の熱量は、 $y(t)$ と外気温 $e(t)$ の差により

$$q_r(t) = \frac{1}{R}(y(t) - e(t))$$

の熱量 $q_r(t)$ が屋外に流出する。ここで R は壁の熱抵抗を示す定数である。

$y(t)$ は、熱量の収支

$$q(t) = q_h(t) - q_r(t)$$

から

$$y(t) = \frac{1}{C} \int q(t) dt$$

となる。ここで C は部屋の熱容量を示す定数である。

次の問い合わせに答えよ。なお任意の関数 $f(t)$ のラプラス変換を $F(s)$ と表す。

(1) (ア)～(ウ)の入力に対する出力への伝達関数をそれぞれ求めよ。

(ア) 入力： $X(s) - Y(s)$ 出力： $Q_h(s)$

(イ) 入力： $Y(s) - E(s)$ 出力： $Q_r(s)$

(ウ) 入力： $Q(s)$ 出力： $Y(s)$

(2) $X(s)$ および $E(s)$ を入力とし、 $Y(s)$ を出力として、ブロック線図を示せ。

(3) $Y(s)$ を、 $X(s)$ および $E(s)$ を用いて示せ。

(4) $x(t)$ および K が一定で、定常状態から時刻 $t = 0$ に屋外の気温 $e(t)$ がステップ状に T 度下がったとき、 $y(t)$ はどの様に変化するか述べよ。

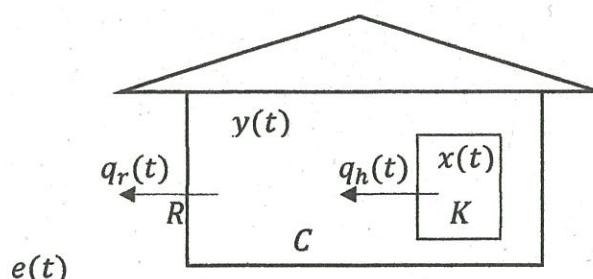


図1 室内の暖房モデル

平成31年度
山梨大学 大学院医工農学総合教育部 修士課程 工学専攻

入 学 試 験 問 題

No. 2/2

コース等	メカトロニクス工学 コース	試験科目	制御工学
------	------------------	------	------

問2 図2のブロック線図で示すシステムについて、次の問いに答えよ。なおAおよびKは定数である。

- (1) 閉ループ伝達関数を示せ。
- (2) このシステムが安定であるKの範囲をAで表せ。

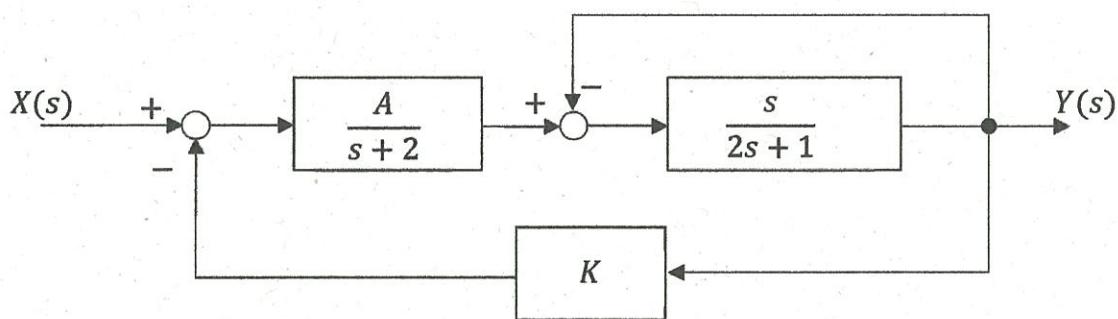


図2 ブロック線図