【　前 期 募 集　】

令 和 ２ 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　図１は，原点 O の直交座標系 x，y，z に関して，線分 OA，OB，OC を３辺にもつ平行六面体を示す．ここで，点 A，B，C の座標はそれぞれ A (7，6，-2)，B (4，-5，3)，C (-5.1，4.9，8.9)である．次の問いに答えよ．

(1)　$\overrightarrow{\mathrm{OA}} \times \overrightarrow{\mathrm{OB}}$を求めよ．

(2)　$\|\overrightarrow{\mathrm{OA}} \times \overrightarrow{\mathrm{OB}}\|$および$\overrightarrow{\mathrm{OA}} \times \overrightarrow{\mathrm{OB}}$の向きを*解答用紙の図１*に描け．

(3)　図１の平行六面体の体積 V を求めよ．

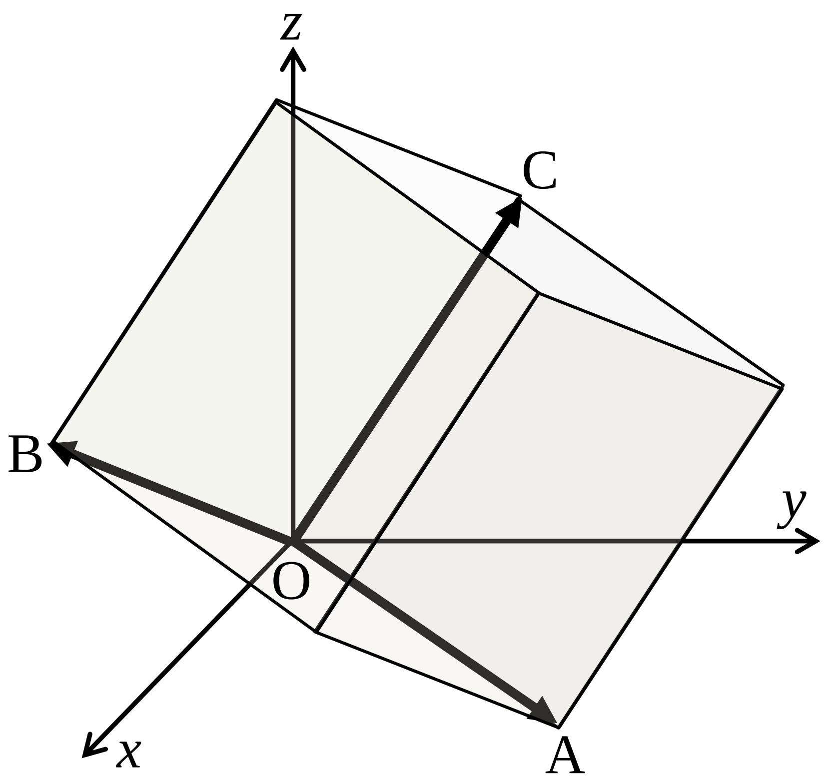

図１

【 前 期 募 集 】

令 和 ２ 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２　次の問いに答えよ．

(1) 関数 $g(x)=\sin x$ に対して，$g^{(n)}(x)=\sin(x+\frac{n\pi}{2})$ になることを数学的帰納法により示せ．

(2) 全区間の任意の x について，関数$f(x)$の級数展開　$f(x)=\sum_{n=0}^{\infty}a_n x^n$を考える．
ただし，$a_n=\frac{f^{(n)}(0)}{n!}$ である．

(1)の関数 $g(x)$と関数　$h(x)=e^{-x}$　に対して，それぞれの級数展開の a_1，a_2，a_3，a_{2k+1}（k は自然数）を求めよ．

(3) 関数 $p(x)=\cos x$ ならば，$p^{(n)}(x)=\cos(x+\frac{n\pi}{2})$となる．以下の式が成り立つことを証明せよ．

$$e^{-ix}=\cos x-i\sin x$$

ただし，$i=\sqrt{-1}$ である．

問３　独立変数を t として，関数　$y=y(t)$ を考える．以下の微分方程式について次の問いに答えよ．

$$y''+By'+{\omega_0}^2y=F\cos(\omega t)$$

ただし，$\omega_0(\omega_0>0)$，$\omega(\omega>0)$，$B(B>0)$，$F(F>0)$は定数である．

(1)　$y''+By'+{\omega_0}^2y=F\cos(\omega t)$　の特殊解$y_p(t)$を求めよ．

(2)　$y''+By'+{\omega_0}^2y=0$　の一般解$y_n(t)$を求めよ．

(3)　$\omega=\omega_0$，$B=\frac{6}{5}\omega_0$，$y'(t=0)=0$であるとき，$y(t)$の一般解をt，ω_0，Fを用いて示せ．

【 前 期 募 集 】

令 和 2 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. 1/1

コース等	メカトロニクス工学コース	試験科目	材料力学

問 1　図 1 に示すように，直径 d の円形一様断面（断面二次モーメント $I = \pi d^4/64$）を有する長さ $3l$ のはりが単純支持され，中央の長さ l の区間に等分布荷重 q が作用している．このはりに関する以下の問いに答えよ．ただし，はりの縦弾性係数を E とする．

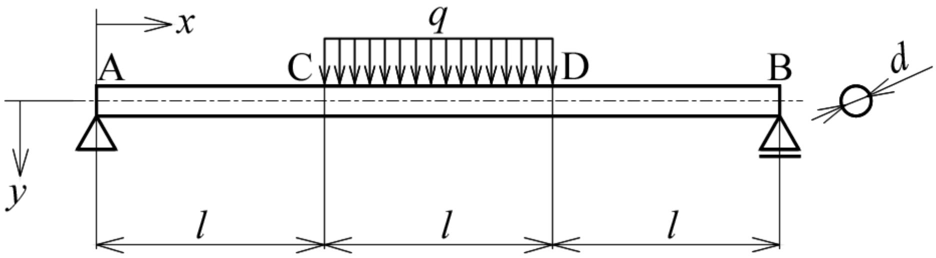

図 1　中央に等分布荷重が作用している単純支持はり

(1) はりに作用しているせん断力 F および曲げモーメント M を，AC 間，CD 間，DB 間に分けて求めよ．

(2) はりの中央（左端 A からの距離 $3l/2$）の横断面に作用する最大曲げ応力 σ_{max} を求めよ．

(3) はりの左端 A のたわみ角 θ を求めよ．

(4) はりの中央のたわみ δ を求めよ．

令 和 2 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

コ ー ス 等	メカトロニクス工学コース	試 験 科 目	機械力学

問 1 図 1 は滑車と質点からなる 2 自由度自由振動系モデルである．壁に 2 つのばねが糸で直列に接続しており，他端に質点がつるされている．2 つのばねの間に半径 r の薄い円板の滑車が接続しており，滑車と糸は滑らない．滑車と質点の質量はそれぞれ m_1, m_2，ばね定数はそれぞれ k_1, k_2 である．釣り合いの位置から質点の変位（下方向を正）と滑車の回転角（時計回りを正）をそれぞれ x, θ として，以下の問いに答えよ．ただし，質点は上下方向のみ振動し，糸とばねの自重は無視する．

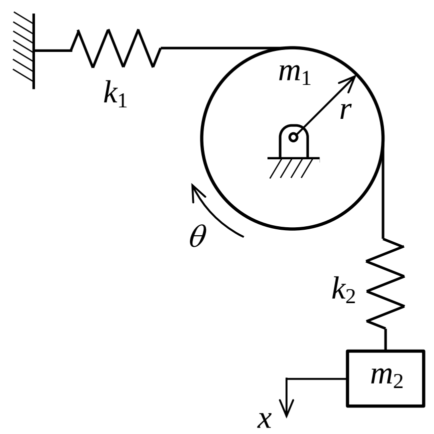

図 1　2 自由度自由振動系モデル

(1)　滑車が静かに θ 回転したとき，ばね定数 k_1 のばねに働く力を，k_1, θ, r で示せ．

(2)　(1) の条件下で，質点が静かに x 変位したとき，ばね定数 k_2 のばねに働く力を，k_2, x, θ, r で示せ．

(3)　滑車と質点の運動方程式をそれぞれ示せ．ただし，滑車の慣性モーメント J は $J = m_1 r^2/2$ である．

(4)　θ, x はそれぞれ振幅 Θ, X で角振動数 ω の正弦振動するものとして，振動数方程式を示せ．

(5)　$k_1=k_2=k$, $m_1=m_2=m$ としたとき，この系の 1 次固有角振動数 ω_1 および 2 次固有角振動数 ω_2 をそれぞれ示せ．

【 前 期 募 集 】

令 和 2 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　図 1 のグラフにおいて，最短経路問題を解くことを考える．ただし，ノードとノードをつなぐエッジ上に書かれている数値は距離とする．

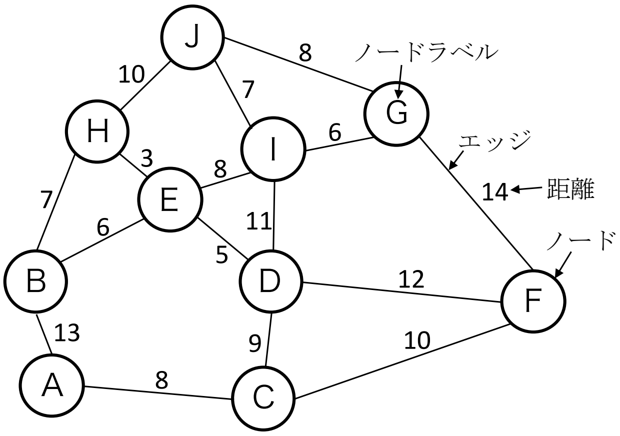

図 1　グラフ

(1) 図 1 において，スタートノードを A，ゴールノードを G としたとき，A から G に至るまでの最短経路を示せ．

(2) A—G 間の最短経路をダイクストラ法によって求めたい．ダイクストラ法のアルゴリズムが以下で説明できるとき，①，②，③に入る適切な処理を書け．

> ※全てのノードは，累積距離とそこに至る一つ前のノードラベルを持つとする．
> 1. 初期化処理を行う．
>   - 各ノードにおいて，スタートノードからそこに至るまでの累積距離を「∞」，隣接ノードラベルは未定とする．ただし，スタートノードの累積距離は 0 とする．
>   - 優先度付き待ち行列（これをキューと記す）に全てのノードを格納する．
> 2. キューから，累積距離が最小のノードを 1 つ取り出す（ただし，累積距離が最小のノードが複数ある場合，どれをとっても良いこととする）．
>   - 取り出したノードを v と表す．v を処理済みリストに入れる．
>   - もし，キューが空であれば [①] ．
> 3. スタートノードから，v と接続しているノード（これを u と記す）に至るまでの [②] ．このとき，u が∞以外の累積距離を持ち，かつ，v から至る経路の累積距離の方が大きい場合は [③] ．もし，②の処理が実行されたならば，u に v のノードラベルを記録する．v と接続している全ての u（ただし，処理済みリストに含まれるノードを除く）に対してこの処理を行う．
> 4. 2.に戻る．
> 5. バックトレース処理によって最短となる経路を求める．

【 前 期 募 集 】

令 和 2 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

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

(3) (2)のアルゴリズム内で用いられている優先度付き待ち行列について，以下の問いに答えよ．

(i) 優先度付き待ち行列がどのようなデータ構造であるかを説明せよ．

(ii) ダイクストラ法において，なぜ優先度付き待ち行列を用いるのが良いのかを説明せよ．

(4) リスト 1 はダイクストラ法を実現する C 言語ライクの擬似コードである．㋐，㋑に入る処理を，リスト 1 中で定義されている関数を利用して書け．

【リスト 1】

```
Init();
while(      ㋐      ) {
    while( (u = GetAdjNode(v)) )
           ㋑                       (★)
}
BackTrace(s,g) // s,g にはそれぞれスタート，ゴールノードが入る

/*-------------------------------------------------------------------
Init() … 初期化処理を行う関数．
PopQueue() … キューから累積距離が最小ノードを 1 つ取り出す関数．キューが空の
              場合は 0（ゼロ）を返す．
GetAdjNode(x) … x と隣接するノードを順に取り出す関数（ただし処理済みリストに
                あるノードは取り出さない）．隣接するノードがなければ（なくな
                れば）0（ゼロ）を返す．
UpdateDist(x,y) … x に至るまでの累積距離を更新し（更新しない場合もある），x
                  に至る累積距離が最小となる一つ前の隣接ノードラベル y を記
                  録する関数．
BackTrace(x,y) … x から y に至るまでの最小経路をバックトレースで求める関数．
-------------------------------------------------------------------*/
```

令 和 2 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

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

(5) リスト1の (★) のループが4回繰り返されたとき，全てのノードの累積距離と，そこに至るまでのスタートノードからの累積距離が最小となる隣接ノードラベルを示せ．参考までに，(★) のループの繰り返し処理が1回，および2回終了した段階の状態を，それぞれ図2，図3に示す．

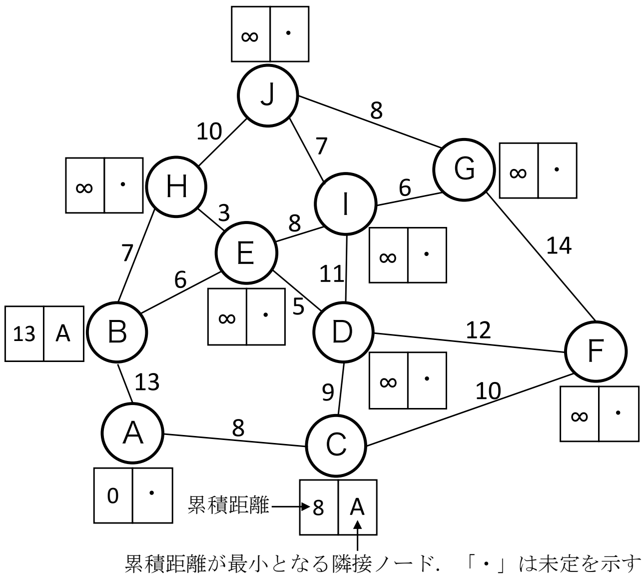

図2　ループが1回終了した段階の状態

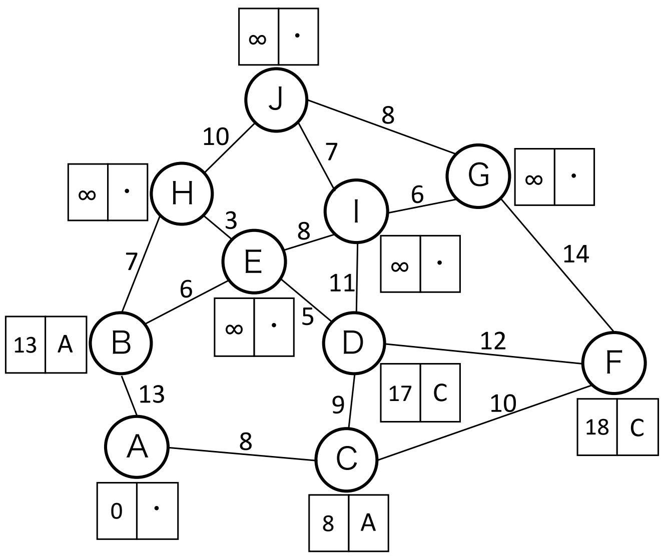

図3　ループが2回終了した段階の状態

【 前 期 募 集 】

令 和 2 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. 1/1

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　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，1 から 12 までの整数が入力され，「12 の約数」が入力された場合に出力 Z が 1，「12 の約数」以外が入力された場合に出力 Z が 0 になる回路を作りたい．以下の問いに答えよ．

(1)　「12 の約数」検出回路のブロック図を描け．
入力は X_i（添え字 $_i$ には適切な数字を記入），出力は Z で表せ．
「12 の約数」検出器自身は $\boxed{\text{12 の約数検出器}}$ で表して良い．

(2)　解答用紙の真理値表を完成せよ．出力が定まらない入力の組合せに対する出力は「＊」で表せ．

(3)　(2)で作成した真理値表を利用して論理式を記せ．

(4)　(3)で求めた論理式をカルノー図を示して簡単化せよ．最も簡単化した論理式を記せ．

(5)　(4)で簡単化した論理式を利用して回路図を描け．

令 和 2 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 に示す 2 つの水槽は，左右の水槽の間が連結管で繋げられ，左の水槽に給水し右の水槽の排水口から排水する．定常的に流量q_0で給水するときの左右の水槽の水位をそれぞれh_{01}，h_{02}とし，この状態から時刻tの給水量の増加量を$q_1(t)$，連結管の流量増加量を$q_2(t)$，排水量の増加量を$q_3(t)$，左右の水槽の水位の増加量をそれぞれ$h_1(t)$，$h_2(t)$とする．ここで左右の水槽の断面積をそれぞれA_1，A_2とし，連結管の流路抵抗をR_1，排水口の流路抵抗をR_2とすると，次の 4 つの関係式が得られる．

$$A_1 h_1(t) = \int_0^t \big(q_1(t) - q_2(t)\big)dt$$

$$A_2 h_2(t) = \int_0^t \big(q_2(t) - q_3(t)\big)dt$$

$$q_2(t) = \frac{1}{R_1}\big(h_1(t) - h_2(t)\big)$$

$$q_3(t) = \frac{1}{R_2}h_2(t)$$

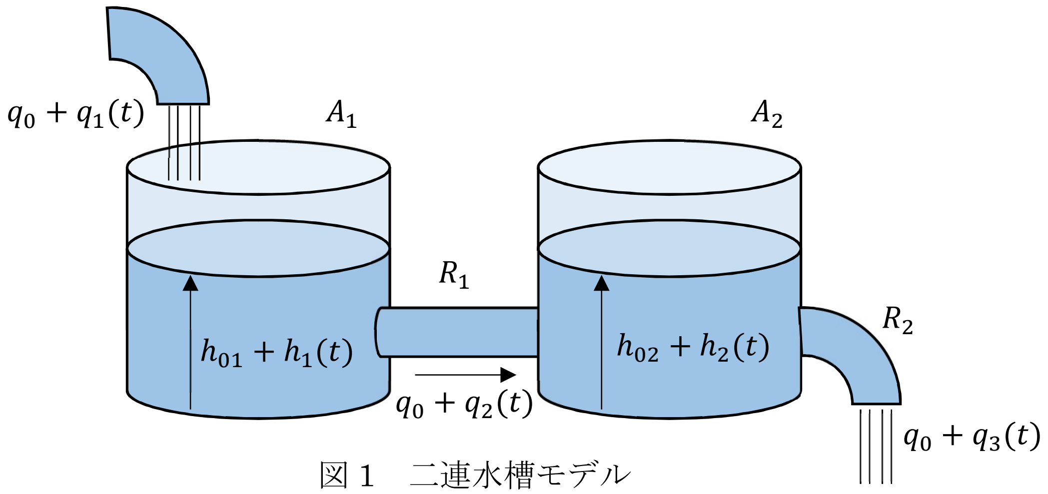

図 1　二連水槽モデル

令 和 2 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

コ ー ス 等	メカトロニクス工学コース	試 験 科 目	制御工学

時間軸での状態変数は小文字で，ラプラス変換した状態変数は大文字で表すこととし，次の問いに答えよ.

（1）4 つの関係式をラプラス変換せよ.

（2）入力を$Q_1(s)$とし出力を$H_2(s)$として，解答用紙のブロック線図を完成せよ.

（3）伝達関数$G(s) = H_2(s)/Q_1(s)$を求めよ.

（4）このシステムの安定性を評価せよ.

（5）$q_1(t)$に単位ステップ入力を加えたときの，$h_2(\infty)$を求めよ.