

令和2年10月入学／令和3年4月入学（第1期）
地域創生科学研究科修士課程
入学試験問題

工農総合科学専攻・機械知能工学プログラム
「専門科目」

材料力学・機械材料学	2 ページ
熱と流れ	3 ページ
機械力学と制御	4 ページ
メカトロニクス	5～6 ページ

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

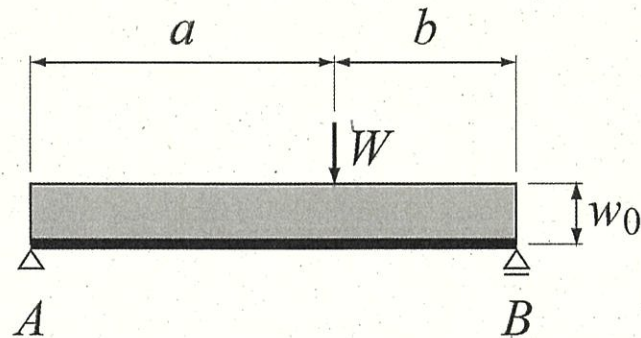
1. 機械知能工学プログラムでは、専門科目2科目を課します。
2. この問題冊子の4科目の中から2科目を選び解答してください。
3. 答案は試験問題ごとに1枚の解答用紙を用い、それぞれに受験番号、試験科目名を記入してください。一つの科目の解答は必ず1枚の解答用紙に収まるように記述してください。
4. 試験終了後は、解答用紙及び下書き用紙を全て回収します。試験問題は持ち帰ってください。

令和2年10月入学／令和3年4月入学

地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

科目名 材料力学・機械材料学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------------	--

下図に示すように、長さ $a+b$ のはりがあり、左端 A が回転支点で、右端 B が移動支点で、それぞれ支えられている。はりの左端 A からの距離を x とする。このはりの全体に分布荷重 $w(x) = w_0$ が、また、左端 A から a の距離に集中荷重 W が働いている。はりの断面に生じるせん断力 F と曲げモーメント M を求めよ。



令和2年10月入学／令和3年4月入学

地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

科目名 熱と流れ	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------	--

問1 次の用語の和名を書け。

- (1) stream line
- (2) path line
- (3) streak line

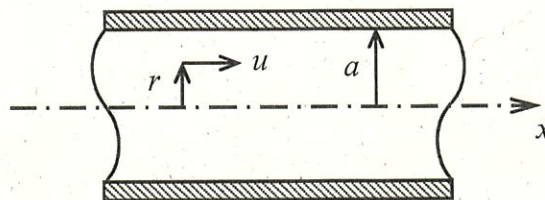
問2 水銀柱で高さ h [mm]を生じる圧力(ゲージ圧)は p [Pa]である。このときの p を表す式を作れ。ただし、重力の加速度を g [m/s²]、水銀の密度を ρ [kg/m³]とする。

問3 下図のような x 軸が中心軸の円管内を x 軸の向きに流れている層流を考えると、半径 r における流速 u は、次式で与えられる。

$$u = -\frac{1}{4\mu}(a^2 - r^2)\frac{dp}{dx}$$

ただし、 μ は粘性係数、 a は円管内半径、 $\frac{dp}{dx}$ は圧力勾配であり、それぞれ定数と考える。このとき次の問いに答えよ。

- (1) 最大流速 u_{max} を求めよ。また、それは円管断面のどこで生じるか。
- (2) 円管断面平均流速 v を求めよ。さらに v と u_{max} の関係を式で表せ。



令和2年10月入学／令和3年4月入学

地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

科目名 機械力学と制御	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

次のオイラー・ラグランジュ方程式を考える。

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}}\right) - \frac{\partial L}{\partial x} + \frac{\partial D}{\partial \dot{x}} = 0$$

ここで、 L はラグランジュ関数、 D は散逸関数とする。また、 x は t の関数とし、 $\dot{x} = dx/dt$ とする。このとき、以下の問いについて計算過程とともに答えよ。

(1) ラグランジュ関数と散逸関数がそれぞれ

$$L = \frac{1}{2}\dot{x}^2 - 2x^2, \quad D = \dot{x}^2$$

で与えられたとする。このとき、オイラー・ラグランジュ方程式を x に関する2階常微分方程式として表せ。

- (2) (1)で得られた x に関する2階常微分方程式について、 $x = e^{\lambda t}$ とおいたとき、 λ に関する2次方程式の解を求めよ。
- (3) (1)で得られた x に関する2階常微分方程式について、一般解を求め、三角関数で表せ。
- (4) 初期条件 $x(0) = 1, \dot{x}(0) = -1$ について、(1)で得られた x に関する2階常微分方程式の解を求めよ。

令和2年10月入学／令和3年4月入学

地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

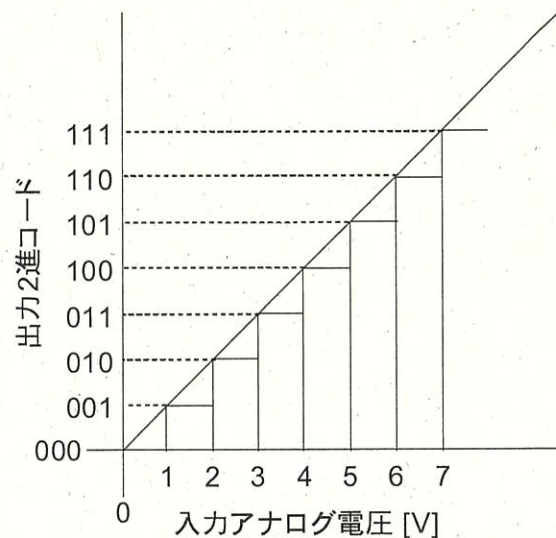
科目名 メカトロニクス	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

問1. A/D変換に関する以下の記述について、ア～オを埋めよ。

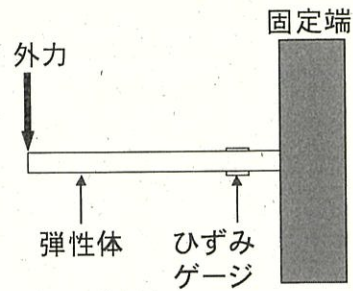
右の図では、7 [V] までの入力電圧に対して、出力が3ビットの2進コードでA/D変換されている。そのため、例えば5.6 [V] の入力電圧に対して101 (5 [V]) が出力されることから、0.6 [V] の誤差が生じる。この変換誤差のことをア誤差という。

そこで、ア誤差について考察する。Nビットの2進コードを出力するA/D変換器は、入力電圧をイ分割することができる。そのため、入力電圧範囲を $[0, v_d]$ とすると、A/D変換器の分解能はウとなる。以上のことから、

右の図のように、最大の入力電圧範囲が7 [V] で、出力が $N=3$ ビットの2進コードで表現されるA/D変換では、その分解能はエとなる。そのため、入力電圧のオはア誤差となる。



問2. 右の図では、右端が固定された弾性体の左端に外力が作用している。弾性体には、ひずみゲージが貼り付けてある。これにより、外力に対して弾性体内部で生じる力 $\square$ を測定することができる。測定過程は以下の通りである。まず、外力によって弾性体およびひずみゲージが変形する。この変形により、ひずみゲージの $\square$ が変化する。 $\square$ の変化量は微小であることから、ひずみゲージを用いた $\square$ 回路を構成し、これをひずみ測定器とする。ひずみ測定器では、増幅された $\square$ が計測され、(a) $\square$ 、ゲージ率 (K)、印加電圧 (e) から、弾性体のひずみ量 (ε) が得られる。その結果、(b) ひずみ量 (ε) と弾性体のヤング率 (E) から、 $\square$ 則に基づき、弾性体内部に生じている $\square$ を求めることができる。



- (1) $\square$ ~ $\square$ に適切な言葉を入れよ。
- (2) 下線部 (a) の関係について、 $\square$ を左辺に K、e、 ε を用いた式 ($\square =$) を書け。
- (3) 下線部 (b) の関係について、 $\square$ を左辺に ε と E を用いた式 ($\square =$) を書け。

令和3年4月入学（第2期）
地域創生科学研究科修士課程
入学試験問題

工農総合科学専攻・機械知能工学プログラム
「専門科目」

材料力学・機械材料学	2 ページ
熱と流れ	3 ページ
機械力学と制御	4 ページ
メカトロニクス	5 ページ

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 機械知能工学プログラムでは、専門科目2科目を課します。
2. この問題冊子の4科目の中から2科目を選び解答してください。
3. 答案は試験問題ごとに1枚の解答用紙を用い、それぞれに受験番号、試験科目名を記入してください。一つの科目の解答は必ず1枚の解答用紙に収まるように記述してください。
4. 試験終了後は、解答用紙及び下書き用紙を全て回収します。試験問題は持ち帰ってください。

令和3年4月入学（第2期）
地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

科目名 材料力学・機械材料学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------------	--

図1は金属材料の引張試験における公称応力－公称ひずみ線図である。図をみて、次の問に答えなさい。

- 図のような公称応力－公称ひずみ線図を示す材料の例を挙げ、線図の特徴を説明しなさい。また、金属材料に現れる別のタイプの公称応力－公称ひずみ線図の概略図を描きなさい。
- 図中の σ_B , σ_F , σ_{SU} , σ_{SL} および ε_F について、それぞれ簡単に説明しなさい。
- 公称ひずみ ε_{SL} から ε_B の範囲で応力が上昇する理由および ε_B から ε_F の範囲で応力が低下する理由をそれぞれ説明しなさい。
- 図中の記号を用いて「ヤング率」について説明しなさい。また、構造材料におけるヤング率の意味を説明しなさい。

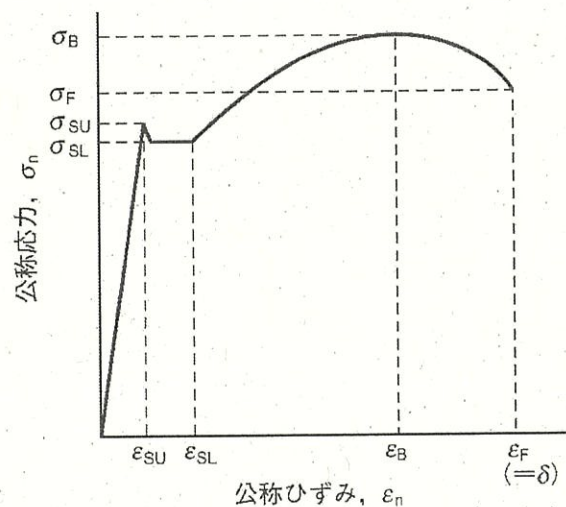


図1

令和3年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

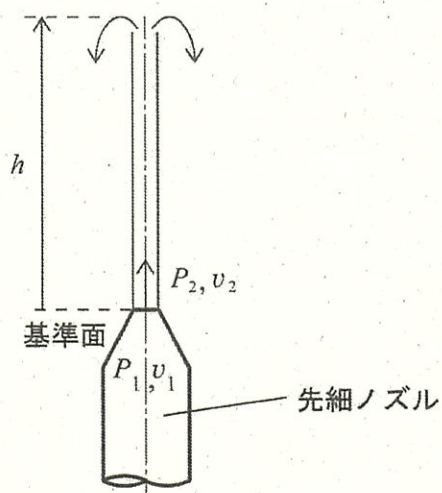
科目名 熱と流れ	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
-------------	--

図のように先細ノズルから鉛直上方に水を噴き上げる場合について考える。

ノズル内の水に圧力 P_1 をかけることにより、ノズル出口では噴流となり速度 v_2 で大気に放出される。

ただし、流体の密度 ρ 、ノズル出口の圧力は大気圧 P_2 とする。

- (1) ノズル内とノズル出口との間でベルヌーイの式を立てよ。ただし、ノズル内の流体の速度は v_1 とする。
- (2) ノズル内の流体の速度 $v_1 = 0$ 、大気圧 $P_2 = 0$ として、ノズル出口での速度 v_2 を求めよ。
- (3) ノズル出口と噴流の到達高さとの間でベルヌーイの式を立てよ。ただし、ノズル出口からの噴流の到達高さを h とし、噴流の速度は v とする。
- (4) 噴流の最高到達高さ h_{max} をノズル内圧力 P_1 で示せ。ただし、ノズル内の流体の速度 $v_1 = 0$ 、大気圧 $P_2 = 0$ とする。



図

令和3年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

科目名 機械力学と制御	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

次のラグランジュ関数 L を考える。

$$L = \frac{M+m}{2} \dot{x}^2 + ml\dot{x}\dot{\theta} \cos \theta - MgG + \frac{ml^2}{2} \dot{\theta}^2 - mg(l \cos \theta + S)$$

ここで M, m, l, g, G, S は正の定数とする。また、 x と θ は t の関数とし、 $\dot{x} = dx/dt$, $\dot{\theta} = d\theta/dt$ とする。このとき、以下の問いについて計算過程とともに答えよ。

(1) 次のオイラー・ラグランジュ方程式を、 x と θ に関する2階常微分方程式として表せ。

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{x}} \right) - \frac{\partial L}{\partial x} = F$$

ここで、 $F = p\theta + 2q\dot{\theta}$ とする。ここで、 p と q は定数とする。

(2) 次のオイラー・ラグランジュ方程式を、 x と θ に関する2階常微分方程式として表せ。

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0$$

(3) θ と $\dot{\theta}$ が十分に小さく、 $\cos \theta \cong 1$, $\sin \theta \cong \theta$, $\dot{\theta}^2 \cong 0$ と近似できるとする。このとき、(1)と(2)で求めた2階常微分方程式から、 θ のみに関する2階常微分方程式を求めよ。

(4) (3)で求めた θ のみに関する2階常微分方程式について、 $\theta = e^{\lambda t}$ とおいたとき、 λ に関する2次方程式の解を求めよ。

(5) $M = \frac{2}{3}$, $m = \frac{1}{3}$, $l = \frac{3}{2}$, $p = 3g$, $q = \sqrt{g}$ のとき、(3)で求めた θ のみに関する2階常微分方程式について、一般解を求め、三角関数で表せ。

令和3年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科修士課程入学試験問題

科目名 メカトロニクス	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 機械知能工学プログラム
----------------	--

問1 計測システムの構成の一例を図1に示した。次の問いに答えよ。

(1) 図内の記号(A)～(E)に当てはまる単語を下の語群から選択せよ。

制御対象 デジタル信号処理 アナログ信号処理 アクチュエータ 演算・制御部

(2) 本図と(A)～(E)の単語を用い、信号のフローに言及しつつサーボ機構について簡潔に説明せよ。

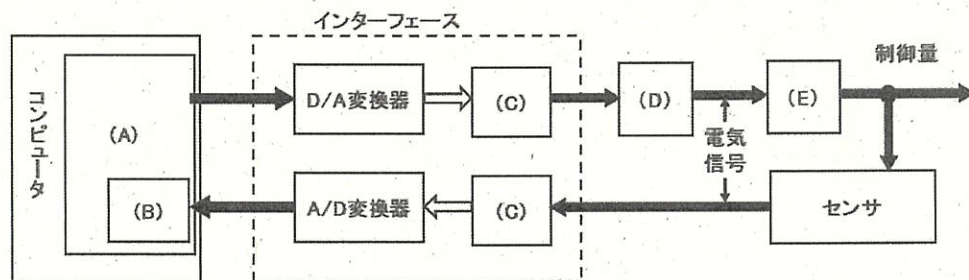


図1

問2 図2は回転型ポテンシオメータの基本構成を示している。次の問いに答えよ。

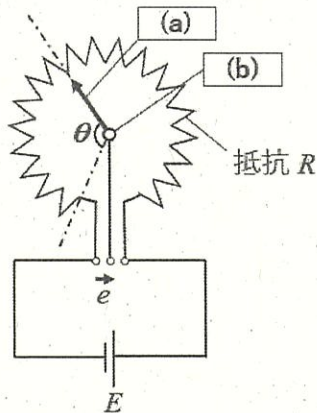


図2

- (1) このポテンシオメータは主に何を検出するために用いられるか。
- (2) (a) (b)はポテンシオメータを構成する要素である。それぞれの名称を答えよ。
- (3) 印加電圧 E [V], 出力電圧 e [V], 抵抗 R [Ω]としたとき, (a)が θ の位置にあるときの抵抗値 $r(\theta)$ [Ω]から θ を示す式を導出せよ。なお, 1回転は 360° とする。