

2024年9月・2025年4月入学試験
大学院創造理工学研究科修士課程
総合機械工学専攻

専門科目表紙（選択科目）

- ◎問題用紙が 7 ページあることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎解答用紙が 7 枚綴りが 1 組あることを試験開始直後に確認しなさい。
- ◎選択科目届け出用紙に受験番号と氏名を記載して、解答用紙とともに提出しなさい。
- ◎解答用紙に解答を記入する際は選択科目届け出用紙に記載された指示に従いなさい。

注意事項

解答方法

- (1) 解答は解答用紙のおもて面に記入すること。裏面の記入は採点対象としない。
- (2) 関数計算が使用できる電卓は使用して良い。ただし、プログラム機能のある電卓は使用できない。

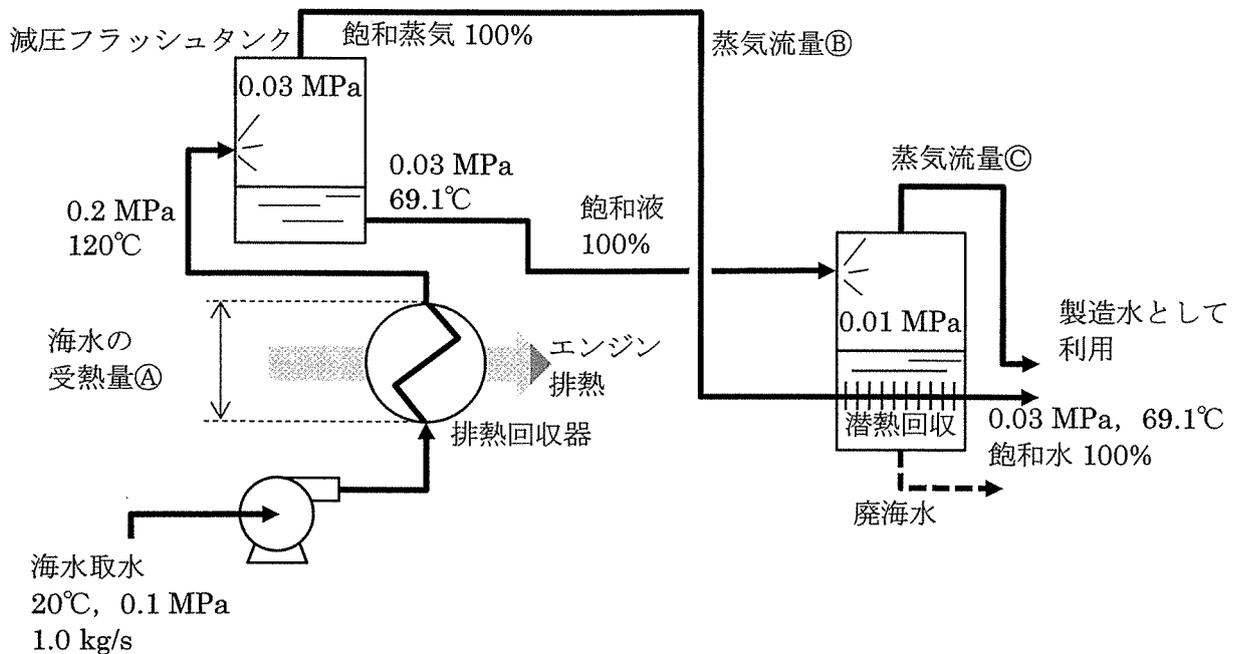
2024年9月・2025年4月入学試験問題
 大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻

科目名： _____ 熱と流れの工学 _____

問題番号 2

図の通り，船用エンジンの排熱を用いた船内における海水からの二重効用造水機がある。定常運転状態にあるとして以下の問いに答えよ。なお，圧力は全て絶対圧表記，容器内は二相平衡状態にあり，蒸気表は海水にも適用可能とする。

- ① 0.1 MPa, 20°Cの海水 1.0 kg/s をポンプでくみ上げて加圧し， 0.2 MPa, 120°Cの圧縮水を得た。排熱回収器内の海水の受熱量④ [kW] を求めよ。
- ② ①で得られたの高温の海水を 0.03 MPa まで減圧フラッシュさせる。減圧フラッシュは，外部への熱損失がない等エンタルピー変化として扱えるものとして，蒸気流量⑤ [kg/s] を求めよ。
- ③ ②で残った海水をさらに 0.01 MPa まで②と同様に減圧フラッシュさせ，②で得られた蒸気の凝縮潜熱を用いて加熱する。凝縮潜熱は全て損失なく海水に伝わるとして，追加の蒸気流量⑥ [kg/s] を求めよ。



圧縮水および飽和蒸気表

	圧力	温度	水のエンタルピー	蒸気のエンタルピー
	MPa	°C	kJ/kg	kJ/kg
圧縮水	0.10	20.0	83.96	—
圧縮水	0.20	120.0	503.7	—
飽和状態	0.03	69.1	289.3	2625.4
飽和状態	0.01	45.8	191.8	2584.8

2024年9月・2025年4月入学試験問題

大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻

科目名: 熱と流れの工学

問題番号 3

以下では、航空機用のエンジンを想定し、発生する推力について考察する。ここではエンジンの内部構造には立ち入らず、エンジンに出入りする流体を考えることで推力について考察する。流れは定常、非粘性であり、準一次元的に扱うこととする。なお、重力の影響は無視できる。

1) 図1に示すようなターボジェット・エンジンを考える。エンジンには空気取入口から空気が流入し、その流速は v_{in} 、質量流量は M_{in} である。この空気は圧縮機を通過後、エンジン内において質量流量 M_f の燃料と混合、燃焼される。燃焼後に生じたガスは圧縮機駆動用のタービンを通して出口から噴出される。この排気噴流の流速を v_{jet} ($v_{jet} > v_{in}$)、質量流量を M_{out} とする。排気噴流の圧力は直ちに雰囲気圧力に一致すると仮定する。なお、燃料の運動量は小さいものとして無視をする。このとき、以下の問いに答えよ。

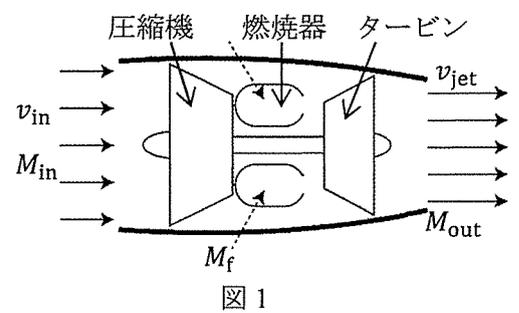


図1

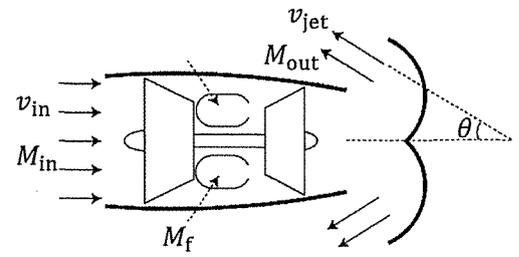


図2

- i) M_{in} , M_f , M_{out} の間に成り立つ関係式を示せ。
- ii) このエンジンの推力 F の大きさを求めよ。
- iii) 単位時間あたりに流体が得る運動エネルギーと推進動力 Fv_{in} を考えることで推進効率を求めよ。
- iv) 航空機の着陸時には、排気噴流を逆方向に戻す逆噴射による制動力が利用される。図2のように角度 θ で軸対称に逆噴射するとき、この制動力の大きさを求めよ。

2) 図3に示すターボファン・エンジンを考える。ターボファン・エンジンは、ターボジェット・エンジンの前に大型ファンが設置された構成となっている。図3のように、エンジンには空気取入口から空気が流入し、その流速は v_{in} 、質量流量は M_{in} である。取り入れられた空気はファンを通過後に二分され、一方は燃焼器に導入され燃焼され、排気される。このエンジン排気噴流の流速を v_{jet} 、質量流量を M_{jet} とする。もう一方の空気は、燃焼器を通過せずに、そのままファン排気ノズルから、エンジンを囲むような環状の噴流として噴出される。このファン排気噴流の流速を v_B 、質量流量を M_B とする。このとき $v_{jet} > v_B > v_{in}$ となる。また、 M_{jet} と M_B の比をバイパス比 $\alpha = M_B/M_{jet}$ と呼ぶ。ここでは、燃料の質量流量は他の質量流量に比べて小さいとし無視する。またファン排気噴流とエンジン排気噴流は直ちに雰囲気圧力に一致し、ファン排気噴流とエンジン排気噴流はエンジン出口直後で混合し流速 v_{out} の噴流を形成し、このとき噴流断面積は変化しないと仮定する。このとき、以下の問いに答えよ。

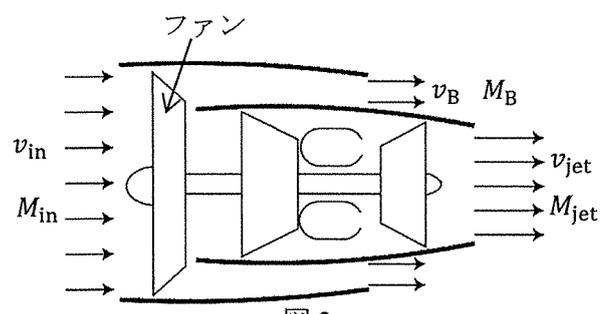


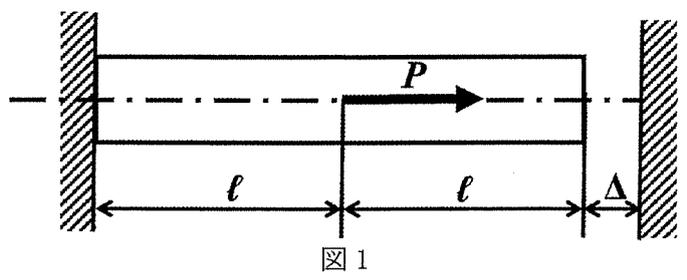
図3

- i) M_{in} , M_B , M_{jet} の間に成り立つ関係式を示せ。
- ii) エンジン出口直後でファン排気噴流とエンジン排気噴流が混合して形成される噴流の流速 v_{out} を α , v_B , v_{jet} を用いて表せ。
- iii) バイパス比 α が 1 に比べて十分に大きいとき、ターボファン・エンジンの推力と推進効率を求めよ。またこれらをターボジェット・エンジンの場合と比較し優劣を議論せよ。なお、ターボジェット・エンジンの排気噴流の流速はターボファン・エンジンのファン排気噴流の流速より大きい。

2024年9月・2025年4月入学試験問題
 大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻
 科目名： _____ 材料の力学 _____

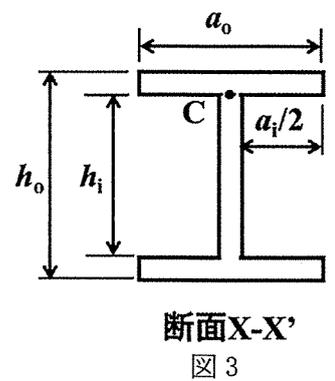
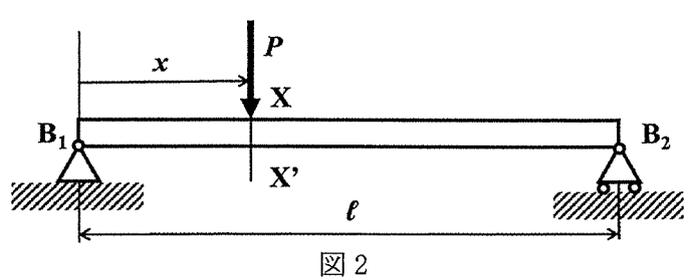
問題番号 4

(1) 長さ 2ℓ の一様なロッド (ヤング率 E , 断面積 A) の左端が壁に固定され, 無荷重の時に右端と壁との隙間が Δ であるとする。荷重 P が図1の向きにロッドの中央に作用すると, $P > EA\Delta/\ell$ の時に, 隙間は0となる。以下では, 荷重 $P (> EA\Delta/\ell)$ が作用している場合を考える。



- (a) 右側の壁からロッドが受ける反力を, P, E, A, ℓ, Δ を用いて示せ。
- (b) 荷重点の変位を, P, E, A, ℓ, Δ を用いて示せ。
- (c) この時, ロッドに蓄えられるひずみエネルギーを, P, E, A, ℓ, Δ を用いて示せ。

(2) 図2のように, 両端が単純支持された長さ ℓ の一様なはり (ヤング率 E , 断面積 A , 上下左右対称な断面形状 (図3)) に対して, 位置 x の点に荷重 P を加える。



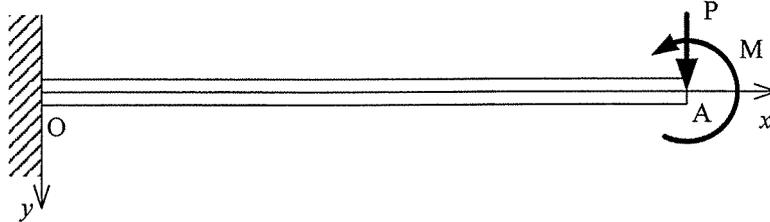
- (a) 支持点 B_1, B_2 での反力 R_1, R_2 を導出せよ。
- (b) 断面 $X-X'$ におけるモーメント M を導出せよ。
- (c) 前問のモーメントに対するこのはりの断面二次モーメントを導出せよ。
- (d) 図3の点Cにおける垂直応力 σ_n とせん断応力 σ_s を導出せよ。
- (e) 図3の点Cにおける最大せん断応力を垂直応力 σ_n とせん断応力 σ_s を用いて示せ。

2024年9月・2025年4月入学試験問題
 大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻

科目名： _____ 材料の力学 _____

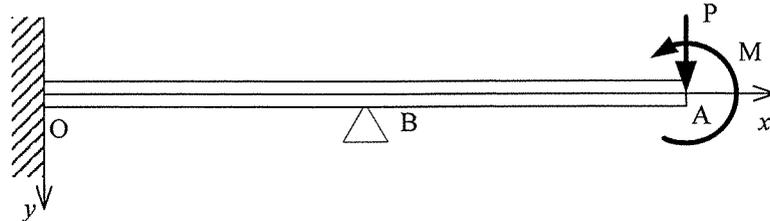
問題番号 5

- (1) 図に示すように、壁面に長さ l のはりの点 O が固定され、点 A に集中荷重 P とモーメント M が作用している。はりの縦弾性係数を E 、断面二次モーメントを I として、以下の問いに答えよ。



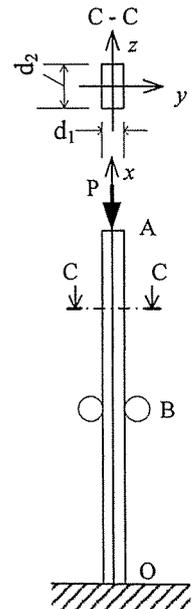
- 1) 点 O における支点反力を求めよ。
- 2) B. M. D., S. F. D. を示し、点 A のたわみ及びたわみ角を求めよ。
- 3) $M=2Pl$ の場合に、曲げモーメントの大きさが最大になる断面の位置を求め、その断面内での応力の最大値を求めよ。
- 4) $M=2Pl$ の場合に、はりに蓄えられる弾性ひずみエネルギーを求めよ。

点 O, A の中間の点 B に下図の通り単純支持を設置した。以下の問いに答えよ。



- 5) 不静定次数を求め、支点反力を求めよ。
- 6) $M=2Pl$ の場合に、はりに蓄えられる弾性ひずみエネルギーを求め、4) で求めた値と比較せよ。

- (2) 右図に示す長さ l の柱が地面（点 O ）に設置され、点 A に圧縮荷重 P が作用している。点 B で y 方向のたわみが拘束され、 z 方向には自由に移動できる。はりの縦弾性係数を E として、以下の問いに答えよ。



- 1) 断面の寸法より、断面二次モーメント I_z, I_y を求めよ。
- 2) y 方向にたわみを生じて座屈する場合の座屈荷重 P_y および z 方向にたわみを生じて座屈する場合の座屈荷重 P_z を求めよ。
- 3) $P_y > P_z$ となる断面の寸法 d_1, d_2 の条件を求めよ。

2024年9月・2025年4月入学試験問題
 大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻
 科目名： メカトロニクスとコントロール

問題番号 6

- (1) バイポーラトランジスタと電界効果トランジスタ (FET) の動作原理と特徴について、両者の違いが明確となるように図と文章で説明せよ。
- (2) ツェナーダイオードの特徴と用途について図と文章で説明せよ。
- (3) 図 1 に示す回路の出力 V_{out} がどのようになるか図 1 の中に示された変数を用いて答えよ。ただし図 1 の中の OP アンプは理想オペアンプとし、 $V_+ = \text{const}$ とする。
- (4) 図 2 に示す回路の出力 $V_{diffout}$ がどのようになるか図 2 の中に示された変数を用いて答えよ。ただし図 2 の中の OP アンプは理想オペアンプとする。
- (5) 図 3 に示す論理回路の信号 A, 信号 B, 信号 C が 0 または 1 のいずれとなるかを答えよ。

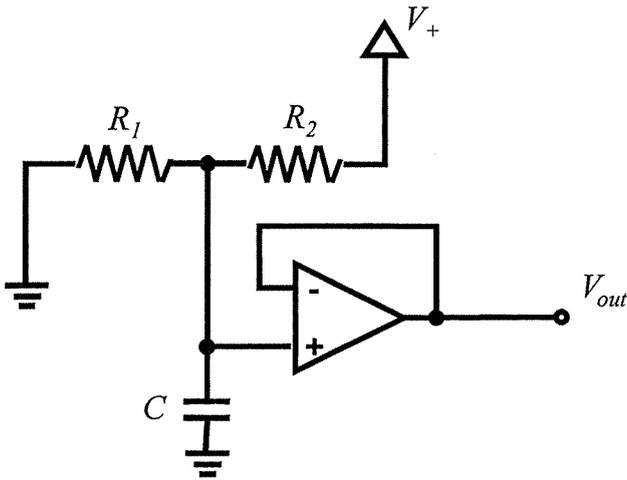


図 1

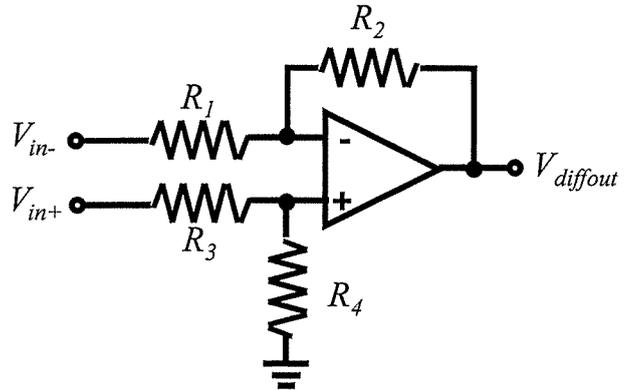


図 2

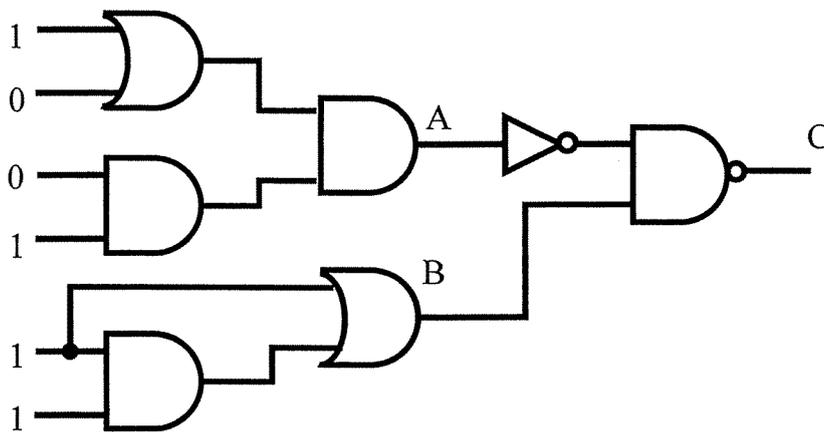


図 3

2024年9月・2025年4月入学試験問題
 大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻
 科目名： メカトロニクスとコントロール

問題番号 7

(1) Fig.7-1に示すフィードバックシステムに関して、閉ループ伝達関数を求めよ。

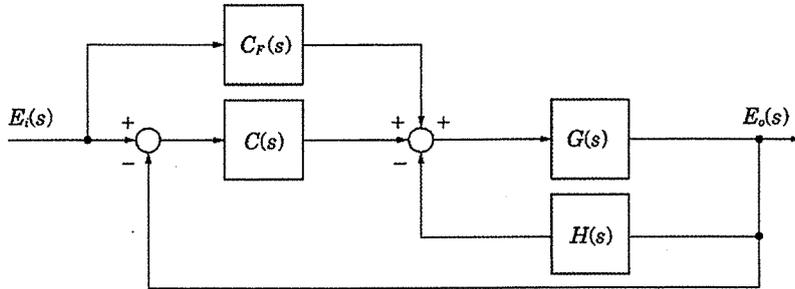


Fig.7-1

- (2) 以下の設問に答えよ。
- (ア) 制御系の構成要素として、フィードフォワード制御とフィードバック制御の2つがあるが、それぞれの制御系の特徴を対比的に3つずつ述べよ。
 - (イ) 内部モデル原理について説明せよ。
 - (ウ) ループ整形法について説明せよ。またループ整形法に基づく制御系の設計において、重要となるポイントを少なくとも2つ挙げよ。
- (3) Fig.7-2に示すフィードバックシステムに関して、システムの型を調べよ。また、ステップ入力に対する定常偏差を求めよ。

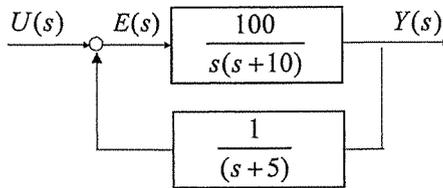


Fig.7-2

- (4) 以下の設問に答えよ。
- (a) PID制御による制御系のブロック線図を描け。このとき、 s 領域における入力を $A(s)$ 、制御量を $B(s)$ 、外乱を $D(s)$ 、制御対象を $Z(s)$ 、偏差を $W(s)$ 、積分ゲインを K_i 、比例ゲインを K_p 、微分ゲインを K_d とせよ。
 - (b) 上記(a)において、外乱は無視できるとし、P制御を考える(K_i と K_d はいずれもゼロとする)。 $Z(s)$ が以下で与えられた場合の安定性について、ラウスの安定判別法を用いて判定せよ。また、制御系が安定となる K_p の範囲を求めよ。

$$Z(s) = \frac{1}{s^3 + s^2 + 6s + 8}$$

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻
科目名： 材料工学の基礎

問題番号

8

- (1) 普通炭素鋼に関する以下の設問に答えよ。
- (a) 刃状転位について図示して説明せよ。
 - (b) 侵入型固溶体と置換型固溶体の違いを図示して述べよ。
 - (c) 普通炭素鋼におけるコトトレル雰囲気について図示して説明せよ。
 - (d) 焼きならしした JIS S15C と JIS S45C について引張試験を実施した際に得られる公称応力公称ひずみ曲線を縦軸と横軸を共通にして図示せよ。
 - (e) (d) の公称応力公称ひずみ曲線上においてリューダース帯がみられる部分はどこか記せ。
 - (f) 普通炭素鋼の縦弾性率（ヤング率）はどの程度か数値と次元を記せ。
 - (g) 焼きならしした JIS S15C と JIS S45C の破断伸びはどちらが大きいか。またその理由も述べよ。
 - (h) 焼きならしした JIS S15C と JIS S45C の降伏強さはどちらが大きいか。またその理由も述べよ。
 - (i) 公称応力公称ひずみ曲線のグラフ上に、均一ひずみ領域と不均一ひずみ領域を示せ。
 - (j) 金属材料の引張試験においてクロスヘッド移動量を測定して試験片の伸びを計測するのは不適切である理由を述べよ。
 - (k) 公称応力公称ひずみ曲線を用いて普通炭素鋼の靱性を定量的に評価する方法を図示して説明せよ。
 - (l) 焼きならしした JIS S15C と JIS S45C の金属組織を各々図示して違いを説明せよ。
- (2) 金属材料の加工法に関する以下の設問に答えよ。
- (a) 複雑な中空形状を有する自動車用の機械部品を製造するに適する加工法を記せ。

以上

受験番号					
氏名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No.

1	/	7
---	---	---

採点欄

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻

※裏面の使用は不可

選択 問題番号

2

科目名

熱と流れの工学

受験番号					
氏名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No.

2	/	7
---	---	---

採点欄

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻

※裏面の使用は不可

選択 問題番号

3

科目名

熱と流体の工学

iii)

1)

i)

ii)

iii)

iv)

2)

i)

ii)

受験番号					
氏名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No.

3	/	7
---	---	---

採点欄

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻

※裏面の使用は不可

選択 問題番号

4

科目名

材料の力学

(1)

(a)

(b)

(c)

(2)

(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

受験番号					
氏名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No.

4	/	7
---	---	---

採点欄

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻

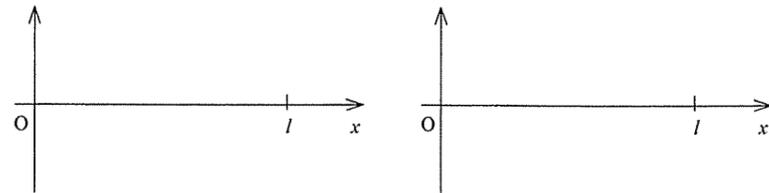
※裏面の使用は不可

選択	問題番号	5	科目名	材料の力学
----	------	----------	-----	--------------

(1)

1)

2)



3)

4)

5)

6)

(2)

1)

2)

3)

受験番号					
氏名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No.

5	/	7
---	---	---

採点欄

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻

※裏面の使用は不可

選択 問題番号

6

科目名

メカトロニクスとコントロール

(3)

(1)

(4)

(2)

(5)

A

B

C

受験番号					
氏名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻

No.

6	/	7
---	---	---

採点欄

※裏面の使用は不可

選択 問題番号

7

科目名

メカトロニクスとコントロール

受験番号					
氏名					

※「1」と「7」、「4」と「9」は明確に区別すること

No.

7	/	7
---	---	---

採点欄

2024年9月・2025年4月入学試験問題
大学院創造理工学研究科修士課程 総合機械工学専攻

※裏面の使用は不可

選択 問題番号	8
---------	---

科目名	材料工学の基礎
-----	---------