

2025 年 8 月

慶應義塾大学大学院 理工学研究科

前期博士課程 入学試験問題

教育研究分野：I システムデザイン工学

----- 受験生への注意 -----

- この問題冊子の総ページ数は 12 ページです。問題は 2～10 ページに印刷されており、11～12 ページは白紙です。白紙は下書きなどに使用してもかまいません。
- 解答は答案用紙の所定欄に記入しなさい。
- すべての答案用紙の所定欄に受験番号を記入し、氏名は記入してはいけません。
- 答案用紙は切り離してはいけません。
- 問題 I1. (卒業研究について) は必ず解答すること。
- 問題 I2. (基礎学力確認問題) は小問 I2(1)～(5)の 5 問から 2 問選択し、解答すること。

I1. 卒業研究について

卒業研究（卒業研究に相当する科目）について以下の問いに答えなさい。

- (1) 卒業研究に関連する重要なキーワードを3つ示し、それぞれに対応する基盤学問分野を示しなさい。ただし、基盤学問分野については必ず2つ以上の異なる分野を記載しなさい。
答案用紙の記載例にならってキーワードと基盤学問分野を記載すること。
- (2) (1)で示した3つのキーワードの定義を、それぞれ100字程度で説明しなさい。
- (3) 卒業研究の内容について300字程度にまとめなさい。なお、(1)で示した3つのキーワードのすべてを一度は用いなさい。また、キーワードに下線を引きなさい。
- (4) 卒業研究で取り組んでいる研究分野の背景・現状（国内外の動向や課題、自身の研究の位置づけなど）を説明しなさい。また、現在取り組んでいる研究が、将来どのように社会還元（社会実装を含む）されていくべきか論じなさい。説明には図や式を用いてもよい。

I2. 基礎学力確認問題

次ページ以降の小問 I2(1)～(5)の計5問から2問選択し、所定の答案用紙に解答しなさい。なお、選択した2つの問題について答案用紙に✓を記入すること。

I2(1) 材料力学・構造力学

解答欄には解答に至る過程も示しなさい。

(1-1) はりの曲げ応力に関する以下の説明文中の(ア)～(オ)の空欄を埋めて説明文を完成させなさい。解答は以下の候補(1)～(15)から選択し、その番号を記入すること。

図 1-1 のように、対称断面の真直はりが曲げモーメント M のみを受けて曲率半径が ρ となるようなたわみを生じている。このとき、はりの中立軸(図心)から y の距離にある任意の断面内の位置における垂直ひずみ ε は $\varepsilon =$ (ア) と表される。ゆえに、同じ位置における垂直応力 σ はヤング率を E とし、(イ) によって、 $\sigma =$ (ウ) と表される。

はりの横断面の中立軸から y だけ離れた位置にある微小面積 dA に作用する垂直応力 σ によるモーメントは $\sigma y dA$ であるから、断面全体の曲げモーメントはその断面にわたった積分値となる。応力 σ の式(ウ)を代入して整理すると曲げモーメントは $M = EI/\rho$ となる。ここで、 I は(エ) と呼ばれ、はりの曲がりにくさを示す幾何学量である。たとえば、厚さ h 、幅 b である対称矩形断面のはりにおいては、 $I =$ (オ) と計算できる。

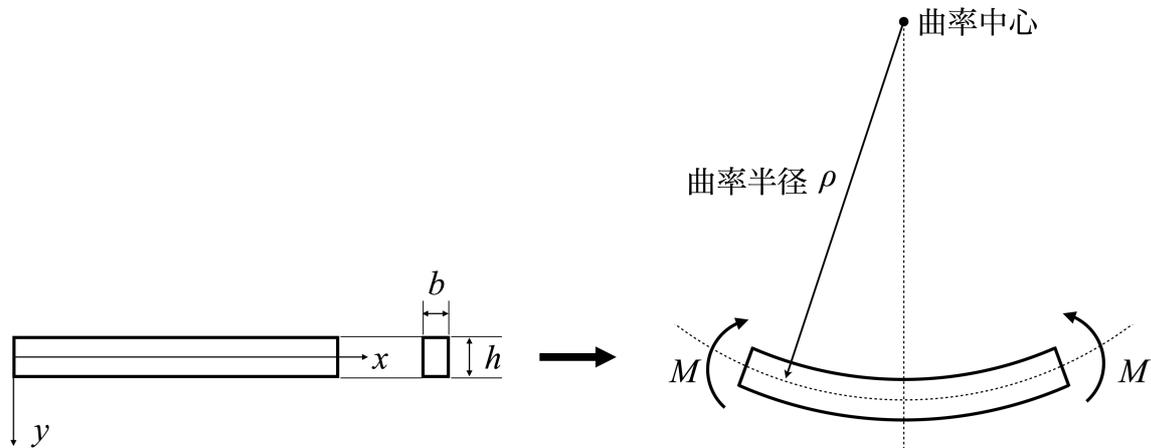


図 1-1

(1) $\frac{y}{\rho}$	(2) $\frac{y^2}{\rho}$	(3) $y\rho$	(4) ニュートンの法則	(5) フックの法則	(6) オイラーの法則
(7) $\frac{Ey^2}{\rho}$	(8) $\frac{Ey}{\rho^2}$	(9) $\frac{Ey}{\rho}$	(10) 断面1次モーメント	(11) 断面2次モーメント	(12) 断面係数
(13) $\frac{bh}{12}$	(14) $\frac{bh^3}{12}$	(15) $\frac{12}{bh^3}$			

解答の候補

同じ材料(ヤング率 E)でできた真直なはり A と B がある。長さのはり A が l_1 で、はり B が l_2 である。両方とも対称な矩形断面を有しており、幅は共通で b 、厚さのはり A が h_1 、はり B が h_2 である。はりの自重の影響は無視できるものとする。このとき以下の問いに答えなさい。なお、これらの設定は以降の全設問で共通とする。

(1-2) 図 1-2 (a)に示すように、はり A は左端 a 点で拘束されており(固定端)、自由端である右端 b 点で鉛直下向きに集中荷重 W を受けている。

(1-2-1) このはり A の右端 b 点におけるたわみ y_{b1} を求めなさい。

(1-2-2) このはり A に生じる最大引張応力 σ_{\max} を求めなさい。

(1-3) 図 1-2 (b)に示すように、はり A とはり B がそれぞれ左端 a 点と右端 c 点で拘束されている(ともに固定端)。両方のはりはその先端 b 点においてピンによって摩擦なく連結されている。鉛直下向き集中荷重 W がその連結点である b 点に作用している。ここで、はり A およびはり B ともにその先端に集中荷重 W が作用している片持ちはりみなせるものとする。

(1-3-1) 両方のはりに関して、連結点 b 点において生じている相互に作用する反力を R とする。反力 R を求めなさい。

(1-3-2) 連結点 b 点におけるはり A のたわみ y_{b2} を求めなさい。ただし、反力 R を消去すること。なお、このたわみ量は両方のはりで共通である。

(1-4) はり B を設置することによって、はり A に生じる最大引張応力を半分にしたいとする。このとき、はり B の厚さ h_2 をどのように設計すればよいか答えなさい。

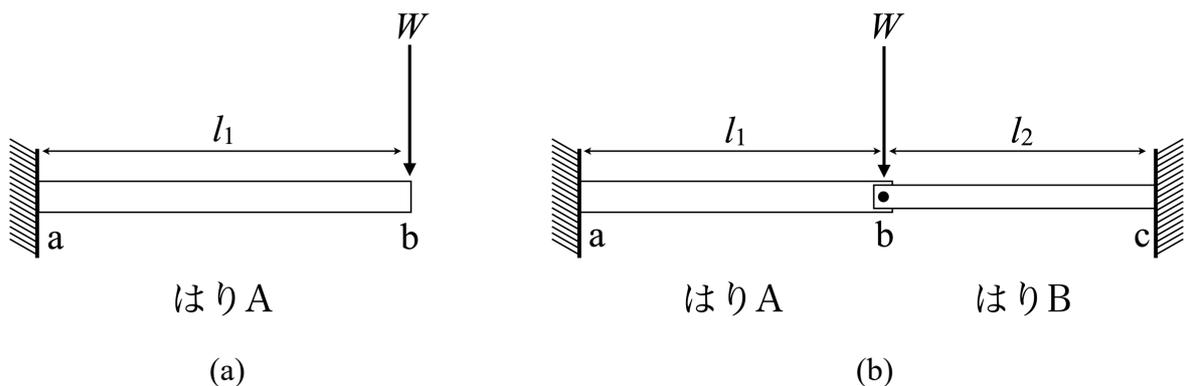


図 1-2

I2(2) 熱・環境工学

解答欄には解答に至る過程も示しなさい。

- (2-1) 以下の選択肢の中から語句を2つ選び、式を用いながらそれぞれの語句を簡潔に説明しなさい。なお、記号の意味を明記すること。

選択肢：カルノー効率、フィックの拡散の法則、ニュートンの粘性の法則、エンタルピー、断熱変化、定圧比熱

- (2-2) 以下の文中の（ア）～（オ）に適切な語句を選択肢から選んで解答しなさい。また、（エ）と（オ）をそれぞれ数式で表現しなさい。その際には記号の意味を明記すること。

対象とする熱流体システムの系において、周囲と物質およびエネルギーを交換しない系を（ア）と呼び、周囲とエネルギーのみ交換する系を（イ）と呼び、周囲と物質もエネルギーも両方交換する系を（ウ）と呼ぶ。いま、（イ）においては、系の保有するエネルギーの総和は、系と周囲との間にエネルギー交換のない限り不変であり、周囲との間にエネルギー交換がある場合には授受したエネルギー量だけ減少または増加する。これを（エ）と呼ぶ。一方、（イ）において、熱は高温物体から低温物体へ移動するが、その逆は自然には起きないし、全ての熱を仕事に変換するサイクルはできない。これを（オ）と呼ぶ。

選択肢：エントロピー、第1種永久機関、生態系、孤立系、中間系、開いた系、閉じた系、熱力学の第ゼロ法則、熱力学の第1法則、熱力学の第2法則、熱力学の第3法則、熱力学的平衡、準静的過程

(2-3) 異常気象の夏場、外気温度は1日中 T_{out} [K]であった。いま、動作係数 (Coefficient of Performance: COP) が γ のクーラーで部屋を T_{in} [K]の快適な温度に保つことを考える。部屋は壁、屋根、床に囲まれており、図2に示すような面積 L^2 [m²]の窓が壁に設けられている。窓は複層ガラスであり、2枚のガラス (厚み w [m]、熱伝導率 λ_{glass} [W m⁻¹ K⁻¹]) で気体 (厚み w [m]、熱伝導率 λ_{gas} [W m⁻¹ K⁻¹]) が封止されている。窓以外の壁、屋根、床や窓枠は断熱されており、熱の出入りは窓ガラスだけと仮定する。部屋内部の熱伝達率を h_{in} [W m⁻² K⁻¹]、屋外の熱伝達率を h_{out} [W m⁻² K⁻¹]とする。また、ふく射熱損失は無視する。次の設問に答えなさい。

(2-3-1) 窓を介した熱輸送における全熱抵抗を答えなさい。

(2-3-2) 温度分布を解答欄に図示しなさい。ただし、外気温度 T_{out} と室内温度 T_{in} は解答欄の丸プロットを通るものとする。

(2-3-3) 1 kWh あたりの電気料金を EC としたとき、クーラーにかかる1日の電気料金を求めなさい。

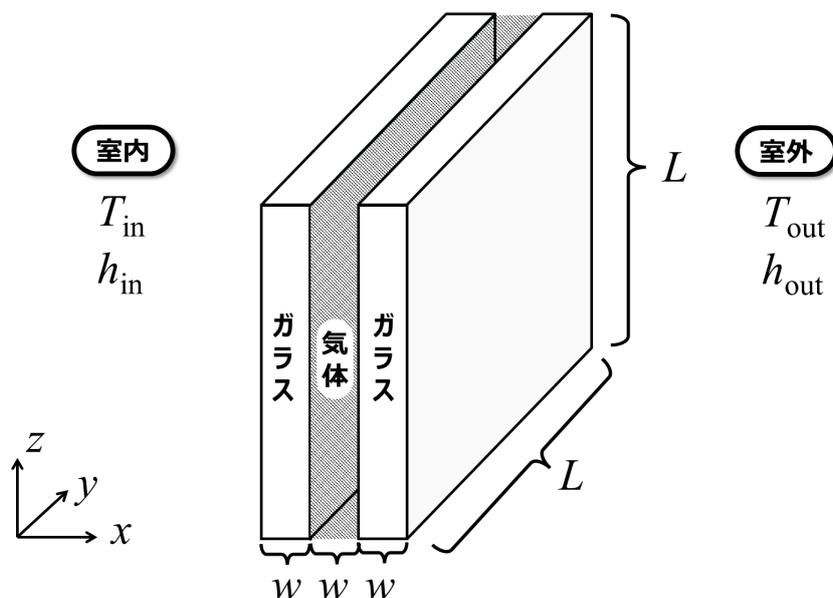


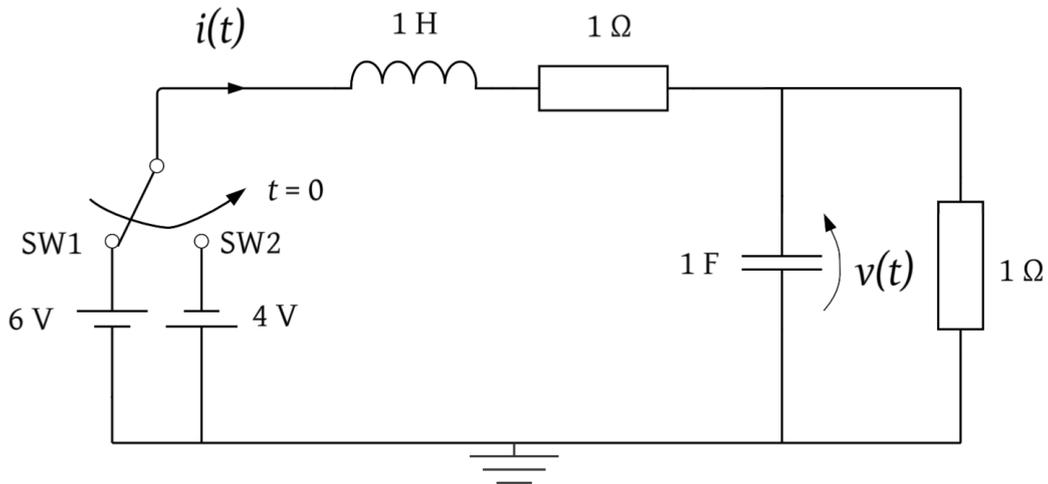
図2 複層ガラスの概要

(2-4) 太陽系において、地球は太陽から程よい距離 (ハビタブルゾーン) に位置しており、生命が存在可能な温度環境を維持している。ある惑星系を考えた時に、大気のないある惑星の温度 T_{planet} [K]は、どのように数式で表すことができるのか、図と式を用いながら説明しなさい。ただし、以下の記号を全て用いること。恒星から放出する熱放射エネルギー Q_{star} [W]、恒星から惑星までの距離 d [m]、惑星の半径 R [m]、惑星の光吸収率 α 、惑星の放射率 ϵ 、ステファン・ボルツマン定数 σ [W m⁻² K⁻⁴]。なお、惑星の温度は一様に T_{planet} とみなせるものとする。

I2(3) 電気回路

解答欄には解答に至る過程も示しなさい。

図3の回路においてスイッチが端子 SW1 に接続された状態で充分時間が経ってから時刻 $t=0$ においてスイッチを端子 SW2 に瞬時に切り替えた。このとき以下の問いに答えなさい。



□ は抵抗器を、 $\text{—}\text{〰}\text{—}$ はコイルを表す。

図3

(3-1) $t > 0$ においてコンデンサ電圧 $v(t)$ [V]が満たす微分方程式を求めなさい。

(3-2) コンデンサ電圧の初期値 $v(0)$, $dv/dt(0)$ を求めなさい。

(3-3) ラプラス変換を利用してコンデンサ電圧 $v(t)$ [V], $t \geq 0$ を求めなさい。

(3-4) この回路の挙動について、以下の観点から 300 字以内で説明しなさい。

ただし、コイルとコンデンサのエネルギー保存・変換の関係を意識して、電流や電圧の連続性に注目するとよい。

- A. 回路のエネルギーの流れ
- B. 初期値と時間経過による電圧変化の物理的意味
- C. 定常状態に至るまでの挙動

(3-5) スイッチ切替において、コンデンサとコイルの位置を入れ替えた回路を考える。このとき、回路の振る舞いはどのように変化するか、定性的に説明しなさい (図を描いてもよい)。

I2(4) 電磁気工学

解答欄には解答に至る過程も示しなさい。

図4に示すように、半径 R の円柱導線に一様に電流 I が流れている。導線の長さは十分に長く無限長円柱導線とみなせるものとする。導線の材質は非磁性体であり、導線内部および周囲空間の磁氣的性質は真空と同等（透磁率は全空間で μ_0 ）であると仮定する。導線の中心からの距離を r として以下の問いに答えなさい。

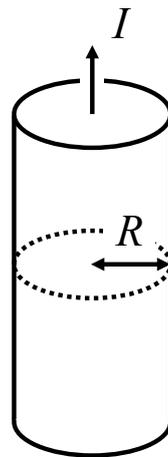


図4

- (4-1) 導線外部における磁界の大きさを求めなさい。
- (4-2) 導線外部における磁界の向きを説明しなさい。
- (4-3) 導線外部における磁束密度を求めなさい。
- (4-4) 導線内部における磁界を求めなさい。
- (4-5) 導線内部における磁束密度を求めなさい。
- (4-6) 磁束密度を演算子 ∇ およびベクトルポテンシャル \mathbf{A} を用いて表しなさい。
- (4-7) 導線外部におけるベクトルポテンシャル \mathbf{A} を磁束密度より求めなさい。
- (4-8) 「電荷」、「スカラポテンシャル」、「電気回路」を用い、電界と磁界との類似性について述べなさい。

I2(5) 建築計画

- (5-1) 図5が示す立体物の立面図（矢印の方向から見た正面図）を、解答用紙の破線の方眼を用いて描きなさい。立体物は軸測投影図法（アクソノメトリック）で描かれており、立体物の表面に描かれた方眼は1メートル角の正方形である。b点は、a点とc点を結んだ直線上にある。立面図は、解答用紙の破線の方眼が1メートル角の正方形であるものとして、立体物の形状のみを描くこと（立体物の表面に描かれた方眼の線は省略すること）。また、立面図を構成する線の太さは全て同一にすること。

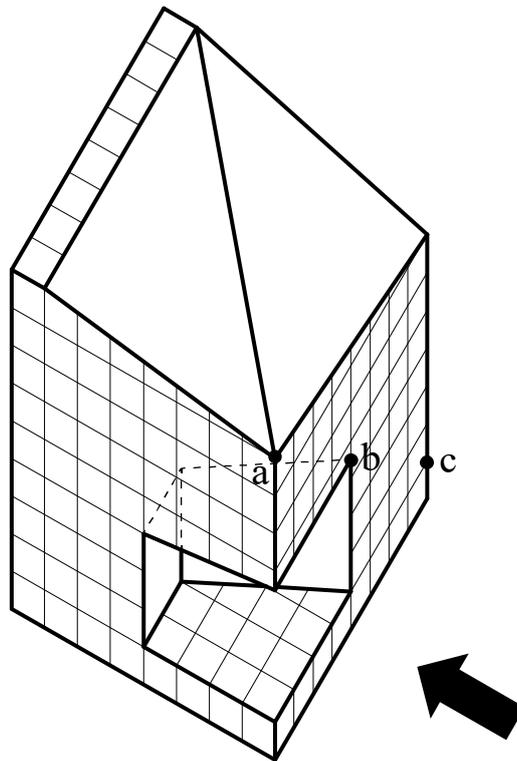


図 5

(5-2) 集合住宅の形式に関する[1]～[4]の記述について以下の問いに答えなさい。

(5-2-1) 最も不適当な記述の番号を記入し、その理由を説明しなさい。

(5-2-2) そのほかの3つの集合住宅形式の番号を、住戸内における採光・通風の確保に有利な順に記入しなさい。また、その順序である理由を説明しなさい。

[1] 階段室型：各住戸へ階段室から直接アクセスする形式であり、プライバシーの確保には有利であるが、二方向避難の計画や高層化に難点がある。

[2] コア型：各階の中央にコアを含んだホールを設け、ホールの四周を取り囲んで住戸を配置する形式で、二方向避難の確保に有利である。

[3] 中廊下型：共用廊下の両側に住戸を並べた形式であり、共用部の面積割合を小さくできるため、土地の高度利用を図る場合に有利である。

[4] 片廊下型：屋外に開放された共用廊下に住戸を並べて配置する形式で、エレベーターの設置や二方向避難の計画が容易である。

(5-3) 建築作品に関する[1]～[4]の記述について以下の問いに答えなさい。

(5-3-1) 最も不適当な記述の番号を記入し、その理由を説明しなさい。

(5-3-2) そのほかの3つの建築作品の番号を、竣工した年代が古い順に記入しなさい。また、そのうち1つの建築作品について、以下に記述されている以外の特徴を説明しなさい。

[1] ファンズワース邸〈アメリカ〉：エーロ・サーリネンが設計した住宅で、2つのコアを両端に配置した開放的な一室空間である。

[2] せんだいメディアテーク〈宮城県〉：伊東豊雄の設計による、図書館や映像センターなどの用途を複合した公共施設である。

[3] 住吉の長屋〈大阪府〉：安藤忠雄が設計した鉄筋コンクリート造の住宅で、中央に設けられた中庭の両側に食堂や寝室が配置されている。

[4] マルセイユのユニテ・ダビタシオン〈フランス〉：ル・コルビュジェが設計した集合住宅で、ピロティや屋上庭園が設けられている。

(5-4) 1961年に出版された「アメリカ大都市の死と生 (The Death and Life of Great American Cities)」において、ジェイン・ジェイコブズ (1916～2006) は、近代都市計画手法が活気ある都市生活を失わせるとして、都市における用途の混合、小さな街区、古い建物の保存などを魅力ある都市の条件として挙げ、都市の賑わいやコミュニティが果たす役割について述べた。同著の出版から六十余年を経た現在における日本の都市の現状と、これから目指されるべき都市空間のデザインについて述べなさい。

