

理工学研究科 博士前期課程

○印の科目を掲載しています。出題していない場合は掲載しておりません。

著作物の引用箇所は、著作権により非公開としております。

研究科	専攻	課程	科目名	入試方式	2025 年度	ページ
理工学	数学	博士前期	英語	一般入学試験（夏季）	○	1
理工学	数学	博士前期	専門（数学）	一般入学試験（夏季）	○	3
理工学	数学	博士前期	英語	社会人特別入学試験（夏季）		
理工学	数学	博士前期	専門（数学）	社会人特別入学試験（夏季）		
理工学	数学	博士前期	英語	外国人留学生入学試験		
理工学	数学	博士前期	専門（数学）	外国人留学生入学試験		
理工学	数学	博士前期	英語	一般入学試験（春季）	○	8
理工学	数学	博士前期	専門（数学）	一般入学試験（春季）	○	10
理工学	数学	博士前期	英語	社会人特別入学試験（春季）		
理工学	数学	博士前期	専門（数学）	社会人特別入学試験（春季）		
理工学	物理	博士前期	英語	一般入学試験（夏季）		
理工学	物理	博士前期	専門（物理学）	一般入学試験（夏季）		
理工学	物理	博士前期	英語	社会人特別入学試験（夏季）		
理工学	物理	博士前期	専門（物理学）	社会人特別入学試験（夏季）		
理工学	物理	博士前期	専門（物理学）	外国人留学生入学試験		
理工学	物理	博士前期	英語	一般入学試験（春季）		
理工学	物理	博士前期	専門（物理学）	一般入学試験（春季）		
理工学	物理	博士前期	英語	社会人特別入学試験（春季）		
理工学	物理	博士前期	専門（物理学）	社会人特別入学試験（春季）		
理工学	都市人間環境学	博士前期	専門（都市人間環境学）	一般入学試験（夏季）	○	15
理工学	都市人間環境学	博士前期	専門（都市人間環境学）	社会人特別入学試験（夏季）		
理工学	都市人間環境学	博士前期	専門（都市人間環境学）	外国人留学生入学試験（夏季）	○	26
理工学	都市人間環境学	博士前期	専門（都市人間環境学）	外国人留学生入学試験	○	27
理工学	精密工学	博士前期	専門（数学・力学）	一般入学試験（夏季）	○	30
理工学	精密工学	博士前期	専門（数学・力学）	外国人留学生入学試験（夏季）	○	34
理工学	精密工学	博士前期	専門（数学・力学）	外国人留学生入学試験	○	38
理工学	電気電子情報通信工学	博士前期	専門（電気電子情報通信工学）	一般入学試験（夏季）	○	42
理工学	電気電子情報通信工学	博士前期	専門（電気電子情報通信工学）	社会人特別入学試験（夏季）		
理工学	電気電子情報通信工学	博士前期	専門（電気電子情報通信工学）	外国人留学生入学試験	○	45
理工学	電気電子情報通信工学	博士前期	専門（電気電子情報通信工学）	社会人特別入学試験（春季）		
理工学	応用化学	博士前期	専門（物理化学、有機化学、無機・分析化学）	一般入学試験（夏季）	○	46
理工学	応用化学	博士前期	専門（化学）	外国人留学生入学試験		
理工学	ビジネスデータサイエンス	博士前期	専門（数学、情報）	一般入学試験（夏季）	○	49
理工学	ビジネスデータサイエンス	博士前期	専門（数学、情報）	社会人特別入学試験（夏季）		
理工学	ビジネスデータサイエンス	博士前期	専門（数学、情報）	外国人留学生入学試験	○	56
理工学	ビジネスデータサイエンス	博士前期	専門（数学、情報）	一般入学試験（春季）	○	63
理工学	ビジネスデータサイエンス	博士前期	専門（数学、情報）	社会人特別入学試験（春季）		
理工学	情報工学	博士前期	英語	一般入学試験（夏季）	○	70
理工学	情報工学	博士前期	専門（情報工学）	一般入学試験（夏季）	○	73
理工学	情報工学	博士前期	英語	社会人特別入学試験（夏季）		
理工学	情報工学	博士前期	専門（情報工学）	社会人特別入学試験（夏季）		
理工学	情報工学	博士前期	専門（情報工学）	外国人留学生入学試験		
理工学	情報工学	博士前期	英語	一般入学試験（春季）	○	79
理工学	情報工学	博士前期	専門（情報工学）	一般入学試験（春季）	○	82
理工学	情報工学	博士前期	英語	社会人特別入学試験（春季）		
理工学	情報工学	博士前期	専門（情報工学）	社会人特別入学試験（春季）		
理工学	生命科学	博士前期	専門（生命科学）	一般入学試験（夏季）	○	88
理工学	生命科学	博士前期	専門（生命科学）	外国人留学生入学試験		
理工学	生命科学	博士前期	専門（生命科学）	一般入学試験（春季）	○	97

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 数学専攻
英 語

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下は、G. H. Miller による論文 (The evolution of group theory, *The Mathematical Teacher*, Vol. 57, No. 1, pp. 26–30 (January 1964)) からの抜粋である。この文章について以下の問に答えよ。

引用文 (50行) ※著作権法により掲載できません

2025 年 4 月・2024 年 9 月 入 学 大 学 院 夏 季 入 学 試 験 問 題
理 工 学 研 究 科 前 期 課 程 数 学 専 攻
英 語

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

- 問 1 下線部 (ア) を和訳せよ。ただし、人名は原文表記のままでよい。
- 問 2 下線部 (イ) を和訳せよ。ただし、人名は原文表記のままでよい。
- 問 3 下線部 (ウ) を和訳せよ。ただし、人名・書名は原文表記のままでよい。
- 問 4 下線部 (エ) を和訳せよ。ただし、人名・書名は原文表記のままでよい。

理工学研究科 前期課程 数学専攻

数 学

- A 群の問題 3 問, A-1, A-2, A-3 と, B 群の問題 7 問, B-1, B-2, ..., B-7 があります。
A 群の中から 2 問, B 群の中から 2 問の計 4 問を選択して解答しなさい。
- 解答は必ず解答用紙に記入しなさい。
- 解答用紙に, 選択した問題の番号を明記しなさい。
- 解答用紙には, 受験番号と氏名を, 忘れずに, 明確に, 記入しなさい。

A-1 a を実数定数とする. 4 次対称行列 $A := \begin{pmatrix} a+1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & a+1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & a+1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & a+1 \end{pmatrix}$ について, 以下の間に答えよ.

(1) A の固有多項式 $F_A(t)$ を求め, 固有値 λ をすべて求めよ.

(2) A の各固有値 λ に対し, 固有空間

$$W(\lambda; A) := \{x \in \mathbb{R}^4 \mid Ax = \lambda x\}$$

の正規直交基底をひと組ずつ求めよ.

(3) 条件「 $x \in \mathbb{R}^4$, ${}^t x x = 1$ 」の下で, 関数

$$f(x) := {}^t x A x$$

の最大値を求めよ. $f(x)$ が最大になるような x もすべて求めること.

A-2 以下の間に答えよ.

(1) $\delta > 0$ とするとき, 級数 $\sum_{n=1}^{\infty} n e^{-n\delta}$ が収束することを示せ.

(2) 関数 $f(x) := \sum_{n=0}^{\infty} n e^{-nx}$ は $x > 0$ において連続であることを示せ.

(3) 定積分 $\int_{\log 2}^{\log 3} f(x) dx$ を求めよ.

A-3 $(X, d_X), (Y, d_Y)$ を距離空間とし, $p = (x_1, y_1), q = (x_2, y_2) \in X \times Y$ に対し,

$$d(p, q) := \max\{d_X(x_1, x_2), d_Y(y_1, y_2)\}$$

と定める. 以下の問に答えよ.

- (1) d は $X \times Y$ 上の距離になることを示せ.
- (2) $(X, d_X), (Y, d_Y)$ が完備ならば, 距離空間 $(X \times Y, d)$ も完備であることを示せ.
- (3) (Y, d_Y) がコンパクトであると仮定する. また $x_0 \in X$ とし, $(X \times Y, d)$ の開集合 W が $\{x_0\} \times Y$ を含むとする. このとき, x_0 を含む (X, d_X) の開集合 U で $U \times Y \subset W$ をみたすものが存在することを示せ.

B-1 $a \in \mathbb{R}^\times$, $b \in \mathbb{R}$ に対して,

$$s(a) := \begin{pmatrix} a & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, t(b) := \begin{pmatrix} 1 & b \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

とおく. 実数を成分とする 2 次正方行列の集合を以下のように定める.

$$S := \{s(a) \mid a \in \mathbb{R}^\times\}, T := \{t(b) \mid b \in \mathbb{R}\}, G := \{t(b)s(a) \mid a \in \mathbb{R}^\times, b \in \mathbb{R}\}.$$

以下の間に答えよ.

- (1) G は正則 2 次実正方行列全体のなす群 $GL_2(\mathbb{R})$ の部分群であることを示せ.
- (2) S と T が G の正規部分群かどうかを判定せよ.
- (3) G/N が乗法群 $\mathbb{R}^\times$ と同型になるような G の正規部分群 N をひとつ求めよ.
- (4) G の位数有限の元をすべて求めよ.

B-2 $\mathbb{Q}[x]$ を有理数係数の多項式環とする. 整数 a に対し, 多項式 $f_a(x) \in \mathbb{Q}[x]$ を

$$f_a(x) := x^3 - ax + 1$$

で定める. $f_a(x)$ で生成される単項イデアルによる $\mathbb{Q}[x]$ の剰余環を $R_a := \mathbb{Q}[x]/(f_a(x))$ とする. 以下の間に答えよ.

- (1) R_a が体とならないような整数 a をすべて求めよ.
- (2) 前問で求めた a それぞれに対し, (i) $\alpha^3 = 5\alpha$ を満たす $\alpha \in R_a$ の個数, (ii) R_a の乗法群 $R_a^\times$ のねじれ部分の位数, (iii) 環準同型 $R_a \rightarrow \mathbb{R}$ の個数を求めよ.

B-3 a, b を正定数とする. 曲面のパラメータ表示

$$\varphi : U = \mathbb{R} \times (0, 2\pi) \longrightarrow \mathbb{R}^3, \quad u = (u^1, u^2) \longmapsto \begin{pmatrix} a \cosh(bu^1) \cdot \cos u^2 \\ a \cosh(bu^1) \cdot \sin u^2 \\ u^1 \end{pmatrix}$$

に対し, 以下の間に答えよ.

- (1) 座標曲面 $S = \varphi(U)$ の第 1 基本計量 $(g_{ij}(u))$ を求めよ.
- (2) S の単位法ベクトル場 $\nu(u)$ を求めよ. ここで $\nu(u)$ は, 3 つ組 $\left\{ \frac{\partial \varphi}{\partial u^1}(u), \frac{\partial \varphi}{\partial u^2}(u), \nu(u) \right\}$ が右手系となるように定める.
- (3) S の第 2 基本計量 $(h_{ij}(u))$ を求めよ.
- (4) S の平均曲率 $H(u)$ を求めよ.
- (5) すべての $u \in U$ に対して, $H(u) = 0$ となるとする. このとき, 積 ab の値を求めよ.

B-4 2次元球面 $S^2 := \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 \mid x^2 + y^2 + z^2 = 1\}$ 上の2点 $N = (0, 0, 1)$, $S = (0, 0, -1)$ を取り, $X = S^2 \setminus \{N\}$, $Y = S^2 \setminus \{N, S\}$ とおく. また, $S^1 := \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x^2 + y^2 = 1\}$ から S^2 への連続写像 $f: S^1 \rightarrow S^2$ を $f((x, y)) := (x, y, 0)$ と定義する. 以下の問に答えよ.

- (1) X は可縮であることを示せ.
- (2) Y の1次のホモロジー群 $H_1(Y; \mathbb{Z})$, または基本群 $\pi_1(Y, P)$ ($P = (1, 0, 0)$) を求めよ. また, それを利用して, f を S^1 から Y への連続写像とみなすと, f は定値写像とホモトピックではないことを示せ.
- (3) Y から Y への全射連続写像 $G: Y \rightarrow Y$ で, Y 任意の点 $Q \in Y$ に対し, 逆像 $G^{-1}(Q)$ が2点からなるものを構成せよ.
- (4) (3) で構成した G に対し, $g = G \circ f: S^1 \rightarrow Y$ は f とホモトピックであることを説明せよ.

B-5 s は $s > 3/2$ を満たす定数とし, $f(x)$ は $\mathbb{R}$ 上のルベーク可測関数で以下を満たすものとする.

$$\int_{-\infty}^{\infty} (1+x^2)^s |f(x)|^2 dx < \infty$$

また, $\mathbb{R}$ 上の関数 $g(t)$ を

$$g(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \cos(tx) dx$$

と定義する. 以下の問に答えよ.

- (1) 次の条件を同時に満たす $\mathbb{R}$ 上の連続関数 $h(x)$ の例をあげよ.

$$\int_{-\infty}^{\infty} (1+x^2)^s |h(x)|^2 dx = \infty, \quad \lim_{x \rightarrow \infty} h(x) = \lim_{x \rightarrow -\infty} h(x) = 0$$

- (2) 上の条件の下で

$$\int_{-\infty}^{\infty} (1+|x|)|f(x)| dx < \infty$$

を示せ.

- (3) 関数 $g(t)$ は $\mathbb{R}$ 上で連続であることを示せ.
- (4) 導関数 $g'(t)$ が $\mathbb{R}$ 上で存在し, 連続であることを示せ.

B-6 複素平面内の円板 $\Delta(1) := \{z \in \mathbb{C} \mid |z| < 1\}$ と $D := \{z \in \mathbb{C} \mid |z - \sqrt{2}| < 1\}$ の共通部分 $\Omega := \Delta(1) \cap D$ を考える. 以下の問に答えよ.

- (1) $w := \frac{1}{\sqrt{2}z - 1 - i}$ によって, $\Delta(1)$ と D はそれぞれどのような領域に写されるか.
- (2) $v := \left(\frac{1}{\sqrt{2}z - 1 - i} - \frac{1}{2}i \right)^2$ によって, Ω はどのような領域に写されるか.
- (3) Ω から $\Delta(1)$ への正則位相同型写像をひとつ求めよ.
- (4) $\Delta^*(1) := \{z \in \mathbb{C} \mid 0 < |z| < 1\}$ とおく. D から $\Delta^*(1)$ への正則位相同型写像が存在するかどうか論ぜよ.

B-7 2次元確率ベクトル $\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix}$ の同時確率密度関数が

$$f_{X,Y}(x,y) := \begin{cases} e^{-y}, & 0 < x < y < \infty \\ 0, & \text{その他} \end{cases}$$

で与えられるとする. 以下の問に答えよ.

- (1) 確率変数 X の周辺確率密度関数 $f_X(x)$ を求めよ. また, 平均 $E(X)$ と分散 $V(X)$ を計算せよ.
- (2) 確率変数 Y の周辺確率密度関数 $f_Y(y)$ を求めよ. また, 平均 $E(Y)$ と分散 $V(Y)$ を計算せよ.
- (3) $0 < t_1 < \frac{1}{2}$, $0 < t_2 < \frac{1}{2}$ の範囲で, $\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix}$ のモーメント母関数 $M_{X,Y}(t_1, t_2)$ を求めよ.

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 数学専攻
英語

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下の I, II の両方に解答せよ。

I. 以下は, J. G. Petruć による論文 (Conceptions of Continuity: William Kingdon Clifford's Empirical Conception of Continuity in Mathematics (1868-1879), *Philosophia Scientiae*, Vol. 13, No. 2, pp. 39-71 (10月, 2009年)) からの抜粋である。この文章を読んで以下の問1, 2に答えよ。

引用文 (28行) ※著作権法により掲載できません

問1 下線部 (ア) を和訳せよ。ただし、数学記号は原文表記のままでよい。

問2 本文に基づき、関数 $f(x)$ が a を含む開区間で定義されているとき、 $f(x)$ が a で連続でないとはどういうことかを日本語で説明せよ。ただし、必要に応じて数式を用いてよい。

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 数学専攻
英語

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

II. 以下の問いに答えよ.

問1 以下の文章を和訳せよ.

The real number π is defined as twice the smallest positive root of the solution of $\cos x = 0$.

問2 以下の文章を和訳せよ.

An upper continuous function over $\mathbb{R}$ is a function f assuming its value in $[-\infty, \infty)$ such that the preimage $\{x \in \mathbb{R} \mid f(x) < \lambda\}$ is an open set in $\mathbb{R}$ for each $\lambda \in \mathbb{R}$.

問3 V を有限次元実線形空間とすると、 V の有限部分集合 $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ が一次独立であることの定義を英語で説明せよ.

問4 まず、以下の文章を英訳せよ.

実数列 $\{a_n\}_{n=1}^{\infty}$ が実数 α に収束するとは、任意の $\varepsilon > 0$ に対してある自然数 N が存在して、 $n > N$ を満たす自然数 n に対し、 $|a_n - \alpha| < \varepsilon$ が成り立つことである.

さらに、この文章による実数列の収束の定義に基づき、実数列 $\{a_n\}_{n=1}^{\infty}$ と $\{b_n\}_{n=1}^{\infty}$ がそれぞれ実数 α, β に収束するとき、実数列 $\{a_n - b_n\}_{n=1}^{\infty}$ が $\alpha - \beta$ に収束することの証明を英語で書け.

理 工 学 研 究 科 前 期 課 程 数 学 専 攻

数 学

- A 群の問題 3 問, A-1, A-2, A-3 と, B 群の問題 7 問, B-1, B-2, ..., B-7 があります。
A 群の中から 2 問, B 群の中から 2 問の計 4 問を選択して解答しなさい。
- 解答は必ず解答用紙に記入しなさい。
- 解答用紙に, 選択した問題の番号を明記しなさい。
- 解答用紙には, 受験番号と氏名を, 忘れずに, 明確に, 記入しなさい。

A-1 a を 1 でない実数とし, $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & a \end{pmatrix}$ とおく. 実数を成分とする 4 次元縦ベクトル全体のなすベクトル空間を $\mathbb{R}^4$ と表し, $\mathbb{R}^4$ の部分集合 W を

$$W = \left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^4 \mid A \begin{pmatrix} x & y \\ z & w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x & y \\ z & w \end{pmatrix} A \right\}$$

と定める. 以下の問に答えよ.

- (1) A の固有多項式 $F_A(t)$ とすべての固有値を求めよ.
- (2) $P^{-1}AP$ が対角行列となるような正則行列 P を 1 つ求め, その P に対し, $P^{-1}AP$ を計算せよ.
- (3) W は $\mathbb{R}^4$ の部分空間であることを示せ.
- (4) W の次元と, その基底を 1 組求めよ.

A-2 以下の問に答えよ.

- (1) $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin nx}{2^n}$ は $-\infty < x < \infty$ において絶対一様収束することを示せ.

- (2) $\log(1+x)$ の整級数展開

$$\log(1+x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n-1}}{n} x^n \quad (-1 < x \leq 1)$$

を用いて, 定積分 $\int_0^{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin nx}{2^n} dx$ を求めよ.

A-3 f を距離空間 (X, d_X) から (Y, d_Y) への連続写像とする。このとき、以下の問に答えよ。

- (1) X の任意の部分集合 A に対し、 $f(\overline{A}) \subset \overline{f(A)}$ が成り立つことを示せ。ただし、 $\overline{A}$ は (X, d_X) における A の閉包を、 $\overline{f(A)}$ は (Y, d_Y) における $f(A)$ の閉包を表す。
- (2) (1)において、必ずしも $f(\overline{A}) = \overline{f(A)}$ は成り立たない。このことを例をあげて示せ。
- (3) (X, d_X) がコンパクトならば、 X の任意の部分集合 A に対し、 $f(\overline{A}) = \overline{f(A)}$ が成り立つことを示せ。

B-1 $G = S_4$ を 4 次対称群とし, 2 つの元 $\sigma = (12)(34)$, $\tau = (13)(24) \in G$ で生成される部分群 $H = \langle \sigma, \tau \rangle$ を考える. このとき, 以下の問に答えよ.

- (1) H の位数を求めよ. また, H が可換群であるかどうか判定し, 理由とともに答えよ.
- (2) H は G の正規部分群であることを示せ.
- (3) 剰余群 G/H が可換群であるかどうか判定し, 理由とともに答えよ.
- (4) 単射準同型 $G/H \rightarrow G$ が存在するかどうか判定し, 理由とともに答えよ.

B-2 R, S を可換環, $f: R \rightarrow S$ を環準同型, Q を S のイデアルとし, $P = f^{-1}(Q)$ を f による Q の逆像とする. このとき, 以下の問に答えよ.

- (1) Q が S の素イデアルならば, P は R の素イデアルであることを示せ.
- (2) Q は S の極大イデアルであるが, P は R の極大イデアルでないような R, S, f, Q の例を挙げよ.
- (3) f が全射であり, かつ Q が S の極大イデアルならば, P は R の極大イデアルであることを示せ.

B-3 実数 $t \in \mathbb{R}$ に対し,

$$\varphi(t) = \begin{pmatrix} t - \sin t \\ 1 - \cos t \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^2$$

で与えられるような平面への C^∞ 級写像 $\varphi = \varphi(t): \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^2$ について, 以下の問に答えよ.

- (1) $\varphi(t)$ は平面曲線のパラメータ表示であることを示せ. すなわち, φ は単射であり, 任意の $t \in \mathbb{R}$ に対し, $\varphi'(t) \neq 0$ であることを示せ.
- (2) 曲線 $\varphi(t)$ ($t \in [0, 2\pi]$) の弧長パラメータ表示 $s = s(t)$ を求めよ.
- (3) $\varphi(t)$ の曲率 $\kappa(t)$ ($t \in (0, 2\pi)$) を求めよ.

B-4 平面上の単位円周 $S^1 = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2; x^2 + y^2 = 1\}$ に基点 $P = (1, 0)$ と点 $Q = (-1, 0)$ をとる. 直積空間 $S^1 \times S^1$ には基点 $R = (P, P) \in S^1 \times S^1$ および点 $S = (Q, Q) \in S^1 \times S^1$ をとる. また, 空間 X を $X = S^1 \times S^1 \setminus \{S\}$ と定め, 包含写像 $X \hookrightarrow S^1 \times S^1$ を ι_X と表す. 必要ならば, $\pi_1(S^1, P) \cong \mathbb{Z}$ を用いて, 以下の問に答えよ.

- (1) $\pi_1(S^1 \times S^1, R)$ および $H_*(S^1 \times S^1; \mathbb{Z})$ を求めよ.
- (2) $H_*(X; \mathbb{Z})$ を求めよ.
- (3) $\iota_{X*} : \pi_1(X, R) \rightarrow \pi_1(S^1 \times S^1, R)$ が全射であること, しかし単射ではないことを示せ. さらに, $\pi_1(X, R)$ が非可換な群であることを示せ.

B-5 $(0, \infty)$ 上のルベーク可積分関数 f に対し,

$$g(x) = \int_0^\infty \frac{f(y)}{x+y} dy \quad (x > 0)$$

とおく. このとき, 以下の問に答えよ.

- (1) ルベークの優収束定理 (Lebesgue's dominated convergence theorem) とは何か. その内容を書け.
- (2) $\lim_{x \rightarrow \infty} g(x) = 0$ を示せ.
- (3) 関数 $g(x)$ は $(0, \infty)$ 上で連続であることを示せ.

B-6 $\Omega = \{z \in \mathbb{C} : \operatorname{Re}(z) < 0 < \operatorname{Im}(z)\}$ とする. また, i を虚数単位, e を自然対数の底とする. $z \in \Omega$ とするとき, 複素数平面上の 1 から点 z までの向きがついた直線を L , 複素数平面上の 1 から点 $\bar{z}$ までの向きがついた直線を M , 点 $\bar{z}$ から点 z までの向きがついた直線を N と表す. このとき, 以下の問に答えよ.

(1) Ω 上の点 z に対し,

$$f(z) = \int_L \frac{dw}{w}, \quad g(z) = \int_M \frac{dw}{w} + \int_N \frac{dw}{w}$$

とおく. 関数 $g(z)$ は Ω 上の正則関数であることを示し,

$$f\left(\frac{-e^3 + e^3 i}{\sqrt{2}}\right), \quad g\left(\frac{-e^3 + e^3 i}{\sqrt{2}}\right)$$

を求めよ.

(2) Ω 上の正則関数 $F(z)$, $G(z)$ を $z \in \Omega$ に対し,

$$F(z) = \exp\left(\frac{1}{2}f(z)\right), \quad G(z) = \exp\left(\frac{1}{2}g(z)\right)$$

と定める.

$$F(-7 + 24i), \quad G(-7 + 24i)$$

を求めよ.

B-7 分布関数 $F(x)$ が狭義単調増加関数となるような確率変数 X について, 以下の問に答えよ.

(1) 確率変数 $F(X)$ は一様分布 $U(0, 1)$ に従うことを示せ. ただし, $U(0, 1)$ の確率密度関数は

$$f_U(x) = \begin{cases} 1, & 0 < x < 1 \\ 0, & \text{その他} \end{cases}$$

である.

(2) 確率変数 $Y = -\log(1 - F(X))$ の確率密度関数を求めよ.

2025 年 4 月・2024 年 9 月 入 学

大 学 院 夏 季 一 般 入 学 試 験 問 題

理 工 学 研 究 科 前 期 課 程 都 市 人 間 環 境 学 専 攻

10 問のうち、3 問を選んで解答すること。

希望する指導教員が科目群を指定している場合は、選択する 3 問
中 1 問は、指定する科目群の中から選択すること。

指 導 教 員 科 目 群		指定あり					指定なし												
		大 下	樫 山	谷 下	西 岡	平 川	有 川	金 田	志 々 目	手 計	三 浦	小 峯	高 田	檀	ホ ー テ ス	三 苦	山 村	竹 内	原 田 芳
都 市 人 間 環 境 学	(応用数学)																		
	(応用力学)		○		○														
	(水 理 学)																		
	(土質力学)				○	○													
	(土木計画学)			○															
	(土木材料学)	○																	
	<人間総合理工学> 4問を出題する																		

選択した問題番号を解答用紙へ記し、1 枚の解答用紙に 1 問だけ
解答すること。

上記事項が守られていない場合、得点が無効となることがあります
ので、注意してください。

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

2つの確率変数 X_1, X_2 がある. この X_1, X_2 はともに確率 p ($0 < p < 1$) で1の値をとり, $(1-p)$ で0の値をとるものとする.

- (1) X_1, X_2 それぞれの平均値 μ_1, μ_2 と標準偏差 σ_1, σ_2 を求めよ.
- (2) $(X_1, X_2) = (i, j)$ である確率を p_{ij} とおく. $p_{11} = a \cdot p$ とおいたときに, $p_{00}, p_{01}, p_{10}, p_{11}$ の間に成り立つべき関係から, p_{00} および $p_{01} = p_{10}$ を p と a を用いて表せ. また $p_{ij} \geq 0$ から, a の値がとりうる範囲を $p < 1/2$ と $p \geq 1/2$ で場合分けして示せ.
- (3) X_1 と X_2 の相関係数を ρ_{12} とする. ρ_{12} を p と a を用いて表せ. また ρ_{12} の最小値(最も強い負の相関を示すとき)を, $p < 1/2$ と $p \geq 1/2$ で場合分けして示せ. (ヒント: 相関係数を計算するためには共分散 σ_{12} が必要であるが, $\sigma_{12} = E[(X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2)] = E[X_1 X_2] - \mu_1 \mu_2$ を用いると計算が容易である.)
- (4) X_1 と X_2 が互いに独立(このとき $\rho_{12} = 0$)であるとき, a の値を求め, 確率変数 $Y = X_1 + X_2$ の確率分布を図示し, 平均値と標準偏差を求めよ.
- (5) X_1 と X_2 が互いに相関係数 $\rho = 1$ の完全正相関であるとき, a の値を求め, 確率変数 $Y = X_1 + X_2$ の確率分布を図示し, 平均値と標準偏差を求めよ.
- (6) X_1 と X_2 の相関係数が(3)で求めた最小値であるとき, 確率変数 $Y = X_1 + X_2$ の確率分布を図示し, 平均値と標準偏差を求めよ. この問いも $p < 1/2$ と $p \geq 1/2$ で場合分けする必要がある.

I 下図に示す交差ばりの点 B に集中荷重 P が作用する不静定構造物について考える。

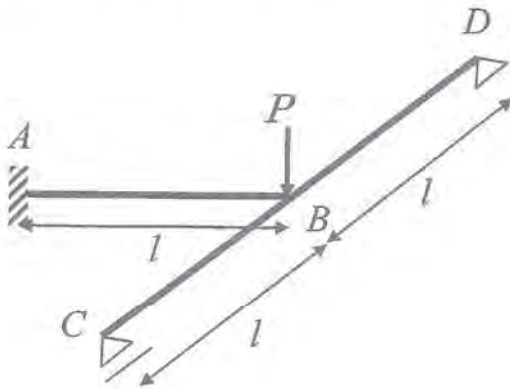
ただし、 EI ＝一定とする。

(1) 静定基本系を示し、不静定力を求めなさい。なお、解法はどの手法を用いてもよい。

ただし、せん断力の影響は無視してよい。

(2) 反力を求めなさい。

(3) 一般論として不静定構造物の長所について図を用いて述べなさい。



2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
 理工学研究科 前期課程 都市人間環境学専攻
 都市人間環境学（Ⅲ 水理学）

（注）問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

下記は開水路の定常流れの基礎式を導出する過程である。空欄四角の①～⑩を埋めなさい。

開水路の定常流れの基礎式は、連続式とエネルギー方程式における非定常項を 0 とおいた、

$$Q = Av = \text{const.} \quad \dots (1)$$

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{\alpha v^2}{2g} + H \right) = -\frac{\tau_0}{\rho g R} \quad \dots (2)$$

である。ここで、 x 軸は河床に沿って流れ方向にとり、 H は基準水平面より測った水位、河床の高さは z である。なお、 α はエネルギー補正係数である。

水深を x 軸に直角に測ると、 x 軸と水平線との成す角を θ として、

$$H = \boxed{\text{①}} \quad \dots (3)$$

である。河床勾配と水面勾配はそれぞれ、

$$\left. \begin{aligned} -\frac{dz}{dx} &= \boxed{\text{②}} \\ -\frac{dH}{dx} &= \boxed{\text{③}} \end{aligned} \right\} \quad \dots (4)$$

である。また、次式で定義される勾配 I_e をエネルギー勾配と言う。

$$\left. \begin{aligned} I_e &= \boxed{\text{④}} \\ \frac{\tau_0}{\rho} &= \boxed{\text{⑤}} \end{aligned} \right\} \quad \dots (5)$$

ここに、 R は径深、 τ_0 は潤辺 s に働く平均の摩擦応力で、不等流においても等流の式が近似的に成立する。

つまり、 f を摩擦損失係数、 $\varphi (= v/u_*)$ を流速係数とすると下記の通りに記述できる。

$$\frac{\tau_0}{\rho} = \frac{f}{8} v^2 = \frac{1}{\varphi^2} v^2$$

これらの関係を用いて、式(2)は、

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{\alpha v^2}{2g} \right) = \boxed{\text{⑥}} \quad \dots (6)$$

となる。

さらに、水面形の計算に便利のように、 $v = Q/A$ を用いると加速度勾配は以下のように変形できる。

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{\alpha}{2g} \left(\frac{Q}{A} \right)^2 \right) = -\frac{\alpha Q^2}{g} \boxed{\text{⑦}}$$

断面形が x 方向に変化する一般断面形の水深においては、流水断面積 A の変化は水深 h と水面幅 B の変化によるものから成ることに注意すると、

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{\alpha}{2g} \left(\frac{Q}{A} \right)^2 \right) = -\frac{\alpha Q^2}{g A^3} \boxed{\text{⑧}}$$

流水断面積 A は水深 h の関数であり、一般に、

$$A = \int_0^h B(h) dh$$

のように表されるので、 $\partial A / \partial h = B$ である。

以上から、開水路漸変流の定常流れの水面形の基礎式は次式の通りである。

$$\frac{dh}{dx} = \boxed{\text{⑨}} \quad \dots (7)$$

さらに、流水断面が流下方向に変化しない一様断面水路では、

下記の通りに記述できる。

$$\frac{dh}{dx} = \boxed{\text{⑩}} \quad \dots (8)$$

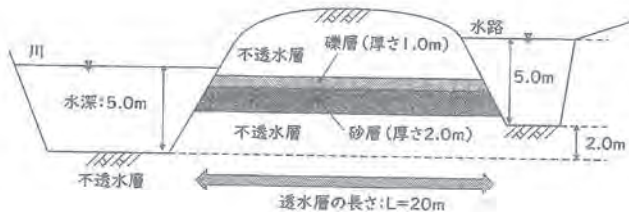
以上、

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
 理工学研究科 前期課程 都市人間環境学専攻
 都市人間環境学 (IV 土質力学)

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下の問いに全て答えなさい。

- (1) 以下の a)~e) の記述の中に誤っているものが 2 つある。その記述の番号を選び、誤っている部位 (語句・数値等) を示した上で、正しい記述となるよう修正しなさい。
- a) ある粘性土の湿潤単位体積重量が 17.0 kN/m^3 で含水比が 70% であった場合、この粘性土の乾燥単位体積重量は 10.0 kN/m^3 である。
 - b) せん断変形に伴って土が体積変化する特性をコンシステンシー特性と言う。
 - c) 不飽和土ではサクシジョンの効果により土粒子同士が互いに引き付けあう力が作用するため、同じ土で同じ間隙比であれば、飽和土よりも不飽和土の方が強度は高くなる。
 - d) N 値を求める試験法をコーン貫入試験といい、ボーリング孔の底にロッドを取り付けたサンプリングチューブを 30cm 打込むのに必要なドロップハンマーの落下回数を N 値とする。
 - e) 均質な砂地盤上で実施した直径 60cm の平板載荷試験で得られる極限支持力は、直径 30cm の平板載荷試験で得られる極限支持力の 4 倍よりも大きくなる。
- (2) 図に示すように水路から川への透水が生じている。この場所における奥行き 1 m あたりの 1 時間での透水量を求めなさい。なお、砂層の透水係数は $5.0 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ 、礫層の透水係数は $2.0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ である。なお、有効数字 2 桁以上の精度で計算し、単位を明記すること。計算経緯は解答用紙に明記すること。



- (3) ある地盤材料の降伏条件が、モール・クーロンの降伏条件に従い、その粘着力 c と内部摩擦角 ϕ がそれぞれ $c=10\sqrt{3}=17.3 \text{ kPa}$ 、 $\phi=30^\circ$ であることがわかっている。この地盤材料の円柱供試体に対して一軸圧縮試験 (側方からの拘束圧をゼロとした状態で軸応力を与える圧縮試験) を実施した場合の降伏時の軸応力の値を求めなさい。なお、有効数字 2 桁以上の精度で計算し、単位を明記すること。計算経緯は解答用紙に明記すること。

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

【計画】

以下の A 群, B 群からそれぞれ 1 問を選んで回答してください。

A 群

A-1. (1) 以下の式を解いて, x と y を求め, およびそのときの U の値を求めてください。

$$\text{Max } U(x,y) = (1/3) \cdot \log(x) + (2/3) \cdot \log(y)$$

x, y

$$\text{s.t. } x+y=30 \quad (\text{制約条件})$$

(2) さらにこの制約条件に $x+3y=45$ という条件が追加されたとき, 解はどう変化しますか?

A-2. ギャンブル A は, 勝ち(+2 万円), 負け(-1 万円). ギャンブル B は, 勝ち(+5 万円), 負け(-2 万円) で, いずれも勝つ確率は $(1/2)$ で, 引き分けはない. いま所持金 5 万円からスタートする状況を考える.

- (1) 1 回目にギャンブル A, 2 回目にギャンブル B をしたあとの所持金の平均と分散 (あるいは標準偏差) を求めよ.
- (2) 所持金はできるだけ大きくしたいし, 分散 (あるいは所持金がマイナスになる確率) は最小にしたい. どれくらいの割合でギャンブル B を選択すべきか. 必要な式を適宜追加して考察してください.

B 群

B-1. 国土交通省では, "WE DO" ~ Walkable, Eyelevel, Diversity, Open をキーワードとするまちづくりが進められています. 以下の問いに答えなさい.

(1) なぜこれら 4 つのキーワードが必要になったのか, その背景について国土交通省が従来推進してきた「コンパクト・プラス・ネットワーク」というまちづくりとの関係性から説明してください.

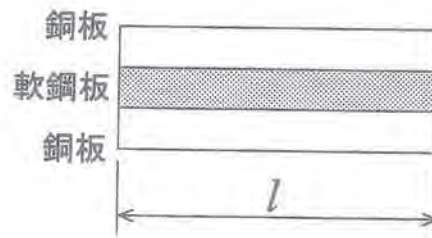
(2) WE DO のまちづくりが成功しているか否かを図るための指標としてあなたが望ましいと考えるものを示し, その理由を述べてください.

B-2. 「流域治水」について (1) これまでの治水の考え方との相違点, (2) 治水のための (追加された) 手段について説明してください. あわせて, 近年, 洪水のみならずさまざまなハザードマップがつくられるようになりました. このマップの利点および限界について考察してください.

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

1. 下図に示すように、長さ l の軟鋼板が 2 枚の銅板にはさまれて溶接されている。軟鋼板と銅板の温度を t °C 上昇させた時、以下の設問に答えなさい。なお、軟鋼板と銅板の断面積を A_s , A_c , 線膨張係数を α_s , α_c ($\alpha_c > \alpha_s$), ヤング係数を E_s , E_c とする。

- 1) 全体の伸び量を求めなさい
- 2) 軟鋼板、銅板に生じる応力を求めなさい。



2. 鉄筋コンクリート構造物の断面形状や断面諸元を決定する際、終局状態を想定して実施する。これに関して、以下の設問に答えなさい。

- 1) 等価応力ブロックの概念を説明しなさい。
- 2) 曲げが作用するはり部材において、設計曲げ耐力を算出するまでの流れを説明しなさい。

都市環境の持続可能性の向上に加え、都市に暮らす人々の健康とウェルビーイングを追求するために、世界的に都市農業の実践が拡大している。この動向に関連する以下の問い (1)~(4)に回答しなさい。

- (1) 都市農業に期待される重要な生態系サービスの一つが雨水管理 (stormwater management) である。この雨水管理の概要を、①富栄養化、②合流式下水道、③不浸透面、の3つの用語を含めて説明せよ。
- (2) 都市農業の拡大を通して期待されるのがコンポストの普及である。コンポストの普及が都市環境の持続可能性を向上させるうえで果たす主要な役割の中から2つ選び、それぞれの概要とメカニズムを説明せよ。
- (3) 都市農業の発展に対する主な制約には、合成化学農薬の使用制限がある[Tallaki 2005]。妊娠中に農薬に曝露した母親は、曝露していない母親と比べて低出生体重児を出産するオッズ比が2.42倍[95%CI: 0.73-8.08]になるという研究もあるが[Wang 2012]薬の種類及び曝露量とその影響についてより詳細な研究が必要とされている。
 - 1 この研究のオッズ比の解釈を、95%信頼区間 (95%CI) の意味も含めて述べよ
 - 2 農薬の健康影響を明らかにするために今後どのような研究が必要と考えるか、具体的に述べよ

気候変動によって自然災害の増加や生態系への影響が深刻化しています。これにより、資源の確保と環境・経済・社会のバランスを維持する持続可能な社会構築への取り組みが加速されており、その結果、カーボンニュートラルな燃料への関心が高まっています。

Ⅰ. バイオエタノールに関する以下の問いに答えなさい。

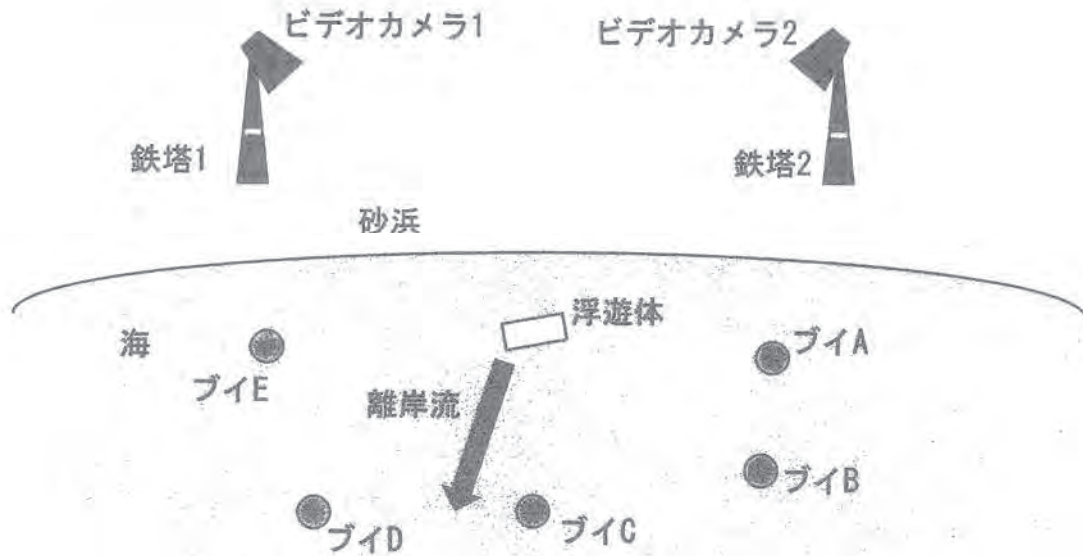
1、 バイオエタノールは、なぜ SDGs のコンセプトに適合するのでしょうか。バイオエタノールの利用法を 2 つ挙げ、その理由を述べてください。

2、 アメリカにおけるバイオエタノールの生産が、アメリカの国内の食糧供給に及ぼした影響について、図 1 の破線部分を参考にして説明してください。

図 ※著作権法により掲載できません

Ⅱ. 気候変動が生態系へ与える影響に関する以下の問いに答えなさい。

地球温暖化は生物の生存に必要な環境を変化させ、その結果、様々な野生生物の個体群維持に深刻な影響をもたらします。そのような影響を 2 つ簡潔に説明してください。その際、影響を受ける生物種名(もしくはグループ名)も具体的にあげてください。



図X-1 ある海岸における離岸流検出システムの模式図

図X-1はある海岸における離岸流検出システムを模式的に表したものである。ビデオカメラA、Bで海面の状態を常時モニターしている。それぞれのビデオカメラは、鉄塔に固定されていて、動かない。いま、離岸流を検出するために、浮遊体を海面に流し、ビデオカメラ1、2から取得した画像を解析することによって、浮遊体の動きを定量化しようとしている。海面のブイA～Eはロープで海底に固定しており、海面に対して水平方向への移動はないと仮定する。それぞれのブイにはGPSが搭載されていて、経度緯度高度の情報が常にモニタリングされている。まず、ビデオカメラの画像解析から、画面上のピクセルの位置として、浮遊体の重心位置を求めた。このとき、ビデオカメラ1、2にはすべてのブイが映っているとすると、浮遊体の位置情報を経度緯度の情報として表すためには、どのような手順が必要か、説明しなさい。

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 都市人間環境学専攻
都市人間環境学 (X 人間総合理工学)

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

1. 水循環基本法に掲げられる『健全な水循環』の「健全」について説明せよ。また、健全な水循環の実現に必要なとなる具体的な施策を 3 つ以上回答せよ。

2. 標準活性汚泥法のフローを図示すると共に、曝気量削減に向けた策を述べよ。

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

【外国人留学生入試】

以下の3つの問いに答えてください。

1. Aさんは、ある場所に出かけると5回に1回の割合で帽子を紛失してしまいます。いまAさんが、X、Y、Zの順序で3つの場所に出かけ自宅に帰宅したところ、帽子がないことに気が付きました。紛失した目的地がXである確率を求めてください。

Ms. A loses her hat one out of every five times when she goes out to a certain place. Now Ms. A goes to three places in the order of X, Y, and Z and returns home and finds that the hat is missing. Find the probability that the lost place is X.

2. 重回帰分析は、何を知りたいときに使いますか？ またこの手法を適用する際の留意点（残差解析のポイント）について知っていることを述べてください。

What for is multiple regression analysis used? Also, state what you know about the points to keep in mind when applying this method (points of residual analysis).

3. 費用便益分析とは何ですか？ 減災事業を例に説明をしてください。またその費用の一つに心理的費用があると言われています。この費用をどのように計量するのが適切か、2重計算とならないための工夫とあわせて記述してください。

What is the cost-benefit analysis? Please explain using a disaster mitigation project as an example. It is said that psychological cost is one of the costs. Please describe how this cost is appropriately measured, along with measures to avoid double counting.

2025年度 中央大学大学院外国人留学生入学試験

理工学研究科 博士課程前期課程

< 都市人間環境学専攻 >

都市人間環境学のⅠ、Ⅱのうち、1問を選択して解答すること。

解答用紙上部の「問題番号」の枠内に、選択した問題番号
(Ⅰ～Ⅱ)を記し解答すること。

上記事項が守られていない場合、解答が無効となることがありますので、注意してください。

2025年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 都市人間環境学専攻
都市人間環境学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

I

以下の3つの問いに解答しなさい。なお、解答は、日本語、英語、どちらでもよい

1. 津波の発生メカニズムについて、2つ例示しなさい。
2. 津波の伝播速度について、以下の分散関係式を用いて、説明しなさい。
分散関係式: $\sigma^2 = gk \tanh kh$
 $\sigma = 2\pi/T$, $k = 2\pi/L$, h : 水深, g : 重力加速度, T : 周期, L : 波長
3. 沿岸域における津波に対する防災・減災対策の在り方について、記載しなさい。

2025 年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 都市人間環境学専攻
都市人間環境学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

II

1. 上水道において、砂ろ過が膜ろ過に代わる固液分離技術として注目されている。

以下の文章中の〔 〕に当てはまる言葉を下部から選択し、記号を記入せよ。〔60〕

砂ろ過は、砂の表面に微細な粒子を〔①〕することで除去する。砂と砂の間隙は〔②〕 μm 程度であり、間隙以上の成分は〔③〕によって除去されることになる。砂ろ過は、〔④〕等が漏出する可能性があるため、ろ過後水の濁度が0.1度以下になるように管理される。

濁度を完全に除去するために、孔径0.1 μm 程度の〔⑤〕が砂ろ過に代わる技術として導入が進んでいる。膜ろ過法は、砂ろ過法と違い、〔⑥〕の原理により、微小な粒子を完全に除去することができる。その際に、膜表面に汚染物が蓄積する現象を〔⑦〕と呼んでおり、定期的に透過側の逆から水を流すことで洗浄する

〔⑧〕や、薬品に浸漬することで洗浄する〔⑨〕などを実施することで、透水性を定期的に回復している。

近年では、膜の前端に凝集を適用することで、膜の目詰まりと水質の向上を両立する手法が適用されている。凝集で発生する〔⑩〕の荷電および量を制御することで、膜の閉塞を抑制しながらの運転が可能となる。

海水中の塩と水とを分離する膜を〔⑪〕と呼ぶ。ポリアミド製の膜が多く、〔⑫〕に弱い。

- a. マイクロブロック b. 巨大ブロック c. 沈澱 d. ふるい分け e. 吸着 f. クリプトスポリジウム
g. 珪藻 h. 1.0 i. 20 j. 100 k. 膜ファウリング l. シンタリング m. 物理洗浄 n. 化学洗浄
o. 精密ろ過膜 p. 限外ろ過膜 q. 逆浸透膜 r. 次亜塩素酸

①	②	③	④	⑤	⑥
⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫

2. 塩濃度が3.5%の海水がある。この海水をRO膜でろ過した際に、透過水中の濃度は0.01%であった。この際の膜の脱塩率を計算せよ。〔40〕

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 精密工学専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下のすべての問題に答えなさい。

解答用紙を、問題 I から IV で各 1 枚ずつ、計 4 枚使用のこと。それぞれ裏面を使ってもよい。

I

行列 A を

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

とするとき、以下の問いに答えよ。

1. A の固有値、固有ベクトルを求めよ。
2. 行列に関する方程式

$$A^3 + aA^2 + bA + cE = O$$

の係数 a, b, c を求めよ。ただし、 E は 3 行 3 列の単位行列、 O は零行列である。

3. A の五次多項式として以下の S が与えられる。 S を A の一次多項式で表せ。また、 S を求めよ。

(ヒント: 2. の結果を利用せよ。)

$$S = A^5 - 5A^4 + 5A^3 + 5A^2 + A - 6E$$

II 実 2 変数関数 $f(x, y) = x^4 + y^4 + 2x^2y^2 - 2x^2 + 2y^2$ を考える。次の問いに答えよ。

1. 関数 $f(x, y)$ の偏導関数 $\frac{\partial f}{\partial x}$ と $\frac{\partial f}{\partial y}$ を求めよ。
2. 偏導関数 $\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial y} = 0$ を満たす点 (x, y) をすべて求めよ。
3. 関数 $f(x, y)$ の極値をすべて求めよ。

2025 年 4 月・2024 年 9 月 入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 精密工学専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下のすべての問題に答えなさい。

解答用紙を、問題 I から IV で各 1 枚ずつ、計 4 枚使用のこと。それぞれ裏面を使ってもよい。

III 以下の問いに答えよ。

1. 微分方程式 $\frac{d^2y}{dx^2} - \frac{dy}{dx} + 2y = 0$ の一般解を求めよ。
2. 微分方程式 $\frac{d^2y}{dx^2} - \frac{dy}{dx} + 2y = x^2 + x$ の一般解を求めよ。

IV xy 平面上の閉曲線 $C: x^2 + y^2 = 4$ に沿ってベクトル場 $A = (x^2 + y)\mathbf{i} + (x^2 + 3z)\mathbf{j} + 3y\mathbf{k}$ の線積分 $\int_C A \cdot d\mathbf{r}$ を求めたい。ただし、 $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ は x, y, z 方向の単位ベクトルである。以下の問いに答えよ。

1. 閉曲線 C に囲まれる領域を S とし、 S の単位法線ベクトルを $\mathbf{n} = \mathbf{k}$ とする。ストークスの定理から線積分 $\int_C A \cdot d\mathbf{r}$ を S の面積分として表せ。
2. 線積分 $\int_C A \cdot d\mathbf{r}$ を求めよ。

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下のすべての問いに答えなさい。解答用紙を問題Ⅰで1枚、問題Ⅱで1枚、計2枚使用のこと。それぞれの裏面を使用してもよい。

I

図1のように断面積 $S[\text{m}^2]$ 、長さ $h[\text{m}]$ 、密度 $1/2\rho[\text{kg}/\text{m}^3]$ の角柱状の浮体が水面上に浮かんでいる。水の密度は $\rho[\text{kg}/\text{m}^3]$ である。このとき、以下の問いに答えよ。重力加速度を $g[\text{m}/\text{s}^2]$ とする。なお、この問題では空気抵抗は考慮しない。

1. 静止時の浮体について、力のつり合いを図示し、水面から浮体の底面までの深さを $h[\text{m}]$ を用いて求めよ。浮力を考慮に入れること。なお、浮力は物体が排除した水の重量に等しい。
2. 指で静かに物体を $\Delta x[\text{m}]$ 沈め、手を離したときの運動方程式を求めよ。ただし、水の粘性抵抗による粘性減衰係数を $c[\text{N s}/\text{m}]$ とし、浮力をばねとみなしたときのばね定数を $k[\text{N}/\text{m}]$ とする。抵抗力は浮体の速度にのみ比例するものとする。
3. 問2で求めた式は、単振動の式と対応づけることができる。この現象でばね定数 $k[\text{N}/\text{m}]$ に相当する物理量と、固有角振動数 $\omega[\text{rad}/\text{s}]$ 、固有振動周期 $T[\text{s}]$ を求めよ。
4. 浮体の上面から高さ $h_1[\text{m}]$ の位置において、質量 $m[\text{kg}]$ のおもりを浮体重心の真上から垂直に落下させる。おもりと浮体は完全非弾性衝突後に一体となり、同じ速度で運動を開始した。おもりと浮体が一体になって動き始める際の初速度 $v_0[\text{m}/\text{s}]$ を求めよ。
5. 一体になったおもりと浮体が振動せず速やかに静止する、すなわち臨界減衰となる臨界粘性減衰係数 $c_c[\text{N s}/\text{m}]$ を求めよ。
6. 一体になったおもりと浮体について、時間と変位の関係を図示せよ。

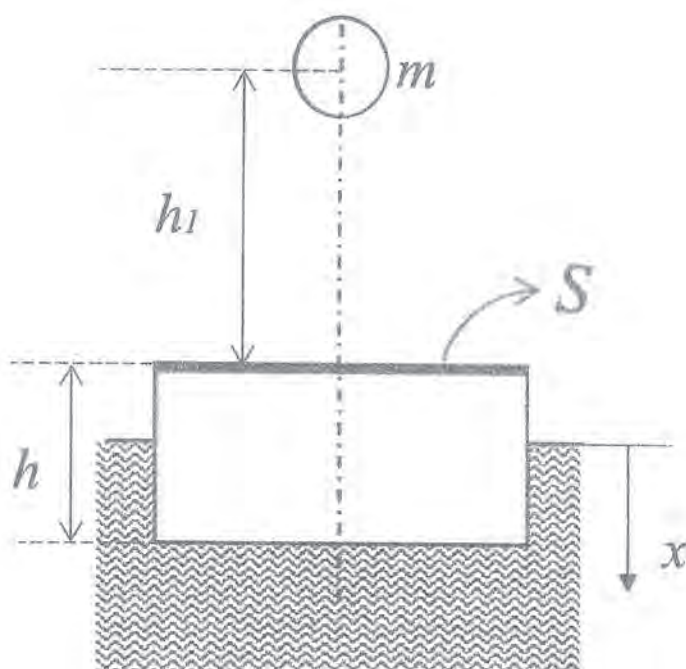


図1

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下のすべての問いに答えなさい。解答用紙を問題Ⅰで1枚、問題Ⅱで1枚、計2枚使用のこと。それぞれの裏面を使用してもよい。

Ⅱ

図2のように質量 m [kg]、長さ l [m]の一樣な棒AB、BCが、回転可能な連結具（ヒンジ）でつながれている。棒の上端Aを天井にヒンジで固定する。点Cに水平な力 F [N]を加え、静止させる。棒AB、BCが鉛直線となす角をそれぞれ θ 、 φ とする。B端で棒ABが棒BCから受ける力の水平、鉛直成分をそれぞれ R_x [N]、 R_y [N]とする。重力加速度の大きさを g [m/s²]とし、それぞれの棒の中心には大きさ mg [N]の重力が働く。以下の問いに答えよ。

1. 棒BCについて、水平および鉛直方向の力のつりあい式を求めよ。
2. 棒BCについて、B点まわりのモーメントのつりあい式を求めよ。
3. 棒ABについて、A点まわりのモーメントのつりあい式を求めよ。
4. $\tan\theta$ 、 $\tan\varphi$ を求めよ。

ここで、点Bの連結を静かに解除する。連結解除後の棒ABについて以下の問いに答えよ。

5. 棒ABの重心まわりの慣性モーメント I_G を求めよ。
6. 連結を解除した直後について、重心に生じる時計まわりの角加速度 α を求めよ。
7. 連結を解除した直後について、棒ABの回転運動の運動方程式を求めよ。

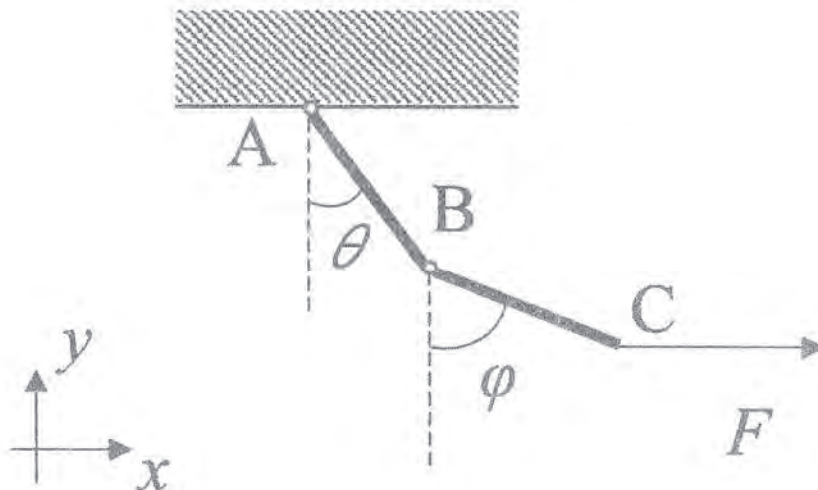


図2

2024 年 9 月 入 学 大 学 院 外 国 人 留 学 生 入 学 試 験 問 題
理 工 学 研 究 科 前 期 課 程 精 密 工 学 専 攻
数 学

(注) 問 題 番 号 ま た は 記 号 を 必 ず 解 答 用 紙 に 明 記 す る こ と

以下のすべての問題に答えなさい。

解答用紙を、問題 I から IV で各 1 枚ずつ、計 4 枚使用のこと。それぞれ裏面を使ってもよい。

(行 列 : matrix, 固 有 値 : eigenvalue, 固 有 ベ ク ト ル : eigenvector, 多 項 式 : polynomial, 偏 導 関 数 : partial derivative, 極 値 : extreme values)

I

行列 A を

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

とすると、以下の問いに答えよ。

1. A の固有値、固有ベクトルを求めよ。
2. 行列に関する方程式

$$A^3 + aA^2 + bA + cE = O$$

の係数 a, b, c を求めよ。ただし、 E は 3 行 3 列の単位行列、 O は零行列である。

3. A の五次多項式として以下の S が与えられる。 S を A の一次多項式で表せ。また、 S を求めよ。
(ヒント : 2. の結果を利用せよ。)

$$S = A^5 - 5A^4 + 5A^3 + 5A^2 + A - 6E$$

II 実 2 変数関数 $f(x, y) = x^4 + y^4 + 2x^2y^2 - 2x^2 + 2y^2$ を考える。次の問いに答えよ。

1. 関数 $f(x, y)$ の偏導関数 $\frac{\partial f}{\partial x}$ と $\frac{\partial f}{\partial y}$ を求めよ。
2. 偏導関数 $\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial y} = 0$ を満たす点 (x, y) をすべて求めよ。
3. 関数 $f(x, y)$ の極値をすべて求めよ。

2024 年 9 月 入 学 大 学 院 外 国 人 留 学 生 入 学 試 験 問 題
理 工 学 研 究 科 前 期 課 程 精 密 工 学 専 攻
数 学

(注) 問 題 番 号 ま た は 記 号 を 必 ず 解 答 用 紙 に 明 記 す る こ と

以下のすべての問題に答えなさい。

解答用紙を、問題 I から IV で各 1 枚ずつ、計 4 枚使用のこと。それぞれ裏面を使ってもよい。

(微分方程式: differential equation, 一般解: general solution, 閉曲線: closed curve, ベクトル場: vector field, 線積分: contour integral, ストークスの定理: Stokes' theorem, 面積分: surface integral)

III 以下の問いに答えよ。

1. 微分方程式 $\frac{d^2y}{dx^2} - \frac{dy}{dx} + 2y = 0$ の一般解を求めよ。
2. 微分方程式 $\frac{d^2y}{dx^2} - \frac{dy}{dx} + 2y = x^2 + x$ の一般解を求めよ。

IV xy 平面上の閉曲線 $C: x^2 + y^2 = 4$ に沿ってベクトル場 $\mathbf{A} = (x^2 + y)\mathbf{i} + (x^2 + 3z)\mathbf{j} + 3y\mathbf{k}$ の線積分 $\int_C \mathbf{A} \cdot d\mathbf{r}$ を求めたい。ただし、 $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ は x, y, z 方向の単位ベクトルである。以下の問いに答えよ。

1. 閉曲線 C に囲まれる領域を S とし、 S の単位法線ベクトルを $\mathbf{n} = \mathbf{k}$ とする。ストークスの定理から線積分 $\int_C \mathbf{A} \cdot d\mathbf{r}$ を S の面積分として表せ。
2. 線積分 $\int_C \mathbf{A} \cdot d\mathbf{r}$ を求めよ。

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下のすべての問いに答えなさい。解答用紙を問題Ⅰで1枚、問題Ⅱで1枚、計2枚使用のこと。それぞれの裏面を使用してもよい。

I

図1のように断面積 $S[\text{m}^2]$ 、長さ $h[\text{m}]$ 、密度 $1/2\rho[\text{kg}/\text{m}^3]$ の角柱状の浮体が水面上に浮かんでいる。水の密度は $\rho[\text{kg}/\text{m}^3]$ である。このとき、以下の問いに答えよ。重力加速度を $g[\text{m}/\text{s}^2]$ とする。なお、この問題では空気抵抗は考慮しない。

1. 静止時の浮体について、力のつり合いを図示し、水面から浮体の底面までの深さを $h[\text{m}]$ を用いて求めよ。浮力を考慮に入れること。なお、浮力は物体が排除した水の重量に等しい。
2. 指で静かに物体を $\Delta x[\text{m}]$ 沈め、手を離れたときの運動方程式を求めよ。ただし、水の粘性抵抗による粘性減衰係数を $c[\text{N s}/\text{m}]$ とし、浮力をばねとみなしたときのばね定数を $k[\text{N}/\text{m}]$ とする。抵抗力は浮体の速度にのみ比例するものとする。
3. 問2で求めた式は、単振動の式と対応づけることができる。この現象でばね定数 $k[\text{N}/\text{m}]$ に相当する物理量と、固有角振動数 $\omega[\text{rad}/\text{s}]$ 、固有振動周期 $T[\text{s}]$ を求めよ。
4. 浮体の上面から高さ $h_1[\text{m}]$ の位置において、質量 $m[\text{kg}]$ のおもりを浮体重心の真上から垂直に落下させる。おもりと浮体は完全非弾性衝突後に一体となり、同じ速度で運動を開始した。おもりと浮体が一体になって動き始める際の初速度 $v_0[\text{m}/\text{s}]$ を求めよ。
5. 一体になったおもりと浮体が振動せず速やかに静止する、すなわち臨界減衰となる臨界粘性減衰係数 $c_c[\text{N s}/\text{m}]$ を求めよ。
6. 一体になったおもりと浮体について、時間と変位の関係を図示せよ。

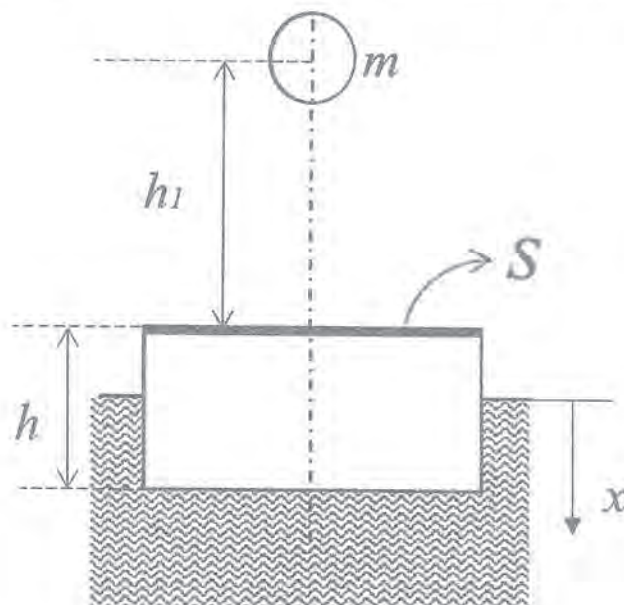


図1

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下のすべての問いに答えなさい。解答用紙を問題Ⅰで1枚、問題Ⅱで1枚、計2枚使用のこと。それぞれの裏面を使用してもよい。

Ⅱ

図2のように質量 m [kg]、長さ l [m]の一樣な棒AB、BCが、回転可能な連結具（ヒンジ）でつながれている。棒の上端Aを天井にヒンジで固定する。点Cに水平な力 F [N]を加え、静止させる。棒AB、BCが鉛直線となす角をそれぞれ θ 、 φ とする。B端で棒ABが棒BCから受ける力の水平、鉛直成分をそれぞれ R_x [N]、 R_y [N]とする。重力加速度の大きさを g [m/s²]とし、それぞれの棒の中心には大きさ mg [N]の重力が働く。以下の問いに答えよ。

1. 棒BCについて、水平および鉛直方向の力のつりあい式を求めよ。
2. 棒BCについて、B点まわりのモーメントのつりあい式を求めよ。
3. 棒ABについて、A点まわりのモーメントのつりあい式を求めよ。
4. $\tan\theta$ 、 $\tan\varphi$ を求めよ。

ここで、点Bの連結を静かに解除する。連結解除後の棒ABについて以下の問いに答えよ。

5. 棒ABの重心まわりの慣性モーメント I_G を求めよ。
6. 連結を解除した直後について、重心に生じる時計まわりの角加速度 α を求めよ。
7. 連結を解除した直後について、棒ABの回転運動の運動方程式を求めよ。

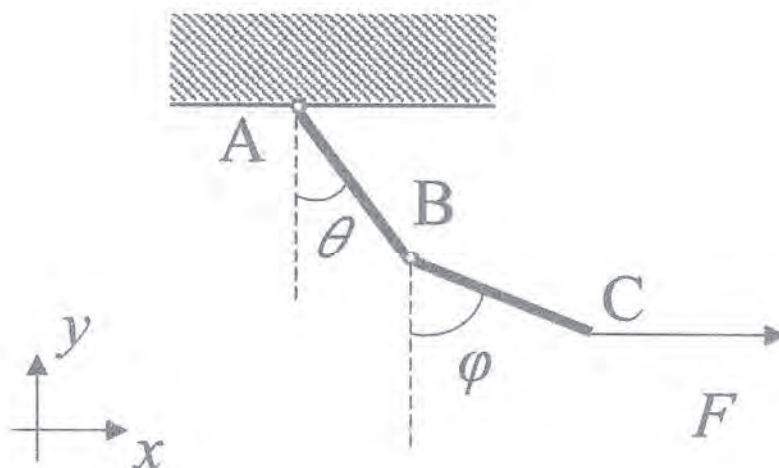


図2

2025 年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 精密工学専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下のすべての問題に答えなさい。

解答用紙を、問題 I から IV で各 1 枚ずつ、計 4 枚使用のこと、それぞれ裏面を使ってもよい。

(行列: matrix, 固有値: eigenvalue, 固有ベクトル: eigenvector, 対角化: diagonalization,
不定積分: indefinite integration, 定積分: definite integra)

I

行列 A を

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

とするとき、以下の問いに答えよ。

1. A の固有値, 固有ベクトルを求めよ。
2. A は対角化可能か, 可能ならば対角化せよ。また, そのときの対角化行列を P で示せ。
3. $(P^{-1}AP)^n = P^{-1}A^nP$ が成り立つことを示せ。

II 次の問いに答えよ。

1. 次の不定積分を求めよ。ただし, a, b ($a^2 + b^2 \neq 0$) は定数とする。

$$\int e^{ax} \sin bxdx$$

2. 次の定積分を求めよ。

$$\int_0^{\infty} \frac{4}{x^3 + x^2 + 4x + 4} dx$$

2025 年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 精密工学専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下のすべての問題に答えなさい。

解答用紙を、問題 I から IV で各 1 枚ずつ、計 4 枚使用のこと。それぞれ裏面を使ってもよい。

(微分方程式: differential equation, 一般解: general solution, 初期値: initial value, らせん: spiral,
スカラー場: scalar field, ベクトル場: vector field, 線積分: contour integral)

III 以下の問いに答えよ。

1. 微分方程式 $(2x - 2y + 1)dx + (4y - 2x)dy = 0$ の一般解を求めよ。
2. 微分方程式 $\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} - 6y = 0$ の初期値が $y(0) = 10, y'(0) = 0$ のとき、その解を求めよ。

IV t を変数としたらせん状の曲線 $\mathbf{r}(t) = \begin{pmatrix} a \cos t \\ a \sin t \\ ct \end{pmatrix}$ (ただし, $0 \leq t \leq 1$) を考える。以下の問いに答えよ。

1. この曲線に沿ったスカラー場 $\phi(x, y, z) = az$ の線積分 $\int \phi(x, y, z) ds$ を求めよ。
2. この曲線に沿ったベクトル場 $\mathbf{A}(x, y, z) = \begin{pmatrix} x \\ y \\ \sin^2 \frac{\pi}{2c} z \end{pmatrix}$ の線積分 $\int \mathbf{A}(x, y, z) \cdot d\mathbf{r}$ を求めよ。

2025 年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 精密工学専攻
力学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下のすべての問題に答えよ。

ただし、解答用紙は、問題Ⅰで 1 枚、問題Ⅱで 1 枚、計 2 枚を使用のこと、それぞれの解答用紙は、裏面を使用してもよい。

I

図 1 に示すように、質量 $m[\text{kg}]$ 、長さ $2l[\text{m}]$ の一様な棒 AB を考える。A 端を水平面上に置き、B 端を水平より角度 θ の方向に力 $T[\text{N}]$ で引くことで、棒を角度 $\varphi[\text{rad}]$ の状態に保持する。棒が水平面から受ける垂直抗力を $R[\text{N}]$ 、棒と水平面の間の摩擦力を $f[\text{N}]$ 、重力加速度の大きさを $g[\text{m/s}^2]$ として、以下の問いに答えよ。ただし、 $\varphi < \theta < \pi/2$ とする。

1. 水平方向および垂直方向の力のつりあいの式をそれぞれ求めよ。
2. B 端のまわりのモーメントのつりあいの式を求めよ。
3. T 、 R 、 f をそれぞれ求めよ。
4. 棒と水平面の静止摩擦係数を μ としたとき、棒がすべらないための $\tan \theta$ の範囲を求めよ。

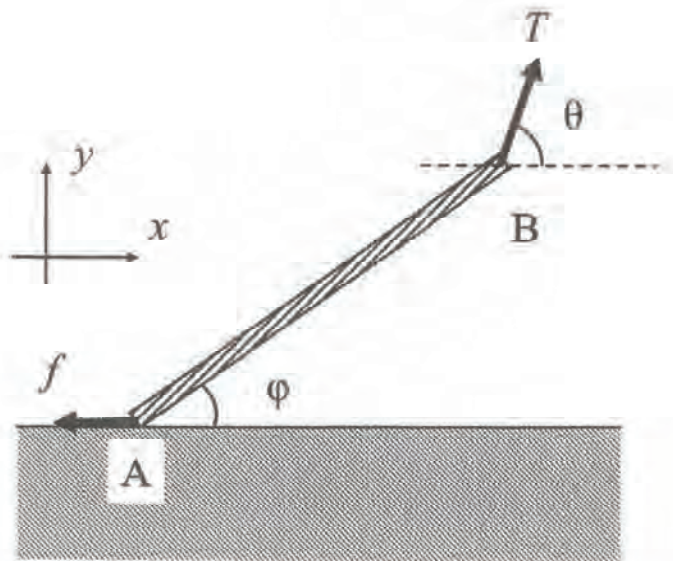


図 1

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

II

図2に示すように、質量 $m[\text{kg}]$ 、半径 $r[\text{m}]$ 、車軸回りの慣性モーメント $I[\text{kgm}^2]$ の車輪をベルトで吊り、各ばね定数 $k[\text{N/m}]$ の2本のばねに取り付けている。車輪とベルトはすべらないとして、以下の問いに答えよ。

1. 車軸を固定せず、車輪が回転しないように釣り合い位置から下方に変位 $x[\text{m}]$ 移動した際の力 $F[\text{N}]$ を求めよ。
2. 車軸の高さを釣り合い位置より下方に変位 $x[\text{m}]$ 引っ張り離した際に、車輪の並進方向における自由振動の運動方程式を求めよ。
3. 車輪の並進方向における固有角振動数 $\omega[\text{rad/s}]$ を求めよ。
4. 車軸の高さを釣り合い位置で一定に保持し、車輪が車軸回りの回転自由度のみの状態とすると、車輪の時計方向の回転角度が $\theta[\text{rad}]$ となる車軸回りのトルク $T[\text{Nm}]$ を求めよ。
5. 車輪の回転方向における自由振動の運動方程式を求めよ。
6. 車輪の回転方向における固有周期 $t[\text{s}]$ を求めよ。
7. 問6で求めた固有周期を2倍にするためのばね定数を求めよ。

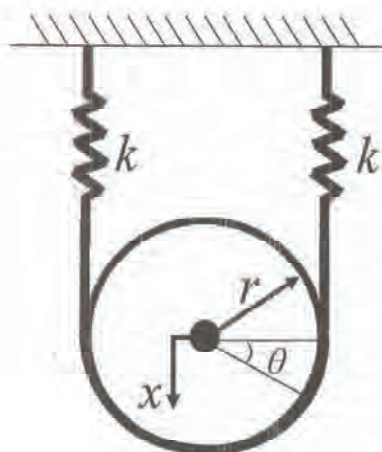


図2

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 電気電子情報通信工学専攻
電気電子情報通信工学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下の問題 I から VI の中から 4 題を選んで解答せよ。なお解答は、問題ごとに用紙を改めて、導出の過程も示しながら明確に記入すること。5 題以上選んだ場合は無効とする。

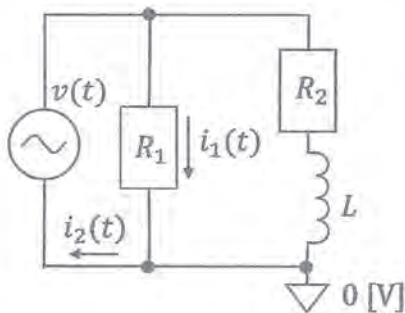
- I 半径 a の導体球があり、その中心から距離 $d(>a)$ に点電荷 Q がある。この導体球が接地している場合とない場合について、球外の任意の点における電位 V を求めよ。
- II 内側の円筒導体の半径が a 、外側の円筒導体の内半径が b の中空同軸ケーブルがある。この同軸ケーブルの単位長さ当たりの静電容量 C とインダクタンス L を求めよ。

問題 III から VI は別ページ

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

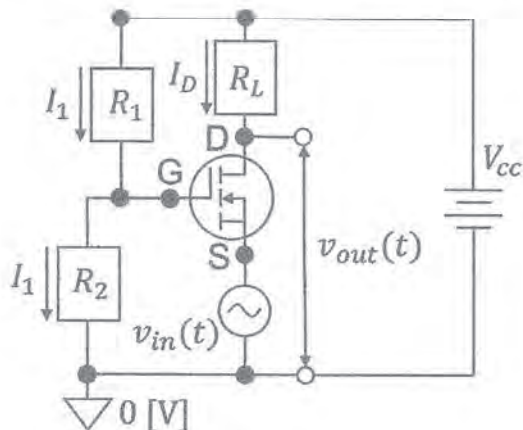
III 以下の回路は定常状態にあり, $R_1 = R_2 = 2 \text{ [k}\Omega\text{]}, L = 4 \text{ [mH]}$, および交流電源電圧 $v(t) = \sqrt{10} \sin \omega t$ ($\omega = 5 \times 10^5 \text{ [rad/s]}$), 電流を $i_1(t), i_2(t)$ とする ($t \text{ [s]}$ は時間である).

1. $i_1(t)$ の振幅 $|i_1(t)| \text{ [A]}$ の最大値を求めよ.
2. $i_1(t)$ の位相は $v(t)$ の位相に比べて進むか遅れるか変わらないか述べよ.
3. $i_2(t)$ の振幅 $|i_2(t)| \text{ [A]}$ の最大値を求めよ.
4. $i_2(t)$ の位相は $v(t)$ の位相に比べて進むか遅れるか変わらないか述べよ.
5. $i_2(t)$ を記号は t のみを用いて表せ(ただし $\sin, \cos, \pi$ は用いて良い).



IV 以下のゲート接地増幅回路において, $V_{cc} = 10 \text{ [V]}, I_1 = 2 \text{ [mA]}, R_L = 1 \text{ [k}\Omega\text{]}$ とする.
ただし I_1 は抵抗 R_1, R_2 を, I_D は抵抗 R_L および N チャンネル電界効果トランジスタを流れる電流であり $v_{in}(t), v_{out}(t)$ は入出力電圧である(ゲート端子 G に流れる電流は無視できるものとする). トランジスタの特性は考慮せず, キルヒホッフの法則, オームの法則のみを用いて以下の問いに答えよ.

1. $v_{in}(t) = 0 \text{ [V]}$ のとき, ゲート端子 G の電圧が 2 [V] であった. $R_1, R_2 \text{ [}\Omega\text{]}$ の値を求めよ.
2. 1. のとき, $I_D = 5 \text{ [mA]}$ であった. $v_{out}(t) \text{ [V]}$ を求めよ(t は用いなくて良い).
3. $v_{in}(t) = \sin \omega t \text{ [V]}$ のとき, $I_D = 5 - 4 \sin \omega t \text{ [mA]}$ であった. $v_{out}(t) \text{ [V]}$ の電圧の大きさの最大値, 最小値をそれぞれ求めよ(ω, t は用いなくて良い).



(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

V 行列 $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ について, 以下の間に答えよ.

1. A のすべての固有値と固有ベクトルを求めよ.
2. $P^{-1}AP$ が対角行列となるような正則行列 P を求めよ.
3. A^n ($n = 1, 2, \dots$) を求めよ.

VI 以下の間に答えよ.

1. 次の関数を微分せよ.

(1) $y = \frac{x}{\sqrt{x^2 + 4}}$

(2) $y = x^x$

2. 次の不定積分を求めよ.

(1) $\int x \sin x \, dx$

(2) $\int \frac{2x}{(x-1)(x^2+1)} \, dx$

3. 関数 $z = f(x, y) = x^3 + 2xy^2 - y$ の点 $(0, 1)$ における接平面の方程式を求めよ.

2025 年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 電気電子情報通信工学専攻
電気電子情報通信工学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

以下の問題I～IVに答えよ。II～IVでは答えを導く過程も示すこと。

I. あなたは中央大学大学院理工学研究科電気電子情報通信工学専攻に入学後、どのような研究を行いたいのか、その理由も含め、あなたがこれまで行った研究と関連付けて400字（英語の場合は250words）程度で記せ。

II. 図1のような真空中にある3つ同心球状導体において、導体I(半径a)に Q_1 、導体II(内半径b、外半径c)に Q_2 、導体III(内半径d、外半径e)に Q_3 の電荷を与えたとする。真空の誘電率は ϵ_0 とする。

1. 導体IIIの電位を求めよ。
2. 導体Iの電位を求めよ。
3. 導体Iと導体IIを導線で接続した時の導体Iの電位を求めよ。

III.

1. 図2の回路において、交流用検出計Dを流れる電流が0になる平衡条件を求めよ。ただし、電圧源の角周波数を ω とする。
2. 上記の平衡状態で ω のみが未知であるとした時、 ω をもとめよ。
3. 上記の平衡状態で C_2 のみが未知であるとした時、 C_2 をもとめよ。

IV.

1. $F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt = \mathcal{F}\{f(t)\}$ を用いて下記関数 $f(t)$ のフーリエ変換を求めよ。

$$f(t) = A \left(|t| \leq \frac{T_1}{2} \right)$$

$$0 \left(\frac{T_1}{2} < |t| \right)$$

2. $G(s) = \int_0^{\infty} g(t) e^{-st} dt = \mathcal{L}\{g(t)\}$ を用いて下記関数 $g(t)$ のラプラス変換を求めよ。

$$g(t) = (a + bt)e^{-t}$$

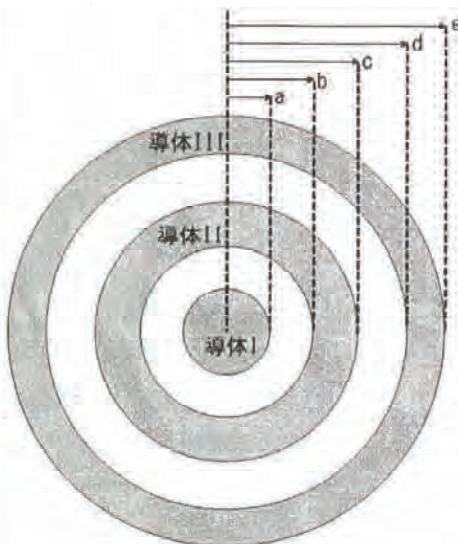


図 1

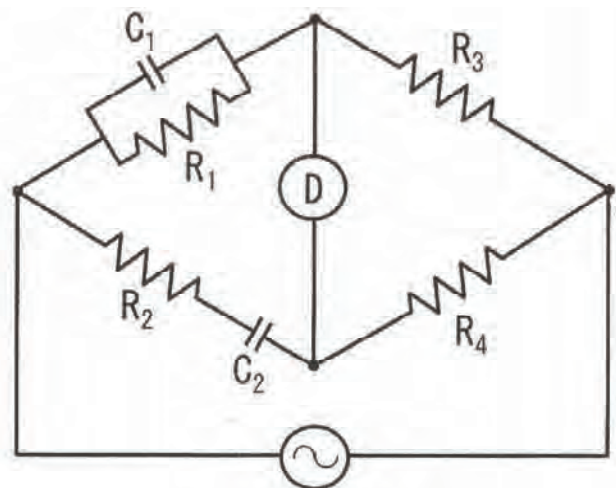


図 2

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 応用化学専攻
物 理 化 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

I. 以下の問いに答えよ。

1. 実在気体の状態方程式について以下の問いに答えなさい。

(1) ファンデルワールス状態方程式は、以下のように書ける。

$$P = \frac{nRT}{V - nb} - a\left(\frac{n}{V}\right)^2$$

a, b のかかわる項の化学的な意味（どうしてこのような項をいれるか）を答えよ。

(2) 1 [mol] の二酸化炭素が 300 [K] で、500 [cm³] の体積を示す時、完全気体の場合と、ファンデルワールス気体の場合でどれだけ圧力が異なるかを答えよ。ただし、 $a=3.7$ [bar dm⁶ mol⁻²]、 $b=4.3 \times 10^{-2}$ [dm³ mol⁻¹]、 $R=0.083$ [dm³ bar K⁻¹ mol⁻¹] とせよ。

2. 相図について以下の問いに答えよ。

(1) 以下の条件を満たす相図を描け。

・物質 A、B の 2 種類の物質の混合物であり、下部共融温度が 30 度であり、その組成は A のモル分率が 0.4 である。

・50 度では、A のモル分率が 0.2 以下、B のモル分率が 0.8 以上で均一な一相になる。

(2) 50 度で A のモル分率 0.6 の A と B の混合物を静置すると、分離した 2 相の物質量の比率はいくらか答えよ。

3. 化学電池について以下の問題について答えよ。

(1) ダニエル電池の電池電位を求めよ。ただし、



の標準電位は、それぞれ、+0.34 [V]、-0.76 [V] であるとせよ。

(2) ネルンストの式を用いて、この電池において、銅イオン濃度を 10 倍、亜鉛イオンの濃度を 0.1 倍にしたときに、電位はどのように変化するかを示せ。ただし、ネルンストの式は、以下のように与えられる。Q は反応比であり、ここでは $RT/F=2.6 \times 10^{-2}$ を使ってよい。また、 $\ln(10)=2.3$ を必要であれば使うこと。

$$E = E^0 - \frac{RT}{vF} \ln Q$$

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

II

- 1) 濃度 $0.010 \text{ mol dm}^{-3}$ のアンモニア水溶液 (溶液 A) を $0.010 \text{ mol dm}^{-3}$ の HCl 水溶液 (溶液 B) で滴定する。これらに関する以下の問に答えよ。

必要であれば以下を用いて良い。有効数字は 2 桁とする。

アンモニアの解離定数 K_b : $1.8 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$ 塩基解離定数 pK_b : 4.8

水のイオン積 K_w : $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol dm}^{-3}$

$\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$

- 1-1) 溶液 A 中の水酸化物イオン OH^- の濃度はいくらか。
1-2) 溶液 A 中のアンモニアの解離度はいくらか。
1-4) 10 cm^3 の溶液 A に対して 5.0 cm^3 の溶液 B を滴下したとき、pH はいくらか。

- 2) 図 1 にアントラセン、テトラセンおよびペンタセンの構造式を示す。アントラセンは黄色、ペンタセンは紫色を呈色することから推測すると、テトラセンは何色を呈色するか。その理由も説明しなさい。なおオストワルトの色相環は、基本 8 色相 (黄・橙・赤・紫・青・青緑・緑・黄緑) が一巡するように並べられている。

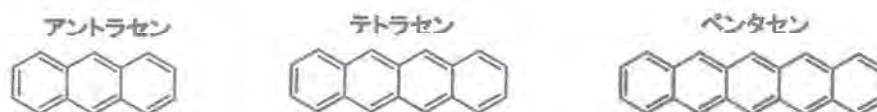


図 1 : アントラセン、テトラセンおよびペンタセンの構造式

- 3) 単結晶シリコンに関する以下の問に答えよ。必要であれば以下を用いて良い。

シリコンの原子量 : 28

単結晶シリコンの密度 : 2.4 g cm^{-3}

アボガドロ定数 : $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

- 3-1) 単結晶シリコンの結晶構造と同じ結晶構造を持つ物質の例を 1 つあげよ。
3-2) 半導体デバイスの製造には、単結晶シリコンに異原子をドーピング (少量の不純物を添加) して精密に抵抗値を制御することが必要である。シリコンより価電子数の少ないホウ素をドーピングしたときに抵抗率が変化する理由を簡潔に説明しなさい。
3-2) ドーピング前の単結晶シリコン中に含まれる不純物の量は、ドーピングする異原子の量より少なくなければならないため、高純度の単結晶シリコンを用いる必要がある。
単結晶シリコン 1 cm^3 あたりにドーピングする異原子の量を 10^{16} 個以下に制御するとき、ドーピング前の単結晶シリコンの純度は何パーセント以上である必要があるか。

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 応用化学専攻
有機化学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

III

引用文 (11行) ※著作権法により掲載できません
図 ※著作権法により掲載できません

2025 年 4 月 ・ 2024 年 9 月 入 学
大 学 院 夏 季 一 般 入 学 試 験 問 題
理 工 学 研 究 科 前 期 課 程 ビジネスデータサイエンス専攻

数学・情報の 6 問のうち、4 問を選んで解答すること。

解答用紙上部の「問題番号」の枠内に、選択した問題番号（Ⅰ～Ⅵ）を記し、1 枚の解答用紙に 1 問だけ解答すること。

上記事項が守られていない場合、得点が無効となることがありますので、注意してください。

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

I.

a を $0 < a < 1$ を満たす実数として $A = \begin{pmatrix} a & 0 & 1 \\ 1-a & 1-a & 0 \\ 0 & a & 0 \end{pmatrix}$ とおく。以下の問に答えよ。

1. A の固有値をすべて求めよ。
2. A の固有値で絶対値が最大のものに対応する固有ベクトルのうち、成分の総和が 1 になるものを求めよ。
3. 各 a に対し、2. の固有ベクトルの成分の中で一番小さい値を $f(a)$ とする。 $f(a)$ を求めよ。
4. $f(a)$ が最大になる a を求めよ。
5. a の値が 4. の値のとき、 A の逆行列を求めよ。

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

II. $f(x) = \max(x, 0)$ と定義する。以下の問に答えよ。

1. $g(\theta) = f(\cos(\theta)) + f(\sin(\theta))$ の最大値と最小値を求めよ。また $0 \leq \theta \leq 2\pi$ について $y = g(\theta)$ のグラフを描け。
2. 方程式 $f(x-1) + f(x+1) = \frac{x^2}{2}$ の解を求めよ。
3. $a > b > 0$ とする。 $f(x-a) \leq f(b-x)$ を満たす x を求めよ。
4. $h(x) = \int_0^x f(|t-a| - a) dt$ を求めよ。

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

III.

1. サイコロを何回も投げ i 回目の目を X_i とする.

以下をすべて求めよ.

$$E(X_2), V(X_3), E(X_1 + 2X_2 + \cdots + nX_n), V(X_1 + 2X_2 + \cdots + nX_n), \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{X_1^2 + \cdots + X_n^2}{n}$$

2. 連続確率変数 X の確率密度関数 $f_X(x)$ は

$$f_X(x) = \begin{cases} \frac{cx}{1+x^2} & (1 < x < 2) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases} \quad \text{である.}$$

Y は X と同じ分布に従い, X と独立な確率変数である.

$$\text{また, } \max(X, Y) = \begin{cases} X & (X \geq Y \text{ のとき}) \\ Y & (X < Y \text{ のとき}) \end{cases} \quad \text{と定義する.}$$

このとき以下をすべて求めよ.

定数 c , 分布関数 $F_X(x) = P(X \leq x)$, $E(X)$,

$\max(X, Y)$ の分布関数 $F_{\max(X, Y)}(x)$.

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

IV

$\{N(t), t \geq 0\}$ を、レート $\lambda > 0$ の定常ポアソン過程とする。なお、計数過程、つまり、時刻 t までに発生するイベント数を表す確率過程 $\{N(t), t \geq 0\}$ が以下を満たす時、 $\{N(t), t \geq 0\}$ は、レート $\lambda > 0$ の定常ポアソン過程であるという。

- (i) $N(0) = 0$.
- (ii) $\{N(t), t \geq 0\}$ は独立増分。つまり、重ならない相異なる時間間隔における増分 $N(t_1) - N(t_0)$, $N(t_2) - N(t_1)$, ..., $N(t_n) - N(t_{n-1})$ は独立 ($t_0 < \dots < t_n$, $n \geq 2$).
- (iii) 任意の長さ t の区間において発生するイベントの数は、平均 λt のポアソン分布に従う。つまり、任意の $s, t \geq 0$ に対して、

$$P(N(t+s) - N(s) = n) = e^{-\lambda t} \frac{(\lambda t)^n}{n!}, \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

このとき、以下の設問に答えなさい。

1. 強度関数 $E(N(t))$ (つまり、 $N(t)$ の平均) を求めなさい。
2. X_1 を最初のイベントが発生するまでの時間を表す確率変数とする。このとき、 X_1 は、平均 $1/\lambda$ の指数分布 $Exp(\lambda)$ に従うことを示しなさい。
3. X_i を、 $i-1$ 番目の事象が発生する時刻と、 i 番目の事象が発生する時刻の間隔時間を表す確率変数とする ($i \geq 2$)。このとき、 $X_1, \dots, X_n$ は独立で、それぞれ同一の分布 $Exp(\lambda)$ に従うことがわかっている。 n 番目のイベントが発生する時刻を表す確率変数 S_n はどのような分布にしたがうか? 証明も添えて答えなさい。
4. イベントが n 回発生したときの発生間隔時間の最小値 $\min_{1 \leq i \leq n} X_i$ は、どのような分布にしたがうか? 証明も添えて答えなさい。
5. ある焼肉屋にて、19:00 から、客が和牛ハラミを注文する時間間隔を測定したところ、以下であった (単位は分)。

4 13 3 9 6

和牛ハラミの累積注文数は定常ポアソン過程に従っているとし、21:00 における、19:00 からの累積注文数を予測しなさい。

V.

ゴールドバッハの予想とは、すべての 4 以上の偶数は 2 つの素数の和として表すことができるというものである。例えば、8 は 2 つの素数 3 と 5 の和、10 は 2 つの素数 3 と 7 の和であり、いずれもゴールドバッハの予想を満たしている。この予想を検証するプログラムを Python で作成する。以下の問に答えなさい。

1. 与えられた整数 n が素数かどうかを判断する関数 `is_prime` を作成せよ。なお、 n が素数の場合この関数は `True` を、素数でない場合は `False` を返すものとする。
2. 整数 n について、 n が 4 以上の偶数であるときに、 n を二つの素数の和として表すペア (p, q) を見つける関数 `find_prime_pair` を作成せよ。この関数は、適合するペアが見つかった場合にそのペアをタプルで返し、見つからなかった場合は `None` を返す。なお、素数の判定には関数 `is_prime` を用いること。

2025 年 4 月・2024 年 9 月 入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
情 報

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

VI.

下記の 3 つのリレーションがあるとき、以下 1. ～5. の問合せを SQL 文で記述せよ。

科目 (科目番号, 科目名, 学科, 学年)

学生 (学籍番号, 氏名, 学科)

履修 (科目番号, 学籍番号, 成績)

なお、各リレーションに格納されているデータの一部を以下に示す。

科目

科目番号	科目名	学科	学年
RK001	統計学演習	数学科	2年以上
RK002	コンピュータ製作演習	電子工学科	2年以上
RK003	データベース	データサイエンス学科	3年以上
RK004	機械学習	データサイエンス学科	4年
RK005	プログラミング演習	情報工学科	全学年
RK006	人工知能	情報工学科	4年

履修

科目番号	学籍番号	成績
RK001	S1001	70
RK002	S4004	88
RK003	S3003	83
RK004	S3005	45
RK005	S4004	90
RK006	S6007	55

学生

学籍番号	氏名	学科
S1001	中央太郎	数学科
S2002	草野みどり	物理学科
S3003	海野あおい	データサイエンス学科
S3005	山野さくら	データサイエンス学科
S4004	白門次郎	情報工学科
S6007	後楽三郎	電子工学科

1. データサイエンス学科の 4 年生の科目の科目番号と科目名を表示せよ。
2. 氏名「草野みどり」の学生が履修した科目の科目番号を全て求めよ。
3. 科目「データベース」の全履修者の平均成績を求めよ。
4. データサイエンス学科の科目を履修しているデータサイエンス学科以外の学生の学籍番号、氏名、学科を求め、ビュー「他学科からの履修者」として定義せよ。
5. データサイエンス学科の学生が履修している、データサイエンス学科以外の科目について、科目番号、科目名、学科、科目ごとのデータサイエンス学科からの履修者人数の合計を求めよ。

2025年度 中央大学大学院外国人留学生入学試験

理工学研究科 博士課程前期課程

< ビジネスデータサイエンス専攻 >

数学・情報のⅠ～Ⅵのうち、4問を選択して解答すること。

解答用紙上部の「問題番号」の枠内に、選択した問題番号

(Ⅰ～Ⅵ)を記し、1枚の解答用紙につき1問解答すること。

上記事項が守られていない場合、解答が無効となることがありますので、注意してください。

2025 年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

I.

次の 1. から 5. の間に答えよ。

1. A を p 行 p 列の正則な実行列, u, v を p 項の実列ベクトルとし, $v^T A^{-1} u \neq -1$ を満たすとする。ただし p は自然数とする。このとき,

$$(A + uv^T)^{-1} = A^{-1} + CA^{-1}uv^T A^{-1}$$

を満たす C を求めよ。

2. $uv^T = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 1 & 1/3 & 2/3 \\ 3/2 & 1/2 & 1 \end{pmatrix}$ のとき, u と v を求めよ。

3. a を実数として, $A = \begin{pmatrix} 3 & a & 0 \\ a & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$ とする。 A の最小固有値が正になる a の範囲を求めよ。

4. a が 3. で求める条件を満たすとき, A^{-1} を求めよ。

5. 3. で与えられている A において $a = 0$ とする。このとき, 2. で求まる v に対して, $(A + vv^T)^{-1}$ を求めよ。

2025 年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

II. $\log x$ は自然対数を表すものとして以下の間に答えよ.

1. $\frac{e}{3} \leq x \leq e$ において $g(x) = \frac{\log 2x}{x}$ と定義する. $y = g(x)$ のグラフの概形を描け. また $g(x)$ の最小値および最大値を求めよ. (参考: $\log 2 \approx 0.693$, $\log 3 \approx 1.099$, $e \approx 2.718$)
2. $f(x)$ は微分可能で $f(x) > 0$ とする. $\frac{d}{dx} \log(f(x))$ を求めよ.
3. 2. の条件のもとで $f'(x) = f(x)$ となる $f(x)$ を求めよ.
4. $a > 0, b > 0$ に対し $\int_1^{ab} \frac{1}{x} dx = \int_1^a \frac{1}{x} dx + \int_1^b \frac{1}{x} dx$ となることを示せ. ただし対数関数 ($\log$) の性質を用いなくて示すこと.

2025 年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

III. 以下のすべての問題に答えよ.

1. サイコロを 100 回投げて 5 以上の目が出る回数を X とするとき,

以下をすべて求めよ.

$P(X = k)$, $E(X)$, $P(0 < X < 100)$, $E(2^X)$

2. 確率変数 X の確率密度関数 $f_X(x)$ は

$$f_X(x) = \begin{cases} ce^{-2x} & (0 < x < 3) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases} \quad \text{である.}$$

Y は X と同じ分布に従い, X と独立な確率変数である.

また, $\max(X, Y) = \begin{cases} X & (X \geq Y \text{ のとき}) \\ Y & (X < Y \text{ のとき}) \end{cases}$ と定義する.

このとき以下をすべて求めよ.

定数 c , 分布関数 $F_X(x) = P(X \leq x)$, $E(X)$, $E(2^X)$.

$\max(X, Y)$ の分布関数 $F_{\max(X, Y)}(x)$.

2025 年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

IV 確率変数 X は、形状パラメータ $m > 0$ 、尺度パラメータ $\eta > 0$ のワイブル分布 $Weib(m, \eta)$ にしたがっている。なお、 $Weib(m, \eta)$ の確率密度関数は以下で与えられる。

$$f(x; m, \eta) = \begin{cases} \frac{m}{\eta} \left(\frac{x}{\eta}\right)^{m-1} \exp\left\{-\left(\frac{x}{\eta}\right)^m\right\}, & x > 0, \\ 0, & \text{その他.} \end{cases}$$

このとき、以下の設問に答えなさい。

1. X の分布関数 $F(x; m, \eta)$ を求めなさい。
2. X の平均 $E(X)$ を、ガンマ関数 $\Gamma(x) = \int_0^\infty y^{x-1} e^{-y} dy$, $x > 0$, を用いて表しなさい。
3. X の分散 $V(X)$ を、ガンマ関数 $\Gamma(x)$ を用いて表しなさい。
4. $X_1, X_2, \dots, X_n$ は、互いに独立に、 $Weib(m, \eta)$ に従う n 個の確率変数である。 $\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ に基づく m, η の最尤推定量が、それぞれ $\hat{m}(\mathbf{X}), \hat{\eta}(\mathbf{X})$ で表されるとき、 X_1 の上側 $100 \times \alpha$ パーセント点 ($0 < \alpha < 1$) の最尤推定量を、 $\hat{m}(\mathbf{X}), \hat{\eta}(\mathbf{X})$ を用いて表しなさい。なお、 X_1 がある値以上になる確率が α のとき、その値を X_1 の上側 $100 \times \alpha$ パーセント点と呼ぶ。解答は、答だけでなく、理由も記述すること。
5. ある部品 A に加えられる応力を表す確率変数を Y 、部品 A の強度を表す確率変数を Z とし、 $Y \sim Weib(m, \eta_1)$, $Z \sim Weib(m, \eta_2)$ であるとする。なお、 $m > 0, \eta_1 > 0, \eta_2 > 0$ であり、A に加えられる応力と、A の強度は独立である。部品 A の強度を応力が上回ったとき、部品 A は壊れる。このとき、部品 A が壊れる確率が、 $\frac{\eta_1^m}{\eta_1^m + \eta_2^m}$ と表せることを示しなさい。

2025 年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
情 報

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

V.

コラッツの予想は、次のような単純な操作を繰り返すことで、どの正の整数から始めても最終的に 1 に到達すると予想されている。

1. n が偶数の場合、 n を 2 で割る。
2. n が奇数の場合、 n に 3 を掛けて 1 を足す。

与えられた正の整数 n について、この操作を繰り返して 1 に到達するまでのステップ数と各ステップでの n の値をリストとして返す関数を Python で作成せよ。

2025 年度 大学院外国人留学生入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
情 報

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

VI.

下記の 3 つのリレーションを含むデータベースがあるとき、以下1. ～5. の問合せを SQL 文で記述せよ。

商品 (商品番号, 商品名, 単価)
顧客 (顧客番号, 顧客名, 地区)
注文 (顧客番号, 商品番号, 個数)

なお、各リレーションに格納されているデータの一部を以下に示す。

商品

商品番号	商品名	単価(円)
G001	ボールペン	300
G002	蛍光ペン	200
G003	はさみ	1,200
G004	電卓	2,000

注文

顧客番号	商品番号	個数
C001	G001	10
C001	G002	5
C002	G003	3
C003	G001	20
C003	G004	8
C004	G002	12

顧客

顧客番号	顧客名	地区
C001	中央太郎	東京都
C002	草野みどり	神奈川県
C003	白門次郎	千葉県
C004	海野めぐみ	東京都

1. 単価が最も高い商品の商品名と単価を求めよ。
2. 「電卓」を注文した顧客の顧客番号を昇順に表示せよ。
3. 個々の顧客が注文した商品の総数を顧客番号ごとに求めよ。
4. 「草野みどり」という顧客が注文した商品の商品番号と商品名を求めよ。
5. 平均単価より単価が高い商品の商品番号と商品名と単価を求め、ビュー「高級商品」として定義せよ。

2025年度 中央大学大学院春季一般入学試験
理工学研究科 博士課程前期課程
＜ビジネスデータサイエンス専攻＞ 数学、情報

数学・情報の合計6問のうち、4問を選択して解答すること。

解答用紙上部の「問題番号」の枠内に、選択した問題番号
(Ⅰ～Ⅵ)を記し、1枚の解答用紙につき1問解答すること。

上記事項が守られていない場合、解答が無効となることがありますので、注意してください。

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

I.

次の1.から5.の間に答えよ.

1. $a, b \in \mathbb{R}$ を定数とする. 関数 $f(x, y, z) = x^2 + 2axy + 2y^2 + 3z^2 + 2bzx$ を

$$f(x, y, z) = \begin{pmatrix} x & y & z \end{pmatrix} A \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

と書くとき, 対称行列 A を求めよ.

2. $b = 0$ のとき A の固有値を全て求めよ.
3. A の階数が2以上であることを示せ.
4. 任意の $x, y, z \in \mathbb{R}$ に対して $f(x, y, z) \geq 0$ となる a, b の条件を求めよ.
5. 4. の条件を満たす a, b に対し, $g(a, b) = ab$ の最大値と最小値, およびそれらを達成する a, b を求めよ.

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

II. 次の問に答えよ.

1. $x > 1$ について $\int_e^x \frac{1}{t \log t} dt$ を求めよ.
2. $x > -1$ について $x + b \geq \log(2(x+1))$ となる b の範囲を求めよ.
3. $x > -1$ について $ax + b \geq \log(x+1)$ となる (a, b) の領域を図示せよ. ただし $a > 0$ とする.
4. $0 \leq x \leq 2\pi$ について $F(x) = \int_0^x (\cos t - \sin^2 t + 1/2) dt$ を求めよ.
5. 4. の $F(x)$ について, $y = F(x)$ のグラフが点 $(\pi, F(\pi))$ を中心として対称であることを示せ.

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

III.

1. X を $\{1, 2, \dots, N\}$ に値を取る離散確率変数で,

$$P(X = k) = ck \quad (k = 1, 2, \dots, N) \quad \text{とする.}$$

以下をすべて求めよ.

定数 c , $E(X)$, $P(X < N)$, $V(X)$

2. 連続確率変数 X の確率密度関数 $f_X(x)$ は

$$f_X(x) = \begin{cases} c(x+2) & (0 < x < 1) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases} \quad \text{である.}$$

Y は X と同じ分布に従い, X と独立な確率変数である.

$$\text{また, } \max(X, Y) = \begin{cases} X & (X \geq Y \text{ のとき}) \\ Y & (X < Y \text{ のとき}) \end{cases} \quad \text{と定義する.}$$

このとき以下をすべて求めよ.

分布関数 $F_X(x) = P(X \leq x) \quad (0 \leq x \leq 1)$, $E(X)$, $E(e^{-X})$,

$\max(X, Y)$ の分布関数 $F_{\max(X, Y)}(x) \quad (0 \leq x \leq 1)$,

確率密度関数 $f_{\max(X, Y)}(x)$

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
数 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

IV.

確率変数 X は、台の上限が θ である一様分布 $U(0, \theta)$ にしたがっている。ただし、 θ はパラメータで、 $\theta > 0$ である。このとき、以下の設問に答えなさい。なお、 $U(0, \theta)$ の確率密度関数は、以下で与えられる。

$$f(x; \theta) = \begin{cases} \frac{1}{\theta}, & 0 < x \leq \theta, \\ 0, & \text{それ以外の時.} \end{cases}$$

1. X の平均 $E(X)$ を求めなさい (導出がない解答は0点)。
2. X の分散 $V(X)$ を求めなさい (導出がない解答は0点)。
3. $X_1, X_2, \dots, X_n$ は、互いに独立に、 $U(0, \theta)$ に従う n 個の確率変数である。 $X_{\max} := \max\{X_1, \dots, X_n\}$ のとき、 $X_{\max}$ の平均 $E(X_{\max})$ と分散 $V(X_{\max})$ を求めなさい。
4. $X_1, X_2, \dots, X_n$ に基づく、 θ の最尤推定量 $\hat{\theta}$ を求めなさい (導出がない解答は0点)。
5. θ の不偏推定量を一つ答えなさい。さらに、その不偏推定量を $\bar{\theta}$ とし、 $\hat{\theta}$ と $\bar{\theta}$ のどちらが良い推定量であるか、論じなさい。

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
情 報

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

V.

1. 整数 n を引数として受け取り、最初の n 個のフィボナッチ数をリストとして返す関数 `generate_fibonacci(n)` を Python で作成せよ。

フィボナッチ数列の定義:

- $F(0) = 0, F(1) = 1$
- $F(n) = F(n-1) + F(n-2) \ (n \geq 2)$

例: $n=10$ の時の出力: $[0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34]$

2. フィボナッチ数列を使用して、隣接する数値の比率を計算する関数 `calculate_ratios(fibonacci_list)` を Python で作成せよ。

- 入力: フィボナッチ数列のリスト。
- 出力: 各比率のリスト。例: $[F(2)/F(1), F(3)/F(2), \dots]$

3. 黄金比の近似値が 1.6180339887 に収束するまでのフィボナッチ数列の要素数を計算するプログラムを Python で作成せよ。計算結果として、以下を出力せよ。

- 黄金比に収束するために必要なフィボナッチ数列の要素数。
- その際の黄金比の近似値。

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 ビジネスデータサイエンス専攻
情 報

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

VI.

下記の 3 つのリレーションを含むデータベースがあるとき、以下1. ～5. の問合せを SQL 文で記述せよ。

社員 (社員番号, 氏名, 出身地, 年齢)
部署 (部署番号, 部署名, 所在地, 責任者)
所属 (社員番号, 部署番号, 所属年数)

なお、各リレーションに格納されているデータの一部を以下に示す。

社員

社員番号	氏名	出身地	年齢
AA001	中央太郎	東京	52
AA002	草野みどり	神奈川	35
AA003	白門次郎	千葉	29
AA004	赤井花子	埼玉	37
AA005	多摩三郎	大阪	44
AA006	森野めぐみ	福岡	50

所属

社員番号	部署番号	所属年数
AA001	BU01	7
AA002	BU02	3
AA003	BU03	5
AA004	BU03	8
AA005	BU04	13
AA006	BU06	6

部署

部署番号	部署名	所在地	責任者
BU01	人事部	東京	AA001
BU02	総務部	東京	AA123
BU03	関東営業部	東京	AA234
BU04	研究開発部	大阪	AA005
BU05	関西営業部	大阪	AA345
BU06	海外事業部	福岡	AA006

1. 年齢が 50 歳以上の社員の社員番号と社員名を年齢の高い順に表示せよ。
2. 全社員の平均年齢より年齢が上の社員の社員番号と部署番号を表示せよ。
3. 各部署に所属する社員の所属年数の平均を、部署番号ごとに求めよ。
4. 自分の所属部署の責任者より年齢が上の社員の社員番号と社員名を求めよ。
5. 全社員の平均年齢より 5 歳以上若い社員の全データを求め、ビュー「若手社員」として定義せよ。

2025 年 4 月 ・ 2024 年 9 月 入 学
大 学 院 夏 季 一 般 入 学 試 験 問 題
理 工 学 研 究 科 前 期 課 程 情 報 工 学 専 攻
＜ 英 語 ＞

全ての問いに答えよ。

1 枚の解答用紙につき 1 問解答すること。

上記事項が守られていない場合、解答が無効となることがありますので、注意してください。

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 情報工学専攻
英 語

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

問題I. 次の英文は総務省の令和5年版情報通信白書の英語版であるThe 2023 White Paper on Information and Communications in Japanから一部を抜粋し、改変したものである。英文を読み、英文の内容に従って問いに答えよ。

(1) In the early days of the Internet, websites were mostly text only and were built using html, with few images and videos. In addition, the senders and receivers of information were fixed, and usage was centered on the oneway distribution of information and data from the provider to the user/receiver, such as users viewing websites created by companies and individuals and sending messages by e-mail, etc. The period from the 1990s to the mid-2000s, when the distribution of information and data was static and oneway, is called Web1.0.

(2) In the 2000s, the spread of high-speed, fixed-rate, constant connection brought about a serious change in the way people used the Internet, and the types of services provided on the Internet also diversified. In the early days of the Internet, many portal websites were set up to consolidate information in one place. While information had continued to be consolidated on portal websites, from around 2005, against the background of an internet environment offering flat-rate fees and constant connection, communication services, such as blogs and social media as well as video posting and sharing sites, appeared one after another, creating a trend of "bidirectional" flow of information and data. In addition, after the launch of the iPhone in the U.S. in 2007, smartphones also spread rapidly in Japan, and the use of social media, video websites, and online social games, etc. on mobile devices increased rapidly. In this way, users began to post information on social media and video websites themselves. This period is called Web2.0 in which the two-way flow of information between unspecified numbers of users advanced.

(3) The proliferation of smartphones and social media has made it possible to use and share data in both directions, but it has also led to an excessive concentration of data on platform providers that provide the infrastructure for services. Accordingly, issues such as the development of a competitive environment in the data market and the transparent and appropriate handling of data have become apparent, and a range of measures are being implemented by various countries. Under such circumstances, Web3 is attracting attention as a new way of managing and distributing data. Web3 is a distributed network environment based on blockchain technology, and it is expected that it will enable individuals to connect with other individuals without having to go through an intermediary, such as a platform provider, to perform data utilization and distribution management in both directions. Blockchain is used as the platform for data recording and data movement when users use internet services. Furthermore, by utilizing a smart contract, which is a program stored in a blockchain, it becomes possible to realize a mechanism that automatically executes the exchanging of a contract, etc. without human intervention. Web3 has been described as decentralized because it creates a new digital economy in which independent users can directly connect with each other on a decentralized network that is based on blockchain without having to depend on a specific platform.

1. 段落(2)の下線部 “While information had ... and data.” を日本語に訳せ。
2. Web1.0 とWeb2.0の違いを日本語で説明せよ。
3. 段落(3)では、スマートフォンやSNSの普及により、どのような課題が顕在化したと述べているか。
4. 段落(3)の下線部 “Web3 has been ... specific platform.” を日本語に訳せ。

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 情報工学専攻
英 語

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

問題 II. 次の英文は、鳩の巣原理の説明と、それを用いた 2 つの主張の証明を与えたものである。英文を読み、下の設問に答えなさい。

引用文 (18行) ※著作権法により掲載できません

出典: Martin Aigner, Günter M. Ziegler, “Proofs from The Book” より抜粋し一部改変。

補足: 文中の数式に現れる表現 $\lceil \frac{n}{r} \rceil$ は、数 $\frac{n}{r}$ の切り上げ ($\frac{n}{r}$ 以上で最小の整数) を意味する。

1. 文中の (A) には数式が入る。その数式を答えなさい。
2. Claim 1 はどのようなものの存在を主張しているか。 $n = 5, A = \{3, 5, 7, 8, 9, 10\}$ を例に日本語で説明しなさい。
3. Claim 1 の証明では、各数 $a \in A$ に別の数 m を関連付けている。 $a = 3, a = 7, a = 8$ のそれぞれの場合に数 m の値がどうなるか答えなさい。
4. Claim 2 の主張を、例をあげながら日本語で説明しなさい。文章を忠実に訳しているかという点ではなく、主張を的確に分かりやすく説明しているかという点から評価する。
5. Claim 2 の証明中の鳩の巣原理が適用される場面において、何が box や object と見なされているか日本語で説明しなさい。

2025 年 4 月 ・ 2024 年 9 月 入 学
大 学 院 夏 季 一 般 入 学 試 験 問 題
理 工 学 研 究 科 前 期 課 程 情 報 工 学 専 攻

問題Ⅰは必答。

問題Ⅱ～Ⅴのうち、2問を選んで解答すること。

問題番号を解答用紙へ記し、1枚の解答用紙に1問だけ解答すること。

上記事項が守られていない場合、得点が無効となることがありますので、注意してください。

問題 I. (全員解答すること)

1. 1 変数の実変数実数値関数 $y(x)$ に関する次の微分方程式を解け.

(1) $y'' - 4y' + 4y = 0$ の一般解を求めよ.

(2) 次の微分方程式が完全微分形であることを示し, 一般解を求めよ.

$$\left(\frac{1}{x} - \frac{1}{y}\right) dx + \frac{x-1}{y^2} dy = 0$$

2. 次の積分を計算せよ. a は正の実数, $f(x, y) = e^{-(x^2+y^2)}$ とする.

(1) 2 次元平面内の領域 $D_a = \{(x, y) \in \mathbf{R}^2 \mid 0 \leq x^2 + y^2 \leq a^2, x \geq 0, y \geq 0\}$ を考える.

$$\iint_{D_a} f(x, y) dx dy \text{ を求めよ.}$$

(2) 2 次元平面内の領域 $S_a = \{(x, y) \in \mathbf{R}^2 \mid 0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq a\}$ を考える. $D_a, S_a, D_{\sqrt{2}a}$ を図示し,

$$\iint_{D_a} f(x, y) dx dy \leq \iint_{S_a} f(x, y) dx dy \leq \iint_{D_{\sqrt{2}a}} f(x, y) dx dy$$

を示せ.

(3) $I = \int_0^\infty e^{-x^2} dx$ を求めよ.

3. $n \geq 3$ とし, 次の n 次正方行列 A_n を考える.

$$A_n = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & 1 \\ -a_n & -a_{n-1} & \cdots & -a_2 & -a_1 \end{pmatrix}$$

例えば, $n = 3$ の場合は次のようになる.

$$A_3 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -a_3 & -a_2 & -a_1 \end{pmatrix}$$

次の問いに答えよ.

(1) $n = 3$ の場合の A_3 の固有多項式 (特性多項式ともいう) $\Phi_3(x)$ を求めよ.

(2) 一般の n の場合の A_n の固有多項式 $\Phi_n(x)$ を求めよ.

(3) 固有値 c に対応する A_n の固有ベクトルを求めよ.

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

問題 II

複数の作業からなるプロジェクトを考える。作業間に順序関係が与えられることがあり、作業Aが作業Bの先行作業の場合、作業Aが終わってから作業Bを開始できる。4つの作業A, B, C, Dからなるプロジェクトをグラフで表現した例を図1に示す。各辺には作業名と所要日数が付与される。図1において作業Cを始めるには作業Bが終わる必要があり、作業Dを始めるには作業Aと作業Cが終わる必要がある（このとき作業Bも必ず終わっている）。また、図1のプロジェクトの最短所要日数は8日である。以下の問に答えよ。

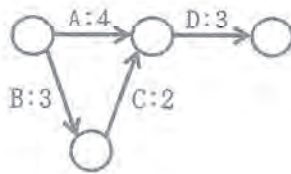


図1

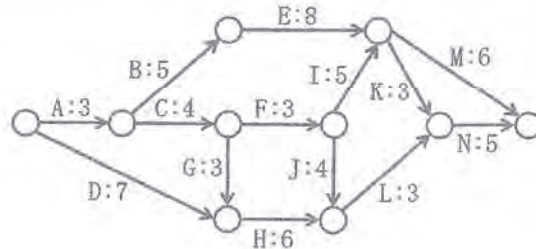


図2

- 図2のグラフで表されるプロジェクトにおいて、(1)から(6)を求めよ。解答は答えのみを記すこと。
 (1) 作業Kを始める前に必ず終わっている作業（複数ある場合はすべて答えよ。以下の設問も同様。）
 (2) 作業Fが終わってからしか始められない作業
 (3) プロジェクトの最短所要日数
 (4) その作業の所要日数が1日増えた場合にプロジェクトの最短所要日数が増加する作業
 (5) その作業の所要日数が2日増えてもプロジェクトの最短所要日数が変化しない作業
 (6) その作業の所要日数が2日減った場合にプロジェクトの最短所要日数が減少する作業
- 図1と図2のグラフでは、すべての辺は作業に対応していた。しかし、作業間に与えられる順序関係によっては、作業に対応しない辺（ダミー辺とよび、破線で記す）を用いてグラフを書く必要がある。表1に示す4つの作業と順序関係をもつプロジェクトに対するグラフの一例を図3に示す。次の点に注意をして、表2に示すプロジェクトに対応するグラフを記せ。
 ・ 入ってくる辺のない頂点と、出ていく辺のない頂点がどちらもちょうど1つ存在するグラフを記すこと。
 ・ 作業に対応する辺には作業名のラベルをつけること（本設問では各作業の作業日数は省略し、記載の必要はない）
 ・ 必要があれば順序関係のみを表すダミー辺を用いても良い。用いる場合は破線で記すこと。
 ・ 2つの頂点の間に複数の辺（並行辺）は存在してはいけない。
 ・ 頂点の数ができるだけ少ないグラフを記すこと。

表1

作業名	先行作業
A	なし
B	なし
C	A, B
D	B

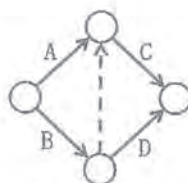


図3

表2

作業名	先行作業	作業名	先行作業
A	なし	G	B
B	A	H	E
C	B	I	C, F
D	なし	J	G, H
E	A, D	K	I, J
F	B	L	J

- プロジェクトを表す（図2のような）グラフが与えられたとき、(1)と(2)を求める効率的なアルゴリズムをそれぞれ記せ。アルゴリズムは、自然言語、プログラム（疑似コード）、数式などのうち必要なものを（組み合わせて）用いて詳しく記述すること。(1)と(2)を求めるアルゴリズムにおいて重複する部分は繰り返し書く必要はない。
 (1) プロジェクトの最短所要日数
 (2) その作業の所要日数が p 日増えてもプロジェクトの最短所要日数が変化しない作業
 ただし、 p はあらかじめ与えられる定数ではなく、様々な値を考えられるように工夫すること

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

問題 III

つぎの設問に答えよ。

1. n 次正方行列のヘッセンベルグ型行列 $B = (b_{ij})$ とは, $3 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq i-2$ について, $b_{ij} = 0$ である行列である. $n=5$ の例を以下に示す. 「*」は非零要素を示す. B が対称行列のときは, 右のように三重対角行列である;

$$B = \begin{pmatrix} * & * & * & * & * \\ * & * & * & * & * \\ 0 & * & * & * & * \\ 0 & 0 & * & * & * \\ 0 & 0 & 0 & * & * \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} * & * & 0 & 0 & 0 \\ * & * & * & 0 & 0 \\ 0 & * & * & * & 0 \\ 0 & 0 & * & * & * \\ 0 & 0 & 0 & * & * \end{pmatrix}.$$

n 次正方行列 A の固有値を数値計算する場合に, A の固有値を直接計算するのではなく, まず, n 次正則正方行列 S により, ヘッセンベルグ型行列 $B = S^{-1}AS$ に変換しておき, B の固有値を計算する手法が知られている.

この手法において, (i) A の固有値・固有ベクトルと, B の固有値・固有ベクトルとの関係を説明し, (ii) 数値計算手法として, このような変換を行う利点について, 説明せよ.

2. n 次元ベクトル u ($\neq 0$) に関するハウスホルダ変換の行列 $H(u)$ とは, 次式で定義される行列である.

$$H(u) \equiv I - 2 \frac{uu^T}{u^T u}$$

この行列 $H(u)$ について, $H(u)H(u)$ の値を求め, $H(u)$ の逆行列を求めよ.

3. 2 個のハウスホルダ変換を用いて, つぎの実対称行列 A を 三重対角行列 $B = S^{-1}AS$ に変換せよ. 係数は有理数で計算し, 途中経過も明記すること.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 2 \\ 1 & 5 & 5 & -2 \\ 2 & 5 & -3 & -5 \\ 2 & -2 & -5 & 2 \end{pmatrix}$$

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

問題IV

下記の C++ プログラムは多角形の自己交差を解消する untangle 関数(動作例: )を実装したものである。Point は平面上の点を表すクラスで、std::vector<Point> は Point 型の要素を持つ動的配列である。なお、型名の後ろの「&」は参照を意味する。このプログラムでは、多角形は std::vector<Point> を用いて表現される。std::vector<Point> 型の変数 P に n 個の点 $p_0, p_1, \dots, p_{n-1}$ が格納されているとき (p_i は $P[i]$ に格納される)、P を n 個の線分 $p_0p_1, p_1p_2, \dots, p_{n-2}p_{n-1}, p_{n-1}p_0$ からなる多角形とみなす。

二つの線分は、それらの内部(線分から端点を除いた部分)に共通部分があるとき、交差するという。また、多角形を構成する線分が交差するとき、その多角形は自己交差を持つという。本問題では、多角形はどの 3 頂点も同一直線上にないものとする。さらに、計算誤差やオーバーフローは発生しないものとする。以下の設問 1~5 に答えよ。

```
#include <vector>

struct Point { double x; double y; };

double sgn(double z) { return z > 0.0 ? 1.0 : (z < 0.0 ? -1.0 : 0.0); }
double ted(Point a, Point b) { return a.y * b.x - a.x * b.y; }

// 引数の a, b, c は同一直線上にないことを仮定する。
// a, b を通る直線は平面を二つの領域に分ける。点 c がどちらの領域にあるかに応じて、1 または -1 を返す。
int pred(Point a, Point b, Point c) { return sgn(ted(a, b) + ted(b, c) + ted(c, a)); }

// 引数の a, b, c, d は、どの 3 点も同一直線上にないことを仮定する。
// 線分 ab と線分 cd が交差する場合は true、交差しない場合は false を返す。
bool test_seg_seg(Point a, Point b, Point c, Point d) { ① }

// P[i], P[i+1] を結ぶ線分  $s_i$  と P[j], P[(j+1)%n] を結ぶ線分  $s_j$  が交差していると仮定し ( $n$  は P の頂点数)、 $i < j$  も仮定する。
//  $s_i$  と  $s_j$  をつなぎ変えて(添え字が  $i+1$  以上  $j$  以下の範囲にある P の要素を逆順に並び替えて)、線分の交差を解消する。
void swap_edges(std::vector<Point>& P, int i, int j) { ② }

// 多角形(どの 3 頂点も同一直線上にないことを仮定)が交差する線分対を持つ場合は true、持たない場合は false を返す。
// 交差する線分対を持つときは idx1 と idx2 の更新も行う。このとき  $idx1 < idx2$  となるようにする。
bool has_intersection(std::vector<Point>& P, int& idx1, int& idx2) {
    int n = P.size();
    for (int i = 0; i < n; ++i)
        for (int j = i + 1; j < n; ++j)
            if (test_seg_seg(P[i], P[i+1], P[j], P[(j+1)%n])) { idx1 = i; idx2 = j; return true; }
    return false;
}

// 自己交差を持つ多角形(どの 3 頂点も同一直線上にないことを仮定)の交差を解消する。
void untangle(std::vector<Point>& P) {
    int i; int j; while (has_intersection(P, i, j)) swap_edges(P, i, j);
}
```

1. 四点 a_1, b_1, c_1, d_1 の座標をそれぞれ $(0, 0), (3, 3), (3, 0), (1, 2)$ としたとき、 $\text{pred}(a_1, b_1, c_1), \text{pred}(a_1, b_1, d_1), \text{pred}(c_1, d_1, a_1), \text{pred}(c_1, d_1, b_1)$ の戻り値を計算せよ。結果のみ答えればよい。
2. test_seg_seg 関数の直前にあるコメント通りに動作するように、プログラムの①の部分を作成せよ(仮定を満たす引数に対して正しく動作すればよい)。関数の中身は複数行あってもよい。sgn, ted, pred 関数を使用してもよい。
3. swap_edges 関数は「添え字が $i+1$ 以上 j 以下の範囲にある P の要素を逆順に並び替える」という操作をするだけの関数である。プログラムの②の部分を作成せよ。関数の中身は複数行あってもよい。
4. has_intersection 関数内で test_seg_seg 関数は繰り返し呼び出されるが、その呼び出しの一部で不適切な引数を使用される。(test_seg_seg 関数の実装によっては、これが原因で untangle 関数内に無限ループが発生する。) どのような引数が不適切なのか、またこれを防ぐには has_intersection 関数をどう修正すればよいか説明せよ。
5. swap_edges 関数を実行すると、多角形の周長(全ての線分の長さの和)が真に減少することを証明せよ。まず、四点 $P[i], P[i+1], P[j], P[(j+1)\%n]$ をそれぞれ a, b, c, d とおく。そして、線分 ab と線分 cd の交点を g とおき、三角不等式を用いるとよい。

問題Ⅴ. 10 次元の論理値を 10 個のビットの並置 (例: 1011010011) として定め、さらに 10 次元の論理変数を、10 次元の論理値をとりうる変数として定めたうえで、真理関数 T を、10 次元の論理値に対し、ビット 1 の個数を次元 10 で割った実数値をとる関数として定める (例: $T(1011010011) = 0.6$)。論理値 p に対しビットごとの否定の並置を $\neg p$ と表記するとともに、10 次元の論理値 p と q に対しビットごとの論理積の並置を $p \wedge q$ と表記し、さらに論理和 $\vee$ と含意 $\rightarrow$ についても同様に表記する。これらの論理演算を論理値または論理変数に適用して得られる式を論理式とよび、論理演算を再び論理式に適用して得られる式もまた論理式とよぶ。

1. 命題 b “ある脊椎動物は鳥類 (birds) である” と命題 f “ある脊椎動物は飛ぶ (fly)” に対し、“ある脊椎動物が飛ばないならどちらかといえば鳥類ではない”を表す式を記せ。また、これより $T(b \rightarrow f) = 0.6$ すなわち “ある脊椎動物が鳥類ならどちらかといえば飛ぶ”を導く証明の呼称を、日本語 (または英語) にて記せ。
2. $T(x \wedge \neg y)$ の値が既知である任意の論理式 x と y に対し、De Morgan の法則などを利用して $T(x \rightarrow y)$ の値を得る式を記せ。
3. 命題 m “ある脊椎動物は哺乳類 (mammals) である” と命題 v “ある脊椎動物は胎生 (viviparity) である” に対し少なくとも、哺乳類の一例であるカモノハシ (duckbill) は胎生ではないので $T(m \wedge \neg v) > 0$ といえる。この式より $T(m \rightarrow v)$ の値域を見積もる式 (*) が導け、ある脊椎動物が哺乳類だからといって必ずしも胎生とは限らないことが証明できる。この (*) を記せ。また、証明の呼称を日本語 (または英語) にて記せ。
4. 任意の論理式 x と y に対し、論理式を構成する論理変数のとりうる論理値にかかわらず恒等的に $T((x \rightarrow y) \wedge \neg y \rightarrow \neg x) = 1$ が成立することを、 $(x \rightarrow y) \wedge \neg y \Rightarrow \neg x$ と表記する。この式の呼称を、日本語 (またはラテン語ないし英語) にて記せ。また、 $T(x \rightarrow y)$ の値と $T(\neg y)$ の値が既知のとき、 $T(\neg x)$ の値域を見積もれ。
5. 命題 r “ある脊椎動物は爬虫類 (reptiles) である” と命題 o “ある脊椎動物は卵生 (oviparity) である” に対し、“ある脊椎動物が爬虫類ならほぼ卵生である”を $T(r \rightarrow o) = 0.9$ とおき、“ある脊椎動物がまったく卵生ではない”を $T(\neg o) = 1$ とおくとする。以上より $T(\neg r)$ の値域を見積もる式 (†) が導け、その脊椎動物はほぼ爬虫類ではないことが証明できる。この (†) を記せ。また、証明の呼称を日本語 (またはラテン語ないし英語) にて記せ。
6. 飛ぶものを観察してはそれが亀ではないことの確認を繰り返すことにより亀は飛ばないことへの確信を高めていく帰納推論は妥当かについて、端的に解説せよ。なお、問題文の冒頭にて与えられていない用語等 (ただし、ブール論理に関連するものに限る) を用いてもよい。

2025年度 中央大学大学院春季一般入学試験
理工学研究科 博士課程前期課程
＜情報工学専攻＞ 英語

全ての問いに答えよ。

1枚の解答用紙につき1問解答すること。

上記事項が守られていない場合、解答が無効となることがありますので、注意してください。

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 情報工学専攻
英語

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

問題I. 次の英文はD. A. Patterson and J. L. Hennessy著のComputer Organization and Design (Fifth Edition) から一部を抜粋し、改変したものである。英文を読み、英文の内容に従って問いに答えよ。

引用文 (26行) ※著作権法により掲載できません

(D. A. Patterson and J. L. Hennessy著, Computer Organization and Design (Fifth Edition), Elsevier, 2014)

1. 段落(4)を日本語に訳せ。
2. 段落(5)の下線部 “Notice that ... in the pipeline.” を日本語に訳せ。
3. パイプライン処理の性能を「パイプライン処理を行わずに直列的に処理した場合に要する時間を、パイプライン処理で要した時間で除した値」と定義する。このとき、以下の各問いに答えよ。
 - (1) 10回分の洗濯物があった場合のパイプライン処理の性能を算出せよ (小数点以下2桁目を四捨五入せよ)。
 - (2) パイプライン処理の性能が3.5以上となるために必要な洗濯物の最低回数を求めよ。
 - (3) 本文の洗濯の例ではそれぞれのタスクに要する時間が30分であった。もし乾燥に要する時間が1時間だとしたら (他のタスクは30分で変わらない) , x 回分の洗濯物があった場合のパイプライン処理の性能を, x を用いて示せ。
4. 本文の文脈からみて、段落(6)の (a) にふさわしい英単語を以下の中から選べ。
(ア) similarity (イ) seriality (ウ) parallelism (エ) probability

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 情報工学専攻
英語

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

問題 II. 次の英文を読み、下の設問に日本語で答えなさい。

引用文 (38行) ※著作権法により掲載できません

出展: Steve Nadis, Computer Scientists Invent an Efficient New Way to Count, (Quanta Magazine, May 16, 2024) を一部改変

1. CVM アルゴリズムが対象とする計算問題の定義を説明しなさい。
2. CVM アルゴリズムが4ラウンド目に終了し、終了時にリストに残っている要素数が31であるとき、アルゴリズムが出力する数値がいくらになるか答えなさい。
3. CVM アルゴリズムの計算手順と利点について説明しなさい。特定の入力ではなく一般の入力に対してアルゴリズムの手順を把握できるように記述すること。

2025年度 中央大学大学院春季一般入学試験
理工学研究科 博士課程前期課程
＜情報工学専攻＞ 情報工学

問題Ⅰは必答。

問題Ⅱ～Ⅴのうち、2問を選んで解答すること。

解答用紙上部の「問題番号」の枠内に、選択した問題番号
(Ⅱ～Ⅴ)を記し、1枚の解答用紙につき1問解答すること。

上記事項が守られていない場合、解答が無効となることがありますので、注意してください。

問題 I. (全員解答すること)

1. 次の行列 A に関して、問に答えよ.

$$A = \begin{pmatrix} 9 & 2 & -4 \\ -4 & 3 & 4 \\ 2 & 2 & 3 \end{pmatrix}$$

- (1) A の固有多項式 (特性多項式ともいう) $\Phi(\lambda)$ を求めよ.
- (2) A の固有値 (特性根ともいう) と, 各固有値に対応する固有ベクトルをそれぞれ求めよ.
- (3) A を対角化した $\tilde{A}$ を $P^{-1}AP = \tilde{A}$ として求めたい. P と $\tilde{A}$ を答えよ.
- (4) P^{-1} を求めよ.

2. 次の問に答えよ.

- (1) $f(x)$ と $g(x)$ を n 回連続微分可能な実変数実数値関数とする.

$$\begin{aligned} \int f(x)g^{(n)}(x) dx &= f(x)g^{(n-1)}(x) - f'(x)g^{(n-2)}(x) + f''(x)g^{(n-3)}(x) \\ &\quad - \cdots + (-1)^{(n-1)}f^{(n-1)}(x)g(x) + (-1)^n \int f^{(n)}(x)g(x) dx \end{aligned}$$

を数学的帰納法で証明せよ. ここで, $f^{(k)}(x)$ は f の k 次導関数を表している.

- (2) $F(x)$ を $2n$ 次多項式とする. $F(x)$ が $(n-1)$ 次以下の実係数の任意の多項式 $Q(x)$ に対して,

$$\int_{-1}^1 Q(x)F^{(n)}(x) dx = 0$$

を満たすとする. (1) を用いて $F(x)$ とその 1 次から $(n-1)$ 次までの導関数に関する条件を求めよ. また, それを基に $F(x)$ は $F(x) = C(x-1)^n(x+1)^n$ (C は任意の定数) のように表せることを示せ.

- (3) (2) の $F(x)$ において, $C = \frac{1}{2^n \cdot n!}$ とし, $F(x)$ を n 回微分した n 次多項式を $P_n(x)$ とする. つまり,

$$P_n(x) = \frac{1}{2^n \cdot n!} \frac{d^n}{dx^n} (x-1)^n (x+1)^n$$

とする. この $P_n(x)$ はある多項式 $G(x)$ を用いて,

$$P_n(x) = \frac{1}{2^n} (x+1)^n + \frac{1}{2^n} (x-1)^n + (x-1)(x+1)G(x)$$

と表せることを示せ. n 回連続微分可能な実変数実数値関数 $f(x)$ と $g(x)$ について

$$(f(x)g(x))^{(n)} = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} f^{(n-k)}(x)g^{(k)}(x)$$

が成り立つことを用いてよい.

- (4) $P_n(1), P_n(-1)$ を求めよ.

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 情報工学専攻
情報工学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

問題Ⅱ

連結無向グラフ $G=(V,E)$ において、最小全域木を求める2つのアルゴリズムを以下に記す。

クラスカルのアルゴリズム

- 1 辺の重みの昇順にソートする。 $T := \emptyset$ と初期化。
- 2 **for** $i = 1, 2, \dots, m$ **do**
- 3 $T \cup \{e_i\}$ が閉路を含まなければ、 $T := T \cup \{e_i\}$ 。
- 4 T を出力して終了。

プリムのアルゴリズム

- 1 任意の頂点 s を選び、 $U := \{s\}$, $T' := \emptyset$ と初期化。
- 2 **while** $U \neq V$ **do**
- 3 $\delta(U)$ の中で重み最小の辺 e を選び、 $T' := T' \cup \{e\}$ 。
- 4 U に含まれない e の端点を U に追加。
- 5 T' を出力して終了。

ただし、グラフの辺数を m 、辺 e の重みを $w(e)$ とするとき、 $w(e_1) \leq w(e_2) \leq \dots \leq w(e_m)$ が成り立つものとする。
また、 $\delta(U)$ は、端点の一方が集合 U に含まれ、もう一方は U に含まれない辺の集合を表す。以下の間に答えよ。

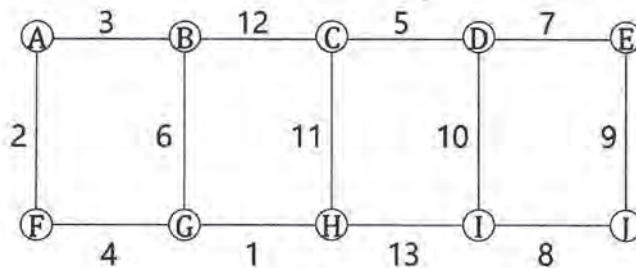


図1

1. 図1のグラフに対して、クラスカルのアルゴリズムを適用する。アルゴリズム終了時の T に含まれる要素を、 T に追加された順に答えよ。ただし図1のグラフは辺数13、辺の重みが1から13の相異なる整数という性質を持つため、辺 e_k は重み k をもつ。
2. 図1のグラフに対して、プリムのアルゴリズムを $s=A$ として適用する。アルゴリズム終了時の T' に含まれる要素を T' に追加された順に答えよ。
3. 図1のグラフにおいて2本の辺の重みを交換すると、最小全域木の辺重み総和が変化する場合がある。最小全域木の辺重み総和がもっとも小さくなる交換のうち、交換に関わる2本の辺の重みの和が最小となるものを求めよ。解答は、交換に関わる2本の辺（例: e_1 と e_2 ）と、辺の重み交換後のグラフにおける最小全域木の辺重み総和の値を記すこと。

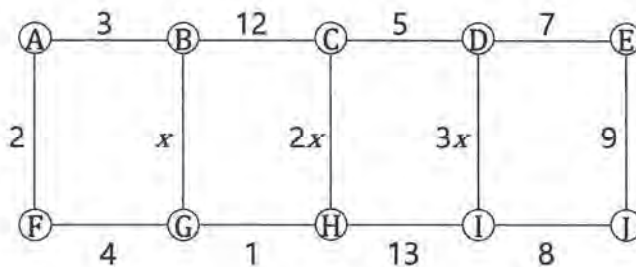


図2

4. 図2のグラフにおいて x は非負の実数値である。 x の値が変化すると、最小全域木の辺重み総和の値や、最小全域木の構造（どの辺が最小全域木に含まれるか）が変化する場合がある。 x の値と最小全域木の辺重み総和の値の関係を、横軸に x の値、縦軸に最小全域木の辺重み総和の値をとる座標平面を用いて説明せよ。

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 情報工学専攻
情報工学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

問題 III

つぎの C 言語のプログラム (ファイル名を `ex1.c` とする) について以下の設問に答えよ。

プログラム中 4~7 行に定義された関数「`putNum(int x);`」は非負の整数 x を 10 進数で表示する関数である。引数 x の値が 10 未満であれば、5 行目で、数字「0」の文字コードと x とを加算することで数字「0」から「9」までの文字コードを計算し、「`putchar('0'+x);`」関数を用いてその数字を表示する。10 以上であれば、6 行目で、まず $x/10$ を再帰呼出しで表示してから、 $x\%10$ を再帰呼出しで表示する。

なお、以下では、引数 x や w には必ず非負の値が与えられること、および、 w の値は x を表示するのに必要な桁数以上であることを仮定してよい。また、プログラム修正後に行数が増加してもよい。

```
1 #include<stdio.h>
2 #include<stdlib.h>
3
4 void putNum(int x){
5     if(x<10) putchar('0'+x);
6     else { putNum(x/10); putNum(x%10); }
7 }
8
9 int main(){
10     int x=0;
11     for(int i=1;i<=100;i++) x=x+i;
12     putNum(x); putchar('\n');
13     return 0;
14 }
```

`ex1.c`

- このプログラムをコンパイル・実行したときに表示される文字列 (数字列) を記せ。
- `ex1.c` の 4~7 行を修正し、非負の整数を 2 進数で表示する関数「`void putNum(int x){}`」を定義せよ。解答用紙には修正後の関数定義を記述せよ。また、修正後の `ex1.c` をコンパイル・実行したときに表示される文字列を記せ。
- `ex1.c` の 4~7 行を修正し、非負の整数を w 桁の 2 進数で表示する関数「`void putNum(int x, int w){}`」を定義せよ。たとえば、`putNum(11,8);` の結果は「00001011」である。解答用紙には修正後の関数定義を記述せよ。上記修正に加え、12 行目を「`putNum(x,20); putchar('\n');`」として修正したファイルをコンパイル・実行したときに表示される文字列を記せ。
- `ex1.c` の 4~7 行を修正し、非負の整数を w 桁の 16 進数 (0~9, A~F) で表示する関数「`putNum(int x, int w){}`」を定義せよ。たとえば、`putNum(11,2);` の結果は「0B」である。文字と文字コードの 16 進数の表を以下に示す。上記修正に加え、12 行目を「`putNum(x,5); putchar('\n');`」として修正したファイルをコンパイル・実行したときに表示される文字列を記せ。

ASCII 表 (16 進数 2 桁表示)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
行は上位 1 桁, 列は下位 1 桁を表す 文字 'A' は、0x40 行, 1 列にある 'A' の文字コードは 0x41	0x20:	□	!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
	0x30:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
	0x40:	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	0x50:	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_
	0x60:	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
	0x70:	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{		}	~	

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 情報工学専攻
情報工学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

問題IV

P を平面上の点集合とする。ただし、 P は三つ以上の点を含み、 P の任意の3点は同一直線上にないものとする。三角形の集合 $\{t_1, t_2, \dots, t_l\}$ (l は三角形の個数) は、以下の条件を全て満たすとき P の三角形分割と呼ばれる。

- 各三角形は P の相異なる3点を頂点とする。
- P の各点は、少なくとも一つの三角形の頂点として使用される。
- 任意の二つの三角形 t_i, t_j について ($i \neq j$)、 t_i の内部と t_j の内部は交差しない
- 全ての三角形 (内部だけでなく境界も含む) $t_1, t_2, \dots, t_l$ の和集合は P の凸包と一致する。

また、三角形分割を構成する各三角形を面と呼ぶ。点集合の三角形分割について、以下の設問に答えよ。

1. Q を6点からなる点集合とする。 Q の各点の座標は

$$(0, 0), (6, 0), (3, 2), (2, 6), (0, 8), (4, 8)$$

である。 Q の三角形分割を全て求め、図示せよ。答のみ書けばよい。

2. R を n 個の点からなる点集合とする。ただし、 $n \geq 3$ とし、 R の任意の3点は同一直線上にないものとする。また、 R の凸包は k 角形だとする。 T を R の任意の三角形分割とする。 T の面数を n と k を用いて表せ。結果だけでなく、導出過程も記述すること。
3. 三角形 abc の三つの頂点の座標をそれぞれ $(x_a, y_a), (x_b, y_b), (x_c, y_c)$ とする。3頂点 a, b, c は反時計回りに並んでおり、同一直線上にないものとする。また、関数 f を以下のように定める。

$$f(x, y) = \det \begin{pmatrix} x & x_a & x_b & x_c \\ y & y_a & y_b & y_c \\ x^2 + y^2 & x_a^2 + y_a^2 & x_b^2 + y_b^2 & x_c^2 + y_c^2 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

なお、 $\det A$ は行列 A の行列式を表す。 $f(x, y) = 0$ を満たす点 (x, y) の集合はどのような図形になるか答えよ。さらに、 $f(x, y) < 0$ を満たす点 (x, y) の集合はどのような図形になるか答えよ。それぞれ、結果だけではなく根拠も示すこと。

4. 設問1の Q の三角形分割のうち、三角形の内接円の半径の和 (三角形分割に l 個の面が含まれる場合、 l 個の内接円の半径の和) が最も大きいものを図示せよ。答のみ書けばよい。内接円の半径の和の値を書く必要はなく、三角形分割を図示するだけでよい。

問題V. 限られた医療資源下で感染者三人を治療する状況を想定し、真理値が0以上1以下の実数を取りえる多値論理に基づき治療の優先順位を決めることを考える。そのため、自然言語で記述された命題を、原子論理式として h : 感染者は重症者Hである, ℓ : 感染者は軽症者Lである, m : 感染者は別の軽症者Mである, s : 感染者は生存する, t : 感染者は治療対象である, のようにモデル化する。否定を $\neg$, 連言を $\wedge$, 選言を $\vee$, 述語表現を $[\]$ と記すとき, ① $s[h \wedge \neg t]=0$, すなわち, 治療されないHは生存しない一方, ② $s[h \wedge t]=0.1$, すなわち, 治療されるHは生存する可能性が1割あるとする。③ $s[\ell \wedge \neg t]=0.6$ および④ $s[m \wedge \neg t]=0.6$, すなわち, 治療されないLでもMでも生存する可能性が6割ある一方, ⑤ $s[\ell \wedge t]=1$ および⑥ $s[m \wedge t]=1$, すなわち, 治療されるLやMは確実に生存するとする。また, 医療資源には限りがあるので, ⑦ $((\ell \wedge t) \vee (m \wedge t))[h \wedge t]=0$, すなわち, Hへの治療があるならLにもMにも治療はないことを意味する一方, ⑧ $(h \wedge t)[\ell \wedge t]=0$ および⑨ $(h \wedge t)[m \wedge t]=0$, すなわち, LやMへの治療があるならHへの治療はないことを意味する。さらに, 倫理的には⑩ $t[\neg t \rightarrow \neg s]=1$, すなわち, 治療されなければ生存できない感染者は治療されるべき一方, ⑪ $s=1$, すなわち, 感染者は誰でも生存すべきである。論理式①~⑪をなるべく満たすような原子論理式 h, ℓ, m, s, t に対し次の場合分けが考えられる。

- $t[h] \geq \max\{t[\ell], t[m], 0.5\}$ の場合, Hを治療後, LもMも治療しない。この場合の期待生存者数は $0.1 + 0.6 \times 2 = 1.3$ である。
- $t[\ell] > t[h] \geq \max\{t[m], 0.5\}$ の場合, Lを治療後, 完遂できなくともHの治療を試みる。この場合の期待生存者数は1.6である。
- $t[m] > t[h] \geq \max\{t[\ell], 0.5\}$ の場合, Mを治療後, 完遂できなくともHの治療を試みる。この場合の期待生存者数も1.6である。
- $t[\ell] \geq t[m] > \max\{t[h], 0.5\}$ の場合, Lを治療後, Mを治療する。この場合の期待生存者数は最良の2である。
- $t[m] > t[\ell] > \max\{t[h], 0.5\}$ の場合, Mを治療後, Lを治療する。この場合の期待生存者数も2である。

同様な要領で, その他の場合を列挙せよ。さらに, 各場合が上述のいずれかの場合と似ているときは, 違いも述べよ。

2025 年 4 月 ・ 2024 年 9 月 入 学
大 学 院 夏 季 一 般 入 学 試 験 問 題
理 工 学 研 究 科 前 期 課 程 生 命 科 学 専 攻

生命科学の 8 問のうち、3 問を選択して解答すること。

解答用紙上部の「問題番号」の枠内に、選択した問題番号
(I ～ VIII) を記し、1 枚の解答用紙につき 1 問解答すること。

上記事項が守られていない場合、解答が無効となることがあります
ので、注意してください。

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 生命科学専攻
生 命 科 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

- I 以下の問い (1) ~ (2) に答えなさい。
数値を求める問題では、根拠となる量方程式と計算過程も簡潔に記述すること。
必要であれば、下の【物理定数】中に示した値は使用してよい。

【物理定数】プランク定数(h) 6.63×10^{-34} [J s], 真空中の光速(c) 3.00×10^8 [m s $^{-1}$],
アボガドロ定数(N_A) 6.02×10^{23} [mol $^{-1}$], ボルツマン定数(k_B) 1.38×10^{-23} [J K $^{-1}$],
電気素量(e) 1.60×10^{-19} [C]

- (1) 図1は3種類の異なるクロロフィル分子は、吸収スペクトルである。A, B, Cはクロロフィルa, クロロフィルd, パクテリオクロロフィルaの何れかである。以下の(i), (ii)に答えなさい。

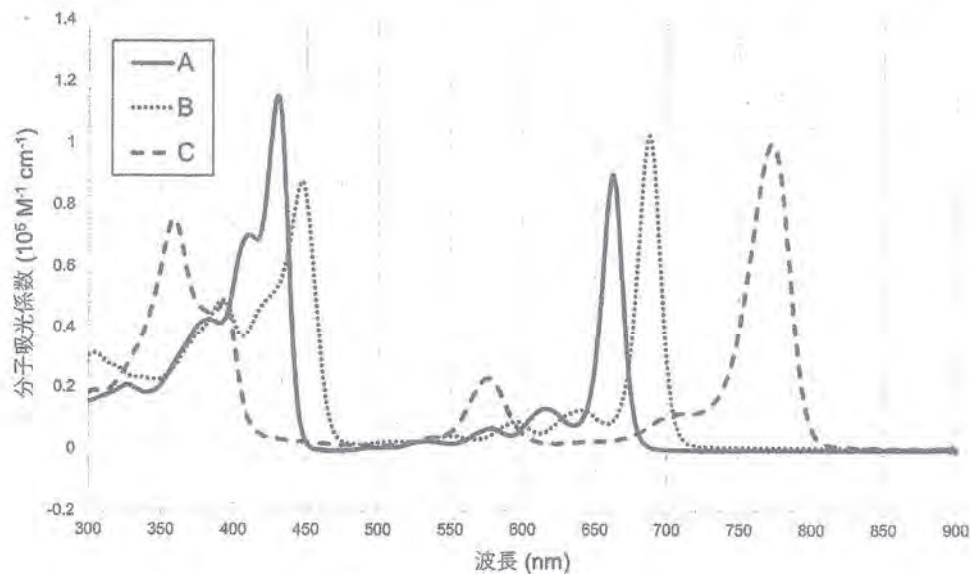


図1 ジエチルエーテル中でのクロロフィル分子A, B, Cの吸収スペクトル

- (i) クロロフィル分子A, B, Cの分子種をそれぞれ答えなさい。
- (ii) クロロフィル分子A, B, Cのそれぞれについて、基底状態から第一励起状態への電子遷移に必要な光子エネルギーを求めなさい。光子エネルギーは波数 (cm^{-1}) と電子ボルト (eV) のそれぞれの単位で求め、数値の有効数字は2桁とする。
- (2) 光化学系をはじめとする光合成タンパク質には多数のクロロフィル分子が結合している。光化学の第二法則によれば、1個の光子の吸収では最大でも1分子のクロロフィルしか電荷分離しない。それに関わらず、光合成タンパク質中に多数のクロロフィル分子が存在しているのはなぜか。考えられる理由を下の【語群】中の語句をそれぞれ1回以上もちいて答えなさい。

【語群】電荷分離、光捕集、励起エネルギー移動、漏斗モデル、スペシャルペア

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 生命科学専攻
生 命 科 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

II

- ① 有機化合物の構造に関する情報において研究者間で共有する書式には様々なものがある。これらについて 3 個例を挙げなさい。またそれぞれの書式の特徴についても記述しなさい。
- ② 医薬品を情報処理的に探索する方法論として、標的タンパク質の立体構造をもとにしたものと立体構造をつかわない構造式をもとにするものがある。それぞれについて特徴を記述しなさい。

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

Ⅲ 動物の神経繊維を使った実験に関する以下の問い1～5に答えなさい。

1. 動物体から単離した神経繊維を使った実験を行った (Fig.1)。神経繊維の一端 (s) に接触させた刺激電極に電圧をかけることで刺激した。その刺激電極の中心位置から、距離 L_a 、 L_b 、 L_c 、 L_d の位置に置いた別の記録電極 (a～d) を使って神経繊維に沿って興奮が伝導する時に流れる電流を計測した。流れる興奮電流が、図に示すような形の波として記録観察される理由を簡潔に説明しなさい。ただし、▼と▽は、刺激電極、記録電極のそれぞれの正極、負極の位置を示す。

2. 刺激の後、それぞれの観察地点 (a～d) で、興奮電流がピークとなる時間 t_a 、 t_b 、 t_c 、 t_d を求めた。興奮がこの神経繊維に沿って伝導する速度を正確に求める計算式を記しなさい。

3. 距離 L_a 、 L_b 、 L_c 、 L_d と計測した時間 t_a 、 t_b 、 t_c 、 t_d の間の関係をグラフにしたものが Fig.2 である。電気刺激した時間を $t=0$ とすると、計測値のグラフは、 $L = \alpha \times t + \beta$ で示す直線で回帰できた。回帰直線を作成して求められる定数 α は、この神経繊維のどのような特性を示す数値か、簡潔に説明しなさい。

4. 上で得られた回帰直線を作成して求められる定数 β は、この実験上、何を意味する数値か、簡潔に説明しなさい。

5. この回帰直線を作成して求められる定数 α/β は、この実験上、何を意味する数値か、簡潔に説明しなさい。

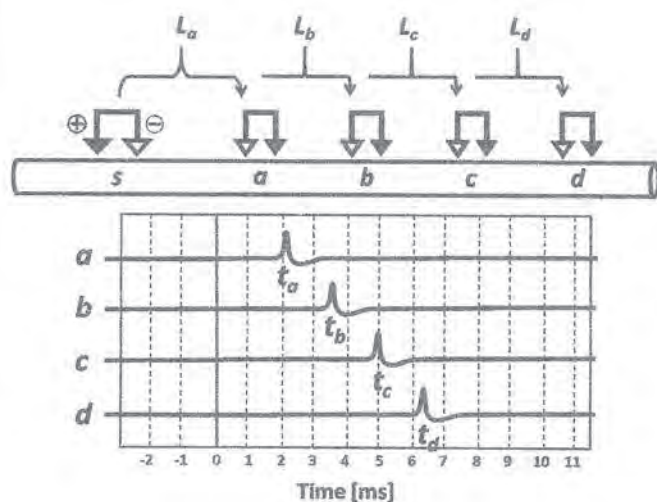


Fig. 1

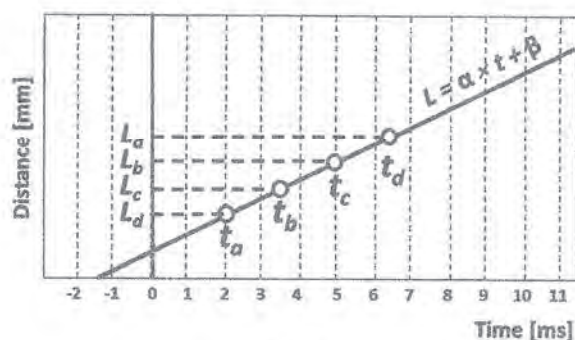


Fig. 2

IV

畑地土壌では、植物の成長に必須の養分である NH_4^+ や K^+ が土壌粒子表面に吸着されている。つぎの問い a) ～ c) に答えなさい。

- a) NH_4^+ や K^+ が吸着されているのは、土壌が持つ①ある性質による。つぎの i) および ii) に答えなさい。
- i) 下線部①の「ある性質」とはどんな性質か、答えなさい。
 - ii) この性質をもたらす土壌中の成分は何か、答えなさい。複数の成分を答えても良い。
- b) 土壌に吸着されている NH_4^+ は、好気的な条件では、②ある微生物のはたらきで硝酸にまで変換される。つぎの i) および ii) に答えなさい。
- i) 下線部②の「ある微生物」の名称を答えなさい。複数の微生物名を答えても良い。
 - ii) この微生物の生理学的な特徴を答えなさい。
- c) 降雨にともない、 NH_4^+ から変換された硝酸は土壌粒子表面から脱着される。硝酸が脱着されることは、③生物生産にはプラスとなりうる。一方、④環境問題となることがある。つぎの i) ～ iii) に答えなさい。
- i) 硝酸がなぜ脱着されるのか、説明しなさい。
 - ii) 下線部③の「生物生産にプラス」となる理由を説明しなさい。
 - iii) 下線部④の「環境問題」として、どんなことが知られているか、簡潔に説明しなさい。

2025 年 4 月・2024 年 9 月入学 大学院夏季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 生命科学専攻
生 命 科 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

V 以下の設問 1, 2 に答えなさい。

1. 植生の遷移のプロセスの詳細を、一次遷移と二次遷移、および乾性遷移と湿性遷移の違いを明確にして説明しなさい。
2. 生物多様性の保全における攪乱の重要性について、小・中・大規模な攪乱の例をそれぞれ挙げながら説明しなさい。

VI 動物の発生や再生において、細胞間接着、細胞外基質、細胞間情報伝達経路が重要な役割を果たすことが知られている。以下の設問 1)～3) に答えよ。

- 1) カドヘリン型の接着結合装置について、その構造を図示して構成するタンパク質を記せ。また、カドヘリンの発生における役割について、具体例を 1 つ挙げよ。
- 2) 細胞外基質を構成するタンパク質を 2 つ選び、それぞれについてタンパク質の構造とそのタンパク質が含まれる結合組織を記せ。
- 3) 細胞間情報伝達の具体例を 1 つ挙げ、リガンド、受容体、及び、情報伝達経路を記せ。また、その情報伝達経路が細胞の分化やパターン形成についてどのように関与するか、例を挙げて説明しなさい。

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

VII 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) では、発熱や咳、筋肉痛のほか、多臓器不全を伴う呼吸困難、急性呼吸窮迫症候群 (ARDS)、嗅覚・味覚障害など、肺や嗅覚上皮細胞の繊毛機能異常に起因すると考えられる症状がしばしばみられる。最近の研究で、SARS-CoV-2 の ORF10 にコードされる 38 アミノ酸のペプチドが、この繊毛機能の低下に関係することが示された。以下の設問に答えなさい。

- 図 1 は、FLAG/GSTプルダウンアッセイの結果である。この実験により、ORF10ペプチドがタンパク質 ZYG11B と直接的に相互作用することが示された。プルダウンアッセイとはどのようなものか、また、図 1 のどのようなところから、上記の結論が導けるか、説明しなさい。なお実験では ZYG11B を GST 融合タンパク質として大腸菌に発現させ、Glutathione-Sepharose 4B ビーズを用いて精製した試料 (GST-ZYG11B) に、FLAG 標識 ORF10 ペプチドを加えインキュベートしたのちに、再び Glutathione-Sepharose 4B ビーズを加えて結合画分を回収し、これを電気泳動している。そして、抗 FLAG 抗体 (上段) または抗 GST 抗体 (下段) を用いたウェスタンブロット (IB) により検出している。レーン 2 (GST) は GST のみのネガティブコントロール、Input は加えた FLAG 標識 ORF10 ペプチド試料である。

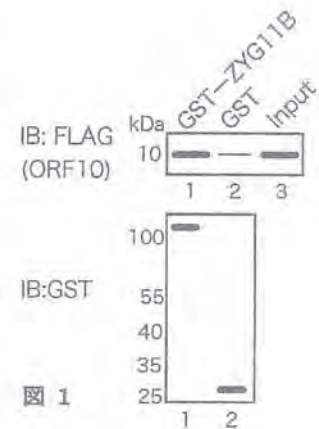


図 1

- ZYG11B は、CUL2 を主成分とするユビキチン E3 リガーゼ複合体の成分で、複合体を形成させるアダプターとしてはたらく。別の実験の結果、ORF10 ペプチドが存在する条件では、*in vitro* での ZYG11B-CUL2 ユビキチン E3 リガーゼ複合体によるユビキチン化活性が上昇することが判明した。SARS-CoV-2 の起源と考えられる SARS-CoV の ORF10 ペプチドは、ZYG11B と結合せず、ユビキチン化活性を上昇させることもなかった。以下にこれらの ORF10 をコードする配列を示す。SARS-CoV-2 の ORF10 ペプチドのもつユビキチン化活性を上昇させる特性は、このペプチドのどの部分に起因すると考えられるか。また、SARS-CoV-2 はその部分をどのような経緯で獲得したと考えられるか。

SARS-CoV-2
atgggctatataaacggttttcgcttttcggtttacgatatagtagtactcttctgtgcagaatgaattctcgtaactacatagcacaagtagatgtagtttaactttaatctcacatag 117
M G Y I N V F A E P F T I Y S L L L C R M N S R N Y I A Q V D V V N F N L T * 39

SARS-CoV
atgggctatgtataaacggttttcgcaatttcggtttacgatatagtagtactcttctgtgcagaatgaattctcgtaactaaacagcacaagtaggttttagtttaactttaatctcacatag 117
M G Y V N V F A I P F T I H S L L L C R M N S R N * T A Q V G L V N F N L T * 39

図 2 SARS-CoV-2 と SARS-CoV の ORF10 の配列の比較
SARS-CoV-2 のアミノ酸配列中の下線は、SARS-CoV と比べて異なる部分

- ZYG11B-CUL2 ユビキチン E3 リガーゼ複合体によるユビキチン化のターゲットを調べたところ、IFT46 などの IFT (繊毛内輸送) に携わるタンパク質が多数含まれていた。実際、SARS-CoV-2 の ORF10 を発現する培養細胞では、血清除去によって一次繊毛形成を誘導しても繊毛が形成されず、また、いったん一次繊毛を形成させた細胞で ORF10 を発現させると繊毛が退縮した。このとき、繊毛内の IFT46 の存在量はかなり少なくなっていた。さらに、コロナウイルスのヒトの受容体 hACE2 を発現させることで「ヒト化」したマウスに、SARS-CoV-2 のスパイクタンパク質と ORF10 を発現するレンチウイルスベクターを感染させたところ、気管支上皮の繊毛がかなり少なくなった。(スパイクタンパク質のみを発現するレンチウイルスベクターの場合は、感染はするが気管支上皮の繊毛に異常はみられなかった。) 以上の結果から、SARS-CoV-2 の感染によって呼吸器系や嗅覚・味覚系に異常が現れるメカニズムを推定しなさい。

VIII

1. 試験管内で DNA を合成するときに、必要な物質を答えよ。
2. 真核生物の DNA 損傷のチェックポイントについて、この機構の概略を説明せよ。また、この機構に関与する因子の名称とその生化学的性質を記述せよ。

2025年度 中央大学大学院春季一般入学試験
理工学研究科 博士課程前期課程
＜生命科学専攻＞

生命科学の8問(I～Ⅷ)のうち、3問を選択して解答すること。

解答用紙上部の「問題番号」の枠内に、選択した問題番号を
記し、1枚の解答用紙につき1問解答すること。

問題Ⅶを選択する場合は、指定の解答用紙を使用すること。

上記事項が守られていない場合、解答が無効となることがありますので、注意してください。

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 生命科学専攻
生命科学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

I 以下の問い(1)～(2)に答えなさい。

数値を求める問題では、根拠となる量方程式と計算過程も簡潔に記述すること。
必要であれば、下の【物理定数】中に示した値は使用してよい。

【物理定数】プランク定数(h) 6.63×10^{-34} [J s], 真空中の光速(c) 3.00×10^8 [m s $^{-1}$],
アボガドロ定数(N_A) 6.02×10^{23} [mol $^{-1}$], ボルツマン定数(k_B) 1.38×10^{-23} [J K $^{-1}$],
電気素量(e) 1.60×10^{-19} [C]

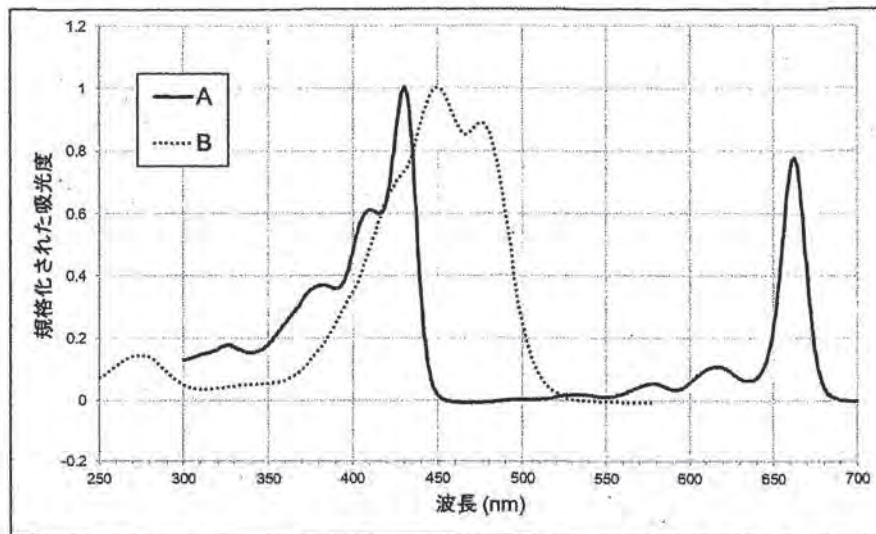


図1 有機溶媒中での光合成色素分子(A, B)の吸収スペクトル

(1) 図1に示した2種類の光合成色素分子(A, B)の吸収スペクトルは、それぞれクロロフィルaまたはβカロテンのどちらかのものである。以下の(i), (ii)に答えなさい。

(i) 光合成色素分子AとBのうち、どちらがβカロテンかを答えなさい。

(ii) βカロテンが基底状態から第二励起状態へ電子遷移($S_0 \rightarrow S_2$ 遷移)するのに必要な光子エネルギーを、波数(cm^{-1})および電子ボルト(eV)のそれぞれの単位で求めなさい。求める数値の有効数字は2桁とする。

(2) カロテノイドは光合成において補助色素として機能する。光合成系におけるカロテノイドの機能を2種類挙げ、それぞれがどのような生理的意義をもつかを答えなさい。ただし、解答文全体を通して、下の【語群】中の語句をそれぞれ1回以上もちいること。

【語群】励起エネルギー移動、三重項クロロフィル、非光化学的消光

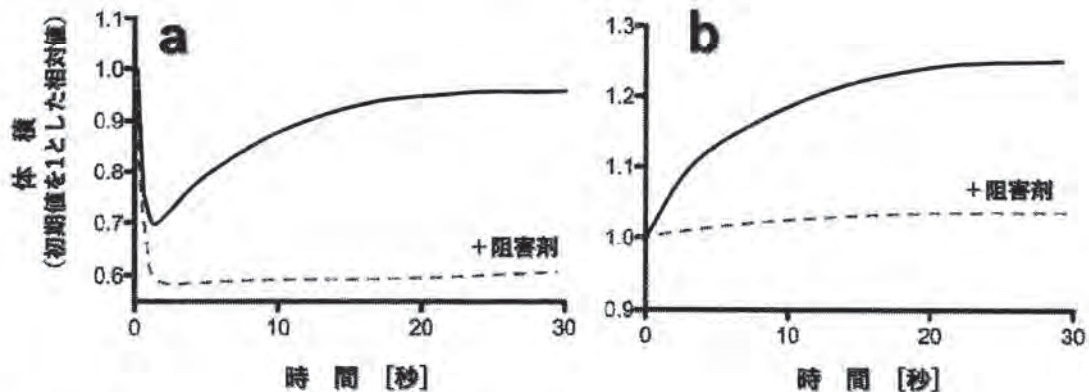
2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 生命科学専攻
生命科学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

II SMILES形式で示される以下の4つの化合物について、どの分子量が最も大きいかを理由を述べながら示しなさい。

1. COC(=O)c1ccc(cc1)c2cccc2
2. C(c1cccc1)(c2cccc2)c3cccc3
3. CC(C)(C1=CC=C(C=C1)O)C2=CC=C(C=C2)O
4. C1=CC=C2C(=C1)C=CC=C2S(=O)(=O)O

Ⅲ 外液の浸透圧を変えた時、動物細胞の体積がどのように変化するかを調べた実験結果について、以下の問い1～5に答えなさい。



1. アクアポリンについて簡潔に説明しなさい。
2. 図 a・b は、細胞の外側の塩とグリセリンの濃度を変えたときの細胞の体積変化を調べた結果である。直接、細胞の大きさを計測する代わりに、光散乱の強さをもとにして相対的な体積変化を求めた。光の散乱強度は、ある範囲で、観察する細胞の大きさを示す良い指標になると考えられるが、その原理を簡潔に説明しなさい。
3. 図 a では、一過的に、細胞サイズが減少し、その後、もとの戻る様子が観察された（実線）。このような体積変化は、どのような外液条件下で観察されると考えられるか。アクアポリンの機能と水・グリセリンの透過性に関連付けて、考察しなさい。ただし、もとの細胞内には、グリセリンがないことを前提に考えること。
4. 図 b では、細胞サイズが次第に増加する変化が見られた（実線）。このような体積変化は、どのような条件下で観察されると考えられるか。アクアポリンの機能と水・グリセリンの透過性に関連付けて、考察しなさい。
5. 重金属はアクアポリンの機能を阻害することが知られている。重金属を添加したときのアクアポリンによる水・グリセリンの輸送阻害機構について、図 a・b に示す観察結果（破線）をもとに考察しなさい。

IV

微生物の代謝についての次の(a)～(c)に答えなさい。

(a) エネルギー獲得のための代謝の様式(異化)には光合成, 化学合成有機栄養, および化学合成無機栄養がある。つぎのi) およびii)に答えなさい。

i) それぞれの様式でエネルギーを獲得する微生物を2つずつ答えなさい。学名で答えなくてもよい。

ii) i)で解答したそれぞれの微生物の炭素源を答えなさい。

(b) (ア)～(ウ)の3種の微生物それぞれを集積培養したい。そのための培地に用いる, ①電子供与体, ②電子受容体, ③適切な培養条件, および④考えられる分離源を答えなさい。

(ア) 亜硝酸酸化細菌 (イ) 脱窒細菌 (ウ) 硫酸還元菌

(c) 以下の(ア)～(エ)の代謝は, 異なる酸化還元電位(E_o' ; 単位V)で起こる。これらの代謝が起こる酸化還元電位を, 低い順に(左から右へ)に書きなさい。

なお, E_o' が低いほどより嫌氣的である。

(ア) 酸素呼吸, (イ) 脱窒, (ウ) メタン生成, (エ) 硫酸還元

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 生命科学専攻
生 命 科 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

V 以下の問い(1)～(2)に答えなさい。

- (1) 生物多様性の概念は、3つの異なる階層での多様性を内包するとされている。それぞれの階層において「多様性が豊かである」とはどのようなことか、具体例を挙げながら説明しなさい。
- (2) 外来種の侵入が、その場所に元から生息する生物やその場所の生態系に及ぼしうる影響にはどのようなものがあるか。具体例を挙げつつ、複数の可能性について述べなさい。

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 生命科学専攻
生 命 科 学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

VI 遺伝子に関する以下の問に答えなさい。

- 問1 オーソログとパラログの違いについて、例をあげて説明せよ。
- 問2 ある遺伝子ペアが相同遺伝子であることを明らかにするためにはどのような調査をおこなえばよいか、方法を記せ。

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 生命科学専攻
生命科学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

VII イノシトールリン脂質 (PI) は、さまざまな細胞内情報伝達や小胞輸送において重要な役割を果たすシグナル分子である。Maib et al. (2024, J. Cell Biol.) の研究に関連する以下の設問に答えなさい。

1. 下図は、PIの代謝回転を表したものである。図中のボックスにあてはまるPIまたは化合物または酵素を答えなさい(表1が部分的には参考になる)。またこの図において、「生体膜の疎水性部分」と「生体膜の親水性部分および細胞質ゾル」との境界はどこか。解答用紙の図に線を引いて示しなさい。

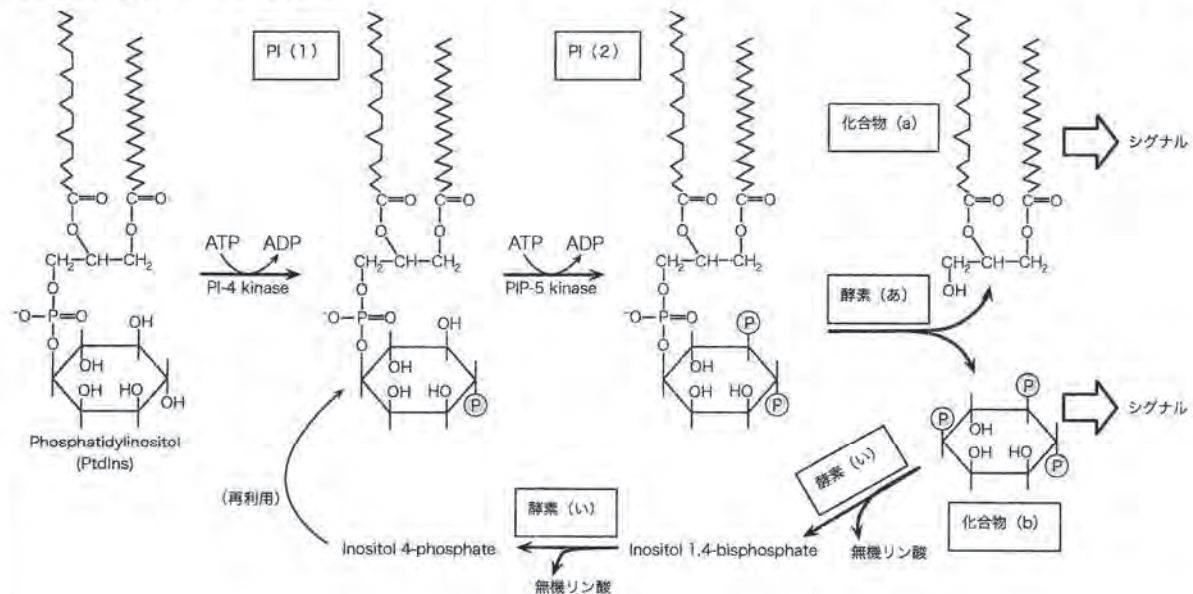


表1 おもなPIとそれらへの結合ドメイン

PI	結合ドメインの由来
PI(3)P	HRS (ATPase) の FYVE ドメイン
PI(4)P	レジオネラ菌 SidC タンパク質内のエフェクタードメイン
PI(3,4)P ₂	TAPP1 タンパク質の C 末端 PH ドメイン
PI(3,5)P ₂	細胞性粘菌のタンパク質に含まれる PX ドメイン
PI(4,5)P ₂	フォスホリパーゼ-δ1 の PH ドメイン
PI(3,4,5)P ₃	BTK (チロシンキナーゼ) の PH ドメイン

2. さまざまなPIの細胞内局在を明らかにするため、6種のPIにそれぞれ特異的に結合する既知ドメイン(表1)と6xHisタグ、SNAPタグとの融合タンパク質を大腸菌で発現させ調製した。ここでSNAPタグとはDNA修復機構に携わるアルキルグアニンDNAアルキルトランスフェラーゼを遺伝子工学的に改変したもので、DNAとの結合性はなく、蛍光色素と結合させたグアニンなどのベンジルグアニン誘導体と反応して共有結合を形成する。作製したこれらの融合タンパク質に6xHisタグが挿入されている意義は何か、説明しなさい。

3. 2で作製した融合タンパク質に各種の蛍光色素を結合させ、あらかじめ固定・透過処理したさまざまな細胞・オルガノイド・組織に対して処理することで、これらの膜構造における各PIの局在様式が調べられた。超解像顕微鏡による観察の結果、ゴルジ体からCOP I被覆小胞として出芽する小胞がPI(4)Pに富んでいること、エンドソームがPI(3)Pに富んでいることなどが明らかになった。生体膜のPIを区別して可視化するには、従来は、各種PIへの結合ドメインと蛍光タンパク質との融合タンパク質を培養細胞等で強制発現させる方法がとられていた。今回の方法は従来のものに比べてどのような利点があるか。細胞内には各種PIへの結合ドメインをもつタンパク質が多量に存在し実際に機能していることや、培養細胞やオルガノイドへの外来遺伝子導入の効率や難易度、外来遺伝子導入によって生じる影響などを考慮して答えなさい。

2025年度 大学院春季入学試験問題
理工学研究科 前期課程 生命科学専攻
生命科学

(注) 問題番号または記号を必ず解答用紙に明記すること

VIII

真核生物と原核生物の転写制御の共通点と異なる点について、この機構に関与する因子を生化学的性質とともに記述して説明せよ。