

北海道大学大学院情報科学院
情報科学専攻生体情報工学コース入学試験

2025年8月25日 10:00～12:00

専門科目 1

受験上の注意

- ・ 解答始めの合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
- ・ 受験中、机上には、受験票、鉛筆(黒)、シャープペンシル(黒)、消しゴム、鉛筆削り、眼鏡、時計(計時機能のみのももの)以外の所持品は置くことができない。ただし、監督者が別に指示した場合は、この限りではない。
- ・ 携帯電話等の電子機器類は、必ずアラームの設定を解除し電源を切っておくこと。
- ・ 問題冊子1冊(この冊子)、小論文答案用紙1枚、選択問題答案用紙1枚、小論文草案紙1枚、選択問題草案紙1枚、選択問題チェック票1枚の配布を確認すること。問題冊子と草案紙は回収しない。
- ・ 小論文を必ず解答すること。また、問題④～⑥のうち1問を選択し、答案用紙に問題番号と受験番号を記入の上、解答すること。選択問題チェック票にも、受験番号と問題番号を記入して提出すること。
- ・ 2ページにわたる問題もあるので、注意すること。
- ・ 答案用紙の裏面を使用する場合は、表面右下に「裏面に続く」と明記すること。
- ・ 導出過程も略さず記すこと。

(空白ページ)

小論文 (必ず解答すること)

生体認証とは、顔や指紋、静脈、虹彩など、個人ごとに異なる生体情報を用いて本人確認を行う技術である。近年では、スマートフォンのロック解除や銀行 ATM での本人確認、空港での出入国審査など、私たちの生活のさまざまな場面で生体認証が活用されている。

生体認証を国家規模で個人識別に利用する試みも現れている。たとえばインドでは、2010 年から全国民に個人番号を割り当て、それに虹彩や指紋などの生体情報と氏名や生年月日などの個人情報をつなげて、政府が一元的に管理する仕組み（アダードール）が開始された。アダードールによって、様々な手続きの迅速化や効率化だけでなく、たとえば、読み書きができないなどの理由で本人確認が困難だった人々に対しても、行政や金融のサービスが行き届くようになったとされる。さらに、新型コロナウイルスの感染拡大時には、現金給付やワクチン接種の対象者特定にもアダードールは活用された。

生体情報を政府が集中して管理することには懸念もある。生体情報はパスワードのように変更ができないため、一度流出した場合の被害は深刻である。データ漏えいを防ぐためにも、生体情報の利用目的とアクセス権限を明確にし、運用の透明性を確保することが欠かせない。加えて、国家規模で生体情報を管理するには、データ量が膨大になるため、処理速度や保存方法の面でも高度な技術が求められる。

以上の内容をふまえ、政府が生体情報を一元的に管理し運用する制度について、理由や根拠とともに、あなたの考えを 800 字程度で論じなさい。ただし、(1) 政府による生体情報管理の意義、(2) 情報セキュリティとデータ管理に関する技術的な課題、(3) 社会的な合意形成の必要性、(4) 制度導入の是非 の 4 つを別々の段落に分けて記述すること。なお、上の文章の内容を解答に利用してもよい。

(空白ページ)

1 線形代数

1. 任意の実数 x をもつ次の行列 A について、以下の設問に答えよ。

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

(1) $x = 1$ のとき、行列 A の行列式を求めよ。

(2) $x = 1$ のとき、行列 A のすべての固有値と、それぞれの固有値に対応する固有ベクトルを求めよ。

(3) 行列 A の階数が2になるときの x を求めよ。

2. 実正方行列 B のうち $B^T = B$ となる行列を対称行列、 $B^T = -B$ となる行列を交代行列と呼ぶ。ただし、 B^T は B の転置行列である。以下の設問に答えよ。

(1) 行列 $C = \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ -1 & 2 \end{bmatrix}$ を対称行列と交代行列を用いて表せ。

(2) 交代行列の固有値は純虚数もしくは0となることを証明せよ。

(3) ある交代行列に逆行列が存在するとき、その逆行列も交代行列となることを証明せよ。

(4) n が3以上の奇数のとき、 $n \times n$ 交代行列の行列式は0となることを証明せよ。

(空白ページ)

2 電気・電子回路

1. 図 1 に示すように、2 端子対回路の端子対 1-1' の電圧を V_1 、電流を I_1 、端子対 2-2' の電圧を V_2 、電流を I_2 とする。この端子対電圧と端子対電流の関係を行列により

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ I_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_{11} & F_{12} \\ F_{21} & F_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_2 \\ I_2 \end{bmatrix}$$

で表したものを 4 端子行列 (縦続行列, F 行列), また, 4 端子行列の F_{11} , F_{12} , F_{21} , F_{22} を 4 端子定数と呼ぶ。角周波数 ω における交流回路として, 以下の設問に答えよ。なお, 虚数単位を j として解答すること。

- (1) 図 2 に示す, キャパシタ (キャパシタンス C) とインダクタ (インダクタンス L) からなる回路の 4 端子定数をそれぞれ求めよ。
- (2) 図 3 に示す回路は, 図 2 の回路を直列に接続したものである。この 2 端子対回路の 4 端子定数をそれぞれ求めよ。
- (3) 図 3 の回路の端子対 2-2' に, 破線内に示す端子対 3-3' を持つ抵抗 (抵抗値 R) を接続した。 $\omega = 1/\sqrt{LC}$ のとき, この回路の入力インピーダンス (端子対 1-1' から見たインピーダンス) を求めよ。

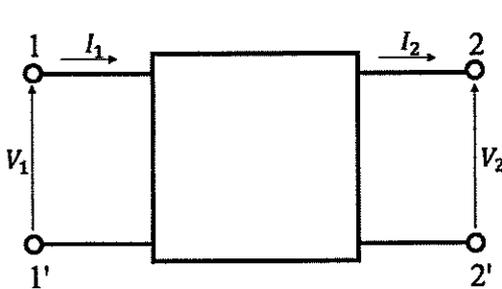


図 1

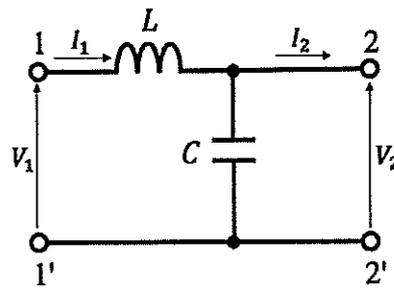


図 2

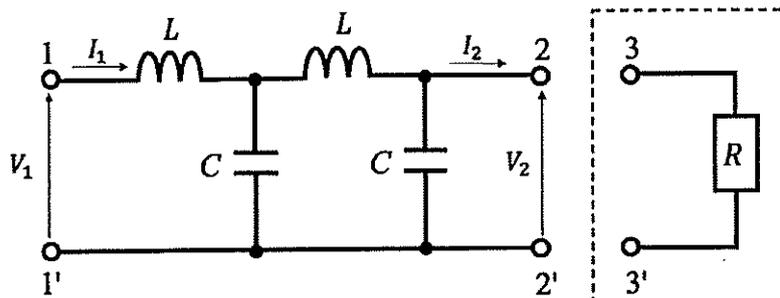


図 3

(裏面に続く)

2 電気・電子回路

2. 図4に示す、オペアンプ、抵抗（抵抗値 R_1, R_2, R_3 ）、キャパシタ（キャパシタンス C ）を用いた増幅回路について以下の設問に答えよ。ただし、増幅回路に入力する交流電圧信号を v_i 、その角周波数を ω 、出力電圧信号を v_o とし、オペアンプは理想的な特性を持つものとする。また、虚数単位を j とする。

- (1) オペアンプの仮想短絡とはどのような状態なのか、理想オペアンプの特性を用いて説明せよ。
- (2) オペアンプの+端子の電圧を v_+ 、-端子の電圧を v_- とする。 v_+ および v_- を、 $v_i, v_o, R_1, R_2, R_3, C, \omega$ の中から必要なものを用いて示せ。
- (3) 設問(2)の結果と、仮想短絡を用いて増幅回路の電圧利得 v_o/v_i を導出せよ。
- (4) 全ての角周波数で $|v_o/v_i| = 1$ となる条件を求めよ。
- (5) 設問(4)の場合に、入力電圧に対して出力電圧の位相が90度変化する ω を求めよ。また、その位相は90度遅れているのか、それとも進んでいるのか答えよ。

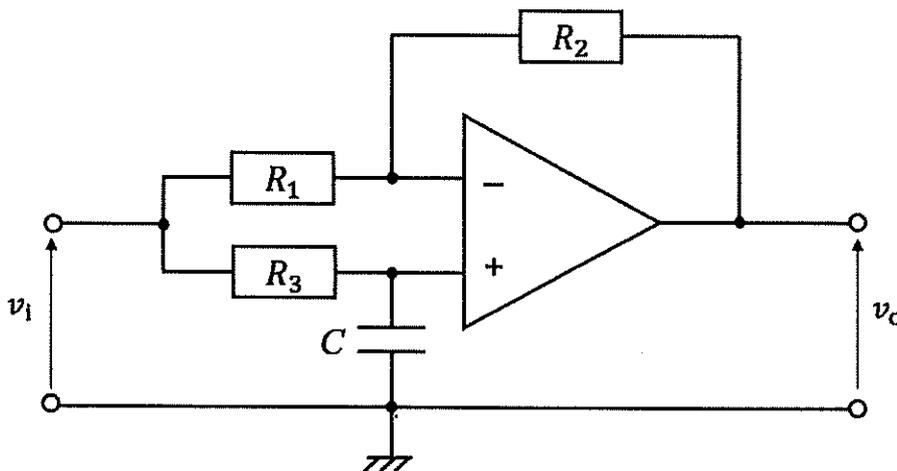


図4

3 細胞生物学

1. 動物細胞の細胞小器官に関する次の説明文について、設問に答えよ。

動物細胞内には膜で囲まれた様々な細胞小器官が存在する。核は核膜とよばれる二重の膜に囲まれている。核膜を貫通する (①) により、核の内部はサイトゾルと連絡している。核膜の外膜は小胞体の膜と連続している。(②) 小胞体には (③) が付着し、タンパク質合成の場となっている。小胞体に存在する (④) ポンプの働きで、(A)一般にサイトゾルの (④) イオン濃度は低く保たれている。また、小胞体では脂質の合成や、タンパク質への (⑤) の付加も行われる。(⑥) は、小胞体からタンパク質や脂質を受け取り、これらを修飾し、小胞に詰め込み、他の細胞小器官や細胞膜へと輸送する。(B) (⑦) は細胞内消化に関わり、不要になった細胞小器官や、(⑧) とよばれる過程により細胞に取り込まれた分子を分解する。(⑨) では、脂質の分解や毒性分子の酸化的分解が行われる。(⑨) で産生される (⑩) はカタラーゼにより水に変換される。

- (1) 空欄 (①) ~ (⑩) に入る最も適切な語を、以下の語群から選択し答えよ。ただし、番号が異なる空欄には異なる語が入るものとする。

<語群>

ミトコンドリア 葉緑体 ゴルジ体 リボソーム リソソーム
 ペルオキシソーム チャネル 核膜孔 エンドサイトーシス
 エキソサイトーシス 粗面 滑面 過酸化水素 酸素 ナトリウム
 カルシウム カリウム 糖鎖 リン酸基

- (2) 核内に局在するタンパク質および細胞膜の膜貫通タンパク質それぞれについて、翻訳が行われる場所とその後の選別過程（合成場所から局在場所への輸送過程）を説明せよ。
- (3) 下線部(A)に関して、サイトゾル内の (④) イオン濃度の上昇により制御が行われる生体内の現象を1つあげ、その過程を説明せよ。
- (4) 下線部(B)に関して、(⑦) の細胞小器官内に存在する加水分解酵素がサイトゾルに漏れ出すとどうなるか、至適 pH の観点から答えよ。

(裏面に続く)

3 細胞生物学

2. 図1は一般的な真核細胞の細胞周期を模式的に表しており、時計回りに進んでいるものとする。以下の設問に答えよ。

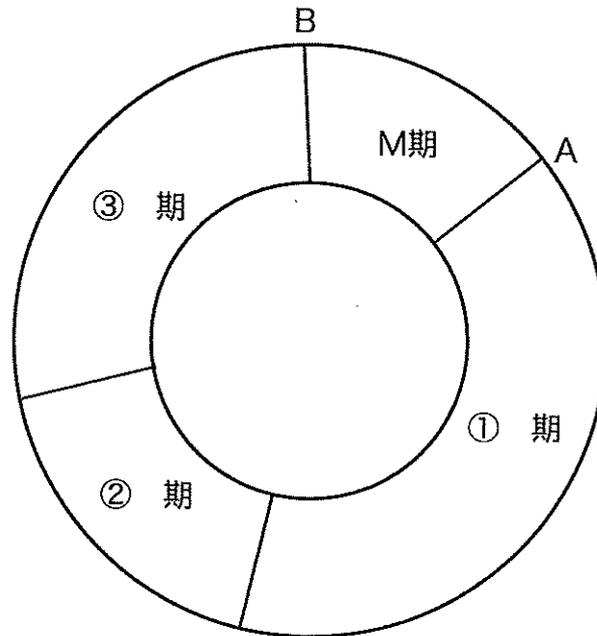


図1

- (1) 図1の①から③にあてはまる語を答えよ。
- (2) ①期, ②期, ③期, M期を通じて, 細胞あたりの核ゲノムのDNA量がどのように変化するかを, X軸を時間, Y軸を相対DNA量としたグラフで表せ。ただし, X軸は開始点を①期の開始時(図1のAの時点)とし, Y軸はAの時点におけるDNA量を1とすること。細胞周期1周期分(Aの時点から次の細胞周期のAの時点まで)の変化を示し, 各期の境界を明示すること。
- (3) 細胞周期にはチェックポイントとよばれる移行点が存在し, 細胞の準備が整わない状態で次の過程が始まらないように制御されている。例えば図1のBのチェックポイントでは, 何がチェックされるか1つあげよ。
- (4) 細胞周期のチェックポイントが正常に働かないと, 細胞ががん化することがある。チェックポイントの異常によるがん化の過程を簡潔に説明せよ。
- (5) 細胞周期の進行には, タンパク質の可逆的な化学修飾が関わっている。そのような化学修飾の例を1つあげ, どのように細胞周期の進行に関わっているか200字程度で説明せよ。

専門科目 1

(空白ページ)

