

令和6年10月入学/令和7年4月入学（第1期）

地域創生科学研究科博士前期課程

入学試験問題

工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム

「電気磁気学」「電気回路」

電気磁気学 1 ページ

電気回路 4 ページ

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 情報電気電子システム工学プログラムでは、専門科目2科目を課します。
2. 出願時に届け出た専門科目を受験してください。
3. 答案は試験問題ごとに指定された解答用紙を用い、それぞれに受験番号を記入してください。
4. 外国人留学生特別選抜の受験者は、日本語・母語辞書（電子辞書・翻訳機等は除く）を使用することができます。
5. 試験終了後は、解答用紙のみ回収します。試験問題は持ち帰ってください。

令和6年10月入学／令和7年4月入学
地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 電気磁気学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
--------------	--

I. 静電界に関する以下の問いに答えよ。ただし真空の誘電率を ϵ_0 とする。

- (1) 閉曲面 S で囲われた体積 V 内の電荷密度が ρ であるとき、 S 上の電界 E に関するガウスの法則の積分形の式を書き、その意味を説明せよ。
- (2) ガウスの定理を用いてガウスの法則の微分形を導出せよ。
- (3) 電位 U から電界 E を導く関係式を示せ。
- (4) (2)(3)からポアソンの方程式を導出せよ。

II. 図 1-1 に示すように、一つの平面上にじゅうぶん長い直線状導線と、導線から垂直距離 d 離れた点 O を中心として半径 a の円形コイルが配置されている。ただし、 $a < d$ であるとする。直線状導線には、直流電流 I_s が流れている。直線状導線およびコイル導線の太さは無視できるほど小さく、空間の透磁率を μ として以下の問いに答えよ。

- (1) 直流電流 I_s により、点 O を原点とした極座標系上の点 $P(r, \theta)$ に現れる磁界の大きさと向きを答えよ。
- (2) 円形コイルへの鎖交磁束を求め、その結果を用いて直線状導線と円形コイルの相互インダクタンス M を求めよ。ただし、次の 2 つの積分公式を用いて良い。

$$\int_0^{2\pi} \frac{r}{d+r\cos\theta} d\theta = \frac{2\pi r}{\sqrt{d^2-r^2}}, \quad \int \frac{rdr}{\sqrt{d^2-r^2}} = -\sqrt{d^2-r^2} + C \quad (C \text{ は積分定数})$$

- (3) 図 1-2 に示すように、円形コイルにも直流電流 I_c を流すと、円形コイルには力がはたらく。この場合の円形コイルの位置エネルギー U は、

$$U = -M I_s I_c$$

と与えられる。このことを利用して、円形コイルにはたらく力の大きさと方向を答えよ。ただし、直線状導線と円形コイルは、変形しないものとする。

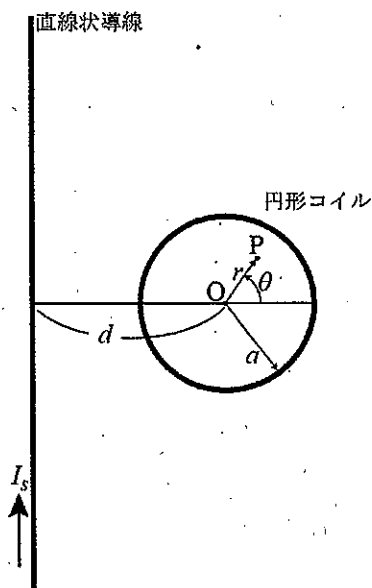


図 1-1

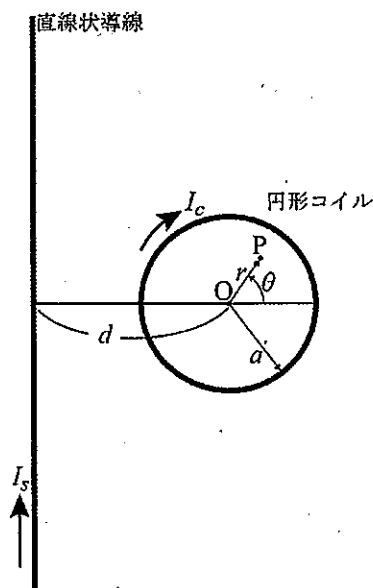


図 1-2

Ⅲ. マックスウェル方程式と電磁波に関する以下の問いに答えよ。ただし、電界を E 、磁界を H 、角周波数を ω 、真空の誘電率と透磁率をそれぞれ ϵ_0, μ_0 、ベクトル演算子 ∇ を $\nabla = \left(\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \right)$ とする。

(1) 真電荷、真電流がない真空中におけるマックスウェル方程式(微分形)を書き表せ。

(2) マックスウェル方程式から、以下の波動方程式

$$\nabla^2 E = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}$$

$$\nabla^2 H = \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial^2 H}{\partial t^2}$$

を導出できる。ここで $+z$ 方向に伝搬する平面波の電界と磁界を、 x, y, z, t によらず大きさが一定の振幅 E_0, H_0 と波数ベクトル $k = (0, 0, k)$ とを用いて

$$E = E_0 \exp(j\omega t - jkz)$$

$$H = H_0 \exp(j\omega t - jkz)$$

と書き表す。

(a) 上式の E, H に対して、波動方程式の ∇ を $-jk = -j(0, 0, k)$ と置き換えてもよいことを示せ。

(b) E, H が波動方程式を満たすように k を定めよ。なお導出過程を示すこと。

(3) 平面波の電界 E 、磁界 H 、波数ベクトル k が互いに直交関係($E \perp H, H \perp k, k \perp E$)にあることを、(1)のマックスウェル方程式より説明せよ。

令和6年10月入学／令和7年4月入学

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 電気回路	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
-------------	--

I. 以下の問いに答えよ。最終的な答えを指定解答欄に記述すること。

(1) 関数 $f(t)$ はラプラス変換を行い、関数 $F(s)$ は逆ラプラス変換を行え。

$$(a) f(t) = e^{-2t} \cos 3t \qquad (b) F(s) = \frac{8}{(s+1)(s+3)(s+5)}$$

(2) 交流電圧 $V = (3 + j4)(-6 + j8)$ [V]を計算し、直交座標形式とフェーザ形式で答えよ。

(3) 初期電荷が0のRC直列回路において、100 Vの直流電圧を加えた。ただし、抵抗は $R = 200$ [Ω]、キャパシタンスは $C = 50$ [μF]とする。この回路の時定数 τ を答えよ。また、定常状態になるまでの間に抵抗 R で消費されたエネルギー W を求めよ。

(4) 単位長さあたりの抵抗が $R = 50$ [$\text{m}\Omega/\text{m}$]、キャパシタンスが $C = 4$ [$\mu\text{F}/\text{m}$]、漏れコンダクタンスが $G = 50$ [mS/m]の伝送線路が無ひずみ条件を満たしている。この伝送線路の単位長さあたりのインダクタンス L と位相速度 v_p を求めよ。

- II. 図 1 に示す角周波数 ω の正弦波交流電圧 E_1 , E_2 , 抵抗 R_1 , R_2 , コンデンサ C から構成される回路を考える。以下の問いに答えよ。なお, 導出過程も示すこと。

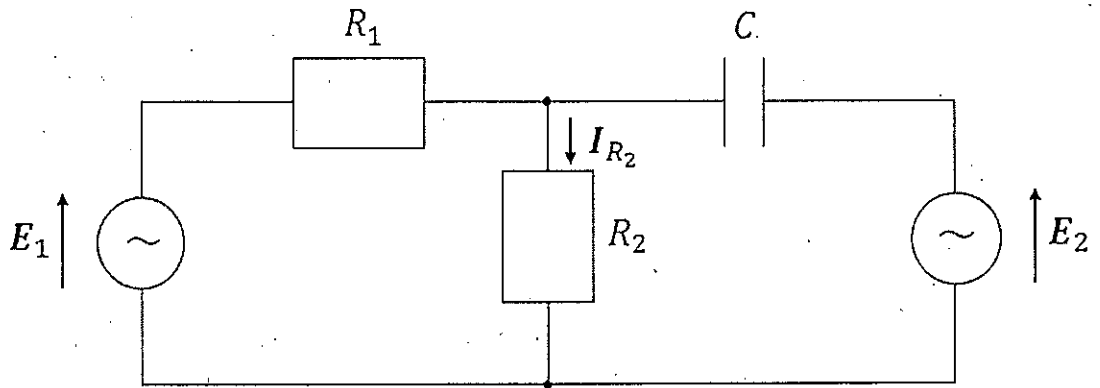


図 1

- (1) 抵抗 R_2 に流れる電流 I_{R_2} を求めよ。
- (2) E_2 が E_1 と大きさが同じで位相が E_1 よりも 90° 進んでいる場合に ω を調整したところ, $I_{R_2} = 0$ となった。このとき成立する関係式を求めよ。

- III. 図 2 に示す RLC 直列回路を考える。ただし, 抵抗 $R = 20 [\Omega]$, インダクタンス $L = 10 [\text{mH}]$, キャパシタンス $C = 2 [\mu\text{F}]$, 直流電圧 $E = 50 [\text{V}]$ とする。ただし, 最初 SW は開いて定常状態にあるものとし, C の初期電荷は 0 とする。時刻 $t = 0$ において SW を閉じた。 $t > 0$ における電流 $i(t)$ を求めよ。なお, 導出過程も示すこと。

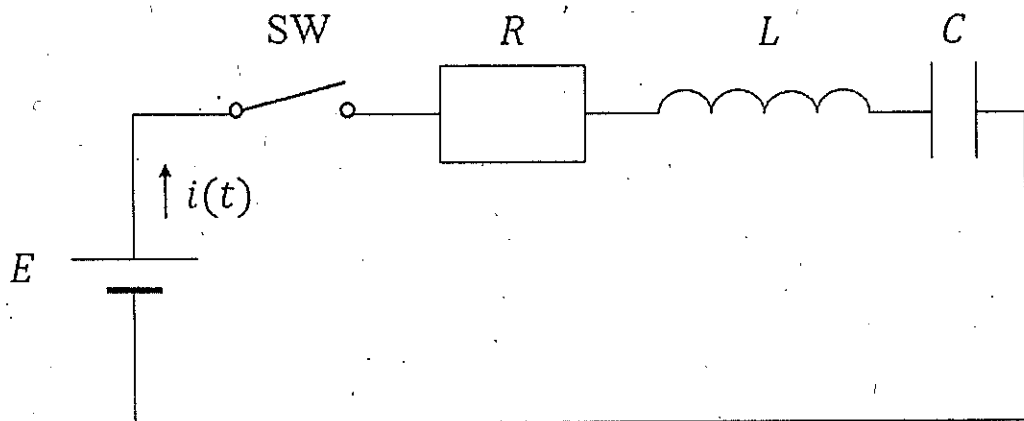


図 2

IV. 単位長さあたりの抵抗 $R = 5 [\Omega/\text{m}]$, インダクタンス $L = 5 [\text{mH}/\text{m}]$, 漏れコンダクタンス $G = 5 [\text{S}/\text{m}]$, キャパシタンス $C = 5 [\text{mF}/\text{m}]$ をもつ長さ $3\pi [\text{m}]$ の伝送線路を考える。この線路の送電端に実効値 10 V , 周波数 $f = 1/(2\pi) [\text{kHz}]$ の正弦波電圧源を接続した。このとき, この線路上の位置 $x [\text{m}]$ における電圧 $V(x)$ の一般解は, 伝搬定数 γ および境界条件から決定される定数 A, B を用いて, 次式で表せるものとする。

$$V(x) = Ae^{-\gamma x} + Be^{\gamma x} [\text{V}]$$

以下の問いに答えよ。なお, 導出過程も示すこと。

- (1) この線路の特性インピーダンス Z_0 , 減衰定数 α , 位相定数 β を求めよ。
- (2) インピーダンス $Z_L = 2 - j1 [\Omega]$ を受電端に接続し, 終端した。このとき, 受電端における電圧反射係数 Γ_V および定在波比 ρ をそれぞれ求めよ。
- (3) インピーダンス Z_L を取り外し, 受電端を開放した。このとき, 位置 $x [\text{m}]$ における電圧 $V(x)$, 電流 $I(x)$ をそれぞれ指数関数形式で求めよ。

令和6年10月入学/令和7年4月入学（第1期）
地域創生科学研究科博士前期課程
入学試験問題

工農総合科学専攻・情報電気電子システム工学プログラム
教育研究分野B 問題冊子

教育研究分野B	
人間情報学	メディア情報工学
感性工学	情報統計学
医用画像工学	情報システム工学
音響工学	計算機システム工学
音響心理学	理論物理学, 素粒子論
画像工学	数理科学, 物性基礎論

【専門科目】

線形代数	1 ページ
微積分学	2 ページ
離散数学	3 ページ
計算機システム	4～6 ページ
データ構造とアルゴリズム	7～11 ページ

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子の中を見てはいけません。
2. 情報電気電子システム工学プログラム教育研究分野Bでは、専門科目2科目を課します。
3. 出願時に届け出た専門科目を受験してください。
4. 答案は選択した専門科目ごとに別の解答用紙を用い、それぞれに受験番号を記入するとともに、選択した専門科目名に○をつけてください。
5. 外国人留学生特別選抜の受験者は、日本語・母語辞書（電子辞書・翻訳機等は除く）を使用することができます。
6. 試験終了後、解答用紙は全て回収します。試験問題は持ち帰ってください。

科目名 線形代数	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
-------------	--

次の設問(1), (2)に解答せよ。なお、解答は答えだけでなく、導出過程も明記せよ。

- (1) 行列 A を、 $A = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & 4 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 4 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 4 \end{pmatrix}$ と定義する。行列 A の固有値を λ_j ($1 \leq j \leq N$, N は A の

異なる固有値の個数) とする。ただし、 λ_1 は A の実数の固有値のうちで最も大きい固有値となるように選ぶ。また、固有値 λ_j に属する固有ベクトルを p_j とする。以下の問いに答えよ。なお、ベクトルの内積 $a \cdot b$ は、4成分列ベクトル a, b の第 i 成分をそれぞれ a_i, b_i として $a \cdot b = \sum_{i=1}^4 a_i b_i$ と定める。

- (a) N の値およびすべての固有値 λ_j ($1 \leq j \leq N$) を求めよ。
- (b) $p_1 \cdot p_i = 0$ ($2 \leq i \leq N$) となる p_i と、その固有ベクトルが属する固有値をすべて求めよ。
- (c) (b) で求めた固有ベクトルすべて、すなわち、 $\{p_i \mid p_1 \cdot p_i = 0, 2 \leq i \leq N\}$ によって張られる $\mathbb{R}^4$ の部分空間を W とする。 W を求めよ。
- (d) $x \in \mathbb{R}^4$ から次の規則によって作られる $y \in \mathbb{R}^4$ への線形変換を考える。

- $y \in W$
- 任意の $p \in W$ に対し、 $(x - y) \cdot p = 0$

ただし、 W は (c) で求めた部分空間である。この線形変換の表現行列を求めよ。

- (2) $\mathbb{R}^6$ から $\mathbb{R}^4$ への線形写像 f を考える。 f の表現行列が $A = \begin{pmatrix} 5 & 8 & 4 & 12 & 3 & 2 \\ 1 & -3 & -1 & -5 & 5 & -5 \\ -2 & 2 & -1 & 5 & 1 & 1 \\ 2 & 4 & 3 & 5 & -5 & 5 \end{pmatrix}$

で与えられるとする。以下の問いに答えよ。

- (a) f の核 $\text{Ker}(f)$ を求めよ。
- (b) $\text{Ker}(f)$ の基底を1組求めよ。
- (c) f の像 $\text{Im}(f)$ の基底を1組求め、 $\dim \text{Im}(f)$ を求めよ。

科目名 微積分学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
-------------	--

次の設問(1), (2)に解答せよ。なお、解答は答えだけでなく、導出過程も明記せよ。

(1) 積分 $I = \int_0^1 \left(\int_x^{\sqrt{x}} \sin \frac{\pi x}{y} dy \right) dx$ について次の問いに答えよ。

- (a) I の積分領域を xy 平面上に図示せよ。
- (b) I の積分順序を交換し、累次積分で表せ。
- (c) I の値を求めよ。

(2) 平面上の曲線 C を $\{(x, y) \mid (x^2 + y^2)^2 = 49x^2 + y^2, x^2 + y^2 \neq 0\}$ と定める。次の問いに答えよ。

- (a) C 上の点 $\left(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{15}}{2}\right)$ における接線の式を求めよ。
- (b) C 上には、点 $(3, 0)$ から最も遠い点と最も近い点が存在する。それぞれの点の座標を求めよ。

科目名 離散数学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
-------------	--

次の設問(1), (2)に解答せよ。なお、解答は答えだけでなく、導出過程も明記せよ。

(1) 図1に示すような xy 平面上に格子状の道路網がある。以下の問いに答えよ。

- (a) $A(2, 2)$ を通過する $O(0, 0)$ から $B(4, 3)$ までの最短経路は何通りあるかを求めよ。
- (b) $O(0, 0)$ から $P(n, n)$ までの最短経路は何通りあるかを求めよ。
- (c) $x - y \geq 0$ を満たす点 (x, y) だけを通過する $O(0, 0)$ から $P(n, n)$ までの最短経路は何通りあるかを求めよ。

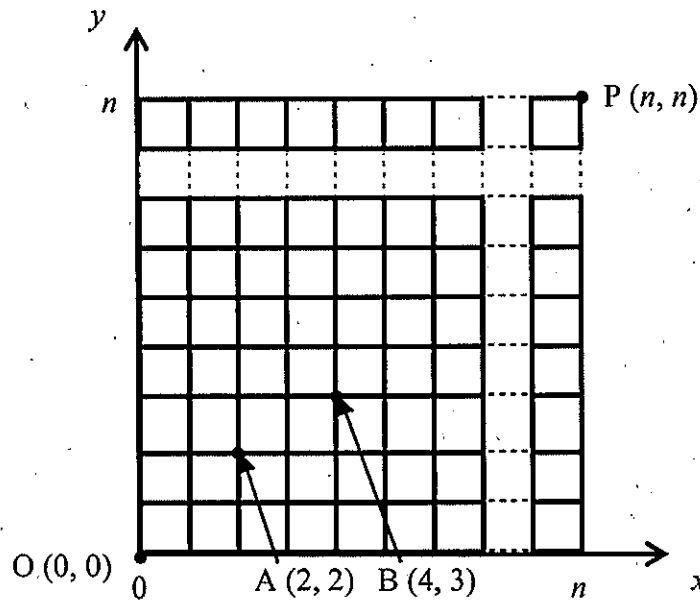


図1 格子状の道路網

(2) 文字 P, Q, R, S から重複を許して r 個の文字を選ぶ。ただし、P, Q は偶数個（0 個も含める）とする。このような選び方の総数を $\{a_r\} (r = 0, 1, 2, \dots)$ とするとき、以下の問いに答えよ。

- (a) 数列 $\{a_r\}$ の母関数 $A(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_rx^r + \dots$ の閉じた式を示せ。
- (b) 次の展開式の x^n の係数 b_n を求めよ。

$$\frac{1}{(1-x^2)^4} = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_nx^n + \dots$$

- (c) 数列 $\{a_r\}$ の一般項 a_r を求めよ。
- (d) $r = 3$ の場合について、選び方をすべて列挙せよ。

令和 6 年 10 月入学／令和 7 年 4 月入学（第 1 期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 計算機システム	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
----------------	--

次の設問（１），（２）に解答せよ。

（１）計算機システムに関する以下の（a）～（c）の問いに答えよ。

（a）数の表現に関する以下の問いに答えよ。なお，計算過程も示すこと。

- 1) 8 進数 $(-125.2)_8$ を 10 進数に変換せよ。
- 2) 4 進数 $(13023.21)_4$ を 2 進数に変換せよ。
- 3) 以下の計算は何進法で成立するか答えよ。

$$101-55=24$$

- 4) 10 進数 $(-80)_{10}$ を 2 の補数表現を用いた 8 ビット 2 進数に変換せよ。
- 5) 2 の補数表現の 2 進数 $(10100010)_2$ を 8 進数に変換せよ。
- 6) 10 進数 $(-7.875)_{10}$ を浮動小数点形式の 2 進数に変換せよ。ただし，この 2 進数は左から，符号部 1 ビット（非負：0，負：1），指数部 4 ビット，仮数部 8 ビットとし，指数部は，バイアス 8 のげた履き表現（8 増しコード）とする。なお，仮数部の表現は絶対値表示とし，ケチ表現（hidden bit）を使用しないこと。
- 7) 浮動小数点形式の 2 進数 $(1110010001110)_2$ を 10 進数に変換せよ。ただし，この 2 進数は左から，符号部 1 ビット（非負：0，負：1），指数部 4 ビット，仮数部 8 ビットとし，指数部は，バイアス 8 のげた履き表現とする。なお，仮数部の表現は，絶対値表示でありケチ表現を使用している。

（次ページへ続く）

(b) 回転速度が 5000 回転/分, 平均シーク時間が 14 ミリ秒の磁気ディスク装置がある。

この磁気ディスク装置の 1 セクタ当たりの記憶容量は 500 バイト, 1 トラック当たりの記憶容量は 30000 バイトである。この磁気ディスク装置に関して以下の問いに答えよ。

なお, 計算過程も示すこと。

- 1) 1 トラック当たりのセクタ数を求めよ。
- 2) 平均回転待ち時間 (ミリ秒) を求めよ。
- 3) データ転送速度を求めよ。
- 4) 同一トラック上の連続する 10 セクタのデータを転送するためのデータ転送時間 (ミリ秒) を求めよ。
- 5) 同一トラック上の連続する 10 セクタのデータを転送するために必要な平均アクセス時間 (ミリ秒) を求めよ。

(c) 計算機システムに関する以下の用語について説明せよ。

- 1) フォンノイマンボトルネック
- 2) 不揮発性メモリ

(次ページへ続く)

(2) コンピュータの演算装置に関する以下の(a)~(k)の問いに答えよ。

- (a) 1ビットの全加算器とはどのようなものであるかを説明せよ。なお、入力と出力について言及すること。
- (b) 1ビットの全加算器の真理値表を示せ。なお、変数名は自由に決めてよいが、それぞれの意味を明記すること。
- (c) (b)に基づいて、それぞれの論理式を示せ。
- (d) 1ビットの全加算器を用いて、2つの4ビット固定小数点数の加算を行う回路を構成できる。この回路を作図せよ。ただし、符号は考えないものとする。また、全加算器の内部の構造は省略して構わないが、各信号線の名前とその意味を示し、各々の向きを矢印で明示すること。
- (e) (d)の加算器の名称を答えよ。
- (f) 2の補数で表現された符号付き整数の加算を考える。(d)の加算器を、2つの4ビット符号付き整数の加算を行う回路として使う場合にどうすればよいかを答えよ。
- (g) 整数演算におけるオーバーフローとは何かを説明せよ。
- (h) 2の補数で表現された、2つの符号付き整数の演算において、オーバーフローが発生する可能性がある場合を以下からすべて挙げよ。
 - A. 正の数と正の数の加算 B. 正の数から正の数の減算
 - C. 負の数と負の数の加算 D. 正の数から負の数の減算
 - E. 正の数と負の数の加算 F. 負の数から負の数の減算
- (i) 固定小数点数の除算の方法として、引き戻し法と引き放し法がある。それぞれどのような方式であるかを説明せよ。
- (j) (i)の2方式について、それぞれの利点と欠点を説明せよ。
- (k) 浮動小数点数の除算はどのように行うのかを説明せよ。ただし、結果が非正規化数になる場合は考えなくてよいものとする。

令和6年10月入学／令和7年4月入学（第1期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 データ構造とアルゴリズム	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
---------------------	--

次の設問（1）～（3）に解答せよ。

（1）リスト1は、要素数4のリングバッファをC言語で実装したものである。以下の問いに答えよ。

- （a）enqueue関数はリングバッファに要素を一つ追加する関数である。13行目の /* (a) */ に記述すべき適切な処理をC言語で答えよ。
- （b）dequeue関数はリングバッファの要素を一つ削除する関数である。23行目の /* (b) */ に記述すべき適切な処理をC言語で答えよ。
- （c）52行目の処理が終了した直後におけるリングバッファの要素を先頭から順にカンマ区切りで答えよ。ただし、その時点でdequeue関数によって削除された要素は記述を省くこと。
- （d）リスト1を実行した場合に出力されるテキストを答えよ。
- （e）51行目および54行目をコメントアウトした場合、本プログラムを実行するとどうなるか説明せよ。

（次ページに続く）

リスト1 リングバッファのC言語プログラム

```

1: #include <stdio.h>
2: #include <stdlib.h>
3: #define MAX 4
4:
5: typedef struct {
6:     char data[MAX];
7:     int head, tail, number;
8: } Queue;
9:
10: void enqueue(Queue* Q, char x) {
11:     if (Q->number < MAX) {
12:         Q->number = Q->number + 1;
13:         Q->tail = /* (a) */;
14:         Q->data[Q->tail] = x;
15:     }
16: }
17:
18: char dequeue(Queue* Q) {
19:     char c;
20:     if (Q->number > 0) {
21:         Q->number = Q->number - 1;
22:         c = Q->data[Q->head];
23:         Q->head = /* (b) */;
24:         return c;
25:     }
26: }
27:
28: void initialize(Queue* Q) {
29:     Q->head = 0;
30:     Q->tail = -1;
31:     Q->number = 0;
32: }
33:
34: void printQ(Queue* Q) {
35:     int n, i;
36:     printf("Head: %d, Tail: %d\n", Q->head, Q->tail);
37:     printf("Q: ");
38:     for (i = Q->head, n = 0; n < Q->number;
39:          i = (i + 1) % MAX, n = n + 1) {
40:         printf("%c ", Q->data[i]);
41:     }
42:     printf("\n");
43: }
44:
45: int main(void) {
46:     char x;
47:     Queue Q;
48:     initialize(&Q);
49:     enqueue(&Q, 'a');
50:     enqueue(&Q, 'b');
51:     x = dequeue(&Q);
52:     enqueue(&Q, 'c');
53:     enqueue(&Q, 'd');
54:     x = dequeue(&Q);
55:     enqueue(&Q, 'e');
56:     printQ(&Q);
57:     return 0;
58: }

```

(次ページに続く)

(2) リスト2は、ある整列アルゴリズムをC言語で実装したものである。以下の問いに答えよ。

- (a) この整列アルゴリズムの名称を答えよ。
- (b) リスト2のプログラムを実行し、main関数の38行目の処理が終わった直後の、配列aの要素をカンマ区切りですべて答えよ。
- (c) リスト2のプログラムを実行し、sort関数において、引数のLが0;Rが3となったとき、かつ31行目のm_func関数の実行直前で処理を止めた場合、配列aの要素をカンマ区切りですべて答えよ。
- (d) main関数から呼び出したsort関数を1階層目として数え、再帰構造によりsort関数が呼ばれるごとに階層数が増えるものと想定した場合、24行目の処理が実行されるのは何階層目か答えよ。
- (e) 配列aの要素数を n とした場合、リスト2のプログラムの最悪計算量を n に関するオーダー表記で答えよ。ただし、 $n = 2^k$ (k は定数) と想定してよい。

(次ページに続く)

リスト2 ある整列アルゴリズムのC言語プログラム

```

1: #define N 8
2:
3: void m_func(int a[], int L, int mid, int R)
4: {
5:     int i, j, k;
6:     int work[N];
7:
8:     for (i = k = L, j = mid; i <= mid - 1 || j <= R; k++) {
9:         if ((i <= mid - 1 && j <= R && a[i] >= a[j]) || j > R)
10:             work[k] = a[i++];
11:         else
12:             work[k] = a[j++];
13:     }
14:
15:     for (i = L; i <= R; i++)
16:         a[i] = work[i];
17: }
18:
19: void sort(int a[], int L, int R)
20: {
21:     int mid;
22:
23:     if (L >= R)
24:         return;
25:
26:     mid = (L + R) / 2;
27:
28:     sort(a, L, mid);
29:     sort(a, mid + 1, R);
30:
31:     m_func(a, L, mid + 1, R);
32: }
33:
34: int main()
35: {
36:     int a[N] = {1, 2, 3, 4, 8, 7, 6, 5};
37:
38:     sort(a, 0, N-1);
39:
40:     return 0;
41: }

```

(次ページに続く)

(3) 半順序木の各節点の要素を配列で表現することを考える。配列内の最初の要素を根と想定し、各節点の要素は幅優先順に格納されているものとする。以下の問いに答えよ。ただし、配列のインデックスは0から開始されるものとする。

- (a) 配列を $x = \{2, 4, 3, 7, 5, 6\}$ とした場合、この半順序木を木構造で答えよ。ただし、節点は要素の値を丸で囲んだ記号で、枝は直線で記述すること。
- (b) リスト3の処理に従って(a)の半順序木 x に要素を追加する。heapify 関数の呼び出し時の child の値を 6, val の値を 1 とした場合、heapify 関数の実行後に得られる半順序木を木構造で答えよ。

リスト3 半順序木へ要素を追加する疑似言語プログラム

```
1: void heapify(int x[], int child, int val)
2: {
3:     int parent;
4:     x[child] = val;
5:     while (child != 0) {
6:         parent = (child - 1) / 2;
7:         if (x[parent] > x[child]) {
8:             swap(&x[parent], &x[child]); /* 各引数を入れ替え */
9:             child = parent;
10:        }
11:        else {
12:            break;
13:        }
14:    }
15: }
16:
```

- (c) リスト3の7行目の比較演算子を逆にし、“ $x[\text{parent}] < x[\text{child}]$ ”とした heapify 関数を使用することを想定する。半順序木を表現する配列 x は空の状態から開始し、リスト4の処理に従って要素を順に追加する。最終的に得られる半順序木を木構造で答えよ。

リスト4 半順序木を構築する疑似言語プログラム

```
1: int main(void) {
2:     int x[7] = {0};
3:     int tail = -1;
4:     int i;
5:
6:     for (i = 0; i < 7; ++i) {
7:         ++tail;
8:         heapify(x, tail, i + 1);
9:     }
10:    return 0;
11: }
```

令和7年4月入学（第2期）
地域創生科学研究科博士前期課程
入学試験問題

工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
「電気磁気学」「電気回路」

電気磁気学 1 ページ
電気回路 4 ページ

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 情報電気電子システム工学プログラムでは、専門科目2科目を課します。
2. 出願時に届け出た専門科目を受験してください。
3. 答案は試験問題ごとに指定された解答用紙を用い、それぞれに受験番号を記入してください。
4. 外国人留学生特別選抜の受験者は、日本語・母語辞書（電子辞書・翻訳機等は除く）を使用することができます。
5. 試験終了後は、解答用紙のみ回収します。試験問題は持ち帰ってください。

令和7年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 電気磁気学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
--------------	--

I. 以下の問いに答えよ。

- (1) スカラー場 $\phi(r) = r^4$ (ただし, $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$) の勾配を求めよ。
- (2) ベクトル場 $\mathbf{E}(x, y, z) = \left(\frac{x}{y}, \frac{y}{z}, \frac{z}{x}\right)$ (ただし, $xyz \neq 0$) の発散を求めよ。
- (3) ベクトル場 $\mathbf{E}(x, y, z) = (xy, -x^2, yz)$ の回転を求めよ。

II. 図1のように、真空中に半径 a の導体球と、それを包むように内径 b 、外径 c の同心導体球殻が置かれている。内球を導体1、導体球殻を導体2とし、導体1だけに電荷 $+Q$ を与えた。以下の問いに答えよ。ただし、真空の誘電率は ϵ_0 とする。

- (1) 導体1、導体2の電荷分布を説明せよ。
- (2) 導体球の中心 O からの距離 r の位置における電場の大きさ $E(r)$ を求めよ。また、横軸を r として電場の大きさ $E(r)$ のグラフを描け。
- (3) 導体1の電位 V_1 、並びに導体2の電位 V_2 を求めよ。また、横軸を r として $0 \leq r \leq c$ の範囲における電位 $V(r)$ のグラフを描け。
- (4) 導体1と導体2からなるコンデンサの静電容量を求めよ。

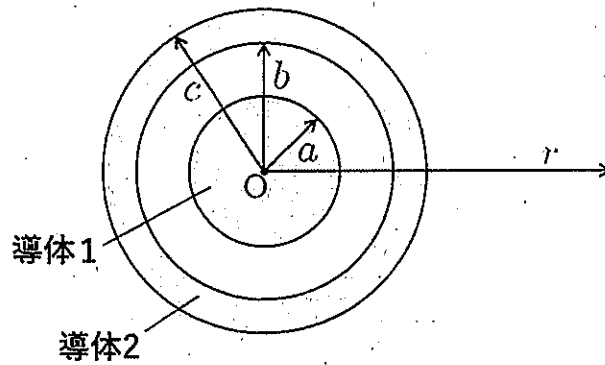


図1

Ⅲ. 図2のように、半径 a_1 、巻数1の円形コイル C_1 と半径 a_2 、巻数1の小さな円形コイル C_2 が、中心軸を共通にして間隔 d で平行に置かれている。ただし、 $a_2 \ll a_1$ とし、中心軸を x 軸、 C_2 の中心の位置を点 P とし、空間の透磁率を μ_0 とする。 C_1 に電流 I が流れているとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 図2に示すように、 C_1 上の電流要素 Idl が点 P につくる磁束密度 dB は次式で表される。この法則名を答えよ。 r は dl から見た点 P の位置である。

$$dB = \frac{\mu_0 Idl \times r}{4\pi r^3}$$

- (2) (1)で示した式を用い、 C_1 を流れる電流 I が点 P につくる磁束密度 B の大きさ B を求めよ。また、 B の向きを答えよ。
- (3) $a_2 \ll a_1$ であるから、 C_1 に流れる電流 I がつくる磁場は、 C_2 内で一様と見なせる。 C_2 を通る磁束 Φ を、 C_1 を流れる電流 I を用いて表せ。
- (4) 両コイルの相互インダクタンス M を求めよ。

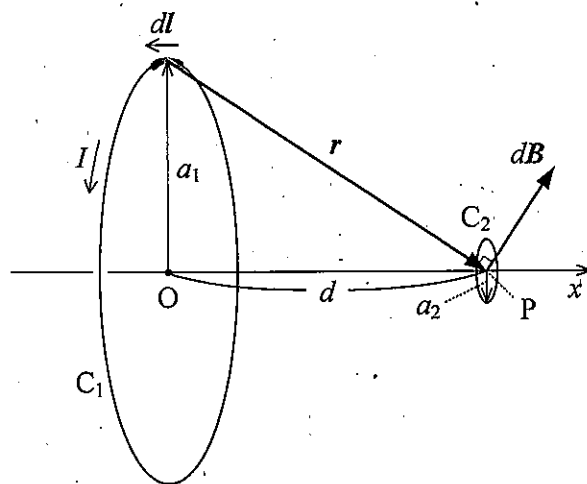


図2

令和7年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 電気回路	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
-------------	--

I. 以下の問いに答えよ。最終的な答えを指定解答欄に記述すること。

(1) 関数 $f(t)$ はラプラス変換を行い、関数 $F(s)$ は逆ラプラス変換を行え。

(a) $f(t) = 2te^{-3t}$

(b) $F(s) = \frac{2s-1}{s^2+2s+10}$

(2) 共振角周波数 $\omega_0 = 1000$ [rad/s]、 Q 値（尖鋭度）が400のRLC直列交流回路がある。回路の抵抗 R が 100Ω のとき、インダクタンス L [H] とキャパシタンス C [F] の値を求めよ。

(3) 初期電流が 0 A のRL直列回路において、時刻 $t = 0$ [s] で 10 V の直流電圧を加えたところ、回路を流れる電流は $i(t) = 100(1 - e^{-50t})$ [A] となった。このとき、抵抗 R [Ω] とインダクタンス L [H] の値を求めよ。

(4) 2端子対回路における Z 行列が次式で与えられているとき、 Y 行列を求めよ。

$$[Z] = \begin{bmatrix} 4 & 3-j2 \\ 3-j2 & -j3 \end{bmatrix}$$

- II. 図1に示す直流電圧源 E および $E/2$, 抵抗 R , コンデンサ C , スイッチ SW で構成される回路を考える。ただし, 最初 SW は端子 1 に接続されて, 定常状態にあるものとする。以下の問いに答えよ。なお, 導出過程も示すこと。

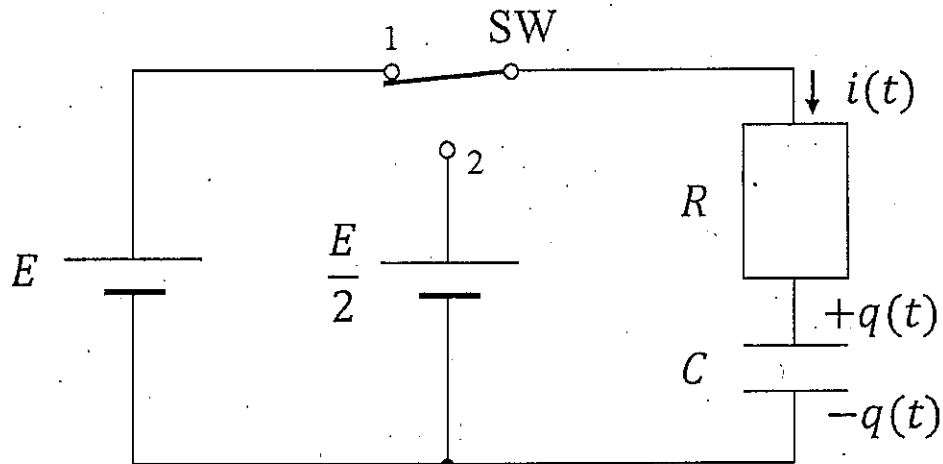


図 1

- (1) 定常状態において, C に蓄えられている電荷 q_0 と R に流れる電流 i_0 を求めよ。
- (2) 時刻 $t = 0$ において SW を端子 2 に切り替えた。 $t > 0$ における C に蓄えられる電荷 $q(t)$ と R に流れる電流 $i(t)$ を求めよ。
- (3) (2) で求めた電荷 $q(t)$ と電流 $i(t)$ のグラフを描け。ただし, グラフは SW を端子 2 に切り替える直前も含めて描くこと。

III. 実効値 240 V, 周波数 100 Hz の電圧源と内部インピーダンス $5\sqrt{3} - j4$ [Ω]をもつ交流電源 E_a, E_b, E_c からなる Y 形対称三相電源に Y 形対称負荷を接続し, Y-Y 形対称三相交流回路を構成した。各相の負荷インピーダンスを Z とする。このとき, a 相に $6e^{j\frac{\pi}{6}}$ [A] の電流が流れた。また, 電源電圧は E_a を基準とし, E_a, E_b, E_c の添字は電源の各相を表す。以下の問いに答えよ。なお, 導出過程も示すこと。

- (1) a 相に流れる電流の瞬時値 $i(t)$ を求め, グラフに描け。
- (2) 負荷インピーダンス Z を求めよ。
- (3) 回路全体で消費される電力 P を求めよ。

令和7年4月入学（第2期）
地域創生科学研究科博士前期課程
入学試験問題

工農総合科学専攻・情報電気電子システム工学プログラム
教育研究分野B 問題冊子

教育研究分野B	
人間情報学	メディア情報工学
感性工学	情報統計学
医用画像工学	情報システム工学
音響工学	計算機システム工学
音響心理学	理論物理学, 素粒子論
画像工学	数理科学, 物性基礎論

【専門科目】

線形代数	1 ページ
離散数学	2 ページ
計算機システム	3～6 ページ
データ構造とアルゴリズム	7～8 ページ

試験開始前に以下をよく読んでください。

【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子の中を見てはいけません。
2. 情報電気電子システム工学プログラム教育研究分野Bでは、専門科目2科目を課します。
3. 出願時に届け出た専門科目を受験してください。
4. 答えは選択した専門科目ごとに別の解答用紙を用い、それぞれに受験番号を記入するとともに、選択した専門科目名に○をつけてください。
5. 外国人留学生特別選抜の受験者は、日本語・母語辞書（電子辞書・翻訳機等は除く）を使用することができます。
6. 試験終了後、解答用紙は全て回収します。試験問題は持ち帰ってください。

科目名 線形代数	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
-------------	--

次の設問(1), (2)に解答せよ。なお、解答は答えだけでなく、導出過程も明記せよ。

(1) 行列 A を、 $A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 4 \\ 2 & 2 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & 7 \\ 4 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$ と定義する。以下の問いに答えよ。

- 行列 A の固有値をすべて求めよ。
- 行列 A のそれぞれの固有値に属する固有ベクトルを求めよ。
- 行列 A の対角化行列 P を1つ求めよ。ただし、対角化された行列で、対角成分が第1行から第4行に向かって大きくなる順に並ぶようにせよ。

(2) $\mathbb{R}^5$ から $\mathbb{R}^3$ への線形写像 f があり、その表現行列が $F = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -4 & 7 & -1 \\ 1 & -4 & 2 & -5 & 5 \\ 2 & -1 & -3 & 4 & 3 \end{pmatrix}$ である

とする。 $\mathbb{R}^3$ から $\mathbb{R}^5$ への線形写像 g を考え、任意の $p \in \mathbb{R}^5, q \in \mathbb{R}^3$ に対して内積が $q \cdot f(p) = g(q) \cdot p$ をみたすとする。以下の問いに答えよ。なお、 n 成分ベクトルの内積は、 $a \cdot b = a^T b$ （ただし、 a^T は a を転置して得られる行ベクトル）と定義する。

- 線形写像 g の表現行列 G を求めよ。
- f の核 $\text{Ker } f$ の基底を1組求めよ。
- W は、条件
 - $W \subset \mathbb{R}^5$
 - 任意の $p \in W$ は、任意の $q \in \text{Ker } f$ に対し $q \cdot p = 0$ となる
 を共にみたす集合とする。 W が $\mathbb{R}^5$ の部分空間であることを示せ。
- (c) の W の基底を1組求めよ。
- g の像 $\text{Im } g$ が (d) で求めた W の基底によって張られることを示せ。

科目名 離散数学	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
-------------	--

次の設問(1), (2)に解答せよ。なお、解答は答えだけでなく、導出過程も明記せよ。

(1) 以下の問いに答えよ。

(a) 可算集合とは何かを40文字以内で説明せよ。

(b) 整数全体の集合 $\mathbb{Z}$ と正整数全体の集合 $\mathbb{Z}^+$ の直積

$$\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}^+ = \{(p, q) \mid p \in \mathbb{Z}, q \in \mathbb{Z}^+\}$$

が可算集合であることを証明せよ。

(2) 数列 $\{a_n\} (n = 0, 1, 2, \dots)$ を

$$0^3, 1^3, 2^3, \dots, n^3, \dots$$

と定義する。以下の問いに答えよ。

(a) 数列 $\{a_n\}$ の母関数 $A(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n + \dots$ の閉じた式を示せ。

(b) 次の展開式の x^n の係数 b_n を求めよ。

$$\frac{1}{(1-x)^5} = b_0 + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_nx^n + \dots$$

(c) $0^3 + 1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3$ を求めよ。

令和7年4月入学（第2期）

地域創生科学研究科博士前期課程入学試験問題

科目名 計算機システム	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
----------------	--

次の設問（1）、（2）に解答せよ。

（1）計算機システムに関する以下の（a）～（c）の問いに答えよ。

（a）数の表現に関する以下の問いに答えよ。なお、計算過程も示すこと。

- 1) 10進数 $(77.75)_{10}$ を8進数に変換せよ。
- 2) 2進数 $(10110.11)_2$ と16進数 $(1C.8)_{16}$ の加算結果を10進数で表現せよ。
- 3) 8進法で4桁の自然数を、2進法で表現するには少なくとも何桁必要か。
- 4) 10進数 $(-13)_{10}$ を2の補数表現を用いた8ビット2進数に変換せよ。
- 5) 10進数 $(113)_{10}$ を浮動小数点形式の2進数に変換せよ。ただし、この2進数は左から、符号部1ビット（非負：0、負：1）、指数部4ビット、仮数部8ビットとし、指数部は、バイアス8のげた履き表現（8増しコード）とする。なお、仮数部の表現は絶対値表示とし、ケチ表現（hidden bit）を使用すること。
- 6) 浮動小数点形式の2進数 $(1111110001001)_2$ を10進数に変換せよ。ただし、この2進数は左から、符号部1ビット（非負：0、負：1）、指数部4ビット、仮数部8ビットとし、指数部は、バイアス8のげた履き表現とする。なお、仮数部の表現は、絶対値表示でありケチ表現を使用していない。
- 7) $(-1)_{10} + (-4)_{10}$ の計算を2の補数表現（4ビット）の加算により計算せよ。なお、計算結果は4ビットの2の補数表現を用いること。

（次ページへ続く）

- (b) 図1はノイマン型計算機の基本構成を表している。図1の①～④に入る構成要素を答えよ。

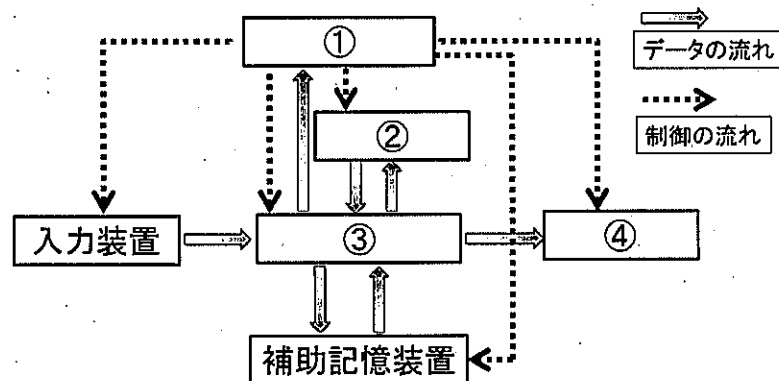


図1 ノイマン型計算機の基本構成

- (c) 計算機システムに関する以下の用語について説明せよ。

- 1) SRAM
- 2) MIPS
- 3) タイムシェアリングシステム

(次ページへ続く)

(2) コンピュータに関する以下の(a)~(j)の問いに答えよ。ただし、計算問題については計算過程を示すこと。

- (a) CPU の命令サイクルとは何かを答えよ。また、このサイクルの前半と後半ではそれぞれ何が行われるかを説明せよ。
- (b) 図 2 に示す命令サイクルの状態遷移図において、以下の 10 個の命令を実行した場合の総クロックサイクル数を求めよ。ここで、図中の状態 S3 および状態 S4 は 3 クロックサイクル、状態 S5 は 1 クロックサイクル、状態 S6 は 5 クロックサイクル、状態 S7 は 2 クロックサイクル、それ以外の状態は 1 クロックサイクルで処理されるものとする。

LD, LD, LD, MUL, ADD, ST, LD, ADD, ST, BZ

- (c) CPU の性能に関する指標の一つに CPI がある。CPI が何を表すかを答えよ。
- (d) (b) の命令列を実行したときの平均 CPI を求めよ。
- (e) CPU の MIPS 値の算出式を平均 CPI CPI_{ave} を用いて示せ。なお、必要であれば、総実行命令数 I や動作クロック周波数 CR [Hz] を用いてよい。
- (f) 動作クロック周波数が 2.85GHz のときに、(b) の命令列を実行したときの MIPS 値を求めよ。
- (g) 図 2 の状態遷移図に基づいて CPU の制御部を設計する手法が二つある。それぞれの手法の名称を答え、それぞれの利点と欠点を述べよ。
- (h) 一般的なコンピュータは割込み処理の機能を持つ。その理由を述べよ。
- (i) 割込みはその原因によって外部割込み、トラップ、例外の 3 種類に分類できる。外部割込み、トラップ、例外についてそれぞれ割込み原因の例を挙げよ。
- (j) 割込みが発生した場合、割込みサービスルーチンが呼び出されて、それまでとは別の処理が行われた後に元のプログラムの処理に戻る。これを可能とするためには、CPU にはどのような機能が必要であるかを述べよ。

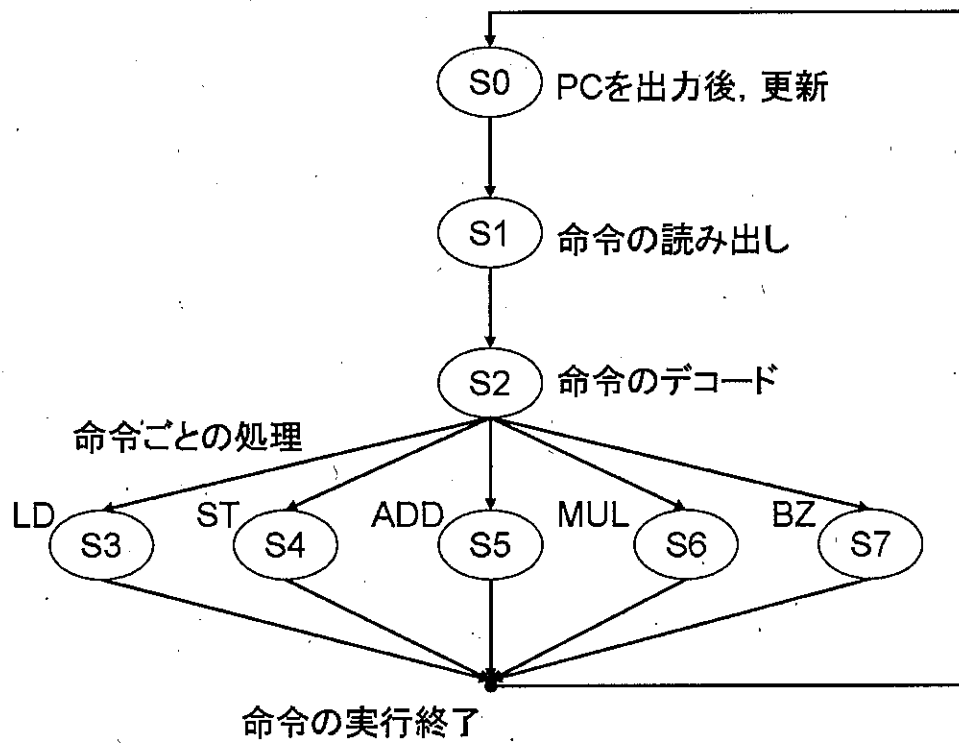


図 2 命令サイクルの状態遷移図

科目名 データ構造とアルゴリズム	専攻・学位プログラム名 工農総合科学専攻 情報電気電子システム工学プログラム
---------------------	--

次の設問（1）～（3）に解答せよ。

（1）リスト1は、挿入ソートによる整列処理をC言語で実装したものである。以下の問いに答えよ。

リスト1 挿入ソートによる整列プログラム

```

1: void swap(int* a, int* b) {
2:     int temp;
3:     /* A */
4: }
5:
6: void sort(int a[], int n) {
7:     int i, j;
8:     for (i = 1; i < n; i++) {
9:         for (j = i; j > 0 && a[j - 1] > a[j]; j--) {
10:             swap(&a[j - 1], &a[j]);
11:         }
12:     }
13: }
14:
15: int main(int argc, char* argv[]) {
16:     int a[6] = { 1, 6, 2, 5, 3, 4 };
17:     sort(a, 6);
18:     return 0;
19: }

```

- (a) リスト1で挿入ソートを行うために、3行目の /* A */ に記述すべき適切な処理をC言語で答えよ。ただし、記述する処理の行数に制限はないものとする。
- (b) リスト1のプログラムを実行し、sort関数の処理が終わった直後、main関数における配列aの要素をカンマ区切りですべて答えよ。
- (c) 配列aの初期値をある値に変更すると、10行目のswap関数の呼び出しが一度も実行されずにプログラムが終了した。この場合、配列aの初期値をカンマ区切りですべて答えよ。ただし、配列の各要素には1から6の数値のいずれかが一つずつ使用されているものとする。
- (d) (c)において、sort関数の終了直前におけるiおよびjの値を答えよ。
- (e) リスト1の9行目の“a[j - 1] > a[j]”を“a[j - 1] >= a[j]”に変更した場合、任意の要素を持つ配列に対する整列結果はどのように変化するか答えよ。

（次ページに続く）

(2) 高さ h ($h > 0$) の完全二分木がある。以下の問いに答えよ。

(a) 葉の総数を答えよ。

(b) 節点の総数を答えよ。

(c) 各節点の値として正の整数を 1 から順に割り当てることを考える。根を始点として幅優先順に値を割り当てた場合、葉の中で最小の値を答えよ。

(d) (c)と同様に、各節点の値として正の整数を 1 から順に割り当てることを考える。根を始点としてある順序に従い深さ優先順に値を割り当てたところ、葉の中で最小の値は 1、最大の値は $2^{h+1} - 1$ であった。この完全二分木は二分探索木の要件を満たすか答えよ。

(3) リスト 2 はある値を出力するプログラムである。以下の問いに答えよ。

リスト 2 ある値を出力するプログラム

```
1: #include <stdio.h>
2:
3: int func(int m, int n) {
4:     if (n == 0)
5:         return m;
6:     else
7:         return func(n, m % n);
8: }
9:
10: int main(void) {
11:     int a = 24, b = 36;
12:     printf("%d\n", func(a, b));
13:     return 0;
14: }
```

(a) リスト 2 を実行した際に出力される数値を答えよ。

(b) リスト 2 の func 関数は何を求めるための関数か答えよ。

(c) リスト 2 の b の値を仮に a の k 倍 (k は自然数) とした場合、func 関数の最悪計算量をオーダー表記で答えよ。