

令和4年10月入学/令和5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	1～3 ページ
電気回路	4～5 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. 答案は試験科目ならびに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. 試験終了後は、解答用紙を回収します。試験問題は持ち帰ってください。

令和4年10月入学／令和5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 以下の問いに答えよ。

次の各物理量の大きさに対応する単位をSI単位系の4つの基本単位 m, kg, s, A を用いて表せ。

- (1) 電荷 (2) 静電容量 (3) 透磁率

II 図1のように接地された無限に広い平面導体が真空中に置かれている。その表面 X から d 離れた点 $T(0, d, 0)$ に、正の点電荷 $+Q$ がある。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) 点電荷 $+Q$ が $x=0$ の yz 平面に作る電気力線の概形を図示せよ。
- (2) $y > 0$ の任意の点 $S(x, y, z)$ における電位 V を表せ。
- (3) 導体表面での電界を求めよ。
- (4) 導体表面に誘導される電荷密度 σ を x, z の関数として求めよ。
- (5) 導体表面に誘導される全電荷を電荷密度の積分により求めよ。

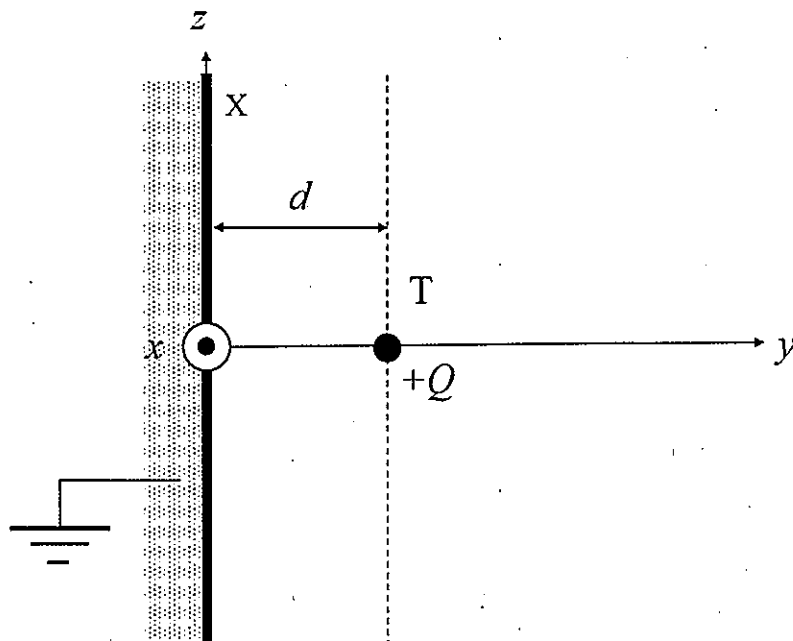


図1

- III. 2枚の円形平行極板AおよびB(半径 a , 極板間の距離 d)によって構成されるコンデンサ C , 抵抗 R , 直流電圧源 V , スイッチ S_1, S_2 を図2のように接続する。このとき次の問いに答えよ。ただし, 極板間にある空気の誘電率を ϵ_0 とし, 極板の端の効果は無視してよいものとする。
- (1) このコンデンサの静電容量 C を求めよ。
 - (2) S_2 を開いた状態で S_1 を閉じてしばらく時間が経ったのち, S_1 を開く。その後 S_2 を閉じたとき, 極板Aに蓄えられる電荷 Q は時間とともにどのように変化するか。 Q を時刻 t の関数として, C, V, R を用いて表わせ。ただし, S_2 を閉じたときを時刻 $t = 0$ として, $t \geq 0$ について答えよ。
 - (3) $t \geq 0$ において, S_2 を閉じた後に極板間に現れる変位電流 i_d の大きさを C, V, R を用いて表わし, 回路を流れる電流 i との関係を述べよ。
 - (4) アンペール・マックスウェルの法則を説明せよ。
 - (5) $t \geq 0$ において, 極板A, B間にあり, かつA, Bの中心を結ぶ線分から距離 $r (< a)$ 離れた点Pに誘起される磁界 H の大きさを, C, V, R, r, a を用いて表わせ。

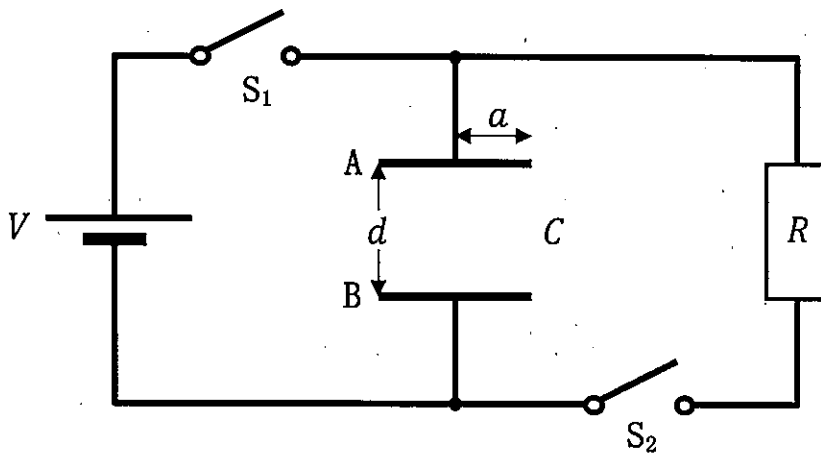


図2

令和4年10月入学／令和5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. 電流源を接続した抵抗 R , インダクタ L , キャパシタ C 各1個からなる回路がある。この回路に, 角周波数 100 rad/s , $(2 - j1) \text{ [A]}$ の電流を印加すると, 電圧 $(15 - j10) \text{ [V]}$ が生じた。電流源の角周波数のみを 200 rad/s にすると, 電圧 $(40 + j40) \text{ [V]}$ が生じた。このとき, 以下の問いに答えよ。
- (1) 角周波数 $100, 200 \text{ rad/s}$ 時における回路全体のインピーダンス Z_1, Z_2 をそれぞれ求めよ。
 - (2) 角周波数 200 rad/s 時における回路全体の複素電力 P_c , 有効電力 P_a , 無効電力 P_r , 皮相電力 P_{ap} , 力率 $\cos \phi$ を求めよ。ただし, 誘導的な無効電力を正とする。
 - (3) (1)で求めた Z_1, Z_2 の実部および虚部の違いに着目して, この回路図を考え, 図示せよ。また, 各回路素子 R, L, C の値をそれぞれ求めよ。
 - (4) この回路の共振角周波数 ω_0 および Q 値 Q_0 を求めよ。

II. 図1に示す直流電圧源 E 、抵抗 R および r 、インダクタ L 、スイッチSW1およびSW2から構成される回路を考える。以下の問いに答えよ。ただし、最初はSW1およびSW2はともに開いて定常状態にあるものとする。

- (1) 時刻 $t = 0$ において、SW2を開いたままで、SW1のみを閉じた。このとき、インダクタ L を流れる電流 $i(t)$ を求めよ。
- (2) (1)で求めた $i(t)$ のグラフを描け。その際、時定数と $i(t)$ の定常値 $i(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} i(t)$ をグラフ中に記すこと。
- (3) (1)において、時間がじゅうぶん経過して定常状態にあるとき、SW1を開くと同時にSW2を閉じた。このとき、抵抗 R の電圧 $v(t)$ を求めよ。ただし、SW2を閉じた時刻を改めて $t = 0$ とおくこと。
- (4) (3)で求めた $v(t)$ のグラフを描け。その際、時定数と $v(0+) = \lim_{t \rightarrow 0+} v(t)$ をグラフ中に記すこと。
- (5) (3)において、 $t = 0$ から定常状態になるまでの間に、抵抗 R で消費したエネルギーを求めよ。
- (6) (3)において、 $t \geq 0$ における $v(t)$ の絶対値 $|v(t)|$ の最大値が、 E よりも大きくなるための条件を求めよ。

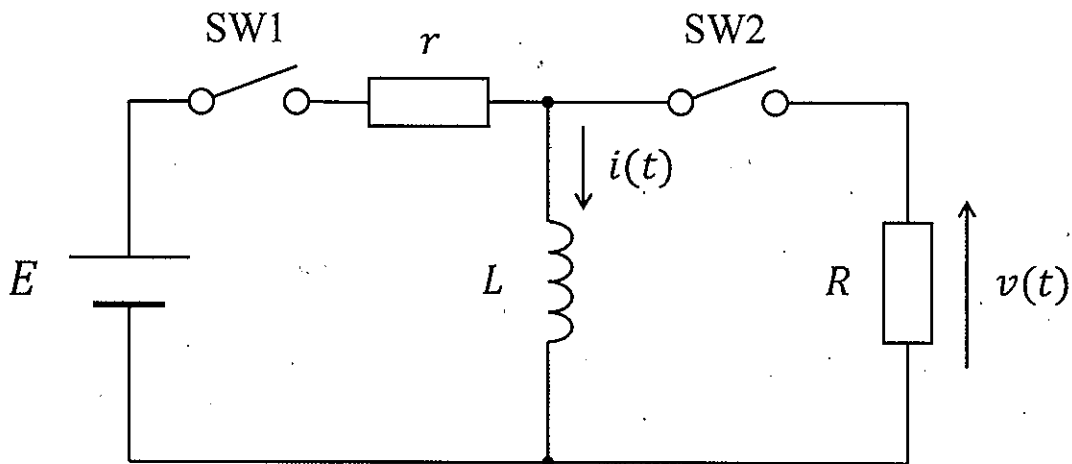


図1

令和4年10月入学/令和5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	7～9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。

令和4年10月入学/令和5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 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) 連立1次方程式

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 + 3x_4 + 3x_5 = p \\ 4x_1 + 3x_2 + 5x_3 + 7x_4 + 2x_5 = 7 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 + x_4 - 4x_5 = 11 \end{cases}$$

を考える。ただし、 p は実数である。この方程式の拡大係数行列を A として、以下の問いに答えよ。

(a) 拡大係数行列 A を求めよ。

(b) 拡大係数行列 A に対して第1列が $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ 、第2列が $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ となるように行の基本変形を行い、その結果得られる行列 B を求めよ。

(c) 与えられた連立1次方程式が解を持つ条件を求めよ。

(d) (c)のとき、与えられた連立1次方程式の一般解を求めよ。

(2) 3次正方行列 A を、 $A = \begin{pmatrix} 3 & -9 & 7 \\ 3 & -8 & 6 \\ -1 & 0 & 2 \end{pmatrix}$ と定める。行列 A の負の固有値を λ とし、固有値 λ に属する固有ベクトルを a として、以下の問いに答えよ。

(a) λ の値を求めよ。

(b) 固有ベクトル a を1つ求めよ。

(c) (b)で求めた固有ベクトル a に対し、 $Ab = \lambda b + a$ となるベクトル b を1つ求めよ。

(d) (c)で求めたベクトル b に対し、 $Ac = \lambda c + b$ をみたすベクトル c が存在するかどうかを調べよ。

(e) (b)で求めた a と(c)で求めた b を用いて $B = \begin{pmatrix} a & b \end{pmatrix}$ で行列 B を定義する。 $AB = BC$ となる行列 C を求めよ。

令和4年10月入学／令和5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 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, $\log x$ は自然対数関数とする。また, 解答は答えだけでなく, 導出過程も明記せよ。

(1) 以下の極限を求めよ。

(a) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan x - \sin x}{x^3}$

(b) $\lim_{x \rightarrow +0} (\sin x)^{-\frac{1}{\log x}}$

(c) $\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{1}{x^2} - \frac{1}{\sin^2 x} \right)$

(d) $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{\sqrt{n^2 + kn}}$

(2) 極方程式 $r = 1 - \sin \theta$ ($-\pi \leq \theta \leq \pi$) で表される曲線 C について以下の問いに答えよ。

(a) $\theta = -\frac{\pi}{2}, -\frac{\pi}{6}, 0, \frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{2}$ のときの r をそれぞれ求めよ。

(b) 曲線 C の概形を図示せよ。

(c) 曲線 C で囲まれた図形の面積を求めよ。

(d) 曲線 C で囲まれた図形の重心座標 (\bar{x}, \bar{y}) を求めよ。

令和4年10月入学/令和5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 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) 整数 a, b の最大公約数を $\gcd(a, b)$ と表す。以下の問いに答えよ。

(a) 2つの整数の組 $(s_1, t_1), (s_2, t_2)$ が

$$\gcd(a, b) = s_1 \times a + t_1 \times b = s_2 \times a + t_2 \times b$$

を満足するとき, s_1, s_2, t_1, t_2 の間に成立する関係を求めよ。

(b) $\gcd(575, 253) = s \times 575 + t \times 253$ を満足する整数 s, t の組を3組求めよ。

(c) $\gcd(575, 253) = s \times 575 + t \times 253$ を満足する整数 s は次の合同方程式を満足することを示せ。

$$3x \equiv 1 \pmod{11}$$

(d) 次の連立合同方程式を解け。

$$\begin{cases} 3x \equiv 1 \pmod{11} \\ x \equiv 1 \pmod{9} \end{cases}$$

(2) 以下の問いに答えよ。

(a) $0 \leq x_i$ ($i = 1, 2, \dots, 6$) のとき, $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 18$ の整数解の個数を求めよ。

(b) $0 \leq x_i \leq 8$ ($i = 1, 2, \dots, 6$) のとき, $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = 18$ の整数解の個数を求めよ。

令和4年10月入学/令和5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 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 $(57.5625)_{10}$ を4進数に変換せよ。
- 2) 4進数の乗算 $(132)_4 \times (212)_4$ の計算を4進数での筆算を用いて計算せよ。計算結果も4進数で答えよ。
- 3) 16進数 $(EB.7)_{16}$ を8進数に変換せよ。
- 4) 10進数 $(-22)_{10}$ 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 $(1000001)_2$ を10進数に変換せよ。
- 6) 10進数 $(-25)_{10}$ 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。
- 7) 浮動小数点形式の2進数 $(0\ 0111\ 11100000)_2$ 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。

(次ページへ続く)

(b) 仮想記憶方式に関する以下の問いに答えよ。

- 1) 仮想記憶方式について説明せよ。ただし、「OS」「主記憶」「補助記憶装置」の3つの用語を用いること。
- 2) スラッシングとはどのような現象かを説明せよ。
- 3) 仮想記憶管理におけるページ置換アルゴリズムに FIFO (First In First Out) 方式がある。FIFO 方式の仮想記憶管理システムにおいて、ページ参照列 3, 1, 4, 2, 4, 3, 2, 1, 2, 4 の順に処理をしたとき、ページインとページアウトはそれぞれ何回発生するかを求めよ。ただし、主記憶のページ枠数を 3 とし、初期状態では主記憶ページには何も読み込まれていないものとする。

(c) 「手続き型言語」、「オブジェクト指向型言語」に属するプログラミング言語をそれぞれ2つずつ挙げよ。

(次ページへ続く)

(2) コンピュータの記憶装置に関する以下の(a)~(j)の問いに答えよ。

- (a) 理想的な記憶装置とはどのようなものであるかを、アクセス時間、容量、ビット単価の3つの観点から述べよ。
- (b) 記憶装置においてメモリ素子の選択にあたっては、可変性、揮発性、永続性の3つの性質を考慮する必要がある。それぞれどのような性質であるかを説明せよ。
- (c) ROM, SRAM, DRAMとはそれぞれどのようなメモリ素子であるかを説明せよ。
- (d) (c)の3つのメモリのうち、可変性と揮発性があり、永続性がないものを答えよ。
- (e) SRAMとDRAMを比較して、アクセス時間が短いのはどちらであるかを答えよ。また、ビット単価が安価であるのはどちらであるかを答えよ。
- (f) キャッシュメモリとはどのようなものであるかを説明せよ。また、キャッシュメモリにはSRAMとDRAMのいずれが使用されることが多いかを答えよ。
- (g) 主記憶とキャッシュメモリを組み合わせた記憶装置の平均アクセス時間 T は以下の式で表すことができる。

$$T = T_C + (1 - \alpha) \times T_M$$

この式において、 T_C , T_M , α はそれぞれ何を表すかを答えよ。また、 T_C と T_M の大小関係を答えよ。

- (h) (g)において、平均アクセス時間 T を短くするためには、どうすればよいかを述べよ。ただし、使用するメモリ素子やメモリの容量は変えないものとする。
- (i) キャッシュメモリと主記憶を組み合わせた記憶装置のビット単価を考える。キャッシュメモリのビット単価を C_C 、主記憶のビット単価を C_M とする。また、キャッシュメモリの容量を B_C 、主記憶の容量を B_M とする。このとき、全体の平均ビット単価 C を C_C , C_M , B_C , B_M を使って示せ。
- (j) (i)において、キャッシュメモリのビット単価が主記憶のビット単価の10倍であったとする。キャッシュメモリの容量を主記憶の容量の100分の1にする場合、全体の平均ビット単価が主記憶のビット単価の何倍になるかを答えよ。ただし、途中の計算過程を示し、有効数字3桁で示すこと。

令和4年10月入学／令和5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 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、あるアルゴリズムを用いた整列処理を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 整数を整列するプログラム

```
1: #include <stdio.h>
2: #define N 6
3:
4:
5: void swap(int* a, int* b)
6: {
7:     int temp;
8:
9:     temp = *a;
10:    *a = *b;
11:    *b = temp;
12: }
13:
14:
15: void sort(int a[], int n)
16: {
17:     int i, j;
18:
19:     for (i = 0; i < n - 1; i++) {
20:         for (j = n - 1; j > i; j--) {
21:             if (a[j - 1] < a[j]) {
22:                 swap(&a[j - 1], &a[j]);
23:             }
24:         }
25:         /* A */
26:     }
27: }
28:
29:
30: int main(int argc, char *argv[])
31: {
32:     int a[N] = {3, 2, 6, 1, 1, 5};
33:
34:     sort(a, N);
35:
36:     return 0;
37: }
```

(次ページに続く)

- (a) この整列アルゴリズムの名称を答えよ。
- (b) この整列アルゴリズムの最悪計算量を n に関するオーダー表記で答えよ。
- (c) リスト 1 の 25 行目の /* A */ において、 i が 0 の時点で処理を止めた場合、 $a[0]$ の値を答えよ。
- (d) 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。ただし、配列 a の初期値のうち重複している 1 は {3, 2, 6, 1, 1, 5} のように後者を下線で区別するものとし、答えの 1 のどちらかにも適切に下線を引き、両者を区別して答えよ。
- (e) 配列 a のデータを逆順に整列するには、プログラムをどのように修正すればよいか、行番号と修正後のコードを答えよ。ただし、修正する行数に制限はないものとする。
- (2) 初期ハッシュ関数を $h(x) = x \bmod B$ 、 i 回目の再ハッシュ関数を $h_i(x) = (h(x) + d_i) \bmod B$ とし、バケット数 B のハッシュ表に整数データ x を挿入することを考える。`mod` は剰余演算であり、ハッシュ表の先頭インデックスは 0 から開始されるものとする。以下の問いに答えよ。
- (a) $d_i = \{1, 2, 3, 4\}$ 、バケット数 B を 5 とする。データ列 {5, 6, 7, 8, 9} を先頭要素から順にハッシュ表に挿入した場合のハッシュ表を答えよ。
- (b) (a) と同じ条件下で、データ列 {0, 5, 6, 7, 8} を先頭要素から順にハッシュ表に挿入した場合のハッシュ表を答えよ。
- (c) バケット数 B を 5、 d_i は重複しない 1 から $B-1$ までの整数列をランダムに並べ替えたものとし、仮に $d_i = \{3, 1, 4, 2\}$ とする。データ列 {0, 5, 6, 7, 8} を先頭要素から順にハッシュ表に挿入した場合のハッシュ表を答えよ。
- (d) (b) と比較して、(c) では再ハッシュ回数の総数が何回削減されるか答えよ。
- (e) 要素数 n のデータ列について、各要素の分布範囲が事前にわかっており、各要素に対して必ず異なるハッシュ値が生成される場合 (完全ハッシュの場合)、挿入操作の最悪計算量をオーダー表記で答えよ。

(次ページに続く)

(3) 二分探索木について、以下の問いに答えよ。

- (a) ある整数の数列 $S_1 = \{b, c, a, e, d\}$ を先頭要素から順に空の二分探索木に挿入し、全ての数値の挿入が終わってから、根の要素を一回削除する。この時点で木を通りがけ順になぞった場合、先頭の要素を答えよ。ただし、 $a < b < c < d < e$ とする。
- (b) ある整数の数列 $S_2 = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ において、 $a_i < a_{i+1}$ ($i = 1, 2, \dots, n-1$) とする。 S_2 の要素を先頭から順に空の二分探索木に挿入し、全ての数値の挿入が終わった木において、ある要素の探索に必要な最悪計算量をオーダー表記で答えよ。
- (c) 二分探索木の構築方法を改良することによって、要素の探索に必要な計算量を (b) より削減する方法を答えよ。

令和5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	1～2 ページ
電気回路	3～4 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. 答えは試験科目ならびに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、解答用紙を回収します。試験問題は持ち帰ってください。
6. 答案用紙には、解答の他、その導出過程、計算過程も記述して下さい。

令和5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. 図1-1に示す様に、上下面が a [m] \times $2a$ [m]、厚みが d [m]、誘電率がそれぞれ ϵ_1 , ϵ_2 [F/m] の2つの誘電体を側面で貼り合わせて形成した正方形平板 A を、誘電率 ϵ_0 [F/m] の真空の空間に水平に置いたとする。 d に対して a は十分大きく、端効果は無視できるとして、以下の各問いに答えよ。

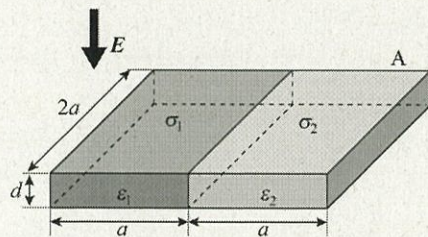


図 1-1

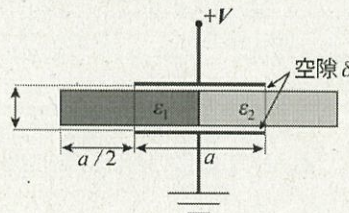
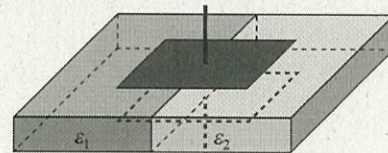


図 1-2

- (1) 図1-1に示す様に、空間に一樣で鉛直方向下向きの電界 E [V/m] を印加するとき、各誘電体の上面に現れる分極電荷の面密度 σ_1 [C/m²] および σ_2 [C/m²] を求めよ。
- (2) 平板 A の他に、面積が $a \times a$ [m²] の正方形導体電極を2枚用意し、図1-2の様な平板コンデンサを構成した。図1-2(下)は、その手前側から見た側面図である。上下の導体電極と平板 A は平行であり、それぞれの中央が一致し、平板と各導体電極の間には空隙 δ [m] ($\delta \ll d$) が存在する。このコンデンサの静電容量を求め、単位と共に記せ。
- (3) (2)のコンデンサにおいて、上側導体に電位 $+V$ [V] を与え、下側導体を接地し、さらに空隙 δ をゼロにしたとき、コンデンサに蓄えられる静電エネルギーを求めよ。さらに、誘電体境界面に加わる単位面積当たりの電気力の大きさを求めよ。

- II. 図 2-1 のように、 xy 平面に置かれた半径 a の円形導線に電流 I が流れている。ここで円の中心は原点である。以下の問いに答えよ。ただし、導線の径は無視できるとし、真空の透磁率を μ_0 とする。
- (1) 円形電流 I が原点 $(0, 0, 0)$ につくる磁束密度の向きと大きさを求めよ。
 - (2) 円形電流が x 軸の正の部分と交わる点 $(a, 0, 0)$ における電流要素 $I dl$ に注目し、点 $(a, 0, 0)$ と点 $(0, 0, b)$ の距離を r とする。図 2-2 は zx 平面の z, x が正の部分を表している。電流要素 $I dl$ が点 $(0, 0, b)$ につくる磁束密度の大きさ dB を求めよ。
 - (3) 点 $(a, 0, 0)$ にある電流要素 $I dl$ が点 $(0, 0, b)$ につくる磁束密度の x, y, z 成分 (dB_x, dB_y, dB_z) を求めよ。
 - (4) 円形電流 I が点 $(0, 0, b)$ につくる磁束密度の向きと大きさを求めよ。ただし、答えに r を用いないこと。

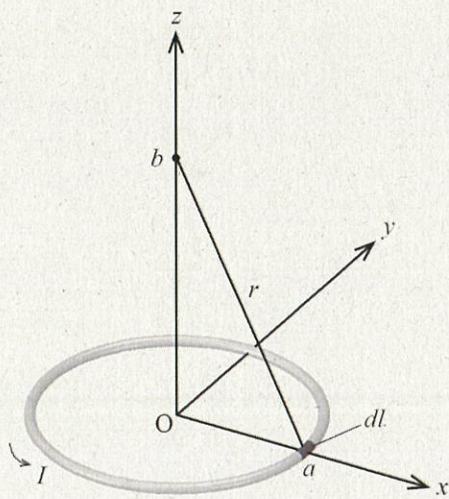


図 2-1

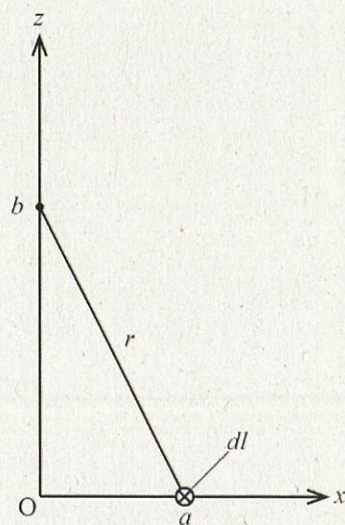


図 2-2

令和5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. 図 1-1 の回路について、 $E_1 = 200\angle 90^\circ$ [V]、 $E_2 = 100\angle 0^\circ$ [V]、 $Z_{ab} = 40$ [Ω]、 $Z_{bc} = 20 + j40$ [Ω]、 $Z_{ca} = 20 - j40$ [Ω]としたとき、以下の問いに答えよ。解答には単位を付すこと。

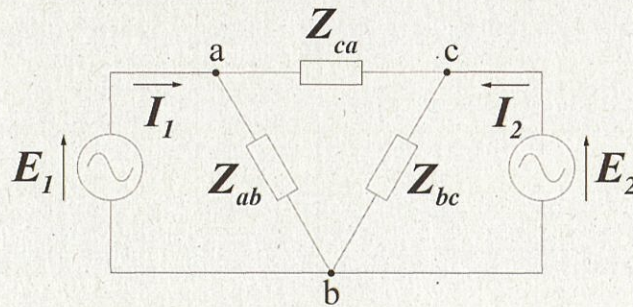


図 1-1

- (1) 電圧源 E_2 を短絡した時、電圧源 E_1 から見たインピーダンス Z_1 を求めよ。また、電圧源 E_1 を短絡した時、電圧源 E_2 から見たインピーダンス Z_2 を求めよ。
- (2) 電流 I_1 、 I_2 を求めよ。
- (3) 図 1-1 の回路を図 1-2 の回路に等価変換した。インピーダンス Z_a 、 Z_b 、 Z_c を求めよ。

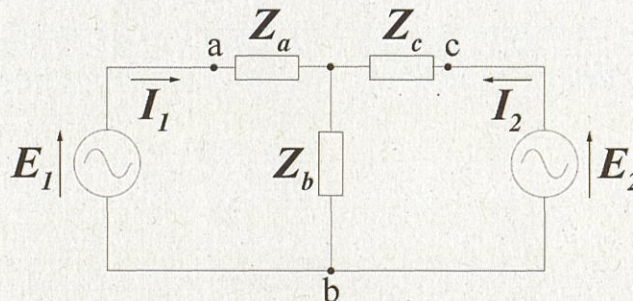


図 1-2

II. 図 2 に示す矩形パルス電圧 $v(t)$ を考える。ただし、図中の E および a は正の定数とする。
このとき、以下の各問いに答えよ。

- (1) 電圧 $v(t)$ のラプラス変換 $V(s)$ を求めよ。
- (2) RL 直列回路に電圧 $v(t)$ を加えた。このとき、回路を流れる電流 $i(t)$ を求め、そのグラフを描け。ただし、RL 直列回路は、 $t < 0$ において定常状態にあり、電流は流れていないものとする。また、回路のインダクタンスを L 、抵抗を R とせよ。
- (3) $v_1(t)$ を矩形パルス電圧 $v(t)$ を使って次式で定義する。 $v_1(t)$ のラプラス変換 $V_1(s)$ を求めよ。

$$v_1(t) = \sum_{n=0}^{\infty} v(t - nb)$$

ただし、 b は $b > a$ を満たす定数とする。

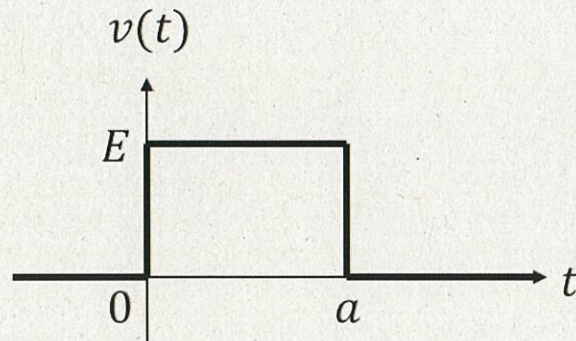


図 2

令和5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
微積分学	2 ページ
離散数学	3 ページ
データ構造とアルゴリズム	4～8 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 $A = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -2 \\ 0 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ を考える。Aの固有値を $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$ (N は異なる固有値の個数) とする。以下の問いに答えよ。

(a) N の値およびAのすべての固有値を求めよ。

(b) Aの固有値 λ_j ($j = 1, 2, \dots, N$) に属する固有ベクトルで、条件

- 固有ベクトルの大きさは1
- 非零の成分のうち最も行番号が小さい成分は正

を共にみたすベクトルを1つ選び、 \mathbf{a}_j とする。 $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \dots, \mathbf{a}_N$ を求めよ。

(c) (b)で求めた \mathbf{a}_j に対し、 $P_j = \mathbf{a}_j \mathbf{a}_j^T$ とする。ただし、 $j = 1, 2, \dots, N$ であり、 \mathbf{a}_j^T は \mathbf{a}_j の転置を表す。 P_j^2 を P_j ($j = 1, 2, \dots, N$) で表せ。

(d) (c)の P_1, \dots, P_N に対し、 $P_j P_k$ ($j = 1, 2, \dots, N, k = 1, 2, \dots, N, j \neq k$) を求めよ。

(2) 連立1次方程式

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 - 2x_3 + 2x_4 - 3x_5 = 0 \\ x_1 + 3x_2 + 2x_3 - 2x_4 + x_5 = 0 \\ -x_1 - 3x_2 + 3x_3 - 3x_4 + 4x_5 = 0 \end{cases}$$

の解全体を V とする。すなわち、 $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & -2 & 2 & -3 \\ 1 & 3 & 2 & -2 & 1 \\ -1 & -3 & 3 & -3 & 4 \end{pmatrix}$ として、 $V = \{\mathbf{x} | A\mathbf{x} = \mathbf{0}\}$

とする。以下の問いに答えよ。

(a) V が次の性質をみたすことを示せ。

- $\mathbf{p}, \mathbf{q} \in V \implies \mathbf{p} + \mathbf{q} \in V$
- k が実数、 $\mathbf{p} \in V \implies k\mathbf{p} \in V$

(b) V の次元を求めよ。

(c) V の基底を1組求めよ。ただし、基底に属するベクトルが互いに直交するようにせよ。

令和5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 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) 関数 $f(x, y) = x^2(x + 1) - y^2$ について以下の問いに答えよ。
- (a) 関数 $f(x, y)$ の停留点(極値をとる候補の点)を求めよ。
 - (b) 関数 $f(x, y)$ の極値を求めよ。
 - (c) 関係式 $f(x, y) = 0$ により y を x の陰関数とみるとき, $y' = \frac{dy}{dx}$ を求めよ。
 - (d) (c) の陰関数の増減表を作成し, 曲線 $f(x, y) = 0$ のグラフを描け。
- (2) 室温が一定値 T_R に保たれた部屋に, 水または湯で満たされた風呂がある。風呂には風呂釜が接続されている。風呂釜が作動していない状態では, 時刻 t における風呂の水温 $T(t)$ の時間変化率 $\frac{dT}{dt}$ は $T(t)$ と T_R の差に比例し, $T(t) > T_R$ のとき $T(t)$ は減少する。この比例係数を $k(> 0)$ とする。また, 風呂釜を作動させているときは, 水温の時間変化率に一定の値 $W(> 0)$ が加わるものとする。以下の問いに答えよ。
- (a) 風呂釜が作動しておらず, 風呂の湯が自然に冷める際に $T(t)$ が従う微分方程式を示せ。
 - (b) $T(0) = T_0(> T_R)$ とし, $t > 0$ で風呂釜が作動していない状態を保って湯が自然に冷めるとき, $t > 0$ における $T(t)$ を求めよ。
 - (c) 風呂釜を作動させて, 風呂を沸かす際に $T(t)$ が従う微分方程式を示せ。
 - (d) $T(0) = T_R$ とし, $t > 0$ で風呂釜を作動させた状態を保って風呂を沸かすとき, $t > 0$ における $T(t)$ を求めよ。
 - (e) (d) で $t \rightarrow \infty$ のときの水温 $T_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} T(t)$ を求めよ。

令和5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 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) m, n を正整数とし、有限集合 A, B, C の要素数を $|A| = m, |B| = n, |C| = m$ とする。

(i) 集合 A から集合 B への関数は何種類あるか。

(ii) 集合 B から集合 C への単射は何種類あるか。

(iii) $m \leq n$ とする。集合 A から集合 B への関数 $f: A \rightarrow B$ が単射であるとする。集合 B から集合 C への関数 $g: B \rightarrow C$ で、合成関数 $g \circ f: A \rightarrow C$ が全単射となるものは何種類あるか。

(b) 正整数 a, p が互いに素であるとする。集合 $S = \{0, 1, 2, \dots, p-1\}$ において、関数 $f: S \rightarrow S$ を、各 $i \in S$ に対して次の合同式を満足する $j \in S$ を対応させるものと定義する。

$$ia \equiv j \pmod{p}$$

関数 f が単射であることを証明せよ。

(2) 漸化式

$$f_{n+2} - f_{n+1} + f_n = 0, f_0 = 1, f_1 = 1$$

で定まる数列 $\{f_n\} (n = 0, 1, 2, \dots)$ について、以下の問いに答えよ。

(a) 数列 $\{f_n\}$ の母関数 $F(x) = f_0 + f_1x + f_2x^2 + \dots + f_nx^n + \dots$ の閉じた式を示せ。

(b) 数列 $\{f_n\}$ の母関数 $F(x) = f_0 + f_1x + f_2x^2 + \dots + f_nx^n + \dots$ を部分分数展開せよ。

(c) 数列 $\{f_n\}$ の一般項 f_n を求めよ。

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）以下の（a）から（d）に記述された関数について、それぞれ n に関するオーダー表記を用いて最悪計算量を答えよ。さらに、（e）から（h）のリストにより記述された関数について、それぞれ n に関するオーダー表記を用いて最悪計算量を答えよ。

(a) $2n^3 + 3n^2$

(b) $2n \log n + 3 \log n$

(c) $2 + 3$

(d) $2^n + 3n!$

(e)

リスト1 関数 func1

```
1: int func1(int a[][10], int n)
2: {
3:     int i, j;
4:     int sum = 0;
5:
6:     for(i = 0; i < n; ++i) {
7:         for(j = 0; j < 10; ++j) {
8:             sum = sum + a[i][j];
9:         }
10:    return sum;
11: }
```

（次ページに続く）

(f)

リスト2 関数 func2

```
1: void func2(int a[], int n)
2: {
3:     int i, j;
4:
5:     for (i = 0; i < n - 1; i++){
6:         for (j = n - 1; j > i; j--){
7:             if(a[j - 1] < a[j])
8:                 /* swap 関数自体の計算量は定数時間とする */
9:                 swap(&a[j - 1], &a[j]);
10:        }
11:    }
12: }
```

(g)

リスト3 関数 func3

```
1: int func3(int n)
2: {
3:     if (n == 1) {
4:         return 1;
5:     }
6:     else {
7:         return func3(n - 1) * n;
8:     }
9: }
```

(h)

リスト4 関数 func4

```
1: int func4(int n)
2: {
3:     if (n < 1) {
4:         return 0;
5:     }
6:     else {
7:         return func4(n / 2) + n % 2;
8:     }
9: }
```

(次ページに続く)

(2) ID と score をレコードとして持つ表 1 のデータ列を整列することを考える。以下の問いに答えよ。

表 1 ID と score をレコードとして持つデータ列

ID	score
164	88
101	95
112	88
239	91
105	88

- (a) ID をキーとして昇順に基数ソートを行う過程を示した上で、整列結果を表の形で答えよ。
- (b) (a)の整列の後、さらに score をキーとしてバブルソートにより昇順に整列した結果を表の形で答えよ。ただし、整列の過程を示す必要はない。
- (c) (a)の整列の後、さらに score をキーとしてある整列アルゴリズムにより昇順に整列したところ、表 2 の結果となった。用いられた整列アルゴリズムの特徴を説明し、この特徴が当てはまる整列アルゴリズムの名称を一つ答えよ。

表 2 score をキーとした整列の結果

ID	score
164	88
112	88
105	88
239	91
101	95

(次ページに続く)

(3) リスト 5 は、整数データ `age` を要素とするスタック構造を線形リストにより簡易的に実現したものである。線形リストの先頭はダミーとして扱い、スタックの要素に含まないものとする。以下の問いに答えよ。

- (a) スタックの先頭（ダミーの直後）へ新たなセルを追加することを想定し、`push` 関数の 15 行目の `/* (a) */` に当てはまる適切な処理を C 言語で記述せよ。ただし、記述する処理の行数に制限はないものとする。
- (b) スタックの先頭（ダミーの直後）のセルが持つ整数データを `age` に取り出してセルを削除することを想定し、`pop` 関数の 27 行目の `/* (b) */` に当てはまる適切な処理を C 言語で記述せよ。ただし、記述する処理の行数に制限はないものとする。
- (c) スタックに残っているセルを先頭から順に `pop`（削除）することを想定し、`main` 関数の 54 行目の `/* (c) */` に当てはまる適切な処理を C 言語で記述せよ。ただし、ダミーは `pop`（削除）しないものとする。
- (d) `main` 関数の 56 行目の `printf` 関数で出力される数値を先頭から順に答えよ。
- (e) ダミーを持たない線形リスト構造を用いてスタックを模擬する場合と比較して、リスト 5 のようなダミーを持つ線形リストによるコードはどのような利点があるか説明せよ。

(次ページに続く)

リスト5 スタックを模擬するC言語プログラム

```
1: #include <stdio.h>
2: #include <stdlib.h>
3:
4: struct human {
5:     int age;
6:     struct human* next;
7: };
8:
9: void push(struct human* h, int age)
10: {
11:     struct human* p;
12:     p = (struct human*)malloc(sizeof(struct human));
13:     p->age = age;
14:
15:     /* (a) */
16: }
17:
18:
19: int pop(struct human* h)
20: {
21:     struct human* p;
22:     int age;
23:     p = h->next;
24:     if (p == NULL)
25:         return -1;
26:
27:     /* (b) */
28:
29:     free(p);
30:     return age;
31: }
32:
33:
34: int main(void) {
35:     struct human* h;
36:     int age;
37:
38:     /* dummy header */
39:     struct human head;
40:     head.age = -1;
41:     head.next = NULL;
42:     h = &head;
43:
44:     /* push & pop */
45:     push(h, 22);
46:     push(h, 35);
47:     age = pop(h);
48:     printf("%d\n", age);
49:     push(h, 68);
50:     push(h, 42);
51:     push(h, 11);
52:
53:     /* pop all */
54:     while(/* (c) */) {
55:         age = pop(h);
56:         printf("%d\n", age);
57:     }
58:
59:     return 0;
60: }
```