

基礎科目

[90分]

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないでください。
2. 出題科目およびページは、下表のとおりです。

| 出題科目 | ページ | 選択方法 |
|---------|--------|---------------------------|
| 基礎数学 | 1 | 左の4科目から1科目を選択して、解答してください。 |
| 統計学 | 2 ~ 4 | |
| プログラミング | 5 ~ 8 | |
| 情報デザイン | 9 ~ 11 | |

3. 解答用紙は3枚に分かれているので、すべての解答用紙の所定欄に選択した科目名、問題番号(IまたはII)、受験番号と氏名をはっきりと記入してください。
4. 問題に問いなどがある場合は、解答欄内に問いの番号(問1など)を記入してから解答を始めてください。
5. 計算または下書きに用いる用紙が3枚、下書きに用いる原稿用紙が1枚、解答用紙と一緒にあります。
6. 試験中に問題冊子の印刷不明瞭、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気がついた場合は、静かに手を上げて監督員に知らせてください。
7. 試験終了後、問題冊子および下書き用紙は持ち帰ってください。
8. 設問ごとに配点が記されています。

基礎数学

I 以下の実行列 A の階数を求めよ。(配点 50 点)

$$A = \begin{pmatrix} a & -a & 2-a & 0 \\ b & b & 0 & 2-b \\ 1-a & a-1 & a-1 & 0 \\ 2-b & 2-b & 0 & b-2 \end{pmatrix}$$

II $I_n = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n x dx$ ($n = 0, 1, 2, 3, \dots$) とおくとき, 以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問 1 I_n を求めよ.

問 2 $I_{2n+1} < I_{2n} < I_{2n-1}$ ($n \geq 1$) を示せ.

問 3 $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \left\{ \frac{2 \cdot 4 \cdots (2n)}{1 \cdot 3 \cdots (2n-1)} \right\}^2$ を求めよ.

基礎数学の問題は, このページで終了である.

統計学

I 以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問 1 標本平均値と母平均値の違いについて述べよ。

問 2 指数分布に従う確率変数 X の累積確率分布関数 $F(x)$ が, $\lambda (> 0)$ を用いて次のように表せる。

$$F(x) = \begin{cases} 1 - e^{-\lambda x} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

このとき, 指数分布に従う確率変数 X の $x \geq 0$ における確率密度関数 $f(x)$ および (条件付) 期待値 m をそれぞれ求めよ。ただし (条件付) 期待値は

$$m = \int_0^{\infty} x f(x) dx$$

である。

II ある教授法の効果を実際にあるかどうかを確かめるため、9名の被験者に対し、事前の成績を測定し、教授をした後、事後テストを行った。事前テストと事後テストの成績は表1のようになった。この教授法に効果があったかどうかを、統計的に検定したい。このとき、以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

表 1 : 事前テストと事後テストの成績

| 被 験 者 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | 平均値 | 標準偏差 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|------|
| 事前テスト | 2 | 1 | 3 | 2 | 6 | 4 | 3 | 5 | 1 | (1) | 1.73 |
| 事後テスト | 4 | 8 | 2 | 1 | 6 | 5 | 7 | 7 | 5 | (2) | 2.35 |

問 1 事前テストと事後テストの成績の標準誤差を求めよ。

問 2 表 1 で空欄となっている事前テストと事後テストの成績の平均値 , を求め、標準誤差を明示して二つの平均値を棒グラフで示せ。

問 3 この教授法に効果があったかどうかを、表 2 に示す t 分布の分布表を用いて、 t 検定による片側検定で調べよ。ただし、この検定に適した t 統計量を下記の二つから選び、検定に用いる帰無仮説も示せ。また、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$, $\sqrt{7} = 2.65$ として計算せよ。

(1) 独立な標本の場合の t 統計量

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{n}}}$$

ここで、 \bar{X}_i : 条件 i における標本平均値 ($i = 1, 2$)

S_i^2 : 条件 i における標本不偏分散 ($i = 1, 2$)

n : 標本数

(2) 対応がある標本の場合の t 統計量

$$t = \frac{\bar{D}}{\sqrt{\frac{S_D^2}{n}}}$$

ここで、 \bar{D} : 対になった測定値の差の平均値

S_D^2 : 対になった測定値の差の不偏分散

n : 標本数

表 2 : t 分布の分布表

| d.f. | 片側検定の有意水準 | | |
|------|-----------|-------|--------|
| | 0.1 | 0.05 | 0.025 |
| 1 | 3.078 | 6.314 | 12.706 |
| 2 | 1.886 | 2.920 | 4.303 |
| 3 | 1.638 | 2.353 | 3.182 |
| 4 | 1.533 | 2.132 | 2.776 |
| 5 | 1.476 | 2.015 | 2.571 |
| 6 | 1.440 | 1.943 | 2.447 |
| 7 | 1.415 | 1.895 | 2.365 |
| 8 | 1.397 | 1.860 | 2.306 |
| 9 | 1.383 | 1.833 | 2.262 |
| 10 | 1.372 | 1.812 | 2.228 |

統計学の問題は，このページで終了である．

プログラミング

- I 連結リストを扱うプログラムを C 言語で記述することとし、リストを構成する要素のデータ型をプログラム 1 のように定義した。

```
typedef struct lnode *Listptr;
typedef struct lnode{
    int    value;
    Listptr next;
} Listnode;
```

プログラム 1

これらのデータ型を用いて整数値を小さい順に保存したリストを作成するものとして、以下の問いに答えよ。なお、リストの最終要素における構造体メンバー `next` の値は `NULL` でなければならないものとする。(配点 50 点)

- 問 1 プログラム 2 はプログラム 1 のデータ定義を用いたプログラムの一例である。変数 `node` はリスト内の任意の要素を参照し、変数 `ltop` は常にリストの第一要素を参照するものとして、以下に答えよ。

```
Listptr  ltop, node;
ltop = (Listptr)malloc(sizeof(A));
node = (Listptr)malloc(sizeof(A));
```

プログラム 2

- 問 1.1 プログラム 2 中の `A` に当てはまる最も適切な語句を答えよ。

- 問 1.2 変数 `ltop` により参照されるリストに、整数値 5 を保存した要素がただ一つ含まれるよう、構造体メンバーを正しく設定する実行文を書け。

- 問 1.3 変数 `node` により参照される要素を、問 1.2 の変数 `ltop` で参照されるリストの第二要素とするための実行文を書け。ただし、この要素の構造体メンバーの値には 10 と `NULL` が既に設定されているものとする。

- 問 1.4 リストに要素が一つも含まれない場合の変数 `ltop` がとるべき値を答えよ。

問2 リストに保存されている数値を表示する関数を記述せよ。ただし、関数のプロトタイプは以下の通り宣言されているものとする。

```
void PrintList(Listptr ltop);
```

出力は、数値を小さい順に空白で区切って並べ、全ての要素が表示されたら改行されるものとする。また、リストの先頭の要素の前または最後の要素の後ろに空白があってもよいものとする。

問3 リストの要素数を数える関数を記述せよ。ただし、関数の戻り値はリスト内の要素数であり、要素が一つも含まれていない場合は0を返すものとする。また、関数のプロトタイプは以下の通り宣言されているものとする。

```
int LCount(Listptr ltop);
```

II 以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

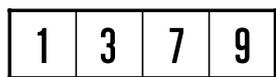
問 1 連続したデータを扱うための代表的なデータ構造として、スタック、キュー、リストがある。これらのデータ構造について、以下の問いに答えよ。

問 1.1 スタックとキューの根本的な違いを 60 字以内で説明せよ。

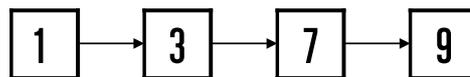
問 1.2 日常生活の中でスタック構造をしているものを挙げ、なぜそれがスタックと言えるのかの理由を簡単に述べよ。

問 1.3 日常生活の中でキュー構造をしているものを挙げ、なぜそれがキューと言えるのかの理由を簡単に述べよ。

問 1.4 線形リストと連結リストの違いを、リストの途中にデータ挿入するときの処理の違いに着目して、80 字以内で説明せよ。



線形リストの例



連結リストの例

図 1 : 「線形リストの例」と「連結リストの例」

問 2 図 2 は、個々のノードの値が、左の部分木に含まれるどの値よりも大きく、右の部分木に含まれるどの値よりも小さくなるように配置された二分木である。この木について、以下の問いに答えよ。

問 2.1 この木の総ノード数はいくつか。また、子ノードのない単一のノードだけからなる木を高さ 1 としたとき、この木の高さはいくつか。

問 2.2 ある値がこの木に含まれるかどうかを探するとき、ノードの配置を全く考慮せずに探す場合、探す値とこの木のノードの値を比較する回数の最大値を示せ。また、実際に比較回数が最大になるのは、探す値と探す順番にどのような関係があるときかを述べよ。

問 2.3 ノードの配置を考慮して探すことを考える。例えば、探す値がルートノードの値よりも小さければ、その値は左部分木にしか含まれる可能性がないため、右部分木のどのノードとも比較する必要がなくなる。この例の方法、すなわち、比較する必要のない部分木については比較を省略する方法で、値 2 が図 2 の「木」に含まれているか探す場合、ルートノードから始めて値 2 を見つけるまで、値 2 と比較することになる値を比較する順に列挙せよ。

問 2.4 一般に n 個のノードを持つ木を、高さが最小になるようにノード配置すると、高さは $\log_2(n + 1)$ 以下になることが知られている。高さが最小になるように木を構成すること以外は問 2.3 と同じ条件である場合、 n 個のノードを持つ木に、ある値が含まれるかどうか探すには、最大何回の比較が必要になるかを説明せよ。

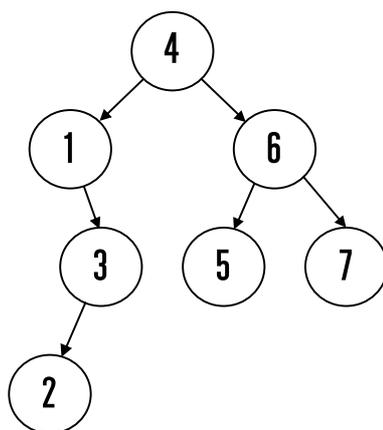


図 2 : 「木」

プログラミングの問題は、このページで終りである。

情報デザイン

- I 写真 1 , 2 は東京の新橋駅を起点とする「ゆりかもめ線」の乗車運賃を示したものである。良く見ると、運賃が上下にダブって表示されている。運賃表の下段の数字（370 , 310 , 240 円 , 180 円）は表示板完成後に駅員が貼り付けたものである。以上のことから以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問 1 なぜ後から数字を貼り付けることになったのだろうか。考えられる理由を解答用紙に簡潔に述べよ。

問 2 その他のデザイン上の問題も含めて、この運賃表のデザインを改良せよ。改良したデザイン案を解答用紙に描け。また、どこをどのように改良したかを文章で説明せよ。

ただし、つぎの 4 つの条件は必ず守ること。

- (1) 改良する範囲は写真 2 の運賃表の部分に限る。
- (2) 改良案はフリーハンドの鉛筆書きとし、色は使用しないこと。
- (3) 改良案描画に当っては英語表記は省略すること。
- (4) 改良内容の説明文は、改良案の下に箇条書きで簡潔に書くこと。



写真1：「ゆりかもめ線」新橋駅の券売機コーナー

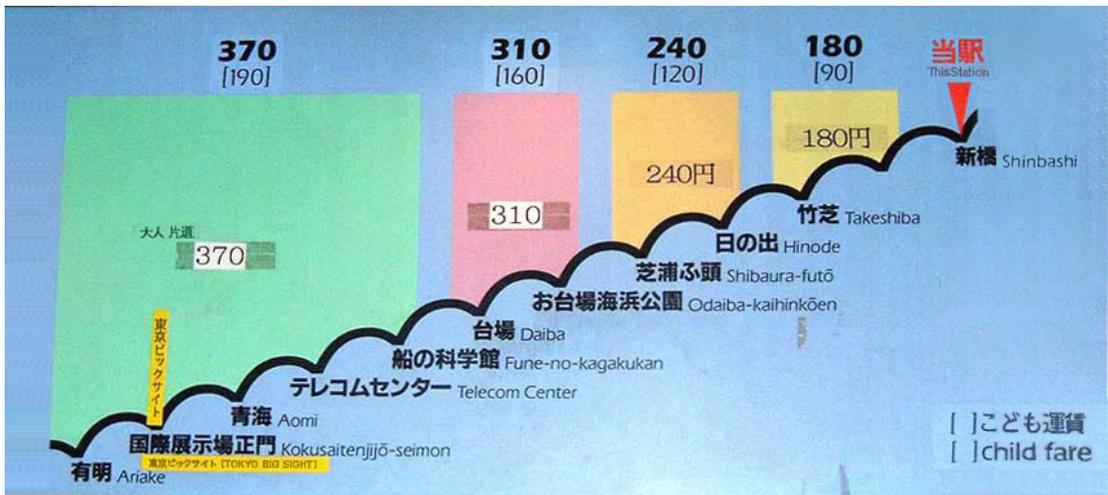


写真2：運賃表の拡大写真

II 表1と図1に示す気象データ（時間，風向，風速，気温）をもとに午前5時から午後1時までの一時間ごとの気象の移り変わりを解答用紙にダイアグラム（図解）で表現せよ。また，そのダイアグラムについて，制作意図と解説を簡潔に書きなさい。（配点 50 点）

表1：気象データ（時間，風向，風速）

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 時間 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 風向 | ← | - | ← | ← | ↙ | ↖ | ← | ← | ↖ | ↖ | ← | ↖ | ← | | | | | | | | | | | |
| 風速 | 0.9 | 静 | 0.9 | 1.8 | 0.9 | 0.4 | 1.8 | 0.9 | 2.7 | 1.3 | 1.3 | 2.7 | 1.8 | | | | | | | | | | | |

注) 風向きは上を北とする

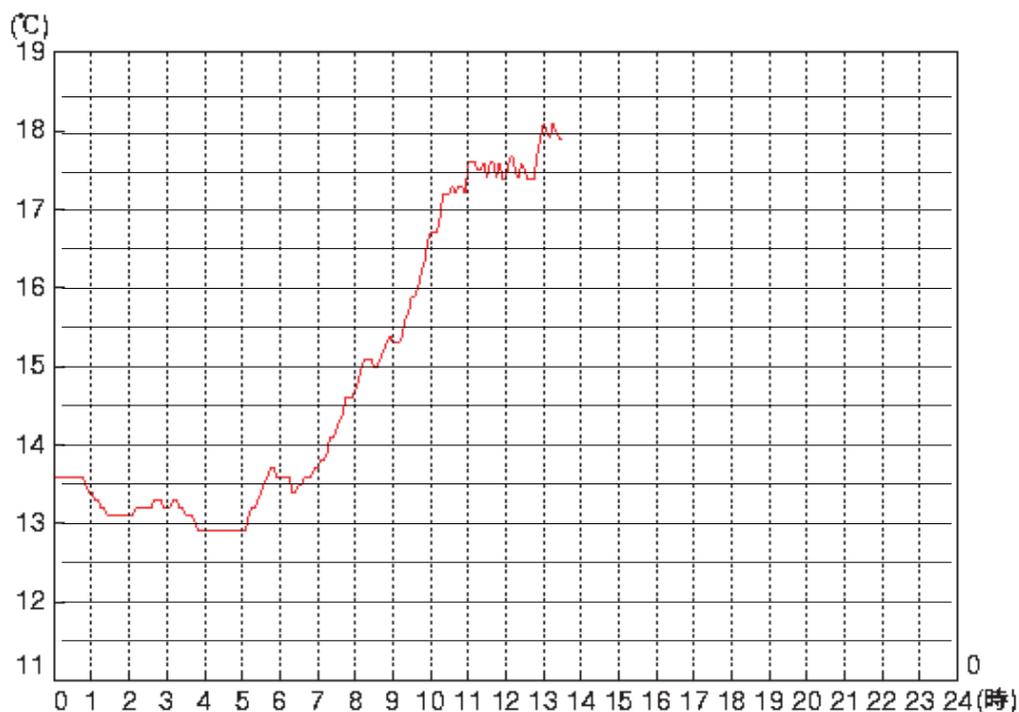


図1：気象データ（気温）

情報デザインの問題は，このページで終了である。

解答冊子
基礎科目

氏名

受験番号

博士(前期)基礎科目 解答用紙 (1)

科目名

問題番号

点

博士(前期)
基礎科目(1)

(枠内に解答を書くこと)



氏名

受験番号

博士(前期)基礎科目 解答用紙 (2)

科目名

問題番号

点

博士(前期)
基礎科目(2)

(枠内に解答を書くこと)



氏名

受験番号

博士(前期)基礎科目 解答用紙 (3)

科目名

問題番号

点

博士(前期)
基礎科目(3)

(枠内に解答を書くこと)

[計算用紙/下書き用紙]

[計算用紙/下書き用紙]

[計算用紙/下書き用紙]

[下書き用紙]

10 20

40

80

120

160

200

10 20

40

80

120

160

200

10 20

40

80

120

160

200

(20字×10行×3)