

令和7年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

A日程

情報アーキテクチャ・高度ICT領域

専 門 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。問題ごとに配点が記されています。

出 題 科 目	ペ ー ジ	問 題 数	注 意
基 礎 数 学	1	2 問	左の4科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
情 報 数 学	2	1 問	
アルゴリズムとデータ構造	3～4	1 問	
デ ー タ ベ ー ス 工 学	5	1 問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。○印のついた3科目のみ採点します。
4. 解答用紙は4科目分がそれぞれ綴じてあります。解答に用いなかった解答用紙も含め、すべての解答用紙1枚目の所定欄に受験番号をはっきりと記入してください。
5. 解答用紙には、科目名、問題番号（I, IIなど）、問いの番号（問1など）が記入されているので、選択する科目の解答用紙を用いてください。
6. 計算／下書き用紙3枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 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、静かに手を挙げて監督員に知らせてください。
8. 試験終了後、監督員の指示に従って、解答冊子の表紙と4科目分の解答用紙を袋に入れてください。4科目分の解答用紙が入っていない場合、入っていない科目の点数は0点となります。
9. 問題冊子と計算／下書き用紙は持ち帰ってください。

基礎数学

I 以下の問いに答えよ。(配点 25 点)

問 1 極限 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{\sin 2x} \frac{\sin 5x}{\sin 4x} \frac{\sin 7x}{\sin 6x}$ を求めよ.

問 2 定積分 $\int_{-1}^0 \frac{x-3}{x^2+2x+2} dx$ を求めよ.

II θ は 0 でない実数とする. 2 次正方行列

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -\theta \\ \theta & 0 \end{pmatrix}$$

について, 以下の問いに答えよ.(配点 25 点)

問 1 $P^{-1}AP = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{pmatrix}$

となるような行列 P, λ_1 , および λ_2 を求めよ.

問 2 n を 0 以上の整数とする. 問 1 で求めた P, λ_1 , および λ_2 を用いて A^n を表せ.

問 3 $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} A^n$ を三角関数を用いて表せ.

基礎数学の問題は, このページで終了である.

情報数学

I 集合 $A = \{a, b, c, d, e\}$ 中の 2 項関係 R の関係行列を以下で定める.

$$R = \begin{array}{c} \\ a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{array} \begin{array}{ccccc} a & b & c & d & e \\ \left(\begin{array}{ccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

問 1 関係行列 R の転置行列 tR および R の合成関係 R^2 の関係行列をそれぞれ求めよ.

問 2 関係行列 R が,

反射律: $\forall x \in A, xRx$

反対称律: $\forall x, y \in A, (xRy \wedge yRx) \Rightarrow (x = y)$

推移律: $\forall x, y, z \in A, (xRy \wedge yRz) \Rightarrow (xRz)$

をそれぞれ満たすことを示せ.

問 3 R の関係グラフを表せ. xRy のとき x が y の上位であるとし, R をハッセ図に表せ. さらに, この集合の極大元, 極小元, 最大元, および最小元が存在すれば, それぞれ求めよ.

問 4 集合 $B = \{1, 2\}$ 中の 2 項関係のうち, 反対称律を満たす関係行列を全て求めよ.

情報数学の問題は, このページで終了である.

アルゴリズムとデータ構造

I n 個の互いに異なる整数を格納した配列 $A[0], \dots, A[n-1]$ と整数 k ($0 \leq k < n$) が与えられたとき、配列に格納された値のなかから $k+1$ 番目に小さい値を取り出すアルゴリズムについて、以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問 1 C 言語を用いて関数 `quickselect` を次のように定義し、目的の値を関数呼び出し `quickselect(A, 0, n-1, k)` で求められるようにした。

```
int quickselect(int A[], int left, int right, int k) {
    int pivot_index = partition(A, left, right);
    if (k < pivot_index) {
        return quickselect(A, (ア), (イ) - 1, k);
    } else if (k > pivot_index) {
        return quickselect(A, (イ) + 1, (ウ), k);
    } else { // k == pivot_index
        return A[k];
    }
}
```

上記の定義に用いられる関数 `partition(A, left, right)` は配列 A とその範囲を表す整数 $left, right$ を引数として受け取る ($0 \leq left \leq right < n$)。そして、 $A[right]$ をピボットとして選択し、 $A[left]$ から $A[right]$ までの範囲について、ピボットより小さな値、ピボット、ピボットより大きい値という順番となるように値を入れ替え、ピボットの位置を返す。

`quickselect` 関数の空欄 (ア) ~ (ウ) に当てはまる変数名をそれぞれ答えよ。

問2 関数 `partition` を以下のように定義する。ただし、関数 `swap` は、第1引数の配列に対し、第2引数と第3引数が指定する要素の値の入れ替えを行う。

```
int partition(int A[], int left, int right) {
    int pivot = A[right];
    int index = left;
    // ピボット以下の値だけを A[left] から順番に並べる
    for (int i = left; i <= right - 1; i++) {
        if (A[i] <= pivot) {
            swap(A, index, i); // A[index] と A[i] の値を入れ替える
            index++;
        }
    }
    swap(A, index, right); // A[index] とピボットの値を入れ替える
    return index;
}
```

$A = \{2, 25, 5, 17, 21, 20, 10, 8, 14\}$, $n = 9$, $k = 1$ として、関数呼び出し `quickselect(A, 0, n-1, k)` を実行する。

- (1) この関数呼び出しが返す値を答えよ。
- (2) 最初の関数呼び出しと再帰呼び出しによって、`quickselect` が合計何回実行されるかを答えよ。
- (3) (2) のそれぞれの呼び出しが起きた時点における A の内容と、`left`, `right` の値を答えよ。

問3 ランダムな値が格納された長さ n の配列が引数に与えられるとき、関数 `quickselect` の平均時間計算量を n を用いてオーダー記法で表し、その理由とともに答えよ。

問4 長さ n の配列が引数に与えられるとき、関数 `quickselect` の最悪時間計算量を n を用いてオーダー記法で表し、その理由とともに答えよ。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終了である。

データベース工学

I 以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

なおリレーションについては次の表記を用いている。

テーブル名 ([主キーとした項目 1], 項目 2,...)

問1 次に示すリレーションに対して, (1)~(4) の問い合わせを実現する SQL 文をそれぞれ記述せよ。

委員 ([委員番号], 氏名, 職業), 委員会 ([管理番号], 委員番号, 委員会名)

- (1) すべての委員の委員番号, 氏名と職業
- (2) “防災委員会” という委員会に所属するすべての委員の氏名と職業
- (3) 委員が 3 名以上で構成されるすべての委員会名
- (4) “衛生管理委員会” という委員会に所属する委員のすべての職業

問2 リレーションの第2正規化にはすべての候補キーに対して非キー属性が完全

していることが必要である。そのためには 性を排除する必要がある。第3正規化にはすべての非キー属性がどの候補キーに対しても しないことが必要である。

- (1) 空欄 ~ に当てはまる語句を, 以下の単語を組み合わせて回答せよ。

関数, ボイスコード, 推移, 多値, 結合, 独立, 従属, 部分, 完全

- (2) 次のリレーションがあるとき, どのように第2正規化を行うか説明し, 正規化した結果を示せ。なお, 商品名の重複の可能性を考慮し, 一意の商品番号を加えている。また, 注文者番号と商品番号の組で主キーを構成する。
注文書 ([注文書番号], 顧客番号, 顧客名, [商品番号], 商品名, 数量)
- (3) 次のリレーションがあるとき, どのように第3正規化を行うか説明し, 正規化した結果を示せ。なお, 申請者名は同姓同名の場合があるため, 一意の申請者番号を加えている。
決裁 ([決裁番号], 申請者番号, 申請者名)

データベース工学の問題は, このページで終りである。

令和7年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

A日程

メディアデザイン領域

専 門 科 目

[90分]

注 意 事 項

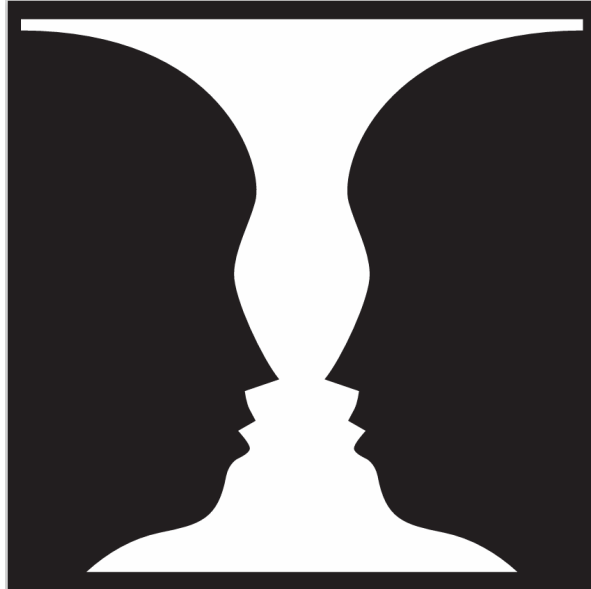
1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないでください。
2. 出題科目およびページは、下表のとおりです。問題ごとに配点が記されています。

出 題 科 目	ペ ー ジ	問 題 数	注 意
情 報 デ ザ イ ン	1	1 問	左の4科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
ヒューマンインタフェース	2	2 問	
認 知 心 理 学	3	1 問	
アルゴリズムとデータ構造	5 ~ 6	1 問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。○印のついた3科目のみ採点します。
4. 解答用紙は4科目分がそれぞれ綴じてあります。解答に用いなかった解答用紙も含め、すべての解答用紙1枚目の所定欄に受験番号をはっきりと記入してください。
5. 解答用紙には、科目名、問題番号（I, IIなど）、問いの番号（問1など）が記入されているので、選択する科目の解答用紙を用いてください。
6. 計算／下書き用紙3枚と下書き用原稿用紙2枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 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、静かに手を挙げて監督員に知らせてください。
8. 試験終了後、監督員の指示に従って、解答冊子の表紙と4科目分の解答用紙を袋に入れてください。4科目分の解答用紙が入っていない場合、入っていない科目の点数は0点となります。
9. 問題冊子と計算／下書き用紙、下書き用原稿用紙は持ち帰ってください。

情報デザイン

- I 図は心理学者のエドガー・ルビンが考案した多義図形である。この図に関して以下の問いに答えよ。（配点 50 点）



問1 図の黒地と白地のそれぞれの領域が何を表しているか述べよ（50字以内）。

問2 独自の多義図形を以下の条件で描け。

- 黒地と白地の塗り分けだけで描画する。
- 解答用紙に提示された枠内に描画する。

問3 描いた多義図形の各領域がそれぞれの何の意味なのかを簡潔な言葉で表せ。ただし、どの領域がどの意味を指すのかは示してはならない（50字以内）。

情報デザインの問題は、このページで終了である。

ヒューマンインタフェース

I 以下の設問にあてはまる適切な語句を次の選択肢（ア）から（コ）の中から1つ選び、その記号で答えよ。（配点 30 点）

問1 ユーザが製品を使用する様子を観察し、その結果を分析する評価手法

問2 エンドユーザが自由にインタフェースを試用できる環境でテストすること

問3 2組の標本について平均に有意差があるかどうか調べるために用いられるパラメトリックな手法

問4 インタフェースの設計において、特定のユーザ像を設定する手法

問5 間違った操作が行われたとしても、危険な状態には発展せずに安全が保持される仕組み

(ア) アフォーダンス

(イ) 行為の7段階モデル

(ウ) t検定

(エ) デプスインタビュー

(オ) フールプルーフ

(カ) フィッツの法則

(キ) フェイルセーフ

(ク) ベータテスト

(ケ) ペルソナ法

(コ) ユーザビリティテスト

II ヤコブ・ニールセンが挙げる、ヒューマンインタフェースにおける五つのユーザビリティ特性について説明せよ。（配点 20 点）

ヒューマンインタフェースの問題は、このページで終了である。

認知心理学

I カテゴリー化について、以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

カテゴリー化とは、目の前にある対象について、ある範疇に属するものとして見なすことである。代表的なカテゴリー化の考え方は2つある。1つ目は、対象が定義的特徴に合致するか否かを判断する古典的カテゴリー観である。2つ目は、部分的に共通する特徴を通じて相互に緩くつながっている関係性である家族的類似性に基づいたロッシュら (Rosch & Mervis, 1975) のカテゴリー観である。

問1 古典的カテゴリー観に基づいてカテゴリー化を行う対象を1つ挙げ、定義的特徴という用語を使って、その対象がカテゴリーに属するか否かを判断するプロセスについて説明せよ。

問2 ロッシュらは家族的類似性が測定可能であることを明らかにした。野菜を事例として、「特徴」「出現頻度」の用語を用いて、どのように家族的類似性を測定したのか、説明せよ。

問3 ロッシュらは、家族的類似性と典型性との関係、カテゴリー化における家族的類似性の重要性を明らかにした。対象の事物・事象の典型性が高いときに、カテゴリー化に与える影響を2つ説明せよ。

参考文献：

Rosch, E., & Mervis, C. B. (1975). Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology*, 7(4), 573-605.

認知心理学の問題は、このページで終了である。

(このページは白紙である)

アルゴリズムとデータ構造

I n 個の互いに異なる整数を格納した配列 $A[0], \dots, A[n-1]$ と整数 k ($0 \leq k < n$) が与えられたとき、配列に格納された値のなかから $k+1$ 番目に小さい値を取り出すアルゴリズムについて、以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問 1 C 言語を用いて関数 `quickselect` を次のように定義し、目的の値を関数呼び出し `quickselect(A, 0, n-1, k)` で求められるようにした。

```
int quickselect(int A[], int left, int right, int k) {
    int pivot_index = partition(A, left, right);
    if (k < pivot_index) {
        return quickselect(A, (ア), (イ) - 1, k);
    } else if (k > pivot_index) {
        return quickselect(A, (イ) + 1, (ウ), k);
    } else { // k == pivot_index
        return A[k];
    }
}
```

上記の定義に用いられる関数 `partition(A, left, right)` は配列 A とその範囲を表す整数 $left, right$ を引数として受け取る ($0 \leq left \leq right < n$)。そして、 $A[right]$ をピボットとして選択し、 $A[left]$ から $A[right]$ までの範囲について、ピボットより小さな値、ピボット、ピボットより大きい値という順番となるように値を入れ替え、ピボットの位置を返す。

`quickselect` 関数の空欄 (ア) ~ (ウ) に当てはまる変数名をそれぞれ答えよ。

問2 関数 `partition` を以下のように定義する。ただし、関数 `swap` は、第1引数の配列に対し、第2引数と第3引数が指定する要素の値の入れ替えを行う。

```
int partition(int A[], int left, int right) {
    int pivot = A[right];
    int index = left;
    // ピボット以下の値だけを A[left] から順番に並べる
    for (int i = left; i <= right - 1; i++) {
        if (A[i] <= pivot) {
            swap(A, index, i); // A[index] と A[i] の値を入れ替える
            index++;
        }
    }
    swap(A, index, right); // A[index] とピボットの値を入れ替える
    return index;
}
```

$A = \{2, 25, 5, 17, 21, 20, 10, 8, 14\}$, $n = 9$, $k = 1$ として、関数呼び出し `quickselect(A, 0, n-1, k)` を実行する。

- (1) この関数呼び出しが返す値を答えよ。
- (2) 最初の関数呼び出しと再帰呼び出しによって、`quickselect` が合計何回実行されるかを答えよ。
- (3) (2) のそれぞれの呼び出しが起きた時点における A の内容と、`left`, `right` の値を答えよ。

問3 ランダムな値が格納された長さ n の配列が引数に与えられるとき、関数 `quickselect` の平均時間計算量を n を用いてオーダー記法で表し、その理由とともに答えよ。

問4 長さ n の配列が引数に与えられるとき、関数 `quickselect` の最悪時間計算量を n を用いてオーダー記法で表し、その理由とともに答えよ。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終了である。

令和7年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

A日程

複雑系情報科学領域

専門科目

[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。問題ごとに配点が記されています。

出題科目	ページ	問題数	注意
基礎数学	1	2問	左の4科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
情報数学	2	1問	
応用数学	3	1問	
アルゴリズムとデータ構造	5～6	1問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。○印のついた3科目のみ採点します。
4. 解答用紙は4科目分がそれぞれ綴じてあります。解答に用いなかった解答用紙も含め、すべての解答用紙1枚目の所定欄に受験番号をはっきりと記入してください。
5. 解答用紙には、科目名、問題番号（I, IIなど）、問いの番号（問1など）が記入されているので、選択する科目の解答用紙を用いてください。
6. 計算／下書き用紙3枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 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、静かに手を挙げて監督員に知らせてください。
8. 試験終了後、監督員の指示に従って、解答冊子の表紙と4科目分の解答用紙を袋に入れてください。4科目分の解答用紙が入っていない場合、入っていない科目の点数は0点となります。
9. 問題冊子と計算／下書き用紙は持ち帰ってください。

基礎数学

I 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1 極限 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{\sin 2x} \frac{\sin 5x}{\sin 4x} \frac{\sin 7x}{\sin 6x}$ を求めよ.

問 2 定積分 $\int_{-1}^0 \frac{x-3}{x^2+2x+2} dx$ を求めよ.

II θ は 0 でない実数とする. 2 次正方行列

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -\theta \\ \theta & 0 \end{pmatrix}$$

について, 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1 $P^{-1}AP = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{pmatrix}$

となるような行列 P, λ_1 , および λ_2 を求めよ.

問 2 n を 0 以上の整数とする. 問 1 で求めた P, λ_1 , および λ_2 を用いて A^n を表せ.

問 3 $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} A^n$ を三角関数を用いて表せ.

基礎数学の問題は, このページで終了である.

情報数学

I 集合 $A = \{a, b, c, d, e\}$ 中の 2 項関係 R の関係行列を以下で定める.

$$R = \begin{array}{c} \\ a \\ b \\ c \\ d \\ e \end{array} \begin{array}{ccccc} & a & b & c & d & e \\ \left(\begin{array}{ccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

問 1 関係行列 R の転置行列 tR および R の合成関係 R^2 の関係行列をそれぞれ求めよ.

問 2 関係行列 R が,

反射律: $\forall x \in A, xRx$

反対称律: $\forall x, y \in A, (xRy \wedge yRx) \Rightarrow (x = y)$

推移律: $\forall x, y, z \in A, (xRy \wedge yRz) \Rightarrow (xRz)$

をそれぞれ満たすことを示せ.

問 3 R の関係グラフを表せ. xRy のとき x が y の上位であるとし, R をハッセ図に表せ. さらに, この集合の極大元, 極小元, 最大元, および最小元が存在すれば, それぞれ求めよ.

問 4 集合 $B = \{1, 2\}$ 中の 2 項関係のうち, 反対称律を満たす関係行列を全て求めよ.

情報数学の問題は, このページで終りである.

応用数学

- I 確率変数 X と Y のとる値をそれぞれ x, y とする. ただし, $-\infty < x, y < \infty$ とする. 2次元同時確率変数 (X, Y) の確率密度関数が,

$$f(x, y) = G \exp \left[- \left(ax^2 - 2bxy + cy^2 \right) \right]$$

で与えられるとする. ただし, a, b, c は, $a > 0, c > 0, ac - b^2 > 0$ を満たす実数とする. また, G は a, b, c の関数である. 以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

問1 G を a, b, c を用いて表せ.

問2 確率変数 X と Y の期待値 $E(X), E(Y)$ および分散 $V(X), V(Y)$ をそれぞれ a, b, c を用いて表せ.

問3 確率変数 X と Y の共分散を $C(X, Y)$ とする. $C(X, Y)$ を a, b, c を用いて表せ. さらに, 問2で求めた $V(X)$ および $V(Y)$ を用いて相関係数 $\frac{C(X, Y)}{\sqrt{V(X)V(Y)}}$ を a, b, c を用いて表せ.

応用数学の問題は, このページで終りである.

(このページは白紙である)

アルゴリズムとデータ構造

I n 個の互いに異なる整数を格納した配列 $A[0], \dots, A[n-1]$ と整数 k ($0 \leq k < n$) が与えられたとき、配列に格納された値のなかから $k+1$ 番目に小さい値を取り出すアルゴリズムについて、以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問 1 C 言語を用いて関数 `quickselect` を次のように定義し、目的の値を関数呼び出し `quickselect(A, 0, n-1, k)` で求められるようにした。

```
int quickselect(int A[], int left, int right, int k) {
    int pivot_index = partition(A, left, right);
    if (k < pivot_index) {
        return quickselect(A, (ア), (イ) - 1, k);
    } else if (k > pivot_index) {
        return quickselect(A, (イ) + 1, (ウ), k);
    } else { // k == pivot_index
        return A[k];
    }
}
```

上記の定義に用いられる関数 `partition(A, left, right)` は配列 A とその範囲を表す整数 $left, right$ を引数として受け取る ($0 \leq left \leq right < n$)。そして、 $A[right]$ をピボットとして選択し、 $A[left]$ から $A[right]$ までの範囲について、ピボットより小さな値、ピボット、ピボットより大きい値という順番となるように値を入れ替え、ピボットの位置を返す。

`quickselect` 関数の空欄 (ア) ~ (ウ) に当てはまる変数名をそれぞれ答えよ。

問2 関数 `partition` を以下のように定義する。ただし、関数 `swap` は、第1引数の配列に対し、第2引数と第3引数が指定する要素の値の入れ替えを行う。

```
int partition(int A[], int left, int right) {
    int pivot = A[right];
    int index = left;
    // ピボット以下の値だけを A[left] から順番に並べる
    for (int i = left; i <= right - 1; i++) {
        if (A[i] <= pivot) {
            swap(A, index, i); // A[index] と A[i] の値を入れ替える
            index++;
        }
    }
    swap(A, index, right); // A[index] とピボットの値を入れ替える
    return index;
}
```

$A = \{2, 25, 5, 17, 21, 20, 10, 8, 14\}$, $n = 9$, $k = 1$ として、関数呼び出し `quickselect(A, 0, n-1, k)` を実行する。

- (1) この関数呼び出しが返す値を答えよ。
- (2) 最初の関数呼び出しと再帰呼び出しによって、`quickselect` が合計何回実行されるかを答えよ。
- (3) (2) のそれぞれの呼び出しが起きた時点における A の内容と、`left`, `right` の値を答えよ。

問3 ランダムな値が格納された長さ n の配列が引数に与えられるとき、関数 `quickselect` の平均時間計算量を n を用いてオーダー記法で表し、その理由とともに答えよ。

問4 長さ n の配列が引数に与えられるとき、関数 `quickselect` の最悪時間計算量を n を用いてオーダー記法で表し、その理由とともに答えよ。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終わりである。

令和7年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

A日程

知能情報科学領域

専 門 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。問題ごとに配点が記されています。

出 題 科 目	ペ ー ジ	問 題 数	注 意
基 礎 数 学	1	2 問	左の4科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
情 報 数 学	2	1 問	
人 工 知 能	4～6	2 問	
アルゴリズムとデータ構造	7～8	1 問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。○印のついた3科目のみ採点します。
4. 解答用紙は4科目分がそれぞれ綴じてあります。解答に用いなかった解答用紙も含め、すべての解答用紙1枚目の所定欄に受験番号をはっきりと記入してください。
5. 解答用紙には、科目名、問題番号（I, IIなど）、問いの番号（問1など）が記入されているので、選択する科目の解答用紙を用いてください。
6. 計算／下書き用紙3枚と下書き用原稿用紙2枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 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、静かに手を挙げて監督員に知らせてください。
8. 試験終了後、監督員の指示に従って、解答冊子の表紙と4科目分の解答用紙を袋に入れてください。4科目分の解答用紙が入っていない場合、入っていない科目の点数は0点となります。
9. 問題冊子と計算／下書き用紙、下書き用原稿用紙は持ち帰ってください。

基礎数学

I 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1 極限 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 3x}{\sin 2x} \frac{\sin 5x}{\sin 4x} \frac{\sin 7x}{\sin 6x}$ を求めよ.

問 2 定積分 $\int_{-1}^0 \frac{x-3}{x^2+2x+2} dx$ を求めよ.

II θ は 0 でない実数とする. 2 次正方行列

$$A = \begin{pmatrix} 0 & -\theta \\ \theta & 0 \end{pmatrix}$$

について, 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1 $P^{-1}AP = \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{pmatrix}$

となるような行列 P, λ_1 , および λ_2 を求めよ.

問 2 n を 0 以上の整数とする. 問 1 で求めた P, λ_1 , および λ_2 を用いて A^n を表せ.

問 3 $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} A^n$ を三角関数を用いて表せ.

基礎数学の問題は, このページで終了である.

情報数学

I 集合 $A = \{a, b, c, d, e\}$ 中の 2 項関係 R の関係行列を以下で定める.

$$R = \begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \begin{array}{ccccc} & a & b & c & d & e \\ a & \left(\begin{array}{ccccc} 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right) \\ b \\ c \\ d \\ e \end{array}$$

以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

問 1 関係行列 R の転置行列 tR および R の合成関係 R^2 の関係行列をそれぞれ求めよ.

問 2 関係行列 R が,

反射律: $\forall x \in A, xRx$

反対称律: $\forall x, y \in A, (xRy \wedge yRx) \Rightarrow (x = y)$

推移律: $\forall x, y, z \in A, (xRy \wedge yRz) \Rightarrow (xRz)$

をそれぞれ満たすことを示せ.

問 3 R の関係グラフを表せ. xRy のとき x が y の上位であるとし, R をハッセ図に表せ. さらに, この集合の極大元, 極小元, 最大元, および最小元が存在すれば, それぞれ求めよ.

問 4 集合 $B = \{1, 2\}$ 中の 2 項関係のうち, 反対称律を満たす関係行列を全て求めよ.

情報数学の問題は, このページで終りである.

(このページは白紙である)

人工知能

I 生成 AI に関する以下の問いに答えよ。（配点 25 点）

問 1 生成 AI の主要な特徴を、50 字～100 字で簡潔に述べよ。

問 2 生成 AI における著作権上の問題について一つ例を挙げ、50 字～100 字で簡潔に述べよ。

II 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(配点 25 点)

以下に示す書き換え規則の集合による英文の生成について考える。書き換え規則は、左辺の記号を右辺の記号や記号列に書き換え可能であることを意味している。

- (1) $S \rightarrow NV_P$
- (2) $V_P \rightarrow VN$
- (3) $N \rightarrow [people]$
- (4) $N \rightarrow [dogs]$
- (5) $N \rightarrow [cats]$
- (6) $V \rightarrow [like]$
- (7) $V \rightarrow [see]$

書き換え規則中の S, N, V_P, V はそれぞれ「文」, 「名詞」, 「動詞句」, 「動詞」を意味し、それらは非終端記号と呼ばれる。非終端記号はいずれかの規則の適用により、別の記号に書き換え可能な記号である。また、 $[\]$ で囲まれた文字列は終端記号であり、これ以上書き換えることのできない記号である。

書き換え規則 (1) $S \rightarrow NV_P$ は、「 S は N と V_P の二つの要素の連続で構成される記号列に書き換えることが可能」であることを意味する。つまり、この規則は、「文」が「名詞」と「動詞句」の二つの要素の連続で構成される場合があることを表現している。

例として、書き換え規則によって “dogs like people” を生成する手順をグラフで表現すると、図 1 のようになる。図 1 では、まず規則 (1) を用いて「文」(図 1 中の S) を「名詞」(N) と「動詞句」(V_P) に書き換えている。また「名詞」(N) は規則の (3), (4), (5) より書き換え可能な候補が複数あるが、そのうち (4) $N \rightarrow [dogs]$ を用いて図 1 中の左側の「名詞」(N) を $[dogs]$ にしている。「動詞句」(V_P) は規則 (2) $V_P \rightarrow VN$ を用いて「動詞」(V) と「名詞」(N) の連続に書き換え、さらに「動詞」(V) を規則 (6) で $[like]$ に、また図 1 中の右側の「名詞」(N) を規則 (3) で $[people]$ に書き換えている。

書き換え規則による文章生成では非終端記号に対していずれかの書き換え規則を適用し、最終的にすべての記号を終端記号にすることで文章を生成する。書き換え

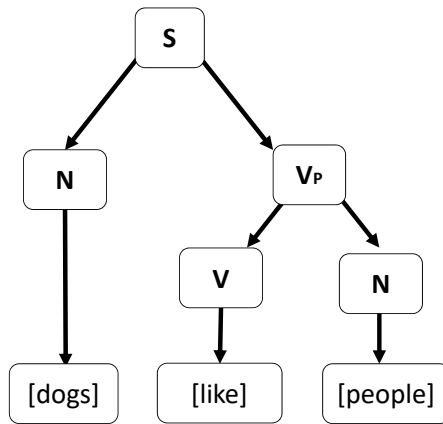


図 1

規則による文の生成は「文」(記号としては S) から開始する. また一つの文の生成において同じ書き換え規則を複数回用いてもよい.

問 1 S を最初の記号とした場合に, 書き換え規則 (1)~(7) を用いて生成可能な英文は何種類あるか答えよ.

問 2 書き換え規則 (1)~(7) を用いて, S から英文 “people see cats” を生成する手順を図 1 と同様の形式で記せ.

問 3 以下に示す書き換え規則 (8)~(10) を追加した. 書き換え規則 (1)~(10) を用いて, S から英文 “people like good cats” を生成する手順を図 1 と同様の形式で記せ.

(8) $V_P \rightarrow V N_P$

(9) $N_P \rightarrow A_{DJ} N$

(10) $A_{DJ} \rightarrow [good]$

書き換え規則中の N_P, A_{DJ} はそれぞれ「名詞句」, 「形容詞」を意味し, それらは非終端記号である.

人工知能の問題は, このページで終りである.

アルゴリズムとデータ構造

I n 個の互いに異なる整数を格納した配列 $A[0], \dots, A[n-1]$ と整数 k ($0 \leq k < n$) が与えられたとき、配列に格納された値のなかから $k+1$ 番目に小さい値を取り出すアルゴリズムについて、以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問 1 C 言語を用いて関数 `quickselect` を次のように定義し、目的の値を関数呼び出し `quickselect(A, 0, n-1, k)` で求められるようにした。

```
int quickselect(int A[], int left, int right, int k) {
    int pivot_index = partition(A, left, right);
    if (k < pivot_index) {
        return quickselect(A, (ア), (イ) - 1, k);
    } else if (k > pivot_index) {
        return quickselect(A, (イ) + 1, (ウ), k);
    } else { // k == pivot_index
        return A[k];
    }
}
```

上記の定義に用いられる関数 `partition(A, left, right)` は配列 A とその範囲を表す整数 $left, right$ を引数として受け取る ($0 \leq left \leq right < n$)。そして、 $A[right]$ をピボットとして選択し、 $A[left]$ から $A[right]$ までの範囲について、ピボットより小さな値、ピボット、ピボットより大きい値という順番となるように値を入れ替え、ピボットの位置を返す。

`quickselect` 関数の空欄 (ア) ~ (ウ) に当てはまる変数名をそれぞれ答えよ。

問2 関数 `partition` を以下のように定義する。ただし、関数 `swap` は、第1引数の配列に対し、第2引数と第3引数が指定する要素の値の入れ替えを行う。

```
int partition(int A[], int left, int right) {
    int pivot = A[right];
    int index = left;
    // ピボット以下の値だけを A[left] から順番に並べる
    for (int i = left; i <= right - 1; i++) {
        if (A[i] <= pivot) {
            swap(A, index, i); // A[index] と A[i] の値を入れ替える
            index++;
        }
    }
    swap(A, index, right); // A[index] とピボットの値を入れ替える
    return index;
}
```

$A = \{2, 25, 5, 17, 21, 20, 10, 8, 14\}$, $n = 9$, $k = 1$ として、関数呼び出し `quickselect(A, 0, n-1, k)` を実行する。

- (1) この関数呼び出しが返す値を答えよ。
- (2) 最初の関数呼び出しと再帰呼び出しによって、`quickselect` が合計何回実行されるかを答えよ。
- (3) (2) のそれぞれの呼び出しが起きた時点における A の内容と、`left`, `right` の値を答えよ。

問3 ランダムな値が格納された長さ n の配列が引数に与えられるとき、関数 `quickselect` の平均時間計算量を n を用いてオーダー記法で表し、その理由とともに答えよ。

問4 長さ n の配列が引数に与えられるとき、関数 `quickselect` の最悪時間計算量を n を用いてオーダー記法で表し、その理由とともに答えよ。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終わりである。

