

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (General Selection)

Question Sheets

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

試験時間 : 9 時 00 分 ~ 11 時 00 分 (Examination Time : From 9:00 to 11:00)

受験上の注意事項

1. この問題用紙は表紙を含み 5 枚あります。
2. 表紙および各ページに, 受験番号を記入してください。
3. これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
4. 解答が書ききれないときは, 同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし, その場合は「裏に続く」などと記入して裏面に記載したことが分かるようにしてください。
5. すべての問題に解答してください。
6. 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
7. 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

Notices

1. There are 5 question sheets including a front sheet.
2. Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question sheet.
3. This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
4. If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
5. Answer all the questions.
6. Return these question sheets together with the answer sheets.
7. Raise your hand if you have any questions.

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 1 (Question 1)

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 2 \end{bmatrix} \text{ とする.}$$

- (1) 行列 A の階数と固有値を求めよ.
- (2) 行列 B の階数と固有値を求めよ.
- (3) 行列 B は可逆であることを示し, 逆行列 B^{-1} の行列式と固有値を求めよ.
- (4) 行列 A と B は可換であること, すなわち $AB = BA$ が成り立つことを示し, $(AB)^k$ を求めよ. ただし, k は自然数 (1 以上の整数) である.

$$\text{Let } A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \text{ and } B = \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 & -1 \\ -1 & -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}.$$

- (1) Find the rank and the eigenvalues of the matrix A .
- (2) Find the rank and the eigenvalues of the matrix B .
- (3) Show that the matrix B is invertible. Then, find the determinant and the eigenvalues of the inverse matrix B^{-1} .
- (4) Show that the matrices A and B are commutative, i.e., $AB = BA$, and find $(AB)^k$, where k is a natural number (an integer greater than or equal to 1).

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 2 (Question 2)

C^∞ 級の 2 変数関数 $f(x, y)$ を用いて, 新たに 2 変数関数 $F(x, y)$ を $F(x, y) = \int_0^{f(x, y)} e^{-t^2} dt$ と定める. 以下の問に答えよ.

- (1) $f(0, 0) = 0$ とするとき, $F(x, y)$ のマクローリン展開を 2 次の項まで求めよ.
- (2) $f(x, y) = \sin^{-1}(x^2 + y^2)$ とするとき $\lim_{r \rightarrow 0} \frac{F(x, y)}{r^2}$ を求めよ. 但し, $r = \sqrt{x^2 + y^2}$.
- (3) $f(x, y) = x^2 - xy + y^2$ とするとき $\lim_{r \rightarrow +\infty} \frac{F(x, y)}{r}$ を求めよ. 但し, $r = \sqrt{x^2 + y^2}$.

Let $f(x, y)$ be a C^∞ function of two variables. Answer the following questions for a two-variable function

$$F(x, y) = \int_0^{f(x, y)} e^{-t^2} dt.$$

- (1) Calculate the Maclaurin polynomial of degree 2 for the function $F(x, y)$ when $f(0, 0) = 0$.
- (2) Let $f(x, y) = \sin^{-1}(x^2 + y^2)$. Evaluate $\lim_{r \rightarrow 0} \frac{F(x, y)}{r^2}$, where $r = \sqrt{x^2 + y^2}$.
- (3) Let $f(x, y) = x^2 - xy + y^2$. Evaluate $\lim_{r \rightarrow +\infty} \frac{F(x, y)}{r}$, where $r = \sqrt{x^2 + y^2}$.

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 3 (Question 3)

確率変数 X は, 次の確率密度関数を持つ正規分布に従うとする.

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad -\infty < x < \infty.$$

- (1) 平均 $E[X]$ および分散 $\text{Var}[X]$ を求めよ.
- (2) 確率変数 $Z = (X - \mu)/\sigma$ の平均 $E[Z]$ および分散 $\text{Var}[Z]$ を求めよ.
- (3) 累積分布関数 $F(z) = P(Z \leq z)$ に対して, $F(z) = p$ とおくとき, $P(|Z| \leq z)$ を p を用いて表せ.
- (4) Z^2 の確率密度関数を求めよ.

Let X be a random variable that follows a normal distribution with the following probability density function:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad -\infty < x < \infty.$$

- (1) Find the mean $E[X]$ and the variance $\text{Var}[X]$.
- (2) Find the mean $E[Z]$ and the variance $\text{Var}[Z]$ of $Z = (X - \mu)/\sigma$.
- (3) Let $F(z) = P(Z \leq z)$ be the cumulative distribution function of Z . Suppose that $F(z) = p$. Express $P(|Z| \leq z)$ in terms of p .
- (4) Find the probability density function of Z^2 .

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 4 (Question 4)

集合 $N = \{0, 1, 2, \dots\}$ を定義域および値域とする関数 $f: N \rightarrow N$ を考える。 f に関して以下の問いに答えよ。

- 関数 f の単射性, 全射性, 全単射性の定義を, 一階述語論理の式を用いてそれぞれ表現せよ。ただし, 関数記号 f と N 上の変数記号, および論理記号 ($\forall, \exists, =, \Rightarrow, \wedge, \vee, \neg$ など) を用いて定式化すること。単射の式を示した上で, 全射, さらに全単射の式へと発展的に記述せよ。
- 次のような関数 f の具体例をそれぞれ一つずつ挙げよ。ただし, 各関数は明示的に定義し, なぜその性質を満たさないかを簡潔に説明せよ。
 - 単射ではない関数
 - 全射ではない関数
 - 全単射ではない関数 (ただし, (i)(ii) とは異なる理由によること)
- (b)(iii) で挙げた「全単射ではない関数」の具体例が, (a) で示した「全単射であること」の述語論理式をなぜ満たさないのかを説明せよ。論理式中のどの条件が成り立たないのかに着目し, 具体例との対応に基づいて論理的に述べることを。

Consider a function $f: N \rightarrow N$, where $N = \{0, 1, 2, \dots\}$ denotes the set of natural numbers. Answer the following questions concerning the properties of f .

- Express the definitions of injectivity, surjectivity, and bijectivity of a function f using formulas in first-order predicate logic. Use only the function symbol f , variable symbols over N , and standard logical symbols (such as $\forall, \exists, =, \Rightarrow, \wedge, \vee, \neg$, etc.) to formulate the expressions. Start by presenting the formula for injectivity, then proceed step by step to extend it to surjectivity and finally to bijectivity.
- Give one concrete example of a function f for each of the following cases. In each case, explicitly define the function and briefly explain why it does not satisfy the specified property.
 - A function that is not injective.
 - A function that is not surjective.
 - A function that is not bijective, for a reason different from those in (i) and (ii).
- Refer to the example you gave in part (b)(iii). Explain why the function you presented fails to satisfy the formal definition of bijectivity given in part (a). Identify which part(s) of the logical formula are violated, and justify your answer with reference to your specific example.

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (General Selection)
Question Sheets

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目	情報科学 (専門科目 II)
Subject	Informatics and Data Science II

プログラム	情報科学	受験番号	
Program	Informatics and Data Science	Examinee's Number	M

試験時間: 13 時 30 分～15 時 30 分 (Examination Time: From 13:30 to 15:30)

受験上の注意事項

1. この問題用紙は表紙を含み 10 枚あります。
2. 表紙および各ページに, 受験番号を記入してください。
3. これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
4. 解答が書ききれないときは, 同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし, その場合は「裏に続く」などと記入して裏面に記載したことが分かるようにしてください。
5. 問題 1～6の中から 3 問選択して解答してください。これに加えて, 問題 7 に解答してください。解答は問題番号順に並んでいなくても構いませんが, 必ず問題番号を記載して解答してください。なお, 選択した問題は, 解答用紙表紙の選択欄に○印を付けてください。
6. 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
7. 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

Notices

1. There are 10 question sheets including a front sheet.
2. Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question sheet.
3. This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
4. If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
5. Select 3 questions from Question 1 through Question 6 and answer these questions. Also answer Question 7 in addition to the selected 3 questions. Never fail to fill in the Question Number in each answer sheet. Moreover, mark the Question Number that you have selected with a circle in the Mark Column in the Table on the cover of the answer sheets.
6. Return these question sheets together with the answer sheets.
7. Raise your hand if you have any questions.

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 1 (Question 1)

次の問 (1)–(3) に答えよ。

- (1) 2つの符号語 $x_1 = (0, 0, 0, 0, 0)$, $x_2 = (1, 1, 1, 1, 1)$ から成る 2 元符号を考える。このとき、以下の (a), (b) に答えよ。
- (a) x_1 と x_2 のハミング距離を求めよ。
- (b) この符号では何ビットまで誤りを訂正できるか、その理由とともに答えよ。
- (2) 以下の検査行列 H をもつ 2 元線形符号を考える。このとき、以下の (a), (b) に答えよ。

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- (a) この線形符号の生成行列 G を求めよ。
- (b) $x = (1, 1, 0, 0, 1, 1)$ が符号語か否か、理由とともに答えよ。
- (3) 2 元線形符号において、受信語 $y = (y_1, \dots, y_n)$ に対して、 i 番目のビット y_i で誤りが発生していたとき $e_i = 1$, そうでないとき $e_i = 0$ となる $e = (e_1, \dots, e_n)$ を誤りベクトルと呼ぶ。任意の 2 元線形符号において、任意の受信語のシンドロームと誤りベクトルのシンドロームが等しいことを示せ。

Answer the following questions (1)–(3).

- (1) Consider a binary code that uses two code-words $x_1 = (0, 0, 0, 0, 0)$ and $x_2 = (1, 1, 1, 1, 1)$. Answer the following questions (a) and (b).
- (a) Calculate the Hamming distance between x_1 and x_2 .
- (b) Show the maximum number of bits that this code can correct and give your reasoning.
- (2) Consider a binary linear code with the following check matrix H . Answer the following questions (a) and (b).

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- (a) Obtain a generation matrix G of this linear code.
- (b) Answer whether $x = (1, 1, 0, 0, 1, 1)$ is a code-word and give your reasoning.
- (3) In a binary linear code, for a received word $y = (y_1, \dots, y_n)$, $e = (e_1, \dots, e_n)$ is called the error vector, where $e_i = 1$ if an error occurred in the i -th bit y_i , and $e_i = 0$ otherwise. In any binary linear code, show that the syndrome for any received word equals the syndrome for the error vector.

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 2 (Question 2)

図 1 は整数の集合 $\{2, 6, 9, 11, 16, 18\}$ を格納した 2 分探索木 T である。2 分探索木 T の節点 x に対する左回転操作 $\text{Left-Rotate}(T, x)$ と節点 y に対する右回転操作 $\text{Right-Rotate}(T, y)$ による木の変化を図 2 に示す。以下の問いに答えよ。なお、解答用紙に、節点 x に格納された整数を記号で表したい場合は $x.key$ を使い、節点 x の左の子、右の子、親を記号で表したい場合はそれぞれ $x.left$, $x.right$, $x.p$ を使うこと。

- (1) 2 分探索木が満たす条件を書け。
- (2) 2 分探索木 T に、整数 13 を格納した節点 ⑬ と 15 を格納した節点 ⑮ を順に挿入する。挿入後の 2 分探索木を示せ。
- (3) 節点 ⑬ と ⑮ を挿入した後の 2 分探索木 T に対して、 $\text{Right-Rotate}(T, ⑮)$ と $\text{Left-Rotate}(T, ⑥)$ の回転操作をこの順で行う。それぞれの回転操作を終えた後の木 T を示せ。
- (4) (3) の回転による木の高さの変化量を示せ。
- (5) 回転操作の後に 2 分探索木が満たす条件が維持されるか答えよ。また、その理由を図 2 の記号を使って説明せよ。
- (6) 回転操作にかかる実行時間のオーダーを示せ。

Figure 1 illustrates a binary search tree T storing the set of integers $\{2, 6, 9, 11, 16, 18\}$. Figure 2 shows the changes in the binary search tree T resulting from the left-rotation operation $\text{Left-Rotate}(T, x)$ on node x and right-rotation operation $\text{Right-Rotate}(T, y)$ on node y in the tree. Answer the following questions. Note that on the answer sheet, use $x.key$ to represent the integer stored at node x , and $x.left$, $x.right$, and $x.p$ to represent the left child, right child, and parent of node x , respectively, if needed.

- (1) Describe the property that a binary search tree must satisfy.
- (2) Insert node ⑬ containing integer 13 and node ⑮ containing integer 15 into binary search tree T in this order. Show the binary search tree after the insertion.
- (3) For the binary search tree T after inserting nodes ⑬ and ⑮, perform the rotation operations $\text{Right-Rotate}(T, ⑮)$ and $\text{Left-Rotate}(T, ⑥)$, in this order. Show the tree T after each rotation.
- (4) Show the change in the height of the tree T as a result of the rotation operations in (3).
- (5) Answer whether the property satisfied by the binary search tree is preserved after the rotation operations. Additionally, explain the reason using the symbols in Figure 2.
- (6) Show the order of execution time for the rotation operation.

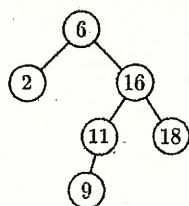


図 1 2 分探索木 T

Figure 1 Binary search tree T

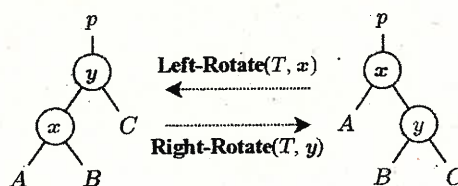


図 2 回転操作

Figure 2 Rotation operations

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 3 (Question 3)

Listing 1 は, 構造体配列に対して挿入ソートを実行する C 言語プログラムである. このプログラムは学生の成績データを読み込み, 得点順に並べ替えて表示する. **Listing 2** は実行結果を示している. 以下の問 (1)~(4) に答えよ.

- (1) **Listing 1** の空欄 **1-1** ~ **1-8** を埋めよ. なお, プログラムは任意のサイズの配列に対して動作するよう, 汎用的に記述すること.
- (2) **Listing 2** の実行結果における空欄 **2-1** ~ **2-3** を埋めよ.
- (3) 挿入ソートアルゴリズムにおける最良時・最悪時・平均時の時間計算量について, 最も適切な組み合わせを以下の表中の選択肢 A~D から選べ. なお, N は配列の要素数とする.

選択肢	最良時	最悪時	平均時
A	$O(N)$	$O(N^2)$	$O(N^2)$
B	$O(N \log N)$	$O(N^2)$	$O(N \log N)$
C	$O(N \log N)$	$O(N^2)$	$O(N^2)$
D	$O(N)$	$O(N \log N)$	$O(N \log N)$

- (4) **Listing 1** は昇順にソートしている. これを降順に変更するためには 1 行の変更で済む. 変更すべき 1 行の行番号と変更内容を答えよ. ただし, 同点の場合は元の順序を保持すること.

Listing 1 is a C language program that performs insertion sort on an array of structures. This program reads student grade data, sorts them by score, and displays the results. **Listing 2** shows the execution results. Answer the following questions (1) to (4).

- (1) Fill in the blanks **1-1** to **1-8** in **Listing 1**. Note that the program should be written generically to work with arrays of any size.
- (2) Fill in the blanks **2-1** to **2-3** in the execution results shown in **Listing 2**.
- (3) Regarding the time complexity of the insertion sort algorithm in the best, worst, and average cases, select the most appropriate combination from the options A to D shown in the table below. Note that N represents the number of elements in the array.

Option	Best Case	Worst Case	Average Case
A	$O(N)$	$O(N^2)$	$O(N^2)$
B	$O(N \log N)$	$O(N^2)$	$O(N \log N)$
C	$O(N \log N)$	$O(N^2)$	$O(N^2)$
D	$O(N)$	$O(N \log N)$	$O(N \log N)$

- (4) **Listing 1** currently sorts in ascending order. To change it to sort in descending order, only one line needs to be modified. Provide the line number and the modification needed. Note that in case of ties, the original order should be preserved.

Listing 1: C Program Source Code

```

1 #include <stdio.h>
2
3 typedef struct {
4     int id;
5     char name[20];
6     int score;
7 } Student;
8
9 void printStudents(Student arr[], int n) {
10     printf("ID\tName\tScore\n");
11     printf("---\t-----\t-----\n");
12     for (int i = 0; i < n; i++) {
13         printf("%d\t%s\t%d\n", 1-1, arr[i].name, arr[i].score);
14     }
15 }
16
17 void insertionSort(Student arr[], int n) {
18     for (int i = 1; i < n; i++) {
19         /* Save current element (現在の要素を保存) */
20         Student key = 1-2;
21         int j = 1-3;
22         int moves = 0;
23         printf("Insert: %s (score=%d)\n", 1-4, key.score);
24
25         /* Find insertion position while shifting elements (要素をずらしながら挿入位置を探す) */
26         while (j >= 0 && arr[j].score > key.score) {
27             1-5 = arr[j];
28             1-6;
29             j--;
30         }
31
32         arr[1-7] = key;
33         printf("Moves: %d, Position: %d\n\n", moves, j + 1);
34     }
35 }
36
37 int main() {
38     Student students[] = {
39         {101, "Alice", 85},
40         {102, "Bob", 92},
41         {103, "Carol", 78},
42         {104, "David", 88},
43         {105, "Eve", 90}
44     };
45     int n = 1-8;
46
47     insertionSort(students, n);
48
49     printf("Sorted array:\n");
50     printStudents(students, n);
51
52     return 0;
53 }

```

Listing 2: Sample Output

```

1 Insert: Bob (score=92)
2 Moves: 0, Position: 1
3
4 Insert: Carol (score=78)
5 Moves: 2-1, Position: 0
6
7 Insert: David (score=88)
8 Moves: 1, Position: 2-2
9
10 Insert: Eve (score=90)
11 Moves: 2-3, Position: 3
12
13 Sorted array:
14 ID      Name      Score
15 ---
16 103     Carol      78
17 101     Alice      85
18 104     David      88
19 105     Eve        90
20 102     Bob        92

```

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 4 (Question 4)

n ビットの入力 $x_0, x_1, \dots, x_{n-1}$ に対して, その中の 1 の個数を m ビットの 2 進数で表現し, 出力 $s_0, s_1, \dots, s_{m-1}$ として得る組み合わせ回路を $S(n, m)$ と定義する. すなわち, 次の等式が成り立つものとする:

$$x_0 + x_1 + \dots + x_{n-1} = 2^0 s_0 + 2^1 s_1 + \dots + 2^{m-1} s_{m-1}.$$

また, 2 つの m ビットの 2 進数表現 $y_0, y_1, \dots, y_{m-1}$ および $z_0, z_1, \dots, z_{m-1}$ を入力とし, その和を $m+1$ ビットの 2 進数表現 $a_0, a_1, \dots, a_m$ として出力する回路を $A(m)$ と表す. すなわち, 次の等式が成り立つものとする:

$$2^0 y_0 + 2^1 y_1 + \dots + 2^{m-1} y_{m-1} + 2^0 z_0 + 2^1 z_1 + \dots + 2^{m-1} z_{m-1} = 2^0 a_0 + 2^1 a_1 + \dots + 2^m a_m.$$

回路 $S(n, m)$ と $A(m)$ について, 以下の問に答えよ. ここで, 図 1 に示す 2 入力の論理ゲート (AND, OR, XOR など) のみを用いて組み合わせ回路を構成するものとする. また, 問 (2)~(5) において解答として記述する回路図では, $S(n, m)$ および $A(m)$ を図 2 のように「箱 (ブロック)」として表現し, それらの内部に含まれる論理ゲートの詳細な構成は省略してよいものとする.

- (1) $S(2, 2)$ を 2 個の論理ゲートを用いて図示せよ.
- (2) $S(3, 2)$ を 2 個の $S(2, 2)$ と 1 個の論理ゲートを用いて図示せよ. また, この方法で構成された $S(3, 2)$ に含まれる論理ゲートの総数を求めよ.
- (3) $A(2)$ を, $S(2, 2)$ と $S(3, 2)$ をそれぞれ 1 個ずつ用いて図示せよ. また, この方法で構成された $A(2)$ に含まれる論理ゲートの総数を求めよ.
- (4) $S(4, 3)$ を 1 個の $A(2)$ と 2 個の $S(2, 2)$ を用いて図示せよ. また, この方法で構成された $S(4, 3)$ に含まれる論理ゲートの総数を求めよ.
- (5) $S(8, 4)$ を 1 個の $A(3)$ と 2 個の $S(4, 3)$ を用いて図示せよ. また, この方法で構成された $S(8, 4)$ に含まれる論理ゲートの総数を求めよ.

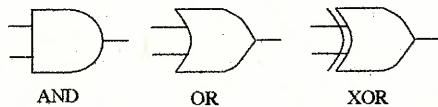


図 1

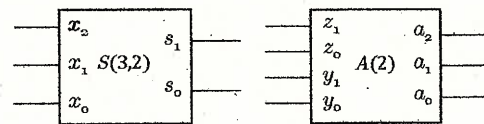


図 2

Given an n -bit input $x_0, x_1, \dots, x_{n-1}$, we define a combinational circuit $S(n, m)$ that outputs the number of 1s in the input as an m -bit binary number $s_0, s_1, \dots, s_{m-1}$. That is, the following equation must hold:

$$x_0 + x_1 + \dots + x_{n-1} = 2^0 s_0 + 2^1 s_1 + \dots + 2^{m-1} s_{m-1}.$$

Also, we define a circuit $A(m)$ that outputs the sum of two m -bit binary numbers $y_0, y_1, \dots, y_{m-1}$ and $z_0, z_1, \dots, z_{m-1}$ as an $(m+1)$ -bit binary number $a_0, a_1, \dots, a_m$. That is, the following equation must hold:

$$2^0 y_0 + 2^1 y_1 + \dots + 2^{m-1} y_{m-1} + 2^0 z_0 + 2^1 z_1 + \dots + 2^{m-1} z_{m-1} = 2^0 a_0 + 2^1 a_1 + \dots + 2^m a_m.$$

Answer the following questions regarding the circuits $S(n, m)$ and $A(m)$. The combinational circuits must be constructed using only 2-input logic gates, such as AND, OR, and XOR, as shown in Figure 1. In the circuit diagrams you draw as answers to questions (2) to (5), you may represent the modules $S(n, m)$ and $A(m)$ as boxes (blocks), as shown in Figure 2, omitting their internal logic gate structures.

- (1) Illustrate $S(2, 2)$ using two logic gates.
- (2) Illustrate $S(3, 2)$ using two instances of $S(2, 2)$ and one additional logic gate. Also, determine the total number of logic gates contained in the resulting $S(3, 2)$ circuit.
- (3) Illustrate $A(2)$ using one instance of each of $S(2, 2)$ and $S(3, 2)$. Also, determine the total number of logic gates contained in the resulting circuit $A(2)$.
- (4) Illustrate $S(4, 3)$ using one instance of $A(2)$ and two instances of $S(2, 2)$. Also, determine the total number of logic gates contained in the resulting circuit $S(4, 3)$.
- (5) Illustrate $S(8, 4)$ using one instance of $A(3)$ and two instances of $S(4, 3)$. Also, determine the total number of logic gates contained in the resulting circuit $S(8, 4)$.

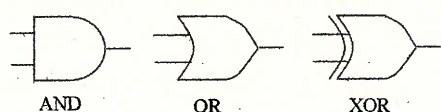


Figure 1

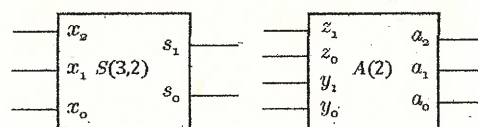


Figure 2

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 5 (Question 5)

次の確率密度関数をもつ指数分布に従う母集団から, 大きさ n の無作為標本 $y_1, y_2, \dots, y_n$ を得たとする.

$$f(y|\theta) = \frac{1}{\theta} e^{-y/\theta}, \quad y \geq 0.$$

ただし, $\theta > 0$ は未知のパラメーターである. また, 標本平均を $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ とし, $\bar{y} > 0$ と仮定する. このとき, 以下の問いに答えよ.

- (1) 尤度関数を $\mathcal{L}(\theta) = \prod_{i=1}^n f(y_i|\theta)$ とする. このとき, 対数尤度関数 $l(\theta) = \log \mathcal{L}(\theta)$ が以下のように表されることを示せ:

$$l(\theta) = -n \log \theta - \frac{n\bar{y}}{\theta}.$$

- (2) θ の最尤推定量が $\hat{\theta} = \bar{y}$ となることを示せ.

- (3) 尤度関数の最大値が

$$\mathcal{L}(\hat{\theta}) = (\bar{y})^{-n} e^{-n}$$

となることを示せ.

Suppose we obtain a random sample $y_1, y_2, \dots, y_n$ of size n from a population that follows an exponential distribution with the following probability density function:

$$f(y|\theta) = \frac{1}{\theta} e^{-y/\theta}, \quad y \geq 0.$$

Here, $\theta > 0$ is an unknown parameter. Let $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$ denote the sample mean, and assume $\bar{y} > 0$.

Answer the following questions.

- (1) Let the likelihood function be defined as $\mathcal{L}(\theta) = \prod_{i=1}^n f(y_i|\theta)$. Show that the log-likelihood function $l(\theta) = \log \mathcal{L}(\theta)$ can be expressed as:

$$l(\theta) = -n \log \theta - \frac{n\bar{y}}{\theta}.$$

- (2) Show that the maximum likelihood estimator of θ is $\hat{\theta} = \bar{y}$.

- (3) Show that the maximum value of the likelihood function is

$$\mathcal{L}(\hat{\theta}) = (\bar{y})^{-n} e^{-n}.$$

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 6 (Question 6)

二値分類 (binary classification) を実現する機械学習モデルの分類性能を評価することを考える. n 個のサンプルからなるデータセットに対して機械学習モデルによる各サンプルの分類結果を陽性 (positive) または陰性 (negative) と表し, それぞれの分類結果の正しさを真 (true) または偽 (false) と表すとする. 陽性かつ真であるサンプル数を n_{tp} , 陽性かつ偽であるサンプル数を n_{fp} , 陰性かつ真であるサンプル数を n_{tn} , 陰性かつ偽であるサンプル数を n_{fn} とするとき, 混同行列 (confusion matrix) を $\begin{pmatrix} n_{tn} & n_{fp} \\ n_{fn} & n_{tp} \end{pmatrix}$ により定義する. さて, 二値分類を実現する機械学習モデル $\mathcal{M}$ の混同行列が $C_{\mathcal{M}} = \begin{pmatrix} 10 & 15 \\ 70 & 5 \end{pmatrix}$ であったとする. このとき, 次の問いに答えよ.

- (1) $C_{\mathcal{M}}$ により $\mathcal{M}$ の正解率 (accuracy), 適合率 (精度, precision), 再現率 (recall) を求めよ. 答えは小数で示し, 正確に表せない場合は四捨五入して小数第 4 位まで求めよ.
- (2) 適合率を p , 再現率を r とするとき F 値 (F-score) を p と r の関数として示せ. ただし, 適合率と再現率を均等に扱うとする. さらに, F 値が次式により求められることを導け.

$$\frac{2n_{tp}}{2n_{tp} + n_{fp} + n_{fn}}.$$

- (3) 二値分類を実現する機械学習モデルの代表的な例の一つを示し, その原理について (150 字以上で) 説明せよ.

In this problem we focus on evaluating classification performance in the context of binary classification tasks performed by machine learning models. Consider a dataset comprising n samples. Each sample is classified by the model as either positive or negative, and the correctness of each classification is subsequently evaluated as either true or false. Let n_{tp} denote the number of samples that were classified as positive by the model and were truly positive. Similarly, let n_{fp} denote the number of samples that were classified as positive but were actually negative, n_{tn} denote the number of samples that were classified as negative and were truly negative, and n_{fn} denote the number of samples that were classified as negative but were actually positive. These quantities define the confusion matrix, represented by $\begin{pmatrix} n_{tn} & n_{fp} \\ n_{fn} & n_{tp} \end{pmatrix}$. Suppose that the confusion matrix corresponding to a binary classification model $\mathcal{M}$ is given by $C_{\mathcal{M}} = \begin{pmatrix} 10 & 15 \\ 70 & 5 \end{pmatrix}$. Now answer the following questions:

- (1) Calculate the accuracy, precision, and recall of $\mathcal{M}$ based on $C_{\mathcal{M}}$. Provide your answers as decimal values, and if not exact, round them to four decimal places.
- (2) Let p denote precision and r denote recall. Express the F-score as a function of p and r , assuming equal importance is given to both precision and recall. Furthermore, derive the expression for the F-score as:

$$\frac{2n_{tp}}{2n_{tp} + n_{fp} + n_{fn}}.$$

- (3) Provide an example of a representative machine learning model that performs binary classification. Describe its principles in detail (minimum 100 words).

2025 年 10 月入学, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 Admissions)
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 7 (Question 7)

卒業研究またはこれまでに従事した研究課題について, 400 字程度で簡潔にまとめよ。もしそれを行っていない場合は, 興味を持った情報科学に関する最近の話題を一つ選び, その概要とともに, 興味を持った理由を 400 字程度で説明せよ。解答は別紙解答用紙に記入せよ。

Summarize your undergraduate research project or any other research project you have engaged in, in approximately 200 words in English. If you have never been engaged in such research projects so far, then choose one of the recent topics in Informatics and Data Science you are interested in, and explain what it is and why it interests you in approximately 200 words in English. Write your answer on the answer sheet.