

2026 年 4 月入学 (April 2026 Admission)
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

(2026 年 1 月 22 日実施 / January 22, 2026)

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

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 : 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.

2026 年 4 月入学 (April 2026 Admission)

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)

(2026 年 1 月 22 日実施 / January 22, 2026)

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 を 2×4 の零行列ではない実行列とする。以下の命題の真偽を判定せよ。真の場合はその理由を述べよ。偽の場合は反例を示せ。

- (1) A のランクは 2 以上である。
- (2) A の零空間の次元は 2 以上である。
- (3) $Ax = 0$ の解はただ一つである。
- (4) 行列 A の各行は必ず一次独立である。
- (5) 一次独立なベクトル v と w が存在し $Av = Aw = 0$ を満たす。

Let A be a nonzero and real 2×4 matrix. Determine whether each of the following statements is true or false. If it is true, provide a reason. If it is false, give a counterexample.

- (1) The rank of A is at least 2.
- (2) The dimension of the null space of A is at least 2.
- (3) The equation $Ax = 0$ has exactly one solution.
- (4) The two rows of A are always linearly independent.
- (5) There exist linearly independent vectors v and w such that $Av = Aw = 0$.

2026 年 4 月入学 (April 2026 Admission)
 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)

(2026 年 1 月 22 日実施 / January 22, 2026)

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)

以下のように関数 $z = f(x, y)$, 及び領域 D を定義する.

$$f(x, y) = x^2 - 2x \cos y - \cos 2y + 2, \quad D = \left\{ (x, y) \mid 0 \leq x, 0 \leq y, x + y \leq \frac{\pi}{2} \right\}.$$

(1) 領域 D での関数 $z = f(x, y)$ の最小値を求めよ.

(2) 重積分 $I = \iint_D |f(x, y)| dx dy$ を計算せよ.

Let the function $z = f(x, y)$ and the domain D be defined as follows:

$$f(x, y) = x^2 - 2x \cos y - \cos 2y + 2, \quad D = \left\{ (x, y) \mid 0 \leq x, 0 \leq y, x + y \leq \frac{\pi}{2} \right\}.$$

(1) Find the minimum value of the function $z = f(x, y)$ over the domain D .

(2) Evaluate the double integral $I = \iint_D |f(x, y)| dx dy$.

2026 年 4 月入学 (April 2026 Admission)
 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)

(2026 年 1 月 22 日実施 / January 22, 2026)

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, 形状パラメータ $\alpha > 0$, 尺度パラメータ $\beta > 0$ のガンマ分布に従うとする. ガンマ分布の確率密度関数は以下で与えられる.

$$f_X(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}, \quad x > 0.$$

ここで, $\Gamma(\alpha)$ はガンマ関数である. また, 確率変数 T は以下の確率密度関数を持つとする.

$$f_T(t) = \nu t^{-\nu-1}, \quad t > 1, \quad \nu > 0.$$

以下の問いに答えよ. ただし, ガンマ関数の性質 $\Gamma(\alpha+1) = \alpha\Gamma(\alpha)$ を用いてよい.

- (1) 期待値 $\mathbb{E}[X]$ を求めよ.
- (2) 分散 $\text{Var}[X]$ を求めよ.
- (3) 期待値 $\mathbb{E}[X] = 1$, 分散 $\text{Var}[X] = \eta$ ($\eta > 0$) となるガンマ分布の確率密度関数を求めよ.
- (4) $\nu = 1$ のとき, 期待値 $\mathbb{E}[T]$ が存在するかどうか確認し, 存在する場合はその値を求めよ.
- (5) $\nu = 3$ のとき, 期待値 $\mathbb{E}[T]$ が存在するかどうか確認し, 存在する場合はその値を求めよ.

A random variable X follows a gamma distribution with shape parameter $\alpha > 0$ and scale parameter $\beta > 0$. The probability density function of the gamma distribution is given by

$$f_X(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}, \quad x > 0,$$

where $\Gamma(\alpha)$ is the gamma function. Also, let T be a random variable with the following probability density function:

$$f_T(t) = \nu t^{-\nu-1}, \quad t > 1, \quad \nu > 0.$$

Answer the following questions. You may use the property of the gamma function $\Gamma(\alpha+1) = \alpha\Gamma(\alpha)$.

- (1) Find the expectation $\mathbb{E}[X]$.
- (2) Find the variance $\text{Var}[X]$.
- (3) Find the probability density function of a gamma distribution with $\mathbb{E}[X] = 1$ and $\text{Var}[X] = \eta$ ($\eta > 0$).
- (4) Find $\mathbb{E}[T]$ for $\nu = 1$, if it exists.
- (5) Find $\mathbb{E}[T]$ for $\nu = 3$, if it exists.

2026 年 4 月入学 (April 2026 Admission)
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)

(2026 年 1 月 22 日実施 / January 22, 2026)

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 $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ とする。関係 $R \subseteq A \times A$ を $R = \{(x, y) \mid x \leq y\}$ で定義する。

- (1) R が反射的、対称的、推移的であるかを判定し、それぞれについて根拠を述べよ。
- (2) R を隣接行列で表し、対応する有向グラフを描け (単純グラフである必要はない)。
- (3) 集合 A から 3 要素を選んで部分集合を作る。
 - (a) 可能な異なる部分集合はいくつあるか。
 - (b) 部分集合の最大要素が 5 でなければならない場合、その条件を満たす部分集合はいくつあるか。
- (4) 次の命題を考える。 $\forall x \in A, \exists y \in A, (x \leq y)$ これを述語論理で形式的に表し、真偽を判定し、証明を与えよ。

Let $A = \{1, 2, 3, 4, 5\}$. Define a relation $R \subseteq A \times A$ as

$$R = \{(x, y) \mid x \leq y\}.$$

- (1) Determine whether R is reflexive, symmetric, and transitive. Provide justification for each.
- (2) Represent R as an adjacency matrix and draw the corresponding directed graph (no need to be a simple graph).
- (3) From set A , select 3 elements to form a subset:
 - (a) How many distinct subsets are possible?
 - (b) If the maximum element in the subset must be 5, how many subsets satisfy this condition?
- (4) Consider the proposition:

$$\forall x \in A, \exists y \in A, (x \leq y)$$

Express this formally in predicate logic and determine whether it is true. Provide a proof.

2026 年 4 月入学 (April 2026 Admission)
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

(2026 年 1 月 22 日実施 / January 22, 2026)

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
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

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.

2026 年 4 月入学 (April 2026 Admission)

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)

(2026 年 1 月 22 日実施 / January 22, 2026)

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)

無記憶情報源 U を以下に示す。次の問 (1)-(4) に答えよ。なお必要に応じて $\log_2 3 \approx 1.6$ を用いよ。

$$U = \begin{pmatrix} u_1 & u_2 & u_3 \\ 1/2 & 1/3 & 1/6 \end{pmatrix}$$

- (1) 無記憶情報源とはどのような情報源を意味するか説明せよ。
- (2) U のエントロピー $H(U)$ を数値で求めよ。
- (3) U の 2 次拡大 U^2 の記号列のうち, (u_1, u_2) , (u_2, u_1) , および (u_3, u_3) の結合確率をそれぞれ求めよ。
- (4) U^2 のエントロピー $H(U^2)$ を数値で求めよ。

The memoryless information source U is shown below. Answer questions (1)-(4). Use $\log_2 3 \approx 1.6$ as necessary.

$$U = \begin{pmatrix} u_1 & u_2 & u_3 \\ 1/2 & 1/3 & 1/6 \end{pmatrix}$$

- (1) Explain what a memoryless information source means.
- (2) Calculate the entropy $H(U)$ of U numerically.
- (3) Calculate the joint probabilities of (u_1, u_2) , (u_2, u_1) , and (u_3, u_3) for the symbols of U^2 , the second extension of U , respectively.
- (4) Calculate the entropy $H(U^2)$ of U^2 numerically.

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	M
Program	Informatics and Data Science	Examinee's Number	

問題 2 (Question 2)

優先度付きキューは、各要素が優先度をもつデータ構造であり、最も優先度の高い要素を取り出すことができる。ここでは、優先度付きキューを最大ヒープにより実装するものとする。

ヒープは配列 $A[1..n]$ により表現される、 $A[1]$ を根とする完全二分木であり、ヒープに格納されている要素数を m とする ($m \leq n$)。各要素は $A[1], \dots, A[m]$ に格納され、位置 i の要素に対して、左の子、右の子、親のそれぞれの位置を $\text{left}(i)$, $\text{right}(i)$, $\text{parent}(i)$ で表すとき、

$$\text{left}(i) = 2i, \quad \text{right}(i) = 2i + 1, \quad \text{parent}(i) = \left\lfloor \frac{i}{2} \right\rfloor$$

が成り立つ。さらに全ての要素 i ($2 \leq i \leq m$) について

$$A[\text{parent}(i)] \geq A[i]$$

となるヒープ条件を満たすように保たれる。

挿入や削除によりこの条件が満たされなくなった場合、親方向に進む入れ替え操作を上向き調整、子方向に進む入れ替え操作を下向き調整とよぶ。なお、挿入は常に $A[m+1]$ に行い、削除は根 $A[1]$ を取り除くものとする。

ヒープ Q に対して次の操作を考える。

- **Insert**(Q, x) : 要素 x を挿入し、上向き調整を行う。
- **Extract-Max**(Q) : 最大要素を削除し、末尾要素を根に移動した後、下向き調整を行う。
- **Update-Key**(Q, i, k) : 位置 i の要素の優先度を k に変更し (k は元の値以上)、上向き調整を行う。

このとき、次の問いに答えよ。

- (1) 空のヒープ Q に 優先度が 5, 10; 2, 9, 6 の要素を順に **Insert** する。各挿入後のヒープを配列 $A[1..m]$ で示せ。
- (2) 問 (1) の最終ヒープ Q に対して **Extract-Max**(Q) を 1 回実行する。操作後の配列を示せ。
- (3) 問 (1) の最終ヒープ Q に対して **Update-Key**($Q, 3, 11$) を実行する。操作後の配列を示せ。
- (4) ヒープに格納されている要素数を m とし、**Insert**, **Extract-Max**, **Update-Key** の計算量をそれぞれオーダー記法で答え、その理由を簡潔に述べよ。
- (5) ヒープにおいて、任意の位置 i を根とする部分木もヒープ条件を満たすことを示せ。

A priority queue is a data structure in which each element has a priority, and it allows the element with the highest priority to be retrieved. Here, we assume that the priority queue is implemented using a heap.

A heap is a complete binary tree rooted at $A[1]$, represented by an array $A[1..n]$. Let m ($m \leq n$) denote the number of elements stored in the heap. Each element is stored in $A[1], \dots, A[m]$. For the element with position i , the positions of its left child, right child, and parent are denoted by $\text{left}(i)$, $\text{right}(i)$, and $\text{parent}(i)$, respectively. Then, the following relations hold:

$$\text{left}(i) = 2i, \quad \text{right}(i) = 2i + 1, \quad \text{parent}(i) = \left\lfloor \frac{i}{2} \right\rfloor$$

Furthermore, the heap maintains the following heap property for all i with $2 \leq i \leq m$:

$$A[\text{parent}(i)] \geq A[i]$$

When insertion or deletion causes this property to no longer be satisfied, the operation of swapping an element toward its parent is called **upward adjustment**, and the operation of swapping an element toward its children is called **downward adjustment**. Insertion always places a new element in $A[m + 1]$, and deletion always removes the root $A[1]$.

For the heap Q , consider the following operations:

- **Insert**(Q, x): insert x , and perform upward adjustment.
- **Extract-Max**(Q): delete the maximum element, move the last element to the root, and perform downward adjustment.
- **Update-Key**(Q, i, k): change the priority of the element at position i to k (where k is not smaller than the original value), and perform upward adjustment.

Answer the following questions.

- (1) **Insert** elements with priorities 5, 10, 2, 9, and 6 into an empty heap Q in this order. Show the array $A[1..m]$ after each insertion.
- (2) Perform **Extract-Max** once on the final heap obtained in (1). Show the resulting array after the operation.
- (3) Perform **Update-Key**($Q, 3, 11$) on the final heap obtained in (1). Show the resulting array after the operation.
- (4) Let m be the number of elements stored in the heap. Show the time complexities of **Insert**, **Extract-Max**, and **Update-Key** in Big-O notation, and briefly explain the reason for each.
- (5) Show that any subtree rooted at position i in the array representation of a heap also satisfies the heap property.

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, 配列を用いて循環キューを実装する C 言語プログラムである。キューの大きさ *capacity* は引数 *cap* により決まり, *data* は長さ *cap* の動的配列である。キューは *front* (先頭), *rear* (末尾の次の位置), *size* (要素数) によって管理される。**Listing 2** はその実行結果を示す。以下の問い (1)~(4) に答えよ。

(1) このプログラムが循環キューと呼ばれる理由として最も適切なものを, 以下の選択肢 A~C から 1 つ選べ。

- A. キューが満杯になるたびに配列を再確保し, 円形に並べ替えて利用するため。
- B. 配列の末端に達したとき, *rear* が先頭に戻るよう管理され, 配列全体が環状に利用されるため。
- C. 要素を挿入するたびに配列内容を回転させて先頭位置を移動させるため。

(2) **Listing 1** の空欄 1-1 ~ 1-8 を埋めよ。ただし, 空・満杯の判定には *size* を用いること。

(3) **Listing 2** に示す実行結果における空欄 2-1 ~ 2-2 を埋めよ。

(4) **Listing 1** では, *size* を用いて空・満杯を判定しているが, ここでは *size* を用いず, *front* と *rear* のみで状態を管理する典型的な循環キューを考える。ただし, 空と満杯を区別するために, 配列のうち常に 1 要素分を未使用領域として残すものとする。このとき, **Listing 1** の空欄 1-3 のキューが満杯である条件式を書き換えよ。また, その条件式を用いた場合の **Listing 2** の空欄 2-2 の値がどのようなか答えよ。

Listing 1 is a C program that implements a circular queue using an array. The queue capacity *capacity* is determined by the argument *cap*, and *data* is a dynamically allocated array of length *cap*. The queue is managed by *front* (the position of the first element), *rear* (the position immediately after the last element), and *size* (the number of stored elements). **Listing 2** shows the execution result of the program. Answer the following questions (1)–(4).

(1) Choose the most appropriate reason why this program is called a circular queue from options A–C below.

- A. Because the array is reallocated and rearranged in a circular shape whenever the queue becomes full.
- B. Because when the index *rear* reaches the end of the array, it wraps around to the beginning, allowing the entire array to be used in a circular manner.
- C. Because the array contents are rotated at each enqueue operation to move the logical front position.

(2) Fill in the blanks 1-1 through 1-8 in **Listing 1**. Use *size* to determine whether the queue is empty or full.

(3) Fill in the blanks 2-1 and 2-2 in the execution result shown in **Listing 2**.

(4) In **Listing 1**, the empty and full states of the queue are determined using the variable *size*. Here, however, consider a typical circular queue that manages its state using only *front* and *rear*, without using *size*. Assume that one array slot is always left unused in order to distinguish between the empty and full states. Under this assumption, rewrite the condition for a full queue in the blank 1-3 in **Listing 1**. Then, using this condition, determine the value of the blank 2-2 in **Listing 2**.

Listing 1: Program source code

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 typedef struct {
5     int *data;
6     int capacity, front, rear, size;
7 } Queue;
8
9 /* Initialize the queue by allocating memory with the specified capacity
10  (指定した容量でメモリを確保し, キューを初期化する) */
11 int init(Queue *q, int cap)
12 {
13     q->data = malloc(1-1 * cap);
14     if (q->data == NULL) return 0;
15     q->capacity = cap;
16     q->front = q->rear = 1-2 = 0;
17     return 1;
18 }
19
20 /* enqueue: returns 1 on success, 0 if the queue is full (enqueue: 成功時は1, 満杯の場合は0を返す) */
21 int enqueue(Queue *q, int x)
22 {
23     if (1-3) return 0;
24     q->data[1-4] = x;
25     q->rear = 1-5;
26     q->size++;
27     return 1;
28 }
29
30 /* dequeue: returns 1 on success, 0 if the queue is empty (dequeue: 成功時は1, 空の場合は0を返す) */
31 int dequeue(Queue *q, int *out)
32 {
33     if (q->size == 0) return 0;
34     *out = q->data[1-6];
35     q->front = 1-7;
36     q->size--;
37     return 1;
38 }
39
40 int main(void)
41 {
42     Queue q;
43     int x;
44
45     /* Specify the capacity of the queue (キューの容量を指定する) */
46     if (!init(&q, 5)) {
47         printf("Memory error\n");
48         return 1;
49     }
50
51     printf("Initial: front=%d, rear=%d, size=%d\n", q.front, q.rear, q.size);
52     enqueue(&q, 10);
53     enqueue(&q, 20);
54     enqueue(&q, 30);
55     dequeue(&q, &x);
56     printf("Current: front=%d, rear=%d, size=%d\n", q.front, q.rear, q.size);
57     enqueue(&q, 40);
58     enqueue(&q, 50);
59     dequeue(&q, &x);
60     enqueue(&q, 60);
61     enqueue(&q, 70);
62     printf("Final: front=%d, rear=%d, size=%d\n", q.front, q.rear, q.size);
63
64     /* free dynamically allocated memory (動的に確保したメモリを解放する) */
65     free(1-8);
66     return 0;
67 }

```

Listing 2: Execution result

```

1 Initial: front=0, rear=0, size=0
2 Current: front=2-1, rear=3, size=2
3 Final: front=2, rear=2-2, size=5

```

2026 年 4 月入学 (April 2026 Admission)
 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)

(2026 年 1 月 22 日実施 / January 22, 2026)

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)

図 1 は, ビット x , y , およびキャリー入力 c_{in} の 3 つの入力を持ち, 2 つの出力, 合計ビット s とキャリー出力 c_{out} を生成する全加算器 (FA) である.

- (1) XOR, AND, OR ゲートのみを用いて全加算器回路を設計しなさい.

$X = X_3X_2X_1X_0$ と $Y = Y_3Y_2Y_1Y_0$ を 4 ビットの 2 の補数, $Z = Z_4Z_3Z_2Z_1Z_0$ を 5 ビットの 2 の補数とする.

- (2) 4 つの全加算器ブロックを用いて, 4 ビット加算回路 $Z = X + Y$ を設計しなさい.
 (3) 4 つの全加算器ブロックと NOT ゲートのみを用いて, 4 ビット減算回路 $Z = X - Y$ を設計しなさい.
 (4) 制御ビット Q に応じて次を計算する加算器-減算器 (AS) 回路 (図 2) を設計しなさい:

$$Z = \begin{cases} X + Y, & \text{if } Q = 1, \\ X - Y, & \text{if } Q = 0, \end{cases}$$

ただし, 全加算器ブロック, XOR ゲート, および NOT ゲートのみを用いること.

Figure 1 illustrates a full-adder (FA) with three inputs: two bits, x and y , and a carry-in c_{in} , which produces two outputs: the sum bit s and the carry-out bit c_{out} .

- (1) Design a full-adder circuit using only XOR, AND, and OR gates.

Let $X = X_3X_2X_1X_0$, $Y = Y_3Y_2Y_1Y_0$ be 4-bit 2's complement numbers, and $Z = Z_4Z_3Z_2Z_1Z_0$ be a 5-bit 2's complement number.

- (2) Design a 4-bit adder circuit $Z = X + Y$ using four full-adder blocks.
 (3) Design a 4-bit subtractor circuit $Z = X - Y$ using four full-adder blocks and NOT gates.
 (4) Design an adder-subtractor (AS) circuit (Figure 2) that computes

$$Z = \begin{cases} X + Y, & \text{if } Q = 1, \\ X - Y, & \text{if } Q = 0, \end{cases}$$

using only full-adder blocks, XOR, and NOT gates, where Q is a control bit.

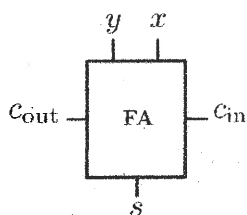


図 1 - Figure 1: Full-Adder

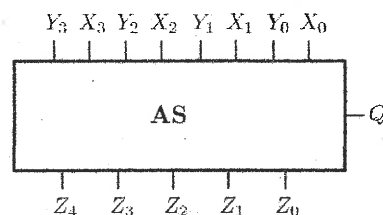


図 2 - Figure 2: Adder-Subtractor

2026 年 4 月入学 (April 2026 Admission)
 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)

(2026 年 1 月 22 日実施 / January 22, 2026)

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)

$X_1, \dots, X_n$ を, 未知パラメータ $\theta > 0$ をもつ一様分布 $\text{Uniform}[0, \theta]$ からの独立同分布標本とする. このとき, 以下の問いに答えよ.

- (1) 標本 $X_1, \dots, X_n$ に基づく尤度関数 $L(\theta)$ を求めよ.

- (2) θ の最尤推定量 (MLE) が

$$\hat{\theta} = \max(X_1, \dots, X_n)$$

であることを示せ.

- (3) $\hat{\theta}$ の確率密度関数が

$$f_{\hat{\theta}}(x|\theta) = \frac{n}{\theta^n} x^{n-1}, \quad 0 \leq x \leq \theta$$

であることを示せ.

- (4) $\hat{\theta}$ の期待値 $\mathbb{E}[\hat{\theta}]$ が

$$\mathbb{E}[\hat{\theta}] = \frac{n}{n+1} \theta$$

であることを示せ.

Let $X_1, \dots, X_n$ be an independent and identically distributed sample from the $\text{Uniform}[0, \theta]$ distribution, where $\theta > 0$ is an unknown parameter. Answer the following questions.

- (1) Derive the likelihood function $L(\theta)$ based on the sample $X_1, \dots, X_n$.

- (2) Show that the maximum likelihood estimator (MLE) of θ is

$$\hat{\theta} = \max(X_1, \dots, X_n).$$

- (3) Show that the probability density function of $\hat{\theta}$ can be written as

$$f_{\hat{\theta}}(x|\theta) = \frac{n}{\theta^n} x^{n-1}, \quad 0 \leq x \leq \theta.$$

- (4) Show that the expectation of $\hat{\theta}$, $\mathbb{E}[\hat{\theta}]$, satisfies

$$\mathbb{E}[\hat{\theta}] = \frac{n}{n+1} \theta.$$

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	M
Program	Informatics and Data Science	Examinee's Number	

問題 6 (Question 6)

ある二値分類問題において、クラス ω_1 , ω_2 の事前確率はそれぞれ $P(\omega_1) = 0.6$, $P(\omega_2) = 0.4$ で与えられる。また、クラス ω_j の観測データをクラス ω_i に分類する際の損失関数 $\lambda(\omega_i|\omega_j)$ は次の表で定義される。

実際のクラス	分類決定	
	ω_1	ω_2
ω_1	0	1
ω_2	2	0

ある観測データ x に対する条件付き確率が $P(x|\omega_1) = 0.8$, $P(x|\omega_2) = 0.3$ であるとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 各クラスの事後確率 $P(\omega_1|x)$ と $P(\omega_2|x)$ を計算せよ。
- (2) 観測データ x に対して分類する際の条件付きリスク $R(\omega_1|x)$ と $R(\omega_2|x)$ を計算して、それを基に、観測データ x をどちらのクラスに分類すべきか述べよ。
- (3) 損失関数 $\lambda(\omega_1|\omega_2)$ を 2 から 5 に変更した場合、条件付きリスクを再計算し、分類結果が変化するか述べよ。
- (4) 条件付きリスクと損失関数の関係について 150 字程度で説明せよ。

In a binary classification problem, the prior probabilities of classes ω_1 and ω_2 are given by $P(\omega_1) = 0.6$ and $P(\omega_2) = 0.4$, respectively. The loss function $\lambda(\omega_i|\omega_j)$, obtained when classifying a data of class ω_j as class ω_i , is defined as follows:

True class	Classification decision	
	ω_1	ω_2
ω_1	0	1
ω_2	2	0

For an observation x with the conditional probabilities $P(x|\omega_1) = 0.8$ and $P(x|\omega_2) = 0.3$, answer the following questions.

- (1) Compute the posterior probabilities of each class, $P(\omega_1|x)$ and $P(\omega_2|x)$.
- (2) When classifying x , compute the conditional risks $R(\omega_1|x)$ and $R(\omega_2|x)$, and on this basis, determine the class to which x should be assigned.
- (3) If the loss $\lambda(\omega_1|\omega_2)$ is changed from 2 to 5, recompute the conditional risks and state whether the classification result changes.
- (4) Explain the relationship between the conditional risk and the loss function in approximately 100 words.

2026 年 4 月入学 (April 2026 Admission)

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)

(2026 年 1 月 22 日実施 / January 22, 2026)

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	M
Program	Informatics and Data Science	Examinee's Number	

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.