

2020年10月入学, 2021年4月入学 (October 2020 and April 2021 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

(2020年8月27日実施 / August 27, 2020)

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.

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)

(1)  $f: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$  を,  $f \left( \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} x_1 - x_3 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \end{bmatrix}$  で定義される線形写像とする.

(1-1) 核  $\text{Ker } f$  の次元と 1 組の基底を求めよ.

(1-2) 像  $\text{Im } f$  の次元と 1 組の基底を求めよ.

(2)  $g: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$  を,

$$g \left( \begin{bmatrix} -1 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 4 \end{bmatrix}, \quad g \left( \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad g \left( \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 1 \\ 5 \\ 1 \end{bmatrix}$$

を満たす線形写像とする. 像  $g(\mathbf{e}_1), g(\mathbf{e}_2), g(\mathbf{e}_3)$  を求めよ. ただし,  $[\mathbf{e}_1 \ \mathbf{e}_2 \ \mathbf{e}_3] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$  である.

(1) Let  $f: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$  be a linear mapping defined by  $f \left( \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} x_1 - x_3 \\ 2x_1 + x_2 + x_3 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \end{bmatrix}$ .

(1-1) Find the dimension and a basis of kernel  $\text{Ker } f$ .

(1-2) Find the dimension and a basis of image  $\text{Im } f$ .

(2) Let  $g: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$  be a linear mapping which satisfies

$$g \left( \begin{bmatrix} -1 \\ 2 \\ 0 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 4 \end{bmatrix}, \quad g \left( \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 3 \\ -2 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \text{and} \quad g \left( \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} 1 \\ 5 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Find images  $g(\mathbf{e}_1), g(\mathbf{e}_2)$ , and  $g(\mathbf{e}_3)$ . Here,  $[\mathbf{e}_1 \ \mathbf{e}_2 \ \mathbf{e}_3] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ .

2020年10月入学, 2021年4月入学 (October 2020 and April 2021 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)

(2020年8月27日実施 / August 27, 2020)

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)

$C^\infty$  級関数  $f(x)$  と, 定数  $a, b, a^2 + b^2 > 0$  に対し, 2 変数関数  $F(x, y) = f(ae^x + \sin by)$  を定める. このとき, 以下の問いに答えよ.

- (1)  $F(x, y)$  のマクローリン展開を 2 次の項まで求めよ.
- (2)  $f''(x) > 0$  とする.  $F(x, y) + (cx + dy)^2$  が  $(0, 0)$  で極小となるための  $a, b, c, d, f'(a)$  の条件を求めよ.

Let  $f(x)$  be a  $C^\infty$  function and  $a, b$  constants such that  $a^2 + b^2 > 0$ . Answer the following questions for a two variable composite function  $F(x, y) = f(ae^x + \sin by)$ .

- (1) Calculate the Maclaurin polynomial of degree 2 for  $F(x, y)$ .
- (2) Under the assumption  $f''(x) > 0$ , determine the conditions on  $a, b, c, d$  and  $f'(a)$  so that  $F(x, y) + (cx + dy)^2$  has a local minimum at  $(0, 0)$ .

2020年10月入学, 2021年4月入学 (October 2020 and April 2021 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)

(2020年8月27日実施 / August 27, 2020)

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)

$X_1, X_2, \dots, X_n$  を以下の確率関数に従う独立かつ同一な確率変数列とする.

$$P(X_i = x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}, \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

このとき以下の設問に答えよ.

- (1)  $\sum_{x=0}^{\infty} P(X_1 = x) = 1$  となることを示せ.
- (2) 平均  $E[X_1]$  を求めよ.
- (3) 分散  $\text{Var}[X_1]$  を求めよ.
- (4)  $X_1, X_2, \dots, X_n$  の標本  $x_1, x_2, \dots, x_n$  が与えられたとき  $P(X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n)$  を求めよ.
- (5) 関数  $l(\lambda) = \log P(X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n)$  を最大にする  $\lambda$  を求めよ.

Let  $X_1, X_2, \dots, X_n$  be independent and identically distributed random variables with the following probability mass function:

$$P(X_i = x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}, \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

Answer the following questions.

- (1) Show that  $\sum_{x=0}^{\infty} P(X_1 = x) = 1$ .
- (2) Find the mean  $E[X_1]$ .
- (3) Find the variance  $\text{Var}[X_1]$ .
- (4) Find  $P(X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n)$  when samples  $x_1, x_2, \dots, x_n$  of  $X_1, X_2, \dots, X_n$  are given.
- (5) Find  $\lambda$  to maximize  $l(\lambda) = \log P(X_1 = x_1, X_2 = x_2, \dots, X_n = x_n)$ .

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)

任意の2辺を辺の端点以外で交差させることなく平面に描画できるようなグラフを平面的であるという。頂点数  $v$ , 辺数  $e$  の連結な平面的グラフ  $G$  を平面描画したときの面の数を  $f$  とすると  $v - e + f = 2$  となることが知られており, この等式はオイラーの公式と呼ばれている (ただし一番外側の領域も一つの面とみなす)。

- (1) 図1に示すグラフ  $G_1$  の平面描画を示し, その描画がオイラーの公式を満たしていることを説明せよ。
- (2) 単純グラフ  $G = (V, E)$  の補グラフ  $\bar{G}$  は,  $G$  と同じ頂点集合をもち, 辺集合  $\bar{E} = \{(u, v) \in V \times V : (u, v) \notin E\}$  を持つグラフである。グラフ  $G_1$  の補グラフの平面描画を示せ。
- (3) 平面性を維持したままでグラフに追加できる辺の数には限界がある。オイラーの公式を利用して, 頂点数  $v$ , 辺数  $e$  の単純グラフ  $G$  が平面的であるための必要条件が  $e \leq 3(v - 2)$  となることを示せ。
- (4) 不等式  $e \leq 3(v - 2)$  を利用して, 頂点数 11 以上の任意の単純グラフ  $G$  について,  $G$  か  $\bar{G}$  の少なくとも一方は平面的ではないことを示せ。

A graph is said to be planar if it can be drawn on a plane so that no two edges intersect except at the end vertices of the edges. Let us consider the drawing of planar graph on a plane. By letting  $f$  be the number of faces (i.e., closed regions including exterior one) in the drawing of a connected planar graph  $G$  with  $v$  vertices and  $e$  edges, it holds  $v - e + f = 2$ , which is called the Euler's formula in the graph theory.

- (1) Give a planar drawing of graph  $G_1$  shown in Figure 1, and show that the drawing fulfills the Euler's formula.
- (2) Complement of simple graph  $G = (V, E)$ , denoted as  $\bar{G}$ , is a graph with vertex set  $V$  and edge set  $\bar{E} = \{(u, v) \in V \times V : (u, v) \notin E\}$ . Give a planar drawing of the complement of graph  $G_1$ .
- (3) There is an upper limit on the number of edges so that a simple graph is planar. Prove that any simple planar graph with  $v$  vertices and  $e$  edges satisfies  $e \leq 3(v - 2)$ .
- (4) With inequality  $e \leq 3(v - 2)$ , prove that for any simple graph  $G$  with at least 11 vertices,  $G$  or  $\bar{G}$  is not planar.

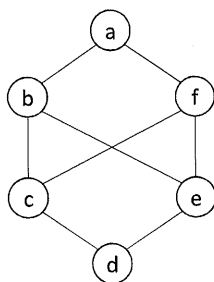


図1 グラフ  $G_1$ . Figure 1 Graph  $G_1$ .

2020年10月入学, 2021年4月入学 (October 2020 and April 2021 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

(2020年8月27日実施 / August 27, 2020)

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7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1~4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5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 7 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 4 and answer these questions. Also answer Question 5 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.

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)

2元通信路を図1に示す. 次の問(1)–(3)に答えよ. ただし,  $X$ における記号出現確率を  $P(x_1) = r$ ,  $P(x_2) = 1 - r$  とする.

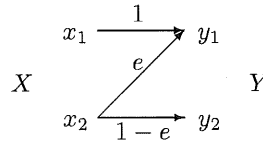


図1 2元通信路

(1) 図1において, 次の確率(a)–(c)をパラメータ  $e$ , または  $e$  と  $r$  を用いて表せ.

- (a)  $P(y_2|x_2)$
- (b)  $P(x_2, y_1)$
- (c)  $P(y_1)$

(2)  $X$  と  $Y$  のエントロピーについて次の等式が一般に成立することを示せ.

$$H(X) - H(X|Y) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 P(x_i, y_j) \log_2 \frac{P(x_i, y_j)}{P(x_i)P(y_j)}$$

(3) 図1における相互情報量  $I(X; Y)$  ( $= H(X) - H(X|Y)$ ) をパラメータ  $e$  と  $r$  を用いて表せ.

Figure 1 shows a binary channel. Answer the following questions (1)–(3). Here, probabilities of symbols in  $X$  are  $P(x_1) = r$  and  $P(x_2) = 1 - r$ .

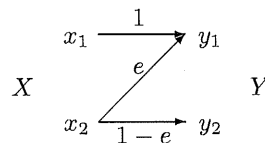


Figure 1 Binary channel

(1) In Figure 1, show the following probabilities (a)–(c) using parameter(s)  $e$ , or  $e$  and  $r$ .

- (a)  $P(y_2|x_2)$
- (b)  $P(x_2, y_1)$
- (c)  $P(y_1)$

(2) Concerning entropies, show that the following equation holds in general.

$$H(X) - H(X|Y) = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 P(x_i, y_j) \log_2 \frac{P(x_i, y_j)}{P(x_i)P(y_j)}$$

(3) In Figure 1, obtain mutual information  $I(X; Y)$  ( $= H(X) - H(X|Y)$ ) using parameters  $e$  and  $r$ .

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)

有向グラフ  $G = (V, E, l)$  を考える.  $V$  は頂点集合,  $E$  は辺集合,  $l(e)$  は辺  $e$  の長さとする. また,  $N_v$  を頂点  $v$  の隣接頂点集合とする. この時, 以下の **Shortest**( $G, s$ ) は,  $G$  上のある頂点  $s$  を始点とし, 頂点  $s$  から他の各頂点までの最短距離を求めるアルゴリズムである.

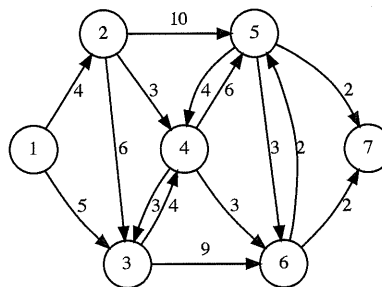
- (1) Table 1 は, グラフ  $G_1$  を入力とし, 頂点 1 を始点とした場合の **Shortest**( $G_1, 1$ ) の実行の過程における, 各頂点  $v$  の  $d(v)$  の値を示したものである. Table 1 を完成させよ.
- (2)  $G$  のすべての辺の長さが非負である場合に, **Shortest**( $G, s$ ) で得られる  $d(v)$  が, すべての頂点  $v \in V$  について頂点  $s$  からの最短距離となることを証明せよ.
- (3)  $G$  に負の長さの辺が存在する場合には, **Shortest**( $G, s$ ) は  $s$  からの最短距離を求められない場合があることを証明せよ.
- (4) **Shortest**( $G, s$ ) の最悪計算時間とその理由を述べよ.

Let  $G = (V, E, l)$  be a directed graph, where  $V$  is a set of nodes,  $E$  is a set of edges, and  $l(e)$  is the non-negative length of edge  $e$ . Let  $N_v$  be a set of adjacent nodes of node  $v$ . The following algorithm **Shortest**( $G, s$ ) computes the shortest distance from a node  $s$  to each of the other nodes.

- (1) Table 1 shows the value of  $d(v)$  for each  $v \in V$  in the process of execution of **Shortest**( $G_1, 1$ ), where the input graph is  $G_1$  and the starting node is 1. Complete Table 1.
- (2) Prove that  $d(v)$  for each  $v \in V$  stores shortest distance from  $s$  to  $v$  when **Shortest**( $G, s$ ) terminates.
- (3) Prove that **Shortest**( $G, s$ ) may not find the shortest distance, if some of the edges take negative length.
- (4) Derive the time complexity of **Shortest**( $G, s$ ).

```

Shortest( $G, s$ )
 $d(s) \leftarrow 0; T \leftarrow V;$ 
for  $v \in V \setminus \{s\}$  do
     $d(v) \leftarrow \infty;$ 
od
while  $T \neq \emptyset$  do
    find  $u \in T$  such that  $d(u)$  is minimum;
     $T \leftarrow T \setminus \{u\};$ 
    for  $v \in T \cap N_u$  do
         $d(v) \leftarrow \min(d(v), d(u) + l(uv));$ 
    od
od
    
```



Graph  $G_1$

round	$d(1)$	$d(2)$	$d(3)$	$d(4)$	$d(5)$	$d(6)$	$d(7)$
1	0	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$
⋮							

Table 1



2020年10月入学, 2021年4月入学 (October 2020 and April 2021 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)

(2020年8月27日実施 / August 27, 2020)

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)

図 1 は以下の 2 種類の処理を実行する C 言語のプログラムのソースコード (counting.c) である。

- 関数 `c_count1`, `c_count2`, `c_count3` は, 文字列 `source` の中の文字 `target` の個数を返す。
- 関数 `n_count1`, `n_count2`, `n_count3` は, 整数 `source` の中の整数 `target` の 1 桁目の数字の個数を返す。

図 2 はソースコード `counting.c` をコンパイルし, 生成された実行ファイル `a.out` を実行したときの出力例である。プログラムが上記の記述通りに動作するように, 以下の問いに答えよ。

- (1) 関数 `c_count1` の空欄<1-1>~<1-3>を答えよ。
- (2) 関数 `c_count2`, `c_count3` の空欄<2-1>を答えよ。なお, `c_count2` と `c_count3` の空欄<2-1>は同じものである。
- (3) 関数 `n_count1` の空欄<3-1>~<3-2>を答えよ。
- (4) 関数 `n_count2` の空欄<4-1>~<4-3>を答えよ。
- (5) 関数 `n_count3` の空欄<5-1>~<5-5>を答えよ。

Figure 1 shows the C source code of the program (`counting.c`) that executes the following two types of procedures.

- The functions `c_count1`, `c_count2` and `c_count3` return the number of the character `target` in the string `source`.
- The functions `n_count1`, `n_count2` and `n_count3` return the number of the first digit of integer `target` in the integer `source`.

Figure 2 shows an example of the output of the execution file `a.out` compiled from the source code `counting.c`. Answer the following questions so that the functions work as described above.

- (1) Fill in the blanks <1-1>~<1-3> in the function `c_count1`.
- (2) Fill in the blanks <2-1> in the functions `c_count2` and `c_count3`. The blanks <2-1> in the functions `c_count2` and `c_count3` are the same.
- (3) Fill in the blanks <3-1>~<3-2> in the function `n_count1`.
- (4) Fill in the blanks <4-1>~<4-3> in the functions `n_count2`.
- (5) Fill in the blanks <5-1>~<5-5> in the function `n_count3`.

---

```

1 #include <stdio.h>
2
3 int c_count1(char source[], char target) {
4     int count = 0;
5     for (int i = 0; source[i] <1-1> '\0'; i++)
6         if ( <1-2> ) count++;
7     return <1-3>;
8 }
9
10 int c_count2(char *source, char target) {
11     int count = 0;
12     if (*source == '\0') return 0;
13     if (*source == target) count = 1;
14     return count + c_count2( <2-1> );
15 }
16
17 int c_count3(char *source, char target) {
18     if (*source == '\0') return 0;
19     return ((*source == target) ? 1 : 0) + c_count3( <2-1> );
20 }
21
22 int n_count1(int source, int target) {
23     int count;
24     for (count = 0; <3-1> ; source /= 10)
25         if (source % 10 == target % 10) count++;
26     return <3-2>;
27 }
28
29 int n_count2(int source, int target) {
30     int count = 0;
31     if ( <4-1> ) return 0;
32     if ( <4-2> ) count = 1;
33     return count + n_count2( <4-3> );
34 }
35
36 int n_count3(int source, int target) {
37     if ( <5-1> ) return 0;
38     return ( <5-2> ? <5-3> : <5-4> ) + n_count3( <5-5> );
39 }
40
41 int main() {
42     char c_source[100], c_target;
43     int n_source, n_target;
44
45     scanf("%s%c", c_source, &c_target);
46     printf("c_count1:_%d\n", c_count1(c_source, c_target));
47     printf("c_count2:_%d\n", c_count2(c_source, c_target));
48     printf("c_count3:_%d\n", c_count3(c_source, c_target));
49
50     scanf("%d_%d", &n_source, &n_target);
51     printf("n_count1:_%d\n", n_count1(n_source, n_target));
52     printf("n_count2:_%d\n", n_count2(n_source, n_target));
53     printf("n_count3:_%d\n", n_count3(n_source, n_target));
54 }

```

---

☒ 1 (Figure 1) the C source code of the program (counting.c)

---

```

1 > ./a.out
2 abbcccdddd c
3 c_count1: 3
4 c_count2: 3
5 c_count3: 3
6 1223334444 12
7 n_count1: 2
8 n_count2: 2
9 n_count3: 2

```

---

☒ 2 (Figure 2) an example of the output of the execution file a.out compiled from the source code counting.c

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)

Table 1 は, 3つ要素  $S[0], S[1], S[2]$  のスタックをもつスタックマシンの命令セットである. Program 1 と Program 2 はこの命令セットを用いたアセンブリ言語プログラムの例である. プログラム中の整数変数  $X$  と  $Y$  には, 正の整数  $x$  と  $y$  が予め格納されているものとする. Program 1 は,  $\max(x, y)$  の値を出力するアセンブリ言語プログラムである. Program 2 は,  $x, x-1, \dots, 1$  を順に出力する. これらを参考に次のアセンブリ言語プログラムを示せ. 但し, プログラム中では,  $X$  と  $Y$  以外の他の変数を用いてはいけない. プログラムは HALT 命令で終了しなければならない. プログラムは可能な限り短くすること.

- (1)  $x * x - y * y$  を出力するプログラム.
- (2)  $|x - y|$  を出力するプログラム.
- (3)  $1, 2, \dots, x - 1, x$  を順に出力するプログラム.
- (4)  $X$  と  $Y$  が格納する値を交換するプログラム. つまり,  $X$  と  $Y$  がそれぞれ  $y$  と  $x$  を格納する. (ヒント: まず,  $X$  に  $x + y$  を格納する)
- (5) ユークリッドの互除法を用いて,  $x$  と  $y$  の最大公約数を出力するプログラム. (ヒント:  $x > y$  のとき,  $x$  と  $y$  の最大公約数は  $x - y$  と  $y$  の最大公約数と等しい)

Table 1 shows the instruction set of a stack machine having a stack with three elements  $S[0], S[1], S[2]$ . Program 1 and Program 2 are examples of assembly language programs using the instruction set. We assume that two integer variables  $X$  and  $Y$  in these programs initially store positive integers  $x$  and  $y$ , respectively. Program 1 outputs the value of  $\max(x, y)$ . Program 2 outputs  $x, x - 1, \dots, 1$  in turn. Write the following assembly language programs using these programs as references. You should not use variables other than  $X$  and  $Y$ . Programs must terminate by HALT instruction. Programs must be as short as possible.

- (1) A program that outputs  $x * x - y * y$ .
- (2) A program that outputs  $|x - y|$ .
- (3) A program that outputs  $1, 2, \dots, x - 1, x$  one by one.
- (4) A program that exchanges the values of  $X$  and  $Y$ . In other words,  $X$  and  $Y$  store  $y$  and  $x$ , respectively. (Hint: first,  $X$  stores  $x + y$ )
- (5) A program that outputs the greatest common divisor (GCD) of  $x$  and  $y$  using the Euclidean Algorithm. (Hint: if  $x > y$  then the GCD of  $x$  and  $y$  is equal to that of  $x - y$  and  $y$ )

Table 1: Instruction set (命令セット)

mnemonic	operations	Program 1	Program 2
OUT	output( $S[0]$ );	PUSH X	PUSH X
JMP L	jump to $L$ ;	PUSH Y	L1: JP L2
JP L	jump to $L$ if $S[0] > 0$ ;	SUB	HALT
JN L	jump to $L$ if $S[0] < 0$ ;	JP L1	L2: OUT
PUSH X	$S[2] \leftarrow S[1]; S[1] \leftarrow S[0]; S[0] \leftarrow X$ ;	PUSH Y	PUSH 1
ST X	$X \leftarrow S[0]$ ;	JMP L2	SUB
ADD	$S[0] \leftarrow S[1] + S[0]; S[1] \leftarrow S[2]$ ;	L1: PUSH X	JMP L1
SUB	$S[0] \leftarrow S[1] - S[0]; S[1] \leftarrow S[2]$ ;	L2: OUT	
MUL	$S[0] \leftarrow S[1] * S[0]; S[1] \leftarrow S[2]$ ;	HALT	
HALT	terminate program;		

2020年10月入学, 2021年4月入学 (October 2020 and April 2021 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)

(2020年8月27日実施 / August 27, 2020)

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)

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。もしそれら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。

Describe the outline of your undergraduate study or the research project you were engaged in, in approximately 200 words. If you have never been engaged in them, then choose one of the recent topics on Informatics and Data Science you are interested in, and explain, as well as its outline, why the topic interested you in approximately 200 words. Write your answer on the answer sheet.