

筑波大学 情報学群 情報科学類・情報メディア創成学類

## 平成21年度 学群編入学試験

### 学力試験問題

#### 【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで、問題の中を見てはいけません。
2. 解答用紙の定められた欄に、学群、学類（併願者は第一志望の学類）、氏名、受験番号を記入すること。
3. この問題は全部で10ページ（表紙を除く）です。
4. 問題1の外国語（英語）は必須問題です。
5. 専門科目の選択について、
  - （ア）**情報科学類と情報メディア創成学類を併願する者**は、問題 2 から問題 7（数学、情報基礎、物理学）の計 6 問から 4 問を選択して答えなさい。ただし、情報メディア創成学類の合否判定においては、数学と情報基礎の解答のみを評価します。
  - （イ）**情報科学類を単願する者**は、問題 2 から問題 7（数学、情報基礎、物理学）の計 6 問から 4 問を選択して答えなさい。
  - （ウ）**情報メディア創成学類を単願する者**は、問題 2 から問題 5（数学、情報基礎）の計 4 問をすべて答えなさい。
6. 解答用紙は、
  - （ア）問題1の外国語（英語）に対して、1枚
  - （イ）専門科目で選択した 4 問に対して、各問1枚の合計5枚を用いること。
7. 解答用紙上部の 

--

 欄に解答する問題番号を記入すること。

## 問題 1 外国語 (英語)

---

[問題 1 は、著作物の引用を含むため、電子的に公開するファイルからは削除しました。]

問題2 数学(1)

- (1) 整数  $n \geq 0$  に対して定義された不定積分を  $I_n = \int \cos^n x \, dx$  とするとき, 以下の漸化式を証明しなさい.

$$I_n = \frac{\sin x \cos^{n-1} x}{n} + \frac{n-1}{n} I_{n-2} \quad (n \geq 2)$$

- (2)  $-1 < x < 1, -1 < y < 1$  で定義された関数  $f(x, y) = \sin^{-1}(xy)$  の1次偏導関数  $f_x, f_y$  と2次偏導関数  $f_{xx}, f_{xy}, f_{yx}, f_{yy}$  を求め, この関数が極値をもたないことを証明しなさい.

### 問題3 数学(2)

$a$  と  $b$  を実定数とし,  $x_1, x_2, x_3, x_4$  を未知数とする連立1次方程式

$$\begin{array}{rcccccl} x_1 & & & - & x_3 & & = & 0 \\ 8x_1 & + & x_2 & - & 5x_3 & - & x_4 & = & 0 \\ & & x_2 & + & 4x_3 & - & ax_4 & = & 0 \\ x_1 & - & x_2 & - & 3x_3 & + & 2x_4 & = & b \end{array}$$

に関して以下の (1)~(5) に答えよ.

- (1)  $a = b = 1$  のときに解は存在するか. 存在すれば, その解を求めよ.
- (2) 解が  $x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = 0$  のみとなる  $a$  と  $b$  の条件を求めよ.
- (3) 解を持たないときの  $a$  と  $b$  の条件を求めよ.
- (4) 解が無数個存在するときの  $a$  と  $b$  の条件を求めよ.
- (5) すべての解の集合が4次元実ベクトル空間の部分空間となるときの  $a$  と  $b$  の条件を求めよ.

#### 問題4 情報基礎(1)

下図のようなパスカルの三角形を生成することを考える。各行は二項式 $(a+b)^n$ の一般項 $a^k b^{n-k}$ の係数に相当していて、左端と右端は1、それ以外は左上の数と右上の数を足すことによって計算できる。

```
      1
     1 1
    1 2 1
   1 3 3 1
  1 4 6 4 1
 1 5 10 10 5 1
    (以下略)
```

以下のC言語で書かれたプログラムを読んで、問いに答えよ。

プログラム

```
#include<stdio.h>
#include<stdlib.h>
#define N 10
// #define NULL 0 // この定義は<stdlib.h>で与えられている.

void pascal1()
{
    int pas[N][N], i, j;

    for (i=0; i<N; i++)
        for (j=0; j<N; j++)
            pas[i][j] = -1;

    pas[0][0] = 1;
    pas[1][0] = pas[1][1] = 1;

    for (i = 2; i<N; i++) {
        pas[i][0] = 1;
        for (j = 1; j<i; j++) {
            pas[i][j] = pas[i-1][j-1] + pas[i-1][j];
        }
        pas[i][i] = 1;
    }
    for (i=0; i<N; i++) {
        for (j=0; j<N; j++)
            printf("%3d ", pas[i][j]);
        printf("\n");
    }
}

void pascal2()
{
    int *pas[N], i, j;

    for (i=0; i<N; i++)
        pas[i] = (int *) malloc(sizeof(int)*(i+1));    /* ① */

    pas[0][0] = 1;
    pas[1][0] = pas[1][1] = 1;
```

次ページに続く

```

for (i = 2; i<N; i++) {
    pas[i][0] = pas[i][i] = 1;
    for (j = 1; j<i; j++) {
        pas[i][j] = pas[i-1][j-1] + pas[i-1][j];
    }
}
for (i=0; i<N; i++) {
    for (j=0; j<i+1; j++)
        printf("%3d ", pas[i][j]);
    printf("\n");
}

struct entry {
    int value;
    struct entry *next;
};

struct entry *newEntry(int value, struct entry *next)
{
    struct entry *e = (struct entry*) malloc(sizeof(struct entry));
    e->value = value;
    e->next = next;
    return e;
}

void pascal3()
{
    struct entry *pas[N], *p, *q;
    int i, j;

    pas[0] = newEntry(1, NULL);
    pas[1] = newEntry(1, newEntry(1, NULL));

    for (i = 2; i<N; i++) {
        p = pas[i-1];
        q = pas[i] = newEntry(1, NULL);
        for (j = 1; j<i; j++) {
            q->next = newEntry( ② , NULL);
            p = p->next;
            q = q->next;
        }
        q->next = newEntry(1, NULL);
    }

    for (i=0; i<N; i++) {
        for(p = pas[i]; p->next != NULL; ③ )
            printf("%3d ", p->value);
        printf("%3d \n", p->value);
    }
}

```

(1) 関数pascal1を実行したとき、何個の-1が出力されるか答えよ。

次ページに続く

- (2) 関数`pascal2`中の`malloc`関数呼び出し（/\* ① \*/の行）で確保されるメモリ量は、`N`回のループが回った後で合計何バイト以上となるか答えよ。ただし、1個の`int`型データの格納には4バイトを要すると仮定する。`N`の値は10として計算すること。
- (3) 関数`pascal2`と`pascal3`は全く同じ結果を出力する。
- (3-1) 関数`pascal3`の②に入るべき式を答えよ。
- (3-2) 関数`pascal3`の③に入るべき式を答えよ。

## 問題5 情報基礎 (2)

以下のC言語のプログラムと文章を読み、設問(1)～(5)に答えよ。

```
void print_array (int a[], int n) {
    int i;
    for (i = 0; i < n-1; i++) printf("%d,",a[i]);
    printf("%d\n",a[n-1]);
}

void sort (int a[], int n) {
    int i,j,tmp;
    for (i = 1; i < n; i++)
        for (j = i; j > 0 && a[j-1] > a[j]; j--) {
            tmp = a[j];
            a[j] = a[j-1];
            a[j-1] = tmp;
            print_array(a, n);
        }
}
```

関数 `sort` は、整数を要素として持つ配列を整列する関数である。内側のループの実行を開始する時点では、`a[0]～a[i-1]` は整列済みになっており、内側のループで配列の要素を交換しながら、`a[i]` を `a[0]～a[i-1]` に挿入している。整列が進む様子が分かるように、配列の要素を出力する関数 `print_array` を内側のループの中で呼んでいる。

関数 `sort` を用いて、大きさ  $n$  の配列を整列する。ただし、配列には、1 から  $n$  までの整数が、それぞれ1個ずつ含まれているとする。

例えば、`a[0]=2,a[1]=1,a[2]=5,a[3]=4,a[4]=3` の時、`sort(a,5)` を実行すると次の出力が得られる。

```
1,2,5,4,3
1,2,4,5,3
1,2,4,3,5
1,2,3,4,5
```

- (1) `a[0]=3,a[1]=5,a[2]=2,a[3]=1,a[4]=4` の時、`sort(a,5)` を実行すると得られる出力を示せ。
- (2) 配列の大きさが5の時、`print_array` が実行される回数が最小となるような配列を示せ。また、その配列を関数 `sort` で整列すると、`print_array` が何回実行されるかを示せ。



- (3) 配列の大きさが5の時、`print_array`が実行される回数が最大となるような配列を示せ。また、その配列を関数`sort`で整列すると、`print_array`が何回実行されるかを示せ。
- (4) 配列の大きさが $n$ の時、`print_array`が最大何回実行されるかを $n$ に関する式として表せ。理由も説明すること。
- (5) 関数`sort`は、隣り合う要素を比較し、順序が逆の場合に要素を交換することで整列を行う。より効率的に整列する方法としては、離れた要素を比較し交換することが考えられる。下の関数`sort4`は、この考え方に基づき大きさ4の配列を昇順に整列する。

```
void check_swap (int a[], int i, int j) {  
    int tmp;  
    if (a[i] > a[j]) {  
        tmp = a[i];  
        a[i] = a[j];  
        a[j] = tmp;  
    }  
}
```

```
void sort4(int a[])  
{  
    check_swap(a, 0, (a));  
    check_swap(a, 1, 2);  
    check_swap(a, (b), (c));  
    /**** (A) ****/  
    check_swap(a, 0, 1);  
    check_swap(a, (d), (e));  
}
```

(a) から (e) に0から3までの数字を埋め、このプログラムを完成せよ。ただし、(A) の時点で、`a[3]` に最大の値が入るようにすること。

問題6 物理学（1）

図1のように、半径  $a$  の半円と直線からなる細い針金でできた物体がある。ただし、針金は太さが無視でき、密度は一様で単位長さあたりの質量が  $\sigma$  である。重力加速度を  $g$  として、以下の問いに答えよ。

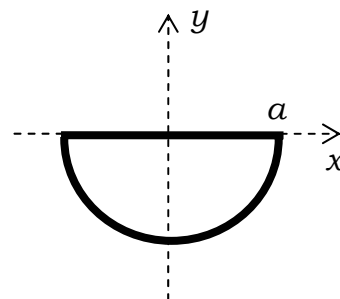


図1

- (1) 質量中心の位置  $(x_G, y_G)$  を求めよ。
- (2) 原点を通り、 $x, y$  平面に垂直な  $z$  軸まわりの慣性モーメント  $I_z$  を求めよ。

次に、この物体を  $z$  軸を固定軸として、そのまわりに滑らかに回転する振り子（図2のイメージ）を作り、物体を図3の状態から静かに離して回転させた。

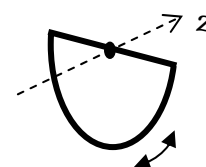


図2

- (3) 物体が図4の状態となった瞬間の物体の角速度  $\omega$  を求めよ。必要なら  $x_G, y_G, I_z$  を用いて表しても良い。
- (4) 物体が図4の状態となった瞬間のA点の速度  $v$  を求めよ。必要なら  $x_G, y_G, I_z$  を用いて表しても良い。

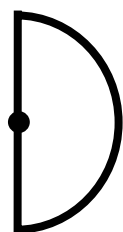


図3

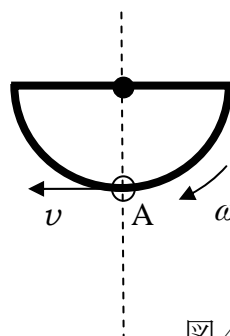


図4

## 問題7 物理学(2)

以下の設問に答えなさい。なお，以下は真空中であると仮定し，真空の誘電率は  $\varepsilon_0$  とする。

図1は互いに絶縁された半径  $a$  および  $b$  ( $a > b$ ) の同心の導体球殻を示している。この外殻には  $+Q$  の電荷が，内殻には  $-Q$  の電荷がそれぞれ与えられているとする。また， $\textcircled{A}$  は検流計を示すものとする。

- (1) この同心球殻の中心からの距離を  $r$  としたとき，電場の大きさ  $E$  を表しなさい。
- (2) 図1に示す同心の導体球殻をキャパシターとみなしたとき，この電気容量  $C_1$  を求めなさい。

[小問(3), (4)は，出題ミスのため削除しました。]

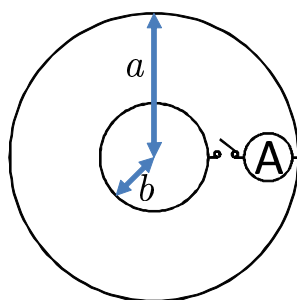


図1: 初期状態