

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 23 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. この問題冊子は全部で 10 ページ(表紙、白紙を除く)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）

次の英文を読んで下の問いに答えよ。ただし、解答にあたっては解答用紙に設問記号（（１）、（ア）など）を明記したうえでその設問の解答を記入せよ。

問題 1 の英文は著作物からの引用であるため、
電子的に公開するファイルからは削除しました。

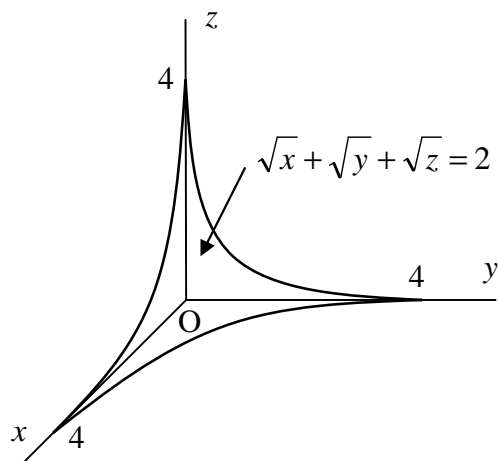
(Peter Mayle, "A Year in Provence", 1989 より抜粋、一部改変)

Provence : フランスのプロバンス地方 ritual : 儀式、慣行 screw : だます
Monsieur : (仏語) 男性に対する敬称 Aix : プロバンス地方の都市名
franc : フラン (フランスで用いられていた通貨の単位) liable : 責任がある
grit : 擦り合わせる、きしる consolation : なぐさめ notaire : (仏語) 公証人
interminable : 果てしない、長い lavatory : 便所 bladder : ぼうこう

- (1) ～ に最もよく当てはまる単語を以下から選び、A ～ H の記号で答えよ。
ただし、同一の単語が 2 つ以上の箇所当てはまることはないものとする。
- | | | | |
|------------|---------|--------|-------|
| A. from | B. to | C. on | D. at |
| E. without | F. with | G. for | H. of |
- (2) 下線部（ア）、（オ）を和訳せよ。
- (3) 下線部（エ）で示した部分を英訳して文章を完成させよ。
- (4) 下線部（ウ）は何を指しているか、日本語で記せ。
- (5) 下線部（イ）が指している行為はどのようなものか、簡潔に説明せよ。さらに、著者がそれについて下線部（イ）のような表現を用いている理由を説明せよ。

問題 2 数学 (1)

- (1) 曲面 $\sqrt{x} + \sqrt{y} + \sqrt{z} = 2$ の接平面が x 軸, y 軸, z 軸と交わる点を A, B, C とし, 原点 O から点 A, B, C への距離を OA, OB, OC とする. このとき, $OA + OB + OC$ の値は接平面によらず一定であることを証明しなさい.



- (2) 次の二重積分を求めなさい.

$$\iint_D \frac{y}{\sqrt{x^2 + y^2}} \log_e(x^2 + y^2) \, dx dy, \quad D = \{(x, y) \mid 1 \leq x^2 + y^2 \leq 5, x \geq 0, y \geq 0\}$$

問題 3 数学 (2)

ベクトル

$$\mathbf{e}_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{e}_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{e}_3 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{a} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

に対して線形変換 $f: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$ が $f(\mathbf{a}) = \mathbf{e}_1$, $f(\mathbf{b}) = \mathbf{e}_2$ を満たすとき, 未知数 y を成分に含むベクトル

$$\mathbf{c} = \begin{bmatrix} 1 \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

に関して以下の設問に答えよ.

- (i) $\{\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}\}$ が線形独立となる必要十分条件を求めよ.
- (ii) $\{\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}\}$ が線形従属のとき, \mathbf{c} の f による像 $f(\mathbf{c})$ を求めよ.
- (iii) $f(\mathbf{c}) = \mathbf{e}_3$ ならば, f に逆写像 f^{-1} が存在し, $f^{-1}(\mathbf{x}) = \mathbf{A}\mathbf{x}$ を満たす行列 \mathbf{A} は $[\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}]$ に等しいことを示せ.
- (iv) $f(\mathbf{c}) = \mathbf{e}_3$ のとき, $f(\mathbf{x}) = \mathbf{B}\mathbf{x}$ を満たす行列 \mathbf{B} を求めよ.

問題4 情報基礎 (1)

C言語で書かれた二分木を扱うプログラムについて考える。関数main中でコメント(x)が付いた行を実行すると次のように出力される。

```
list0=(0 1 2)
```

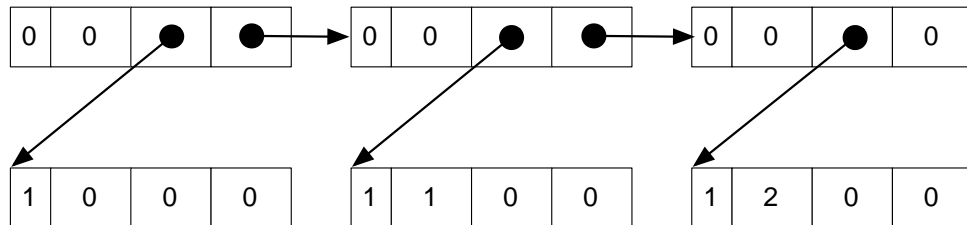


図 list0のデータ構造

このときメモリ上には上図に示すようなデータ構造が作成される。関数main中のコメント(1)～(5)に関して、下記の問題(a)～(f)に解答せよ。

- (a) コメント(1)が付いた行を実行したとき、どのようなデータ構造がメモリ上に作成されるか、上図にならって図示せよ。
- (b) コメント(1)が付いた行を実行したとき、どのような出力が得られるか。
- (c) コメント(2)が付いた行を実行したとき、どのような出力が得られるか。
- (d) コメント(3)が付いた行を実行したとき、どのような出力が得られるか。
- (e) コメント(4)が付いた行を実行したとき、どのような出力が得られるか。
- (f) コメント(5)が付いた行を実行したとき、どのような出力が得られるか。

プログラム

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>

#define Nil 0
#define Cell 0
#define IntCell 1

typedef struct cell *pntr;

struct cell {
    char tag;
    int data;
    pntr left;
    pntr right;
};
```

```

pntr fi(int i)
{
    pntr c = (pntr) malloc(sizeof(struct cell));
    c->tag = IntCell;
    c->data = i;
    c->left = Nil;
    c->right = Nil;
    return c;
}

pntr f0(pntr l, pntr r)
{
    pntr c = (pntr) malloc(sizeof(struct cell));
    c->tag = Cell;
    c->data = 0;
    c->left = l;
    c->right = r;
    return c;
}

pntr f1(pntr p)
{
    return p->left;
}

pntr f2(pntr p)
{
    return p->right;
}

int g0(pntr p)
{
    if (p == Nil)
        return 0;
    else
        return 1 + g0(f2(p));
}

pntr g1(int low, int high)
{
    if (low == high)
        return f0(fi(high), Nil);
    else
        return f0(fi(low), g1(low + 1, high));
}

```

```

pntr g2(pntr p1, pntr p2)
{
    if (p1 == Nil)
        return p2;
    else
        return f0(f1(p1), g2(f2(p1), p2));
}

void printAux(pntr p)
{
    if (p == Nil)
        return;
    else {
        if (f1(p)->tag == Cell) {
            printf("(");
            printAux(f2(p));
            printf(") ");
        } else if (f1(p)->tag == IntCell) {
            printf("%d", f1(p)->data);
            if (f2(p) != Nil)
                printf(" ");
        }
        printAux(f2(p));
    }
}

void printList(pntr p)
{
    printf("(");
    printAux(p);
    printf(")\n");
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    pntr i0 = fi(0);
    pntr i1 = fi(1);
    pntr i2 = fi(2);
    pntr list0 = f0(i0, f0(i1, f0(i2, Nil)));
    pntr list1 = f0(i0, list0);
    pntr list2 = f0(list0, list0);
    printf("list0="); printList(list0);          /* (X) */
    printf("list1="); printList(list1);          /* (1) */
    printf("list2="); printList(list2);          /* (2) */
    printf("g0(list2)=%d\n", g0(list2));          /* (3) */
    printf("g1(1, 5)="); printList(g1(1, 5)); /* (4) */
    printf("g2(list0, list1)="); printList(g2(list0, list1)); /* (5) */
}

```

問題 5 情報基礎 (2)

下記の図1のようなグラフについて考える．グラフの頂点は $0, 1, 2, \dots$ と番号付けられ，グラフの辺には「重み」を意味する整数値が付けられている．

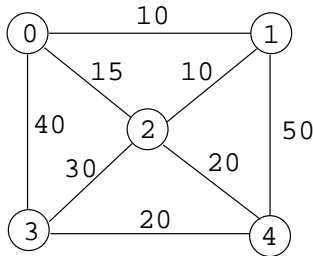


図 1: 重み付きグラフ

$i \setminus j$	0	1	2	3	4
0	∞	10	15	40	∞
1	10	∞	10	∞	50
2	15	10	∞	30	20
3	40	∞	30	∞	20
4	∞	50	20	20	∞

表 1: 配列による重み付きグラフの表現

表 1 は，図 1 の重み付きグラフを，以下の規則により，2 次元配列を用いて表現したものである．

- 頂点 i から頂点 j への重み w の辺がある時，配列の (i, j) 要素の値は w である．
- そのような辺がない時，配列の (i, j) 要素の値は ∞ である．

たとえば，頂点 0 から頂点 1 への辺の重みは 10 なので，配列の $(0, 1)$ 要素の値は 10 である．

2 つの頂点を結ぶ道のうち，重みの和が最小のものを，それらの頂点を結ぶ最短路と呼ぶ． n 個の頂点を持つグラフに対して，頂点 start から頂点 end への最短路を求める関数 f を次ページのプログラムで実現する．ただし，大きな整数 MAX により ∞ を表現する．このプログラムを読んだ上で，以下の設問に答えなさい．

- (1) 次ページの関数 find_min の四角の中の文章に合う C 言語のプログラム (文の列) を記述しなさい．
- (2) 配列 a に表 1 の表現が格納されている時， $f(0, 4, 5)$ を呼び出すと，関数 f に含まれる「ポイント A」を何度か通過する．それぞれの通過時における $d[i]$ ($i = 0, 1, 2, 3, 4$) の値を示しなさい．
- (3) 配列 a に表 1 の表現が格納されている時， $f(0, 4, 5)$ を呼び出す．その実行が終了した時の $p[i]$ ($i = 0, 1, 2, 3, 4$) の値を示し，その値が何を意味しているか答えなさい．
- (4) グラフの辺の重みを変更すると， $f(0, 4, 5)$ の呼び出しにおける while 文の繰返し回数が変わることがある．図 1 のグラフで，辺の重みを 1 か所だけ変更して，while 文の繰返し回数が最大となるようにしなさい．
- (5) 関数 f は，全ての辺の重みが 0 以上でなければ，最短路を求められないことがある．図 1 のグラフで，辺の重みを 1 か所だけ負の整数値に変更して， $f(0, 4, 5)$ の呼び出しにより求まる道が，頂点 0 から頂点 4 への最短路でないようにしなさい．


```

#define N 100          /* グラフの頂点数の上限 */
#define MAX 10000      /*      を表す */
int a[N][N];           /* グラフを表現する 2 次元配列 */
int checked[N];        /* 0 か 1 の値を取る配列 */
int d[N];              /* 非負の整数値を取る配列 */
int p[N];

```

```

int find_min (int n) {
    int min_node = -1;
    int min_dist = MAX;
    int i;

```

$0 \leq i < n$ かつ $checked[i] == 0$ かつ $d[i] < MAX$ となる i のうち, $d[i]$ が最小となる i を返す. ただし, そのような i が複数存在する時, その中で最小の i を返す. そのような i が存在しない時, -1 を返す.

```

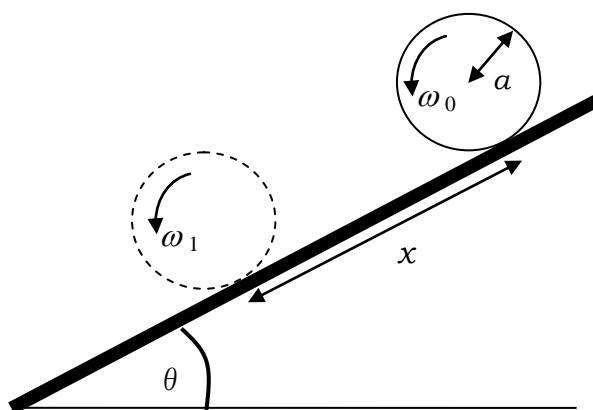
    return min_node;
}

int f (int start, int end, int n) {
    int node, i;
    for (i=0; i<n; i++) {
        checked[i] = 0;    /* 頂点 i はまだチェックされていない */
        d[i] = MAX;
        p[i] = -1;
    }
    node = start;
    checked[node] = 1;    /* 頂点 node はチェック済みである */
    d[node] = 0;
    while (1) {
        for (i=0; i<n; i++) {
            if ((! checked[i]) && (d[i] > d[node] + a[node][i])) {
                d[i] = d[node] + a[node][i];
                p[i] = node;
            }
        }
        /* ポイント A */
        if ((node = find_min(n)) == -1) return -1;
        checked[node] = 1;
        if (node == end) return d[node];
    }
}

```

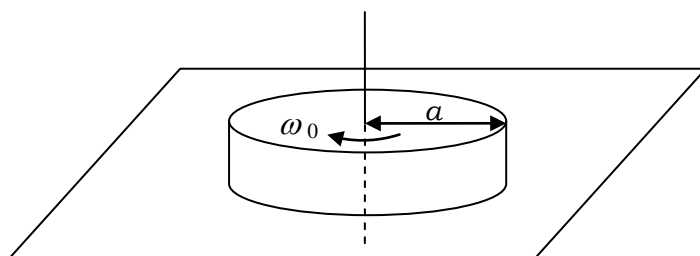
問題6 物理 (1)

- (1) 下図のように、水平面に対する角度が θ の斜面を、質量 M 、半径 a の中空の円筒が角速度 ω_0 で滑らずに転がっている。重力加速度を g として、円筒が斜面に沿って x だけ転がったときの角速度 ω_1 を求めよ。



- (2) 下図のように、質量 M 、半径 a の一様な厚さの円板を、水平な床の上で、円板の中心を通り円板に垂直な軸のまわりに角速度 ω_0 で回転させた。(このときの時刻を $t=0$ とする。) 摩擦のために円板の角速度は減少していき、円板は時刻 $t=t_1$ のときに静止した。重力の加速度を g として、円板と床の間の動摩擦係数 μ を求めよ。ただし、 μ は角速度によらず一定なものとする。なお、必要なら以下を用いて良い。

円板の中心を通り円板に垂直な軸周りの慣性モーメント : $I = \frac{1}{2} Ma^2$



問題 7 物理 (2)

(1)

図 1 に示す電圧 V の電源、スイッチ、抵抗値 R の抵抗、静電容量 C のコンデンサからなる直列回路において、開いていたスイッチを時刻 $t=0$ で閉じ、コンデンサを完全に充電する。以下の問いに答えなさい。なお、スイッチを閉じる前にコンデンサに蓄えられている電荷は無いものとする。

- ① 充電途中のコンデンサの電極間電位差が v のとき、電源がコンデンサの一方の電極からもう一方の電極に微小電荷 dq を移動するためにする仕事は $dW = vdq$ と表せる。この関係式を用いて、充電が完了するまでに電源がコンデンサに行う仕事 W を求めなさい。
- ② スwitch を閉じてから、回路を流れる電流 $i(t)$ を求めなさい。
- ③ コンデンサの充電が完了するまでの間に抵抗 R で消費されたエネルギー U を求めなさい。

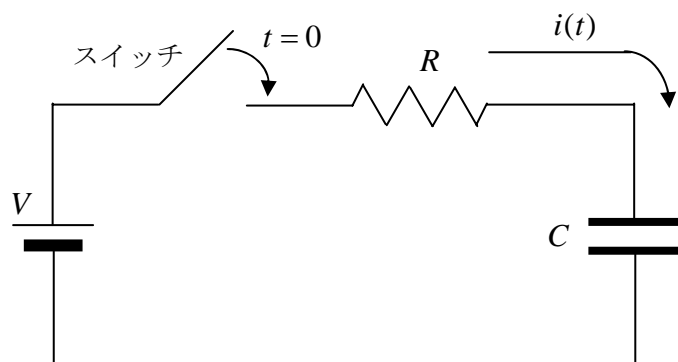


図 1

(2)

半径 a の $1/4$ 円とその両側につながる半無限直線からなる導線に電流 I が流れている (図 2)。 $1/4$ 円の中心 O に生ずる磁束密度 B の大きさを求めなさい。なお、真空中の透磁率を μ_0 とする。

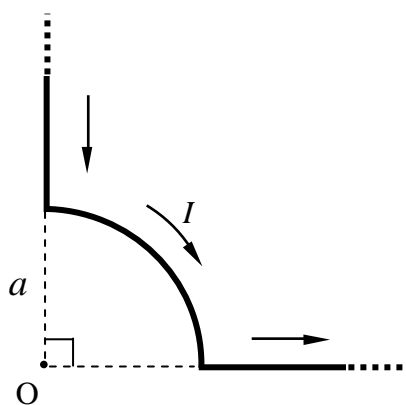


図 2

問題訂正（試験当日にアナウンス済み）

問題 2 「数学(1)」問(1)の 1 行目

上の点 (x_0, y_0, z_0) ($x_0 > 0, y_0 > 0, z_0 > 0$) における

曲面 $\sqrt{x} + \sqrt{y} + \sqrt{z} = 2$ ~~の~~接平面が...