

筑波大学 第三学群 情報学類

平成16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、氏名、受験番号を記入すること。
- 3、 この問題は全部で8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、 問題2から問題7の数学、情報基礎、物理学の計6問から、任意の4問を選択して答えなさい。
- 6、 解答用紙は、
 - (ア) 問題1の外国語（英語）について、1枚（横罫）
 - (イ) 問題2から問題7の数学、情報基礎、物理学の選択問題について各問1枚（横罫）の合計5枚を用いること。
- 7、 解答用紙上部の 欄に問題番号「問題1」および、選択問題については選択した問題番号を記入すること。

問題1 外国語(英語)

(1) 次の英文を読んで以下の問いに答えよ。

Rainforests have the richest bounty of life on our planet. They are shaded environments, often with towering trees, heavy rain and splashes of vibrant color in a sea of greenery. The air is humid and temperatures remain much more stable daily and seasonally, than in any other type of forest. Sometimes described as the earth's lungs, rainforests help supply (ア) and consume a vast amount of (イ) carbon dioxide. A large proportion of the world's medicines, food plants (such as fruits and nuts) and many raw products owe their origins to these forests. It is likely that the fate of humanity is linked to the fate of the rainforest.

(A) In Australia, there is only a tiny area of rainforest scattered in a series of patches near the coast. If all of this continent's rainforests were compacted into one square block, it (イ) only be about 140km by 140km, or much less than 1% of Australia's land area. In spite of this small area, well over (エ) two-thirds of Australia's ferns, bats and butterfly species live in the rainforest and they are often the most spectacular types. Nearly one half of Australia's bird and plant species are also found in the rainforest, as well as an array of reptiles, frogs and freshwater fish. The diversity of insects and flowering plants are also very high in Australia's rainforest, compared to any other kind of habitat. Rainforest often grows on infertile soil. Fast recycling of dead material is an essential part of a very tight nutrient budget. (B) Decomposers like fungi and small soil animals have the job of making nutrients from wood and dead leaves available for plants to use again quickly. (Peter Lik, World Heritage Rainforest より)

vibrant: 活気に満ちた, fate: 運命, fern: シダ, bat: こうもり, reptile: 爬虫類,
habitat: 生息地, infertile: 肥沃でない, nutrient: 栄養の・栄養分, fungi: きのこ

- 1.1 主題となる文をひとつ抜き出せ。またそれを訳せ。
- 1.2 下線部単語(1)、(2)の日本語の意味を記せ。
- 1.3 (ア)、(イ)に入る単語は何か。
- 1.4 本文から、読み取れるオーストラリアの広さについて述べよ。
- 1.5 下線部(A)、(B)を和訳せよ。

(2) 次の文章を英訳せよ。

平面においては2点が与えられればそれらを通る直線がただひとつ定まる。同様に、平面において2つの直線が与えられれば、それらが平行でない限り、交叉する点がただひとつ定まる。

問題2 数学(1)

以下の設問(1), (2)に答えなさい.

- (1) $|x| < 1$ のとき, $\int \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}} = \sin^{-1} x$ を証明しなさい. また, これを用いて $\int_0^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}$ を計算しなさい.

- (2) 次の不等式が成立することを証明しなさい. ただし, $n > 2$ とする.

$$\frac{1}{2} < \int_0^{\frac{1}{2}} \frac{dx}{\sqrt{1-x^n}} < \frac{\pi}{6}$$

問題3 数学 (2)

線形空間 U の 1 次独立なベクトル a_1, a_2, a_3 によって張られる部分空間を V ,
ベクトル $a_1 - a_2, a_2 - a_3, a_3 - a_1$ によって張られる部分空間を W とするとき,
以下の 2 つの問いに答えよ.

- (1) W は V の部分空間であることを示せ.
- (2) W の次元を求めよ.

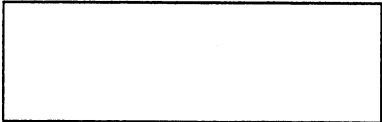
問題4 情報基礎 (1)

0 以上 10 以下の N 個の整数が配列 `data` に格納されている。ただし、配列の添字は 0 から $N-1$ までである。図1は、 $N = 7$ のときの例である。

i	0	1	2	3	4	5	6
data[i]	8	10	0	10	6	5	2

図 1: 配列 `data` の例

これに対して、C 言語で記述された以下の関数 `f` を考える。

```
void f ( ) {  
    int i, j, k, B[11];  
    for (k = 0; k <= 10; k ++)  
        B[k] = 0;  
    for (i = 0; i < N; i ++)  
        B[data[i]] = B[data[i]] + 1;  
    /* ここを「地点 A」とする */  
    i = 0;  
    for (k = 0; k <= 10; k ++) {  
          
    }  
}
```

(1) 配列 `data` が図1の状態の時に関数 `f` を実行する。「地点 A」に到達した時、`B[0]`, `B[1]`, ..., `B[10]` のそれぞれの値は何か書きなさい。

(2) 配列 `B` の各要素は何を表しているか、その意味を言葉で説明しなさい。

(問題 (3) 以降は次のページに記述されている。)

(3) 関数 f により、配列 $data$ に格納されたデータを昇順に整列 (小さい整数が先になるよう並べ換え) したい。たとえば、図 1 の配列に対して関数 f を実行すると、以下の状態になるようにしたい。

i	0	1	2	3	4	5	6
$data[i]$	0	2	5	6	8	10	10

図 2: 関数 f を実行した後の配列 $data$

配列 B を利用して昇順に整列するプログラムとするためには、関数 f の四角の枠の中にどのようなプログラムを書けば良いか、C 言語で記述せよ。

(4) 配列 $data$ に格納されたデータの範囲が 0 以上 10 以下ではなく、0 以上 10000 以下の場合を考える。関数 f をどのように変更すれば、この場合にも、配列 $data$ を昇順に整列することができるか答えなさい。また、この時、変更後の関数 f が使用する記憶領域の量が変更前に比べておよそ何倍になるか理由を付けて答えなさい。

問題5 情報基礎(2)

C言語で書かれた下記のプログラムを読んで、以下の各問に答えよ。ただし、関数 search1 と search2 は、同じ入力に対して同じ出力を返すものとする。

```
int search1(int data[], int value, int left, int right)
{
    int i;
    for (i = left; i <= right; i++)
        if (value == data[i])
            return i;
    return -1;
}
```

```
int search2(int data[], int value, int left, int right)
{
    while (right >= left) {
        int middle = (left + right)/2;
        if (value == data[middle])
            return middle;
        if (value < data[middle])
            right = middle - 1;
        else
            left = middle + 1;
    }
    return -1;
}
```

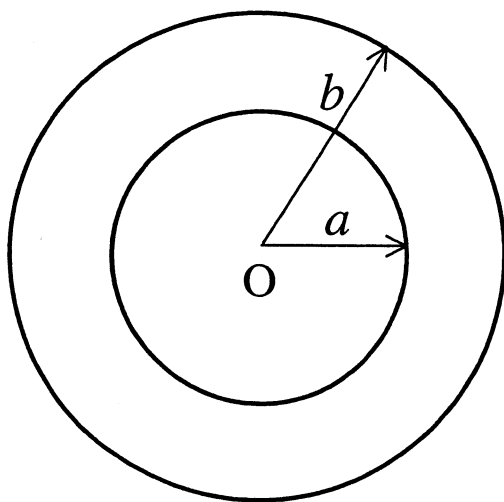
```
main(int argc, char** argv)
{
    int x[] = {1, 2, 3, 4, 5, 6};
    printf("%d\n", search1(x, 3, 0, 5));
    printf("%d\n", search2(x, 3, 0, 5));
}
```

- (1) 関数 search1, search2 はどのような機能を有するか説明せよ。
- (2) このプログラムを実行したときの出力を示せ。
- (3) 関数 search1 と search2 が同じ機能を有するためには、search2 の第一引数 data がある性質を有している必要がある。その性質を説明せよ。
- (4) 関数 search1 と search2 のどちらが高速に動作すると期待されるか、理由を付して説明せよ。

問題6 物理学(1)

図に示すように半径 a と半径 b ($b > a$) の同心球面の導体からなる球殻コンデンサーが真空中に存在する. 設問 (1) から (4) に答えよ. なお, 真空の誘電率は ϵ_0 とする.

- (1) 半径 a の球殻に電荷 Q_a , 半径 b の球殻に電荷 Q_b をそれぞれ与える. このとき, 球の中心 O を原点とする動径方向の座標を r として, $r < a$, $a < r < b$, $b < r$ のそれぞれの領域における電界の大きさ $E(r)$ を求めよ.
- (2) 設問 (1) において, 半径 a の球殻の電位 ϕ_a , 半径 b の球殻の電位 ϕ_b をそれぞれ求めよ.
- (3) 外側の球殻 (半径 b の球殻) を接地したときの静電容量 C を求めよ.
- (4) 内側の球殻 (半径 a の球殻) を接地したときの静電容量 C' を求めよ.



問題7 物理学(2)

下図に示すように、固定点Oから、重さの無視できる長さ r の糸で吊された質量 m の質点がある。質点が最下点Pで静止中に、水平な初速 v_0 を与えて鉛直面内で運動を行わせる。空気の抵抗を無視し、重力加速度 \vec{g} の大きさを g として以下の問いに答えよ。

- (1) 質点が最下点から h の高さにあるときの速さ v を求めよ。
- (2) 質点が最下点から h の高さにあるとき、質点に働く遠心力の大きさの正しい表記は、以下のいずれか。記号(a)~(d)のいずれかで答えよ。

$$(a) m \frac{v}{r} \quad (b) m \frac{v^2}{r} \quad (c) m \frac{v}{r^2} \quad (d) m \frac{v^2}{r^2}$$

- (3) 質点が最下点から h の高さにあるとき、糸に働く張力 \vec{T} の大きさ T を m, g, h, r, v_0 で表せ。
- (4) 質点が点Oの真上の点Qにきたときに糸の張力がなくなるためには、初速 v_0 をどのように選ばねばよいか。また、そのときの質点の、点Qにおける速さ v_1 を求めよ。
- (5) 質点が点Oの真上の点Qにきたときに糸の張力がなくなり、同時に糸が切れて質点は点Oを含む水平面内の点Rに達したという。点Oと点R間の距離ORは、糸の長さ r の何倍か。

