

2021 年度 編入学 者選抜 学力検査

数 学

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで，この問題冊子と解答冊子を開かないでください。
2. 問題は全部で 2 問あります（1 ページ）。
3. 解答冊子の表紙の所定欄に，氏名と受験番号をはっきりと記入してください。
4. 計算用紙は解答冊子の中にとじてあります。
5. 試験中に問題冊子の印刷不明瞭，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等気がついた場合は，静かに手を挙げて監督員に知らせてください。
6. 試験終了後，問題冊子は持ち帰ってください。
7. 試験時間は 60 分です。
8. 問題ごとに配点が記されています。

I 行列 $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ で定まる線形写像

$$f: \mathbb{R}^4 \rightarrow \mathbb{R}^3, \quad f\left(\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix}\right) = A \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix}$$

について、以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問 1 A の階数 $\text{rank } A$ を求めよ.

問 2 f の核 $\text{Ker}(f)$ の基底を求めよ.

問 3 行列 A とその転置 tA の積 $A{}^tA$ が対角化可能かどうか調べ、対角化可能なら $P^{-1}A{}^tAP$ が対角行列となるような直交行列 P を求めよ.

II $-1 \leq x \leq 1$ において、 $f(x) = x \text{Cos}^{-1}x$ とする. ここで、 $\text{Cos}^{-1}x$ は逆余弦関数で、 $\arccos x$ と書くこともある. 以下の問いに答えよ.(配点 50 点)

問 1 $f(x)$ の第 2 次導関数 $f''(x)$ を求めよ.

問 2 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x) - \frac{\pi}{2}x}{x^2}$ を求めよ.

問 3 $\int_0^{\frac{1}{2}} f(x)dx$ の値を求めよ.

問題は、このページで終りである.

2021 年度 編入学者選抜学力検査

英 語

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子と解答冊子を開かないでください。
2. 問題は全部で 2 問あります(1 ページから 5 ページ)。
3. 解答冊子の表紙の所定欄に、氏名と受験番号をはっきりと記入してください。
4. 下書き用紙は解答冊子の中にとじてあります。
5. 試験中に問題冊子の印刷不明瞭、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気がついた場合は、静かに手を挙げて監督員に知らせてください。
6. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。
7. 試験時間は 60 分です。
8. 問題ごとに配点が記されています。
9. 辞書を使用することができます。

Part 1: Reading Comprehension

(60 点)

Read the article below and answer the questions that follow.

著作権保護のため問題文は省略してあります

Source:

Goto, K. (2020, February 12). Scientists make energy with invisible source: Infrared light. *The Asahi Shimbun*. Retrieved from <http://www.asahi.com/ajw/articles/13121370>

(1) According to the article, what are the three components of sunlight? (10 点)

- (A) ultraviolet light, untapped energy, and infrared light
- (B) invisible light, visible light, and hydrogen
- (C) visible light, ultraviolet light, and infrared light
- (D) electricity, visible light, and solar energy
- (E) infrared light, electrons, and metal particles

(2) According to the article, what is the research team currently working toward? (10 点)

- (A) making infrared light visible to people
- (B) applying plants' photosynthesis to power generation
- (C) capturing infrared light through rooftop solar panels
- (D) raising the power generation efficiency of a nanomaterial
- (E) installing special windows at Kyoto University

(3) According to the article, mark each statement True (O) or False (X). (10 点)

- (A) Masanori Sakamoto's project started around 2016.
- (B) Infrared light is used by 46 percent of businesses in Japan.
- (C) Rural areas have hotter surface temperatures than urban areas.
- (D) The absorbed wavelength of light can change.
- (E) The energy conversion efficiency of infrared light is extremely large.

(4) According to the article, how do the researchers propose to create electricity? (10 点)

- (A) by using oxygen as a fuel source
- (B) by utilizing a special nanomaterial
- (C) by reflecting electrons
- (D) by cooling rural areas
- (E) by using less than 1 percent of solar energy

(5) According to the article, what was the research team successful in doing? (10 点)

- (A) using hydrogen as a special material
- (B) making a building from copper sulfide nanometer particles
- (C) developing a laboratory using wind power
- (D) protecting the environment from infrared light damage
- (E) raising the energy conversion efficiency to 3.8 percent in late 2018

(6) According to the article, why is the progress made considered to be remarkable? (10 点)

- (A) because the research team has made unique discoveries
- (B) because of the speed of the progress made in comparison to others
- (C) because energy conversion projects are important for Japan
- (D) because inorganic materials are difficult to use
- (E) because the research team is multinational

Part 2: Writing

(40 点)

Answer the question below.

In your opinion, what are the benefits or limitations of using solar power to generate electricity?
Explain your answer in as much detail as possible. Write about 120 words in English.

2021 年度 編入学者選抜学力検査

情 報

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子と解答冊子を開かないでください。
2. 問題は全部で??問あります（1 ページから??ページ）。
3. 解答冊子の表紙の所定欄に、氏名と受験番号をはっきりと記入してください。
4. 計算用紙/下書き用紙は解答冊子の中にとじてあります。
5. 試験中に問題冊子の印刷不明瞭，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気がついた場合は，静かに手を挙げて監督員に知らせてください。
6. 試験終了後，問題冊子は持ち帰ってください。
7. 試験時間は 60 分です。
8. 問題ごとに配点が記されています。

- I C言語で重連結リストを扱うプログラムを作る。プログラム1は、リストのデータ構造 `Node` の定義とともに、ノードを格納するためのバッファ配列 `node`、および、リストの先頭と末端のノードをそれぞれ指し示す変数 `listHead`, `listTail` を宣言している。リストの各ノードに格納されるデータは、半角英小文字の文字型データを想定している。定数 `MAXNODES` には、メモリ不足や桁あふれが発生しない範囲内の十分に大きい値が設定されていることとする。リスト内の各ノードの前後関係は、ノードに割り当てられた配列要素のインデックスを用いて示し、それぞれ変数 `prev` と `next` に保存する。ただし、インデックス0の配列要素はノードに割り当てず、0をリストの終端を表すために用いる。以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

プログラム 1

```
typedef struct {
    char data;          /* データ */
    int prev;           /* 直前ノードのインデックス */
    int next;           /* 直後ノードのインデックス */
} Node;

Node node[MAXNODES + 1]; /* ノードのバッファ配列 */

int listHead;           /* 先頭ノードのインデックス */
int listTail;           /* 末端ノードのインデックス */
```

問1 プログラム2は、重連結リストに格納されたデータを先頭から順に表示する関数である。空欄(A)にステートメント1を記述したとき、先頭ノードから順にデータを表示するように、空欄(1)を埋めて関数 showList を完成させよ。

プログラム 2

```
void showList(void)
{
    (A)
    while (cur > 0) {
        printf("%c", node[cur].data);
        (1)
    }
    printf("\n");
}
```

ステートメント 1

```
int cur = listHead;
```

問2 プログラム2の空欄(A)にステートメント2を記述したとき、末端ノードから逆順にデータを表示するように、空欄(1)を埋めて関数 showList を完成させよ。

ステートメント 2

```
int cur = listTail;
```

問3 使用メモリ量を節約するために、連結された前後のノードを一つの変数で指し示すことを考える。プログラム3は、各ノードにおいて、前に連結されたノードのインデックスと後に連結されたノードのインデックスを足した値を保存するように、プログラム1からノードのデータ構造 `Node` の定義を変更したものである。例えば、インデックス123のノードとインデックス456のノードの間に挿入されるノードは、123と456を足した値579を変数 `prevnext` に保存する。

プログラム3

```
typedef struct node {
    char data;          /* データ */
    int prevnext;       /* 前後ノードのインデックスを加算 */
} Node;

Node node[MAXNODES + 1]; /* ノードのバッファ配列 */

int listHead;          /* 先頭ノードのインデックス */
int listTail;          /* 末端ノードのインデックス */
```

このデータ構造を用いたリストに格納されたデータを先頭から順に表示するように、プログラム2の空欄(A)と空欄(1)を埋めて関数 `showList` を完成させよ。なお、必要がある場合には、セミコロンで区切った複数のステートメントを一つの空欄内に記述してもよい。

問4 プログラム3で定義したデータ構造のリストに格納されたデータを末端から逆順に表示するように、プログラム2の空欄(A)と空欄(1)を埋めて関数 `showList` を完成させよ。なお、必要がある場合には、セミコロンで区切った複数のステートメントを一つの空欄内に記述してもよい。

問5 プログラム4は、プログラム3で定義されたデータ構造のノードを用いて、入力されたデータをアルファベットの昇順になるようにリストへ挿入する関数である。なお、関数 `getEmptyNode` は、インデックス0以外のバッファ配列要素の中からデータが格納されていないものを探して、そのインデックスを返す関数である。空欄(1)から(6)を埋めて、関数を完成させよ。必要がある場合には、セミコロンで区切った複数のステートメントを一つの空欄内に記述してもよい。

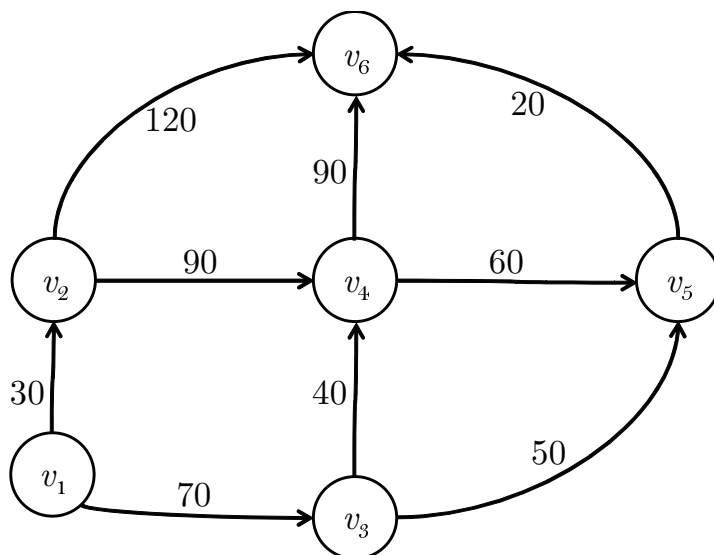
プログラム4

```
void insertNode(char newdata)
{
    int new = getEmptyNode(); /* ノード取得 */
    node[new].data = newdata;

    int prev = 0, next = listHead;
    while (next > 0) {
        if (node[next].data > node[new].data)
            break;
        (1)
    }
    (2)

    if (next > 0) {
        (3)
    }
    if (prev > 0) {
        (4)
    }
    if ((5))
        listHead = new;
    if ((6))
        listTail = new;
}
```

- II 次の重み付き有向グラフ (Weighted directed graph) に関する文章を読み、以下の問いに答えよ．（配点 50 点）



上の図は、重みをもつ有向辺と頂点からなる重み付き有向グラフである．この図では、頂点を v_x 、頂点間の有向辺を $\rightarrow$ 、有向辺の重みを数字で表している．また、頂点間が一つ以上の有向辺で接続されている場合、頂点間に経路が存在するという．例えば、頂点 v_1 から頂点 v_4 の間は、頂点 v_1 から頂点 v_3 への有向辺 $v_1 - v_3$ と頂点 v_3 から頂点 v_4 への有向辺 $v_3 - v_4$ （あるいは有向辺 $v_1 - v_2$ と有向辺 $v_2 - v_4$ ）で接続されており、経路 $v_1 - v_4$ が存在する．

重み付き有向グラフにおいて、始点となる頂点から他のすべての頂点への最小重み経路を求めるアルゴリズムとして、ダイクストラ法 (Dijkstra's algorithm) がある．以下の手順では、始点からの経路が存在する頂点を一か所ずつ選び、その頂点までの経路の重みの加算を行い、始点からの経路が存在するすべての頂点について重みが確定するまで処理をくり返すことで、それらの頂点までの経路の最小重みを求める．

- (1) すべての頂点を「未訪問」とする
- (2) 現在いる頂点 (Current Vertex と呼ぶ) を始点として「訪問済」とする
- (3) 始点から各頂点までの経路の重みを無限大 (∞) とし、始点から始点自身への経路の重みを 0 として記録する (初期状態)
- (4) Current Vertex への有向辺をもつ「未訪問」の頂点が存在しなければ、Current

Vertex に記録されている重みを，始点から Current Vertex までの経路の重みとして確定する

- (5) Current Vertex からの有向辺をもち，かつ「未訪問」であるようなすべての頂点に対し，始点からその頂点までの有向辺をたどる経路の重みの和を計算し，各頂点にすでに記録されている経路の重みより小さければ，経路の重みの数字を上書きして記録する
- (6) 始点からの経路をもち，かつ「未訪問」であるような頂点があれば，始点からその頂点までの経路の重みの和が最小の頂点のうち，添字が最小の頂点を訪問して Current Vertex とし，この頂点を「訪問済」とした上で，手順 (4) に戻る
- (7) 始点からの経路が存在するすべての頂点までの経路の最小重みが確定する（終了状態）

問 1 図の重み付き有向グラフについて，各頂点間の接続関係を表現した隣接行列 A を求めよ．ただし，この隣接行列 A では行成分となる頂点から列成分となる頂点への辺について記述することとする．例えば行列の $(3, 4)$ 成分の要素は頂点 v_3 から頂点 v_4 への辺について表し， $(4, 3)$ 成分の要素は頂点 v_4 から頂点 v_3 への辺について表す．また，行列の要素は，その有向辺が存在する場合を 1，存在しない場合を 0 とする．

問 2 図の重み付き有向グラフについて，各頂点間の辺の重みを表現した隣接行列 B を求めよ．ただし，隣接行列 B の各要素が表す辺は問??と同様とする．また，行列の要素には，その有向辺の重みを記述することとし，有向辺が存在しない頂点間の重みは ∞ ，頂点から頂点自身への辺の重みは 0 とする．

問 3 図の重み付き有向グラフについて，始点 v_1 から頂点 v_x までの経路の最小重みを f_x とするとき，手順 (1)~(7) を用いて， $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$ を求めよ．

問題は，このページで終りである．