２０２６年度第１回法政大学大学院理工学研究科入学者選抜試験
解答又は解答例・出題の意図

試　験　科　目	システム理工学専攻 （経営システム系）　修士課程
経営システム基礎（数学）	

問題１
（出題の意図）
行列を対角化することができ、さらにそれを数列の問題に適用する力をみる。
（解答又は解答例）

(1) 固有方程式を計算する.

$$\det \begin{bmatrix} t & -2 & 1 \\ -2 & t+1 & 0 \\ 4 & 0 & t-1 \end{bmatrix} = t(t^2-9) = 0, \quad t = -3, 0, 3.$$

従って $\lambda_1 = -3, \lambda_2 = 0, \lambda_3 = 3.$

(2) 例えば，各固有ベクトルは次のように与えられる．$\lambda_1 = -3$ に対応する固有ベクトルは

$$\begin{bmatrix} -3 & -2 & 1 \\ -2 & -2 & 0 \\ 4 & 0 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix} = 0$$

なので $v_1 =^t [1, -1, 1].$

$\lambda_2 = 0$ に対応する固有ベクトルは

$$\begin{bmatrix} 0 & -2 & 1 \\ -2 & 1 & 0 \\ 4 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 4 \end{bmatrix} = 0$$

なので $v_2 =^t [1, 2, 4].$

$\lambda_3 = 3$ に対応する固有ベクトルは

$$\begin{bmatrix} 3 & -2 & 1 \\ -2 & 4 & 0 \\ 4 & 0 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ -4 \end{bmatrix} = 0$$

なので $v_3 =^t [2, 1, -4].$

(3) 例えば

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \\ 1 & 4 & -4 \end{bmatrix}, \quad D = \begin{bmatrix} -3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix}, \quad P^{-1} = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 4 & -4 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & -1 \end{bmatrix},$$

とすればよい.

(4) $A^{n-1} = PD^{n-1}P^{-1}$ を用いて計算する．

$$\begin{aligned}
\begin{bmatrix} a_n \\ b_n \\ c_n \end{bmatrix} =& A^{n-1} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \\
=& \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \\ 1 & 4 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} (-3)^{n-1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3^{n-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 4 & -4 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \\
=& \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \\ 1 & 4 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} (-3)^{n-1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3^{n-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \\
=& \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 \\ -1 & 2 & 1 \\ 1 & 4 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} (-3)^{n-1} \\ 0 \\ 3^{n-1} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 \cdot (-3)^{n-1} + 2 \cdot 3^{n-1} \\ -1 \cdot (-3)^{n-1} + 1 \cdot 3^{n-1} \\ 1 \cdot (-3)^{n-1} - 4 \cdot 3^{n-1} \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

問題 2

（出題の意図）

重積分において変数変換をする力をみる。さらに続けて一変数の積分を実行する力をみる。

（解答又は解答例）

(1) $x = r\cos\theta, y = r\sin\theta$ と置くと，D_ϵ は

$$R_\epsilon = \{(r, \theta) \mid \epsilon \le r \le 1, 0 \le \theta \le \frac{\pi}{2}\}$$

に変換される．従って，I_ϵ は

$$I_\epsilon = \iint_{R_\epsilon} r\cos\theta \ \log(r) r \ dr \ d\theta = \iint_{R_\epsilon} r^2 \cos\theta \ \log r \ dr \ d\theta$$

となる．

(2) 二重積分を累次積分にして計算する．

$$\begin{aligned}
I_\epsilon =& \int_\epsilon^1 r^2 \log r \ dr \cdot \int_0^{\pi/2} \cos\theta d\theta \\
=& \left(\left[\frac{r^3}{3} \log r \right]_\epsilon^1 - \int_\epsilon^1 \frac{r^3}{3} \frac{1}{r} \ dr \right) \cdot \left[\sin\theta \right]_0^{\pi/2} \\
=& -\frac{\epsilon^3}{3} \log\epsilon - \left[\frac{r^3}{9} \right]_\epsilon^1 = -\frac{\epsilon^3}{3} \log\epsilon - \frac{1}{9} + \frac{\epsilon^3}{9}.
\end{aligned}$$

従って

$$\lim_{\epsilon \to 0} I_\epsilon = -\frac{1}{9}.$$

２０２６年度第１回法政大学大学院理工学研究科入学者選抜試験
解答又は解答例・出題の意図

試　験　科　目	システム理工学専攻 （経営システム系）　修士課程
データサイエンス（確率・統計）	

問題１
（出題の意図）
連続型確率変数における確率分布の基本的な計算と，その和の分布による計算や密度関数の導出を通じて，確率・統計の基礎的素養を測る．
（解答例）
(1)

$$m_X(t) = E[e^{tX}] = \lambda \int_0^{\infty} e^{-(\lambda - t)x} dx = \frac{\lambda}{\lambda - t}, (t < \lambda)$$

(2)

$$E[X] = \left.\frac{\partial m_X(t)}{\partial t}\right|_{t=0} = \left.\frac{\lambda}{(\lambda - t)^2}\right|_{t=0} = \lambda^{-1}, \qquad E[X^2] = \left.\frac{\partial^2 m_X(t)}{\partial t^2}\right|_{t=0} = \left.\frac{2\lambda}{(\lambda - t)^3}\right|_{t=0} = 2\lambda^{-2}.$$

または,

$$E[X] = \int_0^{\infty} x\,\lambda e^{-\lambda x} dx = \int_0^{\infty} e^{-\lambda x} dx = \lambda^{-1},$$

$$E[X^2] = \int_0^{\infty} x^2 \lambda e^{-\lambda x} dx = 2\int_0^{\infty} x\, e^{-\lambda x} dx = 2\lambda^{-2}$$

より,

$$V[X] = E[X^2] - (E[X])^2 = \lambda^{-2}.$$

(3) $E[S_n] = \sum_{i=1}^{n} E[X_i] = n\lambda^{-1}$. 独立より，$V[S_n] = \sum_{i=1}^{n} V[X_i] = n\lambda^{-2}$.

(4) $f_{S_2}(s) = \int_{-\infty}^{\infty} f_X(x) f_X(s - x)\, dx$ において，被積分関数がゼロではないのは，$0 < x < \infty$，および $0 < s - x < \infty$ のときである．つまり，$0 < x < s$ のときゼロではない．このとき，

$$f_{S_2}(s) = \int_0^{s} \left(\lambda e^{-\lambda x}\right)\left(\lambda e^{-\lambda(s-x)}\right) dx = \lambda^2 e^{-\lambda s} \int_0^{s} dx = \lambda^2 s e^{-\lambda s}.$$

よって,

$$f_{S_2}(s) = \begin{cases} \lambda^2 s e^{-\lambda s}, & s > 0 \\ 0, & s \leq 0 \end{cases}.$$

問題２
（解答又は解答例・出題の意図）
回帰分析を題材として，確率・統計での線形回帰モデルの構築とデータから推定するための推定量の導出を問うことで，数理モデルとデータを正しく扱うことができる能力を測る．
（解答例）
(1) $\frac{\partial S_e}{\partial \beta_0} = 0$ より，$0 = -2\sum_{i=1}^{n}(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i) = -2n(\bar{y} - \beta_0 - \beta_1 \bar{x})$. よって，$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x}$. また，$\frac{\partial S_e}{\partial \beta_1} = 0$ より，$0 = -2\sum_{i=1}^{n}(y_i - \beta_0 - \beta_1 x_i)x_i = -2\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y} + \beta_1 \bar{x} - \beta_1 x_i)x_i = -2\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \bar{y} - \beta_1(x_i - \bar{x})\right)x_i$. よって，$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})x_i}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})x_i}$. 以上から，$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}$，$\hat{\beta}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})x_i}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})x_i} = \frac{S_{xy}}{S_x^2}$.

(2) 前問より，

$\sum_{i=1}^{n}\left(y_i-\left(\hat{\beta}_0+\hat{\beta}_1x_i\right)\right)^2=\sum_{i=1}^{n}\left(y_i-\bar{y}-\frac{S_{xy}}{S_x^2}(x_i-\bar{x})\right)^2=\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2-\frac{2S_{xy}}{S_x^2}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})+\frac{S_{xy}^2}{S_x^4}\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2=nS_y^2-\frac{2nS_{xy}^2}{S_x^2}+\frac{nS_{xy}^2}{S_x^2}=nS_y^2-\frac{nS_{xy}^2}{S_x^2}=nS_y^2-nr_{xy}^2S_y^2=nS_y^2\left(1-r_{xy}^2\right).$

(3) $\varepsilon_1\sim N(0,\sigma^2)$ より，

$$Y_1=\beta_0+\beta_1x_1+\varepsilon_1\sim N(\beta_0+\beta_1x_1,\sigma^2).$$

このとき，$E[Y_1]=\beta_0+\beta_1x_1$，$V[Y_1]=\sigma^2$.

(4) $\bar{x}=0,\ \bar{y}=1,\ S_x^2=(2^2+1^2+0^2+1^2+2^2)/5=2,\ S_y^2=(3^2+1^2+0^2+1^2+3^2)/5=4,$ $S_{xy}=(6+1+0+1+6)/5=2.8.$ $\hat{\beta}_0=1$，$\hat{\beta}_1=2.8/2=1.4$．$r_{xy}^2=2.8^2/(2\times4)=7.84/8=0.98.$

問題３

（解答又は解答例・出題の意図）

確率・統計の応用的な問題である極値を題材とすることで，観測されるデータの特性に合わせた数理モデルの構築に対する正しい理解とその計算力を測る.

（解答例）

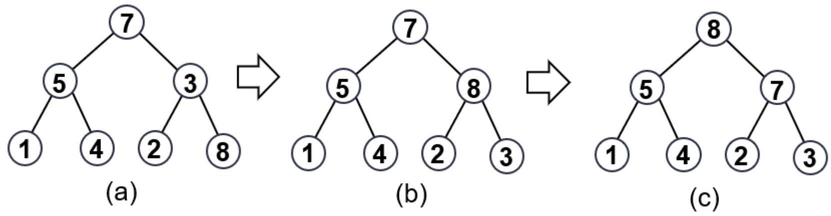
(1) $F_{X_{(n)}}(x)=\Pr\left(X_{(n)}\le x\right)=\Pr\left(X_{(1)}\le x,\dots,X_{(n)}\le x\right)=\{F_X(x)\}^n.$

(2) $F_{X_{(1)}}(x)=\Pr\left(X_{(1)}\le x\right)=1-\Pr\left(X_{(1)}>x\right)=1-\Pr\left(X_{(1)}>x,\dots,X_{(n)}>x\right)=1-\{1-F_X(x)\}^n.$

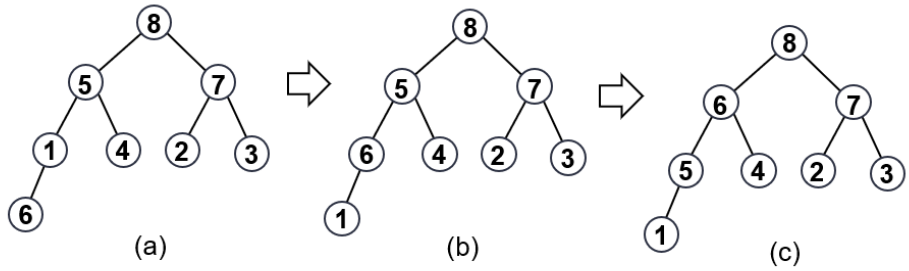
２０２６年度第１回法政大学大学院理工学研究科入学者選抜試験
解答又は解答例・出題の意図

試　験　科　目	システム理工学専攻 （経営システム系）　修士課程
計画数理	

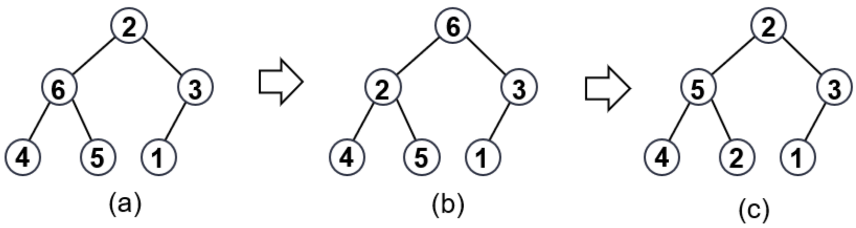
問題１
（出題の意図）データ構造の基礎概念であるヒープについて正しく理解しているかを問う．特にヒープにノードを追加したり削除したりすることにより，新たなヒープを正しく構築できるかどうかをみる．
（解答例）
(1) ヒープ A の最後の葉の位置にノード 8 を追加することにより，(a)の二分木を得る．さらに，親ノードの値が子ノードの値よりも大きくなるよう，葉から根の方向に順次ノードを入れ替えていくと，(b)を経て最終的にヒープ(c)を得る．



(2) (1)で得たヒープの最後の葉の位置にノード 6 を追加することにより，(a)の二分木を得る．さらに，親ノードの値が子ノードの値よりも大きくなるよう，葉から根の方向に順次ノードを入れ替えていくと，(b)を経て最終的にヒープ(c)を得る．



(3) ヒープ B のノード 7 を取り出して，ノード 2 を根に移したのが(a)の二分木である．さらに，(a)において親ノードの値が子ノードの値よりも大きくなるよう，根から葉の方向に順次ノードを入れ替えていくと，(b)を経て最終的にヒープ(c)を得る．



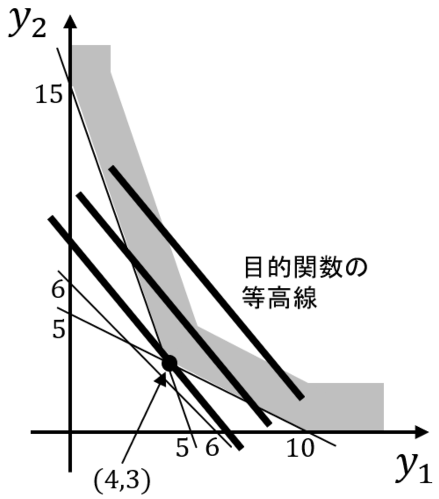
問題２
（出題の意図）現実の問題を線形計画問題として正しく記述できるかを問う．また，双対定理について正しく理解し，それを活用できるかどうかをみる．
（解答例）
(1) 定式化された線形計画問題は次のとおり．

$$
\begin{array}{ll}
\max & 6x_1 + 10x_2 + 15x_3 \\
\text{s.t.} & x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 120 \\
& x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 100 \\
& x_1, x_2, x_3 \geq 0
\end{array}
$$

(2) 双対問題は次のとおり．

$$
\begin{array}{ll}
\min & 120y_1 + 100y_2 \\
\text{s.t.} & y_1 + y_2 \geq 6 \\
& y_1 + 2y_2 \geq 10 \\
& 3y_1 + y_2 \geq 15 \\
& y_1, y_2 \geq 0
\end{array}
$$

(3) 双対問題は 2 変数なので，図を描いて解ける．実際，図示すると以下のとおり．



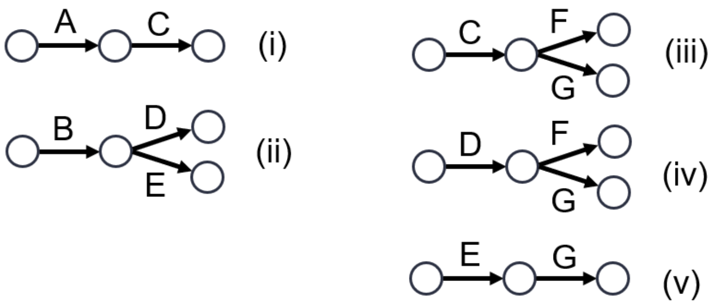
図より双対問題の最適解は(4,3)であり，最適値は$120 \times 4 + 100 \times 3 = 780$ である．よって，強双対定理より(1)の最適値も 780 である．（最適解は$(x_1, x_2, x_3) = (0,36,28)$であるが解答の必要なし．）

問題 3

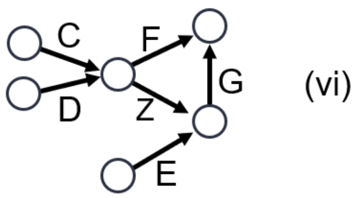
（出題の意図）OR 技法の一つである PERT を用いてプロジェクトの管理・分析ができるかどうかをみる．特に，アローダイヤグラムを構築することにより，プロジェクトの工期とクリティカルパスを正しく計算できるかどうかを評価する．

（解答例）

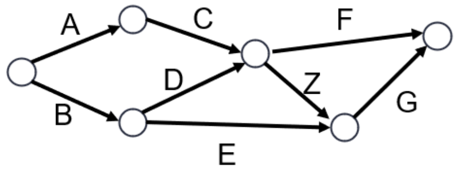
(1) それぞれの作業に対するアローダイヤグラムの部分グラフを書き出すと，



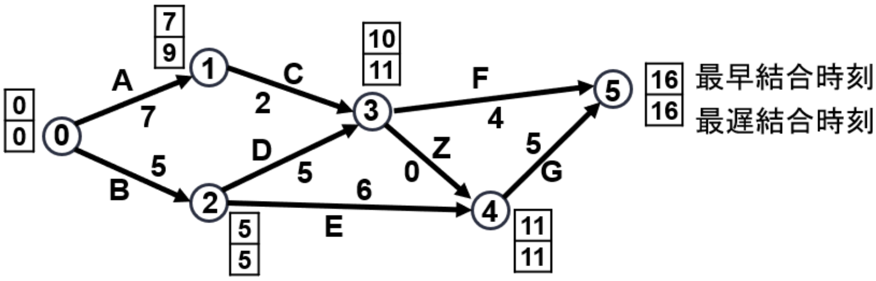
ここで，(iii),(iv),(v)を組み合わせると，ダミー作業 Z を用いて部分グラフ



を得る．さらに，(vi)に(i)と(ii)を組み合わせることにより，以下のアローダイヤグラムを得る．



(2) アローダイヤグラムの各時点に最早結合時刻を書き足していくことにより，工期は 16 日であることが分かる．



『時点⓪の最早結合時刻＋作業 B の所要日数＝時点②の最遅結合時刻』であるので，作業 B はクリティカルである．このようにクリティカルな作業は他に E と G であるので，クリティカルパスは，B → E → G である．

２０２６年度第１回法政大学大学院理工学研究科入学者選抜試験
解答又は解答例・出題の意図

試　験　科　目	システム理工学専攻 （経営システム系）　修士課程
プログラミング	

問題１

（出題の意図）基本的な入出力処理や，二次元配列を用いた行列の計算を行うプログラムの実装能力を判定する．堅牢なプログラムが書けるかどうか，コンパイル時だけでなく，実行時にもエラーなく動作するコードが書けるかどうかも評価する．

（解答例：C 言語の例）

(1)

```
int COO (double A[ROW_MAX][COL_MAX], int nrow, int ncol,
  double val[], int row[], int col[]) {
  int nnz = 0;

  for (int i = 0; i < nrow; i++) {
    for (int j = 0; j < ncol; j++) {
      if (A[i][j] != 0.0) {
        val[nnz] = A[i][j];
        row[nnz] = i;
        col[nnz] = j;
        nnz++;
      }
    }
  }
  return nnz;
}
```

```
#define ROW_MAX 100
#define COL_MAX 100
#define NNZ_MAX (ROW_MAX * COL_MAX)
```

(2)

```
int main (void) {
  double A[ROW_MAX][COL_MAX], val[NNZ_MAX];
  int    row[NNZ_MAX], col[NNZ_MAX], row_idx[ROW_MAX+1];
  int    nrow, ncol, nnz;

  // 入力ファイルを開く
  FILE *fp = fopen(IN_FILE, "r");
  if (fp == NULL) {
    perror(IN_FILE);
    return 1;
  }
  // 行数・列数の読み込みと各要素の読み込み
  fscanf(fp, "%d %d", &nrow, &ncol);
  for (int i = 0; i < nrow; i++) {
    for (int j = 0; j < ncol; j++) {
      fscanf(fp, "%lf", &A[i][j]);
    }
  }
  fclose(fp);
  // COO形式で圧縮
  nnz = COO(A, nrow, ncol, val, row, col);
  // 圧縮結果を標準出力に出力
  printf("val col row Nnz = %d¥n", nnz);
  for (int i = 0; i < nnz; i++) {
    printf("%g %d %d¥n", val[i], row[i], col[i]);
  }
  return 0;
}
```

```
#define IN_FILE "input.txt"
```

(3)

```
int CRS (double A[ROW_MAX][COL_MAX], int nrow, int ncol,
  double val[], int row_idx[], int col[]) {
  int nnz = 0;

  for (int i = 0; i < nrow; i++) {
    row_idx[i] = nnz;
    for (int j = 0; j < ncol; j++) {
      if (A[i][j] != 0.0) {
        val[nnz] = A[i][j];
        col[nnz] = j;
        nnz++;
      }
    }
  }
  row_idx[nrow] = nnz;

  return nnz;
}
```

２０２６年度第１回法政大学大学院理工学研究科入学者選抜試験
解答又は解答例・出題の意図

試　験　科　目	
プログラミング	システム理工学専攻 （経営システム系）　修士課程

問題２
（出題の意図）プログラミングにおける基本的な概念や用語に対する理解度を測り，代入・制御などプログラムの基本動作を正しく理解し，それらを適切に実装できるかどうかを測る.

（解答例：実装例は C 言語）
(1) コンパイラ（compiler）とは，高水準言語で書かれたプログラム全体を機械語プログラムに変換するプログラムであり，インタプリタ（interpreter）とは，高水準言語で書かれたプログラムを直接解釈し，逐次的に実行するプログラムである.
　コンパイラは，機械語に変換したプログラムを実行するため，実行速度が速い利点がある一方，コンパイルに時間がかかり，デバックがしにくい難点がある．一方インタプリタは，プログラムを逐次的に解釈して実行するため，実行速度は遅いが，デバッグが容易である.

(2) 固定長配列（fixed-length array）とは，配列の長さがコンパイル時に決定される配列であり，実行時に配列のサイズは変更できない．以下は，固定サイズ 10 の整数型配列を，スタック領域や静的領域に宣言・確保する例である.

```
int arr[10];
```

動的配列（dynamic array）とは，配列の大きさを実行時に指定して確保する配列である．以下の例では，サイズ n の整数型配列を動的に確保している.

```
int *arr = (int *)malloc(sizeof(int) * n);
```

処理が終わり，配列が不要になり次第，すみやかに下記のような開放操作が必要である.

```
free(arr);
```

(3) 代入文（assignment statement）とは，変数に値を代入する文であり，以下は整数型の代入の例である.

```
int x = y * 10 + 3;
```

多くのプログラミング言語では代入文は=を用い，右から左方向に演算を行うが，R など一部の言語では別の演算子を用いて逆方向の演算が可能なものもある.
　制御文（control statement）とは，プログラムの実行の流れを制御する文であり，条件分岐やループなど，if，switch，for，while などが該当し，以下は if 文による条件分岐の例である.

```
if (x > 0) {
      printf("x is positive¥n");
} else {
      printf("x is not positive¥n");
}
```