

## K. 管理工学

### K1.(数学1)

#### 出題の意図

線形代数の基礎的な知識を確認するために、対称行列の直交行列による対角化に関する問題を出題した。また、凸集合と凸関数の定義を理解しているかを確認するために、基礎的な証明問題を出題した。

#### 解答例

(1) (i) 固有値 0, 固有ベクトル  $t \begin{bmatrix} 1 \\ -2 \\ 1 \end{bmatrix}$  ( $t \neq 0$  は任意定数)

(ii) 
$$P = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} & 0 & -\frac{2}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{6} \end{bmatrix}, D = \begin{bmatrix} 12 & 0 & 0 \\ 0 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(iii) 
$$\begin{bmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \end{bmatrix}$$

(2) (i) 省略

(ii) 省略

## K2(数学2)

### 出題の意図

連続確率変数の和および独立性に関する性質についての基本的理解および応用力を問う問題を出題した。

### 解答例

(1) (i) 省略

(2) (i) 2

(ii)  $\frac{7}{8}$

(iii) 以下で定義される関数 $g$ :

$$g(x) = \begin{cases} 2e^{-\frac{1}{2}x} - (x+2)e^{-x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}$$

### K3(統計)

#### 出題の意図

正規分布に基づく標本平均の分布、区間推定、仮説検定や、最尤推定量、重回帰分析における最小2乗推定量、主成分分析といった統計学における基礎的知識を問う問題を出題した。

#### 解答例

- (1) (i) 期待値： $\mu$     分散： $\frac{\sigma^2}{n}$     分布： $N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right)$
- (ii)  $\left(\bar{x} - 1.960 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{x} + 1.960 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$
- (iii)  $\frac{\sqrt{n}(\bar{x} - \mu_0)}{\sigma} > 1.645$
- (iv)  $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T y$
- (2) (i) 基本的な点推定量である最尤推定量についての知識を問う問題である。
- (ii) 代表的な多変量解析法の一つである主成分分析についての知識を問う問題である。

## K4.(オペレーションズ・リサーチ)

### 出題の意図

線形計画問題に関する知識と基礎的な計算能力を測ること、およびオペレーションズ・リサーチにおける基本的な用語や概念の理解を確認することを目的とした出題である。

### 解答例

(1) (i) (ア): (5,4) (イ): 53

(ii) (ウ): 2 (エ): 0.5 ただし、(ウ)と(エ)は逆でもよい。

$$\begin{array}{ll} \text{(iii)} & \text{minimize } 13y_1 + 14y_2 + 6y_3 \\ & \text{subject to } y_1 + 2y_2 + y_3 \geq 5 \\ & \quad \quad \quad 2y_1 + y_2 \geq 7 \\ & \quad \quad \quad y_1, y_2, y_3 \geq 0 \end{array}$$

(iv) (オ): (3,1,0) (カ): 53

(v) 与えられた線形計画問題の例題を、現実問題と関連付けて解釈する能力を測ることを目的とした出題である。

(2) (i) PERTに関わる重要概念の理解と基礎知識を問うことを目的とした出題である。

(ii) 待ち行列理論に関わる重要概念の理解と基礎知識を問うことを目的とした出題である。

## K5.(経営)

### 出題の意図

ポートフォリオ理論、コーポレートファイナンス、デリバティブというファイナンスの重要領域から基礎力を確認する問題を出題した。

### 解答例

- (1) (i)  $\frac{\sigma^2}{n}$
- (ii)  $\frac{0.7\sigma^2}{n} + 0.3\sigma^2$
- (iii) 上記の問題より、相関がない場合には保有銘柄数を増やすことでリスクを減らすことができる。また資産間に相関がある場合には、固定のリスクが残るため、相関が低い資産に投資することが重要である。これを分散化という。
- (2) 1円
- (2) 500円、割安であるため購入するべき

## K6.(経済)

### 出題の意図

寡占競争とマッチングに関するモデルの分析能力を問う問題を出題した。

### 解答例

(1) (i)

$$q_1^* = \frac{1 - (2 - k)c}{3}, \quad q_2^* = \frac{1 + (1 - 2k)c}{3}$$

(ii)

$$\frac{(1 - (2 - k)c)^2}{9}$$

(iii)  $1 < k < 2$  のとき  $c$  に関して減少、 $2 < k < 3$  のとき  $c$  に関して増加 ( $k = 2$  のときは  $c$  に関して一定)。理由については  $c$  の変化が利潤に対して与える正負の影響を考察できているかを問うている。

(2) 存在する。 $w_2$  は真の選好を表明すると  $m_1$  と結婚するが、例えば選好を  $(m_3, m_4, m_1, m_2)$  と表明することにより  $m_3$  と結婚できる。

## K7.(情報)

### 出題の意図

ソーティングおよび探索問題を通して、アルゴリズムに関する基礎知識、プログラムの読解力、計算量の理解力を問う問題を意図している。

### 解答例

- (1) (i) (ア) 分割統治法  
(イ) 整列済み  
(ウ) 再帰

- (ii) [13, 81]  
[4, 38]  
[4, 13, 38, 81]  
[22, 69]  
[41, 43]  
[22, 41, 43, 69]  
[4, 13, 22, 38, 41, 43, 69, 81]

- (iii) 時間的計算量:  $O(N \log_2 N)$

要素数が  $N$  個の配列をマージソートする計算量を  $T(N)$  とした場合、マージソートの計算量は下記の式で表せる。

$$T(N) = 2T\left(\frac{N}{2}\right) + O(N)$$

$O(N)$  はマージ操作にかかる計算量である。これを解くことにより、マージソートの計算量は  $O(N \log_2 N)$  と求まる。

- (2) (a) 配列  $x$  の先頭要素  $x[0]$  から順番に、各要素をキー  $k$  と比較する。一致した場合、終了。一致しない場合、配列の最後の要素かどうかを調べる。最後の要素であった場合、キー  $k$  は存在していないと判断し、終了。最後の要素でない場合、次の要素とキー  $k$  との比較を続ける。
- (b) 配列  $x$  を事前に昇順にソートする。配列  $x$  の中央値 ( $x[\text{中央}]$ ) とキー  $k$  を比較し、下記の3パターンに分けて処理を行う。
- (1) キー  $k$  が  $x[\text{中央}]$  と一致する場合、終了。
  - (2) キー  $k$  が  $x[\text{中央}]$  より小さい場合、配列の左半分 ( $x[0]$  から  $x[\text{中央}-1]$ ) を対象として、同様に比較を行う。
  - (3) キー  $k$  が  $x[\text{中央}]$  より大きい場合、配列の右半分 ( $x[\text{中央}+1]$  から  $x[N-1]$ ) を対象として、同様に比較を行う。
- キー  $k$  と一致する  $x[\text{中央}]$  が見つかるまで上記を繰り返す。探索範囲が存在しなくなった場合、キー  $k$  が配列に存在しないと判断し、終了。
- (c) (1)(2)の手順に従って行う。なお、データの衝突はないものとする。
- (1) 事前にハッシュ関数を用いて、各データを配列  $x$  の対応する要素番号

$index$ に格納する。すなわち、 $index = \text{ハッシュ関数(データ)}$ より要素番号を計算し、 $x[index] = \text{データ}$ として格納する。

(2) 検索したいキー $k$ に対しても同様にハッシュ関数を用いて要素番号を計算する。すなわち、 $i = \text{ハッシュ関数(キー)}$ よりキー $k$ に対応する要素番号 $i$ を計算し、 $x[i]$ とキー $k$ が一致するかどうかを調べる。一致した場合、キー $k$ は存在しており、一致しない場合、キー $k$ は存在していないと判断する。

## K8.(人間工学)

### 出題の意図

(1) ワークロードに関する基本的な問題であり、NASA-TLXIによる評価と低いワークロードが作業者にもたらす影響について問う問題である。(2) 状況認識(Situation Awareness)に関する基本的な問題であり、状況認識とは何か、さらに状況認識のレベル1、レベル2、レベル3の特徴を理解できているかを確認する問題である。

### 解答例

- (1) (i) 制御操作卓Aに関するWWL得点：  
 $5 \times 80 + 1 \times 20 + 3 \times 60 + 2 \times 50 + 3 \times 60 \div 20 = 900$   
 $900 \div 15 = 60$

制御操作卓Bに関するWWL得点：  
 $5 \times 60 + 1 \times 40 + 3 \times 50 + 2 \times 40 + 3 \times 50 + 1 \times 30 = 750$   
 $750 \div 15 = 50$

よって、ある被験者の制御操作卓に関するワークロードは、  
制御操作卓A > 制御操作卓B  
と推定される。

- (ii) ワークロード(作業負荷)は低ければ良いという単純なものではなく、「適切なレベル」であることが重要であり、基本的な考え方となる。ワークロードが低すぎる状態にあると、単調作業となったり、退屈・眠気などを誘発し、その結果として、注意力低下、ミス、モチベーション低下などが生じる。このような状態は、作業者にとっては必ずしも適当でない。

- (2) 「状況認識(Situation Awareness, SA)」とは、ある環境や場面において「何が起きているのか」「何が重要なのか」「これから何が起こりそうか」を把握・理解する能力を指す。これは特に安全性や迅速な意思決定が求められる分野(例えば、航空機、医療、自動運転など)で非常に重要とされている。

図中の(a)は状況認識のレベル1に該当し、「環境要素の知覚」であ

る。(状況認識の第一段階で、関連する環境の状態、特性およびその時間的な変化を知覚する、環境の中の重要な情報を検出・収集する)

図中の(b)は状況認識のレベル2に該当し、「現状の理解」である。(レベル1で得られた要素の特性を組合せ、周りの環境の全体像を把握し、対象と起こっている事柄の意味を理解する、収集した情報を意味づけし、現在の状態がどういう状態なのかを理解する)

図中の(c)は状況認識のレベル3に該当し、「将来状況の予測」である。(レベル1およびレベル2で得られた環境要素の状態と時間的変化およびそれらの理解に基づいて、環境要素の将来を予測する、現在の状況から、次に何が起こるかを予測し、先を見越した判断や行動につなげる)

## K9.(インダストリアル・エンジニアリング)

### 出題の意図

(1) 経済性工学に関する知識を問う問題で、排反案の中から無資格案となる案を判定し、残された案に対して、追加効率を求める基礎的な知識を問う問題である。(2) IEに関する知識を問う問題で、時間研究における重要な概念となる標準時間について、その定義と算出方法を問う基礎的な問題である。

### 解答例

(1) C案

(2) 標準時間とは、熟練した作業者が、適正な作業条件のもとで、普通の作業速度で作業を行った場合に必要とされる時間のことを示す。

標準時間の算出方法は、以下の通りである。

標準時間＝基本時間＋余裕時間

なお、基本時間＝観測時間 × レイティング係数

以上。