令和８年度

筑波大学大学院
理工情報生命学術院
システム情報工学研究群
社会工学学位プログラム
サービス工学学位プログラム
博士前期課程（一般入学試験　　８月期）

試験問題　$\boxed{\text{専門科目}}$

令和７年８月２１日

筑波大学大学院　理工情報生命学術院　システム情報工学研究群
博士前期課程　社会工学学位プログラム　サービス工学学位プログラム
令和８年度入学試験　学力検査問題
令和７年８月２１日実施

専門科目

(1) この冊子には下表に示す３つの出題分野の問題が含まれています．社会工学学位プログラムの受験者はその中から１つの出題分野を選択して解答しなさい．サービス工学学位プログラムの受験者は数学の問題に解答しなさい．

(2) 各答案用紙の上部に，必ず受験番号を記入しなさい．

(3) 解答の初めに，必ず出題分野と問題番号（例えば，数学 I. ）を示しなさい．問題ごとに別の答案用紙に解答しなさい．

出題分野
数学
ミクロ経済学
都市・地域計画

University of Tsukuba
Graduate School of Science and Technology
Degree Programs in Systems and Information Engineering
Policy and Planning Sciences / Service Engineering
ENTRANCE EXAMINATION
August 21, 2025

Major Subjects

(1) This package contains problems from the 3 subject areas shown in the following table. Applicants for the Master's Program in Policy and Planning Sciences should choose one subject area to answer. Applicants for the Master's Program in Service Engineering should answer the problems in Mathematics.

(2) Write your application number on the top of each answer sheet.

(3) Write the subject area and the problem number (e.g., Mathematics I.) on the top of your answer. Use a separate answer sheet for each problem.

Subject Areas
Mathematics
Microeconomics
Urban and Regional Planning

数学

問題 I と II の両方に答えよ．問題ごとに別々の答案用紙を使用せよ．
以下では，実数全体の集合を $\mathbb{R}$ とする．

I. $a \in \mathbb{R}$ を定数とし，次の 3 つの 3 次元実ベクトルを考える．

$$\boldsymbol{v}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{v}_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{v}_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ a \\ 1 \end{pmatrix}.$$

行列 $A = (\boldsymbol{v}_1\ \boldsymbol{v}_2\ \boldsymbol{v}_3) \in \mathbb{R}^{3\times 3}$ を，ベクトル $\boldsymbol{v}_1$, $\boldsymbol{v}_2$, $\boldsymbol{v}_3$ を列ベクトルとする行列とする．
以下の問い (1)–(7) に答えよ．

(1) $a = 0$ の場合, 行列 A の固有値を重複も含めてすべて求めよ．

(2) ベクトル $\boldsymbol{v}_1, \boldsymbol{v}_2, \boldsymbol{v}_3$ が一次独立となるための a の条件を求めよ．

(3) 行列 $G = {}^tAA \in \mathbb{R}^{3\times 3}$ を求めよ．ここで，${}^tA$ は A の転置行列を表す．

(4) $a = 1$ の場合, 行列 G の固有値を重複も含めてすべて求めよ．

(5) 行列 G の成分 g_{ij} をベクトル $\boldsymbol{v}_i$ と $\boldsymbol{v}_j$ を用いて表すことにより, 行列 G が対称行列となることを説明せよ．

(6) 列ベクトル $\boldsymbol{w} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^3$ に対し, ベクトル $\boldsymbol{q} = x\boldsymbol{v}_1 + y\boldsymbol{v}_2 + z\boldsymbol{v}_3 \in \mathbb{R}^3$ を定める．このとき, 2 次形式 ${}^t\boldsymbol{w}G\boldsymbol{w}$ を $\boldsymbol{q}$ を用いて表せ．ここで，${}^t\boldsymbol{w}$ は $\boldsymbol{w}$ の転置ベクトルを表す．

(7) ゼロベクトルでないすべての $\boldsymbol{w} \in \mathbb{R}^3$ について ${}^t\boldsymbol{w}G\boldsymbol{w} > 0$ となるための条件を a を用いて表せ．

II. 以下の関数 $f : \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}$ を考える.

$$f(x,y) = \begin{cases} \dfrac{x^2 y}{x^2+y^2} & ((x,y) \neq (0,0) \text{ のとき}), \\ 0 & ((x,y) = (0,0) \text{ のとき}). \end{cases}$$

以下の問い (1) と (2) に答えよ.

(1) 関数 f の原点 $(0,0)$ における微分可能性を以下の手順で確かめよ.

(a) 以下で与えられる，原点 $(0,0)$ における偏微分係数 $f_x(0,0)$, $f_y(0,0)$ を以下の定義を用いて求めよ.

$$f_x(0,0) = \lim_{h \to 0} \frac{f(h,0) - f(0,0)}{h}, \quad f_y(0,0) = \lim_{k \to 0} \frac{f(0,k) - f(0,0)}{k}.$$

(b) $(h,k) \neq (0,0)$ であるとき，$\varepsilon(h,k) = f(h,k) - f(0,0) - f_x(0,0)h - f_y(0,0)k$ を求めよ.

(c) (b) で求めた $\varepsilon(h,k)$ について, 極限

$$\lim_{(h,k)\to(0,0)} \frac{\varepsilon(h,k)}{\sqrt{h^2+k^2}}$$

を，以下のそれぞれの場合について求めよ.

(i) $k = |h|$ として $h \to 0$ とする場合.

(ii) $k = h^2$ として $h \to 0$ とする場合.

(d) 以上の結果から，関数 f が原点において全微分可能であるか，理由も含めて述べよ.

(2) 以下のように領域 $D \subseteq \mathbb{R}^2$ が与えられている.

$$D = \left\{ (x,y) \mid x^2 + y^2 \leq 1 \right\}.$$

以下の 2 重積分の値を，極座標変換 $x = r\cos\theta, y = r\sin\theta$ $(r \geq 0, 0 \leq \theta \leq 2\pi)$ により求めることを考える.

$$\iint_D f(x,y)\, dx\, dy. \tag{P}$$

(a) 関数 $f(x,y)$ の極座標変換後の関数 $g(r,\theta)$ を求めよ.

(b) (a) で求めた $g(r,\theta)$ について,

$$\lim_{r\to 0} g(r,\theta)$$

の値を求めよ．ただし，r が 0 に近づく過程で， θ は必ずしも特定の値に固定されず，$0 \leq \theta \leq 2\pi$ の範囲で，任意の値に変化してよいものとする.

(c) 以上の結果から，関数 f が原点において連続であるか，理由も含めて述べよ.

(d) 変数変換 $x = r\cos\theta$, $y = r\sin\theta$ のヤコビアンを求めよ.

(e) 2 重積分 (P) を極座標変数 (r,θ) に関する 2 重積分として表せ.

(f) 2 重積分 (P) の値を求めよ.

Mathematics

Please answer both problems I and II. Use a separate answer sheet for each problem. Let $\mathbb{R}$ denote the set of all real numbers in what follows.

I. Let $a \in \mathbb{R}$ be a constant. Consider the following three 3-dimensional real vectors:

$$\boldsymbol{v}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{v}_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{v}_3 = \begin{pmatrix} 0 \\ a \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Let $A = (\boldsymbol{v}_1 \ \boldsymbol{v}_2 \ \boldsymbol{v}_3) \in \mathbb{R}^{3\times 3}$ be the matrix whose column vectors are $\boldsymbol{v}_1, \boldsymbol{v}_2$, and $\boldsymbol{v}_3$. Answer the following questions (1)–(7).

(1) Find all the eigenvalues of matrix A including their multiplicities in the case $a = 0$.

(2) Find the condition of a such that $\boldsymbol{v}_1, \boldsymbol{v}_2$, and $\boldsymbol{v}_3$ are linearly independent.

(3) Find the matrix $G = {}^t\!AA \in \mathbb{R}^{3\times 3}$. Here, ${}^t\!A$ denotes the transpose of A.

(4) Find all the eigenvalues of matrix G including their multiplicities in the case $a = 1$.

(5) Explain why matrix G is symmetric by representing the component g_{ij} of matrix G in terms of the vectors $\boldsymbol{v}_i$ and $\boldsymbol{v}_j$.

(6) Define $\boldsymbol{w} = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^3$ and $\boldsymbol{q} = x\boldsymbol{v}_1 + y\boldsymbol{v}_2 + z\boldsymbol{v}_3 \in \mathbb{R}^3$. Express the quadratic form ${}^t\boldsymbol{w}G\boldsymbol{w}$ using the vector $\boldsymbol{q}$. Here, ${}^t\boldsymbol{w}$ denotes the transpose of $\boldsymbol{w}$.

(7) Find the condition of a such that ${}^t\boldsymbol{w}G\boldsymbol{w} > 0$ holds for all nonzero vectors $\boldsymbol{w} \in \mathbb{R}^3$.

II. Consider the function $f : \mathbb{R}^2 \to \mathbb{R}$ defined by

$$f(x, y) = \begin{cases} \dfrac{x^2 y}{x^2 + y^2} & \text{if } (x, y) \neq (0, 0), \\ 0 & \text{if } (x, y) = (0, 0). \end{cases}$$

Answer the following questions (1) and (2).

(1) Examine the differentiability of f at the origin $(0, 0)$ according to the following steps.

(a) Compute the partial derivatives $f_x(0, 0)$ and $f_y(0, 0)$ at the origin $(0, 0)$ using the following definitions:

$$f_x(0, 0) = \lim_{h \to 0} \frac{f(h, 0) - f(0, 0)}{h}, \quad f_y(0, 0) = \lim_{k \to 0} \frac{f(0, k) - f(0, 0)}{k}.$$

(b) Compute $\varepsilon(h, k) = f(h, k) - f(0, 0) - f_x(0, 0)h - f_y(0, 0)k$ when $(h, k) \neq (0, 0)$.

(c) For $\varepsilon(h, k)$ obtained in (b), evaluate the limit

$$\lim_{(h,k) \to (0,0)} \frac{\varepsilon(h, k)}{\sqrt{h^2 + k^2}}$$

for each of the following cases:

(i) when $k = |h|$ and $h \to 0$,

(ii) when $k = h^2$ and $h \to 0$.

(d) Based on the above results, determine whether f is totally differentiable at the origin, providing a justification for your conclusion.

(2) Let the region $D \subseteq \mathbb{R}^2$ be defined by

$$D = \left\{ (x, y) \mid x^2 + y^2 \leq 1 \right\}.$$

We consider evaluating the following double integral by polar coordinate transformation:

$$\iint_D f(x, y)\, dx\, dy, \tag{P}$$

where the transformation is given by $x = r\cos\theta, y = r\sin\theta$ $(r \geq 0, 0 \leq \theta \leq 2\pi)$.

(a) Find the expression $g(r, \theta)$ of the function $f(x, y)$ in polar coordinates.

(b) For the function $g(r, \theta)$ obtained in (a), evaluate the limit

$$\lim_{r \to 0} g(r, \theta).$$

Here, we assume that, as r approaches 0, θ is not necessarily fixed at a specific value, and may vary to take any value in the range $0 \leq \theta \leq 2\pi$.

(c) Based on the above results, determine whether f is continuous at the origin, providing a justification for your conclusion.

(d) Compute the Jacobian of the transformation $x = r\cos\theta, y = r\sin\theta$.

(e) Rewrite the double integral (P) as an double integral in terms of the polar variables (r, θ).

(f) Evaluate the double integral (P) .

ミクロ経済学

問題IとIIの両方に答えよ．問題ごとに別々の答案用紙を使用せよ．

I. ある企業は X 財を生産している．生産に要する総費用は生産量 x に依存し，

$$c(x) = \frac{1}{2}x^2 + x + 10$$

によって与えられるとする．

他方，ある消費者は当初所得として 50 の量の貨幣を保有しており，その貨幣の一部を使い，X 財を購入する．消費者の効用は消費量 x と手元に残る貨幣量 y に依存し，

$$u(x, y) = \sqrt{16x} + y$$

によって与えられるとする．

市場参加者は上記の企業と消費者のみとする．企業と消費者は所与の価格 p の下で，それぞれ利潤と効用を最大にするように行動すると仮定する．以下の問に答えよ．

(1) 所与の生産量 x における限界費用と平均可変費用を求めよ．

(2) 企業の供給関数は $x = p - 1$ となることを示せ．

(3) 消費者の需要関数は $x = \dfrac{4}{p^2}$ となることを示せ．

(4) 市場均衡における価格と数量を求めよ．

(5) 市場均衡における消費者余剰，生産者余剰，および総余剰を求めよ．

(6) 政府が X 財の取引数量を市場均衡における数量の 4 分の 1 に規制する場合を考える．この規制によって生じる総余剰の損失を求めよ．ただし，価格は需要関数によって決まるとする．

II. 3人のプレイヤーが1つの非分割財をめぐり入札を行う封入式オークションを考える．封入式オークションは，プレイヤーが同時に入札額を選ぶ同時手番ゲームである．プレイヤー $i = 1, 2, 3$ の財に対する金銭的評価値は $v_i > 0$ で表されるとし，単純化のために $v_1 > v_2 > v_3$ とする．すべてのプレイヤーは自身および他プレイヤーの金銭的評価値を知っているとする．

各プレイヤー $i = 1, 2, 3$ の入札額 b_i は非負の実数であり，プレイヤーらの入札額の組 (b_1, b_2, b_3) を入札リストと呼ぶ．財は最も高額な入札を行なったプレイヤーに与えられる．ただし最高額の入札を行なったプレイヤーが複数いる場合には，それらのプレイヤーを表す数字がより小さいプレイヤーに財が与えられるとする．すなわち，入札リスト (b_1, b_2, b_3) の下で落札者は，$b_i = \max\{b_1, b_2, b_3\}$ となる i の中で最小の番号のプレイヤーである．以下の問に答えよ．

(1) 第1価格オークションでは，落札者が自身の入札額を支払い，他のプレイヤーは支払いをしない．このオークションにおけるプレイヤー i の利得関数として最も適切なものを次の (a)-(d) から選びなさい．

(a) $u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} \max\{v_1, v_2, v_3\} - b_i & \text{入札リスト } (b_1, b_2, b_3) \text{ の下で落札者が } i \text{ の場合} \\ 0 & \text{その他の場合} \end{cases}$

(b) $u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} \max\{v_1, v_2, v_3\} - b_i & \text{入札リスト } (b_1, b_2, b_3) \text{ の下で落札者が } i \text{ の場合} \\ -b_i & \text{その他の場合} \end{cases}$

(c) $u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} v_i - b_i & \text{入札リスト } (b_1, b_2, b_3) \text{ の下で落札者が } i \text{ の場合} \\ 0 & \text{その他の場合} \end{cases}$

(d) $u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} v_i - b_i & \text{入札リスト } (b_1, b_2, b_3) \text{ の下で落札者が } i \text{ の場合} \\ -b_i & \text{その他の場合} \end{cases}$

(2) プレイヤーの財に対する金銭的評価値が $(v_1, v_2, v_3) = (10, 5, 4)$ であるとする．第1価格オークションの下で，$(b_1, b_2, b_3) = (0, 10, 8)$ という入札が行われたとする．このときそれぞれのプレイヤーの利得を求めなさい．

(3) 第1価格オークションにおいて，次のことが成り立つことを示しなさい．
「ナッシュ均衡において落札者は必ずプレイヤー1である．」

(4) 第1価格オークションにおいて，次のことが成り立つことを示しなさい．
「$b_1 = b_2 = b_3 = \frac{v_1+v_2}{2}$ となる入札リスト (b_1, b_2, b_3) はナッシュ均衡である．」

(5) 第2価格オークションでは，落札者が他のプレイヤーの入札の中で最高の入札額を支払い，他のプレイヤーは支払いをしない．このオークションにおけるプレイヤー i の利得関数として最も適切なものを次の (a)-(d) から選びなさい．

(a) $u_i(b_1,b_2,b_3)=\begin{cases} v_i-\max_{j\neq i} b_j & \text{入札リスト } (b_1,b_2,b_3) \text{ の下で落札者が } i \text{ の場合} \\ 0 & \text{その他の場合} \end{cases}$

(b) $u_i(b_1,b_2,b_3)=\begin{cases} v_i-\max_{j\neq i} b_j & \text{入札リスト } (b_1,b_2,b_3) \text{ の下で落札者が } i \text{ の場合} \\ -\max_{j\neq i} b_j & \text{その他の場合} \end{cases}$

(c) $u_i(b_1,b_2,b_3)=\begin{cases} v_i-\max\{b_1,b_2,b_3\} & \text{入札リスト } (b_1,b_2,b_3) \text{ の下で落札者が } i \text{ の場合} \\ 0 & \text{その他の場合} \end{cases}$

(d) $u_i(b_1,b_2,b_3)=\begin{cases} v_i-\max\{b_1,b_2,b_3\} & \text{入札リスト } (b_1,b_2,b_3) \text{ の下で落札者が } i \text{ の場合} \\ -\max\{b_1,b_2,b_3\} & \text{その他の場合} \end{cases}$

(6) プレイヤーの財に対する金銭的評価値が $(v_1,v_2,v_3)=(10,5,4)$ であるとする．第2価格オークションの下で，$(b_1,b_2,b_3)=(3,0,20)$ という入札が行われたとする．このときそれぞれのプレイヤーの利得を求めなさい．

(7) 第2価格オークションにおいて，次のことが成り立つことを示しなさい．
「落札者がプレイヤー3となるナッシュ均衡が存在する.」

(8) 第2価格オークションにおいて，次のことが成り立つことを示しなさい．
「入札リスト $(b_1,b_2,b_3)=(v_1,v_2,v_3)$ はナッシュ均衡である.」

Microeconomics

Answer both problems I and II. Use a separate answer sheet for each problem.

I. A firm produces a good X. The total cost of production depends on the quantity produced, x, and is given by

$$c(x) = \frac{1}{2}x^2 + x + 10.$$

On the other hand, a consumer has money in the amount of 50 as initial income and uses part of it to purchase the good X. The consumer's utility depends on both the quantity consumed, x, and the remaining amount of the money in hand, y, and is given by

$$u(x, y) = \sqrt{16x} + y.$$

The firm and the consumer mentioned above are the sole participants in the market. Assume that the firm and the consumer behave so as to maximize profit and utility, respectively, under the price p taken as given. Answer the following questions.

(1) Find the marginal cost and the average variable cost at the given quantity of production, x.

(2) Show that the firm's supply function is $x = p - 1$.

(3) Show that the consumer's demand function is $x = \dfrac{4}{p^2}$.

(4) Find the price and the quantity in market equilibrium.

(5) Find the consumer surplus, the producer surplus, and the total surplus in market equilibrium.

(6) Consider the case where the government limits the quantity of the good X traded to the one-fourth of its quantity in market equilibrium. Assume that the price is determined by the demand function. Find the loss in the total surplus caused by this regulation.

II. We consider sealed-bid auctions, where three players bid for an indivisible object. Sealed-bid auctions are a simultaneous game where players simultaneously choose their bid. Each player i has a monetary valuation of the object denoted as $v_i > 0$ for $i = 1, 2, 3$. For simplicity, we assume that $v_1 > v_2 > v_3$. All players know both their own and other players' monetary valuations.

Each player's bid is represented by a non-negative real number b_i, and we call the triple (b_1, b_2, b_3) a list of bids. We assume that the object goes to the highest bidder. In case of multiple highest bids, the object goes to the player with the smallest index among those who submit the highest bid. That is, the winner at the list of bids (b_1, b_2, b_3) is the smallest i such that $b_i = \max\{b_1, b_2, b_3\}$. Answer the following questions.

(1) Under the first-price auction, the winner pays his/her bid and the others pay nothing. Choose the alternative that best describes the payoff function of player i for the first-price auction from the following (a) - (d).

(a) $$u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} \max\{v_1, v_2, v_3\} - b_i & \text{if } i \text{ is the winner at the list of bids } (b_1, b_2, b_3), \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

(b) $$u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} \max\{v_1, v_2, v_3\} - b_i & \text{if } i \text{ is the winner at the list of bids } (b_1, b_2, b_3), \\ -b_i & \text{otherwise.} \end{cases}$$

(c) $$u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} v_i - b_i & \text{if } i \text{ is the winner at the list of bids } (b_1, b_2, b_3), \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

(d) $$u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} v_i - b_i & \text{if } i \text{ is the winner at the list of bids } (b_1, b_2, b_3), \\ -b_i & \text{otherwise.} \end{cases}$$

(2) Assume that the monetary valuations of players are given as $(v_1, v_2, v_3) = (10, 5, 4)$. Assume also that players make the bids $(b_1, b_2, b_3) = (0, 10, 8)$ under the first-price auction. Calculate the payoff of each player in this situation.

(3) Show that the following statement is true under the first-price auction.

"For any Nash equilibrium, the winner is necessarily player 1."

(4) Show that the following statement is true under the first-price auction.

"The list of bids (b_1, b_2, b_3) such that $b_1 = b_2 = b_3 = \frac{v_1+v_2}{2}$ is a Nash equilibrium."

(5) Under the second-price auction, the winner pays the highest of the other bids and the others pay nothing. Choose the alternative that best describes the payoff function of player i for the second-price auction from the following (a) - (d).

(a) $$u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} v_i - \max_{j \neq i} b_j & \text{if } i \text{ is the winner at the list of bids } (b_1, b_2, b_3), \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

(b) $$u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} v_i - \max_{j \neq i} b_j & \text{if } i \text{ is the winner at the list of bids } (b_1, b_2, b_3), \\ -\max_{j \neq i} b_j & \text{otherwise.} \end{cases}$$

(c) $$u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} v_i - \max\{b_1, b_2, b_3\} & \text{if } i \text{ is the winner at the list of bids } (b_1, b_2, b_3), \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

(d) $$u_i(b_1, b_2, b_3) = \begin{cases} v_i - \max\{b_1, b_2, b_3\} & \text{if } i \text{ is the winner at the list of bids } (b_1, b_2, b_3), \\ -\max\{b_1, b_2, b_3\} & \text{otherwise.} \end{cases}$$

(6) Assume that the monetary valuations of players are given as $(v_1, v_2, v_3) = (10, 5, 4)$. Assume also that players make the bids $(b_1, b_2, b_3) = (3, 0, 20)$ under the second-price auction. Calculate the payoff of each player in this situation.

(7) Show that the following statement is true under the second-price auction.

"There exists a Nash equilibrium in which player 3 is the winner."

(8) Show that the following statement is true under the second-price auction.

"The list of bids $(b_1, b_2, b_3) = (v_1, v_2, v_3)$ is a Nash equilibrium."

都市・地域計画

問題ⅠからⅢより２題選択して答えよ。問題ごとに別々の答案用紙を使用せよ。

Ⅰ．次頁の図は、近年日本で開発され、景観協定を締結したある郊外住宅地の計画指針を示したものである。この図をみて以下の問(1) – (3)に答えよ。

(1)　景観協定についての次の二つの問いに答えよ。

(1.1) 景観協定とは何かを、根拠となる法律、その目的、協定を締結する主体、協定の対象となる要素等に触れながら説明せよ。

(1.2) 景観協定に違反した場合、どのような処分がなされるか、地区計画と比較して説明せよ。

(2)　次の文章は、この住宅地の計画指針を説明するものである。(a)～(j)に入る適当な用語を、次頁の用語リストから選択せよ。

図中の緑色のエリアは(a)を、赤色の矢印は(b)を、青色で示された線は(c)を、長方形の外枠とその内側のＶ字を破線で書き込んだものは(d)を、黄色で塗られた住宅は(e)を指す。

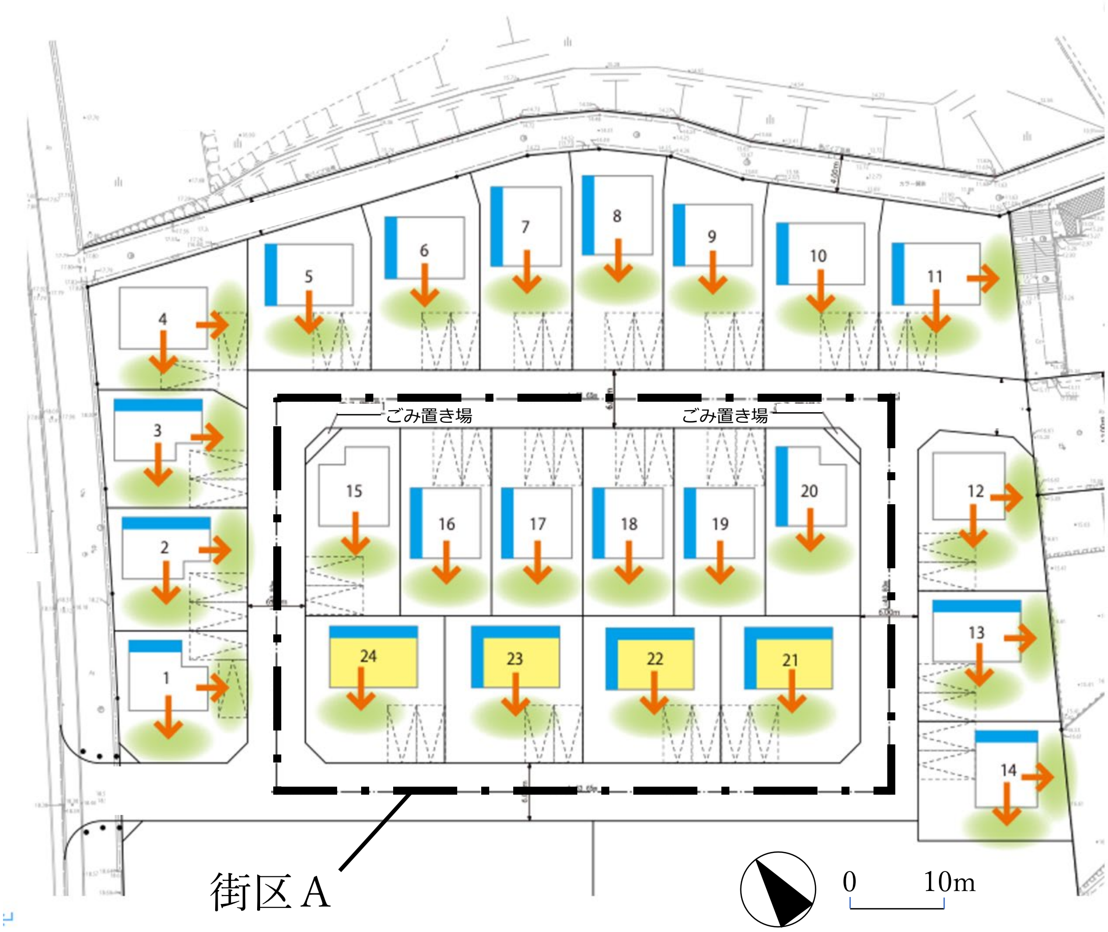
街区Ａは北西-南東の軸に沿って構成され、10 区画の敷地に分割されている。(f)の北東側に位置する 15 番～20 番の敷地は南北に細長いが、 南西側の 21 番～24 番はほぼ正方形の形状である。このように敷地形状が異なるのは、16 番～19 番の敷地では道路が北東側に位置するので、(a)と(d)の位置を隔てることになり、住宅の(g)を確保しやすくするように敷地の奥行きを長く取る必要があったためである。ただし、15 番・20 番の敷地では(h)が行われ、ごみ置き場が設置されており、北東側の道路と接する間口が小さいため、15 番では(a)と(d)の位置が一部重なっているし、20 番では(d)の位置が指定されていない。

一方、21 番～24 番では、道路が南西側に位置するので、住宅を敷地北東側の(f)近くに寄せて建て、南西側に(i)を広く設けるように計画されている。このため(a)と(d)は隣り合って設けるように規定されている。これらの住宅が(e)に指定されたのは、北東側の住宅の(g)を十分に確保するためである。

また、隣家の(j)を守るよう、住宅の北西側または北東側は(c)とするように決められている。4 番・12 番・15 番で(c)の規定がないのは、北西側及び北東側に道路が位置しており、これを考慮する必要がないからである。

用語リスト

コミュニティ，プライバシー，日照，通風，主庭，副庭，主開口部の向き，風の向き，窓のない壁，開口部不可視壁面，駐車スペース，空スペース，建蔽地，非建蔽地，面取り，隅切り，平家建て限定区画，二階建て限定区画，三階建て限定区画，背割線，敷地割



(3)　このような郊外住宅地は、東京周辺では 20 世紀前半から開発されるようになったが、既に開発された住宅地は現在さまざまな問題を抱えている。郊外住宅地を、都心からの距離と開発年代を指標として、(a)都心からの距離が近い第 2 次世界大戦前に作られた郊外住宅地、(b)ある程度距離が離れた高度成長期に作られた郊外住宅地、(c)距離が極めて遠いバブル経済期に作られた郊外住宅地、の三つに分け、それぞれの住宅地でいかなる問題が起きているかを、問題が起きた理由も含めて説明せよ。

II. ある交通サービスに対する需要 q が以下の式で表されるとする。

$$q = Q(p, Y) = \alpha p^{\beta} Y^{\gamma}$$

ここで、p はサービス価格（料金）、Y は所得、α、β、γ はパラメータである。
この時、以下の問(1) – (4)に答えよ。

（1） 交通需要の**価格弾力性**とは何かを説明した上で、交通需要 q の価格 p に関する弾力性 ϵ を計算せよ。

（2） 価格を 1 単位上げたときの交通サービスの収入 $R = pq = pQ(p, Y)$ の変化を価格弾力性 ϵ と交通需要 q で表せ。

（3） 価格（料金）p を値下げすることにより交通サービスの収入が増えるのは、需要の価格弾力性 ϵ がどのような条件を満たすときかを答えよ。

（4） 交通需要の**所得弾力性**は移動目的に大きく依存する。具体的な移動目的を複数挙げ、それらの所得弾力性の違いを説明せよ。

III. 地方都市における「スポンジ化現象」（空き家・空き地の増加による都市空間の虫食い状態）に関する以下の問(1) – (4)に答えよ。

（1）地方都市のスポンジ化が進行する要因を 2 つ挙げ、それぞれ具体的に説明せよ。

（2）地方都市のスポンジ化と郊外への都市スプロールについて、両者の概念の違いに注意しながら説明せよ。

（3）地方都市のスポンジ化がもたらす負の外部性を具体的に 2 つ挙げ、それぞれ説明せよ。

（4）地方都市のスポンジ化を抑制または改善するための具体的な政策を 1 つ挙げ、その内容と期待される効果、および、政策の実施に伴う課題について論ぜよ。

Urban and Regional Planning

<u>Choose two problems from the following problems I-III</u> to answer. Use a separate answer sheet for each problem.

I. The figure on the next page shows the planning guidelines for a certain suburban residential area that has been developed in Japan in recent years and for which landscape agreements have been concluded. Answer the following questions (1) – (3) based on this figure.

(1) Answer the following two questions about Landscape Agreement.

(1.1) Explain what Landscape Agreement is, referring to the law on which it is based, its purpose, entities that concludes the agreement, and the elements covered by the agreement.

(1.2) Explain what actions will be taken in the event of a violation of Landscape Agreement, comparing it to a "District Plan".

(2) The following sentences describe the planning guideline for this residential area. Select the appropriate term to be placed in $\boxed{\text{(a)}}$ through $\boxed{\text{(j)}}$ from the list of terms on the next page.

The green areas in the figure refer to $\boxed{\text{(a)}}$, the red arrows refer to $\boxed{\text{(b)}}$, the thick lines in blue refer to $\boxed{\text{(c)}}$, the rectangular outer frames with dashed V inside them refer to $\boxed{\text{(d)}}$, and the houses in yellow refer to $\boxed{\text{(e)}}$.

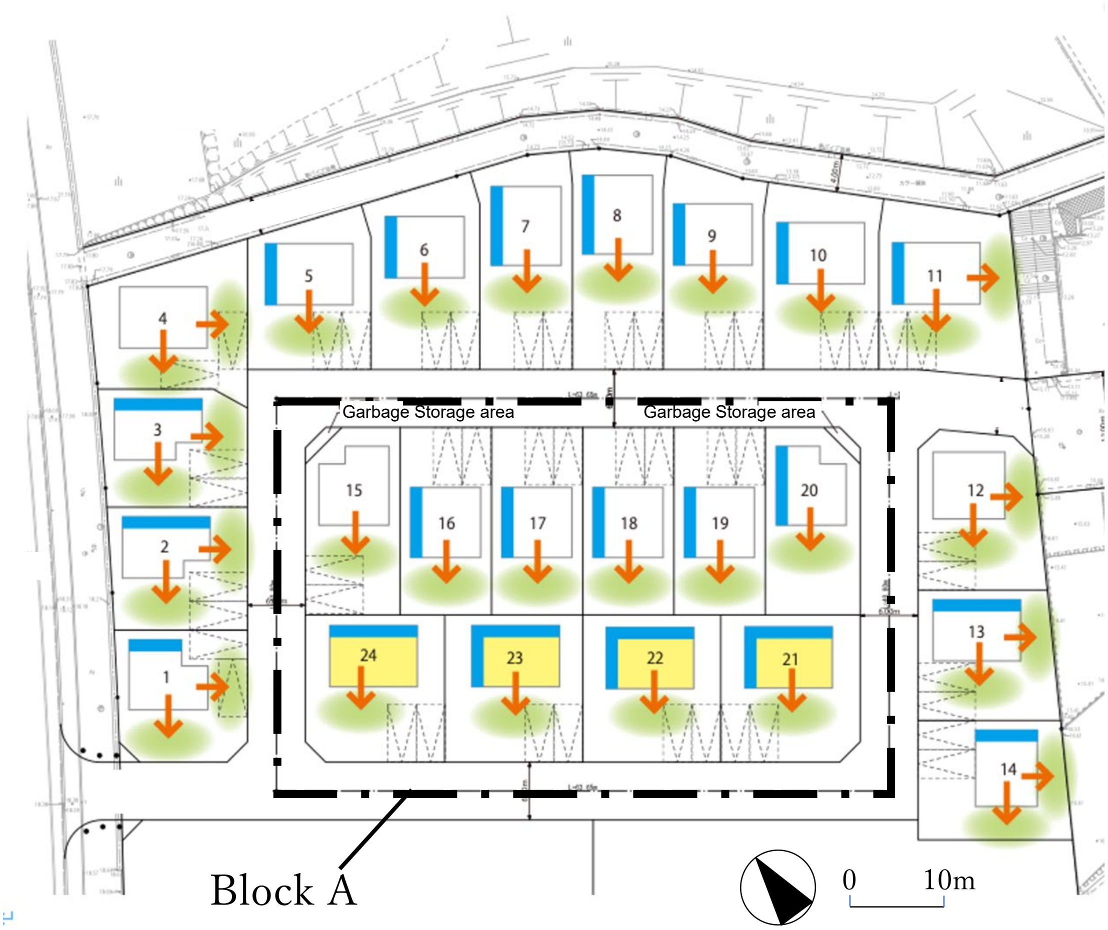
Block A is organized along a northwest-southeast axis and divided into 10 lots. Lots No.15-No.20, located on the northeast side of $\boxed{\text{(f)}}$, are long and narrow from north to south, while lots No.21- No.24, located on the southwest side, are almost square in shape. The reason for this difference in lot shape is formed because the road is located on the northeast side of lots No.16-No.19, which means that $\boxed{\text{(a)}}$ and $\boxed{\text{(d)}}$ are set apart, and it was necessary to lengthen the depth of the lot in order to ensure $\boxed{\text{(g)}}$ for housing. However, since in lots No.15 and No.20, $\boxed{\text{(h)}}$ has been done and a garbage storage has been installed, the frontage to the road on the northeast side is small, so the locations of $\boxed{\text{(a)}}$ and $\boxed{\text{(d)}}$ partially overlap in No.15, and in No.20, the location of $\boxed{\text{(d)}}$ is not designated.

On the other hand, in No.21 to No.24, the houses can be built closer to $\boxed{\text{(f)}}$ on the northeast side of the lot because the road is located on the southwest side, and $\boxed{\text{(i)}}$ is planned to be wider on the southwest side. For this reason, $\boxed{\text{(a)}}$ and $\boxed{\text{(d)}}$ are specified to be located next to each other. These houses were designated as $\boxed{\text{(e)}}$ in order to provide sufficient space for $\boxed{\text{(g)}}$ on the northeast side of the houses.

It is also determined that the northwest or northeast side of the house should be $\boxed{\text{(c)}}$ so as to protect the (j) of the neighboring house. The reason why (c) is not specified in No.4, No.12, and No.15 is that the roads are located on the northwest and northeast sides and don't need to be taken into account.

List of Terms

community, privacy, sunlight, ventilation, main yard, secondary yard, main opening direction, wind direction, windowless wall, walls with or without obscured windows, parking space, empty space, building area, non-building area, chamfer, corner cut, one-story limited lots, two-story limited lots, three-story limited lots, back division line, lot division



(3) Such suburban residential areas have been developed around Tokyo since the first half of the 20th century, but the residential areas that have already been developed are currently facing various problems. Suburban residential areas are divided into three categories based on distance from the city center and the age of development: (a) suburban residential areas built before World War II, which are close to the city center; (b) suburban residential areas built during the high-growth period, which are some distance away; and (c) suburban residential areas built

during the bubble economy, which are extremely far away. Explain what problems are occurring in each of these areas, including the reasons for the problems.

II. Suppose the demand q for a certain transportation service is expressed by the following equation:

$$q = Q(p, Y) = \alpha p^{\beta} Y^{\gamma},$$

where p is the price (fare) of service, Y is the income, and α, β, γ are parameters.

Answer the following questions (1) – (4).

(1) Explain what **price elasticity** of demand is, and then calculate the elasticity ϵ of transportation demand q with respect to price p.

(2) Express the change in the revenue $R = pq = pQ(p, Y)$ from the transportation service, when the price is increased by one unit, by using the price elasticity ϵ and transportation demand q.

(3) Answer what condition regarding the price elasticity ϵ of demand will be satisfied for an increase in the revenue from the transportation by reducing the price (fare) p.

(4) The **income elasticity** of demand for transportation greatly depends on the trip purpose. List some trip purposes and explain the difference of their income elasticities.

III. Answer the following questions (1) – (4) regarding the "Sponge Phenomenon" (the patchy, hollowing-out state of urban space due to an increase in vacant houses and vacant lots) occurring in regional cities.

(1) Give two reasons for the advancing "Sponge Phenomenon" of regional cities and explain each in detail.

(2) Explain the relationship between "Sponge Phenomenon" and suburban urban sprawl in regional cities, clearly distinguishing between the concepts of the two phenomena.

(3) Give two specific examples of negative externalities caused by the "Sponge Phenomenon" in regional cities.

(4) Give one specific policy aimed at controlling or mitigating the "Sponge Phenomenon". Discuss its content, expected effects, and the difficulties associated with its implementation.