

令和 5 年度実施

東北大学大学院情報科学研究科 博士課程前期・入学試験問題（2023 年 8 月 30 日）

専門試験科目群第 7・社会科学群

以下の 4 問から 2 問のみを選択し回答しなさい。

問題 P-1

日本において女性政治家が少ない理由を選挙資源と歴史的経緯から説明するとともに、日本の特殊性を近隣諸国との違いを論じなさい。

問題 P-2

Web サイトからデータを自動的に収集する WEB スクレイピングを行う際、研究者としてどのような点に留意しなければならないか、説明しなさい。

問題 P-3

選挙制度が政党制にもたらす影響について、デュヴェルジェの議論を例にとりながら説明をするとともに、日本の衆議院議員選挙で採用されている重複立候補制度が持つ制度的特殊性について述べなさい。

問題 P-4

マスメディア研究における新しい強力効果論として認識されている「議題設定効果」や「プライミング効果」、「フレーミング効果」についてそれぞれ説明しなさい。

令和 5 年度実施

東北大学大学院情報科学研究科博士課程前期・入学試験問題 (2023 年 8 月 30 日)

専門試験科目群第 7・社会科学群

問題 E-1

2 人の消費者 Aya と Bob だけからなる市場を考える。両者の選好はそれぞれ効用関数

$$U_A(x, y) = 2x - x^2 + y, \quad U_B(x, y) = 4x - x^2 + y$$

で表される。ただし、 x は工業財の消費量で、 y は (価格 1 の) 価値基準財の消費量である。Aya と Bob の収入がともに 10 と仮定する。工業財は独占企業によって生産され、その限界費用は 1 で、固定費用は不要である。(i) 工業財の均衡価格を求めなさい。(ii) 均衡において、Aya と Bob の効用水準を求めなさい。

[English] Consider a market having two consumers Aya and Bob only. Their preferences are represented by utility functions

$$U_A(x, y) = 2x - x^2 + y, \quad U_B(x, y) = 4x - x^2 + y$$

respectively, where x is a manufactured good and y is the numeraire good (with price 1). Assume that both have income 10. The manufactured good is produced by a monopoly, with marginal cost 1 and fixed cost 0. (i) Find the equilibrium price of the manufactured good. (ii) Find the welfare levels of Aya and Bob in the equilibrium.

問題 E-2

A国はコーヒーと茶についてはそれぞれB国とC国からの輸入に100%依存しているが、その他の農産物は全て国内で自給している。

- (1) A国におけるコーヒー販売量と価格の時系列データが利用可能な時、コーヒーの需要関数を正しく推定するために、i) A国の自然災害、ii) B国の自然災害、iii) C国の自然災害、のうちどの出来事を操作変数として利用するのが最も望ましいか。理由とともに答えなさい。ただし、自然災害はいずれも農産物の生産を減少させると考える。
- (2) 問題(1)で選んだ操作変数を用いて需要関数を統計的に推定するための手順と、推定に用いる回帰式を、具体的に示しなさい。

[English]

Country A is 100% dependent on imports from countries B and C for coffee and tea, respectively, and all other agricultural products are produced domestically.

- (1) Assume that time series data of market price and quantity of coffee in country A is available. Which of the following events is most suitable for instrumental variable to correctly estimate the demand function for coffee? Answer with the reason: i) natural disasters in country A, ii) natural disasters in country B, or iii) natural disasters in country C. Note that all natural disasters are assumed to reduce the production of agricultural products.
- (2) Show the detailed procedure of statistical estimation of the demand function using the instrumental variable selected in (1) with the equations used for the estimation.

問題 E-3

常微分方程式

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix} \quad (1)$$

を考える。ただし、 $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ とし、 a, b, c, d は実定数である。(i) $(a-d)^2 + 4bc \neq 0$ とする。 A の固有値 λ_1, λ_2 と対応する右固有ベクトル v_1, v_2 を計算しなさい。規格化は不要である。(ii) $u = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ を v_1, v_2 の線形結合で表しなさい。(iii) 常微分方程式 $dz/dt = \theta z$ (θ は定数) の解が $z(t) = e^{\theta t} z(0)$ となることを示しなさい。(iv) $a = 0, b = 1, c = -\omega^2, d = -2k, (k^2 \neq \omega^2)$ とする。(1) 式の解 $(x(t), y(t))$ を、初期条件 $x(0) = 0, y(0) = 1$ のもとで求めなさい。

[English]

Consider the ordinary differential equation

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix}, \quad (1)$$

where $A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$, and a, b, c, d are real constants. (i) Assume that $(a-d)^2 + 4bc \neq 0$ holds. Calculate eigenvalues λ_1, λ_2 and corresponding right eigenvectors v_1, v_2 of A . Normalization is not necessary. (ii) Express $u = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ as a linear combination of v_1 and v_2 . (iii) Show that the solution of the ordinary differential equation $dz/dt = \theta z$ (θ : constant) is given by $z(t) = e^{\theta t} z(0)$. (iv) Assume that $a = 0, b = 1, c = -\omega^2, d = -2k, (k^2 \neq \omega^2)$ hold. Find the solution $(x(t), y(t))$ of Eq. (1), subject to the initial condition $x(0) = 0, y(0) = 1$.

問題 E-4

- (1) 当選確率が p であるくじを M 人がひく。それぞれの人のくじ引きの結果は独立であるとする。 n 人が当選する確率を計算しなさい。また、 $Mp = \lambda$ を一定として、 $M \rightarrow \infty$ における、この確率の極限を求めなさい。
- (2) ある鉄道路線 A と B を考える。1) 路線 A と路線 B 両方で列車が遅延する、2) A のみで列車が遅延する、3) B のみで列車が遅延する、4) A、B ともに定時運行される、という 4 つの事象が発生する 1 日あたりの確率を、それぞれ $p_{dd}, p_{do}, p_{od}, p_{oo}$ とする ($\sum_{i,j=d,o} p_{ij} = 1$)。遅延は翌日以降の運行には影響せず、それぞれの日の遅延状況は独立であるとする。(i) N 日間に、上記 4 つの事象の発生日数が、それぞれ $n_{dd}, n_{do}, n_{od}, n_{oo}$ である ($\sum_{i,j=d,o} n_{ij} = N$) 同時確率を求めなさい。(ii) 路線 A と路線 B での遅延が独立に発生すると仮定する。A と B での 1 日当たりの遅延発生確率 p_A, p_B を、 p_{dd}, p_{do} を用いて表しなさい。(iii) 路線 A と B での遅延状況を N 日間調査し、上記 4 つの事象がいずれも十分な回数発生した。A と B での遅延が独立に発生しているかどうかを統計的に判定するための方法について述べなさい。

[English]

- (1) M people independently draw lotteries with winning probability p . Calculate the probability that n people win. Find the limit of this probability as $M \rightarrow \infty$ if $Mp = \lambda$ is constant.
- (2) Consider train lines A and B. Let the occurrence probabilities of the following four events per day, 1) both lines A and B are delayed, 2) only line A is delayed, 3) only line B is delayed, and 4) neither line A nor line B is delayed, be $p_{dd}, p_{do}, p_{od}, p_{oo}$, respectively, where equality $\sum_{i,j=d,o} p_{ij} = 1$ holds. Any delay does not affect the operation of the following day, so the delay status of one day is independent of that of another day. (i) Find the joint probability that the above four events occur for n_{dd}, n_{do}, n_{od} , and n_{oo} days, respectively, out of N days. ($\sum_{i,j=d,o} n_{ij} = N$). (ii) Assume that delays on lines A and B occur independently. Let the occurrence probabilities of delays on A and B be p_A and p_B . Express p_A and p_B in terms of p_{dd} and p_{do} . (iii) A survey on the delay status of the two lines has been conducted for N days, and sufficient numbers of the above four events have been obtained. Describe a statistical testing method to determine whether delays on lines A and B occur independently.