

平成30年度

筑波大学大学院博士課程
システム情報工学研究科
社会工学専攻
(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,
社会人特別選抜 2月期)

試験問題

専門科目

平成30年2月1日

筑波大学大学院 システム情報工学研究科
博士前期課程 社会工学専攻
平成30年度入学試験 学力検査問題
平成30年2月1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
ファイナンス
都市・地域計画

University of Tsukuba
Graduate School of Systems and Information Engineering
Department of Policy and Planning Sciences
ENTRANCE EXAMINATION
February 1, 2018

Major Subjects

- (1) This package contains problems from 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
Finance
Urban and Regional Planning

数学

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

I. 2次の実正方行列全体の集合を V とする. すなわち,

$$V = \left\{ \begin{pmatrix} x & y \\ z & w \end{pmatrix} \mid x, y, z, w \in \mathbb{R} \right\}$$

とする. また, 2次の実正方行列 $X \in V$ に対して $f(X) = AX$ と定めることにより, 写像 $f: V \rightarrow V$ を定義する. ただし,

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$$

とする. 以下の問いに答えよ.

(1) 行列 $E_{11}, E_{12}, E_{21}, E_{22}$ を

$$E_{11} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, E_{12} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, E_{21} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, E_{22} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

と定義する.

$$X = \begin{pmatrix} x & y \\ z & w \end{pmatrix} \in V$$

を $E_{11}, E_{12}, E_{21}, E_{22}$ の線形結合で表せ.

(2) E_{11} と E_{12} で張られる (生成される) 空間を U とする. 以下を証明せよ.

(i) $X_1 \in U, X_2 \in U$ ならば $X_1 + X_2 \in U$.

(ii) $X \in U, k \in \mathbb{R}$ ならば $kX \in U$.

(3) f が線形写像であることを線形写像の定義に基づき示せ.

(4) 写像 f の核空間 $\text{Ker} f = \{X \in V \mid f(X) = O\}$ の基底を一組求め, $\text{Ker} f$ の次元を答えよ. ただし, O は零行列とする.

(5) 写像 f の像空間 $\text{Im} f$ の基底を一組求め, $\text{Im} f$ の次元を答えよ.

II. 実関数 $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ を

$$f(x) = \frac{e^x}{1 + e^x}$$

で定義する. 以下の問いに答えよ.

- (1) 極限 $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x)$ と $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$ を計算せよ.
- (2) $f(x)$ の導関数 $f'(x)$ と 2 階導関数 $f''(x)$ を計算せよ.
- (3) (1), (2) の結果を用いて $y = f(x)$ のグラフを描け.
- (4) $\int_{-t}^t f(x) dx = 10$ となる実数 t を求めよ.
- (5) 実数 x, y が $4e^x + e^y = 7$ を満たすとき, $f(x) + f(y)$ の最大値を求めよ.

Mathematics

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

In what follows, let \mathbb{R} be the set of all real numbers.

I. Let V be the set of all 2×2 real matrices. That is,

$$V = \left\{ \begin{pmatrix} x & y \\ z & w \end{pmatrix} \mid x, y, z, w \in \mathbb{R} \right\}.$$

Define a mapping $f : V \rightarrow V$ by $f(X) = AX$ for any 2×2 real matrix $X \in V$, where

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

Answer the following questions.

(1) Define matrices E_{11} , E_{12} , E_{21} , and E_{22} as

$$E_{11} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, E_{12} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, E_{21} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, E_{22} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Express

$$X = \begin{pmatrix} x & y \\ z & w \end{pmatrix} \in V$$

as a linear combination of E_{11} , E_{12} , E_{21} , and E_{22} .

(2) Let U be the space spanned (generated) by E_{11} and E_{12} . Show the following statements.

(i) If $X_1 \in U$ and $X_2 \in U$, then $X_1 + X_2 \in U$.

(ii) If $X \in U$ and $k \in \mathbb{R}$, then $kX \in U$.

(3) Using the definition of linear mapping, show that f is a linear mapping.

(4) Find a basis of the kernel $\text{Ker} f = \{X \in V \mid f(X) = O\}$ of f , and find the dimension of $\text{Ker} f$, where O is the zero matrix.

(5) Find a basis of the image $\text{Im} f$ of f , and find the dimension of $\text{Im} f$.

II. Define a real function $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ by

$$f(x) = \frac{e^x}{1 + e^x}.$$

Answer the following questions.

- (1) Find the limits $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x)$ and $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$.
- (2) Find the derivative $f'(x)$ and the second derivative $f''(x)$ of $f(x)$.
- (3) Draw the graph of $y = f(x)$ using the results of (1) and (2).
- (4) Find a real number t such that $\int_{-t}^t f(x) dx = 10$.
- (5) For real numbers x and y , find the maximum value of $f(x) + f(y)$ subject to $4e^x + e^y = 7$.

ファイナンス

問題 I と II の両方に答えよ。問題ごとに別々の解答用紙を使用すること。

I. 以下の問いすべてに答えよ。

1. 上場企業と非上場企業の違いについて論ぜよ。
2. (1) 現時点で初期投資額 4,000 ドルが必要で、1 年後に 5,000 ドルを受け取れる予定の投資機会がある。この投資機会の内部収益率 (IRR) を求めよ。
(2) 現時点で初期投資額 4,000 ドルが必要で、毎年末に 500 ドルの受け取りが永遠に続く予定の投資機会がある。この投資機会の内部収益率 (IRR) を求めよ。
3. X 社の時価総額は 5 億ドルで、3 億ドルの負債がある。X 社の株式資本コストは 6%、負債の資本コストは 4% である。X 社の税引前加重平均資本コストはいくらか。また、法人税率が 40% の場合、X 社の加重平均資本コストはいくらか。

II. 以下の問いすべてに答えよ。

1. 資本資産評価モデル (CAPM) の仮定が成立しているとする。
(1) CAPM に従うと、なぜ市場ポートフォリオが効率的となるか説明せよ。
(2) CAPM の仮定のもとで、資本市場線はどのような特徴を持つか説明せよ。
2. ファマ-フレンチ-カーハート (Fama-French-Carhart, 以下, FFC) の 4 ファクターモデルは、次式によって与えられる。

$$E[R_s] = r_f + \beta_s^{Mkt} (E[R_{Mkt}] - r_f) + \beta_s^{SMB} E[R_{SMB}] + \beta_s^{HML} E[R_{HML}] + \beta_s^{PRIYR} E[R_{PRIYR}],$$

ここで、 R_s , R_{Mkt} , R_{SMB} , R_{HML} , R_{PRIYR} はそれぞれ、株式 s 、市場ポートフォリオ、小型マイナス大型 (SMB) ポートフォリオ、ハイマイナスロー (HML) ポートフォリオ、直近 1 年間のモーメンタム (PRIYR) ポートフォリオの収益率、 r_f は無リスク利子率であり、 β_s^{Mkt} , β_s^{SMB} , β_s^{HML} , β_s^{PRIYR} は各ポートフォリオに対する株式 s のファクターベータを表す。表は、各ポートフォリオの期待収益率とファクターベータの推定値を示している。

期待収益率	$E[R_{Mkt}] - r_f$	$E[R_{SMB}]$	$E[R_{HML}]$	$E[R_{PRIYR}]$
	6%	2%	4%	8%
ファクターベータ	β^{Mkt}	β^{SMB}	β^{HML}	β^{PRIYR}
A 社	0.20	0.10	0.15	-0.20
B 社	0.90	-0.40	0.50	0.05

- (1) マルチファクターモデルのシングルファクターモデルに対する優位性は何か.
- (2) ハイマイナスロー (HML) ポートフォリオは, どのような取引戦略をもとに構築されるか.
- (3) FFC の 4 ファクターモデルを用いて, A 社株のリスクプレミアムを求めよ.
- (4) あなたは, あるプロジェクトに投資することを検討している. その投資は, B 社株と同じリスクを持つ. FFC の 4 ファクターモデルを用いて, この投資機会の資本コストを求めよ. ただし, 現在の無リスク利率は 3%とする.

Finance

Answer the following problems, I and II. Use a separate answer sheet for each problem.

I. Answer all the following questions.

1. Explain the difference between a listed and an unlisted company.
2. (1) You have an investment opportunity that requires an initial investment of \$4,000 today and will pay \$5,000 after one year. What is the internal rate of return (IRR) of this opportunity?
(2) You have an investment opportunity that requires an initial investment of \$4,000 today and will pay \$500 per year in perpetuity. What is the internal rate of return (IRR) of this opportunity?
3. Company X has a market capitalization of \$500 million, and \$300 million in outstanding debt. Company X's equity cost of capital is 6%, and its debt cost of capital is 4%. What is company X's pretax weighted average cost of capital? If its corporate tax rate is 40%, what is company X's weighted average cost of capital?

II. Answer all the following questions.

1. Suppose that the CAPM (Capital Asset Pricing Model) assumptions hold.
 - (1) Explain why the market portfolio is efficient according to the CAPM.
 - (2) Explain the characteristics that the capital market line has under the CAPM assumptions.
2. The Fama-French-Carhart (FFC) 4 factor model is given by the following equation:

$$E[R_s] = r_f + \beta_s^{Mkt} (E[R_{Mkt}] - r_f) + \beta_s^{SMB} E[R_{SMB}] + \beta_s^{HML} E[R_{HML}] + \beta_s^{PRIYR} E[R_{PRIYR}],$$

where R_s , R_{Mkt} , R_{SMB} , R_{HML} , and R_{PRIYR} are, respectively, the returns of stock s , the market portfolio, the small-minus-big (SMB) portfolio, the high-minus-low (HML) portfolio, and the prior one-year momentum (PRIYR) portfolio, and r_f is the risk-free interest rate. β_s^{Mkt} , β_s^{SMB} , β_s^{HML} , and β_s^{PRIYR} denote the factor betas of stock s to each portfolio. The table shows estimates of the expected rate of return for each portfolio and the factor betas.

Expected return	$E[R_{Mkt}] - r_f$	$E[R_{SMB}]$	$E[R_{HML}]$	$E[R_{PRIYR}]$
	6%	2%	4%	8%
Factor beta	β^{Mkt}	β^{SMB}	β^{HML}	β^{PRIYR}
Company A	0.20	0.10	0.15	-0.20
Company B	0.90	-0.40	0.50	0.05

- (1) What is the advantage of a multifactor model over a single factor model?
- (2) What is the trading strategy used to construct the high-minus-low (HML) portfolio?
- (3) Calculate the risk premium of company A's stock using the FFC 4 factor model.
- (4) You are considering making an investment in a project. The investment has the same riskiness as company B's stock. Calculate the cost of capital for this investment opportunity using the FFC 4 factor model, assuming that the current risk-free rate is 3%.

都市・地域計画

以下の問題 I から IV より 2 題を選択して解答しなさい。問題ごとに別々の解答用紙を使用しなさい。

I. 以下の 6 つの名称・用語から 4 つを選択して、それらの意味や内容について都市・地域計画の視点から説明しなさい。

- 1) レジリエンス
- 2) グリーンインフラストラクチャー
- 3) ニューアーバニズム
- 4) 生物多様性オフセット
- 5) 公共財
- 6) インバウンド政策

II. 下の地形図に示される市街地は、わが国の都市近郊に多く分布するスプロール市街地の例である。以下の問いに答えなさい。

- (1) スプロール市街地がわが国の都市近郊に形成された理由を、社会背景や関連法制度に触れつつ説明しなさい。
- (2) スプロール市街地が抱える居住環境上の問題を 3 点あげ、それぞれについて内容を説明しなさい。

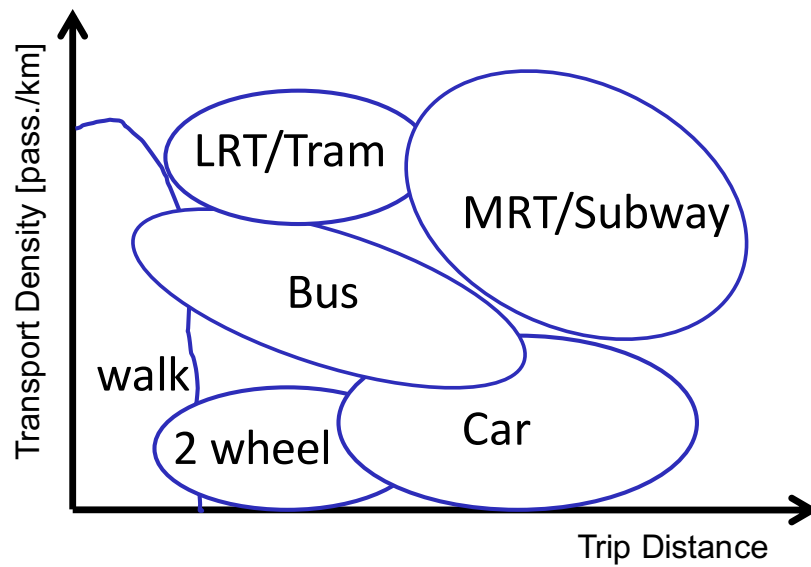


(出典:国土地理院地形図 1/10,000「大泉学園」)

III. 気候変動政策の費用便益分析に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 割引に関する①規範的アプローチと②記述的アプローチについてそれぞれ説明せよ。
- (2) 気候変動政策の費用と便益について、割引の観点から論じよ。

IV. 下図より交通計画において考慮しなければならない要素について 300 字程度で述べよ。



Urban and Regional Planning

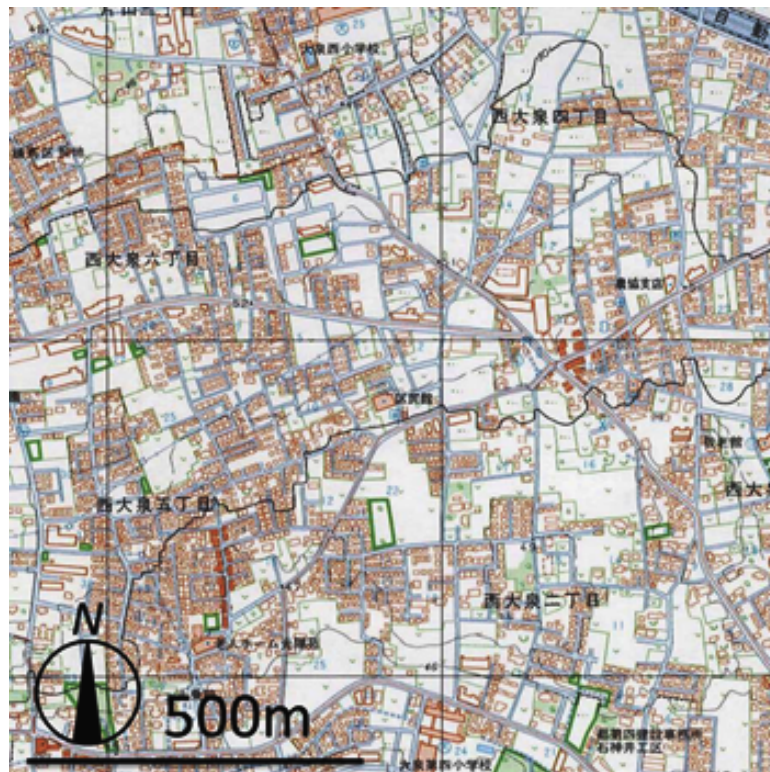
Choose two problems from the following I-IV problems to answer. Use a separate answer sheet for each problem.

I. Choose four terms from the following six terms, then, briefly explain their meanings and/or concepts from the viewpoint of urban and regional planning.

- 1) Resilience
- 2) Green Infrastructure
- 3) New Urbanism
- 4) Biodiversity Offset
- 5) Public Goods
- 6) Inbound Policy

II. The following map shows “suburban sprawl” areas, which are distributed in suburban areas of Japanese large cities. Answer the following two questions about sprawl areas in suburban areas.

- (1) Explain the reason of creating sprawl areas in Japanese suburban areas referring to its social backgrounds and related laws.
- (2) List three problems in sprawl areas and explain each of them from the viewpoint of residential environment.



(Source: 1:10,000 Topographic Map, O-izumi Gakuen, Geospatial Information Authority of Japan)

III. Answer the following questions regarding the cost-benefit analysis of climate change policy.

- (1) Explain ① the prescriptive approach and ② the descriptive approach to discounting.

- (2) Discuss the cost and benefit of climate change policy from the viewpoint of discounting.

IV. Describe in 450 words about elements to be considered in the Transportation Planning from the following figure.

