

受験番号 Examinee number \_\_\_\_\_

令和6年度 東京大学大学院工学系研究科 技術経営戦略学専攻 入学試験  
専門試験（数理的及び論理的思考能力を見るための問題）

令和5年8月28日（月）13:30～15:30

試験時間 120分

2024 Entrance Examination, Department of Technology Management for Innovation,  
Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

Specialized Subjects (Problems designed to test mathematical and logical  
ability)

13:30 – 15:30, Monday, August 28, 2023

Answer Time: 120 minutes

### 配布物 Distributions

1. 本冊子（1冊） This booklet (1 piece)
2. 事前配布論文（2篇） Pre-distributed paper (2 articles)
3. 解答用紙冊子（1冊） Answer sheet booklet (1 piece)
4. 草稿用紙冊子（1冊） Draft sheet booklet (1 piece)

### 注意事項 General instructions

- 解答開始の合図があるまで、問題冊子を開かないこと。Do not open this booklet until the start of the examination is announced.
- 上記配布物がすべて手元にあるか確認し、不足がある場合には申し出ること。Check that the distributions above are on your desktop. Notify your proctor if any of them is missing.
- 落丁、乱丁、印刷不鮮明があった場合には申し出ること。Notify your proctor if there are missing, disordered or unclearly printed pages.
- 問題冊子（本冊子）、解答用紙冊子および草稿用紙冊子の表紙に、受験番号を記入すること。また、解答用紙冊子の各ページの指定された箇所に受験番号を忘れず記入すること。Fill your examinee number at the cover page of this booklet, Answer sheet booklet and Draft sheet booklet, respectively. Also, do not forget to fill your examination number in the designated place at each page of Answer sheet booklet.
- 必要であれば、解答用紙の裏面を使って良い。You may use the reverse sides of answer sheets, if necessary.
- 各冊子のホチキス止めを外して使用しないこと。Do not remove the staples from each booklet.
- 日本語または英語で解答すること。Answers must be written in Japanese or English.
- 全ての配布物は持ち帰らないこと。Do not take any distributed items with you after the examination.

(空白ページ)

(空白ページ)

(空白ページ)

(空白ページ)

## 問題 1

### Problem 1

I. 以下の微分方程式の一般解を求めよ。

$$1. \quad \frac{d^2y}{dx^2} - 4 \frac{dy}{dx} + 3y = 0 \quad (1)$$

$$2. \quad \frac{d^2y}{dx^2} - 4 \frac{dy}{dx} + 3y = \cos 2x \quad (2)$$

$$3. \quad \frac{d^2y}{dx^2} - 4 \frac{dy}{dx} + 3y = \cos 2x + xe^{-3x} \quad (3)$$

I. Find the general solutions of the following differential equations.

$$1. \quad \frac{d^2y}{dx^2} - 4 \frac{dy}{dx} + 3y = 0 \quad (1)$$

$$2. \quad \frac{d^2y}{dx^2} - 4 \frac{dy}{dx} + 3y = \cos 2x \quad (2)$$

$$3. \quad \frac{d^2y}{dx^2} - 4 \frac{dy}{dx} + 3y = \cos 2x + xe^{-3x} \quad (3)$$

II.  $a, b$  を非負の実数とするとき、以下の行列  $A$  に関する問いに答えよ。

$$A = \begin{pmatrix} a & b & 0 \\ 0 & -a & a \\ a & 0 & b \end{pmatrix} \quad (4)$$

1.  $a = 2, b = 3$  のとき、行列  $A$  のすべての固有値を求めよ。
2. 問 II.1 で求めた各固有値に対応する長さ 1 の固有ベクトルをすべて求めよ。
3. 行列  $A$  が対角化可能であるために  $a, b$  が満たすべき必要十分条件を求めよ。

II. Answer the following questions about matrix  $A$  where  $a$  and  $b$  are non-negative real numbers.

$$A = \begin{pmatrix} a & b & 0 \\ 0 & -a & a \\ a & 0 & b \end{pmatrix} \quad (4)$$

1. Obtain all eigenvalues of the matrix  $A$  when  $a = 2$  and  $b = 3$ .
2. Obtain all eigenvectors of length 1 that correspond to each eigenvalue obtained in Question II.1.
3. Find the necessary and sufficient condition for  $a$  and  $b$  to satisfy so that the matrix  $A$  is diagonalizable.

(裏面へ続く)

III. 連続型確率変数  $X$  のとり得る値  $x$  が以下の確率密度関数  $P(x)$  に従うとき、以下の問いに答えよ。ただし  $\alpha, \beta$  は正の定数とする。

$$P(x) = \begin{cases} \alpha x e^{-\beta x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases} \quad (5)$$

1.  $\alpha$  を  $\beta$  を用いて表わせ。
2.  $\beta$  を用いて確率変数  $X$  の期待値を表わせ。
3.  $\beta$  を用いて確率変数  $X$  の分散を表わせ。

III. When the possible values  $x$  of a continuous random variable  $X$  has the probability density function  $P(x)$  described below, answer the following questions. Note that  $\alpha$  and  $\beta$  are positive constants.

$$P(x) = \begin{cases} \alpha x e^{-\beta x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases} \quad (5)$$

1. Express  $\alpha$  using  $\beta$ .
2. Express the expected value of the random variable  $X$  using  $\beta$ .
3. Express the variance of the random variable  $X$  using  $\beta$ .



IV. クラウド上のあるアプリケーションで、2人以上のユーザのログイン試行をサーバが同時刻に受け付けるとログインエラーが必ず発生するという不具合が発見された。ただし、ここでいう「同時刻」とは、小数点以下切り捨ての秒単位で表示された時刻が一致することで定義される。

このとき、ある1分間にこのエラーが発生する確率に関する以下の問いに答えよ。なお、以下を仮定せよ。1) この1分間において、エラーが発生したかどうかに関わらず各ユーザは一度しかログインを試行することができず、2) ログイン試行はユーザごとに独立でかつ各ユーザがログインを試行する確率はこの1分間で一様に分布しており、また3) ユーザによるログインの試行からサーバが受け付けるまでに要する時間は無視できるものとする。

1. この1分間に2人のユーザからのログイン試行をサーバが受け付けたとき、エラーが発生する確率を求めよ。
2. この1分間に3人のユーザからのログイン試行をサーバが受け付けたとき、エラーが発生する確率を求めよ。
3. この1分間に10人のユーザからのログイン試行をサーバが受け付けたとき、少なくとも1件以上のエラーが発生する確率は50%より大きいと言えるか、根拠とともに述べよ。なお、 $e$ を自然対数の底として、 $\log_e(0.5) = -0.693$ 、 $\log_e(60) = 4.094$ 、 $\sum_{k=51}^{60} \log_e k = 40.15$ としてよい。

IV. In an application in the cloud, a failure that causes a login error whenever a server receives login attempts by two users or more at the same time was found. Note that the “same time” is defined if the times displayed in seconds after rounding down to the nearest whole numbers are the same.

Answer the following questions on the probability that this error will occur during a one-minute period. Assume the followings: 1) each user can attempt to login only once in this one-minute period regardless of whether or not the error occurs, 2) the login attempt occurs independently of each user and the probability of login attempt by each user is uniformly distributed in this one minute, and 3) the duration between a login attempt by a user and the server's reception of that attempt can be ignored.

1. Find the probability that the error will occur if the server receives login attempts by two users in this one-minute period.
2. Find the probability that the error will occur if the server receives login attempts by three users in this one-minute period.
3. Is the probability that at least one error will occur larger than 50% if the server receives login attempts by ten users in this one-minute period? Answer with reasons. You may use that  $\log_e(0.5) = -0.693$ ,  $\log_e(60) = 4.094$ , and  $\sum_{k=51}^{60} \log_e k = 40.15$  where  $e$  denotes the base of the natural logarithm.

(裏面へ続く)

## 問題 2

### Problem 2

事前に送付した論文 (Deep Ganguil, et al., “Predictability and Surprise in Large Generative Models,” FAccT '22: 2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, pp. 1747–1764, June 2022) について以下の問題に答えよ。

Answer the following questions regarding the paper sent to you beforehand (Deep Ganguil, et al., “Predictability and Surprise in Large Generative Models,” FAccT '22: 2022 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency, pp. 1747–1764, June 2022).

- I. 本論文の図 1 の右図はモデルのパラメータ数  $N$  とテスト損失  $L$  に両対数グラフにおいて線形な関係が見られることを示している。
  1. 両対数グラフにおける傾きが  $\alpha$ ,  $\log N = 0$  のとき  $\log L = -\alpha \log N_c$  ( $N_c$  は定数) とする。  $L = f(N)$  の形で  $L$  と  $N$  の関係を数式で記述せよ。
  2. ある 2 つの深層学習モデル A と B のパラメータ数とテスト損失に、図 1 の右図と同様の両対数グラフにおいて線形な関係が見られるとする。モデル A は  $\alpha = -0.4$  で  $N_c = 5.0 \times 10^8$ , モデル B は  $\alpha = -0.5$  で  $N_c = 9.0 \times 10^8$  であるとする。  $N = 10^{10}$  において、どちらが性能の良いモデルであると考えられるか。なお、 $\alpha$  と  $N_c$  の定義は問 I.1 と同様とする。
  3. 本文ではこの関係性の発見が、特に民間企業における大規模モデルの開発を後押しした一因であることが論じられている。なぜこの関係の発見が大規模モデル開発を後押ししたのか説明せよ。(100 文字程度)
- I. The right panel of Figure 1 of the paper shows the linear relationship in the log-log graph between the number of parameters of the model  $N$  and the test loss  $L$ .
  1. Let  $\alpha$  be the slope of the linear relationship in the log-log graph, and  $\log L = -\alpha \log N_c$  when  $\log N = 0$  ( $N_c$  is a constant). Mathematically describe the relationship between  $L$  and  $N$  in the form of  $L = f(N)$ .
  2. Assume that we have two deep learning models A and B, and their test losses are linearly related to the number of parameters in a log-log graph similar to the right panel of Figure 1 of the paper. Model A has  $\alpha = -0.4$  and  $N_c = 5.0 \times 10^8$ , and Model B has  $\alpha = -0.5$  and  $N_c = 9.0 \times 10^8$ . Which model is considered to have better performance at  $N = 10^{10}$ ? Note that the definitions of  $\alpha$  and  $N_c$  are same as Question I.1.
  3. The paper discusses that the discovery of this relationship was one of the driving forces behind the

development of large-scale models especially in the private companies. Explain why the discovery of this relationship supports the development of large-scale models. (Approximately 50 words)

II. 本論文のタイトルにある“surprise”について次の問いに答えよ。

1. Large Generative Model の何が“surprise”なのか説明せよ。(100 文字程度)
2. この“surprise”の存在は Large Generative Models 活用の阻害要因にもなりうる。これはなぜか本論文中の例を使いながら説明せよ。(100 文字程度)

II. Answer the following questions about “surprise” in the paper’s title.

1. Explain what is “surprise” about Large Generative Model. (Approximately 50 words)
2. The existence of “surprise” can be an obstacle to the utilization of Large Generative Models. Explain why this is the case, using the examples in the paper. (Approximately 50 words)

III. Large Generative Model をより良く活用するために、大学はどのような学術研究を行うべきと考えられるか。本論文を踏まえ具体的に論ぜよ。(400 文字程度)

III. What kind of academic research should universities conduct for more beneficial use of Large Generative Model? Discuss concretely based on the contents of the paper. (Approximately 200 words)

(裏面へ続く)

### 問題 3

#### Problem 3

事前に送付した論文 (Gregory F. Nemet, Vera Zipperer, Martina Kraus, “The valley of death, the technology pork barrel, and public support for large demonstration projects,” Energy Policy Vol.119, pp. 154–167, 2018) について以下の問題に答えよ。

Answer the following questions regarding the paper sent to you beforehand (Gregory F. Nemet, Vera Zipperer, Martina Kraus, “The valley of death, the technology pork barrel, and public support for large demonstration projects,” Energy Policy Vol. 119, pp. 154–167, 2018).

I. この論文で議論されている「死の谷」(the valley of death)とはなにか。それが生じる理由とともに説明せよ。(350 字程度)

I. Explain “the valley of death” discussed in this paper and the reasons why it occurs. (Approximately 175 words)

II. 論文内では実証事業の稼働時期(demonstration project on-line)と想定導入先市場価格 (price indices for markets relevant to each technology)との関係の分析結果が示されている。その結果をもとに CCS 実証事業で起こると予想されていることを述べよ。(100 字程度)

II. The paper presents the results of the analysis of the relationship between the demonstration projects on-line and the price indices for markets relevant to each technology. Based on the results, describe what is expected to happen in CCS demonstration projects in the future. (Approximately 50 words)

III. Table A.31 について、ここで用いられている分析方法と、分析結果からどのような結論を導いているかを説明せよ。(200 字程度)

III. With regard to Table A.31, explain the method of the analysis used and what conclusions are drawn from the results of the analysis. (Approximately 100 words)

IV. 死の谷を乗り越えるための政策支援法は確立しているとは言えない。本論文を踏まえ、公的部門が検討すべき点を3つ挙げて理由とともにあなたの考えを述べよ。(350字程度)

IV. There is no established policy support method for overcoming the valley of death. Based on this paper, list three points that the public sector should consider and describe your thoughts on these points, together with the reasons for them. (Approximately 175 words)