

2025年度
立教大学大学院人工知能科学研究科博士課程前期課程 入学試験

筆記試験問題
試験時間 120分

注意

- 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
- この問題冊子は7ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。問題番号は1～5となっています。
- 配られた全ての解答用紙に**氏名**を記入してください。
- 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 質問がある場合は挙手して試験監督者に伝えてください。
- この問題冊子は持ち帰ってください。

1.

下に示す (1) から (8) の問いに答えよ。解答は解答用紙の所定の欄に日本語で記せ。解答に至った過程も簡潔に記すこと。

(1) $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 7 = 0.85$ とするとき、 $\log_{10} 10!$ を計算せよ。

(2) $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 3 = 0.48$ 、 $\log_{10} 7 = 0.85$ とするとき、 $n! > 10^8$ を満たす最小の整数 n を求めよ。

(3) 実数 x と y の関数 $f(x, y)$ のうち、次の (i) から (iv) の 4 つの条件を全て満たすものの例を 2 つ挙げよ。(i) $f(0, 0) = 0$ 、(ii) 任意の y について $x_1 \neq x_2$ ならば $f(x_1, y) \neq f(x_2, y)$ 、(iii) 任意の x について $y_1 \neq y_2$ ならば $f(x, y_1) \neq f(x, y_2)$ 、(iv) 任意の x, y について $f(x, y) = f(y, x)$ 。

(4) 実数 x の関数 $f(x) = x^2 - 2x - 3$ の値を最小にする x の値を求めよ。

(5) 実数 x と y の関数 $f(x, y) = x^2 + 2xy + 2y^2 + 2y + 3$ の値を最小にする x と y の値を求めよ。

(6) 下の表は、10 人の学生が数学と英語のテストを受けたときの得点である。

数学	8	4	7	7	8	5	7	7	7	10
英語	4	10	5	8	8	5	10	10	5	5

数学と英語の得点の相関係数を、小数第 3 位を四捨五入して求めよ。ただし、必要であれば $\sqrt{2} = 1.414$ 、 $\sqrt{3} = 1.732$ 、 $\sqrt{5} = 2.236$ 、 $\sqrt{7} = 2.646$ を用いてよい。

(7) 私の知り合い 35 人のうち、スマホを持っている人は 25 人、タブレットを持っている人は 22 人、ノート PC を持っている人は 15 人いた。また、スマホとタブレットを持っている人は 15 人、スマホとノート PC を持っている人は 10 人、タブレットとノート PC を持っている人は 5 人いた。スマホとタブレットとノート PC の全てを持っている人は何人いるか。その人数の全ての可能性を列挙せよ。

(8) 昔々、トートという拳術使いがいた。彼は 2 種類の拳を習得しており、どちらの拳を受けたかは体のアザで判別できるという。某国の王は、トートがそれぞれの拳を使う頻度を知ろうと思ひ、部下の将軍に、兵士をトートのもとへ一人また一人と送り込むよう命じた。なお、トートとの闘いから戻った兵士は、医師を訪ねてアザのチェックを受けることになっていた。しばらく経って、同じ種類のアザしか見られないとの報告が、医師から王のもとに上がってきた。王はトートが一方の拳を封印していると判断した。しかしこの判断は間違っていた。なぜか。

2.

下に示す (1) から (5) の問いに答えよ。解答は解答用紙の所定の欄に日本語で記せ。解答に至った過程も簡潔に記すこと。

(1) 任意の実数 x, y に対して次の 2 つの性質を満たす関数 $f(x)$ を一つ見つけよ。理由も簡潔に記せ。

$$f(x+y) = f(x)f(y), \quad f(1) = 2.$$

(2) 254 を 2 進数表記すると、 N 桁の表記 $a_N a_{N-1} \cdots a_2 a_1$ を得た。ここで $a_n \in \{0, 1\}$ である。このとき次の定積分を計算せよ。

$$\sum_{n=1}^N \int_1^2 n a_n x^{n-1} dx$$

(3) ある数学者が、近所のパン屋から次のような新製品の菓子パン開発に関する相談を受けた。パン屋からの要請として、まず一個の菓子パンの材料費は 50 円以下に収めなくてはならない。材料は砂糖と小麦だけだとして、砂糖 1 グラムは 0.2 円、小麦粉 1 グラムは 0.5 円である。その一方で一個の菓子パンのカロリーは 400 キロカロリー以下に収めなくてはならない。砂糖 1 グラムは 4 キロカロリー、小麦粉 1 グラムは 2 キロカロリーであるとする。このとき、菓子パンの満足感を最大化する砂糖と小麦の量 [グラム] を求めよ。ただし満足感は、それぞれのグラム数の積

$$\text{菓子パンの満足感} = \text{砂糖の量} \times \text{小麦の量}$$

で決まるものだとする。

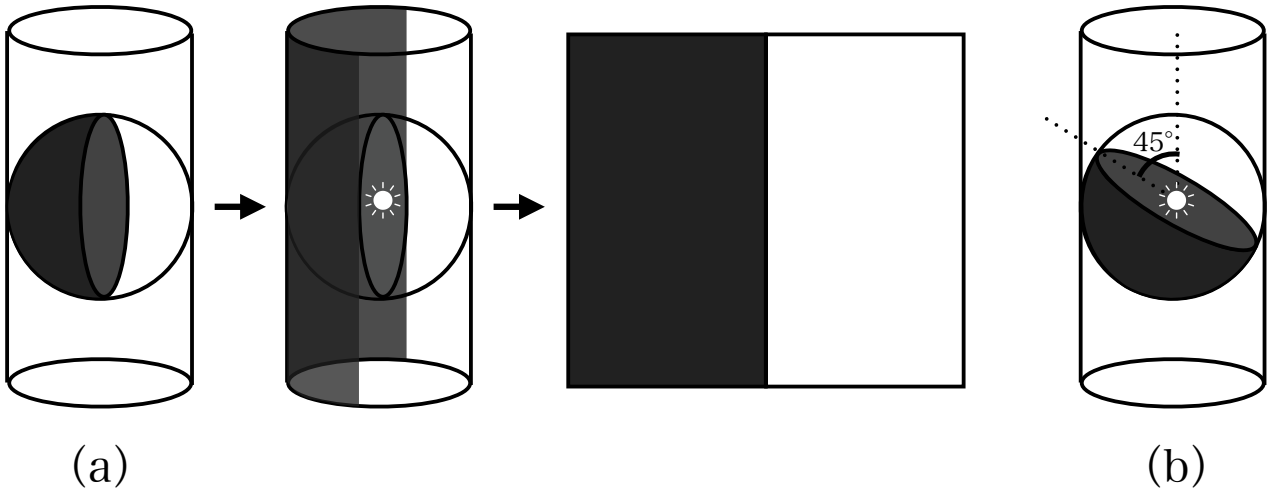
(4) 二項係数 ${}_n C_k$ に対し、次の二つの問いに答えよ。

(4-1) $k_{2^\ell} C_k$ が 2^ℓ の倍数になることを証明した上で、 ${}_k C_k$ ($k = 1, 2, \dots, 2^\ell - 1$) が全て偶数であることを証明せよ。

(4-2) 2045 より大きい自然数 n で、 ${}_n C_k$ ($k = 0, 1, \dots, n$) がすべて奇数となるような n のうち最小のものを求めよ。(4-1) の結果、および ${}_n C_{k-1} + {}_n C_k = {}_{n+1} C_k$ を用いても良い。

(5) 地図を作成するためには、メルカトル図法などの方法を用いて、地球表面を平面に投影している。そのため、地球表面上の図形は、地図上では非自明な形状になる場合がある。ここでは地球上で太陽に面した昼の領域と、太陽の影になった暗い夜の領域が、地図上でどのように表されるのかを考えてみよう。そのために、以下の簡略化した設定で計算を行うことにする。

図のように、半径 1 の球 (以下地球) に、鉛直方向に伸びた半径 1 の円筒が外接している。地球の中心点から放射状に光を放ち、円筒上に投影された地球表面の様子が地図であると考える。



(5-1) 地球の中心を原点とした xyz 座標を用いると、原点と地球の球面上の任意の点を結ぶベクトルは

$$\vec{v} = (\sin \theta \cos \phi, \sin \theta \sin \phi, \cos \theta)$$

と書くことができる。この時、角度 θ と ϕ は何の角度を意味するのか、図を用いながら簡潔に説明せよ。また、この二つの角度の動く範囲も示せ。

(5-2) 次に図のように地球の半分を黒く塗り、そこを夜の領域だとする。図 (a) のように夜と昼の領域の境界が南北を結ぶ鉛直方向を向いていれば、円筒上に投影される昼と夜の境界線も鉛直方向に伸びる直線である。円筒を展開すれば、図 (a) の右端のように、昼と夜を塗り分けた地図が得られる。

次に地球の公転面に対して南北を結ぶ軸が傾いている実際の状況をモデル化して、図 (b) の状況を考える。ここでは影の領域が、南北を表す鉛直方向に対して 45° 傾いているとする。このとき図 (b) における地球面上の明部と暗部の境界線上の点において、 θ と ϕ が満たす関係式を導け。

(5-3) 図 (b) の地球の表面を投影した円筒上において、暗部と明部の境界線の (x, y, z) 座標を ϕ で与える式を導け。また、この円筒の展開図として、横軸を ϕ 、縦軸を z にとったグラフにおいて境界線を図示せよ。

3.

某市で、中学生の数学的思考力を伸ばす新しい教育法が開発された。この新しい教育法の効果を明らかにするために、5つの市立中学校で、以下のような調査がおこなわれた。

- 5つの中学校で、2回、数学のテストを実施した。2回のテストは、同じ学期の前と後に、同日同時刻に実施された。どちらのテストも、全ての中学校で同じ問題が出題された。
- 当該学期に、5つの中学校のうち2つの中学校では、新しい教育法で数学の授業を実施した。残り3つの中学校では、従来通りの教育法で数学の授業を実施した。
- どの中学校でも、学期前と学期後で全く同じ100人の生徒を対象にテストは実施された。
- 学期後のテストの点数から学期前のテストの点数を引いた値を、「指標 Δ 」と呼ぶことにする。各中学校について、テストを受けた100人の指標 Δ の平均値を、表1に示す。

表 1: 各中学校の指標 Δ

A 中学	B 中学	C 中学	D 中学	E 中学
15.0	9.0	3.0	12.0	6.0

なお、新しい教育法をどの2つの中学校で使うかは公正な抽選で決められた。その結果、A中学とD中学が選ばれている。このとき、以下の問に答えよ。

(1) A中学とD中学でテストを受けた生徒200人について、指標 Δ の平均値を求めよ。また、他の3つの中学校でテストを受けた生徒300人について、指標 Δ の平均値を求めよ。さらに、この計算結果に基づくと、新しい教育法を使った中学校と従来の教育法を使った中学校とで、平均的に見て指標 Δ にいくらの差が生じたと言えるか。

(2) 「新しい教育法は、従来の教育法と全く同じ効果しか持たない」とする仮説を、仮説 \spadesuit と呼ぶことにする。仮説 \spadesuit のもとでは、例えば、C中学で新しい教育法を使ったとしても、テストを受けた100人の指標 Δ の平均値は、表1と同じ3.0になる。さて、仮にA中学とE中学の2校で新しい教育法を使っていた場合、この仮説 \spadesuit のもとでは、新しい教育法を使った中学校と従来の教育法を使った中学校とで平均的に見て指標 Δ にいくらの差が生じると言えるか。

(3) どの2つの中学校で新しい教育法を使うかについて、A中学とB中学、A中学とC中学、A中学とD中学、A中学とE中学、B中学とC中学、B中学とD中学、等々、中学校のあらゆるペアを考え、それぞれのペアについて、仮説 \spadesuit のもとでは、新しい教育法を使った中学校と従来の教育法を使った中学校とで平均的に見て指標 Δ にいくらの差が生じると言えるか、計算せよ。

(4) A中学とD中学のペアについて(1)で得られた値は、仮説 \spadesuit のもとで得られる値として見たとき、極端な値か、もしくは、ありふれた値か。(3)で得た結果に基づいて考察せよ。また、この考察をふまえると、新しい教育法の効果についてどのように議論できるか。

(5) このような調査に関する倫理的・法的・社会的課題と考えられる論点を挙げよ。

4.

Here, we present patterns of strings of characters in the following manner:

- a) When X denotes a set of characters, X^* is a set of all strings consisting only of characters in X of arbitrary finite length, including the empty string.
- b) When X denotes a set of characters and σ denotes a string of characters, $[X]\sigma$ is $x \circ \sigma$ for $x \in X$, where \circ represents the concatenation operation (e.g., $st \circ u = stu$).

Consider $A = \{m, n\}$ and $B = \{s, t, u\}$ as sets of characters.

- I. Determine all possible strings $[B]\sigma$ for every $\sigma \in A^*$, where σ is of length 2. Explain the reasoning behind your answer in Japanese.
- II. Provide two examples of strings τ such that $\tau \notin A^* \cup B^*$ and $\tau \in (A \cup B)^*$. Explain the reasoning behind your answer in Japanese.

5.

以下は論文 Lize Alberts, Ulrik Lyngs, and Max Van Kleek. 2024. Computers as Bad Social Actors: Dark Patterns and Anti-Patterns in Interfaces that Act Socially. Proc. ACM Hum.-Comput. Interact. 8, CSCW1, Article 202 (April 2024), 25 pages. (<https://doi.org/10.1145/3653693>) の要旨である。

(1) 下線部を日本語に訳せ。

(2) イタリック部分に現れる inappropriate であるとあなたが考える具体的な使用例を指摘し、なぜそれが inappropriate であるといえるのか、日本語 400 字程度で論述せよ。

Abstract

Interfaces increasingly mimic human social behaviours. Beyond prototypical examples like chatbots, basic automated systems like app notifications or self-checkout machines likewise address or ‘talk to’ people in person-like ways. Whilst[†] early evidence suggests social cues can enhance user experience, we lack a good understanding of when, and why, *their use in interaction design may be inappropriate.* We combined a qualitative survey (n=80) with experience sampling, interview, and workshop studies (n=11) to understand people’s attitudes and preferences regarding how a range of automated systems talk to/at them. We thematically analysed examples of phrasings or conduct our participants disliked, their reasons, and how they would prefer to be treated instead. One category of inappropriate use we identified is when social design elements are used to manipulate user behaviour. We distinguish four such tactics: ‘agents’ playing on users’ emotions (e.g., guilt-tripping, coaxing), being pushy, mothering users, or being passive-aggressive. Another category regards pragmatics: personal or situational factors that can make even a seemingly helpful or friendly message come across as rude, tactless, invasive, etc. These include contextual insensitivity (e.g., embarrassing users in public); expressing clearly false personalised care; or treating a user in ways they find misaligned with the system’s role or the nature of their relationship. We discuss these inappropriate uses in terms of an emerging ‘social’ class of dark and anti-patterns. From participant suggestions, we offer recommendations for improving how interfaces treat people in interaction, including broader normative reflections on treating users respectfully.

† while と同義。