

平成 30 年度 10 月期入学 / 平成 31 年度 4 月期入学  
京都大学 大学院情報学研究科  
修士課程 知能情報学専攻 入学者選抜試験問題  
(分野基礎問題)

平成 30 年 8 月 6 日 13:00～14:30

【注意】

1. 問題冊子はこの表紙を含めて 19 枚ある。
2. 試験開始の合図があるまで中を見てはいけない。
3. 試験開始後、枚数を確認し、落丁または印刷の不鮮明なものがあれば直ちに申し出ること。
4. 問題は次ページの志望区分ごとに出题されており、日本語と英語の両方で出題されている。必ず第一志望区分の問題について解答すること。もし自分の志望区分の問題が見つからない場合は直ちに申し出ること。
5. 特に指定のない限り、日本語または英語で解答すること。
6. 解答用紙に記載されている注意事項についても留意すること。

---

*The Japanese version of this document is the prevailing and authoritative version;  
the English translation below is provided for reference only*

October 2018 Admissions / April 2019 Admissions  
Entrance Examination for Master's Program  
Department of Intelligence Science and Technology  
Graduate School of Informatics, Kyoto University  
(Area-specific Basic Questions)

August 6, 2018  
13:00 - 14:30

NOTES

1. This is the Question Booklet in 19 pages including this front cover.
2. Do not open the booklet until you are instructed to start.
3. After the exam has started, check the number of pages and notify proctors (professors) immediately if you find missing pages or unclear printings.
4. Questions are written in Japanese and English. The questions are classified as listed next page. **Make sure to answer the question in the application group which is your first-choice.** Notify proctors (professors) immediately if the question of your application group is not found.
5. Write your answer in Japanese or English, unless otherwise specified.
6. Read carefully the notes on the Answer Sheets as well.

## 志望区分：研究分野

知ー1:脳情報学、ブレイン・デコーディング、ブレイン・マシン・インターフェース、脳イメージング、計算論的神経科学、視覚科学

知ー2:心理情報学、高次脳機能、認知神経心理、認知的インタフェース、ニューロマーケティング、認知科学

知ー3:認知コミュニケーション、認知神経ダイナミクス、コミュニケーション神経情報学、多感覚情報統合、脳機能計測

知ー4:計算論的認知神経科学、計算脳科学、意思決定と強化学習、社会知性の脳計算、脳型知能と機械学習、ヒト fMRI 実験と理論

知ー5:知能計算、知識発見、計算論的学習、機械学習のための最適化

知ー6:集合知システム、機械学習、データマイニング、ヒューマンコンピューテーション

知ー7:会話情報学、人工知能、インタラクション、視覚計算、認知的デザイン

知ー8:言語メディア、言語情報処理、言語解析、言語生成、機械翻訳、情報検索

知ー9:音声メディア、音声認識・理解、音楽情報処理、会話ロボット、統計的信号処理・パターン認識

知ー10:画像メディア、視覚情報処理、コンピュータ・ビジョン

知ー11:映像メディア、大規模映像データ処理、人物行動理解、実世界環境計測・認識

知ー12:ネットワークメディア、インターネット、情報セキュリティ、アルゴリズム、計算複雑性

知ー13:メディアアーカイブ、言語理解、言語生成、言語知識獲得、思考・認識の言語化、シンボルグラウンディング

知ー14:バイオ情報ネットワーク、バイオインフォマティクス、数理生物情報学、複雑ネットワーク

*The Japanese version of this document is the prevailing and authoritative version;  
the English translation below is provided for reference only*

### **Application Groups: Research Fields**

- IST-1: Neuroinformatics, Brain Decoding, Brain-Machine Interface, Brain Imaging, Computational Neuroscience, Vision Science
- IST-2: Psychoinformatics, Higher Brain Function, Cognitive Neuropsychology, Cognitive Interface, Neuromarketing, Cognitive Science
- IST-3: Cognitive Communication, Cognitive Neural Dynamics, Neural Informatics for Communication, Multimodal Information Integration, Functional Brain Measurements
- IST-4: Computational Cognitive Neuroscience, Cognitive Neuroscience, Decision Making and Reinforcement Learning, Neurocomputational Mechanism of Social Functions, Brain-based Intelligence and Machine Learning, Human fMRI Experiments with Quantitative Methods
- IST-5: Computational Intelligence, Knowledge Discovery, Computational Learning Theory, Optimization for Machine Learning
- IST-6: Collective Intelligence, Machine Learning, Data Mining, Human Computation
- IST-7: Conversational Informatics, Artificial Intelligence, Interaction, Visual Computation, Cognitive Design
- IST-8: Language Media Processing, Language Information Processing, Language Analysis, Language Synthesis, Machine Translation, Information Retrieval
- IST-9: Speech and Audio Processing, Speech Recognition and Understanding, Music Information Processing, Human Robot Interaction, Statistical Signal Processing and Pattern Recognition
- IST-10: Visual Information Processing, Image Media, Computer Vision
- IST-11: Video Media, Human Behavior Analysis, 3D Modeling, Real-world Computing
- IST-12: Network Media, the Internet, Information Security, Algorithm, Computational Complexity
- IST-13: Media Archiving Research, Language Understanding, Language Generation, Language Knowledge Acquisition, Verbalizing for Thought and Understanding, Symbol Grounding
- IST-14: Biological Information Networks, Bioinformatics, Mathematical and Computational Biology, Complex Networks

設問 深層ニューラルネットワークにおける学習と脳神経系における学習の類似点と相違点について議論せよ。

---

Master's  
Program

Area-Specific  
Basic Questions

Question  
Number

IST-1

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Q. Discuss the similarities and differences between the learning in deep neural networks and the learning in the nervous system.

設問 人間の前頭葉の機能について、代表的な心理実験やその結果を紹介しながら説明せよ。必要に応じて図を用いても良い。

---

Master's  
Program

Area-Specific  
Basic Questions

Question  
Number

IST－2

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Q. Explain frontal lobe functions of the human brain by describing representative psychological experiments and their results. Use figures, if necessary.

以下の設問に答えよ。必要であれば図を用いてもよい。

設問 1 EEG と MEG の計測原理を述べよ。

設問 2 EEG と MEG の信号源推定における問題点を述べよ。

---

**Master's  
Program**

**Area-Specific  
Basic Questions**

**Question  
Number**

**IST-3**

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Answer the following questions. You may use figures if necessary.

Q.1 Describe the measurement principles of EEG and MEG.

Q.2 Describe the problems in source estimation in EEG and MEG.

設問 本問題冊子の中の問題番号「知-1」、「知-2」、「知-3」から、1つを選び、解答せよ。その際、解答用紙の問題番号欄には「知-4」と記載すること。

---

Master's  
Program

Area-Specific  
Basic Questions

Question  
Number

IST-4

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Q. Choose and answer one out of the three questions, IST-1, IST-2, and IST-3, in this booklet. When doing so, write “IST-4” in the “Question Number” field of your answer sheet.

設問 1 空でない 2 つの頂点の有限集合  $V, W$  ( $V \cap W = \emptyset$ ) と辺の集合  $E \subseteq V \times W$  からなる二部グラフ  $G = (V, W, E)$  を考える. 頂点の部分集合  $A \subseteq V$  と  $B \subseteq W$  に対して,

$$f(A) = \{w \in W \mid \text{すべての } v \in A \text{ に対して } (v, w) \in E\},$$

$$g(B) = \{v \in V \mid \text{すべての } w \in B \text{ に対して } (v, w) \in E\}$$

と定義する. このとき以下の小問に解答せよ.

1. 任意の  $A_1, A_2 \subseteq V$  に対して,  $A_1 \subseteq A_2$  ならば  $f(A_2) \subseteq f(A_1)$  を証明せよ.
2. 任意の  $A \subseteq V$  に対して,  $A \subseteq g(f(A))$  を証明せよ.
3. 任意の  $A \subseteq V$  に対して,  $f(A) = f(g(f(A)))$  を証明せよ.

設問 2 以下の小問に解答せよ.

1. 記号  $a, b$  からなる空列を含む有限列全体の集合を  $\Sigma^*$  とするとき,  $\Sigma^*$  は可算集合であることを示せ. さらに集合  $S$  を  $\Sigma^*$  の部分集合とすると,  $S$  が帰納的に可算な集合であることと帰納的な集合であることの違いを説明せよ.
2. 実数の  $n$  次元ベクトル ( $n$  は正整数) であるようなデータの有限集合  $D$  が与えられたとき,  $D$  を階層的にクラスタリングする方法を説明せよ.



*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Q.1 Let  $G = (V, W, E)$  be a bipartite graph, where  $V$  and  $W$  be two disjoint non-empty sets of vertices and  $E \subseteq V \times W$  be a set of edges. For every subset  $A \subseteq V$  and every subset  $B \subseteq W$ , we define

$$\begin{aligned} f(A) &= \{w \in W \mid (v, w) \in E \text{ for all } v \in A\}, \text{ and} \\ g(B) &= \{v \in V \mid (v, w) \in E \text{ for all } w \in B\}. \end{aligned}$$

Answer the following questions.

1. Prove that, for any subsets  $A_1$  and  $A_2 \subseteq V$ ,  $f(A_2) \subseteq f(A_1)$  if  $A_1 \subseteq A_2$ .
2. Prove that  $A \subseteq g(f(A))$  for any subset  $A \subseteq V$ .
3. Prove that  $f(A) = f(g(f(A)))$  for any subset  $A \subseteq V$ .

Q.2 Answer the following questions.

1. Let  $\Sigma^*$  be the set of all finite sequences consisting of symbols  $a$  and  $b$ , including an empty sequence. Show that  $\Sigma^*$  is a countable set. For a subset  $S \subseteq \Sigma^*$ , explain the difference of the following two cases:
  - $S$  is a recursively enumerable set, and
  - $S$  is a recursive set.
2. Assume a finite set  $D$  consisting of vectors in  $\mathbb{R}^n$ , where  $\mathbb{R}$  is the set of real numbers and  $n$  is a positive integer. Explain how to hierarchically cluster the data in  $D$ ?

$n$ 個のアイテム $\{1, 2, \dots, n\}$ がある。各アイテム $i \in \{1, 2, \dots, n\}$ は実数値をとるパラメータ $\theta_i$ をもつとする。2つのアイテム $i$ と $j$ を比較したときに、アイテム $i$ が選択される確率 $p_{ij}$ は以下で与えられるとする：

$$p_{ij} = \frac{\exp(\theta_i)}{\exp(\theta_i) + \exp(\theta_j)}$$

いま、アイテム $i$ と $j$ の様々な組み合わせにおいて、複数回の比較を行ったとする。アイテム $i$ と $j$ の比較においてアイテム $i$ が選択された回数を $c_{ij}$ とする。なお、それぞれの比較は互いに独立であるとする。

設問 1 パラメータ $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ を最尤推定によって求めることを考える。その対数尤度関数を書け。

設問 2  $n = 3, c_{12} = 1, c_{21} = 3, c_{23} = 2, c_{32} = 4$ とする。また、 $\theta_2 = 0$ とわかっているものとする。このとき、 $\theta_1, \theta_3$ の最尤推定値を求めよ。

設問 3 比較結果がひとつずつ逐次的に得られる場合のパラメータ推定法について具体的に説明せよ。

設問 4 このモデルにはどのような実世界応用が考えられるか。アイテムやそのパラメータがそれぞれ何を表すか、比較の基準などにもふれながら具体的に答えよ。

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Suppose we have  $n$  items  $\{1, 2, \dots, n\}$ , where item  $i \in \{1, 2, \dots, n\}$  has a real-valued parameter  $\theta_i$ . When two items  $i$  and  $j$  are compared, item  $i$  is selected with probability  $p_{ij}$  that is defined as

$$p_{ij} = \frac{\exp(\theta_i)}{\exp(\theta_i) + \exp(\theta_j)}.$$

Suppose we made comparisons for different pairs of items  $i$  and  $j$ .  $c_{ij}$  denotes the number of times item  $i$  was selected in the comparisons between items  $i$  and  $j$ . We assume the comparisons are independent of each other.

Q.1 Give the log-likelihood function for parameters  $\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_n$ .

Q.2 Give the maximum likelihood estimates of  $\theta_1$  and  $\theta_3$  when  $n = 3, c_{12} = 1, c_{21} = 3, c_{23} = 2, c_{32} = 4$ , and  $\theta_2 = 0$ .

Q.3 Explain how to estimate the parameters when the comparison results are sequentially given one by one.

Q.4 Give a real-world application of the model. The answer must include concrete definitions of what the items and the parameters indicate and what the criterion of the comparisons is.

設問 不確実な状況で適切な行動ができる知能システムの設計法について、具体的な例を用いて説明しなさい。

---

Master's  
Program

Area-Specific  
Basic Questions

Question  
Number

IST-7

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

- Q. Explain how we can design an intelligent system that can exhibit proper behaviors under uncertainty, using a concrete example.

設問 以下の用語をそれぞれ 150 字程度で説明せよ（英語で解答する場合は 100 語程度で説明せよ）。

1. 文脈自由文法
2. CKY 法
3. ビタビアルゴリズム
4.  $k$ -平均法
5. ベクトル空間モデル

---

Master's  
Program

Area-Specific  
Basic Questions

Question  
Number

IST — 8

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Q. Explain each of the following terms in about 150 Japanese characters or about 100 English words.

1. Context free grammar
2. CKY algorithm
3. Viterbi algorithm
4.  $k$ -means clustering
5. Vector space model

音声メディア（音声や音楽など）の処理において、時系列のモデル化が重要な課題である。以下の問いに答えよ。

設問1 音声メディアをマルコフモデルに基づいてモデル化する方法を述べよ。信号レベルのモデル化（音響モデル）と記号レベルのモデル化（言語モデル）の各々について説明すること。

設問2 音声メディアを再帰型ニューラルネットワークに基づいてモデル化する方法を述べよ。

設問3 設問1のアプローチと設問2のアプローチを比較して、得失を述べよ。

---

Master's  
Program

Area-Specific  
Basic Questions

Question  
Number

IST-9

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Time-sequential modeling is an important problem in speech and audio (including music) processing. Answer the following questions.

Q.1 Describe methods for modeling speech and/or audio based on Markov models. Explain signal-level modeling (acoustic modeling) and symbol-level modeling (language modeling).

Q.2 Describe methods for modeling speech and/or audio based on recurrent neural networks.

Q.3 Compare the approaches in Q.1 and Q.2, and describe their advantages and disadvantages.

設問1 カメラや光源等の光学機器を用いて物体を撮像した一枚あるいは複数枚の画像から、以下の(1)と(2)それぞれを推定する手法を2つずつ(合計4つ)説明せよ。説明に当たっては、数式と図を用い、撮像法および仮定を明示したうえで、その原理と手順を書き、それぞれの手法の長所と短所を比較せよ。それぞれの手法に広く認知されている名前がある場合はそれを明記すること。

- (1) 物体の幾何形状
- (2) 物体の種別

設問2 設問1の(1)あるいは(2)を推定する際において未解決の問題を挙げ、解決法を提案せよ。

**Master's  
Program**

**Area-Specific  
Basic Questions**

**Question  
Number**

**IST－10**

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Q.1 Explain two methods to estimate each of the following two quantities of an object (i.e., four methods in total) from one or more images captured with optical instruments including cameras and light sources. By using appropriate equations and figures, the explanations should clarify the image capture process and the underlying assumptions of each method, and must layout the algorithmic procedures and their theoretical underpinnings. For each quantity, also discuss and compare the advantages and disadvantages of the two methods. If there are widely accepted names given to the methods you discuss, explicitly mention them.

- (1) 3D geometry of an object
- (2) Object category

Q.2 Explain unsolved problems when estimating either of the two quantities listed in Q.1 and propose possible solutions.

設問 以下の4つの項目すべてについて図と数式を用いて説明せよ。

- (1) サポートベクトルマシン
- (2) 多クラス識別のためのニューラルネットワークとその学習方法
- (3) ハフ変換による直線検出
- (4) 周波数領域での画像復元

---

Master's  
Program

Area-Specific  
Basic Questions

Question  
Number

IST — 11

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Q. Explain the following four items by using figures and mathematical expressions.

- (1) Support vector machine
- (2) Neural network for multi-class classification and its learning method
- (3) Line detection by Hough transform
- (4) Image restoration in frequency domain



設問1 以下の各用語について簡潔に説明せよ。

- (1) IPv6 (IP version 6)
- (2) UTP (Unshielded Twisted Pair)
- (3) 輻輳制御 (congestion control)
- (4) BGP (Border Gateway Protocol)

設問2 TCP/IPにおけるトランスポート層のプロトコルについて以下の各問に答えよ。

- (1) TCP と UDP の違いを述べよ。
- (2) UDP が用いられるアプリケーション層プロトコルを一つ挙げ、そのプロトコルの実装においてはUDPがTCPより優れている理由を説明せよ。

---

Master's  
Program

Area-Specific  
Basic Questions

Question  
Number

IST-12

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Q.1 Explain each of the following terms briefly.

- (1) IPv6 (IP version 6)
- (2) UTP (Unshielded Twisted Pair)
- (3) Congestion control
- (4) BGP (Border Gateway Protocol)

Q.2 Answer the following questions on transport layer protocols in TCP/IP.

- (1) Explain the difference of TCP and UDP.
- (2) Show an application layer protocol that utilizes UDP, and explain why UDP is better than TCP for implementing the protocol.

設問 以下の自然言語処理の各課題に対して、入力と出力を例示し、機械学習に基づく解法とその評価尺度を述べよ。

- (1) 品詞推定
- (2) 固有表現認識
- (3) 係り受け解析

---

Master's  
Program

Area-Specific  
Basic Questions

Question  
Number

IST ー 13

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Q. For each of the following tasks of natural language processing, give examples of the input and the output, then describe a solution based on machine learning and its evaluation measure.

- (1) Part-of-speech tagging
- (2) Named entity recognition
- (3) Dependency analysis

設問1 バイオインフォマティクスにおいては様々な数理モデルが利用される。その中から2種類をあげ、それぞれについてモデルの概要、および、そのモデルが利用されるタスクの概要を説明せよ。

設問2 上で説明したタスクのそれぞれについて、そのモデルを用いることの利点と欠点を述べ、欠点を克服するための方策について議論せよ。

---

**Master's  
Program**

**Area-Specific  
Basic Questions**

**Question  
Number**

**IST — 14**

*Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.*

Q.1 In bioinformatics, various mathematical models are utilized. Describe two of these models. In addition, for each of these two models, describe a task for which the model is utilized.

Q.2 For each of the two tasks you answered in Q.1, discuss the advantage(s) and disadvantage(s) of the corresponding model and how to overcome the disadvantage(s).