

修士課程 社会情報学専攻入学者選抜試験問題
(情報学基礎)

Entrance Examination for Master's Program
(Fundamentals of Informatics)
Department of Social Informatics

令和 5 年 2 月 8 日 13:00～15:00
February 8, 2023 13:00 – 15:00

【注意】

- ・ 試験開始の合図があるまで中を見てはいけない。
- ・ 問題用紙は表紙を含めて 12 枚である。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。
- ・ 問題は 5 題である。このうち 3 題を選択し、解答しなさい。
- ・ 解答用紙の表紙に記載されている注意事項についても留意すること。
- ・ 問題 1 題につき、解答用紙 1 枚を使用すること。解答用紙は裏面を使用しても構わないが、使用する場合は裏面に継続することを明記すること。

NOTES

- ・ Do not open the pages before the signal to start the examination is given.
- ・ This is the Question Booklet consisting of 12 pages including this front cover. After the examination starts, check that all pages are in order and notify proctors immediately if missing pages or unclear printings are found.
- ・ There are 5 questions. Choose and answer 3 questions in total.
- ・ Carefully read the notes on the front cover of the Answer Sheets, too.
- ・ Use one answer sheet for each question. You may use the reverse side of the sheet, but if you do, be sure to indicate it clearly by writing “See reverse side” at the end of the front side.

問題番号 (Number) 1

(1) 以下のそれぞれのデータをビットパターンへと符号化する一般的な方法をそれぞれについて一つ挙げその手法を説明せよ。For each of the following data, state one general method of encoding it into bit patterns and describe the method.

- a. テキスト Text
- b. 負の整数 Negative Integers
- c. 分数 Fractions
- d. 画像 Images
- e. 音声 Sound

(2) 以下のそれぞれのデータ圧縮手法を説明せよ。具体例を用いて良い。Explain each of the following data compression methods. You can include concrete examples in your explanation.

- a. 頻度依存符号化 frequency-dependent encoding
- b. GIF
- c. LZW 符号化 LZW encoding
- d. JPEG

問題番号 (Number) 2

本問題では以下の表に記されるマシン語命令を仮定する。各マシン語命令は2バイト長とし、前半の4ビットがオペコード、後半の12ビットがオペランドフィールドとなる。記号 R, S, T はレジスタ番号を表す4ビットパターンであり、記号 X, Y はレジスタではない変数フィールドを表す4ビットパターンである。

オペコード	オペランド	説明
1	RXY	LOAD: アドレスXYのメモリセルにあるビットパターンをレジスタRにロードする。例: 14A3は、アドレスA3のメモリセルの内容をレジスタ4に格納する。
2	RXY	LOAD: ビットパターンXYをレジスタRにロードする。
3	RXY	STORE: レジスタRにあるビットパターンをアドレスがXYのメモリセルに格納する。
4	ORS	MOVE: レジスタRにあるビットパターンをレジスタSに転送する。
5	RST	ADD: レジスタSとTにあるビットパターンを2の補数表現数として加算し、その結果をレジスタRに格納する。
6	RST	OR: レジスタSとTにあるビットパターンの論理和を取り、その結果をレジスタRに格納する。
7	RST	AND: レジスタSとTにあるビットパターンの論理積を取り、その結果をレジスタRに格納する。
8	RST	XOR: レジスタSとTにあるビットパターンの排他的論理和を取り、その結果をレジスタRに格納する。
9	ROX	ROTATE: レジスタRのビットパターンの1ビット巡回を右にX回行う。その都度最右端ビットを最左端に移動する。例: 9403は、レジスタ4の内容を3ビット右に循環シフトする。
A	RXY	JUMP: レジスタRのビットパターンがレジスタ0のビットパターンと等しければ、アドレスXYのメモリセルに位置する命令へジャンプする。そうでなければ、通常の実行を続行する。
B	000	HALT: 実行を停止する。

また、マシンは以下のものを仮定する。

- 0 から F (16 進数表記) まで番号の振られた 16 個の汎用レジスタを持ち、それぞれのレジスタの長さは 8 ビットである。
- メインメモリは 256 個のセルからなる。各セルのアドレスは 8 ビットのパターンとなる。

これを踏まえ、以下の設問 (1) および設問 (2) に答えよ。

(1) マシンのプログラムカウンタは 00 (16 進数表記) であり、アドレス 00 から 11 (全て 16 進数表記) のメモリセルは下記のビットパターン (全て 16 進数表記) を含むとする。

アドレス	内容	アドレス	内容
00	11	0A	91
01	D1	0B	01
02	22	0C	81
03	01	0D	12
04	73	0E	31
05	12	0F	B0
06	40	10	B0
07	20	11	00
08	A3		
09	0C		

- アドレス D1 に含まれるビットパターンが 2B である場合、マシン停止時にアドレス B0 に含まれるビットパターンは何か。
- アドレス D1 に含まれるビットパターンが 3C である場合、マシン停止時にアドレス B0 に含まれるビットパターンは何か。

(2) フィボナッチ数列は次の漸化式で定義される。

$$F_0 = 0, \quad F_1 = 1, \quad F_{n+2} = F_n + F_{n+1} \ (n \geq 0)$$

n が 16 進数で D 以下の時、 F_n は 16 進数で FF 未満となる。まず、以下を仮定せよ。

- アドレス D0 には 16 進数で 0 以上 D 以下の自然数が 2 進記法の形式で格納されている。
- アドレス D1 には 00 (16 進数表記) が格納されている。
- アドレス D2 には 01 (16 進数表記) が格納されている。
- マシンはプログラムカウンタが 00 (16 進数表記) の状態で開始する。

この時、以下に挙げる要件を全て満たすようなマシン命令から成るプログラムを考え、それを本設問への解答として記せ。

- マシンを停止させる。
- LOAD 命令は 3 つ以下である。
- アドレス D0 に格納されている自然数を m とおくと、 F_m を 2 進記法の形式で E0 に格納する。

In this question, the machine instructions in the table below are assumed. Each machine instruction is 2-byte long with the first 4 bits representing the op-code and the last 12 bits making up the operand field. The symbols R, S and T are placeholders for a 4-bit pattern identifying a register, and the symbols X and Y are placeholders for a 4-bit pattern not representing a register.

Op-code	Operand	Description
1	RXY	LOAD the register R with the bit pattern found in the memory cell with the address of XY. <i>Example:</i> 14A3 would cause the contents of the memory cell located at address A3 to be placed in register 4.
2	RXY	LOAD the register R with the bit pattern XY.
3	RXY	STORE the bit pattern found in register R in the memory cell with the address of XY.
4	ORS	MOVE the bit pattern found in register R to register S.
5	RST	ADD the bit patterns in registers S and T as though they were two's complement representations and leave the result in register R.
6	RST	OR the bit patterns in registers S and T and place the result in register R.
7	RST	AND the bit patterns in registers S and T and place the result in register R.
8	RST	EXCLUSIVE OR the bit patterns in registers S and T and place the result in register R.
9	ROX	ROTATE the bit pattern in register R one bit to the right X times. Each time, place the bit that started at the low-order end at the high-order end. <i>Example:</i> 9403 would cause the contents of register 4 to be rotated 3 bits to the right in a circular fashion.
A	RXY	JUMP to the instruction located in the memory cell at address XY if the bit pattern in register R is equal to the bit pattern in register number 0. Otherwise, continue with the normal sequence of execution.
B	000	HALT execution.

The following machine is furthermore assumed.

- It has 16 general-purpose registers numbered 0 through F (in hexadecimal). Each register is 8-bit long.
- There are 256 cells in the main memory. Each cell's address is 8-bit long.

With this in mind, answer the following questions (1) and (2).

(1) The machine contains 00 (an 8-bit pattern in hexadecimal form) in its program counter and the memory cells at addresses 00 through 11 (all in hexadecimal form) contain the following bit patterns (all in hexadecimal form).

Address	Contents	Address	Contents
00	11	0A	91
01	D1	0B	01
02	22	0C	81
03	01	0D	12
04	73	0E	31
05	12	0F	B0
06	40	10	B0
07	20	11	00
08	A3		
09	0C		

- a. Suppose the memory cell at address D1 contains 2B. What will be the bit pattern contained in the memory cell at address B0 when the machine halts?

- b. Suppose the memory cell at address D1 contains 3C. What will be the bit pattern contained in the memory cell at address B0 when the machine halts?

(2) The Fibonacci numbers are defined by the following recurrence relation:

$$F_0 = 0, \quad F_1 = 1, \quad F_{n+2} = F_n + F_{n+1} \quad (n \geq 0).$$

When n is smaller than or equal to hexadecimal D, F_n is smaller than hexadecimal FF. Suppose that all the following conditions hold.

- The memory cell at address D0 contains a bit pattern that encodes a natural number between 0 and hexadecimal D in binary notation.
- The memory cell at address D1 contains 00 (in hexadecimal form).
- The memory cell at address D2 contains 01 (in hexadecimal form).
- The machine starts with 00 (in hexadecimal form) in its program counter.

Now, think of a program of machine instructions that satisfies all the conditions listed below, and state the program as your answer to this question.

- The program halts the machine.
- There are at most 3 LOAD instructions.
- Let m be the natural number encoded in the memory cell at address D0. Then, the machine stores F_m in binary notation into the memory cell at address E0.

問題番号 (Number) 3

以下の問いに答えよ。

Answer the following questions.

(1) 以下の15の名前を要素とする整列済みリストから、二分探索を用いて *Sarah* を探すとき、どの名前が比較判定されるか？

Which names are interrogated by a binary search when searching for the name *Sarah* in the following sorted list which has 15 names as its entries?

Adam, Ben, Caroline, Dana, Frank, Grace, Henry, Jake, Kevin, Laura, Nicholas, Patrick, Rachel, Sarah, Tom

(2) 4000 個の要素を持つリストに二分探索を実行する場合、最大の比較回数はいくつになるか？逐次探索を実行する場合は？

What is the maximum number of entries that must be interrogated when applying binary search to a list of 4000 entries? How about when applying sequential search?

(3) 擬似コードで二分探索アルゴリズムを記述せよ。

- a) 再帰を使用しない場合
- b) 再帰を使用する場合

Write pseudocode for the binary search algorithm.

- a) without using recursion
- b) using recursion

問題番号 (Number) 4

プログラミング言語に関する以下の問いに答えよ。

Answer the following questions about programming languages.

(1) マシン語とアセンブリ言語の違いを要約せよ。

Summarize the distinction between a machine language and an assembly language.

(2) ソースプログラムをオブジェクトプログラムに変換するプロセス（いわゆる翻訳）は、字句解析、構文解析、コード生成の3つの動作で構成されている。これらの動作の各々が何をするのかを簡潔に説明せよ。

The process of converting a source program into an object program (so-called translation) consists of three activities—lexical analysis, parsing, and code generation. Briefly explain what each of these activities does.

(3) 引数の値渡しと引数の参照渡しとの主な違いは何か？それぞれについて、適切な例を挙げて説明せよ。

What is the main difference between passing parameters by value and passing parameters by address? Explain your answer with an appropriate example for each.

問題番号 (Number) 5

データ構造に関する以下の問いに答えよ。

Answer the following questions on data structures.

- (1) 連続リストと連結リストについて説明せよ。また、連続リストに対する連結リストの利点について説明せよ。

Explain what a contiguous list and a linked list are. Also, explain advantages of a linked list over a contiguous list.

- (2) 次の表は、コンピュータのメインメモリ中の連結リストを表している。リストの各要素は、2つのセルから成る。第1セルはアルファベットの文字を含み、第2セルはリストの次の要素へのポインタを含む。

The following table represents a linked list in a computer's main memory. Each entry in the list consists of two cells: the first contains a letter of the alphabet; the second contains a pointer to the next list entry.

Address:	x50	x51	x52	x53	x54	x55	x56	x57	x58	x59
Memory:	e	x5E	u	x56	q	x52	e	x50		x00
Address:	x5A	x5B	x5C	x5D	x5E	x5F	x60	x61	x62	x63
Memory:	a	x5E	m	x00	n	x00	t	x62	u	x5C

注： * アドレスは16進法で表記されている。

* メモリのアドレスはx50から始まる。

* アドレスx00はNILポインタである。

Note: * Addresses are written in hexadecimal.

* The memory's address starts from x50.

* The address x00 represents the Null Pointer.

- a) ヘッドポインタが示すアドレスがx54の場合、リストの中の文字を順に並べよ。

When the head pointer points to the address x54, write all letters in the list in order.

- b) ヘッドポインタが示すアドレスがx54の場合、リストの中の文字を順に並べると **quantum** になるようにメモリ中にあるポインタを変更せよ。

When the head pointer points to the address x54, change the pointers in the memory to make the list only contain the word **quantum**.

- (3) InsertとRemoveの二つのメソッドを含むキューの擬似コードを記述せよ。両方のメソッドの計算量が $O(1)$ になるようにせよ。

Insert : 新しい要素をキューに挿入する。

Remove : 先頭の要素を削除し、削除された要素を返す。

Write a pseudocode of a queue that contains Insert and Remove methods. Both methods should operate in $O(1)$ time.

Insert is to insert a new entry into the queue.

Remove is to remove and return the first entry in the queue.

修士課程 社会情報学専攻入学選抜試験問題
(専門科目)

Entrance Examination for Master's Program
(Specialized Subjects)
Department of Social Informatics

令和 5 年 2 月 8 日 9:00～12:00

February 8, 2023 9:00 – 12:00

【注意】

- ・ 試験開始の合図があるまで中を見てはいけない。
- ・ 問題用紙は表紙を含めて 21 枚である。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。
- ・ 問題は 21 題である。このうち第一位の志望区分が指定する条件を満足する 3 題を選択し、解答しなさい。志望区分ごとの指定条件を次ページに示した。
- ・ 解答用紙の表紙に記載されている注意事項についても留意すること。
- ・ 問題 1 題につき、解答用紙 1 枚を使用すること。解答用紙は裏面を使用しても構わないが、使用する場合は裏面に継続することを明記すること。

NOTES

- ・ Do not open the pages before the signal to start the examination is given.
- ・ This is the Question Booklet consisting of 21 pages including this front cover. After the examination starts, check that all pages are in order and notify proctors immediately if missing pages or unclear printings are found.
- ・ There are 21 questions. Choose and answer 3 questions in total. The questions you must choose are assigned based on your first-choice application group. The list of conditions is given on the next page.
- ・ Carefully read the notes on the front cover of the Answer Sheets, too.
- ・ Use one answer sheet for each question. You may use the reverse side of the sheet, but if you do, be sure to indicate it clearly by writing “See reverse side” at the end of the front side.

第 1 志望区分の問題選択条件

第 1 志望区分	選択条件
社-1、社-2、社-3、社-4、社-5、社-6、 社-14、社-15	T1～T5 から 3 題
社-8・9	B1～B5 から 3 題
社-10、社-11、社-12	D1～D6 から 3 題
社-13、デ-00	M1～M5 から 3 題

Questions to be chosen depending on the first-choice application group

First-choice application group	Questions to answer
SI-1, SI-2, SI-3, SI-4, SI-5, SI-6, SI-14, SI-15	Select three among T1～T5
SI-8・9	Select three among B1～B5
SI-10, SI-11, SI-12	Select three among D1～D6
SI-13, DS-00	Select three among M1～M5

問題番号 (Number): T-1

以下のデータベース管理システムに関する設問に答えよ。

Answer the following questions related to database management systems.

(1) 以下の条件を満足するデータベーススキーマを ER 図を用いて表現せよ。必要に応じて属性を追加すること。

- 学生は複数の講義を履修登録することができる。
- 講義は講義番号で識別される。
- 一つの講義には、一つの講義名とその講義を教える一人の教員が存在する。
- 学生は複数のクラブに所属することができる。
- どのクラブにも所属していない学生がいる。
- クラブは公認クラブと非公認クラブに分類される。
- 各公認クラブは一人の教員を顧問として置かなければならない。

Express a database schema which satisfies the following conditions using ER diagram.

Add appropriate attributes if necessary.

- A student can enroll in multiple classes.
- Classes are identified by their class numbers.
- A class has a class name and a faculty member who teaches the class.
- A student can join multiple clubs.
- There are students who do not join any club.
- Clubs are classified into official clubs and unofficial clubs.
- Every official club must have a faculty member as an adviser.

(2) 問題(1)で求めたデータベーススキーマを関係データベーススキーマに変換せよ。

Convert the database schema obtained in the question (1) into a relational database schema.

(3) 下記の索引に関する問に答えよ。

(3-1) データベースにおける索引の役割を図を用いて説明せよ。

(3-2) 索引を構築するための代表的なファイル編成法として B+ 木と動的ハッシュがある。それらのファイル編成法を図を用いて説明せよ。

Answer the following questions related to indexes.

(3-1) Explain the role of indexes in databases using a figure.

(3-2) B+ tree and dynamic hashing are representative file organization methods to construct indexes. Explain these file organization methods using figures.

問題番号 (Number): T-2

マルコフ決定過程と強化学習に関する以下の問題(1)-(4)に回答せよ:

1) 以下の用語を説明せよ:

「遷移関数」「割引」「報酬」「ポリシー（方策）」「探検関数（探査関数）」

2) 「モデル」「探検」「後悔 (Regret)」の用語を用いて、マルコフ決定過程と強化学習の違いについて説明せよ。

3) 強化学習における「モデルフリー」とは何か、「モデルベース」とはどのように異なるか、具体例を示しつつ、説明せよ。

4) 価値反復とポリシー反復について説明せよ。また、強化学習においてどのような場合にポリシー探索を用いることが効果的かを論ぜよ。

Answer all the following questions (1)-(4) on Markov decision processes (MDPs) and reinforcement learning:

(1) Explain the following terms:

"transition function", "discount", "reward", "policy", "exploration function."

(2) Explain the difference between Markov decision processes (MDPs) and reinforcement learning using terms "model", "exploration", and "regret."

(3) Explain what "model free" in reinforcement learning is. Explain how it differs from "model based". Write a concrete example and use it for the explanation.

(4) Explain what value iteration is and what policy iteration is. Discuss when it is effective to use a policy search in reinforcement learning.

問題番号 (Number): T-3

以下の問題（１）～（４）に回答せよ：

- (1) ソフトウェア開発プロセスについて、ウォーターフォールモデルとアジャイルプロセスモデルの長所と短所を比較し説明せよ。
- (2) UML のユースケース図の役割について例を用いて説明せよ。
- (3) オブジェクト指向プログラミングとは何か、「オブジェクト」「クラス」「インスタンス」「メッセージパッシング」のキーワードを用いて説明せよ。
- (4) オブジェクト指向プログラミングにおける「ポリモーフィズム」について例を用いて説明せよ。

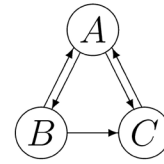
Answer all the following questions (1)-(4).

- (1) About software developing processes, explain the waterfall development model and the agile development model with their advantages and disadvantages.
- (2) Explain the role of the use case diagram in UML with an example.
- (3) Explain the object-oriented programming with the following keywords, “Object”, “Class”, “Instance”, and “Message passing”.
- (4) Explain what is the polymorphism in the object-oriented programming with an example.

問題番号 (Number): T-4

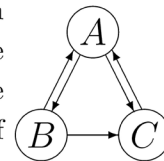
以下の問いに答えよ。

1. 文書検索システム A, B が生成するランキングの良さを，文書集合 S に対するクエリ q_1, q_2 を用いて比較することを考える．この時，
 - (a) A が q_1 と q_2 それぞれについて生成するランキングの良さを， $\text{precision}@k$ の値で比較する場合に注意すべき点があれば説明せよ．
 - (b) A と B それぞれが q_1 について生成するランキングの良さを， $\text{precision}@k$ の値で比較する場合に注意すべき点があれば説明せよ．
2. 右の有向グラフに HITS アルゴリズムを適用することを考える．実際の数値の計算はせずに，グラフの構造およびハブ値とオーソリティ値の定義のみから，ハブ値が最大となるノードとオーソリティ値が最大となるノードを予想して答えよ．また，なぜそのように予想したのか説明せよ．
3. 以下の条件を全て満たす無向グラフ G_1, G_2 の例を挙げよ．
 - G_1 も G_2 もそれぞれ連結である．
 - G_1 の頂点数と G_2 の頂点数は等しい．
 - G_1 の直径（2 頂点間の最短経路の長さの最大値）は G_2 の直径より小さい．
 - G_1 の各頂点のクラスタリング係数の平均は， G_2 の各頂点のクラスタリング係数の平均より小さい．



Answer the following questions.

1. Suppose we compare the quality of rankings produced by document retrieval systems A and B , by using queries q_1 and q_2 on a document corpus S .
 - (a) When we compare two rankings by A for q_1 and q_2 by using $\text{precision}@k$, is there anything we should care about? If there is, explain it.
 - (b) When we compare two rankings by A and B for q_1 by using $\text{precision}@k$, is there anything we should care about? If there is, explain it.
2. Suppose we apply the HITS algorithm to the directed graph shown to the right. Guess which nodes have the highest hub score and the highest authority score without calculating the concrete values, based only on the graph structure and the definition of the hub/authority scores. Also give reasons for your guess.
3. Show an example of undirected graphs G_1, G_2 satisfying all conditions below.
 - Both G_1 and G_2 are connected graphs.
 - G_1 and G_2 have the same number of nodes.
 - The diameter of G_1 (the maximum of the length of the shortest paths between node pairs) is smaller than the diameter of G_2 .
 - The average of the clustering coefficients of nodes in G_1 is smaller than the average of the clustering coefficients of nodes in G_2 .



問題番号 (Number): T-5

ユーザインタフェースについて以下の問いに答えよ。

(1) 以下の文章中の(i)～(vi)の空欄に入る語を記述せよ。

インタラクティブなユーザインタフェースをもつ製品の設計においては、
(i) _____ と (ii) _____ を達成することが重要とされる。(i)は、システムの視点からの客観的目標であり、(ii)は、ユーザの視点からの主観的な感覚に関する目標である。さらに、より良いインタラクティブシステムを設計するための指針として (iii) _____ は 1988 年に (iv) _____ を提唱した。また、(v) _____ が 2001 年に提唱した (vi) _____ は、デザインの評価に用いられる。

(2) (iv)と(vi)で提唱された項目を列挙し、(iv)と(vi)の間で類似する項目を列挙せよ。

Answer the following questions about user interfaces.

(1) Please fill in the blank in the following sentences.

It is important that the design of interactive user-interface products should meet (i) _____ and (ii) _____. (i) is an objective goal from the system's point of view, and (ii) is a subjective goal from the user's point of view. In addition, (iii) _____ proposed (iv) _____ in 1988 as a design guideline for better interactive systems. Also, (v) _____ proposed (vi) _____ in 2001 for the design evaluation.

(2) Describe the items proposed in (iv) and (vi), and list up the similar items between (iv) and (vi).

問題番号 (Number): B-1

陸上生態系において、地上部・地下部の生物多様性、つまり、植物や土壌中の微生物の生物多様性は、しばしば生態系機能（生産性、分解などの機能）とその多機能性（どれだけたくさんの生態系機能があるか、Ecosystem Multi-Functionality, EMF）と関連している。しかし、地上部と地下部の生物多様性が EMF に及ぼす相対的かつ複合的な影響や、土壌の環境や気候がこれらの関係をどのように媒介するかについてはほとんどわかっていない。そこで、草原 60ヶ所において、生物的・非生物的要因が EMF に及ぼす影響について、構造方程式モデリングにより検討した。構造方程式モデリングとは、多数の変数間の関係を、線形結合の形でモデル化する分析である。下図は、EMF に影響を与える各要因間の線形的な関係性について記載したものである。

図中に示された各要因間の相互関係性の結果に着目し、EMF に植物・土壌微生物の多様性や環境・気候要因がどのように影響を及ぼしているかについて論じなさい。

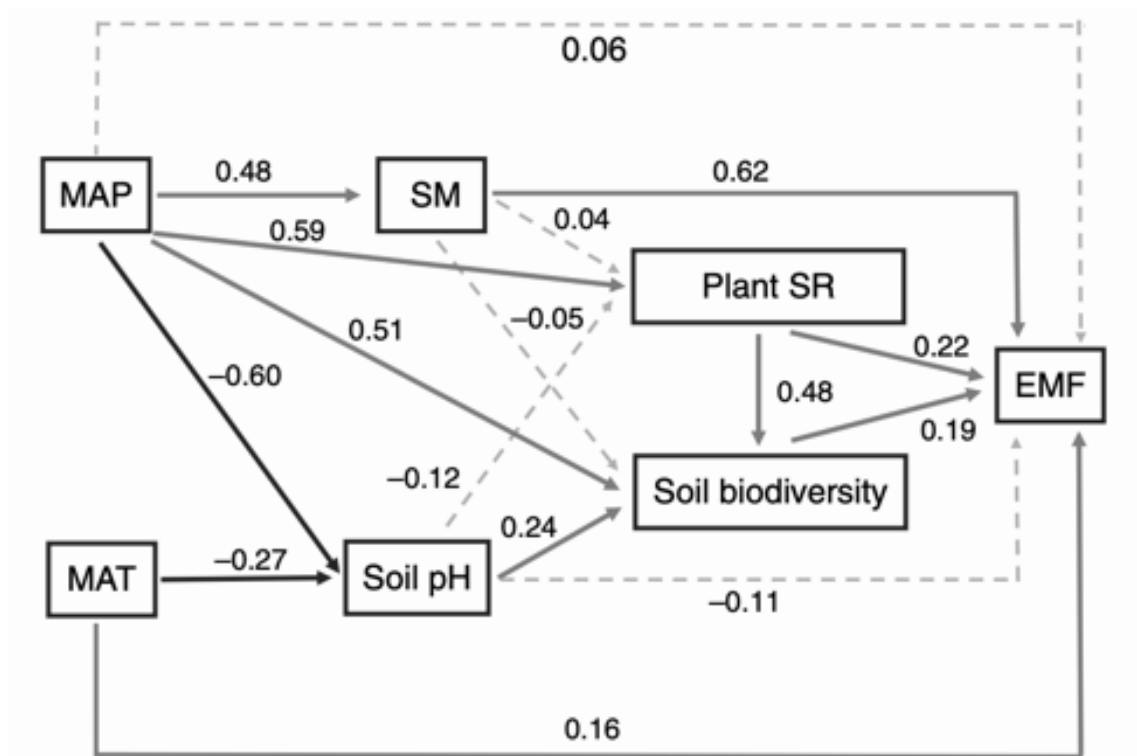


図 EMF に影響を与える各要因間の構造方程式モデリング結果。 各数値は、モデリングから得られた各要因間の相関を示す。灰色の実線矢印は正のパス（経路； $P < 0.05$ ）、黒の実線矢印は負のパス（ $P < 0.05$ ）、灰色の点線矢印は有意でないパス（ $P > 0.05$ ）を表している。EMF：生態系多機能性指数、MAP：平均年間降水量、MAT：平均年間気温、SM：土壌水分、Plant SR：植物の種多様性、Soil biodiversity: 土壌微生物多様性指数、Soil pH:土壌 pH（図は Jing et al. 2015 Nature Comm. より）

In terrestrial ecosystems, aboveground and underground biodiversities (plant and soil-microbe diversities) are often related to ecosystem functions (e.g., ecosystem productivity and decomposition) and its multifunctionality (how many ecosystem functions there are, known as Ecosystem Multi-Functionality, EMF). Little is known about the relative and complex effects of aboveground and underground diversities on EMF, or how soil environment and climate mediate these relationships. At 60 plots of grasslands, the effects of biological and non-biological factors on EMF were investigated using structural equation modeling. Structural equation modeling is an analysis modeling the relationships between many variables in the form of linear combinations. The below figure shows the linear relationships among the factors that affect EMF.

Discuss how plant/soil-microbe diversities and environmental/climate factors affect EMF by examining the results of the mutual relationships between each factor shown in the figure.

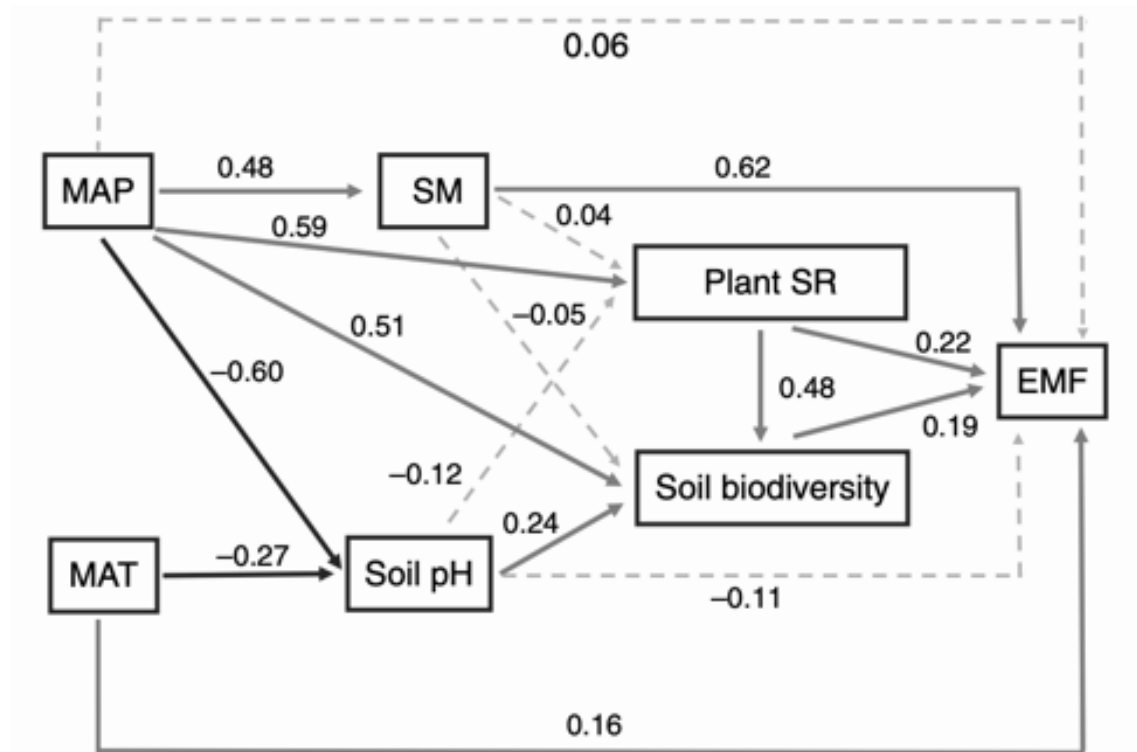
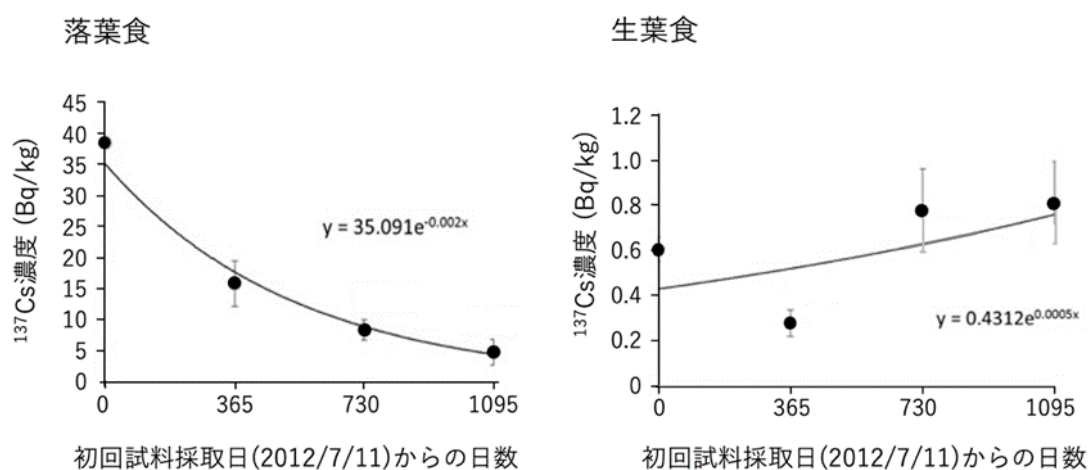


Figure. Structural equation modeling between each factor affecting EMF. Each number represents the correlation between each factor obtained from the modeling. Solid gray arrows represent positive paths ($P < 0.05$), solid black arrows represent negative paths ($P < 0.05$) and dotted gray arrows represent non-significant paths ($P > 0.05$). EMF, Ecosystem multifunctionality index, MAP, mean annual precipitation; MAT, mean annual temperature; SM, soil moisture, plant SR, plant species richness, Soil biodiversity, soil microbe diversity (Figure from Jing et al. 2015 Nature Comm.)

問題番号 (Number): B-2

2011 年 3 月中旬に起こった福島第一原発の事故によって飛散した放射性物質は、福島県を中心に広い範囲の森林に沈着した。下の図はその地域のある落葉広葉樹林において、落葉を摂食する昆虫と樹木の生葉を摂食する昆虫の体組織におけるセシウム ^{137}Cs (^{137}Cs) 濃度の経年変化を示している。なお、セシウムイオンは自然生態系の中ではカリウムイオンと類似の振る舞いをする事が知られている。

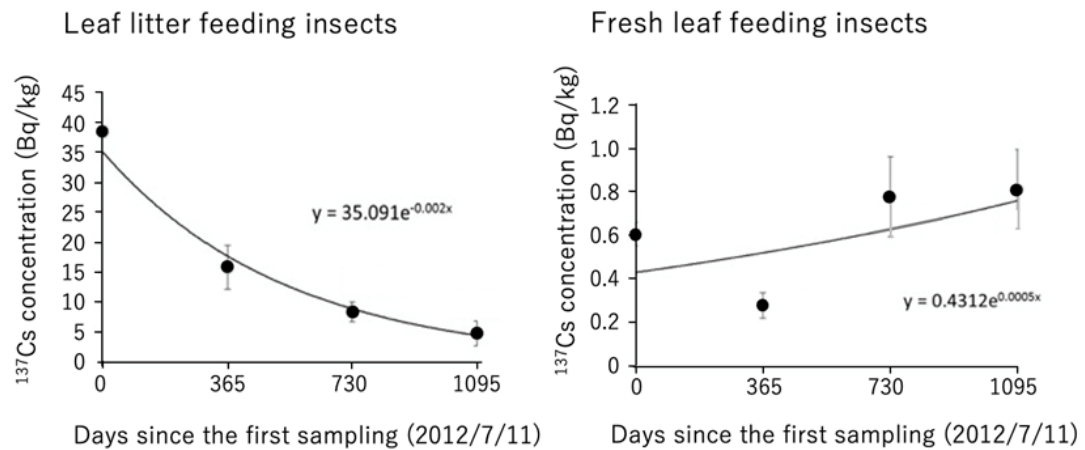
- 1) 落葉食と生葉食の昆虫の ^{137}Cs 濃度のレベルの違いが生じた理由を推論しなさい。
- 2) 落葉食と生葉食の昆虫の ^{137}Cs 濃度の経年変化の違いから推測される、森林生態系内での ^{137}Cs の移動と貯留の仕組みを説明しなさい。



- 測定値は事故当日から試料採取日までの放射壊変を考慮する補正を行っている。
- エラーバーは標準偏差を、曲線は指数関数による回帰曲線を示している。

Radioactive materials dispersed by the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant in mid-March 2011 were deposited in a large area of forests, mainly in Fukushima Prefecture. The figure below shows changes over time in the concentration of cesium-137 (^{137}Cs) in the body tissues of insects feeding on leaf litters and insects feeding on fresh leaves of trees in a deciduous broad-leaved forest in that area. It should be noted that cesium ions are known to behave similarly to potassium ions in natural ecosystems.

- 1) Deduce the reasons for the differences in the levels of ^{137}Cs in insects feeding on leaf litters and those feeding on fresh leaves of trees.
- 2) Explain the mechanisms of ^{137}Cs movement and sequestration within the forest ecosystem as inferred from the differences in the changes of ^{137}Cs concentration between insects feeding on leaf litters and those feeding on the fresh leaves of trees.



- Measured values are corrected to account for radioactive decay from the day of the accident to the date of sample collection.
- Error bars indicate standard deviations, and curves indicate regression curves using exponential functions.

問題番号 (Number): B-3

自動録音装置を用いた動物の調査手法（受動的音響観測手法）について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 調査対象としてどのような特徴を持つ動物が適しているか、論じなさい。
- (2) 設置型の自動録音装置を用いた調査をおこなう場合の長所と短所について、論じなさい。

Answer the following questions about a method for animal investigation using sound recording devices (passive acoustic monitoring).

- (1) Discuss features of target animals suitable for passive acoustic monitoring.
- (2) Discuss advantages and disadvantages of researches using stationary sound recording devices.

問題番号 (Number): B-4

野生のシカによる植生に対する被害が著しい森林において、防鹿柵を設置してシカを排除した。柵の設置から数十年程度の間には予想される物質循環の変化と、その変化が生じるメカニズムについて説明しなさい。

Suppose deer exclosure is installed in an area where severe damage to forest vegetation by deer occurs. Explain the predicted changes in the nutrient cycle in this forest during decades following the installation of deer exclosure, and the mechanisms for the changes.

問題番号 (Number): B-5

以下の 7 問から 4 問を選んで解答しなさい。

Select and answer four of the following seven questions.

- (1) 統計学における「中心極限定理」について説明しなさい。

Explain the "Central Limit Theorem" in statistics.

- (2) 一次遷移と二次遷移の違いを説明しなさい。

Explain the difference between primary succession and secondary succession.

- (3) 生態系と生物群集の違いを説明しなさい。

Explain the difference between ecosystem and biological community

- (4) 在来種と外来種との交雑がもたらす問題について、雑種強勢と異系交配弱勢の観点から説明しなさい。

Explain the problems of hybridization between native and exotic species from the perspectives of hybrid vigor and outbreeding depression.

- (5) 魚類の回遊における遡河回遊と降河回遊について、ニホンウナギとサケがいずれの回遊型をとるのかとともに説明しなさい。

Explain anadromy and catadromy in fish migration and specify the migration types of Japanese eels and chum salmon.

- (6) ある化学物質の生物濃縮が生じているかどうか判断できる現象を説明しなさい。

Describe the phenomena that can determine whether bioaccumulation of certain chemicals is occurring.

- (7) 森林における蒸発散量の制御要因を説明しなさい。

Explain the factors controlling evapotranspiration in forests.

問題番号 (Number): D-1

災害リスクに対応するための方策を列挙し、それらを 4 つのグループに分けなさい。
その際、機能を説明することによって、グループ分けの理由を説明しなさい。

List up countermeasures in disaster risk management, classify them into four categories and explain the reasons of the categorization you adopted in terms of their functions in disaster risk management.

問題番号 (Number): D-2

次の数理計画問題について、以下の問いに答えよ。
Answer the questions on the following mathematical programming problem.

$$\begin{aligned} & \max ax_1 + (1-a)x_2 \\ & \text{subject to} \\ & \quad 2x_1 + x_2 \leq 3 \\ & \quad x_1 + x_2 \leq 2 \\ & \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

- (1) この問題に対する Kuhn-Tucker 条件を示せ。
Show the Kuhn-Tucker condition for this problem.
- (2) $(x_1, x_2) = (1, 1)$ が最適解となる a の区間を示せ。
Show the interval of a in which the optimal solution of the problem is $(x_1, x_2) = (1, 1)$.

問題番号 (Number): D-3

日本のマスメディアにおける災害報道の課題と今後のあり方について、具体的な事例を二、三あげて論じなさい。

Discuss the current problems of disaster reporting in the Japanese mass media and its future perspective by giving a few concrete examples.

問題番号 (Number): D-4

日本における災害ボランティア活動の課題と今後のあり方について、具体的な事例を二、三あげて論じなさい。

Discuss the current problems of disaster volunteer activities in Japan and their future perspective by giving two or three concrete examples.

問題番号 (Number): D-5

「Common operational picture」は、ISO 22320 (Security and resilience – Emergency management – Guidelines for incident management: 2018)において、「Prerequisites for achieving coordination and cooperation」を形成する1つの要素として示されている。「Common operational picture」の重要性について、論じなさい。

"Common operational picture" is presented as one of the elements of the "Prerequisites for achieving coordination and cooperation" in ISO 22320 (Security and resilience - Emergency management - Guidelines for incident management: 2018). Discuss the importance of the "common operational picture".

問題番号 (Number): D-6

以下について、答えなさい。

- (1) Web 経由で地図画像を提供するため国際規格である Web Map Service (WMS, ISO)と Web Map Tile Service (WMTS, OGC)の違いを説明しなさい。
- (2) 準天頂衛星システムは、以下の主要な3つのサービスを提供する。
 - GPS 補完サービス
 - GPS 補強サービス (測位高精度化)
 - メッセージサービス (災害・危機管理通報サービス「災危通報」、衛星安否確認サービス「Q-ANPI」)

それぞれについて説明し、災害対応で期待されるユースケースについて述べなさい。

Answer the following questions.

- (1) Explain the difference between “Web Map Service (WMS, ISO)” and “Web Map Tile Service (WMTS, OGC)” which are international standard protocols for serving through the Web georeferenced map images generated from a GIS database by a map server.
- (2) Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) have three major services as follows;
 - Satellite positioning, navigation and timing service to complement GPS
 - Highly precise positioning service to augment GPS
 - Message services (Satellite Report for Disaster and Crisis Management (DC Report), QZSS Safety Confirmation Service (Q-ANPI))

Explain these services and show their expected use cases in disaster response.

問題番号 (Number): M-1

コンピュータ上では、多くの場合、色情報は 24 bits (3 bytes) で表現される。例えば、広く使用される sRGB 表色系では、色を R (赤)、G (緑)、B (青) の三原色に分け、それぞれ 8 bits (1 byte) で表現している。下記の設問に回答せよ。なお、全ての値は整数とする。

(1) 下記の 16 進数で記述された sRGB のカラーコード (#RRGGBB) を 10 進数に変換せよ。

16 進: #F8A53D

10 進: R = _____ G = _____ B = _____

(2) sRGB の他にも様々な表色系が存在する。sRGB 表色系から HSV 表色系への変換方法を下記に示す。

* RGB の、最大値を max とし、最小値を min とする。

色相 H	$\text{max} = \text{R}$ の場合 : $\text{H} = 60 \times ((\text{G} - \text{B}) \div (\text{max} - \text{min}))$ $\text{max} = \text{G}$ の場合 : $\text{H} = 60 \times (2 + (\text{B} - \text{R}) \div (\text{max} - \text{min}))$ $\text{max} = \text{B}$ の場合 : $\text{H} = 60 \times (4 + (\text{R} - \text{G}) \div (\text{max} - \text{min}))$ $\text{R} = \text{G} = \text{B}$ の場合 : $\text{H} = 0$ H がマイナスの場合 : $\text{H} = \text{H} + 360$
彩度 S	$\text{S} = (\text{max} - \text{min}) \div \text{max} \times 100$
明度 V	$\text{V} = \text{max} \times 100 \div 255$

示された変換方法に基づき、設問 (1) にある sRGB の色 (#F8A53D) を HSV 表色系 (10 進数) に変換せよ。

H = _____ S = _____ V = _____

(3) 信号や鉄道の路線図などでは、色への認識能力を利用して情報を伝達する方法が多用されている。一方で、「配色のバリアフリー」の社会的な重要性も議論されている。「配色のバリアフリー」とは何なのかについて考察せよ。

As digital information, colors are often expressed in 24 bits (3 bytes). For example, in the widely-used sRGB color model, colors are divided into the three primary colors R (red), G (green), and B (blue), each of which occupies 8 bits (1 byte). Answer the following questions. Note that all values must be in integers.

(1) Convert the following hexadecimal sRGB color code (#RRGGBB) into decimal.

Hexadecimal: #F8A53D

Decimal: R = _____ G = _____ B = _____

(2) In addition to sRGB, there exist various other color models. One conversion method from the sRGB to the HSV color model is shown as follows.

* In the following expression, max/min denotes the maximum/minimum value, respectively, of the sRGB value.

Hue H	<p>While max = R: $H = 60 \times ((G - B) \div (max - min))$</p> <p>While max = G: $H = 60 \times (2 + (B - R) \div (max - min))$</p> <p>While max = B: $H = 60 \times (4 + (R - G) \div (max - min))$</p> <p>While R = G = B: $H = 0$</p> <p>While H becomes negative: $H = H + 360$</p>
Saturation S	$S = (max - min) \div max \times 100$
Value V	$V = max \times 100 \div 255$

Based on the conversion method as shown above, convert the sRGB color code (#F8A53D) in question (1) into the HSV color code as decimal numbers.

H = _____ S = _____ V = _____

(3) In our daily life, many social materials, e.g. signals and railway route maps, require the ability to distinguish colors appropriately. However, recently, the social concern of "universal design of color schemes" is also being widely discussed. Explain what "universal design of color schemes" means.

問題番号 (Number): M-2

病院情報システムの中心的な構成要素であるオーダエントリーシステムの役割について述べよ。また、オーダエントリーシステムの医療安全への貢献について、二つ以上示せ。

The clinical physician order entry system (CPOE) is the main component of the hospital information system. Explain the role of CPOE. And explain its contributions (at least two issues) for clinical safety.

問題番号 (Number): M-3

病院内の情報システム環境を構築する際、どのような情報セキュリティを施すべきか、記載せよ。また、昨今、医療施設に対して行われたサイバー攻撃の事例を一つ挙げ、被害を最小限に抑える方策についても記載せよ。

Describe the information security required when constructing a hospital information system. Additionally, give an example of a recent attack on a medical institution, and describe methods to minimize the damage of hospital information systems.

問題番号 (Number): M-4

機械学習を含む人工知能を用いた予測や実務上の検査結果は、陽性か陰性かの 2 値で示されることがある。予測や検査の結果と真の陽性・陰性とは必ずしも一致するとは限らない。下表は予測・検査結果と真の結果との対応を示す表である。

		真の結果		計
		陽性	陰性	
予測結果	陽性	A	B	E
検査結果	陰性	C	D	F
計		G	H	N

ただし、「計」の欄はそれぞれ以下の通りである。

$$E=A+B$$

$$F=C+D$$

$$G=A+C$$

$$H=B+D$$

$$N=E+F=G+H$$

- 1 このような形式の表は、機械学習を含む人工知能を用いた予測では何と呼ばれるか。英語で答えよ。
- 2 再現率 (Recall) はどのように計算されるか、答えよ。
- 3 特異度 (Specificity) はどのように計算されるか、答えよ。
- 4 $(2 \times A) / (2 \times A + B + C)$ は何と呼ばれるか、答えよ。
- 5 ROC 曲線 (Receiver Operating Characteristic curve) と AUC (Area Under the Curve) について、定義や使い方について論ぜよ。

Predictions using artificial intelligence, including machine learning, and test results in clinical practices may result in a binary judgment of positive or negative results. The positive/negative results of such predictions and test results do not always coincide with the true positive/negative results, which may be considered as shown below.

			True Results		Total
			positive	negative	
Results of	positive		A	B	E
Prediction or	negative		C	D	F
Tests					
Total			G	H	N

Each of the "Total" columns are as shown below.

$$E=A+B$$

$$F=C+D$$

$$G=A+C$$

$$H=B+D$$

$$N=E+F=G+H$$

- 1 In the context of predication made using artificial intelligence including machine learning, what is the table shown above called.
- 2 Explain how the Recall is calculated.
- 3 Explain how the Specificity is calculated.

- 4 Explain what “ $(2 \times A) / (2 \times A + B + C)$ ” is called.
- 5 Discuss the definitions and usage of ROC (Receiver Operating Characteristic) curve and AUC (Area Under the Curve).

問題番号 (Number): M-5

医療情報を取り扱う際に、順守すべきルール（法律・倫理指針・ガイドライン等）を3つ挙げ、それらの作成された背景とルールの概要について簡潔に述べよ。

Give brief explanations of three rules (regulations, code of ethics, guidelines, etc) that you should follow when you handle medical information, and the reasons why they are needed.