

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 4 年 8 月 5 日 13:00～15:00
August 5, 2022 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8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。

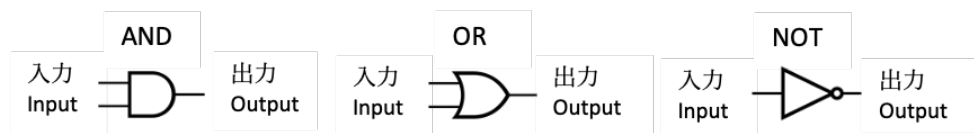
NOTES

- ・ Do not open the pages before the signal to start the examination is given.
- ・ This is the Question Booklet consisting of 8 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) AND ゲート、OR ゲート、NOT ゲートの図形表示を以下に示す。

The graphical representation of AND, OR and NOT gates is shown below.



これら3種のゲートのみを使って、以下の (a) および (b) で定められる回路を構築せよ (それらを図示せよ)。 どちらの回路も、回路中のゲート数は最大で5つとする。

Using only these 3 types of gates, construct a circuit as described in (a) below, and another circuit as described in (b) below. Both circuits can include at most 5 gates.

(a) 入力が2ビットパターン x_1x_2 であり対応する出力 y が表1の通りである回路。

The circuit which takes a 2-bit pattern x_1x_2 as the input and which outputs 1 bit y according to the input-output correspondence in Table 1.

x_1	x_2	y
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

表 1 Table 1

(b) 入力が3ビットパターン $x_1x_2x_3$ であり対応する出力 y が表2の通りである回路。

The circuit which takes a 3-bit pattern $x_1x_2x_3$ as the input and which outputs 1 bit y according to the input-output correspondence in Table 2.

x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

表 2 Table 2

(2) ハミングによるエラー訂正手法によって、以下に示す ① のメッセージを “IDEA” と解読することができるように、それと同時に ② のメッセージを “ADDED” と解読することができるように、‘A’ , ‘D’ , ‘E’ , ‘I’ のそれぞれに長さ 5 ビットのコードを割り当てよ。

Assign a 5-bit code to each of ‘A’, ‘D’, ‘E’, and ‘I’ so that the message ① below can be decoded as “IDEA” by Hamming's error correction method and, at the same time, the message ② below can be decoded as “ADDED” by the same method.

① 01010 00000 11001 10111

② 00110 00101 00101 11111 00101

問題番号 (Number) 2

(1) マスストレージシステムにファイルを格納する際、およびマスストレージシステムからファイルを読み込む際、論理レコード・物理レコード・バッファがどのように活用されるか説明せよ。

Explain how logical records, physical records and buffers are utilized when files are written into and read from a mass storage system.

(2) オペレーティングシステムのカーネルの構成要素であるスケジューラとディスパッチャによってマルチプログラミングがどのように達成されるか説明せよ。

Explain how scheduler and dispatcher of operating system's kernel achieve multiprogramming.

(3) マルチプログラミングシステムにおいて、あるプロセスが割り当てられたメモリセル以外の領域もアクセスできるとしたら、どのようにマシンの制御を獲得できるか、説明せよ。

Explain how a process in a multiprogramming system may gain control of a machine if it can access memory cells outside its allotted area.

(4) スプーリングとは何か、具体例を通して説明せよ。その上で、スプーリングがデッドロックの回避手段となりうる理由を示せ。

Explain what "spooling" is through a concrete example. Then, explain why it can prevent a deadlock from occurring.

問題番号 (Number) 3

アルゴリズムに関する以下の問いに答えよ.

- (1) 二分探索アルゴリズムを N 個の要素をもつリストに適用するとき, 最大の比較回数はいくつか. 逐次探索アルゴリズムを適用するとき, 最大の比較回数はいくつか.
- (2) 非再帰的な整列アルゴリズムと再帰的な整列アルゴリズムをそれぞれ 1 つ挙げ, 擬似コードを用いて記述せよ. また, それぞれのアルゴリズムの効率性を議論せよ.

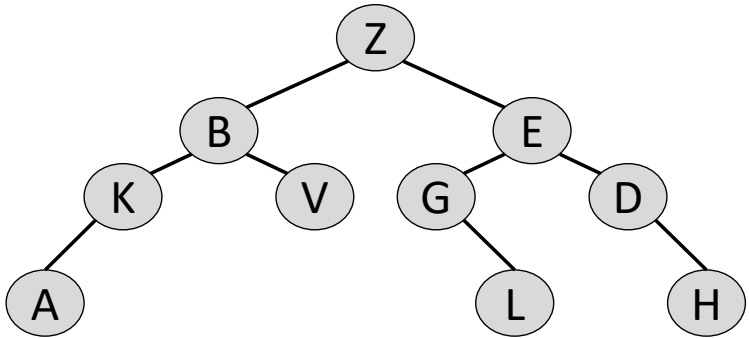
Answer the following questions on algorithms.

- (1) What is the maximum number of entries that must be interrogated when applying the binary search algorithm to a list of N entries? What is the maximum number of entries that must be interrogated when applying the sequential search algorithm to a list of N entries?
- (2) Give examples of a non-recursive sort algorithm and a recursive sort algorithm. Write pseudocode for both of the algorithms and discuss their efficiency.

問題番号 (Number) 4

データ構造に関する以下の問いに答えよ。

(1) 次に示す二分木を格納する以下の二つの方法について、図示せよ。



- (a) 連結ストレージシステムを使用する方法。
- (b) 木全体を単一の連続したメモリセルに格納する方法。

(2) 二分木を左の子から印字する擬似コードを記述せよ。例えば上の二分木だと次のように印字される。

A K B V Z G L E D H

(3) 次の配列をメインメモリに行優先で格納すると、どのような配置になるかを示せ。

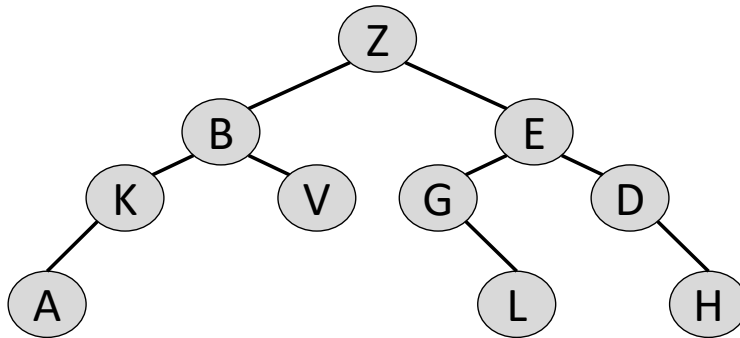
33	21	62	17
13	42	72	57
94	11	53	87

(4) 次に各場面に対してヘッドポインタとテールポインタを持つ循環キューを図示せよ。キューは最大7個の要素を格納できる。

- (a) 空のキュー
- (b) 空のキューに、要素 34、55、29 と 35 を逐次に挿入する。
- (c) (b) のキューから、2つの要素を削除して 18 を挿入する。

Answer the following questions on data structures.

- (1) Draw figures for storing the following binary tree in the main memory using the methods (a) and (b).



- (a) using a linked storage system.
 (b) using a single contiguous block of memory cells for the entire tree.

- (2) Write a pseudo code to print a binary tree in the left-child-first order. For example, the above tree in (1) will be printed as below.

A K B V Z G L E D H

- (3) Show how the array below would be arranged in the main memory when stored in the row major order.

33	21	62	17
13	42	72	57
94	11	53	87

- (4) Draw a figure of the circular queue with the head and tail pointers under the following situations. The queue can hold up to 7 entries at most.

- (a) Empty queue.
 (b) After inserting four entries of 34, 55, 29, and 35 sequentially to the empty queue.
 (c) After removing two entries from the queue in (b) and inserting an entry 18.

問題番号 (Number) 5

計算の理論に関する以下の問いに答えよ.

- (1) NP 問題と NP 完全問題の意味をそれぞれ説明せよ.
- (2) RSA 公開鍵暗号システムの基本的な考え方を説明せよ. また, RSA 公開鍵暗号システムの安全性について議論せよ.
- (3) 理論計算機科学の分野における解決不能問題の意味を説明せよ. また, 解決不能問題の例を 1 つ挙げ, その解決不能性を証明せよ.

Answer the following questions on the theory of computation.

- (1) Explain what NP problems and NP complete problems are.
- (2) Explain the basic idea of the RSA public key encryption system. Then, discuss the security of the RSA public key encryption system.
- (3) Explain what unsolvable problems are in the area of theoretical computer science. Then, give an example of an unsolvable problem and prove its unsolvability.

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 4 年 8 月 5 日 9:00～12:00
August 5, 2022 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 22 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 20 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 22 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 20 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～B4 から 3 題
社-10、社-11、社-12	D1～D6 から 3 題
社-13a、社-13b	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～B4
SI-10, SI-11, SI-12	Select three among D1～D6
SI-13a, SI-13b	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。

(1) ある大学院データベースは教員に関する以下の情報を管理する必要がある。

- 教員: *pid*で識別され, 属性として *name*, *salary*, *phone* と *address* を持つ。
- 専攻: *dep_id*で識別され, 属性として *dep_name* と *budget* を持つ。
- 教員の子供: 属性として *name* と *birthday* を持つ。
- 教員は専攻に所属する。
- 各専攻は一人の教員によってマネジメントされる。
- 親 (その大学院の教員であり, 一人の親しかその大学院に働いてないと仮定) が分かっているならば, 子供は名前で一意に識別される。
- 親が大学院を退職したら, 大学院は子供の情報を管理しなくなる。

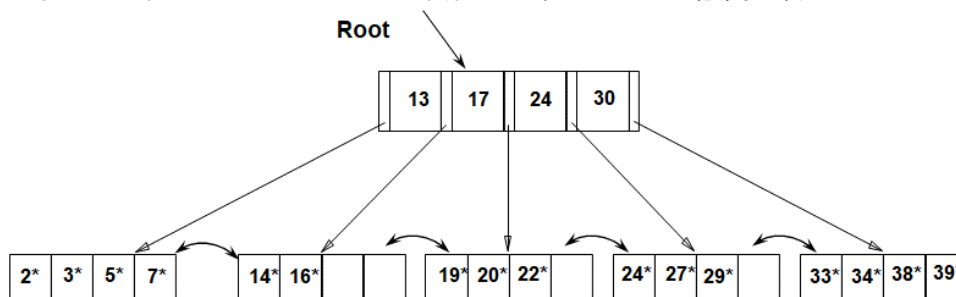
このデータベースに関する以下の設問に答えよ。

(1-a) これらの情報を反映した ER図を書け。

(1-b) 上記のER図を用いて関係スキーマを設計して, SQL文を書いて対応する関係を作成せよ。ただし, 可能な限り多くの制約を取り込むこと。もし取り込めなかった制約があれば, その理由について説明せよ。

(1-c) 作成したスキーマの改善が必要かどうかについて説明せよ。

(2) B木とB+木はよく知られている木索引である。以下の設問に答えよ。



(2-a) 以下の操作にしたがって上図のB+木を順次に更新し, 各操作後のB+木を書け。

- 検索キーが8であるレコードを挿入する。
- 検索キーが19であるレコードを削除する。
- 検索キーが20であるレコードを削除する。
- 検索キーが24であるレコードを削除する。

(2-b) B木とB+木の違いについて説明せよ。

(3) トランザクション管理に関する以下の用語を説明せよ。

トランザクション, 原子性 (Atomicity), 整合性 (Consistency), 隔離性 (Isolation), 耐久性 (Durability), 直列可能スケジュール, 回復可能スケジュール, Strict 2PL

Answer the following questions related to database management systems.

- (1) A graduate school database needs to store information about professors as follows.
- Professors: identified by *pid*, with *name*, *salary*, *phone* and *address* as attributes.
 - Departments: identified by *dep_id*, with *dep_name* and *budget* as attributes.
 - Children of professors: with *name* and *birthday* as attributes.
 - Professors work in departments.
 - Each department is managed by a professor.
 - A child must be identified uniquely by name when the parent (who is a professor; assume that only one parent works for the school) is known.
 - The school will not maintain the information about a child once the parent leaves the school.

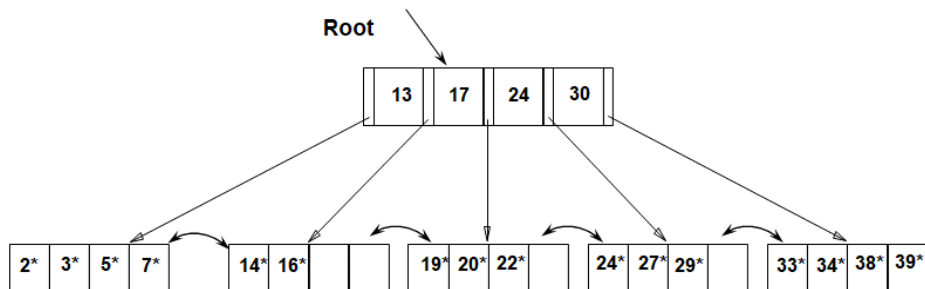
Answer the following questions related to this database.

(1-a) Draw an ER diagram that captures the aforementioned information.

(1-b) Design relation schemas by using your ER diagram, and then write SQL statements to create the corresponding relations and capture the constraints as many as possible. If there are some constraints that could not be captured, explain why.

(1-c) Explain whether your relations schemas need to be refined or not.

(2) B trees and B+ trees are well-known tree indexes. Answer the following questions.



(2-a) Update the B+ tree shown above sequentially with the following operations. Draw the updated B+ trees.

- Insert a record with search key 8 into the tree.
- Delete the record with search key 19.
- Delete the record with search key 20.
- Delete the record with search key 24.

(2-b) Explain the difference between B trees and B+ trees.

(3) Explain the following terms related to transaction management.

Transaction, Atomicity, Consistency, Isolation, Durability, Serializable Schedule, Recoverable Schedule, Strict 2PL

問題番号 (Number): T-2

ベイジアンネットワークと確率的推論に関する以下の問題に回答せよ:

- 1) 以下の用語を説明せよ:
「周辺分布」「事後確率」「イベント」「独立性」「列挙による推論」
- 2) 節点を3つ持つベイジアンネットワークを例示し、それを用いて「条件付き独立性」とは何か説明せよ
- 3) 意思決定ネットワークの例を1つ示し、それを用いて「完全情報の価値」とは何かを説明せよ
- 4) 「因果関係」「単純化」「同時確率分布」「学習」の用語を用いてベイジアンネットワークの利点を説明せよ
- 5) ベイジアンネットワークの確率的推論において、どのような場合に「変数消去」を選択すべきか、どのような場合に「サンプリング」を選択すべきか、論ぜよ

Answer the following questions on Bayes' net and probabilistic inference:

- (1) Explain the following terms:
"marginal distributions," "posterior probability," "events," "independence,"
"inference by enumeration."
- (2) Describe an example of a Bayes' net having three nodes, and use it to explain what a "conditional independence" is.
- (3) Describe an example of a decision network, and use it to explain what a "VPI (value of perfect information)" is.
- (4) Explain the merits of Bayes' net using terms "causality", "simplification," "joint probability distribution," and "learning."
- (5) For probabilistic inference in Bayes' nets, discuss when we should choose "variable elimination," and when we should choose "sampling".

問題番号 (Number): T-3

以下の問題（１）～（５）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）ファンクションポイント法について例を用いて説明せよ。

（４）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。

（５）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)-(5).

(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 function point method with an example.

(4) Explain object-oriented programming with the following keywords, "Object", "Class", "Instance", and "Message passing".

(5) Explain polymorphism in object-oriented programming with an example.

問題番号 (Number): T-4

以下の問いに答えよ。

1. 情報検索におけるランキングシステムの評価に用いられる, average precision (AP) と, 適合率再現率曲線の area under the curve (AUC) との関係について説明せよ。また, なぜそのような関係になるかも説明せよ。
2. PageRank の計算において, ランダムにジャンプする確率を 0 とした場合に, 一部 (または全て) の頂点の PageRank 値が振動して収束しないような有向グラフの例を挙げよ。また, どの頂点の PageRank 値が収束しないかも示すこと。
3. 以下の条件を全て満たす無向グラフの例を挙げよ。
 - 頂点数が 10
 - 全ての頂点の近接中心性が等しい
 - 全ての頂点のクラスタリング係数が 0
 - グラフの直径 (2 頂点間の最短経路の長さの最大値) が 2

Answer the following questions.

1. Explain the relationship between average precision (AP) and the area under the curve (AUC) of the precision-recall curve, which are used in the evaluation of rankings in information retrieval. Also explain why that relationship holds.
2. Show an example of a directed graph where the computation of PageRank with the random jump probability set to 0 leads to oscillation without convergence for some (or all) vertices. Also specify the vertices for which the PageRank computation does not converge.
3. Show an example of an undirected graph satisfying all of the following conditions:
 - the number of vertices is 10,
 - the closeness centralities of all vertices are equal,
 - the clustering coefficients of all vertices are 0, and
 - the diameter of the graph (the maximum of the length of the shortest paths between vertex pairs) is 2.

問題番号 (Number): T-5

ヒューマンインタフェースについて以下の問いに答えよ。

- (1) ニールセンのユーザビリティ 10 原則を全てあげ、簡潔に説明せよ。
- (2) ノーマンのデザイン原理の 6 項目を全てあげ、簡潔に説明せよ。
- (3) ユーザビリティ目標の 6 項目を全てあげ、簡潔に説明せよ。
- (4) ニールセンのユーザビリティ 10 原則と、ノーマンのデザイン原理の 6 項目、ユーザビリティ目標の 6 項目の間で互いに類似する項目同士をあげ、それらの理由を説明せよ。

Answer the following questions about human interfaces.

- (1) Describe Nielsen's 10 Usability Principles and explain them.
- (2) Describe Norman's 6 Design Principles and explain them.
- (3) Describe 6 Usability Goals and explain them.
- (4) Describe similar concepts among Nielsen's 10 Usability Principles, Norman's 6 Design Principles, and 6 Usability Goals and explain the reasons.

問題番号 (Number): B-1

2011 年の東日本大震災において津波によって生じた福島第一原子力発電所の爆発事故の結果、大量の放射性物質が福島県を中心に広い範囲に飛散・沈着した。図は 2012 年 5 月 16 日から 7 月 27 日に、福島県中北部の森林において採取された生物試料を落葉、樹木（ナラ類、ニレ類など）の生葉、腐食性動物（甲虫やハエ類の幼虫、ミミズなど）、植食性動物（ガ、バッタなど）、捕食者（カマキリ、トンボ、ヘビなど）の 5 つの機能群にわけ、それらのセシウム-137 (^{137}Cs) の濃度を示している。

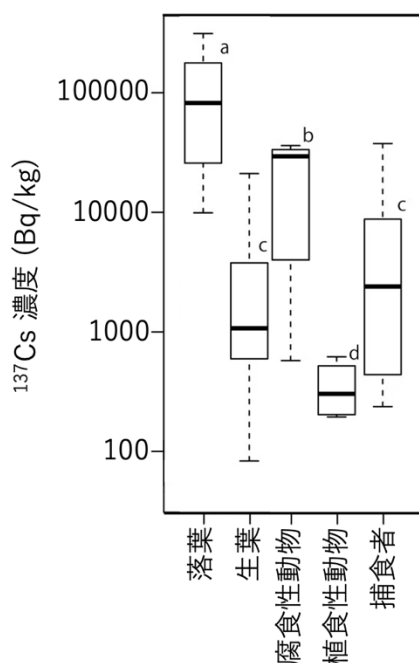


図 福島県中北部の森林における生物の機能群ごとの ^{137}Cs 濃度を示すボックスプロット。各ボックスの異なる文字は機能群ごとに ^{137}Cs 濃度に有意な差があることを示す ($p < 0.05$: 一般化線形モデル、Murakami et al. 2014 をもとに作成)。

Murakami, M., Ohte, N., Suzuki, T., Ishii, N., Igarashi, Y. and Tanoi, K. (2014) Biological proliferation of cesium-137 through the detrital food chain in a forest ecosystem in Japan. Scientific Report 4. 10.1038/srep03599.

(1) 調査地は落葉広葉樹林であった。落葉と樹木生葉の ^{137}Cs 濃度の違いの原因を植物群落の構造に留意して説明しなさい。なお、上記の事故は 2011 年 3 月 12～15 日に起こり、放出された放射性物質は、その後数週間で降水などによって地表に沈着したと考えられている。

(2) 樹木生葉の組織における ^{137}Cs 濃度の中央値は約 1000Bq/kg であり、 ^{137}Cs の沈着を受けていない樹木の濃度より著しく高かった。無機態の ^{137}C の多くは一価の陽イオンで、カリウムイオン (K^+) と似た化学的性質を呈する。これらのことから、沈着した ^{137}Cs が森林生態系内で保持されるメカニズムについて考察しなさい。

(3) 図に示されている、各機能群の ^{137}Cs の濃度の差異から、生物間の捕食・被食を通じた ^{137}Cs の伝播の特徴を説明しなさい。

As a result of the explosion at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant caused by the tsunami resulting from the 2011 Great East Japan Earthquake, a large amount of radioactive substances was emitted and deposited over a wide area, mainly in Fukushima Prefecture. Figure shows the concentration of caesium-137 (^{137}Cs) for five functional groups of biological samples collected in a forest in north-central Fukushima Prefecture between 16 May and 27 July 2012: leaf litters, fresh leaves of trees (oaks and elms, etc.), detritivores (larvae of beetles and flies, earthworms, etc.), herbivores (moths, grasshoppers, etc.) and predators (mantises, dragonflies, snakes, etc.).

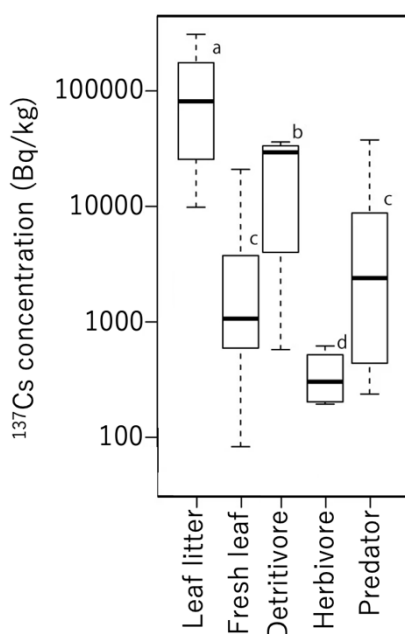


Figure Box plot representing ^{137}Cs concentrations of organisms in each functional group in a forest in north-central Fukushima Prefecture. Different letters beside each box indicate significant differences in ^{137}Cs concentrations among functional groups ($p < 0.05$: generalized linear model. Modified from Murakami et al. 2014).

Murakami, M., Ohte, N., Suzuki, T., Ishii, N., Igarashi, Y. and Tanoi, K. (2014) Biological proliferation of cesium-137 through the detrital food chain in a forest ecosystem in Japan. Scientific Report 4. 10.1038/srep03599.

(1) The study site was a deciduous broad-leaved forest. Explain the causes of the difference in ^{137}Cs concentration between leaf litters and fresh tree leaves, considering the structure of the plant community. The above-mentioned accident occurred between 12 and 15 March 2011, and the released radioactive substances are thought to have been deposited on the ground surface by precipitation in the following weeks.

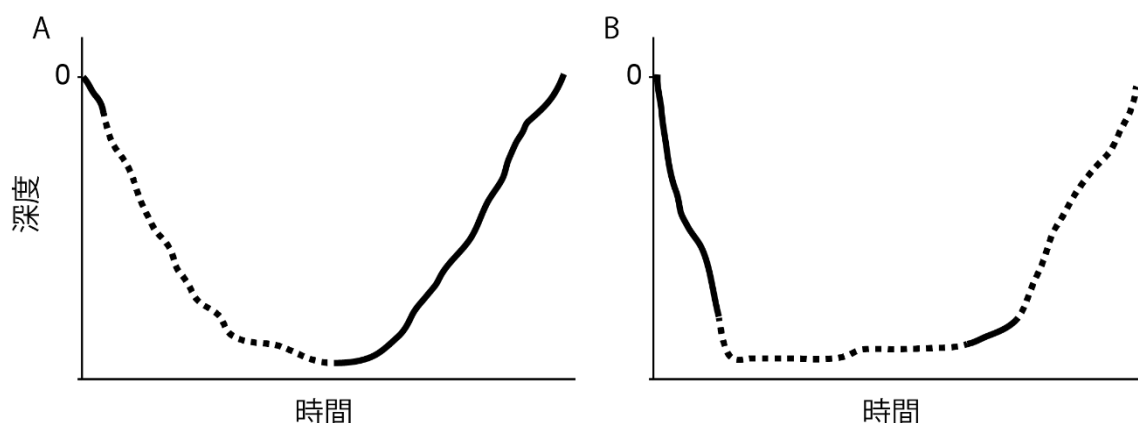
(2) The median concentration of ^{137}Cs in the tissue of fresh tree leaves was approximately 1000 Bq/kg, which was significantly higher than the concentration in trees where ^{137}Cs had not deposited. Inorganic ^{137}Cs is a monovalent cation and exhibits chemical properties similar to those of potassium ion (K^+). Based on the above, discuss the mechanism by which deposited ^{137}Cs is retained in forest ecosystems.

(3) Based on the differences in the concentrations of ^{137}Cs in the different functional groups shown in Figure, explain the characteristics of the ^{137}Cs transfer through predation and prey by animals.

問題番号 (Number): B-2

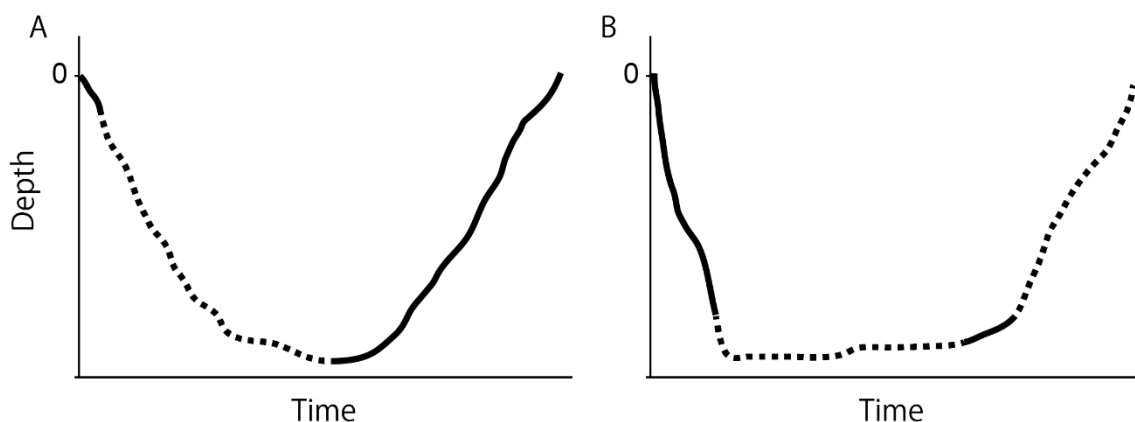
(1) 海洋動物が有する浮力器官について、3 つ挙げなさい。また、それぞれの特徴について、密度と容積の観点から論じなさい。

(2) 以下の図において、A はウェッデルアザラシ、B はアオウミガメの潜水プロファイルを示したものである（0 は海面を示す）であり、実線部は高い活動性を、点線部は低い活動性を示している。両者の潜水行動の違いについて、呼吸行動と浮力の影響の観点から論じなさい。



(1) List three buoyancy organs of marine animals. Discuss the features in relation to density and volume for each organ.

(2) The figure below indicates schematic dive profiles of (A) a Weddell seal and (B) a green turtle (0 indicates sea surface). Solid lines indicate high activity level, while dotted lines indicate low activity level. Discuss the difference in diving behavior between these two species from the perspective of respiratory behavior and the effect of buoyancy.



問題番号 (Number): B-3

ある地域の中型・大型陸棲哺乳類の種構成を調査する場合、利用できる手法を 3 つ挙げ、それらの長所と短所をそれぞれ説明しなさい。

List three methods which can be used for the investigation of the species composition of medium- and large-sized terrestrial mammals in an area, and describe advantages and disadvantages for each method.

問題番号 (Number): B-4

以下の問いに全て答えなさい。

- (1) データの要約統計量として平均値と中央値をどのように使い分けるか、説明しなさい。
- (2) 生物のスケーリングにおける、正のアロメトリー、負のアロメトリー、アイソメトリーについて説明しなさい。
- (3) 磯焼けとは何か、またその考えられる原因について説明しなさい。
- (4) NDVI（正規化植生指数）の原理と用途を説明しなさい。
- (5) 陽葉と陰葉の形状と機能の違いを説明しなさい。

Answer all of the following questions.

- (1) Explain how the mean and median are used differently as summary statistics for data.
- (2) Explain what positive allometry, negative allometry, and isometry are in biological scaling.
- (3) Explain what rocky-shore denudation is and its possible causes.
- (4) Explain the principles and applications of NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).
- (5) Explain the difference in shape and function between sun leaves and shade leaves.

問題番号 (Number): D-1

自然災害を対象としたリスク管理と危機管理の目的と手順を説明せよ。

Explain the objectives and procedures of risk management and crisis management for natural disasters.

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.

$$\begin{aligned} \max \quad & \log x_1 + a \log x_2 \\ \text{subject to} \quad & 2x_1 + x_2 \leq 8 \\ & x_1 + x_2 \leq 5 \\ & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

- (1) $a=1$ のとき、最適解を示せ。

Solve the problem and show the optimal solution, when $a=1$.

- (2) 最適解が $(x_1, x_2) = (3, 2)$ となる a の範囲を示せ。

Show the interval of a in which the optimal solution of the problem is $(x_1, x_2) = (3, 2)$.

問題番号 (Number): D-3

ハザードマップの功罪（長所と短所）について具体的な事例を二、三あげて論じなさい。

Discuss the merits and demerits (pros and cons) of hazard maps by giving two or three concrete examples.

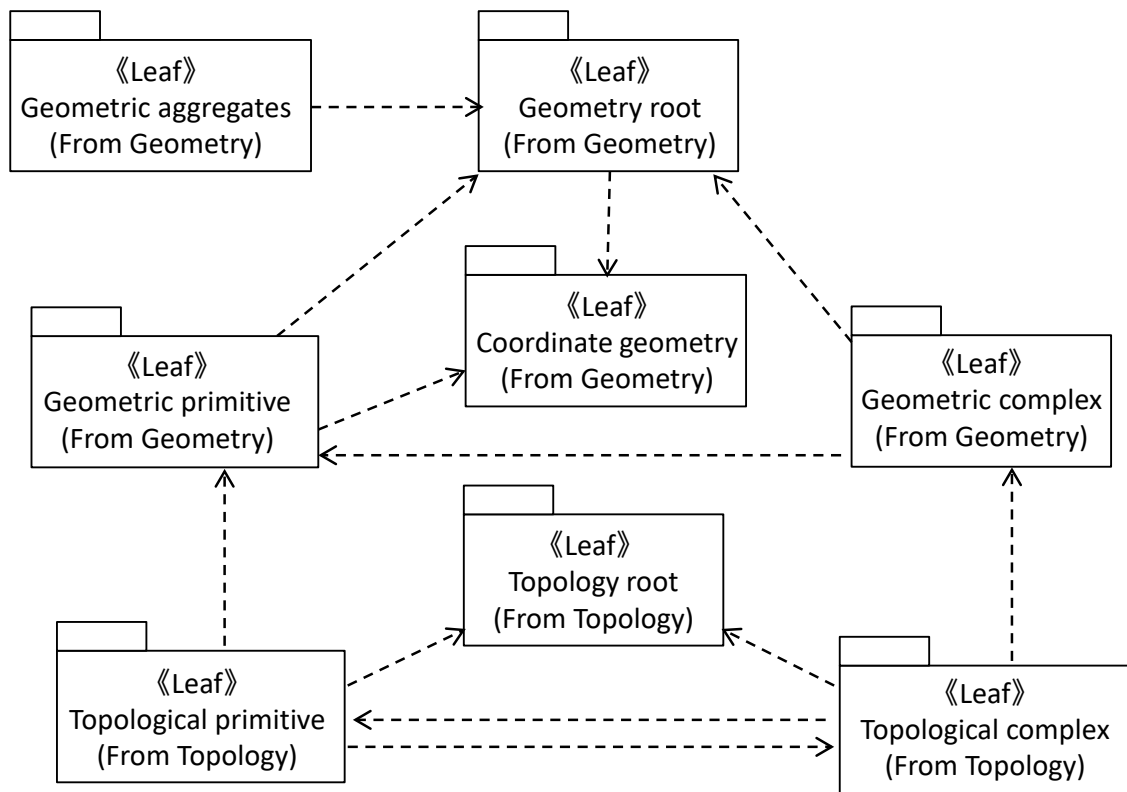
問題番号 (Number): D-4

タイムライン防災とは何か。この概念について具体的な事例を二、三あげて論じなさい。

What is timeline disaster management? Discuss this concept by giving two or three concrete examples.

図は、ISO 19107 (Geographic information – Spatial schema: 2003)における空間スキーマを形成するパッケージの依存関係を示す UML パッケージ図である。この図に関連する以下の用語を説明しなさい。

This figure shows the UML package diagrams of package dependencies on spatial schema in ISO 19107 document (Geographic information – Spatial Schema: 2003). Explain the following items in the figure.



問題番号 (Number): D-6

米国の危機管理標準である緊急事態管理システム（NIMS ; National Incident Management System）において，危機対応を成功に導く主要な要素として「Command and Coordination」がある。「Command and Coordination」について「情報」の観点から具体例に基づき論じなさい。

The National Incident Management System (NIMS), a US crisis management standard, is organized into three major components. “Command and Coordination” is one of the components that lead to successful crisis management. Discuss “Command and Coordination” from the viewpoints of “information” with a concrete example.

問題番号 (Number): M-1

多くの病院で導入されている病院情報システムには電子化された診療録（いわゆる電子カルテ）が記録されている。この診療録等を電子媒体に保存する場合に求められる要件として、電子保存の三原則と呼ばれる「真正性」「見読性」「保存性」を確保する必要がある。

- 1) 真正性・見読性・保存性についてそれぞれ説明せよ。
- 2) この三原則を厳守しなければならない理由を述べよ。

Many hospitals use hospital information systems to record electronic medical records. When medical records are stored in electronic media, it is necessary to satisfy the three principles of electronic storage: authenticity, readability, and preservation.

- 1) Explain each of the three principles: authenticity, readability, and preservation.
- 2) Discuss the reasons for adhering to these three principles.

問題番号 (Number): M-2

医療情報が電子化されれば、患者の情報を一元化して医療施設間で共有できるようになると期待されるが、医療情報を共有する情報基盤の構築には技術的課題も存在する。それを2つ挙げ、簡潔に説明せよ。
また、医療機器や部門システムを施設内や多施設間で相互接続することにより期待される効果について、考えを述べよ。

While electronic medical information is expected to enable sharing of patient information among medical facilities, there are some technical challenges in building an information infrastructure for sharing medical information. List two of such technical challenges and briefly explain them.

Also, give your thoughts on the expected effects of establishing interoperability between medical equipment and departmental systems within a facility and between multiple facilities.

問題番号 (Number): M-3

人工知能を用いた予測や実務上の検査結果で、陽性か陰性かの 2 値判定を行うことがある。こうした予測結果や検査結果の陽性・陰性と真の陽性・陰性とは必ずしも一致するとは限らず、下に示すような指標を用いて考察することがある。

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

ただし、「計」の欄はそれぞれ以下ようになる。

$$E=A+B$$

$$F=C+D$$

$$G=A+C$$

$$H=B+D$$

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

1) 以下の[1]～[7]について答えよ。

このような形式の表は、人工知能を用いた予測では[1.]と呼ばれる。

A/G は[2.], A/E は[3.], (A+D) /N は[4.]として評価に用いられる。

一方、医学などの統計では、A/G は[5.], A/E は[6.], D/H を[7.]として評価に用いる。

2) 特に、[4]と[7]のように、各領域では頻用されるものの、他方では馴染みの薄い評価指標もある。このような違いが生じる背景について、5 行程度で考察を述べよ。

Predictions using artificial intelligence or test results in clinical practice may result in a binary judgment of positive or negative. These positive/negative results do not always coincide with the true positive/negative results. In such cases, the following indicators may be considered to be discussed.

		True Results :		Total :
		Positive :	Negative :	
Prediction or Test Results :	Positive :	A	B	E
	Negative :	C	D	F
Total :		G	H	N

Here, each of the "Total" columns is as shown below.

$$E=A+B$$

$$F=C+D$$

$$G=A+C$$

$$H=B+D$$

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

1) Answer what the following [1] - [7] are.

A table of this form is called [1.] in the artificial intelligence-based prediction processes; A/G is used for evaluation as [2.], A/E as [3.], and $(A+D)/N$ as [4.].

On the other hand, in medicine and other statistics, A/G is used for evaluation as [5.], A/E as [6.], and D/H as [7.].

2) In particular, some evaluation indicators, such as 4 and 7, are frequently used in their respective area but are less familiar in the other. Provide a 5-line discussion of the background behind these differences.

問題番号 (Number): M-4

1k(キロ)=1024, 1M(メガ)=1024k, 1G(ギガ)=1024M とする。この時、以下の問いに答えよ。

1) CT 画像は、16 bit 階調の縦横 512 画素の解像度のグレースケール画像として保存されることが多い。各画素が 16 bit のデータを持ち、データを圧縮しない場合、この画像データのサイズは 1 スライス当たり何 kB(キロバイト)となるか？

2) 躯幹部の 1024 mm を 1 mm 間隔で CT 撮影して上記条件で保存したファイル全てをダウンロードするには何秒かかるか？なお、画像データは 1 スライス毎に 1 つのファイルとして DICOM 形式で保存するとし、その際に付加情報等で 1 ファイル毎に画像データよりも 3kB (キロバイト)増加するとし、ネットワークの実効速度は 103 Mbps (メガ・ビット/秒)とする。

3) PACS ビューワ上でこの画像データの 1 スライスを拡大率 125%で表示し、各画素は赤緑青の 3 色の要素で構成し、各色のデータを 8 ビットで保持する場合、1 スライス当たりの画像データのサイズは何 kB(キロバイト)か？

4) 3) の条件の画像をオンデマンドで無圧縮でネットワーク経由で取得して毎秒 16 枚のコマ送りモードで閲覧するために必要なネットワーク速度は何 Mbps (メガ・ビット/秒)か？

Suppose 1k(kilo)=1024, 1M(mega)=1024k, 1G(giga)=1024M. Answer the following questions.

1) CT images are usually saved in 16-bit grayscale, 512-by-512 resolution image slices. How many kB (kilo-bytes) is the size of a slice of CT image data, supposing each pixel has 16 bit data, and no data compression is used.

2) How many seconds does it take to download the total DICOM files saving torso CT image data, supposing that the craniocaudal scan length is 1024 mm, the slice interval is 1 mm, each slice is saved as a file in DICOM format, the size of a DICOM file is 3 kB (kilo-bytes) larger than that of its image data, and the effective network speed is 103 Mbps (megabit-per-second)?

3) How many kB (kilo-bytes) is the size of a slice of color image data shown in a PACS viewer, supposing that the magnification rate is 125%, each pixel has 3 color components (red, green, and blue), and each color component has 8 bit data.

4) How many Mbps (megabit-per-second) is required in the network speed to retrieve image data given in 3) without compression via the network on demand and view them in stack-mode at 16 slices per second?

問題番号 (Number): M-5

病院情報システムを構成する以下のサブシステムについて、それぞれ何をするシステムかを説明し、それぞれの間でどのような情報の受け渡しが行われるかを図示せよ。

医事会計システム、オーダエントリシステム、電子カルテシステム、RIS、PACS、レポートシステム、画像ビューワシステム

Explain the purpose of each sub-systems of hospital information systems listed below, and draw a figure to illustrate exchanges of information between them.

Clinical Accounting System, Computerized Physician Order Entry Systems, Electronic Medical Record Systems, RIS, PACS, Reporting System, Image Viewer System

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者選抜試験問題
(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。

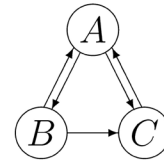
Answer all the following questions (1)-(4).

- (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

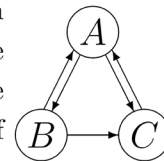
以下の問いに答えよ。

- 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 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．
 - 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．
- 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．
- 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.

- 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 .
 - 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.
 - 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.
- 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.
- 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。

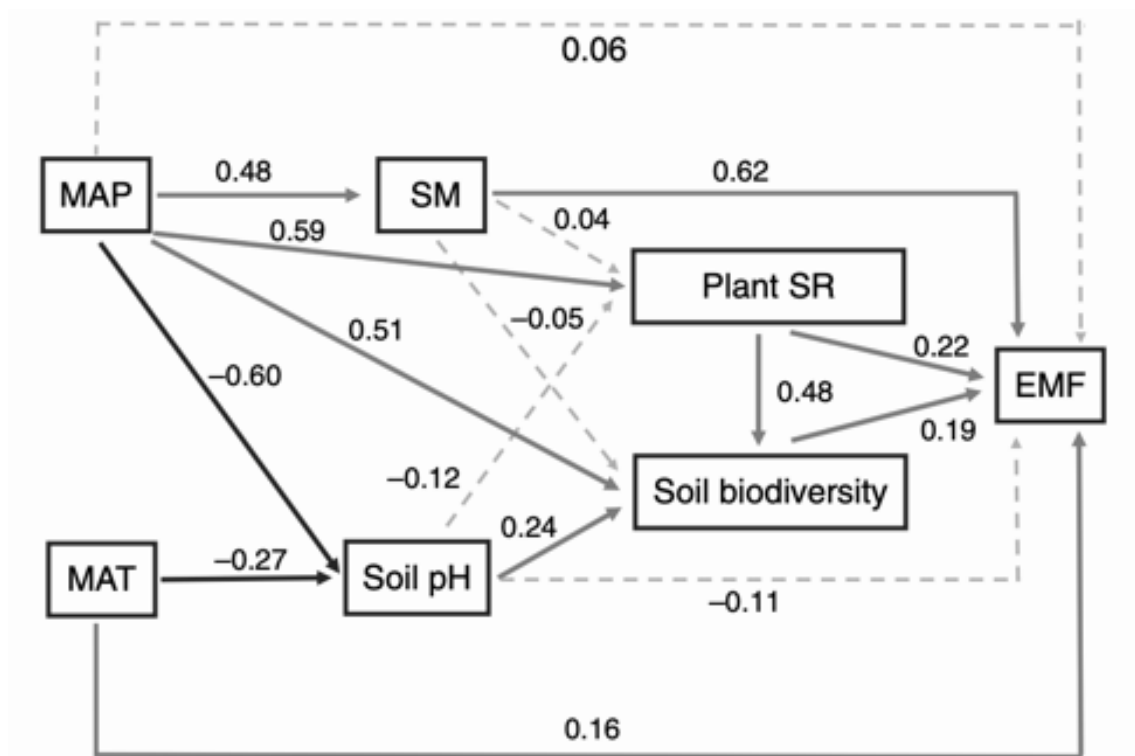


図 EMF に影響を与える各要因間の構造方程式モデリング結果。 各数値は、モデリングから得られた各要因間の相関を示す。灰色の実線矢印は正のパス（経路； $P < 0.05$ ）、黒の実線矢印は負のパス（ $P < 0.05$ ）、灰色の点線矢印は有意でないパス（ $P > 0.05$ ）を表している。EMF：生態系多機能性指数、MAP：平均年間降水量、MAT：平均年間気温、SM：土壌水分、Plant SR：植物の種多様性、Soil biodiversity: 土壌微生物多様性指数、Soil pH:土壌 pH（図は Jing et al. 2015 Nature Comm. より）

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.

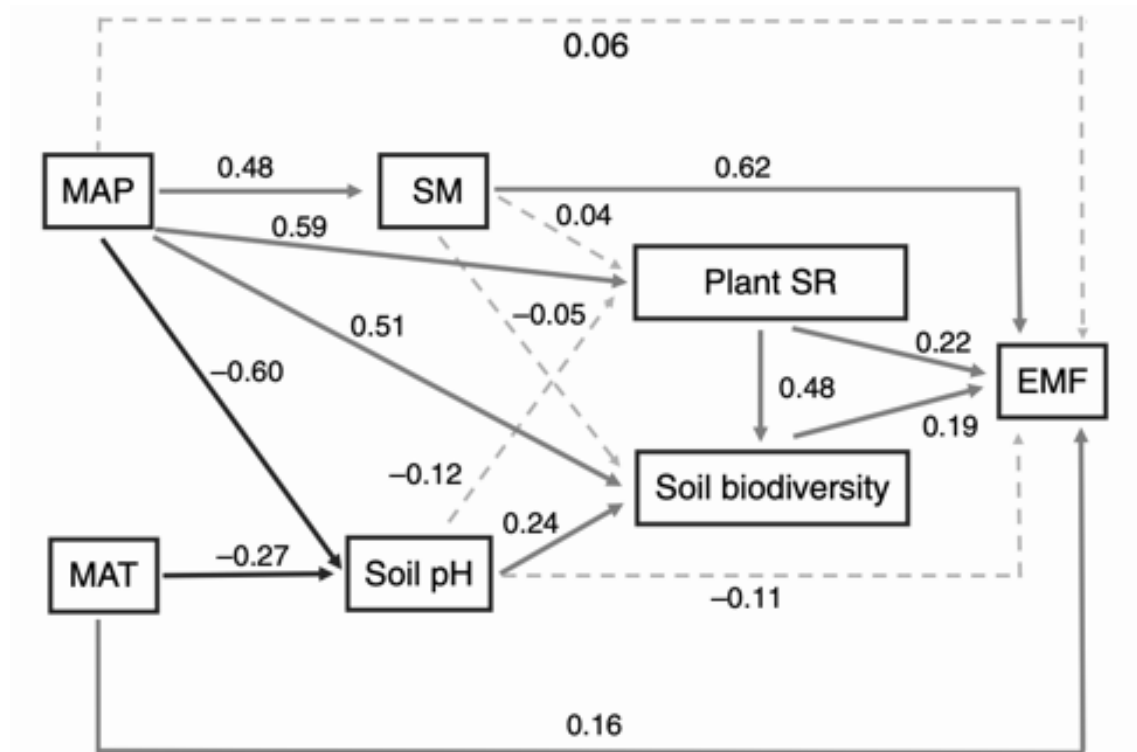
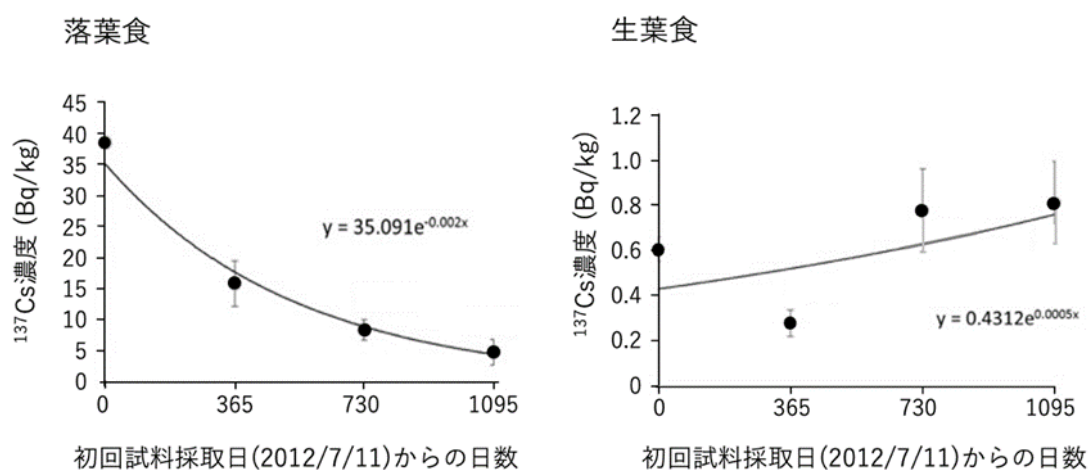


Figure. Structural equation modeling between each factor affecting EMF. Each number represents the correlation between each factor obtained from the modeling. Solid gray arrows represent positive paths ($P < 0.05$), solid black arrows represent negative paths ($P < 0.05$) and dotted gray arrows represent 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 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。

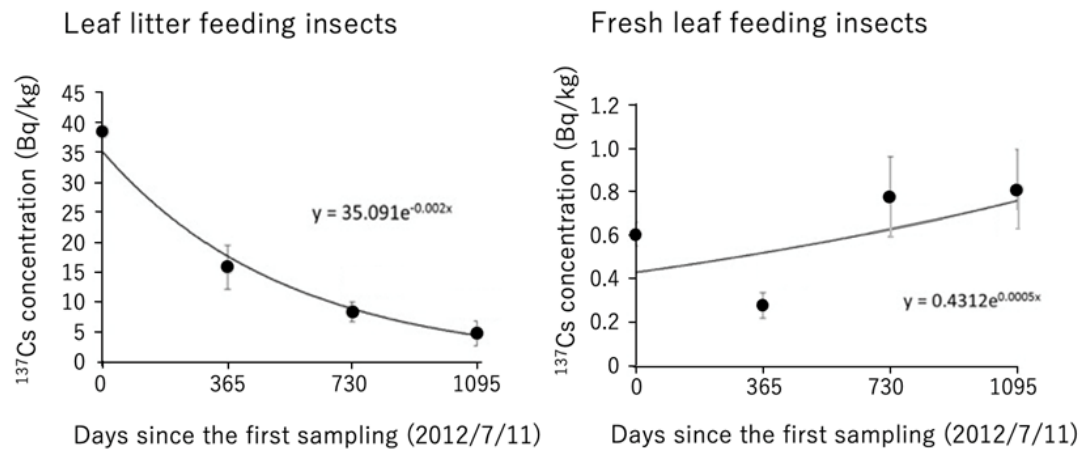
- 1) 落葉食と生葉食の昆虫の ^{137}Cs 濃度のレベルの違いが生じた理由を推論しなさい。
- 2) 落葉食と生葉食の昆虫の ^{137}Cs 濃度の経年変化の違いから推測される、森林生態系内での ^{137}Cs の移動と貯留の仕組みを説明しなさい。



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

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.