

2023 年 8 月 28 日 14 時～16 時 30 分

## B 都市工学専門

### 受験番号

---

- (1) すべての答案用紙の所定の欄に、問題番号、受験番号を記入しなさい。氏名を記入してはならない。
- (2) 問題冊子に受験番号を記入しなさい。
- (3) B－1～B－15の15問の中から5問を選択し、解答しなさい。ただし、5問の解答の中で以下の条件を満たすこと。
  - ・専攻分野として「都市環境工学」を希望するものは、B－1～B－7のうちから3問以上選択しなければならない。
  - ・専攻分野として「都市計画」を希望するものは、B－8～B－15のうちから3問以上選択しなければならない。
- (4) 答案用紙は1問につき1枚（裏を含む）とし、問題毎に用紙を変えなさい。

## B－1 上水道学・下水道学

問題1 上水道に関する以下の用語について説明しなさい。

- (1) 配水区域のブロック化
- (2) 夜間最小流量測定法
- (3) 小水力発電
- (4) 膜ろ過浄水処理

問題2 下水道事業における温室効果ガスの発生要因と削減方策に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 下水道事業における主な温室効果ガスの発生要因を3つ挙げ、それぞれの要因に関して削減方策を提案しなさい。
- (2) 日本の人口は減少しつつあり、下水（污水）発生量も減少することが予想されている。これを踏まえて、将来の日本の污水处理技術のあり方について、流域・公共下水道と、浄化槽などの分散型の污水处理方式とを、処理水水質、維持管理性、及び温室効果ガスの排出量の観点から比較し、将来の日本において望ましい污水处理方式のあり方を論じなさい。

## B-2 水理学

問題1 次の用語を説明しなさい。

- (1) 相当粗度
- (2) マニング式
- (3) ハーゲン・ポアズイユ流れ
- (4) 動水勾配線

問題2 開水路の流れにおいて単位幅流量  $q$  ( $\text{m}^2/\text{s}$ ) は一定であるとする。以下の問いに答えなさい。

- (1) 比エネルギーを最小とする水深  $h_c$  が  $\sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$  で与えられることを説明しなさい。
- (2)  $q=3.0 \text{ m}^2/\text{s}$ 、水深  $h_1=0.40 \text{ m}$  のとき、フルード数  $Fr$  を求めなさい。また、共役水深  $h_2$  を求めなさい。
- (3) 水路床に凹凸が一つあり、その前後で水路床の高さは同じであり、跳水が生じずに射流から常流に遷移する場合を考える。
  - a) 凹凸部は凹であるか凸であるか、その理由とともに答えなさい。
  - b) 跳水が生じる場合に比べて、遷移後の水位は高くなるか、低くなるか、その理由とともに答えなさい。

問題3 以下の問いに答えなさい。

- (1) 非圧縮性流体についてのナビエ・ストークス方程式の  $x$  軸方向成分を示しなさい。さらに、その式において、慣性力を表す項と、粘性力を表す項を示しなさい。
- (2) レイノルズ数が無次元であることを説明しなさい。

## B－3 水環境学

問題1 以下の問いに答えなさい。

- (1) 日本の公共用水域の水質汚濁に係る環境基準は、適宜改正されることがあるが、環境基準を改正する理由にはどのようなものがあるかを挙げ、簡潔に説明しなさい。また、令和3年(2021年)に基準が改正された水質項目名を2つ答えなさい。
- (2) 日本の公共用水域の水質汚濁に係る環境基準のうち、水生生物の生息状況の適応性に関する基準では、水域類型の指定において生物種に加えてどのような点に配慮しているか、簡潔に説明しなさい。
- (3) 気候変動による降雨パターンの変化は、水環境にどのような影響を及ぼすと考えられるか。水質および水量への影響について、水利用への影響も交えながら、それぞれ簡潔に答えなさい。

問題2 水環境に関する以下の用語について、それぞれ簡潔に説明しなさい。

- (1) ブルーカーボン
- (2) 窒素系 BOD
- (3) 内部生産

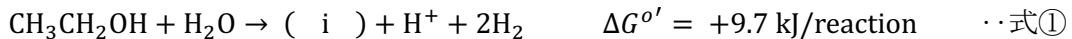
## B-4 環境微生物工学

問題1 以下のそれぞれの文の記述について、適切であれば「○」と答え、適切でなければ誤りを正しなさい。

- (1) すべてのウイルス粒子は、ゲノムを構成する DNA もしくは RNA がエンベロープと呼ばれる膜に包まれた構造をしている。
- (2) Anammox 反応とは、アンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ ) を電子受容体、硝酸イオン ( $\text{NO}_3^-$ ) を電子供与体とした異化反応であり、主な反応産物は窒素ガス ( $\text{N}_2$ ) と水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) である。
- (3) 活性汚泥法において、固形物滞留時間を長く設定すると汚泥発生量が減る理由は、固形物滞留時間が長いほど、菌体収率の低い細菌のほうが菌体収率の高い細菌よりも生存上有利となるためである。

問題2 以下の式①～③で表される嫌気的な反応に関する問いに答えなさい。ただし、 $\Delta G^{o'}$  は生化学的標準状態におけるギブス自由エネルギー変化である。

エタノールの発酵



メタン生成反応



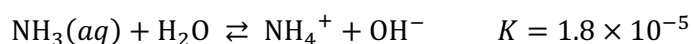
- (1) 式①および式③の( i )に入る化学式を答えなさい。
- (2) 1 mol のエタノールが嫌気的にメタンと炭酸水素イオンに変換される反応について、生化学的標準状態におけるギブス自由エネルギー変化量を答えなさい。
- (3) 嫌気性消化槽に水素ガスを注入することで、メタンの生成量を増加させる方法がある。水素ガスを注入するとなぜ消化ガス中のメタン生成量が増加するのか、考えられる理由を説明しなさい。また、考えられる嫌気性消化プロセスに対する負の影響を1つ挙げなさい。いずれも、そう考える根拠を上記の式との関連に言及しながら説明すること。

問題3 16S rRNA 遺伝子が微生物の系統解析に広く用いられる理由を答えなさい。また、16S rRNA 遺伝子を対象とした微生物群集解析における課題を答えなさい。

## B－5 環境化学・反応論

問題1 化学平衡に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 希薄水溶液を想定し、ギブス自由エネルギー変化と平衡定数  $K$  の関係を説明しなさい。
- (2) 25℃において、アンモニアの水中での解離は以下の式及び平衡定数  $K$  で表されとする。



希薄水溶液中で遊離アンモニア ( $\text{NH}_3(aq)$ ) とアンモニウムイオン  $\text{NH}_4^+$  のモル濃度が等しくなるときの pH を答えなさい。なお、水の解離定数  $= 10^{-14}$ 、 $\log_{10} 1.8 = 0.255$  とする。

- (3) アンモニア含有廃水からアンモニアを気体として除去する手法としてアンモニアストリッピングがある。pH および温度を制御することで効率的にアンモニアが除去される。その機構を説明しなさい。

問題2 以下の問いに答えなさい。

- (1) Freundlich の吸着等温式について、その式形と特徴、他の吸着等温式との差異について説明しなさい。
- (2) 近年、水質汚染が問題となっている PFAS について、その分子構造や物理化学的特性を説明し、用途および引き起こされる環境問題について答えなさい。
- (3) DLVO 理論について、その考え方と水処理技術への適用事例を1つ答えなさい。

## B－6 地球環境工学

問題1 一部の企業、自治体や大学は、自らの活動に関わる温室効果ガスの排出量を算定している。その算定において、排出源は Scope 1、Scope 2、Scope 3 の3つに分けられる。以下の問いに答えなさい。

- (1) Scope 1、Scope 2、Scope 3 の内容をそれぞれ3行以内で記述しなさい。
- (2) Scope 3 に関して、東京大学のような総合大学では、どのような排出源が考えられるか、3つ例を挙げてそれぞれ簡単に説明しなさい。

問題2 次の用語をそれぞれ3行以内で説明し、それぞれに関連する具体的な対策事例を1つずつ示しなさい。

- (1) 気候変動適応
- (2) オゾン層破壊

問題3 以下の文章1と文章2は IPCC AR6 統合報告書（暫定訳）から抜粋したものである。以下の問いに答えなさい。

【文章1】人間活動が主に温室効果ガスの排出を通して地球温暖化を引き起こしてきたことには疑う余地がなく、1850～1900年を基準とした世界平均気温は2011～2020年に1.1℃の温暖化に達した。世界全体の温室効果ガス排出量は増加し続けており、持続可能でないエネルギー利用、土地利用及び土地利用変化、<sup>(A)</sup> 生活様式及び消費と生産のパターンは、過去から現在において、地域間にわたって、国家間及び国内で、並びに個人の間で不均衡に寄与している（確信度が高い）。

【文章2】大気、海洋、雪氷圏、及び生物圏に広範かつ急速な変化が起こっている。人為的な気候変動は、既に世界中の全ての地域において多くの<sup>(B)</sup> 気象と気候の極端現象に影響を及ぼしている。このことは、自然と人々に対し広範な悪影響、及び関連する損失と損害をもたらしている（確信度が高い）。<sup>(C)</sup> 現在の気候変動への過去の寄与が最も少ない脆弱なコミュニティが不均衡に影響を受ける（確信度が高い）。

（次ページへ続く）

- (1) 文章 1 の下線部 (A) に関して、これがどのように温室効果ガス排出に影響を与えているか 8 行以内で説明しなさい。
- (2) 文章 2 の下線部 (B) ならびに下線部 (C) をそれぞれ 6 行以内で説明しなさい。

## B－7 廃棄物管理・資源循環

問題1 食品廃棄物のリサイクル方法には、a) 飼料化、b) コンポスト化、c) バイオガス化などがある。これらについて以下の問いに答えなさい。

- (1) a) ～ c) の各手法の持つ利点および課題についてそれぞれ説明しなさい。
- (2) 食品廃棄物に含まれる有機物の化学式を  $C_{17}H_{29}O_{11}N$  として、バイオガスの生成を表す以下の反応式を完成しなさい。



- (3) 食品廃棄物以外の有機性廃棄物を1つ挙げ、同廃棄物の a) ～ c) 以外の有効 利用法について説明しなさい。

問題2 家電のリサイクルに関連する以下の問いに答えなさい。

- (1) 以下の①～⑩の家電について、対象製品のリサイクルを推進する日本の法律に基づきグループに分け、それぞれ関連する法律および回収方法について説明しなさい。

①テレビ ②カメラ ③エアコン ④パソコン ⑤携帯電話 ⑥冷蔵庫  
⑦掃除機 ⑧洗濯機 ⑨炊飯器 ⑩扇風機

- (2) 家電のうち、回収が十分に進まない物品もある。そうした品目の例を1つ挙げ、その理由について説明しなさい。

問題3 廃棄物管理に関連する以下の用語について説明しなさい。

- (1) 衛生埋立
- (2) 拡大生産者責任

## B－8 都市計画

問題 日本の都市計画法に基づく地区計画は、都市内のそれぞれの地区の特性に応じて、良好な都市環境を形成するために必要なことがらを定める地区レベルの都市計画である。

- (1) 地区計画に定めることができる内容を説明しなさい。
- (2) 地区計画の策定プロセスを説明しなさい。その際、地区計画を提案することができる主体、地区計画を決定する主体を明記すること。
- (3) 街並み誘導型地区計画の主な目的と内容を説明しなさい。事例を挙げて説明しても良い。

## B－9 都市デザイン

問題1 以下の用語が意味する概念と都市デザインへの展開のありかたを、具体的な事例を含めて各々5行程度で述べなさい。

- (1) 町家
- (2) ダイアグラム
- (3) パサージュ

問題2 近年、新たなモビリティの活用を前提とした都市デザインが模索されている。中でも「時速 20 km 未満で公道を走ることができる電動車を活用した小さな移動サービス」と定義されるグリーン・スロー・モビリティ (GSM) 導入についての検討が各地で進められている。この GSM と都市デザインとの関係に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) GSM のモビリティとしての特徴について、強み、弱みの両面から5行程度で述べなさい。
- (2) GSM は交通手段確保の目的に加えて、様々な課題の解決のために活用されることが期待されている。具体的にどのような地域でどのような活用が考えられるか、またその活用における都市デザインの貢献は何か、必要に応じて事例に言及しながら、10行程度で論じなさい。

## B－10 都市住宅

問題1 2021 年に閣議決定された住生活基本計画（全国計画）は、以下の3つの視点から8つの目標を設定し、施策を総合的に推進するとしている。8つの目標から2つを選び、具体的にはどのような施策が必要となるのか、各々記述しなさい。

「社会環境の変化」の視点

目標1 新たな日常、DXの推進等

目標2 安全な住宅・住宅地の形成等

「居住者・コミュニティ」の視点

目標3 子どもを産み育てやすい住まい

目標4 高齢者等が安心して暮らせるコミュニティ等

目標5 セーフティネット機能の整備

「住宅ストック・産業」の視点

目標6 住宅循環システムの構築等

目標7 空き家の管理・除却・利活用

目標8 住生活産業の発展

問題2 東京圏では、住宅価格の高騰が進み、特に東京23区では新築マンションの1戸あたりの平均価格が1億円を超え、過去最高記録であった1991年の9738万円を上回ったという。

- (1) このような現象が発生する理由を3つ説明しなさい。
- (2) この現象がもたらす問題をハウジングアフォーダビリティの観点から指摘し、考えうる対応策を記しなさい。

## B－1 1 都市防災

問題1 以下の都市防災に関する用語ペアについて、互いの相違点に着目しつつ、説明しなさい。

- (1) 「防災基本計画」と「防災業務計画」(合わせて2行程度)
- (2) 「高齢者等避難」と「緊急安全確保」(合わせて2行程度)

問題2 自治体が行う地震被害想定について、以下の問いに答えなさい。

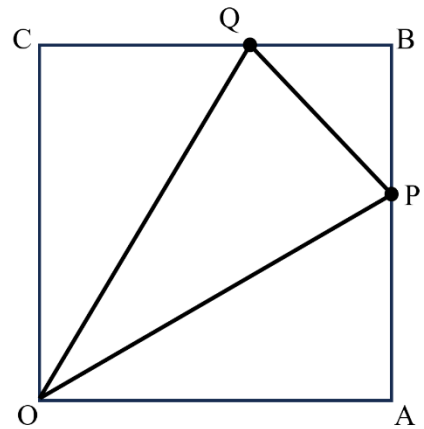
- (1) 「揺れによる建物被害」を計算する方法について、用いるデータを具体的に示しつつ、説明しなさい。(3行程度)
- (2) 「帰宅困難者数」を計算する方法について、用いるデータを具体的に示しつつ、説明しなさい。(3行程度)
- (3) 「東京都の地域危険度」と「地震被害想定」の違いについて説明しなさい。(3行程度)
- (4) 地震被害想定を用いて地震リスクを評価する場合の注意点について説明しなさい。(5行程度)

問題3 「明暦の大火」と「ロンドン大火」の共通点と相違点について説明しなさい。(7行程度)

## B－1 2 都市解析

問題 1 一辺が 1 km の正方形  $OABC$  で、辺  $AB$  上にランダムに点  $P$ 、辺  $BC$  上にランダムに点  $Q$  をとる。このランダムとは線分上のどの点にも同じ確率密度で点が打たれるという意味である。以下の問いに答えよ。

- (1) 三角形  $OAP$  の面積の期待値を求めよ。
- (2) 三角形  $OPQ$  の面積の期待値を求めよ。
- (3) 三角形  $OAP$  の面積が三角形  $OPQ$  の面積よりも大きくなる確率を求めよ。



問題 2 歴史的に重要な遺構を保存して再開発を行う場合、その保存は社会的な貢献とみなすことができるため、公的な補助を行う妥当性があると言える。

- (1) このような補助金の正当な額を定めるために、どのような点に配慮しなければならないか。配慮すべき重要な項目をあげ、それぞれの項目に対して、具体的にどのような配慮をすべきかを述べよ。
- (2) 歴史的な遺構の社会的な存在価値を求める適切な手法について、解説せよ。

## B－13 都市交通計画

問題1 非集計交通手段選択ロジットモデルにおいて、下表のパラメーターが得られている。このとき以下の問いに答えなさい。

|               | 変数      | 係数     | 標準誤差  |
|---------------|---------|--------|-------|
| $asc_{train}$ | 鉄道定数項   | 0      | —     |
| $asc_{car}$   | 自動車定数項  | -0.3   | 0.12  |
| $x_{i,n,1}$   | 交通費用（円） | -0.006 | 0.003 |
| $x_{i,n,2}$   | 所要時間（分） | -0.02  | 0.002 |

$i$  は交通手段を示す。

- (1) 自動車の定数項は負となっている。この結果が示唆することを1～2行程度で説明しなさい。
- (2) 個人 $n$ における選択の期待最大効用 $V'_n$ の式を書きなさい。
- (3) 自動車での所要時間を40分、自動車の選択確率 $P_n(car)$ を0.17とする。個人 $n$ における自動車に対する所要時間の直接弾力性 $E_{car,n,2}^{P_n(car)}$ を求めなさい。小数第2位まで示すこと。
- (4) (3) で求めた直接弾力性を解釈しなさい。

問題2 公共交通の走行空間は、自動車との共有度合いによって3つに分類される。それぞれの類型について、その特徴と代表的な公共交通機関1つを各1行程度で説明しなさい。

問題3 駅前広場の環境空間機能を挙げ、それぞれ1行程度で説明しなさい。

## B－1 4 地域計画

日本の国土計画について、次の各問に答えなさい。

問題1 次の各文のそれぞれが正しいければ○（マル）を、間違えていれば×（バツ）を答えなさい。

- a) 国土形成計画法は、国土利用についての内容を議論する際などに、国土利用計画法という別名で呼ばれることがある。
- b) 国土形成計画は、全国計画、都道府県計画、市町村計画で構成される。
- c) 国土形成計画（全国計画）で定める基本的な施策として、社会基盤の整備や産業の配置の内容は含まれるが、環境の保全に関する内容は含まれない。
- d) 国土形成計画が対象とする空間的範囲には排他的経済水域などの海域も含まれる。

問題2 2023年7月までに国で議論されてきた、新しい国土形成計画（全国計画）の方向性 a)～f)から4つを選び、これらが推し進められた場合に、人口減少が進行する地方圏の活性化に与えると考えられる効果について、1つにつき3～5行程度で具体的に述べなさい。

- a) テレワークの推進
- b) 関係人口の拡大
- c) カーボンニュートラルの実現
- d) 包摂社会の実現
- e) 持続可能な国土管理の推進
- f) 都市サービスのデジタル化

問題3 計画は、計画期間の途中あるいは終了時に、その目標が達成できたかどうかを評価することが望ましい。上述の問題2で選んだ4つの方向性から1つを選び、目標の達成の程度が適切に評価でき、かつ互いに関連するインプット指標、アウトプット指標、アウトカム指標を1つずつ例示せよ。そして、それらの内容を合わせて3～5行程度で具体的に説明しなさい。

## B－15 緑地計画・環境デザイン

問題1 「グリーンインフラ」は、自然の多面的機能を活用することで都市・地域計画上の様々な社会課題を解決しようとするものであるが、その定義は、国・地域ごとに様々である。たとえばアメリカでは主に（ A ）に焦点が当てられている一方、ヨーロッパでは（ A ）だけではなく自然の機能をより多面的に捉えている。

- （1） （ A ）に当てはまる自然の機能を簡潔に答えなさい。
- （2） 日本における都市・地域計画に関わる様々な政策において、近年グリーンインフラが注目されている。その理由を2点あげ、各々2行程度で説明しなさい。
- （3） （2）で述べた2点の理由に関連して、グリーンインフラを用いることの課題とその改善策を、各々2～3行程度で説明しなさい。

問題2 緑地計画にかかわる以下の4つの用語や名称を各々2～3行程度で簡潔に説明しなさい。

- （1） OECM
- （2） 日比谷公園
- （3） エメラルド・ネックレス
- （4） Eco-DRR