

2018年8月28日 10時～13時

## 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 上水道事業および下水道事業は、地方自治体が排出する温室効果ガスのうち、主要な割合の温室効果ガスを排出している。上水道事業および下水道事業のそれぞれにおいて、温室効果ガス排出量が大きいプロセスを2つ挙げ、それらのプロセスにおける温室効果ガス排出量の削減策を説明しなさい。

問題2 飲料水の消毒法として、以下の(1)～(3)の消毒法の特徴と課題を説明しなさい。

- (1) 塩素消毒
- (2) 紫外線消毒
- (3) 太陽光による消毒

問題3 下水道に関する以下の質問に答えなさい。

(1) 以下の用語について、簡潔に説明しなさい。

- ① 計画汚水量
- ② SVI
- ③ 汚泥日令

(2) 標準活性汚泥法の下水処理施設において、活性汚泥反応槽のMLSSが2,000 mg/L、返送汚泥比が20%、余剰汚泥の引抜率が5%で安定して運転している。この下水処理場の返送汚泥の濃度を求めなさい。

## B-2 水理学

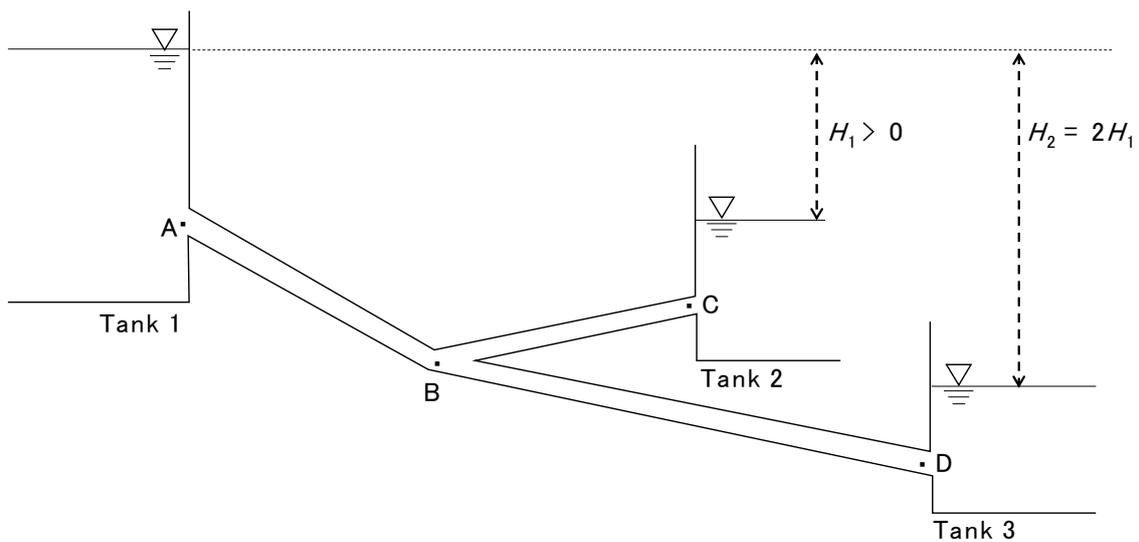
問題1 次の用語を簡潔に説明しなさい。図を用いてもよい。

- 1) 水理学的有利断面
- 2) 限界レイノルズ数
- 3) 粘性係数
- 4) ウォーターハンマー

問題2 勾配 0.010、シェジー係数  $50 \text{ (m}^{1/2}/\text{s)}$  の広幅長方形断面水路に水深 1.0 (m) で等流状態で水が流れている。このときの流れが常流か射流かを、その根拠とともに示しなさい。

問題3 下図のように円管路で接続された3つの水槽 (Tank 1~3) がある。水槽容量は十分に大きく水位が一定に保たれているとし、それぞれの水位差は図中に示したとおりである。接続する管路の管路長  $L_{AB}$ 、 $L_{BC}$ 、 $L_{BD}$  には、 $L_{AB}=L_{BC}$ 、 $L_{BD}=2L_{BC}$  の関係が成り立っている。管径および材質はすべて等しく、管径  $d$  とする。摩擦損失のみ考慮し、形状損失は無視できるものとする。重力加速度は  $g$ 、円周率は  $\pi$  とする。

- 1) 摩擦損失係数  $f'$  と Manning の粗度係数  $n$  の関係を数式で表しなさい。
- 2) AB 間の摩擦損失水頭  $h_{AB}$  は管路内流量  $Q_{AB}$  を用いて  $h_{AB}=kQ_{AB}^2$  の式で表される。この  $k$  を与えられた記号を用いて表しなさい。
- 3) BC 間の流向はどちら向きか答えなさい。導出過程も合わせて説明しなさい。



## B－3 水環境学

問題1 閉鎖性水域に関する以下の設問に答えなさい。

- (1) 底層溶存酸素量が日本の環境基準に追加された。その目的について、説明せよ。
- (2) 近年、日本国内の閉鎖性海域において、水質汚濁への対策が進んだ結果として生じている問題もある。その問題を1つ挙げ、その問題の具体的な改善策の例について説明せよ。

問題2 水質の有機汚濁指標に関する以下の設問に答えなさい。

- (1) 日本の環境基準で用いられている有機汚濁指標は何か。水域ごとに答えよ。
- (2) (1)で答えたそれぞれの指標について、指標としての限界または問題点を述べよ。

問題3 以下の語句について、水環境管理において果たす役割を含めて説明せよ。

- (1) 環境影響評価（環境アセスメント）制度
- (2) 雨水浸透施設
- (3) バイオアッセイ
- (4) ビオトープ

## B - 4 環境微生物工学

問題1 以下の2つの語句を関連付けながら簡潔に説明せよ。

- (1) 「対数増殖期」と「倍加時間」
- (2) 「プロトン駆動力」と「アデノシン三リン酸」
- (3) 「真核生物」と「原核生物」
- (4) 「バイオオーグメンテーション」と「バイオスティミュレーション」

問題2 活性汚泥法に関する以下の設問に答えよ。

- (1) MLSS 濃度が 2,000 mg/L である場合、汚泥混合液 1 mL あたりの細菌数を見積もれ。計算に必要なパラメータは適当な値を仮定し、計算の過程も記すこと。
- (2) 活性汚泥内に存在する原生生物およびウイルスが活性汚泥内細菌に及ぼしうる作用をそれぞれ述べよ。
- (3) 活性汚泥法では、環境中に存在する多様な微生物から構成される複合微生物系の機能が利用されている。複合微生物系の機能を廃水処理に利用することの利点と欠点について述べよ。
- (4) 環境中に存在する細菌の多くは分離培養が困難であると言われている。分離培養が困難な理由を述べよ。また、そのような細菌を分析するための解析手法を1つ挙げ、その原理を説明せよ。

## B-5 環境化学・反応論

問題1 硝酸カドミウム水溶液に水酸化ナトリウムを加えると、水酸化カドミウムを生じる。このことに関して、以下の問に答えよ。必要に応じ、以下の値を使用すること。

カドミウムのモル質量 112 g/mol、水のイオン積 ( $K_w$ )  $1.0 \times 10^{-14}$

(1) 水酸化カドミウムの溶解度積は  $3.9 \times 10^{-14}$  である。水溶液中のカドミウムイオン濃度 (mg/L) と pH の関係を表す式を導出せよ。なお、以下の対数表を活用しても良い。

x	log x	x	log x
2	0.30	11	1.04
3	0.48	12	1.08
4	0.60	13	1.11
5	0.70	14	1.15
6	0.78	15	1.18
7	0.85	16	1.20
8	0.90	17	1.23
9	0.95	18	1.26

(2) カドミウムイオンを含む工業排水をアルカリを使用して処理したい。しかし、実際の工業排水には反応を阻害する様々な物質が含まれている場合がある。反応を阻害する可能性のある代表的な物質をひとつあげよ。

問題2 水中において、ある汚染物質 X がある吸着物質 M に吸着される等温吸着実験を行った。以下の問に答えよ。

(1) Langmuir (ラングミュア) の等温吸着モデルの原理を述べよ。

(2) この実験結果が Langmuir の等温吸着式で表されるか作図法によって確認したい。その手順を説明せよ。

問題3 以下の用語を説明せよ。

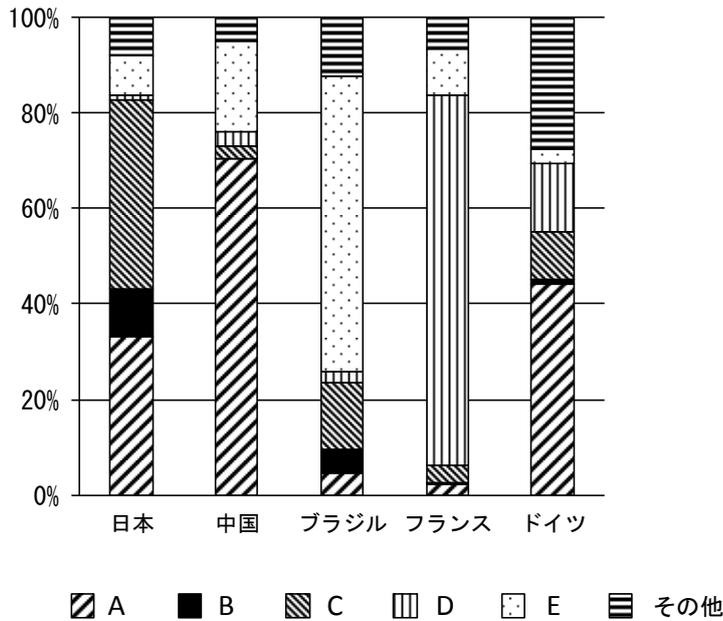
(1) ランベルト・ベールの法則 (Lambert-Beer law)

(2) ダイオキシン類

(3) 光化学スモッグ

## B-6 地球環境工学

問題 1 以下の図は、2015 年現在の電源別発電電力量の構成比を表している。これに関連して以下の問いに答えよ。



(1) A～E のエネルギー源として正しいものを以下の 5 つの中からそれぞれ選べ。

水力、天然ガス、石油、石炭、原子力

(2) ある環境施策に伴う環境負荷低減効果を定量化しようとした場合に、このような電源構成比が重要となることがある。その理由を詳しく説明せよ。

問題 2 スマートコミュニティの取り組みは、様々な用途が混在した複合街区への適用が有効と考えられている。その理由を、「融通」という言葉を用いて説明せよ。

問題 3 気候変動以外で国境を越えて環境問題が生じる例を 1 つ挙げ、その問題の概要と解決に向けた国際的な政策措置について説明せよ。

問題 4 以下の用語(1)～(3) について、それぞれ 2 つの用語の違いが分かるように説明せよ。

(1) 「バイオエタノール」と「バイオディーゼル」

(2) コージェネレーションにおける「電主熱従」と「熱主電従」

(3) 排出量取引における「キャップアンドトレード方式」と「ベースラインアンドクレジット方式」

## B-7 廃棄物管理・資源循環

問題1 ある都市（人口 100 千人）で発生する家庭ごみ（可燃および不燃ごみ）について、以下の条件が与えられたとする。このとき、この都市で1年間に発生する家庭ごみの燃焼・分解に由来する温室効果ガス排出量（以下、「家庭ごみ由来の GHG 排出量」と略す）に関して、(1) (2) の問いに答えよ。

- 可燃ごみの一人当たり年間発生量： 200 kg/(人・年)
- 不燃ごみの一人当たり年間発生量： 10 kg/(人・年)
- ごみ焼却施設における完全燃焼率： 100%
- 埋立処分場における厨芥類の分解率： 60%
- 埋立処分場から発生するガス組成： CO<sub>2</sub> 70%、CH<sub>4</sub> 30%

- \* ここでは、埋立処分場においては厨芥類のみが分解（ガス化）するものとし、他の組成分類の分解は無視しうるものとする。
- \* ごみ焼却施設には、ごみ発電などエネルギー回収は導入されていないものとする。
- \* GHG 排出量は、地球温暖化係数（GWP）を用いて二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）等量に換算して算定する。ただし、メタン（CH<sub>4</sub>）の GWP は 25 とし、カーボンニュートラルと見なせる CO<sub>2</sub> 排出は GHG 排出量に含めないものとする。

組成分類	組成率（湿ベース）		水分率	炭素含有率 （乾ベース）
	可燃ごみ	不燃ごみ		
厨芥類	30%	0%	80%	40%
紙・布・草木類	45%	0%	20%	40%
プラスチック類	15%	30%	20%	75%
金属・ガラス・陶磁器類	10%	70%	0%	0%

- (1) 家庭ごみの処理・処分方法について、可燃ごみが単純焼却、不燃ごみが直接埋立とする。このとき、上記の条件のもとで、家庭ごみ由来の GHG 排出量を求めよ。
- (2) 次に、家庭ごみを可燃と不燃に分別せずに、単純焼却か直接埋立、いずれかの方法で一括して処理・処分する場合を考える。ただし、家庭ごみの発生量は合計 210 kg/(人・年) で不変とし、その他の条件も変化しないものとする。このとき、a) 全量を単純焼却によって処理する場合、b) 全量を直接埋立によって処分する場合について、それぞれ家庭ごみ由来の GHG 排出量を算定せよ。

（次ページへ続く）

問題2 以下の廃棄物管理・資源循環に関わる用語について、略語を英語で綴りを略さず書いた上で、それぞれ5～10行程度で説明せよ。

- (1) MSW
- (2) RPF
- (3) MFA
- (4) EPR

## B－8 都市計画

市町村が、都市計画マスタープラン（都市計画法 18 条の 2 に基づく「市町村の都市計画に関する基本的な方針」）の中で「土地利用構想図（方針図）」を提示する場合、一般に、どのような項目を図に含めるべきか、項目の案を示しなさい。

## B－9 都市デザイン

問題1 都市デザインに関する以下の用語について、その概要、実施された例、都市デザインにおけるねらい、都市空間へもたらす寄与と問題点に関して、それぞれ5行程度で答えなさい。

- (1) 土地区画整理事業
- (2) パタン・ランゲージ
- (3) 伝統的建造物群保存地区

問題2 城下町に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 城下町の都市構造や空間の特徴を述べなさい。
- (2) 城下町における都市デザインの実例を一つ挙げて、どのように歴史的文脈を活かしているのか、簡潔に説明しなさい。実例は国内、海外いずれでも良い。

## B—10 都市住宅学

問題1 日本のニュータウンについて、以下の問いに答えなさい。

(1) 主要なニュータウンを並べた下表のAからDに当てはまる名称を答えなさい。

名称	A	B	C	多摩 ニュータウン	千葉 ニュータウン	D
面積 (ha)	1160					1341
計画人口 (万人)	15					22
都道府県	大阪	大阪	愛知	東京	千葉	神奈川
工事着手年	1961	1966	1964	1966	1970	1974

出典：金子淳（2017）ニュータウンの社会史

(2) 下のa)からd)は、A、Dを除く4つのニュータウンの面積、計画人口の組み合わせである。多摩ニュータウン、千葉ニュータウンのものをそれぞれ選びなさい。

a) 702 ha, 8.1 万人

b) 1557 ha, 18 万人

c) 2884 ha, 30 万人

d) 1930 ha, 14.3 万人

(3) いくつかのニュータウン計画では、Perryの近隣住区理論が参照された。近隣住区理論の原則を2～3行で説明しなさい。

(4) いくつかのニュータウン建設にあたっては、新住宅市街地開発事業が用いられた。土地区画整理事業と比較し、この事業の特徴を2～3行で説明しなさい。

(5) ニュータウンにおいて分譲集合住宅の建て替えが困難な理由を3つ挙げ、それぞれ1行で説明しなさい。

問題2 仮想市場評価法（CVM）を使って公園整備の便益を計測するとして、以下の問いに答えなさい。

(1) 整備予定地の近隣住民に対して実施するアンケートの設問を例示しなさい。

(2) CVMを使う際に生じるバイアスを避けるために配慮すべき事項を2～3行で説明しなさい。

## B－1 1 都市防災

以下のすべての問いに答えなさい。

問題1 事前対策上の課題は地域特性に応じて異なる。以下の問いに答えなさい。

- (1) 大都市特有の課題として地震火災リスクがある。主要な都市計画的対策を3つ挙げ、全体で5行程度で説明しなさい。
- (2) それ以外の大都市特有の課題を1つ取り上げ、3行程度で説明しなさい。
- (3) 過疎地域特有の課題を1つ取り上げ、3行程度で説明しなさい。

問題2 下記の問いに答えよ。

- (1) 二次災害、複合災害について説明し、具体的な事例を挙げなさい。(4行程度)
- (2) 災害関連死について説明し、その発生要因について説明しなさい。(3行程度)

問題3 下記の記述に誤りがある場合、正しい記述に修正しなさい。

- (1) 日本の活断層で発生する地震の再現期間は、概ね数百年である。
- (2) 阪神・淡路大震災では高齢者の死亡率が高かった。その最大の理由は、身体能力が劣るからである。

## B-12 都市解析

以下のすべての問題に答えなさい。

問題1 都市内の人口密度を都心からの距離で表す古典的な式として、クラークの式がある。クラークの式とは、都心からの距離を  $x$ 、その地点での人口密度を  $D(x)$  とすると、

$$D(x) = ae^{-bx}$$

と表すことができるというものである。ただし、 $a, b$  は正の定数である。2次元状に広がる都市の都心から  $x$  の距離にある半径  $x$  の円周上の地点の人口密度はこのクラークの式に従い、都心から無限遠点まですべて都市の範囲であるとしたときに、以下の問いに答えなさい。

(1)  $a, b$  は人口密度に関して、それぞれどのような特徴を表すパラメータであるかを述べなさい。

(2) 都市 A、都市 B、都市 C の  $(a, b)$  の値がそれぞれ  $(1, 2)$ ,  $(2, 1)$ ,  $(2, 3)$  であるとき、都市人口が大きい都市から小さい都市の順に都市を並べるとどうなるかを理由も含めて答えなさい。

問題2 都市外との通勤・通学などはない、独立都市を想定する。都市の規模を人口で考えることとして、以下の問いに答えなさい。

- (1) 都市の規模が大きくなるほど、都市の生産性にプラスになる要因は何か。
- (2) 都市の規模が大きくなるほど、社会的な費用がかかる要因は何か。
- (3) 上記の2種類の要因により、最適な都市規模があるとしたとき、その最適な都市規模を分析する方法を述べなさい。

## B-13 都市交通計画

問題1 持続可能なモビリティに関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 持続可能なモビリティの評価指標について、経済的指標、環境的指標、社会的指標をそれぞれ3つずつ、列挙しなさい。
- (2) 持続可能なモビリティを実現する観点から見た、「予測し供給する」方法論の問題点を3行程度で指摘しなさい。

問題2 以下の囲みの文章は、交通需要予測モデルの検証と適用について述べたものである。空欄〔①〕～〔⑤〕にあてはまる適切な用語を解答しなさい。

パラメータ推定に用いたデータに対する現状再現精度は、データの範囲や変数相互の〔①〕など、データに固有の特性に依存するため、将来予測などで異なるデータに適用すると〔②〕が大幅に低下する場合がある。この問題を避けるためには、パラメータ推定に用いたデータとは異なるデータに対するモデルの説明力を検証する必要がある。例えば、モデル推定用データを〔③〕分割して、一方で構築したモデルを他方にあてはめてその説明力によりモデルを検証する方法がある。また、都市圏全域を扱うモデル場合には、方向別や距離帯別の交通量など、政策的に重要な交通量に対する現状再現精度に〔④〕がないかを検証する必要がある。

将来交通需要を予測するためには、モデル式に説明変数の将来推定値を代入する必要がある。説明変数の将来予測には誤差を伴うため、現状再現精度を改善するための説明要因の〔⑤〕は、必ずしも将来予測精度の改善に結びつかないことに注意すべきである。

問題3 以下の用語ペアについて、それぞれ相互の関連や違いに着目して説明しなさい。

- (1) 「ソーシャルロジスティクス」と「ビジネスロジスティクス」
- (2) 非集計行動モデルの効用関数における「共通変数」と「固有変数」
- (3) Revealed preference survey と Stated preference survey

## B-14 地域計画

典型的な都市間システムとして、クリスタラー型（階層型構造）都市間システム、プレッド型（多極構造型）都市間システム、ネットワーク型（Web 構造型）都市間システムの3つの類型が指摘されることが多い。このことに関して、以下の問いに答えなさい。

- (1) これら3つの類型の都市間システムの特徴について例を示しつつ説明しなさい。必要であれば海外の例を用いてもよい。
- (2) 日本の都市間システムは、従来、基本的にクリスタラー型都市間システムが卓越する構造と指摘されることが多かったが、近年では従来のクリスタラー型都市間システムとは異なる都市間システムがみられるとの指摘も多くなされるようになってきた。新たにみられるようになってきた都市間システムの特徴を説明したうえで、そのような都市間システムが形成されるに至った物的要因、経済的要因、政策的要因について論じなさい。
- (3) 近年、途上国・新興国の多くの都市は深刻な都市環境問題に悩まされている。このような深刻な都市環境問題が生じる背景のひとつとして、グローバル都市間システムの形成が指摘されることがある。どのようなグローバル都市間システムがどのように途上国・新興国の深刻な都市環境問題発生の一因となりうるのかについて論じなさい。

## B-15 緑地計画・環境デザイン

問題1 コフィー・アナン国連事務総長の主唱により、2001年から2005年にかけて（A）が世界的に行われた。また、（A）では、生態系サービス（生態系から人間が得る便益）が（a）（b）（c）（d）の4つに分類され、各々の具体的サービスとして（①）（②）（③）（④）などが例示された。

- (1) （A）にあてはまる語句を述べなさい。なお、日本語名称でも英語名称でも構わない。
- (2) （a）～（d）、（①）～（④）の8つの空白にあてはまる語句を以下から選択して答えなさい。ただし、aと①、bと②、cと③、dと④をそれぞれ対応させること。

a～dの選択肢： 供給サービス 基盤サービス 生息・生育地サービス  
防災サービス 調整サービス 文化的サービス

①～④の選択肢： 洪水制御 食料供給 栄養塩循環  
生息・生育環境の提供 審美的価値 鳥獣被害の防止

問題2 以下で示す人物は、生態系から人間が得られる便益に着目し、それを計画・デザインの中で積極的に活用してきたといえる。各人物の代表的な作品もしくは著作を一例以上示しながら、各人物が（A）でいうどの生態系サービスに着目し（複数考えられる場合は複数解答しなさい）、それをどのように計画・デザインへ応用させたと考えられるか、それぞれ4行程度で論じなさい。

- (1) Frederick Law Olmsted (1822~1903)
- (2) Ian L. McHarg (1920~2001)
- (3) Richard T.T. Forman (1935~)