

2021年8月28日 13:00～15:00

B 都市工学専門

Urban Engineering Subjects

- (1) すべての解答用紙と下書用紙の所定の欄に、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。
Write the question number and your examinee number in the specified place of all answer sheets and the draft paper.
Do not write your name.
- (2) 問題ファイル（このファイル）は、答案アップロード終了後、指示に従い削除すること。削除していないことが判明した場合には不正行為となることがある。
After uploading your answer sheets, delete this file containing question sheets following the instruction. In case you do not follow this instruction, it will be regarded as misconduct behavior.
- (3) 都市環境工学専攻分野志望の受験者は、B-1～B-7の7問の中から5問を選択し、解答しなさい。
Those who apply to the Urban Environmental Engineering should choose and answer 5 questions from B-1 to B-7.
- (4) 都市計画専攻分野志望の受験者は、B-8～B-15の8問の中から5問を選択し、解答しなさい。
Those who apply to the Urban Planning should choose and answer 5 questions from B-8 to B-15.
- (5) 答案は1問につき1枚を利用すること。
Answer each question on a separate answer sheet.
- (6) 解答終了後は監督者の指示に従い、5枚の答案すべてをアップロードすること。
Upload all 5 answer sheets following the instruction.
- (7) 問題のスクロールと拡大縮小のため、パソコンのマウスやトラックパッドの使用は認めるが、キーボードには触れてはならない。
Note that using a mouse or trackpad for scrolling and zooming in/out is allowed but touching a keyboard is prohibited.

English translation of question sheets follows Japanese version.

B-1 上水道学・下水道学

問題1 紫外線消毒と塩素消毒に関して以下の問いに答えよ。

- (1) それぞれの消毒方法の消毒の原理を、それぞれ5行程度で説明せよ。
- (2) それぞれの消毒方法を1) 浄水処理と2) 都市下水処理に適用する場合、利点と欠点をそれぞれ説明せよ。

問題2 図1のようなプロセスで都市下水を生物学的に処理する場合、以下の問いに答えよ。

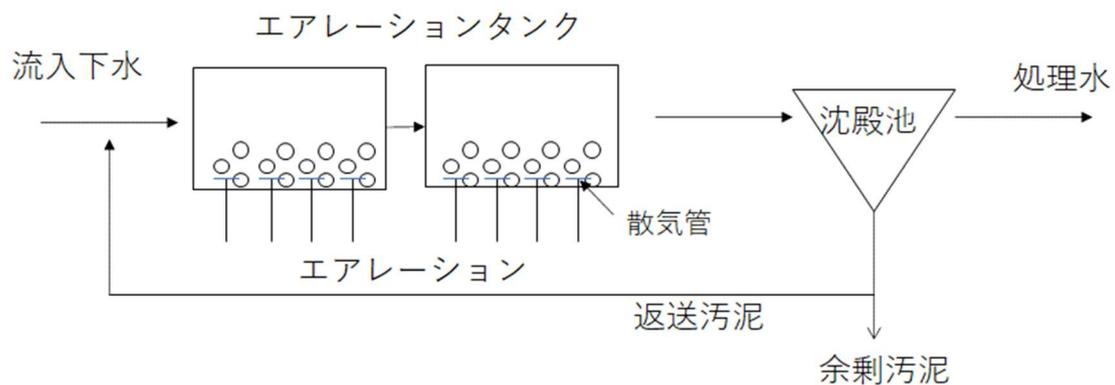


図1 都市下水処理プロセスの概要

- (1) 図1のプロセスをエアレーションタンクと沈殿池の数を変更しないで改良し、より窒素除去が期待できるプロセスにしたい。どのように改良すれば良いか図示するとともにその理由を説明せよ。
- (2) (1)で改良されたプロセスで窒素が除去される場合、その変換の過程を化学反応式で示せ。

B-2 水理学

問題1 次の用語を簡潔に説明しなさい。

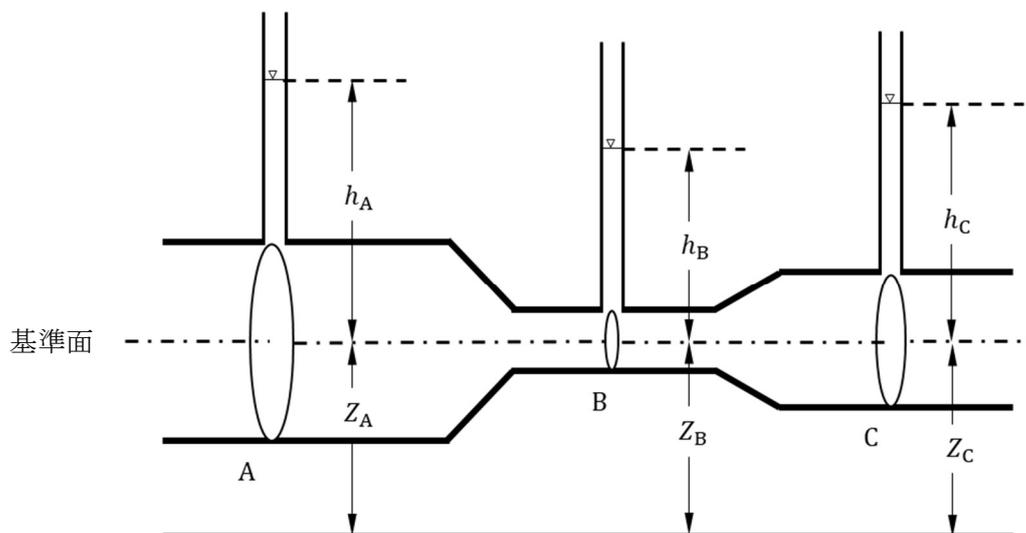
- 1) 対数分布則
- 2) サイフォン
- 3) ダルシーの法則
- 4) フルード数

問題2 水路幅 B の長方形断面開水路における流れに関する以下の問いに答えなさい。

- 1) 流量を Q 、水深を h とした場合、比力 F の式を示しなさい。
- 2) 跳水位置の上流側および下流側の水深をそれぞれ h_1 、 h_2 とする。 h_2 を h_1 を用いて表しなさい。
- 3) 跳水によるエネルギー損失 ΔE を h_1 、 h_2 で表しなさい。

問題3 下図に示すくびれ部を持つ円管に水が流れている。以下の問いに答えなさい。管内の圧力水頭は管頂に立てた細い管内の水柱の基準面からの高さ h で表される。ここで断面 A、B および C における位置水頭を Z_A 、 Z_B 、 Z_C 、流速を V_A 、 V_B 、 V_C 、断面積を A_A 、 A_B 、 A_C ($A_A > A_C > A_B$) とする。また断面の漸拡による損失係数は K_{ge} とする。なお漸縮による損失および管内の摩擦損失は無視できるものとする。

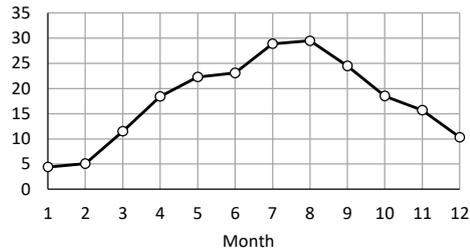
- 1) 断面 A における全水頭を表す式を示しなさい。
- 2) 断面 A-B 間、断面 B-C 間、断面 A-C 間の水柱の高さの差を h_A 、 h_B 、 h_C を用いないでそれぞれ示しなさい。
- 3) 管内の流量 Q を K_{ge} を含む式で示しなさい。



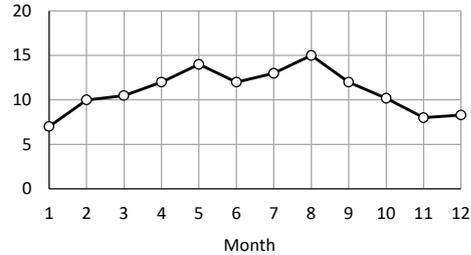
B—3 水環境学

問題1 湖沼 X は飲用水および農業用水の水源として利用されている。この X における(A)～(D)の項目の、年間変化が下記に示してある。以下の(1)～(3)の問いに答えよ。

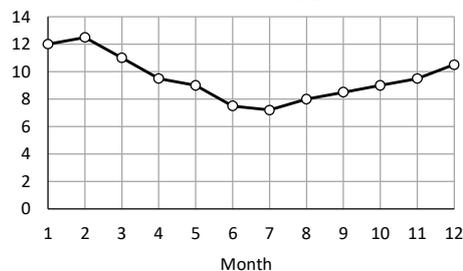
[°C] (A) Water temperature



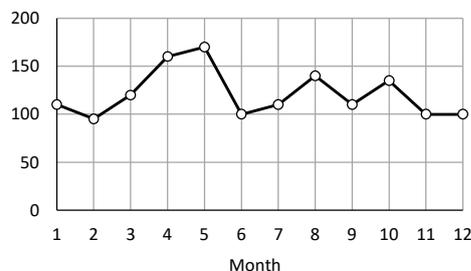
[mg/L] (C) COD



[mg/L] (B) Dissolved oxygen (DO)



[µg/L] (D) Chlorophyll a (Chl. a)



- (1) (A)、(C)、(D)の中から、(B)の年間変化に最も影響している要因を1つ選び、その理由を説明せよ。
- (2) (C) に示されるように、水質指標として湖沼で COD を測定する意味について、BOD との測定原理の違いに言及しながら説明せよ。
- (3) (D)に示した指標に関して、以下の3点を説明せよ。
 - ・ この指標は何を表しているか。
 - ・ この指標値が高い時に、どのような問題を生じることがあるか。
 - ・ そのような起こり得る問題に対して、どのような対策が取れるか。

問題2 飲料水源として使用されている浅井戸で以下の水質項目を測定している。各項目を測定する意義を説明せよ。また、その値が高い場合にはどのような原因が考えられるか説明せよ。

- (1) 硝酸態窒素
- (2) 大腸菌数
- (3) 電気伝導率

B - 4 環境微生物工学

問題1 以下の2つ語句を関連付けながら簡潔に説明しなさい。

- (1) 抗生物質、遺伝子の水平伝播
- (2) 排水処理における固形物滞留時間、F/M比

問題2 水中の溶存有機物と微生物に関する次の実験を行った。以下の問いに答えなさい。なお、実験操作は正しく行われたものとし、偶然の誤差は結果の要因から排除できるものとする。

実験：

河川水を採取し、ろ過により水中の全ての微生物を除去した後、化学合成有機従属栄養細菌かつ^(a)通性嫌気性細菌であるA株を植菌して常温・好気条件で培養を行った。培養期間中、一定時間おきに試料中の^(b)細菌細胞濃度を測定したところ、時間とともに細菌細胞濃度が増加した後、^(c)一定濃度で推移した。

- (1) 下線部(a)に関して、「通性嫌気性細菌」とは、酸素存在下では好気 \square Iにより、酸素が存在しない場合は嫌気 \square Iもしくは \square IIによりエネルギーを獲得する細菌である。
 \square Iと \square IIに入る用語を答えなさい。
- (2) 下線部(b)に関して、環境水中の細菌細胞濃度を測定する場合、一般に、寒天培地を用いた平板培養法と比べて顕微鏡を用いた直接計数法のほうが得られる細胞濃度の値が高い。その理由を2つ挙げなさい。
- (3) 下線部(c)の細菌細胞濃度は 1×10^6 cells/mlであった。この結果から、培養期間中にA株によって消費された溶存有機炭素量(1Lあたり)を推定しなさい。培養開始時点の細菌細胞濃度は培養後の細菌細胞濃度と比べて無視できるとする。必要なパラメータは適当な値を仮定し、計算過程を記述すること。
- (4) A株の代わりに同じ化学合成有機従属栄養細菌かつ通性嫌気性細菌であるB株を植菌して同じ実験を行い、培養後の細菌細胞濃度からB株によって消費された溶存有機炭素量を推定したところ、A株を用いたときよりも高い値が得られた。考えられる理由を1つ挙げなさい。

B - 5 環境化学・反応論

問題1 容積 V [L] の完全混合反応槽で排水中の化学物質 A の分解を行う。

(1) A の濃度が C_{in} [mg/L] である排水が流量 Q [L/s] で反応槽に連続流入している。定常状態での流出水中濃度が C_{out} [mg/L] であり、このときの分解速度が r [mg/(L·s)] である。 C_{out} を Q 、 V 、 C_{in} 、 r を用いて式で表しなさい。

(2) 分解が速度定数 k [1/s] を有する一次反応に従うとし、 r を k および (1) に示された記号を用いて式で表しなさい。

(3) この反応槽を等容量の 2 槽に分割し、容積 $V/2$ [L] の 2 槽の直列の反応槽とし、分解は (2) の一次反応に従うものとする。2 槽目からの流出水中の濃度 C'_{out} [mg/L] を式で表しなさい。

問題2 以下の問いに答えなさい。導出過程も示すこと。

(1) 1.0 [mmol/L] の水酸化ナトリウム水溶液の pH を計算しなさい。ただし水温は 25°C とする。

(2) 難溶性化学物質 M_2A が溶解する際は M^+ と A^{2-} に解離するものとする。 M_2A の溶解度が s [mol/L] であるとき、溶解度積を s で表しなさい。

問題3 対流圏大気におけるオゾン生成の機構を、窒素酸化物、揮発性有機化合物、紫外線に言及して説明しなさい。

B-6 地球環境工学

次の文章は「令和3年度環境・循環型社会・生物多様性白書」（環境省）からの抜粋である。読んで（1）～（2）の問いに答えなさい。

「今日の世界は、気候変動問題、海洋プラスチックごみ問題、生物多様性の損失といった地球環境の危機に加え、新型コロナウイルス感染症の感染拡大という新たな危機に直面しています。これらの危機は相互に関連しており、この星に生きる全ての生き物にとって避けることのできない喫緊の課題です。」

<中略>「パリ協定が2020年から本格運用を開始しましたが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大が、我が国を始め世界全体に大きな打撃を与え、世界の社会経済システムを停止・遅延させています。世界がこの危機に対処している中でも、気候変動や環境劣化は進んでおり、①気候危機とも言われる気候変動問題への対応として、国内外で、②2050年カーボンニュートラルの実現に向けた動きが始まりつつあります。」

（1） 下線部①について、日本の社会、経済、環境で顕在化、深刻化することが予測される気候変動影響を3つ記述しなさい。各影響についてその影響の発現する時期についての緊急性と、影響の重大性、影響発現の確実性について、高中低等で評価するとともに、そのように評価する根拠を簡潔に説明しなさい。

（2） 下線部②の通り、都市でも幅広い取り組みを束ねる計画が検討されています。あなたが考える脱炭素型都市について具体的な技術と政策の取り組みを3つ挙げるとともに、それぞれの取り組みが脱炭素につながるメカニズムを簡潔に説明しなさい。

B-7 廃棄物管理・資源循環

日本が 2050 年までに目指す温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする脱炭素社会の実現のためには、廃棄物分野からの温室効果ガス排出量もゼロを目指す必要がある。

日本の温室効果ガスインベントリにおける廃棄物分野の温室効果ガス排出量の算定方法（以下、「算定方法」と略す）に基づく、一般廃棄物の焼却等（焼却および原燃料利用）による二酸化炭素（CO₂）排出量は下記の算定式によって求められる。

このとき、温室効果ガス排出量の削減方策に関する (1) (2) の問いに、それぞれ 10～15 行程度で答えよ。

$$\sum_i (EF_i \times A_i) \times (1 - R) + \sum_i (EF_i \times A_i) \times R + EF_P \times \tilde{A}_P$$

EF_i : 一般廃棄物中の組成 i の CO₂ 排出係数 [kg-CO₂/t (乾燥ベース)]

A_i : 一般廃棄物中の組成 i の焼却量 [t (乾燥ベース)]

R : エネルギー回収を行う一般廃棄物焼却施設で焼却される一般廃棄物の割合

EF_P : プラスチックの CO₂ 排出係数 [kg-CO₂/t (乾燥ベース)]

\tilde{A}_P : 一般廃棄物中のプラスチックの原燃料利用量 (マテリアル利用は含まない)
[t (乾燥ベース)]

- ※ 算定方法に示された排出量の算定式を簡略化し、一部の表記を変更した。
- ※ プラスチックは組成 i の 1 つである ($P \in i$)。
- ※ この算定式では、廃棄物の焼却等および埋立による CO₂ 以外の温室効果ガスの排出、産業廃棄物の焼却等、廃タイヤの原燃料利用、ごみ固形燃料、生物処理、野焼き、排水処理、その他（界面活性剤）による排出は省略した。

- (1) 上記の算定式に従うとき、一般廃棄物の焼却等による CO₂ 排出量をゼロに近付けるためには、どのような方策が考えられるか。a) 具体的な方策を 1 つ挙げ、b) その概要を説明し、c) どの係数または変数に関わる方策か特定した上で、d) その実施の障壁になると考えられる制約要因について述べよ。
- (2) 廃棄物処理や資源循環に関わる方策の中には、国全体の温室効果ガス排出量の削減には寄与するが、我が国の算定方法に従うと廃棄物分野の排出量には反映されず、その削減効果が他分野の排出量に反映されるものがある。a) 該当する方策を一般廃棄物について 1 つ挙げ、b) その概要を説明し、c) それが廃棄物以外の分野において、どのように排出量が削減し得るか述べよ。

B-8 都市計画

市街地整備事業について、次の問いに簡潔に解答せよ。

- (1) 土地区画整理事業と市街地再開発事業の違いを説明せよ。
- (2) 人口や経済が縮小する時代においては、土地区画整理事業や市街地再開発事業の実施が困難になる。その理由を述べよ。
- (3) 人口や経済が縮小する時代に必要とされる市街地整備とはどのようなものであるか。市街地整備上の諸課題を列举し、その課題に対応するために事業制度が備えるべき要件を提示しなさい。
- (4) 市街地再開発事業の事例を1つ取り上げ、事業を通じて形成された都市空間の特徴を説明せよ。

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、具体的な実践的事例を含めて各々5行程度で述べなさい。

- (1) ファサード保存
- (2) 照明の色温度
- (3) アトリウム

問題2 グリーンインフラストラクチャーの整備について、都市デザインの観点から以下の問いに答えなさい。

- (1) グリーンインフラストラクチャーの整備は、どのような土地利用の κατηγοリーを対象とすることが効果的であるか、その理由も含めて5行程度で述べなさい。
- (2) グリーンインフラストラクチャーが導入される地域の環境と景観について、デザインの観点から配慮すべき事項を箇条書きで記しなさい。

B－10 都市住宅学

問題1 英国における19世紀の都市問題と20世紀初頭の郊外住宅地開発との関係を、以下の語句を用いて20行以内で説明せよ。【1875年公衆衛生法、モデルカンパニータウン、田園都市】

問題2 歩行を促す環境要素として「3つのD」(Density, Diversity, Design)が知られる。日本の郊外住宅地に住む高齢者の観点から以下の問いに答えよ。

- (1) 「3つのD」の改善方策を、それぞれのDについて2つ挙げよ。(計12行以内)
- (2) 「3つのD」に新たな要素を1つ加えるとすれば何か。英単語1語で答え、それを加えた理由を説明し、具体的な方策を2つ挙げよ。なお、英単語はDで始まるものでなくても良い。(計7行以内)

B－1 1 都市防災

問題1 以下の用語について、都市防災の観点からそれぞれ2行程度で説明せよ。

- (1) 地すべり
- (2) 長周期地震動
- (3) 地域防災計画
- (4) 飛び火

問題2 以下の問いに答えよ。

- (1) hazard, exposure, vulnerability の3つの用語について、都市防災の観点から、その意味をそれぞれ2行程度で説明せよ。
- (2) 津波災害に対して理論上取り得る対策を3つあげ、(1)にある3つの用語の相互関係も考慮しつつ、対策の内容とその課題をそれぞれ説明しなさい。

B-12 都市解析

問題1 感染症の流行により、社会的距離（ソーシャルディスタンス）を保つことが重要になっている。仮に人を点で代表できるものとし、他者との距離を2m以上確保しなければならないとする場合に、一定の平面領域内に最大で何人を配置できるかという問題を考えることとする。なお、領域の境界上は領域に含まれるものとする。解答時には理由も述べること。

- (1) 半径2mの円の領域内に配置できる最大人数を求めよ。
- (2) 一辺が4mの正方形の領域内に配置できる最大人数を求めよ。
- (3) 領域が凸形状で十分に大きい場合の人口密度の最大値はどのような値になるかを求めよ。

問題2 近年、大量のデジタルデータが都市活動データとして活用できるとして注目をあびている。その中でも、GPS付き携帯電話によって、個人がいつでもどこにいるのかについての情報（以下、個人時空間情報という）が、多様に活用できるのではないかと期待されている。これについて、以下の問いに答えよ。

- (1) 個人時空間情報を活用することでどのような新たなメリットが得られるかについて、具体的な活用シーンを想定しながら述べよ。
- (2) 個人時空間情報を取り扱う上での倫理的な注意点を述べよ。
- (3) 個人時空間情報にも誤差は存在する。その誤差に対処するための統計的な手法について論ぜよ。

B-13 都市交通計画

問題1 鉄道と自動車の交通手段選択を説明する非集計2項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
鉄道定数項	0	—
自動車定数項	-0.25	0.12
交通費用(円)	-0.0006	0.00003
所要時間(分)	-0.013	0.004

- (1) 非集計ロジットモデルを推定するために使われる手法の名前と、その内容を説明しなさい。
- (2) 鉄道定数項の係数は0となっている。その理由を説明しなさい。
- (3) 交通時間価値を求めなさい。小数第2位まで示すこと。
- (4) 説明変数を以下のように設定した時、自動車の選択確率を求めなさい。小数第2位まで示すこと。

鉄道の交通費用：180円

鉄道の所要時間：25分

自動車の交通費用：120円

自動車の所要時間：30分

ヒント：この問題において、 $\exp x$ は次式を用いて近似できる：

$$\exp x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!}$$

問題2 近年、Mobility as a Service (MaaS) が注目されている。MaaS について以下の問いに答えなさい。

- (1) Mobility as a Service の概念について説明しなさい。(7行程度)
- (2) MaaS にかかわる重要な主体を3つ挙げ、それぞれの主体にとってのMaaSのメリットを簡潔に説明しなさい。(計12行程度)
- (3) MaaSの実現に向けての障壁のうち3つを列挙し、簡潔に説明しなさい。(計12行程度)

B－14 地域計画

日本では、過度の東京一極集中が進行しており、地方圏の経済的振興が大きな課題となっている。地方圏の経済的振興の方法として以下の3つが考えられる。

- (1) 地域外からの投資（工場等）を誘致する。
- (2) 地域内の産業クラスターの強化を図り、地域内の主体間の連携（産学連携等）を強化する。
- (3) 都市的アメニティの充実を図り、また地域固有の魅力の発信等を通じて人材の誘致を図る。

地方圏の経済的振興を図る上で、上記3つの方法のそれぞれについて、複数の観点からみた (a) 利点と (b) 問題点について説明しなさい。

B－15 緑地計画・環境デザイン

大都市やその周辺の公園緑地や農地の役割や保全整備のあり方は、(1)DX(デジタル・トランスフォーメーション)、(2)気候変動と自然災害、(3)感染症の拡大によって、大きな転換期にあるとされる。

とくに大都市の郊外にある (a) 公園緑地と (b) 農地の両方を対象に、上記 3 点の観点の各々について、今後、公園緑地と農地が果たすべき役割と保全整備のあり方について、計 36 行以内であなたの考えを述べなさい。