

大阪工業大学大学院

<工学研究科博士前期課程>

2026年度第2回一般入試問題

化学・環境・生命工学専攻

環境工学コース

2026 年度 大学院（博士前期課程）入学試験問題 <2 次>

下記のうち、いずれか 1 問を選択して解答せよ。

1. 水道原水のトリハロメタン生成能を低減するために有効な浄水処理プロセスを複数
列挙し、その理由を説明せよ。
2. 工業排水中から高濃度の窒素を除去する際に採用されるアナモックス法について、電
子供与体および電子受容体として利用される物質、プロセスを担う微生物の特徴、ア
ナモックス法の適用が好ましい排水の特徴とその理由について詳しく説明せよ。

解答用紙

受験番号	氏名
------	----

解答番号 (いずれかに○) 1 ・ 2

--

2026年度大学院一般入試<第2回> 専門試験【廃棄物・バイオマス】

受験番号 _____

氏名 _____

問1 ごみ焼却およびごみ発電に関する次の設問(1)～(3)に答えなさい。

(1) 近年、注目されているペルおよびポリフルオロアルキル物質 (PFAS) について、ある施設において、右表に示すデータが得られた。以下の a)～c)に答えなさい。ただし、PFAS は対象成分の総量 (Σ PFAS)として扱うものとする。

ごみ焼却量	400 t/d
ごみ中 Σ PFAS 濃度	0.20 mg/kg
主灰発生量	40 t/d
主灰中 Σ PFAS 濃度	0.0020 mg/kg
ばいじん捕集量	6.0 t/d
ばいじん中 Σ PFAS 濃度	0.080 mg/kg
煙突排ガス量	180,000 m ³ N/h
煙突排ガス中 Σ PFAS 濃度	0.50 ng/m ³ N

a) 施設に投入された PFAS 総量 (mg/d) を計算しなさい。

答え： _____

b) この施設における Σ PFAS の分解除去効率 DRE (%) を求めなさい。なお、本問において分解除去効率 (DRE) とは、施設に投入された対象物質の総量に対し、処理工程を経て排ガスとして大気中へ排出されなかった割合を示す指標であり、主として大気汚染防止設備 (APCDs) の性能評価および排出管理に用いられる。

答え： _____

c) 前問 b) の結果を踏まえ、この施設の大気汚染防止設備 (APCDs) の性能について論じなさい。

- (2) 廃熱ボイラにおいて、燃焼排ガスは 1,000 °Cから 165 °Cまで冷却され、発生蒸気量は 40 t/h であった。廃熱ボイラ出口における燃焼排ガス流量($\text{m}^3\text{N/h}$)を求めなさい。ただし、1,000 °C および 165 °Cにおける燃焼排ガスの比熱はそれぞれ $1.7 \text{ kJ}/(\text{m}^3\text{N}\cdot^\circ\text{C})$ および $1.3 \text{ kJ}/(\text{m}^3\text{N}\cdot^\circ\text{C})$ とし、ボイラ給水エンタルピーおよびボイラ蒸気エンタルピーはそれぞれ 600 kJ/kg および $3,571 \text{ kJ/kg}$ とする。なお、廃熱ボイラにおける熱損失は無視できるものとする。

答え： _____

- (3) 前問(2)の条件で、蒸気タービン効率(蒸気を受熱量に対する電力への変換効率)を 20.0%として、発電量(kW)および発電効率(%)を求めなさい。ただし、ごみ焼却量は $7,500 \text{ kg/h}$ 、ごみの LHV は $15,845 \text{ kJ/kg}$ とし、 $1 \text{ kW} = 3,600 \text{ kJ/h}$ である。

答え (発電量)： _____

答え (発電効率)： _____

問2 A市のバイオマス産業都市構想（バイオマスタウン構想）を自分の考えで構想し、それを図と文章で説明しなさい。バイオマス発生量は表を参考にすること。資源化施設の整備は3種類までとする。

表 A市のバイオマス発生量

バイオマス種別	発生量(t/年)
① 家畜排せつ物	120,000
② 食品廃棄物	6,100
③ 製材所廃木材	130,000
④ 浄化槽汚泥	12,000
⑤ 下水汚泥	1,000
⑥ 稲わら	16,000
⑦ 林地残材	94,000
⑧ 剪定枝	500

[解答欄]

(問題は以上である。)

【資源・エネルギー分野】問題用紙

以下の問題 1、問題 2、問題 3 のうち 2 つを選択して解答せよ。

解答は解答用紙に記入すること。

[問題 1]

非圧縮の 2 次元流れについて考える。幾何学的に相似な 2 つの物体周りの流れに関して、レイノルズ数が等しければ、それらの流れは相似となる。その理由を以下の 2 次元ナビエ・ストークス方程式に基づいて説明せよ。ここで u 、 v はそれぞれ x 方向、 y 方向の速度、 p は圧力、 ρ は密度、 ν は動粘度を表す。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right)$$

[問題 2]

Poisson の状態方程式は、

$$TV^{\gamma-1} = \text{一定}, \quad pV^{\gamma} = \text{一定} \quad \left(\gamma = \frac{C_p}{C_v} \right)$$

で表される。この方程式を圧力 p と絶対温度 T を用いて表せ。

[問題 3]

床面積 100m^2 、天井の高さ 2.5m の居室の CO_2 の濃度が定常状態にあるとき、以下の条件のもとで、次の問いに答えよ。

条件: 在室人員 20 人、 CO_2 発生量 $0.03 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{人})$ 、

外気 CO_2 濃度 400 ppm、定常状態における室内 CO_2 濃度 1,000 ppm とする。

なお、 CO_2 発生源は人体のみとし、漏気はなく、室内の空気は瞬時に一様に混合されるものとする。

- (1) 必要換気量 Q (m^3/h) を求めよ。
- (2) 必要換気回数 N (回/h) を求めよ。

【資源・エネルギー分野】 解答用紙

選択した問題番号に丸印を付けたうえで、解答を記入すること。

[問題 1 ・ 問題 2・ 問題 3]

[問題 1 ・ 問題 2・ 問題 3]

2026年度 第2回 大学院一般入試・社会人入試
大阪工業大学 工学研究科 博士前期課程 化学・環境・生命工学専攻
環境工学コース

専門試験 生物環境

- ※ 問題1と問題2のいずれか1題を選択して解答すること
- ※ 選択した問題について、問題番号横にある“(解答;)”の欄に○印をつけること
- ※ 各問題のページは問題1(p1-4)、問題2(p5-7)である。
- ※ 余白や解答しない問題部は計算用紙などに使用してよい

問題1（解答； ）

下記の文章を読んで、設問1-1～1-2に答えなさい。

現代社会は石油や石炭などの化石燃料に大きく依存している。しかし、化石燃料は枯渇性資源であるためいずれは無くなってしまふ。さらに、化石燃料の使用は大気中のCO₂濃度を増加させ、地球温暖化を引き起こしている可能性が高い。持続可能な社会の発展のためには、①再生可能でカーボンニュートラルなエネルギーの開発が急務となっている。

設問1-1 下線部①の例を1つ挙げてその利点と欠点について論じなさい(400字程度)。

設問1-2 トウモロコシからバイオエタノールを製造する方法を説明しなさい。

下記の文章を読んで、設問1-3～1-4に答えなさい。

ポリメラーゼ連鎖反応(PCR)は、ごく微量な核酸を鋳型として、任意に選んだ遺伝子領域だけを数十兆倍に増幅させる技術であり、現代分子生物学の基盤的技術となっている。そして、PCRの原理を数学的に応用し、ある特定の塩基配列を持つ核酸の濃度を定量する方法がリアルタイムPCR法である。リアルタイムPCR法では、核酸に結合して発光する蛍光物質を使い、PCR反応の各サイクルごとに核酸濃度をリアルタイムで測定し、核酸濃度の増加曲線を作る(図1A)。このとき、ある一定の核酸濃度(閾値 Threshold)に達するまでに必要となったサイクル数をCt値という。Ct値を縦軸に、核酸の初期濃度の対数値(常用対数)を横軸にとると、両者の間には負の直線関係が成り立つ(図1B)。核酸の初期濃度が高いほど、1サイクルのPCR反応によって増幅される核酸の量も多くなるため、Ct値が低くなるためである。この関係を利用すれば、核酸の初期濃度が未知のサンプルについて、Ct値から初期濃度を推定することができる。

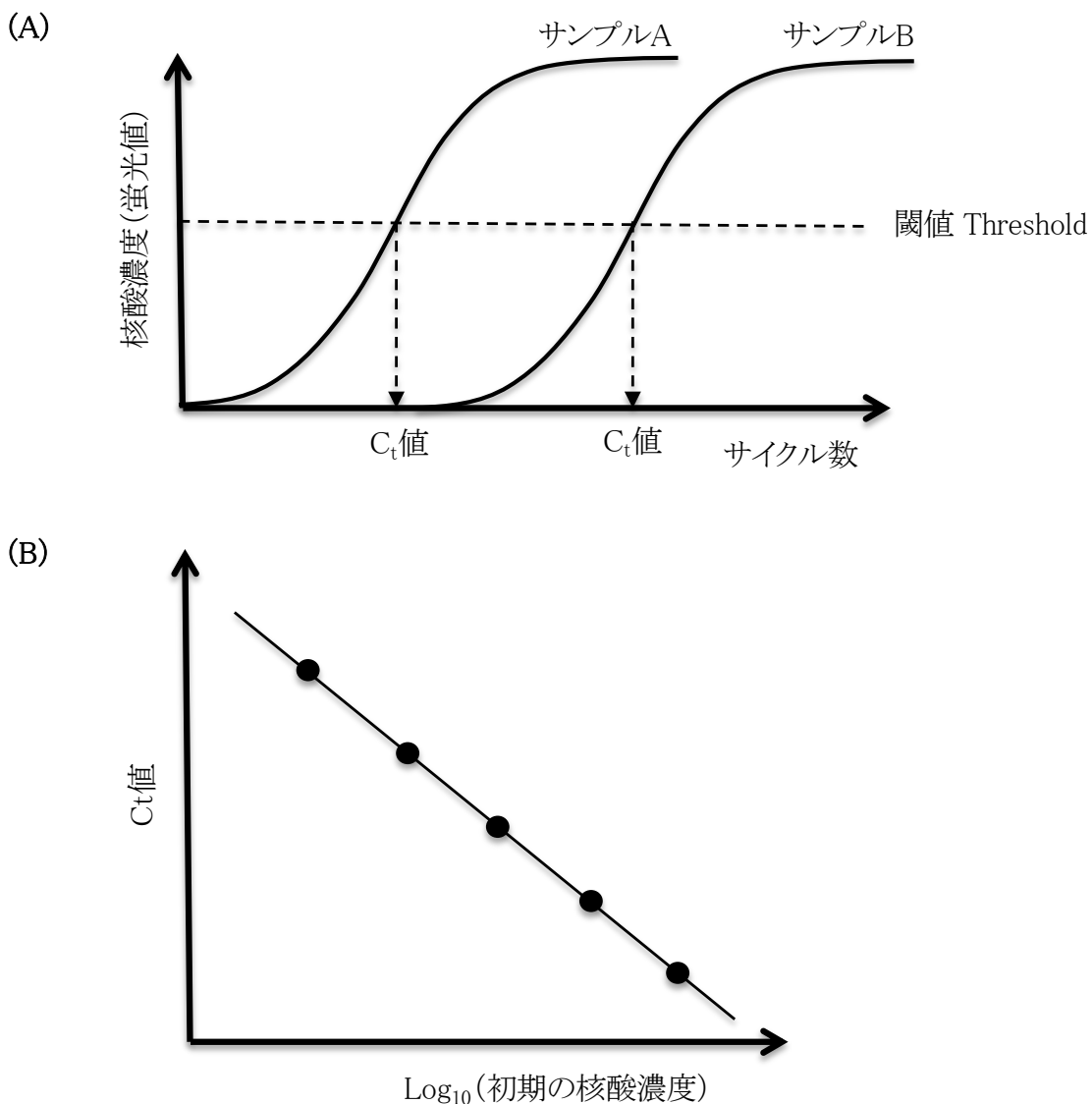


図1. リアルタイムPCRの原理(A)核酸濃度の増加曲線の例、(B)鋳型の核酸濃度とCt値の関係

設問1-3 ヒトにおける新型コロナウイルスの感染を検出するために開発されたPCRテストの原理と偽陰性、偽陽性が発生する原因を説明しなさい。

設問1-4 理論的には、PCR反応1サイクルによって核酸濃度は2倍に増加するはずである。核酸濃度がすでに分かっている標準サンプルについて、初期の核酸濃度が 10^5 (コピー/ μL) のとき、Ct値が25であった。図1(B)の直線の傾きと切片を計算しなさい。なお、 $\text{Log}_{10}(2) = 0.301$ としなさい。

下記の文章を読んで、設問1-5～1-6に答えなさい。

微生物の増殖はロジスティック方程式(式1)でモデル化することができる。

$$\frac{dN}{dt} = rN\left(1 - \frac{N}{K}\right) \quad (\text{式1})$$

$N(t)$: 時間 t における細胞数

r : 比増殖速度

K : 環境収容力

設問1-5 微生物増殖の初期段階において、 $N \ll K$ のとき、ロジスティック方程式はどのような増殖モデルに近似されるか。理由とともに答えよ。

設問1-6 細胞数の増加速度 $\frac{dN}{dt}$ が最大となるときの細胞数 N を、 K を用いて求めよ。

問題2 (解答;)

下記の文章を読んで、設問に答えなさい。

表 2-1はある気象台で観測されたデータである。以下の設問2-1の【 】に入る数値を答えよ。計算値が割り切れない場合は、小数点以下3桁の数値を四捨五入して小数点以下2桁までの数値を解答せよ。ただし、ステファン・ボルツマン定数を $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ (Wm}^{-2}\text{K}^{-4}\text{)}$ とする。

表 2-1 ある気象台で観測されたデータ

時間	気温(°C)	相対湿度(%)	日射量(MJm ⁻²)
6:00-7:00	30.3	66	0.89
7:00-8:00	32.1	65	1.57
8:00-9:00	33.9	59	2.18
9:00-10:00	35.2	53	2.55
10:00-11:00	36.2	51	2.85
11:00-12:00	35.6	57	3.27
12:00-13:00	36.3	61	3.20
13:00-14:00	36.2	60	2.96
14:00-15:00	36.3	59	2.54
15:00-16:00	35.0	60	1.90
16:00-17:00	34.4	63	0.97
17:00-18:00	32.5	70	0.44

設問 2-1 15:00から17:00の時間帯の平均全天日射量は【①】Wm⁻²である。この時間帯の全天日射量のうち90%が直達成分であったとすれば、太陽光線に対して鉛直な面における平均直角面直達放射フラックスは、約【②】Wm⁻²である。ただし、この時間帯の太陽高度角を30°とする。12:00から14:00の時間帯の平均気温に対する大気放射量は、放射率を0.95とすると、約【③】Wm⁻²である。

相対湿度とは飽和水蒸気圧に対する大気中の水蒸気分圧の比である。9:30における水蒸気圧 e_a が32.3hPaで相対湿度がこの時間帯の平均値であったとすると、同時刻の飽和水蒸気圧 e_s は【④】hPaである。この時大気圧を標準大気圧(1013.25hPa)とすると絶対湿度(混合比)は、約【⑤】gkg⁻¹(DA)、水蒸気密度は【⑥】gm⁻³である。

この観測日の6:00から18:00まで、15m×20mの水平面に到達した放射エネルギーは、【⑦】GJである。水の比熱を $C=4.2 \text{ (Jg}^{-1}\text{C}^{-1}\text{)}$ とし、この熱が損失なく100トンの水に伝導して水が完全に保温されたと仮定すると、⑦の熱量は水を【⑧】°C昇温させる熱量に相当する。

- ① 【 】 ② 【 】 ③ 【 】 ④ 【 】 ⑤ 【 】
- ⑥ 【 】 ⑦ 【 】 ⑧ 【 】

設問 2-2 物質から電磁波や粒子などが放出される現象を放射と呼ぶ。放射フラックスに関する以下の問いについて、【 】に適切な語句あるいは数値を答えよ。計算値が割り切れない場合は小数点以下3桁を四捨五入して、2桁目までを解答せよ。

温度を持つ物体はすべて温度に応じた放射を射出している。地球の表面温度の代表的な値を $20.35\text{ }^{\circ}\text{C}$ とする。地球表面が黒体であると仮定したとき、地球の放射フラックスは【 ① 】 Wm^{-2} である。この時ウィーンの変位則によると、放射強度がピークとなる波長は【 ② 】 μm となり、放射が【 ③ 】線であることがわかる。

地表面における放射と熱の収支を考える。ある日中に 890 Wm^{-2} の全天日射量を観測した。この地表面の平均反射率(アルベド)を $\alpha=0.21$ 、上向きの地表面放射量 $L_u=490\text{ Wm}^{-2}$ 、下向きの大気放射量を $L_d=340\text{ Wm}^{-2}$ 、とすると、正味放射量は $R_n=$ 【 ④ 】 Wm^{-2} である。また別の日に $R_n=720\text{ Wm}^{-2}$ であった。この時、地表面からの潜熱フラックスは正味放射の58%であった。この状態が3時間継続したとして、水の気化潜熱 $L=2500\text{ kJkg}^{-1}$ とした時、蒸発散量は【 ⑤ 】 mm である。

① ② ③ ④ ⑤
 【 】 【 】 【 】 【 】 【 】

設問 2-3 温室効果とはどのような現象か？下のキーワードを使って説明せよ。
 (キーワード; 温室効果ガス・放射と熱の収支式・日射・地表面放射・大気放射・放射平衡)

設問 2-4 もし地球大気に温室効果がなかった場合、地表面における平均放射温度はおよそ何 $^{\circ}\text{C}$ になるか？地球の惑星アルベドを0.23, 日射に対する大気透過率を1, 地球表面の放射率を1, 太陽定数を 1365 Wm^{-2} として計算式と共に示せ。

設問2-5

地理情報システム(GIS)とは電子化した地図を使って、空間情報処理を行うツールである。GISで利用する地理情報は、ポイント、ライン、ポリゴンで表現されるデータのタイプを【①】型、航空写真、人工衛星画像、数値標高モデルなどメッシュ(セル)または格子点状に数値を格納したデータのタイプを【②】型とって区別する。

測地系とは地球上の位置を、【③】度と【④】度および標高を用いる座標によって表現するための系(システム)を指す。なお、現在日本で採用されている準拠楕円体は、ITRF座標系GRS80と呼ばれるもので、【⑤ 日本・世界】測地系に基づくものである。地球上の南北・東西方向の位置を、それぞれ、【③】度と【④】度で表現する【③】度【④】度法は、【⑥ 大・小】縮尺の地図を扱う場合に適している。

人工衛星データをジオリファレンスするのによく採用される【⑦】座標系とは、横メルカトール図法と呼ばれるものの一種である。地球全体を【④】度 6° 毎に60の帯(ゾーン)に分け、座標原点からの南北・東西方向の距離で位置を表現するもので、中縮尺に適した方法である。日本国内の都市計画図(1:3000)など、さらに【⑧ 大・小】縮尺な地図を扱う場合は、測量法で定められた【⑨】座標系が利用される。

① 【 】 ② 【 】 ③ 【 】 ④ 【 】 ⑤ (一つを選択) 【 】

⑥ (一つを選択) 【 】 ⑦ 【 】 ⑧ (一つを選択) 【 】 ⑨ 【 】

環境工学の基礎(40点満点)

解答は、問題用紙に直接、記入して、問題用紙ごと提出すること。

電卓の使用を許可する。

受験番号・氏名_____

問2(8点)

確率変数Yは正規分布に従うとする。

Yの値として、65 64 69 66 70 62 が得られた場合、母平均の推定値は標本平均である。

t分布を適用して、信頼係数 90%(両側)の信頼区間を計算する際には、不偏分散 9.2 と、

自由度 k、両側確率10%のtの値(= 2.015)を使用して、

$$\text{標本平均} - \frac{2.015 \times \sqrt{9.2}}{\sqrt{6}} \sim \text{標本平均} + \frac{2.015 \times \sqrt{9.2}}{\sqrt{6}}$$

を計算すればよい。

1) 標本平均を計算せよ。

2) 不偏分散9.2を算出する式を書け。

 = 9.2

3) 下線部の値(自由度)はいくらか。

4) 次の中から正しいものを選び。

- a. データ数が増えると、母平均が増す。
- b. データ数が増えると、不偏分散が増す。
- c. データ数が増えると、自由度が増す。
- d. データ数が増えると、tの値が増す。

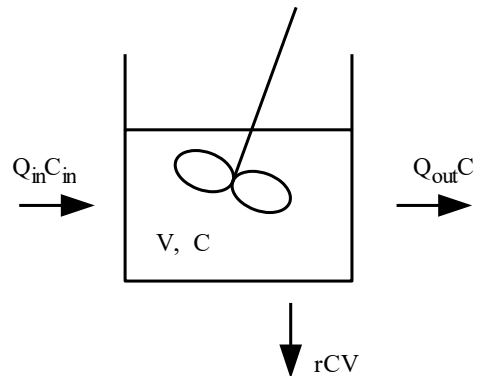
問3 (12点)

容積 $V=160 \text{ m}^3$ の槽に、流入 Q_{in} = 流出 $Q_{out} = 12 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ の排水処理装置がある。槽内での分解反応は一次反応で、その反応速度定数は $r=0.125 \text{ h}^{-1}$ である。

槽内および流入水中の汚濁物質濃度を C, C_{in} として、時刻 t における物質収支式は

$$V \frac{dC}{dt} = \boxed{\text{A}}$$

と書ける。



1) 空欄 A の文字式を記せ。

$$V \frac{dC}{dt} = \boxed{\hspace{15em}}$$

2) $C_{in} = 200 \text{ g m}^{-3}$ で十分な時間が経過し、定常状態($dC/dt = 0$)に達した。このとき、 C はいくらになるか?

3) 上記の定常状態から、 C_{in} が0になった。5時間経過後の流出水中濃度はいくらになるか?

問4 以下の問いに答えよ(10点)。

1) 硝酸カリウム(KNO_3)0.2886 g とり、200 mLの水に溶解した。

この水溶液の窒素濃度は、_____ gN/Lである。

有効数字2桁で答えよ。原子量は、K 39, N 14, O 16 である。

2) 1 mol/LのNaOH水溶液0.3 Lと、3 mol/Lの CH_3COOH 水溶液0.5 Lを混合し、2 Lとした。この水溶液のpHを計算せよ(有効数字2桁)。ただし、 CH_3COOH の化学平衡は次式に従う。

