

2017 年 2 月 9 日実施

2017 年度立命館大学大学院理工学研究科
博士課程前期課程
入学試験問題（専門科目）

環境都市専攻【B方式】

【注意事項】

- (1) 解答は問題番号 1. 2. …ごとに解答用紙 1 枚を使用して下さい。解答用紙が 1 枚では不足する場合は試験監督に申し出て下さい。予備の用紙をお渡しします。
- (2) 受験番号、氏名、志望コース、問題番号等の必要事項を解答用紙すべてに記入して下さい。
- (3) 無記名答案は無効です。また、問題用紙および解答用紙の持ち帰りは認めていません。
- (4) 解答用紙はホッチキス止めしてあるので、はずさないで下さい。
- (5) 専門科目の選択方法
問題用紙が志望専攻、希望受験方式の問題であることを確認し、下記の選択方法に従って解答して下さい。

環境都市専攻【B方式】：次の 1 の必答、および 2～5 の中から 2 問選択し、
合計 3 問解答すること。

- 1. 工業数学（環境都市分野）
- 2. 環境力学
- 3. 環境科学
- 4. 都市地域計画
- 5. 環境管理技術

(6) 専門科目試験時間

基礎理工学専攻物理科学コース・電子システム専攻・環境都市専攻

13:00～16:00（180分）試験時間中の途中退室は認めていません。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
[専門科目] 環境都市専攻 A方式/B方式/C方式

1. 工業数学（環境都市分野）

（この設問は2ページあります。1ページ目）

次の3つの設問（（1）微分方程式、（2）線形代数、（3）確率・統計）のうち、2問を選択して答えること。
なお、計算や式の導出など途中経過も示すこと。

（1）微分方程式

1) 微分方程式の分類を示す例として、

- ① 常微分方程式の簡単な例と偏微分方程式の簡単な例を書け。
- ② 同次微分方程式の簡単な例と非同次微分方程式の簡単な例を書け。

2) 次の微分方程式について

$$\frac{dy}{dt} + y = 0 \quad (\text{A})$$

- ① その数学的な分類について説明し、
- ② 一般解を求め、 y を t の関数で表し、
- ③ 式(A)の一つのアプリケーション(適用例)を簡潔に説明せよ。
- ④ $t=0$ において $\left.\frac{dy}{dt}\right|_{t=0} = 1$ が与えられたときの式(A)の特殊解を求めよ。

3) $\frac{dy}{dt} = f(y, t)$ の数値的な近似解を、 $t=0$ で与えられた y の初期値から得ようとする。そのためのオイラー法(Euler法)を、図を利用して5行程度で説明せよ。なお、「初期値」である $t=0$ での y の値は y_0 、それ以降は、微小区間 Δt 毎に y の値を $y_1, y_2, y_3, \dots$ で示すこと。

（次のページに続く）

立命館大学大学院理工学研究科 (博士課程前期課程)
[専門科目] 環境都市専攻 A方式/B方式/C方式

1. 工業数学 (環境都市分野)

(この設問は2ページあります。2ページ目)

(2) 線形代数

1) ベクトル $a = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}$, $b = \begin{pmatrix} 0 \\ \sqrt{3} \\ \sqrt{3} \end{pmatrix}$ について, 以下の問いに答えよ.

- ① $a \cdot b$ (内積) を求めよ.
- ② a と b のなす角度を求めよ.
- ③ a と b の両方に垂直なベクトル e を求めよ.

2) 平面 $\pi: x - 2y + z + 3 = 0$ と平行な平面 α が, 点 $A(3, -1, 1)$ を通るものとする.

- ① 平面 α の方程式を求めよ.
- ② 原点から平面 α までの距離 p を求めよ.
- ③ 平面 α と直線 $L: (x-2)/2 = (y+2)/3$ との交点 B の座標を求めよ.

3) 行列 $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ について, 以下の問いに答えよ.

- ① 行列 A の固有値, 固有ベクトルを求めよ.
- ② 行列 A を対角化せよ.

(3) 確率・統計

1) ① 2変数を持つ n 個のデータ (x_i, y_i) ($i=1, 2, 3, \dots, n$) があり, このデータを xy 平面に表すと, 1直線に近接するような関係が認められた. そこで, このデータ集団を代表する直線, すなわち回帰直線を, 「各データから直線までの y 方向距離の2乗の総和が最小となる直線」と定義して求める. このような定義により回帰直線を求める方法は何と呼ばれるか. また, 「 y 方向距離の2乗の総和が最小」という定義から回帰直線の一般式を導く手順の概略を簡潔に示せ (適宜式や記号を使い, それらの意味も明記すること).

② ①の回帰直線について, さらに「直線の切片は0」という条件が加わる時, 回帰直線の一般式を導く手順, およびその結果得られる一般式を示せ.

2) $\sigma^2 = (4.0)^2$ が既知である母集団から取り出した $n=36$ の標本平均が 26.2 であった. この母集団の平均値 μ は, 有意水準 5% で $\mu_0 = 25.0$ と異なると言えるか. 但し, 標準正規分布の片側 0.05 および両側 0.05 (片側 0.025×2) の棄却域の境界値は, それぞれ 1.65, 1.96 である.

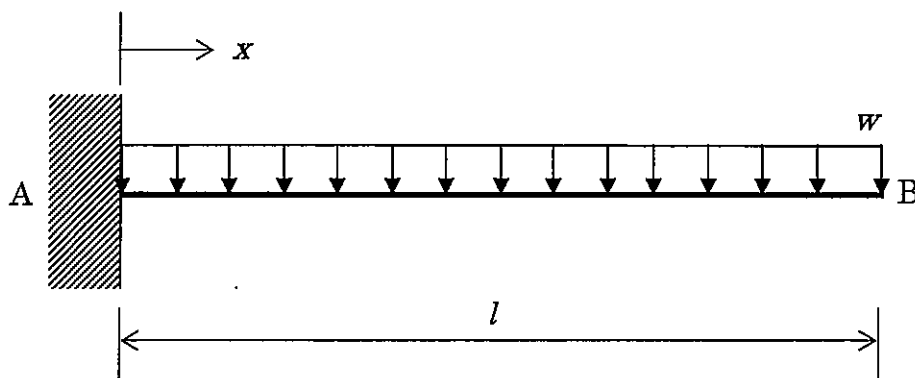
3) X は正の値をとる確率変数で, その確率密度関数が $f(x) = \frac{a}{(x+1)^2}$ ($x > 0$) である場合, a の値を計算せよ. また, この確率分布にしたがう事象において, $P(0 \leq X \leq x_m) = \frac{1}{2}$ となる x_m の値を求めよ.

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
[専門科目] 環境都市専攻 B方式

2. 環境力学（この設問は3ページあります。1ページ目）

「次の設問Ⅰ.～Ⅲ.から2問を選んで解答せよ。」

Ⅰ. 図に示す「片持ちばり」に等分布荷重 w が作用しているとき、以下の問いにそれぞれ答えよ。ただし、はりの弾性係数 E および断面2次モーメント I は、全長にわたって一定とする。また、はりの自重は無視する。



(1) 点Aに作用する「鉛直反力： V_A 」および「モーメント： M_A 」をそれぞれ求めよ。

(2) 「せん断力図： S 図」および「曲げモーメント図： M 図」をそれぞれ求めよ。

(3) 点Bにおける「たわみ： y_B 」と「たわみ角： θ_B 」をそれぞれ求めよ。

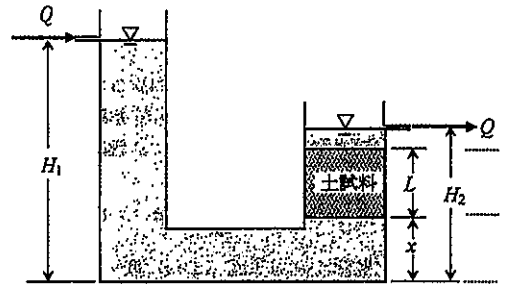
2. 環境力学（この設問は3ページあります。つづき2ページ目）

II. 以下の（1）～（6）の設問に答えよ。

3種類の異なる含水比の土、A（乾燥土， $w=0\%$ ），B（ $w=10\%$ ），C（ $w=25\%$ ）を1tonずつ取りこれらを混合して突き固めて体積を 1.5m^3 にした混合土を作成した。以下の問いに答えよ。ただしこの土の土粒子の密度は $\rho_s=2.7\text{g/cm}^3$ ，水の密度は $\rho_w=1.0\text{g/cm}^3$ とする。

- （1） A，B，Cそれぞれの土の1ton当たりの土粒子の質量 m_s と含水量 m_w を求めよ。
- （2） 混合土の含水比 w と間隙比 e を求めよ。
- （3） 混合土の飽和度 S_r を求めよ。

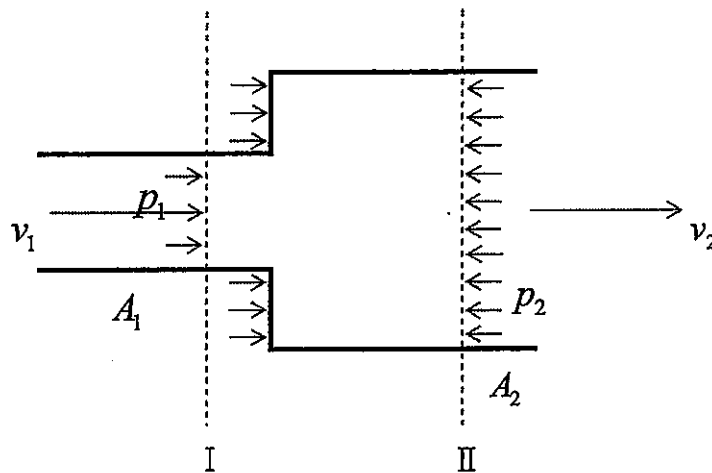
U字型管の一方に土試料を詰めて（土の下部は透水係数が無限大のフィルタで支えられている）水を満たしながら図のような定常状態を保った。この時土が入っていない方の管の水位を H_1 ，土が入っている管の水位を H_2 ，土試料の長さを L ，断面積を A ，U字管の底面から土試料の下部までの高さを x とする。



- （4） 土の入っている方の管の位置水頭，圧力水頭，全水頭の分布を図示せよ。
- （5） 土試料に作用する動水勾配を求めよ。
- （6） 定常状態を保つために，土の入っていない方の管に流量 Q で水を満たし続けた。そのとき土の入っている方の管からの越流量は Q になる。ダルシー則が成り立つと仮定して，土試料の透水係数 k を求めよ。

2. 環境力学（この設問は3ページあります。つづき3ページ目。）

Ⅲ. 下図のような水平に設置された管路の急拡大部における検査面を考える。断面Ⅰと断面Ⅱの距離は摩擦損失が無視できるほど短いものとして、以下の問いに答えよ。ただし、断面Ⅰおよび断面Ⅱにおける断面積、圧力、流速はそれぞれ A_1 、 A_2 、 p_1 、 p_2 、 v_1 、 v_2 である。また、重力加速度は g とする。



- (1) 断面Ⅰと断面Ⅱの間における損失水頭を h_f として、この両断面におけるベルヌーイの式を示せ。
- (2) 断面Ⅰと断面Ⅱの間における連続の式を示せ。
- (3) 今、急拡大部の断面が管路内の水を押す力は $p_1(A_2 - A_1)$ と近似できる。このとき、断面Ⅰと断面Ⅱの間における運動量式を示せ。
- (4) ベルヌーイの式、連続式および運動量式より、断面Ⅰと断面Ⅱの間における損失水頭 h_f を表す式（Borda-Carnot の式）を導け。

3. 環境科学

- (1) 環境中において窒素酸化物の制御がなぜ必要なのか説明せよ。

（水・大気・土壌のいずれを対象としても良い。説明の中で、窒素酸化物（化合物）の物質名を2つ例示し、それらの発生源や環境問題の機構（メカニズム）にも言及すること。）

- (2) 近年は汚濁物質や廃棄物などの環境負荷物質を単に削減するのではなく、健全な循環系の形成も重要とされている。この“循環系”において現状では健全では無い点を1つ挙げ、これを改善するための具体的な政策や事例を説明せよ。

- (3) 地球温暖化・気候変動の原因として放射強制力（正の要因）の増加が指摘されている。人為起源の放射強制力（正の要因）のうち、最も温暖化効果への寄与が大きい物質として二酸化炭素があるが、それ以外に人為起源で正の要因となっている物質名を2つ挙げよ。また、放射強制力の負の要因となっている要素を1つ挙げ、なぜ負の効果を有しうるのか説明せよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

〔専門科目〕 環境都市専攻 B 方式

4. 都市地域計画

(1) 以下の問いに答えよ。

① 次の語句を 100 字程度で簡潔に説明せよ。

a) 用途地域

b) 市街化調整区域

② ケビン・リンチ (Kevin Lynch) の「都市のイメージ」に記されている都市の 5 つのエレメントを挙げるとともに、47 都道府県庁所在都市の中の 1 つを選び、このエレメントを用いて都市イメージの認知地図 (メンタルマップ) を図示せよ。なお、図示した主要なエレメントの固有名詞を記せ。

(2) 整備新幹線のルート検討に関して、以下の問いに答えよ。

① 将来交通需要を推計するにあたっては、一般的には四段階推計法が適用される。四段階推計法の概要を簡潔に述べた上で、その問題点を簡潔に指摘せよ。

② 新幹線整備に伴う費用、および便益を可能な限り列举せよ。

③ 費用便益分析を行うにあたっては、プロジェクト期間を 50 年と設定する。将来の便益や費用を現在価値に換算するための方法について、簡潔に説明せよ。

(3) 地域の計画を策定するにあたって、地域世帯へのアンケート調査を行う。

① 対象世帯の抽出方法には、以下のようなものがあるが、それぞれの違いが明確となるように、それぞれの方法を説明せよ。

a) 単純無作為抽出法

b) 系統抽出法

c) 層化抽出法

② 上記に加え多段抽出法があるが、この方法において区市町村や投票区を抽出する方法として以下の 2 つがある。それぞれの違いが明確となるように、それぞれの方法を説明せよ。

a) 等確率抽出法

b) 確率比例抽出法

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）
[専門科目] 環境都市専攻 B 方式

5. 環境管理技術

問1 代表的な下水処理技術である標準活性汚泥法に関する以下の問いに答えよ。

1. 標準活性汚泥法で原理的に除去可能な汚濁は何か。
2. 標準活性汚泥法を主たるプロセスとする下水処理のフローを示し、個々のプロセスを簡潔に説明せよ。
3. 標準活性汚泥法の欠点にはどのようなものがあるか。いくつかの欠点を挙げ、その解決策について説明せよ。

問2 水環境における水質管理は、様々な技術の適用とその根拠となる法律等の制度によってなされている。日本における水質管理技術はどのような側面でどのような根拠によって運用されているのか。さまざまな水質基準の位置付けを簡潔に説明しながら、その全体像を説明せよ。