

2021年4月入学
お茶の水女子大学大学院・奈良女子大学大学院
生活工学共同専攻（博士前期課程）

一般選抜・社会人特別選抜・外国人留学生特別選抜（東京会場）

お茶の水女子大学専門科目（D, E, F, G）試験問題

試験日：2021年2月3日（水）
試験時間：9時00分～10時30分

【一般的注意事項】

1. 監督者の「始め」の合図があるまで問題冊子を開けないこと。
2. 試験中、用のある場合は手をあげて監督者を呼ぶこと。

【専門科目試験に関する注意事項】

1. 専門科目D, E, F, Gは「基礎問題」と「応用問題」からなる。
2. 「基礎問題」はD, E, F, Gに共通である。全員解答すること。
3. 「応用問題」はD, E, F, Gで異なる。受験票に記入した科目D, E, F, Gのいずれかを解答せよ。
4. 答案用紙は3枚配布する。「基礎問題」に2枚、および「応用問題（D, E, F, G）」に1枚使用せよ。

基礎問題 (D, E, F, G に共通)

以下の (1)~(3) に答えよ.

(1)ある都市の人口の増加率は, 各時点での人口 x と, 飽和人口 A と x との差 $A - x$ との積 $x(A - x)$ に比例する.

$$\frac{dx}{dt} = kx(A - x) \quad k \text{は } k > 0 \text{ の定数}$$

(a) 時間 t における人口を $x = x(t)$ とし, x を t の関数で表せ.

(b) 初期値 (t_0, x_0) を $(0, \frac{1}{2}A)$ とする. 横軸を t , 縦軸を x とするグラフを描け.

(2) 数列 $\{p_n\}$ は, 以下の漸化式で表されるものとする.

$$p_{n+2} = p_{n+1} + p_n \quad (n = 0, 1, 2, \dots) \quad \text{ただし } p_0 = 1, p_1 = 2$$

また数列 $\{a_n\}$ は, 以下に表されるものとする.

$$a_0 = 1, \quad a_{n+1} = \frac{p_{n+1}}{p_n} \quad (n = 0, 1, 2, \dots)$$

以下の問に答えよ.

(a) a_4 を求めよ.

(b) $a_n = \frac{144}{89}$ のとき, n を求めよ.

(c) 数列 $\{a_n\}$ について, a_{n+1} を, a_n を用いた漸化式で表せ.

(d) 数列 $\{a_n\}$ は, $n \rightarrow \infty$ において収束する. その極限值 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ を求めよ.

(3) 以下に示す(a)~(c)について、それぞれが正しい記述かどうか判定せよ。またそのように判定した理由を併せて示せ。

- (a) 血圧降下剤の効果を評価するため、治験者 20 人に対し投与前の血圧と投与後の血圧を測定した。このデータに基づいて、投与後に血圧が有意に下がったのかを調べたい。そこで、投与前と投与後の血圧データの等分散を検定して確認した後、対応のない t 検定 (student t-test) を行う方法を用いて検定した。
- (b) 正十二面体のサイコロ (各面に 1 から 12 まで数字が書いてある) を 2 個振ったとき、同じ数が出る確率は、2 個振ったときの数の合計が 11 の倍数になる確率よりも小さい。
- (c) ある市では 1 日に平均 10 人が病気にかかるというデータがあり、ポアソン分布に従うことが知られている。この市である日に病気にかかる人が 10 人である確率は、ある日に病気にかかる人数が 10 人以外のどの場合の確率よりも大きい。

応用問題 D. (人間工学)

以下の (1)と(2) から 1つを選択し, 答えよ.

- (1) レイノルズ数を与える式を示した上で, カルマン渦式流量計の原理構造について説明せよ.

- (2) 人体計測における, アンтроポメーターを用いた計測と, 現在普及している 3次元計測器を用いた機器計測について, それぞれの長所と短所を具体的に述べよ. また, これらの手法はどのような場面でより有効に活用され得るか, 具体例を挙げてあなたの考えを述べよ.

応用問題 E. (機能材料学)

以下の (1)~(4) に答えよ.

(1) 以下の (a)~(c) に答えよ.

- (a) 多くの場合エテンが求核試薬としてふるまう理由を述べよ.
- (b) 2-メチルペンタ-2-エンを酸性 KMnO_4 で処理すると, 2つの開裂生成物が得られる. 生成物の構造式を描け.
- (c) 2-メチルプロペンと水を強酸触媒で処理すると得られる生成物の構造式を描け.

(2) 以下の (a)~(c) に答えよ.

- (a) 分子式が $\text{C}_{10}\text{H}_{12}$ である物質 A について, ^1H NMR (溶媒 CDCl_3 , 90 MHz) を測定したところ, スペクトルに次の3本のピークが見られた. 推定される構造を描け. なお, ピークの分裂が明瞭ではなかったため, 下記データに分裂数は示していない.
 - 1.79ppm 4H
 - 2.75ppm 4H
 - 7.05ppm 4H
- (b) 上述の物質 A の ^{13}C NMR ブロードバンドデカップリングスペクトルには何本のピークが観察されるか答えよ.
- (c) ^{13}C NMR において, ブロードバンドデカップリングを行うことの利点を2つ挙げよ.

(3) 300 K において理想気体を 10 dm^3 から 100 dm^3 まで等温で膨張させた. このときのモルギブズエネルギー変化 ΔG_m を求めよ. ただし, 気体定数 R は $8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$, $\ln 10 = 2.303$ とする.

(4) 次の事項から2つを選択し, 説明せよ.

- (a) 剛直性高分子に融点が高いものが多い理由
- (b) 結晶性高分子と完全非晶性高分子の構造の違い
- (c) 高分子のミクロブラウン運動とガラス転移
- (d) 無定形高分子固体の動的粘弾性
- (e) 懸濁重合と乳化重合の違い
- (f) 糖の還元性とヘミアセタール構造
- (g) DNA 複製と岡崎フラグメント

応用問題 F. (建築学)

以下の (1)～(6) の中から 2つ を選択し、建築学的視点から答えよ。

- (1) ロマネスクの教会堂について、代表的事例の名称、建設されたおよその年代、所在地を記せ。その事例をもとに、ロマネスクの教会堂の空間や造形の一般的な特徴を記述せよ。必ず図を用いて説明せよ。
- (2) フランク・ロイド・ライトによる住宅作品について、代表的な事例を挙げ、そのデザインの特徴、意図を考察せよ。必ず図を用いて説明せよ。
- (3) ライトシェルフについて、その仕組みを図を用いて説明し、これを用いる利点や課題について説明せよ。
- (4) 温熱 6 要素を挙げ、図や事例を用いて各要素の温熱感に対する影響を説明せよ。また PMV や SET* などの温熱指標との関連性を述べよ。
- (5) 幼稚園、保育所、認定こども園など、子どもに関わる施設における、保育室、遊戯室、調理室、トイレ、管理諸室、屋外環境などの計画方法について、安全性と子どもの生活の観点から、重要な点を図説せよ。
- (6) 都市計画、まちづくりにおいて歩行者空間を充実させるための計画における、交通システム、交通手段を考慮した事例について、以下の中から 2つ を選び説明せよ。
セミモール、キスアンドライド、BRT、パークアンドライド

応用問題 G. (環境学)

以下の (1)~(5) から 2つを選択し、答えよ。

- (1) 日本の浄水処理における消毒処理に関する以下の問に答えよ。
- (a)アンモニアが塩素処理に与える影響について述べよ。
 - (b)溶存有機物が塩素処理に与える影響について述べよ。
 - (c)水道原水に塩素耐性病原虫が存在する可能性が高い場合の対応策を提案せよ。
- (2) 日本の水道水質指標に関する以下の問に答えよ。
- (a)大腸菌の大部分は非病原性であるが、大腸菌は水道の疫学的な水質指標として用いられている。その理由を述べよ。
 - (b)ジェオスミンが水道水質基準の項目となっている理由を述べよ。
 - (c)TOC とは何か説明せよ。
- (3) 日本の下水処理に関する以下の問に答えよ。
- (a)活性汚泥法における BOD-SS 負荷とは何か説明せよ。
 - (b)活性汚泥法における余剰汚泥、返送汚泥とは何を意味するのか説明せよ。また汚泥滞留時間とは何を示す指標なのか説明せよ。
 - (c)下水処理水を再生水として活用するためには、臭いや色、また病原微生物についての追加処理が必要と考えられる。その具体的な水処理技術を挙げて、処理原理を含めて説明せよ。
- (4) ごみ焼却施設における発電事業は、ボイラ・タービン発電を設置して行うことが一般的である。一方、近年ではメタン発酵槽を施設内に併設し、食品廃棄物からのバイオガス回収を行う施設計画もみられる。このことについて、以下の問に答えよ。
- (a) メタン発酵の原理を説明せよ。
 - (b) メタン発酵槽への食品廃棄物の投入量 (t-wet) に対し、バイオガス回収量 (MJ) を推計する方法を、定式化して説明せよ。
 - (c) ごみ焼却施設でメタン発酵事業を行う上で、乗り越えるべき課題を説明せよ。

- (5) 温室効果ガス (CO₂, CH₄, N₂O など) の排出量は, 地球温暖化係数 (GWP: Global Warming Potential) を踏まえて CO₂ 相当量 (CO₂ equivalent) に換算した上で排出量を求める. このことについて, 以下の問に答えよ.
- (a) 地球温暖化係数の設定方法を説明せよ.
 - (b) 廃棄物処理分野において CH₄ の排出が大きいプロセスを 1 つ挙げよ. その排出抑制のための施策も論ぜよ.
 - (c) 廃棄物処理分野において N₂O の排出が大きいプロセスを 1 つ挙げよ. その排出抑制のための施策も論ぜよ.