

2021年10月入学・2022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8月19日（木）
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) 以下の微分方程式の一般解を求めよ.

(a) $xy \frac{dy}{dx} = y^2 - 1$

(b) $\frac{d^3y}{dx^3} - 5 \frac{d^2y}{dx^2} + 8 \frac{dy}{dx} - 4y = 4 \cos x$

(c) $(x^2 - y^2) \frac{dy}{dx} = -2xy$

(2) 3次元ベクトル $\mathbf{a} = (2, 1, 4)$, $\mathbf{b} = (3, 0, -1)$, $\mathbf{c} = (6, -5, 2)$ に対し, 以下の (a)~(j) を計算せよ. また, (k) を判定せよ.

(a) $-3\mathbf{a} + 2\mathbf{b} + \mathbf{c}$

(b) ベクトル \mathbf{a} の長さ

(c) 内積 (\mathbf{a}, \mathbf{b})

(d) 外積 $\mathbf{a} \times \mathbf{c}$

(e) ベクトル \mathbf{b} と \mathbf{c} の作る平行四辺形の面積

(f) $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$ の作る平行六面体の体積

(g) ベクトル \mathbf{b} 方向の単位ベクトル

(h) ベクトル \mathbf{b} のベクトル \mathbf{c} に対する正射影ベクトル (すなわち, ベクトル \mathbf{b} のベクトル \mathbf{c} 方向成分ベクトル)

(i) p, q, r を実数として, $p\mathbf{a} + q\mathbf{b} + r\mathbf{c} = (41, 41, 41)$ となるときの p, q, r の値

(j) $p\mathbf{a} + q\mathbf{b} + r\mathbf{c} = (0, 0, 0)$ のときの p, q, r の値

(k) ベクトル $\mathbf{a}, \mathbf{b}, \mathbf{c}$ は一次独立か一次従属か判定せよ.

(3) ある会社に届くメールを無作為に選んだところ, メール全体の 10% が迷惑メール, 90% が一般メールであることがわかった. また, 迷惑メールに「還付金」という単語を含んでいる確率は 18%, 一般メールが「還付金」という単語を含んでいる確率が 3% であることがわかっている.

(a) 無作為に選んだメールの中から「還付金」という単語を含んだ迷惑メールが選ばれる確率を求めよ.

(b) 無作為に選んだメールが「還付金」という単語を含んでいる確率を求めよ.

(c) 無作為に選んだメールが「還付金」という単語を含んでいた場合, 迷惑メールである確率を求めよ.

応用問題 D. (人間工学)

以下の (1)~(4) から 1 つを選択して答えよ。

- (1) 信号処理などに関連する，以下の (a)~(g) を解け。
- (a) $y = \log_e(\tan ax)$ を微分せよ。(a は実数定数)
 - (b) 積分 $\int \cos x \cdot \cos(x+a) dx$ を求めよ。(a は実数定数)
 - (c) $\frac{2+3x}{\sqrt{3+5x^2}}$ が極大となる x の値を求めよ。
 - (d) 曲線 $y = b \exp(ax)$ 上の点 (x_1, y_1) における法線の方程式を求めよ。a, b は実数定数とする。
 - (e) 直線 $y = x + 1$ が x 軸を 1 回転する時， $x=0$ から $x=5$ までの回転体の表面積(側面の面積)を求めよ。
 - (f) 微分方程式 $y'''' - 8y''' + 26y'' - 40y' + 25y = 0$ を解け。
 - (g) 部分分数分解することで $\int \left(\frac{x}{x^2+x-2} \right) dx$ を求めよ。
- (2) 丸棒 A ならびに丸棒 B について，(a)~(e) の値を計算せよ。丸棒 A は中実丸棒でありその寸法は，外径(外直径) 5 cm，長さ 50 cm である。また，丸棒 B は中空丸棒であり，その寸法は，外径(外直径) 5 cm，内径(内直径) 2 cm，長さ 50 cm である。丸棒 A と丸棒 B の材料は同じであり，その密度は $2,700 \text{ kg/m}^3$ である。
- (a) 丸棒 B の体積を $[\text{m}^3]$ の単位で求めよ。
 - (b) 丸棒 A の質量を $[\text{g}]$ の単位で求めよ。
 - (c) 丸棒 A と丸棒 B の体積の比(すなわち，丸棒 B の体積/丸棒 A の体積)を求めよ。
 - (d) 丸棒 B の断面二次極モーメントを求めよ。
 - (e) 丸棒 A と丸棒 B が耐えうる最大ねじりモーメントの比(すなわち，丸棒 B が耐えうる最大ねじりモーメント/丸棒 A が耐えうる最大ねじりモーメント)を求めよ。
- (3) 複数の計測者が，ある同一の被験者の身長と腸骨稜高の 2 つの計測項目について計測を行った。その結果，計測値のバラツキを変動係数で表すと，身長は 0.3%，腸骨稜高は 2.8%であった。この差が生じた原因について考察したい。まずは，2 つの計測項目の定義について，それぞれに必要な計測点をすべて挙げ，計測点の定義およびそれらの探し方についても含めて説明せよ。さらに，それぞれの計測項目について，誤差の生じる原因を踏まえ，正確な計測を行うために必要な注意点を指摘した上で，ここで生じた計測値のバラツキの差の原因について考察し，全体を 1,000 字程度でまとめよ。

- (4) 加速度センサーならびにその生体計測応用について、以下の (a)~(c) に答えよ。
- (a) MEMS 加速度センサーの原理と構造について説明せよ。また、加速度センサーとジャイロ스코プセンサーの計測目的の違いを述べよ。さらに、身の回りのデバイスを例に加速度センサーが応用されている事例を挙げよ。
 - (b) MEMS 加速度センサーをウェアラブルデバイスに組み込むことで、人の行動を識別することが可能である。MEMS 加速度センサーからの信号のサンプリングレートを 100 Hz とし、PC に取り込んだ後に、MEMS 加速度センサーの雑音特性を考慮して、人の動作信号を抽出するためのデータ処理方法を説明せよ。ただし、人の動作信号の周波数帯域は 0~10 Hz のみにあることがわかっている。説明には図を描いても良い。
 - (c) 長時間、座った姿勢を継続することは生活習慣病の危険因子となる。この行動の継続時間を検知し、ユーザーに警告できるウェアラブルシステムが求められる。この目的のための適切なセンサーを選び、システムの概要を設計せよ。説明には図を描いても良い。

応用問題 E. (機能材料学)

以下の (1)~(3) に答えよ。

(1) 次の (a)~(d) に答えよ。ただし、光速は $3.00 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、プランク定数は $6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ 、アボガドロ数は 6.02×10^{23} とする。

- (a) 振動数 15 THz ($1.5 \times 10^{13} \text{ Hz}$) の電磁波の波数、および光子 1 mol あたりのエネルギーを求めよ。
- (b) モル吸光係数が 45000 である化合物の水溶液を光路長 1 cm のセルに入れ、透過率を測定したところ、10%であった。この溶液のモル濃度を求めよ。
- (c) 次の化合物について紫外可視分光光度計を用いて吸収スペクトルを測定した。それぞれの化合物の構造式を描け。また、最も長波長側に極大吸収を持つ化合物はどれか、理由とともに答えよ。

1,4-ペンタジエン, 3-フェニル-2-プロペン-1-オール, 1,3-ブタジエン

(d) 水分子の基準振動を図示せよ。

(2) 次の (a)~(c) に答えよ。

- (a) ナイロン 6 とナイロン 66 の合成法を述べよ。
- (b) ラジカル重合における停止反応を説明せよ。
- (c) バルク重合と懸濁重合を説明せよ。

(3) 次の (a)~(h) から 2つを選択し、説明せよ。

- (a) 高分子固体のガラス転移と自由体積
- (b) 立体規則性高分子
- (c) 動的粘弾性と複素弾性率
- (d) 還元型補酵素
- (e) 糖の立体化学と Fischer 投影式
- (f) 自発的变化とギブズエネルギー
- (g) 束一的性質
- (h) 綿繊維と羊毛繊維の構造

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) 外気温度 $\theta_o=5^{\circ}\text{C}$, 室内温度 $\theta_i=20^{\circ}\text{C}$, 厚さ 3 mm のガラスを通過する熱貫流量 $[\text{W}/\text{m}^2]$ を求めよ。また、室内および屋外の表面温度 $[\text{C}]$ をそれぞれ求めよ。なお、ガラスの熱伝導率は $1.0 [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$, 室内側総合熱伝達率 α_i は $9.0 [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$, 屋外側総合熱伝達率 α_o は $23.0 [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$ とする。計算過程も示すこと。
- (2) 機械換気による換気計画について以下の問いに答えよ。
- (a) 感染症室やトイレなど、他に汚染物質を漏らしてはならない部屋における適切な機械換気の方式は第 1 種換気～第 3 種換気のうちどれか。適切な換気方式を選べ。
- (b) (a) で選択した換気方式について、室内外の圧力の大小関係と給排気における送風機・排風機の設置の有無について説明せよ。
- (c) (a) で選択した換気方式について、設計上の要点について述べよ。
- (3) 以下にあげた建築物は、その建築物の保存や再生が社会的に議論された建物である。これらのなかから 2つの建築物を選択し、それぞれの保存再生についての概要を記したうえで、両者の保存再生の方法や意義について比較せよ。適宜、図を用いて説明しても良い。

「東京駅」辰野金吾設計 (1923 年建設, 2012 年復原)

「帝国ホテル」フランク・ロイド・ライト設計 (1923 年建設)

「名古屋城天守閣」(1945 年焼失, 1959 年再建)

「三菱一号館」ジョサイア・コンドル設計 (1894 年建設, 2009 年復元)

「パリのノートルダム大聖堂」(2019 年一部焼失, 現在再建中)

- (4) 以下の建築家による住宅のなかから 1つを選択し、その住宅について設計意図、ならびに時代背景や社会に与えた影響を考察せよ。適宜、平面図、外観、内観などの図を用いて説明せよ。

ウィリアム・モリス + フィリップ・ウェッブ「レッド・ハウス」(1859 年建設)

ル・コルビュジエ「サヴォア邸」(1929 年建設)

フランク・ロイド・ライト「落水荘 (カウフマン邸)」(1936 年建設)

フィリップ・ジョンソン「ガラスの家」(1949 年建設)

ロバート・ヴェンチャーリ「ヴァンナ・ヴェンチャーリ邸」(1963 年建設)

(5) 災害に関連した建築物やまちづくり等の整備に関する以下の用語について、3つ選び説明せよ。

レジリエンス，みなし仮設住宅，基幹災害拠点病院，機能継続，事前復興，骨格防災軸（防災環境軸）

(6) 住宅の計画に関する次の語から 3つ選び，空間や設計の特徴を図説せよ。

コートハウス，ストリート型住宅，デュアルリビング，ライトウェル，リビングアクセス，スケルトン・インフィル分離方式，シェアハウス

応用問題 G. (環境学)

以下の (1)~(4) から 2つを選択し、答えよ。

(1) 浄水処理について、以下の問に答えよ。

- (a) 沈澱池における表面負荷率とは何を表す指標か説明せよ。
- (b) 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。
- (c) 日本では高度浄水処理としてオゾン処理と活性炭処理を組合せたプロセスが多く採用されている。なぜ、この組合せが用いられるのかを述べよ。

(2) 下水処理について、以下の問に答えよ。

- (a) 一次処理とはどのような処理のことを意味しているのか、主な除去対象となる物質を示す水質指標およびそれらの処理原理を含めて説明せよ。
- (b) 二次処理とはどのような処理のことを意味しているのか、主な除去対象となる物質を示す水質指標およびそれらの処理原理を含めて説明せよ。
- (c) 塩素による消毒処理を用いる場合の問題点を述べよ。

(3) 個別建物で行う生活排水処理の仕組みについて、以下の問に答えよ。

- (a) 日本の浄化槽と、海外で普及している簡易な構造の腐敗槽 (Septic tank) を比較し、水処理の仕組みの違いを説明せよ。
- (b) 浄化槽分野において検討可能な温室効果ガス排出削減策を 2 つ挙げ、それぞれの概要を説明せよ。
- (c) 腐敗槽から排出される処理水を、土壌層に浸透させる取り組みがある。処理水に含まれる化学物質の土壌中での挙動において、土壌固相への吸着しやすさを指す物性パラメーターを答えよ。

(4) 地域エネルギー計画について、以下の問に答えよ。

- (a) 一次エネルギーと二次エネルギーの違いを説明せよ。
- (b) 同量の給湯熱負荷量を賄うための、ガス給湯器での都市ガス消費量とヒートポンプ給湯機での電力消費量を、一次エネルギー量で比較せよ。
- (c) 再生可能エネルギーの大規模普及を想定した際、スマートグリッドの役割を論ぜよ。