

2023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（E, F, G, H）試験問題

試験日：2023年2月2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挙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 E, F, G, H は「基礎問題」と「応用問題」からなる。
2. 「基礎問題」は E, F, G, H に共通である。全員解答すること。
3. 「応用問題」は E, F, G, H で異なる。受験票に記入した科目 E, F, G, H 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（E, F, G, H）」に1枚使用せよ。

基礎問題 (E, F, G, H 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) $\frac{d^2y}{dx^2} - 9y = x^2$

(b) $x \frac{dy}{dx} = 2x + 2y$

(2) 以下の問に答えよ.

(a) $A = \begin{bmatrix} 1 & x & x \\ x & 1 & x \\ x & x & 1 \end{bmatrix}$ が正則となるための x の条件を求めよ.

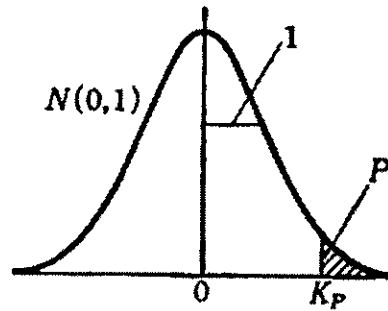
(b) $A = \begin{bmatrix} 5 & -2 \\ 4 & -1 \end{bmatrix}$ に対して, A^n を求めよ.

(3) 以下の問に答えよ. 必要ならば表 1 を用いよ.

(a) ある世代の日本人女性の身長は平均 158 cm, 標準偏差 6.0 cm の正規分布に従うことがわかっている. この世代の日本人女性 1 人を無作為に選んだ時, 身長が 167 cm 以下である確率を求めよ.

(b) ある集団の数学テストの点数は正規分布に従っており, 平均値が 75.0 点, 標準偏差が 9.0 点であることがわかっている. この集団から無作為に 9 人を選んで平均値を調べたとき, 69 点以下になる確率を求めよ.

表 1 正規分布表



$K_P \rightarrow P$

K_P	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010

応用問題 E. (人間工学)

以下の (1)~(3) から 1つを選択し, 答えよ.

(1) バネ・マス・ダンパ系に, 速度に比例する減衰力が作用する自由振動の運動方程式は

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = 0$$

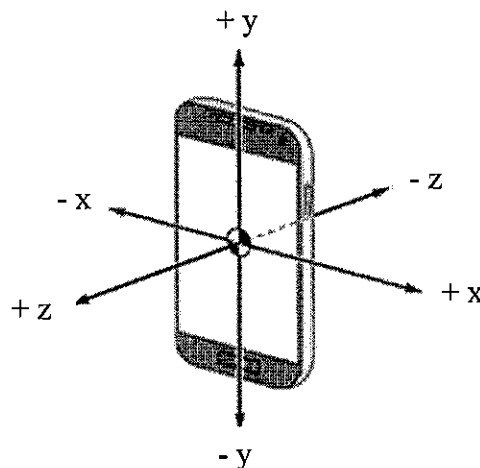
と書くことができる. m は質量, c は減衰力が速度に比例するとしたときの比例定数, k はバネ定数, x は変位, t は時間である.

- (a) 質量の単位を kg, バネ定数の単位を N/m, 変位の単位を m とするとき, 比例定数 c の単位を定めよ. 国際単位系 (SI 単位系) の基本単位で表現すること.
- (b) $c=0$ のとき, 減衰力は作用せず単振動となる. このときの周期を求めよ.
- (c) $c>0$ の場合, 系の運動は, 減衰力が作用する自由振動となる. この運動が減衰振動となる条件を, m, k, c を用いた式で表せ.
- (d) 減衰振動となるときの, 山と次の山までの時間間隔を, m, k, c を用いた式で表せ.

(2) マルチン式人体計測における上肢に関する次の (a)~(c) の計測項目について, それぞれ定義を記せ. また, これらの中で, 骨の長さを最も正確に示す項目はどれか, 理由を挙げて述べよ.

- (a) 上肢長 (b) 上腕長 (c) 前腕長

(3) 下に示すスマートフォンに搭載された加速度センサーを用い, 2つの条件のもと, 計測を行い, 以下の時系列データを得た. 下図の座標軸は, スマートフォンに固定されている加速度センサーの座標のものである.



条件 I スマートフォンがテーブルの上に置かれている.

条件 II スマートフォンを斜めに持っている.

次の (a)~(c) に答えよ。

(a) データ取得のサンプリングレートを答えよ。

(b) 条件 I に対応する時系列データはどちらか。時系列データ A と B を比較し、理由とともに答えよ。

(c) 条件 II のとき、スマートフォンの y 軸の地面に対する角度を求めよ (ラジアンまたは度)。

時系列データ A

タイムスタンプ (時:分:秒.ミリ秒)	加速度 (x 軸, m s^{-2})	加速度 (y 軸, m s^{-2})	加速度 (z 軸, m s^{-2})
11:43:41.221	0.09	-4.93	-8.51
11:43:41.321	0.07	-4.95	-8.48
11:43:41.421	0.09	-4.89	-8.55
11:43:41.521	0.08	-4.93	-8.46

時系列データ B

タイムスタンプ (時:分:秒.ミリ秒)	加速度 (x 軸, m s^{-2})	加速度 (y 軸, m s^{-2})	加速度 (z 軸, m s^{-2})
11:49:11.481	0.02	-0.14	-9.81
11:49:11.581	0.06	-0.14	-9.81
11:49:11.681	0.04	-0.14	-9.80
11:49:11.781	0.02	-0.15	-9.81

スマートフォンは静止しているものとする。時系列データの加速度には線形加速度 (linear acceleration) は含まれない。

必要に応じて次ページの表を参照せよ。

$\cos^{-1} (4.9/8.5) = \cos^{-1} ((4.9/9.8)/(8.5/9.8)) \approx 0.96$		
$\sin^{-1} (4.9/8.5) = \sin^{-1} ((4.9/9.8)/(8.5/9.8)) \approx 0.61$		
$\tan^{-1} (4.9/8.5) = \tan^{-1} ((4.9/9.8)/(8.5/9.8)) \approx 0.52$		
$\tan^{-1} (8.5/4.9) = \tan^{-1} ((8.5/9.8)/(4.9/9.8)) \approx 1.05$		
$\cos^{-1} (0.1/9.8) = \cos^{-1} ((0.1/9.8)/(9.8/9.8)) \approx 1.56$		
$\sin^{-1} (0.1/9.8) = \sin^{-1} ((0.1/9.8)/(9.8/9.8)) \approx 0.01$		
$\tan^{-1} (0.1/9.8) = \tan^{-1} ((0.1/9.8)/(9.8/9.8)) \approx 0.01$		
$\tan^{-1} (9.8/0.1) = \tan^{-1} ((9.8/9.8)/(0.1/9.8)) \approx 1.56$		
$\cos^{-1} (8.5/9.8) \approx 0.52$	$\cos^{-1} (4.9/9.8) \approx 1.05$	
$\sin^{-1} (8.5/9.8) \approx 1.05$	$\sin^{-1} (4.9/9.8) \approx 0.52$	
$\cos^{-1} (9.8/9.8) = 0.00$	$\sin^{-1} (9.8/9.8) \approx 1.57$	
重力加速度 $\approx 9.8 \text{ m s}^{-2}$	$\pi \approx 3.14$	$360^\circ = 2\pi$

応用問題 F. (機能材料学)

以下の (1)~(3) から 2つを選択し, 答えよ.

(1) 以下の問に答えよ.

(a) 次の物質の構造式を描け.

3-エチル-2-メチルヘキサン

1,5-ジメチルシクロペンテン

(b) エーテル中で1-メチルシクロヘキセンに HBr を付加させた. 主生成物の構造式を描き命名せよ.

(2) 次の機器分析法から 2つを選び, 測定原理と測定結果より得られる情報について説明せよ.

(a) 紫外可視分光法

(b) 質量分析法

(c) 核磁気共鳴分光法

(d) 示差走査熱量分析法

(e) ガスクロマトグラフィー

(3) 次の事項から 2つを選び, 説明せよ.

(a) 熱力学における開放系と閉鎖系

(b) 結晶性高分子と非晶性高分子

(c) 高分子の静的粘弾性と動的粘弾性

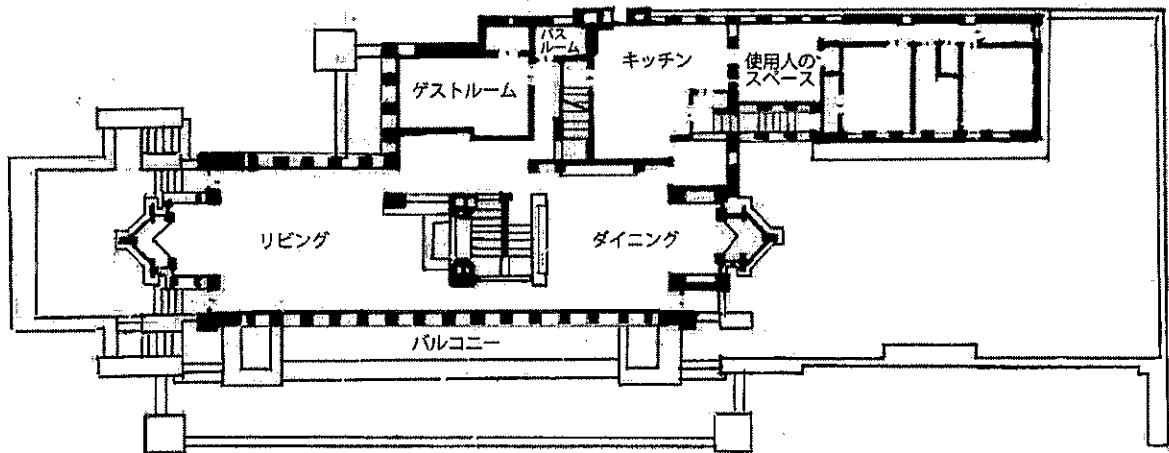
(d) 再生繊維と半合成繊維

(e) 布の減量加工とオパール加工

応用問題 G. (建築学)

以下の (1)~(7) から 2つを選択し、建築学的視点から解答せよ。

- (1) 以下の平面図は、シカゴにあるロビー邸 (Robie House, 1909 年建設) の主要階 (地上 2 階) を示している。このロビー邸に関して、以下の問に答えよ。



- (a) 設計者を記せ。またその設計者の他の作品を 2 作品挙げよ。
(b) この作品の特徴を論じよ。必ず図を用いて説明すること。またその時代背景、意義、影響を考察せよ。
- (2) 以下の用語のうちから 3つを選び、説明せよ。
コールドドラフト、タスク・アンビエント照明、残響時間、レイノルズ数、照度、ヒートブリッジ
- (3) 以下の (a)~(c) に答えよ。
(a) 空調設備の冷温熱源設備について、建物の屋上や地下などの 1 箇所または複数箇所に熱源機器を設置する中央式の利点と欠点について述べよ。
(b) 置換換気システムの概要と利点を説明せよ。
(c) 自然光の下でリングが「赤色」に見える理由を分光反射特性に着目して説明せよ。
- (4) 建築物における防災安全の確保について、以下の施設から 2つを選び、それぞれの特徴に合わせた建築・消防に関するハード面での対策を説明せよ。また避難などのソフトに関わる建築上の対策について説明せよ。必ず図を用いて説明すること。

病院、オフィス、劇場、商業施設

- (5) 都市・建築空間での人の振る舞いを人間-環境系で観察した場合に見られる、ソシオペタル(Socio Petal) とソシオフーガル(Socio Fugal)について、必ず図を用いて説明せよ。
- (6) 1960年代に展開された建築運動である「メタボリズム」について説明せよ。関連する建築家とその都市・建築作品事例（提案・実作いずれも可）をいくつか挙げ、そのコンセプトについて説明せよ。必ず図を用いること。
- (7) クリストファー・アレグザンダーが『都市はツリーではない』(1965)の中で、近代都市計画理論に則して計画された都市のどのような点を批判し、人間にとって望ましい都市としてどのような主張を行ったのか、必ず図を用いて説明せよ。

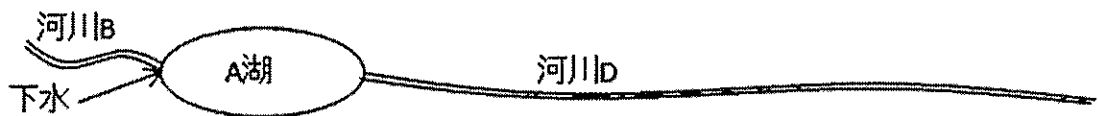
応用問題 H. (環境学)

以下の (1)~(3) から 1つを選択し、答えよ。

- (1) 下図のように A 湖 (湖水体積は V_A (m^3) で一定) に河川 B が流入し、河川 D が流出している。河川 B の流量は Q_B ($\text{m}^3/\text{日}$) で一定である。河川 B の最下流 (A 湖入口) には下水の放流口があり、この放流口から汚染物質 E が C_E (g/m^3) で河川 B に流入し完全に混合した直後に A 湖に流入している。なお下水の流量は Q_S ($\text{m}^3/\text{日}$) で一定である。汚染物質 E は環境水中で一次反発的に減少することがわかっており、反応速度定数は k_E (日^{-1}) であることがわかっている。なお河川 B 中の汚染物質 E の濃度は 0 (mg/L) である。

A 湖は完全混合槽と仮定し、河川 D 内はプラグフローと仮定したとき、以下の問(a)~(c) に答えよ。

- (a) A 湖に流入する直前および A 湖から流出する時の汚染物質 E の濃度を求めよ。
- (b) A 湖への汚染物質 E の流出濃度は、環境基準を満たしていなかった。そのためプラン 1 として河川 D に流入する時点で河川 D の環境基準がクリアされるように、下水の放流口の前に下水処理場を設置し下水を処理することにした。環境基準を満たすために必要な、下水処理場における汚染物質 E の設定除去率 (%) を示せ。なお A 湖および河川 D とも汚染物質 E の環境基準は「 a (mg/L) (= (g/m^3)) 以下」である。
- (c) 別のプラン 2 では、A 湖の水質改善のために下水の放流口を河川 D に流入する場所に設置することにした。汚染物質 E は河川 D の流下に伴って減少するが、環境基準を満たすことになるまでの流下時間を示せ。なお A 湖および河川 D とも汚染物質 E の環境基準は「 a (mg/L) (= (g/m^3)) 以下」である。



図

- (2) 生活排水の処理を担うインフラに関して、我が国におけるこれまでの整備方針、および今後の更新のあり方を対象に、以下の問に答えよ。
- (a) 集合処理方式と個別処理方式のそれぞれについて、概要を説明せよ。
 - (b) 排水処理に伴う汚泥の発生量について、標準活性汚泥法を採用する下水処理場では、流入 SS 負荷量あたり $0.9\sim 1.1 \text{ g-TS/g-SS}$ が目安となる。浄化槽での汚泥発生量は、流入 SS 負荷量あたり何 g-TS/g-SS が目安となるかを答えよ。加えて、発生量に違いが生じる仕組みを説明せよ。
 - (c) 下水処理場による浄化槽汚泥の受入事業について、事業の実施により得られる効果を説明せよ。
- (3) ライフサイクルアセスメント (LCA) を用いた温室効果ガス排出量 (LC-CO₂) の評価法について、以下の問に答えよ。
- (a) LCA を実施して従来技術と新規導入技術を比較するにあたり、機能単位 (functional unit) を統一する理由を説明せよ。
 - (b) バイオ燃料 (サトウキビまたはトウモロコシを原料としたエタノール) を自動車燃料として利用する場合、自動車走行時のエタノール燃焼分の CO₂ 排出量はゼロとカウントされる。この理由を説明せよ。
 - (c) 土地の改変をバウンダリーに含めて評価する場合、バイオマスのエネルギー利用は、化石燃料の使用と比較して LC-CO₂ の増加を招く可能性がある。そのメカニズムを説明せよ。