平 成 ２ ８ 年 度

名古屋大学大学院情報科学研究科
複 雑 系 科 学 専 攻
入 学 試 験 問 題

専　　　　門

平成２７年８月６日（木）
１２：３０～１５：３０

注 意 事 項

1．試験開始の合図があるまでは、この問題冊子を開いてはならない。

2．試験終了まで退出できない。

3．外国人留学生は、日本語から母語への辞書１冊に限り使用してよい。
電子辞書の持ち込みは認めない。

4．問題冊子、解答用紙３枚、草稿用紙３枚が配布されていることを確認すること。

5．問題は数１・数２(数学の基礎)、物１～物４(物理学の基礎)、化１～化５(化学の基礎)、生１～生３(生物学の基礎)、地１・地２(地球科学の基礎)、情１～情３(情報学の基礎)、人１・人２(人類学の基礎)、工１～工３(工学の基礎)、論理的思考(クリティカルシンキング)の２５問がある。このうち３問を選択して解答すること。なお、選択した科目名を解答用紙の指定欄に記入すること。

6．全ての解答用紙の所定の欄に受験番号を必ず記入すること。
解答用紙に受験者の氏名を記入してはならない。

7．解答用紙に書ききれない場合は、裏面を使用してもよい。
ただし、裏面を使用した場合は、その旨、解答用紙表面右下に明記すること。

8．解答用紙は試験終了後に３枚とも提出すること。

9．問題冊子、草稿用紙は試験終了後に持ち帰ること。

数 1

[1] 行列

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 \\ 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & 2 \end{pmatrix}$$

に対して次の小問に答えよ。

1) $\boldsymbol{A}$ の階数 r を求めよ。

2) $\boldsymbol{Ax} = \mathbf{0}$ を満たす3次元ベクトル $\boldsymbol{x}$ がつくるベクトル空間を V とする。V の次元数 p を答えよ。

3) $\boldsymbol{Ax} = \mathbf{0}$ を満たす $\boldsymbol{x}$ がつくる p 次元ベクトル空間 V を示せ。

4) V と直交するベクトル空間 U を示せ。

[2] 2次元ベクトル $\boldsymbol{x} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix}$ に対する2次形式

$$f(\boldsymbol{x}) = 5x_1^2 + 3x_2^2 - 2\sqrt{3}x_1x_2$$

について次の小問に答えよ。

1) $f(\boldsymbol{x})$ をベクトル $\boldsymbol{x}$ と適当な行列を用いてかきかえよ。

2) $\boldsymbol{x}$ に適当な正規直交変換を施して $f(\boldsymbol{x})$ を対角行列を用いた式にかきかえよ。

数 2

記号 $(\cdots)'$ は x についての 1 階微分を表すこととし，以下の各問に答えよ。

[1] 線形微分方程式

$$f'(x) + p(x)f(x) = q(x) \tag{1}$$

を考える。

1）同次方程式（$q(x) = 0$ の場合）を満たす $f(x)$ を，積分定数を含む x の関数として求めよ。

2）1) の解における積分定数を x の関数とみなして，定数変化法により，非同次方程式 (1) を解き，$f(x)$ を積分定数を含む x の関数として求めよ。

[2] 非線形常微分方程式

$$g'(x) + p(x)g(x) = q(x)(g(x))^n \tag{2}$$

を考える。n は 2 以上の自然数である。$z(x) = g(x)^{1-n}$ と変数変換することにより，(2) を $z(x)$ についての線形微分方程式に変換して解き，$g(x)$ を積分定数を含む x の関数として求めよ。

[3] 非線形常微分方程式

$$\frac{\mathrm{d}N(t)}{\mathrm{d}t} = r\left(1 - \frac{N(t)}{K}\right)N(t) \tag{3}$$

を考える。ただし r, K は全て正の定数とする。

1）初期条件を $N(0) = N_0\,(> 0)$ として，(3) を満たす $N(t)$ を求めよ。

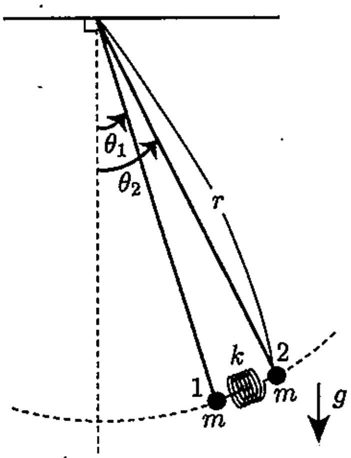
2）$N_0 > K$ および $N_0 < K$ のそれぞれの場合について，$N(t)$ を t の関数として図示せよ。

物 1

図のように同じ支点から吊るされた長さ r, 質量 m の二つの振り子をバネでつないだ系の平面内の運動を考える。支点から下ろした垂線と二つの振り子のなす角度をそれぞれ θ_1, θ_2 とし, 振り子が最下点の位置にあるとき $\theta_1 = 0$, $\theta_2 = 0$ にとり, 反時計回りを正の向きとする。バネの自然長を l_0 とし, バネの復元力は, この自然長からの変位に比例するとする。ただし, バネ定数を k とし, その質量は無視できるとする。二つの振り子には図のように下向きに重力加速度 g が働くとする。以下の問に答えよ。

[1] この系の運動エネルギー $T(\dot{\theta}_1, \dot{\theta}_2)$ を求めよ。ここで, $\dot{\theta}_i$ $(i = 1, 2)$ は時間 t に関する θ_i の微分を表す。

[2] バネの長さ l は半径 r の円周上の二つの振り子を結ぶ弦の長さに等しい。l を r, θ_1, θ_2 を用いて表せ。



[3] この系のポテンシャルエネルギー $U(\theta_1, \theta_2) = U_{\rm g}(\theta_1) + U_{\rm g}(\theta_2) + U_{\rm s}(\theta_1, \theta_2)$ を求めよ。ここで, $U_{\rm g}(\theta_1)$ と $U_{\rm g}(\theta_2)$ はぞれぞれの振り子に作用する重力によるポテンシャルエネルギー, $U_{\rm s}(\theta_1, \theta_2)$ は二つの振り子の間に働くバネの復元力によるポテンシャルエネルギーを表す。ただし $U_{\rm g}(\theta_1), U_{\rm g}(\theta_2)$ はそれぞれ $\theta_1 = 0$, $\theta_2 = 0$ を基準とし, $U_{\rm s}(\theta_1, \theta_2)$ はバネの自然長 l_0 を基準として計算すること。

[4] この系のラグランジアン $L(\theta_1, \theta_2, \dot{\theta}_1, \dot{\theta}_2)$ を求めよ。

[5] バネの自然長 l_0 が微小角度 θ_0 (> 0) を用いて $l_0 = r\theta_0$ と書けるとし, θ_1, θ_2 が微小量であるときの二つの振り子の運動を考える。ただし, $\theta_2 > \theta_1$ を仮定する。

1) 前問 [4] で求めたラグランジアン $L(\theta_1, \theta_2, \dot{\theta}_1, \dot{\theta}_2)$ を用いて, オイラー・ラグランジュ方程式を計算することで θ_1 と θ_2 の運動方程式をそれぞれ求めよ。ただし, $L(\theta_1, \theta_2, \dot{\theta}_1, \dot{\theta}_2)$ を θ_i $(i = 1, 2)$ に関して二次の微小量まで残すように近似して計算すること。

2) 二つの振り子が静止して釣り合った状態にあるときの二つの振り子の間の角度 $\theta_2 - \theta_1$ を $\theta_{\rm e}$ とおく。$\theta_{\rm e}$ を求めよ。

3) 重心座標 $\phi \equiv \dfrac{\theta_1 + \theta_2}{2}$ と相対座標 $\theta \equiv \theta_2 - \theta_1$ をそれぞれ定義する。1) で求めた θ_1 と θ_2 の運動方程式を用いて, ϕ と θ の運動方程式をそれぞれ求めよ。

4) 3) で求めた ϕ と θ の運動方程式を解いて, その一般解 $\phi(t)$ と $\theta(t)$ をそれぞれ求めよ。ただし, $\theta(t)$ は 2) で求めた $\theta_{\rm e}$ を用いて表すこと。

5) 4) で求めた一般解 $\phi(t)$ と $\theta(t)$ を利用して, $\theta_1(t)$ と $\theta_2(t)$ の一般解をそれぞれ求めよ。

物 2

電荷を蓄えるコンデンサーについて考えよう。コンデンサーは，その導体の形状と配置により，電気容量が決まる。以下の問に答えよ。ただし，コンデンサーは真空中に置かれているとし，真空の誘電率を ϵ_0 とする。

[1] 半径 R の導体球の表面に一様に分布している電荷密度が作る，球面の外側（球の中心 O からの距離 $r > R$）に位置する電場の大きさ E と向きをガウスの法則から求めよ。ただし，全電荷を q とする。

[2] この導体球におけるポテンシャル ϕ を求めよ。ただし，無限遠方のポテンシャルをゼロとする。

[3] 前問 [2] で求めたポテンシャル ϕ を $q = C\phi$ と書き換えて，この導体球の電気容量 C を求めよ。

[4] 半径 R_1 の導体球と半径 R_2 で厚さの無視できる導体球殻（$R_1 < R_2$）とを中心 O を一致させて配置したコンデンサー（図 1）を考える。導体球に電荷 q，導体球殻に電荷 $-q$ を与える。

1) 導体球と導体球殻に挟まれた空間 $R_1 < r < R_2$（r は中心 O からの距離）における電場の大きさ E と向きを求めよ。

2) 導体球殻に対する導体球のポテンシャルの差 ϕ' を計算せよ。

3) ポテンシャルの差 ϕ' とコンデンサーに蓄えられた電荷 q の関係，$q = C'\phi'$ より，このコンデンサーの電気容量 C' を求めよ。

[5] 一般に静電場のエネルギー密度は $\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ で与えられる。これを半径 R_1 の導体球と半径 R_2 の導体球殻に挟まれる空間で積分することにより，このコンデンサーに蓄えられているエネルギー U を計算せよ。

[6] 前問 [5] の結果より，コンデンサーに蓄えられるエネルギー U は，[4] で求めた電気容量 C' と蓄えられている電荷 q を使って，$\frac{1}{2C'}q^2$ と表されることを示せ。

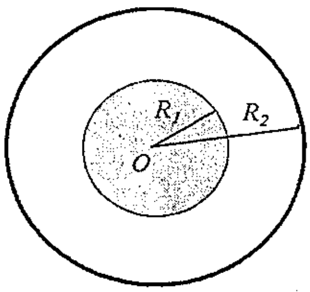


図 1

物3

[1] 演算子 $\hat{X}, \hat{Y}$ の交換子 $[\hat{X}, \hat{Y}]$ を $[\hat{X}, \hat{Y}] = \hat{X}\hat{Y} - \hat{Y}\hat{X}$ と定める。任意の演算子 $\hat{X}, \hat{Y}, \hat{Z}$ について

$$[\hat{X}\hat{Y}, \hat{Z}] = [\hat{X}, \hat{Z}]\hat{Y} + \hat{X}[\hat{Y}, \hat{Z}]$$

が成り立つことを示せ。

[2] 演算子 $\hat{T}$ のエルミート共役を $\hat{T}^\dagger$ と書く。$\hat{T}^\dagger = \hat{T}$ が成り立つなら，$\hat{T}$ をエルミート演算子という。いま，$\hat{P}, \hat{Q}$ をエルミート演算子とし，$[\hat{P}, \hat{Q}] = -i\hbar\hat{1}$ が成り立つとする。ここで $i = \sqrt{-1}$, $\hbar = h/(2\pi)$ であり，h はプランク定数である。$\hat{1}$ は恒等演算子（単位元）である。λ を実数として，

$$\hat{A} = \frac{1}{\sqrt{2\hbar}}\left(e^{\lambda}\hat{Q} + i e^{-\lambda}\hat{P}\right)$$

とおく。このとき $\hat{A}^\dagger$ を求めよ。

[3] $[\hat{A}, \hat{A}^\dagger] = \hat{1}$ となることを示せ。

[4] $\hat{N} = \hat{A}^\dagger\hat{A}$ とおく。交換子 $[\hat{N}, \hat{A}]$ と $[\hat{N}, \hat{A}^\dagger]$ を求めよ。

[5] $\hat{K} = \frac{1}{2}(\hat{P}\hat{Q} + \hat{Q}\hat{P})$ とおく。交換子 $[\hat{K}, \hat{P}]$ と $[\hat{K}, \hat{Q}]$ を求めよ。

[6] 次の微分方程式を満たす，時刻 t に依存する $\hat{P}(t)$ と $\hat{Q}(t)$ を，前問 [5] の交換子を使って求めよ。

$$-i\hbar\frac{d\hat{P}(t)}{dt} = [\hat{K}(t), \hat{P}(t)], \quad -i\hbar\frac{d\hat{Q}(t)}{dt} = [\hat{K}(t), \hat{Q}(t)], \qquad \hat{P}(0) = \hat{P}, \quad \hat{Q}(0) = \hat{Q}$$

[7] $\hat{P} = -i\hbar\frac{\partial}{\partial x}$, $\hat{Q} = x$ と置き換えて，関数 $f(x)$ を初期条件とするシュレーディンガー方程式

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = \hat{K}\psi, \qquad \psi(x, 0) = f(x)$$

を満たす波動関数 $\psi(x, t)$ を求めよ。

[8] 任意の時刻 t において次の式が成り立つことを示せ。

$$\int_{-\infty}^{\infty}|\psi(x,t)|^2 dx = \int_{-\infty}^{\infty}|f(x)|^2 dx$$

物 4

[1] 離散的な状態をとる系を考えよう。この系を温度Tのカノニカル分布によって取り扱い，以下の問に答えよ。なお，状態lにおけるある物理量Aの値をA_l，その状態が出現する確率をP_lとしたとき，Aの平均値（アンサンブル平均）を$\langle A\rangle = \sum_l A_l P_l$で定義するものとする。また，ボルツマン定数を$k_B$として，$\beta = 1/(k_B T)$とする。

1）系の状態lでのエネルギーをE_lとする。エネルギーの平均値$\langle E\rangle$は，系の分配関数Zを用いて，$\langle E\rangle = -\dfrac{1}{Z}\dfrac{\partial Z}{\partial \beta}$と表されることを示せ。

2）$\langle E^2\rangle = \dfrac{1}{Z}\dfrac{\partial^2 Z}{\partial \beta^2}$と表されることを示せ。

3）エネルギーのゆらぎを$\Delta E_l = E_l - \langle E\rangle$と定義する。エネルギーのゆらぎの2乗の平均値$\langle(\Delta E)^2\rangle$は，系の定積熱容量$C_V = \dfrac{\partial\langle E\rangle}{\partial T}$を用いて，$\langle(\Delta E)^2\rangle = k_B T^2 C_V$と表されることを示せ。

4）系がN個の要素からなるとする。$\dfrac{\sqrt{\langle(\Delta E)^2\rangle}}{\langle E\rangle}$は$\dfrac{1}{\sqrt{N}}$程度の大きさであることを説明せよ。

[2] 次に，N個の独立な要素からなる系を考えよう。各要素は，エネルギーが$-\varepsilon, \varepsilon$の2状態のみをとるとする。ただし，$\varepsilon > 0$である。この系を温度$T$のカノニカル分布によって取り扱い，以下の問に答えよ。なお，$\langle E\rangle$，$\langle(\Delta E)^2\rangle$の定義は前問[1]と同じである。

1）この系の分配関数Zを求めよ。

2）この系のエネルギーの平均値$\langle E\rangle$を求めよ。

3）$\langle E\rangle$が最大，または最小となるような温度Tを求めよ。また，$\langle E\rangle$の最大値，最小値を求めよ。それぞれの場合について，系はどのような状態になっているか述べよ。

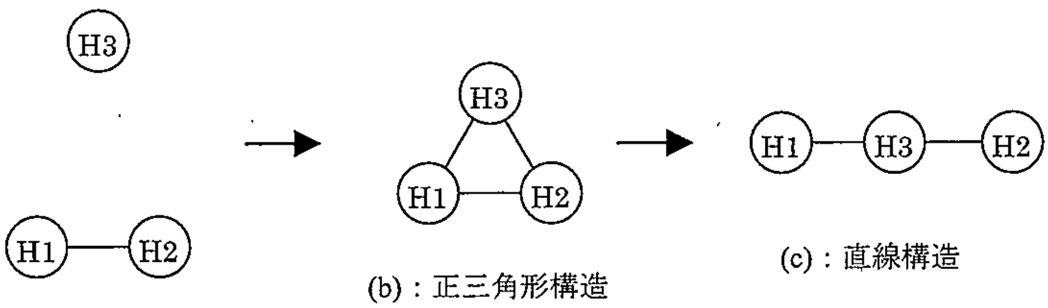
4）$\dfrac{\sqrt{\langle(\Delta E)^2\rangle}}{\langle E\rangle}$を計算し，$\dfrac{1}{\sqrt{N}}$に比例することを示せ。

5）この系のエントロピーSを求めよ。

6）高温極限（$T \to \infty$）でのエントロピーを求めよ。

化 1

単純ヒュッケル法を用いて水素分子 H_2 と水素イオン H^+ の反応を調べよう。佳子さんはこの反応が図 1 のように，(a)遠く離れた H_2 と H^+ が接近し，(b)正三角形の分子イオン H_3^+ を作り，(c)最後に直線型に変形すると考えた。



(b)：正三角形構造

(c)：直線構造

(a)：遠く離れた H_2 と H^+

図 1　佳子さんが考えた反応経路

［1］水素原子のシュレーディンガー方程式を書きなさい。電子の質量 m，プランク定数 h，電子の電荷量 e を用いること。その他に用いた記号の定義も記しなさい。

［2］構造(c)の分子軌道を求めよう。i 番目の水素の 1s 軌道を χ_i とし，分子軌道を式(1)で表わす。ここで C_i は軌道係数である。またクーロン積分と共鳴積分は式(2)，(3)で与えられるとする。

$$\phi = C_1\chi_1 + C_2\chi_2 + C_3\chi_3 \tag{1}$$

$$\int \chi_i \hat{H} \chi_i \mathrm{d}\tau = \alpha = 0 \qquad (i=1, 2, 3) \tag{2}$$

$$\int \chi_i \hat{H} \chi_j \mathrm{d}\tau = \beta = -1 \qquad (i \text{ と } j \text{ は図 1(a), (b), (c)で結合した原子の対}) \tag{3}$$

$\hat{H}$ はハミルトニアンである。簡単のためエネルギーの原点を $\alpha = 0$ と選んだ。式(3)以外の共鳴積分はゼロとする。分子軌道を求めるための永年方程式を書き，それを解き，3 つの軌道エネルギーを求めなさい。また 2 番目に安定な軌道の軌道係数を求めなさい。必要なら次の行列式の公式を使いなさい。

$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix} = aei + bfg + cdh - ceg - afh - bdi$$

［3］構造(b)では，軌道エネルギーと軌道係数は式(4)で与えられる。

$$\varepsilon_1=-2,\quad \varepsilon_2=1,\quad \varepsilon_3=1$$
$$(C_1,C_2,C_3)=(\frac{1}{\sqrt{3}},\frac{1}{\sqrt{3}},\frac{1}{\sqrt{3}}),(\frac{1}{\sqrt{2}},-\frac{1}{\sqrt{2}},0),(\frac{1}{\sqrt{6}},\frac{1}{\sqrt{6}},-\frac{2}{\sqrt{6}}) \tag{4}$$

また構造(a)での永年方程式を解くと，H_2 の結合性軌道と反結合性軌道，軌道エネルギー$\varepsilon=0$の水素原子の 1s 軌道が得られる。これらの軌道エネルギーの位置を図2の例にならって記しなさい。軸 H1-H2 に直交する節面を持つ軌道を各構造で選び，図 2 の例にならってそれらの軌道エネルギーを点線で結び，軌道の形を記しなさい。同様に，節面を全く持たない軌道を各構造で選び，それらの軌道エネルギーを点線で結びなさい。

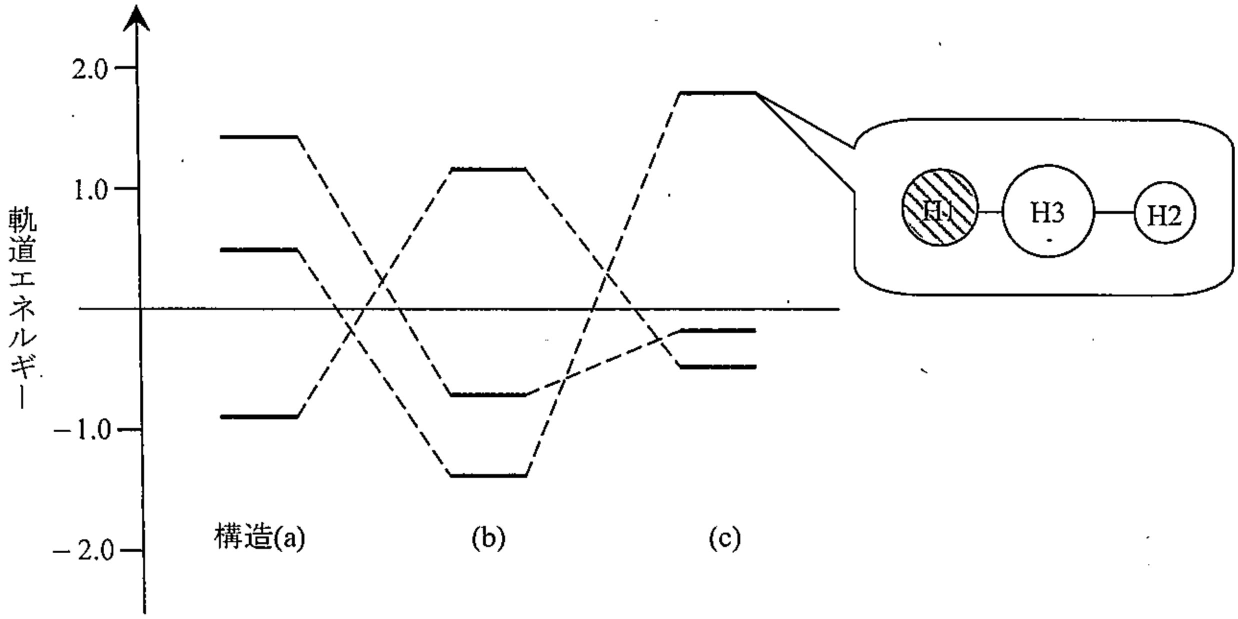


図 2　軌道エネルギーのまとめの例。軌道の絵では，白抜きは軌道が正符号，斜線は負符号の領域を示し，円の大きさは軌道係数の大きさを示す。

［4］問［3］の結果を使うと，佳子さんの考えた反応経路で反応しそうと言えるか，理由を付して答えなさい。なお共鳴積分の大きさ$|\beta|$は室温のエネルギーより十分大きいとする。

化２

以下の問［１］と［２］に答えなさい。

［１］次の文章を読んで，以下の１）と２）に答えなさい。

二原子分子あるいはそのイオンの化学結合を，２つの質点がバネにつながれた調和振動子を用いたモデルで考えよう。この場合，バネの力の定数kを用いて，振動数νは$\frac{1}{2\pi}\sqrt{k/\mu}$（$\mu$は換算質量）で与えられるため，仮にイオン化などで結合が強くなると振動数は$\boxed{（ア）}$なる。この調和振動子を量子力学的に解くと，振動のエネルギー準位は$E_n = h\nu\left(n+1/2\right)$である。ここで，$h$はプランク定数，量子数$n$は$0, 1, 2, \cdots$である。振動の最低準位のエネルギーは$E_0 = h\nu/2$で与えられ，これは$\boxed{（イ）}$と呼ばれている。この$\boxed{（イ）}$は(あ)<u>解離エネルギーや活性化エネルギーの同位体効果の原因となる</u>。

１）$\boxed{（ア）}$と$\boxed{（イ）}$に当てはまる語句を記しなさい。

２）下線部（あ）に関して，水素分子H_2の解離エネルギーと，２つの重水素からなる分子D_2の解離エネルギーはどちらが大きいか，理由とともに説明しなさい。なお，二原子分子の換算質量は$\mu = m_1 m_2/\left(m_1+m_2\right)$（$m_1$と$m_2$は２つの原子の質量）で与えられる。

［２］次の文章を読んで，以下の１）から４）に答えなさい。

反応物Ａから，２つの１次反応，

$$A \xrightarrow{k_1} B \qquad (1)$$

$$A \xrightarrow{k_2} C \qquad (2)$$

によって，生成物ＢとＣが同時に生じる反応を考える。ここで，k_1およびk_2はそれぞれ，反応（１）と反応（２）の速度定数である。また，逆反応は無視できるほど遅いとする。まず，ＡとＢの反応速度式は，それぞれの濃度$\left[A\right]$と$\left[B\right]$を用いて，

$$\frac{\mathrm{d}[\mathrm{A}]}{\mathrm{d}t} = \left(\quad \text{(a)} \quad \right) \tag{3}$$

$$\frac{\mathrm{d}[\mathrm{B}]}{\mathrm{d}t} = \left(\quad \text{(b)} \quad \right) \tag{4}$$

と与えられる。ここで，時刻 $t=0$ におけるＡの初期濃度は $[\mathrm{A}]_0 = a$，ＢとＣの初期濃度は $[\mathrm{B}]_0 = [\mathrm{C}]_0 = 0$ とする。式（３）から，時刻 t における $[\mathrm{A}]$ は，

$$[\mathrm{A}] = \left(\quad \text{(c)} \quad \right) \tag{5}$$

と書ける。さらに式（５）を式（４）に用いると，時刻 t における $[\mathrm{B}]$ を表す式として，

$$[\mathrm{B}] = \left(\quad \text{(d)} \quad \right) \tag{6}$$

が得られる。同様にして $[\mathrm{C}]$ を表す式も導出し，式（６）と合わせて考慮すると，生成物の濃度比 $[\mathrm{B}]/[\mathrm{C}]$ は，

$$[\mathrm{B}]/[\mathrm{C}] = \left(\quad \text{(e)} \quad \right) \tag{7}$$

となり，速度定数 k_1 および k_2 のみに依存する。また，(あ)温度の変化に対して生成物の濃度比が変化することが予想される。

1）(a)から(e)に当てはまる数式を記しなさい。

2）Ａの半減期 $t_{1/2}$ を表す数式を求めなさい。導出過程も記すこと。

3）式（５）と式（６）に基づき，$[\mathrm{A}]$ と $[\mathrm{B}]$ の時間変化の概略を，横軸を t として，１つのグラフに示しなさい。ただし，ここでは $k_1 = 2k_2$ とし，十分時間が経った時および時刻 $t_{1/2}$ の $[\mathrm{A}]$ と $[\mathrm{B}]$ がわかるように示しなさい。

4） 下線部（あ）に関して，k_1 と k_2 の温度依存性がアレニウスの式に従う場合を考える。反応（１）の活性化エネルギーが反応（２）の活性化エネルギーよりも大きい場合，温度上昇につれて生成物の濃度比$[B]/[C]$は大きくなるか，あるいは小さくなるか，理由とともに説明しなさい。

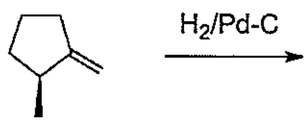
化3

［1］ ある分子とそれを鏡にうつした分子(鏡像)が重ねあわせることができない場合，その分子はキラルであるという。不斉炭素原子の存在は，キラリティーの原因となる。キラリティーについて次の問いに答えなさい。

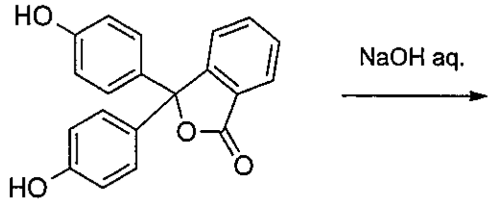
1）光学活性体の不斉炭素の絶対立体配置の表示にはCahn-Ingold-Prelog 則が用いられ，*R*, *S*で表示される。この規則における順位付けと*R*, *S*表記法について例を用いて説明しなさい。

2）不斉炭素を持ちながらキラルでない分子（アキラルな分子）がある。このような分子を何と言うか。また実例をあげてその理由を説明しなさい。

3）次の反応で得られる生成物を立体も含めて書きなさい。2種類以上の生成物が得られると推測される場合は，主生成物を明示した上で，それが主生成物になる理由を説明しなさい。さらに，全ての生成物について不斉炭素の絶対立体配置を示しなさい。



［2］pH指示薬のフェノールフタレイン（下図構造式）は中性では無色であるが，水溶液中で塩基性にすると濃いピンク色を呈する。この理由をフェノールフタレインのpHによる構造変化を書いて説明しなさい。



中性

λmax 231 nm (ε 25800)
275 nm (ε 4200)

p*K*a 9.4

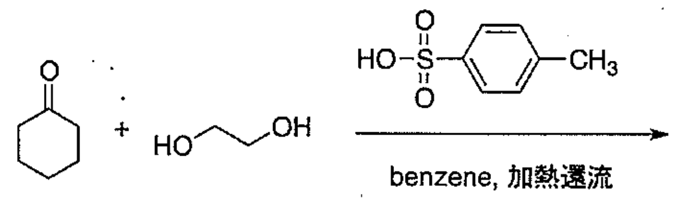
塩基性（pH >10）

λmax 230 nm (ε 25800)
553 nm (ε 3600)

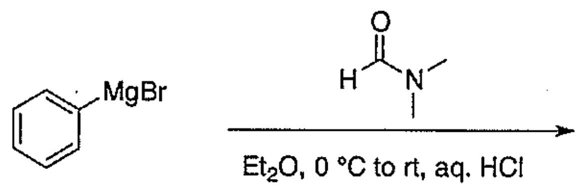
化4

［1］以下に記載の反応式から3問を選択し，主生成物とそれを与える反応機構について説明しなさい（解答用紙には選択した問題番号を記載すること)。

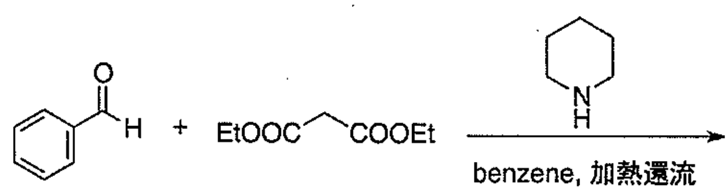
1）



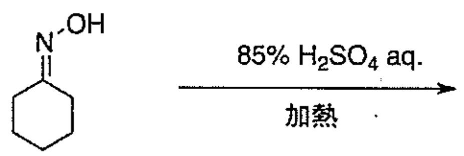
2）



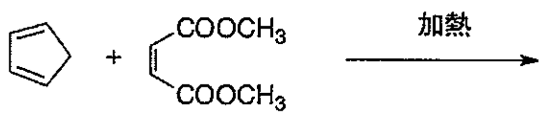
3）



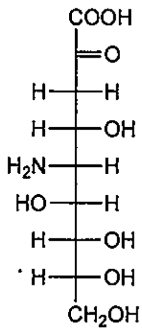
4）



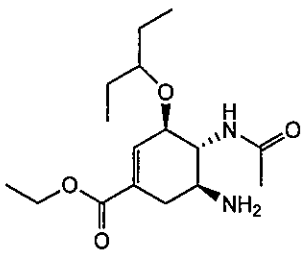
5）



［2］ インフルエンザウイルスの表面には，ヘマグルチニン（ＨＡ）とノイラミニダーゼ（ＮＡ）の二種類のタンパク質がある。ウイルスのヒトへの感染は，ＨＡが上皮細胞の表層にあるシアル酸（下図左側に鎖状構造で示した）を認識して結合することから始まる。一方，宿主細胞内で増殖したウイルスが細胞から遊離する際にはこの結合が邪魔になるため，ＮＡを作用させシアル酸を切り離す。インフルエンザ治療薬のオセルタミビル（商品名タミフル，下図右側）はシアル酸の構造を模倣したＮＡ阻害剤である。



シアル酸



オセルタミビル

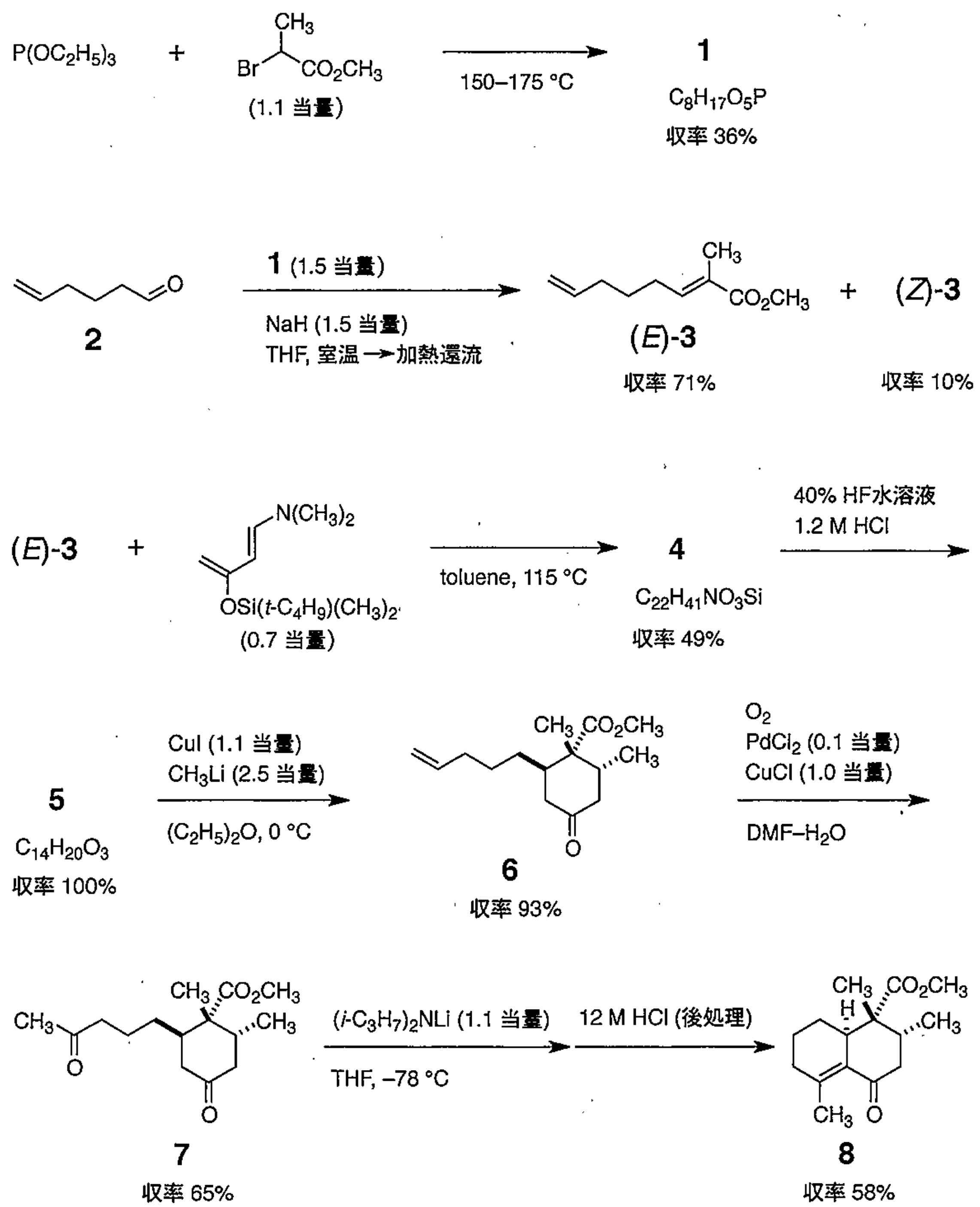
1）ピラノース構造をとったシアル酸を書きなさい。

2）オセルタミビルはどのような機構でインフルエンザの治療薬として働くか推測しなさい。

3）一般にオセルタミビルは発症後 48 時間以内に投与した際に有効であるとされる。これはなぜであるか推測しなさい。

化 5

［1］ 二環性エノン **8** の合成に関する以下の問いに答えなさい。なお，化合物 **4** から化合物 **8** はすべてラセミ体であり，化合物 **6** から化合物 **8** は相対配置で示してある。反応機構を解答する際には，電子の流れを示す矢印を用いること。



1） 化合物 **1** の構造を反応機構とともに書きなさい。

2） 化合物 **1** と化合物 **2** から化合物(*E*)-**3** が生成する反応の機構を書きなさい。

3） 化合物 **4** の構造を書きなさい。

4） 化合物 **5** の構造を書きなさい。また，化合物 **4** から化合物 **5** が生成する反応の機構を書きなさい。

5） 化合物 **7** から化合物 **8** が生成する反応の機構を書きなさい。

生１

次の文章を読み，各問に答えよ。

細胞内でDNAの合成は次のように行われる。遊離の（ア）が，重合反応を触媒する（イ）の活性部位において，鋳型鎖の塩基と（ア）の塩基との間に出来る（ウ）結合により定位する。次にこの（ア）から（エ）が遊離し，この（エ）はさらに２分子の（オ）へと加水分解される。この時に放出される自由エネルギーに促されて，（カ）の3'末端のヒドロキシ基と（ア）の間に（キ）結合が生じ，（ク）の方向に１塩基分DNAが伸長する。

DNA複製の際には，染色体の二重鎖DNAは（ケ）により２本の一本鎖DNAへと開裂し，Y字型の（コ）を形成する。２本の一本鎖DNAのそれぞれを鋳型として上記の重合反応が行われるが，(ス)両者の間で新生DNA鎖の伸長の様式が異なるため，DNA複製は非対称的複製と呼ばれる。真核細胞においては，(セ)（サ）が染色体の末端にある（シ）領域の複製のために働き，染色体の長さを維持している。

［１］文中の（ア）～（シ）に次の語群から語を選んで入れよ。

(DNAヘリカーゼ，DNAポリメラーゼ，RNAポリメラーゼ，テロメラーゼ，逆転写酵素，水素，酸素，共有，ホスホジエステル，ピロリン酸，無機リン酸，プライマー鎖，鋳型鎖，5'→3'，3'→5'，複製フォーク，ホリデイ構造，セントロメア，テロメア，デオキシリボヌクレオシド三リン酸，リボヌクレオシド三リン酸)

［２］下線（ス）について，どのように異なるのかを，下の語群から出来るだけ多数の語を用いて400字程度で説明せよ。図を用いても良い。

(リーディング鎖，ラギング鎖，岡崎フラグメント，プライマーゼ，RNAプライマー，DNAリガーゼ，留め金タンパク質（sliding clamp))

［３］下線（セ）について，どのように働いているのかを300字程度で説明せよ。図を用いても良い。

生２

以下の（a）～（d）の実験方法から２つを選び，それぞれについて各問に答えよ。図を用いても良い。

(a) レポーターアッセイ法
(b) ノーザンブロット法
(c) SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動
(d) *in situ* ハイブリッド形成法

［１］ 目的を 30 字程度で説明せよ。

［２］ 原理を 200 字程度で説明せよ。

［３］ 手順を 200 字程度で説明せよ。

生３

［１］細胞外のシグナルを細胞内に伝える仕組みのうち,GTP を利用するものについて,語群にある単語の１０個程度を適切に用いて知るところを簡潔に述べよ（２５０文字程度)。

語群：不活性化，GDP，G タンパク共役型受容体（GPCR と略しても良い)，膜タンパク質，複合体，膜貫通領域，GTP，構造変化，シグナル分子，活性化，７本，加水分解，G タンパク，標的分子

［２］タンパク質がプロテアソーム系により分解される過程について，語群にある単語の１０個程度を適切に用いて知るところを簡潔に述べよ（２５０文字程度)。

語群：ユビキチン，プロテアソーム，リジン，ユビキチン化，超分子複合体，ポリユビキチン化，ミスフォールド，脱ユビキチン化，ユビキチンライゲース，ペプチド，再利用，標的分子

地１

鉱物の性質について下記の問題に答えよ。

［1］鉱物の硬さの指標として，一般的にモース硬度がよく用いられる。モース硬度の測定原理および長所についてできるだけ詳しく説明せよ。

［2］鉱物の示す色には外観色と条痕色がある。両者の違いについてできるだけ詳しく説明せよ。

地 2

地図について下記の問題に答えよ。

［1］ 現在用いられている地図は，紙媒体で提供されるもの（紙地図）と電子媒体で提供されるもの（電子地図）に大別できる。紙地図と電子地図それぞれの長所についてできるだけ詳しく説明せよ。

［2］ 電子地図の地図データの利用形態は，スタンドアローン型とオンライン型に大別できる。それぞれの利用方法および長所についてできるだけ詳しく説明せよ。

情 1

0 から V-1 までの整数値が出るくじを N 回引いた。N, V はそれぞれ 1 以上の整数の定数とする。この結果における各値の出現回数を表示し，さらに，出現回数に比例した確率で値を 1 つ選んで表示することでくじ引きを再現する C 言語のプログラムを以下の手順で作成した。各問いに答えよ。なお，以下では N を 6, V を 3，くじを引いて出た値を "1, 2, 0, 1, 2, 1" とする。

[1]まず，くじを引いた結果における各値の出現回数を計算して表示する以下のプログラムを作成した。関数 calcDist は，くじを引いた結果の値が代入された大きさ N の整数型 1 次元配列と，大きさ V の整数型 1 次元配列の先頭要素のアドレスを，整数型ポインタ変数 dat, dis でそれぞれ受け取る。そして，計算結果として，dat が指す配列の要素における値 x の出現回数を，dis が指す配列の x 番目の要素の値として設定する。適切に動作し実行結果の通りの出力を得るように空欄を埋めよ。

プログラム：

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define N 6
#define V 3

void calcDist(int *dat, int *dis){
    for(int i=0;___(1)___;i++)
        dis[i]= ___(2)___;
    for(int i=0;___(3)___;i++)
        dis[___(4)___]+=___(5)___;
}

int main(void) {
    int data[N]= {1, 2, 0, 1, 2, 1};
    int dist[V];
    calcDist(___(6)___);
    for(int i=0;i<___(7)___;i++){
        printf("%dは%d回", ___(8)___);
        if(i<___(9)___){
            printf(", ");
        }else{
            printf("___(10)___");
        }
    }
    /* --- */
    return(0);
}
```

実行結果：

```
0は1回, 1は3回, 2は2回出ました.
```

[2]次に，calcDist 関数で計算される各値の出現回数が入った配列の先頭要素のアドレスを整数型ポインタ変数 dis で受け取り，その出現回数に比例する確率で 0 から V-1 までの整数値から値を 1 つ選んで返す関数 getValue を以下の通りに作成し，プログラムの適切な場所に追加した。関数中では，0 以上 N 未満の整数値を等確率で 1 つ選び，その値から各出現回数を順次減算していき，0 を下回ったときの出現回数に対応する値を返している。また，問題[1]の main 関数中の "/* --- */" を以下の一文と置き換えくじ引きを再現した結果を表示するようにした。空欄を適切に埋めよ。なお，rndInt(x) は 0 以上 x 未満の整数値を等確率で 1 つ選んで返す関数とする。

関数 getValue：

```
int getValue(int *dis){
    int r= rndInt(N);
    int i;
    for(i=0;i<V;i++){
        r-= ___(1)___;
        if(___(2)___)
            break;
    }
    return(___(3)___);
}
```

main 関数中の "/* --- */" と置き換えた一文：

```
    printf("くじ引きを再現して出た値は%d です．", ___(4)___);
```

[3]加えて，calcDist 関数で計算される各値の出現回数が入った配列の先頭要素のアドレスを整数型ポインタ変数 dis で，0 から V-1 までの任意の整数値を整数型変数 val で受け取り，ある整数値を返す関数 func を以下の通りに作成した。この関数の返り値は何を示すか，くじ引きの文脈に即して説明せよ。

```
int func(int *dis, int val){
    if(dis[val]==0)
        return(-1);

    if(getValue(dis)==val){
        return(1);
    }else{
        return(func(dis, val) + 1);
    }
}
```

情 2

次の手順に従ってネットワークを構成し，特徴を調べた。以下の問に答えなさい。

[ネットワークの構成手順]

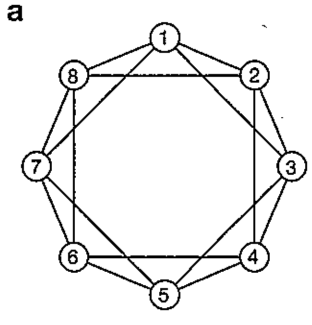
1. ノード数 n と各ノードから出る平均リンク数 k を与える。ただし，n は正の整数，k は2以上 $n-1$ 以下の偶数とする。

2. n 個のノードをリング状に配置する。次に，各ノードを，右隣 $k/2$ 個のノードおよび左隣 $k/2$ 個のノードとリンクでつないで，ネットワーク G (無向グラフ) を構成する。

3. G の全てのリンクから割合 p $(0 \leq p \leq 1)$ の本数のリンクを等確率でランダムに選択する。

4. 3で選択した各リンクで次の操作をする。まず，片方の端はつないだまま，もう一方の端を切断する。どちらの端を切断するかは確率1/2で決める。次に，G のノードの1つを等確率でランダムに選択し，そこに切断したリンクの端をつなぐ。この際，切断前のリンクの両端にあるノードの選択や，多重リンクを発生させるようなノードの選択は行わない。

[1] p の値に応じたネットワークの平均距離と平均クラスター係数を，それぞれ $L(p)$ および $C(p)$ と表し，以下で定義するこの2つの指標でネットワークの特徴を調べる。ノード v_i と v_j の距離 $d(v_i, v_j)$ を，v_i から v_j に行くために通過しなければならない最小のリンク数と定義し，$L(p)$ は $d(v_i, v_j)$ のノードの全ての組み合わせに対する平均とする。また，v_i とリンクでつながっている k_i 個のノードの中の2個を選んだ時に，選んだノードどうしがリンクでつながっている場合，これを v_i を含む三角形と定義し，この個数を m_i とする。この時，ノード v_i のクラスター係数は，$C_i = m_i/(k_i(k_i-1)/2)$ と定義され，$C(p)$ は全てのノードの C_i の平均とする。図1aとbは，それぞれ手順4を実行する前と後のネットワークの例である ($n = 8$, $k = 4$, $p = 0.1$)。図1bのネットワークの $L(p)$ と $C(p)$ を求めなさい。途中の計算過程も示すこと。



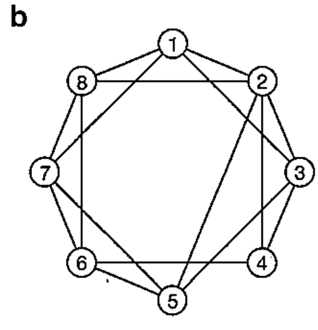


図 1

[2] 上記手順に従ってネットワーク ($n = 1000$, $k = 10$) を構成するシミュレーションを行い，p に対する $L(p)$ と $C(p)$ の挙動を調べた。100回のシミュレーションの平均値を示したのが図2である。この図が表すことを述べなさい。

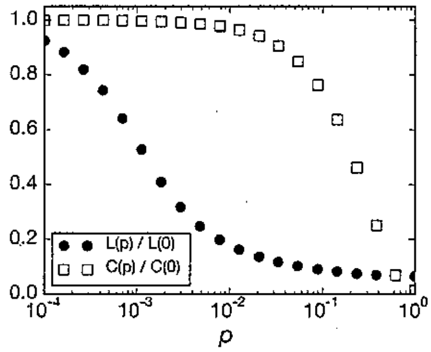


図 2

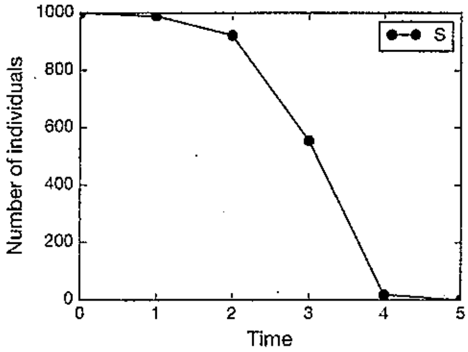


図 3

[3] p が小さい場合，手順 4 において，左右隣の近傍にない離れたノードへのリンクのつなぎ替えを行うことは，ショートカット (近道) を作ることに相当する。[2] のネットワークで $p = 0.01$ ぐらいの時, ノードを人, リンクを交友関係と考えた場合，この交友関係のネットワークにおいて, ショートカットの存在はどのような効果をもたらすか，[2] の結果をふまえて説明しなさい。

[4] [2] のネットワーク ($n = 1000, k = 10$) 上で, 感染症の伝搬の離散時間モデルを考える。各ノードは感受性保持者 (S)，感染者 (I)，免疫保持者 (R) のいずれかの状態をとり，R は S や I には変化しないものとする。このモデルにおける感染症の伝搬は，次の 2 つの過程からなる。

- I はリンクでつながった S と接触し，接触された S は確率 r で次の時刻に I となる。
- I は次の時刻に R になる。

初期状態はランダムに選んだ 1 つのノードを I，それ以外の全てのノードを S とする。終状態においてネットワーク上の全員が R になるような条件で，この感染症の伝搬モデルをシミュレーションした。

1) 図 3 は $p = 1$，$r = 0.8$ における S の個体数の時間発展の例である。この時の I と R の個体数の時間発展のおおよその挙動をグラフに示しなさい。
2) p の値に応じて，ネットワーク上の全員が R になるまでにかかる時間を $T(p)$ とする。p に対する $T(p)/T(0)$ のおおよその挙動をグラフで示し，説明しなさい。

情 3

「1 次元配列 M を入力として与えると，配列要素の置換を繰り返すことにより，全配列要素を元とは異なる（配列内の）位置に移動するアルゴリズム」の作成を目的とする。各設問［1］-［4］においては，配列 M として，以下に示す配列要素を持つ，長さ 6 の配列 A を想定する。配列要素はインデックスを用いて参照する。例えば，インデックス 1 の配列要素 A[1]は 4 である。インデックス用の変数として i，j を用いる。

インデックス	0	1	2	3	4	5
配列 A	3	4	1	0	2	5

［1］ i，j，そして 1 次元配列 M を引数とする関数 swap のアルゴリズムを作成した。tmp は変数である。i を 1，j を 3，M を A として swap を実行した後の配列 A の内容を示せ。

```
swap(i, j, M)
        1.  M[i]を tmp に代入する。
        2.  M[j]を M[i]に代入する。
        3.  tmp を M[j]に代入する。
```

［2］ 目的とするアルゴリズムの作成に向けて，まず，配列 M を引数とするアルゴリズム shuffle_1 を作成した。ここで，random(m)は，0 から m 未満の非負整数 m 個の中から等確率で 1 つ選んで返す関数であり，len は変数である。

```
shuffle_1(M)
        1.  len に配列 M の長さを代入する。
        2.  以下を len-1 回繰り返す。
                2.1.  i に random(len)を代入する。
                2.2.  j に random(len)を代入する。
                2.3.  swap(i, j, M)を実行する。
```

配列 A を引数として shuffle_1(A)を実行したところ，swap が実行される際の引数 i，j の組(i, j)は，処理順に(1, 5) (1, 2) (0, 5) (0, 3) (2, 5)であった。実行後に，すべての配列要素を元とは異なる位置に移動するという目的が達成されたかどうかを理由とともに述べよ。

[3] 次に，アルゴリズム shuffle_2 を作成した。shuffle_2(A)を実行する。

```
shuffle_2(M)
        1.  len に配列 M の長さを代入する。
        2.  i に len-1 を代入する。
        3.  i>0 の間，以下を繰り返す。
                3.1.  j に random(len)を代入する。
                3.2.  swap(i, j, M)を実行する。
                3.3.  i に i-1 を代入する。
```

1) 実行中，ある配列要素が配列内で一度も移動しなかったとしたら，それはどういう状況で起こるか述べよ。

2) 1)とは異なり，ある配列要素が他の位置に一度だけ移動したが，その後，その位置から元の位置に移動したため，結果的には移動せず，目的とする結果が得られなかったという。その具体例を，配列の内容，及び実行される swap の引数 i，j の組(i, j)の両者を実行順に列挙することによって示せ。

3) 2)とは異なり，ある配列要素が 3 回以上の移動を経て，元の位置に戻ったため，目的とする結果が得られなかったという。どういう状況でこのようなことが起こるか簡単に述べよ。

[4] shuffle_2 のアルゴリズムにおいて，変数，または関数の引数を 1 個所のみ変更することにより，目的とするアルゴリズムを得ることができる。この変更点を示せ。また，この変更によって，[3]に示した 3 つのケースが起こらないことをそれぞれ簡単に説明せよ。

人 1

〔1〕 縄文人と渡来系弥生人の頭蓋骨形質について，異なる点を 2 つあげ，どのように異なるのかを図を用いつつ説明しなさい。

[2] 縄文時代から近代までの日本人の平均身長がどのように推移したかを，その原因に言及しつつ説明しなさい。

人2

縄文時代の陸獣狩猟において，主要な対象獣はシカとイノシシであった。

[1] このシカ・イノシシ狩猟が縄文時代の陸獣狩猟中で占める割合について，説明しなさい。

[2] このシカ・イノシシ狩猟の縄文時代における地域性について説明しなさい。

[3] このシカ・イノシシ狩猟の縄文時代における時代性について説明しなさい。

工 1

[1]　図１のような固定はりに等分布荷重wが作用している不静定問題を考える。はりの両端に作用する曲げモーメントMを求めたい。その準備として，図２および図３に，それぞれ示す，はり１およびはり２の左端のたわみ角を計算する。はりの長さはいずれもℓであり，はりのヤング率（縦弾性係数）は一定値E，断面二次モーメントは一定値Iとする。以下の問いに答えよ。

1) 図２のはり１に等分布荷重wを作用させたとき，はりの左端のたわみ角θ_1を求めよ。
2) 図３のはり２の両端に曲げモーメントMを作用させたとき，はりの左端のたわみ角θ_2を求めよ。
3) $\theta_1 + \theta_2 = 0$を用いて，図１の固定はりの固定端に発生する曲げモーメントMを計算せよ。

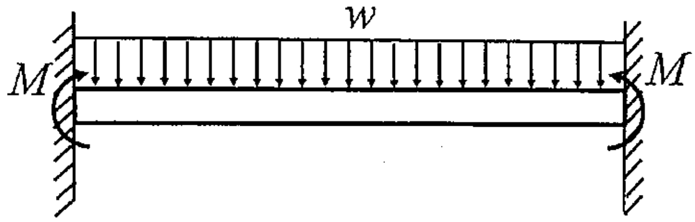


図１　等分布荷重を受ける固定はり

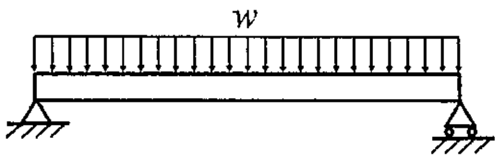


図２　はり１

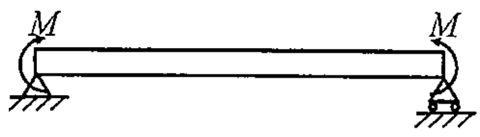


図３　はり２

[2]　x-y平面内での平面応力状態を考える。ある弾性体の１点に，応力成分$\sigma_x = 2p$，$\sigma_y = p$および$\tau_{xy} = \left(-\sqrt{3}/2\right)p$が発生している。ただし，$p$は正の定数とする。以下の問いに答えよ。

1) 主応力を求めよ。
2) 主せん断応力を求めよ。
3) 主応力，主せん断応力が作用する方向を，x軸との間の角度θとして求めよ。

工 2

[1] x-y平面内の二次元非粘性・非圧縮性流れについて，以下の問いに答えよ。

1) Euler の運動方程式を記述せよ。ただし，時間を t，速度を (u,v)，密度を ρ，圧力を p，単位質量あたりに作用する体積力を (X,Y)とする。

2) 定常流を対象として，Bernoulli の式を Euler の運動方程式から導出せよ。ただし，体積力がポテンシャル U により生じ，$X=-\partial U/\partial x$ および $Y=-\partial U/\partial y$ と表されるものとする。

[2] 以下の用語について，それぞれ 100 字以内で説明せよ。ただし，数式や図を併用してもよい。

1) 渦度

2) 速度ポテンシャル

3) 流れ関数

4) Karman 渦

工3

時間 t の関数 $f(t)$ のラプラス変換された関数を $F(s)$ のように書くことにする。

[1] 図1に示す理想オペアンプ OP1，OP2，および OP3 を用いた閉ループ制御系について，以下の問いに答えよ。なお，$v_{\mathrm{i}}(t)$ は入力電圧，$v_{\mathrm{o}}(t)$ は出力電圧，$v_{\mathrm{A}}(t)$ は A 点における電圧，$v_{\mathrm{B}}(t)$ は B 点における電圧，R_0，R_1，R_2，R_3，R_4 は抵抗値，C_1，C_2 はコンデンサの静電容量を表す。ただし，初期値はすべてゼロとする。OP1，OP2，および OP3 については，「+」入力端子における電圧と「−」入力端子における電圧が等しく，また「+」と「−」入力端子に流れる電流がゼロとみなすことができる。

1) $V_{\mathrm{A}}(s)$ から $V_{\mathrm{o}}(s)$ までの伝達関数 $P(s) = V_{\mathrm{o}}(s)/V_{\mathrm{A}}(s)$ を求めよ。
2) $V_{\mathrm{o}}(s)$ から $V_{\mathrm{B}}(s)$ までの伝達関数 $H(s) = V_{\mathrm{B}}(s)/V_{\mathrm{o}}(s)$ を求めよ。
3) $V_{\mathrm{i}}(s)$ から $V_{\mathrm{o}}(s)$ までの閉ループ伝達関数 $G(s) = V_{\mathrm{o}}(s)/V_{\mathrm{i}}(s)$ を求めよ。
4) $R_0 = R_1$，$R_3 = R_4$，$R_1C_1 = R_2C_2 = T$ とする。ただし，T は正の実数である。角周波数を ω，入力電圧を $v_{\mathrm{i}}(t) = \sin(\omega t)$ とする。定常状態における出力電圧 $v_{\mathrm{o}}(t)$ の振幅を最大とする角周波数 ω の値およびそのときの振幅の値を求めよ。

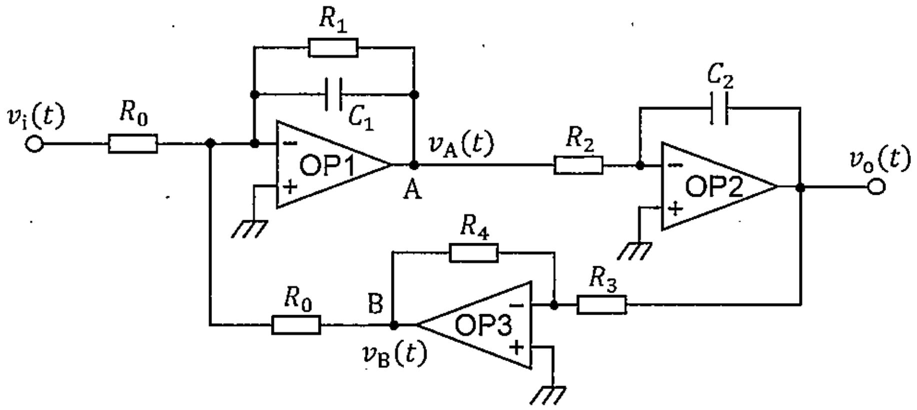


図1

[2] 図2に示す外乱のある閉ループ制御系について，下記の条件(a)〜(c)をすべて満たす K の値の範囲を求めよ。(a) 閉ループ制御系が安定である。(b) 外乱 $d(t) = 1$ に対する定常偏差がゼロである。(c) 入力 $u(t) = t$ に対する定常偏差が 0.2 以下である。

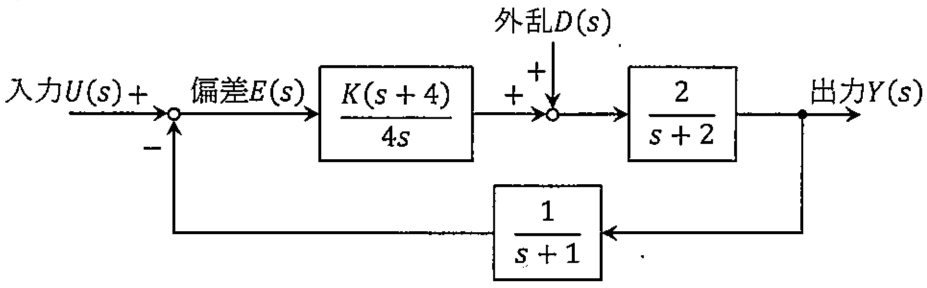


図2

論理的思考

以下の問いに答えよ。

問 1　クロード君は新米の文化人類学者である。彼はある集落にフィールドワークに出かけた。人口約 1000 人のこの集落は孤立しており，外部との交渉がまったくない。長い間自給自足の生活を営んできた。フィールドワークを続けるうちに，クロード君は，この集落にはある種の贈り物儀礼があることに気づいた。成人の間で，主として冬に行われるその儀礼は，現地の言葉で「セイボ」と呼ばれている。贈り物としてやりとりされる品物も「セイボ」と呼ばれ，種類は多種多様であるが，どれもごくささやかなものである。クロード君はこの発見に喜び，セイボがどのような規則のもとで営まれているかをさらに観察し，次のような規範を見いだしたとして，学会で報告した。

【セイボが従う規範】

(1) すべての成人は必ず誰かにセイボを贈るべし。誰にもセイボを贈らない成人は礼儀を欠く者として集落から排除される。
(2) ある者からおまえにセイボが贈られたとき，その者に直接セイボを贈り返してはならない。
(3) おまえがおまえ自身にセイボを贈るという馬鹿なまねは決してしてはならない。
(4) おまえがセイボを贈った相手がさらに幾人かの者にセイボを贈ったなら，おまえはそれらの者にもセイボを贈らねばならない。

クロード君の発表が終わるやいなや，学会の重鎮であるマルセル教授が立ち上がり，次のように発言した。

> クロード君，君が見いだしたと主張する規範のどれかは絶対に間違いだ。その集落を訪れたことがない私にどうしてそんなことが断言できるのかと言いたいだろう。私の観察と君の観察のどちらが正確か，という問題ではないのだよ。<u>その集落が，君の主張する 4 つの規範すべてに従うことは論理的に不可能</u>なのだ。

クロード君は，何が批判されているのか分からず呆然としてしまった。さてそこで，マルセル教授に代わって，なぜ下線部が成り立つのかを分かりやすく解説しなさい。

問 2　ある飲料メーカーが開発中の製品 A，B，C，D について，8 人のモニターにアンケート調査を行い，好きな製品と嫌いな製品を挙げてもらった。しかしその結果のデータからモニターの職業についての情報が誤って削除されてしまった。以下がアンケートの結果である。

	性別	年齢	好き	嫌い	職業
回答者 a	男性	20 代	A	C	?
回答者 b	男性	20 代	B, C	A	?
回答者 c	男性	30 代	A, C	B	?
回答者 d	男性	30 代	D	A, B	?
回答者 e	女性	20 代	A	C	?
回答者 f	女性	20 代	B, D	C	?
回答者 g	女性	30 代	B	A	?
回答者 h	女性	30 代	A, C	D	?

アンケート係は記憶を振り絞ってどうにか以下のことを思い出した。

1. 回答者はすべて会社員，自営業，医者，公務員のいずれかだった。これらカテゴリーの複数に属する回答者はおらず，またどのカテゴリーにも少なくとも一人の回答者が属していた。
2. 医者の過半数は C が嫌いと答えた。
3. 医者はみな A が好きと答えた。
4. 男性の会社員がいた。
5. D を嫌いと答えた会社員はいなかった。
6. 自営業は全員，男性だった。
7. 会社員はすべて女性であるか 30 代であるかのどちらかだった。
8. B が好きと答えた公務員も C が好きと答えた公務員もいなかった。

このとき回答者 c の職業は何かを答え，その結論に至った推論の過程を丁寧かつ分かりやすく説明しなさい。

問 3　以下の議論を読み，問いに応えなさい。

現在の日本の国会には衆議院と参議院の二つの議会があり，衆議院での多数党が与党になる。新しい法律が制定されるためには原則としてこの両院での可決が必要である。しかし私はこの国会の二院制に反対である。二院制があるために国家にとって重大な法案の審議に時間がかかってしまうことがよくあるからである。特に衆議院と参議院の多数派が異なっている「ねじれ国会」の状態になっているときにはなおさらである。このような遅滞を招いている二院制は廃止した方が良い。そうすれば国民の声の代表者である政権与党による法案の審議・可決がより円滑に速やかに進むだろう。

(1) この議論において筆者が一番主張したいことは何か。
(2) 筆者が (1) の主張の根拠としているのは何か。

(3) この議論において (1) の主張を結論する際に暗黙に前提されていることは何か。最も重要と思われることを一つ答えよ。

(4) (3) の答えに基づいて，この議論に対する反論を書きなさい。