

想定問題 (AO 入試)

平成30年度 過去問題 (後期日程)

AO 入試

工学院	.....	P14
物質理工学院	.....	P16
情報理工学院	.....	P18
生命理工学院	.....	P20
環境・社会理工学院	.....	P21

後期日程

生命理工学院	P22
--------	-------	-----

AO 入試 総合問題

想定問題

工学院 総合問題 (筆記)

問題 1

ある自然数 n に対する 10 項からなる数列 $\{f_{n,k}\} (k=1,2,\dots,10)$ を考える。この数列を元に、次の $n+1$ に対する数列 $\{f_{n+1,k}\} (k=2,3,\dots,9)$ を

$$f_{n+1,k} = af_{n,k-1} + bf_{n,k} + cf_{n,k+1} \quad (1)$$

の関係式を用いて求める。ここで a, b, c は実数とする。さらに次の条件

$$f_{n+1,1} = f_{n+1,9} \quad f_{n+1,10} = f_{n+1,2} \quad (2)$$

を加えることにより $\{f_{n+1,k}\} (k=1,2,\dots,10)$ を生成する。

問 1 $n=1$ の数列 $\{f_{1,k}\}$ を

$$f_{1,k} = \begin{cases} k & (1 \leq k \leq 5) \\ 10-k & (6 \leq k \leq 9) \\ 2 & (k=10) \end{cases}$$

とする。 $a = \frac{1}{2}, b = 1, c = -\frac{1}{2}$ のとき、式(1)は

$$f_{n+1,k} = \frac{1}{2}f_{n,k-1} + f_{n,k} - \frac{1}{2}f_{n,k+1} \quad (3)$$

となる。表 1-1 は n に対して $\{f_{n,k}\}$ の k の各項の値を示す表であり、 $\{f_{1,k}\} (k=1,2,\dots,10)$ と、 $\{f_{2,k}\}$ の一部は既に埋められている。 $f_{2,4}, f_{2,5}, f_{2,6}$ と $f_{3,5}$ を求めよ。

表 1-1

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\{f_{1,k}\}$	1	2	3	4	5	4	3	2	1	2
$\{f_{2,k}\}$	1	1	2				4	3	1	1
$\{f_{3,k}\}$										
$\{f_{4,k}\}$										
$\{f_{5,k}\}$										

問 2 次に、式(1)で $a = \beta, b = 1 - \beta, c = 0$ としたときの

$$f_{n+1,k} = \beta f_{n,k-1} + (1 - \beta) f_{n,k} \quad (4)$$

を考える。ただし、 β は実数であり、 $n=1$ の数列は問 1 と同じである。表 1-2 は n に対して $\{f_{n,k}\}$ の k の各項の値を示す表であり、 $\{f_{1,k}\} (k=1,2,\dots,10)$ が既に埋められている。 $\beta = \frac{1}{2}$ のとき、 $f_{3,4}, f_{3,5}$ と $f_{5,5}$ を求めよ。

表 1-2

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\{f_{1,k}\}$	1	2	3	4	5	4	3	2	1	2
$\{f_{2,k}\}$										
$\{f_{3,k}\}$										
$\{f_{4,k}\}$										
$\{f_{5,k}\}$										

問 3 式(4)で $\beta = 1$ のときを考える。ただし、 $n=1$ の数列は問 1 と同じである。表 1-3 は n に対して $\{f_{n,k}\}$ の k の各項の値を示す表であり、 $\{f_{1,k}\} (k=1,2,\dots,10)$ が既に埋められている。 $f_{6,2,5}$ を求めよ。また、その求め方を簡単に示せ。

表 1-3

k	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\{f_{1,k}\}$	1	2	3	4	5	4	3	2	1	2
$\{f_{2,k}\}$										
$\{f_{3,k}\}$										
\vdots										
$\{f_{6,2,k}\}$										

このように、式(1)の右辺の係数 a, b, c の値によって、順次生成される数列が変化して行くことが分かる。そこで、 n が大きくなったときに数列 $\{f_{n,k}\}$ がどうなるかを、より一般的に調べるために、数列 $\{f_{n,k}\}$ の各項を

$$f_{n,k} = A_n (\cos x_k + i \sin x_k) \quad (5)$$

と仮定する。ここで A_n は複素数、 x_k は正の実数、 i は虚数単位である。このとき、数列 $\{f_{n+1,k}\}$ の各項は

$$f_{n+1,k} = A_{n+1} (\cos x_k + i \sin x_k) \quad (6)$$

となる。

また、次の関係

$$x_{k+1} = x_k + \Delta x \quad (7)$$

があるとき、

$$f_{n,k-1} = A_n \{\cos(x_k - \Delta x) + i \sin(x_k - \Delta x)\} \quad (8)$$

および

$$f_{n,k+1} = A_n \{\cos(x_k + \Delta x) + i \sin(x_k + \Delta x)\} \quad (9)$$

となる。

問 4 式(3)の関係があるとき、式(5)から式(9)を用いて $\frac{f_{n+1,k}}{f_{n,k}}$ を計算し、 $\left| \frac{A_{n+1}}{A_n} \right|$ を求めよ。また、 $\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{A_n}{A_1} \right|$ が無限大に発散することを示せ。ただし、 $\Delta x = \frac{\pi}{4}$ とする。

問 5 式(4)の関係があるとき、式(5)から式(9)を用いて $\left| \frac{A_{n+1}}{A_n} \right|$ を求めよ。そして、

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left| \frac{A_n}{A_1} \right| \text{ が有限であるための } \beta \text{ の範囲を求めよ。ただし、} \Delta x = \frac{\pi}{4} \text{ とする。ここで、}$$

式(4)は式(10)のように変形できることを用いても良い。

$$f_{n+1,k} = (1 - \beta) f_{n,k} + \frac{\beta}{2} (f_{n,k-1} - f_{n,k+1}) + \frac{\beta}{2} (f_{n,k-1} + f_{n,k+1}) \quad (10)$$

AO入試 総合問題

想定問題

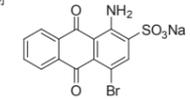
物質理工学院 総合問題 (筆記)

問題1

以下の文章を読み、下記の間に答えよ。

問1 ベンゼンを濃硝酸と濃硫酸との混合物と反応させたところ、ニトロ基をもった化合物が得られた。これをスズと濃塩酸で還元して作った化合物に、塩酸性で亜硝酸ナトリウムを低温で作用させて化合物Aを得た。一方、ベンゼンに濃硫酸を作用させて得られたベンゼンスルホン酸をアルカリ塩とし、これに水酸化ナトリウムを加えて高温で融解することで化合物Bを得た。化合物Bの塩基性水溶液に、先の化合物Aの水溶液を作用させたところ、色素Cが得られた。(a)~(c)に答えよ。

例



- (a) 化合物A, 化合物B, 色素Cの構造を上記の構造の書き方にならって書け。
- (b) ベンゼンスルホン酸を用いなくて、化合物Aのみを原料として色素Cを合成する。この方法では、化合物Aを2分割し、化合物Aと化合物Aから合成された化合物を用いる。化合物Aをどのように反応させればよいか。この方法を、化学式を用いて示し、50字程度で説明せよ。ただし、化学式は字数には含まない。
- (c) 化合物Bの代わりに2-ナフトール(β-ナフトール)を用い、化合物Aと反応させ色素Dを得た。色素Dの構造と合成の化学式を上記の書き方にならって書け。

(次ページに続く)

問題2

熱は物体内の高温部から低温部へと移動するエネルギーである。ここでは熱の移動について考える。図2-1は、無限に広い平らな表面を有し、厚さがLの均質な固体の断面を示している。ここで、表面0に原点をとり、表面に垂直な方向に固体内部に向かってx軸をとる。表面0と表面1の温度は、それぞれT₀とT₁であり、表面上で一定かつ一様に保たれている。このとき熱はx方向にのみ移動し、固体内部の温度はx方向にのみ変化する。ここではx軸に垂直な単位面積を単位時間に通過する熱の量を熱流束qと呼ぶ。固体表面からある距離xの固体内部に厚さΔxの薄い層Aを考え、この層Aのxおよびx+Δxの面における熱流束をq(x), q(x+Δx)とする。ただし、熱流束はxの正方向に熱が移動する場合を正とする。なお、この固体の表面および内部の温度は時間によって変化しない状態(以降では定常状態と呼ぶ)にある。また、固体内部で熱の発生と消失は無い。以下の間に答えよ。

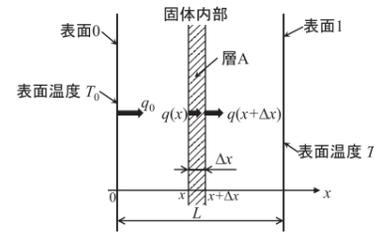


図2-1

問1 層Aの温度が定常状態であるためには、 $q(x)=q(x+\Delta x)$ でなければならない。この理由を答えよ。

問2 この固体内部の温度分布が定常状態を保つためには、問1の熱流束に関する関係がすべての位置xで成り立たなければならない。これより定常状態における固体内部の熱流束のx方向分布を求めよ。ただし表面0における熱流束の値をq₀とする。

問3 固体内部のある位置xにおける熱流束q(x)は、次式により位置xにおける固体温度T(x)の勾配と関係づけられる。

$$q(x) = -k \frac{dT(x)}{dx}$$

ここで、kは熱伝導率と呼ばれ、物質の熱の伝えやすさを表す物性値である。kが大きな物質は熱を伝えやすい。ここではkを物質に応じた定数とする。温度分布が定常状態にあると

き、この固体内部の温度分布をxの関数として表せ。

問4 q₀をk, T₀, T₁, Lで表せ。

次に、図2-2に示すような2枚の無限に広い平板を重ねた積層平板における定常状態の温度分布を考える。2枚の平板の熱伝導率は互いに異なり、それぞれk₁, k₂である。また、平板の厚さはδ₁, δ₂である。これらの平板は完全に密着し、接合面の温度はそれぞれの平板に對しともにT_Bで等しい。この積層平板の表面Hと表面Lの温度はT_HとT_L(T_H>T_L)であり、一定かつ表面上で一様に保たれている。表面Hに原点をとり、表面に垂直な方向に平板内部に向かってx軸をとる。

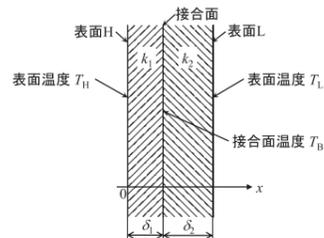


図2-2

問5 平板内部の温度分布を、(1) k₁>k₂, (2) k₁<k₂の場合について、答案用紙に記載されたグラフ上にそれぞれ描け。

問6 接合面温度T_BをT_H, T_L, k₁, k₂, δ₁, δ₂で表せ。

問7 この積層平板を通過する熱流束qを、T_H, T_L, k₁, k₂, δ₁, δ₂で表せ。

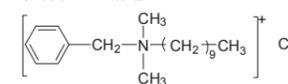
問8 図2-2に示す積層平板を遮熱壁として設計することを考える。この遮熱壁は、定常状態で遮熱壁を通過する熱流束の値がq_{max}以下となることが求められている。用いることができる材料は、熱伝導率が高く耐熱温度も高い材料1(熱伝導率:k₁, 耐熱温度:T_{1max})と、熱伝導率が低く耐熱温度も低い材料2(熱伝導率:k₂, 耐熱温度:T_{2max})である。ここで、k₁>k₂, T_{1max}>T_{2max}である。また、材料1の表面Hおよび材料2の表面Lにおける温度T_HとT_Lは設計条件としてあらかじめ与えられており、T_{1max}>T_H>T_{2max}>T_Lの関係がある。2つの材料は、それぞれの耐熱温度以下で使用しなければならない。遮熱壁の厚さδ₁+δ₂の最小値を求めよ。

面接試験

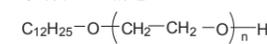
最初に、自己アピールと志望動機について口頭試問を3分程度行う。その後、物理や数学の与えられたテーマに関して、7分程度考えさせ、5分程度で解答とその解答に至った考え方を口述にて説明させる試問を行い、論理的かつ明快に説明する能力などを評価する。

問2 次の構造式をもつ化合物Eおよび化合物Fについて、(a)~(d)に答えよ。

化合物Eの構造式



化合物Fの構造式



- (a) 化合物Eおよび化合物Fは、合成洗剤として用いることができる。これはなぜか、それぞれについて、40字程度で説明せよ。図、化学式を用いてもよいが、字数には含まない。
- (b) 界面活性剤の詳細な殺菌機構は明らかになっていない。しかし、細胞表面に界面活性剤が吸着することが重要な要因であると考えられている。この考え方に基づくとき、化合物Eと化合物Fではどちらが殺菌剤として優れているか。優れると考えられる化合物を示し、理由を60字程度で説明せよ。
- (c) 化合物Fは石ケンとは異なり、海水中でも界面活性剤として用いることができる。これはなぜか。50字程度で説明せよ。
- (d) 化合物Fのポリオキシエチレン部分を付加反応で合成する場合、原料となるモノマーの構造を化合物Fの書き方にならって書け。

筆記試験

物質理工学を学修し、さらにそれを研究へと応用していく場合、特に化学と物理を中心とする知識及び考え方が重要な要素となります。筆記試験では、ねらいの異なる3つの問題を出題し、受験生はこれらを1時間半で解くことになっています。論理的な思考力とともに記述力も評価します。

筆記試験問題のねらい

問題文には見慣れない言葉や数式が出てきて一瞬戸惑うかもしれませんが、高校で習う数学、物理、化学の知識を統合しながら、その数式の意味を論理的に考えれば、解が見いだせます。
問題1は、有機化学に関する問題です。有機化合物の分子構造の決定に加えて、官能基に由来する化合物の特性と反応性を問う論述問題です。
問題2は、物理化学に関する問題です。材料の中で半透膜を用いた浸透圧に関する現象を取り上げ、化学・物理・数学に関する思考力と計算力を問う問題です。
問題3は、物理に関する問題です。材料に関わる性質や現象について、論理的思考力を問う問題です。

情報理工学院

志願者の活動実績報告書に関する発表や質疑応答等に基づき、情報に対する適性・素養・説明能力を評価する。

活動実績報告書の例

2で割る整数の変化

1. 背景
 数学の問題（とくに数学パズル）を考えるのが好きで、いろいろな本を読んだり考えたりしている。とくに整数の不思議にはまっている。今回は、整数を2で割ったときの変化について考えた。
 複数の物を2つにわけるとき、偶数個だと都合がよい。2で割り切れるからだ。奇数だと気持ち悪い。切り捨てると損する気がするし、切り上げると迷惑をかけている気がする。ある数を2で割り続けたとき、いつも偶数なのは2のべき乗の場合だ。では、普通の数は、1になるまで2で割り続ける間に何回、気持ちの悪い奇数が出てくるのだろうか？この疑問についてこの夏に考えたことを私の成果としてまとめてみました。

2. 成果の具体的な内容
 ある数を1になるまで2で割り続ける過程を「連続半分化」と呼ぶことにする。たとえば、16ならば、16→8→4→2→1という計算過程である。途中で奇数が出る場合には、切り上げか切り捨てを行う。たとえば、常に切り捨てする場合には、15→7→3→1となる。このような連続半分化において奇数が出る回数と悲しいわけだが、その回数考えた。初期値nに応じて奇数の出る回数、「奇数出現数」がどのように変わるかを考えた。

2.1. 基本的な考察（奇数出現総数普遍の法則）
 数nに対して連続半分化をしたときに、奇数の場合、切り捨てする方法を「切り捨て戦略」と呼ぶことにする。切り捨て戦略を取った場合には、割り算の回数は $\lceil \log_2 n \rceil$ （つまり、対数の切り捨て）である。たとえば、16～31の間のどの数も4回の割り算になる。一方、奇数の場合、切り上げる方法を「切り上げ戦略」と呼ぶ。その場合には、割り算の回数は $\lfloor \log_2 n \rfloor + 1$ になる。このように割り算の回数と同じ数の中で、奇数出現数を考えてみる。たとえば、16～31の中では、16が2のべき乗なので、奇数出現数は0（最後の1は数えない）である。一方、31は、31→15→7→3→1で4回、何とすべてが奇数となる不運な数である。ただ、これは、割り切れないときに切り捨てした場合で、切り上げ戦略を取れば、31→16→8→4→2→1で、奇数は最初の1回だけだ！（ただし、割り算は1回多くなるが。）つまり、切り捨てと切り上げでは状況が変わる可能性がある。
 そこで、16～31の中の奇数について、切り捨てと切り上げの場合で考えてみると、次のようになった。（16, 8, 4 のような2のべきになった時点で省略）

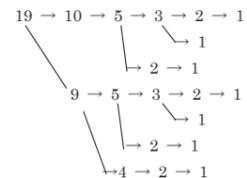
切り捨て	切り上げ
17→8 (1回)	17→9→5→3→2→1 (4回)
... (省略)	... (省略)

何と、切り捨てと切り上げの場合の合計は常に5回と同じなのである。これを「奇数出現総数普遍の法則」と名付け、それを以下に証明した。以下の議論では、初期値nの2進数表現が重要となる。実際、 $\lfloor \log_2 n \rfloor + 1$ は、2進数表現をした場合の桁数である。これを2進桁数と呼ぶことにする。

定理1. 2進桁数がkである奇数nに対して、切り捨て戦略で連続半分化したときと切り上げ戦略で連続半分化したときの奇数出現数の総数は常にkである。
証明. 奇数nを2進数で表わす。このとき、1になっている桁の数を k_1 とする。また、0になっている桁の数を k_0 とする。 $k_1 \geq 2$ である。切り捨て戦略で連続半分化したとき、奇数になる回数は、 $k_1 - 1$ である。というのも、切り捨て戦略で連続半分化する過程は、2進数で見ると毎回、1桁ずつ短くなる過程であり、その過程で奇数が出るのは、1が右端に来るときだからである。（最後の1は数えないので-1になる。）
 一方、切り上げ戦略で連続半分化したときに奇数になる回数は $k_0 + 1$ 回だ。その理由を説明する。
 (省略)
 以上を合わせると、両戦略での合計は $k_0 + 1 + k_1 - 1 = k$ となる。

証明終

2.2. 最も遅い悪い数
 切り捨て戦略や切り上げ戦略のように、切り捨てと切り上げを決めるのではなく、たとえばランダムに選んだらどうなるだろうか？という疑問を持った。より一般的には、奇数に出会ったときに、切り捨てるか、切り上げるかの選択で運命が分かれるが、そのすべての場合で（運悪く）奇数に遭遇する回数を考えてみた。この回数を「連続半分化奇数出現総数」と呼ぶことにする。たとえば、19の場合には、



で6回となる。この回数に関しては、次のような漸化式を得ることができた。

定理2. 数nの連続半分化奇数出現総数を $s(n)$ とすると、次の漸化式が成り立つ。

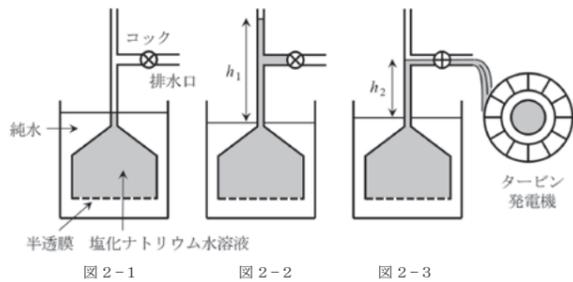
$$s(n) = 1 + s(\lfloor n/2 \rfloor) + s(\lfloor n/2 \rfloor + 1) \quad n \text{ が奇数のとき}$$

$$= s(n/2) \quad n \text{ が偶数のとき}$$

問題2
 浸透圧発電は海水、淡水及び高性能な半透膜を用いて発電する方法であり、自然エネルギーの有効な利用方法として期待されている。浸透圧発電の性能に関する以下の実験1及び2を行なった。問1～3に答えよ。ただし、重力加速度を 9.8 m/s^2 、気体定数を $8.3 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$ 、温度を 300 K 、塩素及びナトリウムの原子量を35及び23、塩化ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度を2.9%、水及び塩化ナトリウム水溶液の密度を 1.0 g/cm^3 とする。また、塩化ナトリウムは水中で完全に電離し、塩化ナトリウム水溶液の濃度の変化は無視できるものとする。

実験1 排水口とコックが付いたロート状容器の一端を面積Sの半透膜で覆い、純水中に挿入した。次に、塩化ナトリウム水溶液をロート状容器内に水の液面の高さまで入れた（図2-1）。コックを閉じた状態で十分な時間放置した後、塩化ナトリウム水溶液と水の液面の高さの差 h_1 を測定した（図2-2）。

実験2 図2-1の状態のコックを開いて放置したところ、塩化ナトリウム水溶液の液面が上昇して排水口から流出し始めた。このときに流出した塩化ナトリウム水溶液で発電機のタービンを回して発電した（図2-3）。塩化ナトリウム水溶液が排水口から流出し始めたときに発電される電力をQとし、このときの水の液面と排水口の高さの差を h_2 とする。なお、この発電装置は、 h_2 の高さにある塩化ナトリウム水溶液の位置エネルギーが電気エネルギーに完全に交換されるようになっている。



溶液と溶媒が半透膜を介して接しているときの浸透圧 Π は、ファンツホッフの法則によって与えられる。また、溶液の圧力が溶媒の圧力に比べて ΔP ($0 < \Delta P < \Pi$)高い場合に、半透膜を単位面積及び単位時間当たりに透過する溶媒の体積 ΔV は、比例係数（透過係数）をkとして次式で与えられる。

$$\Delta V = k(\Pi - \Delta P)$$

- 問1 h_1 の値を求めよ。
- 問2 h_2 を変化させた場合に、Qが最大になるときの h_2/h_1 の値を求め、そのときのQを式で示せ。
- 問3 浸透圧発電の実用化には、高出力化と連続運転が必要である。どのようなことが高出力化と連続運転につながるかをそれぞれ示せ。必要に応じて図を用いてよい。

問題3
 材料に引っ張りの力を加えると伸びる。しかし、同じ形や寸法のものと同じ力で引っ張っても材料の違いによってその伸びの大きさは異なる。伸びが小さい時、この伸びは力に比例し、フックの法則と呼ばれる下記の関係を示す。

$\sigma = E\varepsilon$
 ここで、 σ および ε はそれぞれ“応力”および“ひずみ”と呼ばれ、次の式で表される物理量である： $\sigma = F/S$ (F : 引っ張る力の大きさ、 S : 断面積)、 $\varepsilon = (L-L_0)/L_0$ (L_0 は元の全長、 L は引っ張った時の全長)。また、 E は引張（ひっぱり）弾性率と呼ばれる物理定数である。

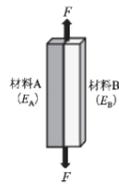


図3-1 2種類の材料AとBを側面で貼り合わせた場合（並列モデル）

実際の製品では異なる弾性率の材料を複合化して用いることが多くあり、複合化した材料の引張弾性率の値を予測することは材料工学の観点から重要である。

いま、四角柱の形状をした材料Aと材料Bを図3-1および図3-2のように貼り合わせて複合化し、矢印の方向に引っ張ったとする。これらの図では材料Aと材料Bを同じ形状として描いているため、複合材料の全体積に占める両材料の割合（体積分率）は等しいが、一般的にはその割合は異なる場合が多い。AとBの割合が変化し、且つ、貼り合わせた面は、はがれないものとして、以下の問に答えよ。ただし、材料Aおよび材料Bの引張弾性率をそれぞれ E_A および E_B 、それらの体積分率をそれぞれ ϕ_A および ϕ_B とする。

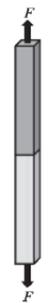


図3-2 2種類の材料AとBを端面で貼り合わせた場合（直列モデル）

問1 図3-1は並列モデルである。この場合、AとBのひずみは同じである。ここで、AとBの割合を変えることは、引っ張る力を働かせる断面においてそれぞれの面積を変えることに対応する。この複合材料におけるEを予測する式を、 E_A 、 E_B 、 ϕ_A 、 ϕ_B を用いて表せ。

問2 図3-2は直列モデルである。この場合、AとBにかかる応力は同じである。ここで、AとBの割合を変えることは、同じ断面積でそれぞれの長さを変えることに対応する。この複合材料におけるEを予測する式を、 E_A 、 E_B 、 ϕ_A 、 ϕ_B を用いて表せ。

面接試験

身近なテーマと関連付けた課題を設定し、化学的あるいは物理的な思考力、実践的な説明力や発想力を問います（解答自体に加え、導出過程や理解力もプレゼンテーションと質疑応答により評価します）。

AO入試 総合問題

想定問題

生命理工学院 総合問題 (筆記)

問題 1

次の文章を読み、以下の問 1～4 に答えよ。

細胞内には (a) 様々な細胞小器官が存在しており、それぞれが独自の役割を果たしている。たとえば、(b) リソソームは多くの種類の加水分解酵素を含み、様々な物質の分解を担っている。しかし、細胞小器官は各々が独立に働いているわけではない。多くの細胞小器官が他の細胞小器官と物質や情報を交換しながら、細胞の機能や恒常性を支えている。たとえば、細胞膜や細胞外で働くタンパク質の多くはまず小胞体で合成され、そこで折りたたまれて立体構造を獲得した後、それぞれの働くべき場所に運ばれていく。(c) 小胞体内で、折りたたみに失敗したタンパク質が蓄積するなどの異常が生じると、その情報が核に伝わり、小胞体ストレス応答遺伝子群の転写が誘導される。これら遺伝子群には、小胞体の中でのタンパク質の折りたたみを助けるタンパク質や折りたたみに失敗したタンパク質を分解するためのタンパク質がコードされている。

細胞小器官の機能は、(d) 細胞をすりつぶして遠心分離機にかけ、各細胞小器官をそれぞれの重さや密度にもとづいて分画することで詳しく調べることができる。

問 1 下線部 (a) に関し、以下の設問 (1)、(2) に答えよ。

(1) 植物細胞において DNA を含む細胞小器官をすべて挙げよ。

(2) 呼吸による ATP 合成においてミトコンドリア内で行われる重要な反応系を 2 つ挙げよ。

問 2 下線部 (b) に関し、以下の設問 (1)、(2) に答えよ。

(1) リソソームで働く分解酵素群は、まず小胞体で合成され、ゴルジ体を經由してリソソームにたどり着く。小胞体やゴルジ体内の pH は中性付近であるのに対し、リソソーム内の pH は酸性に保たれており、リソソームで働く分解酵素群は酸性条件下で活性を示す。細胞小器官内の pH やリソソームの分解酵素群の性質がこのように調節されている意義を考察し、100 字以内で記せ。

(2) リソソーム内が酸性であることには、タンパク質を分解するうえで、分解酵素の活性が高まること以外にも有利な点がある。それは何か。50 字以内で記せ。

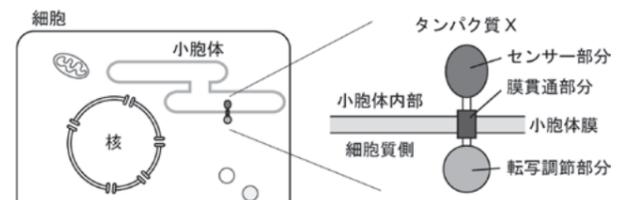
筆記試験

筆記試験問題のねらい

生物に関する設問により、基礎学力、論理的な思考力、および、記述力を評価する。

問 3 下線部 (c) に関し、以下の設問 (1)、(2) に答えよ。

(1) この小胞体から核内への情報伝達においては、小胞体の膜を貫通しているタンパク質 X が重要な役割を果たす。タンパク質 X は、センサー部分と転写調節部分を持つ (図 1)。小胞体内の異常に応じてタンパク質 X はどのような過程を経て核内での遺伝子発現を誘導するのか、以下のヒントを参照して具体的な過程を推察し、150 字以内で記せ。ただし、センサー部分が小胞体内の異常をどのようにして感知するかについては触れなくて良い。
考えるためのヒント：タンパク質 X を切断するタンパク質 Y が存在する。



(2) タンパク質の折りたたみを助けるタンパク質を何と呼ぶか答えよ。

問 4 下線部 (d) に関し、このような実験においては細胞を等張液中ですりつぶす必要がある。その理由を 50 字以内で記せ。

面接試験

生命理工学分野に対する志望動機、学習意欲、論理的な思考力および適性を評価する 15 分程度の口頭試問を行う。例として以下のような問があげられる。

- 約 30 数億年前に地球上に誕生したとされる原始生命は、その後多種多様な生命体へと進化しました。生命を理解するには、まず生命とは何かを定義する必要があります。あなたの考える生命の定義について説明してください。
- 1953 年にワトソンとクリックが提唱した DNA の構造は、遺伝子の複製の仕組みを理解するのに大きく貢献しました。彼らの提唱した DNA 構造の特徴をあげて、それをもとに遺伝子の複製の仕組みを説明してください。

面接試験問題のねらい

生命理工学分野に対する志望動機、学習意欲、論理的な思考力、および、適性を評価する。

JavaScript 言語のコールバック地獄の調査

概要

- 背景：JavaScript 言語にはコールバック地獄という問題がある。
- 動機：コールバック地獄は既存回避手法で十分なのか興味を持った。
- やったこと：簡単な例題でコールバック地獄を自己体験した。また、コールバック地獄のサンプルコードを 15 個作成し、Promise などの既存手法に適用してみた。
- アピールポイント：for ループで既存解決手法は不十分など、通常の JavaScript の教科書には載っていない知見を得た。

1 背景

JavaScript は Web プログラミングで重要な地位を占めており、Ajax を用いたサーバ通信、DOM ツリー操作、Greasemonkey や Tampermonkey を用いた Web ブラウザ拡張などで使われている。文法や予約語は通常の手続き型言語と似ているため、比較的とつきやすいが、細かいところでプログラマを悩ませている言語でもある。その JavaScript の問題の 1 つがコールバック地獄である。JavaScript では非同期イベントの処理にコールバックを多用する。このコールバックの多用はプログラム全体の見通しを悪くし、この悪い状況がコールバック地獄と呼ばれている。

主な原因は JavaScript ではプリエンブションが一切なく、実行中の関数が終了するまで、他のコールバックに制御が移らないこと (Run-to-Completion と呼ばれる性質) にある。既存の解決策としては、Promise、Generator、Async/Await、RxJS などがある。しかし、これらの使用は必ずしも一般的ではないし、調べた範囲では JavaScript の教科書に分かりやすい記述は載っていない。

2 成果の具体的な内容

2.1 JavaScript の実行モデル

JavaScript ではプリエンブション (preemption、実行の一時中断とスレッドスイッチ) が決して起こらない。このため実行途中で実行をブロックすると (Web ページの更新などを含めて) プログラム全体の実行が止まってしまう。例えば、C 言語では sleep 関数を使って、一時的に実行をブロックするコードを次のように簡単に書ける。

```
printf ("aaa\n");
sleep (10); // 10 秒間、実行を中断
printf ("bbb\n");
```

しかし、JavaScript では setTimeout 関数を使って、次のように書く必要がある。

```
console.log ("aaa");
setTimeout (function () {
  console.log ("bbb");
}, 10 * 1000);
// 第 2 引数にミリ秒単位でスリープ時間を指定
```

setTimeout 関数の第 1 引数はコールバック関数であり、10 秒後以降に実行される。このコードが示す通り、ブロック後の処理をコールバック関数として与える必要がある。setTimeout 関数の呼び出しの後にコードを書いても、そのコードはブロックの前に実行されるからである。コールバック関数は 10 秒後以降に実行されるが、setTimeout 関数自体はブロックしないことに注意して欲しい。ここで次のように最後に無限ループを加えると、10 秒経っても bbb が表示されなくなる。コールバック関数は呼び出されなくなるのだ。

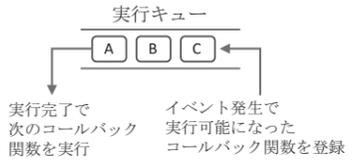


図 1: JavaScript の実行キュー

```
setTimeout (function () {
  console.log ("bbb");
}, 10 * 1000);
while (true); // 無限ループ
```

これは JavaScript の Run-to-Completion という性質のために起こる (図 1 も参照)。

- JavaScript のプログラム (関数) は途中でプリエンブションせず、最後まで実行を完了させる (Run-to-Completion)。
- 「10 秒経過」などのイベントが発生すると、そのイベントに関連付けられたコールバック関数は (すぐには実行されず) 実行キューに入れられる。
- 実行中のプログラムは常に 1 つだけ。1 つの実行が完了すると、実行キューの先頭から新たに実行可能なコールバック関数を 1 つ取り出して実行する。

この実行キューの動作は実は JavaScript の言語仕様書 [1] では規定されていないが、異なる Web ブラウザや言語処理系で事実上の標準となっている [2]。

「プリエンブションが無い」ということは、各コールバック関数 (図 1 中の A、B、C) の実行はアトミックであることを意味する。これにより、(イベントの発生順序に依存して実行順序が前後する非決定性はあるが) マルチスレッドプログラミングに付随するデータ競合の問題は決して起こらない。このため、複数のコールバック関数が同じデータに安全にアクセスすることができる。(通常のプログラミング言語であれば、慎重に排他制御を行う必要がある。)

その代わりに、通常のプログラミングでブロックが必要となる場所では、JavaScript では必ず「それ以降の処理」をコールバック関数として登録しなければならない。

コールバック関数はコールバック関数を連鎖的に呼び出す (もしそうしなければプログラム全体の実行が終了してしまう) ため、関数が論理的な意味の塊でなくなったり、プログラム全体の実行順序の見通しが悪くなる。さらに、コールバック関数は try-catch 構文での例外処理ができないため、エラー処理のためのコールバック関数も必要となる。また、コールバック中では実行文脈が異なるため、疑似変数 this の意味が異なる。これらの相乗効果で、プログラムの理解性や保守性は著しく悪化する。この状態をコールバック地獄という。

2.2 コールバック地獄の例

ここでは次の例題でコールバック地獄を考える。

- 例題：重い処理 (例：サーバへの Ajax リクエスト) を 100 個実行したいが、サーバに負荷をかけないため、1 度に 1 つずつ実行し、1 つの重い処理が完了してから、次の重い処理を実行したい。どうすればいいか。

ブロックが可能な通常のプログラミング言語では for などのループ構文で簡単にこの例題を解くことができる。しかし、JavaScript では for 文では記述が難しい。for ループを完全に抜けないと、Ajax リクエストを処理するコールバック関数が実行されないからである。このため、JavaScript では次のように再帰関数 do.all.task を使って解決せざるを得ない。

想定問題

環境・社会理工学院 総合問題 B

A0入試 (第6類B) 想定問題

① 筆記試験問題

熱帯低気圧に関する30年間(1981~2010年)の統計では、年間平均で約26個の台風が発生し、そのうちの約11個が日本に接近し、約3個が日本に上陸しています。しかし、最近、熱帯低気圧の大きさや発生の頻度がこれまでの傾向と異なるとの研究結果も発表されています。下図は、現在(2005年)と21世紀末頃の熱帯低気圧の年平均発生数の頻度分布を予測したものです。図によると、最大風速が40m/s程度以下の熱帯低気圧の発生数は今後減少しますが、最大風速が45m/sを超えるような非常に強い熱帯低気圧の発生数が増えることが予測されています。これらを踏まえ、以下の問いに答えなさい。

- 最近、日本に接近、上陸する熱帯低気圧の傾向が以前と異なってきたと言われていいます。どのようなことが異なっているのか、数行程度で述べなさい。
- 下図に示した予測結果について、現在と21世紀末頃の違いの原因について数行程度で述べなさい。
- 台風による豪雨によって大きな土砂被害を引き起こすことがあります。これらの土砂被害を最小限に食い止めるために考えられる方策について数行程度で述べなさい。
- 3.で述べた方策を実現するために必要な土木技術について数行程度で述べなさい。

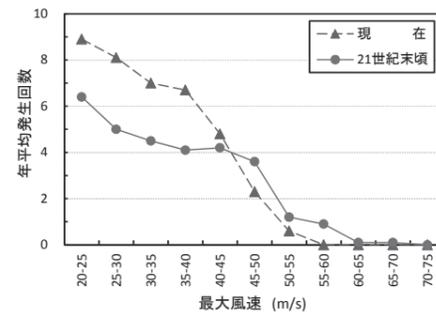


図-1 熱帯低気圧の強度別に示した熱帯低気圧の年平均発生数の頻度分布(気象庁「異常気象レポート2005」より)

② 筆記試験問題のねらい

上記の想定問題では、最近の熱帯低気圧の状況やそれによる災害に関して、予測結果の原因を分析し、土砂災害への対策と土木技術との関係を整理する能力及び表現の能力を筆記試験によって評価する。

③ 面接試験問題

「志望理由書」に基づいた志望動機や学習意欲について試問を行った後、国内外の社会や環境に関わる公共的な課題に関する質問をする。例として以下のような質問が挙げられる。

- あなたが生まれ育った街や地域において改善すべき課題を挙げて、その解決策を述べてください。
- 地球温暖化が土木・環境工学分野に与える影響として、どのようなことが考えられますか。

④ 面接試験問題のねらい

国内外の社会や環境に関わる公共的な課題に対して問題の所在を整理し、その解決策を提示する能力及び表現の能力を面接試験によって評価する。

過去問題

生命理工学院 総合問題

90分

問題 1

以下の英文と合成ポリペプチド X に関する記述ア~キを読み、問 1 ~ 問 6 に答えよ。原子量としては、H=1.00, C=12.0, N=14.0, O=16.0, S=32.0 を用いよ。

著作権処理の関係上、公開していません

D.E. Metzler 著 “Biochemistry 2nd edition”から引用改変

*covalent linkage 共有結合

*side chain 側鎖

*globular 球状の

Table 1 アミノ酸の名称、分子量、等電点および側鎖の構造式 (Proline はアミノ酸全体の構造式を示している)

名称 分子量 等電点	Alanine 89 6.00	Arginine 174 10.76	Asparagine 132 5.41	Aspartic acid 133 2.77	Cysteine 121 5.07
	<chem>CC(N)C(=O)O</chem>	<chem>CCC(N)C(=O)N</chem>	<chem>CC(N)C(=O)N</chem>	<chem>CC(=O)C(=O)O</chem>	<chem>CC(S)C(=O)O</chem>
名称 分子量 等電点	Glutamic acid 147 3.22	Glutamine 146 5.65	Glycine 75 5.97	Histidine 155 7.59	Isoleucine 131 6.02
	<chem>CCC(C)C(=O)O</chem>	<chem>CCC(N)C(=O)N</chem>	<chem>NC(N)=O</chem>	<chem>C1=CN=C(N1)C</chem>	<chem>CC(C)C(C)C</chem>
名称 分子量 等電点	Leucine 131 5.98	Lysine 146 9.74	Methionine 149 5.74	Phenylalanine 165 5.48	Proline 115 6.30
	<chem>CC(C)C(C)C(=O)O</chem>	<chem>CCCC(N)C(=O)N</chem>	<chem>CSCC(N)C(=O)O</chem>	<chem>C1=CC=C(C=C1)C</chem>	<chem>C1CCN(C1)C(=O)O</chem>
名称 分子量 等電点	Serine 105 5.68	Threonine 119 6.16	Tryptophan 204 5.89	Tyrosine 181 5.66	Valine 117 5.96
	<chem>CC(N)C(O)C(=O)O</chem>	<chem>CC(O)C(C)C(=O)N</chem>	<chem>C1=CC=C2C(=C1)C(=CN2)C</chem>	<chem>CC1=CC=C(C=C1)C(O)C</chem>	<chem>CC(C)C(C)C</chem>