

筆答専門試験科目（午前） 融合理工学系（問題 A）

2024 大修

時間 10:00～11:30

注意事項

1. [問題 1]、[問題 2]から 1 題を選択し解答せよ。2 題とも解答した場合は全てを 0 点とする。
2. 解答は、設問ごとに別々の答案用紙に記入するよう指示があるので、これに従うこと。
3. 1 つの設問の解答が 1 枚の答案用紙の表面に収まりきらない場合は、裏面に記入してもよいし、複数の答案用紙に記入してもよい。裏面に記入する場合はその旨を表面に明記せよ。また、複数の答案用紙に記入する場合にもその旨を明記した上で、それら全てに試験科目名、受験番号を記入せよ。
4. コンパス、電卓、定規を使用してはならない。
5. 全ての答案用紙を回収する。

[問題 1] 数学

[問題 2] 数的推理

[問題 1] 数学

【設問 1】から【設問 3】より 2 つを選択し、解答せよ。各設問に対する解答は、それぞれ別々の解答用紙に記すこと。また【設問 1】は、問 1 と問 2 でそれぞれ別々の解答用紙に記すこと。

【設問 1】微分積分

問 1 次の常微分方程式の厳密解を求めよ。虚数を使わずに表すこと。

- (1) $2f''(t) + 3f'(t) + f(t) = 0, \quad f(0) = 1, f'(0) = 1$
(2) $f''(t) - 2f'(t) + f(t) = e^t \sin t, \quad f(0) = 0, f'(0) = 0$

問 2 次の問いに答えよ。

- (1) $r(x, y), \theta(x, y), x(r, \theta), y(r, \theta)$ に関して、次の等式を証明せよ。ただし、 x と y は互いに独立、 r と θ も互いに独立であるとする。

$$\begin{pmatrix} \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial \theta} \\ \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial \theta} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{\partial r}{\partial x} & \frac{\partial r}{\partial y} \\ \frac{\partial \theta}{\partial x} & \frac{\partial \theta}{\partial y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- (2) $x = r \cos \theta, y = r \sin \theta$ に対して、

$$\frac{\partial r(x, y)}{\partial x}, \frac{\partial r(x, y)}{\partial y}, \frac{\partial \theta(x, y)}{\partial x}, \frac{\partial \theta(x, y)}{\partial y},$$

及び、ヤコビアン J 、

$$J = \begin{vmatrix} \frac{\partial r(x, y)}{\partial x} & \frac{\partial r(x, y)}{\partial y} \\ \frac{\partial \theta(x, y)}{\partial x} & \frac{\partial \theta(x, y)}{\partial y} \end{vmatrix}$$

を r と θ を用いて表せ。

- (3) 次の定積分を求めよ。

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \left(\int_0^{\frac{1}{\sin \theta + \cos \theta}} r dr \right) d\theta$$

【設問 2】線形代数

問 1 次の問いに答えよ。導出過程を書くこと。

(1) 次の n 次正方行列 A について、 A^{-1} と A^r を求めよ。ただし、 r は自然数とする。

$$A = \begin{bmatrix} 0 & \cdots & 0 & 1 \\ 0 & \cdots & 1 & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 1 & \cdots & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(2) 次の行列 B の階数 $\text{rank } B$ を求めよ。

$$B = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 & 1 & 3 \\ 3 & 3 & 4 & 1 & 4 \\ 4 & 2 & 6 & 2 & 7 \\ 2 & 0 & -2 & -4 & 7 \end{bmatrix}$$

問 2 行列 $C = \begin{bmatrix} 3 & 1 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 1 & 3 \end{bmatrix}$ について次の問いに答えよ。

(1) C の固有値を求めよ。

(2) C は対角化可能か示せ。

(3) 任意の自然数 n について C^n を求めよ。

(4) 指数関数のマクローリン展開である式(2-1)から、行列 C の指数関数が式(2-2)で定義できる。このとき $\exp(C)$ を求めよ。

$$\exp(x) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!} x^k \quad (2-1)$$

$$\exp(C) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!} C^k \quad (2-2)$$

【設問 3】確率・統計

過去数十年のある都市の 1 日の水消費量は、1 日の最高気温が 30 度以上の日は平均 2850 トン、標準偏差 800 トンの正規分布、また 30 度未満の日は平均 2200 トン、標準偏差 750 トンの正規分布で近似できる。この都市の 1 日の最高気温が 30 度以上となる確率は 0.25 である。この都市の給水能力は 1 日 3800 トンであり、水消費量が給水能力を超えると水不足が発生するものとする。次の問いに答えよ。なお、必要に応じて表 3-1 を使用してよい。また、標本数は十分多いため、 t 分布は標準正規分布に近似できるものとする。

問 1 任意の 1 日に水不足が発生する確率を有効数字 3 桁で求めよ。

問 2 異なる 1 日の気温が独立と仮定するとき、任意の 2 日間で少なくとも 1 日水不足が発生する確率を有効数字 3 桁で求めよ。

問 3 任意の 1 日に水不足が発生する確率を 1%未満にしたいとき、1 日の給水能力を少なくともどのくらいにすればよいのか 100 トン単位で求めよ。

問 4 202X 年の 1 日の最高気温が 30 度以上の日が 100 日間観測され、その 100 日間の水消費量の標本平均が 3050 トン、標本標準偏差 850 トンであった。この水消費量の分布を正規分布と仮定し、「202X 年における最高気温が 30 度以上の日の水消費量の平均は、過去数十年の平均とは、有意な差はない」という仮説を検定する。

(1) 帰無仮説と対立仮説を示せ。

(2) 有意水準 5%および有意水準 1%で両側検定せよ。

表 3-1 標準正規分布表の一部

$P(x < Z) = \int_{-\infty}^Z f(x) dx$ $f(x)$ は標準正規分布の確率密度関数

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9279	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9872	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986

[問題 2] 数的推理

【設問 1】から【設問 7】のすべてに解答せよ。各設問に対する解答は、それぞれ別々の解答用紙に記し、解答した設問番号を併せて明確に記しなさい。これに従わない場合には、すべてを 0 点とする。

【設問 1】

500 人が縄跳び、跳び箱、鉄棒の 3 種目のスポーツテストに参加した。「縄跳び」に合格した人は 123 人、「跳び箱」に合格した人は 68 人、「縄跳び」と「跳び箱」の 2 種目のみに合格した人は 13 人であった。また、「縄跳び」に合格した人、「鉄棒」のみに合格した人、どの種目にも合格しなかった人の人数の比は、 $3:2:6$ であった。全員が 3 種目すべてを行ったものとしたとき、3 種目すべてに合格した人の人数を答えよ。ただし、導出過程を明示すること。

【設問 2】

容器 A と容器 B の空の容器が 1 つずつある。容器 A は容量 5 リットル (l)、容器 B は容量 3 l である。各容器には目盛り等の目印は無く、それぞれの容量分の水しか測れない。以下のア)、イ)、ウ) の操作を適当な順番で複数回行い、それぞれの容器中の水の量を調整する。

ア) 容器に水を水道から満たす。

イ) 容器の水を下水へ棄てる。

ウ) 1 つの容器から別の容器に水を移し替える。

容器 A と容器 B の水の量を横軸と縦軸にとった座標平面図を考え、ある時点での容器 A と容器 B の水の量を点、ア)、イ)、ウ) の操作による変化を矢印で表すことにすれば、図 2-1 に示すように、ア)、イ)、ウ) の操作を座標平面上に表すことができる。以下の①と②の問いに答えよ。

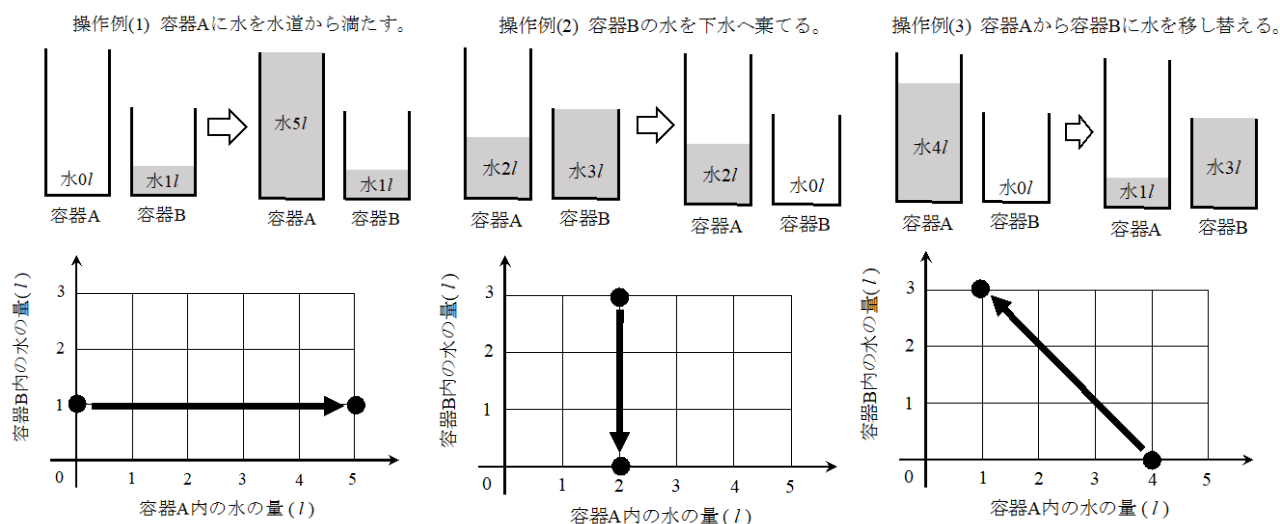


図 2-1

- ① 空の容器 A と容器 B にある手順で操作を行い、容器 A に 0 l、容器 B に 2 l の水が入っている状態にした。その手順で行われたすべての操作について、それぞれの操作による容器 A と容器 B の水の量の変化を矢印で座標平面上に描け。すべての操作の矢印を同じ座標平面上に描いてもよい。ただし、矢印の向きが分かるように始点と終点を明確に描くこと。
- ② 下水へ棄てる水の総量が最も少なくなるように、空の容器 A と容器 B にある手順で操作を行い、容器 A に 4 l、容器 B に 0 l の水が入っている状態にした。その手順で行われるすべての操作について、それぞれの操作による容器 A と容器 B の水の量の変化を矢印で座標平面上に描け。すべての操作の矢印を同じ座標平面上に描いてもよい。ただし、矢印の向きが分かるように始点と終点を明確に描くこと。

【設問 3】

図 3-1 に示す 3 行 3 列の表の各マス (a~i) に、1~9 の数字を重複しないように 1 つずつ割り振る。このとき、条件ア) ~エ) を必ず満たすようにする。

- ア) 各行の和が等しい ($a+b+c=d+e+f=g+h+i$)
- イ) 各列の和が等しい ($a+d+g=b+e+h=c+f+i$)
- ウ) 斜めの和が等しい ($a+e+i=c+e+g$)
- エ) 各行の和、各列の和、斜めの和はすべて等しい

このとき、数字の割り振り方をすべて答えよ。導出過程を明示し、3 行 3 列の表を各自で作成して数字を割り振って記すこと。

a	b	c
d	e	f
g	h	i

図 3-1

【設問 4】

A～G の 7 チームが、4 チームのⅠ組と、3 チームのⅡ組に分かれてリーグ戦で戦い、その結果により図 4-1 のような組み合わせとなるトーナメント戦による卓球の大会を行った。今、大会の結果について次のア) ～エ) のことがわかっているとき、以下の①と②の問いに答えよ。ただし、各試合とも引き分けはなく、リーグ戦で各チームの勝率が同じになることはなかった。また、条件ア) ～エ) の勝敗はリーグ戦とトーナメント戦の合計である。

ア) G と D との対戦結果は、1 勝 1 敗だった。

イ) C は、E と A のみに 1 回ずつ負けた。

ウ) A は、1 勝 2 敗だった。

エ) D は、1 勝 4 敗だった。

① A、D はそれぞれ、どちらの組のリーグで何位だったか答えよ。

② 準優勝したのはどのチームか、導出過程を示して答えよ。必要に応じて、リーグ戦やトーナメント戦の結果について図表などで示して良い。

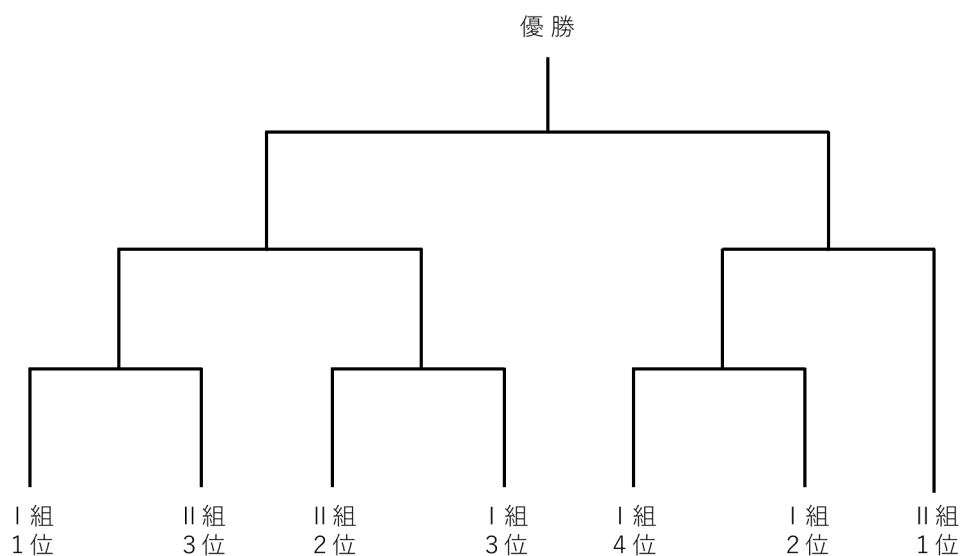


図 4-1

【設問 5】

円 Ω に内接する正多角形 α 、ならびに外接する正多角形 β を考える (図 5-1)。正多角形 α と正多角形 β はともに n 個の頂点を持つ。円 Ω の中心を点 O 、半径を R とする。また、図 5-2 と図 5-3 に示すように、正多角形 α の隣り合う二つの頂点を点 A と点 B とし、正多角形 β のひとつの頂点を点 C とする。線分 OC と線分 AB の交点を点 D とする。線分 OC は $\angle AOB$ を等分している。正多角形 α の一辺の長さを a_n 、正多角形 β の一辺の長さを b_n として、以下の①～③の問いに答えよ。

- ① a_n が式(1)で表せられることを示せ。

$$a_n = \frac{2b_n R}{\sqrt{b_n^2 + 4R^2}} \quad (1)$$

- ② 図 5-3 に示す線分 GH の長さが式(2)で与えられることを示せ。なお、線分 OC と円 Ω の交点を点 E とし、点 E で線分 GH は円 Ω に接している。

$$\overline{GH} = \frac{a_n b_n}{a_n + b_n} \quad (2)$$

- ③ $\Gamma_\alpha = \frac{na_n}{2R}$, $\Gamma_\beta = \frac{nb_n}{2R}$ とする。 Γ_α と Γ_β のそれぞれについて、 n を無限大まで増加させた時の値を答えよ。

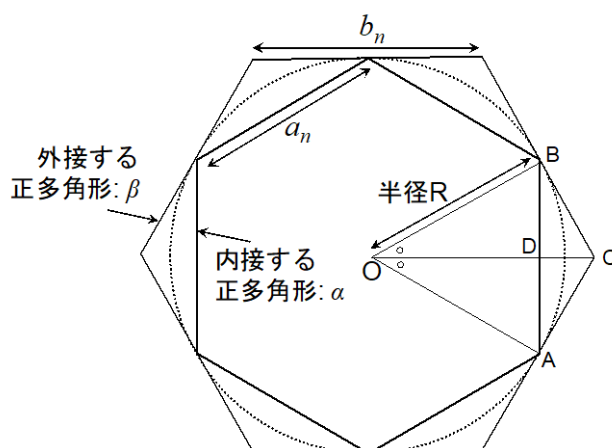


図 5-1

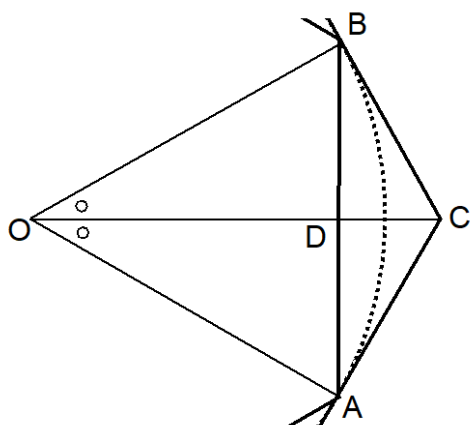


図 5-2

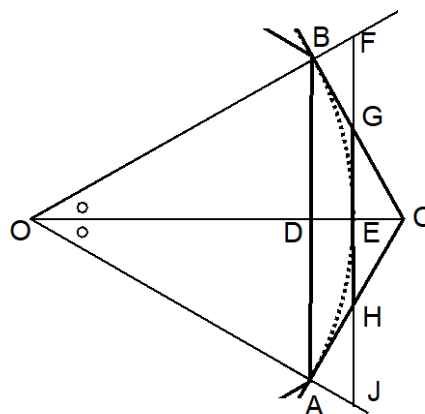


図 5-3

【設問 6】

5つの池（A池、B池、C池、D池、E池）はそれぞれが図 6-1 で示すようにつながっている。3種類の魚（コイ、ナマズ、フナ）をそれぞれの池に、すべての種類の魚が最低でも1匹は含まれるように放流した。以下のア）～カ）の条件のもとで、15日経過後にE池からすべての魚を捕獲したとき、魚の体重の合計について考えられる最小値と最大値を答えよ。ただし、導出過程を明示すること。

- ア) 合計で、コイ 5 匹、ナマズ 7 匹、フナ 10 匹を放流した。
- イ) 時間経過に関わらず、魚の総数は変わらない。
- ウ) コイの体重は 5 kg、ナマズの体重は 3 kg、フナの体重は 1 kg であり、時間経過に関わらず体重は変わらない。
- エ) 1 日経過すると、すべての魚は隣の池に必ず移動する。例えば D 池の魚は、1 日経過すると B 池か E 池に移動するが、同じ池にすべての魚が移動するとは限らない。
- オ) それぞれの池から魚を捕獲するとき、魚が隣の池に移動することはない。
- カ) 15 日経過後に B 池からすべての魚を捕獲したとき、合計で 4 匹であった。

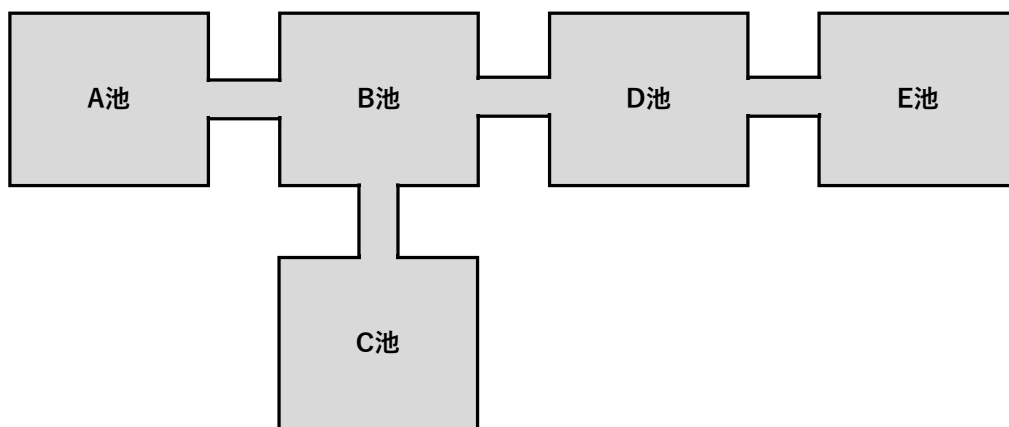


図 6-1

【設問 7】

図 7-1 に示す正六角形 $ABCDEF$ と、その各辺の中点を結んだ正六角形 $UVWXYZ$ がある。ヤギは正六角形 $ABCDEF$ の辺の上を、ヒツジは正六角形 $UVWXYZ$ の辺の上を、それぞれ反時計回りに一定かつ同じ速度で移動する。ヤギは点 A から、ヒツジは正六角形 $UVWXYZ$ のどこかの辺上の地点から、同時に移動を始めた。ヤギが 4 周目の周回に入って点 U に着いたとき、ヒツジも点 U に着いた。このとき、ヒツジが出発した地点はどの辺上にあるか答えよ（辺の答え方の例：辺 UV ）。ただし、導出過程を明示すること。

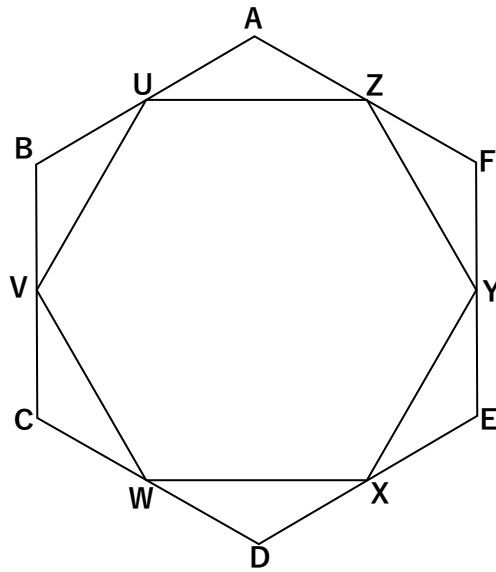


図 7-1

筆答専門試験科目（午後） 融合理工学系（問題B）

2024 大修

時間 13:00～14:30

注意事項

1. [問題1]～[問題3]から1題を選択し解答せよ。2題以上解答した場合は全てを0点とする。
2. 解答は、選択した問題ごとに別々の答案用紙に記入せよ。また、問題によっては設問ごとに別々の答案用紙に記入するよう指示があるので、これに従うこと。
3. 1つの問題の解答が1枚の答案用紙の表面に収まりきらない場合は、裏面に記入してもよいし、複数の答案用紙に記入してもよい。裏面に記入する場合はその旨を表面に明記せよ。また、複数の答案用紙に記入する場合にもその旨を明記した上で、それら全てに試験科目名、受験番号を記入せよ。
4. コンパス、電卓、定規を使用してはならない。
5. 全ての答案用紙を回収する。

[問題1] 物理

[問題2] 化学・生物

[問題3] 小論文・読解

[問題 1] 物理

【設問 1】から【設問 3】より 2 つを選択し、解答せよ。各設問に対する解答は、それぞれ別々の解答用紙に記し、どの設問を選択したかを明記すること。この指示に従わない場合には全てを 0 点とする。

【設問 1】力学

2 つの質点の間に働く重力 $f_{1,2}$ は万有引力定数 G を用いて

$$f_{1,2} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (1-a)$$

と表される。ただし、2 つの質点の質量は m_1 および m_2 、質点間の距離は r としている。この万有引力定数を用い、以下の問(1)~(5)に答えよ。ただし、解答にあたっては導出過程を詳しく記すこと。

図 1-1 のように、質量 M 、半径 R の環状物体がある。環の中心を原点 O とし、環を含む面に垂直に z 軸をとる。 z 軸上に質量 m の質点がある。原点 O から質点までの距離を z とする。環状物体の密度は一定で、 z 軸を含む面で切断した環の断面の径は R に比べて無視できるほど小さい。

(1) 質点に働く重力が、

$$f = -G \frac{mMz}{(R^2 + z^2)^{3/2}} \quad (1-b)$$

と表せることを式(1-a)の関係より導出せよ。

(2) 質点に働く重力が最大となる z 軸上の位置を求めよ。

(3) 質点の位置エネルギー U が、

$$U = -G \frac{mM}{\sqrt{R^2 + z^2}} \quad (1-c)$$

と表せることを式(1-a)もしくは式(1-b)の関係より導出せよ。

(4) 質点の位置エネルギー U は $z/R \rightarrow \infty$ の極限において式(1-d)に漸近するが、 $z/R \rightarrow 0$ の極限において式(1-e)に漸近する。 U_0 と k を図 1-1 中のパラメーターを用いて表せ。

$$U = -G \frac{mM}{z} \quad (1-d)$$

$$U = U_0 + \frac{1}{2} k z^2 \quad (1-e)$$

(5) z/R が十分に小さい時、質点は原点 O の近傍で単振動すると見なせる。この単振動の運動方程式を記し、単振動の周期を答えよ。 k を用いて答えても良い。

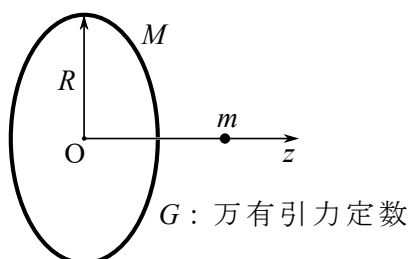


図 1-1 質量 M 半径 R の環状物体と質量 m の質点

【設問 2】電磁気学

以下の問(1)~(2)に答えよ。ただし、MKSA 単位系 (SI 単位系) を用いるものとする。また、解答にあたっては導出過程を明記すること。

- (1) 全電荷 Q で一様に帯電した半径 a 、誘電率 ε の誘電体球が真空中に置かれている。真空の誘電率を ε_0 として、以下の問に答えよ。
- (i) 球の内および外における電場 E を球の中心からの距離 R の関数として求めよ。
 - (ii) 球の内および外における電位 ϕ を球の中心からの距離 R の関数として求めよ。ただし、球の中心から無限遠方における電位を 0 とせよ。
- (2) 図 2-1 に示すように、一様な磁場 $\mathbf{B} = (0, 0, B), B > 0$ の中に、質量 m 、電荷 q (ただし、 $q > 0$) の荷電粒子が磁場の方向と角度 θ をなして原点 O から一定の速さ v_0 で入射したとする。以下の問に答えよ。
- (i) 荷電粒子の各速度成分 (v_x, v_y, v_z) について、運動方程式をたてよ。ただし、 $\omega \equiv qB/m$ を用いよ。
 - (ii) 時刻 $t = 0$ に荷電粒子が初速度 $(0, v_0 \sin \theta, v_0 \cos \theta)$ をもって原点 O から入射したとき、時刻 t における荷電粒子の速度 (v_x, v_y, v_z) を求めよ。
 - (iii) 時刻 t における荷電粒子の位置 (x, y, z) を求めよ。
 - (iv) 荷電粒子と z 軸との距離を d とするとき、荷電粒子の z 座標の関数として距離 $d(z)$ を表せ。
 - (v) $d = 0$ となる条件を求めよ。
 - (vi) θ が十分に小さければ、どんな θ に対しても荷電粒子が z 軸上のある点 P を通過することを示せ。また、原点 O から点 P までの距離を求めよ。ただし、点 P として原点 O に最も近い点を考えよ (原点は除く)。
 - (vii) xy 平面 ($z = 0$) 上に投影した荷電粒子の軌道を図示せよ。ただし、荷電粒子の運動の範囲は原点 O から点 P までとする。軌道の大きさや運動の向きが分かるように、図中に適宜、数式や矢印を記入すること。

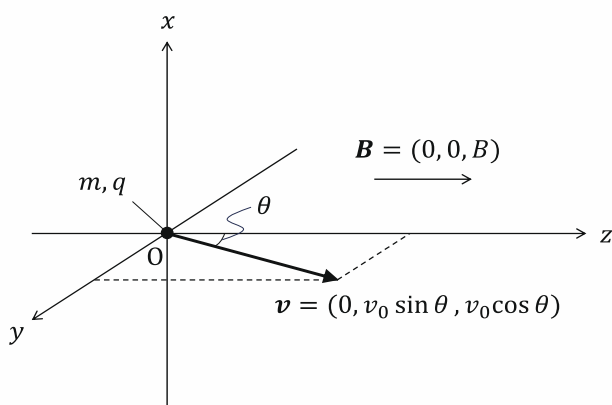


図 2-1

【設問 3】熱力学

以下の問(1)～(4)に答えよ。0 °Cを 273 Kとして計算すること。各問とも有効数字は少なくとも2桁を答えること。導出過程を書くこと。答えには単位を付すこと。

- (1) カルノー熱機関が 730 °C の高温熱源と 27 °C の低温熱源との間で運転している。両熱源の温度は一定に保たれているとする。この機関の熱効率 (η [%]) を求めよ。
- (2) 冷房エアコンで室内を 20 °C一定に保っている。このとき、外気温は 40 °C、冷房の消費電力は 1000 W であった。成績係数が 3.3 であるとき、室内から毎秒取り除かれている熱量 Q [J] を求めよ。また、この冷房を逆カルノーサイクル（可逆冷凍機）で行った場合の消費電力 L_R [W] を求めよ。なお、冷房の成績係数は、対象領域から除いた熱量とそれに要した電力との比として定義される。
- (3) 重さ 30 g、温度 400 K、比熱 400 J/(kg·K) の固体 A が、十分に大きな熱容量をもつ温度 300 K の固体 B と接触し、十分な時間の経過後、固体 A は 300 K となった。固体 B の温度は 300 K のままであった。これによる固体 A の内部エネルギーの変化量 ΔU [J]、および、固体 B のエントロピーの変化量 ΔS [J/K] を答えよ。ただし、周囲への熱の逃げは無いとする。
- (4) 摩擦なく動けるピストンのついた剛体容器に、圧力 $p = 100$ kPa、質量 $m = 2.0$ kg の理想気体（比熱比 $\kappa = 1.4$ 、定積比熱 $c_v = 700$ J/(kg·K)）が密閉されている。この内部の理想気体部分を系とする。この系に $Q = 80$ kJ の加熱を行い、準静的に等圧膨張させた。このときの系の温度上昇 ΔT [K] および内部エネルギー上昇 ΔU [kJ] を求めよ。また、この理想気体の気体定数 R [J/(kg·K)] を求めよ。

[問題 2] 化学・生物

【設問 1】～【設問 5】より 3 つを選択し、解答せよ。それぞれ別々の解答用紙に記し、どの設問を選択したかを解答用紙に明記すること。この指示に従わない場合には全てを 0 点とする。

【設問 1】化学 1

以下の問いに答えよ。

- 下の文の空欄 (ア) ～ (チ) に入る最も適切な英数字・用語・数式を、答案用紙に空欄の記号とともに解答せよ。
 - 一般的に (ア) 量子数(n)の電子殻には (イ) 個の電子が収容可能である。さらに、電子殻は s 軌道、p 軌道、d 軌道、(ウ) 軌道の 4 つの副電子殻から構成され、電子の収容可能な数はそれぞれ、s 軌道 (エ) 個、p 軌道 (オ) 個、d 軌道 (カ) 個、(ウ) 軌道 (キ) 個である。K、L、M、N 殻の (ア) 量子数はそれぞれ 1、2、3、4 であり、副電子殻の各軌道の (ア) 量子数と軌道のアルファベットで表現される(1s、2p、3d等)。この時、エネルギーが低い軌道から順に 8 つ並べると $1s < 2s < 2p < 3s < (ク) < (ケ) < (コ) < (サ)$ となる。
 - イオン結晶には塩化ナトリウム(NaCl)型、塩化セシウム(CsCl)型、閃亜鉛鉱(ZnS)型など様々な結晶構造が見られる。これらの結晶においては、一般にカチオンとアニオンでは (シ) のほうがイオン半径が大きく、例えば塩化ナトリウム型構造では、(シ) により構成される (ス) 面体間隙に (セ) が入った構造となっている。
また、強誘電体やプロトン伝導体として近年注目されているペロブスカイト型酸化物が取るペロブスカイト構造(図1-1)は、カチオン A、B とアニオン X から構成され ABX_3 の組成を持つ。このうち A は (ソ) 個の、B は (タ) 個の X に配位されている。また、A と B の電荷数の和が (チ) となることを満たせば様々な A と B の組み合わせを取ることができる。
- NH_4^+ 、 NH_3 、 NH_2^- を、H-N-H 結合角が小さいものから大きいものへと順に左から右へ並べよ。また、その理由を 2～3 行で説明せよ。
- 原子半径とイオン半径について O、Na、Mg、Al、S および O^{2-} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Al^{3+} 、 S^{2-} の大小関係をそれぞれ示し、その理由についても説明せよ。
- 理想気体と実在気体の違いについて簡潔に説明せよ。また、実在気体を理想気体に近づけるためにはどのような条件が必要となるかについて、気体分子の分子間力と体積の観点から説明せよ。

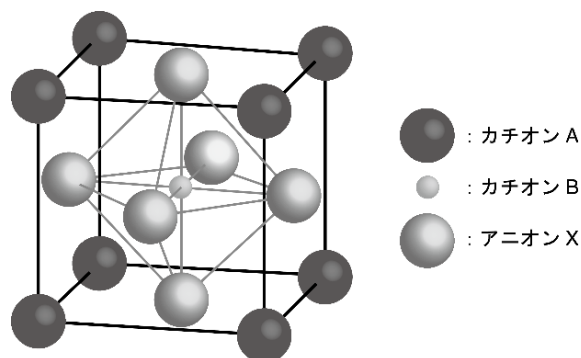
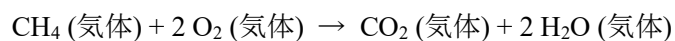


図 1-1 ペロブスカイト構造

【設問 2】 化学 2

メタン CH_4 の完全燃焼は次の反応式で表される。



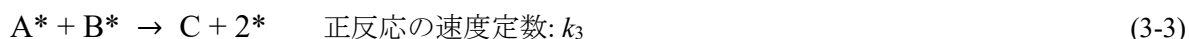
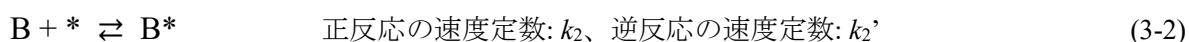
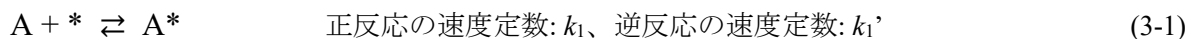
以下の問(1)~(3)に答えよ。有効数字を 3 桁として、導出過程も示せ。ただし、298 K、100 kPa における CH_4 (気体)、 O_2 (気体)、 CO_2 (気体)、および H_2O (気体) のモル生成エンタルピーを、それぞれ、 $-70.0 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、 0 kJ mol^{-1} 、 -390 kJ mol^{-1} 、および -240 kJ mol^{-1} とする。また、空気を O_2 および N_2 のみからなる混合物とし、空気中の O_2 のモル分率を 0.200、 N_2 を不活性とする。

- (1) 298 K、100 kPa における、 CH_4 の完全燃焼のモル反応エンタルピーを求めよ。
- (2) CH_4 1.00 mol を完全燃焼させるのに最低限必要な空気のモル数を求めよ。
- (3) (2)で求めたものよりも大きい量の空気を用いることにより、完全燃焼の温度を低く制御できる。いま、初期の温度を 298 K として、定圧(100 kPa)および断熱の条件で CH_4 1.00 mol を完全燃焼させて 1500 K の温度を得たい。必要な空気のモル数を求めよ。ただし、条件によらず燃焼後に存在する気体の定圧モル比熱を $0.0350 \text{ kJ K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とせよ。

【設問 3】 化学 3

固体触媒表面での気相分子の反応 ($A + B \rightarrow C$) について、以下の文章を読み、問(1)~(4)に答えよ。

この反応に対する機構の一つとして、反応物である気相分子 A と B が固体触媒の表面に吸着して吸着種同士が触媒表面上で反応し、反応生成物 C が気相に脱離する過程が考えられる。その反応機構は以下の式で表される。



ここで $*$ は触媒表面の空の吸着座を表し、 A^* と B^* は固体表面に吸着した A と B を表す。 A と B は吸着座に競争吸着し、表面反応後の脱着により C が生成する。これらの分子の吸着に対して単分子層の吸着のみを仮定する。また、式(3-1)と式(3-2)の分子の吸着速度と脱着速度は等しく平衡状態を仮定することができ、式(3-3)の正反応は式(3-1)と式(3-2)の吸脱着反応と比較して十分に遅く、逆反応は考えなくてよい。 A^* の表面濃度 $[A^*]$ (mol m^{-2}) の時間変化は、 A の気相濃度 $[A]$ (mol m^{-3})、触媒表面の空の吸着座の表面濃度 $[*]$ (mol m^{-2})、 k_1 、および k_1' を用いて次式で表される。

$$\frac{d[A^*]}{dt} = \boxed{\hspace{2cm}} \quad (\text{ア}) \quad (3-4)$$

吸着速度と脱着速度は平衡状態を仮定しているので、 $[A^*]$ の時間変化は 0 である。従って、 $[A^*]$ は、 $[A]$ 、 $[*]$ 、および k_1 と k_1' の比の値である $K_1 (= k_1 / k_1')$ を用いて次式で表される。

$$[A^*] = \boxed{\hspace{2cm}} \quad (\text{イ}) \quad (3-5)$$

同様に B^* の表面濃度 $[B^*]$ (mol m^{-2}) は、 B の気相濃度 $[B]$ (mol m^{-3})、 $[*]$ 、および k_2 と k_2' の比の値である $K_2 (= k_2 / k_2')$ を用いて次式で表される。

$$[B^*] = \boxed{\hspace{2cm}} \quad (\text{ウ}) \quad (3-6)$$

また、触媒表面上の単位面積あたりの吸着座数 η (mol m^{-2}) の値は一定であり、 $[A^*]$ 、 $[B^*]$ 、 $[*]$ を用いて次式で表される。

$$\eta = \boxed{\hspace{2cm}} \quad (\text{エ}) \quad (3-7)$$

以上の条件から、 $[A^*]$ と $[B^*]$ は、それぞれ $[A]$ 、 $[B]$ 、 K_1 、 K_2 、および η を用いて以下のように表すことができる。

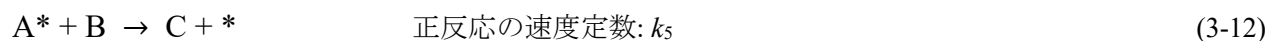
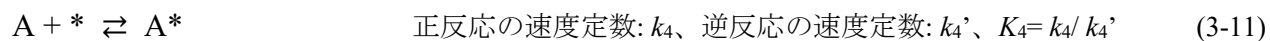
$$[A^*] = \boxed{\hspace{2cm}} \quad (\text{オ}) \quad (3-8)$$

$$[B^*] = \boxed{\hspace{2cm}} \quad (\text{カ}) \quad (3-9)$$

式(3-3)の反応速度定数を k_3 としたとき、 $[C]$ (mol m^{-3}) の時間変化 (C の生成反応速度: r_c) は $[A]$ 、 $[B]$ 、 K_1 、 K_2 、 k_3 、および η を用いて次式で表される。

$$r_c = \frac{d[C]}{dt} = \boxed{\hspace{10em}} \quad (\text{キ}) \quad (3-10)$$

- (1) k_1 、 k_1' および k_3 の単位についてSI単位系を用いて記せ。
- (2) (ア) ～ (キ) の空欄に適切な式を記せ。
- (3) 他の反応機構として、気相分子 **A** が固体触媒表面上に吸着して生成した吸着種 **A*** が気相分子 **B** と直接反応し、反応生成物 **C** が気相に脱離する過程が考えられる。以下の反応機構に基づき **C** の生成反応速度 (r_c) を求めよ。



ここで、式(3-12)の正反応は式(3-11)の吸脱着反応と比較して十分に遅く、逆反応は考えなくてよい。

- (4) **B** の濃度を一定に保ち、**A** が **B** と比較して過剰に供給された場合、式(3-10)と問(3)で求めた r_c の挙動の違いについてそれぞれ説明せよ。

【設問 4】 生物 1

次の文章を読んで、以下の問(1)～(7)に答えよ。必要に応じて、次ページの表 4-1 を用いよ。

Cas9 タンパク質は、CRISPR とともに、もともと細菌や古細菌に備わったファージなどに対する免疫機構の構成要素として発見され、その後ゲノム編集技術への応用が進んでいる。図 4-1 に化膿レンサ球菌の Cas9 タンパク質の遺伝子（以下、SpCas9 遺伝子）の塩基配列の一部を示す。なお、塩基の番号は、開始コドンの最初の塩基の番号を 1 番とし、終止コドンに向かって順に 2 番、3 番、・・・とする。数えやすくするために、10 塩基ごとに空白を挿入している。また、アミノ酸の番号は、開始コドンに当たるメチオニンを 1 番とし、カルボキシル末端に向かって順に 2 番、3 番、・・・とする。

1 番目から 50 番目 ①ATGGATAAGA AATACTCAAT AGGCTTAGAT ATCGGCACAA ATAGCGTCGG

図 4-1 SpCas9 遺伝子の塩基配列の一部

Cas9 タンパク質はガイド RNA (gRNA) に結合し、その一部と 20 塩基程度の相補的な配列を持つ DNA に結合し、その部位で②DNA 二本鎖を切断する酵素である。Cas9 タンパク質は 2 つの触媒ドメインを持ち、それぞれが 1 本の DNA 鎖を切断する。SpCas9 遺伝子の 29 番目の A を C に変えた場合、元の SpCas9 遺伝子から作られる Cas9 タンパク質の(ア)番目のアミノ酸は(イ)であるが、この変異 SpCas9 遺伝子から作られる Cas9 タンパク質の(ア)番目のアミノ酸は(ウ)に置き換わる。この変異によって、2 つの触媒ドメインのうち 1 つの活性が失われ、DNA 二本鎖のうち、一本のみが切断されるようになる。これを nCas9 タンパク質という。さらに③840 番目のアミノ酸であるヒスチジンをアラニンに置き換えるともう 1 つの触媒ドメインの活性が失われ、DNA 二本鎖のいずれも切断しないタンパク質となる。

たとえば、ヒトのゲノム上のある部位で DNA 二本鎖切断を生じさせたい場合、その部位周辺の 20 塩基程度の配列を含む gRNA と Cas9 タンパク質の遺伝子を組み込んだベクターをヒト細胞内に導入し、発現させる。Cas9 タンパク質によって DNA 二本鎖切断が生じると、細胞内での DNA 修復機構が働く。④この修復機構を利用して、ゲノムの DNA 配列を元の配列と異なるものとすることができる。

しかしながら、Cas9 タンパク質は目的とする配列以外でも、gRNA と完全な相補性あるいは高い相補性を持つ DNA 配列に結合して、そこで切断してしまう可能性がある。これを「オフターゲット効果」という。オフターゲット効果を低減するために、次のような方法が考案された。⑤まず、目的とする部位の近傍において、相対する 2 本の DNA 鎖それぞれの配列を含む 2 本の gRNA を準備する。これを nCas9 タンパク質の遺伝子とともに細胞に導入して、それぞれの gRNA が結合する位置で 2 つの DNA 一本鎖切断を生じさせる。相対する 2 本の DNA 鎖上で十分近い位置に 2 つの DNA 一本鎖切断を引き起こすことで、結果的に DNA 二本鎖切断を生じさせる。

- (1) 図 1 中の下線部①の配列 ATGGATAAGA の相補鎖の塩基配列を 5'から 3'方向に記せ。
- (2) ①の配列と相補鎖の塩基対を形成する水素結合の数の合計を答えよ。
- (3) 空欄(ア)に入る適切な数と、空欄(イ)、(ウ)に入る適切なアミノ酸名を答えよ。
- (4) 下線部②について、DNA を切断する酵素の一般的名称を以下の解答群から選べ。
【解答群】 キナーゼ、ヌクレアーゼ、ヘリカーゼ、ポリメラーゼ、リガーゼ

- (5) 下線部③について、SpCas9 遺伝子の塩基配列に必要な最低限の改変を加え、840 番目のアミノ酸であるヒスチジンをアラニンに置き換えるにはどのような改変を加えたらよいか。下記の例に従って答えよ。

【例】40番目の塩基をAからTに、50番目の塩基をGからCに変える。

- (6) 下線部④について、どのような DNA 修復機構が働き、どのようにしてゲノムの DNA 配列を元の配列と異なるものにできるのか。2つ例を挙げて、それぞれ説明せよ。説明に際しては、図を用いてもよい。
- (7) 下線部⑤について、なぜこの方法で、オフターゲット効果を低減しつつ、DNA 二本鎖切断を引き起こすことができるのか説明せよ。説明に際しては、図を用いてもよい。

表 4-1 コドン表

	U		C		A		G	
U	UUU	フェニル アラニン	UCU	セリン	UAU	チロシン	UGU	システイ ン
	UUC		UCC		UAC		UGC	
	UUA	ロイシン	UCA		UAA	終止	UGA	終止
	UUG		UCG		UAG		UGG	トリプト ファン
C	CUU	ロイシン	CCU	プロリン	CAU	ヒスチジ ン	CGU	アルギニ ン
	CUC		CCC		CAC		CGC	
	CUA		CCA		CAA	グルタミ ン	CGA	
	CUG		CCG		CAG		CGG	
A	AUU	イソロイ シン	ACU	トレオニ ン	AAU	アスパラ ギン	AGU	セリン
	AUC		ACC		AAC		AGC	
	AUA		ACA		AAA	リシン	AGA	アルギニ ン
	AUG	メチオニ ン	ACG		AAG		AGG	
G	GUU	バリン	GCU	アラニン	GAU	アスパラ ギン酸	GGU	グリシン
	GUC		GCC		GAC		GGC	
	GUA		GCA		GAA	グルタミ ン酸	GGA	
	GUG		GCG		GAG		GGG	

【設問 5】生物 2

以下の問(1)～(3) に答えよ。

- (1) 海洋の炭酸系に関する以下の空欄(ア)～(オ)に当てはまる式を答えよ。なお、解答に際し表 5-1 の関係を用いること。

海洋の溶存無機炭素に関する化学は、地球規模の炭素循環を理解する上で重要である。海洋の溶存無機炭素の濃度の総和を表す炭酸系パラメータのことを全炭酸 (C_T) と言い、以下のように定義される。

$$C_T = [\text{CO}_2^*] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] \quad (5-1)$$

ここで、 $[\text{CO}_2^*]$ はイオン化していない溶存無機炭素の濃度、 $[\text{HCO}_3^-]$ は炭酸水素イオン濃度、 $[\text{CO}_3^{2-}]$ は炭酸イオン濃度である。全炭酸のほかに重要な海洋の炭酸系パラメータとして全アルカリ度 (A_T) が挙げられる。 A_T は微量な化学成分を省略すると以下のように表される。

$$A_T = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{B(OH)}_4^-] + [\text{OH}^-] \quad (5-2)$$

ここで、 $[\text{B(OH)}_4^-]$ はホウ酸イオン濃度、 $[\text{OH}^-]$ は水酸化物イオン濃度である。

海水サンプルの pH と A_T が既知であるとき、 C_T は平衡計算によって求めることができる。 C_T を計算するためにはまず炭酸アルカリ度 (A_c) を計算する。炭酸アルカリ度は以下のように定義される。

$$A_c = [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] \quad (5-3)$$

これを、 A_T を用いて表すと

$$A_c = A_T - [\text{B(OH)}_4^-] - [\text{OH}^-] \quad (5-4)$$

となる。ここで、水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ は海水における水のイオン積 (K_w) および水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ を用いて以下のように計算できる。

$$[\text{OH}^-] = \boxed{\quad} \quad (\text{ア}) \quad (5-5)$$

海水中の全ホウ酸 ($B_T = [\text{B(OH)}_3] + [\text{B(OH)}_4^-]$) は、塩分との相関が強く、塩分が既知であれば定数として扱うことができる。そのため、式(5-4)のホウ酸イオン濃度 $[\text{B(OH)}_4^-]$ は、全ホウ酸 (B_T)、ホウ酸解離定数 (K_B) および水素イオン濃度 ($[\text{H}^+]$) を用いて以下のように計算することができる。

$$[\text{B(OH)}_4^-] = \boxed{\quad} \quad (\text{イ}) \quad (5-6)$$

$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$ なので、式(5-4)～(5-6)より pH と A_T から A_c の値を求めることができる。この A_c の値をおよび、炭酸の第一、第二解離定数 (K_1 、 K_2)、 $[\text{H}^+]$ を用いることで、 $[\text{CO}_3^{2-}]$ 、 $[\text{HCO}_3^-]$ 、 $[\text{CO}_2^*]$ は、それぞれ以下の式を用いて計算できる。

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \boxed{\quad} \quad (\text{ウ}) \quad (5-7)$$

$$[\text{HCO}_3^-] = \boxed{\quad} \quad (\text{エ}) \quad (5-8)$$

$$[\text{CO}_2^*] = \boxed{\quad} \quad (\text{オ}) \quad (5-9)$$

式(5-7)～(5-9)の和より、 C_T を求めることができる。

- (2) ある海水の pH が 8.000、 A_T が $2190 \mu\text{mol kg}^{-1}$ のとき $C_T (\mu\text{mol kg}^{-1})$ の値を求めよ。その際、有効数字 4 桁で計算し、導出過程も記すこと。また、計算に必要な定数は表 5-2 の値を用いること。
- (3) 海洋生物による光合成によって炭素が 1 mol 固定される際には、 C_T は 1 mol 減少するのに対し、 A_T は変化しない。一方で、海洋生物の石灰化によって炭酸カルシウム (CaCO_3) が 1 mol 生産される際には、 C_T は 1 mol 減少し、 A_T は 2 mol 減少する。
造礁サンゴは石灰化によって炭酸カルシウムの骨格を形成するが、同時に細胞内に共生している褐虫藻が光合成を行っている。あるサンゴ種を水槽内で飼育し、海水を採取した後に密閉して1時間後に再度海水を採取し、それぞれの pH と A_T を測定したところ、密閉前は pH = 8.000、 $A_T = 2190 \mu\text{mol kg}^{-1}$ 、3 時間後は pH = 9.000、 $A_T = 1860 \mu\text{mol kg}^{-1}$ となっていた。このとき、サンゴによる正味の光合成速度 ($\mu\text{mol kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) および石灰化速度 ($\mu\text{mol kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) をそれぞれ求めよ。その際、有効数字4桁で計算し、導出過程も記すこと。また、計算に必要な定数は表5-2の値を用いること。

表 5-1 化学反応式と定数の定義

化学反応式	定数の定義
$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$	$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$
$\text{B}(\text{OH})_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{B}(\text{OH})_4^-(\text{aq})$	$K_B = \frac{[\text{H}^+][\text{B}(\text{OH})_4^-]}{[\text{B}(\text{OH})_3]}$
$\text{CO}_2^*(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{HCO}_3^-(\text{aq})$	$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2^*]}$
$\text{HCO}_3^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{H}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$	$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]}$

表 5-2 定数一覧

記号	名称	値	単位
K_w	海水の水のイオン積	6.000×10^{-14}	$(\text{mol kg}^{-1})^2$
K_B	ホウ酸の解離定数	2.500×10^{-9}	mol kg^{-1}
B_T	全ホウ酸	4.200×10^{-4}	mol kg^{-1}
K_1	炭酸の第 1 解離定数	1.400×10^{-6}	mol kg^{-1}
K_2	炭酸の第 2 解離定数	1.000×10^{-9}	mol kg^{-1}

[問題 3] 小論文・読解

【設問 1】から【設問 2】のすべてに解答せよ（小論文・読解の指定解答用紙を使うこと）。

【設問 1】 次の文章を読んで問いに答えよ。

WHO（World Health Organization）憲章によれば、健康は、生物学的、A、社会的要素を包含した多面的な概念であり、単に疾病のない状態を指す概念ではない。さらに、WHO は、2015 年から 2030 年の活動のフォーカスとして Healthy Aging（健康的な加齢）を打ちだし、「健康的な加齢とは、人々が生涯を通じて価値ある自分であることができ、価値を感じられるような環境と機会を作り出すことである」と述べている。

この健康的な加齢という概念は、アントノフスキーの健康生成理論が源流のひとつである。この理論の中核は、健康とは、健康（ease）と病気（dis-ease）の二極の間の動態（movement）であり、人がより良い状態に向かうかは、その人が首尾一貫感覚（Sense of Coherency : SOC）を媒介して自分の周りの資源を使えるかどうかによるという考え方である。SOC は把握可能感（comprehensibility）、処理可能感（manageability）、有意味感（meaningfulness）によって構成されている。

人が年齢を重ねるにつれ、上記の 3 要素を独力で自然に感じることに困難が生じてくる。例えば、足腰が衰えた高齢者が駅の階段を踏み外して転倒したことを機に外出をしなくなったケースでこれらがどのように失われてゆくかについて考えてみよう。まず、階段での転倒という事実から、この高齢者の階段昇降運動における処理可能感に衰えが兆していることがわかる。さらに、転倒したことを機に外出しなくなったことから、自身の身体状況と転倒の因果については把握しているが、外出しないことによる運動不足からさらに足腰が衰える可能性については把握できていない可能性があることがわかる。これらのことから外出することと自身の状態の関係性についての把握可能感が部分的に損なわれていると言ってよいだろう。そして外出しないという選択から、この高齢者が外出することの自分にとっての意味を見出せなくなっている、つまり外出の有意味感が損なわれていることがわかる。このように、これら 3 つの要素は互いに関連しあっているので、一旦ひとつが損なわれると相乗的に衰えが進んでいく。

高齢者、特に心身ともに衰えが進んだ高齢者が寝たきりのような状態にならないように転倒などによる傷害の重症化を避けうる環境を作り出そうという考え方は、日本では「見守りシステム」と呼ばれるカメラやセンサによるモニタリングと携帯電話等の端末への通知からなる高齢者行動の監視システムの中にも見られる。このようなシステムは、多くの介護施設に設置され、カメラなどで転倒が検知されれば、通知を受けた職員が駆け付けて介助を行っている。しかし、このシステムにおける高齢者は判断の主体ではなく、見守られる客体である。カメラが設置されていないところでは誰も駆けつけられないので事故は起こるし、傷害も軽減されない。従って、高齢者のリスクを本当に軽減するためには、高齢者が自らリスクを回避するあるいは、取れるリスクは積極的にとって健康を維持する判断と行動を支援するリスク管理のシステムが必要である。

（B）衰えが進んだ高齢者が、自分がおかれた状態を理解し、その状態を機械あるいは人間の助言を得ながら適時・的確に管理し、自分にとって意味のある行動を全うすることを手伝おうとするシステムはあるかもしれないがまだ普及していない。前述の見守りシステムにおけるカメラは近年、プライバシー尊重の観点から廊下などに限定して設置する施設が増えている。設置場所が少なければそれだけ設置場所以外

での傷害リスクは高まる。高齢者を客体化して傷害を予防しようとするリスク低減には限界があると言えるだろう。

高齢化社会は世界的な潮流であるから、全世界に潜在的な市場があることは明らかである。よって、今後、(C) 高齢者が積極的に参画し、自ら価値を感じることを、リスクを管理しながら行うことを手伝ってくれる今までにないサービス、プロダクトについての仮説の提案とその効果検証が産官学の連携によって行われていくことが健康的な加齢を世界的に促進するために重要である。

問1) 空欄 (A) に入る語句として最も適切なものを、以下の①～⑥の中から選べ。

①科学的 ②即物的 ③持続的 ④心理的 ⑤理論的 ⑥空想的

問2) 下線 (B) で書かれたようなシステムが普及していない理由を述べよ。その際、システムとは一般的にどのようなものかについての定義をふまえ、健康な成人の健康管理との違いに留意し、あなたの考えを240字～300字程度で記述せよ。英文で解答する場合は120ワード～150ワード程度で記述せよ。

問3) 下線 (C) にあてはまる提案をするとしたら、あなたならどんなサービスあるいはプロダクトを提案するだろうか。①どんな状態の高齢者を対象とした、②どんなサービスあるいはプロダクトが、③どんな健康的な加齢を促進すると考えられるのか、そして④そう考えられるのはなぜなのか、さらに⑤その提案を実現するために予想される困難についても述べなさい。箇条書きにせず文章で、400字～600字程度で記述せよ。英文で解答する場合は200ワード～300ワード程度で記述せよ。①～⑤の内容は解答内に含まれていればよく、番号を明示して記述する必要はない。

【設問 2】 次の文章を読んで問いに答えよ。

人工知能が社会において日常的に使用される場面が増えている。その進展は、暮らしやビジネスの利便性を高めると同時に、人間の社会、人の生きる姿勢までも変えていく可能性がある。人工知能を支えるディープラーニングの技術は、ニューラルネットワークを多層に重ねることでデータの特徴を深く学習し複雑な処理を実現するものであり、それ自体が試行錯誤の形である。しかし、こうした技術の急速な発展を前に、人は人工知能に無謬性（判断に誤りがないこと）を期待してしまっていないだろうか。人の適性や能力を人工知能が判断し、誰もそれに疑問を持たない場合、技術が人を選別し価値を決定していくかもしれない。そうした状況に、リスクはないだろうか。人工知能がどうしてそのように判断したか、その根拠は私達には示されない。やみくもにテクノロジーに追従するのではなく、共生していく姿勢と知恵を持つことが人に求められている。

問) 人はどのように人工知能と共生していくべきだと考えるか。人工知能が社会において利便性を高める具体例と、社会にとってリスクが発生する具体例（本文中の例とは異なるケース）をそれぞれ挙げた上で、自分の考えを述べなさい。以下のキーワードのうち少なくとも異なる4つを用いて（それらは何回用いてもよい）、500字～600字程度で説明すること。英語で解答する場合には、250ワード～300ワード程度とする。また用いたキーワードは、日本語・英語どちらの場合も、解答の文中に下線を引いて示しなさい。

キーワード：無謬 可謬 判断 推論 責任 自由 管理